

# 誰かに教えたくなる 科学技術の話 88

地球を計測した人々



東京大学名誉教授 月尾 嘉男

現代では地球が球体であることは常識であるが、行動範囲が限定され、観測技術も高度ではなかった時代には平面と理解されていた。球体であるという見解が登場したのは、西洋では紀元前四世紀の古代ギリシャ時代以後で、そこから地球の半径を測定したり、一周の距離を計測したりする学問が発達してきた。その学問の進歩に多大の貢献をした学者と発見の内容を紹介したい。

## エラトステネス (BC二七五—一九四)

古代ギリシャのマケドニア王国の国王アレクサンドロス三世(大王)は父親の国王が暗殺された直後の紀元前三三六年に弱冠二十歳で王位を継承、アジア西部からアフリカ北部までの広大な地域を征服し、各地にアレクサンドリアという名前の都市を七〇以上建設した。とりわけ有名で現代まで存続している都市が紀元前三三二年にナイル河口に建設されたアレクサンドリアである。

そこには港湾の入口に屹立し古代七不思議とされる一三四メートルの巨大なファロス灯台(図1)以外に、ムセイオンと名付けられた研究施設、七〇万冊の蔵書を保有する大図書館が建造され、当時



図1 ファロス灯台

の先端学術都市であった。紀元前二三六年から二〇四年まで図書館長であったのがエラトステネスで、数多くの業績があるが、とりわけ地球の全周を計算したことで歴史に名前が記録されている。

紀元前四世紀には地球が球形であることは判明しており、ナイル河上流(南方)のシエネ(現在のアスワン付近)では夏至当日の正午に太陽が真上(北回歸線上)に位置することを観測したエラトステネスはアレクサンドリアとの距離を現在の単位で九六〇キロと計算し、それを基準に地球一周の距離を四万八〇〇〇キロと推定した。現在の測定では四万七五キロであるから、大変な精度であった。

## プトレマイオス（八三一―一六八）

アレクサンドリアでは前述のエラトステネス以外にも、比重の原理を発見したアルキメデス、三辺の長さから三角形の面積を計算する公式を発見したヘロンなど多数の優秀な学者が活躍したが、その一人が天文学、占星学、地理学などで多くの業績のあるクラウディオ・プトレマイオスである。生年や没年は推定であるが、一世紀後半から二世紀中頃まで活躍していた。

紀元前二世紀に古代ギリシャで活躍した天文学者ヒッパルコスが記録していた約一〇〇〇個の恒星の座標を測定して天動説の観点から説明した『天文学大全（アルマゲスト）』（一三巻）は大変な評判となり、以後一五〇〇年間、その学説はヨーロッパからアラビアにかけて流布し、十六世紀以後にコペルニクスやガリレイ、さらにはケプラーやニュートンが地動説を主張するまで西洋世界を支配した。

さらに一四〇年前後に発表した『地理学入門』（八巻）は当時判明していたヨーロッパからアジアにかけての約八一〇〇の都市、河口、山岳などの緯度と経度

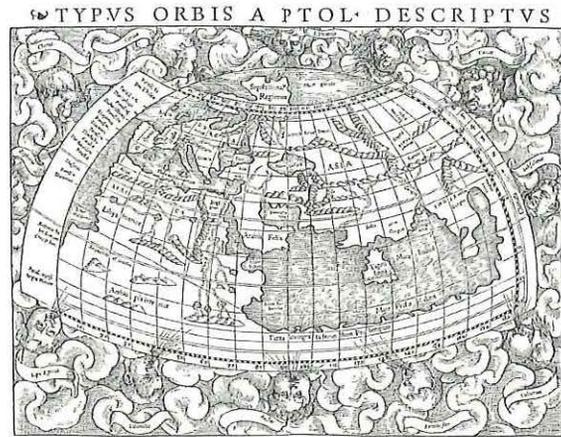


図2 プトレマイオスの世界地図（16世紀）

を記載している。多数の写本が作成されたが、十五世紀に活版印刷技術が登場すると三〇種類以上の版本が出版され（図2）、コロンブスも所有していた。当然、アメリカ大陸は記載されておらず、結果としてアメリカ大陸発見の契機となった。

