

1839-1842 年における John Herschel 写真研究 青写真と「Herschel 効果」の発見

中 崎 昌 雄

はじめに

1. 1839 年後半における Talbot, Herschel 写真研究
2. Herschel 写真研究「第 2 報」(1840 年 2 月 20 日発表)
3. Herschel 写真処方について
4. Herschel 感光紙試料と「Oxford コレクション」
5. 太陽スペクトルの化学分析 — 「Herschel 効果」
6. ヨウ化物と色ガラスの作用 — 「増力ガラス効果」
7. 太陽光量計と熱線スペクトルに関する「ノート」
8. Herschel 写真研究「第 3 報」(1842 年 6 月 16 日発表)
植物色素に対する太陽スペクトルの作用
9. Herschel 写真研究「第 3 報」— 「青写真」
10. Herschel 写真研究「第 4 報」(1842 年 11 月 17 日発表)
11. 「Collingwood 時代」の Herschel とその晩年

はじめに

中京大学「教養論叢」前号(通巻 89 号)⁽¹⁾で私は 1839 年初頭における Talbot-Herschel の写真研究をめぐる交渉について、彼等の間に取り交わされた書簡を中心にして紹介しておいた。また 1839 年 3 月 14 日王立学会木曜日例会において発表された Herschel 報文を、Herschel がなぜそれが「報文集」(Transactions)に掲載されるのを取り下げたかという理由についての私の意見もついでに述べておいた。

このようにして 3 月 14 日報告は Herschel 「自身の希望で (at my own request)」引き下げられたから、ただその約 4 分の 1 に縮められた要約だけが王立学会「紀要」(Proceedings)に載せられて人の目に触れることに

なった。⁽²⁾ この報告の原稿はあとで王立学会総務から Herschel のところへ返却されたに違いない。Herschel の死後 (1871 年 5 月 11 日) 遺族はすぐにこの「幻の草稿」の探索を始めた。しかし彼等の長年にわたる努力にもかかわらず、その行方を突き止めることはできなかった。

イギリス写真史家 Harry Schaaf がこれを発見して、その全文を発表したのが 1979 年 1 月である。⁽³⁾ Herschel の発表から数えて 140 年もの歳月が流れていたことになる。

中京大学「教養論叢」前号の私の論考では、この「幻の草稿」の「Odyssey」に触れ、その全文の紹介と共にそれと「紀要」に要約された内容との比較もしておいた。⁽⁴⁾

「紀要」に発表された内容からすでに推測されていたように「幻の草稿」の内容はこれだけで十分に充実した物で、このまま「報文集」に発表されたとしてもおかしくはない。

Herschel はこれを引き下げた理由を Talbot への手紙にも書かなかったし、ほかの所で説明もしなかった。前号で詳しく述べたように、私はこの引き下げの事情を次ぎのように解釈している。

1839 年 1 月 Arago による Daguerre 業績の発表を聞いて、Herschel は Talbot に劣らず衝撃を受けたに違いない。⁽⁴⁾ Daguerre「写真術」は 20 年も前の 1819 年 Herschel「ハイポ研究」⁽⁵⁾ 当時に Herschel 自身が思い付いていたとしておかしくない発想である。この当時 Herschel はすでに塩化銀の感光性は知っていたし、塩化銀がハイポ水溶液の中に「砂糖が水に溶けるように」溶けることを発見していた。

このあとの方の性質は Daguerre や Talbot を悩まし続けた定着の原理につながる。こうして 1819 年当時すでに Herschel は写真の「化学的原理」だけなら完全に知っていたことになる。

「やられた」という衝撃は Herschel を駆って、2 カ月のガムシャラな写真研究に追い立てた。3 月 14 日王立学会報告はこの興奮の醒めない時になされている。興奮は持ち前の鋭い科学的直観を刺激してアイデアは次ぎ次ぎと湧いて来る。「a variety of processes at once presented themselves」⁽⁶⁾ である。

しかし発表後、冷静になって読み返してみると、いかにも慌てて作った

という個所が多いのに気が付く。自分が今まで天文学、光学について書いた論文に比べてひどく見劣りがする。3月14日発表の中の仕事は全てただ発想の芽を摘み取って提示しただけの物に過ぎない。

もう少し時間をかけてこれらの芽をのばしたら、もっと立派な果実が収穫できるに違いない。今は健康状態が優れない。リウマチの症状も暖くなったら今より軽くなり元気も回復するだろう。

こんな所が当時の Herschel の心境だったのであろう。

こうして3月以後に続けた仕事をまとめたのが、次ぎの年1840年2月20日に発表された「大論文」である。⁽⁷⁾ この60ページにわたる「大論文」発表のあとで Herschel は1842年,⁽⁸⁾ 1843年⁽⁹⁾にも写真についての仕事を報告した。ただしこれらはともに短い物で、内容も「大論文」に対する補足的な物である。

私の小論の目的はこの「大論文」を中心にして Herschel 写真研究の展望を紹介することにある。ただ私の前号の論考は時間的に言って1839年5月で切れている。このため1840年2月発表「大論文」を解説する前に、まず1839年5月からこの1840年2月までの Talbot, Herschel の写真研究をめぐる行動を眺めておこう。

1. 1839年後半における Talbot, Herschel 写真研究

Herschel の写真研究発表は1839年3月14日王立学会木曜日例会から始まっている。彼が研究を始めてから2カ月少ししか経っていない。いくら俊敏な Herschel にしも、十分な成果を挙げるのに時間がなさ過ぎる。Herschel がこの発表の「報文集」への掲載を引き下げて当然である。

結局この発表はその要約だけが「紀要」に紹介されることになった。

Herschel はこの1839年春の報文以外にその写真研究を3つ報告にして王立学会で発表している。これらは全て「報文集」に集録された。以下の私の小論では便宜上、これらを1839年3月14日報文から始めて通し番号を付けて呼ぶことにする。すると1839年写真騒動の翌年、1840年2月20日に受理され同じ日に発表された報告は「第2報」と言うことになる。

「第3報」はこれから2年あとの1842年6月15日に受理されて、6月16日に読まれている。「第4報」の方も同じ年、1842年11月17日に受理、

発表されているが、発表が年末であるから「報文集」に印刷されたのは翌年1843年になってからとなった。

王立学会「報文集」に集録された「第2報」「第3報」「第4報」の内容は、全て「項」に細分されていて、これらには全報文を通して番号が打ってある。Herschel はこれを報文の中で「paragraph」と呼んだり「article」と呼んだりしている。そして引用するときは「Art. 5」などとする。以下で私はこれを (§ 1) のように書く。「項」の長さはまちまちであるが、平均して $\frac{1}{3}$ ページほどの長さである。

さて「第2報」は (§ 1) から始まり (§ 123) で終わる。この報文にはあと3つの「ノート」が付いていて、これらはそれぞれ (§ 124-128) (§ 129) (§ 130-148) の「項」を含む。「第3報」はこれに続いて (§ 149) から始まり (§ 230) で終わる。「第4報」の内容は (§ 231-241) である。そして、これだけは王立学会総務 Christier 宛の手紙形式になっている。

「第3報」「第4報」には「ノート」に付いていない。

「項」の数で言うと、「第2報」148, 「第3報」82, 「第4報」11 である。これらは当然、各報文の内容に比例し、「第3報」「第4報」にはそれぞれ独自の新しい発見が報告されているものの、やはり「第2報」に対する補足的な内容であるのは免れない。

「項」の中のある物には、ところどころその研究を行った日付、実験番号などが書いてある。これと Herschel-Talbot 往復書簡を突き合せると、ほぼ Herschel 写真研究の進捗状況を伺うことができる。これから見ると「第2報」の記載はかなり忠実に時間軸に沿っているようである。ただし実験の方は思い付くままにいろんな仕事を平行して進めている。

とくに初期の段階はなんでも唾を付けておこうと言う風がある。

1839年3月14日発表「第1報」の内容からわかるように、3月のころまでは Herschel も主として感光剤、定着剤の改良に力を用いていた。そして4月末パリ訪問のころには鉛塩を加えた感光紙を作っていた。⁽¹⁰⁾

(§ 192) によると没食子酸銀塩の異常に気が付いたのが1839年2月という事になっており、 (§ 115) では「増力ガラス」(exalting glass) 効果を発見したのは2月10日となっている。硝酸銀感光紙を用いて密着焼き付けをしていたら、ガラスで覆われた部分の方が外に出ている部分より

黒くなったのである。

パリから帰るとすぐにプリズムによって分散された太陽光のスペクトルの化学作用の研究を本格的に開始した。(§ 54) には 1839 年 7 月 9 日塩化銀感光紙の上に投射した各スペクトル光が、ほぼその色のまま再現されたという観察が記録されている。

それから 2 カ月ほどした 1839 年 8 月 27 日 (§ 60) では「Herschel 効果」の発見がある。黒化した塩化銀を赤色光線が白く漂白する現象である。

パリでは「ダゲレオタイプ」の公式発表があった。8 月 19 日のことで Daguerre に代わって Arago が説明した。難解だと言うので評判は悪かったが、それでもこの時それまで秘密であったヨウ化銀感光板、水銀現像法が始めて公表されたのである。ただ Arago は長時間にわたるこの演説の中で、すでにフランス科学学士院「Compt. rend.」誌に報告されていた Talbot や Herschel の写真研究については一言も触れることがなかった。

Talbot がこの銀板写真の内容を知ったのは、8 月 26 日から Birmingham 市で開催されていた「英国科学振興会」に出席していたときらしい。

この会合で Talbot は紙を支材とする自分の写真術を報告し、合せて作品 94 枚を展示した。大部分は版画や植物標本からの密着焼き付け陰画で、中に数枚 Talbot の田舎の居館 Lacock 僧院のカメラ写真も含まれていた。この中の半分ほどはすでに陽画であった。

Herschel 「第 2 報」 (§ 35) に「ガラス写真」が報告されている。Herschel 実験ノートによると 1839 年 9 月 9 日、実験番号 1075 でなされた仕事である。この詳細については私が中京大学「教養論叢」(通巻 85 号) に紹介しておいた。⁽¹¹⁾

(§ 91) には 1839 年 10 月 11 日の日付があって、ここで「三色スミレ」の色素に対するスペクトル光の作用が報告されている。この方面の研究は 1842 年「第 3 報」に引き継がれることになる。

1839 年後半の Herschel 写真研究は、この辺で一応の区切りがついたようである。それに写真騒動の 1839 年も暮に近づいて冬になっては、ふだんでも弱いイギリスの太陽はより弱くなり、強烈な直射日光を必要とした当時の写真研究には向かない。

1839 年 3 月 27 日付 Talbot 宛手紙で Herschel は「写真研究がアフリカ

滞在中に始まっていたのなら」と悔んでいる。⁽¹²⁾ 1842年「第3報」は(§ 149)からであるが、この「項」によると1839年は全般に天気の悪い日が多かったらしい。しかし1840年になると今度は一転して天気が良くなる。1840年4月30日(火) Talbot は次ぎのように Herschel に書く。⁽¹³⁾

「(気候) は写真 (photography) の誕生以来もっとも美しく安定しております。晴れた日が来るたびに、自然は無限の描写力を与えてくれると言ってよいのですが、実はその無限小の部分しか利用できないのです。太陽の全光線のどれもに、かくも複雑な性質が備わっていると思うと不思議です。しかもその大部分は空間に拡がって行って、対象物にぶつかる事はありませんから、そのほとんどは外に見えない (latent) ままなのです。」

このころ Herschel は写真どころではなかったのである。⁽¹⁴⁾

まず国際的な地磁気観測組織を整備する問題がある。A. Humboldt と Gauss などが言い出したもので、イギリス側でも協力することになり Herschel, Whewell, 天文学者 G. B. Airy (1801-1850) などが委員となって仕事をした。Herschel が1839年4月にパリに行ったのは妻の兄弟の結婚式出席、銀板写真の実地見学などの用事以外に、Arago に会ってこの地磁気観測網の相談をしようと言う大切な用件があったのである。

イギリスではこのころ James Clark Ross (1800-1862) が南極探險に出発しようとしていた。例の「Erebus」「Terror」2船に乗って行くのである。彼は叔父 John Ross 卿 (1777-1856) と一緒に航海で1831年に北磁極を発見していたから、今度は南磁極を確定しようと言うのが目的の1つになっている。⁽¹⁵⁾ Herschel はこの相談にも加わらねばならない。

今度の探險隊は新しい試みとしてカメラを持って行くことを考えて Talbot に忠告を求めた。当時の「光写生」紙写真の段階では実用にはほど遠い。そのためもあって結局この企ては実を結ばなかった。⁽¹⁶⁾

さらに差し迫った問題に南天星図、星座名の改定がある。フランス天文学者 Nicolas Louis de Lacaille (1713-1762) が南天に数多くの星座(「Coelum Australe Stelliferum」1763)を作ってから100年以上も経っている。この問題は天文学者 Francis Baily, Whewell の協力を得て1841年に一応の決着を見た。ただこの時の星座区分は赤経、赤緯に平行する線

で囲まれた4角形で区切ると言うかなり人工的な物であった。これは1924年に改定されて現在のように赤経、赤緯に平行する線で囲む多角形にすることに落着いた。

しかし、これらの全てに先行して Herschel に課せられている大課題がある。3年間の希望峰滞在中に集めた天体観測結果の整理とその成果の刊行である。これには、これから8年の歳月が費されることになる。

「Results of Astronomical Observations Made during the Years 1834, 5, 6, 7, 8 at the Cape of Good Hope」Smith Elder, London, 1847.

出版は Herschel 55 歳、1847 年になり王立学会はこの業績に対して Copley メダルを与えた。これは Herschel が王立学会から授与された5回目、最後のメダルである。Copley メダルは1821年数学の仕事でもらっているからこれが2度目の授賞となる。

このような多方面の活動の間に写真研究が挟まっている。

だが精力的と言うより、むしろ熱狂的なこの写真研究の最中の1839年秋から、Herschel はその忙しい時間を今度は多分に家庭的な雑用に割かねばならなくなった。Slough の家からの移転の問題である。

Herschel 家は1834年南アフリカ行きの時にすでに Caroline, Isabella, William と3人の子持ちであったが、3年間の希望峰滞在中に Margaret, Alexander, John の3人が加わった。この上に帰国してから妻は7人目の子供を身ごもっている。1840年に生まれる Maria である。こうなると Slough の家は狭すぎる。この土地はロンドンに近く煤煙がただよって来て健康に良くない。おまけに近くに鉄道がとおるようになって落ち着かない。こんな事情が重なって移転を決意したのである。

1839年秋になって Kent 県 Hawkhurst に適当な家が見付かったので引っ越すことにした。この土地はこれから元の持主の名前を取って Collingwood と呼ばれることになる。写真研究報告「第4報」の最後に「Collingwood, Nov. 15, 1842」とあるのがそれである。

実際の移転は年を越して1840年4月3日になった。その前に Herschel は父親 William が50年前の1789年に作ったままの「40 フート」大反射望遠鏡を処分しておかねばならない。⁽¹⁷⁾ これはもう老朽化していて、長く使

用されずこのままでは実際の役に立たない。そのうえ John は健康のこと
もあって天体観測を諦めている。帰国してすぐの 1839 年 9 月 23 日
Cooper への手紙に「私にはもう使う望遠鏡がありません」と書いた。⁽¹⁸⁾

Slough 名物だった大望遠鏡の解体式は 1839 年大晦日に行なわれた。

横にした鏡筒の中に家族がロウソクを持って入り、みんなで John が作
詩、作曲したバラードを唱った。

このころ Herschel は写真研究に割く時間がなくなると Talbot に告
げたらしい。それに答えて 12 月 7 日付の手紙で Talbot は次ぎのように
言っている。⁽¹⁹⁾

「遊びとしてときには（天文学から）写真にもどって下さい。とくにこの
種の仕事はときどき検べるだけでよく、大部分は自然がやってくれるの
ですから。」

このあと Herschel が使ったのは口径 20 cm ほどの金属鏡のついた「7 フー
ト」反射望遠鏡だけであった。それもとときどき報道される天文現象を確認
するためにだけ使った。

2. Herschel 写真研究「第 2 報」(1840 年 2 月 20 日発表)

いわゆる「大論文」は王立学会「報文集」59 ページにわたるもので、こ
れだけの分量が 2 月 20 日夕方に読まれたわけではない。この報文に付け
られている記録によると 3 回に分けて読まれていることがわかる。2 月 20
日は (§ 19) までで、あとは次週木曜日 2 月 27 日などだそうである。⁽²⁰⁾

内容の説明に入るまえに、全体の構成を見ておこう。次に示すように 8
章に分けられていて、これらには番号が付いている。そのうち 4 章だけは
7 つに細分されているが、Herschel 原論文ではこれらに番号は付けられ
ていない。ここでは便宜上これらにも番号を付けておいた。報文にはあと
に 3 つの「ノート」が付いていて、これらには番号が付けられている。

最後の括弧の中にある数字はこれも私が便宜上入れておいた物で、この
中に含まれる「項」の番号である。

銀感光紙および、その他の金属、非金属感光紙に対する太陽
スペクトルの化学作用と、2, 3 の写真処方について。

(緒言) (1-12)

1. 写真定着について (13-21)
2. 写真複写と焼き付けについて (22-25)
3. 感光紙の作り方 (26-48)
4. 太陽スペクトルの化学分析 (chemical analysis of the solar spectrum) (49-55)
 - 4.1. 可視スペクトルの延長 — 新しいスペクトル光 (56-59)
 - 4.2. スペクトルの赤端の化学作用 (60-63)
 - 4.3. 屈折率の異なった光線の混合による作用 (64-76)
 - 4.4. 極赤光線 (extreme red rays) よりずっと向こうの光線の化学作用 (77-79)

ある状況下における赤色光線の黒化, 還元力 (blackening deoxidation power) (77-79)
 - 4.5. 太陽の大気の吸収をうかがわせる証拠 (80-82)
 - 4.6. 極赤光線よりずっと向こうの光線の黒化, 還元力 (83-88)
 - 4.7. 植物色素に対するスペクトルの作用 (89-93)
5. 太陽光で黒くした, いろんな感光紙にヨウ化物を塗った物へのスペクトル線の白化作用 (whitening power) (94-99)
6. 吸収媒体 (absorbent media) を通ったスペクトルの化学分析 (100-112)
7. 太陽光への特殊な露出に際して見られる, ある種の吸収媒体の化学作用におよぼす増力, 減力作用 (exalting and depressing power) (113-117)
8. 太陽光線計 (actinograph) — 気象学用の光度計 — の説明 (118-123)

ノート

 1. 太陽光線の中の熱線 (calorific rays) の分布について (3月4日受理, 3月5日発表) (124-128)
 2. ヨウ化物の存在下における青色光の写真作用の限界について (同上) (129)
 3. 適当な感光紙への作用によって熱スペクトル (calorific spectrum) を見る方法と熱の分布について (3月12日受理, 同日発表) (130-148)

当時の人びとは Herschel の文章を力強く説得力のある物として称賛していた。それは 1830 年 Herschel 38 歳のときに書いた「Preliminary Discourse of the Study of Natural Philosophy」が Cambridge 大学時代の C. Darwin に深い感銘を与えたことからわかる。Darwin は自伝の中に Humboldt 「Personal Narrative」と共にこの本を挙げ「この 2 冊の本ほど私に影響を与えた本は外になかった」と言っている。⁽²¹⁾

