

分子科学とは何か—科学史からのアプローチ—

菊池 好行

はじめに

「分子科学 molecular science とは何か？」『分子研レターズ』の読者の方々はこの問いにどのように答えられるだろうか。筆者は実のところ、分子科学研究所（分子研）の関係者ではなく、分子科学者とも言えない。近接領域である物理化学の歴史には長らく関心を寄せていたが、基本は幕末・明治期以降の日本の化学史を専攻する科学史研究者である。それが、あるきっかけで2007年から分子研史料編纂室（現研究力強化戦略室資料室）を何回か訪れるうちに、分子研、分子科学の歴史に興味を持つようになった。1975年、2006年にそれぞれ分子研、分子科学会が日本で設立されたことから察せられるように、第二次世界大戦後の日本の化学（科学）史を記述するうえで「分子科学」が重要なキーワードであることに気づかされたからである。また分子科学の歴史は、単に研究所や学問分野コミュニティの歴史ではなく、「分子科学」をどう定義するかを結節点として、両者が複雑な相互作用を起こす過程であることも私の興味をかき立てる。本稿ではこれらの問題意識をもとに、冒頭の問いに対する一人の科学史研究者からのアプローチの一端を示したい。

19世紀での「分子科学」

「…とは何か」という問いに対して歴史研究者がよく用いる方法に、「…」の

用語としての使用法の変遷を調査する手法がある。近年Google、Hathi Trustなどによる書籍電子化プロジェクトの進展により用語の調査は格段に容易になっている。それによると「分子科学 molecular science」は実のところそれほど新しい用語ではない。遅くとも1860年代初めには出版物に登場している¹⁾、粒子論に基づく化学と熱学、エーテル的世界観²⁾に基づく電気学と光学などの総称として使われている。また女流サイエンス・ライターの大野（Mary Somerville, 1780-1872）は分子論、顕微鏡の使用に基づく生理学の解説書 *On Molecular and Microscopic Science* を1869年に出版している³⁾。

1870年代になると、電磁気学の基本方程式や「マクスウェルの悪魔」で有名なイギリスの物理学者マクスウェル（James Clerk Maxwell, 1831-1879）が、ドイツのクラウジウス（Rudolf Clausius, 1822-1888）、オランダのファン・デル・ワールス（Johannes Diderik van der Waals, 1837-1923）などの気体分子運動論を指す用語として molecular science を用いるようになっていく⁴⁾。さらに彼は、今日に至るまで広く読まれている『ブリタニカ百科事典』の第9版（著名な科学者が寄稿していることでとりわけ評価が高い版である）で「原子 atom」の項目を執筆した際にも、同様の意味で molecular science を用い、しかもその生理学への

インパクトについて議論しているのがある⁵⁾。これらの molecular science の用法が1880年代以降も受け継がれているのは、マクスウェルの項目の影響力によるものと推測できる⁶⁾。

分子研設立と「分子科学」

ただし一世紀を経た1960年代に長倉三郎（1920-）、小谷正雄（1906-1993）、森野米三（1908-1995）、井口洋夫（1927-2014）など後に分子研設立に関与することになる科学者たちが、このような19世紀での用法に気づいていた形跡はない。また長倉は小谷を通じてフォン・ヒッペル（Arthur R von Hippel, 1898-2003）の *Molecular Science and Molecular Engineering*（1959年）⁷⁾ を知ってはいたが、分子性結晶の強誘電性など今日のマテリアル・サイエンス寄りの内容には共鳴しなかった⁸⁾。

彼らにとっての分子科学の初出とされるのが、1961～1962年度の文部省科学研究費補助金（総合研究）に採択された課題「分子科学—分子の化学物理的研究」（研究代表者：小谷正雄）である。現存する1962年度交付金交付申請書によれば

分子をその電子構造から、個性をもったものとしてその多様性を具体的に把握することを通じて物質の諸性質、現象を研究する。その為に従来連絡が十分であったと

は云えない化学教室出身の研究者と物理教室出身の研究者が密接に協力し得る場を作り、有機化学、固体物理、分子生物学、宇宙科学等の基礎として重要な分子科学の研究分野を開拓する事を目的とする⁹⁾。

