บทที่ 4
เส้นโครงแผนที่
(Map Projection)

รศ.ทวี ทองสว่าง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาอธิบายความหมายของเส้นโครงแผนที่ได้
2. เพื่อให้นักศึกษาวิเคราะห์มูลฐานสำคัญของเส้นโครงแผนที่ได้
3. เพื่อให้นักศึกษาบอกความสำคัญของเรื่องต่อไปนี้ได้ถูกต้อง
    3.1 การสร้างแผนที่ตามรูปทรงเรขาคณิต
    3.2 มาตราส่วนแผนที่และลักษณะที่ดีของเส้นโครงแผนที่
    3.3 ระบบเส้นโครงแผนที่ การสร้างเส้นโครงแผนที่ลักษณะของเส้นโครงแผนที่และพื้นผิวที่ใช้แสดงเส้นโครงแผนที่
4. เพื่อให้นักศึกษาอธิบายเรื่องการจำแนกเส้นโครงแผนที่ได้
5. เพื่อให้บอกถึงข้อดีและข้อบกพร่องของเส้นโครงแผนที่ชนิดต่าง ๆ ได้ถูกต้อง
6. เพื่อให้นักศึกษาอธิบายเส้นโครงแผนที่แบบทรงสัมผัสได้
7. เพื่อให้นักศึกษาอธิบายเส้นโครงแผนที่แบบทรงกรวยได้
8. เพื่อให้นักศึกษาอธิบายเส้นโครงแผนที่แบบรูปทรงกระบอก
9. เพื่อให้นักศึกษาอธิบายเส้นโครงแผนที่แบบอื่น ๆ ได้
10. เพื่อให้นักศึกษารู้จักเลือกใช้เส้นโครงแผนที่แสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติได้ถูกต้อง

เนื้อหา

1. ความหมายของเส้นโครงแผนที่ (Map Projections)

ความหมายจากตำราวิชาแผนที่ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ "เส้นโครงแผนที่ หมายถึงวิชาที่ว่าด้วยระเบียบหรือระบบวิชาการแสดงเส้นขนานตามแนวละติจูด และเส้นเมริเดียนตามแนวลองจิจูด ซึ่งเป็นแนวสมมติบนพื้นโลก ลงบนแผ่นกระดาษแบนราบหรือแผ่นแบนโดยวิธีการฉาย (Project) เงาของโลกหรือบริเวณที่ต้องการไปยังพื้นราบที่จัดไว้ในรูปต่าง ๆ กัน ทำให้ลวดลายในบริเวณนั้นมีรูปร่างลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งตามต้องการ"

คำว่า "ลวดลาย" หมายถึงสรรพวัตถุที่อยู่บนพื้นโลกทั้งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น

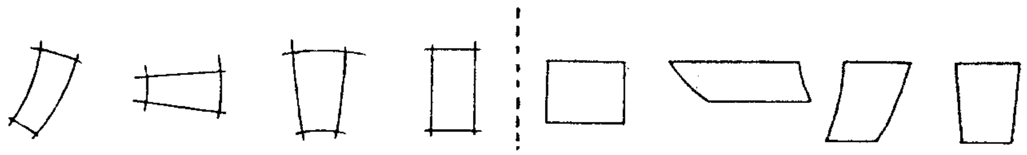
เส้นโครงแผนที่หมายถึง ระบบของเส้นที่สร้างขึ้นในพื้นแบนราบเพื่อแสดงลักษณะของเส้นขนานและเส้นเมริเดียนอันเป็นผลจากแบบและวิธีการต่าง ๆ ในการถ่ายทอดเส้นเหล่านั้นจากผิวโลก ซึ่งเป็นทรงกลมลงบนพื้นแบน การถ่ายทอดดังกล่าวนี้อาจทำด้วยวิธีการสร้างรูปทางเรขาคณิต หรือการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ก็ได้*

2. การวิเคราะห์มูลฐานสำคัญของเส้นโครงแผนที่

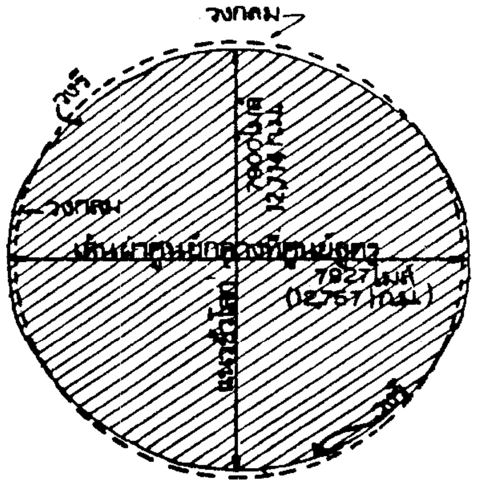
2.1 โลก (Earth) โลกมีรูปร่างคล้ายลูกแพร์หรือส้มโอ คือมีลักษณะป่องตรงกลาง ขั้วเหนือ-ใต้ แบนเล็กน้อย มีรัศมีศูนย์สูตรยาวกว่ารัศมีที่ขั้วโลกต่างกัน 13.5 ไมล์ (21.5 กม.) คือ มีเส้นผ่าศูนย์กลางที่ศูนย์สูตรยาว 7,927 ไมล์ (12.757 กม.) ส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางจากขั้วโลกเหนือไปยังขั้วโลกใต้มีเพียง 7,900 ไมล์ (12,714 กม.) เมื่อพิจารณาแล้วจะมีลักษณะรูปรี (Ellipse) ซึ่งเป็นรูปรีสำหรับดัดแปลงมาใช้ในกิจการแผนที่ ส่วนคำว่า "Spheroid" โดยทั่วไปคือรูปที่แตกต่างจากรูปทรงกลมเพียงเล็กน้อย ในวิชาที่เกี่ยวกับรังวัดขนาดของโลก (Geodesy) เป็นรูปทรงที่สมมติขึ้นมาใกล้เคียงกับทรงสัณฐานของโลกมากที่สุด เรียกว่า "ยีออยด์" (Geoid) มักใช้ผิวนี้เป็นหลักในการคำนวณแผนที่ประกอบกับรูปรี สำหรับรูปยีออยด์เกิดจากการสมมติระดับน้ำในมหาสมุทรขณะทรงตัวอยู่นิ่ง เชื่อมโยงให้ทะลุไปถึงกันทั่วโลก จะเกิดเป็นพื้นผิวขึ้นพื้นผิวหนึ่งซึ่งไม่ราบเรียบตลอด มีบางส่วนที่ยุบต่ำลง บางส่วนสูงขึ้น ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและแรงดึงดูดของโลกทุก ๆ จุดบนพื้นผิวจะตั้งฉากกับทิศทางแห่งแรงดึงดูดของโลก

---

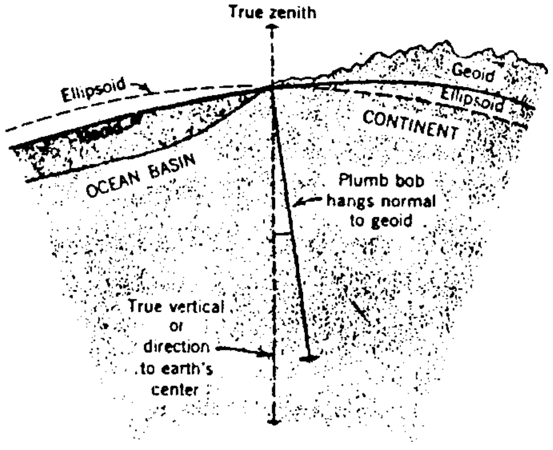
* ราชบัณฑิตยสถาน. *พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์อังกฤษ-ไทย เล่ม 2. L-Z.* (กรุงเทพฯ : พิมพ์ที่ หจก. นนทชัย, 2523.) หน้า 522.



พื้นที่ของรูปแบบต่าง ๆ ที่เท่ากัน มีรูปร่างทรวดทรงที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะมีความบิดเบี้ยวต่าง ๆ กัน



รูปที่ 4.1 ลักษณะอีลิปซอยด์ และรัศมีที่ศูนย์สูตรและขั้วโลก



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจีออยด์และอีลิปซอยด์ จากระดับพื้นน้ำถึงพื้นดิน

2.2 การเลือกใช้รูปทรงของโลกในงานสำรวจและทำแผนที่

รูปทรงทางเรขาคณิตที่ใช้แทนรูปทรงของโลกสำหรับงานสำรวจ และทำแผนที่มีอยู่ 3 แบบ คือ

- พื้นแบน (Plane)
- ทรงกลม (Sphere)
- ทรงรีหมุน (Ellipsoid of revolution)

พื้นแบน ใช้กับงานสำรวจในบริเวณพื้นที่เล็ก ๆ โดยถือความคดโค้งของพื้นผิวโลก ไม่มีผลกระทบกระเทือนกับความละเอียดถูกต้องของงาน การวัดระยะทางไม่ต้องแก้เนื่องจาก ความโค้งของผิวโลก

รูปทรงกลม ใช้ในงานสำรวจและทำแผนที่ภูมิประเทศคลุมพื้นที่บริเวณกว้างใหญ่ ไม่ว่าสำรวจทางภาคพื้นดิน หรือถ่ายรูปทางอากาศ จำเป็นต้องแก้เนื่องจากความโค้งของพื้นผิว โลก รูปทรงกลมนี้ยังใช้ประกอบในการทำเส้นโครงแผนที่

รูปทรงรีหมุน ใช้การสำรวจทางยีออเดซี่ การปฏิบัติ การรังวัด เพื่อหาตำแหน่งจุด บนพื้นโลก ที่ต้องการความละเอียดถูกต้อง

2.3 ความเป็นอีลิปซอยด์ของโลก (Earth Ellipsoids)

เนื่องจากโลกมีลักษณะกลม มีรัศมีจากจุดศูนย์กลางไปยังศูนย์สูตร และขั้วโลก แตกต่างกัน การทำแผนที่แสดงพื้นผิวโลกต้องคำนึงถึงความโค้งของโลกตามรูปรี อาศัยแนว ขนานและเมริเดียนที่ถูกต้อง เส้นสมมติทั้งสองจะเป็นโครงร่างที่นำรายละเอียดบนพื้นโลกมา ขีดเขียนลงระยะมุมละติจูด และลองจิจูด ถ้าคำนวณระยะรัศมีถูกต้องระยะต่าง ๆ ที่คำนวณ ออกมาปฏิบัติย่อมถูกต้องด้วย

หลักการคำนวณการยุบของขั้วหรือความแบนราบ (Flattening) ใช้สูตร $f = \frac{a-b}{a}$ ในเมื่อ

f คือ ค่าความแบนราบ (การยุบของขั้ว)

a คือ รัศมีที่ศูนย์สูตร (Semi-major Axis) หรือกึ่งแกนยาว

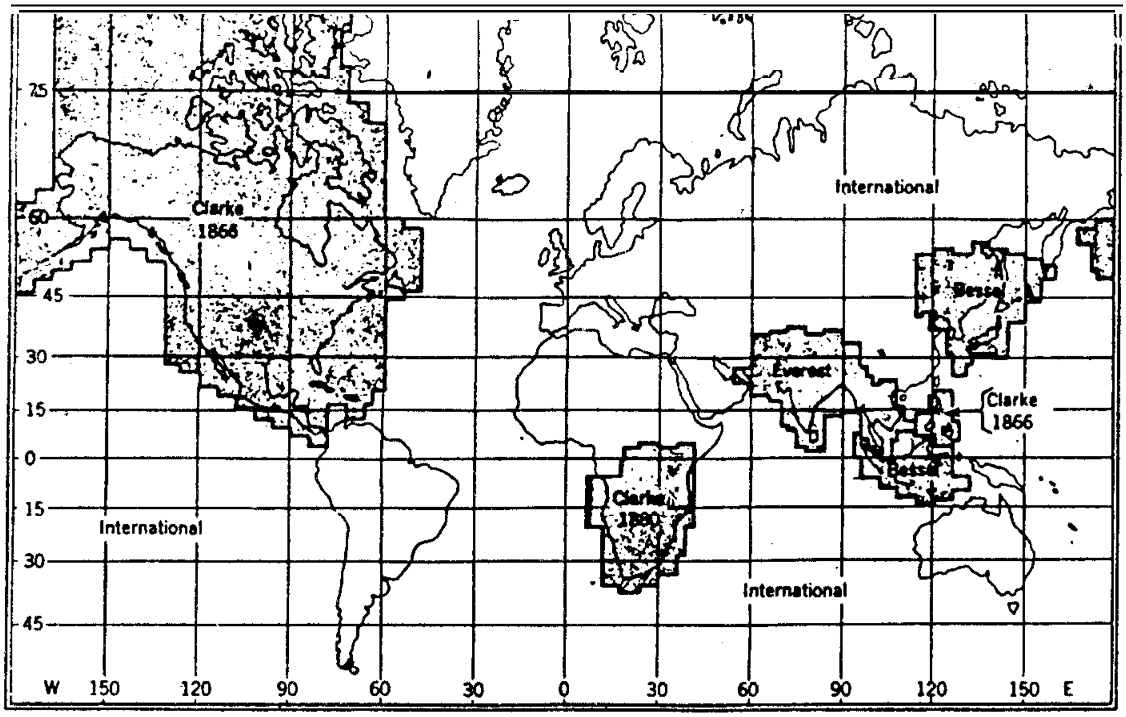
b คือ รัศมีที่ขั้วโลก (Semi-minor Axis) หรือกึ่งแกนสั้น

ถ้ารัศมีของโลกที่ศูนย์สูตรยาว 6,378,388 กิโลเมตร รัศมีของโลกที่ขั้วทั้งสองยาว 6,356,912 กิโลเมตร ค่าของความแบนราบคำนวณออกมาแล้วมีค่าเท่ากับ 0.003,367 เมตร เนื่องจากขั้วโลกแบน ทำให้ระยะทาง 1 องศาละติจูดแตกต่างกัน ตรงขั้วโลกจะกว้างกว่าบริเวณ ใกล้ศูนย์สูตร

ค่าของอีลิปซอยด์ของทั้งโลกที่คำนวณแล้วมี ดังนี้ :-

ชื่ออีลิปซอยด์	รัศมีที่ศูนย์สูตร หรือกึ่งแกนยาว (Semimajor Axis)	รัศมีที่ขั้วโลก หรือกึ่งแกนสั้น (Semiminor Axis)	ความแบนราบ หรือการยุบของขั้ว (Flattening)	ค่าเศษส่วนโดยประมาณ
Astrogeodetic	6,378,160	6,356.778	0,003,352	$\frac{1}{298}$
(Fisher 1960)				
International				
(Hayford 1909)	6,378,388	6,356,912	0.003,367	$\frac{1}{297}$
Clarke 1866	6,378,206	6,356,584	0,003,390	$\frac{1}{295}$
Clarke 1880	6,378,301	6,356,584	0,003,408	$\frac{1}{293}$
Bessel 1841	6,377,397	6,356,079	0,003,343	$\frac{1}{299}$
Everest 1830	6,377,276	6,356,075	0,003,324	$\frac{1}{301}$

เพื่อให้เป็นระบบเดียวกัน การสร้างแผนที่นานาชาติได้แบ่งออกเป็นเขต ๆ แต่ละเขตจะอยู่ในเขตอีลิปซอยด์ชนิดใด เช่น แผนที่ทางทหารของทวีปอเมริกาเหนือจะอยู่ใน Clarke Ellipsoid ปี ค.ศ. 1866 แอฟริกาใช้ Clarke 1880 อินเดีย ไทย ใช้ Everest ส่วนจีน อินโดนีเซีย ใช้ Bessel ส่วนยุโรป อเมริกาใต้ เอเชียส่วนใหญ่ และออสเตรเลียใช้ Internation Ellipsoid

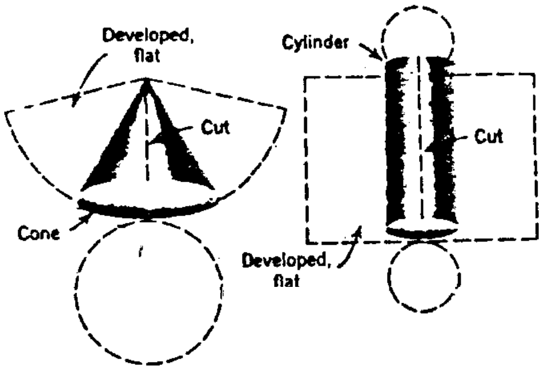


รูปที่ 4.3 แสดงเขตของประเทศต่าง ๆ ที่ใช้อีลิปซอยด์แตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบค่าอีลิปซอยด์ทั้งหมดมีค่าเป็นเมตรแล้ว รัศมีกึ่งแกนยาวต่างกัน 1,100 เมตร $(\frac{1}{2}$ ไมล์$)$

3. การสร้างแผนที่ตามรูปทรงเรขาคณิต (Developable Geometric Surfaces)

การตัดรูปทรงเรขาคณิตออกวางแผ่บนพื้นระนาบได้ โดยไม่มีพื้นที่คลาดเคลื่อน เช่น การแผ่รูปทรงกรวยและรูปทรงกระบอก แต่ลักษณะของโลกมีสัณฐานกลมเป็นแบบหนึ่งของรูปทรงเรขาคณิตก็จริง การที่จะทำให้ผิวโลกที่มีลักษณะโค้งกลมกลายเป็นพื้นระนาบที่สมบูรณ์แบบนับว่าเป็นงานที่ยากมาก ไม่ว่าจะใช้วิธีการใด ดังนั้นการสร้างโครงแผนที่ให้ถูกต้องจริง ๆ ไม่สามารถกระทำได้ นอกจากจะกระทำในบริเวณไม่กว้างขวางมากนัก และใช้วิธีการย่อ-ขยายขนาดตามอัตราส่วน



รูป 4.4 รูปทรงเรขาคณิตของทรงกรวยและรูปทรงกระบอก

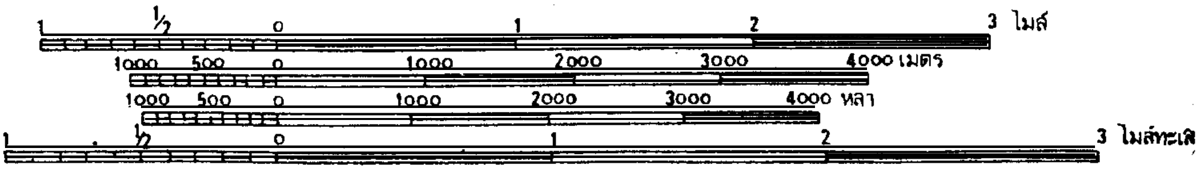
ถ้าสร้างแผนที่ให้คลุมพื้นที่บริเวณกว้างจะมีความบิดเบี้ยวหรือผิดพลาดมากขึ้น การสร้างแผนที่มีส่วนช่วยทำให้มองผิวโลกได้ทั้งหมดในเวลาเดียวกัน

เพื่อให้การสร้างโครงแผนที่กระทำได้ง่ายและถูกต้องมาก ใช้ลักษณะรูปทรงรี (Ellipsoid) ช่วยในการกำหนดจุดต่าง ๆ บนแผนที่ เพื่อให้ทำแผนที่ได้สะดวกและใกล้เคียงความจริงมากที่สุด เหตุที่ต้องใช้รูปทรงรีเพราะสัณฐานของโลกมีขั้วเหนือใต้แบนเล็กน้อยตรงกลางป่อง อย่างไรก็ตามหากเส้นโครงแผนที่ที่ทำมีพื้นที่กว้างมากเกินไป โอกาสผิดพลาดย่อมเกิดขึ้นได้

4. มาตราส่วนแผนที่ (Map Scale)

ทั้งลูกโลกและแผนที่เป็นส่วนย่อของลักษณะภูมิประเทศบนพื้นโลกให้เล็กกว่าความเป็นจริง โดยถ่ายรูปแบบให้เหมือนจริงต่างกันเฉพาะขนาด มาตราส่วนของลูกโลกคืออัตราส่วนระหว่างขนาดของโลกกับขนาดที่แท้จริงของโลก โดยการวัดความยาวหรือระยะทาง (ไม่ใช่พื้นที่หรือปริมาตร) ดังตัวอย่างเช่น ลูกโลกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว แทนความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางโลก 8,000 ไมล์ ดังนั้นมาตราส่วนของจึงเป็น 10 นิ้ว ต่อ 8,000 ไมล์ หรือ 1 นิ้ว ต่อ 800 ไมล์ (25 ซม. ต่อ 12,900 กม. หรือ 1 ซม. ต่อ 516 กิโลเมตร)

