

『暦象新書』の研究：主としてその物理学 について

OMORI, Minoru / 大森, 実

(出版者 / Publisher)

法政大学史学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政史学 / 法政史学

(巻 / Volume)

15

(開始ページ / Start Page)

114

(終了ページ / End Page)

126

(発行年 / Year)

1962-12

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00010679>

『曆象新書』の研究

—主としてその物理学について—

大 森 実

一、序 論

『曆象新書』の研究に志したのは、ひとえに板沢武雄博士の御教示によるもので、博士は曆象新書の内容の詳細な検討を指示されたのであった。

明治後期の狩野亨吉『志筑忠雄の星氣説』⁽¹⁾、桜井錠二『数物理学』⁽²⁾以後、曆象新書評価はその下編附録『混沌分判図説』をカントやラプラスの星雲説と比較しての評価を軸として展開し、大正・昭和期に荒木俊馬・石原純・能田忠亮等の後継者を得、『混沌分判図説』は日本人の優秀さを証するものとの評価が約二十年前に流行して賛否両論が行われたが、その内容についての全体的評価はいまだに行われていない。また数学・物理学・天文学

の各専門分野からの評価が、林鶴一・三上義夫・桑木或雄・矢島祐利・藪内清・小倉金之助の諸博士により、思想的意義について三枝博音氏によりそれぞれ論じられているが全体を包含するものではなく、この方面の研究深化は今後の課題である。さらに日本史家による地動説解説書としての評価は、板沢武雄博士『地動説の展開とその反動』⁽³⁾以来立場の差異はあるとはいえ阿部真琴・高橋碩一・杉本勲・村井益男の諸氏により定説的に取扱われるが、その地動説の力学的根拠としてのケプラー法則からニュートン力学への下降・惑星軌道論等については余り注目されていない。

日本史(蘭学史)的或いは科学史的な観点の何れの側に於いても曆象新書自体の研究は十分とは言えず、本書

に如何なる評価を与えるともそれは本書の内容の着実な分析に立脚することが望まれる。こうした実証的研究の上に多くの論説は砂上の楼閣たるを免れる。本論文にあっては拙劣ながらも従来割合に説かれることの少い面を照射すべく努めた。そのため混沌分判圖説やケプラー三法則については全く触れない。当面ならびに今後の課題は(1)曆象新書の内容を詳細に検討し(2)当時の日本の科学書と比較すると共に(3)その内容の西欧科学史上の学説内容との対応を比定して世界的連関における意義を追究する一方(4)東西の科学発展の諸条件を分析して志筑らとニュートンらの社会状態の差異を明らかにし(5)両者の思想的背景の相違を明確化することであろう。

最後に本研究に対し懇篤な御指導を賜った板沢博士に対し深謝すると共にこの一篇を御霊前に捧げる次第である。

註

- 1 『東洋学芸雑誌』十二卷一六五号 明治二十八年六月
- 2 大隈重信編『開國五十年史』上巻 九九九—九五〇頁 明治四十年
- 3 『日蘭文化交渉史の研究』二三九—二六二頁

二、曆象新書の力学

『曆象新書』の研究(大森)

ベクトル合成法(平行四辺形の方法)は、静力学・動力学を通じて使われる方法であるが、力の合成については中編加力変速の項に、二力の関係が(1)同方向で同じ大きさ(2)正反対方向で同じ大きさ(3)正反対方向で異なる大きさの三つの場合についてその解を述べているもので、これは前野蘭化の写本『翻譯運動法』(1)の現存稿本と要点において変りなく、二力が同一作用線上にある場合だけを述べているのが特徴でありこれはベクトル合成法の特解である。『翻譯運動法』は力の合成のみを取扱っているが(2)志筑は更に速度の合成を同項目『図解』において「動体亜点にあり、併に向って行く。其の速力を亜併線の長さに譬ふ。亜点に於て加力す。向方は亜田なり。加力の速を亜田線の長さに譬ふ。此の時初動亜併の向方、変じて亜世となり、速力變じて亜世線の長さに応ず。加力一の図に在っては順斜なる故速力を益すなり。二図にあっては逆斜なり、故に速力減ず。三図正横なるは又速力を益すなり。何れも亜世の長さにて速力を知るべし。此の如く向方速力一変するの後再び加力せざるときは、是より後は亜世の速を以て亜世央の直線を行くなり。而るに世点に於て再び加力し、其の速力世府の如くなるときは、向方速力又是が為に変じて世厄となる(割書略)諸変皆是に準じて知るべし。千差万端なりと

