

「近代化学の父」John Dalton 覚書 (下)

「化学的原子論」発想について

中 崎 昌 雄

〔前号 (上) より続く〕

11. Dalton 初期の気体研究 (1802-3)
12. 第 1 回ロンドン王立研究所公開講義 (1803-4 冬)
13. 「化学の新体系」第 1 巻, 第 1 部出版 (1808)
14. 第 2 回ロンドン王立研究所公開講義 (1809-10 冬)
15. 原子論発表以後の Dalton の晩年
16. Dalton の死 (1844 年 7 月 27 日) まで
17. Dalton 「化学的原子論」の発想について

11. Dalton 初期の気体研究 (1802-3)

Dalton のこれまでの勉学はほとんど独学で、しかも数学と物理学に偏っていた。それが 1796 年に Thomas Garnett (1766-1802) の物理学 12 回、化学 30 回の公開講義を聴講して、化学に目を開かれることになった。Garnett は新設の王立研究所「Royal Institution」(1799) の初代化学講師であったが、健康上の理由で 1 年ただけで辞職する羽目になった⁽¹⁰⁶⁾。このあとを襲ったのが Bristol 「気体研究所」(Pneumatic Institution) で「笑気」(亜酸化窒素) の奇妙な生理作用を発見して一躍有名になった 22 歳の Davy である。

Dalton は着任して 5 年目の 1797 年ころから「New College」の教師を辞めることを考えはじめた。この年の 12 月 15 日付け兄 Jonathan に宛てた手紙で次のように訴えている⁽¹⁰⁷⁾。

「私の時間は大部分授業にとられております。これでは特別な数学や科学の研究に時間が割けそうにありません。」

始めは週 21 時間の講義であったが、1796 年からこれが増やされた。給料は年額 52 ポンドほどで、これに生徒からの授業料が 50 ポンドほど入る。しかし、これでは 3 人いる教師の中で最低である。また自分は講義が下手で生徒のあいだに人気がないうえに、「New College」がいつまで続くか不安である。現にこの学校は 1803 年に York 市に移転することになった。あれやこれやで Dalton は 1800 年 3 月 26 日に辞表を出して、個人教師として生計を立てる道を選んだ。9 月「Manchester Mercury」紙に出した Dalton「Mathematical Academy」の広告には、授業内容が数学、実験物理学、実験化学などとなっている⁽¹⁰⁸⁾。1 時間ほどの授業で 1 人 1 シリングの授業料をとった。これは彼が有名になるにつれ値上げして、しまいには 2 シリングまでなった。また 8-9 名ほどいた 1 年をとおしての定期生の授業料が 10 ギニで、これら授業料を合わせると年収 150 ポンドほどになった。英文法も教えたので、その教科書「Elements of English Grammar」(1801) を書いて出版した。この本は Dalton らしく変わった文法書で、冠詞を形容詞に入れたり、動詞の時制のところでは現在は刻こくと動くから、数学的に言えば時制には過去と未来だけで十分だと主張したりしている。ただしこの文法書には奇妙な誤りがあるので有名である。英語では性を区別するのに 3 つの仕方があると説明して、その 1 つが語尾を変化させる仕方だと言う。ここまではいいのだが、その例がおかしい。

「prince—princess, phenomenon—phenomena」。1803 年には第 2 版も出した。自分の生徒のために文法書を書いたところは Priestley とよく似ている⁽¹⁰⁹⁾。Priestley の文法書は評判が良かったようであるが、Dalton の文法書はそれほど売れなかったらしい。20 年もあとの「化学の新体系」第 2 巻、第 1 部 (1827) の巻末広告に「この本はまだロンドンの本屋で購めることができる」とある。

Dalton は学校の授業は好きでなかったが、個人的に教えるのはそれほど苦にできなかった。また生徒には自修させることが多かったのも、それだけ自分の研究への時間が割けたようである。

「授業はある種のリクリエーションです。もしお金があっても私はこれ以上に研究に時間を割くことはしないでしょ。う。⁽¹¹⁰⁾」

収入は授業以外に分析や化学工場のコンサルタントからのものもあった。

それで2年目の1802年には故郷のRobinsonに次のように書くことができた⁽¹¹¹⁾。

「塾は今のところうまくいっています。私は授業料年間10ギニの昼間生徒を8人から9人もっています。また別に授業料2シリングの授業を週に20回ほどしています。しかし、まだ引退できるほど金持ちでもありません。」

そのうちDaltonはGeorge街36番地にある学会の部屋を実験室と書斎を使わせてもらえるようになった。そして、もっぱら気体の性質についての実験をはじめた。

すでに説明したようにDalton原子論の考えは、彼の気象学研究に出発点がある。気象研究は必然的に大気や水蒸気への関心を呼んで、Daltonはこれら大気を構成する気体の物理学的研究を始めた。Daltonの原子論が従来の原子論と決定的に違うのは、それが「化学的」原子論であることである。それでDaltonは始めから化学的立場から、その「化学的」原子論を思い付いたという理解が発生して当然であろう。

しかし、これは誤解である。Daltonはもともと物理学者であり、始め気体の物理学的研究をしていて、結果的に「化学的」原子論に導かれたというべきなのである。

彼の画期的な「化学の新体系」(A New System of Chemical Philosophy)第1巻、第1部は1808年に刊行されたが、Daltonはそのまえの9年間に10数編の気体研究報告を「マンチェスター学会」例会で発表している。次にこれらの中で原子論に関係の深いものを取り上げて説明を加えてみよう。

「混合ガスの組成に関する実験報告」(1802)⁽¹¹²⁾

(Experimental Essays on the Constitution of Mixed Gases)

題名にはこの後まだ長い副題が続く。この報文は長いので4章に分けて1802年10月2日、16日、30日の3日に分けて読まれた。これらの報告は全てまとめて、同じ年の1802年に印刷された。これら4編の序文にあたる場所ですでにDaltonは4つの法則を提唱している。その第1則が「分圧則」で、第4則が気体の熱膨張に関するいわゆる「シャルル則」である。Daltonは「分圧則」を次のように表現している。

「1. AとBなる2つの弾性流体 (elastic fluids) を混合したとき、それらの間では (中崎注: AとB) 反発はおこらない。すなわちA粒子 (particles) は自分らの間のようにB粒子を反発しない。それゆえに、すべての粒子にかかる圧力 (pressure), 全加重 (whole weight) は自分たちと同種の粒子との間だけから発生するのである。」

Dalton はここでは、まだ「原子」(atom) と使わないで「究極粒子」(ultimate particle) という表現を使用している。

「4. すべての弾性流体は熱によって同じ分量(quantity)だけ膨張する。」この第4則の気体熱膨張の法則はすでに1797年J. A. Charles (1746-1823) が発見していたが彼はこれを公表せず、1802年になってGay-Lussac が詳細な実験データとともにあらためてこれを発表した。

「混合ガス」(mixed gases) の報告はDaltonの名前を始めてヨーロッパ中に知らせた物で、1804年2月に兄Jonathanに書いた手紙の中で「ヨーロッパ中の科学者の注目をひきました」と言っている⁽¹¹³⁾。

「混合ガス」の報告の2週間あと、1802年11月12日にDaltonは「マンチェスター学会」で次の題目の研究を発表した。この報告の印刷は3年もあとの1805年になった⁽¹¹⁴⁾。

「大気を構成するガスまたは弾性流体の割合に
ついての実験的研究」(1802)

(Experimental Inquiry into the Proportion of the Several Gases
or Elastic Fluids Constituting the Atmosphere)

この3章に分けられた報文の序文で、Daltonはこの研究の目的を書いている。

1. 地表の大気を構成する気体の相対的重量の確定。
2. この相対的重量の地表からの高度による変化の確定。

序文に続く第1, 第2, 第3章では第1目的のための気体分析法の検討がなされている。それぞれ酸素, 水蒸気, 炭酸ガスの分析法検討であるが、いずれも特に新しい工夫はない。第2目的の大気成分の高度変化については第3章の末尾に、短い脚注のかたちで報告されているだけである。これによると1804年7月に湖水地方のHevellyn山(高度1100ヤード)の頂上で採取した空気と、Manchester市内で採取された物との間には大き

な差異は発見されなかったと言う。さらに Gay-Lussac が気球に乗って地上 4 マイルの上空で空気を採取した実験に触れ、これが地表の物と同じであったことを紹介している。この脚注は口頭発表のあとで加えられている。このころ Dalton は「マンチェスター学会」総務であったから、こんなことはたやすくできたのである。

あとで化学史家が問題にするのは、この第 1 章の酸素分析のところである。Dalton はこの目的に Priestley が創案した硝石ガス (nitrous gas) と酸素の反応を利用した。硝石ガスは硝酸と銅粉との反応で発生する気体で、現在の言葉でいえば一酸化窒素である。この一酸化窒素と大気中の酸素のと反応の検討で Dalton は奇妙な事実を発見したと書いている。一定容積の一酸化窒素は空気が多いときと、少ないときでは反応様式が異なり、空気が多いときは少ないときに較べて、ちょうど 2 倍の酸素と反応するというのである。そして多いときの生成物は硝酸で、少ないときのそれは亜硝酸であったと彼はいう。

「これらの事実は明らかに次のように理論づけられる。酸素の元素は硝石ガス (nitrous gas) のある量 (a certain portion) と結合するか、またはその 2 倍と結合するかであって、その中間の量とは結合しない。前者では硝酸が、後者では亜硝酸が生成物である。」

これは現象的にみれば倍数比例の 1 例のように思える。それで化学史家の中にはこれから Dalton が化学的原子論に導かれた主張する人も出てきた。しかし、両方の実験は条件も違うし、しかもこれが Dalton が手掛けたほとんど最初の化学実験であることを考慮に入れると、彼がこの 2 倍という数字にどれだけの自信をもっていたかは疑わしい。また、あとの人の追試によると、この実験はトリッキーで、いつも同じ結果を与えるとは限らないらしい。それやこれで、現在ではこの実験を根拠とする説は、Dalton 「化学的原子論の起原」論争の主流とは認められていない。

この報告の 1 ヶ月あと 1802 年 12 月 23 日ロンドン王立学会例会で W. Henry がよく知られた彼の「Henry 則」を発表した⁽¹¹⁵⁾。気体の液体への溶解度は気体の圧力に比例するというのである。

Dalton を「マンチェスター学会」会員に推薦してくれた Thomas Henry の息子が William Henry (1774-1836) である⁽¹¹⁶⁾。William は 3 人の息

子の中でもっとも優秀で、父親と同じく終生 Dalton の親友であり彼の後援者であった。Dalton は後年「化学の新体系」第 2 巻, 第 1 部 (1827) の序文で次のように感謝している。

「私は Henry 博士の長いそして友情のこもった交際に感謝している。科学的なことに関して彼との会話はつねに有益であったし、彼は科学の促進のためならなにもものも惜しまなかった。」

William は「Manchester Academy」で勉強したが、少年のころ落ちてきた梁で怪我をしてから、生涯ずっと体が不自由になった。1790 年にここを卒業して医師 Percival のところでしばらく医学の修行をした。1795 年に Edinburgh 大学に進んだが、中途退学して父親の「Henry's マグネシア」工場の手伝いをした。次の年 1796 年に「マンチェスター文芸科学学会」会員に推され、1805 年から Edinburgh 大学にもどりここでドクター資格 (M.D.) を得た。この第 2 回 Edinburgh 時代に Thomas Thomson (1743-1852) の私塾で化学の授業を受けたのである。Thomson はあとで Dalton 「化学的原子論」の推進役を勤めてくれることになる。

この授業がもとで 1798 年暮れから 1799 年正月にかけて、化学の公開講義を行った。このときの資料を纏めて 1801 年に刊行したのが「化学概要」(An Epitome of Chemistry in Three Parts) (316 ページ) である。この本は表題のいうように 3 部に分かれていて、化学実験の手ほどきまで組み込まれていた。初心者向きの手ごろな本として大変に評判がよくて、1801 年すでに第 2 版が出て、1808 年までに 5 版を重ねた。この本のオランダ語訳、Adolphus Ypey (伊百乙) 「Chemie voor Beginnende Liefhebbers」(1808) が天保 8 年 (1837) 宇田川榕庵「舎密開宗」内編 5 巻、外編 1 巻の種本である。榕庵は賢理 (ヘンリ) 「舎密小篇」(伊百乙オランダ語訳) にカステライン「舎密」(1788), ラヴォアジェ「舎密原本」(1800) 他 23 種の蘭書からの資料を加えて「舎密開宗」を編集したのである⁽¹¹⁷⁾。Henry 「Epitome」は 1810 年から 2 冊本にし、名前も「The Elements of Experimental Chemistry」と改めて刊行することになった。この本は「Epitome」の継続ということで、この 1810 年版が第 6 版となっている。この本も大変に評判がよくて 1829 年 (第 11 版) まで続き、この第 11 版は Dalton に捧げられている。あとデンマーク、ドイツ、フランス

語訳が出版され、アメリカ版まで出たことから、この本の評判の良かったことが分かるであろう。

Henry の科学的業績でもっとも良く知られているのは、気体の溶解度と圧力の関係に関する「Henry 則」である。この実験は気体の液体への溶解は化学的というより、むしろ「純粹に物理的」現象であることを証明し、Dalton 混合気体説に実験的支持を与えた。

年が明けて 1803 年 1 月 28 日になってから Dalton は次の報告を「マンチェスター学会」で読んだ⁽¹¹⁸⁾。

「弾性流体の相互拡散傾向について」(1803)

(On the Tendency of Elastic Fluids to Diffusion through Each Other)
この報告の印刷も 2 年あとの 1805 年になってからになった。実験の目的は、大気の組成は高度に関係しないとする前報の報告に対して、それを実験的に証明しようとするものである。実験装置は軽い気体を詰めた上の瓶と、重い気体を詰めた下の瓶とを、細いガラス管でつないだだけの簡単なものであった。連結ガラス管には内径 2 分の 1 インチ、長さ 30 インチのものと、内径 3 分の 1 インチ、長さ 30 インチのものとを使い、拡散速度は一定時間ごとに上下の瓶の内容を分析して測定した。

気体の組み合わせは、空気、酸素、窒素と炭酸ガス、水素ガス、硝石ガスとし、これらの間の相互拡散を選んだ。拡散速度はこのあとの 3 種のガスの濃度を分析して追跡した。これらが分析しやすいからである。気体の組み合わせによって差があるものの、4 時間もすると「攪拌しないでも」相互に混ざり合うのが確かめられた。

この拡散実験報告のあと 9 ヶ月して、1803 年 10 月 21 日に Dalton は次の報告を「マンチェスター学会」で、6 人の会員と数人の友人を前にして読んだ⁽¹¹⁹⁾。

「水および他の液体によるいろいろなガスの吸収について」(1803)

(On the Absorption of Gases by Water and Other Liquids)

この報文も前 2 報と同じく 1805 年になってまとめて印刷された。この気体吸収の実験は 1 年まえ発表の「Henry 則」に刺激されて行ったものに相違ない。Dalton の報告の始めの方に「水を 1 容積としたとき、これに吸収される容積」という題の表が掲載されている。たとえば炭酸ガスは 1 容積

溶けるが、酸素ガスは 27 分の 1 しか溶けない。

$1^3=1$	炭酸ガス, 硫化水素, 酸化窒素 (nitrous oxide, 中崎注: 一酸化二窒素)
$1/2^3=1/8$	オランダ化学者のいう油性ガス (中崎注: エチレン)
$1/3^3=1/27$	酸素ガス, 硝石ガス (nitrous gas, 中崎注: 一酸化窒素), 汚水からの炭化水素 (中崎注: メタン)
$1/4^3=1/64$	窒素ガス, 水素ガス, 一酸化炭素 (carbonic oxide)
$1/5^3=1/125$	見出されていない

この表の中の「 2^3 」とか「 3^3 」という数字にはほとんど意味はない。このころの自然科学者は、このような整数的な関係が好きだったのである。ほぼこの程度の溶解度と理解すればよい。報告の最後に「気体吸収の理論」なる 8 項に分けられた章があり、この最後の第 8 項では最初のこの表にもどって、あらためて「なぜ水はすべての気体を同じ容積 (bulk) だけ吸収しないのか」と質問する。Dalton の結論は「その粒子が軽くて単純なものはあまり吸収されず、その重さと構造の複雑 (complexity) さが増すにつれて、より吸収されやすくなる」である。

ただし、この結論にはあとで加えた脚注があって、「あとの実験によると、この考えはあまり当てはまりそうにない」と取り消されている。

第 8 項の最後の 287 ページ 1 枚を使って「ガスおよびその他の物質の究極粒子の相対的重量表」(Table of the relative weights of the ultimate particles of gaseous and other bodies) が掲載されている。

