

幕末から明治初期にかけての西洋物理学の受容：  
書誌対応を軸とする俯瞰

真貝寿明

情報科学部情報システム学科  
(2022年9月30日受理)

Import processes of physics from the end of Edo to the early Meiji era:  
An overview focusing on bibliographic correspondence

by

Hisaaki SHINKAI

Department of Information Systems, Faculty of Information Science and Technology

**Abstract**

From the end of the Edo era to the beginning of the Meiji era, Japanese faced rapid changes in a short period; they opened the country, accepted Western culture, and changed the political system and social infrastructure. People's attitudes toward learning had also changed substantially during this period. In this report, we propose to divide this period into 5 periods and give an overview of the import process of physics. In particular, we focus on how Western literature was introduced to Japan.

The five periods are the followings: (1) the decipherment of Western science by Dutch scholars (1770-1821), (2) the development of Dutch studies and confusion before and after the opening of Japan (1811-1856), (3) the incorporation of science from the United Kingdom, the United States, Germany, and France (1856-1868), (4) the enlightenment boom of science (1868-1872), and (5) the establishment of the educational system (1872-1888).

**キーワード；** 物理学史, 天文学史, 教育史, 江戸時代, 明治時代, 書誌学

**Keyword;** History of Physics, History of Astronomy, History of Education, Edo era, Meiji era, Bibliography

江戸時代末期から明治初期に、日本は、開国・西洋文化の受容・政治体制や社会的基盤の変更を短期間に行なった。人々の学問に対する意識もこの期間に大きく変わった。本稿では、この時期を5つに分け、西洋物理学の受容プロセスを俯瞰する。特に西洋の文献が日本にどう伝えられたのかに注目する。

5つの時代区分は、(1) 蘭学者による西洋窮理学の解説期(1770-1821)、(2) 蘭学の発展と開国前後の混乱期(1811-1856)、(3) 英米独仏からの西洋科学の吸収期(1856-1868)、(4) 窮理学の啓蒙ブーム(1868-1872)、(5) 教育制度の確立期(1872-1888)とする。

## 1 幕末から明治へ

### 1.1 窮理、格物、物理

タイトルに「西洋物理学」と記載したが、英語 physics が「物理」という訳語に確定したのは、1883(明治16)年に開催された第2回物理学訳語会に於いてである [1]。明治初期に学制が施行され、教科書がいくつも発行されるなかで物理という語が浸透した結果である。

それまでは、窮理、格物、格致、理学、物理などの語が幕末期に使われた [2, 3]。窮理は中国の書物『易経』にある「窮理盡性以至於命」(理を窮め性を尽くし以て命に至る/物事の道理や法則を究めつくすこと)に由来する [4]。格物致知も中国の書物『礼記』の一節「致知在格物」(知を致すは物に格(至)るに在り/物の道理を窮め、知的判断力を高めよ)に由来する儒学の言葉である。格致とも略される。儒学者の貝原益軒(1630-1714)は「物の理」を知る朱子学を格物窮理の学と呼び、『大和本草』(1709)の序文にて物理之学という語を使っている [2, 3]。

江戸期の蘭学者は、これらの語を用いて西洋の学問と対峙した。例えば、英語 natural science に相当する蘭語の natuurkunde に対しては、杉田玄白は窮理と訳し(『蘭学事始』、翻刻が [5] に所収)、大庭景徳(雪斎)は萬有學と訳している(『民間格致問答』 [6])。

明治のはじめ、福澤諭吉は「窮理学」という言葉を natural philosophy の訳語として用いている。これは今日の自然科学全般を指す言葉である。福澤はのちに学制公布後には「物理学」という言葉も使い始めるが、これも natural science の訳語であって、現在の物理学 physics よりも広い範囲を示す。Newton の法則のような、いわゆる力学体系などについては、従来の数学に対応させて福澤は「数理学」と呼んだ [7]。

これらの用語の変遷については、中村 [1] や杉本 [8] に図が掲載されている。

## 1.2 5つの時代区分

江戸時代末から明治初期の日本では「科学革命」とも呼べる人々の意識の変化があった。すでに多くの論考があるが、本稿では、海外からの文献がどう紹介されてきたのかを軸にして、西洋物理学の理解へ向けたステップを追ってきたい。

まずは、日本における科学史的にみたこの時期を表1のように、5つの区分にして捉えることにする。

### ① 蘭学者による西洋窮理学の解説期

日本人が蘭書に書かれた科学の重要性に気づき、解説を試みようとした1770年前後を時代区分の始まりとする。前野良沢・杉田玄白が『ターヘル・アナトミア』の訳出に着手した年でもある。天文学の分野では、長崎の阿蘭陀通詞(通訳担当者)だった本木良永が『太陽窮理解説』(1792-93)にて日本にはじめて太陽中心説(地動説)を紹介したり、志筑忠雄(中野柳園)が20年以上の歳月をかけてNewton力学を理解しながら訳出した『曆象新書』(1799-1802)がある。Keplerによる地球の楕円軌道説を用いてつくられた寛政暦への改暦が高橋至時と間重富によってなされ、さらにはより新しい天文学書の抄訳『ラランデ曆書管見』(1804)がなされた。時代区分①は、伊能忠敬が測量技術を学び、日本全国の沿岸地図『大日本沿海輿地全図』を完成させた1821年までとする。本稿の2章にて詳しく見ていくことにする。

### ② 蘭学の発展と開国前後の混乱期

次の区分は、すこし①とオーバーラップするが、幕府が天文方に蛮書和解御用を設置した1811年から、外国船打払令(1825)発布、ペリー来航(1853)、日米和親条約(1854)の締結へと大きく変化する時期とする。シーボルトが長崎・鳴滝塾にて医学を講義したり、蘭学の理解・蘭書翻訳が進んだ一方で、シーボルトが伊能図などを無断で持ち出そうとした事件が1828年に発覚し、その後、蘭書・蘭学の知識の取り扱いに幕府の方針が二転三転した時期でもある。天文学では渋川景佑がラランデ曆書を『新巧曆書』(1836)として訳し、これに基づいて天保暦への改暦が1844年に行われた。本稿の3章にて詳しく見ていくことにする。

### ③ 英米独仏からの西洋科学の吸収期

幕府直轄の洋学研究機関として1855年に開設された洋学所が、蕃書調所(のちの洋学調所、開成所)として改称・発足した1856年から明治維新までを次の時代区分とする。幕臣や諸藩士に対して、英仏独語の語

学教育をはじめ、精錬学、器械学、物産学、数学、画学などの教育の場ができた。また、蒸気船の操縦術や国防の技術を海外に学ぶことが喫緊の事案とされ、長崎海軍伝習所や沼津兵学校が開設され、数学・物理学・測地学などが教育され始めた。本稿の4章にて詳しく見ていくことにする。

#### 4 窮理学の啓蒙ブーム

明治維新として、政治体制が一変し、文明開化の掛け声とともに大きく社会が変革した時期である。福澤諭吉『訓蒙窮理図解』(1868)と小幡篤次郎『天変地異』(1868)の啓蒙書を発端として、窮理熱と呼ばれるほどの一般向け啓蒙書の出版ブームが発生する。本稿の5章にて詳しく見ていくことにする。

#### 5 教育制度の確立期

学制が施行され、全国で統一した教育体制が築かれ、教育内容も試行錯誤はあったものの10年ほどで落ち着いてくる。高等教育では当初お雇い外国人教員が主だったが、やがて海外留学から帰国した者が大学の教員になるなど、日本の教育体制が確立していく時期である。明治20年代には各専門分野で訳語統一の検討

