

# 目 次

---

## 原 著

- 川 端 幸 夫： 本邦に於ける垂直線偏倚に関する研究 (1) ..... 90

## 綜 合 報 告

- 廣 瀬 秀 雄： 暗 黒 星 雲 (II) ..... 106

## 新 著 紹 介

- 一柳壽三著、量子物理学と天文学 ..... 112

## 抄 録 及 資 料

- 無線報時修正値 ..... 113  
IV月に於ける太陽黒點概況 ..... 114  
太陽の莖外部エネルギー曲線 ..... 114  
米國海軍の報時 ..... 114

## 天 象 欄

- 流 星 群 ..... 115  
變 光 星 ..... 115  
東京 (三鷹) に於ける星の掩蔽 (VII月) ..... 116  
太陽・月及び惑星 ..... 116
-

## 本邦に於ける垂直線偏倚に関する研究 (I)

川 畑 幸 夫

## 目 次

## 序 言

## 第1章 本邦に於ける測地座標と其の精度

## § 1 測地座標

## § 2 本邦の三角測量

§ 3  $\xi_0, \eta_0, da$  及び  $de^2$  以外に起因する測地座標の系統差

## § 4 總 括

## 第2章 本邦のゼオイドに最も適合する準據橢圓體の決定

## § 1 観測方程式

## § 2 Normal equation の解答

## § 3 總 括

## § 4 剩 餘

## 第3章 剩餘に對する地球物理學的研究

## § 1 剩餘に對する一般考察

## § 2 ゼオイド

## § 3 地形の補正(地殻均衡の假説に關する研究)

## § 4 垂直線偏倚と火山帯及び地震帯

## § 5 結 論

## 補 遺

第4章 關東地方に於ける垂直線偏倚と重力異常  
(整約せられた垂直線偏倚の精度の再吟味)

## § 1 重力偏差計による観測

## § 2 重力異常の計算

## § 3 整約せる垂直線偏倚との比較

## § 4 總 括

## 序 言

本論文の目的とするところは本邦に於ける垂直線偏倚に適當なる整約 (Reduction) を加へ測地學上の原因に基く系統差を除き、之を地球物理學的研究に便利な形に表現して學者の參考に供せんとするにある。最初に著者の企圖せるところは、本邦の測地學には Laplace 條件方程式の缺如せるを知り、之が配點密度を決定せんとするにあつた。それは測地學が如何にしても先づ解決しなければならぬ根本問題であるからである。然し乍ら本報告に於ては遂に其の解決をなすに至らなかつた。此處に報告する研究結果は既に中央氣象臺歐文報告第7卷、第2號に於て發表したところであつて重複の感が深いが、上記刊行物は極めて限定せられた讀者にのみ配布せられるので、茲に再び上梓して天文關係の諸賢の御高評を仰ぎ度いと考へる次第である。

本邦に於ける垂直線偏倚は前天文臺長平山信博士の指導の下に測地學委員會に於て實施せられた

る観測をはじめ水路部當局、陸地測量部等の努力により、其の観測は既に夥しい數に上つてゐる。然し乍ら其の綜合的研究は殆んど絶無に近い。嘗て松隈博士<sup>(1)</sup>が關東地方の観測を綜合せられたことがあり、其の後讒かに熱海氏<sup>(2)</sup>によりて行はれた研究及び筆者<sup>(3)</sup>の試みた調査があるのみである。筆者は最近に至る迄の観測を全部取纏めて整理しそれによつて得られた地球物理學的研究の概要を茲に報告せんとする。然し乍ら此の方面に於ける研究が殆んど皆無に近い現在では未だ基礎的な事柄が殆んど不分明であるために、先づ本邦に於ける垂直線偏倚は測地學的に如何なる意義を有するかを最初に究明しておかなければならぬ。單に垂直線偏倚と稱するも地球物理學的には全く内容を異にする種々の垂直線偏倚が存在する。例へば測

(1) T. Matukuma., Rep. Imp. Jap. Geol. Comm., No. IV. (1924)

(2) K. Atumi., Jap. Journ. Astro. Geophys., 10 (1933)

(3) Y. Kawabata., 中央氣象臺歐文報告第7卷第2號 (1939)

地域のゼオイドに最もよく適合する如き位置におかれた準據楕圓體に對する垂直線偏倚と、或る特定の地點の鉛直線方向を基準として或る形狀容積の地球楕圓體をそれに合ふ様に据付け之を準據楕圓體とした場合の垂直線偏倚とは其の數値に於て全く異なるは無論のこと、其の内包する地球物理學的意義も亦全く別種のものとなるが如き此の例である。

垂直線偏倚の子午線成分 $\xi$ と平行圈成分 $\eta$ はよく知られてゐる様に次式であらはされる。

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \varphi_g - \varphi_a \\ \eta &= (\lambda_g - \lambda_a) \cos \varphi_g \\ \eta &= (A_g - A_a) \cot \varphi_g \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

こゝに  $\varphi, \lambda$  及  $A$  は夫々緯度、經度並に方位角であり suffix の  $g$  及び  $a$  は夫々測地學的 (geodetic) 並に天文學的 (astronomical) の意味である。經度は東方へ測り、又方位は時計の針の方向に測るものとする。こゝに一言お断りしておくことは(1)式の  $\xi, \eta$  は測地學的座標から天文學的座標を減じた符號であらしてあつて大概の報告とは逆になつてゐることである。天文學的座標は其の儘であるが測地學的座標には色々の補正を加へるから(1)式の様子に測地學的座標を最初に出しておく方が本研究に於ては便利である。

實測せられた垂直線偏倚の値を第1表に示す。觀測點の緯度の高い方から順番に配列してある。

第1表 垂直線偏倚

| 番號 | 觀測點  | $\varphi$ | $\lambda$ | $\xi$  | $\eta \sec \varphi$ | $\eta \tan \varphi$ | 番號 | 觀測點  | $\varphi$ | $\lambda$ | $\xi$  | $\eta \sec \varphi$ | $\eta \tan \varphi$ |
|----|------|-----------|-----------|--------|---------------------|---------------------|----|------|-----------|-----------|--------|---------------------|---------------------|
| 1  | 占守島  | 50 44     | 156 11    | - 0.00 | - 0.20              | --                  | 41 | 小國市山 | 39 15     | 140 00    | -12.50 | +29.80              | --                  |
| 2  | 半田澤  | 50 00     | 142 46    | - 9.39 | --                  | --                  | 42 | 飛鳥山  | 39 11     | 139 32    | -10.56 | +23.39              | --                  |
| 3  | 東松輪  | 50 00     | 143 08    | - 2.29 | +21.49              | + 9.67              | 43 | 三崎山  | 39 07     | 139 53    | -14.41 | +43.45              | --                  |
| 4  | 松輪島  | 48 05     | 153 16    | - 0.00 | - 0.00              | --                  | 44 | 飯盛山  | 38 54     | 139 49    | -15.47 | +29.00              | --                  |
| 5  | 宗谷岬  | 45 31     | 141 56    | -13.20 | + 7.20              | --                  | 45 | 鹽ノ原  | 38 50     | 140 22    | -10.30 | --                  | + 12.50             |
| 6  | 紗來那師 | 45 13     | 147 52    | -17.22 | +25.84              | --                  | 46 | 高館山  | 38 46     | 139 45    | -14.10 | +25.70              | --                  |
| 7  | 車木山  | 45 11     | 142 20    | -14.23 | +15.00              | --                  | 47 | 栗松ヶ島 | 38 27     | 139 14    | -14.30 | +22.00              | --                  |
| 8  | 澤臺   | 44 31     | 143 03    | -16.13 | -16.89              | --                  | 48 | 松ヶ島  | 37 57     | 139 08    | -16.40 | +25.56              | --                  |
| 9  | 知床岬  | 44 14     | 145 17    | - 6.50 | + 4.00              | --                  | 49 | 新川   | 37 57     | 139 03    | -16.90 | +27.30              | --                  |
| 10 | 文島山  | 44 09     | 143 29    | - 2.60 | +11.30              | --                  | 50 | 松崎   | 37 49     | 140 59    | - 8.10 | -15.50              | --                  |
| 11 | 網走   | 44 01     | 144 16    | - 1.00 | + 9.47              | --                  | 51 | 根柄山  | 37 36     | 140 28    | -12.66 | +15.38              | --                  |
| 12 | 仁臺   | 43 57     | 144 15    | -12.30 | +10.28              | --                  | 52 | 鳥屋山  | 37 35     | 139 34    | -12.75 | --                  | --                  |
| 13 | 蒼瑠瑠  | 43 56     | 144 27    | - 1.20 | + 6.90              | --                  | 53 | 京城   | 37 34     | 126 59    | -10.78 | +13.26              | --                  |
| 14 | 奥海   | 43 54     | 144 46    | -22.30 | +28.70              | --                  | 54 | 綠剛   | 37 32     | 137 19    | -15.90 | +34.80              | --                  |
| 15 | 別岳   | 43 53     | 144 53    | - 2.80 | + 3.10              | --                  | 55 | 倉山   | 37 31     | 140 02    | -14.41 | +21.86              | --                  |
| 16 | 日進   | 43 52     | 144 15    | -10.90 | --                  | --                  | 56 | 輪島   | 37 24     | 136 53    | -16.03 | +24.34              | --                  |
| 17 | 小津   | 43 51     | 144 28    | -16.80 | --                  | --                  | 57 | 大瀧根  | 37 21     | 140 43    | - 5.90 | -17.10              | --                  |
| 18 | 津別   | 43 43     | 144 2     | -12.45 | -25.02              | --                  | 58 | 沖波山  | 37 13     | 137 02    | -17.50 | +34.50              | --                  |
| 19 | 根札   | 43 20     | 145 35    | + 4.81 | + 2.15              | --                  | 59 | 坂戸山  | 37 04     | 138 54    | -24.56 | +29.53              | + 22.80             |
| 20 | 幌    | 43 5      | 141 31    | -13.50 | --                  | - 3.50              | 60 | 七尾   | 37 03     | 136 58    | -18.48 | +16.34              | --                  |
| 21 | 劍路   | 42 58     | 144 22    | +12.70 | +13.60              | --                  | 61 | 下神   | 36 56     | 140 56    | + 1.40 | -15.60              | --                  |
| 22 | 常室山  | 42 51     | 143 42    | +11.90 | +16.10              | --                  | 62 | 平須   | 36 51     | 140 47    | - 5.80 | --                  | --                  |
| 23 | 樟前   | 42 41     | 141 23    | - 9.40 | +21.50              | --                  | 63 | 須坂   | 36 41     | 138 18    | -19.20 | --                  | + 14.20             |
| 24 | 狩場   | 42 37     | 139 57    | -18.70 | +11.30              | --                  | 64 | 高鈴   | 36 37     | 140 35    | + 0.69 | --                  | --                  |
| 25 | 藻岩山  | 42 26     | 143 19    | +10.70 | +15.70              | --                  | 65 | 宇都宮  | 36 34     | 139 53    | - 8.30 | + 1.90              | --                  |
| 26 | ルツコ  | 42 24     | 140 14    | - 9.20 | +24.60              | --                  | 66 | 赤城   | 36 32     | 139 11    | - 1.20 | --                  | --                  |
| 27 | 浦砂   | 42 09     | 142 47    | +21.20 | +20.50              | --                  | 67 | 兎石   | 36 21     | 139 41    | - 1.08 | --                  | --                  |
| 28 | 原岳   | 42 05     | 140 41    | -11.50 | +27.90              | --                  | 68 | 借山   | 36 21     | 138 34    | - 7.28 | +11.20              | --                  |
| 29 | 砂豐   | 42 04     | 143 14    | +10.10 | +15.70              | --                  | 69 | 筑波   | 36 13     | 140 06    | + 0.30 | +12.20              | --                  |
| 30 | 襟蓑   | 41 55     | 143 15    | + 9.40 | +15.00              | --                  | 70 | 霧ヶ峰  | 36 03     | 138 03    | -18.39 | +16.20              | --                  |
| 31 | 爾角   | 41 46     | 140 43    | - 9.79 | +18.55              | --                  | 71 | 堂平   | 36 00     | 139 12    | -11.82 | --                  | --                  |
| 32 | 三七   | 41 43     | 140 04    | -16.50 | +26.30              | --                  | 72 | 平井   | 35 58     | 140 40    | - 4.40 | - 9.40              | --                  |
| 33 | 七ツ   | 41 38     | 140 13    | -16.60 | +25.30              | --                  | 73 | 銚子   | 35 44     | 140 51    | + 5.10 | --                  | --                  |
| 34 | 小桂   | 41 22     | 139 48    | -14.30 | +26.90              | --                  | 74 | 法典   | 35 43     | 139 58    | + 7.22 | + 2.81              | --                  |
| 35 | 川岳   | 41 07     | 140 24    | -16.60 | +22.40              | --                  | 75 | 阿村   | 35 42     | 137 56    | -11.59 | +10.90              | --                  |
| 36 | 青森   | 40 50     | 140 40    | -20.28 | +23.09              | --                  | 76 | 高神   | 35 42     | 140 51    | + 5.07 | --                  | --                  |
| 37 | 砥取   | 40 48     | 140 49    | -18.70 | +22.50              | --                  | 77 | 鹽崎   | 35 40     | 138 30    | - 4.01 | + 3.80              | --                  |
| 38 | 鶴平   | 40 43     | 140 09    | -17.50 | --                  | - 3.20              | 78 | 三金   | 35 40     | 139 33    | - 0.28 | - 7.40              | --                  |
| 39 | 秋田   | 39 44     | 140 07    | - 8.60 | +19.40              | --                  | 79 | 剛鷹   | 35 40     | 135 08    | -18.50 | +19.60              | --                  |
| 40 | 赤山   | 39 40     | 140 04    | -12.30 | +30.90              | --                  | 80 | 金賀   | 35 39     | 136 04    | - 7.00 | +13.80              | --                  |

