

# 授業筆記や学会誌等で解明する科学教育 150年の史的新実相とその現代的再創成

小林昭三\*1・興治文子\*2

Email: kobayasiakizo@gmail.com

\*1: 新潟大学教育学部

\*2: 東京理科大学教育支援機構教職教育センター

◎Key Words 科学授業筆記, 教育学会雑誌, 能動学習形成実態

## 1. はじめに

開港150年を経た科学教育史の新実相を, 当時の授業筆記や教育学会雑誌(大日本教育会・教育時報・教育報知)他, から解明してきた。特に, 理科が開始した明治20年代以降においても, 世界最高級を目指した科学教育の新展開を継続的に挑み続けた経緯を多数の授業筆記を発見して, それらを解説して確認してきた。特筆すべきは, 手島精一・中川謙二郎・後藤牧太・小川正孝他による日本型簡易実験による世界トップ級の科学教育や実学教育を目指した能動的授業・日本的科学教科書作りの潮流・取り組みだった<sup>(1)</sup>。

本論考では新潟, 埼玉, 群馬, 静岡他の物理筆記や化学筆記等を解説し, カッケンボス・スチュワート・ゲージの科学教育革新・改善の日欧米の動向を跡づける。その明治中期の授業実態と特徴的教材・検証実験, 物理化学簡易実験の起源, 手作り簡易実験の実態等を巡って, その歴史的な変遷を解説・解明する。更に, 明治20年代の理数教育の進展に焦点を当て, 手島精一・中川謙二郎・後藤牧太・三宅米吉等の日本的理化学教育・実学教育での新展開を探究する。スチュワートやゲージによる能動的な予測検証実験やアクティブ・ラーニング(AL)型授業形成実態を, 力学や流体力学簡易実験分野の日本の新展開を跡づける。150年前頃からの授業記録で読み解いた科学教育史的価値ある教材を現代的AL型授業に再創成する試みも蓄積してきた。流体力学分野での史的簡易実験探索経緯にも言及されよう。

## 2. 150年前の新潟開港後の科学や実学の教育

新潟港の開港後からスタートした新潟学校における, 日本初の百工化学科創設の中核になった中川謙二郎は, 新潟英語学校や新潟師範学校での改組・変動期のキーパーソンであった。その中川謙二郎の生みの親は, 手島精一とワグネルであり, この二人が東京開成学校の製作学教場(中川はその第1期生)などを経て, 欧米の科学や実学の教育を日本に移入して同化させる事に寄与してきた。その手島・ワグネルの系譜<sup>(2)</sup>が日本的理化学教育の源流を産んだ。明治中期に科学や実学の教育の振興にどう寄与をしたか。彼らと持続的に連携して科学と実学の教育を進展させた中川謙二郎, 後藤牧太, 三宅米吉(新潟学校在任時に中川から科学・実学教育を学び後に後藤と共に活躍)がどう連携して取り組んだか<sup>(3)</sup>。等々の手島精一・ワグネルの科学・実学教育の系譜<sup>(2)</sup>による先駆的な源流を俯瞰的に概観する<sup>(4)</sup>。

### 2.1 手島精一・ワグネルの科学・実学教育の系譜

1869年の開港後に欧米から新潟に船・人が沢山訪れ, 西洋文明が移入され新潟県立洋学校が1872年に設立され

た(20日後に県立新潟学校と改名)。1876年には学制に基づき全国7大学区に師範学校が置かれ, その一つとして官立新潟師範学校設立された。同様に, 国の文明開化政策により全国7カ所の外国語専門学校が置かれ官立新潟英語学校設立で新潟県立洋学校と官立英語学校の競合解消策が必要となった。更に, 国費ひっ迫から, 官立新潟師範学校・同英語学校は県立移管され県立新潟学校に転換された。幾多の更なる困難を解消すべく, 1876年には百工化学科(日本唯一は1880年廃止)・師範学科・英語学科・講習科4学科設立となる。その百工化学科の中核になったのは, 東京開成学校の製作学教場の第1期生として育つ中川謙二郎である。中川謙二郎は, 製作学教場監事の手島精一とお雇いドイツ人教師ワグネル(製作学担当)の元で実学教育の先駆者となる基礎を育み飛躍を遂げた<sup>(2-3)</sup>。

