

元素説と原子説

—(R. Boyle の物質観)—

紫藤貞昭

はじめに

この試論の意図は、直接的には、物質観の歴史における Robert Boyle (1627~91年) の位置づけの検討にあるが、間接的には、Thalès (BC 7~6世紀) 以来の自然哲学の歴史における元素説と原子説との性格の相異を明らかにしたいという点にある。

この試論の結論は、Boyle を元素説の系譜ではなくて、原子説の系譜の中で捕えるべきだということの提示なのであるが、それは主として、Boyle の著名な主著 “The Sceptical Chymist (懷疑的な化学者)⁽¹⁾” の作品分析を基礎にしている。以下、次の順序で展開していくことにしたい。

1. Boyle に対する一般的な評価
2. Boyle の元素の定義
3. “The Sceptical Chymist” の概要
4. Boyle の粒子論的物質観
5. 金についての Boyle の考察
6. 元素説と原子説
7. 物質概念の系譜と Boyle——結論

1. Boyle に対する一般的な評価

H. Kopp 以来 Boyle を近代化学の父と呼ぶことは、かなり一般的になって

いるが、そのさいに Boyle の業績としてあげられるおもなものは、およそ次の⁽³⁾3点である。

① 理論の基礎として実験を重んじ、化学に正しい実験方法を導入した。たとえば、水溶液の研究における沈澱反応や呈色反応（植物色素リトマスなどの反応）の利用、分別蒸留や減圧蒸留によるアセトンやメチルアルコールなどの発見、分析という術語の導入、その他。

② 化学を医学や錬金術の侍女の地位から開放し、それ自体独立した学問として価値のあるものにまで高めた。つまり、思弁的・魔術的⁽⁴⁾化学からの純粋化学の独立に、Boyle が主役を演じた。

③ 実験で証明することのできないペリパトス派（アリストテレス派）の四元素説やスパギリストたち（パラケルスス派）の三元素説を拒否し、元素は4つや3つではないだろうと考えた。そのさい、かれ自身の元素観を提出し、元素を始源的な単一の物質であると定義した。

以上の3点のうち、①および②については、Boyle が中心的存在となっていた初期の Royal Society of London——（中期の中心人物は I. Newton）——のはたした役割や、その前身のいわゆる“invisible college（目に見えない大学）”の主要メンバーとしての Boyle の活動、あるいはまた、かれのぼう大な著作活動の中につねにみなぎっているスコラの思弁への反撃と実験の重要性の強調などをみれば、新しい科学の先導者としての英才 Boyle の業績を高く評価することに、ほぼ異論はないであろう。

自然の探求をスコラの思弁から脱出させ確乎とした実験科学として独立させなければならないという要請は、約半世紀ほど先輩の同国人 F. Bacon (1561～1626年) によって声高く宣告され、異国人 G. Galilei (1564～1642年) によって物理学の領域で着々と実践されていたのであるから、必ずしも Boyle の独創でないことはもちろんである。また、かれが私費で雇った貧しい副牧師の R. Hook (1635～1703年) がすぐれた科学者として独立して以来、この有能な助手を手放した Boyle の実験的な研究業績が明らかに減少していること⁽⁵⁾から判断すれば、実験科学者としての名声を必ずしも Boyle が独占するわけにもいか

ないであろう。だがそれにもかかわらず、Bacon が宣告し、Galilei が実践していた新しい哲学を化学の領域にまで拡大し適用しようと試みた先導者は、気体弾性の物理学者として著名なこの Boyle にほかならなかった。

だからここで問題にしたいのは、上述の①や②ではなくて③なのである。

2. Boyle の元素の定義

Boyle はその “The Sceptical Chymist” において、豊富な実験的な反証をあげて四元素説や三元素説を否定したあとで、かれ自身のいう元素の意味を次のように定義している。

“……ところで、誤解を避けるためにいっておこう。わたしが元素 (elements) ということばでいいたいのは、化学派の人たちが原質 (principles) とということばではっきりいっていることと同じように、ある原初的^{プリミティブ}で単一^{シングル}の、まったく混合していない物体 (bodies) のことである。それは何かほかの物体からつくられているのではなく、互いに他の物体からできているのでもなくて、完全な混合物体といわれるものを直接つくりあげている成分のことであり、混合物体は窮極的には (ultimately) その成分へ分解するのである。⁽⁶⁾”

これが Boyle の元素の定義であり、かれ以前の元素観にかわる経験的な元素観として高く評価されているものである。しかし、はたしてそうであろうか。上の引用文中の “化学派” というのはスパギリストたちのことであるが、かれらのいう “principles” と Boyle のいう “elements” とが同じ意味のことばだということは、ほかならぬ Boyle 自身が認めているのである。少なくともここには、Boyle が古い元素観にかわる新しい元素の定義を提供しているという保証はないであろう。

