

The Conceptual Framework and Methodology of The Social Construction of Technology (SCOT): Concepts and Applications¹

Komluck Chaiya^{2,*}

ABSTRACT

This article reviews the conceptual framework and methodology of the Social Construction of Technology (SCOT), a field established in the 1980s by sociologists Trevor Pinch and Wiebe Bijker. By adapting the core principles of the Sociology of Scientific Knowledge (SSK), Pinch and Bijker developed a lens for analyzing the emergence of technological innovations in modern society. This approach uses empirical methods from various case studies, such as bicycles, Bakelite, light bulbs, and automobiles, to explain the construction of technical artifacts through sociotechnical assemblies.

The SCOT methodology for studying the formation processes of technology employs a clear, sequential analysis based on unique fundamental concepts such as relevant social groups, interpretive flexibility, closure and stabilization, and the broader social context. This approach can be applied to a wide variety of specific case studies of technological innovations. However, in the early 1980s, the scope of SCOT analysis was quite limited to micro-level analysis and could not be linked to broader levels of analysis or the structural and cultural aspects of technology. This was a weakness often criticized by scholars outside the field. However, in the 1990s, Bijker developed a methodology for studying technology within the SCOT framework by adding the concept of a 'technological framework' to the analysis, which eventually allowed him to broaden the scope of explanation.

¹Academic Article

²Lecturer in Community and Society Development, Faculty Humanities and Social Sciences, Phranakhon Si Ayutthaya Rajaphat University. Email: Komluck@gmail.com

***Corresponding Author:** Komluck Chaiya, Faculty Humanities and Social Sciences, Phranakhon Si Ayutthaya Rajaphat University. Email: Komluck@gmail.com

Four decades after its inception, SCOT remains an active framework in Western academia and is consistently used to study technological inventions and their impact on society. However, it has not been widely discussed in Thai academia. This article aims to serve as a starting point for such a discussion. The author therefore proposes the SCOT methodology as a tool for ‘unboxing’ technological inventions, helping us understand more clearly the processes of technological production that impact modern social life. This is especially true today, as numerous technological inventions have been developed and become key forces directly shaping social life. At the same time, studying the relationship between society and technology is a challenging task for scholars, requiring them to engage with the material world of technology to better navigate ongoing changes.

Keyword: SCOT, Social construction, Relevant Social Groups, Technological frame

วิธีการศึกษาการประกอบสร้างสังคมของเทคโนโลยี (SCOT): แนวคิดและการนำไปใช้¹

คมลักษณ์ ไชยยะ²

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการทบทวนแนวคิดและวิธีการศึกษาการประกอบสร้างสังคมของเทคโนโลยีหรือ SCOT ซึ่งก่อตั้งขึ้นโดยนักสังคมวิทยาของเทคโนโลยี คือ เทรเวอร์ พินช์ และไวเยเบ บิจเกอร์ ในช่วงทศวรรษ 1980 พวกเขาได้นำหลักการพื้นฐานและวิธีการศึกษาจากสังคมวิทยาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้ศึกษาการก่อรูปของเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ในสังคมสมัยใหม่ ซึ่งใช้วิธีศึกษาเชิงประจักษ์จากกรณีศึกษาต่างๆ เช่น จักรยาน เม็ดพลาสติกเบคิไลต์ หลอดไฟ รถยนต์ เป็นต้น เพื่ออธิบายการประกอบสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางเทคนิคจาก ‘การผสมรวมทางสังคมและเทคนิค’

วิธีการศึกษากระบวนการก่อรูปของเทคโนโลยีของ SCOT ใช้การวิเคราะห์ที่เป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน โดยอาศัยแนวคิดพื้นฐานที่มีลักษณะเฉพาะตัว เช่น แนวคิดกลุ่มทางสังคมที่เกี่ยวข้อง การตีความที่ยืดหยุ่น การปิดและการทำให้เกิดเสถียรภาพ และบริบทสังคมที่กว้างขึ้น เป็นต้น ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์เฉพาะกรณีได้อย่างหลากหลาย แต่อย่างไรก็ตาม แผนงานในช่วงเริ่มทศวรรษ 1980 ขอบเขตการวิเคราะห์ของ SCOT ยังคงค่อนข้างจำกัดในการวิเคราะห์ระดับจุลภาค ไม่สามารถเชื่อมโยงไปสู่การวิเคราะห์ในระดับที่กว้างขึ้นหรือระดับโครงสร้างและวัฒนธรรมของเทคโนโลยีได้ จึงมักเป็นจุดอ่อนที่ถูกวิจารณ์จากนักวิชาการนอกสาขาย่อยบ่อยครั้ง แต่ต่อมาในช่วงทศวรรษ 1990 บิจเกอร์ได้พัฒนาวิธีศึกษา SCOT โดยเพิ่มแนวคิด ‘กรอบเทคโนโลยี’ เข้าไปในการวิเคราะห์ ซึ่งช่วยให้เขาสามารถขยายคำอธิบายไปยังขอบเขตที่กว้างขึ้นกว่าเดิมได้ในที่สุด

นับเป็นเวลาสี่ทศวรรษจากจุดเริ่มต้นถึงปัจจุบัน SCOT ก็ยังคงเคลื่อนไหวในโลกวิชาการตะวันตก และถูกนำไปใช้ศึกษาสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยีกับสังคมอย่างต่อเนื่อง แต่ในโลกวิชาการไทยยังไม่ถูกกล่าวถึงมากนัก บทความนี้อาจเป็นจุดเริ่มต้น ผู้เขียนจึงขอเสนอวิธีศึกษาของ SCOT ในฐานะเครื่องมือหนึ่งในการ ‘เปิดกล่องดำ’ สิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี ซึ่งช่วยให้เราสามารถเข้าใจกระบวนการผลิตสร้างเทคโนโลยีที่ส่ง

¹บทความวิชาการ

²อาจารย์ สาขาวิชาการพัฒนาชุมชนและสังคม, คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

อีเมล: Komluckc@gmail.com

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ: คมลักษณ์ ไชยยะ สาขาวิชาการพัฒนาชุมชนและสังคม, คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. อีเมล: Komluckc@gmail.com

ผลต่อชีวิตทางสังคมของผู้คนสมัยใหม่ได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเฉพาะปัจจุบันเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์มากมายได้ถูกพัฒนาขึ้นและกลายเป็นผู้กระทำสำคัญที่ส่งผลต่อวิถีการดำรงอยู่ของสังคมโดยตรง ในขณะเดียวกันการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสังคมกับเทคโนโลยีกำลังเป็นประเด็นที่ท้าทายนักวิชาการให้ขยายพรมแดนความรู้ของตนไปยังโลกของสิ่งประดิษฐ์ทางวัตถุเพื่อที่จะสามารถรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสมมากขึ้น

คำสำคัญ: SCOT, การประกอบสร้างทางสังคม, กลุ่มทางสังคมที่เกี่ยวข้อง, กรอบเทคโนโลยี

บทนำ

แนวคิดการประกอบสร้างสังคมของเทคโนโลยี (The Social Construction of Technology) หรือ ‘SCOT’¹ ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงกลางทศวรรษ 1980 จากการทำงานของนักสังคมวิทยาเทคโนโลยีชาวอังกฤษและชาวดัตช์ 2 ท่าน คือ เทรเวอร์ พินช์ (Trevor Pinch) และไวเยเบ บิจเกอร์ (Wiebe Bijker) การพัฒนาการศึกษาเทคโนโลยี SCOT ของพวกเขาเกิดขึ้นเพื่อตอบโต้แนวคิดในการศึกษาเทคโนโลยีที่มีอยู่ในช่วงก่อนหน้านี้ซึ่งมักอธิบายแต่ผลสำเร็จของเทคโนโลยีที่นำไปสู่ความก้าวหน้าของสังคมเหมือนคำอธิบายในทฤษฎีประวัติศาสตร์แบบวิก (whig theory of history) ไม่ก็มักอธิบายเทคโนโลยีด้วยตัวแบบเศรษฐศาสตร์การพัฒนาที่ขาดการสำรวจทำความเข้าใจปัจจัยต่างๆ ในการเกิดเทคโนโลยีขึ้นอย่างรอบด้าน เพราะมุ่งเน้นอธิบายปัจจัยนำเข้าในกระบวนการผลิตและผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเท่านั้น นอกจากนี้บริบททางวิชาการในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแนวใหม่ที่นักสังคมวิทยาเริ่มศึกษาการเกิดขึ้นของความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างสัมพันธ์กับสังคมก็เพิ่งเริ่มขึ้นในช่วงทศวรรษ 1970 ขณะที่สถานะของการศึกษาเทคโนโลยียังถูกมองว่าเป็นเพียงผลลัพธ์จากการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น ภายหลังมุมมองนี้จึงค่อยๆ เริ่มเปลี่ยนเมื่อนักสังคมวิทยาเทคโนโลยีได้ชี้ให้เห็นถึงคุณลักษณะของสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยีว่ามีลักษณะเฉพาะแตกต่างจากวิทยาศาสตร์ ไม่ได้เป็นเพียงผลจากการนำความรู้วิทยาศาสตร์มาปรับใช้อย่างตรงไปตรงมา (ดูเพิ่มใน เซร์ซีโอ ซิสมอนโด, 2566: 149-153)

พินช์และบิจเกอร์ (1984) ได้พัฒนาแนวทางในการศึกษาเทคโนโลยีที่มีแนวทางศึกษา SCOT ที่มีเฉพาะตัวขึ้นมา ทั้งนี้แนวคิดและวิธีศึกษาของ SCOT เป็นวิธีวิเคราะห์การก่อรูปของเทคโนโลยีที่มีลำดับขั้นตอนชัดเจน เพื่อเผยให้เห็นถึงกระบวนการที่เทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ถูกสร้างขึ้นหรือที่เรียกว่า ‘การเปิดกล่องดำ’ (opening Black Boxes) ซึ่งหมายถึงการรื้อถอนความสำเร็จรูปเพื่อเข้าไปดูว่าสิ่งประดิษฐ์เทคโนโลยีต่างๆ นั้นถูกสร้างขึ้นมาอย่างไร ตามอุปมา ‘กล่องดำ’ ที่ใช้กันทั่วไปในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา (ดูเพิ่มใน Pinch, 1992) ทว่าสำหรับ SCOT แล้ว กล่องดำที่ถูกเปิดออกนั้นไม่ได้เป็นเพียงแค่ปัจจัยนำเข้า (input) และผลนำออก (output) ในกระบวนการผลิตอย่างตรงไปตรงมาตามแนวคิดนวัตกรรมในทางเศรษฐศาสตร์ที่ถูกกำหนดโดยผู้สร้างเท่านั้น ในมุมมองพื้นฐานของ SCOT มองว่าเทคโนโลยีที่ปรากฏในขั้นตอนสุดท้ายมักไม่ได้เป็นไป

¹ต่อจากนี้ ในบทความจะขอเรียกสั้นๆ โดยตัวย่อตามที่ใช้กันทั่วไปว่า ‘SCOT’

ตามเจตนาของผู้ออกแบบหรือผู้สร้างเพียงฝ่ายเดียว หากแต่ถูกต่อรองจากกลุ่มทางสังคมต่างๆ เช่น วิศวกร นายทุน รัฐ แรงงาน ผู้บริโภค หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ กลุ่มสังคมเหล่านี้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันและส่งผลต่อการออกแบบเทคโนโลยีแต่ละชนิดแตกต่างกันไป ในด้านหนึ่งการศึกษากระบวนการเปิดกล่องดำของ SCOT จึงช่วยแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงอำนาจระหว่างกลุ่มสังคมต่างๆ โดยมีเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์เป็นศูนย์กลาง ขณะที่อีกด้านหนึ่ง SCOT ก็พยายามเชื่อมโยงให้เห็นถึงบทบาทการออกทางเทคนิคที่สัมพันธ์หรือผสมผสานรวมเข้ากับสังคม จนสิ่งประดิษฐ์หนึ่งถูกยอมรับและกลายเป็นรูปแบบที่แพร่หลายทั่วไปในสังคมยาวนานในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

ทั้งนี้ กล่าวได้ว่าแนวคิดการประกอบสร้างทางสังคม SCOT ยังไม่เป็นที่รู้จักแพร่หลายมากนักในสังคมไทย เนื่องเพราะการศึกษาวิจัยความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับสังคมยังค่อนข้างจำกัด การแบ่งแยกความรู้ในสาขาวิชาทางสังคมศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ที่มักจะทำให้ความสนใจศึกษาเฉพาะในขอบเขตความรู้ของตนเอง ดังที่นักสังคมศาสตร์มักอธิบายเทคโนโลยีผ่านกรอบทางทฤษฎีที่กำหนดไว้ล่วงหน้ามากกว่าจะอธิบายรายละเอียดในตัวของเทคโนโลยีเอง ขณะที่นักวิทยาศาสตร์หรือวิศวกรก็มักจะอธิบายเทคโนโลยีเฉพาะในด้านเทคนิคโดยไม่เชื่อมโยงกับสังคม เป็นต้น เราจึงเห็นการศึกษาเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ปรากฏเฉพาะด้านใดด้านหนึ่งมากกว่าจะถูกอธิบายจากคุณลักษณะทั้งสองด้านของมัน คือ ‘สังคมและเทคนิค’ ในขณะที่การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยไม่แยกกันแบบ STS เพิ่งจะเริ่มปรากฏในสังคมไทยช่วงปลายทศวรรษ 2550 มานี้เอง (ดูใน จักรกริช สังขมณี, 2559) และมักกล่าวถึงแต่แนวคิดทฤษฎีเครือข่าย-ผู้กระทำหรือ ANT เป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตาม ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาความสนใจในศึกษาวัตถุเทคโนโลยีกับสังคมจากนักวิชาไทยได้เพิ่มมากขึ้นมากเรื่อยๆ (เช่น เก่งกิจ กิติเรียงลาภ, 2561, 2563; จักรกริช สังขมณี, 2561, 2562; ปาณิสรา สุขสม, 2563; รวิพล ลีมิ่งสวัสดิ์, 2567 เป็นต้น) ส่วนหนึ่งมาจากอิทธิพลการศึกษาแบบข้ามพหุนิยม (posthumanism) ที่ได้รับความนิยมและเริ่มปรากฏชัดในช่วงทศวรรษ 1990-2000 ซึ่งเป็นกระแสความคิดตอบโต้ความคิดแบบยัฒมนิยมเป็นศูนย์กลาง (anthropocentrism) ที่นำไปสู่ปัญหาวิกฤตสิ่งแวดล้อมโลกที่ผันผวนรุนแรงขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ เช่นเดียวกับนวัตกรรมเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้นได้กลายเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อโลกสังคมอย่างแท้จริง ตลอดหลายทศวรรษแห่งการพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ เช่น รถยนต์ พลังงานไฟฟ้า กระจกพลาสติก เชื้อเพลิง อินเทอร์เน็ต รถยนต์ไฟฟ้า กระทั่งปัญญาประดิษฐ์หรือ AI ที่เพิ่มบทบาทมากขึ้นในปัจจุบัน วัตถุเทคโนโลยีเหล่านี้เฝ้าล้อมตัวเราและมีอิทธิพลต่อสังคมในทุกมิติ การศึกษาทำความเข้าใจต่อกระบวนการก่อรูป การเปลี่ยนแปลง และผลกระทบจากเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ที่สัมพันธ์รอบตัวเรา จึงมีความสำคัญอย่างมาก

ผู้เขียนเห็นว่าวิธีการศึกษาการประกอบสร้างเทคโนโลยี SCOT อาจจะช่วยขยายมุมมองความเข้าใจต่อเทคโนโลยีได้ละเอียดลึกซึ้งยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักวิชาการและผู้สนใจทั่วไปในการศึกษาทำความเข้าใจเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นปัญญาประดิษฐ์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต รถยนต์ไฟฟ้า โครงสร้างพื้นฐาน และอื่นๆ สิ่งประดิษฐ์สร้างโดยมนุษย์เหล่านี้ได้ขยายตัวและมีบทบาทต่อชีวิตผู้คนในสังคม

ปัจจุบันในลักษณะที่ซับซ้อนมากขึ้น ทั้งนี้ในการเปิดกล่องดำของ SCOT อย่างน้อยก็อาจช่วยให้มองเห็นกระบวนการภายในวัตถุเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาหรือนำเข้ามาใช้งานอย่างซับซ้อนได้ชัดเจนระดับหนึ่ง ซึ่งนำไปสู่การหาจุดสมดุลในการปรับเปลี่ยนปฏิสัมพันธ์ที่เหมาะสมระหว่างมนุษย์กับวัตถุเทคโนโลยีให้ดีขึ้นได้

บทความนี้เป็นการทบทวนแนวคิด SCOT เพื่อให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจวิธีการศึกษาแบบ SCOT ได้ง่าย ผู้เขียนจึงพยายามอธิบายรายละเอียดขั้นตอนการศึกษาต่างๆ โดยยกตัวอย่างจากงานศึกษาที่เป็นแบบฉบับเฉพาะของ SCOT ที่รู้จักกันในวงกว้าง โดยเริ่มจากการอธิบายภูมิหลังความเป็นมาของแนวคิด SCOT โดยสังเขปเพื่อให้เห็นความเกี่ยวพันของกับการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอื่นๆ ที่มีอยู่มาก่อนหน้า ซึ่งพอจะช่วยให้เข้าใจแนวทางหรือจุดยืนของ SCOT ได้ดีขึ้น โดยในส่วนหลักของบทความนี้ จะเป็นการอธิบายแนวคิดหลักและขั้นตอนการศึกษาของ SCOT โดยใช้ตัวอย่างจากงานจากผลงานสำคัญหลัก 3 ชิ้นที่พินช์และบิจเกอร์ (Pinch and Bijker) ผู้ก่อตั้ง SCOT ได้ศึกษาเอาไว้ ชิ้นแรกคือ บทความเรื่อง “The social construction of facts and artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit Each other” (1984) ซึ่งเป็นการเสนอแนวคิด SCOT ในการศึกษาปรากฏเป็นครั้งแรก งานชิ้นต่อมาเป็นบทความของบิจเกอร์เรื่อง “The Social Construction of Bekilite: Toward a Theory of Invention” (1987) และงานชิ้นที่สามเป็นโครงการศึกษาชิ้นใหญ่ของบิจเกอร์จากหนังสือเรื่อง *Of Bicycle, Bakelites, and Bulbs Toward a Theory of Sociotechnical Change, Cambridge* (1995) ผู้เขียนเลือกใช้ผลงาน 3 ชิ้นนี้ ด้วยเหตุผล 2 ข้อ อย่างแรกเพื่อให้ผู้อ่านเห็นพัฒนาการของความคิด SCOT จากจุดเริ่มต้นที่เชื่อมต่อกันกับงานช่วงหลังในช่วงระหว่างทศวรรษ 1980-1990 ซึ่งเป็นช่วงที่แนวคิด SCOT พัฒนาขึ้นและมีแนวทางเป็นเฉพาะของตนเองที่แตกต่างจากแนวคิดอื่นอย่างชัดเจน ผลงานทั้งสามชิ้นนี้ ถือเป็นต้นฉบับแนวคิด SCOT ที่มีถูกกล่าวถึงอย่างกว้างขวางเสมอเมื่อมีการทบทวนงานศึกษาของ SCOT ในช่วงตลอดสามสิบปีที่ผ่านมาถึงปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม ผู้เขียนได้นำงานศึกษาอื่นๆ ทั้งผู้สนับสนุนและผู้วิจารณ์ SCOT มาประกอบในบทความนี้ด้วย แต่การนำเสนอของบทความจะเน้นไปที่การอธิบายแนวคิด SCOT เป็นหลักเพื่อให้ผู้สนใจแนวคิด SCOT สามารถเข้าใจหลักการพื้นฐานของ SCOT ได้ง่ายที่สุด ซึ่งประเด็นต่างๆ ของบทความจะลำดับไปตามหัวข้อหลัก ดังนี้ (1) ภูมิหลังความเป็นมาในการประกอบสร้างแนวคิด SCOT (2) แนวคิดและวิธีการศึกษาตามแบบฉบับดั้งเดิมของ SCOT (3) การปรับปรุงและขยายกรอบแนวคิด SCOT ในช่วงเปลี่ยนผ่าน (4) ข้อจำกัดและคำวิจารณ์ต่อ SCOT และ (5) บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ภูมิหลังความเป็นมาในการประกอบสร้างแนวคิด SCOT