Herschel 写真研究「第 2 報」発表は 1840 年である。今から 150 年も前

のことで日本の天保11年に当たる。この年シナ大陸では阿片戦争が始まった。ペルリ来航、嘉永6年(1853)のまだ13年も前のことになる。

こんな時代の報文であるから同時代の Darwin を感心させたとは言え、現在から見ると古風であるのは免れない。

もって回った表現に加えて、揚げ足とりを恐れるためか言い訳が多く、1つのセンテンスの中にやたらと条件を加えている。こうしてセンテンスが長くなり、本筋を追うのにかなりの集中力を要求される。もしこんな報文を現在の科学雑誌に投稿したら、その内容は別としても文章の構成だけについて「冗長」「不明確」「修飾過剰」などと酷評が付いて突き返されるのに間違いない。そのうえ化学、物理学の古い用語が使われている物だから、科学的訓練を受けていないふつうの写真史家には歯が立たないのではなかろうか。理解しながら通読できた人はほとんどないのが実状だろう。

報文表題に「Photographic Processes」とあるように、この報文は「photography」「photograph」「photographic」などの用語が系統的に科学論文の中で使用された最初の物である。これについては中京大学「教養論叢」前号(通巻89号)の中で詳しく説明しておいた。⁽²²⁾

緒言(§ 1-12) これには題目がつけられていない。

ここでは仮にこの12「項」を「緒言」と呼ぶことにする。

(§ 1) Herschel の言い訳である。以下の報告には写真作用についての組織立った研究はのべられていない。いろんな事実をごたごた報告するに過ぎないと彼は言う。

(§ 2) ついで昨年1839年3月14日発表の「第1報」について次ぎのよう言う。

「この報文は(私自身の要請によって)王立学会誌にすぐに発表されるのを引き下げられたので、その「紀要」抜粋もいまこの報文を読んでおられる方がたの手に入っていないかも知れない。」

それで以下(§ 12)までにその概要を説明するのである。

(§ 3) 前報では第1に次亜硫酸塩類(チオ硫酸塩類)水溶液(liquid hyposulphites)による写真定着(fixing)について報告しておいた。

「写真画像(photographic impression)の定着(fixing)に次亜硫酸塩類の水溶液(liquid hyposulphites)を使用すること。この物はふつう

の溶媒には溶けない塩化銀や、その他の銀の化合物を容易に溶かす性質を持っている。(これは私が Brewster's Edinburgh Philosophical Magazine に発表したのが最初だと信じる。)

Daguerre 氏が以来ずっと使用しているのもこれである。他にも、まぐれに、また慎重な注意を払いさえすれば成功する物があるものの、これは私がすぐにその使用しやすいことと、あらゆる場合に完全に信頼できることを見出した唯一の物である。」

(§ 4) 第2には塩化銀の感光性の低いことについての報告があった。

「その当時はまだ公表されていなかったが Talbot 氏の珍しくかつ強力な処方には遥かにおよばなかった。」

(§ 5) 第3には絵画、版画の複写とカメラ映像を写しとることの説明があった。ここで Herschel は Talbot との競合について次ぎのように言う。

「この点や、その他の全てに関して私が Talbot 氏の正当な、そして先駆的な優先権に対して文句をつけようとは、全く思ってもいない事を理解して載きたい。」

(§ 6) 良いカメラ写真を撮るのには優れたレンズが要求されることにも触れておいた。平坦な焦点、完全な色消しが必要である。

(§ 7) 無限大の複写ができて始めて「印刷出版」の可能性が生まれることも指摘しておいた。この点で感光剤の支剤に紙などを使用する方法は金属板を用いる Daguerre 氏の手法に優る。1839 年 12 月 7 日付手紙で Talbot も同じ意見を表明している。⁽²³⁾

「ある点でフランス写真手法を追い越すことは不可能ですが、別の所ではイギリス流が決定的に優れています。たとえばコピーを複写する能力とか、写真原版からさらに印刷する可能性など。」

(§ 8) ここで始めて Herschel は「陽画」「陰画」「正像」「反転像」用語の統一的使用を提唱する。

「ややこしい言い方を避けるために、『陽画』(positive)『陰画』(negative) という術語を導入させてほしい。これらは、それぞれ光と影が自然の元のまま状態と、その反対すなわち光が影になり、影が光になった物をさす。また『正像』(direct)『反転像』(reversed) も使いたい。これらは(右と左に関して)元のまま、すなわち自然のままと、その反対の場合であ

る。」

これが現在でも使用されている「ポジ」「ネガ」の初めである。もちろん、これらの組み合わせ表現も可能である。カメラから取り出した画像は「陰画-反転像」(negative-reversed) である。

(§ 9) このカメラ画像「陰画-反転画」は 1 回の焼き付け (single transfer) によって元の「陽画-正像」にもどすことができる。

(§ 10) 以上が写真の実用面であって、ここから「第 1 報」は科学的主題に入った。「第 1 報」で報告しておいた第 4 の主題は太陽スペクトルの化学作用に関する物であった。これは眼の感覚とひどく違う。

(§ 11) 第 5 番目で最後の主題は、硝酸銀感光紙に対してある種のガラス板が示す「増力効果」(exalting effect) であった。

これは現在では「Herschel 効果」で説明されている現象であるが、当時の Herschel の実験結果はバラツキが多く「謎は深まるばかり」(more enigmatical) であった。

(§ 12) これから以上の主題について詳しい説明に入るが、その順番は別に良い方法も思い付かないから以上の順番に従うことにすると Herschel は言う。

3. Herschel 写真処方について

このあと (§ 13-48) の 36「項」にわたって、実用的な写真手法についての Herschel の研究が紹介されている。これらは「写真定着について」「写真複写と再焼き付けについて」「感光紙の作り方」の 3 章に分けられている。

1. 写真定着について (of fixing photographs)

(§ 13) ここでは再びハイポ定着の優秀性を強調している。

「すでに説明しておいたように、私は次亜硫酸塩水溶液が、もっとも確実に最上の定着剤であることを発見していた。そしてその中でナトリウム塩がもっとも良好である。」

ただ使用にあたっては注意を要する。硝酸銀はハイポ水溶液と反応して硫化銀を作るから、始めに水洗して余分の硝酸銀を除いておくといよい。このとき使う水は蒸留水でないといけない。10³ 分の 1 の食塩を含んでいても

画像が損なわれる。この当時は塩化銀感光紙の上に、さらに多量の硝酸銀を塗って使用したから、こんな注意が必要だったのである。

Herschel 実験ノート 1839 年 6 月 14 日に次のようにある。⁽²⁴⁾

「次亜硫酸銀塩はほんの少し残っていても、自然に分解して紙の上の全てを汚い褐色にしてしまう。紙が厚いだけ、それだけ十分に洗わねば (sponged) ならない。」

(§ 14) 水洗のあとハイポ水溶液を刷子で塗り、ついで水洗する。これは甘味がなくなるまで続ける。チオ硫酸銀の強烈な甘味は 1819 年 Herschel が発見していた。⁽²⁵⁾ この甘味による水洗のチェックは多くの写真家が 1930 年代まで実行していたらしい。

(§ 15) ハイポ水溶液はかなり不安定であるから、古い物を定着に使うと硫化銀を沈着させる恐れがある。だから濃い水溶液を多量に、しかも素早く塗らねばならない。Talbot のハイポ定着に対する不信感は長く続いた。1839 年 12 月 7 日 (水) Herschel 宛手紙では次のように言う。⁽²⁶⁾

「次亜硫酸塩で失敗した事がないとは驚きです。濃くしない限り定着しても白地になりません。」「しかも濃すぎると繊細な陰影のところが損なわれてしまいます。」

この当時ハイポはまだ市販されていなかったから写真研究者は自分で作らねばならなかった。Herschel ほど熟練した化学者でなかった Talbot の品物が不純だった可能性も否定できない。

(§ 16) ここで Herschel は Talbot の食塩水定着についてコメントをつける。食塩水は塩化銀を溶かすのだろう。現に飽和食塩水は塩化銀をかなり容易に溶かす。これを水で薄めると塩化銀が沈降する。Herschel は食塩水定着には賛成しない。

「食塩を定着剤として使用するのに大いに満足しているとはとても言えない。」

(§ 17) 次に Herschel は 1839 年 2 月 21 日王立学会で Talbot が発表した別の定着剤ヨウ化カリウム⁽²⁷⁾について意見をのべる。これはうまい濃度にあたると美しい結果を与えるが、これが容易ではない。また地色が黄色になるので、次の焼き付け段階の邪魔になる。ヨウ化カリウムにはまた、光で黒くなった感光紙にこれを塗って光にあてると、これを白くする奇妙

な性質がある。これについては Lassaigue, Talbot 氏も気付いている。⁽²⁸⁾ この性質を利用して「直接陽画」を得る試みは成功したことがあるものの、再現性のある処方はまだ掴んでいない。

実用と言う点からは Devonport 市 Robert Hunt 氏の物が市販されている。おそらく大量に作るので濃度が決めやすいのだろう。送ってもらった標本を使って見たが大きな将来性を約束する品物であった。

(§ 18) 黄血塩 (ferrocyanate of potash) による定着については 1839 年 2 月 12 日付手紙で Herschel が Talbot に教えている。⁽²⁹⁾ これを Talbot が Biot に伝えて、この手紙が 3 月 4 日フランス科学学士院で読まれた。⁽³⁰⁾ Herschel の次ぎの言葉から当時の薬品事情がわかる。

「黄血塩 (ferrocyanate of potash) の薄い溶液は銀感光紙 (argentine papers) を不感光性にする。そして次亜硫酸塩は店頭にないが、この物は手に入りやすいので、便利な定着剤ではないかと思える。」

しかし黄血塩定着には大きな欠点がある。これで定着した画像は次第に消えて行くのである。黄血塩を多量に使ったときは最後に青くなってしまう。この観察があとで Herschel を「青写真」(cyanotype) の発見に導くのであろう。

(§ 19) 次ぎに Herschel は昇汞 (corrosive sublimate, HgCl_2) の奇妙な作用について触れる。黒くなった感光紙にこの薄い溶液を塗って、水中におくと画像は完全に消えてしまう。

しかし画像はただ「眠っている」(dormant)⁽³¹⁾ だけなのだ。中性の次亜硫酸塩水溶液を塗るだけで直ぐに元どおりになる。

これはもう感光しない。このように消したり、再現させたりは何度でも繰り返えせる。これが「秘密手紙」(secret writing) に応用できるのは言うまでもない。

Talbot が 1839 年 12 月 7 日 (土) 付の手紙で次のように賞めているのはこの手法についてであらう。⁽³²⁾

「A と B という 2 つの溶液の 1 つが画像を消して、もう 1 つが再現する言うあなたの処方は確かに凄い物です。とくにその間に太陽光に曝してもよいと言うのですから。明らかに何か定着が介在しているのでしょうが、こんな現象は経験した事ありません。」

(§ 20) 銀の重クロム酸塩 ($\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), ヒ酸塩 (Ag_3AsO_4) は共に感光性がないから, 色調がどうしてもよいのなら利用できるだろう。これらは暗赤色, 濃黄色でともに色が濃いから彼はこう言うのである。

(§ 21) ここで Herschel は定着に際して「中間調」(half-tints) が消えるのは露出時間に関係があるのだと考える。

強い光で短い露出のときと, 弱い光で長い露出のときとを比較すると, 始めの画像は同じ濃さでも, 後者では中間調がとびやすい。

Herschel の意見によると, これは光量以外に気象条件によっても左右されているのかも知れない。これから Herschel は当時のロンドンの煙害についてこぼす。彼の住んでいる Slough (ロンドンの西 30 km) には東風がロンドンから多量の「smoky haze」を運んで来る。これを土地の人は「blight」(木枯れ)と呼んで昆虫のせいになっている。こんなときは, たとえ空に雲がなくても感光性は低くなり, 定着すると中間調がとびやすい。産業革命最盛期の「煙のロンドン」の様子がよくわかる。

2. 写真複写と焼き付けについて

(of taking photographic copies and transfers)

(§ 22) 自分の試みた手法の全てについてクダクダしく述べたくない。以下には注意すべき点だけ指摘する。

(§ 23) 版画を密着焼き付けするときの注意が説明されている。強く押し着ける必要がある。厚いガラス板の下においてネジで圧す。10 × 10 インチ位が最大である。

(§ 24) できた陰画の「再焼き付け」(re-transfer) では感光紙の繊維の不均一さなどのため多くの困難がある。1839 年 7 月 19 日 (金) 付の手紙で Talbot もその困難さを認めている。⁽³³⁾

「(カメラ陰画を焼き付けた物は) 最初にカメラから取り出した陰画の示す出来具合の 10 分の 1 にもおよびません。」

(§ 25) 陰画原紙の薄いときは 2 枚作ってこれを重ね合せ (face to back) で原画として使うとよい。

3. 感光紙の作り方 (of the preparation of photographic paper)

(§ 26) これについてクダクダ説明したくない。とくに最近 Talbot 氏の送ってくれた物は優れているからである。

「全ての試みの結果、私は（もっとも喜んで）次の事を認めざるを得ない。最近に Talbot 氏が送ってくれた標本は、その感光性において私が今までちゃんと作れたどの物より優れていること。そして今までのところ、ふつうの目的には彼の処方を採用する結果になっていること。」

しかし私の試みの中にも注目すべき物があるので、これらについてだけ述べておきたい。

(§ 27) はじめは1回塗るだけでできる感光剤を考えた。有機物による硝酸銀の黒化は古くから知られているから、有機酸銀塩で可溶性の物を塗って見ようと試みた。しかしこの方面では成功しなかった。

「この線では（没食子酸とその化合物の少数の例外はある物の）あまりはかばかしくなかったので、次に銀の有機酸塩 (organized salts) を紙の細穴に詰める事を考えた。」

この目的には有機酸のアルカリ塩を紙に塗って、その上にさらに硝酸銀を塗って有機酸銀塩を紙の上に沈着させようとした。しかし、ここでも成功しなかった。ただ王蛇 (*Boa constrictor*) の糞から採った尿酸（少なくとも15年はおいてあった物）を使ったときだけ、硝酸銀単独のものと比べて感光性が勝っていた。ただし、これは暗所でも自然に黒化してしまって物にならなかった。

この「項」で始めて没食酸が写真術に顔を出すのである。没食子酸の作用は前年1839年3月14日王立学会発表のときにも言及されていた。⁽³⁴⁾

「このあとの物の中で（特に没食子酸塩と尿酸塩とは）まだ試験中ですが、大変に変った特異性をしめす物があります。」

これは新しく発見されたこの発表の草稿からわかる。ただこの報告が「紀要」に要約されたとき、この個所が省略されてしまったのである。しかし Reade がこの口頭発表を聞いたのはほぼ確実である。Reade「没食子浸液-硝酸銀」処方はこの Herschel 報告にヒントを得たに違いない。⁽³⁵⁾

没食子酸を用いる Talbot「カロタイプ」は1841年6月10日に発表された。⁽³⁶⁾ 次の年1842年6月16日に読まれた「第3報」 (§ 192, 脚注) で Herschel は2年前の (§ 27) の中で言った「少数の例外」(problemic exception) について、これは暗所で自然に黒化したからそう言ったのであると付け加えている。しかし今になって考えて見ると作る途中で光に当たって

いたのだろうと Herschel は反省している。

(§ 28) 皮鞣しに使う没食子酸から思い付いたのであろう、続いて Herschel は植物、動物質浸液の沈殿剤として使用される水酸化アルミニウム、水酸化鉛の利用を考える。

水酸化鉛でこれら浸液 (何を使ったのか書いてない) から沈殿させたクリーム状の物を紙に塗り、乾燥してから硝酸銀水溶液を塗った。この感光紙の感度は従来の物の 5 倍にもなり美しい赤色の画像を与えた。

(§ 29) 同じ事を水酸化アルミニウムで試してみたが、良い結果が得られなかった。そこで有機物を除いて水酸化鉛だけで験してみた。

この感光紙は有機物と共に使ったときの物より劣ったが、硝酸銀だけの物よりかなり感光性が増大していた。ただし有機物を含むときのように赤色にはならなかった。

ここで Herschel は染色との類推に入る。赤くなったのは水酸化鉛が媒染剤 (mordant)、有機物が染料として作用したからである。同じように感光紙のときも、水酸化鉛は一種の媒染剤として硝酸銀の感光性を助長していたのであろう。Talbot の新しい感光紙は硝酸銀、食塩水を交互に何回も塗って作る。この場合も生成した塩化銀が硝酸銀に対して媒染剤として働いているのかも知れない。

(§ 30) この考えからすると媒染剤は何も鉛塩だけに限らない。いろんな金属塩を紙の上に沈着させて、この上に硝酸銀水溶液を塗った物を試してみた。鉛塩について言うと、酢酸鉛水溶液を紙に塗り、この上に硫酸、リン酸、ホウ酸、シュウ酸のアルカリ塩水溶液を塗る。乾燥してから、この上にさらに硝酸銀水溶液を塗って使用する。他に食塩、ヨウ化カリウム、臭化カリウムも使ってみた。結果はそれほどの物でなかったが、塩化物のときだけは今までの物のどれよりも優れていた。とくに塩化ストロンチウムのときが良かった。ただふつうに使用したのは酢酸鉛、食塩、硝酸銀水溶液をこの順序に塗った物である。ここで Herschel は Talbot 標本と比較するに当って自分の立場を明らかにしている。

「これまで私は Talbot の実験を繰り返すことをわざと避けていた。それは他からの助けなく自力でどれだけ進めるか見たかったからである。」
いまや自分の感光紙も Talbot の物と比較できるほどに進歩したので、

Talbot から送って来た物と較べてみた。この結果、鉛塩を媒染剤に利用した物の感度は Talbot の物に較べてほとんど差がなかった。脚注で Herschel は (§ 29) 実験は 4 月 19 日, (§ 30) 実験は 4 月 27 日に行なわれていて, Talbot の臭化銀感光紙と比較しているのではないと強調している。Talbot 臭化銀紙の発表は 3 月 21 日王立学会でなされていた。⁽³⁷⁾

Herschel はこの鉛塩の効果に驚喜している。彼は 4 月 22 日実験ノート, 実験番号 1042 に次のように記入した。⁽³⁸⁾

「本日、非常に感度の良い感光紙を発見した。Talbot の物に等しいか、それより優れている上に臭化物を必要としない。」

4 月 22 日, 27 日の手紙で Talbot にも知らせた。ただ Herschel にしては珍しくその処方隠している。残念ながらこの発見は早とちりであった。できた感光紙は暗所におくだけで黒くなってしまう。脚注にはこの感光紙で撮った写真をパリに持って行った事が記されている。

「4 月 28 日に撮ったカメラ写真はパリに到着したらひどく変色していた。同じ時に撮った物も 1 カ月してパリから帰って見たら褐色になっていた (両方とも定着してなかった)。」

この結果はパリから帰ってから 6 月 4 日付手紙で Talbot にも告げた。⁽³⁹⁾

「4 月 28 日に私は新しい感光紙を発見してから、すぐにこれをカメラに入れて 40-フート反射望遠鏡を撮って成功しましたが、これは全ての点で満足の行く物でした。」「ところがフランスへの旅行中、実験 1042 の感光紙は保存が効かないことを発見しました。暗所においただけでひどく褐色になってしまいました。」

(§ 31) ただし Herschel はこの変色が紙によって差があることを発見した。これは紙の「サイズ」に関係していて、これこそ「全ての写真手法にもっとも重大な影響をおよぼす」物である。

こうして Herschel も結局は単純な Talbot の手法を踏襲することに落ち着く。硝酸銀水溶液 (比重 1.096), 20 倍に薄めた飽和食塩水, 硝酸銀水溶液 (比重 1.132, 塩化銀を飽和させた物) の順に紙に塗る。最後の硝酸銀水溶液は 2 回に分けて塗ることもある。

