

特別展「理科（化学）教育の昔と今と」開催とその結果

－教育資料館の活用についての展望と問題点－

梶原 篤

(奈良教育大学 理科教育講座 (物質科学))

Results and perspectives of a special exhibition “Science (Chemistry) Education, Then and Now” at Center for historical materials of education at Nara University of Education

Atsushi KAJIWARA

(Department of Materials Science, Nara University of Education)

要旨: 奈良教育大学教育資料館の建物を利用した特別展の企画として「理科（化学）教育の昔と今と」と題した展示を行った。教育資料館には本学で使われてきた古い理科の実験器具なども収蔵されており、その活用を目指した展示企画で、資料館所蔵の実験器具や、図書館所蔵の明治、大正期の貴重書を含む各時代の理科や化学の教科書などを展示し、その意図を解説した。本稿では特別展示の概要や当初の意図を記録としてとどめるとともに、このような教育関連の展示のあり方についての考察と今後の課題について述べる。

キーワード: 教育資料館 Center for historical materials of education
化学教育 chemical education
理科教育 science education

特別展

「理科（化学）教育の昔と今と」
～化学実験器具と教科書の変遷～
開催にあたって

1. はじめに

1. 1. 特別展開催の経緯と意図

奈良教育大学高畑キャンパス構内に周囲のモダンな建物から取り残されたようなレンガ造りの建物がある。大学の敷地内に残るこの土地の歴史を伝える数少ない建築物の一つで、現在は大学の教育資料館として使われている。年間を通じて種々の展示が行われている。2016年度も、本学が所蔵する、主に美術の先生方による奈良の風景画の特別展「描かれた奈良－美術鑑賞としての定点観測－」が4月5日から5月31日まで開催され、多くの来場者があった。この教育資料館を会場に新たな特別展を企画し開催した。発端は、数年前に教育資料館関係者から「いろいろと所蔵品があるが何か活用できないか」という話を聞いて、所蔵品を見せてもらったことであった。古い天秤や手回し計算機、顕微鏡、古墳の模型などが目に付いた。系統的に収集されているわけでもなく、保存状態も良好とはいえない部分もあったが、本学の歴史を語る「実物」でもあるので、何か教育大学らしい展示ができないかと考え、古い実験器具と新しい器具との対比で説明する展示がひとつ案として浮かんだ。展示の意図については特別展会場の入り口横に掲げた「開催にあたって」の挨拶文で言いつくしていると思われるのでここにその全文を再掲する。

奈良教育大学教育資料館特別展 「理科（化学）教育の昔と今と」 ～化学実験器具と教科書の変遷～ を7月8日から8月16日の会期で開催します。

この展示では日本人が系統的に理科（化学）を学び始めた明治時代から現代までの理科教育、特に化学教育の変遷のごく一部を、当教育資料館所蔵品や奈良教育大学図書館所蔵の貴重図書の展示を通じて眺めます。本学図書館が所蔵する、明治、大正、昭和、平成の時代をまたぐ貴重な化学の教科書、教育資料館所蔵のかつて研究に使用された機器類、化学教室所蔵の実験器具、などを展示しています。この機会に教育資料館や図書館所蔵の様々な資料に興味を持っていただければ幸いです。

「古い教科書に価値などあるのか？」と思われるかもしれませんが、教科書の歴史は教育の歴史であり、過去の教育の成果は現代に現れているので、過去から現代への変化は現代から未来への変化と考えることもできます。人類の文明 6000年の知恵が詰まっているのが教科書で、明治以降だけでも、100年以上にわたって変わらずに記載されている事項もあれば、科学技術の進歩やこれまでの研究内容の見直しなどによって新たに付け加えら

れた内容もあります。変わらない部分も変わってきた部分も、それぞれに人類の歴史の変遷と密接なかわりを持っていて。理科（化学）の普遍的な部分と革新的な部分をご覧いただければと思います。

