

บท script บรรยาย วิชา 01999213 บทที่ 2 ช่วงที่ 3

ในช่วงที่ 3 นี้ เป็นเรื่องวิวัฒนาการของเทคโนโลยี ซึ่งจะมีเนื้อหาเกี่ยวกับประวัติศาสตร์แทรกเข้ามา เพื่อให้เข้าใจว่าเทคโนโลยีและวิทยาการต่างๆ ที่เกิดขึ้นมีผลกระทบต่อสังคม และสังคมก็มีอิทธิพลต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยีและวิทยาการ

โดยทั่วไป นิสิตมักไม่ชอบเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ และดูว่าไม่มีประโยชน์ต่อชีวิตของเรา ในสไลด์ที่ 2 จึงขอยกคำกล่าวของ Johann Wolfgang von Goethe (ค.ศ.1749 – 1832) ซึ่งเป็นคนเยอรมันที่มีชื่อเสียงมาก เป็นที่ยกย่องว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์ นักปรัชญา มีความรู้ในหลายศาสตร์ ที่ครูอ่านพบเจอใน facebook เพจ Suvinai Pornavalai 25 กรกฎาคม 2019 ความว่า “ผู้ที่ไม่สามารถเชื่อมโยงตัวเองเข้ากับประวัติศาสตร์ในรอบสามพันปีได้ ผู้นั้นจะต้องหาเข้ากินค่าตลอดไป” ให้ไว้เป็นแรงบันดาลใจในการค้นหาความก้าวหน้าในชีวิตที่จะนำไปสู่ความมั่งคั่งทางทรัพย์สิน (และการตอบข้อสอบด้วย)

สไลด์ที่ 3 วิวัฒนาการของเทคโนโลยี หมายถึง ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบหรือเครื่องมือที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับอย่างต่อเนื่อง โดยอัตราของวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีนั้นขึ้นอยู่กับ (สไลด์ที่ 5)

1. ธรรมชาติของเทคโนโลยี (Nature of technology) ความซับซ้อนของเทคโนโลยี มักจะทำให้เทคโนโลยีพัฒนาได้เร็ว ดังเช่น โทรศัพท์มือถือในปัจจุบัน ที่มีการออกรุ่นใหม่ๆ มาด้วยการทำงานและประสิทธิภาพที่เหนือกว่ารุ่นเดิมๆ ในระยะเวลาไม่นาน

2. ขั้นตอนของการพัฒนา (Stage of development) เทคโนโลยีที่เป็นแม่แบบ (Prototype) จะมีการพัฒนาเร็วกว่า เทคโนโลยีในปัจจุบัน

3. ปัจจัยภายนอก (External environment) (สไลด์ที่ 3) อันเป็นอิทธิพลมาจาก “**STEP**” ได้แก่

1. สังคม (Social)
2. เทคโนโลยี (Technology)
3. เศรษฐกิจ (Economic)
4. การเมือง (Politic)

ตัวอย่างเช่น ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านอวกาศ เป็นผลมาจากทางการเมืองโลก ซึ่งในอดีตยุคสงครามเย็น มีการแข่งขันทางการเมืองของ 2 ค่ายมหาอำนาจ คือค่ายเสรีประชาธิปไตย อันมีประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นผู้นำ และค่ายคอมมิวนิสต์ที่มีประเทศสหภาพโซเวียตเป็นผู้นำ ทั้งสองค่ายมหาอำนาจมีการแข่งขันกันในทุกด้าน ซึ่งหนึ่งในนั้น คือ การพิชิตอวกาศ เทคโนโลยีด้านอวกาศจึงมีความก้าวหน้านับแต่นั้นมา

หรือตัวอย่างในปัจจุบัน ที่มีการระบาดของโรคการติดเชื้อโควิด-19 ทำให้สังคมทุกประเทศกดดันให้เกิดการค้นคว้าสร้างวัคซีนขึ้นมาเพื่อป้องกันโรคให้ได้

เอกสารที่ 1 เป็น Mind map ที่สรุปวิวัฒนาการความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของมนุษยชาติ ให้นิสิตทำการศึกษา การแบ่งยุคในช่วงแรก ๆ จะเป็นไปตามการค้นพบวัสดุที่มีบทบาทในการดำรงชีวิต ยุคแรก ๆ เป็นยุคหิน ที่มีการใช้หินกะเทาะให้มีความคมทำเป็นหอก ขวาน (รูปในสไลด์ที่ 6)

