

地球を測る 測地学の話

中嶋浩一

一橋大学名誉教授

前回、日食の話のところで地球自転速度変動の話題が出てきたが、実はこのテーマは昔から天文学の重要な研究テーマの一つだった。そもそも人間生活は、地球自転による一秒という時間、さらにはそれを細分化した時分秒という時刻によって支配されている。そしてその時刻は日時計のような天文観測装置によつて与えられる。この日時計で決められる時刻を機械時計に移し、人間生活のための標準の時刻を維持・提供するのが天文学の重要な仕事であった。あのグリニッジ標準時は、イギリス・ロンドン郊外のグリニッジ天文台が決めていた。

ところが、機械時計よりもずっと正確なクオーツ時計が使われるようになると、また事情が変わってくる。天体観測とクオーツ時計の間には原因不明の微妙なずれがあり、クオ

ーツ時計開発者を大いに悩ませたが、その原因は実は天体観測のほうにあった。すなわち、その天体観測のよりどころである地球自転の速度が変動している、ということがまもなく明らかになった。こうなるともはや天体観測は時刻の標準にはできないことになる。かくして標準時はクオーツ時計、あるいはそれよりもさらに進んだ原子時計によって決められることになった。そしてこれは天文学ではなく電子科学の分野の仕事、日本では情報通信研究機構、あるいは産業技術総合研究所のような研究所の仕事、ということになつていて。

もつとも人間は、最終的には朝・昼・晩の地球の自転によつて生活しているわけであるから、いくら正確な時刻であつても地球の自転に合わせなければ人間生活に支障をきたしてしまう。そこで地球自転と原子時計にすれば生じた場合は、原子時計の時計面を一秒単位で調整し、地球自転に合わせることになった。このような方式で決められる時刻を協定世界時と呼び、一九七二年から用いられている。またこの一秒単位の調整をうるう秒と呼び、最近では二〇〇六年一月一日にプラス一秒のうるう秒が挿入されている。

さてこうなると今度は、天文学の仕事は原子時計と比較した地球自転速度変動の観測、ということになる。考えてみると天文学は昔から天測などの方法により地球上の地

緯度を決める、あるいは地上測量と組み合わせて地球の大きさを測るなど、地球全体の測定にかかる観測・研究を行つてきた。このような研究分野を特に測地学と呼ぶ。

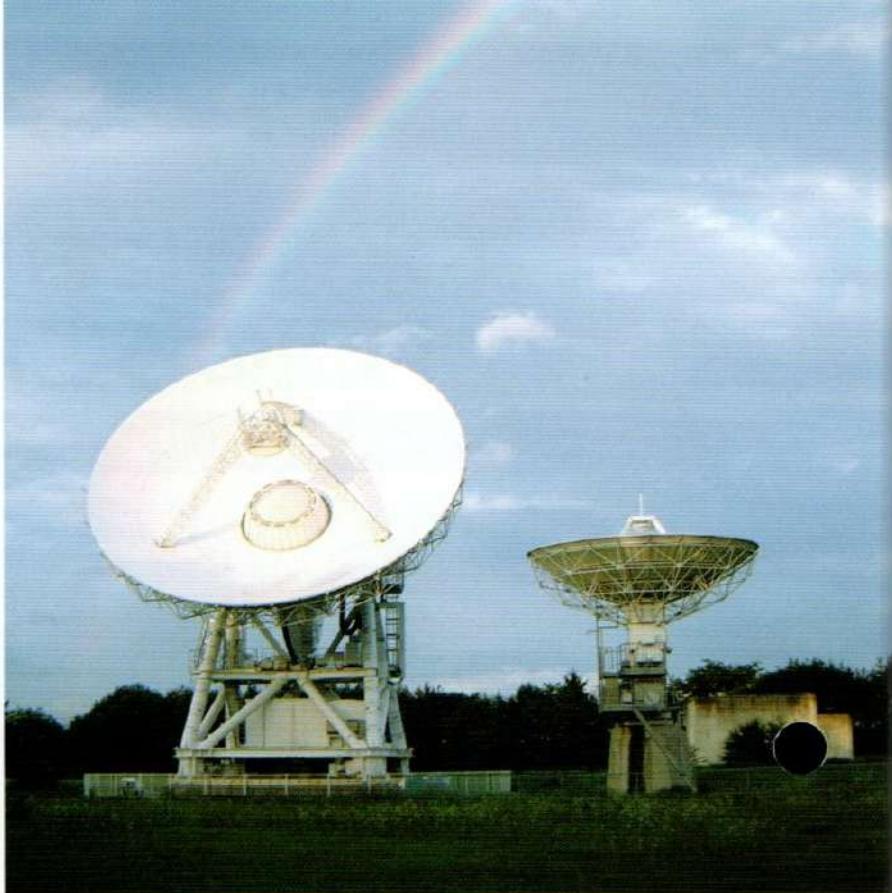
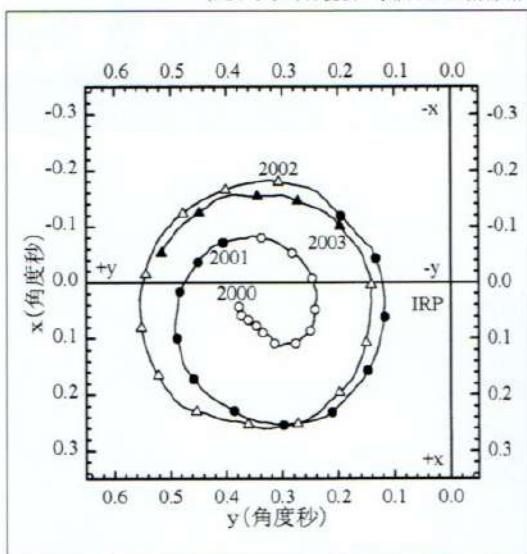
測地学では上記の地球自転速度変動観測のほかに、地球自転軸変動観測というものもある。地球の自転軸が地表を貫く点が北極、南極の両極点であるが、この点が地図上的一点に定まっていないで動き回つているといふのである。これが自転軸変動、あるいは極運動と呼ばれる現象だ。そしてこれは、地表の特定点、具体的には天測装置のある天文台で、緯度変化観測を行うことによって測定できる。北極が移動すれば北極からの角度、すなわち緯度が変わつてくる、というわけである。日本では国立天文台水沢VERA観測所が、以前は水沢緯度観測所という名称で、この分野の研究を世界的にリードしてきた。

