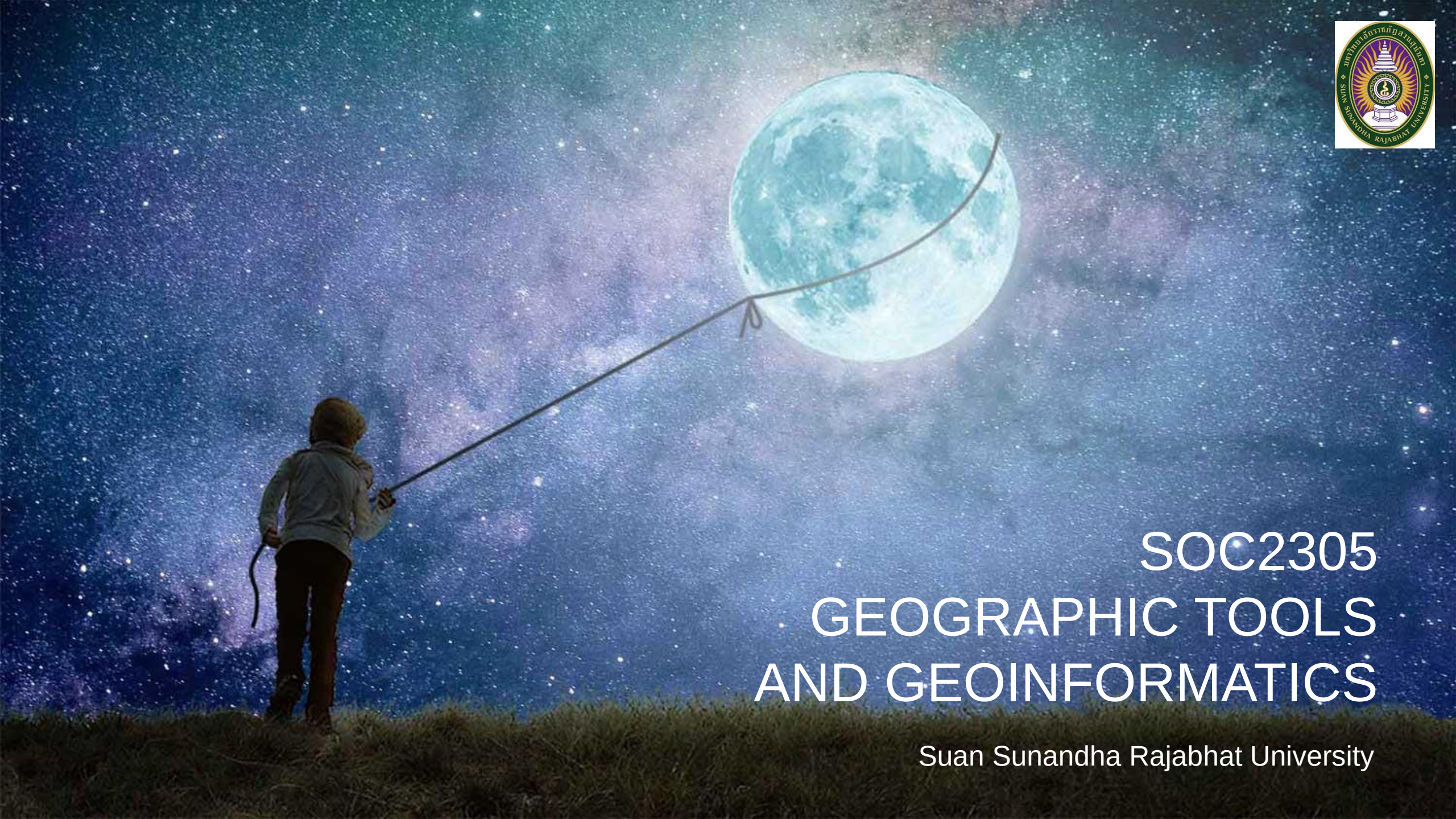


SOC2305
GEOGRAPHIC TOOLS AND GEOINFORMATICS

Suan Sunandha Rajabhat University

Courses

A	Map	ความหมาย ประวัติ ชนิด องค์ประกอบ การอ่าน และประโยชน์ของแผนที่
B	GIS	ความหมาย องค์ประกอบ ชนิด การวิเคราะห์ เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ การประยุกต์ใช้GIS
C	GPS&GNSS	ความหมาย ส่วนประกอบ GPS & GNSS และการประยุกต์ใช้
D	Remote Sensing	หลักการ ประเภท และการประยุกต์ใช้ RS
E	Aerial Photo & UAV	ความหมาย ขั้นตอน ชนิด การแปลตีความ การจำแนกLULC และ UAV

แผนที่ (Map)

ความหมาย ประวัติ และหลักการผลิตแผนที่

แผนที่ คืออะไร ?

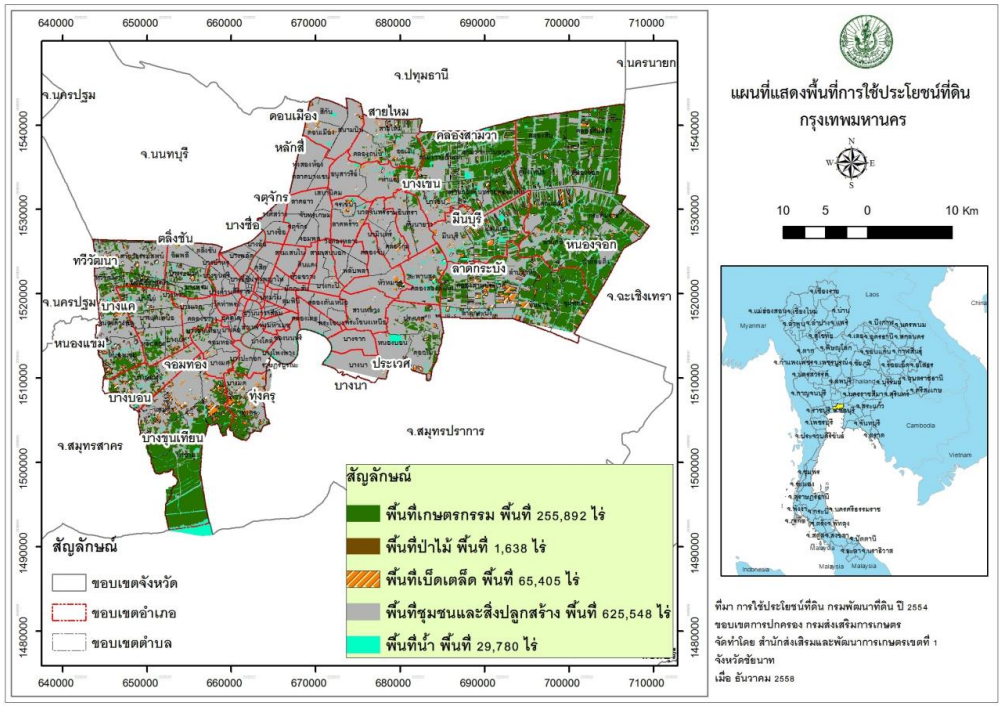
ผลของการจำลองของพื้นผิวโลกและสิ่งที่ปรากฏบน พื้นผิวโลก ไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ลงบนแผ่นราบ เช่น แผ่นกระดาษโดยย่อขนาดให้เล็กลงตามอัตราส่วนที่พึงประสงค์ ทั้งนี้การจำลองดังกล่าวต้องอ้างอิงระบบพิกัดในการกำหนดตำแหน่งเพื่อให้ทราบว่าสิ่งที่ปรากฏในแผนที่อยู่ ณ ที่ใดบนพื้นผิวโลก ดังนั้น แผนที่จึงสามารถนำไปใช้เพื่อ

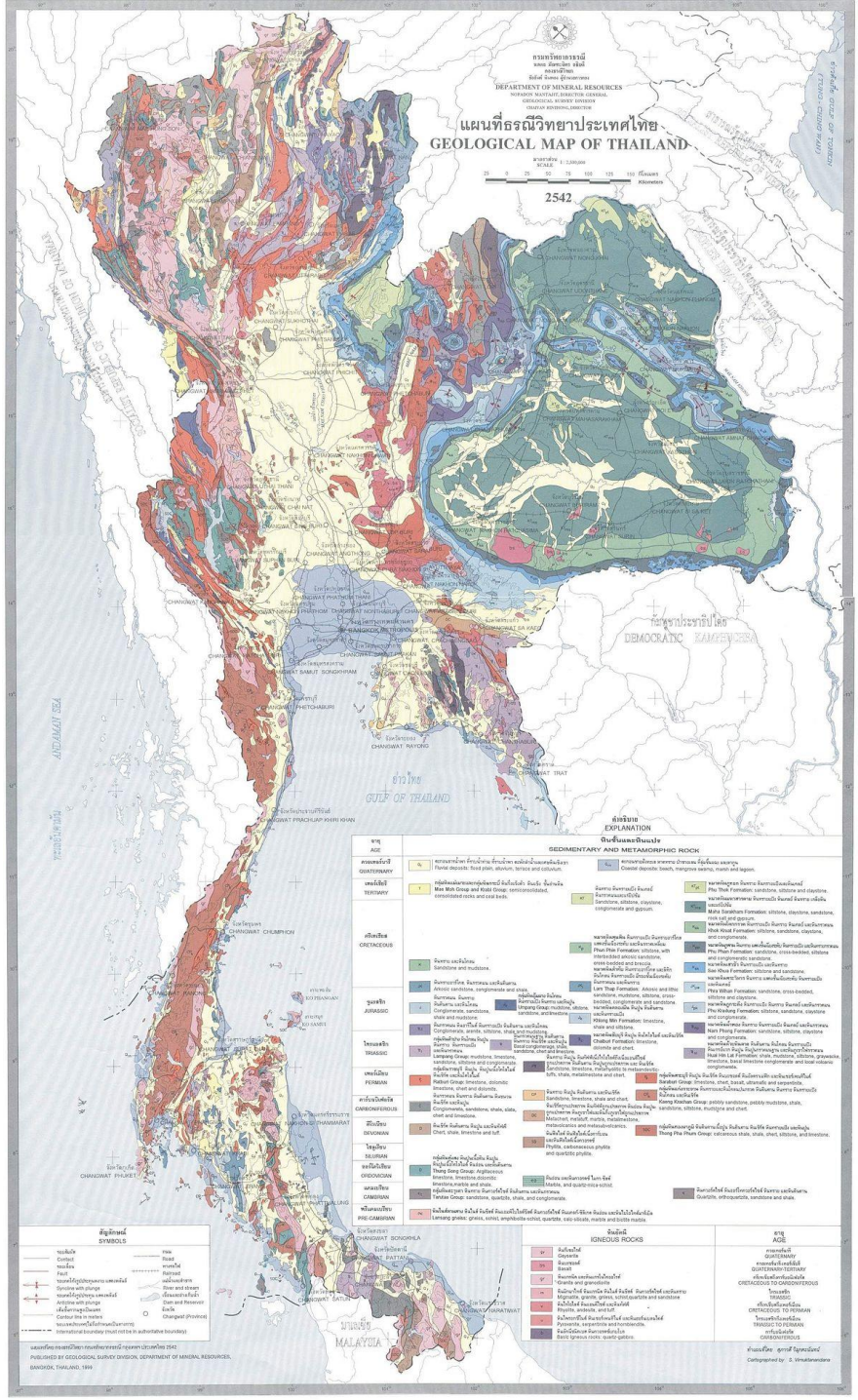
1. ระบุตำแหน่งใด ๆที่อยู่บนพื้นผิวโลกได้
2. แสดงรูปแบบการกระจายของสิ่งที่ปรากฏบน พื้นผิวโลก เช่น การกระจายของป่าดงดิบชื้น
3. พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ที่ แตกต่างกัน โดยการวิเคราะห์จากแผนที่