ถัดจากนั้น มนุษยชาติค้นพบโลหะผสมที่ชื่อว่า สำริด หรือ สัมฤทธิ์ จากการหลอมทองแดงในสัดส่วนที่มากกว่าเข้ากับดีบุก มีความแข็งที่ขึ้นรูปเป็นภาชนะเครื่องใช้ต่าง ๆ และอาวุธได้ จึงมีการใช้อย่างแพร่หลายและเข้าสู่ยุคทองสัมฤทธิ์ ในดินแดนสุวรรณภูมิและทางตอนใต้ของประเทศจีนปัจจุบัน เดิมเป็นถิ่นที่อยู่ของชาวไต ซึ่งมีความรู้ทางโลหะผสมสำริดน้อยอย่างมาก มีการสร้างกลองมโหระทึกด้วยโลหะสำริดเพื่อใช้ในพิธีกรรมทางศาสนา ซึ่งมีการขุดค้นพบกลองเหล่านี้กระจายอยู่ทั่วไปในแถบดินแดนดังกล่าว

ต่อมาเมื่อมนุษยชาติค้นพบโลหะชนิดใหม่คือ เหล็ก ก็ก้าวเข้าสู่ยุคใหม่คือ ยุคเหล็ก ชาวจีนมีความสามารถในการพัฒนาการเทคโนโลยีโลหะเหล็กนี้ คิดค้นเตาถลุงเหล็กแบบที่เรียกว่า Blast furnace (รูปในสไลด์ที่ 7) เหล็กมีความแข็งกว่าสำริด จึงสร้างเป็นอาวุธที่มีประสิทธิภาพดีกว่า เสนีย์อนุชิต ถาวรเศรษฐ นักค้นคว้าประวัติศาสตร์ท่านหนึ่งได้ให้ความเห็นว่า การที่ชาวไตต้องละทิ้งถิ่นฐานเดิมทางตอนใต้ของประเทศจีนปัจจุบันลงมาสู่ดินแดนประเทศไทยในปัจจุบัน เพราะพ่ายแพ้สงครามต่อชาวจีนที่มีอาวุธที่ทำจากเหล็ก ขณะที่ชาวไตไม่มีแหล่งแร่เหล็กและยังใช้อาวุธที่ทำจากสำริด

การใช้เหล็กดำเนินเรื่อยมา ผ่านยุคกรีก โรมัน ในยุครุ่งโรจน์ของจักรวรรดิโรมัน ได้ขยายอาณาเขตไปอย่างกว้างขวาง ดังรูปในสไลด์ที่ 8 ครอบคลุมตะวันออกกลาง แอฟริกาตอนเหนือ และครึ่งหนึ่งของเกาะอังกฤษ ถึงขนาดภายหลังมีการแบ่งเป็น 2 อาณาจักร คือ โรมันตะวันตก ซึ่งมีศูนย์กลางการปกครองอยู่ที่กรุงโรม และ โรมันตะวันออก ที่มีศูนย์กลางการปกครองอยู่ที่กรุงคอนสแตนติโนเปิล หรือ กรุงอิสตันบูลในปัจจุบัน อาณาจักรโรมันตะวันตก ล่มสลายลงก่อนในปี ค.ศ. 476 นักประวัติศาสตร์ถือจุดนี้เป็นหมุดหมายเข้าสู่ยุคกลางของยุโรปตะวันตก ส่วนอาณาจักรโรมันตะวันออก ยังคงดำรงอยู่และในภายหลังเรียกชื่อว่า อาณาจักรไบแซนไทน์ (Byzantine) จนถึงปี ค.ศ. 1453 จึงล่มสลายลงจากการรุกรานของมุสลิมเติร์ก ซึ่งได้ก่อตั้งอาณาจักรออตโตมัน (Ottoman Empire) ขึ้นมาแทน (รูปสไลด์ที่ 12)

ในยุคกลางของยุโรปตะวันตก ความก้าวหน้าทางวิทยาการต่าง ๆ ไม่ค่อยมีมากนัก เนื่องจากสังคมในยุคนั้นตกอยู่ภายใต้การครอบงำของคริสต์ศาสนจักร ที่ไม่ยอมให้มีความเห็นต่างจากการชี้แนะของศาสนจักร ซึ่งจุดเริ่มต้นเกิดขึ้นภายหลัง จักรพรรดิชาร์เลอมาญ (Charlemagne The great) ผู้ก่อตั้งอาณาจักรโรมันอันศักดิ์สิทธิ์ (Holy Roman Empire) และประกอบพระราชพิธีราชาภิเษกโดยได้รับการรับรองจากพระสันตะปาปาลีโอที่ 3 เป็นการยอมรับอำนาจของศาสนจักร จึงเกิดการผนวกศาสนาเข้ากับการเมืองการปกครอง เป็นจุด

