

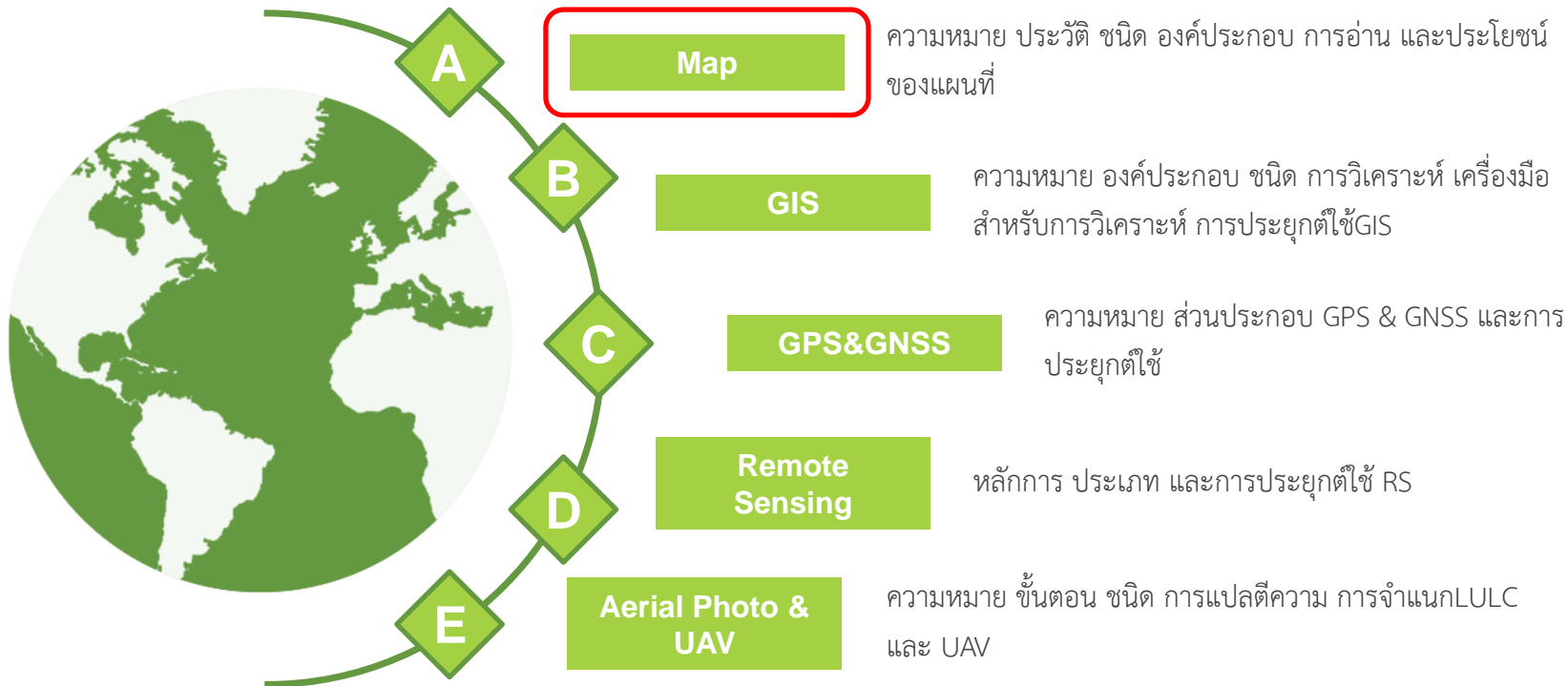


# เทคนิคและวิธีการทางภูมิศาสตร์

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา



# Courses





# แผนที่ (Map)

ความหมาย ประวัติ และหลักการผลิตแผนที่

# แผนที่ คืออะไร ?

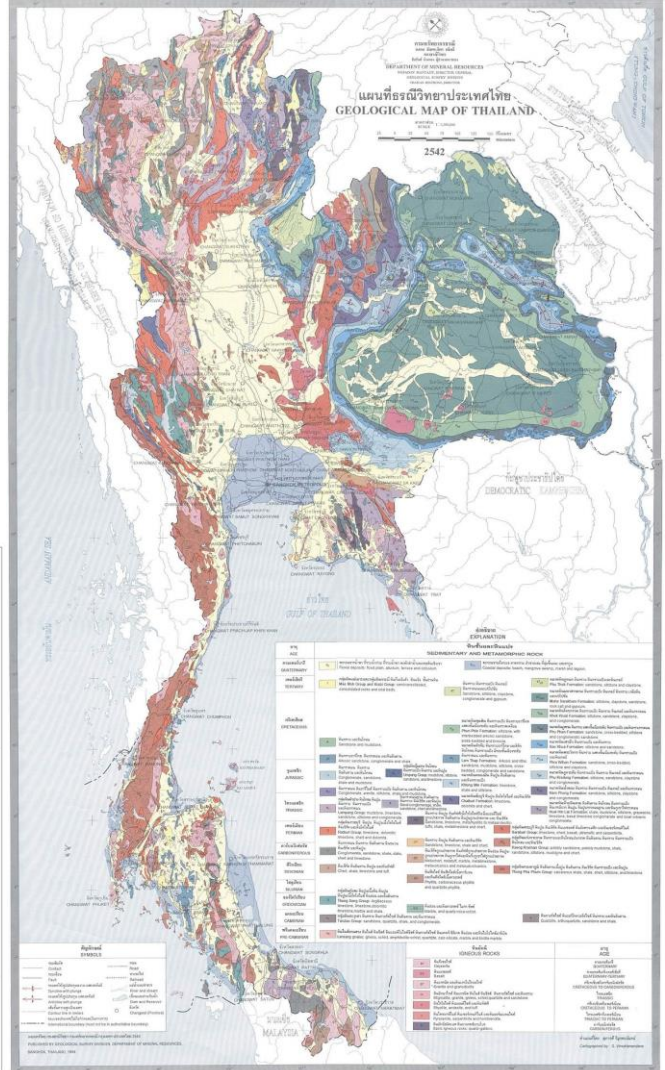
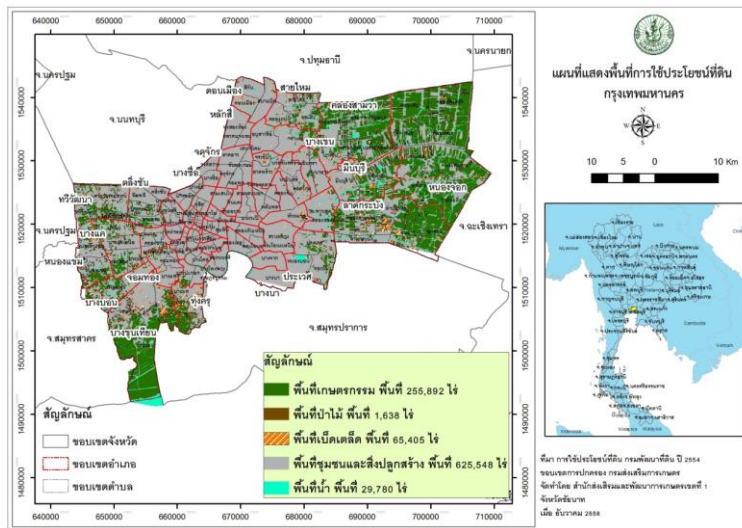
ผลของการจำลองของพื้นผิวโลกและสิ่งที่ปรากฏบนพื้นผิวโลก ไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ลงบนแผ่นราบ เช่น แผ่นกระดาษโดยย่อขนาดให้เล็กลงตามอัตราส่วนที่พึงประสงค์ ทั้งนี้การจำลองดังกล่าวต้องอ้างอิงระบบพิกัดในการกำหนดตำแหน่งเพื่อให้ทราบว่าสิ่งที่ปรากฏในแผนที่อยู่ ณ ที่ใดบนพื้นผิวโลก ดังนั้น แผนที่จึงสามารถนำไปใช้เพื่อ