|     |     |       |        |        |        |        |      |     |       |        |        |        |        |
|-----|-----|-------|--------|--------|--------|--------|------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|
| 81  | 蓮光寺 | 35 38 | 139 28 | - 2.25 | -14.66 | —      | 108  | 大場  | 35 06 | 138 57 | - 6.34 | +10.59 | - 5.70 |
| 82  | 千葉山 | 35 36 | 140 05 | + 4.70 | —      | —      | 109  | 花山  | 35 00 | 135 48 | -11.00 | +14.60 | —      |
| 83  | 田君谷 | 35 35 | 134 27 | -19.50 | +18.80 | —      | 110  | 房大山 | 34 58 | 139 47 | -19.64 | —      | —      |
| 84  | 養安寺 | 35 33 | 140 20 | + 4.90 | -23.60 | —      | 111  | 大翁山 | 34 58 | 139 47 | -19.25 | -11.09 | —      |
| 85  | 羽臺田 | 35 33 | 139 45 | - 4.90 | —      | —      | 112  | 山作  | 34 57 | 139 49 | -18.10 | - 3.60 | —      |
| 86  | 境   | 35 33 | 133 15 | - 9.39 | +10.19 | —      | 113  | 龍岡  | 34 56 | 139 50 | -18.00 | - 3.60 | —      |
| 87  | 長尾鼻 | 35 32 | 134 00 | -20.10 | +18.40 | —      | 114  | 布良  | 34 55 | 139 50 | -18.06 | - 3.30 | —      |
| 88  | 片貝  | 35 32 | 140 28 | + 8.50 | -19.80 | —      | 115  | 濱田  | 34 54 | 132 54 | -16.81 | + 8.31 | —      |
| 89  | 下溝  | 35 32 | 139 25 | - 7.37 | -14.92 | —      | 116  | 六甲山 | 34 47 | 135 16 | -11.36 | + 8.09 | + 4.40 |
| 90  | 尾山  | 35 30 | 139 20 | - 6.02 | -20.91 | -11.54 | 117  | 坂部  | 34 46 | 138 12 | - 4.66 | + 7.03 | + 2.21 |
| 91  | 舞鶴  | 35 29 | 135 23 | -18.57 | +10.61 | —      | 118  | 大坂  | 34 41 | 135 31 | -17.63 | +14.71 | —      |
| 92  | 丹澤  | 35 28 | 139 10 | - 4.74 | -17.65 | - 8.87 | 119  | 大神元 | 34 34 | 138 57 | - 8.00 | +15.67 | —      |
| 93  | 地蔵  | 35 27 | 140 13 | - 7.47 | —      | —      | 120  | 笠岡  | 34 30 | 133 30 | - 9.20 | +19.99 | —      |
| 94  | 六蔵  | 35 27 | 140 00 | - 8.99 | - 2.85 | —      | 121  | 江田  | 34 15 | 132 28 | - 5.80 | +12.26 | —      |
| 95  | 横濱  | 35 27 | 139 38 | - 9.50 | —      | —      | 122  | 西島  | 34 5  | 134 12 | -22.00 | —      | - 1.30 |
| 96  | 天神野 | 35 25 | 133 48 | -21.60 | —      | + 2.00 | 123  | 下ノ  | 33 57 | 130 56 | -13.71 | +10.52 | —      |
| 97  | 毛無山 | 35 25 | 138 32 | - 2.86 | +11.95 | + 5.61 | 124  | 佐伯  | 32 54 | 131 58 | - 7.01 | - 4.91 | —      |
| 98  | 髪庭  | 35 23 | 136 00 | -24.30 | —      | - 0.70 | 125  | 長崎  | 32 44 | 129 52 | - 5.80 | +10.70 | —      |
| 99  | 神田  | 35 22 | 136 17 | - 6.79 | +14.69 | —      | 126  | 宮崎  | 31 55 | 131 26 | - 8.92 | -15.40 | —      |
| 100 | 淺間山 | 35 19 | 139 19 | - 1.74 | —      | —      | 127  | 鹿兒島 | 31 36 | 130 34 | - 0.20 | - 3.90 | —      |
| 101 | 二子山 | 35 17 | 139 37 | -15.31 | + 1.09 | —      | 128  | 笠原  | 31 23 | 130 52 | -11.70 | —      | + 4.10 |
| 102 | 横野山 | 35 17 | 130 40 | -14.00 | —      | —      | 番外   |     |       |        |        |        |        |
| 103 | 鹿野山 | 35 15 | 139 58 | -18.99 | —      | —      | 79*  | 原點  | 35 39 | 139 45 | ± 0.00 | ± 0.00 | ± 0.00 |
| 104 | 野々塚 | 35 11 | 140 14 | - 6.80 | - 9.20 | —      | 89*  | 高嶺  | 35 31 | 134 15 | -19.13 | +18.69 | —      |
| 105 | 野佐  | 35 09 | 138 55 | - 3.50 | +13.07 | - 3.61 | 89*  | 朝日山 | 35 31 | 132 59 | -14.97 | +14.08 | —      |
| 106 | 城ヶ島 | 35 08 | 139 37 | -12.00 | —      | —      | 97*  | 床ノ尾 | 35 25 | 134 55 | -19.52 | +13.12 | + 5.56 |
| 107 | 三島  | 35 07 | 138 56 | - 2.30 | —      | —      | 109* | 島星  | 34 59 | 132 14 | -16.48 | +19.58 | —      |

(繁雜を避けるため一々測定者に對し敬意を省略する)

此の表によつて直ちに氣附くことは天文學的緯度は殆んど例外無く測地學的緯度よりも大きいことである。經度の方は稍々複雑であるが大體平均値をとつて考へて見ると緯度の場合と反對に天文學的經度の方が測地學的經度よりも小さいことがわかる。

之は何を意味するか。天體觀測に依る經緯度の觀測は困難なものであるから其の觀測誤差ではあるまいかといふ疑ひも一應は起るかも知れないが若し觀測誤差に基くものであるとするならば大きいものも小さいものも同じ割合に存在しなければならぬ筈であつて、大抵何れかゞ大きいといふやうなことは起り得ない筈である、天體觀測に依る經緯度の決定が往時如何に困難であつたとは言へ、其の誤差が數秒にも達することは稀であると見て宜しいことは確かであり、恐らく表中の大多數の觀測に對しては 1" 以下であらうと考へられる。然るに第 1 表に見らるゝ如く垂直線偏倚の値は數秒は愚か 10", 20" 或は 30" をも超えるものがある。然らば恐らく其の原因は測地學的座標の上に存在しなければならぬ。

表を尙ほ更に詳しく調べるとき、吾々は  $\xi$ ,  $\eta$  の分布に著しい地方性 (Locality) のあることに氣

が附く。即ち或る地方では之等の量が特別に大きかつたり小さかつたりする。又其の方向に就いて言つても當該地方だけ纏つた系統差を示すのである。之は明かに地形や又其の近傍の地殻構造の特殊性に基くものであると見做し得る。之等の事情から推察すれば、常識的にも勿論自明のことではあるが、垂直線偏倚は二つの立場から處理されなければならないものと考へられる。即ち先づ測地學的座標に對する系統誤差の原因を探究して之が補正を加へ、然る後に出來得る限り假定に立脚することなくして地形の補正を加へる。さうして尙ほ殘餘する偏倚があるならばそれは明かに地殻の構造に歸せらるべきものであつて重要な一つの研究資料となり得る。これと逆の手續きをとつて最初に地形に基く補正を行ひ然る後に測地學的座標の系統差を調べて之を補正する方が或は正しいかも知れない。然しその手順は並々ならぬ勞力を要し筆者の到底力及ばぬところであつた。最近に至り臺長岡田武松博士の御指導と御激勵により漸くにして其の完了の見込みがついたので其の研究は近日順次に報告する。

そこで先づ本論文の前半に於ては本邦の垂直線偏倚の測地學的意義を簡明し、之に基き出來得る

限り厳密に測地學的系統差を論議して之が補正を加へる。然る後この補正せられたる剩餘について多少の地球物理學的考察を試み度いと思ふ。其の際著者は諸外國の垂直線偏倚をも参照するが、之に關し東京天文臺橋元昌矣先生には色々と御教示を賜り、又關口教授には測地學委員會に屬する貴重なる文獻の閱覽を許可された。茲に諸先生に對し心から御禮を申し述べる。

## 第1章 本邦に於ける測地座標と其の精度

### §1 測地座標

三角測量に於て吾々が最初に假定する準據橢圓體 (Reference ellipsoid) の位置が全測地域に互れるゼオイドに對し多少偏つたものであると、それから求めた測地座標には系統差があらはれて来る。又準據橢圓體の大きさ或は其の形が不正確である場合でも同様である。日本の様な特殊な島國ではゼオイドは諸外國に於て求められた地球橢圓體とは多少相違すると見做す方が事實に近いであらう。之等は測地座標に系統差を生ぜしめる主な原因である。數量的に前者を表はすためには測地域内任意の一點に於ける絶對的垂直線偏倚を知ればよろしい。日本の測地座標は麻布天文臺を出發點とするから此の場所に於ける絶對的垂直線偏倚を假りに  $\xi_0, \eta_0$  としあらはすことにする。 $\xi_0, \eta_0$  は勿論天體觀測の際の觀測誤差をも同時に含めて考へるのが正しい。後者を數量的にあらはすには色々のととり方が可能であるが赤道半徑  $a$  の相違  $da$  と子午線の eccentricity  $e^2 = (a^2 - b^2)/a^2$  の相違  $de^2$  をとればよろしい。

測地座標に系統差を生ぜしめ得る原因はこの他にも澤山ある。それらは一般に實際に行はれた三角測量の型に特有なものである。然らばそれらの原因は吾々の場合どの様な影響を及ぼしてゐるか。 $\xi_0, \eta_0, da$  及び  $de^2$  の他に更に想定しなければならぬ因子は存在しないか？ 本邦の垂直線偏倚は測地學的に果して如何なる意味のものであらうか？ それらの事情を調査するためには先づ本邦の三角測量の型を知ることが必要である。型の種類によつては  $\xi_0, \eta_0$  をすら單純に採用し得ない場合もあり得るからである。

### §2 本邦の三角測量

日本の三角測量は麻布飯倉天文臺を出發點とし

て擴張せられたものである。對島海峽及び朝鮮海峽を越えて本州の三角網と朝鮮の三角網とは連絡されて居り、又津輕海峽及び宗谷海峽を越えて本州と北海道、北海道と樺太は何れも連絡せられて居る。即ち本州、朝鮮、北海道並に樺太は同一組織の三角網内にある。例外はたゞ臺灣のみであつて、臺灣は略々其の中央にある埔里社に於ける天體觀測を基準として計算されてゐる。従つて臺灣に於ける垂直線偏倚は本州其の他のものとは性質上全然異なるものであるから、今はこの調査からは除外しよう。

一等三角測量に於て用ひらるゝ Carl Bamberg 經緯儀は水平輪廓 27 cm, 2 本の測微尺で平均をとつて 1" まで直接測れる。實際は目分量で 0.1" まで讀みとれる。水平角は二十四對回の角觀測法により「コリメーション」に因る誤差を除くため半數の觀測に對し望遠鏡を反轉し、且つ又水平分割の分割誤差及び離心誤差を除くために一定の法則に基き毎測定毎に分度圈の位置を變へる。運搬に際して歩軌 (run) の狂ふ炭れがあるから、觀測期間中屢々調節することにしてある。

