

การวิเคราะห์อุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ (Automation and Robotics)

การศึกษาความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ต้องทำความเข้าใจกับระบบนิเวศของอุตสาหกรรม (Industry Ecosystem) ของอุตสาหกรรมนี้ก่อน ในรายงานผลการศึกษาเบื้องต้นนี้จะครอบคลุมถึงการวิเคราะห์ Global Value Chain ประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญของไทย ปัจจัยทางด้านอุปสงค์ ปัจจัยทางด้านอุปทาน นโยบายภาครัฐ กฎหมาย และกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุตสาหกรรม และที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ของไทย ในการวิเคราะห์ Global Value Chain แสดงห่วงโซ่มูลค่าของทั้งระบบอัตโนมัติในภาพรวมและหุ่นยนต์ เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ได้ชัดเจนขึ้น ในขณะที่ การวิเคราะห์ระบบนิเวศอุตสาหกรรมด้านอื่น ๆ จะเป็นการวิเคราะห์อุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติโดยรวม ผลของการวิเคราะห์ในเบื้องต้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1 Global Value Chain

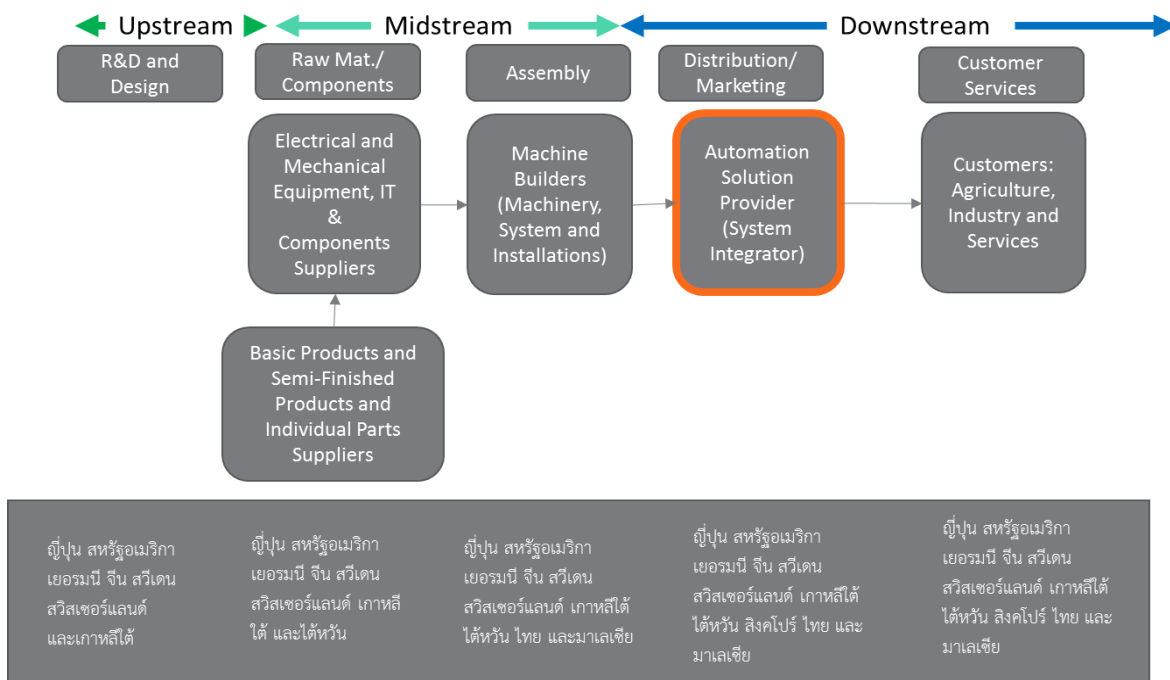
ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มีความใกล้เคียงกันมากแต่แตกต่างกันเพียงลักษณะของการใช้งานและความสามารถของเครื่องจักร ซึ่งหุ่นยนต์สามารถจัดเป็นส่วนหนึ่งของระบบอัตโนมัติที่มีลักษณะการทำงานและการเคลื่อนไหวที่ใกล้เคียงกับมนุษย์มากกว่าและสามารถปรับใช้ทำงานที่หลากหลายหน้าที่ได้มากกว่าระดับการพัฒนาของหุ่นยนต์จะขึ้นอยู่กับความสามารถในการปฏิบัติงานที่มีความซับซ้อน ความยืดหยุ่นในการทำงาน และความสามารถในการเรียนรู้และทำงานได้ด้วยตัวเอง¹ ดังนั้น การศึกษาห่วงโซ่มูลค่าระดับโลกของอุตสาหกรรมนี้ จะแสดงห่วงโซ่มูลค่าระดับโลกของระบบอัตโนมัติในภาพรวมก่อน แล้วจึงลงรายละเอียดห่วงโซ่มูลค่าระดับโลกของหุ่นยนต์ เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ได้ชัดเจนขึ้น

Global Value Chain ของระบบอัตโนมัติ

Global Value Chain สำหรับระบบอัตโนมัติในรูปภาพที่ 1 จะประกอบด้วยผู้เล่นสำคัญคือ ผู้ให้บริการด้านระบบอัตโนมัติ (Automation Solution Providers) หรือผู้พัฒนาระบบและประกอบ (System Integrators: SI) ผู้ผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์หลัก (Machine Builders) ผู้ผลิตชิ้นส่วนเฉพาะเจาะจง (Component Suppliers) และผู้ผลิตชิ้นส่วนทั่วไป (Basic Product and Part Suppliers) โดยที่มีลูกค้าอยู่ในทุกภาคส่วนของระบบเศรษฐกิจทั้งเกษตร อุตสาหกรรมและบริการ เนื่องจากส่วนใหญ่ระบบอัตโนมัติของลูกค้าแต่ละรายมีรายละเอียดและลักษณะที่แตกต่างกันตามความต้องการของลูกค้าที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้น ผู้ให้บริการด้านระบบอัตโนมัติจะมีความสำคัญมากในการผลักดันระบบอัตโนมัติไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ในขณะที่ลูกค้าก็ต้องมีความเข้าใจถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการลงทุนในระบบอัตโนมัติ และต้องเรียนรู้การใช้ระบบอัตโนมัติด้วย

¹ สมาคมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมของญี่ปุ่น (Japanese Industrial Robot Association: JIRA) ได้จัดประเภทของหุ่นยนต์เป็น Class 1 ถึง 6 ตามระดับความสามารถของหุ่นยนต์จากน้อยไปหามากดังนี้ (1) Class 1: Manual Handling Service (2) Class 2: Fixed Sequenced Robot (3) Class 3: Variable Sequenced Robot (4) Playback Robot (5) Class 5: Numerical Control Robot และ (6) Class 6: Intelligent Robot

รูปภาพที่ 1 : ห่วงโซ่มูลค่าระดับโลกของอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติ



ที่มา: มูลนิธิสถาบันวิจัยนโยบายเศรษฐกิจการคลังดัดแปลงจาก Nuremberg Chamber of Commerce and Industry (2014)

ผู้ผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์หลักจะประกอบด้วย เครื่องจักร หุ่นยนต์ ระบบสายพานลำเลียง Electrical Drive พาหนะในการขนย้าย ระบบรักษาความปลอดภัย และระบบควบคุม ในขณะที่ผู้ผลิตชิ้นส่วนเฉพาะเจาะจงจะเกี่ยวข้องกับ ระบบซอฟต์แวร์ อุปกรณ์สำหรับการขนส่งด้วยยานพาหนะ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ มอเตอร์ไฟฟ้า สายไฟและเคเบิล และระบบนิวแมติกส์ เป็นต้น ผู้ที่ผลิตชิ้นส่วนทั่วไปจะมีความหลากหลายมากที่สุด ได้แก่ อุปกรณ์โทรคมนาคม ระบบไฟส่องสว่าง การหล่อ ระบบระบายอากาศ ปัม และแบตเตอรี่ เป็นต้น

เมื่อพิจารณาส่วนประกอบของห่วงโซ่มูลค่าระดับโลกของระบบอัตโนมัติตามหน้าที่ซึ่งมีผู้ให้บริการระบบอัตโนมัติเป็นศูนย์กลางแล้วจะสามารถทำการวิเคราะห์ได้ดังนี้

- **กิจกรรมต้นน้ำครอบคลุม การวิจัยและพัฒนา และการออกแบบ** จะเป็นหน้าที่หลักของผู้ให้บริการระบบอัตโนมัติ ซึ่งจะทำการวิจัยและพัฒนาเพื่อให้มีองค์ความรู้ในการนำมาประยุกต์ใช้กับการจัดทำ Automation Solution ให้กับลูกค้าในหลากหลายสถานการณ์ และการออกแบบจะเป็นจัดทำระบบอัตโนมัติให้ตรงความต้องการของลูกค้า
- **กิจกรรมกลางน้ำ ประกอบด้วยการผลิตชิ้นส่วนและวัตถุดิบและการประกอบระบบอัตโนมัติและจัดทำ Automation Solution** การผลิตชิ้นส่วนและวัตถุดิบจะเป็นการจัดหาวัตถุดิบและผลิตชิ้นส่วนสำหรับการจัดทำ Automation Solution โดยมีผู้ผลิตชิ้นส่วนทั่วไป ผู้ผลิตชิ้นส่วนแบบเฉพาะเจาะจง และผู้ผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์หลักที่ทำหน้าที่นี้ตามหน้าที่และความถนัดของแต่ละกลุ่ม ในขณะที่ การประกอบระบบอัตโนมัติและจัดทำ Automation Solution จะเป็น การนำชิ้นส่วนและวัตถุดิบต่าง ๆ รวมถึงบริการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิ การติดตั้ง การพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ การให้คำปรึกษาต่าง ๆ เพื่อจัดทำ Automation Solution ที่สามารถทำงานตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้จริง

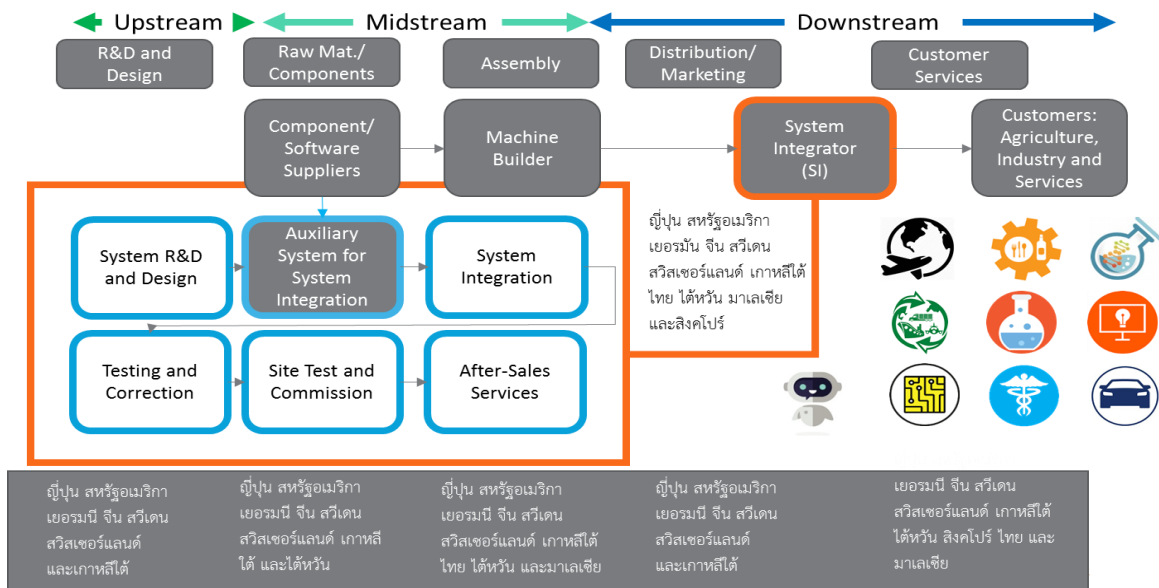
- **กิจกรรมปลายน้ำ จะเกี่ยวข้องกับการตลาดและการขายและการบริการลูกค้าหลังการขาย**
การตลาดและการขายจะเป็นการทำให้ลูกค้าสามารถหา Automation Solution ที่ตรงกับความต้องการได้ โดยผู้ให้บริการระบบอัตโนมัติจะเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ในการขาย ให้คำปรึกษา และทำให้ระบบอัตโนมัติของตัวเองเป็นที่รู้จัก และได้รับความไว้วางใจจากกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย การบริการลูกค้าหลังการขาย จะครอบคลุมการดูแลรักษา ซ่อมแซม ปรับปรุง และยกระดับระบบอัตโนมัติเนื่องจาก Automation Solution จะมีลักษณะ เฉพาะ (Customized Solution) สำหรับลูกค้าแต่ละราย ผู้ให้บริการระบบอัตโนมัติของลูกค้ารายนั้นจะต้องเป็นผู้ดูแลรักษาและปรับปรุงระบบอัตโนมัติอย่างต่อเนื่องด้วย และน่าจะเป็นผู้ที่ดูแลรักษาและปรับปรุงระบบที่ดีที่สุดด้วย ดังนั้นลูกค้าจึงควรหาผู้ให้บริการระบบอัตโนมัติที่อยู่ไม่ไกลจนเกินไป

Global Value Chain ของหุ่นยนต์

หลังจากที่ได้พิจารณา Global Value Chain ของระบบอัตโนมัติแล้ว ในส่วนนี้ จะจำกัวิเคราะห์เฉพาะระบบอัตโนมัติที่เป็นหุ่นยนต์เท่านั้น โดยที่จะพิจารณาจากมุมมองของผู้ผลิตหุ่นยนต์ (Machine Builders) และผู้พัฒนาระบบและประกอบ (SI) ในภาพรวม ผู้เล่นหลักของห่วงโซ่มูลค่าระดับโลกของหุ่นยนต์จะคล้ายกับห่วงโซ่มูลค่าระดับโลกของระบบอัตโนมัติซึ่งประกอบด้วย ผู้ผลิตหุ่นยนต์ (Machine Builders) ผู้ผลิตชิ้นส่วนและจัดทำซอฟต์แวร์ (Component and Software Suppliers) และผู้พัฒนาระบบและประกอบ (SI) โดยมีลูกค้าทั้งในภาคเกษตร อุตสาหกรรม และบริการ ซึ่งรวมถึงอุตสาหกรรมเป้าหมายหลักทั้ง 10 ของไทยด้วยผู้ผลิตชิ้นส่วนสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนคือ ผู้ผลิตชิ้นส่วนพิเศษ (Engineering of Special Components) และผู้ผลิตชิ้นส่วนทั่วไป (Suppliers of Standard Components)

ผู้ผลิตหุ่นยนต์ (Machine Builders) เป็นผู้ผลิตหุ่นยนต์มาตรฐานที่สามารถปรับใช้ได้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ผู้ผลิตชิ้นส่วนพิเศษ (Engineering of Special Components) เป็นผู้รับผิดชอบในการผลิต เช่น Laser Welding Applications และ Optoelectronic System เป็นต้น ในขณะที่ ผู้ผลิตชิ้นส่วนทั่วไป (Suppliers of Standard Components) เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นส่วนมาตรฐาน เช่น การผลิตเซนเซอร์ มอเตอร์ แบตเตอรี่ และ Actuator เป็นต้น ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ครอบคลุมถึง (1) Robot Operating System (2) Operational System (3) Programming Languages, Development Environments and Software Tools (3) Device Drivers และ (4) Simulators เป็นต้น เมื่อได้อุปกรณ์ ชิ้นส่วน หุ่นยนต์ และระบบต่าง ๆ แล้ว SI จะนำไปพัฒนาเป็นระบบหุ่นยนต์ที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ ดังนั้น SI จึงมีความสำคัญไม่น้อยกว่าผู้ผลิตหุ่นยนต์

รูปภาพที่ 2 : ห่วงโซ่มูลค่าระดับโลกของอุตสาหกรรมหุ่นยนต์



ที่มา: มูลนิธิสถาบันวิจัยนโยบายเศรษฐกิจการคลังดัดแปลงจาก Forge and Blackman (2010)

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบของห่วงโซ่มูลค่าระดับโลกของหุ่นยนต์ ได้ผลดังนี้ (รูปภาพที่ 2)

- **กิจกรรมต้นน้ำ**จะเกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา และการออกแบบ เป็นหน้าที่หลักของผู้ผลิตหุ่นยนต์ในการวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับปรุงการทำงานของหุ่นยนต์ และเน้นการออกแบบหุ่นยนต์มาตรฐานที่สามารถทำงานได้หลากหลาย ในขณะที่การออกแบบระบบหุ่นยนต์จะเป็นหน้าที่ของ SI
- **กิจกรรมกลางน้ำ**จะประกอบด้วยการผลิตชิ้นส่วนและวัตถุดิบ และการประกอบหุ่นยนต์และการสร้างระบบหุ่นยนต์ การผลิตชิ้นส่วนและวัตถุดิบเป็นการจัดหาวัตถุดิบและผลิตชิ้นส่วนสำหรับผลิตหุ่นยนต์ โดยทั่วไปหุ่นยนต์จะมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ (1) Programming Pendant (2) Controller และ (3) Manipulator Programming Pendant จะเป็นส่วนอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็น User Interface ในการป้อนคำสั่งโดยผู้ควบคุมและผู้ใช้งาน จากนั้น Controller จะรับคำสั่งจาก Programming Pendant และควบคุมให้ Manipulator ซึ่งคือหุ่นยนต์ ทำงานตามคำสั่งนั้น ดังนั้น จึงต้องมีผู้ผลิตชิ้นส่วน อุปกรณ์ และพัฒนาซอฟต์แวร์ในห่วงโซ่มูลค่าระดับโลกนี้ จากนั้นการประกอบหุ่นยนต์และสร้างระบบหุ่นยนต์ จะเป็นการนำชิ้นส่วนและวัตถุดิบต่าง ๆ รวมถึงบริการที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบเป็นหุ่นยนต์ ส่วน SI ซึ่งอาจเป็นส่วนหนึ่งของบริษัทผู้ผลิต หรือบริษัทที่เชี่ยวชาญด้าน SI โดยตรงจะนำเอาหุ่นยนต์นี้ไปพัฒนาเป็นระบบหุ่นยนต์ต่อตามความต้องการของลูกค้า
- **กิจกรรมปลายน้ำ**จะครอบคลุมการตลาดและการขายและการบริการหลังการขาย การตลาดและการขายเป็นการทำให้ลูกค้ากลุ่มเป้าหมายต้องการที่จะใช้หุ่นยนต์ที่ผลิตขึ้น บริษัทผู้ผลิตสามารถขายหุ่นยนต์ได้หลายช่องทาง เช่น ทีมขายของบริษัทผู้ผลิต ตัวแทนจำหน่าย และ SI โดยจะต้องมีการให้คำปรึกษากับลูกค้า และทำให้หุ่นยนต์ได้รับความไว้วางใจจากกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย ในขณะที่การบริการลูกค้าหลังการขาย จะเกี่ยวข้องการดูแลรักษา ซ่อมแซม ปรับปรุง และยกระดับระบบอัตโนมัติ เนื่องจากระบบหุ่นยนต์จะมีลักษณะเฉพาะ (Customized Solution) สำหรับลูกค้าแต่ละราย ซึ่งลูกค้าควรหา SI ที่อยู่ไม่ไกลจนเกินไปเพื่อความสะดวกในการให้บริการด้านต่าง ๆ

จะเห็นได้ว่า ในห่วงโซ่มูลค่าระดับโลกของอุตสาหกรรมหุ่นยนต์จะมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับ SI โดยเฉพาะอยู่ด้วย SI ต้องมีการวิจัยและพัฒนาสำหรับพัฒนาระบบหุ่นยนต์ และออกแบบระบบให้กับลูกค้า SI ยังต้องหาชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการสร้างระบบหุ่นยนต์ หลังจากพัฒนาระบบหุ่นยนต์แล้ว ต้องมีทดสอบระบบและติดตั้งระบบ SI ต้องขายบริการด้านระบบหุ่นยนต์ ทำการตลาดและให้บริการหลังการขายซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับอุตสาหกรรมหุ่นยนต์ด้วย

ในประเทศไทย ผู้เล่นส่วนใหญ่จะเป็น SI แต่ก็ได้มีการขยายไปยังส่วนอื่นของห่วงโซ่มูลค่าระดับโลก อาทิ มีบางรายเริ่มที่จะผลิตหุ่นยนต์ของตัวเองแล้ว ซึ่งการเติบโตของ SI จะมีส่วนช่วยให้อุตสาหกรรมต่อเนื่องและอุตสาหกรรมสนับสนุนได้เกิดขึ้นด้วย ดังนั้น จึงต้องมีการสร้างความต้องการในการใช้ระบบหุ่นยนต์ควบคู่กับการพัฒนาระบบหุ่นยนต์ เพื่อให้มีตลาดสำหรับระบบหุ่นยนต์มีการขยายตัวมากขึ้น และทำให้อุตสาหกรรมนี้เติบโตได้อย่างยั่งยืน เนื่องจากความต้องการใช้หุ่นยนต์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

2 ประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญ

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลการนำเข้าและส่งออกรายสินค้าจากฐานข้อมูล Trade Map ในการระบุประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญ ในกรณีของอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ จะใช้ข้อมูลมูลค่าการนำเข้าและส่งออกหุ่นยนต์อุตสาหกรรมของไทย (HS Code 847950 Industrial Robots, n.e.s.) เป็นตัวแทนที่สำคัญของการค้าของอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ เนื่องจากต้องการเน้นหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ และมีข้อจำกัดเกี่ยวกับข้อมูลการนำเข้าและส่งออกระบบอัตโนมัติ

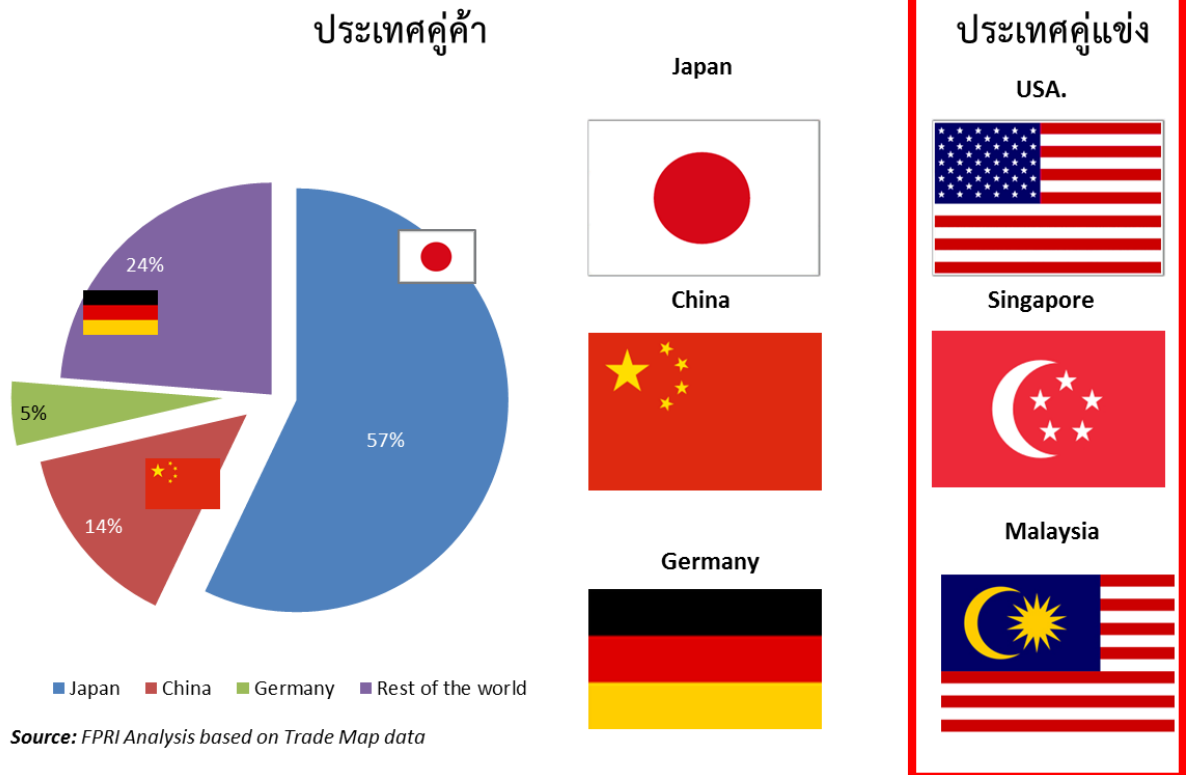
ประเทศคู่ค้า

ข้อมูลการค้าของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม (รวมการนำเข้าและส่งออก) เฉลี่ยย้อนหลัง 3 ปี (ค.ศ. 2014-2016) (ดูรูปภาพที่ 3) แสดงให้เห็นว่า ประเทศที่มีปริมาณการค้ากับไทยในอุตสาหกรรมนี้สูงสุด 3 อันดับแรก คือ ญี่ปุ่น จีน และเยอรมนี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการนำเข้าหุ่นยนต์จากประเทศคู่ค้ามายังไทย โดยปริมาณการค้ากับญี่ปุ่นคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 57 ของปริมาณการค้าทั้งหมด ตามมาด้วยจีน และเยอรมนี ที่สัดส่วนร้อยละ 15 และ 4 ตามลำดับ มูลค่าการปริมาณการค้าเฉลี่ยต่อปีระหว่างไทยกับญี่ปุ่นคิดเป็น 25.4 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ระหว่างไทยกับจีนเท่ากับ 6.4 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และระหว่างไทยกับเยอรมนีเท่ากับ 2.2 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ดังนั้น การใช้หุ่นยนต์ในไทยยังอยู่ในวงแคบ

ประเทศคู่แข่ง

การพิจารณาคู่แข่งของไทยจะดูจากศักยภาพของไทยในปัจจุบันว่าอยู่ในตำแหน่งใดของห่วงโซ่มูลค่าระดับโลกในอุตสาหกรรมนี้ ส่วนใหญ่ผู้ประกอบการไทยอยู่ในตำแหน่งของ SI และมีเพียงบางรายที่มีศักยภาพในการผลิตหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ จากการสัมภาษณ์กับผู้เชี่ยวชาญพบว่า ประเทศที่เป็นคู่แข่งกับ SI ของไทย ได้แก่ สิงคโปร์ มาเลเซีย จีน และญี่ปุ่น แต่เนื่องจากจีน และญี่ปุ่นได้ถูกคัดเลือกเป็นประเทศคู่ค้าแล้ว จึงเลือกสหรัฐอเมริกาเป็นคู่แข่งของไทยด้วย เนื่องจากเป็นประเทศส่งออกรายใหญ่ไปยังประเทศคู่ค้าที่สำคัญของไทย และไม่ซ้ำกับประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่มีอยู่แล้ว

รูปภาพที่ 3 : ประเทศคู่ค้าและคู่แข่งสำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ของประเทศไทย (3 อันดับแรก)



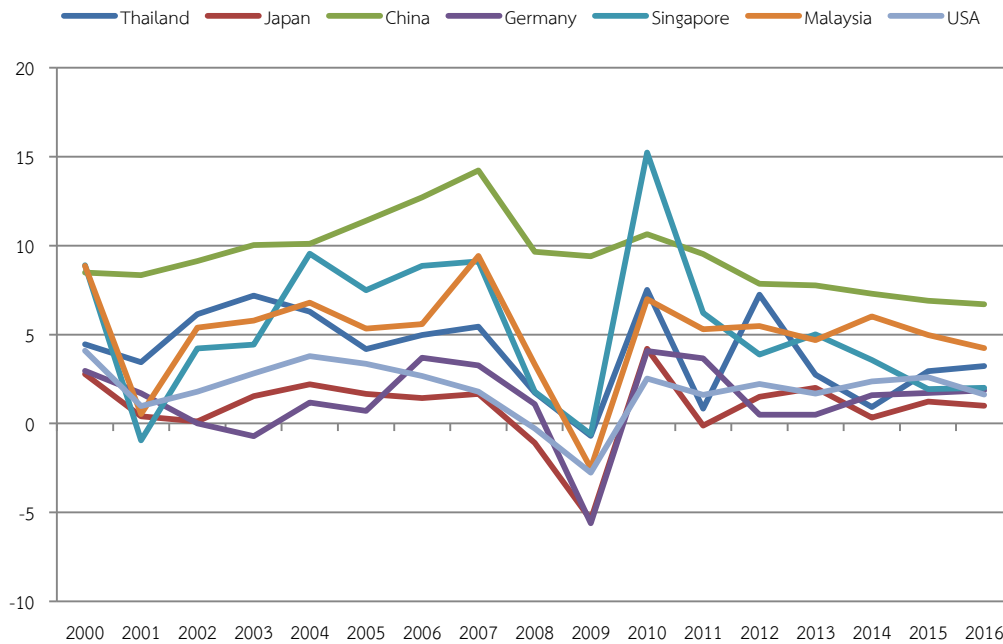
ที่มา : Trade Map (2017) และจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญอุตสาหกรรม

3 ปัจจัยทางด้านอุปสงค์

อุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์เป็นอุตสาหกรรมสนับสนุนภาคการผลิตอื่น ๆ ทั้งภาคเกษตร อุตสาหกรรม และบริการ ซึ่งครอบคลุมอุตสาหกรรมเป้าหมาย S-Curve ทั้ง 10 อุตสาหกรรม รวมทั้งอุตสาหกรรมการผลิตระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์เองด้วย ดังนั้น ความต้องการระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์จะมาจากอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจของแต่ละประเทศ อัตราการนำเข้าระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มาใช้ในภาคธุรกิจและชีวิตประจำวัน ความจำเป็นในการพัฒนาสภาพการผลิตเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันและการขาดแคลนแรงงาน

ในปี ค.ศ. 2016 อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของไทย ประเทศคู่ค้า (ญี่ปุ่น จีน และเยอรมนี) และประเทศคู่แข่ง (สิงคโปร์ มาเลเซีย และสหรัฐอเมริกา) ยังอยู่ในช่วงฟื้นตัวจากเหตุการณ์วิกฤตการณ์ทางการเงินที่เกิดขึ้นในสหรัฐอเมริกาเมื่อปี ค.ศ. 2008 ในช่วง 3 ปีล่าสุด ไทยและเยอรมนีมีการอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ปรับเพิ่มขึ้นมากที่สุด ในช่วงที่อัตราการใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ยังอยู่ในระดับต่ำ (ดูรูปภาพที่ 4)

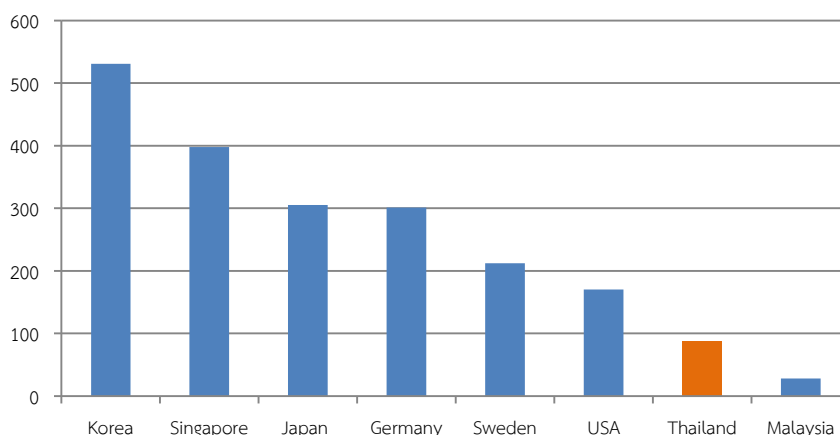
รูปภาพที่ 4 : อัตราการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจของไทย ประเทศคู่ค้า และประเทศคู่แข่ง ปี ค.ศ. 2000-2016 (ร้อยละ)



ที่มา : World Bank

ในขณะเดียวกัน Robot Density ที่คำนวณจากจำนวนหุ่นยนต์ต่อจำนวนแรงงานภาคอุตสาหกรรม 10,000 คน ของไทยในปี ค.ศ. 2015 ยังอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับประเทศคู่ค้าและคู่แข่ง ยกเว้นในกรณีของ มาเลเซีย ดังนั้น ยังมีช่องว่างสำหรับประเทศไทยในการนำหุ่นยนต์ไปใช้ในการผลิตภาคอุตสาหกรรม (ดูรูปภาพที่ 5)

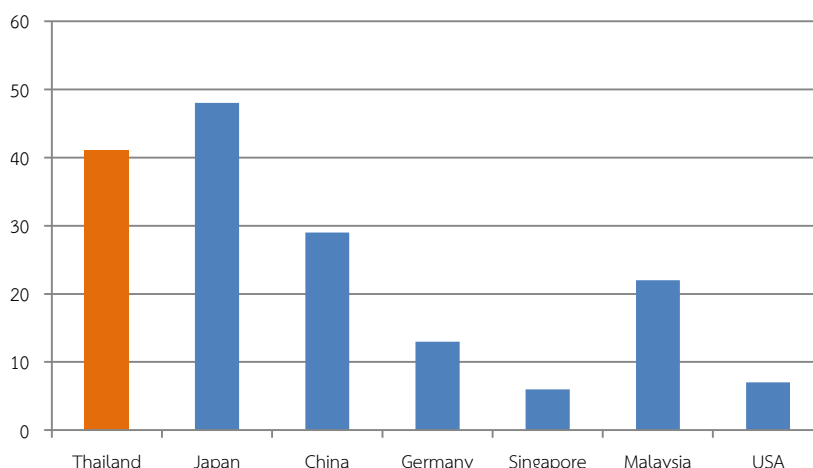
รูปภาพที่ 5 : Robot Density ของไทย ประเทศคู่ค้า และประเทศคู่แข่ง ปี ค.ศ. 2015 (ต่อแรงงานหมื่นคน)



ที่มา : IFR Fraunhofer (euRobotics) (2016) และการคำนวณของมูลนิธิสถาบันวิจัยนโยบายเศรษฐกิจการคลัง (สวค.)

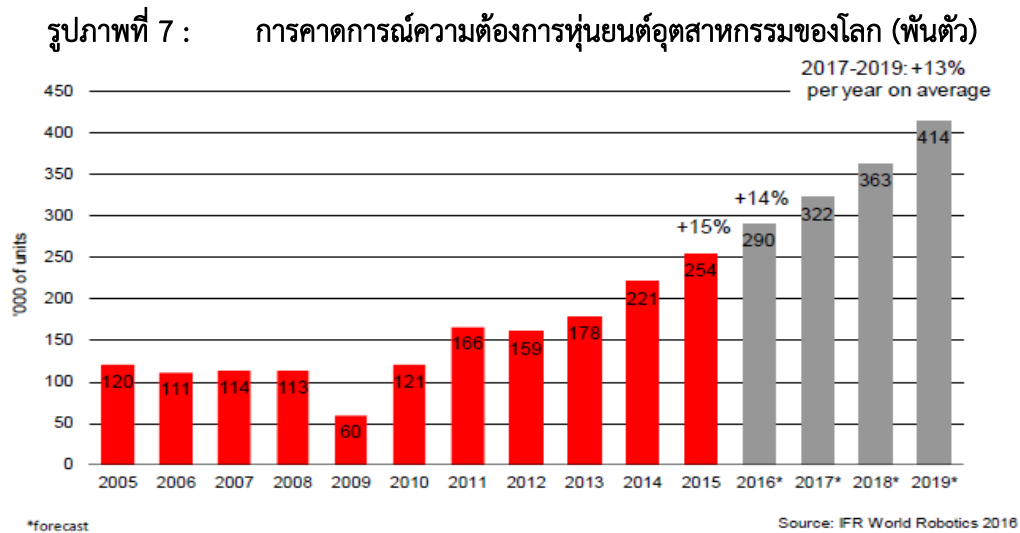
จากรูปภาพที่ 6 ไทยยังต้องมีการปรับตัวด้านผลิตภาพการผลิตและประสิทธิภาพมากเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศคู่ค้าและคู่แข่ง การจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันของ IMD ด้านผลิตภาพการผลิตและประสิทธิภาพในปี ค.ศ. 2017 แสดงให้เห็นว่า ไทยมีอันดับที่ 41 ต่ำกว่าประเทศคู่ค้าและคู่แข่งเกือบทุกราย ยกเว้นญี่ปุ่น

**รูปภาพที่ 6 : อันดับผลิตภาพการผลิตและประสิทธิภาพของไทย
ประเทศคู่ค้า และประเทศคู่แข่ง ปี ค.ศ. 2017**



ที่มา : International Institute for Management Development (IMD)

ในปัจจุบันภายใต้สภาพเศรษฐกิจที่ไม่ดีและการแข่งขันที่สูงขึ้น ทำให้มีความต้องการที่จะใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์กว้างขวางมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีปัญหาการขาดแคลนแรงงานและค่าแรงที่ปรับตัวสูงขึ้นร่วมอยู่ด้วย (จากรูปภาพที่ 6 และ 7) ในระยะยาว เมื่ออัตราการใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์อยู่ในระดับสูง ความต้องการของระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์น่าจะขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมากขึ้น ในกรณีของไทย ประเทศคู่ค้า และประเทศคู่แข่ง เริ่มมีปัญหาการขาดแคลนแรงงานและค่าแรงที่สูงขึ้น ทำให้มีแนวโน้มของตลาดระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ในประเทศเหล่านี้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการคาดการณ์ของ IFR ตลาดของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะขยายตัวเพิ่มมากขึ้นโดยในช่วงปี ค.ศ. 2015-2019 จะมีความต้องการหุ่นยนต์เพิ่มขึ้น 1.4 ล้านตัว ซึ่งแนวโน้มของตลาดหุ่นยนต์อุตสาหกรรม สามารถสะท้อนถึงแนวโน้มในการใช้ระบบอัตโนมัติ และหุ่นยนต์บริการได้เช่นกัน

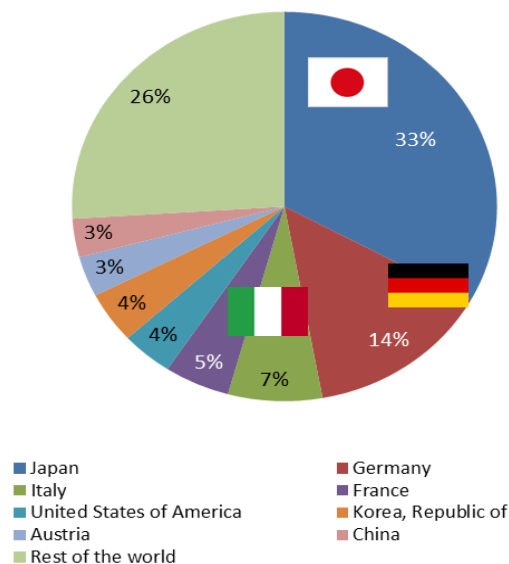


ที่มา : International Federation of Robotics (IFR)

4 ปัจจัยทางด้านอุปทาน

ในการศึกษาภาคการผลิตของระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ในภาพรวมจะใช้ข้อมูลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมเป็นตัวแทนของอุตสาหกรรมนี้

รูปภาพที่ 8 : สัดส่วนการส่งออกของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมของประเทศต่าง ๆ (เฉลี่ยปี พ.ศ. 2557-2559)



ที่มา : Trade Map

จากข้อมูลการส่งออกเฉลี่ยปี พ.ศ. 2557-2559 พบว่า การส่งออกสินค้าหุ่นยนต์อุตสาหกรรมรวมของโลกมีมูลค่าทั้งสิ้น 4.57 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ โดยญี่ปุ่นเป็นประเทศที่มีการส่งออกหุ่นยนต์อุตสาหกรรมสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33 ของมูลค่าการส่งออกของโลก ตามด้วยเยอรมนีที่ร้อยละ 14 และอิตาลีที่ร้อยละ 7 ในขณะที่ จีนซึ่งเป็นประเทศคู่ค้าในอุตสาหกรรมนี้ที่สำคัญของไทยมีส่วนร้อยละ 3 ส่วนประเทศคู่แข่งของไทยต่างก็มีศักยภาพในการส่งออกมากกว่าไทยทั้งสิ้น โดยสหรัฐอเมริกามีส่วนร้อยละ 4 สิงคโปร์มีส่วนร้อยละ 0.74 มาเลเซียมีส่วนร้อยละ 0.14 และไทยมีส่วนเพียงร้อยละ 0.06 ดังนั้น ความสามารถในการเป็นผู้ผลิตหุ่นยนต์อุตสาหกรรมของทั้งไทย สิงคโปร์ และมาเลเซียมีศักยภาพน้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันที่ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมนี้ของทั้งสามประเทศจะมีศักยภาพในการเป็น SI มากกว่า

การผลิตอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์จะต้องอาศัยปัจจัยด้านแรงงาน และปัจจัยด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยี เนื่องจากข้อมูลด้านจำนวนแรงงานในอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มีจำกัด ดังนั้น รายงานฉบับนี้จึงให้ความสำคัญกับระดับทักษะความเชี่ยวชาญของแรงงานก่อน จากการศึกษาและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญพบว่า ในห่วงโซ่มูลค่าระดับโลกของอุตสาหกรรมนี้ ผู้ประกอบการไทยที่มีศักยภาพมากที่สุดที่จะเป็นผู้ประกอบการกลุ่ม SI โดยทักษะของบุคลากรในอุตสาหกรรมนี้แบ่งออกเป็น 4 ระดับคือ

- ระดับที่ 1 : มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ แต่ยังไม่สามารถใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ได้
- ระดับที่ 2 : มีความสามารถในการใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ให้ทำงานตามที่ต้องการได้
- ระดับที่ 3 : มีความสามารถในการสร้างระบบอัตโนมัติและระบบหุ่นยนต์โดยอาศัยการออกแบบ วิเคราะห์ รวบรวมชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่จำเป็น ประกอบ และติดตั้งระบบอัตโนมัติและระบบหุ่นยนต์
- ระดับที่ 4 : มีความสามารถในการสร้างเครื่องจักรที่ใช้ในระบบอัตโนมัติหรือระบบหุ่นยนต์ได้ ซึ่งรวมถึงการสร้างเครื่องจักรอัตโนมัติและหุ่นยนต์ได้เองด้วย

ผู้ประกอบการ SI จะมีความสามารถในระดับที่ 3 ขณะที่ผู้ผลิตระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์จะต้องมีทักษะในระดับที่ 4 จากการศึกษาของ สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีพบว่า ผู้ประกอบการที่เป็น SI จะสามารถแบ่งระดับความสามารถออกเป็น 3 ระดับจากระดับต่ำไประดับสูงได้ดังนี้ (1) ระดับงานซ่อมบำรุงระบบ (Repair and Maintenance Services) (2) ระดับงานสร้างระบบ (Replication) และ (3) ระดับออกแบบและบูรณาการระบบ (Design and Integration)

ผู้ประกอบการ SI ระดับที่ 1 จะมีความสามารถต่ำที่สุด โดยทำงานที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุงชิ้นส่วนที่เสียหาย และงานซ่อมบำรุงและปรับแต่งระบบ รวมถึงการเปลี่ยนอะไหล่และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับดูแลรักษา ซึ่งกลุ่มนี้จะเป็นกลุ่มที่รับงานมาจากผู้ประกอบการ SI ขนาดใหญ่และมีระดับความสูงกว่าได้ ซึ่งผู้ประกอบการในกลุ่มนี้มีทั้งในไทย ประเทศคู่ค้า และประเทศคู่แข่ง

ผู้ประกอบการ SI ในระดับที่ 2 มีความสามารถในการสร้างระบบตามแบบที่ได้รับ (Build-to-Print) มีความสามารถในการจัดหาชิ้นส่วนและอุปกรณ์ บริหารห่วงโซ่อุปทาน และส่งมอบงานได้ลูกค้าได้ตามเวลา ผู้ประกอบการในกลุ่มนี้จะสามารถรองรับคำสั่งซื้อของลูกค้าที่มีปริมาณมากได้ โดยจะสามารถทำเอง หรือมีเครือข่ายที่ช่วยในการสร้างระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ได้ ซึ่งกลุ่มนี้จะสามารถรับงานต่อจากผู้ประกอบการ SI ในระดับที่ 3 ได้ SI ของไทยมีความสามารถทำงานในระดับนี้ได้ดี โดยมีกำลังผลิตและเครื่องจักรที่สามารถรับงานจำนวนมากได้ ซึ่ง SI ในประเทศคู่แข่งและคู่แข่งก็มีความสามารถเช่นเดียวกัน

ผู้ประกอบการ SI ระดับที่ 3 เป็นกลุ่มที่มีความสามารถมากที่สุด โดยสามารถออกแบบระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าได้ (Design and Build) ดังนั้นจึงต้องมีความเข้าใจในทั้งระบบ ได้แก่ การออกแบบ การเก็บ Requirements การทำความเข้าใจในการทำงานและความต้องการของลูกค้า เครื่องจักร ระบบไฟฟ้า ระบบควบคุม การประกอบชิ้นส่วน การติดตั้ง การทดสอบระบบ การดูแลรักษา และการให้คำปรึกษาแก่ลูกค้า รวมทั้งต้องมีความสามารถในการบริหารจัดการด้าน Supply Chain ได้ดี โดยมีเครือข่ายกับผู้ประกอบการ SI ในระดับที่ต่ำกว่า เพื่อส่งมอบงานให้ลูกค้าได้ทันเวลา ผู้ประกอบการไทยในระดับนี้ จะต้องเผชิญกับการแข่งขันโดยตรงจากผู้ประกอบการ SI จากต่างประเทศทั้งจากประเทศที่เป็นคู่แข่งและคู่แข่งของไทย ผู้ประกอบการจากต่างประเทศจะมีความสามารถในการเข้ามารับทำและพัฒนาระบบในลักษณะของการ Turn Key ทั้งระบบได้ ในขณะที่ผู้ประกอบการไทยมีทำได้ในลักษณะนี้ยังมีจำนวนน้อย ดังนั้น ผู้ประกอบการ SI ไทยยังมีความสามารถในการแข่งขัน และต้องได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถในระดับที่ 3 นี้ให้มากขึ้นโดยจะต้องมีการสนับสนุนด้านเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เป็นปัจจัยทุนอย่างเหมาะสมด้วย

เนื่องจากไทยและประเทศคู่แข่งทั้งมาเลเซียและสิงคโปร์เป็นผู้ประกอบการด้าน SI เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น ทั้งสามประเทศนี้ยังไม่มีความสามารถในการเป็นผู้ผลิตหุ่นยนต์รายใหญ่ได้ ผู้ผลิตในกลุ่มนี้ที่สำคัญจะเป็นญี่ปุ่นและเยอรมนี ส่วนสหรัฐอเมริกามีความสามารถในการแข่งขันในด้านหุ่นยนต์บริการมากกว่า ในขณะที่ จีนยังไม่สามารถผลิตหุ่นยนต์ที่มีคุณภาพเท่าเทียมกับญี่ปุ่น ยุโรป และสหรัฐอเมริกาได้ และเนื่องจากตลาดอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ของไทยยังมีขนาดเล็ก ทำให้อุตสาหกรรมต่อเนื่องโดยตรงของอุตสาหกรรมนี้ยังไม่เกิด ดังนั้น จึงไม่มีกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์โดยตรงสำหรับอุตสาหกรรมนี้เกิดขึ้นมากในไทย

ปัจจัยด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการผลิตในอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ โดยจะช่วยให้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์สามารถทำงานแทนที่มนุษย์ได้มากยิ่งขึ้น ความสามารถในการผลิตหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะสะท้อนถึงความสามารถทางด้านการวิจัยและพัฒนา เทคโนโลยีใหม่ ๆ และการสร้างสรรค์นวัตกรรมด้วย ดังนั้น ระดับของความสามารถในการวิจัยและพัฒนา เทคโนโลยี และการสร้างนวัตกรรมของไทยจึงต่ำกว่าประเทศคู่แข่ง อย่างไรก็ตาม ผู้ประกอบการควรติดตามพัฒนาการของเทคโนโลยีในสาขานี้อย่างใกล้ชิดและพัฒนาศักยภาพในการพัฒนาเทคโนโลยี รวมทั้งสร้างนวัตกรรมของตนเอง ตัวอย่างเทคโนโลยีสำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ที่สำคัญ อาทิ (1) Artificial Intelligence (2) Sensor และ Cognitive System (3) Mechanism-Actuators และ Control System (4) Platform Technologies และ (5) Safety Technology หัวข้อวิจัยและพัฒนาที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน เช่น (1) Reasoning (2) Learning และ (3) Intelligence Architecture เป็นต้น

5 นโยบายภาครัฐ กฎหมาย และกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุตสาหกรรม และที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ

ประเทศไทย

ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) เป็นแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมระยะยาวที่จะกำหนดทิศทางการพัฒนาประเทศเป็นสู่การเป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว ในร่างยุทธศาสตร์ฉบับปัจจุบันได้มีการระบุถึงความสำคัญของอุตสาหกรรมหุ่นยนต์รวมถึงอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติอย่างชัดเจน เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตของทั้งภาคเกษตร อุตสาหกรรม และบริการ และเป็นทางออกหนึ่งสำหรับปัญหาสังคมผู้สูงอายุและค่าจ้างแรงงานที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้น อุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์จึงเป็นอุตสาหกรรมเป้าหมายที่จะได้รับการสนับสนุนอย่างเต็มที่ภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีนี้ ซึ่งจะเป็นแนวทางที่ทำให้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 และฉบับต่อ ๆ มา รวมถึงแผนการพัฒนาอุตสาหกรรมของกระทรวงอุตสาหกรรมที่ตามต้องสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาตินี้

เนื่องจากไทยไม่ได้เป็นเจ้าของเทคโนโลยีของระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มาตั้งแต่เริ่ม และผู้ประกอบการไทยอยู่ใกล้และเข้าใจอุตสาหกรรมไทยได้ดีกว่า ผู้ประกอบการส่วนใหญ่จึงอยู่ในส่วนของ System Integrator (SI) โดยมีเพียงบางรายที่สามารถที่จะสร้างเครื่องจักรของตัวเองได้ ดังนั้น นโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์จึงเริ่มสร้าง Value Chain จากกลางน้ำขึ้นไปสู่ต้นน้ำโดยเริ่มจากการสร้างและพัฒนา SI ผู้สร้างเครื่องจักร (Machine Builder) และผู้สร้างหุ่นยนต์ตามลำดับ แนวความคิดนี้ยังสอดคล้องกับความต้องการ SI เพื่อช่วยออกแบบระบบที่จะช่วยให้ภาคอุตสาหกรรมและบริการสามารถนำไปใช้ในการตอบโต้ของตัวเองได้จริง ในปัจจุบันการพัฒนาอุตสาหกรรมนี้ในประเทศไทยได้ขับเคลื่อนในรูปแบบของคลัสเตอร์ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ที่ภาครัฐ ผู้ประกอบการ สถาบันการศึกษา สถาบันเฉพาะทางได้ทำงานกันอย่างใกล้ชิด เพื่อแก้ปัญหาและสนับสนุนให้ผู้ประกอบการไทยมีเติบโตอย่างเข้มแข็ง นโยบายการพัฒนาจะทำพร้อมกัน 3 ด้าน คือ การสร้างความต้องการใช้ การเพิ่มขีดความสามารถผู้ประกอบการ และการพัฒนาบุคลากร โดยมีการจัดตั้ง Center of Robotic Excellence (CoRE) เพื่อสร้างความร่วมมือกับหน่วยงานต่างประเทศ พัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้ผู้ประกอบการ และฝึกอบรมบุคลากร นอกจากนี้ ไทย มาเลเซีย สิงคโปร์ และเวียดนามได้ลงนามบันทึกความเข้าใจ (MOU) เพื่อสร้างเครือข่ายและร่วมพัฒนานิเวศสำหรับอุตสาหกรรมหุ่นยนต์ในภูมิภาค

อุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ได้รับประโยชน์จากนโยบายส่งเสริมการลงทุนของ BOI เป็นอย่างมาก โดยมีมาตรการช่วยเหลืออุตสาหกรรมนี้ ทั้งทางด้านอุปสงค์และอุปทาน นโยบายส่งเสริมการลงทุนระยะ 7 ปี (พ.ศ. 2558-2564) มาตรการส่งเสริมการลงทุนในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก พระราชบัญญัติการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย พ.ศ. 2560 ซึ่งเป็นลักษณะของการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล การยกเว้นอากรเครื่องจักรและอากรวัตถุดิบสำหรับการผลิตเพื่อการส่งออก และสิทธิประโยชน์ที่ไม่ใช่ภาษี (เช่น การอนุญาตให้นำคนต่างด้าวเข้ามาเพื่อศึกษาสู่ทางการลงทุน การอนุญาตให้นำช่างฝีมือและผู้ชำนาญการเข้ามาทำงานในกิจการที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุน การอนุญาตให้ถือกรรมสิทธิ์ที่ดิน และการอนุญาตให้ส่งออกซึ่งเงินตราต่างประเทศ) ซึ่งสิทธิประโยชน์จะขึ้นระดับความสามารถของ SI ถ้าเป็น SI ที่มีความสามารถในการออกแบบ หรือสร้างเครื่องจักรได้ จะได้รับผลประโยชน์สูงสุด และยังได้รับสิทธิประโยชน์จาก Smart Visa เพื่อนำผู้เชี่ยวชาญ ผู้บริหารระดับสูงเข้ามา

ทำงาน และดึงดูดให้นักลงทุนต่างชาติมาลงทุนในอุตสาหกรรมนี้ นอกจากนี้ยังมีมาตรการส่งเสริมการลงทุน เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตจะเป็นการสนับสนุนให้เกิดการสร้างตลาดสำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ ถ้าหากเป็นการใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ในไทยอย่างน้อยร้อยละ 30 จะได้รับการสนับสนุนเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตาม นโยบายในด้านต่าง ๆ ของไทยยังไม่ได้สอดคล้องกันในภาพรวมที่ต้องการให้ SI ไทย เติบโตอย่างเข้มแข็ง อุตสาหกรรมนี้ยังได้รับผลกระทบทางลบจากนโยบายภาษีศุลกากร เพราะอัตราอากรนำเข้าของเครื่องจักรสำเร็จรูปจะต่ำกว่าอัตราอากรนำเข้าสำหรับชิ้นส่วนที่ SI จะนำมาใช้ประกอบเป็นอย่างมาก นโยบาย Antidumping เพื่อปกป้องอุตสาหกรรมเหล็กในเมืองไทยส่งผลให้ ราคาของเหล็กในประเทศสูงกว่าตลาดโลก ทำให้ต้นทุนของผู้ประกอบการ SI ในประเทศ ไม่สามารถแข่งขันกับ SI ต่างชาติที่นำเข้าระบบแบบ Turnkey จากต่างประเทศ นอกจากนี้ นโยบายส่งเสริมการลงทุนของ BOI เป็นนโยบายทางด้านภาษีเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งไม่เหมาะกับ SMEs หรือ Startups ทางด้านระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ เนื่องจากยังขาดทุนหรือยังทำกำไรได้น้อยมาก ดังนั้น จึงต้องหาแนวทางในการปรับนโยบายการสนับสนุนต่างๆให้สอดคล้องกัน

สำหรับกฎหมายที่มีความสำคัญสำหรับการประกอบธุรกิจ อาทิ กฎหมายป้องกันการผูกขาด กฎหมายด้านทรัพย์สินทางปัญญา กฎหมายล้มละลายและกฎหมายการจัดตั้งธุรกิจ ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมนี้เช่นเดียวกับอุตสาหกรรมในภาพรวม อุตสาหกรรมนี้ยังมีความต้องการมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ช่วยในการพัฒนาอุตสาหกรรมและสร้างความเชื่อถือในสินค้าและบริการ รวมถึงมาตรฐานของแต่ละประเทศที่จะต้องคำนึงถึงในการส่งออกสินค้าไปขายในประเทศต่าง ๆ ตัวอย่างมาตรฐานสากลสำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ เช่น มาตรฐาน ISO 13482:2014 Safety Requirements for Personal Care Robots ที่เป็นมาตรฐานทางด้านความปลอดภัยสำหรับหุ่นบริการที่ช่วยดูแลมนุษย์เพื่อควบคุมความเสี่ยงด้านความปลอดภัยในการใช้งานหุ่นยนต์ ซึ่งในปัจจุบันครอบคลุมหุ่นยนต์ 3 ประเภทคือ (1) Mobile Servant Robot (2) Physical Assistant Robot และ (3) Person Carrier Robot และ ISO/TS 15066:2016 Robots and Robotic Devices - Collaborative Robots ซึ่งเป็นการกำหนดมาตรฐานด้านความปลอดภัยของการทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์และหุ่นยนต์ และสภาพแวดล้อมในการทำงาน เป็นต้น

ประเทศญี่ปุ่น

นโยบายพื้นฐาน (Basic Policy) ที่สำคัญที่สุดของญี่ปุ่นในปัจจุบันและครอบคลุมแนวนโยบายของเศรษฐกิจ มหภาคและรายสาขาของรัฐบาล คือ ยุทธศาสตร์การเติบโตใหม่ (New Growth Strategy) ที่ประกาศใช้เมื่อเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ภายใต้กรอบระยะเวลา 10 ปี เริ่มต้นในปี พ.ศ. 2553 และสิ้นสุดปี พ.ศ. 2563 ซึ่งเป็นนโยบายเศรษฐกิจที่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน สร้างการจ้างงานโดยเพิ่มความต้องการใหม่มูลค่า 1 ล้านล้านเยน ภายในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งจากการยกระดับการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านสิ่งแวดล้อม สุขภาพ และการท่องเที่ยว และเชื่อมโยงความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับประเทศในเอเชีย โดยอาศัยจุดแข็งของญี่ปุ่นในการสร้างความเป็นผู้นำด้านอุตสาหกรรมผลิตสินค้าและบริการ สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พลังงาน สุขภาพ และศักยภาพใหม่ที่เติบโตขึ้นของตลาดเอเชีย อุตสาหกรรมท่องเที่ยวของญี่ปุ่น และความแข็งแกร่งของชุมชนในประเทศ