雖も皆此の数理に外ならず」とあり、その図を見れば彼が明らかにベクトル合成法の力以外への適用を理解していたことが知られる。重力による落下運動のみを考えるならば力の合成法に述べた知識で足りるが、円運動（求心力）を考える時には一般解を知るべきであり、ここに志筑の進歩を見ることが出来る。

重力・落下運動は、中編の重力・加力変速・重動に詳しく説かれている。まず重力即ち地球の引力の大きさを

$$\text{(現在の表式は } F = G \frac{mm'}{r^2} \text{ または } F = \frac{mm'}{r^2} \text{ 以下括弧内の}$$

式は現在の表式) については「重力強弱応ニ干遠近異之互数」(3)とし、註釈をして「応干遠近異之互数と言へるは、譬へは地上半径の所の地心を去るの遠さを地の半径にて算すれば二個を得るを自乗して冪とすれば四なり又地面地心相去るは、地の半径にて一個なり。自乗して冪とするに又一なり。此の一は却って地上半径の所の重力に当り彼の四は却って地面の重力に当る。其の数を互にして重力の強弱を知る。是の故に互数に応ずと言ふ」(4)と述べ、万有引力則を比例式形で正しく理解している。重力による落下運動については「重力は大地の万物を引くに起るものなり。大地能く万物を引くのみならず万物亦能く大地を引く(中略)唯小なる者は引力

微にして其の動は著なり。大なる者は引力盛にして其の動は微なり。是を以て大地金木に落ちずして金木大地に落つ。其実は大地と金木と相落つれども大地は至微の動は覚知する能はざるなり」(5)と記し、さらに「大地は重力の根本なり(中略)其上下高卑の重力実と同じからずと雖も而も其の差分至微にして算するに足らず。其の最高落初の重力と最卑落着の重力との差を以て落着の重力に於けるは殆んど一毫の馬体におけるが如く、故に落初落着の重力相殊ならずとして可なり」(6)と地表と高所の重力の差異の無視し得ることを言い、続けて「落初と落着との中間の時刻を分けて無量数となし是を名づけて瞬という。落体重力に加鞭せられて下る(中略)落初一瞬重力至って一力を与う其の力無量小なり(中略)然れども重力加鞭間断なきが故に、第二瞬又一力を与う第一瞬の力に等し。是に落体二力を得たり。是より第三瞬(中略)無量瞬に至って皆此の如し」(7)(傍点筆者以下同様)とあり、重力による加速を加鞭、といい、又一力の力は明らかに速度の意味である。

落下速度($v = gt$)と**落下距離**($S = \frac{1}{2}gt^2$)については「其の速常に其の落初と其の本時との中間の時刻に應ず」(8)「速力時刻何れも三倍すれば落線は三々が九倍し四倍すれば四々の十六倍す。故に落線は速力冪又は時刻冪に

応するものなり。落線は応速度又応時刻、時刻は応落線幕根速度亦応落線幕根⁽⁹⁾という。落線とは落下距離のことで、右を数式化すれば

$$\text{速力} \quad v_{oc1} \quad v_{oc}\sqrt{S}$$

$$\text{落下距離} \quad Socv^2 \quad Socl^2$$

$$\text{落下時間} \quad too\sqrt{S}$$

となって五式とも正しく、ただ重力加速度 g を考えあわせれば現在の表式と全く一致する。重動の条下では「忠雄按」「忠雄曰」の註釈がなく原々書の説そのままの形であると思われる。これを次のニュートンの語「物体が落下しつとあるときその重力の一樣な力は等しく働らき等しき時間間隔内にその物体に等しき力を加え従って等しい速度を生ずる。そして全時間内には全体の力を加え時間に比例する全体の速度を生ずるのである。そして時間に比例して描かれる距離は速度と時間との積に即ち時間の自乗に比例する」⁽¹⁰⁾と比較すれば、東西相応じるのを見ることが出来る。更に志筑は「金石と羽毛は異なれども重力は異ならず若し純虚中にあらば同速にて落つべし」⁽¹¹⁾と真空中での自然落下を述べている。

