

นวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงโลก

ในบทนี้เราจะกล่าวถึงเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตและพฤติกรรมของมนุษย์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและความเป็นไปของสิ่งต่างๆบนโลกที่เทคโนโลยีเหล่านี้มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรง

เพื่อให้เนื้อความสมบูรณ์ในตัว เราจะกล่าวถึงประวัติของเทคโนโลยีที่สำคัญตั้งแต่สมัยมนุษย์ยุคหินจนถึงช่วงศตวรรษที่เพิ่งจะผ่านมา

เครื่องมือและการก่อไฟ

ก่อนที่จะเรามีวิถีชีวิตเช่นปัจจุบันที่รอบล้อมไปด้วยเทคโนโลยี มีอุปกรณ์และเครื่องมือในการก่อสร้าง (เช่น รอก บันจัน) การเกษตร (เช่นรถดัก รถไถ) และการอุตสาหกรรม (เช่นเครื่องจักรซีเอ็นซี) รวมไปถึงอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ ในชีวิตประจำวัน (เช่นตู้เย็น โทรทัศน์ รถยนต์) มนุษย์ต้องรู้จักการสร้างเครื่องมือพื้นฐาน เพื่อนำมาสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นประโยชน์ นี่คือนวัตกรรมที่มนุษย์นีแอนเดอร์ทาล (Neanderthals) กระทำ เขาสร้างเครื่องมือพื้นฐานในยุคหินจากวัสดุธรรมชาติรอบตัวส่วนใหญ่จากหิน ดิน ไม้ หรือกระดูกสัตว์ นอกจากนั้นเขายังเรียนรู้การก่อและการควบคุมไฟให้เกิดประโยชน์สูงสุด เมื่อมีเครื่องมือพื้นฐานและมีไฟ มนุษย์ก็สามารถสร้างเครื่องมือ สิ่งประดิษฐ์ที่ซับซ้อนมากขึ้น แล้วก็นำสิ่งพัฒนาขึ้นมาใหม่ ไปพัฒนาสิ่งที่ใหม่กว่า ดีกว่า ต่อเนื่องไปเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีตามกาลเวลาของมนุษย์ นักมานุษยวิทยาถือว่าการสร้างเครื่องมือพื้นฐานกับการก่อและควบคุมไฟ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีในยุคก่อนประวัติศาสตร์ (Pre-historic Technology) นี้ เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีในยุคต่อมาของมนุษย์



มนุษย์ในยุคก่อนประวัติศาสตร์กำลังสร้างเครื่องมือจากหินฟลินท์ (Flint) สำหรับทำเป็นหัวธนู หัวจ้าว คมมีด (รูปภาพจาก National Park Service geology.com/rocks/flint.shtml)



วิธีในการทำให้เกิดไฟของมนุษย์ Neanderthals โดยนำหินมาเสียดสีกันเพื่อให้เกิดประกายไฟใกล้ๆกับวัตถุไวไฟเช่นใบไม้แห้ง (ภาพจาก iStockphoto โดย Michael Westhoff) งานวิจัยทางด้านมานุษยวิทยาในปัจจุบันระบุว่ามนุษย์ยุคหินอาจรู้จักการใช้สารเคมีแมงกานีสไดออกไซด์ (Manganese Dioxide) ช่วยในการให้กำเนิดไฟ (www.nature.com/articles/srep22159) ซึ่งทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพกว่าการใช้หินมาเสียดสีกันเพียงอย่างเดียว นั่นแสดงให้เห็นพัฒนาการทางเทคโนโลยีของมนุษย์ยุคหินที่อาจมีมากกว่าที่เราเคยคาดคิดไว้

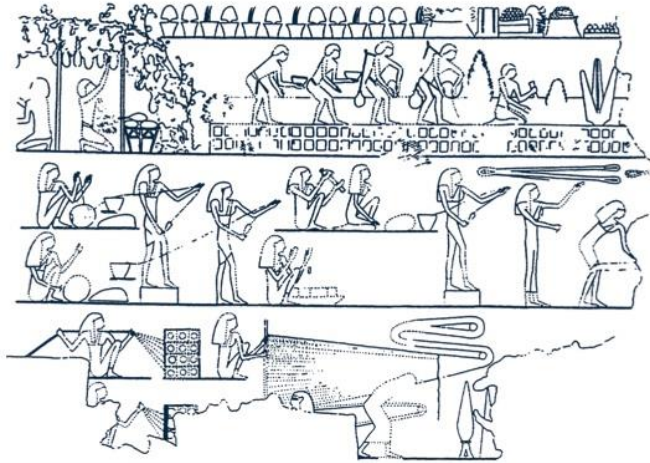
เทคโนโลยีในยุคโบราณ (Ancient Technology)

การพัฒนาเทคโนโลยีในยุคนี้อยู่ในช่วงปีคริสต์ศักราช 476 ถึงช่วงศตวรรษที่ 6 มีศูนย์กลางที่สำคัญอยู่ที่ เมโสโปเตเมีย อียิปต์ ชมพูทวีป จีน กรีก และโรมัน ซึ่งเป็นอารยธรรมสำคัญในยุคนี้ ผลของการพัฒนาทำให้เกิดความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในด้านวิศวกรรมหลักอย่าง โยธา เครื่องกล และโลหการ เป็นอย่างมาก สิ่งประดิษฐ์และเทคโนโลยีบางอย่างถูกสร้างและค้นพบในหลายอารยธรรมเช่นการทำกระดาษ มีหลักฐานว่ามีกำเนิดมาจากทั้งอารยธรรมอียิปต์และจีน

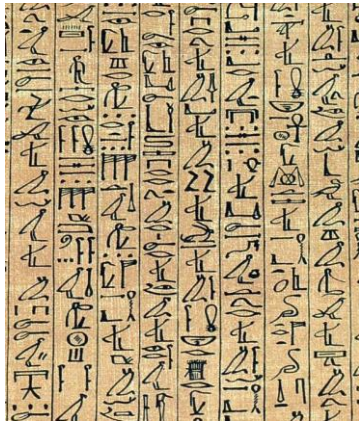
เทคโนโลยีอียิปต์โบราณ

อารยธรรมอียิปต์เป็นต้นกำเนิดของเทคโนโลยีที่สำคัญดังต่อไปนี้

- ☐ เครื่องจักรกลและเครื่องผ่อนแรงพื้นฐานเช่น ล้อ คานดีด คานงัด ทางลาด
- ☐ กระดาษที่ทำจากต้นปาปิรัสและระบบการเขียนไฮโรกลิฟ (Hieroglyph)
- ☐ การสำรวจและการก่อสร้าง โดยเฉพาะตึก ศาสนสถาน และอนุสรณ์สถานขนาดใหญ่ ที่เรารู้จักคุ้นเคยก็เช่น ประภาคารแห่งอเล็กซ์ซานเดรีย และปิรามิดกิซา



รูปจากผนังแสดงการผลิตเชือกสมัยอียิปต์โบราณที่มีการใช้เครื่องมือพื้นฐานอย่างล้อยและรอกพื้นฐานช่วย (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Ancient_Egyptian_technology)



การเขียนอักษรอียิปต์โบราณลงบนกระดานปาปิรัส (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Egyptian_hieroglyphs)



ปิรามิดกิซ่า (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Ancient_Egyptian_technology)

นอกจากนี้อารยธรรมอียิปต์โบราณยังเป็นต้นกำเนิดของเทคโนโลยีการต่อเรือและการเดินเรือ การชลประทานและเกษตรกรรม การทำแก้ว ดาราศาสตร์ แพทย์ศาสตร์

เทคโนโลยีจีนโบราณ

สิ่งประดิษฐ์จากอารยธรรมจีนโบราณสี่ชิ้น (Four Great Inventions) ที่ได้รับการกล่าวขานว่ามีอิทธิพลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีในยุคต่อมาของอารยธรรมอื่นๆทั่วโลกได้แก่ดังต่อไปนี้