การศึกษาสังคมวิทยาเทคโนโลยี (Sociology of Technology) เป็นสาขาย่อยของสังคมวิทยาที่เกิดขึ้นท้ายสุดในช่วงทศวรรษ 1980 ซึ่งให้ความสนใจศึกษาเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์โดยเฉพาะ ทว่าสังคมในเวลานั้นโดยทั่วไปยังมิถุนามองต่อเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ว่าเป็นเพียงผลลัพธ์จากการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไม่ได้มองว่าเทคโนโลยีมีคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างออกไป เทคโนโลยีหรือสิ่งประดิษฐ์จึงไม่ได้รับความสำคัญ

เทียบเท่ากับความรูทางวิทยาศาสตร์ และการศึกษาเทคโนโลยีโดยทั่วไปก็มีอภิบายแต่ผลสำเร็จของการพัฒนาเทคโนโลยีที่นำไปสู่ความก้าวหน้าของสังคมเหมือนกับทฤษฎีประวัติศาสตร์แบบวิหหรือไม่มีอภิบายเทคโนโลยีด้วยตัวแบบเศรษฐศาสตร์การพัฒนาที่ขาดการสำรวจทำความเข้าใจปัจจัยต่างๆ ในการเกิดเทคโนโลยีขึ้นอย่างรอบด้าน เพราะมุ่งเน้นอธิบายปัจจัยนำเข้าในกระบวนการผลิตและผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเท่านั้น

แนวคิดการประกอบสร้างสังคมของเทคโนโลยีหรือ ‘SCOT’² ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงกลางทศวรรษ 1980 โดยนักสังคมวิทยาของเทคโนโลยี คือ เทรเวอร์ พินช์ (Trevor Pinch) และไวเบ เบิจเกอร์ (Wiebe Bijker) พวกเขาปรับเปลี่ยนมุมมองต่อการศึกษาเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ใหม่ให้มีสถานะทัดเทียมกับความรู้วิทยาศาสตร์ โดยพยายามชี้ให้เห็นความสำคัญของเทคโนโลยีในฐานะสิ่งประกอบสร้างทางสังคมที่มีความสลับซับซ้อนทั้งปัจจัยทางสังคมและเทคนิค และไม่ใช่เป็นเพียงแค่ผลของการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แนวคิด SCOT เกิดขึ้นโดยนำเอาวิธีการศึกษาในสังคมวิทยาของความรู้วิทยาศาสตร์ (Sociology of Science Knowledge - SSK) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาก่อนหน้าในช่วงทศวรรษ 1970 เพื่อมาปรับใช้ในการศึกษาเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์โดยเฉพาะ พวกเขาพิจารณาเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ในฐานะสิ่งสร้างที่เกิดจากความรู้ทางเทคนิคผสานรวมกับปัจจัยทางสังคมอันหลากหลายผสานรวมเข้าด้วยกัน หากเกิดขึ้นจากความสามารถพิเศษส่วนบุคคลหรือเกิดจากความรู้ในทางเทคนิคเฉพาะเพียงอย่างเดียว และพัฒนาการของเทคโนโลยีไม่ใช่สิ่งที่ดำเนินไปในลักษณะเป็นเส้นตรง (unilinear) ตามที่แนวคิดกระแสหลักในช่วงเวลานั้นเข้าใจ ทั้งนี้การพัฒนาแนวคิด SCOT เกิดขึ้นภายใต้บริบทของการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยไม่แยกพรมแดนสาขาวิชาออกจากกันหรือที่เรียกโดยย่อว่า ‘STS’ กำลังเริ่มต้นพัฒนาและขยายตัวเติบโตขึ้นไปพร้อมกัน นักวิชาการด้าน STS มีที่มาจากหลากหลายสาขาวิชา แต่ก็มีจุดร่วมกันบนหลักพื้นฐานในการศึกษาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนกระบวนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จากโทมัส คูนท์ (Thomas Kuhn)³ ที่ก่อให้เกิดคำถามต่อกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ก่อนหน้านั้นอย่างถึงราก

²ต่อจากนี้ ในบทความจะขอเรียกสั้นๆ โดยด้วยย่อตามที่ใช้กันทั่วไปว่า ‘SCOT’

³โทมัส คูนท์ ได้ตีพิมพ์หนังสือ *The Structure of Scientific Revolutions* ในปี 1962 ข้อเสนอของเขาทำให้เกิดข้อถกเถียงต่อสิ่งที่กำหนดว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างกว้างขวาง แต่เดิมวิทยาศาสตร์มักถูกมองว่าความจริงที่ดำรงอยู่โดยตัวของมันเองโดยแยกขาดจากสังคม กระบวนทัศน์ใหม่ของคูนท์ได้นำไปสู่การพิจารณาการปฏิบัติงานในแวดวงผู้เชี่ยวชาญที่ก่อให้เกิดความรู้ขึ้นจากการประกอบสร้างทางสังคมไม่แตกต่างจากความหมายของวัฒนธรรมทั่วไป ซึ่งกลายเป็นแนวทางที่นักสังคมวิทยาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (sociology of scientific knowledge) หรือที่เรียกด้วยตัวย่อว่า SSK ได้ต่อยอดในการศึกษาความเกี่ยวข้องพัวพันระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม และขยายไปยังเทคโนโลยีในช่วงต่อมา ซึ่งในปัจจุบันนิยมเรียกในชื่อใหม่ว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศึกษา (Science and Technology Studies) หรือ STS (ดูเพิ่มใน จักรกริช สังขมณี, 2564) เพื่อไม่ให้สับสนจึงขอกล่าวไว้ด้วยว่าแนวทางการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังการเปลี่ยนกระบวนทัศน์แบบคูนท์ของนักสังคมวิทยาของความรู้วิทยาศาสตร์ (SSK) จึงแตกต่างไปจากสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ (Sociology of Science) ในแบบของโรเบิร์ต เมอร์ตัน (Robert Merton) โดยพื้นฐาน กระทั่งมีลักษณะขัดแย้งกัน (ดูใน Steven Shapin 1995; เซร์มิโอ ซิมอนโด, 2566)

กล่าวได้ว่า SCOT เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา STS ที่กำลังขยายตัว พวกเขาได้พัฒนารอบแนวคิดในการศึกษาเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ที่มีลักษณะเฉพาะตัวขึ้น แต่ได้อาศัยหลักการพื้นฐานที่มีจุดร่วมในการศึกษา STS แบบอื่นๆ ด้วย โดยเฉพาะการอาศัยหลักการความสมมาตร (the symmetry principle) ทางเทคโนโลยีที่ได้รับอิทธิพลจากเดวิด บลอว์ (David Bloor) นักสังคมวิทยาของความรู้วิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายทั้งความสำเร็จและความล้มเหลวของเทคโนโลยีอย่างได้สัดส่วนทัดเทียมกัน⁴ รวมไปถึงหลักการศึกษาเชิงประจักษ์ (empiricism) ซึ่งจะใช้ตัวอย่างกรณีศึกษาในการอธิบายอย่างเป็นรูปธรรม หลีกเลี่ยงการใช้ทฤษฎีกำหนดขึ้นนำไวล่วงหน้า เป็นต้น สำหรับการศึกษาเทคโนโลยีแล้ว SCOT มักถูกเทียบเคียงกับแนวการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมาในเวลาใกล้เคียงกัน คือ (1) ทฤษฎีเครือข่าย-ผู้กระทำ (Actor Network Theory หรือ ANT) และ (2) การศึกษาเชิงระบบ (Technological Systems) โดยบางครั้งก็ถูกเรียกรวมทั้ง 3 กลุ่มว่าเป็นพวกแนวคิดการประกอบสร้าง (Constructivist) ทว่าแต่ละกลุ่มก็มีแนวคิดและวิธีการศึกษาที่มีจุดเด่นเฉพาะของตนเอง ขณะที่แนวคิดบางส่วนก็สนับสนุนกันและกันและบางส่วนก็แตกต่างกระทั่งเห็นไม่ตรงกัน (ดูใน Winner, 1993; Tsou, 2023: 6)

วิธีการศึกษาการสร้างของเทคโนโลยีหรือ SCOT ได้ถูกนำเสนอเป็นครั้งแรกในวารสาร *Social Studies of Science* ปี 1984 จากบทความเรื่อง “The social construction of facts and artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit Each other” โดยพินซ์และบิจเกอร์ไดยม์ ‘แผนงานเชิงประจักษ์ของสัมพัทธนิยม’ (The Empirical Programme of Relativism) หรือ ‘EPOR’ จากแฮร์รี คอลลินส์ (Harry M. Collins, 1981) นักสังคมวิทยาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SSK) ที่ใช้ศึกษาการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นมาก่อน วิธีการศึกษาของ EPOR เป็นการวิเคราะห์กระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็น 3 ขั้นตอน คือ (1) การแสดงถึงความยืดหยุ่นในการตีความข้อมูลการทดลองที่ต่างกันของนักวิทยาศาสตร์ (2) แสดงถึงกลไกทางสังคมในขอบเขตเฉพาะที่ส่งผลต่อการยุติข้อถกเถียงของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ความรู้เกิดเสถียรภาพ และ (3) การเชื่อมกลไกการยุติข้อถกเถียงในขอบเขตเฉพาะไปสู่สังคมวงกว้าง (อ้างใน Finn Collin, 2011) ขั้นตอนดังกล่าวนี้เป็นกระบวนการก่อนที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะถูกสถาปนาขึ้น กระทั่งสังคมยึดถือเป็นความจริงโดยทั่วไป จากมุมมองนี้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงไม่ใช่สิ่งที่ดำรงอยู่โดยตัวมันเองในโลกธรรมชาติตามกรอบความคิดวิทยาศาสตร์แบบเก่ายึดถือ

เมื่อพินซ์และบิจเกอร์ (1984) นำวิธีศึกษา EPOR มาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ พวกเขาจำเป็นต้องปรับวิธีศึกษาให้เหมาะกับเทคโนโลยีโดยเฉพาะ เนื่องจากเทคโนโลยีมักสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับผู้คน

⁴เดวิด บลอว์ (David Bloor) นักสังคมวิทยาชาวอังกฤษจากมหาวิทยาลัยเอดินเบิร์กได้เสนอ ‘หลักความสมมาตร’ ในการพิสูจน์ความจริงทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้ศึกษาจะต้องให้น้ำหนักต่อการพิสูจน์ความเป็นจริง (true) และความเท็จ (false) ภายใต้อุปกรณ์เดียวกันอย่างได้สัดส่วน และต้องเคารพต่อความจริงและเท็จอย่างเท่าเทียมกัน (Bloor [1976] 1991, p.7) ข้อเสนอของบลอว์ได้รับการยอมรับแพร่หลายทั่วไปในการศึกษาสังคมวิทยาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และถูกนำมาปรับใช้ในการศึกษาสังคมวิทยาของเทคโนโลยีในการอธิบายถึงความสำเร็จและความล้มเหลวของเทคโนโลยีอย่างได้สัดส่วน

ที่หลากหลายและมีปัจจัยมากมายทั้งในทางสังคมและเทคนิคเข้ามาเกี่ยวข้อง ในแง่ขอบเขตความสัมพันธ์ จึงค่อนข้างกำหนดได้ยาก และไม่ได้เป็นเพียงแค่การประยุกต์เอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้ได้อย่างตรงไปตรงมา แต่เกิดจากการสร้างทางสังคมและเทคนิคที่ผสมรวมเข้าด้วยกัน บางครั้งผลลัพธ์ก็อาจไม่เป็นไปตามที่ผู้ออกแบบตั้งใจเอาไว้ตั้งแต่แรก⁵

ในบทความปี 1984 พินซ์และบิจเกอร์ ใช้ ‘จักรยาน’ เป็นตัวอย่างในการอธิบายโดยใช้ข้อมูลทางประวัติศาสตร์การพัฒนาจักรยานในช่วงปลายทศวรรษ 1870-1890 เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่สามารถเกิดขึ้นได้ในหลายทิศทาง ในสมัยนั้นจักรยานแบบที่เราใช้กันทั่วไปในปัจจุบันยังไม่เกิดขึ้น แต่ก็มีประติศัพน้าหนะสองล้อขึ้นมาแล้วหลายรูปแบบแต่ยังไม่ใช่น้าหนะที่ผู้คนใช้กันทั่วไป ในช่วงทศวรรษ 1870 เจมส์ สตาร์เลย์ (Jame Starley) นักประดิษฐ์ชาวอังกฤษผู้ถูกขนานนามว่าเป็นบิดาแห่งอุตสาหกรรม ได้ออกแบบพัฒนาจักรยานออดินารี่ล้อสูง (ordinary bicycle) ขึ้นมาเป็นครั้งแรก และมีชื่อเรียกตามลักษณะรูปร่างของล้อว่า ‘เพนนี-ฟาร์ธิง’ (Penny-farthing)⁶ ซึ่งเป็นจักรยานที่ออกแบบขึ้นใหม่และได้รับความนิยมอย่างมากในช่วงเวลานั้น ทั้งนี้จักรยานออดินารี่ถูกออกแบบให้มีล้อหน้าสูงและมีขนาดใหญ่กว่าล้อหลังหลายเท่า ผู้ขี่ต้องปีนขึ้นไปนั่งบนอานที่สูงกว่าปกติ การขี่จักรยานจึงไม่ใช่สิ่งที่ทำได้ง่ายหรือสามารถใช้งานได้ทุกคน จักรยานล้อสูงจึงเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ได้รับความนิยมเฉพาะผู้ใช้งานบางกลุ่มเท่านั้น อย่างไรก็ตามในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 ความนิยมใช้จักรยานออดินารี่ล้อสูงก็ค่อยๆ เสื่อมลงจนกระทั่งไม่มีการใช้อีกต่อไป จักรยานล้อต่ำที่ผู้คนทุกกลุ่มสามารถขี่ได้อย่างสะดวกปลอดภัย (safety bicycle) ได้เข้ามาแทนที่และกลายเป็นรูปแบบของจักรยานที่ใช้ทั่วไปในที่สุด

พินซ์และบิจเกอร์ ใช้กรณีศึกษาจักรยานออดินารี่ล้อสูง เพื่อจะอธิบายว่าจักรยานล้อสูงได้เปลี่ยนแปลงมาเป็นจักรยานปลอดภัยที่มีล้อต่ำลงในช่วงเวลาต่อมาได้อย่างไร หรือเทคโนโลยีเกิดการเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร วิธีศึกษา SCOT ได้พยายามชี้ให้เห็นว่าเทคโนโลยีไม่ได้ถูกกำหนดโดยผู้ออกแบบเท่านั้น แต่เกิดจากกระบวนการที่ซับซ้อนหลายทิศทางจากการปฏิสัมพันธ์ของผู้คนในสังคมหลากหลายกลุ่มในการต่อรองให้ความหมายต่อเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ รวมไปถึงการพัฒนาวิธีการทางเทคนิคใหม่ๆ เพื่อแก้ปัญหาจนสามารถตอบสนองต่อผู้ใช้กลุ่มต่างๆ ในสังคมได้ สิ่งเหล่านี้คือการผสมรวมทางพลังทางสังคมกับเทคนิค ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของจักรยานอย่างต่อเนื่อง โดยวิธีการวิเคราะห์ของ SCOT จะมีขั้นตอนเป็นลำดับชัดเจนดังที่กล่าวถึงในหัวข้อข้างหน้านี้

⁵แนวคิด SCOT แตกต่างไปจากตัวแบบเชิงเส้นตรง (linear model) ของการศึกษากระบวนการสร้างนวัตกรรมตามชนบซึ่งมองว่าเทคโนโลยีคือการปรับปรุงให้พัฒนาก้าวหน้าขึ้นไปตามลำดับ แต่ในความจริงเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์อาจเกิดการหันเหเปลี่ยนแปลงไปในทางอื่นได้หลายทิศทาง (multi-directional model) ขึ้นกับปัจจัยทางสังคมและเทคนิคในแต่ละช่วงเวลา

⁶“ออดินารี่” เป็นคำที่เรียกจักรยานที่มีลักษณะล้อสูงทั่วไป ‘เพนนี-ฟาร์ธิง’ เป็นชื่อเล่นมีที่มาจากเหรียญเพนนีและเหรียญฟาร์ธิงของอังกฤษ ผู้ผลิตจักรยานได้ปรับแก้ออดินารี่อยู่หลายรุ่น ซึ่งอาจจะมีลักษณะแตกต่างทางเทคนิคแต่ก็ยังถือว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของจักรยานออดินารี่เช่นกัน

แนวคิดและวิธีการศึกษาตามแบบฉบับดั้งเดิมของ SCOT

แนวคิด SCOT เป็นวิธีการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ โดยแสดงให้เห็นถึงปัจจัยทั้งในทางสังคมและเทคนิคที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนรูปของเทคโนโลยีในช่วงเวลาหนึ่งและอาจมีการผันเปลี่ยนไปสู่อีกทิศทางหนึ่งจากการปรับปรุงในทางเทคนิคให้สอดคล้องกับกลุ่มคนในสังคมที่แตกต่างไปตามบริบททางสังคม เมื่อปัญหาที่เคยมีอยู่ ได้ถูกแก้ไขแล้วอย่างน้อยก็ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง สิ่งประดิษฐ์นั้นได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นฐานทางเทคนิคสำคัญขึ้นอีก นั้นแสดงให้เห็นว่าเสถียรภาพ (stability) ของเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ได้เกิดขึ้นแล้ว

การใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์จากกรณีศึกษาเป็นสำคัญสำหรับการวิเคราะห์ของ SCOT อย่างไรก็ตาม บทความต้นกำเนิด SCOT ในปี 1984 พินซ์และบิจเกอร์ยังไม่ได้ให้รายละเอียดข้อมูลจักรยานที่ใช้เป็นกรณีศึกษาอย่างละเอียดมากนัก เนื่องจากประเด็นหลักของบทความ คือ การเสนอการนำวิธีการศึกษาวิทยาศาสตร์หรือ EPOR มาปรับใช้ในการศึกษาเทคโนโลยี ข้อมูลเชิงประจักษ์ของการพัฒนาและความเปลี่ยนแปลงของจักรยานในช่วงปลายศตวรรษ 19 จึงถูกยกมาใช้อธิบายเพียงบางส่วนเท่านั้น ทว่าบิจเกอร์ได้อธิบายพัฒนาการความเปลี่ยนแปลงของจักรยานอีกครั้งจากหนังสือของเขาในปี 1995 ซึ่งมีความละเอียดชัดเจนกว่าบทความต้นแบบแรกเริ่มในปี 1984 เป็นอย่างมาก⁷ ทว่าก็ยังคงรักษาลักษณะหลักวิธีการศึกษาของ SCOT ดั้งเดิมที่หยิบยืมมาปรับใช้จาก EPOR โดยมีขั้นตอนหลักในการวิเคราะห์ 3 ขั้นตอนหลัก 1. ความยืดหยุ่นในการตีความ (interpretative flexibility) 2. การปิดและการทำให้เกิดเสถียรภาพ (closure and stabilization) และ 3. การขยายไปยังบริบทที่กว้างขึ้น (the wider context) ทั้งนี้ในแต่ละขั้นตอนจะอาศัย ‘กลุ่มทางสังคมที่เกี่ยวข้อง’ (relevant social groups)⁸ เป็นแกนกลางในการวิเคราะห์การก่อรูปของเทคโนโลยีจักรยาน