次にこの第 8 項の全訳を示す。

8. 機械的仮説 (中崎注: 化学的仮説とちがって) に伴う最大の難点は個々のガス (gases) が別べつの法則に従わねばならないという点である。なぜ水は全てのガスを同じ容積だけ溶解しないのか? 私はまだ完全に満足しているとは言えないが、この問題を良く考えた結果、この事情は各種のガスの究極粒子 (ultimate particles) の重量と数によるのだと推察するにいたっている。その粒子が軽くて単純なものはあまり吸収されず、その重さと構造の複雑 (complexity) さが増すにつれて、より吸収されやすくなる (原注: 1)。この物質の究極粒子の相対的重量 (relative weights)

という考えは、私に知る限りまったく新しいものである。最近、私はこの問題を研究していちじるしい成功を納めている。この報告ではその原理まで踏み込めないが、私の実験で確かめられたと思える限りの結果を次に追加しておこう。

『ガスおよびその他の物質の究極粒子の相対的重量表』

水素 (Hydrogen)	1
窒素 (Azote)	4.2
炭素 (Carbone)	4.3
アンモニア (Ammonia)	5.2
酸素 (Oxygen)	5.5
水 (Water)	6.5
リン (Phosphorus)	7.2
リン化水素 (Phosphuretted hydrogen)	8.2
硝石ガス (Nitrous gas) (中崎注: 1)	9.3 (9.07)
エーテル (Ether)	9.6
酸化炭素ガス (Gaseous oxide of carbone) (中崎注: 2)	9.8
酸化窒素 (Nitrous oxide) (中崎注: 3)	13.7 (13.9)
イオウ (Sulphur)	14.4
硝酸 (Nitric acid) (中崎注: 4)	15.2
硫化水素 (Sulphuretted hydrogen)	15.4
炭酸 (Carbonic acid) (中崎注: 5)	15.3
アルコール (Alcohol)	15.1
亜硫酸 (Sulphureous acid)	19.9
硫酸 (Sulphuric acid)	25.4
汚水からの炭化水素 (中崎注: 6)	6.3
(Carburetted hydrogen from stg. water)	
油性ガス (Olefiant gas) (中崎注: 7)	5.3

(原注: 1) あとの実験によると、この考えはあまり当てはまりそうにない。

(中崎注: 1) 一酸化窒素

(中崎注: 2) 一酸化炭素

(中崎注: 3) 亜酸化窒素, 一酸化二窒素

(中崎注: 4) 二酸化窒素

(中崎注: 5) 二酸化炭素

(中崎注: 6) メタン

(中崎注: 7) エチレン。このガスはこのころ、酒精と濃硫酸の反応で作られ、塩素と反応して油状物 (1,2-ジクロロエタン) を与えるので油性ガスと呼ばれた。

この付録の「相対的重量表」は印刷された最初の原子量表として有名である。この表は水素原子の 1 としたときの、これに対する元素 6, 化合物 15 の「究極粒子」の相対的重量を表している。この中にあるメタン, エチレンに関する実験は, 1 年あとの 1804 年夏になってから行ったものであるから, あとから印刷のときに追加されたのは明らかである。

1940 年 12 月 23 日夜のドイツ空軍による Manchester 爆撃によって破壊されて⁽¹²⁰⁾, 現在は残っていない Dalton 実験ノート第 1 巻, 244 ページには「物質の究極粒子とその結合についての考察」(Observations on the ultimate particles of bodies and their combinations) と表題があり, その下の 1803 年 9 月 6 日欄には「元素の記号 (characters)」として, 水素, 酸素, 窒素, 炭素, イオウの記号が書かれている⁽¹²¹⁾。例の丸印の中に線や点を加えた記号である。このときの記号には, あとで少し手直しが加えられた。実験ノート, 247 ページには窒素, 酸素, イオウについての計算が記入されている。ここにはないが酸素の原子量は水を (HO) と考えて, これに Lavoisier の実験値を入れて 5.66 としている。これらの計算結果は 248 ページにまとめられているが, このときはまだ元素 6, 化合物 9 と数も少なく, 数値も上に掲げた 1805 年印刷のものと少し違っている。実験ノート, 359 ページの記入は 1803 年 10 月 12 日となっている。「マンチェスター学会」口頭発表の 9 日まえである。ここには Dalton の○印原子記号を使った化合物の表がある。これらは現在の記号になおせば水 (OH), アンモニア (NH), 一酸化炭素 (CO), メタン (CH) などである。これら 2 原子からなる化合物は Dalton の言う 2 元体 (binary) であるが, 3 原子からなる 3 元体 (ternary) としては硝酸 (NO₂), 二酸化炭素 (CO₂), リン酸 (PO₂) などの構造式が○印の原子記号で書かれている。

残念ながら 1803 年報告の段階で Dalton はこれら構造式の推定方式と

か、原子量の計算法について説明せず、「その原理にまで踏み込めないが」と彼らしい慎重な姿勢をとっている。もし、このとき彼が原子記号による化合物の構造表記と、原子量の計算方式の概要でも発表しておけば、彼のいわゆる化学的原子論がより早く受け入れられ、多くの混乱が回避できたはずである。しかし Dalton はもともと化学者でないから、自分の考えの化学的意義について十分に理解していなかった、と言うのが現在の化学史家の意見である。Dalton がこれらの詳細を公表するのは5年あとに出版した「化学の新体系」第1部の最後の第3章「化学合成について」(On Chemical Synthesis) においてである。ここで言う「化学合成」は現在の理解と違って、化合物原子組成の誘導法または、原子記号による図式的「化合物の組み立て」ほどの意味合いである。

ただし、後年 Dalton 「化学的原子論」の根幹となる、この第3章「化学合成について」も「化学の新体系」全220ページの中で最後の実質5ページを占めるに過ぎない。このころになっても Dalton は自分の原子論の「化学的意義」について、ほとんど自覚していなかったことがこれからも読みとれるであろう。

12. 第1回ロンドン王立研究所公開講義（1803-4）

「気体吸収」の論文を10月21日「マンチェスター学会」で呼んだあと、Dalton はすぐにロンドンへ出かけなくてはならなかった。この年の12月から次の年の1月にかけて王立研究所で20回の公開講義をするようにと誘いを受けていたからである。彼の1802年から1803年にかけての報告はまだ印刷されてはいなかったが、1801年10月に4回に分けて発表した「混合ガス」報告はすでに印刷されていて「ヨーロッパ中の科学者の注目」を集めていた。Dalton も37歳になってやっと科学の世界で認められたことになる。Davyの方は王立研究所に採用された1801年7月には助手だったのが、たちまち才能が認められて1802年5月から教授に昇格されていた。同僚に物理学教授 Thomas Young がいた。2人は協力して「王立研究所紀要」(Journals of the Royal Institution) を編集し、Davyはこの第1巻、第1号に Thomas Wedgwood (1771-1805) との共著論文「硝酸銀に対する光の作用によって、ガラス絵の複写およびプロフィールを作

る 1 方法についての報告」を出した⁽¹²²⁾。これは Davy がかつてのパトロンだった陶業家 Wedgwood 家の 4 男 Thomas の写真研究に力を貸して発表させたのである。彼らは版画の密着焼付けによる複写には成功したが、これを定着させることはできなかつたし、暗箱写生器（カメラ）を使って風景を撮るのにも成功しなかつた。それでも彼らのこの仕事は「カメラと感光板を使って写真を撮る」最初の試みとして評価されている。

このころの Albemarle 街王立研究所は創始者 Rumford 伯の意向に沿って、科学の実用化に力をいれていたから、Davy は 1805 年ころまで皮ナメシや鉋物分析の仕事をしていて、これと言った成果は挙げてはいなかつた。しかし講義が上手な Davy は、その秀麗な容貌と洗練された立居振舞いで、すぐにロンドン社交界の花形になった。

Dalton の連続公開講義の内容は自分の気体研究に関するものばかりで、「原子量」などについては全く触れなかつたようである。1804 年 2 月 1 日付で Kendal の兄 Jonathan に宛てた手紙で次のように言っている⁽¹²³⁾。

「私の最初の講義は 12 月 22 日木曜日（1803）でした。これは序文に当たるもので、全部を書いておきました。これからやろうとすることと、物理学全般について述べたものです。すべての講義はできるだけ 1 時間以内に収めるように決められています。聴衆は男女合わせて 100 人から 300 人ほどで、ふつう半分以上が男です。その多くは身分のある人で、こんなに学問があり熱心な聴衆を前にして私が失望したのは分かっていたでしょう。かなり熟練した助手が 1 人手伝ってくれましたが、装置に慣れ実験の順番を決め、講義の間に練習するには大変に苦労いたしました。」「熱と膨張に関する私の第 18 回目の講義は、ほとんど展示実験がなかつたのに、もっとも盛大な拍手を受けました。その次の講義は混合弾性流体に関するもので、ここではすでに印刷発表してあるものを、さらに発展させる機会を得ました。この理論は私が予想していたように、ヨーロッパ中の科学者の注意をひいております。私が王立研究所にいる間に、サクソニーから来たドイツ語の雑誌 2 つは、両方ともその半分近くが私がこの問題に関して書いた論文の翻訳と、それに対する批評で占められていました。」

この手紙のあとの方にはすでに引用した 6 つの色リボンを使った、自分の

色盲に関する講義のエピソードが述べられている。少しあとで同じく兄に書いた手紙でも、Dalton は自分の仕事がヨーロッパ中で評判になっていると自慢した⁽¹²⁴⁾。

「ガスその他に関するこの新しく印刷された論文は、マンチェスター学会で発表したさらに新しいもの（これは私が最近の講義で触れたものです）と一緒に、ヨーロッパ中のほとんどの科学者の注目を集めております。彼らはロンドン、エジンバラ、パリその他ドイツの各地で、それについて論じるに忙しく、ある人は賛成しある人は反対しております。真理はいずれ最後には現れるのです。」

Dalton はいま自慢している「混合ガス」に関するこの研究が、このときは重視していなかった「化学的原子論」の蔭に隠れて、忘れられてしまうなどは予想もしていないのである。

Dalton はもちろん Davy にも会った。1804年1月10日友人 John Rothwell に書いた手紙で次のように言っている⁽¹²⁵⁾。

「私は Davy 氏に紹介されました。彼は王立研究所で私のとなりに部屋をもっています。彼は大変に愛想がよく頭のいい青年で、彼とはある晩に興味深い会話を交わしたことがあります。彼の性格のなかで最大の欠点は煙草を吸わないことです。」

Davy は公開講義の第1回目が大切だと忠告した。聴衆はこれで講師の能力を判断するからである。前の晩に講堂で2人で練習をした。講義は50分ほどである。

「次の日に私は150人から200人ほどの聴衆に向かって読みました。聴衆は予期したより大勢でした。話の終わりに彼らはほとんど全員拍手し、その中の数人は私のところへやってきて、イントロダクションが素晴らしかったと褒めてくれました。次の講義から私はほとんど書いた原稿を作らず、すべて実験と口頭による説明に終始しました。」

Dalton は聴衆から賛辞を受けたと書いているが、彼の講義の才能は Davy とは較べ物にならなかつたようで、Davy の弟 John Davy (1790-1868) は6年あとの王立研究所第2回公開講義(1809)について次のような印象を書いている⁽¹²⁶⁾。

「ドールトン氏は風采も礼儀も好ましくありません。彼には優雅なとこ

ろがまったくなく、彼の声はガラガラでわめくようです。その歩き方はギコチなく、シャチホコばっています。手紙や会話のスタイルは分かりにくく素ッ気ないものです。」「しかし態度が自立的でシンプルで、かつ独創的なのが彼のもっとも良い点です。そして比較的貧しい出身であるのに学者としての威厳を保っております。」

6年経っても Dalton はそれほど講義の腕前を上げてはいなかったようである。しかし率直、シンプルで独創的なところは、誰にも好感をもって迎えられたのは疑いない。この王立研究所第1回公開講義(1804)で Dalton がもらった謝礼は、全部で85ポンドほどだったらしいが、彼はあとで講義用図版とか展示用実験装置など200ポンドもの買物をロンドンでした。

王立研究所公開講義のあった1804年秋から Dalton は知合いの牧師 William Johns (1771-1845) 家に下宿させてもらうことになった⁽¹²⁷⁾。この家は Faulkner 街にあって Dalton が書斎兼実験室に使わせてもらっている George 街「マンチェスター学会」と目と鼻の距離にあった。Johns はユニテリアン派牧師で Dalton と同じころ「New College」古典語教師として雇われたが、Dalton が辞めたと同じ1800年にここを辞職して、1804年から私塾を開いて成功していた。彼も Dalton と同じ「マンチェスター学会」会員に選ばれ、Dalton と一緒に総務を勤め、Dalton が会長になったころは彼も副会長として協力した。

2人は仲が良かったらしく、Johns の娘は「Dalton 氏と私の父はその長い付き合いのあいだ、どんな場合でも怒った言葉を一言も交わしたことがありませんでした」と言っている⁽¹²⁸⁾。

1830年に Johns が Manchester から5マイル離れた Cheshire 村の牧師として移るまで、Dalton は26年間もこの家に厄介になっていた。Dalton の生涯でもっとも楽しかった時期であろう。Johns 家に住み始めた年の夏に Dalton は、Manchester 近郊の池で採取したメタンの分析実験を始めている。そのころ William Henry の先生である Glasgow の Thomas Thomson が訪ねてきた。

Thomas Thomson (1773-1852) はスコットランド生まれで1795年から2年間ほど Edinburgh 大学で医学を学んだ⁽¹²⁹⁾。このころは J. Black

(1728–99) の晩年で Thomson は彼の化学の講義を聞いた。1789 年にドクター資格 (M.D.) をとり、1800–11 年 Edinburgh で Dalton と同じように私塾を開いて化学や自然科学を教えた。このころ W. Henry がこの塾で勉強したのである。Thomson はこのあと 1817 年から Glasgow 大学化学教授となり、彼が死ぬ 1852 年までこの職にいた。

1804 年夏に旅行をして Manchester で教え子の W. Henry のところに寄った。Thomson の日記 1804 年 8 月 26 日のところに次のように書かれている⁽¹³⁰⁾。

「8 月 26 日、日曜日。Henry のところを訪ねて Thomas と食事をし、Dalton と William を交えてお茶を飲んだ。Dalton はメタン (carburetted hydrogen) の研究をしている。」

日記には Dalton に教えてもらった分析結果が記入されている。エチレン (olefiant gas) は水素 1 原子 (atom) と炭素 1 原子からなり、メタンは水素 2 原子と炭素 1 原子からなる。このあとに Dalton の丸印の原子記号も書かれている。Thomson の有名な化学教科書「化学の体系」(System of Chemistry) 第 3 版 (5 冊本) は 3 年あとの 1807 年に刊行されたが、その第 3 巻気体の比重の説明のところで、Thomson は教えてもらった Dalton 化学的原子論を、なんの前置きもなく原子の○印記号を使う化合物組成の表示法として紹介した⁽¹³¹⁾。たとえば水、アンモニアは現在の元素記号で (OH) (NH) などとなっている。これを踏まえてその当時知られていた分析値を利用すると、水素を 1 としてそれぞれの原子量 (relative density) が、水素 (1) 窒素 (4) 酸素 (6) が得られる。この他に Thomson は Dalton に教えてもらった硝石ガス (NO), 亜酸化窒素 (NON) 硝酸 (ONO) の記号も書いている。また化合物の相対重量 (densities of atoms) としては水 (7) アンモニア (6) 硝石ガス (11) 亜酸化窒素 (16) 硝酸 (17) などを挙げ、このほか数種の金属やその化合物についての値も挙げている。

これら金属の値などは Dalton から教えられたものではなく、そのころ知られていた分析値から Thomson が自分で計算した数値であった。Thomson は次のように書いている。

「(原子が 1 対 1 に結合するという) 仮説が容認されたら、この仮説はこれ

らの結合に与る原子の相対的重さ (relative density) と決定するための簡便な手段を提供してくれることになる。」

Thomson が Dalton を訪ねた 1804 年夏には、この年の 2 月 6 日に死亡した Priestley の訃報が彼らの耳にも届いていたであろう。Priestley は 1794 年 6 月にニューヨーク港に着き、そのあと息子たちの住んでいたペンシルベニア州の片田舎 Cumberland に移った。ここではイギリスの後援者たちが送ってくれた資金や器具のお蔭で化学実験を続けることができた。たとえば水ガス反応による一酸化炭素の生成などがその成果である。しかし Priestley は相変わらずフロジストン派で、1800 年には「フロジストン学説樹立されたり」(The Doctrine of Phlogiston Established) という本まで出版した。彼の言い訳によると孤立無援のフロジストン学説への義理立てからだという。