ที่มา : สรรชัย กลิ่นดาว

ความสำคัญของแผนที่

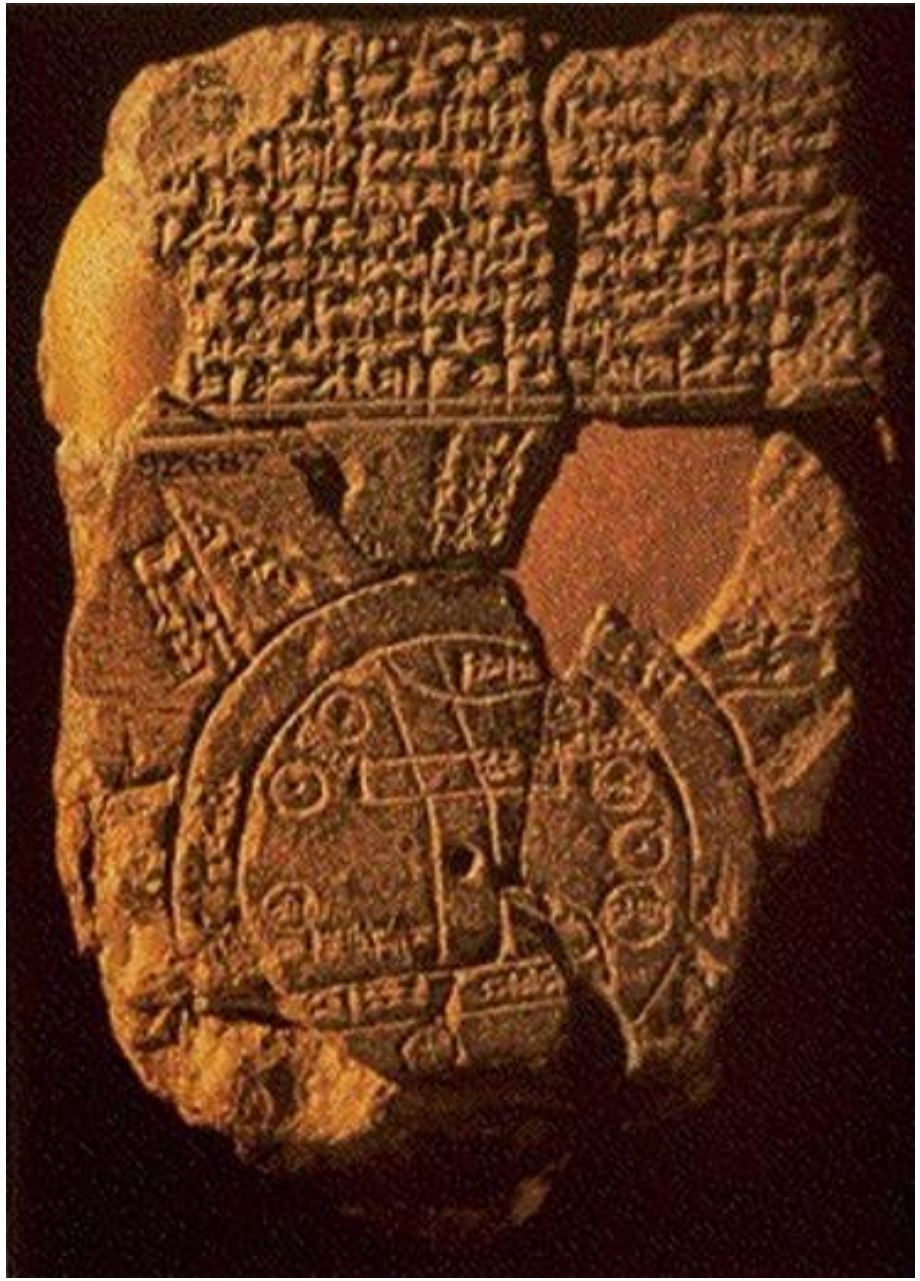
- แผนที่เป็นอุปกรณ์สำคัญอย่างหนึ่งที่มนุษย์ ใช้เป็นเครื่องช่วยในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันนับจากอดีตจนถึงปัจจุบัน
- มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ การเรียนการสอน การประกอบอาชีพสาขาต่าง ๆ และการนำไปใช้งานด้านต่าง ๆ เช่น ภูมิศาสตร์ การสำรวจ ธรณีวิทยา การเกษตร ป่าไม้ การคมนาคมขนส่ง กิจการทหาร-ตำรวจ ศิลปวัฒนธรรม



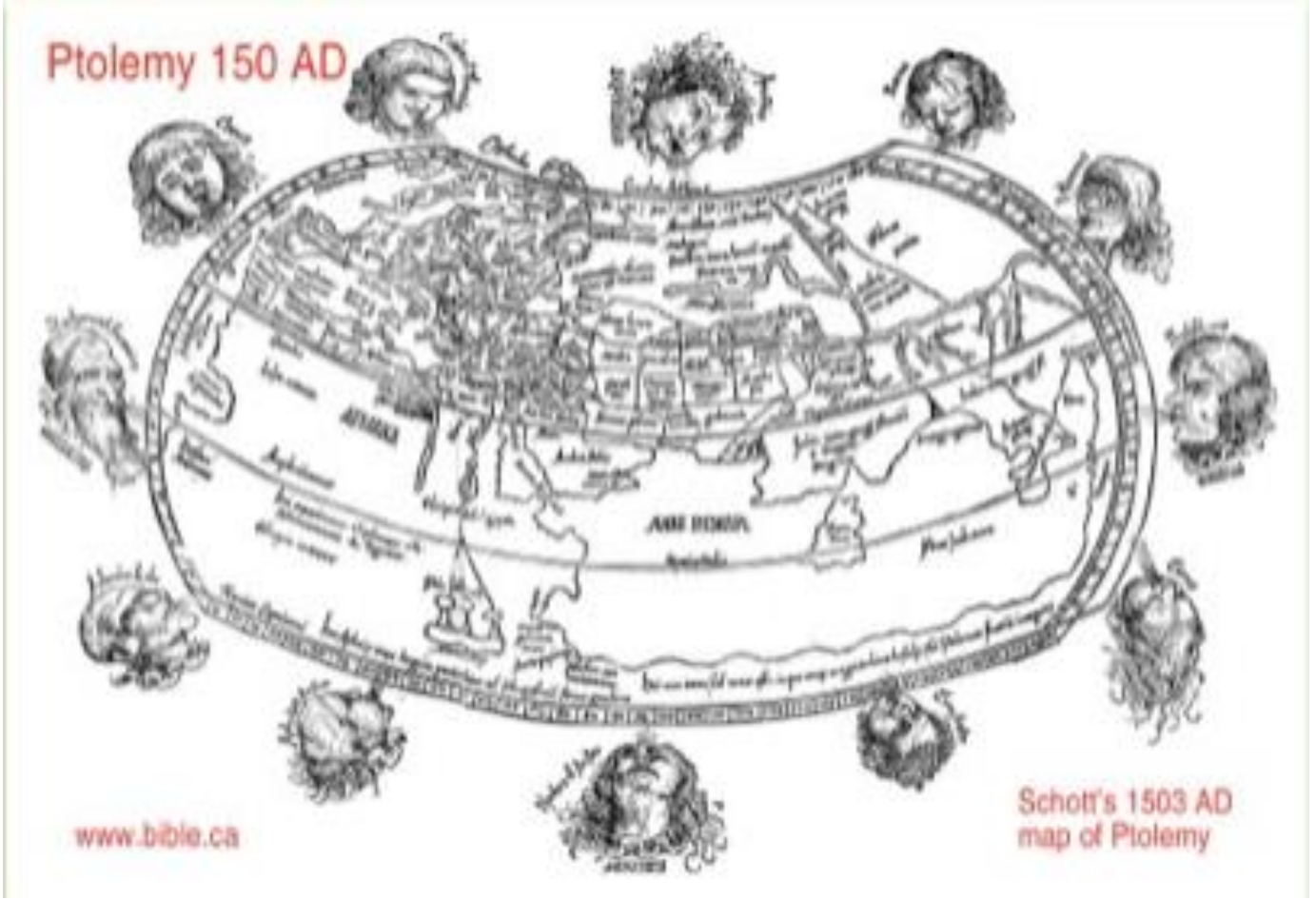


ประวัติและพัฒนาการของแผนที่

- ในสมัยเริ่มแรกการทำแผนที่จะอาศัยข้อมูลการสำรวจภาคพื้นดินเท่านั้น
- มีเทคโนโลยีการสำรวจจากระยะไกล (Remote Sensing) เกิดขึ้น จึงมีการนำเอา**ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายจากดาวเทียม**มาช่วยในการทำแผนที่เพราะทำให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว และถูกต้องกว่าการสำรวจภาคพื้นดินเพียงอย่างเดียว
- ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทั้งฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟแวร์ (Software) มีมากขึ้น จึงมีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาผลิตแผนที่ ซึ่งทำได้สะดวกรวดเร็ว และถูกต้องมากกว่าเดิมที่ทำด้วยมือ คอมพิวเตอร์มีวิธีการแสดงผลภาพออกมาให้เหมือนจริง หรือทำเสมือนมองเห็นได้ในสภาพเป็นจริง (Visualization) เช่น แสดงความลึก สูง ต่ำ นูน รูปแบบภาพสามมิติ เป็นลักษณะที่ง่ายต่อการสื่อความหมายมากขึ้น
- มีการพัฒนางานด้านรีโมทเซนซิ่ง และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Remote Sensing and Geographic Information System) ก็มีเป้าหมายที่สำคัญอย่างหนึ่งคือการแสดงผลออกมาในรูปแแบบของแผนที่ไม่ว่าจะเป็นแผนที่ในรูปแบบแผ่นกระดาษ หรือแผนที่ในรูปแบบดิจิตอล (Digital)
- สามารถแสดงผลในคอมพิวเตอร์ได้ การแสดงผลหรือการผลิตแผนที่ออกมาจะต้องมีหลักในการทำแผนที่หลายอย่าง เช่น การอ้างอิง**ระบบพิกัด**ของแผนที่ให้ถูกต้องตรงกับสภาพความเป็นจริงบนพื้นโลก กำหนดทิศทาง มาตราส่วน การแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ ให้สื่อออกมาสอดคล้องกับความเป็นจริง
- ประเทศไทยเรานิยมใช้แผนที่ที่ผลิตโดยกรมแผนที่ทหารนำมาใช้งาน และนำมาเป็นแผนที่อ้างอิงประกอบ หรือที่เรียกว่าแผนที่ฐาน (Base Map) เนื่องจากถือว่าเป็นแผนที่มาตรฐานที่มีความถูกต้องสูง



แผ่นโคลนบาบิโลเนียน (Babylonian clay)



แผนที่ตามแนวคิดของปาโตเลมี คริสต์ศักราช 150

แผนที่ในยุคกลางที่เก็บรักษาในวิหารเฮียร์ฟอร์ด

แผนที่ที่สร้างโดยอเมริโก เวสปุสซี

หลักการผลิตแผนที่

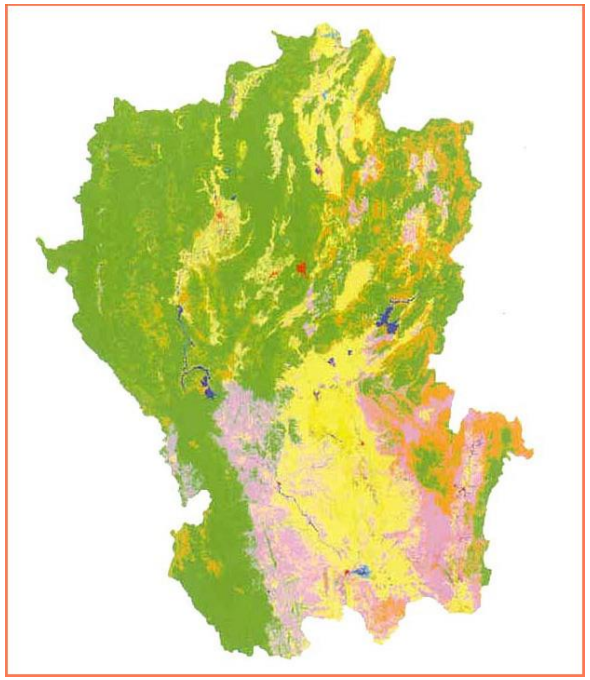
โลก (Earth) โลกของเรา

- มีรูปร่างลักษณะเป็นรูปทรงรี (Oblate Ellipsoid) คือมีลักษณะป่องตรงกลาง ขั้วเหนือ-ใต้ แบนเล็กน้อย
- พื้นผิวโลกที่แท้จริงมีลักษณะขรุขระ สูง ต่ำ ไม่ราบเรียบสม่ำเสมอ
- พื้นผิวโลกจะมีพื้นที่ประมาณ 509,450,00 ตารางกิโลเมตร
- มีเส้นผ่าศูนย์กลางที่ศูนย์สูตรยาว 12,757 กิโลเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลางจากขั้วโลกเหนือถึงขั้วโลกใต้ 12,714
- ในกิจการของแผนที่ จึงมีการใช้รูปทรงสัณฐานของโลกอยู่ 3 แบบ

หลักการผลิตแผนที่

ผลของการจำลองของพื้นผิวโลกและสิ่งที่ปรากฏบนพื้นผิวโลก ลงบนแผ่นราบ โดยย่อขนาดให้เล็กลงตามอัตราส่วนต้องอ้างอิงระบบพิกัดในการกำหนดตำแหน่ง

ทำให้ต้องทราบรูปทรงที่แท้จริงของโลกตลอดจนถึงกระบวนการ ถ่ายทอดรายละเอียดที่ปรากฏบนพื้นผิวโลกลงสู่แผ่นแผนที่ ซึ่งเราเรียกกระบวนการถ่ายทอดนี้ว่า การฉายเส้นโครงแผนที่ (map projection) ซึ่งมีรายละเอียดพอสังเขป ดังนี้



