



เมืองอัจฉริยะกับการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม: ศึกษากรณีญี่ปุ่นและสิงคโปร์
SMART CITIES AND THE CREATION OF ENVIRONMENTAL SECURITY: CASE STUDIES
OF JAPAN AND SINGAPORE



เบญจมีภัทร ชูช่วย

เมืองอัจฉริยะกับการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม: ศึกษากรณีญี่ปุ่นและสิงคโปร์



เบญจมาภักตร์ ชูช่วย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
รัฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการทูตและความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ
คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

SMART CITIES AND THE CREATION OF ENVIRONMENTAL SECURITY: CASE STUDIES
OF JAPAN AND SINGAPORE



BENJAPAT CHOOCHAUY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF POLITICAL SCIENCE
(Diplomacy and International Relations)
Faculty of Social Sciences, Srinakharinwirot University
2024
Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
เมืองอัจฉริยะกับการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม: ศึกษากรณีญี่ปุ่นและสิงคโปร์
ของ
เบญจมีภัทร ชูช่วย

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
รัฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการทูตและความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญากุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.กุลนันท์ คันทิก)

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤตม์ เจริญศรี)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์ ดำจันทร์)

ชื่อเรื่อง	เมืองอัจฉริยะกับการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม: ศึกษากรณีญี่ปุ่นและสิงคโปร์
ผู้วิจัย	เบญจมาภรณ์ ชูช่วย
ปริญญา	รัฐศาสตรมหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2567
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.กุลนันท์ คันธิก

ในยุคที่โลกเผชิญกับความมั่นคงรูปแบบใหม่ แนวคิดเมืองอัจฉริยะจึงได้รับความสนใจในฐานะเครื่องมือในการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม การนำนโยบายเมืองอัจฉริยะไปสู่ความยั่งยืนอย่างแท้จริง จำเป็นต้องเข้าใจและปรับใช้บรรทัดฐานระดับโลกอย่างเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ให้สอดคล้องกับบริบททางเศรษฐกิจและสังคมของแต่ละเมือง เพื่อให้สามารถตอบโจทย์ปัญหาในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดเมืองอัจฉริยะกับการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมและวิเคราะห์การนำ SDGs มาปรับใช้ในเมืองอัจฉริยะเพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์ โดยศึกษากรณีเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ ซึ่งใช้กรอบแนวคิดการปรับบรรทัดฐานให้เข้ากับบริบทท้องถิ่น (Norm Localization) โดยการศึกษาครอบคลุม 3 เป้าหมายหลัก ได้แก่ SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม (เป้าหมายย่อย 9.4) SDG 11 เมืองและชุมชนยั่งยืน (เป้าหมายย่อย 11.2 และ 11.7) และ SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (เป้าหมายย่อย 13.1 และ 13.2) ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์เอกสารและเนื้อหา ซึ่งดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น บทความวิชาการ งานวิจัย รายงาน ข่าว ข้อมูลจากเว็บไซต์ของหน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และภาษาญี่ปุ่น โดยผลการศึกษา พบว่า แนวคิดเมืองอัจฉริยะมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม โดยกรณีศึกษาทั้งสองต่างบูรณาการ SDG เข้ากับนโยบายระดับชาติและดำเนินโครงการเมืองอัจฉริยะอย่างเป็นรูปธรรมผ่านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีควบคู่กับการมีส่วนร่วมของประชาชน ส่งผลให้เกิดการพัฒนาเมืองที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และสามารถยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนได้อย่างยั่งยืน โดยผลการศึกษาสอดคล้องกับสมมติฐานและวัตถุประสงค์ของการวิจัย อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเมืองในบริบทของประเทศไทยในอนาคต พร้อมทั้งเสนอข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์สำหรับการวิจัยในระยะต่อไป

คำสำคัญ: เมืองอัจฉริยะ, ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม, เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน, เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์

Title	SMART CITIES AND THE CREATION OF ENVIRONMENTAL SECURITY: CASE STUDIES OF JAPAN AND SINGAPORE
Author	BENJAPAT CHOOCHAUY
Degree	MASTER OF POLITICAL SCIENCE
Academic Year	2024
Advisor	Kullanan Kunthic, Ph.D.

In an era of escalating non-traditional security challenges, the concept of smart cities has gained significant attention as a tool for sustainable urban development, particularly concerning environmental issues. However, to truly achieve sustainability through smart city policies, it's crucial to understand and adapt global norms, such as the Sustainable Development Goals (SDGs), to align with each city's unique economic and social context. This approach ensures the development of effective solutions to local problems. This thesis examines the role of smart cities in promoting environmental sustainability and analyzes the application of SDGs within smart city initiatives in Japan and Singapore. The study focuses on Kashiwa-no-ha City (Japan) and Singapore, utilizing the Norm Localization framework. The research addresses three key SDGs: SDG 9 Industry, Innovation, and Infrastructure (Target 9.4), SDG 11 Sustainable Cities and Communities (Targets 11.2 and 11.7), and SDG 13 Climate Action (Targets 13.1 and 13.2). This qualitative research was conducted through document and content analysis. Data was gathered from diverse sources, including academic articles, research papers, reports, news, and information from government and related agency websites in Thai, English, and Japanese. The findings indicate that the smart city concept plays a crucial role in promoting environmental sustainability. Both case studies successfully integrated SDGs into national policies and implemented concrete smart city projects, combining technology with robust public participation. These initiatives have led to the development of environmentally friendly urban areas that are resilient to climate change and capable of enhancing the quality of life for their residents in a sustainable manner. These findings align with the research's hypotheses and objectives and can serve as a valuable guideline for future urban development in Thailand. The study also offers useful recommendations for future research.

Keywords: Smart City, Environmental Sustainability, Sustainable Development Goals, Kashiwa-no-ha and Singapore

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นผลมาจากแรงสนับสนุน คำแนะนำ และกำลังใจจากหลากหลายภาคส่วน ตลอดระยะเวลาการศึกษาและดำเนินงาน ข้าพเจ้าขอแสดงความซาบซึ้งใจอย่างยิ่งต่อทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการส่งเสริม สนับสนุน และร่วมเป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จในครั้งนี้

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. กุลนันท์ คันธิก อาจารย์ที่ปรึกษา เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด ให้ข้อเสนอแนะแก้ไขอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งมอบแรงบันดาลใจและความเมตตาเสมอมา การชี้แนะแนวทางวิชาการอย่างเข้มข้นและเปี่ยมด้วยเข้าใจและความกตัญญูเป็นปัจจัยสำคัญที่ผลักดันให้ข้าพเจ้าสามารถพัฒนาผลงานจนแล้วเสร็จได้อย่างสมบูรณ์

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ผศ.ดร. ณัฐพร ไทยจงรักษ์ รศ.ดร. ศิพิมพ์ ศรีบัลลังก์ ผศ.ดร. จิราภรณ์ คำจันทร์ และ ผศ.ดร. ศิวพล ชมภูพันธ์ คณะกรรมการพิจารณาเค้าโครงและ ผศ.ดร. นรุตม์ เจริญศรี และ ผศ.ดร. จิราภรณ์ คำจันทร์ คณะกรรมสอบปากเปล่า ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่มีคุณค่าเพื่อการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในหลักสูตรรัฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการทูตและความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ ที่ได้มอบความรู้ องค์ความคิด และประสบการณ์ที่มีคุณค่า ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของกระบวนการเรียนรู้และการทำวิจัยตลอดระยะเวลาที่ศึกษาอยู่ในหลักสูตรนี้

ข้าพเจ้าขอแสดงความขอบคุณต่อเพื่อนสนิท พี่ที่ทำงาน และบรรดาคนคุยทุกท่านที่ได้มอบกำลังใจ การสนับสนุน และให้คำแนะนำด้วยไมตรีจิต ทั้งยังช่วยสร้างบรรยากาศแห่งมิตรภาพ ความเข้าใจ และแรงใจ ซึ่งเป็นสิ่งหล่อเลี้ยงให้ข้าพเจ้าผ่านช่วงเวลาที่ทำทนายมาได้

ที่สำคัญที่สุด ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณครอบครัวซึ่งเป็นกำลังใจที่มั่นคงที่สุดในทุกช่วงเวลา ความรัก ความห่วงใย และการสนับสนุนอย่างไม่มีเงื่อนไขจากครอบครัว คือแรงผลักดันอันทรงพลังที่ทำให้ข้าพเจ้ามีความมุ่งมั่นก้าวเดินสู่ความสำเร็จในเส้นทางแห่งการเรียนรู้

แม้จะไม่สามารถเอ่ยนามได้ครบถ้วนทุกท่าน แต่ข้าพเจ้าระลึกถึงทุกความกรุณาด้วยความจริงใจและขอขอบคุณจากหัวใจที่มีส่วนร่วมในการเดินทางครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณทุกท่านอีกครั้งมา ณ โอกาสนี้

เบญจมีภัทร ชูช่วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญภาพ	ญ
สารบัญตาราง.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 คำถามวิจัย	5
1.3 สมมติฐาน.....	5
1.4 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	5
1.5. ขอบเขตการศึกษา.....	5
1.5.1 ขอบเขตเนื้อหา	5
1.5.2 ขอบเขตพื้นที่	6
1.5.3 ขอบเขตระยะเวลา	7
1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
1.7. นิยามศัพท์เฉพาะ	8
1.8 คำโครงสร้างการนำเสนอ.....	9
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	11
2.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้อง	11
2.1.1 การปรับบรรทัดฐานให้เข้ากับบริบทท้องถิ่น.....	11
2.1.2 การพัฒนาอย่างยั่งยืนและเป้าหมายพัฒนาที่ยั่งยืน.....	13
2.1.3 แนวคิดระบบสารสนเทศสีเขียวและแนวคิดการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม19	

2.2	วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	22
2.2.1	งานที่ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดเมืองอัจฉริยะและเป้าหมายพัฒนาที่ยั่งยืน	22
2.2.2	งานที่ศึกษาปัจจัยที่ขับเคลื่อนความสำเร็จและความท้าทายของเมืองอัจฉริยะ	24
2.2.3	งานที่ศึกษาเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์	28
2.2.4	งานที่ศึกษาการพัฒนาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม	29
2.3	กรอบแนวคิดในการวิจัย	32
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	34
3.1	การออกแบบการวิจัย	34
3.2	ประเภทของข้อมูลและแหล่งข้อมูล	35
3.2.1	ประเภทข้อมูลปฐมภูมิ	35
3.2.2	ประเภทข้อมูลทุติยภูมิ	36
3.3	การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล	36
บทที่ 4	ผลการศึกษา	38
4.1.	เมืองอัจฉริยะกับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม	38
4.1.1	มุมมองและองค์ประกอบของเมืองอัจฉริยะ	40
4.1.2	การสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะ	43
4.2	ลักษณะและการดำเนินการของเมืองอัจฉริยะผ่านกรณีศึกษาเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์	45
4.2.1	บริบทของเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น)	45
4.2.2	บริบทของเมืองอัจฉริยะในสิงคโปร์	59
4.3	การนำเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนมาปรับใช้ในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์	77
4.3.1	การปรับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนและความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม	77
4.3.2	กระบวนการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน	81

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	96
5.1 บทสรุป	96
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	98
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	101
5.3.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย	101
5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต	104
บรรณานุกรม.....	105



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	32
ภาพ 2 แนวโน้มของประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตเมือง ค.ศ. 1950-2025 (จำแนกเป็นภูมิภาค).....	39
ภาพ 3 สัดส่วนจำนวนประชากรในประเทศญี่ปุ่น ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1990-2025 (ข้อมูล ณ วันที่ 12 พฤษภาคม 2568).....	46
ภาพ 4 ตำแหน่งโครงการเมืองอัจฉริยะเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น).....	47
ภาพ 5 แผนผังการจัดการระบบพลังงานในเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น).....	54
ภาพ 6 สัดส่วนจำนวนประชากรในประเทศสิงคโปร์ ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1990-2025 (ข้อมูล ณ วันที่ 12 พฤษภาคม 2568).....	59
ภาพ 7 กระบวนการดำเนินการของ NEWater.....	64
ภาพ 8 ตำแหน่งโครงการเมืองเทนกาห์ (Tengah).....	66

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 การเปรียบเทียบลักษณะและการดำเนินการที่เกี่ยวข้องเมืองอัจฉริยะระหว่าง เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์.....	75
ตาราง 2 การเปรียบเทียบการกระบวนการนำเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนมาปรับใช้ในการสร้าง ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์.....	94



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

มุมมองแนวคิดแบบดั้งเดิมของความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ รัฐมักถูกมองว่าเป็นผู้แสดงหลัก (primary actor) ที่มีอำนาจอธิปไตยในการกำหนดนโยบาย ตัดสินใจเชิงยุทธศาสตร์ และดำเนินกิจกรรมในเวทีระหว่างประเทศ อย่างไรก็ตาม โลกในปัจจุบันกำลังเผชิญกับความท้าทายที่มีลักษณะแบบข้ามพรมแดน (transboundary issues) เช่น วิกฤตการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อ และภัยคุกคามทางไซเบอร์ ซึ่งส่งผลให้แนวคิดที่มุ่งเน้นรัฐเป็นศูนย์กลางเพียงลำพังไม่อาจอธิบายพลวัตของความสัมพันธ์ระหว่างประเทศได้อย่างครอบคลุมอีกต่อไป ดังนั้นเมือง (City) จึงเริ่มปรากฏขึ้นในฐานะหน่วยการวิเคราะห์ที่สำคัญ แม้ไม่ได้มีสถานะเป็นเอกภาพทางการเมืองหรืออำนาจอธิปไตยเช่นเดียวกับรัฐ แต่ด้วยอิทธิพลของกระแสโลกาภิวัตน์ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และกรอบเป้าหมายพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ได้เสริมสร้างให้เมืองขยายบทบาทไปในมิติระหว่างประเทศมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็น การกำหนดนโยบายเชิงสิ่งแวดล้อมในระดับท้องถิ่นที่สอดคล้องกับวาระระหว่างประเทศ การจัดตั้งเครือข่ายความร่วมมือระหว่างเมือง หรือการมีส่วนร่วมในการกำหนดวาระระดับโลกในประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อพลเมืองเมืองโดยตรง แม้ว่าเมืองจะไม่ใช่ผู้แสดงที่มีอำนาจในการดำเนินความสัมพันธ์ระหว่างประเทศอย่างเป็นทางการ แต่การวิเคราะห์บทบาทของเมืองในฐานะผู้แสดงเชิงนโยบายที่ตอบสนองต่อแรงกดดันจากทั้งระดับบนและล่างช่วยให้ความเข้าใจใหม่ต่อธรรมชาติที่หลากหลายและเปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์ระหว่างประเทศในยุคปัจจุบัน (Oosterlynck et al., 2019)

เมืองเปรียบเสมือนเครื่องจักรที่มีบทบาทในการขับเคลื่อนความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม โดยทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของประชาชน ความรู้ เทคโนโลยี โครงสร้างพื้นฐาน ตลอดจนเป็นแหล่งรวมทุนมนุษย์ ดังนั้นเมืองจึงเป็นพื้นที่ที่มีการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ การเกิดนวัตกรรม และการพัฒนานโยบายสาธารณะที่ตอบสนองต่อกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลก ขณะเดียวกัน เมืองถือว่เป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนและบรรลุ SDGs ในช่วงก่อนทศวรรษที่ 1990 เมืองต่าง ๆ ยังคงอยู่ในลักษณะแบบดั้งเดิมที่เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology: ICT) ยังไม่ได้แพร่หลายเหมือนในปัจจุบัน การใช้งานอินเทอร์เน็ตและอุปกรณ์ดิจิทัลยังมีข้อจำกัดเนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวแนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีอยู่ระหว่างการพัฒนาระยะเริ่มต้นและยังไม่ได้เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป (Kumar & Rattan, 2020, p. 1)

ภายหลังจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยี การขยายตัวของเมือง การเติบโตของประชากรในเขตเมือง ตลอดจนวิกฤติเศรษฐกิจถือเป็นจุดเปลี่ยนสำคัญที่ส่งผลให้เมืองต่าง ๆ เริ่มตระหนักถึงความจำเป็นในการปรับตัวและพัฒนาเพื่อรับมือกับความท้าทายที่เพิ่มขึ้น ประกอบกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี จึงกลายเป็นแรงสนับสนุนสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาเมือง ตลอดจนแนวโน้มการขยายตัวของเมืองที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในหลายภูมิภาคทั่วโลกเป็นสิ่งที่ตอกย้ำความจำเป็นในการพัฒนาเมืองให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ณ ปี ค.ศ. 2023 ประชากรราว ร้อยละ 57 ของโลกอาศัยอยู่ในเขตเมือง โดยโครงการตั้งถิ่นฐานมนุษย์แห่งสหประชาชาติ (United Nation Human Settlements Programme: UN-Habitat) คาดการณ์ว่าสัดส่วนดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 68 ภายในปี ค.ศ. 2050 (Gerli et al., 2024, p. 6)

การขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดความท้าทายที่ซับซ้อนทั้งในมิติทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม อาทิ ปัญหาความแออัดของประชากรซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้อยู่อาศัย การจราจรที่ติดขัดซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบคมนาคมขนส่งและการเคลื่อนย้ายแรงงาน ตลอดจนปัญหามลพิษทางอากาศ น้ำ และเสียงที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของประชาชน นอกจากนี้ การเติบโตของเมืองยังนำไปสู่ความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจและสังคมที่เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการกระจายโอกาสและทรัพยากรในเมืองอาจไม่ทั่วถึง ส่งผลให้บางกลุ่มประชากรเผชิญกับความยากลำบากในการเข้าถึงบริการพื้นฐาน เช่น ที่อยู่อาศัย ระบบสาธารณสุข การศึกษา และบริการสุขภาพ ดังนั้นการเปลี่ยนผ่านสู่ยุคดิจิทัลของเมืองจึงมีศักยภาพในการรับมือและบรรเทาความท้าทายดังกล่าว ด้วยเหตุนี้แนวคิดเมืองอัจฉริยะ (Smart Cities) จึงกลายเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมดิจิทัลในการพัฒนาและปรับปรุงสภาพแวดล้อมของเมือง (Gerli et al., 2024, p. 6) โดยเน้นการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการทรัพยากร การบริการสาธารณะ และการเชื่อมโยงระหว่างประชากรกับระบบต่าง ๆ ภายในเมือง ทั้งนี้แนวคิดเมืองอัจฉริยะไม่ได้มุ่งเน้นเพียงแค่นำเทคโนโลยีมาใช้เท่านั้น แต่ยังให้ความสำคัญกับการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนและความยั่งยืนในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม (ยูดี คาคาร์ณโกล, 2562; Kumar & Rattan, 2020, p. 1) แนวคิดดังกล่าวได้กลายเป็นกรอบแนวทางสำคัญให้กับภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมเทคโนโลยีในการออกแบบระบบเมืองในอนาคต ตัวอย่างที่ชัดเจนคือ บริษัทไอบีเอ็ม (International Business Machines: IBM)

IBM เป็นบริษัทสัญชาติอเมริกันที่มีความเชี่ยวชาญด้านการคิดค้นนวัตกรรมทางเทคโนโลยี (จรรยาธิษฐาน ดิลกกุลดิลกกุล, 2567) ได้ริเริ่มนำแนวคิดเมืองอัจฉริยะมาปรับใช้เป็นส่วนหนึ่งในโครงการ Smart Planet โดยมุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีข้อมูลมาใช้เพื่อยกระดับความเป็นอัจฉริยะของเมือง โดยเฉพาะการวิเคราะห์และจัดการข้อมูลผ่านการใช้เทคโนโลยีสำหรับการวิเคราะห์อัลกอริทึม (analytical algorithms) และกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล (data processing) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการประมวลผลและทำความเข้าใจกับข้อมูลที่ซับซ้อนอย่างมีประสิทธิภาพ (ยูดี คาคาร์ณโกล, 2562) การปรับตัวทางเศรษฐกิจและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในช่วงเวลาดังกล่าวถือเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเปลี่ยนผ่านจาก

เมืองแบบดั้งเดิมสูญเสียคตินิยมของเมืองซึ่งมีความสามารถในการตอบสนองต่อการแข่งขันและความท้าทายที่เกิดขึ้นในประชาคมโลก ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุนี้ประเทศต่าง ๆ ได้ให้ความสนใจกับการศึกษาและประยุกต์ใช้แนวคิดเมืองอัจฉริยะเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเมืองให้ตอบสนองต่อความท้าทายดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

ปัจจุบันประเทศทั่วโลกกำลังเผชิญกับวิกฤตการณ์ที่ทวีความรุนแรงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเติบโตของจำนวนประชากรที่รวดเร็ว และการขยายตัวของเมือง โดยความท้าทายดังกล่าวไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจเท่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบต่อโครงสร้างสังคมและการเมืองในระดับประเทศและระหว่างประเทศ ทำให้ประเทศต่าง ๆ ไม่สามารถจัดการกับปัญหาดังกล่าวได้โดยลำพัง จึงจำเป็นต้องมีความร่วมมือระหว่างรัฐและองค์กรระหว่างประเทศ พร้อมทั้งการดำเนินการแก้ไขปัญหาคือครอบคลุมและมีความยั่งยืนในด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง (ศูนย์ประสานงานโครงการเสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างประชาชนกับประชาชนเพื่อรับมือกับความท้าทายด้านความมั่นคงรูปแบบใหม่ในภูมิภาคลุ่มน้ำโขง, ม.ป.ป.; Azam, 2023, p. 27) โดยเฉพาะวิกฤตการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนับเป็นความท้าทายสำคัญที่ต้องดำเนินการรับมืออย่างเร่งด่วนเนื่องจากผลกระทบจากวิกฤตการณ์ดังกล่าวได้แทรกซึมและส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตประชาชน ความหลากหลายทางชีวภาพ ความมั่นคงทางอาหาร การพัฒนาเศรษฐกิจ เป็นต้น อย่างไรก็ตามประเทศส่วนใหญ่ได้ให้สัตยาบันในความตกลงปารีส (Paris Agreement) ภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) เพื่อรักษาระดับอุณหภูมิเฉลี่ยไม่ให้พุ่งสูงเกินกว่า 2 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับยุคก่อนอุตสาหกรรมและพยายามรักษาเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกไม่ให้เกิน 1.5 องศาเซลเซียส (United Nations Climate Change, n.d.)

สหประชาชาติ (United Nations: UN) ได้คาดการณ์ว่า จำนวนประชากรโลกจะเพิ่มขึ้นประมาณ 83 ล้านคนต่อปี แม้ว่าอัตราการเจริญพันธุ์จะลดลงอย่างต่อเนื่องก็ตาม (United Nations, n.d.-d) โดยประชากรในอนาคตกว่าร้อยละ 60 มีแนวโน้มจะย้ายถิ่นฐานเข้าไปอยู่ในเมือง ขณะที่พื้นที่เมืองทั่วโลกรวมกันมีเพียงร้อยละ 3 ของพื้นที่เหนือน้ำบนโลกทั้งหมด การขยายตัวของประชากรในเขตเมืองนี้ส่งผลให้เกิดความแออัดและอาจนำไปสู่ปัญหาเรื้อรังที่ค่อย ๆ ก่อตัวขึ้น เช่น ปัญหาอาชญากรรม ปัญหาด้านสาธารณสุข ความไม่เท่าเทียมในสังคม และการแข่งขันทางธุรกิจที่รุนแรงขึ้น จนกระทั่งส่งผลกระทบต่อความเป็นระเบียบเรียบร้อยของสังคม กฎหมาย เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม (อรรถพร จงรักศักดิ์ และกฤษดากร คชนทร์ชัย, 2564, น. 272-273) ด้วยเหตุนี้ ความท้าทายดังกล่าวจึงถือเป็นความมั่นคงรูปแบบใหม่ (Non-traditional Security) ที่ต้องได้รับการจัดการอย่างรอบด้านเพื่อรักษาความมั่นคงในระยะยาวซึ่งมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับความอยู่รอดและความปลอดภัยของประชาชนและรัฐ เนื่องจากผลกระทบจากความท้าทายดังกล่าวส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองของประเทศ

ท่ามกลางภัยคุกคามจากความมั่นคงรูปแบบใหม่ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเติบโตของจำนวนประชากรที่รวดเร็ว และการขยายตัวของเมือง ส่งผลให้ประเทศต่าง ๆ ให้ความสำคัญกับการพัฒนาเมือง เพื่อสร้างโครงสร้างที่สามารถรองรับต่อความต้องการของประชากรได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการจัดสรรทรัพยากร การบริหารจัดการพลังงาน และการจัดการสิ่งแวดล้อม ภายใต้เงื่อนไขการคำนึงถึงผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ ด้วยเหตุนี้ แนวคิดเมืองอัจฉริยะจึงกลายเป็นหนึ่งในกลไกที่สำคัญในการบริหารจัดการเมืองและทรัพยากร โดยแนวคิดดังกล่าวมุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยมาประยุกต์ใช้เพื่อหล่อหลอมพฤติกรรมของคนนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น และนำพาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมให้มีความยั่งยืนมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดการผลักดันนโยบายที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะในแต่ละเมืองตามกรอบของ SDGs (อรรถพร จงรักศักดิ์ และกฤษดากร คชนทร์ชัย, 2564, น. 339-340)

SDGs เป็นกรอบแนวทางสากลที่กำหนดโดยองค์การสหประชาชาติ เพื่อสร้างความสมดุลระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีทั้งหมด 17 เป้าหมายหลัก ครอบคลุมประเด็นสำคัญในมิติต่าง ๆ เช่น การขจัดความยากจนและความหิวโหย การส่งเสริมสุขภาพที่ดี การศึกษาที่มีคุณภาพ ความเท่าเทียมทางเพศ การเข้าถึงทรัพยากรที่จำเป็น นอกเหนือจากนี้ยังให้ความสำคัญกับการพัฒนาเมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน การลดความเหลื่อมล้ำ การดำเนินการเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทั้งทางบกและทางน้ำ รวมถึงการสร้างสังคมที่สงบสุขและมีความยุติธรรม (United Nations Development Programme, n.d.) ดังนั้น SDGs จึงกลายเป็นกรอบในการสำคัญในการขับเคลื่อนนโยบายและแนวทางในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ เพื่อสามารถตอบสนองต่อความท้าทายดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวคิดเมืองอัจฉริยะจะได้รับการยอมรับว่าเป็นกลไกสำคัญในการตอบสนองต่อความท้าทายดังกล่าวและเป็นส่วนหนึ่งในการขับเคลื่อน SDGs แต่แนวคิดดังกล่าวยังคงถูกตั้งคำถามถึงความสมดุลระหว่างการพัฒนา กับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการพัฒนามักทำให้เกิดรอยเท้านิเวศ (Ecological Footprint) ที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ การพัฒนาเมืองและการใช้เทคโนโลยีส่งผลให้เกิดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในอัตราที่สูงเกินกว่าที่ธรรมชาติจะสามารถฟื้นฟูได้ในระยะอันสั้น (อนุช อาภาภิรม และคณะ, 2543, น. 72) นำไปสู่การทำลายระบบนิเวศในระยะยาว ตลอดจนข้อสงสัยว่า การพัฒนาเมืองอัจฉริยะจะสามารถสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้อย่างแท้จริงหรือไม่ ขณะเดียวกันจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า งานวิจัยที่ศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างเมืองอัจฉริยะ SDGs และความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมยังคงมีจำนวนน้อย (Sharifi et al., 2024)

การวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งศึกษากระบวนการปรับใช้ SDGs เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมภายใต้บริบทของเมืองอัจฉริยะผ่านกรณีศึกษาเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ เนื่องจากเมืองทั้งสองเป็นเมืองอัจฉริยะที่ประสบความสำเร็จในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (International Institute for Management Development, 2024, p.

153) และได้รับการยอมรับเป็นวงกว้าง ในฐานะเมืองที่สามารถบริหารจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ต้องเผชิญข้อจำกัดทางด้านภูมิประเทศก็ตาม จึงส่งผลให้เมืองอัจฉริยะทั้งสองถูกนำมาเป็นต้นแบบในการพัฒนาเพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม โดยการวิจัยครั้งนี้ใช้ SDGs มาเป็นกรอบหลักในการวิเคราะห์ ซึ่งเน้นไปที่ SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม SDG 11 เมืองและชุมชนที่ยั่งยืน และ SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และถอดบทเรียนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทของประเทศไทย

1.2 คำถามวิจัย

เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ มีกระบวนการนำ SDGs มาปรับใช้เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะอย่างไร

1.3 สมมติฐาน

เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ มีการนำ SDGs ผนวกเข้ากับนโยบายของภาครัฐผ่านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและการมีส่วนร่วมของประชาชน เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม

1.4 วัตถุประสงค์การวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์ดังนี้

1.4.1 เพื่อศึกษาแนวคิดเมืองอัจฉริยะกับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม

1.4.2 เพื่อศึกษากระบวนการดำเนินการของเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์

1.4.3 เพื่อวิเคราะห์กระบวนการนำ SDGs มาปรับใช้เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมภายใต้บริบทเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์

1.5. ขอบเขตการศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้มีขอบเขตการศึกษา 3 ประเภท ได้แก่ ขอบเขตด้านเนื้อหา ขอบเขตพื้นที่ และขอบเขตด้านระยะเวลาดังนี้

1.5.1 ขอบเขตเนื้อหา

การวิจัยในครั้งนี้มีเน้นการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะเพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมเพียง 3 เป้าหมาย เนื่องจาก เป้าหมายข้างต้นมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการพัฒนาเมืองและชุมชนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมถึงเพิ่มขีดความสามารถในการรับมือกับความท้าทายด้านสภาพภูมิอากาศในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ ได้แก่ SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม (Industry, Innovation and Infrastructure) SDG 11 เมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน (Sustainable Cities and Communities) และ SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Action)

การวิจัยในครั้งนี้ได้จำแนกข้อมูลเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1) นโยบายหรือโครงการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะ 2) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 3) การมีส่วนร่วมของประชาชน และ 4) ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม โดยจะนำข้อมูลมาสังเคราะห์และจัดทำเป็นตารางเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นภาพรวมของปัจจัยความสำเร็จและอุปสรรคและเป็นข้อมูลในการปรับใช้ภายใต้บริบทที่เหมาะสมกับประเทศไทยต่อไป

1.5.2 ขอบเขตพื้นที่

การวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการศึกษาเมืองอัจฉริยะ 2 แห่ง ได้แก่ เมืองคาชิวานะ (Kashiwa-no-ha) ในประเทศญี่ปุ่น และสิงคโปร์ (Singapore) เนืองด้วยเมืองทั้งสองถูกนำมาเป็นเมืองต้นแบบในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะด้วยการใช้เทคโนโลยีเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตประชาชนและสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในระยะยาว โดยมีรายละเอียดดังนี้

กรณีศึกษาที่ 1 คือ เมืองคาชิวานะ (ประเทศญี่ปุ่น) ตั้งอยู่ในเมืองคาชิวะ จังหวัดชิบะ ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งได้รับการยอมรับในฐานะต้นแบบของเมืองอัจฉริยะที่ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอย่างยั่งยืน และมีความโดดเด่นในการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาสังคมอย่างเป็นรูปธรรม (ฟูสดี สิริวัชรเมตตา, 2560; สุธิดารุ่งเรืองศรี, ม.ป.ป.) โดยเมืองคาชิวานะ (ประเทศญี่ปุ่น) ได้รับการรับรองระดับ LEED-ND (Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development) ระดับ Platinum ในปี ค.ศ. 2016 ซึ่งนับเป็นโครงการแรกในญี่ปุ่นที่ได้รับการรับรองระดับสากลและยังได้รับรางวัลระดับนานาชาติหลากหลายรายการ เช่น รางวัล MIPIM Award 2017 สาขา Best Futura Mega Project รางวัล ULI Global Awards for Excellence 2018 จาก Urban Land Institute และรางวัล IT Promotion Award 2021 ด้านการใช้เทคโนโลยีเพื่อแก้ไขปัญหาสังคม จากสมาคม Japan Institute of Information Technology ตลอดจนได้รับ (Mitsui Fudosan, 2021; Urban Land Institute, 2017b)

กรณีศึกษาที่ 2 คือ สิงคโปร์เป็นเมืองที่มีความโดดเด่นในด้านนโยบายที่เน้นการพัฒนาอย่างยั่งยืนภายใต้ข้อจำกัดด้านทรัพยากร ซึ่งเป็นเมืองที่ประสบความสำเร็จมากที่สุด ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (International Institute for Management Development, 2024, 153) โดยเมืองแห่งนี้ได้รับรางวัลและการจัดอันดับระดับนานาชาติหลายรายการ เช่น รางวัล Smart City of 2018 จากงาน Smart City Expo World Congress ณ เมืองบาร์เซโลนา ประเทศสเปน การติดอันดับที่ 5 ใน ดัชนี IMD Smart City Index 2024 และการครองอันดับหนึ่งของโลกด้านความสามารถในการแข่งขันทางดิจิทัล (Digital Competitiveness) ประจำปี 2024 นอกจากนี้ อาคารสาธารณะสำคัญของสิงคโปร์ อาทิ Kampung Admiralty และ CapitaSpring ยังได้รับรางวัลจาก Council on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH) ในด้านการออกแบบเพื่อความยั่งยืนอีกด้วย (Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 2023; Smart Nation Singapore, 2018, n.d.-a)

เมืองทั้งสองมีจุดร่วม คือ เป็นเมืองอัจฉริยะที่ได้รับรางวัลเมืองอัจฉริยะในระดับนานาชาติหลากหลายรางวัลจนการยอมรับและประสบความสำเร็จในฐานะเมืองอัจฉริยะกับการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุนี้ เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ จึงนับเป็นกรณีศึกษาที่สำคัญสำหรับการศึกษาระบบการสร้างควมยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม และเป็นต้นแบบที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการถอดบทเรียนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทของประเทศไทย แม้ว่าทั้งสองกรณีศึกษาจะมีความแตกต่างกันในเชิงขนาดและสถานะทางการเมือง กล่าวคือ สิงคโปร์เป็นรัฐชาติ ขณะที่เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) เป็นเมืองในระดับท้องถิ่นของประเทศญี่ปุ่น อย่างไรก็ตาม เมืองทั้งสองได้พัฒนาจนได้รับรางวัลระดับนานาชาติ ซึ่งสามารถใช้เป็นเกณฑ์สะท้อนความสำเร็จในการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืนได้เป็นอย่างดี

1.5.3 ขอบเขตระยะเวลา

การวิจัยในครั้งนี้จึงกำหนดขอบเขตด้านระยะเวลาของการศึกษาเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 2015 เป็นต้นไป เนื่องจากเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์เริ่มโครงการพัฒนาเมืองอัจฉริยะในระยะเวลาที่แตกต่างกันและรายละเอียดที่ไม่เหมือนกัน จึงไม่สามารถกำหนดขอบเขตด้านระยะเวลาเปรียบเทียบจากทั้งสองเมืองได้โดยตรง โดยเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ริเริ่มและกำหนดวิสัยการพัฒนาเมืองตั้งแต่ช่วงต้นทศวรรษ 2000 โดยเฉพาะอย่างยิ่งตั้งแต่ปี 2008 ด้วยการกำหนดวิสัยทัศน์ Kashiwa-no-ha International Campus Town Initiative (Mitsui Fudosan, n.d.-b) ขณะที่สิงคโปร์เริ่มวางรากฐานการพัฒนาเมืองอัจฉริยะตั้งแต่ปี ค.ศ. 2014 ด้วยการกำหนดวิสัยทัศน์ชาติอัจฉริยะ (Smart Nation) (Smart Nation Singapore, n.d.-b) เมื่อองค์การ-สหประชาชาติ (United Nation: UN) ประกาศ SDGs อย่างเป็นทางการ ทั้งเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ต่างนำ SDGs มาบูรณาการเข้ากับการพัฒนาเมืองอย่างจริงจัง และโครงการต่างๆ ในเมืองได้ถูกนำเสนอว่าเป็นตัวอย่างของการดำเนินงานตาม SDGs แม้จะมีบริบท จุดเริ่มต้น และแนวทางการดำเนินงานที่แตกต่างกัน แต่ทั้งเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ต่างก็ใช้ SDGs เป็นกรอบแนวคิดหลักในการขับเคลื่อนการพัฒนาเมืองอัจฉริยะอย่างยั่งยืน ซึ่งเป็นจุดร่วมสำคัญในการศึกษาเชิงเปรียบเทียบครั้งนี้

1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้รับความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดเมืองอัจฉริยะและความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม

1.6.2 ได้เรียนรู้และเข้าใจกระบวนการดำเนินการของเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์

1.6.3 ได้เรียนรู้กระบวนการนำ SDGs มาปรับใช้ในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะในญี่ปุ่นและสิงคโปร์

1.7. นิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 เมืองอัจฉริยะ โดยนิยามของเมืองอัจฉริยะจะแตกต่างกันตามบริบทของแต่ละพื้นที่และแนวทางการพัฒนาเมือง ซึ่งถูกกำหนดด้วยปัจจัยทางเทคโนโลยี โครงสร้างพื้นฐาน สังคม วัฒนธรรม และนโยบายของภาครัฐ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) คณะกรรมาธิการเศรษฐกิจแห่งสหประชาชาติในยุโรป (UN Economic Commission for Europe: UNECE) ร่วมกับสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunication Union: ITU) ระบุว่า เมืองอัจฉริยะที่ยั่งยืน คือ เมืองที่มีนวัตกรรมด้วย ICT และวิธีการอื่น ๆ เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิต เพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินงานและบริการของเมือง และสร้างความสามารถในการแข่งขัน โดยยังคงคำนึงถึงความต้องการของคนรุ่นปัจจุบันและอนาคต ทั้งในมิติทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม (United Nations Economic Commission for Europe, n.d.)

2) คณะกรรมการพัฒนาและปฏิรูปแห่งชาติจีน (National Development and Reform Commission: NDRC) ระบุว่า เมืองอัจฉริยะเป็นเมืองที่บูรณาการเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น ICT, ข้อมูลมหัต (Big Data) เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการเมืองในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นการขนส่ง พลังงาน และบริการสาธารณะ เป็นต้น โดยเป้าหมายเพื่อสร้างเมืองที่น่าอยู่ มีความยั่งยืน และตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนในระยะยาวควบคู่กับการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม (Wu, 2018)

3) องค์การพันธมิตรชุมชนอัจฉริยะแห่งญี่ปุ่น (Japan Smart Community Alliance: JSCA) ระบุว่า เมืองอัจฉริยะเป็นรูปแบบใหม่ของระบบสังคมที่จัดการอุปสงค์และอุปทานของพลังงานอย่างครอบคลุม การประยุกต์ใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด สนับสนุนการใช้ชีวิตและการบริการผู้สูงอายุผ่านระบบการจัดการพลังงาน โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูล และประโยชน์จากแหล่งพลังงานอื่น เช่น พลังงานหมุนเวียนและพลังงานความร้อนร่วม ดังนั้นเมืองอัจฉริยะจึงเป็นแนวทางที่ครอบคลุมสำหรับปัญหาสังคม โดยดำเนินการผ่านการรวมเทคโนโลยีขั้นสูงที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและพลังงาน (นิรินทร มีทรัพย์นิคม, 2562, น. 3) กล่าวคือ ญี่ปุ่นมองว่าเมืองอัจฉริยะเป็นเมืองที่ใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการพลังงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนทุกระดับ และแก้ไขปัญหาภัยพิบัติและสิ่งแวดล้อม

4) กระทรวงการพัฒนาดิจิทัลและสารสนเทศแห่งสาธารณรัฐสิงคโปร์ (Ministry of Digital Development and Information of Singapore) ระบุว่า เมืองอัจฉริยะเป็นองค์ประกอบสำคัญในการขับเคลื่อนโครงการ Smart Nation โดยใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมดิจิทัลเพื่อปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชน สร้างโอกาสทางเศรษฐกิจ และสร้างความสังคมที่เข้มแข็ง (Smart Nation and Digital Government Office, 2018, p. 3; Smart Nation Singapore, n.d.-b)

5) สำนักวิจัยนวัตกรรมเมืองอัจฉริยะของประเทศไทย ระบุว่า เมืองอัจฉริยะ คือ การผสมรวมวิสัยทัศน์เกี่ยวกับการพัฒนาเมืองใหญ่ โดยมุ่งเน้นการบริหารทรัพยากรของเมืองอย่างชาญฉลาด เพื่อสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนและสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีให้แก่ผู้อยู่อาศัยอยู่ในเมือง ด้วยการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดการพร้อมลดการทำลายทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม (สำนักวิจัยนวัตกรรมเมืองอัจฉริยะ, ม.ป.ป.)

จุดร่วมหลักของเมืองอัจฉริยะ คือ เมืองที่มีความเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีในการยกระดับโครงสร้างพื้นฐานและพัฒนาระบบต่าง ๆ โดยจำเป็นต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนเพื่อให้เกิดการบริหารจัดการมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความต้องการของประชาชนได้อย่างยั่งยืน (Caragliu et al., 2011) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า เมืองอัจฉริยะ หมายถึง เมืองที่มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเข้ากับการบริหารจัดการเมืองอย่างเป็นระบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการสาธารณะ ส่งเสริมคุณภาพชีวิตของประชาชน สนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจ และรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน โดยมุ่งเน้นให้ประชาชนเป็นศูนย์กลางของการพัฒนา ครอบคลุมมิติต่าง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ มิติด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม การคมนาคม การบริหารภาครัฐ และคุณภาพชีวิต ซึ่งทั้งหมดเชื่อมโยงกันผ่านโครงสร้างพื้นฐานอัจฉริยะ การสื่อสารข้อมูลแบบเรียลไทม์ และการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนในการพัฒนาเมือง

1.7.2 ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง แนวทางหรือกระบวนการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและรอบคอบ โดยมุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่า ไม่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมหรือผลกระทบเชิงลบต่อระบบนิเวศ และรักษาคุณภาพของสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในระดับที่เอื้อต่อการดำรงชีวิตอย่างเหมาะสมในระยะยาว ทั้งนี้ เพื่อให้สามารถรองรับความต้องการของคนรุ่นปัจจุบันโดยไม่ลดทอนศักยภาพของสิ่งแวดล้อมในการตอบสนองความต้องการของคนรุ่นอนาคต โดยเน้นความรับผิดชอบร่วมกันของทุกภาคส่วน และการใช้หลักวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมในการสนับสนุนการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Coleman & Gillaspay, 2023; Patterson, 2024)

1.8 เค้าโครงสร้างการนำเสนอ

การวิจัยในครั้งนี้มีแบ่งการนำเสนอออกเป็น 5 บท ได้แก่ 1) บทนำ 2) แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 3) วิธีดำเนินวิจัย 4) ผลการศึกษา และ 5) สรุป อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.8.1 บทที่ 1 บทนำ

การกล่าวถึงที่มาและความสำคัญ คำถามในการวิจัย สมมติฐาน วัตถุประสงค์ ขอบเขตการศึกษา ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และนิยามศัพท์เฉพาะ

1.8.2 บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาแนวคิด เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแนวคิดที่ศึกษาประกอบด้วย 3 แนวคิดหลัก ได้แก่ 1) กระบวนการปรับบรรทัดฐานให้เข้ากับบริบทท้องถิ่น (Norm Localization) 2) การพัฒนาอย่างยั่งยืนและเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน และ 3) แนวคิดระบบสารสนเทศสีเขียว

และแนวคิดการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ขณะเดียวกันได้แบ่งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็น 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ 1) กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเมืองอัจฉริยะและเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน 2) กลุ่มที่ศึกษาปัจจัยที่ขับเคลื่อนความสำเร็จและความท้าทายของเมืองอัจฉริยะ 3) กลุ่มที่ศึกษาเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์ และ 4) กลุ่มที่ศึกษาการพัฒนา กับสิ่งแวดล้อม นอกเหนือจากนี้จะมีการนำข้อมูลดังกล่าวมาออกแบบเป็นกรอบในการวิจัยเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การกระบวนกรนำ SDGs มาปรับใช้เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของ ภายใต้บริบทเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์

1.8.3 บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การอธิบายวิธีการดำเนินการวิจัย โดยใช้การวิเคราะห์เอกสาร (documentary analysis) เป็นเครื่องมือหลักในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งประเภทต่าง ๆ ทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และภาษาอื่น ๆ โดยจัดหมวดหมู่ข้อมูลออกเป็น 4 ส่วน เพื่อกำหนดแนวทางในการวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของตารางเปรียบเทียบเพื่อแสดงวิธีการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะและนำมาถอดบทเรียนเพื่อเป็นข้อเสนอแนะเชิงนโยบายให้แก่ประเทศไทย

1.8.4 บทที่ 4 ผลการศึกษา

การศึกษาและวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการปรับใช้ SDGs เพื่อการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะ โดยแบ่งประเด็นการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) แนวคิดเมืองอัจฉริยะกับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม 2) กระบวนการดำเนินการ ที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะผ่านกรณีศึกษาเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ และ 3) วิธีการปรับใช้เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนเพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม

1.8.5 บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การกล่าวถึงภาพรวมของวิธีการที่เมืองอัจฉริยะใช้ในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเปรียบเทียบการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะดังกล่าวเพื่อระบุความสำเร็จและความท้าทายของวิธีการที่เมืองอัจฉริยะใช้ในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมและถอดบทเรียนเป็นข้อเสนอแนะเชิงนโยบายให้แก่รัฐบาลไทย

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษาแนวคิดเมืองอัจฉริยะกับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม โดยวิเคราะห์และเปรียบเทียบการนำ SDGs มาปรับใช้เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์ พร้อมทั้งถอดบทเรียนเป็นข้อเสนอแนะเชิงนโยบายให้แก่ประเทศไทย โดยเนื้อหาในบทนี้แบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) แนวคิดที่เกี่ยวข้อง 2) วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และ 3) กรอบแนวคิดในการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย 3 แนวคิดหลัก ได้แก่ 1) กระบวนการปรับบรรทัดฐานให้เข้ากับบริบทท้องถิ่น (Norm Localization) 2) การพัฒนาอย่างยั่งยืนและเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน และ 3) แนวคิดระบบสารสนเทศสีเขียวและแนวคิดการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 การปรับบรรทัดฐานให้เข้ากับบริบทท้องถิ่น

การศึกษาเกี่ยวกับบรรทัดฐาน (Norms) ถือเป็นประเด็นสำคัญที่ช่วยอธิบายพฤติกรรมของรัฐและหน่วยทางสังคมอื่น ๆ ได้อย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะสาขาวิชาความสัมพันธ์ระหว่างประเทศและ ซึ่งให้ความสำคัญกับบทบาทขององค์ความรู้ อัตลักษณ์ และบรรทัดฐานต่อการกำหนดโครงสร้างทางการเมืองระหว่างประเทศ นักวิชาการในสายนี้มองว่าบรรทัดฐานไม่ใช่เพียงชุดกฎเกณฑ์ที่รัฐต้องปฏิบัติตาม แต่เป็นผลผลิตของกระบวนการทางสังคมที่มีพลวัตและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ภายใต้กรอบความคิดดังกล่าว การปรับบรรทัดฐานให้เข้ากับบริบทท้องถิ่น (Norm Localization) จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในบริบทของโลกที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรมและโครงสร้างทางการเมืองอย่างลึกซึ้ง (Acharya, 2004, pp. 240-241)

การวิจัยครั้งนี้เลือกใช้แนวคิด Norm Localization ที่เสนอและพัฒนาโดย Amitav Acharya โดยอธิบายว่า Localization คือ กระบวนการที่หน่วยปฏิบัติการในระดับท้องถิ่น (Local Agents) ทำหน้าที่เลือก ปรับเปลี่ยน และแปลงความหมายของบรรทัดฐานสากลให้สอดคล้องกับค่านิยมภายในและบริบททางสังคมของตนเอง การถ่ายโอนบรรทัดฐานจากระดับสากลมายังระดับรัฐหรือสังคมท้องถิ่นจึงไม่ได้เป็นกระบวนการที่เป็นเส้นตรงหรือเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ หากแต่เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วย การตีความ ถอดความ และแปลความหมาย อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้บรรทัดฐานเหล่านั้นสามารถสอดคล้องกับบริบทที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรม โครงสร้างทางสังคม และระบบคุณค่าท้องถิ่น (Acharya, 2004, pp. 269-270)

Acharya ยังได้ชี้ให้เห็นเพิ่มเติมว่า อิทธิพลของบรรทัดฐานสากลไม่ได้เกิดขึ้นจากการยอมรับอย่างเคร่งครัดตามกรอบที่กำหนดโดยผู้กำหนดบรรทัดฐาน (Norm Entrepreneurs) เพียงเท่านั้น แต่จะต้องผ่านกระบวนการตีความ ถอดความ แปลความ และปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมทางสังคม การเมือง และวัฒนธรรมที่ซับซ้อนของแต่ละพื้นที่ ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดความชอบธรรม (Legitimacy) และการยอมรับจากภายในโดยไม่ถูกมองว่าเป็นการครอบงำจากภายนอก (Acharya, 2004, pp. 242-250) โดยกระบวนการของ Norm Localization ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักดังนี้ (Acharya, 2004, p. 251)

1) Prelocalization เป็นภาวะที่ภายในสังคมท้องถิ่นมีค่านิยมหรือบรรทัดฐานที่มีลักษณะสอดคล้องกับบรรทัดฐานสากลอยู่แล้ว ส่งผลให้กระบวนการยอมรับหรือการปรับใช้นั้นไม่เผชิญกับแรงต้านทางวัฒนธรรมหรือการเมืองมากนัก ความกลมกลืนเชิงค่านิยมในระดับพื้นฐานนี้จึงเป็นปัจจัยเกื้อหนุนให้การแปลหรือการบูรณาการบรรทัดฐานสากลเข้าสู่บริบทท้องถิ่นเกิดขึ้นได้โดยราบรื่น

2) Local Initiative เกิดจากการริเริ่มของกลุ่มบุคคลหรือองค์กรที่มีอำนาจและบทบาทในการเปลี่ยนแปลงทางสังคมหรือเชิงนโยบาย โดยเฉพาะนักวิชาการ นักการเมือง นักกิจกรรม หรือภาคประชาสังคม ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ผลักดันบรรทัดฐานใหม่เข้าสู่พื้นที่ โดยอ้างอิงหรือหยิบยกบรรทัดฐานสากลขึ้นมาเป็นกรอบอธิบายหรือเป็นเครื่องมือในการต่อรองทางความคิด

3) Adaptation เป็นขั้นตอนสำคัญที่สุดใน Norm Localization โดยเนื้อหาของบรรทัดฐานจากภายนอกจะถูกตีความใหม่ ดัดแปลง เปลี่ยนถ้อยคำ หรือหลอมรวมเข้ากับค่านิยม วาทกรรม และบริบทเฉพาะของสังคมท้องถิ่น เพื่อให้เกิดความชอบธรรมและการยอมรับในระดับรากฐาน

4) Amplification หมายถึงกระบวนการขยายผลของบรรทัดฐานที่ผ่านการดัดแปลงแล้วไปสู่กลไกหลักของสังคม ไม่ว่าจะเป็นการออกกฎหมาย การปฏิรูประบบนโยบาย การกำหนดแนวปฏิบัติในองค์กรหรือสถาบัน ตลอดจนการสื่อสารสาธารณะ โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างการยอมรับในวงกว้างและสถาปนารบรทัดฐานนั้นให้กลายเป็นส่วนหนึ่งของระเบียบทางสังคมอย่างมั่นคง

ตัวอย่างที่สะท้อนภาพของ Norm Localization ได้ชัดเจน คือ การที่หลายประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ไม่ได้ปฏิเสธหลักสิทธิมนุษยชนสากล แต่กลับมีการตีความใหม่ให้สอดคล้องกับบริบทของหลักคุณค่าแบบเอเชีย (Asian values) ซึ่งให้ความสำคัญกับความสงบเรียบร้อย ความสามัคคีของสังคม และการเคารพผู้มีอำนาจ มากกว่าการเน้นเสรีภาพส่วนบุคคลตามแบบตะวันตก (Bauer & Bell, 1999, p. 30) ลักษณะเช่นนี้สะท้อนให้เห็นถึงการเจรจาและการตีความที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ทางวัฒนธรรมซึ่งมีพลวัต

แนวคิดนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้กับกรณีของ SDGs ซึ่งแม้จะเป็นกรอบบรรทัดฐานสากลที่องค์การสหประชาชาติได้กำหนดขึ้นเพื่อเป็นเป้าหมายร่วมของประชาคมโลกในการขจัดความยากจน ลดความเหลื่อมล้ำ และแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม แต่การนำ SDGs ไปปรับใช้ในแต่ละประเทศกลับมิได้เกิดขึ้นในลักษณะที่เป็นหนึ่งเดียวกัน หากแต่สะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการแปลความและปรับเปลี่ยน (Localization) ตามบริบทของแต่ละประเทศ ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งในด้านสังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ และการเมือง

การปรับใช้ SDGs ในระดับชาติและท้องถิ่นจึงมิใช่เพียงการถ่ายโอนบรรทัดฐานจากระดับโลกลงสู่ระดับล่างโดยตรงไปตรงมา หากแต่เป็นกระบวนการที่หน่วยปฏิบัติการท้องถิ่นได้เลือกสรร ปรับแปลง และผสานบรรทัดฐานเหล่านั้นเข้ากับคุณค่าทางสังคม ความเชื่อ และความต้องการเฉพาะของตน เช่น การที่บางประเทศมุ่งเน้นเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับความยากจนและความมั่นคงทางอาหาร ขณะที่บางประเทศให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือการสร้างเมืองอัจฉริยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ด้วยเหตุนี้ แนวคิด Norm Localization จึงสามารถอธิบายความแตกต่างในการดำเนินนโยบายที่เกี่ยวข้องกับ SDGs ได้อย่างชัดเจน โดยชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของกระบวนการปรับความหมายและการบูรณาการเป้าหมายสากลให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมภายในของแต่ละประเทศ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความเป็นเจ้าของ (Ownership) และความยั่งยืนของนโยบายในระยะยาว

การวิเคราะห์ผ่านกรอบ Norm Localization จึงมีคุณูปการอย่างมากในการทำ ความเข้าใจพลวัตของการถ่ายโอนบรรทัดฐานในโลกที่หลากหลาย โดยเปิดพื้นที่ให้หน่วยปฏิบัติการในระดับท้องถิ่น ไม่ว่าจะเป็นรัฐบาล องค์กรภาคประชาชน หรือชุมชนท้องถิ่น มีบทบาทในการตีความ ปรับเปลี่ยน และนำบรรทัดฐานสากลไปใช้ในแบบที่เหมาะสมกับบริบทของตน ดังนั้นแนวคิดนี้จึงมีนัยสำคัญต่อการออกแบบนโยบายต่างประเทศ การวิเคราะห์การพัฒนา และการสร้างความร่วมมือในประเด็นข้ามพรมแดน อาทิ สิ่งแวดล้อม สิทธิมนุษยชน หรือความมั่นคงในยุคใหม่

2.1.2 การพัฒนาอย่างยั่งยืนและเป้าหมายพัฒนาที่ยั่งยืน

การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) ถือเป็นแนวคิดที่ได้รับความสนใจและถูกกล่าวถึงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะบริบทการพัฒนาความร่วมมือ ดังจะเห็นได้จากการดำเนินการของหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งรัฐบาล องค์กรระหว่างประเทศ หรือองค์กรพัฒนาเอกชน (Non-Governmental Organizations: NGOs) ที่พยายามขับเคลื่อนและบูรณาการแนวทางดังกล่าวในนโยบายและโครงการต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุผลอย่างยั่งยืนในระยะยาว อย่างไรก็ตาม แนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ถูกตีความแตกต่างกันไปตามมุมมองของนักวิชาการแต่ละท่าน โดยนิยามจากคณะกรรมการโลกว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (World Commission on Environment and Development: WCED) ถือเป็นมุมมองที่ถูกอ้างถึงบ่อยที่สุด โดยระบุว่า การพัฒนาอย่างยั่งยืน คือ การพัฒนาที่ตอบสนองต่อความต้องการของคนในปัจจุบัน โดยไม่ทำลายความสามารถของคนรุ่นหลังในการตอบสนองต่อความต้องการในอนาคต (UN Secretary-

General & World Commission on Environment and Development, 1987) ผ่านการบริหารจัดการการใช้ทุนทุกรูปแบบอย่างครอบคลุมและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Celliers et al., 2020) โดยสามเสาหลักของมิติความยั่งยืน (Three Pillars of Sustainability) ประกอบด้วย (Purvis et al., 2019, pp. 686-689)

1) มิติด้านเศรษฐกิจ (Prosperity) มุ่งเน้นการพัฒนาทางเศรษฐกิจที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของคนในปัจจุบัน โดยไม่ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรและความสามารถในการพัฒนาทางเศรษฐกิจในอนาคต

2) มิติด้านสังคม (People) มุ่งเน้นการสร้าง ความเท่าเทียม การมีส่วนร่วม และอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม โดยคำนึงถึงความต้องการและสิทธิของทุกคนในสังคมอย่างเท่าเทียม

3) มิติด้านสิ่งแวดล้อม (Planet) มุ่งเน้นการสร้างสมดุลระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจและการรักษาสีเขียวสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ทรัพยากรธรรมชาติยังคงมีอยู่สำหรับอนาคตและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของคนรุ่นต่อไปได้

ตลอดหลายทศวรรษที่ผ่านมา การพัฒนาอย่างยั่งยืนจึงเป็นแนวคิดที่สำคัญเนื่องจากความท้าทายหลากหลาย เช่น การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การขาดแคลนทรัพยากร และความไม่เท่าเทียมทางสังคม สิ่งเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนและความมั่นคงของโลก ดังนั้นการพัฒนาอย่างยั่งยืนจึงกลายเป็นวาระที่ทั่วโลกต่างให้ความสำคัญ ซึ่งในปี ค.ศ. 2000 ได้มีการจัดการประชุมสุดยอดแห่งสหประชาชาติ โดยมีการกำหนดเป้าหมายการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ (Millennium Development Goals: MDGs) ถือเป็นจุดเริ่มต้นของการผลักดันแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืนในระดับสากล ภายหลังเป้าหมายการพัฒนาแห่งสหประชาชาติได้สิ้นสุดลงในปี ค.ศ. 2015 ตามระยะเวลาที่กำหนดนำไปสู่การปรับปรุงรูปแบบการวางเป้าหมายขั้นต้นของการพัฒนามาเป็นการมองประเด็นต่าง ๆ ของโลกแบบเชื่อมโยงกันทั้งมิติสังคม (Social Dimension) มิติเศรษฐกิจ (Economic Dimension) และมิติสิ่งแวดล้อม (Environmental Dimension) โดยมีมิติการบริหารจัดการ (Management Dimension) มาเป็นกลไกในการเชื่อมโยงเพื่อนำไปสู่การบรรลุ SDGs (ณัฐภา คังศรี, ม.ป.ป.)