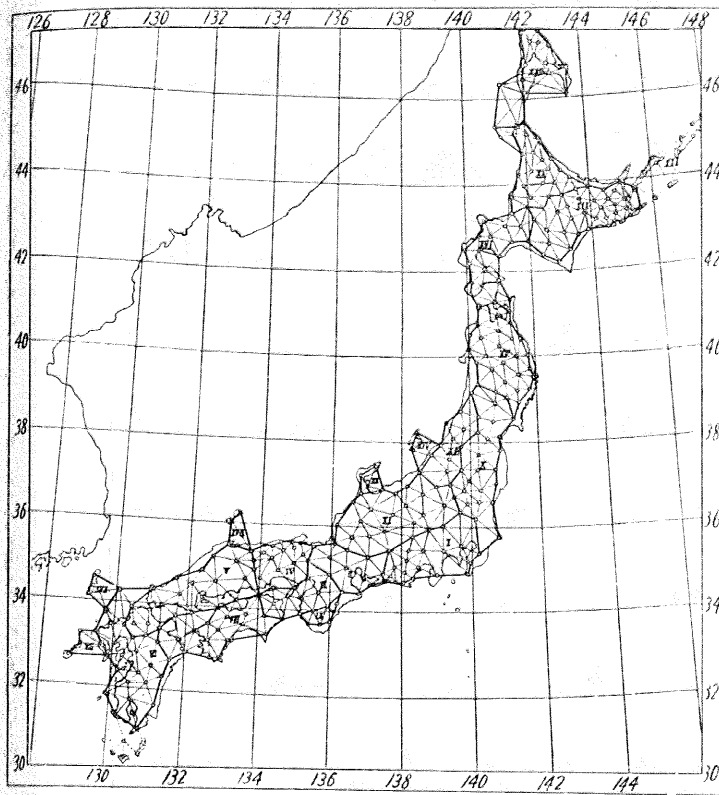
一等三角點間の距離は概して遠く通常 30 km 位もあるから天頂距離は  $90^\circ$  に極めて近い。従つて垂直軸の調節が多少不完全であつても結果に大なる影響なしとして補正は加へられない。然し視準點と觀測點の比高に比例して此の補正量も大きく且つ又觀測點の垂直線偏倚も之に影響を及ぼす筈である。

斯くて數點毎に 1 個の網を形成し逐次に計算を進める。三角網の全數は 24 個であり網毎に通常 1 個の照査基線を有する。

基線は昔は 5 m Guillaume 尺, 4 m Hilgard 尺或は氷漬測桿を用ひて直接測られたが、近來は單に三鷹村東京天文臺樞内測地學委員會比較基線の測定にのみ使用せられ、野外基線に對しては専ら比較基線測量の前後に檢定した既知長の 25 m Jäderin 線狀尺が用ひられてゐる。測得した距離に凡ての補正を加へ平均海水面に投影したものを計算に用ひる。

計算は最小二乗法に依つて調節がなされる。觀測した量には必ず誤差が附帶してゐるから之から最も信頼し得る値を求めらるべきである。

第 1 圖 日本の一等三角網



或る地域或は地帯のみを急速に測圖せんとするときは之に有効な測量計劃がなされる。それらの條件に應じて單鎖、複鎖或はそれらの環、網等色々な形式に分れる。従つて調節も之に應ずる様に爲されなければならないのであつて、其の仕方によつて垂直線偏倚の意味は、表現は同じく(1)式であらばされてゐても、内容は著しく異つたものになる。印度の三角測量から求められた垂直線偏倚は吾々の場合と可成り趣きを異にする。又例へば亞米利加の場合では準據楕圓體が或る距離毎にゼオイドと重なる様な調節が試みられてゐる。一面簡單でもあるが他面複雑なところもある。吾々の三角網は嚴密に言へば單鎖でも複鎖でも又網でもない。それは次の様な二つの條件に基いて調節せられたものである。

(i) 測站平均： Station Adjustment.

ある場所で數個の角を測定した場合には當然其の點だけで一種の幾何學的條件が成立する。例へば最も簡單な例として、或る一點に於て三つの方向間の角を測定した場合には、第三角は第一角と

第二角の和に等しくなければならない。或は又多角形の内部の一點では其の點の周りの角の和が  $360''$  に等しくなければならない。之等の條件を満足する様に其の點だけで角の調節を豫め行ふことを測站平均と名づける。

(ii) 一般の調節： General Adjustment.

上の様にして求められた角も更に三角形の網が單一に定まらなければならぬといふ條件に基いて一般調節が行はなければならない。一般調節は二つの條件に基く。

(a) 角方程式 Angle Equation.

任意の三角形の内角の和は  $180^\circ$  に其の三角形の球過量を加へたものでなければならない。

(b) 邊方程式 Side Equation.

角方程式が完全に満足されても三角網は尙ほ單一には決定されぬ。或る一邊が如何なる道筋を通つて計算せられても同じ値にならなければならない。

以上の條件は勿論大地測量の基本條件であつて吾々の場合は之に基き調節の計算が行はれてゐる。然し乍ら此の他に更に尙ほ一つ理論上考へ得べき條件がある。それは取りも直さず垂直線偏倚の關係式(1)に於て經度より求めた  $\eta$  と方位より求めた  $\eta'$  とが同一でなければならないといふ條件、所謂ラプラスの條件と稱せられるものである。現今諸外邦の大地測量は概ね以上3個の條件を基礎として平均せられる。此の點に於て名は同じく垂直線偏倚であつても吾々の場合と諸外國の場合とは夫々意味を異にするのであつて之等の事情に立脚した整約のみが正しい結果を與へる。嘗て熱海景良氏<sup>(1)</sup>の爲された整約と著者が爾後なさんとする整約とは此の點に關し根本的見解の相違を有する。

條件 (i) (ii) に基き事業の進展と共に全國を24個の網に分ち平均せられた。新しき三角網を擴延するに當つては既述 24 對回の角觀測を2分

(1) 前掲

し 12 對回は既知の一邊に、残り 12 對回は他の既知の一邊に取り付ける。それは既測の三角網に其の後に生じたる地變の影響を出來得る限り最小限度に止め且つ又特に一方向に誤差ある場合等の事情を考慮せられた結果であり、最も妥當なる手段であつた。

斯くして準據楕圓體として Bessel の地球楕圓體<sup>(1)</sup>

$$a = 6377,395.15 \text{ m} \quad b = 6356,678.96 \text{ m}$$
$$a = \frac{a-b}{b} = 1/299,152813 \dots \dots \dots (2)$$

を採用し其の位置は麻布飯倉天文臺に於ける鉛直線の方向を天體觀測で定めたる値

$$\left. \begin{aligned} \varphi &= 35^{\circ}39'17''.5148 \text{ N} \\ \lambda &= 139^{\circ}44'40''.5020 \text{ E} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (3)$$

と一致せしめ而して準據楕圓體上に於ける三角網の方位は房總半島にある一等三角點鹿野山の天文方位

$$A = 156^{\circ}25'30''.156 \dots \dots \dots (4)$$

を以て標定する。

天測經度の絶對値は定まらぬ。たゞ經度差としてのみ與へられる。然るに原點飯倉天文臺の經度は明治の初め以來一再ならず改變を受けた。其の改變が天文經度に對しても測地經度に對しても同時に補正せられたならば其の差として與へられる垂直線偏倚には何等の關係は無い筈であるが、單に片方だけに補正せられてゐては甚だ困る。經度と垂直線偏倚の數値のみが報告されてゐて記事の詳細を缺く觀測點に對し此事情を詳しく取調べる事が本研究を通じて最も困難な問題であつた。不幸にして關東大震災は之等の測定原簿を灰燼に歸し、それが爲めに若干の古い觀測に對しては確かな事情が遂に判明しなかつたのは遺憾である。第 1 表に於ける垂直線偏倚は (2), (3), (4) によつたものであるが若干の點に於ては (3) に準據したものであるかどうか疑ひのある點もないではない。

(2), (3), (4) 及び測角の結果により各點の經緯度は O. Schreiber<sup>(2)</sup>の公式に基き算定せられる。棄却された高次項は 120 km の距離に對し經緯度に於て 0."0001 方位に於て 0."001 の誤差を生ずるにすぎない。

二等及び三等三角に於て用ひられる測器は夫々

水平分度圈の直徑 18 cm 讀度 0."5 及び直徑 13.5 cm 讀度 1" の經緯儀であつて、測定は角觀測に依らずして方向觀測に依つたものである。然し乍ら一角の平分誤差は通常前者に於て 2" 後者に於て 4" 即ち距離に換算して約 0.1 m を超えることは殆んど無く、從つて結果に對しては何等の影響を有しない。二等三角は一等三角に基き、三等三角は一等並に二等三角に基き座標平均が行はれる。從つて二、三等三角點はたゞ單に一等三角の一般偏歪のみに影響せられるのであつて、計算された測地座標は一等三角と全く同一に取り扱ふべきものと考へる。第 1 表觀測點中低次三角點も多々あるが斯の理由に依つて其の信用度に於ては何等の差を附さないこととする。

こゝに於て關係式 (1) に於ける測地座標  $\varphi_0, \lambda_0, A_0$  の意味は明かになつた。假定のうち最も根本的な事項は勿論準據楕圓體に關するものであることは今や明かであるが、最初より影響なしとして不問に附せられた二三の因子が果して考へられなくてもいゝかどうかを豫め明かにしておきたいと思ふ。

### § 3 $\xi_0, \eta_0, da$ , 及び $de^2$ 以外に原因する測地座標の系統差

扱て前節に述べた様に斯の様な手段に據つて求められた測地座標は  $\xi_0, \eta_0, da$  及び  $de^2$  以外の原因に因つても亦幾分系統的な影響を受ける。其の主なるものは基線に於ける定誤差、垂直線偏倚や水平屈折の存在するために起る水平角觀測の系統差及び其の他である。之等は通常測量の當初は分明して居ないのであるから一應は無いものとして取扱はれるのは無理からぬ次第であり、理論的にも餘程小さいものであらうことは想像に難くはない。然し數量的に果して何の程度に小さいか、それが確かにならないと以下の論議に差支へを生ずる。

先づ最初に基線であるが筆者は初め昔の基線測量は其の測定法が進歩しなかつたため現今のものに比し餘程大きな誤差を含むものと考へた。然るに平行圈弧長測量の施行せらるゝに當り筆者は嘗

(1) Bessel. Astro. Nachr. Bd. 14.  
(2) O. Schreiber: Form. u. Taf. z. Berechn. d. geod. Koord, etc, Berlin (1878).

庭野基線測量及び天神野基線測量に参加して之が整理に従事したところ事實は全く之に反し昔も今も基線の精度には殆んど變りは無の様である<sup>(1)</sup>. 野外に於ける測定が現今進歩せる一面比較基線の測定が現今の設備よりも寧ろ昔時の優つてゐたためであると思はれる<sup>(2)</sup>. 總じて昔も今も基線の絕對誤差は 3 cm と見做せばそれは常に過大に過ぎることは確かである. 一等三角の一邊に擴張した場合之は約 0.2 m に相當し, 其の影響の最も大きくなる三角網の外縁即ち樺太や九州に於ても經緯度に換算して 0.3" 以上の差はあり得ないことになる. 實際は之より多少小さいものであらうことは推察に難くない. 照査基線の誤差は正とも負ともなり得るからである.

次に前節によつて明かである様に吾々は水平角の觀測が準據橢圓體の法線に基いてなされてゐるといふ假定に立脚してゐる. 然し乍ら實際は器械の垂直軸は水準器によつて重力の方向と一致せしめられるのであるから橢圓體の法線とは垂直線偏倚の量だけ傾いて居り. 従つて測得せられた水平角は橢圓體上の角ではない. 垂直線偏倚が全く偶然的の分布をなすならば大體其の影響は正負互に打ち消して無いものとしても差支へないであらうが第 3 章に見らるゝ如く可成り規則正しい分布をなすために三角網は極く僅かではあらうが變歪を受けてゐることになる. 其の量がどの位のものは簡單には豫測し難い. 故に凡ゆる條件が都合悪く變歪を増大せしむる場合の可能的最大限度を次の如くして極く簡單に推測して見る. 先づ一つの三角形に對し邊方程式を求め, 各頂角に微小變化を與へたる微分式を求め, 頂點に於ける經緯度の變化に換算する. 次に垂直線偏倚による水平角の變歪を F. R. Helmert<sup>(3)</sup>により例へば頂點に於て

$$\xi_1 \{ \cot Z_{12} \sin A_{12} - \cot Z_{13} \cos A_{13} \} - \eta_1 \{ \cot Z_{12} \cos A_{12} - \cot Z_{13} \cos A_{13} \} \dots (5)$$

とする.  $Z$  は天頂距離で  $A$  は方位角,  $\text{suffices } ij$  は  $ij$  間の意味である. 今假りに各點間の比高を平均 1500 m,  $\xi = \eta = 10''$ ,  $s = 30$  km, とし上の様な誤差が一方向きに累すると考へると樺太國境或は九州南端に於て經緯度に對する影響は 1.1" 以内であることがわかる. 實際は之より多少小さい

ものであらう.

又橢圓體の場合には  $P_1$  より  $P_2$  を視準した際其の垂直面は  $P_2$  に於ける法線を含まぬといふ事情がある.  $P_2$  が丁度海面の高さにある場合には差支へないが一般に  $H$  なる高さにあるときは其の方向に修正を加へる必要がある. 現に亞米利加に於けるが如く一方向きに地勢の高くなるところでは之に基く修正を豫め觀測に加へてゐる. 其の修正はよく知られてゐる様に  $\rho'' = 206265''$  とすれば

$$\frac{1}{2} \rho'' e'' \frac{H}{a} \cos^2 \varphi \sin 2A \dots (6)$$

で與へられる. 今三角形について前と同様な假定をすれば

$$dA < 0''.19 \cos^2 \varphi \sin 2A (H \text{ in km}) \dots (7)$$

となり之から  $d\varphi, d\lambda$  は前の場合よりも更に小さいことが分る.

最後に考ふべきは大氣による水平屈折である. 之れは必ずしも偶然的のものではなく確かに累積的のものである. 何となれば測定は専ら夏季に行はれるのであるから水平屈折は夏季の氣壓配置に支配されてゐることは確かである. 然し其の影響は簡單には知り難い故, 今こゝでは假に無きものと看做すことにする.

