

長基線電波干渉計の測地・位置天文学的利用 (II)

土屋 淳・松波直幸・中嶋浩一*

4. 測地学・位置天文学の対象と目的

前回紹介した長基線電波干渉計 (VLBI) の技術が、測地学・位置天文学の立場からどのように評価され利用されるかを、今回の稿で検討しよう。そのためにまず、この分野の扱う対象と目的を考えてみる。

測地学はいわば全地球のスケールの測量であり、測量 (Survey) には三角測量や重力測量、磁気測量、地震観測などが含まれるが、ここでは特に地球上各点の位置や距離を測る三角測量のみに話を限定する。このような全地球の三角測量によって、地球の大きさや形、絶海の孤島の位置 (経緯度決定)、自転軸に対する地球表面の移動 (極運動、自転変動) などが測定される。

この三角測量では、少なくとも1つの三角点は地球外宇宙空間に求めなければならない。そこで、セオドライトの代りに天体望遠鏡を用い、三角点マークの代りに恒星や太陽、月、人工衛星などを十字線に合わせることにした。ここに天文学と測地学の不可分の関係が生じる。現在、海陸の測量を行なっている海上保安庁水路部および建設省国土地理院では、各種の望遠鏡を備えて人工衛星観測や月による“えんぺい”の観測などを行なっている。また極運動などは世界各国の共同天文観測から決定され、岩手県水沢市の緯度観測所にこの仕事の中央局が置かれている。

古くは紀元前220年頃に、エラトステネスが太陽の高度を測って地球の大きさを割出したのが測地学のはしりであるが、大航海時代以後、天測航行のために海の男にとって必要不可欠の知識となった。近代になって、精度の向上とともに、地球の扁平率の決定、チャンドラー極運動の発見、人工衛星運動理論による地球形状の決定など、かずかずのトピックスを生み出している。

またこれとは別に昔から、時刻の決定、種まき季節の決定 (曆)、日食や惑星の位置の予報 (やはり曆)、および惑星の運動の理論 (天体力学)、などの必要性から天体の位置を測る仕事が行なわれており、これが天文学の主な対象であり天文台の主な仕事であった。現在でも、標準時の決定、春分秋分の日決定などは天文台で行なっている。しかし近代天文学は、天体それ自身の性質や構造を研究する天体物理学も含むようになったので、前者

は位置天文学の名で呼ばれるようになった。

このようにして、全地球の三角測量および位置天文学の両分野は、方法的には同じことを行なっているのに、一括して位置天文学と言われることが多い。また逆に形容詞としては、測地衛星、VLBIの測地利用、などのように測地が使われることが多いが、内容は同じである。

ここではVLBIの機能を説明するための便宜上、両者を使い分けて、(1) 測地学 (Geodesy) は地球上または地球近傍の点の位置 $R (R, \varphi, \lambda)$ 、および地点間の相対位置 $D (D, \alpha_B, \delta_B)$ を測定し、(2) 位置天文学 (Astrometry) は遠方天体の方向 $S (1, \alpha_S, \delta_S)$ を測定するものとする。(図6を見よ) どちらも、方向は地球の自転軸に基づいて測られる。これらのパラメータの測定から何がわかるのか、第8節でまとめて考える。

5. 各パラメータと VLBI 観測量との関係

前記の測地・位置天文学のパラメータに、2地点間の時計の差 τ_0 を加え、これらがVLBI観測からどのように決められるかを、式を用いて説明しよう。

まず観測量であるが、狭いバンド幅のみの観測では時間とともに周期的に変化する干渉パターン (フリッジ) が、また広いバンド幅で観測すれば両アンテナへの電波の行路差が、それぞれよい精度で求められる。

干渉出力にフリッジが見えるということは、観測波長を λ とすると対象天体の視半径が λ/D より小さいということを示し、これは測地利用のための必要条件である。これとは逆に、長い D と短い λ を用いて対象天体を分解し構造や運動を求めようとする行き方もあり、天体物理学的に大変重要であるが、これについては前号石黒氏の記事または次号以後の平林氏の記事を参照されたい。ここでは電波源を点状として扱う。