SDGs เป็นกรอบแนวทางสากลที่กำหนดโดยองค์การสหประชาชาติ เพื่อสร้างความสมดุลระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีทั้งหมด 17 เป้าหมายหลัก ครอบคลุมประเด็นสำคัญในมิติต่าง ๆ เช่น การขจัดความยากจนและความหิวโหย การส่งเสริมสุขภาพที่ดี การศึกษาที่มีคุณภาพ ความเท่าเทียมทางเพศ การเข้าถึงทรัพยากรที่จำเป็น นอกเหนือจากนี้ยังให้ความสำคัญกับการพัฒนาเมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน การลดความเหลื่อมล้ำ การดำเนินการเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทั้งทางบกและทางน้ำ รวมถึงการสร้างสังคมที่สงบสุขและมีความยุติธรรม (United Nations, n.d.-a; United Nations Development Programme, n.d.) การขับเคลื่อน SDGs จำเป็นต้องคำนึงถึงการพัฒนาทางเศรษฐกิจควบคู่ไปกับการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนและการมีส่วนร่วมของสังคมเพื่อบรรลุเป้าหมายดังกล่าวอย่างเป็นรูปธรรม เนื่องด้วยการบรรลุเป้าหมายดังกล่าวต้องเผชิญกับความท้าทายที่ซับซ้อนและหลากหลาย เช่น

ปัญหาความเหลื่อมล้ำ จำนวนที่เพิ่มขึ้นของประชากร การเติบโตของเมือง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เป็นต้น

ประเทศต่าง ๆ จึงได้นำ SDGs มาใช้เป็นกรอบในการดำเนินงาน (Action Framework) สำหรับการวางแผนและติดตามผลการดำเนินการ เมื่อทบทวนวรรณกรรม พบว่า SDGs ถูกนำมาปรับใช้เข้ากับการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะ โดยเฉพาะในแง่ นโยบายเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของเมือง ยกกระดับคุณภาพชีวิต และสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม โดยเป้าหมายส่วนใหญ่จะถูกนำมาอธิบายบริบทของเมืองอัจฉริยะกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน เช่น SDG 11 เมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน SDG 12 การผลิตและการบริโภคอย่างยั่งยืน SDG 7 พลังงานสะอาดที่เข้าถึงได้ และ SDG 6 โครงสร้างพื้นฐานนวัตกรรมและอุตสาหกรรม (Sharifi et al., 2024)

การวิจัยในครั้งนี้เน้นการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะเพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมเพียง 3 เป้าหมาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม มุ่งเน้นการส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่มีคุณภาพ เชื้อถือได้ ยั่งยืน และมีความยืดหยุ่น เพื่อสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ครอบคลุมและยั่งยืน รวมถึงการส่งเสริมนวัตกรรม โดยประกอบด้วยเป้าหมายย่อยและตัวชี้วัดที่สำคัญดังนี้ (ศูนย์วิจัยและสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน, ม.ป.ป.; United Nations, n.d.-a)

เป้าหมายย่อย 9.1 พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่มีคุณภาพ เชื้อถือได้ ยั่งยืน และยืดหยุ่น เพื่อสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ที่ดีของประชาชน โดยให้ความสำคัญกับการเข้าถึงของประชาชนที่มีรายได้น้อย โดยมีตัวชี้วัด 9.1.1 สัดส่วนของประชากรในชนบทที่อาศัยอยู่ภายในระยะ 2 กิโลเมตรจากถนนที่สามารถใช้งานได้ตลอดทั้งปี และตัวชี้วัด 9.1.2 ปริมาณผู้โดยสารและปริมาณการขนส่งสินค้าตามโหมดการขนส่งต่าง ๆ

เป้าหมายย่อย 9.2 ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมที่มีความครอบคลุมและยั่งยืน พร้อมทั้งยกระดับการมีส่วนร่วมของภาคธุรกิจและแรงงาน โดยมีตัวชี้วัด 9.2.1 มูลค่าเพิ่มจากภาคการผลิตต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) และต่อประชากร และตัวชี้วัด 9.2.2 สัดส่วนของการจ้างงานในภาคการผลิตเมื่อเทียบกับการจ้างงานทั้งหมด

เป้าหมายย่อย 9.3 เพิ่มการเข้าถึงบริการทางการเงิน รวมถึงการเข้าถึงแหล่งเงินทุนของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม โดยมีตัวชี้วัด 9.3.1 สัดส่วนของวิสาหกิจขนาดย่อมในมูลค่าเพิ่มจากภาคอุตสาหกรรมทั้งหมด และตัวชี้วัด 9.3.2 สัดส่วนของวิสาหกิจขนาดย่อมที่ได้รับสินเชื่อหรือวงเงินสินเชื่อ

เป้าหมายย่อย 9.4 พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและอุตสาหกรรมให้มีความยั่งยืนมากยิ่งขึ้นภายในปี ค.ศ. 2030 ผ่านการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและเทคโนโลยีสะอาด โดยมีเพียงตัวชี้วัด 9.4.1 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ต่อหน่วยมูลค่าเพิ่ม

เป้าหมายย่อย 9.5 ส่งเสริมการวิจัย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ในภาคอุตสาหกรรม โดยมีตัวชี้วัด 9.5.1 ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาต่อ GDP และตัวชี้วัด 9.5.2 จำนวนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาต่อประชากรหนึ่งล้านคน

เป้าหมายย่อย 9.a สนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในประเทศกำลังพัฒนา โดยเฉพาะผ่านการลงทุนจากต่างประเทศและการช่วยเหลือทางการเงิน โดยมีเพียงตัวชี้วัด 9.a.1 จำนวนการสนับสนุนทางการเงินระหว่างประเทศที่มุ่งเน้นด้านโครงสร้างพื้นฐาน

เป้าหมายย่อย 9.b สนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีภาคอุตสาหกรรมในประเทศกำลังพัฒนา โดยมีเพียงตัวชี้วัด 9.b.1 สัดส่วนของมูลค่าเพิ่มจากอุตสาหกรรมเทคโนโลยี ระดับกลางและสูงต่ออุตสาหกรรมทั้งหมด

เป้าหมายย่อย 9.c เพิ่มการเข้าถึง ICT โดยเน้นการขยายโครงข่ายมือถือ โดยมีเพียงตัวชี้วัด 9.c.1 สัดส่วนของประชากรที่สามารถเข้าถึงเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ โดยแยกตามระดับเทคโนโลยี

SDG 11 เมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน มุ่งเน้นการทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความครอบคลุม ปลอดภัย ยืดหยุ่น และยั่งยืน โดยให้ความสำคัญกับการเข้าถึงที่อยู่อาศัย การขนส่งสาธารณะ การวางผังเมือง และการลดผลกระทบจากภัยพิบัติ รวมถึงการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมในเขตเมือง โดยประกอบด้วยเป้าหมายย่อยและตัวชี้วัดที่สำคัญดังนี้ (ศูนย์วิจัยและสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน, ม.ป.ป.; United Nations, n.d.-a)

เป้าหมายย่อย 11.1 ภายในปี ค.ศ. 2030 ให้ทุกคนสามารถเข้าถึงที่อยู่อาศัยและบริการขั้นพื้นฐานที่เพียงพอ ปลอดภัย และราคาเหมาะสม รวมถึงการพัฒนาชุมชนแออัด โดยมีเพียงตัวชี้วัด 11.1.1 สัดส่วนของประชากรในเขตเมืองที่อาศัยอยู่ในชุมชนแออัดหรือที่อยู่อาศัยไม่เหมาะสม

เป้าหมายย่อย 11.2 ภายในปี 2030 ให้ประชาชนสามารถเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะที่ปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และราคาเหมาะสม โดยเน้นกลุ่มเปราะบาง เช่น เด็ก สตรี ผู้พิการ และผู้สูงอายุ โดยมีเพียงตัวชี้วัด 11.2.1 สัดส่วนของประชากรที่สามารถเข้าถึงระบบขนส่งสาธารณะภายในระยะเดิน 500 เมตร

เป้าหมายย่อย 11.3 ส่งเสริมการวางผังเมืองอย่างมีส่วนร่วมและยั่งยืน โดยมีตัวชี้วัด 11.3.1 อัตราการขยายตัวของเมืองเมื่อเทียบกับอัตราการเติบโตของประชากร และตัวชี้วัด 11.3.2 สัดส่วนของเมืองที่มีการวางแผนและการบริหารจัดการเมืองอย่างมีส่วนร่วมจากประชาชน

เป้าหมายย่อย 11.4 เสริมสร้างความพยายามในการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมและธรรมชาติของโลก โดยมีเพียงตัวชี้วัด 11.4.1 รายจ่ายด้านการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมและธรรมชาติของชาติ

เป้าหมายย่อย 11.5 ลดจำนวนผู้เสียชีวิตและผลกระทบทางเศรษฐกิจจากภัยพิบัติ โดยเน้นกลุ่มคนจนและเปราะบาง โดยมีตัวชี้วัด 11.5.1 จำนวนผู้เสียชีวิต สูญหาย หรือได้รับผลกระทบโดยตรงต่อประชากรจากภัยพิบัติ และตัวชี้วัด 11.5.2 ความเสียหายทางเศรษฐกิจโดยรวมอันเนื่องมาจากภัยพิบัติ

เป้าหมายย่อย 11.6 ลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากเมือง เช่น มลพิษทางอากาศ และการจัดการของเสีย โดยมีตัวชี้วัด 11.6.1 สัดส่วนของของเสียในเมืองที่ได้รับการจัดการอย่างเหมาะสม และตัวชี้วัด 11.6.2 ระดับค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) ในเมือง

เป้าหมายย่อย 11.7 เพิ่มพื้นที่สาธารณะสีเขียวและพื้นที่เปิดในเมืองให้ทุกคนเข้าถึงได้ โดยเฉพาะกลุ่มเปราะบาง ซึ่งมีตัวชี้วัด 11.7.1 สัดส่วนของพื้นที่เปิดสาธารณะในเขตเมือง และตัวชี้วัด 11.7.2 สัดส่วนของประชากรที่รู้สึกปลอดภัยขณะเดินทางในพื้นที่สาธารณะในเขตเมือง

เป้าหมายย่อย 11.a ส่งเสริมการเชื่อมโยงระหว่างการพัฒนาเมืองและชนบทผ่าน การวางแผนและนโยบายแบบบูรณาการ โดยมีเพียงตัวชี้วัด 11.a.1 สัดส่วนของเมืองที่มีการวางแผนเชิงพื้นที่แบบบูรณาการระหว่างเมืองและชนบท

เป้าหมายย่อย 11.b ภายในปี 2020 ให้มีการใช้แผนพัฒนาเมืองที่ครอบคลุมทุก ด้านของการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ โดยมีตัวชี้วัด 11.b.1 สัดส่วนของรัฐบาลท้องถิ่นที่นำ แผนการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติมาใช้ และตัวชี้วัด 11.b.2 สัดส่วนของรัฐบาลท้องถิ่นที่มีกรอบ นโยบายด้านการฟื้นฟูจากภัยพิบัติอย่างยั่งยืน

เป้าหมายย่อย 11.c สนับสนุนทางการเงินและเทคนิคแก่ประเทศพัฒนาน้อยที่สุด เพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่ยั่งยืนในท้องถิ่น ยังไม่มีการกำหนดตัวชี้วัดในระดับสากลอย่าง ชัดเจน

SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มุ่งเน้นการดำเนินการ เร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยเน้นการบูรณา การเรื่องภูมิอากาศในนโยบายระดับประเทศ การเสริมสร้างขีดความสามารถในการปรับตัว และ การศึกษาสาธารณะเกี่ยวกับประเด็นนี้ โดยมีเป้าหมายย่อยและตัวชี้วัดที่สำคัญดังนี้ (ศูนย์วิจัย และสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน, ม.ป.ป.; United Nations, n.d.-a) มุ่งเน้นการ ดำเนินการเร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยเน้น การบูรณาการเรื่องภูมิอากาศในนโยบายระดับประเทศ การเสริมสร้างขีดความสามารถในการ ปรับตัว และการศึกษาสาธารณะเกี่ยวกับประเด็นนี้ โดยมีเป้าหมายย่อยและตัวชี้วัดที่สำคัญดังนี้

เป้าหมายย่อย 13.1 เสริมสร้างขีดความสามารถในการรับมือกับภัยพิบัติและ สภาพอากาศสุดขั้วในทุกประเทศ โดยมีตัวชี้วัด 13.1.1 จำนวนผู้เสียชีวิต สูญหาย หรือได้รับ ผลกระทบโดยตรงต่อประชากรจากภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ และตัวชี้วัด 13.1.2 สัดส่วนของรัฐบาลท้องถิ่นที่มีแผนยุทธศาสตร์ด้านการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ

เป้าหมายย่อย 13.2 บูรณาการมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเข้ากับนโยบาย ยุทธศาสตร์ และการวางแผนระดับประเทศ โดยมีเพียงตัวชี้วัด 13.2.1 จำนวนประเทศที่มีการสื่อสารการปรับปรุงเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก (NDCs) และแผนการเปลี่ยนผ่านด้านสภาพภูมิอากาศ

เป้าหมายย่อย 13.3 พัฒนาความรู้ ความตระหนัก และศักยภาพในการจัดการกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับบุคคลและสถาบัน โดยมีเพียงตัวชี้วัด 13.3.1 จำนวนประเทศที่ได้รวมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไว้ในหลักสูตรระดับประถม มัธยม และอุดมศึกษา

เป้าหมายย่อย 13.a ดำเนินการตามคำมั่นของประเทศพัฒนาแล้วในการระดมเงินจำนวน 100 พันล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี เพื่อสนับสนุนประเทศกำลังพัฒนาในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยมีเพียงตัวชี้วัด 13.a.1 จำนวนเงินที่จัดสรรโดยประเทศพัฒนาแล้วเพื่อสนับสนุนประเทศกำลังพัฒนาในด้านภูมิอากาศ

เป้าหมายย่อย 13.b ส่งเสริมกลไกในการสร้างขีดความสามารถของประเทศพัฒนาน้อยที่สุดและประเทศเกาะขนาดเล็กในการวางแผนและดำเนินนโยบายด้านภูมิอากาศ โดยมีเพียงตัวชี้วัด 13.b.1 จำนวนประเทศพัฒนาน้อยที่สุดและประเทศเกาะเล็ก ๆ ที่ได้รับการสนับสนุนด้านการวางแผนและปฏิบัติการด้านภูมิอากาศ

การวิจัยในครั้งนี้เน้นการศึกษาและวิเคราะห์โดยใช้กรอบแนวคิดของเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG) จำนวน 3 เป้าหมายหลักตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น โดยมุ่งศึกษาภายใต้เป้าหมายย่อยจำนวน 5 เป้าหมาย ได้แก่ 1) เป้าหมายย่อยที่ 9.4 ส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและอุตสาหกรรมให้มีความยั่งยืน 2) เป้าหมายย่อยที่ 11.2 การเข้าถึงระบบคมนาคมขนส่งที่ปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และยั่งยืน 3) เป้าหมายย่อยที่ 11.7 การเข้าถึงพื้นที่สาธารณะและพื้นที่สีเขียวที่ปลอดภัย ครอบคลุม และเข้าถึงได้อย่างเท่าเทียม 4) เป้าหมายย่อยที่ 13.1 การเสริมสร้างภูมิคุ้มกันด้านทานและขีดความสามารถในการปรับตัวต่ออันตรายและภัยพิบัติจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และ 5) เป้าหมายย่อยที่ 13.2 การบูรณาการมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไว้ในนโยบาย ยุทธศาสตร์ และการวางแผนในระดับชาติ ทั้งนี้ การเลือกเป้าหมายย่อยดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สอดคล้องกับกรอบการวิเคราะห์และบริบทของกรณีศึกษาที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งเน้นศึกษา

2.1.3 แนวคิดระบบสารสนเทศสีเขียวและแนวคิดการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

แนวคิดระบบสารสนเทศสีเขียว (Green Information Systems: Green IS) ถูกนิยามว่า เป็นการออกแบบ พัฒนา และประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานขององค์กรหรือหน่วยงานให้สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยระบบดังกล่าวมีบทบาทสำคัญในการรวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ เช่น พลังงาน น้ำ วัสดุดิบ รวมถึงข้อมูลทางการเงินที่เชื่อมโยงกับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กร เพื่อนำมาวิเคราะห์และตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพบนพื้นฐานของข้อมูลจริง ซึ่งนำไปสู่การลดของเสีย การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อันเป็นการสนับสนุนเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ตัวอย่างการใช้งาน เช่น การนำ Green IS มาบูรณาการกับกระบวนการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน เพื่อวางแผนเส้นทางขนส่งที่ลดการใช้พลังงาน หรือการวิเคราะห์การใช้ทรัพยากรในสายการผลิตเพื่อลดต้นทุนและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระดับชุมชนหรือเมือง เพื่อช่วยวางแผนการใช้พลังงาน การจัดการของเสีย และการติดตามการปล่อยคาร์บอน ด้วยเหตุนี้ Green IS จึงเปรียบเสมือนเครื่องยนต์ขับเคลื่อนสำคัญที่ช่วยสนับสนุนนโยบายด้านความยั่งยืนขององค์กร ภาครัฐ และเมืองต่าง ๆ โดยเชื่อมโยงข้อมูล เทคโนโลยี และการจัดการเข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ (Curry & Donnellan, 2015, p. 1)

Green IS เป็นส่วนสำคัญของแนวทางการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ โดยเฉพาะด้านคมนาคม ระบบขนส่ง การจัดการพลังงาน ตัวอย่างเช่น การคมนาคมอัจฉริยะ (Smart Mobility) ด้วยการใช้ Green IS ในการปรับปรุงและพัฒนาระบบขนส่งเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Sewenet & Pisano, 2023) ดังนั้นแนวคิด Green IS จึงมีนัยสำคัญในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ โดย Green IS เป็นเครื่องมือสนับสนุนเป้าหมายของเมืองอัจฉริยะในการพัฒนาอย่างยั่งยืนทั้งทางสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะอย่างแพร่หลาย เช่น

ซองโด (Songdo-dong) ในประเทศเกาหลีใต้ เป็นหนึ่งในตัวอย่างของเมืองอัจฉริยะยุคใหม่ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาขึ้นภายใต้แนวคิดการเติบโตที่มีการปล่อยคาร์บอนต่ำ (Low-Carbon Growth) โดยเมืองนี้ใช้ Green IS ในการบริหารจัดการทรัพยากรและการดำเนินชีวิตของผู้อยู่อาศัยในเมืองอย่างครอบคลุมผ่านการใช้เซนเซอร์และเทคโนโลยีอัจฉริยะกระจายอยู่ทั่วเมือง เพื่อควบคุมและบริหารจัดการระบบหลักต่าง ๆ เช่น การควบคุมอุณหภูมิและความร้อนในอาคาร การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการจัดการการจราจรแบบเรียลไทม์ทั้งหมดนี้ช่วยลดการใช้ทรัพยากรที่สิ้นเปลือง และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในเมือง อีกทั้งเมืองแห่งนี้มีระบบจัดการขยะอัตโนมัติใต้ดิน (Smart Waste Disposal System) ซึ่งมาแทนที่การใช้รถเก็บขยะแบบเดิม โดยขยะจากอาคารและที่พักอาศัยจะถูกดูดผ่านท่อใต้ดินส่งตรงไปยังศูนย์คัดแยกกลาง ซึ่งจะดำเนินการคัดแยกขยะรีไซเคิล และแปลงขยะที่เหมาะสมให้เป็นพลังงานหมุนเวียน (World Finance, n.d.) กระบวนการนี้ช่วยลดมลภาวะจากรถขยะ ลดต้นทุนแรงงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน

บาร์เซโลนา (Barcelona) ในประเทศสเปน เป็นหนึ่งในตัวอย่างของเมืองอัจฉริยะที่ประสบความสำเร็จในการประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตประสาณสิ่ง (Internet of Things: IoT) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการพลังงานและทรัพยากรอย่างยั่งยืน โดยมีการติดตั้งอุปกรณ์ IoT จำนวนมาก เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลและบริหารจัดการระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ เช่น ระบบแสงไฟอัจฉริยะ (Smart Lighting) กว่า 10,000 ดวง ที่สามารถปรับระดับความสว่างโดยอัตโนมัติตามปริมาณการจราจรบนถนน ส่งผลให้สามารถลดการใช้พลังงานได้สูงถึงร้อยละ 30 นอกจากนี้เมืองแห่งนี้ได้ติดตั้งระบบถังขยะอัจฉริยะ (Smart Bins) ที่มีเซนเซอร์ตรวจจับระดับขยะภายในถังพร้อมแจ้งเตือนเมื่อถังใกล้เต็มเพื่อให้สามารถปรับเส้นทางและเวลาการจัดเก็บขยะให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งช่วยลดต้นทุนด้านการเก็บขยะได้ประมาณร้อยละ 20 (Metamorph Business Pty, n.d.) นอกเหนือจากนี้ เมืองบาร์เซโลนาได้พัฒนา Sentilo Platform ซึ่งเป็นระบบข้อมูลแบบเปิดที่สามารถเชื่อมโยงเซนเซอร์กว่า 18,000 ตัว เพื่อใช้ในการติดตามข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม เช่น คุณภาพอากาศ การใช้พลังงาน น้ำ และระดับเสียงรบกวนในเมือง (Angry Nerds, 2023) ส่งผลให้การบริหารจัดการทรัพยากรในภาพรวมมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และสามารถลดต้นทุนในหลายด้านได้อย่างชัดเจน

การผสมผสานแนวคิด Green IS เข้ากับกระบวนการออกแบบเมืองอัจฉริยะตั้งแต่ต้นมีบทบาทสำคัญในการวางรากฐานสู่ความยั่งยืนในระยะยาว ทั้งในด้านการจัดการพลังงาน การบริหารทรัพยากร และการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้เมืองต่าง ๆ สามารถขับเคลื่อนการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ในมิติที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การใช้พลังงานหมุนเวียน การสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีและเอื้อต่อการมีส่วนร่วมของประชาชน การส่งเสริมนวัตกรรมและเศรษฐกิจสีเขียว เมืองของโดเจจึงเป็นต้นแบบของเมืองอัจฉริยะที่สามารถบรรลุ SDGs ได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

แนวคิดการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Growth) คือ การเติบโตทางเศรษฐกิจที่คำนึงถึงความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยเน้นการสร้างสมดุลระหว่างการพัฒนาทางเศรษฐกิจและการรักษาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ทรัพยากรธรรมชาติอยู่ในสภาพสมดุลสำหรับการยกระดับคุณภาพชีวิตในระยะยาว (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2011) แนวคิดนี้ตั้งอยู่บนฐานความเชื่อว่า การเติบโตทางเศรษฐกิจไม่จำเป็นต้องแลกมาด้วยการทำลายสิ่งแวดล้อม หากแต่สามารถดำเนินควบคู่กันได้ผ่านการใช้เทคโนโลยีสะอาดและนวัตกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจึงไม่ใช่เพียงแค่การลดผลกระทบจากกิจกรรมทางเศรษฐกิจ แต่ยังรวมถึงการเปลี่ยนผ่านไปสู่ระบบเศรษฐกิจใหม่ที่เน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ส่งเสริมพลังงานหมุนเวียน และเพิ่มโอกาสทางเศรษฐกิจในภาคส่วนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อาทิ พลังงานสะอาด การจัดการของเสียอย่างยั่งยืน ระบบขนส่งคาร์บอนต่ำ และการก่อสร้างสีเขียว เป็นต้น

แนวคิดดังกล่าวยังเน้นบทบาทของนวัตกรรมและการพัฒนาเทคโนโลยีสีเขียว (Green Technologies) เช่น ระบบพลังงานอัจฉริยะ (Smart Grid), IoT สำหรับการจัดการทรัพยากร ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ในการเพิ่มประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม ตลอดจน Big Data เพื่อวางแผนนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมอย่างแม่นยำ ทั้งนี้ เพื่อผลักดันให้เกิดการเติบโตทางเศรษฐกิจในลักษณะที่ไม่เบียดเบียนโลกธรรมชาติ แต่กลับสนับสนุนการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนอย่างยั่งยืน

แนวคิดทั้งสองถูกนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกันในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ เพื่อสร้างระบบที่ส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืน โดยไม่ละเลยหรือสร้างผลกระทบเชิงลบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งนับเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาเมืองในยุคปัจจุบันและอนาคต เนื่องด้วยในปัจจุบันเมืองต่าง ๆ กำลังเผชิญกับความมั่นคงรูปแบบใหม่ที่ซับซ้อนเพิ่มมากยิ่งขึ้น การพัฒนาเมืองที่มุ่งเน้นเพียงความเติบโตทางเศรษฐกิจไม่สามารถตอบโจทย์ความยั่งยืนได้อีกต่อไป ด้วยเหตุนี้ เมืองต่าง ๆ จึงให้ความสำคัญกับการบูรณาการแนวคิดข้างต้นควบคู่ด้วยกัน กล่าวคือ แนวคิด Green IS เป็นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศการบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน ขณะที่แนวคิด Green Growth สนับสนุนให้เกิดการเติบโตทางเศรษฐกิจควบคู่กับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ โดยสนับสนุนบทบาทของเทคโนโลยีสีเขียวและการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้การพัฒนาไม่ส่งผลกระทบเชิงลบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว แนวคิดข้างต้นเมื่อถูกนำมาประยุกต์ใช้ในบริบทของเมืองอัจฉริยะ ซึ่งเป็นเมืองที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น IoT, AI และ Big Data ในการบริหารจัดการเมืองจะช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนไปพร้อมกับการดูแลสิ่งแวดล้อมและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร เช่น พลังงาน น้ำ และระบบขนส่ง เมื่อแนวคิดทั้งสามนี้ถูกบูรณาการเข้าด้วยกันจะกลายเป็นพลังขับเคลื่อนสำคัญสู่ SDGs ดังนั้นเมืองอัจฉริยะที่ออกแบบโดยใช้ Green IS และขับเคลื่อนตามแนวทาง Green Growth จะสามารถสร้างระบบเศรษฐกิจและสังคมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลง และครอบคลุมคนทุกกลุ่มได้อย่างแท้จริง

การศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในบริบทของเมืองอัจฉริยะจำเป็นต้องอาศัยกรอบแนวคิดที่หลากหลาย เพื่อให้สามารถเข้าใจพลวัตและความซับซ้อนของปัญหา ตลอดจนสังเคราะห์ทิศทางการพัฒนาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เมืองอัจฉริยะในปัจจุบันต้องเผชิญกับความท้าทายหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ ความต้องการพลังงานและน้ำที่เพิ่มขึ้นจากการขยายตัวของเมือง การเติบโตของประชากร และแรงกดดันจากการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ปัจจัยเหล่านี้ล้วนส่งผลให้ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องสำคัญที่จำเป็นต้องวางแผนอย่างรอบด้าน

2.2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ความสนใจในเมืองอัจฉริยะได้เพิ่มสูงขึ้นในช่วงที่ผ่านมา ส่งผลให้มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า สามารถแบ่งประเด็นการศึกษาออกเป็น 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ 1) กลุ่มที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเมืองอัจฉริยะและเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน 2) กลุ่มที่ศึกษาปัจจัยที่ขับเคลื่อนความสำเร็จและความท้าทายของเมืองอัจฉริยะ 3) กลุ่มที่ศึกษาเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์ และ 4) กลุ่มที่ศึกษาการพัฒนาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 งานที่ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดเมืองอัจฉริยะและเป้าหมายพัฒนาที่ยั่งยืน

เมืองมีบทบาทสำคัญในฐานะศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ โดยการเติบโตของเมืองมักเป็นแรงผลักดันสำคัญให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ เมื่อเมืองมีการเติบโตทั้งในด้านอุตสาหกรรม การค้า และบริการ จะเป็นแรงกระตุ้นเพื่อเพิ่มต่อพื้นที่รอบนอกหรือชานเมือง ไม่ว่าจะเป็น ด้านการคมนาคม การกระจายสินค้า หรือแรงงาน ทำให้โครงสร้างพื้นฐานของพื้นที่รอบนอก เช่น ถนน ระบบขนส่งสาธารณะ เครือข่ายพลังงาน และระบบสาธารณูปโภคได้รับการพัฒนาและขยายตัวตามไปด้วย ผลลัพธ์ที่ตามมา คือ การพัฒนาเมืองแบบกระจายตัว (Urban Sprawl) ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจากศูนย์กลางสู่รอบนอก (Mersal, 2016, pp. 51-52) อย่างไรก็ตาม การขยายตัวของเมืองในลักษณะนี้ หากขาดการวางแผนที่เหมาะสม อาจนำไปสู่ปัญหาหลายประการ เช่น การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างสิ้นเปลือง ปัญหามลภาวะ และการสูญเสียพื้นที่สีเขียว

การพัฒนาเมืองในยุคปัจจุบันจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความสมดุลระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจและการรักษาสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ซึ่งเป็นแนวทางของการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยคณะกรรมการโลกว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (World Commission on Environment and Development: WCED) ระบุว่า การพัฒนาอย่างยั่งยืน คือ การตอบสนองต่อความต้องการของคนในปัจจุบัน โดยไม่ลดทอนความสามารถของคนรุ่นหลังในการตอบสนองต่อความต้องการของคนรุ่นต่อไปซึ่งประกอบด้วย การเติบโตทางเศรษฐกิจ (Economic Growth) ความครอบคลุมทางสังคม (Social Inclusion) และการคุ้มครองสิ่งแวดล้อม (Environmental Protection) (UN Secretary-General & World Commission on Environment and Development, 1987, p. 54)

แนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนจึงเป็นการพัฒนาที่ตอบสนองความต้องการของคนรุ่นปัจจุบันโดยไม่ทำลายศักยภาพของคนรุ่นต่อไปในการตอบสนองความต้องการของตนเอง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายนี้ เมืองต่าง ๆ ได้นำเอาแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนและ SDGs มาใช้เป็นกรอบในการวางแผนและดำเนินนโยบายด้านต่าง ๆ เช่น การใช้พลังงานสะอาด การจัดการของเสีย การเพิ่มพื้นที่สีเขียว และการส่งเสริมระบบขนส่งสาธารณะอย่างยั่งยืน ซึ่งช่วยให้การพัฒนาเมืองไม่เพียงสร้างความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจ แต่ยังรักษาสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของประชาชนไว้ได้ในระยะยาว ซึ่งแนวคิดดังกล่าวถูกนำมาเป็นรากฐานสำคัญในการออกแบบและพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Trindade et al., 2017, p. 3)

สถาบันการจัดการนานาชาติ (Institute for Management Development: IMD) กำหนดให้เมืองอัจฉริยะเป็นสภาพแวดล้อมที่ใช้เทคโนโลยีเพื่อรองรับต่อการขยายตัวของเมือง และจัดสรรทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของพลเมืองในระยะยาว (Siu, 2024a) โดยลักษณะสำคัญของเมืองอัจฉริยะ คือ เมืองที่ใช้ประโยชน์จากโครงสร้างพื้นฐานที่เป็นเครือข่าย (Networked Infrastructures) มาเพิ่มประสิทธิภาพของการบริหารจัดการเมืองเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในระยะยาว (Trindade et al., 2017, p. 2) วรรณกรรมบางส่วนมองว่า เมืองอัจฉริยะเป็นการพัฒนาเมืองโดยอาศัยทุนมนุษย์ (human capital) ทุนทางสังคม (social capital) และเทคโนโลยีในการขับเคลื่อนสู่เมืองอัจฉริยะ (Bane, 2022) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญท่านได้ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบที่จำเป็นของเมืองอัจฉริยะ ได้แก่ เศรษฐกิจอัจฉริยะ (Smart Economy) การบริหารจัดการอัจฉริยะ (Smart Governance) สิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ (Smart Environment) พลังงานอัจฉริยะ (Smart Energy) การคมนาคมอัจฉริยะ และประชาชนอัจฉริยะ (Smart People) (Trindade et al., 2017, p. 2)

องค์ประกอบดังกล่าวขึ้นอยู่กับข้อกำหนดนิยามและเป้าหมายการพัฒนาเมืองอัจฉริยะของแต่ละที่ โดยมีงานวิจัยบางส่วนได้กล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการดำเนินการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ ได้แก่ 1) การที่ผู้นำสามารถสร้างเครือข่ายเพื่อจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (Resource-Dependent Leadership Network) 2) การส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ทางสังคม และ 3) การกำกับดูแลแบบอิเล็กทรอนิกส์ (E-Governance) โดยเน้นให้ประชาชนเป็นศูนย์กลางในกระบวนการมีส่วนร่วม (Chatfield & Reddick, 2016, pp. 2-3)

เมืองอัจฉริยะมักมีพื้นฐานมาจากแนวคิดการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน โดยใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อปรับปรุงคุณภาพชีวิตของประชากรและการจัดการทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพอย่างยั่งยืน อย่างไรก็ตามนิยามและองค์ประกอบของเมืองอัจฉริยะจะแตกต่างกันตามบริบททางสังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรม เทคโนโลยี หรือเป้าหมายในการพัฒนาเมือง แต่จุดร่วมหลัก คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเมืองบนพื้นฐานการพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับ SDGs ที่มุ่งเน้นให้สร้างความสมดุลระหว่างเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เมืองเติบโตอย่างมั่นคงและยั่งยืน

การพัฒนาเมืองอัจฉริยะเป็นหนึ่งในกลไกสำคัญที่ช่วยขับเคลื่อนการบรรลุ SDGs ขององค์การสหประชาชาติ โดยมีวรรณกรรมทางวิชาการจำนวนมากที่ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดเมืองอัจฉริยะกับเป้าหมายด้านความยั่งยืนในหลายมิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเมืองและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ SDG 11 เมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการส่งเสริมการวางผังเมือง การคมนาคม และที่อยู่อาศัยที่ยั่งยืน SDG 12 การผลิตและการบริโภคอย่างยั่งยืน ที่เน้นการลดของเสีย การรีไซเคิล และการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ SDG 7 พลังงานสะอาดที่เข้าถึงได้ ซึ่งส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนในระดับเมือง และ SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวางระบบสาธารณูปโภคดิจิทัลและเทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Sharifi et al., 2024)

การพัฒนาเมืองอัจฉริยะไม่ได้จำกัดเพียงการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเมืองเท่านั้น หากแต่ยังส่งผลกระทบเชิงบวกในหลากหลายด้านของ SDGs อาทิ การวางโครงสร้างพื้นฐานที่คำนึงถึงความยั่งยืนในระยะยาว การสนับสนุนการใช้พลังงานสะอาดและมีประสิทธิภาพ การพัฒนาระบบการคมนาคมอัจฉริยะเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของพลเมืองในการจัดการเมืองผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล ทั้งนี้ แนวคิดเมืองอัจฉริยะจึงกลายเป็นกลยุทธ์สำคัญที่ผสมผสานเป้าหมายทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกันเพื่อมุ่งสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนอย่างแท้จริง

2.2.2 งานที่ศึกษาปัจจัยที่ขับเคลื่อนความสำเร็จและความท้าทายของเมืองอัจฉริยะ

ความมั่นคงรูปแบบใหม่ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวนประชากรที่เพิ่มสูงขึ้น การขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็ว ความมั่นคงด้านสิ่งแวดล้อม ความมั่นคงทางพลังงาน ความมั่นคงทางอาหาร และความมั่นคงด้านสุขภาพ กำลังทวีความสำคัญและซับซ้อนมากขึ้น เมืองต่าง ๆ ทั่วโลกจึงจำเป็นต้องปรับตัวและพัฒนาศักยภาพในการรับมือกับความท้าทายดังกล่าว หนึ่งในแนวทางสำคัญคือการพัฒนาเมืองให้เป็นเมืองอัจฉริยะซึ่งใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรมในการบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ตอบสนองความต้องการของประชากรเมืองที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งจากการขยายตัวตามธรรมชาติและการหลั่งไหลของแรงงานและผู้อพยพจากพื้นที่อื่น

ความท้าทายเหล่านี้ยิ่งทวีความรุนแรงขึ้นเมื่อเมืองต้องดำเนินการภายใต้ข้อจำกัดด้านสิ่งแวดล้อม เช่น มลภาวะ การลดลงของพื้นที่สีเขียว และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ล้วนส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนในระยะยาว ดังนั้นภาครัฐในแต่ละประเทศจึงต้องกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบเพื่อให้เกิดความมั่นคงและยั่งยืนในการพัฒนาเมือง จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่า หนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ คือ ความร่วมมือแบบพหุภาคีระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม (ภาณูญ จิตต์มิตรภาพ และคณะ, 2565, น. 200)

การมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนนี้ไม่เพียงแต่ช่วยให้เกิดการออกแบบนโยบายที่ตอบโจทย์ความต้องการของประชาชนได้อย่างแท้จริง แต่ยังส่งเสริมการแบ่งปันทรัพยากร ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรมซึ่งจำเป็นต่อการวางระบบเมืองอัจฉริยะอย่างมีประสิทธิภาพ และยั่งยืน โดยบทบาทของภาครัฐและการมีส่วนร่วมของประชาชนนำไปสู่การกำหนดนโยบายและกลยุทธ์ที่ตอบสนองต่อความต้องการของเมืองโดยตรง ซึ่งนโยบายที่ถูกพัฒนามาจากความร่วมมือของทุกภาคส่วนส่งผลให้เกิดการยอมรับและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเชิงบวก (อรรถพร จงรักศักดิ์ และกฤษฎดากร คเชนทร์ชัย, 2564, น. 270)

งานบางส่วนยังชี้ให้เห็นว่า เทคโนโลยีเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ขับเคลื่อนความสำเร็จของเมืองอัจฉริยะ อาทิ IoT, AI, Big Data เป็นต้น โดยเทคโนโลยีเหล่านี้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลเพื่อตัดสินใจเชิงกลยุทธ์และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเมืองทั้งในด้านการบริหารจัดการทรัพยากร การจัดการข้อมูล การประเมินผล

กระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Aldegheishem, 2019, pp. 58-59) ฯลฯ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาเมืองอัจฉริยะต้องเผชิญกับความท้าทายจากหลายปัจจัย โดยเฉพาะงบประมาณ เนื่องจากการพัฒนาเมืองอัจฉริยะต้องลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีขนาดใหญ่ ซึ่งต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมากเพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพมากที่สุด ขณะที่ความปลอดภัยของแหล่งข้อมูลและความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงเทคโนโลยีเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่รัฐบาลต้องให้ความสำคัญ เพื่อให้ประชาชนทุกกลุ่มมีส่วนร่วมในเมืองอัจฉริยะได้อย่างเท่าเทียม (Hollands, 2020)

บริบทข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่า การกำหนดนโยบายเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างมาก โดยการกำหนดนโยบายที่ครอบคลุมและการสนับสนุนจากภาครัฐอย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งที่ช่วยให้การพัฒนาเมืองอัจฉริยะประสบความสำเร็จ โดยประเทศต่าง ๆ ได้สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาและวิจัยต้นแบบของเมืองอัจฉริยะเพื่อกำหนดและวางแผนนโยบายที่เหมาะสมกับบริบทของแต่ละเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นนำไปสู่การสร้างเมืองอัจฉริยะที่ตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนและสังคมได้อย่างแท้จริง

สถาบันเพื่อพัฒนาการจัดการนานาชาติ (International Institute for Management: IMB) มีการจัดทำรายงานดัชนีเมืองอัจฉริยะเป็นการจัดอันดับเมืองอัจฉริยะในประเทศต่าง ๆ จากทั่วโลก โดยประเมินจากการบริหารจัดการเทคโนโลยี ความสามารถในการปรับตัวต่อความเปลี่ยนแปลง การตอบสนองต่อ SDGs และการมีส่วนร่วมของพลเมือง โดยปี ค.ศ. 2024 มีเมืองอัจฉริยะที่สอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดทั้งหมด 141 เมือง (International Institute for Management Development, 2024, p. 4) เช่น

ซูริค (Zurich) เป็นเมืองในสวิตเซอร์แลนด์ที่ได้รับตำแหน่งอันดับ 1 ติดต่อกันหกปีซ้อนจากดัชนีเมืองอัจฉริยะของ IMB (International Institute for Management Development, 2024, p. 174) ระบุว่า เมืองซูริคให้ความสำคัญกับการพัฒนาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนผ่านการใช้เทคโนโลยีเมืองคู่แฝดดิจิทัล (Digital Twin Cities) ในการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อวางแผนการพัฒนาเมืองให้สอดคล้องกับโครงสร้างพื้นฐานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้พลังงานหมุนเวียน ระบบการขนส่งสาธารณะที่เชื่อมโยงกันอย่างดี เป็นต้น (Ramiro et al., 2014) ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวส่งผลต่อการตัดสินใจ การวางแผน และการดำเนินงาน นำไปสู่การปรับตัวต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ (ณัฐชนน อนาคตกุล, ม.ป.ป.) ขณะเดียวกันภาครัฐได้สนับสนุนให้มีการเปิดเผยข้อมูลสาธารณะของภาครัฐ ถือว่าเป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้พลเมืองมีส่วนร่วมในการพัฒนาเมืองอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการเข้าถึงข้อมูลและเทคโนโลยีของประชาชนทุกกลุ่มเป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ เนื่องจากประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการตัดสินใจและการมีส่วนร่วมในกระบวนการวางแผนทั้งในด้านการจัดการทรัพยากรและการพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ (ณัฐชนน อนาคตกุล, ม.ป.ป.) โดยการแลกเปลี่ยนข้อมูลของประชาชนส่งผลให้เกิดความเชื่อมโยงของข้อมูลร่วมกันระหว่างทุกภาคส่วนนำไปสู่การพัฒนาเมืองที่สอดคล้องกับความต้องการของประชาชนและบริบทของเมือง โดยดัชนีการพัฒนามนุษย์ระดับเมือง (City Human Development Index: City HDI) ของซูริคอยู่ที่ 0.989 (International

Institute for Management Development, 2024, p. 25) แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน

ญี่ปุ่น (Japan) เป็นหนึ่งประเทศที่มีการดำเนินนโยบายเมืองอัจฉริยะอย่างจริงจังนับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2008 (ประชาชาติธุรกิจ, 2561) โดยกระทรวงเศรษฐกิจ การค้า และอุตสาหกรรม (Ministry of Economy Trade and Industry: METI) ได้จัดทำแผนแม่บทที่มุ่งเน้นการใช้พลังงานทดแทน เพื่อยกระดับความสะอาดกสบายในการใช้ชีวิตของประชาชน เช่น การส่งเสริมการใช้ EV และอื่น ๆ หนึ่งในโครงการสำคัญ คือ การสาธิตระบบพลังงานและสังคมยุคใหม่ (Demonstration of Next Generation Energy and Social Systems) ซึ่งเริ่มดำเนินการในปี ค.ศ. 2010 โดยองค์ประกอบสำคัญของโครงการดังกล่าวครอบคลุมตั้งแต่การบริหารจัดการพลังงานสำหรับธุรกิจและอุตสาหกรรม การพัฒนาบ้านประหยัดพลังงาน การสนับสนุนพฤติกรรมผู้บริโภคที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อม (Green Consumer Behavior) และพัฒนาระบบคมนาคมที่มีการปล่อยคาร์บอนต่ำ ซึ่งโครงการดังกล่าวเสร็จสิ้นในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2015 (นิรินธร มีทรัพย์นิคม, 2562, น. 3-4)

เมืองในโครงการดังกล่าวประสบความสำเร็จอย่างในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ เช่น เมืองโยโกฮาม่า (Yokohama) โดยมีบ้านเรือนที่ติดตั้งระบบพลังงานอัจฉริยะจำนวน 4,200 หลัง เกินกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ 200 หลัง นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งแผงเซลล์ จำนวน 37 เมกะวัตต์ และมีรถยนต์ไฟฟ้าจำนวน 2,300 คัน ซึ่งเกินกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้เช่นกัน ส่งผลให้เมืองโยโกฮาม่าสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงถึง 39,000 ตัน สืบเนื่องให้อัตราการใช้พลังงานโดยรวมของประเทศญี่ปุ่นลดลงเมื่อเทียบกับช่วงก่อนเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2011 (นิรินธร มีทรัพย์นิคม, 2562, น. 4) ขณะเดียวกัน รัฐบาลได้มีการดำเนินริเริ่มโครงการพัฒนาเมืองอัจฉริยะในเมืองต่าง ๆ เช่น โอซาก้ามีดัชนีการพัฒนามนุษย์ระดับเมืองอยู่ที่ 0.928 (International Institute for Management Development, 2024, p. 23) แสดงให้เห็นการมีส่วนร่วมของประชาชนในการขับเคลื่อนการพัฒนาเมืองอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมความยั่งยืนในระดับเมือง

การดำเนินการดังกล่าวถือเป็นต้นแบบที่สำคัญในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้ากับการดำเนินนโยบายเมืองอัจฉริยะอย่างเป็นระบบ โดยเน้นการพัฒนาอย่างยั่งยืนควบคู่กับการสร้างความสมดุลระหว่างความต้องการของประชาชนและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ทั้งนี้การพัฒนาเมืองอัจฉริยะที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยวิสัยทัศน์ที่ชัดเจนและความร่วมมือระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในทุกภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม รวมถึงใช้กลไกการบริหารจัดการที่ยืดหยุ่นและเน้นความต้องการของประชาชนเป็นศูนย์กลาง (Chatfield & Reddick, 2016) กระบวนการดังกล่าวไม่เพียงช่วยส่งเสริมความยั่งยืนแต่ยังสร้างความมั่นคงและความสมดุลที่สอดคล้องกับการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจในระยะยาว

สิงคโปร์ ได้รับการยอมรับในฐานะเมืองอัจฉริยะชั้นนำ เนื่องจากวิสัยทัศน์ Smart Nation ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อปรับปรุงคุณภาพชีวิตของพลเมืองและการพัฒนาเมืองสู่ความยั่งยืน โดยสิงคโปร์ให้ความสำคัญกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยี มุ่งเน้นไปที่ระบบการจัดการจราจรอัจฉริยะ (Smart Traffic) การใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ และเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อรองรับการใช้พลังงานหมุนเวียนและการจัดการพลังงานอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ รัฐบาลได้ให้ความสำคัญกับแพลตฟอร์มข้อมูลเมือง (Urban Data Platforms) ที่ช่วยให้ภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลในการพัฒนาเมืองและนวัตกรรมที่ตอบสนองต่อความต้องการของพลเมืองได้ดีขึ้น (Smith, 2018) โดยดัชนีการพัฒนามนุษย์ระดับเมืองอยู่ที่ 0.939 (International Institute for Management Development, 2024, p. 25) แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนและความก้าวหน้าของเมืองอัจฉริยะอย่างชัดเจน กล่าวคือ วิสัยทัศน์ Smart Nation ให้ความสำคัญสร้างสมดุลระหว่างการขยายตัวของเมืองกับการรักษาทรัพยากรธรรมชาติซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความมุ่งมั่นในการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน

โฮจิมินห์ (Ho Chi Minh City) ได้กำหนดเป้าหมายการพัฒนาเมืองอัจฉริยะภายในปี ค.ศ. 2025 โดยเน้นการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงและโครงสร้างพื้นฐานเพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เช่น การจราจรติดขัด ปัญหามลพิษ เป็นต้น ซึ่งการพัฒนาเมืองโฮจิมินห์เป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์ระดับชาติของเวียดนามที่มุ่งสร้างสังคมดิจิทัล รัฐบาลดิจิทัล และเศรษฐกิจดิจิทัล (RMIT University, n.d.) อย่างไรก็ตาม ดัชนี City HDI อยู่อันดับที่ 105 ลดลงมา 12 อันดับเมื่อเทียบกับปี ค.ศ. 2022 (International Institute for Management Development, 2024, p. 15) ซึ่งโฮจิมินห์กำลังประสบกับความท้าทายและข้อจำกัดในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ ทั้งด้านงบประมาณที่ไม่เพียงพอสำหรับการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน ขาดผู้มีความรู้ความสามารถ และความไม่เท่าเทียมทางเทคโนโลยี ซึ่งส่งผลให้เกิดการต่อต้านจากประชาชนบางกลุ่มนำไปสู่การพัฒนาที่ไม่มีคุณภาพ ดังนั้น โฮจิมินห์จำเป็นต้องสร้างกรอบนโยบายที่ครอบคลุมและเชื่อมโยงตัวแสดงที่มีบทบาทในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ รวมถึงการพัฒนาบุคลากรด้านดิจิทัลและการศึกษา เพื่อยกระดับความรู้ความสามารถด้านเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับความต้องการของเมือง และต้องเสริมสร้างความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ โดยอาศัยการติดตั้งทางสังคม (International Institute for Management Development, 2024, p. 88) เพื่อให้โฮจิมินห์ประสบความสำเร็จในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ

เมืองอัจฉริยะที่ประสบความสำเร็จไม่ได้หมายถึงเพียงเมืองที่มีการนำเทคโนโลยีขั้นสูงมาใช้เท่านั้น หากแต่ต้องเป็นเมืองที่สามารถสร้างการเปลี่ยนแปลงเชิงพฤติกรรมของประชาชนให้สอดคล้องกับเป้าหมายด้านความยั่งยืนได้อย่างแท้จริง (อรรถพร จงรักศักดิ์ และกฤษฎากร คเชนทร์ชัย, 2564, น. 270) เทคโนโลยีจึงเป็นเพียงเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ การบริหารจัดการ และการมีส่วนร่วมของประชาชน แต่หัวใจสำคัญอยู่ที่การสร้างวัฒนธรรมใหม่ในการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การลดของเสีย การเคารพในพื้นที่สาธารณะ และการมีจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม

เมืองอัจฉริยะในหลายประเทศที่ประสบความสำเร็จล้วนมีจุดร่วมที่สำคัญ คือ การให้ความสำคัญกับประชาชนในฐานะศูนย์กลางของการพัฒนา โดยมีการออกแบบระบบที่กระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมใหม่ เช่น การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การเดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชนหรือจักรยาน การคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง และการใช้เทคโนโลยีเพื่อแจ้งข้อมูลเชิงสิ่งแวดล้อมแก่ประชาชนอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นเมืองอัจฉริยะที่ยั่งยืนจึงต้องเป็นเมืองที่สามารถผสานเทคโนโลยีเข้ากับนโยบายและการออกแบบพื้นที่เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมของประชาชนในทิศทางที่เอื้อต่อเป้าหมายด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนและการสร้างความเปลี่ยนแปลงจากภายในไม่ใช่เพียงการพึ่งพานวัตกรรมจากภายนอกเท่านั้น

2.2.3 งานที่ศึกษาเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์

การพัฒนาเมืองอัจฉริยะกลายเป็นแนวทางสำคัญที่หลายประเทศทั่วโลกให้ความสำคัญ โดยเฉพาะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์ ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้นำด้านการพัฒนาเมืองอัจฉริยะในภูมิภาคเอเชีย วรรณกรรมและงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษากรณีของสองประเทศนี้มีความหลากหลาย แต่โดยภาพรวมมักมุ่งเน้นไปที่องค์ประกอบหลักของการพัฒนาเมืองในมิติที่เชื่อมโยงระหว่างเทคโนโลยี การบริหารจัดการเมือง และคุณภาพชีวิตของประชาชน

งานศึกษาหลายชิ้นให้ความสำคัญกับการทำความเข้าใจบทบาทของเทคโนโลยีในการขับเคลื่อนระบบการทำงานของเมือง ตั้งแต่โครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลที่เชื่อมโยงกับ IoT ไปจนถึงขีดความสามารถในการวิเคราะห์และตัดสินใจของระบบ AI และการใช้ประโยชน์จาก Big Data เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการสาธารณะ การจัดการจราจร การใช้พลังงาน และความปลอดภัยในชีวิตประจำวันของประชาชน (Chourabi et al., 2012) การศึกษาเหล่านี้ยังชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาโครงข่ายการสื่อสารความเร็วสูง เช่น 5G และ edge computing ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญของรับนวัตกรรมในอนาคต (International Trade Administration, 2024; Ministry of Internal Affairs and Communications, 2020) ในส่วนของการบริหารจัดการเมือง งานวิจัยจำนวนมากเน้นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบการบริหารจัดการที่เป็นหัวใจสำคัญในการนำเทคโนโลยีไปสู่การปฏิบัติจริง โดยเฉพาะการกำหนดยุทธศาสตร์เมืองอัจฉริยะที่มีเป้าหมายชัดเจน การจัดตั้งหน่วยงานเฉพาะกิจ เช่น Smart Nation and Digital Government Office (SNDGO) ในสิงคโปร์ หรือโครงการเชิงพื้นที่อย่าง Fujisawa Sustainable Smart Town ในญี่ปุ่น ซึ่งเป็นการบูรณาการภาครัฐ เอกชน และประชาสังคมเข้าด้วยกันในกระบวนการวางแผนและดำเนินนโยบาย (Kominos, 2014; Suzuki et al., 2015)

งานวิจัยบางส่วนชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของหลักธรรมาภิบาล (good governance) ความโปร่งใส (transparency) และการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน (citizen participation) ในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ โดยเฉพาะในบริบทของการสร้างความเชื่อมั่นและการเพิ่มความยั่งยืนของนโยบาย ตัวอย่างเช่น สิงคโปร์มีการใช้ระบบ e-participation

เพื่อเปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วมเสนอความคิดเห็นต่อการออกแบบเมือง และตรวจสอบการดำเนินงานของภาครัฐผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล (Tan & Taeihagh, 2020) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความเชื่อมั่นและความยั่งยืนในการพัฒนา

งานที่ศึกษาเกี่ยวกับเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์ ส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ ได้แก่ เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในระบบต่าง ๆ ของเมือง ระบบการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ นโยบายด้านสิ่งแวดล้อมที่สนับสนุนการพัฒนาอย่างยั่งยืน ระบบขนส่งมวลชนและโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมที่ทันสมัย รวมถึงการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในมิติด้านสาธารณสุข ความปลอดภัย ความสะดวกสบาย และการเข้าถึงบริการสาธารณะอย่างทั่วถึงและเท่าเทียม ทั้งนี้ วรรณกรรมเหล่านี้มักจะเน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีกับการจัดการเมืองเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการดำรงชีวิตของประชาชนในระยะยาว

2.2.4 งานที่ศึกษาการพัฒนา กับ สิ่งแวดล้อม

งานที่ศึกษาการพัฒนา กับ สิ่งแวดล้อม แบ่งเป็น 2 แง่มุม โดยแง่มุมแรกเป็นการวิพากษ์ความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาและสิ่งแวดล้อม โดยมองว่า สิ่งแวดล้อมเป็นเครื่องเช่นความเจริญ ซึ่งการพัฒนาเป็นสิ่งที่ไม่สามารถดำเนินการควบคู่ได้กับการรักษาสภาพแวดล้อมและจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและคุณภาพชีวิตของประชาคมโลก กล่าวคือ สิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยที่ถูกแลกเปลี่ยนเพื่อรองรับความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันเป็นผลมาจากการพัฒนาเศรษฐกิจเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนาที่ต้องการเป็นผู้นำทางเศรษฐกิจและสังคมซึ่งมักให้ความสำคัญกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจและการแสวงหาผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจมากกว่าการคำนึงถึงความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ตลอดจนกระบวนการพัฒนาเศรษฐกิจที่ขาดการคำนึงถึงผลกระทบในระยะยาว ซึ่งนำไปสู่การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างเกินขีดจำกัด (วินัย วีระวัฒนานนท์, 2541, น. 40-41)

การพัฒนาเมืองเพื่อก้าวเข้าสู่เมืองอัจฉริยะจึงไม่ใช่แนวคิดที่สร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการใช้เทคโนโลยีส่งผลกระทบต่อ การดำรงชีวิต ถึงแม้ว่า เทคโนโลยีเอื้ออำนวยความสะดวกและมีบทบาทในการยกระดับคุณภาพชีวิตของมนุษย์ให้ดียิ่งขึ้น แต่ในขณะเดียวกัน ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอาจจะนำไปสู่ความเสื่อมถอยคุณภาพของสิ่งแวดล้อม (คณะกรรมการวิชาการสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและชีวิต ศูนย์วิชาการบูรณาการ หมวดวิทยาศาสตร์ทั่วไป, 2557, น. 107) เนื่องด้วยการเปลี่ยนแปลงข้อมูลรูปแบบกายภาพเป็นรูปแบบดิจิทัล (Digitization) มักมาพร้อมกับต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากการเปลี่ยนดังกล่าวจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น เซิร์ฟเวอร์ (Server) และฮาร์ดแวร์ (Hardware) โดยกระบวนการผลิตอุปกรณ์เหล่านี้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในหลายด้าน อีกทั้งยังใช้วัสดุหายากในการผลิต เช่น ลิเทียม (Lithium) หรือแร่ธาตุหายากอื่น ๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศท้องถิ่นอันเนื่องมาจากการทำเหมือง ทั้งนี้ หากอุปกรณ์ดังกล่าวหมดอายุการใช้งานนำไปสู่ปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ (E-waste) (Martinez, 2023, p. 1) ซึ่งถือ

ว่าเป็นความท้าทายในการจัดการปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในอนาคต อีกทั้งการเก็บข้อมูลดิจิทัลในศูนย์ข้อมูล (Data Centers) ยังต้องใช้พลังงานจำนวนมาก ทั้งในส่วนของการประมวลผลและการระบายความร้อนส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น ใน ค.ศ. 2019 กิจกรรมที่ถูกขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลได้ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงถึงร้อยละ 4 สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมที่ถูกขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลกลายเป็นผู้ปล่อยก๊าซรายสำคัญ (Martinez, 2023, pp. 2-3)

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีถือว่ามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน แต่กลับถูกมองว่าเป็นตัวเร่งให้เกิดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในอัตราที่สูงขึ้น ตลอดจนส่งเสริมการผลิตและการบริโภคที่ไม่ยั่งยืน ซึ่งส่งผลให้ปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มลพิษทางอากาศและแหล่งน้ำ การตัดไม้ทำลายป่า การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น (คณะกรรมการวิชาการสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและชีวิต ศูนย์วิชาการบูรณาการหมวดวิชาศึกษาทั่วไป, 2557, 32) ขณะที่ประเทศต่าง ๆ ยังคงมุ่งเน้นไปที่การส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นหลัก โดยให้ความสำคัญกับประเด็นความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมรองลงมา ขณะที่การนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้เพื่อสร้างความยั่งยืนในเมืองอัจฉริยะยังคงเผชิญกับความท้าทายหลายประการ เช่น งบประมาณ ความซับซ้อนของการจัดการข้อมูล ความน่าเชื่อถือของข้อมูล ต้นทุนในการติดตั้งและบำรุงรักษา (Bibri, 2018) รวมไปถึงการพัฒนาแนวทางการบริหารจัดการนโยบายที่รองรับต่อการเปลี่ยนผ่านไปสู่เมืองอัจฉริยะ สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้โอกาสในการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและสร้างความสมดุลระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติยังคงถูกจำกัด

แง่มุมที่สองมองว่า การพัฒนาทางเศรษฐกิจกับการรักษาสิ่งแวดล้อมสามารถดำเนินควบคู่ไปด้วยกันได้ เพื่อให้เกิดความยั่งยืนในระยะยาว โดยมองว่า เมืองอัจฉริยะมีฐานะเป็นกลไกที่สำคัญในการส่งเสริมความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพและการลดผลกระทบจากมลพิษต่าง ๆ (Brauer et al., 2015, pp. 3-4) จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า งานส่วนใหญ่ได้กล่าวถึงการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในโครงสร้างพื้นฐานของเมืองอัจฉริยะ โดยเฉพาะการใช้ IoT และการวิเคราะห์ข้อมูลมหัต (Big Data Analytics) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติรวมถึงลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม (Bibri, 2018) และมีการใช้ระบบสารสนเทศ (Information Systems: IS) ในการขับเคลื่อนความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากกิจกรรมในเมืองเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นการคมนาคม การใช้พลังงาน การขยายตัวของเมือง เป็นต้น

บริบทดังกล่าวส่งผลให้เกิดแนวคิดระบบสารสนเทศสีเขียว (Green Information Systems) ซึ่งเป็นระบบที่ถูกออกแบบและใช้งานสำหรับการจัดเก็บข้อมูล การวางแผน และตัดสินใจเพื่อสนับสนุนการพัฒนาอย่างยั่งยืนและช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว (Brauer et al., 2015, pp. 4, 14-15) ดังนั้นการสร้าง ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในเมืองอัจฉริยะจึงเน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสีเขียว (Green Information Technology)

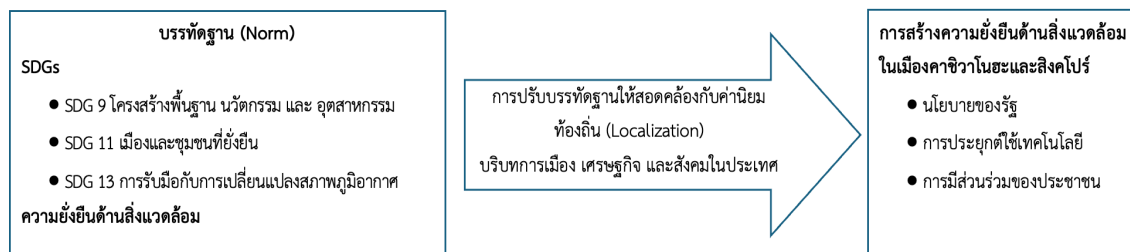
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ลดผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ และสนับสนุนการพัฒนาอย่างยั่งยืนในระยะยาว ขณะที่การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองกลายเป็นแนวทางสำคัญในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวสามารถลดผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อมและเสริมสร้างความสมดุลระหว่างการพัฒนาเมืองและการอนุรักษ์ธรรมชาติ เช่น การลดมลภาวะทางเสียงและทางอากาศ การเพิ่มความสามารถในการกักเก็บก๊าซคาร์บอนและช่วยลดปริมาณคาร์บอนในชั้นบรรยากาศ (Ababneh, 2023, pp. 339-340; Hui et al., 2023) ตลอดจนส่งเสริมสุขภาพกายและจิตใจของประชาชน ด้วยเหตุนี้ เมืองต่าง ๆ จึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อก้าวเข้าสู่เมืองอัจฉริยะอย่างเต็มรูปแบบ โดยเฉพาะการขยายพื้นที่สีเขียว เนื่องด้วยแนวทางดังกล่าวใช้งบประมาณค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับวิธีการอื่น ๆ และถือว่ามีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ดังนั้นแนวคิดเมืองอัจฉริยะจึงถูกมองว่าเป็นกลไกสำคัญในการส่งเสริมความยั่งยืน เนื่องจากเมืองมุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของทรัพยากร ลดมลภาวะ และสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการอยู่อาศัยในระยะยาว

การทบทวนวรรณกรรม พบว่า งานส่วนใหญ่มุ่งวิเคราะห์ปัจจัยที่ผลต่อความสำเร็จ อุปสรรค และแนวทางการพัฒนาเมืองอัจฉริยะสู่ความยั่งยืน โดยการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการปรับใช้ SDGs เพื่อสร้างความยั่งยืนได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวยังคงมีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะงานศึกษาที่มีลักษณะเปรียบเทียบระหว่างเมืองอัจฉริยะในบริบทที่แตกต่างกัน เช่น เมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ ซึ่งทั้งสองกรณีศึกษามีการขับเคลื่อน SDGs ด้วยกลยุทธ์และเครื่องมือที่แตกต่างกันตามบริบททางเศรษฐกิจ สังคม และการบริหารจัดการ เพื่อเสริมสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในแบบเฉพาะตามบริบทของเมืองและสังคม

ช่องว่างทางวิชาการดังกล่าวสะท้อนถึงความจำเป็นในการศึกษาวิธีการปรับใช้ SDGs เข้ากับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ ทั้งในแง่นโยบายของภาครัฐ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี และกลไกการมีส่วนร่วมของประชาชน ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในระยะยาว การศึกษาดังกล่าวมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่สามารถปรับใช้ได้กับเมืองอัจฉริยะในบริบทที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมการพัฒนาเมืองที่ไม่เพียงแต่มุ่งเน้นการเติบโตทางเทคโนโลยีเท่านั้น หากแต่ยังสามารถรักษาความสมดุลระหว่างเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างแท้จริง

2.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

แนวคิดและการทบทวนวรรณกรรมที่ได้นำเสนอไปข้างต้นสามารถนำมาสร้างตัวแบบในการวิเคราะห์องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในบริบทของเมืองอัจฉริยะดังนี้



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ที่มา: ผู้วิจัย

แผนภาพประกอบข้างต้นสะท้อนให้เห็นถึงการนำบรรทัดฐานสากลอย่าง SDGs และความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมที่ถูกปรับให้เข้ากับบริบทท้องถิ่น โดยงานวิจัยฉบับนี้ให้ความสำคัญกับ SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม SDG 11 เมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน และ SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งล้วนเป็นเป้าหมายหลักที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการพัฒนาเมืองในมิติสภาพแวดล้อมอย่างยั่งยืน

SDGs และความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมเป็นบรรทัดฐานที่ถูกนำมากำหนดเป็นกรอบแนวทางในการประเมินและออกแบบนโยบายเพื่อขับเคลื่อนเมืองอัจฉริยะให้สามารถรับมือกับความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อม ทั้งในเชิงการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการส่งเสริมโครงสร้างพื้นฐานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งถูกนำมาปรับและตีความใหม่ให้สอดคล้องกับบริบททางสังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ และนโยบายในของเมือง เพื่อให้การดำเนินนโยบายสามารถตอบสนองต่อปัญหาเชิงโครงสร้างที่มีอยู่จริงในพื้นที่นั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมืองคาซาวาโนะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ได้ตีความและนำบรรทัดฐานข้างต้นมาปรับสู่นโยบายของภาครัฐ โดยมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและการมีส่วนร่วมของประชาชนในการขับเคลื่อนทิศทางและพัฒนาเมืองให้สอดคล้องกับบรรทัดฐานดังกล่าว อย่างไรก็ตาม กระบวนการปรับบรรทัดฐานให้สอดคล้องกับค่านิยมท้องถิ่นจำเป็นต้องพิจารณาบริบททางการเมือง เศรษฐกิจ และสังคมของแต่ละพื้นที่อย่างรอบด้าน เพื่อให้การพัฒนาเกิดความเหมาะสมและยั่งยืนในระยะยาว

แผนภาพข้างต้นจึงสามารถใช้เป็นกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์กระบวนการปรับใช้ SDGs เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมภายใต้บริบทเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งมีการศึกษาในเชิงเปรียบเทียบระหว่างเมืองคาซาวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ เพื่อถอดบทเรียนที่สำหรับการออกแบบเป็นข้อเสนอเชิงนโยบายที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยในการส่งเสริมและพัฒนาเมืองอัจฉริยะที่มุ่งเน้นความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นรูปธรรม



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดเมืองอัจฉริยะกับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมและวิเคราะห์การนำ SDGs มาปรับใช้ในเมืองอัจฉริยะเพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์ โดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์เปรียบเทียบกรณีศึกษาระหว่างเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ ซึ่งทั้งสองเมืองเป็นต้นแบบที่มีนโยบายและแนวทางในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะอย่างเป็นระบบ และมีการบูรณาการ SDGs เพื่อยกระดับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมอย่างชัดเจน โดยเนื้อหาในบทนี้แบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) การออกแบบการวิจัย 2) ประเภทข้อมูลและแหล่งข้อมูล และ 3) การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การออกแบบการวิจัย

ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพผ่านการวิเคราะห์เอกสาร (Documentary Analysis) และวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยทำการสืบค้นและรวบรวมข้อมูลครอบคลุมทั้งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากเอกสารหลากหลายประเภท เช่น เอกสารทางวิชาการ บทความวิจัย วารสาร รายงานเชิงนโยบาย ข่าวสาร และแหล่งข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะทั้งสองแห่ง รวมถึงแนวทางการประยุกต์ใช้ SDGs โดยเฉพาะในมิติที่เกี่ยวข้องกับ SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม SDG 11 เมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน และ 3) SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เชิงเนื้อหา โดยจัดทำเป็นตารางเปรียบเทียบ (Comparative Table) เพื่อแสดงให้เห็นความเหมือนและความแตกต่างของแนวทางการประยุกต์ใช้ SDGs ในบริบทของแต่ละเมือง โดยคำนึงถึงบริบททางภูมิศาสตร์ นโยบายภาครัฐ และกลไกการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ผลจากการวิจัยจะช่วยให้เห็นภาพรวมของแนวปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมในระดับเมือง ซึ่งสามารถนำไปสู่การสังเคราะห์ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อประยุกต์ใช้กับบริบทของประเทศไทย อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเมืองอัจฉริยะที่ยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในอนาคต

3.2 ประเภทของข้อมูลและแหล่งข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาแนวคิดเมืองอัจฉริยะกับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมและวิเคราะห์การนำ SDGs มาปรับใช้ในเมืองอัจฉริยะเพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดประเภทของข้อมูลไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อให้เป็นแนวทางในการสืบค้นข้อมูลให้ครอบคลุมและหลากหลายในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและเชื่อถือได้ โดยอาศัยแหล่งข้อมูลทางวิชาการที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล เช่น ฐานข้อมูล Google Scholar และ Scopus ซึ่งเป็นแหล่งรวบรวมบทความวิจัยและวารสารวิชาการที่มีมาตรฐาน นอกจากนี้ ยังได้มีการสืบค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ของหน่วยงานภาครัฐ เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์นโยบายหรือข้อมูลสถิติที่เกี่ยวข้อง นอกเหนือจากนี้ ยังได้นำเทคโนโลยี เช่น ChatGPT และ Google Gemini มาใช้ในการช่วยสืบค้นและแปลภาษาข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็นข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิดังนี้

3.2.1 ประเภทข้อมูลปฐมภูมิ

แม้การวิจัยครั้งนี้จะเน้นการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิเป็นหลัก แต่ผู้วิจัยได้นำข้อมูลปฐมภูมิที่จัดเก็บและเผยแพร่โดยองค์กรระหว่างประเทศ หน่วยงานของรัฐบาล และองค์กรพัฒนาเมืองอัจฉริยะมาใช้ประกอบการศึกษาในบางส่วน โดยเฉพาะข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์จากการดำเนินโครงการจริง เช่น รายงานผลการดำเนินงานประจำปี รายงานการประชุมเวทีระหว่างประเทศ เอกสารสรุปเชิงนโยบายจากเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ ทั้งนี้ ข้อมูลดังกล่าวถือเป็นข้อมูลปฐมภูมิที่มีความน่าเชื่อถือสูง และสะท้อนมุมมองของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการขับเคลื่อนเมืองอัจฉริยะอย่างแท้จริง จึงถูกนำมาใช้เพื่อเสริมความถูกต้องและทันสมัยของการวิเคราะห์แนวทางการประยุกต์ใช้ SDGs ในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม

ตัวอย่างแหล่งข้อมูล อาทิ เว็บไซต์หรือรายงานขององค์การสหประชาชาติที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อน SDGs เว็บไซต์ของหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับนโยบาย เช่น Government of Singapore, Singapore Government Developer Portal, Smart Nation Singapore, Ministry of Foreign Affairs of Japan หรือสถานเอกอัครราชทูตญี่ปุ่นประจำไทย เป็นต้น หรือเว็บไซต์ของหน่วยงานที่ดำเนินการเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐาน เช่น Urban Redevelopment Authority (URA) ของสิงคโปร์ และ Mitsui Fudosan (ในกรณีของเมืองคาซาวานะ) เป็นต้น

3.2.2 ประเภทข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลทุติยภูมิเป็นข้อมูลหลักที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งได้มาจากการสืบค้นเอกสาร และแหล่งข้อมูลที่มีการเผยแพร่แล้ว โดยจำแนกออกเป็น 2 หมวดหมู่หลักตามประเด็นที่ศึกษาดังต่อไปนี้

1) แนวคิดเมืองอัจฉริยะกับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม

ประเด็นนี้มุ่งศึกษาพื้นฐานทางทฤษฎี แนวคิด และกรอบการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะและความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาจากเอกสารวิชาการระดับสากล บทความวิจัย งานเขียนของผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนเอกสารจากองค์กรระหว่างประเทศ เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับกรอบแนวคิดที่เป็นรากฐานของการพัฒนาเมืองอัจฉริยะในบริบทของความยั่งยืน หนึ่งในเอกสารสำคัญที่นำมาใช้ในการศึกษา ได้แก่ บทความวิจัยเรื่อง Smart cities in Europe ของ Andrea Caragliu, Chiara Del Bo และ Peter Nijkamp (2011) ซึ่งนับเป็นงานชิ้นแรก ๆ ที่ได้เสนอคำจำกัดความของเมืองอัจฉริยะในเชิงวิชาการ อีกทั้งบทความนี้เป็นจุดเริ่มต้นสำคัญที่วางรากฐานด้านแนวคิดเมืองอัจฉริยะในยุโรปและทั่วโลก

2) กระบวนการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะผ่านกรณีศึกษาเมืองคาชิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์

ประเด็นนี้มุ่งศึกษาลักษณะและกระบวนการดำเนินการเชิงนโยบายและการปฏิบัติที่นำไปสู่การพัฒนาเมืองอัจฉริยะ โดยพิจารณาจากนโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี และความร่วมมือของประชาชนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเมืองคาชิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ ด้วยการวิเคราะห์เอกสารจากรายงานของหน่วยงานภาครัฐ บริษัทเทคโนโลยี และเอกสารที่เผยแพร่ของเมืองคาชิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ เช่น รายงาน Kashiwa-no-ha Smart City โดย Mitsui Fudosan ซึ่งระบุถึงแผนแม่บท แนวทางการพัฒนา และการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน หรือรายงานจาก SNDGO ของประเทศสิงคโปร์ ซึ่งแสดงให้เห็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ เช่น การคมนาคม พลังงาน และบริการสาธารณะ เป็นต้น

3.3 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่รวบรวมจากแหล่งต่าง ๆ ข้างต้นจะถูกนำมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยใช้กรอบแนวคิดของ SDGs เพียง 3 เป้าหมายหลัก ได้แก่ 1) SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม ภายใต้เป้าหมายย่อยที่ 9.4. ส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและอุตสาหกรรมให้มีความยั่งยืน 2) SDG 11 เมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน ภายใต้เป้าหมายย่อยที่ 11.2 การเข้าถึงระบบคมนาคมขนส่งที่ปลอดภัยและเป้าหมายย่อยที่ 11.7 การเข้าถึงพื้นที่สาธารณะสีเขียวที่ปลอดภัยครอบคลุมและเข้าถึงได้โดยถ้วนหน้า และ 3) SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภายใต้เป้าหมายย่อยที่ 13.1 เสริมภูมิทัศน์ด้านทุนและขีดความสามารถในการปรับตัวต่ออันตรายและภัยพิบัติทางธรรมชาติ และเป้าหมายย่อยที่ 13.2 บูรณาการมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในนโยบายและการวางแผนระดับชาติ เป็นหลักในการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล

เพื่อเปรียบเทียบวิธีการประยุกต์ใช้ SDGs ในเมืองอัจฉริยะของเมืองควาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม

ผลการวิเคราะห์จะถูกนำเสนอในรูปแบบของตารางเปรียบเทียบเพื่อแสดงให้เห็นถึงแนวทาง กลยุทธ์ และเครื่องมือที่แต่ละเมืองใช้ในการปรับใช้ SDGs เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะ ทั้งนี้เพื่อให้เห็นภาพรวมของความเหมือนและความแตกต่างระหว่างกรณีศึกษาทั้งสองเมือง โดยเน้นปัจจัยด้านนโยบาย เทคโนโลยี และการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน

การนำเสนอในรูปแบบดังกล่าวจะช่วยให้สามารถสรุปและอภิปรายผลการศึกษารายอย่างเป็นระบบ โดยวิเคราะห์จุดแข็ง ข้อจำกัด และเงื่อนไขความสำเร็จของแต่ละเมือง และท้ายที่สุดจะนำไปสู่การจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะภายใต้กรอบความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในบริบทของประเทศไทย โดยข้อเสนอแนะดังกล่าวจะครอบคลุมถึงแนวทางการกำหนดนโยบาย การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม การบริหารจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน และการสร้างความร่วมมือจากทุกภาคส่วนในสังคม

บทที่ 4

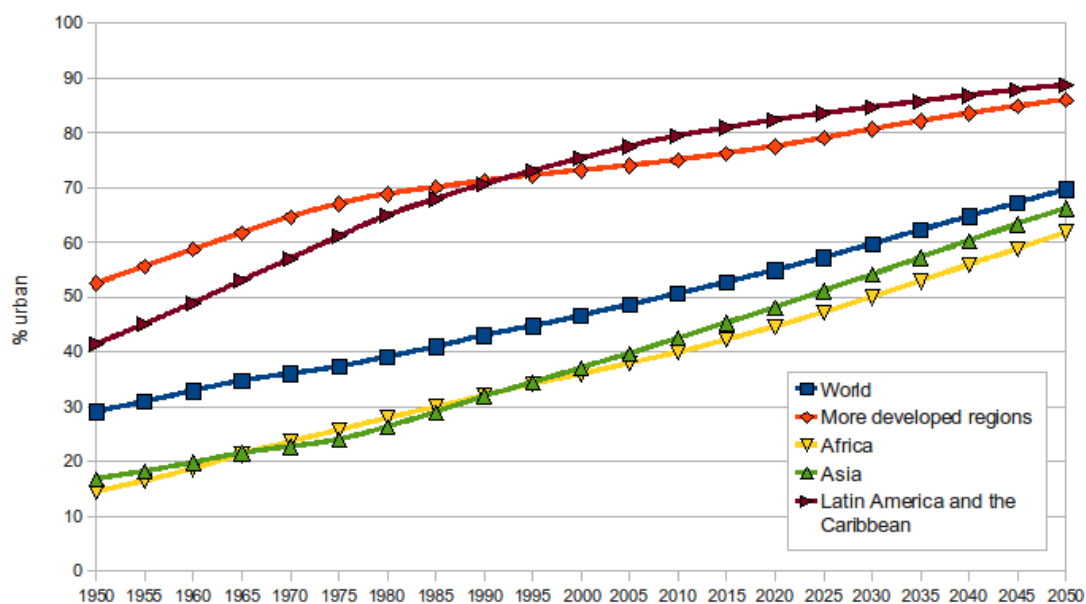
ผลการศึกษา

บทนี้จะนำเสนอผลการศึกษาและเปรียบเทียบการนำ SDGs มาปรับใช้เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะ โดยแบ่งประเด็นตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) เมืองอัจฉริยะกับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม 2) กระบวนการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะผ่านกรณีศึกษาเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ และ 3) การปรับใช้เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนเพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1. เมืองอัจฉริยะกับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม

เมืองอัจฉริยะเป็นแนวคิดในการพัฒนาเมืองที่ถูกกล่าวถึงอย่างแพร่หลายในแวดวงวิชาการด้านการผังเมืองและถูกนำมาปรับใช้เป็นวิสัยทัศน์ในการพัฒนาเมืองในหลายประเทศทั่วโลก (อุมาภรณ์ บุญไชย, 2561, น. 3113) โดยแรงผลักดันที่ก่อให้เกิดการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ คือ การที่เมืองต่าง ๆ กำลังเผชิญกับวิกฤตการณ์ที่ทวีความรุนแรงมากขึ้นจากหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากร และการขยายตัวของเมืองอย่างต่อเนื่อง ความท้าทายเหล่านี้ไม่เพียงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบเศรษฐกิจเท่านั้น หากแต่ยังแผ่ขยายผลกระทบไปถึงโครงสร้างทางสังคมและการเมือง ทั้งในระดับประเทศและระดับระหว่างประเทศ นำไปสู่รูปแบบใหม่ของปัญหาด้านความมั่นคงที่ต้องรับมือและแก้ไขอย่างจริงจัง

องค์การสหประชาชาติ (United Nation: UN) คาดการณ์ว่า ภายในปี ค.ศ. 2050 ประชากรโลกประมาณร้อยละ 70 จะอาศัยอยู่ในเขตเมือง (urban area) ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณร้อยละ 20 เมื่อเทียบกับในปัจจุบัน (United Nations, n.d.-b) ขณะเดียวกัน แนวโน้มการเคลื่อนย้ายประชากรจากพื้นที่ชนบทสู่เขตเมืองเพื่อแสวงหาโอกาสทางเศรษฐกิจยังคงเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (โครงการเครือข่ายเมืองในเอเชียเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และโครงการเสริมสร้างการรับมือของเมืองกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, 2559, น. 45) ทั้งนี้ แม้พื้นที่เมืองทั่วโลกรวมกันมีเพียงร้อยละ 3 ของพื้นที่เหนือน้ำบนโลกทั้งหมด (อรรถพร จงรักศักดิ์ และกฤษฎากร คเชนทร์ชัย, 2564, น. 272) แต่ต้องรองรับกับแนวโน้มจำนวนประชากรที่คาดว่าจะเพิ่มสูงขึ้นถึง 1 หมื่นล้านคนในอนาคต (ปีปีชี นิวส์, 2567) ประกอบกับแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตเมืองเมื่อจำแนกตามภูมิภาคก็แสดงให้เห็นถึงการขยายตัวของเขตเมืองในระดับโลก ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2



ภาพ 2 แนวโน้มของประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตเมือง ค.ศ. 1950-2025
(จำแนกเป็นภูมิภาค)

ที่มา: Christoph Mandl และ Theresa Kirschner
(Mandl & Kirschner, 2014)

การคาดการณ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า เมืองต่าง ๆ มีแนวโน้มในการขยายตัวของเมืองอย่างไร้ทิศทาง (urban sprawl) และมีโอกาสที่จะประสบกับปัญหาความหนาแน่นของประชากรสูง ขณะที่พื้นที่ในเขตเมืองมีส่วนการใช้พลังงานประมาณร้อยละ 60-80 ของปริมาณการใช้พลังงานทั่วโลก เพื่อรองรับกับกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม ทำให้การขยายตัวของเมืองมีความจำเป็นและท้าทายอย่างมาก โดยธรรมชาติของมนุษย์ทุกคนต่างต้องการมีสุขภาพแข็งแรง มีความปลอดภัย และคุณภาพชีวิตที่ดี แต่เนื่องด้วยการใช้ชีวิตของสังคมเมืองในปัจจุบันประกอบกับทรัพยากรที่มีอย่างจำกัด ทำให้เมืองไม่อาจจะตอบสนองความต้องการได้อีกต่อไป (อรรถพร จงรักศักดิ์ และกฤษฎดากร คเชนทร์ชัย, 2564, น. 273) ด้วยเหตุนี้การเติบโตของประชากรและการขยายตัวของเมืองอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ความต้องการใช้ทรัพยากรสำหรับกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนปริมาณการปล่อยของเสียและมลพิษที่เป็นผลจากกิจกรรมดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (สุธี อนันต์สุขสศรี, 2563)

การจัดการความท้าทายดังกล่าวจึงเป็นเรื่องที่ต้องได้รับการดำเนินการแก้ไขอย่างเร่งด่วน หากรัฐบาลไม่สามารถวางนโยบายและแผนการพัฒนาเมืองเพื่อตอบสนองต่อความท้าทายดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม ความท้าทายดังกล่าวจะทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น และส่งผล

กระทบเชิงลบต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจจะกลายเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนในระยะยาว ด้วยเหตุนี้ การพัฒนาเมืองภายใต้แนวคิดเมืองอัจฉริยะ จึงเป็นหนึ่งในทางออกสำคัญ เพื่อออกแบบเมืองที่สามารถรองรับกับความท้าทายดังกล่าวซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้ามาจัดการและทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการต่าง ๆ และสร้างความยั่งยืนให้กับเมืองในระยะยาว

เมืองอัจฉริยะมีฐานคิดมาจากการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่เน้นการสร้างสมดุลระหว่างเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม และส่งเสริมบทบาทของเมืองในฐานะศูนย์กลางที่ส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจและการพัฒนาโครงสร้างพื้นที่โดยรอบ (King, 2020) ตลอดจนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อยกระดับประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเมืองควบคู่ไปกับการสร้างความสมดุลระหว่างเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาเมืองที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของประชากรในปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกายภาพในการดำรงชีวิตของคนรุ่นหลัง (Caragliu et al., 2011) และสามารถรองรับกับความท้าทายที่เป็นผลมาจากความมั่นคงรูปแบบใหม่ เช่น การเติบโตของประชากรที่รวดเร็ว การขยายตัวของเมืองอย่างต่อเนื่อง และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งส่งผลให้เมืองต้องเผชิญกับความเสี่ยงที่หลากหลายและซับซ้อนมากยิ่งขึ้น โดยเนื้อหาในส่วนถัดไปแบ่งการนำเสนอเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) มุมมองและองค์ประกอบของเมืองอัจฉริยะ และ 2) การสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 มุมมองและองค์ประกอบของเมืองอัจฉริยะ

มุมมองเมืองอัจฉริยะจะแตกต่างกันตามบริบทของแต่ละพื้นที่และแนวทางการพัฒนาเมือง ซึ่งถูกกำหนดด้วยปัจจัยทางเทคโนโลยี โครงสร้างพื้นฐาน สังคม วัฒนธรรม และนโยบายของภาครัฐ โดยการพัฒนาเมืองอัจฉริยะมุ่งเน้นไปที่การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเมือง ยกกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน และส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืน จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า เมืองอัจฉริยะสามารถแบ่งออกเป็น 3 มุมมองดังนี้

แง่เทคโนโลยี (technology) มองว่า เมืองอัจฉริยะมักเชื่อมโยงเข้าด้วยกันกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมต่าง ๆ ผ่านระบบเครือข่ายข้อมูลที่ครอบคลุมทั่วทั้งเมือง เช่น IoT, AI, Big Data เป็นต้น (สุธี อนันต์สุขศรี, 2563; Nguyen et al., 2024) ระบบดังกล่าวเอื้อให้เกิดการแลกเปลี่ยนและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานของเมือง เช่น การคมนาคมอัจฉริยะ อาคารอัจฉริยะ (Smart Building) บ้านอัจฉริยะ (Smart Home) (Aldegheishem, 2019, p. 58) เป็นต้น ตลอดจนแพลตฟอร์มดิจิทัลที่ช่วยให้ประชาชนสามารถมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Xie et al., 2002)

แง่ทรัพยากรมนุษย์ (human resources) มองว่าเมืองที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบและตอบสนองต่อความต้องการของประชาชน เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตและส่งเสริมการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน โดยมีประชาชน การศึกษา และความรู้เป็นตัวขับเคลื่อนหลัก พร้อมทั้งมีโครงสร้างพื้นฐานทางสังคมที่เอื้อต่อการบูรณาการองค์ความรู้และให้ความสำคัญกับทุนทางปัญญา (intellectual capital) และทุนทางสังคมที่เกิดขึ้นจากประชากรที่ชาญฉลาด เพื่อดึงดูดบุคลากรที่มีการศึกษาและทักษะสูงมาร่วมพัฒนาเมือง (สุธี อนันต์สุขศรี, 2563; DeAngelis, 2014)

แง่ความร่วมมือ (collaboration) มองว่า เมืองที่มีเป้าหมายร่วมกันในการพัฒนาและแก้ไขปัญหาในเมืองอย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และประชาชน เมืองอัจฉริยะจะประสบความสำเร็จได้ต่อเมื่อมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเข้ากับนโยบายการบริหารเมืองอย่างเหมาะสม ควบคู่ไปกับการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการกำหนดทิศทางการพัฒนาเมือง เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการที่แท้จริงของประชาชนและนำไปสู่การพัฒนาเมืองที่ยั่งยืน (ภาฝัน จิตต์มิตรภาพ และคณะ, 2565, น. 200; สุธี อนันต์สุขศรี, 2563)

องค์ประกอบของเมืองอัจฉริยะมีความหลากหลายและแตกต่างกันไปตามบริบทของพื้นที่และมุมมองของแต่ละสังคม อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า แนวทางการพัฒนาเมืองอัจฉริยะในภาพรวมมักให้ความสำคัญกับการเสริมสร้างโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการเสนอให้องค์ประกอบของเมืองอัจฉริยะครอบคลุม 4 ด้านหลักดังนี้

1) ด้านเศรษฐกิจอัจฉริยะ คือ การพัฒนาเมืองอัจฉริยะต้องมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจที่สอดคล้องกับบริบทของพื้นที่ โดยมุ่งเน้นการสร้างรายได้แก่ประชาชนและการพัฒนาเมืองให้เป็นฐานการผลิตเชิงอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ ซึ่งจะก่อให้เกิดผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจทั้งในระยะสั้นและเป็นรากฐานของงบประมาณสำหรับการบริหารจัดการเมืองในระยะยาว (นพนนท์ ตาปนานนท์, 2561, น. 4) นอกจากนี้ เมืองอัจฉริยะควรส่งเสริมการดำเนินการธุรกิจและธุรกรรมทางเศรษฐกิจ (economic transaction) ผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น การให้ระบบการเงินดิจิทัล (digital finance) ในการประกอบธุรกิจทางการเงิน การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อลดต้นทุนการผลิต ตลอดจนสนับสนุนรายได้ให้ภาคการเกษตรกรรมผ่านแพลตฟอร์มอัจฉริยะ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาที่สมดุลและยั่งยืนในทุกภาคส่วน (ภาสกร ประถมบุตร และสมชัย บวรกิตติ, 2560)

2) ด้านสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ คือ การพัฒนาเมืองอัจฉริยะต้องมีบทบาทในการสร้างสภาพแวดล้อมเมืองที่น่าอยู่อาศัย ปลอดภัย และเป็นมิตรต่อการรักษา สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ เพื่อให้เกิดการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนในเชิงกายภาพ โดยมุ่งเน้นการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อคุณภาพชีวิตที่ดีผ่านการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งต้องสร้างเมืองที่มีการใช้พลังงานสะอาดและสามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นพนนท์ ตาปนานนท์, 2561, น. 4; Caragliu et al., 2011)

3) ด้านการคมนาคมอัจฉริยะ คือ การพัฒนาเมืองที่มุ่งเน้นการยกระดับระบบคมนาคมให้มีความสะดวกสบายและความปลอดภัยในการเดินทาง ควบคู่กับการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ลดมลพิษ และลดอุบัติเหตุบนท้องถนน ตลอดจนพัฒนาแพลตฟอร์มสำหรับการให้บริการข้อมูลด้านการเดินทาง (นพพันธ์ ตาปนานนท์, 2561, น. 4; สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, ม.ป.ป.-b)

4) ด้านการบริหารจัดการอัจฉริยะ คือ การพัฒนาขีดความสามารถของหน่วยงานในภาครัฐและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพในการบริหารจัดการและตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นการพัฒนาแพลตฟอร์มให้ประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัย ตลอดจนเปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและสะท้อนข้อเสนอแนะต่อหน่วยงานภาครัฐเพื่อนำความคิดเห็นเหล่านั้นไปใช้ในการพัฒนานโยบายและการให้บริการในอนาคต (สรายุทธ ทรัพย์สุข, ม.ป.ป.; Worakittimalee et al., 2024)

งานวิจัยบางส่วนได้เสนอองค์ประกอบเพิ่มเติมจากที่กล่าวข้างต้น เช่น ประชาชนอัจฉริยะ คุณภาพชีวิตอัจฉริยะ (Smart Living) พลังงานอัจฉริยะ โครงสร้างพื้นฐานอัจฉริยะ (Smart Infrastructure) เป็นต้น แต่จุดร่วมหลักของเมืองอัจฉริยะ คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเมืองบนพื้นฐานการพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับ SDGs ที่มุ่งเน้นให้สร้างความสมดุลระหว่างเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เมืองเติบโตอย่างมั่นคงและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนและรองรับกับความต้องการของประชาชนอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า เมืองอัจฉริยะ คือ รูปแบบการพัฒนาเมืองที่นำเทคโนโลยีและนวัตกรรมดิจิทัล มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการเมือง แก้ไขปัญหา และยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน ควบคู่กับการขับเคลื่อนสู่ความยั่งยืนในทุกมิติ

เมืองต่าง ๆ จึงนำแนวคิดเมืองอัจฉริยะมาปรับใช้เป็นวิสัยทัศน์ในการพัฒนาเมืองเพื่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถรับมือกับความมั่นคงรูปแบบใหม่ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวนประชากรที่พุ่งสูงขึ้น และการขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็ว โดยมุ่งเน้นการวางระบบที่รองรับกับความต้องการของประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการจัดสรรทรัพยากร การบริหารจัดการพลังงาน และการจัดการสิ่งแวดล้อม ภายใต้เงื่อนไขการคำนึงถึงผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นแนวคิดเมืองอัจฉริยะจึงกลายเป็นหนึ่งในกลไกสำคัญที่ขับเคลื่อน SDGs ให้เกิดผลสัมฤทธิ์อย่างเป็นรูปธรรมในระยะยาว

มุมมองและองค์ประกอบของเมืองอัจฉริยะตามที่กล่าวไปข้างต้น ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้เมืองอัจฉริยะสามารถมีบทบาทในการส่งเสริมและสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.2 การสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะ

เมืองอัจฉริยะมุ่งเน้นการนำ ICT มาใช้ในการบริหารจัดการเมืองอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีเป้าหมายเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน ลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม และใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ตัวอย่างกลไกสำคัญ ได้แก่ การติดตั้งเซนเซอร์และอุปกรณ์ IoT เพื่อเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ การวิเคราะห์ Big Data และการประยุกต์ใช้ AI เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจและการจัดสรรทรัพยากรอย่างเหมาะสม (Addas et al., 2024) หนึ่งในองค์ประกอบสำคัญของเมืองอัจฉริยะ คือ ระบบพลังงานอัจฉริยะที่สามารถผสมผสานการใช้พลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม เพื่อสร้างเสถียรภาพให้กับโครงข่ายไฟฟ้า นอกจากนี้ การเปิดเผยข้อมูลสาธารณะของภาครัฐ (open data) และการสนับสนุนให้ประชาชนมีส่วนร่วมผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล ยังช่วยเสริมสร้างความโปร่งใส และพัฒนานโยบายที่สอดคล้องกับความต้องการของชุมชน (Petrea & Ursache, 2023, pp. 229-331, 235) อย่างที่ทราบกันว่า เมืองอัจฉริยะเป็นเมืองแห่งนวัตกรรมสมัยใหม่ที่น่าเทคโนโลยีดิจิทัลมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการเมือง เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน ส่งเสริมความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรอย่างสูงสุด โดยกลไกสำคัญของเมืองอัจฉริยะมีดังนี้ (Addas et al., 2024)

การใช้เซนเซอร์และข้อมูลแบบเรียลไทม์ โดยเมืองอัจฉริยะอาศัยเทคโนโลยีดิจิทัลในการรวบรวม วิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูลจากเซนเซอร์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งในโครงสร้างพื้นฐานของเมือง เช่น ระบบจราจร การจัดการพลังงาน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ช่วยให้หน่วยงานสามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ได้แบบเรียลไทม์ ตัวอย่างเช่น การติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ตามท้องถนนและอาคารเพื่อตรวจวัดปริมาณการใช้พลังงาน การจราจร รวมถึงคุณภาพน้ำและอากาศ หรือระบบติดตามระดับขยะในถัง ซึ่งจะสั่งการให้มีการจัดเก็บขยะเมื่อเต็ม ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเก็บขยะโดยไม่จำเป็น

1) การบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเมืองอัจฉริยะนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ตัวอย่างเช่น การจัดการระบบการจ่ายน้ำ ไฟฟ้า และการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในอาคารผ่านแอปพลิเคชัน เช่น การควบคุมเครื่องปรับอากาศหรือระดับแสงสว่าง รวมถึงการดำเนินการตรวจจับการรั่วไหลของน้ำหรือก๊าซ เพื่อลดการสูญเสียทรัพยากรโดยไม่จำเป็น

2) การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะที่มุ่งเน้นระบบพลังงานอัจฉริยะและหมุนเวียนเป็นสิ่งสำคัญ โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบพลังงานอัจฉริยะที่มีความสามารถในการรองรับพลังงานหมุนเวียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมการติดตั้งระบบผลิต

ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar Rooftop) และพลังงานลม รวมถึงการสร้างระบบกักเก็บพลังงาน เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนการผลิตจากเชื้อเพลิง

3) การมีส่วนร่วมของประชาชน โดยเมืองอัจฉริยะมักจะใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลและแอปพลิเคชันให้ประชาชนติดตามข้อมูลสาธารณะ เช่น คุณภาพอากาศ การใช้พลังงาน หรือความคับคั่งของจราจรแบบเรียลไทม์ ส่งผลให้ผู้คนสามารถมีส่วนร่วมเสนอแนะแนวทางหรือเลือกใช้งานระบบเมืองอย่างมีข้อมูล

การมุ่งสู่การสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะนั้นจำเป็นต้องอาศัยแนวทางที่ครอบคลุมและบูรณาการให้สอดคล้องกับบริบทของเมืองนั้น โดยองค์ประกอบสำคัญในการสร้างเมืองยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย 4 ประการดังนี้

ประการแรก การวางรากฐานผังเมืองและโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวถือเป็นหัวใจสำคัญของการสร้างสภาพแวดล้อมที่น่าอยู่และยั่งยืน การออกแบบผังเมืองที่ให้ความสำคัญกับพื้นที่สีเขียว ไม่ว่าจะเป็นสวนสาธารณะ หรือการอนุรักษ์พื้นที่ธรรมชาติ ควบคู่ไปกับการส่งเสริมอาคารประหยัดพลังงาน (green building) จะช่วยลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองและบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น แนวคิด Garden City ของสิงคโปร์ ที่มุ่งเน้นการมีพื้นที่สีเขียวครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศ พร้อมทั้งการออกกฎหมายควบคุมมาตรฐานการก่อสร้างอาคารประหยัดพลังงาน (Ministry of Foreign Affairs Singapore, 2018)

ประการที่สอง การเปลี่ยนผ่านสู่พลังงานหมุนเวียนและระบบไฟฟ้าอัจฉริยะเป็นปัจจัยสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสร้างความมั่นคงทางพลังงานในระยะยาว การส่งเสริมการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาอาคาร การใช้พลังงานลมทั้งในและนอกเมือง รวมถึงการติดตั้งเซนเซอร์ เพื่อให้ประชาชนสามารถบริหารจัดการการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการบูรณาการพลังงานหมุนเวียนเข้าสู่ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอย่างเป็นระบบ จะช่วยลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น โครงการ Nordhavn ในโคเปนเฮเกนที่มุ่งมั่นในการผสมผสานแหล่งพลังงานสะอาดอย่างเต็มรูปแบบ (The Copenhagen Centre on Energy Efficiency, n.d.)