ワグネルは1873年開催のウィーン万国博覧会に就任した。彼は, 近代的な中等工業教育機関を日本に設けることの必要性を強く感じ文部省に建議した。「およそ一国の富を増進するには, 主として工業の発達を図るべきで, その工業の発達を図るには, 先ず低度の工業教育を盛んにして, 工業上もっとも必要な職工長其の他の技術者を養成しなければならぬ」と。ワグネル・ウィーン万国博覧出張後の帰国に備え東京開成学校に製作学教場を国は1874年に設立

その指揮者・手島精一は, 1870年のアメリカ留学中に, 岩倉外国使節団の訪米時の通訳を務め, 更にイギリスにも随行して, 欧米の工業事情を実地に見聞(1872-1875)。特に, 浜尾新(後に手島が東京職工学校の校長になる際の橋渡しを行う)と出会う。帰国後に東京開成学校(東大の前身)監事に就任。開成学校工芸部・製作場教場の運営をワグネル・手島が任せられ職工教育・工業教育を以後は指揮

その手島精一の進言に従って, 第一期生の中川謙二郎は, ワグネルの1875年度の製作学講義を『製造化学中合金製法・性状・功用他』なる口述講義筆記録へと, 友人と共訳集大成した。開成学校は1877年に東京大学に昇格して, 製作学教場は廃校になるが, 手島・ワグネルの系譜として多方面な実業・工業教育の端緒を切り拓くような源流となった<sup>(2)</sup>。特に, 同製作学教場廃校直前の1876年に, 中川謙二郎は「新潟百工化学科」の化学分野の総責任者を任せられ, 実業教育への先陣役を務めた。この新潟百工化学科に勤めた詳細な経緯は文献(3)参照をされたい。

三宅米吉は, 新潟学校にて中川との知遇を得る。以後に, 科学教育や実学教育分野で, 中川や後述の後藤等と共に活躍することになる。1876年に三宅の父親が新潟裁判所に転任した新潟に職を得た。慶応義塾で成績優秀で飛び級を重ねた三宅は官立新潟英学校英語教員心得となった。

1877年年3月に新潟英学校は県立新潟学校英語科に改

組され、県立新潟学校百工化学科の助手、英語科訳読教師と舎中監事とを兼任。百工化学科では中川謙二郎の元で物理学・化学実習、科学実験法・研究法を学んだ。同期の著名スタッフとして東京女子師範学校校長(1874-75年)から小杉恒太郎校長がいた。百工化学廃止後に小杉恒太郎が千葉師範学校校長へ転出。1880年に彼の招きを受け、以後千葉中学校教師となり物理と化学、歴史と英語を担当。1886年に大手教科書出版社・金港堂に入社し、同社の支援で欧米留学を経て、教科書や雑誌の編集に従事。1895年以降は高等師範学校、東京高等師範学校教授及び帝国博物館、東京帝室博物館の要職を務めた。1901年文学博士、考古学会会長就任。東京高等師範学校校長、東京文理科大学を設立し初代学長となる。三宅米吉は、手島・ワグネル・中川の系譜で理化教育との係りを以後も深めた。

後藤牧太は、特に手工科に係りながら、教材作りや簡易実験、オーエンス大学留学・スチュワート物理やロスコー化学で、中川・三宅と密接な関連を築き、指導的役割を果たしてきた。1877年、東京師範学校の雇教員・訓導・教則取調掛就任。1881-1883年、東京師範学校教諭、同実業科の工業担当。1887年理化学及び手工科研究に3年間英国留学をする。オーエンス大学に入学して、物理学を1年間学ぶ。グラスゴー大学で2年間ほど物理学を研究した。1888年、文部省手工科取調でスウェーデンネースの手工師範学校に留学(夏期手工講習会木工コース受講)した。

### 3. 学会雑誌記事と科学教育や実学教育の実態

当時の授業筆記や教育学会雑誌(大日本教育会雑誌・教育時報と教育報知他)<sup>(6, 7, 8)</sup>の理数教育記事を俯瞰的に概観する。明治中期の日本的なものの作りと、物理・化学・手工科授業での日本的教科書による、物理・化学実験授業の記録、手作り簡易実験装置の起源・源流・実態、等を探究しよう。

#### 3.1 手島精一・中川謙二郎・後藤牧太他の実業教育論

明治10年代以降には、日本全国や各地域で教育会が盛んに形成され、教育会雑誌が編纂・発行される。明治20年前後の理数工教育の革新と高揚の時期を反映して、全国各地の教育雑誌には物理学や化学や理数工分野の世界的な関心記事が数多く記載された。しかし、明治30年前後には日清・日露戦争での軍国主義的風潮で全国的理化ブームは陰りを見せ、理数工分野の記事は僅かになる。