ที่มา : สรรชัย กลิ่นดาว

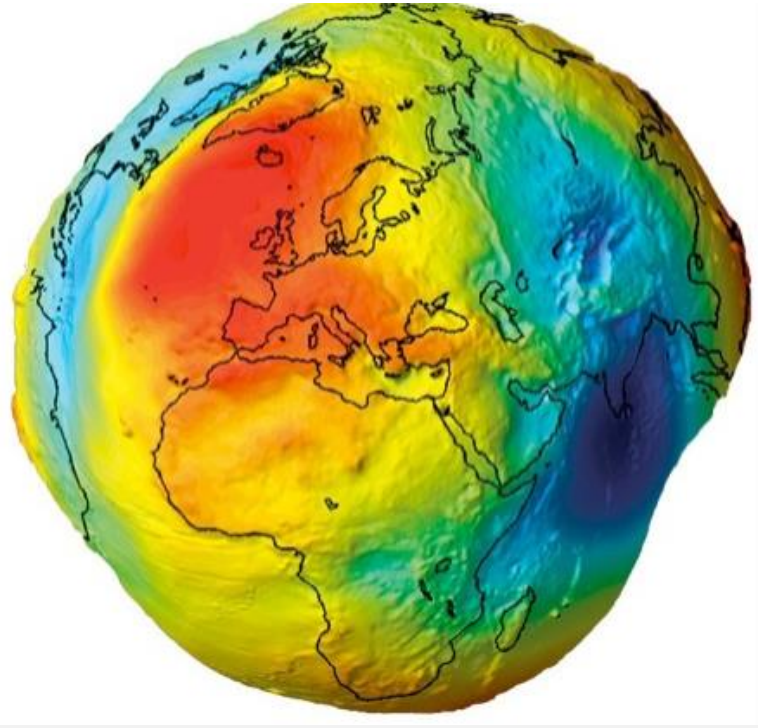
หลักการผลิตแผนที่

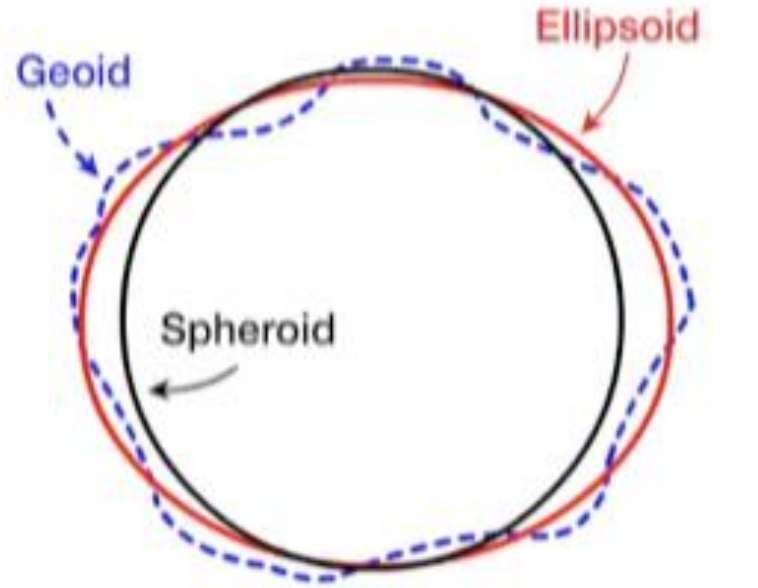
รูปจำลองของโลก (approximation of the earth)

รูปจำลอง (model) ที่มีรูปร่างใกล้เคียงกับโลกมากที่สุด นั่นคือ จีออยด์ (Geoid) แต่มีพื้นผิวที่ไม่สม่ำเสมอ (irregular surface) ส่วนโค้งของจีออยด์จะแสดงความไม่ต่อเนื่อง ดังนั้น จีออยด์จึงไม่เหมาะที่นำมาใช้เป็นพื้นผิวสำหรับการ อ้างอิงเพื่อการพิจารณาตำแหน่งที่ตั้ง

การดำเนินการคำนวณ ตำแหน่ง ระยะทางหรือทิศทางบนพื้นผิวโลกต้องการกรอบ อ้างอิงเชิงคณิตศาสตร์ที่มีพื้นผิวเรียบสม่ำเสมอและนั่นก็คือ ทรงรีขั้วยุบ (oblate ellipsoid)

นอกจากนี้ สามารถใช้รูปทรงกลม (sphere) ซึ่งพอเหมาะกับจีออยด์เป็นทางเลือกที่สองสำหรับการทำแผนที่มาตราส่วนเล็ก





ที่มา : สรรชัย กลิ่นดาว

ทรงกลม หรือ สเฟียรอยด์ เป็นรูปทรงที่ง่ายที่สุด จึงเหมาะเป็นสัณฐานของโลกโดยประมาณ **ใช้กับแผนที่มาตราส่วนเล็กที่มีขอบเขตกว้างขวาง** เช่น แผนที่โลก แผนที่ทวีป หรือ แผนที่อื่นๆที่ไม่ต้องการความละเอียดถูกต้องสูง

ทรงรี หรือ อิลิปซอยด์ โดยทั่วไป คือ รูปที่แตกต่างกับรูปทรงกลมเพียงเล็กน้อย ซึ่งจะมีลักษณะ**ใกล้เคียงกับสัณฐานจริงโลกมาก จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นพื้นผิวการรังวัด และการแผนที่ที่ต้องการความละเอียดถูกต้องสูง** เช่น แผนที่ระดับชุมชนเมือง แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วนใหญ่ทั่วไป แผนที่นำร่อง เป็นต้น

ยีออยด์ **เป็นรูปทรงที่เหมือนกับสัณฐานจริงของโลกมากที่สุด** เกิดจากการสมมุติระดับน้ำในมหาสมุทรขณะทรงตัวอยู่นิ่ง เชื่อมโยงให้ทะลุไปถึงกันทั่วโลก จะเกิดเป็นพื้นผิวซึ่งไม่ราบเรียบตลอด มีบางส่วนที่ยุบต่ำลง บางส่วนสูงขึ้น ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและแรงโน้มถ่วงของโลก ทุก ๆ แนวดิ่ง (Plumb Line) จะตั้งฉากกับยีออยด์ ยีออยด์มีบทบาทสำคัญในงานรังวัดชั้นสูง (Geodesy) แต่กลับไม่มีบทบาทโดยตรงกับวิชาการแผนที่ นอกจากจะใช้ในการคำนวณแผนที่ประกอบกับรูปทรงรี

รูปโลกที่ได้จากการถ่ายภาพจากดาวเทียม

หลักการผลิตแผนที่

กระบวนการฉายแสง (projection) เป็นการถ่ายทอดพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นผิวทรงกลมรีของโลกลงสู่แผ่นแบนราบ ผลที่ได้จากกระบวนการแปลง เรียกว่า เส้นโครงแผนที่ หรือ การจัดวางเส้นขนานและเส้นเมริเดียน อย่างเป็นระบบลงสู่แผ่นราบเพื่อแสดงระบบพิกัดภูมิศาสตร์

ประโยชน์ของเส้นโครงแผนที่

- สามารถแสดงข้อมูลในรูปแผนที่ 2 มิติ ได้แก่ แผนที่กระดาษหรือแผนที่เชิงเลข แทนที่ลูกโลก
- สามารถทำให้เราทำงานกับระนาบหรือระบบพิกัดจากการฉายแสง (projected coordinate) แทนที่จะใช้ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ ซึ่งการคำนวณ กับระบบพิกัดภูมิศาสตร์ค่อนข้างซับซ้อนและให้ค่าของการวัด ระยะทางที่ละเอียดน้อยกว่า

ที่มา : สรรชัย กลิ่นดาว

เส้นโครงแผนที่

คุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่ นักแผนที่ได้จัด กลุ่มเส้นโครงแผนที่ตามคุณสมบัติของเส้นโครงออกเป็น 3 ประเภท

1. คุณสมบัติของการรักษารูปร่าง (conformal)
2. รักษาพื้นที่ (equal area or equivalent)
3. รักษาทิศทาง (azimuthal or true direction)

เส้นโครงแผนที่ที่รักษาพื้นที่ (equivalent or equal-area map projection)

สามารถแสดงขนาดของพื้นที่บนพื้นผิวโลกได้อย่างถูกต้อง เมื่อเราใช้เส้นโครงประเภทนี้ผลิตแผนที่มาตราส่วนเล็กที่แสดง ภูมิภาคใหญ่จะเกิดการบิดเบี้ยวในเรื่องของรูปร่างของภูมิภาค ดังกล่าวที่ปรากฏบนแผนที่ตลอดจนการบิดเบี้ยวของมุมที่วัดได้ ซึ่งไม่ถูกต้องหรือสอดคล้องกับพื้นผิวโลก ตัวอย่างของเส้นโครงที่รักษาพื้นที่ ได้แก่ Lambert cylindrical equal-area projection

เส้นโครงแผนที่

เส้นโครงแผนที่ที่รักษารูปร่าง (conformal map projection)

แผนที่ที่ผลิตจากเส้นโครงประเภทนี้จะแสดงรูปร่างของภูมิภาคเล็ก ๆ ตลอดจนมุมที่วัดได้อย่างถูกต้องเหมือนกับที่ปรากฏบนพื้นผิวโลก อย่างไรก็ ดี ความเพี้ยนของรูปร่างและมุมที่วัดได้อาจปรากฏขึ้นเล็กน้อย ถ้าแผนที่แสดงภูมิภาคที่กว้างใหญ่ขึ้น ไม่ว่าจุดใด ๆ บนแผนที่มาตราส่วนจะคงที่ในทุกทิศทาง ที่สำคัญอีกประการ เส้นโครงที่รักษารูปร่างนี้ เส้นเมริเดียนและเส้นขนานจะตัดกันเป็น มุมฉาก ตัวอย่างเส้นโครงประเภทนี้ ได้แก่ เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์ (Mercator projection)

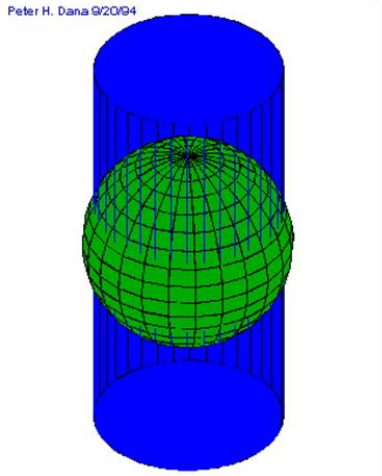
เส้นโครงแผนที่ที่รักษาระยะทาง (equidistant map projection)

แผนที่ที่ผลิตโดยอาศัยเส้นโครงประเภทนี้จะแสดงระยะทางได้ถูกต้อง อย่างไรก็ดีความถูกต้องของระยะทางจะปรากฏเฉพาะที่ กล่าวคือ สามารถแสดงระยะทาง ตามมาตราส่วนที่ระบุไว้เฉพาะจากจุดหนึ่งไปยังจุดใดๆบน แผนที่อีกจุดหนึ่งในทิศทางที่กำหนด ถ้ามาตราส่วนของแผนที่ มีความถูกต้องตามแนวเส้นเมริเดียนทั้งหมด แผนที่ดังกล่าวจะ รักษาระยะทางตามแนวเส้นเมริเดียน เช่น เส้นโครงแผนที่ Plate Carree projection ถ้ามาตราส่วนของแผนที่ถูกต้อง ตามแนวเส้นขนานหรือละติจูดทั้งหมด แผนที่ดังกล่าวก็จะ รักษาระยะทางตามแนวเส้นขนานเหล่านั้น

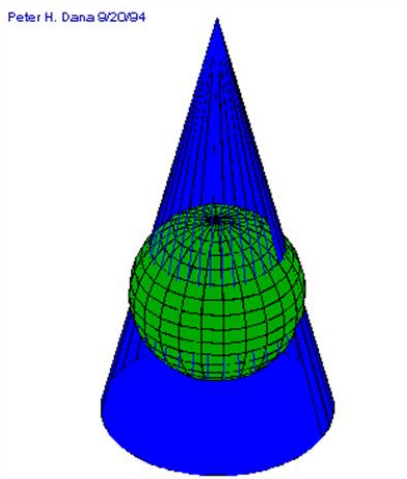
เส้นโครงแผนที่

ประเภทของเส้นโครงแผนที่ เราสามารถแบ่งประเภทของเส้นโครงแผนที่ตามชนิดของแผ่นรองรับการฉาย แสงและตำแหน่งที่แผ่นรองรับการฉายแสงสัมผัสลูกโลกโดยที่ แผ่นรองรับการฉายแสงสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ ทรงกระบอก กรวย และแผ่นระนาบ

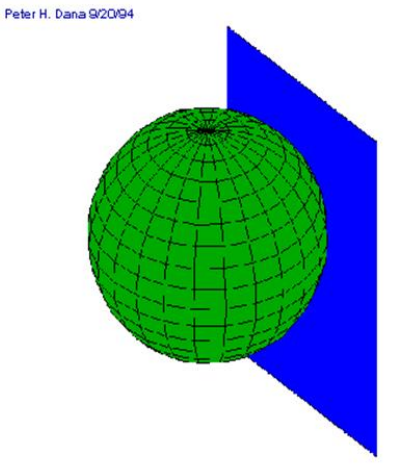
เมื่อฉายแสงจะได้ เส้นโครง แผนที่แบบทรงกระบอก (cylindrical projection) เส้นโครงแผนที่แบบกรวย (conical projection) และเส้นโครงแผนที่แบบระนาบ (azimuthal or zenithal projection) ตามลำดับ