論点を明確にするために、真の経験的要素説の確立者 A. L. Lavoisier (1743~94年) の次の文と比較してみよう。Lavoisier によれば、化学の目的は、

“……天然のさまざまな物体を分解し……その化合に参加しているさまざまな物質を分けて調べることである。わたしたちが現在単一 (分解できぬ) と見なしている物質もほんとうは単一なのかどうか、わたしたちは断定でき

ない。わたしたちにいえるすべては、化学分析によってつきつめていくと、これこれの物質が最後のものだということ、現在の知識をもってしてはこれらをそれ以上分解できないということである⁽⁷⁾。”

この明快な発言とくらべてみると、Boyle の元素の定義がいかに経験論的に不徹底であるかということがわかるであろう。Lavoisier の“現在の知識をもってしては”ということばに注目しよう。今日まで単一体（元素）と考えられていたものがもしも明日新しい方法でさらに分解されることがわかったら、明日からは元素と呼ばないことにすればよい。これが経験的な元素の意味であり、それこそが近代元素説と呼ばれるものなのであった。だから、Lavoisier のあげた 33 種類の元素の表の中に、後年それが元素でなくて化合物であることがわかったいく種類かの物質が混入していても⁽⁸⁾、Lavoisier の栄光に異常はないのである。

Boyle がもし Lavoisier の真の先駆者であるならば、いいかえれば、Boyle が元素説の系譜の中に捕えられるべき巨星であるならば、“Boyle の時代の知識をもってして”それ以上分解できない物質を具体的に元素として列挙したことであろう。知識のレベルが低ければなおのこと、混合物や化合物を元素とするミスが Lavoisier 以上にあってよいはずである。だが実際には、Boyle はただの 1 つもその名をあげず、具体的に指名することを意識的に避けているばかりか、むしろ元素を混合物体だと考えるミスを多くおかしているのである。

現在元素と認められている 103 種類の物質のうち、すでに古代から 7 種類の金属（金、銀、銅、鉄、スズ、鉛、水銀）と、2 種類の非金属（炭素、イオウ）が知られ、中世にはさらに 4 種類の物質（ヒ素、アンチモン、ビスマス、亜鉛）⁽⁹⁾が加わった。したがって、Boyle がその作品を書いた 1661 年当時には、少なくとも 13 種類の元素があったわけであるが、かれはそのいずれをも元素としてあげなかったし、後述するように、金や銀や、さらにまたスパギリストの三元素説（水銀、イオウ、塩）の中に好運にも含まれていた水銀などを、確実な証拠もあげずに混合物体だときめてかかっているのである。常温で液体、しかも蒸気になりやすいという例外的な金属である水銀についての認定ミスはしかたがないに

しても、金についてのミスはけっして賞讃に価するものではない。

Boyle が元素というものをほんとうに経験的な概念で捕えていれば、具体例を1つもあげられないことはなかったであろうし、かりに1つもあげられないような不運な客観的事実があったとすれば、“現段階では元素と呼ぶに価する物質は1つも見つからない”というべきであった。その義務を怠ったかぎり、Boyle には新しい経験的元素説の提唱者と呼ばれる資格はないであろう。

それでは Boyle は何を目的にあれほど情熱を傾けて、四元素説や三元素説への懐疑を提出したのだろうか。実験事実^{イドラ}に合致しない幻影の破壊がそれ自体目的であったのだろうか。それとも原初的な第一物質についての形而上学の再建でも夢みていたのだろうか。

もちろんそのいずれでもない。四元素説や三元素説への懐疑の裏に、かれが導入しようとして予定していたものは、おそらく原子なのであった。古い元素に代わる新しい元素の発掘ではなくて、原子モデルによる物質界の建設こそが、化学の領域でかれの企てた大事業だったのである。この推論の必然性をかれの作品 “The Sceptical Chymist” から探ってみよう。

3. “The Sceptical Chymist” の概要

Galilei の “天文対話” に刺激されて書かれたといわれる Boyle のこの対話ふうの作品は、対話とは名ばかりで、Boyle の意見を背負ったカルネアデスのほほひとり舞台だといってよい。聞き役のエレウテリウス、ペリパトス派のテミスティウス、スパギリストのフィロボヌスたちに対する主役カルネアデスの長い弁舌は、現在からみると必ずしも明快な聞きやすいものとはいえないが、6部建てのこの作品のいわばメインストリートをあらかじめ概括的に描けば、次のようになるであろう。

