

ประวัติศาสตร์ และเทคโนโลยีใน ญี่ปุ่น ก่อน คริสต์ศตวรรษที่ 20 - วิทยาศาสตร์หรือ ศิลปะ?

สุนทร ลภกิตโร*

1. บทนำ
2. วิวัฒนาการทางวิทยาศาสตร์
3. วิวัฒนาการทางเทคโนโลยี
4. การพัฒนาในวิชาคณิตศาสตร์
5. ข้อคิดเห็นบางประการ

* ประเทศญี่ปุ่น

1. บทนำ

อาจกล่าวได้ว่านักวิชาการไทยให้ความสนใจแก่ญี่ปุ่นกันมากเป็นพิเศษในรอบปีที่ผ่านมา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะญี่ปุ่นเพิ่มบทบาทต่อประเทศของเราทั้งในด้านเศรษฐกิจ การเมือง และสังคม ถ้าไม่กล่าวถึงเรื่องของกองทหารญี่ปุ่นในสมัยกรุงศรีอยุธยาแล้วดูเหมือนว่าก่อนสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวนั้นเราแทบจะไม่มีอะไรเกี่ยวข้องกับญี่ปุ่นมากนักเพราะญี่ปุ่นอยู่ในช่วงปิดประเทศจนถึง ค.ศ. 1848 เราเริ่มตระหนักถึงความก้าวหน้าของญี่ปุ่นหลังจากที่เราปฏิรูปการปกครองและพยายามจะนำเอาระบบการศึกษาของประเทศนั้นมาใช้แต่ประสบปัญหานานาประการโดยเฉพาะสังคมที่แตกต่างกันระหว่างสองประเทศนี้ในที่ประชุมทางวิชาการเกี่ยวกับการถ่ายทอดเทคโนโลยีนั้นความสำเร็จของญี่ปุ่นในสมัยเมจิ (ค.ศ. 1868 - 1910) ได้รับการกล่าวขวัญกันบ่อย ข้อสรุปประการหนึ่งคือ “ญี่ปุ่นก่อนสมัยเมจิมีความแตกต่างทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับที่ไม่ต่างจากยุโรปในสมัยเดียวกันนัก” โดยที่นักวิชาการที่ไม่เป็นชาวญี่ปุ่นมักจะกล่าวเพียงสั้น ๆ ว่า ก่อนที่ญี่ปุ่นจะเริ่มพัฒนาประเทศแบบตะวันตกนั้น วิชาการด้านดาราศาสตร์ โหราศาสตร์ คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี แพทยศาสตร์ ภาษาศาสตร์ ปรัชญา การสำรวจ การทำแผนที่และรังวัด การคมนาคม การสื่อสาร การพิมพ์ การเหมืองแร่ โลหวิทยา การสร้างอาวุธ การทหาร การก่อสร้าง การใช้เวลา การต่อเรือ การย้อมสี การออกแบบอาคาร การทอผ้า การปั้นดินเผา เครื่องถม การเกษตร การประมง การป่าไม้และการทำกระดาษ เหล่านี้อยู่ในสภาพที่จะรับเอาวิทยาศาสตร์สมัยใหม่จากตะวันตกได้โดยไม่ยากนัก

ผู้เขียนมีความสนใจเป็นพิเศษต่อพฤติกรรมทางมนุษยวิทยาที่มีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เมื่อได้อ่านเอกสารทางประวัติศาสตร์ของญี่ปุ่นหลาย ๆ ฉบับ ก็มีความรู้สึกว่าการพัฒนาของเทคโนโลยีในญี่ปุ่นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันน่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงของศิลปะตามระยะเวลาในประวัติศาสตร์ โดยที่ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นกำลังสำคัญ ประดิษฐ์กรรมของญี่ปุ่นในสมัยเมจิจนถึงปัจจุบัน นอกจากจะสมบูรณ์ด้วยประสิทธิภาพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแล้วยังมีความสวยงาม ความละเอียดอ่อน ความกระตือรือร้นและให้สุนทรียภาพแก่ผู้ใช้สอยอย่างพอเพียง อาจจะเป็นด้วยเหตุนี้กระมังประเทศของเราจึงต้องทุ่มเทเงินทองไปละมาก ๆ เพื่อซื้อสินค้าที่เป็นต้นกำลังในการผลิตและสินค้าฟุ่มเฟือยจากญี่ปุ่นกันโดยไม่รู้จักเลื่อมซาและอาจจะเป็นด้วยเหตุนี้กระมังเราจึงมีความหวังเป็นอย่างยิ่งที่จะได้รับความช่วยเหลือจากญี่ปุ่นทางวิทยาการและตอกติใจที่จะได้ไปศึกษา ไปฝึกงานหรือดูงานในประเทศญี่ปุ่นกันไปละมาก ๆ ทั้งในภาคเอกชนและภาครัฐบาล

บทความนี้มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญสองประการ ประการแรกมุ่งจะเล่าความเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของญี่ปุ่นก่อนสมัยเมจิโดยสังเขป โดยพยายามตัดส่วนที่เราขาดความรู้เบื้องต้นที่yakต่อการทำความเข้าใจออกไป ประการที่สองพยายามจะเล่าว่าญี่ปุ่นเข้าบันทึกประวัติศาสตร์ด้วยวิธีการเช่นไรและมีอะไรเป็นจุดเด่นบ้าง แต่ความต้องการที่แท้จริงของผู้เขียนคือเราจะมียุทธวิธีการอย่างไรบ้างที่จะวางนโยบายพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของเราโดยเอาข้อเท็จจริงทางประวัติศาสตร์ ข้อเท็จจริงทางมานุษยวิทยาและข้อเท็จจริงทางกลไกของระบบราชการไทยมาเป็นข้อมูลเบื้องต้น อย่างไรก็ตามผู้เขียนไม่ได้อยู่ในฐานะที่จะให้คำตอบได้ บทความนี้เพียงแต่คิดว่าอาจจะช่วยสร้าง “ภาพที่ควรจะเป็น” ให้แก่ประเทศของเราได้บ้าง

2. วิวัฒนาการทางวิทยาศาสตร์

แม้นักวิชาการชาวญี่ปุ่นส่วนมากจะกล่าวว่าญี่ปุ่นก่อนคริสต์ศตวรรษที่ 20 ไม่ได้มีวิทยาศาสตร์ที่เป็นระเบียบและรูปร่างที่ชัดเจนแต่จาก “การพัฒนาในวิชาคณิตศาสตร์” ซึ่งจะได้กล่าวถึงในตอนที่ 4 นั้น ผู้เขียนใคร่จะเสริมว่าประเทศโลกตะวันออกซึ่งได้รับอิทธิพลของอารยธรรมจีนและอินเดียมาเป็นเวลานาน ก็มีวิทยาศาสตร์อีกระบบหนึ่งซึ่งต่างจากโลกตะวันตก ในกรณีของญี่ปุ่นนั้นเอกสารทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโบราณได้รับการบันทึกด้วยตัวอักษรและภาพวาดเป็นจำนวนมากพอ ๆ กัน ซึ่งทำให้เราไม่สามารถเก็บกระบวนการที่เป็นวิทยาศาสตร์ได้โดยชัดเจนแบบสมการเคมีหรือสูตรทางคณิตศาสตร์ หรือลำดับการวิเคราะห์แบบวิชาชีววิทยาและวิชาฟิสิกส์ปัจจุบัน

ดังนั้น ถ้าเราจะพิจารณารายละเอียดของวิทยาศาสตร์ในญี่ปุ่นแล้ว ก็จะต้องเริ่มต้นมาจากหลักฐานทางโบราณคดี จากวิชาโหราศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิชาแพทย์และเภสัช ซึ่งเป็นวิทยาการเรื่องแรกของมนุษยชาติ

ในสมัยต้นคริสตศักราชนั้น เราไม่ทราบว่ามีวิทยาการอะไรในญี่ปุ่นบ้าง เพียงแต่ทราบว่ามิแพทย์ฝีมือดีมาจากจีนในศตวรรษที่ 5 ตำราแพทย์ ดาราศาสตร์และโหราศาสตร์จากจีนถูกนำเข้ามาในกลางศตวรรษที่ 6 โดยผ่านทางคาบสมุทรเกาหลี จากบันทึกทราบว่าชาวญี่ปุ่นเดินทางไปประเทศจีนมาก แต่ไม่ทราบว่านอกเหนือจากนี้แล้วได้เอาอะไรมาอีกบ้าง ถ้าเราคิดว่าการสิ้นสุดของอาณาจักรโรมันเป็นการสิ้นสุดประวัติศาสตร์ยุคโบราณแล้ว ญี่ปุ่นสมัยนี้ยังไม่มี “ระบบวิชาการ” เพราะยังขาดอักษรเขียน บันทึก ตัวอย่าง ความคิดเรื่องโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์จึงสันนิษฐานได้ว่าเป็นเพียงเทพนิยายอย่างหนึ่ง

เมื่อมาถึงสมัยประวัติศาสตร์ยุคกลางมีหลักฐานเกี่ยวกับเรื่องการถ่ายทอดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มากพอสมควร ทำให้ทราบว่าวิชาโหราศาสตร์ แพทย-
ศาสตร์และเภสัชศาสตร์ ยังเป็นวิชาการของจีน วิชาอื่นที่
ค้นพบ คือ ตำราภูมิศาสตร์ซึ่งเป็นการบันทึกและวาด
พรรณนาภาพของพื้นที่ในศตวรรษที่ 8 วิชาคณิตศาสตร์
ควบคู่ไปกับวิชาดาราศาสตร์ แต่ยังมีขาดระบบและ
ระเบียบจนสิ้นยุคกลาง (ราว ค.ศ. 1600) ความรู้ทางดารา-
ศาสตร์และการแพทย์เกิดขึ้นสมัยต่อมาโดยวิชาแพทย์
เป็นวิชาการแขนงย่อย สำหรับวิชาปรัชญานั้นเนื่องจาก
เกี่ยวข้องกับวิชาเภสัชศาสตร์ จึงมีประวัติมาก่อนแต่ก็เริ่ม
จัดระบบขึ้นในยุคกลางนี้ วิชาปรัชญาที่กล่าวถึงในที่นี้
แตกต่างกับวิชาปรัชญาปัจจุบันอยู่มากโดยอาจเทียบ
เคียงกับวิชา Natural History ได้ในระบบวิชาการตะวันตก

เราถือว่ายุคกลางมีช่วงระยะเวลาประมาณ 1,000
ปี กล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์ของญี่ปุ่นในช่วงนี้รับ
เอาความคิดของจีนโดยสิ้นเชิง วิทยาศาสตร์ในยุคกลาง
ยังอยู่ในยุคเริ่มต้นและแม้ในยุโรปเองก็ยังขาดความสนใจ
จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นเพียงศิลปะใหม่ชนิดหนึ่ง
จริงอยู่ในสมัยนั้นจินตติดต่อกับอาหรับได้โดยผ่านทางอิน-
เดีย แต่เราหาหลักฐานที่จะยืนยันได้ว่าจีน อาหรับและ
โลกตะวันตกในระยนั้นมิมีวิทยาการที่สัมพันธ์กันจึงอาจ
ปฏิเสธได้ว่าญี่ปุ่นรับวิทยาการจากตะวันตกในสมัย
นั้น

วิทยาศาสตร์ของโลกตะวันตกเริ่มเป็นระเบียบเมื่อ
เข้าสู่ประวัติศาสตร์ยุคใหม่ในช่วงศตวรรษที่ 16
ในขณะที่โลกตะวันตกกำลังสนใจต่อวิชาดาราศาสตร์
และวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ นั้น ญี่ปุ่นก็เริ่มรับวิทยาการตะ-
วันตกโดยบังเอิญในปี ค.ศ. 1543 เมื่อเรือของโปรตุเกส
ลอยมาติดฝั่งของเกาะคิวชู และได้เรียนรู้วิชาการของ
ตะวันตกจากชาวเรือเหล่านั้น เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นเกือบ
พร้อม ๆ กับการพิมพ์ตำราดาราศาสตร์ของคอร์เปอนิคุส
และตำรากายวิภาคของเวซาลิอุสในยุโรป ซึ่งเป็นการ
เปิดโลกวิทยาศาสตร์ใหม่