本展示を開催するに当たり、奈良教育大学図書館と教育資料館の職員の皆さまに大きなご支援、ご協力を得ました。記して感謝いたします。

奈良教育大学理科教育講座化学教室
2016年7月7日

1. 2. 特別展の概要

本特別展の概要は以下の通りである。

題目：理科（化学）教育の昔と今と

期日：2016年7月8日（金）から8月16日（火）までの平日

時間：13:00～17:00

入場者数：162名

本特別展開催にあたり、教育資料館でデザイン感覚あふれるポスターを作成していただいたので図1に示す。



図1 特別展「理科（化学）教育の昔と今と」ポスター

2. 特別展の内容

今回の特別展の展示内容は、わが国が近代化学を教育制度の中に取り入れた明治以降、現在までの化学の教科書、化学の実験に使われてきたビーカー、フラスコなどの実験器具、天秤、計算機などの化学だけでなく広く理科学全般で使われる機器、を中心に展示した。ただ、それだけでは広い展示ケースを埋めきれなかったため、明治以降、教科書に新たに付け加えられてきた新しい内容をその背景とともに解説する展示も付け加えて構成した。

100年以上にわたる教育の歴史の中でずっと変わらず教科書に載りつづけている内容がある一方で、新たに加わった内容もある。

実験器具も、同じ形状の器具が使われる一方で、そのおおきさはどんどんと小さくなってきている。

同じ内容の実験でも準備や操作は周辺の機器の発達などによってずいぶんと変化してきた。

2. 1. 実験器具の昔と今と

最初の展示品はビーカー、メスシリンダー、三角フラスコ、メスフラスコなどの小学校からなじみ深い理科の実験で使うガラス器具である。それぞれ極端に容量の異なる大きなものと小さなものとを並べて展示した。二、三十年前までは大きな容量のものもよく使われたが、最近では、特に研究室では小さな容量のものばかりを使っている。ここに昔と今の違いが出ている。

展示品は以下の通りである。

ビーカー：容量 5 L (5000 mL)

ビーカー：容量 50 mL

三角フラスコ：容量 2 L (2000 mL)

三角フラスコ：容量 100mL

メスシリンダー：容量 2 L (2000 mL)

メスシリンダー：容量 25 mL

メスフラスコ：容量 2 L (2000 mL)

メスフラスコ：容量 10 mL

中身を入れると両手でやっと持ち上げられるくらいの大きなものとポケットにも入りそうな小さなものと、大きさの違いは顕著である。

大きい器具は今でも手に入るが、使う機会はずいぶん減っている。大学でも学生実験の準備などで大量に用意する必要があるとき以外は、小さな器具で十分間に合う。それは何が変わったのか。変わったのは計量の方法で、特に、物質の重さ（質量）をはかる方法がこの50年くらいの間に劇的に進歩した。

実際の化学の実験は「モル」を基本単位として計画さ

れ、実施される。そして、その定量性を支えているものが正確な秤量である。この正確な秤量を担保するために、かつては比較的大きな質量をもとにした容量による秤量が主流で、現在は電子天秤の発達により微小な質量による秤量が主流になってきている。

2. 2. 実験装置の昔と今 天秤の変遷

容量の小さな器具が広く使われるようになってきたことは、実験全体のスケールを小さくして使用する試薬、溶媒の量を減らすことによって環境への負荷を小さくするという社会の要請もあるが、それを可能にしたのが試薬の質量を測定する天秤の進歩である。特別展で展示した天秤は3種類で、小学校の理科で使うような上皿天秤、かつては化学の研究に必須だった精密化学天秤（図2）、そして現在、世界中で広く使われている電子天秤の3種類である。すべて本学の化学教室で保有しているものである。

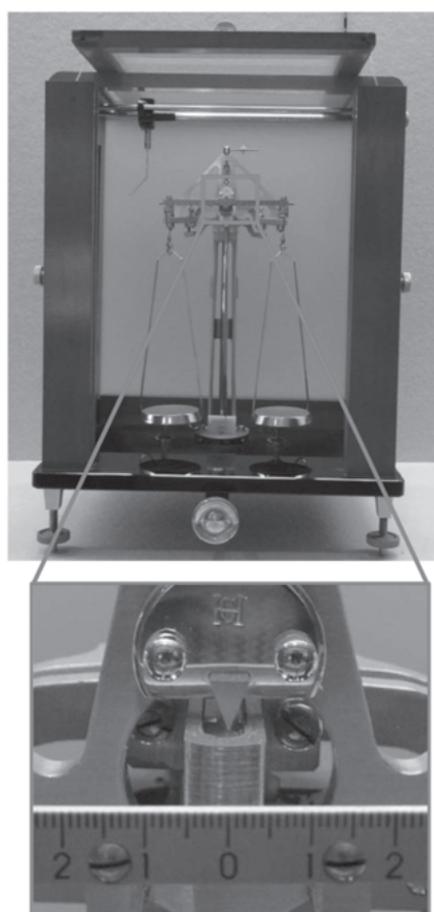


図2 精密化学天秤 全体(上)と天秤支持部の拡大(下)