ในบทความนี้ได้นำตัวอย่างการจักรยานจากการศึกษาต้นฉบับในปี 1984 และงานของบิจเกอร์ในปี 1995 ประกอบเข้าด้วยกัน โดยการศึกษาฉบับปี 1995 บิจเกอร์ได้เพิ่มข้อมูลคำอธิบายย้อนไปไกลก่อนที่จะมีการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์สองล้อขึ้น เริ่มจากภาพต้นแบบของเลโอนาโด ดา วินชี ในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 15 แล้วจึงสำรวจจุดเริ่มต้นของจักรยานที่เรียกว่า “เซลีเฟร์” (celerifere) ซึ่งเป็นพาหนะสองล้อสมัยแรกที่ปรากฏในช่วงทศวรรษ 1790 จากนั้นบิจเกอร์จึงสำรวจรูปแบบของจักรยานรุ่นต่างๆ ในหลายแห่งของยุโรป ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงมาจนถึงช่วงสมัยของจักรยานล้อสูงอดินารี โดยพิจารณาจากกลุ่มทางสังคมที่เกี่ยวข้องอย่างละเอียด ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีจักรยานจนกลายมาเป็นจักรยานปลอดภัย (safety bicycle) ที่มีคุณลักษณะพื้นฐานเหมือนจักรยานทุกวันนี้

ในกรณีการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ EPOR จะพิจารณาผ่าน ‘กลุ่มอภิปรายถกเถียง’ (controversy group) โดยมีนักวิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญเข้าร่วมถกเถียงอย่างใกล้ชิด ข้อถกเถียงต่อสิ่งที่อภิปรายจึงเป็นเหมือน ‘ชุดแกนหลัก’ (core-set) ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกำหนดความสัมพันธ์ในการผลิตสร้างความรู้หรือข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมา โดยพินซ์และบิจเกอร์ (1984) ได้อธิบายยกตัวอย่างจากงานของแฮร์รี คอลลินส์ (Collins) ที่กล่าวถึงการตีความที่ยืดหยุ่นของทฤษฎีความผันผวนของพลังงานแสงอาทิตย์ในกลุ่มนักฟิสิกส์ ซึ่งกลุ่มถกเถียงค่อนข้างจำกัดวงอยู่ในกลุ่มนักวิทยาศาสตร์เฉพาะทางเท่านั้น ซึ่งต่างจากกรณีสิ่งประดิษฐ์จักรยานที่กลุ่มทางสังคมที่เกี่ยวข้องค่อนข้างกว้างและหลากหลายกว่ามาก

1. ความยืดหยุ่นในการตีความ (interpretative flexibility)

เป็นขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์โดยเริ่มจากการพิจารณาปฏิกริยาของกลุ่มคนในสังคมที่มีต่อเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ที่ถูกออกสร้างขึ้นภายใต้บริบทสังคมช่วงเวลาหนึ่ง เป็นช่วงระยะเวลาที่เทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์อยู่ในขั้นเริ่มต้นของการออกแบบ ซึ่งยังไม่มีแน่นอน กลุ่มคนในสังคมจึงมีการให้ความหมายต่อเทคโนโลยีแตกต่างกันไป อาจเกิดข้อถกเถียงหรือความเห็นขัดแย้งระหว่างคนกลุ่มต่างๆ ในสังคมต่อสิ่งประดิษฐ์ที่ปรากฏในสังคมขึ้นดังนั้นในขั้นตอนนี้ นักสังคมวิทยาของเทคโนโลยีจึงต้องอาศัยข้อมูลหลักฐานอย่างรอบด้านจากข้อถกเถียงโต้แย้งของกลุ่มทางสังคมที่เกี่ยวข้องเพื่อพิจารณาความหมายที่แต่ละกลุ่มมีต่อเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ที่เกิดขึ้น โดยกรณีของจักรยานล้อสูงเพนนี-ฟาร์จึงเป็นจักรยานที่มีขนาดล้อหน้าสูงและใหญ่กว่าล้อหลังหลายเท่า ขับเคลื่อนด้วยแกนถีบของล้อหน้า ผู้ขี่ต้องนั่งบนอานที่ตั้งอยู่บนล้อใหญ่ด้านหน้า ถือเป็นจักรยานยุคแรกๆ ที่ได้รับความนิยมในช่วงสั้นๆ ก่อนจะมีการพัฒนาปรับเปลี่ยนจนกลายเป็นจักรยานล้อต่ำที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ในช่วงแรกที่จักรยานล้อสูงถูกสร้างขึ้น ผู้คนในสังคมมีปฏิกริยาต่อสิ่งประดิษฐ์แตกต่างกัน คนส่วนใหญ่มองว่าจักรยานล้อสูงเป็นพาหนะที่บังคับยากและอันตราย เด็กและผู้สูงอายุไม่สามารถขี่ได้ ผู้ใช้จักรยานออกไดนาโรส่วนใหญ่จึงมีเพียงผู้ชายที่ยังหนุ่มร่างกายแข็งแรงและมีฐานะดีเท่านั้น ในขณะที่บริบทสังคมยุควิกตอเรียนปลายศตวรรษที่ 19 ผู้หญิงก็ยังคงถูกควบคุมด้วยบรรทัดฐานสังคมในพื้นที่สาธารณะอย่างเข้มงวด ทั้งการใส่กระโปรงและการแสดงความเป็นกุลสตรี ด้วยข้อจำกัดในการใส่กระโปรงและบทบาททางเพศของสังคมในขณะนั้น ผู้หญิงที่ขี่จักรยานจึงเป็นไปได้ยาก บ่อยครั้งการขี่จักรยานในที่สาธารณะด้วยความเร็วสร้างความรำคาญและก่อให้เกิดความอันตรายต่อผู้ใช้ถนน สร้างความไม่พอใจแก่ผู้ไม่ใช่จักรยานจนเกิดแรงต่อต้านอยู่เสมอ (Bijker, 1995: 41-45) กล่าวได้ว่ากลุ่มทางสังคมที่เกี่ยวข้องหลักที่ใช้จักรยานเป็นชายหนุ่มที่มีฐานะดีได้ให้ความหมายต่อจักรยานเหมือนกับอุปกรณ์เครื่องเล่นกีฬาในเวลาว่างที่แสดงรสนิยมทางสังคมมากกว่าจะใช้งานเพื่อการเดินทางเป็นหลัก ขณะที่ผู้ไม่ใช่จักรยานล้อสูงเห็นว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่อันตราย

แม้ว่าบรรทัดฐานสังคมในยุคนั้นจะไม่ส่งเสริมให้ผู้หญิงขี่จักรยาน แต่กลุ่มผู้หญิงที่ขี่จักรยานก็เริ่มปรากฏให้เห็นเป็นกลุ่มเล็กๆ ผู้ผลิตจักรยานบางรายได้พยายามแก้ปัญหาที่เรียกว่า ‘ปัญหาชุดกระโปรง’ โดยการออกแบบที่นั่งด้านข้างจักรยานให้ผู้หญิงที่ใส่กระโปรงขี่จักรยานได้สะดวกขึ้นหรือออกแบบชุดเสื้อผ้าผู้หญิงสำหรับขี่จักรยานโดยเฉพาะแต่ไม่ประสบความสำเร็จมากนัก มีความพยายามสร้างความหมายต่อคุณค่าชุดใหม่ในการขี่จักรยานของผู้หญิงด้วย ดังที่ปรากฏในนิตยสารช่วงทศวรรษ 1880 ที่ผู้หญิงคนหนึ่งกล่าวถึงการขี่จักรยานล้อสูงว่า “การขี่จักรยานโดยเนื้อแท้แล้วไม่ใช่บาป และหากมันเป็นเพียงวิธีเดียวที่จะพาไปถึงโบสถ์ในวันอาทิตย์ได้ ก็ถือว่าเป็นสิ่งที่พอจะอนุโลมได้” (Bijker, 1995: 43) ต่อมาหลังจากจักรยานล้อสูงถูกแทนที่ด้วยจักรยานล้อต่ำลง การขี่จักรยานของผู้หญิงยังแฝงความหมายของการต่อสู้เพื่อความเท่าเทียมทางเพศด้วย กล่าวได้ว่าขั้นตอนการตีความที่ยืดหยุ่นนี้ คือการที่กลุ่มสังคมต่างๆ ให้ความหมายต่อจักรยานแตกต่างกันไป ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งที่ส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนการออกแบบจักรยานให้มีความสอดคล้องกับกลุ่มสังคมอื่นๆ มากขึ้นภายหลัง

2. การปิดและการทำให้เกิดเสถียรภาพ (closure and stabilization)

หลังจากสิ่งประดิษฐ์ได้ถูกนำมาใช้งาน กลุ่มทางสังคมอาจแสดงปฏิกิริยาทั้งด้านบวกและลบ ในขั้นตอนของการตีความที่ยืดหยุ่น ซึ่งหากปัญหาจากเทคโนโลยีหรือสิ่งประดิษฐ์นั้นยังไม่ได้รับการแก้ไข การปรับแต่งเทคโนโลยีนั้นก็จะยังคงดำเนินต่อไป บิเจอร์อธิบายขั้นตอนการปิดการตีความ โดยสรุปว่า “ความยืดหยุ่นในการตีความสิ่งประดิษฐ์ (*interpretative flexibility*) จะลดน้อยลง เกิดฉันทามติ (*consensus*) ขึ้นในกลุ่มสังคมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความหมายหลักของสิ่งประดิษฐ์นั้น และ ‘ความเป็นพหุนิยมของสิ่งประดิษฐ์’ (*pluralism of artifacts*) จะลดลง” (Bijker, 1995: 86) ตัวอย่างจากกรณีของจักรยานล้อสูง ออดินารี ผู้ผลิตจักรยานได้ปรับปรุงเทคนิคใหม่หลายอย่างที่นำไปสู่การแก้ปัญหาความอันตรายของจักรยานล้อสูง เช่น การลดขนาดล้อหน้าให้ต่ำลง ผู้หญิงสามารถใส่กระโปรงขี่จักรยานได้ การเคลื่อนย้ายเบาะนั่งมาด้านหลังมากขึ้น การปรับแต่งการควบคุมด้วยโซ่และใช้ล้อหลังขับเคลื่อนแทนล้อหน้า กระทั่งจักรยานได้ถูกพัฒนาจนมีล้อหน้าและหลังเท่ากัน หรือการแก้ปัญหาแรงสั่นสะเทือนจากขนาดล้อที่ลดต่ำลงโดยเสริมอุปกรณ์กันกระแทก และใช้เทคนิคล้อยางเติมลมแทนล้อตันแบบเก่า เป็นต้น (Pinch and Bijker, 1984: 414-419, 421-424; Bijker, 1995: 88-93) การแก้ปัญหาเหล่านี้ ทำให้มุมมองข้อถกเถียงที่เคยมีอยู่หมดไป กลุ่มสังคมต่างเห็นพ้องกันและนำไปสู่การปิดการตีความปัญหาทั้งหมดในท้ายสุด ดังที่ได้เปลี่ยนโฉมของจักรยานล้อสูงไปสู่จักรยานปลอดภัย (*safety bicycle*) ซึ่งกลายเป็นรูปแบบมาตรฐานของจักรยานที่สืบเนื่องมาถึงปัจจุบัน กระบวนการนี้ SCOT เรียกว่า ‘กลไกการปิด’ (*closure mechanism*) แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

(1) *การปิดทางโวหาร (rhetorical closure)* เป็นกลไกการปิดจบการตีความเทคโนโลยีที่เกิดขึ้น โดยที่ปัญหาไม่จำเป็นต้องถูกแก้ไขจริง ขึ้นกับว่ากลุ่มสังคมที่เกี่ยวข้องมองว่าปัญหานั้นได้รับการแก้ไขแล้วหรือไม่ ตัวอย่างจากการขี่จักรยานล้อสูงออดินารีที่ผู้คนทั่วไปมองว่าเป็นอันตรายมากเกินไป จึงมีการออกแบบให้จักรยานปลอดภัยมากขึ้นกว่าเดิม ดังเช่น การปรับปรุงจักรยานฟาซิล (facile bicycle) ให้ล้อหลังมีขนาดใหญ่มากขึ้น แม้ว่าโดยทั่วไปล้อหน้าและล้อหลังก็ยังมีความแตกต่างกันอยู่มาก ทว่าด้วยการโฆษณาในหนังสือพิมพ์ ทำให้สาธารณชนทราบถึงปรับปรุงใหม่ของวิศวกรที่ปรับขนาดล้อหลังเพิ่มขึ้นและยืนยันถึงความปลอดภัยเกือบสมบูรณ์แบบ ทำให้การปิดจบทางโวหารเกิดขึ้นเพราะคนทั่วไปเชื่อว่าจักรยานได้ถูกปรับปรุงให้ปลอดภัยมากขึ้นแล้วจากการโฆษณาที่ออกมาล่อลวง (Pinch and Bijker, 1984: 427) แม้ในความจริงปัญหาของอันตรายในการขี่จักรยานล้อสูงอาจจะยังคงมีอยู่ก็ตาม หรือในช่วงที่จักรยานปลอดภัยที่มีล้อต่ำ ‘Macho bicycle’ ถูกผลิตขึ้นมาขายและท้าทายความนิยมของจักรยานออดินารี ผู้ผลิตได้อ้างถึง ‘ความปลอดภัยอย่างสมบูรณ์’ โดยนักปั่นจักรยานที่เป็นกลุ่มเป้าหมายไม่ต้องเสี่ยงอันตรายจากการขี่จักรยานล้อสูง (Bijker, 1995)

(2) *การปิดโดยการกำหนดนิยามใหม่ของปัญหา (closure by redefinition of problem)* เป็นการปิดจบปัญหาที่มีอยู่ โดยเปลี่ยนมุมมองต่อปัญหาเดิมไปยังปัญหาใหม่ เมื่อสามารถแก้ปัญหาใหม่ได้จึงทำให้ปัญหาเดิมจบลงไปด้วยปริยาย ดังปัญหา ‘แรงสั่น’ จากการขี่จักรยานที่มีกปรากฎในจักรยานล้อต่ำยุคแรกก่อนที่จะจักรยานออดินารีล้อสูงจะถูกสร้างขึ้นในช่วงทศวรรษ 1860 ตัวอย่างจาก ‘เวโลซิเพด’ (Velocipede) จักรยาน

ที่มีล้อต่ำถูกเรียกในชื่อเล่นว่า ‘กระดูกสัน’ (Bonesheker) แสดงถึงปัญหาแรงสั่นสะเทือนที่ปรากฏในจักรยานล้อต่ำยุคแรก⁹ ทั้งนี้การออกแบบล้อจักรยานออดินารีให้สูงใหญ่เป็นพิเศษจึงเป็นการแก้ปัญหาแรงสั่นสะเทือนให้ลดลงได้ดีกว่าการใช้ล้อต่ำ แรงสั่นจึงไม่เป็นปัญหาการขี่จักรยานล้อสูง อย่างไรก็ตาม ในช่วงปลายทศวรรษ 1880 เมื่อบริษัทผลิตยางได้นำเทคนิค ‘ล้อยางเติมลม’ (air tyre) มาช่วยลดแรงสั่นสะเทือน ซึ่งผู้ขี่จักรยานล้อสูงไม่ได้มองว่าแรงสั่นเป็นปัญหาสำหรับพวกเขา แคมคนส่วนใหญ่ยังรู้สึกตลกขบขันกับเทคนิควิธีการใช้ล้อยางเติมลมในจักรยานล้อต่ำด้วยซ้ำ แต่หลังจากการแข่งขันสิ้นสุดลง เสียงหัวเราะสบประมาทก็หายไปทันที เมื่อจักรยานล้อต่ำที่มีล้อยางเติมลมวิ่งแข่งหน้าคู่แข่งไปด้วยความเร็วสูง ศักยภาพของล้อยางลมเป็นที่ประจักษ์ต่อกลุ่มสังคมทั้งหมด ‘ความเร็ว’ กลายเป็นปัจจัยชี้ขาดของจักรยาน ความเร็วจึงเป็นปัญหาที่ถูกกำหนดขึ้นใหม่แทนปัญหาแรงสั่น (Pinch and Bijker, 1984: 427; Bijker 1995) หลังจากนั้นในช่วงทศวรรษ 1890 จักรยานล้อสูงก็ค่อย ๆ เสื่อมความนิยมลง จักรยานล้อต่ำขับขี่ปลอดภัยได้เข้ามาแทนที่อย่างแท้จริง การปิดจบทำให้การตีความที่ยืดหยุ่นของกลุ่มสังคมสิ้นสุดลง ไม่มีการปรับแก้ปัญหาคำคัญอีกต่อไป นั่นคือการมีเสถียรภาพ (stabilization) ของเทคโนโลยีจักรยานได้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ดังที่บิจเกอร์กล่าวว่า “การปิดได้นำไปสู่การลดลงของความยืดหยุ่นในการตีความ ทำให้สิ่งประดิษฐ์ชิ้นหนึ่งกลายเป็นสิ่งหลักที่โดดเด่น และชิ้นอื่นๆ ไม่มีอยู่อีกต่อไป ทั้งนี้ในกระบวนการเดียวกันนั้น สิ่งประดิษฐ์ที่โดดเด่นจะเกิดเสถียรภาพ (stabilization) เพิ่มขึ้นภายในกลุ่มสังคมที่เกี่ยวข้องกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง และอาจจะมากกว่าหนึ่งกลุ่ม” (Bijker, 1995: 87)

การปิดและทำให้เกิดเสถียรภาพเป็นกระบวนการที่สับสนแบบไม่เป็นเส้นตรง แต่อาจเกิดขึ้นสลับไปมาจนกระทั่งเปลี่ยนไปสู่เทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์รูปแบบสุดท้ายที่ค่อนข้างมั่นคงยาวนาน ดังกรณีของจักรยานล้อสูงออดินารีที่ได้รับความนิยมในช่วงระหว่างปี 1870-1890 ได้ค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงไปสู่เทคโนโลยีจักรยานล้อต่ำ ทั้งนี้ การปิดของเทคโนโลยีเมื่อเกิดขึ้นแล้ว ก็ยากที่จะย้อนกระบวนการกลับไปแบบเดิมได้อีก ดังที่บิจเกอร์กล่าวว่า “เป็นเรื่องสำคัญที่ต้องตระหนักว่ากระบวนการของการปิดจบ (closure) นั้นแทบจะแก้ไขกลับคืนไม่ได้ (แทบจะ... แต่ไม่ใช่ทั้งหมด) ตอนนี้นั้นยากที่จะมอง ‘จักรยานออดินารี’ (จักรยานล้อสูง) เป็นอย่างอื่นไปได้ นอกจากเครื่องจักรที่อันตรายมากและขี่ได้ยากสุดๆ” (Bijker, 1995: 87) การย้อนกลับไม่ได้ (irreversibl) ดังกล่าวนี้นี้เป็นผลสืบเนื่องจากการที่สิ่งประดิษฐ์เกิดขึ้นจากการการผสมผสานรวมทางสังคมและเทคนิค เช่น กลุ่มสังคมต่างๆ, การปฏิบัติ, บรรทัดฐานสังคม, ตลาด เป็นต้น รวมเข้าในกรอบทางเทคโนโลยี (ผู้เขียนจะอธิบายเรื่องนี้ในหัวข้ออื่นของบทความอีกที) เมื่อกระบวนการปิดและเสถียรภาพของเทคโนโลยีเกิดขึ้นแล้ว สิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยีจึงยากที่จะเปลี่ยนกลับไปสู่สภาพเดิมก่อนการปิดจะเกิดขึ้นได้อีก