会が設けられ、日本の科学研究もようやく欧米に倣ってスタートすることになった。本稿の6章にて詳しく見ていくことにする。

なお、上記の時代区分は、これまでされている同様の試みとは若干異なる。例えば日本物理学会編の『日本の物理学史』[2]は、胎動期前半(1770年~1823年)を自然解釈と力学の時期、胎動期後半(1823年~1854年)を医の基礎学の時期、開国期(1854年~1885年)を工の基礎学と土着物理学の時期、明治後半期(1886年~1912年)を数理物理学の時期と4つに分類している。湯浅[9]は、蕃書調所が開設された1857年から帝国大学令が交付された1886年までの30年間に注目し、この間に貢献した人々を(1)啓蒙家、(2)雇われ外国人教師、(3)専門の学者に3分割すると、この順で時代の流れが読み取れることを論じている。矢島祐利、野村兼太郎編の『明治文化史(5)学術』[10]では、明治物理学史を論じるにあたり、シーボルト渡来の1823年から1872年の学制発布までの45年を一区切りとして扱い、その中で蕃書調所設立前後と明治前期の3つに分割している。そしてその次を理化学研究所の創設(1917年)までの45年で区切っている。

表 1: 幕末から明治初期における日本の科学革命の時代区分の提案

Table 1: Proposal of naming 5 periods for discussion of science evolution in Japan by the early Meiji era.

時代区分	主なできごと
1 蘭学者による西洋窮理学の解説期 1770頃-1821 [明和, 安永, 天明, 寛政, 享和, 文化, 文政]	寛政暦への改暦(1798) 伊能忠敬『大日本沿海輿地全図』完成(1821)
2 蘭学の発展と開国前後の混乱期 1811-1856 [文政, 天保, 弘化, 嘉永, 安政]	蕃書和解御用を設置(1811) シーボルト事件(1828) 天保暦への改暦(1844) ペリー来航(1853)
3 英米独仏からの西洋科学の吸収期 1856-1868 [安政, 万延, 文久, 元治, 慶応]	蕃書調所の開設(1857)
4 窮理学の啓蒙ブーム 1868-1872 [明治 1-5]	明治維新(1868) 学制制定(1872)
5 教育制度の確立期 1872-1888 [明治 5-21]	太陽暦への移行(1873) 訳語会(1883) 東京数学物理学会が誕生(1884) 帝国大学令公布(1886)

## 2 蘭学者による西洋窮理学の解読期

時代区分<sup>1</sup>は、前野良沢・杉田玄白が『ターヘル・アナトミア』<sup>1</sup>の訳出に着手した1770年から、伊能忠敬が『大日本沿海輿地全図』を完成させた1821年まで<sup>2</sup>である。

蘭書に学ぶ蘭学は杉田らの医学書翻訳がはじめだった。『蘭学事始』では「毎々平賀源内などに出會し時に語り合はし、遂々見聞する所、和蘭實測窮理の事共は驚入りし事ばかりなり」とあるように、西洋医学の実証的な立場や方法論に関心している文がある。この所見が、その後も変わらず日本人の洋学に対する動機になり、啓蒙活動にも使われてたと考えるのが妥当であろう。

18世紀後半、天文学の分野では、暦の問題が生じていた。徳川吉宗が禁書令を緩和し、西洋天文学を用いた改暦を指示したものの、100年前の中国書『暦算全書』を元にした宝暦暦(1755年)は1763年の日食予言を外し、修正宝暦暦(1771年)は閏月計算に不具合が発生するなど混乱していた。寛政暦(1798年)をつくった高橋至時(1764-1804)は、市井の天文学者・麻田剛立(1734-1799)の弟子であったが、当時の天文方のいう西洋天文学は、まだ中国書『暦象考成』(1723/38)をもとにした Tycho Brahe の天動説に基づく知識で止まっていた。Brahe の太陽系モデルは、「地球は静止していて、太陽は地球を周回し、他の惑星は太陽を周回する」というものである。天体の相対的な位置関係は正しいので暦を作成する上では問題はないが、現象の記述にすぎないものである。西洋学問を伝える宣教師らが、宗教上地動説を含めずに天体運動の理解を伝えていたのも原因である。高橋至時が蘭学者との交流をはじめたのは1800年前後のようだ。

18世紀後半、蘭学者たちは、西洋の物理学・天文学がオランダ語に翻訳された本を手に取りはじめていた。本木良永(1735-1794)は幕府の命によって、天地両球儀の解説書を翻訳し、Copernicus による太陽中心説を日本にはじめて紹介した(表2の(ref 1,2))。しかし、本木は翻訳家として翻訳しただけで、学問としてその内容を再構成することはなかった。

志筑忠雄(1760-1806)は、Newton の弟子 Keill が著した物理学書(の蘭語版)に、20年以上の歳月をかけて取り組み、解説付きで翻訳した『暦象新書』を1802年に完成させた(表2の(ref 3)、翻刻が[11],[12]で得られる)。これが、日本人としてNewton 力学を理解し

得た最初の例である。Newton の運動法則、逆二乗法則、遠心力、求心力が説明され、最後には志筑自身の太陽系形成論までが記載されている。志筑の生み出した訳語には、力・求力(引力)・真空・属子(分子)・蝕・粘・柔軟・無量・合成・液・案・法・重力・遠心力・動力・速力などがあるが、残念ながらそれらがすぐに日本人に理解されたり、広く浸透したわけではなかった。志筑の業績は江戸末期の混乱で次第に忘れ去られていき、『暦象新書』のもつ意味が狩野亨吉(1865-1942)によって再認識されるのは1895(明治28)年になってからである[13]。

高橋至時はフランス人天文学者 Lalande によって書かれた当時高く評価された天文学書(の蘭語版)に出会い、その主要部の邦訳『ラランデ暦書管見』を行った(表2の(ref 5)、翻刻が[14]に所収)。全編の大部分が数式表現と幾何学的図による説明がなされるテクニカルな専門書である<sup>3</sup>。Lalande の書の完訳は天文方に引き継がれたが完成を見ず、従来の暦算書スタイルでまとめられた渋川景佑『新巧暦書』(1836)をもとにして地動説にもとづいた暦が天保暦(1844年)となる。Lalande の力学の解説部分は渋川景佑『新法暦書統編』(1846)としてまとめられた。

その一方で、高橋至時に測量術を学んだ伊能忠敬(1745-1818)は、日本地図作成の測量を1800年に開始する。伊能が学んだ書は、当時広く普及していた『天文図解』(井口常範, 1688)、麻田剛立や高橋至時らも挑んだ中国書『暦象考成後編』(1742)、和算書『算法天生法指南』(会田安明, 1810)などである[16]。高橋至時による『ラランデ暦書管見』も入手しており、伊能自身も日食・月食・木星の掩蔽などの観測を行う基礎知識となった。

伊能が全国測量を始めた動機は、地図作成ではなく、地球の大きさを求めるために「緯度1度の長さを知りたい」という天文学からの興味であった。当時、北海道近海にロシア船がたびたび来航することで国防のために正確な地図が必要と考えた幕府の思惑もあり、地図作成の名目で測量を始めたのはよく知られた話である。第4次の測量(1804年)までで、緯度1度の距離を28里2分(約110.75km)と算出したが、その値は現代の測定値とわずか0.2%の誤差である[16]。伊能の測量技術は、日本の伝統的な導線法(直線の長さをつないでいく方法)と、西洋天文学を用いた天体観測による緯度と経度の測定による補正である。両者を融合させて応用することができた時点で、この時代の区切

<sup>1</sup>『ターヘル・アナトミア』という書名は、後に杉田玄白が『蘭学事始』(1815)にて表記しているものだが、原書は Johann A. Kulmus によるドイツ語の『Anatomische Tabellen』(1722)で、前野良沢が入手した蘭語訳は Gerard Dichten による『Ontleedkundige Tafelen』(1734)だった。『ターヘル・アナトミア』は扉絵のラテン語書名『Tabulae Anatomicae (解剖学図表)』が由来とされている。