Dalton の実験の仕方は Priestley よりずっと理論的で現実的であった。

「Dalton は予め良く考えた仕事でなけれ全く手を染めなかった。」⁽¹³²⁾

Priestley は母国イギリスに帰る日を夢みていたが、それも叶わず 10 年間のアメリカ生活ののち 1804 年 2 月 6 日 71 歳の生涯を閉じた。

Lavoisier が死んで 10 年たった。

13. 「化学の新体系」第 1 巻, 第 1 部出版 (1808)

Thomson が訪ねてきた次の年、1805 年に Dalton は「マンチェスター学会」で公開講義をし、同じ公開講義は 1806 年にも続けた。そして次の年、1807 年は Dalton にとって 1 つの転機となった年である。この年 Thomson 「化学の体系」第 3 版, 第 3 巻が出版されて、ここに始めて Dalton 原子論が紹介され、その「化学的」応用の可能性が示唆されたからである。このころから Dalton も次第に、実験から決められる「原子の相対的重さ」に基礎をおく、自分の原子論の意義について自覚するようになり、その成果を著書の形で世に問うことを計画し始めた。その契機になったのが同じ 1807 年の春 Edinburgh 大学と Glasgow 大学で行った公開講義である。ここでは Thomson が予め宣伝しておいてくれたお蔭で、王立研究所のときとは比較にならないほど温かく歓迎された。「熱の理論」に続くこのときの第 3, 第 4, 第 5 講義の題目は「化学元素について」となってい

る。その公開講義の序論に当たる部分で Dalton は次のように言う⁽¹³³⁾。

「ここ数年ほど私はかなり熱心に、熱、弾性流体、物質の始原要素 (primary elements) および、その結合様式について注目いたしております。この研究のあいだに、いくつかの新しいそして重要な事実と考えが生まれました。私は多くの見かけ上の変則的な事実を一般則に纏めることができましたし、また物質の始原要素すなわち元素 (the first principles or elements) と、その結合について新しい見解を得ることができました。これが確立した暁には—その内にそうなるのは疑いをいれませんが—化学の体系に最大の変革をもたらし、全てをもっとも簡潔な科学に還元させ、初学者にも理解できるようになるでしょう。」

ここで Dalton は彼の好きな用語「体系」を使って、自分の説がやがて「化学の体系 (system of chemistry) に最大の変革」をもたらすかも知れないと自信のほどを覗かせている。これが次の年、1808年に刊行される彼の著書名「化学の新体系」(A New System of Chemical Philosophy) になるのは言うまでもない。

1807年 Edinburgh 大学公開講義のころ、Thomson の方は自分でも新しくシュウ酸ストロンチウム塩の研究を始めていて、ふつうのシュウ酸塩と重シュウ酸塩では同じ量のストロンチウムに対してシュウ酸部分の含量がちょうど2倍違うのを発見していた。彼はこの結果を1808年1月14日王立学会木曜日例会で発表した⁽¹³⁴⁾。2週間あとの1月28日おなじ王立学会例会で W.H. Wollaston (1766–1828) が Thomson とは独立に同じような結果を報告した⁽¹³⁵⁾。Wollaston が取り上げたのは炭酸カリウム、重炭酸カリウム；硫酸カリウム、重硫酸カリウムの組み合わせである。このほか Wollaston はシュウ酸のカリウム塩についても同じような実験をしていた。彼によるとこのカリウム塩にはシュウ酸カリウム、重シュウ酸カリウム、四シュウ酸カリウムの3種があり、これらは同じ量のカリウムに対してシュウ酸を1:2:4の比で含んでいる。

あとで Wollaston は次のように言っている⁽¹³⁶⁾。

「私が企てた試みは余分だったように思える。それと言うのも、私が発見した事実は Dalton 氏のさらに一般的な観察のごく特殊な1例に過ぎなかったからである。」

Thomson はこのあと 12 年ほどして書いた化学史「History of Chemistry」2 冊本 (1830-31) の中で、Dalton 原子論に対するこのころの Davy の態度について次のような挿話を書き残している⁽¹³⁷⁾。この中で Thomson はこれらの出来事を 1807 年のこととしているが、これは 1808 年の思い違いではないかと私は思う。1807 年では Thomson や Wollaston の研究が発表されていないし、Dalton 「化学の新体系」の出版もまだである。

また Thomson と Wollaston が Davy と会談したとする 1807 年秋 10 月、Davy は電気分解によるアルカリ金属の分離に忙しくて体をこわしたほどである。彼の大発見は 11 月 19 日王立学会 Baker 講演で報告された。

また Davy に「Knight」が授けられたのは 1812 年 4 月であるから、このころ彼はまだ「卿」ではない。

話のあとの方に登場する王立学会前会長 Davis Gilbert (1767-1839) に注釈を加えておこう⁽¹³⁸⁾。彼は Davy と同郷 Cornwell 出身で Davy の若いときからのパトロンの 1 人であった。1820 年に 27 年間も王立学会会長だった植物学者 J. Banks (1743-1820) が死亡した。そのあと、しばらく Wollaston が継いだが Davy が会長になりたがっているのを知って Davy に譲った。Davy が会長だったのは 1820 年 11 月から 1827 年 11 月までである。そのあいだ J. Herschel が総務として会長を補佐した。1827 年 6 月 Davy が健康を理由に辞職を申し出たので、あとを Gilbert が 1830 年 11 月まで継いだのである。

Thomson の話は次のように進む。

「1807 年に出版した私の『System of Chemistry』第 3 版で、私は Dalton 氏の理論について簡単なスケッチを紹介し、この理論を化学の世界に知らせた。同じ年、王立学会誌に印刷された私の『シュウ酸』報告の中で、私はシュウ酸がストロンチア (中崎注: 酸化ストロンチウム) と 2 種類の割合で結合することを示した。すなわち シュウ酸塩 (oxalate) と 重シュウ酸塩 (binoxalate) が生成し、これら 2 つの塩でストロンチアの含量が同じだとすると、後者の中のシュウ酸は前者の中のシュウ酸のちょうど 2 倍量であった。ほぼ同じころ Wollaston 博士も重炭酸カリウムが、炭酸カリウムの中の炭酸のちょうど 2 倍を含むことを示した。また彼はシュウ酸カリウム塩には、シュウ酸カリウム、重シュウ

酸カリウム、四シュウ酸カリウム (quadroxalate) の3種類があり、これらの中のシュウ酸の量比が1, 2, 4であることを示した。これらの事実は化学者の注意を次第に Dalton 理論に向けさせた。しかしながら、イギリスのもっとも著名な化学者の中には原子論に敵意を示す人びとがいた。その中でもっとも顕著な人物が Humphry Davy 卿である。1807年秋、私は王立研究所で彼とながく話したが、この仮説の中に真理があると信じさせるにいたらなかった。数日後、私はまた彼と Strand 街王立学会『Crown and Anchor』クラブで夕食をともにした。この夕食には Wollaston 博士も一緒だった。夕食後にクラブの会員はみんな食堂を去り、あとに Wollaston 博士、Davy 氏と私が残ってお茶を飲んだ。われわれは1時間半ほどいたが、その間の会話はすべて原子論についてであった。Wollaston 博士は私と同じく原子論への改宗者だったので、私たち2人は Davy の見解が誤っているのを認めさせようと努力した。しかし、納得させるどころか彼は以前よりも偏見をつのらせて帰ってしまった。そのあと直ぐに、Davy が王立学会の立派な前会長 Davis Gilbert 氏と会ったとき、彼に向かって原子論をオチョクッテ説明して彼を面白がらせた。そのとき彼があまりにも嘲笑的だったので、Gilbert 氏は理性がある科学者たちがどうして、そんな出鱈目八百に捕まったのかと驚いた。Gilbert 氏は Wollaston 博士を訪ねた (おそらく Wollaston 博士ともあろう用心深い学者が、そんな理論を受け入れた理由を知りたいと考えたのであろう)。そして彼は Davy が教えてくれた原子論の馬鹿げたところを洗いざらい述べ始めた。Wollaston 博士は Gilbert 氏にまあ座って、これから言うのをちょっと聞いてくれと頼んだ。そうして彼は、そのころすでに知られていた例の塩についての、主要な事実を説明した。炭酸塩と重炭酸塩；シュウ酸カリウム、重シュウ酸カリウム、四シュウ酸カリウム；一酸化炭素と炭酸ガス；油性ガスと炭化水素 (中崎注：エチレンとメタン)；そして、おそらく同じようにその中の成分の1つが整数比で増加していくような数多くの化合物など。Gilbert 氏は原子論の真理への改宗者となって帰っていった。しかも彼は Davy を改心させて以前の意見が誤りであったことを認めさせるという殊勲まで立てた。そのとき彼がどのような議論をしたのか知らないが、このあと

Davy が原子論の強力な支持者になったところを見ても、よほど説得力のある話だったに違いない。」

Dalton 「化学の新体系」第 1 巻、第 1 部の序文の日付は 1808 年 5 月となっている。Edinburgh 大学などでの公開講義の 1 年ほどあとである。献辞には自分を激励してくれた、これらスコットランド大学の教授たちやマンチェスター学会会員に対する感謝の言葉があり、序文ではこの新しい著書が「第 1 部」となっていることへの言い訳がある。

「仕事が約 1 年ほど遅れてしまった。いままでの事情を考えると、完成までにはもう 1 年かかるかも知れない。しかし熱の理論と化学合成についての一般的結論は、あとに続くはずの各論とほとんど独立しているので、すでに完成しているこれらの部分を世間に見てもらっても、自分にとって大きな障害にはならず、読者に対しても不便をもたらすことがないであろう。」

しかし約束の第 2 部が出版されるのは 2 年半あとの 1810 年 11 月になり、内容も非金属とアルカリ金属、アルカリ土類金属を含むだけで終わった。この第 2 部では章 (Chapter)、項 (Section) およびページ番号を第 1 部に続けた。第 1 部が 220 ページで終わり、第 2 部が 549 ページで終わっているから、第 2 部は第 1 部より少し長くて実質 329 ページとなっている。始め 1 年のつもりが完成に 2 年半もかかった理由について、Dalton はこの第 1 巻、第 2 部の序文で次のように言い訳している。

「他人の結果をそのままに受け入れたため私は何度も道を誤った。

それで私は自分の実験で確かめたもの以外はなるべく書かないように決心した。」

第 2 部に続いて、酸化金に始まり合金の記述で終わる第 3 部の出版は、大幅に遅れて 20 年近くあとの 1827 年 8 月になった。このとき Dalton は 61 歳になっている。そのためもあって第 3 部の内容はすでに古くさくて、第 1 部、第 2 部と較べて格段に見劣りするのを否めない。第 3 部でも章、項の番号は第 1 部、第 2 部に続いているが、ページ番号は続けないで改めて 1 ページから始めている。おそらくページ番号が大きくなりすぎるのを嫌ったのであろう。この理由からか Dalton はこの第 3 部を第 3 部としないで、第 2 巻、第 1 部と呼ぶことにした。それで以前の第 1 部、第 2 部は、

これから第1巻，第1部；第1巻，第2部と呼ばれることになった。第2巻，第1部の巻末にある広告はこうなっている。混乱を避けるために私もこれからこの呼び方に従うことにする。

さて1808年出版「化学の新体系」第1巻，第1部の内容の説明に移ろう。当時この本を購入した読者は期待を裏切られた思いをしたに違いない。全220ページのこの本はDaltonが序文で断わっているように，ほとんど化学に直接関係のない第1章「熱または熱素 (caloric) について」第2章「物質の構成について」が211ページまでを占めているからである。そして「化学の新体系」にふさわしい内容の「化学合成について」は実質5ページに過ぎないのである。まず参考までにDaltonがこのころ自慢にしていた「混合気体」理論のところを見てみよう。第2章「物質の構成について」第2項「混合流体の構造について」のところである⁽¹³⁹⁾。

「次に混合気体についての私の現在の考えを紹介しよう。これはあとの実験による新しい結果のために，最初にこの理論が発表されたときの物といくらか違っている。弾性流体の本質についての研究を始めるとすぐに私は，できる事ならいろんなガスの原子または究極粒子が同温，同圧で同じ大きさ (size or volume) かどうかを確かめる必要があると考えるにいたった。ここで私が究極粒子の大きさと言うのは，弾性流体が純粋なときその占める空間を意味する。だから，ここでの粒子の体積 (bulk) とは，その不貫通性 (impenetrable) の核 (nucleus) とその周りの反発的な熱圏を合わせたものである。混合気体の理論を考えたとき，私は他の人と同じように，混乱した考えをもっていた。それと言うのは当時，私は弾性流体の粒子はどれも同じ大きさと考えていたからである。たとえば，酸素ガスの一定容積は同じ容積の水素ガスと同じ数の粒子を含むと考えていた。そうでなければ，この問題を解くためのデータはなににもないではないか。

しかし，71ページで述べたと同じ推理から（中崎注），私はいろんなガスの粒子は同じ大きさではない，またこれに反する別の理由が出現しない限り，次の考えを根本原理として採用しても差し支えなかりと確信するにいたった。

全ての純粋な弾性流体はある大きさをもった球形粒子である。圧力と

温度がおなじとき、どの 2 種の弾性流体の粒子も同じ大きさではない。

また私には別に疑問に思っていることがあった。熱だけが反発力の原因であろうか。私は反発力を、ある物には作用するが別の物には作用しない、磁気に似た力ではなかろうかと考えるようになった。なぜなら、もし熱が反発力の原因なら、酸素原子が自分たち同士と同じ力で水素原子を反発しない理由がない。とくに両者が同じ大きさの場合にそうである。しかし、もっとじっくり考えたが、私には熱を反発力の原因とする通説を捨て去る十分な理由が発見できなかった。こうして混合ガスの現象は、それらの粒子がともに非弾性的であるという仮説に頼ることなく、しかも上に私が分からないとしておいた反論にも抵触しないで、やはり熱による反発で説明されるかも知れないと考えるにいたった。

純粋な弾性流体のある容積の中の球状粒子の配置を考えると、われわれはこれを散弾を正四角柱に並べたものに近いに違いないと考える。まず 4 つの粒子が正方形を作り水平の層に並ぶ。次の上層ではそれぞれの粒子が下の 4 つの粒子の上に並ぶ。そして、これらの 4 つに対する接触点は水平面、すなわち下の 4 つの粒子の中心をとおる面に対して、上向きに角度 45° をなす。このようにして、圧力は全体に安定し一定に保たれるのである。

しかし、任意の容器の中にあるガスの 1 容と別のガスの 1 容を入れると、ある大きさの弾性球状粒子の表面が別の粒子の同じような面と接触することになる。すると、これら異種の粒子の接触点は角度 40° から 90° までのあらゆる角度をとるだろう。その不揃いから内部運動がおこり、一方の粒子が他方の粒子のなかに弾き出される。このような 2 つの弾性流体の表面が平衡を保つのを妨げる原因はつねにある。これにより、ある粒子はその大きさが異なるために他の粒子とじっくりせず、これら異種の粒子の間では平衡が成り立たない。この内部運動は粒子が反対の壁までいって、その全ての点でそれらが安定に収まるまで続くに違いない。そして、個々の粒子がおたがいの中に均一に拡散して始めて平衡が成り立つ。しかし、開かれた大気の場合はこのような平衡が成り立たなくて、粒子は自分の重さで引き留められるまで上昇し、このようにしてそれぞれ別個の大気 (a distinct atmosphere) を作ってやっと平衡

が成り立つのである。」

（中崎注：窒素 1 容と酸素 1 容から 2 容の硝石ガス（nitrous gas）が生成する）
このように Dalton は始め「弾性流体の粒子はどれも同じ大きさと考えていた」し「酸素ガスの一定容積は同じ容積の水素ガスと同じ数の粒子を含むと考えていた」のである。それがやがて「全ての純粋な弾性流体はある大きさをもった球形粒子である。圧力と温度がおなじとき、どの 2 種の弾性流体の粒子も同じ大きさではない」と考えるにいたった。

さて次に第 1 巻、第 1 部の最後の第 3 章「化学合成について」の説明に移ろう。ここで言う「化学合成」は現在の意味ではない。「化合物粒子の組み立て」ほどの意味で使われている。ここは実質 5 ページの長さであるから、つぎにその全訳を掲げることにする⁽¹⁴⁰⁾。

第 3 章 化学合成 (Chemical Synthesis) について。

「どんな物質もそれが弾性状態（中崎注：気体）にあるとき、その究極粒子（ultimate particles）同士は他の状態に較べてずっと離れている。すなわち粒子は比較的にな大きな空間の中心にあり、重力またはその他の力で進入しようとする他の粒子を、適当な距離に保つことによりその独立を保持している。大気中の粒子の数を知ろうとする試みは、宇宙の星の数を知らうとするのとどこか同じで、それを考えるだけで当惑してしまう。しかし問題を絞って、あるガスの一定容積に限ることにして、その容積を非常に小さく分割すると、粒子の数は有限になるだろう。それは宇宙のある空間の中の星や衛星の数が、無限であり得ないと同じである。