มาตราส่วน 1 : 50,000



มาตราส่วนชนิดเศษส่วนและมาตราส่วนแบบรูปภาพ

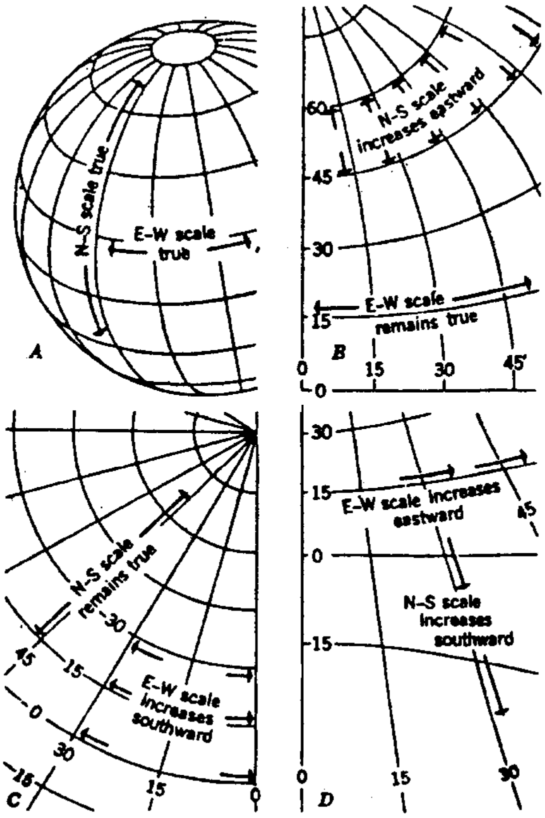
ตามปกติมาตราส่วนจะทำเป็นหน่วยเดียวกันทั้งลูกโลกและแผนที่ เช่น

$$\frac{1 \text{ นิ้ว บนลูกโลก}}{800 \text{ ไมล์ บนพื้นโลก}} = \frac{1 \text{ นิ้ว}}{800 \times 63{,}360 \text{ นิ้ว (ต่อไมล์)}}$$

$$= \frac{1 \text{ นิ้ว}}{50{,}688{,}000 \text{ นิ้ว}}$$

$$= \frac{1}{50{,}688{,}000}$$

การเปลี่ยนเป็นหน่วยเดียวกันและใช้แสดงแบบมาตราส่วนเศษส่วน (Fraction scale) เช่น 1 : 50,688,000 พอเป็นแบบนี้ไม่ต้องกังวลว่าจะเป็นฟุต, ไมล์ หรือเมตรใช้ได้ทั้งนั้น



รูปที่ 4.5 ถึงแม้ว่าโลกจะมีมาตราส่วนที่ถูกต้องทุกทิศทางก็ตามยังมีข้อควรสังเกต ดังนี้.-

A การเปลี่ยนแปลงมาตราส่วนจะเกิดขึ้นกับเส้นโครงแผนที่ทั้งหมด

B มาตราส่วนที่ถูกต้องตามแนวเส้นขนานทั้งหมดไม่ถูกต้องตามแนวเมริเดียน

C มาตราส่วนที่เป็นจริงตามแนวเมริเดียนทั้งหมดแต่จะไม่เป็นจริงตามแนวเส้นขนานทั้งหมด

D มาตราส่วนจะเปลี่ยนไปทั้งตามแนวเส้นขนานและเส้นเมริเดียน

มาตราส่วนแผนที่ (Map Scale) คืออัตราส่วนระหว่างระยะทางในแผนที่กับระยะทางจริงในภูมิประเทศ

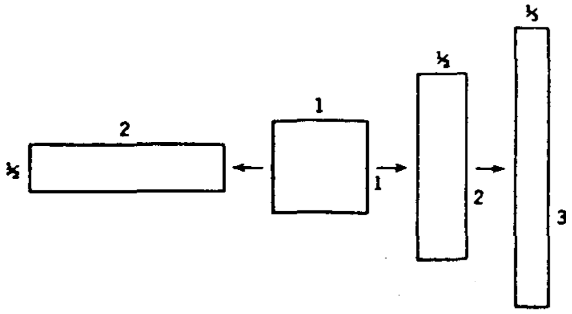
มาตราส่วน = $\frac{\text{ระยะทางในแผนที่}}{\text{ระยะทางจริงในภูมิประเทศ}}$

มาตราส่วนจำแนกเป็น มาตราส่วนเศษส่วน มาตราส่วนคำพูด และมาตราส่วนรูปภาพ (ไม้-บรรทัด)

อย่างไรก็ตามมาตราส่วนเศษส่วนจะถูกต้องแน่นอนกับแผนที่แบน หากจะนำไปใช้กับเส้นโครงแผนที่ชนิดต่าง ๆ ที่มีการฉายแสงต่างกันออกไปความถูกต้องของมาตราส่วนย่อมแตกต่างไปตามชนิดของเส้นโครงแผนที่ด้วย ตัวอย่างเช่น แผนที่ที่แสดงมาตราส่วนถูกต้องตามแนวเส้นขนานและไม่ถูกต้องตามแนวเมริเดียน

5. ลักษณะที่ดีของเส้นโครงแผนที่ เส้นโครงแผนที่ที่รักษาคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้.-

5.1 รักษาพื้นที่ของเส้นโครงแผนที่ (Preserving Areas on Map Projections Or Equivalent Projection) ให้แผนที่ที่มีพื้นที่เป็นส่วนสัมพันธ์กับพื้นที่จริงบนพื้นโลก ลูกโลกเป็นหุ่นจำลองของโลกที่มีอัตราส่วนอันแท้จริงและถูกต้อง มาตราส่วนระยะทางจะคงที่ทุกทิศทาง การสร้างแผนให้มีคุณสมบัติรักษาพื้นที่เท่ากันนั้น อาจเปลี่ยนระยะทางของแต่ละด้านแต่เมื่อคำนวณหาพื้นที่แล้วคงเท่ากับพื้นที่จริงบนพื้นโลก เช่นเดียวกับการเปลี่ยนรูปร่างของสี่เหลี่ยมผืนผ้าไปเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือลดด้านหนึ่งเพิ่มความยาวอีกด้านหนึ่ง คิดพื้นที่ออกมาแล้วถูกต้องพื้นที่ไม่เปลี่ยนแปลงลักษณะดังกล่าวเรียกว่า "เส้นโครงแผนที่แบบคงพื้นที่"



รูปที่ 4.6 พื้นที่คงเดิมเมื่อเปลี่ยนความยาวของด้านไปในลักษณะต่าง ๆ เรียกว่า "รักษาพื้นที่"

5.2 รักษารูปทรงบนเส้นโครงแผนที่ (Preserving Shapes on Map Projections Or Conformal Projection) ให้แผนที่มีรูปคล้ายรูปจริงบนพื้นโลก เป็นรูปลักษณะเดียวกัน เรียก Conformal หรือ Orthomorphic ซึ่งจัดว่าเป็นการรักษารูปเดิมไว้ด้วยการเลียนแบบ (แผนที่ที่สร้างให้มีคุณสมบัติรักษาทิศทางได้ส่วนสัมพันธ์กับทิศทางบนพื้นโลกเรียกว่า "รักษามุม")

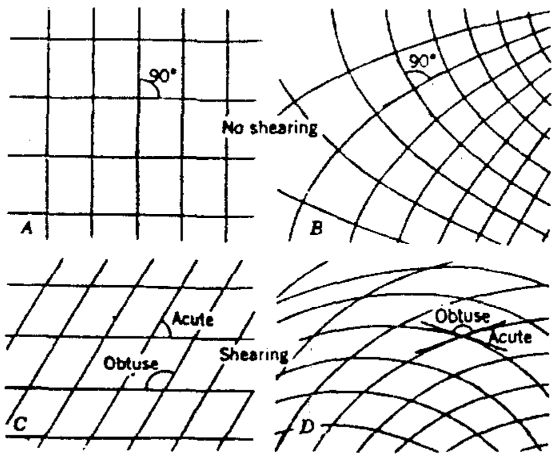
คำว่า "รักษารูปร่าง" (Orthomorphic) เป็นคำที่ไม่ถูกต้องมากนัก การให้ได้แผนที่ที่มีรูปร่างและรายละเอียดทุกอย่างเหมือนของจริงในภูมิประเทศนั้นเราทำไม่ได้

สิ่งที่ควรพิจารณาเกี่ยวกับแผนที่คงรูปร่างมีดังนี้คือ.-

ก. เส้นเมริเดียนและเส้นขนานตัดกันเป็นมุมฉากทำให้ไม่มีพื้นที่ใดถูกตัดออก (No Sheering) จัดเป็น Conformal Map มีบริเวณใกล้ขอบแผนที่มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ตรงกลาง ๆ

ข. เส้นเมริเดียนและเส้นขนานตัดกันไม่เป็นมุมฉากทำให้เกิดพื้นที่ซึ่งถูกตัดออก (Shearing)

ค. ที่จุดหนึ่งจุดใดต้องมีมาตราส่วนอย่างเดียวกันตลอดทุกทิศทาง แต่อาจเปลี่ยนจากจุดถึงจุดสรุปได้ว่า เป็นเส้นโครงแผนที่คงรูปร่างให้เหมือนเดิม



รูปที่ 4.7 การตัดแยกแผนที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของเส้นโครงแผนที่

5.3 รักษาระยะหรือมาตราส่วน (Equidistant Projection Or Preservation of Scale) คือให้แผนที่มีระยะได้ส่วนสัมพันธ์กับระยะจริงบนพื้นโลก ตรงตามมาตราส่วนที่กำหนดไว้ เช่น 1 ต่อ 100,000 หมายความว่าระยะบนแผนที่หรือลูกโลกยาว 1 ส่วน ของจริงหรือบนภูมิประเทศจริง 100,000 ส่วนลักษณะดังกล่าวเรียกว่า เส้นโครงแผนที่คงระยะทาง

5.4 รักษาทิศทาง (Azimuthal Projection) **คือทิศทางระหว่างจุดสองจุดใด ๆ บน**แผนที่จะต้องถูกต้องตามทิศทางของภูมิประเทศจริง เช่น ตำบล ก. อยู่ทางทิศเหนือของตำบล ข. ตามแนวตรง ในภูมิประเทศจริงตำบล ก. ที่ต้องอยู่ทางทิศเหนือของตำบล ข. ด้วย ลักษณะดังกล่าวเรียกว่า "เส้นโครงแผนที่คงทิศทาง"

6. ระบบเส้นโครงแผนที่ (Graticule)

ระบบเส้นโครงแผนที่ คือโครงข่ายของเส้นขนานและเส้นเมริเดียนที่ตัดกันเป็นร่างแห (network) เรียกว่า "แกรติกูล" (Graticule) เส้นขนานและเส้นเมริเดียนที่ลงไว้นั้นใช้แทนค่าของละติจูดและลองจิจูดซึ่งค่าเหล่านี้ต้องคำนวณไว้ตามกฎเกณฑ์ของโปรเจคชั่นชนิดใดชนิดหนึ่ง ตำแหน่งของจุดบนพื้นโลกมีวิธีกำหนดกันโดยพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate) คือ จุดที่เส้นเมริเดียนและเส้นขนานตัดกัน เส้นโครงที่ปรากฏเป็นตาข่ายบนแผนที่มีประโยชน์คล้ายรั้วบ้านที่กันขอบเขตของบ้านให้อยู่เป็นสัดส่วน เพื่อให้รายละเอียดที่ต้องการถ่ายทอดลงไปในกระดาษมีลวดลายอย่างใดอย่างหนึ่งตามปรารถนา ระเบียบวิธีการแสดงเส้นเมริเดียนและเส้นขนานดังกล่าวนี้เรียกว่า "Projection"

7. การสร้างเส้นโครงแผนที่ (Construction of Projection)

การถ่ายทอดเส้นขนานและเส้นเมริเดียนบนผิวโลก มาแสดงในแผ่นกระดาษเป็นเส้นโครงแผนที่นั้น ทำได้โดยวิธีสร้างรูปเชิงเรขาคณิตหรือการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ หลักการสร้างเส้นโครงแผนที่มีกำเนิดมาจากแนวความคิดในการฉายเงาของสิ่งต่าง ๆ ที่มีทรวดทรงไปยังจอแบบราบ เมื่อนำลูกโลกที่โปร่งใส มีเส้นขนานและเมริเดียนเขียนไว้ที่ผิวแล้วฉายแสงให้ผ่านไปเกิดเงาที่จอ เงาที่ปรากฏจะเปลี่ยนไปตามจุดกำเนิดแสงที่เปลี่ยนไป แนวความคิดนี้ถือเป็นพื้นฐานในการสร้างรูปเชิงเรขาคณิต และการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์โดยอาศัยการฉายแสงผ่านให้เงาของสิ่งที่ต้องการปรากฏบนผิวน้ำของสัณฐานที่แผ่ออกได้

8. ลักษณะของเส้นโครงแผนที่

เส้นโครงแผนที่ที่ปรากฏให้เห็นบนแผ่นแผนที่นั้นมีลักษณะแตกต่างกันไป บางชนิดเส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรง เส้นขนานเป็นวงกลมเล็ก บางชนิดเส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรง เส้นขนานตรงเส้นเดียว นอกนั้นโค้งไปยังขั้วเหนือ-ใต้ บางชนิดเป็นเส้นตรงตัดกันเป็นมุมฉาก

การที่ลักษณะของเส้นโครงมีรูปแบบต่าง ๆ กันเพราะ
- เกิดจากจุดกำเนิดแสงที่ฉายไปยังจอต่างตำแหน่งกัน
- จอที่รับภาพอยู่ต่างตำแหน่งกัน
- พื้นผิวที่รองรับการฉายแตกต่างกัน

๙. พื้นผิวที่ใช้แสดงเส้นโครงแผนที่

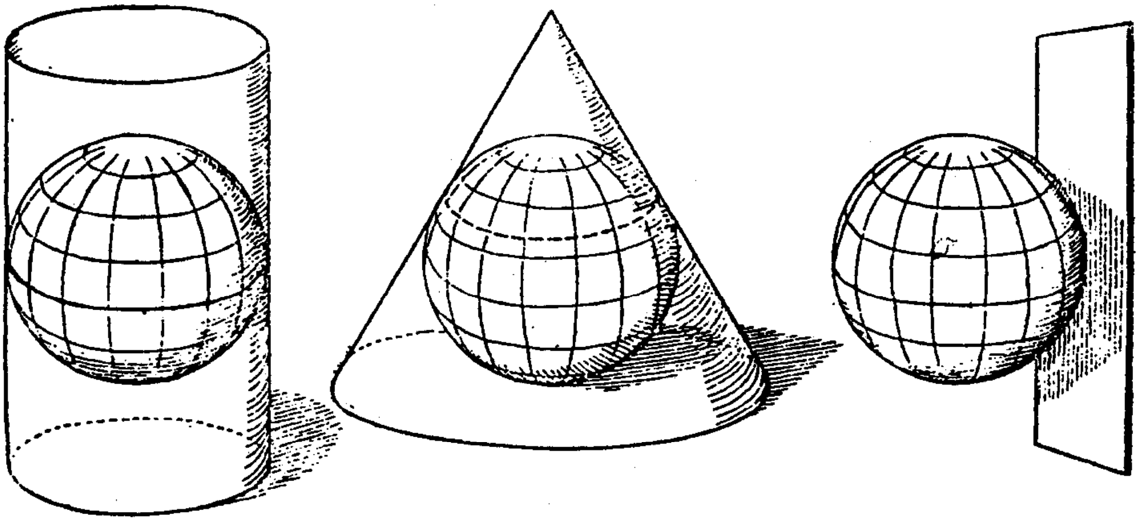
พื้นผิวที่ใช้ในการฉายเส้นโครงแผนที่ เป็นพื้นผิวรูปเชิงเรขาคณิต 3 ชนิด คือ.-

9.1 พื้นราบ (Plane)

9.2 พื้นผิวของรูปทรงกรวยกลม (Right Circular Cone)

9.3 พื้นผิวของรูปทรงกระบอก (Cylinder)

พื้นผิวของรูปเชิงเรขาคณิตทั้งหมดนี้ มีคุณสมบัติอันสำคัญคือ เมื่อผ่านการรองรับการฉายของเส้นโครงแผนที่แล้วคลี่ออกจะเป็นแผ่นแบนราบได้โดยปราศจากรอยย่นยืดและฉีกขาด



รูปที่ 4.8 ลักษณะพื้นผิวที่ใช้แสดงเส้นโครงแผนที่แบบต่าง ๆ

10. การจำแนกเส้นโครงแผนที่

การจำแนกเส้นโครงแผนที่มีหลายวิธีด้วยกัน ในที่นี้จะจำแนกทุกแบบ สำหรับหัวข้อนี้จำแนกเป็น 4 ประเภทคือ

10.1 จำแนกด้วยคุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่

10.2 จำแนกด้วยพื้นผิวที่ใช้รองรับการฉายของเส้นโครงแผนที่

10.3 จำแนกด้วยตำแหน่งของแหล่งแสงในการฉายภาพของเส้นโครงแผนที่

10.4 จำแนกตามชื่อและแบบของผู้คิดค้นเส้นโครงแผนที่

10.1 จำแนกด้วยคุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่ ประกอบด้วย

ก. เส้นโครงแผนที่คงรูป (Conformal หรือ Orthomorphic Projection)

ข. เส้นโครงแผนที่คงพื้นที่ (Equal Area หรือ Equivalent Projection)

ค. เส้นโครงแผนที่คงทิศทาง (Azimuthal Projection)

ง. เส้นโครงแผนที่คงระยะ (Equal Distance หรือ Equidistance Projection)

10.2 จำแนกด้วยพื้นผิวที่ใช้รองรับการฉายของเส้นโครงแผนที่ ประกอบด้วย.-

ก. เส้นโครงแผนที่อาศัยระนาบ (Zenithal หรือ Azimuthal Projection)

ข. เส้นโครงแผนที่อาศัยทรงกระบอก (Cylindrical Projection)

ค. เส้นโครงแผนที่อาศัยทรงกรวย (Conic Projection)

10.3 จำแนกด้วยตำแหน่งของแหล่งแสงในการฉายภาพของเส้นโครงแผนที่ ประกอบด้วย.-

ก. เส้นโครงแผนที่สเตริโอกราฟิก (Stereographic Projection) แหล่งในการฉายแสงอยู่ตรงข้ามหรือที่ปลายเส้นผ่าศูนย์กลางด้านตรงข้ามของซีกโลกที่ถูกฉาย

ข. เส้นโครงแผนที่ออร์โธกราฟิก (Orthographic Projection) แหล่งแสงอยู่ที่อินฟินิตี (ณ อนันต์)

ค. เส้นโครงแผนที่โนโมนิก (Gnomonic Projection) แหล่งแสงในการฉายอยู่ที่จุดศูนย์กลางของโลก

10.4 จำแนกตามชื่อและแบบของผู้คิดค้นเส้นโครงแผนที่ ประกอบด้วย :-

ก. เส้นโครงแผนที่คงรูปแบบแลมเบิร์ต (Lambert'S Conformal Projection)

ข. เส้นโครงแผนที่แบบไอทอฟ (Aitoff's Projection)

ค. เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์ (Mercator Projection)

ง. เส้นโครงแผนที่แบบบอนน์ (Bonne Projection)

จ. เส้นโครงแผนที่แบบโมลไวด์ (Mollweide Homolographic Projection)

ฉ. เส้นโครงแผนที่แบบเอคเกิร์ต (Eekert Projection) ฯลฯ

11. การจำแนกเส้นโครงแผนที่ตามวิธีการของ Strahler (Physical Geography) และนักสร้างแผนที่ทั่วไป ได้จำแนกออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้ :

11.1 เส้นโครงแผนที่แบบทรงสัมผัส (Zenithal OR Azimuthal Projection)

11.2 เส้นโครงแผนที่แบบทรงกรวย (Conic Projection)

11.3 เส้นโครงแผนที่แบบรูปทรงกระบอก (Cylindric Projection)

11.4 เส้นโครงแผนที่แบบอื่น ๆ (Individual OR Unique Types)

11.1 เส้นโครงแผนที่แบบทรงสัมผัส (Zenithal or Azimuthal) เป็นเส้นโครงที่อาศัยระนาบพื้นแบน (Plane) เป็นพื้นแสดงเส้นโครง โดยใช้พื้นแบนสัมผัสโลกที่จุดใดจุดหนึ่ง เป็นกลุ่มซึ่งมีรัศมีเท่ากัน ลักษณะและคุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่แบบนี้ขึ้นอยู่กับการกำหนดจุดที่ราบสัมผัสผิวโลกและแหล่งแสงที่ฉายในหนังสือ Strahler (Physical Geography) หน้า 23 ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่แบบทรงสัมผัส หรืออาศัยระนาบพื้นแบน ดังนี้ :-

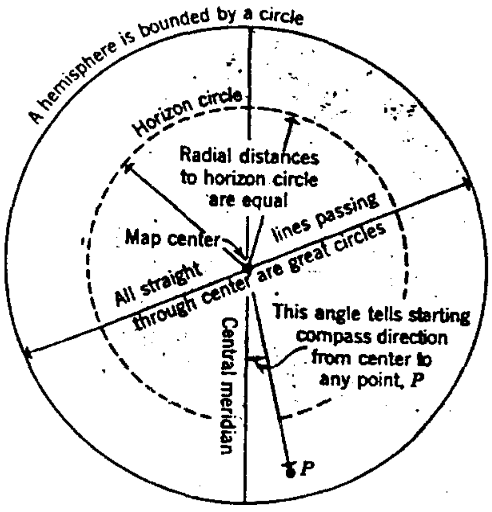
11.1.1 เส้นที่ลากจากจุดกึ่งกลางของแผนที่ชนิดนี้ ไปยังจุดใด ๆ ก็ตาม จะแสดงทิศทางที่แท้จริง ทิศทางนี้ (Azimuth) อาจวัดได้โดยยึดเส้นเมริเดียนย่านกลาง (Central Meridian) เป็นหลัก