## メルカトル（一五一二―一五九四）

現在でも小中学校の教室には経度を表示する経線を直線で表現する世界地図が掲示されているが、地球に外接する円筒

に地球の中心から地形を投影する図法で制作されている（図3）。これは一五二二年にフランドル（ベルギー）に誕生し、ルーヴレン大学で幾何学、天文学、地理学を学習して地球儀や日時計を製作する仕事に従事していたゲラルダス・メルカトルが作成した地図である。

一五三八年に北米大陸と南米大陸という地名が記載された世界最初の地図を出版し、北米大陸とアジア大陸は（ベーリング）海峡で分断されている別々の陸地

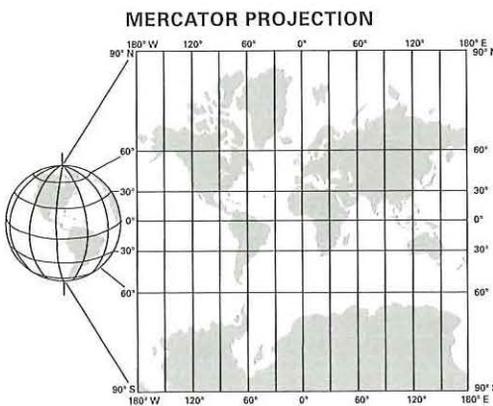


図3 メルカトル図法

として記載している。地図にはキリスト教会の思想と相反する表現もあり、一五四四年には関係した四三人の学者が異端として投獄され、四二人は火刑となったが、メルカトルは七ヶ月間投獄されたものの処刑はされなかった。

メルカトル図法による地図は上方が真北、下方が真南になっているので、磁石に依存して航海した時代には進路を決定するのに便利であり、十五世紀からポルトガルやスペインの船団が世界に進出していった時代には必須の地図となった。この特徴はGPSが利用できる現在でも重要であり、国際水路機関（IHO）により海図はメルカトル図法で作成することになっている。

### ガウス（一七七七一―一八五五）

知能指数が一五〇以上という天才は判明しているだけでも史上二桁の人数になるが、その一人が十八世紀から十九世紀にかけてドイツで活躍したカール・F・ガウスである。子供時代に一から一〇〇までの合計を一瞬で計算したとか、大学に在学していた時代に正一七角形が幾何学的に作図可能であることを証明したなどの逸話が記録されている早熟の天才で

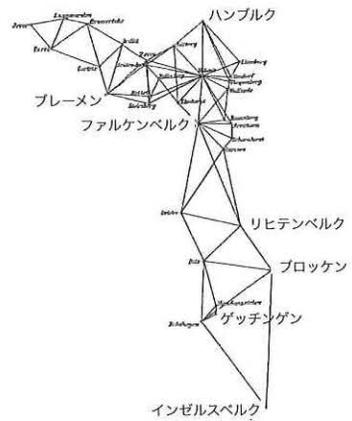


図4 ガウスが測量した範囲

あるが、測量でも能力を發揮した。

三十歳でハノーファー王国のゲッチンゲン大学の数学教授と天文台長に就任するが、測量についても研究していた関係で、国王ジョージ四世が構想していたデンマークから南下してヨーロッパを縦断する測量計画のハンブルクからゲッチンゲンを經由してインゼルスベルクまでを担当することになり、ガウスは南北三一八キロの部分に二五七八の測量地点を設定して測量する作業を実施した（図4）。

七年をかけた作業であったが、ガウスは従来の作業方法で測量するだけではなく、望遠鏡を使用して測量する装置を開発した。さらに同一区間を何回か測量した数値のどれを採用するのが適切かについて、誤差を最小にする最小二乗法を提

案し、その最短距離のものを測地線と名付けている。この経験から国際協力による地球規模の観測が必要であることも提案している。

### ドランプル（一七四九―一八二二） メシャン（一七四四―一八〇四）

一七八九年の革命で成立したフランス共和国は旧来の制度を一掃するとともに様々な改革を遂行した。その一例が長さの単位メートルと重さの単位キログラムを制定したことである。当時は旧来の様々な単位が使用されていたので、それらを統一しようとしたのであるが、長さについては北極点と南極点を通する子午線の長さの四〇〇〇万分の一を単位とすることに決定した。