さて先に記した g の値を志筑は既に知っていた。中編赤道遠心力の条下で、フランスのパリとパリと同緯度の地の重力と赤道の遠心力を論じ、 g の値の測定に単

振子を使う旨を述べ評釈を加えて「かの和蘭無双の数学者呼意弦須⁽¹²⁾が發明せる正落定法を以て算するに一秒の正落線の長さ二千百七十四線と十分線の一なり。忠雄曰く正落定法は張本第十一に出たる四箇九三四八弱なるもの是なり」⁽¹³⁾と述べた。旋輪動法張本第十一には「振子横振微小弧一振間落線定法 四箇九三四八弱(割書略)⁽¹⁴⁾とある。四箇九三四八弱は 93.8 (066 枚に $\frac{1}{2}g$ は 4.9033) の当時の値である。志筑は、この g が g 又は $\frac{1}{2}g$ の形で先の落下則の四式の定数として機能することに気付かなかつたであろうか。研究を要する問題である。

さてこのように重力の機能を知った志筑はその本質をどう理解したか。地上にあつては「遠地心力は重力と正しく相逆の力なり。重力は即ち求地心力」⁽¹⁵⁾であること、また重力(求心力)と引力とが同種の力で現象形態が異なるだけであることを知っていたのである。⁽¹⁶⁾

天明四年稿『求力論』⁽¹⁷⁾第四按の志筑の註釈には「初ノ求力ハ重リノ事也諸曜ニ在テハ「ミウデルピュントスウエイケンデカラクテン」ト云是也(中略)是則実素性中ヨリ出ル者ニメ諸力ノ根本タリ重リハ即磁ノ鍊ヲ吸ノ類ナルベシ(中略)其ノ出ス処ノ氣弱強殊ナルカ」とある。これによれば天明四年頃には、力は実素から気が発

することにより生ずる、それはあたかも磁石が鉄を吸引

するものとされる。

するのと同じであると解していたようである。ここでは
氣に実虚の区別は見られない。志筑自身の思想が書かれ
ている元氣屈伸や重力の条下において「宇宙の間は一元
の氣なり。又虚実の二者なり(中略)一氣にして其の中に
屈伸の不同あるものなり。屈伸ある所以は虚実ある所以
なり屈の至りは実なり伸の至りは虚なり」(18)「至実の本
体は触るべくして容るべからず。至虚の本体は容るべく
して触るべからず。是の二者は常色なくして能く五彩を
生じ常声なくして能く五音となり(中略)千変万化一氣

従って氣はそれ自身相対的輕重を持つものとせざるを
得ないのであって「地心に遠きを高と云ひ地心に近きを
卑と云ふ。高よりして卑に趣くを降と云ひ専ら重力によ
りて直降するを落と云ふ。凡そ物の昇降浮沈、人力によ
らざるもの皆重力のする所なり。如何とならば金は氣よ
りも重く又水よりも重し。故に氣中にあれば落ち水中に
あれば沈む。木は氣よりも重くして水よりは輕し。故に
氣中にあれば落ち水中にあれば浮かむ。その浮かむは水
と重力を争ひ而も勝たざるなり」(21)と言っている。

の所為に非すと云ふことなし。唯重力は、実体、に属せり、是
の故に、形色万殊なり、と雖も、実質同分なるものは、其の重力
毎に相等し、(中略)其密屈なるものは実氣多くして其体
重く疎伸なるものは実氣寡くして其の体輕し。空氣加倍

以上の引用文に現われた「氣」は実氣であり虚氣につ
き特記していないが、恐らくは「真空」即「虚氣」と考
えていたのであろう。

すれば重量も加倍し実氣折半すれば重量も折半す是の故
に実氣の多少は本重を量りて知るべし」(19)と彼自身の
思索を述べたが、「氣が発する」との思想は見られず「重
力は大地の万物を引くに起れるものなり(中略)其の实
は万物の実氣と地の実氣と相引くものなり」(20)の様に
実氣相引と言っている。かように氣に虚実の区別があり
氣は元氣と称せられ、実氣の多少が重量の多少となり、
実氣相引が重力(引力)の本質であり、重力は実体に属