(§ 32) それでも紙によって結果がちがう。これを避けるのには最後の硝酸銀水溶液を使用直前に塗るようにしたらよい。濡れたままだから、ガラ

ス板に付けてカメラに入れる。こうすると曲らなくてよいし、光が紙の中まで届く。

(§ 33) 鉛塩以外の媒染剤はどれも成功しなかった。この中には水酸化ビスマス、水酸化水銀、硫酸銀、ホウ酸銀などがある。

(§ 34) Talbot も認めているように、感光紙に発生する円形の斑点には悩まされる。これは使用する食塩水に塩化銀を飽和させ、最後の硝酸水溶液の濃度を半分にして、2回塗ることによってかなり避けられる。

(§ 35) この項から (§ 39) までの5項には、ガラス板の上に沈降させたハロゲン銀を使用した写真についての実験が説明されている。目的は銀塩の感光性にどれだけ有機物が関与しているかを知るためである。紙は繊維以外にも各種の「サイズ」を含んでいるから、これを用いては有機物からの影響は免れない。それで紙を避けてガラス板にしたのである。

Herschel は塩化銀を用いたガラス写真の実験結果を 1839 年 9 月 10 日付の手紙で Talbot に知らせている。Herschel はこの方法で父親 William 「40-フート」大反射望遠鏡の写真を数枚撮ったらしい。John の死後、その内の3枚が息子の Alexander の手元に残された。この中の1枚をイギリス写真学会に寄贈するに当たって Alexander が写真に添えて手紙を書いた。日付は 1872 年 5 月 28 日で、これが 6 月 10 日写真学会で読まれた。このときの記録は「Phot. J.」誌 1872 年 6 月 15 日号に残っていて見ることができる。この中には John の化学実験ノート、第3巻、399 ページにある 1839 年 9 月 9 日実験番号 1075 の記録も再録されている。

しかし実験の細い点は、この 1840 年「大論文」 (§ 35) の中に最も詳しく紹介されている。これを読むと Herschel が大変に手先の器用な実験家であった様子が良くわかる。

これらの詳細については私が中京大学「教養論叢」通巻 85 号「『直接陽画』ガラス、紙写真発達小史」⁽¹¹⁾ の中に紹介しておいたから、その詳細はここでは省略させてもらうことにする。

(§ 36) 表面に塩化銀を沈降させたガラス板は、さらにその上に硝酸銀水溶液をつけて活性化する。これをカメラに入れる。このときガラス面をレンズの方に向ける。これで写真を撮るのであるが、露出時間についてはどこにも書いてない。おそらく1時間は必要だったのであろう。あとハイポ

で定着する。乾燥してからガラス面の方に煤を塗ると、陰画が「陽画-正像」に見えるようになる。あとでコロジオン法写真時代に流行した「アンブロタイプ」(ambrotype)の原型がここにある。

(§ 37) ヨウ化銀をガラス板の上に沈降させた物を使ってもできるが、ハイポによる定着が難しい。

(§ 38) 臭化銀ガラス板でもよい。このときハイポ定着はヨウ化銀のときよりさらに困難になる。

(§ 39) フッ化銀ではまだ試験をしてないが、このときはフッ素を発生させてガラス板を腐食させられるかも知れない。これで版画原版を作る。このアイデアは Talbot への手紙の中にも書いてある。

(§ 40) 有機酸銀ガラス板も試みた。あまり成績は挙げてない。中ではシュウ酸銀の物の感度がもっとも高かった。

(§ 41) ここから (§ 47) まで Herschel は金塩、白金塩を用いる自分の感光紙について語っている。この 1840 年「大論文」の 8 年前、希望峰出発の前の年 1832 年に彼は白金塩の奇妙な光反応について報告していた。塩化白金酸を石灰水で中和した水溶液に光を当てると多量の白色沈殿が生じる。この実験の詳細については、中京大学「教養論叢」通巻 88 号「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？」⁽⁴⁰⁾ の中で紹介しておいた。金塩、白金塩が光によって還元 (reduce) されることは古くから知られている。そこでこれらの貴金属塩を銀塩の光反応に対する「媒染剤」として使ってみたらどうだろう、と言うのが Herschel のアイデアである。

(§ 42) 中和した塩化白金酸を紙に塗った物は感光性がなかった。この上に硝酸銀を塗っても余ほど多量でない限り効果はない。同じように中和した塩化金酸に光を当てると次第に紫色に変色した。これに硝酸銀水溶液を塗ると少し感光性が増大するのが認められた。

(§ 43) 紙に塗らず試験管中で反応させると、金塩では黄褐色、白金塩のときは浅黄色の沈殿を生じた。おそらく複塩 (double salt) なのであろう。これらをガラス板に載せて感光性を検すると、金塩のときだけ少し感光性が認められた。これを紙に塗ると感光性が増大する。

(§ 44) シュウ酸アンモニウム、塩化金酸の組み合わせ。少しの感光性あ

るも暗所で黒化する。

(§ 45) 酢酸鉛と塩化金酸の組み合わせ。灰黒色になったところで水蒸気に当てると光に当たったところだけ濃紫色になる。

熱だけではこうはならない。

(§ 46) 塩化白金酸とヨウ化カリウムの組み合わせ。

(§ 47) 用紙 (No.644) を使って酢酸鉛, 塩化白金酸の組み合わせ。この上に硝酸銀やヨウ化カリウム水溶液を塗る。

(§ 48) ヨウ化カリウムが出て来たところで, (§ 17) で述べたこの塩の示す光白化作用に新例を加える。酢酸鉛, ヨウ化カリウム, 硝酸銀の組み合わせである。この感光紙を黒くしておいてから, さらにヨウ化カリウム水溶液を塗って光に当ててみると白くなる (脚注には別に酢酸鉛, 硫酸ナトリウム, 硝酸銀の組み合わせ処方加えられている)。もちろんこれによる「直接陽画感光紙」(positive photographic paper) の可能性はある。

4. Herschel 感光紙試料と「Oxford コレクション」

ここまでで「写真処方について」の3章が終わる。Herschel 1840 年「大論文」で約4分の1の分量である。このかなり実用的な3章に続いて最も長い第4章「太陽スペクトルの化学分析」がある。これは1839年「第1報」でほとんど触れられなかった新しい研究分野である。この第4章に入る前に, 新しく調査された Herschel 感光紙試料のことに触れておこう。

感光紙の感度が紙質によって大きく左右されることは Herschel も認めている (§ 31)。だから一まとめにして購入した紙は「バッチ」番号を付けて区別されている。たとえば (§ 47) に出ている用紙 (No.644) がそれである。このように番号の付いた Herschel の感光紙, その原紙などについてはイギリス「Kodak Museum」館長 R. S. Schultze が 1963 年に調査してその結果を報告している。⁽⁴¹⁾

これらは使用済みの古封筒に入れて 23 包にしてあり, 1928 年から Oxford「Museum of the History of Science」に保管されていた。これを調査のため6カ月だけイギリス「王立写真学会」への借出しが許可されたのである。

この資料の由来についてこの博物館 1928 年「年報」に次のよう

る。

「John Herschell (*sic*) 卿が1839年に作成した最初の写真プリント。彼の娘 Herschell (*sic*) 嬢と Lubbock 夫人からの寄贈。」

Herschel には9人の娘がいたが結婚しない方が多かったから Herschel 嬢だけではわからない。

Lubbock 夫人の方は末娘9女の Constance Anne である。⁽⁴²⁾ 彼女は1855年、Herschel 63歳のときの子供で、あとで家族の思い出「A Short Biography of Sir John Herschel」(1938)を書いている。

この「年報」記事は当時の館長 R. T. Gunther が書いた物であろう。この写真資料コレクションの中にはところどころ彼のノートが挿入してあるが、Schultze によるとこれには誤りも多いと言う。

包は内容で分類されていて、ほとんどの包の上には Herschel の自筆でその内容が記入されている。ただ当時の王立学会総務 J. H. Christie に宛てた1842年12月2日付手紙の古封筒に入れてある資料はかなり乱雑な内容だそうである。

1842年4月17日に読まれた「第4報」(§ 237) 脚注には12月2日付の「ノート」が付いているから、この封筒はこの時に使われた物であろう。

包の中身はほとんど感光紙試料であるが、この中から面白い資料が2つ発見された。これは感光紙「保存テスト」(trying effect of time) 包の中にあった。Herschel が (§ 30) で報告している鉛塩感光紙の例からわかるように、感光紙の中には暗所で保存中に自然に変色して行く物がある。これでは実用にならないので「保存テスト」をするのである。この包の中には約70種の未使用感光紙が入っていて、裏に「No.545」から「No.634」までの番号が付いていた。これら感光紙の間には紙が挟んである。ノート、手紙、封筒などを破った物であるが、中には断片を繋ぐと読める物もあった。この中の一つは不明の人に宛てた1839年2月2日付の手紙の下書の前半部分である。

2月2日と言えば Herschel が写真研究を始めたころである。「Talbot 氏が昨日ここに参りました。そしてカメラ画像を見せました」に始まるこの手紙については、中京大学「教養論叢」前号(通巻89号)⁽¹⁾で私が紹介しておいた。この手紙によって Herschel は当時 Talbot 以外の人にもハ

イポ定着を含む彼の写真処方教えていたことがわかる。

読めるようになった別の断片は 1840 年「大論文」原稿 (§ 114) に対する 2 つの鉛筆下書きである。ここは「増力ガラス効果」を説明している個所で、新しく発見されたこの第 1 稿、第 2 稿と最後に印刷になったところを比較すると、Herschel が表現に苦勞している様子がわかって面白い。

次ぎに Schultze の調査報告の順に従ってこれ以外の写真資料について簡単に紹介しておこう。

まず Herschel が密着焼き付けに使用した版画、陰画の包がある。版画の中には 15 回も使用したのもあるが、平均して 3 回ほど使用されている。陰画には透明にするためにニス塗りを施した物 (1839 年 1 月 30 日実験ノート, 実験番号 1014), 2 枚重ねた物 (§ 25) など混じっている。

また未使用の原紙を入れた包がある。中には数十枚束になった物まである。「増力ガラス効果」が紙によって左右されることの説明は (§ 117) にあって、ここで 24 種類の紙に「バッチ」番号が付けられ、その特性が説明されている。包の中の紙にはこの (§ 117) の記載に一致する物が入っている。別に感光剤を塗ったが使用されなかった感光紙の包もある。これらの中には鉄塩、重クロム酸カリウムを塗った物が多いところを見ると、作られたのはやや後期の 1841-1843 年ころと推定される。中には Talbot から送って来たカロタイプ用のヨウ化銀紙も混じっていた。

次ぎにすでに説明しておいた「保存テスト」用感光紙の包がある。感光紙にはどれも裏に番号が書いてあって、中には Herschel のコメント付のものまである。Schultze の調査は 1963 年であるから、約 125 年間もの「保存テスト」を受けたのである。残念ながら全部変色していて白い物はなかった。裏面の「バッチ」番号から作成時期が判明する物も多い。たとえば「503-504」1839 年 2 月、「538-542」1839 年 7 月などである。この中で最も遅い時期のものは「894-895」1843 年 5 月であろう。表面には「実験日付、目的、結果」が記入されている。日付が 2 つ以上の物があって、いろんなテストが繰り返されている様子がわかる。

画像の「退色テスト」をした感光紙の包もある。これらの画像はほとんど版画を密着焼き付けた物である。定着には水、ハイポ、チオ硫酸アンモニウム、ヨウ化カリウム、食塩、黄血塩などが使用されている。ほとんど

全部が黒くなってしまって画像は見えない。水洗が不十分なのであろう。たとえばハイポ定着43枚の中で画像が見えるのは14枚だけである。また表面の書き入れから数回にわたって定着、露光を繰り返してテストをしていることもわかる。日付のもっと古いのは「Feb. 7/39」1839年2月7日の画像で、版画からの2回焼き付けで陽画にした物である。円柱のある大きな建物が見える。また「Not fixed」と表書のある包の中には Talbot の作品も数枚入っていた。たとえば「H. F. T. March 1839」と裏に書き入れがある。これらは花や羊歯の密着焼き付けなどである。中には1839年4月19日付のレース模様の密着焼き付け陰画があって、⁽⁴³⁾ この模様は「Kodak Museum」にある Talbot 作品と同じレース模様であると言う。

Talbot の作品が入っていたと同じ包の中に「秘密インキ」作品もあった。(§ 19) で Herschel は昇汞 (HgCl_2) の奇妙な作用について報告している。この水溶液を塗って消された画像はハイポ水溶液によって元にもどる。試料は4枚あってその中の1枚には次ぎのように書いてある。

「Oct. 19 1839 Written with invisible ink, Slough」

Herschel は (§ 17) でヨウ化カリウムによる脱色作用を利用した「直接陽画」写真を説明し、その中で Robert Hunt (1807-1887) から送って来た標本を使って見たと書いている。この Hunt の感光紙と、これを使って Hunt 自身が撮った直接陽画写真の標本が「Oxford コレクション」の中に発見された。これは「Hunt's Positive Photog. Paper & Drawings」と上書きされた古封筒の中に入っていた。14枚あってその中の8枚は未使用で黄褐色で変色している。使用された残りの6枚の中に黄色になった陽画カメラ写真があった。この上に書いてある「塩化アンモニウムを塗り、ヨウ化バリウムで脱色」などという字は Herschel の手でないから恐らく Hunt が書いた物であろう。Herschel 自身の直接陽画試料は「退色テスト」包などの中に入っている。

ここまでは Herschel 1840年「第2報」関係の試料であるが、「Oxford コレクション」の中には、これ以後1842年「第3報」、1843年「第4報」関係の試料も入っている。

1842年「第3報」の題目は次ぎのとおりである。

「植物色素 (Vegetable Colours) に対する太陽スペクトルの作用と、新

しい写真処方について。」

内容はこの題目のとおり、前半 (§ 149-201) に太陽スペクトルによる植物色素の退色結果が報告されており、後半 (§ 202-230) では「シアノタイプ (青写真)」「クリソタイプ (金写真)」などの新しい写真手法が述べられている。

「Oxford コレクション」の「Vegetable Photographs」包の中には20枚の試料が入っていた。花卉の浸液を塗った感光紙で「Aug. 18/41」「Mar. 10/42」「Jan. 24/43」などから実験の日付がわかる。使った花も略号で記されている。「Crimson Poppy」(赤ケシ)「VT」(*Viola tricolor*?, 三色スミレ)「RS」(Red Stock?, 赤アラセイトウ)などである。たとえば「赤ケシ」の感光紙にはハイライトが黄色に、陰の部分は灰青色に出た画像が残っている。

1958年3月4日ロンドン「Sotheby」競売にかかった物の中にも「植物写真」が混じっていて、これにも色が残っていたそうである。暗所に保存されていたとは言え、125年も退色していなかったのは驚きである。

別に「1 Cyanotype, 2 Amphitypes」と上書きされた包があり、中には確かに2枚の「アンフィタイプ」陽画が入っていた。包の上にはさらに「済んだら65 Cornhill, Stewart氏気付けで送り返して下さい」と書いてある。

Stewart は妻 Margaret の弟である。写真にはこの指示どおり「J. H. 卿に返却のこと」と記入されていた。1844年 York 市であった「英国科学振興会」で Herschel が発表したときの標本なのであろう。⁽⁴⁴⁾

鉛塩を主体とする感光紙で陰画を作り、これに硝酸第2水銀水溶液を塗ると陽画に変わると言う手法である。処理によって陰画にも陽画にもなるというのであるので「amphi」(両方)と付けたのである。これは1843年3月24日付手紙で Talbot が Herschel に奨めた命名であったが、あとで Talbot はこれを返してもらい、1851年6月12日申請の自分のガラス写真にこの名前を付けた。コロジオン法るとき「アンブロタイプ」と呼ばれることになった手法と同じアイデアである。

1842年「第3報」 (§ 229) は新しい水銀塩感光紙を報じている。「Mercury Photographs」と上書きのある包の中に3枚のこの試料がある。黒くなっているが「838. J. F. W. Herschel Photogr. Dec. 19/42」

などと日付がある。この写真手法は非常に美しい画像を与えているが「most unfortunately」に暗所で消えてしまう。Schultze は Herschel が J. G. Children (1777-1852) に贈った 1842 年「第3報」別刷を所有していると言う。この個所の欄外に Children の手で「Oh! Dear!」(おやまあ!) とあるそうである。Children の娘 Anna Atkins は青写真で海藻の密着焼き付け写真集「Sun Gardens」(1843) を作り Herschel に贈った。⁽⁴⁵⁾

Anna はまた王立研究所化学教授 Brande の夫人 Anna Hatchett の親友でもある。

すでに王立学会 Christie 宛の古封筒の中の雑多な試料について触れておいたが、この中には (§ 218) に述べられている「argenotype」の試料も含まれているそうである。これは 1842 年「第3報」ノートの中に紹介されている処方で「金写真」に似た写真手法による感光紙を使う。

5. 太陽スペクトルの化学分析 — 「Herschel 効果」

第4章「太陽スペクトルの化学分析」が (§ 49) から (§ 93) にわたり Herschel「第2報」の中で最も長い章であることはすでに述べておいた。この章はまた7つに分けられている。

1839年3月14日「第1報」でのこの部分は色ガラス板を使った実験が主に報告されていて、将来は Fraunhofer 回折格子を使って詳しく調べると良いだろうと書いてあるだけであった。

4. 太陽スペクトルの化学分析

(chemical analysis of the solar spectrum)

この第4章の始めの個所 (§ 49) から (§ 55) までの7項は1種の緒言にあたる部分で、これから記載する仕事の由来、目的、そのための予備実験などの記述にあてられている。

写真感光は感光剤、使う紙の種類によって左右され、また光の屈折率によっても変わる。これは「photologist」が単純に考えたところとひどく違う。この「photologist」は現在でいえば光化学者にあたるだろう。

Herschel は 1832 年「白金塩の感光性」研究で「photological」と言う言葉を使っていた。

(§ 51) Herschel の言うところによると、彼の最初の目的は Wollaston-

Fraunhofer 暗線を感光紙の上に検出することであった。暗線は Wollaston が 7 本 (1802), Fraunhofer が 600 本以上も発見していた (1814)。⁽⁴⁶⁾ Herschel は (§ 31) に従って作った Talbot 塩化銀感光紙の上に太陽スペクトルを投射してみた。スリットを通った光をスペクトルで分散させた物である。この予備実験によって感光領域、極大位置などの大体が掴めた。このように広い範囲に感光領域が広がっているのであるから、写真レンズはこの領域にわたる色消しを要求される。これは「第 1 報」の始めに主張しておいたとおりである。

では目的の暗線の検出の結果はというと、この点に関しては何も述べていない。この問題はあとで別の装置を使った実験で調べられる (§ 69)。(§ 53-55) ここでは不思議な「天然色スペクトル」の発見が記述されている。これは将来「天然色写真画像」(naturally coloured photographic images) を得るのに利用されるかも知れない。

この実験は 1839 年 7 月 9 日になされた。光量を増すためにストリットの使用は止め、次のような工夫をした。スペクトルには素晴らしい (beautiful) Fraunhofer 作クラウン硝子製のを使用する。ここには書いていないが、あとの (§ 50) によるとこれはフリント硝子製のと対になっていて Fraunhofer からの「personal gift」である。かつて 1824 年 Babbage と一緒に大陸旅行をした帰路 München に寄ったときにもらった物である。⁽⁴⁷⁾ このプリズムで分散された太陽スペクトルを大きなクラウン硝子レンズで集めて感光紙の上に投射する。これは、これからの実験で Herschel が多用する手法であり、スペクトルは小さな太陽像の重なりとなる。

感光紙は Talbot 感光紙 (§ 31) である。画像はすぐに出現するが、これは予期もできないほど驚くべき物 (striking) であった。弱い散光で感光紙を見ると、全体はくすんでいるが、明らかにスペクトル色が再現されていた。Herschel はこれを表にしている (表 1)。

定着はできないが、水洗すると半定着になる。これは室内でロウソクで観察できる。保存しておくとも色が濃くなる。このような現象はかつて Talbot がガラス絵の密着焼き付けのときに発見していた。赤のところがときどき (occasionally) 同じ赤色を呈する。しかし Herschel の実験はどんな紙を使っても、つねに再現できるところが違う。青、紫色光のところ

