



メンデレーエフでロシアを斬る ～科学史の役割

梶研究室～経営工学専攻



梶 雅範 助教授

“科学史”という分野は、理系の大学である東工大の学生にとってなじみが薄いのではないだろうか。一口に科学史といってもその分野は広い。例えば科学史でもその扱う分野によって、古代科学史、中世科学史、近代科学史、現代科学史などと呼ばれる。現代科学の分野別に科学史を区分すれば、物理学史、化学史、生物史などとなり、地域別に分類すれば中国科学史、アメリカ科学史、ロシア科学史等となる。

今回訪問した梶研究室はその“科学史”を扱っているが、先生自身はロシア科学史、なかでもロシアの化学者「メンデレーエフ」について研究している。



メンデレーエフとの出会い

梶先生は科学史を専攻する時にどのような研究をしようかと考えた。先生はそれまでロシア語を学んできたのでロシアに関することについて研究をすることに決めた。

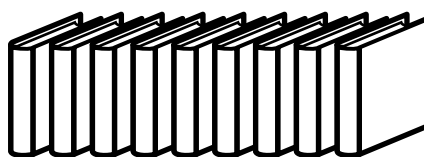
一般的に、歴史学を研究する上で関連史料をどれだけたくさん集められるかということはとても重要なことである。そして、当然ながら歴史上の有名人名については多くの本が出版されており、たくさんの史料を集めることができる。このような視点でロシアの歴史上の人物を考えたとき一人の名が浮かんだ。それがメンデレーエフであった。彼の当時の活動について述べられた文献は多数存在している。さらに彼はとても几帳面な人だったので、研究しているときのメモや計算用紙までもが整理されて残っている。これらの物証から、メンデレーエフが周期律の研究をしているときに何を考えていたのかも詳細にわかる。また修士課程まで化学科に在籍していた先生にとって、化学者であるメンデレーエフは研究対象として親しみのもてる人物であった。

先生が研究を始めた頃、メンデレーエフの研究のための史料は十分にそろっていて、その多くを刊行物の形で手に入れることができた。だから周期律以外のメンデレーエフの業績、例えば経済や



周期律発見当時のメンデレーエフ

産業一般の問題の研究、農業や石油業に関する基礎的研究などを専攻することでもできたのだが、結局、周期律を研究することに決めた。それはメンデレーエフと周期律発見の関係に興味深い疑問が生じたからである。



辺境ロシアでの大発見～周期律はこうして生まれた

先生がメンデレーエフを研究するにあたってまず疑問に思ったことがある。彼が活躍した19世紀後半の化学の中心地はヨーロッパであった。にもかかわらず中心から程遠いロシアで、なぜメンデレーエフは今日まで残るほど重要な周期律を発見できたのだろうか。

メンデレーエフが活躍した頃のロシアはクリミア戦争後の改革の時代である。クリミア戦争というのは、1853年にロシアがトルコ、イギリス、フランスとした戦争のことだ。ロシアはこの戦争で大敗し、イギリス、フランスといった先進のヨーロッパの国々に遅れをとっていることを自覚する。このときからロシアは改革の時代に入る。1863年には新大学令が出され、大学などの高等教育機関の整備・拡張がなされた。その後、ロシアの化学の研究は孤立したものから集団的なものへと発展していくことになる。

このような時代背景のなかで、メンデレーエフはどのようなことをしていたのだろうか。彼はクリミア戦争後の改革ブームによってヨーロッパに留学した。彼は留学中の1860年にドイツのカールスルーエで行われた世界最初の国際化学者会議に出席し、イタリアの化学者カニッツァロが提唱したアボガドロの法則に基づく原子量の考え方に大きく影響を受けた。カニッツァロがこの学説を唱えるまでは、全ての化学者が合意するような原子量の体系はなく、化学者によって用いる原子量や化学式が異なっていた。

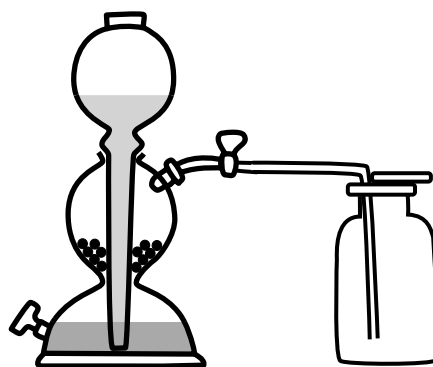
ヨーロッパ留学から帰国してからは、新大学令によって若手の化学者たちにも大学でのポストができた。そのような中でメンデレーエフも大学に就職することになった。彼ら若手の化学者たちは“研究”をするために集まり、1868年にロシア化学会を発足させた。メンデレーエフはその学会の中心人物として活躍することになる。