第1部 ペリパトス派や化学派が自説の実験的証拠らしいものをあげるさいに、物体を分解する道具として火を用いるが、火はそれほど信頼できる道具ではなく、金やガラスのように、火で分解しないものもある。だから、たまたま火で分解できた物質のうち、自説に都合のよい例だけを取りあげて、すべての

物質が特定の4つ、または3つの元素からできていると主張することは、独断であろう。“火はすべての混合物体の普遍的な分解者ではない。”⁽¹⁰⁾

第2部 もしも火によってすべての混合物体がいくつかの成分に分解されるとしても、それらの成分が分解されてできた形のままでもとの混合物体の中に含まれていたかどうかは疑わしい。火によって、もととはちがった別の混合物体ができたと考えるほうが正しい場合もしばしばある。

第3部 混合物体を火で分解したときに得られる物質をもとの混合物体の成分だと認めなければならないとしても、それらの成分はどんな混合物体についても4種類、または3種類などときまっているとは思われない。

第4部 混合物体から分離された成分がどんなに均一にみえても、元素に必要な純粋性と単一性をもってはいないように思われる。それらは新しく生成された混合物体であろう。

第5部 ペリパトス派や化学派の学説は、その元素が上記のように不確実であるばかりではなく、それらの元素からどのようにして混合物体ができるのかということを説明することもむずかしい。すべての物体が同数の元素でできているという考えは、“すべての単語がことごとく同数の文字でできていなくてはならないという考えのようなもので、”⁽¹¹⁾宇宙の多様性を説明するには不適切であろう。

第6部 第5部までで既成の元素説への批判は終わったが、それでは真に元素と呼ばれ得るものが何か存在するか、と聞かれても、いまは答えを準備していないので、ここで答えることはできない。ただ結論として次のことだけはいえるのである。

“……わたしは少くとも、わたし自身の研究がわたしに不満であるのとほとんど同様に、他人の研究もわたしには不満である、ということだけは発見できた。”⁽¹²⁾

以上のように概括的に捕えたこの作品のメインストリートには、どこにも原子は登場しない。不信の元素に対する第5部までの執拗な破壊作業は、信頼できる新元素の発見をめざした精力的な行為であるかのようにみえる。その期待

が第6部において裏切られ、延期されても、他日あらためて Boyle 独自の新元素が提出されるものと期待され続けたであろう。だが実際には、それは無期延期になってしまったのである。

しかし、ここで視点をこの作品の中の横道に集中させると、光景は一変し、破壊ではない Boyle のけんめいな建設の姿が現われてくる。そしてそれこそが微粒子を組み合わせてつくるかれの物質像の建設作業なのであった。やや詳細にその姿を捕えることを試みてみよう。

4. Boyle の粒子論的物質観

第1部において、前述した主題に対する周到な実験的証明がなされるのであるが、それに先立ってカルネアデス（つまり Boyle）は、自分の主張を理解してもらいやすくするための予備作業と称して、4つの命題をあげている⁽¹³⁾。これらの命題は、元素の数がいくつあるかなどという問題とはまったく無関係に成立を要求される。いいかえれば、元素が4つであろうと、3つであろうと、そんなことはかれにとってはほんとうはどうでもよいことなのであり、これらの命題のほうのはるかに重要なのであった。

“命題Ⅰ 混合物体 (mixed bodies) の最初の創造のときに、普遍物質 (universal matter) が実際にいく種類かの大きさや形をもつ小さな粒子に分割され、さまざまに運動していて、それらが、まだ混合物体となっていない宇宙の諸部分のなかに混合物体をつくりだしたのだと信ずることは、不合理ではないと思われる。”

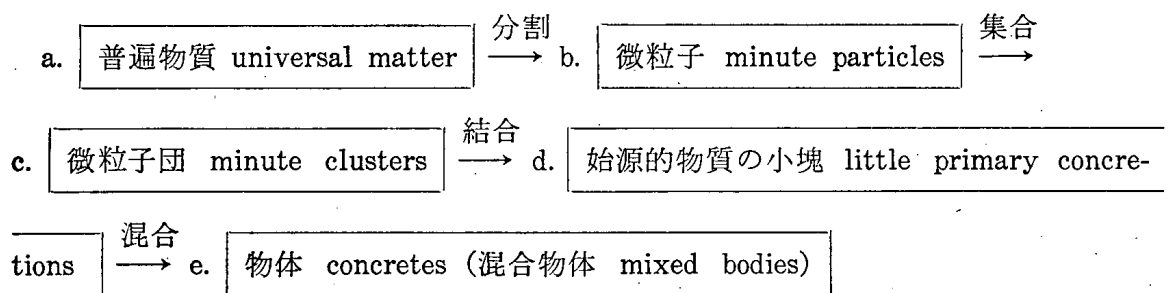
“命題Ⅱ これらの微粒子 (minute particles) のうち、最も小さくて隣りあった種々の微粒子が諸所で集まって微小な粒子団 (minute masses or clusters) となり、それら粒子団の結合によって、容易にもとの粒子に分割されないような始源的物質の小さいかたまり (little primary concretions or masses) が多数形成されたということは、不可能なことではない。”

