

「近代化学の父」John Dalton 覚書 (上)

Dalton と John Herschel の色盲研究

John Herschel は色盲だったのか?

中 崎 昌 雄

はじめに

1. Dalton の誕生 (1776) から Kendal 塾教師 (1781) まで
2. Kendal 塾教師の 12 年間 (1781-93)
3. Manchester 「New College」赴任から「色盲論文」発表 (1794) まで
4. Dalton 色盲研究の始め (1790-94)
5. 1794 年 10 月 31 日発表「色覚についての異常な事実と観察」
6. 色盲に関するこれ以後の Dalton の関心
7. 色盲研究の発展と「色盲理論」
8. Dalton の死と彼の眼の解剖 (1844 年 7 月 28 日)
9. John Herschel は色盲だったのか?
10. Dalton 色盲の分子遺伝学的研究 (1995)

付 録 (翻訳)

1. 「色を区別できない人びとについて」
J. Huddart, *Phil. Trans.*, **67**, 260-5 (1777)
2. 「ある注目すべき視覚の不完全さについての報告」
Michael Lort, *Phil. Trans.*, **68**, 611-14 (1778)
3. 「色覚についての異常な事実と観察」
John Dalton, *Manchester Mem.*, **4**, 28-45 (1798)
4. Brewster より Dalton への手紙 (1831 年 3 月 16 日付)
5. Whewell より Dalton への手紙 (1831 年 9 月 10 日付)
6. J. Herschel より Dalton への手紙 (1833 年 5 月 20 日付)
7. 「色盲についての見解」(部分)
John Herschel, *Proc. Roy. Soc.*, **10**, 72-84 (1859-60)

(続く)

はじめに

John Herschel (1792-1871) は天王星の発見 (1781) で有名な William Herschel (1738-1822) の一人息子である。John は父親の後を継いで天文学の方でも傑出した業績を挙げたが、優れた化学者でもあって 1819 年 (27 歳) に「ハイポ」(チオ硫酸ナトリウム) を発見して、こ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」溶かすことを報告した⁽¹⁾。1839 年 1 月フランス人 L. J. M. Daguerre (1787-1851) の銀板写真発明がその詳細を伏せたまま発表されると、すぐに実験をはじめ数日のうちに現在でも使用されている「ハイポ定着法」を完成した。また術語「photography」を学術的に使い始めたのも彼なら、陰画「ネガ」(negative) 陽画「ポジ」(positive) という言葉を導入したのも彼である。

Herschel の名前はまた、感光現象における「ハーシェル効果」にも残っている⁽²⁾。

日本ではこれまで Daguerre と彼の銀板写真 (ダゲレオタイプ) のことは比較的によく紹介されているのに、現在の写真術の主流である「ネガ・ポジ」方式を創始した W. H. F. Talbot (1800-77) の「光写生」(photogenic drawing) や⁽³⁾、彼の画期的発見「潜像」の現像を基本とする「カロタイプ」(calotype) については紹介されることが少なかった⁽⁴⁾。それで私の「化学史からみた初期写真史」研究では、この日本では知られることの少ない Talbot と Herschel を中心とする業績についてこれまで発表してきたが、その過程で John Herschel について気になる情報に遭遇した。

Herschel が色盲だと言うのである。これは原 光雄 (1909-96) 「近代化学の父—ジョン・ドールトン」(岩波新書) (昭和 26 年) にあった⁽⁵⁾。

「ドールトンと同様な色盲であった天文学者ジョン・ハーシェルは 1833 年ドールトンに手紙をおくって、自分の眼も、そして自分とおなじような色盲者の眼も、普通人とおなじように、すべての光線を明るくは (中崎注: 原文のまま) 感ずることを主張した。」

この本は私が 1951 年に購入してときどき参考にしていたが、初期写真史研究を始めるまでの私には、この「ジョン・ハーシェル」はおそらく天王星発見の William Herschel の息子ではなかろうかというほどの関心しかなかったのである。それが John Herschel についての調べが進むにつれ

て、彼の色盲説に疑問を抱くようになってきた。

「本当に John Herschel は色盲だったのだろうか？」

まえに私は中京大学「教養論叢」に小論「1839-1842年における John Herschel 写真研究—青写真と『Herschel 効果』の発見」(1990)を發表した⁽²⁾。この中で紹介した Herschel 写真研究「第2報」(1840年2月20日発表)には塩化銀感光紙の上に太陽スペクトルを投射すると「天然色スペクトル」が得られることの記載がある。この報告の中には感光紙の上に記録された発色が非常に細かく記録されている。

また Herschel 写真研究「第3報」(1842年6月16日発表)には花の色素に対する太陽光の作用が詳しく報告されているが、この中の色素退色の記載などは色盲の人には不可能なほど詳細を極めている。さらに、これら報告のどこを探しても色の記載に他人の援助を借りたとは書いてない。

「日本ハーシェル協会」の友人たちに「Herschel 色盲説」について聞き合わせてみたが、いずれも「よくは分からない」という返事しかもらえなかった。

こうして私の疑問は数年間、宙に浮いたままであったが、今年(1996)1月8日になって、私はまた「Herschel 色盲」説に出会うことになった。これは私が大阪大学附属図書館で偶然に開いてみた「科学の名著第2期、第6巻」 「ドルトン」(1988)解説にあった⁽⁶⁾。

「ドルトンと同様の色盲であった天文学者ハーシェル (John Herschel, 1792-1872) はドルトンに書簡を送って、自分との色覚の比較を行った。」

こうして2例の「Herschel 色盲」説に出会った私は、やっと本格的に調べてみようという気になった。ただ、そのころ私は他の調べ物に忙しかつたので、この調査の方は後回しとなり「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』」の原稿が脱稿した今年(1996)の8月上旬から本格的に調べる運びとなった⁽⁷⁾。

結局のところ「Herschel 色盲」説は誤りであると確信するにいたったのであるが、それにいたる経過はあとで述べることにして、始めに1794年10月31日「色覚についての異常な事実と観察」発表までの、Daltonの生い立ちと青年期「遍歴時代」(Wander-jahre)を見てみよう。

1. Dalton の誕生 (1776) から Kendal 塾教師 (1781) まで⁽⁸⁾

John Dalton (1766–1844) は 1793 年春 (27 歳) から Manchester 市「New College」の教師として赴任し、それから 1844 年の死までこの都市で 50 年以上も過ごすことになる。しかし「New College」には 7 年ただけで、1800 年 (32 歳)「自分の研究する時間が欲しい」という理由でこの学校を辞め、私塾を開いて生徒を教えることにした。そのあとの 10 年ほどが Dalton のもっとも独創的な仕事をした時期である。1805 年から友人 William Johns 牧師の家の空いていたベッドルームに移り、1830 年までの 26 年間で Johns 家の家庭的な雰囲気の中で快適に過ごした。

彼の生涯でもっとも楽しく充実した時期と言えよう。

Johns 家の活発で利発な娘 Catharine とは仲が良かったらしく、1833 年 (67 歳) になってからでも彼女の求めに応じてその署名帳に、自分の学歴と職歴を記入してやったものが残っている⁽⁹⁾。

Catharine Johns 嬢のために

「この文の筆者は Cumberland 州 Cockermouth より西約 2 マイルにある Eaglesfield 村に生まれました。11 歳までこの村や近くの学校に通い、この歳で求積法、測量学、航海術などのコース終了いたしました。12 歳ごろから村の学校で教えはじめ、これを 2 年ほど続けました。このあと 1 年かそこら、ときどき農業に雇われましたが、15 歳のとき Kendal に移り、寄宿学校の助手をいたしました。3 年か 4 年ほどこの職にとどまり、校長としてさらに 8 年間この学校を経営いたしました。その間 Kendal では暇を見つけてラテン語、ギリシャ語、フランス語、数学それに物理学を勉強いたしました。それから 1793 年に New College の数学、物理学の教師として Manchester に移り、この職に 6 年間いましたが、そのあと主に Manchester で、またときには招かれて、London, Edingburgh, Glasgow, Birmingham, Leeds など他の場所で、数学、物理学、化学の諸分野を個人教師や公開講師として教えました。」

1833 年 2 月 19 日

John Dalton

もちろん本人が書いたものだからこのとおりであるが、彼の生涯についてもう少し詳しいものを以下に纏めてみることにする。

John の父親は Joseph Dalton, 母親は旧姓 Deborah Greenup で、両親

ともクエーカー（Quaker）教徒の家柄であった。彼らは1755年6月10日 Cockermouth の教徒集会所で結婚式を挙げた。Cockermouth は Cumberland 州湖水地方の北西の小さな町で、17世紀クエーカー教の祖 George Fox（1624-91）が布教を始め、この地方は英国中部の工業地帯、ロンドンの資本家グループなどについてクエーカー教徒の多いところであった。教徒は自分たちを「Friends」と呼びあい、その集まりを「Society of Friends」と呼んだ。彼らは教会や牧師をもたず、「内なるキリスト」「内なる光」による救済を信奉して、地方の中下層階級の間によくの信者を獲得した。この人たちは勤勉質朴で教育に熱心な点が共通していて、自然科学にも関心が深かった。John は終生この派の熱心な信者であり、教派の信条は彼のバックボーンその物となった。

Cockermouth は港に比較的近く、この地方の鉱業、商業の中心となった。この湖水地方の Cockermouth には Dalton より15年あとで、湖畔詩人 W. Wordsworth（1770-1850）が生まれている。John の父 Joseph はその父 Jonathan の靴職人を継がず織物工となった。Joseph はあまり目立った才能や資質のない平凡な人物だったらしいが、母親 Deborah は Caldbeck でも名の知れたヨーマン（Yeoman）の家の出身であった。彼女は強い性格とエネルギーの持ち主で、John はこの母親の方の血を多く継いだとされている。Joseph は Cockermouth から6キロほど西の祖先の地、小村 Eaglesfield に居を定め、小さな土地があったので織物業のかたわらに、農業もするという半工半農で暮しを立てた。

暮らしは豊かではなかったが、周囲と較べて貧しいともいえなかった。

John が8歳のときの酸素発見（1774）で有名な J. Priestley（1733-1804）の家も非国教派で、彼の父親も英国中部の工業都市 Leeds 近辺の小村で織物を生業としていた⁽¹⁰⁾。

Dalton 家には6人の子供が生まれたが、成人にまで達したのは兄 Jonathan、姉 Mary と John の3人だけである。John は1766年9月6日に生まれたことになっている。クエーカー教徒は教会をもたず、出生などを教区の教会に届け出ることをしなかったから、誕生日の記録などは残っていない。それで誕生日9月6日と言うのは John が有名になってから、父親の友人などに聞き合わせて、それらしいと言うことにしたのである。

John は村のクエーカー教徒たちの塾で教育を受けた。先生は John Fletcher で校舎には村の集会所 Pardshaw ホールをあてた。Fletcher は当時でも田舎には珍しく優秀な先生で、幼い頭にラテン語をたたき込む代わりに、自然科学や数学を教えてくれた。ここで John はそう華ばなしい存在ではなかったが、その粘り強さと算数の成績では目立っていた。Dalton 家の親戚に同じクエーカー教徒の Elihu Robinson がいた。彼は裕福で教養があり自然科学に興味をもっていた。10歳の John はこの人に目をかけられ、数学や自然科学を教えてもらい、彼の感化で自分も自然科学に関心が深くなった。Robinson とはあとあとまで交際をして、文通を絶やすことがなかった。

1778年に塾長 Fletcher が辞めたので、12歳の John がこの塾を引き継ぐことにした。授業は始め納屋や自分の家でしていたが、そのうちに村の集会所に移った。生徒は膝に載せて字を教える幼児から、屈強の若者まで男女、老若さまざまであり、若者のなかには John に叱られると拳闘を挑んでくる乱暴者までいた。週に5シリングほどの授業料が集まった。これ以外に文房具の販売からの収入もいくらかあった。John は生徒を教えるかたわら自分も Robinson について勉強をした。そのころ、たまたま手に入った家庭教養雑誌「Ladies' Diary」の1冊をまるごと筆写したと言う挿話は、彼の根気の良さと熱心さを物語っている。

塾は2年ほどで閉鎖になり、14歳の John は1780年から1年ほど近所の親類の農業を手伝うことにした。John は中肉、中背、筋肉質で老年まで健康であったが、これはこの若いときの労働のお蔭であろうといわれている。将来の見通しのない1年が過ぎて、次の年(1781)から道が開けてきた。湖水地方の南端で John の村から70キロほど離れた、小都市 Kendal で教えていた兄 Jonathan から学校の手伝いに来いという誘いであった。

2. Kendal 塾教師の12年間(1781-93)

この学校は遠い親類のクエーカー教徒 George Bewley が経営していたもので、Jonathan は少し前からこの助教師をしていた。Kendal はそのころ人口5,000人ほどの町で織物や染色が盛んであった。なかでも「Kendal-green」染めは有名で、これで染めた布は数百匹の馬で Liverpool まで

運ばれた。また Kendal は交通の要所でもあり、ロンドンからスコットランドへの駅馬車が週に 2 回ここを通過した。

15 歳の John は湖水地方を縦断して Kendal まで旅をしたが、途中 Cockermouth の町で洋傘を 1 本買い求めて「紳士になった気分」を味わったそうである。John は生涯この湖水地方を愛して Manchester に移ってからでも毎夏ここを訪れるのを忘れなかった。

学校は創立当時から自然科学教育に力を入れていて、創設基金の中の 150 ポンドで Newton, Boyle の著書を始め多くの自然科学書を購入していたし、2 フィート反射望遠鏡、顕微鏡、空気ポンプなどの理化学機器もそろえていた。John は足掛け 12 年この学校で教えることになるが、この間にこれらの本で勉強して、後年「Kendal の 12 年では残りの 45 年より多くの本を読んだ」と回想した。

着任の 4 年あと、1785 年に Bewley が引退したので、あとを Dalton 兄弟が引き継いで学校の経営に当たった。授業料収入は年間 100 ギニほどであり、寄宿生も預かったのも、この世話は郷里から呼び寄せた姉 Mary にしてもらった。また両親が Eaglesfield 村から収穫物をもって、1 日ばかりで湖水地方をとおって来てくれることもあった。

兄弟は男女 60 人ほどの生徒に、英語、ラテン語、ギリシャ語、フランス語、習字などを教え、科目には他に算数、簿記それに数学、自然科学などもあった。教え方は兄弟とも上手でなく、田舎出で言葉使いなども乱暴なところがあったから、評判はそうよくはなかった。それでも厳しい兄に較べると、優しいところのある John のほうが増しだったらしい。自分の研究の方に気を取られていた John は、教えるのにそう力を入れていなかったとも考えられる。

この Kendal に来て John は故郷の恩人 Robinson について、またも得難い素晴らしい教師に出会うという好運に恵まれた。盲目の自然科学者 John Gough (1757-1825) との出会いである⁽¹¹⁾。

Gough の父親 Nathan Gough は Kendal に多い羊毛染色業者で家業は繁盛していた。Gough は 3 歳のときの天然痘で失明した。6 歳になってから Kendal のクエーカー教徒の学校に入ったが、ここでの学業は 12 歳のときに新任の教師 Bewly が来るまであまり進歩しなかった。この先生が

始めて語学、数学や自然科学への眼を開いてくれたのである。Gough は植物が好きで根、茎、葉、花と唇と指で触れただけでその種類が同定できるまでになった。やがて詩にも興味をもち Bewly 先生の指導で、ラテン詩、ギリシャ詩と進みイギリス詩も読むようになった。40 年もあとでこれらが暗誦できたというから、彼の記憶力の抜群であったことが分かる。こんなことから湖畔詩人 S. T. Coleridge (1772-1834)、Wordsworth らと知合いになった。Wordsworth の長詩「さすらい」(The Excursion) (1814) 第 7 卷「隠者」(The Solitary) の中に、盲人の哲学者として描かれているのが Gough である⁽¹²⁾。

1778 年 (21 歳) から数学の勉強を始め、自分で工夫した紐や算盤を利用して代数学、幾何学、三角法、2 次曲線から、Newton の流率法にいたるまでを習得した。このあと 1781 年に Kendal にやってきた Dalton を知り、彼にラテン語、ギリシャ語、フランス語、数学それに植物学、気象学を始めとする自然科学一般を教えた。Dalton は Kendal へ来るまでラテン語、ギリシャ語は知らなかったのである。Gough はこれらの授業に金をとらなかったので、Dalton は彼のために読み、書き、計算それに図版描きなどを引き受けてやった。

1788 年友人に書いた手紙の中で Dalton はこう言っている⁽¹³⁾。

「彼がよく知っていない自然科学の分野はありません。彼は触れたり、味わったり、臭いをがいで、このあたり 20 マイルのほとんど全ての植物を知っております。彼はまた驚くほど明快に眼の構造、光と色の本質、光学レンズを論じることができますし、天文学、化学、医学など、その他もろもろにも精通しております。」

Gough の教え子にはあとでケンブリッジ大学 Trinity College 学長となり、John Herschel の親友にもなった W. Whewell (1792-1866) がある⁽¹⁴⁾。Dalton の著書第 1 号は彼が Manchester に移った 1793 年に刊行された「気象学的観測および考察」(Meterological Observations and Essay) である⁽¹⁵⁾。この序文の中で Dalton は Gough に対する謝辞を次のように述べている⁽¹⁶⁾。

「この方面に限らず私は他の多くの面で、ある 1 人の人物から多人の恩恵を蒙っている。事実、私の本のなかに何か新しく科学について重要な

事実が含まれていたら、これは大部分私が幸いにもこの人物から受けた教えと、科学研究の手本によるものである。」

この本の第2版が出版された1834年には、Goughはすでに世を去っていたから、第2版の謝辞にはJohn Goughの実名が入ることになった⁽¹⁷⁾。Daltonの気象学に対する関心は終生続いたが、これは故郷のRobinsonとこのGoughの影響によるものである。Daltonの観測記録は1787年3月24年(21歳)のオーロラ観察から始まる。彼はこのあと45年間に40万回もの観測記録を残すことになった。化学革命のA. Lavoisier (1743-94)も気象観測に熱心であったし、ドイツ詩人W. Goethe (1749-1832)もDaltonのことを聞いて68歳で気象観測を始めたと伝えられている。このDaltonの気象への興味がやがて彼を導いて大気の組成、混合気体、気体の水への溶解度、そして固有の重さをもった究極粒子の考えから、化学的原子論へと発展するのである。

気象観測に必要な気圧計、温度計、湿度計などはすべて自作した。気象観測は離れた数カ所で行う方がよいと考えたDaltonは、湖水地方のほぼ中央でKendalから北西40キロのKeswickに博物館をもっているPeter Crosthwaiteを仲間に誘った。彼には自作の気圧計と温度計を送り、その代金に8シリングと5シリングを請求した。また故郷のRobinsonにもこれらの作り方を教えた。あとで説明する1794年10月に発表されたDalton口頭発表の第1号「色覚についての異常な事実と観察」によると、DaltonはGoughの影響で1790年からときどき植物採集を始めたらしい。彼の植物標本の1部は現在Manchester公立図書館に保存され、蝶の標本はKeswick博物館に送られたそうである。

若いDaltonは熱心な勉学のかたわら自分の知識の力試しのようなこともしている。そのころポピュラーであった家庭科学雑誌「Gentlemen's Diary」「Ladie's Diary」の懸賞問題に挑戦して2回最高賞(1787, 1789)を獲得した実績は、KendalにDaltonありと彼の名前を世間に知らせるのに役立ったのは言うまでもない。

Kendalに来て6年目、21歳(1787)のとき早くもDaltonは公開講義を始めた。このころこの種の、とくに自然科学を主題とした公開講義は、各地で頻繁に行われていたから、別に珍しいことではなかったし、有名な

講師の中には各地を巡回して講義をして回る人も多かった。Daltonの公開講義は11月13日からで、火曜日、木曜日の午後6時から始まり全体で12回のスケジュールであった。10月26日に公示した講義内容には、力学、光学、気体学、天文学、地球儀の使用法などがあった。展示や実験には学校の備品を使った。ただ講義その物はDaltonの声がガラガラ声で聞き難く、風采にエレガントなところがなく、態度が素ッ気なくて成功とは言えなかった。聴講料は全コースで半ギニ（1ギニは21シリング）で、1晩だけなら1シリングであった。4年あとの1791年に第2回目を行ったが、このときは聴講料を半額にした。

1789年7月14日にはBastille牢獄襲撃に始まるフランス革命が勃発した。この年はまたLavoisierの不朽の名著「化学要論」(Traité élémentaire de chimie) 2冊本が刊行された年でもある。画期的なこの本の英訳は早くも次の年にエジンバラ医学者R. Kerr (1755-1813) 訳「Elements of Chemistry」として世に出た⁽¹⁸⁾。

Daltonが第2回公開講義を行った1791年はフランス革命2周年で、これを記念して7月14日午後約80名のフランス革命支持者がBirmingham市のホテルに集まって記念集会をもった。これを怒った暴徒が夜8時からホテルを襲い、非国教派の家を襲撃し放火した。世に言う「バーミンガム事件」である。Priestleyの屋敷も全焼した。彼は1774年酸素発見のあと1780年にBirminghamに移住していたのである。ここでは「月の会」(Lunar Society)の有力な会員として活躍した。会員には蒸気機関のJ. Watt (1736-1819)、Charles Darwin (1809-82)の祖父で医師のEramus Darwin (1731-1802)、Wedgewood製陶工業の創始者でDarwinの母方の祖父Josiah Wedgewood (1730-95)などがいた⁽¹⁹⁾。Priestleyは暴動のあとロンドンに逃げ、3年あとの1794年4月7日イギリスを後にして新世界アメリカに向かった。

Lavoisierがギロチン台上で51歳の生涯を閉じたのは、彼が大西洋上を航海していた5月8日のことである。

第2回公開講義をしたころDaltonは自分の将来について迷っていた。彼は自分の才能を知っていて、このまま地方の小都市の教師で終わりたいと考えたのであろう、故郷のRobinson、前校長Bewleyそれに母方