- ☐ เข็มทิศ
- ☐ ดินปืน
- ☐ การทำกระดาษ
- ☐ การพิมพ์

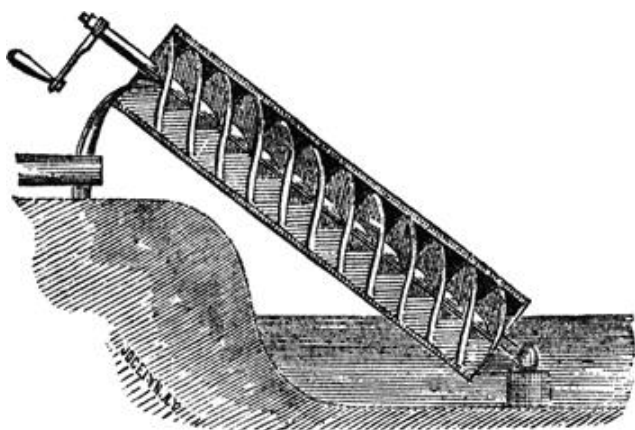


สิ่งประดิษฐ์ที่ยิ่งใหญ่ทั้งสี่จากอารยธรรมจีน (ภาพจาก การท่องเที่ยวจีน)

สิ่งประดิษฐ์ทั้งสี่นี้จะมามีอิทธิพลต่ออารยธรรมในทวีปยุโรปมากที่สุด เพราะเป็นเสมือนตัวแทนเทคโนโลยีที่ถ่ายทอดจากตะวันออกไปยังตะวันตก และเป็นตัวกระตุ้นและขับเคลื่อนระบบทุนนิยมในยุโรปให้ประสบความสำเร็จ นอกเหนือจากสิ่งประดิษฐ์ทั้งสี่นี้แล้ว ชาวจีนโบราณยังเป็นผู้บุกเบิกเทคโนโลยีในด้านอื่นๆที่สำคัญมากมายเช่น การเกษตรกรรม วัสดุศาสตร์ โดยเฉพาะเหล็กและทองแดง การใช้งานถ่านหินและปิโตรเลียม เครื่องปั้นดินเผาและเซรามิค รวมไปถึงความก้าวหน้าทางด้านการคำนวณ (ลูกคิด) ดาราศาสตร์ (แผนที่ดาว การทำนายสุริยุปราคาและจันทรุปราคา) และแพทยศาสตร์ (การฝังเข็ม การทำยาสมุนไพร)

เทคโนโลยีกรีกโบราณ (Ancient Greek Technology)

ถ้าเทียบกับอารยธรรมอื่นๆ ชาวกรีกเป็นนักคิด นักปรัชญา มากกว่าที่จะเป็นนักเทคโนโลยี ชาวกรีกโบราณที่เรารู้จัก มีชื่อเสียงโด่งดังเป็นอมตะอย่าง อาคิมิดีส โทเลมี หรือกาลิเลโอ ล้วนเป็นนักคิด นักปรัชญา ทางคณิตศาสตร์และดาราศาสตร์ มากกว่าจะเป็นนักประดิษฐ์ตัวจริง ชาวกรีกเป็นผู้บุกเบิกการนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่นหลักการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับสกรูที่คิดค้นโดยอาคิมิดีส เป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างสกรูอาคิมิดีส (Archimedes Screw) ที่เป็นปั้มน้ำแบบโบราณ หรือการใช้อัตราส่วนของค่า (Golden Ratio) เป็นพื้นฐานในการออกแบบสถาปัตยกรรมต่างๆ



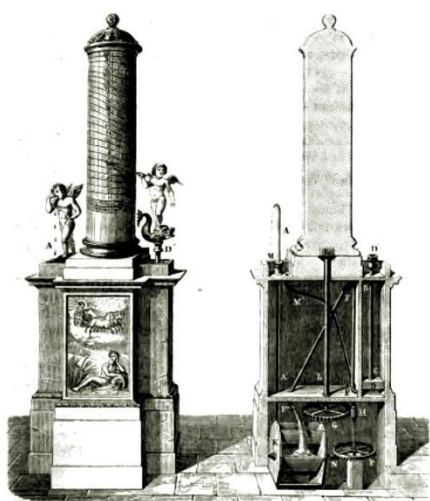
ภาพแสดง Archimedes Screw (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Archimedes)

อย่างไรก็ดีชาวกรีกโบราณก็ได้ฝากมรดกสิ่งประดิษฐ์ที่น่าสนใจให้กับอารยธรรมต่อมาดังต่อไปนี้

- โรงสีข้าวพลังน้ำ : ชาวกรีกคิดค้นการสีข้าวจากพลังน้ำ โดยมีระบบล้อที่ขับเคลื่อนโดยใช้พลังน้ำ และระบบเฟืองเกียร์ที่ถ่ายทอดพลังจากล้อนี้ไปยังระบบสีข้าว
- นาฬิกาปลุก : เพลโต (Plato) ประดิษฐ์สิ่งที่ใกล้เคียงกับนาฬิกาปลุกเรือนแรกของโลก โดยเขาใช้นาฬิกาน้ำ ในการให้กำเนิดเสียงออร์แกนตามช่วงเวลาที่ถูกกำหนดไว้ ต่อมาวิศวกรชาวกรีกซีตาซิเบียส (Ctesibius) ได้ปรับปรุงระบบนาฬิกาและการปลุกโดยนำน้ำปิดและเข็มเข้ามาเสริมในนาฬิกาน้ำแบบดั้งเดิม พร้อมกับมีระบบที่ปล่อยก้อนหินให้มากระทบกับระฆังในเวลาที่ถูกตั้งไว้
- บันจั่น : ชาวกรีกสร้างบันจั่นมาเพื่อช่วยยกวัสดุ บล็อก ขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก สำหรับใช้ในการก่อสร้าง



โรงสีข้าวพลังน้ำที่มีพื้นฐานมาจากการคิดค้นของชาวกรีก (ภาพจาก <https://en.wikipedia.org/wiki/Watermill>)



นาฬิกาและระบบการปลูกที่ประดิษฐ์โดย Ctesibius จากภาพวาดของ Claude Perrault สถาปนิกชาวฝรั่งเศสในยุคศตวรรษที่ 17 (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Ctesibius)



ปั้นจั่นของชาวโรมันที่มีพื้นฐานมาจากเทคโนโลยีของอารยธรรมกรีก (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Ancient_Greek_technology)

เทคโนโลยีโรมัน (Roman Technology)

ชาวโรมันเป็นนักเทคโนโลยีตัวยง และเรื่องที่เราถนัดมากคือเทคโนโลยีทางการก่อสร้าง การขนส่ง การทหาร และการผลิตอาวุธ ชาวโรมันรู้จักการใช้ประโยชน์จากคอนกรีตและใช้มันอย่างแพร่หลายในงานโยธาที่มีความคงทน ถาวร อย่างเช่น ถนน สะพานส่งน้ำ (Aqueducts) สะพาน เขื่อน เขื่อนกั้นน้ำ และระบบการสุขาภิบาล (Sanitation System)



ถนน Via Appia สร้างในยุคโรมัน เป็นถนนเชื่อมกรุงโรมเข้ากับบริเวณตอนใต้ของอิตาลีที่ยังใช้งานได้มาจนถึงปัจจุบัน (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Roman_technology)



Aqueduct ของ Segovia (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Roman_technology)



สะพานที่สร้างโดยชาวโรมันในยุคศตวรรษที่ 1 ตั้งอยู่ที่ Vaison la Romaine ในฝรั่งเศส

นอกจากงานทางด้านวิศวกรรมโยธาแล้ว อารยธรรมโรมันยังโดดเด่นเรื่องเทคโนโลยีทางการทหาร ซึ่งในยุคนั้นมีความก้าวหน้ากว่าอารยธรรมอื่นๆ เป็นอย่างมาก เรียกได้ว่าเทคโนโลยีทางการทหารเป็นวัฒนธรรมสำคัญที่ฝังลึกและแพร่หลายในกองทัพโรมัน

เทคโนโลยีในยุคกลางของยุโรป (Medieval Technology)