Secant Cylindrical Projection

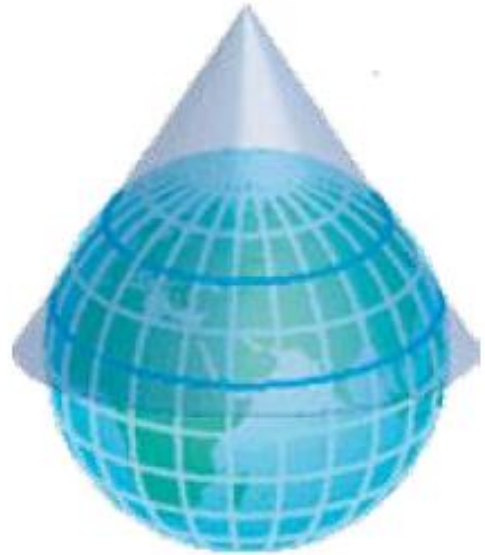


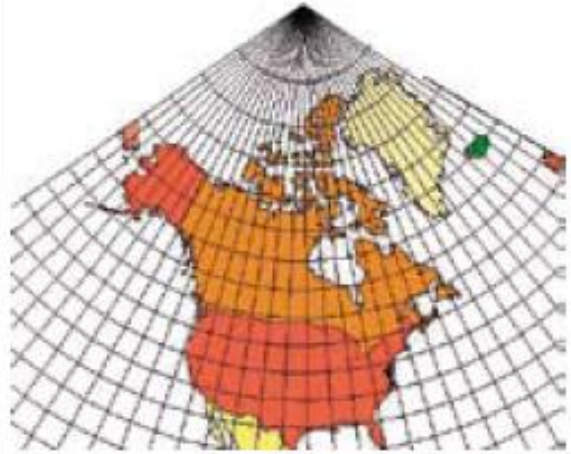
Secant Conic Projection



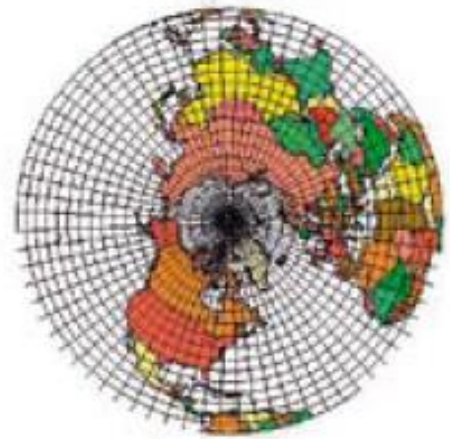
Planar Projection Surface

ค) เส้นโครงแผนที่แบบทรงกระบอก





ข) เส้นโครงแผนที่แบบกรวย



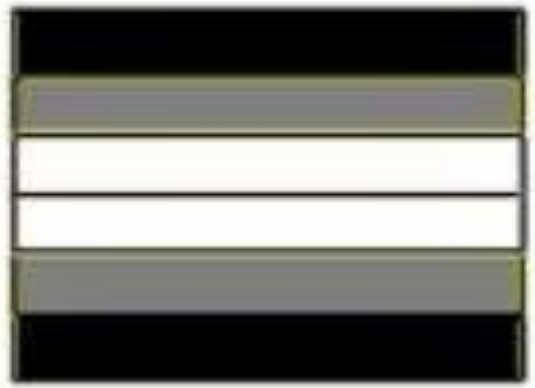
ก) เส้นโครงแผนที่แบบระนาบสัมผัส

เส้นโครงแผนที่

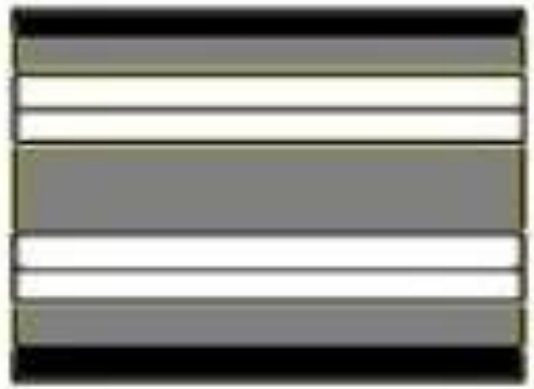
เส้นโครงแผนที่แบบทรงกระบอก (Cylindrical projection) เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้เป็นเส้นโครงแผนที่ที่ใช้รูปทรงกระบอกเป็นพื้นสัมผัสกับลูกโลก หรือตัดผ่านลูกโลกบริเวณตำแหน่งใดๆ เมื่อคลี่รูปทรงกระบอกเป็นแผ่นแบนราบแล้วจะได้เส้นโครงแผนที่มีลักษณะของเส้นขนานและเส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรงตัดกันเป็นมุมฉาก มีทิศทางถูกต้อง รูปร่างถูกต้อง พื้นที่ที่อยู่ใกล้กับจุดสัมผัสจะมีความถูกต้องมาก และยิ่งห่างจากจุดสัมผัสก็มีความคลาดเคลื่อนบิดเบี้ยวมากยิ่งขึ้น **เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้นิยมใช้บริเวณพื้นที่โลกระหว่างละติจูด 80 องศาเหนือ-ใต้**

ทรงกระบอกสัมผัส (tangent)

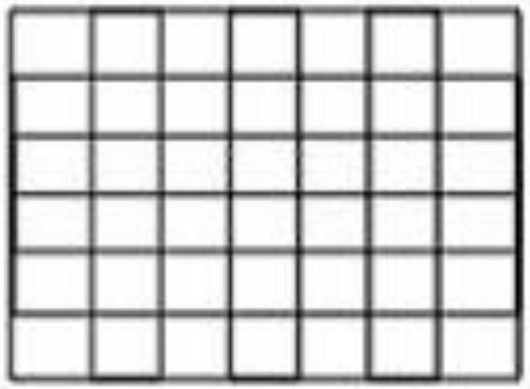
รูปการบิดเบี้ยว



ทรงกระบอกตัด (secant)



เส้นโครง (graticule)



เส้นโครงแผนที่

ในกลุ่มของเส้นโครงแผนที่ที่พื้นสัมผัสเป็นรูปทรงกระบอกนี้สามารถแบ่งได้ 3 แบบ คือ

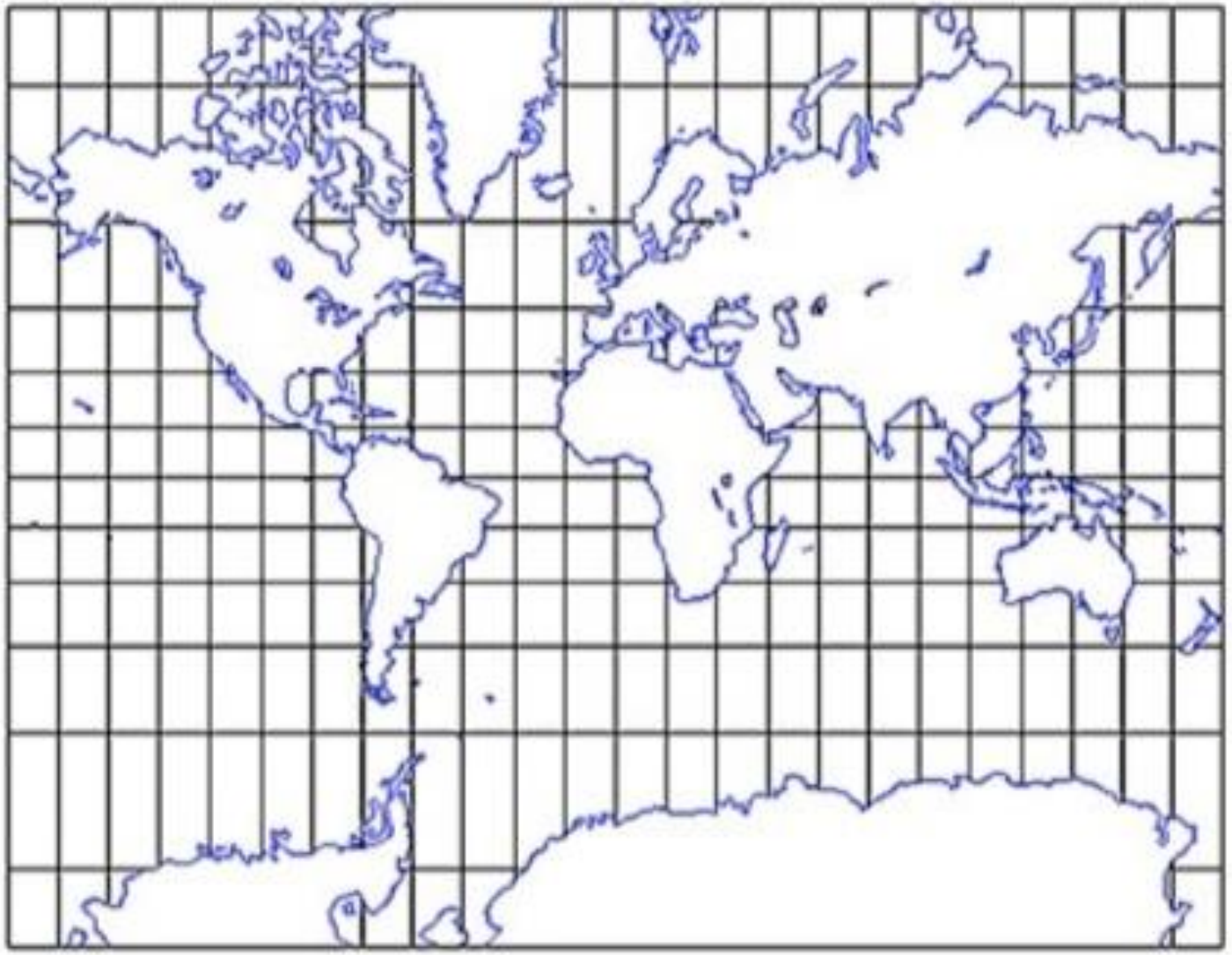
1. **เส้นโครงแผนที่คงพื้นที่แบบทรงกระบอก (Cylindrical equal area projection)** ทรงกระบอกที่ใช้ในการฉายแสงถูกวางสัมผัสกับลูกโลกในตำแหน่งปกติ มีลักษณะของเส้นขนานและเส้นเมริเดียนทุกเส้นเป็นเส้นตรงตัดกันเป็นมุมฉาก เส้นขนานทุกเส้นมีความยาวเท่ากันกับความยาวของเส้นระนาบศูนย์สูตรบนลูกโลก เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้รู้จักกันแพร่หลายในชื่อ Lambert's cylindrical equal area projection

2. **เส้นโครงแผนที่ทรงกระบอกแบบกอลล์ (Gall's stereographic cylindrical projection)** กอลล์ได้ประดิษฐ์เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้โดยใช้ทรงกระบอกตัดผ่านผิวของลูกโลกบริเวณเส้นขนาน 45 องศาเหนือและใต้ ทำให้มีการเฉลี่ยการบิดเบี้ยวไม่ให้เกิดมากบริเวณขั้วโลกทั้งสอง เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้ทั้งเส้นขนานและเส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรงตัดกันเป็นมุมฉาก และเส้นขนานแต่ละเส้นจะห่างกันมากขึ้นเมื่อไปทางขั้วโลกทั้งสอง

เส้นโครงแผนที่

3. เส้นโครงแผนที่ทรงกระบอกแบบเมอร์เคเตอร์ (Mercator projection)