の親類でロンドンで弁護士をしていた Thomas Greenup などに手紙を書いて相談した。Dalton は収入のよい安定した職業として医者を考えていたのである。しかし彼らの意見はエジンバラで医学勉強をするのには金がかかるし、金がない人間の進む道は弁護士か薬剤師の見習しかないというのであった。この時代、地方出身の好学心に燃えた若者が自然科学へ進む道はまだ開けていなかった。Davy や Faraday が苦勞したより 10 年以上もまえの話である。産業革命 (1760-1830) の最中のイギリスでも職業としての自然科学者の進路はまだ閉ざされていた。

1792 年 5 月、26 歳の Dalton はクエーカー教徒ロンドン集会で始めて首都ロンドンの地を踏んだ。

彼の手紙にロンドンの印象が次のようにある⁽²⁰⁾。

「驚くべきところです。誰でも一度は見る価値がありますが、思索をする質の人間がずっと住むのには、地球上でもっとも不都合なところです。」
この年 3 月 7 日に John Herschel が生まれている。父 William は晩婚であったから 54 歳になっての一人息子であった。

3. Manchester 「New College」赴任から「色盲論文」発表 (1794) まで

医学への道を断念した Dalton は 1793 年春に Manchester 市 Moseley 街「New College」の数学、自然科学教師として赴任することになった。Gough が学長 Thomas Barnes 博士に推薦してくれた。このころ非国教派の人びとは「宣誓条例」(Test Act) の障壁で、自分の子弟をオックスフォードやケンブリッジ大学などに進学させることができなかったから、このような私立の高等教育機関を自分らでつくる必要があったのである。

「New College」の前身は 10 年前の 1783 年 6 月に Thomas Percival (1740-1804) が Manchester に創立した「College of Arts and Science」である⁽²¹⁾。Percival はかつて Priestley が教師をしたことのある (1761) 「Warrington Academy」で学び Priestley の友人でもあった。彼は 1767 年から Manchester で医業を始め、産業革命の中心地であったこの土地の名士の 1 人になっていた。このころ Manchester の人口は 4 万人ほどであったが、産業革命の波に乗って 1801 年にはこれが 9 万人となり、Dalton が死ぬ 1844 年ころには 35 万人にまで膨張することとなった。

Percival の学校は2年ほどで閉鎖され、長老教会派 (Presbyterians) のもとで1786年9月から Barnes 博士が経営を始めたのがこの「New College」である。このころ「Warrington Academy」はなくなっていたから、「New College」はイギリス中部工業地方の高等教育機関としてはほとんど唯一のものであった。Dalton の給料は1年80ポンドほどであったが、食費が引かれて手取り約50ポンドになった。それでも Kendal のときよりずっと良いし、都会暮らしのが初めての Dalton にとっては全てが目新しかった。そのうえこの学校には3000冊の蔵書を抱えた図書室もあり、図書室の上が Dalton の部屋であった。着任の次の年、1794年2月20日郷里の Robinson に書いた手紙に次のようにある⁽²²⁾。

「窓が2つと暖炉があり、部屋は綺麗に壁紙が貼られています。明るくて風通しがよく、ひっそりとしています。学者はできるだけ天に近づくのをお好むものか、または俗世間を離れて大気より純粋な場所に飛翔するのを選ぶのか知りませんが、私の部屋は地上10ヤード（中崎注：9メートル）タツプリのところにあります。」「この市には芸術、科学、語学の最良の本を備えた大きな図書館があり、本はすべて無料で貸し出せます。このような環境のことを知り、私が誰にも妨げられず、自分の個室で科学装置に囲まれて、気持ちのよい暖炉の火にあたっているのを知られたら、私が身も心も怠惰なダラケ気分で時間を潰しているかどうか判断がおできになるでしょう。私が眠りにつくときのスローガンは『12時過ぎたら、朝はボンヤリ』（Past twelve o'clock—cloudy morning）です。」

このように書いているが、田舎からできたばかりの Dalton にとって、Manchester は誘惑の多い都市だったようで、心をひかれた女性にも出会った。しかし、このショックもやがて克服できた⁽²³⁾。

「いま私の頭は三角法、化学反応そして電気実験などで一杯で、結婚などに重きをおいていません。」

こうして Dalton は兄 Jonathan と同じように生涯独身で過ごすことになった。このころ Dalton は30人ほどの学生に数学、幾何学、力学、簿記それに物理学と化学まで教えていた。化学の教科書には Lavoisier 著、Kerr 訳「Elements of Chemistry」や J. A. Chaptal (1756-1832) 著

「Éléments de chimie」(3冊本, 1790)のW. Nicholson訳「Elements of Chemistry」(1791)などを使った⁽²⁴⁾。

「New College」ではこれから7年間教えることになる。

Kendalから出て来るときDaltonの荷物の中には、例の「気象学的観測と考察」の校正刷りが入っていたが、この本はこの年に出版された。40年も経ってからであるが、Daltonはこの本について「私のこれからの研究の全ての萌芽が含まれていた」と言っている⁽²⁵⁾。この本のほかにGoughからの推薦もあったのであろう、着任して次の年1794年10月17日に28歳のDaltonは「マンチェスター文芸科学学会」(The Literary and Philosophical Society of Manchester)(以下に「マンチェスター学会」と略す)の会員に選ばれた。この学会は1781年に創設され、ロンドン王立学会(創立1660)とともに現代まで続いている学会として知られている。Daltonの推薦者は初代会長であったPercivalのほか、化学者Thomas Henry (1734-1816)⁽²⁶⁾とあとの社会運動家Robert Owen (1771-1858)がなってくれた。HenryはDaltonの終生の友人となる化学者William Henry (1774-1836)⁽²⁷⁾の父親で、Lavoisier著「物理化学小論文」(Opuscules physiques et chimiques, 1774)の英訳「Essays Physical and Chemical, by M. Lavoisier」(1776)を刊行していたし、医薬品「Henry's マグネシア」の製造で当てて裕福であった。Owenの方は後年スコットランドNew Lanark紡績工場の建設(1800)や、アメリカIndiana州に私財を投じて建設した共産社会New Harmony (1825-29)などで有名になるが、このころはManchester市の紡績工場の責任者に過ぎなかった⁽²⁸⁾。

Daltonはこのとき28歳になっていたが、彼はこれで世界が自分のまえに開けたように思ったに違いない。この歳になって始めて自分の研究結果を他人のまえで定期的に発表できる学会の一員になれたのである。彼はこのあと生涯にわたって、この学会で110編ほどの報告を口頭発表することになる。また学会は機関誌「マンチェスター学会誌」(Memoirs of the Manchester Literary and Philosophical Society)を刊行していた。

Daltonは入会を許されて2週間あと1794年10月31日の例会で、自分の色覚異常を分析したユニークな研究を発表した。

「色覚についての異常な事実と観察」

この内容は4年後の1798年に「マンチェスター学会誌」に印刷された。Daltonが発表した自分自身をも含めた色覚異常に関するこの報告は、会員の多くにとっては始めて聞く珍奇な対象だったに違いない。しかもDaltonはこれを科学的に記述、分析し、さらにその原因について大胆でユニークな仮説を提出した。学会の人びとは自分たちの仲間になんか新しく加わった、この若者の実力に見張ったに違いない。この結果、Daltonは6年後の1800年に学会総務 (secretary) に推され、さらに「化学の新体系」第1部刊行の1808年には「用字辞典」(Thesaurus) (1852) で知られるP. M. Roget (1779-1869) の後任として副会長に推されることになった⁽²⁹⁾。このあと1817年からは会長として務め、この職には彼の死の1844年まで27年間いた。

4. Dalton 色盲研究の始め (1790-94)

Daltonが自分の色覚異常に気が付いた切っ掛けについて、次のような物語が伝えられている。まだKendalにいた1792年(26歳)ころDaltonは、いつも自分で編んだ地味なカーキ色 (drab-coloured) 毛糸の靴下を履いている母親Deborahに、誕生日プレゼントとして上等の靴下を贈ろうと考えた。店先に「絹製。最新のファッション」とあった靴下を購って母に贈ると、彼女の反応は次のようであった⁽³⁰⁾。

「Johnや、おまえはまあ立派な靴下を購っておくれたが、なぜまたこんな派手な色 (bright colour) を選んだのだね。これじゃあ、とても集会所に履いてはいけないじゃないの。」

面食らったDaltonは母親に、これは青がかったカーキ色 (dark-bluish drab) であって、集会所に履いて行くのには打って付けの色だと告げた。それでもDeborahは「なんだってJohnや、これはサクランボ (cherry) のように真っ赤なんだよ」と答えた⁽³¹⁾。しかしJohnにも兄のJonathanにもカーキ色に見えたので、彼らは母親が年をとって眼が悪くなったのだろうと結論した。そこでDeborahが近所の主婦に見せたところ、彼女らの意見も「物はすごく上等だが、とんでもなく真っ赤 (uncommon scarlet) だよ」だった。

物語としては面白いが、26歳にもなって始めてDaltonが兄とともに、

こんな出来事から急に自分たちの色盲に気が付いたというのはいかにも不自然である。これに似た事があったのかも知れないが、彼らも幼いときから薄うすとは気が付いていたはずである。

1794年10月31日「色盲論文」の始めに次のようにある。

「いままで余り口に出したことがないが、私は色の中には不適當な名前がつけられていると言う意見を常にもっていた。ピンクと言う花 (pink, ナデシコ) に囚んだピンク色 (pink) という言葉は適當だと思いが、赤色 (red) という言葉をピンク色 (pink) の代わりに使うのは私にはまったく不適當だと思えた。それは私の感じ (apprehension) では青色 (blue) と言うべきである。なぜなら私にとってピンク色 (pink) と青色 (blue) は非常に近いが、ピンク色 (pink) と赤色 (red) はまったくと言ってよいほど関係がないからである。」

「いままで」とあるから、おそらく物心がついたころから、このように感じは抱いていたのであろうが、KendalへやってきてGoughと知合いになり彼の植物採集を手伝うようになって、改めて自分の色覚が他人のそれと明らかに違うのに確信をもつにいたったのであろう。

「色盲論文」は次のように続く。

「しかし1790年からときどき植物の研究するようになったので、以前よりは色に関心を向けざるを得なくなった。白 (white), 黄 (yellow), 緑 (green) の色については、その名のとおりと同意するが、青 (blue), 紫 (purple), ピンク (pink) および真紅 (crimson) の区別はやや明らかでなく、私の感じ (idea) からするとこれらは全て青 (blue) にまとめてもよいように思う。よく他人にある花の色が青 (blue) かピンク (pink) かと大まじめに尋ねたことがあったが、たいていは冗談だと片付けられた。

こんなことがあっても、1792年の秋にたまたまモンテンジクアオイ (*Geranium zonale*) の花の色をロウソクの光で見ると、私は自分の視覚の特異性について確信が持てなかったのである⁽³²⁾。この花はピンク色 (pink) なのだが、私には昼間はほとんど正確な空色 (sky-blue) に見えたものが、ロウソクの光ではこれが驚くほど変化して、それにはもう青色 (blue) が少しもなくなって、この青 (blue) と鋭くコントラス

トをなす私が赤 (red) と呼んでいる色となった。このときはまだ、この色の変化は誰にも同じだとばかり考えて、友人の数人にこの現象を確かめてくれるように頼んだ。そして私と同じ光で観察した私の兄以外の人びとが、すべて一致してその色は昼間のときとほとんど変わらないと言うのを聞いて私は驚いた。この観察は私の視覚が他の人びとのそれと違うことを明らかに証明した。そして同時にこれはある色について、昼間とロウソクの光との差について、私の方が他人よりずっと敏感なことも証明した。この時からほぼ2年して、私は色彩の理論に詳しく、そのうえ色の名前と色の組成についての実際的知識を備えた1人の友人の助力を得て、この問題の研究に取りかかった。」

こうして1792年秋ごろから本格的に研究を始める気になり、1793年春Manchesterへ来てからは研究結果を学会で発表しようと考え始めた。発表の9ヵ月まえの1794年2月にCockermouthのRobinsonに書いた手紙ではこう言っている⁽³³⁾。

「先日、染物屋の友達のところへ行きましたら、そこに彼とその奥さん、それに医者と若いご婦人がいました。奥さんが布を見せてくれたので、私はそれと全く同じ色のコートを着て、数週間まえにここへきたと言いました。それは私に言わせると赤がかった黄褐色 (reddish snuff) でした。すると彼らは私がこんな色のコートを着ているのを見たことがないと言いました。彼女が見せた布は彼らが見たなかで、もっとも美しい草色 (grass-green) だと言うのです。しかし私には草に似たところなど全く見えなかったのです。彼らは私のテーブルクロスを緑色 (green) だと言いました。しかし私はそうでないと言い、1つを除いて緑色 (green) のテーブルクロスなど今まで見たことがないと言いました。ところが彼らはみんな、それは緑 (green) の褪せた色だと言うのです。一言でいうと私は人びとを楽しませたのですが、学者には別のものを提供したことになります。それは彼らは私と同じように、この状況を説明するのに全く戸惑ってしまったからです。私はなにか学会をとおして、世間に私の観察したところを報告しようと考えております。この若いご婦人は、私が緑色 (green) のコートを着て (集会所) の廊下に入るのは、絶対に許されないだろうと言いましたので、私はあなた方が深紅 (crimson) (す

なわち濃いカーキ色, dark drab) のガウンを着て私と歩いても構わないと答えてやりました。」

1794年「色盲論文」の中でいう「この時からほぼ2年して、私は色彩の理論に詳しく、そのうえ色の名前と色の組成についての実際的知識を備えた1人の友人の助力を得て、この問題の研究に取りかかった」の中の「1人の友人」はDaltonの故郷Eaglesfieldから西北20キロの港町Maryportに住むJoseph Dickinsonである。DickinsonはDaltonの祖父と同じ靴職人であった。DaltonはDickinsonに彼と同じMaryportに住むHarris一家の色盲について調査を依頼したのである。このころの彼らの間の往復書簡が4通残っている⁽³⁴⁾。最初Daltonからの依頼の手紙が1794年3月10日付けで⁽³⁵⁾、これに対するDickinsonの返事が4月8日付け⁽³⁶⁾、さらにDaltonから4月13日付けの手紙があり、残りの1通には日付けがない。最初の3月10日付け手紙でDaltonは最近、17年もまえの1777年2月13日王立学会でPriestleyが読んだ報告「色を区別できない人びと」を見つけたと告げている。Priestleyが王立学会で読んだのはDickinsonの住むMaryportから海岸沿いに25キロ北の港町AllonbyのJoseph Huddart (1741-1816) 船長がPriestleyに送った手紙である。Priestleyは5年前の1772年に812ページの大著「視覚、光および色についての発見の歴史と現状」⁽³⁷⁾を刊行していて、この方面の大家と見なされていたから、Huddart船長がHarris一家の異常な色覚について知らせたのであろう。Huddart船長はこの地方の出身で東洋航海や造船技術で知られた名士であった。Priestley報告の全訳が「付録1」である⁽³⁸⁾。Huddartの告げるところによると、Harrisは4歳のころ赤色と緑色とが区別できないのに気が付いたという。Harrisの色盲の兄弟の1人は船長でHuddartは彼とアイルランドDublinで出会い、直接に質問をしたりテストをしたらしい。

「Huddart氏は彼に1776年12月Dublinで会い、彼と話す機会がありました。Huddart氏はプリズムを使って彼の色識別能力をテストしようと思いましたが、持っていませんでしたので、彼に虹を見たことがあるかと聞きました。彼はよく見たことがあると言い、色が区別できたと言いました。ただし、いろんな色から構成されていると言うだけで、どんな色かは言えないのです。Huddart氏が彼にリボンを示すと、すぐに容

易に縞であって無地ではないと言いました。そこで Huddart 氏は別の縞リボンの色を当てさせました。白い縞のリボン数本を彼はためらわう事なくいつも白と呼びました。しかし4本の黒の縞リボンでは迷って、その中の3つをブラウン (brown) と思いました。しかし黒縞リボンがどれも同じ黒さ (same shade) のときは、正しく黒と呼びました。しかし全ての縞リボンとなると自信がありませんでした。本当のことを言えば黒と言っても自信がなく、ライトグリーン (light green) を黄色 (yellow) と呼びました。これも十分に自信があるわけではなく『これは、皆さんが言う黄色 (yellow) だと思う』と言いました。少し赤がかった並のリボンを青 (blue) のようだと言いました。しかし、彼がもっとも思い違いをしたのは、オレンジ色 (orange) でした。彼は自信をもってこう言いました。『これは草の色で、緑色 (green) です。』Huddart 氏は彼にいろいろな色のリボンを見せましたところ、ときには正しくその色を当てましたが、ときどきは本当の色と似てもつかない色を言いました。この縞リボンの実験は昼間 (day-time) と明るい光 (good light) で行いました。」

Dalton は Dickinson に依頼した調査について「色盲論文」の中で次のように言っている。

「私は 1777 年の王立学会誌で Cumberland 州 Maryport の Harris 氏の記事を読んだことがあった。この人は『色を区別できない』と言うのであったが、この人のケースはわれわれのと違うようであった。しかし、1つの視覚の異常は別の物の解明に役立つかも知れないと考えて、私はこの記事を読みなおしてみた。すると、この人の視覚がもっと研究されていて、その記述が第1人称で語られていたら、この人と私のケースが同じであることが大変にありそうに思えてきた。同じ症状の4人の兄弟があり、そのうちの1人はまだ生存していた。Maryport に友人がいたので、私はこの人に頼んで生き残りの1人について、いくつかの質問をしてもらった。友人はすぐにやってくれて（視覚に異常のない別の兄弟も加えて）、私に報告してきたその回答から、私はわれわれのケースの類似性についてもはや疑えなくなった。」

4月8日付けで Dickinson から送ってきた、調査結果を知らせる返事は次

のようであった⁽³⁹⁾。

「君が書いている Thos. (中崎注: Thomas) と船長はとっくに死んでいるよ。」

Thomas, Jonathan, John, Joseph, Anthony 5 人男兄弟のなかで 4 人が色盲で, Thomas と船長の Jonathan が死亡していて, 残りの兄弟のうちで Anthony を除いた 2 人が色盲であった。Dickinson は正常色覚の Anthony の助力を得てこの色盲兄弟 2 人を検査した。

「太陽スペクトルの中で黄色 (yellow) がもっとも顕著に見える色である。われわれが赤 (red) だというバラ (roses) やナデシコ (pinks) は, 彼らにとって青空色 (sky-blue) に近い色に見えるらしい⁽⁴⁰⁾。Kendal 染の緑色 (green) のテーブルクロスは草 (grass) と同じには見えない。

赤い (red) 封ロウはむしろ暗く (darker) 見え, ダークグリーン色 (dark green) と血とは区別できない。彼らの 1 人に血にもっともよく似た色のウーステッドと選ぶように頼んだら, 驚いたことに彼はダークグリーンのをつまみ上げた。白布についた血がわかるかと聞くと, 泥と区別がつかないと答えた。また屠殺場の近くで血を見たことがあるかと聞くと, 水気があるのは分かるが, それが血なのはその上によく付着している小さな泡で知るので, それ以上は分からないと言った。」

この報告に対して Dalton はテスト用の着色リボン 16 本を同封した手紙を 4 月 13 日付けで送った。この手紙の中で Dalton はある色を作るには, どの色とどの色を混ぜたらよいか, 太陽スペクトルがどのように見えるのか, ロウソク火をプリズムで眺めたらどう見えるを質問してくれと頼んでいる。彼がとくに強調しているのは, 自分も経験している太陽光とロウソク火で見たときの色の見え方の変化の調査である。

手紙のあとの方で彼は次のように言う⁽⁴¹⁾。

「これは, 今まで学者があまり取り上げなかった問題です。それで私はできるだけ別のところでも検査を続けて事実を確認し, その原因を突き止めようと努めております。私の仕事の結果はなにかの形で公表されるでしょう。」「彼ら (中崎注: Harris 一家) に告げて下さい。私も以前はナデシコ (pinks) を青空色 (sky-blue) と呼んで他人の笑いを招き, 私自身もその笑いに加わったものですから, 誰も私がまじめに言っているの

だとは思いませんでした。そして、その当時は今ほどには私と他人の間で色の見え方に、そんな大きな差があるとは思っても見ませんでした。違うのは主として言葉 (words) であって、感じ (ideas) ではないと考えていました。しかし現在では確かに非常な差があることが分かりました。私は真剣な顔でこう主張いたします。ナデシコやバラは昼間はライトブルー (light-blue) で、夜には赤がかった黄色 (reddish yellow) である。また深紅色 (crimson) は青がかった濃いカーキ色 (bluish dark drab) で、全てのダークグリーン (dark greens) (そう間違っって呼ばれている) は赤 (red) か血 (blood) の色である。テーブルクロスに想像できる限りもっとも似合わない色は、あの草原の快い新緑 (verdure) と全く違っているのだ。」

Dalton と Dickinson は同年輩で気の置けない友人だったらしく、Dickinson は手紙の中で Dalton をからかっている⁽⁴²⁾。

「あなたの言うところからすると、あなたは女性の美の大部分を形作っている魅力について、大変に不完全な考えしか持っていないに違いありません。なにしろ、あなたの賞賛するバラ色 (rosy blush) の紅頬がライトブルー (light blue) に見えるのだからね。この顔色では日焼けしたムーア人か、黒いエチオピア人のように女性としては例外で、(もしあったら) 妻にするより見せ物にふさわしい対象ですよ。」

しかし Dickinson からの報告は正確で大変に役に立ったようで、「色盲論文」には彼の観察の多くがそのままに取り入れられている。これについて Dalton は「色盲論文」で次のように言っている。