เทคโนโลยียุโรปในยุคกลางตั้งแต่ศตวรรษที่ 12 ถึง ศตวรรษที่ 14 ถูกพัฒนาต่อเนื่องมาจากเทคโนโลยีของอารยธรรมโรมัน นอกจากนั้นยังเกิดมาจากการผสมผสานเทคโนโลยีจากอารยธรรมอื่นๆ เช่น จีน อินเดีย หรืออิสลาม ที่ยุโรปในยุคนั้นรับเข้ามาจากการติดต่อการค้า ในสมัยยุคกลางนี้ไม่ได้มีเทคโนโลยีหรือสิ่งประดิษฐ์ที่โดดเด่นเฉพาะตัว แต่เป็นการนำเทคโนโลยีจากอารยธรรมที่มีมาก่อนหน้านี้มาปรับปรุงพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น เพื่อประโยชน์ในทางการเมือง วัฒนธรรมและการดำรงชีวิต และการสร้างความแข็งแกร่งทางเศรษฐกิจ เช่นการนำดินปืนที่มีต้นกำเนิดจากอารยธรรมจีนมาพัฒนา จนกระทั่งเป็นวัตถุระเบิดสำคัญในการสร้างอาวุธ ยุทโธปกรณ์ ทางทหาร เช่นการสร้างปืนใหญ่ ซึ่งนำมาสู่การล่าอาณานิคมของชาวตะวันตกในเวลาต่อมา

นอกจากความก้าวหน้าในการใช้ดินปืนเพื่อประโยชน์ทางการทหารแล้ว ยุคนี้ยังได้มีการพัฒนาโรงสีข้าวพลังลม โรงเลื่อยไม้ที่ใช้พลังงาน (ปรับปรุงมาจากโรงสีพลังน้ำในยุคกรีกและโรมัน) นาฬิกาที่ใช้ลาน แวนตา การปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อการใช้ดินอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด รวมไปถึงเทคนิคในการก่อสร้างเช่นสถาปัตยกรรมแบบโกธิค (Gothic Architecture) การสร้างป้อมปราการและปราสาทอย่างแพร่หลาย (ยุโรปยุคกลางได้รับฉายาว่ายุคแห่งการสร้างปราสาท)

นอกจากนั้นชาวยุโรปในยุคกลางยังได้พัฒนาเทคนิคทางการเดินทะเลและการต่อเรือจนมีความก้าวหน้า ทำให้สามารถควบคุมอาณาเขตทางทะเลเพื่อประโยชน์ในทางเศรษฐศาสตร์และทางการทหาร นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานสำคัญที่นำไปสู่ยุโรปในยุคล่าอาณานิคมอีกด้วย

การพัฒนาเทคโนโลยีที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือเทคโนโลยีทางการพิมพ์ที่ใช้แป้นพิมพ์ทางกล (Mechanical Printing) ทำให้สามารถพิมพ์เอกสารเพื่อเผยแพร่ออกไปได้อย่างแพร่หลาย เป็นการกระจายความรู้สู่ประชาชนส่วนใหญ่ ซึ่งจะนำมาสู่สังคมที่มีความเท่าเทียมกันมากขึ้น ซึ่งการพัฒนาเทคโนโลยีนี้เป็นไปอย่างต่อเนื่องจนเข้าสู่ยุคฟื้นฟูศิลปวิทยายุโรป (Renaissance) จนทำให้เกิดสิ่งเรียกว่าหนังสือพิมพ์ขึ้นมา



ปืนใหญ่ Pumhart von Steyr ในสมัยศตวรรษที่ 15 ที่ใช้ดินปืนที่พัฒนามาจากอารยธรรมจีนในการยิง (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Medieval_technology)



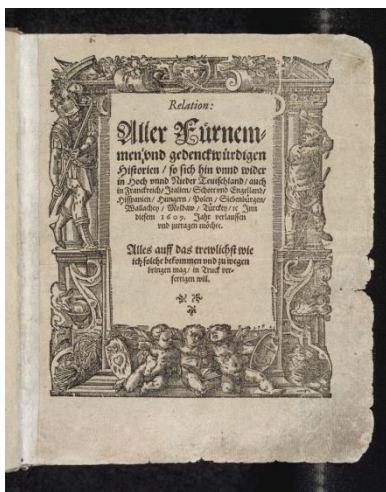
การอ่านหนังสือโดยใช้แว่นตาในยุคปี 1466 (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Medieval_technology)



โรงสีที่ใช้พลังงานจากลมในสเปนที่ใช้เทคโนโลยีจากยุคกลาง (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Windmill)



เครื่องพิมพ์ในช่วงปลายยุคของยุโรปสมัยกลางที่มีความสามารถในการพิมพ์ได้กว่า 3600 หน้าต่อวัน (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Printing_press)

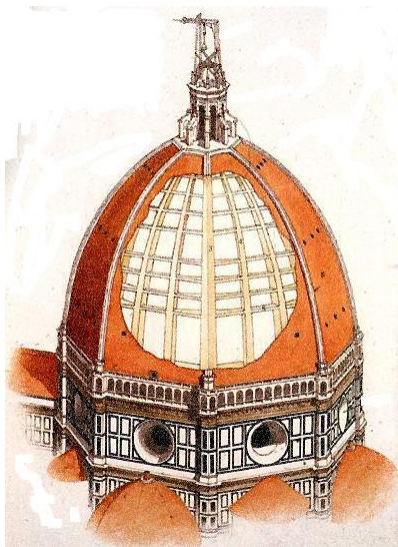


หนังสือพิมพ์ในยุคแรก (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Renaissance_technology)

เทคโนโลยีในยุคฟื้นฟูศิลปวิทยาในยุโรป (Renaissance technology)

ยุคฟื้นฟูศิลปวิทยาในยุโรปในช่วงศตวรรษที่ 14 ถึง 16 เป็นช่วงที่เทคโนโลยีในด้านสถาปัตยกรรมและการก่อสร้าง วิศวกรรมเครื่องกล และโลหการ มีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ได้มีการนำคณิตศาสตร์มาใช้ในการวาดเพอร์สเปคทีฟซึ่งเป็นพื้นฐานความก้าวหน้าทางสถาปัตยกรรมอย่างต่อเนื่องในยุคนี้ มีสถาปัตยกรรมที่โดดเด่น ตื่นตา ตื่นใจ ที่ตกทอดมาถึงยุคปัจจุบันเช่นโดมโบสถ์ใหญ่เมืองฟลอเรนซ์ ซึ่งการก่อสร้างที่ใช้เครนขนาดยักษ์ยกโดมขึ้นสู่ยอด ได้รับการจดลิขสิทธิ์เทคนิคการก่อสร้างเฉพาะในยุคนี้ เทคโนโลยีสำคัญที่ถูกรื้อฟื้นในยุคนี้มีดังต่อไปนี้

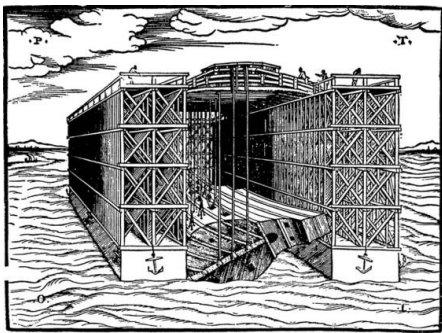
- การสร้างเตาหลอมโลหะและการขึ้นรูปโลหะ : เทคโนโลยีในด้านนี้ทำให้การผลิตเหล็กได้จำนวนมากขึ้น และยังสามารถทำเหล็กเป็นรูทรงต่างๆ เพื่อใช้เป็นอาวุธและเพื่อประโยชน์ในการก่อสร้าง
- การพัฒนากลไกข้อเหวี่ยงและก้านสูบที่ก้าวหน้า : ช่วยให้การแปลงการเคลื่อนไหวในแบบวงกลมให้เป็นการเคลื่อนไหวกลับไปมาในแนวราบได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาในยุคนี้มีพื้นฐานมาจากเทคโนโลยีในยุคโรมัน การปรับปรุงกลไกโดยใช้หลักการทางวิศวกรรมเครื่องกล รวมไปถึงวัสดุที่ใช้ซึ่งได้มาจากความก้าวหน้าทางโลหการ ทำให้กลไกในยุคนี้นอกจากจะมีความซับซ้อนมากกว่าในยุคที่ผ่านมา ยังมีประสิทธิภาพและความคงทนที่มากกว่าอีกด้วย
- เทคโนโลยีเพื่อการก่อสร้างขนาดใหญ่ เช่นอุ้งลอยเพื่อซ่อมเรือขนาดใหญ่ และหอคอยยก (Lifting Tower) ที่มีบันทึกไว้ว่าสามารถยกและเคลื่อนย้ายของน้ำหนัก 361 ตันได้