電波周波数を $\omega = 2\pi f$ 、光速を c 、自転速度を Ω 、時計 (周波数標準) の位相差を ε とすると、 α_B は自転と共に移動するので、

$$\alpha_B = \alpha_{B0} + \Omega t,$$

また図6より行路差 $c\tau$ は、

$$\begin{aligned} c\tau &= D \cdot S \\ &= D [\sin \delta_B \sin \delta_S + \cos \delta_B \cos \delta_S \cos (\alpha_S - \alpha_B)] \end{aligned}$$

フリッジ出力 $I(t)$ は

$$I(t) = A \cos \varphi = A \cos \{\omega\tau(t) + \varepsilon\}.$$

* 東京天文台 A. Tsuchiya, N. Matsunami and K. Nakajima: Geodetic and Astrometric Use of the VLBI (II).

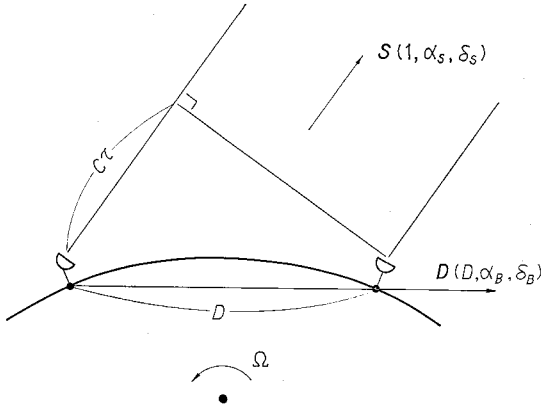


図6 各パラメータの説明図

前回の解説にあるように、VLBIでは ε は未知量になるので、 φ を微分したものを観測量とする。

$d\varphi/dt$ をフリンジレイトと言って前回説明したフリンジカウントから求める。また前回の帯域合成法により広帯域観測を行えば、 $\partial\varphi/\partial\omega = \tau$ 、すなわち行路差が求められることになる。さらにつけ加えると、比較的短基線(数km)の干渉計では、ケーブルによる直結または時計の位相ロックにより ε が既知となるので、直接 $\omega\tau(t)$ を求められる。これをフェイズ法と呼び、短基線ながらも良い精度を出すことができる。

1) フリンジレイト法の観測方程式。

両地点の時計に歩度の差 dt_e/dt があると当然フリンジレイトは変って来るので、これを考慮して

$$\frac{dt}{dt} = \frac{dt_e}{dt} + \frac{\Omega}{c} D \cos \delta_B \cos \delta_S \sin(\alpha_S - \alpha_B) \quad (5)$$

観測方程式は未知数を多く含んでいるので、多数の観測を行なってこれらを分離決定しなければならない。

$\alpha_B = \alpha_{B0} + \Omega t$ の変化を追うことによって、 dt_e/dt (時計の歩度の差)と $D \cos \delta_B \cos \delta_S$ とを分離できる。また電波源(α_S, δ_S)を何種類か観測することによって、電波源の相対位置も決定されるが、 D と $\cos \delta_B$ とは分離の手段がない。この点と、前回述べたようなフリンジカウントの誤差の点から、この方法は次の行路差法に比べてやや不利と考えられる。

2) 行路差法の観測方程式(図6)。

$$\tau = \tau_0 + \frac{D}{c} [\sin \delta_B \sin \delta_S + \cos \delta_B \cos \delta_S \cos(\alpha_S - \alpha_B)] \quad (6)$$

時計の差 τ_0 を

$$\tau_0 = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$$

と展開して

$$\tau = A_1 + a_1 t + a_2 t^2 + A_2 \cos \Omega t + A_3 \sin \Omega t$$

ただし

$$\begin{aligned} A_1 &= a_0 + \frac{D}{c} \sin \delta_B \sin \delta_S \\ A_2 &= \frac{D}{c} \cos \delta_B \cos \delta_S \cos(\alpha_S - \alpha_{B0}) \\ A_3 &= \frac{D}{c} \cos \delta_B \cos \delta_S \sin(\alpha_S - \alpha_{B0}) \end{aligned} \quad (7)$$

