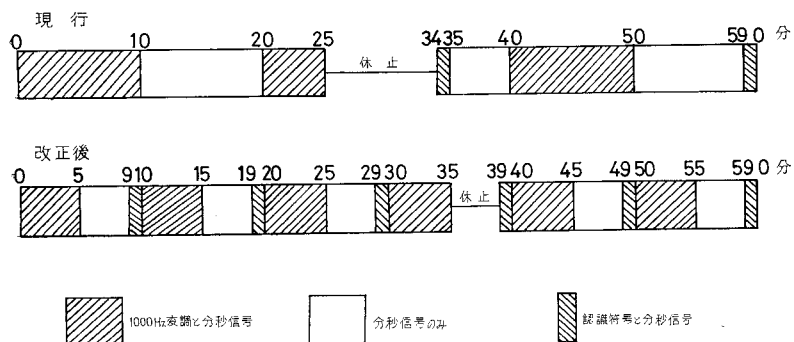


雑 報

JJY 発射の変更

日本の標準電波として広く利用されている JJY 電波の発射の送信所と発射スケジュールが昭和 52 年 12 月 1 日から変更される予定である。本来、標準電波は無線通信技術の発達にともなって、正確な周波数の電波を使用することが必要となったために、周波数の標準を利用者に供給する目的で始められた。1929 年に CCIR (国際無線通信諮問委員会) が発足したのは、国際的にその情勢を反映したものであった。その後、1950 年代に入っている 5 MHz シリーズが標準電波のための割当周波数と決り、それとともに、時間々隔・時刻に対する要求も高まって、現在では、周波数偏差は 1×10^{-10} 以内、時刻の誤差は UTC (協定世界時) に対して 1 ms 以内となっている。このような事情で、標準電波は標準周波数と UTC に基づいたタイムスケールを供給 (法律では通報という) するものとなった。詳細な説明としては、天文月報の本年 7 月号 200 頁の記事 (飯島重孝), および理科年表 (昭和 52 年, 天 76-81) がある。

送信所の変更は利用方法によっては、受信アンテナの方向、伝播時間の違いなどを考慮に入れる必要が生ずるが、発射スケジュールは従来のものより便利になる。JJY は始め千葉県検見川 (35°38'N, 140°04'E) において送信を開始、1949 年に東京都小金井市緑町 (35°42'N, 139°31'E) に移転して以来、郵政省電波研究所が送信を続けて来たが、送信所周辺の都市化が著しく、また施設の近代化を図る時期になったために、本年 12 月から茨城県三和 (さんわ) 町 (36°11'N, 139°51'E) の日本電信電話社の新送信所から発射されることになり、同時に利用者の要望を考慮して発射スケジュールも改正することになったものである。なお、従来、検見川から発射されていた 40 kHz の長波標準電波 JG2AS は、すでに 11 月 1 日から新送信所に移転している。発射される電波の周波数と時刻については東京都国分寺市の電波研究所においてモニターを行い、適宜調整することになる。



JJY 発射スケジュール (毎時間)

理科年表 (昭和 52 年, 天 79) の下方に「JJY の毎時間プログラム」という図があり、それと同じものが下図の上のものである。この従来の発射スケジュールについて、すぐ気がつくことは、認識符号が 1 時間に 2 回しかないことである。また、毎時 25 分から 34 分までの 9 分間は休止であり、この内に外国の標準電波を受信し、各々の基となっている時計について、すすみおくれの比較測定を行っていた。短波標準電波の 2.5, 5 MHz は比較的近距离の地域で利用されるが、10, 15 MHz は国際的に相互干渉が起る。このようなことに対して、改正後は図の下ようになる。これを項目としてあげると次の通りである。

- ① 報時符号 (認識符号とも呼ばれる) の発射回数を現行の毎時 2 回から 6 回に増加し、10 分毎とした。
- ② 1000 Hz による変調の有無の時間を現行の 10 分毎から 5 分毎とし、① と合わせて 5 分毎に時刻の判断を可能にする。
- ③ 停波時間を毎時 35 分~39 分に変更し、外国標準電波との重複をさけ、利用効率を高める。

また、JG2AS (40 kHz) についても、原則的に常時発射となり、分予告信号が入った。また、JJY の分・秒信号については変更はないので、理科年表、天 79 の上の図の通りである。

以上が発射スケジュールの変更であるが、送信所の場所が変わると受信地点において、報時信号の到達時間が変わる。実効伝播速度 285 km/ms をとると、日本各地において約 3 ms 以内に伝播時間はおさまるといえるし、この変更の影響は 0.2 ms 以内となるが、利用目的によっては何等かの方法で値を決める必要がある。このような数字を考えれば、UTC のルールとして発射時刻の誤差の許容値が 1 ms というのはもっともだといえる。

(松波)

二つの月運動理論

現在天体暦に採用されている月の暦は、基本的には、Delaunay, Hill らの研究成果を元に E. W. Brown が 1910 年代までに完成した理論に依っており、その精度は伝統的な光学観測の精度にほぼ匹敵している。しかしルナオービタやアポロ宇宙船の打ち上げの結果、こうした目的の為に Brown の展開の精度では非常に不十分な事、それは主に惑星摂動の不備が原因である事が明らかにされた。更に最近始まった月レーザ測距の観測精度をフルに生かすには、惑星項のみならず主要項 (月, 地球, 太陽の三体問題) の改良も必要で