⁹ ก่อนที่เจมส์ สตาร์เลย์จะออกแบบจักรยานให้ล้อหน้าสูงต้นแบบของจักรยานล้อสูงออดินารี การประดิษฐ์พาหนะสองล้อก่อนหน้านี้ก็มีอยู่ก่อนแล้ว โดยเรียกรวมๆ ว่า ‘เวโลซิเพด’ (velocipede) หมายถึงพาหนะที่เคลื่อนด้วยแรงถีบมีทั้งสองล้อและสามล้อ โดยจักรยานเวโลซิเพดที่สร้างโดยปีแอร์ มิโชซ์ (Pierre Michaux) ในปี 1860 มีล้อหน้าและหลังในระดับใกล้เคียงกันคล้ายจักรยานปัจจุบันมากกว่าจักรยานออดินารี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาเทคโนโลยีอาจหักเหไปหลายทิศทางได้

3. การขยายไปยังบริบทที่กว้างขึ้น (the wider context)

ในขั้นตอนที่สามนี้ จะเป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ที่เชื่อมโยงไปยังสังคมในวงกว้างหรือการพิจารณาว่าเทคโนโลยีได้แพร่กระจายออกไปสัมพันธ์หรือส่งผลต่อสังคมอย่างไร ในบทความต้นฉบับ SCOT ปี 1984 พินช์และบิจเกอร์ ยังไม่ได้อธิบายหรือให้รายละเอียดวิธีการศึกษาในขั้นตอนนี้ การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ จึงยังเป็นโครงร่างของแผนงาน SCOT ที่ยังค้างอยู่สำหรับการทำงานในอนาคตของ SCOT พินช์และบิจเกอร์ได้ให้คำอธิบายสรุปขั้นตอนนี้ไว้อย่างรวบรัดว่า SCOT สามารถใช้กลุ่มทางสังคมที่เกี่ยวข้องเป็นหน่วยวิเคราะห์หลักเชื่อมโยงไปยังสังคมที่กว้างขึ้นได้ ดังที่พวกเขา กล่าวว่า “งานในส่วนของเทคโนโลยีที่ดูเหมือนจะเป็นเช่นเดียวกับงานด้านวิทยาศาสตร์ นั่นคือ การเชื่อมโยงเนื้อหาของสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยีเข้ากับสภาพแวดล้อมทางสังคมและการเมืองที่กว้างขึ้น [...] ในการอธิบายสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี โดยมุ่งเน้นไปที่ความหมายของกลุ่มสังคมที่เกี่ยวข้องมอบให้กับสิ่งประดิษฐ์เหล่านั้น ดูเหมือนจะเป็นแนวทางก้าวต่อไป เห็นได้ชัดว่าสถานการณ์ทางวัฒนธรรมและสังคม รวมทั้งการเมืองของกลุ่มสังคมนั้นๆ เป็นตัวกำหนดบรรทัดฐานและค่านิยมของพวกเขา ซึ่งจะส่งอิทธิพลต่อความหมายที่มอบให้กับสิ่งประดิษฐ์นั้นๆ” (Pinch and Bijker, 1984: 428) อย่างไรก็ตาม สำหรับ SCOT ที่มีจุดยืนในการวิเคราะห์ในระดับจุลภาคเป็นหลัก การขาดหายไปในการเชื่อมโยงไปยังบริบทสังคมที่กว้างขึ้นกลายเป็นจุดอ่อน ซึ่งถูกวิจารณ์มาโดยตลอดตั้งแต่ SCOT ปรากฏขึ้นครั้งแรกในปี 1984 (Winner, 1993) หรือหลังจากฉบับปรับปรุงโดยบิจเกอร์ ปี 1995 (Kline and Kleinman, 2002) กระทั่งในช่วงครบรอบสามทศวรรษของแนวคิด SCOT เมื่อไม่นานมานี้ (Basu, 2022) โดยข้อวิจารณ์เหล่านี้ ผู้เขียนจะกลับมากล่าวถึงอีกครั้งในช่วงท้ายบทความนี้

การปรับปรุงและขยายกรอบแนวคิด SCOT ในช่วงเปลี่ยนผ่าน

หลังจากบทความศึกษาจักรยานในปี 1984 ซึ่งถือเป็นการแจ้งเกิดวิธีการศึกษาเทคโนโลยีแบบ SCOT เป็นครั้งแรก ข้อวิจารณ์หลักที่ SCOT ได้รับมักเกี่ยวกับขอบเขตในการวิเคราะห์ที่จำกัดอยู่เฉพาะในระดับจุลภาคหรือกลุ่มสังคมเพียงไม่กี่กลุ่ม ไม่ได้เชื่อมโยงไปยังระดับโครงสร้างสังคมวัฒนธรรมที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีในระดับกว้างขึ้น (Winner, 1993; Klein and Kleinman, 2002) ในช่วงต่อมาทั้งพินช์และบิจเกอร์ก็ได้พัฒนาต่อยอดแนวคิด SCOT ให้สามารถขยายการวิเคราะห์ไปยังสังคมที่กว้างขึ้นกว่าเดิม โดยเฉพาะบิจเกอร์ เขาได้อาศัยเสนอแนวคิดใหม่ - ‘กรอบเทคโนโลยี’ ในปี 1987 และต่อยอดขยายแนวคิดดังกล่าวไปยังการสร้างทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงทางสังคมเทคนิคในปี 1995 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แนวคิดกรอบเทคโนโลยี (technologies frame)

บิจเกอร์ได้เพิ่มแนวคิดใหม่ที่เรียกว่า ‘กรอบเทคโนโลยี’ เข้าไปในการศึกษาพลาสติกสังเคราะห์ ซึ่งปรากฏครั้งแรกในบทความ “The Social Construction of Bakelite: Toward a Theory of Invention” (1987) แนวคิดกรอบเทคโนโลยีก็คือชุดความสัมพันธ์ที่ก่อตัวขึ้นในการพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์แต่ละชนิด ซึ่งประกอบขึ้นด้วยแนวคิดและเทคนิคที่กลุ่มสังคมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีแต่ละชนิดใช้เป็นกลวิธีใน

การแก้ปัญหา ซึ่งก่อตัวขึ้นจากผลงานรวมทฤษฎีร่วมสมัย, ความรู้เชิงประสบการณ์, การปฏิบัติทางวิศวกรรม (เช่น การออกแบบวิธีศึกษาและหลักเกณฑ์), ขั้นตอนการทดสอบเฉพาะ, เป้าหมาย และการจัดการและการปฏิบัติใช้งาน (Bijker, 1987: 168) ซึ่งบิจเกอร์อธิบายว่ากรอบเทคโนโลยีอาจเทียบเคียงได้กับ ‘กระบวนทัศน์’ (paradigm) ของโทมัส คูห์น ทั้งนี้ บิจเกอร์ใช้ตัวอย่างพลาสติกสังเคราะห์ที่เรียกว่า ‘เบคิโลต์’ (Bekilite) ซึ่งถูกคิดค้นสำเร็จในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 เป็นกรณีศึกษา โดยเขาอธิบายประวัติศาสตร์การค้นคว้าพลาสติกสังเคราะห์ของนักพัฒนาผลิตภัณฑ์เคมีในช่วงทศวรรษ 1860-1900 จุดเริ่มต้นเกิดจากปัญหาการขาดแคลนพลาสติกธรรมชาติเพื่อผลิตเป็นสินค้าสวยงามฟุ่มเฟือยเหมือนยางเรซินธรรมชาติหรือยางช้างที่มีคุณสมบัติ เช่น แข็ง ทน ขาวสะอาด ขึ้นรูปได้ง่าย เป็นต้น จึงทำให้นักเคมีพยายามคิดค้นพลาสติกสังเคราะห์ขึ้นมาใช้ทดแทน ซึ่งพลาสติกสังเคราะห์ได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป เริ่มตั้งแต่ ‘ปาร์เกซีน’ (Parkesine) พลาสติกสังเคราะห์ชนิดแรกของโลกถูกคิดค้นขึ้นโดยอเล็กซานเดอร์ พาร์ค (Alexander Parkes) นักประดิษฐ์ชาวอังกฤษเพื่อแก้ปัญหาขาดแคลนวัสดุพลาสติกในธรรมชาติ, จอห์น เวสลีย์ ฮายแอตต์ (John Wesley Hyatt) ผู้คิดค้นและก่อตั้งบริษัทผลิตพลาสติก ‘เซลลูลอยด์’ (Celluloid) และท้ายที่สุดในช่วงปลายทศวรรษ 1900-1920 เรื่องราวของ ‘เบคิโลต์’ พลาสติกสังเคราะห์ชนิดใหม่ ซึ่งช่วยแก้ปัญหาการขึ้นรูปพลาสติกได้อย่างได้แข็งแรงทนทาน และไม่ติดไฟง่ายเหมือนเซลลูลอยด์ก็กำเนิด โดยนักเคมีชาวอเมริกันนามว่า ลีโอ เฮนดริก เบคแลนด์ (Leo Hendrik Baekeland) และถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมอย่างหลากหลาย (ดูรายละเอียดใน Bijker, 1987)

บิจเกอร์อธิบายว่าก่อนที่เบคิโลต์จะถูกคิดค้นขึ้นได้ พลาสติกเซลลูลอยด์ได้เกิดขึ้นมาแล้ว แม้เซลลูลอยด์จะมีราคาถูกแต่ก็สวยไม่เท่าพลาสติกจากธรรมชาติ จึงยังไม่ได้รับความนิยมในกลุ่มสังคมผู้บริโภคสินค้าหรูหรา ส่วนกลุ่มสังคมผู้ผลิตก็ไม่แน่ใจต่อคุณสมบัติที่ติดไฟง่าย ซึ่งอันตรายที่จะนำไปผลิตพลาสติกขึ้นรูปด้วยแรงดันความร้อน ดังนั้นแม้จะมีพลาสติกเซลลูลอยด์เกิดขึ้นแล้ว แต่ ‘ความยืดหยุ่นในการตีความ’ ก็ยังดำเนินต่อไป (เหมือนจักรยานล้อสูงอดินารี) นักพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้นำสารละลายหลายชนิดมาทดลองในส่วนผสมเพื่อพัฒนาพลาสติกที่มีคุณสมบัติดีกว่าเซลลูลอยด์แต่ทั้งหมดก็เดินตามกรอบเทคโนโลยีเซลลูลอยด์เคยทำไว้ ซึ่งวิธีดังกล่าวไม่เป็นผล จนกระทั่งเบคแลนด์ได้นำกรอบเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้ามาใช้ในการขึ้นรูปพลาสติกด้วยแรงดันความร้อนโดยใช้ ‘ปฏิกิริยาควบแน่น’ ในกระบวนการผลิต ‘พลาสติกคงรูปเทอร์โมเซต’ (thermosetting plastic) (ดูใน Bijker, 1987: 171; 1995: 2) ด้วยเทคนิคดังกล่าวนี้ได้ทำให้การผลิตพลาสติกสังเคราะห์เบคิโลต์ประสบผลสำเร็จ

บิจเกอร์ได้ตั้งคำถามว่าทำไม ‘เบคแลนด์’ จึงคิดค้นพลาสติกเบคิโลต์ได้ก่อนคนอื่น ทั้งๆ ที่เทคนิคการใช้ปฏิกิริยาควบแน่นมีผู้คิดค้นขึ้นได้มาก่อนเกือบสิบปีแล้ว คำตอบก็คือเทคนิคควบแน่นที่มีผู้คิดค้นมาก่อนปรากฏในการผลิตสีย้อมสังเคราะห์ ไม่ได้มีเป้าหมายเพื่อผลิตพลาสติก จึงเท่ากับว่ากรอบเทคโนโลยีพลาสติกสังเคราะห์ยังไม่เกิดขึ้น ตรงกันข้ามเบคแลนด์ดำเนินการตามกรอบเทคโนโลยีเซลลูลอยด์เช่นเดียวกับนักเคมีส่วนใหญ่ แต่เขาไม่ได้ยึดมั่นในกรอบเทคโนโลยีเซลลูลอยด์อย่างตายตัว (หรือรวมในกรอบเทคโนโลยีเซลลูลอยด์

ในระดับต่ำ) จึงหันไปใช้กรอบเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้ามาใช้แก้ปัญหา ด้วยการผสมรวมกรอบเทคโนโลยีทั้ง 2 แบบเข้าด้วยกันในขั้นตอนการผลิตพลาสติกสังเคราะห์ เบคแลนด์จึงสามารถคิดค้นพลาสติกเบคไลต์ขึ้นมาได้สำเร็จเป็นคนแรก เสถียรภาพของเบคไลต์เกิดขึ้นและยังมั่นคงมากขึ้นหลังจากได้รับสิทธิบัตรในปี 1907 พร้อมๆ กับการขยายกลุ่มทางสังคมของผู้ผลิตเบคไลต์จากบริษัทของเบคแลนด์ไปยังกลุ่มอุตสาหกรรมที่นำเบคไลต์ไปใช้งาน เป้าหมายการผลิตพลาสติกสังเคราะห์ในการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคในช่วงแรก ได้เปลี่ยนไปสู่การผลิตจำนวนมากในทางอุตสาหกรรม สอดรับกับความต้องการพัฒนาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมที่ขยายตัวในช่วงเวลานั้นพอดี โดยเบคไลต์ได้ขยายกลุ่มทางสังคมที่เกี่ยวข้องออกไปยังอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น ยานยนต์ วิทยุ ฉนวนไฟฟ้า เป็นต้น

โดยสรุป แนวคิดกรอบเทคโนโลยีได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ของ SCOT เพื่อใช้อธิบายการสร้างทางสังคมของเบคไลต์ที่เกิดขึ้นจากชุดความสัมพันธ์ของความรู้ การปฏิบัติดำเนินการทดลอง โดยการผสมรวมกรอบเทคโนโลยีสองแบบเข้าด้วยกัน ด้วยวิธีการนี้ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มทางสังคมที่เกี่ยวข้องขยายกว้างขึ้น จากกลุ่มสังคมในกรอบเทคโนโลยีเบคไลต์ที่เริ่มจากกลุ่มผู้ผลิตในบริษัทขยายไปยังผู้ผลิตและผู้บริโภคในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องต่างๆ ทั้งนี้แนวคิดกรอบเทคโนโลยีได้ถูกนำไปใช้ต่อในการสร้างทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงทางสังคมเทคนิคที่ปรากฏในหัวข้อต่อไป

2. ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงทางสังคมเทคนิค

หนังสือของบิจเกอร์ ในปี 1995 เรื่อง *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change* เป็นงานศึกษาเทคโนโลยีขึ้นสำคัญที่บิจเกอร์ขยายจากการศึกษาเฉพาะกรณีไปสู่การวางทฤษฎีทั่วไป หนังสือเล่มนี้แบ่งออกเป็น 5 บท การศึกษาสิ่งประดิษฐ์ 3 แบบ คือ จักรยาน, เบคไลต์ และหลอดไฟ แบ่งแยกจากกันในแต่ละบท แต่ในบทสุดท้ายบิจเกอร์ได้นำกรณีศึกษาทั้งหมดมาสังเคราะห์เพื่อยกระดับคำอธิบายไปยังทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงทางสังคมเทคนิค กล่าวได้ว่าผลงานชิ้นนี้เป็นการต่อยอดจากพื้นฐานแนวคิด SCOT ดั้งเดิม (Pinch and Bijker, 1984) ที่อาศัยการวิเคราะห์ 3 ขั้นตอน (การตีความที่ยืดหยุ่น, การปิดและทำให้เกิดเสถียรภาพ และบริบทที่กว้างขึ้น) แล้วเพิ่มแนวคิดใหม่คือ กรอบเทคโนโลยีที่เริ่มจากการศึกษาเบคไลต์ (Bijker, 1987) ซึ่งในหนังสือนี้บิจเกอร์ได้นำแนวคิดทั้งหมดที่สร้างขึ้นมาสังเคราะห์เป็นข้อสรุปทางทฤษฎีที่ละเอียดซับซ้อนขึ้นไปอีก โดยมีหลักการดังนี้

บิจเกอร์ได้ให้ข้อกำหนดพื้นฐานของทฤษฎีความเปลี่ยนแปลงทางสังคมเทคนิค 4 ข้อ คือ (1) ต้องแสดงให้เห็นถึงความมั่นคงและความต่อเนื่องของเทคโนโลยีดำรงอยู่ในประวัติศาสตร์อย่างไรและอยู่ด้วยเงื่อนไขใด โดยต้องอธิบายความเปลี่ยนแปลงทางเทคนิคและความมั่นคงมีเสถียรภาพ (2) การอธิบายสิ่งประดิษฐ์ต้องถูกอธิบายภายใต้กรอบความคิดเดียวกันอย่างสมมาตรกัน (symmetrically) ทั้งด้านความสำเร็จและความล้มเหลว (3) การอธิบายต้องแสดงมิติของผู้กระทำ/โครงสร้างที่สัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับข้อกำหนดในด้านความเปลี่ยนแปลงและการมีเสถียรภาพ (ของเทคโนโลยี) และ (4) สังคมสมัยใหม่ต้องถูกอธิบายเหมือนเป็น ‘ข่ายใย

‘ไร้รอยต่อ’ (seamless web) กล่าวคือ ผู้วิเคราะห์ต้องไม่กำหนดแยกความแตกต่างไว้ล่วงหน้าทั้งปัจจัยทางวิทยาศาสตร์, เทคนิค, สังคม, วัฒนธรรม และเศรษฐกิจ (Bijker, 1995: 14-15)¹⁰ ข้อกำหนด 4 ข้อนี้ เป็นหลักการพื้นฐานในการเขียนอธิบายโดยใช้ตัวอย่างจากกรณีศึกษาอธิบายวิเคราะห์กระบวนการก่อรูปของเทคโนโลยีภายใต้การผสมรวมทางสังคมเทคนิคที่กลายเป็นกรอบเทคโนโลยีของสิ่งประดิษฐ์หนึ่งขึ้นมา

จากการวิเคราะห์การผสมรวมทางสังคมเทคนิคจากตัวอย่างแต่ละกรณี บิจเกอร์ได้นำไปใช้วิเคราะห์เพื่อสร้างข้อสรุปทั่วไปโดยทบทวนงานศึกษาเทคโนโลยีของนักวิชาการอื่นมาประกอบในการสังเคราะห์เพื่อสร้าง ‘แบบจำลองโครงร่าง’ (configuration model) ของเทคโนโลยีขึ้นมาได้ 3 แบบ แบบจำลองโครงร่างนี้เป็นข้อสรุปทางทฤษฎีที่ใช้อธิบาย ‘การเปลี่ยนแปลงทางสังคมเทคนิค’ ของสิ่งประดิษฐ์ทั่วไป ซึ่งอาจจะนำไปใช้ศึกษาเทียบเคียงกันได้ แต่ทั้งนี้บิจเกอร์ได้กำชับว่าแนวทางดังกล่าวเป็นเพียงการสาธิตให้เห็นการใช้ประโยชน์จากการพัฒนาแบบจำลองขึ้นมาเท่านั้น ตัวแบบดังกล่าวไม่ใช่แบบจำลองที่สมบูรณ์แบบอย่างแท้จริง (Bijker, 1995: 277)