高揚期の科学や実学分野の教育記事例を『大日本教育会雑誌』と『教育時報』の『教育報知』(大日誌<sup>(6)</sup>、時報<sup>(7)</sup>、報知<sup>(8)</sup>)とそれぞれ略記する)記事から拾い出して当時の科学や実学教育の特徴的動向を概観しておこう。

大日誌の1883(明治16)年創刊直後から明治20年前後に手島・中川・後藤他論説が目立つ。1886年36号(1~12頁)、37号(9~21頁)に「実業教育論/手島精一連載」がある。1888年71号「明治二十一年ノ初二於テ所感ヲ述フ / 手島精一/22-27頁」、75号「実業教育施設法ノ一斑 / 手島精一/308~314頁」でも、実業教育の重要性を論じている。1890年同97号「小學校ニ施設スル實業科 / 上原六四郎/225~231頁」、112号「實業補修科ニ設置ニ係ル卑見 / 上原六四郎/693~694頁」他が在る。

手島は、その「明治二十一年ノ初二」で、この20年(学制後15年)で、不就学児は323万人(M18調査)で学齢児の49%貧困等による。読み書き算学での約半分の無学無知・図書設備の不足を無くすべき時が来た。工業製

品を欧米に頼る現状を憂い、実学教育はこの現状を打破する為に不可避と訴えた。彼は理科や図画を学びその応用実用への手工科の充実が重要と実業教育を重視した。実業教育施設法の彼の論説では、府県師範学校での手工科の師範養成と小学校での「理科・図画」の上に手工科を置く、読書算・科学と実学教育の振興を強く訴えた。

『教育時報』にも実学教育の特徴的論説が多数ある。1891年233号「高等農業学校を北海道に設置するの議、杉浦重剛」。1891年237号「工業学校設置に関し、再び書を大阪市民諸君に寄す、手島精一」。同年239号「仙台市に於ける教育家諸君に望む所あり、手島精一」。同年同号「実業補修科設置に係る卑見、上原六四郎」及び「小学校に於ける実業教育の種類、後藤牧太他」、等々。

手島精一の実業教育論では、「昔の人には夢の間に素早く世界を駆け巡る交通にて貿易が自由自在になった。電気通信の力で瞬時に万里を巡る交信ができ、それを通じて、座したまま四方の風情を知ってしまう。今日の欧米富強国の富と力を持つ文明を開く結果を獲た原因は一つではないが、要するに工業技術が盛になったからだ。工業技術が盛になるには主に実業教育の施設が揃っているからだ」と説く。手島は、日本の最優先課題として小学ノ手工科・農業科、徒弟学校、女子職業学校の三種をあげた。特に、小学校の手工科と農業科は、小学校令下で実現した。職業教育、実業教育、技芸教育の概念を提示したが軸は工業教育と位置づけた。工業教育は、小学校の手工科、女子技芸学校等を含む幅広さが光った。

特筆に値することは「手工科実施の景況」という詳細に渡る報告が、大日誌の「74号、75号、77号、80号、82号、85号、91号」で継続的な連載記事となったことだ。1888(明治21)年に、東京職工学校で全府県の尋常師範学校での手工科担当教員候補者への「手工科伝習」を実施した。文部省の命を受けて、その際に参加した全府県の尋常師範学校に対して、手工科教育の施設の現時点における景況を問い合わせた。その景況報告を受け取った順に、大日誌の特集記事として連載したものであった。

この景況記事からは、師範学校の各学年に実施した手工科の受講者数と担当教員数の実情、木工室や金工室の設置状況、授業内容、等が極めて詳細に記載・報告された。それを筆者が一覧表に集計した結果を次の表1として示す。その特徴的な実態を整理・概観しておこう。