「この報告で私がすでに説明した類似点や対照点のあるものは、最初に他の人から私に指摘された物で、これが私の考えと同じであったということである。」

Dalton が自分の教えている生徒について調べてみたところ、25人中で2人が自分と同じ症状であることを発見した。また彼は「色盲論文」の中で Harris 家と Dalton 家の色盲の遺伝についても書いている。

「私は今までに私と同じ視覚の人をほぼ 20 人ばかり報告を受けている。あの Maryport の家族は 6 人の息子と 1 人の娘から構成されていたが、息子のなかで 4 人が問題の症状を呈している。われわれの家族 (中崎

注: Dalton 家) で成人まで達したのは 3 人の息子と 1 人の娘だが、この中の息子 2 人が私がすでに説明した症状である。他の家族ではたいていその中の 1 人であるが、中には多数の例もあった。これらの中で、ある 1 例を除いて両親か子供がそうであるかどうかを知らない。またその肉体的原因がなにかについて知るところがない。われわれの視覚は色を除いては、他の人びとと同じように明確で正確である。ただ 2-3 人だけが近眼であった。注目すべきことに、婦人ではこの特異性の 1 例も聞いたことがない。」

このように Dalton が婦人の色盲の例を知らないと言っているところから、彼が 1777 年 Priestley 報告の次の年 1778 年 4 月 9 日 M. Lort が王立学会で読んだ報告を知らなかったのが分かる。これは Lincolnshire 在住の J. Scott なる人物が 1777 年 5 月 26 日付けでケンブリッジ大学 Whisson に宛てた手紙である。この全訳を「付録 2」に付けた⁽⁴³⁾。この中で Scott は Dalton らと同じように赤色と緑色の区別がつかないと訴えている。

「さて次に何が私にもっとも分かりにくいかをお知らせしましょう。私はこの世界で緑 (green) というのを知らないのです。ピンク色 (pink) と淡い青色 (pale blue) とは同じに見え、その区別ができません。真赤 (full red) と真緑 (full green) も同じで、私はこれらがよく似ていると (a good match) いつも思っておりました⁽⁴⁴⁾。しかし私は黄色 (yellow) (明るい, 暗い, 中間) と全ての青の色合い (all degrees of blue) はよく知っていますし、これらの色のどれについても細かな点までその差が分かります。ただし、ふつう空色 (sky) と言われる非常に淡い (pale) 青は別です。真紫 (full purple) と濃い青 (deep blue) にはよく迷います。」

手紙の中で Scott は自分の家系について、自分の姉妹の 1 人が自分と同じ色盲であると書いている。

「これは家族の疾患なのです。私の父親には全く同じ障害がありました。私の母親と私の姉妹の 1 人は全ての色に正常です。しかし別の姉妹と私自身はともに正常ではありません。この姉妹には 2 人の息子がいますが、両方とも正常ではありません。彼女には別に 1 人の娘があり、

これは全く正常です。私には1人の息子と1人の娘がありますが、両人とも全ての色を欠けるところなく知っております。これは彼らの母親も同じです。私の母親の兄弟は私と同じ障害をもっています。しかし、すでに申したように、私の母親は全ての色をよく知っています。」

これらの1777年と1778年に王立学会で報告された2通の手紙が、おそらく1794年10月31日 Dalton「色盲論文」に先行する、色盲についての学術報告の最初の例と言えるであろう。この2通の手紙の100年も前の1684年の王立学会誌に視覚異常の2例が報告されている。ただし残念ながら、いずれも短いうえに、記載するところも漠然としていて、とても学術報告とは見せられないような内容である。

「Suffolk 州である紳士に会いました。彼の召使は昼は非常に正確に見えるのに、太陽が沈むとまったく見えなくなります。」⁽⁴⁵⁾

「22歳か23歳の若い娘が、Banbury から私のところへやってきました。彼女はよく見えるのですが、色は黒 (black) と白 (white) 以外は見えません。夜になると幻視 (牡牛や熊など) があって、彼女を脅かします。彼女はしばしば15分間ほど真っ暗闇でも読書することができます。」⁽⁴⁶⁾

5. 1794年10月31日発表「色覚についての異常な事実と観察」

Dalton が色盲研究を発表した1794年はフランス革命勃発から数えて6年目に当たり、大陸ではこの年の5月8日に Lavoisier が処刑されている。そして、アメリカ移住を決心した Priestley はこの日を、新大陸へ向かう大西洋上の帆船で迎えた。こういう時代だったのである。「色盲論文」は4年後の1798年「マンチェスター学会」誌に28ページの報告として印刷された⁽⁴⁷⁾。口頭発表と印刷のあいだに4年も経っているから、その内容が発表当時から印刷のとおりであったかどうかは分からない。しかし、そう大きくは手が加えられていないと見てよいだろう。この「色盲論文」の全訳が「付録3」である。

色の英語名の和訳は必ずしも定まっていなかった。それで私のこの小論では誤解を防ぐために、いままでも色の名前には和訳のあとに英語原名をカッコに入れて付けておいた。全訳「付録3」でもこの方式を踏襲した。

Dalton「色盲論文」にはすでに井山訳がある。ただ井山訳の中には私の解釈と一致しないところがあるので、その主な箇所を「文献と注」の中で指摘しておいた。

さてDalton「色盲論文」は次のようなかなり抽象的な議論から書き出されている。

「同じ対象物 (object) に刺激されても、色、音、味などについてのわれわれの感じ (ideas) が、それと意識されないままに、大変に違っているのはよく見られるところである。それにもかかわらず、それらの対象物がわれわれの心 (minds) に引き起こす印象 (impressions) は、当然ながら全く同じであると言うように、われわれはこれらの問題について分かったような言葉を交わしている。このことを可能にするために要求されるのはまさに、同じ対象物は各人の心 (mind) に等しく同じ印象を与えるに相違ないという考えと、ある人に違うと思われる対象物は同じく他の人にも違うと思われるに相違ないという考えだけである。」

このあとに続く序文に当たる部分はすでに引用しておいた。

1790年の植物研究から、1792年秋ゼラニウムの花の色が昼色光とロウソク光で違って見えた経験を述べたあと、次の3部に分けて自分の研究結果を説明するという。

I. 私自身の視覚についての説明, II. 私に似た視覚をもつと分かった人びとについての説明, III. われわれの異常な視覚の原因らしいものについての考察。

詳しくは全訳「付録3」を見てもらえればよいのであるが、その大要だけを以下に纏めてみることにする。

I. 私自身の視覚についての説明

Dalton はまず自分の近視と凹レンズ眼鏡の使用を説明し、それでも物の形は正確に見えるのだと断わっている。続いて太陽スペクトルがどのように見えるかの記述に入る。

「私の観察はガラス・プリズムによって暗室に作られた太陽の色像、すなわち太陽スペクトル (solar spectrum) の観察から始まった。」

Dalton は太陽スペクトルの中にせいぜい3種の色しか区別できなかった。他人のいう赤、オレンジ、黄、緑はすべて同じ色に見え、Dalton はこ

れらすべてを黄と呼びたいという。しかし他人のいう青と紫は自分にも区別できる。ただ赤といってもこれが不明確である。

「私の青 (blue) と紫 (purple) とは他の人と一致した。他の人が赤 (red) と呼んでいる部分は、私にはある影 (shade) または光のないところ (defect) に過ぎないように思える。」

次に Dalton は主に着色リボンを使って、これを昼色光とロウソク光で見たときの印象を列挙している。これらの色は赤、オレンジ、黄、緑、青と紫である。この中で他人との差が大きな赤と緑についての記述がもっとも詳しい。これらの後に「いろんな観察」の項が続く。この中で Dalton は次のような観察を書いている。

「空色 (sky-blue) の透明溶液をとおしたロウソク光で見る色は、私にとっても他の人びとと同じように、昼間のときと同じに見える。」

この観察があとで Dalton 色盲「着色硝子体」仮説の提唱につながるのがある。

II. 私に似た視覚をもつと分かった人びとについての説明

ここではすでに説明しておいた友人 Dickinson からの報告に基づいた Harris 一家の異常色覚の説明があり、あと Dalton 一家についても触れているが、遺伝的な要素の調査はまったくと言ってよいほどなされていない。このII部の最後に「われわれの視覚の特徴」なる部分があって、ここで Dalton は自分が調査した範囲の色覚異常の特徴を9項目に纏めている。

われわれの視覚の特徴

(1) 太陽スペクトルには黄 (yellow), 青 (blue) と紫 (purple) 色が見える。前2者の間にはコントラストがあるが、後2者の間は種類より程度の差と言った方がよいように見える。

(2) ピンク (pink) は昼色光で少し色あせた空色 (sky-blue) に見えるが、ロウソク光では青 (blue) と鋭くコントラストをなすオレンジ (orange) または黄がかって (yellowish) みえる。

(3) 真紅 (crimson) は昼色光でくすんだ青 (muddy blue) に見える。だから真紅 (crimson) の毛糸はほとんどダークブルー (dark blue) と同じである。

- (4) 赤色 (red) と緋色 (scarlet) は昼色光よりロウソクの火で、もっと生きいきと輝いて見える。
- (5) 赤い封ロウの棒と草の色は昼間では大きな差がない。
- (6) 濃緑色 (dark green) の毛布は泥赤色 (muddy red) に見え、草よりずっと暗くて (darker), これとはひどく違った色に見える。
- (7) 血色のよい顔色 (a florid complexion) は黒ずんだ青 (dusky blue) に見える。
- (8) われわれには (中崎注: 他人の) コートやガウンが裏地とマッチしてなく (badly matched) 見えることがよくあるが、これを他の人はそう考えないようである。反対にわれわれには、なんと真紅 (crimson) がクラレット (claret, 赤紫色) とか泥色 (mud) とよく似ており (should match), ピンク (pinks) とライトブルー (light blues); ブラウン (browns) と赤 (reds); さらにカーキー色 (drabs) と緑 (greens) がよく似ていると思えるのである (should match)⁽⁴⁴⁾。
- (9) われわれが他の人びとと相違する全ての点において、その差は昼間よりロウソク光の下での方がずっと少ない。

Dickinson はこの「特徴」(7)「血色のよい顔色が黒ずんだ青にみえる」のを種にして Dalton をからかっているのである。

Ⅲ. われわれの異常な視覚の原因らしいものについての考察

このⅢ部で Dalton は「特徴」(2) で述べたピンク色の見え方をもっと詳しく調べることによって、自分の色盲「着色硝子体」仮説に導かれたと言っている。彼にとってピンク色は昼色光で空色に近く見えるが、ロウソク光ではこれがオレンジ色に近く変化する。ところが、空色の透明液体をとおしたロウソク光でみると、まるで昼色光でみたときと同じ空色に見えた。そこで Dalton は次のように考えた。

「透明な着色液体は自分自身の色の光線を他の色の光線より多く通過させ、その結果として自分自身の光を吸収することが少ない。これらを考え合わせた上で、私は私の眼の体液 (humours) の1つは透明で着色した (coloured) 媒体であって、主に赤 (red) と緑 (green) の光線を吸収し、青 (blue) や他の色をよりよく通過させるようになっているという考えに導かれた。」

色覚異常を呈する自分の眼の硝子体も、ある種の青色をしているのではないだろうか。

「こう考えると、私や私と同じような人の眼の体液 (humours) の1つは、おそらくある種の青色をしている (coloured) 媒体にほとんど間違いないだろう。それは硝子体液 (vitreous humour) に違いないと思う。そうかどうかは調べてみれば分かるかも知れないが、これはまだ実施されていない。眼の体液がいかにして色がつくのかを説明するのは生理学者の領域だから、これは彼らに委せることにして、この仮説によってII部の結論として纏めておいた事実が説明できるのを次に示そう。」

このあと Dalton はこの色盲「着色硝子体」仮説に従って、うえに纏めた「特徴」(1) から (9) までの自分たちの色覚異常を説明している。これらは、よく考えられているとはいえ、全てをうまく説明しているとは考えにくい。Dalton は自分の色盲「着色硝子体」説を検証するために、自分の死んだあと眼球を取り出して、硝子体液が青色に着色しているかどうかを調べるように遺言した。

Dalton 「色盲論文」は太陽光と地球大気についての大胆な仮説の提唱で締めくくられている。太陽光はもともとロウソク光と同じ燃焼に由来する光であって、これが地球大気の青い流体 (ガス) を通過して地上に注いでいるのだと言うのである。

「私はこの報告を次の考察で締めくくりたいとおもう。太陽光とかロウソク光、またはわれわれが燃焼でふつうに得ている光が、もともと同じ組成なのは極めてありそうなことである。そして地球大気はもともと青い流体 (blue fluid) であって、これが太陽光をわれわれが日常に見えているような差を生じるように変化させているのである。」

この提言の中には後年の Dalton の仕事によくある、独創的ではあるが一方的で独断的だという特徴がすでに色濃く見て取れる。

6. 色盲に関するこれ以後の Dalton の関心

原「近代化学の父」の中には Dalton 「色盲論文」について「この論文はドールトンがたくさん書いた色盲についての研究論文の最初のものであった」とある⁽⁴⁸⁾。しかし、これは誤りで Dalton はこの 1794 年「色盲論文」

以外に色盲についての研究論文は1つも「書いて」はいない。Mortimerが「マンチェスター学会誌」を調査したところによると、Daltonが「マンチェスター学会」で色盲または色に関する論文を口頭発表しているのは、1794年論文を含めて7編だけだと言う⁽⁴⁹⁾。これらの原稿はすべて失われているが、その題目からその内容はおよそ次のようだと推定されている。

「色盲について」(1794, 1833), 「空の色と燃焼光」(1795, 1799), 「熱と光の本質」(1800), 「気体の燃焼における光と熱」(1824), 「着色の原因」(1830)。これに見られるように1833年(67歳)発表がこのシリーズの最後である。

Dalton「色盲論文」はフランス訳も出て大陸でも有名になった。それで1827年になってからジュネーブ大学 Pierre Prevost が色覚異常疾患を「daltonism」と呼び始めた⁽⁵⁰⁾。この言葉は大陸ではしばらく使われたが、化学的原子論で有名になった科学者の名前を、肉体的欠陥につけるのはどうかという意見が出てきて、現在では使われなくなっている。しかしDalton本人は自分の欠陥をあまり気にせず、むしろ面白がって話題として人前に提供している。たとえば1804年暮れ始めてDavyが勤めていた王立研究所で自分の気体研究の成果を20回公開講義したときの様子を、Kendalの兄Jonathanに告げる手紙(1804年2月1日付)の最後の方でDaltonは次のように書いている⁽⁵¹⁾。

「光学の講義のとき、私は大変によく似ている (matched very well) と考えた⁽⁵²⁾、青 (blue)、ピンク (pink)、ライラック (lilac, 中崎注: 薄紫) と赤 (red)、緑 (green)、ブラウン (brown) の6つのリボンを持ち出して、物珍しそうな顔をしている聴衆に向かって、そうでしょうと言いました。聴衆がみんな私の言葉をまじめだと思ったかどうか知りませんが、1人の紳士が講義のあとすぐに私のところに来て、全く同意見だと告げてくれました。ただ彼はロウソク光で見たときの差については気がついていませんでした。」

Daltonはこの種の話題を講義でよく取り上げている。1808年の講義シラバスに次のようにある⁽⁵³⁾。

「ある人びとは、ふつうの人びとのように、色を見たり識別したりできません。彼らにとってピンク色 (pink) とライトブルー (light blue) はほ

とんど区別できませんし、赤 (red) と緑 (green) もそうです。私もこの部類に入ります。」

1808年暮れから王立研究所で第2回目の公開講義をしたときの様子を、Daltonは1808年12月27日付けの手紙でManchesterの下宿先Johns師に知らせた。

この最後の方でJohns夫人に向けて次のように書いている⁽⁵⁴⁾。

「さて、ここで奥様には当地の流行について、なにかお知らせしなければならぬのですが、これは私の領分からは随分とかけ離れているので、少なからず気後れします。私は毎日New Bond街で美人にお目にかかっていますが、着物より彼女らの顔の方に気を取られております。青 (blue) と赤 (red) が好まれているようです。あるご婦人たちは着物を巻胴 (drum) のようにきつく巻き付けているかと思うと⁽⁵⁵⁾、他のご婦人たちはこれを毛布のように垂れ下げております。なぜそうするのか知りませんが、いずれにしても美しいご婦人は、美しく見えるのではないかと思います。」

もちろん「青と赤」の流行については、Daltonも他人に聞いて「色」を確かめたのであろう。この手紙から分かるように、彼は「乾いた」ユーモアの持主で、硬いだけの変人ではない。1822年7月Daltonはパリへ旅行し、ここでフランスの著名な科学者から、イギリスでは経験したこのとない温かさで歓迎された。彼の生涯でもっとも華やかな出来事であろう。出発に当たってDaltonは旅行着を新調しようと服屋へ出かけた。

このときの挿話は次のとおりであった⁽⁵⁶⁾。

「わしは今からパリへ行くのだが、おめえなにか地味なカーキ色 (drab) の着物を、見つくろってくれねえかね。」服屋が品物を見せるまえにDaltonは好みの服を取り上げた「こりゃいい色だ。欲しかった色だ。それに生地もすっごくいいしね。」

服屋は驚いた「Dalton先生、それは緋色 (scarlet) で狩猟のときの着物ですよ。」

Daltonは答えた「おめえこれで、わしの目の病が分かっただべ。」

このころDaltonはすでにManchester市の名士の1人となっていたが、相変わらず北国Cumberland弁を使っていた。1832年夏、この年の「英

国科学振興会」の集まりがオックスフォード大学であった。大学ではこの機会に Dalton, Faraday, Brewster それにブラウン運動の発見者として知られている植物学者 Robert Brown (1773-1858) に「D. C. L」(Doctor of Civil Law) の称号を贈った。このとき緋色のガウンを着て校庭を歩いている Dalton に向かって、ある友人がその色はクエーカー教徒にふさわしくないとは忠告した。この人に向かって Dalton は反論した⁽⁵⁷⁾。

「君らはこれを緋色 (scarlet) と言うだろうが、私にとってはあの緑の木のように自然の色なのだよ。」

このときの緋色のガウンが2年あとの1834年5月、DaltonがWilliam 4世に拝謁したときに役立った。この5月DaltonはたまたまManchester市民が集めた募金2000ポンドで製作する等身大の自分の彫像のモデルとして、ロンドン彫刻家F. Chantrey (1781-1841) のアトリエへ通っていた⁽⁵⁸⁾。王に拝謁する宮廷礼服には剣が付きものである。しかしクエーカー教徒のDaltonには武器を身につけるのが許されない。このとき、この緋色のガウンで身を包んでその場を繕ったと言うのである⁽⁵⁹⁾。

7. 色盲研究の発展と「色盲理論」

「人間の色覚」研究史については、私が中京大学「教養論叢」に書いた小論「初期カラー写真手法を開拓した人びと(上)」に詳しいから⁽⁶⁰⁾、詳細はそれを見て戴くことにして、ここでは次に「ドルトン色盲の化学」理解に必要な知識だけを短くまとめるだけにする。

Newton「Opticks」(光学)(1704)の巻末にある「疑問(Query)」に次のようにある⁽⁶¹⁾。

「疑問12. 光線 (rays of light) が眼底に届くと、網膜 (*tunica retina*) を刺激して振動 (vibration) させるのではなかろうか。この振動が視神経の繊維に沿って脳に伝わり視覚 (sense of seeing) を生じる。」

「疑問13. いろんな光線がいろんな大きさの (bignesses) 振動を起こし、その大きさによって違った色の感覚 (sensations of several colours) を刺激するのではなかろうか。それは、ちょうど空気の振動がその大きさに従って、それぞれの音の感覚を生じるのと同じである。」

このNewtonの考えに沿って、人間の色覚の受容体の数に制限があるとい

う仮説をたてたのは、光の波動説で有名な Dalton と同時代の Thomas Young (1773-1829) である。Young の説はこうである (1802)⁽⁶²⁾。彼は当然 Dalton 「色盲論文」を参考に行っているのである。

「全ての可能な限りの波動 (unduration) と共振することのできる、ほとんど無数とも言える微粒子が網膜の感覚点 (sensitive point) の 1 つ 1 つに備わっていると考えるのはまず不可能であろう。このために、ある制限を設ける必要があるだろう。たとえば 3 つの原色 (principal colours), 赤 (red), 黄 (yellow) それに青 (blue) に対する物だけに限るのである。」

Young がこのように色覚「3原色」を「赤, 黄, 青」としたのは、単にこれらが顔料の 3原色だからそうしただけで、実験観察の結果ではない。それで 1807 年になってからは W. H. Wollaston (1766-1828) の太陽スペクトルの観察結果を踏まえて⁽⁶³⁾, 色覚 3原色を「赤 (red), 緑 (green), スミレ (violet)」とした⁽⁶⁴⁾。

「明らかに黄と青の完全な感覚 (perfect sensation) は、それぞれ赤 (red) と緑 (green); 緑 (green) とスミレ (violet) の混合によって引き起こされる。しかもこれらの感覚はつねに別べつの感覚の結合によって生じると考える正当な理由がある。また少なくともこう考えた方が色の理論が簡単になる。だから他の現象と矛盾する事実が発見されるまで、これを便利に利用したらよいのではなかろうか。」

そして Young は Dalton の色盲を赤色覚の欠けた「赤色盲」だとした。

「網膜の中にある、赤を感知するに適したこれらの繊維が、欠如しているのか麻痺しているからである。」

これは、おそらく Dalton が「色盲論文」の中で太陽スペクトルの赤について「他の人が赤 (red) と呼んでいる部分は、私にはある影 (shade) または光のないところ (defect) に過ぎないように思える」と言っているのを根拠に行っているのであろう。ただし、この Young 「3原色説」も実はドイツ人 Giros von Gentilly なる人物の説を踏襲しているという説もある⁽⁶⁵⁾。この人物は 1781 年ころ「網膜には 3原色に対応する 3種の分子 (Molekülen) または膜があって、これらの欠損によって色盲が発生する」と説明していたらしい。これをゲッティンゲン大学へ医学研修 (1796) に行ってい