このような活動を行っていたメンデレーエフが周期表を発見できた原因について、梶先生は次のように分析している。

1860年代は、カニッツァロの原子量体系やドイツの化学者ケクレらの有機化合物の構造理論が発表されるなど、化学の基礎がようやく固まろうとしていた時期である。メンデレーエフもそうした中で刺激を受けながら研究していた。彼が、当時の最先端であったカニッツァロの学説をカールスルーエの化学者会議において聞く機会があったことはすでに述べた。そのおかげでメンデレーエフは原子量を正しく計算でき、後に元素を原子量の順に正確にならべることができたのである。さらに、彼には一風変わった法則である周期律を発表しても受け入れてくれるロシア化学会があった。新しい理論展開を可能にする様々な要因が重なり合っていたと言えるわけだ。

それではメンデレーエフが周期律を発見した直接のきっかけは一体何であったのだろうか。

彼は1867年にペテルブルク大学の技術化学から一般化学の正教授になった。そのため彼は一般化学の授業をしなければならなくなった。しかし当時出版されていた教科書の内容では、彼が教える



には物足りなかった。つまり学生に充実した教育を受けてもらうためには、彼自身がよりよい教科書を書かなければならない状況だったのである。ただし教科書といっても、今日のものとは違って、最先端の話題を載せることが普通であった。一般化学の教科書を書くためには、当時系統だった分類がなされていなかった元素を、どのようにしてまとめるかということが重要な点であった。また、当時は化学の古典的基礎が確立しようとしていた時だったので、そのことは時代の要請でもあったのである。

結局、「一般化学の教科書を作る」ための作業が周期律発見につながったのである。社会的な背景が個人の活動に影響を及ぼしていることが分かるだろう。

では、ここでメンデレーエフが周期表を発見するまでの過程を少しだけ覗いてみることにする。メンデレーエフは1859年に留学する以前から、物質の分類について興味を持っていた。そして彼が留学先から帰国した1860年代のはじめには、すでに60余りの元素が発見されており、そのいくつかは類似の元素グループにまとめられていた。この頃から彼は本腰を入れて元素の分類に取り組むことになる。

元素の分類のためには基準が必要である。その基準は元素の根本的な性質のはずだ。メンデレーエフは、元素分類の基準として元素の原子価を考えた。原子価とは「元素1原子が、直接または間接に水素原子何個と化合しうるかを表す数」のことである。彼は、1価の水素、2価の酸素、3価の窒素、4価の炭素、1価のハロゲン、1価のアルカリ金属、2価のアルカリ土類金属...と元素を分類しながら教科書を書いていった。

この過程でメンデレーエフはある事実気づいた。カニツァロの原子量の考え方を使うと、一見ばらばらに見える各類似元素グループをまとめることが出来るのだ。すなわち、類似元素族の順序を保ちながら、原子量が増加する順に元素をならべ直すことが出来るのである。「原子量がまさに元素の根本的な性質である」このことに気づいた彼は、1869年3月にこの新発見に関する論文を発表した。それから約2年間にわたり、周期律の基礎的研究を集中的に行っている。

表2はメンデレーエフが初めて作った周期表で

表2 メンデレーエフの生涯

1834.1.27	トボリスクに生まれる
1841	トボリスク・ギムナジウム在学(-1849)
1850	ペテルブルク高等師範学校入学
1853	クリミア戦争(-1856)
1855	アレクサンドル2世の即位 ペテルブルク高等師範大学卒業 ギムナジウム教師(-1856)
1856	企業ブーム(-1858) 蒸気船会社・鉄道会社設立ブームなどの改革ブームが続く
1857	ペテルブルク大学化学私教師
1859	西欧留学
1860	カールスルーエでの化学者会議
1861	留学から帰国 農奴解放令発布 ペテルブルク大学化学私講師 その他三校で非常勤 帰国後ロシア改革にとって大切と思われる分野の本を書いたり翻訳したりしている
1863	新大学令
1864	ペテルブルク実科技術高等専門学校化学教授(-1867) ペテルブルク大学専任講師
1865	ペテルブルク大学技術化学員外教授 ペテルブルク大学技術化学正教授
1867	ペテルブルク大学一般化学正教授 第一回ロシア自然科学者会議
1868	ロシア化学会創立 化学教科書『化学の原理』初版の発刊はじまる(-1871) この教科書は生前8巻まで出された
1869	ロシア化学会の3月の会合で、新発見に関する論文を発表 これ以後1871年まで、周期律の基礎研究を集中的に行う 以後、気体研究や溶液研究などの他の科学研究を行い、さらに工業や経済等の分野で、広く政府のブレインとして活躍
1893	ロシア中央度量衡局局長(-1907)
1907.1.20	死去