この表1は、明治21年から23年にかけて、全国の尋常師範学校で、如何に急速に手工科教員養成の体制(教員・工員・木工・金工へと)や手工科授業の指導体制を整備構築したか。等が明瞭に読み取れる。特に手工科伝習会の開催が大潮流を生み、これを契機に全国の師範学校で手工科が10-100人規模で開始した。集計された27府県の師範学校生徒の総計1707名が手工科受講をした。授業内容作成や授業指導体制構築が如何に急進展したか。授業工場現場(木工室・金工室)等整備が如何に急がれたかの、生々しい様子が窺われる報告だった。手工科の授業学年は、1-4年でそのどこかは様々。授業時間も週2-6時間、授業内容も製図や制作物等々。木工なら何処でも開始できたが金工は部分的取り組みで多様だ。担当教員数は1名以上2名(助手は大工・指物・画工他と多様)だった。工場準備も10から50坪、化学室の改装、設置準備中、土間を金工場に使う等々多様だった。但し、

師範生徒はもの作り・手工を何処でも喜び大歓迎した。

表 1. 手工科実施の景況一覧 (1888手工科伝習後報告)

手工科実施の景況集計一覽(1888年手工科伝習於東京職工学校で師範報告)				教員助手合計				木工		金工		理工学	
4年級	3年級	2年級	1年級	合計	木工	金工	理工学	木工	金工	理工学	木工	金工	理工学
岐阜師範		32	24	56	1	1	2	2	2	12			
広島師範		2-4年級生徒		75	2			2	木工				34
富山師範		27	24	51	1	1	2	木工	金工				24
北海道師	5	15	12	12	44	1	1	2	木工				40
東京師範	9	17			26	1	1	2	木工				12
神奈川師	14	11	20		45	1	1	2	木工	金工			30
兵庫師範	29	33	25	43	130	1	1	2	木工				29
新潟師範	30	39	43		112	1	1	2	木工				19
埼玉師範				32	1	1	2	木工					18
茨城師範		29	34	32	95	1	1	2	木工				24
三重師範				11	1	1	2	木工					22
愛知師範	17	26			43	1	1	2	木工				32
静岡師範	11	27	28		66	1	1	2	木工				7.5
長野師範	11			11	1	1	1	木工					20
宮城師範	24	28	25	30	107	1	1	2	木工				28
山形師範	19	26	40		85	1	1	2	木工				18
福井師範	13	24	33	24	94	1	1	2	木工				10.5
山口師範	25	24	21	13	83	1	1	2	木工	金工			28
和歌山師			30	45	75	1	1	2	木工				21
徳島師範	22	25	47	43	137	1	1	2	木工				24
佐賀師範	9				9	1	1	2	木工				33
熊本師範	16	33			49	1	1	2	木工				21
鹿児島師	9	25	27	29	90	1	1	2	木工				24
青森師範	10	18	19		47	1	1	2	木工				50
福島師範			18	31	49	2		2	木工				16
石川師範	14	18			32	2		2	木工	金工			
岡山師範	15	38			53	1	1	1	木工				
合計	302	456	481	361	1707	30	22	52					597

実は、浜尾新専門学務局長(後の東大総長や文相)や手島精一らの努力で、1881年には、東京職工学校が創設され(1890年に東京工業学校、1901年に東京高等工業学校と改称)、手工科指導者の準備はされていた。手島は1890年に東京工業学校校長となり、1916年退職まで工業教育や実業教育、更に手工科教育に心血を注ぎ貢献してきた。既に、手島精一は1881年から東京教育博物館長になり、一般向け学術講義を開催していた。その中心には東京師範学校教諭・後藤牧太や同・中川謙二郎等を据え、実験実演講義・市民向け科学啓蒙を推進した<sup>(2)</sup>。

中川謙二郎は、新潟百工化学科廃止後に、手島の引き立てにより、1898年に東京工業学校の教授となった。その後文部省視学官を経て1906年には仙台高等工業学校長に就任し、「天下の模範」という程「市民に近代工業の新知识」を広め訓育の実をあげた。その12年後には、若い時代から関係してきた東京女子高等師範の学校長となり、女子教育分野でも多大なる貢献をした。

後藤牧太は、大日誌1884年3号/25~33頁に「簡單ナル器械ヲ用井テ物理學ヲ教フルコト」を載せた。「物理実験は高価で立派な装置で検証すべしという悪い心得違いを直す。実行し難い実験的検証は無視し本の講釈のみで済ます風潮はよくない。ここに並べた物は高等師範学校で生徒が手近な道具ともので作った器械。これは物理を教えるのに便利な装置。更に、これ等を作らずとも試験(実験)は出来る。湯呑と本で慣性の実験。空気入りコップを水中に沈め「2物は同じ場所を占めない」実験。水を入れを振り回して遠心力。凹レンズの代わりに日傘で、音の反射や音の焦点の演示。英国のチンダルは「子供を1列(前向)に並べせ、後ろから前の子の肩を両手で触って伝えて音の伝わり方を演示した。電気や水の流れを「入れ物を部屋の形で、電子や水分子を子供の動きで代替て演示した」。等の多様な代替実験を掲載した。時報326号22-23頁『物理教授の機械として「ランプ」の「ホヤ」』で、図1の実例が詳細に掲載された。