中編卷之上常靜常動の条においては「靜なるものは靜
ならざること能はず。動く者は動かざること能はず、靜
なるものは動かさざれば動くこと能はず、動く者は止め
ざれば靜なること能はず。是を以て動機一発する者は常
に一定方向に向ひて一直線を画行して自ら止留することな
く、動機至らざる者は常に一定所に安在して永靜不動な
り」とある。これは明らかに慣性の法則を述べたもので
ニュートンの“Philosophiae naturalis Principia
mathematica”1687初版(以下略してプリンシピアと

いう)中の「運動の諸公理の部法則一」の「凡ての物体はその上に加えられた力によってその状態が変化せしめられぬ限り静止或いは一直線上の等速運動の状態を保持する」に対応する。ニュートンの運動法則は『プリンシピア』に明快な記述が見られるが、その三つの法則は(1)慣性の法則 (2) $F \parallel ma$ (3)作用反作用の法則である。右引用文は第一法則の十分な理解と受容を示している。

以上の考察により、第一法則はほぼ完全に近い形で受容されているが、第二法則は一般形 $F \parallel ma$ は勿論落下運動の特殊形 $F \parallel mg$ の形すら記述されていない。第二法則が完全な形で受容されるためには質量概念が前提となるが、志筑においてはこの概念が見られずひいては慣性法則も根本から理解していたと言い難いのである。志筑にあつては、質量概念・物質概念は気概念によつてすべて包含される。換言すれば気は物質そのものともなり或いは求力の如き機能的概念ともなる。物質概念なくして慣性法則を受容し得たことは驚歎すべきことである。そして遂に重力の淵源については「重力はその源を造化不測の中に受け……」(22)とせざるを得なかつたのである。

円運動・求心力・遠心力・重力が万有引力と同種の力であることを志筑が認識していたことは既に述べたが、万

『曆家新書』の研究(大森)

有引力による惑星の運動を考えるに当つては円運動の理論を解さねばならない。これについては中編卷之上常静常動において、糸の先に鉛をつけて振り廻した例を述べているが、それによつて理解の正しい事を知る。円運動の加速度が半径に反比例し速さの二乗に比例する($a \parallel \frac{v^2}{r}$)ことの数量的取扱いは中編卷之下正楕二円一周適等や下編卷之上求心常径張本に詳細に見える。前者中の張本・張本第一・第二はケイル説が述べられるが、張本第三以下第六までは志筑自身によるものである。張本第二奇見説においては「旋正輪画正円と云の求心力若しくはは本輪半径若しくはを以て速力冪を除したるの数に応ず(中略)近良心力芻辟与求心力芻亜、若甲速巾与乙速巾忠雄曰く(中略)乙速冪を芻亜にて除したるは即ち芻亜を半径として正円を画するの求心力なり」としている。右の文は $F \parallel \frac{v^2}{r}$ と数式化できるが、これは $F \parallel mv^2$ が本来の形であり、乙速巾はあくまで $\frac{1}{r}$ で円運動の加速度を意味し、ここにも質量 m が欠除しているのを見る。

註

1 静嘉堂文庫蔵大槻本の他二三現存稿本あり

2 矢島祐利博士『本邦に於ける初期の物理学的研究』(科学史研究第二号)に詳しい

- 3 4 日本哲学全書本（昭和十一）七二頁
 5 同右 七〇頁
 6 同右 七八頁
 7 同右 七八―七九頁
 8 9 同右 七九頁・八〇頁
 10 岡邦雄訳『ニュートンプリンシピア』（昭和五、春秋社大思想全集6）二〇頁
 11 日本哲学全書本 八〇頁
 12 Christaan Huygens クリスチャン・ホイヘンス（蘭一六二六―九五）物理学者、エーテル概念導入に基く光の波動説提唱、ホイヘンスの原理を立て、振子の運動を研究して円運動における加速度の法則を明らかにした。その他振子理論を応用して振子時計を考案した。その近世物理学史に占める地位は時代的にも理論的にもガリレイの跡を追いニュートンへの道を開くものであった。
- 13 日本哲学全書本 一〇七頁
 14 同右 一〇五頁
 15 同右 八七頁
 16 同右 一三一頁
 17 本稿本は『天文管闕』『動学指南』と共に曆象新書の稿本三部作をなす。静嘉堂蔵大槻本・学士院本により内容を見ることが出来る。その内容の詳細については、大森実『志筑忠雄の求力論』（蘭学資料研究会報告第一〇七号）を参照のこと。