11.1.2 เมื่อต้องการแสดงพื้นที่ของโลกทั้งหมดหรือส่วนใดก็ตาม แผนที่ชนิดนี้จะมีเส้นขอบนอกเป็นวงกลม แต่บางชนิดที่มีลักษณะแตกต่างออกไปขึ้นอยู่กับจุดกำเนิดแสงและบริเวณที่รับภาพ

11.1.3 แผนที่ชนิดนี้จะมีจุดศูนย์กลางในตัวเอง ดังนั้น ถ้ามีการผิดพลาดในส่วนต่าง ๆ จะเริ่มผิดพลาดจากจุดกึ่งกลางออกไปยังส่วนนอก

11.1.4 ทุก ๆ ที่ยึดจุดศูนย์กลางเป็นหลักนั้น อยู่บนวงกลมที่เรียกว่า "Horizon Circle" เมื่อเขียนแผนที่เส้นขอบนอก จะใช้เป็นตัวแทนของจุดซึ่งแยกจากจุดศูนย์กลางในแนวตรงข้ามของพื้นโลกทุกแห่งในแผนที่ เมื่อต้องการแสดงส่วนอื่นของโลก ขอบนอกของแผนที่ที่ใช้แทนวงกลมใหญ่ ทุกแห่งจะมีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของแผนที่เท่านั้น

11.1.5 เส้นวงกลมใหญ่ที่ลากผ่านจุดศูนย์กลาง จะปรากฏเป็นเส้นตรงบนแผนที่เส้นดังกล่าวนับว่าเป็นวงกลมใหญ่ที่แท้จริง (True Great Circle)



รูปที่ 4.9 คุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่ทรงสัมผัส (พื้นแบน)

Zenithal Projection จะปรากฏในตำแหน่ง 3 แห่งด้วยกันคือ

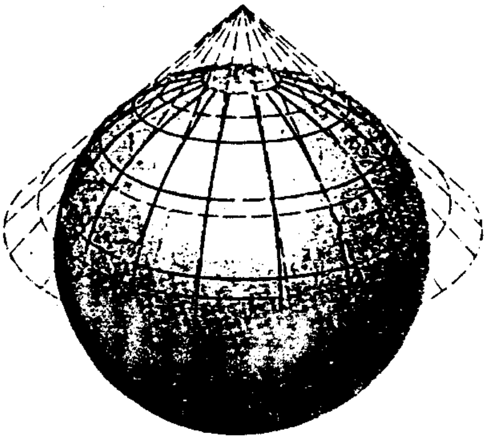
ก. Polar คือการใช้พื้นแบบสัมผัส มีจุดศูนย์กลางของแผนที่อยู่ที่ขั้วโลก

ข. Equatorial คือการใช้พื้นแบบสัมผัสมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดใด ๆ ก็ได้ตามแนวศูนย์สูตร

ค. Oblique or Tilted คือการใช้พื้นแบบสัมผัสนอกจากขั้วโลกและศูนย์สูตรมีจุดศูนย์กลางอยู่ระหว่างศูนย์สูตรกับขั้วโลก อยู่ในลักษณะเฉียง

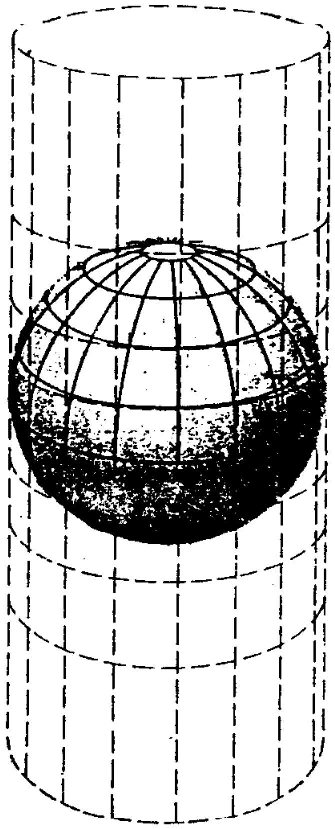
หมายเหตุ

- Conic Projection เป็นกลุ่มที่อาศัยหลักของรูปกรวยกลม วิธีการคือกำหนดให้รูปกรวยกลมครอบคลุมโลกอยู่ ณ จุดสัมผัส เรียกว่าเส้นขนานมาตรฐาน เมื่อคลี่กรวยกลมออกก็จะได้แผนที่ตามต้องการ เส้นเมริเดียนทุกเส้นเป็นเส้นตรงลู่เบนเข้าหากันเป็นจุดเดียวที่ขั้วโลกเหนือ-ใต้ เส้นขนานทุกเส้นเป็นเส้นโค้ง โดยมีจุดศูนย์กลางร่วมกันที่ขั้วโลกเหนือ-ใต้ ความสมบูรณ์ของเส้นโครงทรงกรวยนี้ดีเฉพาะบริเวณใกล้ขั้วโลกแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ไม่สามารถแสดงได้ทั้งโลก



รูปที่ 4.10 เส้นโครงแผนที่แบบทรงกรวย อาศัยกรวยกลมครอบลูกโลกแล้วคลี่ออก

- Cylindric Projection เป็นกลุ่มที่อาศัยหลักของรูปทรงกระบอกในการทำแผนที่ วิธีการคือกำหนดให้รูปทรงกระบอกสวมลูกโลกและสัมผัสกันอย่างแนบสนิทที่ศูนย์สูตร เมื่อฉายแสงแล้วก็แผ่ออกเป็นแผ่นแบนเรียบ มีเส้นเมริเดียนตัดกับเส้นขนานเป็นมุมฉาก สามารถแสดงรายละเอียดของแผนที่โลกได้ทั้งหมด



รูปที่ 4.11 เส้นโครงแผนที่แบบทรงกระบอก อาศัยรูปทรงกระบอกครอบโลกให้สัมผัสผิวโลกที่ศูนย์สูตร

Zenithal (Azimuthal) Class เส้นโครงแผนที่แบบทรงสัมผัส รายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างเส้นโครงแผนที่แบบทรงสัมผัส จำแนกเป็นส่วนย่อยได้ดังนี้

๑. **แบบออร์โธกราฟฟิก (Orthographic Projection)** การสร้างเส้นโครงแบบนี้อาศัยหลักลำแสงขนาน จุดฉายหรือจุดกำเนิดแสงอยู่ที่อินฟินิตี้ (Infinity) มาจากดวงอาทิตย์ แสงที่ฉายมาจึงเป็นแนวขนาน ปกติมีประโยชน์น้อยทางภูมิศาสตร์ แต่ก็เป็นที่น่าสนใจของนักดาราศาสตร์ เช่น ทำแผนที่พื้นผิวดวงจันทร์

เส้นโครงแผนที่แบบนี้สร้างได้เพียงซีกโลกเดียวเท่านั้น และจะได้ซีกโลกเป็นวงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางของโลกพอดี คุณสมบัติแห่งการคงรูปหรือคงพื้นที่ไม่มีอยู่ในเส้นโครงแผนที่แบบนี้ ถ้าคำนึงถึงมาตราส่วนแล้วบริเวณที่ห่างจากจุด ซึ่งระนาบสัมผัสผิวโลกจะมีมาตราส่วนเล็กลงทุกที

สำหรับจุดกำเนิดแสงของเส้นโครงแบบออร์โธกราฟฟิกนี้อยู่ที่อินฟินิตี้ มีวิธีการฉายแสง 3 แหล่งด้วยกันคือ

ก. แบบสัมผัสที่ขั้วโลก (Polar Projection) เส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรง เส้นขนานเป็นเส้นโค้งจะชิดกันมากขึ้น บริเวณขอบโดยรอบของแผนที่

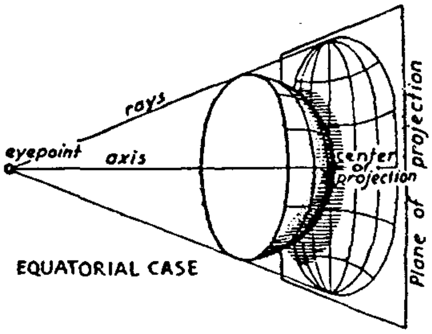
ข. แบบสัมผัสเฉียง (Oblique Projection) เส้นเมริเดียนและเส้นขนานเป็นเส้นโค้งตัดกัน มีเส้นเมริเดียนย่านกลางลากตรงจากขั้วโลกเหนือมายังขั้วโลกใต้

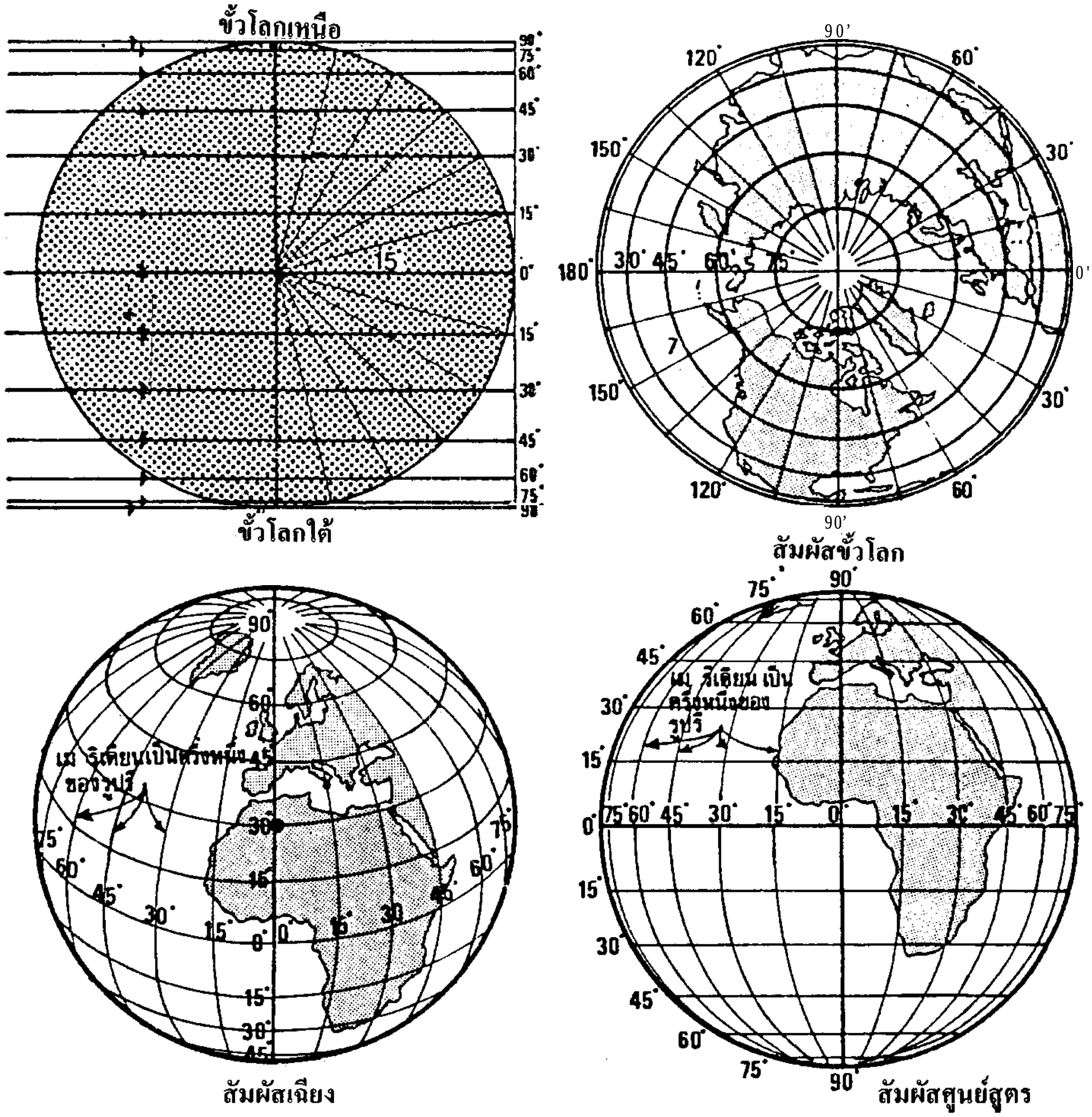
ค. แบบสัมผัสที่ศูนย์สูตร (Equatorial Projection) มีเส้นเมริเดียนเป็นรูปรีอย่างแท้จริง และไปรวมกันที่ขั้วโลก ตรงกลางมีเส้นเมริเดียนย่านกลางตัดกับเส้นขนานเป็นมุมฉาก ระยะห่างของเส้นขนานจะค่อย ๆ ชิดไปสู่ขั้วโลกทั้งสอง

ข้อเสีย แสดงพื้นโลกได้อย่างมากเพียงครึ่งเดียว พื้นที่ผิดความจริง บริเวณศูนย์กลางของเส้นโครงจะมีมาตราส่วนใหญ่กว่าแถบขอบนอก เพราะแผนที่แบบนี้ไม่เป็น Equal Area และ Conformal Projection ใช้ได้ในวงจำกัด เช่น แผนที่ทางการเมือง การทหารและการแบ่งเขตระหว่างประเทศ ในรายละเอียดบริเวณใกล้ศูนย์กลางของเส้นโครงเท่านั้น

2. **แบบสเตอริโอกราฟฟิก (Stereographic Projection)** เส้นโครงแบบนี้ได้สัดส่วนจริงกับโลก มีจุดกำเนิดแสงอยู่ตรงข้ามกับจุดที่สัมผัสผิวโลก มีใช้มานานตั้งแต่สมัยกรีกโบราณ เป็นเส้นโครงที่คล้ายกับเราใช้นัยน์ตาทาบลงไปที่ผิวทรงกลม ซึ่งจุดที่นัยน์ตาทาบลงไปนี้คือจุดที่พื้นแบนหรือพื้นเส้นโครงที่สัมผัสผิวโลกนั่นเอง แล้วฉาบเอาเส้นเมอริเดียนและเส้นขนานที่อยู่ด้านหนึ่งของทรงกลมลงมาไว้บนพื้นแบนที่สัมผัส เพื่อการนึกภาพสเตอริโอกราฟฟิกอย่าง

ง่าย ๆ โดยสมมติมีลูกโลกทำด้วยแก้วใส ซึ่งใช้เป็นโลกแล้ววางเทียนไขหรือแหล่งแสงไว้ที่ขั้วใต้ ถ้าเราถือแผ่นกระจกเรียบสัมผัสลูกโลกที่ขั้วเหนือ แสงที่สาดส่องออกไปทางซีกโลกด้านเหนือนี้จะส่งเงาของเส้นขนานและเมริเดียนไปปรากฏบนแผ่นกระจกเรียบนั้น ทำให้เกิดภาพสเตอริโอโปรเจกชั่นขึ้น





เส้นโครงแผนที่แบบเออร์โธกราฟฟิกเป็นผลทำให้มองได้จากจุดต่าง ๆ

รูปที่ 4.12 เส้นโครงแผนที่แบบออร์โธกราฟฟิก จุดกำเนิดแสงมาจากอินฟินิตี้ สัมผัสที่ขั้วโลก, แบบเฉียง และที่ศูนย์สูตร

เส้นโครงแผนที่แบบนี้แสดงพื้นที่ได้มากกว่าครึ่งโลกและยิ่งกว่านั้น ขอบเขตของซีกโลกซึ่งเป็นวงกลมยังมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางยาวกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของโลกอีกด้วย คุณสมบัติสำคัญของเส้นโครงแผนที่แบบนี้ก็คือ มีภาวะคงรูปอย่างแท้จริง (Conformal) เส้นขนานและเส้นเมริเดียนจะชิดกันตอนบริเวณกลาง ๆ ของภาพ และจะอยู่ห่างกันออกไปบริเวณขอบ ๆ เส้นเมริเดียนผ่านกลางเป็นเส้นตรงทุกแบบ บริเวณที่อยู่ห่างจากจุดซึ่งระนาบสัมผัสผิวโลกจะมีมาตราส่วนใหญ่ขึ้นทุกที Stereographic Projection เหมาะในการทำแผนที่ขั้วโลกแสดงกริดระหว่างเขตละติจูด 80° – 90° เหนือและใต้เรียกว่า "The Universal Polar Stereographic Military Grid System" (UPS)

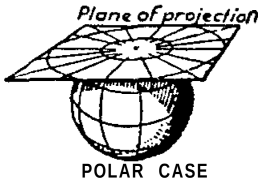
เส้นโครงแบบสเตอริโอกราฟฟิก ยังมีความสำคัญในด้านวิทยาการอื่น ๆ อีกด้วย เพราะมีคุณสมบัติในการเลียนแบบได้ดีมาก จึงนำไปใช้ประโยชน์ในการสำรวจแหล่งแร่ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับเส้นโครงต่าง ๆ ทางภูมิศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีจุดติดกันหลาย ๆ จุด เส้นโครงแผนที่เหมาะในการทำแผนที่ขั้วโลกหรือกิจการต่าง ๆ เช่น การบิน การใช้ขีปนาวุธระยะไกล และการอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น

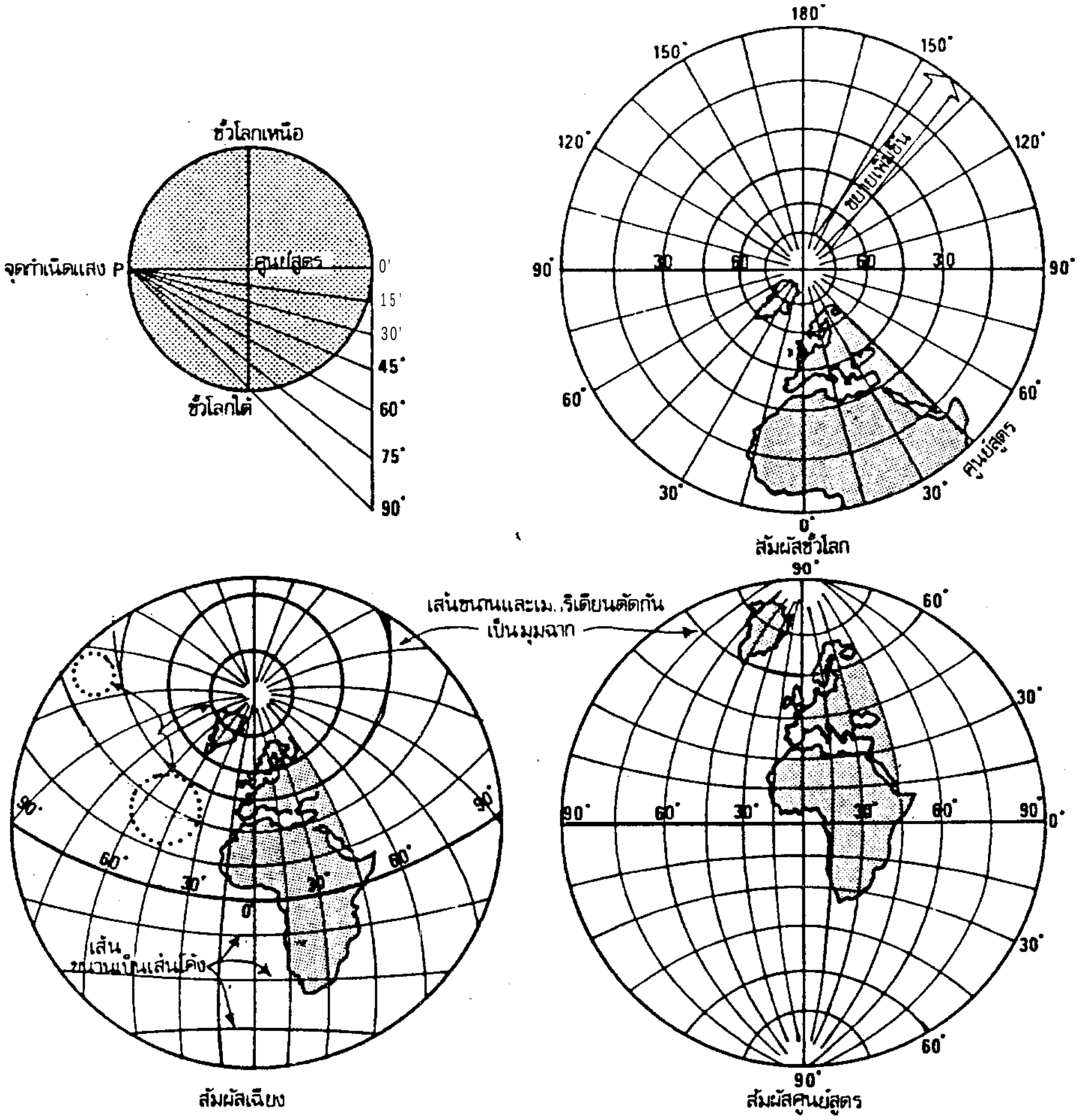
สำหรับจุดกำเนิดแสงที่อยู่ตรงข้ามนี้ แบ่งลักษณะการฉายแสงและรองรับภาพ 3 ตำแหน่ง คือ

ก. แบบสัมผัสที่ขั้วโลก (Polar) เมริเดียนเป็นเส้นตรงยิ่งห่างจุดศูนย์กลางระยะจะเพิ่มขึ้นไปสู่ขอบนอก เส้นขนานโค้งเป็นวงกลม

ข. แบบสัมผัสเฉียง (Oblique) เมริเดียนผ่านกลางเป็นเส้นตรงนอกนั้นโค้งขยายออก ส่วนเส้นขนานมีลักษณะโค้ง