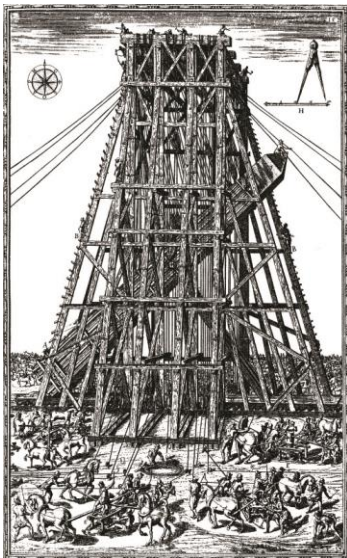
โดมที่ยอดโบสถ์ใหญ่ในเมืองฟลอเรนซ์ ประเทศอิตาลี (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/History_of_technology)



ปั้มน้ำที่ใช้กลไกข้อเหวี่ยงและก้านสูบที่ก้วหน้า จากภาพวาดของ Georg Andreas Böckler ปี ค.ศ. 1661 (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Renaissance_technology)



คู่อลอยที่ใช้ในกิจการต่อและซ่อมเรือในเมืองเวนิซ (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Renaissance_technology)



การยกและเคลื่อนย้ายแท่งหินวาติกันในกรุงโรมโดยใช้หอคอยยก (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Renaissance_technology)

เทคโนโลยีในยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมยุคแรก (Industrial Revolution)

การปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นการเปลี่ยนกระบวนการผลิตและเทคโนโลยีไปสู่รูปแบบใหม่ มีช่วงระยะเวลาอยู่ในช่วงปีคริสต์ศักราช 1760 ถึง 1840 กระบวนการผลิตและเทคโนโลยีที่ได้รับการบุกเบิกในยุคนี้ได้แก่การเปลี่ยนจากการผลิตโดยใช้มือไปสู่การใช้เครื่องจักรกล การใช้กระบวนการทางเคมีและโลหการใหม่ๆ การปรับปรุงประสิทธิภาพของการใช้พลังงานจากน้ำ การใช้งานพลังงานไอน้ำ การพัฒนาเครื่องจักรกลการผลิต รวมไปถึงการพัฒนากระบวนการผลิต

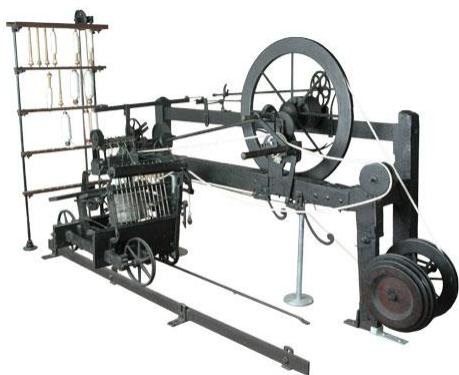
ในยุคนี้อุตสาหกรรมที่โดดเด่นคืออุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมแรกที่ใช้กระบวนการผลิตแบบใหม่ การปฏิวัติอุตสาหกรรมเริ่มมาจากสหราชอาณาจักร และเทคโนโลยีสำคัญที่เกี่ยวข้องกับยุคนี้ก็เกิดมาจากนักประดิษฐ์และนักเทคโนโลยีในสหราชอาณาจักรเป็นส่วนใหญ่ จนบางครั้งมักเรียกยุคนี้ว่ายุคปฏิวัติอุตสาหกรรมในอังกฤษ (British Industrial Revolution)

สิ่งประดิษฐ์และเทคโนโลยีหลักที่เป็นตัวขับเคลื่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรมก็คือเครื่องจักรไอน้ำประสิทธิภาพสูงที่พัฒนาโดยเจมส์ วัตต์และแมทธิว บอลตัน (James Watt and Matthew Boulton) เครื่องจักรนี้ใช้พลังงานจากถ่านหินซึ่งมีอยู่มากและมีราคาถูกในสหราชอาณาจักรในยุคนั้น โดยในยุคก่อนหน้านี้ การให้ความร้อนจะใช้พลังงานจากไม้เป็นหลัก เมื่อเปลี่ยนมาใช้ถ่านหินทำให้ลดต้นทุนลงได้เป็นอย่างมาก เพราะถ่านหินมีจำนวนมากกว่าไม้และมีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่า เครื่องจักรไอน้ำในยุคนี้ใช้เชื้อเพลิงเพียงหนึ่งในห้าหรือหนึ่งในสิบของปริมาณเชื้อเพลิงที่เคยใช้แต่เดิม และการปรับปรุงให้สามารถมีการเคลื่อนที่ในลักษณะเป็นวงกลม ทำให้มีความเหมาะสมในการทำงานในวงการอุตสาหกรรมโดยเฉพาะกับอุตสาหกรรมสิ่งทอ

นอกจากเครื่องจักรไอน้ำยังมีเทคโนโลยีที่สำคัญที่ถูกบุกเบิกในยุคนี้คือเทคโนโลยีการผลิตสิ่งทอและการผลิตเหล็กเป็นอุตสาหกรรม ในการผลิตสิ่งทอกระบวนการหมุนใยฝ้ายอัตโนมัติที่ใช้เครื่องจักรไอน้ำทำให้เพิ่มผลผลิตสิ่งทอต่อจำนวนคนงานได้อย่างมากมาย ก็ทอผ้าอัตโนมัติช่วยเพิ่มผลผลิตต่อคนงานได้มากกว่า 40 เท่า เครื่องปั่นฝ้ายช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแยกเมล็ดฝ้ายออกจากใยฝ้ายได้มากกว่าการใช้คนงานถึงกว่า 50 เท่า ในการผลิตเหล็กเป็นอุตสาหกรรมได้มีการใช้พลังงานจากถ่านหินซึ่งลดต้นทุนการผลิตได้มาก พลังงานถ่านหินยังทำให้สามารถสร้างเตาเผาได้ใหญ่ขึ้น และหลอมเหล็กได้มากขึ้น ทำให้สามารถสร้างสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่จากเหล็กอย่างเช่นสะพานเหล็กได้ นอกจากนั้นกระบวนการรีดเหล็กอัตโนมัติทำให้เพิ่มผลผลิตเหล็กได้มากกว่าการใช้แรงงานคนถึงกว่า 15 เท่า



เครื่องจักรไอน้ำของ James Watt ที่เป็นหัวใจสำคัญในช่วงยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution)



เครื่องปั่นด้ายในยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมโดยนักประดิษฐ์อังกฤษ ซามูเอล คอมป์ตัน (Samuel Crompton) (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution)

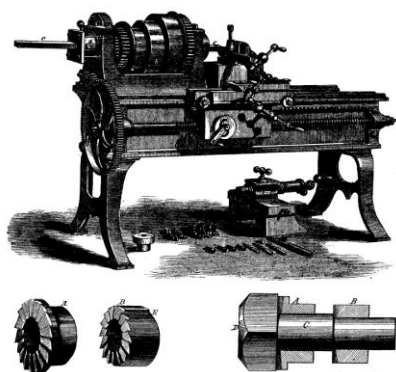


สะพานเหล็กในยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/History_of_technology)

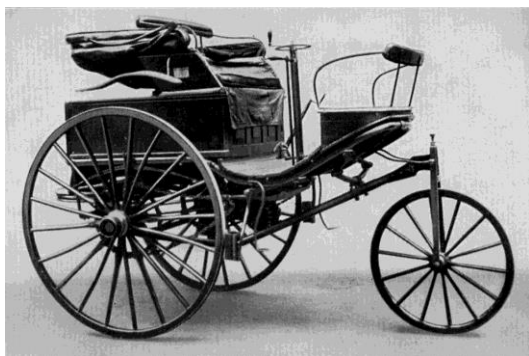
เทคโนโลยีในยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมยุคที่สอง (Second Industrial Revolution)

