บทที่ 4

บทวิเคราะห์

จากขอบเขตการศึกษาที่กล่าวไว้ในบทที่ 1 ว่าการศึกษานี้จะจำกัดอยู่ที่ DRAM เป็นหลัก เนื่องจาก DRAM เป็นชนิดของสารกึ่งตัวนำที่มีบทบาทสำคัญทั้งในด้านการผลิต และการแข่งขันสูงมากในอุตสาหกรรมนี้ มีความสำคัญต่อสินค้าอิเล็กโทรนิกส์มาก ถือเป็นตัวผลักดันทางเทคโนโลยี เป็นแนวทางในการผลิตสารกึ่งตัวนำอื่นๆ (technology driver) และ DRAM ถือเป็นตัวที่สำคัญที่สุดใน memory โดย DRAM มีมูลค่าการผลิตเป็นสัดส่วนถึง 70 % ของ memory ในปี 1990 การผลิต DRAM ต้องใช้เงินเป็นจำนวนมากในการลงทุนสร้างโรงงาน และยิ่งกว่านั้นผู้ผลิตจะต้องลงทุนเป็นเงินจำนวนมากทั้งในการวิจัยและพัฒนา และเครื่องมือการผลิต DRAM รุ่นต่อๆไปอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งแนวโน้มราคา DRAM จะลดลงเรื่อยๆ มีการทุ่มตลาด ตัดราคากัน และอายุของแต่ละรุ่นก็สั้นเข้าทุกที ทำให้การผลิตต้องอาศัยการผลิตจำนวนมาก เพื่อให้ต้นทุนต่อหน่วยต่ำลง และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ประเทศญี่ปุ่น สามารถมีส่วนแบ่งการตลาดแซงหน้าสหรัฐสำเร็จ โดย DRAM แต่ละรุ่น (generation) จะใช้วิธีการออกแบบไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก เป็นการทำซ้ำๆ คือเป็นการผลิตจำนวนมากเหมือนๆกัน (commodity memory) แต่ขนาดความกว้างของลายวงจรจะเล็กลงเรื่อยๆ แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 ซึ่งจะเห็นว่าใน DRAM ระดับ 1Mbit จะมีขนาด 1 micron แต่ในระดับ 4 Mbit ขึ้นไปนั้นมีขนาดความกว้างลายวงจรในระดับ submicron ทั้งสิ้นคือมีขนาดเล็กมาก และจะเป็นในลักษณะที่เป็นการเพิ่มความหนาแน่นของความจำ มีหน่วยเรียกกันเป็น Kbit หรือ 1000 bit และ Mbit หรือ 1 ล้านbit และที่กำลังจะมีในอนาคตคือ 1Gbit หรือ 1000 Mbit โดยจะมีความหนาแน่นของความจำเพิ่มขึ้นทีละ 4 เท่าตามเทคนิคการผลิต จาก 1 Kbit, 4 Kbit, 16 Kbit, 64 Kbit, 256 Kbit, 1 Mbit, 4 Mbit, 16 Mbit, 64 Mbit, 256 Mbit, 1 Gbit เป็นต้น ทำให้ต้องใช้เครื่องมือในการผลิตที่ซับซ้อนและมีความละเอียดเพิ่มขึ้น อีกทั้งราคาก็สูงตามไปด้วย โดยในบทนี้จะเป็นการศึกษาทฤษฎีวัฏจักรสินค้า (product life cycle) มาเป็นกรอบ

ตารางที่ 4.1 ขนาดความกว้างของลายวงจร (circuit line width) ของ DRAM รุ่นต่างๆ

รุ่นของ DRAM	ขนาดความกว้างของลายวงจร
1 Mbit	1.0 uM
4 Mbit	0.7 uM
16 Mbit	0.6 uM
64 Mbit	0.35 uM
256 Mbit	0.25 uM
1 Gbit	0.18 uM

ที่มา:VLSI Research Inc. (1991)

เพื่อมาอธิบายอุตสาหกรรม DRAM ทั้งในด้านการผลิต การตลาด และการย้ายฐานการผลิต รวมทั้งการคาดคะเนรูปแบบในอนาคตของ DRAM ด้วย

วัฏจักรสินค้านั้นโดยปกติจะใช้อธิบายสินค้าทั่วไป โดยมีประเด็นสำคัญคือว่าเมื่อวัฏจักรมาถึงระยะสุดท้าย (decline state) ก็จะเป็นระยะที่มีการย้ายฐานการผลิต ไปผลิตในประเทศอื่นๆ เพื่ออาศัยประโยชน์จากแรงงานราคาถูก เนื่องจากการแข่งขันในด้านราคา และในท้ายสุดประเทศผู้คิดค้นก็จะกลายมาเป็นผู้นำเข้า เนื่องจากราคาถูกกว่า เช่นกรณีโทรทัศน์ ซึ่งเมื่อเริ่มแรกสหรัฐเป็นผู้คิดค้น และในระยะสุดท้ายนั้น ประเทศสหรัฐต้องนำเข้าจากประเทศอื่นๆ เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี โดยโทรทัศน์นั้นถือว่าเป็นสินค้าที่อยู่ตัวแล้ว (mature) คือมีแค่การเปลี่ยนแปลงเล็กๆน้อยๆ (minor change) เช่นขนาดของจอ หรือระบบเสียง แต่การเปลี่ยนแปลงอย่างมากๆ (major change) ไม่มี หรือจะมีก็ไม่ได้เกิดอย่างต่อเนื่อง ซึ่งก็น่าจะนับได้ว่าเป็นสินค้าตัวใหม่ ที่เริ่มวัฏจักรใหม่ เช่นโทรทัศน์ที่มีรายละเอียดสูงมาก (high definition TV - HDTV) เป็นต้น แต่ในผลิตภัณฑ์วงจรรวม DRAM นี้ตัวผลิตภัณฑ์โดยรวมยังไม่นับว่าอยู่ตัว เพราะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา โดยการเปลี่ยนแปลงใน DRAM นั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงในความจุของความจำเป็นสำคัญ คือจะมีการเพิ่มตลอด จาก 1 Kbit , 4 Kbit, 16 kbit, 64 kbit, 256 Kbit, 1 Mbit, 4 Mbit, 16 mbit, 64 Mbit ไปเรื่อยๆทีละ 4 เท่าตามเทคนิคการผลิต ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง

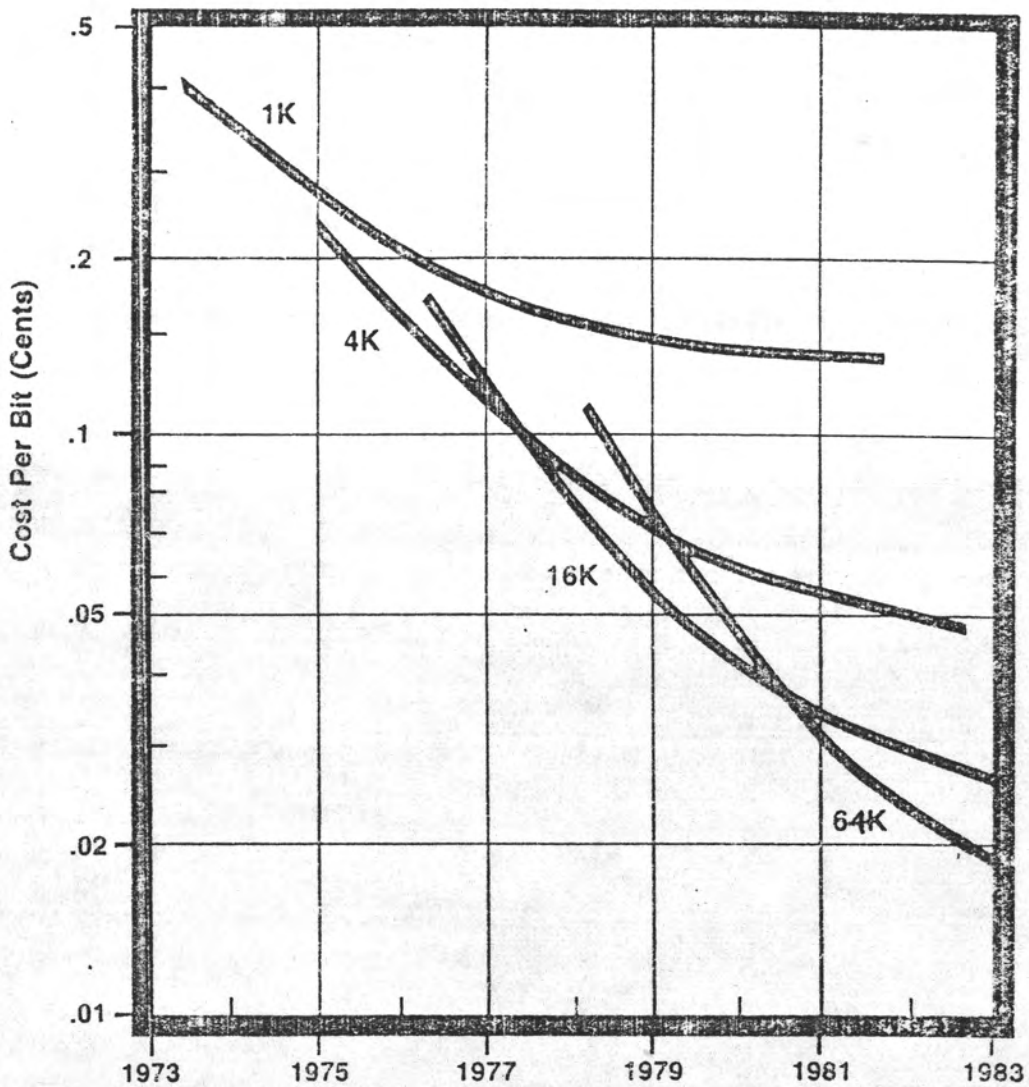
โดยในการศึกษานี้จะศึกษา DRAM โดยแบ่งกลุ่มการศึกษาเป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะการตลาด โดยกลุ่มแรก คือ 1 Kbit , 4 Kbit, 16 kbit, 64 kbit กลุ่มที่สองคือ 256 Kbit, 1 Mbit, 4 Mbit และกลุ่มที่สามคือ 16 Mbit ,64 Mbit, 256 Mbit เหตุผลที่มีการแบ่งเป็น 3 กลุ่มตามลักษณะการตลาดคือ เพื่อจะได้ศึกษาลักษณะตลาด การแข่งขันใน DRAM ประกอบกับทฤษฎีวัฏจักรสินค้าได้เข้าใจยิ่งขึ้น โดยแบ่งเป็นกลุ่ม DRAM ที่แทบจะไม่มีการผลิตแล้ว กลุ่มที่มีการผลิตอยู่ และกลุ่มที่ยังไม่มีการผลิตในเชิงพาณิชย์มากนักในปัจจุบัน (1992) โดยการแบ่งกลุ่มโดยเกณฑ์การตลาดนี้สามารถอธิบายเหตุการณ์ได้ดีพอสมควร (แต่ถ้าการแบ่งกลุ่มทำโดยเกณฑ์ทางเทคนิคการผลิต จะสามารถแบ่งกลุ่มได้ต่างจากการแบ่งกลุ่มทางการตลาด โดยแบ่งกลุ่มแรกเป็น 1 Kbit, 4 Kbit, 16kbit, 64 Kbit กลุ่มที่สองแบ่งเป็น 256 Kbit, 1Mbit และกลุ่มสาม คือเป็นกลุ่มที่มีการผลิตเป็น sub-micron ได้แก่ 4 Mbit, 16

Mbit, 64 Mbit, 256 Mbit ซึ่งการแบ่งกลุ่มตามเทคนิคการผลิต จะนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ตลาด และการแข่งขันในปัจจุบัน (1992) ไม่ได้มากนักจึงใช้เกณฑ์การตลาดเป็นหลัก)

โดยในกลุ่มแรกนั้นเป็นช่วงเริ่มต้นของอุตสาหกรรม DRAM ที่สหรัฐเป็นผู้นำในเทคโนโลยีและ ยังเป็นผู้นำและครองตลาดเป็นส่วนใหญ่ การแข่งขันในช่วงแรกยังไม่สูงมากนัก ทั้งในด้านราคา และการแย่งตลาด แต่จะมีการแข่งขันสูงมากในช่วงตอนท้าย ในกลุ่มแรกนี้ถือเป็นกลุ่มที่เป็นอดีต คือไม่มีการผลิตในระดับนี้แล้ว ในกลุ่มที่สองนั้น ประเทศญี่ปุ่นเริ่มเป็นผู้นำตลาดและเทคโนโลยีเหนือประเทศสหรัฐ กลุ่มนี้มีการแข่งขันสูงทั้งในด้านการตัดราคา ทุ่มตลาด การร้องเรียนปัญหาการค้าระหว่างประเทศ และการแข่งขันในด้านเทคโนโลยีการผลิต ที่มีต้นทุนการลงทุนสูงขึ้นทุกที อีกทั้งมีการปกป้องตลาดภายในประเทศมากทั้งทางภาษีศุลกากรและมาตรการที่ไม่ใช่ภาษี (non-tariff barrier) อีกทั้งมีการเข้ามาของประเทศหน้าใหม่ได้แก่ประเทศเกาหลีใต้และไต้หวัน เข้ามาแข่งขัน ในกลุ่มที่สองนี้ถือเป็นกลุ่มที่กำลังมีการผลิตอยู่ในปัจจุบัน(1992) และกลุ่มสุดท้ายกลุ่มที่สามเป็นกลุ่มที่ยังไม่การผลิตในเชิงพาณิชย์มากนัก หรือ ยังไม่มีการผลิตเป็นจำนวนมาก เป็นที่คาดว่าในกลุ่มนี้ประเทศญี่ปุ่นก็ยังคงเป็นผู้นำอยู่ เนื่องจากข้อได้เปรียบจำนวนมาก เช่น การรวมกลุ่มในแนวตั้ง (vertical integration) ความแข็งแกร่งของอุตสาหกรรมปลายน้ำ เช่นอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กโทรนิกส์ และอุตสาหกรรมต้นน้ำได้แก่อุตสาหกรรมเครื่องมือการผลิตสารกึ่งตัวนำ หรือประสบการณ์ในการผลิต (learning curve) แต่ในกลุ่มนี้คาดว่าจะมีการแข่งขันกันสูงมาก ประเทศผู้นำต่างๆ เช่น กลุ่มประเทศยุโรป ประเทศสหรัฐ หรือประเทศเกาหลีใต้ ต่างก็วางแผนที่จะพัฒนา DRAM ในกลุ่มนี้ให้แข่งขันกับประเทศญี่ปุ่นได้ โดยผ่านทั้งความช่วยเหลือของรัฐบาล และการรวมกลุ่มกันเองระหว่างภาคเอกชน โดยกลุ่มนี้เป็นกลุ่มของการผลิตในอนาคต

การเปรียบเทียบราคาแต่ละรุ่นของ DRAM โดยทั่วไปจะเปรียบราคาต่อ bit เพื่อที่จะได้ทราบราคาที่แท้จริง ดังแสดงในภาพที่ 4.1 จะเห็นว่า DRAM รุ่นที่ออกมานั้นจะมีความชันของเส้นเพิ่มขึ้นทุกที แสดงให้เห็นถึงราคาต่อ bit ของ DRAM ลดลงเร็วมากกว่ารุ่นเดิมเรื่อยๆ โดยในแต่ละรุ่น (generation) ของ DRAM ก็อาจมีวัฏจักรของตัวมันเอง คือมีการคิดค้น การส่งออก การตลาด การย้ายฐานการผลิต แต่ DRAM โดยมาก วัฏจักรจะไม่ครบ การย้ายฐานการ

ภาพที่ 4.1 ราคาต่อ bit ของ DRAM แต่ละรุ่น



Source: Robert N. Noyce, "Microelectronics", in T. Forester, ed., *The Microelectronics Revolution* (Cambridge, MIT Press, 1981).