また分子研創設十周年にあたる1985年に、当時所長を務めていた長倉が行った記念の挨拶では

分子研は、分子構造と分光学の基盤となる量子化学をはじめ、わが国の優れた伝統を継承し、化学と物理学にまたがる新しい学問領域『分子科学』を世界に先駆けて確立するために設けられた¹⁰⁾。

と述べられている。ここから分子科学を理解するためのキーワードとして「物理学と化学との連携」「化学物理」「電子構造」「量子化学」「分光学」などを抽出することができる。また「優れた伝統」の文言は、分子科学に至る前史が日本のなかにあったことを示唆している。このあたりの雰囲気は、最近の『分子研レターズ』の「覧古考新」のコラムからもうかがうことができよう¹¹⁾。

ただし上の段落で見てきた分子科学の「定義」は、東京帝国大学附置放射線化学研究所（1945年設置）、「電子状態懇談会」（1950年、のち1952年に日本化学会の「 π 電子討論会」に発展¹²⁾）、東京大学附置物性研究所（1957年設置）から分子研設立に至る、いわば「主流派」による分子科学の理解を反映していることに注意が必要である。ここでは「主流派」を広い意味で使っていることに注意されたい。主に小谷、長倉、井口など東大系が中心であるが、福井

謙一（1918-1998）を中心とする京都大学工学部の理論化学グループも π 電子討論会に参加し、長倉グループとライバル関係を保ちつつ後に分子研設立運動に加わっている¹³⁾。理論上の立場の違いはあれ、量子化学研究の振興への利害関心のある程度は共有していたといってよいだろう。

「分子科学」コミュニティと多様な「分子科学」の在り方

一方、これらの流れと関連しつつ並行して、分子科学夏の学校（1961年～）、分子構造総合討論会（1963～2006年）、分子科学研究会（1965～2006年）、分子科学若手の会（1965年～）、『分子科学講座』全12巻出版（共立出版、1966～1987年）などディシプリン、コミュニティ形成の指標となる様々な出来事が起きている。そのうち分子構造総合討論会と分子科学研究会は2006年に合体して分子科学会となったが、分子科学若手の会は分子科学夏の学校を主催するようになり、別組織として活動している。その中では上記のキーワードとともに、例えばミクロとマクロの世界をつなぐ統計力学、気・液・固相及び相転移の現象を重視する立場など、多様な分子科学の在り方が議論されている¹⁴⁾。

分子科学、分子研の動的な展開と新陳代謝、大学共同利用研究機関としての分子研と分子科学コミュニティとの相互作用を理解するうえでは、このような多様な分子科学の在り方に目配りをする必要がある。分子科学研究会発足にあたって森野が

分子科学とは何を意味し、その境界をどこに考えるかの点については、各人各様の解釈をもちつゝも、上記

の[科研費 - 筆者注]総合研究班の継続期間であった[昭和]36～38年の3年の間には、分子科学の主として基礎となるべき領域の研究者の間に、活発な交流が行なわれ、また夏の学校を中心として若い研究者の結集をはかり、一方では分子科学叢書の企画があり、また分子科学研究所を吾々の研究の中心機関としてもちたいたの具体的提案となり、吾々の間に分子科学を盛り立てていこうとの意見が自然に結実して来たということができよう¹⁵⁾。

と述べているのは、異なった分子科学観を持った研究者が集まって形成されつつあったコミュニティと分子研設立運動との相互作用のダイナミズムに他ならない。

以上の理由から、筆者がオーガナイズした2015年度化学史研究発表会（化学史学会年会、総合研究大学院大学葉山キャンパスにて2015年7月4～5日に開催）のシンポジウム「分子科学への道—物理学と化学の界面」では、分子科学の源流として従来から知られていた1930年代のハイトラー（Walter Heinrich Heitler, 1904-1981）、ロンドン（Fritz Wolfgang London, 1900-1954）、杉浦義勝（1895-1960）による量子化学研究、コールラウシュ（Karl Wilhelm Friedrich Kohrausch, 1884-1953）、水島三一郎（1899-1983）、森野らによるラマン分光学研究に加えて、1870～1920年代の気体分子運動論・統計力学も取り上げた。そのうえで、これらの諸分野で物理学と化学との間にどのような対立・交流・協働があり、結果として長倉のような人々が分子科学を構想しえたのか、その土台について議論したのである¹⁶⁾。上に述べたよ