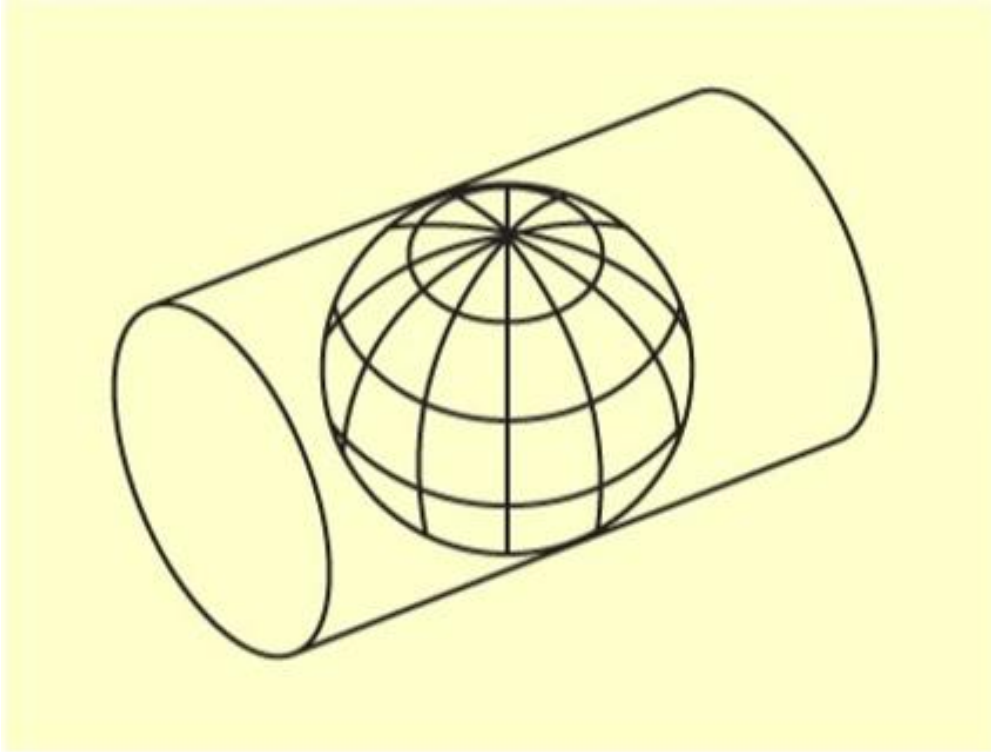
เมอร์เคเตอร์ได้ประดิษฐ์เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้ขึ้นในศตวรรษที่ 16 และมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายตั้งแต่แรกเริ่มจนถึงปัจจุบัน หลักการสร้างเส้นโครงแผนที่ชนิดนี้ใช้รูปทรงกระบอกสัมผัสผิวโลกที่ระนาบศูนย์สูตร แล้วฉายแสงให้เส้นเมริเดียนและเส้นขนานปรากฏบนพื้นทรงกระบอก ลักษณะเส้นโครงแผนที่จะมีเส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรงขนานกัน มีช่วงเท่ากันทุกเส้นส่วนเส้นขนานเป็นเส้นตรงขนานกัน ซึ่งช่วงห่างจะมากขึ้นเมื่อขึ้นไปยังขั้วโลกทั้งสองบริเวณจุดสัมผัสจะมีความถูกต้องมากในการรักษารูปร่าง แต่มีการบิดเบี้ยวมากบริเวณใกล้ขั้วโลกจึงไม่นิยมใช้ทำแผนที่ในบริเวณพื้นที่เหนือเส้นขนาน 80 องศาเหนือ-ใต้



เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์ : เส้นโครงแผนที่ทรงกระบอกคงรูป

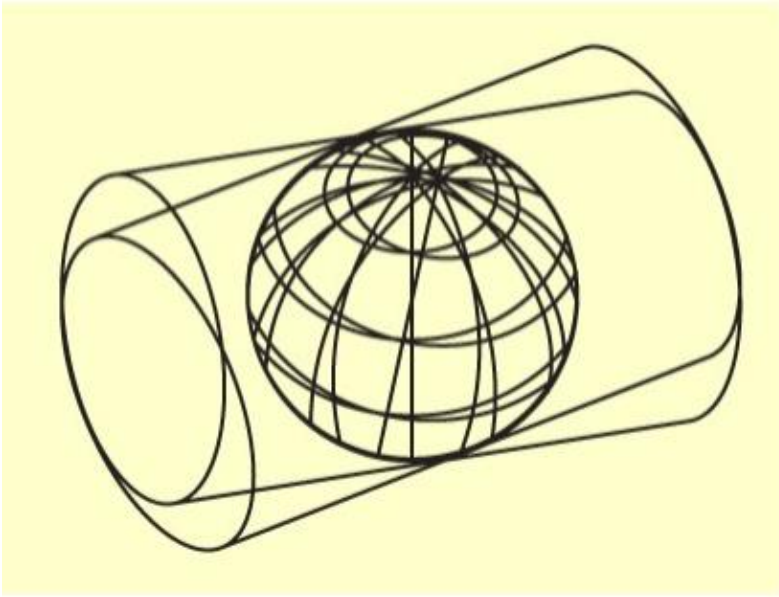
เส้นโครงแผนที่

เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์นี้ถูกปรับใช้ในหลายๆ ลักษณะ เช่น นำเอาทรงกระบอกสัมผัสกับลูกโลกโดยให้แกนของทรงกระบอกตั้งฉากกับแกนของลูกโลก ให้ทรงกระบอกสัมผัสกับเมริเดียนเส้นใดเส้นหนึ่ง ทำให้มีเส้นเมริเดียนกลางขึ้น เมื่อคลี่ทรงกระบอกออกจะได้มาตราส่วนคงที่บริเวณใกล้เส้นเมริเดียนกลาง เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้เรียกว่า เส้นโครงแผนที่เมอร์เคเตอร์แบบตามขวาง (Transverse mercator projection)



เส้นโครงแผนที่เมอร์เคเตอร์ตามขวางสากล (Universal Transverse Mercator, UTM projection) หรือเรียกโดยย่อว่า ยูทีเอ็ม กำหนดเส้นโครงแผนที่เมอร์เคเตอร์ตามขวาง มาตรฐานที่ต่างกัน 60 เส้นโครง โดยการหมุนทรงกระบอก เล็กน้อยครั้งละ 6 องศา การหมุนแต่ละครั้งเพื่อให้เกิดเส้นเมริเดียนย่านกลาง ดังนั้นเส้นเมริเดียนย่านกลางจึง เสมือนตัวกำหนดขอบเขตพื้นที่ของเส้นโครงแผนที่ที่เรียกว่า เขตยูทีเอ็ม (UTM zone) ซึ่งทั้งโลกจะมีด้วยกัน 60 เขต กำกับหมายเลขประจำแต่ละเขตโดยเขตที่ 1 เริ่มจากเส้น ลองจิจูดที่ 180° หรือเส้นวันที่สากล (International Date Line) หมายเลขประจำเขตจะเพิ่มขึ้นจากตะวันตกไปทางตะวัน ออก ดังนั้นเขตที่ 2 จึงอยู่ระหว่าง 174° W ถึง 168° W เรื่อยไปจนเขตสุดท้ายจะอยู่ระหว่าง 174° E ถึง 180° หรือ เส้นวันที่สากล

การทำแผนที่ ณ พื้นที่ใดๆ บนโลกต้องเลือกเส้นเมริเดียน ย่านกลางของเขตยูทีเอ็มที่ใกล้กับพื้นที่ดังกล่าวมากที่สุด จากนั้นผลิตแผนที่จากเส้นโครงแผนที่เมอร์เคเตอร์ตามขวางสากล เฉพาะเขตยูทีเอ็มนั้น

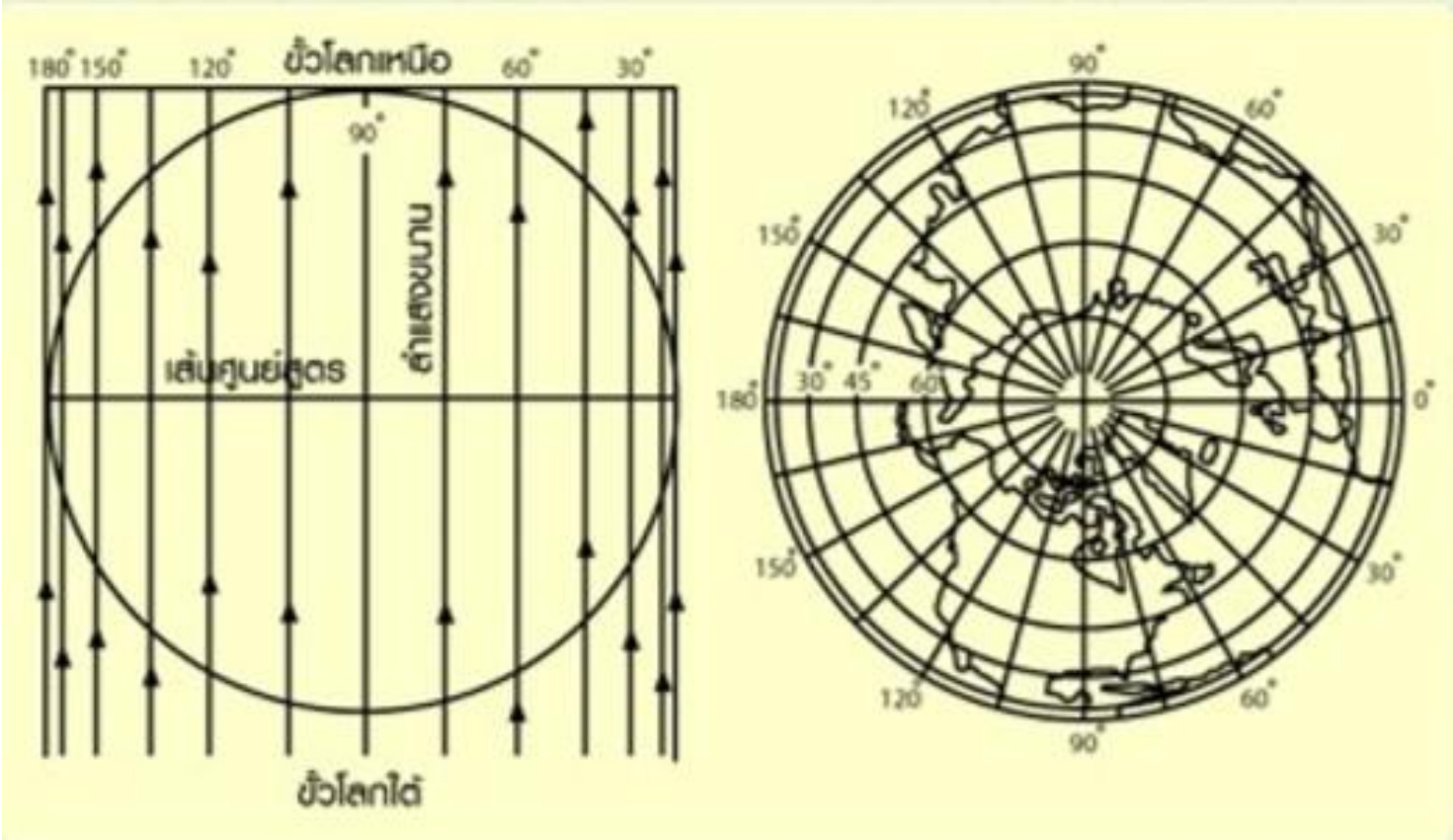


เส้นโครงแผนที่

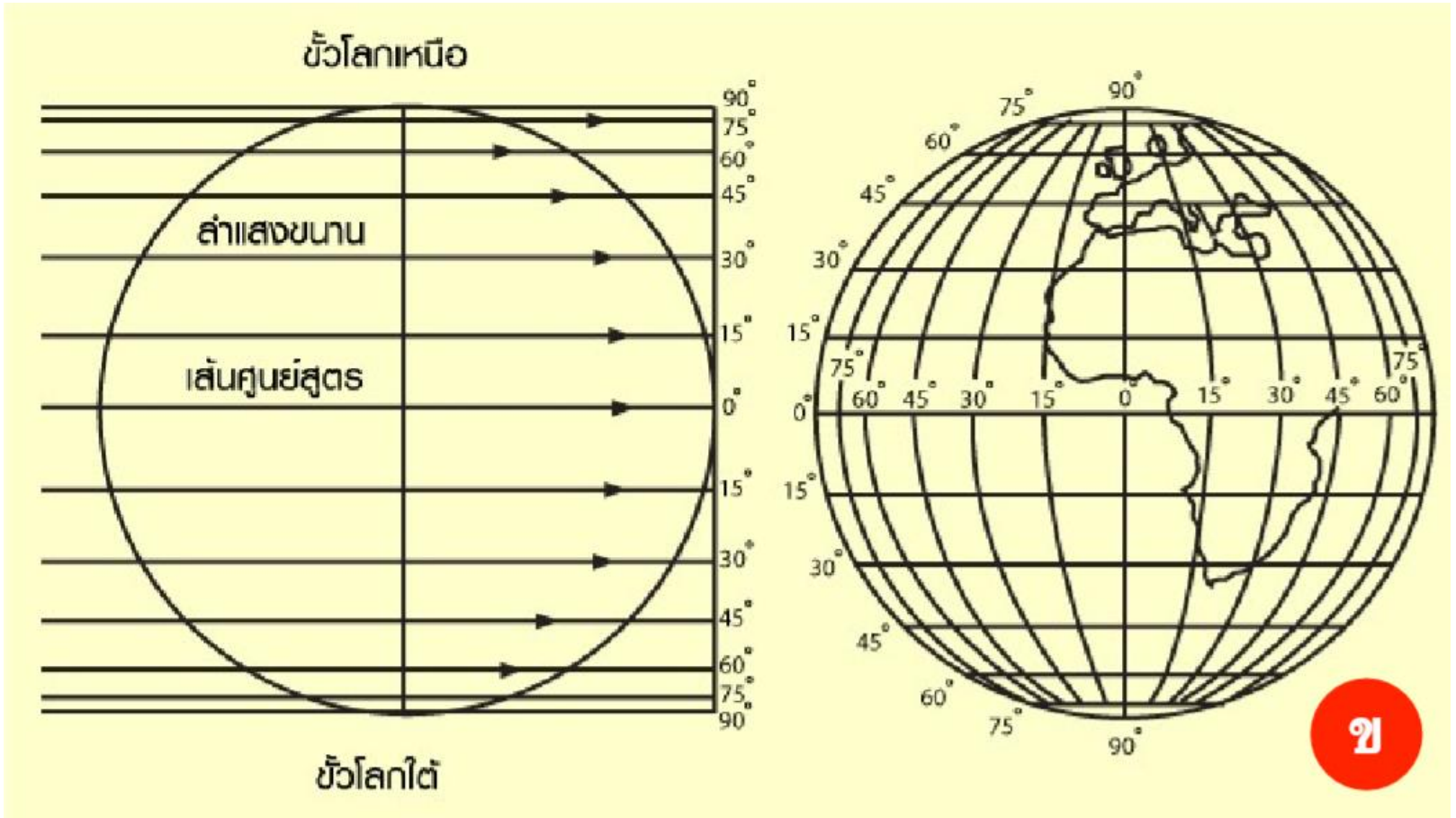
เส้นโครงแผนที่แบบระนาบ เส้นโครงประเภทนี้ได้จากการฉายแสงเส้นขนานและเส้นเมริเดียนลงบนระนาบซึ่ง กำหนดให้สัมผัสผิวโลก ณ จุดใดจุดหนึ่ง ลักษณะและคุณสมบัติ ของเส้นโครงประเภทนี้ขึ้นอยู่กับการกำหนดจุดที่ระนาบสัมผัสผิว โลกและแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ในการฉาย เส้นโครงแผนที่อาศัยระนาบแบ่งออกเป็นหลายประเภท ตามตำแหน่งที่ระนาบสัมผัสผิวโลกและแหล่งที่ใช้ฉายแสง ดังนี้