ในยุควรรษที่ 19 การพัฒนาเทคโนโลยีทางการขนส่ง การก่อสร้าง การผลิต และการสื่อสาร เป็นไปอย่างรวดเร็วมาก โดยการพัฒนาเทคโนโลยีเหล่านี้มาจากทางฝั่งยุโรปเป็นหลัก เครื่องจักรไอน้ำจากยุคแรกของการปฏิวัติอุตสาหกรรมได้ถูกนำมาใช้ในเรือกลไฟและหัวจักรไอน้ำ นำมาสู่ความก้าวหน้าทางการขนส่ง เส้นทางรถไฟเส้นแรกที่ใช้งานได้อย่างจริงจังเริ่มมีขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1830 เป็นเส้นทางที่เชื่อมเมืองแมนเชสเตอร์กับเมืองลิเวอร์พูล ในด้านการสื่อสาร ได้มีการพัฒนาระบบโทรเลขสมัยใหม่ ซึ่งมีส่วนช่วยในการทำให้การเดินทางไฟมีความปลอดภัยมากขึ้น นอกจากนั้นยังมีเทคโนโลยีที่สำคัญที่ได้รับการบุกเบิกในช่วงนี้คือหลอดไฟ เทคโนโลยีนี้มีผลกระทบโดยตรงกับอุตสาหกรรมการผลิต ทำให้สามารถจัดการคนงานให้เข้าทำงานเป็นกะกลางวัน กะกลางคืน เพิ่มชั่วโมงปฏิบัติการของโรงงานและผลผลิตที่ออกจากโรงงานได้มาก

เทคโนโลยีและสิ่งประดิษฐ์อื่น ๆ ที่มีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นมากในยุคนี้ได้แก่เครื่องจักรกลการผลิต โจเซฟ วิตเวิร์ท (Joseph Whitworth) ได้สร้างมาตรฐานแรกเกี่ยวกับอะไหล่ของเครื่องจักรกลการผลิตเรียกว่าบีเอสดีบีลิว (British Standard Whitworth) คาร์ล เบนซ์ (Karl Benz) ได้ออกแบบและสร้างรถยนต์ที่ใกล้เคียงกับรถยนต์ในปัจจุบัน และ เฮนรี ฟอร์ด (Henry Ford) เป็นผู้บุกเบิกอุตสาหกรรมรถยนต์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะผลิตรถยนต์ที่มีคุณภาพและราคาที่คนส่วนใหญ่สามารถหาซื้อมาเป็นเจ้าของได้ อุตสาหกรรมการต่อเรือและการเดินเรือในยุคใหม่ก็ได้เริ่มต้นในยุคนี้ เนื่องจากเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในหลายส่วนได้ถูกพัฒนามาจนพร้อมใช้งานได้ในเวลาเดียวกัน



เครื่องจักรกลในการทำสกรูในปี ค.ศ. 1871 (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Joseph_Whitworth)



รถยนต์ Motorwagen Nr. 3 ในปี ค.ศ. 1888 ที่ Karl Benz ได้จดลิขสิทธิ์ไว้ เป็นรถคันแรกที่ใช้ในการเดินทางไกลโดยรถยนต์ ซึ่งผู้ขับในตอนนั้นคือ Bertha Benz ขับไปเป็นระยะทางเกือบ 100 กิโลเมตร (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Benz_Patent-Motorwagen)



เรือ Great Britain ซึ่งมี Brunel เป็นวิศวกรผู้ดำเนินการสร้าง เริ่มออกปฏิบัติการในปี ค.ศ. 1843 เป็นเรือยุคใหม่ลำแรก ที่สร้างด้วยโลหะไม่ใช่ด้วยไม้ พลังงานของเรือมาจากเครื่องยนต์ไม่ใช่มาจากลมหรือการพาย และขับเคลื่อนด้วยใบพัดไม่ใช่ด้วยไม้พาย กล่าวได้ว่าเรือ Great Britain เป็นตัวจุดประกายอุตสาหกรรมเรือเดินสมุทรที่ใช้ไอน้ำในเวลาต่อมา (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Second_Industrial_Revolution)

ในช่วงปลายยุคนี้ถือเป็นช่วงที่มนุษย์มีความเข้าใจในด้านวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะทางด้านเคมีและเทอร์โมไดนามิกส์อย่างถ่องแท้ เทียบเคียงได้กับความรู้ในยุคปัจจุบัน นอกจากนั้นการค้นพบของแมกซ์เวลล์ (James Clerk Maxwell) ทำให้มนุษย์เข้าใจความเกี่ยวข้องระหว่าง ไฟฟ้า แม่เหล็ก และแสง อย่างถูกต้อง และจะเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีในศตวรรษที่ 20 ต่อมา

เทคโนโลยีในศตวรรษที่ 20

บัณฑิตยสถานด้านวิศวกรรมของสหรัฐอเมริกา (US National Academy of Engineering) ได้เลือกเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อโลกอย่างมากในศตวรรษที่ 20 มาทั้งหมด 20 หัวข้อ โดยเราได้คัดเลือกหัวข้อที่น่าสนใจมากกล่าวไว้ในที่นี้

การผลิตและส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า

ในยุคก่อนมนุษย์ใช้พลังงานจากหลายแหล่งตั้งแต่ น้ำ ลม ไฟ หรือถ่านหิน แต่ในปัจจุบันแหล่งพลังงานเหล่านี้ได้ถูกนำมาแปรเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นพลังงานที่มนุษย์ใช้ในชีวิตประจำวัน จึงปฏิเสธไม่ได้ว่าไฟฟ้าคือรูปแบบพลังงานที่สำคัญที่สุดในยุคนี้ โรงงานอุตสาหกรรม อุปกรณ์และสถานีสื่อสาร อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในบ้านเรือน และอุปกรณ์ทางการแพทย์ ล้วนขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น เรียกได้ว่าไฟฟ้านำมาซึ่งความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของมวลมนุษยชาติ เป็นพลังงานที่ใช้ขับเคลื่อนชีวิตในปัจจุบันที่มนุษย์ขาดไม่ได้จริงๆ

รถยนต์

รถยนต์เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่เริ่มมาจากยุคศตวรรษที่ 19 อย่างไรก็ตามรถยนต์ในยุคก่อนยังมีราคาสูง วิ่งได้ช้า และยังไม่คงทนซักเท่าไรหรอก แม้ว่า Karl Benz จะริเริ่มนำเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบสี่สูบมาใช้ แต่ก็ยังไม่ทำให้รถยนต์วิ่งได้เร็วขึ้นหรือมีราคาถูกลงซักเพียงใด มีเพียงคนรวยและชนชั้นสูงเท่านั้นที่สามารถเป็นเจ้าของมันได้ จนกระทั่ง Henry Ford ได้บุกเบิกอุตสาหกรรมรถยนต์ เพื่อผลิตรถยนต์ที่มีความเร็ว มีคุณภาพ และผู้คนโดยทั่วไปสามารถซื้อหามาเป็นเจ้าของได้ ปฏิเสธไม่ได้ว่ารถยนต์ทำให้แนวคิด แนวปฏิบัติ เรื่องสถานที่ ระยะทาง และชุมชน เปลี่ยนไปจากเดิม สิ่งที่เคยไกลในยุคก่อนกลับมาเป็นสิ่งที่ใกล้และเข้าถึงได้อย่างรวดเร็ว



รถยนต์ฟอร์ด Model T Highboy Coupe ปี ค.ศ. 1919 Ford ถ่ายที่ The Bay State Antique Automobile Club (ภาพจาก en.wikipedia.org/wiki/Ford_Model_T)

เครื่องบิน

ในตอนต้นศตวรรษที่ 20 ยังไม่มีมนุษย์ผู้ใดมีโอกาสได้บินไปกับเครื่องบิน แต่เมื่อช่วงสิ้นสุดศตวรรษการบินได้เป็นสิ่งที่คนนับล้านได้สัมผัสและใช้งาน เครื่องบินยุคใหม่ลำแรกบินได้เพียง 12 วินาที มีผู้โดยสารเพียงหนึ่งคน และบินไปได้ระยะแค่ 120 ฟุตเท่านั้น ปัจจุบันเครื่องบินในเที่ยวบินพาณิชย์สามารถบินได้ต่อเนื่องถึง 15 ชั่วโมง รับรองผู้โดยสารได้หลายร้อยคน และมีวิถี

