計算圖表に依る光度計算*

Nomographic Reductions of Variable-Star Observations.

By 内 藤 一 男 K. Naito

§ 1. 緒　言 Introduction.

變星觀測者がその觀測を整理するに當り，最も疲勞を覺ゆるのは，觀測より光度を算出する計算の煩雜さである．之は觀測者が誰でも一度は經驗する事柄である．特に觀測の數が多くなればなる程切實に感ずる問題である．

筆者は最近觀測整理の計算を行つた際に此の點に注目し，計算の一部を計算圖表 (Nomograph) に依る事に依つて，時間と勞力を甚だしく輕減し得たので，茲に光度計算用計算圖表の作り方を述べて，讀者諸君の參考に供し度いと思ふ．

§ 2. 光度計算式 Reduction Formulae.

先づ觀測より光度を導く際に使用する公式を掲げて置く．

(a) 比例法に依る觀測の場合. Proportional Methods.

比例法に依り光度の目測をなせる時，その結果は一般に次の如くに表される．

$$a\,m\,V\,n\,b \qquad (1)$$

然る時は變星の等級は

$$V = a + \frac{m(b-a)}{m+n} = a + \frac{m(b-a)}{10} \qquad (2)$$

又は

$$V = b - \frac{n(b-a)}{m+n} = b - \frac{n(b-a)}{10} \qquad (3)$$

茲に

a＝變星 V よりも明るい比較星（その等級を a とす）
b＝〃〃　暗い　〃（〃　b　）
m, n＝正の整數又は小數で，一般には m＋n＝1.00 なり．

(b) 光階法に依る觀測の場合. Step Methods.

光階法に依る觀測を整理するに當つては，嚴密に云へば，觀測より比較星の光階を導き，次に之より變星の光階を誘導し，最後に之を光度に引き直すのであるが，（小山秋雄氏，變光星の眼視觀測に就て．(II) 天界第164號 P.50～P.54 參照）普通我々の最も多く觀測して居る長週期星や，變光範圍の廣い不規則星に對しては，さのみ高い精度を要求せられない事と，多數の觀測を迅速に整理

* 東亞天文協會記要 O. A. A. Memoirs, No. 72.

せねばならぬ事とから，通例，比例法に似た計算方法に依て，光度の誘導が行はれて居る．即ち觀測

$$\mathrm{a\,m\,V\,n\,b} \quad \cdots\cdots(4)$$

から變星の等級は，

$$\left.\begin{array}{lll} \mathrm{a\,m\,V} & \text{より} & V_1=a+s\cdot m \\ \mathrm{V\,n\,b} & \text{より} & V_2=b-s\cdot n \\ \therefore & & V=\dfrac{V_1+V_2}{2} \end{array}\right\} \quad \cdots\cdots(5)$$

茲に

a＝變星Ｖよりも明るい比較星（その等級をａとす）
b＝〃〃　暗い　〃　（　〃　b　）
s＝1光階の値（等級）
m, n＝光階數

である．

(1) と (4) 式は，見掛けは全々同型であるが，その意味は全く異るものである事は茲に蛇足を加へず共，讀者讀君には良く御分りの事と思ふ．

§ 3. 計算圖表 Nonograph.

讀者諸君の中には此の計算圖表と云ふ言葉を初めて耳にされる方も可成りある事と思ふが，之は一言にして云へば，種々の公式や關係式から，我々の求めんとする答を一瞬の間に，それこそ電擊的に讀み取り得る所の圖表である．此の便利な計算圖表は，現今に於ては，主として，技術的諸科學(工學)方面に於て盛に使用され，例へば，近頃では到る所で目にふれる鐵筋コンクリイト構造物の設計々算等は，その計算の殆ど全部を計算圖表に依て居るのである．

本稿は計算圖表の說明が目的では無い爲，詳細に記述するのを避けたので，不明の點もあるかと思ふが，小文を讀まれて，計算圖表に興味を持たれた方は，次に示す如き參考書にて學ばれるのが良いであらう．本當に理解するには，高等代數學，解析幾何學及射影幾何學初步の知識を必要とするが，中等程度の數學のみにても，その概念は摑み得る．

1. **小倉金之助** "圖計算及圖表" 昭. 13. 11. 再訂12版 山海堂
2. 同　著 "計算圖表"(岩波全書99) 昭. 15. 10. 岩波書店
3. **長澤武雄** "實驗觀測計算法" 昭. 14. 6. 增訂3版 丸善

扨て，筆者が光度計算用計算圖表を作製するに當り應用せる圖表の型式は，計算圖表の中でも最も初步的な，"3つの支持線が直線であつて，互に平行な場合の3變數の共線圖表"なる型である．

今茲に，3つの變數間に

$$f(u)=g(v)+h(w) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(6)$$

なる關係があるとする.