と書けば、数時間の t といくつかの電波源(α_S, δ_S)を用いて全てのパラメータが分離されることがわかる。

それでは $d\tau/dt$ および τ は、どの程度の精度で決定されるのか。また分離の精度はどうか。

6. 誤差の原因とその大きさ

ここでは主に τ 決定の場合の誤差の原因を調べる。分離の精度が悪い場合は、 D, S 決定の際に誤差 Δc が拡大されて入り込むことになる。この検討の結果のいかんによっては、VLBIはあきらめねばならないことになるかもしれないので、この節は重要である。

1) 受信系のS/N比

フリンジの見え方がS/N比によってボケると考えると、位相測定誤差 $\Delta\phi \approx 1/(S/N)$ となり、更にこれからフリンジレイトの誤差は $\Delta\phi/(\text{観測時間})$ 、また行路差の誤差は $\Delta\phi/(2\pi \cdot \text{バンド幅})$ のように与えられる。

一方、S/N比はアンテナの大きさ、電波源の強度などによるが、JPLグループのF. MacDoranによれば

$$S/N = \left(\frac{\pi}{4} \times 10^{-4} \right) S \sqrt{\frac{n_1 n_2}{T_{S1} T_{S2}}} D_1 D_2 \sqrt{B T_i} \quad (8)$$

ただし S : 電波源強度 (f. u.) ≈ 2

n : アンテナ効率 (%) ≈ 50

T_S : 受信系雑音温度 ($^{\circ}\text{K}$) $\approx 20 \times 200$

D : アンテナ口径 (m), $D_1 D_2 \approx 64 \times 9$

B : 記録機バンド幅 (MHz) ≈ 2

T_i : 連続観測時間 (秒) ≈ 900

として、 $S/N \approx 30$ を得る。またSAOのJ.M. Moranによれば、JPLとMIT間4000kmでは $S/N \approx 25$ のことである。

これを用いると

$$\Delta\phi \approx 0.04 \text{ rad}$$

となり、4000kmの基線長で8GHz観測の場合は

フリンジレイト法 $0^{\circ}005$

行路差法 $0^{\circ}002$ ($c\tau$ で4cm).

もしこの基線で時計の位相ロックが行なわれれば

フェイズ法 $0^{\circ}00001$ ($\approx \Delta\phi \cdot \lambda/D$)

となるが、実際は位相ロックは短基線のみで可能であるのでこれは無理である。しかし $D \sim 4$ kmでも $0^{\circ}01$ と

なることに注目したい。表5にはこの例をも示した。

結論としては、 $\Delta(ct) \approx 4 \text{ cm}$ 。

2) 電離層の影響

電離層プラズマ中では、電波の位相速度は光速より速くなり、その割合は f^2 に逆比例する。この場合、群速度は f^2 に逆比例して遅くなるので、行路差観測に影響が出て来る。この量は $f=1 \text{ GHz}$ では 5 m に達するが 8 GHz では 8 cm 程度になり、更に2つの離れた周波数で観測すればこれも計算で 1 cm まで補正可能と考えられる。

3) 対流圏大気の影響

大気中の水蒸気成分は場所や時期によって大きく変化するので、通常、乾燥成分と H_2O 成分とを分けて考える。どちらも屈折率は f によって少ししか変化しないので、電離層のような方法は用いられない。

乾燥成分の場合は、行路差にして 2.5 m 程度の影響があるが、変動幅は小さい。さらに地上気圧の実測値からこれを計算できるので、誤差は 1 cm 程度としてよい。

これに反して H_2O 成分は、行路差にして数 10 cm の程度であるが、天候によって大きく変動した地表からは推定できないので大きな問題である。ラジオゾンデによる高層気象観測から求めた水蒸気の高高度分布と、変動幅、季節変化を、図7に示す。