เริ่มที่บังคับให้ประชาชนนับถือและเชื่อในศาสนจักร ทรัพย์ ที่ดิน และผู้คนถูกกำหนดสู่ศาสนจักรกรุงโรมเพื่อเสริมสร้างความมั่นคงทางการเมืองและความชอบธรรมแก่กษัตริย์ในยุโรป

ปี ค.ศ. 1095 พระสันตะปาปาเออร์บันที่ 2 ได้ประกาศสงครามครูเสดครั้งแรกต่อโลกอิสลาม สงครามได้ดำเนินขึ้น 6 ครั้งตลอดระยะเวลาเกือบ 200 ปี ซึ่งสร้างผลกระทบอย่างรุนแรงต่อประชาชนทุกระดับตั้งแต่ขุนนาง พ่อค้า ประชาชน ถูกเก็บภาษีอย่างหนักเพื่อสนับสนุนสงคราม และมีสงครามครั้งหนึ่งที่แทนที่จะมุ่งสู่สงครามในตะวันออกกลาง กลับเข้าปล้นสดมภ์อาณาจักร โบแซนไทน์ จนส่งผลให้อาณาจักรนี้อ่อนแอลง (รูปสไลด์ที่ 9 แสดงถึงดินแดนของอาณาจักรโบแซนไทน์ ที่เหลือน้อยลงจากการถูกคุกคามจากโลกอิสลาม) จนในที่สุดก็เสียแก่มุสลิมเติร์กในภายหลัง แต่สงครามครูเสดนี้ก็มีส่วนที่ทำให้เกิดการถ่ายทอดวิทยาการจากโลกตะวันออกสู่โลกตะวันตก

ในช่วงเวลาเดียวกันกับยุคกลางนั้น ทางโลกตะวันออกมีการพัฒนาทางวิทยาการอย่างก้าวหน้า อารยธรรมอิสลามที่ก่อตัวในคาบสมุทรอาระเบียได้แผ่ขยายอิทธิพลครอบคลุมตะวันออกกลาง แอฟริกาตอนเหนือ และรุกเข้าสู่ทวีปยุโรปทางคาบสมุทรไอบีเรียหรือดินแดนที่เป็นประเทศสเปนและโปรตุเกสในปัจจุบัน และได้ครอบครองดินแดนแถบนี้ไว้เป็นเวลาหลายร้อยปี (รูปสไลด์ที่ 10) โลกอิสลามได้ต่อยอดอารยธรรมกรีก-โรมันที่ได้รับมา และการขยายอิทธิพลด้วยการทำสงครามเข้าสู่ชายแดนจีนด้านตะวันตกและอินเดีย ก็ทำให้ได้วิทยาการจากชนชาติเหล่านั้นด้วย และได้พัฒนาจนก้าวหน้า จนถึงได้ว่าเป็นยุคทองศิลปวิทยาของโลกอิสลาม และทางจีนก็มีความก้าวหน้าต่าง ๆ ดังรายละเอียดในเอกสารที่ 1 ต่อมาเกิดการก้าวขึ้นมาที่มีอำนาจเหนือดินแดนยูเรเชียของจักรวรรดิมองโกลจากการทำสงคราม (รูปสไลด์ที่ 11) เป็นอีกเหตุหนึ่งที่ทำให้วิทยาการทางตะวันออกหลังไหลมาสู่ตะวันตก

ตัวอย่างวิทยาการที่มีการพัฒนาในยุคกลาง เช่น กระจก ซึ่งได้พัฒนาการผลิตจนได้กระจกที่ใส มีการทำแว่นสายตาในศตวรรษที่ 13 ทำให้ช่างฝีมือสามารถทำงานได้นานขึ้น อำนาจให้เกิดการพัฒนาทักษะความชำนาญให้สูงขึ้น ซึ่งเป็นจุดเริ่มของการปฏิวัติการเรียนรู้และส่งต่อความรู้วิทยาการที่จำเป็นต่อการปฏิวัติอุตสาหกรรม ในศตวรรษที่ 18 ที่ประเทศอังกฤษ

เมื่ออาณาจักรโบแซนไทน์ล่มสลายลง ผู้คนได้อพยพหนีภัยเข้าสู่ยุโรปตะวันตก พร้อมกับนำวิทยาการที่สั่งสมมาตั้งแต่ยุคกรีก-โรมันเข้ามาด้วย ยุโรปตะวันตกได้พลิกฟื้นเข้าสู่ยุคใหม่ที่เรียกว่า ยุคฟื้นฟูศิลปวิทยาการ (Renaissance) ในยุคนี้เกิดการแสวงหาและล่าอาณานิคมเกิดขึ้น โดยได้แรงบันดาลใจจากบันทึกของมารโคโพล นักแสวงโชคชาวอิตาลี ที่ได้เดินทางเข้าสู่อาณาจักรจีนในสมัยราชวงศ์หยวนโดยเส้นทางสายไหมและได้บรรยายความมั่งคั่งของโลกตะวันออก จึงกระตุ้นให้เกิดการแสวงหาทางออกไปติดต่อกับชาวต่างชาติกับโลกภายนอก