ชาวญี่ปุ่นสมัยนั้นสนใจสนอกสนใจต่อการประดิษฐ์เป็น
ใหญ่ด้วยเหลือล้นเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากอยู่ในระหว่าง
สงครามในประเทศทำให้ปืนใหญ่ที่สร้างจากเกาะทานโกะ
ในภาคใต้แพร่หลายไปทั่วประเทศ เรือของโปรตุเกส
และสเปนได้เข้ามาทำการค้ากับญี่ปุ่นที่แคว้นซามะชิมะ
ทางภาคใต้และนำหมอสอนศาสนาเช่นกลุ่มของซามิเอส
เข้ามาเผยแพร่ศาสนาคริสต์พร้อมกับวิชาดาราศาสตร์
การแพทย์ การพิมพ์และสินค้าใหม่ ๆ เช่น นาฬิกา
และแว่นตา แม้ว่าดาราศาสตร์จะมีเนื้อหาท่งงาน
ของคอร์เปอนิคุส แต่ก็สร้างความตื่นตาตื่นใจให้มากต่อ
ชาวญี่ปุ่นผู้ซึ่งเคยชินกับความคิดแบบจีน สภาพนี้ก็เช่น
เดียวกับการนำความคิดเกี่ยวกับธาตุทั้งสี่ของเอมเป-
โดเคลสและอริสโตเติล ซึ่งแตกต่างไปจากความคิดเรื่องธาตุ
ไวและธาตุเฉื่อยทั้งห้าของจีนซึ่งรู้จักกันมาแต่เดิม

ชาวญี่ปุ่นเรียกชาวสเปนและชาวโปรตุเกสว่านาน-
บังตามที่เรียกชาวจีน วิธีการสังเกตดวงดาวและวัตถุต่าง ๆ
ที่ได้เรียนรู้ันั้นได้รับการบันทึกไว้ในหนังสือ "ลือซื่อ"
สรุปความคิดสองลักษณะและ "คำอธิบายอย่าง
สุดแรง" ซึ่งพรรณนาถึงความคิดที่แตกต่างกันอย่างรุนแรง
ระหว่างโลกตะวันตกและโลกตะวันออกตามลัทธิของ
ขงจื้อ เนื่องจากดาราศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการ
เดินเรือโดยไม่เป็นวิชาการลม ๆ แล้ง ๆ จึงได้รับการ
ยอมรับอย่างฉับไว

ในกลุ่มหมอสอนศาสนานั้นหัวเรี่ยวหัวแรงทาง
การแพทย์ในญี่ปุ่นคือหลุยส์ เด อัลเมย์ดา ชาวโปรตุเกส
ซึ่งได้ตั้งโรงพยาบาลขึ้นในเกาะคิวชูด้วยความช่วยเหลือ
ของขุนนางชาวญี่ปุ่นคนหนึ่งเพื่อเปิดรักษาพยาบาล
แก่คนทั่วไป เนื่องจากนายแพทย์ผู้นี้เป็นศิษย์แพทย์
ดังนั้นจึงเรียกวิชาศัลยกรรมแบบใหม่นี้ว่าวิชาแพทย์แบบ
นานบัง

ขุนศึกในญี่ปุ่นบางคนศรัทธาศาสนาคริสต์มากจน
เปลี่ยนมานับถือศาสนาใหม่ บางคนคอยปกป้องชาว

คริสต์หรือไม่ก็สร้างอาคารโบสถ์วิหารให้ทำให้อุทยานการตะวันตกเผยแพร่ไปในญี่ปุ่นได้เร็วพอ ๆ กับศาสนาแต่ไม่นานนัก โทโยโทมิ ฮิเดโยชิ ขุนศึกคนหนึ่งได้สั่งทำลายโบสถ์คริสต์และสั่งห้ามนับถือศาสนาใหม่ เพราะถือว่าเป็นมือเท้าของผู้ว่างงาน ชาวนานับยังได้รับความกดดันอย่างรุนแรง การควบคุมทำให้อุทยานการตะวันตกหยุดชะงักและจบไปพร้อมกับศตวรรษที่ 16 อย่างไรก็ดีตามญี่ปุ่นก็เริ่มสัมผัสกับระบบวิทยาศาสตร์แบบใหม่ซึ่งแตกต่างไปจากแบบเดิม

เมื่อเข้าสู่คริสต์ศตวรรษที่ 17 ซึ่งเป็นสมัยของโชกุนโทคุกาวาอิเอียสึ นั้น ชาวญี่ปุ่นเข้าสู่สมัยเอโด ชาวอังกฤษซื้ออะดัมได้เข้ามาในญี่ปุ่นในฐานะกัปตันเรือรีฟิวเอของฮอลันดาและทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาของอิเอียสึทางดาราศาสตร์และการต่อเรือ ญี่ปุ่นมีโอกาสติดต่อกับอังกฤษและฮอลันดาจนฮอลันดาได้รับอนุญาตให้ตั้งสถานการค้า ความสัมพันธ์ระหว่างญี่ปุ่นกับต่างประเทศขยายไปในวงกว้างขึ้นแม้จะถูกจำกัดเกี่ยวกับเรื่องของศาสนาโดยอำนาจของผู้ปกครองประเทศ ในปี ค.ศ. 1630 ซึ่งเป็นสมัยของโชกุน คนที่สามชื่อ โทคุกาวาอิเอมิทสึ ได้ระงับการนำตำรา 32 เล่มจากจีนเข้ามาโดยให้เหตุผลว่าเพื่อต่อต้านการเผยแพร่ของคริสต์ศาสนา แต่โดยข้อเท็จจริงแล้วเกินครึ่งเป็นตำราคณิตศาสตร์และดาราศาสตร์ของตะวันตกที่แปลเป็นภาษาจีนแล้ว เช่น วิชาเรขาคณิตของยุคลิด เป็นต้น

ต่อมาอีกไม่นานรัฐบาลได้สั่งห้ามหมอสอนศาสนาเดินทางเข้าญี่ปุ่นและห้ามชาวญี่ปุ่นเดินทางออกนอกประเทศ โดยติดเป็นป้ายไว้ที่ท่าเรือนางาซากิที่ทำการค้ากับต่างประเทศในเกาะคิวชู ชาวจีนและชาวฮอลันดาได้รับสิทธิพิเศษยกเว้น โดยเหตุนี้การนำเอาวิทยาการจากตะวันตกเข้ามาจึงต้องผ่านทางสถานการค้าโดยเสมียนพาณิชย์ที่เมืองนางาซากิ เสมียนพาณิชย์และชาวฮอลันดาในระยะแรกถ่ายทอดภาษาด้วยปากเปล่าและห้ามบุคคล

ทั่วไปคลุกคลีทำให้การอ่านภาษาฮอลันดาเป็นไปด้วยความลำบาก นักปราชญ์ที่เติบโตมาจากเสมียนพาณิชย์เช่นโมโตคิและชิซึคิจึงเริ่มปรากฏในปลายศตวรรษที่ 18

หัวหน้าสำนักงานการค้าของฮอลันดาหรือที่เรียกกันว่ากะปิตันจะเดินทางจากเกาะคิวชูไปเยี่ยมคารวะโชกุนปีละครั้งในฤดูใบไม้ผลิที่เมืองเอโด (โตเกียว) โดยมีแพทย์ชาวฮอลันดาติดตามไปด้วย ทั้งแพทย์หลวงของญี่ปุ่นและผู้ทีสนใจจะเรียนรู้อื่น ๆ มักจะแวะมายังที่พักของแพทย์ชาวต่างประเทศดังกล่าว เพื่อศึกษาวิชาการซึ่งมีโอกาสปีละครั้งนอกเมืองนางาซากิ ด้วยเหตุนี้จึงกล่าวได้ว่าอิทธิพลของชาวฮอลันดาต่อญี่ปุ่นในศตวรรษที่ 17 ทางวิทยาศาสตร์มีอยู่น้อยมาก.

ในช่วงนี้วิชาคณิตศาสตร์แบบญี่ปุ่น (วาซาน) มีความเจริญมากและถึงจุดสูงสุดในสมัยของเซคิทาเคะซีซึ่งอยู่ในสมัยเดียวกับนิวตัน เนื่องจากคำแปลภาษาจีนของตำราเรขาคณิตของยุคลิดถูกห้าม จึงทำให้คณิตศาสตร์เติบโตมาจากวิชาคณิตศาสตร์ของจีนและมันสมองของชาวญี่ปุ่นเท่านั้น ในสมัยนั้นถือกันว่าเป็นวิชาการที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงและมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว แต่ปัจจุบันได้รับการโจมตีว่าเป็นวิชาการแบบอนุรักษนิยมและทะนงในโลกของตัวเองจนเกินไป

ได้กล่าวมาแล้วว่าดาราศาสตร์ของญี่ปุ่นมีพื้นฐานมาจากวิทยาการของจีน แต่ชิบูกาวาฮะรุมิได้ดัดแปลงเป็นปฏิทินโหราศาสตร์แบบใหม่ซึ่งนับเป็นผลงานครั้งแรกโดยฝีมือของคนญี่ปุ่นและรัฐบาลนำเอามาใช้เป็นปฏิทินมาตรฐานของประเทศ มีการติดตั้งเครื่องมือวัดทางดาราศาสตร์ ณ สำนักงานของรัฐบาลเพื่อทำหน้าที่ท้องฟ้า ฮะรุมิได้รับการยกย่องว่าเป็นนักดาราศาสตร์ผู้นำของญี่ปุ่นในศตวรรษที่ 17 ทั้ง ๆ ที่ไม่ได้ใช้วิทยาการแบบตะวันตกเลย

วิชาการแพทย์ได้รับอิทธิพลส่วนหนึ่งมาจากยุโรป

เนื่องจากวิชาการด้านนี้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับ ชีวิตความเป็นอยู่จึงสามารถรับสิ่งแปลกใหม่ได้โดยรวดเร็ว กล่าวคือมีแพทย์มาประจำที่สถานการค้าเมืองนางาซากิ โดยอ้างว่ามารักษาโรคให้แก่ชาวฮอลันดาแต่โดยความจริงแล้วแพทย์ชาวญี่ปุ่นจำนวนมากได้มาเป็นศิษย์เช่นเดียวกับการศึกษาจากแพทย์ที่เดินทางไปยังเมืองเอโด คาสปาว ชูฮันเบล เป็นแพทย์ที่ได้รับการนับถือมากจนมีระบบวิชาสำนักคาสปาลขึ้น โดยทั่วไปแล้วแพทย์ชาวฮอลันดานำการรักษาโรคในแบบที่เรียกว่าชนแดง (Komoryu) และต่างจากวิธีนานับที่มีมาแต่ก่อน มิโคโมโตะชิได้อดคำสอนมาเป็นตำราชื่อ “คู่มือสืบทอดแพทย์แบบชนแดง” แต่ตำราที่เก่าที่สุดชื่อ “วิชาการสำนักชนแดง” ซึ่งเขียนจากคำแปลคำบอกเล่าของแพทย์ฮอลันดา โดยฟูรุกาวาจิโรสายุเมมอ ความจริงแล้วโมโตะชิได้นักปราชญ์เกี่ยวกับลัทธิขงจื้อแต่เขียนหนังสือชื่อ “คำอธิบายอย่างรุนแรง” ด้วยหลักการในวิชา Natural history และยังเขียนตำราแพทย์ด้วย มีทสึบายาชิ ซึ่งเป็นเสมียนพาณิชย์ได้เรียนวิชาแพทย์แล้วเปิดคลินิกชื่อมีทสึบายาชิ สิ่งที่น่าสนใจคือมีทสึบายาชิได้ตำราศัลยกรรมสมัยศตวรรษที่ 16 ของชาวฝรั่งเศสชื่ออัมโปรวาลปาเลย์ ซึ่งแปลเป็นภาษาฮอลันดาแล้วมาแปลเป็นภาษาญี่ปุ่นด้วย ด้วยเหตุนี้วิชาแพทย์สำนักชนแดงและสำนักนานับจึงต่างกันเพียงชื่อที่เรียกโดยที่เนื้อหาก็คือวิชาแพทย์แบบยุโรปนั่นเอง โดยที่สำนักชนแดงเป็นเพียงการระบุว่ามาจากชาวฮอลันดาเท่านั้น การแบ่งแยกแบบนี้ยังพบได้อีกในสมัยต่อมาที่มีการศึกษาวิชาการของฮอลันดาอย่างจริงจังและตั้งชื่อเป็นวิชาการนางาคิ