- 18 日本哲学全書本 六八頁
 19 同右 六九―七〇頁
 20 21 同右 七〇頁
 22 同右 六九頁

三、曆象新書の空気論・分子論

志筑は空気の語を全く使用せず游気・薄気、の語を用いている。「游気 地面近際」（中編諸気障碍）、「地面游気 厚濃の気」（同上）、「游気 地面」（中編薄気）等の語によって見るに游気は空気中の地表面に近い部分を指している。ただここで注意すべきは游気は現在の空気のみを指すのではなく水蒸気をも含めた概念で、その一例は光明有体の条下流動者について言う中に「火気は能く水気の間隙に入り又能く大いに水分子の分子の分に引かれて浸入して能く其の小分子の相粘を開く。小分子相引屈する粘力絶ゆるが故に小分子質の弾力働きて大に其の体を伸張して游気とするに至る」によって知られる。薄気は定義的なものが見当たらないが「天際の気、地面の游気より薄きこと四千九百億倍ならば云々」（中編薄気）の語により、それは地表上高空の空気を指していることが解る。中編諸気障碍の文中には「此の篇に言える所の比例は予が愚按に出て而も未だ的確とすること能はざる

こともあれども、天際障碍の微なることを信ずるには足らんかし」とあり、その条は殆んど「忠雄按」「忠雄曰」の文が頻出して諸氣障碍・薄氣の二項は志筑自身の考察としてよく、游氣・薄氣の区別は空氣の密度が上空に行く程減少することを志筑が巧に表わしたということができ多くの術語創出の苦心と巧妙に驚く。この游氣が運動物体の抵抗として作用するがその効果が大きく現われるのは軽量物体の場合であり重い物体の場合には無視し得ることは中編常靜常動の項に述べている。

空氣の圧力即ち大氣圧については『求力論』中に「今若試ニ一器ノ底ニ火ヲトモベ倒ニ水上ニ伏置ク時ハ其水昇テ器中ニ充ツ、是ハ即チ器中ノ游氣ハ火力ニ逐レテ薄淡ニナリ器外ノ游氣ハ水面ヲ圧ス故ニ其水必ス升ルノ理也」(1)と述べている。この実験は空氣中の酸素と窒素の体積成分比を調べる実験として現在でも行われるが、燃焼により酸素がなくなるとその分圧がなくなりその為器内の水面が上るのであって内外の水面の差は器内の氣体の圧力と大氣圧との差を示すものである。従って「器中ノ游氣ハ火力ニ逐ハレテ薄淡ニナリ」の句は誤りであるが、大氣圧については定性的には正しい認識を持っていた。更に「西域に器あり跋魯瑪的爾と名づく羅甸語和蘭語に晴雨玻璃ウエールガラス」と云う。游氣の輕重を測る器な

『曆象新書』の研究(大森)

り(中略)游氣の重さと水銀の長け二十九指と適等なることを知る(中略)游氣重量ある故に能く管外水銀の上を圧さるるが故に水銀大に降ること能はず」(2)として大氣圧が游氣の重量によるものであることを知り更に游氣の重量をも計算している。

彼はまず水の密度を標準として水銀の密度を定めて後游氣の密度を三通り算出する。(1)「ヤールブックの説」に従って水銀と空氣の重量比から「游氣寸立方の重量九毛一弗を得」(3)。(2)「薄氣篇の説」により金と空氣との重量比に基き「游氣寸立方の重量は八毛七弗を得」(4)。(3)「諸氣障碍に出せる説」により「游氣寸立方重量九毛二弗を得」(5)と三つの数値を得「右三説、其の二説は最も相近くして一説は異なり。多分に随って二説を取って平均すれば九毛一弗五を得るを略すれば又九毛二弗となる。故に寸立方游氣重量を今定めて九毛二弗」(6)としたのである。志筑の精細熟考の態度と數値取扱いの心得ありの感を抱かせられる。この空氣の重量計算はそれ自体としても興味ある問題であるがその目的は必竟運動物体にとつて空氣の抵抗が殆んど無視し得ることを論証しようとするものであり、慣性法則受容の裏打の意義を有している。