<sup>2</sup>伊能忠敬は1818年に亡くなっている。邦画『大河への道』(2022年)はこの3年間の差に注目した娯楽作品である。

<sup>3</sup>原著と高橋至時の訳書との対応表は、[15]にある。

りとするのが妥当であろう。

この時代区分の流れについては、拙論 [17, 18] の図

もご参照いただきたい。

### 3 蘭学の発展と開国前後の混乱期

時代区分<sup>[2]</sup>は、開国を挟み、幕府が天文方に蛮書和解御用を設置した 1811 年から、蕃書調所の開設に至る 1856 年までとする。この時期の幕府は、蘭学の振興に舵を取りながらも、蘭書翻訳と刊行に対する禁止令 [19] (1845 年, 50 年, 60 年に出ている) も出ず混乱の時代でもあった。

医者シーボルト (Philipp F. B. von Siebold, 1796-1866) が長崎に来たのは 1823 年である。長崎の鳴滝にて西洋医学の塾を開き、多くの日本人に影響を与えた。彼は治療の技法のみではなく、その学問的な基礎を知る必要があることを説き、物質の物理的・科学的性質も講義した。高野長英<sup>たかのちやうえい</sup> (1804-1850) の訳述書『西説医原枢要』(1836) は、日本ではじめての生理学の書と言われる。だが後に、シーボルトが伊能図や葵の紋付きの着物を無断で国外へ持ち出そうとした事件が 1828 年に発覚し、シーボルトは日本を追放される (晩年に再び日本に来ている)。

高橋至時による Lalande の書の翻訳の後、蛮書和解御用が設置されたこともあり、蘭書の翻訳が組織的に行われるようになった。フランスの Chomel (シヨメル) による百科辞典 (の蘭語訳版) 全 7 巻 (表 2 の (ref 9)) の訳出は、江戸時代最大の翻訳プロジェクトとも言われる。翻訳者が代わり、中断が何度もあったものの、30 年以上の年月をかけて『厚生新編』70 巻 (1840 頃, 2 巻は現在欠本) としてまとめられた (翻刻が [20] で得られる)。植物、疾病医学、天文、地理、物理などがアルファベット順に収められた原著を抜粋した 377 項を、「ガス」や「アルカリ」などカタカナ語も多く用いて訳出したものである。しかし、幕府は秘本としてこの書の流布を認めず、公刊されたのは、1937 年に静岡県立葵文庫に副本が発見されてからである。大森 [21] は、志筑の先行した理解が度量衡の解釈にどれだけ貢献したのかを示している。

この時期、物理学書の翻訳も進んでいる。エレキテル (静電気発生機) というと、平賀源内 (1728-1780) による復元品作成の話が有名だが、エレキテルを物理学の対象として正しく捉え、その論理を追求したのは橋本曇斎宗吉<sup>はしもとどんさいそうきち</sup> (1763-1836) である。江戸期の市民には、エレキテルは医療器具や見せ物として広まっていた<sup>4</sup>。橋本は Buys の百科事典 (表 2 の (ref 6)) を参考にして

「西洋エレキテルは第一窮理の器なり」とはじまる『エレキテル譯説』(1811 年?) を書いている。また、Buijs の生徒向け対話形式解説書 (表 2 の (ref 7)) をもとにして、自身の発明品や実験結果を図入りで紹介した『阿蘭陀始制エレキテル究理原』(1811) を書いている (翻刻が [12] に所収)。平賀より物理的な理解は格段上であり、また「フランキリンの風巾」の実験 (『エレキテル譯説』第十七試) に触発された、泉州熊取での「天の火を取たる図」(『究理原』) も描かれていて、実証実験も多く試みていたことがわかる (翻刻が [22] に所収)。残念ながら、両書とも公刊は許可されなかったようで、昭和になってから発見されている [23]。

橋本が参考にした Buijs の書 (表 2 の (ref 7)) をもとに、青地林宗<sup>あおちりんそう</sup> (1775-1833) は『氣海観瀾』(1827) を著した。主に気象関係の現象と太陽・月の運動について、論理立てた説明をしている書で、日本初の物理学書とも称されている。その理由は、志筑の書き方には注釈という形で作者が見え隠れするのに対し、青地は事実関係のみをデータと図を添えて淡々と記載しているスタイルだからであろう。『氣海観瀾』では志筑の生み出した訳語のうち、引力・重力は使うものの、原子 (分子) は極微と訳している。色と熱の吸収の関係、太陽に近いはずの山頂の気温が低い理由、雷が電気であること、避雷針 (避雷線) の設置で不慮を防ぐことができること、潮汐は月と地球の位置関係で決まること、などなど、現代でも通じる一般教養レベルの説明がすでにされている。漢文で書かれて出版された。和文に直されたものが [22] にある。

川本幸民<sup>かわもとこうみん</sup> (1810-1871) は『氣海観瀾』では扱われなかった事柄をカバーする目的で、さらにレベルの高い Isfording の書 (表 2 の (ref 8)) も参考に『氣海観瀾広義』(1851-58) を著した (翻刻が [11],[22] に所収)。「費西加 (ヒシカ) は窮物理之學なり。其の要は先ずその物を知り、而る後にその用を察するなり」として書き出され、その分量は 15 巻 5 冊からなる (『氣海観瀾』は 1 冊である) 体系的な内容である (翻刻が [22] に所収)。今日の物理学の内容の他に動物・植物・鉱物についても説明がある。現代の化学は、当時の用語で舍密 (セイミ) である。化学という語を発明したのは川本とされる。和文で書かれて出版されたが、序文や本文の一部は漢文である。なお、箕作秋坪<sup>みづくりしゅうへい</sup> (1825-1886) は

<sup>4</sup>秋里籬島・著 丹羽桃溪・画『摂津名所図会』(1789) 四巻上「唐物屋」には、静電気を体験させる店が描かれている。

表 2: 幕末に主な邦書が参考としている輸入物理学書・天文学書. 関連邦書の年代順に並べる.

Imported books on physics and astronomy referenced by major Japanese books at the end of the Edo era. Listed by Japanese books in chronological order.