2 ชาติแรกที่เริ่มบุกเบิกหาเส้นทางสู่โลกตะวันออก คือ สเปนและโปรตุเกส หลังจากขับไล่แขกมัวร์มุสลิม ออกจากคาบสมุทรไอบีเรียหมดสิ้นแล้ว ก็เริ่มต่อเรือสำเภาเดินทะเลขนาดใหญ่และเดินเรือไปล่าอาณานิคม ด้วยวิทยาการการต่อเรือและการเดินเรือที่ได้จากแขกมัวร์ มีการตั้งสถานีทางการค้าในดินแดนที่ยึดได้ เช่น มะละกา ในคาบสมุทรมาลายู ที่เคยเป็นดินแดนของอาณาจักรอยุธยาที่สูญเสียแก่โปรตุเกส

ภายหลังความเสื่อมของคริสตจักร ซึ่งเกิดการแตกแยกจนนำไปสู่การก่อกำเนิดนิกายใหม่ คือ นิกายโปร-เทสแตนท์ (Protestant) และนิกายใหม่นี้ก็นำไปสู่สงครามระหว่างชาติต่างๆ ในยุโรป และภายหลังสงคราม ก็เป็นจุดเริ่มต้นของการแยกศาสนาออกจากการเมืองการปกครอง จากนั้นการแข่งขันในการล่าอาณานิคม ของชาติต่างๆ ในยุโรปได้เริ่มต้นขึ้น โดยใช้เส้นทางทางทะเล ไม่ได้ใช้ทางบกตามเส้นทางสายไหม เพื่อหลีกเลี่ยงความขัดแย้งกับอาณาจักรออตโตมันและโลกอิสลาม ซึ่งในขณะนั้นยังมีความเข้มแข็งอยู่ (ในยุครุ่งเรือง อาณาจักรออตโตมัน มีดินแดนตั้งในรูปสไลด์ที่ 12) ซึ่งการล่าอาณานิคมนั้น ก็เพื่อแสวงหาทรัพยากรและความร่ำรวยกลับสู่บ้านเมืองชาติของตน

ในศตวรรษที่ 18 เกิดเหตุการณ์ที่สำคัญคือ การปฏิวัติอุตสาหกรรม เป็นการเปิดเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม มีการสร้างเครื่องจักรขึ้นมาเป็นครั้งแรก เป็นเครื่องจักรไอน้ำ ที่พัฒนาโดย James Watt (รูปสไลด์ที่ 13) ซึ่งเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นที่ประเทศอังกฤษเป็นแห่งแรก โดยมีปัจจัยที่เอื้ออำนวย คือ มีรัฐบาลที่มีเสถียรภาพ เศรษฐกิจเสรี เงินทุนและแรงงาน โดยที่ปัจจัยเหล่านี้ได้ถูกบ่มเพาะขึ้นก่อนหน้าี้ จากการปฏิวัติทางการเกษตร ที่ทำให้มีการผลิตอาหารเพียงพอจนผู้คนไม่อดอยาก ส่งผลต่อการเพิ่มของประชากร มีการก่อกำเนิดของตลาดเงินตลาดทุน (ตลาดหุ้นแห่งแรกของโลก) เพื่อระดมทุนให้ออกไปล่าอาณานิคม และเศรษฐกิจการค้าที่มีการขยายตัวอย่างมากจากการค้าระหว่างประเทศแม้กับดินแดนอาณานิคม ชนชั้นพ่อค้าจึงก้าวเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในสังคม (ดูรายละเอียดอื่น ๆ เพิ่มเติมในเอกสารที่ 1) และอินเดียกับฝ้าย เป็นตัวผลักดันสุดท้ายให้เกิดปฏิวัติอุตสาหกรรม

อินเดีย ซึ่งตกเป็นอาณานิคมของประเทศอังกฤษอย่างสมบูรณ์ในต้นศตวรรษที่ 19 เป็นแหล่งส่งออกสิ่งทอ ฝ้ายฝ้ายที่สำคัญ และเป็นที่ยอมรับในทั่วยุโรปด้วยคุณภาพที่ดีและราคาที่ถูก โดยที่อังกฤษซึ่งมีแหล่งปลูกฝ้ายที่ อาณานิคมอเมริกาผลิตมาแข่งขันไม่ได้ การคิดค้นเครื่องจักรมาใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ทำให้ฝ้ายทอ ของอังกฤษมีราคาที่ถูกกว่าและเข้าถึงผู้คนได้มากกว่า และเมื่อรวมกับการออกกฎหมายที่เอื้ออำนวยให้เกิด การล่มสลายของการผลิตสิ่งทอในระดับพื้นบ้านของอินเดีย ก็ทำให้อังกฤษได้ครอบครองตลาดอินเดีย ซึ่ง ในขณะนั้นถือว่ามีความสำคัญเป็นอันดับต้น ๆ ของโลกได้สำเร็จ อินเดียจึงกลายเป็นแหล่งระบาย สินค้าจากอังกฤษที่สำคัญและสร้างความมั่งคั่งกลับสู่ประเทศอังกฤษ