さて十七世紀後半の西欧科学史の顯著な事実として氣

体物理・気体化学の興隆と粒子論の盛行とが挙げられる。この両者の影響が共に曆象新書に現われている。空気の弾力・ボイルの法則・分子論がそれである。中編薄気の項にネーデルランツセヤールブックの説によるとして(1)「地面近際の游気弾力(割書略)強くして常に伸張するの勢あり。故に若し大力に圧せられ屈縮して其の度量を減ずることあるも其の力去るに及んでは忽ち又本の大に復す。試みに是が為に一皮囊を製し、其の中に游気を充たしめて固く其の口を封じて或は手を以てし又は諸力を借りて是を圧すに、游気の弾力其の圧さるるの力に勝るに至れば皮囊屈縮す。圧力小なれば小屈し圧力大なれば大屈す。圧力去れば即ち本の大に復す。圧力と弾力と常に対待して等分なり。如何とならば圧力強く弾力弱きときは皮囊屈す。屈するときは弾力を加ふ。圧力弱く弾力強きときは皮囊伸ぶ、伸ぶるときは弾力減ず。必ず両力相適等するに至って止まる。是の故に弾力の大きさは圧力の大きにて知るべし此弾力は 気分子中の弾力なり分子中の小分子の引力に因て生ず」(2)「曰く皮囊中の気圧力の為に屈するの比例を考ふるに、皮囊の大きさに圧力の互数に應ず。圧力一倍すれば皮囊の大き半分となり圧力半分となれば皮囊の大き一倍となる」(8)とある。(2)の文は現在ボイルの法則 $PV = \text{一定}$ $V \propto \frac{1}{P}$ と表式化されているものと全く同一

の内容を持つている。この法則は一六六〇年ボイル(9)によって創唱されたが、外圧と気体の圧力との二種の圧が現われるが、これらにつき述べたものが(1)で外圧は圧力、気体自身の圧力は弾力又は游気、の弾力と表現されている。游気の弾力などは奇妙に思われるが、これは十七世紀科学界の表現であり例えばボイルの法則を生み出した一連の論文表題中に“Spring of the Air”の語をボイルは使用している。

注目すべきは(1)の文末の割註で、それは気体圧力の分子論的解釈と游気分子の存在を述べたものとして重要である。游気分子の弾力とは空気分子が容器の壁に衝突することが統計的には空気の圧力となることをいうものであるが、これは恐らくボイルの学説が「ネーデルランツセヤールブック」に載せられたものと思われる。ボイルは近代原子論の創始者ガッサンディ (Petrus Gassendi 1592—1655) の影響を受け粒子論を気体や燃焼論等広汎な範囲に適用し、その粒子説は同時代のニュートンにも採用されている。

游気分子の語を使用した志筑は分子をどのように理解したか。『求力論』においては属子、第一属子、最後属子の語が使用され、その属子は部分・粒子又は分子の意をもつが、曆象新書では属子の語は全く現われず、代るも

のとして分子の語が現われる。その分子にも奇児の説に従って最初分子と最後分子とを区別する。中編附録光明有体に「凡そ結合せるを質とし流動するを氣とす。氣聚っては質を結び質積みては氣をなす。故に氣中に質あり質中に氣あり。質中の諸分子其の質解するを待ちて流動するを質中の氣とし氣中の諸分子各結質あるを氣中の質とす。奇児は是等を最後分子と名づけ無量小の分子至剛なるを最初分子と名づく。分子中に分子ありて無窮なるの義なり」(10)とある。これによれば最初分子は現在の原子或いはイオンに当るものと思われる。この部分は彼自身の見解が述べられているのであるが志筑は右引用に続けて「分子即ち質なり」と言っているから、分子を物質的実体的存在と考えていたことは確かである。その質は「実分寡きが故に其質輕薄なり。実分多きが故に其質重厚なり」の文と中編卷之上重力の「其質屈なるものは実氣多くして其の体重く、疎伸なるものは実氣寡くして其体輕し。実氣加倍すれば重量も加倍し(後略)」の文と對比すれば、彼が実分 \parallel 実氣と考えていたことが判明する。すると質は実氣の凝固した究極的なものといえる。實際に彼は「屈氣中は剛質なり」と言っている。こうして質は氣へ転化せしめられて物質へと転化せしめられなかつたのであり氣の効用の大きいことに驚歎させられると共に