この補正方法は2通り考えられる。1つは大気モデルによる推定、他は実測である。前者は、例えば図7のような資料から月毎の平均値を求めて推定するもので、 10 cm くらいまでは補正可能である。さらに地表の温度・湿度の値を参考にして経験的に推定すれば、日本のように比較的湿度の高い所でも 5 cm 程度のばらつきで推定できる。冬期や高地ではさらに小さくなる。大気層をななめに通して見た場合でも 10 cm は保障されると考えてよい。

他方、実測の場合、技術としては気球観測、レーザー光逆散乱、 H_2O の 22 GHz バンドの観測などが考えられる。この内、視線方向の H_2O を直接求めるためには後の2者が良い。mm波電波を用いれば、雲を形成する液滴や氷晶も測定可能であり、 O_2 のバンドを用いて温度も実測できる。特に電波の場合、先月号石黒氏の記事の干渉計システムのように近接していくつかのアンテナが存在する場合には好都合である。いずれにしても、これらの方法で、前出の 10 cm は大幅に短縮されることは確実である。

またこのような推定・測定とは別に、相対観測によって大気・電離層の影響を逃げようとする方法もある。例えば月面上の2点（アポロ基地の電波を利用）の相対位置を測るなど。また合計4個のアンテナを用いて、2個は $3 \text{ C } 273$ などの標準天体、他の2個は目標天体、とい

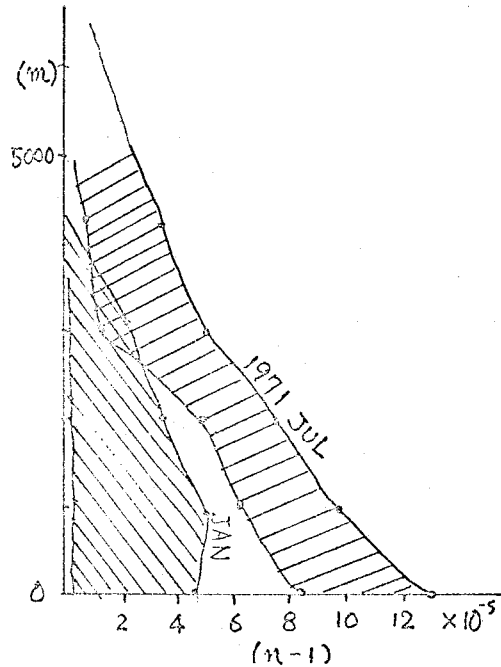


図7 水蒸気屈折率の高高度分布

う方法も考えられており、4 アンテナ法と呼ばれる（図8）。これは大気だけでなく他のいろいろな未知の地球物理学的影響や時計の位相の差からも逃げることができ、大きな期待が寄せられている。この場合にも前述のように、干渉計システムが利用できると大変都合が良い。

4) シンチレーション

子供の歌にもあるように、夜空の星はキラキラまたたいているが、これは大気の短周期変動によって起る。望遠鏡で星を見ると、大きい時は $2\sim 3''$ 程度の振幅で星がふらふらしている。可視光天体観測の場合はこれに妨げられて、良い精度が得られない。VLBI ではどうだろうか。

結論を述べると、VLBI は行路差（光路差）を測るために、この影響は小さくなってしまい、問題ない。簡単に言うと、角度 θ だけ屈折した光は直進の場合に比べて $1 - \cos \theta \approx \theta^2/2$ だけしか光路差を生じない、ということである。同じ理由で、大気差も無視できる。

実際の場合はどうかと言うと、シンチレーションを起す密度のゆらぎが、視線に沿った合計密度の 100 分の 1 程度であるとすれば、電離層・乾燥大気は 3 cm 以下に収まる。ただ H_2O 成分は、数時間の間に大きく変化する可能性が残されており、これは実測で検討されねばならない。2個のアンテナを用いて電波の位相のばらつきを測定する方法で実測したところ、ケンブリッジの 5 km 干渉計で数時間の変動が、 0.6 cm 、NRAO の 35 km はなれたアンテナで 0.7 cm 、また前述の4アンテナ法では