จากการปฏิวัติอุตสาหกรรมก็เกิดขึ้นตามมาในประเทศต่าง ๆ โดยมักเป็นรูปแบบเดียวกัน เริ่มจากอุตสาหกรรมสิ่งทอ ถ่านหิน และเหล็ก เนื่องจากเสื้อผ้าเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ที่ผลิตยากในยุคก่อน ๆ มีความต้อง

การสูงจิ่งเร่งการเจริญเติบโต เครื่องจักรซึ่งสร้างขึ้นจากเหล็กและต้องขับเคลื่อนด้วยพลังงาน จึงผลักดันให้อุตสาหกรรมพลังงาน ซึ่งในยุคนั้นใช้ถ่านหินและอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กต้องมีการพัฒนาให้สอดคล้องกับการปฏิวัติอุตสาหกรรมที่ดำเนินไป ต่อมาเครื่องจักรก็ถูกพัฒนาประยุกต์เข้าสู่การขนส่ง และมีการก่อกำเนิดอุตสาหกรรมใหม่ ๆ ตามมาในศตวรรษหลัง ๆ จนถึงปัจจุบัน (ดูรายละเอียดอื่น ๆ เพิ่มเติมในเอกสารที่ 1)

และจะเห็นว่าอุตสาหกรรมพลังงานและอุตสาหกรรมด้านวัสดุมักเกี่ยวข้องกับการปฏิวัติอุตสาหกรรมเสมอ ในยุคปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะใช้พลังงานสะอาดเป็นหลักในยุคอนาคต พลังงานรูปแบบใหม่จึงมีการคิดค้นและพัฒนาขึ้นมา เช่น พลังงานจากคลื่นทะเล พลังงานไฮโดรเจน เป็นต้น และทางวัสดุ ก็มีการค้นคว้าวัสดุใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพดีกว่าวัสดุที่เรารู้จัก เช่น กราฟีน (graphene) ดังในสไลด์ที่ 22-23 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ถึงกับระบุว่าประเทศไทยต้องก้าวตามให้ทันโลกในเทคโนโลยีที่มีการประยุกต์ใช้วัสดุชนิดนี้

(สไลด์ที่ 14) การปฏิวัติอุตสาหกรรมได้ดำเนินมาตลอดและแบ่งได้เป็นยุค ตั้งแต่ยุคแรกเริ่ม 1.0 มาถึงยุค 4.0 ในปัจจุบัน จากกระบวนการเปลี่ยนแปลงในวิธีการผลิตและระบบการผลิต ... อุตสาหกรรม 1.0 (INDUSTRY 1.0) ยุคเริ่มต้นของการปฏิวัติอุตสาหกรรม มีการใช้พลังงานจากเครื่องจักรไอน้ำเข้ามาทดแทนการใช้แรงงานคน หรือสัตว์ หรือพลังงานธรรมชาติจากน้ำ ... อุตสาหกรรม 2.0 (INDUSTRY 2.0) พลังงานไฟฟ้าก้าวเข้ามามีบทบาทในระบบการผลิต เปลี่ยนระบบการผลิตเป็นระบบโรงงาน เกิดการผลิตสินค้าคราวละมาก ๆ (Mass Production) สินค้ามีคุณภาพดี ราคาไม่แพง เกิดกระแสบริโภคนิยมไปทั่วโลก ... อุตสาหกรรม 3.0 (INDUSTRY 3.0) เป็นยุคที่ความเจริญก้าวหน้าทางอิเล็กทรอนิกส์สูงขึ้น คอมพิวเตอร์เริ่มเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน ในโรงงานต่าง ๆ เกิดสายการผลิตแบบอัตโนมัติขึ้น โดยการใช้เครื่องจักรอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ในการผลิตเข้าแทนที่แรงงานมนุษย์มากขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้นอีกระดับหนึ่ง โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิต ... อุตสาหกรรม 4.0 (INDUSTRY 4.0) ในยุคปัจจุบันเป็นการบูรณาการโลกของการผลิตเข้ากับระบบไซเบอร์-กายภาพ (cyber-physical system : CPS) ซึ่งเป็นระบบทางวิศวกรรมที่บูรณาการโลกกายภาพ (physical world) ที่ประกอบด้วยเครื่องจักร วัสดุ สภาพแวดล้อม หรือสิ่งต่าง ๆ ที่จับต้องได้ รวมทั้งมนุษย์ เข้ากับโลกไซเบอร์ (cyber world) หรือโลกดิจิทัล ด้วยการเชื่อมต่อทางเครือข่ายระบบคอมพิวเตอร์และการประมวลผลข้อมูลที่มีอยู่ นำไปสู่การสื่อสารแลกเปลี่ยน การคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินผลลัพธ์ และการบริหารจัดการในส่วนต่าง ๆ ซึ่งเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เป็นตัวช่วยหนึ่งที่ทำให้เกิดการเชื่อมต่อ (connectivity) การสื่อสาร (communication) และการนำข้อมูลจากโลกกายภาพไปสู่โลกไซเบอร์เพื่อประมวลผล (computing) วิเคราะห์ คำนวณ หรือตัดสินใจ แล้วส่งข้อมูลย้อนกลับมาควบคุมโลกกายภาพให้ขับเคลื่อนอีกทีอย่างเป็นอัตโนมัติ ดังนั้นเราจะสามารถเชื่อมความต้องการของผู้บริโภคแต่ละรายเข้ากับกระบวนการผลิตสินค้าได้