“命題Ⅲ 大多数の動物性や植物性の混合物体から、火の助けによって一定数 (3つ、4つ、それ以上、あるいはそれ以下) のそれぞれ異なる名まえを持

つのにふさわしい物質が実際に得られるということを、わたしは独断的に否定しはしない。”

“命題Ⅳ 一般に、物体 (concretes) から得られたり、あるいは物体をつくりあげているそれぞれ特有の性質をもった物質をその物体の元素とか原質と呼ぶのはそれほど不都合ではなく、これはおそらく承認されるであろう。”

この4つの命題をみれば、Boyle の粒子論的な物質観がほぼ明らかになるであろう。



かりにこのように図式化してみた a~e の各段階に、a エネルギー、b 素粒子、c 原子核、d 原子 (元素の粒子)、e 化合物や混合物、と置いてみると、現代自然科学の物質観ができあがる。もちろんこのような安易な対比に重要な意味があるのではないが、次の2点は理解しやすくなるであろう。

1つは、Boyle の物質観の根底に横たわる普遍物質というものは、必ずしもまったくわけのわからないメタフィジカルなものではないということ。もう1つは、元素とか原質などということばやその数などには、Boyle はほんとうはあまり関心がなかったのだということ。d の段階を元素とか原質とか呼びたければ呼んだって、それほど不都合ではないだろうし (命題Ⅳ)、その数が一定数であるかも知れないし、ないかも知れない (命題Ⅲ)。つまり、どちらだろうと Boyle にとっては決定的な重大事ではなかったのである。

金についての Boyle の考察をみれば、かれにとっての重大事が、元素や原質などではなくてむしろ粒子だということが、さらに明らかになるであろう。

5. 金についての Boyle の考察

作品の第3部において、すべての混合物体が3つ、または4つの成分に分解

するとは限らないという主張の実験的根拠として金をあげ、Boyle は次のように述べている。

“……金という安定な貴金属が塩とイオウと水銀とに分かれるのをぜひみたいものである。そして、もし誰かがそれに失敗したとき十分な罰を甘受するつもりなら、運よくそれに成功した場合にはその材料も実験費用もわたしが喜んで支払うことにしよう⁽¹⁴⁾。”

続いて Boyle は、金についてかれ自身のおこなった実験を報告する。それによれば、金からイオウや水銀が出てくるということを完全には否定できないが金から塩はけっして得られなかった、というのである。

金から塩が抽出されるという場合の化学派の方法は、金に腐蝕性の溶媒（王水）などを作用させておこなうのであるから、そのようにして得られた塩が金から得られたものか、溶媒のほうから得られたものかは断定できないではないか、と正しく指摘して金に塩が含まれる可能性を否定した Boyle が、やはり似たような溶媒を使った方法⁽¹⁵⁾で金からイオウが抽出されるといっている化学派の主張に対しては、やや譲歩の余地を残しているようである。また第1部の火を使う実験では、金を熱して水銀が蒸気となって逃げ去るとすれば金の重量が減少するはずであるが、実際にはこの事実は確認されない、というすぐれて定量的な見解を表明している Boyle が、第3部のこの場面では、金に水銀が含まれている可能性を必ずしも否定していない。

火の実験で金から水銀が得られないということだけで、金には水銀が含まれていないと断定することは、もちろんできないであろう。だからこの Boyle の経験論者としての慎重な態度はむしろ当然であるが、溶媒（王水）などを使った実験で塩の存在の可能性を否定したのと同じ程度には、イオウや水銀の存在を否定してもよいように思われる。

Boyle はまた第1部において、前述した粒子論的物質観の中心部を形成すると思われる命題Ⅱの主張の根拠として、金や水銀の粒子を扱っている。

そこにおいてかれは、金を他の金属（銀、銅、スズ、鉛、アンチモン、鉄など）と熔融して合金にしたり、金を王水などに溶かしてろ過し、ろ液から結晶性塩

を得たり、そのほかいろいろな方法で金を偽装させたあとで、それらを還元し、もとのままの黄色く固い展延性に富んだ金をもとと同じ量とり出すことに成功している。だがここでも奇妙なことには、その証拠がないのに金を混合物体だときめてかかって次のようにいうのである。