た Young が耳にした可能性があると言うのである。

現在はこの Young 網膜説が正しかったと証明されているが、それまでには多くの論争が重ねられた。たとえば脳とか視神経に異常があるとする説などである⁽⁶⁶⁾⁽⁶⁷⁾。Young のあとお膝元のイギリスでも光学に関心のある物理学者が色盲研究に乗り出してきた。John Herschel もその 1 人である。彼はケンブリッジ大学在学中に数学で頭角を現したが、父 William の懇請に従って父親の仕事を継ぐために天文学に進もうと決心した。これが 1816 年 (24 歳) のことである。しかし父親が生涯をかけて観測した膨大なデータを整理し、計算してこれを纏めるには時間がかかり、急には報告にならない。それで暇を見つけては化学や光学の研究をした。このころ光学、とくに結晶光学が物理学の流行領域であった。この方面では É. L. Malus, D. F. Arago, J. B. Biot それに波動説を完成させた A. J. Fresnel などフランス物理学者の活躍が目覚ましかつたが、イギリスでも David Brewster (1781-1868) が頑張っていた。彼の万華鏡 (kaleidoscope) の発明は 1816 年である。Herschel が天体観測の合間に行った仕事で最初に報告になったのが、すでに説明した 1819 年「ハイポ研究」⁽⁴⁾ と 1820 年「左右水晶の旋光性」である⁽⁷⁾。彼が死亡した 1871 年夏エジンバラ市であった「英国科学振興会」総会であとの Kelvin 卿 William Thomson (1824-1907) は次のような言葉で Herschel の「左右水晶の旋光性」業績を称えた。「博物学と物理学のもっとも見事な接点の 1 つ。」

Herschel はこれらの仕事のあと友人 Babbage と共同して Arago 渦電流 (1824) の追試などをし、また Faraday やロンドン光学機器商 G. Dolland の協力のもとに「光学ガラス改良委員会」の委員として活躍した。1827 年「Metropolitan 百科事典」の項目「光」の執筆を分担したとき、Herschel は解説に全面的に波動説を取り入れた。彼は始めは Brewster や Biot のように光粒子説であったが、Fresnel の大論文 (1822) などを知ってからには波動説に傾倒していたのである。Herschel「光」は評判がよくて、1830 年にフランス語訳、1831 年にはドイツ語訳が出るほどであった。

Herschel の色盲に関する最初の報告が発表されたのは、Brewster が創刊した科学雑誌「Edinb. Jour. Sci.」においてである (1829)⁽⁶⁸⁾。

「ある種の色に対する眼の異常不感性の 2 事例について」

ただし、これは紹介記事であって著者として Herschel の名前は出ていない。ただ「a distinguished philosopher」からの報告というのでそれと知るだけである。この中の色盲患者第 1 例は Brewster の報告したものである。この男性は全ての色が「青」(blue) と「ブラウン」(brown) の 2 色として感覚される。第 2 の男性患者例は明らかに Herschel が報告したものである。これは色盲の検査に彼が「左右水晶の旋光性」研究に使用した雲母板が使われていることから分かる。太陽光が雲母板を通過するとこれはお互いに補色に着色した常光線と異常光線に分離される。この補色の 2 光線を色盲検査に使うのである。Herschel が報告しているこの男性は、全ての色を「青」(blue) と「黄」(yellow) の 2 色として感じている。

この報告にみるように Brewster も色盲に関心を示していて、1831 年になってから自分の説を発表するに当たって参考にしたいというので、Dalton に質問の手紙を書いた。この 3 月 16 日付の手紙の全訳が「付録 4」である⁽⁶⁹⁾。手紙の終わりの方に次のようにある。

「この問題についてのあなたの『マンチェスター学会誌』報文を、私の雑誌の次号に再録したいと思っております。7 月 18 日から 25 日にかけて、York 市で大英帝国の科学者大会を催したいと企画しております。あなたと Henry 博士に出席して戴けたらありがたいのですが。」

この言葉のように、この年の「Edinb. Jour. Sci.」誌 88 ページには Dalton 「色盲論文」が再録され、Brewster 論文の方は 197 ページに掲載されることになった⁽⁷⁰⁾。なお、ここで言う「科学者大会」は、このときに発足した「英国科学振興会」(BAAS, British Association for the Advancement of Science) のことである。

ケンブリッジ大学 Whewell もこのころ光学や結晶学を研究していて、色盲にも興味をもっていたから、この件について Dalton に同じ年の 1831 年 9 月 10 日に手紙を書いている。この全訳が「付録 5」である⁽⁷¹⁾。この中には Wollaston が調査したある婦人のケースが書いてある。婦人の色盲例は珍しかったと見えて「婦人」がイタリックになっている。彼女は形は別として色だけでは、ルビーとエメラルドの区別ができない。

Herschel は Brewster や Whewell と親しいから、彼らの Dalton に関する関心を知り、同じように Dalton に手紙を書いて質問した。おそらく

1833年の初めころで、これに Dalton が返事を書いた。これらの往復書簡の内容は知られていないが、Dalton からの回答に対して Herschel が答えた 1833 年 5 月 20 日付け手紙の内容は知られている。運良く William Charles Henry 「ドールトン伝」(1854) に収録されて現在に残っているからである。この Herschel の手紙の全訳が「付録 6」である⁽⁷²⁾。

William Charles Henry (1804-92) は Dalton の親友であった William Henry の息子である。彼の「ドールトン伝」のこの箇所には始め Dalton 「色盲論文」の短い要約があり、あと Herschel からの手紙について次のような説明が続く。

「運良く保存された Dalton の書類の中に John Herschel 卿からの貴重な手紙があった。Dalton は『この中には確かにいま考えて反論したくなる点もあるが、これらは変更したり削除するに値するものでもない』と言って、私が使うのを快く許してくれた。」

残念ながらこの手紙は現存してはいない。始めに忙しくて返事が遅れた言い訳があって、このあと手紙は次のように続けられるている。

「ご説は全般的に言って私がこの特異な視覚疾患に対して抱いている意見と一致しており、この件の解明に役立つものと存じます。同じこの疾患をもつあなたや全ての人びとも、他の人たちと同じようにそれぞれの光線 (every light) を光 (light) として感じておられるのは私にも分かります。網膜はそこに到達するどの光線によっても刺激されます。また私の知る限り、どんな光線も眼の媒体によって網膜に達するのを阻止されていると信じる根拠は全くありません。もちろん、これがあなたのご意見に反するのは存じておりますが、私はこれを良く考えた上で、お役に立てばとわざと申し上げているのです。Whewell はこの視覚をもつあなたを含めた全ての人のことを「Idiopts」(特視覚者)と呼んでおります(これはあまりにも「idiots」〈中崎注: 間抜け〉と紛らわしいので、私は嫌いです)。」

Herschel はこのように Dalton の「着色硝子体」説に真っ向から反対である。彼はまた Whewell の造語にも反対する。Whewell は物知りでいろいろな術語を作っている。たとえば Faraday に示唆した「ion」「anode」「cathode」などがこれであるが、「idiopts」はさすがに Herschel に嫌われてい

る。Herschel はこれに代えて「2色視覚」(dichromic vision) と呼ぶことを提案する。この方が確かに科学的である⁽⁷³⁾。

「われわれが3つの1次色覚(primary sensations)を持っているのに、あなた方は2つしか持っていないようです。」「私が2色視覚(Dichromic Vision)と呼ぼうと思っている、この疾患の人びとに質疑応答した結果と、私の質問に対するあなたのお答えから、私には次のように思えるのです。」

8. Dalton の死と彼の眼の解剖(1844年7月28日)

Herschel はこの Dalton への手紙の半年ほどあとの1834年11月から、南天観測の目的で一家を連れて南アフリカ喜望峰へ向かった。父親 William が北天でしたことを南天でもして、親子2代で全天をカバーしようという壮大な計画であった。4年半におよぶ喜望峰滞在を終えてイギリスに帰国したのは1838年5月になってからである。帰国してすぐの夏 Newcastle 市であった「英国科学振興会」で Herschel は「サメの硝子体の構造について」発表した⁽⁷⁴⁾。Dalton 色盲「着色硝子体」説に触発されて南アフリカでサメの眼球を調べた結果であろう。

次の年が明けて早そうの1839年1月7日フランス科学学士院で Arago が Daguerre 「銀板写真」発明を発表した。ただし手法の詳細は伏せていたから、分かるのはカメラで撮った金属板上の白黒の映像らしいという程度に過ぎなかった。1月23日友人からの知らせでこの報道を知った Herschel はすぐに実験をはじめ、1週間もしないうちに、自分が20年もまえに発見していた「ハイポ」が写真定着に使えることを確かめた。

Herschel の写真研究第1報は速報の形で2ヵ月あとの3月14日王立学会で発表された。このあと彼の王立学会での写真研究発表はこの速報を含めて4報が1842年11月まで続いた。これらの報告の中には彼の名前を冠して呼ばれる「Herschel 効果」「天然色写真の試み」「青写真」発明などが含まれている。

2年経った1844年7月27日(土)朝に Dalton (78歳) が死亡した。朝早く家政婦が無意識で床に倒れている主人を発見し、すぐに医師が呼ばれたがその医師が来るまえに息を引きとった。次の日、7月28日は日曜日

であったが、Dalton の遺言に従って彼の眼と脳解剖が主治医 Joseph Ransome 博士の手で行われた。解剖に立ち会ったのはあとで「ドールトン追悼記」(1845)⁽⁷⁵⁾ や有名な著書「色盲研究」(1855)⁽⁶⁶⁾ を書く Edinburgh 大学 George Wilson と、おそらく Dalton 晩年の親友で遺言執行者でもある Peter Clare (1781-1851)⁽⁷⁶⁾ など数人である。解剖の所見はあとで Ransome がこれも遺言執行者の 1 人である W. C. Henry に書いた手紙で知ることができる⁽⁷⁷⁾。Ransome は Dalton の一方の眼球から硝子体を取り出し、これを時計皿に載せて透かしてみたところ「完全に無色透明」(perfectly pellucid and free from colour) であることを確かめた。

水晶体の方は少し黄色を帯びていたが、これは Dalton の年齢の老人にはふつうのことであった。Ransome はもう一方の眼球にはあまりメスを加えず、眼球の後部を慎重に少し切り取って覗いてみた。その結果、Dalton には区別できなかった「赤」と「緋色」とが明瞭に識別できるのが確かめられた。

「もう 1 つの眼はその後部を、中の体液をできるだけ乱さないように、軸 (中崎注: 視線の) に直角な面に沿って垂直に切りました。こうしてレンズを通して見るように、物を見ることができました。いろいろな色を透過光や反射光で検査してみても、目立った変化はなにもありませんでした。私は Dalton 博士がゼラニウムの緋色 (scarlet) の花と、その葉の色との間になんの差異も見出せないのを知っておりましたから、緋色 (scarlet) と緑 (green) を並べて見るのを忘れませんでした。しかし私が見たところでは、体液の大部分をとおして見た、これらの色は相変わらず強いコントラストを示しました。David Brewster 卿はこの検査のすぐあとで訪ねてきました。私は例の体液を彼の検査と実験のために注意して保存しておきました。しかし彼は別に意見を加えませんでした。それと言うのも彼は私の意見と同じで、Dalton の色覚の不完全さは、眼そのものの特異性にはなくて、知覚のある種の欠陥によるものと考えていたからです。」

このように Brewster は解剖のすぐあとで Manchester へやってきて、保存してあった眼球を検査している。脳解剖については立ち会った脳学者も、観察してそれを次のように報告している。

「眼窩板 (orbital plates) (脳学で〈色機能の場所〉とされている) の前方が著しく突出している。またその上に位置する前頭葉 (anterior lobes) の襞 (回, convolution) に、発達の不完全さまたは欠損がみられる。」

いずれにしても、こうして Dalton 色盲「着色硝子体」説は誤りと分かったのである。独断的で自説を曲げるのを極端に嫌った Dalton も、この結果を突きつけられては自説を撤回せざるを得なかったであろう。死んでやっと得心できたと言うのも皮肉であるが、知らずに死んだほうが Dalton にとって幸せだったかも知れない。このとき取り出した Dalton の両眼ははじめ Manchester 大学「Dalton Hall」においてあったが、現在は干からびた状態で「マンチェスター学会」に保存されている。

Dalton は始め自分の伝記を、古くからの親友で自分より 8 歳若い William Henry に書いてもらおうつもりで、そのための資料などを渡していたのだが、この Henry が 1836 年 (62 歳) 思いがけなく自殺してしまった。Henry は若いときの怪我がもとで身体が不自由であり、1824 年に受けた手術の予後が悪くて、このあと慢性の神経症に苦しみ自らの命を絶ったのである。伝記の仕事は彼の一人息子 William Charles Henry に引き継がれることになった。W. C. Henry は Edinburgh 大学で医学を学んだのち、ドイツ留学をして Giessen 大学 Liebig 研究室で有機化学を勉強した化学者である。しかし父親の自殺にショックを受けて、33 歳からほとんど引退的な生活に入った。Dalton 伝記の仕事にも気乗りがしなかったらしく、Dalton の死後 10 年も経った 1854 年になってやっと完成させた。それも「Cavendish Society」からの要請ではじめて着手し、1 年ほどで仕上げた中途半端なものであった。とは言えこの本の中には、Dalton と親しくした人でなければ集められないような挿話も多いので、私のこの小論でもこの Henry 「ドールトン伝」⁽⁷²⁾ (全 249 ページ) から、いままでも多くの挿話を引用してきた。

この本の「付録」239-49 ページにはまた、Dalton の解剖に立ち会った G. Wilson の手になる色盲研究が収録されている。この中でももちろん Wilson は Dalton 色盲「着色硝子体」説に反対しているが、Brewster や Herschel の考えとも一致しない点が多いと書いている。Wilson の本格的

研究成果である「色盲研究」(全 180 ページ)⁽⁶⁶⁾ は Henry 「ドールトン伝」出版の次の年、1855 年に刊行された。Wilson は Dalton の死のころ Edinburgh 大学化学講師であったが、この本の出版のころには同じ大学の工学教授になっていた。あまり大きくないこの本の第 2 章には男性 13 名、女性 5 名の色覚異常の症状が詳細に記述されている。また第 4 章には色盲者の統計的研究が報告され、これに各種の色盲理論を紹介する第 5 章が続く。Wilson 「色盲研究」の副題は「現今の鉄道および海上の色シグナルに伴う危険性」となっている。このころイギリスでは鉄道および海上航行に赤 (red)、緑 (green) シグナルが使用されていたから、Wilson は最後の第 6 章で Dalton 型の色盲者が運転者として採用されたときの危険性を指摘し、これに警鐘を鳴らしているのである。Wilson 「色盲研究」のあとの方には当時ケンブリッジ大学にいた J. C. Maxwell (1831-79) からの 1855 年 1 月 4 日付けの長い手紙も収録されている。この手紙は Maxwell が自分の色覚研究を発表した最初と言われている。

Herschel の写真に関する興味は 1842 年王立学会発表後も続き、学会発表こそしなかったが写真雑誌などにとときどき面白いアイデアを披露した。1845 年 Herschel が久し振りに発表した光学研究 2 報は、いずれもあとで G. G. Stoke (1819-1903) が現在の言葉で言う「蛍光」(1852) で纏めた現象に関連したものであった。このころ Herschel の主な関心は相変わらず天文学であったが、彼は 1850 年 12 月からロンドン造幣局長官に就任して友人たちを驚かせた。これは Newton も晩年についた官職である。Herschel はこの職を 1856 年 4 月まで約 5 年勤めたが、この就職はいろんな点で失敗だったようで、健康まで損ね一時は車椅子での生活を強いられた。

1859 年 Herschel は 67 歳である。この年、彼は Dalton への手紙を書いてから 26 年振りに色盲についての見解を発表することになった。「王立学会紀要」(Proceedings) で 12 ページにわたるかなり長いものである⁽⁷⁸⁾。Herschel の報告は、自身も色盲であった William Pole が 1856 年と 1859 年の 2 回にわたって発表した論文を批判した内容であった⁽⁷⁹⁾。王立学会会長が色盲研究の権威と見なされていた Herschel に意見を求めてきたので、この要請に答えて寄稿したのである。「付録 7」にこの Herschel

論文の前半10分の1ほどの翻訳を付けておいた。この最後のところで Herschel は次のような情報を提供している。

「最近 Maxwell 氏は青 (blue) と黄 (yellow) の結合で緑 (green) が作れなかったと言っている。」

この Maxwell が2年あとの、1861年5月17日王立研究所で「3原色理論について」なる題の講演をし⁽⁸⁰⁾、写真を利用して Young 「色覚3原色」説を展示実験してみせた。

「Young は網膜の中に3つの別べつの感覚があるのがその原因だとした。この感覚は別べつの光線によって別べつの強さに刺激される。彼の考えによると、これらの3つの原感覚は赤 (red)、緑 (green)、スミレ (violet) の知覚に対応するのである。これらの色覚は別べつに赤、緑、スミレの画像を知覚中枢に送る。これらの画像が重なり合うことによって、現実の多彩な世界が感覚されるのである。」「縞模様のリボンの写真を3つの着色溶液をとおして3枚撮る。これらを別べつに幻灯機に入れて (中崎注: 白黒陽画を着色溶液をとおした光線で) 投映すると Young の唱えた3つの色視神経が見るような赤、緑、スミレの3つの像を与える。もし赤と緑との写真がスミレと同じように撮れていたら、これらをスクリーンの上に重ねるとリボンと同じ色彩の写真画像が見られるであろう。」

ただ残念ながら、このとき Maxwell が撮影に使用したコロジオン湿板では、赤がまだうまく撮れなかった。それで実験はそれほど成功したとは言えなかったから、これについて Maxwell は次のように弁解している。

「将来これらの屈折率の小さな色光 (中崎注: 赤、緑色光) に対するもっと感度のよい感光材が発見されたら、着色物の色再現は大いに改善されるであろう。」

Maxwell の希望が実現するのには12年あとの H. W. Vogel (1834-98) 「増感色素」発見 (1873) まで待たねばならない⁽⁸¹⁾。

1871年5月11日に Herschel が死んだ。Dalton が死んで27年目で、Herschel も79歳になっていた。

9. John Herschel は色盲だったのか?

そのころまで Dalton の伝記らしいものは、かれの死の次の年に書かれた Wilson 「ドールトン追悼記」⁽⁷⁵⁾ (1845) と、Henry 「ドールトン伝」⁽⁷²⁾ (1854) しかなかった。それが Dalton の死後、半世紀も経った 1895 年になって Dalton と関係の深い Manchester 大学化学教授 Henry Enfield Roscoe (1833-1915) の手になる「ジョン・ドールトンと近代化学の勃興」(1895) なる新しい形の伝記が刊行された⁽⁸⁾。Roscoe はすでに Carl Schorlemmer (1834-92) との共著で書いた有名なベストセラー化学教科書「A Treatise of Chemistry」(3 巻本, 1877-84) の執筆で知られた文筆家であったから、彼が主編集者を勤めた「Century Science Series」の第 1 巻として書かれたこの Roscoe 「ドールトン伝」も魅力ある読物として成功している⁽⁸²⁾。

Roscoe は Liverpool 非国教派の名門の出で、その曾祖父は Priestley が教えたことのある「Warrington Academy」の最後の学長であった⁽⁸³⁾。1848 年ロンドン「University College」に入学し、1849 年から「エーテル生成理論」で知られた有機化学者 A. W. Williamson (1824-1904) の助手になった⁽⁸⁴⁾。1853 年、ドイツへ留学して Heidelberg 大学の名物教授 R. Bunsen (1811-99) の研究室で、ガス分析、光化学を学んだ。光化学反応の研究ではあとあとまで Bunsen と共同実験をした⁽⁸⁵⁾。1856 年に帰国して、1857 年から Manchester 市「Owens College」の化学教授になった。前任者は有機金属化合物、原子価論で有名な E. Frankland (1825-99) である。そのころ「Owens College」は評判が悪くて経営が苦しく、ほとんど廃校寸前であったが、科学教育に重きをおく新任の学長や Roscoe らの努力で、短年月のうちに地方大学でも有数な地位を占めるようになった。とくに Roscoe が率いた化学教室はその活発な研究活動で知られ、日本からも第 2 回明治政府留学生に選ばれた杉浦重剛 (1855-1924) が 2 学期だけではあるが在籍したくらいである (1876, 明治 9 年)⁽⁸⁴⁾。こんな実績がものを言って「Owens College」は 1880 年から大学に昇格し、現在のように「Victoria University of Manchester」と呼ばれるにいたった。

Roscoe も Manchester に住むようになって、次第に Dalton とその原子論の起原に興味を覚えるようになった。その刺激なったのは新しいドー

ルトン伝 H. Lonsdale 「ジョン・ドールトン」(全320ページ)(1874)である⁽⁸⁶⁾。この本は「カンバーランドの名士」シリーズの第5巻にあたる。Roscoe は「Dalton 化学原子論の起原」(1874), 「Dalton の実験装置」(1876) などについて講義したり発表するようになった。この Dalton 熱の現れは彼のベストセラー「A Treatise of Chemistry」第1巻(1877)の巻頭を飾る Dalton の肖像に見ることができる。そして1895年に書かれたのが Roscoe 「ジョン・ドールトンと近代化学の勃興」(216ページ)である。Roscoe は以前から弟子の Arthur Harden (1865-1940) と協力して「マンチェスター学会」に保存されていた Dalton 「実験ノート」その他の調査をしていたが、その成果が次の年、1896年に出版された Roscoe-Harden 共著「ドールトン原子論の起原」(全191ページ)⁽⁶⁹⁾ となって結実した。