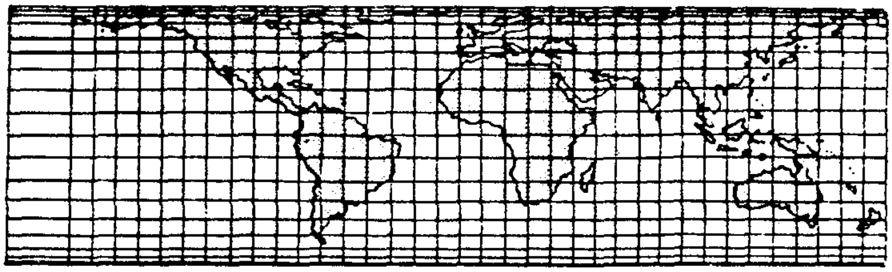
ค. แบบสัมผัสที่ศูนย์สูตร (Equatorial) เส้นขนานหลักแนวศูนย์สูตรตัดกับเมริเดียนผ่านกลางเป็นมุมฉาก ส่วนเส้นเมริเดียน และเส้นขนานอื่น ๆ มีลักษณะโค้ง และมีมาตราส่วนขยายออกวงนอกกว้างขึ้นทุกที



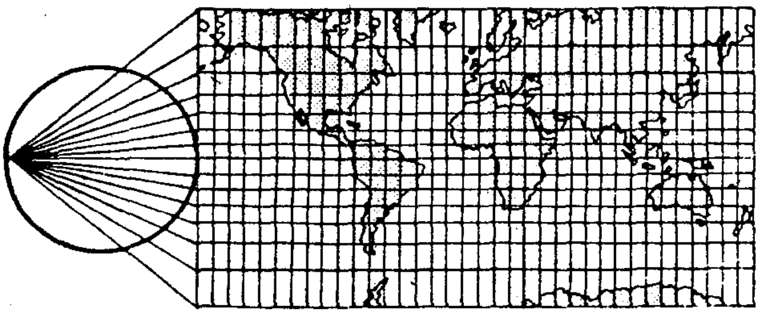


เส้นโครงแผนที่แบบสเตอริโอกราฟฟิค เป็นผลทำให้มองได้จากจุดต่าง ๆ

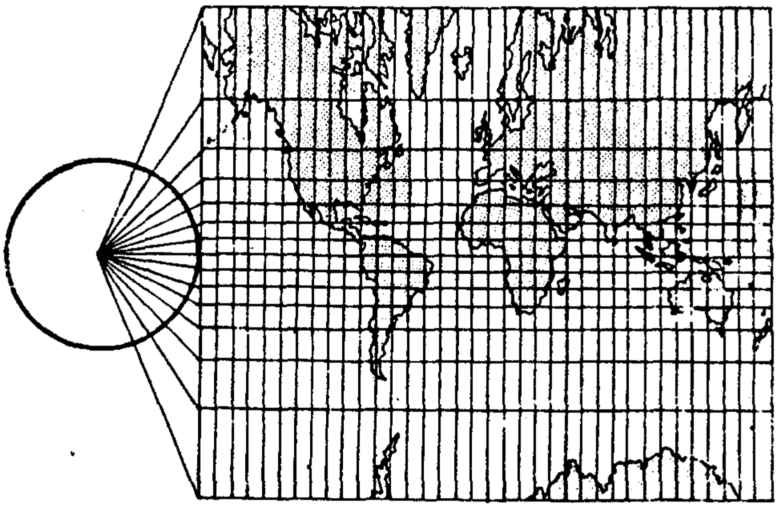
รูปที่ 4.13 เส้นโครงแผนที่สเตอริโอกราฟฟิกคงรูป แบบสัมผัสที่ขั้วโลกแบบเฉียงและแบบศูนย์สูตร โดยมีจุดกำเนิดแสงอยู่ตรงข้าม



ก. แบบออร์โทกราฟิก



ข. แบบสเตรีโอกราฟิก



ค. แบบโนโมนิก

รูปที่ 4.14 ที่อาศัยกระบอกสัมผัสเส้นศูนย์สูตร

ยังมีนักภูมิศาสตร์นิยมใช้เส้นโครงอีกชนิดหนึ่งในการจำลองโลกทั้งโลก คือ "Globular Projection" เส้นศูนย์สูตรและเมริเดียนย่านกลางเป็นเส้นตรงและถูกแบ่งออกเป็นส่วน ๆ เท่ากัน ส่วนเมริเดียนอื่น ๆ และเส้นขนานโค้งแยกออกไป เส้นโครงแบบนี้ถูกต้องเฉพาะวงเมริเดียนนอกหรือขอบของวงกลม และทิศทางกับส่วนแบ่งที่ถูกมีเฉพาะที่เส้นผ่าศูนย์กลาง

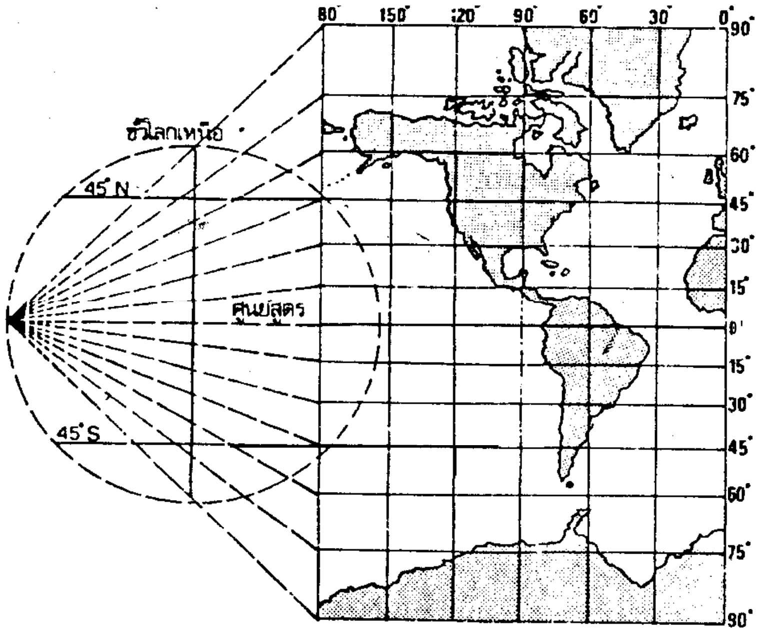
ของวงกลม 2 เส้นเท่านั้น นอกนั้นไม่ถูกต้องและทิศทางจะวัดให้ถูกต้องแม่นตรงไม่ได้ จึงเป็นเส้นโครงที่ถูกนิยามว่าไม่มีการรักษาคุณสมบัติพิเศษใด ๆ เพราะว่าไม่มีอะไรที่สัมผัสกันกับโลกตามกฎเกณฑ์การเขียนแผนที่เลย แต่สะดวกต่อการสร้าง และแสดงให้เห็นถึงการแจกแจงโค้งต่าง ๆ ของโลกบนแผ่นแบบแบน

3. แบบโนโมนิก (Gnomonic Projection) เส้นโครงแผนที่แบบนี้ได้สัดส่วนจริงกับโลก มีจุดกำเนิดแสงอยู่ที่กึ่งกลางโลก วิธีที่จะนึกภาพเส้นโครงคือใช้พื้นราบผ่าเข้าไปยังทรงกลมให้พื้นราบบรรจุศูนย์กลางทรงกลม รอยตัดที่ผิวทรงกลม คือเส้นรอบวงโลกหรือโค้งวงกลมใหญ่ โนโมนิคนี้เป็นการสร้างแผนที่ด้วยการขยายออกจากตำแหน่งที่เป็นจุดศูนย์กลางของลูกโลกในแต่ละตำแหน่งนั้น ๆ ดังนั้นระยะของเส้นขนานและเมริเดียนจึงขยายเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากจุดกลางออกสู่ขอบนอก ทำให้รูปทรงเปลี่ยนไป แผนที่ชนิดนี้มีขนาดใหญ่กว่าโครงสร้างเดิมของลูกโลก มองดูผิดส่วนผิดรูปร่างผิดมาตราส่วน และแสดงได้เพียงบางส่วนของผิวโลกเท่านั้นเหมาะที่จะใช้ทำแผนที่ในการเดินเรือ ซึ่งยึดแนววงกลมใหญ่ (Great Circle Sailingchart) หากต้องการหาระยะที่สั้นที่สุดระหว่าง 2 จุดบนแผนที่ สิ่งที่เราจะหาได้คือ เส้นตรงต่อถึงกันจากจุดถึงจุด

เส้นโครงแผนที่แบบโนโมนิกที่ใช้ในสมัยโบราณ เพื่อแสดงการปรากฏการณ์บนท้องฟ้า เช่นแผนที่ดวงดาวและเทหวัตถุในท้องฟ้า

สำหรับประโยชน์ในการเดินเรือระยะไกล ๆ ที่เป็นโค้งวงกลมใหญ่สำนักงานอุทกศาสตร์กองทัพเรือสหรัฐฯ และสหราชอาณาจักรฯได้ประกาศใช้แบบโนโมนิก พื้นที่ที่ใช้เดินเรือมีมหาสมุทรอินเดีย, แอตแลนติกเหนือใต้, แปซิฟิกเหนือ-ใต้ นอกจากนี้ยังใช้เดินเรือบริเวณขั้วโลกและใช้ในการวางผังท่าเรืออีกด้วย

เส้นโครงแบบโนโมนิก แบ่งลักษณะการฉายแสงและรองรับภาพได้ 3 ตำแหน่ง คือ.-



รูปที่ 4.15 เส้นโครงแผนที่สเตริโอกราฟฟิกอาศัยกระบอกกอลล์

ก. แบบสัมผัสที่ขั้วโลก (Polar) มีเส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรงเส้นขนานเป็นวงกลมห่างจากจุดศูนย์กลางแตกต่างกันยิ่งถัดออกไปยิ่งห่าง มีแนววงกลมใหญ่ใช้เดินเรือได้

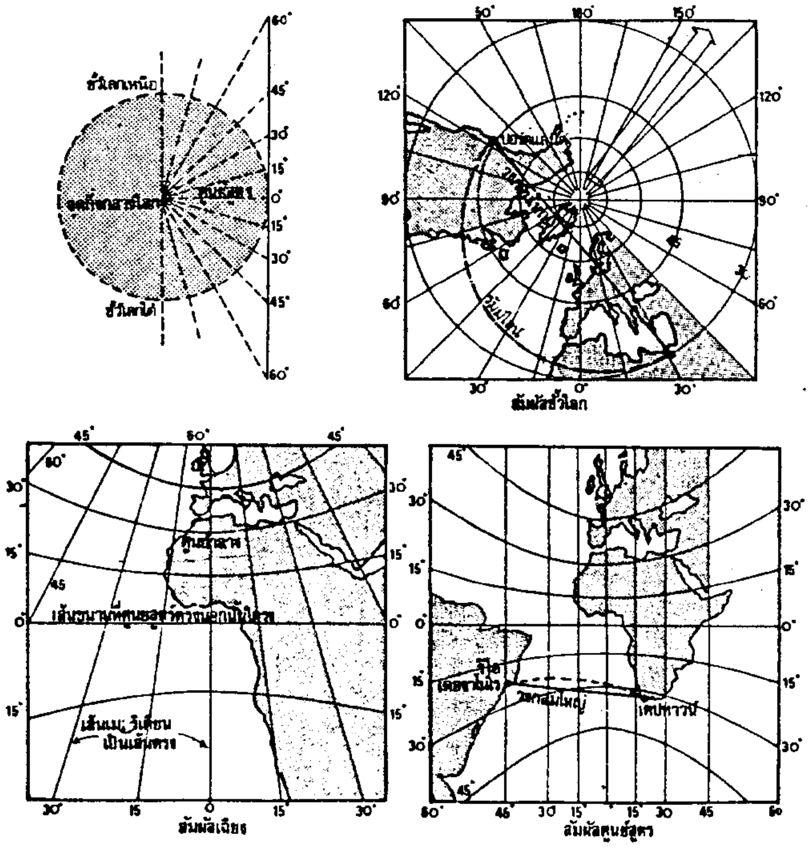
ข. แบบสัมผัสเฉียง (Oblique) เส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรงทั้งหมด เส้นขนานที่ศูนย์สูตรเป็นเส้นตรงนอกนั้นโค้งออกสู่ขอบของแผนที่

ค. แบบสัมผัสที่ศูนย์สูตร (Equatorial) เส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรงตั้งฉากทั้งหมด เส้นขนานตรงเฉพาะที่ศูนย์สูตรนอกนั้นโค้งออกสู่ขอบของแผนที่

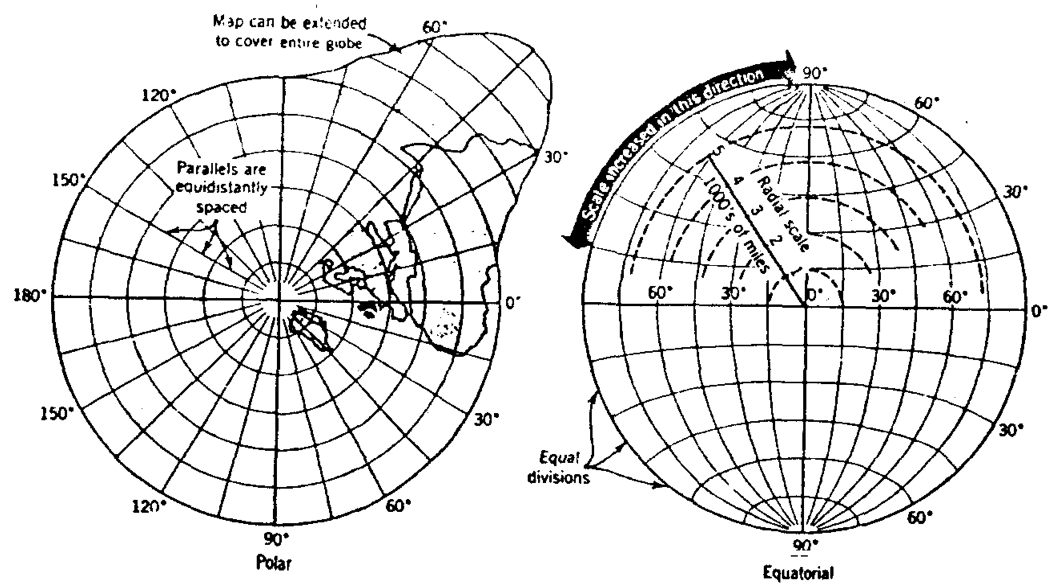
4. Azimuthal Equidistant Projection แผนที่แบบนี้ไม่สามารถสร้างจุดใจกลางจุดเดียวได้ เพราะแสดงขั้วโลกทั้งสองไว้ในแผนที่ ทำขึ้นด้วยความรอบคอบในเรื่องเส้นเมริเดียนและเส้นขนานซึ่งมาจากศูนย์กลางจากแผนที่ทั้งที่เป็นเส้นตรง เส้นโค้งสามารถนำไปใช้เฉพาะรายวิชาได้ เช่นการคมนาคมทางอากาศ ถ้าเราถือเอาจุดใดจุดหนึ่งเป็นศูนย์กลาง สามารถวัดระยะทางโดยรอบบริเวณนั้นได้ โดยลากเส้นจากจุดศูนย์กลางไปยังจุดที่ต้องการ แล้วมาคำนวณหาระยะตามมาตราส่วน

นอกจากนี้แผนที่นี้ยังนำไปใช้ในมาตราส่วนขนาดเล็ก โดยเฉพาะเขตขั้วโลกยิ่งทำได้ง่ายมาก เพียงมีเข็มทิศไม้โปรแตรกเตอร์ รวมทั้งมาตราส่วนจะสามารถวัดระยะทางระหว่างจุดสองจุดได้ คือคงระยะ มีลักษณะการฉายแสง 3 แบบคือ Polar, Equatorial และ Oblique

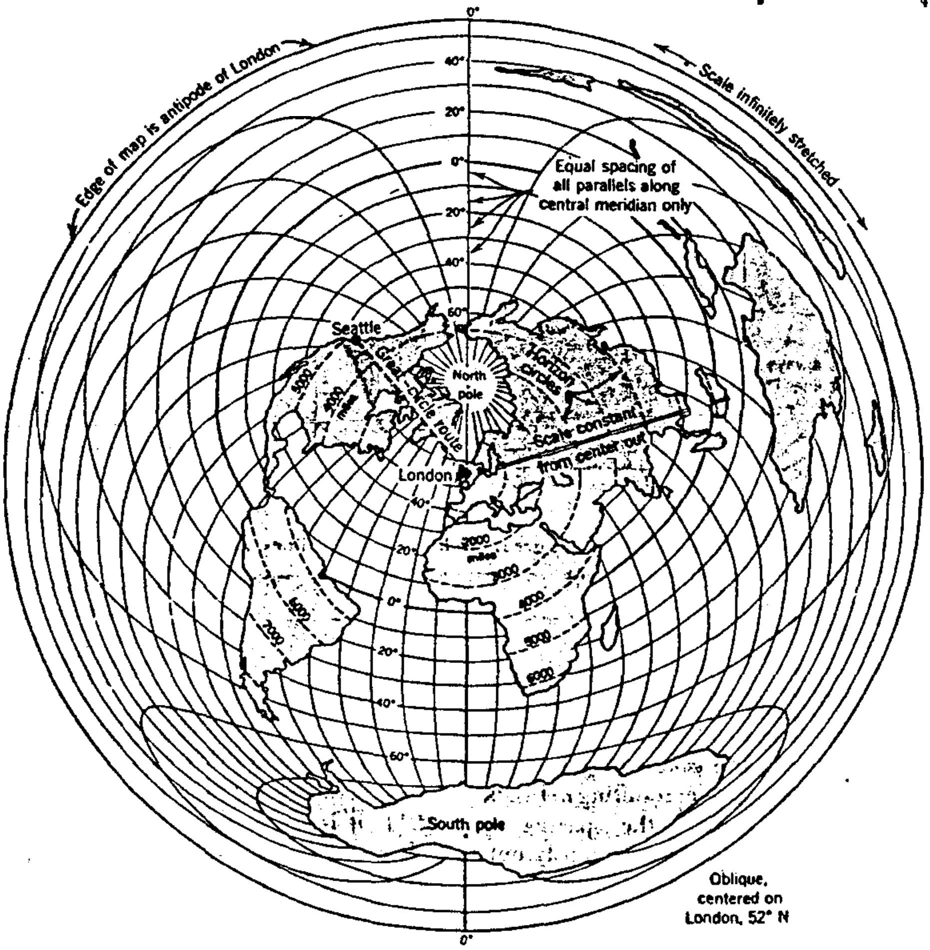
5. **Azimuthal Equal-area Projection** แผนที่แบบนี้สร้างขึ้นโดย J.H.Lambert ในปี ค.ศ. 1772 เลยมีชื่อว่า "Lambert Azimuthal Equal-area Projection" นับว่าเป็นแบบที่มีคุณสมบัติในการรักษาพื้นที่เดิม สร้างขึ้นด้วยกฎเกณฑ์ให้ขนานเท่ากับโลกจริง ๆ มีบางสิ่งบางอย่างซึ่งไม่มีแผนที่ชนิดอื่นทำได้เช่นนี้ มีวิธีการทางเรขาคณิตในการหาระยะทางของเส้นขนานและตำแหน่งของขั้วซึ่งแสดงให้เห็นในรูปของแผนที่แต่ไม่ใกล้เหมือนกับเส้นโครงแผนที่ออร์โธกราฟฟิก สำหรับขั้วโลกนั้นระยะทางเส้นขนานสู่ขั้วโลก ถูกนำมาใช้เป็นรัศมีของเส้นโครง การกำหนดระยะของเส้นขนานและเส้นเมริเดียนจะค่อย ๆ ชิดใกล้กันในบริเวณขอบแผนที่ เส้นโครงแผนที่แบบทรงสัมผัสชนิดรักษาพื้นที่นิยมใช้แพร่หลาย สำหรับวิชาภูมิศาสตร์ทั่ว ๆ ไปใช้มาตราส่วนเล็กลักษณะการฉายแสงมี 3 แบบ คือ แบบขั้วโลก (Polar) เส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรง เส้นขนานเป็นเส้นโค้งวงกลมทั้งหมด แบบเฉียง (Oblique) เส้นเมริเดียนย่านกลางตรงเส้นอื่น ๆ และเส้นขนานโค้งแบบสัมผัสที่ศูนย์สูตรเส้นเมริเดียนย่านกลางและเส้นขนานที่ศูนย์สูตรเป็นเส้นตรง นอกนั้นเป็นเส้นโค้งหมด



รูปที่ 4.16 เส้นโครงแผนที่โนโมนิก แสดงเส้นวงกลมใหญ่เป็นแนวตรงแบบสัมผัสที่ขั้วโลก, แบบเฉียง และที่ศูนย์สูตร



รูปที่ 4.17 เส้นโครงแผนที่แบบระยะทางเท่า ใช้ประโยชน์ในการวัดจากศูนย์กลางไปยังจุดอื่น



รูปที่ 4.18 เส้นโครงแผนที่คงระยะแบบทรงสัมผัสใช้วัดระยะทางจากจุดศูนย์กลางไปยังจุดอื่น ๆ ได้