“……わたしたちの命題で述べたようなあの始源的物質の小塊 (little primary masses or clusters) は、いろいろな物体 (concretions) の組織にはいりこんでもばらばらにされない、と信じてても不合理ではないであろう。というのは、金や水銀の粒子 (corpuscle) は、物質の最小微粒子の始源的な小塊ではなく明らかに混合物体なのであるが、それら自身の本性や組織を失なうことなく、それらの諸部分や諸成分の分離によって凝集性を破られることもなく、まったく異なるいくつかの物体にそっくりはいりこむことができるからである。⁽¹⁶⁾”

混合物体である金の粒子でさえ、それ自身何ら変化することなく他と結合していろいろな物質をつくりあげていくのであるから、金よりもさらに始源的な物質がもっと小さな粒になって、やはりそれ自身は変化せずに諸物質をつくりあげていると考えるのは合理的である、と Boyle はいいたいのであろう。

ところで、以上あげた例のほかにも、この作品にはしばしば金が登場し、いずれも金が分解しにくい代表として扱われて、それが混合物体であるという積極的な証拠は何も提出されていない。にもかかわらず、上記の引用文においても、まったく必要もないのに、いとも無造作に金を混合物だといいきっているのである。

理論 A への反証となるような実験事実 B がある場合には、B と一致する理論 C が得られなくても A に対して疑問を提起する権利はある、というのがこの懐疑的な化学者 Boyle の一貫した論理であり、だからこそかれは、自分自身の元素説 (C) が確立されなくても、四元素説や三元素説 (A) に対してさまざまな実験事実 (B) をあげて攻撃を続けるのである。それは正当であろう。

だがそれにしても、金は元素である、という仮説 (A') をなぜかれは立てなかったのだろうか。少なくともこの作品を書いた段階で、A' に対する反証 (B')

をかれがもっていた証拠はない。確かに四元素説や三元素説そのものが B' に相当するわけであるが、もともとかれはそれらを信用していないのであるから問題にはならないであろう。つまり、もしかれが A' を設定し、それと真剣にとりくんでいけば、おそらくこの段階において金が元素であることを提示できたであろうと思われる。だがかれはそれをしなかったし、銀や水銀についてもほぼ金と同様の事態を指摘することができるであろう。とにかくかれが A' の設定に意欲的でなかったことは、この作品全体から容易にうかがい知れるのである。それはこの作品が既成の学説への懐疑の提出だけをめざしているのだという表面的な理由によるよりも、やはりその裏にかくされている次の事情によるものと受けとるべきであろう。

元素説の立場に立てば、金が元素であるか混合物体であるかということは、いわば絶対的な、重要な問題であるが、前述の Boyle の 4 つの命題に示された粒子説の立場に立てば、金が元素であるか混合物であるかということは、普遍物質の微粒子の集合の度合いが異なるだけの、つまり相対的な程度の問題にすぎないのである。Boyle にとっての第一の関心事は粒子的思考の導入であり、新元素の指名などは、できればやってもよいという程度の副次的な作業だったのである。

6. 元素説と原子説

何が元素であるかということがそれほど問題にならないとすれば、何が元素でないかということも同様に重大問題ではない。とすると、Boyle はいったい何のために四元素説や三元素説にしつこくくいさがるのだろうか。水、空気、土、火を元素と呼ぼうと、水銀、イオウ、塩を元素と呼ぼうと、Boyle の粒子に異状はないはずではないか。

これらの疑問をとくには、まず前述の Boyle の命題Ⅲ、命題Ⅳをふりかえる必要があるであろう。そこで明らかのように、Boyle はけっして 4 つの元素や 3 つの元素そのものにしつこくくいさがる意図はなく、きわめて寛大な発言をしているのである。それはまさに、何を元素と呼ぼうとかれの粒子は本質的

には傷つかないからである。にもかかわらずこの作品が四元素説や三元素説への執拗な攻撃であることにはかわりはない。この一見矛盾した事態をどう解釈すべきであろうか。

この疑問を解く鍵は、四元素説や三元素説の根底に横たわる形相の概念にある。そしてそれこそが Boyle の粒子説と本質的に対立する障害物なのであった。

アリストテレスのいう4つの元素は、周知のように、第一質料に形相(質)が与えられて現実態となっているものであった。水は冷と湿、土は冷と乾、空気は温と湿、火は温と乾という性質をになってはじめて現実の物質となっているいわば形相の化け物のような存在であり、スパギリストたちのいう3つの元素も、基本的には類似の考えをもったものであった。たとえば、かれらは黄色いものはイオウを含むというふうに、黄色という性質をイオウの実体だと考えるいわゆる実体的形相の立場に立つものであった。Boyle が引用しているスパギリストの水銀の定義というものをみてみよう。