ผลิตในบางรุ่น อาจจะไม่เกิดเนื่องจาก ในรุ่นนั้นมีอายุวัฏจักรสั้น ถูกแทนโดยรุ่นใหม่อย่างรวดเร็ว ทำให้ข้ามขั้นตอนการย้ายการผลิตในรุ่นนั้นไป การที่มีการเปลี่ยนแปลงไปสู่รุ่นใหม่ (transition) นั้นไม่ได้นับตรงจุดที่มีรุ่นใหม่ออกสู่ตลาด แต่นับที่รุ่นใหม่นั้นสามารถมีจำนวนหน่วยที่ผลิตสูงกว่ารุ่นเก่า โดยปัจจัยสำคัญที่น่าสังเกตุในการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่รุ่นใหม่ (transition) นั้น มี 2 ปัจจัยคือ ราคาต่อ bit และ อุปสงค์ต่อ DRAM จากผู้ผลิตสินค้า โดยปกติการเปลี่ยนแปลงสู่รุ่นใหม่จะเกิดขึ้นเมื่อราคาต่อ bit ของรุ่นใหม่เริ่มถูกกว่ารุ่นเก่า และมีความต้องการจากผู้ใช้สูง (โดยทั่วไปคือผู้ผลิตคอมพิวเตอร์) นอกเหนือจากปัจจัย 2 ปัจจัยข้างต้นนั้นมีปัจจัยที่สำคัญอีกประการอยู่เบื้องหลังระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงรุ่น คือการตัดสินใจของบริษัทผู้ผลิตในการนำ DRAM รุ่นใหม่วางตลาด ซึ่งไม่ได้เป็นไปตามเทคนิคการผลิต คือเมื่อคิดค้น DRAM รุ่นใหม่ออกมาได้แล้วจะไม่นำออกสู่ตลาดโดยทันที แต่จะรอระยะหนึ่งให้รุ่นก่อนขายไปได้เรื่อยๆเพื่อให้ได้กำไรคุ้มกับต้นทุนที่ลงไปให้มากที่สุด ตราบเท่าที่ราคา DRAM ยังไม่ตกลงมาก และยังไม่มีคู่แข่งออกรุ่นใหม่มา หลังจากนั้นจึงนำรุ่นใหม่ที่คิดค้นได้ออกสู่ตลาด ดังนั้นการตัดสินใจนำ DRAM ออกสู่ตลาดจึงใช้ปัจจัยการตลาดมากกว่าปัจจัยทางเทคโนโลยี ดังตารางที่ 4.2 จะพบว่าใน 64 Kbit และ 256 Kbit ระยะเวลาห่างที่นำออกสู่ตลาดหลังจากที่คิดค้นได้ เป็นเวลาประมาณ 3 ปี ซึ่งเป็นระยะเวลาที่บริษัทผู้ผลิตสามารถทำกำไรได้แล้วในแต่ละรุ่น แต่ในรุ่น 1 Mbit นั้นระยะเวลาที่คิดค้นได้และนำออกสู่ตลาด ลดลงเหลือแค่ 1 ปี เนื่องมากจากราคา 256 Kbit ได้ลดลงมามากเนื่องมาจากการตัดราคากัน เริ่มไม่คุ้มที่จะผลิต และมีอุปสงค์ใน 1 Mbit จากผู้ใช้รออยู่มาก รวมทั้งประเทศคู่แข่งเช่นประเทศเกาหลีใต้ก็เตรียมจะนำออกสู่ตลาด จึงทำให้ผู้ผลิต DRAM นำ 1 Mbit ออกสู่ตลาดเร็วขึ้นหลังจากคิดค้น ส่วน 4 Mbit นั้นระยะเวลาห่างที่วางตลาดหลังจากคิดค้นได้ เพิ่มขึ้นเป็น 2 ปีกว่า เนื่องจาก DRAM 1 Mbit นั้นเป็นรุ่นที่ผู้ใช้นิยมมาก ขายได้เป็นระยะเวลานาน เพราะผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ผลิตโดยใช้ DRAM ในรุ่นนี้ออกมาเป็นจำนวนมาก ขณะที่อุปสงค์ใน 4 Mbit จากผู้ใช้ก็ยังไม่มากเนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ความจำสูงๆ ยังไม่มีการผลิตจำนวนมากในตลาด และต้นทุนการผลิตใน 4 Mbit ซึ่งเป็นการผลิตในระดับ submicron สูงขึ้นมากถึง 700 ล้านเหรียญสหรัฐ ทำให้ผู้ผลิตลังเลที่จะผลิตออกสู่ตลาดในขณะที่ยังมีตลาดขนาดไม่ใหญ่มากนัก และคาดว่า 4 Mbit จะอยู่ในตลาดได้ไม่นาน เพราะในปลายปี 1988 ผู้ผลิตก็ได้ผลิต 16 Mbit ได้ออกมาไล่กันมาก ทำให้มี DRAM ถึง 2 รุ่นอยู่ในมือผู้ผลิตพร้อมกัน ทำให้มีผู้คาดการณ์ว่าผู้ผลิตลังเลที่จะผลิต 4 Mbit ซึ่งต้องใช้ต้นทุนสูง และเวลาที่จะอยู่

ตารางที่ 4.2 ปีที่คิดค้นทางเทคนิค และปีที่นำออกสู่ตลาด ของ DRAM แต่ละรุ่น

รุ่นของ DRAM	ปีที่คิดค้นทางเทคนิคได้	ปีที่นำออกสู่ตลาด	ระยะเวลาห่าง
64 Kbit	1978	1981	3
256 Kbit	1980	1983	3
1 Mbit	1985	1986	1
4 Mbit	ต้นปี 1988	1990	2
16 Mbit	ปลายปี 1988	1991	2
64 Mbit	1990	1993	3

ที่มา: Electronics (various issues)

ในตลาดสั้น โดยต้องการจะโดดข้ามไปผลิตในรุ่น 16 Mbit เลย ส่วนในรุ่น 64 Mbit นั้น ตลาดในปี 1990 ที่คิดค้นได้นั้นยังไม่มีตลาดขนาดใหญ่ที่จะรองรับ อีกทั้งต้นทุนในการผลิตรุ่นก่อนคือ 16 Mbit สูงมากทำให้ การนำสู่ตลาดคาดว่าจะหลังจากคิดค้นนานถึง 3 ปี เพื่อผลิตรุ่น 16 Mbit ให้คุ้มทุนก่อน

หลังจากมีการเปลี่ยนแปลงไปสู่รุ่นใหม่แล้วราคาต่อ bit ของรุ่นใหม่ก็จะลดลงเรื่อยๆ ทำให้จำนวนหน่วยการผลิตรุ่นใหม่จะมากขึ้นเรื่อยๆ ขณะที่รุ่นเดิมการผลิตก็จะลดลงไปเรื่อยๆ จนหยุดการผลิต แต่ในบางกรณีเช่นกรณีการเปลี่ยนรุ่นจาก 256 Kbit ไปสู่ 1 Mbit DRAM นั้น จำนวนหน่วยที่ผลิตของ 1 Mbit มากกว่า 256 Kbit ก่อนหน้าที่ราคาต่อ bit ของ 1 Mbit จะต่ำกว่าราคาต่อ bit ของ 256 Kbit เสียอีก ที่เป็นเช่นนี้เพราะมีแรงผลักดันทางอุปสงค์ (demand push) คือผู้ใช้ DRAM ซึ่งก็คือผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ได้มีการออกแบบคอมพิวเตอร์ที่ต้องการใช้หน่วยความจำขนาด 1 Mbit ออกมา ทำให้แม้มีราคาต่อ bit สูงกว่าก็ยังคงมีผู้ต้องการ หรือในกรณี 4 Mbit นั้นแม้ราคาต่อ bit จะต่ำกว่า 1 Mbit แล้วก็ตาม แต่การเปลี่ยนแปลงจาก 1 Mbit ไปสู่ 4 Mbit ก็ยังไม่เกิดขึ้น หรือ จำนวนหน่วยที่ผลิตของ 4 Mbit ก็ยังต่ำกว่า 1 Mbit ทั้งนี้เป็นเพราะผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ยังไม่เปลี่ยนแปลงการผลิตไปสู่รุ่นใหม่ๆที่ต้องการความจำสูงๆ เช่น 4 Mbit มากนัก ซึ่งได้แก่ workstation หรือ LAN เนื่องจากตลาดของคอมพิวเตอร์ประเภทนี้ยังเล็กอยู่

1 Kbit DRAM

อุตสาหกรรม DRAM ก็เหมือนกับอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำชนิดอื่นๆ ที่ในระยะเริ่มแรกประเทศสหรัฐเป็นผู้คิดค้น (innovator) เนื่องจากสหรัฐเป็นผู้นำในวงจรรวม และเพิ่งคิดค้นเทคโนโลยีการผลิตวงจรรวมชนิด CMOS โดยเป็นเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดการผลิต DRAM โดยถือว่าเป็นการพัฒนาทางเทคโนโลยีไปอีกขั้น (technology breakthrough) โดยในระยะเริ่มต้นนั้นสหรัฐผลิต DRAM ในระดับความจุ 1 KbitDRAM ได้ในปีปลายปี 1970 ซึ่งถือเป็นรุ่นแรก (first generation) ของ DRAM โดยบริษัท Intel และ Advanced Memory

System ในระยะแรกของการผลิตนั้น สหรัฐเป็นผู้ครองตลาดและผูกขาดในระยะแรก ในระยะนี้เทคโนโลยีการผลิต และกระบวนการผลิตยังไม่เป็นมาตรฐาน มีการผลิตโดยบริษัทต่างๆ ของสหรัฐออกมาเรื่อยๆ โดยมีเทคโนโลยีในการผลิตต่างกันบ้าง มีคู่แข่งน้อยรายใน 1Kbit DRAM ราคาเฉลี่ยประมาณ 10 เหรียญสหรัฐ และราคาไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยในช่วงต้นประเทศญี่ปุ่น และกลุ่มประเทศยุโรปยังไม่สามารถผลิตได้ โดยสหรัฐก็ได้เริ่มส่งออกในช่วงนี้ด้วย ใน 1KbitDRAM นี้ยังไม่มีการย้ายฐานการผลิต เนื่องจากเพิ่งออก DRAM มาเป็นรุ่นแรก ยังไม่มีคู่แข่ง ประเทศคู่แข่งอื่นๆยังตามเทคโนโลยีการผลิตไม่ทัน อีกทั้งยังไม่ต้องลดต้นทุนโดยการใช้แรงงานที่มีราคาถูกในต่างประเทศ เนื่องจากยังผูกขาดตลาด และ การแข่งขันราคายังไม่มี และความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคามีค่าต่ำ (price inelastic) การตั้งราคาสามารถตั้งได้ตามใจชอบ ต่อมาประเทศญี่ปุ่นก็เข้ามาสู่ 1KbitDRAM กลางปี 1972 (ตามหลังสหรัฐอยู่ 1 ปีครึ่ง) แม้ส่วนแบ่งตลาดของญี่ปุ่นมีน้อยมากคือ 5% ขณะที่สหรัฐมีสัดส่วน 95 % ของตลาดโลก แต่ในตลาดของประเทศญี่ปุ่นเองนั้น 1 Kbit มียอดขายเพิ่มมาก เนื่องจากมีความต้องการจากผู้ผลิตเครื่องคิดเลขซึ่งกำลังติดตลาด และในช่วงของการเริ่มต้นอุตสาหกรรม DRAM ใน 1 Kbit นั้น ได้เกิดการแข่งขันในอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ส่งผลต่ออุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำ คือ IBM ได้นำคอมพิวเตอร์ 370 (รุ่น 3) ออกสู่ตลาด โดยใช้ RAM memory chips 1 Kbit รุ่นใหม่ ซึ่งทำความกังวลให้กับประเทศญี่ปุ่น ที่กำลังจะไล่ตามคอมพิวเตอร์ของ IBM ในรุ่นที่สอง จึงเป็นจุดให้ประเทศญี่ปุ่น โดยกระทรวงอุตสาหกรรมและการค้าระหว่างประเทศ ของญี่ปุ่น (Ministry of International Trade and Industry - MITI) หันเป้าหมายมาสนับสนุนอุตสาหกรรม DRAM เนื่องจาก MITI ตระหนักว่าปัจจัยที่จะทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถสูงขึ้นไป คือ DRAM รุ่นใหม่ๆ โดยตั้งเป้าหมายจะครองตลาดนำหน้าสหรัฐให้ได้ใน 64 Kbit DRAM ซึ่งเป้าหมายของ MITI นี้นำมาสู่การแข่งขันอย่างรุนแรงในอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำ วัฏจักรนี้ในระยะสุดท้ายนั้น ไม่ได้เป็นไปตามทฤษฎีคือสหรัฐไม่ได้นำเข้า 1 Kbit DRAM จากต่างประเทศ เนื่องจาก 1 Kbit เป็นรุ่นแรกเพิ่งออก และคู่แข่งยังตามไม่ทัน แต่วัฏจักรจบลงเพราะมี DRAM รุ่นใหม่ออกมา ในระดับ 4 Kbit ในปี 1973 ทำให้เกิดมีการเปลี่ยนแปลงรุ่น (transition) ในปี 1974 ซึ่งอยู่ในระยะคาบเกี่ยวกับการออกสู่ตลาดของรุ่น 4 Kbit DRAM ที่ออกในปี 1973 เป็นที่น่าสังเกตุคือ การเปลี่ยนแปลงรุ่นในขั้นนี้เปลี่ยนแปลงได้ในเวลาอันสั้น คือ 1 ปีหลังจากรุ่นใหม่ออกมา เนื่องจากราคาต่อ bit ของ 4Kbit ลดลงเร็วมากต่ำกว่ารุ่นเดิม

ภายใน 1 ปี (นอกจากราคาต่อ bit จะต่ำกว่าแล้วคุณสมบัติโดยรวมของรุ่นใหม่จะดีขึ้นกว่าเดิม เช่นการใช้พลังงาน ความเร็ว ขนาด) เนื่องจากขั้นตอนการผลิตไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก ยังคงใช้สายการผลิตเดิมในโรงงานเดิมได้ ทำให้ต้นทุนคงที่ไม่สูงในรุ่น 4 Kbit จึงมาแทนรุ่น 1 Kbit ได้อย่างรวดเร็ว