วิชาแพทย์สำนักชนแดงและสำนักนานับต่างกันเฉพาะวิธีการผ่าตัดซึ่งยากที่แพทย์ที่ใช้สมุนไพรแบบจีนจะติดตามได้ทันจึงทำให้ได้รับความสนใจสูง นอกจากสำนักทั้งสองที่กล่าวถึงแล้วยังมีวิชาแพทย์ในสำนักของโยชิตะ สำนักทชิ และสำนักคริสาคิด้วย ซึ่งคล้าย ๆ

กับวิชาคณิตศาสตร์ที่แบ่งออกเป็นหลาย ๆ สำนักทำให้เกิดคำวิจารณ์ว่า “เป็นวิชาการที่เคร่งครัดและหยิ่งผยองจนเกินไป” การที่นักปราชญ์ลัทธิขงจื้อหรือเสมียนพาณิชย์มาเขียนตำราแพทย์ทำให้เข้าใจได้ว่าวิทยาการตะวันตกได้รับความสนใจจากชาวญี่ปุ่นเพียงไรแม้กระนั้นการรักษาโรคแบบจีนก็ยังได้รับการนับถือว่า “ไม่เกินไปจนเกินไป” และมีผู้นิยมมากกว่าเกิดเป็นสำนักต่าง ๆ เช่น สำนักนาโกยาและสำนักยามาว่าคิ

วิชาการเภสัชศาสตร์ของญี่ปุ่นซึ่งใกล้ชิดกับวิชาแพทย์นั้น เป็นวิชาการสมุนไพรแบบจีนที่เชื่อมโยงกับวิชาเวทย์มนตร์และ Natural history เริ่มต้นจากการนำเอาวิชา “รายชื่อไม้ตัวยาท้องหลาย” ของจีนเข้ามา ต่อจากนั้นเป็นการค้นคว้าวิจัยเพิ่มเติมและการแปลตำราเป็นภาษาญี่ปุ่นแพทย์ที่มีชื่อเสียงนั้นเช่น นาโกยาเคนอิ และมิโคโมโตะชิ เขียนตำรายาเจริญอาหารไว้แต่ก็กล่าวได้ว่าในระยะนี้วิชาเภสัชศาสตร์เพิ่งเริ่มต้น เน้นแต่การผสมยา ระบบวิชาแบบวิทยาศาสตร์เริ่มเจริญขึ้นเมื่อเข้าสู่ศตวรรษที่ 18 แล้ว

การค้นคว้าวิจัยวิชาการแบบตะวันตกเริ่มเป็นรูปเป็นร่างแท้จริงขึ้น ในศตวรรษที่ 18 โดยมีเอรายชิราอิชิเป็นผู้ริเริ่ม โชกุนคนที่ 8 คือ โทคุกาวา โยชิมิเนมีความสนใจทางวิชาการมากโดยลงมือค้นคว้าทางดาราศาสตร์ด้วยตนเอง ข้อห้ามการนำตำราตะวันตกเข้ามานั้นได้รับการลดหย่อนให้แก่ตำราที่ไม่เกี่ยวกับศาสนาคริสต์ โนโรกามิโจ อะโอคิคอนโยและคนอื่น ๆ ได้ค้นคว้าเรื่องภาษาฮอลันดาโดยการอุปถัมภ์ของโชกุนเอง อะโอคิศึกษาภาษาฮอลันดาโดยการรวบรวมศัพท์ของชาวฮอลันดาที่เดินทางมายังเมืองเอโด ในตอนกลางศตวรรษที่ 18 ตำรา “จุดเริ่มต้นเกี่ยวกับวิชาการของฮอลันดา” โดยสึงตะเกนสะคิได้กล่าวถึงการเขียนตำรากายวิภาคศาสตร์ 2 ฉบับใน

ปี ค.ศ. 1771 และ 1774 โดย โคลีคเคนและคอปพายาม ตลอดจนความยากลำบากของยุคนี้ไว้โดยชัดเจน

เมื่อถึงศตวรรษที่ 19 การค้นคว้าวิชาการของฮอลันดาเฟื่องฟูมากขึ้น โดยมีศูนย์กลางอยู่ในวิชาแพทย์ เช่นจากตำราศัลยกรรมของสำนักขนแดง แม้ว่างานค้นคว้าจะเริ่มจากสถานการณ์การค้าในเมืองนาซาก็ โดยมี แพทย์เช่นมัทสียาซึ หรือการค้นคว้าวิชาดาราศาสตร์ โดยโมโตจิ โยชินางา หรือชิซึกิฮาดาโอกิก็ตาม แต่ศูนย์วิชาการได้ย้ายไปสู่ประสาทของไซกุนในเมืองเอโดะ (วังจักรพรรดิในปัจจุบัน) ในวิชาแพทย์และการค้นคว้าในภูมิภาคอื่น ๆ ของประเทศด้วย

ในระหว่างปี ค.ศ. 1800 - 1820 ซึ่งการค้นคว้าวิทยาศาสตร์ของฮอลันดาเจริญถึงขีดสุดนี้วิชาการนอกเหนือจากดาราศาสตร์และแพทยศาสตร์ก็เริ่มเป็นระบบขึ้น กล่าวคือได้เริ่มมีการค้นคว้าในวิชาเคมีซึ่งไม่เคยมีมาก่อนโดยใช้ชื่อว่าเคมี หรือคิริงคิ ซึ่งมาจากภาษาละตินว่าฟิสิก้า ภาษาฮอลันดาว่าจัวร์คูนเดหรือในปัจจุบันเรียกกันว่าวิชาธรรมชาติวิทยา แต่ในญี่ปุ่นไม่มีคำว่า ฟุจิชิซึ่งแปลว่าธรรมชาติ เช่นในภาษาฮอลันดาจึงเรียกวิชาการใหม่นี้ว่า “**เหตุผลของวัตถุ**” และต่อมาจึงแยกออกเป็นวิชาฟิสิกส์ด้วย

อดากาวาเขียนตำราชื่อ “**เปิดระบบเคมี**” โดยใช้คำทับศัพท์ภาษาฮอลันดา เมื่อถึงสมัยเมจิจึงมีการนำคำว่า “**เคมี**” มาเป็นศัพท์ภาษาญี่ปุ่นโดยตรง ทาฮาโนนางาฮิเดะใช้ว่า “**ศิลปะการแยกธาตุ**” โดยเอามาจากคำว่าชิเตยคุนเดย์ในภาษาฮอลันดา แม้ว่าศัพท์ดังกล่าวจะไม่แพร่หลายนักแต่ก็ได้รับการยอมรับให้ใช้ในทะเบียนเอกสารในสมัยนั้น

อดากาวายังได้นำวิชาพฤกษศาสตร์เข้ามาด้วยโดยเขียนหนังสือชื่อ “**บทสวดข่อยวิชาพฤกษศาสตร์**” โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อจะแนะนำวิชาพฤกษศาสตร์โดยใช้แบบบทสวดมนตร์ ต่อมาได้เขียนหนังสือชื่อ

“**วิชาพฤกษศาสตร์เบื้องต้น**” เพื่อแนะนำวิชาการใหม่อย่างถูกต้อง คำว่า “**พฤกษศาสตร์**” ในญี่ปุ่นที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันได้เริ่มใช้ในสมัยเมจิ อดากาวายังได้นำวิชาสัตวศาสตร์เข้ามาอีกด้วยโดยเขียนหนังสือ “**วิชาสัตวศาสตร์เบื้องต้น**” แต่ไม่ได้พิมพ์ออกเผยแพร่ นอกจากนี้แล้วยังมีนักพฤกษศาสตร์และสัตวศาสตร์หลายคนที่ได้ค้นคว้าวิจัยทางด้านชีววิทยา โดยเฉพาะผลงานทางด้านกีฏวิทยา

นอกจากนี้แล้ววิทยาการธรรมชาติวิทยาของญี่ปุ่นยังอยู่ในระบบที่แตกต่างกับกับวิทยาการของยุโรปด้วย เหตุนี้เมื่อไดซาราดำเนินการปฏิรูปวิชาธรรมชาติวิทยาโดยอิสระชื่อ “**สิ่งธรรมชาติในญี่ปุ่น**” ในศตวรรษที่ 18 จึงเป็นตำราที่แตกต่างไปจากระบบจีนมาจนมีลักษณะเป็นวิชา natural history กล่าวคือนอกจากกล่าวถึงเรื่องคุณสมบัติในตัวสัตว์แล้วยังกล่าวถึงผลิตภัณฑ์จากป่าคือแร่ธาตุด้วย หนังสือเล่มนี้ไม่ได้เน้นถึงการค้นคว้าวิจัยนักกลับกล่าวถึงงานสะสมด้วยความสนุกสนาน เช่นการสะสมก้อนหินต่าง ๆ ดูเหมือนวิชาการนี้มีผู้สนใจกันมาก เช่นกล่าวถึงพันธุ์ไม้แปลก ๆ กลุ่มแมลงที่มีการเปลี่ยนแปลงทางกรรมพันธุ์โดยไม่กล่าวถึงพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนักสำรวจทางชีววิทยา เช่น ชุมเบอร์ก หรือซีโบลท์เข้ามารวบรวมพืชพันธุ์ในญี่ปุ่นเป็นหนังสือชื่อ “**รายชื่อพันธุ์พืชในญี่ปุ่น**” และ “**รายชื่อพันธุ์สัตว์ในญี่ปุ่น**” นั้น แม้ว่านักวิชาการของญี่ปุ่นจะมีบทบาทอยู่มากแต่ก็ไม่ใช่ว่าบทบาทที่สำคัญแต่อย่างใด อนึ่งวิชาการธรรมชาติวิทยาในญี่ปุ่นมีวิชาภูมิศาสตร์และโลหวิทยาอยู่ด้วย รวมทั้งเรื่องสิ่งมีชีวิตจรรยและมีราคาสูงในสมัยนั้น

ผลงานที่สะดุดตาของญี่ปุ่นในสมัยนั้นอีกประการหนึ่งคืองานสำรวจจริงวัดของอิโนซุเคะ ซึ่งทำให้ชาวญี่ปุ่นรู้จักรูปร่างของเกาะญี่ปุ่นเป็นครั้งแรก นักสำรวจชาวตะวันตกที่มาสำรวจโลกตะวันออกในระยะต่อมาได้ดู

แผนที่ที่จัดทำขึ้นแล้วก็กล่าวว่าของเดิมสมบูรณ์อยู่แล้วไม่จำเป็นต้องสำรวจรังวัดใหม่ อีโนเป็นนักดาราศาสตร์แทนที่จะเป็นนักสำรวจภูมิศาสตร์เช่นปัจจุบัน

กล่าวโดยสรุป ผลงานทางวิทยาศาสตร์ของญี่ปุ่นก่อนศตวรรษที่ 20 นั้นเป็นการ “เลียน” มากกว่าการ “วิจัย” วิชาการด้านฟิสิกส์ เคมี พฤกษศาสตร์ สัตวศาสตร์เริ่มเข้ารูปเข้ารอยเมื่ออยู่ในสมัยเอโดะตอนปลาย (ค.ศ. 1800 - 1870) ซึ่งเป็นการสร้างขึ้นมาจากแทบไม่มีพื้นฐานเก่าให้เห็น โดยเหตุนี้เมื่อมีการปฏิรูปการปกครองในสมัยเมจิ วิทยาศาสตร์จึงได้รับการยกย่องเป็นของใหม่ และผ่านจากยุค “เลียน” มาเป็นยุค “วิจัย” ดังนั้นความพยายามในสมัยเอโดะจึงเป็นการปูพื้นฐานไว้ดีพอสมควร

3. วิวัฒนาการทางเทคโนโลยี

ในการศึกษาประวัติเทคโนโลยีของญี่ปุ่นนั้นประการแรกที่ควรระวังคือวิทยาการของญี่ปุ่นก่อนสมัยเมจิเป็นวิทยาการส่วนหนึ่งของภาคพื้นทวีป โดยเฉพาะประเทศจีนซึ่งได้ให้ศาสนาพุทธและลัทธิขงจื้อที่มีปรัชญาที่ครอบคลุมระบบความคิดของญี่ปุ่นอยู่อย่างสูงสุด เนื่องจากอารยธรรมของจีนมีอายุมากกว่าอารยธรรมของยุโรปตะวันตก จึงพบว่าเทคโนโลยีของจีนกลายเป็นพื้นฐานที่สำคัญของญี่ปุ่น เช่นการหล่อโลหะ การก่อสร้าง การทำกระดาษ เข็มทิศ ดินปืน การพิมพ์ด้วยแท่นพิมพ์โลหะและเครื่องปั้นดินเผา