นโยบายของญี่ปุ่นจึงให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมสิ่งแวดล้อม พลังงาน และอุตสาหกรรมทางการแพทย์รวมถึงการดูแลสุขภาพและการแพทย์เป็นหลัก ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีการวิจัยและพัฒนาและการลงทุนด้านวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีความจำเป็นสำหรับการเติบโตของอุตสาหกรรมต้องมีการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของภาคเอกชนเข้าด้วยกัน เพื่ออำนวยความสะดวกและการสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับให้เอกชนผลักดันอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้ ยุทธศาสตร์การเติบโตใหม่ (METI, 2010) โดยมีกลยุทธ์ 5 ข้อ โดยมีอุตสาหกรรมหุ่นยนต์เป็นอุตสาหกรรมเป้าหมายด้วย²

ญี่ปุ่นได้จัดตั้งสภาเพื่อการปฏิวัติหุ่นยนต์ ซึ่งประกอบด้วยสภาอุตสาหกรรมหลัก มหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัย รวมถึงองค์การร่วมมือในท้องถิ่น สภาเพื่อการปฏิวัติหุ่นยนต์นี้ มีหน้าที่ส่งเสริมหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุตสาหกรรม รวมทั้งสถาบันการศึกษาและรัฐบาลในการผลักดันให้เกิดการปฏิวัติหุ่นยนต์ที่ใช้อุตสาหกรรมที่แท้จริง โดยนำเทคโนโลยี AI และ IoT มาใช้ในหุ่นยนต์ นอกจากนี้ ญี่ปุ่นมีแผนในการพัฒนาเทคโนโลยีสู่ยุคอนาคต โดยการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เป็นส่วนประกอบหลัก และเทคโนโลยียุคใหม่ เพื่อสร้างสังคมขับเคลื่อนข้อมูล อาทิ AI เช่น เซอร์และระบบความรู้ กลไก/ตัวกระตุ้นและระบบควบคุมและเทคโนโลยีแพลตฟอร์มเพื่อรวมองค์ประกอบหลักเหล่านี้ ซึ่งจะส่งผลต่อการดำเนินงานในอุตสาหกรรมและสังคมอย่างมาก อีกทั้ง รัฐบาลญี่ปุ่นจะเน้นการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีโดยใช้แนวทางการดำเนินการร่วมกัน มีการแบ่งปันข้อมูลระหว่างนักวิจัยโดยการประชุมเชิงปฏิบัติการ และมีการส่งเสริมการแข่งขันระหว่างสถาบันการวิจัยโดยการประกวดและโครงการรางวัลและการนำเสนอนวัตกรรมที่เปิดกว้างด้วย

กระทรวงวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมของญี่ปุ่น ได้กำหนดมาตรฐานและการทดสอบหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานในอุตสาหกรรม และแนวทางการบริหารจัดการ อาทิ กำหนดมาตรฐานสากลในการทดสอบหุ่นยนต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในอุตสาหกรรม และมีการฝึกอบรมเพื่อเตรียมความพร้อมต่อการขยายตัวของหุ่นยนต์ รวมถึงการดำเนินการปฏิรูปกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการใช้หุ่นยนต์ ให้มีความสมดุลและมุ่งเน้นการใช้หุ่นยนต์ และได้นำหลักการ Robot Revolution Initiative มาใช้เพื่อสร้างสังคมที่ปราศจากอุปสรรคในการใช้หุ่นยนต์ ญี่ปุ่นได้การจัดตั้งระบบคลื่นวิทยุใหม่เพื่อสนับสนุนการใช้หุ่นยนต์ (Radio Act) ที่เน้นกระบวนการสร้างตลาดสำหรับอุตสาหกรรมสมัยใหม่ และเพื่อทบทวนและแก้ไขระบบกฎหมายต่าง ๆ ได้แก่ พระราชบัญญัติจราจรทางบกและกฎหมายจราจรทางบก กฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ทางอากาศ (กฎหมายการบิน) กฎหมายและข้อบังคับเกี่ยวกับการบำรุงรักษาและซ่อมแซมโครงสร้างพื้นฐานของรัฐ เพื่อให้สามารถนำระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มาใช้ในอุตสาหกรรมได้ทุกระดับ

ญี่ปุ่นไม่ได้มีนโยบายการค้าที่เฉพาะเจาะจงสำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ นโยบายทางการค้าของญี่ปุ่นยังคงสนับสนุนระบบการค้าแบบพหุภาคี โดยมีความตกลงทางการค้าทั้งในระดับทวิภาคีและระดับภูมิภาคเป็นส่วนเสริม เพื่อรักษาลợiประโยชน์ของญี่ปุ่นซึ่งได้สร้างเครือข่ายการผลิตทั่วโลก ซึ่งรวมถึงการอำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายสินค้าในห่วงโซ่มูลค่าอย่างปลอดภัย สำหรับนโยบายการลงทุนของญี่ปุ่น องค์การการค้าภายนอกญี่ปุ่น (Japan External Trade Organization: JETRO) เป็นหน่วยงานหลักดำเนินนโยบายส่งเสริมการลงทุนในญี่ปุ่น (Investing in Japan) JETRO ยังคงมีบทบาทในการสนับสนุนการ

² อุตสาหกรรมเป้าหมายของยุทธศาสตร์เติบโตใหม่ประกอบด้วย อุตสาหกรรมโครงสร้างพื้นฐาน (เช่น รถไฟฟ้าพลังงานทดแทนและ ICT) อุตสาหกรรมที่ช่วยลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม (เช่น รถสมัยใหม่) อุตสาหกรรมการออกแบบแฟชั่นจากวัฒนธรรมดั้งเดิมและผลิตภัณฑ์สื่อ อุตสาหกรรมการแพทย์และการดูแลสุขภาพ และอุตสาหกรรมขั้นสูง (เช่น หุ่นยนต์, นาโนเทคโนโลยี, โลหะหายากและอวกาศ)

ลงทุนของญี่ปุ่นในต่างประเทศและการให้ข้อมูลตลอดจนการอำนวยความสะดวกแก่นักธุรกิจต่างประเทศในการมาจัดตั้งธุรกิจญี่ปุ่น ถึงแม้ว่าสาขาที่รัฐบาลญี่ปุ่นส่งเสริมการลงทุนไม่มีอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์โดยตรง ความต้องการในการลงทุนของอุตสาหกรรมเป้าหมายจะเป็นความต้องการใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ในการผลิตตามมาด้วย

ญี่ปุ่นส่งเสริมให้มีการแข่งขันทางการค้าอย่างเสรีและเป็นธรรมโดยอาศัย The Anti-Monopoly Act (AMA) ซึ่งจะทำให้เกิดการสร้างสรรค์นวัตกรรม การสร้างธุรกิจใหม่ และเพิ่มประโยชน์ให้กับผู้บริโภค หน่วยงาน The Japan Fair Trade Commission (JFTC) จะเป็นผู้ที่ดูแลไม่ให้เกิดการผูกขาด และการค้าที่ไม่เป็นธรรม อุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ไม่ได้รับสิทธิพิเศษจากกฎหมายการแข่งขันทางการค้านี้ ในขณะที่ นโยบายด้านทรัพย์สินทางปัญญาก็ได้มีปรับให้สอดคล้องกับการพลิกฟื้นเศรษฐกิจของญี่ปุ่น โดยมีเป้าหมายในการส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมเพื่อรองรับการปฏิรูปอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 การเพิ่มการสร้างนวัตกรรมเกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญา การส่งเสริมอุตสาหกรรมสาร์ทละ (Content Industry) และการสร้างโครงสร้างพื้นฐานด้านทรัพย์สินทางปัญญา

กฎหมายล้มละลายของญี่ปุ่นยังให้โอกาสในการทำธุรกิจใหม่ของลูกหนี้โดยมีทางเลือกสำหรับการฟื้นฟูกิจการที่หลากหลายซึ่งให้โอกาสผู้บริหารชุดเดิมของบริษัทสามารถบริหารงานต่อได้ และโอกาสที่ลูกหนี้จะสามารถมีโอกาสในการฟื้นตัวอีกครั้งสูงมาก ในขณะที่ การจัดตั้งธุรกิจใหม่ของญี่ปุ่นทำได้ยากกว่าประเทศอื่น ๆ โดยมีอันดับที่ 106 จากประเทศทั้งหมด 190 ประเทศ ในภาพรวม ความง่ายในการประกอบธุรกิจในญี่ปุ่นอยู่ที่อันดับ 74 ซึ่งถือว่าต่ำกว่าประเทศพัฒนาแล้วอื่น ๆ อุปสรรคของการเริ่มธุรกิจในญี่ปุ่นมาจากจำนวนขั้นตอนและเวลาที่ใช้ยาวกว่ากลุ่มประเทศ OECD มาก แม้ว่าจะไม่มีข้อกำหนดเรื่องทุนจดทะเบียนชำระแล้วขั้นต่ำในการจัดตั้งธุรกิจ

ประเทศเยอรมนี

ในปี ค.ศ. 2006 เยอรมนีได้จัดทำยุทธศาสตร์ที่ชื่อว่า The New High-Tech Strategy เพื่อยกระดับให้เยอรมนีเป็นผู้นำทางด้านนวัตกรรมของโลก ภายใต้แนวนโยบายนี้จะมีการจัดลำดับความสำคัญตามศักยภาพทางด้านเศรษฐกิจและการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน ได้แก่ (1) เศรษฐกิจและสังคมดิจิทัล (The Digital Economy and Society) (2) เศรษฐกิจและพลังงานที่ยั่งยืน (The Sustainable Economy and Society) (3) สถานที่ทำงานแห่งนวัตกรรม (The Innovative Workspace) (4) ความเป็นอยู่อย่างมีสุขภาพที่ดี (Healthy Living) (5) การคมนาคมอัจฉริยะ (Intelligent Mobility) และ (6) ความมั่นคงของประชาชน (Civic Security) ภายใต้ยุทธศาสตร์ด้านเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัล ได้มีการกำหนดนโยบายย่อยที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมโดยตรงคือ นโยบายอุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) เป็นการเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมการผลิตในปัจจุบันให้เป็นอุตสาหกรรมผลิตแบบดิจิทัล เพื่อเพิ่มผลผลิตการผลิต ประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นในการผลิต นอกจากนี้ ยังสนับสนุนการวิจัยพัฒนา การสร้างเครือข่ายของพันธมิตรในอุตสาหกรรม และการสร้างมาตรฐานในการผลิตด้วย กระบวนการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะอาศัยเน้นการผนวกเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ากับอุตสาหกรรมการผลิตและการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องจักร ผลิตภัณฑ์ ห่วงโซ่มูลค่า และรูปแบบการดำเนินธุรกิจ โดยอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ถือเป็นหัวใจของนโยบายอุตสาหกรรม 4.0

รายงานการศึกษา Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0 ได้เสนอแนะให้ภาครัฐต้องดำเนินการใน 5 ด้าน ดังนี้ (1) จัดทำมาตรฐานในการเชื่อมต่อเครื่องมือและอุปกรณ์ และการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างกัน (Reference Architecture) (2) ต้องมีเครื่องมือในการบริหารจัดการระบบ ที่สลับซับซ้อนได้ (3) ต้องเตรียมโครงสร้างพื้นฐานด้านอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงอย่างทั่วถึง (4) ต้องให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของโรงงานผลิตและความมั่นคงทางด้านไซเบอร์ และ (5) การปรับปรุงองค์กร และกระบวนการทำงานให้สอดคล้องกับโลกอุตสาหกรรม 4.0

นโยบายการค้าและการลงทุนภายในที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ของเยอรมนียังคงเป็นนโยบายของสหภาพยุโรปคือ ยุทธศาสตร์ตลาดเดียว (Single-Market Strategy) ซึ่งได้มีการปรับปรุงในปี ค.ศ. 2015 สำหรับนโยบายการค้าและการลงทุนระหว่างประเทศ ในปี ค.ศ. 2015 สหภาพยุโรปได้ออกนโยบาย Trade for All: Towards a More Responsible Trade and Investment Policy เพื่อสนับสนุนการขยายตัวของห่วงโซ่มูลค่าระดับโลก การค้าบริการ และพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ นโยบายการลงทุนของสหภาพยุโรปต้องการที่จะส่งเสริมการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศด้วยการสนับสนุนการรวมตัวเป็นตลาดเดียวกันมากขึ้น การเปิดตลาด การปรับปรุงกฎระเบียบ โครงสร้างพื้นฐาน และความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ยังให้ความคุ้มครองการลงทุนและเปิดเสรีการลงทุนมากขึ้น โดยให้มีการปฏิบัตินักลงทุนในและนอกสหภาพยุโรปอย่างเท่าเทียม การให้ค่าชดเชยจากการเวนคืนที่เหมาะสม และการโอนเงินกลับประเทศอย่างเสรี

เยอรมนีได้มีการส่งเสริมการลงทุนด้านอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ในหลายรูปแบบผ่านหน่วยงาน Germany Trade & Investment (GTAI) ที่สนับสนุนและให้คำปรึกษาแก่นักลงทุนตั้งแต่เริ่มศึกษาการลงทุน เยอรมนีให้เงินช่วยเหลือในรูปแบบของเงินให้เปล่า (Grant) สำหรับนักลงทุน ได้แก่ Cash Incentive Program (Gemeinschaftsaufgabe: GRW) ตามประเภทนักลงทุนและพื้นที่ R&D Funding Program สำหรับโครงการวิจัยและพัฒนาของบริษัทที่ผ่านเกณฑ์ และ Hiring Personnel Program สำหรับการจัดหาบุคลากรเพื่อนักลงทุน นอกจากนี้ นักลงทุนยังได้ความช่วยเหลือทางการเงินผ่าน (1) KfW Entrepreneur Loan (2) State Development Bank Loan และ (3) European Investment Bank Loan และการค้ำประกันจากภาครัฐในรูปแบบต่าง ๆ อีกทั้ง ยังได้รับการสนับสนุนค่าใช้จ่ายในด้านวิจัยและพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้าน Human-Technology Interaction นอกจากนี้ ยังมีนโยบายการสนับสนุนเกิดคลัสเตอร์ของอุตสาหกรรมนี้ อาทิ นโยบาย Go-Cluster ซึ่งสนับสนุนเงินทุนแก่นวัตกรรมในด้านระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์เพื่อให้คลัสเตอร์ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับทั่วโลก

ในภาพรวมเยอรมนีจะใช้กฎหมายการแข่งขันของสหภาพยุโรป คือ Treaty on the Functioning of the European Union ที่ห้ามไม่ให้มีข้อตกลงระหว่างผู้ประกอบการ 2 รายขึ้นไป ที่มีผลในการจำกัดการแข่งขัน ห้ามไม่ให้บริษัทที่เป็นผู้นำตลาดใช้อำนาจในการกีดกันทางการแข่งขันทางการค้า และให้มีการตรวจสอบการกีดกันทางการค้าหากมีเรื่องร้องเรียนจากประเทศสมาชิก นอกจากนี้ ยังมีกฎหมายที่ควบคุมไม่ให้เกิดการกีดกันทางการค้าจากการควบรวมกิจการด้วย กฎหมายเกี่ยวข้องกับสิทธิทรัพย์สินทางปัญญาของสหภาพยุโรปมีการปรับเปลี่ยนให้ทันสมัยอยู่เสมอ เช่น การปรับปรุงกฎหมายที่เกี่ยวกับเครื่องหมายทางการค้า และความลับทางการค้า เป็นต้น นอกจากนี้ Single-Market Strategy นำไปสู่การสนับสนุนให้ SMEs ในสหภาพยุโรปได้เข้าถึงและใช้ทรัพย์สินทางปัญญา และการปรับเปลี่ยนให้เกิดการใช้ Unitary Patent มาก

ขึ้นซึ่งจะลดต้นทุนในการจัดสิทธิบัตรให้ครอบคลุมประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปทั้งหมด จะทำให้ประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปสามารถเข้าถึงการปกป้องทรัพย์สินทางปัญญาและมีแรงจูงใจในการสร้างสรรค์นวัตกรรมมากขึ้น

กฎหมายล้มละลายของเยอรมนีได้มีประวัติอันยาวนานและมีการปรับปรุงครั้งใหญ่ในปี ค.ศ. 2012 เนื่องจากต้องการให้กฎหมายล้มละลายของเยอรมนีสามารถแข่งขันได้กับกฎหมายล้มละลายของประเทศอื่น ๆ สารสำคัญของการปรับปรุงกฎหมาย คือ เพิ่มความยืดหยุ่นให้กับลูกหนี้มากขึ้น โดยให้เจ้าหนี้ได้พิจารณาว่าจะให้ลูกหนี้ได้ดำเนินกิจการต่อไป หรือจะให้มีการชำระบัญชีและขายทรัพย์สินเพื่อชดเชยหนี้ และลดบทบาทของผู้เชี่ยวชาญอิสระที่แต่งตั้งโดยศาล ในภาพรวมการดำเนินธุรกิจของเยอรมนีมีความสะดวกเป็นอันดับที่ 20 ของโลกในปี ค.ศ. 2018 เมื่อพิจารณาถึงความสะดวกในการจัดตั้งธุรกิจ เยอรมนีได้อันดับที่ 113 ของโลกและเป็นด้านที่เยอรมนีได้คะแนนน้อยที่สุด โดยมีขั้นตอนและระยะเวลาที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศในกลุ่ม OECD และมีการกำหนดทุนจดทะเบียนและชำระแล้วขั้นต่ำที่สูงกว่าประเทศส่วนใหญ่

ประเทศสหรัฐอเมริกา

หลังจากที่นายโดนัลด์ ทรัมป์ขึ้นเป็นประธานาธิบดีคนที่ 45 ของสหรัฐอเมริกา นโยบายหลักของประเทศได้ให้ความสำคัญกับมุ่งการนำสหรัฐอเมริกากลับมายิ่งใหญ่อีกครั้งหนึ่ง (Make America Great Again) นโยบายอุตสาหกรรมของสหรัฐอเมริกาประกอบด้วยนโยบายการอุดหนุนอุตสาหกรรมด้วยเงินทุนและมาตรการทางภาษี นโยบายการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐและการสนับสนุนการทำวิจัยและพัฒนาโดยบางทางการทหาร การจัดตั้งกองทุนร่วมลงทุน (Venture Capital Fund) เพื่อสนับสนุนบริษัทเทคโนโลยี นโยบายสนับสนุน SMEs ในด้านต่าง ๆ รวมถึงการเข้าถึงแหล่งเงินทุน นโยบายการสนับสนุนผู้ส่งออก

อุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ของสหรัฐอเมริกาได้รับความสำคัญจากรัฐบาลของสหรัฐอเมริกาอย่างต่อเนื่อง สหรัฐอเมริกาดำเนินนโยบาย National Robotics Initiative ในปี ค.ศ. 2011 ซึ่งเป็นการให้งบประมาณอย่างต่อเนื่องในการทำวิจัยและพัฒนาในด้านหุ่นยนต์ขั้นสูง ในปี ค.ศ. 2017 ได้มีการจัดตั้ง The Advanced Robotics for Manufacturing (ARM) Institute เพื่อเป็นศูนย์กลางความร่วมมือระหว่างภาคการศึกษา การทำวิจัย ภาคอุตสาหกรรม รัฐบาล และองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรในการพัฒนาความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมการผลิตของสหรัฐอเมริกา โดย (1) การช่วยเหลือให้แรงงานของสหรัฐอเมริกาสามารถแข่งขันได้กับแรงงานต่างชาติที่มีค่าจ้างถูกกว่าได้ (2) สร้างงานในสหรัฐอเมริกา (3) ช่วยให้ SMEs และบริษัทขนาดใหญ่สามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีด้านหุ่นยนต์ได้ และ (4) สนับสนุนให้สหรัฐอเมริกาเป็นผู้นำทางด้านการผลิตขั้นสูงของ โดย ARM เป็นส่วนหนึ่งของ the Manufacturing Network ที่จะช่วยพัฒนาเทคโนโลยีที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต อย่างไรก็ตาม ความไม่แน่นอนเกี่ยวกับนโยบายด้านคนเข้าเมืองในปัจจุบันอาจจะส่งผลต่อการเข้ามาทำงานของคนต่างชาติที่มีทักษะและความเชี่ยวชาญโดยเฉพาะสำหรับอุตสาหกรรมเทคโนโลยีขั้นสูง

นโยบายทางการค้าของสหรัฐอเมริกามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของโลก โดยมีเป้าหมายที่จะสนับสนุนให้เกิดการเติบโตทางเศรษฐกิจ การสร้างงานที่มีรายได้ดี และการสร้างความเข้มแข็งให้คนชั้นกลาง ดังนั้น จึงให้ความสำคัญกับการเจรจาความตกลงทางการค้ากับประเทศต่าง ๆ โดยสหรัฐอเมริกาต้องการความตกลงทางการค้าที่มีมาตรฐานที่สูง (“High Standard” Trade Agreement) ทั้งในด้านการเปิดตลาด

การค้าเสรี การแข่งขันอย่างเป็นธรรม ภายใต้กฎระเบียบและความเท่าเทียมกันอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์เป็นหนึ่งในธุรกิจที่มีอิทธิพลมากต่อนโยบายทางการค้า ดังนั้น การปกป้องทรัพย์สินทางปัญญาจึงเป็นหัวใจของนโยบายทางการค้าของสหรัฐอเมริกา สหรัฐอเมริกามีนโยบาย Select USA ถูกออกแบบมาให้ช่วยสนับสนุนการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศในหลายด้าน ๆ ได้แก่ การให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนและกฎระเบียบต่าง ๆ การหาพันธมิตรทางธุรกิจ และรวบรวมข้อมูลการส่งเสริมการลงทุนของมลรัฐต่าง ๆ ที่มีแรงจูงใจในการลงทุนเป็นเอกเทศ ในทางอ้อม สหรัฐอเมริกาได้ประกาศลดภาษีรายได้นิติบุคคลลง ซึ่งทำให้การลงทุนทำธุรกิจในสหรัฐอเมริกาน่าดึงดูดมากขึ้น

กฎหมายและกฎระเบียบสำหรับการดำเนินธุรกิจสหรัฐอเมริกาเอื้อประโยชน์ต่อการสร้างธุรกิจใหม่มากที่สุด ได้แก่ กฎหมายด้านการแข่งขันทางการค้าของสหรัฐอเมริกามีประวัติศาสตร์ที่ยาวนานซึ่งประกอบด้วย Sherman Act (1890) ที่ป้องกันการผูกขาดและกีดกันทางการค้า Clayton Act (1914) ที่ป้องกันการผูกขาดจากการควบรวมกิจการ และ the Federal Trade Commission Act (1914) ที่ป้องกันการกระบวนการแข่งขันที่ไม่เป็นธรรม การคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาและการบังคับใช้ทรัพย์สินทางปัญญาของสหรัฐอเมริกาอาศัยกลไกในความตกลงระหว่างประเทศต่าง ๆ ทั้งในระดับทวิภาคีและพหุภาคี การใช้รายงาน 301 และการตรวจสอบผ่าน Section 337 ของ The Tariff Act (1930) ซึ่งห้ามการนำเข้าสินค้าที่ละเมิดสิทธิทรัพย์สินทางปัญญา ในขณะเดียวกัน สหรัฐอเมริกามีนโยบาย the Bayh-Dole and Stevenson Wylder Acts ช่วยให้องค์กรขนาดเล็กสามารถได้รับสิทธิบัตรจากงานวิจัยและพัฒนาที่สนับสนุนโดยเงินทุนจากภาครัฐ การเพิ่มประสิทธิภาพของ USPTO ในการขึ้นทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาให้ดียิ่งขึ้น

กฎหมายล้มละลายของสหรัฐอเมริกาได้มีแนวความคิดที่ลูกหนี้ควรที่จะได้รับโอกาสในการเริ่มธุรกิจอีกครั้งเป็นครั้งแรกของโลก (Chapter 11) เนื่องจากการใช้กฎหมายล้มละลายในทางที่ผิดที่เอาเปรียบเจ้าหนี้ จึงทำให้ต้องมีการปรับปรุงกฎหมายด้านนี้เพิ่มเติม เพื่อความเป็นธรรมของทั้งเจ้าหนี้และลูกหนี้ ในภาพรวมกฎหมายล้มละลายของสหรัฐอเมริกาก็เป็นกฎหมายที่เอื้อต่อการฟื้นตัวของผู้ประกอบการที่เป็นลูกหนี้มาก ความง่ายในการจัดตั้งธุรกิจใหม่ของสหรัฐอเมริกาอยู่ในอันดับที่ 49 จากประเทศทั้งหมด 190 ประเทศ ในปี ค.ศ. 2018 แม้ว่าสหรัฐอเมริกาก็จะจัดอยู่ในอันดับแรกในความง่ายในการประกอบธุรกิจในภาพรวมของโลก เนื่องจากจำนวนขั้นตอนยังสูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ OECD เล็กน้อย ซึ่งเป็นประเด็นที่สหรัฐอเมริกาสามารถปรับปรุงได้อีก

ประเทศจีน

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ” ระยะ 5 ปี ฉบับที่ 13 (ปี ค.ศ. 2016-2020) ของจีนจึงไม่ได้เน้นการขยายตัวทางเศรษฐกิจในรูปแบบเดิม ๆ แต่มุ่งเน้น “การสร้างสังคมที่มีความกินดีอยู่ดี” โดยเป็นแผนที่ส่งเสริมให้ชาวจีนมีรายได้เฉลี่ยต่อหัว (GDP per Capita) ที่สูงขึ้น สร้างความเป็นเมือง (Urbanization) เพื่อเพิ่มจำนวนผู้อยู่อาศัยในเมืองใหญ่ อันจะส่งผลให้จำนวนชนชั้นกลางในจีนเพิ่มมากขึ้นและมีรายได้สูงขึ้น นอกจากนี้ ยังมีการปฏิรูปโครงสร้างเศรษฐกิจด้านอุปทาน (Supply-Side Structural Reform) โดยให้ความสำคัญกับนวัตกรรม ส่งเสริมธุรกิจ SMEs และส่งเสริมการผลิตภาคอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีก้าวหน้า ในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ ในด้านการพัฒนาภาคอุตสาหกรรม จีนได้ประกาศนโยบาย Made in China 2025 ซึ่งเป็นนโยบายแผนพัฒนาอุตสาหกรรมระยะ 10 ปี (ค.ศ. 2015-2025) ฉบับแรกของจีน เพื่อก้าวสู่การเป็น

ประเทศที่มีศักยภาพด้านอุตสาหกรรมการผลิตของโลก ซึ่งมีแนวทางพื้นฐาน คือ “การขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม คำนึงถึงคุณภาพอันดับแรก การพัฒนาสีเขียว และการเพิ่มประสิทธิภาพโครงสร้าง” โดยมีเป้าหมายที่สำคัญ 3 ก้าวอย่าง คือ ก้าวแรก ภายในปี ค.ศ. 2025 จีนจะเข้าสู่การเป็นประเทศผู้ผลิตที่แข็งแกร่ง ก้าวที่สอง ภายในปี ค.ศ. 2035 จีนจะเป็นประเทศการผลิตที่มีศักยภาพในระดับกลางของโลก และก้าวที่สาม ภายในปี ค.ศ. 2045 จีนจะก้าวเป็นประเทศผู้นำด้านการผลิตที่แข็งแกร่งของโลก ในภาพรวมของแผนยุทธศาสตร์นี้เป็นการมุ่งพัฒนาภาคอุตสาหกรรมของจีนเข้าสู่ยุค Industry 4.0 ที่เน้นการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการผลิต ส่งเสริมโรงงานที่เป็น Smart Factory และลดการผลิตในอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานเข้มข้น (Labor-intensive Industry) ที่ต้องพึ่งพิงค่าจ้างราคาถูก หรือสินค้าคุณภาพต่ำแบบเดิม โดยมีอุตสาหกรรมหุ่นยนต์เป็น 1 ใน 8 อุตสาหกรรม โดยมีการกำหนดเป้าหมายการผลิตหุ่นยนต์ เมื่อจบแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 13 ว่าในปี ค.ศ. 2020 จีนต้องผลิตหุ่นยนต์ให้ได้จำนวน 1 แสนตัว