ある。後に、彼は現在の周期表とほぼ同じ形の“長周期表”を作ることになる。メンデレーエフの周期表の特徴を挙げると次のようになる。第一に、原子量の順番と元素の性質の順番が一致しないところは元素の性質の順番を優先している。第二に、その頃まだ発見されていなかった希ガス元素はメンデレーエフの周期表には記述されていない。第三に、当時まだ発見されていなかった元素のところは空白である。その空白部分にどのような性質（原子量、融点など）の元素が入るのかをメンデレーエフは予想していた。彼の周期表が有名になったのはその予想がほとんど当たっていたからである。彼の発表した周期表がもとになって、原子番号順に元素を並べた現在の周期表が作られたことは改めて言うまでもないことだろう。

表2 メンデレーエフの最初の周期表

			Ti =50	Zr =90	? =180
			V =51	Nb =94	Ta =182
			Cr =52	Mo =96	W =186
			Mn =55	Rh =104.4	Pt =197.4
			Fe =56	Ru =104.4	Ir =198
			Ni=Co =59	Pd =106.6	Os =199
H =1			Cu =63.4	Ag =108	Hg =200
	Be =9.4	Mg =24	Zn =65.2	Cd =112	
	B =11	Al =27.4	? =68	Ur =116	Au =197?
	C =12	Si =28	? =70	Sn =118	
	N =14	P =31	As =75	Sb =122	Bi =210?
	O =16	S =32	Se =79.4	Te =128?	
	F =19	Cl =35.5	Br =80	I =127	
Li =7	Na =23	K =39	Rb =85.4	Cs =133	Tl =204
		Ca =40	Sr =87.6	Ba =137	Pb =207
		? =45	Ce =92		
		?Er =56	La =94		
		?Yi =60	Di =95		
		?In =75.6	Th =118?		



メンデレーエフから発展して

先生はメンデレーエフを研究することから先生なりに科学史の研究の方法論を確立させた。当初、先生はメンデレーエフの化学的業績だけを研究していた。ところが、メンデレーエフを研究していくうちに化学的分野だけでなく、より広い範囲の研究をするようになった。というのも、彼は当時の有名な画家や作家たちとの交流があり、またロシアの度量衡局長を務めるなど、社会の広範囲にわたって活躍した人物だったからである。このような彼の活動を研究することで、当時のロシアの全体を見渡すことができる。

メンデレーエフの研究をきっかけとして、先生は各々の時代や社会の中で科学者がどのような役割をもっているのかということに注目するようになった。こうして調べて分かったことと現代を比較することによって、現代の問題点を見い出したのである。先生にとって科学を見つめるために

歴史があり、歴史を見つめるために科学がある。

また、メンデレーエフはあまりに多面的な活動をしていたので、彼に関する本格的な伝記はいまだに書かれていない。この伝記を書くことも一つの課題だという。今年の秋、アメリカ、日本の科学史家によるメンデレーエフの共同研究が始まったところである。

さらに、先生はメンデレーエフより後の時代のロシアの化学にも関心を持っているそうだ。今、先生が目をつけているのが、地球化学の創始者の一人でヴェルナツキーという人物である。彼は化学者であり、また鉱物学者でもある。そして1905年と1917年の2度のロシア革命のときには、政治の世界にも足を踏みいれている程の人であり、メンデレーエフと同じくらい多面的な行動をしていた。今後の研究の成果に期待したい。

先生はかつて東工大の化学科に修士課程まで在籍していたが、語学や歴史などの科目にも興味があったので進路について迷っていた。色々な人の話を聞き、考えた末、博士課程に進学する時に科学史を専攻したのである。梶先生に次のような言葉を頂いた。「進路については大いに迷ってもいい

いのではない。ろくに考えもせずに進路を決めてしまうほうが恐ろしい。」耳の痛い話である。

お忙しいなか取材に時間を割いていただいた梶先生に深く感謝したい。

(高橋 竜太)