第1圖に示す様に, 平行な二直線を, ξ 軸及び η 軸に取り, その上に各々

$$\left.\begin{array}{l}\xi=m\cdot f(u)\\ \eta=n\cdot g(v)\end{array}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots(7)_a$$

なる目盛を施し, 次に ξ, η に平行で, 且つ基線 A B を

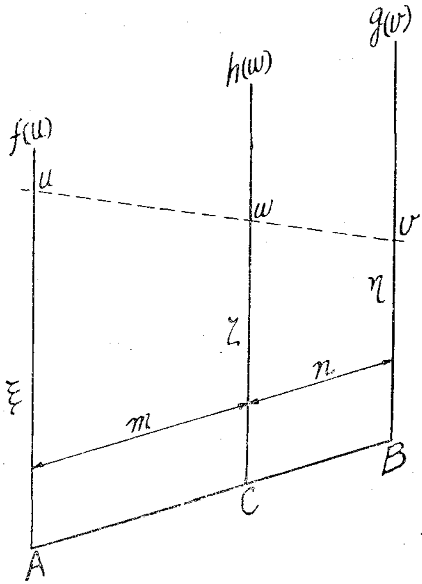
$$\frac{AC}{CB}=\frac{m}{n}$$

なる比に分つ點 C を通る直線上に

$$\zeta=\frac{m\cdot n}{m+n}\cdot h(w)\cdots\cdots\cdots\cdots(7)_b$$

なる目盛を施し, 之を ζ 軸とする, 然して m, n なる常數を, ξ, η 及び ζ の3軸の長さがほゞ同じになる様に定めると, 此の3軸上の目盛は, 第1圖に點線で示せる如く, (6) 式を滿足する.

第　1　圖



§ 4. 光度計算用計算圖表の作り方 How to make nomographs.

扨てこれから光度計算圖表を作るのであるが, 先づ (6) 式と同様な型の關係式を作らねばならぬ.

そこで次の様な式を考へる.

$$s\cdot n=M \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(8)$$

茲に

s=1 光階の値 (等級)

n=光階數

M=n 光階に相當する等級

詰り, (8) 式は, (5) 式の V_1 の右邊の s·m 又は V_2 の右邊の s·n と同じものである. 次に (8) 式の兩邊の對數を取ると

$$\log s+\log n=\log M \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(9)$$

(9) 式に於て

$$\log s=f(u),\ \log n=g(v),\ \log M=h(w) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(10)$$

と考へれば (9) 式は (6) 式と全く同じ型である事が分らう. 故に (9) 式を滿足する共線圖表を § 3 に述べた方法で作製すれば. 之即ち (8) 式を滿足する共線

圖表に外ならぬ.

次にs及nの上限及下限の値を如何に選ぶかゞ問題となる. 筆者は比例法でも光階法でも, どちらの觀測に依る計算にも便する爲, s及nの範圍を下の如くに取つた.

$$0.050 < s < 0.150$$
$$0.5 < n < 15.0$$

從つて M の取る可き上下限は, 自然, 次の如くに定まる.

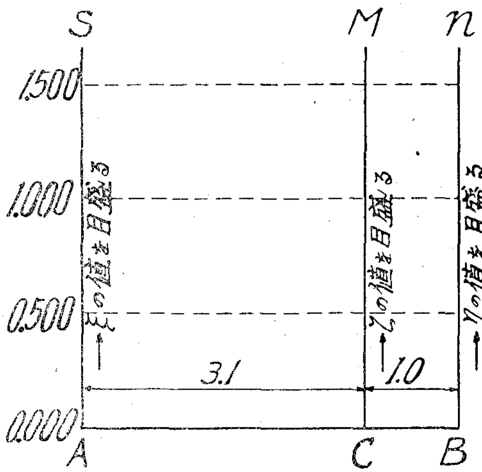
$$0.050 \times 0.5 < M < 0.150 \times 15.0$$
$$0.025 < M < 2.250$$

但し M の値が2.000以上になる事はまあ無いから, 圖表作製に當つては

$$0.025 < M < 2.000$$

とした.

第 2 圖



s, n, M の上下限の數値が定つたら, 各軸の目盛を作らなければならぬ.