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



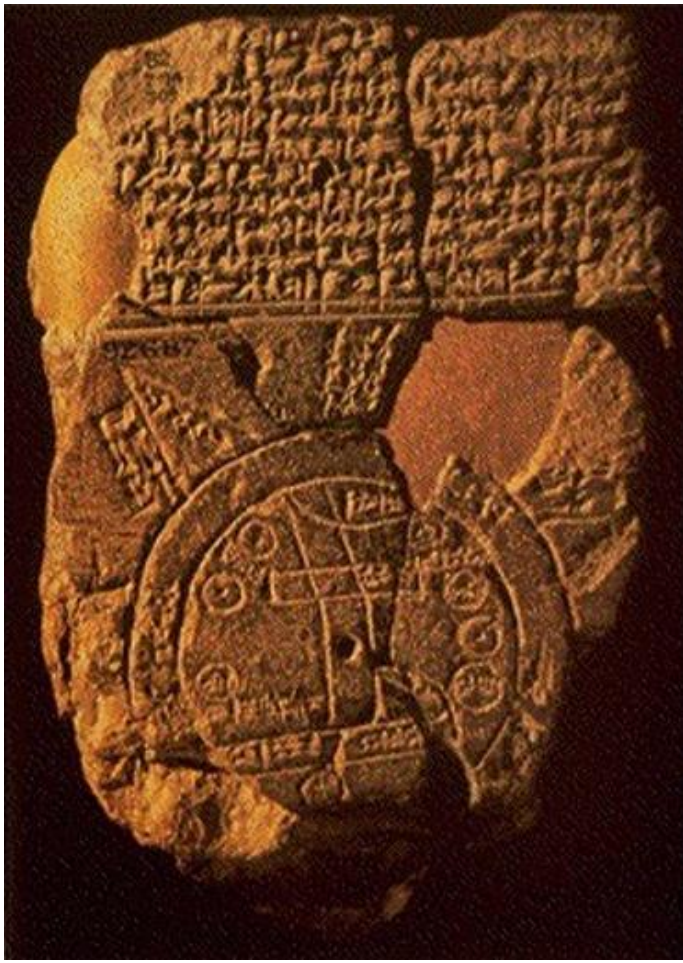
# ความสำคัญของแผนที่

- แผนที่ เป็นอุปกรณ์สำคัญอย่างหนึ่งที่มีมนุษย์ ใช้เป็นเครื่องช่วยในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันนับจากอดีตจนถึงปัจจุบัน
- มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ การเรียนการสอน การประกอบอาชีพสาขาต่าง ๆ และการนำไปใช้งานด้านต่าง ๆ เช่น ภูมิศาสตร์ การสำรวจ ธรณีวิทยา การเกษตร ป่าไม้ การคมนาคมขนส่ง กิจกรรมทหาร-ตำรวจ ศิลปวัฒนธรรม

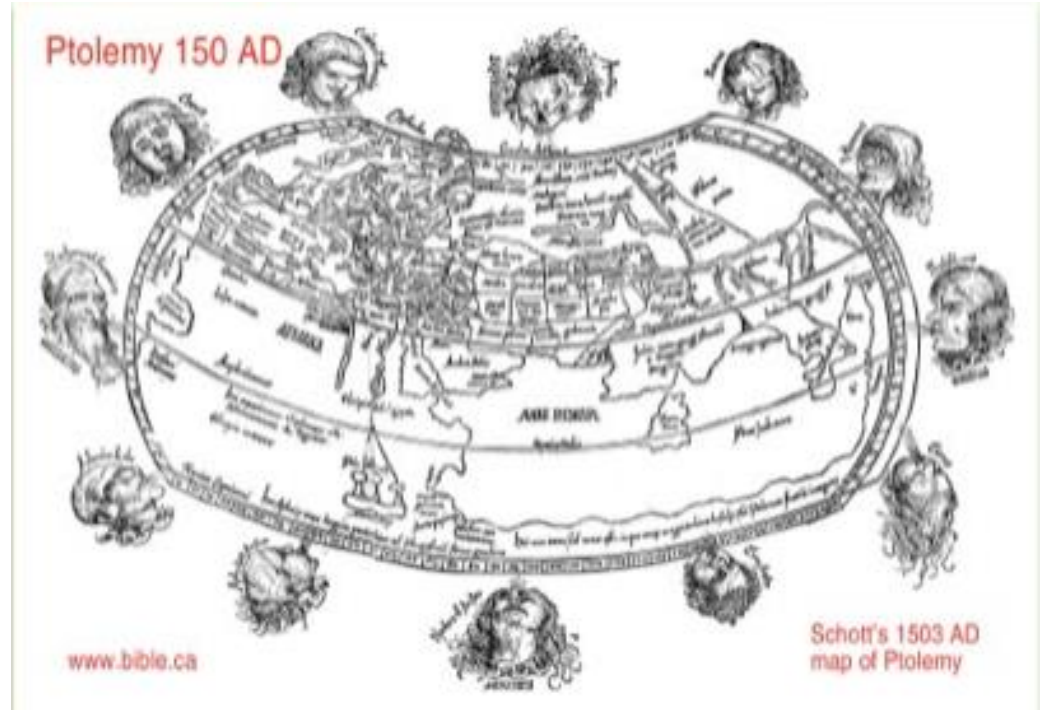


## ประวัติและพัฒนาการของแผนที่

- ในสมัยเริ่มแรกการทำแผนที่จะอาศัยข้อมูลการสำรวจภาคพื้นดินเท่านั้น
- มีเทคโนโลยีการสำรวจจากระยะไกล (Remote Sensing) เกิดขึ้น จึงมีการนำเอาภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายจากดาวเทียมมาช่วยในการทำแผนที่เพราะทำให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว และถูกต้องกว่าการสำรวจภาคพื้นดินเพียงอย่างเดียว
- ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทั้งฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) มีมากขึ้น จึงมีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาผลิตแผนที่ ซึ่งทำได้สะดวก รวดเร็ว และถูกต้องมากกว่าเดิมที่ทำด้วยมือ คอมพิวเตอร์มีวิธีการแสดงผลภาพออกมาให้เหมือนจริง หรือทำเสมือนมองเห็นได้ในสภาพเป็นจริง (Visualization) เช่น แสดงความลึก สูง ต่ำ ภูเขา รูปแบบภาพสามมิติ เป็นลักษณะที่ง่ายต่อการสื่อความหมายมากขึ้น
- มีการพัฒนางานด้านรีโมทเซนซิง และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Remote Sensing and Geographic Information System) ก็มีเป้าหมายที่สำคัญอย่างหนึ่งคือการแสดงผลออกมาในรูปแบบของแผนที่ไม่ว่าจะเป็นแผนที่ในรูปแบบแผ่นกระดาษหรือแผนที่ในรูปแบบดิจิทัล (Digital)
- สามารถแสดงผลในคอมพิวเตอร์ได้ การแสดงผลหรือการผลิตแผนที่ออกมาจะต้องมีหลักในการทำแผนที่หลายอย่าง เช่น การอ้างอิงระบบพิกัดของแผนที่ให้ถูกต้องตรงกับสภาพความเป็นจริงบนพื้นโลก กำหนดทิศทาง มาตราส่วน การแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ ให้สื่อออกมาสอดคล้องกับความเป็นจริง
- ประเทศไทยเรานิยมใช้แผนที่ที่ผลิตโดยกรมแผนที่ทหารนำมาใช้งาน และนำมาเป็นแผนที่อ้างอิงประกอบ หรือที่เรียกว่าแผนที่ฐาน (Base Map) เนื่องจากถือว่าเป็นแผนที่มาตรฐานที่มีความถูกต้องสูง



แผ่นโคลนบาบิโลเนียน ( Babylonian clay)



แผนที่ตามแนวคิดของปาโตเลมี คริสต์ศักราช 150



แผนที่ในยุคกลางที่เก็บรักษาในวิหารเฮียร์ฟอร์ด



แผนที่ที่สร้างโดยอเมริโก เวสปุสซี



# หลักการแผนที่

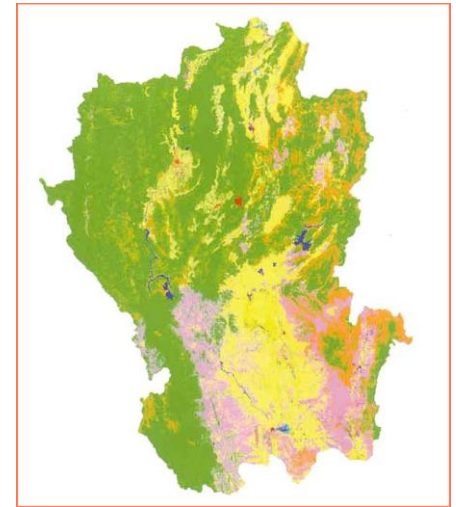
โลก (Earth) โลกของเรา

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

# หลักการผลิตแผนที่

ผลของการจำลองของพื้นผิวโลกและสิ่งที่ปรากฏบนพื้นผิวโลก ลงบนแผ่นราบ โดยย่อขนาดให้เล็ก ลงตามอัตราส่วนต้องอ้างอิงระบบพิกัดในการกำหนดตำแหน่ง

ทำให้ต้องทราบรูปทรงที่แท้จริงของโลก ตลอดจนถึงกระบวนการ ถ่ายทอดรายละเอียดที่ปรากฏบนพื้นผิวโลกลงสู่แผ่นแผนที่ ซึ่งเราเรียกกระบวนการถ่ายทอดนี้ว่า การฉายเส้นโครงแผนที่ (map projection) ซึ่งมีรายละเอียดพอสังเขป ดังนี้