化学分析と化学合成とは一方は粒子を分離し、一方はこれを再結合させるに以上のことはできない。物質を新しく創り出し、また破壊するのは化学作用の範囲の外である。われわれが太陽系に新しい惑星を追加したり、すでにあるのを消滅しようとするのと、水素粒子を創ったり破壊するのは同じである。われわれに起こすことができる変化は、凝縮したり結合したりしている粒子を離し、逆にそれまで離れていた粒子を結合させることだけである。

すべての化学研究の中で、化合物を構成している単体（simples）の相対的重量を決定するのは大変に重要な仕事と考えて当然である。しかし不幸

なことに、これまでの研究はここで終わっていた。しかし、塊のときの (in the mass) 相対的重量から、その物質の究極粒子または原子 (atoms) の相対的重量が推定できるかも知れない。これから多くの他の化合物の中の原子の数と重さが出る。これはさらに将来の研究の助けと指針になり、またその結果のチェックにも役立つであろう。さて私の研究の大きな 1 つの目的は、次のことの重要性と利点を強調するにある。それは単体および化合物の中の究極粒子の相対的重量を確定すること、ある化合物粒子を作っている元素粒子の数を確定すること、およびより複雑な粒子の形成にあずかる、より単純な粒子の数を知ることである。

ここに 2 つの物体 (bodies) A と B があってこれが結合するとき、その結合のおこる順番 (order) は、もっとも単純なものから並べると次のようであろう：

A の 1 原子 + B の 1 原子 = C の 1 原子 (2 元体) (binary)

A の 1 原子 + B の 2 原子 = D の 1 原子 (3 元体) (ternary)

A の 2 原子 + B の 1 原子 = E の 1 原子 (3 元体)

A の 1 原子 + B の 3 原子 = F の 1 原子 (4 元体) (quaternary)

A の 3 原子 + B の 1 原子 = G の 1 原子 (4 元体)

など

われわれの化学合成のすべての研究において、次のような一般則をその指針として採用してもよいであろう。

1. 2 つの物体の 1 つの組み合わせしかない場合は、他にこれに反する理由がない限り、これを 2 元体 と見なすべきである。
2. 2 つの組み合わせがあるとき、その 1 つを 2 元体 と、1 つを 3 元体 と見なさねばならない。
3. 3 つの組み合わせがあるとき、1 つは 2 元体 で残りの 2 つは 3 元体 と考えてよかろう。
4. 4 つの組み合わせがあるとき、1 つの 2 元体、2 つの 3 元体、1 つの 4 元体 と見なすべきである。など。
5. 2 元体 化合物は常に、その 2 つの成分の単なる混合物より重いはずである。
6. 3 元体 化合物は、結合してそれを与える 2 元体と単体の混合物より、

重いはずである。

7. 以上の規則と考察は C と D, D と E など 2 つの組み合わせでも, 同じように適用される。

これらの規則をすでによく知られている化学的事実に適用すると, 次のような結論に導かれる。

1. 水は水素と酸素の 2 元体化合物で, これら 2 つの単体原子の相対的
重量は, ほぼ 1 : 7 である。
2. アンモニアは水素と窒素 (azote) の 2 元体化合物で, 2 つの原子の相
対的重量は, ほぼ 1 : 5 である。
3. 硝石ガス (nitrous gas, 中崎注: 一酸化窒素) は窒素と酸素の 2 元
体化合物で, 2 つの原子の重さはそれぞれ 5 と 7 である。硝酸 (nitric
acid, 中崎注: 二酸化窒素) は作り方によって 2 元体か 3 元体化合物
で, 窒素 1 原子と酸素 2 原子からなり, 合わせた重さは 19 となる。
酸化窒素 (nitrous oxide, 中崎注: 一酸化二窒素) は硝酸に似た化合
物で, 酸素 1 原子と窒素 2 原子からなり, 重さ 17 である。亜硝酸 (ni-
trous acid) は硝酸と硝石ガスの 2 元体化合物で, 重さ 31 である。酸
化硝酸 (oxynitric acid, 中崎注: 一酸化窒素に酸素を加えて作る) は
硝酸と酸素の 2 元体化合物で, 重さ 26 である。
4. 酸化炭素 (carbonic oxide, 中崎注: 一酸化炭素) は炭素 (charcoal)
1 原子と酸素 1 原子からなる 2 元体化合物で, 合わせた重さはほぼ
12 である。炭酸 (carbonic acid, 中崎注: 二酸化炭素) は 3 元体 (と
ときには 2 元体) 化合物で炭素 1 原子と酸素 2 原子からなり, 重さ 19
である。

その他。

これら以上の例ですべての重さは, 水素原子 (atoms of hydrogen) を
1 として表してある。

続く第 2 部では以上の結論が導かれた事実と実験を詳述する。また重要
な物質の究極粒子の構造と重さを推論するにいたった事実と実験をも詳述
する。その中には代表的な酸, アルカリ, アルカリ土類 (earths), 金属,
金属酸化物, 金属硫化物および一連の中性塩など, 一言で言えばこれまで
にまずまずの分析結果を与えた全ての化合物を含む。その結論のあるもの

は私独自の実験で支持されるはずである。

この章で述べられた考えの新しさと重要性にかんがみ、より単純なケースの結合様式を示す図版を添付するのが望ましいだろう。この第1部にはその1例を添えておく。現在までのところ単体 (simple) と考えられている物の元素または原子は、区別できるマークをつけた小丸で表示してある。これらの2つまたはそれ以上を併置して結合を表す。3つまたはそれ以上の気体粒子が1つに結合するときは、同じ種類の粒子同士は反発するから、それに従って場所を決めると仮定すべきであろう。

この「化学合成について」は Dalton 化学的原子論のいわば「かなめ」の箇所である。しかし、ここでも彼の考えが必ずしも明確な形で表現されているとは思えない。

Dalton の書いたもの一般について言えることだが、彼は自分の考えの発展について全くと言ってよいほど触れるところがない。完成した建物の足場を取り払うように、自分の思考過程の足跡を消してしまうのである。この時代の科学者にはこの傾向が強いが、Dalton には特にこれが著しい。Dalton は自分の研究の目的の1つはこうだと言う。

「単体および化合物の中の究極粒子の相対的重量を確定すること、ある化合物粒子を作っている元素粒子の数を確定すること、およびより複雑な粒子の形成にあずかる、より単純な粒子の数を知ることである。」
しかし本当は反対で、まず「化合物粒子を作っている元素粒子の数を確定」しなければ、究極粒子の相対的重量を分析値から計算できない。そのうえ相対的重量というからには、ある基準の究極粒子のそれを1としなければならない。ところが Dalton は説明の終わるころになって始めて「水素原子を1として表してある」とことわる。

さて前提である「化合物粒子を作っている元素粒子の数」はどのようにして知るのか。Dalton はこれを「勝手に」決めるのである。この極端なまでの「無邪気さ」「単純さ」と、これを平気で打ち出す「大胆さ」が Dalton 化学的原子論の成功の鍵とも言えるであろう。

少しあとになるが John Herschel は彼の「自然科学研究序論」(1830)の中で次のように言っている⁽¹⁴¹⁾。この本は C. Darwin も愛読した。

「反対がない訳ではないが、それだけで物理的真理の上位に位置する、原子論を特徴づける極端なまでの単純さが Dalton 氏をして、それをもっとも一般的な形で発表させたのである。それは、細かな下部法則から手間をかけて帰納するという、やっかいな下部段階を経ないで、ただ数例を考察しただけで達成された。」「偉大なまた計り知れない進歩を、ほとんど知的な努力を払うことなく、ポンとわれわれの自然認識の中にもたらした、このような例は科学の来たるべき進歩に対するわれわれの希望を高めてくれるのに役立った。それはまた、天地創造の調和にもっとも適うものとして発見された、もっとも単純で分かりきったこの組み合わせが、周囲の複雑さは進むに連れて増大するのではなくて、反対に困難さが減少するのだという、喜ぶべき期待を抱かせてくれたことにもよるのである。」

この「勝手に」決めた 2 元体、3 元体などに従って彼は酸素、窒素、炭素原子の相対的重量を計算する。水は水素と酸素の化合物である。このころ水素と酸素の化合物は水しか知られていなかった。すると水は AB で表される 2 元体 (binary) である。こうして当時の水の分析値から酸素原子の相対的重量は 7 となる。ここでも Dalton は「分析値から」とは書かない。「化学合成について」の最後に付録にある図版 4 についての言及がある。

「現在までのところ単体 (simple) と考えられている物の元素または原子は、区別できるマークをつけた小丸で表示してある。これらの 2 つまたはそれ以上を併置して結合を表す。」

巻末の図版 4 には水素から始まり水銀に終わる 20 単体について丸印記号がある。この中で Dalton が単体として挙げている「マグネシア」「石灰」「ソーダ」「ポタッシュ」「ストロンチア」「バリタ」の 6 つは酸化物であって単体ではない。また鉄、亜鉛、銅、鉛、銀、白金、金の 7 種の金属の記号では、丸印の中に対応する英語の頭文字、I, Z, C, L, S, P, G が記入されている。

これら 20 単体丸印記号のあとに、水に始まり砂糖に終わる 17 化合物の「構造式」がある。Dalton によるとこれらは単に組成を表すだけでなく「立体構造」も表しているのである。これは「化学合成について」の最後の言葉から分かる。

「3 つまたはそれ以上の気体粒子が 1 つに結合するときは、同じ種類の粒子同士は反発するから、それに従って場所を決めると仮定すべきであろう。」

彼は原子、複合原子（分子）の記号を単なる記号としてでなく、実在のスケッチとして描いているのである。

この図版 4 には「説明」がついていて、ここに「単体」20 原子についての相対的重量が与えられている。これらはすべて小数点以下端数のない整数であるのに注目すべきであろう。1803 年発表のとき、水素 1 以外にはすべて小数点以下の端数があった。これも第 1 巻、第 2 部、図版 5 で炭素だけではあるが 5.4 となって端数が復活することになる。

元素や化合物を記号で表す考えは錬金術者の伝統をつぐもので Dalton の創案ではない。丸印の中に記号を入れる仕方は、おそらく Dalton も読んだに違いない de Morveau, Lavoisier, Berthollet 「化学命名法」(Méthode de nomenclature chimique) (1787) の付録に例がある。この本は Lavoisier が彼の「化学要論」(1789) 出版の前提として着手した新しい命名法体系を解説したものである。この本の付録に J.H. Hassenfratz と P. A. Adet の 2 人が考えた「化学記号の新体系」(Nouveau système de caractères chimiques) がついている⁽¹⁴²⁾。彼らは非金属を半円形などの記号で表したが、金属には丸印の中に金属のラテン名の頭文字を入れて記号とした。それで Dalton の記号と違って鉄 (F), 鉛 (P) などとなっている。

また彼らはマグネシアのように単体と考えられないものは 3 角形の中に、化合物には 4 角形の中に文字などを入れて記号とした。ただ Dalton がこれらフランス人たちと違うのは、Dalton の丸印記号は「原子の姿」(現在の分子) を表現した、いわば分子模型である点である。

14. 第 2 回王立研究所公開講義 (1809-10 冬)

Dalton 「化学の新体系」には、かなりの反響があった。それで王立研究所では 1809 年暮れから Dalton に 2 回目の公開講義を依頼することにした。第 1 回のときが 1803 年 12 月からであったから 7 年ぶりである。講義は 1809 年 12 月 21 日から始まり翌年 1810 年 2 月 3 日まで 20 回行った。このときの Dalton 自筆の原稿は Roscoe がマンチェスター学会に保

存されていた「Dalton papers」の中に「好運にも」発見し、その中の「化学元素」(Chemical Elements) のところを Roscoe 「ドールトン伝」の中に再録してくれているので見る事ができる⁽¹⁴³⁾。20 回講義の始めの方は力学、気体など一般物理学に関するもので、第 15 講と第 16 講が例の「熱の理論」に当てられている。そして最後の第 17 講 (1 月 27 日)、第 18 講 (1 月 30 日)、第 19 講 (1 月 31 日)、第 20 講 (2 月 3 日) の 4 講が「化学元素」に当てられている。

第 17 講は「化学元素」全体の序文にあたるところで、この中で Dalton は珍しく自分の考えの発展の時間的経過を紹介し、その始めの方で Newton 「プリンキピア」にある原子論に触れている。Dalton の化学的原子論も基本的には、彼が愛読した Newton の著書にある原子論を踏まえているのである。Newton 原子論は Newton 「光学」Book 3, Part 1, Query 31 の中で明確かつ具体的に述べられている⁽¹⁴⁴⁾。

「私はおそらくこうではないかと思う。創め神は物質を固体で、重さのある、硬い、貫通できない、動ける粒子 (particles) から作り給うた。それは神の目的にもっとも沿うように、大きさ、形、性質、そして分布をもっている。これらの始原的粒子は固体であるから、それらからなる粗なる物質のどれよりもずっと硬く、すり減ったり破片に砕けたりはしないし、神自身が創造の初めに一つに作り給うたこれらは、ふつうの力では分割できない。これらの粒子はそのままであり続け、永久に同じ性質と同じ構造 (texture) の物質を作り続ける。しかし、この粒子が万が一にもすり減ったり砕けると、これらから成り立つ物質の性質は変わってしまうであろう。すると、これらのすり減った古い粒子や破片からできる水や大地は、もはや始原のままの粒子からなる水や大地とは、その性質や構造が同じではない。それゆえ自然が永続的であるためには、物質の変化はこれらの永続的な粒子の、いろんな状態すなわち新しい結合と運動によってのみ生じなければならない。化合物 (compound bodies) の分解はこれら硬い粒子の真ん中では起こらずに、これらの粒子が並んで数カ所だけで接触している場所でだけ起こるであろう。」「神は物質粒子をいろんな大きさと形、そして空間の中のいろんな分布に、またいろんな密度と力をもたすように作ることができ給うたのだ。」

さて Dalton 「化学元素」第 17 講は彼の「化学的原子論の発想」に関連してよく引合いに出されるから Roscoe 「ドールトン伝」の中のこの箇所の全訳を次に掲げることにする⁽¹⁴⁵⁾。

「化学元素 (chemical elements) とその結合という主題の連続講義は、おそらく多くの人びとには大変に新奇であり重要であると思われるかも知れませんが、これから述べようとする結論にまで私が導かれた思考と実験の流れについて、簡単な歴史的スケッチを説明しておくのがよいと思います。長く気象観測に従事し、大気の性質とその組成について考察を重ねてまいりましたので、次のことがよく気になりました。2 つまたはそれ以上の弾性流体 (elastic fluids) の混合物である複合 (compound) 大気が、見かけ上は均一な形をとり、すべての力学的性質において単一大気と同じなのはなぜだろう。Newton は『プリンキピア』第 2 巻、命題 23 において、弾性流体は物質の微粒子または原子からなり、これらは距離の減少につれて増加する力によって、たがいに反発しあっているのだと明快に証明いたしました。しかし、大気が比重の異なる 3 つまたはそれ以上の気体からなるとする近時の発見に対して、この Newton の命題がどのように適用されるのかを私は知らないのです。

もちろん Newton もこんなケースを想定していなかったでしょうが。

このような大気の複合的性質を発見した Priestley 博士も同じ困難にぶつかりました。酸素ガスのほうが重いのに、どうしてこれが大気の底に気体の層 (stratum) をつくらないのか、また窒素の方が大気の上部に層をつくらないのかを理解できませんでした。確かフランス人だと思いますが、大陸の化学者たちはこの難問を解決いたしました (彼らはそう思っているのです)。化学的親和力 (chemical affinity) によるとするのです。あるガスは別のガスの中に溶かされます。そしてこの化合物はまた水をも溶かすのです。こうして蒸発、雨などが説明できます。この水を溶かす空気の考えは長く通説でありまして、当然あるガスは他のガスを溶かすのだという考えが受け入れられるのに道を開きました。しかし、あるガスが別のガスと混合するとき、明確な化学結合の痕跡 (marks) などなにもないと反論されました。それに対する考えはこうです。その親和力は非常に弱い (slight) もので、多くの場合に見られるよ