先づs及n尺の目盛の長さはその上下限の數値より,

s尺:

$$\log 0.15 - \log 0.05 = \bar{1}.1761 - \bar{2}.6990 = 0.4771$$

n尺:

$$\log 15.0 - \log 0.5 = 1.1761 - \bar{1}.6990 = 1.4771$$

となり, このまゝ目盛ればn尺はs尺の約3倍の長さになつて仕舞ふ. そこで,

$$\frac{m}{n} = \frac{1.4771}{0.4771} \fallingdotseq \frac{3.1}{1}$$

即ち,

$$m = 3.1, \qquad n = 1.0$$

に取れば兩尺の長さは殆ど等しくなる. (第2圖參照)

そこで, (7)及(10)式よりs, n及Mの目盛を表す式として次の3つを得.

$$\xi = m \cdot f(u) = 3.1(\log s - \log 0.05) \cdots\cdots (11)_a$$

$$\eta = n \cdot g(v) = \log n - \log 0.5 \cdots\cdots (11)_b$$

$$\zeta = \frac{m \cdot n}{m+n} \cdot h(u) = \frac{3.1 \times 1}{3.1+1} \cdot h(w) = 0.756(\log M - \log 0.05 - \log 0.5) \cdots (11)_c$$

(11)$_a$ 式の右邊を s の上限より下限に至る種々の値に對して計算し，s 尺，即ち言ひ換へれば ξ 軸を目盛る數値を得る．同樣に n, 及び M の上下限間の種々の値に對し，(11)$_b$ 及び (11)$_c$ 式の右邊を計算し，η 軸及び ζ 軸を目盛る數値を得る．

計算の結果は，次に示す第1表乃至第3表の通りである．

計算に際し，筆者は，4桁對數表を對數計算に使用し，4桁目は4捨5入して3桁迄を取り，(11)$_a$ 及び (11)$_c$ 式の掛算には25センチ計算尺を使用すると云ふ如き簡單な方法を採つたが，計算圖表作製には此の程度の演算で充分である．

第 1 表　s 尺

S	ξ	S	ξ	S	ξ	S	ξ	S	ξ
0.150	1.477	0.125	1.234	0.100	0.934	0.075	0.546	0.050	0.000
0.145	1.431	0.120	1.179	0.095	0.865	0.070	0.453		
0.140	1.384	0.115	1.122	0.090	0.790	0.065	0.354		
0.135	1.337	0.110	1.060	0.085	0.714	0.060	0.246		
0.130	1.288	0.105	0.998	0.080	0.632	0.055	0.128		

第 2 表　n 尺

n	η	n	η	n	η	n	η	n	η
15.0	1.477	12.0	1.380	9.0	1.255	6.0	1.079	3.0	0.778
14.5	1.462	11.5	1.362	8.5	1.230	5.5	1.041	2.5	0.699
14.0	1.447	11.0	1.342	8.0	1.204	5.0	1.000	2.0	0.602
13.5	1.431	10.5	1.322	7.5	1.176	4.5	0.954	1.5	0.477
13.0	1.415	10.0	1.301	7.0	1.146	4.0	0.903	1.0	0.301
12.5	1.398	9.5	1.279	6.5	1.114	3.5	0.845	0.5	0.000

第 3 表　M 尺

M	ζ	M	ζ	M	ζ	M	ζ	M	ζ
2.00	1.435	1.00	1.209	0.45	0.948	0.30	0.815	0.15	0.587
1.90	1.420	0.95	1.193	0.44	0.941	0.29	0.805	0.14	0.565
1.80	1.405	0.90	1.176	0.43	0.933	0.28	0.793	0.13	0.541
1.70	1.381	0.85	1.159	0.42	0.925	0.27	0.781	0.12	0.515
1.60	1.365	0.80	1.138	0.41	0.918	0.26	0.768	0.11	0.486
1.50	1.345	0.75	1.115	0.40	0.910	0.25	0.756	0.10	0.455
1.45	1.330	0.70	1.093	0.39	0.902	0.24	0.742	0.09	0.420
1.40	1.320	0.65	1.070	0.38	0.894	0.23	0.727	0.08	0.382
1.35	1.310	0.60	1.043	0.37	0.884	0.22	0.714	0.07	0.338
1.30	1.300	0.55	1.015	0.36	0.875	0.21	0.697	0.06	0.288
1.25	1.285	0.50	0.984	0.35	0.865	0.20	0.682	0.05	0.228
1.20	1.270	0.49	0.977	0.34	0.857	0.19	0.665	0.04	0.154
1.15	1.255	0.48	0.970	0.33	0.846	0.18	0.647	0.03	0.060
1.10	1.240	0.47	0.964	0.32	0.836	0.17	0.630	0.025	0.000
1.05	1.228	0.46	0.955	0.31	0.826	0.16	0.609		