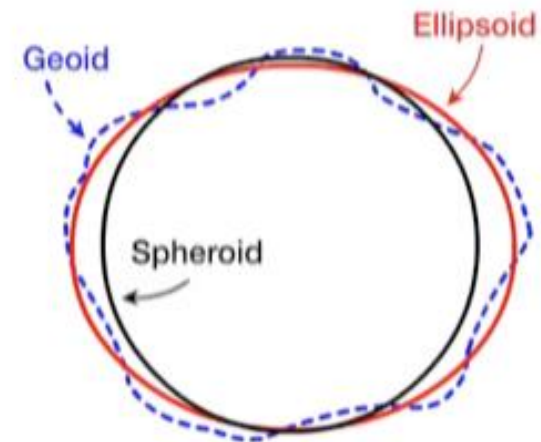
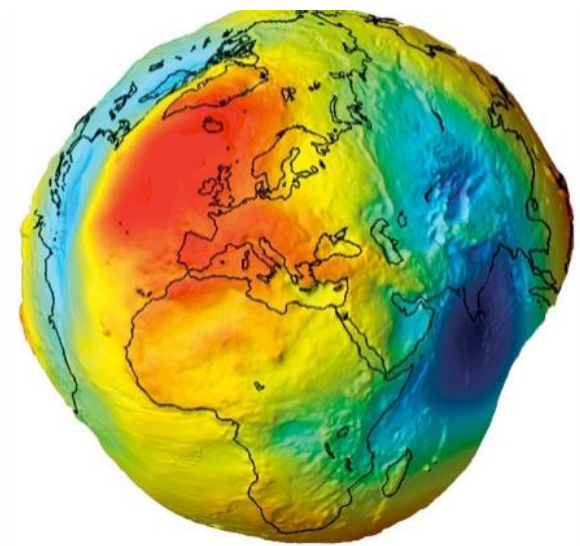
# หลักการผลิตแผนที่

รูปจำลองของโลก (approximation of the earth)

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

การดำเนินการคำนวณ ตำแหน่ง ระยะทางหรือทิศทางบนพื้นผิวโลกต้องการกรอบ อ้างอิงเชิงคณิตศาสตร์ที่มีพื้นผิวเรียบสม่ำเสมอและนั่นก็คือ ทรงรีขั้วยุบ (oblate ellipsoid)

นอกจากนี้ สามารถใช้รูปทรงกลม (sphere) ซึ่งพอเหมาะ กับจีออยด์เป็นทางเลือกที่สองสำหรับการทำแผนที่มาตราส่วนเล็ก



ทรงกลม หรือ สเฟียร์อยด์ เป็นรูปทรงที่ง่ายที่สุด จึงเหมาะเป็นสัณฐานของโลกโดยประมาณ ใช้กับแผนที่มาตราส่วนเล็กที่มีขอบเขตกว้างขวาง เช่น แผนที่โลก แผนที่ทวีป หรือ แผนที่อื่นๆที่ไม่ต้องการความละเอียดถูกต้องสูง ทรงรี หรือ อีลิปซอยด์ โดยทั่วไป คือ รูปที่แตกต่างกับรูปทรงกลมเพียงเล็กน้อย ซึ่งจะมีลักษณะใกล้เคียงกับสัณฐานจริงโลกมาก จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นพื้นผิวการรังวัด และการแผนที่ที่ต้องการความละเอียดถูกต้องสูง เช่น แผนที่ระดับชุมชนเมือง แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วนใหญ่ทั่วไป แผนที่นำร่อง เป็นต้น

ย็อยด์ เป็นรูปทรงที่เหมือนกับสัณฐานจริงของโลกมากที่สุด เกิดจากการสมมุติระดับน้ำในมหาสมุทรขณะทรงตัวอยู่นิ่ง เชื่อมโยงให้ทะลุไปถึงกันทั่วโลก จะเกิดเป็นพื้นผิวซึ่งไม่ราบเรียบตลอด มีบางส่วนที่ยุบต่ำลง บางส่วนสูงขึ้น ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและแรงโน้มถ่วงของโลก ทุก ๆ แนวตั้ง (Plumb Line) จะตั้งฉากกับย็อยด์ ย็อยด์มีบทบาทสำคัญในงานรังวัดชั้นสูง (Geodesy) แต่กลับไม่มีบทบาทโดยตรงกับวิชาการแผนที่ นอกจากจะใช้ในการคำนวณแผนที่ที่ประกอบกับรูปทรงรี



รูปโลกที่ได้จากการถ่ายภาพจากดาวเทียม



# หลักการผลิตแผนที่

กระบวนการฉายแสง (projection) เป็นการถ่ายทอดพิกัดภูมิศาสตร์ บนพื้นผิวทรงกลมรีของโลกลงสู่แผ่นแบนราบ ผลที่ได้จากกระบวนการแปลง เรียกว่า เส้นโครงแผนที่ หรือ การจัดวางเส้นขนานและเส้นเมริเดียน อย่างเป็นระบบลงสู่แผ่นราบเพื่อแสดงระบบพิกัดภูมิศาสตร์

## ประโยชน์ของเส้นโครงแผนที่

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

# เส้นโครงแผนที่

คุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่ นักแผนที่ได้จัด กลุ่มเส้นโครงแผนที่ตามคุณสมบัติของเส้นโครง  
ออกเป็น 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 เมื่อเราใช้เส้นโครงประเภทนี้ผลิต  
แผนที่มาตราส่วนเล็กที่แสดง ภูมิภาคใหญ่จะเกิดการบิดเบี้ยวในเรื่องของรูปร่างของภูมิภาค ดังกล่าวที่  
ปรากฏบนแผนที่ตลอดจนการบิดเบี้ยวของมุมที่วัดได้ ซึ่งไม่ถูกต้องหรือสอดคล้องกับพื้นผิวโลก ตัวอย่าง  
ของเส้น โครงที่รักษาพื้นที่ ได้แก่ Lambert cylindrical equal-area projection

# เส้นโครงแผนที่

เส้นโครงแผนที่ที่รักษารูปร่าง (conformal map projection)

แผนที่ที่ผลิตจากเส้นโครงประเภทนี้จะแสดงรูปร่างของภูมิภาคเล็ก ๆ ตลอดจนมุมที่วัดได้อย่างถูกต้อง เหมือนกับที่ปรากฏบนพื้นผิวโลก อย่างไรก็ตาม ดี ความเพี้ยนของรูปร่างและมุมที่วัดได้อาจปรากฏขึ้นเล็กน้อย ถ้าแผนที่แสดงภูมิภาคที่กว้างใหญ่ขึ้น ไม่ว่าจะจุดใด ๆ บนแผนที่มาตราส่วนจะคงที่ในทุกทิศทาง ที่สำคัญอีกประการ เส้นโครงที่รักษารูปร่างนี้ เส้นเมริเดียนและเส้นขนานจะตัดกันเป็น มุมฉาก ตัวอย่างเส้นโครงประเภทนี้ได้แก่ เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์ (Mercator projection)

เส้นโครงแผนที่ที่รักษาระยะทาง (equidistant map projection)

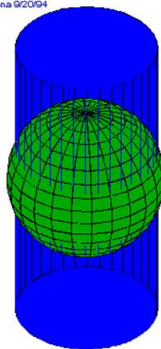
แผนที่ที่ผลิตโดยอาศัยเส้นโครงประเภทนี้จะแสดงระยะทางได้ถูกต้อง อย่างไรก็ตาม ดีความถูกต้องของระยะทางจะปรากฏเฉพาะที่ กล่าวคือ สามารถแสดงระยะทาง ตามมาตราส่วนที่ระบุไว้เฉพาะจากจุดหนึ่งไปยังจุดใด ๆ บนแผนที่อีกจุดหนึ่งในทิศทางที่กำหนด ถ้ามาตราส่วนของแผนที่ มีความถูกต้องตามแนวเส้นเมริเดียนทั้งหมดแผนที่ดังกล่าวจะ รักษา ระยะทางตามแนวเส้นเมริเดียน เช่น เส้นโครงแผนที่ Plate Carree projection ถ้ามาตราส่วนของแผนที่ถูกต้อง ตามแนวเส้นขนานหรือละติจูดทั้งหมด แผนที่ดังกล่าวก็จะ รักษา ระยะทางตามแนวเส้นขนานเหล่านั้น

# เส้นโครงแผนที่

ประเภทของเส้นโครงแผนที่ เราสามารถแบ่งประเภทของเส้นโครงแผนที่ตามชนิดของแผ่นรองรับการฉายแสงและตำแหน่งที่แผ่นรองรับการฉายแสงสัมผัสลูกโลกโดยที่ แผ่นรองรับการฉายแสงสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ ทรงกระบอก กรวย และแผ่นระนาบ