ある。ここでは主要項に関する二つの新しい理論を紹介しよう。

一つは約 10 年前から Deprit, Henrard, Rom により研究されて来たもので, Delaunay 理論にもとづく。今年になり最終結果が公表された。Delaunay の理論は, 積分定数のすべてを文字のままを含む完全に解析的な解から成るが, 主に平均運動に関するべき級数の収斂の悪さの為に実用となすに至らなかった。しかし積分定数の改訂や惑星摂動の計算には解析解の結果を利用せねばならないから, 高精度の解析的理論ができればそれに越した事はない。Deprit らは近年開発された Lie 変換による一般摂動論の方法と, 電子計算機による数式処理の技術をもって完全な解析解に再度挑戦した訳である。月と太陽の平均運動の比である微小パラメータに換算して 19 次まで摂動関数を全部展開しているから, 実に 19 次の摂動を計算している事になる。月周項, 年周項, 長周期項を消去する様な正準変換の母関数を次々に構成しながら運動方程式を解いてしまい, これら母関数を用いて月の経度, 緯度, 正弦視差の摂動を求める。それは主に, ポワソン括弧を計算する比較的単純な仕事であるが, その膨大な計算は電子計算機なくしては不可能である。大型計算機で延 150 時間近い時間を要した。最終的に得られた表式は経度で約 31500 項だから Delaunay のほぼ 100 倍に達する。偏微分係数もすべて与えてあり他の目的にすぐ使えよう。

もう一つの理論は Eckert, Smith になるもので, 随分以前から *Astronomical Papers* 19 巻 (1966) に掲載予告されながらなかなか出ず, 昨年になりやっと出版された。Eckert はこの仕事を完成した直後に死亡している。彼らの理論は Deprit らのとは対照的にまったく数値的である。パラメータに数値を代入した Brown の解を運動方程式の両辺に代入すると, その解は無限フーリエ級数を有限で打ち切ったものだから, 厳密には両辺は一致しない。その差が, 各フーリエ項の係数と月の昇交点, 近地点の平均運動の誤差によるとして, この誤差の一次の補正を求めるのである。補正方程式は通常は各フーリエ項毎に分離されてしまうので簡単であるが, 小分母が現われる場合は他の項との相互作用の為, 逐次的に解かねばならない。小分母の現われるケースだけで約 1000 回ある。3 cm の振幅の項まで計算されていて, 経度, 視差で 1050 項, 緯度で 846 項であり Brown の元の級数の 3 倍近い。月の近地点と昇交点の運動の, Brown の値に対する補正は $+5''/\text{cent}$, $+2''/\text{cent}$ だから, 昇交点運動に対する観測値と理論値のギャップはこの補正を入れても依然改善されないが, 逆に Brown の手計算によ

る結果がいかに正確であったかを示している。他方 Deprit の数値は, 近地点については観測値から $70''/\text{cent}$ 程はずれているが, 昇交点の方は Brown よりむしろ観測値に近い。しかしこれは偶然であろう。これだけの点から彼らの理論をうんぬんするのは勿論許されないが, 二つの近代兵器を持ってしても解析的に月を組み伏すのはいまだ困難の感が強い。この事は, 彼らが 19 次の摂動に加えて, 23 次まで摂動の一部を計算し直している事実からも裏付けられる様に思える。(中村 士)

本格的 X 線観測衛星 HEAO-A 打ち上げられる

HEAO-A (High Energy Astronomy Observatory) が NASA の Marshall Space Flight Center によって 1977 年 8 月初めに打ち上げられた。この衛星の特徴は, これまでの主な X 線衛星である SAS (Small Astronomical Satellite) シリーズの衛星に比べ観測器が非常に大型化していることである。このため, X 線検出器の面積を広くとれ, いままでよりも弱い X 線源または速い時間変化をする X 線源の観測も可能となり X 線天文学に再度, 質的な変化をもたらすことになるかも知れない。歴史的役割を果たした SAS-A は別名を Uhuru と呼ばれ, 実質的に初めての X 線天文衛星であったため, それ以前のロケットや気球に比べ宇宙空間滞在時間が長いというだけの利点で数多くの X 線源を新たに発見し, X 線天文学に一時代を画することが出来た。当然その次のステップは X 線望遠鏡の大型化で, その期待を一身に担って登場したのが, この HEAO シリーズで, HEAO-B と C が 1978 年と 1979 年とに順次打ち上げられる予定。ちなみにこの HEAO-A 衛星についての主な数字を挙げてみると, 全長 6.1 m, 重量 6000 ポンド (2722 kg), 方向制御はリアクション・ジェット, スピン速度は毎分 0.03 回転, 電力 460 ワット, データ伝送は 2 つのテープレコーダを使い 1.72 メガビット, 高度 407.44 km の円軌道。観測方法は, 打上げから 3 カ月間はスピンをかけた天空 Survey が主で, その間に多くの新線源の位置を確認しておき, その後の期間に衛星の向きは時々特別な X 線源に固定され, 時間をかけた詳しい観測が行われる。観測項目は NRL の Freedman の 0.15~20 keV の X 線天空地図をつくる観測, カリフォルニア工科大学の Garmire と NASA-GSFC の Bold の 0.2~60 keV でのスペクトル観測, SAO の Gursky と MIT の Bradt によるモジュレーション・コリメータ (いわゆる小田式コリメータ) による 5 秒角精度での X 線源の位置とサイズの確定等の観測が行われる。(大木健一郎)