秤量皿にものを置いただけで、数秒のうちに10000分の1gの精度で質量を表示する電子天秤が大学の研究室

で普及してきたのはたかだかこの二、三十年のことで、それまでは、皿にはかりたいものをのせてから安定して秤量値が得られるまで30分近くかかる精密化学天秤が長い間化学の実験に不可欠なものであった。電子天秤の登場の前に、半自動式の精密天秤が使われた時期があったが、それほど長い期間ではない。

精密化学天秤は化学の専門家以外にはなじみが薄いものかもしれないが、実物を展示することにより、その精密さを追求する工夫がよくわかると考えた。天秤の支持部は非常に鋭利にできていて、鋭敏に平衡を達成できる。その一方でわずかな力がかかっただけで、極端な場合はそよ風が吹いただけでふらふらと揺れて静止するまでに長時間を要する。精密化学天秤にも電子天秤にも風防が備えられていることは、この風対策のためである。展示に用いた精密化学天秤の全体像と天秤支持部の拡大写真を図2に示す。

この天秤の電子化が化学実験に大きな変化をもたらした。そのことを示すために、大きさの異なるガラスの秤量器具とともにこの天秤3種を展示した。電子天秤は本学の化学教室で研究に使用中のSartorius社製BP221S型天秤の実物を展示した。

計算機の変遷

天秤の横に展示したのは手回し式の計算機である。本学の教育資料館には2台所蔵されている。調べたところ、どちらもタイガー計算機（株）の製品で、1台は販売年代が昭和24年以降昭和35年以前、もう1台は販売年代が昭和40年以降昭和45年以前で、古いほうは当時の販売価格が28400円、新しいほうが35000円であった。手回し式計算機は1970年代にICやLSIのような集積回路を利用した電子卓上計算機（電卓）が広く出回るまでは計算尺などと並んで大規模な計算などに不可欠な道具であった。タイガー計算機は1970年まで販売されていた。会社自体は業態を変えながら現在も存続していて、現在の会社のホームページにタイガー計算機の歴史を振り返るコーナーも設けられている。

いまや電子式卓上計算機（電卓）は100円ショップでも売っている。特別展で手回し計算機と並べて展示したのは100円ショップで入手した電卓で、大学での化学の計算にかなり役立つ。ちょっとした計算ならこれでも十分であろう。ただ、大学の化学を学習するには関数を計算する機能は不可欠である。

1970年代以降、電卓は急速に普及し、一人に1台以上もつのが当たり前になって、携帯電話やスマートフォンでも計算ができるようになっている。

もう1台展示したのは関数電卓で大学での物理や化学の計算では不可欠な道具である。CASIO fx-350MSという2006年ころ発売のモデルで、大学の化学の学習には十

分な機能がある。2-3 千円と個人でも所有しうる価格であるうえに、手回し式計算機、計算尺などと比べて計算速度は格段に高速化している。

2. 3. 化学教科書の昔と今と

特別展の会場中央の展示台では明治時代と昭和初期の化学の教科書を展示した。いずれも本学図書館の貴重書庫から本特別展のために借り出したものである。

化学教科書 上中下：池田菊苗 金港堂 明治 27 年
中等化学教科書：上 吉田彦六郎 金港堂 明治 26 年
師範教育 最新化学教科書：湯田重太郎、村田房一
 積善館 昭和 2 年

以下にそれぞれの教科書の特徴や展示の意図について述べる。

化学教科書 上中下：

著者：池田菊苗 明治 27 年 金港堂 定価 40 銭

池田菊苗(1864-1936)はうまみ成分の一つ L-グルタミン酸ナトリウムの発見者(1907年)として知られる。「化学の学校」(岩波文庫に翻訳あり)の著者として知られるドイツ、ライプツィヒ大学のオストワルド教授の研究室に留学。明治、大正期の日本を代表する物理化学者。