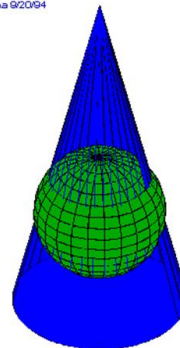
เมื่อฉายแสงจะได้ เส้นโครง แผนที่แบบทรงกระบอก (cylindrical projection) เส้นโครงแผนที่แบบกรวย (conical projection) และเส้นโครงแผนที่แบบระนาบ (azimuthal or zenithal projection) ตามลำดับ

Peter H. Dana ©2004



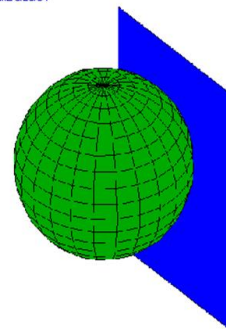
Secant Cylindrical Projection

Peter H. Dana ©2004



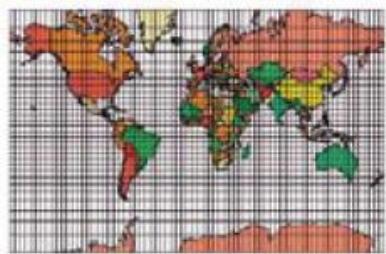
Secant Conic Projection

Peter H. Dana ©2004

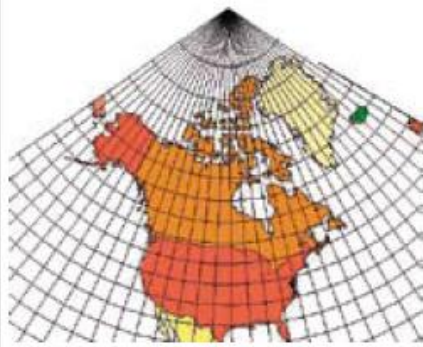


Planar Projection Surface

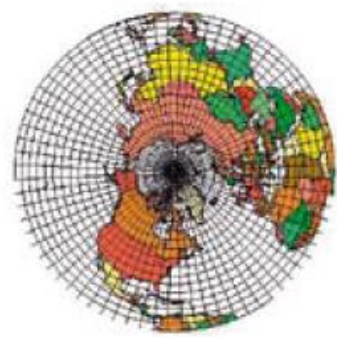




ค) เส้นโครงแผนที่แบบทรงกระบอก



ข) เส้นโครงแผนที่แบบกรวย

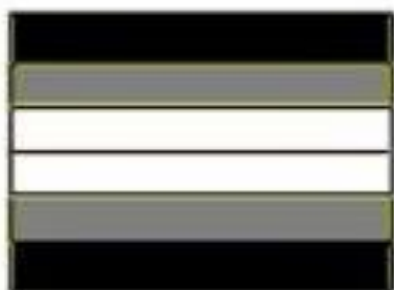


ก) เส้นโครงแผนที่แบบระนาบสัมผัส

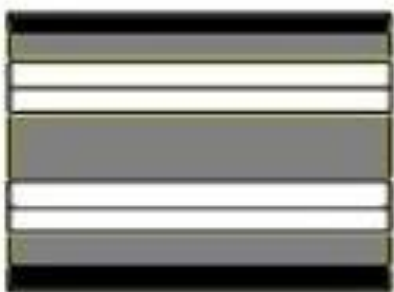
# เส้นโครงแผนที่

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

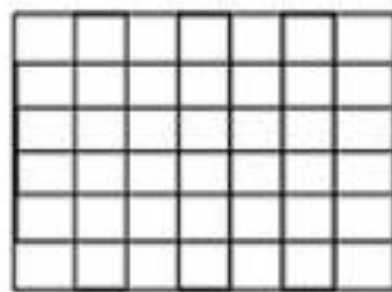
ทรงกระบอกสัมผัส (tangent)    รูปการบิดเบี้ยว



ทรงกระบอกตัด (secant)



เส้นโครง (graticule)



# เส้นโครงแผนที่

ในกลุ่มของเส้นโครงแผนที่ที่พื้นสัมผัสเป็นรูปทรงกระบอกนี้สามารถแบ่งได้ 3 แบบ คือ

## 1. เส้นโครงแผนที่คองพื้นที่แบบทรงกระบอก (Cylindrical equal area projection) ทรงกระบอกที่ใช้

ในการฉายแสงถูกวางสัมผัสกับลูกโลกในตำแหน่งปกติ มีลักษณะของเส้นขนานและเส้นเมริเดียนทุกเส้นเป็นเส้นตรงตัดกันเป็นมุมฉาก เส้นขนานทุกเส้นมีความยาวเท่ากับ ความยาวของเส้นระนาบศูนย์สูตรบนลูกโลก เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้รู้จักกันแพร่หลายในชื่อ Lambert's cylindrical equal area projection

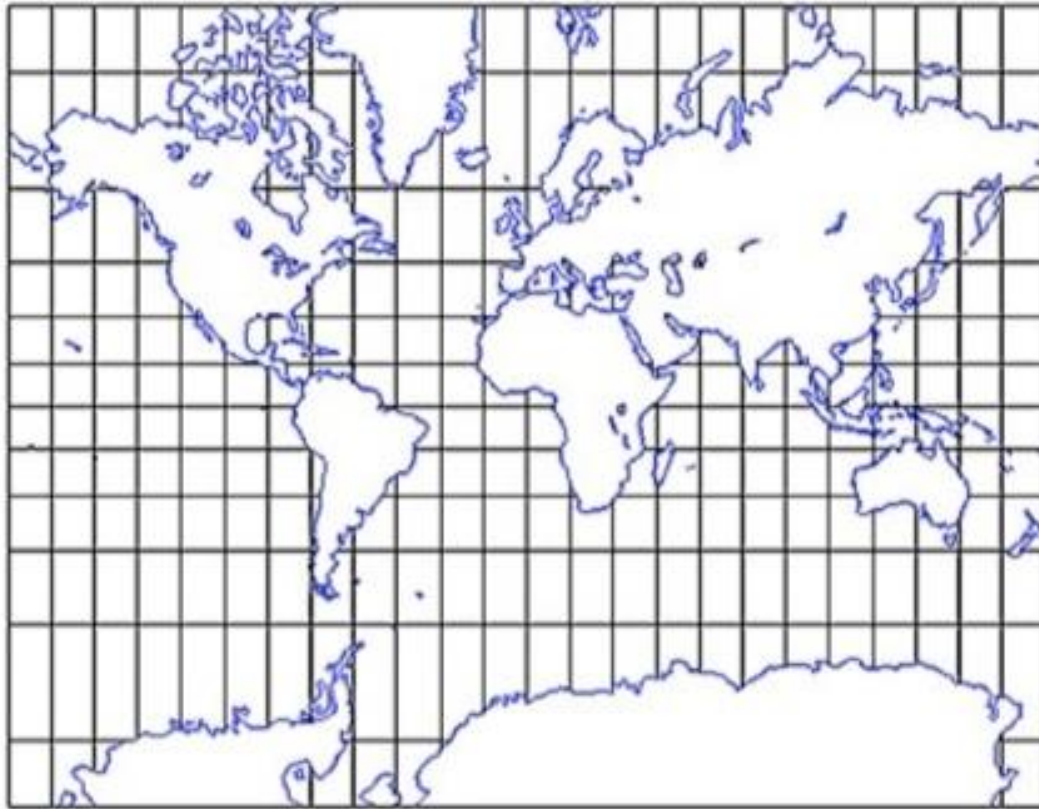
## 2. เส้นโครงแผนที่ทรงกระบอกแบบกอลล์ (Gall's stereographic cylindrical projection)

กอลล์ได้ประดิษฐ์เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้โดยใช้ทรงกระบอกตัดผ่านผิวของลูกโลกบริเวณเส้นขนาน 45 องศาเหนือและใต้ ทำให้มีการเฉลี่ยการบิดเบี้ยวไม่ให้เกิดมากบริเวณขั้วโลกทั้งสอง เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้ทั้งเส้นขนานและเส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรงตัดกันเป็นมุมฉาก และเส้นขนานแต่ละเส้นจะห่างกันมากขึ้นเมื่อไปทางขั้วโลกทั้งสอง