#### § 4 總 括

以上を綜合すると  $\xi_0, \eta_0, da$  及び  $de''$  以外に考へ得べき主要なる量の影響は大きく見積つて最遠の地域でも 1" を超えない程度のものであらうと考へられる. 従つて  $\xi_0, \eta_0, da, de''$  の四つの量による補正を加へることによつて測地學的系統差の除かれ, 且つ地球物理學的に其の意義の明瞭な垂直線偏倚を求めることが出来る. 他方より考へれば此の四量を知ること自身が既に本邦に於ける測地學の根本問題の一つを解決することとなるのである.

- (1) 武藤勝彦： 庭野基線測量報告 (昭和 5 年), 陸地測量部.
- (2) " : 天神野基線測量報告 (昭和 6 年), 陸地測量部.
- 筆 者： 比較基線測量報告 (昭和 7 年), 陸地測量部.
- " : 天文月報 23, 昭和 5 年.
- (3) F. R. Helmert: Höhere Geodäsie, Bd. 1, p. 516.
- (4) " " Bd. 2, p. 190.



## 綜 合 報 告

## 雲 暗 黒 星 (III)

廣 瀬 秀 雄

## IV 暗 黒 區 域

1. 我々は前章に於て天に存在する小規模の暗黒部をしらべた。もし我々が銀河寫眞を検査するなら、却つて先づ之よりもづつと廣い範圍に亘つて星の缺乏せる區域の存在の方に氣がつくに違ひない。之等のあるものは肉眼でも銀河に見出せる。鷲座附近の著しい銀河の岐れ、白鳥座の北、南天で有名な“石炭袋”等、之等は皆我々に親しいものである。近代の美しい銀河寫眞を按ずるならきつと之等の現象は明るい星の少ない爲に生じたもので、恐らく星の絶對的缺乏區域ではなからう、多分此邊に何か光を吸収するものがあつて、その爲全體的に星が暗く見えるのではなからうかと云ふ dark marking の時と同様な考へに到着するであらう。事實多くの先人は之より出發して多くの收穫を得たのであつた。

思考順よりも明な様に此研究の第一の足場は星の分布を少くも吸収域附近に就て知る事である。一般の星の分布の問題は廣汎なもので、之を論ずるのは本文の目的ではないから以下には必要な結果を引用する以外殆んど論じない積りである。

暗黒區域と dark marking の間には別に本質的には區別がある筈もなく、筆者は之を唯統計的に廣い區域と見なし得るか否かによつて區別するだけのもので、背景の星—光を弱められたもの—が相當多數見える事を條件とする。實際先人の研究結果に依れば、dark marking と稱するものは暗黒物質の密な部分である事が多い。

我々は今の場合、統計的に廣い區域と云ふ事を研究の手掛りに加へ得た爲、星辰界の研究に有力な統計的方法を直接適用する事が出来、その爲多くの事を知る事が出来る。以下の研究結果は多かれ少なかれ統計的研究法により得られたもの故、

“統計的”に廣い區域である事は對象の不可缺の要件である。

2. 研究法 は殆んど絶對的に星の分布の研究で、一番手近なのは星の天空上の表面的分布で、次は立體的の空間分布である。歴史的發展の通性に従ひ今の場合も先づ表面的分布—勿論立體性は之を適當に顧慮するのであるが—の問題より暗黒雲（稍々廣い部分を占有する暗黒星雲を以下に於て暗黒雲と稱へる事とする）の研究が進められた。

今目的の暗黒區域での星の分布が、適當に選ばれた吸収を受けてゐないと考へられる區域のものと同じであれば、此の比較域の模様をそつくり暗黒部に適用する事が出来、兩者の差は暗黒雲の吸収によるものと斷定して憚らない。然し一般に暗黒部に見える星は暗黒雲より我々に近く、従つて吸収を受けぬものと、それより遠い従つて吸収を受けて光の弱められたものとの和である故、我々は何と云ふかして距離と關係のある量を以て之等の星を組別けする事が必要になる。今總べての星の絶對光度  $M$  は一樣一定とすれば、見掛けの光度によりその星の距離は一義的に定まる。であるから此組別けの目安として光度を採用するのが普通である。スペクトルによる組分け法等もあるが、之は暗い星迄適用する事が難しい。結局吾々は出来る限り目的部の星の屬性を觀測決定し、成るべく豊富な材料の上に基礎を置かねばならない。

3.  $M$  Wolf の距離決定法 距離を明瞭に代表さす爲に出来るだけよく研究された光度系統、例へば國際光度系統に従つて、目的部と比較部中の總べての星の光度を定め、その數を數へる。一所謂星數へ (star count).  $m$  等及びそれより明るい總べての星の數を一定面積、普通は 1 平方度、に引き直したものを  $N(m)$  で表す事とする。  $m$  と  $m+$

$dm$  の間にある星の数を  $A(m)dm$  で表はせば

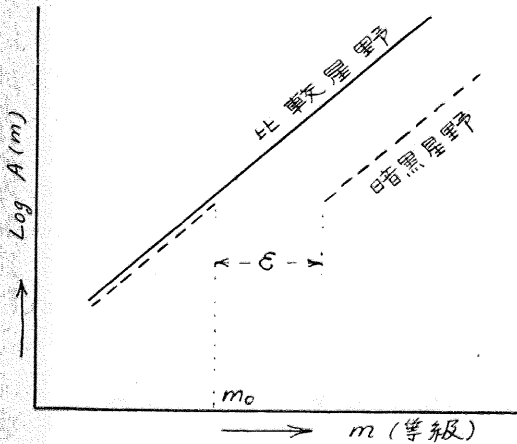
$$A(m) = \frac{dN(m)}{dm}$$

となり、此  $A(m)$  も亦屢々  $N(m)$  の代りに使はれる。実際上は  $dm$  の間隔を  $1^m$  に採り、 $m - \frac{1}{2}$  と  $m + \frac{1}{2}$  の間にある 1 平方度中の星の数を  $A(m)$  なる記號で表す。以下に使用する  $A(m)$  は斷りなき限り此の實際觀測より得られる後者の意味を持つものとする。即ち

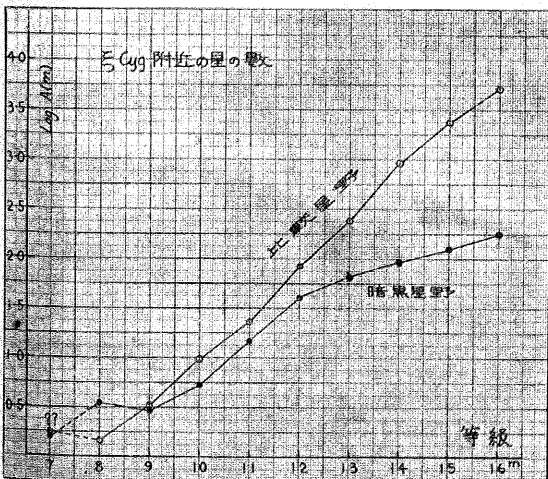
$$\sum A(m) = N(m)$$

Wolf は 1923 年に 52 Cyg<sup>(1)</sup> を貫く NGC 6960 に附隨した暗黒雲の研究を發表した時<sup>(2)</sup>始めて有名な Wolf 圖表による研究法を示した。その圖表は §2 で考察した様に、 $Nm$  又は  $Am$  と、光度  $m$  との關係を示すもので、平均の等級  $m_0$  の所に  $\epsilon$

第 XII 圖



第 XIII 圖



等級だけの吸収を生ずる非常に厚さの小さな従つてその内部には星がない暗黒雲があるとすれば、比較星野と暗黒星野とに就ての  $A(m)$  と  $m$  との關係を示す二つの曲線は第 XII 圖の様になる筈である。勿論 §2 で考へた様な絶対光度と分布の一樣性が成立するものと假定しての話である。即ち  $m_0$  迄は暗黒雲のない爲兩者の曲線は一致し、以後の星は此處で  $\epsilon$  等だけ光が弱くなる爲、暗黒雲のすぐ後の星は  $m_0 + \epsilon$  の等級となり、 $m_0$  と  $m_0 + \epsilon$  の間の等級の星は存在しない筈で暗黒部の曲線は此處で一時切れ、次いで  $m_0 + \epsilon$  より始り、比較部曲線と平行する筈である。

以上は理論的考察であるが Wolf が發表した圖表は第 XIII 圖の様なものであつた。之は Wolf の第 II の論文<sup>(3)</sup>北アメリカ星雲の東側  $\xi$  Cyg 附近の暗黒部のもので、 $7^m$  星の  $A(m)$  は直接の觀測數ではない。Wolf は此圖より、二つの暗黒雲の存在を歸納した。即ち第 I は比較的近いもので、平均の  $8^m \sim 9^m$  星の位置より  $10^m$  星に到るもので、 $0.^m5$  の吸収を伴ひ、第 II のものは平均の  $12^m$  星より  $16^m$  以上の遠さまで擴つた厚いもので吸収は  $3.^m5$  以上にも達するものである。第 II のものは観測が不足で、暗黒部を表す曲線は未だ明部のもつと平行するに到らないが、もつと暗い星迄觀測し得るなら平行するだらうと考へた。上記等級で表はした距離を Wolf は Kapteyn 及び Van Rhijn の長年視差<sup>(4)</sup>を用ひて距離に直して第 I 雲を  $100 \sim 200$  pes, 第 II 雲を  $600 \sim 700$  pes とした。

Wolf の圖表に於て一時的に平行性を示しても臆て再び明部曲線に合するものは勿論暗黒雲の影響ではなく、星の分布の一時的異狀を表すもので cosmic cloud 吟味の際の X Cnc 等の場合は<sup>(5)</sup>かかるものであつて此の合一は  $15^m$  星に於て生じたのである。

Wolf が此の星數へ法を創案したのは相當古い様であり、その豫備的研究は A. Kopff に命じて行

(1)  $20^h 41.^m5 + 30^s 21'$  (1900.0)

(2) A. N., **219**, 109 (1923)

(3) A. N., **223**, 89 (1924)

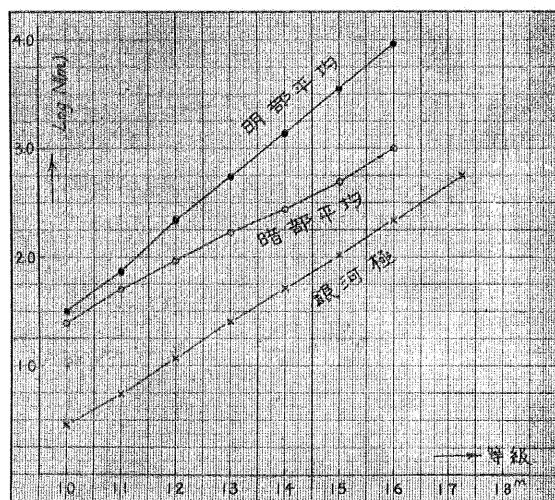
(4) Gron. Publ., 29

(5) 第 II 章第 8 節參照。

はしめたオリオン星雲や北アメリカ星雲等の星數へ<sup>(1)</sup>, Lohnert に行はせたξ Per 附近の星數へ<sup>(2)</sup>であつた様である. Wolf は前記 2 區域の他にも同一方法を S Mon<sup>(3)</sup>, M 11 附近<sup>(4)</sup>等の暗黒部に適用した.

Wolf は猶彼の研究した上記 4 區域の星數の平均と銀河極附近<sup>(5)</sup>の星數とを比較したが<sup>(6)</sup>, 銀河部に於ける暗黒部すら猶極附近より星は多かつたし, 又後者に於ては 9<sup>m</sup> より 16.<sup>m</sup>5 に到る範圍で何等著しい暗黒雲又は cosmic cloud 等による吸収の存在を認めなかつた<sup>(7)</sup>(第 XIV 圖).

第 XIV 圖



Wolf の方法又は表現法は一見非常に明確であるので多くの人の採用する所となり, 獨逸の研究者は今も猶此表現法を保存してゐる. 之に屬するものには H. Müller の牡牛座蛇造座の暗黒雲の研究<sup>(8)</sup>, 白鳥座の銀河分岐部の研究<sup>(9)</sup>, H. Müller 及び L. Hufnagel の北アメリカ星雲附近の暗黒雲の研究<sup>(10)</sup>, G. Hartwig の駝駝座暗黒雲の研究<sup>(11)</sup>等がある.

Wolf の圖表は一見自明の様であるが, 非常に多くの人が之を採用してゐるので此圖表を吟味する事は有意義な事であらう. 事實此の表現法によつて得られた諸研究者の結果は再吟味を要するものが少くない. Bok<sup>(12)</sup>は第 I には  $\log A(m)$  の諸點を吟味なしに連續曲線で結ぶ事, 第 II には暗黒部曲線の不連續點毎に暗黒雲の存在を歸納し勝ちの點を擧げてゐる. 第 I の批難は尤なもので, 全

く偶然的偏差 (random fluctuation) による  $A(m)$  の偏差を曲線を描く以前に明瞭にしておかななくてはならない<sup>(13)</sup>. 故に  $\log A(m)$  の各觀測値を偶然的偏差により定まる精度以内で表現し得る滑かな曲線を引くべきで, 無論星數や等級決定に伴ふ偶然誤差も考慮すべきである.