後藤牧太は大日誌26巻

(1895)に「虹夕焼」や図2の「海水と陸水の高高低」の優れた理科教授解説を載せた。比重の相違=海水圧と淡水圧が高低差30mで平衡した<sup>(6)</sup>。

時報16号<sup>(7)</sup>は後藤

三宅著『簡易器械理化学試験法』紹介を兼ね「空気でっぽうや噴水」の紹介を載せ多数の興味深い簡易実験を報告した。

手島・中川・後藤等は、こうした「実学教育における簡易実験をめぐる物作り法」に

裏打ちされた、日本的な授業法を新展開したことが窺える。後藤他の授業教科書では、自然に問いかけ、結果を予測し簡易実験で理論や法則を実験的に検証した。日本初のそうしたAL型物理筆記・ゲージ物理書を、次節で紹介する。

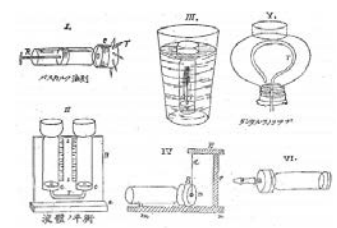


図 1. 物理教授機械ランプのホヤ

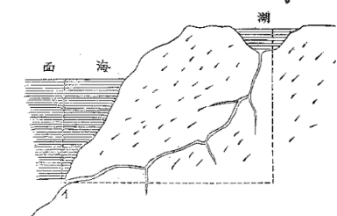


図 2. 海水と陸水の高高低

#### 4. 簡易実験で法則を検証する科学や実学の授業法

新潟、埼玉、群馬や静岡の物理筆記や化学筆記他の解説により、明治20年代前後のカッケンボス・シュワート・ゲージなどの科学教育革新・改善に向かう日欧米の動向を跡づけ、その相互関連的な実相の浮き彫りを試みた。特に、明治20年代の理数教育の進展に焦点を当て、手島・中川・後藤らの日本の科学教育の新展開と、ゲージ物理<sup>(5)</sup>の骨格・開発主義的実験検証授業・AL型力学・簡易実験での検証授業形成を具体的な力学教育や流体力学教育やその簡易実験法などから解き明かそう。

##### 4.1 松岡豊吉の物理学筆記とゲージ物理教科書

明治33年の物理筆記(松岡豊吉)は大里高等小学校4年の物理学授業内容を詳細に記録している。その内容は1882年出版のA. P. Gage教科書<sup>(5)</sup>と主要部分が見事な一致を示す。その特徴的内容を提示して解説しよう。

##### 第1章 1. 物体の変化(小文字部は筆記で下線部は解説部分)

日常の吾人の目撃する物体変化の現象は、種々其の趣きを事とすと雖も、いちいちこれを名状するに違(いと)まらずといえども、要するにその変化に2様あり。: 1は有様の変化、1は物質の変化これなり。: 実は、初学者に対し物理的变化と化学的变化の区別を解説したもので、明治初期の教科書では、書き出しの通例的特徴である。: 一杯の水を、烈しき寒気に逢わしむるとすれば、固く結びて氷となるも、さらにこれを熱すれば、融解して元の水に復す。又、これを水を煮るときは、まず温湯となり、次に熱となり、更に沸騰し蒸気となりて、飛散するも、この蒸気を冷器の表面に触れしむれば、再び結びて水・中略・次に、硫黄の粉末と、銅屑を密に混合するときは、両物の色は失せて、中間の色を現すべしこと。蛍虫眼鏡にて検するとき銅屑と硫黄末とは、明らかに見らるべく。之に水を注げば、二者を分かつことを得べし。今、之を熱すれば、此の混合物は光熱を放ちて、遂に黒塊に変す。此の黒塊は二物と全くその性質を硫黄銅と呼ばれるものなり。即ち二物は全く各自の本質を棄損して、更に別のものを生じたるなり。斯く實質上に及ばず変化を、物質の変化という。