800 km はなれても 0.9 cm と、いずれも小さい値を得ている。

5) 未知数の分離の精度の問題

前記(1)~(4)では、行路差 $c\tau$ に直接影響を与える要素について述べたが、ここでは観測方程式を解く場合にパラメータによっては精度が落ちる(あるいは他の未知量と分離できない)問題を考える。

まず分離できない例としては、5のフリンジレイト法の所で述べた $D \cos \delta_B$ がある。また行路差法でも $\delta_S=0$ または $\delta_B=0$ の場合は同様なことが起る。実際は全く0とはならないので最小自乗法などで計算すると結果が出て来るが、精度は悪くなる。例えば(7)式で、 A_1 が $\Delta\tau$ の精度で求められても、 $\sin \delta_B$ が小さければ $D \sin \delta_S$ の誤差は $\Delta\tau / \sin \delta_B$ と拡大されてしまう。

またこれとはやや異なる例として、(6)式における $A_1 + a_2 t^2$ と $A_2 \cos \Omega t$ 、および $a_1 t$ と $A_3 \sin \Omega t$ とがある。これらを最小自乗法で分離決定しようとする、 $\Omega t \ll 1$ の場合、正規方程式の係数行列式の値が小さくなってしまふ。この原因は、 Ωt の小さい所で $\cos \Omega t \approx 1 - 1/2(\Omega t)^2$ となり $A_1 + a_2 t^2$ に似ていることによる。 t を十分長く観測すればよいのだが、その場合は時計の安定性が問題となる。次の時計の項で考えよう。

この項の結論としては、フリンジレイト法は不利であること、 $\delta_B \approx 0^\circ$ の基線は δ_S の精度を落すこと、 δ_S の大きい電波源も必要であること、観測時間は時計の許す範囲で長い方がよいこと、など。

なお、点状電波源は天球上に割合一様に分布しており、上記の計算は可能である。これとは逆に、多くの電波望遠鏡を地球上にばらまいて α_B 、 δ_B の数をふやす方法も考えられる。極運動観測などに必要であるが、さしあたり将来のテーマであろう。

6) 時計(または周波数標準)の精度

VLBI 観測では、高精度時計が大きな役割を果す。もし両地点の時計が全く同じ時刻を示していれば、図6のように $c\tau = D \cdot S$ となるのであるが、時計面に差(τ_0)があれば測定された τ は τ_0 を含んでいるので、結果は(6)式のようになる。さらに時計の歩度にも差があれば、 $\tau_0 = a_0 + a_1 t + \dots$ のようになる。時計の誤差はそのまま $\Delta\tau$ に現われてしまふ。時計は、VLBI だけでなく古くは経度観測、新しくは人工衛星観測、月レーザー観測などにも必要不可欠のものであり、時計の厳密な管理は天文台の重要な仕事の一つとなっている。

時計の精度(あるいは周波数標準の安定性)については前回説明した。原子時計にもいろいろな種類があって、どの程度の精度がどれくらい長時間保持できるかという点についても、さまざまなタイプがある(前回図3参照)。最も精度の高いのは水素メーザ時計で、我々の

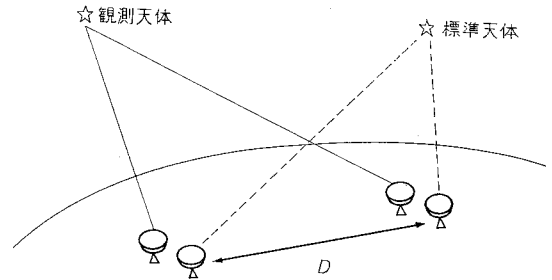


図8 4アンテナ法

使用目的の時間範囲で 10^{14} の精度を持つ。これを24時間($\approx 10^5$ sec)働かせると

$$10^5 \text{ sec} \times 10^{-14} = 10^{-9} \text{ sec} = 1 \text{ nsec} \approx 30 \text{ cm}$$