ปัจจุบันกำลังการผลิตหุ่นยนต์ของจีนผลิตได้เพียงร้อยละ 30 เพื่อตอบสนองโรงงานจีน และคุณภาพหุ่นยนต์โดยรวมยังมีคุณภาพต่ำอยู่ นอกจากนี้ แบรินด์หุ่นยนต์จีนก็ยังไม่เป็นที่ยอมรับของตลาดโลก รูปลักษณะการออกแบบหุ่นยนต์ยังไม่โดดเด่น และยังขาดองค์ความรู้ ทำให้ประเทศจีนต้องผลักดันอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ โดยเริ่มตั้งแต่การพัฒนาคนและนักเทคนิคที่มีความเชี่ยวชาญ จึงเป็นสาเหตุทำให้บริษัทจีนอาศัยการเรียนรู้การพัฒนาหุ่นยนต์ โดยการเข้าซื้อกิจการ เช่น บริษัท Midea ของจีนเข้าไปถือหุ้นหุ่นยนต์ Kuka ของบริษัท Voith Gmbh ของเยอรมันจำนวนร้อยละ 25 เป็นต้น นอกจากนี้ จีนได้พยายามจัดทำมาตรฐานของหุ่นยนต์ของจีน ซึ่งจะครอบคลุมคุณภาพของสินค้า ความสามารถในการทำวิจัยและพัฒนาคุณภาพของบุคลากร แนวทางปฏิบัติในการขาย และความรับผิดชอบต่อสังคม

นโยบายการค้าของจีนสะท้อนถึงความต้องการในการปรับโครงสร้างทางเศรษฐกิจ จีนยังคงต้องการเปิดเสรีทางการค้าและการลงทุนมากขึ้นผ่านระบบการค้าแบบพหุภาคีจะเป็นระบบการค้าหลัก โดยจีนได้เป็นสมาชิกองค์การการค้าโลกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 จีนได้มีการอำนวยความสะดวกทางการค้าเพิ่มมากขึ้น โดยได้นำระบบ Paperless Customs Clearance มาใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 อัตราภาษีนำเข้าศุลกากรเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 9.5 สำหรับสินค้าทั้งหมด และร้อยละ 14.8 สำหรับสินค้าเกษตร จีนได้มีการปกป้องสินค้าในประเทศโดยใช้ Tariff-rate Quota ในบางกลุ่มสินค้า เช่น สินค้าเกษตร ปุ๋ยเคมี เป็นต้น ในขณะเดียวกัน จีนยังใช้ Import Licensing สำหรับบางสินค้าในบางสาขารวมถึงเครื่องจักรต่าง ๆ สำหรับนโยบายด้านการลงทุนจากต่างประเทศเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2547 คือ การปฏิรูประบบการลงทุน (the Decision on Reforming the Investment System) ที่อนุญาตให้การลงทุนจากต่างประเทศจำกัดอยู่ในสาขาอุตสาหกรรมที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่รัฐบาลกำหนดเท่านั้น จีนให้ความสำคัญกับการลงทุนจากต่างประเทศในด้านการผลิตขั้นสูง อุตสาหกรรมเทคโนโลยีขั้นสูง อุตสาหกรรมบริการ พลังงานสะอาด และอุตสาหกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และมีการใช้การถ่ายทอดเทคโนโลยีเป็นเงื่อนไข ในด้านอื่น ๆ จีนยังมีนโยบายที่จะพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศจีนโดยมุ่งเน้นการปรับโครงสร้างเศรษฐกิจเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน มีการประกาศนโยบายหนึ่งแถบหนึ่งเส้นทาง (One Belt, One Road) ภายใต้ Belt and Road Initiative ซึ่งเป็นกรอบการพัฒนาเศรษฐกิจในระดับพหุภาคีของประเทศจีน

จีนได้ออกกฎหมายตอบโต้การผูกขาดที่เรียกว่า Anti-Monopoly Law ในปี พ.ศ. 2550 โดยกฎหมายนี้จะกำกับดูแลใน 3 เรื่อง ได้แก่ ห้ามผู้ประกอบการธุรกิจทำข้อตกลงร่วมกันเพื่อให้มีอำนาจผูกขาดหรือเป็นการจำกัดการแข่งขันทางการค้า (Prohibited Monopoly Agreements) ห้ามพฤติกรรมการใช้อำนาจเหนือตลาดโดยมิชอบ (Abuse of a Dominant Market Position) และมีข้อกำหนดการควบรวมกิจการ โดยรัฐวิสาหกิจของจีนอยู่ภายใต้การบังคับใช้กฎหมายการแข่งขันนี้ด้วย นอกจากนี้ จีนยังมีกฎหมายด้านทรัพย์สินทางปัญญาหลายฉบับเพื่อส่งเสริมและปกป้องสิทธิ์สำหรับการสร้างสรรค์เทคโนโลยีและนวัตกรรม และได้พยายามที่จะยกระดับการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาให้ดีขึ้น แต่ยังมีปัญหาเรื่องการบังคับใช้กฎหมาย

จีนได้ประกาศใช้กฎหมายล้มละลายฉบับใหม่ (The new Chinese Bankruptcy Law) ในปี พ.ศ. 2550 กฎหมายฉบับนี้มีความคล้ายคลึงกับกฎหมายล้มละลายของประเทศอื่น ๆ โดยเฉพาะของสหรัฐอเมริกา โดยเพิ่มทางเลือกในการปรับปรุงองค์กร (Reorganization) ให้กับบริษัทที่ล้มละลายอีกด้วย และให้ความสำคัญกับสิทธิเรียกร้องที่มีหลักประกันมากกว่าพนักงาน ภาษี และอื่น ๆ จากรายงานการจัดอันดับ Doing Business ของ World Bank ในปี ค.ศ. 2018 พบว่า ในภาพรวมการดำเนินธุรกิจของจีนมีความสะดวกเป็นอันดับที่ 78 จาก 190 ประเทศทั่วโลก โดยด้านที่จีนได้รับการจัดอันดับดีที่สุดที่สุด คือ การบังคับใช้สัญญา และการจดทะเบียนอสังหาริมทรัพย์ ในขณะที่จีนควรปรับปรุงในด้านการขออนุญาตก่อสร้างอย่างยิ่ง

ประเทศสิงคโปร์

สิงคโปร์เป็นประเทศที่มีระบบเศรษฐกิจที่เปิดกว้าง (Open Economy) โดยเศรษฐกิจของสิงคโปร์พึ่งพาภาคบริการ โดยเฉพาะธุรกิจการค้า Wholesale และ Retail เป็นหลัก เป็นหนึ่งในเมืองท่าที่ใหญ่และมีความสำคัญมากที่สุดในภูมิภาค ปี ค.ศ. 2016 สิงคโปร์ได้จัดตั้งคณะกรรมการเศรษฐกิจอนาคต (Committee on the Future Economy: CFE) เพื่อกำหนดกลยุทธ์ที่จะสร้างโอกาสและความสำเร็จให้กับสิงคโปร์ได้มากที่สุด สาระสำคัญของกลยุทธ์จะเกี่ยวกับการสร้างความเชื่อมโยงกับต่างประเทศ การสร้างทักษะให้กับบุคลากร การสร้างความสามารถในการแข่งขันให้ภาคธุรกิจ การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ การลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน การดำเนินการตามแผน Industrial Transformation Maps (ITMs) และการสร้างความร่วมมือระหว่างกัน

ITMs เป็นแผนที่นำทางในการปรับโครงสร้างภาคอุตสาหกรรมของประเทศสิงคโปร์แบบบูรณาการ และมีการระบุประเด็นและความร่วมมืออย่างเข้มข้นระหว่างภาครัฐ ภาคธุรกิจ อุตสาหกรรม สมาคมและหอการค้าต่าง ๆ โดยครอบคลุม 23 อุตสาหกรรม ภายใต้ 6 คลัสเตอร์ และมีแนวทางในการปรับโครงสร้างเฉพาะของแต่ละอุตสาหกรรม ในแต่ละ ITM จะประกอบไปด้วย 4 เรื่องหลัก คือ ผลิตภาพการผลิต (Productivity) อาชีพและทักษะ (Jobs & Skills) นวัตกรรม (Innovation) และการค้าและความเชื่อมโยงกับต่างประเทศ (Trade and Internationalisation) รัฐบาลสิงคโปร์ใช้นโยบายส่งเสริมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ โดยเน้นการลงทุนในหลายด้าน โดยมีภารกิจดังนี้ 1) สิงคโปร์ประกาศเลิกสนับสนุนกิจการที่ใช้แรงงานมาก และ 2) รัฐบาลสิงคโปร์มุ่งใจให้มาดำเนินกิจกรรมด้านวิจัย พัฒนาวิศวกรรม และออกแบบผลิตภัณฑ์ในสิงคโปร์ ในบริการภาคการเงินได้มีนโยบายการนำหุ่นยนต์มาให้กับผู้ประกอบการ Fintech ในด้าน Robo Advisor ซึ่งได้รับอนุญาตให้เชื่อมต่อกับระบบการซื้อขายของตลาดหลักทรัพย์สิงคโปร์ได้โดยตรง และต้องเป็นการซื้อขายต้องผ่านการตัดสินใจของหุ่นยนต์เท่านั้น

ด้านนโยบายการค้าและการลงทุน สิงคโปร์มีนโยบายการค้าเสรี การนำเข้า/ส่งออกสินค้าจากต่างประเทศเป็นไปอย่างเสรี โดยผู้นำเข้า/ผู้ส่งออกจะต้องจดทะเบียนจัดตั้งบริษัทไว้กับหน่วยงาน Accounting & Corporate Regulatory Authority (ACRA) และได้รับใบอนุญาตการนำเข้า/การส่งออกจาก International Enterprise Singapore (IE Singapore) สิงคโปร์ไม่จำกัดในการลงทุนขั้นเริ่มแรก นักลงทุนจำเป็นต้องศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนกิจการ (Feasibility Study) อาทิ ประเภทของกิจการหรือธุรกิจที่สนใจ และเดินทางไปสำรวจดูทางการลงทุนด้วยตนเอง หรือรับคำแนะนำจากบริษัทที่ปรึกษา โดยปกติการลงทุนในสิงคโปร์ ผู้ลงทุนสามารถตัดสินใจว่าจะลงทุนเองทั้งหมด หรือร่วมลงทุนกับผู้ประกอบการท้องถิ่นก็ได้ สิงคโปร์เป็นประเทศที่ให้ความเท่าเทียมกันระหว่างนักลงทุนในประเทศและต่างประเทศ จึงทำให้กฎหมายการลงทุนของสิงคโปร์เอื้อประโยชน์ต่อผู้ลงทุนเป็นอย่างมาก

กฎหมายการแข่งขันทางการค้าของสิงคโปร์ คือ รัฐบัญญัติการแข่งขัน พ.ศ. 2557 (Competition Act 2014) ใช้บังคับกับทุกกิจการในสิงคโปร์ซึ่งสามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมเศรษฐกิจเพื่อปกป้องผลประโยชน์ของภาคธุรกิจและผู้บริโภค กฎหมายนี้จะห้ามการกีดกันการแข่งขัน ห้ามมิให้อำนาจเหนือตลาด และห้ามการควบรวมกิจการที่กีดกันการแข่งขัน ก็มีข้อยกเว้นสำหรับกิจการที่เกี่ยวข้องกับการบริการสาธารณะของรัฐ หรือกิจการที่มีการควบคุมด้วยกฎหมายอื่น ๆ ที่คล้ายกันแล้ว สิงคโปร์ต้องการเป็นศูนย์กลางด้านทรัพย์สินทางปัญญาที่ครบวงจรของเอเชีย โดยเฉพาะการคุ้มครองและบังคับใช้กฎหมาย สิงคโปร์ได้ปรับปรุงคุณภาพของการจดสิทธิบัตร และมีความร่วมมือในโครงการ The Patent Prosecution Highway (PPH) ที่และ the ASEAN Patent Examination Cooperation (ASPEC) ช่วยให้การสืบค้นและจดสิทธิบัตรทำได้เร็วขึ้น ดังนั้น สิงคโปร์จึงมีการปรับปรุงกฎหมายด้านนี้ให้ทันสมัยอยู่เสมอ

สำหรับกฎหมายล้มละลาย สิงคโปร์เพิ่งมีการนำกฎหมายแม่แบบ (Model Law) ในปี ค.ศ. 2017 ซึ่งเป็นกฎหมายที่พยายามกำหนดแนวทางของศาลในประเทศภาคี โดยมีแนวคิดที่เคารพกระบวนการดำเนินการของศาลในแต่ละประเทศและวางหลักให้ประเทศอื่น ๆ รับรองกระบวนการดังกล่าว ซึ่งจะก่อให้เกิดแนวโน้มที่จะร่วมมือระหว่างประเทศมากขึ้น มีการปฏิบัติกับเจ้าหนี้ทุกชาติและทุกประเทศอย่างเท่าเทียมกัน ที่สำคัญคือผู้ประกอบการสามารถประเมินความเสี่ยงของตนเองได้ซึ่งเป็นการสร้างความเชื่อมั่นให้แก่นักลงทุนต่างชาติ และได้มีการปรับปรุงเพื่อนำแนวทางของ Chapter 11 ของสหรัฐอเมริกามาใช้เพื่อช่วยเหลือลูกหนี้ และได้มีการบังคับกฎหมายล้มละลายข้ามพรมแดน เนื่องจากสิงคโปร์เป็นประเทศที่มีเสถียรภาพทางเศรษฐกิจและการเมือง ระบบโครงสร้างพื้นฐานที่ดี แรงงานที่มีคุณภาพ รวมถึงการเก็บภาษีในระดับต่ำ จึงได้รับการจัดอันดับให้เป็นประเทศที่ง่ายต่อการลงทุนทำธุรกิจมากที่สุดในโลก อย่างไรก็ตาม การค้าขายแดน (Trading Across Borders) และการเข้าถึงสินเชื่อ (Getting Credit) ยังเป็นส่วนที่สิงคโปร์สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้อีก

ประเทศมาเลเซีย

รัฐบาลมาเลเซียได้ริเริ่มโครงการ Economic Transformation Programme (ETP) ที่เน้นสนับสนุนเศรษฐกิจบนฐานความรู้และภาคบริการ (Knowledge and Service Based Economy) ส่งเสริมอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง และลดการพึ่งพาแรงงานระดับล่าง เพื่อพัฒนาประเทศให้เป็นประเทศที่พัฒนาแล้วรายได้สูง (High Income Country) ภายในปี พ.ศ. 2563 ภายใต้วิสัยทัศน์ 2020 (Vision 2020 or Wawasan 2020) นอกจากนี้ มาเลเซียยังได้กำหนดอุตสาหกรรมหลักภายใต้แผนพัฒนาอุตสาหกรรมฉบับที่ 3

ปี พ.ศ. 2549-2563 (Third Industrial Master Plan, 2006-2020) จำนวน 12 อุตสาหกรรม และยังให้ความสำคัญกับบริการอีก 8 สาขา³ ทั้งนี้ ปัจจุบัน มาเลเซียยังได้มุ่งเน้นการพัฒนาเศรษฐกิจสู่ Digital Economy ด้วยการส่งเสริมการสร้างสรรค์นวัตกรรมในหมู่ผู้ประกอบการรุ่นใหม่ อีกทั้ง ยังให้ความสำคัญกับการเข้าถึง และการมีส่วนร่วมของประชาชนในทุกภาคส่วน นอกจากนี้ ยังได้เปิดรับการลงทุนจากต่างประเทศในด้านต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัล อาทิ การลงทุนจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าประจำภูมิภาคอาเซียนของบริษัทอาลีบาบา (ประเทศจีน) ควบคู่กับการจัดตั้งเขตเศรษฐกิจเสรีดิจิทัล (Digital Free Trade Zone : DFTZ) ของมาเลเซีย

ในปี ค.ศ 2016 มาเลเซียจัดตั้ง Robotics Malaysia เพื่อพัฒนานิเวศสำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ ได้แก่ (1) การเพิ่มจำนวน SI ภายใต้ Global Certification Programme (GCP) (2) การสร้างบริษัทโรบอติกส์ใหม่ ๆ ผ่าน The Symbiosis Graduate Entrepreneurship Programme และ (3) การให้บริการด้านการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ นอกจากนี้ ยังมีการจัดตั้งกองทุนสำหรับการพัฒนาผู้ประกอบการด้านหุ่นยนต์ และสำหรับส่งเสริมให้ SMEs ได้นำระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ไปใช้ มาเลเซียยังมีนโยบายในการดึงมหาวิทยาลัยเอกชนที่มีชื่อเสียงเข้ามาใน Educity เพื่อพัฒนาแรงงานสำหรับอุตสาหกรรมนี้ และต้องการนำระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ไปใช้ในภาคบริการ เช่น ภาคการเงิน เป็นต้น นอกจากนี้ มาเลเซียมีความร่วมมือในการพัฒนาอุตสาหกรรมกับประเทศต่าง ๆ Johor Corporation ซึ่งเป็นบริษัทลงทุนของรัฐบาลได้ร่วมมือกับ Siasun Robot Investment ของจีนในการพัฒนาศูนย์กลางหุ่นยนต์แห่งอนาคต (Robot Future City) ซึ่งมีทั้งฐานการผลิตหุ่นยนต์และชิ้นส่วน ศูนย์วิจัยและพัฒนาขนาดใหญ่ และศูนย์บริการ และกำลังติดต่อกับบริษัทในเกาหลีใต้เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกัน มาเลเซีย สิงคโปร์ ไทย และเวียดนามได้ลงนามบันทึกความเข้าใจ (MOU) เพื่อสร้างเครือข่ายและร่วมพัฒนานิเวศสำหรับอุตสาหกรรมหุ่นยนต์ในภูมิภาค

นโยบายการค้าและการลงทุนมีส่วนในการสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมเช่นเดียวกัน โดยในส่วนของนโยบายการค้าได้เน้นไปที่การส่งเสริมให้ธุรกิจเข้ามาเลเซียได้เข้าไปมีส่วนร่วมกับการซื้อขายการผลิตระดับโลกและมีความสัมพันธ์ทางการค้ากับตลาดใหม่ ๆ มาเลเซียได้จัดทำข้อตกลงทางการค้าการลงทุนที่สำคัญในระดับอาเซียนตามเป้าหมาย ASEAN Economic Community (AEC) นอกจากนี้ มาเลเซียได้จัดทำความตกลงการค้าเสรีทั้งในรูปแบบของทวิภาคีและในฐานของกลุ่มอาเซียน เช่น FTA มาเลเซีย-ญี่ปุ่น FTA อาเซียน-จีน FTA อาเซียน-ญี่ปุ่น เป็นต้น สำหรับด้านภาษีศุลกากร มาเลเซียมีอัตราภาษีอยู่ที่ร้อยละ 0-90 โดยมีช่องว่างระหว่างอัตราภาษีศุลกากรขั้นต่ำของ MFN กับอัตราการนำเข้าโดยเฉลี่ยจากคู่ค้าที่ได้รับสิทธิพิเศษ (FTA) ต่างกันลดลง ในส่วนของนโยบายการลงทุน ที่ผ่านมามาเลเซียได้เปิดรับการลงทุนจากต่างประเทศอย่างต่อเนื่อง โดยมีการออกกฎระเบียบที่กำกับดูแลการลงทุนในมาเลเซีย ได้แก่ Promotion of Investments ACT (PIA) และ Industrial Co-ordination Act (ICA) โดย PIA จะกำหนดกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับสิทธิประโยชน์ทางภาษีสำหรับการจัดตั้งธุรกิจและกิจกรรมทางเศรษฐกิจบางกิจกรรมรวมทั้งการส่งเสริมการส่งออกและมีสิทธิในการได้รับเงินช่วยเหลือหรือเงินกู้ (Concessional Grants and Loans) จากองค์กรรัฐ และหากเป็นอุตสาหกรรมที่มาเลเซียต้องการสนับสนุนเป็นพิเศษ อาทิ ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ ก็จะได้รับสิทธิ

³ อุตสาหกรรมเป้าหมายได้แก่ ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องมือแพทย์ สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม เครื่องจักรและอุปกรณ์ โลหะ อุปกรณ์การขนส่งปิโตรเคมี ยา ไม้ ยาง ปาล์มน้ำมัน และอาหารแปรรูป และบริการเป้าหมายได้แก่ ธุรกิจและการให้บริการ การกระจายสินค้า การก่อสร้าง การศึกษาและฝึกอบรม สุขภาพ การท่องเที่ยว บริการ และโลจิสติกส์

ประโยชน์เพิ่มเติม นอกจากนี้ มาเลเซียได้สนับสนุนการลงทุนในแหล่งที่ด้อยพัฒนาของประเทศ กิจกรรมการลดใช้พลังงาน และการปกป้องสิ่งแวดล้อม

มาเลเซียได้ออกพระราชบัญญัติการแข่งขันทางการค้า ปี ค.ศ. 2553 (Competition Act 2010) ซึ่งมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 ม.ค. 2555 อย่างไรก็ตาม พรบ. นี้ ยังไม่ครอบคลุมเรื่องการควบคุมการรวมธุรกิจ และไม่รวมถึงกิจกรรมเชิงพาณิชย์ด้านการสื่อสารและสื่อมวลชนด้วย และด้านพลังงาน เนื่องจากกิจกรรม 2 กลุ่มนี้ มี พรบ. เป็นการเฉพาะของตนเอง สำหรับกฎหมายด้านทรัพย์สินทางปัญญา ซึ่งมาเลเซียได้สร้างความเข้มแข็งให้ระบบทรัพย์สินทางปัญญาของประเทศโดยการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมกฎหมายด้านทรัพย์สินทางปัญญาที่สำคัญ เช่น พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับแก้ไข) พ.ศ. 2543 ข้อบังคับเกี่ยวกับสิทธิบัตร (ฉบับแก้ไข) พ.ศ. 2544 พระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ ฉบับแก้ไข พ.ศ. 2546 เป็นต้น

ทั้งนี้ มาเลเซียได้มีการปรับปรุงกฎหมายล้มละลายล่าสุดในปี ค.ศ. 2017 โดยมีการปรับเปลี่ยนชื่อกฎหมายจาก Bankruptcy Act 1967 เป็น Insolvency Act 1967 สำคัญที่เปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการกู้ยืมที่มีบุคคลค้ำประกัน อาทิ ระดับการเป็นบุคคลล้มละลาย (Threshold for Bankruptcy Proceedings) และการยกเว้นการล้มละลายสำหรับผู้ค้ำประกันเชิงสังคม (Social Guarantors) เช่น การให้กู้เพื่อการศึกษา การวิจัย และธุรกรรมเพื่อที่อยู่อาศัยส่วนบุคคล เป็นต้น มาเลเซียถือเป็นประเทศที่มีบรรยากาศการลงทุนที่ดี โดยได้รับการประเมินและจัดอันดับสถานะแวดล้อมในการดำเนินธุรกิจ (Doing Business) จากธนาคารโลก ในปี ค.ศ. 2018 อยู่ในอันดับที่ 24 ของโลก โดยที่ผ่านมา มาเลเซียได้ปรับปรุงสภาพแวดล้อมการดำเนินธุรกิจใน 3 ด้าน ได้แก่ (1) การเข้าถึงสินเชื่อ (Getting Credit) โดยมีการปรับปรุงกฎหมายเกี่ยวกับทะเบียนหลักประกันสมัยใหม่ (Modern Collateral Registry) (2) การค้าข้ามแดน (Trading Across Borders) โดยมีการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานให้การนำเข้า-ส่งออกทำได้สะดวกมากขึ้น และ (3) การปกป้องนักลงทุนรายย่อย (Protecting Minority Investors) โดยเพิ่มความโปร่งใสในการเปิดเผยข้อมูลบริษัท

เนื่องจากการนำระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มาใช้แทนที่คนอาจจะเกิดผลกระทบทางด้านสังคม ดังนั้น จึงมีความพยายามที่จะหาทางออกสำหรับแรงงานเหล่านั้น ในปัจจุบันได้มีแนวความคิดในการช่วยเหลือดังนี้

- Universal Basic Income ซึ่งเป็นนโยบายที่ประชาชนทุกคนจะได้รับรายได้จากรัฐบาลในจำนวนที่เพียงพอต่อการดำรงชีพอย่างสมำเสมอ
- Negative Income Tax เป็นนโยบายที่ผู้ที่ได้รับผลกระทบหรือผู้ที่ไม่มีรายได้จะต้องยื่นแบบภาษีรายได้เหมือนกับผู้มีรายได้สูง เพื่อที่จะสามารถระบุได้ว่าผู้ที่ได้รับผลกระทบคือใครและจะสามารถให้ความช่วยเหลือได้อย่างไร
- The Government Job Guarantee เป็นนโยบายที่ภาครัฐจะเป็นผู้จ้างงานผู้ที่ได้รับผลกระทบจากการใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์
- The Boarder Safety Net เป็นนโยบายที่จะขยายความครอบคลุมของสวัสดิการสำหรับประชาชน
- The Robot Tax เป็นนโยบายที่เก็บภาษีจากการใช้หุ่นยนต์เพื่อที่จะนำรายได้มาช่วยเหลือผู้ที่ได้รับผลกระทบ

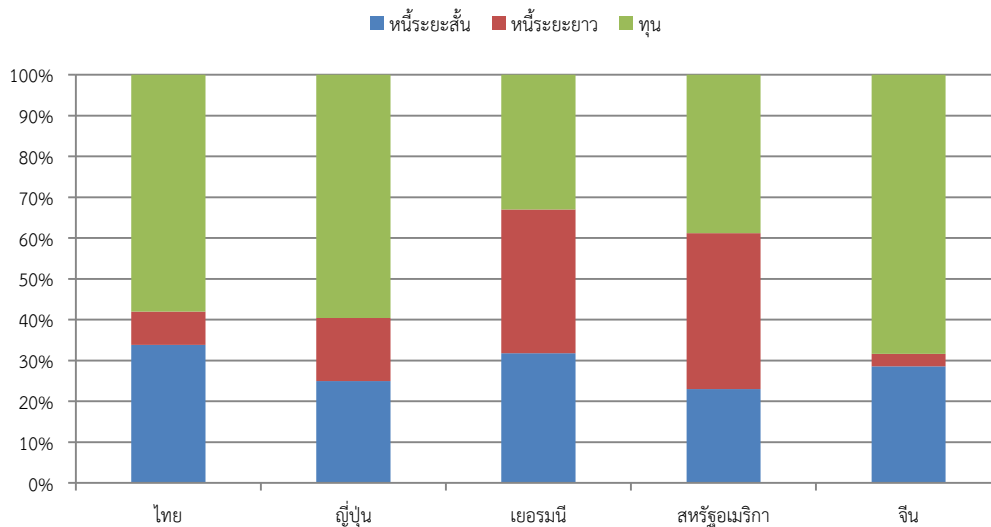
6 แหล่งเงินทุน

เมื่อพิจารณาขนาดตลาดการเงินของประเทศไทยเปรียบเทียบกับประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญทั้ง 6 ประเทศ สำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ จากข้อมูลการจัดอันดับประเทศทั้งหมด 63 ประเทศในปี ค.ศ. 2017 ของ IMD พบว่า ในภาพรวมของด้านภาคการธนาคาร สำหรับสินทรัพย์ภาคการธนาคารของประเทศญี่ปุ่นมีขนาดใหญ่ที่สุด โดยมีขนาดร้อยละ 275 ของ GDP เนื่องจากญี่ปุ่นมีระบบเศรษฐกิจการเงินที่อิงกับภาคการธนาคารค่อนข้างสูง (Bank-Based Financial System) ในขณะที่สหรัฐอเมริกาเป็นระบบเศรษฐกิจการเงินอิงกับตลาดสูง (Market-Based Financial System) มีขนาดสินทรัพย์ภาคการธนาคารต่อ GDP เล็กที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลมูลค่าราคาตลาดหลักทรัพย์ต่อ GDP โดยจะมีทิศทางตรงกันข้าม ในกรณีของสิงคโปร์มีสัดส่วนสินทรัพย์ภาคการธนาคารและมูลค่าต่อราคาตลาดหลักทรัพย์ต่อ GDP สูงทั้งสองค่า สะท้อนถึงความเป็นศูนย์กลางตลาดการเงินในภูมิภาคและความสำคัญของภาคการเงินต่อเศรษฐกิจของสิงคโปร์ สำหรับประเทศจีนจากข้อมูลของ IMD แสดงให้เห็นว่าตลาดทุนของจีนยังมีศักยภาพในการพัฒนาและการเปิดเสรีอีกมาก

เมื่อพิจารณาถึงการจัดหาแหล่งเงินทุนของบริษัทในตลาดหลักทรัพย์ของอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์⁴ พบว่าบริษัทในสหรัฐอเมริกาและเยอรมนีมีสถานะทางการเงินดีกว่าบริษัทในประเทศอื่นๆ เนื่องจากสามารถที่จะเข้าถึงแหล่งเงินทุนในระยะยาวได้ดีกว่าจากทั้งนี้ระยะยาวและทุน หรือสัดส่วนของการจัดหาทุนจากหนี้ระยะยาวและทุนรวมกันสูงกว่าประเทศอื่นๆ ทำให้ได้เปรียบคู่แข่งในประเทศอื่นๆ บริษัทไทยและจีนต้องพึ่งพาหนี้ระยะสั้นมากกว่า ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าบริษัทไทยและจีนยังมีความสามารถในการแข่งขันน้อยกว่าบริษัทจากสหรัฐอเมริกา เยอรมนี และญี่ปุ่น (รูปภาพที่ 9)