表1 塩化銀感光紙のうえの「天然色」スペクトル

可視スペクトルの色	感光紙上の色
1. 極赤 (extreme red)	なし
2. 赤 (mean red)	なし
3. 橙 (orange)	よわい煙瓦色 (brick-green)
4. 橙黄 (orange-yellow)	かなり強い煉瓦色
5. 黄 (yellow)	不明瞭, 緑がかった赤
6. 黄緑 (blue-green)	にぶい暗緑 (bottle-green)
7. 緑 (yellow-green)	にぶい暗緑, 青色がかかる
8. 青緑 (green)	くすんで青, 黒に近い
9. 青 (blue-green)	黒, 長時間露出では金属的黄色
10. 紫 (violet)	黒, 長時間露出で同上
11. 紫外 (beyond the violet)	紫黒, または黒紫

に発生する金属的黄 (metallic yellow) は金属薄膜のためかも知れない。

Herschel は実験結果を 1839 年 7 月 7 日に Talbot に知らせた。⁽⁴⁸⁾

「私はスペクトルの像を大きなレンズで集めて, その像を感光紙のうえに投射して小さいが強烈なスペクトル像を作りました。

その効果は次のようでした。

1. 極赤光線 (extreme red) R_1 — 効果なし。
2. 効果は R_2 の端から現れて来ます。黒化はこの最も屈折率の小さな光線から始まりその度合いは縦軸で表されています。
3. 感光紙の上に現れる色はまさにスペクトルの色を再現しております。ただし, その真似の具合は知れた程度です。明るい場所でなくて, 暗い場所で色を付けたらこうなろうかと言うような調子です。」

この手紙にはスペクトルを R_1 , R_2 , O, Y, G, B_1 , B_2 , V_1 , V_2 と表現しており, その下にこのスペクトル色に対応する感度がカーブで表わしてある。Ostroff によると最初の「spectral response curve」であると言う。Herschel は天然色写真の将来性について楽観的である。⁽⁴⁹⁾

「天然色写真 (coloured photographs) の課題を解くのに大いに明るい希望が持てます。」「虹のように微かですが, それでも間違いなくスペクトルの可視全領域で色対色の対応が見られます。」

これに対して Talbot はそう考えない。⁽⁵⁰⁾

「プリズムの色調を鮮やかに再現する事が出来たのなら全くの驚きです。それと言うのも私は波長によって決まる光線の色と写真の色との間になんの関係もないと考えているからです。関係があるとしたら、まったく理解に苦しみます。」

Talbot はさらに黄色が再現されていないと指摘する。表 1 から見るとおりこれは黄色になっていない。

表 1, 上欄に「極赤」(extreme red) とあるが、ここに Herschel は長い脚注を付けている。コバルトを含んだ市販の濃青色ガラス板をとおした太陽光をプリズムにかけると、赤のところにもふつうの「赤」(mean red) の外にもう一つの赤が見える。これが「極赤」である。

ここから第 4 章は 7 つに細分して記載される。

4.1 可視スペクトルの延長 — 新しいスペクトル光 (prismatic colours)

(§ 56) うえのスペクトル装置を使って「紫の外の可視光線」(luminous rays beyond violet) の存在を確認することができた。

これは 1819 年に Herschel が Biot 考察「電気石はさみ」を使って偏光の実験をしていたときに気が付いたが、その発表をひかえていた物である。この光線の存在は肉眼でもわかるのだが「色」がない。これを紫外「ultra-violet」と呼んでもよいが、こんな野暮な名前より「ラベンダ色光」(lavender-colour) と呼んだ方が優雅である。色光を植物の名前で呼ぶことは橙 (orange), 紫 (violet) の例のように一般的ではないか。

(§ 57) 実験に使ったプリズムはクラウン硝子製と対になっているフリント硝子製の方である。これは分散能が大きく、Fraunhofer 自作で「faultless purity」と「perfect workmanship」を兼ねた作品である。この実験が (§ 53) と違うところは別にもあって、太陽像を作らせるレンズは斜めにおく。こうすると太陽像は大文字「C」のようになる。おそらくスリットの代わりにこうしたのであろう。使った感光紙は何も断ってないところを見ると Talbot 塩化銀紙であろう。ふつうの紫色光のはるか外の肉眼で灰白色 (greyish-white) に見える「ラベンダ色光」のところで感光紙はすぐに黒くなった。

4.2 スペクトルの赤端部 (red end) の化学作用

(§ 60) この実験は 1839 年 8 月 27 日に行なわれている。(§ 54) の実験

装置で得られた表 1 「天然色スペクトル」写真を散光のもとで観察していて新しい現象に気が付いた。全体が淡く感光している感光紙の「赤色部」(full red) のところが白くなっているのである。明らかに赤色光が青色光と反対の作用をしている証拠である。このようにして赤色光も不活性とは言えない。別の作用では活性である。

(§ 61) 今度は直射日光でかなり黒くした感光紙を使って上の実験を繰り返してみた。このときはスペクトルの赤色部を投射したところは白くならないで赤くなった。硫酸銅-アンモニア水溶液を通った青色光で黒くした感光紙で同じことをすると、赤色はさらに濃くなり「fiery red」にまでなった。

(§ 62) 次いで「極赤」部を完全に遮断する緑色ガラスを通った光で黒くした感光紙を使ってみた。この感光紙を 2 つに分けて一方は暗所に保存し、残りの半分について赤色光を当ててみた。両方を比較すると赤色光に当てた感光紙の方が明らかに黒さが減っていた。そして始めの緑黒色に強い赤色が加わっていた。

(§ 63) 以上の結果は「陽画焼き付け」(positive photographic copy) の可能性を示唆する。あらかじめ黒くした感光紙の上に版画を載せ、この上にさらに濃赤色のガラス板をおいて日光に当てる。このガラス板は橙より大きな屈折率の光を全て吸収する物である。結果は原画の「陰」(shadow) のところは黒くなったという点で陽画ではあったが、「ハイライト」(light) は白にならず深赤色であった。多くの他の実験もこれ以上の成果を挙げ得なかった。

4.3 屈折率の異なった光線の混合作用 (combined action)

(§ 64) 赤色光の白化作用 (conservative whitening), いいかえれば酸化作用 (oxidating action) については上に見たとおりである。Herschel は青色光による感光紙の黒化を還元作用 (reauction) と呼んでいる。還元はまた「deoxidation」とも表現される。この赤色光の白化作用はあとで「焼き出し像 Herschel 効果」⁽⁵¹⁾ の名で呼ばれることになる現象である。

そして現在では単に「Herschel 効果」と言うと赤色光による潜像の破壊効果の方を指すことになっている。

Herschel はここでは触れていないが、この現象はすでに J. W. Ritter

(1776-1810) によって発表されていたのである。Ritter は当時すでに「ガルバニ電気」の研究で有名であったが、1801 年に紫外線を発見した。彼の実験は Scheele の仕事 (1777) をさらに進めた物である。⁽⁵²⁾ Scheele は紙の上に撒いた塩化銀に太陽スペクトルを投射して、その黒化が紫色光のところから始まるのを観察した。⁽⁵³⁾ Ritter は新しく作った塩化銀を湿ったままで塗りつけた。この上に太陽スペクトルを当てると黒化は紫色光より外の部分から始まり紫色側に移ってくる。Ritter のこの発見は John の父親 William の赤外線発見の 1 年あとである。Ritter はさらに予めすこし黒くしておいた感光紙では紫色光のところで、さらに黒化が進むのに赤色光の個所では反対に色がうすくなるのを発見した。

Ritter は自分の電池の研究から類推して、スペクトルの両端にも正反対の作用がある物と考え、紫色側を「還元光」赤色側を「酸化光」と呼んだ。

次いで Ritter はスペクトルの紫色部と赤色部をレンズで一緒にして感光紙に当てて見た。これは Herschel がこれから (§ 66) で述べようとする実験とほぼ同じである。実験の結果すこししか黒くならなかったので赤色光の中の「還元光」は白色光の中より少ないのだと解釈した。Herschel の友人である Wollaston も同じところ同じような実験から紫外線の存在を知って発表している。⁽⁵²⁾ 彼の報告の中には Ritter の名前が挙げてある。

Herschel が Ritter の名前と仕事をここで挙げていないのは、故意でないとしても大きな手落ちと言わざるを得ない。

(§ 65) Herschel は次いで屈折率の違った色光を同時に感光紙に投射したらどうなるかを調べる。赤色光で白くなった感光紙の部分に青色光をあてるとすぐに黒くなる。逆に屈折率の大きな色光で黒くなった部分はこれより屈折率の小さな色光の照射によって赤く退色する。

(§ 66) Herschel は続いて任意のスペクトル光の部分を、任意のスペクトル光の上に重ねて感光紙の上に投射する装置を考える。フリント硝子製スペクトルで太陽光を分散した物を口径 3 インチ、焦点距離 26 インチの色消しレンズ (パリ Cauche 製) で集める。このスペクトルの 1 部を別の薄いスペクトルを光路に挿入して分けて、鏡で反射して元のスペクトルの上に重ねる。使用したのは Talbot 塩化銀感光紙である。この装置によって屈折率の小さな光の当たっている個所では屈折率の大きな光の黒化作用が

阻害されていることが確かめられた。本来なら黒くなるところがくすんだ赤や褐色になって現われる。

(§ 67) 以上の装置を簡易赤道儀にとり付けて時計仕掛で日周運動を追うようにすると便利である。これで長時間の露出が可能になる。Herschel のこの「prismatic analysis」装置は現在ロンドン「Science Museum」に保管されている。⁽⁵⁴⁾

(§ 68) ガラス板で作ったプリズムに水を入れて使ってみた。結果は分散能が低いのでその使用を中止した。しかしフリント硝子、クラウン硝子、水などプリズムの媒体によって差がないことがわかった。

(§ 69) ここで Herschel は (§ 54) にもどって、最初の目的である Fraunhofer 暗線を写真感光紙の上に検出する実験を報じる。

暗線は狭い部分であるから、これを検出するには太陽像を小さくする必要がある。この目的のために小さな屈折望遠鏡を反対向きに使って小さな太陽像を結ばせる。この太陽像をスペクトルで分散させて写真感光紙の上に投射した。

実験の結野、Herschel は「大きな不活性」部分 (*large inactive space*) は存在しないという結論に達した。ここで Herschel は「大きな」と言うところをイタリックにして慎重な姿勢をとっている。小さな開隙ならあるかも知れないと見うつもりであろう。Fraunhofer 暗線の写真感光紙上での検出は、これから直ぐあとの 1842 年に Becquerel (1820-1891) によってなされた。

(§ 70) ここから最後の (§ 76) まで Herschel は「混合作用」の目的から離れて、彼の装置を使ったときにスペクトル線の位置をどう表現するかと言う説明に入る。これは以下の実験で共通に使用するのであるから大切である。スペクトル線の基準点には (§ 54) 脚注で説明しておいたコバルト板ガラスを利用する。このガラス板を通った光をプリズムにかけて観察すると中央辺に黄色帯が明瞭に区別される。この部分の太陽像の中心を基準点「0.00」(ゼロ)とするのである。他のスペクトル帯の位置はここからの距離で表現する。これより屈折率の大きな方を「上」「プラス」、小さな方を「下」「マイナス」とする。

距離の単位はすべて $\frac{1}{30}$ インチ (0.85 mm) である。この当時はこんな方眼

紙、物差しが市販されていたのであろう。これによると使用した口径 3 インチ (76 mm) の色消しレンズの焦点距離 26 インチ (658 mm) は 774 単位となる (表 2)。Herschel はこれらを表にしている。ただ Herschel の表では屈折率が小さくて「マイナス」, 「下」と呼ばれる部分が上方に書いてあって紛らわしい。表 2 ではこれを上下反対に修正しておいた。

表 2 Herschel スペクトル分析装置

(1/30 インチ単位) (mm)

1. 色消しレンズ焦点距離		774	658
2. 太陽像の直径		7.20	6.12
3. コバルト色ガラス紫色端	⊕	+40.62	+34.53
4. コバルト色ガラス黄色 (基準点)		0.00	0.00
5. コバルト色ガラス赤色 (mean red)	⊖	- 6.66	- 5.66
6. コバルト色ガラス極赤色 (extreme red)		-13.30	-11.31
7. 可視スペクトルの幅 (extreme red)		53.92	45.84

表 2 からわかるように、この装置で太陽スペクトルを見ると、幅は太陽像の大きさ 6 mm、長さは約 46 mm の間に広がって見える。

(§ 72) 「硝酸銀紙」(No.570) —この装置を使って太陽スペクトルを硝酸銀感光紙の上に投射してみる。感光像は全体にピンクがかった淡褐色であった。そして青色光の当たったところは色が濃く暗灰色で、紫色光のところはピンク色が勝っている。感光は黄色光の基準点から始まり「ラベンダ色光」のところで終わる。だから全体は約 85 単位の広がりである。極大が (+23) と (+43) にあり、これより外は次第に弱くなる。この硝酸銀紙はこのように青、紫領域で感度が大きいのに「ラベンダ色光」領域では小さいのが特徴である。このような作用スペクトルは Herschel 報文「付録付図 2」などに見ることができる。ここでは屈折率の小さな赤「マイナス」を左に、屈折率の大きな青「プラス」を右にして横長になっている。感度の大きなところでは太陽像が濃い円形になって見える。

(§ 73) 硝酸銀紙をあらかじめ硫酸銅—アンモニア水溶液層をとおした青色光で黒くしておいた物を使うと、赤の感光域は (-13.7) まで延びる。全体の色合は暗灰色である。

(§ 74) 「塩化銀紙」(No.545, 559, 568) —このときは表 1 のような色が着く。(+ 90.23) から始まり (- 7.6) におよぶから、全体の感光域は約 98 単位である。

(§ 75) もし外から散光が当たっていると赤色側は (− 22.43) にまで延びる。そこはピンク白色 (pinkish white) になる。感光域は約 113 単位にまで拡張する。表 2 に見るように可視スペクトルの長さは 54 単位であるからその 2 倍に延びていることになる。

(§ 76) シナ産の薄い唐紙を塩化銀紙にすると、赤色部に延びないという特徴がある。

4.4 極赤光線よりずっと向こうの光線の化学作用

ある状況下における赤色光線の黒化、還元力

(§ 77) 「臭化銀紙」(No.571) —硝酸銀, 臭化カリウム, 硝酸銀水溶液の順に塗って作る。この感光紙を使うと黒化は可視部の極赤色光 (− 13.30) から始まるようになる。しかもそれだけではない。ここから酸化作用 (oxidation) が始まり感光紙の白化は (− 26.27) まで続く。屈折率の大きな色光のところの黒化の端は (+ 90.50) であるから、この感光紙が光によって作用を受ける領域は 116.77 単位におよぶ。

(§ 79) 「ヨウ化銀紙」(No.577) —硝酸銀, ヨウ化カリウム, 硝酸銀水溶液の順に塗って作った感光紙である。このときの感光性は用いるヨウ化カリウム液の濃度によって支配される。濃いときはほとんど感光性がない。うすいときの感光は赤色光 (mean red) から始まり、次第に強くなって紫の端 (+ 50) で極大となり (+ 91.2) で消える。黒化の全体の領域は 96 単位である。

4.5 太陽の大気の吸収をうかがわせる証拠

(§ 80) 「ロッシェル塩紙」(Rochelle salt. 酒石酸ナトリウム, カリウム塩) (No.573,574) —この感光紙の結果はあまり再現性がない。硝酸銀, ロッシェル塩, 硝酸銀水溶液の順に塗って作るが、最後にもう 1 度硝酸銀水溶液を塗ると感光性は改善される。

(§ 81) この感光紙によると感光像は外側が灰白色 (lead-gray) であるのに、内側は非常に濃い褐色 (velvety brown) である。Herschel はこれから太陽の大気について大胆な推論を提出する。もともと Herschel は父 William の考えを引き継いで、太陽は光らない固体の本体の外側に大気があって、この大気が光を放つのだと考えた。⁽⁵⁵⁾ これは A. Wilson (1714–1786) の説である。

この説によると太陽の黒点是一種の台風である。この渦の底から内部の冷たい部分が見える。これが黒点だと考えた。

それでロッシェル塩感光紙に見られる太陽像の2重層は、この大気の外側にある吸収大気 (absorptive atmosphere) の存在に由来する物と推察した。その厚さは太陽半径の $\frac{1}{4}$ 程度である。もちろんこの考えは誤りであるし、第1こんな太陽像がたまたま撮れたからと言って、太陽大気の2重層と言う結論が引き出せる訳がない。

結論を出すのに慎重すぎるほど慎重な Talbot とは対照的に Herschel にはその鋭い直観にまかせて大胆すぎる結論に飛躍する欠点がある。

4.6 極赤光線よりずっと向こうの光線の黒化、還元力

(§ 83) すでに (§ 77) で臭化銀紙が赤色光のところで黒化するのを見た。今度は (§ 81) で作ったロッシェル塩紙の上にヨウ化カリウム水溶液を塗った感光紙を使って、この黒化が可視部の極赤光 (extreme red) より、さらに屈折率の小さなところでおこるのを発見した。

(§ 84) ロッシェル塩感光紙に太陽スペクトルを投射しつつ、これに薄いヨウ化カリウム水溶液を塗る。すると黒化の範囲は (+ 67.5) から (- 22.5) の 90 単位におよぶ。赤色側の (- 22.5) というのは端であるから、中心の位置はこれから太陽像の半分すなわち、3.6 単位を差し引かねばならない。するとその位置は (- 18.9) となる。これを表 1 の極赤光の位置 (- 13.30) と比較すると極赤部からさらに 5.6 単位も外にあることがわかる。このように感光紙によって極赤部のずっと外にでも白化作用でなくて黒化作用を受ける物のあることが知れた。

(§ 85) 赤色光の白化作用を黒化作用に変えるヨウ化カリウム水溶液の同じような効果は、酢酸鉛-塩化白金酸感光紙 (No.644) でも見られたし、シュウ酸銀、硝酸銀、塩化銀紙にも見られた。これらの感光紙に太陽スペクトルを当てながら、うすいヨウ化カリウム水溶液を塗るのである。

(§ 86) ロッシェル塩感光紙では黒化領域に3つの極大が現われる。ロッシェル塩の代わりに、シュウ酸アンモニウム、クエン酸アンモニウムを使ったときも同じ極大が見られた。

(§ 87-88) ここでは「動物質」(animal matter) を鉛塩で沈殿させた物を主体とする感光紙 (§ 23) に対するスペクトルの作用が報告されてい

る。残念ながら「動物質」が何かはわからない。

4.7 植物色素 (vegetable colours) に対するスペクトルの作用

植物色素が光の作用で退色する現象は古くから知られている。この退色には時間がかかる。この原因にはスペクトル色光の混同による相殺作用が働いているのではないかと Herschel は考えた。こうして仕事を始めたのだが、1839 年後半は曇った日が多くて仕事にならなかった。1842 年 6 月「第 3 報」 (§ 149) によると、次の年 1840 年は太陽に恵まれ、1841 年にはまた天気の良い日が多かったと言う。

Herschel は (§ 90) から (§ 93) にかけて自分の仕事を紹介するのであるが、例のようにここでも自分に先行する過去の業績について触れることがない。この方面でもっとも広範な研究をしたのは Jean Senebier (1742–1809) であろう。⁽⁵⁶⁾

「Mémoires physico-chimiques sur l'influence de la lumière solaire pour modifier les être des trois règnes de la nature」(1782)