เส้นโครงแบบออร์โทกราฟิก (orthographic projection) เป็นเส้นโครงที่แหล่งของแสงที่ใช้ ฉายอยู่ที่ระยะอนันต์ (infinity) ส่วนแผ่นระนาบที่ใช้รองรับการ ฉายแสงจะสัมผัสลูกโลกตามตำแหน่งต่าง ๆ 3 ตำแหน่ง ดังนี้

ระนาบสัมผัสที่ขั้วโลก (polar position) เส้นโครงชนิดนี้เรียกว่า เส้นโครงแบบโพลาร์ออร์โทกราฟิก (polar orthographic projection) กล่าวคือ เส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรงแยกเป็นรัศมีออก จากจุดสัมผัส (ขั้วโลก) คล้ายกับซี่ล้อรถจักรยาน ส่วนเส้นขนานเป็นวงกลมที่มีจุดสัมผัสเป็นจุดศูนย์กลางร่วมโดยที่ช่วงระหว่าง เส้นขนานในแถบขั้วโลกจะห่างกว่าแถบเส้นศูนย์สูตร

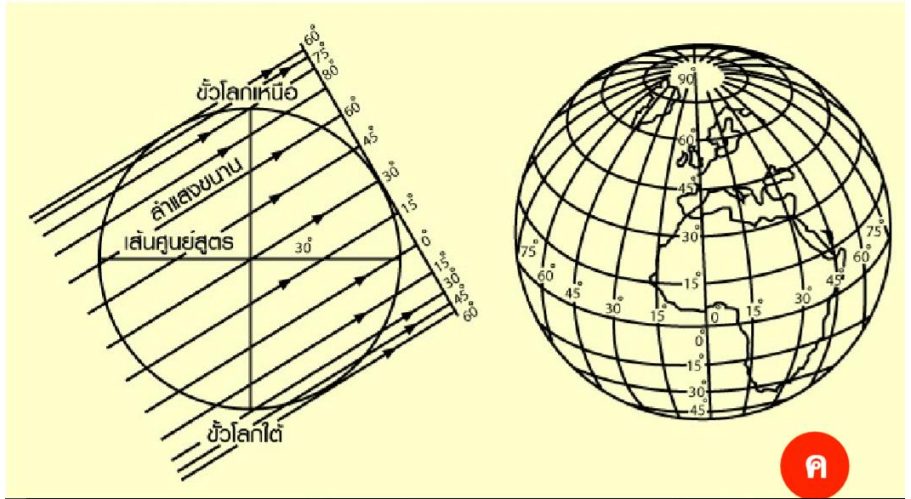


ระนาบสัมผัสที่เส้นศูนย์สูตร (equatorial position) เส้นโครงชนิดนี้เรียกว่า เส้นโครงแบบอิเควทอเรียล ออร์โท กราฟิก (equatorial orthographic projection) กล่าวคือ เส้นเมริเดียนของ จุดสัมผัสเป็นเส้นตรง นอกนั้นเป็นส่วนโค้งของวงรีและมีช่วงที่ชิดกันมากขึ้นเมื่ออยู่ห่างจากจุดสัมผัสออกไป ส่วนเส้นขนานเป็นเส้นตรงทุกเส้นและมีช่วงชิดกันมากที่บริเวณขั้วโลก



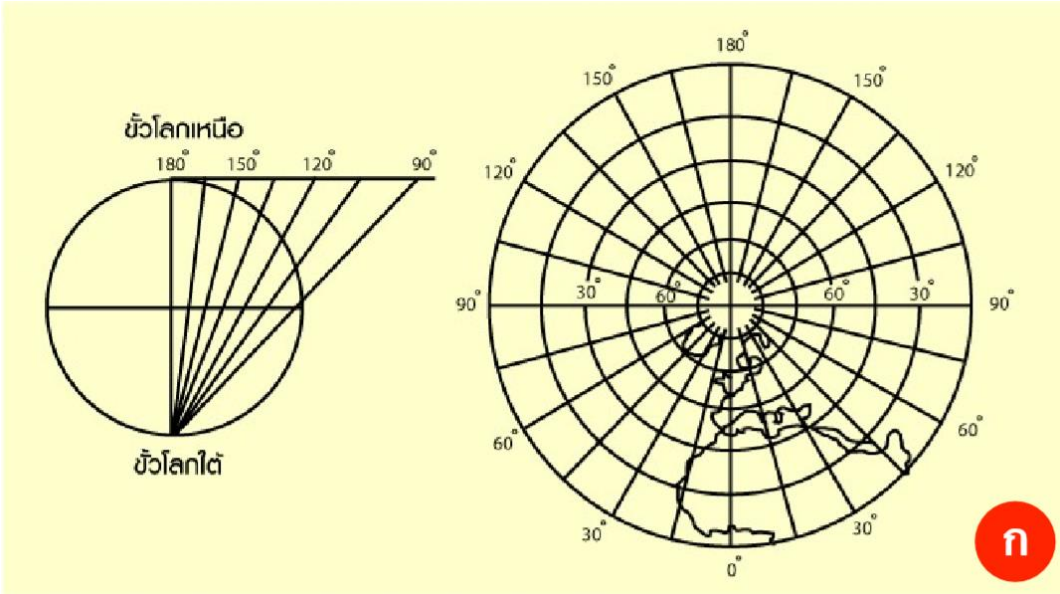
ระนาบสัมผัส ณ จุดที่มิได้อยู่ที่ขั้วโลกและเส้นศูนย์สูตร (oblique position) เส้นโครงชนิดนี้เรียกว่า เส้นโครงแบบออบบลีกออร์โทกราฟิก (oblique orthographic projection) ลักษณะของเส้นโครงชนิดนี้แสดงในรูปที่ 26 ค. กล่าวคือ เส้นเมริเดียนของจุดสัมผัสเป็นเส้นตรงนอกนั้นเป็นส่วนโค้งของวงรีและมีช่วงที่ชิดกันมากขึ้นเมื่ออยู่ห่างจากจุดสัมผัสออกไป ส่วนเส้นขนานเป็นส่วนโค้งของวงกลม

เส้นโครงแผนที่แบบออร์โทกราฟิกนี้สามารถแสดงราย ละเอียดได้มากที่สุดเพียงซีกโลกเดียวเท่านั้น คุณสมบัติของ เส้นโครงนี้ นอกจากจะไม่มีคุณสมบัติของการคงรูปแล้วยังไม่ คงพื้นที่อีกด้วย เมื่อพิจารณามาตราส่วนของแผนที่แล้ว มาตราส่วนบริเวณใจกลางแผนที่จะใหญ่กว่าบริเวณขอบแผนที่ ดังนั้น การใช้ประโยชน์ของเส้นโครงนี้จึงค่อนข้างจำกัด เส้น โครงแผนที่นี้ให้ประโยชน์เพียงแสดงภาพของลูกโลกใน ลักษณะสามมิติเหมือนภาพถ่ายของโลกที่ถ่ายจากอวกาศ ด้วยเหตุนี้เส้นโครงนี้จึงปรากฏเป็นแผนที่ภาพประกอบในบทความหรือหนังสือต่างๆ

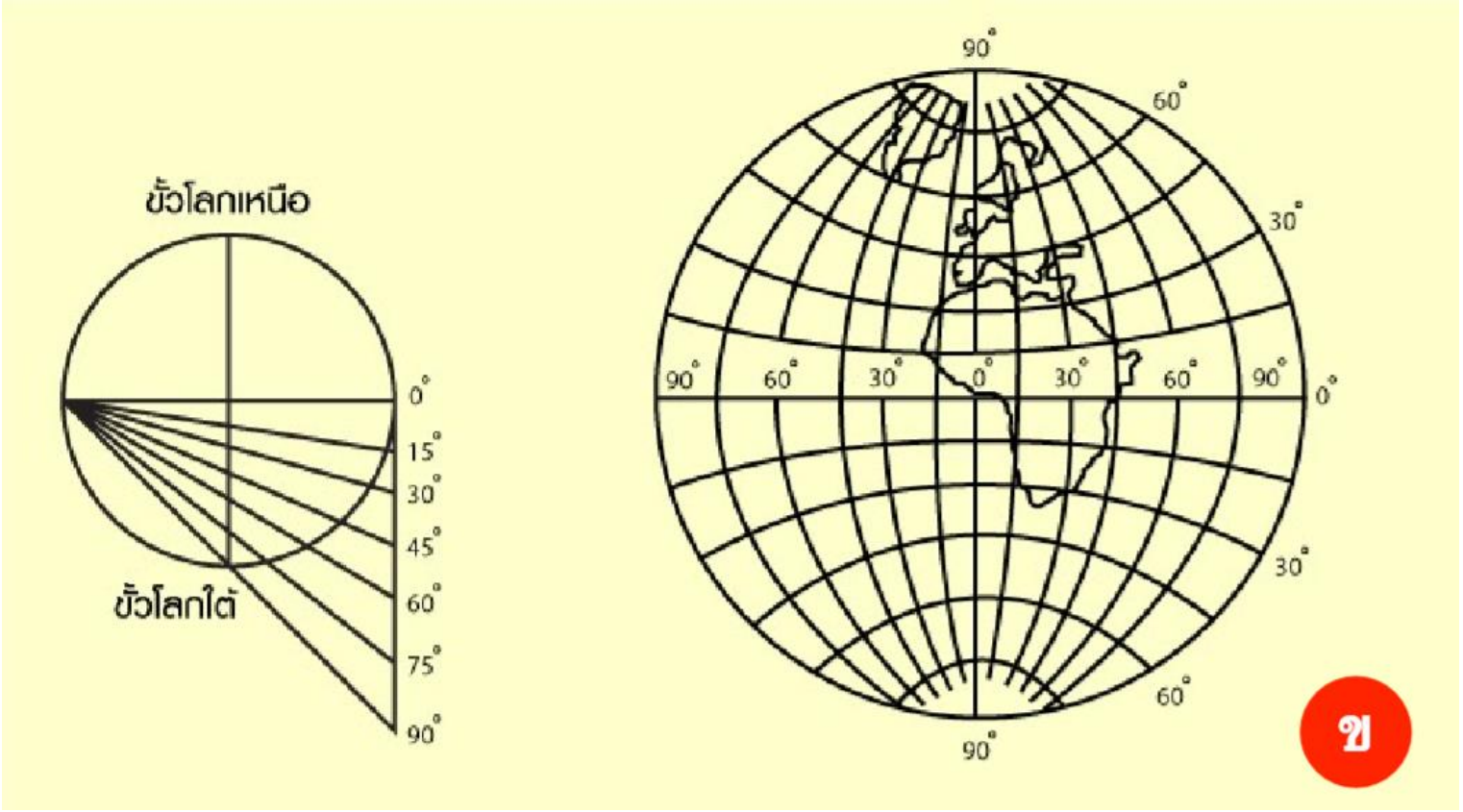


เส้นโครงแบบสเตริโอกราฟิก (stereographic projection) เป็นเส้นโครงที่แหล่งของแสง ที่ใช้ฉายอยู่ที่ ณ ตำแหน่งตรงข้ามกับจุดที่แผ่นระนาบสัมผัส ส่วนแผ่นระนาบที่ใช้รองรับการฉายแสงจะสัมผัสลูกโลกตาม ตำแหน่งต่างๆ 3 ตำแหน่ง ดังนี้