この教科書の内容は現在の高校化学の内容とよく似ている。元素名はナトリウム(一名ソヂウム)、カリウム(一名ポタシウム)(34ページ)となっている。ドイツ人の先生に習われたからか、元素の名称はドイツ語読みとなっている。

中等化学教科書：上

著者：吉田彦六郎 明治 26 年 金港堂 定価 1 円 30 銭

吉田彦六郎(1859-1929)は東京帝国大学理学部化学科で英国人のロバート・ウィリアム・アトキンソンに師事。のちに、京都帝国大学理工科大学教授。

高等中学校、師範学校、尋常中学校等の高等普通学校の化学教程の教科書。

元素名が現在のものと少し異なっている。リシウム(Li)、ソヂウム(Na)、ポタシウム(K)、シジウム(Cs)、サリウム(Tl)、セリウム(Ce)、ソリウム(Th)、テルリウム(Te)など(155-159ページ)どれも英語の発音に近い表記をしている。

現在では元素の呼称は国際純正応用化学連合(International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC)が決められているので、英語や日本語など各国語で、それぞれ共通の読み方が決められているが、明治時代にはいろいろな呼び方をしていたことがわかり、興味深い。

師範教育 最新化学教科書：

著者：湯田重太郎、村田房一 積善館 昭和 2 年 定価

1 円 32 銭

189 ページにスペクトルが載っている。原子スペクトルはこの本が出版されたころ発展しつつあった量子力学の成果を取り入れた結果で、ここから化学は量子化学の考え方を反映した新しい段階に入っていたことがわかる。

2. 4. 化学教科書：昔も今も変わらない事項

現在高校で使われている化学の教科書に溶解度曲線というグラフが載っているが、このグラフは明治時代から教科書に掲載され続けている。

溶解度とはある物質が水 100 g に溶ける最大質量(g 単位)の数値で表したものである。溶解度と温度との関係を表したものを溶解度曲線という。

特別展で展示したのは、明治時代の池田菊苗の教科書に載っていたものと、現代の溶解度曲線である。各時代で少しずつ組み合わせは異なるが、いつの時代にも掲載されているのは硝酸カリウム(KNO_3 , 硝石)と塩化ナトリウム(NaCl)の溶解度曲線である。これは、この二つの溶解度曲線が大きく異なるので溶解度の差による分離が容易であるなどという説明がしやすいという点以外に、もう一つ重要な理由があると考えられる。 KNO_3 と NaCl の溶解度曲線の例を図 3 に示す。

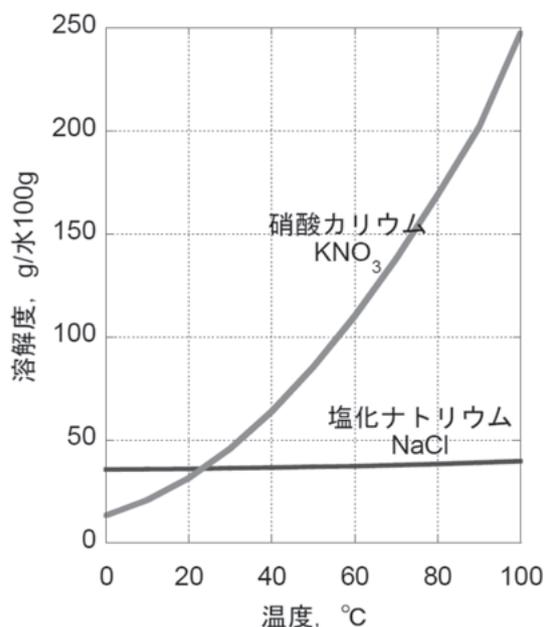


図 3 KNO_3 と NaCl の溶解度曲線 (常用化学便覧 誠文堂新光社(昭和 54 年)のデータをもとに著者が作図)

KNO_3 は黒色火薬を作るために必須の成分で、戦国時代以前から火縄銃の火薬などとしても使われてきた。黒色火薬は硝酸カリウムと硫黄と炭を混ぜて作られる。火山や森林が多くある日本には硫黄や炭は豊富にあるが、硝酸カリウムは大量にはない。