# เส้นโครงแผนที่

## 3. เส้นโครงแผนที่ทรงกระบอกแบบเมอร์เคเตอร์ (Mercator projection)

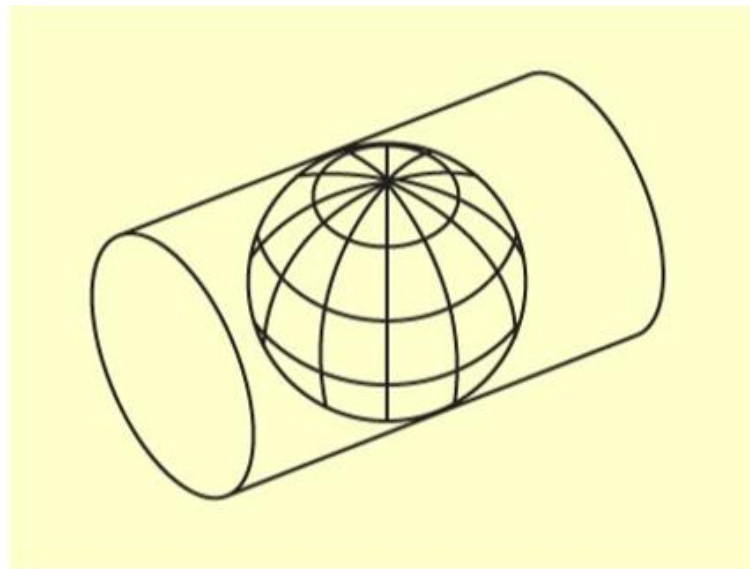
เมอร์เคเตอร์ได้ประดิษฐ์เส้นโครงแผนที่ชนิดนี้ขึ้นในศตวรรษที่ 16 และมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายตั้งแต่นั้นมาจนถึงปัจจุบัน หลักการสร้างเส้นโครงแผนที่ชนิดนี้ใช้รูปทรงกระบอกสัมผัสผิวโลกที่ระนาบศูนย์สูตร แล้วฉายแสงให้เส้นเมริเดียนและเส้นขนานปรากฏบนพื้นทรงกระบอก ลักษณะเส้นโครงแผนที่จะมีเส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรงขนานกัน มีช่วงเท่ากันทุกเส้น ส่วนเส้นขนานเป็นเส้นตรงขนานกัน ซึ่งช่วงห่างจะมากขึ้นเมื่อขึ้นไปยังขั้วโลกทั้งสองบริเวณจุดสัมผัสจะมีความถูกต้องมากในการรักษารูปร่าง แต่มีการบิดเบือนมากบริเวณใกล้ขั้วโลกจึงไม่นิยมใช้ทำแผนที่ในบริเวณพื้นที่เหนือเส้นขนาน 80 องศาเหนือ-ใต้



เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์ : เส้นโครงแผนที่ทรงกระบอกคงรูป

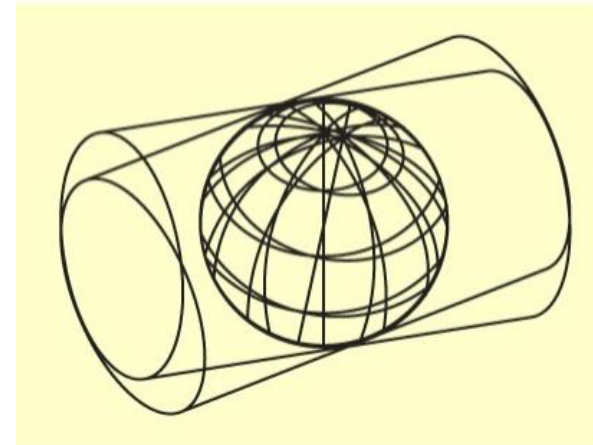
# เส้นโครงแผนที่

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 เริ่มจากเส้นลองจิจูดที่  $180^{\circ}$  หรือเส้นวันที่สากล (International Date Line) หมายเลขประจำเขตจะเพิ่มขึ้นจากตะวันตกไปทางตะวันออก ดังนั้นเขตที่ 2 จึงอยู่ระหว่าง  $174^{\circ}$  W ถึง  $168^{\circ}$  W เรื่อยไปจนเขตสุดท้ายจะอยู่ระหว่าง  $174^{\circ}$  E ถึง  $180^{\circ}$  หรือ เส้นวันที่สากล

การทำแผนที่ ณ พื้นที่ใดๆ บนโลกต้องเลือกเส้นเมริเดียน ย่านกลางของเขตยูทีเอ็มที่ใกล้กับพื้นที่ดังกล่าวมากที่สุด จากนั้นผลิตแผนที่จากเส้นโครงแผนที่เมอร์เคเตอร์ตามขวางสากล เฉพาะเขตยูทีเอ็มนั้น



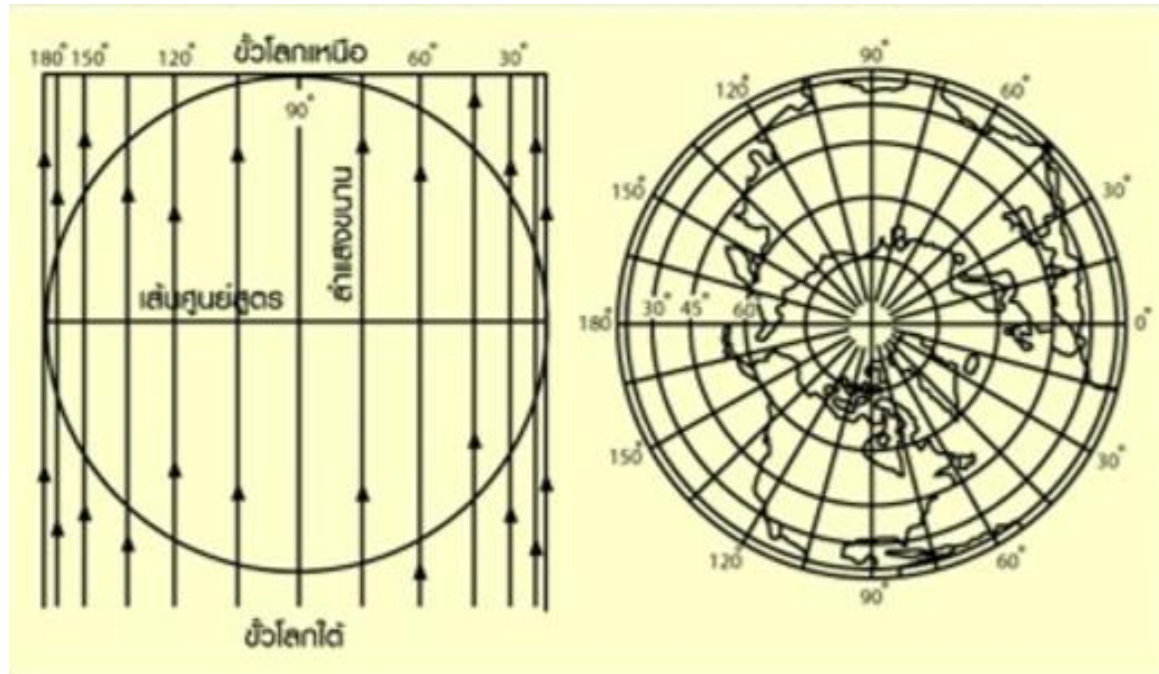


# เส้นโครงแผนที่

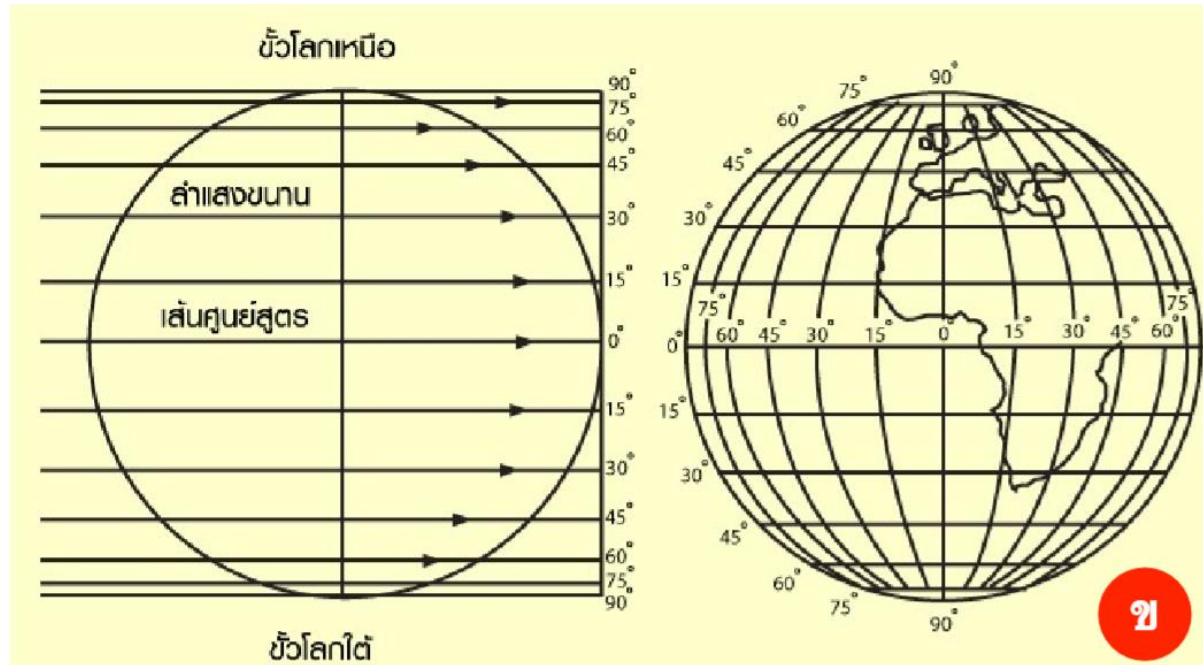
เส้นโครงแผนที่แบบระนาบ เส้นโครงประเภทนี้ได้จากการฉายแสงเส้นขนานและเส้นเมริเดียนลงบนระนาบซึ่ง กำหนดให้สัมผัสผิวโลก ณ จุดใดจุดหนึ่ง ลักษณะและคุณสมบัติ ของเส้นโครงประเภทนี้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดจุดที่ระนาบสัมผัสผิว โลกและแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ในการฉาย เส้นโครงแผนที่อาศัยระนาบแบ่งออกเป็นหลายประเภท ตามตำแหน่งที่ระนาบสัมผัสผิวโลกและแหล่งที่ใช้ฉายแสง ดังนี้