1. ระนาบสัมผัสที่ขั้วโลก (polar position) เส้นโครงชนิดนี้เรียกว่า เส้นโครงแบบโพลาร์สเตริโอกราฟิก (polar stereographic projection) ลักษณะของเส้นโครงชนิดนี้แสดงในรูปที่ 27 ก. กล่าวคือ เส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรงแยกเป็นรัศมี ออกจากจุดสัมผัส (ขั้วโลก) คล้ายกับซี่ล้อรถจักรยาน ส่วนเส้นขนานเป็นวงกลมที่มีจุดสัมผัสเป็นจุดศูนย์กลางร่วมโดยที่ช่วง ระหว่างเส้นขนานในแถบขั้วโลกจะห่างกว่าแถบเส้นศูนย์สูตร

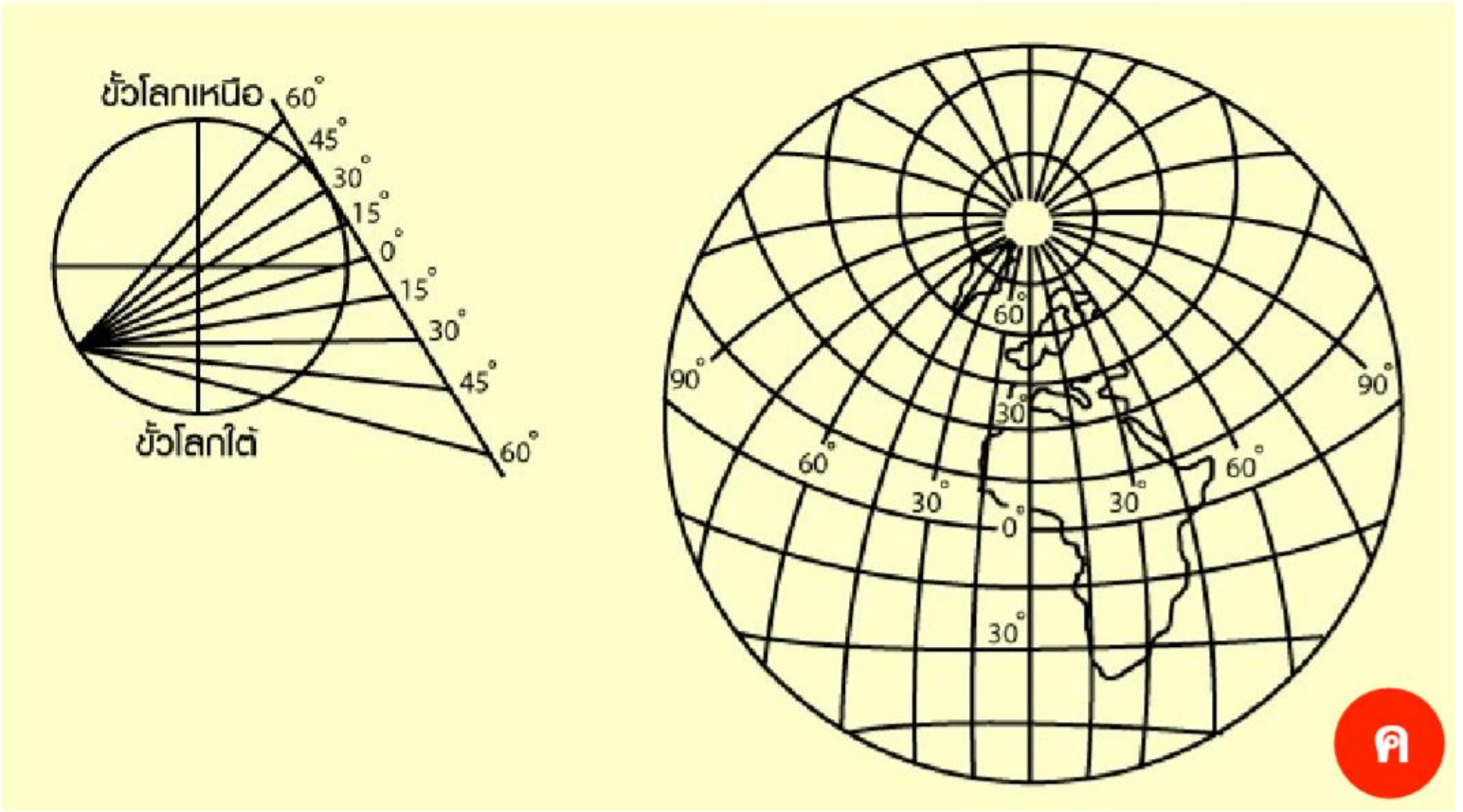


ระนาบสัมผัสที่เส้นศูนย์สูตร (equatorial position) เส้นโครงชนิดนี้เรียกว่า เส้นโครงแบบอิเควทอเรียลสเตริโอกราฟิก (equatorial stereographic projection) คือ เส้นเมริเดียนของจุดสัมผัสเป็นเส้นตรงนอกนั้นเป็นส่วนโค้งของวงกลมและมีช่วงที่ห่างกันมากขึ้นเมื่ออยู่ห่างจากจุดสัมผัสออกไป ส่วนเส้นขนาน เฉพาะเส้นศูนย์สูตรเป็นเส้นตรงเส้นขนานอื่นๆ เป็นส่วนโค้งของวงกลมที่มีช่วงห่างกันมากที่บริเวณขั้วโลก



ระนาบสัมผัส ณ จุดที่มิได้อยู่ที่ขั้วโลกและเส้นศูนย์สูตร (oblique position) เส้นโครงชนิดนี้เรียกว่า เส้นโครงแบบ ออบบลีกสเตริโอกราฟิก (oblique stereographic projection) คือ เส้นเมริเดียนของจุดสัมผัสเป็นเส้นตรงนอกนั้นเป็นส่วนโค้งของวงกลมและมีช่วงที่ห่างกันมากขึ้นเมื่ออยู่ไกลจากจุดสัมผัส ส่วนเส้นขนานเป็นส่วนโค้งของวงกลมที่มีช่วงห่างกันมากในบริเวณขั้วโลก

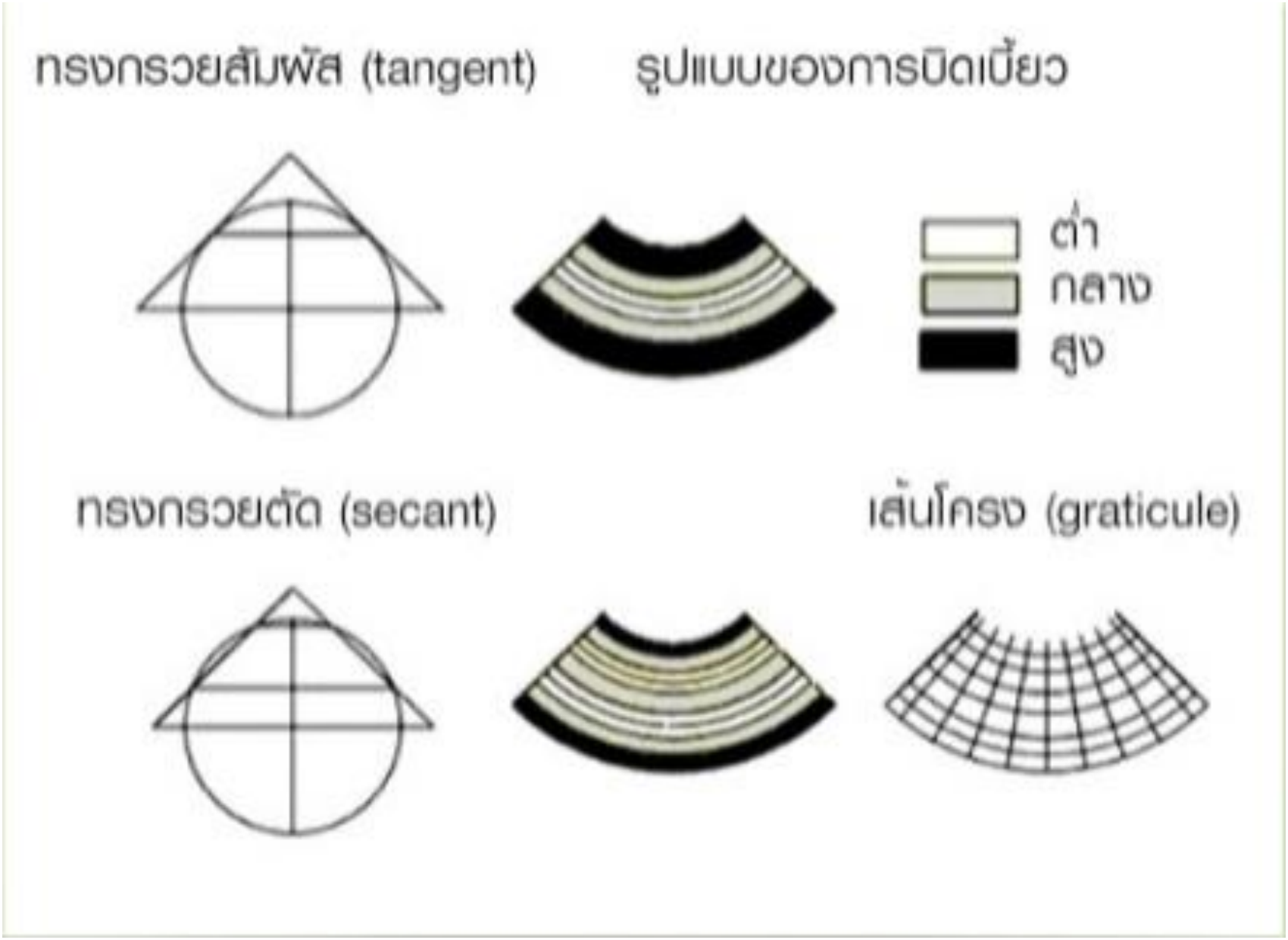
เส้นโครงแผนที่แบบสเตริโอกราฟิกสามารถแสดงราย ละเอียดได้เกินกว่าซีกโลก คุณสมบัติของเส้นโครงนี้ คือ คงรูป อย่างแท้จริง เมื่อพิจารณามาตราส่วนของแผนที่แล้ว มาตราส่วนบริเวณขอบแผนที่ซึ่งอยู่ไกลจากจุดสัมผัสจะมี มาตราส่วนใหญ่ขึ้น เส้นโครงแผนที่นี้ใช้ประโยชน์เพื่อทำ แผนที่บริเวณขั้วโลก