私はすでに「はじめに」の中で原 光雄「近代化学の父—ジョン・ドールトン」にある「Herschel 色盲」説の箇所を引用しておいた⁽⁶⁾。

「ドールトンと同様な色盲であった天文学者ジョン・ハーシェルは1833年ドールトンに手紙をおくって、自分の眼も、そして自分とおなじような色盲者の眼も、普通人とおなじように、すべての光線を明るくは(中崎注: 原文のまま)感ずることを主張した。」

この「Herschel 色盲」説の根拠、出典は明記されていないが、原「近代化学の父」の「まえがき」には「生涯については、主としてロスコウの『ドールトン伝』を参照したが、資料入手難のために、書き足りぬ点があると思う」とある。これから考えると「Herschel 色盲」説の基は、あるいはこの Roscoe 「ドールトン伝」の中にあるのかも知れない。

次に、これもすでに引用しておいた井山弘幸「科学の名著、ドルトン」解説には「Herschel 色盲」説についてこうある⁽⁶⁾。

「ドルトンと同様な色盲であった天文学者ハーシェル (John Herschel, 1792-1872) はドルトンに書簡を送って、自分との色覚の比較を行った。」

この両者を比較すると、その文章のスタイルから井山「科学の名著、ドルトン」は原「近代化学の父」の記述をすこし変えただけのものであるのは明らかである。ただ「科学の名著、ドルトン」解説には、これに続いて

Henry「ドールトン伝」の中にある1833年5月20日付けでHerschelがDaltonに宛てた手紙の1部が引用されている。例のWhewell命名「idi-opts」の箇所である。これは原「近代化学の父」にはない記述であるから、井山氏がHenry「ドールトン伝」に収録されているこの手紙を読んでおられるのは間違いないであろう。

「はじめに」でも書いておいたように、私は「化学史からみた初期写真史」研究を始めるまえはJohn Herschelのことをあまり知らず、ましてや「Herschel色盲」説には全くと言ってよいほど関心がなかった。それが私のHerschel写真研究についての調べが進むにつれて「Herschel色盲」説に疑問をもつようになった。

Herschel写真研究「第2報」(1840)には、塩化銀感光紙の上に太陽スペクトルを投射したとき現われる「天然色スペクトル」の色などが非常に細かく記載されている⁽²⁾。また「第3報」(1842)では花の色素に対する太陽光の退色作用がこれまた詳細にわたって報告されている。

もしHerschelが色盲だったら、こんな細かい叙述は健常者の助けを借りない限り不可能であろう。「左右水晶の旋光性」研究(1820)の報告の中にも次のようにある⁽⁷⁾。

「いま光線の進む方向に見て左回転の水晶板だとしよう。すると、眼に近い方の電気石あるいは氷州石を(観測者)左の方に連続的に回転すると、青、黄、赤光線の極小がこの順番におこるから、当然に像は赤、赤紫、青または緑に現れるか、または像はリングの順番に降下するように見える。」

こんな微妙な色の変化を、他人に頼んで観察してもらったとは、とても思えないのである。さらに彼が1859年王立学会会長からの要請で寄稿したPole「色盲理論」に対する批判の中には次のような一節がある⁽⁷⁸⁾。ここでHerschelは自分の色感覚が「色彩感覚のよい人びと」と同じだったと言っている。

「私自身の感覚について言えば、若草(fresh grass)とかオリーブ葉(laurel-leaf)の中に何か独特の感じ(*sui generis*)は認めるものの、青(blue)とか黄(yellow)の感じは認めず、反対にスミレ(violet)またはかならず紫(purple)の名をつけて呼ばれる色合い(hues)の中に、

赤 (red) の要素があるのを認めなかった試しはない。この点に関して私の印象は色彩感覚のよい (good judges of colour) 人びとに聞いても同じであると支持された。」

このようにして私は「Herschel 色盲」説は、なにかの誤解から発生したに違いないと確信するにいたった。

その矢先、今年 (1996) の1月、井山「Herschel 色盲」説に出会ったのである。これで、私はいよいよ年来の私の疑問をなんとか解決しなければならないと決心した。ただ、そのころ『福沢諭吉と写真屋の娘』(大阪大学出版会) などの執筆に追われて時間が割けず、本格的な調査は夏休みになってからになった。

まず発表順からすると原氏に「Herschel 色盲」説の根拠、出典を聞くのが順序であるが、私は同氏の住所を知らなかったので、井山氏の方から当たってみることにした。「科学の名著、ドルトン」の奥付に「新潟大学人文学部」とあったのを頼りに、7月24日付けで井山氏に照会の手紙を出してみた。夏休みだから駄目かも知れないと危惧したとおり、すぐには返事が戴けなかった。それで、元に戻って原氏に照会することにした。原氏が大阪市立大学で教えておられたことを思い出し、私がもと勤めていた同じ大学の理学部事務室に電話をかけて原氏の住所を聞いてみた。事務室では原氏が辞められてから20年以上も経っており、同氏の名前が名誉教授名簿に載っていないというので、調べるのに手間がかかったらしい。それでも、なんとか現在住んでおられる吹田市の住所を知らせてもらうことができた。8月8日に質問の要点だけを書いた葉書を出したところ、8月11日(日)の朝に電話があった。

原氏からの電話は私の意表を突く、予期もしなかった事情の説明から始まった。氏が全盲だということである。今年87歳で4年前までは元気だったのだが、思いも掛けず緑内障にかかって、現在は全く眼が見えなくなっているのだと言われる。私からの葉書も奥様に読んでもらわれ、電話のダイヤルも奥様に回してもらわれたそうであった。ただ、お声だけは元気で、それが招かれざる闖入者の私にとっての救いであった。話は私たち2人が勤めていた大阪市立大学の思い出などに飛んだりしたが、「Herschel 色盲」説の出典については私が予想していたとおり、Roscoe「ドルトン

伝」だと言われた。実のところ私は始めから、そう言われるに違いないと考えていたので、原氏に葉書を出すまえにカリフォルニア大学図書館に Roscoe「ドールトン伝」の色盲の箇所のコピーを依頼しておいた。

井山氏からの電話があったのは、1ヵ月ほどした8月26日の夕方である。返事が遅れたのは夏休みのせいでもあるが、他の事情もあったのだとの説明のあと、「Herschel 色盲」説は原氏の本も参考にしたが、他の本で読んだような記憶もあると言われ、よく調べてから、いずれその内容を知らせると約束された。

頼んでおいた Roscoe「ドールトン伝」のコピーが、10月1日になってカリフォルニア大学から届いた。問題の箇所は85ページにあった⁽⁸⁷⁾。

「Herschel, writing to Dalton in 1833, takes the view that he (下線: 中崎) and all others so affected perceive as light every ray which those do who possess normal vision.」

この下線をした「he」は分詞構文上、明らかに「Herschel」である。これはアメリカ人英語教師2人に確かめてもそうであった。これでは前後の事情を知らずに「ふつうに読めば」Herschelも色盲であったと解釈しても責められないであろう。この Roscoe「ドールトン伝」と Henry「ドールトン伝」25ページにある1833年5月20日付けで Herschel が Dalton に書いた手紙の冒頭の部分を較べてみよう⁽⁷²⁾。

「It is clear to me that you (下線: 中崎) and all others so affected perceive as light every ray, which others do」

ここに下線をした「you」は当然「Dalton」である。この手紙と上の Roscoe「ドールトン伝」の文章を比較すると、Roscoe は Herschel の手紙の「you」すなわち「Dalton」を「he」に直しただけだと分かる。始めから Roscoe が単に「he」としないで、もっと丁寧に「Dalton」と書いておいてくれれば、原氏も間違わずに済んだのであろう。悪いのは、どちらかと言えば Roscoe だと言うことになる。

井山氏は電話で「Herschel 色盲」説は原「近代化学の父」以外にも見たことがあるかも知れないと言われた。それで10月2日にもう一度、井山氏に照会の手紙を書いてみた。これに対して10月13日付で速達の返事があって、これには多くの文献コピーも同封されていた。長い手紙であっ

たが、その中の「Herschel 色盲」説に関するところは「おそらく原 光雄先生の記述をそのまま反復していたようです」「J. Herschel に色覚異常がなかったことは先生（中崎注：中崎）の御推察の通りだと思います」とあった。私は井山氏からの返事がくるまえ、すでに Roscoe「ドールトン伝」と Herschel 手紙の比較から、長い間の懸案であった疑問を一応ではあるが解決していたので、この結果をさっそく井山氏に10月16日付けの手紙で報告した。

もちろん原氏にもお知らせするのが筋である。しかし私の手紙を奥様に読んでもらえる全盲の原氏に、これらの英文の内容をどう説明すればよいのか。迷っているうちに1週間が経って10月24日になった。その日の朝刊を開いた私の眼に飛び込んできたのは原氏の訃報である。すでに4日前の10月20日午後4時に心不全で死亡されていたのだという。

享年87歳と書いてあった。

10. Dalton 色盲の分子遺伝学的研究 (1995)

もし私が昨年(1995)の今ごろこの小論を書いているのだったら、私はおそらく第9章で筆をおいていたであろう。しかし今年(1996)となった今では、「Dalton 色盲の分子遺伝学的研究」なる第10章を設けない訳にはいかない。これは昨年アメリカ科学雑誌「Science」2月17日号にドールトン色盲に関して画期的な論文が発表されたからである⁽³²⁾。

D. M. Hunt, K. S. Dulai, K. Bowmaker, J. D. Mollon

「ドールトン色盲の化学」

(The Chemistry of John Dalton's Color Blindness)

Bowmaker (ロンドン大学), Mollon (ケンブリッジ大学) はともに、視物質およびその遺伝を支配する遺伝子 DNA の研究で業績を挙げている研究者である⁽⁸⁸⁾。彼らの研究は「マンチェスター学会」に保存されていた、乾からびた Dalton 眼球から組織を切り取り、その中の遺伝子 DNA を増幅、解析して、Dalton の遺伝子には中波長領域(緑)を感じる視物質の合成を命令する DNA 部分が欠如しているのを突き止めた。Dalton は Young が指摘した「赤色盲」(第1色盲, primanopia)ではなくて「緑色盲」(第2色盲, deuteranopia)だったのである。以下に彼らの「ドールト

ン色盲の化学」を紹介するのであるが、その前に彼らの研究成果を理解するために必要な程度の予備知識を提供することにする⁽⁸⁹⁾⁽⁹⁰⁾。

カメラ・レンズの役目をする水晶体が結ぶ外界の像は、硝子体をとって網膜のうゑに映像を投射する。写真感光板に相当する網膜のこの部分には、光に感じる視細胞が分布しているが、これらはその先端部分の形態から、円筒状の桿体 (rod) 細胞と円錐状の錐体 (cone) 細胞に分類される。数は錐体細胞の方がはるかに多いが、光に対する感度は桿体細胞の方が100倍ほど大きく、この細胞が薄暗がりや明暗を感知する役割を担っている。これに引き換え錐体細胞の方は比較的明るいところで、物の明るさとその色を感知するのがその役目である⁽⁶⁷⁾。そのため錐体細胞には赤、緑、青に感じる3種類がある。

これら桿体および錐体細胞はどれも細長い細胞で、ほぼその中央部がくびれていて、光が当たる外側の外節と内側の内節に分かれる。内節の方は視細胞のいわば台所にあたり、ここにはミトコンドリアや細胞核が位置している。感光部にあたる外節は桿体、錐体ともに脂質2重膜が数百回も折り重なった構造をしている。この2重膜の中に写真感光剤にあたる視物質が含まれている。視物質いずれも色素を補欠族とする色素タンパク質であり、そのタンパク質部分をオプシンと呼ぶ。この補欠色素はどの視物質でもすべて同じで、その構造と光反応のおおよそはG. Wald (ハーバード大学、1967年度ノーベル生理・医学賞) などの仕事により比較的早くか

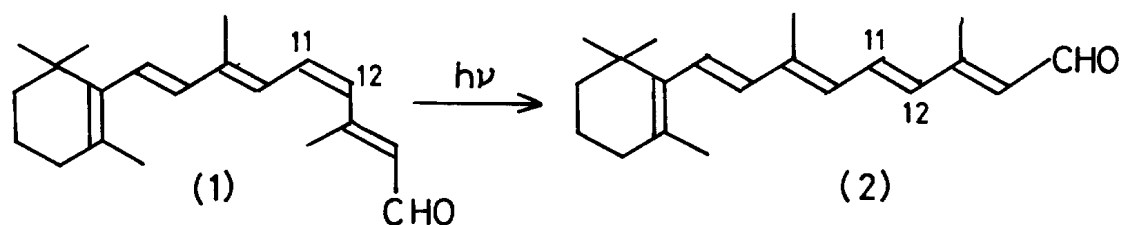


図1. 11-シス-レチナール (1) とその全-トランス型 (2) への光異性化

ら知られていた。補欠色素はビタミンAのアルデヒドにあたる黄色をしたレチナール (retinal) で、これはふつう安定な全トランス型 (2) であるが、視物質タンパク質の中では不安定な11-シス型 (1) をとっている (図1)。レチナールはそのアルデヒド基のところ、オプシンの中のアミノ酸

リジンのアミノ基と結合してシッフ塩基となり、これにプロトンがついて正電荷を帯びた形になっている。視物質に光が当たると、11-シス-レチナール (1) が全トランス型 (2) に光異性化する。これが全ての視覚反応の引金となる。

問題はこのレチナールと結合しているタンパク質部分オプシンの構造である。この方面の進歩は視物質の量の少ないのと、不安定で取扱いにくいのが障害となって遅れたが、まず手に入れやすいウシの桿体視物質 (ロドプシン) のアミノ酸配列の研究から始まった。最初これは常法に従ってタンパク質化学的方法で行われていたが、これには時間もかかり多量の材料が必要であるところから、次第に組換え DNA 技術を利用して視覚遺伝子 DNA を増幅、分離し、その塩基配列解析から視物質オプシンのアミノ酸配列を推定する手段へ方向転換していった。まずウシのロドプシンの cDNA (complemental) をクローン化して増幅し、これをプローブとしてウシのロドプシン遺伝子 DNA が分離された。ついでその塩基配列を解析することによって、ロドプシンのアミノ酸配列がわかった。ヒトのロドプシンの方は、これとよく似ていると考えられる、ウシのロドプシン cDNA をプローブとして、ヒトのロドプシン遺伝子 DNA が分離されクローン化された。このヒトのロドプシン遺伝子 DNA の塩基配列解析によって塩基配列が決まると、これに支配される視物質オプシンのアミノ酸配列が分かる。

このようにして桿体視物質ロドプシンの方は一応の解決を見たのであるが、ヒト錐体視物質の方でもこれと同じような手法が採用された。ヒト錐体視物質の遺伝子 DNA はウシのロドプシン遺伝子 DNA と比較的よく似ていると考えられるので、ウシのロドプシン cDNA をプローブとして用い、これとのハイブリッド形成条件を緩くして錐体視物質に対応する遺伝子 DNA が分離され、その塩基配列が Stanford 大学 Nathans らの手により決定された⁽⁹¹⁾。錐体視物質 DNA とこれに支配される視物質オプシンには赤、緑、青錐体に応じてそれぞれ 3 種類あるのは言うまでもない。

これらの遺伝子の中でロドプシン遺伝子はヒト染色体 3 に、青視物質遺伝子は染色体 7 に、そして赤と緑視物質遺伝子とはともに同じ X 染色体の上に位置すると分かった。

こうして決定されたヒトのロドプシン, 青, 緑, 赤視物質遺伝子 DNA の構造は図 2 のとおりである。

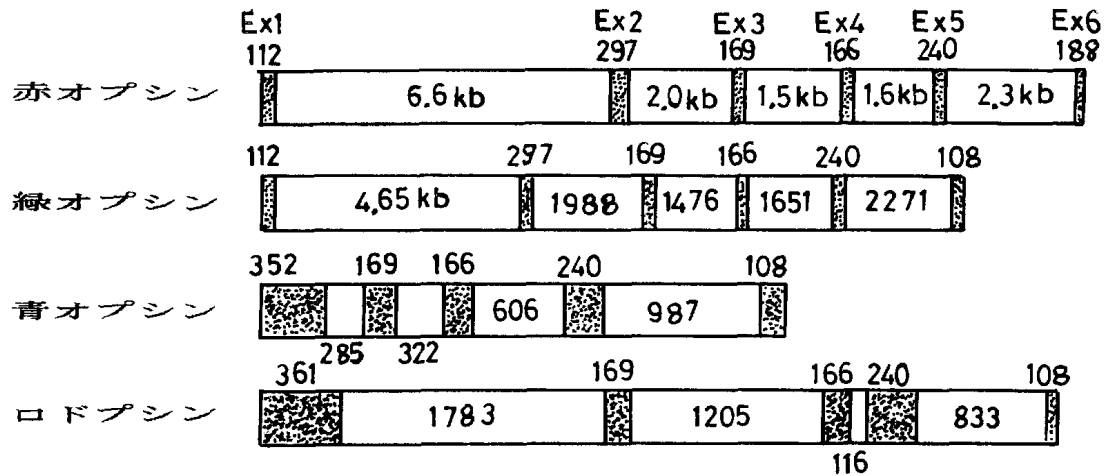


図 2. ヒトの赤, 緑, 青オプシンおよびロドプシン遺伝子 DNA の構造 (点部分はエキソン部 (Ex), 白地部分はイントロン (In) を表す。数字は塩基対の数 b で kb は 1000 塩基対を表す)

図 2 に見るように視物質遺伝子 DNA にはアミノ酸配列に翻訳されるエキソン部 (Ex) と翻訳されないイントロン部 (In) とがある。これらの遺伝情報は核内で RNA 前駆体に転写され, 続いてこの中のイントロン部に対応する部分が酵素で除かれてから, 残った部分だけが連結されて mRNA となり, これがリボソームに運ばれて遺伝情報に従ってアミノ酸が連結した視物質オプシンが合成される。ロドプシンと青視物質オプシンはともに 348 個のアミノ酸から構成されているが, 赤, 緑視物質オプシンはともに 364 個のアミノ酸から構成される。赤, 緑視物質オプシンの 364 個アミノ酸の配列は 96% までが同じで 15 箇所が違うだけである。この違う 15 箇所のなかでも 180, 277, 285 番目の 3 箇所が両者の差を決めるもっとも重要な箇所とされている。これが赤, 緑視物質の光吸収の差を支配するからである。また正常者の赤視物質の中にもいろんな多型があるのが発見された。たとえば, 赤視物質オプシンの 180 番アミノ酸はふつうセリンであるが, 正常者の中にこれがアラニンに代わっている人がある。

対応する遺伝子 DNA の塩基対のこの箇所が違っているのはもちろんである。これらの視物質オプシンにレチナールが結合した視物質の吸収極大

波長 (λ_{\max}) nm をつぎに挙げておく。

ロドプシン (523), 青視物質 (短波長, 426.3) 緑視物質 (中波長, 529.7)

赤視物質 (長波長, 180 番アラニン, 552.4; 180 番セリン, 556.7)

これらの視物質オプシンはいずれも α -ヘリックスを巻き, 外節の脂質 2 重膜を 7 箇所を貫通してその首部と尾部は膜の反対側に出ている。

さて, 光がこれらの視物質にあたると, その強度や波長に応じて対応する視物質の中の 11-シス-レチナールが全トランス型に光異性化する。これで色素分子の長さが変化するから, これが引金となってオプシンの形が変わり, これがまた周囲のタンパク質の集合に変化を与え, いろんな連鎖反応のすえ究極的に細胞内の $\text{Na}^+ \cdot \text{K}^+$ ポンプが作動するにいたる。これにより細胞内の電位が下がり (視細胞の興奮), これが視神経の電気信号に変えられ, 脳に伝達されて視覚として意識されるのである。

予備知識はここまでにして, 次に Bowmaker, Mollon 「ドールトン色盲の化学」の解説に移ろう。彼らは Nathans らの研究で判明した赤, 緑視物質の 180 番アミノ酸を支配するエクソン 3 領域と, 277, 285 番アミノ酸を支配するエクソン領域 5 と, これらに挟まれるエクソン領域 4 および, これらエクソンを隔てるイントロン 3, 4 領域に注意を集中することにした⁽⁹²⁾。その中で Bowmaker らが最初に選んだのは赤, 緑視物質遺伝子のエクソン 4 塩基対 721 から, イントロン 4 を通ってエクソン 5 の中の塩基対 868 までの領域で, この領域をポリメラーゼ連鎖反応を利用して複写, 増幅する計画をたてた。複写, 増幅の両端を限定するプライマー・セットは Nathans らが決定した視物質 DNA の塩基配列を参考にして決めることができる。このプライマー・セットには塩基数 19 のオリゴヌクレオタイドを合成し, 赤視物質 DNA に対するそれを R_{4+} , R_{5-} と呼び, 緑視物質 DNA に対するそれを G_{4+} , G_{5-} と呼んだ (図 3)。これらの 4 種類のプライマーは全て合成品である。

Dalton の遺伝子 DNA 解析には Dalton のどの組織を使ってもよいが, 現在残っているのは乾からびた 150 年前の眼球だけであるから, なるべく汚染のすくないと思われる奥のほうから試料 1mm^3 を切り取って材料とした⁽¹⁰⁶⁾。まず, これに遺伝子レリーザー (GeneReleaser) を加えて DNA を遊離させる。いまこの中に好熱性細菌 (*Thermus aquaticus*) からのポリ

メラゼと R_{4+} , R_{5-} 赤プライマー・セットおよび複写, 増幅の材料になる4種類のヌクレオチド・モノマー塩基を加えてポリメラゼ連鎖反応を起こさせたとしよう。Dalton 遺伝子 DNA の中に赤視物質遺伝子が