โดยเหตุที่ญี่ปุ่นผูกพันอยู่กับจีนมากเราจึงสามารถเห็นหลักฐานทางเทคโนโลยีที่มีลักษณะคล้ายจีนอยู่มาก เช่นซากปรักหักพังของสิ่งก่อสร้าง วัตถุที่ขุดค้นได้ และบันทึกต่าง ๆ ทางด้านช่าง ด้วยตัวหนังสือจีนและญี่ปุ่น อย่างไรก็ตามเราปฏิเสธไม่ได้ว่าสิ่งเหล่านี้มีขนาดเล็กหรือแสดงเพียงความคิดหรือความต้องการเพียงบางส่วน งานช่างบางอย่างจะจกกลงโดยการนำเอาเทคโนโลยี

ตะวันตกเข้ามาทดแทน หนังสือเรื่อง “ประวัติศาสตร์ของญี่ปุ่น” ที่รวบรวมโดยโยโกอิโทคิฟู ในปี ค.ศ. 1898 กล่าวได้ว่าเป็นสารานุกรมทางเทคโนโลยีฉบับแรกของญี่ปุ่น ซึ่งเน้นให้เห็นว่าเทคโนโลยีดั้งเดิมของญี่ปุ่นเป็นวิจิตรศิลป์ แต่เนื่องจากอุตสาหกรรมและศิลปะต่าง ๆ ต่างก็มีพื้นฐานมาจากเทคโนโลยีเราจึงสามารถพรรณนาการพัฒนาของเทคโนโลยีได้โดยการดูประวัติของจิตรกรรมต่าง ๆ

การค้นคว้าประวัติเทคโนโลยีของญี่ปุ่นในปัจจุบันมีแนวทางที่กว้างและลึกมากขึ้นจนทำให้นักวิชาการยอมรับว่าเทคโนโลยีปัจจุบันเป็นมรดกของเทคโนโลยีในอดีต วิธีการศึกษาแบบนี้ไม่ได้จบลงด้วยการสรุปว่าเทคโนโลยีเหล่านั้นดีหรือเลวแต่ทำให้เข้าใจเทคโนโลยีในฐานะส่วนหนึ่งของมนุษยชาติ การกำหนดขอบเขตการพัฒนาเทคโนโลยีและการหาจุดเริ่มต้นและการเติบโตของเทคโนโลยีแต่ละสาขา

เมื่อดูจากยุคก่อนประวัติศาสตร์โดยผลงานทางโบราณคดีและมานุษยวิทยาแล้วผลงานหลายอย่างในยุคหินเก่ามีอยู่มากในเกาะญี่ปุ่น ดังนั้น การบันทึกเรื่องของญี่ปุ่นในเอกสารของจีน (ศตวรรษที่ 1 ตอนกลาง) หรือการนำเอาอักษรจีนและปรัชญาแบบจีนเข้ามาในศตวรรษที่ 3 จึงเป็นการเริ่มหลักฐานแต่เพียงบางส่วนซึ่งอธิบายให้เห็นถึงเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีพง่าย ๆ ในยุคสัมฤทธิ์นั้นเทคโนโลยีประเภทเครื่องมือล้าสัตว์ดินเผา ที่อยู่อาศัยในถ้ำและการเรียงหินในสิ่งก่อสร้างมีอยู่เป็นส่วนสำคัญ

เมื่อเข้าสู่ยุคเหล็กจะเห็นว่าอิทธิพลของภาคพื้นทวีปมีมาก การก่อสร้างบ้านเรือนเป็นรูปทรงแปด การใช้ที่เก็บสิ่งของแบบยกพื้นสูงและเทคโนโลยีทางการเพาะปลูกเพื่อการผลิตเป็นจำนวนมาก เป็นเทคโนโลยีที่สำคัญเครื่องมือดินเผาในยุคนี้ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นมาก ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องมือที่เป็นเหล็กและทองแดงเป็นปัจจัย

ที่ทำให้การสร้างสิ่งต่าง ๆ เป็นไปโดยง่ายขึ้น ภายใต้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเหล่านี้จึงมีการสะสมความมั่งคั่งมีกลุ่มคนร่ำรวยที่มีอำนาจสร้างเป็นอาณาจักรแบบโบราณในศตวรรษที่ 4 จนถึงตอนกลางของศตวรรษที่ 7 หลักฐานจะเห็นได้จากสุสานเป็นดินของจักรพรรดิในศตวรรษที่ 4 ถึงครั้งแรกของศตวรรษที่ 5 ว่าเป็นงานก่อสร้างที่มีความซับซ้อนพอ ๆ กับประติมากรรมอียิปต์โบราณ นอกจากนี้การก่อสร้างแหล่งน้ำเพื่ออุปโภคและการเกษตรและการขุดคลองขนาดใหญ่เป็นการรวบรวมแรงงานครั้งมหาในประเทศ ชาวภาคพื้นทวีปซึ่งติดอยู่กับญี่ปุ่นและกลายเป็นชาวญี่ปุ่นไปแล้วกลายเป็นผู้นำทางเทคโนโลยีเหล่านั้น

กลุ่มคนที่มีความชำนาญในการนำเทคโนโลยีจากจีนเข้ามายังญี่ปุ่น คือ ผู้อพยพหนีภัยจากการจลาจลในประเทศจีนในระหว่างปี ค.ศ. 220 คิวเคซึคุนผู้นำเอาประชาชน 120 หัวเมืองจากจีนมาในครั้งหลังของศตวรรษที่ 4 เป็นพระญาติของจักรพรรดิโค่วของจีนและกล่าวกันว่าอาชิซุผู้นำประชาชนมาจาก 17 หัวเมืองสู่ญี่ปุ่นในระยะใกล้เคียงกันก็เป็นหลานของจักรพรรดิโก่วคานเรย์ การอพยพเข้ามานี้เกิดขึ้นภายหลังจากการนำลัทธิขงจื้อและอักษรจีนเข้ามาแล้ว

ดังนั้น ญี่ปุ่นจึงได้รับเทคโนโลยีต่าง ๆ มากมายจากจีนเช่น การเลี้ยงไหม การปั่นด้าย การทอผ้า การทอพรหม การย้อมสี การปั้น การต่อเรือ การถลุงเหล็ก การทำหนังสือ เครื่องหอม เครื่องถม แก้ว การผลิตน้ำมันและการผลิตสุรา เป็นต้น ทั้งนี้สิ่งเหล่านี้ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นโดยชาวญี่ปุ่น ในครั้งแรกของศตวรรษที่ 6 นั้นก็มีการนำเอาศาสนาพุทธเข้ามาทำให้เกิดการสร้างพระพุทธรูป การสร้างวัด การทำดิน การต่อปูนและการเขียนภาพ ในค.ศ. 610 พระชื่อโซงุเอนนำเอาวิชาการทำกระดาษ การทำหมึก การทำสีเขียนภาพ และการซ่อมสีข้าวโดยพลังน้ำเข้ามาจากคาบสมุทร

เกาหลี

การนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่จากภาคพื้นทวีปเข้ามาทำให้เทคโนโลยีใหม่ ซึ่งเริ่มขยายตัวในญี่ปุ่นฝังรากแน่นโดยผ่านทางศาสนาพุทธจนกลายเป็นประเทศที่มีอำนาจแข็งแรง ในสมัยต่อมา เริ่มต้น ค.ศ. 607 สถาปัตยกรรมแบบภาคพื้นทวีปนั้นปัจจุบันดูได้จากโครงสร้างไม้ที่เก่าแก่ที่สุดของวัดโฮริว ซึ่งจัดไว้เป็นระบบอย่างดี งานก่อสร้างแบบนี้ถึงจุดสูงสุด ใน ค.ศ. 752 เมื่อมีการสร้างพระพุทธรูปใหญ่และวิหารของวัดโทไดจิ กล่าวกันว่างานชิ้นนี้สำเร็จลงด้วยอำนาจการรวมประเทศของผู้ปกครอง วิทยาลัยแห่งความกล้าหาญ และเทคโนโลยีทางการเกษตร เหมืองแร่โลหะ การเลี้ยงไหม การเลี้ยงสัตว์ การประมง และระบบอุตสาหกรรมในเมืองหลวง พระพุทธรูปนี้ใช้ทองแดงอย่างดีถึง 490 ตัน เงินถึง 7.5 ตัน และทองคำถึง 450 กก. ซึ่งพิสูจน์ให้เห็นว่าเทคโนโลยีงานโลหะและการขังดวงวัดในสมัยดังกล่าวมีความละเอียดสูงมาก

อนึ่งการสร้างวังนานบะโจโฮคิ ใน ค.ศ. 645 วังเฮโจเรียวก ใน ค.ศ. 710 นั้นกล่าวกันว่าเป็นผลงานรังวัดทางดาราศาสตร์ที่ละเอียดแม่นยำและการแสดงถึงการเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยีในยุคนั้นได้อย่างชัดเจน

เครื่องประดับและเครื่องใช้ที่มีอยู่ในวิหารโซโซอินยาและเอกสารบันทึกต่าง ๆ ที่มีอยู่ทำให้เราทราบถึงสภาพของเทคโนโลยีในสมัยดังกล่าวได้ สิ่งเหล่านี้มีเครื่องอุปโภค เครื่องเขียน เครื่องดนตรี เครื่องเล่น เสื้อผ้า เครื่องประดับร่างกาย อาวุธ เครื่องประดับม้า ภาชนะใส่อาหาร เครื่องฟ้อนรำ หน้ากากและสิ่งอื่น ๆ รวมกัน 240 ชนิดหรือ 5,645 ชิ้น นับเป็นมรดกทางเทคโนโลยี นับเป็นมรดกทางเทคโนโลยีชิ้นนำส่วนหนึ่งของโลก จากสิ่งของต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้ทราบว่าวิทยาการทางการหล่อเหล็ก การย้อมสีและลูกปัดนั้นเป็นผลงาน

ทางเคมีที่โดดเด่นที่สุดจนถึงสิ้นสมัยเอโดะ จากรายชื่อใน “บัญชีวัตถุที่สร้างขึ้น” ในวิหารดังกล่าวทำให้ทราบว่าการแกะสลัก การทอผ้า การย้อมผ้า การทอพรหม การหล่อโลหะ การทำทองรูปพรรณ เครื่องถม เครื่องดินเผา ลูกบิด เครื่องไม้และอื่น ๆ ประกอบด้วยกรรมวิธีที่ซับซ้อนและละเอียดมากทั้งในแง่ของเทคโนโลยีและศิลปะ

เมื่อดูจากคัมภีร์ทางพระพุทธศาสนาแล้วจะพบว่ามีการดาษเขียนบทสวดมนตร์หลายสิบชนิดรวมทั้งกระดาษสี่ที่สวยงาม ห้องที่ผลิตกระดาษได้ในปี ค.ศ. 774 คือเมืองต่าง ๆ นอกแคว้นยามาชิโรในเขตเกียวโต-โอซากา จำนวน 14 แคว้น เฮียวมันโทดาราอิซึ่งเป็นเอกสารทางพระพุทธศาสนาที่แจกไปยังวัดโฮริวและวัดอื่น ๆ ในปี ค.ศ. 770 นับได้ว่าเป็นสิ่งพิมพ์ที่เก่าแก่ที่สุดซึ่งทำให้ทราบถึงวิทยาการด้านกระดาษและการพิมพ์ได้เป็นอย่างดี

จากการปรับปรุงภายในทำให้เกิดการสืบอำนาจทางสายเลือดใน ค.ศ. 74% และจากการเสื่อมของกฎหมายว่าด้วยที่ดินและประชาชนว่าเป็นสิ่งของของรัฐทำให้ระบบปกครองแบบการรวมอำนาจไว้ส่วนกลางถูกทำลายไป เมื่อมีการย้ายเมืองหลวงไปยังเมืองเกียวโตในปี ค.ศ. 794 นั้น ทำให้เกิดเป็นแคว้นต่าง ๆ ที่มีอำนาจสูงขึ้นทั่วประเทศ การควบคุมประชาชนโดยเด็ดขาดในแต่ละแคว้นเริ่มกระทำขึ้นในระยะต่อมา เนื่องจากเทคโนโลยีในระยะนี้เป็นแบบเศรษฐกิจเลี้ยงตัวเองในแต่ละแคว้นจึงเกิดงานศิลปะระบบปิด เพื่อสนองความต้องการของผู้ปกครองในแต่ละแคว้น แม้จะได้มีการคัดเลือกงานช่างอย่างประณีตแต่ก็กล่าวได้ว่าผลงานไม่ได้ก่อให้เกิดอำนาจทางเศรษฐกิจอย่างเด่นชัด “ระบบความพอใจในมือ” ซึ่งนำมาใช้ใน ค.ศ. 927 เป็นระเบียบกำหนดระดับวัฒนธรรมของวังต่าง ๆ แม้ว่าจะเขียนนี้จะรวบรวมเอาสาระสำคัญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เทียบระดับได้กับสิ่งที่มีในเอกสารของโซโชอินก็ตามแต่กล่าวกันว่า