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

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

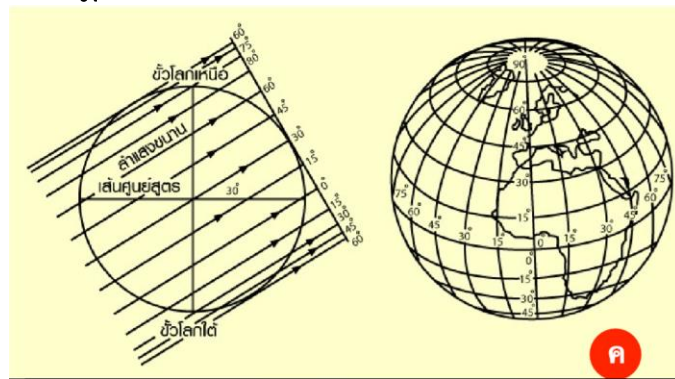


ระนาบสัมผัสที่เส้นศูนย์สูตร (equatorial position) เส้นโครงชนิดนี้เรียกว่า เส้นโครงแบบอิกเวทอเรียล ออร์โท กราฟิก (equatorial orthographic projection) กล่าวคือ เส้นเมริเดียนของ จุดสัมผัสเป็นเส้นตรง นอกนั้นเป็นส่วนโค้งของวงรีและมีช่วงที่ชิดกันมากขึ้นเมื่ออยู่ห่างจากจุดสัมผัสออกไป ส่วนเส้นขนานเป็นเส้นตรงทุกเส้นและมีช่วงชิดกันมากที่บริเวณขั้วโลก



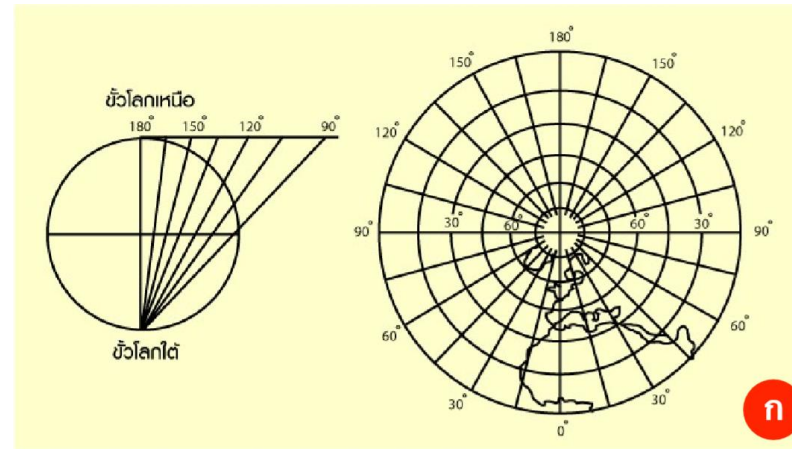
ระนาบสัมผัส ณ จุดที่มีได้อยู่ที่ขั้วโลกและเส้นศูนย์สูตร (oblique position) เส้นโครงชนิดนี้เรียกว่า เส้นโครงแบบออบบลิคออร์โทกราฟิก (oblique orthographic projection) ลักษณะของเส้นโครงชนิดนี้แสดงในรูปที่ 26 ค. กล่าวคือ เส้นเมริเดียนของจุดสัมผัสเป็นเส้นตรงนอกนั้นเป็นส่วนโค้งของวงรีและมีช่วงที่ชิดกันมากขึ้นเมื่ออยู่ห่างจากจุดสัมผัสออกไป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

เส้นโครงแผนที่แบบออร์โทกราฟิกนี้สามารถแสดงรายละเอียดได้มากที่สุดเพียงซีกโลกเดียวเท่านั้น คุณสมบัติของ เส้นโครงนี้ นอกจากจะไม่มีคุณสมบัติของการคงรูปแล้วยังไม่ คงพื้นที่อีกด้วย เมื่อพิจารณา มาตราส่วนของแผนที่แล้ว มาตราส่วนบริเวณใจกลางแผนที่จะใหญ่กว่าบริเวณขอบแผนที่ ดังนั้น การใช้ประโยชน์ของเส้นโครงนี้จึงค่อนข้างจำกัด เส้น โครงแผนที่นี้ให้ประโยชน์เพียงแสดงภาพของลูกโลกใน ลักษณะสามมิติเหมือนภาพถ่ายของโลกที่ถ่ายจากอวกาศ ด้วยเหตุนี้เส้นโครงนี้จึงปรากฏเป็นแผนที่ภาพประกอบใน บทความหรือหนังสือต่างๆ

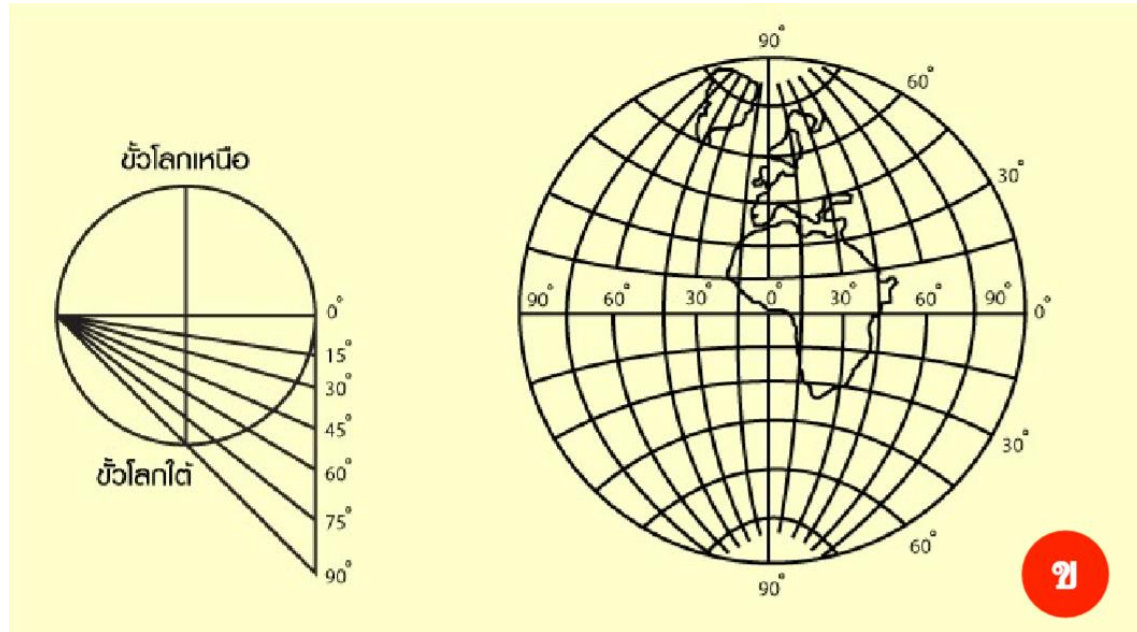


เส้นโครงแบบสเตอริโอกราฟิก (stereographic projection) เป็นเส้นโครงที่แหล่งของแสง ที่ใช้ฉายอยู่ที่ ๓ ตำแหน่งตรงข้ามกับจุดที่แผ่นระนาบสัมผัส ส่วนแผ่นระนาบที่ใช้รองรับการฉายแสงจะสัมผัสลูกโลกตาม ตำแหน่งต่างๆ 3 ตำแหน่ง ดังนี้