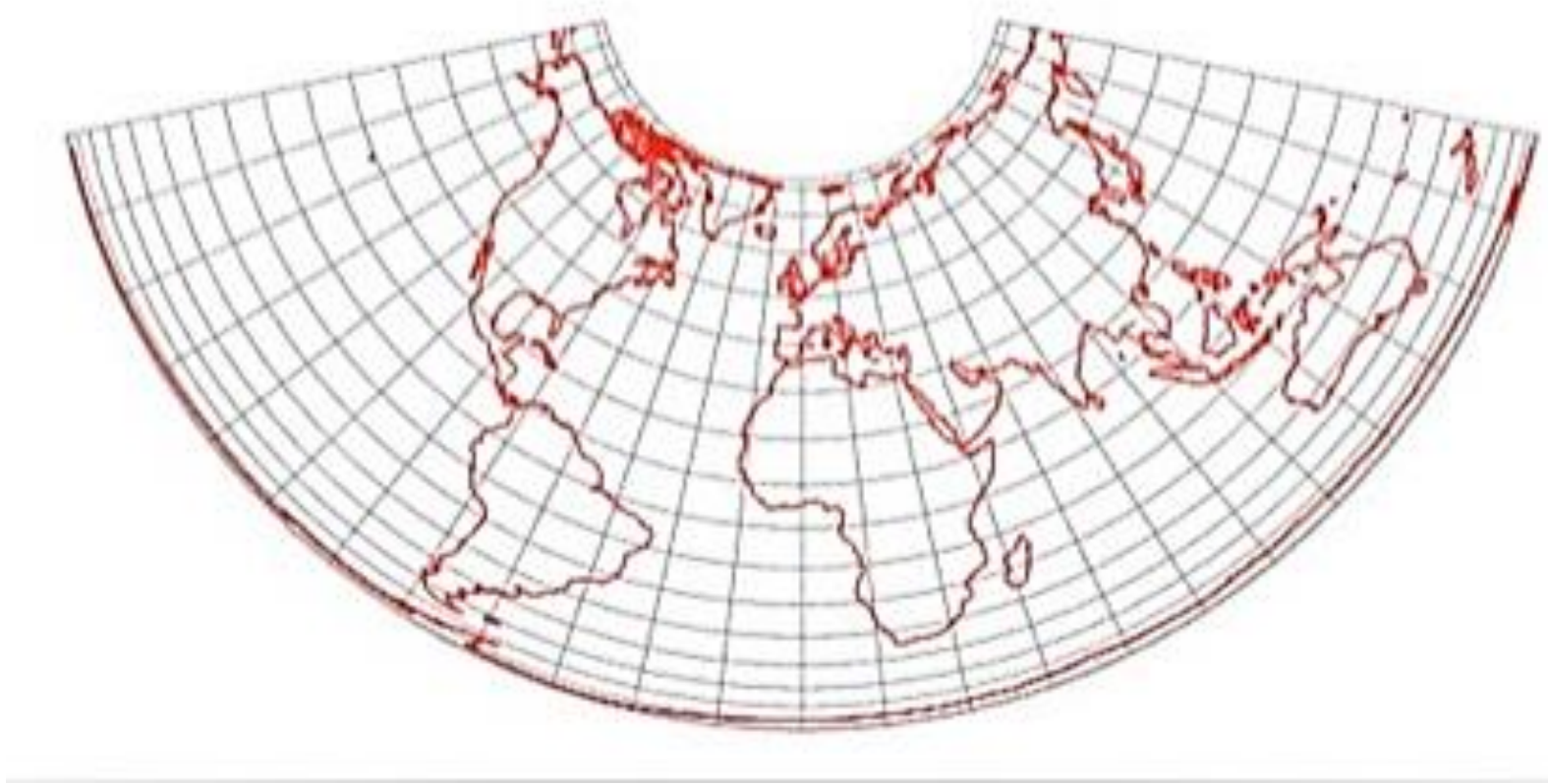
เส้นโครงแผนที่

2.2 เส้นโครงทรงกรวย (Conic Projection) เป็นเส้นโครงแผนที่ที่ใช้ทรงกรวยเป็นแผ่นรองรับการฉายแสง โดยวางให้แกนของทรงกรวยทับกับแกนของโลกและให้ผิว ของทรงกรวยสัมผัสกับลูกโลกตามเส้นละติจูดหรือเส้นขนาน (latitude หรือ parallel) เส้นใดเส้นหนึ่ง หรือให้ผิวของทรง กรวยตัดเข้าไปในลูกโลกตามเส้นขนาน 2 เส้น เราเรียกเส้นขนาน ที่กรวยสัมผัสหรือตัดเข้าไปในลูกโลกนี้ว่า เส้นขนานมาตรฐาน (standard parallel) เมื่อฉายแสงจากจุดศูนย์กลางของโลก เส้นเมริเดียนทุกเส้นปรากฏเป็นเส้นตรงเป็นรัศมีออกจากยอด กรวยส่วนเส้นขนานปรากฏเป็นส่วนโค้งของวงกลมโดยมีจุด ยอดกรวยเป็นจุดศูนย์กลางร่วม มาตราส่วนตามแนวเส้น ขนานมาตรฐานนี้จะถูกต้อง การบิดเบี้ยว (distortion) ตัวอย่างของเส้นโครงแผนที่ทรงกรวยที่นิยมใช้อย่าง กว้างขวาง มีดังนี้

เส้นโครงแผนที่

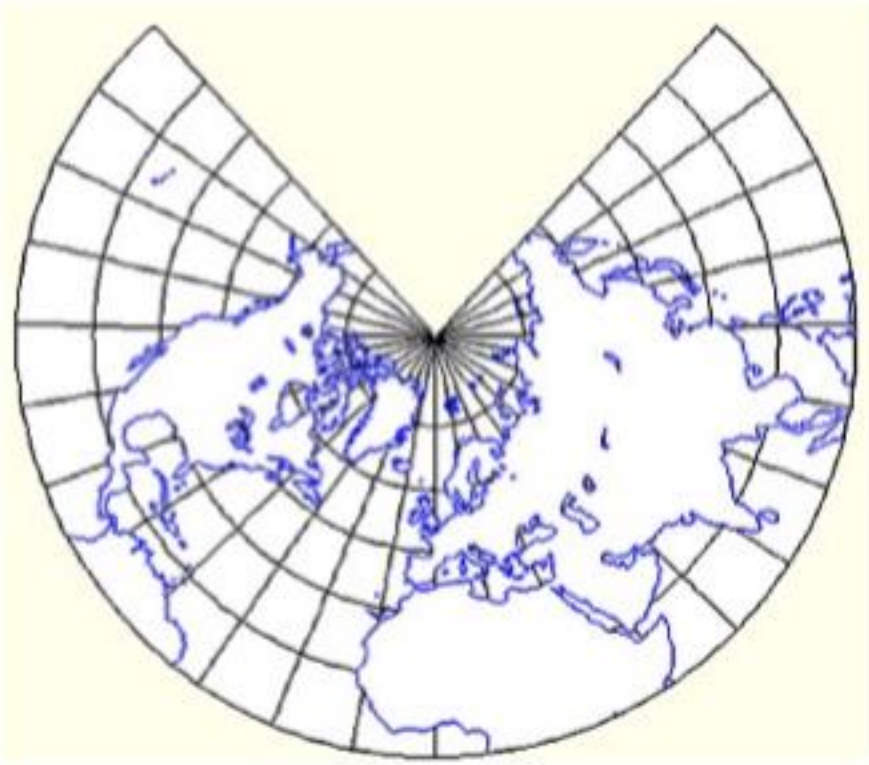


เส้นโครงแผนที่ทรงกรวยอัลเบอร์ (Alber’s Conic Projection) เป็นเส้นโครงแผนที่ที่แก้ไขช่วงห่างระหว่างเส้น ขนานให้พอเหมาะเพื่อให้มีมาตราส่วนคงที่ซึ่งส่งผลให้เป็นเส้น โครงแผนที่ที่มีคุณสมบัติรักษาพื้นที่ ประเทศสหรัฐอเมริกาและ ประเทศแคนาดาใช้เส้นโครงแผนที่ทรงกรวยอัลเบอร์นี้อย่าง กว้างขวางเพื่อผลิตแผนที่ลักษณะภูมิประเทศ



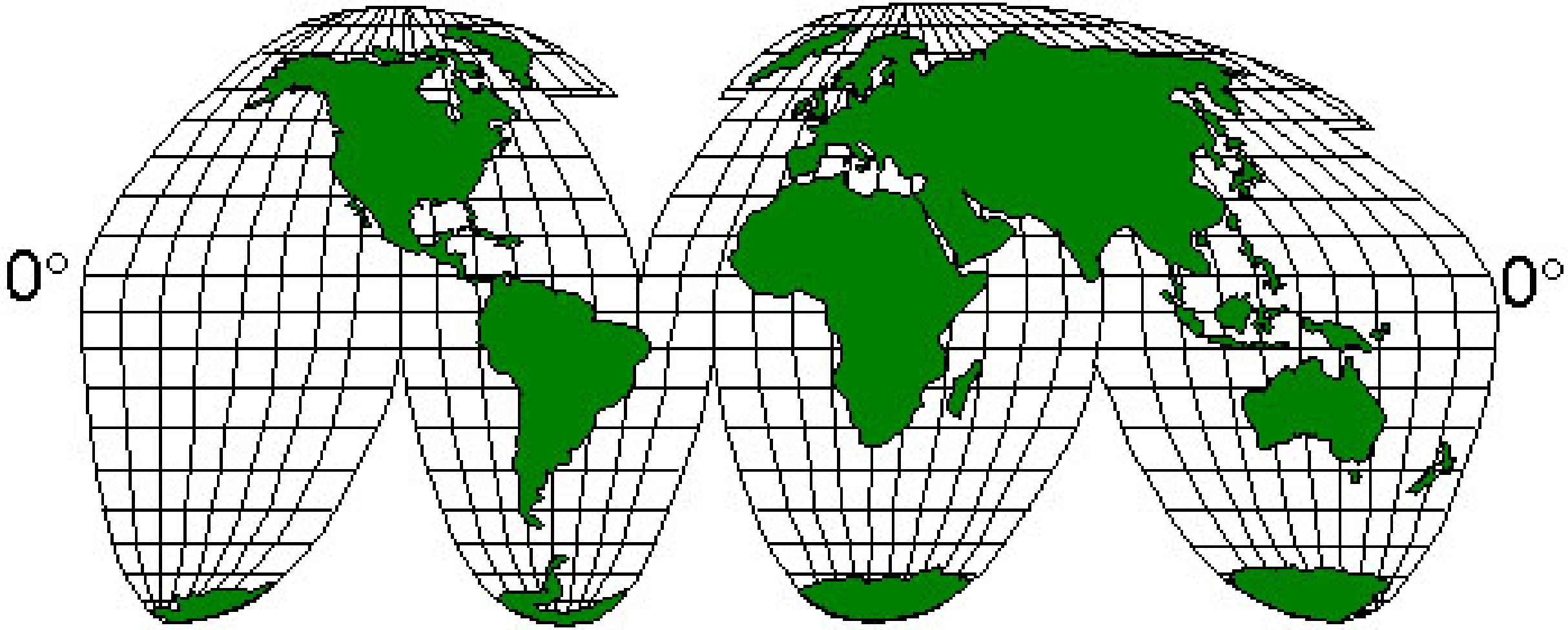
เส้นโครงแผนที่ทรงกรวยคงรูปแลม-เบิร์ต (Lambert Conformal Conic projection)

เป็นเส้นโครงแผนที่ที่ได้รับ การปรับแก้ช่วงห่างของเส้นขนานเช่นกันเพื่อให้การยืดของเส้นโครงแผนที่ในทิศทางตะวันออก-ตะวันตก สอดคล้องกับ การยืดในทิศทางเหนือ-ใต้ เส้นโครงนี้สามารถสร้างโดยให้มี เส้นขนานมาตรฐานเส้นเดียวหรือสองเส้นก็ได้ แต่มักนิยม สร้างให้มีเส้นขนานมาตรฐานสองเส้นเพราะความถูกต้องของ มาตราส่วนตามแนวเส้นขนานจะได้กระจายเพิ่มขึ้นทั่วทั้งเส้น โครงแผนที่ ดังนั้น เส้นโครงแผนที่นี้จึงมีคุณสมบัติรักษารูปร่าง



เส้นโครงแผนที่ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical or Conventional projection) ที่ได้จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์

1. เส้นโครงแผนที่แบบมอลล์ไวด์โฮโมโลกราฟิก (Mollweide homolographic projection) เป็นเส้นโครงแผนที่ที่นิยมใช้กันแพร่หลายแสดงส่วนต่างๆ ของโลก มีคุณสมบัติในการรักษาพื้นที่เส้นเมริเดียนกลางและเส้นระนาบศูนย์สูตรจะเป็นเส้นตรงและตัดกันเป็นมุมฉาก ส่วนเส้นเมริเดียนอื่นๆ มีลักษณะเป็นเส้นโค้ง ส่วนเส้นขนานอื่นๆ เป็นเส้นตรง เส้นโครงแผนที่นี้คิดขึ้นโดย Karl B. Mollweide เมื่อปี ค.ศ. 1805 ข้อเสียคือมักมีการบิดเบี้ยวบริเวณเขตขั้วโลก บริเวณแถบเส้นระนาบศูนย์สูตรจะมีความถูกต้องมากกว่า เหมาะสำหรับใช้ทำแผนที่โลก
2. เส้นโครงแผนที่แบบโค้งไซน์ไซนูซอยดัลและเส้นโครงแผนที่แบบแซมซันแฟลมสตีด (Sinusoidal projection or Samson Flamsteed projection) ลักษณะของเส้นขนานทุกเส้นเป็นเส้นตรงตัดกับเส้นเมริเดียนกลางเป็นมุมฉาก ส่วนเส้นอื่นโค้งคล้ายเส้นโครงแผนที่แบบมอลล์ไวด์ การสร้างเส้นเมริเดียนใช้ค่าส่วนโค้งของไซน์ (Sine curves) ทำให้ระยะห่างกว้างกว่าแบบมอลล์ไวด์ เหมาะสำหรับใช้ทำแผนที่บริเวณเส้นระนาบศูนย์สูตร เช่น แถบอเมริกาใต้ และแอฟริกา เป็นต้น
3. เส้นโครงแผนที่แบบโฮโมโลไซน์ (Homolosine projection) เป็นเส้นโครงแผนที่คงพื้นที่ชนิดหนึ่งเป็นผลจากการนำเส้นโครงแผนที่แบบโฮโมโลกราฟิกมาต่อกับแบบไซนูซอยดัล ตามธรรมดาใช้เส้นโครงแผนที่แบบไซนูซอยดัลระหว่างละติจูด 40 องศาใต้ ถึง 40 องศาเหนือ เกินจากนั้นไปก็ต่อด้วยเส้นโครงแผนที่แบบโฮโมโลกราฟิก เนื่องจากเส้นโครงแผนที่ทั้ง 2 ชนิดนี้ต่อกันไม่ได้สนิท จึงปรากฏรอยหยักเล็กน้อยบนเส้นเมริเดียนตรงรอยต่อระหว่างเส้นโครงแผนที่ทั้ง 2 ชนิด



แสดงเส้นโครงแผนที่โฮโมไลไซน์

(Goode's Homolosine Projection)

Thank You

Q & A