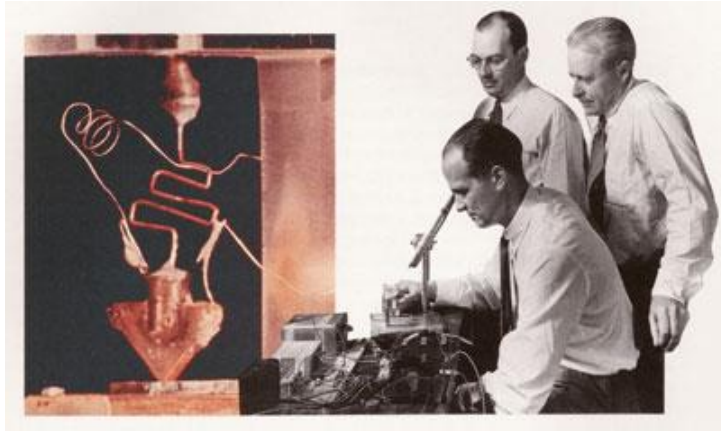
การบินไกลกว่าครึ่งโลก เครื่องบินทำให้โลกเปลี่ยนไปอย่างที่ไม่เคยมีมา เครื่องบินมีผลกระทบโดยตรงกับโลกของการค้า การสงคราม รวมไปถึงการย่อโลกให้เล็กลง ปัจจุบันเราใช้เวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมงในการข้ามทวีปหรือมหาสมุทร เทียบกับสมัยก่อนที่อาจต้องใช้เวลาเป็นแรมเดือน

การประปา

ในช่วงเริ่มต้นศตวรรษ น้ำประปาที่ผลิตให้กับประชากรในเมืองยังมีความเสี่ยงจากเชื้อโรคและสารปนเปื้อน ดังนั้นการใช้น้ำในชีวิตประจำวันยังเป็นสิ่งที่เสี่ยงต่อสุขภาพอันดีของประชาชนอยู่ เมื่อเมืองเริ่มเติบโต ความเจริญในเมืองเริ่มมีมากขึ้น ความต้องการการใช้น้ำของคนเมืองจึงมีมากขึ้นตามไปด้วย การผลิตน้ำประปาให้ได้มาก มีคุณภาพ และความสะอาด ที่สามารถจะดื่มกินได้ในทุกวันจึงเป็นความท้าทายทางเทคโนโลยีอย่างเร่งด่วน เพราะหากแก้ปัญหาเรื่องน้ำไม่ได้ ความเจริญอย่างต่อเนื่องของเมืองอาจต้องหยุดลง ความสำเร็จของวิศวกรในยุคนี้ที่ยิ่งใหญ่แต่มักจะถูกมองข้ามไปก็คือการทำให้ น้ำประปาดื่มได้ เพราะสิ่งนี้เป็นสิ่งสำคัญที่ยกระดับคุณภาพชีวิต นำไปสู่ความก้าวหน้าของเมืองและการทำการเกษตรกรรมอย่างแท้จริง กฎเกณฑ์สำคัญในการทำให้ น้ำประปาดื่มได้คือการใช้คลอรีนที่เป็นสารเคมีที่แต่เดิมใช้ในการฟอกสี แต่มันยังมีคุณสมบัติที่เป็นสารค่าเชื้ออย่างดี มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการผลิตน้ำประปาปริมาณมาก มีคุณภาพสูง และปลอดภัยที่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์

อิเล็กทรอนิกส์

ในยุคต้นศตวรรษอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญคือหลอดสุญญากาศ ซึ่งมีการใช้งานในวงจรขยายสัญญาณและวงจรสวิทช์ ในช่วงกลางศตวรรษการค้นพบที่สำคัญในวงการอิเล็กทรอนิกส์เกิดขึ้นจากนักวิทยาศาสตร์ของห้องปฏิบัติการเบล (Bell Laboratory) ทราวนซิสเตอร์ถือกำเนิดขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่แทนหลอดสุญญากาศ และเป็นจุดเริ่มต้นของการนำซิลิคอนมาใช้อย่างแพร่หลายในวงการอิเล็กทรอนิกส์ การเริ่มต้นของเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์มีบทบาทสำคัญในการทำให้ขนาดของวงจรอิเล็กทรอนิกส์เล็กลงเป็นอย่างมาก ส่งผลให้ราคาและการใช้พลังงานลดลงตามไปอย่างทวีคูณเช่นกัน นี่เป็นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ เป็นสิ่งที่ประชาชนส่วนใหญ่สามารถหาซื้อมาเป็นเจ้าของได้ และมีให้เห็นทั่วไปในสังคมยุคปัจจุบัน



ทรานซิสเตอร์ตัวแรกของโลกที่คิดค้นโดยนักวิทยาศาสตร์ของ Bell Laboratory

วิทยุและโทรทัศน์

วิทยุและโทรทัศน์เป็นสิ่งที่นำมาซึ่งความเปลี่ยนแปลงทางสังคมเป็นอย่างมาก เพราะมันเปิดหู เปิดตา ให้เราเข้าถึง ได้รู้จักกับผู้คน สถานที่ ในวัฒนธรรมอื่นๆ ที่อยู่ห่างไกลออกไป ต้นกำเนิดของวิทยุโทรทัศน์เริ่มมาจากพื้นฐานทางด้านไฟฟ้าแม่เหล็กที่บุกเบิกโดย Maxwell ในปลายศตวรรษที่ 19 จากนั้นเฮิร์ตซ์ (Hertz) ได้ทำการทดลองส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นผลสำเร็จ และตามด้วยเทสลา (Tesla) ที่เป็นผู้ประดิษฐ์ขดลวดที่แปลงสัญญาณกระแสไฟฟ้าที่แรงดันต่ำให้เป็นกระแสไฟฟ้าที่มีแรงดันสูง ความเข้มลดลง และความถี่มากขึ้น จนกระทั่งมาถึงมารโคนี (Guglielmo Marconi) ที่เป็นผู้ประดิษฐ์เครื่องส่งสัญญาณวิทยุในระยะไกลได้เป็นคนแรก

เครื่องจักรกลการเกษตร

ในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 สัดส่วนของประชากรที่มีอาชีพเป็นชาวนาและชาวสวนในสหรัฐอเมริกาถึงร้อยละ 38 แต่มาถึงปลายศตวรรษสัดส่วนนั้นลดลงเหลือเพียงร้อยละ 3 นี่คือผลจากการพัฒนาเทคโนโลยีจักรกลทางการเกษตรที่ช่วยลดการใช้แรงงานคนและเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ได้อย่างชัดเจน จากเดิมที่เคยใช้เวลา 35 ถึง 40 ชั่วโมงในการปลูกและเก็บเกี่ยวข้าวโพดร้อยละ 100 ในช่วงปลายศตวรรษกิจกรรมดังกล่าวใช้เวลาเพียง 2 ชั่วโมง 45 นาที และชาวสวนก็ทำงานได้อย่างสบายมากขึ้น สามารถนั่งอยู่ในรถไถปรับอากาศและฟังเพลงไปด้วยในขณะทำงาน นอกจากนี้จักรกลการเกษตรยังช่วยเกษตรกรในการวางแผนการปลูกและเก็บเกี่ยวผลผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุดด้วย

จักรกลทางการเกษตรถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากเทคโนโลยีหลักคือเครื่องยนต์สันดาปภายในและการใช้ยางรถยนต์เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องจักรจมลงไปในดินโคลน สิ่งประดิษฐ์ที่สำคัญและโดดเด่นคือรถแทรกเตอร์สำหรับการไถและเครื่องจักรตัดและนวดเมล็ดข้าว (Combine Harvester) เครื่องจักรกลการเกษตรได้เปลี่ยนแปลงการทำเกษตรกรรมที่มีมาแต่ดั้งเดิม จากกิจกรรมที่ใช้แรงงานคนและสัตว์อย่าง วัว ควาย เป็นหลัก มาเป็นกิจกรรมที่ใช้เครื่องยนต์เป็นหลัก เปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตและวัฒนธรรมของกลุ่มคนหลายกลุ่มไปอย่างสิ้นเชิง ทำให้สังคมเมืองเจริญเติบโตขึ้นในขณะที่สังคมชนบทเริ่มมีขนาดเล็กลง