うな強力な種類ではない。ついでに言うておきますが、この説は私の見るところ現在、あるいはごく最近までヨーロッパの大部分の化学学派の通説だったのです。

この大気の化学説と、反発する原子または粒子を想定する Newton 学説とを、仲直りさせるまたは適合させる目的で、私は紙の上で私の原子を結び付ける作業にかかりました。私は水原子 1 つ、酸素原子 1 つ、窒素原子 1 つを結合させ、紙の上でこの周囲を熱圏 (atmosphere of heat) で囲みました。この作業を繰り返すと、すぐに水粒子が不足するのに気が付きました (大気の小部分に過ぎないからです)。次に私は酸素原子と窒素原子を 1 対 1 で結合させましたが、すぐに酸素原子が不足しました。それで私は残った窒素粒子全部を混合物の中に押し込みました。そして、これでどのようにして全体の平衡が保てるかを思案し始めました。

例の水、酸素、窒素の 3 元化合物が一番重いので最下部に沈み、酸素と窒素の 2 元化合物は中層に、窒素は最上部に浮かぶ傾向がありました。私は重い粒子の周囲の翼 (wings) を伸ばすこと、すなわち周りにもっと熱圏をつけることで、この粒子を容器のどこにでも浮かべるようにして、この欠陥を克服しようとしてしました。しかし、残念ながらこの改良は全混合物を窒素ガスと同じ重さにしてしまいました。この状態は一瞬も保てません。つづめて言えば、私は大気の化学的構成仮説を現実には合わないものとして放棄せざるを得なかったのです。残るのは 1 つだけです。すなわち水、酸素、窒素の個々の粒子を熱圏で囲み、混合物のときも単体のときも、これら 1 つ 1 つを反発の中心と見なすのです。しかし、この仮説も同じような困難に出会いました。まだ私の酸素は最下部に、私の窒素は中層に、私の水蒸気は最上部に浮びそうなのです。

1801 年にこれらの困難を回避できるある仮説を思い付きました。この仮説はある原子は他の種の原子と反発しないで、自分と同じ種類のものだけを反発すると言うものです。この仮説はあるガスが他のガスの中へ、それらの重さ (specific gravities) に関係なく拡散して行くのを非常に容易に説明し、どんな混合ガスでも Newton 理論と完全に調和させられます。ガス混合物の中のすべてのガスの原子は、自分と違う原子と

は無関係で、隣接する自分と同じ種類の粒子に対する反発の中心なのです。この、すべてのガス（中崎注：原子）はその力を結集して、大気圧や自分に加えられる圧力に対して対抗するのです。

この仮説はうまく応用できるようですが、ありそうもない部分を含んでおりました。われわれは、ガスの種類に応じて別べつの種類の反発力を考えねばなりませんし、ある場合には熱は反発力でないと考えねばなりません。これは、ありそうにない立場です。さらにまた私は『マンチェスター紀要』に発表しておりました一連の実験から、ガスのおたがいの中への拡散は、かなりの力を伴った遅い過程であるのを発見いたしておりました。

この問題を熟考しているうちに、私は弾性流体の粒子の大きさの差について、いままで考慮を払ってないのに気が付きました。私の言う大きさとは、中心の硬い粒子とその周りの熱圏を合わせたものです。たとえば、もし気体の同じ容積の中の酸素原子の数と、同じ容積の中の窒素原子の数が正確に同じでないとしますと、酸素粒子の大きさは窒素のそれと違わねばなりません。もし反発力が熱その物としますと、大きさが違うと、これらの違う大きさの粒子が押し合うのでは平衡が成り立ちません（図版を見よ）。

この考えの方は1805年に思い付きました。そして、私はすぐ、いろんな弾性流体の粒子の大きさは別べつであるに違いないのを発見いたしました。窒素ガスの1容（measure）と酸素ガスの1容が結合すると、ほぼ2容の硝石ガス（nitrous gas）ができるでしょう。しかし、この2容は窒素または酸素の1容より多くの硝石ガスを含むことができないでしょう（図版を見よ）。こうして、いろんな種類のガスはどれも、その原子の大きさ（size）が違うと考えられます。このようにして、よく知られている熱による反発力以外を仮定しないでも、全てのガスが他のガスの中へ拡散してゆく理由がわかります。このようなのが、今のところ私が弾性流体の混合物の構成について抱いている見解なのです。

同じ温度、圧力において、いろんな弾性流体の粒子の大きさが違うのが分かりますと、それらの原子の相対的な大きさと重さ、さらに一定の容積の中の原子の相対的な数を決定するのが問題となります。また、こ

れからガスの結合，その結合にあずかる原子の数が分かります。これらの詳細は順序を追って詳しく説明いたします。弾性流体以外の物質，すなわち液体，固体も，それが弾性流体と結合するので研究の対象となりました。このようにして，おたがいの間でいろんな結合をする，すべての化学的原子（chemical elementary principles）の数と重さ（中崎注：相対的）を決定するための一連の実験を開始いたしました。」

1月30日第18講では始めに，これまで使ってきた「究極粒子」の代わりに「原子」を使うと表明している⁽¹⁴⁶⁾。

「これまで私はこれらの究極粒子（ultimate particles）を言い表すのに，粒子（particle），分子（molecule）やその他の微小用語よりも，原子（atom）と言う言葉を採用しています。その理由は，これがもっとも表現力に富み，しかも他の言葉にない非分割（indivisible）という意味を本来的に含んでいるからです。さて，私が複合原子（compound atoms）という言葉を使うのは，この原子の使用をあまりにも拡大し過ぎていると，あるいは言われるかも知れません。たとえば私は炭酸（carbonic acid）の究極粒子を複合原子と呼んでいます。この原子は分割できるかも知れません。しかし，その分割によってこれは炭素（charcoal）と酸素に分かれて炭酸でなくなってしまう。こう言う訳で，これを複合原子とよんでも矛盾はなく，私の意味するところが誤解される恐れはないと考えています。」

そして，このあとで水，アンモニア，酸化窒素などを例にして「原子の相対的重量」の計算方式を説明する。このころの Dalton 講義メモ「化学合成」のところに「粒子2個展示」とある⁽¹⁴⁷⁾。これは友人 Ewart に頼んで作ってもらった直径1インチほどの木製ボールで色が塗ってあった。

また穴が開けられていて，ピンで連結できるようになっていた⁽¹⁴⁸⁾。

1月31日第19講は前講の続きで，炭素，イオウ，リン，金属について相対的重量計算の説明がある。2月3日第20講も第19講の続きであるが，最後ということで自分の「美しくて単純な」理論を完成させるための覚悟のようなものを開陳している。これから半隠退生活（comparative retirement）に入り自分の理論の完成のための分析データを集めるつもりだと言う。

15. 原子論発表以後の Dalton の晩年

このように Dalton は 1810 年以後は原子論の基礎固めに専念して、自分でも言っているように半隠退的な研究生活を送るようになった。このあと創造的な業績を全くといてよいほど発表していない。それで以下に、この 1810 年 (44 歳) から彼の死 1844 年 (78 歳) にいたる 34 年間の生涯の主な出来事だけを駆け足で辿ることにする。

王立研究所第 2 回公開講義 1810 年 Dalton は Davy から王立学会会員に立候補するように勧められたがこれを断わった⁽¹⁴⁹⁾。彼が正式に会員に選ばれるのは 12 年もあとの 1822 年になった。Dalton は貴族的な雰囲気 of 王立学会を嫌ったようで、王立学会誌に報告したのは 3 報だけである。

1810 年 11 月 15 日 Davy が王立学会 Baker 講演で塩素の元素性について報告した。彼の優れた業績の 1 つに数えられる仕事である。

王立学会誌の印刷は年を越えて 1811 年となったが、脚注で Davy は次のように書いた⁽¹⁵⁰⁾。

「王立学会への最近の報告の中で、私は水が酸素 1 粒子 (particle) と水素 1 粒子からなるという仮説の最初の提唱者は Dalton 氏であるとした。しかし、そのあと私は 1789 年 William Higgins 著『フロジストン説と反フロジストン説の比較研究』(A Comparative View of the Phlogistic and Antiphlogistic Theories) の中で、この見解が述べられているのを発見した。」

William Higgins (1762–1825) はアイルランド Dublin の化学者で、彼のこの説は叔父 Byran Higgins (1733–1818) の影響を受けていると言われる⁽¹⁵¹⁾。叔父 Byran のロンドン Soho にあった薬局には Priestley も薬品を買いに寄ったそうである。「フロジストン説と反フロジストン説」は同じ年に出版された Lavoisier 「化学要論」の反フロジストンの立場を支持したものである。この本で Higgins は粒子 (particle) の化学結合に触れ、結合能力は粒子間に分配されるから、1 つの粒子に結合する粒子の数が多くなると結合が弱くなって、多粒子結合体は不安定で存在しないだろうと主張した。しかし、Higgins は Dalton と違って各粒子の相対的重量についてはなにも言っていない。Dalton は Davy の Baker 講演報告を読むまで Higgins の本を知らなかったようである。W.C. Henry 「ドールトン伝」

によると、彼の父 William Henry は次のように言っていたとある⁽¹⁵²⁾。

「ある日のこと Dalton 氏を訪ねると、彼が 1811 年王立学会誌 15 ページの Davy の報告を読んでいた。Dalton は驚いていて、私に Higgins の本を見たことがあるかと聞いた。私は見たどころか私の本の中で引用したことまでであると答えて、彼にその本を貸してやった。」

このように Dalton は Davy の報告が出る 1811 年まで、Higgins の本のあることさえ知らなかったのである。Higgins は優先権を主張し、1814 年には「原子論についての実験と観察」を刊行し、この中で「物質の究極的粒子の相対的重量を確定しようとした最初の人物」は自分であると主張した⁽¹⁵³⁾。Davy 論文の影響もあって、当時「原子論を化学に始めて応用した人物」として Higgins を挙げる人はイギリスはもちろん大陸にも多かった。たとえばコロイド化学の創始者 Thomas Graham (1805–69) はその著書 (1829) の中で、最初の人「Dublin の Higgins 氏である」と明言している⁽¹⁵⁴⁾。さらに John Herschel でさえ晩年に書いた「科学のやさしい講義」(1866) の中でこの Graham の意見に賛成している⁽¹⁵⁵⁾。全 507 ページのこの本は 14 講に分けられていて、その第 11 講「原子について」は対話形式になっている。

この中で質問者 Hermione に答えて Hermogenes は次のように言う。

「Hermione 『これらの原子について話して下さい。Dalton の原子論 (atomic theory) に関係があるように思えるので、とくに興味がそそられるのです。』

Hermogenes 『どうか Higgins の原子論と行ってください。』」

1951 年になってからでも放射化学の創始者 F. Soddy (1877–1956) は Graham 説を支持した⁽¹⁵⁶⁾。そもそも、どこまでを「原子論の化学への応用」と定義するかが問題なのである。

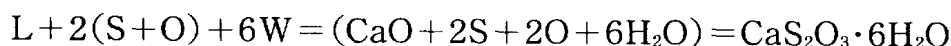
1812 年夏スウェーデン化学者 J.J. Berzelius (1779–1848) がイギリスを訪問した⁽¹⁵⁷⁾。彼は始めフランスから招かれていたのだが、折りからの Napoleon ロシア遠征の煽りをくって急遽イギリス訪問に切り替えたのであった。Berzelius はこのあと彼の精密な化学分析によって Dalton 化学的原子論を強固な実験的基礎のうえに構築するのに大きく貢献したが、このときのイギリス滞在で Dalton とは会わなかった。しかし彼らは手紙のや

り取りをされていて、Berzelius のフランス語の手紙が残っている⁽¹⁵⁸⁾。1816 年になって Dalton はフランス科学学士院の外国通信員に選ばれた。彼が国際的に認められた証拠である。そして次の年、1817 年にマンチェスター学会の会長に推薦された。彼も地方の名士の 1 人になったのである。会長職は 1844 年彼の死の年まで勤めた。学会の運営は順調であった。これは彼の名声の結果でもあろうが、人徳にもよるところが多かったと思われる。規則に厳しい Dalton は会員の時計商 P.Clare に頼んで講義室に最高の時計を寄付してもらった⁽¹⁵⁹⁾。この時計は午後 9 時にアラームが鳴るようにしてあった。例会の終わりが午後 9 時だったのである。Dalton の日常生活も同じように規則的であった。毎朝、実験室の外にかけてある温度計の目盛りを読むために Dalton が窓をあける時刻を、近所の主婦が時計代わり使ったというほどである。Dalton は生涯にこのマンチェスター学会で 117 編の口頭発表をした。なかには流会になるのを防ぐためだけのものも混じっていたらしく、「マンチェスター学会誌」に印刷されたのはこの中の 26 編だけである。

1818 年 Davy に頼まれた John Ross (1777-1856) の南極探検に参加する件は断わったが、1822 年王立学会会員に選ばれたとき Dalton はもう断わらなかった。1820 年から Davy が王立学会会長だった。

1819 年 Herschel の「ハイポ」研究が発表された⁽¹⁶⁰⁾。このなかで彼は「次亜硫酸ナトリウム」(現在のチオ硫酸ナトリウム)の水溶液が難溶性のハロゲン化銀を「砂糖が水に溶けるように」溶かすと報告した。

報告の中にカルシウム塩の分析結果がある。Herschel はこのカルシウム塩の組成を次の左式のように書いた。



イオウ (S) 酸素 (O) までは現代風であるが、石灰 (lime, CaO) を「L」、水 (H₂O) を「W」と書いている。だから、左式は中央の式を使って、現代風の右式に翻訳できる。1820 年には Herschel の有名な「左右水晶の旋光性」研究が発表された。この仕事が Pasteur の処女作「分子左右鏡像性」(1848) 発見にまでつながるのである⁽¹⁶¹⁾。

1822 年夏になって Dalton はフランス科学学士院に招かれて初めての外国旅行をした。パリではフランス科学界の錚そうたる名士 Laplace,

Berthollet, Gay-Lussac, Thénard, Arago, Cuvier, Dulong, Ampèreらに歓迎され、後年 Dalton はこのときの楽しかった様子をよく話題にした⁽¹⁶²⁾。この年の8月 Herschel が友人と大陸旅行をしている間に父親 大 Herschel (84 歳) が死亡した。Dalton も 1825 年7月になって Kendal の恩人 Gough (68 歳) を失った。

この年イギリス王 George4 世が「Royal」メダルを制定し、その第1回目が 1826 年に Dalton に授与された。11月30日の授賞に先だって当時の王立学会会長 Davy が講演した。この中で彼は Dalton の業績を天文学における Kepler にたとえ、「ふつうに原子論と呼ばれる、定比例則の化学理論の発展に寄与した功績」(for the development of the chemical theory of definite proportions, usually called the Atomic Theory) に対する褒賞だといった⁽¹⁶³⁾。

1827 年に 17 年ぶりに「化学の新体系」第2巻、第1部が刊行された。Davy (51 歳) が旅行先のジュネーブで客死したのが 1829 年5月29日である。1830 年には Johns 家が引っ越したので、Dalton は足掛け 27 年もいたこの家を出て近くの Falkner 街 26 番地に移った。ここでは家政婦を雇って家事をしてもらい、16 歳下の友人時計商の P. Clare も世話をやいてくれた。この年にはまた Dalton がフランス科学学士院外国会員 8 人の 1 人に選ばれた。死亡した Davy の後任である。Dalton に与えられた最高の栄誉といえよう。1832 年夏オックスフォードであった英国科学振興会のとき、この大学から「D.C.L」学位を授けられたことは色盲のところですでに述べておいた。Dalton は王立学会には冷淡であったが、科学振興会には力をいれ、夏の大会には必ずといってよいほど参加した。

次の年、1833 年2月 Johns 家の娘 Catharine に書いてやった自筆の履歴書については、この小論の冒頭ですでに紹介した。Catharine 嬢はまた Johns 家における Dalton の日常生活の生き生きした描写を書き残している⁽¹⁶⁴⁾。おそらく Dalton 50 歳から 60 歳にかけての記録であろう。

16. Dalton の死 (1844 年7月27日) まで

1822 年フランス旅行のとき、Dalton はパリ科学者たちの豊かな暮しと、その豪華な実験設備に目を見張ったに相違ない。これとは反対に Dalton

を工業都市 Manchester 市に訪ねたフランス科学者たちは一様に、Dalton の暮しぶりに驚いたに違いない。訪ねてきたのは Biot や P. J. Pelletier (1788-1842) で、1826年にやって来た Pelletier についてこんな話が残っている。彼がこの工業都市で高名なこの科学者をやっと捜し当てたら、Dalton は裏町の建物の小さな部屋で子供に算数の四則を教えていた。

Pelletier がフランス語で挨拶すると、Dalton は「この子の計算を直すまで、そこに座って待ってて下さらんか」と答えた⁽¹⁶⁵⁾。

1833年5月20日付けで、Herschel が Dalton の色盲について書いた手紙のことは、これも色盲のところで詳しく説明しておいた。Herschel 一家はこの年の11月にロンドンを出発して南アフリカ喜望峰に出かけ、帰国するのは5年あとの1838年5月になってからになった。