この本の題のように彼は「植物、動物、鉱物」と自然の 3 界にわたって、いろんな物質の光変化に関する研究をした。

検べた植物性のものの中には、木材、ゴム質、樹脂、テレピン油、葉緑素、各種の花の色素などがある。樹脂の中には (§ 92) で Herschel が報告するグアヤク樹脂も入っている。

Herschel が新しく付け加えるのは自分の装置を使って、これらの物に太陽スペクトルを長時間にわたって作用させた結果である。

(§ 90) まず三色スミレ (*Viola tricolor*) の花卉の色素から始めた。花卉をアルコールで抽出すると美しい青色は消えて古いワインの色になってしまう。しかしこれを紙に塗って乾かすと元の青色が復活する。この感光紙 (No.599) に太陽スペクトルを投射する。ただここでは水プリズムを使った。実験は 1839 年 10 月 11 日にした。太陽は弱く、しかも時どきしか照らなかったが半時間もするとスペクトルの黄色から赤色にかけて退色するのが見えた。そして 2 時間半後には白い部分が極赤-紫に拡がった。退色の極大は黄色基準点の少し下である。熱による退色は認められなかった。

(§ 92) 次いでグアヤク樹脂のアルコール溶液を塗った紙に太陽スペクトルを当てた。このときのプリズムは例の Fraunhofer フリント硝子製を

用いた。ここでも Herschel は自分に先行する業績、とくに Wollaston のそれに触れていない。(§ 93) ではこの樹脂に対する熱の作用が述べられているが、これは Wollaston の研究を意識して発言しているのである。

グアヤク樹脂は「癒瘡木」(*Guajacum officinale*) から採れる黄白色の樹脂である。この木はハマビシ科 (*Zygophyllaceae*) に属する喬木で、その樹脂は古くから梅毒(楊梅瘡)の活療に使用されていた。この樹脂の感光性について始めて報告したのは A. Hagemann である。「Zufällige Bemerkung, die blaue Farbe des Guajacgummis betreffend」(1782) の中で、彼はこの粉末を瓶に入れて窓際におくと、光の当たっている側だけが青くなることを報告した。⁽⁵⁷⁾ この仕事はすでに述べた Senebier (1782) も追試しているが、これをもっとも詳しく調べたのが Wollaston である(1811)。Wollaston はグアヤク樹脂のアルコール溶液を塗った感光紙に Herschel と同じようにレンズで集めた太陽スペクトルを投射してみた。その結果、黄色光のところでは変化は見られなかったが、紫と青の領域で感光紙は美しい青色に変わることを見出した。この青色になった所に赤色光を当てると元の黄白色にもどる。同じような変化は熱によっても達成された。グアヤク樹脂は多くの酸化剤、酸化酵素によっても青くなるから、青色光を Ritter のように一般的に「還元光」と呼ぶのはおかしい。

そこで Wollaston はこれを「化学活性光」(chemically active rays) と呼ぶことにした。

この Wollaston などの仕事の情報は、そのころ写真研究をしていた Nicephore Niépce にも届いたらしい。彼がそのころパリの滞在していた兄 Claude に書いた 1817 年 4 月 20 日付手紙には、このグアヤク樹脂を写真に応用する試みが報じられている。グアヤク樹脂は光で青くなると同時にアルコールに溶けにくくなる。Niépce この性質を利用してアルコールで洗って定着しようとしたが成功しなかった。それで黄燐の赤燐への光変化を利用する試みに転じた。⁽⁵⁸⁾

(§ 93) 太陽スペクトルのグアヤク樹脂への反応は三色スミレに対するものより早かった。青色化は「ラベンダ色光」の外 (+ 72.9) から始まり (+ 4.7) におよぶ。だから青色化の範囲は約 68.2 単位である。色は弱いが全体に青色であった。

次に硫酸銅-アンモニア水溶液の層をとった太陽光にしばらく当ててうす青くしたグアヤク感光紙に太陽スペクトルを投射した。青色が濃くなったところは(+68)から始まり(+42)におよんだ。極大は(+58)に位置する。(42)から(27)までは作用がない。ここは紫と青にかけての領域である。(27)から(-16)にわたっては青色が消えた。この退色の極大は(-3)にあった。ここは橙色光の位置であって、決してWollastonの言うような熱効果(caloric effect)が最大の場所ではない。この点については「ノート」の中でもう一度とり上げる。

ここで長かった第4章「太陽スペクトルの化学分析」が終わり、次の第5章に入る。

6. ヨウ化物と色ガラスの作用 — 「増力ガラス効果」

予め光を当てて黒くしておいた感光紙の上にヨウ化物水溶液を塗りさらに光を当てると白くなる現象についてはすでに(§17)(§48)で例をあげておいた。次の(§95)から(§99)にかけての第5章では別の種類の感光紙を用いた太陽スペクトル投射の結果を報告する。

5. 太陽光で黒くした、いろんな感光紙にヨウ化物を塗った物への スペクトル線の白化作用 (whitening power)

(§95) 感光紙(No.646)は酢酸鉛、臭化カリウム、硝酸銀水溶液を塗った物である。これを予め太陽光に当てて少し黒くしておく。これにヨウ化カリウム水溶液を塗りながら太陽スペクトルを投射する。感光紙の白化は紫色光のところで始まるが、屈折率の小さなスペクトルの領域では反対に黒くなる。この現象は極赤部にまでおよぶ。

(§96) 硼砂、塩化バリウム、塩化ストロンチウム、塩化カルシウムに酢酸鉛を加えたり加えないで作った感光紙に対するヨウ化カリウムの作用を検べた。

(§97) 酢酸鉛、塩化白金酸(石灰水で中和する)感光紙にヨウ化カリウムとロッシェル塩の混合水溶液を塗りつつ太陽スペクトルを投射した。このときはヨウ化カリウム水溶液を2回塗って始めて黒化は黄色基準点でおこった。極赤にまで届かすのには3回塗らなければならなかった。

(§98) この辺のHerschel報告はヨウ化カリウムの作用について「posi-

tive」「negative」を使っている紛らわしい。ここで「positive」と言うのは陽画にする「白化作用」で、「negative」は陰画にする「黒化作用」のことである。そしてスペクトルの「negative extremity」とは表1で見るとおり、スペクトルの「マイナス端」すなわち屈折率の小さな極赤部のことを指す。酢酸鉛-リン酸ナトリウム (No.649), 酢酸鉛-塩化ストロンチウム (No.656) 組み合わせのとき、紫-紫外領域で白化、これから赤までは黒化、そして極赤部ではまた白化というように複雑になる。

(§ 99) 中には赤くなる物まである。これは鉛塩を含まず塩化カルシウム-硝酸銀の組み合わせのときに見られる。この感光紙を予め太陽光に当てて黒くしておく。これに太陽スペクトルを投射しつつ、ヨウ化カリウム水溶液を塗る。黄より屈折率の大きな領域では黒くなり、これより屈折率の小さなスペクトルの領域では赤くなった。

6. 吸収媒体 (absorbent media) を通ったスペクトルの化学分析

第6章は (§ 100) から (§ 112) におよぶ長い章で、Herschel はここで各種の色ガラスを通った太陽光を例のスペクトル装置で分散させて、これの感光紙に対する作用を報告する。

1839年3月14日発表 Herschel「第1報」を要約した王立学会「紀要」の中では、この関係の仕事は短く触れられている程度である。ところが実際の報告ではかなり長かった。それは Schaaf によって新しく発見された、このときの草稿からわかる。この中には色ガラスが No.23 まで挙げてある。これから見ると少なくとも 30 枚以上の色ガラスでテストしているらしい。

Herschel はこの実験を写真研究を始めてから 3 週間も経たない 2 月中旬から開始している。Schaaf 報告図版 2 に転載されている Herschel「化学実験ノート」第2巻、367 ページの写真版は 1839 年 2 月 11-12 日、実験番号 1020 (続く) の物である。ここに色ガラス板 No.7 から No.17 までのテスト結果が記録されている。この実験ノートの色ガラス番号と報告本文の中の番号は一致している。たとえば実験ノートで色ガラス板 No.11 は「ruddy violet」、色ガラス板 No.151 は「pale yellow」と記載されているが、これらは報告の中と同じである。

実験ノートではこの個所の横の空間に、色ガラスを通った太陽光のスペクトルが簡単にスケッチされている。ここでは左側が屈折率の小さな赤色

側になっている。また Herschel 実験ノートの右端にはテストした感光紙が貼ってあるが、150 年も経った現在では一様に退色してしまっている。大部分の物は定着されていないらしい。

(§ 101) Herschel は (§ 52) の脚注で化学線 (chemical rays) に対する性質を記述する術語を提案していた。レンズについて言えば、全ての化学線を 1 つの焦点に集める物を「amacratic」(ama すべて, cratos 力) と呼ぶ。吸収媒体で化学線を通すものは「diacratic」と形容する。そしてこのような性質は「diacratescence」である。その度合は「diacratic index」で計られる。ところが化学線を検出するには感光紙が必要である。すべての化学線に平等に感じる感光紙は存在しないから、この「diacratic index」は感光紙の性質によって支配される。Herschel はどの感光紙を使ったかを多くの場合にはっきりと記載していないが、大部分は塩化銀紙を使用した結果であろう。

以下 (§ 111) まで Herschel はいろんな色ガラス、液体などについて、その目で見た太陽光の透過スペクトルと、そのスペクトルが写真感光紙上に印する黒化度を比較している。Herschel は後者を「写真スペクトル」(photographic spectrum) と呼ぶ。

これらは表 2 の単位で記載してある。ここでこれらの全てを説明しても煩雑なだけであるから、以下ではどんな吸収媒体について実験したかだけを簡単に紹介するにとどめる。

(§ 103) ではうすい黄色ガラス (pale yellow, or straw colour), (§ 104) ではかなり濃い褐色ガラス (pretty strong brown) について調べた結果が報告されている。

(§ 105) Herschel の知る限り最も美しい黄色の液体は J. Dalton (1766–1844) が発見した物である。これは石灰水と硫黄を長時間煮沸して作る。

(§ 106) D. Brewster 卿は亜硝酸ガス (nitrous gas) について面白い観測をしている。このガス層を通った太陽光のスペクトルには明るい所と暗い所が交互に現われる。この写真スペクトルを撮ってみたが、このような間隙は写すことができなかった。ただし乾燥してないガスを使った結果だからやりなおす必要がある。

(§ 107) 濃青色の硫酸銅-アンモニア水溶液, (§ 108) 緑色ガラス, (§

109) 塩化クロム水溶液。

(§ 110) 地衣 (*Rocellus*) から採った紫色のロッセル酸 (Rocellic acid) アルカリ水溶液。

(§ 112) 写真家 Robert Hunt からの私信を紹介している。Hunt は塩化バリウム-硝酸銀の組み合わせで感光紙を作った。これを太陽光に当ててチョコレート色になった物を赤, 黄, 緑, 青色のガラス板の下において太陽の散光に当てる。1週間するとこれらの色ガラスの下の感光紙はそれぞれ真赤, 汚黄, 緑, 明るいオリーブ色を呈した。

7. 太陽光への特殊な露出に際して見られる, ある種の吸収媒体の化学作用におよぼす増力, 減力作用 (exalting and depressing power)

この第7章で Herschel がこれから報告しようとする珍しい現象は彼の写真研究の非常に初期の段階で発見されていた。1839年2月9日付 Talbot 宛の手紙で Herschel は Talbot が他人にハイポ定着を教えるのに反対しないと告げている。⁽⁵⁹⁾ 事実 Herschel はこのころ口頭でならずで、この手法をかなりの人に教えていたのである。この手紙の後半は2月10日にも書き続けられ、この日は天気が良くなったので銅版画の密着焼き付けと再焼き付けをしたと報じている。この手紙の追伸のところに板ガラスの示す奇妙な「増力効果」が触れられている。Herschel はサンプルも送ったらしい。2月14日付 Talbot の返事に次ぎのようにある。⁽⁶⁰⁾

「ある種のガラスの示す増強力の素晴らしく独創的な発見に対して、おめでとうと申し上げます。

同封された標本で見る限り間違いありません。」

うすい紙に硝酸銀水溶液だけを塗った物をガラス板の下において強く押しつけて太陽光に当てる。するとガラス板に覆われている部分の方が外にはみ出ている部分より黒くなった。ときには3-4倍も黒くなるのが認められた。定着するとこれがもっと目立つようになる。1839年3月14日発表 Herschel 写真研究「第1報」の要約が王立学会「紀要」に掲載されたとき、この現象にはまだ「exalting effect」という名前は与えられていない。

そしてこの現象については最後の方の6行にわたって触れられているだけである。そのうえ原因については光の反射, 湿気に関係なく、おそらく「熱の発生」 (evolution of heat) によるのかと結論されている。

ところが残っているこの報文の草稿では多くの実験の結果「熱にはよらない」と言っているのである。草稿でこの個所は全体の $\frac{1}{6}$ におよびかなり詳しい。発表のとき Herschel は試験をした感光紙を展示した。

(§ 114) この現象の原因は感光紙の湿気や、これから発生するガスではない。またガラス板の中の反射でもどって来る光による光量の増加もその原因ではない。

曇った日より強い太陽光のある日にこの現象がよく見られることから、熱が原因かとも考えられたが、これも実験によって否定された。

この (§ 114) には鉛筆書き草稿が2つ残っている。これは「Oxford コレクション」のところで紹介しておいた。草稿は破って「保存テスト」用感光紙の間に挟んであった。これらと印刷になった物とを比較すると、印刷になった物の方がより具体的な内容になっている。そして2つの草稿には共に「exalt」が使われているが、印刷になった物ではじめて「exalting effect」と言う言葉が出て来る。次ぎが印刷になった物である。

「the idea was suggested of two opposing influences in the solar light, the *difference of which* only becomes sensible in the immediate chemical effect, and of which the negative or deoxidizing one (using the term in a mere conventional sense) is partly stopped by the glass.」

(§ 115) この全訳を次ぎに示す。

「始めにこの現象に気がついたとき、太陽光には相反する2つの効果があるのだと考えた。その差は化学反応の結果だけによって見えるようになる。そして、その中で陰画的 (negative), 言い換えれば還元的 (deoxidizing) 部分 (この言葉はふつうの意味で使用している) はガラスによってあまり阻止されないのである。」

この考えを検証するために、鏡で反射させてからレンズによって集光した赤色光を、生の太陽光のあたっている感光紙に投射したが、黒化を遅くするのにさほど効果はなかった。

これについている脚注の中で Herschel は、この個所が1839年3月14日報文からの「逐語的」(verbatim) 写しであると言う。しかし新しく発見された草稿と較べて見ると、前半は全くの写しではないことがわかる。

(§ 115)の方が少し論旨がととのっている。だがどちらにしてもこの個所は当時の英語の語法に不慣れな私にとっては意味がとりにくかった。上の訳文は筋がとおるようになんかなり意識してある。

脚註で Herschel はまた次ぎのように言う。1839 年 2 月 10 日に使用したのは硝酸銀紙で、このときは太陽も弱く条件が悪かった。もしこの時に塩化銀紙を使っていたら、赤色光の示す「減力効果」(Herschel 効果)はこの時期にすでに発見されていたはずである。

(§ 116) 次いで Herschel は 1839 年 3 月 24 日の実験結果を報告する。感光紙には硝酸銀紙を使って、この上に次ぎの 10 種の板を載せて太陽光にあてて見た。これらの板は透明でほとんど色が着いていない。

- (1-2) Saxon 産黄玉 (主軸に直角と平行に切る, 少し紫色がかかる),
- (3) 石膏, (4) 氷州石 (方解石), (5) ガラス板 (少し青緑色がかかる),
- (6) ロッシェル塩 (主軸に平行に切ったもの), (7-10) 水晶 (いろいろな方向に切ったもの)

露光のあとでハイポ定着を施した。結果は程度の差はあったもののどれにも増力効果があった。効果の最も大きかったのは (5) ガラス板である。この下では覆われてない部分の 3-4 倍も濃くなった。そして効果の一番小さかったのは (1-2) 黄玉である。ただ Herschel の意見によると、これらの板は厚さもまちまちであるから、物質によっての差があるとは認めにくい。青緑色がかったガラス板のときは、この板が赤色光およびこれ以上の屈折率の光線を遮ぎるので、効果が大きくでて来たのであろう (§ 77 を見よ)。

(§ 117) 上の実験をした 1839 年 3 月ころは Herschel も大発見をしたと思って喜んでいて。これはこの「増力効果」が 3 月 14 日報告の中で大きな部分を占めていることからわかる。

ところが調べて見るとこの「増力効果」はかなり複雑であることがわかって来た。まず Talbot から送って来た臭化銀 (?) 紙で試してみた。これは Herschel が使った硝酸銀紙よりはるかに感光性が良い。ところが同じガラス板を使っても増力効果を示さないのである。そこで各種の紙といろろ感光剤の組み合わせで試験して見ると、同じガラスを使っているのに効果はまちまちで、中には「減力効果」(depressing) まで示す物が出て来た。

この 24 の実験結果を Herschel は表にしている。表 3 その 1 部である。

表 3 感光紙による「増力 (+)」「減力 (-)」効果

感光紙番号	効 果	感光紙	紙 の 特 徴
12	+++	硝酸銀	うすいポスト紙
694	++	同 上	白紙 (サイズなし)
570	0	同 上	艶デマイ紙(demy)
583	+++	礬砂+硝酸銀	厚いポスト紙
614	0	同 上	艶デマイ紙
571	0	臭化銀	同 上
607	0	塩化銀	同 上
609	---	酢酸鉛+塩化銀	同 上

Herschel の期待に反してこのようなバラバラの結果になってしまった。これが 1839 年 3 月発表当時の意気込みにもかかわらず、1840 年 2 月の報告でこの増力効果に僅か 3 ページしか割かれていない理由であろう。

7. 太陽光量計と熱線スペクトルに関する「ノート」

1840 年 2 月発表 Herschel「第 2 報」の本文は、このあと (§ 118) から (§ 123) までの第 8 章で終わる。

8. 太陽光量計 (actinograph) - 気象学用の光量計 - の説明

この最後の章で Herschel は自分の考察した太陽光量計を説明する。これには図が付いている。時計仕掛で日周運動を追う簡単な赤道儀に感光紙を貼りつけた円筒を取り付けて、この感光紙の黒化から 1 日の太陽の日射量を知ろうと言う装置である。感光紙に何を使うのかは書いてない。

この本文のあとに 1839 年 3 月 4 日に受理され、3 月 5 日に読まれた「ノート」が (§ 124) から (§ 128) にかけて掲載されている。

「ノート」1. 太陽光線の中の熱線 (calolific ray) の分布について

Herschel の父親 William が 1800 年に赤外線を検出したのは、黒く塗った温度計の目盛の上昇によった。⁽⁶¹⁾

この結果は当時、疑う人が多かった。それで息子の John は赤外線を感光紙の上で検出しようと言うのである。

(§ 126) 装置は (§ 57) のように Fraunhofer 作フリント硝子製プリズムを使った。感光紙に何を使ったのかは残念ながら書いてない。この装置

を使うと予め黒化された感光紙の上に (− 35) のところで白い太陽像が印された。表 2 に見るように可視の極赤部は (− 13.30) のところにある。こうして赤外線が存在が「目で見えた」(ocular evidence) のであるから、もう父親 Willam の結果を疑う人はあるまい。

すでに太陽スペクトルの紫端は臭化銀紙によって (+ 86.9) (中心) まで検出されている (§ 77)。だからこの装置で写真的に検出された全スペクトルの領域は (122) におよぶ。可視の範囲 (53.9) の倍以上に広がったことになる。