第 II の批難も當つてゐるもので, 元來曲線が枝別れして後平行する様な時にも暗黒雲の存在は一つの可能な解釋であり, それのみでは決して積極的に暗黒雲の存在を主張し得ないもので, Pannekoek<sup>(14)</sup>の結果によらずとも絶對光度や星の分布に於ける偏差の結果もかかる圖表を與へる事は明白であるし, F. D. Miller もその鶯座白鳥座の研究<sup>(15)</sup>に於て彼の與へた Wolf 圖表のみよりは正しい結論の得られぬ事を示してゐる. Bok<sup>(16)</sup>は此の Miller の圖より, 第 XIII 圖に示した Wolf の觀測結果の全貌は 1000 pes の距離にある 2.<sup>m</sup>5 の吸収を伴ふ唯一つの暗黒雲で説明出来る事を述べ, Wolf 圖表より直觀的に抽出された結論は多く信を措くに足らぬとまで極言してゐる. 勿論之は輕率な直觀的結論の抽出を批難するもので, 使用を誤らぬ限り Wolf の表現法は便利なものであり, 又此批難は決して開拓者としての Wolf の

- (1) Pub. Astrophys. Obs. Kgst., **1**, 177 (1902).
- (2) 同上, **2**, 159 (1906).
- (3) Seeliger Festschrift, 312 (1924).
- (4) A. N., **229** 1 (1926).
- (5)  $12^h36^m52^s+27^{\circ}59'.7$ ;  $12^h38^m47^s+28^{\circ}11'.8$ (1855.0) を中心とせる部分.
- (6) A. N., **229**, 3 (1926).
- (7) Wolf の得た星數は Scares 及び Van Rhijn のもの—Ap. J., **62**, 320 (1925) とよく一致する.
- (8) Zs. f. Ap., **2**, 254, (1931).
- (9) A. N., **269**, 57, (1939).
- (10) Zs. f. Ap., **9**, 331, (1935).
- (11) Zs. f. Ap., **17**, 191, (1938).
- (12) B. J. Bok, The Distribution of the Stars in Space p. 41, (1937).
- (13) 例へば今 0.5 平方度の暗黒部中の 13.<sup>m</sup>5—14.<sup>m</sup>5 の範圍の星を數へ 50 箇を得たりとすれば, その不確さは箇數の平方根に等しく  $\pm\sqrt{50}=\pm7$  を得る. 之を今 1 平方度に引き直して  $A'(14)$  を求めるとすれば  $\log A'(m)=2.00\pm0.06$  としなければならぬ.
- (14) Proc. Kon. Akad. Amst, **23**, Nr 5 (1920).
- (15) H. A., **105**, No. 15, (1937).
- (16) 前出 p. 41.

名聲を傷ふものでもない。事實彼が歸納した暗黒雲の中、200パーセクのものには僅  $0.{}^m5$  の吸収を伴ふもの故信を惜くに足らずとするも、猶且最も完全な星數へを行つた F. Miller<sup>(1)</sup> の結果によれば彼の研究した北アメリカ星雲附近の 8 區域中僅 1 區域ではあるが、 $\varepsilon \leq 0.{}^m5$  の近距離の暗黒雲を不確實乍ら認めてゐるし、主要な吸収は  $\varepsilon = 4{}^m$  の 500~1000 パーセクのものより生じると云ふ結果は全く Wolf の得た結果と一致する。此場合の批難の當る當らぬは本章最初に注意した様に一に目的區域の統計的見地よりしての大小に依るもので數十百箇の星の解析は意味をなさぬし、又如何に嚴密な解析法も凡を局に及ぼし得ると云ふ假定を取り除いては適用し得ない。

4. v. d. Pahlen の方法 Wolf の方法により暗黒部の周りに比較的小さな比較區域を採る時、果して此の準據域が正常區域かどうか問題になる事が多い。それで Pahlen は小面積の比較星野中の星數の代りに暗黒部と同銀緯の明部帯の標準値による明部帯全部の星數を基礎としその分布を考へ、もし暗部中の星數が以上の分布中の著しく小な確率のものになる時、暗黒雲の存在を主張せんとするもので<sup>(2)(3)</sup>、彼は之により A. Unsöld の行つた“石炭袋”の研究<sup>(4)</sup> の批判をした<sup>(5)</sup>。

今明部帯は暗部の  $n$  倍の大きさを持つとし、明部帯に於ける  $m - \frac{1}{2}$  と  $m - \frac{1}{2}$  等の間の星の總數を  $N$  とすれば、明部を  $n$  箇の暗部と同型同面積の區劃に別けたと考へた時、 $N$  箇の星が、 $p (= 0, 1, 2, \dots, N)$  箇宛含まれる様な  $n$  等小區域の數  $t_p$ 、又はかかる分布の確率  $W(t_p)$  を求める事が出来、Pahlen に依れば、此の確率は

$$W(t_p) = n! / [n^N \prod_{p=0}^{p=N} (p!)^{t_p} (t_p)!] \quad (4.1)$$

となる。但し

$$\sum_{p=0}^N t_p = N, \quad \sum_{p=0}^N p t_p = N \quad (4.2)$$

の條件がある。最も確らしい分布は  $W(t_p)$  極大のものである筈で、殆んど

$$t_p = (N/n)^p \cdot n \cdot e^{-N/n/p!} \quad (4.3)$$

となり、Poisson の分布則又は Charlier の B型分布に相當するものを得る。此の  $t_p$  は

$$p = N/n - 1/2 \quad (4.4)$$

の時極大となる故、平均密度  $N/n$  に非常に近い星數を含む小區劃の數が最も多數の筈となる、此の  $p$  と實際暗部に見出される  $m - \frac{1}{2}$  と  $m + \frac{1}{2}$  等間の星數  $p'$  と比べる。無論  $p$  は random distribution の結果必然的に變動する筈であるが、Pahlen に依れば此變動は (4.3) を一つの  $p$  の函數  $t(p)$  と考へる時、左側の限界は  $t_p = 0.6$  右側のそれは  $t_p = 1$  に相當する  $p$  の範圍内にあるべきである<sup>(6)</sup>。さて  $p'$  が左限よりも左にあるか、右限よりも右にあるかに従つて星數  $p'$  を與へる區域（上には便宜上暗黒部と稱した）は星が少なすぎる（暗黒部）か又は多すぎると斷定するのである。即  $t_p' < 0.6$  の場合暗黒雲の存在を主張する事が出来る。

そこで Pahlen は暗黒部の星の次々の等級範圍に就て  $t_p'$  を求め、之が上記限界の外にあつた場合、暗黒雲の吸収を總べての星について  $0.{}^m5$ ,  $1.{}^m0 \dots$  と假定して星數の再現を企て、 $t_p'$  を計算し、 $t_p' = 0.6$  の様な  $p'$  を見出す事により暗黒雲の總吸収を求める事を薦めてゐる。

Pahlen の方法は Wolf の圖表を直觀的に解釋する代りに之に數學的基礎を與へたものと云へる。F. D. Miller は前出の論文の中で此勞力多い方法を批判してゐる。實際の適用はその勞力の多大の爲かあまり見受けない<sup>(6)</sup>。

5. Pannekoek の方法<sup>(7)</sup> 理論的に嚴密な方法であつて、絶對光度の一定一樣の假定をせず、暗黒雲の距離と吸収量を同時に求めるものである。

(1) H. A., 105, No. 15 (1937). 後節参照。

(2) A. N., 233, 269, (1930).

(3) 以下の式は既に 1909 年に見出されたものであるが、あまり注意されなかつたらしい。E. v. d. Pahlen, Über die Wahrscheinlichkeiten von Sternverteilungen, Inaug-Diss., Göttingen (1909).

(4) H. B., 870, (1929).

(5) 此限界は必然的の値ではなく、此點甚だ曖昧である。

(6) G. Hartwig は取者座暗黒雲の研究の場合に — Zs. f. Ap., 17, 191 (1938) — その一つの解析法として此方法を用ひた。S. 224 以下、特に S. 228, Tab. 10, 12 参照。

(7) Proc. Kon. Akad. Amsterdam, 23, Nr. 5 (1920); Amsterdam Publ., 1, (1924); 猶 Ogrodnikoff, Pulk. Bull., 16, Nr. 3 (1939) 参照。

今星の光度分布函数 (Luminosity function)<sup>(1)</sup> を  $q(M)$ , 密度函数 (density function)<sup>(2)</sup> を  $\mathfrak{D}(r)$  とすれば, 太陽より  $r$  パーセクの所で 1 立方パーセク中の絶対光度が  $m$  と  $m+dm$  の間にある星の数は

$$\mathfrak{D}(r)q(M)dm$$

であり,  $r$  と  $r+dr$  の球殻中の見掛の等級が  $m$  と  $m+dm$  の間にある星の 1 平方度に対する数を  $a(m, r)dm dr$  とすれば,  $\omega = 4\pi/41253$  として<sup>(3)</sup>

$$a(m, r)dm dr = \omega r^2 \mathfrak{D}(r)q(m+5-5\log r)dm dr$$

解析的の  $A(m)$  には明に

$$A(m)dm = dm \int_0^\infty a(m, r)dr$$

の關係が成立する故, 暗黒部と同銀緯の明部の星数は

$$A(m) = \omega \int_0^\infty r^2 \mathfrak{D}(r)q(m+5-5\log r)dr \quad (5.1)$$

で表はされる. 今  $r=r_1$  の所に  $\epsilon$  等級の吸収を生じる厚みの小さな暗黒雲があるとすれば上記基本式の積分は二つに別れ, 此場合の星数を  $A'(m)$  とすれば

$$\begin{aligned} A'(m) &= \omega \int_0^{r_1} r^2 \mathfrak{D}(r)q(m+5-5\log r)dr \\ &+ \omega \int_{r_1}^\infty r^2 \mathfrak{D}(r)q(m+5-5\log r - \epsilon)dr \\ &\equiv \gamma_1 A(m) + \gamma_2 A(m - \epsilon) \end{aligned} \quad (5.2)$$

但し

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= \omega \int_0^{r_1} r^2 \mathfrak{D}(r)q(m+5-5\log r)dr / A(m) \\ \gamma_2 &= \omega \int_{r_1}^\infty r^2 \mathfrak{D}(r)q(m+5-5\log r - \epsilon) \times \\ &\quad \times dr / A(m - \epsilon) \end{aligned} \quad (5.3)$$

$\gamma_1$  は暗黒雲の前にある星の割合,  $\gamma_2$  は後にある  $\epsilon$  等だけ弱められた星の割合で, 観測よりは明部より  $A(m)$ , 暗部より  $A'(m)$  が得られ, 残る所は  $\mathfrak{D}(r)$ ,  $q(M)$  の決定である. Pannekoek は Schwarzschild<sup>(4)(5)</sup> の  $\mathfrak{D}(r)$  を用ひたが, C. Schalén は屢々 Seeliger<sup>(5)(6)</sup> に依る法則を使用した<sup>(7)</sup>.

$q(M)$  を既知とすれば観測よりの  $A(m)$  を用ひて  $\mathfrak{D}(r)$  を定める事が出来, 此の  $\mathfrak{D}(r)$  が暗部にも適用出来るとの假定の下に之を用ひて,  $r_1$  と  $\epsilon$  に種々の假定値を持たせて  $\gamma_1, \gamma_2$  を計算し従つて  $A'(m)$  を計算する事が出来, 之を観測よりの  $A'(m)$  と比べて最もよく適合する  $r_1$  と  $\epsilon$  を探し出す. Pannekoek は此方法を牡牛座の暗黒部に適用した<sup>(8)</sup>.

此手續を次の様な方法で行ふのが

6. 数値解析法 である. § 5 と同様に  $q(M)$  は既知とする. 空間を太陽中心の視差  $\log \pi_k = -0.1 - 0.3, -0.5 \dots (k=0, 1, 2 \dots)$  に對應さす)の半徑の球殻に別けたと考へると,  $k$  番目の球殻内<sup>(9)</sup> (天に於て 1 平方度に相當する部分の體積を  $V$  とす)の星の視差は

$$\log \pi_k = -\frac{9}{10}k \quad (6.1)$$

と考へられ, 見掛の等級  $m$  と絶対等級間の關係は

$$M = m + 5 - k \quad (6.2)$$

となり, 従つて  $q(M)$  が既知なる故,  $\log \pi$  と  $m$  を引數としてその球殻内の星數<sup>(9)</sup>及び  $M$  を與へる表—所謂  $(\log \pi, m)$  表—を作る事が出来る<sup>(10)</sup>, 第 IV 表は van Rhijn の  $q(M)$ —第 V 表参照—

第 IV 表  $(\log \pi, m)$  表の一部

| $\log \pi$ | $m=$    | 8.0  | 9.0  | 10.0 |
|------------|---------|------|------|------|
| -0.10      | $M=+8$  |      |      |      |
| 12         | $M=+9$  | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14         | $M=+10$ | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 16         |         | 0.02 | 0.04 | 0.03 |
| 18         |         | 0.05 | 0.09 | 0.15 |
| -0.20      |         | 0.11 | 0.20 | 0.34 |

- (1) 太陽の附近に於て 1 立方パーセク中の絶対光度が  $M$  と  $M+dM$  の間にある星の數.
- (2) 太陽より  $r$  の距離の所で 1 立方パーセク中の星の數の比數.
- (3) 一般の空間吸収のない場合は  $M = m + 5 + 5 \log \pi'' = m + 5 - 5 \log r$  (パーセク)
- (4) A. N., 190, 361, (1912)
- (5)  $D(r) = Kr^{-s}$ .  $K, s$  はある常數.
- (6) Von der Pahlen, Lehrbuch der Stellarstatistik (1937) III, Teil, A, B, 参照.
- (7) 其他に Charlier, Lund Medd. Ser. II, No. 14, (1916); Dyson 及び Eddington, M. N., 73, 334, 346 (1913) 等の法則がある.
- (8) Proc. Kon. Akad. Amsterdam, 23, Nr. 5 (1920).
- (9)  $k-1$  と  $k$  番の球殻間の體積.
- (10) 表の各値は  $q(M) \cdot V$  に當る.