เป็นมรดกจากสมัยก่อนโดยไม่มีการพัฒนาเพียงแต่แพร่หลายออกไปเท่านั้น ต่อมาระบบนี้ได้รับการยกเลิก ช่างต่าง ๆ กระจุกกระจายไป เทคโนโลยีถูกเปลี่ยนเป็นเพียงสิ่งที่บันทึกในกระดาษ สิ่งปรากฏมีเพียงกระดาษที่สวยงามเพื่อเขียนโคลงกลอน เพลง และแผ่นป้ายบันทึกด้วยฟูกัน และความสวยงามของวิหาร โอโคโต เครื่องประดับต่าง ๆ เท่านั้นที่เหลือเป็นมรดกไว้ให้เห็นในปัจจุบัน

รัฐบาลยุคคามาคูระได้รับการสถาปนาขึ้นใน ค.ศ. 1192 และเมื่อนักบวชผู้เทียมหาญต่อการรบพุ่ง ได้เข้ามามีอำนาจแทนขุนนางสูงศักดิ์ผู้หมดอำนาจแล้วก็มี การสร้างศิลปกรรมที่มีรูปร่างเป็นตัวแทนที่มีประโยชน์ใช้สอยได้แม้แต่ “สามัญชน” ช่างต่าง ๆ ที่ได้รับการฝึกฝนมาก่อนหน้านั้นยกระดับฝีมือขึ้นมากและจับตัวกันเป็นกลุ่มที่เน้นการผลิตแบบใหม่ การสร้างความยิ่งใหญ่ทางผลงานและเพิ่มเติมด้วยความคิดสร้างสรรค์

การสร้างพระพุทธรูปและวิหารโทไดจิขึ้นใหม่ในปี ค.ศ. 1195 และการหล่อพระพุทธรูปใหญ่ที่เมืองคามาคูระ ใน ค.ศ. 1252 เป็นหลักฐานแห่งคุณภาพในระยะเวลาดังกล่าว งานในโทไดจิทำโดยยูเกนและชินวาซึ่งมีบทบาทสูงมาจากเมืองจีน ส่วนการหล่อพระพุทธรูปที่คามาคูระเป็นการรวบรวมช่างจากแคว้นต่าง ๆ ซึ่งเพิ่มจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลงานทางด้านโลหะส่วนใหญ่จะเห็นได้จากการสร้างกระถางบูชาและระฆังวัดและวิหารต่าง ๆ ส่วนความก้าวหน้าทางด้านอาวุธสงครามนั้นกล่าวได้ว่าอยู่ในระดับสูงดังจะเห็นได้จากผลงานของสำนักตีดาบต่าง ๆ เช่น เคียวเทน โอชูเคน ยามาโตะเทน อิเซนเทน มิโนเทนและนักออกแบบสร้างเกราะป้องกันในหลาย ๆ แห่ง

วัฒนธรรมทางนิกายเซ็นซึ่งพระเป็นผู้นำเข้ามานั้นมีบทบาทต่อศิลปกรรมของญี่ปุ่นเป็นอันมากทางด้านสถาปัตยกรรมจะดูได้จากวิหารเอนคาจิใน ค.ศ. 1285 ซึ่งเป็นงานก่อสร้างแบบใหม่และเป็นตัวอย่างให้แก่ผล

งานในระยะหลังอีกมาก ต่อมาคาโตชิโรได้นำเอาเทคโนโลยีเครื่องเคลือบเข้ามาจากจีนซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นบรรพบุรุษทางการเคลือบลายครามและลักษณะทางศิลปะของงานปั้นต่าง ๆ ในประเทศ

เมื่อเข้าปลายศตวรรษที่ 14 นั้นวัฒนธรรมทางนิยายเซ็นเจริญขึ้นมาก ประจวบกับเรือของรัฐบาลได้ออกไปค้าขายกับประเทศต่าง ๆ มาก ขุนนางในระบบฟิวคัลได้ถูกแบ่งออกเป็นเขตต่าง ๆ มีการสร้างปราสาทบนเนินสูงมาก่อนแต่สมัยนี้การสร้างปราสาทในพื้นที่ราบมีมากกว่าและทำให้เมืองเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วรอบ ๆ ปราสาท นอกจากนี้แล้วยังเกิดเป็นเมืองที่ทำการค้าซึ่งคล้ายกับเมืองท่าเสรีของยุโรปในสมัยกลางอีกด้วย ท่าเรือเหล่านี้ไม่เหมาะสมแก่เรือที่ต้องเดินทางไปทะเลไกล ๆ แต่กล่าวกันว่าอุปสรรคเหล่านี้สามารถเอาชนะได้ด้วย ความชำนาญและความกล้าหาญแถมบ้ำนของชาวเรือ

เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เข้ามาในสมัยนี้คือการทำเครื่องดินเผาลายครามแบบใหม่ที่น่าโดยโชทันโกโร ผู้ซึ่งบวชในญี่ปุ่นเมื่อปี ค.ศ. 1513 แล้วข้ามทะเลไปเรียนการปั้นดินเผาจากเกาหลีและกลับมาเผยแพร่ในระยะต่อมา การเรียนวิชาทำปิ่นใหญ่จากชาวโปรตุเกสใน ค.ศ. 1543 และเทคโนโลยีอื่น ๆ จากหมอสอนศาสนาใน ค.ศ. 1549 นับได้ว่าเป็นการเริ่มเปิดญี่ปุ่นไปสู่เทคโนโลยีแบบตะวันตก

ญี่ปุ่นเข้าสู่ยุคสงครามภายในตั้งแต่ปี ค.ศ. 1467 ก่อให้เกิดระเบียบการควบคุมประชาชนในลักษณะใหม่ ความคิดสร้างสรรค์ของขุนศึกผู้นำเช่น โนบิ นางาและอิเดโยชิ ทำให้มีประดิษฐ์กรรมใหม่ขึ้นมาก เช่นปืนใหญ่ ปืนไฟ การสร้างประสาทยุซากาและประสาทยันโดแบบมีคูเมืองล้อมรอบและการวางผังเมืองรอบประสาทยุซากาแบบใหม่ เช่นเมืองอิโคเนและเมืองทาคาดา ทำให้ได้ความชำนาญทางการก่อสร้างมากพอที่จะก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมและสะพานหินข้ามแม่น้ำมีช่างก่อสร้างที่มีฝีมือหลายคนเช่นทาเคดากาชิเงนและคาโตเซโย

กลุ่มของเทนโซคิซึ่งเดินทางไปยุโรปและกลับมาภายหลังอีก 9 ปี ใน ค.ศ. 1590 ได้นำเอาเครื่องพิมพ์และช่าง 2 คน กลับมาและเริ่มการพิมพ์อักษรญี่ปุ่นและอักษรโรมันโดยใช้ตัวพิมพ์โลหะหล่อเป็นครั้งแรก จำนวน 30 แบบ นับเป็นเวลา 150 ปี หลังจากการประดิษฐ์เครื่องพิมพ์โดยกูเตนเบอร์กในยุโรป เป็นที่น่าสังเกตว่าวิทยาการการพิมพ์ถูกนำเข้ามาเป็นอารยธรรมชั้นใหม่ของญี่ปุ่นในยุคนี้โดยการเสาะแสวงหาจากแดนไกล ทั้งนี้ไม่รวมถึงการที่ขุนศึกอิเดโยชิยกทัพไปตีเกาหลีและนำเอาเครื่องพิมพ์ด้วยแผ่นอักษรทองแดงเข้ามาในระยะใกล้เคียงกันด้วย แต่แม้กระนั้นการพิมพ์โดยอักษรโลหะยังไม่เป็นที่แพร่หลาย การพิมพ์ด้วยไม้ยังคงมีบทบาทสำคัญอยู่จนถึงต้นสมัยเมจิ การถลุงทองแดงในยุคนี้ได้ใช้วิธีการที่เรียกว่าเตาเปาลมแบบนานบังที่ได้รับมาจากยุโรปเพื่อปรับปรุงอุตสาหกรรมทองแดงซึ่งเป็นสินค้าหลักในเวลาดังกล่าว

อีกหนึ่งหนังสือชื่อ “บันทึกการเดินเรือปีกานวา” ของอิเคดาโคคุนได้กล่าวถึงเครื่องวัดดวงดาวเช่น กล้องวัดมุม แสดงให้เห็นว่าได้นำวิชาดาราศาสตร์ได้ทำให้การเดินทางเรือของญี่ปุ่นก้าวหน้าไปมากและเป็นการเริ่มนำเอาวิทยาการตะวันตกมาใช้ในการบวกรวมการผลิต แต่แม้กระนั้นงานด้านนี้ก็หยุดชะงักเมื่อญี่ปุ่นประกาศปิดประเทศในระยะต่อมา

ทางด้านเทคโนโลยีดั้งเดิมนั้นสมัยนี้ได้สะท้อนให้เห็นการเพิ่มการผลิตเพื่อการค้ามากขึ้นในสมัยของขุนศึกชื่อโนบุ나가และอิเดโยชิซึ่งเห็นได้จากสภาพของคองงานชั้นต่ำที่ได้รับการยกย่องว่าเป็น “หนึ่งในจักรวาล” สิ่งที่เกี่ยวข้องกับพิธีนี้ก็คือเทคโนโลยีการหล่อคาต้มชา โดยมีช่างที่ชำนาญเป็นกลุ่มอยู่ที่คิวชูและเกียวโต โดยใช้วัสดุที่เป็นเหล็กและโลหะอื่น ๆ ทางด้านการตีเหล็กและสลักโลหะ เช่นการทำดาบนั้นมีช่างที่มีชื่อเสียงหลายคน เช่นเดียวกับการทำเครื่องมืองานเกษตร เช่น มีสำนักของ

โกโตและอะคิโทชิ เป็นต้น

เบื้องหลังของความเฟื่องฟูทางอุตสาหกรรมเหล็กหล่อและการตีเหล็กเนื่องมาจากมีการขุดเหล็กได้เป็นจำนวนมาก มีกลุ่มช่างรวมตัวกันในเมืองต่าง ๆ ซึ่งต้องการเหล็กเป็นจำนวนมาก โดยมีพ่อค้าเหล็กเป็นคนกลาง เหล็กเหล่านี้ส่วนใหญ่พบในตอนใต้และตอนเหนือของเกาะฮอนชู

จากผลการบุกเบิกเหล็กสองครั้งในช่วงปี ค.ศ. 1592 - 1610 ทำให้กลุ่มขุนนางในคิวชูรวบรวมเอาช่างดินเผาที่มีฝีมือจากเกาหลีกลับมาตั้งโรงงานผลิตใหม่ขึ้นในแต่ละเมือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องลายครามอะริตะที่มีชื่อเสียงเริ่มต้นโดยช่างชื่อลีสามเปยซากาอิตะก็เป็นผู้ที่ประสบความสำเร็จในการทำลวดลายสีต่าง ๆ บนผลิตภัณฑ์ดินเผาชนิดใหม่ ๆ ทางด้านเครื่องถลุงเหล็กนั้นช่างที่มีฝีมือสูงสุดอยู่ทุกคน มีการทำรูปประดับงาโดยการคิดค้นวิธีการใหม่ การทอผ้าและย้อมสีเป็นการประสมประสานระหว่างวิธีการของยุโรปและของจีนเพื่อทำผลิตภัณฑ์ในรูปของลายทอ พรม และเส้นใยใหม่ ๆ สิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นพร้อมกับการพัฒนาในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้การคำนวณในวิชาต่าง ๆ ทำได้อย่างแม่นยำและรวดเร็วมากขึ้น อย่างไรก็ตามจากผลการปิดประเทศทำให้บทบาทของเทคโนโลยีทางยุโรปแทบไม่ปรากฏเลยในระยะนี้