“水銀は 酸性の滲透性の 透過性の エーテル性の まったく 純粋な 流体であって、そこからあらゆる 栄養、感覚、運動、活力、血色、⁽¹⁷⁾ 早老の くいとめが生ずる。”

一方では、すべての味は塩に由来するといっているスパギリストたちが、水銀に酸性(すっぱい味)があることを認めるならば、水銀に塩が含まれていることになり、水銀を原質とすることはできないであろう。実体的形相の立場で多様な現実の物質界を説明しようとするれば、この種の矛盾がいたるところに現われ、実際にペリパトス派やスパギリストたちのいうことを筋道立てて理解することは不可能であろう。Boyle の立ち向かった相手は、このようなすさまじい状況であったのである。

粒子論の立場に立てば、あらかじめ実体的形相などを想定する必要はない。集合する微粒子の大きさや形や運動や静止(いずれも偶有的なもの)によってさまざまな物質やその性質が生産されるのである。

“わたしが世界の原理(principles)は3つであり、それが物質、運動、静止だと考える場合、どういう根拠で、またどういう意味でそう考えるかという

ことをも話さなければならぬであろう。わたしは、世界が現にそうあるからだ、⁽¹⁸⁾といおう。”

Boyle によれば、微粒子の大きさや形は、運動によって必然的に形成されるものであるから、原理の中にかぞえる必要はないということで、物質、運動、⁽¹⁹⁾静止の3つがあげられるのである。この点についての詳細な検討は省略するが、物体の色、におい、味、流動性、かたさ、そのほかの諸性質がけっして実体的形相としてあるのではなく、ここにあげた3つの原理(それに粒子の大きさや形)から導き出されるものであることをかれはきわめて熱心に説いているのである。また、火による混合物体の分解を考察するさいに、熱が粒子の運動を活発にするのだという分子運動論を正しく予見しているような Boyle の姿もみられる。

“ボイルの法則”として著名なこの Boyle が、おせばちぢまる気体の性質をまばらな粒子の集団の持つ必然的な性質として正しく捕えたことは周知のとおりであるが、その粒子論的物質観を化学の領域にも適用しようという独創的な建設作業にのり出した Boyle にとって、何よりの目ざわりだったのは、四元素説や三元素説にまつわりつく^{エイドス}形相(質、個性)の亡霊だったのである。

“……アリストテレス派が4つの始源的な性質をもった4つの元素の結合と個性からすべての混合物の多様性と同一性を推論しようとするむなしい試みをやめて、それらの仮定的な元素の最小部分 (the smallest parts of those supposed elements) の大きさと形からそれらを推論しようとするならば、いまの四元素説によるよりもはるかに多くの複合物をその4つの元素から推論することができるであろう。”⁽²⁰⁾

ここで元素の最小部分、つまり元素の資格をもつ最小粒子という考えが表明されているので、Boyle の粒子論を原子論と呼んでも必ずしも不当ではないであろう。Boyle を近代元素説の先駆者としてよりも、むしろ近代原子説の先駆者と見るほうが適切であろうというこの試論の主張の根拠の1つは、ほぼ以上のような “The Sceptical Chymist” の分析にあるのである。

7. 物質概念の系譜と Boyle—— 結論

元素の形相よりも元素の粒子の大きさや形状を考えよと指摘して、Boyle は近代原子説の貴重な先駆者のひとりとなったが、真に元素と粒子が手をたずさえて定着するには、Dalton の出現を待たねばならなかった。

四元素説の提唱者 Aristotelēs は Dēmokritos の原子説を目のかたきにし、近代原子説の先駆者 Boyle は、まず既成の元素説への破壊事業にとりくまねばならなかった。また、近代元素説の確立者 Lavoisier は、目に見えない原子には比較的冷淡であった。Dēmokritos や Boyle や Newton の提示した原子説を Lavoisier の元素説の土台の上に定着させたのが Dalton であった。つまり、明確に元素の粒子としての原子が成立したのである。それにさらにかれが原子量の概念を導入したとき、近代原子説が完成されたとみてよいであろう。⁽²¹⁾

化学を化学変化の学と定義し、化学変化を原子の結合の変化と定義するならば、Dalton の原子説の完成は、同時に近代化学の誕生を意味するであろう。⁽²²⁾ 宇宙の^{アルケー}原質を水に求めた Thalēs から 2000 年あまりの長い年月のあいだ元素と原子とを離反させていた最大の原因は、いわゆる形相の概念であったが、そのおもな点だけを追跡してみよう。