อย่างไรก็ตาม แบบจำลองโครงร่างจากการสังเคราะห์ของบิจเกอร์ แสดงลักษณะของกรอบเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน 3 แบบ ดังนี้ *โครงร่างที่หนึ่ง*: เมื่อไม่มีกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งมีอิทธิพลครอบงำเหนือกลุ่มอื่น จึงไม่มีกลุ่มผลประโยชน์ที่ชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การผสมรวมทางสังคมเทคนิคที่สร้างขึ้นเป็นทางเลือกใหม่จะมีลักษณะค่อนข้างสุดขั้ว ตัวอย่างนี้เห็นได้จากกรณีการประดิษฐ์จักรยานในช่วงก่อนที่จักรยานปลอดภัยจะเกิดขึ้น จักรยานถูกพัฒนาขึ้นโดยไม่มีรูปแบบไหนมีอิทธิพลโดดเด่นที่สุด สุดท้ายกระบวนการปิดการตีความเทคโนโลยีเกิดขึ้นจากการกำหนดปัญหาในเรื่องความเร็ว จักรยานได้ถูกออกแบบใหม่ให้มีล้อลมยางและล้อลดต่ำจนกลายเป็นจักรยานปลอดภัยในที่สุด (Bijker, 1995: 277-278) *โครงร่างที่สอง*: เมื่อมีกลุ่มที่มีอิทธิพลเหนือกว่าเพียงกลุ่มเดียว กลุ่มนั้นจึงสามารถยื่นกรณให้ยึดเอาการกำหนดของตนเองในเรื่องของปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เหมาะสม โครงร่างนี้ปรากฏในตัวอย่างการพัฒนาของเซลล์ลอยดัดที่กลายเป็นกรอบเทคโนโลยีพลาสติกสังเคราะห์เดี่ยวที่โดดเด่น ซึ่งทำให้วัตรกรรมมีแนวโน้มจะกลายเป็นแบบแผนไป ในกรณีนี้การวิเคราะห์ระดับ ‘สูงและต่ำ’ ของการรวม (Inclusion) กรอบเทคโนโลยีถูกนำมาใช้พิจารณา บิจเกอร์อธิบายว่าผู้กระทำที่รวมกันระดับสูงในกรอบเทคโนโลยีจะค่อนข้างทำตามแบบแผน ดังกรณีของกรอบเทคโนโลยีเซลล์ลอยดัด นักเคมีต่างๆ ได้พยายามแก้ปัญหาโดยการเดินตามกรอบเทคโนโลยีเดิม คือการแสวงหาสารละลายชนิดใหม่เพื่อให้เซลล์ลอยดัดดีไฟน้อยลง ส่วนการรวมตัวในระดับต่ำจะมีปฏิสัมพันธ์ภายในกรอบเทคโนโลยีและการนำวิธีแก้ปัญหาจากกรอบทางเทคโนโลยีนั้นมาใช้บ่อยกว่า รวมถึงอาจใช้วิธีแก้ปัญหาอื่นที่แตกต่างจากผู้ที่มีส่วนร่วมระดับสูง กรณีของเบคแลนด์ที่คิดค้นเบคไลต์จะเป็นตามแบบจำลองนี้ (Bijker, 1995: 278) และ *โครงร่างที่สาม*: เมื่อมีกลุ่มที่โดดเด่นสองกลุ่มหรือมากกว่า มีกรอบเทคโนโลยีที่แตกต่างหรือขัดแย้งกันหรือมีกรอบทางเทคโนโลยีที่โดดเด่นมากกว่าหนึ่ง เห็นได้

¹⁰ข้อกำหนด 2 ข้อแรกดำเนินตามแบบแผนของ SCOT ข้อ 3 แสดงถึงการยึดกับหลักการสมมาตรของเดวิด บลอร์ และข้อ 4 เป็นหลักการที่ถูกใช้กันมาก่อนการศึกษา STS ทั้งของเครือข่าย-ผู้กระทำและการศึกษาระบบเทคโนโลยี ตรงนี้ชี้ให้เห็นว่าบิจเกอร์อาจจะได้เบรรับอิทธิพลความคิดการประกอบรวมทางสังคมจากนอกกลุ่มมากขึ้น

จากการแข่งขันของบริษัทผลิตไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) กับไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ในอเมริกาซึ่งมีกรอบเทคโนโลยีไฟฟ้า 2 แบบที่แตกต่างกันชัดเจน และมีกลุ่มสังคมที่สนับสนุนมีอำนาจมากพอๆ กัน ในกรณีนี้การควมรวมผลประโยชน์มักจะเกิดขึ้น การสร้างนวัตกรรมที่ผสมรวมกรอบเทคโนโลยีสลับแบบไว้ด้วยกัน จึงกลายเป็นทางออกดังกรณีของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ความเข้มสูง เป็นต้น (Bijker, 1995: 276-277, 279)

โดยสรุป การศึกษาการเปลี่ยนทางสังคมเทคนิคของบิจเกอร์ เริ่มต้นจากการใช้กรณีศึกษาที่นำมาอธิบายภายใต้ข้อกำหนดพื้นฐาน 4 ข้อตามแบบแผนของ SCOT โดยนำแนวคิดกรอบเทคโนโลยีเข้ามาพิจารณาการผสมรวมทางสังคมเทคนิค (sociotechnical ensembles) ของสิ่งประดิษฐ์แต่ละแบบ แล้วสังเคราะห์ข้อมูลกรณีศึกษาและงานวิจัยอื่นๆ เพื่อสร้างข้อสรุปทั่วไปในทางทฤษฎี ซึ่งได้เป็นแบบจำลองโครงร่างการเปลี่ยนแปลงทางสังคมเทคนิคจากสิ่งประดิษฐ์ 3 แบบที่อาจจะใช้เป็นกรอบทฤษฎีที่นำไปใช้อธิบายในการศึกษาอื่นต่อไปได้ ทั้งนี้ในการสังเคราะห์ข้อมูลของบิจเกอร์จะทำโดยอธิบายเชื่อมโยงจากข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างละเอียดเข้มข้น ไม่ได้เรียบง่ายขึ้นเหมือนกับการทำงานของ SCOT ฉบับดั้งเดิมที่วิเคราะห์สิ่งประดิษฐ์ในระดับจุลภาคเป็นหลัก อย่างไรก็ตามแผนงานของบิจเกอร์ยังไม่ได้จบตรงนี้ ในบทวิเคราะห์เขาได้ขยายการวิเคราะห์เชื่อมโยงไปยังหัวข้อ ‘การเมืองของเทคโนโลยี’ เพื่อแสดงให้เห็นว่าการศึกษาเทคโนโลยี SCOT ไม่ได้ปราศจากประเด็นการเมืองอย่างที่เคยถูกวิจารณ์ไว้ก่อนหน้านี้ (Winner, 1993) ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

3. การเมืองของเทคโนโลยี

จากวิธีการศึกษา SCOT เริ่มแรกที่มีขอบเขตจำกัดเฉพาะในระดับจุลภาค ซึ่งมักเป็นจุดอ่อนที่ถูกวิจารณ์อยู่บ่อยครั้ง การศึกษาของบิจเกอร์และพินช์ในช่วงทศวรรษ 1990 ได้ขยายการวิเคราะห์ให้เชื่อมโยงระดับมหภาคหรือโครงสร้างสังคมและวัฒนธรรมมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ดังที่ปรากฏในการศึกษาจักรยานของบิจเกอร์ (1995) และการศึกษารถยนต์ของโรนัลด์ ไคลน์ และเทรเวอร์ พินช์ (Ronald Kline and Trevor Pinch, 1996) งานทั้งสองชิ้นได้พยายามเพิ่มการวิเคราะห์ที่แสดงความสัมพันธ์ขอบเขตกว้างขึ้นผ่านกรณีศึกษาจักรยานและรถยนต์ไปยังโครงสร้างทางเพศด้วย แสดงให้เห็นว่า SCOT ได้ขยายไปสู่ขั้นตอนที่สามในการวิเคราะห์บริบทที่กว้างขึ้น ซึ่งไม่ปรากฏใน SCOT ฉบับแรกในปี 1984 ทั้งนี้เพื่อให้การอธิบายกระชับเพียงพอสำหรับบทความผู้เขียนจึงขอลำถึงเฉพาะงานศึกษาของบิจเกอร์ (1995) เท่านั้น เพราะเป็นงานที่แสดงวิธีการวิเคราะห์ที่ค่อนข้างครอบคลุมและเป็นผลงานแบบฉบับในการปรับปรุงของ SCOT ที่ถูกกล่าวถึงโดยทั่วไป และถูกใช้เป็นตัวอย่างการอธิบายถึงการเมืองของเทคโนโลยีในแบบของ SCOT ด้วย

การศึกษาจักรยานในงานฉบับปรับปรุงปี 1995 บิจเกอร์ได้อธิบายการเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางเทคโนโลยีจากจักรยานล้อสูงไปสู่จักรยานปลอดภัยในช่วงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 เขาได้สำรวจเอกสารเพื่อนำมาอธิบายการพัฒนาจักรยานโดยบรรยายข้อมูลพัฒนาการจักรยานไปที่ละขั้นตอนในแผนผังบันไดสิบขั้น (ดูแผนภาพประกอบใน Bijker, 1995: 90) บิจเกอร์บรรยายภาพที่มีรายละเอียดราวกับงานของนักประวัติศาสตร์เพื่อแสดงให้เห็นกลุ่มสังคมที่เกี่ยวข้องที่หลากหลายและกว้างขึ้น ซึ่งเขาอธิบายวิธีการค้นหาข้อมูลของเขาว่าใช้

วิธีการศึกษาแบบสโนว์บอล (snow ball) ในการติดตามผู้กระทำในข้อมูลทางประวัติศาสตร์เพื่อกำหนดกลุ่มทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งประดิษฐ์โดยตรง เมื่อสำรวจอย่างรอบด้านไประยะหนึ่งไม่ปรากฏการอ้างถึงกลุ่มสังคมใหม่จึงเท่ากับว่าได้ระบุกลุ่มสังคมทั้งหมดได้ครอบคลุมแล้ว¹¹ (Bijker, 1995: 46) ทั้งนี้การศึกษาจักรยานของบิจเกอร์ สะท้อนถึงบทบาทของเทคโนโลยีกับสังคมที่สัมพันธ์กันอย่างแนบแน่น พัฒนาการการออกแบบจักรยานในประวัติศาสตร์ช่วงแรกแสดงถึงการตอกย้ำระเบียบทางเพศที่ผู้หญิงถูกกีดกันจากสิ่งประดิษฐ์จักรยานทั้งในทางสังคมและเทคนิค กล่าวคือในทางสังคม-ค่านิยมและบรรทัดฐานของสังคมในยุควิกตอเรียนช่วงปลายศตวรรษที่ 19 ผู้หญิงยังถูกกำหนดด้วยชนแบบแผนต่างๆ ที่ไม่มีอิสระเท่าผู้ชาย การแต่งกายในที่สาธารณะต้องใส่กระโปรงที่แสดงถึงความเป็นกุลสตรี ส่วนในทางเทคนิค-การออกแบบจักรยานในช่วงแรกถูกสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองผู้ชาย เนื่องจากการขี่จักรยานล้อสูงต้องแข็งแรงและมีทักษะทางกีฬาที่มีความอันตรายเกิดขึ้นได้เสมอ รวมทั้งยังเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่มีราคาแพง การขี่มีเป้าหมายเพื่อออกกำลังกายหรือขี่เล่นเป็นงานอดิเรกไม่ได้ใช้เพื่อการเดินทาง กลุ่มผู้ใช้งานจึงมีแต่ผู้ชายที่แข็งแรงและมีฐานะดีเป็นกลุ่มหลัก ด้วยการออกแบบจักรยานผู้หญิงใส่กระโปรงไม่สามารถขี่จักรยานได้สะดวกเท่าใส่กางเกงในการขี่จักรยาน แต่ทว่าการสวมกางเกงก็ผิดจากระเบียบทางเพศในแง่หนึ่งจักรยานล้อสูงจึงเป็นเทคโนโลยีที่มีอำนาจในการตอกย้ำระเบียบทางเพศและโครงสร้างสังคม ด้วยราคาที่แพงและความปลอดภัยในการขี่ มันจึงกีดกันชนชั้นชั้นกลางและชนชั้นแรงงานที่ไม่อาจเข้าถึงได้ และกันผู้หญิง เด็ก คนสูงวัยไปจากถนนสาธารณะ ผู้ใช้จำกัดเฉพาะชายหนุ่มที่ร่ำรวยและแข็งแรงเป็นส่วนใหญ่ สำหรับผู้หญิงจะได้รับอนุญาตให้ขี่จักรยานสามล้อหรือไม่ก็นั่งซ้อนท้ายจักรยานสองล้อที่ผู้ชายขี่เท่านั้น แม้จะมีผู้ผลิตจักรยานล้อสูงออกแบบชุดที่เหมาะสมต่อการขี่จักรยานล้อสูงของผู้หญิงแต่เมื่อผู้หญิงไม่ใส่กระโปรงก็ถูกต่อต้านจากสังคมอยู่ดี

บิจเกอร์ได้ชี้ให้เห็น ‘การต่อต้าน’ ผู้หญิงในเทคโนโลยีจักรยานของผู้ชาย ทั้งจากค่านิยมบรรทัดฐานสังคมและการออกแบบจักรยานล้อสูงที่อันตราย ดังนั้นการต่อรองผ่านการตีความที่ยืดหยุ่นของกลุ่มสังคมอื่นๆ ในช่วงต่อมาจึงมีส่วนสำคัญต่อการปรับเปลี่ยนการออกแบบจักรยานที่จะเอื้อต่อผู้ใช้กลุ่มอื่นมากขึ้น แม้จะไม่ใช่ว่าผลจากการยืดหยุ่นในการตีความต่อประเด็นความเท่าเทียมทางเพศโดยตรงก็ตาม ซึ่งในความจริง ‘ความเร็ว’ ที่แสดงผ่านเวทีการแข่งขันจักรยานได้กลายเป็นปัญหาใหม่ที่น่าไปสู่การปิดการตีความที่ยืดหยุ่นของจักรยานโดยการสนับสนุนจากเทคนิคล้อมยางที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาแรงสั่นสะเทือนเป็นหลัก ทว่าในที่สุดแล้วจักรยานได้ถูกปรับให้มีล้อต่ำลงเพื่อการขี่ปลอดภัยสำหรับคนหลายกลุ่มแทนรูปแบบดั้งเดิมที่เสื่อมความนิยมลง และการที่ผู้หญิงใช้จักรยานเพิ่มขึ้นก็เป็นกิจกรรมที่ทำหายชนบจารีตทางเพศของสังคมเก่า ซึ่งเชื่อมโยงไปยังขบวนการเคลื่อนไหวทางสังคมของผู้หญิงในช่วงต่อมาด้วย (Bijker, 1995: 41-45) จากประเด็นความขัดแย้งในเทคโนโลยีดังกล่าว บิจเกอร์ได้ยกระดับคำอธิบายเชิงทฤษฎีในหัวข้อ ‘การเมืองของเทคโนโลยี’ (politics of

¹¹ ผู้เขียนมีข้อสังเกตว่าความแตกต่างในปริมาณข้อมูลการศึกษาจักรยานที่เพิ่มขึ้นอย่างมากนี้ เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยอุดช่องโหว่ที่ SCOT ถูกวิจารณ์ว่ากลุ่มทางสังคมที่ใช้อธิบายถูกเลือกมาอย่างอคติหรือไม่ครอบคลุมกลุ่มที่ไร้อำนาจในสังคมดังที่ได้กล่าวถึงไปก่อนหน้านี้ และเป็นการอธิบายโดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ยืนยันมากกว่าใช้กรอบทฤษฎีกำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งอาจเป็นการลดทอนปรากฏการณ์ตามหลักการเชิงประจักษ์แบบที่ SCOT ยึดถือ

technology) ในบทวิเคราะห์ช่วงท้ายหนังสือของเขา โดยเขาได้ชี้ให้เห็นว่าในเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์มีการเมืองอยู่ในตัวเอง และเกี่ยวข้องกับอำนาจสัญศาสตร์ (semiotic power) ที่ฝังอยู่ในเทคโนโลยี ด้วยเหตุนี้การเผยให้เห็นถึงความไม่แน่นอนของเทคโนโลยีที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ในการตีความที่ยืดหยุ่นของ SCOT จึงมีส่วนสำคัญในการสร้างวัฒนธรรมการเมืองประชาธิปไตยในเทคโนโลยี และเป็นเหมือนการประกาศจุดยืนของบิจเกอร์ ดังที่เขากล่าวว่า “หากปราศจากความเข้าใจเรื่องความยืดหยุ่นในการตีความของการผสมรวมทางสังคมเทคนิค การวิเคราะห์เทคโนโลยีและสังคมจะทำได้เพียงแค่การตอกย้ำความหมายที่ตายตัวแล้วของสิ่งประดิษฐ์ทางเทคนิคเท่านั้น และจะพลาดโอกาสมากมายในการเข้าแทรกแซง (เพื่อเปลี่ยนทิศทางเทคโนโลยี) [...] ข้อโต้แย้งในแนวทางการประกอบสร้างนิยม คือการที่แก่นแท้ของเทคโนโลยี ซึ่งก็คือสิ่งที่ทำให้มันทำงานได้นั้น ถูกสร้างขึ้นโดยสังคม นี่เป็นวิธีการในการรับมือกับความท้าทายของการตีแผ่การเมืองที่ฝังอยู่ในสิ่งประดิษฐ์” (Bijker, 1995: 281) การเมืองในความหมายของบิจเกอร์ จึงเป็นเหมือนการปลดปล่อยจากอำนาจกำหนดนิยมทางเทคโนโลยี และการทำหน้าที่เผยให้เห็นความเป็นไปได้หรือทางเลือกใหม่ๆ ซึ่งจะช่วยสนับสนุนให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในการพัฒนาเทคโนโลยีโดยไม่ปล่อยปละนิ่งเฉย (Bijker, 1995: 280) ในแง่นี้การเมืองของบิจเกอร์จึงเป็นเหมือนการต่อต้านอำนาจเบ็ดเสร็จของเทคโนโลยี บิจเกอร์เรียกการต่อสู้ในการเมืองดังกล่าวว่า ‘การเมืองจุลภาคแห่งอำนาจ’ (micropolitic of power) ซึ่งเป็นการต่อสู้กับอิทธิพลครอบงำในการกำหนดของเทคโนโลยี ดังที่เขากล่าวว่า “เป้าหมายคือการมุ่งเน้นไปที่การรื้อถอนโครงสร้างของผู้มีอำนาจ และทำให้ความแข็งแกร่งของการผสมรวมทางสังคมเทคนิคที่ก่อร่างเป็นโครงสร้างอำนาจเชิงสัญศาสตร์อ่อนตัวลง” (Bijker, 1995: 286)