4 Kbit DRAM

รุ่นต่อมาคือรุ่น 4 Kbit DRAM บริษัทของสหรัฐก็ยังเป็นผู้นำในรุ่นนี้ 4 Kbit ออกสู่ตลาดในปี 1973 โดยบริษัท Intel, Texas Instruments และ Mostek โดยกระบวนการผลิตเริ่มเป็นมาตรฐาน คือระบบของ บริษัท Mostek ในรุ่นนี้ขนาดของตลาดใหญ่กว่าในรุ่นที่แล้วมาก เนื่องจากราคาขายต่อ bit ได้ลดลงมา และมีความหนาแน่นของความจำเพิ่มขึ้น 4 เท่า และใช้พลังงานลดลงกว่ารุ่นเก่า อีกทั้ง เครื่องใช้ไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ก็มีอุปสงค์ต่อ 4 Kbit มาก ใน DRAM รุ่นนี้เทคโนโลยีการผลิตยังคงเหมือนเดิมกับในรุ่น 1 Kbit เพียงแต่เพิ่มความหนาแน่นสูงขึ้นไป แต่บริษัทสหรัฐก็ยังเป็นผู้นำอยู่ อาจเนื่องมาจากอุตสาหกรรมอิเล็กโทรนิกส์ของสหรัฐขณะนั้นยังเป็นผู้นำตลาดอยู่ ทำให้มีอุปสงค์ต่อ DRAM มาก ยังไม่มีการแข่งขันในด้านราคา เนื่องจากยังไม่มีคู่แข่ง โดยมีประเทศญี่ปุ่นเริ่มการผลิตตามมา โดยความช่วยเหลือของ MITI แต่ประเทศญี่ปุ่นยังคงเน้นผลิตเพื่อใช้ในประเทศ โดยผลิตออกมาในปี 1974 (ช้ากว่าสหรัฐ 8 เดือน) สัดส่วนของสหรัฐใน 4 kbitDRAM เท่ากับ 85 % ส่วนประเทศญี่ปุ่นมีสัดส่วน 10 % และใน 4 Kbit DRAM นี้จะผลิตถึงจำนวนสูงสุด ในปี 1976 ซึ่งเป็นช่วงที่คาบเกี่ยวกับการออกสู่ตลาดของ 16 Kbit ที่ออกสู่ในปี 1975 โดยมีการเปลี่ยนแปลงรุ่นจาก 4 Kbit ไปสู่รุ่น 16 Kbit นั้นในช่วงปี 1978 โดยเหตุผลที่เปลี่ยนแปลงรุ่นก็เหมือนกับในกรณี 1Kbit คือราคาต่อ bit ของ 4Kbit ต่ำกว่า 1 Kbit ในช่วงนั้น และวัฏจักรยังคงเหมือนเดิมกับ 1 Kbit คือวัฏจักรไม่ตรงเป็นไปตามทฤษฎีวัฏจักรสินค้าเท่าใดนัก โดยยังไม่มีการนำเข้าจากต่างประเทศในระยะสุดท้ายของวัฏจักร

16 Kbit DRAM

DRAM รุ่นต่อมาคือรุ่น 16 Kbit เป็นรุ่นที่มีความสำคัญ ถือเป็นจุดเปลี่ยนแปลงต่ออุตสาหกรรม DRAM เนื่องจากประเทศญี่ปุ่นจะมีสัดส่วนยอดขายเพิ่มขึ้นมากในรุ่นนี้ โดย 16 Kbit เริ่มนำออกสู่ตลาดโดยบริษัท ได้แก่บริษัท Intel, Texas Instruments และ Mostek ในปี 1975 ซึ่งในระยะ 2 ปีแรกที่นำเข้าสู่ตลาดนี้ สหรัฐยังคงเป็นผู้นำในตลาดอยู่ โดยในปีที่นำเข้าสู่ตลาดนี้นั้น อุตสาหกรรม DRAM อยู่ในช่วงตกต่ำ บริษัทของสหรัฐได้หยุดการลงทุนเพิ่มเติมในการขยายโรงงาน หรือสร้างโรงงานใหม่ แต่ในปี 1978 นั้นเป็นช่วงที่เศรษฐกิจฟื้นตัว นับว่าเป็นช่วง peak ของ 16 Kbit โดยบริษัท IBM ผลิตคอมพิวเตอร์รุ่น 4300 ออกสู่ตลาดและขายดีมาก และมีอุปสงค์ต่อ 16 Kbitมากในช่วงนี้ ทำให้มีอุปสงค์เกินกว่าที่ผู้ผลิตสหรัฐจะผลิตเพื่อป้อนต่อความต้องการได้ทัน เนื่องจากได้หยุดการขยายและลงทุนในโรงงาน ในช่วงตกต่ำ และขยายตัวในระยะสั้นได้ไม่ทัน ขณะที่บริษัทของญี่ปุ่นได้เข้ามาสู่ตลาด 16 Kbit ตามหลังสหรัฐ 10 เดือน ได้ลงทุนเพิ่มและขยายโรงงาน รวมทั้งการผลิตอย่างต่อเนื่อง ในช่วงที่เศรษฐกิจตกต่ำ เป็นผลให้เวลาที่เศรษฐกิจฟื้นตัว และมีอุปสงค์เพิ่มขึ้นมาก บริษัทญี่ปุ่นสามารถตอบสนองความต้องการของตลาดสหรัฐโดยส่งออกไปได้ทันที อีกทั้งมีการตัดราคากันอย่างมากใน 16 Kbit นี้ โดยในปี 1979 ราคาเท่ากับ 20 เหรียญสหรัฐซึ่งเป็นช่วงที่มีความต้องการใน 16 Kbit มาก และลดลงเหลือ 2 เหรียญสหรัฐ ในปี 1980 เนื่องจากผู้ผลิตสหรัฐเริ่มปรับตัวผลิตออกมาแข่งขันได้ ทำให้เกิดการแข่งขันกันตัดราคา ทำให้สัดส่วนของ 16 KbitDRAM ของญี่ปุ่นเพิ่มขึ้นมากสูงถึง40 % ในปี 1981 (จากเดิมใน 4 Kbit ที่มีสัดส่วนการขายเพียง 10 %) ส่วนของสหรัฐซึ่งเคยเป็นผู้นำตลาดของโลกอยู่ รวมทั้งตลาดในประเทศตนเอง ก็เสียตลาดของตนเองไป เหลือสัดส่วนการขาย 55 % และการเปลี่ยนแปลงจาก 16 Kbit ไปสู่รุ่น 64 Kbit นั้นเกิดในช่วงปี 1980 หลังจากที่ 16 Kbit ออกสู่ตลาด 5 ปี

64 Kbit DRAM

DRAM ต่อมาคือ 64 Kbit ออกตลาดในปี 1978 โดยบริษัท Fujitsu ของประเทศญี่ปุ่น นับเป็นรุ่นแรกที่ประเทศญี่ปุ่นนำสู่ตลาดก่อนประเทศสหรัฐ โดยนำหน้าสหรัฐอยู่ 3 เดือน โดย Intel ตามออกมาทีหลัง ซึ่งอาจสืบเนื่องมาจากรุ่นก่อนที่ประเทศญี่ปุ่นสามารถไปแย่งสัดส่วนการขายของสหรัฐมาได้มาก และมีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง โดยการสนับสนุนของรัฐบาลอย่างสูงผ่านกระทรวงการค้าระหว่างประเทศและอุตสาหกรรม (Ministry of International Trade and Industry - MITI) และ Nippon Telephone & Telegraph - NTT ในการให้การสนับสนุน การวิจัยและพัฒนา รวมทั้งวิศวกรจาก NTT รวมทั้งนโยบายการจัดซื้อของ NTT ที่มุ่งซื้อ DRAM กับผู้ผลิตในประเทศก่อน ในโครงการ VLSI project ที่มุ่งผลิต 64 K โดยมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้ผู้ผลิตญี่ปุ่นต่อไป และได้เข้ามาครองตลาดแทนสหรัฐ โดยมีสัดส่วนถึง 70 % ในยอดขายทั่วโลก และได้ประสบสำเร็จครองตลาดในรุ่นต่อๆมาของ DRAM ตลอดถึงปัจจุบัน(1992) โดยใน 64 Kbit นี้ peak ในปี 1983 - 1984 เนื่องจากเศรษฐกิจของสหรัฐขยายตัว ยอดขายวีดีโอ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพิ่มขึ้นมาก ซึ่งผู้ที่ได้ประโยชน์จากการขยายตัวนี้คือ ประเทศญี่ปุ่น โดยมีการตัดราคากันมาก เนื่องมาจากอัตราส่วนราคาต่อต้นทุน64 Kbit ของสหรัฐสูงมาก เนื่องจากตั้งราคาไว้สูงมากเมื่อเทียบกับต้นทุน เพื่อต้องการให้มี margin ต่อหน่วยให้มากเพื่อไปหักล้างกับต้นทุน และการวิจัยและพัฒนาที่สูง ทำให้ประเทศญี่ปุ่นอาศัยช่วงนี้ตัดราคา เพื่อมุ่งหวังจะมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเพื่อให้การผลิตของตนมีขนาดจำนวนมากให้ได้ เพื่อจะให้ต้นทุนต่อหน่วยต่ำลงให้ได้ เนื่องจากต้นทุนคงที่สูงมาก โดยเอากำไรต่อหน่วยต่ำ ราคา 64 Kbit ได้ลดลงมาอย่างต่อเนื่อง จากราคา 35เหรียญสหรัฐ ในปี 1980 , 11.5 เหรียญสหรัฐ ในปี 1981 และเหลือ 3.1 เหรียญสหรัฐ ในปี 1984 และเหลือเพียง 0.8หรียญสหรัฐ ในปี 1986 นอกจากจะเป็นการแข่งขันระหว่างประเทศญี่ปุ่น กับสหรัฐแล้ว ใน 64 Kbit นี้ประเทศเกาหลีใต้ก็เริ่มเข้ามาสู่การแข่งขัน DRAM เป็นครั้งแรก โดยบริษัท Sumsung ผลิต 64 Kbit ได้ในปี 1983 โดยการสนับสนุนของรัฐบาลผ่านสถาบันเทคโนโลยีอิเล็กโทรนิกส์ของเกาหลี (Korean Institue of Electronics Technology - KIET) ในปี 1979 โดยมีการพึ่งเทคโนโลยีจากสหรัฐมากกว่าประเทศญี่ปุ่น ทั้งๆที่ประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้นำ อาจเนื่องมาจากข้อขัดแย้งทางประวัติศาสตร์ในอดีต และประกาศแผน

Semiconducctor Industry Promotion Plan โครงการมูลค่า 2 พันล้านเหรียญสหรัฐ โดยการเข้าร่วมของบริษัทเอกชน Sumsung, Lucky Goldstar, Hyundai ร่วมกัน โดยมุ่งเน้นเริ่มผลิต 64 Kbit แต่ในระยะแรกนี้เกาหลีไม่สามารถสู้กับประเทศญี่ปุ่นได้ เนื่องจากประเทศญี่ปุ่นมีการทุ่มตลาดจากความได้เปรียบที่ตนเองมี และคุณภาพที่เหนือกว่า ในวัฏจักรของ 64 kbit นี้มีการเปลี่ยนแปลงในวัฏจักรคือประเทศสหรัฐซึ่งเดิมเป็นเจ้าของเทคโนโลยีในการผลิตและเป็นผู้นำในตลาด ก็เสียความเป็นผู้นำทางเทคโนโลยีและการตลาด ให้กับประเทศญี่ปุ่น โดยหันมานำเข้า 64 Kbit จำนวนมากจากญี่ปุ่น และมีผู้ผลิตคู่แข่งเพิ่มขึ้นมาคือ เกาหลีใต้ ซึ่งแต่เดิมเป็นแค่ฐานในการประกอบ (assembly) ของสหรัฐเท่านั้น โดย 64 Kbit มีการเปลี่ยนไปสู่รุ่นใหม่ 256 Kbit ในปี 1985 -1986

256 Kbit DRAM

รุ่นถัดมาคือ 256 Kbit เป็นรุ่นที่มีความสำคัญเช่นเดียวกับ 64 Kbit และมีความเกี่ยวโยงในการแข่งขันอย่างใกล้ชิด ออกวางตลาดในปี 1983 โดยบริษัทญี่ปุ่น ในรุ่นนี้ประเทศญี่ปุ่นนำหน้าสหรัฐอยู่ถึง 1 ปี และมีการผลิตถึง peak ในปี 1986 โดยประเทศญี่ปุ่นมีส่วนแบ่งการตลาดสูงถึง 90 % ขณะที่สหรัฐมีสัดส่วนเหลือไม่ถึง 10 % ในปี 1986 จะเห็นได้ว่าในรุ่นนี้ประเทศญี่ปุ่นครองตลาดเกือบจะทั้งหมด โดยในรุ่นนี้เป็นรุ่นที่มีการทุ่มตลาดโดยการตัดราคาสูงมากที่สุดจากบริษัทญี่ปุ่น นับตั้งแต่ 1 Kbit ได้ถูกผลิตออกมา โดยราคาในปีที่เริ่มนำออกสู่ตลาดเท่ากับ 80 เหรียญสหรัฐ และลดลงมาอย่างต่อเนื่อง ในปี 1984 มีราคา 32 เหรียญสหรัฐ ปี 1985 มีราคา 10 เหรียญสหรัฐ และเหลือเพียง 3.3เหรียญสหรัฐในปี 1988 สาเหตุที่บริษัทของสหรัฐไม่สามารถแข่งขันได้เนื่องจากต้นทุนการผลิตได้สูงขึ้นมากในระดับ 256 Kbit แม้ว่าเทคนิคการผลิตยังคงเหมือนเดิมแต่ต้องมีการเปลี่ยนเครื่องจักรในการผลิตใหม่ตลอดเวลา เนื่องจากรุ่นใหม่ที่มีความจุของความจำมากขึ้น ต้องใช้เครื่องจักรที่มีความละเอียด มากขึ้นที่มีราคาสูง ทำให้ราคา 256 Kbit มีต้นทุนสูง และประเทศสหรัฐก็ไม่สามารถแข่งขันในด้านราคาได้ เนื่องจากการที่มีต้นทุนการผลิตสูง ต้องมีการผลิตจำนวนมากให้ได้ เพื่อให้ต้นทุนต่อหน่วยต่ำลง อีกทั้ง DRAM ของประเทศญี่ปุ่นมีคุณภาพสูง และราคาถูก มีอัตราเสีย (failure rate) ต่ำทำให้ได้ผลได้ (yeild) สูงกว่า ทำให้ต้นทุนต่ำกว่าในส่วนหนึ่ง อีกทั้งประเทศสหรัฐไม่มีการรวมกลุ่มในแนว