ประการที่สาม การพัฒนาระบบขนส่งอัจฉริยะที่ส่งเสริมการเดินทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นอีกหนึ่งเสาหลักของการสร้างเมืองยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะ เนื่องด้วยการสนับสนุนการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ การสร้างพื้นที่ปลอดรถยนต์สำหรับจักรยาน และคนเดินเท้า หรือ ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรอัจฉริยะที่สามารถปรับเปลี่ยนตามปริมาณการจราจรจริง ล้วนส่งผลให้ปัญหาการจราจรและมลพิษทางอากาศลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ดังเช่นความสำเร็จของโคเปนเฮเกนที่มีจักรยานที่กว้างขวาง (Christiansen & Hougaard, 2022) หรือการพัฒนาขนส่งมวลชนที่มีประสิทธิภาพของสิงคโปร์

ประการสุดท้าย การนำเทคโนโลยี IoT มาประยุกต์ใช้ในการจัดการขยะจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การใช้ถังขยะอัจฉริยะที่มีเซนเซอร์ตรวจวัดระดับขยะ และระบบเก็บขยะอัตโนมัติ เช่น หุ่นดูดขยะใต้ดิน จะช่วยลดความถี่ในการเก็บขยะ ลดการใช้พลังงาน และลดมลพิษจากการขนส่งขยะเข้าชั้นดิน ดังตัวอย่างของเมืองซงโดในเกาหลีใต้ที่มีระบบ Trash Tube ที่สามารถส่งขยะไปยังโรงงานกลางโดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งมีการคัดแยกขยะรีไซเคิล (Overstreet, 2021)

เมืองอัจฉริยะจึงนับเป็นหนึ่งในกลไกสำคัญที่มีศักยภาพในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ผ่านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล การบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และการมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่าง ๆ ในสังคม เมืองอัจฉริยะไม่เพียงแต่ช่วยลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมเท่านั้น หากยังมีส่วนสำคัญในการเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวของเมืองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความท้าทายร่วมสมัยอื่น ๆ โดยเนื้อหาในส่วนถัดไปจะนำเสนอและวิเคราะห์กระบวนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ ซึ่งมุ่งศึกษากรณีเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ ซึ่งต่างมีแนวทางเฉพาะในการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะ เพื่อผลักดันและขับเคลื่อน SDGs ทั้งนี้ การศึกษาดังกล่าวจะช่วยให้เข้าใจรูปแบบ แนวปฏิบัติ และปัจจัยที่เอื้อต่อความสำเร็จ ตลอดจนข้อจำกัดของการพัฒนาเมืองอัจฉริยะในบริบทที่แตกต่างกัน

4.2 ลักษณะและการดำเนินการของเมืองอัจฉริยะผ่านกรณีศึกษาเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์

ยุคที่เทคโนโลยีก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว แนวคิดเมืองอัจฉริยะได้กลายมาเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาเมืองเพื่อรองรับความเปลี่ยนแปลงทั้งในมิติสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม หลายประเทศได้ดำเนินกระบวนการพัฒนาเมืองอัจฉริยะอย่างจริงจัง เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตพลเมืองและส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืน การวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์การปรับใช้ SDGs เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมภายในเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ เนื่องจากทั้งสองกรณีศึกษาแสดงให้เห็นถึงการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี และการมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่าง ๆ ในการขับเคลื่อนเมืองอัจฉริยะตามกรอบ SDGs อย่างเป็นระบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 บริบทของเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น)

ประเทศญี่ปุ่นตั้งอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วย เกาะหลัก 4 เกาะ ได้แก่ ฮอกไกโด ฮอนชู ชิโกกุ และคีวชู และมีเกาะเล็กใหญ่อีกประมาณ 7,000 เกาะ เรียงรายจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือไปจนถึงทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีพื้นที่ประมาณ 378,000 ตารางกิโลเมตร ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของญี่ปุ่นมากกว่าร้อยละ 70 เป็นภูเขา ส่งผลให้พื้นที่ราบมีสัดส่วนไม่ถึงร้อยละ 30 (สถานเอกอัครราชทูตญี่ปุ่นประจำไทย, 2560, น. 3; Ministry of Foreign Affairs of Japan, n.d.) นอกจากนี้ ที่ตั้งของญี่ปุ่นอยู่บริเวณรอยต่อของแผ่นเปลือกโลก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวงแหวนแห่งไฟ (Ring of Fire) ส่งผลให้ต้องเผชิญกับภัยพิบัติธรรมชาติ

บ่อยครั้ง เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด วาตภัย และสึนามิ ซึ่งส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน ตลอดจนส่งผลกระทบต่อโครงสร้างพื้นฐานและระบบเศรษฐกิจของประเทศ (สถานเอกอัครราชทูตญี่ปุ่นประจำไทย, 2560, น. 3) ตัวอย่างเช่น เหตุการณ์แผ่นดินไหวครั้งใหญ่ที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 2011 ซึ่งสร้างความเสียหายอย่างมหาศาลและส่งผลให้เกิดการฟื้นฟูและการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการป้องกันภัยพิบัติอย่างแท้จริง (Kutty, 2022)

Year	Population	Yearly % Change	Yearly Change	Migrants (net)	Median Age	Fertility Rate	Density (P/Km ²)	Urban Pop %	Urban Population	Country's Share of World Pop	World Population	Japan Global Rank
2025	123,103,479	-0.52%	-649,562	140,579	49.8	1.23	338	93.1%	114,645,589	1.50%	8,231,613,070	12
2024	123,753,041	-0.5%	-617,906	153,357	49.4	1.22	339	92.9%	114,979,260	1.52%	8,161,972,572	12
2023	124,370,947	-0.5%	-626,631	175,003	49	1.21	341	92.7%	115,292,289	1.54%	8,091,734,930	12
2022	124,997,578	-0.52%	-653,483	175,003	48.5	1.26	343	92.5%	115,583,843	1.56%	8,021,407,192	12
2020	126,304,543	-0.15%	-194,266	42,001	47.7	1.3	346	91.9%	116,099,672	1.60%	7,887,001,292	11
2015	127,275,872	-0.14%	-181,881	168,896	45.8	1.42	349	91.9%	116,944,428	1.70%	7,470,491,872	10
2010	128,185,275	0.04%	54,389	131,860	44.2	1.36	352	91.1%	116,741,034	1.83%	7,021,732,148	10
2005	127,913,330	0.14%	177,108	113,017	42.6	1.25	351	86.3%	110,340,709	1.94%	6,586,970,132	10
2000	127,027,789	0.21%	271,025	23,468	40.8	1.35	348	79%	100,303,716	2.06%	6,171,702,993	9
1995	125,672,665	0.37%	454,580	87,714	39	1.41	345	78.5%	98,593,178	2.18%	5,758,878,982	8
1990	123,399,765	0.42%	513,520	124,582	36.9	1.51	338	78%	96,298,507	2.32%	5,327,803,110	7

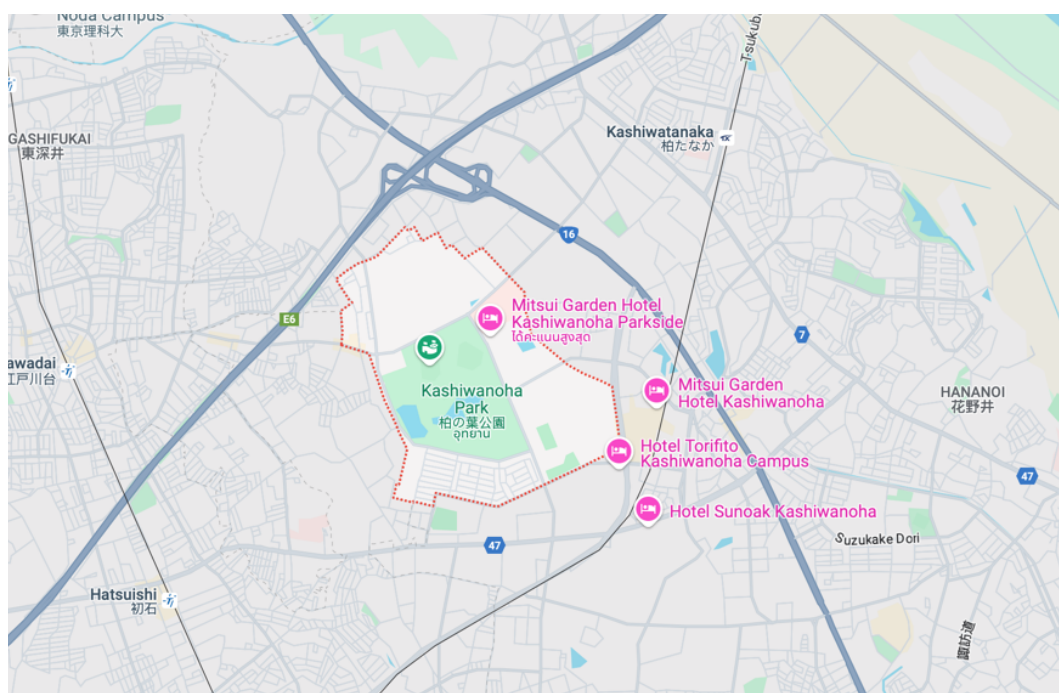
ภาพ 3 สัดส่วนจำนวนประชากรในประเทศญี่ปุ่น ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1990–2025
(ข้อมูล ณ วันที่ 12 พฤษภาคม 2568)

ที่มา: Worldometer (Worldometer, n.d.-a)

Worldometers ระบุว่า ค.ศ. 2023 ญี่ปุ่นมีประชากรประมาณ 123.75 ล้านคน ซึ่งมากเป็นอันดับที่ 11 ของโลก เมื่อเทียบจำนวนประชากรกับพื้นที่ ส่งผลให้ญี่ปุ่นมีความหนาแน่นของประชากรสูงถึง 341 คนต่อตารางกิโลเมตร และมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น (Worldometer, n.d.-a) สะท้อนให้เห็นว่า ขณะนี้ญี่ปุ่นกำลังเผชิญกับภัยคุกคามจากความมั่นคงรูปแบบใหม่อย่างการเติบโตของจำนวนประชากรที่รวดเร็วและการขยายตัวของเมือง ซึ่งเป็นความท้าทายที่ต้องการการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากข้อจำกัดด้านพื้นที่ ส่งผลให้การพัฒนาเมืองกระจุกอยู่ในบริเวณที่รบกวนให้เกิดความหนาแน่นของประชากรในเขตเมืองด้วยเหตุนี้ช่วงต้นทศวรรษที่ 2000 แนวคิดเมืองอัจฉริยะจึงได้ปรากฏในนโยบายของญี่ปุ่นอย่างแพร่หลาย โดยญี่ปุ่นได้ดำเนินโครงการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะประมาณ 443 โครงการ (Regan, 2022) ซึ่งครอบคลุมแนวทางการพัฒนาเมืองในหลายมิติ เช่น การบริหารจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาระบบขนส่งอัจฉริยะ การส่งเสริมเศรษฐกิจหมุนเวียน ตลอดจนการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนผ่านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล (Japan Up Close, 2023)

IMB จัดทำรายงานดัชนีนี้เมืองอัจฉริยะ ซึ่งเป็นการจัดอันดับเมืองอัจฉริยะในประเทศต่าง ๆ จากทั่วโลก โดยประเมินจากการบริหารจัดการเทคโนโลยี ความสามารถในการ

ปรับตัวต่อความเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การตอบสนองต่อ SDGs และการมีส่วนร่วมของพลเมือง โดยรายงานดัชนีเมืองอัจฉริยะประจำปี 2024 ระบุว่า เมืองโตเกียว (Tokyo) และ โอซาก้า (Osaka) ได้รับการจัดอันดับให้เป็นเมืองอัจฉริยะในระดับโลก โดยอยู่ในอันดับที่ 86 และ 95 ตามลำดับ จาก 141 แห่ง ผลการจัดอันดับสะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะของประเทศญี่ปุ่นที่สามารถใช้เทคโนโลยีในการตอบสนองต่อความท้าทายทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนตอบสนองต่อความต้องการและความเป็นอยู่ของประชากรในระยะยาว หนึ่งในโครงการเมืองอัจฉริยะที่ได้รับการยอมรับและถือว่าประสบความสำเร็จอย่างมาก คือ เมืองคาชิวานโอะ (ประเทศญี่ปุ่น)



ภาพ 4 ตำแหน่งโครงการเมืองอัจฉริยะเมืองคาชิวานโอะ (ประเทศญี่ปุ่น)

ที่มา: Google Map (Google, n.d.)

เมืองคาชิวานโอะ (ประเทศญี่ปุ่น) ตั้งอยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของจังหวัดชิบะ กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น โครงการดังกล่าวมีขนาดพื้นที่ประมาณ 3.2 ตารางกิโลเมตร โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างเมืองที่มีความยั่งยืน พร้อมรับมือกับความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างประชากรในอนาคต (Kashiwanoha-Navi, n.d.) โดยการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับเมืองคาชิวานโอะ (ประเทศญี่ปุ่น) แบ่งออกการนำเสนอเป็น 5 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) บทบาทของตัวแสดงในการขับเคลื่อนเมืองคาชิวานโอะ (ประเทศญี่ปุ่น) 2) นโยบายหรือโครงการที่เกี่ยวข้องกับเมืองคาชิวานโอะ (ประเทศญี่ปุ่น) 3) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในเมืองคาชิวานโอะ (ประเทศญี่ปุ่น) 4) การมีส่วนร่วมของประชาชนในเมืองคาชิวานโอะ

ฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และ 5) ปัญหาและอุปสรรคในการขับเคลื่อนเมืองอัจฉริยะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) บทบาทของตัวแสดงในการขับเคลื่อนเมืองคาชิวานะฮะ (ประเทศญี่ปุ่น)

เมืองคาชิวานะฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) เป็นต้นแบบสำคัญของการพัฒนาเมืองอัจฉริยะโดยอาศัยรูปแบบความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคการศึกษา (Public-Private-Academic Partnership) ซึ่งเปิดเวทีให้ทุกฝ่ายได้เข้ามามีบทบาทตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผนจนถึงการดำเนินโครงการจริง มหาวิทยาลัยชั้นนำ เช่น มหาวิทยาลัยโตเกียวและมหาวิทยาลัยชิบะ ไม่ได้เป็นเพียงผู้สังเกตการณ์ แต่เป็นผู้ร่วมขับเคลื่อนนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในบริบทของเมืองอย่างแท้จริง (Gornik, 2020, pp. 102-112) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ภาครัฐทำหน้าที่เป็นกลไกสนับสนุนเชิงนโยบายและการบริหารจัดการที่สำคัญ โดยมีบทบาทในการกำหนดนโยบาย การจัดระเบียบกฎหมาย และการวางแผนส่งเสริมการพัฒนาเมืองอัจฉริยะที่เอื้อต่อความร่วมมือกับภาคส่วนอื่น ๆ ในระดับท้องถิ่น เมืองคาชิวะได้รับการสนับสนุนให้เป็นหนึ่งใน Future City ตามนโยบายระดับชาติซึ่งทำให้โครงการสามารถเข้าถึงแหล่งเงินทุนสนับสนุนจากรัฐบาลกลางได้อย่างต่อเนื่อง ภาครัฐยังมีบทบาทในการอำนวยความสะดวกด้านใบอนุญาต การจัดหาที่ดิน และการประสานงานกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Mitsui Fudosan, n.d.-c) เพื่อให้การพัฒนาเมืองดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งตอบโต้การแก้ไขปัญหาทางสังคม เช่น ความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ ความแออัด และการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ

ภาคเอกชนอย่าง บริษัท มิทซุย ฟูดซัง จำกัด (Mitsui Fudosan Co., Ltd.) ถือเป็นผู้พัฒนาหลักที่มีบทบาทสำคัญในการริเริ่มและขับเคลื่อนโครงการเมืองอัจฉริยะเมืองคาชิวานะฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) โดยมีสถานะเป็นหนึ่งในบริษัทอสังหาริมทรัพย์รายใหญ่ที่สุดของประเทศญี่ปุ่น หน้าที่หลักของมิทซุย ฟูดซังคือการวางแผนแม่บท การลงทุน และการพัฒนาพื้นที่ขนาดใหญ่ ซึ่งเดิมเป็นสนามกอล์ฟ ให้กลายเป็นพื้นที่อยู่อาศัย ศูนย์การค้า โรงพยาบาล และแหล่งผลิตพลังงาน ทั้งนี้ บริษัทยังมีบทบาทเป็นผู้ร่วมบริหารในศูนย์ออกแบบเมืองคาชิวานะฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) (Urban Design Center Kashiwa-no-ha: UDCK) ที่เป็นศูนย์กลางความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และภาควิชาการ นอกจากนี้ Mitsui Fudosan ยังให้ความสำคัญกับการนำนวัตกรรมมาใช้ในการพัฒนาเมือง โดยเฉพาะระบบจัดการด้านพลังงานในเขตเมือง (Area Energy Management System: AEMS) และการออกแบบที่อยู่อาศัยที่ตอบสนองต่อวิถีชีวิตสมัยใหม่ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการอยู่อาศัยอย่างยั่งยืน (Mitsui Fudosan, n.d.-a, n.d.-c)

สถาบันอุดมศึกษามีบทบาทเป็นศูนย์กลางความรู้ทางวิชาการและการวิจัยขั้นสูง โดยเฉพาะมหาวิทยาลัยโตเกียว ซึ่งได้จัดตั้งวิทยาเขตคาชิวะขึ้นเป็นวิทยาเขตหลักแห่งที่สาม เพื่อเป็นพื้นที่บ่มเพาะแนวคิดทางวิชาการใหม่ๆ ทั้งมหาวิทยาลัยโตเกียวและมหาวิทยาลัยชิบะ ต่างมีบทบาทในการออกแบบเมือง การพัฒนาแนวคิดนวัตกรรม และการทดลองใช้เทคโนโลยีในพื้นที่จริง นอกจากนี้ คณาจารย์และนักวิจัยยังมีส่วนสำคัญในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอัจฉริยะ เช่น ระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport System: ITS) และโครงการส่งเสริมสุขภาพในชุมชน ตลอดจนการสร้างบุคลากรคุณภาพสูงที่สามารถสนับสนุนการพัฒนาเมืองในระยะยาว (Kashiwa ITS Promotion Council homepage, n.d.)

ศูนย์กลางการออกแบบเมืองคาชิวานะฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) (Urban Design Center Kashiwa-no-ha: UDCK) เปรียบเสมือนหัวใจของกลางที่เชื่อมร้อยทุกภาคส่วน UDCK ไม่ได้จำกัดบทบาทอยู่เพียงการเป็นหน่วยงานวางแผน แต่ยังเป็นพื้นที่แห่งการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การจัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติการ การเสวนา และนิทรรศการต่าง ๆ เปิดโอกาสให้ประชาชนได้เข้ามาทำความเข้าใจ ร่วมแสดงความคิดเห็น และมีส่วนร่วมในการกำหนดทิศทางการพัฒนาเมือง นอกจากนี้ Kashiwa-no-ha Open Innovation Lab (KOIL) ยังเป็นอีกหนึ่งกลไกสำคัญที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในเชิงสร้างสรรค์ โดยเป็นพื้นที่เปิดสำหรับผู้ประกอบการ นักวิจัย และประชาชนทั่วไปได้เข้ามาปฏิสัมพันธ์ แลกเปลี่ยนความรู้ และร่วมกันบ่มเพาะนวัตกรรมใหม่ ๆ (Gornik, 2020, pp. 102-112)

การพัฒนาเมืองคาชิวานะฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) เกิดขึ้นจากความร่วมมือของตัวแสดงหลักในหลากหลายภาคส่วน โดยแต่ละภาคส่วนมีบทบาทเฉพาะที่เกื้อหนุนกันอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ทั้งภาคเอกชนที่เป็นแรงผลักดันด้านการลงทุนและเทคโนโลยี สถาบันการศึกษาเป็นแหล่งองค์ความรู้และนวัตกรรม และภาครัฐที่วางกรอบนโยบายและสนับสนุนเชิงโครงสร้าง สุดท้าย คือ UDCK ที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงและขับเคลื่อนความร่วมมือเหล่านี้ให้เกิดผลเป็นรูปธรรม ทั้งหมดนี้สะท้อนถึงแบบแผนของการพัฒนาเมืองอัจฉริยะที่ไม่เพียงแต่เน้นเทคโนโลยี แต่ยังให้ความสำคัญกับมิติสังคม สิ่งแวดล้อม และความยั่งยืนในระยะยาว

2) นโยบายหรือโครงการที่เกี่ยวข้องกับเมืองคาชิวานะฮะ (ประเทศญี่ปุ่น)

เมืองคาชิวานะฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ดำเนินการภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติการใช้พื้นที่แห่งชาติ (National Spatial Strategy) และวิสัยทัศน์สังคมอัจฉริยะ Society 5.0 เพื่อสร้างเมืองต้นแบบที่มีความยั่งยืน เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และสามารถรับมือกับปัญหาสังคมของญี่ปุ่นในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Kashiwanoha-Navi, n.d.)

เมืองคาชิวานะฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติการใช้พื้นที่แห่งชาติและวิสัยทัศน์สังคมอัจฉริยะ Society 5.0 หลายประการ ไม่ว่าจะเป็นการสร้างเมืองที่มีขนาดกะทัดรัด มีการผสมผสานการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเหมาะสม และมีระบบขนส่งสาธารณะที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการสนับสนุนแนวคิดเมืองที่กระชับและเชื่อมโยง (Deputy Director-General et al., 2025) นอกจากนี้ การพัฒนาเมืองใหม่ในพื้นที่ชานเมืองของโตเกียว

ส่งผลให้เกิดการกระจายความเจริญและสร้างโอกาสทางเศรษฐกิจนอกเขตเมืองหลัก ซึ่งเป็นอีกหนึ่งเป้าหมายสำคัญของยุทธศาสตร์ชาติ ในด้านความยั่งยืนและสิ่งแวดล้อม

เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ได้นำเทคโนโลยีและแนวทางการพัฒนาที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ในหลากหลายมิติ เช่น ระบบจัดการพลังงานอัจฉริยะ การใช้พลังงานหมุนเวียน และการอนุรักษ์พื้นที่สีเขียว ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายระดับชาติในการสร้างสังคมที่ยั่งยืนและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ การออกแบบโครงสร้างพื้นฐานและระบบการจัดการที่คำนึงถึงความปลอดภัยและสามารถฟื้นตัวจากภัยพิบัติ ยังสอดคล้องกับเป้าหมายในการสร้างความปลอดภัยและความสามารถในการรับมือกับภัยพิบัติที่ระบุไว้ในยุทธศาสตร์ชาติ และสุดท้ายการเป็นศูนย์กลางของการสร้างนวัตกรรม การดึงดูดบริษัทเทคโนโลยี สถาบันวิจัย และมหาวิทยาลัยเข้ามาในพื้นที่ ถือเป็นการสนับสนุนเป้าหมายของการส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและอุตสาหกรรมใหม่ตามยุทธศาสตร์ชาติ

เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) เป็นภาพสะท้อนที่ชัดเจนของการนำวิสัยทัศน์ Society 5.0 มาสู่การปฏิบัติจริง นโยบาย Society 5.0 มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น AI, IoT, และ Big Data เข้ากับทุกภาคส่วนของสังคม เพื่อแก้ไขปัญหาและสร้างสังคมที่มนุษย์เป็นศูนย์กลาง สะดวกสบาย ปลอดภัย และยั่งยืน (Cabinet Office, n.d.) โดยในเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) เทคโนโลยีเหล่านี้ถูกนำมาใช้ในการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพผ่านระบบจัดการด้านพลังงานในเขตเมือง (Area Energy Management System: AEMS) และระบบจัดการพลังงานในบ้าน (Home Energy Management System: HEMS) การดูแลสุขภาพของประชาชน การพัฒนาระบบขนส่งอัจฉริยะ และการบริหารจัดการเมืองโดยรวม

เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ให้ความสำคัญกับการนำเทคโนโลยีมาใช้อย่างมุ่งเป้าไปที่การแก้ไขปัญหาทางสังคมที่ญี่ปุ่นกำลังเผชิญอยู่ เช่น สังคมผู้สูงอายุ โดยมีระบบและบริการที่สนับสนุนการดูแลผู้สูงอายุและส่งเสริมสุขภาพ นอกจากนี้ แม้จะมีการใช้เทคโนโลยีอย่างกว้างขวาง แต่หัวใจสำคัญของการพัฒนาเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) คือการยกระดับคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ที่ดีของประชาชน โดยเทคโนโลยีถูกนำมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวก สร้างความปลอดภัย และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน การให้ความสำคัญกับการสร้างเมืองที่ยั่งยืนในทุกมิติ ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม ผ่านการใช้พลังงานหมุนเวียน การจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และการสร้างชุมชนที่เข้มแข็ง ก็เป็นองค์ประกอบสำคัญที่สอดคล้องกับเป้าหมายของ Society 5.0 ในการสร้างสังคมที่สามารถอยู่ร่วมกับธรรมชาติได้อย่างสมดุล

เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) จึงไม่ได้เป็นเพียงโครงการพัฒนาเมืองเท่านั้น หากแต่เป็นกรณีศึกษาที่สำคัญของการบูรณาการนโยบายระดับชาติของญี่ปุ่น ทั้งในด้านการวางแผนพื้นที่และการสร้างสังคมอัจฉริยะแห่งอนาคต ความสำเร็จของโครงการนี้จึงเป็นแนวทางและแรงบันดาลใจให้กับเมืองอื่น ๆ ในการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนและตอบสนองความต้องการของประชาชนในยุคดิจิทัลจนกลายเป็นเมืองที่ได้รับการยอมรับในฐานะต้นแบบของเมืองอัจฉริยะที่ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอย่างยั่งยืน (สุริดา

รุ่งเรืองศรี, ม.ป.ป.) โดยเมืองแห่งนี้ถูกออกแบบภายใต้การบูรณาการระหว่างมหาวิทยาลัยและเมือง (Harmony of University and Town) โดยรัฐบาลญี่ปุ่นมุ่งพัฒนาเมืองคาชิวาในสหภาพ (ประเทศญี่ปุ่น) ให้เป็นเมืองต้นแบบด้านการวิจัยและพัฒนาเมืองที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 3 แนวคิดหลักดังนี้ (Kashiwanoha-Navi, n.d.)

แนวคิดแรก คือ การอยู่ร่วมกันกับสิ่งแวดล้อม (Environmental Symbiosis) ซึ่งมุ่งเน้นการสร้างเมืองที่ผสมผสานรวมกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน หัวใจสำคัญของแนวคิดนี้ คือ AEMS ที่ทำหน้าที่ควบคุมและจัดการการผลิตและการบริโภคพลังงานในภาพรวมของเมืองอย่างมีประสิทธิภาพ มีการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ควบคู่ไปกับการติดตั้งระบบกักเก็บพลังงาน เพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากแหล่งที่ไม่ยั่งยืนและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก นอกจากนี้ โครงการบ้านอัจฉริยะยังเป็นส่วนสำคัญ โดยบ้านเรือนทุกหลังจะติดตั้ง HEMS ที่ช่วยให้ผู้อยู่อาศัยสามารถตรวจสอบและควบคุมการใช้พลังงานภายในครัวเรือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การให้ความสำคัญกับการพัฒนาพื้นที่สีเขียวและเครือข่ายทางเดิน ก็เป็นอีกหนึ่งนโยบายที่โดดเด่น มีการสร้างสวนสาธารณะขนาดใหญ่ เช่น Kashiwa-no-ha Park และพื้นที่สีเขียวอื่น ๆ ที่เชื่อมโยงกันด้วยทางเดินเท้าและจักรยาน เพื่อส่งเสริมกิจกรรมกลางแจ้งและสร้างสภาพแวดล้อมที่ร่มรื่นและน่าอยู่ รวมถึงการนำเทคโนโลยีและระบบอัจฉริยะมาใช้ในการจัดการน้ำและขยะอย่างยั่งยืน เพื่อลดการสูญเสียทรัพยากรและลดผลกระทบต่อระบบนิเวศ (Hitachi, n.d.; Urban Land Institute, 2017a)

แนวคิดที่สอง คือ สุขภาพและความยืนยาว (Health and Longevity) ซึ่งให้ความสำคัญกับการสร้างสภาพแวดล้อมและบริการที่ส่งเสริมสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้อยู่อาศัยในเมืองมีสิ่งอำนวยความสะดวกและบริการด้านสุขภาพที่ครบวงจร ตั้งแต่โรงพยาบาลไปจนถึงศูนย์สุขภาพที่ทันสมัย เพื่อรองรับความต้องการด้านการรักษาและการป้องกันโรค มีการส่งเสริมวิถีชีวิตที่มีสุขภาพดี ผ่านการสร้างพื้นที่ออกกำลังกาย สนามกีฬา และเส้นทางสำหรับเดินและวิ่ง นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยีเพื่อสุขภาพ เช่น ระบบ Telemedicine และแอปพลิเคชันส่งเสริมสุขภาพ ก็ถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงบริการด้านสุขภาพและการดูแลตนเอง เมืองยังให้ความสำคัญกับการดูแลผู้สูงอายุ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้ชีวิตอย่างอิสระและมีคุณภาพ พร้อมทั้งมีกิจกรรมทางสังคมที่เหมาะสม (Trencher & Karvonen, 2020; Urban Land Institute, 2017a)

แนวคิดสุดท้าย คือ การสร้างอุตสาหกรรมใหม่ (Creation of New Industry) ซึ่งมุ่งเน้นการเป็นศูนย์กลางของนวัตกรรมและการขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยี หัวใจสำคัญของแนวคิดนี้ คือ Kashiwa-no-ha Open Innovation Lab ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ส่งเสริมความร่วมมือและการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างภาคอุตสาหกรรม ภาคการศึกษา และภาครัฐ เพื่อสร้างนวัตกรรมและธุรกิจใหม่ ๆ (Hitachi, n.d.) นอกจากนี้ ยังมีการดึงดูดบริษัทเทคโนโลยีและสถาบันวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีอัจฉริยะต่าง ๆ ให้เข้ามาตั้งอยู่ในพื้นที่ พร้อมทั้งสนับสนุนสตาร์ทอัพ ผ่านโครงการและสิ่งอำนวยความสะดวกที่เหมาะสม (Urban

Land Institute, 2017a) นอกจากนี้ การใช้ประโยชน์จาก Big Data ยังเป็นอีกหนึ่งกลยุทธ์สำคัญในการพัฒนาบริการใหม่ ๆ และปรับปรุงการบริหารจัดการเมืองให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

กระบวนการดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยการบูรณาการความร่วมมือระหว่างหน่วยงานในภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคการศึกษาอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างระบบนิเวศทางนวัตกรรม (innovation ecosystem) ที่ส่งเสริมการสร้างองค์ความรู้และความยั่งยืนไปสู่การยกระดับคุณภาพชีวิตที่ดีของประชากรในระยะยาว ด้วยเหตุนี้ เมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) จึงได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติผ่านรางวัลและการรับรองต่าง ๆ เช่น LEED-ND หรือ Platinum certification (Lobo, 2017) เป็นต้น ซึ่งเป็นเครื่องยืนยันถึงความมุ่งมั่นในการออกแบบที่อนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมควบคู่กับการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนและมีคุณภาพชีวิตที่ดี

3) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น)

เมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) ถือเป็นต้นแบบของเมืองอัจฉริยะที่ผสมรวมเทคโนโลยีและนวัตกรรมเข้ากับการพัฒนาเมืองอย่างลงตัว ตั้งแต่ระบบจัดการพลังงานอัจฉริยะไปจนถึงการส่งเสริมอุตสาหกรรมใหม่ เมืองแห่งนี้ไม่เพียงแต่มุ่งสร้างความสะดวกสบายและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน แต่ยังให้ความสำคัญกับการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม โดยมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในหลากหลายมิติอย่างครอบคลุมดังนี้

3.1) ด้านโครงสร้างพื้นฐานอัจฉริยะ

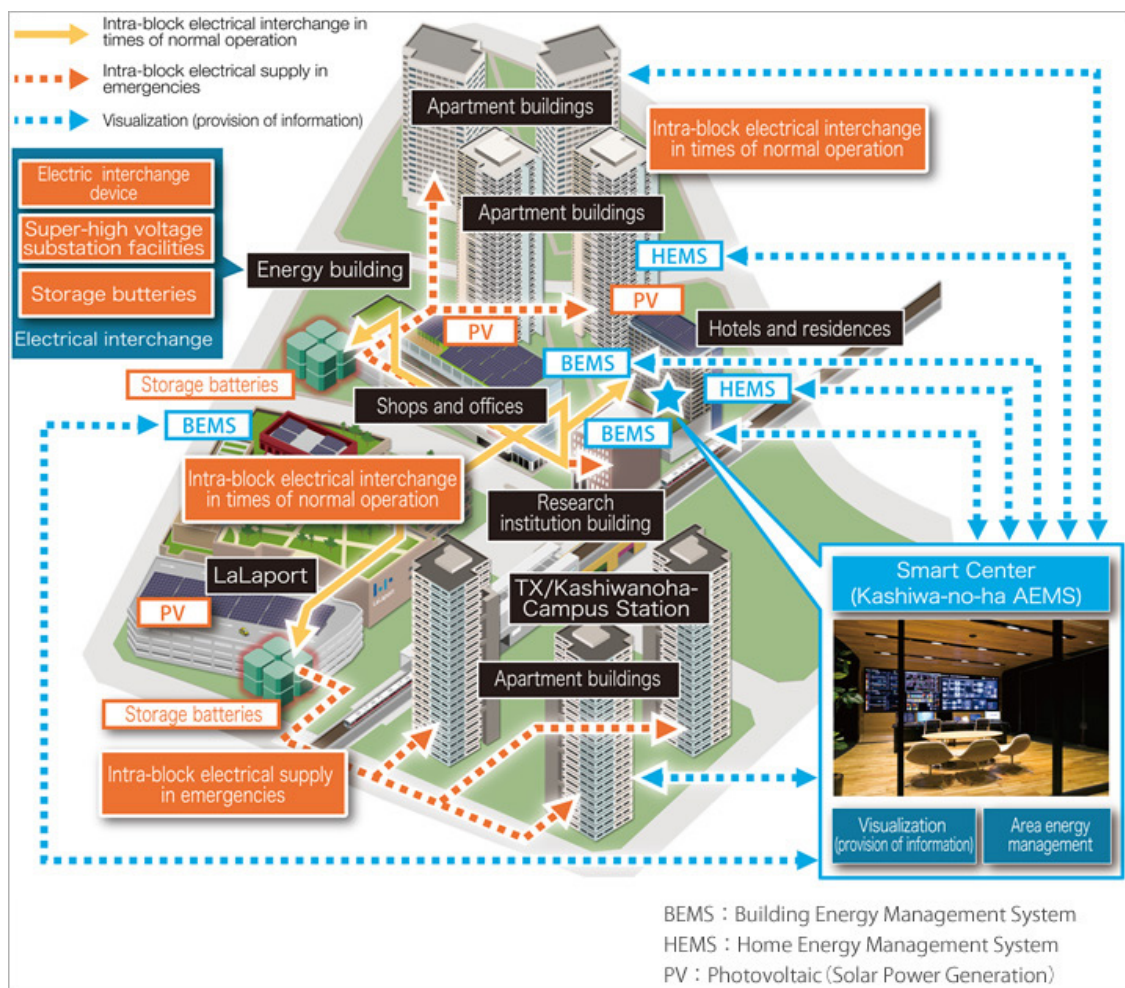
เมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) ถูกออกแบบด้วยการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) และระบบจำลองสภาพแวดล้อม (Simulation) เข้ามาเป็นส่วนสำคัญในการวางแผนและพัฒนาเมืองอย่างเป็นรูปธรรม การนำเทคโนโลยี GIS มาประยุกต์ใช้ช่วยให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างรอบด้าน ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลด้านประชากร โครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ การใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน รวมถึงสภาพแวดล้อมโดยรวม (Gornik, 2020; The University of Tokyo, n.d.) ข้อมูลเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ถูกนำมาพิจารณาเพื่อประกอบการตัดสินใจในการวางแผนเมือง การจัดสรรพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และการวางแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ที่ตอบโจทย์การใช้งานจริง ยิ่งไปกว่านั้น เทคโนโลยี GIS ยังถูกนำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงจากภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้เมืองสามารถวางแผนรับมือและจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การใช้ระบบจำลองในบริบทนี้ช่วยให้เห็นภาพสถานการณ์จำลองต่าง ๆ และสามารถเตรียมมาตรการป้องกันและบรรเทาผลกระทบได้อย่างเหมาะสม (Hitachi, n.d.) ที่น่าสนใจ คือ ในบางครั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และการจำลองสภาพแวดล้อมยังถูกนำเสนอผ่านแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ต เพื่อเปิดโอกาสให้ประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ ทำความเข้าใจแผนพัฒนาเมือง และมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ซึ่งเป็นการส่งเสริมการมีส่วนร่วม

ร่วมของประชาชนในการพัฒนาเมืองอย่างแท้จริง (Ivezic, 2024) กล่าวคือ เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ได้วางรากฐานที่แข็งแกร่งด้วยระบบขนส่งอัจฉริยะที่ผสมผสานการจัดการจราจรแบบเรียลไทม์ ข้อมูลการเดินทางที่เข้าถึงได้ง่าย และการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้า โครงข่ายพลังงานอัจฉริยะที่มีการผลิตและจัดการพลังงานแบบกระจายศูนย์ พร้อมด้วยมิเตอร์อัจฉริยะและระบบกักเก็บพลังงาน ช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพและยั่งยืน การจัดการน้ำและของเสียอัจฉริยะด้วยระบบตรวจสอบคุณภาพน้ำอัตโนมัติ การจัดการประปาและขยะอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ การมีโครงข่ายการเชื่อมต่อและการสื่อสารอัจฉริยะที่ครอบคลุมด้วยอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและเทคโนโลยี 5G ยังเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีอื่น ๆ ในเมือง

3.2) ด้านเศรษฐกิจอัจฉริยะ

เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) มุ่งเน้นการสร้างระบบเศรษฐกิจที่ชาญฉลาดและยั่งยืน การจัดตั้ง KOIL เป็นการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการสร้างนวัตกรรมและการเติบโตของธุรกิจใหม่ การส่งเสริมอุตสาหกรรมแห่งอนาคต เช่น พลังงานสะอาดและเทคโนโลยีทางการแพทย์ เป็นการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันและสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ การสนับสนุนให้ภาคธุรกิจนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและการพัฒนาทักษะแรงงานให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดในยุคดิจิทัล (Mitsui Fudosan, n.d.-a) ล้วนเป็นกลยุทธ์สำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของเมือง นอกจากนี้ มีการพัฒนาแพลตฟอร์มข้อมูลและการวิเคราะห์ ที่เปรียบเสมือนศูนย์กลางประสาทของเมือง โดยเทคโนโลยี IoT ทำหน้าที่เสมือนเครือข่ายใยแมงมุมที่คอยดักจับและรวบรวมข้อมูลแบบเรียลไทม์ ตั้งแต่ปริมาณการใช้พลังงาน รูปแบบการคมนาคม ไปจนถึงกิจกรรมทางการค้าและเศรษฐกิจอื่นๆ ข้อมูลเหล่านี้เมื่อถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยพลังของ Big Data Analytics และ AI จะเผยให้เห็นข้อมูลเชิงลึกอันมีค่า ช่วยให้ผู้นำกำหนดนโยบายและภาคธุรกิจสามารถเข้าใจแนวโน้ม ระบุโอกาส และตัดสินใจได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น การมีข้อมูลที่ถูกต้องและทันทั่วถึงจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพและสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันให้กับเศรษฐกิจของเมือง



ภาพ 5 แผนผังการจัดการระบบพลังงานในเมืองคาชิวานะ (ประเทศญี่ปุ่น)

ที่มา: Hitachi (Hitachi, n.d.)

3.3) ด้านสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ

เมืองคาชิวานะ (ประเทศญี่ปุ่น) ตระหนักถึงความสำคัญของการอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างกลมกลืน หัวใจสำคัญของการขับเคลื่อนเมืองในด้านนี้ คือ AEMS ซึ่งเปรียบเสมือนโครงข่ายประสาทส่วนกลางที่ควบคุมการผลิต จัดเก็บ และกระจายพลังงานอย่างชาญฉลาด การผสมผสานแหล่งพลังงานหมุนเวียนเข้ากับระบบพลังงานอัจฉริยะทำให้เมืองสามารถพึ่งพาตนเองด้านพลังงานได้มากขึ้น ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเสริมสร้างความมั่นคงทางพลังงานในระยะยาว ยิ่งไปกว่านั้น ในระดับครัวเรือนมีการนำระบบ HEMS มาใช้ยังเป็นการเสริมสร้างความตระหนักและเปิดโอกาสให้ผู้อยู่อาศัยสามารถตรวจสอบและจัดการการใช้พลังงานของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการส่งเสริมพฤติกรรมบริโภคที่ยั่งยืน (Hitachi et al., 2014) นอกจากนี้ เมืองคาชิวานะ (ประเทศญี่ปุ่น) ยังให้ความสำคัญกับการจัดการทรัพยากรน้ำและขยะอย่างมีประสิทธิภาพ การอนุรักษ์พื้นที่

สีเขียวและการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพอย่างเป็นระบบ รวมถึงการส่งเสริมระบบขนส่งอัจฉริยะที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งทั้งหมดนี้ล้วนเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างเมืองที่ยั่งยืนและน่าอยู่

3.4) ด้านการบริหารจัดการอัจฉริยะ

เมืองคาสึวาโนฮา (ประเทศญี่ปุ่น) ก็ได้รับการยกระดับด้วยเทคโนโลยีอย่างมีนัยสำคัญด้วยการใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อให้บริการประชาชนได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา เป็นการลดขั้นตอนและความยุ่งยากในการติดต่อราชการ การเปิดเผยข้อมูลอย่างโปร่งใสและการเปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจผ่านช่องทางออนไลน์ต่าง ๆ เป็นการเสริมสร้างความเชื่อมั่นและความเป็นประชาธิปไตยในระดับเมือง รูปแบบความร่วมมืออันเป็นเอกลักษณ์ระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคการศึกษา ภายใต้การขับเคลื่อนของ Urban Design Center Kashiwa-no-ha (UDCK) เป็นกลไกสำคัญในการบูรณาการความเชี่ยวชาญและทรัพยากรเพื่อพัฒนาเมืองอย่างรอบด้าน (Urban Design Center Kashiwa-na-ha, n.d.) การใช้ข้อมูลและการวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อประกอบการตัดสินใจเชิงนโยบาย ทำให้การบริหารจัดการเมืองเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนได้อย่างตรงจุด นอกจากนี้ การเตรียมพร้อมรับมือกับภัยพิบัติด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย ยังเป็นการสร้างความมั่นคงและความปลอดภัยให้กับชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน

3.5) คุณภาพชีวิตอัจฉริยะ

เมืองคาสึวาโนฮา (ประเทศญี่ปุ่น) ได้นำการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการส่งเสริมสุขภาพและการป้องกันโรค การสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการออกกำลังกายและการมีศูนย์กลางข้อมูลสุขภาพที่ดำเนินการโดยชุมชน ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญในการยกระดับสุขภาวะของประชาชน (柏市, n.d.-b) ขณะเดียวกัน ระบบรักษาความปลอดภัยที่ติดตั้งทั่วเมืองช่วยสร้างความมั่นใจในความปลอดภัยและความมั่นคง การส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตผ่านเทคโนโลยีและการเชื่อมโยงกับสถาบันการศึกษาในพื้นที่เป็นการเปิดโอกาสให้ประชาชนพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง ความสะดวกสบายในการใช้ชีวิตได้รับการเสริมสร้างด้วยสิ่งอำนวยความสะดวกที่ทันสมัย

และระบบดิจิทัลที่ช่วยให้การเข้าถึงบริการต่าง ๆ เป็นเรื่องง่ายดาย ยิ่งไปกว่านั้น การส่งเสริมกิจกรรมและการสร้างเครือข่ายในชุมชนผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล ยังเป็นการเสริมสร้างความเข้มแข็งและความสามัคคีในสังคม

4) การมีส่วนร่วมของประชาชนในเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น)

ความสำเร็จของเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) ไม่ได้มาจากเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยเท่านั้น หากแต่เป็นผลลัพธ์ที่มาจากความร่วมมือของหลากหลายภาคส่วน โดยปัจจัยของความสำเร็จในครั้งนี้ คือ การให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของประชาชนอย่างลึกซึ้งและรอบด้าน การวิเคราะห์ถึงกระบวนการและผลลัพธ์ของการมีส่วนร่วมนี้เผยให้เห็นถึงแนวทางการสร้างเมืองที่ยั่งยืนและตอบสนองต่อความต้องการของผู้อยู่อาศัยอย่างแท้จริง

การดำเนินโครงการนำร่องและการทดลองต่าง ๆ เป็นช่องทางสำคัญที่เปิดโอกาสให้ประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการพัฒนาเมืองอย่างเป็นรูปธรรม การทดสอบเทคโนโลยีและบริการใหม่ ๆ ในสภาพแวดล้อมจริง พร้อมทั้งเปิดรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานจริง ทำให้มั่นใจได้ว่านวัตกรรมที่ถูกนำมาใช้นั้นสามารถตอบสนองต่อความต้องการและแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงจุด นอกจากนี้ การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้อย่างช่วยอำนวยความสะดวกในการสื่อสารและรับฟังความคิดเห็นของประชาชนได้อย่างกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นแพลตฟอร์มออนไลน์สำหรับการแสดงความคิดเห็น หรือแอปพลิเคชันสำหรับการแจ้งปัญหาและติดตามการแก้ไข ล้วนเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การมีส่วนร่วมเป็นไปอย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ ยิ่งไปกว่านั้น เมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) ยังให้ความสำคัญกับการส่งเสริมสุขภาพและการสร้างความเข้มแข็งของชุมชน โครงการ ASHITA Community Health Research Lab เป็นตัวอย่างที่ชัดเจนของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT เข้ากับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการดูแลสุขภาพ (Mitsui Fudosan, n.d.-a) ซึ่งไม่เพียงแต่ช่วยให้ประชาชนได้รับข้อมูลและคำแนะนำด้านสุขภาพที่เหมาะสม แต่ยังสร้างความรู้สึกของการเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนที่ใส่ใจดูแลซึ่งกันและกัน กิจกรรมต่างๆ ที่ส่งเสริมความสัมพันธ์และการทำงานร่วมกันในชุมชนก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างความเข้มแข็งและความสามัคคี

ระดับของการมีส่วนร่วมในเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) นั้นมีความหลากหลาย ตั้งแต่การรับรู้ข้อมูลข่าวสาร ไปจนถึงการร่วมตัดสินใจและการเป็นหุ้นส่วนในการดำเนินโครงการต่าง ๆ ประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาเมืองผ่านช่องทางต่างๆ ที่หลากหลาย และมีโอกาสในการแสดงความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ หรือข้อกังวลผ่านการประชุม การสำรวจ หรือแพลตฟอร์มออนไลน์ ในบางโครงการ ประชาชนยังได้รับโอกาสในการร่วมกำหนดแนวทางการดำเนินงาน หรือแม้กระทั่งเป็นหุ้นส่วนในการขับเคลื่อนโครงการชุมชนต่าง ๆ

ผลลัพธ์ของการให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของประชาชนในเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) นั้นเป็นที่ประจักษ์ โดยการพัฒนาเมืองเป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกับความต้องการและวิถีชีวิตของผู้อยู่อาศัย การเปิดโอกาสให้ประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วมสร้างความรู้สึกเป็นเจ้าของเมืองและความผูกพันกับชุมชนที่เข้มแข็งยิ่งขึ้น การดำเนินงานต่าง ๆ มีความโปร่งใสและมีความรับผิดชอบต่อสาธารณะมากขึ้น นอกจากนี้ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและมุมมองที่หลากหลายยังนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมและแนวทางที่ตอบโจทย์ความท้าทายต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม เมืองแห่งนี้ก็ยังคงประสบกับความท้าทายต่าง ๆ นานา เช่น การทำให้มั่นใจว่าประชาชนทุกกลุ่มสามารถเข้าถึงข้อมูลและช่อง

ทางการมีส่วนร่วมได้อย่างเท่าเทียม การสร้างความเข้าใจและความตระหนักถึงความสำคัญของการมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่อง และการทำให้กระบวนการมีส่วนร่วมนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่เป็นรูปธรรมอย่างแท้จริง

กระบวนการดำเนินงานของเมืองคาสึวานะ (ประเทศญี่ปุ่น) ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการมีส่วนร่วมของประชาชนในการสร้างเมืองที่ยั่งยืนและน่าอยู่ การผนึกกำลังของทุกภาคส่วนและการเปิดโอกาสให้ประชาชนได้เข้ามามีบทบาทในทุกขั้นตอนของการพัฒนา ไม่เพียงแต่นำไปสู่การสร้างสรรคนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่ตอบโจทย์ความต้องการ แต่ยังเป็นการเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนและความรู้สึกเป็นเจ้าของเมืองอย่างแท้จริง บทเรียนจากเมืองคาสึวานะ (ประเทศญี่ปุ่น) จึงเป็นแรงบันดาลใจและแนวทางอันล้ำค่าสำหรับการพัฒนาเมืองอื่น ๆ ที่มุ่งหวังที่จะสร้างสรรค์อนาคตที่ประชาชนทุกคนมีส่วนร่วมและเป็นเจ้าของร่วมกัน

5) ปัญหาและอุปสรรคในการขับเคลื่อนเมืองอัจฉริยะ

เมืองคาสึวานะ (ประเทศญี่ปุ่น) ได้รับการยอมรับว่าเป็นหนึ่งในตัวอย่างสำคัญของการพัฒนาเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นที่มีความก้าวหน้าในหลากหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็นด้านสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี และสังคม โดยมุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรมเป็นเครื่องมือสำคัญในการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในระยะยาว อย่างไรก็ตาม การพัฒนาดังกล่าวต้องเผชิญกับพลวัต ข้อจำกัดเชิงโครงสร้าง และบริบททางสังคมที่ซับซ้อน ดังปรากฏในประเด็นสำคัญต่าง ๆ ดังนี้

หนึ่งในเหตุการณ์สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาการดำเนินงานในการพัฒนาเมืองคาสึวานะ (ประเทศญี่ปุ่น) คือ เหตุการณ์แผ่นดินไหวและสึนามิในภูมิภาคโทโฮกุ ในปี ค.ศ. 2011 ซึ่งนอกจากจะสร้างความเสียหายอย่างรุนแรงในระดับประเทศแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อโครงสร้างด้านพลังงานและความมั่นคงของระบบสาธารณูปโภคโดยรวม เป็นเหตุให้กระบวนการพัฒนาเมืองคาสึวานะ (ประเทศญี่ปุ่น) ต้องเผชิญกับความล่าช้าในหลายด้าน ทั้งด้านการลงทุน การดำเนินงานของภาครัฐและเอกชน ตลอดจนการวางแผนโครงการระยะยาว (Kashiwa City, 2018, pp. 2-3; NHK News, n.d.) ผลกระทบดังกล่าวทำให้ผู้พัฒนาเมืองจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนแผนแม่บท โดยเน้นไปที่การเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน เช่น การพัฒนาระบบพลังงานสำรองภายในเมือง การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบพลังงานหมุนเวียน และการจัดตั้งระบบบริหารจัดการพลังงานอัจฉริยะ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาแนวทางรับมือกับภัยพิบัติ ทั้งในระดับชุมชนและโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อให้เมืองสามารถรับมือกับเหตุการณ์ฉุกเฉินและลดความเปราะบางจากความเสี่ยงในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Kashiwa City, 2018, pp. 2-3; Urban Land Institute, 2017a, p. 5) เหตุการณ์ครั้งนี้จึงไม่เพียงแต่เป็นอุปสรรคต่อระยะเวลาดำเนินการเท่านั้น แต่ยังกลายเป็นจุดเปลี่ยนสำคัญที่กระตุ้นให้เกิดการทบทวนแนวคิดในการพัฒนาเมืองอย่างรอบด้านมากขึ้น โดยเฉพาะการให้ความสำคัญกับความยั่งยืน ความปลอดภัย และการปรับตัวต่อวิกฤตในระยะยาว