ตัวอย่างกรณีของจักรยานล้อสูงและจักรยานปลดถักได้ แสดงถึงการเมืองจุลภาคของเทคโนโลยี จักรยานที่มีการต่อสู้ปรับเปลี่ยนทั้งในทางสังคมและเทคนิค กล่าวคืออำนาจสัญศาสตร์ของเทคโนโลยีที่ปรากฏอยู่ในกรอบเทคโนโลยีจักรยานล้อสูง ซึ่งให้ความหมายถึงฐานบรรทัดฐานและความเป็นนักกีฬาของผู้ชาย ขณะที่กีดกันกลุ่มสังคมอื่นโดยเฉพาะผู้หญิงออกไป บิจเกอร์ได้อธิบายไว้ว่า “การผสมรวมทางสังคมเทคนิคของจักรยานแบบผู้ชาย (Macho Bicycle), ศีลธรรมแบบวิกตอเรียน, และ ‘กลุ่มชายหนุ่มผู้มีฐานะและกล้าหาญ’ นั้นเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างอำนาจเชิงสัญศาสตร์ที่ขัดขวางไม่ให้ผู้หญิงใช้จักรยาน” (Bijker, 1995: 286) การต่อสู้ในการเมืองจุลภาคจึงเป็นการปรับเปลี่ยนการตีความหมายในกรอบเทคโนโลยีที่มีอิทธิพลลง ซึ่งจะช่วยยุติการกดขี่ลงโดย “การทำให้ความแข็งแกร่งของ ‘จักรยานแบบผู้ชาย’ นั้นอ่อนตัวลง [...] พลังทางสัญศาสตร์ที่เคยกีดกันผู้หญิงออกจากการบินจักรยานก็ได้สูญเสียความสอดคล้องและพลังของมันไป มันจึงกลายเป็นเรื่องที่ได้จริงในการสร้างองค์ประกอบอื่นๆ ที่จะนำไปสู่การรวมตัวกันรูปแบบใหม่ ได้แก่ จักรยานล้อต่ำ, กรอบของความเป็นหญิง, กางเกงสวมชั้นในกระโปรง และบรรทัดฐานทางศีลธรรมที่แตกต่างออกไป” (Bijker, 1995: 286) กล่าวได้ว่าการเมืองของเทคโนโลยีเป็นความพยายามของบิจเกอร์ในการขยายการวิเคราะห์กระบวนการสังคมภายในสิ่งประดิษฐ์ไปยังสังคม เพื่อชี้ให้เห็นว่าวัตถุเทคโนโลยีไม่ใช่สิ่งที่เรียบเฉย แต่มีการเมืองฝังอยู่ภายในสิ่งประดิษฐ์เหล่านี้เสมอ และเป็นจุดยืนสำคัญของนักวิชาการ SCOT ในการปลดปล่อยเทคโนโลยีจากความคิดกำหนดนิยมที่ครอบงำสังคมทั่วไป

ข้อจำกัดและคำวิจารณ์ต่อ SCOT

แนวคิด SCOT ได้ถูกนำเสนอครั้งแรกในปี 1984 จนถึงปัจจุบันก็เป็นเวลาสี่สิบปีแล้ว ตลอดเส้นทางการทำงานของนักวิชาการ SCOT ได้มีคำวิจารณ์สะท้อนกลับต่อวิธีการศึกษาของพวกเขาเกิดขึ้นอยู่เป็นระยะ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแนวคิดประกอบสร้างเทคโนโลยี SCOT อยู่ในความสนใจของโลกวิชาการอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามบทความนี้มุ่งอธิบายแนวคิด SCOT ในช่วงทศวรรษ 1980-1990 เป็นหลัก คำวิจารณ์ต่อข้อจำกัดของ SCOT จึงเน้นไปเฉพาะจากงานในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นหลัก โดยอาศัยบทความวิจารณ์ที่เป็นที่รับรู้ทั่วไป ซึ่งเป็นแบบฉบับของคำวิจารณ์ส่วนใหญ่ที่ SCOT ได้รับในช่วงต่อมา แต่ในช่วงท้ายหัวข้อนี้ ผู้เขียนได้นำคำวิจารณ์ SCOT ในช่วงหลังมาเสริมเข้าไปด้วยเพื่อให้เห็นภาพรวมของ SCOT สมบูรณ์ยิ่งขึ้น แต่จะไม่ขอลงในรายละเอียดมากนัก

บทความเรื่อง “Upon Opening the Black Box and Finding It Empty: Social Constructivism and the Philosophy of Technology” (1993) แลงดอน วินเนอร์ (Langdon Winner) นักปรัชญาเทคโนโลยี ได้เขียนบทความวิจารณ์ SCOT ช่วงแรกจากงานศึกษาจักรยานในปี 1984 ไว้อย่างครอบคลุมรอบด้าน ซึ่งช่วยให้เห็นข้อจำกัดของ SCOT ได้ชัดเจนขึ้น วินเนอร์ (1993) ได้ชี้ว่า SCOT เป็นการศึกษาสิ่งประดิษฐ์เทคโนโลยีที่มีขั้นตอนชัดเจน อุดมไปด้วยกรณีศึกษาต่างๆ มากมายที่เป็นเหมือนชุมทรัพย์ทางวิชาการ โดยแก่นสาระสำคัญของ SCOT ช่วยชี้ให้เห็นว่าเทคโนโลยีดำรงอยู่ในหลายศูนย์กลาง มีกระบวนการอันซับซ้อน ไม่ใช่การอธิบายความก้าวหน้าแบบเส้นตรงเหมือนในงานศึกษายุคแรก และช่วยเผยให้เห็นทางเลือกทางเทคโนโลยีที่เป็นไปได้มากกว่าพลังอำนาจที่จำเป็นทางประวัติศาสตร์ของเทคโนโลยี นอกจากนี้การตั้งคำถามต่อการแบ่งแยกระหว่างปริมาณทางสังคมกับทางเทคนิคของแนวคิดการประกอบสร้าง (constructionist)¹² ได้ช่วยเปิดมุมมองความเข้าใจที่น่าสนใจสำหรับผู้ต้องการเข้าใจพื้นที่ของเทคโนโลยีในประสบการณ์มนุษย์ (Winner, 1993: 366-367) ส่วนในด้านที่เป็นข้อจำกัดของ SCOT วินเนอร์ชี้ให้เห็นใน 4 ประเด็นสำคัญ

ประเด็นแรก การศึกษาของ SCOT มุ่งเน้นอธิบายจุดกำเนิดของเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ แต่มักละเลยการอธิบายถึง ‘ผลกระทบ’ ดังที่เขาวิจารณ์ว่า “ข้อบกพร่องที่ชัดเจนที่สุด คือการละเลยผลลัพธ์ทางสังคมที่เกิดจากการเลือกใช้เทคโนโลยีโดยสิ้นเชิง ทฤษฎีและระเบียบวิธีทางสังคมนี้มุ่งเน้นไปที่การอธิบายว่าเทคโนโลยีเกิดขึ้นได้อย่างไร และถูกกำหนดรูปร่างผ่านปฏิสัมพันธ์ทางสังคมรูปแบบต่างๆ อย่างไร โดยพยายามแสดงให้เห็นว่าเหตุใดอุปกรณ์ การออกแบบ และกลุ่มทางสังคมบางกลุ่ม จึงได้รับความนิยมหรือกลายเป็นฝ่ายชนะท่ามกลางทางเลือกต่างๆ ที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น แต่ผลลัพธ์ของการเป็นฝ่ายชนะนั้นแทบจะไม่ใช้จุดเน้นของการศึกษา” (Winner, 1993: 368)

¹² ประเด็นนี้ วินเนอร์หมายถึงกลุ่มแนวคิดประกอบสร้างทางสังคมของเทคโนโลยีโดยรวม ทั้ง SCOT และ ANT แม้ว่า会有ความแตกต่างกันระหว่าง 2 แนวคิดนี้ โดย SCOT ยังคงเน้นบทบาทสำคัญของสังคมในการประกอบสร้างเทคโนโลยี ขณะที่ ANT จะให้ความสำคัญกับผู้กระทำที่เป็นมนุษย์และไม่ใช่มนุษย์ภายใต้หลักความสมมาตรอย่างเท่าเทียมกัน

ประเด็นที่สอง วิธีการศึกษากลุ่มสังคมที่เกี่ยวข้องที่นำมาวิเคราะห์ อาจเป็นการสุ่มเลือกแฝงอคติหรือเป็นการเลือกที่ไม่ครอบคลุมเพียงพอ กลุ่มสังคมบางกลุ่มโดยเฉพาะกลุ่มที่ไร้อำนาจในสังคมอาจไม่ถูกรวมเข้ามาในการวิเคราะห์โดยไม่ตั้งใจก็เป็นได้ เนื่องจากวิธีการศึกษา SCOT จะใช้วิธีการเลือกกลุ่มสังคมต่างๆ จากการสำรวจ (สุ่มแบบสโนว์บอล) ไปตามข้อมูลที่พบเจอเป็นหลัก อาจจะมีกลุ่มที่ไม่ปรากฏให้เห็น ซึ่งถูกกีดกันออกไปโดยปริยาย

ประเด็นที่สาม การศึกษาของ SCOT วิเคราะห์ไปไม่ถึงระดับโครงสร้างและวัฒนธรรมที่ฝังลึกอยู่ในเทคโนโลยี แม้ว่าในความจริงจะสามารถอภิปรายข้อมูลเชื่อมโยงไปในระดับลึกกว่านั้นได้ ดังตัวอย่างแนวคิดมาร์กซิสต์ที่ใช้แนวคิดอธิบายสภาพเงื่อนไขที่ซ่อนอยู่ภายใต้กิจกรรมในการสร้างเทคโนโลยี โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างชนชั้น เป็นต้น ในขณะที่การศึกษาเชิงประจักษ์ของ SCOT มุ่งแต่การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่ปรากฏชัดเท่านั้น ทำให้ขาดการพิจารณาที่ลึกลงไปไกลกว่าสิ่งที่มองเห็นได้ นอกจากนี้ยังสนใจใช้การอธิบายที่ตรงกับตัวแบบที่ตัวเองยึดถือ ดังกรณีที่ SCOT พิจารณาว่าเทคโนโลยีที่ขับเคลื่อนได้เอง (autonomous technology) เป็นรูปแบบของกำหนดนิยมเทคโนโลยี ทั้งที่จริงแล้วมีความแตกต่างกันอย่างมาก¹³

ประเด็นที่สี่ เป็นประเด็นเรื่องจุดยืนทางการเมือง ซึ่งวินเนอร์มองว่าท่าทีของ SCOT ที่มุ่งอธิบายว่ากลุ่มสังคมต่างๆ มีความเทคโนโลยีอย่างไร แต่ไม่ตัดสินว่าเทคโนโลยีนั้นดีหรือเลว ไม่มีการประเมินว่าเทคโนโลยีส่งผลอย่างไรกับสังคมในด้านต่างๆ มุ่งแต่ศึกษากรณีเฉพาะที่ย่ำสมมติฐานเดิมเทคโนโลยีถูกสร้างโดยสังคม ดังที่วินเนอร์วิจารณ์ว่า “พวกเขาไม่มีจุดยืนทั้งในเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติเกี่ยวกับเทคโนโลยีและความอยู่ดีมีสุขของมนุษย์เลย อันที่จริงการประกาศจุดยืนเช่นนั้นดูเหมือนจะเป็นเรื่องต้องห้ามด้วยเหตุผลทางระเบียบวิธีวิจัย เนื่องจากความบริสุทธิ์ของระเบียบวิธีวิจัยถูกให้ความสำคัญเป็นอันดับต้นๆ จึงเป็นไปได้ว่า นักประกอบสร้างทางสังคม จะยังคงวิจัยต่อไปโดยไม่แสดงจุดยืนต่อคำถามที่ใหญ่กว่า เรื่องเทคโนโลยีและสภาพความเป็นมนุษย์ ซึ่งมีความสำคัญที่สุดในประวัติศาสตร์สมัยใหม่” (Winner, 1993: 372) กล่าวได้ว่าบทความวิจารณ์ชิ้นนี้ของวินเนอร์ได้กลายเป็นแบบฉบับคำวิจารณ์ที่ SCOT มักได้รับจากผู้วิจารณ์ต่อมาด้วย วินเนอร์เห็นว่า SCOT พยายามกำหนดท่าทีที่เป็นกลางต่อระเบียบวิธีศึกษาเชิงประจักษ์อย่างเข้มงวด จนเพิกเฉยต่อการวิพากษ์วิจารณ์ไปยังบริบทสังคมหรือโครงสร้าง แม้ว่าจะเป็นสิ่งที่สามารถเข้าใจได้ไม่ยาก สำหรับเขาแล้วท่าทีที่เป็นกลางแบบ SCOT จึงดูเหมือนไร้จุดยืนและขาดความรับผิดชอบต่อสังคมอย่างเพียงพอ ดังที่วินเนอร์กล่าวอย่างเสียดสีว่า ‘เมื่อเปิดกล่องดำและค้นพบว่ามันว่างเปล่า’ อย่างไรก็ตามปฏิกิริยาตอบโต้ต่อคำวิจารณ์ของวินเนอร์สามารถเห็นได้ชัดเจนในงานของบิจเกอร์ (1995) ในหลายประเด็นในคำวิจารณ์เป็นสิ่งที่เห็นได้ในการปรับปรุงใหม่ของ

¹³SCOT เน้นย้ำแนวคิดการประกอบสร้างทางสังคมว่าเป็นสิ่งประกอบสร้างขึ้นโดยมนุษย์และสามารถปรับเปลี่ยนได้ เพื่อตอบโต้การความคิดกำหนดนิยมทางเทคโนโลยี แต่เทคโนโลยีที่ขับเคลื่อนได้เอง (autonomous technology) อาจจะต้องมองในฐานะเป็นผู้กระทำที่มีศักยภาพปรับเปลี่ยนตัวเองและอยู่เหนือการควบคุมโดยมนุษย์ ซึ่งเป็นคนละความคิดกับกำหนดนิยมทางเทคโนโลยี ดังเช่น เทคโนโลยีปักค้ำดา ปัญญาประดิษฐ์ ในปัจจุบัน เป็นต้น ในเรื่องนี้อาจจะต้องใช้มุมมองแบบหลังมนุษย์ (post-humanism) เข้ามาพิจารณา

บิจเกอร์ โดยเฉพาะในประเด็นการเมืองของเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการประกาศจุดยืนการเมืองที่เขาตอบสนองต่อคำวิจารณ์ของวินเนอร์โดยตรง

ฮานส์ ไคลน์ และเดเนียล ไคลน์แมน (Hans Klein and Daniel Kleinman) ได้นำเสนอบทความวิจารณ์ SCOT เรื่อง “The Social Construction of Technology: Structural Considerations” (2002) ซึ่งเป็นงานวิจารณ์ SCOT ที่สำคัญอีกชิ้นหนึ่งเพื่อชี้ให้เห็นความไม่เพียงพอในการวิเคราะห์ของ SCOT ที่จะขยายการพิจารณาไปยังโครงสร้างที่สัมพันธ์กับเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ และปัญหานี้เป็นสิ่งที่ SCOT ถูกวิจารณ์บ่อยที่สุด ดังที่พวกเขา กล่าวว่า “นักวิชาการจำนวนมากวิพากษ์การวางหลักเกณฑ์เริ่มแรกของ SCOT ว่าไม่เพียงพอ [...] ความคิดวิพากษ์ส่วนมากเกี่ยวกับการเน้นย้ำในผู้กระทำการและเพิกเฉยต่อโครงสร้างมากเกินไปพวกเขามองข้ามความไม่สมมาตรอย่างเป็นระบบของอำนาจและสิ่งที่อำนาจที่แตกต่างเหล่านี้ถูกหยั่งรากลึกในคุณลักษณะเชิงโครงสร้างของชีวิตทางสังคม” (Klein and Kleinman, 2002: 30, 31) ไคลน์ และไคลน์แมน ได้เสนอวิธีการศึกษาที่ช่วย SCOT สมบูรณ์ขึ้น โดยเพิ่มมุมมองเชิงโครงสร้างด้วยกรอบแนวคิดใหม่ในแนวคิดดั้งเดิมที่ SCOT ใช้เพิ่มเข้าไปในการวิเคราะห์แต่ละขั้นตอน เช่น กลุ่มทางสังคมที่เกี่ยวข้อง, การตีความ, การปิด, กรอบแนวคิดทางเทคโนโลยี และบริบททางสังคม ซึ่งจะช่วยให้สามารถอธิบายเชื่อมโยงผู้กระทำและโครงสร้างได้อย่างครอบคลุมและชัดเจนยิ่งขึ้น¹⁴ กล่าวได้ว่าคำวิจารณ์ของไคลน์กับไคลน์แมนเป็นคำวิจารณ์ที่มาพร้อมกับข้อเสนอหลักการพิจารณาโครงสร้างเข้าไปยังการศึกษา SCOT ให้สมบูรณ์ขึ้น อย่างไรก็ตามมีข้อขัดแย้งสำคัญในหลักการพื้นฐาน SCOT กับแนวทางของไคลน์ และไคลน์แมน ซึ่งอาจจะทำให้วิธีการที่เสนอเพิ่มโครงสร้างเข้ามานี้เป็นไปไม่ได้ *ประการแรก* วิธีการศึกษา SCOT เน้นการติดตามผู้กระทำโดยไม่กำหนดสมมติฐานหรือไม่ใช่ทฤษฎีกำหนดนำ แต่ไคลน์ และไคลน์แมนเห็นว่าการกำหนดกรอบแนวคิดล่วงหน้าจะเป็นประโยชน์ในฐานะเครื่องมือความคิด (heuristic) ที่ช่วยให้เข้าถึงโครงสร้างได้ง่ายและเป็นสิ่งที่ควรทำ ดังที่พวกเขาโต้แย้งว่า “แนวคิดที่ว่านักวิเคราะห์ควรเริ่มต้นโดยไม่มี การตั้งสมมติฐานใดๆ เลยนั้นเป็นเรื่องที่ไม่สมเหตุสมผล ซึ่งถือเป็นประเด็นหลักของการวิพากษ์วิจารณ์แนวคิดเชิงประจักษ์แบบหยาบๆ แต่ยิ่งไปกว่านั้น เนื่องจากมุมมองที่เลือกมองส่งผลต่อการแบ่งแยกโลกสังคมที่มองเห็น การโต้แย้งให้เหตุผลสำหรับการที่นักวิเคราะห์จะใช้หมวดหมู่ของตัวเอง จึงเป็นสิ่งที่สามารถทำได้” (Klein and Kleinman, 2002: 33) *ประการที่สอง* ไคลน์ และไคลน์แมนไม่เห็นด้วยกับแนวคิดการร่วมสร้าง (co-construction) ในทางสังคมและเทคนิคของ SCOT ในการวิเคราะห์โดยไม่แบ่งแยกระหว่างแนวคิดภายใน กับแนวคิดเชิงบริบท ซึ่งต้องวิเคราะห์สังคมสมัยใหม่ในฐานะผืนผ้าไร้รอยต่อ พวกเขาให้เห็นโต้แย้งว่า “จุดยืนดังกล่าวทำให้การแยกแยะเหตุและผลออกจากกันเป็นไปไม่ได้ และอันที่จริงในระดับที่สุดโต่ง แนวทางนี้ทำให้การแยกส่วน และการวิเคราะห์ด้วยตัวมันเองเป็นไปไม่ได้ด้วยซ้ำ ในทางตรง

¹⁴ ไคลน์ และไคลน์แมนได้อธิบายพร้อมยกตัวอย่างแนวคิดที่ใช้ในการพิจารณาโครงสร้างในแต่ละขั้นตอนการวิเคราะห์ของ SCOT ดังเช่น การวิเคราะห์กลุ่มทางสังคมที่เกี่ยวข้อง การพิจารณาโครงสร้างอาจพิจารณาจากเวทีการออกแบบ (design forum), กฎเกณฑ์การเข้าถึง (rules of access) และอำนาจในการกีดกัน (power to exclude) เป็นกรอบศึกษา หรือในการวิเคราะห์บริบทที่กว้างขึ้นควรพิจารณาไปที่ระดับของการรวมตัว/การกระจายตัวและการพิจารณาการเข้าถึงทรัพยากร เป็นต้น ทั้งนี้ในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดคำอธิบายมากเกินกว่าจะกล่าวถึงในบทความนี้ (ดูเพิ่มเติมใน Klein and Kleinman, 2002: 35-46)