ตั้งเพื่อ supply ให้สินค้าในเครือ ทำให้ไม่สามารถแข่งขันตัดราคากับประเทศญี่ปุ่นได้ และผู้ผลิตเครื่องมือในการผลิต DRAM ในขั้นตอนที่สำคัญคือการเจือสาร (fabrication) โดยเครื่อง stepper นั้นประเทศญี่ปุ่นก็ครองตลาดอยู่ โดย Nikon และ Canon ซึ่งก็เป็นบริษัทในเครือของ Mitsubishi และ Oki ทำให้ญี่ปุ่นได้เปรียบสหรัฐอีกในการซื้อเครื่องมือในการผลิตรุ่นใหม่ๆ ได้เร็ว ในราคาที่ถูกกว่า รวมทั้งได้เปรียบในแง่ความใกล้ชิดกับผู้ผลิตเครื่องมือ ทำให้เวลามีปัญหาในการผลิต สามารถแก้ไขได้รวดเร็ว และเครื่องรุ่นใหม่นี้ จะส่งให้ประเทศสหรัฐก็ต้องช้ากว่าผู้ผลิตญี่ปุ่นระยะหนึ่ง ทำให้เสียส่วนแบ่งการตลาดให้ญี่ปุ่นไปเกือบหมด ประเทศสหรัฐพยายามหาทางออก โดยพยายามลดต้นทุนการผลิต ในการไปตั้งโรงงานประกอบและทดสอบในประเทศกำลังพัฒนา เช่น กลุ่มประเทศอาเซียน เพื่ออาศัยแรงงานราคาถูก ทำให้ต้นทุนส่วนหนึ่งลดลง แต่ก็ไม่สามารถจะแข่งขันได้ อีกทั้งประเทศเกาหลีใต้ก็สามารถผลิตตามออกมาแข่งขันใน 256 Kbit นี้โดยบริษัท Sumsung ในปี 1985 ยิ่งทำให้สถานการณ์ของผู้ผลิต DRAM ของสหรัฐเลวร้ายลงไปอีก ทำให้บริษัทผู้ผลิตของสหรัฐต้องถอนตัวออกจากการผลิต DRAM เกือบทั้งหมดในปี 1985 แม้กระทั่งบริษัท Intel ที่เป็นผู้คิด DRAM รายแรกก็ต้องออกจากการผลิตในปี 1985 โดยให้บริษัท Sumsung ของเกาหลีใต้เป็นผู้ผลิต DRAM ให้แทนการผลิตเอง โดยจะเห็นได้จากจำนวนผู้ผลิต DRAM ของสหรัฐได้ลดจำนวนลงมาก จากใน 4Kbit ที่มี 15 บริษัท, 16Kbit เหลือ 12 บริษัท จนกระทั่งเหลือเพียง 2 บริษัทเท่านั้นในปี 1985 ที่เป็น merchant firms คือ Texas Instruments และ Micron Technologies (ซึ่งเป็นบริษัทขนาดเล็ก) และต่อมาผู้ผลิตของเกาหลีใต้ซึ่งเพิ่งเข้ามาผลิตในระดับ 64 Mbit และ 256 Mbit ก็ทนต่อการตัดราคาของบริษัทญี่ปุ่นไม่ได้ ต้องเลิกการผลิตไป และ หลังจากนั้นรัฐบาลเกาหลีใต้ ผ่านหน่วยงาน Electronic & Telecom Research Institute - ETRI ได้ตั้งโครงการ Korean Semiconductor Research Project โดยได้ให้การสนับสนุนการวิจัยแก่บริษัทเกาหลี ในการพัฒนาวงจรรวมระดับความหนาแน่นสูง (very large scale integration - VLSI) ในปี 1986 มุ่งผลิต 1 Mbit และ 4 Mbit เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันกับประเทศญี่ปุ่น

จากการที่บริษัทผลิต DRAM ของสหรัฐได้ถูกแย่งตลาดใน 64 Kbit และ 256 Kbit อย่างมากจากผู้ผลิตญี่ปุ่น ทำให้ผู้ผลิต DRAM สหรัฐได้ร้องเรียนต่อสำนักผู้แทนการค้าสหรัฐ (United States Trade Representative - USTR) ให้สอบสวนผู้ผลิตญี่ปุ่น ภายใต้มาตรา

301 ที่มีการทำการค้าด้วยความไม่เป็นธรรม (unfair trade practice) โดยมีการปิดตลาด DRAM ในประเทศญี่ปุ่น โดยตั้งภาษีศุลกากรไว้สูง และให้สอบสวนภายใต้กฎหมายทุ่มตลาด (Anti-dumping Law) ว่าผู้ผลิตญี่ปุ่นดำเนินการทุ่มตลาด โดยขาย DRAM ในตลาดสหรัฐ ในราคาที่ต่ำกว่าต้นทุน และต่ำกว่าที่ขายในประเทศญี่ปุ่น จากการสอบสวนภายใต้ ม.301 พบว่าญี่ปุ่นมีการปิดตลาด ดำเนินการค้าด้วยความไม่เป็นธรรม ทำให้สหรัฐเตรียมเก็บภาษีตอบโต้ญี่ปุ่น แต่ท้ายสุดประเทศญี่ปุ่น ยอมเจรจาโดยลดภาษีนำเข้า DRAM ลงเหลือ 4.2 % ทำให้สหรัฐหยุดการสอบสวนภายใต้ ม. 301 แต่การสอบสวนภายใต้กฎหมายทุ่มตลาดยังคงดำเนินการสอบสวนอยู่ จนในที่สุดประเทศญี่ปุ่นตกลงใจที่จะทำข้อตกลงในการค้าสารกึ่งตัวนำกับสหรัฐ ที่เรียกว่า U.S. -Japan Semiconductor Accord ในปี 1986 ซึ่งมีระยะเวลา 5 ปี โดยมีบริษัทญี่ปุ่น 8 บริษัทร่วมในข้อตกลงนี้คือ NEC, Toshiba, Hitachi, Fujitsu, Mitsubishi, Matsushita, Oki และ Texas Instrument (Japan) ซึ่งในข้อตกลงนี้กำหนดให้ญี่ปุ่นต้องแสดงต้นทุนการผลิต DRAM ต่อกระทรวงพาณิชย์สหรัฐเป็นระยะ และกระทรวงพาณิชย์สหรัฐจะกำหนดราคาที่ยุติธรรม (fair market value - FMV) ประกาศออกมา โดยผู้ผลิตญี่ปุ่นที่ส่งออกไปสหรัฐต้องขายในราคาที่ไม่ต่ำกว่า FMV บวกด้วยอัตรากำไรของบริษัท และต้องเปิดตลาด (market access) ในประเทศญี่ปุ่นให้มีสัดส่วนของสารกึ่งตัวนำต่างประเทศ ซึ่งก็หมายถึงผู้ผลิตของสหรัฐเป็นส่วนใหญ่ ในตลาดประเทศญี่ปุ่นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆให้สูงถึง 20 % ในปี 1991 ซึ่งเป็นปีที่หมดสัญญาข้อตกลงนี้ ซึ่งจากข้อตกลงนี้ประเทศญี่ปุ่นยังไม่สามารถเปิดตลาดได้ตามข้อตกลงกับประเทศสหรัฐที่ทำกันไว้ คือยังมีการเปิดตลาดไม่เต็มที่

จากปัญหาการขัดแย้งในการแข่งขันใน DRAM รุ่น 64 Kbit และ 256 Kbit แม้จะทำให้บริษัทของประเทศญี่ปุ่น ต้องประสบปัญหาในการแข่งขันบ้างแต่ก็ยังคงเป็นผู้นำในอุตสาหกรรม DRAM อยู่ และในตอนท้ายของวัฏจักรได้การเปลี่ยนแปลงไปสู่รุ่นใหม่จาก 256 Kbit ไปสู่ 1Mbit ในปี 1988 เป็นที่น่าสังเกตุว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปสู่รุ่นใหม่ ก่อนที่ราคาต่อ bit จะลดลงต่ำกว่ารุ่นเก่า หรือหมายความว่าจำนวนหน่วยที่ผลิตของ 1 Mbit มากกว่า 256 Kbit ก่อนหน้าที่ราคาต่อ bit ของ 1 Mbit จะต่ำกว่าราคาต่อ bit ของ 256 Kbit เสียอีก ที่เป็นเช่นนี้เพราะมีแรงผลักดันทางอุปสงค์ (demand push) คือ ในช่วงปี 1985 - 1987 เป็นระยะที่เศรษฐกิจหดตัว ยอดขายคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลลดลงไปมาก ทำให้ อุปสงค์ใน คอมพิว

เตอร์ส่วนบุคคลลดลง ทางผู้ผลิตคอมพิวเตอร์จึงพยายามเร่งเปลี่ยนแปลงคอมพิวเตอร์ไปสู่รุ่นใหม่ที่ต้องการหน่วยความจำสูงขึ้นออกมา เพื่อเพิ่มยอดขาย และตลาดคอมพิวเตอร์ก็ได้โตสูงขึ้นในปี 1988 ทำให้ในปีนั้นมีอุปสงค์ใน 1 Mbit เพิ่มขึ้นอย่างมาก เนื่องจากมีความต้องการจากผู้ผลิตคอมพิวเตอร์สูง ทำให้แม้มีราคาต่อ bit สูงกว่า 256 Kbit แต่ผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ก็ยังคงต้องการใน 1 Mbit DRAM

1 Mbit DRAM

รุ่นต่อมาคือรุ่น 1 Mbit ออกวางตลาดในปี 1985 รุ่นนี้เป็นรุ่นที่กำลังอยู่ในตลาดในปัจจุบัน (1992) และเป็นรุ่นที่มีการแข่งขันในราคาสูงมาก เนื่องจากมีคู่แข่งเข้ามามาก รายชื้นราคาในปี 1988 เท่ากับ 60 เหรียญสหรัฐ และลดลงมาถึง 77 % เหลือ 14 เหรียญสหรัฐ ในปี 1989 และในปัจจุบันปี 1991 ราคาเหลือเพียง 4.6 เหรียญสหรัฐ เนื่องจากผู้ผลิตญี่ปุ่นเริ่มถูกการแข่งขันในราคาจาก คู่แข่งที่ทวีความสำคัญขึ้นมามาก คือประเทศเกาหลี โดยผู้ผลิตเกาหลีสามารถผลิต 1 Mbit ได้ในปี 1987 แม้ว่าผู้ผลิตเกาหลียังไม่สามารถแย่งส่วนแบ่งการตลาดจากญี่ปุ่นไปได้มากนัก โดยประเทศญี่ปุ่นยังคงมีสัดส่วนการตลาดมากกว่า 90 % แต่ก็ทวีการแข่งขันขึ้นไปอย่างมาก โดยเกาหลีเป็นประเทศที่ก้าวมาแข่งกับญี่ปุ่นใน DRAM ได้อย่างเร็ว ในปี 1989 Sumsung บริษัทของเกาหลี อยู่ในอันดับ 5 ของการผลิต DRAM โลก ซึ่งแต่เดิมใน 64 Kbit และ 256 Kbit เกาหลีแข่งสู้ญี่ปุ่นไม่ได้ในราคาเพราะญี่ปุ่นทุ่มตลาด แต่ใน 1 Mbit ราคาของเกาหลีถูกกว่า แต่ failure rate ยังคงสูงกว่าของญี่ปุ่น โดยคุณภาพยังสู้ไม่ได้ ทำให้ share ยังน้อยกว่า โดยข้อจำกัดของเกาหลีคือตลาดภายในประเทศเล็กกว่า ญี่ปุ่น สหรัฐ มาก คือบริโภคในประเทศประมาณ 20 % ที่เหลือต้องพึ่งตลาดภายนอก โดยพึ่งตลาดในสหรัฐมาก และจากการที่บริษัทสหรัฐต้องถอนตัวออกจากการผลิต DRAM เป็นจำนวนมากในปี 1985-1986 ทำให้ผู้ผลิตเครื่องใช้อิเล็กโทรนิกส์สหรัฐที่ต้องใช้ DRAM ในสินค้าของตนเองรวมตัวกัน 7 ราย ในปี 1989 เพื่อร่วมมือกันผลิต DRAM ไว้ใช้เอง เรียกว่า US Memories แต่ในปี 1990 ก็ได้ยกเลิกโครงการนี้ไป เพราะต้นทุนสูงไม่สามารถจะผลิตให้คุ้มต้นทุนได้ ซึ่งในระยะต่อมาผู้ผลิตสหรัฐจึงหันมาทำความตกลงกับเกาหลี โดยสนับสนุนเทคโนโลยีในการผลิตให้ เพื่อจะให้สามารถแข่งขันกับประเทศญี่ปุ่นได้ เช่นบริษัท Sumsung ผลิต 1 Mbit DRAM แก่บริษัท Intel

แม้จะมีการคาดหมายกันว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงไปสู่รุ่น 4 Mbit ในปี 1991 แต่ 1 Mbit ก็ยังคงครองตลาดอยู่ในปี 1991 แม้ว่าในรุ่น 4 Mbit ราคาต่อ bit จะต่ำกว่า 1 Mbit แล้วในปี 1991 แต่ก็ยังไม่สามารถเข้ามาแทนได้ เรื่องจาก demand ต่อ 4 mbit โดยผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ยังไม่สูงมากนัก เนื่องจากคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ๆยังที่ใช้ความจำมากๆ ตลาดยังไม่โตมากนัก เช่น workstation, PC รุ่น 486 หรือ LAN เป็นที่คาดกันว่าในปี 1992 DRAM 4 Mbit จะเข้ามาแทน 1 Mbit เนื่องจาก software รุ่นใหม่ๆต้องใช้ความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์สูงขึ้น เช่น Windows และน่าจะถึงเวลาในการเปลี่ยนแปลงรุ่นคอมพิวเตอร์เป็นรุ่นที่ใช้ความจำมากขึ้น และอีกทั้ง 1 Mbit ได้ออกมาสู่ตลาดนานแล้ว ผู้ผลิตสามารถได้ผลได้คุ้มกับการที่ใช้เงินลงทุนที่สูงไปแล้ว อีกทั้งราคา 1 Mbit ลดลงมาเรื่อยๆ ทำให้ผู้ผลิต DRAM เริ่มมองที่จะผลิตในรุ่นต่อไป

4 Mbit DRAM

รุ่นถัดมาคือรุ่น 4 Mbit เริ่มวางตลาดในต้นปี 1990 และในปี 1991 ก็มีการผลิตเป็นจำนวนมากแล้ว แต่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงจาก 1 Mbit มาสู่ 4 Mbit เนื่องจากอุปสงค์จากผู้ผลิตคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ๆที่ใช้ความจำสูงๆ เช่น workstation หรือ 486 ยังมีไม่มาก แต่ก็คาดกันว่าในปี 1992 4 Mbit จะเข้ามาแทน 1 Mbit เพราะราคาต่อ bit ของ 4 Mbit ต่ำกว่า 1 Mbit ตั้งแต่ปี 1991 แล้ว ส่วนประเทศเกาหลีผลิตได้ในปลายปี 1990 ซึ่งเกาหลีก็ผลิตไล่ทันประเทศญี่ปุ่นได้เร็วขึ้น โดยตามหลังประเทศญี่ปุ่นไม่นานนัก สถานการณ์การผลิตในรุ่น 4 Mbit นั้นค่อนข้างน่าสนใจ คือโดยปกติเมื่อมีรุ่นใหม่ออกสู่ตลาด แล้วใช้เวลาสักระยะหนึ่งก็จะมีการเปลี่ยนแปลงไปสู่รุ่นใหม่ๆ แต่ในรุ่น 4 Mbit นั้นการเปลี่ยนแปลงรุ่นจาก 1 Mbit ช้าไปกว่าที่คาดไว้ เนื่องจากเหตุผลข้างต้น อีกทั้งในปี 1992 ก็ได้มีรุ่น 16 Mbit ออกสู่ตลาดแล้ว ทำให้ในตลาด DRAM มีรุ่นใหม่ที่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงรุ่นรอถึงสองรุ่น ซึ่งมีผู้คาดการณ์ว่า ในปัจจุบันราคา 4 Mbit ราคาต่อ bit ได้ต่ำกว่า 1 Mbit คือจากราคา 50เหรียญสหรัฐ ในต้นปี1990 ลดลงเหลือ 15เหรียญสหรัฐ ในปลายปี 1990 ซึ่ง cost/bit ต่ำกว่า 1 Mbit เสียอีกแต่ยังไม่มีการผลิตที่เป็นจำนวนมากเกิดขึ้น อาจเป็นไปได้ที่มีการเปลี่ยนแปลงรุ่นจาก 1 Mbit ไปสู่ 16 Mbit เลยเพราะผู้ผลิต DRAM เห็นว่าถ้านำ 4 Mbit ออกแทน 1