	原著	邦書	備考
(ref 1)	Willem J. Blaeu (ブラウ, 1571-1638) 著 <i>Tweevoudige Onderwys van De Hemelsche en Aerdsche Globen</i> (天地両球儀の二様の入門) (1633) の蘭語訳 (1666)	本木良永『天地二球用法』(1774) 後に松村元綱が校訂	コペルニクスによる太陽中心説を紹介
(ref 2)	George Adams (アダムス, 1750-1795) 著 天・地球儀を販売した際に添付した説明書 J. Ploos (プロース, 生年没年不明) 蘭語訳 <i>Gronden der Starrenkunde</i> (1770)	本木良永『星術本原太陽窮理了解新制天地二球用法記』(1793)	ケプラーによる惑星の楕円軌道説を紹介, 「惑星・視差・近点・遠点」初出
(ref 3)	John Keill(ケイル, 1671-1721) 著 <i>Introductiones ad Veram Physicam et Veram Astronomiam</i> (1702) J. Lulofs 蘭語訳 <i>Inleiding tot de ware Natuur en Sterrenkunde</i> (1741)	志筑忠雄『暦象新書』(1798-1802)	ニュートン物理学の解説と自身の宇宙モデルの提案. 多くの訳語考案.
(ref 4)	Benjamin Martin 著 [馬爾丁] Isaak Tirion 蘭語訳 <i>Natuurkunde</i> (1737)	高橋至時『新修五星法図説』(1802)	
(ref 5)	Joseph J. L. de Lalande (ラランデ, 1732-1807) 著 Arnoldus B. Strabbe (ストラッペ, 1741-1805) 蘭語訳 <i>Astronomia of Sterrekunde</i> 1773-80	高橋至時『ラランデ暦書管見』(1804) 渋川景佑『新巧暦書』(1836) 帆足万里『窮理通』(1836 頃原稿完成)	『ラランデ暦書管見』は天文学の蘭学事始と言われる書.
(ref 6)	Egbert Buys (ボイス, ?-1769) 著 <i>Nieuw en Volkomen Woordenboek van Konsten en Weetenschappen</i> (学芸百科事典) (1769-78)	橋本曇齊宗吉『エレキテル譯説』(1811?)	公刊されず
(ref 7)	Johannes Buijs (ボイス, 1764-1838) 著 <i>Natuurkundig Schoolboek</i> (科学教科書) (1809, 1828) 対話形式	橋本曇齊宗吉『阿蘭陀始制エレキテル究理原』(1811) 青地林宗『氣海観瀾』(1827) 川本幸民『氣海観瀾広義』(1851-58) 箕作秋坪『格致問答』(1856)	『エレキテル』は公刊されず 『氣海観瀾』は日本で初めての物理学教科書とされる 『同広義』は原著の気性以外の部分の解説.
(ref 8)	Johann N. Isfording (イスホルジング, 1776-1841) 著 G.J. van Epen (エベン, 1801-1862) 蘭語訳 <i>Natuurkundig Handboek voor Leerlingen in de Heel-en Geneeskunde</i> (1826)	緒方洪庵『(医学入式) 物理約説』(1834) 廣瀬元恭『理學提要』(1856) 川本幸民『氣海観瀾広義』(1851-58)	Buijs の書よりはレベルが高い原著. 『理學提要』は翌年翻刻され『理學入門』として出版.
(ref 9)	Noël Chomel (ショメル, 1633-1712) 著 <i>Dictionnaire æconomique</i> (日用百科事典) (1709) Jacques A. de Chalmot (シャルモ) 蘭語訳 <i>Huishoudelijk Woordenboek</i> (1743, 1778)	馬場貞由, 大槻玄沢, 宇田川榕庵ら『厚生新編』(1840)	蕃書和解御用により翻訳された百科事典 70 巻だが, 公刊されず
(ref 10)	Petrus van Musshenbrook (ミュッセンブルーク, 1692-1761) 著 <i>Beginsels der Natuurkunde</i> (自然哲学の諸原理) (1739) 蘭語で記載された最初の大学物理学教材	帆足万里『窮理通』(1836 頃原稿完成)	西洋物理学を体系的に記述. 生前には公刊されず.
(ref 11)	Jacob de Gelder (ヘルダー, 1765-1848) 著 <i>Algemeene Aardrijksbeschrijving</i> (一般地誌) (1803, 1808)	帆足万里『窮理通』(1836 頃原稿完成)	同上
(ref 12)	Adolf Ypij (イペイ, 1749-1820) 著 <i>Sijstematisch Handboek der Beschouwende en Werkdaadige Scheikunde</i> (理論および実践的化学の体系的便覧) (1804, 1807)	帆足万里『窮理通』(1836 頃原稿完成)	同上
(ref 13)	Johannes Buijs (ボイス, 1764-1838) 著 <i>Voks-natuurkunde</i> (1811/1831) 対話形式	大庭景徳(雪斎)『民間格致問答』(1862-5)	口語文体を初めて用いる. 忠実に対話形式で訳す.
(ref 14)	Benjamin Hobson (中国名・合信, 1816-1873) 著 <i>Natural Philosophy</i> (1855)	『博物新編』(1864), 『博物新編訳解』(1868)	中国書に句読点をつけて翻刻されたものと, 和文書き下しもの

Buijs の書を蘭語でそのまま『格致問答』として出版した。当時高価だった蘭書が各地で教科書として広まることになった。

医者であった廣瀬元恭<sup>ひろせげんきょう</sup> (1821-1870) は、医学にも基礎学問(本人は構造と呼んだ)がなければならぬと考え、それを窮理学に求めた。参考にしたのは Isfording の書(表2の(ref 8))で、物理を中心としながら自然科学を概観するものである。西洋書の翻訳こそが窮理学と考え、『氣海観瀾』を学問の祖としているところは異論が出るかもしれないが、Isfording の記載を重じて編集した解説書『理學提要』(1856)は、翌年翻刻されて『理學入門』として出版された。度量衡と数学基礎用語の解説をする総論からはじまるスタイルである。訳語の多くは「先哲の譯例」に従っているが、該当しない用語も多かったようで、質分(分子のこと)、分析作用(化学作用)、混和(混合)、溶化(溶解)、越氣(エレキ、電気のこと)などの語も見られその苦勞が感じられる。化学については舎密を用いている。漢文で書かれたものだが、和文に直されたものが[22]にある。

これらの『氣海観瀾』『氣海観瀾広義』『理學入門』は、蘭医学を学ぶための基礎教養テキストを念頭に書かれたため、物質の性質(物質の三態、熱、光、電気、磁気など)に対する定性的な説明が中心である。原書は生徒向けに書かれた教科書レベルの書であり、背後にある法則の理解を中心に据えているものではない。天体運動に関わるような深い理論には触れられていない。医学から窮理学へと広がった蘭学だが、そのために、背景理論や法則の紹介からは遠ざかることになる。

志筑の『曆象新書』に見られる学問志向の影響を受けた著作として、吉雄俊蔵<sup>よしおしゅんぞう</sup> (1787-1847) の『遠西觀象図説』(1823)がある(翻刻が[14]に所収)。地動説、天体構造、日食、太陽黒点、土星などは解説しているが、力学的モデルに立脚した天体運動については触れられていない。

もう一人、志筑の系譜を継ぐものとして、帆足万里<sup>ほあしばんり</sup> (1778-1852) による『窮理通』について触れておきたい。『窮理通』は13冊の蘭書をもとに、物理分野を体系的にまとめた8巻の大著であるが、書き直しが何度も行われるうちに生前に出版されることはなく、弟子が

刊行したのも3巻にすぎない。翻刻されたものが[24]にあるほか、最近、吉田忠監修・解題・注解の翻刻が大分県先哲史料館から出版された[25]。帆足は、日出藩(大分)の家老の家に生まれ、儒学を学び藩学教授になるとともに藩政改革など政治改革にも携わった。地元には独自に自然哲学を編んだ三浦梅園<sup>みうらばいえん</sup> (1723-1789) がいて、帆足はその孫弟子に相当する。三浦梅園は『玄語』(1775)にて、陰陽の理を独自に深化させた「反観合一の法」にもとづいて宇宙論や自然哲学を論じたが、帆足はそのような理念的な理解ではなく、具体的な〈物に則して理の現れる〉学を目指した。志筑の『曆象新書』に出会うことで西洋科学・天文学に開眼し、40歳を過ぎて独学で蘭書に取り組んだ人物である。

『窮理通』は蘭書を参考に広く学説を紹介しその批判もする。帆足の引用した13の蘭書がすべて同定されているわけではない<sup>5</sup>。ただ、Buijs の教科書(表2の(ref 7))は簡単すぎて役に立たないと売却した逸話も残っている。良い窮理書には算式が記載されている、との判断基準を持っていたようである(吉田による巻一の解説[25])。巻構成は、次のようである。