โดยตรง และจะสามารถผลิตสินค้าหลากหลายรูปแบบแตกต่างกันตามความต้องการเฉพาะของผู้บริโภคแต่ละราย (Mass Customization) ได้เป็นจำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว

(รูปสไลด์ที่ 15) เมื่อพิจารณาประวัติศาสตร์วิวัฒนาการธุรกิจที่ดำเนินไปภายใต้คลื่นนวัตกรรมที่เสนอโดยนักเศรษฐศาสตร์ ชื่อ Joseph Schumpeter (เป็นผู้ที่เสนอทฤษฎี “การทำลายล้างอย่างสร้างสรรค์ (creative destruction)” ในปี 1942) เริ่มตั้งแต่การปฏิวัติอุตสาหกรรมปี ค.ศ. 1785 นับเป็นคลื่นนวัตกรรมคลื่นลูกแรก กินเวลาราว 60 ปี เป็นช่วงเวลาที่ใช้พลังงานน้ำเป็นเครื่องมือในการผลิตกระดาษ สิ่งทอ และสินค้าเหล็ก ความก้าวหน้าของสิ่งทอทำให้เกิดโรงงานแห่งแรก และเมืองต่างๆ ก็ขยายตัวขึ้นโดยรอบ ... คลื่นลูกที่สองต่อมาตั้งแต่ราวปี ค.ศ. 1845-1900 ระยะเวลาราว 55 ปี เป็นยุคใช้พลังงานไอน้ำ ความก้าวหน้าการผลิตเหล็กกล้า และการเกิดขึ้นของการขนส่งระบบราง ซึ่งก็คือ รถไฟ ที่เกิดเป็นระบบโครงข่าย ได้เปลี่ยนโฉมหน้าของยุคสมัย ทั้งประชากรและการค้า มีการเกิดขึ้นและการขยายตัวของชุมชนเมืองตามมา ถึงขนาดว่าหุ้นของบริษัทรถไฟที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์นิวยอร์กคิดเป็น 60% ของมูลค่าหลักทรัพย์ตามราคาตลาดทั้งหมด... การคิดค้นเครื่องยนต์สันดาปภายใน การเกิดขึ้นของระบบส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าและใช้ไฟฟ้าให้แสงสว่าง และการขยายตัวของอุตสาหกรรมเคมี เป็นโฉมหน้าใหม่ของคลื่นนวัตกรรมลูกที่สามในระยะเวลาราว 50 ปีต่อมา (ค.ศ.1900-1950) Henry Ford เปิดตัวรถยนต์รุ่น Model T และสร้างระบบสายการผลิต ซึ่งเปลี่ยนรูปแบบการผลิตในระบบอุตสาหกรรม (Ford เป็นผู้ริเริ่มระบบการทำงาน 5 วันต่อสัปดาห์ 8 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งต่อมาได้รับการพิสูจน์ว่าเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของคนงานได้จริง ดีกว่าการใช้แรงงาน 6 วันต่อสัปดาห์และหลายๆ ชั่วโมงต่อวัน) รถยนต์มีความเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับการขยายตัวของมหานครในอเมริกา ... การขนส่งทางอากาศที่ขยายตัวเชื่อมโยงผู้คนทุกภูมิภาคเข้าหากัน การพึ่งพาแหล่งพลังงานจากน้ำมันและอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องกับปิโตรเคมี และบทบาทของเครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อชีวิตประจำวันของผู้คน เป็นโฉมหน้าของคลื่นนวัตกรรมลูกที่สี่ในระยะเวลาราว 40 ปี (ค.ศ.1950-1990) ... หลังจากทีอินเทอร์เน็ตเกิดขึ้นในช่วงต้นทศวรรษ 1990 ด้วยผู้ใช้งาน 2.3 ล้านคน มาเป็น 3.4 พันล้านคนในปี 2016 รวมถึงการพัฒนาโปรแกรมซอฟต์แวร์ต่างๆ ช่วยให้อุปสรรคในการสื่อสารได้รับการแก้ไข เชื่อมโยงการติดต่อสื่อสารของคนบนโลกเข้าด้วยกัน สื่อรูปแบบใหม่ (new media) จึงได้ถือกำเนิดขึ้น ซึ่งเปลี่ยนวาทกรรมทางการเมือง การนำเสนอข่าวสาร และการสื่อสาร เป็นขอบเขตแดนใหม่ของโลกาภิวัตน์ ที่ข้อมูลดิจิทัลไหลไปอย่างไร้พรมแดน พลิกโฉมสู่คลื่นนวัตกรรมลูกที่ห้าตั้งแต่ ค.ศ. 1990 เป็นต้นมา เป็นเวลาราว 30 ปี และใน ค.ศ. 2020 นี้โฉมหน้าคลื่นนวัตกรรมลูกที่หก กำลังจะก่อตัวขึ้นที่นำการเปลี่ยนแปลงมาสู่สังคมโลกด้วยเรื่องของ ปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence : AI) และ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) การใช้หุ่นยนต์และโดรน (drones) ด้วยความกังวลต่อปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่รุนแรงในปัจจุบันเร่งความต้องการ “เทคโนโลยีสะอาด (clean technology) ที่อาจนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงรูปแบบธุรกิจและการบริโภคในอนาคต