Thalēs のアルケー (archē) は、それ自身成長し変化して万物を形成していくいわば成長する^{ピュシス}実体であったが、もともとピュシス (physis) ということばは、万物を支配する不変の^{アルケー}実在を意味するものであり、^{アルケー}原質 (始源的物質) という意味のほかに万物を形成する^{ロゴス}原理 (logos 割合・法則) という意味ももっていた。つまり Thalēs の水は、^{ピュシス}実体のうちの^{アルケー}原質の面だけをもち、^{ロゴス}原理の面をもちあわせていなかったことになる。

Phythagoras の数の思想においては、数が万物の^{ロゴス}原理であり、存在の割合や比率を明らかにする^{ピュシス}原型として実在する^{ピュシス}実体であった。この思想によって、成長する実体に対して、不変の実体の色彩が濃厚になってきた。エレア学派においては、さらにこの傾向が強まり、成長や変化はほぼ全面的に否定され、実体の不変性が強調された。

こうして実体の成長性と不変性という 2 つの概念の対立が明確となるにつれ

て、イオニア学派の^{アルケー}原質もその成長性ばかりを主張することができなくなってくる。火を原質とした Hērakleitos の成長・変化の思想は、イオニア学派の伝統をくむものではあるが、そこでは火が万物に変わったぶんだけ万物は火にかわるという火からのくだり道と火へののぼり道が用意される。この道はいわば不変の^{メテオ}原理にはかならないであろう。

Empedoklēs の四元素説（水、空気、土、火）や Leukippos と Dēmokritos の原子説が提出されたのは、このような状況の中であった。そこではもはや^{アルケー}始源的物質（元素や原子）自体の成長・変化は否定され、アルケーの結合によって成長・変化が理解される。つまり、初期イオニア学派における成長する実体としてのアルケーが、この元素説や原子説にいたって、不変の実体へと変貌したのである。

この時点で元素説と原子説とが協調すれば、物質観の歴史はもっと加速度を増して前進したことであろうが、アテナイの3人の哲人により、その協調は成らず、事態は別の方向へ進展した。

Pythagoras の数的な原型の思想は、Sōkratēs において善や美の原型への範囲を拡張され、その影響を顕著に受けた Platōn によってイデアの思想として新局面を迎えた。イデアはすべての存在を存在せしめる本質でなければならない。存在の原型が存在者を存在せしめる本質として実在するという考えは、アテナイ哲学独特の新局面であり、従来の実体概念に新たに付加された性格とみるべきであろう。⁽²³⁾ 不変不動の原型であるイデアが万物の本質であり、生成の原因であるというこのイデア論は、数的存在や善や美の世界には適用しやすいものであったが、たえず成長する生物的存在やたえまなく変化する物質界の真の説明原理とはなりにくいものであった。

この欠点を補ったのが Aristotelēs の実体の理論であったことはいうまでもない。Platōn においては、イデア以外のものは真の存在ではなく（非存在）、それらがイデアを模倣し、それらにイデアが臨在することによって、はじめて非存在が存在者らしくなる。Aristotelēs においては、このイデアの超越性が考えなおされ、現実的存在の中にイデアが内在させられる。それがかれの^{ヒュレ}質料と

^{エイドス}形相の思想であった。現実の存在は、質料に内在する形相が自己自身を実現していく運動の結果として存在しているのである。ここで^{ビュッス}実体は質料から形相への運動の全体を意味する概念となるが、形相はその運動の^{アルケー}原質でなければならない。Thalēs のアルケーと Aristotelēs のアルケーとのこの著しい相異に注目すべきであろう。Aristotelēs の4つの元素(水, 空気, 土, 火)がこの形相主義の上に置かれたものであることはもちろんである。

中世哲学はいうまでもなくヘブライの超越神の上に成立し、そこでは創造者によって作りだされた被造物という新しい物質観が登場する。

キリスト教とギリシャ思想との融合が企てられたとき、まず Platōn のアイデア論が採用されたのは当然の成り行きであった。というのは、創造者と被造物という関係が、Platōn のアイデアと非存在との関係に類似していたからである。しかし、キリスト教にアイデアが吸収されたとき、それはもはや Platōn のアイデアではなくなっていた。