- 巻一(原曆, 大界, 小界) 天文学史, 天動説・地動説, 恒星, 恒星の運動, 太陽系. Lalande (表2の(ref 5)), Gelder (同(ref 11))に基づいている。
- 巻二(地球上) 地球の形状, 地理学, 測地学
- 巻三(地球下) 地質学, 岩石学
- 巻四(力学, 磁気・電気) 引力, 落体の運動, 斜面の下降, 振子, 運動体の力, 合成運動, 磁気, 電気, 発光現象, 雷金, 雷銀<sup>6</sup>. Musshenbrook (表2の(ref 10))と Gelder (同(ref 11))に基づいている。
- 巻五(光学) 視覚論, 幾何光学, 色の理論, 光学機器. Musshenbrook (表2の(ref 10))に基づいている。
- 巻六(力学) 材料力学, 附着(凝着), 力による固体の変形, 水衡術, 力のつりあい, 省力化の簡

<sup>5</sup>吉田による解題[25]では、Musshenbrook (表2の(ref 10)), Lalande (同(ref 5)), Gelder (同(ref 11)), Ypij (同(ref 12))の書と、物理書ではないので表2にはリストしていないが、次の4書が同定されている。

- Pieter J. Prinsen (プリンセン, 1777-1854) *Geographische Oefeningen; of Leerboek der Aardijkskunde* (地理学教程すなわち地理学教本) (1816)
- Karl L. Wildenow (ウィルデノウ, 1765-1812) *Handleiding tot de Kennis der Planten* (植物知識への手引き) (1818)
- Anthelme B. Richerand (リセランド, 1779-1840) *Nieuwe Grondbeginselen der Natuurkunde van den Mensch* (人身窮理学新基本原理) (1826)
- Georg W. C. Consbruch (コンスブルック, 1764-1837) *Geneeskundig Handboek voor Praktische Artzen* (実地医家のための医学便覧) (1817,1821)

<sup>6</sup>雷電(donder)による火花と雷鳴を、雷金(dondergoud)と雷銀(donderzilver)と呼んでるようだ。

単な器械、摩擦、衝突力学。Musshenbrook（表2の(ref 10))に基づいている。

- **巻七（大気）** 大気の重さ、空気の弾性、空気ポンプ、大気の構成要素、燃焼と呼吸、動物熱（体温）、ユージオメーター（体積変化測定器）、音。Ypij（表2の(ref 11))に基づいている。
- **巻八（発気、諸生）** 気象、風、生物、天地開闢と紀年、人種分類、言語・音韻論

巻八を除き、いずれも1810年頃までに入手できた最新の、かつ数式を伴う蘭書を参考にしている。西洋科学が発展しつつあることを理解していた証であろう。完成稿に至らず、全巻が世に出なかったことが惜まれる。

## 4 英米独仏からの西洋科学の吸収期

日米和親条約が1854年に締結されたのち、幕府は蘭学を奨励する方向へ舵を取った。対外的な交渉や国防の観点からも諸外国の情報を積極的に取り入れる必要に迫られ、蛮書和解御用を発展させて蕃書調所を開設した。時代区分<sup>3</sup>は、蕃書調所を開設した1855年から、明治維新までとする。

蕃書調所は幕府直轄の洋学研究機関であり、のちに洋学調所、開成所と改称した。開所時は、箕作阮甫(1799-1863)と杉田成卿(1817-1859)の2名を教授とし、川本幸民ら9名の教授手伝いとする26名体制で、幕臣や諸藩士の子弟に対する教育が開始された。第1期生191名は主に蘭学を学んだという。そして、教育内容は、英仏独語、精錬学、器械学、物産学、数学、画学などへと広がっていく。訳者の仕事のひとつに外国新聞を翻訳して幕府に提出する役目があったという<sup>[26]</sup>。いわば官立の情報センターである。また、蒸気船の操縦術や国防の技術を海外に学ぶことが喫緊の事案とされ、長崎海軍伝習所や沼津兵学校が開設され、数学・物理学・測地学などが教育され始めた。

国防が目的でもあったため、当時の洋学としては、大砲弾の軌道を正確に予測する弾道学を理解することが課題だった。吉田<sup>[27]</sup>によれば、蘭学における弾道学は、志筑がKeillの書(表2の(ref 3))の第16章を『火器発法伝』(1787)として『曆象新書』とは別巻でまとめたことが始まりであるという(国防上の目的もあったようだ)。しかし、Keillの該当箇所は斜方投射の物体軌道が放物線になることを示す程度の内容である。実

際の弾道は、抵抗のある空気中の軌道を求めなければならず、到底助けになるものではない。志筑の知識は末次忠助(1765-1838)に引き継がれ、末次は池部啓太(1797-1868)に暦法と砲術を教えた。池部は『砲玉行道図説』(1846)にて、角度(矢位度)・到達距離(玉著)・空気抵抗(游気障碍)の3者間の関係表(射擲表)を実験により作成しているが数式の記述はない<sup>[27]</sup>、とのことである。これらの系譜とは別に、長崎の高島秋帆(1798-1866)は、蘭学を修め、砲術を研究し、西洋式の大砲を日本で初めて造り、高島流砲術を創始している。高島はMuelen(メーレン)の書<sup>7</sup>を翻訳して『高島流砲術伝書』(1865)を著した<sup>[28]</sup>。しかし、具体的な算法は理解できず、実際の弾道は掲載された(空気抵抗を考慮していない)数表とは異なることを報告している<sup>[27]</sup>。幕府側は、箕作阮甫と宇田川榕菴(1798-1846)が、より新しいCaltenの書<sup>8</sup>を翻訳して『海上砲術全書』(1854)としてまとめた。しかし、ここでも数学的な説明はされず、もっぱら射擲表の通りに撃てるようにするための実戦向きの用法書だった。実用に急ぐあまり、背景となる力学や微分方程式の求解の理解に取り組む学者肌の人材が出なかったのは示唆的なことかもしれない。

この時期、庶民向けの啓蒙書の種が育ち始める。大庭景德(雪斎、1806-1873)は、佐賀鍋島藩出身で医者の家に生まれた。二十歳の頃、長崎でシーボルトに師事し、蘭書によって医学や窮理学を学ぶ。佐賀で藩の御典医を勤めながら、蘭学の普及として『民間格致問答』を翻訳した(表2の(ref 13))。この書は、旦那と庭師との対話形式で物性・物理法則・気象・天体などの理屈が展開されるもので、大庭はこれを話し言葉で翻訳した。現代語訳が<sup>[6]</sup>にある。

日本の知識階級は、教養として漢文を読むことができることから、中国(清)で出版された西洋科学書も重宝された。Hobson(中国語名・合信)の『博物新編』(表2の(ref 14))は句読点をつけて翻刻されている。3巻もので、物理・天文・生物の巻の構成である。あるていど需要があったようで、明治に入ってから和文書き下し文のものが出版されている。同様の中国書としては、Martin(中国名・丁韞良)による『格物入門』(表3の(ref 5))もある。

大阪では、蘭方の医者・緒方洪庵(1810-1863)が適塾を創立し、若者の教育に力を注いでいた。医術・解剖学・生理学のみならず、物理学・化学などの本の読解も進めた。適塾は後に大阪大学の母体となる。福澤諭吉(1835-1901)は二十歳のとき、適塾に入門して、これ

<sup>7</sup>L. van der Muelen, *Handleiding in de artillerie, bestemd bij het onderwijs op het Kadetten-Instituut der Marine* (砲術入門)(1807).

<sup>8</sup>J.N. Calten, *Leidraad bij het onderrugt in de zee-artillerie* (1832).