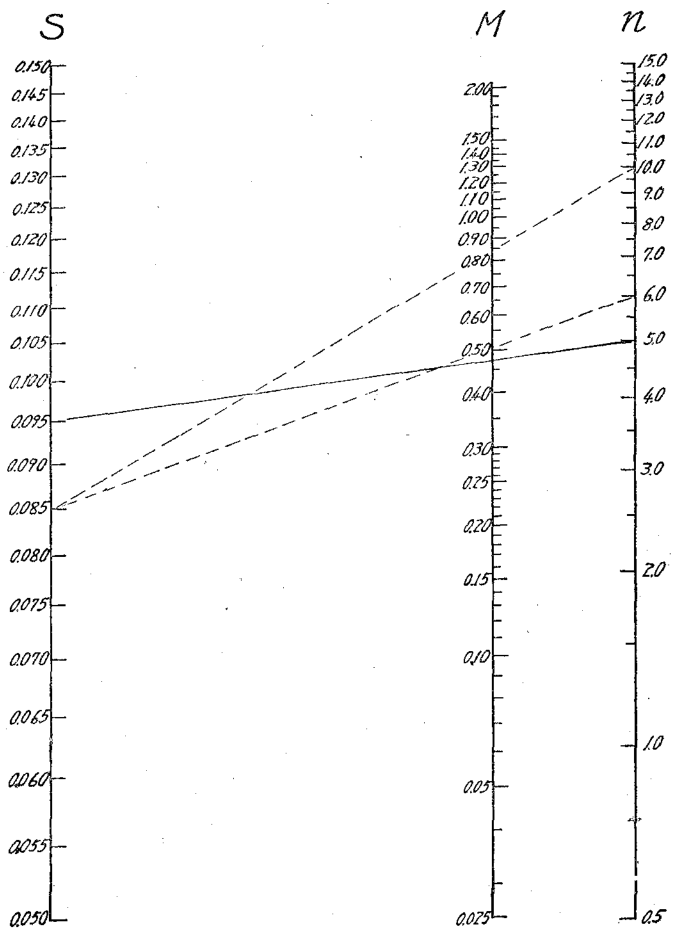
圖表作製に用ひる用紙は，1粍目の方眼紙が丁度手頃である．

先づ方眼紙上に互に平行なる直線 s, M 及 n を，AC : CB = 3.1 : 1 なる比に

分つ樣に引く，次に基線ＡＢＣ上の點A, C及Ｂを０とし，Ａs線上に第１表のξの値を目盛り，Ｂn線上に第２表中のηの値を目盛り，ＣＭ線上に第３表のζの値を目盛る．目盛のスケｰルは任意であるが，方眼紙上の１粍を 0.05 の割合にすると，手頃の大さの圖表を得る．（第２圖參照）

ξ, η, ζの値を目盛り終れば，圖表上に於ては，ξの値に對しては第１表より其れに對應するｓの値を，ηの値に對しては，第２表及第３表より各々對應するｎ及Ｍの値を記入すれば，それが出來上りの圖表となる．（第３圖參照）．

第　3　圖



§ 5. **使 用 法**　Examples.

(a)　比例法に依る觀測の場合. Proportional Method.

今茲に (5.75) A6V4b (6.60) なる觀測があり，之より變星 V の光度を求めるものとする. V の値は，§ 2 の (2) 式より，

$$V = 5.75 + \frac{b \times (6.60 - 5.75)}{10} = 5.75 + \left(\frac{0.85}{10} \times b\right)$$

となる. 上式中の（　）の部分を圖表に依り次の如くに求める. 卽ち n 線上の 10.0 の點と，M 線上の 0.85 の點とを結び，之の延長と s 線との交點を求め，次に此の交點と n 線上の 6.0 の點とを結ぶ直線が，M 線と交る點の M 線上の讀みを取り，（　）内の計算の結果として 0.51 を得.（第 3 圖に破線にて示す.）依て，求むる V の値は，

$$V = 5.75 + 0.51 = 6\overset{m}{.}26$$

なり.

(b)　光階法に依る觀測の場合. Step Method.