⁴ ข้อมูลบริษัทที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ของไทยมาจากข้อมูลตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ในขณะที่ข้อมูลของบริษัทของประเทศคู่ค้าและคู่แข่งเลือกมาจากบริษัทที่กองทุน Roboglobal ลงทุนอยู่เนื่องจากถือว่าเป็นบริษัทที่มีศักยภาพและน่าจะเป็นตัวแทนบริษัทในตลาดหลักทรัพย์ของประเทศนั้นๆ ได้ จำนวนบริษัทที่นำมาใช้วิเคราะห์สำหรับแต่ละประเทศมีดังนี้ ไทย 1 บริษัท ญี่ปุ่น 24 บริษัท เยอรมนี 9 บริษัท สหรัฐอเมริกา 35 บริษัท และจีน 1 บริษัท อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน ยังไม่พบข้อมูลรายบริษัทสำหรับสิงคโปร์และมาเลเซีย

รูปภาพที่ 9 : สัดส่วนของการจัดแหล่งเงินทุนจากแหล่งต่างๆของบริษัทด้านระบบอัตโนมัติ และหุ่นยนต์ชั้นนำของประเทศต่าง ๆ



ที่มา : คำนวณโดยมูลนิธิ สวค. จากข้อมูลงบการเงินของบริษัทในอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ในตลาดหลักทรัพย์ของประเทศต่าง ๆ

สำหรับตัวชี้วัดด้านการควบรวมกิจการ พบว่า สหรัฐอเมริกามีจำนวนดีลของการควบรวมกิจการต่อจำนวนบริษัทจดทะเบียนทั้งหมดมากที่สุด สะท้อนให้เห็นถึงความก้าวหน้าทางด้านธุรกิจของสหรัฐอเมริกาที่ใช้ช่องทางของการควบรวมกิจการเป็นเครื่องมือในการขยายธุรกิจอย่างกว้างขวางและมีทางเลือกในการจัดหาเงินทุนที่หลากหลาย ในขณะที่ ไทยมีจำนวนดีลของการควบรวมกิจการน้อยที่สุดเพียง 0.13 เท่าของจำนวนบริษัทที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ เนื่องจากไทยมีอุปสรรคในหลายด้าน อาทิ ความรู้ความเข้าใจของคนไทยที่มองว่าเป็นการครอบงำของทุนต่างชาติมากกว่าเป็นผลประโยชน์ของธุรกิจ นอกจากนี้ ยังรวมถึงกฎหมายที่มีอุปสรรคด้านภาษีที่ซับซ้อนทำให้มีต้นทุนสูง

จากข้อมูลของ The Robot Report ในปี ค.ศ. 2017 พบว่า การจัดหาเงินทุนโดยการลงทุนร่วม (Venture Capital) ของบริษัทด้านหุ่นยนต์เป็นดีลของบริษัทจากสหรัฐอเมริกามากที่สุดถึง 141 ดีล และไม่มีดีลกรณีประเทศไทยและมาเลเซีย ในขณะที่ จีนสามารถจัดหาทุนในลักษณะนี้สูงกว่าญี่ปุ่น และเยอรมันรวมกัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเป็นผู้นำของนวัตกรรมด้านหุ่นยนต์ของสหรัฐอเมริกา การก้าวหน้าอย่างก้าวกระโดดของจีนและตลาดที่มีขนาดใหญ่ของจีน และช่องว่างระหว่างบริษัทหุ่นยนต์ในอาเซียนและบริษัทในภูมิภาคอื่นเมื่อพิจารณาจากจำนวนเงินทุนที่จัดหาได้ทั้งหมด จำนวนเงินของทั้งสหรัฐอเมริกาและจีนมีขนาดพอ ๆ กัน อย่างไรก็ตาม ในกรณีของจีน เงินลงทุนที่ระดมได้มาจากส่วนใหญ่มาจากดีลของบริษัท Didi Chuxing ที่ระดมทุนจากนักลงทุนได้ถึง 5,500 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ถ้าหากตัดดีลนี้ออก ความสามารถในการจัดหาเงินทุนของจีนยังคงห่างจากสหรัฐอเมริกา แต่ก็ยังคงเหนือกว่าประเทศอื่น ๆ ทั้งนี้ Startup ในญี่ปุ่นและเยอรมนียังมีอาศัยช่องทางในการจัดหาเงินทุนในน้อยกว่าจีน ในกลุ่มประเทศสมาชิกอาเซียน มีเพียงบริษัทจากสิงคโปร์เท่านั้นที่สามารถระดมทุนในลักษณะนี้ได้ จากการสัมภาษณ์พบว่า เงินทุนสำหรับการร่วมลงทุนในไทยมีจำนวนมากพอ โดยมีเงินทุนทั้งหมดประมาณ 300 ล้านดอลลาร์สหรัฐ แต่ยังไม่ Startup ทางด้านระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ที่โดดเด่นจำนวนมากพอ ทำให้เกิดการร่วมลงทุนน้อย

**ตารางที่ 1 : ขนาดตลาดและกิจกรรมทางการเงินของไทยเปรียบเทียบกับประเทศคู่ค้า
และคู่แข่งสำคัญ**

| ตัวชี้วัด | ไทย | ญี่ปุ่น | เยอรมนี | สหรัฐอเมริกา | จีน | สิงคโปร์ | มาเลเซีย |
|--|---------|---------|---------|--------------|--------|----------|----------|
| สินทรัพย์ภาคการธนาคาร (ร้อยละของ GDP) | 169.42 | 274.87 | 187.45 | 106.09 | 250.41 | 211.30 | 174.71 |
| หนี้ระยะสั้น (ล้านดอลลาร์สหรัฐ) | 0.00382 | 39,036 | 64,188 | 51,285 | 303 | N.A. | N.A. |
| หนี้ระยะยาว (ล้านดอลลาร์สหรัฐ) | 0.00092 | 24,071 | 71,162 | 85,256 | 32 | N.A. | N.A. |
| มูลค่าตามราคาตลาดหลักทรัพย์ (Market Capitalization) (ร้อยละของ GDP) | 99.88 | 99.46 | 49.15 | 138.04 | 67.85 | 222.32 | 134.32 |
| ทุนของผู้ถือหุ้น (ล้านดอลลาร์สหรัฐ) | 0.00654 | 93,105 | 66,560 | 86,484 | 724 | N.A. | N.A. |
| การควบรวมกิจการ (M&A) (จำนวนดีลต่อจำนวนบริษัทจดทะเบียนทั้งหมดใน ปี ค.ศ. 2012-2014) | 0.13 | 0.49 | 1.95 | 2.11 | 0.76 | 0.85 | 0.38 |
| การร่วมลงทุน (Venture Capital) (คะแนนจากการสำรวจ ต่ำสุด=0 สูงสุด=10) | 5.30 | 4.65 | 5.73 | 7.82 | 0.76 | 6.71 | 6.22 |
| จำนวนดีลที่ได้รับเงินทุนจากการร่วมลงทุน | 0 | 8 | 5 | 141 | 25 | 1 | 0 |
| จำนวนเงินที่ระดมทุนได้จากการร่วมลงทุน | 0 | 95.85 | 30.75 | 6,971 | 6,845 | 14.6 | 0 |

ที่มา : IMD World Competitiveness Yearbook 2017

หลังจากการวิเคราะห์การจัดหาแหล่งเงินทุนในภาพรวม และในอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ของไทย ประเทศคู่ค้าและคู่แข่ง การวิเคราะห์พัฒนาการของระบบการเงินก็มีความสำคัญ ระบบการเงินที่มีระดับการพัฒนาที่สูงจะสามารถช่วยให้บริษัทสามารถเข้าถึงแหล่งเงินทุนที่มีความหลากหลายมากกว่าและมีต้นทุนที่ถูกกว่าระบบการเงินที่มีพัฒนามากกว่า จากการจัดอันดับของ WEF ในปี ค.ศ. 2017 พบว่า ในด้านพัฒนาการของตลาดการเงิน สหรัฐอเมริกา และสิงคโปร์ เป็นประเทศที่มีอันดับในการพัฒนาตลาดการเงินสูงสุดสองอันดับแรก โดยสหรัฐอเมริกาคือประเทศที่มีระบบการเงินที่หลากหลายและซับซ้อนที่สุดในโลก และเป็นศูนย์กลางทางการเงินที่สำคัญและมีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก ในปัจจุบันบริการทางการเงินของสหรัฐอเมริกาคือเป็นแรงขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจที่สำคัญโดยเป็นสาขาธุรกิจที่ใหญ่ที่สุดใน GDP ของสหรัฐอเมริกา

สิงคโปร์ ถือเป็นประเทศขนาดเล็กที่ได้พัฒนาระบบการเงินของตนเองอย่างดียิ่ง และเป็นศูนย์กลางทางการเงินที่สำคัญของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประสิทธิภาพของระบบการเงินและความน่าเชื่อถือและความเชื่อมั่นในระบบการเงินของสิงคโปร์เป็นรองเพียงสหรัฐอเมริกาเท่านั้นในกลุ่มประเทศคู่ค้าและคู่แข่งของไทย ดังนั้น ระดับการพัฒนาของระบบการเงินของสิงคโปร์สูงกว่าไทยและมาเลเซียมาก ในขณะที่จีนมีพัฒนาการของระบบการเงินที่ต่ำที่สุด แม้ว่าประสิทธิภาพของระบบการเงินจีนจะอยู่ในระดับปานกลางและใกล้เคียงกว่าไทย จีนยังมีปัญหาเกี่ยวกับการผิดนัดชำระหนี้ของลูกหนี้สินเชื่อที่ธนาคารเงา (Shadow Banking) ได้เข้าไปซื้อจากธนาคารพาณิชย์ โดยส่งผลกระทบต่อผู้ลงทุนในตราสารที่ธนาคารเงาเป็นผู้ออกรวมทั้งส่งผลกระทบต่อเนื่องถึงเสถียรภาพระบบการเงินโดยรวมของจีนในที่สุด ในปัจจุบัน ยังไม่มีใครบอกได้ว่ามูลค่าที่แท้จริงของหนี้ที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ (Nonperforming Loans: NPLs) ในจีนมีมูลค่าเท่าไร

สำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ สถานการณ์ด้านการพัฒนาของระบบการเงินของไทยไม่แตกต่างจากอุตสาหกรรมในภาพรวม ประเด็นด้านสิทธิของประชาชนตามกฎหมายยังคงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อความน่าเชื่อถือและความเชื่อมั่นต่อระบบการเงินของไทย การเจริญเติบโตของตลาดการเงินไทย โดยเฉพาะในด้านระดับสิทธิของประชาชนตามกฎหมาย (Legal Rights Index) ซึ่งสะท้อนความง่ายในการเข้าถึงและคุณภาพของข้อมูลเครดิต สิทธิทางกฎหมายด้านหลักประกันและด้านล้มละลายและในการคุ้มครองสิทธิของเจ้าหนี้และลูกหนี้

ตารางที่ 2 : อันดับการพัฒนาตลาดการเงินของไทยเปรียบเทียบกับประเทศคู่ค้าและคู่แข่งสำคัญ

| ตัวชี้วัด | ไทย | ญี่ปุ่น | เยอรมนี | สหรัฐอเมริกา | จีน | สิงคโปร์ | มาเลเซีย |
|--|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|----------|-----------|
| เสาหลักที่ 8 พัฒนาการของตลาดการเงิน (8th pillar: Financial Market Development) | 40 | 20 | 12 | 2 | 48 | 3 | 16 |
| A ประสิทธิภาพ (Efficiency) | 26 | 15 | 6 | 1 | 29 | 2 | 17 |
| ความพร้อมของบริการทางการเงิน (Availability of Financial Services) | 23 | 19 | 16 | 2 | 54 | 4 | 14 |
| ความสามารถของการให้บริการในด้านการเงิน (Affordability of Financial Service) | 35 | 4 | 7 | 10 | 30 | 2 | 16 |
| การจัดหาเงินทุนผ่านทางตลาดทุนในประเทศ (Financing through Local Equity Market) | 20 | 15 | 8 | 1 | 31 | 6 | 23 |
| ความง่ายในการเข้าถึงแหล่งเงินทุน (Ease of Access to Loans) | 31 | 8 | 10 | 2 | 34 | 3 | 21 |
| ความเหมาะสมของการร่วมทุน (Venture Capital Availability) | 27 | 28 | 6 | 1 | 10 | 4 | 9 |
| B ความน่าเชื่อถือและความเชื่อมั่น (Trustworthiness and Confidence) | 63 | 32 | 29 | 4 | 90 | 5 | 27 |
| ชื่อเสียงและการยอมรับในระบบธนาคาร (Soundness of Banks) | 27 | 21 | 53 | 24 | 82 | 6 | 44 |
| ระเบียบกฎเกณฑ์ของการซื้อขายหลักทรัพย์ (Regulation of Securities Exchanges) | 45 | 12 | 24 | 18 | 60 | 1 | 32 |
| ระดับสิทธิของประชาชนตามกฎหมาย (Legal Rights Index) | 95 | 85 | 49 | 4 | 85 | 22 | 30 |

ที่มา : The Global Competitiveness Report 2017-2018 จัดทำโดย World Economic Forum (WEF)

ผลจากการวิเคราะห์แหล่งเงินทุนสำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ของไทย ประเทศคู่ค้าและประเทศคู่แข่ง แสดงให้เห็นว่า ไทยยังไม่มีความสามารถในการแข่งขันทั้งทางด้านอุปสงค์และอุปทานของระบบการเงิน จำนวนผู้ประกอบการไทยในด้านนี้ที่มีความสามารถและน่าสนใจยังมีจำนวนไม่มากพอทำให้การร่วมลงทุนในบริษัทมีจำนวนน้อยมาก ในขณะเดียวกัน ระดับการพัฒนาของระบบการเงินก็อยู่ในระดับปานกลางทำให้มีความหลากหลายของแหล่งเงินทุนน้อยและมีต้นทุนทางการเงินสูงกว่า ซึ่งปัญหาในประเด็นแรกไม่ใช่ปัญหาที่เกี่ยวกับแหล่งเงินทุนโดยตรง แต่เป็นปัญหาการพัฒนาผู้ประกอบการที่เป็น Startup ซึ่งจะต้องดูเป็นปัญหาคือการรวมตัวกันของพื้นที่เพื่อต่อการพัฒนานวัตกรรมและการจัดตั้งธุรกิจ ในขณะที่ปัญหาในประเด็นที่สอง รัฐบาลสามารถเข้ามาให้ความช่วยเหลือทางการเงินในส่วนที่ยังขาดโดยเฉพาะในส่วนของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ซึ่งกองทุนของภาครัฐในปัจจุบันน่าจะเป็นประโยชน์ได้ เช่น กองทุนพัฒนา SME ตามแนวพระราชรัฐกองทุนเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันสำหรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย และ

โครงการ Spear Head เป็นต้น ในขณะเดียวกัน ต้องสร้างความเชื่อมั่นกับกองทุนการร่วมลงทุน และ Angel ภาคเอกชนให้มีส่วนร่วมในการจัดหาเงินทุนให้ Startup มากขึ้น โดยที่ภาครัฐต้องมีบทบาทมากกว่าภาคเอกชนในระยะเริ่มต้น

7 โครงสร้างพื้นฐาน

โครงสร้างพื้นฐานเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานและระบบบริการประเทศ เมืองหรือภูมิภาค เพื่อกิจกรรมเศรษฐกิจของประเทศให้สามารถทำงานเกี่ยวข้องกับการค้า ซึ่งโครงสร้างพื้นฐานจะมีด้านคมนาคมขนส่ง ด้านสาธารณูปโภค และโทรคมนาคมสื่อสาร ซึ่งนอกจากโครงสร้างพื้นฐานทั่วไปที่กล่าวถึงข้างต้น โครงสร้างพื้นฐานเฉพาะของอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน เช่น ห้องปฏิบัติการเพื่อวิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์ ศูนย์ทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

หากพิจารณาปริมาณโครงสร้างพื้นฐานของไทยเปรียบเทียบกับประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญทั้ง 6 ประเทศ จากข้อมูลการจัดอันดับประเทศทั้งหมด 63 ประเทศ ในปี ค.ศ. 2017 ของ IMD แสดงให้เห็นว่า โครงสร้างพื้นฐานทางบก ไม่ว่าจะเป็นโครงข่ายถนน หรือโครงข่ายราง ของสิงคโปร์มีความเข้มข้นสูงที่สุด ซึ่งการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่จีนมีความเข้มข้นน้อยที่สุด

สิงคโปร์เป็นประเทศที่มีระบบคมนาคมขนส่งดีที่สุดในแห่งหนึ่งของเอเชีย เนื่องจากผลความสำเร็จของการพัฒนาเศรษฐกิจในช่วงที่ผ่านมา ไม่ว่าจะเป็นทางหลวง ทางด่วน และระบบ Outer Ring Road System (ORRS) ที่ตั้งอยู่รอบนอกของเขต Central Area ซึ่งเป็นเขตเศรษฐกิจสำคัญของสิงคโปร์เชื่อมต่อทางด่วนหลายสายในเขตภาคกลาง ทำให้การเดินทางในพื้นที่รอบนอกมีความสะดวกยิ่งขึ้น อีกทั้ง West Coast Highway เป็นถนนคู่ขนานของ Ayer Rajah Expressway เลียบชายฝั่งทะเลทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ โดยเชื่อมต่อระหว่างเขตเศรษฐกิจใน Central Area กับเมืองใหม่ในเขต Clementi และตัดผ่านเขตอุตสาหกรรม Jurong Industrial Estate และ Nicoll Highway เชื่อมต่อระหว่างเขต Kallang กับเขต Central Area นับได้ว่าประเทศสิงคโปร์มีระบบคมนาคมที่มีความเข้มข้นสูงที่สุด ส่วนประเทศจีนเป็นประเทศที่มีขนาดใหญ่และสภาพภูมิประเทศที่มีความแตกต่างกัน แต่ปัจจุบันการเดินทางระหว่างเมืองเศรษฐกิจของจีนมีความพร้อมด้านการขนส่งทางรถไฟอย่างมาก ซึ่งแสดงถึงศักยภาพของจีนในด้านการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานและการพัฒนาเศรษฐกิจภายในประเทศ เพราะนอกจากการสร้างเครือข่ายรถไฟจะช่วยให้อัตราการจ้างงานเพิ่มขึ้น ยังช่วยทำให้การเคลื่อนย้ายสินค้าและแรงงานภายในประเทศมีประสิทธิภาพขึ้นด้วย เมื่อโครงการแล้วเสร็จต้นทุนในการเดินทางและขนส่งราคาถูกลง การค้าภายในประเทศจะขยายตัวและส่งผลกระทบต่อการค้าขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศด้วย (ตารางที่ 3)

สำหรับด้านคมนาคมขนส่งในประเทศไทยพบว่า ความเข้มข้นของโครงข่ายถนน ความเข้มข้นของโครงข่ายระบบรางยังไม่สูงมากนัก แม้ว่าการขนส่งในประเทศไทยมีความหลากหลาย แต่ไม่มีความเป็นระเบียบ ประกอบกับคุณภาพการให้บริการการขนส่งแต่ละประเภทไม่มีความโดดเด่นมากนัก ซึ่งระบบการขนส่งทางถนนถูกใช้เป็นช่องทางหลักของการขนส่งสินค้าทั่วประเทศ รวมทั้ง การขนส่งทางโดยรถประจำทางที่มีการขนส่งระยะไกลไปยังจังหวัดต่าง ๆ ส่วนการใช้รถจักรยานยนต์ถูกใช้ในการเดินทางระยะสั้นแทนการใช้จักรยานในเขตพื้นที่ต่าง ๆ ประกอบกับการใช้รถยนต์ส่วนตัว ซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้การจราจรเกิด

ความแออัดทั้งในกรุงเทพมหานครและเมืองสำคัญต่าง ๆ นอกจากนี้ การขนส่งระบบรางที่เชื่อมต่อไปยังภูมิภาคต่าง ๆ ยังมีความล่าช้า ถึงแม้จะมีแผนขยายการให้บริการที่มีรถไฟความเร็วสูงไปยังภูมิภาคต่าง ๆ แล้วก็ตาม

ตารางที่ 3 : โครงสร้างพื้นฐานของไทยเปรียบเทียบกับประเทศคู่ค้าและคู่แข่งสำคัญ
(ก) ความเข้มข้นและการเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐาน

| ตัวชี้วัด | ไทย | ญี่ปุ่น | เยอรมนี | สหรัฐอเมริกา | จีน | สิงคโปร์ | มาเลเซีย |
|---|--------|---------|---------|--------------|---------|----------|----------|
| ด้านคมนาคม (Transportation) | | | | | | | |
| ความเข้มข้นของโครงข่ายถนน (Roads Density of the Network) (กิโลเมตร (ถนน) / ตารางกิโลเมตร (ที่ดิน)) | 0.89 | 3.35 | 0.51 | 0.67 | 0.46 | 12.84 | 0.62 |
| ความเข้มข้นของโครงข่ายระบบราง (Railroads Density of the Network) (กิโลเมตร (ระบบราง) / ตารางกิโลเมตร (ที่ดิน)) | 0.011 | 0.051 | 0.093 | 0.023 | 0.007 | 0.255 | 0.007 |
| การคมนาคมทางอากาศ (Air Transportation) (จำนวนผู้โดยสารของสายการบินหลัก (พันคน)) | 54,260 | 113,762 | 115,541 | 798,230 | 436,184 | 33,291 | 50,347 |
| ด้านโทรคมนาคม (Communication) | | | | | | | |
| จำนวนผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อประชากรพันคน | 520 | 881 | 860 | 893 | 478 | 897 | 744 |
| จำนวน Broadband Subscribers ต่อประชากรพันคน | 92 | 654 | 449 | 333 | 155 | 714 | 205 |
| ความเร็วอินเทอร์เน็ต (Mbps) | 13.30 | 19.60 | 14.6 | 17.20 | 6.30 | 20.2 | 8.2 |

ที่มา : IMD World Competitiveness Yearbook 2017

หากพิจารณาคุณภาพโครงสร้างพื้นฐานของไทยเปรียบเทียบกับประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญทั้ง 6 ประเทศ จากข้อมูลการจัดอันดับประเทศทั้งหมด 137 ประเทศ ในปี ค.ศ. 2017 ของ WEF แสดงให้เห็นว่า โครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่ง (Transport Infrastructure) ของสิงคโปร์ ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา มีคุณภาพมากที่สุด 3 ลำดับแรก ในขณะที่ไทยมีความพร้อมน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับประเทศคู่ค้าและคู่แข่งทั้งหมด อย่างไรก็ดี ในส่วนของคุณภาพของโครงสร้างพื้นฐานของการขนส่งทางอากาศ (Quality of Air Transport Infrastructure) และโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าและโทรศัพท์ (Electricity and telephony infrastructure) ของไทยยังจัดว่าอยู่ในอันดับที่ดีกว่าจีน (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 : โครงสร้างพื้นฐานของไทยเปรียบเทียบกับประเทศคู่ค้าและคู่แข่งสำคัญ

| ตัวชี้วัด | ไทย | ญี่ปุ่น | เยอรมนี | สหรัฐอเมริกา | จีน | สิงคโปร์ | มาเลเซีย |
|--|-----|---------|---------|--------------|-----|----------|----------|
| เสาหลักที่ 2 โครงสร้างพื้นฐาน (2nd pillar: Infrastructure) | 43 | 4 | 10 | 9 | 46 | 2 | 22 |
| A โครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่ง (Transport infrastructure) | 34 | 5 | 10 | 6 | 21 | 1 | 14 |
| คุณภาพของโครงสร้างพื้นฐานของสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ภายในสังคมโดยภาพรวม (Quality of Overall Infrastructure) | 67 | 6 | 12 | 10 | 47 | 2 | 21 |
| คุณภาพของถนนที่เชื่อมต่อภายในประเทศ (Quality of Roads) | 59 | 6 | 15 | 10 | 42 | 2 | 23 |
| คุณภาพของโครงสร้างพื้นฐานของการขนส่งทางรถไฟและระบบราง (Quality of Railroad Infrastructure) | 72 | 2 | 9 | 10 | 17 | 4 | 14 |
| คุณภาพของโครงสร้างพื้นฐานของการขนส่งทางเรือและท่าเรือขนส่ง (Quality of Port Infrastructure) | 63 | 21 | 18 | 9 | 49 | 2 | 20 |
| คุณภาพของโครงสร้างพื้นฐานของการขนส่งทางอากาศ (Quality of Air Transport Infrastructure) | 39 | 26 | 16 | 9 | 45 | 1 | 21 |
| B โครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าและโทรศัพท์ (Electricity and telephony infrastructure) | 62 | 5 | 29 | 18 | 80 | 6 | 45 |
| คุณภาพของการบริการด้านไฟฟ้า (Quality of Electricity Supply) | 57 | 10 | 76 | 26 | 65 | 3 | 36 |

ที่มา : The Global Competitiveness Report 2017-2018 จัดทำโดย World Economic Forum (WEF)

ผลจากการวิเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานสำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ของไทย ประเทศคู่ค้าและประเทศคู่แข่ง แสดงให้เห็นว่า ไทยมีความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานน้อยกว่าประเทศอื่น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องคุณภาพของโครงสร้างพื้นฐานของสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ภายในสังคมโดยภาพรวม แต่ที่สำคัญคือ คุณภาพของถนนที่เชื่อมต่อภายในประเทศและคุณภาพของโครงสร้างพื้นฐานของการขนส่งทางรถไฟและระบบรางที่ยังต้องการการพัฒนาอีกมาก แม้ว่าปัจจุบันประเทศไทยมีโครงการปรับปรุงระบบโครงสร้างพื้นฐานเพื่อเชื่อมต่อพื้นที่เศรษฐกิจระหว่างภูมิภาคเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนวัตถุดิบและขนส่งสินค้าได้สะดวกมากขึ้น แต่กว่ากำหนดการจะแล้วเสร็จจะต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี ที่การเชื่อมต่อระบบการขนส่งทั้งทางบก ทางราง ทางน้ำและทางอากาศที่มีติดต่อกันเต็มรูปแบบ ทำให้อุตสาหกรรมที่มีฐานการผลิตอยู่แล้ว อาทิ อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และอุตสาหกรรมอาหาร ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของการตั้งโรงงานใหม่ และเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างประเทศแล้ว การปรับปรุงรูปแบบการขนส่งสินค้าให้มีต้นทุนต่ำและรวดเร็วก็เป็นสิ่งที่จำเป็นเช่นกัน ภาครัฐควรศึกษาความต้องการใช้เครื่องจักรจากกลุ่มประเทศที่มีศักยภาพ ได้แก่ ประเทศกัมพูชา ลาว พม่า เวียดนาม ซึ่งหากประเทศไทยมีความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานมากขึ้นจะทำให้อุตสาหกรรมที่ใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ขยายตลาดไปสู่กลุ่มประเทศเหล่านี้ได้

8 การศึกษาและการพัฒนาบุคลากร

การศึกษาและการพัฒนาบุคลากรเป็นส่วนสำคัญต่อความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรม เนื่องจากการปรับตัวเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ที่เป็นวาระแห่งชาติ อีกทั้งความเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมทั่วโลกที่ใช้การระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มากขึ้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงต้องเร่งวางยุทธศาสตร์ เพื่อวางแผนรับมือกับภาวะนี้ โดยการออกแบบระบบเศรษฐกิจใหม่เพื่อรองรับต่อการเปลี่ยนแปลง เพื่อสร้างระบบและตลาดแรงงานที่เป็นธรรมกับทุกฝ่าย โดยไม่ขัดขวางความก้าวหน้าของนวัตกรรม ขณะเดียวกัน สถาบันการศึกษาต่าง ๆ ต้องเร่งพัฒนาหลักสูตรวิชาชีพ ที่เป็นฐานในการสร้างนวัตกรรมและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น รวมทั้งปรับปรุงรูปแบบวิธีการเรียนการสอน ตลอดจนเทคโนโลยีทางการศึกษาเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อให้บุคลากรทำงานกับระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ได้

หากพิจารณาอันดับสำหรับระบบการศึกษาของประเทศไทยเปรียบเทียบกับประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญทั้ง 6 ประเทศ ข้อมูลการจัดอันดับประเทศทั้งหมด 63 ประเทศในปี ค.ศ. 2017 ของ IMD และจากข้อมูลการจัดอันดับประเทศทั้งหมด 137 ประเทศ ในปี ค.ศ. 2017 ของ WEF พบว่า ในภาพรวมของระบบการศึกษาประเทศสิงคโปร์มีความพร้อมมากที่สุด ในขณะที่ไทยมีอันดับต่ำที่สุด สะท้อนว่าคุณภาพการศึกษาของไทยต้องมีการปรับปรุงในหลายมิติ (ตารางที่ 5) โดยในแต่ละประเทศสามารถเปรียบเทียบในแต่ละองค์ประกอบดังนี้