กันข้ามเราเชื่อว่ามีคามจำเป็นต้องใช้การวิเคราะห์เชิงสาเหตุ [...] ณ จุดใดจุดหนึ่งของเวลา เราสามารถหยุดกระบวนการนั้นและตรวจสอบ—อย่างน้อยก็ในเบื้องต้น—ว่าสิ่งใดกำลังส่งผลกระทบต่อสิ่งใด แนวคิดที่เรานำเสนอมีจุดมุ่งหมายเพื่ออำนวยความสะดวกให้เกิดความเข้าใจนี้” (Klein and Kleinman, 2002: 35) จากหลักการพื้นฐานการศึกษาคนละแบบ ดูเหมือน SCOT จะเลือกเดินไปในแนวทางแบบหลังสมัยใหม่ (post-modernist) มากกว่าการยึดกับโครงสร้างที่มีแนวคิดกำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว จึงดูเหมือนว่าวิธีการดังกล่าวจะประสานเข้าด้วยกันยาก แต่กระนั้นคำวิจารณ์เหล่านี้ก็เป็นประโยชน์ต่อผู้สนับสนุน SCOT ซึ่งช่วยให้พวกเขาหันมาใส่ใจพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับสังคมในระดับโครงสร้างสังคมวัฒนธรรมมากยิ่งขึ้น

ดังที่กล่าวไปแล้วว่าบทความนี้มีขอบเขตการศึกษางาน SCOT ในช่วงทศวรรษ 1980-1990 เป็นหลัก เพราะเป็นช่วงที่แนวคิด SCOT มีความเฉพาะตัวอย่างชัดเจน แต่นับจากทศวรรษ 2000 มาถึงปัจจุบัน SCOT ได้มีการปรับขยายแนวคิดและวิธีศึกษาจนไปไกลจากจุดเริ่มต้นมากพอสมควร ดังที่สุมิตรัน บาสู (Sumitran Basu, 2022) ได้ทบทวนการพัฒนาของแนวคิด SCOT ตลอดช่วงกว่าสามทศวรรษที่ผ่านมา เขาเห็นว่าแนวคิด SCOT ในช่วงแรกมีระเบียบวิธีศึกษาที่ค่อนข้างชัดเจน แต่นับจากผลงานปี 1995 บิจเกอร์ได้ขยายแนวคิดของตนออกไปสำรวจขอบเขตทางสังคมวิทยาที่กว้างขึ้น เช่น โครงสร้าง, อำนาจ, เพศสภาพ, จริยธรรม และการเมือง ซึ่งแนวคิดเหล่านี้ไม่ใช่วิธีศึกษาแต่เดิมของ SCOT แต่เพื่อตอบสนองต่อคำวิจารณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ ก่อนหน้านั้น แต่เมื่อนำมาสำรวจสิ่งประดิษฐ์ก็ไม่ได้ใช้กับทุกกรณีศึกษาอย่างสม่ำเสมอ (Basu, 2022: 268) เขาเห็นว่าการปรับเอาแนวคิดใหม่ๆ เข้าไปอาจเป็นเรื่องปกติในการศึกษาเพื่อขยายขอบเขตการใช้ทฤษฎี แต่ในอีกด้านก็ได้ทำให้เกิดสถานะอิทธิพลที่เสื่อมใน SCOT มากขึ้นเรื่อยๆ บาสูชี้ว่าความเปลี่ยนแปลงนี้เริ่มปรากฏในช่วงเปลี่ยนผ่านในแนวคิด SCOT หลังงานปี 1995 ของบิจเกอร์ จากการที่เขาแนะนำแนวคิดใหม่เข้ามาผสมรวมการวิเคราะห์ระดับจุลภาคขยายไปยังโครงสร้างสังคมวัฒนธรรม ทำให้การอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลในระดับจุลภาคที่เป็นรูปธรรมทำได้ยากขึ้น¹⁵ และจากการขยายหลักความสมมาตรที่ใกล้ชิดกับทฤษฎีเครือข่าย-ผู้กระทำหรือ ANT มากขึ้นในการให้สถานะผู้กระทำมนุษย์และไม่ใช่มนุษย์เท่าเทียมกัน¹⁶ เป็นต้น (Basu, 2022: 269-270) ในความเห็นของบาสู SCOT เป็นทฤษฎีขนาดกลางที่เกิดขึ้นเพื่อตอบโต้แนวคิดแบบเก่าที่ไม่เพียงพอต่อการอธิบาย และด้วยวิธีการศึกษาอย่างเป็นระบบมีขั้นตอนชัดเจน จึงทำให้ SCOT มีความโดดเด่นแตกต่างจากการศึกษาแบบอื่น แต่เมื่อ SCOT ในช่วงหลังได้นำแนวคิดใหม่มาปรับแต่งการศึกษาให้ขยายไปยังขอบเขตกว้างขึ้น ในการศึกษา ระดับโครงสร้างสังคมและวัฒนธรรมได้ส่งผลให้จุดเด่นดั้งเดิมของ SCOT หายไป ดังที่บาสูกล่าวว่า “ความพยายามที่จะเปลี่ยน SCOT จากแนวคิดดั้งเดิมที่มุ่งเน้นระดับกลางไปสู่แนวคิดที่มีแนวโน้มสากลมากขึ้น [...] สิ่งนี้ส่งผลให้ SCOT สูญเสียความชัดเจนและความกระชับทางระเบียบวิธีวิจัยดั้งเดิมไปอย่างไม่ต้องสงสัย

¹⁵บาสู (Basu, 2022) ยกตัวอย่างใช้แนวคิด ‘วัฒนธรรมทางเทคโนโลยี’ (technological culture) ที่บิจเกอร์ใช้อธิบายเปรียบเทียบความแตกต่างทางเทคนิคในระบบการจัดการน้ำของประเทศอินเดียยุคโบราณกับวิศวกรรมสมัยใหม่ในอเมริกา กับเนเธอร์แลนด์ ซึ่งถูกสร้างขึ้นด้วยอิทธิพลทางสังคมและวัฒนธรรมที่ต่างกัน (ดูรายละเอียดใน Bijker, 2007)

¹⁶ดูตัวอย่างแนวคิดวิศวกรรมที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันในงานศึกษาเทคโนโลยีการเดินเรือข้ามแหลมกู๊ดโฮปของจอห์น ลอว์ (John Law, 1987) เป็นต้น

ซึ่งความชัดเจนและความกระชับนั้นเคยเป็นรากฐานที่ทำให้ SCOT อ้างได้ว่าเป็นแนวคิดที่ฉีกแนวไปจากประเพณีเดิมๆ ในสาขาการศึกษาเทคโนโลยี ความยากลำบากในการนำแนวคิดใหม่ๆ มาปฏิบัติจริงเชิงประจักษ์ของการศึกษาเคสกรณีในช่วงต่อมา ได้บ่อนทำลายข้ออ้างเริ่มต้นที่ว่า SCOT มีความสมจริงและสามารถทดสอบเชิงประจักษ์ได้มากกว่า” (Basu, 2022: 271) ในความเห็นของบาสู SCOT จึงควรกลับไปเน้นระเบียบวิธีศึกษาเดิมก่อนหน้าในการศึกษาสิ่งประดิษฐ์ระดับปฐมภูมิ ซึ่งเป็นจุดแข็งที่ดีที่สุดของ SCOT ส่วนการขยายไปยังบริบทกว้างขึ้น เขาเห็นว่า SCOT อาจประสานรวมมือกับทฤษฎีทางสังคมที่มีอยู่เดิม เช่น ทฤษฎีวิพากษ์เทคโนโลยีหรือเศรษฐศาสตร์เชิงวิวัฒนาการแทนได้ ซึ่งกล่าวได้ว่าข้อเสนอข้อเสนอบาสู เหมือนให้ SCOT ย้อนกลับไปยังจุดเริ่มต้นอีกครั้งหนึ่ง

อย่างไรก็ตาม การทบทวนแนวคิด SCOT ของบาสู ถือเป็นงานล่าสุดในช่วงเกือบสี่ทศวรรษที่ช่วยให้การมองเห็นพัฒนาการของ SCOT จากอดีตถึงปัจจุบันสมบูรณ์ขึ้น ทั้งนี้หลังบทความนี้ออกมา ก็มีการตอบสนองต่อการวิจารณ์บาสูด้วยเช่นกัน ดังเช่น ชง-เยียน โจว (Tsung-Yen Tsou, 2023) ได้ทบทวนและขยายความ SCOT บางส่วนเพิ่มเติม ซึ่งเขาเห็นว่าการทำงานของบิจเกอร์ในปัจจุบันไปไกลกว่าความหมกมุ่นในการแก้ปัญหาแต่ในทางทฤษฎีแล้วแต่เขาได้มุ่งสู่การปฏิบัติไปพร้อมกัน ซึ่งท้าทายให้ผู้วิจารณ์ต่างๆ รอคการพิสูจน์ต่อไป ขณะที่ ธิติมาน บาร์แมน (Dhritiman Barman, 2023) เห็นด้วยกับบาสูว่าการปรับเปลี่ยนแนวคิดต่างๆ ตามเสียงวิจารณ์ ทำให้ SCOT หลงทิศหลงทาง แต่เขาเห็นว่า การศึกษาสิ่งประดิษฐ์กรณีเฉพาะเป็นจุดแข็งของ SCOT ที่ไม่จำเป็นต้องปรับแก้ไขเพิ่มเติม แต่นักวิชาการที่ต้องการศึกษาสิ่งประดิษฐ์ควรจะนำแนวคิด SCOT ไปปรับใช้ในงานของตนมากขึ้น ซึ่งเขาเห็นว่าคำวิจารณ์ต่อ SCOT ที่ผ่านมายังคงวนเวียนซ้ำซากกับเรื่องเดิมๆ ไม่ต่างจากการกล่าวโจมตีแนวคิดปฏิฐานนิยมที่ปรากฏอย่างเป็นแพชชั่นทั่วไป

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การประกอบสร้างสังคมของเทคโนโลยี SCOT มีจุดเริ่มต้นขึ้นในปี 1984 โดยพินซ์และบิจเกอร์ พวกเขาได้เสนอแนวคิดใหม่ในการศึกษากระบวนการก่อรูปของเทคโนโลยี โดยแนวคิดพื้นฐานและการวิเคราะห์อย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ช่วยให้เข้าใจง่าย ซึ่งทำให้ SCOT เป็นแนวทางศึกษาเทคโนโลยีที่มีความโดดเด่นเฉพาะตัวขึ้นมา วิธีการศึกษาของ SCOT เน้นการอธิบายกระบวนการก่อตัวของเทคโนโลยีในลักษณะเชิงประวัติศาสตร์ (diachronic) ควบคู่ไปกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกลุ่มสังคมต่างๆ ในบริบทเฉพาะ (synchronic) ไปพร้อมกัน อย่างไรก็ตาม SCOT ก็เหมือนกับแนวคิดทฤษฎีอื่นๆ ที่มีทั้งจุดเด่นและข้อจำกัดในการใช้งาน โดยเฉพาะขอบเขตการวิเคราะห์ที่จำกัดอยู่ในความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสังคมจำนวนหนึ่งมากกว่าจะขยายไปอธิบายถึงบริบทสังคมวงกว้างหรือในระดับโครงสร้างได้ ด้วยเหตุนี้ในช่วงต่อมานักวิชาการ SCOT จึงได้พยายามปรับเปลี่ยนเพิ่มเติมแนวคิดและวิธีการศึกษาใหม่อย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองต่อคำวิจารณ์ที่ย้ายไปยังระดับมหภาคมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในงานศึกษาที่ปรากฏในช่วงทศวรรษ 1990 กระทั่งเมื่อเข้าสู่ช่วงทศวรรษ 2000 การศึกษา STS ได้กลายเป็นสนามศึกษาที่มีความโดดเด่นชัดเจนขึ้นมากแล้ว ภายใต้แนวทางศึกษาที่แตกต่างหลากหลาย นักวิชาการ SCOT ได้ปรับปรุงแนวคิดใหม่ๆ เพื่อใช้สำรวจโลกที่กว้างขึ้นโดยเพิ่มแนวคิดหลายอย่าง

ที่แตกต่างจากวิธีการดั้งเดิมไปอย่างมาก บางแนวคิดช่วยให้การขยายจากผู้กระทำศูนย์กลางไปยังขอบเขตที่กว้างขึ้นได้ดี แต่บางแนวคิดก็ยังคงถูกมองว่าไม่สอดคล้องหรือไม่เพียงพอ กระทั่งมีความย้อนแย้งกับระเบียบวิธีศึกษาดั้งเดิมของตนเอง (Basu, 2023) อย่างไรก็ตาม การปรับเปลี่ยนแนวคิดเพื่อให้สามารถขยายการศึกษาไปยังขอบเขตการศึกษาใหม่ๆ ที่สอดคล้องกับความเคลื่อนไหวของโลกสังคมก็เป็นความจำเป็น การหายไปของความคมชัดในวิธีวิทยาดั้งเดิมเพื่อแลกกับการขยายการศึกษาไปยังขอบเขตที่กว้างไกลขึ้น อาจเป็นสิ่งที่ SCOT ต้องชั่งน้ำหนักและหาจุดที่เหมาะสมกันไป กระนั้นหากเป้าหมายของการศึกษา STS คือขบวนการเคลื่อนไหวการเมืองเพื่อสร้างสมดุลแก่สังคมและอำนาจในทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีเป็นเป้าหมายหลัก SCOT ในฐานะเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยลดปล่อยจากความคิดกำหนดนิยมทางเทคโนโลยีก็ได้ทำหน้าที่ของมันได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ทั้งนี้ผู้เขียนจะขอสรุปพัฒนาการของแนวคิด SCOT และการนำไปใช้ประโยชน์อีกครั้งในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปแนวคิด การใช้ประโยชน์ และข้อจำกัดของวิธีการศึกษาเทคโนโลยี SCOT

แนวคิด	คุณลักษณะ	การใช้ประโยชน์	ข้อจำกัด
กลุ่มทางสังคมที่เกี่ยวข้อง (relevant social groups)	หน่วยวิเคราะห์พื้นฐานของ SCOT ที่สัมพันธ์กับการสร้างเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ เช่น วิศวกร ผู้ผลิต ผู้บริโภค ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มย่อยได้หลายกลุ่มตามข้อมูลเชิงประจักษ์ที่นำมาวิเคราะห์	แนวคิดนี้เป็นการพิจารณากลุ่มสังคมต่างๆ ที่รายล้อมสิ่งประดิษฐ์เทคโนโลยีที่ศึกษาโดยพิจารณาปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มที่มีผลต่อความยืดหยุ่นในการตีความ ซึ่งกลุ่มสังคมที่รายล้อมเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ถือเป็นแกนหลักของข้อมูลในการวิเคราะห์ ยังมีข้อมูลกลุ่มสังคมที่เกี่ยวข้องมาก ข้อมูลก็จะมีครอบคลุมชัดเจนยิ่งขึ้น	การเลือกกลุ่มสังคมที่เกี่ยวข้องมาศึกษาบางครั้งอาจไม่ครอบคลุมกลุ่มสังคมบางกลุ่มที่ไม่ถูกกล่าวถึงหรือไม่มีข้อมูลปรากฏ ซึ่งอาจเกิดจากการขาดข้อมูลหรืออคติในการเลือกข้อมูลศึกษา
ความยืดหยุ่นในการตีความ (interpretative flexibility)	ขั้นตอนแรกในการวิเคราะห์ของ SCOT โดยอาศัยข้อมูลการสนับสนุนและการต่อต้านของกลุ่มสังคมต่างๆ ที่แสดงให้เห็นมุมมองที่แตกต่างกันของกลุ่มต่างๆ ต่อเทคโนโลยี	แนวคิดนี้ทำให้เห็นว่าเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์เป็นผลของการปะทะ/ต่อรองของกลุ่มสังคมต่างๆ มุมมองนี้เป็นประโยชน์ในการพิจารณาแกนสาระพื้นฐานของเทคโนโลยีที่ไม่ใช่สิ่งที่ถูกกำหนดตายตัวได้เสมอไป ผู้ศึกษาต้องแสดงให้เห็นมุมมองของกลุ่มสังคมต่างๆ ที่มีต่อเทคโนโลยีในช่วงระยะที่กำลังถูกสร้างขึ้น	ข้อมูลถูกจำกัดไปตามกลุ่มสังคมที่นำมาศึกษา ในกรณีกลุ่มที่ไร้อำนาจจึงมักขาดข้อมูลที่มีต่อเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ที่ส่งผลกระทบต่อพวกเขา
การปิดและการทำให้เกิดเสถียรภาพ (closure and stabilization)	แนวคิดนี้เป็นการแสดงให้เห็นการยุติการตีความของเทคโนโลยี ซึ่งทำได้สองแบบคือ การปิดทางโวหารและการปิดโดยการนิยามปัญหาใหม่ขึ้นมาแทนที่ ซึ่งจะสัมพันธ์กับการทำให้สิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยีเกิดเสถียรภาพไปพร้อมกัน	ใช้พิจารณาจุดเปลี่ยนของเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ ซึ่งอาจจะเกิดจากการคิดค้นเทคนิคใหม่ที่ทำให้ปัญหายืดลง การใช้อำนาจสั่งการเบ็ดเสร็จที่ทำให้เกิดการยอมรับ ไม่มีข้อโต้แย้ง หรือการกำหนดปัญหาขึ้นใหม่ที่ทำให้ปัญหาเก่าที่มีอยู่ถูกแก้ไขไปพร้อมกัน ซึ่งทำให้เทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์กลายเป็นรูปแบบที่ได้รับการยอมรับทั่วไป	การพิจารณาขั้นตอนสุดท้ายนี้แสดงให้เห็นการปิดจบบรรูปแบบของเทคโนโลยี สำหรับสิ่งประดิษฐ์เทคโนโลยีหรือสิ่งสร้างทางวัตถุที่อยู่ในระหว่างการพัฒนาขึ้น อาจไม่สามารถใช้พิจารณาได้

ตารางที่ 1 สรุปแนวคิด การใช้ประโยชน์ และข้อจำกัดของวิธีการศึกษาเทคโนโลยี SCOT (ต่อ)