Mbit ระยะเวลาที่ 4 Mbit จะอยู่ในตลาดคงสั้น เนื่องจากมี 16 Mbit เริ่มผลิต รออยู่แล้ว อาจจะขาดทุนในรุ่นนี้ก็เป็นได้ เนื่องจากระยะเวลาอยู่ในตลาดสั้น ทำให้ยอดขายที่ได้ไม่มากพอที่จะคุ้มกับความเสี่ยงในการลงทุนที่สูง อีกทั้งผู้ผลิตคอมพิวเตอร์อาจจะข้ามความสนใจใน 4 Mbit ไปสู่ 16 Mbit ที่ออกมาแล้วก็เป็นได้

ในรุ่นใหม่ๆ ที่กำลังรอการเปลี่ยนแปลงรุ่นจาก 1 Mbit นั้น ในอนาคตประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นผู้นำตลาดมาโดยตลอด ตั้งแต่ 64 Kbit จนถึง 1 Mbit จะต้องถูกแข่งขันจากประเทศคู่แข่งเพิ่มขึ้นอย่างมาก เนื่องจากประเทศอื่นๆ เริ่มตื่นตัวที่จะแข่งขันกับประเทศญี่ปุ่นมากขึ้น ทั้งโดยการสนับสนุนของรัฐบาล และการรวมกลุ่มของภาคเอกชนในรูปการแลกเปลี่ยนเทคโนโลยีการผลิตหรือการตลาด ซึ่งกันและกันมากขึ้น โดยปัจจัยหลักประการหนึ่งก็คือ ต้นทุนโรงงานในการผลิต DRAM รุ่นใหม่ๆ เช่น ใน 4 Mbit นี้ต้นทุนในการลงทุนสูงถึง 700 ล้านเหรียญสหรัฐ หรือ 16 Mbit นั้นสูงถึง 1 พันล้านเหรียญสหรัฐ ด้วยจำนวนเงินที่สูงขนาดนี้คงมีไม่กีบริษัทที่สามารถจะลงทุนได้ และเต็มไปด้วยความเสี่ยงที่สูง จึงเป็นการยากที่บริษัทใด บริษัทหนึ่งจะลงทุนได้เอง ทำให้ต้องมีการร่วมพัฒนาและวิจัย แลกเปลี่ยนเทคโนโลยีในการผลิตซึ่งกันและกัน เพื่อลดต้นทุนในการผลิตลง แม้แต่บริษัทชั้นนำของญี่ปุ่นเองก็ยังต้องมีการร่วมมือกันกับบริษัทต่างประเทศเพื่อลดต้นทุนในการผลิต และเพื่อแลกเปลี่ยนเทคโนโลยีในการผลิต DRAM ที่ตนเองมีความชำนาญ เพื่อแลกเปลี่ยนกับเทคโนโลยีในการผลิต microprocessor และ ASIC ที่สหรัฐมีความชำนาญ ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจว่า ประเทศญี่ปุ่นกำลังจะพยายามรุกคืบหน้าไปใน microprocessor และ ASIC ที่ประเทศญี่ปุ่นยังตามหลังสหรัฐอยู่หรือเปล่า ดังตารางที่ 4.3 แสดงการรวมกลุ่มของบริษัทต่างๆ เพื่อแลกเปลี่ยนเทคโนโลยีในการผลิต และเป็นที่น่าสังเกตุว่าใน DRAM กลุ่มที่สามนั้นประเทศที่เป็นผู้นำตลาด เช่นประเทศญี่ปุ่น ลดการสนับสนุนจากรัฐบาลไปมาก ไม่มีโครงการใหม่ๆเพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมออกมา แต่เน้นในการให้เอกชนร่วมมือกันเองในถ่ายทอดเทคโนโลยีกันระหว่างกัน แต่ในกลุ่มประเทศที่กำลังพยายามที่จะแข่งขันกับประเทศญี่ปุ่น เช่นกลุ่มประเทศยุโรป หรือ กลุ่มประเทศอุตสาหกรรมใหม่ เช่นประเทศเกาหลีใต้ และ ไต้หวัน มีการสนับสนุนอย่างมากในการให้เงินทุนในการวิจัยและพัฒนา รวมทั้งเทคโนโลยีในการผลิตให้อย่างสูง เช่นโครงการ JESSI (Joint European Sumbicron Semiconductor Industry) ในระหว่างปี 1989-1996 ที่มุ่งส่งเสริมให้บริษัทในกลุ่มประเทศยุโรปสามารถผลิต 4 Mbit ในปี 1990 ,16

Mbit ในปี 1993 และ 64 Mbit ในปี 1996 หรือเกาหลีใต้ที่มีหน่วยงาน ETRI (Electronics & Telecommunication Research Institute) สนับสนุนโดยตั้งโครงการ " Korean Semiconductor Cooperative Research Project" เพื่อพัฒนาวงจรรวมระดับใหญ่มาก (very large scale integration - VLSI) มุ่งผลิต 4 Mbit DRAM และเครื่องมือในการผลิตวงจรรวม

ตารางที่ 4.3 แสดงการรวมกลุ่มของบริษัทต่างๆ เพื่อแลกเปลี่ยนเทคโนโลยีในการผลิต

Toshiba และ Motorola	รวมตัวกันตั้งบริษัทชื่อ Tohoku Semiconductor Corp. ผลิต DRAM โดยเทคโนโลยีในการผลิตของ Toshiba และให้ Motorola เป็นผู้ขายในสหรัฐโดยใช้ชื่อของ Motorola
Toshiba และ Siemens A.G.	Toshiba เป็นผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีในการผลิต DRAM ให้ และ Siemens เป็นผู้ดำเนินการตลาด DRAM ในกลุ่มประเทศยุโรปให้ Toshiba
Toshiba และ LSI Logic Corp.	Toshiba เป็นผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีในการผลิต DRAM และ LSI Logic ถ่ายทอดเทคโนโลยีในการออกแบบ ASIC เป็นการแลกเปลี่ยน
Hitachi และ Texas Instrument	ร่วมมือกันพัฒนา 16 Mbit DRAM
Hitachi และ Goldstar	Hitachi ให้เทคนิคการผลิต 1 Mbit DRAM และให้ Goldstar เป็นผู้ผลิตให้ขายในบางตลาด
NMB และ Ramtron	ร่วมมือกันพัฒนา 4 และ 16 Mbit DRAM
TI และ Kobe Steel	ร่วมกันตั้งบริษัท KTI Semiconductor โดย TI เป็นผู้ให้เทคนิคในการผลิต DRAM ส่วน Kobe Steel เป็นนายทุนคอยช่วยเหลือด้านการเงิน

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

NEC และ AT&T	NEC ให้เทคนิคการผลิต DRAM ส่วน AT&T ให้เทคนิค Computer-aided design (CAD)
Sumsung และ IBM	Sumsung เป็นผู้ผลิต DRAM ให้ IBM
IBM และ Siemens	ร่วมพัฒนา 16 และ 64 Mbit DRAM
NMB และ Intel	ร่วมกันผลิต DRAM โดยวางขายในประเทศญี่ปุ่นภายใต้ชื่อ Intel
Motorola และ Siemens	ร่วมกันพัฒนา 64 Mbit DRAM
TI และ Acer	ร่วมกันผลิต 1 และ4 Mbit DRAM โดยมีโรงงานเจือสารของตนเองในไต้หวัน จุดประสงค์ของ Acer เพื่อนำ DRAM ไว้ใช้ในสินค้าของตนเองคือคอมพิวเตอร์ ที่เหลือก็ผลิตให้ TI
Intel และ TSMC	ร่วมกันผลิต 1 และ 4 Mbit DRAM

ที่มา: Electronics (November 1991)

โดยสรุปปัจจัยที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จของญี่ปุ่น ที่กลายมาเป็นประเทศที่มีสัดส่วนการตลาดใน DRAM สูงขึ้นเรื่อยๆ จนนำหน้าสหรัฐ กลายเป็นผู้นำในตลาดโลก ดังตารางที่ 4.4 ทั้งๆที่เข้ามาสู่อุตสาหกรรม DRAM นี้หลังประเทศสหรัฐคือ

1. ประเทศญี่ปุ่นมีอุปสงค์ในประเทศต่อ DRAM โดยผู้ผลิตสินค้าอิเล็กโทรนิกส์อยู่มาก เนื่องจากบริษัทผลิตสารกึ่งตัวนำมักจะเป็นบริษัทในเครือของบริษัทผลิตสินค้าอิเล็กโทรนิกส์ อันเป็นกลุ่มการรวมตัวทางการค้าของญี่ปุ่น หรือที่เรียกว่า keiretsu เช่น ในอุตสาหกรรมโทรคมนาคม NEC ก็อยู่ในอันดับ 5 ของโลก Fujitsu อยู่ในอันดับ 9 ในปี 1990 หรือรวมบริษัทญี่ปุ่นในโทรคมนาคมมีสัดส่วน 11 % ของมูลค่ารวม หรือในอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล NEC อยู่ในอันดับ 3 Toshiba ในอันดับ 5 และในอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์เมนเฟรม NEC ก็อยู่อันดับ 3 Fujitsu ในอันดับ 5 ของโลก ทำให้อุปทานที่มีสามารถไปใช้ในเครือบริษัทตนเองได้มาก ทำให้สามารถผลิตได้จำนวนมาก เพื่อให้ประหยัดต่อขนาด ทำให้ต้นทุนต่อหน่วยของวงจรรวมต่ำลง รวมทั้งจากการที่มีการรวมกลุ่มในแนวตั้งนี้ ทำให้มีการช่วยเหลือกันระหว่างบริษัท (cross subsidization) เช่น ในเวลาที่ราคา DRAM ตกต่ำ ก็สามารถนำกำไรจากสินค้าอิเล็กโทรนิกส์ ที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้มากกว่ามาช่วยเหลือ โดยไม่เป็นการเสี่ยงที่จะพึ่งแต่เพียงอุตสาหกรรมเพียงอย่างเดียว หรือแม้แต่การจะตัดราคาเพื่อทุ่มตลาดเพื่อเพิ่มส่วนแบ่งการตลาด หรือขจัดคู่แข่งออกไปนั้น ก็สามารถทำได้โดยง่าย อีกทั้งโดยรวมแล้วประเทศญี่ปุ่นมีขนาดตลาดในประเทศขนาดใหญ่ และบริษัทญี่ปุ่นสามารถได้มาซึ่งทุนในต้นทุนที่ต่ำจากแหล่งการเงินในเครือ keiretsu ซึ่งเป็นข้อที่ได้เปรียบบริษัทสหรัฐมาก เนื่องจากอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำต้องใช้เงินทุนสูงมาก ทั้งในการลงทุนและการวิจัยและพัฒนา และบริษัทของญี่ปุ่นมีแนวโน้มที่จะดำเนินธุรกิจต่อไปแม้ว่าอัตรากำไรจะต่ำมากก็ตาม โดยเน้นในการขายจำนวนมากๆ เพื่อให้ต้นทุนต่ำลง ซึ่งทัศนะนี้จะต่างจากบริษัทสหรัฐและยุโรปมาก เป็นที่น่าสังเกตุว่า 6 เครือ keiretsu ของญี่ปุ่นมีสัดส่วนกำไร ถึง 18 % ของกำไรสุทธิของธุรกิจญี่ปุ่นทั้งหมด โดยมียอดขายสูงถึง 17 % ของยอดขายรวมของธุรกิจญี่ปุ่นทั้งหมด และมีมูลค่าในตลาดหลักทรัพย์ของญี่ปุ่นถึง 78 % ในปี 1990

ตารางที่ 4.4 สัดส่วนการตลาดใน DRAM แต่ละรุ่นของประเทศญี่ปุ่น และประเทศสหรัฐ

DRAM	สัดส่วนการตลาดของประเทศญี่ปุ่น	สัดส่วนการตลาดของประเทศสหรัฐ
1 Kbit	5%	95%
4 Kbit	10%	85%
16 Kbit	40%	55%
64 Kbit	70%	25%
256 Kbit	90%	8%
1 Mbit	>90%	5%
4 Mbit	>90%	5%

ที่มา: Electronic Business Asia (various issues)

2. ในช่วงปี 1979 อุปสงค์ของตลาดไม่แน่นอน และผู้ผลิตของสหรัฐก็ผลิตได้ไม่พอกับความต้องการขณะนั้น เป็นการเปิดโอกาสให้ประเทศญี่ปุ่นเข้าไปในตลาดของสหรัฐ

3. บริษัทของประเทศญี่ปุ่นแสดงให้เห็นถึงคุณภาพของสินค้าตน โดยอัตราเสียของ chip (failure rate) ของบริษัทญี่ปุ่นมีเพียง 1 ใน 5 ของอัตราของผู้ผลิตสหรัฐ เนื่องจากต้นทุนของสารกึ่งตัวนำนั้นจะลดลงอย่างมาก ถ้าลดอัตราเสียลง ทำให้ราคาต่อหน่วยถูกลงได้ จึงเป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันให้กับญี่ปุ่นมากขึ้น

4. บริษัทของประเทศญี่ปุ่นเป็นแหล่งอุปทานที่สอง (second sourcing) ของบริษัทสหรัฐเป็นจำนวนมาก ซึ่งลูกค้าจะไว้ใจใช้ส่วนประกอบจากบริษัทที่ให้สิทธิแก่บริษัทอื่นในการผลิตเป็นแหล่งอุปทานที่สอง เผื่อไว้เวลาบริษัทแม่ประสบปัญหาจะได้ไม่ขาดแคลนแหล่งที่จะผลิตส่วนประกอบให้ ทำให้บริษัทญี่ปุ่นมีโอกาสในประเทศสหรัฐมากขึ้น

5. การทุ่มตลาดของประเทศญี่ปุ่น โดยขายในประเทศสหรัฐในราคาต่ำกว่าต้นทุน หรือต่ำกว่าราคาที่ขายในประเทศญี่ปุ่น เหตุที่ประเทศญี่ปุ่นต้องมีการทุ่มตลาดเพื่อให้มีอุปสงค์มาก เนื่องจากประเทศญี่ปุ่นต้องการปริมาณการผลิตจำนวนมากเพื่อให้เกิดการประหยัดต่อขนาด เนื่องจากต้นทุนคงที่ในการลงทุนสร้างโรงงานและอุปกรณ์การผลิต รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนานั้นสูงมาก การผลิตจำนวนมากจะเป็นการเฉลี่ยต้นทุนคงที่ให้ต่ำลง ทำให้สามารถแข่งขันได้เพราะญี่ปุ่นเข้ามาในอุตสาหกรรม DRAM หลังประเทศสหรัฐ

6. การที่ค่าเงินดอลลาร์สหรัฐมีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับเงินเยน ในช่วงต้นปี 1980 ทำให้ประเทศญี่ปุ่นสามารถขายได้มากขึ้นทั้งในประเทศตนเอง และในต่างประเทศ แต่ต่อมาในปี 1986 ค่าเงินดอลลาร์ของสหรัฐก็ลดลง ประเทศญี่ปุ่นก็เลือกที่จะใช้วิธีการตัดราคาสินค้า เพื่อลดผลกระทบจากค่าเงิน โดยต้องการรักษาส่วนแบ่งการตลาดไว้

7. การสนับสนุนของรัฐบาลญี่ปุ่นต่อผู้ผลิตสารกึ่งตัวนำ โดยผ่านกระทรวงการค้าระหว่างประเทศและอุตสาหกรรม (MITI) และ Nippon Telephone & Telegraph (NTT) โดยช่วยเหลือสนับสนุนงานวิจัยและพัฒนา โดย NTT ได้พัฒนา DRAM ต้นแบบ 64 Kbit ในปี 1977 และพัฒนา 256 Kbit และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตให้ผู้ผลิตสารกึ่งตัวนำของญี่ปุ่น เพื่อนำไปผลิตเชิงพาณิชย์ต่อไป เช่นโครงการ VLSI เป็นการรวมกลุ่มกันในบริษัทขนาดใหญ่ของญี่ปุ่น ร่วมเงินลงทุนกัน โดยมีรัฐบาลสนับสนุน ในการทำวิจัยและพัฒนาในโครงการที่ต้องใช้เงินมากและความเสี่ยงสูง