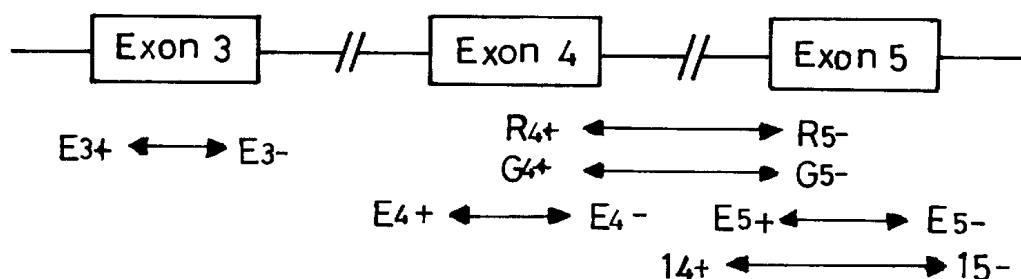


図3. Dalton 視物質遺伝子 DNA のポリメラゼ連鎖反応による限定複写, 増幅

あれば, 赤プライマー・セットで指定された, エクソン4の上限塩基対721から始まってイントロン4をとおり, エクソン5の下限塩基対868までのDNAが複写, 増幅されるであろう。反対に Dalton 遺伝子のなかに赤視物質遺伝子がなかったら複写, 増幅反応はおこらない。このテストにより Dalton が赤色盲かどうかを判明する。

同じことは緑視物質遺伝子についてもいえる。上と同じ反応を, こんどは緑視物質の方の緑プライマー・セット G_{4+} , G_{5-} を組み合わせて使い, これによりセットされた領域のDNAが複写, 増幅されたら, Dalton 遺伝子に緑視物質遺伝子があることになる。反対に複写, 増幅されなかったら, Dalton は緑視物質遺伝子の欠けた緑色盲であったことになる。Bowmakerらは念のために緑エクソン4と赤エクソン5, および赤エクソン4と緑エクソン5の組み合わせのように, 遺伝子が交差した合の子(ハイブリッド)遺伝子の場合を考え, 2組のプライマー・セット G_{4+} , R_{5-} および R_{4+} , G_{5-} を使って同じような条件で Dalton 遺伝子について複写, 増幅反応を行ってみた。

これら4種類のプライマー・セットを使って Dalton 眼球組織からの遺伝子をテストしたところ, 赤 R_{4+} , R_{5-} のセットのときだけ, 長さ1.7kbのDNA切片が複写, 増幅された。同じ実験を正常人の組織を使って行くと, 予期したように赤 R_{4+} , R_{5-} と緑 G_{4+} , G_{5-} の2つのセットに対してだけ長さ1.7kbのDNA切片が複写, 増幅された。こうして Dalton は緑視物質に対する遺伝子DNAの欠けた緑色盲(第2色盲)と判明したのである。

対照として同じ実験を現在生きている緑色盲の人の組織を使って試したところ、Daltonと同じように赤 R₄₊, R₅₋ セットのときだけ複写, 増幅が見られ, 緑 G₄₊, G₅₋ セットでは複写, 増幅が見られないのが確かめられた。

Bowmaker らはさらに, このようにして得られた赤 R₄₊, R₅₋ DNA 切片を別べつに 10 回クローン化して, この集めた DNA 切片の塩基解析から, これが Nathans らが決定した赤視物質遺伝子の 1 部と一致することを確認した。ここではその詳細は省略するが Bowmaker らはこの他に, 図 3 に示すような範囲を限定するプライマー・セット E₃₊, E₃₋; E₄₊, E₄₋; E₅₊, E₅₋; 14₊, 15₋ を使って Dalton 遺伝子から複写, 増幅した 4 種類の DNA 切片をクローン化して DNA 切片を集め, これらの塩基解析から Dalton 遺伝子からの DNA 切片が Nathans らが決めた赤視物質遺伝子の 1 部と完全に一致するのを確認できた。

また赤視物質の多型に関しても Dalton 赤視物質の 180 番アミノ酸がアラニンの方であることを突き止めた。

Dalton 眼球は 150 年も前のものであるから, 他から入った遺伝子による汚染の心配がある。もちろん Bowmaker らはこれにも注意を払っている。たとえば実験者はすべて正常者ばかりに限り, 対照実験のために採取した緑色盲の人の組織は, Dalton の組織を使っての実験が全部終了してから始めて実験室に持ち込まれた。Bowmaker らはさらに CIE (1931) 色度図のうえに Dalton が区別できなかった花の色, 月桂樹 (*Prunus lauro-cerasus*) の葉の色, 赤封ロウなどをプロットして, Dalton がこの色度図の上からでも緑色盲であることを示した。

「ドールトン色盲の化学」報告の最後は次のような観察で締めくくられている。対照実験のための組織を採った緑色盲の人に, Dalton が実験した例のモンテンジクアオイの花を昼色光で見せたところ, すこし濁っているが空色 (sky) だと言った。このあとロウソク火でこれを見せると, 今度は赤色 (red) だと言った。Dalton と同じ反応であった。

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。また分子遺伝学については大阪大学理学部宇宙地球科学科 徳永史生教授と久富 修博士から多くのご教示を賜った。さらに文献の収集では、大阪大学付属図書館参考係 今井義雄, 東田葉子, 家住久子, 中京大学付属図書館参考係 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。

付 録 1

「色を区別できない人びとについて」

Of Persons who could not Distinguish Colours.

J. Huddart, *Phil. Trans.*, **67**, 260-5 (1777)

(1777年2月13日に読まれる)

この報告の主題は Huddart 氏が住む Allonby に近い, Cumberland 州 Mary-port に住んでいる Harris という人に関してです。Huddart 氏がしばしば人に聞いたところによると, この Harris はすべての物の形や大きさは明瞭に見えるのに, 色が区別できません。この知らせが Huddart 氏の好奇心を刺激し, 彼は Harris とこれについてよく話をしました。Harris は次のように言いました。彼は他人が彼には見えない何かを, 物の中に見ているに違いないと信じています。他人の言うのを聞くと彼らは確信をもって, ある性質を正確に区別しているらしいのに, 彼はそれを当てるのに躊躇し, しかもよく間違うのです。彼がこれに疑いを抱いたのは4歳のころです。あるとき, たまたま街で子供の靴下を見つけて, 持ち主を探そうと近所の家へ持っていきました。そこの人がこれを赤い靴下 (red stocking) だと言っているのに気が付きましたが, なぜそう呼ぶのか理解できませんでした。彼自身はただ靴下と呼べば十分だと考えていたからです。このことが彼の記憶に残っていて, これに続く別の観察で彼は自分の欠陥に気が付くことになりました。彼は子供のころ, 他の子供が木になったサクランボを, ある特定の色の差で識別しているのを見ました。ところが彼にはサクランボと木の葉とは, その大きさと形でしか区別できませんでした。また他の子供がこの色の区別で, 彼が見つけるよりずっと遠くから, サクランボを見つけるのが分かりました。しかし色に助けられて見るのでなければ, 彼も彼らと同じに遠くからでも分かるのです。大きいものなら他の人と同じようによく見えます。また小さいものでも, それが葉の

間のサクランボのように、他のものの中に囲まれていなければ、もっと小さいものでも見つけられました。

Huddart 氏の考えるところによると、Harris は色の名前を当てずっぽに言うだけしかできませんが、彼は黒と白は区別できますし、淡い色とか明るい色なら黒と区別できます。彼は淡紅灰色 (dove)、麦わら色 (straw-colour) を白と呼びます。またよく別の色を同じ名前で呼ぶことがありますが、それらを横に並べると差がわかります。一般的に言うと、彼は色が違っていても、それらが同じような明るさ (brightness) ならよく迷います。それでも縞のリボンと無地のは区別できます。ですが、それらがどの色なのかをなんとか正しく当てることはできません。濃い色 (dark colour) はよく黒と間違えます。しかし白が濃い色とか、濃い色が白とは思っていません。

Harris の兄弟2人は同じ眼の状態です。しかし他の2人の兄弟と姉妹たち、および両親にはこの欠陥がありません。始めの兄弟のうち、1人は存命で Mary-port の商船船長です。Huddart 氏は彼に 1776 年 12 月 Dublin で会い、彼と話す機会がありました。Huddart 氏はプリズムを使って彼の色識別能力をテストしようと思いましたが、持っていませんでしたので、彼に虹を見たことがあるかと聞きました。彼はよく見たことがあると言い、色が区別できたと言いました。ただし、いろいろな色から構成されていると言うだけで、どんな色かは言えないのです。Huddart 氏が彼にリボンを示すと、すぐに容易に縞であって無地ではないと言いました。そこで Huddart 氏は別の縞リボンの色を当てさせました。白い縞のリボン数本を彼はためらわう事なくいつも白と呼びました。しかし4本の黒の縞リボンでは迷って、その中の3つをブラウン (brown) と思いました。しかし黒縞リボンがどれも同じ黒さ (same shade) のときは、正しく黒と呼びました。しかし全ての縞リボンとなると自信がありませんでした。本当のことを言えば黒と言っても自信がなく、ライトグリーン (light green) を黄色 (yellow) と呼びました。これも十分に自信があるわけではなく「これは、皆さんが言う黄色 (yellow) だと思う」と言いました。少し赤がかった並のリボンを青 (blue) のようだと言いました。しかし、彼がもっとも思い違いをしたのは、オレンジ色 (orange) でした。彼は自信を

もってこう言いました。「これは草の色で、緑色 (green) です。」Huddart 氏は彼にいろいろな色のリボンを見せましたところ、ときには正しくその色当てましたが、ときどきは本当の色と似てもつかない色を言いました。

この縞リボンの実験は昼間 (day-time) と明るい光 (good light) で行いました。

付 録 2

「ある注目すべき視覚の不完全さについての報告」

An Account of a remarkable Imperfection of Sight

ケンブリッジ大学トリニティカレッジ Whisson 師に宛てた J. Scott の手紙

報告者: Michael Lort 師

Phil. Trans., 68, 611-14 (1778)

(1778 年 4 月 9 日に読まれる)

John Pringle 卿への手紙

1778 年 4 月 4 日

私の友人ケンブリッジ大学トリニティカレッジ Whisson 師の友達に Lincolnshire のある紳士がいます。彼は王立学会誌の最近号に発表された報告にあるのとよく似て、色が識別できないのを悩んでおりますが、この疾患について若干の詳しい情報を Whisson 師に書いて送りました。Whisson 師が受け取ったこの回答を、彼の許しを得てあなたにお届けいたします。もし、これが関心を呼ぶと思われたら、王立学会で読んで下さるようお願いいたします。

Michael Lort.

Whisson 氏への手紙

1777 年 5 月 26 日

お手紙拝受いたしました。もっと早くお返事すべきだったのですが、痛風がひどくてそれができませんでした。私は喜んで (あなたのご質問に感謝しつつ) 私の色に関する無能力について、私が観察したところをおよぶ限りお伝えいたします。

これは家族の疾患なのです。私の父親には全く同じ障害がありました。私の母親と私の姉妹の 1 人は全ての色に正常です。しかし別の姉妹と私自身はともに正常ではありません。この姉妹には 2 人の息子がいます

が、両方とも正常ではありません。彼女には別に1人の娘があり、これは全く正常です。私には1人の息子と1人の娘がありますが、両人とも全ての色を欠けるところなく知っております。これは彼らの母親も同じです。私の母親の兄弟は私と同じ障害をもっています。しかし、すでに申したように、私の母親は全ての色をよく知っています。

さて次に何が私にもっとも分かりにくいかをお知らせしましょう。私はこの世界で緑 (green) というのを知らないのです。ピンク色 (pink) と淡い青色 (pale blue) とは同じに見え、その区別ができません。真赤 (full red) と真緑 (full green) も同じで、私はこれらがよく似ていると (a good match) いつも思っておりました。しかし私は黄色 (yellow) (明るい、暗い、中間) と全ての青の色合い (all degrees of blue) はよく知っていますし、これらの色のどれについても細かな点までその差が分かります。ただし、ふつう空色 (sky) と言われる非常に淡い (pale) 青は別です。真紫 (full purple) と濃い青 (deep blue) にはよく迷います。

私は数年前に娘をある上流紳士と結婚させました。結婚の前日に彼が上等の生地の新しいスーツを着て私の家へやって参りました。私は黒を着てくるなんてと (そう思ったのです), 大変に機嫌を悪くして、帰って別の色のを着てこいと言いました。しかし娘は「いえ、いえ」、とても上品な色だと言うのです。私の眼が私を欺いたのです。彼は法律家の紳士で、上等のクラレット色 (claret coloured, 中崎注: 濃赤紫色のワイン) のを着ていたのですが、私にはかって染められたどの黒にもまして黒く思われたのでした。娘は結婚して数年になりますが、生存している子供がありませんし、私の息子は結婚していませんから、この障害が私からどう遺伝するのかは分かりません。

私はこの疾患にもかかわらず、まずまず満足しております。友人と旅行をしても遠くの物が見えますし、色を除いては他の人と同じように、そしておそらく同じように速く、その大きさ、形、広がりが識別できます。

私はカウンターのうしろで永く商売をしておりました。ここではいろんな色を取り扱わねばなりませんでしたが、1人のときはときどき困りました。しかし私はいつも召使を手伝いにおいて、彼が私の欠陥を補ってくれました。私が商売から退いて7年になります。ありがたい事に、私の眼

は人や物を区別するには大変に具合がよろしい。

もし貴学会がこの大変に珍しい疾患の原因を研究し、その治療法を発見されたら、それを私にお知らせ願えたらありがたいと存じます。

J. Scott.

付 録 3

John Dalton

「色覚についての異常な事実と観察」

Extraordinary Facts relating to the Vision of Colours,
with Observations.

Memoirs and Proceedings of the Manchester

Literary and Philosophical Society, 4, 28-45 (1798)

(1794年10月31日に読まれる)

同じ対象物 (object) に刺激されても、色、音、味などについてのわれわれの感じ (ideas) が、それと意識されないままに、大変に違っているのはよく見られるところである。それにもかかわらず、それらの対象物がわれわれの心 (minds) に引き起こす印象 (impressions) は、当然ながら全く同じであると言うように、われわれはこれらの問題について分かったような言葉を交わしている。このことを可能にするために要求されるのはまさに、同じ対象物は各人の心 (mind) に等しく同じ印象を与えるに相違ないという考えと、ある人に違うと思われる対象物は同じく他の人にも違うと思われるに相違ないという考えだけである。

しかしながら、2人の視力の差がすぐに出るような環境を除いて、ふだんそこらにある2つの対象物がある人にはまったく区別できなく見えるのに、他の人には全然違うように見えることなどは予想もされていないようである。しかも、これは次に述べるように私自身についてだけでなく、他の多くの人についても事実なのである。

いままで余り口に出したことがないが、私は色の中には不適當な名前がつけられていると言う意見を常にもっていた。ピンクと言う花 (pink, ナデシコ) に因んだピンク色 (pink) という言葉は適當だと思うが、赤色 (red) という言葉をピンク色 (pink) の代わりに使うのは私にはまったく不適當だと思えた。それは私の感じ (apprehension) では青色 (blue) と

言うべきである。なぜなら私にとってピンク色 (pink) と青色 (blue) は非常に近いが、ピンク色 (pink) と赤色 (red) はまったくと言ってよいほど関係がないからである。

科学の諸分野に関心を持つうちに、私は当然ながら光学にも注意を払うようになった。そして私は自分の視覚の特異性に気付くまえに、光や色の理論についてかなりよく知るようになっていた。しかし私は自分の感じはある程度まで、色の命名の混乱から発生しているように思えて、実際に色を識別する試みを行ってみようとはしなかったのである。しかし1790年からときどき植物の研究をするようになったので、以前よりは色に関心を向けざるを得なくなった。白 (white)、黄 (yellow)、緑 (green) の色については、その名のおりと同意するが、青 (blue)、紫 (purple)、ピンク (pink) および真紅 (crimson) の区別はやや明らかでなく、私の感じ (idea) からするとこれらは全て青 (blue) にまとめてもよいように思う。よく他人にある花の色が青 (blue) かピンク (pink) かと大まじめに尋ねたことがあったが、たいていは冗談だと片付けられた。

こんなことがあっても、1792年の秋にたまたまモンテンジクアオイ (*Geranium zonale*)⁽³²⁾ の花の色をロウソクの光で見ると、私は自分の視覚の特異性について確信が持てなかったのである。この花はピンク色 (pink) なのだが、私には昼間はほとんど正確な空色 (sky-blue) に見えたものが、ロウソクの光ではこれが驚くほど変化して、それにはもう青色 (blue) が少しもなくなって、この青 (blue) と鋭くコントラストをなす私が赤 (red) と呼んでいる色となった。このときはまだ、この色の変化は誰にも同じだとばかり考えて、友人の数人にこの現象を確かめてくれるように頼んだ。そして私と同じ光で観察した私の兄以外の人びとが、すべて一致してその色は昼間のときとほとんど変わらないと言うのを聞いて私は驚いた。この観察は私の視覚が他の人びとのそれと違うことを明らかに証明した。そして同時にこれはある色について、昼間とロウソクの光との差について、私の方が他人よりずっと敏感なことも証明した。この時からほぼ2年して、私は色彩の理論に詳しく、そのうえ色の名前と色の組成についての実際的知識を備えた1人の友人の助力を得て、この問題の研究に取りかかった。こうして確かめられた事実を、これから次の3つの題目に分け

て説明しようと思う。

- I. 私自身の視覚についての説明。
- II. 私に似た視覚をもつと分かった人びとについての説明。
- III. われわれの異常な視覚の原因らしいものについての考察。

I. 私自身の視覚についての説明。

私が近眼であるのを言っておいた方がよいだろう。約5インチ焦点の凹レンズが私によく合う。適当な距離で私は明瞭に見ることができ、強い光や弱い光で長く使用しても目が痛くなることがない。

私の観察はガラスプリズムによって暗室に作られた太陽の色像、すなわち太陽スペクトル (solar spectrum) の観察から始まった。一般の人は太陽スペクトルの中に赤 (red), オレンジ (orange), 黄 (yellow), 緑 (green), 青 (blue), 紫 (purple) の6種の色を識別するのが分かった。この中で Newton が紫 (purple) をインジゴ色 (紺, indigo) とスミレ色 (堇, violet) に分けているのは事実だが、彼と他の人との差は単なる呼び方 (nominal) 差に過ぎない。しかし私にはこれらがまったく別に見えるのである。私には2つだけ、またはせいぜい3つの区別しかない。これらを私は黄 (yellow) と青 (blue), または黄 (yellow), 青 (blue) それに紫 (purple) と呼びたい。私の黄 (yellow) は他の人びとの赤 (red), オレンジ (orange), 黄 (yellow), 緑 (green) に相当し、私の青 (blue) と紫 (purple) とは他の人と一致した。他の人が赤 (red) と呼んでいる部分は、私にはある影 (shade) または光のないところ (defect) に過ぎないように思える。次にくるオレンジ (orange), 黄 (yellow), 緑 (green) はただの1色に見える。これは濃い黄色から薄い黄色 (rare yellow) まで、黄色の色合い (shades) の差とでも呼びたいように単調に下がっていく。緑色部 (green) と青色部 (blue, 中崎注: 原文では yellow となっている) の差は私には極端に大きく、これらは大きなコントラストをなしているように思える。しかし青 (blue) と紫 (purple) の間はこれよりずっと差が小さい。紫 (purple) は青 (blue) をずっと暗く濃くしたように見える。夜にろうソクの光をプリズムを透して見ると、赤の外側が太陽スペクトルのそれよりもっと鮮やかに見える以外は、ほとんど同じように見える。次に私は天然または人工の着色物一般について、昼色光およびろうソ

ク光のもとでの私の観察の結果を述べようと思う。私は人工着色物には主にリボン類を使った。

赤 (red)

(昼色光)

この赤という項目の中に私は真紅色 (crimson), 緋色 (scarlet), 赤色 (red) およびピンク色 (pink) を含める。私には全ての真紅色 (crimson) は主にダークブルー (dark blue) からなっているように見える。しかし、これらの多くはこれに濃いダークブラウン (dark brown) の色合いを含むように見える。私は真紅 (crimson), クラレット (claret, 中崎注: 濃い赤紫色のワイン), 泥色 (mud)⁽⁹³⁾ のサンプルの多くをみたが、これらはほとんど同じように見えた。真紅 (crimson) は派手で華ばなしい色と反対の、ある重おもしろい (grave) 色合いを持っている。真紅 (crimson) やダークブルーに染めた毛糸は私には同じに見える。ピンクはライトブルー (light blue) 9部と赤 (red) 1部からなっているように見えるし、このライトブルーを少し鈍く (dull) 少しくすんだ色 (faded) にしただけの色にも見える。このためピンクとライトブルーを較べると、一方は鮮やかで (splendid) 他方はその鮮やかさを少し弱くしたものとしてしか私には区別できない。庭のナデシコやバラなどの他に、次のようなイギリス産の花は私にはすべて青 (blue) に見える。すなわちハナハマザシ (*Statice Armeria*), ムラサキツメクサ (*Trifolium pratense*)⁽⁹⁴⁾, センノウ (*Lychnis Flos-cuculi*), テンジクアオイ (*Lychnis dioica*) および各種のゼラニウムなどである。血色のよい顔色⁽⁹⁵⁾も私には白地の上の鈍い (dull) くすんだ (opaque) 黒ずんだ青色 (blackish blue) にしか見えない。没食子浸出液に塩化鉄を加えた溶液 (すなわち薄めた青黒インキ) を白紙にたらすと、これはこの血色のよい顔色に大いに似た色を与える。これは血の色 (colour of blood) とまったく似たところがない。私にとって赤色 (red) と緋色 (scarlet) は、ピンクとは全く別の部類に属するのである。私は赤 (red) という感じ (idea) を朱 (vermilion), 鉛丹 (minium), 封口ウ (sealing wax), 封緘紙 (wafers), 兵士の制服などから得ている。これらの色の中には青 (blue) が全くないように思える。緋色 (scarlet) は赤 (red) よりもっと鮮やかな色合いをもっている。血は私には赤 (red) に見えるが、上

に挙げた品物とはひどく違う。血はもっと鈍く (dull), 私には暗緑色 (bottle-green) を呼ばれる色に似ていなくもない。血のシミと泥 (dirt) のシミで汚れた靴下はほとんど区別できない。