今茲に (5.75) A5V3b (6.60) なる觀測があり，之より變星 V の光度を求めるものとする. V の値は，§ 2 の (5) 式より計算するものとし，此の觀測者の1光階の値を $0\overset{m}{.}095$ とす. § 2 の (5) 式より，

$$V_1 = 5.75 + (5 \times 0.095)$$

上式の（　）内を圖表より求めるには，s 線上の 0.095 の點と，n 線上の 5.0 の點とを結ぶ直線が，M 線と交る點の M 線の讀みを取り，0.48 を得. 依て

$$V_1 = 5.75 + 0.48 = 6.23$$

同樣にして，

$$V_2 = 6.60 - (3 \times 0.095) = 6.60 - 0.28 = 6.32$$

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{6.23 + 6.32}{2} = 6\overset{m}{.}28$$

となる.（第 3 圖に實線にて示す）

(c)　光階の値を求むる方法. Value of one Step.

上に述べた (5.75) a5V3b (6.60) なる觀測に於て，此の觀測に對する 1 光階の値は，

$$S = \frac{(6.60 - 5.75)}{5 + 3} = \frac{0.85}{8}$$

なる計算より求めらる. 例に依り圖表計算に依る時は，n 線上の 8.0 の點と，M 線上の 0.85 の點とを結び，之の延長と s 線との交點を求め，此の交點の讀みを取つて直ちに，

$$s = 0.106$$

を得.

§ 6. 結 び Conclusion.

以上で大體の說明を終つた次第ですが，"光度計算用計算圖表"と尤もらしい名は付けても，要するに，光度計算に必要な數值間に於ける，簡單な乘除圖表に過ぎないのである．

然し，此の簡單な圖表でも，普通の長週期及び不規則の變星の數多い觀測を整理するに當つては，充分有力なる助手たる事を信じ，諸兄の御愛用を願ふ次第である．(16. 2. 25)

三　つ　の　訃

河合章二郎氏　かつて東京天文臺の職員であつた同氏は，本年一月31日大阪で病沒された．享年56歲餘，氏は東京に生れ，商工中學と物理學校を卒業して，明治45年五月より天文臺に入り，諸種の觀測，殊に時刻と報時の研究に當り，每年六月10日の"時の記念日"などには，街頭で活躍した．大正7年六月8日の鳥島の皆既日食には，京都大學の山本隊と行を共にしたが，此の時には曇天に禍ひされ，不首尾に終つた．大正14年三月辭職し，大阪方面で實業に從事し，叉，大阪工學校でも教鞭を採つたことがある．昭和2年の水星の太陽面通過の機に，臺灣で山本博士と遭はれたことは"天界"82號33頁及び"自然科學"3卷133頁にある．

蘆野敬三郎氏逝く　天文年鑑1934年版"本邦天文家一覽表"を見る人は，明治21年東大卒業の元老中に蘆野氏の名を見出すだらう．叉，天文讀書子ならば，G. E. Hale 氏の Stellar Evolution (1908) を譯して，大正8年に博文館から"宇宙の進化"を出版した蘆野氏を記憶してゐるであらう．氏は慶應3年に生れ，明治21年東大星學科を卒業して直ちに海軍教授となり，大正10年依願免官となるまで永く海軍々人の理學教育と，水路部の事業に沒頭し，邦國のため功績の多い人である．S. Newcomb の名著 Compendium of Spherical Astronomy を譯されたことがあるが，未だ出版されず，水路部で今尙ほ原稿のまゝ使用されてゐる由．氏は永く病臥中のところ，本年二月17日逝去された．

ドバーク博士逝く　二重星を研究すると William Doberk といふ名によく遭ふ．自分は1929年スマトラからの歸りに香港の對岸の九龍にある天文臺を訪ねたことがある．ドバーク氏が此所に居たことがあつたからである．このドバーク氏は1852年にコペンハーゲンで生れ，1874年にアイルランドの Cooper 大佐の天文臺で天體觀察を始めたが，其の後は各地に移つた．晩年にはロンドンの南部 Sutton に私立天文臺を建て，"6吋"屈折機で1927年まで二重星を觀測した．生涯，比較的小さい器械を使つたが，二重星の觀測は總計13000回に達し，結果はアイルランドのアカデミ Transaction やナハリヒテンに發表した．エイトケン博士に據れば，ドバーク氏ほど夥しい二重星の研究者は他に無い由である．氏は本年一月5日サトンの家で死去した．(山本)