うな、用語としての *molecular science* の初期の歴史を考慮すれば理にかなった選択だったと考えている。

今後の課題

もとよりこれだけで分子科学の多様性が尽くされるわけではない。量子化学、分光学、統計力学に加えて、「分子科学」科研費関連書類で早くから言及されていた有機化学、固体物理、分子生物学、宇宙科学などの検討も不可欠である¹⁷⁾。またフォン・ヒッペル流の工学寄りの *molecular science* (*molecular engineering*) への日本での

反応は、1960年代以降どのように変化しているのか。例えば京都大学大学院工学研究科分子工学専攻は、分子研設立運動に加わった福井のノーベル化学賞受賞(1981年)を契機として1983年に創設されているが、その他の分子工学を名乗った研究組織と分子科学コミュニティとはどのような関係があるのか。これらの点を解明するためには、分子研創設に直接かかわった人々のみならず、広く分子科学コミュニティ形成に関与した研究者からの(オーラル・ヒストリーを含めた)資料提供が望まれる。こうして本稿は冒頭の問いかけ

に戻ってくる。分子研、分子科学の歴史に関する、より広範な資料収集に基づく研究が展開する契機となれば幸いである。

謝辞

分子科学研究所の木村克美名誉教授、小杉信博教授、鈴木さとみ事務支援員には研究力強化戦略室の資料室(旧史料編纂室)での資料閲覧の便を図っていただき、かつ本稿執筆にあたり有益な助言をいただいた。古川安氏(日本大学生物資源科学部教授)からは福井謙一と「 π 電子討論会」との関係に関し

文献注

- 1) Charles Knight, ed., *The English Cyclopaedia. A New Dictionary of Universal Knowledge, Arts and Sciences Volume VIII* (London: Bradbury and Evans, 1861), 121頁に“the molecular sciences of chemistry, light, heat, electricity, &c.”のフレーズがある。また 周期律発見との関連でしばしば言及されるデンマーク(現ドイツ)生まれのアメリカの化学者ヒンリックス(Gustavus Detlef Hinrichs, 1836-1923)は型の理論、炭素化合物の原子容など当時の「現代化学」を *molecular science* と呼んでいる。Gustavus Hinrichs, *Contributions to Molecular Science, or Atomechanics* (Iowa-City, 1869)。ヒンリックスと周期律との関係についてはEric R. Scerri(馬淵久夫他訳)『周期表-成り立ちと思索-』(朝倉書店、2009年)100-107頁を参照。
- 2) 電磁波を伝える媒体エーテルが真空中にも存在するとする世界観のこと。ここではエーテルが原子、分子よりもはるかに微細な粒子からなるとする考え方を指している。エーテルは、アインシュタイン(Albert Einstein, 1879-1955)の相対性理論が受容され始める1910年代前後まで、力学的自然観と電磁気学的自然観を統一する存在として、特にイギリスで盛んに議論されていた。広重徹『物理学史II』(培風館、1968年)36-40頁、ヘリガ・カーオ(有賀暢迪, 稲葉肇他訳)『20世紀物理学史一理論・実験・社会』(全二巻、名古屋大学出版会、2015年)上巻8-20頁を参照。
- 3) Mary Somerville, *On Molecular and Microscopic Science* (2 vols, London: John Murray, 1869)。
- 4) J. Clerk-Maxwell, “On the Dynamical Evidence of the Molecular Constitution of Bodies,” *Quarterly Journal of the Chemical Society* 28 (1875): 493-508; 特に498-499頁。ファン・デル・ワールスと *molecular science* についてはA.Ya. Kipnis, B.E. Yavelov, and J.S. Rowlinson, *Van der Waals and Molecular Science* (Oxford: The Clarendon Press, 1996)も参照されたい。
- 5) J. Clerk Maxwell, “Atom,” in *The Encyclopaedia Britannica: A Dictionary of Arts, Sciences, and General Literature, Ninth Edition, Volume II* (Edinburgh: Adam and Charles Black, 1875), 36-49頁, 特に42頁
- 6) 例えば “Rudolf Julius Emanuel Clausius,” *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, New Series*, 16 (1889), 458-465, 特に462-464頁; George T. Ladd, *Elements of Physiological Psychology: A Treatise of the Activities and Nature of the Mind from the Physical and Experimental Point of View* (New York: Charles Scribner's Sons, 1888), 231, 548-550頁; 及び John Gray M' Kendrick, “On the Modern Cell Theory and the Phenomena of Fecundation,” *Proceedings of the Philosophical Society of Glasgow*, 19 (1887-1888): 71-125, 特に123頁を参照。最後のM' Kendrick論文ではマクスウェルの『ブリタニカ百科事典』項目(注5参照)が引用されている。
- 7) Arthur R. von Hippel, *Molecular Science and Molecular Engineering* (New York: The Technology Press of M.I.T., 1959)。
- 8) 木村克美「分子研設立の歴史」『共同利用機関の歴史とアーカイブズ2009』(総合研究大学院大学葉山高等研究センター、2010年)243-259頁、