การมีส่วนร่วมของตัวแสดงที่หลากหลายภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นภาครัฐ ภาคเอกชน และสถาบันการศึกษาส่งผลให้การวางแผนและตัดสินใจส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในมือของภาครัฐกิจและสถาบันการศึกษาซึ่งเป็นผู้ริเริ่มแนวคิดการพัฒนาเมืองร่วมกันในช่วงต้น การขาดกลไกการมีส่วนร่วมของประชาชนอย่างเป็นระบบอาจส่งผลให้เกิดความรู้สึกแปลกแยก และไม่รู้สึกเป็นเจ้าของพื้นที่เมือง ขณะที่ประชาชนบางส่วนรู้สึกว่าการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทำให้สูญเสียรากทางวัฒนธรรมและเอกลักษณ์ท้องถิ่น แต่อีกส่วนหนึ่งกลับเห็นด้วยกับการพัฒนาโครงการดังกล่าว และมีความประสงค์ให้มีการเพิ่มพื้นที่สีเขียว รวมถึงพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ รัฐบาลได้มีความพยายามในการเปิดเวทีสาธารณะเพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาเมือง (柏アーバンデザインセンター, 2018) นอกเหนือจากนี้ เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในด้านต่าง ๆ เช่น ระบบพลังงานอัจฉริยะ การจัดการข้อมูลสุขภาพผ่านระบบการแพทย์ การคมนาคม รวมถึงระบบเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของประชาชน โดยบริบทสังคมของญี่ปุ่นมีลักษณะเป็นสังคมผู้สูงอายุ ทำให้ประชาชนบางกลุ่มโดยเฉพาะผู้สูงอายุและผู้มีรายได้น้อยมีข้อจำกัดในการเข้าถึงหรือใช้งานเทคโนโลยีดังกล่าว ทั้งจากข้อจำกัดด้านทักษะดิจิทัลและต้นทุนทางเศรษฐกิจนำไปสู่ความเสี่ยงในการเกิดช่องว่างทางดิจิทัลภายในเมือง ซึ่งขัดกับเป้าหมายด้านความเสมอภาคในการพัฒนาเมือง

กรณีเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) จึงเป็นตัวอย่างที่สะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการพัฒนาเมืองอัจฉริยะมิได้ดำเนินไปอย่างราบรื่นหรือเป็นเส้นตรง หากแต่เต็มไปด้วยพลวัต ความขัดแย้ง และการเจรจาต่อรองระหว่างตัวแสดงที่มีผลประโยชน์และมุมมองที่แตกต่างกัน การบริหารจัดการความขัดแย้งเหล่านี้ด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมและการออกแบบเชิงสถาบันที่เปิดกว้าง จึงกลายเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะอย่างยั่งยืน

ความสำเร็จของการพัฒนาเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) เป็นผลมาจากการดำเนินงานที่มีการผสมผสานอย่างลงตัวของเทคโนโลยี ความยั่งยืน และการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยมีเป้าหมายในการรับมือกับความท้าทายระดับสังคมร่วมสมัย อาทิ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ และผลกระทบจากพลวัตทางเศรษฐกิจและเทคโนโลยี แนวคิดหลักในการพัฒนาเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ตั้งอยู่บน 3 แก่นสำคัญ ได้แก่ 1) การอยู่ร่วมกับสิ่งแวดล้อม 2) การส่งเสริมสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ยั่งยืน และ 3) การสร้างอุตสาหกรรมใหม่ หนึ่งในปัจจัยสำคัญที่เอื้อให้เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) สามารถบรรลุเป้าหมายในการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในทุกมิติของการพัฒนาเมือง ไม่ว่าจะเป็นระบบพลังงานอัจฉริยะ การใช้ Big Data เพื่อวางแผนและติดตามสุขภาวะของประชาชน รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่สนับสนุนการดำเนินชีวิตประจำวันของประชาชนอย่างมีประสิทธิภาพ

การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนในทุกระดับ ยังเป็นอีกหนึ่งกลไกสำคัญที่ทำให้การพัฒนาเมืองมีความยืดหยุ่น โปร่งใส และตอบสนองต่อความต้องการที่แท้จริงของชุมชน โดยเฉพาะในรูปแบบของความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และภาควิชาการ ซึ่งช่วยสร้างพื้นที่กลางสำหรับการทดลองนวัตกรรมทางสังคมและเทคโนโลยีในระดับท้องถิ่น แม้ว่าการพัฒนาเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) จะมีการวางแผนอย่างเป็นระบบ แต่ในทางปฏิบัติ กระบวนการพัฒนามีพลวัตที่ต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงและการปรับตัวอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านความต้องการของประชาชน เทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และบริบททางสังคมที่ไม่แน่นอน ความสามารถในการเรียนรู้และปรับตัวของเมืองจึงเป็นหัวใจสำคัญในการรักษาทิศทางของการพัฒนาให้สอดคล้องกับเป้าหมายระยะยาว โดยเนื้อหาในต่อไปจะนำเสนอกระบวนการดำเนินงานของสิงคโปร์ ซึ่งนับว่าเป็นอีกหนึ่งกรณีศึกษาของเมืองอัจฉริยะที่ประสบความสำเร็จในระดับโลกเช่นเดียวกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.2 บริบทของเมืองอัจฉริยะในสิงคโปร์

สิงคโปร์เป็นประเทศที่มีขนาดเล็กที่สุดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประกอบด้วยเกาะหลักหนึ่งเกาะและรายล้อมด้วยเกาะเล็กกว่า 60 เกาะ ซึ่งมีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 728.6 ตารางกิโลเมตร (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2018, p. 14) ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าประเทศญี่ปุ่นประมาณ 518.8 เท่า ขนาดพื้นที่ที่จำกัดดังกล่าวส่งผลให้สิงคโปร์ไม่มีผืนแผ่นดินใหญ่ ประกอบกับพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบทำให้สิงคโปร์ต้องเผชิญกับการจัดการพื้นที่ที่มีข้อจำกัด การขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติ และการมีพลังงานทางเลือกอย่างจำกัด (อิพร สิงห์ลอ, 2564)

Year	Population	Yearly % Change	Yearly Change	Migrants (net)	Median Age	Fertility Rate	Density (P/Km ²)	Urban Pop %	Urban Population	Country's Share of World Pop	World Population	Singapore Global Rank
2025	5,870,750	0.66%	38,363	16,892	36.2	0.96	8,387			0.071%	8,231,613,070	115
2024	5,832,387	0.75%	43,297	20,011	35.6	0.95	8,332			0.071%	8,161,972,572	115
2023	5,789,090	2.46%	139,205	26,996	35.1	0.94	8,270			0.072%	8,091,734,930	115
2022	5,649,885	0.26%	14,868	214,842	34.9	0.94	8,071			0.070%	8,021,407,192	116
2020	5,620,150	0.34%	18,962	-145,556	34.5	0.94	8,029			0.071%	7,887,001,292	116
2015	5,525,340	1.71%	89,665	41,852	33.3	0.98	7,893			0.074%	7,470,491,872	115
2010	5,077,014	3.53%	161,730	72,571	32.7	0.93	7,253	99.9%	5,074,252	0.072%	7,021,732,148	116
2005	4,268,364	1.13%	46,624	92,023	32.4	1.07	6,098			0.065%	6,586,970,132	120
2000	4,035,245	2.69%	100,324	55,218	31.2	1.34	5,765	97%	3,913,960	0.065%	6,171,702,993	121
1995	3,533,624	3.06%	98,807	91,947	30	1.44	5,048	98.4%	3,478,779	0.061%	5,758,878,982	126
1990	3,039,591	2.13%	60,912	66,950	28.5	1.58	4,342	99.1%	3,012,953	0.057%	5,327,803,110	129

ภาพ 6 สัดส่วนจำนวนประชากรในประเทศสิงคโปร์ ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1990–2025

(ข้อมูล ณ วันที่ 12 พฤษภาคม 2568)

ที่มา: Worldomete (Worldometer, n.d.-b)

Worldometers ระบุว่า ค.ศ. 2023 สิงคโปร์มีประชากร 5.78 ล้านคน เมื่อเทียบจำนวนประชากรกับพื้นที่ พบว่า สิงคโปร์มีความหนาแน่นของประชากรประมาณ 8,270 คนต่อตารางกิโลเมตรและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น โดยมีอัตราการปล่อยคาร์บอนของสิงคโปร์สูงถึง 9,000 กิโลกรัมต่อปี (Tham, 2020) คิดเป็น 50 เท่าของขนาดประเทศ (เดอะ เมทเทอร์, 2563) ด้วยเหตุนี้ รัฐบาลจึงให้ความสำคัญกับการสร้างภูมิคุ้มกันความยืดหยุ่นทนทาน (resilience) (ฉิรพร สิงห์ลอ, 2564) เพื่อปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งมีผลกระทบต่อสิงคโปร์อย่างมีนัยสำคัญ เช่น ความร้อนในชุมชนเมือง ความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงของแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ เป็นต้น

สถาบันเพื่อพัฒนาการจัดการนานาชาติ (International Institute for Management: IMB) จัดทำรายงานดัชนีเมืองอัจฉริยะ ซึ่งเป็นการจัดอันดับเมืองอัจฉริยะในประเทศต่าง ๆ จากทั่วโลก โดยประเมินจากการบริหารจัดการเทคโนโลยี ความสามารถในการปรับตัวต่อความเปลี่ยนแปลง การตอบสนองต่อ SDGs และการมีส่วนร่วมของพลเมือง โดยรายงานดัชนีเมืองอัจฉริยะประจำปี 2024 ระบุว่า สิงคโปร์ได้รับการจัดอันดับให้เป็นเมืองอัจฉริยะอันดับที่ 5 จาก 141 แห่งเช่นกัน ซึ่งเลื่อนขึ้นมา 2 อันดับเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา (International Institute for Management Development, 2024, p. 10, 22) ผลการจัดอันดับสะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จในการพัฒนาเมืองผ่านการใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองต่อความท้าทายทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงตอบสนองต่อความต้องการและความเป็นอยู่ของประชากรในระยะยาว

การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะในสิงคโปร์แบ่งออกการนำเสนอเป็น 5 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) บทบาทของตัวแสดงในการขับเคลื่อนเมืองอัจฉริยะในสิงคโปร์ 2) นโยบายหรือโครงการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะในสิงคโปร์ 3) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในเมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์ 4) การมีส่วนร่วมของประชาชนในเมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์ และ 5) ปัญหาและอุปสรรคในการขับเคลื่อนเมืองอัจฉริยะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) บทบาทของตัวแสดงในการขับเคลื่อนเมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์

การพัฒนาเมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์เป็นตัวอย่างสำคัญในการบริหารจัดการเชิงนโยบายที่บูรณาการระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน สถาบันการศึกษา และประชาชน โดยมีเป้าหมายเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน เพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของรัฐ และยกระดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ภายใต้การขับเคลื่อนนโยบาย Smart Nation (Smart Nation Singapore, n.d.-b) โดยมีตัวแสดงหลักหลายฝ่ายที่มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาดังกล่าว

ภาครัฐมีบทบาทหลักในการกำหนดนโยบาย วางแผนกลยุทธ์ และจัดสรรทรัพยากรอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะหน่วยงาน SNDG ซึ่งอยู่ภายใต้สำนักนายกรัฐมนตรี ได้ทำหน้าที่กำหนดยุทธศาสตร์แห่งชาติด้านดิจิทัล รวมถึงประสานงานกับหน่วยงานรัฐต่าง ๆ เพื่อพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล เช่น การติดตั้งเซนเซอร์ IoT การเชื่อมโยงข้อมูลผ่านระบบคลาวด์ และการวางเครือข่าย 5G ให้ครอบคลุมทั่วทั้งประเทศ (Smart Nation Singapore, n.d.-b) นอกจากนี้ หน่วยงานอย่าง GovTech Singapore ยังมีบทบาทในการ

พัฒนาแพลตฟอร์มและแอปพลิเคชันที่ช่วยให้ประชาชนสามารถเข้าถึงบริการสาธารณะได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ เช่น Singpass ซึ่งเป็นระบบยืนยันตัวตนดิจิทัลที่ใช้ในการเข้าถึงบริการต่าง ๆ ของรัฐ (Government Technology Agency of Singapore, n.d.)

ภาคเอกชนมีบทบาทในการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อสร้างแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ตอบสนองต่อความต้องการของเมืองและประชาชน ไม่ว่าจะเป็นระบบการคมนาคมอัจฉริยะ การชำระเงินแบบไร้สัมผัส เทคโนโลยี AI หรือระบบวิเคราะห์ Big Data บริษัทเทคโนโลยีขนาดใหญ่ในประเทศ เช่น ST Engineering, DBS Bank ต่างมีส่วนร่วมในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะผ่านการลงทุนและนวัตกรรม (Development Bank of Singapore, n.d.; Singapore Economic Development Board, n.d.) ในขณะเดียวกัน รัฐบาลยังสนับสนุนภาคเอกชนผ่านมาตรการต่าง ๆ เช่น เงินอุดหนุนเพื่อการวิจัยและพัฒนา การสร้างโครงการนำร่อง และการออกแบบนโยบายที่เอื้อต่อสตาร์ทอัพด้านเทคโนโลยี

สถาบันการศึกษามีบทบาทในการสนับสนุนองค์ความรู้และการผลิตบุคลากรที่มีทักษะด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม สถาบันการศึกษาชั้นนำ เช่น National University of Singapore (NUS) และ Nanyang Technological University (NTU) ได้จัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาเฉพาะทาง เช่น Smart Systems Institute และ Future Cities Laboratory ซึ่งเน้นการออกแบบระบบเมืองที่ยั่งยืนผ่านข้อมูลและเทคโนโลยีขั้นสูง (Future Cities Laboratory, n.d.) ความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษากับภาครัฐและเอกชนทำให้การพัฒนาเมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์มีพื้นฐานทางวิชาการที่แข็งแกร่ง และสามารถทดลองนวัตกรรมใหม่ในสภาพแวดล้อมจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาคประชาชนมีบทบาททั้งในฐานะผู้ใช้และผู้ร่วมสร้างเมืองอัจฉริยะ สิงคโปร์ให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของประชาชนผ่านกระบวนการรับฟังความคิดเห็นในเชิงนโยบาย การเปิดโอกาสให้ทดลองใช้นวัตกรรมใหม่ เช่น แอปพลิเคชันติดตามผู้สัมผัสโรค (Trace Together) หรือระบบ Smart Lamp Posts ที่ติดตั้งเซนเซอร์เก็บข้อมูลสิ่งแวดล้อมในที่สาธารณะ ประชาชนยังเป็นกลุ่มเป้าหมายหลักในการเรียนรู้และปรับตัวเพื่อใช้ชีวิตในเมืองอัจฉริยะ (Lecuso New Energy, n.d.; Smart Nation Singapore, 2024) รัฐบาลจึงส่งเสริมทักษะดิจิทัลของประชาชนผ่านโครงการต่าง ๆ เช่น Digital Readiness Blueprint และ SkillsFuture ซึ่งเน้นการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการปรับตัวต่อเทคโนโลยีใหม่ (Smart Nation Singapore, 2020)

การพัฒนาเมืองอัจฉริยะในสิงคโปร์เกิดขึ้นจากการวางยุทธศาสตร์อย่างรอบด้าน และการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบระหว่างตัวแสดงหลายภาคส่วน ความร่วมมือดังกล่าวไม่เพียงแต่ช่วยให้เกิดการใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ หากยังสะท้อนถึงการพัฒนาที่ยั่งยืนในเชิงโครงสร้างของสังคมเมืองยุคใหม่ ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

2) นโยบายและโครงการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์

ความสำเร็จในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์มีจุดเริ่มต้นมาจากบทบาทเชิงรุกของภาครัฐในการกำหนดนโยบายระยะยาวผ่านแผนแม่บท Intelligent Nation 2015 (iN2015) ซึ่งเป็นแผนยุทธศาสตร์ระยะเวลา 10 ปี ที่ดำเนินการตั้งแต่ปี ค.ศ. 2006 ถึง 2015 โดยมีวิสัยทัศน์ในการพัฒนาสิงคโปร์ให้เป็นประเทศอัจฉริยะและเมืองชั้นนำระดับโลกผ่านการขับเคลื่อน ICT (The iN2015 Steering Committee, 2006) แผนดังกล่าวได้วางรากฐานสำคัญนำไปสู่การกำหนดนโยบาย Smart Nation ในระยะต่อมา

นโยบาย Smart Nation ของสิงคโปร์ เป็นยุทธศาสตร์ระยะระดับชาติ ที่ได้รับการประกาศใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2014 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน ส่งเสริมโอกาสทางเศรษฐกิจ และเสริมสร้างความเข้มแข็งของสังคมโดยรวม ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2014 ถึง ค.ศ. 2024 ซึ่งถือเป็น Smart Nation 1.0 รัฐบาลได้ดำเนินการโครงการและแผนงานต่าง ๆ ที่มุ่งเน้นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางดิจิทัลให้มีความทันสมัยและครอบคลุม การส่งเสริมการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการดำเนินงานของภาครัฐและภาคส่วนต่าง ๆ ในระบบเศรษฐกิจ รวมถึงการพัฒนาระบบดิจิทัลที่สำคัญระดับชาติ เช่น Singpass เพื่ออำนวยความสะดวกในการเข้าถึงบริการต่าง ๆ ของรัฐ โดยผลจากการดำเนินงานในระยะ Smart Nation 1.0 ทำให้สิงคโปร์ได้รับการยอมรับและจัดอันดับในระดับสูงในด้านการเชื่อมต่อทางดิจิทัล (digital connectivity) ประสิทธิภาพของการบริการภาครัฐออนไลน์ (online government services) และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้ากับการดำเนินชีวิตประจำวันของประชาชน ในปีถัดไปได้มีการประกาศวิสัยทัศน์ Smart Nation 2.0 ซึ่งเป็นการต่อยอดและปรับปรุงจากความสำเร็จและบทเรียนในระยะแรก โดยมีเป้าหมายหลักสามประการ ได้แก่ ความน่าเชื่อถือ (trust) การเติบโต (growth) และ ชุมชน (community) วิสัยทัศน์นี้มุ่งเน้นที่จะสร้างสภาพแวดล้อมที่ทุกคนสามารถเติบโตและใช้ชีวิตได้อย่างมีความหมายในยุคดิจิทัลที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ทิศทางการดำเนินงานในอนาคตภายใต้ Smart Nation 2.0 จะให้ความสำคัญกับการสร้างความเชื่อมั่นและความปลอดภัยในการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัล การส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจผ่านการสนับสนุนนวัตกรรมดิจิทัล และการสร้างสังคมที่เปิดกว้างและเชื่อมโยงกันด้วยเทคโนโลยีอย่างทั่วถึง นอกจากนี้ การให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีเกิดใหม่ (emerging technologies) เช่น AI จะเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อน Smart Nation ในระยะต่อไป (Smart Nation Singapore, n.d.-b)

การดำเนินการข้างต้นอยู่ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดทางภูมิประเทศและทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งส่งผลให้สิงคโปร์จำเป็นต้องมุ่งเน้นการรักษาทรัพยากรอย่างยั่งยืนนำไปสู่การกำหนดนโยบาย Singapore Green Plan 2030 ซึ่งเป็นวาระแห่งชาติ (National Agenda) ที่มุ่งเน้นการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน โดยมีกรอบแนวคิดอิงตามวาระการพัฒนาที่ยั่งยืน ค.ศ. 2030 ของสหประชาชาติ (UN's 2030 Sustainable Development Agenda) และความตกลงปารีส รวมถึงการวางรากฐานเพื่อบรรลุเป้าหมายระยะยาวในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emissions) ภายในปี ค.ศ. 2050

ประกอบด้วย 5 เสาหลักดังนี้ (ศูนย์ข้อมูลข่าวสารอาเซียน, 2564; Singapore Green Plan 2030, n.d.)

เสาที่ 1 เมืองท่ามกลางธรรมชาติ (City in Nature) มุ่งเน้นการเปลี่ยนสิงคโปร์ให้เป็นเมืองในธรรมชาติอย่างแท้จริง โดยมีเป้าหมายในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวและอุทยานธรรมชาติทั่วประเทศกว่าร้อยละ 50 ภายในปี 2030 การพัฒนาพื้นที่สีเขียวในเมืองจะช่วยปรับปรุงคุณภาพอากาศ ลดความร้อนในเมือง และสร้างพื้นที่พักผ่อนหย่อนใจสำหรับประชาชน

เสาที่ 2 การปฏิรูปพลังงาน (Energy Reset) มุ่งเน้นการเปลี่ยนผ่านไปสู่พลังงานสะอาดและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน ซึ่งรวมถึงการเพิ่มการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ การสำรวจแหล่งพลังงานทางเลือก และการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

เสาที่ 3 การใช้ชีวิตแบบยั่งยืน (Sustainable Living) ส่งเสริมวิถีชีวิตที่ยั่งยืนในหมู่ประชาชนและภาคธุรกิจ โดยเน้นการลดปริมาณของเสีย การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การส่งเสริมการบริโภคอย่างยั่งยืน และการสนับสนุนการเดินทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้ระบบขนส่งสาธารณะ การเดิน และการปั่นจักรยาน

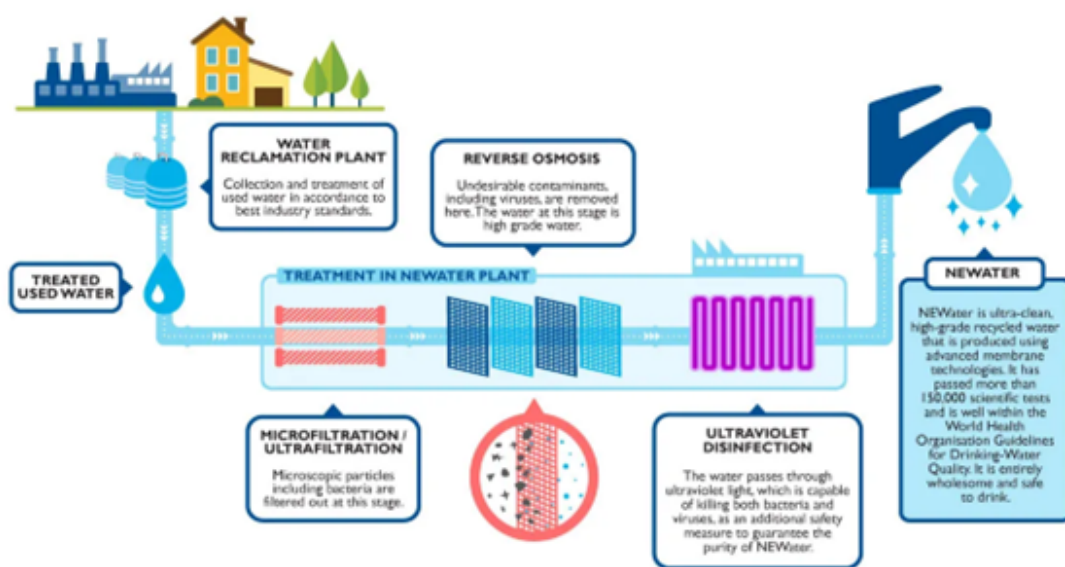
เสาที่ 4 เศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) มุ่งสร้างเศรษฐกิจสีเขียวและส่งเสริมโอกาสทางธุรกิจใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืน ซึ่งรวมถึงการสนับสนุนนวัตกรรมสีเขียว เทคโนโลยีสะอาด และการพัฒนาทักษะสีเขียวเพื่อสร้างงานและขับเคลื่อนการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน

เสาที่ 5 อนาคตที่ยั่งยืน (Resilient Future) มุ่งเตรียมความพร้อมให้สิงคโปร์สามารถรับมือกับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น และภัยพิบัติทางธรรมชาติอื่น ๆ โดยเน้นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่ยืดหยุ่น การจัดการน้ำอย่างยั่งยืน และการปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพ

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา สิงคโปร์ได้ดำเนินงานพัฒนาเมืองอัจฉริยะอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้ากับโครงสร้างพื้นฐานของเมือง เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการจัดการทรัพยากรและส่งเสริมความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ 1) การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ 2) การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่ง และ 3) การส่งเสริมการมีส่วนร่วมและพัฒนาทักษะของพลเมือง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ คือ การใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมต่าง ๆ เพื่อการอนุรักษ์ ฟื้นฟู และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนซึ่งครอบคลุมถึงการจัดการดิน น้ำ อากาศ และความหลากหลายทางชีวภาพ โดยมีเป้าหมายเพื่อรักษาสสมดุลระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และการดูแลสิ่งแวดล้อม เช่น กระบวนการบำบัดน้ำ (NEwater) เป็นการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการบำบัดน้ำให้กลายเป็นน้ำที่มีคุณภาพส่งผลให้สิงคโปร์สามารถรับมือกับภัยแห้งได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Singapore's National Water Agency, 2024) ขณะเดียวกันรัฐบาลได้ดำเนินการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาของคณะกรรมการที่อยู่อาศัยและการพัฒนา (Housing and Development Board:

HDB) และอาคารภาครัฐต่าง ๆ (GetSolar, 2023) ภายใต้โครงการ SolarNova โดยโครงการดังกล่าวสร้างพลังงานแสงอาทิตย์ประมาณ 420 GWh ต่อปี ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 5 ของการใช้พลังงานทั้งหมดในประเทศสิงคโปร์ (Housing & Development Board, n.d.-a) นอกเหนือจากนี้ยังมีโครงการ Gardens by the Bay ซึ่งเป็นหนึ่งในโครงการที่ส่งเสริมการพัฒนาและอนุรักษ์พื้นที่สีเขียว โดยโครงการนี้ไม่เพียงเป็นจุดสำคัญของสิงคโปร์เท่านั้นแต่ยังมีบทบาทในการสร้างความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและสนับสนุนวิถีชีวิตที่ยั่งยืนในเขตเมืองอีกด้วย



ภาพ 7 กระบวนการดำเนินการของ NEWater

ที่มา: หน่วยงานบริหารจัดการน้ำแห่งชาติของสิงคโปร์

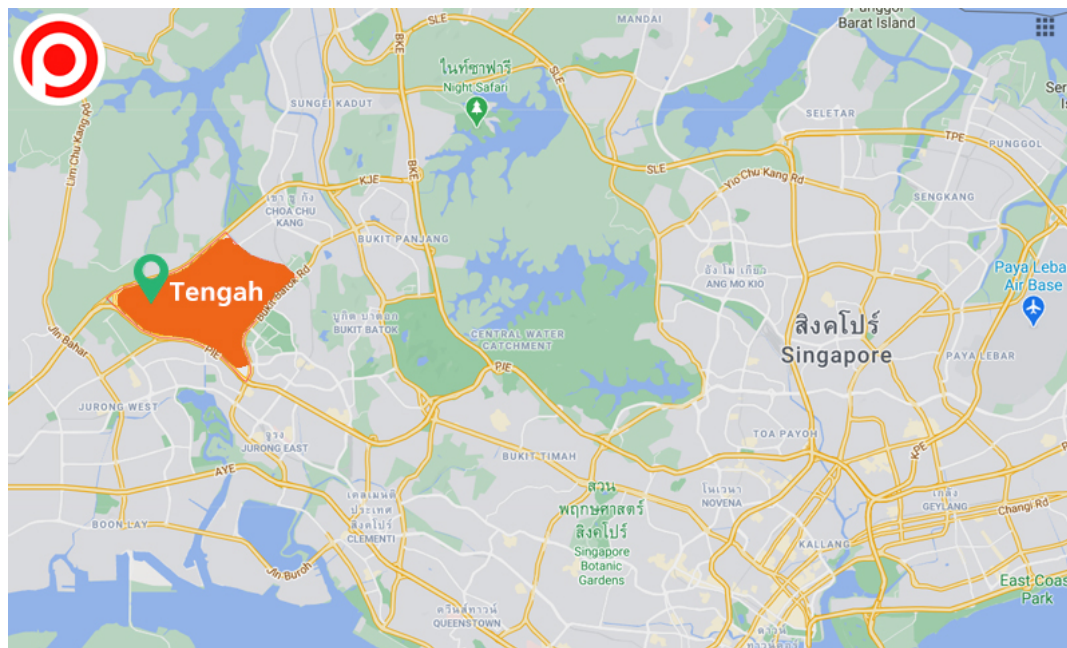
(Singapore's National Water Agency, 2024)

2) การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่ง โดยให้ความสำคัญกับการคมนาคมอัจฉริยะเป็นการนำเทคโนโลยีมาบูรณาการกับโครงสร้างการคมนาคมในประเทศและการบริหารจัดการระบบขนส่งมวลชน โดยใช้การเปิดเผยข้อมูลสาธารณะของภาครัฐ เช่น ข้อมูลการจราจร ข้อมูลจากเซนเซอร์ในยานพาหนะ เป็นต้น มาวิเคราะห์และวางแผนระบบขนส่ง เพื่อการอำนวยความสะดวกในการใช้งานระบบขนส่ง อีกทั้งยังมีการใช้นวัตกรรมในการควบคุมสัญญาณไฟจราจรอัตโนมัติและระบบส่งสัญญาณอัจฉริยะสำหรับการแสดงข้อมูลรถโดยสารแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้บริการสามารถวางแผนการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดความแออัดของระบบขนส่ง ไม่เพียงเท่านั้น การให้ข้อมูลจราจรแบบเรียลไทม์ยังถือเป็นแนวทางที่ช่วยแก้ปัญหาการจราจรติดขัด (เบดริคค อนาคติกส์, 2566) นอกเหนือจากนี้ สิงคโปร์ยังได้นำระบบเก็บค่าผ่านทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Road Pricing: ERP) มาใช้บนถนนในเขตเมืองและทางด่วน โดยระบบดังกล่าวช่วยให้ยานพาหนะ

สามารถผ่านจุดเก็บค่าผ่านทางได้โดยไม่ต้องหยุดหรือชะลอความเร็ว เพื่อลดปัญหาความแออัดของการจราจรในท้องถนน (The Land Transport Authority, n.d.)

3) การส่งเสริมการมีส่วนร่วมและพัฒนาทักษะของพลเมือง โดยเน้นไปที่การศึกษาอัจฉริยะ (Smart Education) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการกำหนดทิศทางของนโยบายต่าง ๆ เนื่องจากความสำเร็จของนโยบายดังกล่าวต้องอาศัยความร่วมมือและการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ ด้วยเหตุนี้ รัฐบาลจึงมุ่งเน้นให้พลเมืองมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ โดยส่งเสริมการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้าสู่กระบวนการศึกษาตั้งแต่เด็ก ขณะเดียวกันพลเมืองสามารถเชื่อมต่อกับรัฐบาลและเข้าถึงบริการที่สำคัญได้ เช่น ช่องทางในการแสดงความคิดเห็นและรายงานปัญหาต่าง ๆ ศูนย์แจ้งข่าวสาร เหตุการณ์ และภัยพิบัติแบบเรียลไทม์ในพื้นที่

นอกเหนือจากนี้ สิงคโปร์ได้ดำเนินโครงการมากมาย เช่น HDB Smart Towns การนำเทคโนโลยีอัจฉริยะมาใช้ในโครงการที่อยู่อาศัยของรัฐบาล เช่น ระบบไฟอัจฉริยะ เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน และแผงควบคุมดิจิทัลสำหรับตรวจสอบการใช้ทรัพยากร Integrated Environmental Modeller เครื่องมือจำลองผลกระทบของปัจจัยแวดล้อมต่อการออกแบบพื้นที่เปิดโล่งและอาคาร myENV App แอปพลิเคชันแจ้งเตือนข่าวสารด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ค่า PSI และการระบาดของโรคไข้เลือดออก ฯลฯ แต่หนึ่งในโครงการที่โดดเด่น คือ โครงการเมืองเทนกาห์ (Tengah Eco-Town) โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาให้เป็นเมืองที่ผู้พักอาศัยสามารถดำรงอยู่ร่วมกับธรรมชาติได้อย่างกลมกลืน (At Home with Nature) โดยเมืองแห่งนี้จึงถูกออกแบบภายใต้แนวคิดเมืองอัจฉริยะเชิงนิเวศ (Eco Smart City) ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างแนวคิดเมืองสีเขียวและเมืองอัจฉริยะ ส่งผลให้โครงการดังกล่าวกลายเป็นเมืองต้นแบบสีเขียวแห่งแรกของสิงคโปร์และเป็นต้นแบบสำหรับการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนในอนาคต (Housing & Development Board, n.d.-b; Smart Nation Singapore, n.d.-c)



ภาพ 8 ตำแหน่งโครงการเมืองเทนกาห์ (Tengah)

ที่มา: ภัทรรัตน์ (ภัทรรัตน์, 2563)

โครงการเมืองเทนกาห์ (Tengah) ตั้งอยู่ทางตะวันตกของสิงคโปร์ ติดกับย่านบูกิต-บาต็อก (Bukit Batok) และย่านจูนองเวสต์ (Jurong West) ครอบคลุมพื้นที่ขนาด 4,300 ไร่ ซึ่งกำลังทยอยดำเนินการก่อสร้างอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ ค.ศ. 2017 จนถึง ค.ศ. 2030 ประกอบด้วยแผนการดำเนินงาน 4 ด้านหลักดังนี้ (พัชรศมภ์ ว่องไชยกุล, 2564)

1) การออกแบบผังเมืองอัจฉริยะ (Smart Planning) เป็นการประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการออกแบบผังเมืองและโครงสร้างอาคาร โดยแนวทางดังกล่าวจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายอากาศและลดผลกระทบจากการสะสมความร้อนภายในอาคาร อีกทั้งยังมีการสร้างอุโมงค์สัญจรและพื้นที่จอดรถใต้ดินเพื่อแก้ไขปัญหาพื้นที่ใช้สอยที่มีอย่างจำกัด ขณะเดียวกันเป็นการเพิ่มพื้นที่ในการสร้างอาคารที่พักอาศัย นอกเหนือจากนี้ยังมีการจัดสรรพื้นที่สำหรับทางเท้าและทางจักรยานในชุมชนให้เพียงพอด้วยและมีการเพิ่มพื้นที่สีเขียว (ศูนย์ข้อมูลเพื่อธุรกิจไทยในสิงคโปร์, 2564; Cheng, 2016) เพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตของประชาชนและสนับสนุนการพัฒนาเมืองในเชิงสมดุลระหว่างการใช้ทรัพยากรกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน (Holland, 2021) นอกเหนือจากนี้ยังมีการออกแบบให้มีจุดชาร์จรถ EV ทั่วทั้งเมืองอีกด้วย

2) การบริหารจัดการพลังงานอย่างชาญฉลาด (Smart Energy Management) เป็นการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์และ AI เพื่อสนับสนุนการอนุรักษ์พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพทั่วทั้งเมืองและมีการพัฒนาแอปพลิเคชันต่าง ๆ ที่ช่วยให้ประชาชนสามารถตรวจสอบการใช้พลังงานในครัวเรือนได้อย่างแม่นยำ (ศูนย์ข้อมูลเพื่อธุรกิจไทยในสิงคโปร์, 2564) นอกจากนี้รัฐบาลยังให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาด โดยมีการติดตั้งระบบหลังคาโซลาร์ และกำหนดมาตรการใช้หลอดไฟอัจฉริยะ (Smart LED) เพื่อเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียน รวมไปถึงการพัฒนาระบบแสงไฟอัจฉริยะซึ่งมุ่งเน้นการควบคุมระดับแสงสว่างในพื้นที่ต่าง ๆ ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความเป็นไปในแต่ละช่วงเวลา นอกจากนี้ ยังได้มีการติดตั้งปลั๊กไฟอัจฉริยะ (Smart Switch) และแผงควบคุม (Distribution Board) ที่สามารถเชื่อมต่อและควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบการจัดการ Smart-enable Homes โดยระบบดังกล่าวสามารถคำนวณและแนะนำปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เหมาะสมตามในแต่ละครัวเรือน (ศูนย์ข้อมูลเพื่อธุรกิจไทยในสิงคโปร์, 2564) เพื่อลดการใช้พลังงานโดยไม่จำเป็นและเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรด้านพลังงาน

3) ระบบการจัดเก็บขยะอัตโนมัติ (Automated Waste Collection) โดยมุ่งพัฒนาระบบและติดตั้งท่อส่งขยะหรือของเสียต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อจากอาคารที่พักอาศัยไปยังศูนย์จัดการขยะส่วนกลาง ซึ่งอาศัยเทคโนโลยีการลำเลียงขยะด้วยแรงลม (Pneumatic Waste Conveyance: PWCS) เป็นการทำงานโดยใช้แรงดูดอากาศความเร็วสูงเพื่อลำเลียงขยะ ทั้งนี้ระบบดังกล่าวมีส่วนช่วยลดปัญหาการสะสมของขยะมูลฝอย กลิ่นไม่พึงประสงค์ และแหล่งเพาะพันธุ์ของสัตว์รบกวน เช่น หนูและแมลงสาบ เป็นต้นส่งผลให้กระบวนการจัดการขยะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น พร้อมทั้งเพิ่มความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยในพื้นที่ชุมชนเมือง (ศูนย์ข้อมูลเพื่อธุรกิจไทยในสิงคโปร์, 2564) (Housing & Development Board, n.d.-c)

4) ระบบหล่อเย็นกลาง (Centralised Cooling System) เป็นการติดตั้งระบบทำความเย็นและระบบหล่อเย็นที่พัฒนามาเพื่อทดแทนการใช้เครื่องปรับอากาศแบบดั้งเดิม โดยระบบนี้ใช้พลังงานจากระบบหลังคาโซลาร์ที่ติดตั้งร่วมกันส่งผลให้ระบบดังกล่าวเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น เนื่องจากใช้พลังงานหมุนเวียนที่เพิ่มมากยิ่งขึ้น (พัชรวิทย์ ว่องไชยกุล, 2564) (ศูนย์ข้อมูลเพื่อธุรกิจไทยในสิงคโปร์, 2564)

โครงการดังกล่าวได้รับการตอบสนองเป็นอย่างดี เนื่องจากมีประชาชนกว่าร้อยละ 80 ที่ตัดสินใจพักอาศัยในโครงการดังกล่าวและโครงการอื่น ๆ เพราะเหตุนี้ รัฐบาลจึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะอย่างต่อเนื่องเพื่อรองรับกับการขยายตัวของเมืองและความต้องการของประชาชน (ศูนย์ข้อมูลเพื่อธุรกิจไทยในสิงคโปร์, 2564)

3) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในเมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์

สิงคโปร์ได้รับการยอมรับในฐานะเมืองอัจฉริยะต้นแบบในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากร ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในทุกด้าน ตั้งแต่การขนส่งสาธารณะจนถึงการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน (Smart Nation Singapore, n.d.-b) โดยมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในหลากหลายมิติอย่างครอบคลุมดังนี้

3.1) ด้านโครงสร้างพื้นฐานอัจฉริยะ

รัฐบาลสิงคโปร์ให้ความสำคัญกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางดิจิทัลเป็นอย่างมากครอบคลุมตั้งแต่ระบบเครือข่ายความเร็วสูง แพลตฟอร์ม Big Data ไปจนถึงโครงสร้างพื้นฐานสำหรับเทคโนโลยี AI และความมั่นคงทางไซเบอร์ โดยรัฐบาลได้ทุ่มงบประมาณกว่า 3 พันล้านดอลลาร์สิงคโปร์ เพื่อปรับปรุง ICT และพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ โดยมีการจัดสรรงบประมาณจำนวน 2.1 พันล้านดอลลาร์สิงคโปร์ สำหรับการสร้างความปลอดภัยทางไซเบอร์ซึ่งงบประมาณในส่วนนี้เพิ่มขึ้นมา 8 ร้อยล้านดอลลาร์สิงคโปร์ เมื่อเทียบกับปี ค.ศ. 2023 (Government Technology Agency of Singapore, 2024) ในขณะเดียวกัน รัฐบาลสิงคโปร์มีแผนการลงทุนเพิ่มเติมกว่า 1 พันล้านดอลลาร์สิงคโปร์ สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยี AI และแพลตฟอร์มต่าง ๆ (International Trade Administration, 2024) เพื่อเสริมสร้างศักยภาพด้านดิจิทัลของประเทศ รองรับการเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจดิจิทัลและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนอย่างยั่งยืน โดยมีรายละเอียดดังนี้

การพัฒนาระบบการคมนาคมอัจฉริยะที่มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบขนส่งสาธารณะ การบริหารจัดการการจราจรอย่างชาญฉลาด และการเตรียมพร้อมสำหรับเทคโนโลยียานยนต์อัตโนมัติ ในขณะเดียวกันมีการพัฒนาระบบพลังงานอัจฉริยะควบคู่ไปกับการจัดการเมืองอัจฉริยะ (Smart Urban Management) ที่บูรณาการเทคโนโลยีในการวางผังเมือง การจัดการของเสียและน้ำอย่างยั่งยืน รวมถึงการเพิ่มพื้นที่สีเขียวอัจฉริยะเพื่อการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน ตลอดจนติดตั้งเครือข่ายเซนเซอร์ทั่วเมืองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบาย การบริหารจัดการเมืองอย่างมีประสิทธิภาพ และการให้บริการประชาชนที่ตอบสนองต่อสถานการณ์แบบเรียลไทม์ (Government of Singapore, n.d.-a)

3.2.) ด้านเศรษฐกิจอัจฉริยะ

สิงคโปร์ได้ขับเคลื่อนการเติบโตเศรษฐกิจผ่านยุทธศาสตร์การพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัล (digital economy) อย่างเป็นรูปธรรม สะท้อนให้เห็นถึงวิสัยทัศน์เชิงรุกในการปรับตัวเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและข้อมูล การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางการเงิน (FinTech), บล็อกเชน (Blockchain), IoT และนวัตกรรมดิจิทัลอื่น ๆ เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบและมีเป้าหมายเพื่อสร้างพลวัตทางเศรษฐกิจ (economic dynamism) โดยสิงคโปร์ได้นำ AI และ Big Data มาใช้วิเคราะห์ความเสี่ยงการพัฒนาแพลตฟอร์มสำหรับการลงทุนดิจิทัลและสร้าง Regulatory Sandbox สำหรับทดลองเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อเพิ่ม

ประสิทธิภาพของระบบการเงินในระยะยาวและดึงดูดเม็ดเงินลงทุนจากต่างประเทศ และ (International Trade Administration, 2024) นอกเหนือจากนี้ สิ่งต่อไปนี้ยังให้ความสำคัญกับการลงทุนในเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่มีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะเทคโนโลยีควอนตัม (Quantum Computing) และเทคโนโลยีชีวภาพดิจิทัล (digital biotechnology) เพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันในระยะยาว (Ivezic, 2024)

3.3) ด้านสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ

ลักษณะภูมิประเทศและบริบทของความเป็นเมืองที่มีความหนาแน่นสูง ส่งผลให้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้ากับด้านสิ่งแวดล้อมถือว่ามีความสำคัญอย่างมาก โดยรัฐบาลสิงคโปร์ได้ให้ความสำคัญกับประเด็นดังกล่าวเป็นอย่างยิ่ง สะท้อนผ่านนโยบายและโครงการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าว แบ่งออกเป็น 5 ส่วนหลัก ได้แก่

ส่วนที่ 1 การพัฒนาระบบพลังงานอัจฉริยะที่นำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งจ่ายพลังงาน ลดการสิ้นเปลืองพลังงาน และเป็นตัวแปลงการเปลี่ยนรูปแบบพลังงาน โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องด้วยสิงคโปร์มีมาตรการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนอาคารทั่วประเทศ เพื่อลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล และบรรเทาผลกระทบจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Ministry of Sustainability and the Environment, 2024a)

ส่วนที่ 2 การจัดการน้ำ โดยสิงคโปร์ได้นำระบบตรวจวัดน้ำอัจฉริยะ (Smart Metering) มาใช้ในการติดตามปริมาณการใช้น้ำแบบเรียลไทม์ซึ่งเอื้อต่อการตรวจจับการรั่วไหลของน้ำและส่งเสริมพฤติกรรมการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ โดยสิงคโปร์ได้พัฒนาระบบการบำบัดน้ำเสียด้วยการใช้เซนเซอร์และกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเฝ้าระวังคุณภาพน้ำเสียและปรับปรุงกระบวนการบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งสิงคโปร์ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems: GIS) และแบบจำลองทางอุทกวิทยา (Hydrological Models) สำหรับการบริหารจัดการแหล่งน้ำเพื่อวางแผนการจัดการและการอนุรักษ์น้ำในระยะยาว (Ministry of Sustainability and the Environment, 2024b)

ส่วนที่ 3 การกำจัดขยะและของเสียต่าง ๆ โดยสิงคโปร์มีระบบการลำเลียงของเสียด้วยระบบแบบนิวเมติก (Pneumatic Waste Conveyance Systems) มีลักษณะเป็นท่อลำเลียงโดยใช้อากาศความเร็วสูงในการดูดขยะและของเสียต่าง ๆ เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งขยะ (ชอร์ท รีเคป, ม.ป.ป.)

ส่วนที่ 4 การจัดการมลพิษทางอากาศและเสียง มีการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศ (Air Quality Sensor Networks) ทั่วทั้งเมือง โดยระบบดังกล่าวสามารถบอกข้อมูลระดับมลพิษแบบเรียลไทม์เพื่อใช้ในการกำหนดมาตรการและแก้ไขปัญหาอย่างทันถ่วงที (Ministry of Sustainability and the Environment, n.d.)

ส่วนที่ 5 พื้นที่สีเขียว โดยรัฐบาลได้นำระบบชลประทานอัจฉริยะ (Smart Irrigation Systems) มาใช้ในการบริหารจัดการการให้น้ำในสวนสาธารณะและพื้นที่สีเขียว โดยอาศัยข้อมูลจากเซนเซอร์สภาพอากาศและความชื้นในดิน เพื่อปรับปริมาณน้ำให้เหมาะสมในแต่ละและลดการสูญเสียโดยไม่จำเป็น (A-Level Geography Revision: Edexcel, n.d.)