日本ではカイコを飼う時に出る蚕糞や糞尿を用いた製法が伝えられていたとされ、その際には硝酸カリウムにはどうしても塩化ナトリウムが混ざってしまう。それを分けるのが溶解度の差で、硝酸カリウムと塩化ナトリウムの溶解度曲線の差を理解し利用することは純度の高い硝酸カリウムを得るために必須であったと考えられる。

世界的には天然の硝酸塩は（チリ）硝石から精製されていた。その後、ハーバー・ボッシュ法が開発され、資源枯渇の心配はなくなった。

また、火薬はその後、トリニトロトルエンやピクリン酸、トリニトロセルロースなど黄色の有機ニトロ化合物がいろいろと開発され、黄色火薬として火薬の主流となっていた。このような事情から現代では土から硝酸塩を得る方法は用いられなくなったが、その方法が国家にとって重要な役割を果たしていた時代の痕跡が教科書には残っている。

2. 5. 化学教科書：時代とともに付け加えられた事項 高分子(プラスチック、石油化学工業)の登場

前項のように明治時代から受け継がれてきた事項もあれば、化学の進歩に伴って教科書に新たに取り入れられた事項も数多い。その例の一つが「高分子」である。

人類は数千年にわたって絹、綿、羊毛、麻などの天然高分子を衣類などに利用してきたが、それが数万以上の分子量を持つ巨大分子であることはわかっていなかった。1920年代にドイツの化学者ヘルマン・シュタウディンガーが高分子説を唱え、数十年にわたる論争の末に、認められた。同じころ、アメリカではデュポン社のカラザース（W. H. Carothers（カロザース、カローザスとも））が小さな分子を繋いで高分子を作って見せた。この時開発された高分子はのちにナイロンと名付けられ、日本から輸入される生糸に代わる繊維として広く使われるようになった。ヘルマン・シュタウディンガーは1953年にノーベル化学賞を受賞した。

昭和35年（1960年）の高校化学の教科書には高分子に関する記述が登場しこれが石油化学工業の発展に関する記述の始まりとなった。

展示品：シュタウディンガーの主著、自伝、自伝の翻訳、カラザースの研究をまとめた本などを展示した。

シュタウディンガーの主著 **Die Hochmolekulare Organischen Verbindungen, Kautschukund, Cellulose**, 1932（高分子有機化合物、ゴム、セルロース）実物を展示した。この本の内容がきっかけとなって、20世紀は高分子（プラスチック）の時代となった。石油化学工業の爆発的な発展の理論的基礎となった書物。

カラザースは合成繊維ナイロンの開発者で、没後業績をまとめた本が出版された（**Selected Papers of W. H. Carothers**）。その現物を展示した。

さまざまな同素体

サッカーボールの形をした炭素化合物フラーレンやゴ

ム状硫黄などは「同素体」とよばれる一連の物質の仲間である。近年、新聞紙上をにぎわせたこのような物質の発見または性質の見直しなどについては、その都度教科書に記述されてきた。該当部分を解説とともに展示した。

3. 結果と展望、課題

1.2の「特別展の概要」で示したように、本特別展は26日間の会期中162名の参加者を得た。本年度から始まったオープンキャンパスウィークに間に合うように開会した。あまり宣伝しなかったわりには、しかもかなり地味な内容の展示にもかかわらず予想よりも多くの来場者にお越しいただいたことに感謝したい。入り口の看板の作製、展示のレイアウトの変更など会場の設営についても教育資料館の皆さまが大変熱心にご協力くださった。図4に会場入り口の様子を示す。



図4 特別展会場入り口

せっかくの歴史ある建物なので、今後もこのような企画に基づく特別展が引き続き開催されることが望ましいと考えるが、準備はやや煩雑で、明確な指針がないと右往左往しかねない。「次はコンピューターの発達の歴史を振り返るような展示ができるのでは？」といった提案もいただいているが、それも含め、教科教育の歴史を振り返るような展示はいろいろとできそうな気はする。本特別展は理科以外の学生が見に来て参考になることがあればという意図もあって準備をしたが、そのような教科横断的な取り組みも出てくることを期待したい。教育資料館という立派な入れ物はすでにあるので、あとは中身だけという気もしている。

謝辞

本特別展を開催するにあたり、教育資料館、図書館、情報館はじめ教育研究支援課の皆さまに大変お世話になりました。記して感謝いたします。