となり、 $\Delta\tau$ に 30 cm の影響が出て来る。そこで前項に述べたような $\cos \Omega t$ の分離の問題は大きな壁につきあたってしまふ。これを避ける1方法として、 $\tau_0 = a_0 + a_1 t$ のみとし、3時間くらいの間になくとも3個の電波源を観測して(7)式を解き、次の観測ではまた別の a_0 、 a_1 を決定する、という考えもある。しかしこの場合でも $a_1 t$ と $\sin \Omega t$ とで分離が悪く、いずれにしても時計の問題は最後まで尾を引きそうである。現状ではこの点で $\Delta(c\tau) \approx 10 \text{ cm}$ と考えられるが、多数の観測を平均すれば精度は向上すると考えられる。

7) 天文・測地常数の不確定部分、および未知の地球物理学的影響の問題

次節にいろいろな VLBI 観測実例を示すが、どれもまだ予想の 10 cm、0.003 の精度には達していない。表5に示された精度は内部的なものであり、グループ毎の決定値を相互に比べるとさらに大きな系統差が見出される。例えば電波源の位置決定では、MIT グループと JPL グループとで、約 0.1 の系統差が指摘されている。行路差 $c\tau$ が精度良く決まっても、この項の標題にあげたような各種の未知の影響があって、どうしても系統差が入り込むと考えられる。

例えば異なる時期の星の位置観測を互に比較する場合、歳差・章動などによる位置変化を除くため、一定の基準時期(元期)の位置にひきなおすが、ここで用いられる定数は星の観測や剛体地球モデルからの計算で決められたもので、精度は VLBI などに比べるとあまり良くない。実際、半年周章動項の定数は、流体核地球モデルで計算すると 0.02 程度の差があることが指摘されている。また地球は弾性体であり、月・太陽による潮汐力で海洋のみならず大陸も上下している。この振幅は約 20 cm もあるので、実際の VLBI は月・太陽との関係式を作って差し引いているが、振幅は場所によって異なりかなり不確定である。

これらの未知の不確定性によって、VLBI 測地利用は

表 5 VLBI 測地利用の例

グループ	年	アンテナ	方法	D km	f GHz	α_s'' , δ_s''	AD cm	UT1 ms	$\Delta\tau_c$ ns	注
NASA/CT	71	6-22	f, d	10590	2	± 2.0	± 200	—	—	} 最初の本格的な VLBI 測地利用 } このアンテナ組合わせは度々用いられ、 } "Goldstack" アンテナと呼ばれる。 } 最新のデータ
MIT	71	12-20	d	845	2, 8	1.0	200	USNO	± 1	
NRAO/CT	72	6-12	f	3900	8	0.2	110	BIH	—	
MIT/GSFC	73	"	d	"	8	0.1	(100)	(2)	(2)	
NRAO/CT	73	3-20	f	3325	1.4	0.3	(150)	(5)	—	
JPL	74	6-26	f	7000	2	0.07	90	2	—	
MIT/GSFC	74	6-12	d	3900	8	0.05	20	1	1	
MIT/GSFC	72	{ 3-12 3-20	f	3930 3325	7	{ α 0.02 δ 0.2	MIT	(0.5)	—	} 静止衛星 TACSAT の観測。 } $\alpha_s 0'.02$ は衛星で 3 m } 静止衛星 ATS-3. 準星利用の $AD \approx 40$ cm } アポロ基地の相対測定. 相対値のため高精度. } 月の姿勢を $1''$ で測定.
NASA	72	3-10	f	4200	2, 5	0.4	準星	(10)	—	
MIT	73	{ 6- フロリダ	p	4000	2	0.001	MIT	—	—	
JPL/CT	73	6 内部	d	16	2, 8	JPL	4	JPL	(0.1)	} ARIES 計画. JPL の VLBI を併用して短基線 } で高精度を出す. 地震予知を計画. 図 9 参照
MIT/NRAO	74	13-20	p	845	8	0.004	(1)	(0.1)	0.03	
NRAO	73	20 内部	p	2.7	3, 8	0.5	実測	(50)	ケーブル	} 単一の位相同期干渉計システムによるフェイズ法 } の例
Cambr.	73	42 内部	p	4.6	5	0.05	"	5	"	
Cambr.	72	—	写	—	光	0.15	—	—	—	} Schmidt 乾板上の準星の位置測定 } 恒星の可視光観測 } ロラン c による時計比較
東京天文台	—	(PZT)	写	20 cm ϕ	光	0.05	150	5	—	
"	—	—	—	—	—	—	—	—	100	