赤 (red)

(ロウソク光)

赤色 (red) と緋色 (scarlet) は昼間よりずっと鮮やか (vivid) に見える。真紅 (crimson) はその青 (blue) を失い, 黄色がかった赤 (yellowish red) に変わる。もっとも変化するのはピンク色で, これは昼間見るのと素晴らしいコントラストをなす。青 (blue) は姿を消し, 黄色 (yellow) がこれに代わる。ロウソク光でみるピンクは3部の黄 (yellow) と1部の赤 (red) か, 赤がかった黄色 (reddish yellow) のように思える。しかし昼間見ると, あの青色 (中崎注: ピンクの中の)⁽⁹⁶⁾ の混ざり方はロウソク光で見る黄色の混ざり方より少ない。赤色 (red) とくに緋色 (scarlet) はロウソク光では素晴らしい色になるが, ある赤い色 (reds) はこれを昼間みると, 思いもよらないほど派手さを失う。私はこれを暗カーキー色 (dark drabs) とでも呼びたい。

オレンジ (orange) と黄 (yellow)

(昼色光とロウソク光)

これらの色に関しては私は他の人びととの間に実質的な差を見出してはいない。しかし, 私にはまったく疑う余地がないのに, 人びとがロウソクの光の下である物が白色 (white) か黄色 (yellow) かと迷うのをしばしば目にしたことがある。

緑 (green)

(昼色光)

私は草 (grass) からの感じ (idea) をこれ (中崎注: 緑) の基本にしている。私にとってこれは赤 (red) とほとんど差がなく見える。月桂樹 (セイヨウバクチノキ, *Prunus Lauro-cerasus*) の葉の表面は赤封ロウの棒そっくりである。そして, この葉の裏は封緘紙の明るい赤 (lighter red) に近い。これからすぐに, 私が赤 (red) か緑 (green) またはこの両方を, 他の人びとと違って見ているのが結論されるであろう。実際のところ私はこの両方とも, 私に対するのと他の人に対するのとでは, 違って見えるの

だと信じている。緑色 (green) はオレンジ色 (orange) にずっと近い。リンゴの緑 (apple green) は私にはもっとも心持ちよいが、黄 (yellow) の色合いをもつ他の緑のどれも、同じように引き立ってみえる。私はほとんどの人びとと同じように、いろんな野菜の緑色 (vegetable greens) が区別できる。そして他人にとってよく似ているとか、まったく違うのは私にとっても同様である。中国紅茶 (bohea tea) を煎じたもの、硫肝 (liver of sulphur, 中崎注: 赤褐色の多硫化カリウム)⁽⁹⁷⁾ 溶液、ビール (ale) など他人が褐色 (brown) と呼ぶものは、私には緑 (green) にみえる。テーブルカバーに使われる緑色 (green) の毛布は、私にはくすんだ (dull), 黒ずんだ (dark), 褐色がかった赤 (brownish red) に見える。泥色 (mud) 2部と赤色 (red) 1部との混合物がこれに近いだろう。これはまた鋤で掘り出したばかりの赤土 (red soil) にも似ている。この種の布の色があせて、他の人がいう黄色 (yellow) になったとき、私にはこれが気持ちのよい緑 (green) に見えるのである。非常に明るい緑 (light green) の紙とか絹は私には白 (white) に見える。

緑 (green)

(ロウソク光)

ロウソクの光の下で緑 (greens) と青 (blues) を区別するのが困難であるのは、私と他の人びとで同じである。ただ、しかし私にとっては (中崎注: 昼間と較べて) 緑 (greens) だけが変化して青 (blues) に近づくのである。しかし私の眼に変化して見えるのは真の緑色 (real greens) だけで、上に述べた褐色 (brown) の液体のように、私が昼間に緑 (green) と間違えた物はそうは変化しない。これらはロウソク光でみても青 (blue) がかって見えることが全くなく、淡くなる (paler) 以外は昼間と同じようにみえる。

青 (blue)

(昼色光とロウソク光)

私の見るところではこの色は、昼間でもロウソクの光の下でも、他の人と私に対してほとんど同じように見えるようである。

紫 (purple)

(昼色光とロウソク光)

私にはこれが青 (blue) のすこし変わったもの (slight modification) に見える。私は紫 (purple) と青 (blue) の区別に失敗することはほとんどないが、紫 (purple) が青 (blue) と赤 (red) の混合物とはとても思えない。昼間とロウソク光での差はまずないと言ってもよい。

いろいろな観察

私にとって月光の下とロウソク光の下では、どの色もほとんど同じに見える (原注1)。

稲妻 (中崎注: 電光) でみた色は昼色光でみるのと同じようだが、正確に同じかどうか確かめてはいない。

電気火花でみる色は私には昼間見るのと同じに見える。すなわちピンクが青 (blue) に見えるなどである。

空色 (sky-blue) の透明溶液をとおしたロウソク光で見る色は、私にとっても他の人びとと同じように、昼間のときと同じにみえる。

カーキー色 (drabs) と呼ばれている色のほとんどは、私には昼間でもロウソク光でも同じに見える。

明るいカーキー色 (light drab) の毛布は昼間みると私には明るい緑 (light green) に似て見える。しかし、ロウソク光の下ではこれらの色はたやすく識別できる。それは後者が青がかって (tings with blue) くるのに、前者の方はそうでないからである。よく似ていると人が言うカーキー色 (drabs) の物でも、私にはまったく違って見えるものをよく目にしたことがある。

私の褐色 (brown) の感じ (idea) は、白紙をほとんど着火するまでに加熱した物から得ている。私が緑 (greens) について述べたところから想像できるように、この褐色は昼間では緑 (green) に大変に近くみえる。褐色 (browns) には大変に種類の幅があるように思える。ある物を私は赤 (red) と呼びたいし、濃褐色 (dark brown) の毛布などには、これを私は黒 (black) と呼びたいものがある。

日の出や落日の太陽光も (中崎注: 色覚に対して) 特別の効果をおよぼさない。強い光でも弱い光でもそうである。他の条件を同じにすると、ピンク色は曇りの日には少しくすんで (rather duller) 見える。

ふつうの可燃物のすべて、すなわち獣脂、油、ロウ、石炭などは、どれ

も私には同じ色の光を放つように見える。

私の視覚はずっと現在のそれと同じである。

II. 私に似た視覚をもつと分かった人びとについての説明。

すでに述べておいたように、私の兄は私と同じようにゼラニウムの色が変化すると感じた。このとき以来、兄と一緒に昼間やろうそく光のもとで、類似点を比較して色について多数の観察を行った結果、われわれ兄弟は他の人びとの間でそうであるように、おたがいにほとんど同じように見ていることが判明した。兄は私よりもっと近眼である。

これらの事実が明らかになったので、私はわれわれの色覚がある特異例だと考えて、これを公表しようと考えた。もっとも私は1777年の王立学会誌にCumberland州MaryportのHarris氏の記事を読んだことがあった(原注2)。

この人は「色を区別できない」と言うのであったが、この人のケースはわれわれのと違うようであった。しかし、1つの視覚の異常は別の物の解明に役立つかも知れないと考えて、私はこの記事を読みなおしてみた。すると、この人の視覚がもっと研究されていて、その記述が第1人称で語られていたら⁽⁹⁸⁾、この人と私のケースが同じであることが大変にありそうに思えてきた。同じ症状の4人の兄弟があり、そのうちの1人はまだ生存していた。Maryportに友人がいたので、私はこの人に頼んで生き残りの1人について、いくつかの質問をしてもらった。友人はすぐにやってくれて(視覚に異常のない別の兄弟も加えて)、私に報告してきたその回答から、私はわれわれのケースの類似性についてもはや疑えなくなった。これをさらに詳しくするために、私はいろんな色をつけた20個ほどのリボンのサンプルを送り、これを昼間とろうそく光とで観察するようにとの指示を添えた。その結果は完全に私の予期するところと一致した。

こうして、一般人とは違った視覚をもち、なかには私自身のケースの人が、かなりいそうに思えてきた。それで、これ以来私はあらゆる機会をとらえて、この事情を私の友人たちに説明し、その結果として同じ症状の数人を発見している。しかし1-2例ではあるが一般とは違い、われわれのケースとも違う例も聞いている。私が教えたことのある生徒25人にこの問題を説明したところ、驚くべきことに2人が私と同じだと判明した。ま

た同じような状況で別の1人が発見された。これらの人びとは私と同じように、昼間ではピンクとライトブルーの間に実質的な差を見ないが、ロウソク光の下ではこれらが強いコントラストを呈するのを見た。さらに検査した結果、他の色についても彼らと私との間で大きな差を発見しなかった。彼らはわれわれと同じように、本当は自分らが他の人びとはと違うように色を見ていたことを気付いてはいなかった。

そして、ある特定の色について、その名前 (names) がひどく混乱しているのだと考えていたのであった。

私は今までに私と同じ色覚の人をほぼ20人ばかり報告を受けている。あの Maryport の家族は6人の息子と1人の娘から構成されていたが、息子のなかで4人が問題の症状を呈している。われわれの家族 (中崎注: Dalton 家) で成人まで達したのは3人の息子と1人の娘だが⁽⁹⁹⁾、この中の息子2人は私がすでに説明した症状である。他の家族ではたいていその中の1人であるが、中には多数の例もあった。これらの中で、ある1例を除いて両親か子供がそうであるかどうかを知らない。またその肉体的原因⁽¹⁰⁰⁾について知るところがない。われわれの視覚は色を除いては、他の人びとはと同じように明確で正確である。ただ2-3人だけが近眼であった。注目すべきことに、婦人ではこの特異性の1例も聞いたことがない。

上記のように多くの人びとはについて行った各種の観察から、われわれ同士の間では他の一般人の間以上の差があるとは思えない。われわれ (中崎注: 色盲者) は確かに、以下に私が指摘する自分たちの視覚を特徴づける主要な点で一致している。ここで次のことだけは言うておくべきであろう。この報告で私がすでに説明した類似点や対照点のあるものは、最初に他の人から私に指摘された物で、これが私の考えと同じであったということである。

われわれの視覚の特徴

1. 太陽スペクトルには黄 (yellow), 青 (blue) と紫 (purple) 色が見える。前2者の間にはコントラストがあるが、後2者の間は種類より程度の差と言った方がよいように見える。

2. ピンク (pink) は昼色光で少し色あせた空色 (sky-blue) に見えるが、ロウソク光では青 (blue) と鋭くコントラストをなすオレンジ (orange)

または黄がかって (yellowish) みえる。

3. 真紅 (crimson) は昼色光でくすんだ青 (muddy blue) に見える。だから真紅 (crimson) の毛糸はほとんどダークブルー (dark blue) と同じである。

4. 赤色 (red) と緋色 (scarlet) は昼色光よりろうソクの火で、もっと生きいきと輝いて見える。

5. 赤い封ロウの棒と草の色は昼間では大きな差がない。

6. 濃緑色 (dark green) の毛布は泥赤色 (muddy red) に見え、草よりずっと暗くて (darker), これとはひどく違った色に見える。

7. 血色のよい顔色 (a florid complexion) は黒ずんだ青 (dusky blue) に見える。

8. われわれには (中崎注: 他人の) コートやガウンが裏地とマッチしてなく (badly matched) 見えることがよくあるが、これを他の人はそう考えないようである。反対にわれわれには、なんと真紅 (crimson) がクラレット (claret, 赤紫色) とか泥色 (mud) とよく似ており (should match), ピンク (pinks) とライトブルー (light blues); ブラウン (browns) と赤 (reds); さらにカーキー色 (drabs) と緑 (greens) がよく似ていると思えるのである⁽¹⁰¹⁾。

9. われわれが他の人びとと相違する全ての点において、その差は昼間よりろうソク光の下での方がずっと少ない。

Ⅲ. われわれの異常な視覚の原因を示唆するいろんな観察

私が自分たちの視覚の原因について、あるありそうな考えを思い付いた最初は、空色 (sky-blue) の透明液体がろうソクの光を変化させて、これを昼色光に近づけるのを観察したときである。もちろん、このときピンク色 (pink) は太陽光で見ると同じように、ライトブルーに変わって見えたのである (中崎注: 特徴 2 をみよ)⁽¹⁰²⁾。これは重要な発見であった。これは透明な着色液体に色を変える効果があるのを示すと同時に、太陽光と燃焼光との類似を示唆するものでもあった。すなわち太陽光は透明な青い大気 (blue atmosphere) で変化を受け、燃焼光は透明な青い液体 (blue liquid) で変えられるのである。すでに Delaval 氏が証明しているように、透明な着色液体は自分自身の色の光線を他の色の光線より多く通過させ、その結

果として自分自身の光を吸収することが少ない。これらを考え合わせた上で、私は私の眼の体液 (humours) の 1 つは透明で着色した (coloured) 媒体であって、主に赤 (red) と緑 (green) の光線を吸収し、青 (blue) や他の色をよりよく通過させるようになっているという考えに導かれた。これは私が太陽スペクトルの中にこれらの 2 色を確認できなかったからである。しかし、この考えに反するような事実もある。朱色 (vermilion) のような赤い (red) ものは、私には黒く (black) 見えなければならないのに、そうではないからである。この困難がいかに回避できたかは、次に述べるところから分かってもらえるであろう。

Newton は、不透明体は自分の色の光線を他の色の光線より多く反射することによって、その特定の色を呈することを十分に明らかにした。そして反射されなかった光線はその物体に吸収されるのである。この事実を採用すると、われわれは自然に次の結論に導かれる。すなわち、物体がある色の光線だけをより多く反射し、他の色をより少なく反射すればするだけ、この色はより純粋 (perfect) になる。しかし、この結論は明らかに誤りである。華やかに彩られた物体はあらゆる色、とくに自分自身の色をおびただしく反射する。そこで、いろいろな色に塗られた物体をある均一な光の中におくと、その色だけのように見える。従って赤い (red) 色の物体は、その赤を通過させない眼に対しては、赤以外の色がその物体に反射される割合と、眼の体液を通過する割合に応じて、別のいろいろな色に見えるであろう。

こう考えると、私や私と同じような人の眼の体液 (humours) の 1 つは、おそらくある種の青色をしている (coloured) 媒体にほとんど間違いないだろう。それは硝子体液 (vitreous humour) に違いないと思う。そうかどうかは調べてみれば分かるかも知れないが、これはまだ実施されていない。いかにして眼の体液に色がつくのかを説明するのは生理学者の領域だから、これは彼らに委せることにして、この仮説によって II 部の結論として纏めておいた事実が説明できるのを次に示そう。

1. これはもう説明を要しないだろう。
2. ピンク は赤 (red) と青 (blue) の混合したものと知られている。すなわち、これらの 2 色が余分に反射されるのである。われわれ (中崎注:

色盲者)の眼は青(blue)だけを余分に通すから、それ(中崎注:ピンク)が青にみえる。そして眼を通過した少量の赤(red)の光線が、これにくすんだ(faded)感じを与える役目をするだろう。ロウソク光が昼色光と比較してより多くの赤(red)とオレンジ(orange), そのほか赤より上の色(中崎注:太陽スペクトルで上方にでる屈折率の小さな)⁽¹⁰³⁾を少量を含んでいるのは知られている。それで反射された光はオレンジを青(中崎注:ピンクの中の)よりも多く含み、この複合色は赤とオレンジだけからなるようになる。

このようにして、赤がもっとも多く反射されるのだから、ふつうの人の眼にはこの少しだけ変化を受けたこの色(中崎注:ピンク)が感知されることになるだろう。しかし、われわれ(中崎注:色盲者)には赤が見えないのだから、過剰のオレンジ色だけが見えて、もとのピンク色は小さな変化を受けたというよりも、全く別の新しい色に見えることになる。

3. 同じような推論から、赤(red)とダークブルー(dark blue)の混合色である真紅(crimson)は、私がすでに説明したような色を呈するはずである。

4. 赤色(red)や緋色(scarlet)の物体は、おそらく赤(red)についてオレンジ(orange)や黄(yellow)をもっとも多く反射するであろう。少量の赤を加えたオレンジ(orange)と黄(yellow)の混合がわれわれの赤の感じ(idea)を表すであろう。ロウソク光にはオレンジ色がずっと多いのだから、ロウソク光でのこれ(中崎注:赤色や緋色)が輝いて見えるのである。

5. 草色(garss-green)はおそらく、多少の青(blue)を含んだ緑(green), 黄(yellow)とオレンジ(orange)の混合したものである。これに対するわれわれの感じ(idea)は、少しの緑色光線の混じった、主として黄(yellow)とオレンジ(orange)の混合から得られるだろう。だから、われわれには赤(red)と緑(green)が、ほとんど同じに見えるのである。しかし私には、なぜ緑(green)がロウソク光でわれわれと同じく他の人にも、青っぽく(bluish)に見えるのは分からない。ロウソク光には青が欠けているはずだからである。

6. 緑(green)光線はわれわれに感知されない。それで、よくは分から

ないが、残りの色 (中崎注: 濃緑色から緑を差し引いた) が合わさって、泥赤色 (muddy red) となるのだろう。

7. すでに述べたピンク (pink) と真紅 (crimson) についての現象の観察が、この事実を説明してくれるだろう。

8. ある物体が赤色 (red) 光線を 8, オレンジ色 (orange) 光線を 6, 青色 (blue) 光線 5 の割合で反射し、別の物質は赤を 8, オレンジを 6, 青を 6 の割合で反射するとしよう。すると、主に赤に注目するふつうの眼には、これらの差があまり見えないのは明らかである。しかし、色の感じを主にオレンジと青から作るわれわれには、後者の方が前者より青く感じるに違いない。

9. この報文の全体から明らかのように、われわれ (中崎注: 色盲者) の眼は他の人より青 (blue) 光線を多く通過 (admit) させる⁽¹⁰⁴⁾。それで、どんな光でもロウソク光のように青 (blue) がより少ないときは、われわれの眼はある程度までこの光を和らげて、これをほぼふつうの標準まで下げようように働く。これが、なぜロウソク光の下ではいろんな色が、他の人が昼間みているとほぼ同じように、われわれにも見えるかと言う理由のように思える。

私はこの報告を次の考察で締めくくりたいとおもう。太陽光とかロウソク光、またはわれわれが燃焼でふつうに得ている光が、もともと同じ組成なのは極めてありそうなことである。そして地球大気はもともと青い流体 (blue fluid) であって、これが太陽光を変化させてわれわれが日常に見ているような差を生じさせているのである。

(原注 1) Boyle 氏は月光の下と昼間では色が変わるのを観察している。Priestley 「視覚」145 ページ。(中崎注: J. Priestley, *The History and Present State of Discoveries relating to Vision, Light and Colours*, London, 1772, p. 145)

(原注 2) この記事の翻訳に Colardeau 氏の異常なケースを加えたものが次に挿入されている。Rozier, *Observations sur la Physique, etc.*, p. 87 (E. H.)