ซึ่งจะเห็นว่า วิทยาการที่ก้าวไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว ทำให้ช่วงอายุของแต่ละลูกคลื่นนวัตกรรมสั้นลงเรื่อยๆ นิสิตจึงควรพัฒนาความรู้และศักยภาพของตนเองให้ตามให้ทันการเปลี่ยนแปลงทั้งหลายให้ได้ เพื่อชีวิตที่เป็นสุขในทุกวันที่ผ่านไป

(รูปสไลด์ที่ 16) มีคำกล่าวของรัฐมนตรีท่านหนึ่งในอดีตว่า “ผู้ใดครองเทคโนโลยี ผู้นั้นครองเศรษฐกิจ ผู้ใดครองเทคโนโลยี ผู้นั้นครองอำนาจ” ดังนั้นประเทศใดไม่มีเทคโนโลยีเป็นของตนเองที่นำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ ก็มีโอกาสดกเป็นเบี้ยล่างของประเทศอื่นที่เจริญก้าวหน้ากว่านั้น ..

(สไลด์ที่ 17) ระบบนวัตกรรมแห่งชาติ เป็นแนวคิดที่ก่อกำเนิดมาจากทางสหภาพยุโรป และให้นิยามความหมายคำว่า “นวัตกรรม (innovation (มาจากรากศัพท์ภาษาละตินว่า “innovare” ที่มีความหมายว่า ทำสิ่งใหม่ขึ้นมา) ” ไว้ว่า “การปรับใช้ผลิตภัณฑ์ใหม่ กระบวนการผลิตใหม่ การตลาดหรือรูปแบบองค์กรใหม่ ที่ก่อให้เกิดผลลัพธ์เชิงมูลค่าในแง่ของผลประโยชน์ด้านการเงิน ชีวิตความเป็นอยู่ที่ดี และควมมีประสิทธิภาพเป็นต้น” ดังนั้นลักษณะสำคัญของนวัตกรรม คือ ต้องเป็นสิ่งใหม่(novelty) มีการนำไปใช้ (adoption) ก่อเกิดผลลัพธ์เชิงมูลค่า (outcome)

(สไลด์ที่ 18) สำหรับระบบนวัตกรรมประเทศไทย สำนักนวัตกรรมแห่งชาติ ได้ให้นิยามว่า “ผลลัพธ์การเชื่อมโยงของทรัพยากรของมนุษย์ ทุนทางการเงิน และโครงสร้างพื้นฐานรวมถึงการวิจัยและพัฒนา เพื่อก่อให้เกิด “ระบบนิเวศนวัตกรรม” นวัตกรรมที่กำเนิดขึ้นแบ่งได้เป็นประเภทต่างๆ ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์และบริการ ด้านกระบวนการ ด้านเทคโนโลยี และด้านสังคม