3.4) ด้านการบริหารจัดการอัจฉริยะ

รัฐบาลสิงคโปร์ได้บูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับกระบวนการดำเนินงานของภาครัฐ เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการดำเนินงานและพัฒนาคุณภาพการให้บริการแก่ประชาชน ภายใต้กรอบคิดของรัฐบาลดิจิทัล (digital government) ซึ่งมีเป้าหมายหลักในการสร้างระบบบริหารจัดการภาครัฐที่มีความโปร่งใสและตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การดำเนินการดังกล่าวครอบคลุมตั้งแต่การให้บริการออนไลน์ การพัฒนาแอปพลิเคชันภาครัฐ และการเปิดเผยข้อมูลสาธารณะของภาครัฐ (Ministry of Digital Development and Information, n.d.) ตัวอย่างเช่น การพัฒนาระบบ Singpass ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการพิสูจน์และยืนยันตัวตนทางดิจิทัล ระบบนี้ทำหน้าที่เป็น Single Sign-On (SSO) ที่ช่วยให้ประชาชนและผู้มีถิ่นพำนักถาวรสามารถเข้าถึงบริการภาครัฐและภาคเอกชนในรูปแบบออนไลน์ได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ไม่ว่าจะเป็นการยื่นภาษี การสมัครงาน ไปจนถึงการเข้าถึงข้อมูลบริการด้านสุขภาพ (Government Technology Agency of Singapore, n.d.) นอกเหนือจากนี้ รัฐบาลสิงคโปร์ได้พัฒนาระบบ MyInfo ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มสำหรับการจัดการข้อมูลส่วนบุคคลแบบบูรณาการที่เชื่อมโยงข้อมูลจากหน่วยงานภาครัฐต่าง ๆ กล่าวคือ เมื่อประชาชนต้องการทำธุรกรรมกับหน่วยงานรัฐ ระบบดังกล่าวจะอำนวยความสะดวก โดยการดึงข้อมูลที่จำเป็นมาใช้โดยอัตโนมัติลดความซ้ำซ้อนในการกรอกข้อมูลและเพิ่มความแม่นยำของข้อมูล (Singapore Government Developer Portal, n.d.) ในขณะเดียวกัน รัฐบาลได้พัฒนาแอปพลิเคชัน OneService ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มดิจิทัลที่ให้ประชาชนรายงานปัญหาในพื้นที่สาธารณะ เช่น ถนนพัง ไฟดับ หรือสิ่งปฏิกูล โดยเชื่อมต่อข้อมูลกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยให้การจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมมีความรวดเร็วและโปร่งใสมากยิ่งขึ้น

3.5) คุณภาพชีวิตอัจฉริยะ

หนึ่งในเป้าหมายการพัฒนาเมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์ คือ การยกระดับคุณภาพชีวิต พลเมืองและตอบสนองต่อความต้องการและความเป็นอยู่ของประชากรในระยะยาว ดังนั้นรัฐบาลจึงให้ความสำคัญกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนในหลากหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็น การเกษตรและอาหาร การจัดการภัยพิบัติและสิ่งแวดล้อม และระบบสาธารณสุข โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.5.1) การเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร เนื่องด้วยลักษณะภูมิประเทศและทรัพยากรที่มีอย่างจำกัดส่งผลให้สิงคโปร์จำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีชีวภาพอย่างมาก โดยเฉพาะการทำเกษตรในเขตเมืองด้วยเทคโนโลยีใหม่ หรือ Living Lab ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มผลผลิตอาหารในพื้นที่มีอย่างจำกัดและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรในการเกษตร เช่น การใช้เซนเซอร์ตรวจสอบสภาพดินและสุขภาพพืชแบบเรียลไทม์ ขณะเดียวกัน

สิงคโปร์ได้ให้ความสำคัญกับการทำวิจัยเกี่ยวกับแหล่งอาหารทางเลือก เช่น การใช้ไมโครแอลจีและแหล่งโปรตีนทางเลือกใหม่ ๆ เพื่อสร้างความมั่นคงทางอาหารในระยะยาว (สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ กรุงสิงคโปร์, 2561; Stevens & Ruperti, 2024)

3.5.2) การจัดการภัยพิบัติและสิ่งแวดล้อม โดยสิงคโปร์ได้นำแบบจำลองดิจิทัลของเมือง (Digital Twin) หรือระบบ Virtual Singapore มาใช้ในการวางแผนและการจัดการภัยพิบัติ ซึ่งเป็นแบบจำลองเมืองเสมือนจริงที่พัฒนาด้วยเทคโนโลยี 3D และ AI เข้ามาใช้ในการวางแผนผังเมือง โดยเทคโนโลยีดังกล่าวสร้างแบบจำลองสภาพแวดล้อมจริงและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ที่ติดตั้งในพื้นที่ เช่น เซนเซอร์ตรวจจกระดับน้ำ สภาพอากาศ และการจราจร ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจในสถานการณ์ฉุกเฉิน ตลอดจนช่วยประเมินความเสียหายของโครงสร้างพื้นฐานหลังเกิดภัยพิบัติ (ธราธร รัตนนฤมิตร, 2567; Walker, 2023) โดยเทคโนโลยีดังกล่าวสอดคล้องกับเป้าหมาย Smart Nation ในการพัฒนาเป็นเมืองอัจฉริยะที่มีความสามารถในการปรับตัวและตอบสนองต่อความท้าทายด้านภัยพิบัติ ส่งเสริมความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ตลอดจนยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในระยะยาว (Walker, 2023)

3.5.3) ระบบสาธารณสุขถูกเชื่อมโยงกับเป้าหมายของนโยบายที่เกี่ยวข้องให้ประชาชนสามารถเข้าถึงบริการด้านสุขภาพได้อย่างถ้วนหน้า ด้วยเหตุนี้ สิงคโปร์จึงนำเทคโนโลยีการสื่อสารทางไกลมาใช้ในการให้คำปรึกษาทางการแพทย์และติดตามอาการของผู้ป่วยจากระยะไกลเพื่อลดความจำเป็นในการเดินทางมาโรงพยาบาล โดยเฉพาะสำหรับผู้สูงอายุ ผู้ป่วยเรื้อรัง และผู้ที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกล ขณะเดียวกันสิงคโปร์มีระบบบันทึกสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ที่เชื่อมโยงข้อมูลสุขภาพของผู้ป่วยระหว่างสถานพยาบาลต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนส่งผลให้บุคลากรทางการแพทย์สามารถเข้าถึงข้อมูลที่จำเป็นได้อย่างรวดเร็วและเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษา

4) การมีส่วนร่วมของประชาชนในเมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์

ความสำเร็จของการพัฒนาเมืองอัจฉริยะนั้น ไม่ใช่แค่เมืองที่มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเท่านั้น แต่จำเป็นต้องมีศักยภาพในการหลอมรวมพฤติกรรมของพลเมืองให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สามารถดำเนินวิถีชีวิตในบริบทของเมืองอัจฉริยะได้ ด้วยเหตุนี้ รัฐบาลสิงคโปร์จึงให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของประชาชนเป็นอย่างมาก ซึ่งสะท้อนให้เห็นได้จากนโยบาย Smart Nation 2.0 โดยความร่วมมือที่เข้มแข็งระหว่างภาคประชาชน ภาคธุรกิจ และภาครัฐบาล จะเป็นปัจจัยขับเคลื่อนความสำเร็จของนโยบายอย่างต่อเนื่องและเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Prime Minister's Office Singapore, 2024) ดังนั้น รัฐบาลสิงคโปร์จึงให้ความสำคัญกับการสร้างร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน เพื่อสร้างความมั่นใจว่านโยบายหรือโครงการต่าง ๆ ที่ดำเนินการไปนั้น จะสอดคล้องกับความต้องการของประชาชนและสามารถตอบสนองต่อบริบทสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รัฐบาลสิงคโปร์ได้พัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลหลากหลายรูปแบบ เช่น REACH และ OneService App เพื่อเปิดพื้นที่ให้ประชาชนสามารถแสดงความคิดเห็น เสนอข้อเสนอนี้ รวมถึงรายงานปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันได้อย่างสะดวก นอกจากนี้ ยังมี การจัดกิจกรรมเชิงปฏิสัมพันธ์ อาทิ การจัดเวทีปรึกษาสาธารณะ การจัดทำแบบสอบถามออนไลน์ และการจัดกิจกรรม Hackathon หรือ Citizen Lab ที่เปิดโอกาสให้ภาคประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการออกแบบ ทดลอง และประเมินและปรับปรุงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับโครงการและความต้องการของประชาชนก่อนนำไปใช้งานจริงในระดับพื้นที่ หรือระดับประเทศ (OneService Community, n.d.; Reaching Everyone for Active Citizenry @ Home, 2024) แนวทางดังกล่าวสะท้อนถึงการเคารพในสิทธิของประชาชนในการกำหนดทิศทางการพัฒนาเมือง และยังเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยเพิ่มความชอบธรรมและความยั่งยืนของนโยบายเมืองอัจฉริยะในระยะยาว

5) ปัญหาและอุปสรรคในการขับเคลื่อนเมืองอัจฉริยะ

สิงคโปร์ได้รับการยอมรับและประสบความสำเร็จในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะสามารถดำเนินนโยบายด้านเทคโนโลยีดิจิทัลและการบริหารจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้นโยบาย Smart Nation ซึ่งมีเป้าหมายในการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน เสริมสร้างประสิทธิภาพภาครัฐ และขับเคลื่อนเศรษฐกิจผ่านนวัตกรรมดิจิทัล อย่างไรก็ตาม กระบวนการพัฒนาเมืองอัจฉริยะดังกล่าวมิได้ดำเนินไปอย่างราบรื่นหรือเป็นเส้นตรง หากแต่แฝงด้วยพลวัตของความขัดแย้งและการตอรองระหว่างเป้าหมายเชิงนโยบายของรัฐกับข้อกังวลด้านสิทธิและเสรีภาพของประชาชน

ปรากฏการณ์ดังกล่าวสะท้อนผ่านเหตุการณ์สำคัญที่ก่อให้เกิดคำถามเกี่ยวกับความโปร่งใส ความยินยอม และความเชื่อมั่นของประชาชนต่อรัฐในการจัดการข้อมูลส่วนบุคคล หนึ่งในกรณีตัวอย่างที่สำคัญ คือ เหตุการณ์การโจมตีทางไซเบอร์ระบบคอมพิวเตอร์ของ SingHealth ในปี ค.ศ. 2018 ซึ่งเป็นเครือข่ายผู้ให้บริการทางการแพทย์รายใหญ่ของสิงคโปร์ ประกอบด้วยโรงพยาบาล 4 แห่ง ศูนย์การแพทย์เฉพาะทางระดับชาติ 5 แห่ง และโพลีคลินิก 8 แห่ง การโจมตีครั้งนี้ส่งผลให้ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ป่วยจำนวนประมาณ 1.5 ล้านคนที่เข้ารับบริการระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม 2015 ถึง 4 กรกฎาคม 2018 ถูกลักลอบเข้าถึง ข้อมูลที่ได้รับผลกระทบได้แก่ ชื่อ เลขประจำตัวประชาชน ที่อยู่ เพศ เชื้อชาติ และวันเดือนปีเกิด โดยเฉพาะข้อมูลของนายกรัฐมนตรี Lee Hsien Loong ที่ตกเป็นเป้าหมายสำคัญของการโจมตี (SPH Media Limited, 2018) เหตุการณ์นี้สร้างผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อความเชื่อมั่นของประชาชนต่อระบบการจัดการข้อมูลและความมั่นคงทางไซเบอร์ของภาครัฐ

การดำเนินงานของแอปพลิเคชัน Trace Together เป็นอีกหนึ่งในเหตุการณ์ที่สร้างความไม่พอใจให้แก่ประชาชน โดยแอปพลิเคชันดังกล่าวถูกออกแบบมาเพื่อใช้ติดตามและควบคุมการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เดิมถูกระบุว่าใช้เพื่อวัตถุประสงค์ด้านสาธารณสุขเท่านั้น แต่ในเดือนมกราคม ค.ศ. 2021 ทางรัฐบาลสิงคโปร์ได้เปิดเผยว่าข้อมูลดังกล่าวสามารถเข้าถึงได้โดยเจ้าหน้าที่ตำรวจภายใต้บทบัญญัติของประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา (Criminal Procedure Code) การขยายขอบเขตการใช้ข้อมูลสุขภาพ

นี้สะท้อนถึงความพยายามของรัฐในการขยายการแผ่ระวางและรักษาความมั่นคงภายในประเทศ การเปิดเผยดังกล่าวก่อให้เกิดเสียงวิพากษ์วิจารณ์จากประชาชนบางส่วนที่แสดงความไม่พอใจอย่างกว้างขวางในสื่อสังคมออนไลน์ โดยมีข้อความสะท้อนความไม่ไว้วางใจต่อรัฐ เช่น “คุณค่าหวังอะไรอยู่หรือ? รัฐบาลอดไม่ได้ที่จะใช้อำนาจเกินขอบเขตและไม่มีทางไว้วางใจได้หรอก” หรือ “มาตรการแบบนี้เห็นที่จะได้ผลดีเยี่ยมถ้าจุดประสงค์คือทำให้ประชาชนเลิกไว้วางใจและไม่ร่วมมือกับรัฐ” และ “ในเมื่อสิงคโปร์มีประวัติด้านการใช้อำนาจแบบรวมศูนย์อย่างต่อเนื่อง จึงไม่น่าแปลกใจที่สถานการณ์จะเป็นเช่นนี้” เป็นต้น (Reddit, 2020)

ข้อวิจารณ์ข้างต้นสะท้อนถึงความไม่ไว้วางใจของประชาชนที่มีต่อรัฐ โดยประชาชนมองว่ารัฐไม่สามารถควบคุมตนเองได้และมีแนวโน้มที่จะใช้อำนาจรัฐในการแทรกแซงสิทธิส่วนบุคคล ดังแสดงให้เห็นจากผลการศึกษาของ Comparitech บริษัทวิจัยด้านความปลอดภัยทางไซเบอร์ในสหราชอาณาจักร จัดอันดับให้สิงคโปร์เป็นเมืองที่มีการแผ่ระวางความปลอดภัยสูงเป็นอันดับที่ 32 ของโลก โดยมีการติดตั้งกล้องวงจรปิดประมาณ 86,000 ตัว สำหรับประชากร 5.9 ล้านคน (New Naratif, 2022) คิดเป็นสัดส่วนประมาณ 14.6 ตัวต่อประชากร 1,000 คน ซึ่งสะท้อนถึงระดับการแผ่ระวางที่ค่อนข้างเข้มข้นของรัฐสิงคโปร์ในการใช้เทคโนโลยีเพื่อติดตามและรักษาความปลอดภัยในพื้นที่สาธารณะ

เหตุการณ์และข้อมูลข้างต้นชี้ให้เห็นถึงความตึงเครียดและความท้าทายในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์ ที่ต้องเผชิญกับการสร้างสมดุลระหว่างการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเมืองกับการเคารพและคุ้มครองสิทธิส่วนบุคคลของประชาชนในยุคดิจิทัล ซึ่งถือเป็นประเด็นสำคัญที่รัฐและสังคมจำเป็นต้องร่วมกันหาทางออกอย่างรอบคอบ

ความสำเร็จของการดำเนินการพัฒนาเมืองอัจฉริยะในประเทศสิงคโปร์เป็นผลลัพธ์ของนโยบายที่มีการวางรากฐานอย่างรอบคอบและดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มต้นจากแผนยุทธศาสตร์ระดับชาติภายใต้กรอบนโยบาย Intelligent Nation 2015 (iN2015) ซึ่งเป็นแผนพัฒนาระยะ 10 ปีที่มุ่งส่งเสริมการเปลี่ยนผ่านประเทศสู่การเป็น Smart Nation อย่างเป็นระบบ ภายใต้กรอบนโยบายดังกล่าว สิงคโปร์ได้กำหนดเป้าหมายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้เป็นศูนย์ภายในปี ค.ศ. 2050 โดยวางแนวทางการพัฒนาเมืองใน 5 มิติหลัก ได้แก่ 1) การสร้างเมืองท่ามกลางธรรมชาติ 2) การปฏิรูปโครงสร้างพลังงานเพื่อเพิ่มสัดส่วนพลังงานสะอาด 3) การส่งเสริมวิถีชีวิตอย่างยั่งยืน 4) การขับเคลื่อนเศรษฐกิจสีเขียวที่เน้นนวัตกรรมและเทคโนโลยี และ 5) การสร้างรากฐานสำหรับอนาคตที่ยั่งยืนในระยะยาว

การพัฒนาเมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์เป็นพลวัตที่ซับซ้อนซึ่งต้องเผชิญกับความท้าทายและการปรับตัวอยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านความมั่นคงทางไซเบอร์ ข้อจำกัดด้านทรัพยากร หรือแรงเสียดทานจากสังคมที่เกี่ยวข้องกับการเคารพและคุ้มครองสิทธิส่วนบุคคลของประชาชนในยุคดิจิทัล ทั้งนี้ ความสามารถในการปรับเปลี่ยนแนวทางการดำเนินนโยบายให้ยืดหยุ่นและตอบสนองต่อบริบทที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างทันท่วงทีถือเป็นปัจจัยสำคัญในการรักษาทิศทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน

ปัจจัยที่ส่งผลให้สิงคโปร์ประสบความสำเร็จอย่างเด่นชัด คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในทุกมิติของการบริหารจัดการเมือง ไม่ว่าจะเป็นการจัดการพลังงาน ระบบขนส่งอัจฉริยะ การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ผ่านแพลตฟอร์ม Smart Nation Sensor Platform (SNSP) การใช้ AI และ IoT เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของบริการสาธารณะ และการพัฒนาแอปพลิเคชันอย่าง OneService ที่เปิดให้ประชาชนรายงานปัญหาในพื้นที่โดยตรงถึงหน่วยงานรัฐ เทคโนโลยีเหล่านี้ไม่เพียงแต่เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเมือง แต่ยังเสริมสร้างความโปร่งใส ความสะดวก และความไว้วางใจระหว่างรัฐกับประชาชน นอกจากนี้การส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน ยังถือเป็นหัวใจสำคัญของการขับเคลื่อนเมืองอัจฉริยะ ภาครัฐทำหน้าที่เป็นผู้กำหนดทิศทางนโยบายและลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล ภาคเอกชนมีบทบาทในการพัฒนาเทคโนโลยีและบริการนวัตกรรม ขณะที่ภาคประชาชนมีส่วนร่วมในการใช้งาน แสดงความคิดเห็น และร่วมสร้างแนวทางการพัฒนาอย่างมีส่วนร่วม การบูรณาการความร่วมมือของตัวแสดงหลายฝ่ายในลักษณะนี้ทำให้กระบวนการพัฒนาเมืองอัจฉริยะของสิงคโปร์มีความยืดหยุ่น ครอบคลุม และตอบสนองต่อความต้องการของสังคมได้อย่างแท้จริง

เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ต่างมีแนวทางการพัฒนาเมืองอัจฉริยะที่โดดเด่น เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) เน้นการวางแผนบูรณาการตั้งแต่ต้น โดยให้ความสำคัญกับความยั่งยืนด้านพลังงานผ่านระบบจัดการส่วนภูมิภาค การส่งเสริมสุขภาพและอายุยืน การสร้างนวัตกรรม และการอยู่ร่วมกับธรรมชาติ ภายใต้การดำเนินการของภาคเอกชนเป็นหลัก ในขณะที่สิงคโปร์ดำเนินงานในระดับประเทศภายใต้วิสัยทัศน์ ประเทศอัจฉริยะ โดยมีรัฐบาลเป็นผู้ขับเคลื่อนนโยบายเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัล รัฐบาลดิจิทัล และสังคมดิจิทัล ผ่านการใช้เทคโนโลยีหลากหลายเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและความปลอดภัยของประชาชน โดยเน้นความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน แม้จะมีขนาดและจุดเริ่มต้นที่ต่างกัน แต่ทั้งสองเมืองก็เป็นแบบอย่างในการใช้เทคโนโลยีเพื่อสร้างเมืองที่น่าอยู่และยั่งยืน โดยสามารถสรุปประเด็นเปรียบเทียบได้ตามรายละเอียดในตารางที่ 1

ตาราง 1 การเปรียบเทียบลักษณะและการดำเนินการที่เกี่ยวข้องของเมืองอัจฉริยะระหว่างเมืองคาชิวาโนะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์

ประเด็น	เมืองคาชิวาโนะ (ประเทศญี่ปุ่น)	สิงคโปร์
ลักษณะของเมือง	การวางแผนพัฒนาพื้นที่ใหม่	การปรับปรุงและพัฒนาเมืองที่มีอยู่แล้วด้วยเทคโนโลยี
ตัวแสดง	- ภาครัฐ (เทศบาลเมืองคาชิวะ) - ภาคเอกชน - สถาบันการศึกษา - ประชาชน	- ภาครัฐ (รัฐบาลกลาง) - ภาคเอกชน - สถาบันการศึกษา - ประชาชน
หน่วยงานที่รับผิดชอบหลัก	- ภาคเอกชน - เทศบาลเมืองคาชิวะ	- รัฐบาล
วัตถุประสงค์	เมืองต้นแบบด้านการวิจัยและพัฒนาเมืองที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	การเป็น Smart Nation และมุ่งสู่เมืองที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์
นโยบายที่เกี่ยวข้อง	- Kashiwa-no-ha Smart City - ยุทธศาสตร์ชาติการใช้พื้นที่แห่งชาติ - นโยบาย Society 5.0	- นโยบาย Smart Nation - นโยบาย Singapore Green Plan 2030 - นโยบาย Digital Government Blueprint
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี		
ด้านโครงสร้างพื้นฐานอัจฉริยะ	- การสร้างเมืองโดยใช้ GIS และระบบจำลองสภาพแวดล้อม - AEMS ควบคุมการใช้พลังงานในเขตเมืองผ่านการใช้ระบบพลังงานอัจฉริยะ - ระบบขนส่งเชื่อมต่อโยงสถานีรถไฟกับจักรยานและ EV	- การพัฒนาเมืองโดยใช้ Digital Twin เพื่อจำลองเมืองแบบ 3 มิติ - Smart Nation Sensor Platform ติดตั้งเซนเซอร์ในพื้นที่สาธารณะทั่วเมืองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลแบบเรียลไทม์ - ระบบคมนาคมไร้คนขับ เช่น รถบัสอัตโนมัติในเขต Punggol - การกระจายตัวของพื้นที่สาธารณะ
ด้านเศรษฐกิจอัจฉริยะ	- การส่งเสริมนวัตกรรมผ่าน KOIL ซึ่งเป็นพื้นที่ Co-Working สำหรับสตาร์ทอัพและบริษัทเทคโนโลยี	- การส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล เช่น AI, Blockchain, FinTech ผ่าน Smart Nation Digital Government Office - การพัฒนาเขตเศรษฐกิจอัจฉริยะ

ประเด็น	เมืองคาชิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น)	สิงคโปร์
	- การสนับสนุนผู้ประกอบการ ท้องถิ่นด้าน Green Tech	เช่น Punggol Digital District เชื่อมต่อบริษัทและมหาวิทยาลัย ด้วยโครงสร้างพื้นฐานอัจฉริยะ
ด้านสิ่งแวดล้อม อัจฉริยะ	- HEMS - AEMS - ระบบรีไซเคิลน้ำ - อาคารประหยัดพลังงาน - ระบบแสดงข้อมูลสิ่งแวดล้อม แบบเรียลไทม์	- การจัดการขยะอัจฉริยะ - พลังงานแสงอาทิตย์ในที่อยู่อาศัย - โครงการเมืองท่ามกลาง ธรรมชาติ
ด้านการบริหารจัดการ อัจฉริยะ	- การขับเคลื่อนจากล่างขึ้นบน โดย ให้ภาคประชาชนในท้องถิ่นมีส่วน ร่วมร่วมกับภาคเอกชน - การใช้เทคโนโลยีสนับสนุนการ วางแผนเมือง	- การขับเคลื่อนจากนโยบายรัฐ แบบบนลงล่าง โดยใช้เทคโนโลยี ระดับชาติและส่งเสริมการมีส่วนร่วม ผ่านระบบดิจิทัลที่มี ประสิทธิภาพ - การใช้เทคโนโลยีในการบริหาร ภาครัฐ
ด้านคุณภาพชีวิต อัจฉริยะ	การสร้างสมดุลระหว่างเทคโนโลยี กับสิ่งแวดล้อมในระดับชุมชน	การใช้เทคโนโลยีสร้าง ชีวิตประจำวันที่สะดวก ปลอดภัย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
จุดแข็ง	- การร่วมมือระหว่างรัฐ เอกชน และมหาวิทยาลัยอย่างใกล้ชิด, - มีเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อม ชัดเจน	- ระบบรัฐรวมศูนย์ที่สามารถ ดำเนินนโยบายได้รวดเร็ว - โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลแข็งแกร่ง - การยอมรับเทคโนโลยีของ ประชาชน
ข้อจำกัด	- การขยายผลไปยังเมืองอื่นทำได้ ยากเนื่องจากเริ่มจากโครงการของ เอกชน - ขนาดเมืองจำกัด	- ความเป็นรัฐรวมศูนย์อาจลด โอกาสการมีส่วนร่วมเชิงลึก - ความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัลในกลุ่ม ประชากรสูงวัยหรือผู้มีรายได้น้อย
อุปสรรค	- ต้องพึ่งพาความร่วมมือ ภาคเอกชนอย่างมาก - การปรับเปลี่ยนโครงสร้างพื้นฐาน เดิมมีสูง	- ความท้าทายด้านความมั่นคง ทางไซเบอร์ - การบริหารข้อมูลส่วนบุคคล - ความเหลื่อมล้ำทางเทคโนโลยี

ที่มา: ผู้วิจัย

4.3 การนำเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนมาปรับใช้ในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างเมืองคาชิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์

ปัจจุบันการพัฒนาเมืองให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมถือเป็นประเด็นสำคัญในเวทีโลก เนื่องด้วย โลกกำลังประสบกับความมั่นคงรูปแบบใหม่อย่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การขยายตัวของเมือง และการเติบโตของจำนวนประชากรที่รวดเร็ว ซึ่งความท้าทายดังกล่าว ล้วนแทรกซึมและส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตประชาชน ความหลากหลายทางชีวภาพ ความมั่นคงทางอาหาร การพัฒนาเศรษฐกิจ เป็นต้น ดังนั้นSDGs จึงถูกนำมาปรับใช้เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมผ่านการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการอยู่อาศัยอย่างยั่งยืน

การวิจัยในครั้งนี้ศึกษาการนำ SDGs มาปรับใช้ในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมเพียง 3 เป้าหมายหลัก ได้แก่

1) SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม ภายใต้เป้าหมายย่อยที่ 9.4 ส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและอุตสาหกรรมให้มีความยั่งยืน

2) SDG 11 เมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน ภายใต้เป้าหมายย่อยที่ 11.2 การเข้าถึงระบบคมนาคมขนส่งที่ปลอดภัยและเป้าหมายย่อยที่ 11.7 การเข้าถึงพื้นที่สาธารณะสีเขียวที่ปลอดภัยครอบคลุมและเข้าถึงได้โดยถ้วนหน้า

3) SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภายใต้เป้าหมายย่อยที่ 13.1 เสริมภูมิทัศน์ด้านทุนและขีดความสามารถในการปรับตัวต่ออันตรายและภัยพิบัติทางธรรมชาติและเป้าหมายย่อยที่ 13.2 บูรณาการมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในนโยบายและการวางแผนระดับชาติ

การวิเคราะห์กระบวนการดำเนินการที่ได้กล่าวไปข้างต้น พบว่า เมืองคาชิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ต่างนำ SDGs มาประยุกต์เข้ากับการออกแบบนโยบายและโครงการต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 การปรับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนและความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม

SDGs และแนวคิดด้วยความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมนับเป็นวาระระหว่างประเทศที่มีความสำคัญอย่างมากในศตวรรษที่ 21 โดย SDGs เป็นวาระที่ถูกกำหนดโดยองค์การสหประชาชาติ เพื่อเป็นเป้าหมายร่วมของประชาคมโลกในการจัดการและรับมือกับความท้าทายต่าง ๆ ของโลก เช่น การจัดการความยากจน ความมั่นคง การลดความเหลื่อมล้ำ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความยั่งยืนของระบบนิเวศ (United Nations, n.d.-c) ขณะที่แนวคิดด้วยความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมเป็นแนวคิดที่สอดแทรกใน SDGs อย่างกลมกลืน เช่น SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ SDG 14 การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากมหาสมุทรและทรัพยากรทางทะเลอย่างยั่งยืน SDG 15: การจัดการป่าไม้ การต่อสู้กับการแปรสภาพของที่ดิน และการยุติการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ (United Nations, n.d.-a) เป็นต้น อีกทั้งประเด็นดังกล่าวถูกกล่าวถึงในการประชุมระหว่างประเทศหลากหลายเวที ไม่ว่าจะเป็นการรัฐภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

(Conference of the Parties: COP) การประชุมสมัชชาสหประชาชาติ (United Nations General Assembly UNGA) หรือการประชุม G20 เป็นต้น และความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมเป็นประเด็นที่ถูกกล่าวถึงในแต่ละการประชุม ซึ่งล้วนแต่กำหนดให้ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมเป็นหัวใจหลักของการเจรจาและการกำหนดนโยบาย

วาระทั้งสองประการจึงไม่เพียงเป็นเป้าหมายร่วมของประชาคมโลกเท่านั้น หากแต่ยังได้กลายเป็นบรรทัดฐานสากลที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดนโยบาย การวางแผนการพัฒนา และการดำเนินมาตรการต่าง ๆ โดยประเทศทั่วโลกจำเป็นต้องนำไปปรับใช้ทั้งในระดับชาติและระดับท้องถิ่น เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืนอย่างแท้จริง เมื่อวิเคราะห์กระบวนการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ตามกระบวนการ Norm Localization พบว่า กรณีกีฬาทั้งสองต่างให้ความสำคัญกับ SDG ในฐานะเป้าหมายหลักในการพัฒนาเมือง โดยมีจุดร่วมกันในด้านใช้เทคโนโลยีดิจิทัล โครงสร้างพื้นฐานอัจฉริยะ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน อย่างไรก็ตามการตีความและการปรับใช้ SDGs ในทั้งสองกรณีมีลักษณะแตกต่างกันอย่างชัดเจนดังนี้

เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) มีแนวโน้มที่วางรากฐานการพัฒนาอยู่บนฐานคิดความยั่งยืนแบบองค์รวมและการมีส่วนร่วมของชุมชนผ่านความร่วมมือระหว่างรัฐ เอกชน และสถาบันการศึกษา เช่น ความร่วมมือของบริษัท Mitsui Fudosan, มหาวิทยาลัยโตเกียว และภาครัฐท้องถิ่น ซึ่งสะท้อนแนวคิดการสร้างระบบนิเวศน์เมืองที่ประชาชนมีบทบาทร่วมในการกำหนดอนาคตของตนเอง (Altunbey et al., 2023; Gornik, 2020) ในขณะที่สิงคโปร์มีแนวโน้มที่จะมอง SDGs ในฐานะเครื่องมือเชิงยุทธศาสตร์ของรัฐเพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ และการพัฒนาเมืองด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง โดยรัฐบาลมีบทบาทนำในการกำหนดทิศทาง ผ่านนโยบายอย่าง Smart Nation Initiative ซึ่งเชื่อมโยงเป้าหมาย SDGs กับการพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัลและความสามารถในการแข่งขันระดับโลก (Foo & Pan, 2016) เมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบของกระบวนการ Norm Localization มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนแรกของ Prelocalization เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) มีการยอมรับ SDGs ในฐานะบรรทัดฐานสากลที่สอดคล้องกับคุณค่าทางสังคมแบบญี่ปุ่น เช่น การใช้ชีวิตอย่างกลมกลืนกับธรรมชาติ ความพอเพียง และการอยู่ร่วมในชุมชน แนวคิดด้านสิ่งแวดล้อมจึงไม่ใช่เรื่องใหม่ แต่เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาเมืองแบบญี่ปุ่นอยู่แล้ว ขณะที่ในสิงคโปร์ SDGs ถูกตีความในเชิงยุทธศาสตร์การพัฒนา โดยเฉพาะการสร้างความสามารถในการแข่งขันผ่านนโยบาย Smart Nation และ Singapore Green Plan 2030 ซึ่งรัฐบาลมีบทบาทนำในการกำหนดกรอบการพัฒนาที่ยั่งยืน

ขั้นตอน Local Initiative เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) แสดงให้เห็นถึงการขับเคลื่อนจากระดับล่างขึ้นบน โดยความร่วมมือระหว่างภาคเอกชน สถาบันการศึกษา และภาคประชาชน เป็นกลไกหลักในการพัฒนาเมืองผ่านแนวคิด Smart and Wellness City ขณะที่สิงคโปร์เป็นตัวอย่างของการริเริ่มจากระดับบนลงล่าง โดยรัฐเป็นผู้วางแผนและดำเนินนโยบายผ่านหน่วยงานต่าง ๆ เช่น URA และ HDB เป็นต้น

ขั้นตอน Adaptation หรือการปรับเปลี่ยนบรรทัดฐานให้เหมาะสมกับบริบทท้องถิ่น เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ได้บูรณาการ SDGs เข้ากับนวัตกรรมด้านพลังงาน สุขภาพ และสิ่งแวดล้อมอย่างกลมกลืน เช่น โครงการ ASHITA Lab ที่ใช้เซนเซอร์ติดตามสุขภาพผู้สูงอายุ หรือระบบ Smart Center ที่จัดการพลังงานในระดับครัวเรือน (Mitsui Fudosan, n.d.-a) ขณะที่สิงคโปร์ประยุกต์ใช้ SDGs ผ่านการออกแบบพื้นที่เมืองอัจฉริยะ เช่น Tengah Smart Town ซึ่งบูรณาการเทคโนโลยี เพื่อการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนสุดท้าย คือ Amplification ซึ่งหมายถึงการขยายผลบรรทัดฐานที่แปลความแล้วให้กลายเป็นนโยบายถาวรหรืออัตลักษณ์ของรัฐ ในกรณีเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) เมืองได้กลายเป็นแบบจำลองของการพัฒนาเมืองอัจฉริยะในระดับชาติ และเป็นพื้นที่ต้นแบบในการขยายแนวคิด Smart Wellness City ไปสู่พื้นที่อื่นของญี่ปุ่น (Kaji et al., 2025) ส่วนในสิงคโปร์ SDGs ถูกบูรณาการอย่างเป็นระบบผ่านแผน Singapore Green Plan 2030 ซึ่งกำหนดเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมอย่างชัดเจน และแสดงบทบาทของสิงคโปร์ในเวทีโลกในฐานะเมืองอัจฉริยะที่ยั่งยืน

การวิเคราะห์ทั้งสองกรณีข้างต้นแสดงให้เห็นว่า แม้เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์มีจุดร่วมในการยอมรับ SDGs ด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ แต่กระบวนการตีความและการประยุกต์ใช้กลับดำเนินไปตามบริบทของแต่ละพื้นที่ โดยเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) เน้นความร่วมมือของภาคส่วนต่าง ๆ และผสาน SDGs เข้ากับวัฒนธรรมชุมชน ขณะที่สิงคโปร์ดำเนินการอย่างเป็นระบบผ่านกลไกรัฐและใช้ SDGs เป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์เชิงอำนาจและนวัตกรรม ทั้งนี้ทั้งสองกรณีจึงสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการแปลความบรรทัดฐานเพื่อให้เกิดความยั่งยืนอย่างแท้จริง ทั้งในระดับนโยบายและระดับการปฏิบัติ โดยเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์มีการนำ SDGs มาปรับใช้ในนโยบายและการแผนการดำเนินการในหลากหลายมิติเพื่อมุ่งสู่การสร้างคามยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปกับการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน กล่าวคือ เมืองทั้งสองได้บูรณาการมิติความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมเข้าสู่กระบวนการทัศน์และแผนปฏิบัติการอย่างรอบด้าน (Thales Headquarters, 2023) ซึ่งรายละเอียดการปรับใช้ SDGs เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของกรณีศึกษาทั้งสองมีรายละเอียดดังนี้

SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่ยืดหยุ่นและการคิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ นำไปสู่การยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในสังคมมากขึ้น (United Nations Development Programme, n.d.)

ญี่ปุ่นและสิงคโปร์มีการรับเป้าหมายข้างต้นในลักษณะเหมือนกัน โดยเป้าหมายย่อยที่เกี่ยวข้อง คือ SDG 9.4 การยกระดับอุตสาหกรรมและโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมดสู่ความยั่งยืนด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและการนำเทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาประยุกต์ใช้ ซึ่งวัดจากอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อมูลค่าทางเศรษฐกิจลดลง (Government of Singapore, n.d.-b; Institute for Global Environmental Strategies, n.d.-a)

SDG 11 เมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน การทำให้เมืองที่อยู่อาศัยมีคุณภาพ มีสภาพแวดล้อมที่ดี มีความปลอดภัย และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (United Nations Development Programme, n.d.)

ญี่ปุ่นและสิงคโปร์มีการรับเป้าหมายข้างต้นในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยเป้าหมายย่อยในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 2 เป้าหมายดังนี้ (Government of Singapore, n.d.-b; Institute for Global Environmental Strategies, n.d.-b)

เป้าหมายย่อยที่ 11.2 การเข้าถึงระบบคมนาคมขนส่งที่ปลอดภัย ในราคาที่ย่อมเยาสำหรับทุกคน และพัฒนาความปลอดภัยทางถนน โดยการขยายการขนส่งสาธารณะซึ่งตัวบ่งชี้ความสำเร็จ คือ สัดส่วนของประชากรที่เข้าถึงขนส่งสาธารณะได้อย่างสะดวก จำแนกตามกลุ่มอายุ เพศ และบุคคลที่มีความบกพร่องทางร่างกาย

เป้าหมายย่อยที่ 11.7 การเข้าถึงพื้นที่สาธารณะสีเขียวที่ปลอดภัยครอบคลุมและเข้าถึงได้โดยถ้วนหน้า โดยตัวบ่งชี้ความสำเร็จที่เกี่ยวข้อง คือ ส่วนแบ่งเฉลี่ยของพื้นที่เมืองที่ถูกสร้างขึ้นให้เป็นสถานที่ที่ใช้ประโยชน์สาธารณะสำหรับทุกคนจำแนกตามอายุ เพศ และบุคคลที่มีความบกพร่องทางร่างกาย

SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยญี่ปุ่นและสิงคโปร์มีการรับเป้าหมายข้างต้นในลักษณะเหมือนกัน ซึ่งเป้าหมายย่อยในการวิจัยครั้งนี้มี 2 เป้าหมายย่อยดังนี้ (Government of Singapore, n.d.-b; Institute for Global Environmental Strategies, n.d.-b; United Nations Development Programme, n.d.)

เป้าหมายย่อยที่ 13.1 เสริมภูมิคุ้มกันและขีดความสามารถในการปรับตัวต่ออันตรายและภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศในประเทศ ซึ่งตัวบ่งชี้ความสำเร็จที่ คือ สัดส่วนของจำนวนผู้เสียชีวิต ผู้เสียหาย และผู้ที่ได้รับผลกระทบโดยตรงต่อภัยพิบัติลดลง

เป้าหมายย่อยที่ 13.2 บูรณาการมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในนโยบายและการวางแผนระดับชาติ โดยตัวบ่งชี้ความสำเร็จ คือ การมีส่วนร่วมในการกำหนดยุทธศาสตร์ระยะยาวและแผนการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ รวมไปถึงการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมต่อปี (Government of Singapore, n.d.)

เมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ต่างนำ SDGs มาเป็นกรอบในการกำหนดทิศทางการพัฒนาเมือง โดยเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม ทั้งสองเมืองให้ความสำคัญกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การเพิ่มพื้นที่สีเขียว และการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านการบูรณาการเทคโนโลยีอัจฉริยะเข้ากับการวางผังเมืองและนโยบายสาธารณะ ในกรณีของเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) มีการพัฒนาเมืองที่เน้นความยั่งยืนในสามมิติ ได้แก่ สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม โดยมีโครงการพลังงานหมุนเวียน การจัดการพลังงานแบบรวมศูนย์ และการมีส่วนร่วมของภาคเอกชน เช่น Mitsui Fudosan ในการสร้างสรรค์พื้นที่อยู่อาศัย และพาณิชย์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในขณะที่ สิงคโปร์ นำแนวคิด Smart Nation มาใช้ควบคู่กับ SDGs โดยมุ่งเน้นการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนผ่านการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อจัดการพลังงาน ขยะ และการจราจรอย่างมีประสิทธิภาพ มีการผลักดันนโยบายด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น โครงการอาคารเขียว (green building) และการจัดการน้ำแบบวงจรปิด โดยลำดับถัดไปเป็นผลการศึกษากระบวนการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ ตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.2 กระบวนการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

กระบวนการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะสิงคโปร์ตามตัวชี้วัดของ SDGs ที่ได้กล่าวไปข้างต้นนั้นสะท้อนให้เห็นว่า เมืองอัจฉริยะของเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์เป็นการพัฒนาที่ให้ความสำคัญกับประเด็นสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนผ่านการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ในโครงสร้างพื้นฐานเพื่อสนับสนุนการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม การพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะที่ปล่อยมลพิษต่ำ การใช้งานพาหนะไฟฟ้า การสร้างระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนที่ช่วยลดของเสียและเพิ่มการนำกลับมาใช้ใหม่ การเพิ่มพื้นที่เขียวในเขตเมืองเพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศและลดอุณหภูมิ รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับบ้านอัจฉริยะและระบบพลังงานอัจฉริยะเพื่อลดการสิ้นเปลืองพลังงาน แนวทางดังกล่าวไม่เพียงแต่จะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่ยังเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชน และส่งเสริมให้เป็นต้นแบบในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) เมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น)

เป้าหมายย่อยที่ 9.4.1 ส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและอุตสาหกรรมให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พบว่า การขับเคลื่อนความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) อยู่ภายใต้การจัดการพลังงานอย่างชาญฉลาด เมืองได้วางรากฐานด้วยระบบ AEMS ซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการติดตามและควบคุมการใช้พลังงานแบบเรียลไทม์ ข้อมูลที่ได้นี้ไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้ใช้งานตระหนักถึงรูปแบบการใช้พลังงานของตนเอง แต่ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระดับเมือง (Hitachi, n.d.; Hitachi et al., 2014) นอกจากนี้ การผสมรวมแหล่งพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ เข้ากับระบบกักเก็บพลังงานขนาดใหญ่ ช่วยให้เมืองสามารถลดการพึ่งพาพลังงาน

จากฟอสซิลและเพิ่มความมั่นคงทางพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับเป้าหมายย่อยที่ 9.4. มุ่งเน้นการสร้างโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานที่ยั่งยืน ในระดับครัวเรือนมีการนำระบบ HEMS ยังเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้อยู่อาศัยมีส่วนร่วมในการประหยัดพลังงานและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Hitachi et al., 2014)

เมืองคาชิวานะฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ยังให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบการขนส่งที่ยั่งยืน การวางผังเมืองตามแนวคิดการพัฒนาที่เน้นการขนส่งสาธารณะ (Transit-Oriented Development: TOD) มาเป็นแนวทางในการวางผังเมืองที่เน้นการพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีขนส่งสาธารณะ โดยเฉพาะสถานีรถไฟ เพื่อให้ประชาชนสามารถเข้าถึง ระบบขนส่งสาธารณะ แหล่งงาน ที่พักอาศัย บริการต่าง ๆ ได้โดยสะดวก อีกทั้งลดความจำเป็นในการใช้รถยนต์ส่วนตัว ซึ่งนำไปสู่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการขนส่ง การส่งเสริมการใช้นยานพาหนะไฟฟ้า (Electric Vehicles: EV) ควบคู่ไปกับการติดตั้งสถานีชาร์จ และการสนับสนุนการใช้จักรยานด้วยโครงสร้างพื้นฐานที่เหมาะสม เช่น เส้นทางจักรยานที่ปลอดภัยและบริการเช่าจักรยาน เป็นอีกหนึ่งกลไกสำคัญในการสร้างทางเลือกในการเดินทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ระบบการจัดการจราจรอัจฉริยะ (Intelligent Transportation System: ITS) ยังเข้ามามีบทบาทในการลดความแออัดของการจราจร ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการลดการปล่อยไอเสียที่ไม่จำเป็น (Urban Land Institute, 2017a)

ในด้านการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม เมืองคาชิวานะฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) แสดงให้เห็นถึงความมุ่งมั่นในการอนุรักษ์พื้นที่สีเขียวและส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพ การสร้างและดูแลรักษาสวนสาธารณะและทางเดินเท้าที่เชื่อมโยงพื้นที่ต่าง ๆ ไม่เพียงแต่สร้างสภาพแวดล้อมที่น่าอยู่ แต่ยังช่วยรักษาสมดุลของระบบนิเวศในเมือง การจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพผ่านการนำเทคโนโลยีและแนวทางการจัดการน้ำที่ยั่งยืนมาใช้ เช่น การนำน้ำฝนกลับมาใช้และการบำบัดน้ำเสีย เป็นอีกหนึ่งองค์ประกอบสำคัญของการสร้างเมืองที่ยั่งยืน นอกจากนี้ การจัดการขยะตามหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน โดยเน้นการลดปริมาณขยะ การคัดแยกเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ และการนำขยะไปผลิตเป็นพลังงาน เป็นแนวทางที่สอดคล้องกับเป้าหมาย 9.4.1 ในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม นอกจากนี้ การเป็นที่ตั้งของ KOIL สนับสนุนการพัฒนาและทดลองใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในภาคอุตสาหกรรม ผ่านการบ่มเพาะสตาร์ทอัพ การส่งเสริมความร่วมมือ และการนำเทคโนโลยีมาสาธิตในสภาพแวดล้อมจริงของเมือง (Kashiwa-no-ha Smart City, n.d.-a) ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายนี้โดยตรง ทำให้เมืองคาชิวานะฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) เป็นศูนย์กลางของการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม การสนับสนุนและส่งเสริมกิจกรรมเหล่านี้เป็นรากฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและอุตสาหกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

การวิเคราะห์จากตัวบ่งชี้ พบว่า เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ได้ดำเนินการขับเคลื่อนเป้าหมายดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง โดยโครงการต่าง ๆ ในคาซิวะโนฮะ มีการระบุเป้าหมายอย่างชัดเจนเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น การลดการใช้พลังงานสูงสุด (peak cut) ถึงร้อยละ 26 ผ่านระบบ AEMS (Hitachi et al., 2014) อีกทั้งได้ดำเนินการบูรณาการความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมเข้ากับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ เช่น การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาประยุกต์ใช้อย่างชาญฉลาด ICT ถูกนำมาใช้ในการบริหารจัดการเมืองในหลากหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็นการจัดการพลังงาน การจัดการจราจร หรือการจัดการสิ่งแวดล้อม ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืนในการดำเนินงานของเมือง

เป้าหมายย่อยที่ 11.2 การเข้าถึงระบบคมนาคมขนส่งที่ปลอดภัย พบว่า เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะอัจฉริยะ ซึ่งมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อยกระดับความปลอดภัยในการเดินทาง ไม่ว่าจะเป็นระบบติดตามและตรวจสอบรถโดยสารแบบเรียลไทม์ที่ช่วยให้สามารถจัดการและตอบสนองต่อสถานการณ์ฉุกเฉินได้อย่างรวดเร็ว การติดตั้งกล้องวงจรปิดทั้งภายในตัวรถและบริเวณป้ายจอดเพื่อป้องกันเหตุอาชญากรรม และระบบแจ้งเตือนความปลอดภัยต่าง ๆ ที่ช่วยให้ผู้โดยสารได้รับข้อมูลและสามารถเตรียมพร้อมต่อสถานการณ์ที่ไม่คาดคิด (Kashiwa-no-ha Smart City, n.d.-b) ยิ่งไปกว่านั้น เมืองอัจฉริยะเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) มีการส่งเสริมการใช้รถโดยสารไฟฟ้าหรือยานพาหนะที่ใช้พลังงานสะอาดอื่น ๆ เพื่อลดการปล่อยมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นหนึ่งในเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืน และมีการวางแผนเส้นทางการเดินรถที่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนการจัดตารางเวลาที่ดีไม่เพียงแต่ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้โดยสารเท่านั้น แต่ยังช่วยลดปัญหาการจราจรโดยรวม และส่งผลให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกเหนือจากนี้เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) มีการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรองรับ เช่น สถานีชาร์จไฟฟ้าสาธารณะที่เข้าถึงได้ง่ายและมีจำนวนเพียงพอ (Kashiwa-no-ha Smart City, n.d.-b) เป็นอีกหนึ่งความพยายามของเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ในการสร้างระบบคมนาคมที่ยั่งยืนในระยะยาว แม้ว่าในปัจจุบันยานยนต์ไฟฟ้าอาจยังมีราคาสูง แต่การส่งเสริมการใช้งานและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานจะช่วยให้ยานยนต์ไฟฟ้าเป็นทางเลือกที่เข้าถึงได้ง่ายขึ้นในอนาคต และมีส่วนสำคัญในการลดมลพิษทางอากาศในเมือง

การวิเคราะห์จากตัวบ่งชี้ พบว่า เมืองคาซิวะโนฮะให้ความสำคัญกับการออกแบบที่เป็นสากล เพื่อให้ทุกคนสามารถเข้าถึงขนส่งสาธารณะได้อย่างเท่าเทียม การมีสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น ทางลาด ลิฟต์ พื้นผิวสัมผัส รถโดยสารพื้นต่ำพร้อมทางลาด พื้นที่สำหรับรถเข็น และข้อมูลที่เข้าถึงได้ง่าย รวมถึงความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มความสะดวกสบายในการเดินทาง

เป้าหมายย่อยที่ 11.7 การเข้าถึงพื้นที่สาธารณะสีเขียวที่ปลอดภัยครอบคลุม และเข้าถึงได้โดยถ้วนหน้า พบว่า รัฐบาลมีการวางแผนเมืองเชิงรุกที่ให้ความสำคัญกับโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure Planning) ตั้งแต่เริ่มกระบวนการพัฒนา การกำหนดให้มีพื้นที่สีเขียวในหลากหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นสวนสาธารณะขนาดใหญ่ที่เปรียบเสมือนปอดของเมือง สวนหย่อมขนาดเล็กที่แทรกตัวอยู่ตามย่านที่อยู่อาศัย แนวพื้นที่สีเขียวริมทางเดิน ที่สร้างความร่มรื่น และแม้กระทั่งการส่งเสริมพื้นที่เกษตรกรรมในเมือง ล้วนสะท้อนถึงความตั้งใจในการเพิ่มปริมาณพื้นที่สีเขียวโดยรวม และกระจายโอกาสในการเข้าถึงพื้นที่เหล่านี้ให้กับประชาชนในทุกพื้นที่ของเมือง (Mitsui Fudosan, n.d.-a) แนวทางการวางแผนเช่นนี้เป็นการตอบสนองต่อเป้าหมายย่อย 11.7 โดยตรง ด้วยการทำให้พื้นที่สาธารณะสีเขียวไม่ได้เป็นเพียงจุดที่เข้าถึงได้ยาก แต่กลายเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันของทุกคนควบคู่ไปกับการวางแผนเมือง

การพัฒนาสวนสาธารณะและพื้นที่พักผ่อนหย่อนใจที่หลากหลายเป็นอีกหนึ่งกลไกสำคัญที่เมืองคาชิวานะ (ประเทศญี่ปุ่น) ให้ความสำคัญ เช่น โครงการพัฒนาสวนสาธารณะขนาดใหญ่อย่าง Kashiwa-no-ha Park ซึ่งมีสิ่งอำนวยความสะดวกที่รองรับกิจกรรมกลางแจ้งหลากหลายรูปแบบสำหรับทุกช่วงวัย (Kashiwanoha-Navi, n.d.) เป็นตัวอย่างที่ชัดเจน นอกจากนี้ การมีสวนหย่อมขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วมือง และการปรับปรุงพื้นที่รกร้างให้กลายเป็นพื้นที่พักผ่อนที่น่านั่งรอมยั้งเป็นการเพิ่มทางเลือกและโอกาสในการเข้าถึงพื้นที่สีเขียวให้กับประชาชน การออกแบบพื้นที่เหล่านี้ยังคำนึงถึงความปลอดภัยและการเข้าถึงที่เท่าเทียมสำหรับทุกคน เนื่องด้วยมีการติดตั้งทางลาดสำหรับผู้ใช้รถเข็น หอ่งน้ำสำหรับผู้พิการ (柏市, n.d.-c) ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของเป้าหมายย่อย 11.7 ที่เน้นความปลอดภัยและการเข้าถึงได้โดยถ้วนหน้า ยิ่งไปกว่านั้น เมืองคาชิวานะ (ประเทศญี่ปุ่น) ยังให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการใช้พื้นที่สีเขียวเพื่อกิจกรรมทางสังคมและเศรษฐกิจที่หลากหลาย การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ในสวนสาธารณะอย่างสม่ำเสมอ เช่น ตลาดนัดชุมชน งานเทศกาล หรือคลาสออกกำลังกายกลางแจ้ง (Kashiwa Information Association, n.d.) ไม่เพียงแต่เป็นการกระตุ้นให้ประชาชนออกมาใช้พื้นที่ร่วมกัน แต่ยังเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและเสริมสร้างความรู้สึกเป็นชุมชน

เมืองคาชิวานะ (ประเทศญี่ปุ่น) มีการสนับสนุนการทำเกษตรกรรมในเมืองในบางพื้นที่สีเขียวยังเป็นการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างคนเมืองกับธรรมชาติ และส่งเสริมความเข้าใจในเรื่องการผลิตอาหารอย่างยั่งยืน การใช้ประโยชน์จากพื้นที่สีเขียวในหลากหลายมิติเช่นนี้ ไม่เพียงแต่เพิ่มคุณค่าและความน่าสนใจให้กับพื้นที่ แต่ยังส่งเสริมความรู้สึกเป็นเจ้าของและความปลอดภัยในพื้นที่สาธารณะ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของเป้าหมายย่อย 11.7 นอกเหนือจากนี้ เมืองคาชิวานะ (ประเทศญี่ปุ่น) ยังได้นำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมการเข้าถึงและการจัดการพื้นที่สีเขียว ตัวอย่างเช่น การใช้แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือเพื่อแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับสวนสาธารณะ กิจกรรมที่จัดขึ้น หรือข้อมูลด้านความปลอดภัย เป็นการอำนวยความสะดวกให้กับประชาชนในการเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากพื้นที่เหล่านี้ นอกจากนี้ เทคโนโลยีอาจถูกนำมาใช้ในการจัดการระบบรดน้ำ หรือการเฝ้าระวังความ

ปลอดภัยในพื้นที่ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการและส่งเสริมความปลอดภัย (Altunbey et al., 2023)

การวิเคราะห์จากตัวบ่งชี้ พบว่า เมืองคาชิวานอสะ (ประเทศญี่ปุ่น) ให้ความสำคัญกับการพัฒนาพื้นที่สาธารณะและคุณภาพชีวิตของประชาชนอย่างเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะในด้านการออกแบบเมืองที่เน้นความยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม พื้นที่สาธารณะหลากหลายรูปแบบถูกจัดวางไว้อย่างมีระบบ เช่น Kashiwa-no-ha Park ซึ่งเป็นสวนสาธารณะขนาดใหญ่ที่รวมทั้งพื้นที่สีเขียว สนามกีฬา และศูนย์การเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ตลอดจน Kashiwa-no-ha Aqua Terrace พื้นที่ริมน้ำที่ออกแบบให้เป็นจุดเชื่อมต่อทางสังคม และธรรมชาติ ส่งเสริมการพักผ่อน การปฏิสัมพันธ์ และกิจกรรมชุมชน แม้จะไม่มีข้อมูลเชิงปริมาณที่ระบุชัดเจนถึงสัดส่วนของพื้นที่สาธารณะโดยรวม แต่จากแนวทางการวางผังเมืองและการพัฒนาโครงการต่างๆ ที่ดำเนินมาอย่างต่อเนื่อง สะท้อนให้เห็นถึงความมุ่งมั่นของเมืองในการสร้างสมดุลระหว่างการพัฒนาเมืองและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

เป้าหมายย่อยที่ 13.1 เสริมภูมิทัศน์ทางานและขีดความสามารถในการปรับตัวต่อภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศในทุกประเทศ พบว่า เมืองคาชิวานอสะ (ประเทศญี่ปุ่น) ถูกวางผังเมืองและออกแบบให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยให้ความสำคัญกับพื้นที่สีเขียวและโครงข่ายธรรมชาติ (Kashiwa-no-ha Smart City, 2021) ไม่เพียงแต่สร้างสภาพแวดล้อมที่น่าอยู่และส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพ แต่ยังมีบทบาทสำคัญในการลดผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเขตเมือง ซึ่งเป็นผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ พื้นที่สีเขียวเหล่านี้ยังช่วยในการดูดซับน้ำฝน ลดความเสี่ยงจากปัญหาน้ำท่วม ซึ่งเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่ทวีความรุนแรงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในส่วนของการออกแบบอาคาร เมืองคาชิวานอสะ (ประเทศญี่ปุ่น) ได้ส่งเสริมการสร้างอาคารที่เน้นการประหยัดพลังงาน ไม่ว่าจะเป็นการใช้วัสดุก่อสร้างที่เป็นฉนวน การออกแบบเพื่อรับแสงธรรมชาติอย่างเหมาะสม หรือการติดตั้งระบบผลิตพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็ก เช่น แผงโซลาร์เซลล์บนหลังคา (Kashiwa-no-ha Smart City, 2021) มาตรการเหล่านี้มีส่วนช่วยในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ การจัดการน้ำอย่างยั่งยืนผ่านระบบระบายน้ำที่มีประสิทธิภาพและการนำน้ำฝนกลับมาใช้ประโยชน์ ยังช่วยลดภาระของระบบน้ำประปาและลดความเสี่ยงจากปัญหาน้ำท่วมภัยแล้งที่อาจรุนแรงขึ้นในอนาคต

การนำเทคโนโลยีอัจฉริยะมาประยุกต์ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมและการรับมือภัยพิบัติเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ทำให้เมืองคาชิวานอสะ (ประเทศญี่ปุ่น) โดดเด่น โดยระบบพลังงานอัจฉริยะช่วยให้เมืองสามารถบริหารจัดการการผลิตและใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รองรับการใช้พลังงานหมุนเวียน และเพิ่มความมั่นคงของระบบไฟฟ้าในยามเกิดภัยพิบัติ (Mitsui Fudosan, n.d.-a) อีกทั้งมีการส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รถยนต์ไฟฟ้า และจักรยาน ช่วยลดมลพิษทางอากาศและลดการใช้พลังงานโดยรวม ยิ่งไปกว่านั้น เมืองคาชิวานอสะ (ประเทศญี่ปุ่น) ยังได้ติดตั้งระบบตรวจจับและแจ้งเตือนภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศ เช่น น้ำท่วมและแผ่นดินไหว ซึ่งช่วยให้