1. ระนาบสัมผัสที่ขั้วโลก (polar position) เส้นโครงชนิดนี้เรียกว่า เส้นโครงแบบโพลาร์สเตอริโอกราฟิก (polar stereographic projection) ลักษณะของเส้นโครงชนิดนี้แสดงในรูปที่ 27 ก. กล่าวคือเส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรงแยกเป็นรัศมี ออกจากจุดสัมผัส (ขั้วโลก) คล้ายกับซี่ล้อรถจักรยาน ส่วนเส้นขนานเป็นวงกลมที่มีจุดสัมผัสเป็นจุดศูนย์กลางร่วมโดยที่ช่วง ระหว่างเส้นขนานในแถบขั้วโลกจะห่างกว่าแถบเส้นศูนย์สูตร

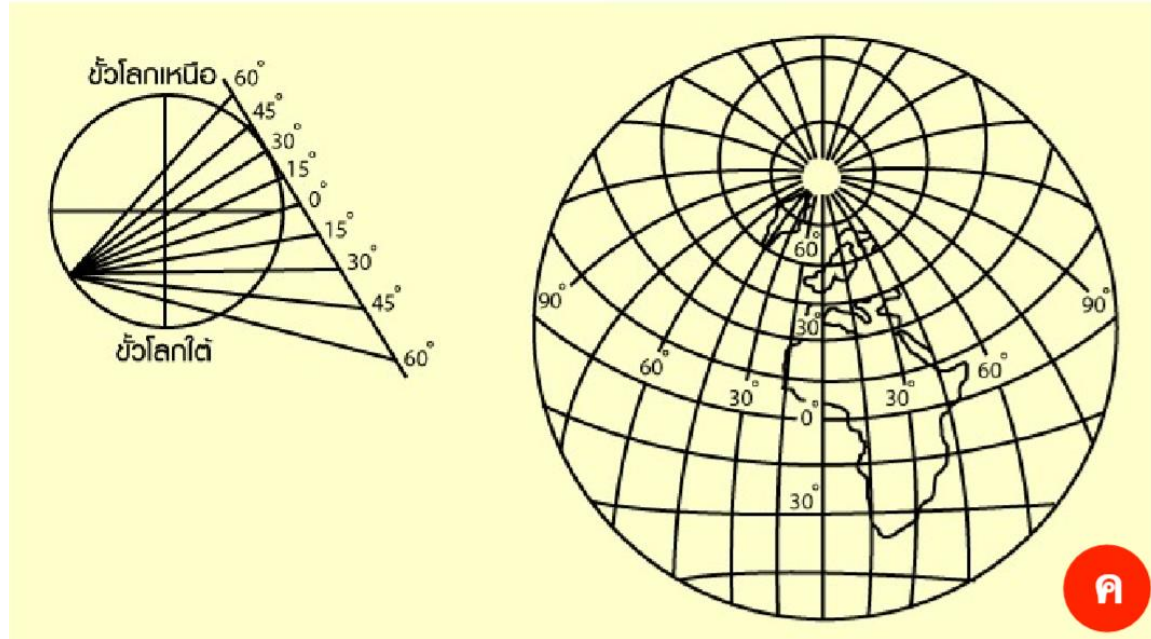


ระนาบสัมผัสที่เส้นศูนย์สูตร (equatorial position) เส้นโครงขี้นี้เรียกว่า เส้นโครงแบบอิกเวทอเรียล สเตอริโอกราฟิก (equatorial stereographic projection) คือ เส้นเมริเดียนของจุดสัมผัสเป็นเส้นตรงนอกนั้น เป็นส่วนโค้งของวงกลมและมีช่วงที่ห่างกันมากขึ้นเมื่ออยู่ห่างจากจุดสัมผัสออกไป ส่วนเส้นขนาน เฉพาะเส้นศูนย์สูตรเป็นเส้นตรงเส้นขนานอื่นๆ เป็นส่วนโค้งของวงกลมที่มีช่วงห่างกันมากที่บริเวณขั้วโลก



ระนาบสัมผัส ณ จุดที่มีได้อยู่ที่ขั้วโลกและเส้นศูนย์สูตร (oblique position) เส้นโครงชนิดนี้เรียกว่า เส้นโครงแบบ ออบบลิคสเตริโอกราฟิก (oblique stereographic projection) คือ เส้นเมริเดียนของจุดสัมผัสเป็นเส้นตรงนอกนั้นเป็นส่วนโค้งของวงกลมและมีช่วงที่ห่างกันมากขึ้นเมื่ออยู่ไกลจากจุดสัมผัส ส่วนเส้นขนานเป็นส่วนโค้งของวงกลมที่มีช่วงห่างกันมากในบริเวณขั้วโลก

เส้นโครงแผนที่แบบสเตริโอกราฟิกสามารถแสดงรายละเอียดได้เกินกว่าซีกโลก คุณสมบัติของเส้นโครงนี้ คือ คงรูป อย่างแท้จริง เมื่อพิจารณามาตราส่วนของแผนที่แล้ว มาตราส่วนบริเวณขอบแผนที่ซึ่งอยู่ไกลจากจุดสัมผัสจะมี มาตราส่วนใหญ่ขึ้น เส้นโครงแผนที่นี้ใช้ประโยชน์เพื่อทำ แผนที่บริเวณขั้วโลก



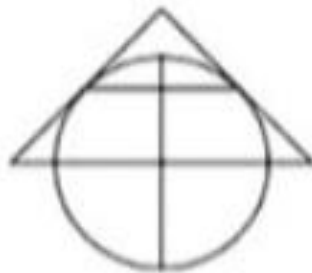
# เส้นโครงแผนที่

2.2 เส้นโครงทรงกรวย (Conic Projection) เป็นเส้นโครงแผนที่ที่ใช้ทรงกรวยเป็นแผ่นรองรับการฉายแสง โดยวางให้แกนของทรงกรวยทับกับแกนของโลกและให้ผิวของทรงกรวยสัมผัสกับลูกโลกตามเส้นละติจูดหรือเส้นขนาน (latitude หรือ parallel) เส้นใดเส้นหนึ่ง หรือให้ผิวของทรงกรวยตัดเข้าไปในลูกโลกตามเส้นขนาน 2 เส้น เราเรียกเส้นขนานที่กรวยสัมผัสหรือตัดเข้าไปในลูกโลกนี้ว่า เส้นขนานมาตรฐาน (standard parallel) เมื่อฉายแสงจากจุดศูนย์กลางของโลก เส้นเมริเดียนทุกเส้นปรากฏเป็นเส้นตรงเป็นรัศมีออกจากยอด กรวยส่วนเส้นขนานปรากฏเป็นส่วนโค้งของวงกลมโดยมีจุด ยอดกรวยเป็นจุดศูนย์กลางร่วม มาตราส่วนตามแนวเส้น ขนานมาตรฐานนี้จะถูกต้อง การบิดเบี้ยว (distortion) ตัวอย่างของเส้นโครงแผนที่ทรงกรวยที่นิยมใช้อย่าง กว้างขวาง มีดังนี้



# เส้นโครงแผนที่

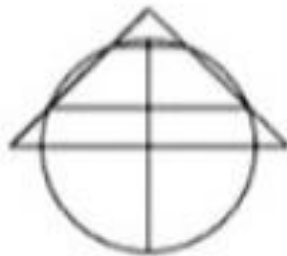
ทรงกรวยสัมผัส (tangent)



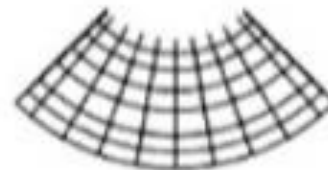
รูปแบบของการบิดเบี้ยว



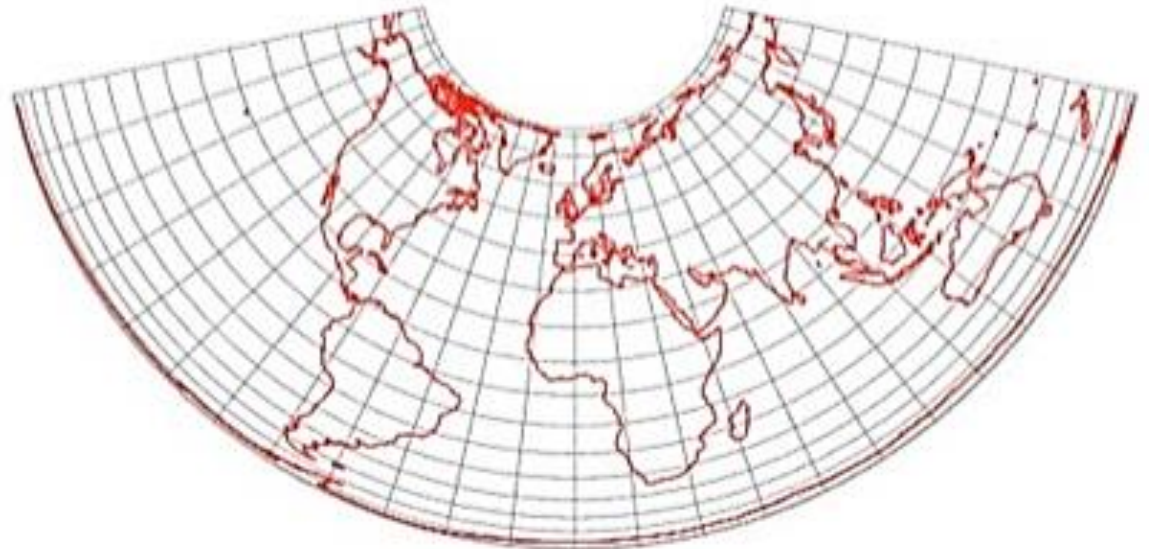
ทรงกรวยตัด (secant)