志筑の思想的限界を知るのである。

次に分子相互の關係について見ると、分子は実分の多いものは引きつける力が大であるといひ、「譬へば今一分子ありて二分子の間にあれば中の分子と左右の分子と相引き、又左右分子は中分子を隔てて相引く(割書略)故に中分子是が爲に屈す。これを氣の引力に屈せられると云ふ。左右分子去れば中分子伸ぶ。是を質の弾力に伸ぶと云ふ。中分子の伸ぶは分子力の小分子の引力によれり(割書略)分子既に伸ぶの後に至っても小分子引力互に小分子を隔てて相引き相屈するの引力は猶あり。小分子は即ち分子の氣なり。故に是れ又氣の引力を以て属するものなり。故に元來は一力なれども屈伸の二用あり」(11)と説明するが、ここには志筑引力論の典型が見られる。即ち前後点部がそれである。左右分子の相互作用と中分子・左右分子との相互作用は明らかに後者が大である筈で、従つて中分子が圧せられるのはそれ自身と左右分子との引力のためでなければならぬ。にも拘らず志筑は左右分子間の引力のために中分子が圧せられるとするのである。次に後傍点部については、『求力論』では相招力といひ、曆象新書では求心力・重力等によつて解る通り引力を引きつける力と解している。これは一種の混乱と

も言えるものであると共に東洋的思想基盤の上に西欧科学を撰取する彼の辛苦が察せられる。これと似た例は他にもあり「一体氣中に在りて体の分子氣の分子を引く」と氣分子相引き相引かるるの力に勝り、又其の体の間隙多くして而も氣を容るに足れば氣即ち浸入して分子の間隙に充つ。而して又其の体の分子相粘の力、氣分子の来り撲つの動力に堪えざれば其の体是に於て分解す⁽¹²⁾ というケイルの言を「体の分子氣分子より実剛なれば其の引力氣分子相引の力に勝る。又氣分子柔なれば体の剛分子の相粘を開くに足らざるに似たれども、多くの氣分子体の引力強さに引かれ来るの動力大なるが故に其の動力を以て是を開くことあり。風を以て大木を倒すも動力の所為なり」⁽¹³⁾と柔剛二元の立場を崩さず為にやや苦肉の説明をせざるを得なかつた。分子に柔・剛や実氣の多少を区別する思想は、古代ギリシャや近世初頭の原子論が西欧に於て、分子又は原子を同質・同性であるとするものと鋭く対立しているものである。

この後に志筑は火・水・木・金・土の相互作用を氣の概念を以て説き、まゝ分子説による説明を行うが、紙数の關係上光学部門と共に一切省略することにする。

註

1 『求力論』第九按の志筑による註釈

- 2 日本哲学全書本 一三五頁 中編薄氣の項
3 4 5 6 同右 一四四―四五頁 中編附録游氣重量及氣給の項
7 8 同右 一三六―三七頁
9 Robert Boyle ロバート・ボイル(英一六二七―九一)自然哲學者・物理學者・化學者、アイルランド生れ、貴族出身當時のスコラ學派の科學思想を批判して實驗的事實を基礎とすべきことを主張し、膨大な實驗を行った。主著「懷疑的化學者」「空氣の彈性に關する實驗」等、化學に始めて元素の概念を導入し、他にボイルの法則の発見、沸点と圧力の關係等多くの業績を残した。その粒子論哲學は影響甚大、近世科學の先驅者又近世化學の父と言われる。王立科學協會創立者の一人
- 10 日本哲学全書本 一四八頁
11 同右 一五〇頁
12 13 同右 一五二頁