1833年 Dalton は67歳である。この歳になってやっと彼にイギリス政府から150ポンドの年金が下りることになった。年金の申請は1829年 Herschel の友人で「計算エンジン」で知られたケンブリッジ大学教授 C. Babbage (1792-1871) や W. Henry が、当時の C. Gray (1764-1845) 内閣に運動していたが物にならなかった。しかし Henry の書いた名文の推薦状が効いたのか、4年後1833年になって許可されたのである。Henry はこの中で「詩人や歴史家には与えられているのに」40年も研究を続けている最高の自然科学者に年金が与えられないのは納得できないと訴えた⁽¹⁶⁶⁾。年金は3年あとの1836年になって250ポンドに増額された。年金が公表されたのは1833年夏ケンブリッジ大学であった英国科学振興会の会長挨拶の中である。このときは Dalton も出席していて、人びとは Trinity カレッジのチャペルにある彫刻家 L. F. Roubiliac (1695-1762) 作の Newton 像に Dalton が似ているのに驚いたと伝えられる⁽¹⁶⁷⁾。

1834年に兄 Jonathan が脳卒中で死亡した。Dalton は年金と兄からの遺産でかなりの財産を所有するようになったらしく、始めて銀のサジの1揃いを買った。この年にはあとで「熱の仕事当量」測定で有名になる J. P. Joule (1818-89) が16歳で Dalton の塾に入ってきた⁽¹⁶⁸⁾。Dalton は自分も脳卒中で倒れた1837年からは生徒を教えなかったから、Joule がいたのは3年だけである。それでも彼らは一緒にそのころ Manchester にいた Lyon Playfair (1818-98) の有機化学の講義を聴講にいったそうである。

Joule も生涯 Dalton と同じく素人科学者であった。1834年5月に Dalton が大理石像製作のモデルにロンドンへ出かけたこと、国王 William 4 世に謁見が許されたことなどはすでに述べた。このときは、ついでに王立研究所に Faraday を訪れた。Faraday は大理石像掘金名簿の先頭に署名してくれていた⁽¹⁶⁹⁾。

1837年 Dalton は71歳である。Dalton は少し猫背であるが、中年まで中肉中背の頑健な体を保っていた。この彼がこの年の4月18日突然兄と同じ脳卒中の発作に襲われた。それでこの年の夏 Liverpool であった英国科学振興会には出席できなかった。

脳卒中の原因をそのころ発表された Berzelius 元素記号に求める説もある⁽¹⁷⁰⁾。Dalton は Graham に書いた手紙で次のように訴えている。

「Berzelius の記号にはゾットします。化学を学ぶ若い人がこれに慣れるのには、ヘブライ語を習うようなものです。彼の記号はまるで原子のゴッチャ混ぜです。」「これは専門の科学者を困惑させ、初心者のやる気を失わせるだけでなく、『原子論』の美しさと簡潔さを曇らせるものであります。」

この大会には Liebig も招かれて講演し、Liebig はあとで Manchester まで来て弟子の W.C. Henry と会った。卒中発作の回復に半年かかったが、完全とはいえ翌年にはまた軽い発作がおこった。Dalton は体が不自由になったが、それでも実験を続けていたようで、このころ友人に次のように書いた⁽¹⁷¹⁾。

「私は化学実験をなんとかやっています。しかし、いつもよりは時間が3倍も4倍もかかり、計算にも時間をとられます。」

これから判断すると知能にも障害がおよんでいるようである。実験ノートには1839年7月まで記入がある。

1839年 Dalton は73歳である。この年、彼は珍しく王立学会誌に研究論文「リン酸塩とヒ酸塩について」を投稿した。しかし、これはかなり変調をきたした彼の頭脳の所産らしく支離滅裂のところが多くて、王立学会では Dalton の名誉のために掲載を拒絶した。なにしろ、この時期になってもまだ「ソーダ」を元素と書いているのである。それでも Dalton は1840年になってこれを自費出版した。この中で彼は「Cavendish, Davy,

Wollaston それに Gilbert も今はない」と書き、このあと本文とは関係のない Davy に奨められて王立学会会員になった経緯まで書いた⁽¹⁷²⁾。ただ Dalton がこの報告の中で現在の言葉で言う分子模型を使って、リン酸塩とヒ酸塩の比較をしているのは注目されてよい⁽¹⁷³⁾。

「30年ほどまえに私の指示に従って、友人 Ewart 氏が直径1インチほどの同じ大きさのボールをいくつか作ってくれた。これを私はずっと使っていて、ときどき生徒にも見せている。ある物はその上に12個の穴を、また他のものは8個の穴を等距離にあけてあり、これらの穴には他のボールと連結させるためのピンが差してある。」「さて、この反発はA原子1個に対する2個のB原子の間ではじめておこり、このとき2個のB原子は180° (diametrically) に配置される。A原子1個に対してB原子が3個になると、B原子は120° 離れるだけだから反発は増大し、B原子4個のときは距離が僅か90° に過ぎないので反発はさらに増大する。このようにして反発は原子の数に比例して増大する。」

このように連結ピンをさす穴は原子同士の反発を考慮してあけてあった。立体分子模型の元祖と言えるかも知れない。Berzelius の記号は化学組成を簡便に表記するためだけの記号であったが、Dalton の丸印原子記号はこのように「構造」も表現するものと言ってよかった。

Dalton が講義につかた木製原子模型は元素ごとに色を塗って区別してあった。それで「Dalton の原子論を説明せよ」という設問に、生徒が「Dalton 原子論とは、いろんな色に塗った木の塊で、Dalton 博士が発明したものです」と答えたと言う笑い話が残っている。

76歳になった1842年夏の英国科学振興会が地元のManchester市であった。Dalton は会長に推されたが、言葉がすでに不自由で残念ながら辞退せざるを得なかった。

1844年5月Dalton はまだ満78歳になっていない。この20日にまた軽い脳卒中が彼を襲った。しかしDalton は彼の家計簿 (Books of Accounts) に7月15日まで記入した。ただ最後の字は文字とはいえないようなものだった。そして、そのあと10日ほど経った7月27日 (土) 朝Dalton がベッドから落ちて床の上に意識不明で横たわっているのを家政婦が見つけた。「色盲研究」のG. Wilson 「ドールトン追悼記」に次のよう

にある⁽¹⁷⁴⁾。

「(1844年)7月26日金曜日、Daltonは9時15分ごろ部屋に帰ってきた。そして気象観測を記入するノートがいつも置いてある机に向かって、ノートに9時の気圧計、温度計その他の数値を書き入れた。参考欄には昼間に少し降った雨を記入しようと『little rain』と書いた。彼の召使はDaltonの手がいつになく震えているのに気が付いた。彼はほとんどペンが持てないのである。ノートにある震えた文字とインキのシミは、彼の力が急速に衰えていくことの明らかな証拠である。しかし、彼のペンの最後の運びには、いつもと同じ注意深さが見て取れる。『little rain this』とまで書いて、彼は文章が完結してないのを知り『day』と書き加えた。この文字が彼の震えるペンが書き記した最後の文字である。」
「朝早く家政婦が無意識状態の彼を発見した。そして医師が呼ばれるまえに、Daltonはもがいたり、うめき声を出すことなく、ちょうど幼児が眠りにつくように、意識のないままに息を引き取った。」

Daltonの遺言に従って次の日に行われた彼の眼球と脳の解剖についてはすでに説明してある。Daltonの遺骸は暗くしたManchester市「Town Hall」に4日間安置され、4万人もの市民がこれに哀悼の意を捧げた。葬儀は8月12日になり、この日は100台もの馬車が「Ardwick」墓地に向かうDaltonの遺骸を収めた棺に従い、沿道の店の多くは店の戸を閉めて弔意を示した。Daltonは始め遺言してオックスフォード大学に化学講座を創設する基金に2000ポンドを寄付することになっていたが、あとで書き直して30年近くも下宿させてくれた旧友William Johnsとその一家に遺産の大部分を贈ることにした。このころDaltonとほとんど歳の違わなかったJohnsは老境に入り金に困っていたのである。

大分あとになるが1851年「Owens College」が創設されたとき、Manchester市は4000ポンドの募金を集めて、この学校で化学を学ぶ研究生に与える「ドールトン奨学金」(Dalton Scholarship)をつくった。このころ科学研究に対する奨学金はどの大学にもなかったのが珍しがられた。Daltonの名前を冠したこの奨学金は「Owens College」の後身である現在の「Victoria University of Manchester」(1880)にまで引き継がれている。またイギリス化学会はDaltonの業績を記念して、その会誌の「無機化

学部門」に Dalton の名を冠している。

最後に Dalton の性格について纏めておこう。Dalton の日常生活は退屈なほど規則的であった。礼拝に出席する日曜日と、木曜日の午後から郊外へボーリングに出かける以外の週日は、朝食まえに道を隔てた学会の実験室へ行って火をつけ、Johns 家にかえって朝食をしてから実験室へ出かけ、9時から昼遅くまで仕事をした。家へかえって昼食をとったあとはまた実験室へ行って、5時のお茶に帰るのを除いて晩9時までここで過ごした。夜はでみんなと軽い夕食をとり、煙草をふかしながら団欒し12時ころに就寝した。日曜日の礼拝のときはクエーカー教徒独特の服装をしたが、このとき細心の注意を払って身なりを整えた。ふだんの服装もキチンとされていて貧弱なところは少しもなかった。当時から Dalton は「ケチ」だと噂されたが、勤勉質朴なクエーカー教徒の常として、無駄な金を使わなかっただけである。記録好きでもあったから、子供のときから家計簿は細かくつける習慣だった。しかし身よりのない遠い親戚の老婦人に援助の金を送るのには躊躇しなかった。実験装置には洗ったインキ瓶をよく使ったが、目的を達するのにはこれで十分だと思ったからそうしたに過ぎない。講義実験用の器具の購入に200ポンドを使ったことはすでに述べておいた。王立研究所の20回公開講義の謝礼が旅費込みで85ポンドだった時代である。蔵書にしても「私がいままでに持っていた本は頭の上に載せられる」ほどだと言った伝えられている⁽¹⁷⁵⁾。マンチェスター学会図書館を自分の書斎のように利用できたのだから当然とも言えるが、もちろんこれは彼独特の冗談で Dalton が残した本は700冊以上もあったらしい。

また Dalton の「実験下手」も伝説になっている。彼の化学実験技術は全くの自修であったから、「指先の天才」(genius of finger tips) と呼ばれた Wollaston は別にしても、Gay-Lussac や Berzelius の実験と較べて彼らより正確で巧みだったとは決して思えない。かといって Dalton が不正確な結果ばかりを報告しているわけでもないだろう。ただ正規の指導を受けなかった独学の地方人にあり勝ちな、独断的で自説に頑固に固執し、他人の意見や見解を素直に受け入れない欠点があったのは否めない。

すでに書いておいたように Dalton は「化学の新体系」第1巻、第2部

の序文で「他人の結果をそのままに受け入れたため私は何度も道を誤った。それで私は自分の実験で確かめたもの以外はなるべく書かないように決心した」と書いている⁽¹⁷⁶⁾。

そして、この第2部の「補遺」(Appendix)では Davy と Gay-Lussac の仕事に触れ、これに見当違いな批判を加えた。

このような欠点とは別に強固な意志と強靱な耐久力とは、母譲りの美点として数えるべきであろう。Dalton には誇張された伝説が付きまといっている。晩年の Dalton は新興地方都市 Manchester の名士となったから、「おらが国さ」の偉人として尾緒をつけた逸話が生まれるのは避けられなかった。なにしろ Dalton は当時には珍しい「科学者」で眼鏡をかけ、独身で変わった服装に身を包み、おまけに北国弁をつかうクエーカー教徒である。それに彼は独特の乾いたユーモアの持ち主で、無口ではあるがときどき意表をつく警句を飛ばしたから、余計に誤解されることも多かった。

たとえば、あるとき原子論についてしつこく質問する男に Dalton は素っ気なく答えた。

「それについては本を書いているよ。知りたかったら私の本を3シリング6ペンスで買えばよい。」⁽¹⁷⁷⁾

彼に纏わるいろんな伝説を剥して眺めると、Dalton はすこし偏狭で、初めての人には取っつき難いところがあったにせよ、外見に似ずユーモアに富んだ温かい人柄であったようである。決して単なる変人とは思えない。晩年の彼は世間嫌いではなく、与えられた栄誉や名声を素直に喜んだ。

Dalton の科学的業績や人物像は近年になって修正されつつある⁽¹⁷⁸⁾。

17. Dalton 「化学的原子論」の発想について

Dalton 化学的原子論の発想に関しては古くから多くの研究が発表されている。その中でもっとも注目すべきなのは、すでに述べた Roscoe-Harden 「ドールトン原子論の起原」(1896) であろう。Roscoe は「マンチェスター学会」に保存されていた「Dalton Paper」の中に、製本された12冊の Dalton 実験ノート、公開講義の自筆原稿、シラバス、講義図版などを発見し、これら未発表資料を使って議論を展開したからである。Roscoe は1年前に刊行した Roscoe 「ドールトン伝」(1895) の中にも、

この資料から多く引用していた。「ドールトン原子論の起原」には、さらに Dalton 実験ノートの主要な数ページが写真版として収録されている。残念なことに、これら「Dalton Paper」原物の大部分は、1940年12月23日晩から24日朝にかけてのドイツ空軍の爆撃によって失われた。この夜の爆撃はまた「マンチェスター学会」50,000冊の蔵書も同時に破壊した。

Dalton はすでに説明した 1809-10 年冬王立研究所公開講義第 17 講 (1810 年 1 月 27 日) 以外のところで、自分の化学的原子論の発想の由来について、ほとんど発言するところがなかった。これに加えて 1940 年 12 月の爆撃で根本資料の大部分が失われた。このため 1940 年以降のこの分野の研究は、ある点で日本考古学における「邪馬壹国」論争に似ることになった。乏しい資料を主観で補うのである。Dalton 自身にしても 1803 年始めて「物質の究極粒子の相対的重量表」を発表した当時は、いわば漠然とした考えしか持っていなかったのが本当だろう。それが周囲から教えられたり、自分でも気付いて原子論の応用を「気体物理学的」から次第に「化学的」にシフトし、考えを明確にした経過があるはずである。

ケンブリッジ大学化学史教授 Thackray はこれを次のように言う⁽¹⁷⁹⁾。

「ある見地からすると Dalton 理論には起原などないとも言えよう。それは彼が気体についての疑問に答えるために、いわば昔からあったものを、徐じょに明確にして方式化しただけのものと言える。」

「彼の化学理論の起原は、それ自身もともとややこしくて、曖昧な事実の繋がりであり、しかもこれが後世のいろんな意見でさらに曖昧にされているのである。」

こう言う次第で近年 Dalton 発想の研究は、次第に微に入り細を穿って、複雑な様相を呈するにいたっている。これらを細かく紹介するのは、煩雑であるし私の任でもない。1970 年に Roscoe-Harden 「ドールトン原子論の起原」の Johnson リプリント版が出た。この序文を Thackray 教授が担当して、彼一流の辛口の批評を交えながら、Dalton 理論の研究年代記 (historiography) を書いてくれている⁽¹⁸⁰⁾。以下にこの Thackray 序文の線に沿って、Dalton 理論「発想研究」年代記の概略を纏めてみよう。

1831 年 Thomson 「化学史」 Thomson が 1804 年夏 Manchester に Dalton を訪ねて彼から原子論の説明を受け、この概要を 1807 年に出版

した「化学の体系」(第3巻)の中で紹介したことはすでに述べた。Thomson はまた 25 年もあとの「化学史」2 冊本(1830-31)下巻でも、1804 年夏に Dalton に教えてもらったという、Dalton「化学的原子論」の発想に触れて次のように書いている⁽¹⁸¹⁾。

「1804 年の 8 月 26 日から私は Manchester 市で 2-3 日滞在し、そのあいだ Dalton 氏と多くの時間をともにした。そのとき彼は私に物質の構造に関する考えをいろいろ教えてくれた。私はこの意見を書きとめた。以下に述べるのは、その日の私の日記から忠実にとった物である。」
「この原子の記号と重さを見ただけで、この表の中にある全ての物質の組成についての Dalton 氏の考えがすぐに了解されるであろう。記号で物質の組成を表現すると言うこの幸運なアイデアにより、Dalton 氏の意見はずっと明確になったのである。私は一瞬に私の心を打ったこの新しい光に驚喜して、これが完成した暁におけるこの理論の計り知れない重要性を一目で悟った。Dalton 氏は私にエチレン (olefiant gas) ガスとメタン (carburetted hydrogen) ガスの研究中に始めて原子論を思い付いたと教えてくれた。これらは当時まだよく研究されておらず、その組成 (constitution) は Dalton 氏自身によって始めて十分に明らかにされたのである。彼はこれらの気体の実験から、これらが炭素と水素のみからなる組成であることを明らかにした。さらに彼はこの両方で炭素が同量と考えるとメタンの方がエチレンより正確に 2 倍の水素を含むことを発見した。このことから彼はこの組成の比を数 (numbers) で表現しようと決心し、エチレンは炭素 1 原子 (one atom) と水素 1 原子の化合物; メタンは炭素 1 原子と水素 2 原子の化合物と見なした。この考えを炭酸ガス (carbonic oxide), 水, アンモニアなどに適用し、こうして当時化学で知られていた最良の分析実験から酸素, 窒素などの原子量 (atomic weights) を表す数値が推定されたのである。」