物理的变化 化学的变化の解説である。実は、理化学の同様な書き出しは、熊本の櫻井や静岡の小川の口述で見られた。以下の類似した章節立て構成も、実は、第5高生物理

学初歩筆記(桜井口述)、静岡高等小生・田中理化学授業筆記(小川口述)の報告内容を想起する物理・化学の区別だ。

**2. 変化の理:** 変化は物体の上の顕れ、而して後に、吾人の感覚に入るものなれば、吾人、自らで以て物となすものは、自ら変化を生ずるものにあらざるを知る。例えば、机上にあるものは、忽ち然。其の一を変したりとせん。力、必ず其恣に至らしめるの、原因なくんばならず。此の原因は、吾人之を力と呼ぶ。凡そ、力は物体と密着して常に之が変化の原因となるものなり。

**3. 物理学と化学の別:** さきに述べたる、有様の変化を、一に物理学上の変化と云ひ、物質の変化を科学上の変化と云う。物理学上の変化につきて、その原因と為るべき諸力の作用、及び、その法則を講ずれば、理学なり。物理学的变化の原因をなす諸力は、光熱・電気・磁気・引力等、其の種類極めて多し。化学は物資変化の原因、法則を研究するもの。之を誘発する原因を親和力と呼ぶ。・後略。

**4. 物体とは何ぞや:** 物体は必ず空間の一定所を占むるものにして、一物占領する空間の部分に、他物同時にこれを占有すること能わず。換言すれば2物は同時に同一の場所にあること能わざる如きものを云う。: 実験 1個のコップをとりこれを倒して硝子器の水の上に押しつけるに、水コップ内に入ることなし。これ、コップの中に空気と称するものありて水の浸入をさまたげるや故なり。実験 水の如き流動物にても之に押し入れば必ず器の上部に盛り上がり彼の物の入りたる容丈(増すなり)。実験より2物同所を占むること能わざることを知るべし。

これは、前節の「実学教育における簡易実験をめぐる後藤が説いた物作り法」を想起させる。即ち、日本の授業法展開の具体例を前章での後藤の論説で示す典型。

**5. 分子:** 一滴の水を熟視せよ。此の水滴は其の実質中に、少しも空隙を有せざるなり。然るに、今これを試験管に入れ、熱して膨張して細管に上るべし。斯くの膨張したる水を其の実質中に空隙を有せず。但し、火を去りて試験管を冷やせば、再び降下すべし。斯くの如き容積の膨脹収縮する理由を説明するに2つの説あり。(筆者注: 以下で筆記中の図12は省略した。特に原子・分子論の核心部を太字で強調した)

**1. 水の実質は少しも隔を生ぜずして、唯其の嵩が増すものなり。**  
**2. 実質は個々別々の細かき粒子より成立して、各粒子間には、顕微鏡にも認めざる程の空隙を有しその膨脹するときは図の如く各粒子相互に離れて空隙を文にするものなりとする説はなり。**

此の二説中、何れが正しいか是とす。今、コップを水に入れて、是、排気鍾内に起きて空気を去りば、空気の昇給水中の各処より出現し、恰も沸騰するが如くの、水上に浮び出ずる。

是、この実験によりて、水中には空隙ありて、少しも空気の入り在りたることを知る。此れによりて**第一の説は不都合なること明らかなり。何となれば、もし水の実質に空隙をなきとせば、空気存在すべき筈なければなり。**然れども、**第二の説によれば、水の実質の間には仲物入り得べき空隙あり。空気の水中に存在するも、怖れむに足らず。之れによりて、吾人の説知する、各種の物体は、其の実質中に他物入り得るべき空隙を有するを知る。故に、空間の連続する如く、物体の実質も連続するものにあらず。各種の物体を構成する粒子は之を分子と呼ぶ。右にて分子は物構成する基礎なるを知りたる。**されど分子にはいかなる強き顕微鏡にても之を認めること能わず。ゲージ書<sup>(6)</sup>では分子実存をAL型実験検証で冒頭に実施した。但し、走査顕微鏡の可視化力で説得力を増す現代的再創成が可能となった。

**6. 物体は皆孔性を有す(分子の間には空隙あり、ゆえに物体は孔性を有す):** 「物体は分子より成り、分子の間には空隙あり。故に物体の実質は孔性あり。之を物体の皆孔性という」。即ち、万物はことごとく孔性を有する。食塩、砂糖等、を水中に入れるに、敢えて水の容積を増さずに溶解するは、是、其の分子、水の分子間に入る故なり。黄金の如き質緻密なる物体も白亜の水を吸うが如く能く水銀を吸収す。但し、所謂孔性とは、