そこで二人の天文学者ジャン・バティスト・ドランプルとピエール・メシャンに測量が命令された。革命直後の世情不

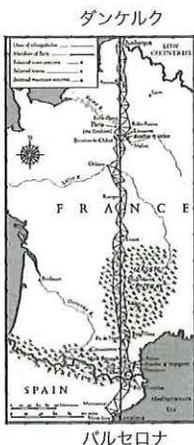


図5 ドランプルとメシャンが測量した範囲

安の時期にフランス最北のダンケルクからスペインのバルセロナまでの区間で、北側の七四〇キロをドラムブル、南側の三三〇キロをメシヤンが担当、一七九二年から九八年にかけて測量した(図5)。ここから計算した一メートルの原器が製作されて世界に配布された。

しかし、学問の世界ではより厳密な長さの定義が必要になり、一九六〇年にはクリプトン86の原子の橙色のスペクトルの真空中での波長の一六五〇七六三・七三倍を一メートルとし、さらに一九八三年には光が一秒間に真空中を進行する距離の二九九七九二四五八分の一が一メートルとされた。日常生活には関係のない精度の尺度である。

### エヴェレスト (一七九〇—一八六六)

世界最高峰の高山はエヴェレストという名前で世界に浸透しているが、チベットでは「**チョモランマ**(大地の女神)」、ネパールでは「**サガルマータ**(世界の頂上)」、インドでは「**デヴギリ**(神聖な高山)」と命名されており、エヴェレストという名前はインドを植民地にしていた時代のイギリスの測量局の初代長官であったジョージ・エヴェレスト(図6)に

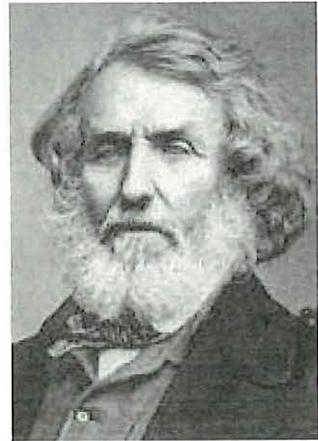


図6 G・エヴェレスト(1790-1866)

由来する。

エヴェレストはイギリス陸軍の軍人として一八〇〇年からインドに派遣されて測量に従事していた。一時は病気で本国に帰還したが、一八三〇年から四三年までインド測量局長官となった。後継の長官のアンドリュース・S・ウォーがインド全域を調査する過程で仮称「ピークXV」と名付けていた高山が世界最高峰であることを発見、先任の長官に敬意を表明して「エヴェレスト」と名付けた。

先住民族が「**デナリ**」と命名していたアラスカの最高峰は十九世紀末に当時のアメリカのマッキンリー大統領の名前に変更されたが、二〇一五年に先住民族の呼称に回復された。オーストラリアにある巨大な一枚岩も植民地総督の名前に由

来する「エアーズ・ロック」から先住民族の呼称「ウルル」に変更された。そのような背景からエヴェレストという名前も使用されない場合が登場している。(トランプ大統領は今年一月に「デナリ」を「マッキンリー」に変更した)

二〇一一年にヘブライ大学の歴史学者ユヴァル・N・ハラリが発表した『サピエンス全史』は世界で二五〇〇万部が発行された書物であるが、人間が地球を支配するようになった原因は大勢で協力できる認知革命を実現できたことと指摘している。その手段は言語であるが、今回紹介した地図も自身が存在している空間を多数の人間が共通に認知できる手段である。

さらに携帯端末が一人一台に普及した現在、個人が存在する場所も特定できる手段が急速に浸透している。すでに実験では個人の住居の位置も推定可能になっている。この能力が生成人工知能と一体となった時代に、地図は便利な情報以上の存在になりにかぬない。過去二五〇〇年間という直近に人類が手中にした地図という手段が健全に利用される社会を構想していくことが必要な時代である。