การปรับอากาศและการทำความเย็น

จากการสอบถามผู้คนทั่วไปว่าเครื่องอำนวยความสะดวกสิ่งใดที่พวกเขาขาดไม่ได้มากที่สุด ผลการสำรวจล่าสุดได้คำตอบคือ ตู้เย็น ในสหรัฐอเมริกาตู้เย็นกลายเป็นสิ่งที่คนอเมริกันขาดไม่ได้และกว่าร้อยละ 99.5 คริวเรือน มีตู้เย็นไว้ในครอบครอง ตู้เย็น เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของเราอย่างสิ้นเชิง ทั้งในด้านการกิน การทำอาหาร ก่อนจะมีตู้เย็น ผัก ผลไม้ และของสด ที่เราทาน จะต้องได้จากที่ปลูกในพื้นที่เท่านั้น และยังจะต้องบริโภคกันวันต่อวัน แต่เมื่อมีตู้เย็นแล้วเราสามารถบริโภคของสดได้จากทั่วทุกภูมิภาคและสามารถเก็บรักษาไว้บริโภคในวันต่อๆมาได้อีกด้วย

การปรับอากาศและการทำความเย็นเป็นสิ่งที่มนุษย์พยายามศึกษา ค้นหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมมากกว่าพันปี ก่อนจะมาถึงศตวรรษที่ 20 การพัฒนาเทคโนโลยีในด้านนี้ยังไม่ได้ผลเท่าที่ควร ในยุคแรกๆ ลีโอนาร์โด ดา วินชี (Leonardo da Vinci) ได้ออกแบบและสร้างพัดลมระบายอากาศเป็นคนแรก และต่อมาก็ได้มีการพัฒนาพัดลมที่ใช้พลังงาน อย่างไรก็ตามเทคนิคที่ได้ผลที่สุดต้องอาศัยทฤษฎีทางด้านเทอร์โมไดนามิกส์ที่เพิ่งจะพัฒนาได้สมบูรณ์ในปลายศตวรรษที่ 19 ระบบปรับอากาศ ทำความเย็นในปัจจุบันใช้หลักการระบายความร้อนออกจากอากาศที่ร้อนขึ้นเพื่อให้อากาศมีความเย็นและแห้งลง โดยแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำยาหล่อเย็น

คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์เกิดขึ้น 40 ปีหลังจากต้นศตวรรษที่ 20 ซึ่งในยุคแรกๆคอมพิวเตอร์เหล่านี้มีขนาดใหญ่ กินพื้นที่มาก และสามารถทำได้เพียงการคำนวณพื้นฐานเท่านั้น แต่ปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กลงมาก บางชนิดเล็กเทียบเท่ากับขนาดของมือมนุษย์ และยังสามารถประมวลผลงานที่ซับซ้อนกว่าในคอมพิวเตอร์ยุคก่อนเช่นการประมวลผลเอกสาร การจัดการสินค้าคงคลัง ฯลฯ ปัจจุบันคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของสังคมมนุษย์อย่างแนบแน่น คอมพิวเตอร์เป็นผู้ช่วย ที่ปรึกษา และทำงานหลายอย่างแทนมนุษย์ในสังคมเมือง เทียบกับสมัยก่อนที่มนุษย์มีสัตว์อย่างวัว หรือควายเป็นผู้ช่วยในการเกษตรกรรมในสังคมชนบท เรียกได้ว่ายุคศตวรรษที่ 20 คือยุคของคอมพิวเตอร์โดยแท้

ในปี 1975 มีจุดเปลี่ยนที่สำคัญในวงการคอมพิวเตอร์ นั่นคือคอมพิวเตอร์บุคคล (Personal Computer) เครื่องแรกคือ Altair 8800 ถือกำเนิดขึ้น หลังจากนั้นมาคอมพิวเตอร์ก็มีความเล็กลงเรื่อยๆ โดยเทคโนโลยีหลักที่มาสนับสนุนเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์คือเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งรวบรวมหน่วยประมวลผลพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และตรรกะไว้ภายในชิปหนึ่งตัว โดยไมโครโปรเซสเซอร์ตัวแรกได้ถือกำเนิดขึ้นที่ Intel ในปี 1971 โดยมีวิศวกรคือ เทด ฮอฟ (Ted Hoff) เป็นผู้บุกเบิก หลังจากที่ Altair ได้เลือก Intel 8080 ไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อมาใช้ใน PC เครื่องแรกนี้ Altair ได้ว่าจ้าง บิลเกตส์ และ พอล แอลเลน (Bill Gates and Paul Allen) วัยรุ่นที่สนใจคอมพิวเตอร์และเขียนโปรแกรมเป็นงานอดิเรกในยุคนั้น ให้มาเขียนโปรแกรมเพื่อให้เครื่อง Altair สามารถรันโปรแกรมภาษา BASIC ได้ บริษัทไมโครซอฟ (Microsoft) ซึ่งทั้ง Gates และ Allen ได้ตั้งขึ้นมาเพื่อรับงานจาก Altair ได้ถือกำเนิดมาจากจุดนี้

ซิลิคอนแวลลีย์ (Silicon Valley) ถือเป็นศูนย์กลางในการพัฒนาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์บุคคลในยุคนั้น สตีฟ จ๊อบ และ สตีฟ วอซเนียก (Steve Jobs and Steve Wozniak) ได้ประดิษฐ์เครื่อง Apple II และนำออกสู่ตลาดในปี 1977 Apple II มีคีย์บอร์ด จอภาพ และเทปสำหรับเก็บข้อมูล ซึ่งเป็นอุปกรณ์ต่อเชื่อมที่พบได้ใน PC ยุคปัจจุบัน ตลาด PC ขยายตัวมากขึ้นเมื่อบริษัทยักษ์ใหญ่ทางคอมพิวเตอร์ในขณะนั้น IBM เข้ามาจับตลาดนี้อย่างเต็มตัวและเปิดตัว IBM PC ในปี 1981

20 ปีหลังจากนั้นเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เติบโตและเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วมาก จำนวนทรานซิสเตอร์ที่สามารถบรรจุในชิปหนึ่งตัวเพิ่มขึ้นสองเท่าในทุกๆสองปี ชิปหน่วยความจำและฮาร์ดดิสก์มีความจุเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ฮาร์ดแวร์อย่างเช่นเมาส์หรือปากกา ช่วยให้การใช้งานคอมพิวเตอร์ทำได้สะดวกและง่ายขึ้น ระบบปฏิบัติการสมัยใหม่แบ่งหน้าจอแสดงผลเป็นหลายๆหน้าต่างที่มีการจัดการเป็นอิสระต่อกัน โปรแกรมใช้งานที่มีความซับซ้อนและมีฟังก์ชันการทำงานมากขึ้นเรื่อยๆ รวมไปถึงการรวมโปรเซสเซอร์หลายตัวไว้ในชิปเดียวเพื่อสามารถทำการประมวลผลแบบขนานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ด้านหน้าของเครื่อง Altair 8800 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) เครื่องแรกของโลก ประดิษฐ์โดย Ed Roberts



เครื่อง IBM PC รุ่นบุกเบิก (ภาพจาก Ruben de Rijcke commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9561543)

อินเทอร์เน็ต

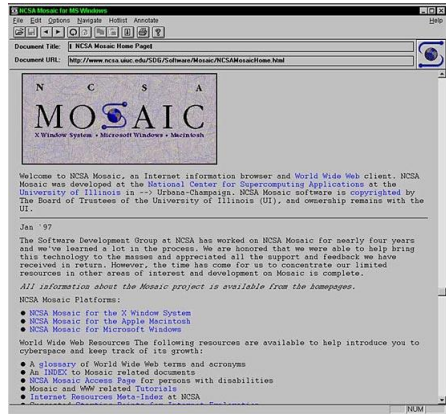
อินเทอร์เน็ตเริ่มจากการเป็นเครื่องมือที่ใช้ในคนกลุ่มเล็กๆ ที่เป็นวิศวกรและนักวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในวงการการศึกษาและในหน่วยงานของรัฐ จากจุดเริ่มต้นเล็กๆ อินเทอร์เน็ตได้เติบโตอย่างรวดเร็วผ่านการใช้งานเวิร์ลไวด์เว็บ (World Wide Web) จนในปัจจุบันใครก็ตามที่มีคอมพิวเตอร์และจุดเชื่อมต่อก็สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ อินเทอร์เน็ตมีผลกระทบอย่างมากต่อวิถีการดำเนินชีวิตของเรา ทั้งการทำวิจัย การสื่อสาร การซื้อของ (ไม่ว่าจะเป็นของใช้ในชีวิตประจำวัน หนังสือ ซีดีเพลง รวมไปถึงตัวเครื่องบิน) เราสามารถทำกิจกรรมเหล่านี้ได้ง่าย รวดเร็ว และสิ้นเปลืองพลังงานน้อยกว่าแต่ก่อนมาก อย่างไรก็ตามก่อนหน้านี้ อินเทอร์เน็ตจะมาถึงสภาวะที่เป็นอยู่ปัจจุบัน ต้องอาศัยการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่องจากกลุ่มคนหลากหลายกลุ่ม