四、結 論

以上曆象新書の物理的内容を検討したが、

1 ニュートンの運動法則第一はまがりなりにも受容したが第二法則は受容されていない。

2 落下法則・万有引力・求心力はすべて万有引力常数 G ・重力加速度 g ・質量 m が欠除した形即ち比例式の形で理解されている。しかしこれらはケプラー三法則の

基礎づけには充分なもので志筑の地動説提唱をより強固なものとし当時の地動説解説者中抜群の地位を占めている。

3 質量の概念即ち物体或いは物質の概念が欠けている。

4 游氣論即ち空氣論を移入して居る。

5 空氣・物質変化の分子論的解釈に見られる如く分子説が受容されている。

6 氣概念が全編を通じて重きをなし、物質・引力・重力等の根本概念として機能しているの六項を指摘することができる。

その説く所には儒教道德と西欧科学の妥協を図る思想的制約や学説内容の誤解もあるとはいえ、天文曆学・数学の部門では『天経或問』『曆算全書』など多くの参考書を持ったに反し、物理部門に関しては引力則・重力・加速度・求心力・弾力などを理解するに資する参考書が皆無で直接原書から意を汲む他に方法がなかったことを併せ考えればこれも又止むを得なかったと言えよう。

更に氣圧計の製作と観察、天秤を使用して水の密度測定等他説を鵜呑みにしない彼の実証的態度は大いに賞賛されるべきで、科学性において『解体新書』より勝るとの論が生れる所以である。(1)

従来青地林宗の『氣海観瀾』(文政八年)を以て本邦

『曆象新書』の研究(大森)

物理学書の初めとする説が専ら行われるが、体裁と叙述範圍の点で一步を譲るとしても近代科学の根本理論たる力学理解の深度・叙述の用意周到さ及び実証的態度において遙かに『氣海観瀾』を凌ぐものというべく、本書こそ本邦物理学書の嚆矢と言ってもよい。

曆象新書は写本の形で広く流布したが、天文・物理学の影響はないと言われている。しかしこれも今後の研究の進展如何では訂正を余儀なくされよう。簡単ながら私の探り得た所を記しておく。砲術の基礎理論たる彈道論は志筑からその弟子末次独笑ついで池部啓太から田結壮千里と伝えられるが、千里の『万動理原』(嘉永元)の冒頭部の文中(2)には新書中編元氣屈伸・重力の二項中の文と全く符合する箇所が各所に見える。また山片蟠桃『夢之代』への引用は既に板沢博士により指摘されたが(3)私はその他三ヶ所に同じく原文のままの引用を発見しその引用箇所「天体論」「重力」「不測」の項はすべて志筑の思索が述べられたもので志筑の進歩性・後進性が共に『夢之代』に現われて居て蟠桃の思想的再評価がなされるべきであろう。次に帆足万里述勝田季鳳筆『窮理小言』(文化十四)の上巻天文部には新書の影響が色濃く現われ、その序文中にも「……説天莫精於曆象新書而算数深奥非初学所能解也、予之有此举專以便初学而已、

若欲求其精曆象新書存焉……」と述べている。帆足の西歐天文学説咀嚼は曆象新書から出発しており、その多くの記述・数表の選択・楕円軌道や光の屈折の図等新書の抄録が大部分である。『窮理小言』は後の大著『窮理通』(天保七)の先駆的役割を持ち、万里の漢学的知見から洋学的知見への転換期の所産としてその究理体系形成史上画期的著作である。更に吉雄南臯『遠西觀象図説』(文政六)の下巻附録「地動或問」には新書上編附録天体論・中編元氣屈伸からの移入が行われ、志筑の創出した術語視動・実動が採用されている。

志筑忠雄はその人格に加えるに長崎という地理的好条件に恵まれたが、後者は後に負因子として作用し、為に彼の学説の十分な伝承進張が見られなかったことは残念であって、彼に猶十年の歲月と江戸という舞台を与えたならば一層の活躍が見られたであろう。四十七年の生涯は余りにも短かったのである。

註

- 1 富成喜馬平『日本科学史要』昭和十四年弘文堂 九四頁及一〇三―四頁

- 2 大槻如電『新撰洋学年表』嘉永元年の条に
万動理原 田結莊千里撰

重力者、受躰于造化不測之裏、施用于宇宙万事之表……至虚者

可容而不可触、至実者可触而不可容……是故伸氣中常有屈質、屈質常伸氣無窮、唯是一氣、故万物一躰也、動即神之機是以万動皆歸于一矣」とあり、傍点部は新書中編卷之上元氣屈伸・重力の二項の文と全く同じである。

- 3 板沢武雄博士『日蘭文化交渉史の研究』二五二頁

(湘南学園勤務)