Dalton は 1804 年夏ごろ研究していたメタンとエチレンの分析結果から倍数比例の法則を発見し、「この組成の比を数で表現しようと決心し」て、原子に固有の相対的重量を与える目的で、その計算法を思い付いたとするのである。しかし Dalton はすでに 1803 年 9 月 6 日実験ノートに「究極粒子の相対的重量表」を書いている。Dalton はおそらく訪ねてきた

Thomson に自分がちょうど行っていた分析結果を教え、これが原子論的考えで説明できると示唆したのであろう。しかし「化学的原子論」の本当の芽はここから芽生えたのではない。Thomson「化学史」は25年も経ってから書かれている。この間に倍数比例則の例は Thomson 自身のシュウ酸塩を始めとして数多く見出された。Thomson は25年の経過の間に、かって Manchester で聞いたところを、辻褃の合う物語に変貌させたのであろう。伝説はすでに Dalton 存命中に発生しているのである。

1845年 G. Wilson 「ドールトン追悼記」 G. Wilson は例の「色盲研究」(1855)の著者である。彼の「ドールトン追悼記」は Dalton 1844年7月の死の次の年に書かれ、約40ページの長いものである。この中で彼は Dalton 化学的原子論発想について、2次的資料によらないで「誰にも入手できる業績に限り」「私的な情報に全く頼ることなく」、印刷された資料だけを材料にして研究したと言っている。Wilson は Dalton 化学的原子論発想の根元が1803年10月21日「マンチェスター学会」で読まれ、1805年に印刷された「ガス吸収」論文にあるとする⁽¹⁸²⁾。

「Dalton はいろいろなガスが水に対して示す固有の溶解度の原因について、ある仮説が正しいかどうかを実験でテストしてみた。結局この仮説は全然うまくいかないと分かったのだが、コロンブスが黄金郷 (*El Dorado*) を発見し損ねてアメリカを発見したように、Dalton はより大きなものを発見したのである。」

この立場は1956年になって L.K. Nash によって復活された。

1854年 W. C. Henry 「ドールトン伝」⁽⁷²⁾ Thackray は W.C. Henry を批判して「Dalton 研究に関する限り彼は『まさに非難されてしかるべき人物』(real villain of the piece) だ」と激しい言葉を使っている⁽¹⁸³⁾。Henry は1837年ごろから「ドールトン伝」を書くための資料を Dalton からもらっていたのに、彼が死んで10年も経って、それも「Cavendish Society」からの要請ではやっと腰を上げて1854年に刊行した。それも、そのころ Henry は Manchester に住んでいなかったから「マンチェスター学会」に保存されていた「Dalton Paper」には目を通さず、ほとんど2次資料だけに頼って原子論発想の経緯を書いたのである。しかも執筆に1年しか費やしていない。

Henry はこの本の中で Wilson 「ドールトン追悼記」の化学的原子論発想説を絶賛しているのにも係わらず、Thomson 「化学史」に拠った見解を採用している。そうかと思うと別のところでは、父 Henry から聞いた話だとして 1820 年 2 月に父 Henry が Dalton と交わした会話を紹介して「Richter 表」の影響をほのめかす⁽¹⁸⁴⁾。

「これらの考え（中崎注：気象学と大気の水蒸気に関する）が Dalton 原子論の最初の種であった。なぜなら、彼はこれから必然的にガスは独立した粒子からなると考えるにいたったからである。そして、さらにこれは彼が以前に私（父 Henry）に教えてくれた倍数比例則にまで導かれた思索の起原と、これらの見解に刺激を与えた Richter 表の影響についての説明を確認してくれた。」

「Richter 表」のことは W.C. Henry 自身が 1824 年 2 月に Dalton の講義の中でも聞いたとも言っている⁽¹⁸⁵⁾。

「最初に Dalton 氏を彼の原子論の誕生に導いた思索は、中性塩に関する Richter の実験から示唆されたものである。」「これから Dalton 氏はすぐに思い付いた。もし、これらの中性塩が酸の 1 原子とアルカリの 1 原子とからできているのなら、この表の数値はそのままで、これらの究極粒子の（中崎注：酸とアルカリの）相対的の重さを与えるではなかろうか。」

「Richter 表」は現在の言葉でいう酸とアルカリの中和等量を表にしたものである。この製作者 J.B. Richter (1762-1807) は 23 歳のとき哲学者 I. Kant (1724-1804) の講義をきいて、彼の影響で「化学は数学の応用部門」と考えるにいたった⁽¹⁸⁶⁾。Richter の書いた「化学元素量比の基礎」(3 冊本) (1792-94) は希観本であったが、E.G. Fischer (1754-1831) が Berthollet 「親和力研究」(1801) をドイツ訳したとき、Richter の表をこの中に加えた。これを Berthollet がフランス語に訳して「化学静力学研究」(Essai de statique chimique) (1803) の中に取り入れたので広く知られるようになった。この本は 1804 年にはイギリスでも入手できた。

Henry の言う「Richter 表」のことは Dalton 実験ノート 1807 年 4 月 19 日に始めて出ている⁽¹⁸⁷⁾。このころ Dalton は公開講義で Edinburgh にいたから Thomson が Berthollet の本を教えたに違いない。Dalton 「究極

粒子の相対的重量表」は 1803 年 9 月にはできていたから、Henry のいう「Richter 表」が化学的原子論発想の引金になるはずがない。もちろん、この表は Dalton があとで酸，アルカリ，金属の原子量を計算するときに役に立った。Dalton 化学的原子論に対する「Richter 表」発想説は 1961 年になって H. Gerlach が復活させて論じることになる。

1896 年 Roscoe-Harden 「ドールトン原子論の起原」 この本とその著者 Roscoe のことはすでに書いた。共著者 Arthur Harden (1865–1940) は Roscoe の弟子で、1885 年 Manchester 大学を首席で卒業し、「ドールトン奨学金」をもらってドイツ Erlangen 大学 Otto Fischer (1852–1932) の研究室に留学した。帰国後 Roscoe に協力して「ドールトン原子論の起原」を書いたあと、1897 年英国予防医学研究所に入った。1898 年から大腸菌の分類に糖類の発酵を利用し、これから発酵化学に進んだのである。協力者 W. J. Young と一緒に行ったヘキソース・リン酸エステル (Harden–Young–エステル) の発見は有名である。この発酵化学の研究で 1929 年ノーベル化学賞を受けた⁽¹⁸⁸⁾。Roscoe が「マンチェスター学会」に 40 年ものあいだ手付かずに保管されていた「Dalton Paper」の中に、製本された Dalton 自筆の実験ノート、講義原稿、シラバス、講義図版などを発見したことはすでに述べた。Roscoe はこれらを利用してまず Thomson 説を否定した。Thomson が Dalton 化学的原子論の起原を 1804 年夏としたのに、実験ノート 1803 年 9 月 6 日のところに、すでに「究極粒子の相対的重量」が書かれていたからである。Roscoe は「ドールトン原子論の起原」序文で彼が得た結論を次のように纏めた⁽¹⁸⁹⁾。

「こうして現在のところ次のことが明らかになった。すなわち Dalton は物理学的見地から原子論へ導かれたのであり、また彼は純粋にこの物理学的考察から、異なる物質の原子 (atoms) は異なる重さをもっているというアイデアに到達したのである。この事からすぐに彼は、化学結合は定まった重さをもついろいろな数の原子の間でおこると考えるようになった。この結論はあとで他の化学者や彼自身によって行われた分析結果によって確かめられた。このようにして、本当の因果関係はふつうに信じられている物と正反対であって、Dalton が倍数比例的結合 (combination in multiple proportions) の発見に導かれたのは、実は重さの

異なる原子が存在するのだと言う理論から出発していたのである。」 Thomson は Dalton が倍数比例則から帰納して (inductive), この比例関係を説明するために化学的原子論を考え出したとした。これと反対に Roscoe は「重さの異なる原子が存在するのだという理論」から出発して、演繹的に (deductive) 化学的原子論に到着したとする。

Thackray はこの立場を「仮説演繹的」(hypothetico-deductive) と呼んでいる。Roscoe はこの序文のあと約 50 ページにわたって、自説を裏付ける事実を Dalton 実験ノートから選び出して並べている。

たとえば 1803 年 9 月 6 日ごろに書かれた Dalton 実験ノートに次のようにあると指摘する⁽¹⁹⁰⁾。

「各種の弾性流体の比重 (specific gravities) と、その流体の究極粒子の重さとは、なにか関係がありそうであるが、それらが同じではないのは確かである。なぜなら、水すなわち水蒸気の究極粒子は酸素より大きな比重をもっているはずなのに、酸素ガスの方が水蒸気より重いからである。」

このように Dalton は、究極粒子の相対的重量が物理的方法からは求められそうにないので、化学組成から計算することを思い付いたのではないかと Roscoe は推理する。最後に Roscoe は次のように結論している⁽¹⁹¹⁾。

「このように、いろんな証拠を勘案すると、それらのバランスは Dalton 自身が 1810 年ロンドンで述べた言明の方向に大きく傾く。すなわち Dalton は自分が発見した結合の倍数比例則を説明する目的のために、原子論を案出したのだとする従来からの化学者の意見とは反対に、最初から純粹に物理学的な考察によって化学的原子論に導かれたと考えるのである。」

Dalton 自身は 1810 年 1 月 27 日王立研究所公開講義第 17 講で、究極粒子が固有の大きさと重量を持っているとする考えは「1805 年に思い付きました」と言っている。ところが Roscoe はあっさりと、これは Dalton が「1803 年」と書くべきところを「1805 年」と書き誤ったのだと決め込む⁽¹⁹²⁾。その証拠に実験ノート 1803 年 9 月 6 日のところにすでに「究極粒子の相対的重量表」が書かれている。しかし Thackray は「1805 年」で正しいのだとする。Dalton はもともと「化学者」ではなく、Dalton が自分の

考えの化学的意義を認識したのは1805年ごろからだと考えられるからである。ThackrayはDaltonを始めから「化学者」と考えるところから、多くの誤解が発生したのだとする。また彼はRoscoeがDaltonの化学的原子論発想の原因と、その背景に留意していない点にも批判を加えている。

Thackrayの意見によると、RoscoeはDalton実験ノートの中から、自分の説に合うところだけを引用しているという。

1909-10年 Meldrum 「一酸化窒素反応の倍数比例」説 A.N. MeldrumはThomsonやRoscoeらの言わば素人化学史家ではなくて、始めから化学史を専攻した専門の科学史家である。彼の学位論文「Avogadro and Dalton: the standing in chemistry of their hypotheses」は1904年に刊行されている。このあとMeldrumはDalton化学的原子論発想の研究に向い「マンチェスター学会誌」に1909年から1910年にかけて多数の論文を発表した⁽¹⁹³⁾。彼の論拠は1802年にDaltonが報告している一酸化窒素と酸素の反応における倍数比例的な量関係である。一酸化窒素(Daltonのいう硝石ガス, nitrous gas)と酸素の反応はDaltonが1802年11月12日に「マンチェスター学会」で読んだ報告の中にある。これは3年あとの1805年になって印刷された⁽¹¹⁴⁾。この反応についてはすでに説明してあるが、Daltonの結論をもう一度ここに引用してみよう。

「これらの事実は明らかに次のように理論づけられる。酸素の元素は硝石ガス(nitrous gas)のある量(a certain portion)と結合するか、またはその2倍と結合するかであって、その中間の量とは結合しない。前者では硝酸が、後者では亜硝酸が生成物である。」

MeldrumはこのDaltonの結論を根拠にする。Daltonはこの倍数比例的关系を説明するために、彼の化学的原子論を「帰納的」に案出したとするのである。Meldrumは言う。

「Daltonの注意をひき、彼をして彼の物理学的理論を化学の目的に応用させたのは、この酸化窒素と酸素との反応に関するDaltonの実験以外にはないとの結論に達した。」

いわば、これはThomsonが1830年「化学史」第2巻の中でメタンとエチレンでしたことの蒸し返しである。ThackrayによるとMeldrumも相変わらずDaltonを始めからの「化学者」と考えている。1802年当時

Dalton は自分の考えの化学的意義を認識していなかったと言うのが真相であろう。また Meldrum は Dalton 1810 年王立研究所公開講義第 17 講に触れて、例の Dalton の言う「1805 年」は「1804 年」の思い違いだろうと言っている。Meldrum 説はほぼ 50 年あとの 1956 年になってハーバード大学 L. K. Nash によって批判されることになる。

1956 年 Nash 説 Nash はすでに 1950 年「Harvard Case Histories in Experimental Science」第 4 巻として原子論関係の小冊子「Atomic-Molecular Theory」を出していた。そして 1956 年になってから科学史雑誌「Isis」に画期的な「The Origin of Dalton's Chemical Atomic Theory」を出した⁽¹⁹⁴⁾。

この中で Nash は Thomson 説, W. C. Henry 説, Roscoe-Harden 説を批判したあと、主に Meldrum 説の否定に力を注いでいる。Nash はまず Dalton が化学の素人だったとする。Dalton が化学に目を開かれたのは、1796 年に聴講した T. Garnett の 30 回公開講義からである。そして一酸化窒素(硝石ガス)と酸素の反応は化学を自修した Dalton のほとんど最初の化学実験であった。それで酸素と一酸化窒素が「ある量で結合するか、またはその 2 倍と結合するかであって、その中間の量とは結合しない」と報告に書いても、Dalton 自身この「2 倍」にそれほどの自信をもっていなかったはずだと Nash は考える。また Nash が実際にこの反応を追試したところ、反応はトリッキーで、条件によって結果にかなりのふらつきが出たと言う。もし Dalton がこの「2 倍」を重要な発見だと思い、原子論の化学的応用の手がかりになりそうだと考えていたら、あとでこの反応を何度も繰り返して「2 倍」を確かめたはずなのに、Dalton 実験ノートからはその形跡がうかがえない。Nash はそのほか Dalton 資料を細かく分析した結果を次のように纏めている。

- (1) 一酸化窒素と酸素の反応から得られた結果は、そのときは直ぐにそれ自身としてそれほど印象的なものではなかった。
- (2) Dalton 実験ノート、1803 年 8 月から 9 月にかけての中には、Meldrum がそれから Dalton の化学的原子論が発展したとする、例の比 (中崎注: 1 対 2) についての特別な関心が見て取れない。
- (3) 原子、分子の重さの最初の表を書いたあとの Dalton の行動を見て

も、独自の重要な理論を考え付いたと彼自身が思っていたとは考えにくい。

(4) Meldrum の考えと、Dalton が自分の化学理論について書いたのは、全く一致しない。

そして Nash は各原子に固有の大きさと重さを与える「化学的原子論」は、Dalton によって単に気体の溶解度の差を「説明するためだけに」考え付かれたものだとする。

「化学的原子論の発案は、各種のガスの水への溶解度の差を説明する目的で行った、Dalton の研究に由来する直接的成果である。この理論はガスの溶解度問題を解決するのにもまず応用されたのではなくて、この問題を解くためにだけに考え出されたのである。」

Dalton は始めに「化学的原子論」を思い付いたのではなく、あとから次第にその化学的応用に気が付いたとする立場である。この Nash の立場は 1845 年 G.Wilson 「ドールトン追悼記」の中の見解にちかい。Thackray の表現によると 100 年経って「車輪が 1 回りした」のである。Nash がこの「ドールトン追悼記」を自分の論文の中に引用していないところを見ると、おそらくこの「追悼記」を知らなかったに違いない。しかし Nash は Roscoe-Harden 「ドールトン原子論の起原」に記録されている Dalton 実験ノートを利用することができたから、彼の理論立ては Wilson よりずっと精密である。なお Nash は Meldrum と同じに、例の「1805 年」は Dalton の思い違いで「1804 年」が正しいのだろうと言っている。