を用ひて計算したもの的一部である<sup>(1)</sup>。銀河面附近での密度が一定で、且つ空間吸収のない時は本表のある等級の欄の数字の総和は  $A(m)$  を表す筈である。密度が變る場合  $k$  番目の球殻内の未知の密度を  $\Delta_k$  とし、之に相當した見掛等級が  $m$  の  $(\log \pi, m)$  表の要素を  $a_{mk}$  とすれば (5.1) 式は

$$A(m) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \Delta_k a_{mk} \quad (6.3)$$

となり、問題は観測された一群の  $A(m)$  を表す様に (6.3) 中の  $\Delta_k$  を定める事となる。此解は容易に探り驗し法 (trial and error method) で見出し得る<sup>(2)</sup>。

今  $r_1$  の距離に  $\epsilon$  等吸収する暗黒雲があるとし、假定の  $r_1, \epsilon_1$  に相當した  $(\log \pi, m)$  表を作る。之は  $r_1$  に相當する球殻を  $k_1$  とすれば  $k < k_1$  の部分は元の表、 $k \geq k_1$  の部分は  $\epsilon$  等だけ暗い方へづらせばよい。勿論明部に於ける密度函数が暗部にも適用し得ると假定するのみならず、空間吸収のある時はその吸収を明暗兩部に同様に影響するものとせる故、暗部の  $A'(m)$  の計算は明部の  $\Delta_k$  を用ひ得るわけで、此の  $A'(m)$  が観測を表す様に  $r_1, \epsilon$  を探りて求めれば問題はとけた事となる<sup>(3)</sup>。

空間吸収がある場合はその量だけ元の  $(\log \pi, m)$  表の値が暗い方へずれるだけである。

空間吸収がある場合はその量だけ元の  $(\log \pi, m)$  表の値が暗い方へずれるだけである。

以上の方法は Harvard 系の人達の採用する所で、此方法により Harvard の材料より銀河の構造を研究する計劃が立てられてゐるので、主要な暗黒部の研究が出来上るのも近い將來の事であらう。今迄に出来上つたのは 蛇造、嶋 (Lindsay 及び Bok)<sup>(4)</sup>、鷺、白鳥 (F. D. Miller<sup>(5)</sup>, Hynek<sup>(6)</sup>)、牡牛 (McCuskey)<sup>(7)</sup>、カシオペア (H. Baker)<sup>(8)</sup> 等である。

星數へ法に依る解析は他方面の研究より  $\varphi(M)$  が知られてゐない限り行ひ得ないもので、開拓者 Wolf は  $\varphi(M)$  も  $\mathfrak{R}(r)$  も之を常數と假定したのである。種々の  $\varphi(M)$  の形があるが、多くの研究

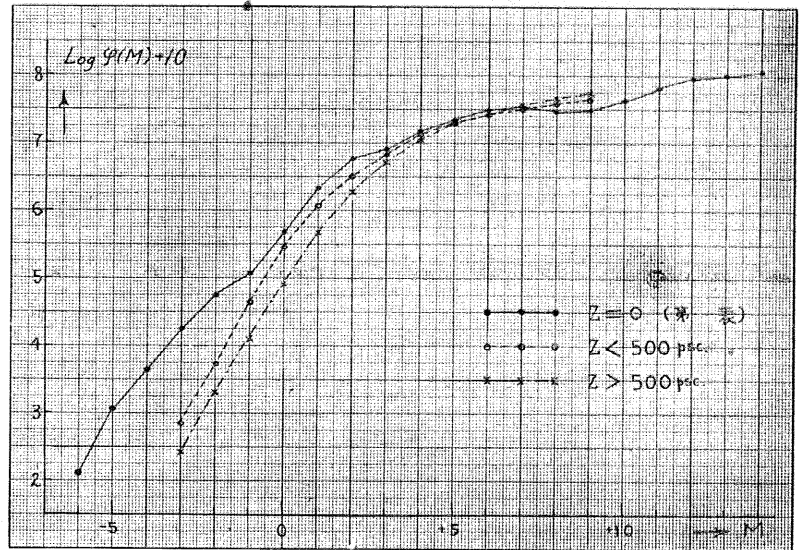
者は Gauss 型の光度分布函数

$$\varphi(M) = e^{p+qM+rM^2}$$

を使用してゐるが<sup>(9)</sup>、之も完全ではない<sup>(10)</sup>。

現今最も信頼されてゐるものは恐らく Van Rhijn<sup>(11)</sup>の結果であらう。實視光度のものも求めてゐるが、今は寫眞光度のもののみを擧げておく。 $\varphi$  は太陽附近で絶対光度等級が  $M - \frac{1}{2}$  と  $M + \frac{1}{2}$  の間にある 1 立方パーセク中の星の數である (第 IV 表, 第 XV 圖實線)。

第 XV 表



光度分布函数  $\varphi(M)$  は確に銀河面より離れるに従つて變化するらしく<sup>(12)</sup>、その様子は Oort 及び Van Rhijn<sup>(13)</sup>に依れば第 XV 圖の破線及び鎖線の

- (1) Bok, 前出, p. 28.
- (2) Seares, Ap. J., **74**, 268 (1931) の解法もあり。前出の Bok. の書物 p. 30 以下参照。
- (3) H. C., 371 (1931) 参照。
- (4) H. A., **105**, No. 14 (1937)
- (5) H. A., **105**, No. 15 (1937)
- (6) Perkins Obs. Contrib., 13 (1939).
- (7) Ap. J., **88**, 209 (1938), **89**, 568 (1939).
- (8) H. C., 424 (1940).
- (9) 初期の  $\varphi(M)$  の研究は Kapteyn 及び Van Rhijn により行はれ、Gauss 型支持の證據を握つた。Ap. J., **52**, 23 (1920) 参照。
- (10) Ap. J., **59**, 11, 310 (1924); H. C., No. 262 (1924); Ap. J., **62**, 8 (1925); Tartu Pub., No. 38 (1925); Gron. Pub., No. 38 (1925). Ap. J., **85**, 26 (1937) 等参照。
- (11) Gron. Pub., No. 47 (1936); Bok の書物 (前出) p. 19. 第 3 表。
- (12) Oort, B.A.N., No. 238 (1932); Van Rhijn, Schwassmann, Zs. f. Ap., **10**, 161, (1935).
- (13) B. A. N., 290 (1936).

第 V 表

| $M$  | $\log \varphi + 10$ | $M$  | $\log \varphi + 10$ |
|------|---------------------|------|---------------------|
| -6.0 | 2.10                | +5.0 | 7.35                |
| -5.0 | 3.07                | 6.0  | 7.49                |
| -4.0 | 3.65                | 7.0  | 7.53                |
| -3.0 | 4.25                | 8.0  | 7.46                |
| -2.0 | 4.75                | 9.0  | 7.49                |
| -1.0 | 5.07                | 10.0 | 7.64                |
| 0.0  | 5.68                | 11.0 | 7.81                |
| +1.0 | 6.34                | 12.0 | 7.97                |
| +2.0 | 6.77                | 13.0 | 8.01                |
| +3.0 | 6.86                | 14.0 | 8.06                |
| +4.0 | 7.19                |      |                     |

様になる<sup>(1)</sup>。

K. W. Gyllenberg は  $\mathfrak{D}(r)$  に Seeliger の型を用ひ (5.1) 式より出發し Pannekoek のと同様な方法を得た<sup>(2)</sup>。但し此方法は距離を決定するのに暗黒雲前面の星數を用ひ、吸収量は Wolf 圖表の  $\log N(m)$ ,  $\log N'(m)$  兩曲線の平行になる所の等級を用ひて定める。

Gyllenberg は Wolf の材料<sup>(3)</sup>より  $\xi$  Cyg, S Mon 等の暗黒雲の距離を定めた。前者では他法をも用ひて二様の距離を求めたが何れも他の研究者のものと同じした。後の S Mon の場合は得られた距離は他のものより近い<sup>(4)</sup>。

**7. スペクトル型よりの研究** は割合容易に星の絶対光度が決められる筈故、之を解析すれば精密な結果が得られる筈であるが、此方法による一聯の研究を行つてゐる C. Schalén<sup>(4)</sup>に依れば、此場合にも絶対光度の大きい偏差 (dispersion) により屢々結果が不確實になる。

スペクトル型によつて分類された星の  $\varphi(M)$  の型の研究が主要部であり、多くの人が研究したが

最近のものは Van Rhijn 及び Schwassmann<sup>(5)</sup>の表の形で與へたもので、Bok<sup>(6)</sup>はその表の値を大體數式で示す事が出来た。

之以上の詳細は本文の目的ではないから略す。

**8. 其他の方法** 何ものであらうとも空間の透明不透明を知る方法は何れも暗黒雲の研究に使用し得るものであるし、又 dark marking の距離推定に用ひられた諸法中にも多くの適用性を備へたものがある<sup>(7)</sup>。

前節迄に説いた方法以外のものは吸収量は求め得ても、孤立した暗黒雲の距離推定は一般に難しい。それで多くの場合一般空間吸収 (general interstellar absorption) を研究するに適してゐる。然し此の一般空間吸収も本當に徐々に光が吸収されるのか、それ共遠距離の暗黒雲によるのか、一寸判断に苦しむものである。

例へば、銀河外星雲の count よりも吸収の大小を求め得るが、その結果殆んどその全域に互り吸収の大きいと考へられてゐる銀河内の所々に galactic window と稱すべき、吸収の少い所が發見された<sup>(8)</sup>。最も暗くされてゐると考へられてゐる銀河中心附近 ( $\Delta\lambda = 25^\circ!$ ) の所でさへも見出された。(未完)

(東京天文臺, 天文學文獻抄, 第8册別刷)

- (1) スペクトル型が B0-B9 の星は合せてない。
- (2) Lund Medd. Ser. II, Nr. 52 (1929)
- (3) A. N., **223**, 89 (1924), Seeliger Festschrift 312 (1924)
- (4) 後節参照。
- (5) Zs. f. Ap., **10**, 161 (1935).
- (6) 前出 p. 23. (31) 式。
- (7) 第 III 章第 3 節, 終りの部. 特に Lundmark の論文参照。
- (8) H. C., 411 (1936); H. B., 899, 901 (1935).