「ノート」2. ヨウ化物の存在下における青色光の写真作用の限界

この「ノート」2 は「ノート」1 と同じ日に受理されて読まれた。

(§ 129) 塩化銀紙を太陽光で黒くした物に、さらにヨウ化カリウム水溶液を塗りながら光に当てると白くなることは (§ 17) (§ 48) で触れてある。ここではこの白化作用の太陽スペクトル上の限界を知ろうとした試みを報告する。感光紙は硝酸銀と食塩の水溶液を交互に塗った物である。この上に太陽スペクトルを投射して黒くする。さらに太陽スペクトルを投射しながらヨウ化カリウム水溶液を塗ると (+ 21.4) まで白化が進んだ。青とインジゴの中間のところである。

「ノート」3. 適当な感光紙への作用によって熱スペクトル

(calorific spectrum) を見る方法と熱の分布について

この「ノート」は「ノート」1, 2 より 1 週間あとの 3 月 12 日に受理されこの日に読まれている。この報告で Herschel は熱線のところのスペクトル (calorific spectrum) を目で見える試みを報告する。Herschel は大変に手先が器用で実験が上手であるが、その手腕はここでも発揮されている。「ノート」3 は (§ 130) から (§ 148) と「ノート」にしては異例に長いが要点は次ぎのようである。

(§ 132) まず外国通信用の極めて薄いポスト紙の片面にテレピン油の炎からの煤を受けて真黒にする。この紙の白い面を上に向けて、この上に太陽スペクトルを投射する。投射しながら白い面にアルコールを塗ると全体が黒く見えるようになる。ただ熱線のあたった個所だけはアルコールが早く蒸発するから、ここが白く見える。この紙は感熱紙 (thermographic paper) と呼んでよい。Herschel はこの感熱紙の上に極赤部より外の領域

で5つのスポットを検出することができた。この位置は α (−18.2), β (−27.0), γ (−35.7), δ (−44.1), ε (−56.0)である。この図は付図2にある。可視部の極赤は(−13.30)であるから、これらは非常に離れたところに位置する。

Herschel はさらにガラス板プリズムの中に水、塩化カルシウム、硝酸銀、硝酸鉛水溶液を入れて、これによって分散された太陽光の熱スペクトルを検べた。また水晶、緑色ガラス、褐色ガラスを通った太陽光についてもその熱スペクトルを検べている。

(§ 147) この熱スペクトル図はアルコールが蒸発すると消えてしまう。これを残すためには三色スミレ花卉のアルコール浸液を塗るとよい。この色素はアルコールの蒸発の早い個所に沈着するから、熱線のスポットに色がつく。

(§ 148) Herschel は1840年写真研究「第2報」をこの熱線にも偏光があることを反射偏光と雲母板を使って確めた報告で締めくくっている。

8. Herschel 写真研究「第3報」(1842年6月16日発表)

植物色素に対する太陽スペクトルの作用

Herschel 写真研究「第3報」は1842年6月15日に受理されて次の日の6月16日に読まれている。内容は次のとおりで、4つに分かれているが、これには番号は付いていない。また8月29日受理されたかなり長い「追加」がある。

植物色素に対する太陽光線スペクトルの作用と 新しい写真処方について

(緒言) (149–150)

1. グアヤク樹脂 (151–162)
2. 花の色のスペクトルに対する一般的性質 (163–174)
3. いろんな花の色素 (175–184)
4. クルクマ (turmeric) – 極紫より外の可視スペクトルの連続性についての別の証拠 (185–216)

追加 (1842年8月29日受理) (217–230)

このように表向きは4つに分割されているが、「第3報」は実際の内容からすると「植物色素」と「青写真」の2つに分けるべきなのである。「4. クルクマ」の中ころ (§ 202) から何の断りもなく鉄塩を主体とする新しい写真術「青写真」が詳しく紹介され始める。これが (§ 216) まで続いて、このあとの (§ 217) 「追加」にはまた「青写真」の改良法の報告がある。

そして、この途中の (§ 219) で「青写真」(cyanotype) という言葉が提案される。「植物色素」のところは多分に記述的でかなり退屈な内容であるから、以下の私の小論ではここの紹介はできるだけ簡単にして、「青写真」のところに重点をおくつもりである。

(§ 149) ここと次ぎの (§ 150) は緒言にあたるところである。ここで Herschel は例のようにいろんな言い訳をする。三色スミレやグアヤク樹脂の仕事は1839年10月ころから始めたのだが、この年の夏と秋には太陽が極端に弱かった。次の1840年は反対に晴れた日が多かった。しかし Collingwood への移転騒ぎでやっと仕事を始めたのが秋になってしまった。

そして次ぎの1841年の夏と秋にはまた曇りの日が多かった。それでも現在(1842年4月)まで天候の許す限り仕事を続けている。

脚注には今年(1842)は天候に恵まれそうだとある。この予言は当って、「追加」 (§ 230) のところに1842年夏はイギリスには珍らしく太陽に恵まれたと書いてある。

金属塩感光剤の研究のときの露出は短くてもよいが、植物色素の「作用スペクトル」を撮ろうとすると数日、数カ月もかかるのが稀ではない。

その間に空気、湿気的作用を受けるから結果が曖昧になって困る。実験装置は (§ 67-72) にあるとおりで Fraunhofer 作フリント硝子プリズムを使った。このスペクトル装置の諸元は表2のとおりである。

1. グアヤク樹脂 (guaiacum)

(§ 151) この樹脂の感光性についてはすでに (§ 92) で述べてある。

アルコール溶液を紙に塗った物はほとんど無色であるが、太陽スペクトルに当てると紫色光部まで美しい青色となる。ところが予め散光を当ててうす緑褐色にしたこの感光紙に太陽スペクトルを投射すると、すでに (§ 93) で述べたように黄-赤色域では白くなり、これより屈折率の大きな色光が当たったところでは青くなる。このようにここでも銀化合物のときと同じ

く、陽画効果と陰画作用は当たる光の屈折率によって支配される。

この様子を Herschel は作用曲線で表現している。付図 1 に見るように色光の屈折率が横軸にとってあり、黄色光基準点 0 を中心にしてこれより屈折率の小さな方が左 (−), 大きい方が右 (+) になっている。縦軸が作用強度で陽画効果はマイナス (下), 陰画効果はプラス (上) になっている。

このグアヤク樹脂感光紙では (+ 12.0) 付近で陽画効果が陰画効果に変わるから曲線はここで上方に向かう。

(§ 152) グアヤク樹脂感光紙に空気で薄めた塩素ガスを当てると全体にうすい汚黄緑色になる。これに太陽スペクトルを投射すると天然色を不完全ながら再現できた。すなわち赤は赤, 黄はほとんど白, 青は美しい空色, 紫からその外は緑褐色となる。ただ緑色は再現されなかった。ただし, これらの「天然色」スペクトルも 24 時間で消えてしまう。

(§ 153) グアヤク樹脂アルコール溶液を塗って, 紙がまだ濡れている間に塩素ガスを当てる。始めは美しい濃青色になるが次第に変色する。この感光紙の作用スペクトル曲線にも陽画効果が陰画効果に変わる点がある。

(§ 154) 塩素ガスの代わりに塩素水を使う方が便利である。こうして青色になった感光紙は版画密着焼き付けに使えるが画像は数日で消える。

(§ 155) グアヤク樹脂のアルカリ水溶液を塗った紙は緑色を呈する。湿ったままのこの紙に塩素ガスを当てると青緑色の感光紙 (No.1168) ができる。この感光紙は感光性に富む。付図 3 にその作用スペクトルを示す。この感光紙には (− 9.0) のところに極大を持つ陽画効果しかない。

(§ 156) 上の感光紙 (No.1168) を 212°F (100°C) に熱すると黄褐色に変色する。Wollaston はかつてグアヤク紙に紫色光を当てて青色にした物は熱によって元の黄白色にもどることを報告している。Herschel は (§ 156) から (§ 162) にかけて, 自分の感光紙 (No.1168) による結果と Wollaston の結果を比較している。しかし使った物が違うのだから比較にはならない気がする。

2. 花の色のスペクトルに対する一般的性質

次ぎに「3. いろんな花の色素」が続くから, ここでは花の色素の抽出法, 感光紙の作り方, その感光紙の太陽スペクトルに対する反応などについて概論的に述べている。

抽出には花卉を大理石乳鉢の中でつぶす。アルコールを加えることもある。ガーゼに包んでしぼって汁を採る。この汁を刷子で白紙に塗る。

Herschel らしくその塗り方が (§ 167) から (§ 168) にかけて細く指示されている。乾燥するとほぼ元の花の色に近くなるが、いつもそうとは限らない。しかも空気に触れると変色するから素早く使用せねばならない。保存するのには暗所で乾燥したところにおく。このためには生石灰を詰めた瓶の中に入れて暗所におくとよい。

(§ 170) こうして作った花色素感光紙の太陽スペクトルに対する一般的性質は次ぎのようである。

1. ほとんど退色する。すなわち陽画効果を示す。
2. 退色は可視部色光の当たった個所に限られる。
3. 色素と補色の関係にある色光の作用が大きい。だから黄-赤色素は青色光、青色素は赤、橙、黄色光、紫-ピンク色素は黄緑色光の当たるところで退色が大きい。

色素の感光性はまたこれを植物から採る季節によっても支配される。一般に早い時期に採った物は光に敏感で早く退色する傾向がある。

3. いろんな花の色素

これから Herschel は (§ 175) から (§ 184) にかけて、各種の花の色素から作った感光紙について、その作用スペクトルの特性を列挙している。残念ながら Herschel の使っている学名が旧式なのか現在では何を指すのかわからない物もある。次に示すのは「項」の中で述べられている植物名である。(§ 175) *Corchorus japonica* (やまぶき), (§ 177) *Mathiola annua* (*Matthiola* の誤り?, あらせいとう) (§ 183) *Papaver orientalis* (おにげし) (これについては1841年8月19日から10月19日まで、さらに1842年1月2日まで光に当てている)。

4. クルクマ (turmeric) — 極紫より外の可視スペクトルの連続性についての別の証拠

クルクマは薑黄 (きようおう, *Curcuma aromatica*) の根茎である。この黄褐色の根茎を粉末にした物がカレー粉の主成分になる。化学でよく使用されるクルクマ試験紙は根茎のアルコール浸液を塗った物である。

Herschel はこの有名な色素についても研究している。美しい黄色のア

ルコール浸液を塗って作った感光紙にはあまり感光性がない。しかし気長に太陽スペクトルを投射すると、青紫色光領域から白くなる。

範囲は(+10)から(+43)である。炭酸ナトリウム水溶液を上塗ると、とくにまだ濡れているときに感光性が増す。このときは白化は赤色光の領域(-10.0)にまでおよぶ。

(§ 186) ここで Herschel はクルクマ色素にページを割いているのはこんな性質のためではないと言う。

この感光紙は前に (§ 56) で言った極紫色光のさらに外の「ラベンダ色光」の存在を目に見えるようにしてくれる特性がある。

これは(+56.6)にうす黄色に光って見える。可視の紫色のところが(+40.4)であるから16.2単位も外に位置している(付図6)。

(§ 187) この実験は1841年5月27日に行なった。明るく晴れた日であったがこの16.2単位も外に延びたのは太陽の「カサ」(halo)のせいではない。「*Chryseis californica*」の汁から作った感光紙を横に並べて見たが、付図6に見るようにこの方では光らなかった。ただし付図6にはこれが「*Corchorus*」(やまぶき)と書いてある。

Herschel はもちろん言っていないが、このように紫外部で光って見えたのは現在の用語でいえば「蛍光」現象によるのである。

(§ 189) このように「ラベンダ色光」を検出できたのはクルクマ紙以外では濃紫ダリヤの花弁をアルコールで抽出した液から作った感光紙だけであった。Herschel は例の想像力を働かせて、もしこれらの紫外部を十分に強くして目で見ることができたら、そのスペクトルは紫から外に向かって緑、青などの順番ではなかろうかと言う。

(§ 190) 植物色素の大部分は光で退色する。Herschel の用語で言えば「陽画作用」である。しかし中には色が濃くなる「陰画作用」を示す色素もある。Herschel が希望峰から持って帰った「*Bulbine bisulcata* (?)」の色素がそれである。この植物の葉や茎から明るい黄色の汁が採れる。これを塗った感光紙に太陽スペクトルを投射すると、黄色光が当たったところから赤褐色に変わり始める。極大は(+23)と(+60)にある。これは硝酸銀感光紙に近く、植物色素としては珍らしい。

(§ 192) 「*Cheiranthus cheiri*」(においあらせいとう)の花弁にアルコー

ルを加えてつぶすと黄色の汁が採れる。この物も陰画作用を示す。

この汁に塩化第2鉄水溶液を加えると黒色になるから、この中に没食子酸そしてタンニンが存在するのがわかる。

そこで没食子酸のアルコール溶液を紙に塗って、これを窓際においたところ数カ月してやっと黒くなった。スペクトル分析にかかるほどの感光性はとても望めない。

この没食子酸が出て来たところで Herschel はここに短い脚注を付けている。Herschel がこの「第3報」を書いているのは1842年4月であるから、Herschel はすでに Talbot の新しい写真術「カロタイプ」のことは知っていた。1840年9月に没食子酸による潜像の現像を発見した Talbot は1841年6月12日になってやっと Herschel に手紙を書いてこの新しい写真処方を教えた。この手紙にはヨウ化銀紙に没食子酸のサンプルまで添えた。⁽⁶²⁾ もっとも Talbot はこの2日前の6月10日に王立学会に手紙を書いてその処方を報告していたのである。⁽⁶³⁾

さて脚注の中で Herschel は1840年2月20日発表「第2報」 (§ 27) で「没食子酸とその化合物の少数の例外はある物の」(problemic exception) と言った事に注釈を加える。もっとも没食子酸塩の特異性についてはその前の年、1839年3月14日「第1報」でも触れられている。

「(有機性の) 物の中で (特に没食子酸塩と尿酸塩とは) まだ試験中ですが、大変に変った特異性を示す物があります。」

ただこの部分は王立学会「紀要」の要約では削られてしまっていた。

Herschel が「problemic exceptin」と言ったのは、この没食子酸銀塩の感光紙は乾いた物を暗室に放置しただけで黒くなってしまったからである。脚注の中で Herschel は今から考えるとすでに作る段階で光が当たっていて、これが暗室の中で進んだ現像によって黒くなかったのだらうと反省している。

(§ 193) この外で Herschel が検べた植物は次のとおりである。「Mari-gold」(マリゴールド, 菊科), 「*Mimulus*」(みぞほおずき), 「*Ferranea undulata*」, 「*Tagetes patula*」(アメリカ産マリゴールド), 「*Viola odorata*」(においすみれ), 紫あやめ (Purple *Iris*), 「*Sparaxis tricolor* (?)」, 「*Papavera rheum* (?)」(赤けし), 「*Senecio splendens*」(菊科)。

(§ 200) ここで Herschel は花の色素から葉、茎の緑色色素に移る。「にわとこ」の葉から抽出した色素から作った感光紙の作用スペクトルを付図 8 に示す。この物では赤色光部 (−11.5) がうすい肉色に変色する。

(§ 201) Herschel によると植物の緑色色素の中にはかならず赤の色素も混じっている。これが枯れた葉の色なのだと Herschel は言う。

9. Herschel 写真研究「第3報」—「青写真」

ここから Herschel は何の前触れもなく植物色素から離れて、鉄塩を主成分とする彼の新しい写真処方の説明に入る。銀化合物が光で黒くなるのは銀粒子が沈着するからである。これは古く Scheele (1777) によって確められていた。彼は塩化銀に光を当てて黒くした物にアンモニア水を作用して塩化銀を溶かし去り、残った黒い粒子が銀であることを証明してみせた。この光反応は塩化銀を金属銀にもどすのであるから「還元」である。

Herschel はこれを「reduction」 (§ 213) とも呼んでいるが、多くの場合に「deoxidation」の方を好んで使っている。銀化合物の感光は化学的に言えば還元反応に外ならない。

1839 年 3 月 Herschel 「第1報」の中でも明確に指摘されている。

「新しく沈殿させた塩化銀に対する化学線 (chemical rays) の発揮する
いわゆる還元作用 (de-oxidizing power)」

ここで Herschel は写真に応用できるだろう化学反応を 4 つ挙げているがその 1 番目が還元反応である。

新しく発見されたこの報告の草稿では、利用できる化学反応を 3 つに減らしている。しかし第 1 番に挙げてあるのはやはりこれと同じ塩化銀の光による還元である。

(§ 202) このような光による銀化合物の還元は良く知られているが、重クロム酸カリウム (bichromate of potash) の感光性も同じように還元に由来しているのは間違いない。

Herschel はここで黄血塩を酸化して作る赤血塩に注目する。

現在の化学式で書けば黄血塩は「 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{II})(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 」で赤血塩の方は「 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{III})(\text{CN})_6$ 」である。この当時の Herschel の呼び方によると黄血塩は「yellow ferrocyanuret」「ferrocyanate of potash」で赤血塩の方は

「ferrosesquicyanuret of potassium」と長い。

赤血塩が黄血塩をいろんな酸化剤、たとえば塩素で酸化して得られることは、すでに L. Gmelin によって発見されていた (1822)。

Herschel はたまたまこの赤血塩が比較的簡単に作れる方法があることを知らされた。科学雑誌「Phil. Mag.」No.109, 1840 年 9 月号にロンドン外科医 A. Smee⁽⁷⁶⁾ が発表した方法で、彼は黄血塩水溶液を電気分解して作った。現在の用語でいえば陽極酸化である。この電解の過程で水素が出て行き酸素が吸収されるから、赤血塩は余分の電気陰性エネルギー (electro-negative energy) を持っている。だから酸素が欲しい 2 価の鉄 (protoxide of iron) が共存すると、これに酸素を与えて自分は元の黄血塩にもどろうとする傾向がある。

赤血塩が 3 価の鉄 (persalt) とは沈殿を作らず、2 価の鉄と反応してプロシア青 (Prussian blue, 紺青) を与えるのは同じような傾向による物である。

Herschel 報文はこのような単純な道筋にそって書かれていないが、私が比較的現代風に書きなおすと上のようにまとめられる。それでも Herschel が当時すでに「electro-negative energy」などと言う近代的な用語を自由に使っているのに驚かされる。これは私だけではないだろう。

Herschel は自分ではこのような推理から青写真に気付いたと言うが、彼が始めからこのように理詰めに考えたかどうか疑わしい。

Talbot は始め Herschel に自分の食塩水定着法を教えなかった。それで Herschel はいろいろ試した上で、それが黄血塩ではないかと考えた。そしてこれを 1839 年 2 月 13 日付手紙の追伸の中で Talbot に告げた。⁽⁶⁴⁾

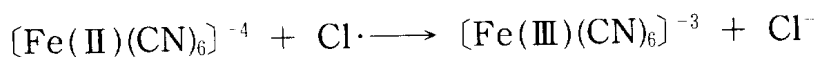
この中ですでに黄血塩を余分に使うと青くなることが指摘されている。また 1840 年 2 月「第 2 報」 (§ 18) にも同じように青くなることが報告されている。こんな事から彼は黄血塩とそれに近い赤血塩を使っただけの「青写真」の可能性に早くから気付いていた。それが Smee の簡易合成法を見てこのアイデアを実行してみたと言うのが本当ではなかろうか。

ここから「追加」 (§ 230) まで、この「第 3 報」の約 1/3 にわたって Herschel は自分の青写真研究を報告するが、その中には例によって化学式は全く出

て来ない。化合物名も旧式である。

それで以下の私の解説では適当に化学式を入れ、化学用語もできるだけ現代に近い物を使うことにする。

まず出発物質の黄血塩から始めよう。Herschel はこれを「ferrocyanate of potash」と呼んでいる。現在の式で書けば3分子の結晶水を持つから「 $\text{K}_4\text{Fe(II)(CN)}_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 」である。2価の鉄イオン(II)を持つ鉄錯体で、正式の呼び方は「ヘキサシアノ鉄(II)酸カリウム」となる。Herschel のころは動物の血液、角などの中に鉄クズ、粗製炭酸カリウムを加えて加熱して作った。それで黄「血」塩と言うのである。この黄色の水溶液の中に塩素ガスを吹き込むと2価鉄イオン(II)が3価(III)に酸化されて赤血塩「 $\text{K}_3\text{Fe(III)(CN)}_6$ 」となる。これは名前のように赤色である。正式の名前では「ヘキサシアノ鉄(III)酸カリウム」と呼ばれる。