11.2 เส้นโครงแผนที่แบบทรงกรวย (Conic Projection) การสร้างเส้นโครงแผนที่แบบทรงกรวยให้ได้สัดส่วน (Perspective Conic Projection) โดยใช้กรวยวางครอบลูกโลก ให้ยอดกรวยอยู่ตรงกับขั้วโลกและสัมผัสกับลูกโลก เมื่อคลี่ขยายรูปกรวยออกจะได้แผนที่แบบครึ่งวงกลมเส้นขนานเป็นเส้นโค้ง เส้นเมริเดียนที่มีอยู่บนลูกโลกจะอยู่บนเซกเตอร์ของวงกลมเป็นเส้นตรง ขนาดมุมที่ศูนย์กลางเซกเตอร์นี้หาได้โดยการคำนวณแทนการหาโดยวิธีการฉายโดยตรง เส้นโครงแผนที่แบบทรงกรวยนี้มีจุดศูนย์กลางร่วมกันที่ขั้วโลกทำให้เส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรงโยงจากจุดศูนย์กลาง สำหรับเส้นขนานที่สัมผัสกับผิวของลูกโลกเรียกว่า "Standard Parallel" บนเส้นนี้มาตราส่วนจะถูกต้องเหมือนกับมาตราส่วนบนลูกโลก แต่จุดอื่น ๆ มาตราส่วนขยายขึ้นทั้งทางเหนือและใต้ ถ้ารูปกรวยสัมผัสที่ละติจูด 30 องศา จะได้แผนที่รูปครึ่งวงกลม เมื่อเป็นแนวสัมผัสขนาดและรูปร่างก็เปลี่ยนไปด้วย อาจจะมากหรือน้อยกว่าครึ่งวงกลม

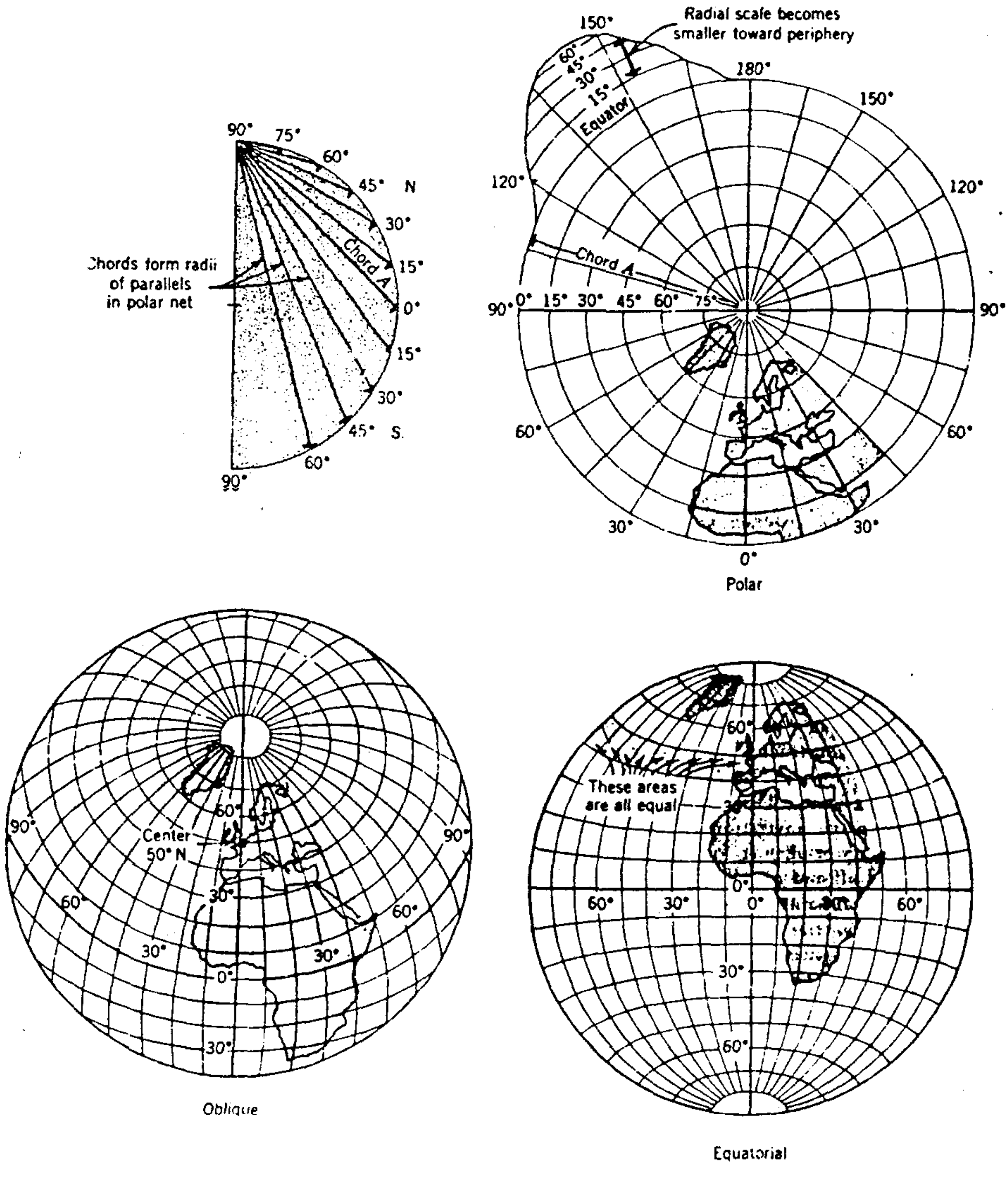
เส้นโครงแผนที่ที่ใช้พื้นกรวยมีอยู่ 2 ชนิด คือ :-

1. ใช้ทรงกรวยสัมผัสโลกที่เส้นขนานใดขนานหนึ่ง

2. ใช้ทรงกรวยตัดเข้าไปในโลกตรงเส้นขนานหลักสองเส้นเรียกว่า "ซีแคนท์" (Secant Cone)

ทั้งสองประเภทนี้มีข้อเสียในเรื่องทิศทางไม่ดี ทิศเหนืออยู่กึ่งกลาของเมริเดียนย่านกลาง ทิศใต้กระจายอยู่โดยรอบต่อไปจะพิจารณา เส้นโครงทรงกรวยตามลักษณะดังกล่าว คือ :-

11.2.1 เส้นโครงแผนที่ใช้ทรงกรวยสัมผัสที่เส้นขนานใดขนานหนึ่ง หรือเป็น **แบบทรงกรวยอย่างง่าย ๆ (Simple Conic)** โดยการนำเอาทรงกรวยกลมไปครอบกับแผนที่บนลูกโลกทรงกลมที่จำลองไว้อย่างดีแล้ว มาตราส่วนจะถูกต้องจริงตามเส้นขนานที่กรวยสัมผัส เรียกว่า "มาตราส่วนถูกต้อง" (Scale Exact) เพราะผิวกรวยกับผิวโลกตรงสัมผัสนี้แนบกันสนิทพอดี จึงทำให้ระยะของผิวทั้งสองที่ตรงกันเท่ากันพอดี ส่วนบริเวณที่อยู่ห่างจากส่วนที่สัมผัสแผนที่จะมีความเคลื่อนคลาด (Error) เพิ่มขึ้น คือยิ่งห่างจุดสัมผัสเท่าไร ความคลาดเคลื่อนยิ่งเพิ่มมากขึ้นตามลำดับจนใช้การคำนวณไม่ได้ บริเวณที่กรวยสัมผัสมีมาตราส่วนถูกต้องทุกประการเรียกว่า "เส้นขนานหลัก" (Standard parallel) จัดว่าเป็นเส้นโครงทรงกรวยที่ได้สัดส่วน (Perspective Conic Projection) ตรงเส้นขนานหลักนี้เวลาสร้างเส้นโค้งจะต้องแบ่งให้ถูกต้องมาตราส่วนเสมอ เหมาะสำหรับทำแผนที่บริเวณแคบ ๆ ในแนวตะวันออกและตะวันตก



รูปที่ 4.19 เส้นโครงแผนที่คงพื้นที่แบบทรงสัมผัส เหมาะในการทำแผนที่ในซีกโลกเหนือ

11.2.2 แผนที่รูปทรงกรวยตัดเส้นขนานหลัก 2 เส้น (The Conic Projection With Two Standard Parallels) เป็นเส้นโครงแผนที่ใช้ผิวกรวยเป็นพื้นแสดงเส้นเมริเดียนและเส้นขนาน โดยใช้กรวยตัดเข้าไปยังโลกตรงเส้นขนานหลัก 2 เส้น ผู้ประดิษฐ์เส้นโครงแผนที่แบบนี้มี 2 คน ดังจะได้กล่าวต่อไป

ก. เส้นโครงทรงกรวยคงรูปแบบแลมเบอร์ต (Lambert Conformal Conic Projection)

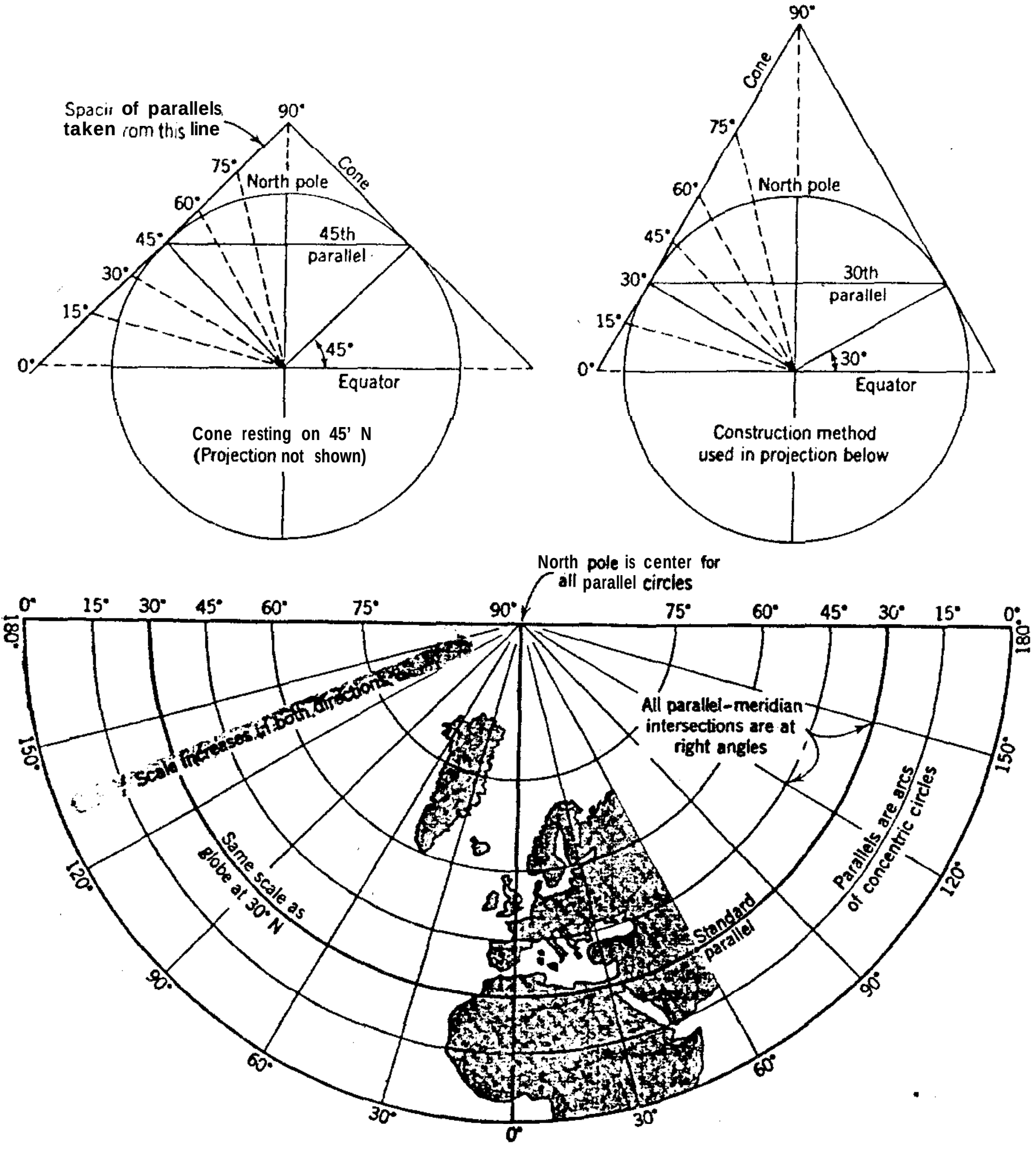
Lambert, Johan Heinrich เป็นทั้งนักคำนวณ, นักฟิสิกส์ และนักดาราศาสตร์ เกิดที่ Mulhausen Alsace เป็นสมาชิกสภาวิทยาศาสตร์ในเบอร์ลิน และนักดาราศาสตร์เขาสร้างเส้นโครงคงรูปให้รักษามุมและพื้นที่ โดยใช้เส้นขนานหลัก 2 เส้น ปรับช่วงห่างระหว่างเส้นขนานอื่น ๆ เพื่อจะทำให้แผนที่มีคุณสมบัติคงรูปยิ่งขึ้น ตัวเลขต่าง ๆ ในการสร้างเส้นโครงแผนที่แบบนี้จะหาได้ในตารางที่เตรียมไว้ให้ ลักษณะของเส้นโครงมีดังนี้

- เส้นเมริเดียนทุกเส้นเป็นเส้นตรงไปรวมกันที่จุดหนึ่งนอกแผนที่
- เส้นขนานมีลักษณะโค้งขนานกันโดยตลอด และมีจุดศูนย์กลางร่วมกันตรงจุดร่วมของเส้นเมริเดียน
- เส้นเมริเดียนกับเส้นขนานตัดกันเป็นมุมฉากเหมือนกันกับบนพื้นโลก

การเลือกเส้นขนานหลัก 2 เส้น ในบริเวณที่ต้องการทำแผนที่ให้อยู่ถัดจากแนวเขตเหนือ-ใต้ ของบริเวณทำแผนที่เพียง 1/6 ของระยะทั้งหมดตามแนวเมริเดียนย่านกลางจากเขตถึงเขต ระยะระหว่างเส้นขนานหลักคิดเป็น 4/6 ของระยะตามแนวเมริเดียนย่านกลาง

เส้นโค้งแบบนี้เหมาะกับพื้นที่ซึ่งยื่นขยายไปในแนวออก-ตกมาก เพราะมีเส้นขนานหลักที่รักษาระยะถูกต้องจริงถึงสองแนว ช่วยกันเฉลี่ยความถูกต้องไปให้บริเวณที่อยู่ภายในและใกล้ ๆ เส้นขนานหลักได้โดยตลอดรวมทั้งเฉลี่ยความถูกต้องไปนอกเส้นขนานหลักทั้งสองข้างอีกด้วยดีกว่า เส้นขนานหลักเส้นเดียวมีอัตราส่วนถูกต้องเพียงแนวเดียวเท่านั้น เส้นโครงแบบแลมเบอร์ตนี้ได้เปรียบชนิดโพลิโคนิก เพราะช่วยลดความคลาดเคลื่อนได้จาก 7%-25 หรือ 1.2% จากโพลิโคนิก

แบบนี้นับว่านิยมใช้แพร่หลายเมื่อใช้เส้นขนานตรงที่ละติจูด 33° – 45° เป็นเส้นขนานมาตรฐาน ข้อผิดพลาดทางมาตราส่วนจะมีประมาณ 0.5% ในบริเวณถึง 9/10 ของสหรัฐอเมริกา ทั้งประเทศวงกลมใหญ่ทุกเส้นบนผิวโลกเกือบเป็นเส้นตรง ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้แผนที่แบบ Gnomonic Chart สำหรับการคมนาคมทางอากาศและการสำรวจอื่น ๆ ในสหรัฐอเมริกาใช้มาตราส่วน 1 : 500,000

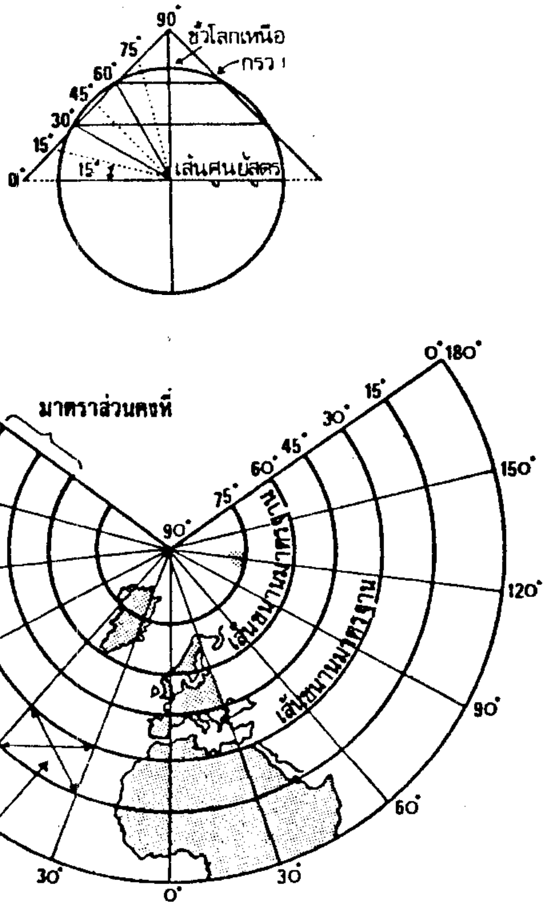


รูปที่ 4.20 เส้นโครงแผนที่แบบทรงกรวยที่ได้สัดส่วนมีเส้นขนานหลักสัมผัสเส้นขนานเส้นเดียวถูกต้องมากที่แนวกรวยสัมผัส

นอกจากนี้ยังใช้เป็นแผนที่เส้นทางเดินอากาศของโลก โดยใช้มาตราส่วน 1 : 1,000,000 ในสหรัฐอเมริกานับจากศูนย์สูตรถึงละติจูด 80 องศา แนวเส้นขนานหลักห่างกัน 4 องศา

ข. เส้นโครงแผนที่ชนิดคงพื้นที่แบบแอลเบอร์ส โดยใช้พื้นกรวยตัดเส้นขนานหลัก 2 เส้น (Albers Conical Equal-area Projection With Two Standard Parallels)

Dr.H.C. Albers ได้เป็นผู้ประดิษฐ์เส้นโครงนี้เมื่อ ค.ศ. 1805 ชาวเยอรมันเส้นโครงแบบนี้ได้เปรียบชนิดอื่นหลายชนิด เพราะช่วยลดความคลาดเคลื่อนที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้อย่างมาก เป็นเส้นโครงชนิดใช้รูปกรวย คล้ายกับของแลมเบอร์ต คือเส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรงไปร่วมกันที่จุดหนึ่งนอกเขตแผนที่ เส้นขนานทุกเส้นโค้งเป็นวงกลมขนานกัน และมีจุดศูนย์กลางร่วมกันที่จุดร่วมของเมริเดียน เส้นโครงแบบแอลเบอร์สใช้ทำแผนที่สหรัฐอเมริกา มีคุณสมบัติดังนี้



รูปที่ 4.21 เส้นโครงแผนที่อาศัยกรวยซึ่งมีเส้นขนานมาตรฐาน 2 เส้น

- รักษาพื้นที่ได้คงที่เสมอระหว่างพื้นที่ ส่วนใดส่วนหนึ่งของแผนที่กับพื้นที่ในภูมิประเทศที่ตรงกัน

- อัตราส่วนความเคลื่อนคลาดมี 1.25% นับว่าน้อยมาก

- อัตราส่วนระหว่างเส้นขนานหลักทั้งสองเส้นโตมาก ส่วนนอกเขตขนานหลักบนและล่างเล็กมาก

- แนวเส้นทแยงมุมทั้งสองของแผนที่จะไม่มีความคลาดเคลื่อนทางมาตราส่วน

11.2.3 เส้นโครงแผนที่ออร์โธมอฟิกชนิดใช้พื้นทรงกรวย (Conical Orthomorphic Projections) เส้นโครงแผนที่แบบนี้ที่จุดใด ๆ มาตราส่วนย่อมเป็นอย่างเดียวกันทุกทิศทาง เส้นเมริเดียนและเส้นขนานตัดกันเป็นมุมฉากใช้พื้นกรวยเป็นพื้นแสดงเส้นโครงจะใช้พื้นกรวยสัมผัสเส้นขนานหลักเส้นเดียว หรือตัดเข้าไปยังเส้นขนานหลักทั้งสอง เหมาะในการทำพื้นที่ขยายจากตะวันออกไปยังตะวันตก แผนที่สหรัฐฯ ใช้มาตราส่วน 1 : 5,000,000 ซึ่งใช้เส้นขนานหลักที่ 33° และ 45° ความคลาดเคลื่อนในระหว่างละติจูด 30.5° และ 47.5° มีเพียง 0.5% ความคลาดเคลื่อนมีมากที่สุดใต้ฟลอริดา

เส้นโครงแผนที่แบบนี้ไม่รักษาพื้นที่ ทิศทางถูกต้องความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นเมื่อละติจูดเพิ่มขึ้น

11.2.4 เส้นโครงแผนที่โพลิโคนิค (Polyconic Projection) เส้นโครงแบบนี้ใช้กรวยหลายกรวยครอบเส้นขนานต่าง ๆ รูปกรวยจะสัมผัสกับเส้นขนานหนึ่ง ๆ ซ้อนกันตามลำดับเมื่อคลี่กรวยออกจะได้แผนที่เป็นแผ่นแบนราบ มาตราส่วนที่ได้จะถูกต้องบริเวณเมริเดียนย่านกลางเท่านั้น พิจารณาดูจะพบว่า