らの西洋科学の進展に驚き、短期間で基礎科学の素養を身につけた。福澤自身は、1859年に開港した横浜に見学に行き、そこで使われていた言葉が英語であることを知り、適塾で学んだ蘭語から、英語への転向を決意している(『福翁自伝』)。後に、幕府の使節に同行して渡米(1860年)・渡欧(1861年)したときには、そこで見せられた電信システムや蒸気機関などの科学技術そのものは彼にとっては既知のもので、むしろそれらを社会的インフラとしていたことや教育・社会制度に

驚いたと語る(『福翁自伝』)のも適塾での学びがあったからである。

福澤は、初の書となった『西洋事情』(1866年)の扉絵に、地球を取り巻く電信線、郵便屋、蒸気船、蒸気機関車、気球の図を描き「蒸汽済人電気傳信」との文字を添えている(済人は今日でいう裁判官のこと)。その次のページには、地球儀・望遠鏡・コンパス・書籍に人種の異なる5人の肖像を描き「四海一家五族兄弟」との文字を添えている。

表 3: 明治初期に主な邦書が参考としている輸入物理学書

Table 3: Imported physics books referenced by major Japanese books in the early Meiji era.

	原著	邦書	備考
(ref 1)	William Chambers (1800-1883) & Robert Chambers (1802-1871), <i>Natural Philosophy</i> (1865)	福澤諭吉『訓蒙窮理図解』(1868)で[英版「チャムバー」窮理書(1865年)]としているもの	現在の高校生レベル
(ref 2)	George P. Quackenbos (1826-1881), <i>A Natural Philosophy</i> (1860)	福澤諭吉『訓蒙窮理図解』(1868)で[米版「クワッケンボス」窮理書(1866年)]としているもの。田中大介・橋爪貫一『天然人造 道理図解』(1870,1873), 片山淳吉『物理階梯』(1872) 完訳は、宇田川準一『物理全志』(1875) および永峰秀樹『物理問答』(1877)	現在の中学生レベル
(ref 3)	William Chambers (1800-1883) & Robert Chambers (1802-1871), <i>Information for the people: a popular encyclopædia</i> (1859)	福澤諭吉『訓蒙窮理図解』(1868)で[英版「チャムバー」博物書(1861年)]としているもの	百科事典
(ref 4)	Mary A. Swift, <i>First Lessons on Natural Philosophy</i> (1837, 1862).	福澤諭吉『訓蒙窮理図解』(1868)で[米版「スウィフト」窮理初歩(1867年)]としているもの抄訳として中村順一郎『挿訳理学初歩』(1871), 青木輔清『理学初歩直訳』(1872), 伊藤明德『理学初歩図解』(1872). 『理学初歩』(1867)として英書コピーが出版されている。	小学生レベルの平易な書
(ref 5)	William A. P. Martin (中国名・丁韪良, 1827-1916), <i>Elements of Natural Philosophy and Chemistry</i> (1868)	本山漸吉『格物入門』(1868), 柳川春三ほか『格物入門和解』(1869)	本山のは中国書に訓点をつけたもの
(ref 6)	Richard G. Parker (1789-1869), <i>First Lessons in Natural Philosophy</i> (1870)	片山淳吉『物理階梯』(1872), 完訳版『格物全書』(1877)	小学生レベルの平易な書
(ref 7)	Adolphe Ganot (1804-1887), <i>Traité élémentaire de physique expérimentale et appliquée et de météorologie</i> (1851 から版を重ねる) [大ガノーとも称される] P. van der Burg 蘭訳 <i>Het Leerboek der Proefondervindelijke en toegepaste Natuurkunde</i> (1859) E. Atkinson 英訳 <i>Elementary Treatise on Physics Experimental and Applied for the Use of Colleges and Schools</i> (1898)	田中大介・橋爪貫一『天然人造 道理図解』(1870,1873) (蘭語版引用)	現在の高校生レベル
(ref 8)	Adolphe Ganot (1804-1887), <i>Cours de physique purement expérimentale</i> (1858 から版を重ねる) [小ガノーとも称される] Thade H. van Doesburg (1828-1895) 蘭訳 <i>Handboek der Natuurkunde</i> (1865) William G. Peck (1820-?) 英訳 <i>Introductory Course of Natural Philosophy for the Use of Schools and Academies</i> (1860)	田中大介・橋爪貫一『天然人造 道理図解』(1870,1873) (仏語版引用) 片山淳吉『物理階梯』(1872) (英語版引用)	現在の中学生レベル

## 5 窮理学の啓蒙ブーム

時代区分<sup>[4]</sup>は、明治維新から学制が施行される1872年までとする。維新の動乱の時期、物の道理を改めて知ろうとする庶民の動きがあった。このニーズに応えるように、多くの窮理学啓蒙書が出版された。

明治に改元されたのは、1868年9月8日である。福澤はこの直前に『訓蒙 窮理図解』を執筆した。序文には「物の理に暗ければ身の養生も出来ず」窮理は人間必須の学問であることを説いている。ちなみに福澤はその後の『學問のすゝめ』(1872)の初編においては「究理学とは天地万物の性質を見て、その働きを知る学問なり」、『文明論の概略』(1875)では「陰陽五行の惑溺を払わざれば、窮理の道に入るべからず」と、ことあるごとにサイエンス・リテラシーの必要性を語っている。講演録『物理学之要用』(1882)<sup>9</sup>では「我が慶應義塾において初学を導くにもっぱら物理学をもってして、あたかも諸課の予備となすも、けだしこれがためなり」として、理学がすべての学問の基礎であることを語っている。

『訓蒙 窮理図解』は若者や女性も読者対象とした平易な本として書かれ、天文・気象・物理現象を多くの図版で説明するものである。序文には、参考文献として次のものが挙げられている。(表3も参照)。

- 英版「チャンパー」窮理書 (1865年)
- 米版「クワッケンボス」窮理書 (1866年)
- 英版「チャンパー」博物書 (1861年)
- 米版「スウィフト」窮理初歩 (1867年)
- 米版「コルネル」地理書 (1865年)<sup>10</sup>
- 米版「ミッチェル」地理書 (1865年)<sup>11</sup>
- 英版「ボン」地理書 (1865年)<sup>12</sup>

原著との対応については、表3(ref 1)-(ref 4)を参照されたい(地理書については、源[29]を参考に同定を試み、脚注で記した)。これらは実は英米の生徒用の教科書である。しかも実際に引用されたのは、ChambersやQuackenbosのはじめの部分だけである。原著全体の大半は福澤諭吉の手にあまる内容だった[30]ようだ。

例えば、Swiftの書(表3の(ref 4))は米国の小学校で教科書として使われたもので、平易な英語と豊富な

図版がある。その他の参考書も多くの(比較的美しい)図版が添えられている本である。表紙に『理学初歩』とだけ加えた英語版も出版され(1867年)、英語の学習にも使われたことがうかがわれる。同年小幡篤次郎(1842-1905)<sup>13</sup>は姉妹本ともいえる『天変地異』(1868)を出版し、両書は庶民の重んじる「迷信」を打破する姿勢を明確にした(翻刻は[31]に所収。どのような洋書を参考にしたかの記載はない)。文明開化・富国強兵・殖産興業など新しいキーワードが浸透しはじめる社会において、この2冊は「開化本」として受け入れられた。

西洋の学問は、懐疑精神をもち、実証を重んじて、客観性のある議論を行う。おそらく、これらすべての要素が庶民にとって、新たな文化として映ったことだろう。窮理学は流行学問となり、その後5-6年間に60冊を超える啓蒙書が出版され[32]、この出版ブームは**窮理熱**と呼ばれた。表3は、福澤が参考図書としたものを中心に一部の輸入書について、著名な邦書との対応を試みたものだが、多くの邦書が同じ原書を参考に行っていることがわかる。