JPL (ジェット推進研究所), MIT (マサチューセッツ工大), GSFC (ゴダード研究所), CT (カリフォルニア工大), NRAO (米・国立電波天文台), BIH (パリ・国際電波局), USNO (米・海軍天文台), Cambr. (英・ケンブリッジ). 年は報告のあった年. アンテナは表 4 の番号で示す. 方法は f (フリンジレイト法), d (行路差法), p (フェイズ法). 精度の欄の () は筆者の推定.

理由から VLBI でこれが分離されると、今度は地球自身のことがいろいろわかって来る。たとえば外力に対する応答から内部の密度分布に関する情報が得られる。また流体核はマントルと形が異なるため、異なった外力を受け異なった運動をする。すると核・マントル境界でマサツが生じ、自転軸が永年変化を起す。VLBI の精度で

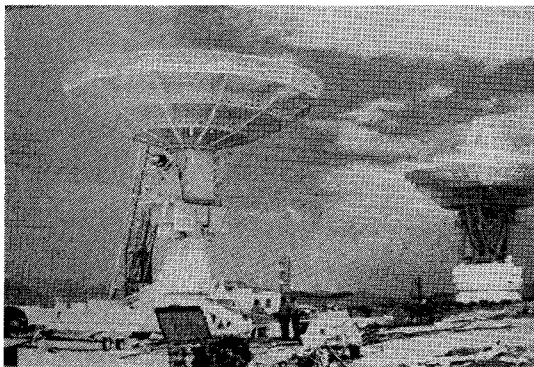


図 9 ARIES のポータブルアンテナ 9m ϕ と Goldstone 64m ϕ アンテナ. Dr. MacDoran による.

この量が決定されれば、流体核の性質に関する重要な情報が得られる。章動についても同様なことがあることは 6 の (7) に述べた。

3) 極運動・自転速度変動の観測 (α_B , δ_B).

地球にはコマのような心棒がないので、どの地点を軸にして回転しようと自由である。昔は日本の近くを軸にしていたこともあるらしい。現在は赤道方向に少しふくらみがあるお蔭で、軸は地図上の北極の付近 (約 10m) をふらふらするに留まっている。これを極運動と呼ぶ。地球上の地点の緯度は自転軸からの角度であるから、これは緯度変化として現われ、水沢緯度観測所などを中心として組織的な観測が行なわれている。これを調べることによって、地球の性質に関する多くの事実が解明されて来た。

一方地球上の大気・海洋および流体核は、いろいろな条件に従って“流動的”に運動するので、固体マントルの回転速度はその反動を受けて常に変動している。例えば偏西風が強まれば、自転速度は遅くなる。また気象・海洋では説明できない変動もあり、流体核の運動を示し

ていると考えられる。これらの相互作用のメカニズムはまだよくわかっていない。例えば核による自転変動が異常気象をひきおこすだろうか。

これらの変動は地球上の地点間の自転軸に対する方向 (α_B, δ_B) の変動として現われる。ただし極運動の決定には少なくとも3地点必要である。多地点の VLBI 観測システムは将来の課題であることは前述したが、なんとかして実現したい。

4) 地表の各点間の距離と相対運動 ($D, dD/dt$)。

これらの量の現状精度は高さ 1m であるが、これを 1桁上げることによって懸案の多くの事項が測定にかかって来る。例えば、① 固体地球の潮汐変形 (≈ 20 cm), ②大陸移動 (≈ 3 cm/年), ③局所的な地殻変動 (≈ 10 cm/年), ④地震前兆のダイラタンシー隆起 (100 km 平方が数か月の間に 10 cm 程度隆起する) など。