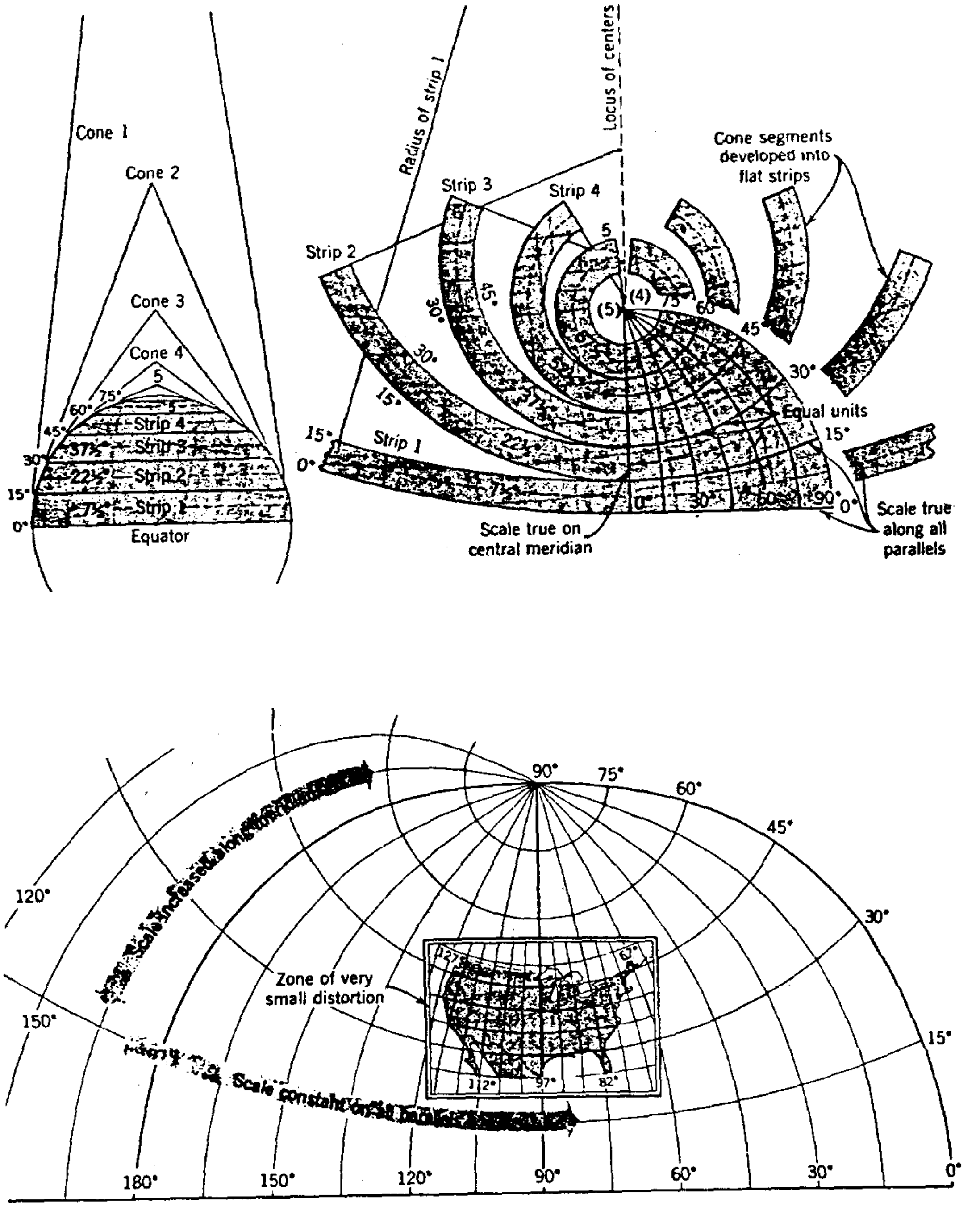
- เมริเดียนย่านกลางถูกยึดเป็นเส้นตรง

- เส้นขนานทุกเส้นโค้งเป็นวงกลม มีจุดศูนย์กลางของแต่ละอันโดยเฉพาะ คือ จุดศูนย์กลางไม่ร่วมกัน

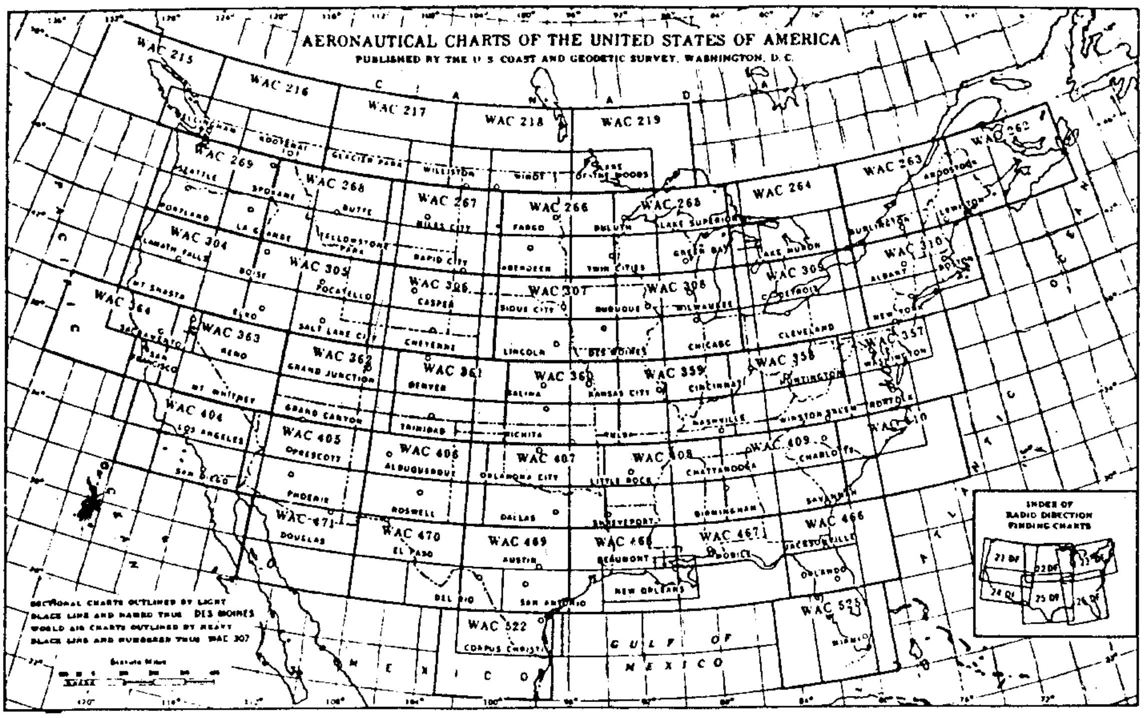
- ระยะระหว่างเส้นขนานต่าง ๆ ตามเมริเดียนย่านกลางถูกแบ่งได้ส่วนสัมพันธ์กับระยะระหว่างเส้นขนานบนโลก

- ส่วนโค้งของวงกลมที่แสดงเส้นขนานและเมริเดียนเป็นเส้นโค้ง สำหรับเส้นขนานที่ศูนย์สูตรเป็นเส้นตรง

ศาสตราจารย์ Ferdinand Hassie ผู้อำนวยการกรมการสำรวจชายฝั่งและการทำแผนที่สหรัฐอเมริกาได้ดัดแปลงให้ขึ้น โดยใช้ตารางคำนวณทั้งหมด เส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรง (ยกเว้นเมริเดียนย่านกลาง) และเส้นขนานทุกเส้นเป็นเส้นโค้ง คล้าย ๆ กับเส้นโครงแผนที่ของ Bonnes



รูปที่ 4.22 เส้นโครงแผนที่แบบโพลิโคนิคใช้กรวยซ้อนหลายอัน เหมาะในการทำแผนที่ขนาดเล็ก เขตละติจูดกลาง บริเวณริมขอบของแผนที่คลาดเคลื่อนมากขึ้นตามลำดับ



รูปที่ 4.23 เส้นโครงแผนที่ทางกรวยชนิดคงรูปร่างของแลมเบิร์ต แสดงประเทศสหรัฐอเมริกา (Lambert Conformal Conic Projection)

ข้อดี เหมาะกับการทำพื้นที่ที่ยื่นขยายไปทางเหนือใต้มาก และถูกดัดแปลงขึ้นใช้สำหรับบางส่วนของโลก เส้นขนานหลักไม่ตายตัว

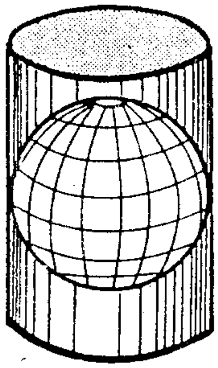
ข้อเสีย อาการโค้งของเส้นขนานและเมริเดียนจะมีมากขึ้นเมื่ออยู่ใกล้ขอบแผนที่ ทำให้รายละเอียดถูกต้องลดลง คือคลาดเคลื่อนมากขึ้น ถ้าใช้แผนที่สองแผ่นต่อกันไม่อาจต่อกันได้สนิทบริเวณด้านข้าง เพราะเส้นเมริเดียนโค้งไปคนละทิศทาง

11.3 เส้นโครงแผนที่รูปทรงกระบอก (Cylindrical Projection) เส้นโครงแผนที่รูปทรงกระบอกได้ปรับปรุงมาจากทรงกระบอก สัมผัสและสร้างโดยอาศัยหลักทางคณิตศาสตร์ประกอบ ซึ่งใช้วิธีการเอากระดาษมาทำเป็นรูปทรงกระบอกนำไปครอบลูกโลกแล้วผ่าคลี่ออกกลายเป็นพื้นแบนราบ เส้นขนานและเส้นเมริเดียนจะเป็นเส้นตรงตัดกันเป็นมุมฉาก ดังนั้นจึงมีทิศทางถูกต้อง รูปร่างถูกต้อง แต่พื้นที่จะผิดพลาดบริเวณที่ห่างจากทรงกระบอกสัมผัสยิ่งห่างเท่าไรหรือใกล้ขั้วโลกเท่าไร เนื้อที่ยิ่งผิดพลาดมากขึ้นเท่านั้นถูกต้องที่ศูนย์สูตร

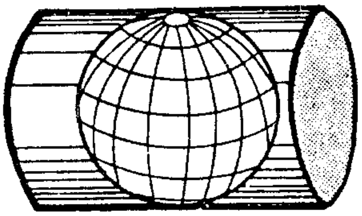
เส้นโครงแผนที่ไม่จำเป็นต้องสัมผัสที่ศูนย์สูตร อาจใช้ครอบสัมผัสโลกที่วงกลมใหญ่ (Great Circle) ใด ๆ ก็ได้ วิธีนี้เรียกว่า "Transverse" ในกรณีที่ใช้แกนกระบอกทับพื้นศูนย์สูตร มีการคำนวณเข้าเกี่ยวข้องเพื่อดัดแปลงให้เกิดประโยชน์ มีมาตราส่วนทางเส้นขนานสัมพันธ์กับเมริเดียน เราจะได้เส้นโครงแบบเมอเคเตอร์ กรณีที่เส้นโครงรักษาพื้นระหว่างเส้นขนาน 2 เส้น เรียกว่าเส้นโครงแผนที่รูปทรงกระบอกรักษาพื้นที่

สรุปลักษณะสำคัญของแผนที่รูปทรงกระบอกโดยทั่ว ๆ ไปมีลักษณะดังนี้

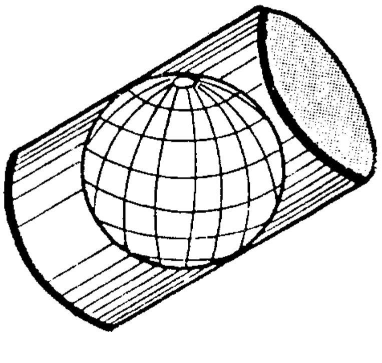
1. เส้นขนานและเส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรง และตัดกันเป็นมุมฉาก



ก. แกนของกระบอกทับกับแกนหมุนของโลก



ข. แกนของกระบอกตั้งได้ฉากกับแกนหมุนของโลก



ค. แกนของกระบอกเอียงทำมุมกับแกนหมุนของโลก

รูปที่ 4.24 ลักษณะการจัดกระบอก

2. ความผิดพลาดจะมีอยู่ในละติจูดสูงขึ้นไป

3. เส้นเมริเดียนทุกเส้นขนานกันโดยตลอด

4. เส้นขนานทุกเส้นขนานกัน และระยะห่างจากกันจะมีมากขึ้น เมื่อละติจูดเพิ่มขึ้น

5. อัตราส่วนจะแตกต่างกันละติจูดกัน

6. อัตราส่วนทางเส้นขนานและเมริเดียนไม่เหมือนกัน เส้นโครงแผนที่แบบรูปทรงกระบอกจำแนกได้ดังนี้

11.3.1 เส้นโครงแผนที่แบบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Projection) มีเส้นขนานตัดกับเส้นเมริเดียนเป็นมุมฉาก มาตราส่วนจะถูกต้องบริเวณศูนย์สูตร ค่า 1 องศาลองจิจูดเท่ากับ 1 องศาละติจูด (Cos O เมื่อค่า O เป็นค่าของเส้นขนานกลาง คือ ศูนย์สูตร ถ้าที่ละติจูด 40 องศา (Cos O = 1) ค่า 1 องศาลองจิจูดจะเท่ากับ 1 องศาละติจูด ซึ่งมีการทำได้หลายวิธี เช่น

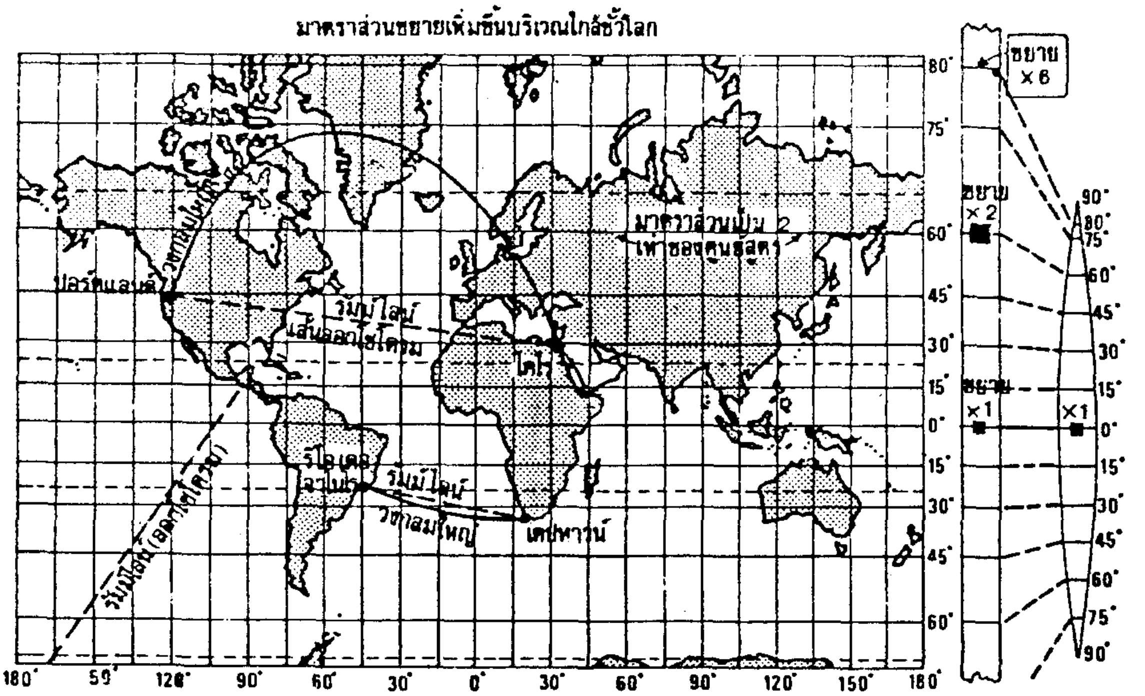
- แบบรักษาระยะตามแนวเมริเดียนและเส้นศูนย์สูตร
- แบบรักษาระยะตามเส้นเมริเดียนและเส้นขนานย่านกลาง
- แบบรักษาพื้นที่ซึ่งรู้จักกันแพร่หลายทั้งกิจการเดินเรือและการทำแผนที่แอตลาส

11.3.2 เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์ (Mercator Projection) เส้นโครงนี้ใช้กันแพร่หลายมากที่สุด โดยเฉพาะเมอร์เคเตอร์ชาร์ตเป็นแผนภูมิที่ใช้เดินเรือ นอกจากนี้ยังใช้เกี่ยวกับแผนที่โลก ฯลฯ ผู้สร้างคือ Gerhard Mercator ปี ค.ศ. 1569 มีเส้นเมริเดียนเป็นเส้นตรงแยกจากกันตามแนวดิ่ง และมีช่วงห่างกันทุกช่องเฉพาะบริเวณศูนย์สูตร อัตราส่วนจะขยายเพิ่มขึ้นเมื่อใกล้ขั้วโลก เช่น เส้นขนานที่ 60 เหนือ มีช่วงห่างขยายออกเป็น 2 เท่าที่ละติจูด 80 องศาเหนือ มาตราส่วนจะขยายขึ้นเกือบ 6 เท่า

ในทางปฏิบัตินิยมใช้เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์ในขอบเขตละติจูด 80 – 85 องศาเหนือ-ใต้เท่านั้น ที่ขั้วโลกไม่ใช้เพราะผิดพลาดมาก

Mercator Chart (แผนภูมิเมอร์เคเตอร์) นับว่าเป็นเส้นโครงที่คงรูปร่าง (Conformal) ที่ดีเยี่ยม รูปร่างที่เป็นประเทศหรือเกาะเล็ก ๆ จะเหมือนจริงบนพื้นโลก

ลักษณะอันสำคัญยิ่งของลักษณะเส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์ คือ ไม่ว่าจะลากเส้นตรงบริเวณใดในแผนที่ เส้นตรงนั้นจะเป็นแนวบนผิวโลกที่มีทิศทางเดียวกันตลอดทั้งแนวเส้น นักเดินเรือเรียกว่า "Rhumb line" (Loxodrome)



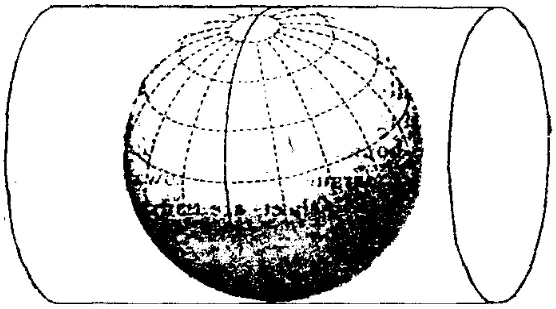
รูปที่ 4.25 เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์ในย่านศูนย์สูตร แสดงให้เห็นทิศทางต่าง ๆ เป็นเส้นตรงคงที่

ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นวงกลมใหญ่และรัมบ์ไลน์ในแผนที่จะดูแตกต่างกัน คือ เส้นวงกลมใหญ่มีลักษณะโค้ง Rhumlines เป็นเส้นตรง แต่ที่ศูนย์สูตรทั้งเส้นกลมใหญ่และรัมบ์ไลน์เป็นเส้นตรงเหมือนกัน ตามแนววงกลมใหญ่จะเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด การวัดมุมในเรือมีอุปสรรคอยู่บ้างแต่ก็อำนวยประโยชน์ดีกว่าไม่ยึดแนวเส้นตรงดังกล่าว