อินเทอร์เน็ตมีจุดเริ่มต้นมาจาก ARPANET ซึ่งถูกแนะนำสู่กลุ่มนักเทคโนโลยีกลุ่มเล็กๆ ในการประชุมวิชาการเมื่อปี ค.ศ. 1972 จุดประสงค์เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่อยู่กระจัดกระจายกันหลายๆ สถานที่เข้าด้วยกัน เพื่อให้ นักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ได้ใช้ประโยชน์ข้อมูล ข่าวสาร ร่วมกันและเป็นการรวมพลังการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในสถานที่ต่างๆ เพื่อประโยชน์สูงสุดในการใช้งาน โดย ARPANET นี้ได้รับการอุดหนุนจากกระทรวงกลาโหมของสหรัฐฯ การใช้งาน ARPANET เป็นไปอย่างจำกัด และความเห็นจากผู้ใช้งานส่วนใหญ่ระบุว่าเป็นระบบที่ใช้งานยาก ไม่น่าจะเป็นที่นิยมใช้ในขนาด

อย่างไรก็ตามในเวลาต่อมา ทิม เบอร์เนอร์ส ลี (Tim Berners-Lee) ซึ่งเป็นนักฟิสิกส์ที่ทำงานอยู่ที่ห้องปฏิบัติการทางนิวเคลียร์ CERN ในเจนีวา สวิตเซอร์แลนด์ ได้พัฒนาแอปพลิเคชันบนอินเทอร์เน็ตคือ World Wide Web ซึ่งทำให้การใช้งานอินเทอร์เน็ตเติบโตอย่างมากจากแอปพลิเคชันตัวนี้ WWW ทำให้ผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตเข้าถึงข้อมูลที่เป็นข้อความหรือกราฟิก ที่ถูกเก็บอยู่ในไฟล์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ โดยไฟล์เหล่านี้ต้องถูกฟอร์แมตให้อยู่ในรูปแบบ HTML (Hypertext Markup Language) และตำแหน่งที่เก็บไฟล์จะต้องมีที่อยู่ในรูปแบบ URL (Uniform Resource Locator) กำกับ ไฟล์ HTML สามารถทำการลิงค์ไปหาไฟล์ HTML ที่อยู่ URL ที่แตกต่างออกไปได้ การส่งผ่านข้อมูลจากไฟล์เหล่านี้ถึงผู้ใช้งานจะกระทำโดยใช้ HTTP (Hypertext Transfer Protocol) แอปพลิเคชัน WWW เป็นที่นิยมอย่างมากในหมู่ผู้ใช้ที่มีทักษะทางคอมพิวเตอร์สูง แต่ยังไม่สามารถเข้าถึงผู้ใช้งานทั่วไปที่เป็นคนหมู่มากได้

การทำให้ WWW เข้าถึงคนหมู่มากนั้นเป็นผลมาจากการคิดค้นโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์คือโมซาอิก (Mosaic) โดย มาร์ค แอนเดรียเซน (Marc Andreessen) ซึ่งทำงานอยู่ที่ศูนย์ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ Mosaic ถูกเผยแพร่ออกมาเมื่อเมษายนปี ค.ศ. 1993 และทันทีที่เปิดตัว มีการดาวน์โหลดโปรแกรมนี้จากอินเทอร์เน็ตไปกว่าหนึ่งล้านก๊อปปี้ในเวลาไม่กี่เดือน ในปีต่อมา Andreessen ร่วมก่อตั้งบริษัทเน็ตสเคป (Netscape) สร้างเบราว์เซอร์เพื่อการค้าอย่างจริงจัง ในเวลาต่อมาก็มีเบราว์เซอร์จากค่ายอื่นๆ เกิดขึ้นมากมาย สิ่งตามมาหลังจากนั้นเสมือนเป็นการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ของวงการข้อมูลและข่าวสาร ข้อมูลจำนวนมากมหาศาลถูกย้ายไปบนเซิร์ฟเวอร์ ประวัตินบุคคล บันทึกของทางการ ประกาศรับสมัครงานและขายของ งานศิลปะ ข้อมูลทางสุขภาพ ข่าวสารการเมืองและการเงิน เกมส์ และองค์ความรู้อื่นๆ โดยข้อมูลเหล่านี้เชื่อมโยงกันเป็นโครงข่ายที่ซับซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและมีการเติบโตแบบทวีคูณ

เมื่อสิ้นสุดศตวรรษที่ 20 อินเทอร์เน็ตประกอบไปด้วยเน็ตเวิร์คย่อยๆกว่า 300 000 เน็ตเวิร์ค โดยข้อมูลถูกส่งผ่านไฟเบอร์ออฟติก สายเคเบิล เคลื่อนวิทยุ หรือแม้แต่สายโทรศัพท์ ทราฟฟิกบนอินเทอร์เน็ตเติบโตขึ้นกว่าสองเท่าในทุกๆปี และอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่อื่นๆ ก็เริ่มเข้ามาพร้อมกับคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนี้



เว็บเบราว์เซอร์ตัวแรกของโลก NCSA Mosaic 1.0 ที่ปฏิวัติการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่าน World Wide Web ดึงดูดคนหนุ่มมากเข้าหาอินเทอร์เน็ต

เทคโนโลยีอื่นๆที่ บัณฑิตยสถานด้านวิศวกรรมของสหรัฐอเมริกา (US National Academy of Engineering) ได้เลือกไว้นอกจากที่ได้กล่าวมามีดังต่อไปนี้

- ☐ โทรศัพท์
- ☐ ทางหลวง
- ☐ ยานอวกาศ
- ☐ การมองเห็นโดยใช้ X-Ray กล้องจุลทรรศน์ และกล้องโทรทัศน์
- ☐ อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในบ้าน
- ☐ เทคโนโลยีทางการแพทย์
- ☐ ปีโตรเลียมและเทคโนโลยีปิโตรเคมี
- ☐ เลเซอร์และไฟเบอร์ออฟติก
- ☐ เทคโนโลยีนิวเคลียร์ และ

- เทคโนโลยีทางด้านวัสดุ โดยเฉพาะทางด้านโลหะ พลาสติก และเซรามิก

บทสรุป

สิ่งที่เราได้เรียนรู้จากการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงโลกมีดังต่อไปนี้

- วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ
- การค้นพบสิ่งใหม่ๆทางวิทยาศาสตร์จะนำมาซึ่งเทคโนโลยีใหม่ๆที่เปลี่ยนโลกไปอย่างชัดเจน
- เทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นมาในยุคหลังใช้พื้นฐานที่มีมาจากเทคโนโลยีในยุคก่อนหน้า
- ในบางครั้งจะเห็นการก้าวกระโดดในการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างเด่นชัดเช่นในช่วงปฏิวัติอุตสาหกรรม ซึ่งเหตุการณ์ในลักษณะนี้มักจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงแหล่งพลังงานหลัก (จากน้ำและไม้มาเป็นถ่านหิน)
- การเปลี่ยนแปลงและพัฒนาเทคโนโลยีก่อให้เกิดการผลกระทบทางสังคมและเศรษฐกิจอย่างชัดเจน จากสังคมเกษตรกรรม เป็นอุตสาหกรรม จนกระทั่งเป็นสังคมข้อมูลและข่าวสาร
- การเปลี่ยนแปลงแหล่งพลังงานหลักที่มนุษย์ใช้มักทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างเด่นชัด แหล่งพลังงานของมนุษย์ในยุคแรกจะมาจาก น้ำ ลม และไม้ แต่มาถึงยุคปัจจุบันได้กลายเป็น ถ่านหิน ปิโตรเลียม และนิวเคลียร์

รวบรวม เรียบเรียง แปล และให้ความเห็น โดย ภาณุจ รัตนวรพันธุ์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ม. เกษตรศาสตร์