1966 年 A. W. Thackray 説 1956 年 Nash 論文のあと、科学史雑誌「Isis」に 1961 年 Cornell 大学 H. Gerlac 報告⁽¹⁹⁵⁾、1963 年 Illinois 大学 R. Siegfried 報告⁽¹⁹⁶⁾が発表された。Gerlac 論文は 11 ページにわたって「Richter-Fischer 表」が Dalton に与えた影響を論じている。一方 Siegfried 論文はたった 2 ページだけのものである。1802 年 11 月 18 日 James Smithson が王立学会で読んだある亜鉛塩の分析結果は、いまから考えると定比例的、倍数比例的関係を示唆している。これが Dalton にヒントを与えた可能性があるかも知れないというのである。私のみるところ、彼らが挙げているこれらの要因が Dalton 化学的原子論発想に大きく影響したとはとても思えない。それで、この 2 論文の紹介はこれくらいに

して、1966年 Thackray 論文に話題を移そう⁽¹⁹⁷⁾。科学史雑誌「Isis」に掲載されたこの論文は、その副題を「ドールトンの謎解けたり」とする野心作で、20 ページにわたる詳細を極めたものであるから、ここでその全てを紹介することはできない。

Thackray の基本姿勢は彼が Roscoe-Harden 「ドールトン原子論の起原」序文に書いているように、もともと「Dalton 理論には起原などないとも言えるし」、Dalton の「化学理論の起原は、それ自身もとからややこしくて、曖昧な事実の繋がりであり、しかもこれが後世のいろんな意見でさらに曖昧にされている」とするものである。そして Thackray は例の「1805年」は Dalton の思い違いや書き誤りではないと考える。Dalton は 1805 年ころからやっと、自分の考えの化学的意義に気が付きかけた、というのが彼の意見である。

Thackray は論文の始めに自分の達した結論を箇条書に纏めている。それは、およそ次のようである。

- (1) いろいろな化学的究極粒子 (ultimate particles) が、別べつの重さをもつという考えは、当時の化学者に共通のもので、Dalton が最初ではない。彼独特の寄与は化学的データから、これらの重さを導くための計算システム (calculating system) を確立したところにある。
- (2) このシステムの理論的基礎はガスの本質についての Dalton の固定観念にあり、このようにして得られた粒子重量も、始めはもっぱらガスの物理学研究に使われた。Dalton がそのもっと広い化学的意義に気が付くのは非常にのろくて、その時期は最近の研究者が主張しているよりもあとになってからである。
- (3) Dalton の化学結合についての考えは、1800年から1850年にかけて化学者の間に広まっていたのと同じではなかった。それで Guerlac, Robert Siegfried が言っている、これら化学者の仕事が Dalton 理論の形成に決定的な役割を演じたとする説は、とてもありそうにない。
- (4) Thomas Thomson が最初に Dalton に彼の考えを化学に応用するように勧めたことの重要性を、Nach と Guerlac はともに過剰に評価している。おそらく Dalton 自身と同じように Thomson も、この粒子重量決定のより深い意味に気が付くのが遅かったのである。

- (5) Dalton の粒子重量のリストはその最初に印刷された形では、化学者の間になんの関心も引き起こさなかった。その重量の計算法が説明され、それが倍数比例 (multiple proportion) 則への応用が示されて始めて、化学者たちが関心を示したのである。
- (6) Dalton 原子論の起原についての後世の歴史的混乱は、このように Dalton 自身の考えの定式化とその伝播とが、ともに緩慢であったことの当然の帰結である。この混乱はしかし Dalton の思考の発展について多くを教えてくれている。

ここで最初に挙げている「計算システム」確定の考えは、Thackray がもっとも強調したいと考えた要点らしく、論文の結論でもこれを次のように繰り返している。

「それまでの化学的原子論と Dalton のそれとを区別する Dalton 独特の寄与は、彼がその当時の化学データからこれら粒子の相対的重さを計算する有効な手段を考案した点にある。」

これは Thackray の言うとおりでである。しかし彼は Dalton が「いつ」これを思い付いたかについて明確な回答を与えていない。Dalton が書き残していないと言え、それまでであるが、私は Dalton が書き残した実験ノートにみる限り、これを 1803 年夏とするのが妥当ではないかと思う。すでに説明しておいたように、実験ノート、第 1 巻、244 ページに「物質の究極粒子とその結合についての考察」とあり、ここに 1803 年 9 月 6 日 (中崎注: Dalton の誕生日) と書いてある。そして、この下に「元素の記号」として、水素、酸素、窒素、炭素、イオウの丸印記号が書かれていて、続く 246 ページに次が書かれている⁽¹⁹⁰⁾。

「各種の弾性流体の比重 (specific gravities) と、その流体の究極粒子の重さとは、なにか関係がありそうであるが、それらが同じではないのは確かである。なぜなら、水すなわち水蒸気の究極粒子は酸素より大きな比重をもっているはずなのに、酸素ガスの方が水蒸気より重いからである。」

247 ページには水、アンモニア、硫酸、亜硫酸の分析値からの計算が記入されていて、248 ページには水素に始まり一酸化炭素に終わる 14 種の元素と化合物の究極粒子の相対的重量の値が記入されている。Dalton 実験

ノートはほとんど時間的経過に沿って記入されているらしい⁽¹⁹⁸⁾。Daltonはこの1803年夏ごろ、各種のガスの水への溶解度はガスの究極粒子の重さに関係があるのではなかろうかと考えた。しかし上の書き入れに見るように、気体の究極粒子の「比重」をその気体の比重から算出できなさそうなのに気がついて、それなら水やアンモニアのような化合物の分析値から計算してみようと考え付いたのであろう。そのとき「単純に」水は水素と酸素の1原子ずつ、アンモニアは水素と窒素の1原子ずつの化合物として計算してみた。科学研究における「思い付き」は、いつも始めはこのように「いい加減な」ものである。自分の体験からこれを知っていた John Herschel は、すでに1830年に書いている⁽¹⁴¹⁾。

「原子論を特徴づける極端なまでの単純さ（下線：中崎）が Dalton 氏をして、それをもっとも一般的な形で発表させたのである。それは、細かな下部法則から手間をかけて帰納するという、やっかいな下部段階を経ないで、ただ数例を考察しただけで達成された。」

Dalton はこの無邪気とも言える「単純さ」と、その幼稚な結果を発表する「大胆さ」で一応の成功を収めたのである。こうして「コロンブスが黄金郷 (*El Dorado*) を発見し損ねてアメリカを発見したように、Dalton はより大きなものを発見した。」⁽¹⁸²⁾

この「写真史シリーズ」論考を書くにあたって、いつものように大阪帝国大学理学部化学科 小竹研究室の先輩 大庭成一博士、富士写真フイルム株式会社 富士宮研究所 安達慶一、武田薬品工業株式会社 創薬第3研究所 青野哲也の諸氏に大変お世話になった。また文献の収集では、大阪大学附属図書館 参考係 今井義雄、永田敏恭、東田葉子、中京大学附属図書館 参考係 清水守男、田中良明の諸氏から多大の援助を賜った。この機会にこれらの皆様に厚く感謝の意を表する次第である。

文 献 と 注

〔文献「略号」と番号は前号（上）に続いて使用する〕

- (106) Partington「化学史」4, 31; 中崎昌雄「世界最初の『写真家』—Thomas Wedgwoodの生涯と業績」中京大学「教養論叢」第28巻, 第4号(通巻81号) 829 (1988)
- (107) Roscoe「ドールトン伝」p. 60.
- (108) 「DSB」5, 539.

- (109) J. G. クラウザー著, 鎮目訳「産業革命期の科学者たち」岩波書店, 昭和39年, p. 174.
- (110) Partington「化学史」3, p. 758.
- (111) 「DSB」3, 539.
- (112) *Mem. Lit. Phil. Soc. Manchester*, 5, 535 (1802); 原「近代化学の父」p. 62.
- (113) Roscoe「ドールトン伝」p. 165; 原「近代化学の父」p. 156.
- (114) *Mem. Lit. Phil. Soc. Manchester*, 6, 244 (1805); 「科学の名著, ドルトン」p. 243.
- (115) *Phil. Trans.*, 93, 29 (1803)
- (116) 「DSB」6, 284; Partington「化学史」3, p. 822.
- (117) 奥野久輝「江戸の化学」玉川大学出版部, 1980年, p. 56.
- (118) *Mem. Lit. Phil. Soc. Manchester*, 6, 259 (1805); 「科学の名著, ドルトン」p. 253.
- (119) *Mem. Lit. Phil. Soc. Manchester*, 6, 271 (1805); 「科学の名著, ドルトン」p. 263.
- (120) Partington「化学史」3, p. 761; A. W. Thackray, *Ann. Sci.*, 22, 145 (1966)
- (121) 「ドールトン原子論の起原」p. 26; Partington「化学史」3, p. 783.
- (122) 中崎昌雄「世界最初の『写真家』—Thomas Wedgwoodの生涯と業績」中京大学「教養論叢」第28巻, 第4号(通巻81号) 829 (1988)
- (123) Roscoe「ドールトン伝」p. 165; 原「近代化学の父」p. 158.
- (124) Roscoe「ドールトン伝」p. 96; 原「近代化学の父」p. 67 (ここで原はこれをDaltonが王立研究所での講義の中で言ったとしているが, 本当は兄へ宛てたの手紙の1部である。)
- (125) Roscoe「ドールトン伝」p. 166; 原「近代化学の父」p. 156.
- (126) 「DNB」5, 432.
- (127) 「DNB」10, 892.
- (128) Roscoe「ドールトン伝」p. 110; 原「近代化学の父」p. 143.
- (129) Partington「化学史」3, p. 716; 「DSB」13, 372; 「DNB」19, 751.
- (130) Partington「化学史」3, p. 796.
- (131) Anon, *Glasgow Medical J.*, 69, 121 (1857); Partington「化学史」3, p. 794.
- (132) Henry「ドールトン伝」p. 229; Partington「化学史」3, p. 758.
- (133) Roscoe「ドールトン伝」p. 167.
- (134) *Phil. Trans.*, 98, 63 (1808)
- (135) *Phil. Trans.*, 98, 96 (1808)
- (136) Partington「化学史」3, p. 702.
- (137) T. Thomson, *The History of Chemistry* (以下にThomson「化学史」と略す) vol. 2, Arno Press Repr., 1975, New York, 1975, p. 292.
- (138) 「DNB」7, 1202.

- (39) J. Dalton, *A New System of Chemical Philosophy*, S. Russel, Manchester, 1808, p. 187.
- (40) 「科学の名著, ドルトン」 p. 53; 原「近代化学の父」 p. 106.
- (41) Roscoe 「ドールトン伝」 p. 160; J. Herschel, *Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy*, Johnson Repr., 1966, New York, p. 305.
- (42) M.P. Crosland, *Historical Studies in the Language of Chemistry*, Dover Pub. Inc., New York, 1978, p. 247.
- (43) Roscoe 「ドールトン伝」 p. 132.
- (44) ニュートン著, 島尾訳「光学」(岩波文庫) 1983年, p. 352; I. Newton, *Opticks*, Dover Pub. Inc., New York, 1952, p. 400.
- (45) Roscoe 「ドールトン伝」 p. 132; 「ドールトン原子論の起原」 p. 13.
- (46) Roscoe 「ドールトン伝」 p. 136.
- (47) Roscoe 「ドールトン伝」 p. 135.
- (48) Dalton 原子模型の写真は次にある。島尾永康「物質理論の探求」(岩波新書) 岩波書店, 1976年, p. 224, 図 27.
- (49) 「DSB」 3, 545; Partington 「化学史」 3, p. 821.
- (50) *Phil. Trans.*, 101, 1 (1811)
- (51) Partington 「化学史」 3, p. 736; 「DSB」 6, 384.
- (52) Henry 「ドールトン伝」 p. 78.
- (53) W. Higgins, *Experiments and Observations on the Atomic Theory, and Electrical Phenomena*, 1814.
- (54) Partington 「化学史」 3, p. 753.
- (55) J. Herschel, *Familiar Lectures on Scientific Subjects*, 1866, p. 453.
- (56) Partington 「化学史」 3, 753; F. Soddy, *Nature*, 167, 735 (1951)
- (57) 山岡 望「化学史談, 第6巻, 化学者の旅行日記」内田老鶴圃新社, 昭和44年, p. 29.
- (58) 「ドールトン原子論の起原」 p. 160.
- (59) Roscoe 「ドールトン伝」 p. 113.
- (60) *Edin. New Phil. J.*, 1, 8 (1818); 中崎昌雄「だれが初めて『ハイポ』(チオ硫酸ナトリウム) による写真『定着』を発見したのか? —J. B. Reade 対 John Herschel」中京大学「教養論叢」第30巻, 第3号(通巻88号) 663 (1989)
- (61) 中崎昌雄「有機立体化学」(日本化学会編「化学の原典」11巻) 東京大学出版会, 1975年4月; 中崎昌雄「ハーシェル『左右水晶の旋光能』研究とパストゥール『有機物における分子左右鏡像性』」中京大学「教養論叢」第37巻, 第3号(通巻116号) 453 (1996)
- (62) Tilden 「大化学者伝」 p. 115; Roscoe 「ドールトン伝」 p. 180.
- (63) Roscoe 「ドールトン伝」 p. 175; J. Davy, *The Collective Works of Sir Humphry Davy*, vol. 7, London, 1840 (Johnson Repr. 1972) p. 93.

- (164) Roscoe 「ドールトン伝」 p. 110; 原「近代化学の父」 p. 143.
- (165) Roscoe 「ドールトン伝」 p. 53。原「近代化学の父」 p. 170 には「M. ペルチエ」とあるが「M」は「ムッシュー」である。この「Pelletier」が「DNB」5, 432 では「Pelletan」となり、「科学の名著, ドルトン」解説 p. 81 では「ペルタン」となっている。
- (166) Roscoe 「ドールトン伝」 p. 199.
- (167) Tilden 「大化学者伝」 p. 113; Roscoe 「ドールトン伝」 p. 185.
- (168) D. S. L. Cardwell, *James Joule-A Biography*, Manchester Univ. Press, 1989.
- (169) Roscoe 「ドールトン伝」 p. 207.
- (170) 「色盲化学者ドールトン伝」 p. 286, 注36; Roscoe 「ドールトン伝」 p. 148; Partington 「化学史」3, p. 780.
- (171) Roscoe 「ドールトン伝」 p. 193.
- (172) Partington 「化学史」3, p. 821.
- (173) Roscoe 「ドールトン伝」 p. 135; Partington 「化学史」3, p. 780.
- (174) Roscoe 「ドールトン伝」 p. 210; 「DNB」5, 433; Partington 「化学史」3, p. 760.
- (175) 「DNB」5, 432; Roscoe 「ドールトン伝」 p. 188.
- (176) 「科学の名著, ドルトン」解説 p. 63 では「著述のほうは最小限に留め」と訳されている。原「近代化学の父」 p. 155.
- (177) 「DNB」5, 433.
- (178) A. Thackray, *John Dalton : Critical Assessment of His Life and Science*, Harvard Univ. Press, 1972.
- (179) *Isis*, 57, 35 (1966) (以下に「Thackray 論文」と略す)
- (180) Roscoe-Harden 「ドールトン原子論の起原」解説 p. 9 (以下に「Thackray 序文」と略す)
- (181) Thomson 「化学史」vol. 2, p. 289.
- (182) G. Wilson, *Brit. Quart. Rev.*, 1, 157-98 (1845) . この追悼記は次にも再録されている。G. Wilson, *Religio Chemicæ*, London, 1862; 「Thackray 序文」 p. 11.
- (183) 「Thackray 序文」 p. 12.
- (184) Henry 「ドールトン伝」 p. 63; 「Thackray 論文」 p. 52.
- (185) Henry 「ドールトン伝」 p. 85; 「Thackray 論文」 p. 52.
- (186) Partington 「化学史」3, p. 674; 「DSB」11, 434.
- (187) 「ドールトン原子論の起原」 p. 79.
- (188) 「DSB」6, 110.
- (189) 「ドールトン原子論の起原」序文, p. 8.
- (190) 「ドールトン原子論の起原」 p. 27.
- (191) 「ドールトン原子論の起原」 p. 50.
- (192) Roscoe 「ドールトン伝」 p. 134; 「ドールトン原子論の起原」 p. 25.
- (193) *Mem. Lit. Phil. Soc. Manchester, Memoirs and Proceedings*, (2) 54, No. 7

(1909–1910); Nos. 3, 4, 5, 6, 19, 22 (1910–1911); *J. Chem. Soc.*, 1476
(1934)

(194) *Isis*, **47**, 101–16 (1956)

(195) *Isis*, **52**, 544 (1961)

(196) *Isis*, **54**, 480 (1963)

(197) *Isis*, **57**, 35 (1966)

(198) 「Thackray 論文」 p. 45, 脚注 77.