(สไลด์ที่ 19-21) เทคโนโลยีที่มีบทบาทต่อความเจริญก้าวหน้าในอนาคต ซึ่งประเทศมหาอำนาจที่พัฒนาแล้วต่างทุ่มเงินลงทุนลงในงานวิจัยและพัฒนาเป็นอย่างมาก คือ นาโนเทคโนโลยี (nanotechnology) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีประยุกต์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดการ การสร้าง สังเคราะห์วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กมากในระดับอนุภาคของอะตอมหรือโมเลกุล (0.1 นาโนเมตร ถึง 100 นาโนเมตร) โครงสร้างของวัสดุหรือสสารในระดับเล็กขนาดนี้จะมีคุณสมบัติที่พิเศษแตกต่างไปจากเดิม ทั้งในทางด้านฟิสิกส์ (เช่น การนำไฟฟ้า เป็นต้น) เคมี และชีวภาพ ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ใช้และเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ ซึ่งได้มีการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และช่วยนำไปสู่การค้นพบวัสดุใหม่ๆ ที่มีคุณสมบัติพิเศษกว่าเดิม ตัวอย่างเช่น กราฟีน (graphene) ที่เป็นองค์ประกอบในแบตเตอรี่ของโทรศัพท์มือถือบางรุ่นของบางบริษัทที่เพิ่มประสิทธิภาพการชาร์จและเก็บไฟฟ้า

นอกเหนือจากนาโนเทคโนโลยี ... เทคโนโลยีควอนตัม (quantum technology) เป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่มีการแข่งขันพัฒนากันมากในปัจจุบัน ความรู้ฟิสิกส์เชิงควอนตัม (quantum physics) ถูกบูรณาการเข้ากับสาขาวิทยาการต่างๆ เพื่อสร้างนวัตกรรมเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น คอมพิวเตอร์เชิงควอนตัม (quantum com-

puter) ที่จะมีประสิทธิภาพในการประมวลผลที่เร็วมากขึ้นอีกหลายเท่า ... องค์กรความรู้ฟิสิกส์เชิงควอนตัม จะมีบทบาทต่อการพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ มากขึ้นในอนาคตอันใกล้ นี้จึงควรสนใจศึกษาเรียนรู้และ ติดตามความก้าวหน้าในเรื่องฟิสิกส์เชิงควอนตัมอย่างใกล้ชิด

สำหรับประเทศไทย ก็ได้รับผลกระทบจากกระแสโลกาภิวัตน์ตั้งแต่ในยุคอดีตที่มีการล่าอาณานิคมที่เกิดขึ้น ตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา และทวีความรุนแรงขึ้นตั้งแต่ยุคต้นรัตนโกสินทร์ รัชกาลที่ 3, 4 และ 5 ซึ่งมีการ บีบบังคับให้ทำสนธิสัญญาต่าง ๆ ที่มีความเสียเปรียบ ทำให้ประเทศเราต้องมีการพัฒนาเรียนรู้เพื่อให้ก้าว ตามทันต่ออารยธรรมตะวันตก โดยทางวิทยาศาสตร์ก็มีการพัฒนาดังที่แสดงไว้บางส่วนในเอกสารที่ 2

กลับมาที่คำกล่าวของ Johann Wolfgang von Goethe ถ้าถามว่าครูได้แรงบันดาลใจอะไรบ้าง ก็จะยกสัก ตัวอย่าง อย่างตอนการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งแรก เกิดขึ้นกับอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งสิ่งทอเป็นสิ่งที่ผู้คน ทุกคนต้องการ ถ้าในยุคปัจจุบัน เราคิดประดิษฐ์กรรมอะไรสักอย่างขึ้นมาเพื่อให้เกิดวัฒนธรรมการใช้ชีวิต ในรูปแบบใหม่แล้วคาดการณ์ได้นั้นเป็นสิ่งที่ทุกคนบนโลกนี้ต้องการ เมื่อรวมกับการมีช่องทางให้เกิดการ ผูกขาดด้วยการจดลิขสิทธิ์สิทธิบัตร ความมั่งมีมั่งคั่งก็จะมาสู่เรา อย่าง Steve Jobs ที่สร้าง iPad เพื่อ เปลี่ยนวัฒนธรรมของการอ่าน ไม่ต้องหอบหนังสือมากมาย ทุกเล่มถูกโหลดลงเครื่องหมดแล้ว เมื่อผู้นิยมวิถีชีวิตนี้แล้ว นิสิตคงเดาเรื่องต่อไปออกใช้ไหมครับ