啓蒙本が世間を凌駕すると、その中にはパロディー本も出現するようになった。著名な例では、仮名垣魯文(1829-1894)は小説『河童相伝 胡瓜遣』(1872)<sup>14</sup>を、万亭まんていおうがおうが 応賀おうが(1819-1890)は事典風の『和談三才図笑』(1873)を、増山守正ますやまもりまさ(1827-1901)は落語『滑稽窮理 臍の西國』(1874)(翻刻は[33]に所収)を出版している。仮名垣と増山は一方では啓蒙書作家でもあり、秋田[34]は、この二面性について「窮理学のもつ華麗な卓越性の演出と、他を排斥する脅威の二面性に対する忠実な反応」と評している。窮理学が庶民に強迫観念となっていたかどうかは不明であるが、維新後5年ほどで学問をパロディーとして楽しむ余裕が生まれたことは、文化的な成熟度を示す事象とも考えられよう。

## 6 教育制度の確立期

1872(明治5)年、新政府は学制を制定した。時代区分<sup>[5]</sup>は、日本の近代学校制度が始まるこのときから、訳語が確定して日本での学問基盤が整う1888(明治21)年前後とする。

明治政府が1872年に定めた「小学教則」では、下等小学(1年次-4年次)+上等小学(5年次-8年次)のカリキュラムとして、自然科学関係の教科が多く設定さ

<sup>9</sup>時事新報社『時事新報』1882(明治5)年3月22日掲載。『理科教育史資料 第1巻』[35]に所収されている。

<sup>10</sup>原著はSarah S. Cornell, *Cornell's high school geography* (1857)と考えられる。

<sup>11</sup>原著はSamuel A. Mitchell, *Mitchell's School Geography* (1860)と考えられる。

<sup>12</sup>原著はHenry G. Bohn (1796-1884), *A pictorial hand-book of modern geography* (1861)と考えられる。

<sup>13</sup>小幡篤次郎は、福澤諭吉の門下に入り、『學問のすゝめ』初編(1872)を福澤と共に出版し、後に慶應義塾塾長も務めることになる。

<sup>14</sup>当然ながら、胡瓜は窮理にかけた駄洒落である。

れた。『理科教育史資料』[35]によれば、1週間29時限の時間のうち、全学年で「洋法算術」に6時限、下等小学4年以降は「(究)理学輪講」が5時限確保されていた。しかし、過渡期の制度はその後すぐに何度も変更され、1886(明治19)年には当初の3分の1にまで減少することになる。再び増加するのは、1919(大正8)年である。

学制スタート時に、これほど自然科学科目の比重が高かったのは、福澤諭吉の窮理学を推奨する教育論の影響と、学制制定に関わった洋学者たちの影響と言われている。実際、1872(明治5)年の「小学教則」([35]の[資料0116])では、「理学輪講」科目の推奨教材として下等小学3年次より福澤諭吉『窮理図解』(1868,表2の(ref 1-4)),上等小学5年次からは小幡篤次郎『博物新編補遺』<sup>やながわしゆんさん</sup>、柳川春三<sup>やながわしゆんさん</sup>ほか訳『格物入門和解』(1869,表3の(ref 5)),川本幸民『氣海觀瀾広義』(1851-58,表2の(ref 8))が挙げられている。また、「読本読方」科目の推奨教材として下等小学2年後半より<sup>ごとうたつぞう</sup>後藤達三『究理問答』(1872),吉田賢輔<sup>よしだけんすけ</sup>『物理訓蒙』(1871),小幡篤次郎『天変地異』(1868)が挙げられている。このような本格的な科学啓蒙書が小学低学年に推奨されているのは驚きである。

同年に制定された「外国教師ニテ授クル上下二等ノ中学教則」([35]の[資料0114])では、上等中学の「窮理学」科目における推奨図書として、英語ならばQuackenbosの書(表3の(ref 2)),仏語ならばGanotの書(表3の(ref 8))を指すと思われる、独語ならばMüllerの書<sup>15</sup>が挙げられている。当時の高等教育は外国から教師を呼んで授業を行うスタイルで始められていて、こちらでも大志を抱いて学校制度が始められたことが感じられる。

実際には、学校制度が始まるとすぐに、文部省は教科書制定の必要性を悟る。そして、官吏としての洋学者であった片山淳吉(1837-1887)に、体系的な物理の初歩を教える本の執筆を命じた。片山はまずは『理学啓蒙』(1872)として上梓したが、文部省で学科名の変更が行われ、理学および窮理学はすべて物理学と呼ぶことになったため、『物理階梯』(1872)として出版された。参考図書として挙げているのは、Quackenbos(表3の(ref 2)),Parker(同(ref 6)),Ganot(同(ref 8))などである。物性論の加筆が明治9年に行われているが、当時の小学校教育で、明治15年まで使われた影響力の大きな本となった。

なお、この頃になって、ようやく輸入書の内容を完全に理解した翻訳がなされるようになった。Quackenbos

の著書が完全に訳されたのは<sup>うだがあじゆんいち</sup>宇田川準一(1848-1913)による『物理全志』(1875)および<sup>ながみねひでき</sup>永峰秀樹(1848-1927)の『物理問答』(1877)である([30]p175)。Ganotの教科書は、基礎的な数式を提示する形の物理の教科書で、1827年に発表されたドップラー効果なども内容に含まれていて、現在の高校物理レベルである。Ganotの書誌に関しては、[36]に詳しい。

最後に、翻訳語の統一についても触れておく。高等教育が、雇われ外国人によってはじまり、しかも英語・仏語・独語がテキストとして入り混じる状況では、教育現場の混乱も必至である。同じ洋書を翻訳しても、訳者によって自由に言葉を造られている状況では尚更である。明治の初めには、まず言葉を整備することが喫緊の課題となった。

日本物理学会と日本数学会の前身となる東京数学会社が創立されたのは1877(明治10)年である。洋学者<sup>かんだこうへい</sup>神田孝平(1830-1898)と数学者<sup>やなぎならよし</sup>柳橋悦(1832-1891)を総代として社員117名で発足し、毎月1回の会合を開き始めた。1883(明治16)年、当時、東京大学理学部物理学科で唯一の日本人教授であった<sup>やまかわけんじろう</sup>山川健次郎(1854-1931)の呼びかけにより、<sup>たなかだてあいきつ</sup>田中館愛橘(1856-1952)と<sup>たなかしょうへい</sup>田中正平(1862-1945)を加えた3人で物理の翻訳語を検討する訳語会が発足する。田中館と田中は、翌年に東京大学物理科を卒業する第1回卒業生の3名のうち2名である[2]。訳語会は人数を増やしながら、毎月3-4回の会合を続け、1888(明治21)年に『物理学術語和英仏独対訳字書』を刊行した(復刻版が[37]として入手できる)。当時の日本の物理学者のほとんどが参画したプロジェクトとなり(最終的には36名の氏名が列挙)、学界の総力を結集した成果と評されている。採録語数は約1700であり、訳語の確定で教育研究基盤が整ったといえよう。

訳語の確定基準は次のようなものだった。「日本語として雅俗に関わらず適したもの／外国語または外国語の転化したもので使い慣れたもの／新たに漢語の組み合わせによる造語は行わない／普通の漢字を用いる／見慣れない文字や音の良くない語は使わない／外国語を音訳するときにはできるだけ語呂の平穩なものを選ぶ」。採録された語には、志筑の生み出した多くの語が見られる。また、漢語としては、分子・原子・電話機・輻射・拋物線・引力・抵抗など、音訳語としてはバッテリー・エネルギー・コイル・マグネット・メートル・ポテンシャル・ラザアン・ワットなどが見られる。当然その後に変更になった語もあるが、エネルギーの不滅(保存)・スワリ(安定)・スワリ悪キ(不安定)・キハ

<sup>15</sup>中学教則には「独ミルレ氏究理書(ヒシツクウンドメテオロギー)」と書かれている。おそらく、Johann H. J. Müller(1809-1875)著の*Lehrbuch der Physik und Meteorologie*(1852)を指すと思われる。