また、地球上で緯度の差が一度の二地点の南北の距離を精密に測定し、それを三六〇倍すれば、地球一周の大きさを決定することができる。実際フランスで、フランス革命の直後の一七九二～一七八年に、パリを通過する子午線に沿つて北のダンケルクから南のバルセロナまでの距離を測定し、地球の大きさを決定、さらにはその一〇〇〇万分の一をトルの長さに決定するという大事業が敢行された。これについては、最近（二〇〇六年三月）そ

► 国立天文台水沢VERA観測所の
VLBI観測用パラボラアンテナ
(写真提供=水沢VERA観測所)

▼極運動の軌跡。IRPと記してある原点が地図上の北極、○や△のマークが毎月の自転軸の位置。角度の1秒は地球上で約30mに相当する

(PDFファイル提供=水沢VERA観測所)



の翻訳版が出た「万物の尺度を求めて」(早川書房)という本に適写されている。これについては今度はイギリスを中心に数々のドラマがあるのだが、詳しくは一九九七年に翻訳版が出された『経度への挑戦』(翔泳社)という本をご覧いただきたい。

さて昔の話はこれくらいにして、現代の測地学の話に移る。

昔の天文学者たちが超精密な望遠鏡を用いて悪戦苦闘しても、地球上で数百メートルの精度でしか決められなかつた経緯度が、現代ではGPS衛星を利用した装置で、瞬時に数十メートル(軍事用では数メートル以内)の精度で測定されてしまう。若いころ天文台での経緯度観測に携わっていた経験のある筆者としては、まさに隔世の感があるといふに尽きる。

このように高精度な測定では、人工衛星の軌道の計算も超精密に行われる所以であるが、実際には太陽光線の影響など不確実な要素があり、結果的に人工衛星では長期間にわたって安定な基準システムを構築できない。やはり地球の諸変動の測定のための基準システムは、広い宇宙に求めなければならない。ここで再び、星を見つめる天文学の出番となる。

一時代前の天文学では、恒星を基準として地球の測地を行つてきたが、現代の超高精度な測地学では、何億光年というかたのクエ

ンサーと呼ばれる天体を基準とする。これを利用すると、恒星を基準とする天体観測の百倍以上の精度で測地観測をすることができる。精度となる。そしてこのような観測を行う装置がVLBIと呼ばれる装置である。

VLBIではクエーサーを、パラボラアンテナを用いて電波で観測する。そしてその中枢部では、やはり原子時計やGPS衛星と同じような高度な電子技術が活躍する。実際この技術の開発では、前出の情報通信研究機構の前身、郵政省電波研究所が大きな役割を果たした。今も昔も人類の自然理解を推進させるのは、高度な技術の進歩なのである。そしてその技術を取り入れて新しい測地学を開拓しつつあるのが、前出の旧水沢緯度観測所、現在の国立天文台水沢VERA観測所である。

VERAというのは、日本における天文VLBIプロジェクトのコードネームだ。

VERAプロジェクトでは、小笠原や石垣島にもパラボラアンテナを設置してネットワークを作り、地球だけでなく宇宙の地図作りにも挑戦している。今後の活躍に大いに期待したい。

（なかじま こういち）一九四二年、群馬県生まれ。東京大学大学院天文学専攻博士課程中退。理学博士。東京天文台（当時）助手、一橋大学教授を経て、〇六年、同大学名誉教授。著書に『まわる地球』、『サイエンス・ミニマム10十+』（共著）など。