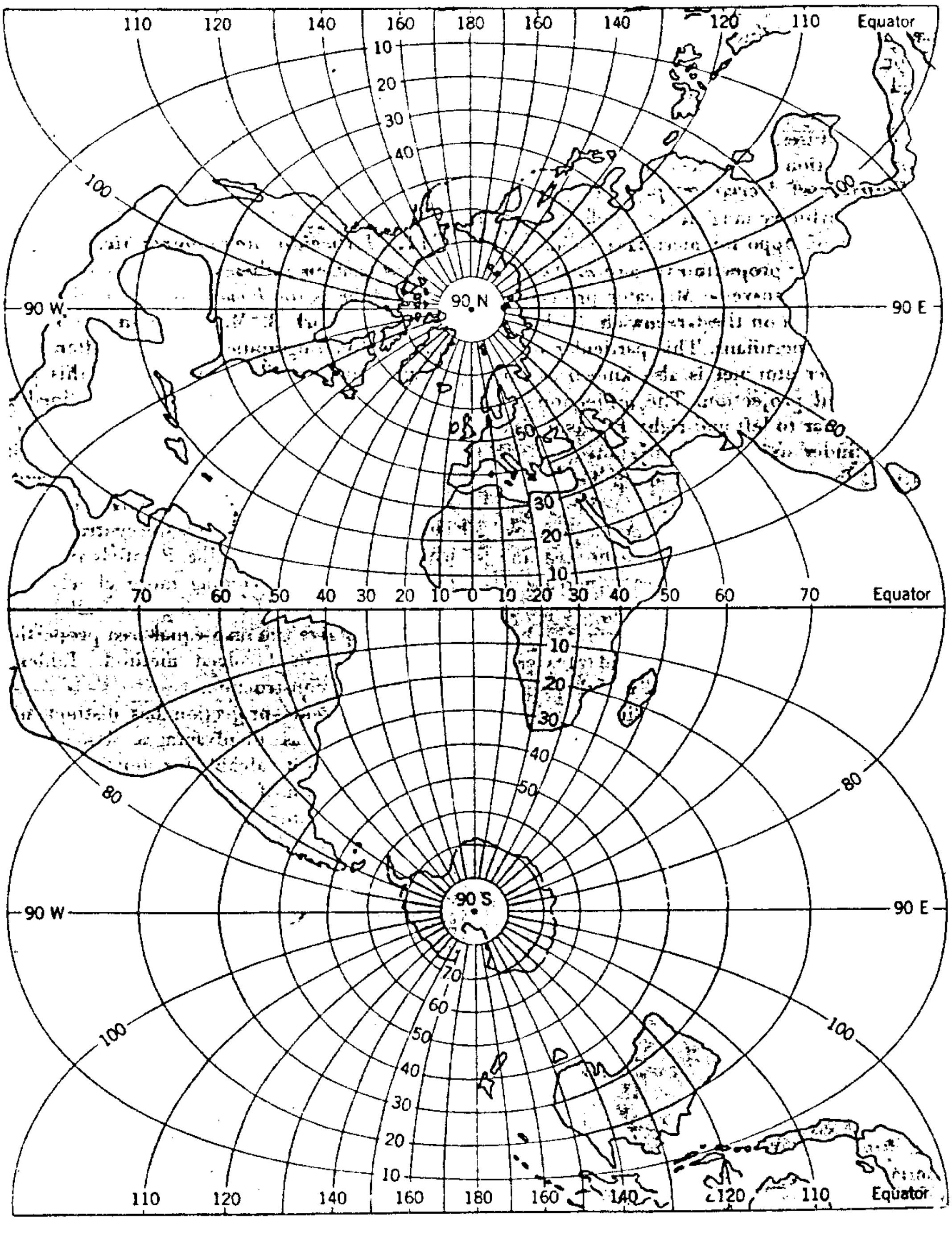
จากตัวอย่างที่มีรูปประกอบเป็นเส้นโครงแผนที่เมอร์เคเตอร์สัมผัสที่ศูนย์สูตร (Equatorial Mercator Projection) หากประสงค์จะใช้ในกิจการอื่น ๆ ควรใช้เส้นโครงแผนที่ชนิดอื่นที่มีความถูกต้องเฉพาะอย่าง

11.3.3 เส้นโครงแผนที่แบบทรานสเวอร์สเมอร์เคเตอร์ (Transverse Mercator Projection) เส้นโครงแผนที่ยึดหลักให้ทรงกระบอกสัมผัสผิวโลกตามแนวเมริเดียนคู่หนึ่งที่อยู่ตรงข้าม คือที่ลองจิจูด 0 องศา (Greenwich) และเส้นเมริเดียนที่ 180 แผนที่ที่รู้จักกันแบบนี้ได้แก่ เส้นโครงแผนที่แบบคงรูปร่างขางเกาส์ (Gauss conformal projection) เส้นเมริเดียนทางตั้งของทรานสเวอร์ส คือ เส้นศูนย์สูตรของเมอเคเตอร์ธรรมดา เพราะรูปทรงกระบอกที่สวมสลับกัน คือแกนของรูปทรงกระบอกตั้งได้ฉากกัน เส้นโครงนี้ขยายไปทางซ้าย-ขวา แนวแกน

นับจากละติจูด 0 องศาไปยังลองจิจูด 90 องศาตะวันออกและ 90 องศาตะวันตก มาตราส่วนจะคงที่เฉพาะเมริเดียนย่านกลางจึงใช้เส้นโครงแผนที่นี้ ในแถบยาวแคบสองข้างของเมริเดียนย่านกลางประมาณ 2-3 องศาไปทางตะวันออกและตะวันตก ถ้าห่างออกไปจากแนวนี้มากเท่าไรความคลาดเคลื่อนย่อมมีมากเท่านั้น



รูปที่ 4.26 เส้นโครงแผนที่แบบทรานสเวอร์สเมอร์เคเตอร์โดยใช้เมริเดียนคู่ที่อยู่ตรงข้ามกัน



รูปที่ 4.27 เส้นโค้งแผนที่โลกแบบทรานสเวอร์สเมอร์เคเตอร์

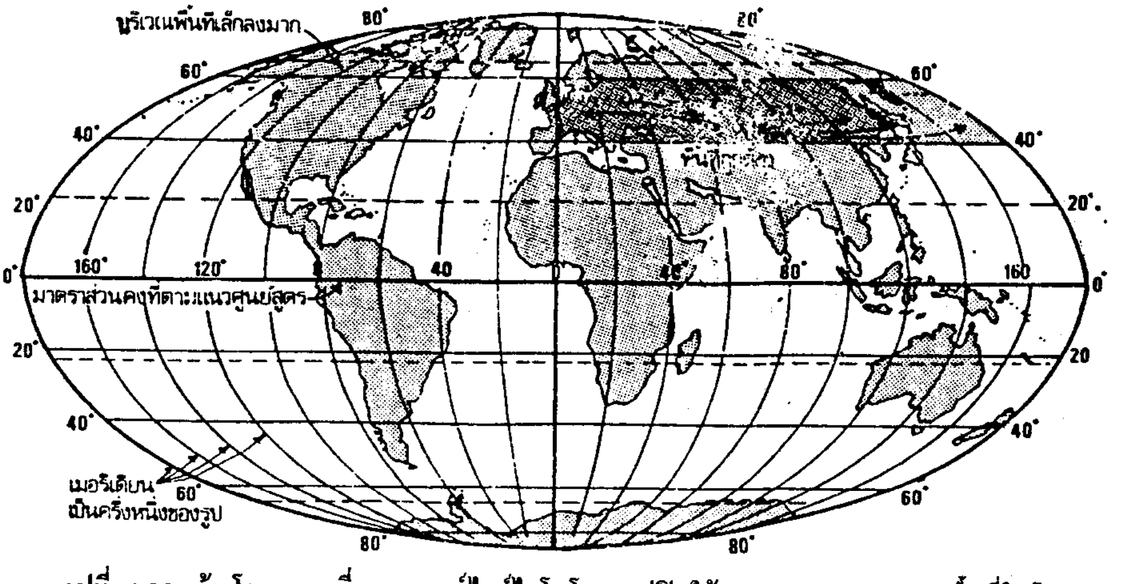
เส้นโครงแผนที่นี้นำใช้ประโยชน์ได้ดีมาก โดยจัดให้กระบอกตัดผ่านผิวโลกตรงสองข้ามเมริเดียนย่านกลางกลายเป็นวงกลมเล็กสองวงขนาบเมริเดียนย่านกลาง มาตราส่วนของเส้นโครงในแนวเส้นขนานตรงสองเส้นเกิดภาวะคงระยะขึ้น

สำหรับจุดมุ่งหมายในการหา Universal Transverse Mercator Military Grid System (UTM) เส้นสองเส้นที่มีมาตราส่วนเท่ากันได้แยกห่างออกเป็นระยะทาง 360,000 เมตร หรือ 360 กิโลเมตร (223.6 ไมล์) ในช่วงลองจิจูด 6 องศา มาตราส่วนเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เส้นโครงแผนที่แบบเมอร์เคเตอร์นับว่าเป็นมูลฐานที่ดีที่สุดสำหรับแผนที่มาตราส่วนใหญ่ที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ (topographic) ที่ U.S. Army Map Services ได้ปรับปรุงดัดแปลงขึ้นใช้ตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นต้นมา การทำแผนที่ส่วนใหญ่ของโลกตามแนวนี้ได้กำหนดให้มีเมริเดียนย่านกลาง เปลี่ยนไปครั้งละ 6 องศา รวมครบรอบวงกลมมี 60 โซน ในแนวตะวันตก-ออก ส่วนแนวเหนือใต้ขยายขึ้นไปถึงละติจูด 84 องศาเหนือ-ถึง 80 องศาใต้

11.4 เส้นโครงแผนที่แบบอื่น ๆ (Individual Or Unique Types)

11.4.1 เส้นโครงแผนที่แบบมอลล์โวด์โฮโมโลกราฟิก (Mollweide Homolographic Projection)

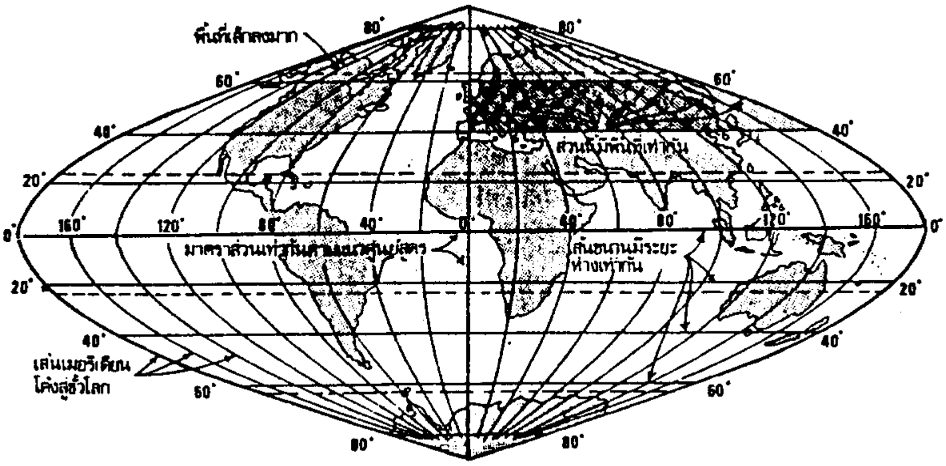
11.4.1 เส้นโครงแผนที่แบบมอลล์โวด์โฮโมโลกราฟิก (Mollweide Homolographic Projection) ประดิษฐ์โดย (Karl B. Mollweide ปี ค.ศ. 1805 เป็นเส้นโครงที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และใช้แสดงส่วนต่าง ๆ ทั่วโลก มีคุณสมบัติในการคงพื้นที่ เส้นเมริเดียนย่านกลางเป็นและเส้นขนานที่ศูนย์สูตรเป็นเส้นตรงตัดกันเป็นมุมฉาก เส้นเมริเดียนอื่น ๆ เป็นเส้นโค้งส่วนเส้นขนานอื่น ๆ ทุกเส้นเป็นเส้นตรง เส้นโครงแผนที่ของมอลล์ไวด์ มีทั้งส่วนดีและส่วนบกพร่อง



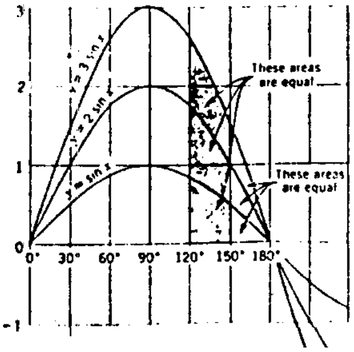
รูปที่ 4.28 เส้นโครงแผนที่แบบมอลล์ไวด์โฮโมโลกราฟฟิกใช้แสดงการกระจายของพื้นที่ในโลก

ชนิดพื้นที่เท่า เหมาะในการแสดงการกระจายลักษณะทางภูมิศาสตร์และทางการเมืองทั่วโลก อย่างไรก็ตามมีความบิดเบี้ยวมากในเขตขั้วโลกอันเป็นอุปสรรคที่จะนำไปใช้แพร่หลาย เส้นโครงแผนที่แบบนี้เหมาะในการทำแผนที่พื้นฐานของ Africa และ South America เพราะสามารถให้ทั้งสองทวีปรวมอยู่ในวงกลมที่เป็นส่วนกลางของเส้นโครงแผนที่ซึ่งมีความบิดเบี้ยว (Distortion) ดังนั้นเส้นโครงแผนที่แบบนี้จึงมีคุณค่าในการใช้ทำแผนที่โลก

11.4.2 เส้นโครงแผนที่แบบซินูซอยดอล (Sinusoidal Projection) เส้นโครงแผนที่แบบนี้บางครั้งเรียกว่า "Sanson Flamsteed Projection" มีลักษณะคล้ายกับเส้นโครงแผนที่แบบ Mollweide คือมีเส้นขนานทุกเส้นเป็นเส้นตรงและตัดกับเมริเดียนย่านกลางเป็นมุมฉาก เมริเดียนอื่น ๆ เป็นเส้นโค้ง สิ่งที่แตกต่างของเมริเดียนคือ แบบนี้ใช้ค่าส่วนโค้งของไซน์ (Sine Curves) ทำให้มีระยะห่างกว้างกว่าของมอลล์ไวด์ แบบนี้ใช้ได้ดีบริเวณศูนย์สูตร เช่น แอฟริกาและอเมริกาใต้ ใกล้ขั้วโลกผิดพลาดมากขึ้นตามลำดับ



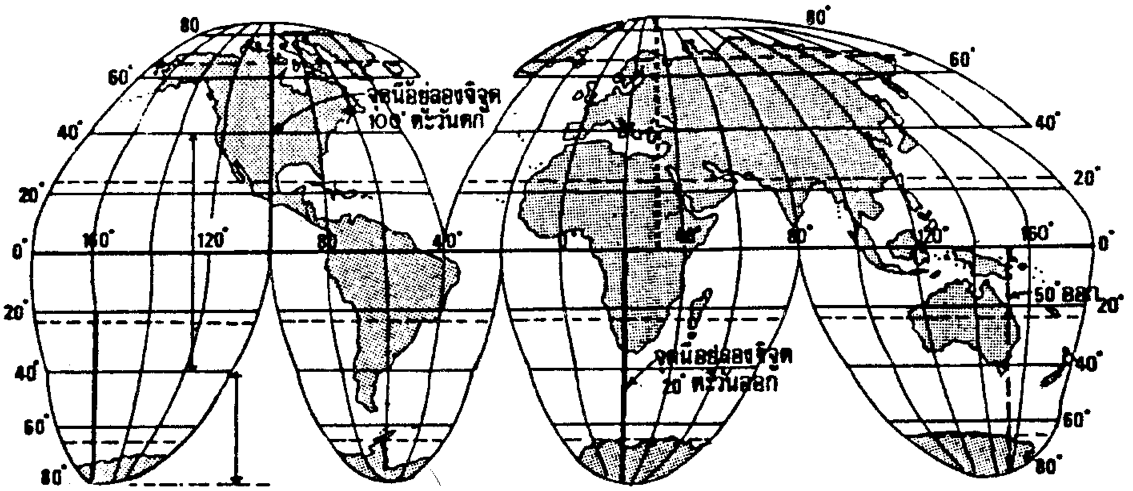
รูปที่ 4.29 เส้นโครงแผนที่แบบซินูซอยดอลเป็นเส้นโครงที่มีพื้นที่เท่าอย่างดี ใช้ในเขตละติจูดต่ำ



รูปที่ 4.30 การใช้ค่า Sine Curves ของเมริเดียน แบบ Sinusoidal Projection

11.4.3 เส้นโครงแผนที่แบบโฮโมโลไซน์ (Homolosine projection) ประดิษฐ์ โดย Dr. Paul Goods ปี ค.ศ. 1923 เป็นการนำเอาแบบ Homolographic และแบบ Sinusoidal มาใช้ในการสร้าง คือแบบ Sinusoidal ใช้ในบริเวณระหว่างละติจูด 40 องศาเหนือและใต้ ส่วน Homolographic ใช้บริเวณที่อยู่เหนือขึ้นไป จนถึงขั้วโลก

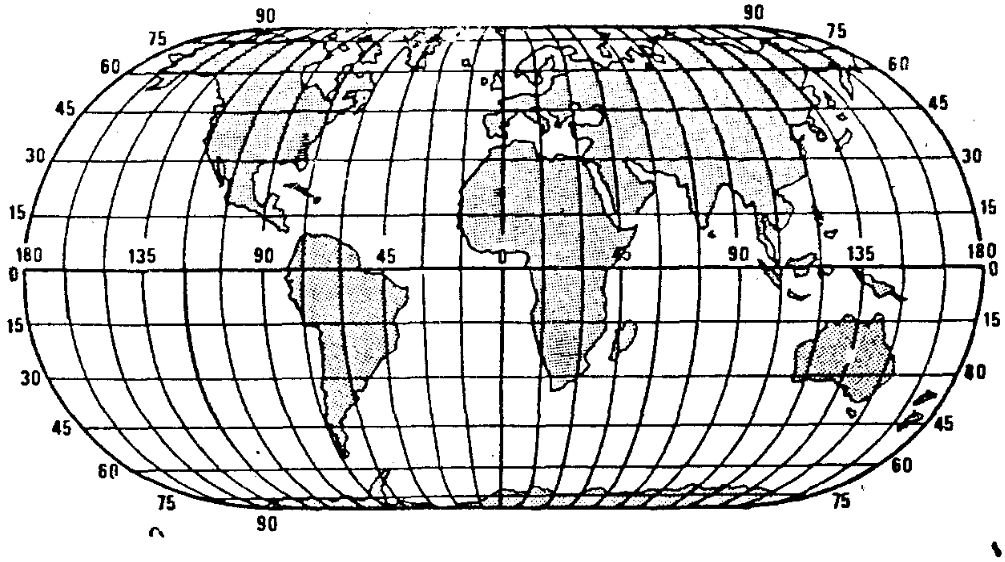
ทั้งสองชนิดมีส่วนบิดเบี้ยวในบริเวณใกล้ขั้วโลก ส่วนที่ฉีกขาดไปได้นำไปขยายทาง ขวา-ซ้าย ตอนกลางแผนที่ อาการบิดเบี้ยวสามารถทำให้ลดลงได้ ด้วยการใช้เนื้อที่ดินแดน สำคัญที่อยู่ตรงกลาง บรรจุลงในเขตเมริเดียนย่านกลางเป็นส่วน ๆ ซึ่งแผนที่แบบนี้ฉีกขาดออก เป็นตอน ๆ ต้องสละพื้นที่บางส่วนออกเป็น เรียกเส้นโครงแผนที่แบบนี้ว่า "Interrupted Homolosine"



รูปที่ 4.31 เส้นโครงแผนที่ของ Goode ที่ได้ปรับปรุงจากแผนที่แบบโฮโมโลไซน์ขาดตอน

เส้นโครงที่ทำแทรกขึ้นมานี้ มีทวีปอเมริกาเหนือ, ยูเรเซีย, ทวีปอเมริกาใต้, แอฟริกา และออสเตรเลีย แต่ละแห่งอยู่ในแนวเมริเดียนที่เหมาะสมที่สุด เพราะว่าแผนที่ไม่สามารถที่จะรวมพื้นที่เข้าด้วยกันให้เหมาะสมได้ นอกจากตามความยาวของแนวศูนย์สูตร ซึ่งมีช่องว่างใหญ่ปรากฏอยู่ ถ้าเราต้องการแต่บริเวณพื้นดินเท่านั้น (เช่น จะแสดงบริเวณปลูกข้าวสาลี) ก็เขียนแทรกขึ้นมาไม่บิดเบี้ยวมากเกินไป สำหรับมหาสมุทรบนโลกอาจใช้เมริเดียนย่านกลางเป็นศูนย์กลางของมหาสมุทรได้ แต่ก็มีบางส่วนที่ต้องฉีกขาดออกไปบ้าง

11.4.4 เส้นโครงแผนที่แบบเอคเกิร์ต 4 (Eckert IV Projection) บรรดานักภูมิศาสตร์ในทวีปยุโรปนิยมใช้กันแพร่หลาย แสดงพื้นที่เท่ากันตามแนวนอนของเส้นขนานตรง ผู้ประดิษฐ์คือศาสตราจารย์ Max Eckert คิดไว้ 6 เส้นโครง



รูปที่ 4.32 เส้นโครงแผนที่แบบเอคเกอร์ต 4 ใช้เส้นขนานแทนขั้วโลก

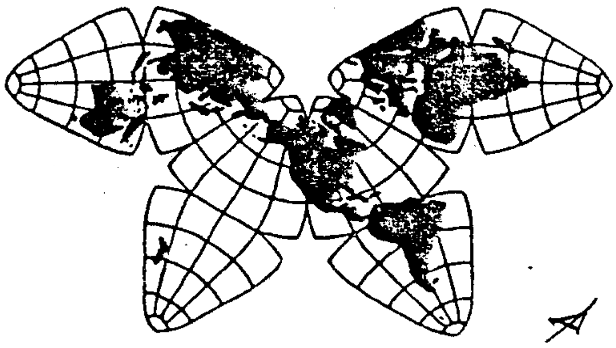
เส้นโครงแบบนี้มีลักษณะคงพื้นที่มีเส้นขนานเป็นเส้นตรง เส้นเมริเดียนโค้งเป็นรูปรี ยกเว้นเมริเดียนย่านกลาง

เส้นขนานทุกเส้นมีช่วงห่างเท่ากับ Grid ของแผนที่ คล้าย ๆ กับเส้นโครงแผนที่แบบมอลล์ไวด์ (ของมอลล์ไวด์มีจุดรวมของเมริเดียนที่ขั้วโลก) ของ Eckert IV นี้ ใช้ความยาวของเมริเดียนระหว่างขั้วโลกทั้งสองเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวตามแนวนอนที่ศูนย์สูตร การทำเช่นนี้ทำให้ลดความบิดเบี้ยวบริเวณที่อยู่ใกล้ขั้วโลกทั้งสองได้ และใช้สูตรช่วงห่างมากที่สุดใกล้ศูนย์สูตร และให้ลดความกว้างลง ¼ นับจากศูนย์สูตรไปยังขั้วโลก