การปิดประเทศเริ่มในปี ค.ศ. 1638 ความก้าวหน้าของสังคมสามัญชนหลายด้านหยุดชะงักลงโดยเฉพาะความคิดทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและเทคโนโลยี นโยบายการส่งเสริมการศึกษาของโชกุนชื่อโทคุกาวา-โยชิมิเน ในปีค.ศ. 1720 ทำให้ตำราของยุโรปเข้ามามากก่อให้เกิดการศึกษาวิทยาการของฮอลันดาเป็นไปอย่างรวดเร็วผ่านทางสถานีการค้าที่เมืองนางาซากิ กล้องส่องทางไกล เทอร์โมมิเตอร์ นาฬิกา ตำรายา แผนที่โลกเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ถูกนำเข้ามาอีกทางหนึ่งจากความคิดในแนว

Realism ซึ่งเริ่มมาตั้งแต่ ค.ศ. 1690 และอิทธิพลของลัทธิขงจื้อทำให้เทคโนโลยีดั้งเดิมของญี่ปุ่นขยายขนาดและเนื้อหามากขึ้น เช่น การบุกเบิกเส้นทางเดินเรือและการขุดคลองโดยความรุดหรือคาโดคุรา การสร้างระบบประปาในแม่น้ำทามา งานค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ของเซคิ ตำราปฏิทินของชิบูกาวาฮารุมิ ตำรารังวัดของชิมิซี ทาคิโทชิ ตำรายกของโคฮารา ตำราเกษตรกรรมซึ่งใช้เวลากว่า 40 ปี ของมียาซาคิยาซาดา เป็นต้น ได้พิมพ์ออกเผยแพร่ในตอนปลายของศตวรรษที่ 17 จนถึงตอนต้นของศตวรรษที่ 18 โดยมีหนังสือชื่อ **“รวมภาพเงินและญี่ปุ่น”** เป็นสารานุกรมฉบับแรกพิมพ์ออกมาในปี ค.ศ. 1713 ตามนโยบายส่งเสริมการศึกษา

นโยบายส่งเสริมการศึกษาของโชกุนชื่อโทคุกาวา-โยชิมิเน เน้นการหาความรู้ใหม่ ๆ จากวิชาการของฮอลันดา ประชาชนและนักบวชชั้นตรีซึ่งต่อต้านการปกครองในระบบฟิวดัลเยกก็สนใจวิทยาการแขนงนี้ อย่างไรก็ตามระบบการควบคุมและความกดดันที่มีอยู่อย่างรุนแรงในสมัยนั้นทำให้เทคโนโลยีขยายตัวในวงจำกัดจนเทคโนโลยีในสมัยพัฒนาความคิดในแบบ realism มากกว่าสิ่งใด

หนังสือช่างของจีนสมัยคริสต์ศตวรรษที่ 5 ชื่อ **“ตำราช่างและธรรมเนียม”** ได้ถูกพิมพ์ครั้งแรกใน ค.ศ. 1770 เนื้อหาของหนังสือ **“ตำราเครื่องมือเกษตร”** ของอะคุราในปี ค.ศ. 1822 และหนังสือ **“ตำราลัทธิการสำรวจภูเขา”** ของซาโดโนะบิฟูชิ ในค.ศ. 1827 เป็นตำราเทคโนโลยีขั้นนำแต่เป็นที่สังเกตว่าไม่ได้อ้างอิงวิทยาการของยุโรปเลย ความสำเร็จของงานพิมพ์หลายสิ โดยชูซูกิ และการพิมพ์ใหม่ของบันจิจิ ในยุคเดียวกันนั้นว่าเป็นการบุกเบิกวิธีการใหม่ทางการพิมพ์

ในระยะนั้นอังกฤษอยู่สมัยแห่งการปฏิวัติอุตสาหกรรมแต่ญี่ปุ่นเริ่มอุตสาหกรรมโดยหัตถกรรมใน

บ้าน ระบบโรงงานซึ่งเป็นของรัฐบาลแต่ก็ขาดแคลนเงินทุนเพื่อการทุ่มเทเป็นอุตสาหกรรมใหญ่ ภายใต้ระบบฟิวดัลนั้นแม้จะมีวิธีการวิทยาศาสตร์แบบวิเคราะห์และแบบ abstractive อยู่บ้างแต่ความเชื่อมโยงกับเทคโนโลยียังไม่เพียงพอ เทคโนโลยีจึงยังยึดมั่นอยู่กับระบบศิลปกรรมต่าง ๆ เป็นที่กล่าวกันว่าเทคโนโลยีในยุคนี้นั้นถ้าไม่นำไปใช้เพื่อการทหาร แล้วก็จะถูกนำมาเป็นเพียงสิ่งที่สนองความสนใจโดยไม่ผูกพันกับการผลิตแบบโรงงานแต่อย่างใด

การเติบโตของเทคโนโลยีตะวันตกที่เกิดขึ้นอย่างแท้จริงในญี่ปุ่นจากระบบทหารในตอนปลายสมัยเอโด่นั้นเริ่มจากโรงงานกลึงเหล็กในแคว้นซากาที่เกาะคิวชู การผลิตทางการทหารและการต่อเรือดำเนินการโดยรัฐบาลในแต่ละแคว้นเป็นสิ่งที่พบได้ทั่วไปในระบบฟิวดัล โดยมีระบบเป็นการปฏิรูปเทคนิคในระบบการปกครองที่เป็นเอกลักษณ์ที่ขาดความสมดุล อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีเหล่านี้ก็กลายเป็นกำลังสำคัญของอุตสาหกรรมในสมัยเมจิ ตัวอย่างเช่นเตาถลุงเหล็กแบบตะวันตกโดยเหมืองโอฮาชิพัฒนามาจากเตาถลุงเหล็กของแคว้นมิโต และเทคนิคการต่อเรือกับการผลิตเครื่องจักรที่มาจากโรงงานหลักโยโกฮามะและนางาซากิของรัฐบาล รวมทั้งการปั่นด้าย การทอผ้า การต่อเรือ เครื่องจักร การทำแก้ว การทำหนังจากโรงงานทอผ้าและปั่นด้ายของแคว้นซาวาชิมะ กล่าวได้ว่าเป็นแรงงานและหลักการผลิตที่สำคัญของการผลิตในสมัยเมจิ ยิ่งไปกว่านั้นการก่อสร้างโรงงานในระยะแรกของญี่ปุ่นก่อให้เกิดการนำอิฐ ซีเมนต์และเหล็กมาใช้ในการก่อสร้างของอาคารและขยายเป็นพื้นฐานของอุตสาหกรรมและสถาบันยกรรมใหม่ ๆ

กล่าวได้ว่าเมื่อมาถึงระยะนี้เทคโนโลยีก็เปลี่ยนจากเทคโนโลยีเพื่อศิลปกรรมมาเป็นเทคโนโลยีเพื่อการผลิตและช่วยให้เกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมในสมัยเมจิ

นั่นเอง

ที่กล่าวมานี้เป็นการพรรณนาประวัติเทคโนโลยีของญี่ปุ่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะที่สำคัญคือเทคโนโลยีที่เป็นศิลปะมาจากศาสนาพุทธ การรับเทคโนโลยีตะวันตกเป็นสภาพการยอมรับกลไกและกฎเกณฑ์ที่ทางธรรมชาติโดยประชาชนเพื่อเร่งรัดต่อการผลิตในรูปแบบที่ซับซ้อนขึ้น สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะเห็นได้ชัดเจนเมื่อเราพิจารณาเทคโนโลยีแต่ละสาขาโดยละเอียด

1. การพัฒนาในวิชาคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์ในญี่ปุ่นก่อนศตวรรษที่ 20 เป็นวิชาการที่กล่าวได้ว่าได้รับการพัฒนาโดยมันสมองของชาวญี่ปุ่นเป็นส่วนใหญ่และในญี่ปุ่นเรียกกันว่าวาซาน บางส่วนของวาซานมีรูปแบบคล้ายวิชา integration และ differentiation ของยุโรปตะวันตก ญี่ปุ่นนำวิชาคณิตศาสตร์มาจากจีนรวมสองครั้งและเริ่มนำมาจากยุโรปเมื่อเข้าสู่สมัยเมจิแล้ว

ครั้งแรกญี่ปุ่นนำเอาวิชาคณิตศาสตร์มาจากจีนในระหว่าง คศ.170 ถึงคศ.784 โดยมีการใช้แท่งไม้เหลี่ยมเป็นเครื่องมือคำนวณ (ภาษาจีนเรียกว่าซันและจู) ไม้นี้ทาสีแดงและสีดำ สีแดงใช้คำนวณเลขจำนวนบวกและผลบวก ส่วนไม้ที่ทาสีดำใช้คำนวณเลขจำนวนลบและผลลบซึ่งใช้มาจนถึงประมาณ คศ.1490 ส่วนการทหารจำนวนเลขนั้นใช้สูตรคำนวณที่เรียกว่าคุคุ ในวรรณคดีโบราณจะพบว่ามักจะอ่านตัวเลข 81 ว่า คุคุ (9และ9) ตัวเลข 16 ว่าชิชิ (4และ4) ซึ่งเป็นการแสดงการถอดรากที่สองของจำนวนเลข ทำให้ทราบว่าการคำนวณอยู่ในความสนใจของผู้คนในสมัยดังกล่าวมาก มหาวิทยาลัยในสมัยเดียวกันได้นำตำราคณิตศาสตร์ระดับสูงเข้ามาจากจีนมากแต่ผู้คนขาดความสนใจในระบบของคณิตศาสตร์ทำให้มหาวิทยาลัยและการสอนคณิตศาสตร์เสื่อมไปในตอนปลายของทศวรรษที่ 8 แต่แม้กระนั้น

การคำนวณก็เป็นสิ่งที่จำเป็นทางเศรษฐกิจและการเมือง จึงได้มีการสอนวิชาคณอยู่ในสำนักต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสถาบันศึกษาสำหรับคนชั้นสูงในสังคม สิ่งเหล่านี้ทราบได้จากวรรณคดีและสารานุกรมซึ่งจัดทำขึ้นในสมัยนั้น เมื่อสังคมเสื่อมทรามลงจากความอ่อนแอทางการปกครองทำให้การสอนวิชาคณิตศาสตร์มีน้อยลง คณิตศาสตร์ที่ยังคงอยู่ในระยะต่อมาคือการคำนวณแบบง่าย ๆ และการคำนวณที่ต้องใช้ในการค้า

ในศตวรรษที่ 15 ได้มีการนำคณิตศาสตร์เข้ามาจากจีนอีกครั้งหนึ่งคือลูกคิดและคู้ กล่าวกันว่าลูกคิดเริ่มแพร่หลายในจีนในศตวรรษที่ 13 และ 14 พ่อค้าชาวญี่ปุ่นเป็นผู้นำวิชาการนี้เข้ามาใหม่ซึ่งทราบได้จากหนังสือในสมัยนั้นที่พรรณนาการอ่านสูตรคำนวณโดยใช้ลูกคิด รวมทั้งจากภาพวาดและตำราช่างรวมทั้งบันทึกของร้านค้าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับจีน กล่าวกันว่าลูกคิดชุดแรกในญี่ปุ่นมีแกนทำด้วยลวดทองแดงและลูกกลมทำด้วยเขาสัตว์ ซึ่งต่างจากแบบจีน แหล่งที่ผลิตลูกคิดที่สำคัญอยู่ที่นางาซากิและภาคใต้ของเกาะฮอนชู เศรษฐกิจของญี่ปุ่นเติบโตเร็วมากในตอนปลายของศตวรรษที่ 16 จนถึงสมัยเมจิทำให้ลูกคิดเป็นสิ่งที่ต้องการมาก ตำราลูกคิดและโรงเรียนสอนลูกคิดแพร่หลายไปทั่วประเทศ

ตำราคณิตศาสตร์เล่มแรกที่ได้รับการพิมพ์เผยแพร่ชื่อวาริซานโซ ในค.ศ.1622 ซึ่งกล่าวถึงการใช้สูตรแบบท่องจำในการคำนวณด้วยลูกคิดโดยเฉพาะการหาร เนื่องจากการบวก การลบและการคูณ สามารถทำได้โดยใช้วิธีคู้ หนังสือเล่มนี้จึงขาดความสัมพันธ์ตามลำดับเพียงแต่ยกเอาการหารจำนวนมาอธิบาย ทำให้เข้าใจความต้องการทางวิชาการได้ดี กล่าวคือในตำราเล่มนี้ได้กล่าวถึงการคิดราคาผ้า การแลกเปลี่ยนเงินทอง การคิดดอกเบี้ย การซื้อขายข้าวสาร และการคำนวณพื้นที่และปริมาตร ในตำราของจีนนั้นการคิดพื้นที่และปริมาตรจนกล่าวถึงเฉพาะรูปที่เป็นระเบียบหรือรูปประกอบของ