ドキ点（臨界点）など何となく想像がつくものも多い。

## 7 結語

本稿では、江戸末期から明治初期にかけて大きく変化した日本の学問を、西洋物理学の受容に注目し、かつ西洋の文献がどのように日本人に受け入れられてきたのかを軸にして、簡単にではあるが流れを追ってきた。およそ120年ほどの期間を5つに区分することで、時代の議論が把握しやすくなるという提案を行った。よく知られた事柄を列挙してきた感もあるが、個々の文献対応についての一覧から、学問の受容スピードの加速やレベル向上が明らかに読み取れるようになったと考える。

この時期の日本人にとっては、実証主義に基づく科学の考え方そのものが驚きだった。杉田玄白はこの重要性を直ちに理解し、続く知識人も従った。福澤諭吉もこの重要性を悟り、庶民層に啓蒙した。しかし、原理原則を軸とする演繹的な理解へはなかなか進まなかった。志筑忠雄と帆足万里を例外として、蘭医学から窮理学へと進んだ流れは、自然現象の表層的な理解を中心としてしまう。幕末の弾道学は、技法の習得が主になってしまう。明治初期は、迷信からの脱却が1つの到達点に設定された。実学重視という聞こえはよいが、基礎科学への体系的な理解が後回しにされたことは事実である。これは現代でも感じる事だ。日本では、いつの時代も「余裕のなさ」が垣間見える。

本稿では、西洋科学の受け入れが整えられるまでを俯瞰したが、この延長上には日本人が独自に科学的成果で欧米に比肩することができるまでの流れが続く。また、物理学受容の全体像のみを取り上げてきたが、熱力学の理解や分子構造論など個別のトピックに注目した教材比較を論じることも可能であろう。さらに、他の窮理学（天文学・数学・医学など）・工学（技術の進展・社会基盤の変化など）や思想芸術（自然認識、文化活動の展開など）との関わりも論じる余地がある。論点を日本から見た西洋に限ってきたが、将来的には、よりグローバルな視点での位置づけも求められる。今後の課題としたい。

これまでの科学史研究で、すでに個別の文献それぞれについては多くの研究がなされている。しかし、昨今のデジタル化・ネットワーク設備の充実によって、過去の文献調査が（実物に触れる必要のない調査であれば）、より広範囲に、かつ横断的に可能になってきている。本稿を執筆するにあたっては、邦書で翻刻に頼ったものにはその文献を記したが、他の多くは国立国会図書館デジ

ルコレクション <https://dl.ndl.go.jp/> で検索できるデジタル化されたものを参照した。また、洋書の多くは、インターネット上のサイト <https://archive.org/> で検索できるデジタル化されたものを参照した。

## 謝辞

情報科学部情報システム学科の横山恵理准教授、工学部総合人間学系教室の米田達郎准教授には文献提供でお世話になりました。本研究は、科研費・挑戦的研究（萌芽）『天文文化学の創設：天文と文化遺産を結ぶ文理融合研究の加速』（課題番号19K21621、研究代表・真貝寿明）のサポートを受けました。研究分担者らとの定期的な議論に感謝します。

## 参考文献

- [1] 中村邦光「日本における「物理」という術語の形成過程」、学術の動向 2006年12月号。
- [2] 日本物理学会編『日本の物理学史 上 歴史・回想編』（東海大学出版会、1978）。
- [3] 蟹江幸博、並木雅俊『文明開化の数学と物理』（岩波書店、2008）。
- [4] 小学館 日本大百科全書（ニッポニカ）「格物致知」の項。
- [5] 『文明源流叢書第一』（国書刊行会、1914）。
- [6] 大庭雪斎（著）、大庭景利、安田雄平（翻訳）『民間格致問答－幕末の自然科学入門書』（葦書房、1992）。
- [7] 周程「福沢諭吉の科学概念」、科学史研究 38 (1999) 154.
- [8] 杉本つとむ『江戸の翻訳家たち』（早稲田大学出版局、1995）。
- [9] 湯浅光朝「幕末・明治初期における近代物理学の移植」、小倉金之助先生古稀記念出版編集委員会編『科学史と科学教育』（大日本図書、1956）。
- [10] 矢島祐利、野村兼太郎編『明治文化史 (5) 学術』（原書房、1977）。
- [11] 『文明源流叢書第二』（国書刊行会、1914）。
- [12] 日本物理学会編『日本の物理学史 下 資料編』（東海大学出版会、1978）。
- [13] 大森実「『暦象新書』の研究史」、科学史研究 68 (1963) 157.

- [14] 広瀬秀雄, 中山茂, 小川鼎三『日本思想体系 65 洋学 (下)』(岩波書店, 1972) .
- [15] 中山茂「高橋至時と『ラランデ曆書管見』」, [14] に所収.
- [16] 伊能忠敬記念館編『国宝 伊能忠敬関係資料』(伊能忠敬記念館, 2018) .
- [17] 真貝寿明「麻田剛立とケプラーの惑星運動第 3 法則」, 大阪工業大学紀要 61 巻 2 号 (2016) 27.
- [18] 真貝寿明「近代物理学との邂逅: 麻田剛立, 本木良永と志筑忠雄」, 松浦清, 真貝寿明編『天文文化学研究序説』(思文閣出版, 2021) 所収.
- [19] 石井良助編『徳川禁令考 前集第三』(1959) p223, 287, 288.
- [20] 杉本つとむ編著『江戸時代西洋百科事典「厚生新編」の研究』(雄山閣出版, 1998).
- [21] 大森実「志筑忠雄と『厚生新編』-『厚生新編』の物理学関係項目について」, 法政大学教養部紀要 56 (1986) 1.
- [22] 『日本科学古典全書 第 6 巻』(朝日新聞社, 1943) .
- [23] 三枝博音による解説, [22] に所収.
- [24] 『日本科学古典全書 第 1 巻』(朝日新聞社, 1942) .
- [25] 『大分県先哲叢書 帆足万里資料集 第一巻』(大分県先哲史料館, 2019), 『同 第二巻』(大分県先哲史料館, 2020), 『同 第三巻』(大分県先哲史料館, 2021) .
- [26] 吉田光邦「解説」, [22] の復刻版(朝日新聞社, 1978) に所収.
- [27] 吉田忠「物理学・弾道学・化学」, 中山茂編『幕末の洋学』(ミネルヴァ書房, 1984) .
- [28] 佐藤昌介『洋学史の研究』(中央公論社, 1980) .
- [29] 源昌久「福沢諭吉著『世界国尽』に関する一研究- 書誌学的調査-」, 空間・社会・地理思想 2 巻 (1997) 2.
- [30] 武田楠雄『維新と科学』(岩波新書, 1972) .
- [31] 八田英夫, 八田明夫「小幡篤次郎著『天変地異』全文紹介」, 鹿児島大学教育学部教育実践研究紀要 12 (2002) 1.
- [32] 日本学士院編『明治前日本物理化学史』(日本学術振興会, 1964).
- [33] 真貝寿明「翻刻『滑稽窮理 躰の西国』」, 大阪工業大学紀要 66(2021) 49.
- [34] 秋田摩紀「窮理学の流行をめぐる磁場 福澤諭吉と戯作者たちの啓蒙時代」, 日本思想史学 35 (2003) 169.
- [35] 板倉聖宣, 永田英治編『理科教育史資料 第 1 巻』(東京法令出版, 1986) .
- [36] 高田誠二「Ganot の物理教科書とその周辺 - 札幌農学校旧蔵書による研究 -」, 科学史研究 22 (1983) 129.
- [37] 「明治期専門術語集『物理学術語和英仏独対訳字書』(文部省科学研究費補助金「特定研究 (1) 研究成果日本語の正書法及び造語法とそのあり方」報告書, 研究代表者 林大, 1982) .