日本列島付近の島弧の研究はプレートテクトニクス上大変重要であり、アメリカと結んで ②, ③ を行なえば得るところ大である。また ARIES 計画は ④ を目指しており、メンバーの 1人 McDoran の話ではアメリカから日本の地震をも予知する意気込みが感じられた。

5) 時計比較 (τ_0)。

なるべく一様な“時”を実現するためには、できるだけ多くの原子時計を比較・平均して国際原子時 (TAI) を作らねばならない。現在、欧・米の各研究所の時計は

1~0, 1 μ sec の比較で結ばれており、これから TAI が決定されているが、東アジア地域はこれに結ばれていない。VLBI は飛躍的な高精度 (≈ 0.3 nsec) で、世界各地に同期の基準点を作ることができ、また全世界時系も実現させる。

9. おわりに (日本における VLBI)。

日本における VLBI の困難は、大きな高精度電波望遠鏡の使用、および国際協力という点であろう。実際今までの VLBI はほとんどアメリカ一国のグループで行なわれ、他国内のアンテナさえもアメリカが所有している場合もある。また達成しなければならない技術水準も高い。

しかしこれらの困難を乗り越えて、日本も VLBI 実験に取りかかる時期がやって来た。技術的な面は郵政省電波研究所で検討が始められた。これについては同所季報 (印刷中) の川尻氏の解説記事を参照されたい。

すでに 1971 年には日・米 VLBI の可能性が打診されたが、現段階ではハワイ・アラスカなどと一体となって太平洋プレートをとりまく VLBI 網の計画 (PPME) が検討されているようである。

また、日本における大電波望遠鏡とそれともなう干渉計システムの計画も、4アンテナ法などへの応用として、大きな期待が寄せられる。

雑 報

新彗星 West・Kohoutek・池村 (1975b) と Kohoutek (1975c) の発見

1975年2月28日にスミソニアン天文台より東京天文台に届いた天文電報によると、コホウテック博士は次の位置に新彗星を発見した。

1975 II 9.77222 日 03^h 47^m2+19°26' 14
II 27.78021 日 02 46.5 +15 47 13

観測日時と位置から多くの観測者は予定される位置として南西を注視していたが、たまたまこの彗星の観測を3月1日に試みていた名古屋の池村俊彦氏が、カメラを予報位置に対しやや北東に向けて撮影した4駒のフィルム上で北東に移動する 12 等の彗星像を発見して、東京天文台に連絡して来た。

東京天文台では、コホウテック博士の2月9日と2月27日の観測から予想される位置に彗星を検出できないという信頼できる情報から、コホウテック博士の2月9日と2月27日に観測した彗星は別物であろうとの予想をたてた。幸い愛知県の小島信久氏が同じコホウテック彗星の

28日の予想位置を中心に撮影してあることがわかり、乾板上で池村氏の検出位置付近を調査して頂いたところ3枚の原板に写っていることが判明した。

東京天文台では池村氏の3月1日、2日の観測と小島氏の2月28日の観測から暫定軌道と位置の予報とを計算し、スミソニアン天文台に打電した。

スミソニアン天文台から折り返し、電報で表記のように命名すると連絡があり、2月9日にコホウテック博士の観測した天体と別物であることが明らかになった。この彗星の観測位置は次の通り。

2月 28.42674日 02^h48^m1+16° 11' 12等 小島信久
3月 1.52129 02 50.8+16 46 12 池村俊彦
2.45035 02 53.3+17 17 12 "

日本人の名前がついたのは 1972 j 小島彗星以来である。3月6日にはコホウテック博士が2月9日に観測した彗星のその後の位置が観測され、1975c と命名された。1975c のプルガーとマックロスキーによる観測は 1975年3月5.08056日 $\alpha = 4^{\text{h}}48^{\text{m}}6$ $\delta = +20^{\circ}21' 15$ 等である。マースデンによれば 1975b は、1974年10月南半球でウェストにより観測された彗星と同じで、1975c と共に周期約6年の周期彗星である。(香西洋樹)