ประชาชนสามารถเตรียมตัวและอพยพได้อย่างทันท่วงที การใช้ประโยชน์จาก Big Data และ AI ในการวิเคราะห์แนวโน้มสภาพอากาศ การใช้พลังงาน และการจราจร ช่วยให้เมืองสามารถคาดการณ์และวางแผนรับมือกับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Tomiya, 2023)

ความสำเร็จของเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่การนำเทคโนโลยีมาใช้ แต่ยังรวมถึงการให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของชุมชนและการสร้างความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม การเปิดโอกาสให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการวางแผนและดำเนินโครงการต่าง ๆ ทำให้มั่นใจได้ว่าการพัฒนาเป็นไปในทิศทางที่ตอบสนองต่อความต้องการของชุมชนอย่างแท้จริง นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมและการให้ความรู้ต่างๆ ยังช่วยส่งเสริมความเข้าใจและความตระหนักถึงความสำคัญของความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมและการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในหมู่ประชาชน

การวิเคราะห์จากตัวบ่งชี้ พบว่า เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) เป็นเมืองใหม่ที่ได้รับการวางแผนและพัฒนาอย่างเป็นระบบ โดยเน้นการสร้างเมืองที่ปลอดภัยและยั่งยืน จึงมีแนวโน้มว่าสัดส่วนของจำนวนผู้เสียชีวิต ผู้เสียหาย และผู้ที่ได้รับผลกระทบโดยตรงภัยพิบัติลดลง เนื่องด้วยนโยบายและโครงการต่าง ๆ ของเมืองอัจฉริยะเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) มีส่วนช่วยในการเสริมภูมิคุ้มกันด้านและขีดความสามารถในการปรับตัวต่อภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศในหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็นการลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติผ่านการวางแผนเมืองและการจัดการน้ำ การเพิ่มขีดความสามารถในการรับมือผ่านระบบเทคโนโลยีอัจฉริยะ และการสร้างความตระหนักและการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการปรับตัวในระยะยาว ตลอดจนมีการแจ้งเตือนเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง (柏市, n.d.-d)

เป้าหมายย่อยที่ 13.2 บูรณาการมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเข้ากับนโยบายและการวางแผนระดับชาติ พบว่า รัฐบาลญี่ปุ่นมุ่งพัฒนาเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ให้เป็นเมืองต้นแบบด้านการวิจัยและพัฒนาเมืองที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติการใช้พื้นที่แห่งชาติและวิสัยทัศน์สังคมอัจฉริยะ Society 5.0 ตั้งแต่การออกแบบผังเมืองโดยคำนึงถึงประสิทธิภาพด้านพลังงานและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผน การจัดสรรพื้นที่ การออกแบบอาคารและโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ได้ถูกกำหนดภายใต้แนวคิดของการลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น และส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาด ตัวอย่างเช่น การวางแผนเมืองที่ส่งเสริมการเดินและการใช้จักรยาน การจัดให้มีพื้นที่สีเขียวอย่างเพียงพอเพื่อลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง และการออกแบบอาคารที่เน้นการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติและการระบายอากาศที่ดี ล้วนเป็นผลมาจากการบูรณาการเป้าหมายด้านการลดคาร์บอนเข้าสู่ผังเมืองตั้งแต่เริ่มต้น (柏市, n.d.-a)

นโยบายการพัฒนาเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ยังให้ความสำคัญกับการใช้ข้อมูลพลังงาน ในการตัดสินใจและวางแผน ตัวอย่างเช่น การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานในภาคส่วนต่าง ๆ ของเมือง ไม่ว่าจะเป็นภาคครัวเรือน ภาคธุรกิจ หรือภาคการขนส่ง ช่วยให้เข้าใจถึงรูปแบบการใช้พลังงานและสามารถระบุจุดที่ต้องปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Tomiya, 2023) ข้อมูลเหล่านี้ยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการกำหนดเป้าหมายและมาตรการต่าง ๆ ในแผนการลดคาร์บอนของเมือง เช่น การกำหนดมาตรฐานการใช้พลังงานของอาคาร การส่งเสริมการติดตั้งพลังงานหมุนเวียน หรือการวางแผนระบบขนส่งสาธารณะที่มีประสิทธิภาพ

เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ให้ความสำคัญอย่างมากกับการสนับสนุนการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนและเอกชนในการกำหนดนโยบายสิ่งแวดล้อม การเปิดโอกาสให้ประชาชนและภาคธุรกิจได้เข้ามามีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น การเสนอแนะแนวทาง และการร่วมกันกำหนดนโยบาย ทำให้เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของร่วมและความร่วมมือในการดำเนินงานตามนโยบายเหล่านั้น ตัวอย่างเช่น การจัดเวทีรับฟังความคิดเห็น การจัดกิจกรรมส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อม หรือการสนับสนุนโครงการริเริ่มด้านสิ่งแวดล้อมจากภาคประชาชนและเอกชน ล้วนเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยสร้างความเข้มแข็งให้กับนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของเมือง ดังนั้นการเชื่อมโยงระหว่างผังเมือง นโยบายการพัฒนา แผนการลดคาร์บอน การใช้ข้อมูลพลังงาน และการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน ทำให้เมืองอัจฉริยะเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) เป็นตัวอย่างที่ชัดเจนของการพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนอย่างแท้จริง การบูรณาการเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ทุกมิติของการวางแผนและพัฒนาเมือง ไม่ได้เพียงแค่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเท่านั้น แต่ยังสร้างสภาพแวดล้อมที่น่าอยู่ มีคุณภาพชีวิตที่ดี และส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนในระยะยาว

การวิเคราะห์จากตัวบ่งชี้ พบว่า การมีส่วนร่วมในการกำหนดยุทธศาสตร์ระยะยาวและแผนการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ รวมไปถึงการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมต่อไป

ญี่ปุ่นได้นำ SDGs มาบูรณาการใช้ในโครงการพัฒนาเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) โดยมุ่งเน้นการสร้างเมืองอัจฉริยะที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่ยั่งยืน และการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในชุมชน จนได้รับการยอมรับในฐานะเมืองต้นแบบที่มีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน อย่างไรก็ตาม เนื่องด้วยเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) เป็นเมืองที่ถูกสร้างขึ้นใหม่ ส่งผลให้การสร้างอัตลักษณ์ของชุมชนและความผูกพันทางสังคมยังคงเป็นความท้าทาย เนื่องจากขาดรากฐานทางวัฒนธรรมและประวัติศาสตร์ร่วมกันของประชาชนที่ย้ายเข้ามาอยู่อาศัยใหม่ อย่างไรก็ตาม การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนอย่างต่อเนื่องผ่านกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การดูแลพื้นที่สีเขียว การใช้ระบบจัดการพลังงานภายในเมือง และการส่งเสริมการใช้พาหนะที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ได้กลายเป็น

กลไกสำคัญที่ช่วยเชื่อมโยงผู้คนเข้าหากัน และเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

2) สิงคโปร์

เป้าหมายย่อยที่ 9.4.1 ส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและอุตสาหกรรมให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พบว่า รัฐบาลสิงคโปร์ได้ดำเนินนโยบายและโครงการต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ เช่น การลงทุนพัฒนาแพลตฟอร์มเซนเซอร์อัจฉริยะ ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบตามเวลาจริง (Real-time Data Acquisition) ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ การจัดการของเสีย และคุณภาพอากาศ เพื่อติดตาม วิเคราะห์ และตัดสินใจเชิงนโยบายบนพื้นฐานของข้อมูล ตลอดจนการเพิ่มขีดความสามารถในการเฝ้าระวังและจัดการความเสี่ยงในสถานการณ์ฉุกเฉิน ตัวอย่างโครงการที่สำคัญในบริบทนี้ ได้แก่ SolarNova NEWater และ Tengah Eco-Town ขณะเดียวกัน มีการนำแบบจำลองดิจิทัลของเมืองมาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อประเมินผลกระทบของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและกิจกรรมทางอุตสาหกรรมต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

สิงคโปร์ได้ริเริ่มโครงการสำคัญหลากหลายประการ อาทิ โครงการ SolarNova ซึ่งมีเป้าหมายในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนอาคารทั่วประเทศ เพื่อลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลและบรรเทาผลกระทบจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก นอกเหนือจากนี้สิงคโปร์ยังให้ความสำคัญของการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวปรากฏชัดเจนในโครงการต่าง ๆ เช่น ระบบทางเชื่อมสวนสาธารณะ (Park Connector Network) ซึ่งเชื่อมโยงพื้นที่สีเขียวทั่วเกาะ ส่งเสริมรูปแบบการเดินทางที่ไม่ปล่อยมลพิษ และเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง ควบคู่ไปกับการขยายและยกระดับระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อเป็นทางเลือกหลักในการเดินทางแทนการใช้ยานยนต์ส่วนบุคคล (National Parks Board, n.d.-b) นอกจากนี้ รัฐบาลได้ดำเนินการขับเคลื่อนเศรษฐกิจหมุนเวียน ในส่วนของการจัดการทรัพยากรน้ำ ระบบการจัดการน้ำแบบบูรณาการ (Integrated Water Management) ซึ่งครอบคลุมการเก็บกักน้ำฝน การบำบัดน้ำเสีย และโครงการ NEWater เป็นตัวอย่างของการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน อีกทั้งรัฐบาลมีการนำหลักการเศรษฐกิจหมุนเวียนมาประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรม เช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่คำนึงถึงการนำกลับมาใช้ใหม่หรือการรีไซเคิล และการสร้างตลาดสำหรับวัสดุรีไซเคิล เป็นต้น

การวิเคราะห์จากตัวบ่งชี้ พบว่า สิงคโปร์ยังไม่ประสบความสำเร็จในการขับเคลื่อนเป้าหมายดังกล่าวตามที่คาดหวัง เนื่องจากปี ค.ศ. 2021 ความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วย GDP (Carbon Intensity) เพิ่มขึ้นถึง 0.370 kg/Intl\$ จากเดิม 0.358 kg/Intl\$ (CEIC, n.d.) อาจเป็นเพราะการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพลังงาน อย่างไรก็ตาม สิงคโปร์มีความพยายามอย่างมากในการขับเคลื่อนเป้าหมายดังกล่าว สะท้อนให้เห็นจากการกำหนดเป้าหมายระดับชาติที่ชัดเจน เพื่อการลดความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วย GDP ลงสูงถึงร้อยละ 36 ภายในปี ค.ศ. 2030 เมื่อเทียบกับระดับของปี ค.ศ. 2005

นอกจากนี้ ยังมีเป้าหมายที่ท้าทายยิ่งขึ้นในการจำกัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวมให้สูงสุดภายในช่วงเวลาเดียวกัน และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้เหลือระหว่าง 45 ถึง 50 ล้านตันภายในปี ค.ศ. 2035 ซึ่งเป็นก้าวสำคัญสู่เป้าหมายระยะยาวในการบรรลุการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายในปี ค.ศ. 2050

เป้าหมายย่อยที่ 11.2 การเข้าถึงระบบคมนาคมขนส่งที่ปลอดภัย พบว่ารัฐบาลสิงคโปร์ได้วางรากฐานการพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งที่ยั่งยืนผ่านแผนแม่บทการขนส่งทางบก (Land Transport Master Plan: LTMP) ซึ่งเป็นกรอบยุทธศาสตร์ระยะยาวมุ่งเน้นการสร้างระบบขนส่งสาธารณะแบบบูรณาการที่มีประสิทธิภาพและครอบคลุม การลงทุนอย่างต่อเนื่องในโครงสร้างพื้นฐานระบบขนส่งมวลชน เช่น การขยายเครือข่ายรถไฟฟ้า MRT และรถโดยสารประจำทาง สะท้อนให้เห็นถึงความพยายามในการเพิ่มขีดความสามารถเพื่อการรองรับผู้โดยสารและการเชื่อมต่อพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วเกาะ (Land Transport Authority, n.d.) ยิ่งไปกว่านั้น สิงคโปร์ได้ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมรูปแบบการขนส่งที่ยั่งยืน อาทิ การเดินและการปั่นจักรยาน ผ่านการพัฒนาเครือข่ายทางเดินเท้าและทางจักรยานที่เชื่อมโยงพื้นที่ต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ โครงการ Car-Lite เป็นอีกหนึ่งนโยบายสำคัญที่มุ่งลดการพึ่งพายานยนต์ส่วนบุคคล โดยส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะและการขนส่งที่ไม่ปล่อยมลพิษ การพิจารณาถึงความเสมอภาคในการเข้าถึงระบบขนส่งเป็นอีกหนึ่งประเด็นสำคัญ ซึ่งสะท้อนให้เห็นในการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกที่เอื้อต่อผู้ที่มีความต้องการพิเศษ อาทิ ทางลาดลิฟต์ และพื้นที่สำหรับผู้พิการ นอกจากนี้ ยังมีมาตรการให้ความช่วยเหลือด้านค่าเดินทางสำหรับกลุ่มผู้มีรายได้น้อย เพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (Car Lite, 2024)

การวิเคราะห์จากตัวบ่งชี้ พบว่า ประชากรสิงคโปร์ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในรัศมี 500 เมตรจากป้ายขนส่งสาธารณะ (Government of Singapore, n.d.-b) สะท้อนให้เห็นความสำเร็จในการขับเคลื่อนเป้าหมายดังกล่าว เนื่องจากสัดส่วนของประชากรจำนวนมากสามารถเข้าถึงขนส่งสาธารณะได้อย่างสะดวก

เป้าหมายย่อยที่ 11.7 การเข้าถึงพื้นที่สาธารณะสีเขียวที่ปลอดภัยครอบคลุมและเข้าถึงได้โดยถ้วนหน้า พบว่า วิสัยทัศน์เมืองท่ามกลางธรรมชาติเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาเมืองของสิงคโปร์ โดยมุ่งเน้นการบูรณาการพื้นที่สีเขียวเข้ากับบริบทเมืองอย่างกลมกลืน เช่น การพัฒนาระบบทางเชื่อมสวนสาธารณะซึ่งเป็นโครงการที่โดดเด่นในการสร้างเส้นทางที่ปลอดภัยและต่อเนื่องสำหรับการเดิน การปั่นจักรยาน และการออกกำลังกายในพื้นที่สีเขียวทั่วเกาะ การลงทุนอย่างต่อเนื่องในการสร้างและปรับปรุงสวนสาธารณะและพื้นที่สีเขียวต่าง ๆ มีจุดมุ่งหมาย เพื่อตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของประชาชนทุกกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็นสตรี เด็ก ผู้สูงอายุ หรือผู้พิการ โดยมีการจัดสรรสิ่งอำนวยความสะดวกที่เหมาะสมและครอบคลุม ทำให้มั่นใจได้ว่าทุกคนสามารถใช้งานพื้นที่เหล่านี้ได้อย่างสะดวกและปลอดภัย การกระจายตัวของพื้นที่สีเขียวอย่างทั่วถึงยังช่วยให้ประชาชนสามารถเข้าถึงพื้นที่เหล่านี้ได้ง่ายในระยะทางที่เหมาะสม นอกจากนี้ รัฐบาลยังให้ความสำคัญกับความปลอดภัยในพื้นที่สาธารณะผ่านการติดตั้งระบบไฟส่องสว่าง การดูแลรักษาความปลอดภัย และการออกแบบสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความรู้สึกปลอดภัย อย่างโครงการ Community in Bloom (National Parks Board,

n.d.-a) สะท้อนให้เห็นถึงการมีส่วนร่วมของชุมชนในการสร้างและดูแลรักษาพื้นที่สีเขียวใกล้เคียง ซึ่งไม่เพียงแต่เพิ่มปริมาณพื้นที่สีเขียว แต่ยังสร้างความรู้สึกเป็นเจ้าของและความรับผิดชอบร่วมกัน

ถึงแม้สิงคโปร์ไม่ได้ติดตามตัวบ่งชี้ดังกล่าวอย่างเป็นทางการ แต่เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนครัวเรือนที่อาศัยในรัศมี 400 เมตรจากสวนสาธารณะ อีกทั้งวิสัยทัศน์เมืองท่ามกลางธรรมชาติที่มีเป้าหมายที่จะบรรลุร้อยละ 100 ภายในปี ค.ศ. 2030 สะท้อนให้เห็นถึงความมุ่งมั่นในการสร้างเมืองเพื่อเป็นสถานที่ใช้ประโยชน์สาธารณะสำหรับทุกคนผ่านการเพิ่มพื้นที่สีเขียวอย่างครอบคลุม

เป้าหมายย่อยที่ 13.1 เสริมภูมิทัศน์ทางน้ำและขีดความสามารถในการปรับตัวต่อภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศในทุกประเทศ พบว่า สิงคโปร์ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการความเสี่ยงและลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทวีความรุนแรงขึ้น ตัวอย่างที่สำคัญ คือ การพัฒนาระบบการจัดการน้ำและป้องกันน้ำท่วมอัจฉริยะ ซึ่งประกอบด้วยเครือข่ายเซนเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำแบบเรียลไทม์ที่ครอบคลุมทั่วประเทศ ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดนี้ถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อคาดการณ์สถานการณ์น้ำท่วมและแจ้งเตือนประชาชนผ่านช่องทางดิจิทัล ทำให้สามารถเตรียมพร้อมและลดความเสียหายได้ทันเวลาที่ นอกจากนี้ การนำระบบควบคุมประตูน้ำและสถานีสูบน้ำอัตโนมัติมาใช้อย่างช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย (Puttkamar, n.d.) ขณะเดียวกันรัฐบาลได้ลงทุนในการศึกษาและติดตามระดับน้ำทะเลอย่างต่อเนื่องโดยใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เพื่อประเมินความเสี่ยงจากการกัดเซาะชายฝั่งและการรุกคืบของน้ำทะเล (transgression) อันเนื่องมาจากระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น ข้อมูลเหล่านี้เป็นพื้นฐานสำคัญในการวางแผนและพัฒนาแนวป้องกันชายฝั่ง

เป้าหมายย่อยที่ 13.2 บูรณาการมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเข้ากับนโยบายและการวางแผนระดับชาติ พบว่า สิงคโปร์มีการดำเนินการปรับปรุงประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเข้ากับยุทธศาสตร์และแผนพัฒนาต่าง ๆ เช่น Singapore Green Plan 2030 ซึ่งเป็นแผนระดับชาติระยะยาวที่กำหนดเป้าหมายและมาตรการด้านความยั่งยืนที่ครอบคลุม โดยมีเสาหลักที่เกี่ยวข้องกับการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจน ได้แก่ Resilient Future ที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างความสามารถในการปรับตัว และ Energy Reset ที่ส่งเสริมการเปลี่ยนผ่านไปสู่พลังงานสะอาดและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน แผนนี้เป็นกรอบการทำงานสำคัญที่เชื่อมโยงนโยบายและโครงการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกเหนือจากนี้ สิงคโปร์ได้กำหนดเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับชาติ (Nationally Determined Contribution: NDC) ภายใต้ความตกลงปารีส แสดงให้เห็นถึงความมุ่งมั่นในระดับนานาชาติของสิงคโปร์ในการแก้ไขปัญหาสภาพภูมิอากาศ เป้าหมาย NDC ที่ชัดเจนและมีความทะเยอทะยาน รวมถึงเป้าหมายระยะยาวในการมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์เป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญให้เกิดการดำเนินมาตรการต่าง ๆ ในระดับประเทศ

การวิเคราะห์จากตัวบ่งชี้ พบว่า สิงคโปร์ประสบความสำเร็จในการขับเคลื่อนเป้าหมายดังกล่าว เนื่องจากค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า (Grid Emission Factor: GEF) ลดลงมาอยู่มาอยู่ที่ 0.412 kg CO₂/kWh อันเป็นผลมาจากสัดส่วนการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้นและการลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (Energy Market Authority of Singapore, 2024) ขณะเดียวกันในปี ค.ศ. 2022 สิงคโปร์มีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหัวอยู่ที่ 9.64 ตันต่อคน ซึ่งลดลงประมาณร้อยละ 4.7 เมื่อเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซในปีที่ผ่านมา (worldometer, 2022)

สิงคโปร์ได้นำ SDGs มาบูรณาการในนโยบายและโครงการเมืองอัจฉริยะอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล การส่งเสริมพลังงานสะอาด การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว การบริหารจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน ไปจนถึงการสนับสนุนนวัตกรรมและเทคโนโลยีสีเขียว อีกทั้งยังให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบคมนาคมขนส่งที่ปลอดภัยและเข้าถึงได้ ควบคู่ไปกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการเสริมสร้างความสามารถเพื่อปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างจริงจัง ทำให้สิงคโปร์เป็นกรณีศึกษาที่น่าสนใจในการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืนและรับมือกับความท้าทายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในบริบทของรัฐบาลขนาดเล็กที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากรผ่านการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะและการขนส่งที่ไม่ใช้เครื่องยนต์โดยตรงนำไปสู่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและปรับปรุงคุณภาพอากาศในเขตเมือง

การวางแผนระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพยังช่วยลดปัญหาการจราจรติดขัด ซึ่งส่งผลให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและการปล่อยมลพิษลดลง การลงทุนในระบบขนส่งสาธารณะที่ทันสมัยและสะดวกสบายยังเป็นการจูงใจให้ประชาชนหันมาใช้บริการขนส่งสาธารณะมากขึ้น ซึ่งเป็นการลดการพึ่งพายานยนต์ส่วนบุคคลที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษหลักในเมือง ขณะเดียวกันบทบาทของพื้นที่สีเขียวถือว่ามีความสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพอากาศ การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การลดอุณหภูมิในเมือง และการส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งส่งผลดีต่อสุขภาพกายและใจของประชาชน การบูรณาการพื้นที่สีเขียวเข้ากับโครงสร้างพื้นฐานของเมืองยังช่วยเสริมสร้างความยืดหยุ่นของระบบนิเวศในเมืองต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนในการดูแลรักษาพื้นที่สีเขียวเป็นการสร้างจิตสำนึกและความตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

ผลสำรวจเกี่ยวกับคุณภาพชีวิตของประชาชนในเมืองต่าง ๆ (Quality of Living) ระบุว่า สิงคโปร์ได้รับการจัดอันดับให้เป็นเมืองที่มีคุณภาพชีวิตที่ดีที่สุดในเอเชีย (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, ม.ป.ป., 2) อีกทั้งยังได้รับการยกย่องให้เป็นประเทศที่มีความสุขที่สุดในเอเชียเช่นกัน (Siu, 2024b) ดังนั้นแนวทางดังกล่าวจึงมีส่วนสำคัญต่อการขับเคลื่อน SDGs จนเป็นต้นแบบของการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมผ่านการพัฒนาเมืองอัจฉริยะซึ่งให้ความสำคัญกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน การบริหารจัดการเมือง

อย่างมีประสิทธิภาพ และการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างเป็นระบบ ด้วยเหตุนี้ สิงคโปร์จึงได้รับการยอมรับในฐานะประเทศที่สามารถสร้างความสมดุลระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืนในระดับสากล

การศึกษาการนำ SDGs เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในบริบทของเมืองอัจฉริยะระหว่างเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ พบว่า ญี่ปุ่นและสิงคโปร์มีการตีความและรับ SDGs ที่ต่างกัน แต่มีวิธีการปรับใช้ในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยทั้งสองประเทศได้นำ SDGs มาปรับใช้เป็นกรอบในการกำหนดนโยบายระดับชาติและผลักดันผ่านโครงการพัฒนาเมืองอัจฉริยะอย่างเป็นรูปธรรมเพื่อมุ่งสู่การพัฒนาเมืองที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนอย่างยั่งยืน โดยทั้งสองเมืองมีแนวทางที่แตกต่างกันในเชิงโครงสร้าง แต่มีจุดร่วมเดียวกันในด้านเป้าหมายและผลลัพธ์ที่มุ่งเน้นการสร้างเมืองที่น่าอยู่ ปลอดภัย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ด้านโครงสร้างพื้นฐาน เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) มุ่งเน้นการวางแผนที่ยืดหยุ่นและตอบโจทย์ชุมชนย่อย โดยให้ความสำคัญกับการจัดสรรพลังงานในระดับจุลภาคผ่านระบบพลังงานอัจฉริยะและการผสมผสานโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพกับสิ่งแวดล้อม ในขณะที่สิงคโปร์เน้นการวางระบบโครงสร้างพื้นฐานที่ครอบคลุมในระดับชาติ ด้วยการพัฒนาแบบรายน้ำอัจฉริยะ อาคารสีเขียว และโครงข่ายข้อมูลเมืองแบบครบวงจร

ด้านนโยบายจากภาครัฐ แสดงให้เห็นถึงบทบาทของรัฐในฐานะกลไกหลักที่กำหนดทิศทางการพัฒนา เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) สะท้อนแนวคิดขับเคลื่อนโดยประชาชน สนับสนุนโดยรัฐ ผ่านโครงการที่เน้นการมีส่วนร่วมในระดับท้องถิ่น ภายใต้กรอบนโยบาย Society 5.0 ของญี่ปุ่น ในทางตรงกันข้าม สิงคโปร์ใช้แนวทางการขับเคลื่อนแบบรัฐนำเอกชน ขยายผล โดยใช้โครงสร้างเชิงระบบที่ชัดเจนผ่าน Smart Nation Initiative และ Singapore Green Plan 2030 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการบูรณาการระหว่างนโยบายด้านเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นรูปธรรม

ด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี เมืองทั้งสองต่างใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการจัดการทรัพยากรและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) เน้นระบบกระจายตัว เช่น UOS และ IoT ที่สนับสนุนการจัดการเฉพาะจุด ส่วนสิงคโปร์พัฒนา Virtual Singapore เป็นแพลตฟอร์มเมืองเสมือนที่วางแผนเชิงพื้นที่ระดับชาติและส่งผลให้เกิดการใช้ Big Data เพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมอย่างแม่นยำ

ด้านการมีส่วนร่วมของประชาชน คือ จุดเด่นร่วมกันของทั้งสองเมือง แม้จะมีบริบททางการเมืองและวัฒนธรรมต่างกัน แต่ทั้งสองเมืองต่างให้ความสำคัญกับการเปิดพื้นที่ให้ประชาชนมีบทบาท ไม่ว่าจะเป็นผ่านเวทีชุมชนในเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) หรือผ่านแอปพลิเคชัน OneService และแพลตฟอร์ม MyIdeas ในสิงคโปร์

ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เมืองทั้งสองสามารถแสดงผลลัพธ์ที่ชัดเจน ทั้งในเชิงการลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอน การเพิ่มพื้นที่สีเขียว และการจัดการของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) เน้นการสร้างระบบที่ยืดหยุ่น สร้างพื้นที่สีเขียวร่วมกับชุมชน และส่งเสริมอาคารประหยัดพลังงาน ขณะที่สิงคโปร์เน้นผลสัมฤทธิ์ผ่านมาตรการควบคุมและกลไกตรวจวัดอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ระบบ Green Mark และการใช้เซนเซอร์สิ่งแวดล้อมระดับประเทศ (ภัทรรัตน์, 2563)

แม้บริบททางสังคมและโครงสร้างการปกครองของทั้งสองเมืองจะแตกต่างกัน แต่ทั้งเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ต่างก็มีจุดร่วมในการใช้ SDGs เป็นแนวทางขับเคลื่อนนโยบายสู่ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม โดยอาศัยเทคโนโลยี ความร่วมมือของภาคส่วนต่าง ๆ และการออกแบบเมืองที่คำนึงถึงอนาคตในระยะยาว ทั้งนี้สามารถสรุปประเด็นเปรียบเทียบได้ตามรายละเอียดในตารางที่ 2



ตาราง 2 การเปรียบเทียบการกระบวนกรนำเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนมาปรับใช้ในการ
สร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างเมืองคาชิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์

เป้าหมายการพัฒนา ที่ยั่งยืน	เมืองคาชิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น)	สิงคโปร์
SDG 9 โครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม และอุตสาหกรรม		
เป้าหมายย่อยที่ 9.4. ส่งเสริมการพัฒนา โครงสร้างพื้นฐานและ อุตสาหกรรมให้มีความ ยั่งยืน	- การพัฒนา HEMS และ AEMS - การทดลองใช้เทคโนโลยีใหม่ เช่น ระบบเฝ้าติดตามพลังงาน เรียลไทม์สำหรับอาคารพาณิชย์ และที่พักอาศัย - การพัฒนาเชิงพาณิชย์และการ วิจัยร่วมกับมหาวิทยาลัยโตเกียว และภาคเอกชน	- การพัฒนาอาคารประหยัด พลังงาน เช่น Tengah Eco-Town - การส่งเสริมการใช้พลังงาน หมุนเวียน - การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว เช่น โครงการพัฒนาระบบ ทางเชื่อมสวนสาธารณะ
SDG 11 เมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน		
เป้าหมายย่อยที่ 11.2 การเข้าถึงระบบ คมนาคมขนส่งที่ ปลอดภัย	- พัฒนาโครงข่ายรถเมลิไฟฟ้า และบริการจักรยานสาธารณะ - มีทางเดินเท้าและเลนจักรยาน ทั่วเมือง โดยเชื่อมต่อกับศูนย์ ขนส่งหลัก	- ระบบขนส่งมวลชน MRT ครอบคลุมกว่าร้อยละ 90 ของ ประชากร - การใช้ระบบขนส่งสาธารณะและ การขนส่งที่ไม่ปล่อยมลพิษ
เป้าหมายย่อยที่ 11.7 การเข้าถึงพื้นที่ สาธารณะสีเขียวที่ ปลอดภัยครอบคลุมและ เข้าถึงได้โดยถ้วนหน้า	- การมี Central Green Park ที่ เป็นหัวใจของชุมชน พร้อม เส้นทางเดินเชื่อมต่อกันระหว่าง สวนสาธารณะ - การออกแบบพื้นที่สาธารณะ โดยใช้แนวคิด Universal Design เข้าถึงได้สำหรับทุกเพศ วัย	- การพัฒนาระบบทางเชื่อม สวนสาธารณะ - การดำเนินวิสัยทัศน์เมือง ท่ามกลางธรรมชาติ
SDG 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ		
เป้าหมายย่อยที่ 13.1 เสริมภูมิคุ้มกันด้านและขีด ความสามารถในการ ปรับตัวต่ออันตรายและ ภัยพิบัติทางธรรมชาติ	- การส่งเสริมการสร้างอาคารที่ เน้นการประหยัดพลังงาน - การพัฒนาระบบพลังงาน อัจฉริยะ - ความร่วมมือกับภาคเอกชนใน การพัฒนาเมืองต้นแบบคาร์บอน ต่ำ	- การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อจัดการ ความเสี่ยงและลดผลกระทบจาก การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ - ผลักดัน Energy Reset ให้ใช้ พลังงานสะอาดและเพิ่ม ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน	เมืองคาชิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น)	สิงคโปร์
		- การติดตามระดับน้ำทะเลเพื่อประเมินความเสี่ยงจากการกัดเซาะชายฝั่งและการรुकล้ำของน้ำทะเล
เป้าหมายย่อยที่ 13.2 บูรณาการมาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในนโยบายและการวางแผนระดับชาติ	- ผังเมืองและนโยบายพัฒนามีการรวมแผนลดคาร์บอนและใช้ข้อมูลพลังงานในการกำหนดแผนพัฒนา - การสนับสนุนการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนและเอกชนในการกำหนดนโยบายสิ่งแวดล้อม	- แผน Singapore Green Plan 2030 มีบทบาทหลักในการวางยุทธศาสตร์การพัฒนาชาติในมิติสิ่งแวดล้อม - กำหนดเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับชาติ

ที่มา: ผู้วิจัย

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาแนวคิดเมืองอัจฉริยะกับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมและวิเคราะห์การนำ SDGs มาปรับใช้เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมภายในเมืองอัจฉริยะของประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์ผ่านกรณีศึกษาเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ เนื่องจากทั้งสองกรณีศึกษาเป็นตัวอย่างสำคัญของการพัฒนาเมืองอัจฉริยะที่มีการผสมผสานเทคโนโลยีเข้ากับนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ โดยเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ได้พัฒนาเป็นเมืองต้นแบบที่เน้นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การบริหารจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน และการมีส่วนร่วมของประชาชน ในขณะที่ประเทศสิงคโปร์ได้ดำเนินนโยบาย Smart Nation ที่ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน โดยมุ่งเน้นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การเพิ่มพื้นที่สีเขียว และการจัดการของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทั้งสองกรณีสามารถสะท้อนให้เห็นถึงแนวทางและบทเรียนสำคัญในการบูรณาการเข้ากับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ เพื่อให้บรรลุความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ในการนำเสนอเนื้อหาบทนี้จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักดังนี้

5.1 บทสรุป

ปัจจุบัน ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกกำลังเผชิญกับวิกฤตการณ์ที่ทวีความรุนแรงมากขึ้นจากหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากร และการขยายตัวของเมืองอย่างต่อเนื่อง ความท้าทายเหล่านี้ไม่เพียงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบเศรษฐกิจเท่านั้น หากแต่ยังแผ่ขยายผลกระทบไปถึงโครงสร้างทางสังคมและการเมือง ทั้งในระดับประเทศและระดับระหว่างประเทศ นำไปสู่รูปแบบใหม่ของปัญหาด้านความมั่นคงที่ต้องรับมือและแก้ไขอย่างจริงจัง โดยผลการศึกษาก็จะถูกแบ่งตามวัตถุประสงค์

ผลการศึกษาของวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่า แนวคิดเมืองอัจฉริยะถูกนำมาปรับใช้เป็นวิสัยทัศน์ในการพัฒนาเมืองในหลายประเทศทั่วโลก โดยมีพื้นฐานมาจากแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่เน้นการสร้างสมดุลระหว่างเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า นิยามของเมืองอัจฉริยะสามารถจำแนกได้ 3 มุมมองหลัก ได้แก่ 1) มุมมองด้านเทคโนโลยี 2) มุมมองด้านทรัพยากรมนุษย์ และ 3) มุมมองด้านความร่วมมือ โดยแนวคิดเมืองอัจฉริยะเป็นหนึ่งในกระบวนการที่สามารถส่งเสริมและสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเมืองอัจฉริยะมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรมสมัยใหม่เข้ากับการบริหารจัดการเมืองในทุกมิติ เช่น การจัดการพลังงาน การคมนาคมขนส่ง การจัดการของเสีย และการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ เมืองอัจฉริยะสามารถช่วยลดมลภาวะ ลดการใช้พลังงานฟอสซิล และเพิ่มประสิทธิภาพของระบบสาธารณูปโภคและบริการสาธารณะ ซึ่งนำไปสู่การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว นอกจากนี้ เมืองอัจฉริยะยังส่งเสริมให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมผ่านการ

เข้าถึงข้อมูลแบบเรียลไทม์และระบบแจ้งเตือนต่าง ๆ ที่ช่วยให้เกิดการตัดสินใจและพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

เมืองอัจฉริยะยังคงเผชิญอุปสรรคหลายประการที่ต้องพิจารณา เช่น ต้นทุนที่สูง ในการวางระบบและโครงสร้างพื้นฐาน ดังตัวอย่างแผนลดคาร์บอนของโคเปนเฮเกนที่ต้องระดม เพราะงบประมาณเทคโนโลยีดักจับคาร์บอนไม่พอ นอกจากนี้ ยังมีเรื่องเทคโนโลยีที่อาจล้าสมัยเร็ว ทำให้ต้องอัปเดตหรือเปลี่ยนระบบบ่อยครั้ง ซึ่งเป็นภาระค่าใช้จ่ายต่อเนื่อง ปัญหาการเข้าถึงเทคโนโลยีที่ไม่เท่าเทียม (digital divide) ก็เป็นอีกประเด็น เพราะคนที่มีความพร้อมด้านอินเทอร์เน็ตและเทคโนโลยีมักได้ประโยชน์มากกว่า ทำให้กลุ่มที่ด้อยโอกาสอาจถูกทิ้งไว้ข้างหลัง ยิ่งไปกว่านั้น ความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูล ที่มาจากการเก็บข้อมูลจำนวนมากก็เป็นข้อกังวลของประชาชน เช่นเดียวกับ ความเหลื่อมล้ำทางสังคม โดยมองได้ว่าเมืองอัจฉริยะอาจเอื้อประโยชน์ให้กลุ่มที่มีทรัพยากรมากกว่า ในขณะที่กลุ่มอื่นอาจเข้าถึงบริการได้ยากขึ้น แม้ว่าบางงานวิจัยจะบอกว่าเมืองอัจฉริยะช่วยลดช่องว่างดิจิทัลได้ แต่ผลลัพธ์ในระยะยาวก็ยังคงติดตามต่อไป

ผลการศึกษาของวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่า เมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ได้ดำเนินการพัฒนาเมืองอัจฉริยะตามเป้าหมายและนโยบายของรัฐ โดยความสำเร็จของเมืองอัจฉริยะทั้งสองไม่ได้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่มีการออกแบบระบบ การจัดการที่ดี และการมีส่วนร่วมของประชาชนอย่างแท้จริง โดยเมืองคาซิวาโนสะ (ประเทศญี่ปุ่น) และเมืองสิงคโปร์ได้กลายเป็นต้นแบบของการพัฒนาเมืองอัจฉริยะที่สามารถตอบสนองต่อความท้าทายเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งสองกรณีสามารถบูรณาการ SDG เข้ากับนโยบายและโครงการต่าง ๆ ได้อย่างกลมกลืน โดยเฉพาะด้านความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและการมีส่วนร่วมของประชาชนในการขับเคลื่อนความสำเร็จ

ผลการศึกษาของวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 พบว่า ญี่ปุ่นและสิงคโปร์มีจุดร่วมในการยอมรับ SDGs ด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ แต่กระบวนการตีความและการประยุกต์ใช้กลับดำเนินไปตามบริบทของแต่ละพื้นที่ โดยทั้งสองประเทศได้นำ SDGs มาปรับใช้เป็นกรอบในการกำหนดนโยบายระดับชาติและผลักดันผ่านโครงการพัฒนาเมืองอัจฉริยะอย่างเป็นรูปธรรมเพื่อมุ่งสู่การพัฒนาเมืองที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนอย่างยั่งยืน โดยญี่ปุ่นได้นำ SDGs มาใช้ในการกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์ชาติอย่างครอบคลุม โดยมุ่งเน้นให้ SDGs เป็นสำคัญของการดำเนินการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานส่งเสริมเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG Promotion Headquarters) ซึ่งมีการจัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อขับเคลื่อนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs Action Plan) ประจำปี เพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินงานให้สอดคล้องกับบริบทของสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างต่อเนื่อง ขณะเดียวกันญี่ปุ่นมีการสนับสนุนการดำเนินงานในระดับท้องถิ่นผ่านโครงการเมืองอัจฉริยะในอนาคต (Smart Future Cities) ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัยมาบูรณาการเข้ากับการบริหารจัดการเมืองเพื่อคัดเลือกเมืองที่มีศักยภาพในฐานะเมืองต้นแบบของการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยรัฐบาลจะสนับสนุนงบประมาณ เทคโนโลยี และการแลกเปลี่ยน

องค์ความรู้เพื่อให้สามารถปรับใช้ SDGs ให้สอดคล้องกับบริบทในแต่ละเมืองได้อย่างเหมาะสม

สิงคโปร์นำ SDGs มาใช้ในการกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์ชาติ โดยแผน Singapore Green Plan 2030 เป็นนโยบายที่ครอบคลุมด้านสิ่งแวดล้อม พลังงานทางเลือก การขนส่งคาร์บอนต่ำ การจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนอย่างครอบคลุม เพื่อผลักดันให้ประเทศบรรลุ SDGs ในด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยี ดิจิทัล สิงคโปร์ได้พัฒนาโครงการ Smart Nation ซึ่งมีเป้าหมายในการเปลี่ยนผ่านประเทศสู่สังคมดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบ โดยมุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเมือง และส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล หนึ่งในตัวอย่างที่สำคัญคือการพัฒนากระบวนการบริหารจัดการเมืองผ่าน Digital Twin หรือแบบจำลองเมืองเสมือนจริง ที่สามารถวิเคราะห์และคาดการณ์สถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การจราจร การใช้พลังงาน และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้ในการตัดสินใจเชิงนโยบายอย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพนำไปสู่การขับเคลื่อน SDGs ในระยะยาว

เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์สะท้อนให้เห็นว่า เมืองทั้งสองสามารถนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะได้อย่างเป็นรูปธรรมและมีประสิทธิภาพ โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการออกแบบเมืองที่เน้นการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน ภาครัฐ และภาคเอกชน ไปจนถึงการขยายผลในระดับเชิงนโยบายและโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการขับเคลื่อน SDGs และการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ ดังนั้นเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์จึงเป็นตัวอย่างสำคัญของเมืองที่สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างมีระบบตั้งแต่ระดับแนวคิดจนถึงการปฏิบัติจริง โดยมีความเชื่อมโยงระหว่างนโยบาย เทคโนโลยี โครงสร้างพื้นฐาน และการมีส่วนร่วมของประชาชน ซึ่งทำให้ทั้งสองเมืองสามารถตอบสนองต่อความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อมและสามารถขับเคลื่อนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนได้อย่างเป็นรูปธรรม อย่างไรก็ตาม การพัฒนาของทั้งสองเมืองไม่ได้ดำเนินไปในลักษณะเป็นเส้นตรงหรือราบรื่นทั้งหมด หากแต่แฝงไว้ด้วยพลวัตทางสังคม ความท้าทายเชิงนโยบาย และความแตกต่างของบทบาทของตัวแสดงที่มีอิทธิพลต่อทิศทางการดำเนินงานในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการพิจารณาในฐานะส่วนหนึ่งของบริบทการพัฒนาเมืองอัจฉริยะอย่างยั่งยืน

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์ เรื่อง เมืองอัจฉริยะกับการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม: ศึกษากรณีญี่ปุ่นและสิงคโปร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดเมืองอัจฉริยะกับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมและวิเคราะห์กระบวนการนำ SDGs มาปรับใช้เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมภายใต้บริบทเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์ โดยคำถามการวิจัยในครั้งนี้ คือ เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ มีกระบวนการนำ SDGs มาปรับใช้เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมอย่างไร เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษา พบว่า เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ต่างนำ SDGs มาเป็นกรอบในการกำหนดทิศทางการพัฒนา

เมือง โดยเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม ทั้งสองเมืองให้ความสำคัญกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การเพิ่มพื้นที่สีเขียว และการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านการบูรณาการเทคโนโลยีอัจฉริยะเข้ากับการวางผังเมืองและนโยบายต่าง ๆ ตลอดจนสามารถนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับเมืองอัจฉริยะได้อย่างเป็นรูปธรรมและมีประสิทธิภาพ โดยเริ่มตั้งแต่ต้นนโยบายในการวางแผนและกระบวนการออกแบบเมืองที่เน้นการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน ภาครัฐ และภาคเอกชน ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการขับเคลื่อน SDGs และการสร้างที่ยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่า เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์มีการนำ SDGs ผสมเข้ากับนโยบายของภาครัฐผ่านการบูรณาการเทคโนโลยีและการมีส่วนร่วมของประชาชนเพื่อสร้างที่ยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม

การวิจัยในครั้งนี้อาศัยกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์จำนวนทั้งหมด 3 แนวคิดหลัก เมื่อพิจารณาผลการศึกษาย่อยได้กรอบแนวคิดดังกล่าว พบว่า

1) กระบวนการปรับบรรทัดฐานให้เข้ากับบริบทท้องถิ่น โดยแนวคิดนี้ช่วยอธิบายกระบวนการที่เมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์นำ SDGs และที่ยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นบรรทัดฐานระดับสากล มาตีความและปรับใช้ให้เหมาะสมกับบริบทเฉพาะเมืองนั้น ๆ ไม่ได้เป็นเพียงการถ่ายทอดโดยตรง แต่เกิดจากการตีความ ประยุกต์ และดำเนินการผ่านกลไกของแต่ละเมือง ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน ซึ่งสะท้อนกระบวนการ Localization ผ่านการออกแบบนโยบาย การวางผังเมือง และการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอย่างหลากหลาย จึงมีส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมให้เกิดผลอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2) การพัฒนาที่ยั่งยืนและเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน แนวคิดนี้เป็นแนวคิดหลักในการวิเคราะห์กระบวนการดำเนินงานของเมืองทั้งสองที่ได้้นำเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมใน SDGs มาปรับใช้ในเชิงนโยบายและปฏิบัติการอย่างเป็นรูปธรรม เช่น การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การเพิ่มพื้นที่สีเขียว การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และการบริหารจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความพยายามในการสร้างความสมดุลระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจ คุณภาพชีวิตของประชาชน และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

3) แนวคิดระบบสารสนเทศสีเขียวและแนวคิดการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม แนวคิดนี้ช่วยให้เข้าใจบทบาทของเทคโนโลยีดิจิทัลและระบบสารสนเทศในการขับเคลื่อนเมืองอัจฉริยะอย่างยั่งยืน โดยเน้นการใช้ข้อมูลและระบบอัจฉริยะในการวางแผน การติดตามผล และการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศ การวิเคราะห์การใช้พลังงานผ่านฐานข้อมูล และการพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน เทคโนโลยีจึงมีใช้เพียงเครื่องมือสนับสนุน แต่เป็นกลไกสำคัญที่เชื่อมโยงทุกภาคส่วนเข้าด้วยกันในการผลักดันการเติบโตอย่างยั่งยืน

แนวคิดทั้งสามกรอบมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากสามารถอธิบายและวิเคราะห์กระบวนการนำ SDGs มาปรับใช้เพื่อสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมในบริบทของเมืองอัจฉริยะได้อย่างครบถ้วน ทั้งในแง่ของการปรับประยุกต์แนวคิดสากลให้เข้ากับบริบทท้องถิ่น การผสานเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่มุ่งเน้นความยั่งยืนอย่างรอบด้านตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยสามารถแจกแจงรายละเอียดของแต่ละแนวคิด

การวิจัยในครั้งนี้มีการแบ่งงานในส่วนการทบทวนวรรณกรรมออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) งานกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเมืองอัจฉริยะและเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน 2) งานกลุ่มที่ศึกษาปัจจัยที่ขับเคลื่อนความสำเร็จและความท้าทายของเมืองอัจฉริยะ 3) งานกลุ่มที่ศึกษาเมืองอัจฉริยะในประเทศญี่ปุ่นและสิงคโปร์ และ 4) งานกลุ่มที่ศึกษาการพัฒนาทั้งสิ่งแวดล้อมเมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการศึกษากับวรรณกรรมในแต่ละกลุ่ม พบว่า ผลการศึกษามีความสอดคล้องกับวรรณกรรมกลุ่มที่ 1 2 และ 3 โดยเฉพาะปัจจัยที่เอื้อต่อความสำเร็จในการขับเคลื่อนเมืองอัจฉริยะ เช่น การบูรณาการเทคโนโลยี การมีส่วนร่วมของภาคประชาชน และการวางแผนเชิงกลยุทธ์ของภาครัฐ ตลอดจนประเด็นเกี่ยวกับการผสมผสานแนวคิด SDGs เข้ากับนโยบายเมืองอัจฉริยะ

ผลการศึกษามีมุมมองได้แย้งกับวรรณกรรมในกลุ่มที่ 4 ของมุมมองที่ 1 ซึ่งวรรณกรรมบางส่วนตั้งข้อสงสัยว่า เมืองอัจฉริยะอาจไม่สามารถนำไปสู่ความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมได้อย่างแท้จริง โดยเฉพาะในมิติที่เทคโนโลยีอาจส่งผลกระทบเชิงลบต่อสิ่งแวดล้อมหรือกลายเป็นภาระทางพลังงาน แต่กรณีศึกษาของเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์กลับแสดงให้เห็นว่า เทคโนโลยีสามารถมีบทบาทเชิงบวกได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อได้รับการออกแบบและกำกับด้วยนโยบายที่เหมาะสม เทคโนโลยีไม่เพียงแต่เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการสิ่งแวดล้อม แต่ยังช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วม การโปร่งใส และการประเมินผลได้อย่างเป็นระบบมุมมองดังกล่าวจึงถือเป็นข้อโต้แย้งเชิงวิชาการที่สำคัญต่อข้อวิจารณ์บางประการในวรรณกรรม และสนับสนุนข้อเสนอที่ว่า เมืองอัจฉริยะสามารถเป็นแนวทางหนึ่งในการขับเคลื่อนความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมได้อย่างแท้จริง ภายใต้เงื่อนไขที่มีการบริหารจัดการอย่างเหมาะสม ครบวงจร และยึดโยงกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า เมืองอัจฉริยะสามารถมีบทบาทสำคัญในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นรูปธรรม ภายใต้เงื่อนไขที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับนโยบายสาธารณะที่มุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่าง ๆ ตลอดจนการปรับใช้กรอบแนวคิดสากลอย่าง SDGs ให้เหมาะสมกับบริบทท้องถิ่นผ่านกระบวนการ Localization ทั้งนี้ กรณีศึกษาของเมืองคาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) และสิงคโปร์ได้สะท้อนให้เห็นว่าการวางแผนและบริหารจัดการเมืองอย่างรอบด้าน โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นกลไกสนับสนุนสำคัญสามารถนำไปสู่การพัฒนาเมืองที่สมดุลระหว่างเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างแท้จริง และเป็นแนวทางที่สามารถโต้แย้งข้อวิจารณ์เกี่ยวกับข้อจำกัดของเมืองอัจฉริยะในมิติสภาพแวดล้อมได้อย่างมีนัยสำคัญทางวิชาการ

5.3 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้มีข้อเสนอแนะ 2 ประการ ได้แก่ 1) ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย และ 2) ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา แนวคิดเมืองอัจฉริยะได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในระดับโลก ประเทศไทยเองก็ได้เริ่มผลักดันนโยบายเมืองอัจฉริยะอย่างจริงจังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ภายใต้การนำของสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital Economy Promotion Agency: DEPA) โดยมีเป้าหมายให้ประเทศไทยมีเมืองอัจฉริยะไม่น้อยกว่า 100 เมืองภายในปี พ.ศ. 2570 การดำเนินการดังกล่าวกำหนดกรอบแนวคิดไว้ 7 ด้านหลัก ได้แก่ สิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ เศรษฐกิจอัจฉริยะ พลังงานอัจฉริยะ การบริหารจัดการอัจฉริยะ คุณภาพชีวิตอัจฉริยะ การคมนาคมอัจฉริยะ ประชาชนอัจฉริยะ (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, ม.ป.ป.-a)

การพัฒนาเมืองอัจฉริยะในประเทศไทยมีความก้าวหน้าในระดับหนึ่ง โดย ดร. ชัยชนะ มิตรพันธ์ ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ มองว่า ประเทศไทยมีความพร้อมที่ค่อนข้างสูงในการก้าวเข้าสู่เมืองอัจฉริยะ เนื่องด้วยรัฐบาลได้กำหนดนโยบายส่งเสริมการพัฒนาเมืองอัจฉริยะอย่างเป็นระบบ ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัลซึ่งทำหน้าที่เป็นหน่วยงานหลักในการผลักดันแนวทางดังกล่าว ประเทศไทยมีโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลที่ค่อนข้างพร้อมและมีกฎหมายที่ครอบคลุมซึ่งอยู่ภายใต้การดูแลของสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางดิจิทัล (องค์การมหาชน) (กรกมล ศรีวิวัฒน์, 2564) อีกทั้งมีการประกาศรับรองพื้นที่เมืองอัจฉริยะนำร่องในหลายพื้นที่ เช่น จังหวัดภูเก็ต จังหวัดขอนแก่น จังหวัดเชียงใหม่ กรุงเทพมหานคร และพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor: EEC) (เอนจิเนียร์ ฑูเดย์, 2563) อย่างไรก็ตาม การพัฒนาเมืองอัจฉริยะในประเทศไทยยังคงเผชิญกับข้อจำกัดและช่องว่างที่สำคัญ โดยเฉพาะในด้านการสร้างความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน และการบูรณาการเชิงนโยบายและการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ

ช่องว่างที่พบได้อย่างชัดเจน คือ การขาดความเชื่อมโยงระหว่างนโยบายระดับชาติและการปฏิบัติในระดับท้องถิ่น แม้จะมีการออกแบบยุทธศาสตร์ไว้ในระดับภาพรวม แต่เมื่อดำเนินการในระดับเมือง กลับพบว่าการประสานงานระหว่างหน่วยงานภาครัฐส่วนกลาง องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และภาคเอกชนยังดำเนินไปแบบแยกส่วน ขาดระบบกลางในการจัดการข้อมูลและการวัดผล นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการบริหารเมืองยังเน้นไปที่การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัด เช่น เซนเซอร์ตรวจค่าฝุ่นละออง หรือกล้องวงจรปิด มากกว่าการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานด้านข้อมูลที่สามารถสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายแบบองค์รวม

อีกประเด็นสำคัญคือ การมีส่วนร่วมของประชาชนในการออกแบบเมืองอัจฉริยะยังอยู่ในระดับจำกัด ทั้งในด้านการรับฟังความคิดเห็น การร่วมวางแผน หรือการเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อความยั่งยืน เช่น การลดการใช้พลังงานหรือการจัดการขยะ ที่ยังไม่ได้รับแรงจูงใจอย่างเพียงพอ ขณะที่การพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะก็ยังคงอยู่ในกรอบการจัดการเชิงเทคนิคมากกว่าการมองเชิงระบบ เช่น การออกแบบเมืองที่ลดการปล่อยคาร์บอนอย่างเป็นระบบ

เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีศึกษาที่ประสบความสำเร็จอย่างเมืองคาซิวาโนสในประเทศญี่ปุ่น จะพบว่าเมืองดังกล่าวสามารถพัฒนาเมืองอัจฉริยะได้อย่างเป็นระบบโดยอาศัยความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และมหาวิทยาลัยท้องถิ่น โดยเน้นเป้าหมายระยะยาวด้านความยั่งยืน เช่น การจัดการพลังงานแบบรวมศูนย์ พื้นที่สีเขียวที่ออกแบบอย่างชาญฉลาด การดูแลสุขภาพผู้สูงอายุ และการใช้ Big Data เพื่อวิเคราะห์ความต้องการของเมืองและประชาชน เมืองคาซิวาโนสจึงไม่ได้เป็นเพียงเมืองที่มีเทคโนโลยี แต่เป็นเมืองที่วางระบบนิเวศเพื่อความยั่งยืนอย่างแท้จริง

ในขณะเดียวกัน สิงคโปร์ในฐานะประเทศที่ประกาศตนเป็น Smart Nation ได้พัฒนาแนวทางเมืองอัจฉริยะที่ครอบคลุมทุกมิติ โดยเฉพาะด้าน Sustainable Living ซึ่งเน้นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของประชาชนควบคู่ไปกับการใช้เทคโนโลยี เช่น การพัฒนาโครงการที่สนับสนุนการใช้พลังงานสะอาด การส่งเสริมขยะรีไซเคิลผ่านระบบแรงจูงใจแบบเครดิต และการเปิดเผยข้อมูลสาธารณะ เพื่อให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการติดตามและปรับปรุงเมือง การพัฒนาเหล่านี้ขับเคลื่อนผ่านหน่วยงานกลางอย่าง SNDGO ซึ่งมีหน้าที่วางนโยบายเชิงกลยุทธ์ และติดตามผลอย่างใกล้ชิด

จากบทเรียนของกรณีศึกษาดังกล่าวสามารถสังเคราะห์ออกมาเป็นข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับประเทศไทยได้หลายประการดังนี้

ประการแรก การจัดตั้งหน่วยงานกลางที่มีอำนาจในการบูรณาการนโยบายและการดำเนินการเมืองอัจฉริยะในระดับชาติและท้องถิ่น เป็นหนึ่งในวิธีการลดปัญหาการทำงานแบบแยกส่วนที่เกิดจากการที่หลายหน่วยงานต่างฝ่ายต่างดำเนินโครงการ โดยขาดการประสานงานกันอย่างแท้จริง หากมีหน่วยงานกลางที่สามารถบูรณาการข้อมูล แผนงาน และงบประมาณ จะทำให้การพัฒนาเมืองอัจฉริยะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน มีประสิทธิภาพ และสามารถติดตามประเมินผลได้ชัดเจน

ประการที่สอง การพัฒนาแพลตฟอร์มข้อมูลกลางระดับชาติ ข้อมูลถือเป็นรากฐานสำคัญของเมืองอัจฉริยะ การมีระบบฐานข้อมูลกลางที่สามารถรวบรวม วิเคราะห์ และเผยแพร่ข้อมูลจากหน่วยงานและเมืองต่าง ๆ จะช่วยให้สามารถวางแผนและตัดสินใจเชิงนโยบายได้อย่างแม่นยำ โปร่งใส และตรวจสอบได้ ทั้งยังส่งเสริมให้ประชาชน ภาคธุรกิจ และภาควิชาการสามารถใช้ข้อมูลเพื่อสร้างนวัตกรรมที่ตอบโจทย์ปัญหาในระดับพื้นที่

ประการที่สาม การส่งเสริมความร่วมมือแบบพหุภาคีระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และสถาบันการศึกษา เมืองคาซิวาโนส (ประเทศญี่ปุ่น) แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ความร่วมมือระหว่างหลายภาคส่วนเป็นกุญแจสำคัญของความสำเร็จในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ การสร้างพันธมิตรเชิงนโยบายและการลงทุนร่วมกันระหว่างรัฐกับเอกชน รวมถึงการให้มหาวิทยาลัย

เป็นศูนย์กลางของข้อมูลและนวัตกรรม (Urban Innovation Hub) จะช่วยให้เกิดความยั่งยืนในเชิงโครงสร้าง ไม่พึ่งพาเพียงโครงการชั่วคราวหรือเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว

ประการที่สี่ การวางแผนพัฒนาเมืองอัจฉริยะบนฐานของความยั่งยืนระยะยาว เมืองอัจฉริยะที่แท้จริงต้องมุ่งเน้นไปที่การสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีอย่างยั่งยืนให้กับประชาชน เช่น การบริหารจัดการพลังงานให้มีประสิทธิภาพ การวางระบบสาธารณสุขสำหรับสังคมผู้สูงอายุ และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในระยะยาว ดังเช่นที่คาซิวาโนฮะ (ประเทศญี่ปุ่น) ทำการวางระบบจัดการพลังงานร่วมกับการส่งเสริมสุขภาพของประชาชนในพื้นที่อย่างเป็นระบบ

ประการที่ห้า การพัฒนาระบบแรงจูงใจเพื่อสนับสนุนการเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนเมืองอัจฉริยะที่ยั่งยืนต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของประชาชนอย่างแท้จริง การสร้างแรงจูงใจ เช่น ระบบแต้มสะสมสำหรับพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Green Credit) การให้สิทธิประโยชน์ทางภาษี หรือการใช้แอปพลิเคชันแจ้งเตือนและให้รางวัลสำหรับการแยกขยะ หรือใช้ขนส่งสาธารณะ เป็นแนวทางที่ล็งคโปรนำมาใช้ และควรได้รับการส่งเสริมในบริบทของประเทศไทยเช่นกัน

ประการที่หก การเปิดพื้นที่ให้ประชาชนและชุมชนมีส่วนร่วมในการออกแบบเมืองอัจฉริยะ การพัฒนาเมืองไม่ควรจำกัดอยู่ในมือของผู้วางนโยบายเท่านั้น แต่ควรเป็นกระบวนการที่เปิดกว้างให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็น ออกแบบระบบบริการ หรือร่วมประเมินผลการดำเนินงาน โดยใช้ช่องทางที่หลากหลาย เช่น การประชาพิจารณ์ เวทีชุมชน หรือแพลตฟอร์มดิจิทัลแบบ feedback loop ซึ่งจะช่วยให้เมืองอัจฉริยะสามารถตอบสนองต่อความต้องการที่แท้จริงของประชาชนและลดแรงต้านทางสังคม

ประการที่เจ็ด การบูรณาการแนวคิดการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เข้ากับการวางผังเมืองและบริการสาธารณะ เช่น การวางระบบขนส่งมวลชนที่ใช้พลังงานสะอาด การสร้างโครงสร้างพื้นฐานที่เอื้อต่อการเดินและการปั่นจักรยาน การพัฒนาอาคารประหยัดพลังงาน และการรีไซเคิลทรัพยากรในเมือง ทั้งนี้เพื่อสร้างเมืองที่ไม่เพียงสะดวกสบาย แต่ยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตได้

ประการสุดท้าย การส่งเสริมและพัฒนาทักษะของประชาชนให้พร้อมต่อการก้าวเข้าสู่เมืองอัจฉริยะ โดยรัฐบาลพัฒนาโครงการฝึกอบรม ทักษะการศึกษา และแพลตฟอร์มการเรียนรู้ตลอดชีวิตที่เข้าถึงได้ง่าย โดยเฉพาะในด้านดิจิทัล การคิดวิเคราะห์เชิงระบบ ความเข้าใจเรื่องสิ่งแวดล้อม การใช้ข้อมูล และการมีส่วนร่วมทางพลเมือง ผ่านการจัดการเรียนในรูปแบบออนไลน์ฟรีในระดับท้องถิ่น การสร้างศูนย์เรียนรู้ประจำชุมชน และความร่วมมือกับภาคเอกชนในการถ่ายทอดองค์ความรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมให้ประชาชนทุกกลุ่มสามารถมีส่วนร่วมในกระบวนการพัฒนาเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพในระยะยาว

การพัฒนาเมืองอัจฉริยะที่ยั่งยืนไม่ควรถูกจำกัดอยู่เพียงแค่การนำเทคโนโลยีล้ำสมัยมาใช้เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในชีวิตประจำวันเท่านั้น หากแต่ควรเป็นกระบวนการที่ออกแบบอย่างรอบด้าน โดยเชื่อมโยงกับหลักการพัฒนายั่งยืนในทุกมิติ ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม หรือการบริหารจัดการภาครัฐ ทั้งนี้เพื่อให้เมืองสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงและตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนได้อย่างแท้จริงในระยะยาว ดังนั้น

รัฐบาลไทยจึงควรปรับนโยบายและแนวทางการดำเนินงานให้มีความบูรณาการมากขึ้น โดยเริ่มจากการวางรากฐานเชิงนโยบายที่ชัดเจนและมั่นคง สนับสนุนการใช้เทคโนโลยีเพื่อประโยชน์สาธารณะอย่างแท้จริง เปิดโอกาสให้ภาคเอกชนและภาคประชาชนมีส่วนร่วมในการออกแบบและพัฒนาเมือง และที่สำคัญ คือต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามวาระทางการเมือง ทั้งนี้เพื่อให้การพัฒนาเมืองอัจฉริยะเกิดผลอย่างเป็นรูปธรรมและยั่งยืน หากประเทศไทยสามารถประยุกต์ใช้แนวทางเหล่านี้ให้เหมาะสมกับบริบทของแต่ละพื้นที่ ก็จะสามารถยกระดับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะให้ก้าวข้ามจากการเป็นเพียงเมืองที่มีเทคโนโลยีไปสู่การเป็นเมืองที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตลอดจนตอบสนองต่อความต้องการของประชาชนได้อย่างแท้จริง

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

การวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตเนื้อหาและขอบเขตพื้นที่ซึ่งอาจจะเป็นข้อจำกัดในการประเมินศักยภาพของเมืองอัจฉริยะในการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการวิจัยในอนาคตควรพิจารณาขยายขอบเขตการศึกษาให้ครอบคลุมเป้าหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง อาทิ SDG 7 สร้างหลักประกันให้ทุกคนสามารถเข้าถึงพลังงานสมัยใหม่ที่ยั่งยืนในราคาที่ย่อมเยา (Affordable and Clean Energy) SDG 15 การใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศบนบกอย่างยั่งยืน (Life on Land) เป็นต้น นอกจากนี้ ควรพิจารณาขยายขอบเขตพื้นที่ศึกษาไปยังเมืองอื่น ๆ ที่มีบริบททางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน เพื่อเพิ่มความหลากหลายของข้อมูล และรองรับการสรุปแนวทางการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมของเมืองอัจฉริยะในมิติต่าง ๆ ได้อย่างรอบด้าน

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กรกมล ศรีวัฒน์. (2564). *Thailand Smart City: ความท้าทายของเมืองอัจฉริยะและอนาคตเมืองที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น*. <https://www.the101.world/thailand-smart-city/>
- กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. (ม.ป.ป.). *สิงคโปร์กับชื่อเสียงที่ได้รับการจัดอันดับ*. https://www.ditp.go.th/contents_attach/166807/166807.pdf
- คณะกรรมการวิชาการสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและชีวิต ศูนย์วิชาการบูรณาการ หมวดีศึกษาศึกษาทั่วไป. (2557). *สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี และชีวิต*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โครงการเครือข่ายเมืองในเอเชียเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, และโครงการเสริมสร้างการรับมือของเมืองกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. (2559). *เมืองรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: เมืองในประเทศไทย*. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย.
- จรณชัย ดิลกกุลยากุล. (2567). *ฝึกงานที่ IBM เป็นอย่างไร? ประสบการณ์จริงจากพอดเตอร์ จรณชัย ดิลกกุลยากุล*. <https://tnic.tni.ac.th/potter-jaronchai-dilokkalayakul/>
- ซอร์ท รีเคป. (ม.ป.ป.). *สิงคโปร์ ต้นแบบประเทศที่รักษาสีโลกมากที่สุด*. <https://shortrecap.co/social-talk/trends/สิงคโปร์-ประเทศรักษาสีโลก%2F>
- ณัฏฐา คงศรี. (ม.ป.ป.). *จาก MDGs สู่ SDGs เป้าหมายการพัฒนาที่เปลี่ยนไปเพื่อความยั่งยืน*. <https://www.sdgmovement.com/2017/08/13/mdgstosdgs/>
- ณัฐชนน อนาตยกุล. (ม.ป.ป.). *Digital Twin Cities เทรนด์ใหม่ในการวางแผนและพัฒนาเมืองยุคดิจิทัล*. <https://www.depa.or.th/th/article-view/digital-twin-cities>
- เดอะ เมทเทอร์. (2563). *'Tengah' โปรเจกต์เมืองสีเขียวเล็กๆ ของสิงคโปร์ ที่ฝังท่อน้ำความเย็น ท่อขยะ และถนนลงใต้ดินเพื่อลดโลกร้อน 100%*. <https://thematter.co/brief/127220/127220>
- ธิรพร สิงห์ลอ. (2564). *สิงคโปร์เตรียมออก "Green Plan 2030" พร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศอย่างยั่งยืน*. <https://www.sdgmovement.com/2021/02/04/sg-green-plan-2030/>
- ธราธร รัตนนฤมิตศร. (2567). *Digital Twin: พลิกโฉมจัดการภัยพิบัติยุคใหม่*. <https://www.bangkokbiznews.com/tech/innovation/1149273>
- นพพันธ์ ตาปนานนท์. (2561). *การพัฒนาเมืองอัจฉริยะ*. *UNISEARCH (Unisearch Journal)*, 5(1), 3-9. <https://digital.car.chula.ac.th/unisearch/vol5/iss1/2/>

- นิรินธร มีทรัพย์นิคม. (2562). ปัจจัยกำหนดนโยบายการพัฒนาเมืองอัจฉริยะของรัฐบาลญี่ปุ่น.
วารสารญี่ปุ่นศึกษา ธรรมศาสตร์, 36, 1-16. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/japanese/article/view/232502/158974>
- ปีปีชี นิวส์. (2567). วันประชากรโลก: ปัจจุบันมีประชากรโลก 8,000 ล้านคน เป็นข้อมูลที่ถูกต้องแล้วหรือ ? <https://www.bbc.com/thai/articles/cmj2y0edg1ko>
- เบตริค อนาไลติกส์. (2566). สิงคโปร์เมืองจิ๋ว แต่ Smart Nation ระดับโลก.
<https://bedrockanalytics.ai/blog/location-intelligence/singapore-smart-city>
- ประชาชาติธุรกิจ. (2561). ญี่ปุ่นโชว์ “สมาร์ทซิตี้” ตอบโจทย์ ศก.-สังคมสูงวัย.
<https://www.prachachat.net/world-news/news-177635>
- พัชรศรี ว่องไชยกุล. (2564). ลดค่าแอร์ด้วย “ระบบหล่อเย็นกลาง” แนวคิดใหม่ในเมืองรักษ์โลกแห่งแรกของสิงคโปร์. https://www.creativethailand.org/article-read?article_id=32823
- พุดสี สิริวัชรเมตตา. (2560). สมาร์ทซิตี้ในฝัน ‘คาซิวา โน ฮา’.
<https://www.posttoday.com/business/487566>
- ภัทรรัตน์. (2563). โครงการเมืองใหม่ใน “สิงคโปร์” สู้โลกร้อน ทำระบบหล่อเย็นทั้งอาคาร แก้ปัญหาค่าไฟแอร์พุ่ง. <https://positioningmag.com/1308626>
- ภาฝัน จิตต์มิตรภาพ, ฤเดช เกิดวิชัย, พรกุล สุขสด, และดวงกมล จันทรัตน์มณี. (2565). ปัจจัยขับเคลื่อนความสำเร็จในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ จังหวัดภูเก็ต. วารสารปัญญาภิวัฒน์, 14(1), 188-202. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/pimjournal/article/download/250198/173970/954683>
- ภาสกร ประถมบุตร, และสมชัย บวรกิตติ. (2560). แนวคิดการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ.
<https://science.royalsociety.go.th/smart-cities-develop-concept/>
- ยุวดี คาคการณ์ไกล. (2562). กำเนิดแนวคิด Smart Cities.
<http://www.furd.in.th/cities/concepts/view/NAYvwl6XQ6jy/>
- วินัย วีระพัฒนานนท์. (2541). สิ่งแวดล้อมและการพัฒนา. สถาบันพัฒนาการสาธารณสุขอาเซียน.
- ศูนย์ข้อมูลข่าวสารอาเซียน. (2564). สิงคโปร์เปิดตัวแผนสร้างประเทศสีเขียว 2030 เพื่ออนาคตที่ยั่งยืน. http://www.asean thai.net/ewt_news.php?nid=11318&filename=index
- ศูนย์ข้อมูลเพื่อธุรกิจไทยในสิงคโปร์. (2564). โครงการพัฒนาเมือง Tengah เมืองต้นแบบสีเขียวแห่งแรกของสิงคโปร์. <https://thaibizsingapore.com/news/ก%2Fstrategies/tengah-sg/>
- ศูนย์ประสานงานโครงการเสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างประชาชนกับประชาชนเพื่อรับมือกับความท้าทายด้านความมั่นคงรูปแบบใหม่ในภูมิภาคลุ่มน้ำโขง. (ม.ป.ป.). รู้เท่าทัน “ภัยความมั่นคง

- รูปแบบใหม่” ปูทางสร้างสังคมปลอดภัยแบบมีส่วนร่วมและครอบคลุม <https://nts-mekong.com/article-1648/>
- ศูนย์วิจัยและสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน. (ม.ป.ป.). ชื่อเป้าหมายย่อยและตัวชี้วัด. <https://www.sdgmove.com/sdg-101/>
- สถานเอกอัครราชทูตญี่ปุ่นประจำไทย. (2560). สมเด็จพระจักรพรรดิและสมเด็จพระจักรพรรดินีแห่งญี่ปุ่น ทรงเสด็จเยือนประเทศไทย ฉบับ : ภูมิภาคต่างๆ ของประเทศญี่ปุ่น. <https://www.th.emb-japan.go.jp/files/100327132.pdf>
- สรายุทธ ทรัพย์สุข. (ม.ป.ป.). เพิ่มศักยภาพ Smart Government ด้วยผลิตภัณฑ์จาก NT. <https://nt-metro-service.com/article/solution-how-to/nt-smart-government/>
- สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ กรุงสิงคโปร์. (2561). ฟาร์มดิจิทัล (Digital Farming) ในสิงคโปร์. https://www.ditp.go.th/contents_attach/311511/311511.pdf
- สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล. (ม.ป.ป.-a). การส่งเสริมเมืองอัจฉริยะ. <https://www.depa.or.th/th/smart-city-plan/smart-city-office>
- สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล. (ม.ป.ป.-b). หลักเกณฑ์การส่งเสริมเมืองอัจฉริยะ. <https://www.depa.or.th/th/digitalservice/smartcity/promotion%20criteria>
- สำนักวิจัยนวัตกรรมเมืองอัจฉริยะ. (ม.ป.ป.). SMART CITY เมืองอัจฉริยะ คืออะไร? <https://www.scira.kmitl.ac.th/smart-city-คืออะไร/>
- สุธิดา รุ่งเรืองศรี. (ม.ป.ป.). เมืองอัจฉริยะ (Smart City) ในยุคการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4. <https://www.dpim.go.th/service/download?articleid=11342&F=25999>
- สุธี อนันต์สุขสศรี. (2563). เมืองอัจฉริยะคืออะไรกันแน่? . Retrieved 12 มกราคม from <https://thaipublica.org/2020/03/smart-city/>
- อนุช อาภาภิรม, วิสมัน อาภาภิรม, ชิลลี มาคดาเลน่า ฮอลลิงก้า, ปราณี ชติยศ, สะไบทิพย์ พันธุ์อุทัย, เยาวนันท์ ภูธรรัตน์, แสงเสรี อาภาภิรม, และ Srethapakdi, S. (2543). สิ่งแวดล้อมและประชากร. ใน สิ่งแวดล้อมและประชากร : เครื่องเช่นความเจริญ (144). สถาบันวิถิธรศน์. อรรถพร จงรักศักดิ์, และกฤษฎากร คเชนทร์ชัย. (2564). Smart City นวัตกรรมอัจฉริยะ. บ้านพระอาทิตย์.
- อุมาภรณ์ บุพไชย. (2561). การพัฒนาสู่เมืองอัจฉริยะ: บทบาทของสื่อออนไลน์ในการประสานการมีส่วนร่วมในงานผังเมือง. *Veridian E-Journal, Silpakorn University* ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ, 11(2), 3113-3130.
- เอนจิเนียร์ ฑูเคย. (2563). แนวทางพัฒนาเมืองอัจฉริยะของไทย สู่ความเป็นเมืองน่าอยู่อย่างแท้จริง. <https://www.engineeringtoday.net/พัฒนาเมืองอัจฉริยะ-smart-city/>

ภาษาอังกฤษ

A-Level Geography Revision: Edexcel. (n.d.). *Sustainable Water Management*.

<https://geographyrevisionalevel.weebly.com/59b-sustainable-water-management.html>

Ababneh, A. (2023). Smart urban management of green space. *Journal of Design for Resilience in Architecture and Planning*, 4(3), 339-353.

Acharya, A. (2004). How ideas spread: Whose norms matter? Norm localization and institutional change in Asian regionalism. *International organization*, 58(2), 239-275.

Addas, A., Khan, M. N., & Naseer, F. (2024). Waste management 2.0 leveraging internet of things for an efficient and eco-friendly smart city solution. *Plos one*, 19(7), e0307608.

Aldegheishem, A. (2019). Success Factors of Smart Cities: A Systematic Review of Literature from 2000-2018. *TeMA-Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 12(1), 53-64. <https://doi.org/10.6092/1970-9870/5893>

Altunbey, P. Z., Balta, S., Ortaçşme, V., & Atik, M. (2023). Smart environment practices in Kashiwa-No-Ha (Japan) smart city. *Acta Hort. Regiotect*, 26(2), 137-146.

Angry Nerds. (2023). *The Future of Internet of Things in Smart Cities - Barcelona Case Study*. <https://angrynerds.co/blog/the-future-of-internet-of-things-in-smart-cities-barcelona-case-study/>

Azam, S. (2023). Climate Change: A Non-traditional Threat to Human Security. *Journal of Global Peace and Security Studies (JGPSS)*, 4(2), 27-40.

Bane, P. (2022). *2022 - Defining Smart Cities Again*. Retrieved 2 January from <https://www.smartcitiescouncil.com/article/2022-defining-smart-cities-again>

Bauer, J. R., & Bell, D. A. (1999). *The East Asian challenge for human rights*. Cambridge University Press.

Bibri, S. E. (2018). The IoT for smart sustainable cities of the future: An analytical framework for sensor-based big data applications for environmental sustainability. *Sustainable cities and society*, 38, 230-253. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670717313677?casa_t

oken=Mu_Oy1EreTcAAAAA:ZoaF4Vye8uLf02UFyxJAbVlj_Thu4S9U_m-
Jpp06U5hrjkZ9QLulpAV99HDRW_-4Z8lfQlqriPsg

Brauer, B., Eisel, M., & Kolbe, L. M. (2015). The State of the Art in Smart City Research—A Literature Analysis on Green is Solutions to Foster Environmental Sustainability. 19th Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS 2015), Singapore.

Cabinet Office. (n.d.). *Society 5.0*.

https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html

Car Lite. (2024). *Terms and Conditions*. <https://carlite.sg/terms>

Caragliu, A., Chiara Del Bo, & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of urban technology*, 18(2), 65-82.

CEIC. (n.d.). *Singapore Consumption Based Emissions of CO2 per Unit of GDP*.

<https://www.ceicdata.com/en/singapore/environmental-co2-and-greenhouse-gas-emissions-annual/consumption-based-emissions-of-co2-per-unit-of-gdp>

Celliers, L., Rosendo, S., Costa, M. M., Ojwang, L., Carmona, M., & Obura, D. (2020). A Capital Approach For Assessing Local Coastal Governance. *Ocean & Coastal Management*, 183(1). <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104996>

Chatfield, A. T., & Reddick, C. G. (2016). Smart City Implementation Through Shared Vision of Social Innovation for Environmental Sustainability: A Case Study of Kitakyushu, Japan. *Social Science Computer Review*, 34(6), 757-773. <https://doi.org/10.1177/0894439315611085>

Cheng, K. (2016). *A peek into Tengah, the next new HDB town the size of Bishan*. <https://www.todayonline.com/singapore/peek-tengah-next-new-hdb-town-size-bishan>

Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, R. J., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T. A., & Scholl, H. J. (2012). Understanding smart cities: An integrative framework. 2012 45th Hawaii international conference on system sciences,

Christiansen, K. L., & Hougaard, I.-M. (2022). *Copenhagen's failure to meet 2025 net zero target casts doubt on other pledges*.

<https://www.climatechangenews.com/2022/09/16/copenhagens-failure-to-meet-2025-net-zero-target-casts-doubt-on-other-city-pledges/>

- Coleman, E., & Gillaspay, R. (2023). *Environmental Sustainability | Definition, Objectives & Examples*. <https://study.com/academy/lesson/environmental-sustainability-definition-and-application.html>
- Council on Tall Buildings and Urban Habitat. (2023). CTBUH Annual Awards. <https://awards.ctbuh.org/winners/?award-year=2023>
- Curry, E., & Donnellan, B. (2015). Green Information Systems. *Wiley Encyclopedia of Management*, 1-3.
- DeAngelis, S. (2014). *Smart Cities Require Creative People*. <https://enterrasolutions.com/smart-cities-require-creative-people/>
- Deputy Director-General, National Spatial Planning and Regional Policy Bureau, & Ministry of Land, I., Transport and Tourism,. (2025). *Initiatives for Housing, Land, and Basic serviced in Japan's National Land Planning*. https://spp-pr.com/conferences/7thMeeting/assets/pdf/keynote2_Masakuni_Fujita.pdf
- Development Bank of Singapore. (n.d.). *DBS pilots programmable grant disbursements with Enterprise Singapore and Singapore Fintech Association to improve governance and efficiency of government payouts*. https://www.dbs.com/newsroom/DBS_pilots_programmable_grant_disbursements_with_Enterprise_Singapore_and_Singapore_Fintech_Association_to_improve_governance_and_efficiency_of_government_payouts?
- Energy Market Authority of Singapore. (2024). *Energy Transformation*. <https://www.ema.gov.sg/resources/singapore-energy-statistics/chapter2>
- Foo, S. L., & Pan, G. (2016). Singapore's vision of a smart nation.
- Future Cities Laboratory. (n.d.). *Our Vision*. <https://fcl.ethz.ch/about-us.html>
- Gerli, P., Mora, L., Rocha, F. N. D., Nguyen, H., Maio, R., Jansen, M., Serale, F., Albin, C., Biri, F., Calisesi, F., Mehta, N., Scheufler, C., Yabitsu, M., Bueti, M. C., Grizzle, A., Jimenez, D. G., Karkin, N., Schmidt, K. M., Marta, S., . . . Zhang, J. (2024). *World Smart Cities Outlook 2024*. https://unhabitat.org/sites/default/files/2024/12/un_smart_city_outlook.pdf
- GetSolar. (2023). *Harnessing Solar Power: Exploring Solar Energy Opportunities in Singapore*. <https://getsolar.ai/blog/solar-financial-incentives-singapore-2/>

Google. (n.d.). *Google Maps image of Kashiwanoha.*

https://www.google.com/maps/place/Kashiwanoha,@35.9008749,139.9361815,13.98z/data=!4m6!3m5!1s0x60189c06b8301e7d:0x808a92b49ba8fb2!8m2!3d35.8952491!4d139.9392531!16s%2Fm%2F0crfjmf?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDUwNy4wKXMDSoASAFQAw%3D%3D

Gornik, M. (2020). *Smart Governance: Kashiwa-no-ha smart city in Japan as a model for future urban development?* [Master Thesis, Universität]. Wuppertal.

Government of Singapore. (n.d.-a). *Sensors & Internet of Things.*

<https://techcareers.smartnation.gov.sg/tech-careers/sensors-and-internet-of-things/>

Government of Singapore. (n.d.-b). *Sustainable Development Goals.*

<https://www.singstat.gov.sg/find-data/sdg>

Government Technology Agency of Singapore. (2024). *FY24: Government to spend more than \$3B to modernise ICT infrastructure and develop digital services.*

<https://www.tech.gov.sg/media/media-releases/fy24-government-to-spend-more-than-3b-on-infrastructure-and-digital-services/>

Government Technology Agency of Singapore. (n.d.). *Singpass: Our trusted digital identity for secure and convenient access to services.*

<https://www.tech.gov.sg/products-and-services/for-citizens/digital-services/singpass/>

Hitachi. (n.d.). *Kashiwa-no-ha Smart City: Making smart use of local energy sources to build the communities of the future.* [https://social-](https://social-innovation.hitachi/en/case_studies/smartcity_kashiwanoha/)

[innovation.hitachi/en/case_studies/smartcity_kashiwanoha/](https://social-innovation.hitachi/en/case_studies/smartcity_kashiwanoha/)

Hitachi, Sharp Corporation, Mitsui Fudosan, & Nikken Sekkei. (2014). *The Energy Management System at the Heart of Kashiwa-no-ha Smart City Kashiwa-no-ha AEMS and Kashiwa-no-ha HEMS developed, implementation to be phased in from May 2014 Supporting energy conservation, disaster response, and community activities at the “town” and “residence” levels.*

https://www.mitsuifudosan.co.jp/english/corporate/news/2014/0424_02/

- Holland, O. (2021). Singapore is Building a 42,000-Home Eco ‘Smart’ City. *CNN Worldwide*. <https://edition.cnn.com/style/article/singapore-tengah-eco-town/index.html>
- Hollands, R. G. (2020). Will the Real Smart City Please Stand Up?: Intelligent, Progressive or Entrepreneurial? In *The Routledge companion to smart cities* (179-199). Routledge. <https://doi.org/10.1080/13604810802479126>
- Housing & Development Board. (n.d.-a). *SolarNova*. <https://www.hdb.gov.sg/about-us/our-role/smart-and-sustainable-living/solarnova-page>
- Housing & Development Board. (n.d.-b). *Tengah*. <https://www.hdb.gov.sg/about-us/history/hdb-towns-your-home/tengah>
- Housing & Development Board. (n.d.-c). *Waste Management Pneumatic Waste Conveyance System (PWCS)*. <https://www.hdb.gov.sg/about-us/our-role/smart-and-sustainable-living/hdb-greenprint/waste-management>
- Hui, C. X., Dan, G., Alamri, S., & Toghraie, D. (2023). Greening smart cities: An investigation of the integration of urban natural resources and smart city technologies for promoting environmental sustainability. *Sustainable cities and society*, 99, 104985.
- Institute for Global Environmental Strategies. (n.d.-a). *Goal 9. Industry, Innovation and Infrastructure*. <https://www.iges.or.jp/en/sdgs/9-industry-innovation-and-infrastructure>
- Institute for Global Environmental Strategies. (n.d.-b). *Goal 11. Sustainable Cities and Communities*. <https://www.iges.or.jp/en/sdgs/11-sustainable-cities-and-communities>
- International Institute for Management Development. (2024). *Smart City Index 2024*. https://issuu.com/docs/e7a60c053affbf9e98fcba93afe857af?fr=xKAE9_zU1NQ
- International Trade Administration. (2024). *Singapore - Digital Economy*. <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/singapore-digital-economy>
- Ivezic, M. (2024). *Quantum Technology Initiatives in Singapore and ASEAN*. <https://postquantum.com/quantum-computing/quantum-singapore-asean/>
- Japan Up Close. (2023). *Japan Leading Smart City Development*. https://japanupclose.web-japan.org/techculture/t20231208_1.html

- Kaji, T., Kurita, T., Furuya, S., Igeta, Y., & Deguchi, A. (2025). Trends in Smart Cities: Global and Japanese Perspectives. In *The Architecture of "Society 5.0" Six Key Factors for a People-Centric and Sustainable Smart City* (13-38). Springer Nature Singapore Singapore.
- Kashiwa Information Association. (n.d.). *Kashiwanoha Park*.
<https://en.kashiwainfo.net/kashiwanoha-park/>
- Kashiwa ITS Promotion Council homepage. (n.d.). *Kashiwa ITS Smart City*.
<http://www.kashiwa-its.jp/en/>
- Kashiwa-no-ha Smart City. (2021). *Kashiwa-no-ha Smart City*
<https://www.youtube.com/watch?v=OTXr9YBSgZE&t=27s>
- Kashiwa-no-ha Smart City. (n.d.-a). *ENERGY*. <https://www.kashiwanoha-smartcity.com/energy/>
- Kashiwa-no-ha Smart City. (n.d.-b). *Mobility*. <https://www.kashiwanoha-smartcity.com/mobility/>
- Kashiwanoha-Navi. (n.d.). *Kashiwa-no-ha City makes "the future of the world"*.
<https://www.kashiwanoha-navi.jp/en>
- King, L. J. (2020). *Central Place Theory*
https://core.ac.uk/download/pdf/322557112.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMATAAR14Ib_prt3it-PcOFRNr9EJxNdKQkLDEsKliukgaBZDL_UfqL6Oz3GSyfM_aem_T7R2LNUObdYtOS08de3ZkQ
- Komninos, N. (2014). *The age of intelligent cities: smart environments and innovation-for-all strategies*. Routledge.
- Kumar, A., & Rattan, J. S. (2020). A Journey from Conventional Cities to Smart Cities. In *Smart cities and construction technologies* (1-14). Intechopen.
https://www.researchgate.net/publication/341356003_A_Journey_from_Conventional_Cities_to_Smart_Cities
- Kutty, N. (2022). *Here's how Japan is using technology to mitigate disasters*.
<https://tsunamiday.undrr.org/news/heres-how-japan-using-technology-mitigate-disasters>

Land Transport Authority. (n.d.). *Who We Are*.

https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/who_we_are.html/#our_work

Lecuso New Energy. (n.d.). *About Us*. [https://www.lecusostreetlight.com/about-](https://www.lecusostreetlight.com/about-us/?_gl=1*1i94j2q*_up*MQ..*_gs*MQ..&gclid=Cj0KCQjwpf7CBhCfARIsANIETVp8HSXSc0FUznPmLCBpFD3_RU2Rbi4VIW_dR9EiE2bChTO8rHbly1waAkoEEALw_wcB&gbraid=0AAAAApvwVHxvLLG6uDFkDdlet4AePlx-B)

[us/?_gl=1*1i94j2q*_up*MQ..*_gs*MQ..&gclid=Cj0KCQjwpf7CBhCfARIsANIETVp8HSXSc0FUznPmLCBpFD3_RU2Rbi4VIW_dR9EiE2bChTO8rHbly1waAkoEEALw_wcB&gbraid=0AAAAApvwVHxvLLG6uDFkDdlet4AePlx-B](https://www.lecusostreetlight.com/about-us/?_gl=1*1i94j2q*_up*MQ..*_gs*MQ..&gclid=Cj0KCQjwpf7CBhCfARIsANIETVp8HSXSc0FUznPmLCBpFD3_RU2Rbi4VIW_dR9EiE2bChTO8rHbly1waAkoEEALw_wcB&gbraid=0AAAAApvwVHxvLLG6uDFkDdlet4AePlx-B)

Lobo, D. (2017). *ULI Global Awards for Excellence: Kashiwa-no-ha Smart City (Japan)*.

<https://urbanland.uli.org/planning-design/uli-global-awards-excellence-kashiwa-no-ha-smart-city-japan>

Mandl, C., & Kirschner, T. (2014). European Smart City Initiative Assessment of Best Practices to Stimulate Market-/Demand-Pull. BEHAVE Energy Conference 2014,

Martinez, R. (2023). The environmental dark side of digitalisation: an urban perspective. https://www.cidob.org/sites/default/files/2024-06/293_RICARDO%20MARTINEZ_ANG.pdf

Mersal, A. (2016). Sustainable Urban Futures: Environmental Planning for Sustainable Urban Development. *Procedia Environmental Sciences*, 34(1), 49-61.

<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.04.005>

Metamorph Business Pty. (n.d.). *Example of a Smart City: A Case Study into Barcelona*. <https://minnovation.com.au/smart-cities-2/example-of-a-smart-city-a-case-study-into-barcelona/>

Ministry of Digital Development and Information. (n.d.). *Digital Government*.

<https://www.mddi.gov.sg/what-we-do/digital-singapore/digital-government/>

Ministry of Foreign Affairs of Japan. (n.d.). *Japanese Territory*.

https://www.mofa.go.jp/territory/page1we_000006.html

Ministry of Foreign Affairs Singapore. (2018). Towards a Sustainable and Resilient Singapore. In: Government of Singapore Singapore.

Ministry of Internal Affairs and Communications. (2020). *White Papre (Key Points, Issue*.

<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/eng/WP2020/2020-index.html>

- Ministry of Sustainability and the Environment. (2024a). *Energy Policies*.
<https://www.mse.gov.sg/policies/energy/>
- Ministry of Sustainability and the Environment. (2024b). *Water Policies*.
<https://www.mse.gov.sg/policies/water>
- Ministry of Sustainability and the Environment. (n.d.). *clean air policies*.
<https://www.mse.gov.sg/policies/clean-air/>
- Mitsui Fudosan. (2021). *Mitsui Fudosan Selected for the 2021 IT Promotion Award (Area: Social Issue Resolution) Again after Winning the 2020 IT Award (Area: Management) The award recognized the “Smart Life Kashiwa-no-ha” portal site for enriching residents’ live and the “Dot to Dot” platform for safe and secure movement of personal data with individuals’ consent*.
https://www.mitsuifudosan.co.jp/english/corporate/news/2021/1202_03/
- Mitsui Fudosan. (n.d.-a). *About Kashiwa-no-ha Smart City*.
<https://www.mitsuifudosan.co.jp/english/business/development/kashiwanoha/>
- Mitsui Fudosan. (n.d.-b). *From golf course to next-generation model city, Kashiwa-no-ha continues to evolve*.
<https://www.mitsuifudosan.co.jp/english/business/development/kashiwanoha/history.html>
- Mitsui Fudosan. (n.d.-c). *History of Kashiwa-no-ha Smart City*.
<https://www.mitsuifudosan.co.jp/english/business/development/kashiwanoha/history.html>
- National Parks Board. (n.d.-a). *Community Gardens*.
- National Parks Board. (n.d.-b). *Park Connector Network*. <https://pcn.nparks.gov.sg>
- New Naratif. (2022). *The Use and Abuse of Personal Data by the PAP Government*.
<https://newnaratif.com/the-use-and-abuse-of-personal-data-by-the-pap-government>
- Nguyen, H., Nawara, D., & Kashef, R. (2024). Connecting the indispensable roles of IoT and artificial intelligence in smart cities: A survey. *Journal of Information and Intelligence*, 2(3), 261-285.
- OneService Community. (n.d.). *Vision and Mission*.
<https://www.oneservice.gov.sg/about-us/vision-and-mission>

- Oosterlynck, S., Beeckmans, L., Bassens, D., Derudder, B., Segaert, B., & Braeckmans, L. (2019). *The City as a Global Political Actor*. Routledge London.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2011). *Towards Green Growth*.
<https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=683&menu=1515>
- Overstreet, K. (2021). *Building a City from Scratch: The Story of Songdo, Korea*.
<https://www.archdaily.com/962924/building-a-city-from-scratch-the-story-of-songdo-korea>
- Patterson, N. (2024). *What is Environmental Sustainability? Goals With Examples* <https://www.snhu.edu/about-us/newsroom/stem/what-is-environmental-sustainability>
- Petrea, M.-I., & Ursache, I.-M. (2023). Inside the World's most sustainable smart city: lessons from Copenhagen. Proceedings of the International Conference on "Sustainable Development of European Smart Cities"—SmartEU,
- Prime Minister's Office Singapore. (2024). *PM Lawrence Wong at the Launch of Smart Nation 2.0*. <https://www.pmo.gov.sg/Newsroom/PM-Lawrence-Wong-at-the-Launch-of-Smart-Nation>
- Purvis, B., Mao, Y., & Robinson, D. (2019). Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. *Sustainability science*, 14, 681-695.
<https://link.springer.com/article/10.1007/S11625-018-0627-5>
- Puttkamar, L. (n.d.). *A Water Smart City: Learning from Singapore*.
<https://www.beesmart.city/en/smart-city-blog/a-water-smart-city-learning-from-singapore>
- Ramiro, B., Natasha, D. S., Teresa, L. G. M., Cristobal, M.-S. J., Alejandro, R. S. M., Martin, S. S., & Lorraine, S. (2014). The Low Carbon City Development Program (LCCDP) Guidebook : A Systems Approach to Low Carbon Development in Cities (English). 1(1).
<https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/390491468338496549/the-low-carbon-city->

development-program-lccdp-guidebook-a-systems-approach-to-low-carbon-development-in-cities

Reaching Everyone for Active Citizenry @ Home. (2024). *Our Mission*.

<https://www.reach.gov.sg/who-we-are/our-mission/>

Reddit. (2020). *Singapore admitted data collected for contact-tracing can be accessed by police despite earlier assurances it would only be used to fight coronavirus, sparking privacy concerns about scheme. City-state has programme called "TraceTogether" for tracking close contacts of Covid-19 patients.*

https://www.reddit.com/r/worldnews/comments/kqwcbn/singapore_admitted_data_collected_for

Regan, E. (2022). *Smart Cities in Japan: Practical Innovations for Conscious Future....*

<https://tokyoesque.com/smart-cities-in-japan/>

RMIT University. (n.d.). *HCMC makes move to become a smart and sustainable city.*

<https://www.rmit.edu.vn/news/all-news/2021/jan/hcmc-makes-moves-to-become-a-smart-and-sustainable-city>

Sewenet, A. D., & Pisano, P. (2023). Assess the Role of Green Information Systems (Green IS) for Smart Mobility in Smart Cities: a Case Study Approach. In (Vol. 50, 1-18).

Sharifi, A., Allam, Z., Bibri, S. E., & Khavarian-Garmsir, A. R. (2024). Smart Cities and Sustainable Development Goals (SDGs): A Systematic Literature Review of Co-Benefits and Trade-Offs. *Cities*, 146, 104659.

<https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104659>

Singapore Economic Development Board. (n.d.). *Singapore: Southeast Asia's testbed for smart city solutions.* <https://www.edb.gov.sg/en/business-insights/insights/singapore-southeast-asia-s-testbed-for-smart-city-solutions.html?>

Singapore Government Developer Portal. (n.d.). *Myinfo*.

<https://www.developer.tech.gov.sg/products/categories/digital-identity/myinfo/overview>

Singapore Green Plan 2030. (n.d.). *A City of Green Possibilities*.

<https://www.greenplan.gov.sg>

Singapore's National Water Agency. (2024). *NEWater*.

<https://www.pub.gov.sg/Public/WaterLoop/OurWaterStory/NEWater>

Siu, E. (2024a). *Here are the Top 10 Smartest Cities in the World — and none are in the U.S.* <https://www.cnn.com/2024/04/22/smart-city-index-2024-zurich-oslo-top-list-of-worlds-smartest-cities.html>

Siu, E. (2024b). *This is the happiest country in Asia, according to the World Happiness Report*. <https://www.cnn.com/2024/03/20/singapore-is-the-happiest-country-in-asia-world-happiness-report-2024.html>

Smart Nation and Digital Government Office. (2018). *Smart Nation: The Way Forward Executive Summary*. <https://www.smartnation.gov.sg/files/publications/smart-nation-strategy-nov2018.pdf>

Smart Nation Singapore. (2018). *Singapore awarded as Smart City of 2018 at Smart City Expo World Congress*. <https://www.smartnation.gov.sg/media-hub/press-releases/smart-city-2018/>

Smart Nation Singapore. (2020). *Digital Government Blueprint “A Singapore Government that is Digital to the Core, and Serves with Heart”*. https://www.smartnation.gov.sg/files/publications/dgb-public-document_30dec20.pdf

Smart Nation Singapore. (2024). *Discontinuation of TraceTogether and SafeEntry*. <https://www.smartnation.gov.sg/media-hub/press-releases/20240105/>

Smart Nation Singapore. (n.d.-a). *Our Achievements*. <https://www.smartnation.gov.sg/achievements/>

Smart Nation Singapore. (n.d.-b). *Our Smart Nation Vision*. <https://www.smartnation.gov.sg/vision/>

Smart Nation Singapore. (n.d.-c). *Smart City Projects*. <https://www.smartnation.gov.sg/initiatives/urban-living/>

Smith, L. (2018). *A Portrait of The Smart Nation Singapore*. <https://www.beesmart.city/en/smart-city-blog/smart-nation-singapore>

- SPH Media Limited. (2018). *Personal info of 1.5m SingHealth patients, including PM Lee, stolen in Singapore's worst cyber attack*.
<https://www.straitstimes.com/singapore/personal-info-of-15m-singhealth-patients-including-pm-lee-stolen-in-singapores-most>
- Stevens, H., & Ruperti, Y. (2024). Smart food: novel foods, food security, and the Smart Nation in Singapore. *Food, Culture & Society*, 27(3), 754-774.
- Suzuki, H., Murakami, J., Hong, Y.-H., & Tamayose, B. (2015). *Financing transit-oriented development with land values: Adapting land value capture in developing countries*. World Bank Publications.
- Tan, S. Y., & Taeihagh, A. (2020). Smart city governance in developing countries: A systematic literature review. *Sustainability*, 12(3), 899.
- Thales Headquarters. (2023). *Singapore: The World's Smartest City*.
<https://www.thalesgroup.com/en/worldwide-digital-identity-and-security/iot/magazine/singapore-worlds-smartest-city>
- Tham, N. (2020). *Where do Singaporeans stand in terms of carbon dioxide emission per capita as compares to the rest of the world?*
<https://www.edpr.com/apac/en/where-do-singaporeans-stand-terms-carbon-dioxide-emissions-capita-compared-rest-world>
- The Copenhagen Centre on Energy Efficiency. (n.d.). *Nordhavnen Smart District*.
https://c2e2.unepccc.org/kms_object/nordhavnen-smart-district/
- The iN2015 Steering Committee. (2006). *Innovation. integration. Internationalisation Report by the iN2015 Steering Committee*.
https://www.tech.gov.sg/files/media/corporate-publications/2015/01/01_iN2015_Main_Report.pdf
- The Land Transport Authority. (n.d.). *Electronic Road Pricing (ERP)*.
<https://onemotoring.lta.gov.sg/content/onemotoring/home/driving/ERP/ERP.html>
- The University of Tokyo. (n.d.). *Kashiwa Research Complex*. https://www.u-tokyo.ac.jp/en/whyutokyo/kashiwa_hi_002.html

- Tomiya, R. (2023). *Kashiwa-no-ha Smart City Project: Achieving Advanced Urban Development by Leveraging Data*. <https://social-innovation.hitachi/en/article/kashiwanoha-smartcity/>
- Trencher, G., & Karvonen, A. (2020). Stretching “smart”: Advancing health and well-being through the smart city agenda. In *Smart and Sustainable Cities?* (54-71). Routledge.
- Trindade, E. P., Hinnig, M. P. F., Costa, E. M. d., Marques, J. S., Bastos, R. C., & Yigitcanlar, T. (2017). Sustainable Development of Smart Cities: A Systematic Review of The Literature. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 3(3), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40852-017-0063-2>
- UN Secretary-General, & World Commission on Environment and Development. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development*. <https://digitallibrary.un.org/record/139811?v=pdf>
- United Nations. (n.d.-a). *The 17 Goals*. <https://sdgs.un.org/goals>
- United Nations. (n.d.-b). *68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN*. <https://www.un.org/uk/desa/68-world-population-projected-live-urban-areas-2050-says-un>
- United Nations. (n.d.-c). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- United Nations. (n.d.-d). *What Is Climate Change?* <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change>
- United Nations Climate Change. (n.d.). *The Paris Agreement*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- United Nations Development Programme. (n.d.). *Sustainable Development Goals*. <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>
- United Nations Economic Commission for Europe. (n.d.). *Smart Sustainable Cities*. <https://unece.org/housing/smart-sustainable-cities>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2018). *Singapore’s Fourth National Communication and Third Biennial update Report under The United Nations Framework Convention on Climate Change*. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/067382541_Singapore-NC4-

BUR3-1-

Singapore%20Fourth%20National%20Communication%20and%20Third%20Biennialia.pdf

Urban Design Center Kashiwa-na-ha. (n.d.). *About UDCK*. <https://www.udck.jp/about>

Urban Land Institute. (2017a). *Kashiwa-no-ha Smart City*

https://casestudies.uli.org/wp-content/uploads/2017/07/Kashiwanoha_web_F.pdf

Urban Land Institute. (2017b). *Kashiwa-no-ha Smart City, 2017–2018 Global Awards for Excellence Winner*. <https://americas.uli.org/kashiwa-no-ha-smart-city-2017-global-awards-excellence-finalist/>

Walker, A. (2023). *Singapore's digital twin – from science fiction to hi-tech reality*. <https://infra.global/singapores-digital-twin-from-science-fiction-to-hi-tech-reality/>

World Finance. (n.d.). *Could Songdo be the world's smartest city?*

<https://www.worldfinance.com/inward-investment/could-songdo-be-the-worlds-smartest-city>

worldometer. (2022). *Singapore CO2 Emissions*. <https://www.worldometers.info/co2-emissions/singapore-co2-emissions/>

Worldometer. (n.d.-a). *Japan Population (LIVE)*.

<https://www.worldometers.info/world-population/japan-population/>

Worldometer. (n.d.-b). *Singapore Population (LIVE)*.

<https://www.worldometers.info/world-population/singapore-population/>

Worrakittimalee, T., Pienwisetkaew, T., & Naruetharadhol, P. (2024). The role of smart governance in ensuring the success of smart cities: a case of Thailand. *Cogent Social Sciences*, 10(1), 1-22.

Wu, Z. (2018). Intelligent City Evaluation System. In (19-44).

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-5939-1_2

Xie, W., Shi, Y., Xu, G., & Mao, Y. (2002). Smart platform-a software infrastructure for smart space (siss). Proceedings. Fourth IEEE International Conference on Multimodal Interfaces,

ภาษาญี่ปุ่น

Kashiwa City. (2018). 柏市地域防災計画.

<https://www.city.kashiwa.lg.jp/documents/32790/keikaku.pdf>

NHK News. (n.d.). 東日本大震災から 14 年 千葉県の被害と復興状況.

<https://www3.nhk.or.jp/lnews/chiba/20250311/1080025188.html>

柏アーバンデザインセンター. (2018). 【開催報告】7/22 (日) 第3回アーバンデザインカイギ!. <https://www.udc2.jp/article/udkaigi3>

柏市. (n.d.-a). まちづくり・都市開発.

<https://www.city.kashiwa.lg.jp/machidukuri/index.html#a8545>

柏市. (n.d.-b). 健康・医療・福祉. <https://www.city.kashiwa.lg.jp/kenko/index.html>

柏市. (n.d.-c). 柏市の主な公園・緑地等.

<https://www.city.kashiwa.lg.jp/koenryokuchi/shiseijoho/keikaku/shigoto/kaihatsum/kouen/koenryokuchi.html>

柏市. (n.d.-d). 防災. <https://www.city.kashiwa.lg.jp/anshinanzen/disaster/index.html>