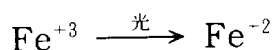


さてこれらの黄血塩、赤血塩の水溶液の中に、それぞれ3価鉄イオン、2価鉄イオンを加えると両方とも美しい青色の沈殿を与える。



古くは外観から両者を別物と考えて、前者を「タンブル青」(Turnbull's blue) 後者を「プロシア青」(Prussian blue) と呼んだ。しかし現在では多くの研究から両者は化学的に同一物であることが証明されている。両方ともコロイド状の鉄シアノ錯体重合物なのである。⁽⁶⁵⁾ 青写真の青はこのプロシア青の色である。

Herschel も認めているように青写真では始めに3価鉄イオンが感光する。現在の青写真では3価鉄イオンをシュウ酸鉄(III)アンモニウム、塩化鉄(III)、クエン酸鉄(III)アンモニウムなどの形で使う。この3価鉄イオンに光が当たると2価鉄イオンに変わる。



焼き付け紙の上でこの光反応がおこった物に赤血塩水溶液を塗ると、元の原画のハイライトに相当して明るく光の当たったところに生じた2価鉄イオンの個所だけが青くなる。明るいところが青くなるから陰画である。白地に描いた設計図などは「青地白線」図となって現われる。

反対に同じように焼き付けた物に黄血塩を塗ると、今度は影のところに相当して光が当らず 3 価鉄イオンのままのところは青くなる。これは陽画である。これでふつうの設計図は「白地青線」図になる。現在では「青地白線」図が好まれるから、始めから 3 価鉄イオンを含む上のような薬品と赤血塩を混ぜた水溶液を紙に塗って青写真感光紙を作っている。⁽⁶⁶⁾

(§ 203) 赤血塩水溶液を塗った紙は感光性が大きく、すぐにプロシア青を沈着する。ここで Herschel に括弧の中にくくってこの機構を説明している。現代風に言いなおすとうなる。

「2 価鉄イオンが生じている訳であるが、これは酸部の分解によって生まれ、酸部の分解はまた他の部分の分解によって引き起こされる。」
半時間から 1 時間の露光で地の黄緑色の上にラベンダ青の印像ができる。定着には水で洗うとよい。これに硫酸ナトリウム水溶液を加えると色がより鮮かになる。

(§ 204) この赤血塩感光紙の作用スペクトルを作ってみた。感光の強いところは青色光と紫色光のところに限られる。だから (+ 18.0) と (+ 61.0) の間で、(+ 38) に極大がある。

(§ 205) 赤血塩に塩化鉄 (Ⅲ) 水溶液を混ぜて紙に塗った。このときは青紫色光領域を越えて極赤、さらには熱線 δ 位置 (− 44.1) (§ 132) にまで作用スペクトルが延びた。付図 9 には露光につれて、 α 域から δ 域に進むことが示されている。ただこの熱線の領域では青でなく褐色になる。

(§ 206) 次に塩化鉄 (Ⅲ) をクエン酸鉄 (Ⅲ) アンモニウムに変えてみた。緑色の感光紙になる。感光性は大きく、紫外、紫、青から始まり黄色光のところまでプロシア青が沈着する。ここで止めて水洗すると付図 10 のパターンを与える。さらに露光を長くすると作用スペクトルの青色光領域が白くなり始める (付図 11)。

(§ 207) 上の混合物を塗った感光紙に湿ったままで太陽光を当てると青黒い紫色となる。また両者の混合比によって結果が違ってくる。あるときは陽画、あるときは陰画になる。

(§ 208) 黄血塩にも弱い感光性がある。これを塗った感光紙に太陽光を当てるとゆっくりとプロシア青が沈着する。変色は青、紫、ラベンダ色光

域におよぶが、あまり濃くならない。硫酸で少し酸性にした物では (+13.3) から (+20.0) までの青紫領域では青くなるが、これより紫外によった (+51) 辺では褐色になる。

(§ 209) 紙に始めクエン酸鉄(Ⅲ)アンモニウムを塗り、乾いてから黄血塩水溶液を塗る。光を当てると始めは紫色であるが乾くにつれて濃くなり、ついには真黒となる。この感光紙は陽画を与える。しかし画像は暗室におくと(空気に触れて)、黒くなってしまう。この黒くなった物の上にまた陽画を作ることができる。しかしこれは定着できない。

(§ 210) 次にクエン酸鉄(Ⅲ)アンモニウム水溶液だけを紙に塗ってみた。この黄色の感光紙は太陽光にあてても変色が見えないから感光性がないように思える。しかし4-5秒間太陽光にあててた物は一見何の変化も見えないのに、この上に赤血塩水溶液を塗ると太陽光の当たったところだけにプロシア青が沈着する。すなわち太陽光の当たったところでは2価鉄イオン(protoxide)に変わったのである。

以上のことから最初に光で変化を受ける(immediate action)のはシアン酸部(cyanic compound)ではないことがわかる。

(§ 211) Herschel はクエン酸鉄(Ⅲ)アンモニウム水溶液を塗った長い紙を用意して、これを黒紙で覆い太陽光に当てた。黒紙を1分、2分と露光してからずらすことによって露光の効果を調べた。

結果は始めからクエン酸鉄(Ⅲ)アンモニウムと赤血塩の混合物を塗った物と、まずクエン酸鉄(Ⅲ)アンモニウムに感光させてから赤血塩水溶液を塗った物とでは同じであった。

これから Herschel は次ぎのように結論する。

「われわれは、これ(中崎注：感光段階)を2つの明瞭な段階に分離するのに成功したのだ。感光(photographic influence)は始めの物(中崎注：3価鉄(Ⅲ)塩)に限られ、赤血塩はこの結果として生じた活性の(nascent)の化合物の単なる沈殿剤として作用するに過ぎない。」

(§ 212) クエン酸鉄(Ⅲ)アンモニウムの中の3価鉄イオン(peroxide)がほんとうに光によって還元されて2価鉄イオン(protoxide)になるのかを調べるために金塩を利用することを考えた。炭酸ナトリウムで正確に中和した塩化金酸(HAuCl_4 ; Herschel の用語では「solution of gold」)の

中に 2 価鉄イオンを加えると 3 価金イオンは還元されて金属金となって沈降する。まずクエン酸鉄 (Ⅲ) アンモニウム水溶液を塗って作った感光紙に画像を焼き付ける。これは版画の密着焼き付けでも、カメラの中で撮った物でもよい。印像はほとんど目に見えないが、これをシェリー酒色に中和した塩化金酸水溶液の中に入れると、次第に画像が出てくる。

定着するのにはうすい硫酸につけ、水で洗い乾燥する。さらにこの上に臭化カリウム水溶液を塗り、水洗、乾燥するとよい。この臭化カリウムはあとで (§ 217) ヨウ化カリウムに代えられている。

(§ 213) Herschel はここで、この新しい写真処方自慢する。「ほとんど魔法のような美しさにおいて、決して Talbot のカロタイプに劣る物ではない。」一体に謙虚な Herschel にしては珍しいことである。

「潜像」を「現像」する画期的な Talbot のカロタイプには「やられた」と思っているのだろう。

そして「潜像」(dormant image) を目に見えるようにするのに、自分の方法では暗室を必要としないのだと妙なところで威張っている。その上 Talbot 「Calotype」との対抗上、自分の金塩を利用する新しい写真術に「Chrysotype」(chryso, 金の) という名前を提案した。

ここで Herschel は言い訳を言う。自分はこの報告のこの個所を 1842 年 6 月 10 日に書いているのだが、仕事は不完全でここまでしか出来ていない。発表は 6 月 16 日であるからもう時間がない。それで未完成のままの状態で発表させてもらうのである。これが 2 カ月あと 8 月 29 日「追加」の伏線になっている。

Herschel も感光性に関しては自分の「クリソタイプ」が Talbot 「カロタイプ」に劣ることは認めている。しかし最後に変った特徴を強調する。

「クリソタイプ」では始めの印象は弱くても、暗所に放置しておくだけで次第に濃くなり、黒化は金塩の残っている限り続くというのである。もちろん、これは定着していない物についての事であろう。Herschel は同じような現象が塩化金酸とシュウ酸の混合物を中和した水溶液にも見られるというのでその実験の説明を付け加えている。

(§ 214) ここから Herschel はまた急に話題を変える。例のヨウ化カリウムによる焼き付け像の白化作用である。これと次ぎの (§ 215) (§ 216)

で「第 3 報」本報は終わる。ただこの辺はいかにも急いで無理に付けた感がある、内容がゴタゴタしているので説明は省略する。

「追加」(postscript) 1842 年 8 月 29 日

(§ 217) あれから天気が良かったので金塩を使う「クリソタイプ」の研究が進みよい定着法が見付かった。これには臭化カリウムをヨウ化カリウムに代えるのである。実験は次ぎのようにする。(§ 212) に従ってできた画像を井戸水で 3 回洗う。3 回目には 5-10 分間水に浸けておくといよい。乾燥してから両面にヨウ化カリウム水溶液を塗る。少しでも金塩が残っていると、ハイライト部が赤褐色になるが、これはすぐに白くなるから心配しないでよい。新しく水の中に 1-2 分浸けておけば定着はすむ。

(§ 218) 「クリソタイプ」の金塩の代わりに銀塩を使う写真処方もできる。まずクエン酸鉄(Ⅲ)アンモニウム、または酒石酸鉄(Ⅲ)アンモニウム感光紙の上に印像して「潜像」(latent picture)を作る。ここで始めて Herschel は Talbot が使った「latent」を自分の「dormant」に代えて使っている。この「潜像」に硝酸銀水溶液を塗って「現像」(develop)する。ただしこのときの現像は金塩のときより遅い。ここで Herschel は自分のハイポ定着がここでも使えると言う。

「定着にはハイポ (hyposulphite of soda) が使える。思うにこれだけが銀写真 (argentine photograph) の定着に安心して使える物である。」

(§ 219) 「シアノタイプ」(cyanotype)—Herschel はここで始めて「シアノタイプ」(青写真)という名前を提唱する。奨める人もあるから、鉄とシアン化合物の組み合わせで青い画像の生まれる写真処方の全てをこの名前で呼びたい。この写真処方には多くの組み合わせが考えられるが、自分はこれから新しい物を紹介する。これは 3 価鉄イオン(persalt)に生じた「潜像」(latent picture)をいろんな薬品で現像 (development)するのである。これには先ずクエン酸鉄(Ⅲ)アンモニウム水溶液を塗った感光紙の上に潜像を作り、この上にはほんの少しの黄血塩水溶液を塗る。ここで Herschel は黄血塩を「common yellow ferrocyanate (prussiate) of potash」と呼んだ上で、脚注を付けて自己弁護をする。

彼は名前にうるさい人間である。Herschel の意見によると組織的な命名法 (systematic nomenclature) も良いが、ふつうの化合物に対する慣

用名 (trivial name) は保存しなければならない。この点からすると海酸 (muriatic acid) が塩酸 (hydrochloric acid) と呼ばれ、硝酸 (nitric acid) が窒素酸 (azotic acid) と呼ばれるようにはならないだろう。残念ながら Herschel の予言は前者については当らなかった。

さてクエン酸鉄 (Ⅲ) アンモニウム感光紙に焼き付けると、ほとんど目に見えない陰画ができる。これに黄血塩水溶液を塗ると青紫色の陽画に変わる。すでに説明しておいた「白地青線」陽画である。

(§ 221) Herschel はここで写真処方から離れて、クエン酸鉄 (Ⅲ) アンモニウム、酒石酸鉄 (Ⅲ) アンモニウムの中の 3 価鉄イオンの結合状態について考える。これらの水溶液の中にチオシアン酸カリウム (KSCN, sulphocyanate of potash) を加えても塩化鉄 (Ⅲ) のときのように真赤色にならないからである。そして少量の硫酸を加えて始めて、この呈色反応を与える。Herschel は Berzelius の言うように、これら化合物中の鉄は「ferroso-ferric」中間段階でなかろうかと考える。

(§ 223) すでに (§ 206) で説明したように (Herschel は (§ 154) だと言う) クエン酸鉄 (Ⅲ) アンモニウムと赤血塩感光紙から青い陰画画像を作る。この上に硝酸水銀 (Ⅰ) (proto-nitrate of mercury) 水溶液を塗ると、しばらくして画像は消えてしまう。良く水洗、乾燥してからこれにアイロンをかけて加熱する。温度はリネンにかけるとより少し熱い程度である。すると色像は再現するが、色は元の青でなく褐色に変わる。この画像も暗所におくだけで数週間の内に消えてしまう。奇妙なことにこれは加熱するとまた元にもどる。

(§ 224) この熱の作用はグアヤク樹脂のとき (§ 158-160) によく似ている。

(§ 225) とにかくクエン酸鉄 (Ⅲ) アンモニウムなどの複塩 (double salt) では青色光によって 3 価鉄イオンは 2 価鉄イオン (protoxide) の状態に還元 (reduction) されるのである。このことはこれら複塩から作った感光紙に光を当てた物に、重クロム酸カリウム水溶液を塗るとわかる。太陽光に当たったところだけが変色する。これは重クロム酸カリウム紙だけに光を当てたのと同じである。光には還元力がある。これを利用して自分はまた新しい写真処方を発見した。これは水銀を主体とする物である。

(§ 226) 水銀の写真的特性—Daguerre の銀板写真でも水銀は使われているが、これは水銀が銀粒子とアマルガムを作ると言う性質を利用するだけのものに過ぎない。ところが水銀化合物の感光性は次ぎのようにして証明される。ヨウ化鉄(Ⅲ)水溶液を紙に塗って乾かしてから硝酸水銀(I) (protonitrate of mercury) 水溶液を塗って乾かす。こうして得た黄色の感光紙に太陽光を当てると数秒間で褐色になる。この画像は暗所におくと消えてしまう。しかし数時間で元どおりに復活する。この感光紙の作用スペクトルは熱線領域以外のすべての色光領域にまたがる。

(§ 227) 硝酸水銀(I)の水溶液だけを塗った感光紙の感光性は低い。しかし始めにクエン酸鉄(Ⅲ)アンモニウム感光紙を露光しておいた物に、この硝酸水銀(I)水溶液を塗ると太陽光が当たったところだけが暗所でもゆっくり黒くなる。これは硝酸水銀(I)感光紙だけを露光したときの効果に等しい。

(§ 228) ところがこの水銀塩をクエン酸鉄(Ⅲ)アンモニウム、酒石酸鉄(Ⅲ)アンモニウムと一緒にして光に当てるとその作用は大きく変化する。クエン酸(Ⅲ)アンモニウム水溶液を紙に塗って乾かしてから、この上に硝酸水銀(I)水溶液を塗って感光紙を作る。この感光紙は安定で太陽光に当てて密着焼き付けをすると美しい陰画を与えた。ただ残念ながら定着が困難である。重クロム酸カリウム水溶液を定着に使ってみたが、この時でも長くおくと画像は消えてしまった。

(§ 229) 今度は硝酸水銀(I)水溶液とクエン酸鉄(Ⅲ)アンモニウム水溶液を混ぜてみた。沈殿が生じるがこれに少量の酒石酸を加えてクリーム状にして紙の上に塗りつける。うまい比率に出会うとこの感光紙は密着焼き付けで美しい陰画を与えた。これは今まで経験したことのない鮮明な画像であった。しかし保存が効かない。「Most unfortunately, they cannot be preserved」中には1カ月も保てる物があつたが結局は消えてしまった。Children は Herschel から送ってもらった別刷のこの個所の欄外に「Oh! Dear!」と書いた。⁽⁶⁷⁾

(§ 230) この夏(1842)は今までイギリスが経験したこともない太陽に恵まれたので、多くの珍しい写真処方を試すことができた。

ただ「追加」の紙数制限があるから、これらを紹介することはできない。

その中の1つに版画を精密に複写できる物がある。この標本を王立学会総務に渡しておいたから顕微鏡で検査して、私の言葉の誤りでないことを確かめてほしい。

10. Herschel 写真研究「第4報」(1842年11月17日発表)

この報告は王立学会総務 S. H. Christie にあてられた手紙の形になっている。1842年11月17日に受理され、同じ日に読まれた。

(§ 231) から (§ 241) におよぶこの報告の表題は次のようである。

前報に報告した写真処方の改良と
太陽スペクトルのパラ熱線(parathermic rays)について

(§ 232) 1842年6月「第3報」ノート (§ 219) で述べておいた「白地青線」陽画青写真の改良法を提案する。これは始めに紙に塗るクエン酸鉄(Ⅲ)水溶液の中に、塩化水銀(Ⅱ)(昇汞, corrosive sublimate, HgCl_2)を加えておくのである。沈殿が出ない内にこれを紙に塗る。焼き付けは淡いが明瞭に画像が見えるまでにする。これを黄血塩水溶液(この中にアラビアゴム水を加えておく)の中に入れて、刷子で表面をなでる。引き上げて暗室で乾燥すると、乾燥と同時に定着が完了する。ながく放置すると始めは紫色の画像が青緑色に変わる。適正な露出時間は経験によって見付けなければならない。

(§ 233) 陰画原紙から焼き付けて陽画にするとき、元の陰画原紙の金属粒子はなるべく光を透さない方が望ましい。銀写真、金写真で作る陰画原紙はこの点で不十分である。これは水銀を利用する写真処方によってかなりの所まで改善できるように思う。おそらく水銀その物が液体であるから沈着した水銀粒子が集まって大きくなりやすいからであろう。

(§ 234) 硝酸水銀(Ⅰ)とクエン酸鉄(Ⅲ)アンモニウムを主体とする写真術を (§ 228) (§ 229) で紹介しておいたが、これがいつも成功するとは限らない。この処方ではとくに強い太陽光を必要とする。

1842年10月28日(この報文を書いている2週間ほど前のことになる)に (§ 229) に従って感光紙を作った。これは酒石酸を少なくした物であるが感光性は低かった。

それで数分間太陽光で焼き付けただけでは、僅かに淡褐色になっただけである。しかしこの上に硝酸水銀 (I) 水溶液を塗ると太陽光が当たったところだけが黒くなった。Herschel はここで「nitrate of mercury」とだけ言っているが、前後の事情から考えて1価水銀塩なのであろう。感光紙がまだ湿っている間に焼き付けると感度が上がって光の当たった所は真黒になった。

(§ 235) 以上は水銀塩の潜像 (dormant) に対するある種の刺激 (exciting) であるが、驚いたことに同じ効果は水だけを塗ってもおこる。

(§ 236) 次の実験を試してみた。始めにクエン酸鉄 (III) アンモニウム水溶液のうすい液を紙に塗り、これが乾いてから硝酸水銀 (I) 水溶液を塗る。半乾きのところで版画を原画にして密着焼き付けをした。

曇った日で太陽は傾きかかっていた。20分露光では僅かに弱い印像だけを得られた。これに水を塗ったところ少しだけ濃くなった。ところがこれを沈みかかっている太陽に5分間向けると、次第に線や陰の部分が出現してとうとうインキ黒にまでなった。これは完全な陰画である。

(§ 237) このような水による刺激はすでに1840年「第2報」 (§ 45) で酢酸鉛-塩化金酸感光紙で経験したところである。

ここでも画像は水蒸気で濃くなった。そこでもう一度、金塩で実験してみた。クエン酸鉄 (III) アンモニウム水溶液を塗ってから乾かした紙に中和した塩化金酸水溶液を塗る。半分を覆って太陽光に当てたが、それほど変わったようには見えない。ところが息を吹きかけると光の当たったところだけが黒くなった。銀塩を使っても (どんな物を使ったか書いていない) 同じ現象が見られたから、このような「湿気」 (moisture) の効果は一般的な物であろう。