8. บริษัทของประเทศญี่ปุ่น มีการกระจายของสินค้าในบริษัทมากกว่าสหรัฐ คือในมูลค่าการขายของวงจรรวมต่อยอดขายทั้งหมดของบริษัทในญี่ปุ่นมีสัดส่วนไม่สูงมากนัก ขณะที่ของบริษัทสหรัฐมีสัดส่วนมูลค่าขายวงจรรวมต่อยอดขายทั้งหมด สูงถึง 80-90 % นั่นก็แสดงว่าบริษัทสหรัฐ พึ่งพาสถานะของบริษัทกับวงจรรวมแต่เพียงอย่างเดียว ทำให้เวลาอุตสาหกรรมนี้ตกต่ำ มีราคาลดลง ยอดขายตกลง ทำให้บริษัทสหรัฐไม่สามารถประคองตัวอยู่ได้ ซึ่งต่างกับประเทศญี่ปุ่นสามารถนำผลกำไรจากสินค้าตัวอื่นๆ มาทดแทนการขาดทุนในส่วนวงจรรวมได้

จากข้างต้นจะพบว่าอุตสาหกรรม DRAM นั้น โดยมากเป็นการแข่งขันกันระหว่างผู้ผลิตของประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐเป็นหลัก ทั้งในตลาดของทั้งสองประเทศเอง และในตลาดที่สาม เนื่องจากทั้งสองประเทศนี้ต่างก็เป็นผู้ผลิต และบริโภครายใหญ่ และมีปัญหาในด้านการค้าระหว่างประเทศมาโดยตลอด โดยในส่วนของ DRAM นั้นประเทศญี่ปุ่นได้ครอบครองตลาดมากกว่า 90 % แล้ว ส่วนกลุ่มประเทศยุโรปไม่ค่อยมีบทบาทในการแข่งขันในตลาดภายนอกมากนัก เป็นที่น่าสังเกตุคือ ใน DRAM กลุ่มประเทศยุโรปแทบจะไม่มีบทบาทในตลาดโลกเลย เนื่องจากมีการผลิตน้อยมาก และยังเป็นการผลิตที่ไว้ใช้ในบริษัทตนเอง (captive firm) ซึ่งในของเขตการวิจัยเราจะศึกษาเฉพาะ merchant firm ทำให้มีการกล่าวถึงน้อยมากในการศึกษานี้ แต่ในด้านขนาดของตลาดกลุ่มประเทศยุโรปมีบทบาทมากเนื่องจากเป็นตลาดที่ใหญ่ เป็นตลาดซึ่งสหรัฐมีสัดส่วนการขายมากที่สุด ส่วนประเทศเกาหลีใต้นั้น มุ่งทั้งผลิตเพื่อใช้ในบริษัทของตนเอง และขาย

แก่ตลาดต่างประเทศด้วย โดยมุ่งใน DRAM โดยจะพึ่งเทคโนโลยีจากสหรัฐเป็นส่วนใหญ่ หรือไม่ก็เป็นการร่วมมือกับบริษัทสหรัฐในการแข่งขันกับญี่ปุ่น โดยจะเป็นการแข่งขันในด้านราคา

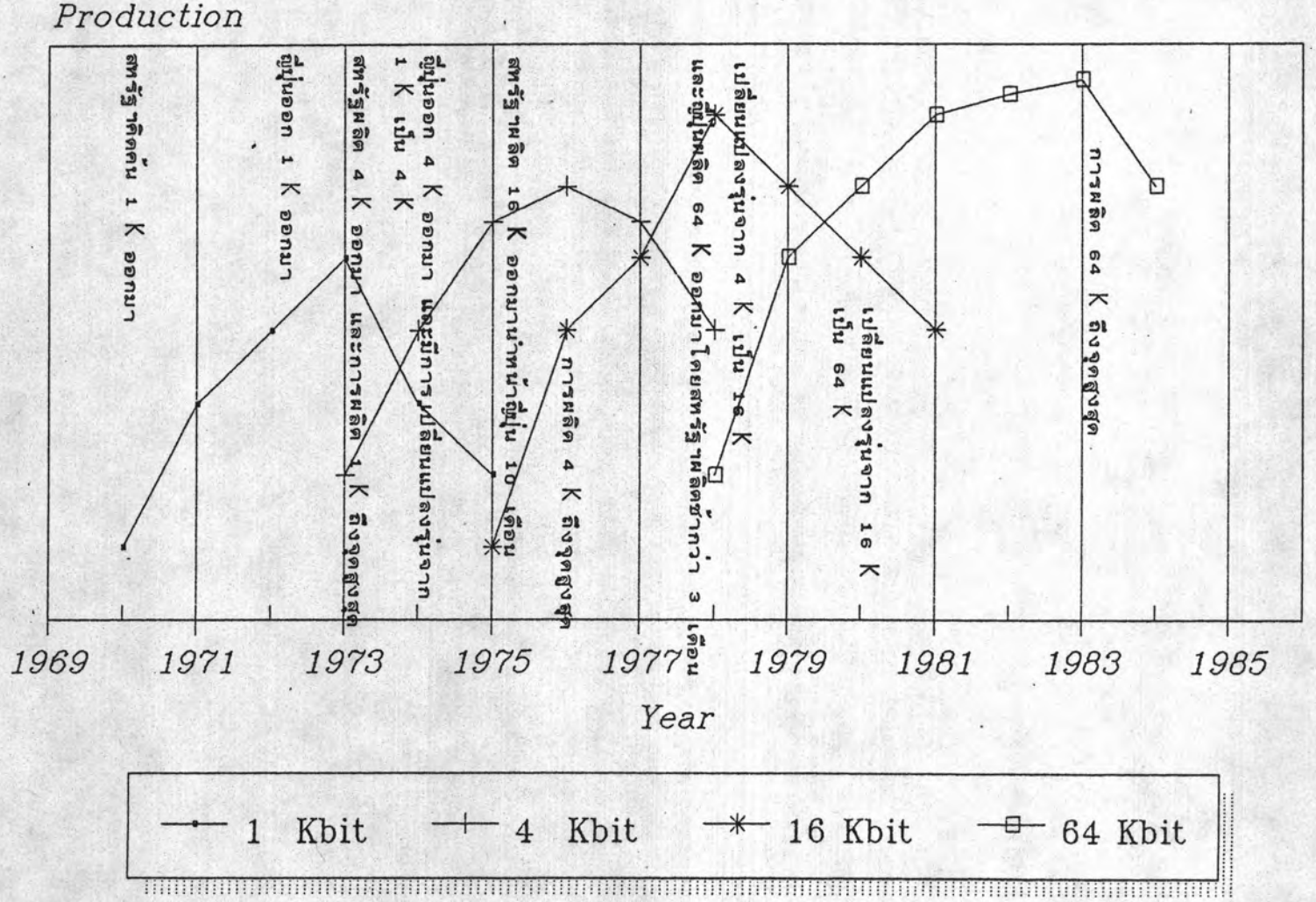
จากข้างต้นที่ได้กล่าวถึงเหตุการณ์ในอุตสาหกรรม DRAM ต่างๆเพื่อที่จะได้นำเหตุการณ์ต่างๆ มาวิเคราะห์ถึงวัฏจักรสินค้าว่าในอุตสาหกรรม DRAM นั้นมีวัฏจักรเป็นไปตามทฤษฎีวัฏจักรสินค้าหรือไม่ โดยจะศึกษาโดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่หนึ่ง 1 Kbit, 4 Kbit, 16 Kbit , 64 Kbit กลุ่มที่สองคือ 256 Kbit, 1 Mbit, 4 Mbit กลุ่มที่สามคือ 16 Mbit เป็นต้นไป โดยเหตุผลที่แบ่งเป็นกลุ่มดังกล่าวก็ตามเหตุผลข้างต้นที่ได้กล่าวไว้แล้ว

DRAM กลุ่มที่1 (1Kbit, 4Kbit, 16 Kbit, 64 Kbit)

ในกลุ่มแรกที่ประกอบด้วย 1 Kbit, 4 Kbit, 16 Kbit และ 64 Kbit นั้น ถือเป็นกลุ่มที่ไม่มีการผลิตแล้ว โดยสามารถสรุปประเด็นเวลาในการคิดค้น การผลิตถึงจุดสูงสุดของ DRAM แต่ละรุ่น และการเปลี่ยนแปลงรุ่นของ DRAM ของกลุ่มที่ 1 ได้ดังภาพที่ 4.2 เพื่อความเข้าใจที่ง่าย ในเริ่มแรกนั้นสหรัฐเป็นผู้คิดค้นเทคโนโลยีในการผลิต MOS ซึ่งใช้ในการผลิต DRAM โดยรุ่นแรกสหรัฐเป็นผู้นำและเทคนิคในการผลิต ในระดับ 1 Kbit โดยในระยะนี้เป็นระยะแนะนำสินค้าใหม่ สหรัฐเป็นผู้ผูกขาดในการผลิตมียอดขายเป็น 100 % ของยอดขายทั้งหมด โดยในระยะแรกมุ่งเน้นขายในประเทศตนเอง โดยเฉพาะ เครื่องคอมพิวเตอร์ IBM รุ่น 370 ที่ต้องการใช้ DRAM 1 Kbit ในระยะแรกนี้มีบริษัทเข้าแข่งขันไม่กี่ราย ราคาขายไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก เพราะไม่มีการตัดราคามากนัก และในช่วงแรกเทคโนโลยีในการผลิตยังไม่มาตรฐาน แต่ละบริษัทของสหรัฐก็มีเทคนิคต่างกันไป ต่อมาก็เริ่มมีบริษัทเข้ามาแข่งขันมากขึ้น ในรุ่น 4 Kbit ซึ่งเป็นช่วงสินค้าเติบโต เทคนิคการผลิตเป็นมาตรฐานยิ่งขึ้น ราคาต่อ bit ได้ลดลงมาจากรุ่นเดิม การผลิตขยายตัวไปมาก เพราะมีอุปสงค์จากคอมพิวเตอร์เพิ่มขึ้น การแข่งขันตัดราคายังไม่สูงนัก และประเทศญี่ปุ่นเริ่มผลิต 4 Kbit นี้ได้แล้วเพื่อใช้ในประเทศตนเอง เพื่อทดแทนการนำเข้า ในระยะนี้ สหรัฐเริ่มมีสัดส่วนการขายลดลงเหลือ 85 % ต่อมาในระยะที่สามและสี่ของวัฏจักรสินค้า อยู่ในช่วง 16 และ 64 Kbit คือในช่วงต้นของ 16 Kbit มีการแข่งขันจาก

ภาพที่ 4.2 แสดงลำดับการคิดค้น การผลิต และการเปลี่ยนแปลงรุ่นของ DRAM กลุ่มที่ 1

Group 1 (1K,4K,16K,64K DRAM)



ที่มา : Electronics (Various Issues)

ประเทศญี่ปุ่นสูงมาก ในช่วงนี้มีอุปสงค์จากคอมพิวเตอร์และเครื่องไฟฟ้ามาก ในขณะที่ผู้ผลิตสหรัฐไม่สามารถผลิตได้พอกับความต้องการ เป็นโอกาสให้ประเทศญี่ปุ่นเข้าไปมีสัดส่วนการขายมากขึ้น โดยประเทศญี่ปุ่นเริ่มส่งออกไปตลาดสหรัฐมากขึ้น โดยญี่ปุ่นมีสัดส่วนการขายถึง 40 % ใน 16 Kbit และประกอบกับมีการแข่งขันในราคามากในช่วง 16 Kbit ทำให้ผู้ผลิตสหรัฐไม่สามารถแข่งขันในราคากับประเทศญี่ปุ่นได้ จึงต้องไปลงทุนในต่างประเทศ โดยมุ่งไปที่กลุ่มประเทศอาเซียน เช่น ไทย มาเลเซีย และฟิลิปปินส์ เป็นต้น เพื่อจะได้ประโยชน์จากแรงงานราคาถูก เพื่อที่จะได้แข่งขันกับประเทศญี่ปุ่นได้ เป็นการย้ายฐานการผลิตครั้งแรกของสหรัฐใน 16 Kbit แต่เป็นที่สังเกตุว่าการย้ายฐานการผลิตใน DRAM เพื่อไปใช้แรงงานราคาถูกนั้น เป็นแค่การย้ายฐานการผลิตในขั้นตอนการผลิตหนึ่งเท่านั้น คือการประกอบและทดสอบ ที่ต้องการใช้แรงงานมากกว่าทุน แต่ขั้นตอนการผลิตส่วนอื่นๆ ต้องใช้ปัจจัยทุนมากกว่าแรงงานจึงไม่มีการย้ายฐานการผลิตในส่วนนั้น และใน 64 Kbit จำนวนผู้ผลิตสหรัฐก็ลดลงมาก จากจำนวนผู้ผลิตใน 4Kbit ที่มี 15 บริษัท, 16Kbit เหลือ 12 บริษัท จนกระทั่งเหลือเพียง 2 บริษัทเท่านั้นในปี 1985 สัดส่วนการขาย DRAM ของประเทศสหรัฐก็ลดลงมามาก ประเทศญี่ปุ่นส่งออกไปในตลาดสหรัฐเป็นจำนวนมาก ประเทศญี่ปุ่นเริ่มมีสัดส่วนการขายนำหน้าสหรัฐ คือสูงถึง 70 % และกลายเป็นผู้นำตลาดใน DRAM ส่วนประเทศสหรัฐที่เดิมเป็นผู้เริ่มคิดค้นและผู้นำตลาด DRAM ก็หันมานำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น

ในกลุ่มแรกนี้นั้นทฤษฎีวัฏจักรสินค้าสามารถอธิบายปรากฏการณ์ในอุตสาหกรรม DRAM ได้ดีพอสมควรว่าในระยะสุดท้ายของวัฏจักรสินค้า ประเทศผู้คิดค้นในท้ายสุดจะกลายมาเป็นผู้นำเข้าจากประเทศผู้ลอกเลียน คือสหรัฐจะนำเข้า 64 Kbit จากประเทศญี่ปุ่น เพราะไม่สามารถแข่งขันในราคาได้ คือประเทศสหรัฐไม่สามารถแข่งขันในราคา DRAM กับประเทศญี่ปุ่นได้ แต่ในประเด็นการย้ายฐานการผลิตนั้น ทฤษฎีวัฏจักรสินค้าไม่สามารถอธิบายพฤติกรรมในอุตสาหกรรม DRAM ได้ เนื่องจากในอุตสาหกรรม DRAM การแข่งขันในราคาโดยการย้ายฐานการผลิตเพื่อไปใช้แรงงานราคาถูกในประเทศกำลังพัฒนา เพื่อแข่งขันกับผู้เลียนแบบนั้น แทบจะไม่มีประโยชน์ เพราะการย้ายฐานการผลิต เพื่อจะได้ประโยชน์จากแรงงานราคาถูก เพื่อลดต้นทุนในการผลิตนั้น เป็นการย้ายเพียงแค่ขั้นตอนเดียว คือการประกอบ ซึ่งการลดต้นทุนส่วนนี้ส่วนเดียวไม่สามารถจะแข่งขันกับประเทศญี่ปุ่นได้ และการที่จะย้ายไปผลิตทุกกระบวนการก็ไม่มีประโยชน์ เพราะขั้นตอน