吸墨紙、海綿織物等に存在するが如き、肉眼、又は、顕微鏡にても認め得るべき小孔にあらず。平滑緻密のタイにも存在する分子間の空隙なり。これが分子実存の実験的応用段階である。このように物理書の冒頭で分子の存在理由を極めた。

**7. 物体の3態 固体、液体、気体: 流体(分子運動)の本質論。**

**第2章 固体の性質:** 1 凝集力 2 結晶および無定形 3 硬度 4 展性 5 展延性及び延長性 6 粘着力/ **第3章 液体の性質:** 1. 液体はほとんど圧縮されず 2. 圧力の伝達 3. 液体の上圧及び側圧 4. 液体の浮力 5. 重量 6. 毛細管現象

**第4章 気体の性質:** 1. 大気の圧力 2. 大気の張力 3. 大気の引力; 気 マンデブルグノ半球 4. 大気の浮力 5. 排気器 6. ポンプ 7. 気体の拡散/ **第5章 力の作用:** 1. 力とは何ぞや 2. 引力 3. 楽隊のキソク 4. 重心 5. 摩擦

**第6章 音響:** 1. 発音 2. 音の伝導 3. 音の速度 4. 音の反射 5. 音の鋭鈍 6. 音色 7. 音の屈折。なる章立てである。

1章~6章は原子分子論に基づき物質の性質と変化を実験的に検証するAL型ゲージ教科書と一致や類似をしている。当時、図1・ランプのホヤやガラス細工コルク密封に代え; 我々は今プラスチック容器・真空ポンプ等・手作り簡易実験装置で、AL型流体圧力学習の現代的再創成を実現した。

## 5. おわりに

世界的な新型コロナウイルス流行の大惨事に見舞われ、対面的教育活動の困難化と ICT 活用のオンライン主役化が迫られ、受験用教育 ICT 軽視のツケ克服課題、等の大転換時代を迎えた。明治の開港開国で欧米科学に曝され、文明開化・科学・実学時代へ突入した開国期をも想起させる。上記の手島・中川・後藤他の取り組みは、その鎖国の闇を照らし未来を先取りした予見者的科学・実学建設に当らう。

ゲージのAL型教科書を日本で出版した人物は北大農学校出身岩手最初の農学士・菊池熊太郎で手島系譜に連なる。時論73号110~114頁・理學宗、同179~184頁・理學宗/74号246~254頁・理學宗/76号435~442頁理學宗ノ説明/90号723~731頁/等で、彼は理學宗なる進化論的物質観を道徳観に高めようとした。極微から極大までを見透す未来社会観やエネルギー不滅輪廻的自然社会観を唱えた。太陽スペクトルから観る元素や宇宙の進化とスペンサー的社会進化論の衝撃が窺われよう。ゲージ教科書出版に、その思いが込められた。その価値ある教材を私たちは現代的AL型授業として再創成してきている。

謝辞: 本研究はJSPS 科研費17K18617, 17K01022 研究助成による。

## 参考文献

- (1) 小林昭三、伊藤稔明、高橋浩、興治文子、生源寺孝浩、外4名: “150年を迎えた科学・理科・実業教育の史的新実相を求めて”, 『科学史研究』No. 292, pp. 383-392 (2020).
- (2) 三好信浩: “手島精一と日本工業教育発達史” 風間書房(1998), “明治のエンジニア教育”, 中公新書695, (1983).
- (3) 小林昭三: “明治中期の新潟における理科教育の源流III”, 『いがたの教育情報』104号, pp. 27-38 (2010).
- (4) 小林昭三、興治文子, “開国前後の授業筆記で探る能動学習法の深化形成過程”, CIEC・2020 春季カンファレンス論文集(CIEC 研究委員会発行) Vol. 11, pp. 19-26 (2020).
- (5) A. P. Gage, “Textbook on the Elements of Physics for High Schools and Academies”, Boston (1882).
- (6) “大日本教育会雑誌”, 大日本教育会出版(1883-11 初号).
- (7) “教育時報”, 第1号 (M18), 開発社(1885-4 初号).
- (8) “教育報知” 1885/1号~1904/656号, やまに書房(1986).