รูปที่เป็นระเบียบแต่ในตำราดังกล่าวนี้มีการอธิบายถึงการคำนวณของรูปทรงสองและสามมิติที่ไม่เป็นระเบียบเช่นผิวขรุขระและผิวโค้ง จึงกล่าวได้ว่าตำราเล่มนี้พัฒนาจากต้นฉบับของจีนเป็นอย่างมาก ตำราอีกเล่มหนึ่งชื่อ “วิธีแยกคำนวณ” ชื่อ “วิธีแยกคำนวณ” กล่าวถึงการหาพื้นที่และปริมาตรในงานก่อสร้างขนาดใหญ่เป็นลักษณะคณิตศาสตร์ประยุกต์ที่กล่าวได้ว่าปรับปรุงมาจากหลักการของจีนจนหาเค้าโครงเดิมแทบไม่พบ หนังสือเล่มนี้ไม่ได้พิมพ์ออกเผยแพร่แต่ได้รับการคัดลอกใช้กันในระหว่างศิษย์ของสำนักผู้สอนเท่านั้น

ใน ค.ศ.1593 ได้มีตำราชื่อ “ระบบวิธีคำนวณ” ซึ่งได้พิมพ์ออกมาใน ค.ศ.1627 กล่าวถึงการคำนวณข้าวสาร ผ้า การแลกเงิน การคิดดอกเบี้ยซึ่งเป็นความต้องการในชีวิตประจำวันในตอนที่ 1 และ 2 ตอนที่ 3 และ 4 เป็นการคำนวณเกี่ยวกับที่ดิน ปริมาตรของภาชนะ การคำนวณทางงานโยธา ตอนที่ 5 กล่าวถึงการแก้โจทย์คณิตศาสตร์แบบเกมลี้ลับสมองและการคิดจำนวนเลขมาก ๆ ต่อมาตำรานี้ได้รับการดัดแปลงโดยเพิ่มเติมรูปอธิบายและการใช้ลูกคิดอย่างรัดกุมขึ้น เป็นที่กล่าวกันว่าจะหาตำราใดทางลูกคิดที่ดีกว่านี้ไม่มีอีกแล้ว ดังนั้นตำราหลังจากนี้จึงเป็นเพียงการใส่โจทย์แบบฝึกหัดพลิกแพลงเข้าเท่านั้น

หนังสือชื่อ “สรุปปัญหาคำนวณ” โดยอิโซมูรา และหนังสือของยิมามูระในปี ค.ศ.1639 เป็นตำราที่เขียนแยกกระหว่างเลขคณิตและเรขาคณิต กล่าวคือเลขคณิตเป็นการคำนวณโดยใช้ลูกคิดเช่นคณิตศาสตร์พื้นที่และปริมาตร ส่วนการคำนวณจากรูปภาพเทียบได้กับระบบเรขาคณิตของยุโรปซึ่งหาคำตอบได้โดยตรงและเป็นจุดเริ่มต้นของคณิตศาสตร์ที่เรียกว่าวาชาน ตำราในช่วงนี้บางเล่มจะพลิกแพลงวิธีการอธิบายเสียใหม่เช่นทำเป็นโคลงกลอนหรือบทกล่อมเด็กเพื่อให้สามัญชนผู้ที่ไม่ได้ศึกษาคณิตศาสตร์มาอย่างละเอียดก็เข้าใจได้

สิ่งที่น่าสังเกตคือ ในตำราดังกล่าวมีสิ่งทีเรียกว่า “**โจทย์มรดก**” กล่าวคือในตอนท้ายของตำราจะมีโจทย์แบบฝึกหัดให้ทำไว้โดยไม่มีการเฉลย โจทย์บางข้อยากมากและบางครั้งหาคำตอบได้เป็นเพียงค่าโดยประมาณ นักคณิตศาสตร์ในสมัยนี้หลายคนได้เขียนคำเฉลยออกพิมพ์เผยแพร่แล้วเพิ่มโจทย์ใหม่ตอบได้กันไปมา ทำให้วิชาคณิตศาสตร์ก้าวหน้าไปมาก โจทย์ส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับรูปภาพ เช่น การหาความยาวของส่วนต่าง ๆ ของรูปทรงเรขาคณิตและการหาค่าจากอนุกรมไม่รู้จบซึ่งจะต้องใช้ขั้นตอนในการคำนวณยาวและละเอียดมาก วิธีการที่เรียกว่าแทนแทนจีทซีเป็นการแก้ปัญหาโจทย์โดยใช้สมการที่สร้างได้จากแผ่นกระดาษคำนวณ และไม่คำนวณจุดบกพร่องของวิธีการนี้คือ ไม่มีเครื่องหมายสมการ (=) หาค่าของตัวแปรเกินหนึ่งตัวไม่ได้และกำลังดัชนีของตัวแปรจะต้องเป็นเลขจำนวนเต็มเสมอ บางครั้งผู้ตั้งโจทย์ได้นำวิธีคิดยาว ๆ มา เช่น $x - 3 = 2x$ ซึ่งกว่าจะดัดแปลงเป็น $x^2 - bx + 9 = 4x$ ได้นั้นผู้แก้โจทย์ก็ต้องใช้ความพยายามเป็นอย่างมาก เพราะสมัยนั้นยังมีการทำโจทย์โดยไม่ได้ใช้กระดาษกันเลย

นักคณิตศาสตร์ที่เริ่มนำเอากระดาษมาทดเขียนลำดับทุกขั้นตอนของการแก้โจทย์ คือ เซคิฮาคาคาซี ผู้เป็นบรรพบุรุษของวาซาน หนังสือชื่อ “วิธีคำนวณสิ่งปลีกย่อย” ของเขาในปี ค.ศ.1674 ได้แก้ปัญหาโจทย์ง่าย ๆ ได้เร็วขึ้นโดยใช้กระดาษแต่มีผู้ทำความเข้าใจได้น้อย เพราะตำราเล่มนี้จะตัดทอนการคำนวณในช่วงกลางเสียจนหมดสิ้น ลูกศิษย์คนหนึ่งของเซคิได้ดัดแปลงเป็นตำราใหม่ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นในระยะเวลาต่อมา เซคียังคิดค้นวิธีการแก้สมการโดยใช้ Determinant เพื่อใช้กับตัวแปรหลาย ๆ ตัวและเรียกเป็นภาษาญี่ปุ่นว่าฟูคุได้ วิธีการนี้ได้รับการตีพิมพ์ก่อนที่ไลบ์นิทซ์จะคิดค้นได้ในยุโรปและจดหมายบอกเพื่อนเสียอีก

เซคียังคำนวณเกี่ยวกับวงกลมในวิธีใหม่ กล่าวคือ

ตำราคณิตศาสตร์ที่พิมพ์มาก่อนในญี่ปุ่นนั้นได้ทดลองหาอัตราส่วนความยาวของเส้นรอบวงและเส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลมได้ค่าที่ใกล้เคียง $\sqrt{10}$ เช่น 3.16, 3.162, 3.2 เป็นต้น ทั้งนี้โดยคิดจากการแบ่งรูปเหลี่ยมด้านเท่าที่ล้อมรอบวงกลม แต่เซคิได้คิดหาวิธีใหม่โดยการเขียนรูปเหลี่ยมด้านเท่าแนบในวงกลมที่เริ่มต้นจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจนเป็นรูป 2^{15} , 2^{16} และ 2^{17} เหลี่ยม จากการวาดรูปด้วยรูปภาพวิธีนี้ทำให้เซคิได้ชื่อว่า เป็นนักคณิตศาสตร์ที่มีแนวความคิดวิชา Calculus ใกล้เคียงกับนิวตันและไลบ์นิทซ์ในยุโรปในสมัยใกล้เคียงกัน

คาตาอิโรและคาตาอะคิเป็นผู้นำวิชาคณิตศาสตร์แบบ deduction และ Induction มาใช้ โดยเฉพาะในการคำนวณเกี่ยวกับวงกลม โดยการใช้อนุกรมไม่รู้จบ ตำราชื่อ “หลักเกณฑ์ของวงกลม” เป็นตำราที่ได้รับยกย่องมากในหมู่นักคณิตศาสตร์และกล่าวกันว่าเป็นตำราฉบับฉบับสูงสุดของสำนักของเซคิ

พิธีการในวิชาคณิตศาสตร์บางอย่างที่น่าสนใจคือระบบการออกใบอนุญาตและการเขียนแผ่นป้ายไปประดับไว้ในวิหาร เกี่ยวกับระบบการออกใบอนุญาตนั้นก็เพื่อจะป้องกันมิให้ผู้ที่เป็นศิษย์ได้เรียนรู้สิ่งที่คิดค้นใหม่ทางคณิตศาสตร์ของยุคนั้น โดยแบ่งออกเป็น 5 ชั้น เริ่มใน ค.ศ. 1704 กล่าวกันว่าระบบนี้ทำให้คณิตศาสตร์แบบญี่ปุ่นไม่เจริญ แต่โดยข้อเท็จจริงแล้วใบอนุญาตแบบนี้แทบจะไม่ปรากฏอยู่เลย มีผู้แยกตัวไปตั้งสำนักใหม่และสามารถศึกษาได้จากตำราที่พิมพ์จำหน่ายจนกล่าวได้ว่าวิชาคณิตศาสตร์แพร่หลายไปทั่วประเทศ เดิมทีเดียวคณิตศาสตร์ไม่ใช่วิชาที่เรียนเพื่อเป็นอาชีพ เป็นการเรียนเพื่อฝึกสมองและหาความสนุกสนานแบบเกมลึกลับและศิลปะอื่น ๆ ในสมัยนั้นวิชาทฤษฎีและฟิสิกส์ยังไม่ต้องการคณิตศาสตร์ที่สูงมาก ผู้ที่เรียนจึงมีรสนิยมคล้ายกับผู้เรียนทางศิลปะการจัดดอกไม้หรือเขียนโคลงกลอนในงานศิลปะนั้นมีความลับและระบบใบอนุญาตก็เพื่อรักษา

คุณค่าของศิลปะและเพื่อบำรุงครูอาจารย์ ดังนั้นใบอนุญาตและความลับในวิชาอาชานจึงเป็นเพียงพิธีการประการหนึ่ง เมื่อถึงปลายสมัยเอโด่นั้นผู้ที่สนใจค้นคว้าจะเรียนได้มากกว่าการเรียนตามสำนักที่มีใบอนุญาตให้ ซึ่งเป็นการรักษาของเก่าแบบหนึ่งเท่านั้น

ในขณะที่ผู้สอนทางด้านการจัดดอกไม้ โคลงกลอน พิธีชาและเพลงมักจะให้ลูกศิษย์ของตนเอาผลงานไประดับบูชาไว้ที่วัดและวิหารนั้น ผู้จะเรียนทางด้านคณิตศาสตร์ก็เขียนโจทย์ใส่แผ่นหนังไประดับไว้เช่นกัน เมื่อมีผู้หนึ่งผู้ใดแก้โจทย์ได้ก็จะเขียนอธิบายและอาจมีการสร้างโจทย์ใหม่ ๆ มาทดแทนเพื่อเผยแพร่และหาผู้แก้โจทย์ให้ วิธีการนี้เริ่มพบจากหลักฐานบันทึกว่ามีในศศ. 1673 แต่คาดว่าจะมีมาก่อนนั้นและมีมาถึง ศศ. 1946 จุดมุ่งหมายอีกประการหนึ่งของการเขียนป้ายเช่นนี้ก็เพื่ออธิบายต่อเทวดาให้บันดาลความสุขแก่ตนเองและสำนักที่ตนศึกษาอยู่ เนื่องจากมีผู้สนใจในวิธีการเช่นนี้มาก จึงมีหนังสือที่รวบรวมปัญหาคณิตศาสตร์และอธิบายหลักการให้แก่ผู้ที่สนใจนำไปใช้ฝึกหัดหลายฉบับ เช่นที่พิมพ์ในปี ศศ. 1688, ศศ. 1789, ศศ. 1807, ศศ. 1819 และ ศศ. 1827