Platōn ではアイデアが存在の最高原理であったが、キリスト教では神こそが存在の最高原理であり、これは絶対至上のものであった。したがって、その神がアイデアを吸収したときに、アイデアはすでに存在の最高原理ではなくなり、神の万物創造についての永遠の思想的原型という中途半端な役割を与えられた。このようにして Platōn のアイデアが神学の一部を形成することになると、あとに残されたのはアイデアでないもの、つまり非存在だけとなる。そして非存在を原理とする思想こそ神の思想にとっては最も危険なものとなるであろう。その危険防止のために導入されたのが Aristotelēs の質料と形相の理論なのであった。

しかし、Aristotelēs を利用して、いかなる質料にも神の形相が内在すると考えた苦しい防衛理論は、やがて万物は神であるというルネサンスの汎神論へと展開し、キリスト教自らの一神教と相容れない事態にいたったのである。

だが汎神論的な物質観はもちろんまだ近代的物質観ではない。真に近代的な意味での物質が生まれるには、内在する形相を除去した資料を実体として相手にする物質観が必要であった。それをもしギリシャ哲学から求めるとすれば、

Dēmokritos の原子説以外にはなかったであろう。

Boyle の普遍物質には、神の形相の影はない。その普遍物質の微粒子の運動と集合によって万物が形成されていく Boyle の自然像は、まさに近代的な意味でのそれであった。

結 論

原子は元素の微粒子であるが、このように原子概念と元素概念とがいわば同居するようになったのは、Dalton による近代原子説の成立以後のことであった。形相概念に捕われていた元素説の中には、原子説のはいりこむ余地はなかったのであった。

気体の物理学的研究において、物質を粒子の集団として把握した Boyle が、化学の領域で試みたことも同じ粒子論的な物質観の形成であった。かれはそのためをやむを得ず既成の元素説に対抗したのである。近代元素説の先駆者と呼ばれるには不徹底な面の多かった Boyle であるが、近代原子論の先駆者として位置づければ、物質観の歴史においてかれのはたした役割を正当に評価することができるであろう。

文 献 と 補 足

- (1) Robert Boyle, *The Sceptical Chymist*. London, 1661. 以下この書からの引用は Everyman's Library 版による。
- (2) Hermann Kopp, *Geschichte der Chemie*, 4 vols, Braunschweig, 1843—47
- (3) たとえば、都築洋次郎『化学史』朝倉書店, 1966. pp. 42—43 参照。
- (4) Boyle はその粒子論的見地から錬金術の正当性を確信していたので、1689年にイギリス政府に対して、錬金術による金の製造禁止法令を廃止するよう主張した (アジモフ『化学の歴史』玉虫・竹内訳, 河出書房, 1967. p. 57 参照)。同じく粒子論的物質観を描いた Newton が錬金術の研究に多くの時間を費したという現象は、Boyle の場合とパラレルである。
それにしても、まやかしの錬金術のとりことなっていた化学を正当の地位へ引きあげた Boyle の功績は認められてよいであろう。
- (5) “たしかにボイルは、フックが去った後実験家として目立った仕事はしなかった。” バ

ナール『歴史における科学Ⅱ』鎮目・長野訳、みすず書房、1963. p. 268

- (6) R. Boyle, op. cited, p. 187
- (7) シュテールヒ『西洋科学史 中巻』菅井・長野・佐藤訳、商工出版、1958. p. 530
(A. L. Lavoisier, *Traité Élémentaire de Chimie*, Paris, 1789. からの引用)
- (8) 33種あげたうち23種は正しい元素だった。石炭・マグネシア・バリタ・白陶土・ケイ土・塩酸基・フッ酸基・ホウ酸基・光・熱素の10種が誤りであった。
- (9) R. Boyle, 前掲書 p. 230
- (10) R. Boyle, 同前書 p. 53
- (11) R. Boyle, 同前書 p. 185
- (12) R. Boyle, 同前書 p. 230
- (13) R. Boyle, 同前書 pp. 30—34
- (14) R. Boyle, 同前書 p. 98
- (15) ボイル「懐疑的な化学者」大沼正則訳『世界大思想全集 社会宗教科学思想篇 32』河出書房新社、1963. p. 184 注(80) 参照。
- (16) R. Boyle, 前掲書 p. 32
- (17) ボイル, 前掲書 p. 115
- (18) R. Boyle, 前掲書 p. 200
- (19) エピクロスは3つの原理として大きさ・形・重さをあげている。
- (20) Boyle, 前掲書 p. 33
- (21) John Dalton, *A New System of Chemical Philosophy*, 1808. をその目印としてよいであらう。
- (22) 原光雄「近代化学の成立をたずねて」『科学史大系Ⅲ, 近代科学発展史』中教出版、1956. pp. 3—8 参照。
- (23) 遠山諦度「φύσις-natura-materia の思想系譜」『哲学的自然思想』芦書房、1968. p. 21 参照。