ในด้านการสนับสนุนงบประมาณรายจ่ายด้านการศึกษาจากภาครัฐ พบว่า สหรัฐอเมริกามีรายจ่ายเพื่อการศึกษาสูงที่สุดร้อยละ 6.1 ของ GDP และคิดเป็นรายจ่ายต่อหัวประชากรสูงถึง 3,435 ดอลลาร์สหรัฐ โดยรายจ่ายเพื่อการศึกษาของสหรัฐอเมริกาส่วนใหญ่มาจากรายจ่ายของของรัฐบาลท้องถิ่น (Local Governments) เป็นหลัก รัฐบาลกลางไม่ได้ใช้จ่ายในส่วนนี้มากนัก รัฐบาลท้องถิ่นของสหรัฐอเมริกามีรายจ่ายเพื่อการศึกษาเริ่มตั้งแต่ร้อยละ 1 ของ GDP ในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 และปรับตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงร้อยละ 3.8 ของ GDP ในปี ค.ศ. 1975 โดยมีการปรับตัวลดลงในช่วงภาวะเศรษฐกิจตกต่ำครั้งใหญ่ (Great Depression) และสงครามโลกครั้งที่ 2 ลดลงเหลือร้อยละ 3.2 ของ GDP ในช่วงกลางทศวรรษ 1980 หลังจากนั้นจึงปรับตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน ในขณะที่ประเทศญี่ปุ่นจะมีจุดเด่นในส่วนของการสนับสนุนการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา (Secondary School) คือ มีรายจ่ายภาครัฐต่อนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาสูงที่สุดร้อยละ 25.1 ของ GDP ต่อหัว และมีจำนวนนักเรียนต่อครูค่อนข้างน้อยเพียง 12.77 คน เนื่องจากญี่ปุ่นให้ความสำคัญกับการศึกษาในระดับมัธยมค่อนข้างมาก เพราะมีความสำคัญต่อการกำหนดอนาคตในการเข้าสู่ตลาดแรงงานของสังคม สำหรับประเทศไทยมีจำนวนนักเรียนต่อครูในระดับมัธยมค่อนข้างมาก (19.54 คน) ประกอบกับประเทศไทยมีจำนวนการใช้จ่ายภาครัฐในการศึกษาต่อรายประชากรน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศคู่ค้าคู่แข่ง

สำหรับด้านการได้รับการศึกษา ประเทศเยอรมนีและสิงคโปร์มีสัดส่วนผู้ที่ได้รับการศึกษาระดับมัธยมต่อประชากรวัยเรียนสูงถึงร้อยละ 100 และร้อยละ 99.5 ส่วนสัดส่วนประชากรที่ศึกษาต่อในระดับตติยภูมิคิดเป็นร้อยละ 29.6 และ 76.6 ของประชากรอายุ 25-34 ปี เมื่อเปรียบเทียบกับไทยและประเทศคู่ค้าที่สำคัญ พบว่า เยอรมนีไม่ได้เน้นการเรียนรู้ในภาคทฤษฎีเพียงอย่างเดียว แต่รัฐบาลพยายามผลักดันการฝึกฝนภาคปฏิบัติเพื่อให้เกิดแรงงานที่มีทักษะ ความชำนาญทำให้แรงงานเยอรมันมีความสนใจเรียนต่อในระดับสูงไม่มากนัก แต่ผลสำเร็จของการพัฒนาอุตสาหกรรมของเยอรมนีก็มีความก้าวหน้ามากระดับโลก ส่วนประเทศ

สิงคโปร์ที่ถือเป็นศูนย์กลางการศึกษาของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีการจัดฝึกอบรมการศึกษาทางเทคนิคและอาชีวศึกษาให้แก่ผู้สำเร็จมัธยมศึกษา เพื่อเตรียมตัวสำหรับทำงาน รวมทั้งจัดฝึกอบรมให้แก่ผู้ทำงานแล้ว เพื่อพัฒนาทักษะฝีมือแรงงานที่สนองตอบความต้องการด้านอุตสาหกรรม อีกทั้งจุดมุ่งหมายทางการศึกษาในระบบโรงเรียนของสิงคโปร์เพื่อพัฒนาเยาวชนให้มีทักษะความรู้ความสามารถเพื่อการดำรงชีพ มีคุณธรรมจริยธรรม มีความรับผิดชอบและเป็นพลเมืองดีของชาติ กระบวนการพัฒนาการศึกษามุ่งให้เด็กแต่ละคนสามารถพัฒนาศักยภาพให้ได้สูงสุด

สำหรับประเทศไทยมีการได้รับการศึกษาอยู่ในระดับต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศคู่ค้าที่สำคัญ ซึ่งระบบการศึกษาไทยยังมีประเด็นที่จำเป็นต้องพัฒนาอีกมาก ได้แก่ การเข้าถึงการศึกษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับประถมและมัธยม และสนับสนุนให้เกิดความเท่าเทียมทางด้านการศึกษาในครัวเรือนที่มีรายได้แตกต่างกัน โดยสัดส่วนผู้ที่ได้รับการศึกษาระดับมัธยมศึกษาเป็นร้อยละ 83.6 ต่อประชากรวัยเรียน และมีสัดส่วนประชากรที่ศึกษาต่อในระดับตติยภูมิคิดเป็นร้อยละ 32.7 ของประชากรอายุ 25-34 ปี รวมทั้ง การยกระดับมาตรฐานการศึกษาให้เท่าเทียมกันระหว่างเขตเมืองและเขตชนบท ประกอบกับการปรับปรุงกระบวนการสอน/ถ่ายทอดความรู้ และคุณสมบัติของผู้สอน ทั้งนี้ นักเรียน/นักศึกษาจากต่างประเทศเดินทางมาศึกษาที่ไทยคิดเป็นร้อยละ 0.39 ของประชากรพันคน ซึ่งน้อยกว่าประเทศที่พัฒนาแล้วค่อนข้างมาก

ในด้านคุณภาพการศึกษา ประเทศสิงคโปร์จัดเป็นประเทศชั้นนำที่มีคุณภาพการศึกษาดีในอันดับต้น ๆ ของโลก โดยสิงคโปร์มีระบบการศึกษาที่ดี เนื่องจากปัจจัยหลักของความสำเร็จคือการมีครูคุณภาพ โดยประเทศสิงคโปร์มีหน่วยงานที่ทำหน้าที่อบรมครูโดยเฉพาะที่เรียกว่า National Institute of Education (NIE) ซึ่งครูทุกคนต้องผ่านการอบรมการสอนที่เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน และประเทศสิงคโปร์ลงทุนกับครูก่อนจ้างมาก โดยมีการคัดเลือกครูจากนักเรียนที่ได้คะแนนระดับต้น ๆ ของชั้นและเพื่อดึงดูดคนที่เก่งมาเป็นครู การทำให้อาชีพครูเป็นอาชีพที่มีโอกาสและความก้าวหน้าทางสายวิชาชีพ โดยสามารถพัฒนาเป็นนักวิจัยทางการศึกษาได้ ซึ่งส่งผลให้ระดับคะแนนจากตัวชี้วัดด้านคุณภาพการศึกษาของ IMD ในระดับดีและสูงสุดในกลุ่มอาทิ ความสามารถด้านภาษาอังกฤษดี และจำนวนคนที่ไม่รู้หนังสือน้อยมาก นอกจากนี้ ยังให้การอบรมเฉพาะด้านในระดับสูง (อันดับ 4 ของ WEF - Local availability of specialized training services)

ในขณะที่ สหรัฐอเมริกาก็ได้รับการจัดอันดับด้านคุณภาพการศึกษาจาก WEF ในด้านการศึกษาระดับสูงและการฝึกอบรมสูงสุดในกลุ่ม โดยเฉพาะด้านปริมาณและคุณภาพของระบบการศึกษา (Quantity and Quality of education) รวมทั้งคุณภาพในการจัดการระบบโรงเรียน (Quality of management schools)

สำหรับคุณภาพการศึกษาของไทยพบว่า การศึกษาระดับมหาวิทยาลัยสอดคล้องกับความต้องการของตลาดในระดับต่ำ (4.99 IMD) แม้ว่าไทยจะมีการขยายโอกาสทางการศึกษาให้แก่ประชากรเพิ่มมากขึ้น แต่คุณภาพของการศึกษาในประเทศไทยนั้นยังเป็นอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากขาดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่จะนำมาใช้ในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยให้เติบโต และแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คุณภาพการบริหารจัดการโรงเรียน (Quality of Management Schools) อยู่ในอันดับต่ำสุดเมื่อเทียบกับคู่ค้าและคู่แข่ง (อันดับที่ 78) ส่วนหนึ่งมาจากการบริหารจัดการด้านงบประมาณที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ โดยให้ความสำคัญกับรายจ่ายด้านบุคลากร ถึงร้อยละ 70 (ปี พ.ศ. 2556) แต่ไม่สามารถผลิตครูให้เพียงพอได้ รวมถึงไม่สามารถนำไปใช้พัฒนาคุณภาพโรงเรียนขนาดเล็กได้

ตารางที่ 5 : ระบบการศึกษาของไทยเปรียบเทียบกับประเทศคู่ค้าและคู่แข่งสำคัญ
(ก) การสนับสนุน การได้รับการศึกษา และคุณภาพการศึกษา¹

| | ไทย | ญี่ปุ่น | เยอรมนี | สหรัฐอเมริกา | จีน | สิงคโปร์ | มาเลเซีย |
|---|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|----------|-----------|
| อันดับในหัวข้อ Education | 54 | 36 | 29 | 27 | 43 | 5 | 40 |
| <u>การสนับสนุนและความเพียงพอ</u> | | | | | | | |
| Total Public Expenditure on Education (% of GDP) | 3.90 | 3.30 | 4.2 | 6.10 | 3.80 | 2.9 | 4.9 |
| Total Public Expenditure on Education per Capita (US\$ per Capita) | 238 | 1,130 | 1,738 | 3,435 | 307 | 1,568 | 466 |
| Public Expenditure on Education per Pupil (Percentage of GDP per Capita (Secondary)) | 17.80 | 25.10 | 23.7 | 22.70 | n/a | 16.7 | 18.9 |
| Pupil-Teacher Ratio (Primary Education) (Ratio of Students to Teaching Staff) | 15.39 | 17.14 | 15.44 | 15.43 | 16.23 | 16.50 | 11.67 |
| Pupil-Teacher Ratio (Secondary Education) (Ratio of Students to Teaching Staff) | 19.54 | 12.77 | 13.29 | 15.46 | 14.28 | 12.50 | 12.53 |
| <u>การได้รับการศึกษา</u> | | | | | | | |
| Primary Education Enrollment ² Rate Net % | 90.76 | 99.95 | 98.70 | 93.75 | 100.0 | 100.00 | 98.1 |
| Secondary School Enrollment (Percentage of Relevant Age Group Receiving Full-time Education) | 83.6 | 99.0 | 100.0 | 90.5 | 94.3 | 99.5 | 89.6 |
| Higher Education Achievement (Percentage of Population that has Attained at Least Tertiary Education for Persons 25-34) | 32.70 | 59.60 | 29.6 | 46.50 | 37.50 | 76.6 | 35.5 |
| Women with Degrees (Percentage of Female Graduates in Tertiary Education) | 54.40 | 48.90 | 50.5 | 58.40 | 51.10 | n.a | 59.1 |
| Student Mobility Inbound (Foreign Tertiary-level Students per 1000 Inhabitants) | 0.19 | 1.04 | 2.60 | 2.64 | 0.08 | 9.06 | 1.16 |
| Student Mobility Outbound (National Tertiary-level Students Studying Abroad per 1000 Inhabitants) | 0.39 | 0.26 | 1.45 | 0.21 | 0.55 | 4.21 | 2.05 |
| <u>คุณภาพของการศึกษา</u> | | | | | | | |
| Educational Assessment - PISA (PISA Survey of 15-year olds) | 418 | 535 | 508 | 483 | 525 | 560 | 445 |
| English Proficiency - TOEFL (TOEFL Scores) | 77 | 71 | 97 | 88 | 78 | 97 | 89 |
| Educational System (Meets the Needs of a Competitive Economy (Survey)) | 4.45 | 5.91 | 7.71 | 6.13 | 5.55 | 7.88 | 6.00 |
| Science in Schools (Is Sufficiently Emphasized (Survey)) | 4.48 | 5.97 | 6.24 | 5.46 | 6.58 | 8.29 | 6.11 |
| University Education (Meets the Needs of a Competitive Economy (Survey)) | 4.99 | 4.67 | 7.72 | 7.59 | 5.75 | 7.85 | 6.20 |
| Management Education (Meets the Needs of the Business Community (Survey)) | 5.41 | 4.69 | 6.95 | 7.59 | 5.98 | 7.66 | 6.37 |
| Illiteracy (Adult (Over 15 years) Illiteracy Rate as a Percentage of Population) | 3.30 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 3.60 | 3.2 | 5.4 |
| Language Skills (Are Meeting the Needs of Enterprises (Survey)) | 4.3 | 3.3 | 6.95 | 4.87 | 5.88 | 8.14 | 6.80 |

(ข) อันดับระบบการศึกษา²

| ตัวชี้วัด | ไทย | ญี่ปุ่น | เยอรมนี | สหรัฐอเมริกา | จีน | สิงคโปร์ | มาเลเซีย |
|---|-----|---------|---------|--------------|-----|----------|----------|
| 4th pillar: Health and Primary Education1-7 (Best) | | | | | | | |
| Quality of Primary Education1-7 (Best) | 89 | 14 | 13 | 11 | 38 | 3 | 17 |
| 5th pillar: Higher Education and Training1-7 (Best) | | | | | | | |
| A Quantity of Education1-7 (Best) | 58 | 39 | 32 | 1 | 64 | 1 | 94 |
| Tertiary Education Enrollment Rate Gross % | 59 | 39 | 32 | 9 | 67 | 4 | 89 |
| B Quality of Education1-7 (best) | 67 | 31 | 16 | 5 | 39 | 2 | 19 |
| Quality of the Education System1-7 (Best) | 65 | 36 | 9 | 4 | 29 | 2 | 14 |
| Quality of math and science education1-7 (best) | 83 | 22 | 15 | 10 | 50 | 1 | 16 |
| Quality of Management Schools1-7 (Best) | 78 | 59 | 23 | 6 | 50 | 4 | 25 |
| Internet Access in Schools1-7 (Best) | 48 | 29 | 31 | 10 | 50 | 1 | 27 |
| C On-the-job Training1-7 (Best) | 65 | 19 | 10 | 4 | 43 | 3 | 12 |
| Local Availability of Specialized Training Services1-7 (Best) | 90 | 25 | 17 | 10 | 55 | 4 | 18 |
| Extent of Staff Training1-7 (Best) | 47 | 13 | 6 | 2 | 36 | 5 | 9 |

ที่มา : 1 IMD World Competitiveness Yearbook 2017

2 The Global Competitiveness Report 2017-2018 จัดทำโดย World Economic Forum (WEF)

กรณีอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ จากผลการจัดอันดับมหาวิทยาลัยของโลกสาขาวิชา Computer Science & Information Systems, Mechanical, Aeronautical & Manufacturing Engineering และ Electrical & Electronic Engineering ของ QS World University Rankings by Subject 2017 หากพิจารณาเปรียบเทียบจำนวนมหาวิทยาลัยที่ดี 300 อันดับแรกของโลก พบว่า สหรัฐอเมริกา จีน และญี่ปุ่น มีจำนวนมากที่สุด ในขณะที่ไทยมีจำนวนน้อยที่สุดเพียง 1 แห่งเท่านั้น

ในด้านสาขา Computer Science & Information Systems ตารางที่ 6 เป็นหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศ และเป็นหลักสูตรที่สอนครอบคลุมเกี่ยวกับระบบ (Systems) คน (People) และ กระบวนการ (Processes) ที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยี ดังนั้น ระบบสารสนเทศจึงเกิดขึ้น เพื่อเป็นสะพานเชื่อมระหว่างสิ่งประดิษฐ์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งในการเรียนสาขานี้เป็นส่วนหนึ่งของการใช้พัฒนาระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ โดยมหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกามีจำนวนมหาวิทยาลัยที่ดีในลำดับ 1-50 และ Top-300 มากที่สุด แสดงถึงคุณภาพของการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้สร้างสรรค์ เทคโนโลยีที่ทันสมัย รองลงมาเป็นประเทศจีนและเยอรมนีที่เน้นการสร้างระบบการคิดแบบอัจฉริยะเพื่อพัฒนาการทำงานของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมให้มีความสามารถยืดหยุ่นกับลักษณะงานต่าง ๆ ได้มากขึ้น

ตารางที่ 6 : ผลการจัดอันดับมหาวิทยาลัยของไทยและประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญ
สาขา Computer Science & Information Systems

| Rank | ไทย | ญี่ปุ่น | เยอรมนี | สหรัฐอเมริกา | จีน | สิงคโปร์ | มาเลเซีย |
|-----------------|-----|---------|---------|--------------|-----|----------|----------|
| 1-50 | 0 | 1 | 1 | 21 | 3 | 2 | 0 |
| 51-100 | 0 | 2 | 4 | 9 | 3 | 0 | 3 |
| 101-150 | 0 | 2 | 3 | 9 | 1 | 0 | 2 |
| 151-200 | 0 | 3 | 4 | 7 | 3 | 0 | 0 |
| 201-250 | 0 | 0 | 3 | 6 | 4 | 1 | 0 |
| 251-300 | 1 | 1 | 0 | 6 | 3 | 0 | 3 |
| 301-350 | 0 | 2 | 6 | 6 | 3 | 0 | 0 |
| 351-400 | 0 | 0 | 4 | 10 | 2 | 0 | 0 |
| 401-450 | 0 | 1 | 4 | 6 | 4 | 0 | 1 |
| 451-500 | 1 | 0 | 0 | 12 | 6 | 0 | 3 |
| Sum of Top-300* | 1 | 9 | 15 | 58 | 17 | 3 | 8 |

ที่มา: QS World University Rankings by Subject 2017

หมายเหตุ: * ในการจัดอันดับของหน่วยงาน fDiIntelligence ของ Financial Times ได้ใช้จำนวนมหาวิทยาลัยที่ติดอันดับ Top-300 จาก QS University Ranking เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดสำหรับการจัดอันดับ

สหรัฐอเมริกาเป็นมหาวิทยาลัยที่เปิดสอนในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับ Mechanical, Aeronautical & Manufacturing Engineering มากที่สุด ตารางที่ 7 เนื่องจากอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานในการผลิตมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับแนวคิดในการลดขั้นตอนการผลิตและการลดของเสียระหว่างการผลิต จึงทำให้สาขานี้ได้รับความนิยมอย่างมาก ส่วนในประเทศจีนมีการปฏิรูป สถาบันอุดมศึกษาและสถาบันวิจัย ซึ่งภาครัฐได้เพิ่มเงินสนับสนุนในการวิจัยขั้นพื้นฐานและจัดตั้งสถาบันกองทุนเพื่อการดำเนินการที่เป็นอิสระ โดยส่งเสริมสถาบันพัฒนาเทคโนโลยีสามารถทำได้เพื่อให้เกิดการการลงทุนหรือดึงดูดการลงทุนจากภาคเอกชน ทำให้หลักสูตรวิศวกรรมของประเทศจีนด้านเครื่องกลมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยการมีส่วนร่วมในการปรับปรุงทั้งระบบจากภาครัฐและภาคเอกชน สำหรับญี่ปุ่นที่เน้นหลักสูตรการเรียนรู้เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตโดยเฉพาะ เนื่องจากประเทศญี่ปุ่นมีความพร้อมในเรื่องเทคโนโลยียานยนต์และอิเล็กทรอนิกส์ทำให้หลักสูตรการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัยมีการปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่องจนมีมหาวิทยาลัยที่ติดอันดับโลกอยู่หลายแห่ง และเยอรมนีซึ่งเป็นผู้นำด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ในเรื่องเครื่องยนต์และวัสดุ หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกลจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยขับเคลื่อนอุตสาหกรรม รวมทั้งการพัฒนาตลาด Electro-Motors และการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เผาไหม้หรือการออกแบบที่มีน้ำหนักเบา ซึ่งวิศวกรที่จบสาขานี้ในเยอรมนีทำงานอยู่ในภาคอุตสาหกรรมยนต์จำนวนมาก (Internationalschoolsearch, 2015)

ตารางที่ 7 : ผลการจัดอันดับมหาวิทยาลัยของไทยและประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญ
สาขา Mechanical, Aeronautical & Manufacturing Engineering

| Rank | ไทย | ญี่ปุ่น | เยอรมนี | สหรัฐอเมริกา | จีน | สิงคโปร์ | มาเลเซีย |
|-----------------|-----|---------|---------|--------------|-----|----------|----------|
| 1-50 | 0 | 4 | 2 | 16 | 4 | 2 | 1 |
| 51-100 | 0 | 2 | 4 | 13 | 2 | 0 | 4 |
| 101-150 | 0 | 4 | 1 | 8 | 3 | 0 | 0 |
| 151-200 | 1 | 0 | 2 | 4 | 6 | 0 | 2 |
| 201-250 | 0 | 3 | 2 | 8 | 4 | 0 | 1 |
| 251-300 | 0 | 1 | 0 | 10 | 4 | 0 | 3 |
| 301-350 | 0 | 3 | 0 | 8 | 5 | 0 | 0 |
| 351-400 | 3 | 0 | 3 | 10 | 4 | 0 | 1 |
| 401-450 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 451-500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sum of Top-300* | 1 | 14 | 11 | 59 | 23 | 2 | 11 |

ที่มา: QS World University Rankings by Subject 2017

หมายเหตุ: * ในการจัดอันดับของหน่วยงาน fDiIntelligence ของ Financial Times ได้ใช้จำนวนมหาวิทยาลัยที่ติดอันดับ Top-300 จาก QS University Ranking เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดสำหรับการจัดอันดับ

ส่วนสาขา Electrical & Electronic Engineering เป็นสาขาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเพื่อพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์ดิจิทัลและระบบการฝังตัว การเรียนการสอนในหลักสูตรเกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ด้วยเช่นกัน เนื่องจากการทำงานร่วมกันกับงาน Implement ของ Application ในส่วนของระบบควบคุม การประมวลผลสัญญาณระบบคอมพิวเตอร์ การออกแบบเครื่องมือ และการควบคุมพลังงานไฟฟ้าของระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ ซึ่งโดยมหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกามีจำนวนมหาวิทยาลัยที่ติดในลำดับ 1-50 และ Top-300 มากที่สุด รองลงมาเป็นประเทศจีนและญี่ปุ่น ซึ่งทั้งสองประเทศนี้ก็เป็นผู้นำในด้านอุตสาหกรรมเทคโนโลยีขั้นสูงหลายประเภท

ตารางที่ 8 : ผลการจัดอันดับมหาวิทยาลัยของไทยและประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญ
สาขา Electrical & Electronic Engineering

| Rank | ไทย | ญี่ปุ่น | เยอรมนี | สหรัฐอเมริกา | จีน | สิงคโปร์ | มาเลเซีย |
|-----------------|-----|---------|---------|--------------|-----|----------|----------|
| 1-50 | 0 | 2 | 1 | 17 | 4 | 2 | 1 |
| 51-100 | 0 | 3 | 3 | 10 | 2 | 0 | 3 |
| 101-150 | 0 | 3 | 2 | 12 | 2 | 0 | 1 |
| 151-200 | 1 | 2 | 2 | 6 | 7 | 0 | 2 |
| 201-250 | 0 | 0 | 1 | 7 | 3 | 0 | 2 |
| 251-300 | 0 | 1 | 1 | 4 | 4 | 0 | 0 |
| 301-350 | 2 | 3 | 3 | 7 | 4 | 0 | 1 |
| 351-400 | 1 | 3 | 0 | 9 | 4 | 0 | 3 |
| 401-450 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 451-500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sum of Top-300* | 1 | 11 | 10 | 56 | 22 | 2 | 9 |

ที่มา: QS World University Rankings by Subject 2017

หมายเหตุ: * ในการจัดอันดับของหน่วยงาน fDiIntelligence ของ Financial Times ได้ใช้จำนวนมหาวิทยาลัยที่ติดอันดับ Top-300 จาก QS University Ranking เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดสำหรับการจัดอันดับ

มหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกาที่เปิดสอนในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ส่วนใหญ่เป็นหลักสูตรการเรียนการสอนที่อยู่กับหลักสูตรวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรม โดยเป็นพัฒนาทักษะผู้เรียนให้มีทักษะด้านเทคนิคและการจัดการธุรกิจและโครงการต่าง ๆ ได้ ดังนั้นการเรียนการสอนจึงมุ่งเน้นการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้ โดยวิศวกรที่จบการศึกษาจะมีความสามารถในการทำงานเป็นทีมและมีทักษะในการหาข้อมูลด้านต่าง ๆ อาทิ การตลาดและการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ โดยมีบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ เช่น Lockheed Martin Google Intel NASA และ Tesla เป็นต้น จะให้โอกาสนักศึกษาได้เข้าฝึกงานระหว่างเรียนด้วย นอกจากนี้ มหาวิทยาลัยยังเน้นการอบรมหลักสูตร Robotics System Laboratory เพื่อเน้นด้านการออกแบบ การเขียนโปรแกรมและการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่ทันสมัยตอบรับกับความต้องการของอุตสาหกรรมได้ (Grad School Hub, 2016)

จีนและญี่ปุ่นก็เป็นประเทศที่มีจำนวนมหาวิทยาลัยที่เปิดสอนสาขา Mechanical & Manufacturing Engineering ด้านระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์จำนวนมากเช่นกัน มีหลักสูตรตั้งแต่ระดับปริญญาตรีถึงปริญญาเอก โดยของจีนมีมหาวิทยาลัยที่สอนในสาขานี้จำนวนติดอันดับ Top-50 ของโลกได้แก่ มหาวิทยาลัย Tsinghua มหาวิทยาลัย Peking และมหาวิทยาลัย Shanghai Jiao Tong ในขณะที่ ญี่ปุ่นมีมหาวิทยาลัยติดอันดับ Top-50 ของโลกได้แก่ มหาวิทยาลัย Tokyo มหาวิทยาลัย Kyoto มหาวิทยาลัย Tokyo Institute of Technology และมหาวิทยาลัย Tohoku

สำหรับประเทศไทย มีหลักสูตรวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติหลายแห่งที่มีชื่อเสียง ได้แก่ สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม(FIBO) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นต้น ที่ได้รับการยอมรับในวงการอุตสาหกรรมทั้งด้านอิเล็กทรอนิกส์ ยานยนต์ การผลิตและแปรรูปอาหาร ตลอดจนงานบริการวิชาการแก่ภาครัฐและเอกชน และได้รับการสนับสนุนจาก สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขั้นสูงของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แม้ว่าการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติของไทยจะเน้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งในและนอกห้องเรียน นักศึกษาจะได้ทำโครงการทั้งเดี่ยวและกลุ่ม เน้นการแก้ปัญหาจากการลงมือทำจริง โดยประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า เครื่องกล และคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน แต่ประเทศไทยประสบกับปัญหาการขาดแคลนบุคลากรครูอาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถที่จะสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่นักเรียน และคุณภาพของเด็กไทยที่ยังขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์และความกล้าในการลงมือทำสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ จึงเป็นข้อจำกัดในการพัฒนาทรัพยากรคนเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมสมัยใหม่ได้ รวมไปถึงมหาวิทยาลัยที่ยังขาดแคลนเงินทุนในการซื้ออุปกรณ์และสื่อการเรียนการสอน และห้องแลปที่ทันสมัยเพื่อใช้ในการเรียนการสอนด้วย

ผลจากการวิเคราะห์การศึกษาและการพัฒนาบุคลากรสำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ของไทย ประเทศคู่ค้าและประเทศคู่แข่ง แสดงให้เห็นว่า ไทยขาดแคลนบุคลากรทั้งปริมาณและคุณภาพสำหรับการขับเคลื่อนอุตสาหกรรม 4.0 เนื่องจากความรู้ความเชี่ยวชาญที่จำกัดอยู่เฉพาะกลุ่มอุตสาหกรรม ไม่ได้เน้นการถ่ายทอดไปสู่อุตสาหกรรมอื่น ๆ ใน Ecosystem เนื่องจากอาจไม่ต้องการให้เกิดคู่แข่งทางธุรกิจ และทักษะความรู้ที่จำเป็นต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมอัตโนมัติและหุ่นยนต์ต้องการกลุ่มคนที่เรียนด้านวิศวกรรมเครื่องกลและวิศวกรรมการผลิตเป็นหลัก เพื่อให้ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องจักรใหม่ ๆ

เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมได้ แต่วิศวกรส่วนใหญ่ในไทยขาดทักษะการคิดริเริ่มในการสร้างนวัตกรรมทำให้อาชีพวิศวกรมีหน้าที่เป็น Sales และซ่อมบำรุง ประกอบกับฐานอุตสาหกรรมในประเทศไทยที่เน้นทำยานยนต์และอิเล็กทรอนิกส์ให้กับบริษัทต่างประเทศ ทำให้บุคลากรไทยมีวิธีคิดที่ทำหน้าที่รับจ้างผลิตอย่างเดียวแทนที่ไทยจะมีบุคลากรที่สามารถพัฒนาความรู้ ทักษะ มาสร้าง Core Value ด้านเทคโนโลยีเพื่อให้เกิดสินค้าแบรนด์ไทย ออกสู่ตลาดโลกได้ การศึกษาและการพัฒนาบุคลากรของประเทศไทยเพื่อรองรับอุตสาหกรรมในอนาคตจึงเป็นเรื่องเร่งด่วนที่ควรจะต้องปฏิรูป ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงกฎระเบียบเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของสมาคมวิชาชีพและสถาบันการศึกษา รวมไปถึงการหาบุคลากรที่มีคุณภาพมาเป็นครูอาจารย์ และเน้นการสอนจากการปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดทักษะฝีมือในการทำงานที่สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรม สถาบันการศึกษาควรทำหน้าที่เป็นแหล่ง Training ที่สำคัญ และภาครัฐควรสนับสนุนเรื่องอุปกรณ์การเรียนการสอนที่มีความทันสมัย และมีการส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยในต่างประเทศเพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพการศึกษาไปเป็นได้รวดเร็วขึ้น

9 เทคโนโลยีและนวัตกรรม

ความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมขึ้นอยู่กับโครงสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่สร้างความแตกต่างในการแก้ไขปัญหาของผู้บริโภคโดยที่ไม่สามารถเลียนแบบได้ง่าย นอกจากนี้เทคโนโลยีและนวัตกรรมได้เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านธุรกิจและการดำเนินชีวิตเป็นอย่างมาก ดังนั้นความสามารถในการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรม และการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมในลักษณะของ National Innovation System (NIS) จึงมีความสำคัญต่อการยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันได้

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า ประเทศที่เจ้าของเทคโนโลยีและแบรนด์ระดับโลกทางด้านระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ทั้งญี่ปุ่น เยอรมนี และสหรัฐอเมริกาต่างมีอันดับด้านนวัตกรรมและโครงสร้างพื้นฐานที่สูง สิงคโปร์และจีนต่างก็มีศักยภาพในการสร้างนวัตกรรมโดยที่จีนมีจุดเด่นที่โครงสร้างพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ ในขณะที่สิงคโปร์มีการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนที่ดีมากที่สุดในโลก เมื่อพิจารณาจากความพร้อมของปัจจัยที่จำเป็นต่อการสร้างนวัตกรรมพบว่าสิงคโปร์มีความพร้อมมากที่สุด แม้ว่าผลงานทางด้านนวัตกรรมจะสู้สหรัฐอเมริกา เยอรมนี และจีนไม่ได้ นอกจากนี้จำนวนมหาลัยในสาขาที่เกี่ยวข้องหลักในระดับโลกแสดงให้เห็นว่า จีน สหรัฐอเมริกา เยอรมนี ญี่ปุ่นมีแหล่งในการพัฒนาบุคลากรที่มีคุณภาพจำนวนมาก แต่เมื่อเทียบกับขนาดประชากรแล้ว สิงคโปร์และมาเลเซียมีจำนวนมากกว่า ไทยมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับประเทศคู่ค้าและคู่แข่งเหล่านี้

ตารางที่ 9 : อันดับของระบบเทคโนโลยีและนวัตกรรมของไทย
ประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญปี พ.ศ. 2560

| ตัวชี้วัด | ไทย | ญี่ปุ่น | เยอรมนี | สหรัฐอเมริกา | จีน | สิงคโปร์ | มาเลเซีย |
|--|------|---------|---------|--------------|------|----------|----------|
| นวัตกรรม (Pillar 12 th) ของ WEF (อันดับ)* | 50 | 8 | 5 | 2 | 28 | 9 | 22 |
| โครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ของ IMD (อันดับ)* | 48 | 2 | 6 | 1 | 3 | 12 | 29 |
| Science in schools ของ IMD (อันดับ)* | 46 | 23 | 17 | 29 | 12 | 1 | 19 |
| Global Innovation Index (อันดับ)* | 51 | 14 | 9 | 4 | 22 | 7 | 37 |
| Innovation Inputs (อันดับ)* | 65 | 11 | 17 | 5 | 31 | 1 | 36 |
| Innovation Outputs (อันดับ)* | 43 | 20 | 7 | 5 | 11 | 17 | 39 |
| โครงสร้างพื้นฐาน (อันดับ)* | 71 | 9 | 20 | 21 | 27 | 2 | 45 |
| จำนวนมหาวิทยาลัยสาขา Mechanical, Aeronautical & Manufacturing Engineering สาขา Electrical & Electronic Engineering และสาขา Computer Science ที่ติดอันดับ Top-300 | 3 | 34 | 36 | 62 | 173 | 7 | 28 |
| จำนวนมหาวิทยาลัยสาขา Mechanical, Aeronautical & Manufacturing Engineering สาขา Electrical & Electronic Engineering และสาขา Computer Science ที่ติดอันดับ Top-300 (ต่อประชากร 100,000 คน) | 0.05 | 0.27 | 0.44 | 0.19 | 0.12 | 1.25 | 0.87 |

ที่มา : รวบรวมข้อมูลโดย มูลนิธิ สวค. จาก IMD, WEF, Global Innovation Index

เมื่อพิจารณาถึงความสามารถในการแข่งขันในอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ โดยปรกติกการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมจะทำได้โดยการเปรียบเทียบจำนวนสิทธิบัตรที่ได้รับการรับรองของประเทศต่างๆ และจำนวนการอ้างอิงถึงบทความทางวิชาการ (Citation) สำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ จากการเปรียบเทียบจำนวนสิทธิบัตรที่ได้รับการรับรองในสาขานี้ของไทย ประเทศคู่ค้า และประเทศคู่แข่งในช่วงปี พ.ศ. 2558-2560 พบว่า ไทยและมาเลเซียมีจำนวนสิทธิบัตรเลย ในขณะที่สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และเยอรมนีได้รับสิทธิบัตรในช่วงเวลาเดียวกันเป็นจำนวนถึง 6,537 3,437 และ 1,315 รายการซึ่งสอดคล้องกับระดับการพัฒนาด้านระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ของประเทศเหล่านี้ได้เป็นอย่างดี ที่น่าสนใจคือจำนวนสิทธิบัตรของจีนในอุตสาหกรรมนี้มีเพียง 9 รายการ ในทำนองเดียวกันข้อมูล Citation จึงเป็นความท้าทายอย่างยิ่งสำหรับจีนในการมุ่งสู่การเป็นผู้นำในอุตสาหกรรมนี้ ในทำนองเดียวกันข้อมูลจำนวนการอ้างอิงถึงบทความทางวิชาการ (Citation) ของไทย ประเทศคู่ค้า และประเทศคู่แข่งก็มีทิศทางเดียวกัน

ตารางที่ 10 : จำนวนสิทธิบัตรสาขาอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ของไทย ประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญ (2558-2560)

| Indicator/Country | 2558 | 2559 | 2560 | Average | 2560 |
|---|----------|----------|-----------|----------|--|
| Patents | | | Citations | | |
| 6 Thailand | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Trading Partners: | | | | | |
| 2 Japan | 1,927.00 | 1,255.00 | 255.00 | 1,145.67 | 6490 |
| 3 Germany | 642.00 | 524.00 | 149.00 | 438.33 | 1838 |
| 4 China | 6.00 | 3.00 | | 3.00 | 890 |
| Competitors: | | | | | |
| 1 US | 2,294.00 | 2,587.00 | 1,656.00 | 2,179.00 | 60,807 |
| 5 Singapore | 66.00 | 33.00 | 1.00 | 33.33 | 6 |
| 6 Malaysia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Patents per Populations** (100,000 persons) | | | | | Citations per Population (100,000 persons) |
| 6 Thailand | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Trading Partners: | | | | | |
| 1 Japan | 15.16 | 9.89 | 2.01 | 9.02 | 51.62 |
| 3 Germany | 7.81 | 6.35 | 1.80 | 5.32 | 22.27 |
| 4 China | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.64 |
| Competitors: | | | | | |
| 2 US | 7.12 | 7.97 | 5.07 | 6.72 | 186.01 |
| 4 Singapore | 11.92 | 5.89 | 0.18 | 6.00 | 1.07 |
| 5 Malaysia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ที่มา: Derwent World Patent Index - Clarivate

ระบบนวัตกรรมแห่งชาติ (National Innovation System: NIS) มีความสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมเนื่องจากเป็นระบบที่ช่วยส่งเสริมให้ตลาดเทคโนโลยีและนวัตกรรมทำงาน หรืออีกนัยหนึ่งคือการทำให้งานวิจัยและพัฒนาไปใช้เพื่อประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้จริง ดังนั้นระดับการพัฒนาของระบบนวัตกรรมแห่งชาติจะมีผลต่อความสามารถในการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมของแต่ละประเทศโดยทั่วไป ระบบนวัตกรรมแห่งชาติจะประกอบด้วยผู้ที่มีบทบาทสำคัญ 3 กลุ่มคือ ภาคธุรกิจ (Goods and Services Producers) หน่วยงานวิจัยและพัฒนา (R&D Performers) และภาครัฐ (Technology & Innovation Policy Makers and Others)

ระบบนวัตกรรมของไทย

ภาคธุรกิจ

พื้นฐานการพัฒนาอุตสาหกรรมของไทยที่ผ่านมาไม่ได้ให้ความสำคัญการวิจัยพัฒนากับการสร้างนวัตกรรมด้านผลิตภัณฑ์แต่เน้นในด้านของพัฒนากระบวนการผลิตและการบริหารจัดการ อุตสาหกรรมส่งออกขนาดใหญ่ที่สำคัญของไทยเป็นของนักลงทุนต่างชาติที่นำเทคโนโลยีต่างๆมาจากต่างประเทศ ภาคธุรกิจไทยจึงไม่ได้สนใจในการวิจัยและพัฒนาเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของตนเองอย่างจริงจัง ดังนั้นความเชื่อมโยงระหว่างภาคธุรกิจกับหน่วยงานวิจัยและพัฒนาจึงไม่เกิดขึ้น

ภาครัฐ

ภาครัฐมีนโยบายเพื่อพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและมีการตั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมากมาย แต่ก็ไม่ผลักดันอย่างเต็มที่โดยภาครัฐเองก็ไม่ได้ทำหน้าที่ในสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ของไทยอย่างจริงจัง

หน่วยงานวิจัยและพัฒนา

เนื่องจากภาคธุรกิจและภาครัฐไม่มีความต้องการที่จะใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่พัฒนาโดยคนไทยอย่างแท้จริง ทำให้ผลงานวิจัยพัฒนาที่ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณภาครัฐไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ซึ่งส่งผลทำให้การพัฒนาบุคลากรทางด้าน STEM และระบบทรัพย์สินทางปัญญาของไทยไม่ประสบความสำเร็จ

เมื่อสามเสาหลักของระบบนวัตกรรมไทยไม่มีความเชื่อมโยงและทำงานร่วมกันอย่างแท้จริง ไทยจึงไม่สร้างสมรรถนะที่จะพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของตนเองได้ทัดเทียมกับประเทศอื่น อย่างไรก็ตาม ภาคธุรกิจไทยได้ให้ความสนใจในการลงทุนทางด้านวิจัยและพัฒนามากขึ้นเนื่องจากตระหนักแล้วว่า ไม่สามารถแข่งขันด้วยประสิทธิภาพที่ดีได้อีกต่อไปแล้ว ดังนั้นจึงเห็นค่าใช้จ่ายด้าน R&D ของไทยเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง และค่าใช้จ่าย R&D ของภาคเอกชนมีมูลค่าสูงกว่าภาครัฐเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2554

ระบบนวัตกรรมของญี่ปุ่น

ญี่ปุ่นได้เริ่มมีการพัฒนาระบบนวัตกรรมที่ประกอบด้วยกระบวนการทางด้านความรู้และการถ่ายทอดเทคโนโลยีทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ทศวรรษที่ 1950s ทั้งในมหาวิทยาลัย หน่วยงานภาครัฐ และภาคอุตสาหกรรม

ภาคธุรกิจ

ภาคธุรกิจของญี่ปุ่นจะเป็นผู้นำทางด้านการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ ภาคธุรกิจจะมีส่วนร่วมกับภาครัฐในการกำหนดนโยบายทางด้านวิจัยและพัฒนาในทุกขั้นตอน ภาคธุรกิจและมหาวิทยาลัยมีความร่วมมือกันมากขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ.2004 ในรูปแบบของความร่วมมือต่าง ๆ เช่น การทำโครงการวิจัยร่วมกัน การทำสัญญาด้านการวิจัย การทำ patent licensing การให้คำปรึกษากับภาคอุตสาหกรรม การฝึกงานของนักศึกษา และการจัดตั้ง Startup และ Spin-offs

ภาครัฐ

รัฐบาลญี่ปุ่นได้มีการจัดตั้ง research consortium ร่วมกันภาคเอกชนร่วมกับภาคเอกชนตั้งแต่ทศวรรษที่ 1970s และมีการสนับสนุนทุนวิจัยให้กับทั้งภาครัฐกิจและหน่วยงานวิจัยและพัฒนา

หน่วยงานวิจัยและพัฒนา

ในขณะที่หน่วยงานวิจัยและพัฒนาในมหาวิทยาลัยจะมีบทบาททางด้าน Basic Research มากกว่า ญี่ปุ่นจะมีสถาบันอุดมศึกษาหลัก 3 ประเภทคือ มหาวิทยาลัยของรัฐ มหาวิทยาลัยเอกชน และมหาวิทยาลัยท้องถิ่น ซึ่งมหาวิทยาลัยของรัฐและเอกชนจะแข่งขันในการได้รับทุนวิจัยจากภาครัฐ ในขณะที่มหาวิทยาลัยท้องถิ่นจะเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาภูมิภาคโดยการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีไปยังภาครัฐกิจในท้องถิ่น

ในปัจจุบัน ระบบนวัตกรรมของญี่ปุ่นต้องเผชิญหน้ากับการแข่งขันที่รุนแรงมากขึ้น ทั้งยังต้องแข่งกับเวลาและต้องมียอดความรู้มากขึ้น ดังนั้นจึงมีสร้างเครือข่ายการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมในระดับโลกมากขึ้นเรื่อย ๆ นอกจากนี้ ผ่านมากระบวนการนวัตกรรมจะเป็นลักษณะของการวิจัยและพัฒนาในบริษัทใหญ่ ที่มีการกำหนดเป้าหมายและมุ่งสร้างนวัตกรรมในทิศทางนั้น ทำให้บริษัทเหล่านี้ไม่สนใจในการสร้างนวัตกรรมในสาขาใหม่ๆ ที่ตลาดยังเล็กอยู่ ในขณะที่เดียวกันตลาดของเทคโนโลยีล้ำสมัยมักจะเป็นตลาดขนาดเล็กทำให้เกิดความขัดแย้งระหว่างยุทธศาสตร์ทางการวิจัยและพัฒนาและทางด้านธุรกิจ ทำให้ญี่ปุ่นยังไม่สามารถที่จะเป็นผู้นำทางการพัฒนาระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์อย่างสมบูรณ์

ระบบนวัตกรรมของเยอรมนี

โครงสร้างของระบบนวัตกรรมของเยอรมนีประกอบด้วยผู้มีบทบาท 3 กลุ่มได้แก่ ภาครัฐ (ในระดับรัฐบาลกลาง และ EU) ตัวกลาง (เช่น หน่วยงานด้านการบริหารจัดการโครงการ และสมาคมอุตสาหกรรมต่าง ๆ) และหน่วยงานวิจัยต่างๆของทั้งภาครัฐและเอกชน

ภาครัฐกิจ

เยอรมนียังมี Mittelsland หรือ SMEs ที่เข้มแข็งที่มีความถนัดในการพัฒนานวัตกรรมแบบค่อยเป็นค่อยไป และสามารถเป็นผู้นำใน Niche Market ได้ ซึ่งสอดคล้องกับโครงสร้างทางเศรษฐกิจของเยอรมนีขึ้นอยู่อุตสาหกรรมขั้นสูงปานกลาง และมีการส่งออกสูง อย่างไรก็ตามพอ สังคมเยอรมนีไม่ได้คุณค่ากับการเป็นผู้ประกอบการกับการเสี่ยงในการทำธุรกิจมากพอ และตลาดเยอรมนียังเล็กเกินไปซึ่งทำให้ต้องมองตลาดในระดับภูมิภาคและระดับโลก

ภาครัฐ

ที่ผ่านมาภาครัฐสามารถให้การสนับสนุนด้านการวิจัยและพัฒนาอย่างเต็มที่ แต่ยังสามารถที่จะปรับปรุงเพื่อสนับสนุน Startup ให้มากขึ้น ในปัจจุบัน ทางเลือกทางการเงินโดยเฉพาะสำหรับการลงทุนที่มีความเสี่ยงสูงของเยอรมนีมีจำกัดและสภาพแวดล้อมของเยอรมนียังไม่เอื้อต่อการพัฒนา Startups นอกจากนี้ ยังไม่มีการใช้นโยบายทางภาษีสำหรับการส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม และการทำวิจัยและพัฒนาเท่าที่ควร

หน่วยงานวิจัยและพัฒนา

จุดเด่นของระบบนวัตกรรมของเยอรมนีคือ สถาบันวิจัยที่ไม่ใช่มหาวิทยาลัยเช่น Max Plack Society และ Heimhoz Association มีความเข้มแข็งและทำงานร่วมกับภาคเอกชนอย่างใกล้ชิดและมีการพัฒนาวิจัยที่หลากหลายสาขามากกว่า ในขณะเดียวกัน เยอรมนียังต้องเผชิญกับความท้าทายหลายๆด้าน เยอรมนีมีความจำเป็นที่จะต้องยกระดับมหาวิทยาลัยในการพัฒนาเทคโนโลยีล้ำสมัยให้มีจำนวนที่มากพอ ความเชื่อมโยงระหว่างมหาวิทยาลัยและภาคเอกชนยังไม่เข้มแข็งและใกล้ชิดพอ

ระบบนวัตกรรมของจีน

ภาครัฐกิจ

ในช่วงแรก ภาครัฐกิจของจีนยังมีบทบาทน้อยในด้านการวิจัยและพัฒนา และเริ่มมีส่วนร่วมมากขึ้น ในช่วงหลังปี ค.ศ.1978 ซึ่งเริ่มมีความเชื่อมโยงกันระหว่างภาครัฐ หน่วยงานวิจัยและพัฒนา และภาครัฐกิจมากขึ้น ในช่วงทศวรรษที่ 1990 ภาครัฐกิจได้มีความร่วมมือกับสถาบันวิจัยในส่วนภูมิภาคมากขึ้น

ภาครัฐ

ภาครัฐเป็นผู้บทบาทอย่างมากในการวิจัยพัฒนาของจีนมาตั้งแต่สมัยจีนยังอยู่ภายใต้ระบบคอมมิวนิสต์โดยที่สถาบันวิจัยระดับภูมิภาคและระดับชาติเป็นผู้เล่นที่มีบทบาทมากที่สุด ระบบนวัตกรรมของจีนได้เริ่มก่อเป็นรูปเป็นร่างในช่วงปี ค.ศ. 1978 ซึ่งเป็นช่วงที่มีการปรับเปลี่ยนนโยบายของภาครัฐ การจัดตั้ง S&T Industrial Park University Science Park และ Technology Business Incubators ภาครัฐมีการส่งเสริมการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาจากต่างประเทศมากยิ่งขึ้น และมีการปกป้องทรัพย์สินทางปัญญาที่ดีขึ้น

หน่วยงานวิจัยและพัฒนา

ภาครัฐมีบทบาทอย่างมากทางในการจัดตั้งสถาบันวิจัยในระดับภูมิภาคและระดับชาติซึ่งเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญต่อการวิจัยพัฒนาของจีนในช่วงเริ่มต้น หลังจากปี ค.ศ. 1978 ได้มีการปฏิรูปให้สถาบันวิจัยระดับภูมิภาคให้มีความอิสระมากขึ้น นอกจากนี้ยังเริ่มมีการจัดตั้งบริษัทใหม่จากมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัยต่าง ๆ ตั้งแต่ช่วงปีทศวรรษที่ 1990

รัฐบาลประสบความสำเร็จอย่างมากเพิ่มงบประมาณทางการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องและส่งผลให้มีผลงานการวิจัยและพัฒนาออกมาเป็นจำนวนมากโดยจะมีการจดสิทธิบัตรและตีพิมพ์ผลงานวิจัยเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามผลงานวิจัยเหล่านี้ยังไม่สามารถถูกนำมาสร้างเป็นเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ใช้งานได้ เนื่องจากคุณภาพของผลงาน ความสามารถในการใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ ข้อจำกัดทางด้านบุคลากรและโครงสร้างพื้นฐาน นอกจากนี้ยังมีการทำ Basic research น้อยในจีน ระบบนวัตกรรมของจีนยังกระจายตัวอยู่ในภูมิภาคและยังไม่มีเชื่อมโยงกันเป็นหนึ่งเดียว ดังนั้นจีนยังคงต้องตามหลังสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และเยอรมนีในอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ แต่จะมีศักยภาพที่เร็วกว่าสิงคโปร์ในอนาคต

ระบบนวัตกรรมของสหรัฐอเมริกา

สหรัฐอเมริกาจัดได้ว่าเป็นประเทศที่มีระดับความสามารถในการแข่งขันสูงที่สุดในโลกประเทศหนึ่งในอุตสาหกรรมอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติ ระบบนวัตกรรมของสหรัฐอเมริกาคือ

ภาคธุรกิจ

เสาหลักของความสามารถในการแข่งขันทางด้านนี้ของสหรัฐอเมริกาคือ Startups และ Spin-offs ที่จะเป็นตัวนำของเทคโนโลยีใหม่ๆ และตลาดใหม่ๆ จุดเด่นของสหรัฐอเมริกาคือ วัฒนธรรมการเป็นผู้ประกอบการ มีแหล่งเงินทุนที่รับความเสี่ยงได้สูงที่หลากหลาย และมีสถาบันการศึกษาที่เข้มแข็งจึงสามารถทำให้เกิด Startups และ Spin-offs จำนวนมากเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ๆ และนวัตกรรมที่เปิดตลาดใหม่ๆ ในขณะเดียว บริษัทขนาดใหญ่ที่มีจุดแข็งทางด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมก็ให้ความสนใจในการลงทุนใน Startups และ Spin-offs เหล่านี้เพื่อนำเทคโนโลยีใหม่ๆ เหล่านี้ไปพัฒนาต่อยอดเพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันให้กับตนเอง

ภาครัฐ

ภาครัฐของสหรัฐอเมริกาคือครอบคลุมทั้งในระดับมลรัฐและรัฐบาลกลาง ตลอดจนหน่วยงานที่เป็นตัวกลางที่มาจากรัฐบาลกลาง ที่ผ่านมารัฐบาลมีส่วนช่วยในการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาผ่านงบประมาณทางการเงินและการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ ในส่วนของระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ได้มีการจัดสรรงบประมาณเพื่อพัฒนาความเป็นเลิศทางด้านนี้โดยตรง

หน่วยงานวิจัยและพัฒนา

จะประกอบด้วยสถาบันวิจัยของรัฐบาลกลางซึ่งมีจำนวนมากมีส่วนอย่างมากในการขับเคลื่อนระบบนวัตกรรม รวมถึงมหาวิทยาลัยที่มีการเรียนการสอนและการวิจัยและพัฒนาตามระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ในระดับโลก ผลงานวิจัยและพัฒนาของสหรัฐอเมริกาคือมีความสำคัญกับการวิจัยเพื่อใช้ในการทหาร และพลเรือนที่เฉพาะเจาะจง เช่น ด้านสาธารณสุข เนื่องจากโครงสร้างเศรษฐกิจของสหรัฐอเมริกาคือขึ้นอยู่กับภาคบริการที่อาศัยความรู้ที่เข้มข้น และอุตสาหกรรมเทคโนโลยีระดับสูง เช่น บริการทางด้าน IT และเทคโนโลยีชีวภาพ ภาคธุรกิจ

ศูนย์กลางของการพัฒนาระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ที่สำคัญที่ประกอบด้วยภาคธุรกิจ หน่วยงานวิจัยที่เป็นมหาวิทยาลัยชั้นนำของโลก และการสนับสนุนของภาครัฐมีอยู่ 3 แห่งคือที่ Silicon Valley, Boston และ Pittsburgh ดังนั้น สหรัฐอเมริกาจึงประสบความสำเร็จอย่างยิ่งในการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมสำหรับอุตสาหกรรมนี้

ระบบนวัตกรรมของสิงคโปร์

ภาคธุรกิจ

สิงคโปร์เป็นประเทศที่มีความสามารถในการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแข่งขันของตนเองเสมอ ส่งผลทำให้สิงคโปร์สามารถรักษาระดับความสามารถในการแข่งขันของตัวเองได้ อย่างไรก็ตาม การทำวิจัยและพัฒนาในสิงคโปร์ส่วนใหญ่มาจากภาคอุตสาหกรรมซึ่งเป็นผลงานของภาคธุรกิจจากต่างประเทศหรือบริษัทข้ามชาติมากกว่าภาคธุรกิจของสิงคโปร์เอง ระบบนวัตกรรมของสิงคโปร์ส่งผลให้สิงคโปร์สามารถนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้อย่างรวดเร็วแต่ไม่สามารถสร้างนวัตกรรมของตัวเองได้

ภาครัฐ

ภาครัฐของสิงคโปร์มีบทบาทอย่างมากในการพัฒนาระบบนวัตกรรม ยุทธศาสตร์ของสิงคโปร์คือการเป็นประเทศที่มีประสิทธิภาพสูงและมีต้นทุนในการดำเนินธุรกิจที่ต่ำและดึงดูดการลงทุนจากต่างประเทศ รวมถึงการลงทุนในด้านศูนย์วิจัยและพัฒนาของบริษัทข้ามชาติ

หน่วยงานวิจัยและพัฒนา

สิงคโปร์เป็นประเทศที่มีปัจจัยการสนับสนุนในการสร้างนวัตกรรมที่ดีที่สุดแห่งหนึ่งในโลก ไม่ว่าจะเป็นคุณภาพของคน กฎระเบียบ นโยบายภาครัฐ และโครงสร้างพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม แต่สิงคโปร์ยังไม่สามารถสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมของตนเองได้มากเท่าที่ควร โดยหน่วยงานวิจัยและพัฒนาของต่างประเทศมีบทบาทในด้านนี้มากกว่า

ดังนั้นรัฐบาลสิงคโปร์จำเป็นต้องส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของผู้ประกอบการสิงคโปร์เอง ความท้าทายของสิงคโปร์จึงเป็นการปรับเปลี่ยนยุทธศาสตร์ที่มุ่งสู่ความเป็นเลิศทางด้านประสิทธิภาพมาเป็นการพัฒนานวัตกรรม สิงคโปร์ต้องส่งเสริมการเป็นผู้ประกอบการและสนับสนุนการบ่มเพาะความคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน ระดับความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของสิงคโปร์ในข้างต้นไม่ได้สะท้อนถึงความสามารถของสิงคโปร์แต่เพียงอย่างเดียวและจีนจะมีศักยภาพมากกว่าสิงคโปร์ในการยกระดับความสามารถในการแข่งขันให้ใกล้เคียงกับสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และเยอรมนี

ระบบนวัตกรรมของมาเลเซีย

ในภาพรวมโครงสร้างของระบบนวัตกรรมประกอบด้วย

ภาคธุรกิจ

ภาคธุรกิจของมาเลเซียไม่ได้มีการกำหนดแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมร่วมกับภาครัฐ การทำวิจัยและพัฒนาส่วนใหญ่อยู่ในระดับบริษัท ในขณะเดียวกัน ภาคธุรกิจและมหาวิทยาลัยก็ไม่ได้มีการทำงานร่วมกัน ส่งผลให้มีการนำงานวิจัยมาใช้ในเชิงพาณิชย์ค่อนข้างต่ำ

ภาครัฐบาล

มาเลเซียมีพื้นฐานมาจากประเทศผู้ส่งออกสินค้าโภคภัณฑ์และสินค้าอุตสาหกรรม รัฐบาลมาเลเซียเป็นผู้ผลักดันให้เกิดระบบนวัตกรรมขึ้นในประเทศในช่วง 1970s และยังคงเป็นผู้มีบทบาทในการผลักดันให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้รัฐบาลเป็นผู้กำหนดแนวทางการพัฒนาระบบนวัตกรรมเป็นหลักโดยภาครัฐกิจมีส่วนร่วมน้อย และนโยบายส่วนใหญ่ยังลงไปถึงระดับท้องถิ่น

หน่วยวิจัยและพัฒนา

กระทรวงต่างๆ ได้มีจัดตั้งสถาบันวิจัยภายใต้สังกัดของแต่ละกระทรวง แต่กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมของมาเลเซียไม่มีอำนาจในการกำหนดนโยบายของการทำงานวิจัยและพัฒนาของสถาบันวิจัยเหล่านี้ได้