เส้นโครง (graticule)

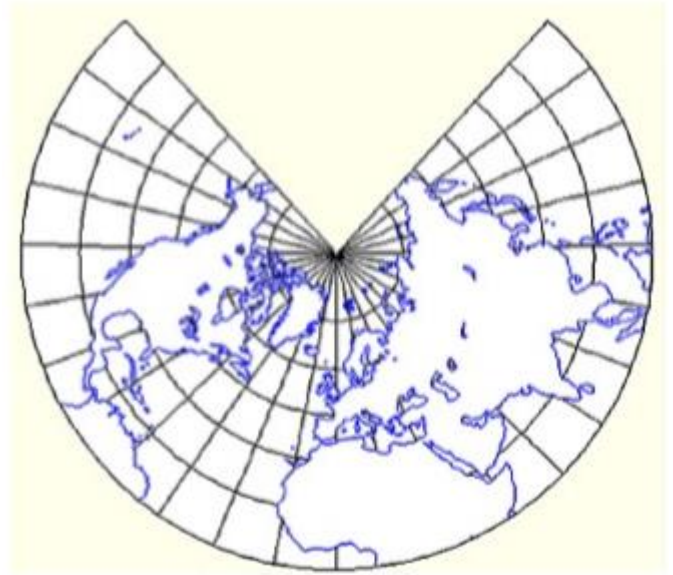


เส้นโครงแผนที่ทรงกรวยอัลเบอร์ (Alber's Conic Projection) เป็นเส้นโครงแผนที่ที่แก้ไขช่วงห่างระหว่างเส้น ขนานให้พอเหมาะเพื่อให้มีมาตราส่วนคงที่ซึ่งส่งผลให้เป็นเส้น โครงแผนที่ที่มีคุณสมบัติรักษารูปที่ประเทศสหรัฐอเมริกาและ ประเทศแคนาดาใช้เส้นโครงแผนที่ทรงกรวยอัลเบอร์นี้อย่าง กว้างขวางเพื่อผลิตแผนที่ลักษณะภูมิประเทศ



## เส้นโครงแผนที่ทรงกรวยคงรูปแลมเบิร์ต (Lambert Conformal Conic projection)

เป็นเส้นโครงแผนที่ที่ได้รับ การปรับแก้ช่วงห่างของเส้นขนานเช่นกันเพื่อให้การยืดของเส้นโครงแผนที่ในทิศทางตะวันออก-ตะวันตก สอดคล้องกับ การยืดในทิศทางเหนือ-ใต้ เส้นโครงนี้สามารถสร้างโดยให้มี เส้นขนานมาตรฐานเส้นเดียวหรือสองเส้นก็ได้ แต่มักนิยม สร้างให้มีเส้นขนานมาตรฐานสองเส้นเพราะ ความถูกต้องของ มาตรการส่วนตามแนวเส้นขนานจะได้กระจายเพิ่มขึ้นทั่วทั้งเส้น โครงแผนที่ ดังนั้น เส้นโครงแผนที่นี้จึงมีคุณสมบัติรักษารูปร่าง

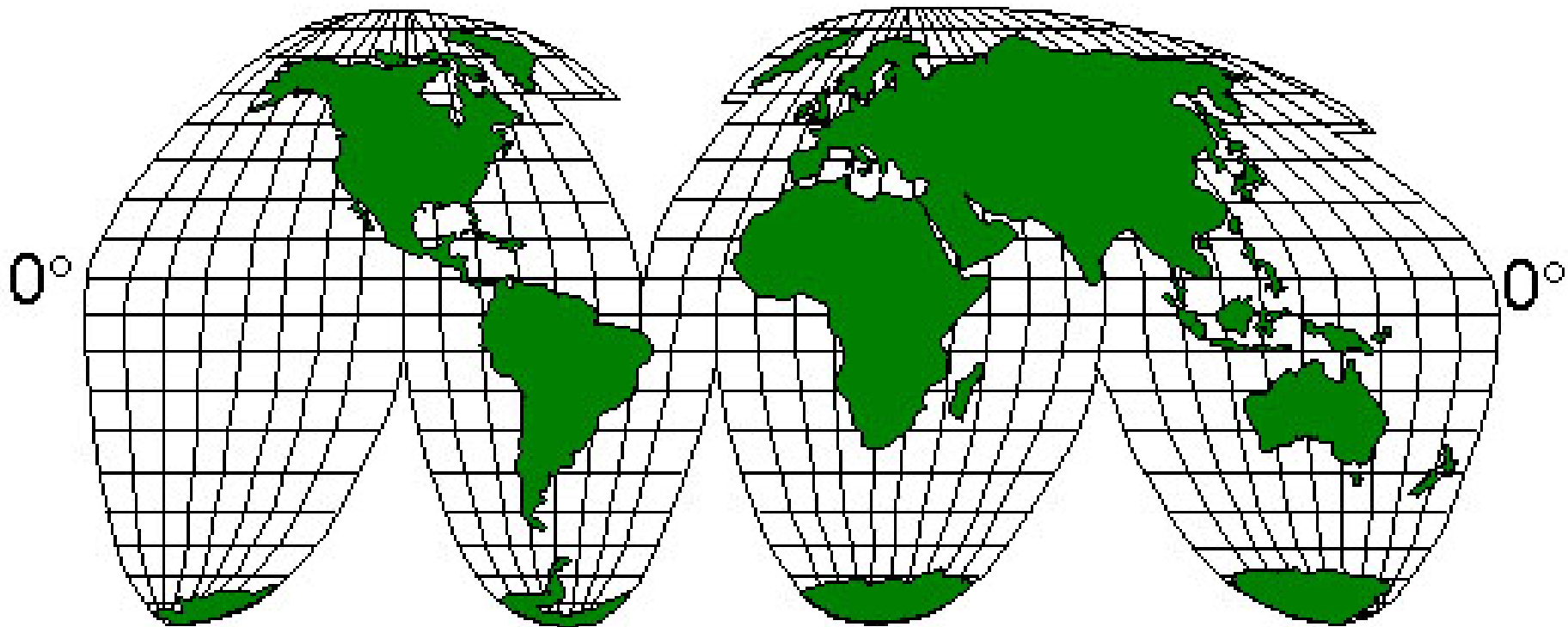


**เส้นโครงแผนที่ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical or Conventional projection)** ที่ได้จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์

1. เส้นโครงแผนที่แบบมอลลีไวต์โฮโมโลกราฟิก (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 ส่วนเส้นอื่นโค้งคล้ายเส้นโครงแผนที่แบบมอลลีไวต์ การสร้างเส้นเมริเดียนใช้ค่าส่วนโค้งของไซน์ (Sine curves) ทำให้ระยะห่างกว้างกว่าแบบมอลลีไวต์ เหมาะสำหรับใช้ทำแผนที่บริเวณเส้นระนาบศูนย์สูตร เช่น แถบอเมริกาใต้ และแอฟริกา เป็นต้น

3. เส้นโครงแผนที่แบบโฮโมโลไซน์ (Homolosine projection) เป็นเส้นโครงแผนที่คงพื้นที่ชนิดหนึ่งเป็นผลจากการนำเส้นโครงแผนที่แบบโฮโมโลกราฟิกมาต่อกับแบบไซนูซอยดัล ตามธรรมดาใช้เส้นโครงแผนที่แบบไซนูซอยดัลระหว่างละติจูด 40 องศาใต้ ถึง 40 องศาเหนือ เกินจากนั้นไปก็ต่อด้วยเส้นโครงแผนที่แบบโฮโมโลกราฟิก เนื่องจากเส้นโครงแผนที่ทั้ง 2 ชนิดนี้ต่อกันไม่ได้สนิท จึงปรากฏรอยหยักเล็กน้อยบนเส้นเมริเดียนตรงรอยต่อระหว่างเส้นโครงแผนที่ทั้ง 2 ชนิด



แสดงเส้นโครงแผนที่โฮโมโลไซน์  
(Goode's Homolosine Projection)



Thank You

Q & A