เมื่อกล่าวถึงแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้นตำราแต่ละเล่มจะมีการอธิบายและมีแบบฝึกหัดยาก ๆ ให้ทำตำราในระยะแรกยังขาดระบบที่ดี กล่าวคือบางฉบับเป็นเพียงหยิบยกปัญหาเฉพาะด้านมาโดยไม่ได้กล่าวถึงความรู้พื้นฐาน บางเล่มขาดคำอธิบาย บางเล่มไม่สามารถจะศึกษาโดยตัวเองได้

กล่าวกันว่าหนังสือชื่อ **“สิบวิธีคำนวณ”** เป็นตำราของผู้ที่ศึกษาคณิตศาสตร์มานานแล้ว ตำราชื่อ **“วิธีคำนวณโดยละเอียด”** ในศศ. 1781 เป็นตำราที่แก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้นในคำนำนั้นได้กล่าวไว้ว่า **“คณิตศาสตร์เป็นสาระของสิ่งที่มีประโยชน์ ไม่เป็นสาระของสิ่งที่มีประโยชน์ และไม่เป็นสาระ**

ของสิ่งที่ไม่มีความหมาย” คือถ้าฝึกฝนจนดีพอแล้วจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ และ **“ไม่เป็นสาระของสิ่งที่ไม่มีความหมาย”** คือ แม้จะเรียนรู้ดีพอแต่เอาไปใช้ประโยชน์ไม่ได้เพราะเป็นเพียงเพื่อทำลายความสามารถของนักคณิตศาสตร์ด้วยกันเอง

ในสมัยที่คณิตศาสตร์แบบญี่ปุ่นหรืออาชานเจริญขึ้น นักวิชาการมุ่งแต่แสวงหาของใหม่จนไม่มีเวลามาจัดระเบียบ ฟุจิตาเป็นศิษย์ของเซกิผู้ริเริ่มจัดระเบียบทั้งโดยระบบของเนื้อหาและวิธีพรรณนาและจำกัดความหมายของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วย เดิมคิดกันว่าถ้าผู้เรียนเลือกคิดทำโจทย์อย่างเหมาะสมแล้วจะเข้าใจหลักการของคณิตศาสตร์ได้เองแต่เมื่อการศึกษาแพร่หลายออกไปมากจะใช้วิธีการแบบนี้ไม่ได้เมื่อถึงสมัยเอโดตอนปลายตำราที่ศึกษาด้วยตัวเองจึงมีน้อย อนึ่งการขัดแย้งอย่างรุนแรงระหว่างฟุจิตากับโอดายาซุอะคิ เนื่องจากความเห็นที่ไม่ตรงกันเกี่ยวกับการใช้คำจำกัดความทางคณิตศาสตร์ทำให้ทั้งสองฝ่ายเขียนตำราเกิน 10 ฉบับ เพื่ออวดอ้างความดีของตัวเองและอธิบายเนื้อหาของวิชาการให้ละเอียดขึ้น ซึ่งแต่ละจะต้องเป็นประโยชน์อย่างต่อผู้อ่านในวงนอก โดยเฉพาะโอดาได้ทำงานค้นคว้าวิจัยทางคณิตศาสตร์ไว้ตลอดชีวิตมากกว่า 130 ชิ้น ในฐานะผู้นำของสำนักโนกามิซึ่งเป็นปฏิปักษ์กับสำนักเซกิที่มีมาก่อน

หลักการของวงกลมได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมโดยยาซุชิมิ นาโอมารุ โดยการหาค่าสุดท้ายจากรูปเหลี่ยมในวงกลมออกมาเป็นตอน ๆ และหาผลบวกที่คล้ายกับวิธี Integration ของยุโรปและต่อมาได้มีการทำตารางสำเร็จเกี่ยวกับวงกลม และมีตำราเรขาคณิตซึ่งเน้นถึงการหาค่าของรูปโดยไม่ใช้การแก้สมการ และไม่ใช้ตัวเลขคณิตแต่ใช้หาจากรูปภาพโดยตรงขึ้น

การแพร่หลายของอาชานมาถึงจุดสูงสุดในปลายสมัยเอโดะและมีผู้เรียนรู้อย่างมากทั้งคนในเมืองที่ค่อนข้างมี

ฐานะและเจ้าของที่นาใหญ่ ๆ ในชนบท ในสมัยนี้มีหลายคนที่ทำตัวคล้าย ๆ นักประพันธ์ กล่าวคือเดินทางไปทั่วประเทศพักที่บ้านของคนที่น่าสนใจและสอนวิชาการให้ไปตลอดระยะทางโดยยึดเป็นอาชีพ สมัยนี้มีความต้องการตำราที่เรียนด้วยตัวเองมากขึ้นอีก ตำราชื่อ “บันทึกคู่มือคำนวณ” ใน คศ.1814 - 1815 มีอยู่ 5 ตอน รวม 15 ฉบับ กล่าวกันว่าเป็นตำราที่ดีที่สุด มีทฤษฎีเกี่ยวกับวงกลม 196 ข้อ และอธิบายโจทย์ของตอนก่อน ๆ ไว้ด้วย “ตำราวิธีคำนวณใหม่” ก็มีลักษณะคล้ายกัน โดยเริ่มจากการคำนวณในชีวิตประจำวันโดยใช้ลูกคิดจนถึงหลักการของวงกลม แต่ไม่ได้แยกโจทย์กับคำอธิบายออกจากกัน ในแต่ละตอนนั้นที่แรกจะอธิบายหลักการเสนอปัญหาและบอกวิธีแก้ปัญหา ถ้าไม่คิดถึงการทดโจทย์ผิดแล้วก็เหมือนกับตำราของยุโรปทุกอย่าง เล่มนี้ได้รับการพิมพ์มากจนเล่ากันว่าผู้เขียนแยกตัวออกไปจากสำนักเชคิผู้ก่อตั้งเดิม

กล่าวกันว่าชาวฮานเป็นคณิตศาสตร์ที่แทบไม่ได้รับอิทธิพลจากยุโรปเลย แม้ว่านักคณิตศาสตร์จะมีโอกาสได้อ่านตำราของยุโรปบ้างแต่ก็ไม่สามารถเอามาบรรจไว้ในวิชาการของตนเองได้ยกเว้นแต่เรื่องจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุซึ่งเริ่มเข้ามาในศตวรรษที่ 19 การนำเอาคณิตศาสตร์มาใช้ในงานก่อสร้างนั้นมีมานานแล้ว แต่การนำเอาวิธีการหาคำตอบทางเรขาคณิตมาใช้ในการก่อสร้างนั้น เริ่มพบใน คศ.1840 โดยเฉพาะนักวิชาการหลายคนกล่าวว่าการหาคำตอบจากยุโรปโดยตรงทำให้สถาปัตยกรรมของญี่ปุ่นก้าวหน้าไปอีกมากก่อนที่จะญี่ปุ่นจะปรับปรุงประเทศในสมัยเมจิ สิ่งเหล่านี้อาจทราบได้จากการใช้วิธีชาวฮานร่วมกับการรังวัดแบบใหม่จนถึงกลางสมัยเมจิ

5. ข้อคิดเห็นบางประการ

จากเรื่องของวิชาคณิตศาสตร์ที่กล่าวถึงในตอนที่ 4 นั้นผู้เขียนมีความรู้สึกว่าการรับเทคโนโลยีของญี่ปุ่นประกอบด้วยจุดที่สำคัญบางประการเช่นความต้องการของผู้ที่จะหาความรู้และความพอใจในแง่ของศิลปะ ญี่ปุ่นก่อนศตวรรษที่ 20 เป็นประเทศที่อยู่ภายใต้ความกดดันทางการเมืองจากผู้ปกครองประเทศที่ค่อนข้างแปลกคือส่งเสริมการศึกษาและวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี เรากล่าวได้ยากว่าสิ่งเหล่านี้คือประเด็นสำคัญที่สุดให้ญี่ปุ่นสร้างประเทศได้รวดเร็วเพียงแต่เราพอจะรู้ว่าพฤติกรรมของไทยและญี่ปุ่นต่างกันมากรวมตั้งแต่ในอดีต ตัวอย่างของความแตกต่างอย่างยิ่งยวดทางการทหารของญี่ปุ่นทำให้เขาใช้ความพยายามส่วนหนึ่งเพื่อแสวงหาเทคโนโลยีใหม่ทางการทหาร และส่วนหนึ่งคือเทคโนโลยี เพื่อสนองความพอใจส่วนบุคคลและความต้องการทางการค้า ภายใต้อำนาจสำเร็จเหล่านี้คือการทุ่มเทเงินทองจำนวนมาก ทุ่มเทเวลานาน และปล่อยให้ผู้คนส่วนหนึ่งเป็นผู้รับความเสียหายหรือเป็นแพะบูชาอันดี เช่นการสูญเสียกำลังทหารหรือภัยจากมลพิษเป็นต้น

ผู้เขียนได้เข้าร่วมการสัมมนาระหว่างประเทศเรื่องการถ่ายทอดเทคโนโลยีหลาย ๆ ครั้งและเกิดความรู้สึกว่าบางครั้งเราพยายามจะปฏิรูปความเคยชินและความคิดอ่านกันใหม่ โดยเอาการศึกษาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องอ้างแล้วก็มักท้อถอยเมื่อไม่ได้ผลดังต้องการในเวลาอันรวดเร็ว โดยความคิดส่วนตัวผู้เขียนคิดว่าความสำเร็จของญี่ปุ่นเป็นผลที่สะสมกันมานาน ดังนั้นสิ่งที่เราพยายามทำกันในประเทศของเราในปัจจุบันเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสร้างประเทศเท่านั้น

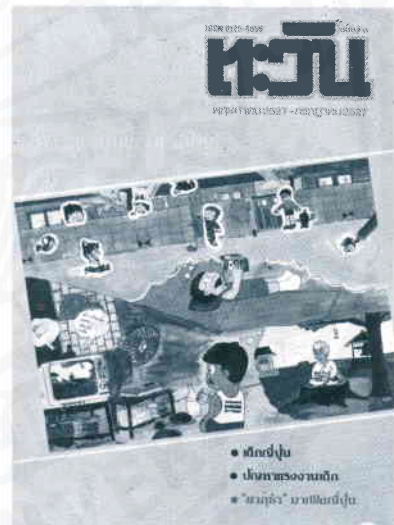
ท้ายสุดนี้ขอเพิ่มเติมด้วยคำพูดของ
นักมนุษยวิทยาผู้หนึ่งว่า “นักวิชาการในประเทศ
อุตสาหกรรมไม่ควรจะมองโลกที่สามด้วยความ
มักง่ายเกินไป ปัญหาความปลอดภัยส่วนบุคคล
กับเสรีภาพในการคิดการเขียนการอ่าน และ
ความไม่พร้อมในการใช้ชีวิตร่วมกันในชุมชน
ของประเทศในโลกที่สามเป็นสิ่งที่พวกเราไม่มี
วันจะเข้าใจ ดังนั้นการที่เราพยายามจะยึด
ยึดอารยธรรมที่แตกต่างออกไปให้แก่พวกเขา
โดยอ้างว่าเป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงได้
ผลไม่เป็นที่น่าพอใจนัก ทางที่ดีเราควรจะสำรวจ
ดูว่าพวกเขามีของดีอะไรอยู่แล้วและช่วยกันคิด
ว่าจะพัฒนาให้ดีขึ้นไปอีกได้อย่างไร นักวิทยา-
ศาสตร์ วิศวกร และนักมนุษยวิทยาควรจะมีบทบาท
มาก ๆ เท่ากันในการถ่ายทอดวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี”

พิเศษสุด

หนังสือดี ราคาถูก

ชุดละ 20 บาท

มีจำนวนจำกัด



สนใจ !! ติดต่อสั่งซื้อได้โดย

สงฆนาถนิติ ลังจ่าย ปณ.หน้าพระลาน
ในนาม บรรณารักษนิเทศสาร "ตะวัน"
สถาบันเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ศึกษา

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กทม. 10200

เลือกเล่นไปกับเฉดแห่งความฝัน



ดี๊ว..ความนุ่ม

ดี๊ว..ความสุข

ดี๊วใจวัยสาวหนุ่มกับผ้าขนหนู

“เรนฟลาวเวอร์”


RAINFLOWER
HAPPY HOME CREATOR

INTERNATIONAL COSMETICS CO., LTD.
R03078