## 新 著 紹 介

一柳壽一：量子物理学と天文学 (共立社, 量子物理学講座)

外國では Eddington, Rosseland, Unsöld, Chandrasekhar と陸續として理論天體物理学 (理論天體物理学と言へば量子物理学とは不可分の關係にあると言つても差し支へないであらう) の良書が刊行され、我々にもフ

ミアなものとなつたが邦語による此の方面の書物は今迄殆どなく、甚だ遺憾な事であつた。處が今回共立社「量子物理学講座」の一部門として一柳壽一氏の筆になる「量子物理学と天文学」なる 100 頁の書物が刊行された事を慶賀したい。元來理論天體物理学は範圍が頗る大であるから、却々之を限られた僅かの頁にまとめあげる

事は至難の技である。而も星の外部即ち大氣と星の内部とを含めたものを書くと言ふに至つては更に困難であらうと思はれるが、氏が之等の困難を排して、外部内部に涉つた星の物理學を萬遍なく巧みに書かれた事に對し、敬意を表する次第である。勿論紙數の少い處に多くの内容を盛つてある爲に、無理がないでもなく、或る基本式から最後の結果に到達する迄のプロセスが省略してあるのが大部分を占めて居るが、之は止むを得ない事であらう。然し脚註には原著が詳しく記載されて居るから、幸にして讀者が大等の書物に觸れられるならば更に意義深きものがあると信ずる。さて本書の内容は7章に別れて居て、第1章では星の外部及び内部の問題として、兩部に於ける物理状態の基礎的方程式を導入し、全體的の見透しを行つて居る。エネルギー移動の式を連続スペクトル、吸収線に關して夫々別々にしないで平行して並べた點等、一般の理解を深めるには賢明な方法で、著者の細細した點にすらも苦心された跡が窺へると思ふ。第2章は温度解離であつて、星の外部、内部に於ける原子の解離を論じ、特に熱力學的平衡にならない場合の Woltjer の式も導かれてある。第3章は吸収係數である。水素原子による連続吸収係數、Gaunt factor から其の他の元素に就いての Unsöld による方法が記述されて居るが、之は未だ將來の研究に待つ事が多い問題である。それからこの章で吸収係數に關聯して、スペクトル線の幅を増す機構即ち Doppler 効果、衝突効果、Stark 効果が述べられて居る。次に第4章では星のスペクトルが取り扱はれる。連続スペクトルと線スペクトルに大別して進められ、連続スペクトルでは之に關する現在の興味ある問題がよくまとまつて書かれてある。連続スペクトルではエネルギー分布の觀測と理論による結果の不一致が今迄色

色の問題を提供し來つた。此の爲には特にバルマー-吸收線の兩側に於ける觀測が望ましいのである。尙此の問題に關しては C. R. 210 (1940), 99 に D. Barbier 及び D. Chalonge の兩氏が  $4600 \text{ \AA} - 3700 \text{ \AA}$  と  $3700 \text{ \AA} - 3150 \text{ \AA}$  との間を別々に觀測した結果を發表して居るから、いづれ理論との比較により面白い結果に達するやも圖り難い。吸収線に關しては輪廓の問題が一通り述べられ、最後に太陽大氣の化學組成が記されて居る。第5章以下では星の内部が取り扱はれる。即ち第5章では、星の内部の化學組成が議論される。先づ星の内部の化學的組成は如何にしてきめられるかを、Eddington, Strömgen に従つて説明し、此の問題が星のエネルギー-源泉と相關聯して居る事を明らかならしめる。第VI章では密度大なる星即ち白色矮星に就いて論ぜられる。之は縮退氣體 (degenerated gas) に於ける状態方程式を使ふ事によつて、理論的の説明に成功したのであるが、其の間の経緯が詳細に書かれて居り、白色矮星の内部構造、星の複合模型なる此の章中の2項目と共に内部構造に興味を持つ人の熟讀さるべき個處であらう。最後の第7章には最近のトピックをなして居る星のエネルギー-源泉が颯爽と登場する。Helmholtz-Kelvin の收縮説から始まつた星のエネルギーの源泉問題は今や物理學界の寵兒である原子核反應によつて説明せんとする試みて息を入れて居る感がある。之に就いて Von Weizsäcker, Gamow, Bethe の考へを紹介し且夫等と觀測事實との比較そして星の進化論との關係を説く。そして最後に、進化論的に考へて星の一つの終局的段階であるとも考へられる中性子星 (neutron star) に就き一言してある。以上極大體の項目を拾つたのであるが、斯學に興味を持たるる人の一讀をお奨めする次第である。(藤田)

## 抄 録 及 資 料

無線報時 東京無線電信所(船橋)を経て東京天文臺より放送した今年四月中の報時修正値は次の通り

である。

學用報時は報時定刻(毎日11時及び21時)の5分

| 1940<br>April | 11 <sup>h</sup> |       | 21 <sup>h</sup> |       | 1940<br>April | 11 <sup>h</sup> |       | 12 <sup>h</sup> |       |
|---------------|-----------------|-------|-----------------|-------|---------------|-----------------|-------|-----------------|-------|
|               | 學用報時            | 分報時   | 學用報時            | 分報時   |               | 學用報時            | 分報時   | 學用報時            | 分報時   |
| 1             | - .07           | - .04 | - .03           | - .11 | 16            | + .08           | + .09 | + .08           | + .09 |
| 2             | - .04           | - .02 | - .03           | - .01 | 17            | + .03           | + .05 | + .06           | + .08 |
| 3             | - .07           | - .06 | - .08           | - .05 | 18            | + .04           | + .06 | + .05           | + .07 |
| 4             | - .11           | - .09 | - .06           | - .05 | 19            | + .03           | + .04 | + .01           | + .04 |
| 5             | - .08           | - .06 | - .08           | - .06 | 20            | + .01           | + .01 | - .02           | .00   |
| 6             | - .10           | - .09 | - .08           | - .08 | 21            |                 |       | - .01           | .00   |
| 7             | - .13           | - .12 | - .10           | - .08 | 22            | - .03           | - .02 | - .03           | - .01 |
| 8             | - .12           | - .11 | + .03           | + .05 | 23            | - .06           | - .05 | - .07           | - .06 |
| 9             | - .01           | + .01 | - .03           | - .02 | 24            | - .06           | - .04 | - .07           | - .06 |
| 10            | + .05           | + .06 | + .04           | + .05 | 25            | - .10           | - .09 | - .10           | - .08 |
| 11            | - .04           | - .02 | - .01           | + .01 | 26            | - .02           | .00   | - .02           | .00   |
| 12            | - .01           | .00   | + .01           | + .03 | 27            | - .04           | - .02 | - .02           | .00   |
| 13            | - .03           | - .01 | + .01           | + .02 | 28            | - .05           | - .03 | - .05           | - .04 |
| 14            | - .01           | + .01 | + .02           | + .03 | 29            | - .04           | - .03 | - .05           | - .03 |
| 15            |                 | - .15 | - .01           | .00   | 30            | - .02           | .00   | .00             | + .02 |



前即ち 55 分より 0 分までの 5 分間に 306 個の等間隔の信號を發信するが、此の修正値はそれから 306 個の信號の内約 40 個の信號を測定し平均したもので全信號の中央に於ける修正値に相當せるものである。

分報時は 1 分より 3 分まで毎分 0 秒より半秒間の信

號を發信するが、此の修正値はそれら 3 回の信號の起端に對する修正値を平均したものである。

上表中 (+) は遅れすぎ、(-) は早すぎを示す。

(東京天文臺)

IV月に於ける太陽黒點概況

| 日  | 黒點群 | 黒點數 | 黒點概況               | 日  | 黒點群 | 黒點數 | 黒點概況            |
|----|-----|-----|--------------------|----|-----|-----|-----------------|
| 1  | —   | —   | 曇、觀測なし             | 16 | 5   | 62  | IVのみ優勢          |
| 2  | 8   | 72  | 中央西部に稍と著しき群 (I)    | 17 | 5   | 78  | IV數多し、東に新群 (V)  |
| 3  | —   | —   | 曇、觀測なし             | 18 | 6   | 69  | IV小黒點多數含まる、V數多し |
| 4  | 6   | 46  | I減少、東部に稍と數多き群 (II) | 19 | 6   | 59  | IV減少、V増大        |
| 5  | 5   | 49  | I減少西端に行く、II優勢      | 20 | 7   | 47  | IV殆ど消失、V小群に分る   |
| 6  | 6   | 39  | II中央部にて著しきのみ       | 21 | —   | —   | 雨、觀測なし          |
| 7  | 5   | 44  | II減少、東に新群 (III)    | 22 | 8   | 73  | V數多し            |
| 8  | 6   | 27  | II益と減少、IIIも數多からず   | 23 | —   | —   | 曇、觀測なし          |
| 9  | 7   | 34  | II、III共に數少し        | 24 | 8   | 66  | V中央部にあり最も數多し    |
| 10 | 6   | 50  | II西端に行く            | 25 | 9   | 53  | V減少、小群散在        |
| 11 | 8   | 80  | III稍と數多く擴がる        | 26 | 8   | 68  | 小群赤道に沿ふて散在      |
| 12 | 7   | 45  | III數少し、東に新群 (IV)   | 27 | 8   | 40  | 著しき群なし          |
| 13 | —   | —   | 曇、觀測なし             | 28 | —   | —   | 曇雨、觀測なし         |
| 14 | —   | —   | 雨、觀測なし             | 29 | 4   | 28  | 全く寂寞            |
| 15 | 6   | 84  | III隱る、IV數多し        | 30 | 3   | 24  | 著しきものなし         |

使用器械、觀測方法等については本誌第 31 卷第 4 號第 77 頁參照 (東京天文臺)

**太陽の莖外部エネルギー曲線** (E. Pettit, Ap. J., 91, 159, 1940.) 太陽の莖外部エネルギー曲線は Pettit が先年 Arizona 州 Tucson で觀測したことがあるが、今度發表したのは 1934, 1937, 1939 年に Mt. Wilson で觀測した結果に關するもので、その主眼とする所は、integrated light を用ひないで太陽 disk の中心だけの輻射を觀測したことである。

用ひた機械の主なるものは

- i) Al 鍍を施した siderostat 鏡
- ii) 結像用レンズ又は鏡
- iii) 水晶製 double monochromator
- iv) 眞空熱電堆及び檢流計

Double monochromator は合計 3 個の slit を持つて居り、第二 slit の幅によつて通過する波長域の幅を調節することが出来る。Pettit は各波長毎にこの slit を調節して常に 100 Å だけの帯域を通過させる様にしたが、これは波長によるエネルギー分布をしらべる爲には最も好都合である (slit の幅を變へないでよくと、分散能の相違による補正を加へねばならない)。

この種の觀測では時間の経つにつれて機械が熱せられるため、それに起因する誤差が常に問題になる。今の場合は熱電堆の抵抗及び起電力、檢流計コイルの抵抗など

の變化は無視し得る程度で、slit の膨脹が最も重要だと見積つてある。その爲に觀測の後半期に於ては第一 slit を invar 製のものと取換へ、第三 slit は廢して直接熱電堆を露光する等の改良を行つた。

測定は種々の天頂距離で行ひ、大氣による減光は air mass に直線的であるとして大氣外の値を求めた。かくして得られたエネルギー曲線を見ると、 $\lambda 0.40\mu$  から  $\lambda 0.38\mu$  まで間の 48% 近くの激減が目立ち、 $\lambda 0.38\mu$  から  $\lambda 0.325\mu$  までは殆ど一定で、以後  $0.292\mu$  までは直線的に減少してゐる。

同時に大氣の透過度も波長の函數として知られたが、その吸収が全部 ozone に原因すると假定すれば、大氣中には標準状態にして 0.10 種の厚さに相當する  $O_3$  が含まれてゐることになる。この點を確かめるために、別に莖外部の太陽スペクトルを光電的に記録し、Fraunhofer 線によるエネルギー曲線の凹みを埋める様に補正したが、Planck 函數からの距りは依然として大きかつた。最後に著者は實驗室に於ける  $O_3$  のスペクトルとも比較して、 $O_3$  のみでは莖外部の減光を説明することは不可能だらうと言つてゐる。(大澤)

**米國海軍の報時** 最初に米國海軍が報時事業を行つたのは 1800 年で、クロノメーターを港々に持ち歩き船舶

のクロノメーターを修正したのが事の起りで、次に全米國の鐵道網に有線時報を送り、1883年に標準時は全米で4個の午午線に規據することゝなつた。

1903年に米海軍は試験的に無線報時を行ひ、1912年12月にアーリントンより強力なる放送を開始した。ヨーロッパの同事業に先鞭をつけること數年で、英國は1923年2月に之を開始してゐる。(譯者註、日本と佛國は1910年に無線報時を始めてゐる)

米海軍無線報時の開始により、天文、測地、採鑛、地震、物理、弱電工學の諸學者のこれを利用するもの激増し、國境確定、經度測量等は、米本國以外に南米、オーストラリヤ、ニュージーランド、カナダ等にて利用せられ、今日に於ては毎時放送が行はれるに至つた。パリよりの報告によれば、北米合衆國の報時は最も正確であるとの事で米國民は之を誇りとして可也である。

1930年迄は一日一回の放送で充分であつた所、地震學者の會合の決議により、その年より一日六回の放送により、その後益々需要が増加したが、人員經費等の不足により發展足踏み中の所、1934年5月より自動發信裝置の完成によりその困難を解消した。(譯者註、日本に於ては1939年に自動發信裝置を略々完成した)

時刻測定の觀測器械も從來の午午儀を廢止し、天頂寫眞儀 (Photographic Zenith Tube) の原理を應用した器械により寫眞觀測により時刻測定を行ひ、從來の方法に於て不正確の原因であつた、個人差、氣泡水準器等の

影響を免れ、恆星1個當りの觀測精度  $\pm 0.010$ 、一晚18個の恆星を觀測して時刻測定精度  $\pm 0.002$  を得てをる。

時報發信の機構も缺點の多い從來の振子時計を調整する方法を廢して、水晶時計を使用することに改めた。1,000サイクル迄落した電氣振動を以てシンクロナスマーターを回轉させ、そのフィールドコイルを回すことにより微細の發信時刻を修正し得るので、水晶振動子の振動も歩度も妨害せずに行へるのである。

又、このモーターの出力は相當大きく、自動制御のスイッチを全部操作出来るし、時計比較も1,000サイクルの回轉軸と他の時計をストロボ的にネオンランプを點火して視ることによりクロノグラフを用ひずに行へる。

小は水晶振動子保持の方法より、大はショート振子時計の運轉に至る迄時計格納には新工夫が施され、二重の格納室は30インチの絶縁された空氣層で遮斷され、内部は華氏85°に保ち10分の2度の溫度差を記録される様にされてゐる。

ショート振子時計の製作者がこの室を參觀した時「自分の時計がこの室内で驚く程うまく動くのは驚くに當らない」と驚いた程である。同氏は他の學會の席上で米海軍の報時は他よりも150年程前進してゐると云つてゐる。(米海軍天文臺 Hellweg 大佐, Publ. A. S. P. Feb. 1940) (辻抄譯)