付 録 4

Brewster より Dalton への手紙

1831 年 3 月 16 日

拝啓。現在、スペクトルの構造と光吸収について実験をいたしておりま

すので、あなたの赤色光に対する不感性になにか変化があったかどうかを知りたいと熱望しております。ほとんど閉じかかった窓シャッターの狭い横長スリットをプリズムでみて、空の光 (light of sky) のスペクトルがどう見えるかについて、お知らせ願えたらありがたいと思います。私はこのスペクトルが赤 (red), 黄 (yellow), 青 (blue) の同じ幅の3つのスペクトルからなり、この3色がふつうのスペクトルのどれにもあると考えているのです。これで私の考えている目的がお分かりでしょう。さて、あなたの眼は赤に感じなくて、黄と青に感じますので、この赤の幅は消えてしまわずに、すこし青がかった黄色 (yellowish) に見え、この黄色も非常に弱くなるはずです。あなたの眼が赤色光に不感性なら、白い対象物が青がかった黄色 (yellowish) とか緑 (green) に見えるはずですが、これがどうか知りたいのです。もちろん、あなたにはスミレ色 (violet) に中にある赤色光は見えないはずですが。

この問題についてのあなたの「マンチェスター学会誌」報文を、私の雑誌の次号に再録したいと思っております。

7月18日から25日にかけて、York市で大英帝国の科学者大会を催したいと企画しております。あなたとHenry博士に出席して戴けたらありがたいのですが。

D. Brewster

付 録 5

WhewellよりDaltonへの手紙

ケンブリッジ, 1831年9月10日

拝啓。第1部は所持しておられるとの事ですので、これを除いた私どもの学術誌をお送りいたします。これを「ケンブリッジ科学学会」から「マンチェスター文芸科学学会」への贈物としてお届け下さるようお願いいたします。

ついでにTrail博士宛の手紙の束も同封させて戴きます。つごうの宜しいときに、リバープールまでお届け願えませんか。

まえに、あなたと同じ欠陥が視覚にあるとお知らせした、Hague嬢のケースについて少し検査をいたしました。しかし、まだ彼女のケースの詳細を知りません。しかしCumming教授に聞いたところでは、Wollaston博士が彼にある婦人のケースについて教えてくれたそうです。彼女は形以外

ではルビーとエメラルドの区別ができないそうで、小鹿色 (fawn, 淡黄褐色) を明るい緑 (light green) と思っているそうです。

マンチェスターで知り合いました Henry 博士や、その他の親切な皆さまに宜しくお伝え下さい。

W. Whewell

付 録 6

J. Herschel より Dalton への手紙

Slough, 1833年5月20日

拝啓。すぐに印刷にかけなければならない仕事がありまして、これをやっと今朝済ませることができました。この仕事のお蔭であなたからの親切なお手紙への返事と、私の光学的な質問に対する貴重な情報を含んだあなたのお答えに対して、お礼を申し上げるのがこんなに遅れてしまいました。ご説は全般的に言って私がこの特異な視覚疾患に対して抱いている意見と一致しており、この件の解明に役立つものと存じます。

同じこの疾患をもつあなたや全ての人びとも、他の人たちと同じようにそれぞれの光線 (every light) を 光 (light) として感じておられるのは私にも分かります。網膜はそこに到達するどの光線によっても 刺激されます。また私の知る限り、どんな光線も眼の媒体によって網膜に達するのを 阻止されている と信じる根拠は全くありません。もちろん、これがあなたのご意見に反するのは存じておりますが、私はこれを良く考えた上で、お役に立てばとわざと申し上げているのです。Whewell はこの視覚をもつあなたを含めた全ての人のことを「Idiopts」〈特視覚者〉と呼んでおります (これはあまりにも「idiots」〈間抜け〉と紛らわしいので、私は嫌いです)。この人たちをどう呼ぼうと構いませんが、この人たちが われわれ が勝手に赤 (red), 青 (blue), 黄 (yellow) と呼んでいる、プリズム分析的にまたは吸光分析的に作った極めて純粋な光線を見ているのは (see) 明らかです。これは大進歩で私の質問に対するあなたのお答えが、十分にこれを証明いたしております。次の疑問は先験的な感覚に絞られます。われわれが3つの1次色覚 (primary sensations) を持っているのに、あなた方は2つしか持っていないようです。われわれは想像にもせよ、全ての色を赤 (red), 黄 (yellow), 青 (blue) の3つに帰属させます。そして他の全ての色はそれらの混合として感覚していると思っておりますし、全ての色は

この色合い (hues) の粉を混ぜて実際に作れると思っています。ところが、これらの色 (hues, 中崎注: 赤, 黄, 青) だけは他の2つの色の混合では作れないのです。こうして緑 (green) は (黄+青), オレンジ (orange) は (黄+赤), 紫 (purple) は (青+赤), ブラウン (brown) はその場に応じて (黒+赤) か (黒+オレンジ) か (黒+黄) で作れます。ブラウン (brown) は元もとくすんだ色 (sombre) で, そのブラウン (brown) としての効果はこの中の明るい色合いに近い反対かによって決まります。さて, あなた方の眼にとって全ての色合は2つに帰属していると思えるのです。これをAとBとしましょう。AとBとが釣り合うとあなた方の白 (white)となります。それが相殺すると黒 (black) となり, いろんな割合で混じるとあなた方の混色 (compound tints) になります。このAとBの感覚がどんな物かに関しては, あなた方にわれわれの α , β , γ (赤, 黄, 青) がどう見えるかを告げてもらうようなものとしか思えません。私が2色視覚 (Dichromic Vision) と呼ぼうと思っている, この疾患の人びとを質疑応答した結果と, 私の質問に対するあなたのお答えから, 私には次のように思えるのです。われわれに γ (青) の感覚を刺激する同じ光線が, あなた方のB感覚を刺激し, われわれに対して明らかに別の α と β 感覚を与える光線もあなた方にはA感覚だけを刺激するのです。もちろん, いつもそうははっきりしているとは思えません。これとは反対に, 極く稀でしょうが, ときとして α と β の間のある差が漠然と感じられる不完全な2色視覚もあるかもしれないと思われます。いずれもはっきりせず, 他人より少し雑 (harsher) な感覚としかいえない程度でしょう。

私が大変に知りたいのはこうです。あなた方は以前にMayerが赤 (red), 黄 (yellow), 青 (blue) でしたように, 色に対する感覚全体をある種の3つの原色感覚の混合に帰属させる試みをしたことがおありでしょうか。それは成功でしたか。またこれを試みるお積もりや時間がおありでしょうか。私は光の理論やスペクトルの構成などを語ろうとは思いません。これは苦み, 甘み, 塩からさの問題がテストする物質の化学分析を語って解決できないと同じように, 物の本質に触れていないと思うからです。

付 録 7

「色盲についての見解」(部分)

Remarks on Colour-Blindness

John F. W. Herschel, *Proc. Roy. Soc.*, 10, 72-84 (1859-60)

(同じ問題についての Pole 氏の報文に対して, J. F. W. H. 卿が会長と
委員たちの要請で提出した報告書の要旨)

私はいろんな点から考えてこの論文(中崎注: Pole の)は、色盲という奇妙な問題に関するわれわれの知識に、極めて価値ある貢献をなしたものと思う。第1に、この論文は今までこの問題について他の人が言ったり書いたりしたことや、色盲を説明した理論を心得ている上に、彼自身の色盲を科学的に議論することができる教育と態度を身につけた、この疾患の患者の一人によって色盲について今まで書かれた唯一の明晰にして首尾一貫した論説だからである。第2に、色盲者がなぜ色盲現象を説明するのに、正常視覚の人よりずっと適しているかを、この著者自身が説明しているからである。

正常視覚の人が自分の色の感覚(perceptions of colour)を3つの1次または基本感覚(primary or elementary sensations) — これは Mayer がしたように赤(red), 青(blue), 黄(yellow)(色について書いた人の多くがこの真似をしている)であれ、またはスペクトルが Wollaston の眼にこう見えたという報告に基づいて Young 博士がいう赤(red), 緑(green), スミレ(violet)であれ — に帰属させるしかるべきだと考えると同じ理由で、Pole 氏と同じ状態の人とか、他の異常視覚の人が自分たちの色覚を2つの1次感覚に帰属させると主張しても当然である。彼は眼前の全ての色合いの中に、この2つのいろんな割合の結合(combination)を見分ける(または見分けると思う)し、彼がそれを好きなように黄(yellow)と青(blue)と呼んでも誰も文句はいえない。

また彼のこの2色がわれわれと同じ黄(yellow)と青(blue)の感覚を与えるのかとか、色のない光の感覚がわれわれの白(white)に対応するのことは(私には多分そうだろうと思えるのだが)、永遠に分からないであろう。このような証言を受け取るに当たって、次の事を要求してもよいと思う。その証言してくれる人は視覚や判断について教育を受けていること,

特に自然色および人工色のスペクトル分析について知っていることである。これらが欠けていると完全に正常な視覚の多くの人でも混乱した考えを抱くようになり、光学専門家を満足させるようには色の問題が議論できないからである。

われわれが色の感覚と、それを引き起こす色の性質とを区別する必要があるのは、ちょうど苦さ、酸っぱさ、塩からさなどと、われわれが苦い、甘いなどと呼んでいる物質の化学組成とを区別するのと同じである。Wollaston と Young がスペクトル分析とか色の結合について、どんな意見を抱いているにせよ、私には彼らの一人でも一方でクロム黄 (chrome yellow) とかマリゴールド花卉、他方でウルトラマリン (中崎注: 紺青) とか青 (blue) サルビアを見るときに感じる感覚の一成分として、緑の感じ (sensation) を認めるとは思えないのである。

同じように彼らがスミレ (violet) の色の中にある種の赤味 (redness) を認めないとは思えない。これは Newton がスペクトルをある種の色のオクターブとする考えの中で抱いていたようである。優勢な基音の中に見えないほど弱い高オクターブが始まっているように、屈折率最大の端に赤 (red) が繰り返されている。

私自身の感覚について言えば、若草 (fresh grass) とかオリーブ葉 (laurel-leaf) の中に何か独特の感じ (sui generis) は認めるものの、青 (blue) とか黄 (yellow) の感じは認めず、反対にスミレ (violet) またはかならず紫 (purple) の名をつけて呼ばれる色合い (hues) の中に、赤 (red) の要素があるのを認めなかった試しはない。この点に関して私の印象は色彩感覚のよい (good judges of colour) 人びとに聞いても同じであると支持された。

であるから私は網膜上における色光の重なりで、色の組成を論じるときにこの区別を持ってほしいと思う。われわれが1次と呼ぶ感覚の2つまたはそれ以上が感覚器官の上で重なり合って複合感覚 (joint or compound sensation) が生じるとは考えにくい。

だから私がこれから慣行に従って赤 (red)、黄 (yellow)、青 (blue) (または Young 説の赤 <red>、緑 <green>、スミレ <violet>) を1次色 (primary colours) と呼ぶとき、私は網膜の上でいろんな割合で光が結合

する (union) することで、全ての色が作れる可能性について言っているのである。これは単に経験の問題である。これらの光は別べつに全ての色を出すことができる。

こんな前置きがなぜ必要かと言うと、私には Pole 氏の結論 §15 が論理的な結論とは考えられないからである。彼は色として黄 (yellow) と青 (blue) としか感じない、それゆえに、これらの結合によって生じる印象は正常人の緑 (green) という感覚と同じに違いないと言っているからである。これと違って私はこのとき彼はわれわれと同じ白 (white) を見ているのだと信じたいのである。この理由についてはすぐに述べる。最近 Maxwell 氏は青 (blue) と黄 (yellow) の結合で緑 (green) が作れなかったと言っている。

文 献 と 注

- (1) 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)
- (2) 中崎昌雄「1839-1842年における John Herschel 写真研究—青写真と『Herschel 効果』の発見」中京大学「教養論叢」第31巻, 第1号(通巻90号) 13 (1990)
- (3) 中崎昌雄「写真発達史における1839年という年—W. H. Talbot の場合」中京大学「教養論叢」第29巻, 第2号(通巻83号) 275 (1988)
- (4) 中崎昌雄「Talbot『カロタイプ』写真術発明をめぐって—写真『潜像』とその『現像』の発見」中京大学「教養論叢」第29巻, 第3号(通巻84号) 587 (1988)
- (5) 原 光雄「近代化学の父—ジョン・ドールトン」(以下に原「近代化学の父」と略す)(岩波新書)岩波書店, 昭和26年, p. 52.
- (6) 「ドルトン」(科学の名著, 第2期第6巻)(以下に「科学の名著, ドルトン」と略す)朝日出版社, 1988年, 解説 p. 93.
- (7) 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)
- (8) Dalton の伝記には次のものを参考にした。H. E. Roscoe, *John Dalton and the Rise of Modern Chemistry*, (以下に Roscoe 「ドルトン伝」と略す) Cassell, London, 1895; 原「近代化学の父」; 原光雄「化学を築いた人々」(以下に原「化学を築いた人々」と略す)(自然選書)中央公論社, 昭和48年, p. 84; *Diction-*

- ary of National Biography* (以下に「DNB」と略す) 5, 423; *Dictionary of Scientific Biography* (以下に「DSB」と略す) 3, 537; J. R. Partington, *A History of Chemistry* (以下に Partington 「化学史」と略す) Vol. 3, Macmillan, London, 1962, p. 755; W. A. Tilden, *Famous Chemists* (以下に Tilden 「大化学者伝」と略す) G. Routledge & Sons, Ltd., London, 1921, p. 104; B. Jaffe, *Crucibles-The Story of Chemistry* (以下に Jaffe 「化学史」と略す) Dover Pub. Inc., New York, 1976, p. 84.
- (9) Roscoe 「ドールトン伝」巻末折込; 原「近代化学の父」p. 188.
(10) 原「化学を築いた人々」p. 34.
(11) 「DNB」8, 277.
(12) 佐藤清「ワーズワース」(英米文学評伝叢書, 第 33 巻, 復刻版) 研究社, 昭和 55 年, p. 107.
(13) Roscoe 「ドールトン伝」p. 32.
(14) 「DNB」8, 277.
(15) 部分訳が次にある。「科学の名著, ドルトン」p. 167.
(16) Roscoe 「ドールトン伝」p. 31.
(17) Roscoe 「ドールトン伝」p. 32.
(18) Partington 「化学史」3, p. 363.
(19) 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)
(20) 原「近代化学の父」p. 30; 「DNB」5, 423.
(21) Partington 「化学史」3, p. 690.
(22) Roscoe 「ドールトン伝」p. 51; 原「近代化学の父」p. 35.
(23) Roscoe 「ドールトン伝」p. 122; 原「近代化学の父」p. 165.
(24) Partington 「化学史」3, p. 557.
(25) 「DNB」6, 423.
(26) 「DSB」6, 283; Partington 「化学史」3, p. 690.
(27) 「DSB」6, 284, Partington 「化学史」3, p. 822.
(28) 「DNB」14, 1338.
(29) Roscoe 「ドールトン伝」p. 8.
(30) Roscoe 「ドールトン伝」p. 70.
(31) 原「近代化学の父」p. 43, 「桜の花のように赤いんだよ。」
(32) この花は 18 世紀に南アフリカから英国へ輸入されたもので, 現在はモンテンジクアオイ 「*Pelargonium zonale*」と名付けられている。D. M. Hunt, K. S. Dulai, J. K. Bowmaker, J. D. Mollon, *Science*, 267, 984 (1995) (以下に「ドールトン色盲の化学」と略す) 注(4)。図 1 にはこのピンク色の花のカラー写真がある。
(33) Roscoe 「ドールトン伝」p. 71; 原「近代化学の父」p. 46.

- 34 これらの交換書簡については次に詳しい。C. E. Mortimer, *Muhlenberg Essay*, 271 (1968) (以下に「色盲化学者ドールトン」と略す) 注(10)。
- 35 この手紙はかって1793年10月3日付とされていた。Roscoe「ドールトン伝」p. 73; 原「近代化学の父」p. 44.
- 36 この手紙はかって1794年2月8日付とされていた。
- 37 J. Priestley, *The History and Present State of Discoveries relating to Vision, Light and Colours*, London, 1772 (Kraus Reprint, 1978)
- 38 *Phil. Trans.*, **67**, 260-65 (1777). Huddart の伝記は次をみよ。「DNB」**10**, 141; H. Lonsdale, *The Worthies of Cumberland*, vol. 3, Routledge & Sons, London, 1872 (National Union Catalog, **340**, 450)
- 39 Roscoe「ドールトン伝」p. 73.
- 40 原「近代化学の父」p. 44 では「バラ色」「モモ色」となっている。
- 41 Roscoe「ドールトン伝」p. 74; 原「近代化学の父」p. 45.
- 42 Roscoe「ドールトン伝」p. 75.
- 43 *Phil. Trans.*, **68**, 611-14 (1778)
- 44 「a good match」を「よく釣り合う」と訳すと誤解されやすいので「よく似ている」としておいた。たとえば次の用例をみよ。「Dalton judged red sealing wax to be a good match for the outer face of a laurel leaf」そっくりと判断する「ドールトン色盲の化学」p. 984.
- 45 *Phil. Trans.*, **14**, 559 (1684)
- 46 *Phil. Trans.*, **14**, 736 (1684)
- 47 *Mem. Lit. Phil. Soc. Manchester*, **4**, 28-45 (1798)
- 48 原「近代化学の父」p. 47。Roscoe「ドールトン伝」p. 71にある「thus commencing a series of important memoirs to the Society」を誤解したのであろう。
- 49 「色盲化学者ドールトン」p. 282.
- 50 「ドールトン色盲の化学」注(2); P. Prevost, *Bibl. Univers. Sci. B.-Lett. Arts Sci. Arts*, **35**, 320 (1827)
- 51 Roscoe「ドールトン伝」p. 165; 原「近代化学の父」p. 159.
- 52 原「近代化学の父」p. 159「非常によく釣合う」
- 53 「色盲化学者ドールトン」p. 281.
- 54 Roscoe「ドールトン伝」p. 170; 原「近代化学の父」p. 162.
- 55 原「近代化学の父」p. 162「太鼓のように密着させて」
- 56 Roscoe「ドールトン伝」p. 72.
- 57 「色盲化学者ドールトン」p. 281.
- 58 Roscoe「ドールトン伝」p. 209.
- 59 原「近代化学の父」p. 181; Jaffe「化学史」p. 85.
- 60 中崎昌雄「初期カラー写真手法の開拓者たち(上)」中京大学「教養論叢」第35

- 巻, 第4号 (通巻109号) (以下に中崎「カラー写真(上)」と略す) 1041 (1994)
- (61) ニュートン著, 島尾訳「光学」(岩波文庫) 1983年, p. 307; I. Newton, *Opticks*, Dover Pub. Inc., New York, 1952, p. 345.
- (62) 「DSB」14, 564.
- (63) *Phil. Trans.*, 92, 365 (1802)
- (64) 「DSB」14, 564; T. Young, *A Course of Lectures on Natural Philosophy and the Mechanical Arts*, vol. 1, 439 (1807)
- (65) 「ドールトン色盲の化学」p. 984, 注(9)(10)
- (66) G. Wilson, *Researches on Colour-blindness* (以下に Wilson「色盲研究」と略す) Southerland & Knox, Edinburgh, 1855, Chapter 5.
- (67) G. H. ジェラルド・ジェイコブス著, 三星宗雄訳「動物は色が見えるか」晃津書房, 1945。
- (68) *Edinb. Jour. Sci.*, 9, 153-9 (1829)
- (69) この手紙は次に収録されている。H. E. Roscoe & Arthur Harden, *A New View of the Origin of Dalton's Atomic Theory* (以下に「ドールトン原子論の起原」と略す) Macmillan, London, 1896 (Johnson Repr. 1970) p. 186.
- (70) Dalton, *Edinb. Jour. Sci.*, 5, 88 (1831); Brewster, *Edinb. Jour. Sci.*, 5, 197 (1831)
- (71) 「ドールトン原子論の起原」p. 188.
- (72) William Charles Henry, *Memoirs of the Life and Scientific Researches of John Dalton* (以下に Henry「ドールトン伝」と略す) London, 1854, pp. 25-26.
- (73) 「ドールトン色盲の化学」p. 986に「Sir John Herschel and Sir David Brewster each questioned Dalton directly」とあるが, 両人とも直接に Dalton に面接して質問したのではなく, このように手紙のやり取りで質問したのである。
- (74) *Brit. Assoc. Rep.*, Part 2, 15 (1838)
- (75) *Brit. Quart. Rev.*, 1, 157-98 (1845) (以下に Wilson「ドールトン追悼記」と略す)
- (76) P. Clare は Manchester 市の時計製造業者で「マンチェスター学会」の総務の1人であったが, 原「ドールトン伝」pp. 184, 186では「下男」となっている。
- (77) Henry「ドールトン伝」pp. 201-3; 「色盲化学者ドールトン」p. 279。
- (78) *Proc. Roy. Soc.*, 10, 72 (1859-60)
- (79) *Proc. Roy. Soc.*, 8, 172 (1856); 9, 716 (1859)
- (80) 中崎「カラー写真(上)」p. 1061; *Brit. J. Phot.*, 8, 272 (1861)
- (81) 中崎昌雄「Hermann W. Vogel と増感色素の発見—パングロ乾板への道」中京大学「教養論叢」第33巻, 第3号 (通巻100号) 569 (1992)

- 82) 原「近代化学の父」は著者独特の「自然弁証法」的原子観に基づく見解を除いて、ほとんど全ての材料をこの Roscoe 「ドールトン伝」から採っている。
- 83) 「DSB」11, 537.
- 84) 中崎昌雄「有機化学者 Alexander William Williamson と幕末薩長イギリス留学生」中京大学「教養論叢」第 35 巻, 第 3 号 (通巻 108 号) 655 (1994)
- 85) 中崎昌雄「初期スペクトル分析法を開拓した人びと」中京大学「教養論叢」第 35 巻, 第 1 号 (通巻 106 号) 117 (1994)
- 86) H. Lonsdale, *John Dalton* (The Worthies of Cumberland, vol. 5) Routledge, London, 1874.
- 87) Roscoe 「ドールトン伝」p. 85.
- 88) H. J. Partnall, J. K. Bowmaker, J. D. Mollon, *Proc. Roy. Soc., Ser B*, **220**, 115 (1983)
- 89) 北原健二, 科学特集「色を見る心のメカニズム」科学, **65**, 481 (1995)
- 90) 徳永史生, 科学特集「色を見る心のメカニズム」科学, **65**, 485 (1995)
- 91) J. Nathans, D. Thomas, D. S. Hogness, *Science*, **232**, 193 (1986); J. Nathans, T. P. Piantanida, R. L. Eddy, T. B. Shows, D. S. Hogness, *Science*, **232**, 203 (1986)
- 92) T. A. ブラウン著, 西郷 薫監訳「分子遺伝学」(第 2 版) 1994, p. 488, 第 21 章「クローン化した遺伝子の解析」ポリメラーゼ連鎖反応。
- 93) 井山「泥色 (mad)」は「泥色 (mud)」
- 94) 赤色が青色に見えると言っているのに「シロ」ではおかしい。井山「シロツメクサ」中崎「ムラサキツメクサ」
- 95) 「a florid complexion」井山「目もあやな色艶」中崎「血色のよい顔色」
- 96) 「the blue」井山「青色の物」中崎「あの青色」(中崎注: ピンクの中の)
- 97) 「liver of sulphur」井山「液状硫黄」中崎「硫肝」(中崎注: 酸素吸収用に使用した赤褐色の多硫化カリウム)
- 98) 「a relation of it given in the first person」井山「最初の者の視覚との関係が与えられていたならば」中崎「その記述が第 1 人称で語られていたら」
- 99) 「who arrived at maturity」井山「いい年をした一人の娘」中崎「成人までに達したのは 3 人の息子と 1 人の娘」
- 100) 「physical cause」井山「物理的原因」中崎「肉体的原因」
- 100) 「we should match」井山「ぴったりだと感じる」中崎「よく似ている」たとえば「ドールトン色盲の化学」p. 984. “Dalton judged red sealing wax to be good match for the outer surface of laurel leaf” 「そっくりと判断する」
- 102) 「restore to pink its proper colour by day, namely, light blue」井山「昼間での固有の色すなわち淡青色を自然もとの桃色に戻すことをつきとめた」中崎「ピンク色 (pink) は太陽光で見ると同じように、ライトブルーに変わって見えた」

- (103) 「higher colour」井山「高波長」中崎「上の色」(中崎注: おそらくプリズム頂角を上にして太陽スペクトルを壁に投射するとき, 上方にでる屈折率の小さな光)。この時代はまだ光の波動説がポピュラーではなかった。
- (104) 「admit blue rays」井山「青色光線を吸収しやすい」中崎「青 (blue) 光線を多く通過させる」
- (105) 乾からびた Dalton 両眼球のカラー写真は次にある。「ドールトン色盲の化学」図2。