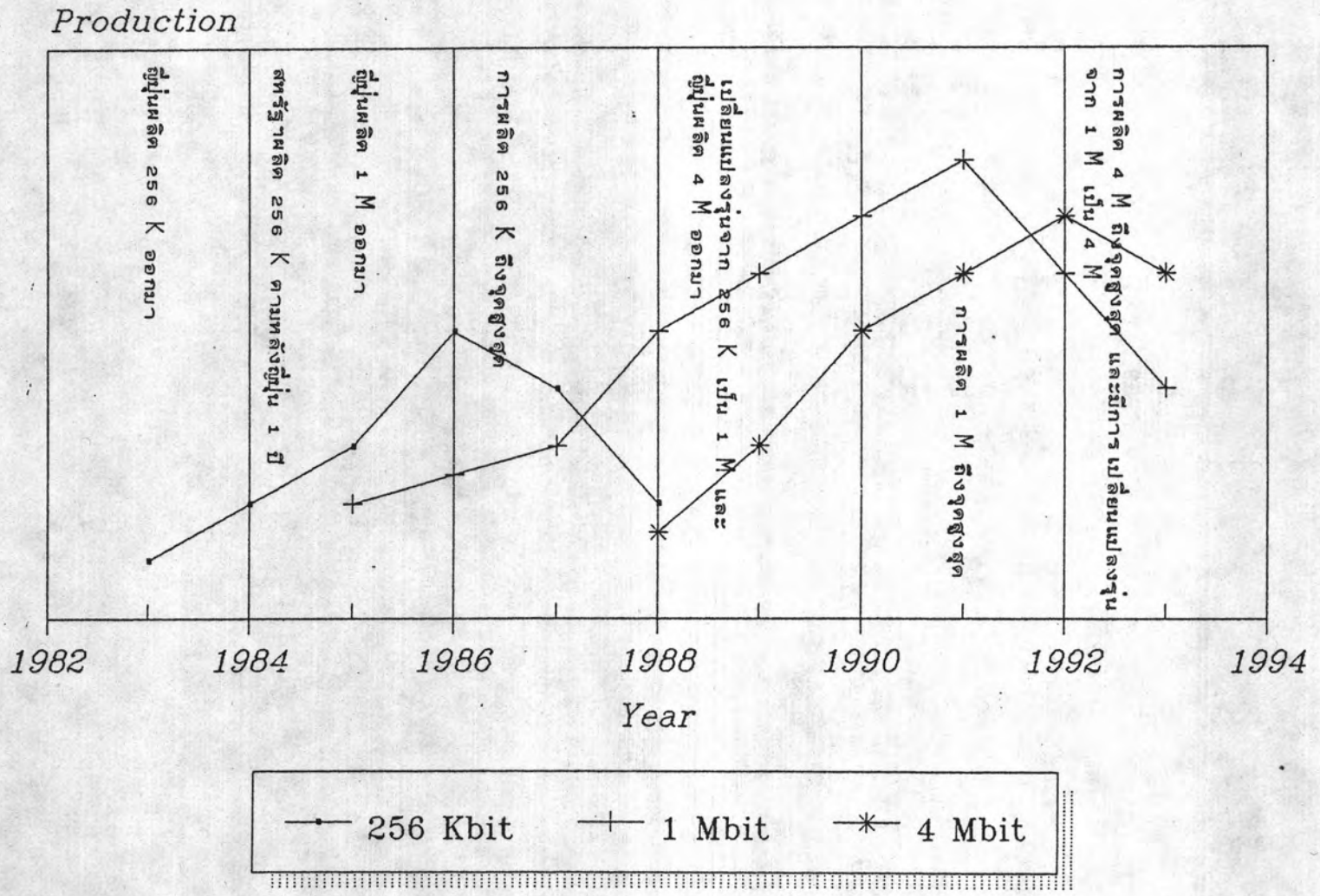
อื่นๆในการผลิต DRAM นั้นต้องใช้เครื่องจักรทั้งสิ้น ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแรงงานเพื่อการแข่งขันได้ และจากลักษณะพิเศษของการผลิต DRAM นั้นการจะลดต้นทุนให้ได้มากๆ เพื่อแข่งขันให้ได้นั้น คือต้องผลิตให้ได้จำนวนมากที่สุด เพื่อให้ต้นทุนต่อหน่วยต่ำ เพราะต้นทุนคงที่สูงมาก ดังนั้นการที่สหรัฐย้ายฐานการผลิตไปในประเทศกำลังพัฒนาก็ไม่มีประโยชน์ในการแข่งขันกับประเทศญี่ปุ่น เพราะประเทศญี่ปุ่นใช้การทุ่มตลาดโดยยอมขายขาดทุน โดยมีจุดประสงค์เพื่อหวังส่วนแบ่งตลาด เพื่อจะได้ผลิตได้เป็นจำนวนมาก เพื่อให้ต้นทุนต่อหน่วยต่ำลง เนื่องจากต้นทุนคงที่ในการซื้อเครื่องมือในการผลิตที่สูงมาก และเป็นการสร้างโอกาสในการรุกคืบหน้าของประเทศญี่ปุ่นไปสู่ในรุ่นถัดๆไปได้อีก ดังนั้นการที่ประเทศผู้คิดค้นคือสหรัฐ ต้องนำเข้าจากประเทศผู้ลอกเลียนแบบ คือประเทศญี่ปุ่น ประเด็นคือประเทศผู้คิดคือสหรัฐ ไม่สามารถใช้ฐานการผลิตต่างประเทศที่ย้ายไปตั้งนั้นในประเทศกำลังพัฒนาแข่งขันในราคากับประเทศญี่ปุ่นได้ ทำให้วัฏจักรสินค้าขาดตอน ประเทศกำลังพัฒนาก็ไม่มีโอกาสในการผลิต DRAM เพื่อส่งออกกลับไปสู่ประเทศสหรัฐ ตามที่วัฏจักรสินค้ากล่าวไว้

DRAM กลุ่มที่ 2 (256 Kbit, 1 Mbit, 4 Mbit)

กลุ่มที่สอง คือกลุ่ม 256 Kbit, 1 Mbit, 4 Mbit เป็นกลุ่มที่กำลังมีการแข่งขันอยู่ในปี 1992 โดยสามารถสรุปประเด็นเวลาในการคิดค้น การผลิตถึงจุดสูงสุดของ DRAM แต่ละรุ่น และการเปลี่ยนแปลงรุ่นของ DRAM ของกลุ่มที่ 2 เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายดังภาพที่ 4.3 และในระยะเริ่มต้นของวัฏจักรเริ่มที่ 256 Kbit นี้ประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้นำโดยมีสัดส่วนการขายสูงถึง 90 % โดยประเทศเกาหลีได้เข้ามาแข่งขัน 256 Kbit แต่ก็ไม่สามารถสู้ประเทศญี่ปุ่นได้เนื่องจากคุณภาพสู้ไม่ได้ และญี่ปุ่นมีการทุ่มตลาด พอเข้ามาสู่ช่วง 1 Mbit เป็นช่วงเติบโตของวัฏจักรนี้ แต่ประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้นำต่อใน 1 Mbit แต่ก็มีการแข่งขันจากประเทศเกาหลีเพิ่มขึ้น โดยเกาหลีเริ่มรุกเข้าไปตลาดสหรัฐได้บ้างแล้ว เนื่องจากมีการแลกเปลี่ยนเทคโนโลยีในการผลิตกับ ผู้ผลิต DRAM ของสหรัฐ ประเทศญี่ปุ่นยังคงเป็นผู้นำอยู่ แม้ว่าจะมีการนำเข้าจากประเทศสหรัฐมากขึ้น แต่ก็เป็นเพราะแรงกดดันทางการเมือง ในข้อตกลงที่ทำกันระหว่างสหรัฐ และญี่ปุ่น ทำให้ส่วนแบ่งในตลาดของของผู้ผลิตสารกึ่งตัวนำต่างประเทศในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งโดยมากก็หมายถึงสหรัฐเพิ่มขึ้น แต่ก็ยังน้อยกว่า 20 % ตามข้อตกลง และสหรัฐมีการย้ายฐานไปผลิตในกลุ่มประ

ภาพที่ 4.3 แสดงลำดับการคิดค้น การผลิต และการเปลี่ยนแปลงรุ่นของ DRAM กลุ่มที่ 2

Group 2 (256 K,1M,4M DRAM)



ที่มา : Electronics (Various Issues)

เทศยุโรปเพิ่มขึ้น ในช่วง 1 Mbit เพราะนโยบายของกลุ่มประเทศยุโรปเริ่มเป็นนโยบายปกป้องตนเองจากการรุกของสหรัฐและญี่ปุ่นโดย การออกกฎถิ่นกำเนิดสารกึ่งตัวนำใหม่ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในประเทศของตนเอง โดยกฎเดิมนั้นการประกอบและทดสอบภายในกลุ่มประเทศยุโรป ก็นับได้ว่าเป็นสินค้าที่ผลิตในยุโรป แต่กฎใหม่ที่ออกมาคือ การจะนับว่าเป็นสินค้าที่ผลิตในยุโรป ต้องมีการเจือสารภายในกลุ่มประเทศยุโรป ซึ่งกฎใหม่นี้ทำให้ประเทศญี่ปุ่น และสหรัฐ ที่ไม่ต้องการเสียภาษีนำเข้าสูงถึง 17.5 % ก็ต้องไปลงทุนในกลุ่มประเทศยุโรปมากขึ้น แต่การลงทุนโรงงานเจือสารนี้ มีต้นทุนสูงกว่าการประกอบและทดสอบมาก อีกทั้งการเจือสารนั้นทำได้แค่ DRAM ในรุ่นหนึ่งเท่านั้น ต้องมีการสร้างโรงงานใหม่ในการผลิตรุ่นต่อไป ขณะที่การประกอบและทดสอบสามารถใช้ได้กับ DRAM หลายรุ่น ทำให้เป็นภาระหนักของประเทศญี่ปุ่นอย่างมาก เพราะญี่ปุ่นแทบจะไม่มีโรงงานเจือสารในกลุ่มประเทศยุโรปเลย มีเพียงรายเดียวคือ NEC ทำให้ประเทศญี่ปุ่นได้เริ่มไปลงทุนในกลุ่มประเทศยุโรป เช่น Hitachi ไปลงทุนใน Germany ชื่อบริษัท Hitachi Semiconductor (Europe) GmbH เพื่อตั้งโรงงานเจือสาร เพื่อผลิต 4 mDRAM หรือ NEC วางแผนจะตั้งโรงงานเจือสารใน Scotland รวมทั้ง Mitsubishi วางแผนไปตั้งโรงงานใน Germany ส่วนประเทศสหรัฐมีโรงงานเจือสารจำนวนมากในกลุ่มประเทศยุโรปอยู่แล้ว ทำให้ในช่วงท้ายของญี่ปุ่นใน 4 Mbit เริ่มถูกแข่งขันเพิ่มขึ้น อีกทั้ง รัฐบาลและภาคเอกชนของประเทศต่างๆได้มีการสนับสนุน ที่จะแข่งขันสูงมาก รวมทั้งการร่วมมือกันระหว่างบริษัทในการร่วมมือกันวิจัยใน DRAM รุ่นใหม่ๆทั้งบริษัทสหรัฐ กลุ่มประเทศยุโรป และเกาหลี น่าจะถือได้ว่าในช่วงนี้สถานภาพของญี่ปุ่นได้ถูกแข่งขันอย่างมาก แม้คาดว่าจะมีส่วนแบ่งสูงอยู่แต่ก็จะลดลงไปบ้าง เพราะตลาดในสหรัฐของญี่ปุ่นก็เริ่มถูกเกาหลีแย่งไป ตลาดกลุ่มประเทศยุโรปก็ถูกประเทศสหรัฐและกลุ่มประเทศยุโรปเองแข่งขันสูงมาก และ รัฐบาลประเทศเกาหลีก็ให้การสนับสนุนการวิจัยในระดับ VLSI มุ่ง 4 Mbit มาแข่งขันกับประเทศญี่ปุ่น

สรุปว่าในกลุ่มที่สองนี้วัฏจักรสินค้ายังไม่จบลงถึงในขั้นสุดท้าย คือประเทศญี่ปุ่นยังเป็นผู้นำอยู่ และคาดว่าจะเป็นผู้นำต่อไปอีก แม้จะถูกแข่งขันอย่างมาก แต่เพราะลักษณะพิเศษของบริษัทญี่ปุ่นที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น คงทำให้ประเทศญี่ปุ่นยังคงเป็นผู้นำอยู่ และการย้ายฐานการผลิตในกลุ่มนี้ไปในประเทศกำลังพัฒนาก็ไม่เกิด เพราะต้นทุนที่ประหยัดได้จากการไปประกอบโดยอาศัยแรงงานในต่างประเทศนั้นไม่สามารถลดต้นทุนไปได้มาก และDRAM ในกลุ่มนี้เริ่มมีความหนาแน่น

สูงขึ้น การใช้แรงงานประกอบทำได้ยากขึ้น เนื่องจากลายวงจรขนาดเล็กลงมาก ไม่คุ้มที่จะใช้แรงงาน และในการประกอบรุ่นใหม่ๆจะใช้เครื่องจักรในการประกอบ เพราะแน่นอนกว่า และต้นทุนต่ำกว่าใช้แรงงาน เนื่องจากการผลิต DRAM นั้นเป็นการผลิตจำนวนมาก ซึ่งคุ้มค่าที่จะใช้เครื่องในการประกอบ แต่ได้มีการย้ายฐานการผลิตโดยสหรัฐและญี่ปุ่นไปลงทุนในกลุ่มประเทศยุโรปเพิ่มขึ้นมาก โดยเป็นการย้ายไปผลิตครบวงจรที่กลุ่มประเทศยุโรป ซึ่งไม่ได้หวังประโยชน์จากแรงงานราคาถูก แต่ย้ายไปเพราะการออกกฎถิ่นกำเนิดสารกึ่งตัวนำใหม่ของกลุ่มประเทศยุโรป โดยกฎเดิมนั้นการประกอบและทดสอบภายในกลุ่มประเทศยุโรป ก็นับได้ว่าเป็นสินค้าที่ผลิตในยุโรป แต่กฎใหม่ที่ออกมาคือ การจะนับว่าเป็นสินค้าที่ผลิตในยุโรป ต้องมีการเจือสารภายในกลุ่มประเทศยุโรป ซึ่งกฎใหม่นี้ทำให้ประเทศญี่ปุ่น และสหรัฐ ที่ไม่ต้องการเสียภาษีนำเข้าสูงถึง 17.5 % ก็ต้องไปลงทุนการผลิตครบวงจรในกลุ่มประเทศยุโรปมากขึ้น เพราะตลาดกลุ่มประเทศยุโรปเป็นตลาดที่มีขนาดใหญ่ และแนวโน้มของ DRAM ในกลุ่มที่สองนี้คือเป็นการแข่งกันที่พยายามจะลดต้นทุนในการผลิต ซึ่งก็ไม่ใช้การลดต้นทุนโดยการไปประกอบโดยใช้แรงงานแล้ว เพราะลดต้นทุนได้ไม่มาก แต่หันมาร่วมมือกันระหว่างบริษัทเพื่อพัฒนาและวิจัยเทคนิคการผลิต DRAM รุ่นใหม่ๆดังที่กล่าวไว้ข้างต้น เพื่อลดต้นทุนในการวิจัยและพัฒนาซึ่งสูงมากลง ทำให้การลงทุนใน DRAM รุ่นใหม่ๆไม่สร้างภาระการเงินแก่บริษัทมากเกินไป ทำให้สามารถลดราคาขายได้ เพื่อแย่งส่วนแบ่งกัน วัฏจักรสินค้าในกลุ่มนี้ยังไม่จบ แต่คาดว่าไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ในกลุ่มนี้ได้ดีนัก เนื่องจากประเด็นหลักของวัฏจักรสินค้า คือการย้ายฐานการผลิตของประเทศผู้คิดค้น เพื่อใช้ประโยชน์จากแรงงานราคาถูกในประเทศกำลังพัฒนา เป็นฐานในการผลิตมาแข่งขันในราคากับประเทศผู้เลียนแบบ และท้ายสุดฐานการผลิตนั้นจะส่งออกไปในประเทศผู้คิดค้น ซึ่งปรากฏการณ์ของวัฏจักรสินค้าที่กล่าวนี้ไม่ได้เกิดในการศึกษา DRAM ในกลุ่มที่สองนี้เลย เพราะ DRAM ในกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่มีระดับความซับซ้อนสูง กระบวนการผลิตแทบจะไม่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากแรงงานเลย

DRAM กลุ่มที่ 3 (16 Kbit, 64 Kbit, 256 Kbit)

กลุ่มสาม ซึ่งประกอบด้วย 16 Mbit เป็นต้นไป กลุ่มนี้เป็นการคาดการณ์ของ DRAM ในอนาคต โดยสามารถสรุปประเด็นเวลาในการคิดค้น การผลิตถึงจุดสูงสุดของ DRAM แต่ละรุ่น

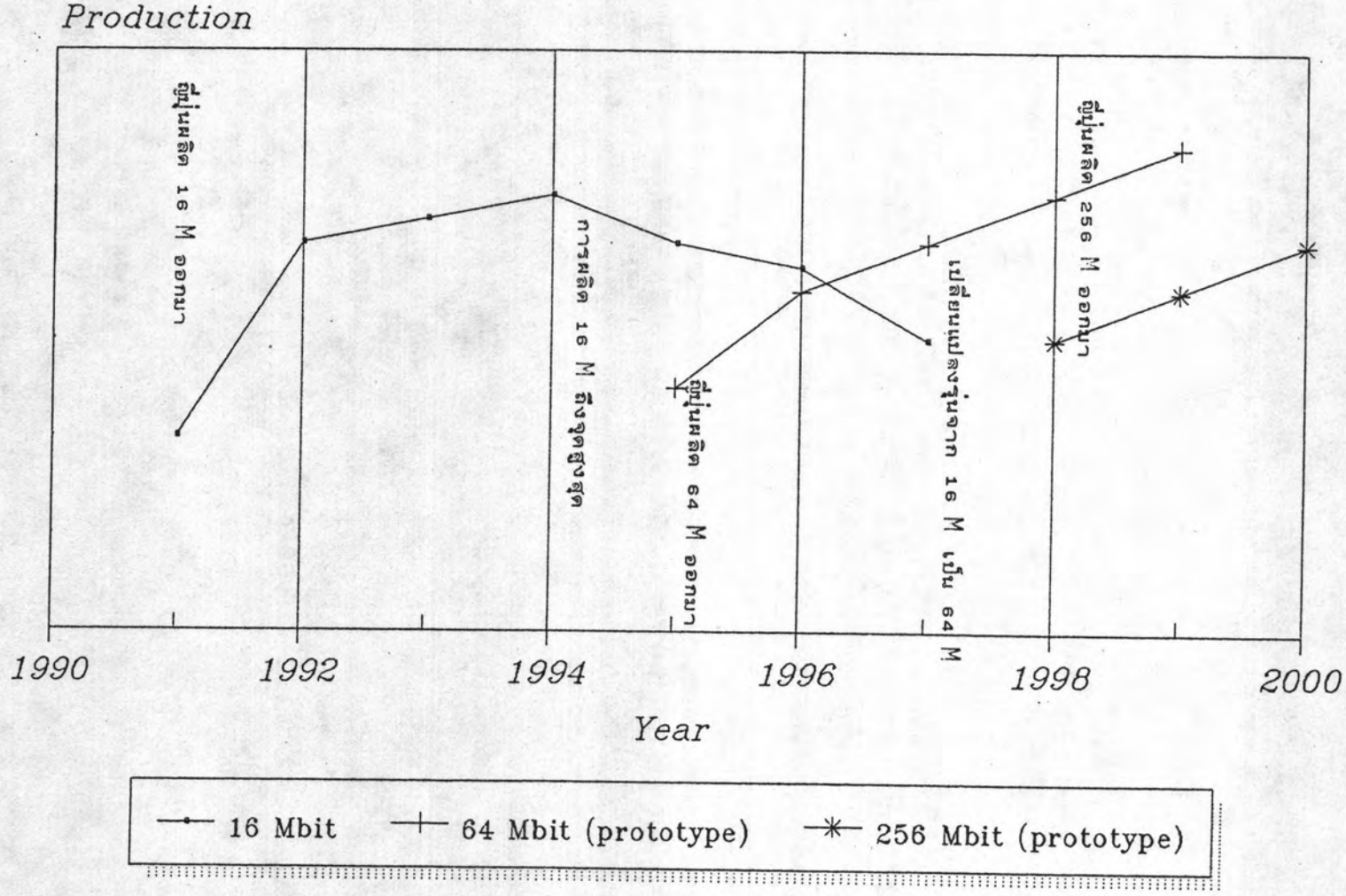
และการเปลี่ยนแปลงรุ่นของ DRAM ของกลุ่มที่ 3 เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายดังภาพที่ 4.4 เนื่องจากในกลุ่มนี้ยังไม่มีการผลิตเป็นจำนวนมากในเชิงพาณิชย์ แต่ประเทศต่างๆ มีเป้าหมายการวางแผนที่จะพัฒนา DRAM ในกลุ่มนี้มาก ทั้งเกาหลี กลุ่มประเทศยุโรป สหรัฐ โดยรัฐบาลของแต่ละประเทศก็ได้มีการสนับสนุนอย่างมาก เพื่อจะแข่งขันกับประเทศญี่ปุ่นให้ได้ รวมทั้งมีการร่วมมือกันระหว่างบริษัทผู้ผลิตเพื่อแลกเปลี่ยนเทคโนโลยีในการผลิต DRAM รุ่นใหม่ๆ ทำให้แนวโน้มน่าจะมีการแข่งขันสูงมาก น่าจะถือได้ว่าในกลุ่มที่ 3 จะมีการแข่งขันสูงขึ้นกว่าเดิมอย่างมาก โดยจะเป็นการแข่งขันแบบร่วมมือกัน เพื่อพัฒนาทางด้านเทคนิคการผลิตและลดต้นทุนการวิจัยและพัฒนา โดยวัฏจักรสินค้าในกลุ่มนี้คงเหมือนในกลุ่มที่สองคือไม่สามารถอธิบายด้วยวัฏจักรสินค้าได้

สรุปวัฏจักรสินค้าของ DRAM ทั้ง 3 กลุ่ม

สรุปวัฏจักรสินค้า โดยสามารถสรุปประเด็นเวลาในการคิดค้น การผลิตถึงจุดสูงสุดของ DRAM แต่ละรุ่น และการเปลี่ยนแปลงรุ่นของ DRAM ของทั้ง 3 กลุ่มเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายดังภาพที่ 4.5 และหลังจากที่ได้ศึกษามาทั้งสามกลุ่ม พบว่า ในกลุ่มแรก อันได้แก่ 1 Kbit, 4 Kbit, 16 Kbit, 64 Kbit นั้นทฤษฎีวัฏจักรสินค้าพอจะอธิบายปรากฏการณ์ในกลุ่มนี้ได้บ้าง ซึ่งปัจจัยที่ทำให้ทฤษฎีนี้สามารถอธิบายเหตุการณ์นี้ได้ดี คือ DRAM ในกลุ่มแรกนั้นมีความซับซ้อนไม่มากนัก เนื่องจากความจุของความจำยังต่ำ ทำให้สามารถย้ายฐานการผลิตไปใช้ประโยชน์แรงงานราคาถูกได้ แต่ในกลุ่มที่สองและสามนั้นมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น ทฤษฎีวัฏจักรสินค้า ไม่สามารถอธิบายการย้ายฐานการผลิตได้ เนื่องจากการใช้ประโยชน์จากแรงงานไม่จำเป็นต่อไป ซึ่งสรุปได้ว่าในสินค้าที่มีเทคโนโลยีสูงในอนาคต ประเทศผู้ดิดค้นจะมีการแข่งขันกันเองในประเทศพัฒนาด้วยกัน การที่จะมีการย้ายฐานการผลิตมาสู่ประเทศกำลังพัฒนา แทบไม่มีโอกาส เนื่องจากสินค้ารุ่นใหม่ๆ มีความซับซ้อนมาก ต้องใช้เครื่องจักรในการผลิต การใช้ประโยชน์จากแรงงานจะไม่เกิด อีกทั้งการจะอาศัยประเทศกำลังพัฒนาเป็นฐานในการส่งออกคงจะลดลง เพราะแต่ละประเทศก็จะมีนโยบายกีดกันสินค้า แม้แต่จะมาจากประเทศกำลังพัฒนาก็ตาม ดังนั้นประเด็นการการย้ายฐานการผลิตสามารถสรุปได้เป็น 3 รูปแบบจากการศึกษานี้คือ ในรูปแบบแรกประเทศผู้คิดค้นจะย้ายฐานการผลิต โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดต้นทุนการผลิต โดยอาศัยแรงงานราคาถูก ตามทฤษฎีวัฏจักรสินค้า ในรูปแบบนี้ใช้สำหรับสินค้าที่เทคโนโลยีอยู่ตัวแล้ว และสินค้าลอกเลียนแบบได้ง่าย คือสินค้า

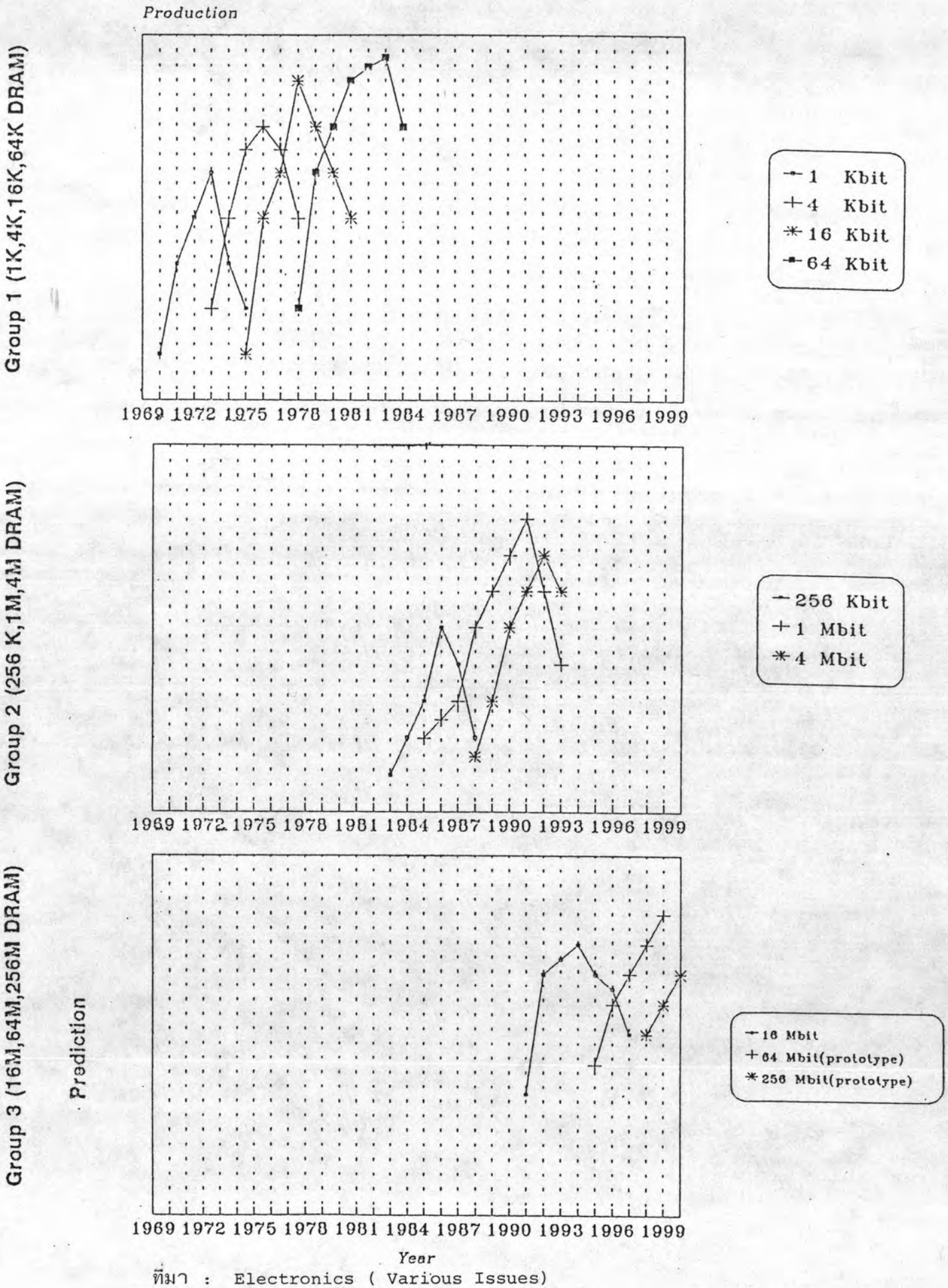
ภาพที่ 4.4 แสดงลำดับการคิดค้น การผลิต และการเปลี่ยนแปลงรุ่นของ DRAM กลุ่มที่ 3

Group 3 (16M,64M,256M DRAM) - Prediction



ที่มา : Electronics (Various Issues)

ภาพที่ 4.5 แสดงลำดับการคิดค้นการผลิต และการเปลี่ยนแปลงรุ่นของ DRAM



ที่มา : Electronics (Various Issues)

ไม่มีความซับซ้อนมากนัก ในรูปแบบที่สอง ประเทศผู้คิดค้นจะย้ายฐานการผลิต เนื่องจากตลาดที่จะย้ายฐานการผลิตไปนั้นมีขนาดใหญ่ และมีการกีดกันทางการค้า เช่นภาษีศุลกากร โดยมุ่งให้ได้ต้นทุนต่ำที่สุดเพื่อแข่งกับคู่แข่งในตลาดนั้น ในรูปแบบนี้ใช้สำหรับสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีที่กำลังใช้กันในปัจจุบัน และลอกเลียนแบบได้ยาก เนื่องจากมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น และสุดท้ายในรูปแบบที่สาม ประเทศผู้คิดค้นจะย้ายฐานการผลิตเนื่องจากการร่วมมือระหว่างผู้ผลิตอื่นๆ ทำการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการผลิตลง และพัฒนาเทคโนโลยีให้เร็วมากที่สุด สำหรับสินค้าที่ยังไม่มีการผลิตมากนัก มีความซับซ้อนมาก และเทคโนโลยียังอยู่ในระหว่างการพัฒนา ดังภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.6 รูปแบบการย้ายฐานการผลิตของ DRAM