天 象 欄

**流星群** VII月にはベルセウス座流星群の前驅も現はれ次第に出現數を増す。月末の水瓶座流星群は稍々著しいものである。

|   | 赤 經  | 赤 緯          | 輻射點  | 性 質 |
|---|------|--------------|------|-----|
| VI月-VIII月 22 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> | +28° | $\gamma$ Peg | 速、痕  |     |
| VI月-VIII月 20 12                           | +24  | Vul          | 速、短  |     |
| 中 旬 21 8                                  | +31  | $\zeta$ Cyg  | 速    |     |
| 29日 前後 22 36                              | -11  | $\delta$ Aqr | 長、顯著 |     |

|     |                               |      |         |     |
|-----|-------------------------------|------|---------|-----|
| 15日 | 1 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> | +49° | Per     | 速、痕 |
| 31日 | 2 8                           | +54  | (輻射點移動) |     |

**變光星** 次の表はVII月中に起る主なアルゴル種變光星の極小の中2回を示したものである。長週期變光星の極大の月日は本誌本卷第15頁にある。本月中に極大に達する筈の星で觀測の望ましいものはZ Aqr, R Cas, R Cet, V CrB, RS Lib等である。

| アルゴル種  | 範 圍                       | 第二極小         | 週 期                       | 極 小                       |                           |                           |              | D            | d |
|--------|---------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|--------------|---|
|        |                           |              |                           | 中央標準時                     |                           |                           |              |              |   |
|        | <sup>m</sup> <sup>m</sup> | <sup>m</sup> | <sup>d</sup> <sup>h</sup> | <sup>d</sup> <sup>h</sup> | <sup>d</sup> <sup>h</sup> | <sup>d</sup> <sup>h</sup> | <sup>h</sup> | <sup>h</sup> |   |
| 023969 | RZ Cas                    | 6.3-7.8      | —                         | 1 4.7                     | 7 0, 12 23                | 4.8                       | 0            |              |   |
| 175315 | Z Her                     | 7.2-8.0      | 7.4                       | 3 23.8                    | 10 1, 30 0                | 9.6                       | <0.2         |              |   |
| 182612 | RX Her                    | 7.2-7.9      | 7.8                       | 1 18.7                    | 5 21, 13 0                | 4.8                       | 0.7          |              |   |
| 220445 | AR Lac                    | 6.3-7.1      | 6.5                       | 1 23.6                    | 29 2, 31 2                | 8.5                       | 1.6          |              |   |
| 171101 | U Oph                     | 5.7-6.4      | 6.3                       | 1 16.3                    | 4 23, 10 0                | 7.7                       | 0            |              |   |
| 191419 | U Sge                     | 6.5-9.4      | —                         | 3 9.1                     | 11 3, 28 0                | 12.5                      | 1.6          |              |   |
| 194714 | V505 Sgr                  | 6.4-7.5      | —                         | 1 4.4                     | 9 22, 28 21               | 5.8                       | 0            |              |   |
| 103946 | TX UMa                    | 6.9-9.1      | —                         | 3 1.5                     | 24 20, 27 21              | 8.2                       | 0            |              |   |
| 191725 | Z Vul                     | 7.0-8.6      | 7.1                       | 2 10.9                    | 5 22, 10 20               | 11.0                      | 0            |              |   |

D—變光時間 d—極小繼續時間

東京(三鷹)に於ける星の掩蔽(VII月)

(東京天文臺回報第102號に據る. 表の説明に關しては本誌1月號参照.)

| 日附 | 星名            | 光度  | 現象 | 月齡  | 中央標準時 |      |      | a    | b   | 方向角 |    | 日附             | 星名  | 光度 | 現象   | 月齡 | 中央標準時 |      |      | a   | b   | 方向角 |   |
|----|---------------|-----|----|-----|-------|------|------|------|-----|-----|----|----------------|-----|----|------|----|-------|------|------|-----|-----|-----|---|
|    |               |     |    |     | h     | m    | s    |      |     | P   | V  |                |     |    |      |    | h     | m    | s    |     |     | P   | V |
| 9  | B.D.+ 5° 2378 | 8.5 | D  | 4.0 | 20    | 3    | —    | —    | 100 | 46  | 11 | B.D.- 4° 3301  | 8.5 | D  | 6.0  | 21 | 40    | —    | —    | 135 | 88  |     |   |
| 9  | B.D.+ 5° 2385 | 8.5 | D  | 4.0 | 20    | 50   | —    | —    | 65  | 10  | 11 | B.D.- 4° 3307  | 8.1 | D  | 6.1  | 22 | 4     | —    | —    | 100 | 47  |     |   |
| 9  | B.D.+ 5° 2386 | 8.4 | D  | 4.0 | 20    | 54   | —    | —    | 70  | 15  | 12 | B.D.- 8° 3562  | 8.3 | D  | 7.0  | 21 | 27    | —    | —    | 95  | 40  |     |   |
| 10 | B.D.+ 0° 2312 | 8.4 | D  | 5.0 | 20    | 45   | —    | —    | 140 | 87  | 13 | B.D.- 12° 4642 | 6.6 | D  | 8.1  | 22 | 22.3  | -1.1 | -2.2 | 133 | 88  |     |   |
| 10 | B.D.+ 0° 2811 | 8.0 | D  | 5.0 | 20    | 45   | —    | —    | 155 | 102 | 17 | B.D.- 19° 4605 | 6.5 | D  | 11.2 | 0  | 37.7  | -1.4 | -1.5 | 101 | 61  |     |   |
| 11 | B.D.- 4° 3296 | 6.3 | D  | 6.0 | 20    | 33.0 | -0.9 | -2.1 | 135 | 88  | 22 | B.D.- 7° 5797  | 6.2 | R  | 17.1 | 22 | 57.9  | -1.8 | -0.2 | 303 | 343 |     |   |

太陽・月及び惑星

主として東京天文臺編纂理科年表に據る. 時刻は凡て中央標準時. 出入, 南中は東京に於けるもの. 表中15日毎の赤經, 赤緯, 時差, 黃經, 距離, 視半徑, 視差は凡て12<sup>h</sup>に於ける値.

**太陽**

| 月   | 日  | 赤經        | 赤緯        | 時差       |
|-----|----|-----------|-----------|----------|
| VII | 1  | 6 39 40.3 | +23 7 52  | - 3 36.0 |
|     | 16 | 7 41 5.1  | +21 24 47 | - 5 52.4 |
|     | 31 | 8 40 37.1 | +18 20 16 | - 6 16.0 |

時差 = 眞太陽時 - 平均太陽時

| 月   | 日  | 黃經        | 地球からの距離    | 視半徑     |
|-----|----|-----------|------------|---------|
| VII | 1  | 99 6 39   | 1.016 7536 | 15 45.3 |
|     | 16 | 113 24 53 | 1.016 3896 | 15 45.7 |
|     | 31 | 127 44 16 | 1.015 0568 | 15 46.9 |

黃經は年初の平均分點に對するもので, 光行差は含まれてゐない. 距離は平均値 149 504 201 km を單位としてある.

半夏生(黃經 100°) VII月2日  
 小暑(黃經 105°) VII月7日  
 土用(黃經 117°) VII月20日  
 大暑(黃經 120°) VII月23日

| 月   | 日  | 出             | 南中    | 入      | 出入方位 | 南中高度 |
|-----|----|---------------|-------|--------|------|------|
| VII | 1  | 4 28 11 44 37 | 19 1  | 北29.6  | 77.5 |      |
|     | 16 | 4 37 11 46 54 | 18 57 | " 27.4 | 75.8 |      |
|     | 31 | 4 48 11 47 17 | 18 47 | " 23.4 | 72.6 |      |

出入方位は東又は西より測りたるもの.

**月**

| 月   | 日  | 地平視差     | 出    | 南中    | 入     |
|-----|----|----------|------|-------|-------|
| VII | 1  | 55 21.73 | 1 6  | 7 55  | 14 50 |
|     | 16 | 57 49.06 | 16 0 | 21 15 | 1 37  |
|     | 31 | 56 56.45 | 1 8  | 8 16  | 15 24 |

| 朔   | 日        | 最北       | 最南       |
|-----|----------|----------|----------|
| VII | 5 20 28  | 4 13 51  | 17 11 26 |
| 上弦  | 12 15 35 | 10 23 44 | 24 16 2  |
| 望   | 19 18 55 |          |          |
| 下弦  | 27 20 29 |          |          |

最近 VII 10 3 38 地球からの距離 0.95782  
 最遠 25 14 21 " 1.05242  
 距離は平均値 384 403 km を單位としてある.

**惑星**

| 距離  | 視半徑     | 出         | 南中    | 入     |
|-----|---------|-----------|-------|-------|
| 水星  | 0.7263  | 4.6 6 27  | 13 26 | 21 24 |
| 金星  | 0.2927  | 28.7 4 15 | 11 16 | 18 17 |
| 火星  | 2.5742  | 1.8 6 0   | 13 8  | 20 17 |
| 木星  | 5.3912  | 17.0 0 53 | 7 35  | 14 17 |
| 土星  | 9.7519  | 7.7 1 6   | 7 47  | 14 28 |
| 天王星 | 20.2945 | 1.7 1 37  | 8 35  | 15 33 |
| 海王星 | 30.4973 | 1.2 10 27 | 16 40 | 22 53 |

VII<sup>月</sup> 16<sup>日</sup>

| 距離  | 視半徑     | 出                  | 南中    | 入     |
|-----|---------|--------------------|-------|-------|
| 水星  | 0.5835  | 5.7 5 36           | 12 23 | 19 9  |
| 金星  | 0.3424  | 24.6 2 58          | 9 53  | 16 49 |
| 火星  | 2.6206  | 1.8 5 48           | 12 49 | 19 50 |
| 木星  | 5.1839  | 17.7 { 0 1 / 23 58 | 6 45  | 13 29 |
| 土星  | 9.5300  | 7.8 0 14           | 6 53  | 13 35 |
| 天王星 | 20.0966 | 1.7 0 40           | 7 38  | 14 37 |
| 海王星 | 30.7288 | 1.2 9 29           | 15 42 | 21 55 |

VII<sup>月</sup> 31<sup>日</sup>

| 距離  | 視半徑     | 出         | 南中    | 入     |
|-----|---------|-----------|-------|-------|
| 水星  | 0.6737  | 5.0 3 58  | 10 51 | 17 45 |
| 金星  | 0.4328  | 19.4 2 9  | 9 5   | 16 2  |
| 火星  | 2.6533  | 1.8 5 36  | 12 28 | 19 21 |
| 木星  | 4.9612  | 18.5 23 5 | 5 54  | 12 40 |
| 土星  | 9.2889  | 8.0 23 11 | 5 57  | 12 40 |
| 天王星 | 19.8666 | 1.7 23 39 | 6 41  | 13 40 |
| 海王星 | 30.9288 | 1.2 8 32  | 14 45 | 20 57 |

距離は地球からのもので, その單位は太陽に於けるものと同様.

惑星現象

| 月   | 日  | 現象        | 月   | 日          | 現象       |
|-----|----|-----------|-----|------------|----------|
| VII | 1  | 土星, 月と合   | VII | 10         | 海王星, 月と合 |
|     | 2  | 天王星, 月と合  | 18  | 金星, 留      |          |
|     | 4  | 地球, 遠日點通過 | 19  | 金星, 遠日點通過  |          |
|     | 4  | 金星, 月と合   | 21  | 火星, 日心黃緯最北 |          |
|     | 7  | 火星, 月と合   | 22  | 水星, 太陽と内合  |          |
|     | 7  | 水星, 月と合   | 28  | 水星, 日心黃緯最南 |          |
|     | 7  | 水星, 遠日點通過 | 28  | 木星, 月と合    |          |
|     | 8  | 水星, 留     | 28  | 土星, 月と合    |          |
|     | 10 | 水星, 火星と合  | 29  | 天王星, 月と合   |          |

昭和 15 年 6 月 25 日 印刷  
昭和 15 年 7 月 1 日 發行

定價 金 30 錢  
(郵 稅 5 厘)

編輯兼發行人

東京府北多摩郡三鷹町東京天文臺構内  
福 見 尙 文

印 刷 人

東京市神田區美土代町 16 番地  
島 連 太 郎

印 刷 所

東京市神田區美土代町 16 番地  
三 秀 舍

發 行 所  
東京府北多摩郡三鷹町東京天文臺構内  
社 團 日 本 天 文 學 會  
法 人  
振 替 口 座 東 京 13595

賣 場 所  
東京市神田區表神保町 堂  
東 京  
東京市神田區南神保町 店  
岩 波 書  
東京市京區區橋町 3 丁目 3 番地 店  
北 隆 館 書  
東京市芝區南佐久間町 2 / 4 社  
恒 星  
東京市日本橋區通 2 丁目 6 番地  
丸 善 株 式 會 社

# THE ASTRONOMICAL HERALD

VOL. XXXIII NO. 7

1940

July

---

## CONTENTS

|  |     |
|--|-----|
| S. Kawabata: Studies on the Deviation of Plumb-lines in Japan..... | 99  |
| T. Hirose: Dark Objects (Collective Review) (IV) .....             | 106 |
| Book Review-Abstracts and Materials-Sky of July 1940 .....         | 112 |