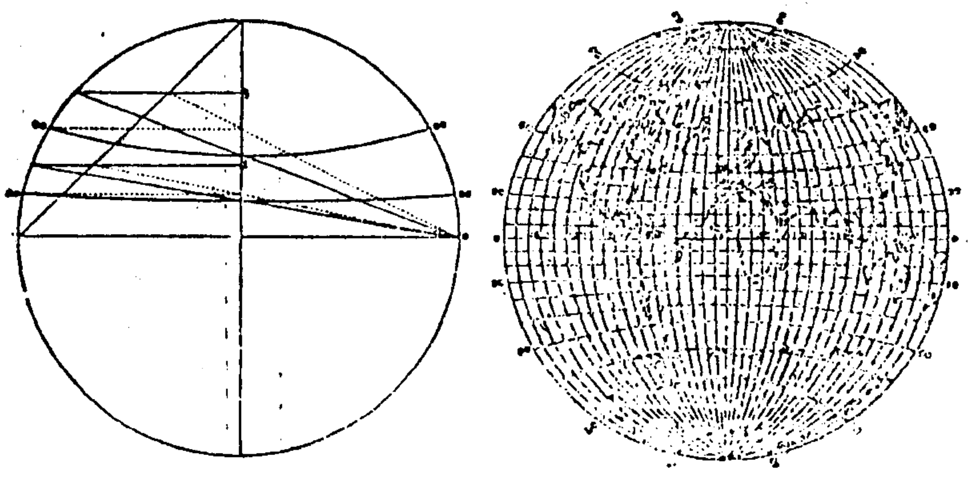
นับว่าเส้นโครงแบบเอกเกิร์ต 4 นี้ เหมาะที่จะใช้แสดงการกระจายของสิ่งต่าง ๆ ลงบนแผนที่โลกได้ดีเลิศ

สรุปเส้นโครงแผนที่ ที่นำมาอธิบายทั้งหมดมากกว่า 14 แบบเฉพาะจากหนังสือ Physical Geography ของ Strahler, Arthur N หน้า 19-41 ที่นำประกอบก็มี 14 แบบอยู่แล้วยังค้นคว้าจากตำรา Cartography ประกอบอีกด้วย นอกจากเส้นโครงแผนที่ชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว ยังมีเส้นโครงที่มีลักษณะผิดแผกออกไปอีกดังรูปที่ 4.33, 4.34, 4.35 และ 4.36

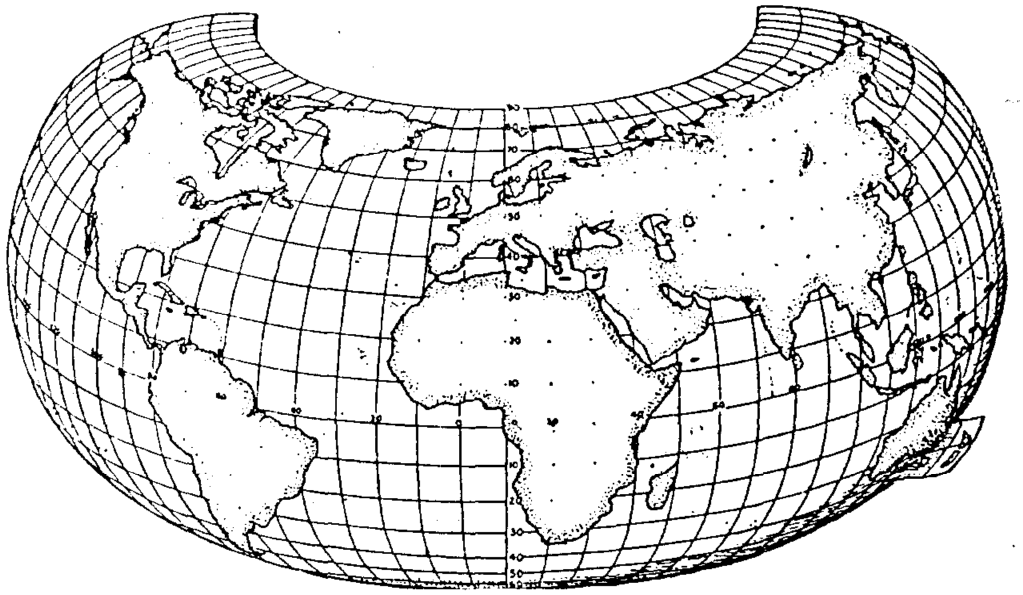
รูปที่ 4.33 เส้นโครงแผนที่แบบลูกโลก มีเมริเดียนย่านกลางและเส้นศูนย์สูตรตัดกันเป็นเส้นตรง



รูปที่ 4.34 เส้นโครงแผนที่ B.J.S. Cahill's butterfly



รูปที่ 4.35 เส้นโครงแผนที่ของ Van der Grinten



รูปที่ 4.36 เส้นโครงแผนที่ อาร์มาดิลโล (Armadillo) ตามชื่อสัตว์เล็ก ๆ ของชาวเม็กซิกันคล้ายกับเส้นโครงแผนที่แบบ Orthographic

12. หลักการเลือกใช้เส้นโครงแผนที่ (Principle of Selecting a Projection)

เนื่องจากเส้นโครงแผนที่ต่าง ๆ มีลักษณะและคุณสมบัติแตกต่างกัน จึงไม่ยากต่อการเลือกลักษณะและชนิดของโครงแผนที่มาใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่วงการธุรกิจของตน แต่การเลือกเส้นโครงแผนที่ที่ใช้ในกิจการบางอย่างสมความมุ่งหมายนั้น จำเป็นต้องมีความรู้เรื่องนี้พอสมควร

สำหรับเส้นโครงแผนที่ชนิดใช้พื้นกรวยเหมาะในการใช้บริเวณที่ละติจูดไม่สูงเกินไป ถ้าพื้นทรงกระบอกใช้ได้ดีแถบศูนย์สูตร แบบ Zenithals เหมาะบริเวณขั้วโลก เส้นโครงแผนที่บางชนิดรักษาพื้นที่ บางชนิดรักษาทิศทาง บางชนิดรักษาระยะและละติจูด ลองจิจูดแตกต่างกันไป

หลักเกณฑ์ในการเลือกเพื่อใช้ในกิจการเฉพาะอย่าง ก็มีดังนี้คือ.-

12.1 แผนที่นั้นสร้างขึ้นจุดประสงค์อะไร

12.2 พื้นที่หรืออาณาบริเวณที่ทำแผนที่มีรูปร่างและขอบเขตกว้างขวางขนาดไหน

12.3 ถ้ามีคุณสมบัติเหมือนกัน ต้องเลือกชนิดที่สร้างง่ายและสะดวก

Bonne's Projection ใช้ทำแผนที่ได้เหมาะสมในบริเวณยุโรป ออสเตรเลีย อินเดีย บราซิล สำหรับ Albers ชนิดใช้พื้นกรวยก็เหมาะสมเช่นกัน ถ้าต้องการทำแผนที่ขนาดใหญ่กว้างขวาง เช่น จีน รุสเซีย และยุโรปกลาง เรื่องแผนที่แอตลาสควรใช้ชนิดรักษาพื้นที่ได้ถูกต้อง

เส้น Rhumb Lines หรือ Loxodrome ซึ่งเป็นเส้นหลักใช้ในการเดินเรือใช้เขียนลงในแผนที่ชนิดเมอร์เคเตอร์ แสดงทิศทางของเรือได้ถูกต้อง สำหรับเส้นทางสายการบินที่เกี่ยวข้องกับ Loxodrome และระยะต่าง ๆ ที่เป็นวงกลมใหญ่มี Gnomonic Projection เท่านั้น ที่แสดงระยะทางอันเป็นวงกลมใหญ่นั้นให้เป็นเส้นตรงได้

อย่างไรก็ตาม มิได้แสดงว่าระยะจะถูกต้องตามมาตราส่วน ตั้งแต่จากจุดเริ่มสำหรับเส้นโค้งที่ใช้ในการทำแผนที่ภูมิประเทศแตกต่างจากแผนที่แอตลาส เนื่องจากแผนที่แอตลาสเป็นแผนที่มาตราส่วนเล็ก ที่สามารถคลุมพื้นที่โลกได้กว้าง โดยปกติใช้มาตราส่วนอย่างใหญ่เพียง 1 ต่อ 1,000,000 ส่วนใหญ่ใช้มาตราส่วนเล็กมาก เพื่อให้ผู้ใช้ได้พิจารณาสะดวกและรวดเร็วและเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเมืองต่าง ๆ ไป โดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องในเรื่องระยะ ขนาด รูปร่าง และทิศทาง แผนที่ภูมิประเทศใช้แสดงลักษณะภูมิประเทศที่พิจารณาในเขตจำกัดอันหนึ่ง และการแสดงต้องได้ถูกต้องขึ้นอยู่กับมาตราส่วนเป็นสำคัญโดยมาใช้ขนาด 1 ต่อ 250,000 จนถึง 1 ต่อ 5,000

แผนที่ภูมิประเทศมีมาตราส่วนใหญ่มาก ๆ สามารถแสดงรายละเอียดถูกต้อง และผู้ใช้อาจวัดระยะ ทิศทาง ขนาด ตลอดจนพื้นที่โดยมีความเชื่อมั่นว่า สิ่งที่วัดมาในแผนที่นั้น จะรักษาความสัมพันธ์ถูกต้องในส่วนที่ตรงกันกับภูมิประเทศ อย่างไรก็ตาม อาจกล่าวได้ว่าไม่มีแผนที่ใด ๆ ที่ถูกต้องแม่นตรงอย่างบนพื้นผิวโลก เพราะมีสาเหตุอื่น ๆ หลายประการ เช่น.-

1. การใช้พื้นผิวต่างกับพื้นผิวจริงบนพื้นโลก

2. เส้นลวดลายต่าง ๆ ที่นักเขียนแผนที่เขียนนั้น ความถูกต้องที่ควรได้รับมีขอบเขตจำกัด และจะถูกต้องมากน้อยต่างกัน

3. เส้นโครงแผนที่ชนิดถือโลกเป็นทรงกลม เพิ่มบางชนิดถือเป็น Spheroid

4. มีทางบังคับให้แผนที่รักษาความแม่นตรงบนโลก ในบริเวณจำกัด จะถูกต้องจริง ๆ เฉพาะบริเวณ หรือแนวบังคับ

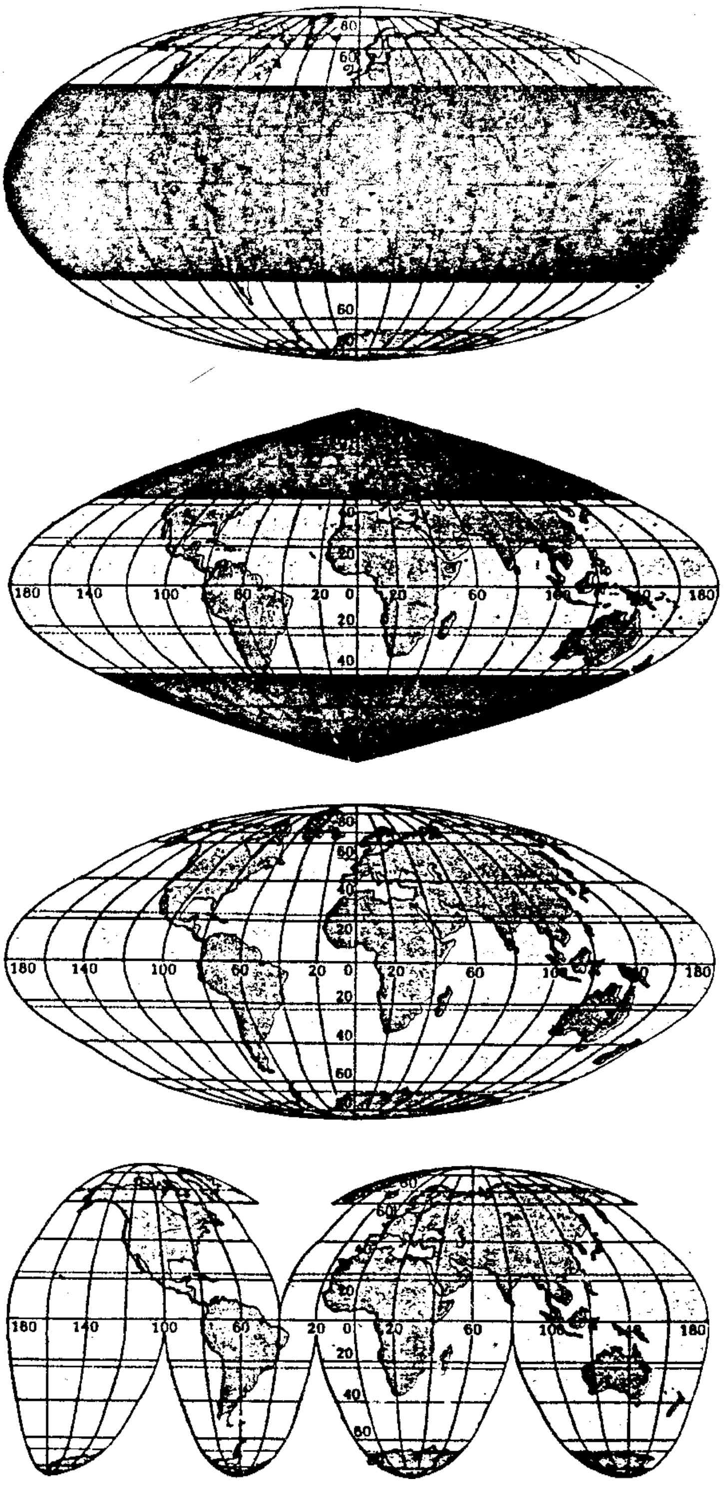
สรุปหลักการเลือกเส้นโครงแผนที่จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้.-

- ต้องการทราบตำแหน่งหรือบริเวณใดที่สัมพันธ์กันระหว่างทิศทางและระยะทาง ควรใช้ลูกโลกชนิดมาตรฐาน

- เลือกดูชนิดของเส้นโครงที่เหมาะสมกับเรื่องที่แสดงการกระจายของสิ่งต่าง ๆ บนพื้นโลก

- พยายามศึกษาลักษณะส่วนดีและข้อบกพร่องของเส้นโครงแผนที่แบบต่าง ๆ ให้เข้าใจ ก่อนที่จะเลือกนำมาใช้

- ต้องเลือกเส้นโครงแผนที่ชนิดที่สร้างง่าย เข้าใจง่าย และมีส่วนถูกต้องมากที่สุด



รูปที่ 4.37 เส้นโครงแผนที่แบบต่าง ๆ ที่ได้ปรับปรุงแล้ว

สรุป

1. เส้นโครงแผนที่ หมายถึง ระบบของเส้นที่สร้างขึ้นในพื้นที่แบนราบ เพื่อแสดงลักษณะของเส้นขนานและเส้นเมริเดียนอันเป็นผลจากแบบและวิธีการต่าง ๆ ในการถ่ายทอดเส้นเหล่านั้นจากผิวโลก ซึ่งเป็นทรงกลมลงบนพื้นแบน การถ่ายทอดดังกล่าวนี้ อาจทำได้ด้วยวิธีการสร้างรูปทรงเรขาคณิตหรือการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ก็ได้

2. โลกมีสัณฐานกลมรีขั้วเหนือใต้แบนเล็กน้อยแต่ตรงกลางป่อง การเลือกใช้รูปทรงของโลกในงานสำรวจมี 3 แบบคือ พื้นแบน ทรงกลมและทรงรีหมุน ส่วนความเป็นอีลิปซอยด์ของโลกต้องคำนวณจากค่าของความแบนราบ โดยใช้สูตร $f = \frac{a-b}{a}$ เมื่อ f คือ ค่าความแบนราบ, a คือรัศมีที่ศูนย์สูตร และ b คือ รัศมีที่ขั้วโลก การสร้างแผนที่ของแต่ละประเทศจะใช้ค่าอีลิปซอยด์ต่างกัน เช่น ของไทยใช้เอเวอร์เรสท์ ปี ค.ศ. 1830 ค่าความแตกต่างของแต่ละอีลิปซอยด์เมื่อคิดเป็นเมตรแล้ว รัศมีกึ่งแกนยาวต่างกัน 1,100 เมตร และรัศมีกึ่งแกนสั้นต่างกัน 850 เมตร

3. การสร้างแผนที่ต้องใช้มาตราส่วนแผนที่โดยเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างระยะทางในแผนที่กับระยะทางจริงในภูมิประเทศ

4. ลักษณะที่ดีของเส้นโครงแผนที่ คือ ต้องรักษาพื้นที่ รักษารูปร่าง รักษาระยะหรือมาตราส่วน และรักษาทิศทาง

5. เส้นโครงแผนที่จำแนกเป็น 4 ประเภทคือ

5.1 จำแนกด้วยคุณสมบัติของเส้นโครงแผนที่

5.2 จำแนกด้วยพื้นผิวที่ใช้รองรับการฉายของเส้นโครงแผนที่

5.3 จำแนกด้วยตำแหน่งของแหล่งแสงในการฉายภาพของเส้นโครงแผนที่

5.4 จำแนกตามชื่อและแบบของผู้คิดค้นเส้นโครงแผนที่

6. เส้นโครงแผนที่ตามวิธีการของสเตรเลอร์และนักสร้างแผนที่ทั่วไป จำแนกเป็น 4 กลุ่ม คือ

6.1 เส้นโครงแผนที่แบบทรงสัมผัส อาศัยระนาบพื้นแบน แยกเป็นแบบออร์โธกราฟฟิกมีจุดกำเนิดแสงมาจากดวงอาทิตย์หรืออินฟินิตี้ แบบสเตอริโอกราฟฟิกมีจุดกำเนิดแสงอยู่ตรงข้ามกับจุดที่สัมผัสผิวโลกและแบบโนโมนิกมีจุดกำเนิดแสงอยู่ที่กึ่งกลางของโลก

6.2 เส้นโครงแผนที่แบบทรงกรวย ที่ใช้เส้นขนานใดขนานหนึ่งและชนิดที่ใช้เส้นขนานหลักสองเส้น เช่น เส้นโครงทรงกรวยรูปแบบแลมเบอร์ต แบบแอลเบอร์ส แบบออร์-โธมอฟิก และแบบโพลิโคนิค

6.3 เส้นโครงแผนที่รูปทรงกระบอก ได้แก่ แบบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แบบเมอร์-เคเตอร์และแบบทรานสเวอร์สเมอร์เคเตอร์

6.4 เส้นโครงแผนที่แบบอื่น ๆ ได้แก่ แบบมอลล์ไวด์โฮโมโลกราฟฟิก แบบซินูซอยดอล แบบโฮโมโลไซน์และแบบเอคเกิร์ต 4

7. การเลือกใช้เส้นโครงแผนที่ต้องใช้ให้ตรงวัตถุประสงค์ว่า ต้องการแผนที่ไปใช้ประโยชน์อะไร เช่น แบบทรงกระบอกใช้ได้ดีเขตศูนย์สูตร แบบทรงกรวยบริเวณใกล้ขั้วโลก แบบทรงสัมผัสใช้บริเวณขั้วโลกหรือจุดที่ต้องการได้สะดวก นอกจากนี้ ควรคำนึงถึงแผนที่รักษาทิศทาง รักษาระยะ รูปร่าง และพื้นที่ด้วย

คำถามท้ายบท

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียวจากข้อสอบทั้งหมด

1. ข้อใดคือความหมายของเส้นโครงแผนที่
   1) ระบบของเส้นที่สร้างขึ้นในพื้นที่แบนราบ
   2) เพื่อแสดงลักษณะของเส้นขนานและเส้นเมริเดียน
   3) แบบและวิธีการถ่ายทอดข้อ 2 ซึ่งเป็นทรงกลมลงบนพื้นแบน
   4) ตามเหตุผลข้อ 1, 2, 3 ด้วยวิธีการสร้างรูป ทางเรขาคณิต
2. ท่านมีวิธีการใดในการเลือกใช้รูปทรงของโลกในงานสำรวจและทำแผนที่
   1) พื้นแบน
   2) ทรงกลม
   3) ทรงรีหมุนและทรงกลม
   4) พื้นแบน ทรงกลม และทรงรีหมุน
3. ประเทศไทยใช้อีลิปซอยด์ชนิดใด
   1) International Ellipsoids
   2) Clark Ellipsoids
   3) Everest Ellipsoids
   4) Bessel Ellipsoids
4. ข้อใดคือลักษณะเด่นของเส้นโครงแผนที่
   1) รักษาทรวดทรง
   2) รักษารูปร่างและพื้นที่
   3) รักษาระยะ รูปทรง และพื้นที่
   4) รักษาพื้นที่ รูปร่าง ระยะ และทิศทาง
5. เส้นโครงแผนที่แบบทรงสัมผัสที่มีจุดกำเนิดแสงมาจากดวงอาทิตย์ มีชื่อเรียกว่าอะไร
   1) ออร์โธกราฟฟิก
   2) โนโมนิก
   3) สเตอริโอกราฟฟิก
   4) อ๊อบลิก

เฉลย

1\. 4) 2. 4) 3. 3) 4. 4) 5. 1)