แนวคิด	คุณลักษณะ	การใช้ประโยชน์	ข้อจำกัด
บริบทที่กว้างขึ้น (the wider context)	ขั้นตอนสุดท้ายของแผนงาน SCOT ตามแบบฉบับดั้งเดิมคือ การขยายการอธิบายเชื่อมโยงไปยังสังคมวงกว้างหรือในระดับดีปโครงสร้างสังคมวัฒนธรรม	การใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์จากกลุ่มสังคมที่เกี่ยวข้องขยายไปยังโครงสร้างทางเพศ เช่น การศึกษารายยนต์กับโครงสร้างทางเพศของสังคมชนบทอเมริกันในงานของไคลน์และพินช์ (Kline and Pinch, 1996) และการศึกษาจักรยานของบิจเกอร์ (Bijker, 1995) อย่างไรก็ตาม การจะวิเคราะห์เชื่อมโยงไปยังระดับโครงสร้างสังคมและวัฒนธรรมได้ข้อเสนอจากนักวิชาการอื่นๆ ให้นำแนวคิดทฤษฎีทางสังคมอื่นๆ มาใช้วิเคราะห์ร่วมเพิ่มเติมจะทำให้คำอธิบายมีความสมบูรณ์มากขึ้น	ขั้นตอนนี้เป็นข้อจำกัดของ SCOT ซึ่งไม่มีชุดคำอธิบายเฉพาะตัวสำหรับการวิเคราะห์ระดับมหภาคที่กำหนดโดยตรง จึงเป็นประเด็นที่ทำให้ SCOT ถูกวิจารณ์มาโดยตลอด (อย่างไรก็ตาม ผู้ศึกษาเห็นว่าปัญหานี้เกิดจากหลักวิธีวิทยาของ SCOT ที่ไม่ยอมรับการกำหนดทฤษฎีไว้ล่วงหน้า แต่ใช้วิธีการติดตามแบบสโนว์บอลไปตามกลุ่มสังคมที่เกี่ยวข้องเท่าที่จะเผยให้เห็นได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นหลัก)
กรอบเทคโนโลยี (technologies frame)	แนวคิดใหม่ที่พัฒนาโดยบิจเกอร์ในปี 1987 ซึ่งประกอบขึ้นจากแนวคิดและเทคนิคต่างๆ ที่ชุมชนหรือกลุ่มสังคมที่เกี่ยวข้องแต่ละกลุ่มใช้แก้ปัญหาแตกต่างกัน เช่น ทฤษฎีร่วมสมัย เป้าหมาย กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และปฏิบัติการใช้งาน	กรอบเทคโนโลยีทำให้มองเห็นกระบวนการที่กลุ่มทางสังคมต่างๆ ที่ร่ายล้อมสิ่งประดิษฐ์เทคโนโลยี ดึงมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ดังเช่น ความรู้ทางทฤษฎี ทักษะประสบการณ์ เป้าหมาย การปฏิบัติทดลอง และอื่นๆ ที่กลุ่มสังคมหลอมรวมเป็นกรอบเทคโนโลยีขึ้น เป้าหมายก็เพื่ออธิบายว่าทำไมบางกลุ่มทำสำเร็จ บางกลุ่มกลับล้มเหลวในการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยีขึ้นมา	กรอบเทคโนโลยีแสดงให้เห็นขอบเขตความสัมพันธ์ในระหว่างกลุ่มผู้กระทำ ไม่ใช่ภายในปัจเจก หรืออยู่เหนือผู้กระทำในระดับโครงสร้างหรือสถาบัน จึงไม่อาจตอบสนองต่อความต้องการคำอธิบายเชื่อมโยงกับระดับมหภาคได้อย่างครอบคลุมทั้งหมด
ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงทางสังคมเทคนิค (Theory of Sociotechnical Change)	การสังเคราะห์ทฤษฎีของบิจเกอร์ในงานปี 1995 เขาได้นำกรอบเทคโนโลยีที่ได้จากการศึกษาสิ่งประดิษฐ์ 3 แบบคือจักรยาน เบคิลด์ และหลอดไฟ มาใช้ศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาข้อสรุปพื้นฐานกว้างๆ ในลักษณะเป็นทฤษฎีความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่ปรับใช้ได้ในทุกลักษณะทั่วไป	การสังเคราะห์ทฤษฎีจากกรอบเทคโนโลยีทำให้ได้แบบจำลองโครงร่างเทคโนโลยี (configuration model) 3 ลักษณะ คือ 1. ไม่มีกลุ่มสังคมใดโดดเด่น 2. กลุ่มโดดเด่นมีกลุ่มเดียวมีอิทธิพลเหนือกลุ่มอื่น และ 3. มีกลุ่มที่โดดเด่นมากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไป แบบจำลองโครงร่างแต่ละลักษณะแสดงแนวโน้มของเทคโนโลยีต่อสังคมแตกต่างกัน ซึ่งข้อสรุปทั่วไปนี้อาจใช้เป็นแนวทางอธิบายความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีสำหรับศึกษาเปรียบเทียบในกรณีอื่นๆ ต่อไป	แบบจำลองทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงทางสังคมเทคนิคนี้ เป็นเพียงการแสดงตัวอย่างของบิจเกอร์ให้เห็นว่าการวิเคราะห์ทางทฤษฎีเพื่อใช้ศึกษาความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีแบบกว้างๆ สามารถทำได้ แต่ข้อสรุปทางทฤษฎีนี้ไม่ใช่เป็นตัวแบบที่สร้างขึ้นโดยสมบูรณ์แบบในตัวเอง

ตารางที่ 1 สรุปแนวคิด การใช้ประโยชน์ และข้อจำกัดของวิธีการศึกษาเทคโนโลยี SCOT (ต่อ)

แนวคิด	คุณลักษณะ	การใช้ประโยชน์	ข้อจำกัด
การเมืองของเทคโนโลยี (politics of technology)	การเมืองของเทคโนโลยีชี้ให้เห็นว่าสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยีไม่ใช่วัตถุที่เรียบง่าย แต่มีการเมืองดำรงอยู่ด้วยเสมอ ซึ่งเกี่ยวข้องกับอำนาจศาสตร์ที่ฝังอยู่ในวัตถุเทคโนโลยี ซึ่งส่งอิทธิพลต่อสังคมผ่านการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยีต่างๆ	พิจารณาไปที่ความหมายในการตีความที่ยืดหยุ่นของเทคโนโลยี ซึ่งย้ำว่าเทคโนโลยีถูกสร้างโดยสังคม เป็นวิธีทำความเข้าใจการเมืองที่ซ่อนอยู่ในสิ่งประดิษฐ์ จากมุมมองนี้สามารถนำไปปรับใช้ในการวิพากษ์แนวคิดกำหนดนิยมทางเทคโนโลยี หรือกรอบเทคโนโลยีที่มีอิทธิพลครอบงำสังคมได้	แม้การตีความที่ยืดหยุ่นจะแสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีปรับเปลี่ยนได้ แต่ไม่ใช่เรื่องง่ายเนื่องจากเทคโนโลยีก่อตัวขึ้นจากการระบอบการสังคมต่างๆ จนกลายเป็นกรอบเทคโนโลยีที่มีความแข็งขัน (obduracy) ต่อการปรับเปลี่ยนได้ง่ายๆ

บทความนี้ผู้เขียนได้มีเป้าหมายอธิบายแนวคิด SCOT ในช่วงทศวรรษ 1980-1990 ซึ่งเป็นแนวการศึกษาเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ที่มีเอกลักษณ์โดดเด่นเฉพาะตัว โดยเฉพาะการศึกษาสิ่งประดิษฐ์ผ่านกรณีศึกษาในระดับจุลภาคที่มีการวิเคราะห์อย่างเป็นลำดับชัดเจน ซึ่งช่วยให้ผู้ที่เริ่มต้นศึกษาเทคโนโลยีเกิดความเข้าใจกระบวนการก่อรูปของสิ่งประดิษฐ์ภายใต้ความสัมพันธ์ระหว่างสังคมกับเทคนิคได้ง่ายขึ้น และขยายมุมมองต่อเทคโนโลยีใหม่ที่ไม่อยู่ภายใต้กรอบคิดแบบเทคโนโลยีกำหนดตามความเข้าใจทั่วไป แน่นนอนว่ายังมีอีกหลายประเด็นในการศึกษา SCOT ที่น่าสนใจแต่ไม่สามารถนำมากล่าวถึงภายใต้ความจำกัดของบทความนี้ ทั้งนี้ผู้เขียนเห็นว่าการศึกษาเทคโนโลยีกับสังคมกำลังมีความสำคัญมากขึ้นทั้งในสังคมโลกและแวดวงวิชาการปัจจุบัน การสำรวจโลกของสิ่งไม่ใช่มนุษย์เพื่อจัดวางความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งอื่นๆ รอบตัวขึ้นใหม่ โดยไม่ยึดติดกับมุมมองที่ยึดมนุษย์เป็นศูนย์กลางเป็นสิ่งจำเป็นในการแก้วิกฤติการณ์ของมนุษยสมัย ซึ่งเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์เป็นส่วนหนึ่งของความสนใจนี้ ทั้งในแง่ศักยภาพและผลกระทบต่อสังคมของมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจุบันเทคโนโลยีได้มีการพัฒนาไปไกลกว่าเดิมในลักษณะที่วินเนอร์เรียกว่า ‘เทคโนโลยีที่ขับเคลื่อนได้เอง’ ดังกรณีของปัญญาประดิษฐ์ บิ๊กดาต้า หรือกระทั่งการขยายโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ ซึ่งมักก่อให้เกิดผลกระทบต่อสังคมสิ่งแวดล้อมในวงกว้างไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง การศึกษาทำความเข้าใจมิติต่างๆ ของเทคโนโลยี จึงเป็นความสำคัญอย่างมากทั้งในทางวิชาการและขบวนการเคลื่อนไหวทางสังคมในปัจจุบันและอนาคต

สำหรับแวดวงวิชาการที่การศึกษาแบบข้ามพหุมนุษย์กำลังได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในปัจจุบัน ผู้เขียนเห็นด้วยกับข้อเสนอของเทรเวอร์ พินช์ (Pinch, 2009) ในการนำ SCOT ไปปรับใช้ศึกษาโดยเปลี่ยนจุดเน้นไปพิจารณาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัตถุเทคโนโลยีเก่าและใหม่แทน (old and new technologies) ดังที่พินช์ได้เสนอให้หันไปสนใจต่อการดำรงอยู่ร่วมกัน (coexistence) ของเทคโนโลยีเก่าและใหม่และความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับโครงสร้างพื้นฐานที่ใหญ่กว่า เช่น รถจักรยานกับการออกแบบถนน เป็นต้น พินช์เห็นภายใต้ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุเทคโนโลยีเหล่านี้มักเต็มไปด้วยการเมืองของเทคโนโลยีในมิติต่างๆ ดังเช่น รถลากติดเครื่องยนต์สกูเตอร์ที่มักพบในแถบประเทศอาเซียน ซึ่งเป็น ‘เทคโนโลยีลูกผสม’ (hybrid technologies) แสดงนัยถึงความเหลื่อมล้ำไม่เท่าเทียมของการพัฒนาในระดับโลก การแทนที่ของเทคโนโลยีแบบเก่าและใหม่

ภายในการผลิตของตลาดที่นำไปสู่การตั้งเครือข่ายในการผลิต การบำรุงรักษาเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์โดยผู้ใช้งาน ซึ่งอาจทำให้เทคโนโลยีบางอย่างยังมีอยู่และบางอย่างสูญสิ้นไป เป็นต้น (ดูเพิ่มเติมใน Pinch, 2009) ในความจริงข้อเสนอของพินช์ก็ค่อนข้างสอดคล้องกับการศึกษาทฤษฎีวิัตถุ (Object-oriented ontology) ที่ให้ความสนใจศึกษาวิัตถุสถานะต่างๆ รอบตัวมนุษย์ที่อาจถูกมองข้ามไปจากแนวคิดทฤษฎีสังคมศาสตร์ที่ผ่านมา (Harman, 2017) ซึ่งการนำเอาแนวคิดพื้นฐานของ SCOT มาปรับใช้ในการทำความเข้าใจเทคโนโลยีก็อาจเป็นประโยชน์ต่อผู้ศึกษาทฤษฎีวิัตถุที่สำรวจโลกของเทคโนโลยีได้ แม้ว่า SCOT ตามแบบฉบับดั้งเดิมจะยึดหลักการประกอบสร้างเทคโนโลยีจากสังคมเป็นผู้กระทำหลักก็ตาม หรือในทางกลับกัน SCOT อาจหันมาพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งประดิษฐ์ในเทคโนโลยีแบบเก่าและใหม่อย่างพินช์เสนอมากขึ้น ตรงนี้ก็อาจจะช่วยให้ SCOT ยังคงมีบทบาทสำคัญต่อการศึกษาเทคโนโลยีภายใต้ความเปลี่ยนแปลงทางวิชาการร่วมสมัยได้ อย่างไรก็ตาม ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมนี้เป็นเพียงการเสนอหัวข้อประเด็นการศึกษาที่สามารถขยายต่อไปได้เท่านั้น หากใช้เป็นการวิจารณ์ความสอดคล้องเชิงระเบียบวิธีการพื้นฐานของ SCOT ดังที่ปรากฏในบทความนี้แต่อย่างใด

องค์ความรู้ใหม่

แนวคิดการประกอบสร้างสังคมของเทคโนโลยี SCOT เป็นการศึกษาเชิงประจักษ์ที่เน้นทำความเข้าใจกระบวนการก่อตัวของสิ่งประดิษฐ์ โดยมุ่งพิจารณาไปยังการให้ความหมายและการปฏิบัติดำเนินการของกลุ่มทางสังคมต่างๆ ที่ร่ายล้อมเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ ทั้งที่สนับสนุนและต่อต้านแต่ส่งผลต่อการออกแบบหรือผลิตสร้างสิ่งประดิษฐ์ขึ้นมา ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยีในทางสังคมศาสตร์ทั่วไปที่มักจะอธิบายถึงผลกระทบของสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยีผ่านกรอบทฤษฎีทางสังคมเป็นหลัก โดยไม่พิจารณาปัจจัยด้านเทคนิคหรือการทำงานของเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์ได้อย่างเพียงพอ ตรงนี้จึงเป็นจุดสำคัญที่แนวคิด SCOT ช่วยเติมเต็มความเข้าใจเทคโนโลยีได้ละเอียดยิ่งขึ้น โดยพิจารณาการประกอบสร้างเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์จากทางสังคมและเทคนิคอย่างไม่แยกจากกัน ซึ่งทำให้สามารถเข้าใจขอบเขตของเทคโนโลยีได้ครอบคลุมกว้างขึ้น และมองเห็นถึงความสัมพันธ์อันซับซ้อนระหว่างเทคโนโลยีกับสังคมที่นำไปสู่ความเปลี่ยนแปลงของชีวิตผู้คนในโลกสมัยสมัยใหม่ได้อย่างแท้จริง ทั้งนี้ผู้ที่สนใจศึกษาประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับสังคม อาจนำแนวคิดบางส่วนจาก SCOT ไปใช้เพื่อปรับมุมมองในการพิจารณากรณีศึกษาสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยีต่างๆ โดยไม่จำเป็นต้องใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามขั้นตอนทั้งหมดก็ได้ ยกตัวอย่างเช่นในการศึกษาการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานวิศวกรรมในช่วงออกแบบเริ่มต้นโครงการ การหยิบยกแนวความยืดหยุ่นในการตีความมาใช้ก็เพียงพอจะเผยให้เห็นการต่อรองให้ความหมายที่แตกต่างจากกลุ่มสังคมต่างๆ รวมถึงความไม่แน่นอนของเทคโนโลยีที่มักถูกกำหนดจากผู้มีอำนาจ ซึ่งแนวทางนี้อาจจะช่วยปรับจุดสมดุลของการพัฒนาที่ส่งผลต่อสังคมได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง (References)

- แก่งกิจ กิติเรียงลาภ. (2561). *แผนที่สร้างชาติ: รัฐประชาชาติกับการทำแผนที่หมู่บ้านไทยในยุคสงครามเย็น*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- แก่งกิจ กิติเรียงลาภ. (2563). *OOO เบื้องต้นสำหรับอ่านจบได้ใน 1 ชั่วโมง*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- จักรกริช สังขมณี. (2559). ความไม่ (เคย) เป็นสมัยใหม่ของศาสตร์-อศาสตร์: วัตถุวิสัย อมนุษย์นิยม และเครือข่ายผู้กระทำของบรูโน ลาตูร์. จันทน์ เจริญศรี (บ.ก.). ใน *ศาสตร์ อศาสตร์: เข้ามาข้างนอกออกไปข้างใน* (น.142-171). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- จักรกริช สังขมณี. (2561). ชีวิตทางสังคมของเทคโนโลยีที่เคลื่อนย้าย: เชื้อนเจ้าพระยาในฐานะวัตถุเชิงขอบเขต. ประเสริฐ แรงกล้า (บ.ก.). ใน *ชีวิตทางสังคมในการเคลื่อนย้าย* (น.313-348) คณะสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- จักรกริช สังขมณี. (2662). รัฐวิศวกรรม: มองการสร้างรัฐราชการ ผ่านปฏิบัติการเชิงเทคโนโลยี. ใน *ฟ้าเดียวกัน*, 17(2): 57-90.
- จักรกริช สังขมณี. (2564). วิถีวิทยาใน STS. ยุกติ มุกดาวิจิตร และซัชชล อัจฉนาทิตติ (บ.ก.). ใน *มานุษยวิทยาพื้นมนุษย์*. (น.53-92), กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- เซอร์ธิโอ ซิสมอนโด. (2566). *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา: ความรู้ฉบับเบื้องต้น* (ปกรณ์ เลิศเสถียรชัย, แปล). กรุงเทพฯ: อิลลูมินันซ์ เอ็ดดิชั่นส์.
- ปาณิกา สุขสม. (2563). *ความเป็นแม่เชิงเทคโนโลยี: การประกอบสร้างเชิงภววิทยาของความเป็นแม่*. (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรดุษฎีบัณฑิต) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุกติ มุกดาวิจิตร และซัชชล อัจฉนาทิตติ. (2564). *มานุษยวิทยาพื้นมนุษย์*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- รวีพล ลีมิ่งสวัสดิ์. (2567). *วัตถุเชิงเทคนิค การควบคุมความทรงจำและคอโมโลจี*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- Barman, D. (2023). Critiquing the Social Construction of Technology: Now Redundant?. *Social Epistemology Review and Reply Collective* 12(3): 1-4. <https://wp.me/p1Bfg0-7Df>.
- Basu, S. (2023). Three Decades of Social Construction of Technology: Dynamic Yet Fuzzy? The Methodological Conundrum, *Social Epistemology*, 37:3, 259-275, doi:10.1080/02691728.2022.2120783
- Bijker, W. (1987). 'The Social Construction of Bekilite': Toward a Theory of Invention.: *New Directions in the Sociology and History of Technology* (pp.159-187). MIT Press.
- Bijker, W. (1995). *Of Bicycle, Bakelites, and Bulbs Toward a Theory of Sociotechnical Change*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Bloor, D. (1991). *Knowledge and Social Imagery*, (Second edition). The University of Chicago Press.

- Bijker, W. E. (2007). Dikes and Dams, Thick with Politics. *ISIS. An International Review Devoted to the History of Science and its Cultural Influences*, 98, 109-123. <https://doi.org/10.1086/512835>
- Collin, F. (2011). *Harry Collins and the Empirical Programme of Relativism*. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9741-5_5.
- Collins, Harry M. (1981). Stages in the empirical programme of relativism. In *Knowledge and controversy: Studies of moderns natural science*, ed. Harry Collins, *Social Studies of Science* 11(1): 3-10.
- Harman, G. (2017). *Object-Oriented Ontology: A New Theory of Everything*. Great Britain: Clays Ltd.
- Hughes, T. P. (1986). The Seamless Web: Technology, Science, Etcetera, Etcetera. *Social Studies of Science*, 16, 281-292.
- Klein, H. K., & Kleinman, D. L. (2002). The Social Construction of Technology: Structural Considerations. *Science, Technology, & Human Values*, 27, 28-52.
- Kline, R. R., & Pinch, T. (1996). Users as Agents of Technological Change: The Social Construction of the Automobile in the Rural United States. *Technology and Culture*, 37, 763-795.
- Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press: Chicago.
- Law, J. (1987). Technology and Heterogeneous Engineering: The Case of Potuguse Expansion. In W. Bijker, T. Huges, & T. Pinch (Eds.), *The Social Construction of Technical Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. (pp.111-134). London: MIT Press.
- Pinch, T. (1992). Opening Black Boxes: Science, Technology and Society. *Social Studies of Science*, 22, 487-510. doi:10.1177/0306312792022003003
- Pinch, T., & Bijker, W. E. (1984). The Social Construction of Facts and Artefacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit Each Other. *Social Studies of Science*, 14, 399-441.
- Pinch, T. (2009). The Social Construction of Technology (SCOT): The Old, The New, and the Nonhuman. In Phillip, V. (Ed.), *Material Culture and Technology in Everyday Life*. (pp.45-58). New York: Peter Lang Publishing Inc.
- Shapin, S. (1995). Here and Everywhere: Sociology of Scientific Knowledge. *Annual Review Sociology*, 21, 289-321. <https://doi.org/10.1146/annurev.so.21.080195.001445>

- Tsou, T. (2023). The Next Step After Three Decades: A Reply to Basu. *Social Epistemology Review and Reply Collective* 12(3): 5-14. <https://wp.me/p1Bfg0-7DU>.
- Winner, L. (1993). Upon Opening the Black Box and Finding It Empty: Social Constructivism and the Philosophy of Technology. *Science, Technology & Human Values*, 18, 362-378.