สถานการณ์ของระบบนวัตกรรมของมาเลเซียไม่ได้ต่างจากไทย แม้ว่ามาเลเซียจะมีปัจจัยสนับสนุนการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมมากกว่าไทย มาเลเซียยังต้องเผชิญความท้าทายอีกมาก มาเลเซียประสบความสำเร็จในการดึงดูดการลงทุนจากต่างประเทศแต่ก็ไม่สามารถทำให้เกิดการถ่ายทอดทางด้านเทคโนโลยีให้กับบริษัทมาเลเซียได้อย่างแท้จริง ความเชื่อมโยงระหว่างผู้ที่มีบทบาทในระบบนวัตกรรมยังมีไม่มาก ดังนั้นระดับความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมในอุตสาหกรรมนี้จึงไม่ได้ต่างจากไทยมาก

ผลจากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าระดับความสามารถในการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมมีความสัมพันธ์กับระดับการพัฒนาของระบบนวัตกรรมซึ่งประกอบด้วยภาครัฐกิจ หน่วยงานวิจัย และภาครัฐ ในระยะสั้น ภาครัฐสามารถรับบทบาทในการผลักดันระบบนวัตกรรม แต่ในระยะยาว ภาครัฐกิจต้องเป็นผู้ขับเคลื่อนระบบนี้โดยมีหน่วยงานวิจัยและพัฒนาสนับสนุนในการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรม ในขณะที่ภาครัฐจะเป็นผู้สนับสนุนทุกอย่างในภาพรวม

10 ปัจจัยด้านเศรษฐกิจมหภาค สังคม การเมือง สิ่งแวดล้อม และแนวโน้มของโลกในอนาคต

เศรษฐกิจมหภาค

สภาพเศรษฐกิจที่มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีและมีเสถียรภาพจะเอื้อต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมในภาพรวมและอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ในแต่ละประเทศด้วย ตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่าเศรษฐกิจของประเทศในทวีปเอเชียยกเว้นญี่ปุ่นมีอัตราการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างดีถึงดีมากและสะท้อนถึงการฟื้นตัวของเศรษฐกิจโลกด้วยโดยจีนมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด (ร้อยละ 6.9 ต่อปี) อัตราเงินเฟ้อซึ่งสะท้อนถึงเสถียรภาพภายในประเทศของประเทศส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ แต่สหรัฐอเมริกาและมาเลเซียต้องเริ่มระมัดระวังกับอัตราเงินเฟ้อที่เริ่มสูงขึ้นที่ระดับร้อยละ 2.14 และ 3.80 ตามลำดับ ที่ผ่านมารัฐบาลของหลายประเทศรวมถึงไทยได้พยายามใช้มาตรการทางการคลังเพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจพร้อมๆ กับการดำเนินนโยบายทางการเงินที่ผ่อนคลายโดยประเทศที่พัฒนาแล้วจะมีเครื่องทางการเงินมากกว่า ดังนั้นจึงมีดุลการคลังที่ติดลบ ซึ่งทำให้ต้องให้ติดตามระดับของหนี้สาธารณะและรายได้ภาษีที่จะมีผลต่อความสามารถในการดำเนินนโยบายการคลังเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมในอนาคต

ตารางที่ 11 : ข้อมูลเศรษฐกิจมหภาค ปี ค.ศ. 2017 ของไทย
ประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญ สำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์

| ข้อมูลเศรษฐกิจสำคัญ | หน่วย | ไทย | ญี่ปุ่น | เยอรมนี | จีน | สหรัฐอเมริกา | สิงคโปร์ | มาเลเซีย |
|---------------------------|--------------|--------|---------|---------|--------|--------------|----------|----------|
| อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ | % ต่อปี | 3.90 | 1.71 | 2.22 | 6.90 | 2.27 | 3.62 | 5.90 |
| อัตราเงินเฟ้อ | % ต่อปี | 0.67 | 0.48 | 1.74 | 1.55 | 2.14 | 0.57 | 3.80 |
| ดุลการค้า | % ต่อ GDP | -3.01 | -6.20 | 1.12 | -2.88 | -3.47 | 3.20 | -5.38* |
| หนี้สาธารณะ | % ต่อ GDP | 32.54 | 198.68 | 68.07* | 15.08* | 105.68 | 112.24 | 50.78 |
| รายได้ภาษี | % ต่อ GDP | 14.55* | 10.49 | 23.51 | 17.45 | 16.60 | 13.46 | 13.77* |
| ดุลบัญชีเดินสะพัด | % ต่อ GDP | 10.82 | 4.00 | 8.05 | 1.40 | -2.40 | 18.83 | 2.98 |
| เงินลงทุนจากต่างประเทศ | % ต่อ GDP | 1.76 | 0.38 | 2.13 | 1.35 | 1.80 | 19.65 | 2.89 |
| หนี้ต่างประเทศ | % ต่อ GDP | 32.45 | 74.10 | 146.86* | 13.97 | 96.78* | 432.24 | 65.31 |
| ทุนสำรองระหว่างประเทศ | % ต่อ GDP | 42.56 | 24.68 | 0.96 | 25.10 | 0.22 | 85.68 | 31.40 |
| หนี้ครัวเรือน | % ต่อ GDP | 79.03* | 58.55 | 53.10* | 48.97 | 67.81 | 72.32 | 84.28 |
| มูลค่าตลาดหลักทรัพย์ | % of GDP | 116.40 | 128.27 | 57.86 | 65.37* | 67.81 | 215.65* | 135.01 |
| อัตราแลกเปลี่ยนต่อ 1 USD | % yoy | -3.83 | 3.17 | 2.06 | 1.76 | 0.00 | 0.02 | 3.89 |
| อัตราดอกเบี้ยนโยบาย | % ต่อปี | 1.50 | -0.10 | 0.00 | 2.25 | 0.95 | 1.52 | 3.13* |
| การจ้างงาน | % ต่อประชากร | 56.21 | 51.63 | 54.18 | 55.85 | 46.99 | 65.38 | 45.19 |

หมายเหตุ: * ข้อมูลปี ค.ศ. 2016

ที่มา: CEIC Data

ตารางที่ 12 : การส่งออกหุ่นยนต์ภาคอุตสาหกรรม (HS 847950 Industrial robots, n.e.s.) ของไทย
เปรียบเทียบกับคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญ

(หน่วย: พันดอลลาร์สหรัฐ)

| Exporters | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| World | 4,836,487 | 4,234,773 | 4,587,792 | 6,012,386* |
| % share | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| %yoy | 24.41% | -12.44% | 8.34% | 31.05% |
| Japan | 1,452,403 | 1,437,439 | 1,625,916 | 2,209,726 |
| % share | 30.03% | 33.94% | 35.44% | 36.75% |
| %yoy | 16.41% | -1.03% | 13.11% | 35.91% |
| Germany | 666,785 | 636,454 | 639,715 | 824,488 |
| % share | 13.79% | 15.03% | 13.94% | 13.71% |
| %yoy | -10.84% | -4.55% | 0.51% | 28.88% |
| United States of America | 162,638 | 180,527 | 195,815 | 303,256 |
| % share | 3.36% | 4.26% | 4.27% | 5.04% |
| %yoy | -22.92% | 11.00% | 8.47% | 54.87% |
| China | 137,513 | 144,204 | 154,979 | 203,027* |
| % share | 2.84% | 3.41% | 3.38% | 3.38% |
| %yoy | 2.14% | 4.87% | 7.47% | 31.00% |
| Singapore | 29,532 | 31,818 | 39,659 | 45,201 |
| % share | 0.61% | 0.75% | 0.86% | 0.75% |
| %yoy | -9.47% | 7.74% | 24.64% | 13.97% |
| Malaysia | 6,435 | 6,624 | 6,712 | 7,176 |
| % share | 0.13% | 0.16% | 0.15% | 0.12% |

| Exporters | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|-----------|---------|--------|---------|---------|
| %yoy | 33.45% | 2.94% | 1.33% | 6.91% |
| Thailand | 1,613 | 2,157 | 4,786 | 3,036 |
| % share | 0.03% | 0.05% | 0.10% | 0.05% |
| %yoy | -16.38% | 33.73% | 121.88% | -36.56% |

หมายเหตุ * คำนวณจากข้อมูลของอัตราการขยายตัวของการส่งออกจากประเทศที่มีข้อมูลในปี ค.ศ. 2017

ที่มา: Trade Map.

ในภาคการต่างประเทศ ญี่ปุ่นเป็นประเทศที่ส่วนแบ่งในตลาดโลกสูงที่สุดในปี ค.ศ. 2017 คิดเป็นร้อยละ 36.75 ตามด้วยเยอรมนี (ร้อยละ 13.71) และสหรัฐอเมริกา (ร้อยละ 5.04%) ตามลำดับ ในขณะที่สิงคโปร์ มาเลเซีย และไทยต่างมีส่วนแบ่งในตลาดโลกไม่ถึงร้อยละ 1 ซึ่งสอดคล้องกับตำแหน่งในห่วงโซ่มูลค่าของประเทศทั้งสามที่ทำหน้าที่ SI เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ ญี่ปุ่นยังประเทศที่การเติบโตของยอดส่งออกหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่อัตรามากกว่าร้อยละ 30 อย่างต่อเนื่อง สิงคโปร์ยังได้รับการลงทุนจากต่างประเทศในระดับสูงอย่างต่อเนื่องและมีสัดส่วนของการลงทุนจากต่างประเทศต่อ GDP สูงที่สุด ในขณะที่ไทยมีเสถียรภาพระหว่างประเทศสูงที่สุดเมื่อพิจารณาจากดัชนีชี้เดินสะพัดที่อยู่ในระดับสูง และขนาดของทุนสำรองระหว่างประเทศสูงกว่าห้าประเทศทั้งระยะสั้นและระยะยาว ในขณะที่ประเทศพัฒนาแล้วเช่นสหรัฐอเมริกาและเยอรมนีมีทุนสำรองระหว่างประเทศน้อยมากเมื่อเทียบกับห้าประเทศ ซึ่งสะท้อนถึงความน่าเชื่อถือของประเทศเหล่านี้ในตลาดการเงิน ระดับหนี้ครัวเรือนของไทย สิงคโปร์ และมาเลเซียอยู่ในระดับที่สูงซึ่งอาจจะมีผลต่ออัตราขยายตัวของการบริโภคในอนาคต

ตลาดทุนในประเทศเอเชียยกเว้นจีนที่ยังมีนโยบายการควบคุมการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ยังคงได้รับความสนใจจากนักลงทุนท่ามกลางสภาวะดอกเบี้ยที่ต่ำหรือนโยบายการเงินที่ผ่อนคลายของธนาคารกลางของประเทศต่าง ๆ จากตารางที่ 11 จะเห็นได้ว่าอัตราดอกเบี้ยของสหรัฐอเมริกาและมาเลเซียได้ปรับตัวสูงขึ้นตามอัตราเงินเฟ้อแล้ว ในปัจจุบัน นโยบายอัตราดอกเบี้ยของสหรัฐอเมริกามีผลต่อการกำหนดดอกเบี้ยนโยบายของประเทศต่าง ๆ น้อยลง เมื่อพิจารณาถึงอัตราแลกเปลี่ยนพบว่า อัตราแลกเปลี่ยนของไทยมีการแข็งค่าขึ้นมากที่สุดซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแข่งขันด้านการส่งออก ห้าที่สุดตลาดแรงงานของประเทศเหล่านี้ส่วนใหญ่อยู่สถานะที่ดี

ในภาพรวมสถานการณ์ด้านเศรษฐกิจมหภาคของไทย ประเทศคู่ค้า และประเทศคู่แข่งยังอยู่ในเกณฑ์ดีทั้งในแง่ของการเติบโตและเสถียรภาพ และในแง่ภายในประเทศและระหว่างประเทศ โดยประเทศต่างๆกำลังเริ่มฟื้นตัว โดยจะต้องจับตามองสถานการณ์ในไทย สหรัฐอเมริกา และมาเลเซีย ดังนั้นอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์น่าจะได้รับผลประโยชน์จากการที่เศรษฐกิจฟื้นตัวซึ่งส่งผลให้มีความต้องการลงทุนในอนาคต

การเมือง

นโยบายของภาครัฐมีความสำคัญอย่างยิ่งในการกำหนดทิศทางของการพัฒนาประเทศซึ่งครอบคลุมถึงนโยบายทางด้านการพัฒนาอุตสาหกรรมและนโยบายที่เกี่ยวข้องด้วย ความมั่นคงทางการเมืองจะทำให้นโยบายของประเทศไม่เปลี่ยนแปลงบ่อยซึ่งทำให้เกิดความไม่แน่นอนและความเสี่ยงกับต่อนักลงทุนในประเทศ

และนักลงทุนต่างประเทศ สำหรับประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และเยอรมนี จะเปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วมและแสดงความคิดเห็นทางการเมือง มีเสถียรภาพทางเมือง สามารถดำเนินนโยบายและให้บริการต่อประชาชนได้เป็นอย่างดี มีความสามารถในการดำเนินนโยบายที่สนับสนุนการทำธุรกิจ มีการบังคับใช้กฎหมาย และสามารถควบคุมคอร์รัปชันได้ (ดูตารางที่ 13) ซึ่งจะช่วยให้อุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ในประเทศเหล่านี้พร้อมที่จะลงทุน และสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรม ในกรณีของสิงคโปร์จะเป็นกรณีพิเศษ ที่ภาครัฐไม่เปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นเท่าที่ควรซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการสร้างนวัตกรรม ในขณะที่สหรัฐอเมริกาและเยอรมนีมีความเสี่ยงจากการก่อการร้าย

ในกลุ่มของประเทศกำลังพัฒนา สถานการณ์ทางการเมืองของมาเลเซียดีกว่าไทยและจีน สถานการณ์ทางการเมืองของไทยทำให้ประชาชนมีสิทธิในการแสดงความคิดเห็นน้อยลงและสถานการณ์ทางการเมืองที่กำลังจะอยู่ในระยะเปลี่ยนถ่าย ไทยมีปัญหาเรื่องการให้บริการของภาครัฐ ไม่สามารถดำเนินนโยบายอย่างจริงจัง มีปัญหาในเรื่องการบังคับใช้กฎหมายและควบคุมคอร์รัปชัน ซึ่งจีนก็ได้อันดับไม่ดีเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ระบบการปกครองของจีนได้สร้างเสถียรภาพทางการเมืองเป็นอย่างดี ดังนั้นอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ของไทยน่าจะอยู่ในภาวะที่เสียเปรียบและมีความไม่แน่นอนมากที่สุด ซึ่งจะกระทบต่อความสามารถในการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่องในระยะยาว

ตารางที่ 13 : ผลการจัดอันดับด้านการเมือง การปกครอง โดย The Worldwide Governance Indicators (WGI) Project โดยธนาคารโลก ปี ค.ศ. 2016 ของไทย ประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญ สำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์

| ตัวชี้วัดด้านการเมืองและการปกครอง | จากทั้งหมด (ประเทศ) | อันดับที่ได้ | | | | | | |
|--|---------------------|--------------|---------|---------|-----|--------------|----------|----------|
| | | ไทย | ญี่ปุ่น | เยอรมนี | จีน | สหรัฐอเมริกา | สิงคโปร์ | มาเลเซีย |
| Voice and Accountability ¹ | 204 | 162 | 46 | 12 | 190 | 33 | 129 | 137 |
| Political Stability and Absence of Violence/Terrorism ² | 211 | 178 | 30 | 62 | 154 | 88 | 2 | 106 |
| Government Effectiveness ³ | 209 | 71 | 10 | 13 | 68 | 19 | 1 | 51 |
| Regulatory Quality ⁴ | 209 | 84 | 21 | 9 | 117 | 18 | 1 | 52 |
| Rule of Law ⁵ | 209 | 94 | 25 | 19 | 113 | 17 | 9 | 61 |
| Control of Corruption ⁶ | 209 | 124 | 20 | 14 | 107 | 22 | 7 | 81 |

หมายเหตุ:

¹ Reflects perceptions of the extent to which a country's citizens are able to participate in selecting their government, as well as freedom of expression, freedom of association, and a free media.

² Political Stability and Absence of Violence/Terrorism measures perceptions of the likelihood of political instability and/or politically-motivated violence, including terrorism.

³ Reflects perceptions of the quality of public services, the quality of the civil service and the degree of its independence from political pressures, the quality of policy formulation and implementation, and the credibility of the government's commitment to such policies.

⁴ Reflects perceptions of the ability of the government to formulate and implement sound policies and regulations that permit and promote private sector development.

⁵ Reflects perceptions of the extent to which agents have confidence in and abide by the rules of society, and in particular the quality of contract enforcement, property rights, the police, and the courts, as well as the likelihood of crime and violence.

สังคม

สถานการณ์ทางด้านสังคมที่มีส่งผลต่ออุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์คือ โครงสร้างประชากรและอัตราการว่างงาน โครงสร้างประชากรจะเป็นตัวชี้วัดถึงความจำเป็นที่ต้องนำระบบอัตโนมัติมาใช้ประเทศที่กำลังเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุจะมีอัตราการการเกิดต่ำและอัตราการตายลดลงอย่างต่อเนื่องทำให้จำนวนประชากรในวัยทำงานน้อยลง จำนวนผู้สูงอายุมีมากขึ้น และค่าจ้างแรงงานสูงขึ้น ดังนั้นจึงมีความต้องการที่จะใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มากขึ้น ในขณะที่อัตราการว่างงานจะสะท้อนถึงสถานการณ์ของตลาดแรงงานว่ามีการขาดแคลนแรงงานหรือไม่ อัตราการว่างงานที่ต่ำแสดงว่าประเทศนั้นมีแรงงานที่ว่างงานน้อยและจำเป็นต้องใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มากยิ่งขึ้น ดังนั้นการใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์จะเกิดผลกระทบทางลบกับประเทศเหล่านี้น้อย

จากตารางที่ 14 พบว่า ญี่ปุ่นและเยอรมนีเป็นประเทศที่มีค่าอายุมัธยฐานสูงที่สุดที่ 46.9 และ 46.8 ปีตามลำดับ ตามด้วยสหรัฐอเมริกา ไทย และจีน ดังนั้นประเทศที่พัฒนาแล้วจึงให้ความสำคัญกับสังคมผู้สูงอายุมากและต้องรับเอาระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มาใช้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ในขณะที่ไทยและจีนมีนโยบายการควบคุมการเพิ่มประชากรที่มีประสิทธิผลมากส่งผลให้ทั้งสองประเทศเป็นประเทศกำลังพัฒนาที่เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้องเริ่มนำระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มาใช้เช่นกัน ในกรณีของสิงคโปร์ การใช้เทคโนโลยีนี้มาจากค่าแรงที่แพงเป็นสำคัญ

เมื่อมีการนำระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มาใช้แล้ว ควรมีการประเมินถึงผลกระทบที่เกิดจากการทดแทนแรงงานที่เกิดจากระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ สหรัฐอเมริกา เยอรมนี จีน และญี่ปุ่นน่าจะได้รับผลกระทบมากกว่าไทยและสิงคโปร์ซึ่งมีอัตราการว่างงานที่ต่ำกว่า ในกรณีของไทย ที่ผ่านมามีใช้แรงงานจากประเทศเพื่อนบ้านในการแก้ไขการขาดแคลนแรงงานในบางสาขาอยู่แล้ว ดังนั้นถ้าหากที่การใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ในสาขาเหล่านี้ก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อคนไทยมากนัก ซึ่งทำให้ไทยอยู่ในสถานะที่ได้เปรียบสำหรับอุตสาหกรรมนี้

ตารางที่ 14 : อายุมัธยฐานของประชากรและอัตราการว่างงานของไทย ประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ (ปี พ.ศ. 2559)

| ข้อมูลทางด้านสังคม | หน่วย | ไทย | ญี่ปุ่น | เยอรมนี | จีน | สหรัฐอเมริกา | สิงคโปร์ | มาเลเซีย |
|--------------------|---------------------|------|---------|---------|------|--------------|----------|----------|
| อายุมัธยฐาน | ปี | 37.2 | 46.9 | 46.8 | 37.1 | 37.9 | 34.3 | 28.2 |
| อัตราการว่างงาน | % ต่อกำลังแรงงานรวม | 0.99 | 3.10 | 4.13 | 4.02 | 4.87 | 2.10 | 3.40 |

ที่มา: CIA World Factbook (2017-01-17) และ IMD

เมื่อพิจารณาถึงความเหลื่อมล้ำทางด้านรายได้โดยอาศัยข้อมูล GINI Index ล่าสุดของแต่ละประเทศจากฐานข้อมูลของธนาคารโลกพบว่า ประเทศที่มีความเหลื่อมล้ำทางรายได้ที่สูงกว่า 40 เช่น สหรัฐอเมริกา (41.5 ในปี ค.ศ. 2016) จีน (42.2 ในปี ค.ศ. 2012) และมาเลเซีย (46 ในปี ค.ศ. 2008) น่าจะได้รับผลกระทบจากการนำเทคโนโลยีทางด้านระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มาใช้มากกว่าประเทศที่เหลือน้อย เนื่องจากคนที่มีรายได้น้อยจะมีโอกาสในการปรับตัวน้อยกว่า ค่า GINI Index ของไทยอยู่ที่ 37.8 ซึ่งมีระดับต่ำกว่าไม่มาก ดังนั้นแม้ไทยจะมีความได้เปรียบเรื่องตลาดแรงงาน แต่ควรติดตามแก้ไขเรื่องความเหลื่อมล้ำทางรายได้ด้วย

สิ่งแวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) เป็นประเด็นทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้รับความสนใจมากที่สุดในปัจจุบัน โดยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเช่น CO₂ มีผลโดยตรงต่อการเพิ่มปัญหาทางด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จีน สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เป็นประเทศที่มีการปล่อยก๊าซ CO₂ เป็นปริมาณมากที่สุด 3 อันดับแรก (ดูตารางที่ 15) ในขณะที่ไทยปล่อยก๊าซ CO₂ เป็นปริมาณที่มากกว่าสิงคโปร์และมาเลเซีย จีน ญี่ปุ่น และเยอรมนีมีความพยายามที่จะลดการปล่อยก๊าซ CO₂ ในขณะที่ไทยและสิงคโปร์มีการปล่อยก๊าซนี้เพิ่มมากขึ้นมากที่สุด

การปล่อยก๊าซ CO₂ ไม่น่าจะมีผลกระทบโดยตรงต่อความสามารถในการแข่งขันของประเทศต่างๆ โดยตรง แต่มาตรการที่จะใช้ควบคุมการปล่อยก๊าซ CO₂ อาจส่งผลกระทบต่อต้นทุนของอุตสาหกรรมนี้โดยทางอ้อมทำให้จีน ญี่ปุ่นและเยอรมนีอาจมีความเสียเปรียบในด้านนี้

ตารางที่ 15 : ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO₂ ของไทย ประเทศคู่ค้าและคู่แข่งที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ (ปี ค.ศ. 2011-2015)

| (ล้านเมตริกตัน) | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | เฉลี่ย 5 ปี |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|
| การปล่อย CO ₂ ของไทย | 287.2 | 292.09 | 317 | 315.5 | 316.47 | 305.65 |
| % การเปลี่ยนแปลง | | 1.70% | 8.53% | -0.47% | 0.31% | 2.52% |
| การปล่อย CO ₂ ของญี่ปุ่น | 1,194.48 | 1,251.86 | 1,183.31 | 1,156.69 | 1,125.75 | 1,182.42 |
| % การเปลี่ยนแปลง | | 4.80% | -5.48% | -2.25% | -2.67% | -1.40% |
| การปล่อย CO ₂ ของเยอรมนี | 778.71 | 786.62 | 770.15 | 740.65 | 742.52 | 763.73 |
| % การเปลี่ยนแปลง | | 1.02% | -2.09% | -3.83% | 0.25% | -1.16% |
| การปล่อย CO ₂ ของจีน | 8,950.15 | 9,222.33 | 9,155.12 | 9,013.80 | 8,865.94 | 9,041.47 |
| % การเปลี่ยนแปลง | | 3.04% | -0.73% | -1.54% | -1.64% | -0.22% |
| การปล่อย CO ₂ ของสหรัฐอเมริกา | 5,483.34 | 5,274.52 | 5,368.86 | 5,416.96 | 5,268.51 | 5,362.44 |
| % การเปลี่ยนแปลง | | -3.81% | 1.79% | 0.90% | -2.74% | -0.97% |
| การปล่อย CO ₂ ของสิงคโปร์ | 205.6 | 208.92 | 211.23 | 224.08 | 231.11 | 216.19 |
| % การเปลี่ยนแปลง | | 1.62% | 1.11% | 6.08% | 3.14% | 2.99% |
| การปล่อย CO ₂ ของมาเลเซีย | 194.03 | 200.48 | 212.03 | 221.75 | 204.62 | 206.58 |
| % การเปลี่ยนแปลง | | 3.32% | 5.76% | 4.58% | -7.73% | 1.49% |

ที่มา: U.S. Energy Information Administration (EIA)

แนวโน้มของโลกในอนาคต

แนวโน้มในอนาคตที่จะมีผลต่ออุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์จะมีทั้งแนวโน้มทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยี การเปิดเสรีทางการค้าและการลงทุนทำให้เกิดการแข่งขันทางธุรกิจมากยิ่งขึ้น ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์จะทำให้ประเทศที่มีค่าแรงสูงสามารถแข่งขันได้กับประเทศที่มีค่าแรงถูกได้อีกครั้ง โดยอาศัยระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานและสามารถทำงานได้ตลอดเวลา โครงสร้าง นอกจากนี้อุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ยังเป็นอุตสาหกรรมสนับสนุนของอุตสาหกรรมอื่นๆที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าและการให้บริการ สำหรับแนวโน้มทางด้านสังคม การเข้าสู่สังคม

ผู้สูงอายุจะทำให้เกิดความต้องการใช้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มากขึ้น โดยจะใช้ทดแทนแรงงานที่ขาดหายไป ทั้งในด้านการเกษตร อุตสาหกรรม และบริการซึ่งครอบคลุมถึงการดูแลผู้สูงอายุด้วย โดยที่หุ่นยนต์ในภาคบริการจะมีบทบาทมากขึ้นเรื่อยๆทั้งทางด้าน Professional Services (เช่น โลจิสติกส์และการแพทย์) Consumer Services และ Transportation และจะมีจำนวนมากกว่าหุ่นยนต์ในภาคบริการในอนาคต

ในด้านของทิศทางการพัฒนาหุ่นยนต์ Robotics 2020 Multi-Annual Roadmap for Robotics in Europe ได้ระบุกลุ่มของเทคโนโลยีทางด้านหุ่นยนต์ที่ต้องพัฒนาในอนาคตได้แก่ 1) Systems Development เพื่อพัฒนาระบบและเครื่องมือต่างๆให้ดีขึ้น 2) Human Robot Interaction เพื่อให้การทำงานร่วมกันระหว่างคนและหุ่นยนต์มีประสิทธิภาพและปลอดภัยมากขึ้น 3) Mechatronics เพื่อยกระดับกลไกการทำงานและเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ให้ใกล้เคียงกับคนมากขึ้น และ 4) Perception, Navigation and Cognition เพื่อพัฒนาการทำงาน การรับรู้ และการตัดสินใจของหุ่นยนต์ได้ดียิ่งขึ้น

เทคโนโลยีอื่น ๆ ที่จะมีผลต่ออุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์คือ Internet of Things (IoT) AI Energy Storage Quantum Technology และ Advanced Materials เทคโนโลยี IoT จะช่วยให้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์สามารถสื่อสารกันและทำงานร่วมกันได้พร้อมสามารถตัดสินใจได้ด้วยตัวเอง ซึ่งเป็นการพัฒนาในทิศทางของ Industry 4.0 นั่นเอง เทคโนโลยีด้าน IoT AI และ Quantum Technology โดยเฉพาะด้าน Quantum Computing จะช่วยให้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มีความสามารถในการทำงานที่ซับซ้อนได้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากเครื่องจักรเหล่านี้สามารถที่จะเรียนรู้การทำงานได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้นและความสามารถในการทำงานที่หลากหลายมากขึ้น เทคโนโลยีด้าน Energy Storage จะทำให้ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มีความยืดหยุ่นในการทำงานมากขึ้น หุ่นยนต์สามารถที่จะมีพื้นที่ทำการมากขึ้นและมีพลังในการทำงานมากขึ้น

ในภาพรวม เทคโนโลยีใหม่ๆจะช่วยทำให้อุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มีการพัฒนามากขึ้น ประเทศที่เป็นเจ้าของเทคโนโลยี เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เยอรมนี และรวมถึงจีนในอนาคตอันใกล้จะได้เปรียบในการนำเทคโนโลยีใหม่ๆเหล่านี้มาใช้กับอุตสาหกรรมระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ ในขณะที่สิงคโปร์ มาเลเซีย และไทยต้องเร่งพัฒนาตัวเองในด้านการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมของตัวเองให้เร็วที่สุด