

を追跡して行くことが、天体磁場の動的な姿を理解することに役立つものと思われる。この磁場の活動にかかわる色々な表面現象について、DST が、今後更に知見をふやして行ってくれるものと期待している。

## 書 評

### 天体力学入門 (上, 下)

現代の数理学シリーズ ④, ⑤ 長沢 工 著

(地人書館, 1983年10月10日刊, 上下とも224頁, 2000円)

上下2巻の本書は、歴史が古く幅広い天体力学のなかで、天体暦等にあらわれる太陽系内の天体の位置を求めるのに必要な摂動論の計算的側面の解説に主眼がおかれている。数式がほとんどない天体力学の啓蒙書とか天体の位置計算の本にでてくる軌道要素の変化とか摂動という言葉を見て、具体的にどのような計算が行なわれているのかということに関心のある方には手頃な本である。

上巻は力学の基礎と2体問題が取り扱われている。下巻が本書の主たる部分であって、摂動関数の展開、定数変化法による摂動論、直接に座標を求める摂動論、正準変換に基づく摂動論が解説されている。上巻で要求される数学と力学の知識としては高校ないしは大学初年程度であって、かんでふくめるように墾切ていねいに計算過程が示されている。他書を参考にせず上巻は最後までたどりつけるであろう。下巻は上巻とうってかわってむづかしい。しかし上巻同様に途中の計算は、ほとんど省略なしに書かれているので、紙と鉛筆を用意して読者自ら計算しながら読み進めば、理解が深まるであろう。とはいうものの下巻は独習者を混乱に落とし入れるか、間違った理解をうえつける個所が多々ある。そのうちの主なものをいくつか上げてみよう(本書を購入了た方のために)。

1) 第9章で微分方程式を解くひとつの方法としての定数変化法が解説されている。摂動がある場合の方程式の一般解は、摂動がない場合の一般解と摂動がある場合の特殊解の和であると説明されている。これが成立するのは、方程式が線形であり、かつ摂動が時間の関数のみの場合である。本書で議論されている方程式は非線形であり、かつ摂動関数は従属変数も含んでいるので、上記のような考えでは方程式は解けない。何か所にも特殊解という言葉がでてくるところを見ると、どうも著者は非同次線形方程式と非線形方程式とを混同しているらしい。

2) 天体力学で重要な概念のひとつである接触軌道要素の説明が不十分である。接触軌道要素から決まる2次曲線が解曲線と接しているのだから、接触という言葉がついているのであって、本書に書いてあるように定数変化の式を導くときに不足する3個の条件式をかってに決めてし

まうと、接触しないことになる。

3) 第10章の座標の摂動の結論のところ、1次の摂動の範囲内で  $\delta z=0$  としているのは間違いである。この間違いは、摂動関数が軌道傾斜角を含んでいないと、著者が誤解していることによる。1次の摂動でも軌道面は変動する。

4) 第11章の正準変数による解法のところ、一般化座標を消去する母関数を式 11-65 のように表現しているのは基本的間違いである。このように表現できるのは、力学系が変数分離できる、すなわち正準変換という難しいことを持ちこずに他の方法で解ける場合に限る。

5) 第8章で求められている摂動関数は離心率( $e$ )と軌道傾斜角( $i$ )が0の場合である。次に求めるべきものは  $e$  と  $i$  について1次であって2次ではない。これに関連して、 $e$  と  $i$  が0である項が摂動関数の中で主要項であるが、必ずしも大きな摂動を及ぼすとは限らないことに注意しておこう。摂動関数の中で  $e$  と  $i$  について1次とか2次の項からも摂動の主要項がでてくる(2天体の公転周期の比が整数比に近くなくても)。

講義ノートをもとにして教科書を作る場合には、講義した人に一読して間違いをただしてもらうように、下巻は原稿の段階で専門家に眼を通してもらうべきであった。早い機会に改訂されることを望む。

上巻、下巻に全く同じ内容の楕円運動の展開式がテーブル形式で42頁にわたって付録として掲載されている。第8章の摂動関数の展開では円運動の場合しか考えていないし、他の場所でも用いられていないので、この付録は不必要である。第10章の座標の摂動は、種々ある摂動論の中でも特に技巧的な方法であって、入門書としての本書の範囲外のものである。この直接に座標の摂動を求める方法は、計算機による数式処理を用いて高精度の理論を作るには不向きである。したがって評者の個人的感想としては、付録と第10章を合わせて約80頁は、第9章の定数変化法の最後でわずかに述べられている応用のあたりを充実するのに用い、具体例を与えて数値的結果まで求めて見せる方が独習者に親切であろう。

本書には Brouwer の “Methods of Celestial Mechanics” しか参考書として示されていないので、以下に本書が取り扱っている分野をより良く理解する本を紹介する。1章から5章は、古典力学とか初等力学とか単に力学が標題の一部に入っている本、9章は微分方程式の本、11章は解析力学とか一般力学が標題の一部となっている本ならどれでもよい。6, 7, 8章については、日本語で書かれているものとしては、高価ではあるが荒木俊馬 “天体力学” (恒星社)。英語で書かれた教科書としては A. E. Roy の “Orbital Motion” (Adam Hilger Ltd.), W. M. Smart の “Celestial Mechanics” (Longmans)。Roy の本は2体問題、多体問題(三体、制限三体問題)、摂動論、数値積分、太陽系の安定性と進化、ロケット力学、惑星間・恒星間飛行、軌道決定、連星等と話題は豊富で、取扱いが初等的でわかりやすい。

(木下 宙)