て有益な助言をいただいた。また自然科学研究機構からは2016年1月の筆者の分子科学研究所研究力強化戦略室訪問に際して旅費助成を受けている。記して謝意を表したい。なお本稿は、拙稿「分子科学への道—物理学と化学の界面:序文」『化学史研究』43巻2号(2016年6月)59-61頁に加筆・修正を加えたものである。転載を許可された化学史学会編集委員会に感謝申し上げる。



きくち・よしゆき

東京外国語大学大学院総合国際学研究院
特別研究員。

1991年 東京大学教養学部教養学科卒、
2006年 The Open University (英国)
科学技術医学史科博士課程修了 PhD、
2009年 マサチューセッツ工科大学
博士研究員、2011年 ハーバード大学
博士研究員、2012年 ライデン大学国際
アジア研究所研究員、2013年 総合研
究大学院大学学融合推進センター特任
准教授等を経て現職。

特に247頁。横山利彦「分子科学研究所と岡崎国立共同研究機構の創設」『共同利用機関の歴史とアーカイブズ2004』(総合研究大学院大学葉山高等研究センター、2005年)281-297頁、及び『分子科学研究所創設の歴史と史料編纂室の活動』(自然科学研究機構分子科学研究所、[2009年])も参照した。

9) 昭和37年度科学研究費交付金(総合研究)交付申請書、長倉三郎氏寄贈史料(SN001-1-1)、分子科学研究所研究力強化戦略室資料室蔵。

10) 木村前掲論文「分子研設立の歴史」(注4)255頁。

11) 『分子研レターズ』73巻(2016年3月)5、22、37頁。これらは特定研究分子科学研究所『分子科学によせて』(1971年)からの引用である。

12) 電子状態懇談会と π 電子討論会との関係については、長倉三郎『複眼的思考』ノススメー調和が必要な変革の時代を迎えて一(くもん出版、2011年)42~44頁を参照。

13) 福井グループと π 電子討論会については古川安「燃料化学から量子化学へ—福井謙一と京都学派のもう一つの展開—」『化学史研究』41巻(2014年)181~231頁、特に208頁を参照。分子研設立の提案が日本学術会議総会で認められ1965年12月に内閣総理大臣に勧告されたことを踏まえ、1966年2月に日本学術会議化学研究連絡委員会(化研連)のもとに設けられた「分子科学研究所小委員会」に福井も加わっていた。木村前掲論文「分子研設立の歴史」(注4)248~249頁、『分子科学サーキュラー』3号、1~2頁も参照。

14) 「夏の学校開催記録」分子科学若手の会編『分子科学若手の会夏の学校50周年記念文集』(自然科学研究機構分子科学研究所、2012年)109-120頁、特に109、110頁。千原秀昭「みんなのための研究を」『分子科学サーキュラー』4号、8-9頁、特に9頁も参照。

15) 森野米三「分子科学研究会設立経過報告」『分子科学サーキュラー』1号、2-3頁、特に2頁。

16) このシンポジウムをもとにした特集は『化学史研究』43巻2号(2016年6月)59-95頁に掲載されている。

17) 例えば、日本における分子科学と物性論、分子生物学との関係については、渡辺格「水島研究室の分子構造研究の底流をなすもの」馬場宏明、坪井正道、田隅三生編『回想の水島研究室—科学昭和史の一断面—』(共立出版、1990年)所収、37-49頁が参考になる。