(§ 238) このように水銀塩と水による刺激は同じように見えるが、水銀塩のときの画像は恒久的なのに較べて、水の場合は画像が消えやすい。

(§ 239) うえの処方を使った陰画は黒くて、焼き付けに使う原画に適している。その上に光に当たるたびに鮮鋭さを増すところが良い。

(§ 240) ここから Herschel は急に熱の作用に話題を変える。すでに1842年8月「第3報」追加 (§ 223) で少し触れてある。陰画青写真に硝酸 (I) 水銀水溶液を塗ると画像は消えるが、アイロンで熱すると再生する

ことができる。同じ現象は上の (§ 232) でのべた塩化水銀 (II) を加えて作った陽画青写真にも見られる。

このときも加熱すると青の陽画が褐色の陰画に変わった。しかも長く放置すると元の青の陽画が復元するのである。

ここで Herschel はこれらの化学変化をおこす原因を「パラ熱線」(parathermic rays) に求めようとする。Herschel によるとこれは単なる「熱」(pure heat) とは違う。

「熱線」(calorific rays) の存在はすでに 1840 年「第 2 報」ノート 2 (§ 132) の実験で証明してある。Herschel はこの「熱線」と「熱」との間に「パラ熱線」を考えるのである。これを「thermic rays」と呼んでもよいが、それでは「calorific rays」と区別がつかない。それで「パラ熱線」と呼びたい。この「パラ熱線」は分子 (molecule) から分子に伝わり、赤熱より低い温度で有機化合物におこる化学変化の原因にもなっているのだ。

(§ 241) 最後に塩化コバルト紙が加熱すると、赤から青に変色する原因に触れては、これは「熱線全体」(calorific rays generally) によっておこるのだと言う。

手紙の最後に「Collingwood, Nov. 15, 1842」とある。これが 17 日にはロンドンに届いている。

11. 「Collingwood 時代」の Herschel とその晩年

1842 年 11 月 15 日王立学会総務 Christie 宛に書いた手紙が 11 月 17 日王立学会木曜日例会で読まれた。この「第 4 報」が Herschel 写真研究報文の最後である。このあと Collingwood では写真関係の仕事はほとんどと言ってよいほどしなかった。

ただ 1842 年秋に New York 市立大学化学教授 J. W. Draper (1811-1882) が太陽光スペクトルの銀板写真を送って来たので、これについてのコメントを「Phil. Mag.」1843 年 2 月号に書いた。Draper は 2 年前の 1840 年 7 月 28 日付の手紙に添えて姉 Dorothy Catherine の銀板写真肖像を送って来ていた。この現存する「世界最古」の肖像のその後の運命と Herschel との係わりについては、私がその詳細を中京大学「教養論叢」(通巻 86 号) に紹介しておいた。⁽⁶⁸⁾

Collingwood に移ってからの Herschel の最大の課題は、南アフリカ Feldhausen 観測所での 400 夜に集めた膨大な南天観測結果の整理、発表である。このための計算は単調な作業であるが、極度の忍耐と持久力を要求する。Whewell など友人は John の健康を心配して助手を雇うように奨めた。しかし彼はあとあとまで助手の力を借りる事はしなかった。

本格的に計算を始めたのは 1842 年末からである。そして 1843 年 9 月ごろからは 1 部が活字に組まれ始めた。計算は夜遅くまで続くことが稀でなく彼も疲れて来た。

1844 年 7 月 22 日付 Sabine 大佐への手紙に次ぎのようにある。⁽⁶⁹⁾

「私は自分の健康が急速に衰えて行くのを感じます。多くの徴候は私になすべき事は早くしなければならない、命というのは時間なのだと告げています。」

こんな中にも彼は暇を見付けては Schiller 「Der Spaziergang」、Dante 「Inferno」の翻訳を試みたりしている。

1842 年 7 月 Manchester 市であった「英国科学振興会」に招かれたドイツ天文学者 F. W. Bessel (1784-1846) が、その帰りに Collingwood に寄って 2 日滞在した。ここで Bessel は Herschel に父 William が 60 年前に発見した天王星のまだ外に惑星が存在する可能性について語った。⁽⁷⁰⁾ 天王星の軌道計算がこれを示唆するのである。持ち前の性急さから Herschel は F. Baily (1774-1844) に手紙を書いて、11 等星までの星を組織的に探すべきであると提案している。Herschel は知らなかったのであるが、このころすでに J. C. Adams (1819-1892) がこの未知の惑星の軌道の計算を開始していた。Adams は John の Cambridge 大学の後輩で当時まだ学生であった。この惑星が海王星であるが、この実際の発見は 4 年あとの 1846 年 9 月のことになる。

1844 年夏の「英国科学振興会」は、この年 York 市で開催された。ここで Herschel は新しい写真術「Amphitype」を発表した。鉛塩を主体とする感光紙を使った物で、処理の仕方によって陽画にも陰画にもなると言うので「amphi (両方)」としたのである。この名前は 1843 年 3 月 24 日付手紙で Talbot が示唆してくれた。Talbot はあとでこの名前を Herschel から返してもらい (1851 年 5 月)、自分のガラス写真に付けて第 4 写真特許

(1851) の中に含めて申請した。⁽⁷¹⁾

1845 年 Herschel が久し振りに光学現象について発表した 2 つの報文には奇妙なことに共通したギリシャ字の題「ἀμόρφωτα」(Amorphota, 変物) が付いている。硫酸キニーネと酒石の水溶液は見る角度によって光が違って見えるという現象である。この現象は 1852 年 G. G. Stokes (1819-1903) によって現在の言葉で言う「蛍光」で説明されることになった。

そして次ぎの年, 1846 年秋に問題の「超天王星」惑星, 海王星が発見された。Adams はすでに自分の計算結果を前の年 1845 年 9 月に Cambridge 天文台の J. Challis に告げていた。Challis はこれを Greenwich 王立天文台長 G. B. Airy (1801-1892) に送って Adams の予言している場所を探してくれるように依頼した。

ところが頑固な Airy はまだ学生 of Adams の計算結果などを信用しない。細かい事を Adams に問い正している間に問題の場所が昼間の領域に入って観測できなくなってしまった。

フランスでは同じ時期に U. J. J. Leverrier (1811-1877) が同じ計算をしていて、彼の方はこの結果を Berlin 天文台の Galle に送って探索を依頼した。Galle は渋る天文台長 Encke を説得して 1846 年 9 月 23 日夜とうとう Leverrier が「みずがめ座」に指摘したとおりの位置に星図にない 8 等星を発見した。

この報告を聞いて Airy と Challis が驚いたのは当然である。しかも Challis の観測日記にはすでに同じ 1846 年 8 月 4 日と 12 日の 2 回この星が 8 等星の恒星として記録されていたのである。

こうして海王星発見の優先権をめぐる争いが発生した。この年 10 月 3 日 Herschel は週間誌「Athenaeum」に「Leverrier の星について」を寄稿して調停に努めている。

こんな間にも Herschel の南天観測集成「Results」刊行の仕事の方は休みなく続けられ、1847 年 3 月 7 日の原稿に「Finis」と書くことができた。

この日は彼の 55 歳の誕生日である。John は日記に「ママと子供が月桂冠を頭に載せてくれた」と記入した。

この本の出版費は Northumberland 侯 (1785-1847) が援助してくれた。本の扉絵にはテーブル山を背景にした「20-フート」望遠鏡を描いた銅

版画がある。また最後のページにある銅版画には林に囲まれたオベリスクが描かれている。これは希望峰 Feldhausen 観測所跡にある物で、ここに滞在中 Herschel が南アフリカ教育改善などに尽くした功績を称えて土地の人が 1842 年 2 月 15 日にこれを建てた。⁽⁷²⁾

「Results」は 7 章に分かれていて、初の 4 章までは主に南天の星雲、星団、2 重星、恒星の数（「star gauze」）などを扱っている。第 5 章は Halley 彗星観測にあてられている。希望峰滞中にこの彗星が接近したのである。観測は 1835 年 10 月から 1836 年 5 月にわたった。

本には多くの挿画がついている。

第 6 章、第 7 章にはそれぞれ土星の衛星と太陽黒点の観測結果が集録されている。全体として 60 数板の銅版画があるが中でも圧巻なのはオリオン星雲と、いわゆる「Key-hole」星雲を写した図である。「りゅうこつ座」 η 星 (η -Carinae) を囲むこの「鍵孔」星雲は中に 1,200 もの星を含み、その美しさについて Herschel は次のように言う。⁽⁷³⁾

「この星雲の与える眺めの美しさと崇高さを言葉で完全に表現するのは不可能である。」

この「Results」に王立学会から Copley メダルが与えられたことは前に書いたが、Herschel にとってそれにも増して嬉しかったのは、あんなにも一人の甥の成功を喜んでくれていた Hanover の叔母 Caroline の存命中にこの本が彼女のもとに届いた事であろう。

Caroline は年が明けるとすぐの 1848 年 1 月 9 日に亡くなった。辛じて間に合ったのである。兄 William の死から 26 年 Hanover で 1 人で暮らしていた彼女は 98 歳の高齢になっていた。

「Results」出版の 1847 年夏の「英国科学振興会」はその年 Oxford 市であった。Herschel が運動してフランスから Leverrier をこれに招くことにした。Herschel はさらに Adams と Leverrier 2 人を 7 月 10 日 Collingwood の自宅に招待して食事をともにした。この時代こんな事ができるのは英国では Herschel、大陸では A. Humboldt ぐらいであろう。

1849 年「Outlines of Astronomy」が刊行された。これは希望峰に行く年、1833 年に出版された「A Treatise of Astronomy」を根本的に増補して書きなおした物である。あと Herschel の死後 1873 年までに 12 版を重

ねた。シナ語, アラビア語の翻訳まで出ている事はその評判の良かった事を裏書する物と言えよう。

次ぎの年, 1850 年 Herschel は 58 歳であるが, この 12 月に造幣局長官 (Master of the Mint) に就任する。この職はかって Newton が 1699 年 (56 歳) からその死の 1727 年 (84 歳) まで就いていた官職であるから, John の声名からしてこの就任はおかしくはない。ただ彼がこの歳まで頑に官職に就くことを拒んでいただけにこの行動は人びとを驚かした。

彼にして見たらここからの給料で家計を助けたかったのかも知れない。子供はもう 11 人に増えている。

この職には 1856 年 4 月 27 日まで約 5 年半いたが, この就職は失敗だったようである。家族から離れてのロンドンでの独り暮らしは John に徹えたらしい。健康を害して車椅子生活をしたり, ときには痛みを鎮めるのに阿片を服用することまであった。John の後任にはロンドン大学化学教授 Thomas Graham (1805-1869) が就いた。コロイド化学研究 (1861) などで有名な化学者である。

このあと John はその死まで 15 年間 Collingwood に引き籠って暮らした。1864 年 10 月 29 日には A. Brothers の質問に答えて自分のハイポ定着発見の経緯を手紙に書いた。自分も忘れかかっていた 25 年も前 1839 年初頭の出来事である。この手紙の全文は私が中京大学「教養論叢」(通巻 88 号) に紹介しておいた。⁽⁵⁾

この 1864 年には別の仕事が完成した。

懸案の星雲, 星団のカatalogueである。

「Catalogue of Nebula and Cluster of Stars」(1860 年分点)

これには総計 5079 個が集録されている。このCatalogueはこれから 25 年経って J. L. E. Drayer (1852-1926) が増補完成させた。このときの集録個数は約 13,000 個である。

これらに付けられたのが有名な「NGC」番号である。

「A New General Catalogue of Nebula and Clusters」

John はまた父親 William が開始し, 自分も継続した 2 重星観測結果をCatalogueにまとめようとしている。その 1 部は 1867 年に発展されたが, 完成は彼の死後 1874 年になった。

この中には10,300個の重星が記録されている。

1865年になるとHomer「Iliad」を英詩「hexameter」の形に翻訳する試みをした。これは次ぎの年に出版された。なるべくギリシャ単語をそれに相当する英単語に置き換える努力をして、止むを得ず加えた英単語は別の活字にして入れるという凝りようであった。

これを詩人Tennysonは「burlesque barbarous experiment」とけなしたが、友人のWhewellは褒めてくれた。

この長年の友人Whewellも次の年1866年3月6日に死亡した。

Johnの身辺も次第に寂しくなる。

1867年Johnは75歳である。このころの彼の姿を有名な女流写真家Julia Margaret Cameron (1815-1879) が撮った肖像写真に見ることができる。Cameronはインド生まれであるが、1848年帰国してからHerschel家とは親しい仲で、Collingwoodにもしばしば来て数日間滞在している。このころの写真はコロジオン湿板写真であるから、移動暗室その他写真装置一式を馬車に乗せて持って来るのである。⁽⁷⁴⁾

彼女が撮ったHerschelの写真は3種類ほど残っている。

白髪に囲まれたJohnの顔はさすが衰えを示してはいるが、その瞳だけは英知に輝いている。

1871年数学者A. de Morgan (1806-1871) が亡くなった。

未亡人に寄せたJohnの手紙には自分が彼の後を追うのもそう遠くはないだろうとある。

Johnが79歳の生涯を終えたのは同じ年の5月11日である。

5月19日Westminster寺院に葬られた。墓はNewtonの墓の近くに建てられている。

19歳でJohnと結婚し、42年の結婚生活の間に12人の子供を生んだ妻Margaretは、このあと13年生きて1884年8月3日に死亡した。

彼女も74歳になっていた。

「Dictionary of National Biography」にJohnの伝記を書いたA. M. Clerkeは、JohnとMargaretの結婚を「a union of unclouded happiness」と形容している。ただ彼女の「Cape日記」は残念ながらほとんど判読不可能であると言う。⁽⁷⁵⁾

だが彼女がまとめてくれた「Memoir and Correspondence of Caroline Herschel (1750-1848)」(1876) は William, Caroline, John の「The Three Herschels」の姿を現在にまで生き生きと伝えてくれている。

この「写真史シリーズ」の論考を書くにあたって、いつものように富士写真フイルム株式会社 足柄研究所 安達慶一氏には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 参考掛 宮岸朝子, 片山俊治, 東田葉子, 中京大学附属図書館 清水守男, 田中良明の諸氏から多大の御援助を賜った。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

- (1) 中崎昌雄「1839 年 3 月 14 日 Herschel『写真研究』発表—Talbot との交渉をめぐって」中京大学「教養論叢」第 30 巻, 第 4 号 (通巻 89 号) 1179 (1989).
- (2) *Proc. Roy. Soc.*, 4, 131 (1839); *Phil. Mag.*, 14, 365 (1839).
- (3) L. Schaaf, *History of Photography*, III/1, 47 (1979) (以下に「Schaaf (1)」と略す).
- (4) 1839 年における写真研究発表については次ぎを見よ. 中崎昌雄「写真発達史における 1839 年という年—W. H. F. Talbot の場合」中京大学「教養論叢」第 29 巻, 第 2 号 (通巻 83 号) 275 (1988).
- (5) Herschel「ハイポ研究」については次ぎを見よ. 中崎昌雄「だれが初めて『ハイポ』(次亜硫酸ナトリウム)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).
- (6) 文献 2, p. 132.
- (7) *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 1 (1840).
- (8) *ibid.*, 181 (1842).
- (9) *ibid.*, 1 (1843).
- (10) L. Schaaf, *History of Photography*, IV/3, 181 (1980) (以下に「Schaaf (2)」と略す).
- (11) 中崎昌雄「『直接陽画』ガラス, 紙写真発達小史」中京大学「教養論叢」第 29 巻, 第 4 号 (通巻 85 号) 985 (1989).
- (12) 「Schaaf (2)」p. 199.
- (13) H. J. P. Arnold, *Henry Fox Talbot* (以下に「Talbot」と略す) Hutchinson Benham, London, 1977, p. 126.
- (14) Günther Buttmann (B. E. J. Pagel 訳), *The Shadow of the Telescope* (以下に「Shadow」と略す) Lutterworth, London, 1970, p. 120.

- (15) L. P. Kirwan, *A History of Polar Exploration* (Penguin Books) Penguin Books Ltd., London, 1962, p. 107.
- (16) 「Talbot」 p. 118.
- (17) H. C. King, *The History of the Telescope*, Dover Pub. Inc., New York, 1955, p. 204.
- (18) 「Shadow」 p. 154.
- (19) E. Ostroff, *J. Phot. Sci.*, **27**, 75 (1979) (以下に「Ostroff」と略す).
- (20) R. D. Wood, *Ann. Sci.*, **27**, 242 (1971).
- (21) F. Darwin, *The Autobiography of Charles Darwin*, Dover Pub. Inc., New York, 1958, p. 24.
- (22) 文献 1, p. 1255.
- (23) 「Talbot」 p. 124.
- (24) 「Talbot」 p. 114.
- (25) 文献 5, p. 694.
- (26) 「Talbot」 p. 115.
- (27) *Proc. Roy. Soc.*, **4**, 124 (1839); *Phil. Mag.*, Series 3, Vol. 14, 209 (1839).
- (28) 文献 11, p. 1001.
- (29) 「Schaaf (2)」 p. 193.
- (30) *Compt. rend.*, **8**, 341 (1839).
- (31) Herschel はここでは潜像を「dormant」と呼んでいる。Talbot の使った「latent」を Herschel が始めて使うのは 1842 年報文 (§ 218) からである。
- (32) 「Ostroff」 p. 75.
- (33) 「Ostroff」 p. 76.
- (34) 「Schaaf (1)」 p. 58.
- (35) 中崎昌雄「だれが初めて没食子酸による『潜像』の『現像』を発見したのか— J. B. Reade とその写真研究」中京大学「教養論叢」第 30 巻, 第 2 号 (通巻 87 号) 393 (1989).
- (36) *Proc. Roy. Soc.*, **4**, 312 (1841).
- (37) *ibid.*, **4**, 134 (1839); *Phil. Mag.*, **14**, 368 (1839).
- (38) 「Schaaf (2)」 p. 200.
- (39) *ibid.*, p. 200.
- (40) 文献 5, p. 702.
- (41) R. S. Schultze, *J. Phot. Soc.*, **13**, 57 (1965).
- (42) 「Shadow」 p. 209.
- (43) Talbot の写真画集「自然の鉛筆」(1844) 写真 20 にもレース模様がある。中崎昌雄「世界最初の『写真』画集—Talbot『The Pencil of Nature』」中京大学「教養論叢」第 28 巻, 第 3 号 (通巻 80 号) 693 (1987).

- (44) 文献 11, p. 1007.
- (45) L. J. Schaaf, *Sun Gardens-Victorian Photograms by Anna Atkins*, H. P. Kraus Jr. Inc., New York, 1985.
- (46) F. Cajori, *A History of Physics.*, Dover Pub. Inc., 1962, p. 97.
- (47) 「Shadow」 p. 42.
- (48) 「Ostroff」 p. 76.
- (49) 「Talbot」 p. 125.
- (50) 「Talbot」 p. 125 によると, これらの手紙は 1840 年 8 月 30 日と 9 月 1 日に書かれたことになっている。「Ostroff」 p. 77.
- (51) 笹井 明「写真の化学」写真工業出版, 1982, p. 152.
- (52) J. M. Eder (E. Epstein 訳), *History of Photography*, Dover Pub. Inc., New York, 1978, p. 128.
- (53) 中崎昌雄『「Lichtschreibekunst (Photography)」の発明—Johann Heinrich Schulze とその光化学的研究」中京大学「教養論叢」第 29 巻, 第 1 号 (通巻 82 号) 35 (1988).
- (54) 文献 41, p. 57.
- (55) 「Shadow」 p. 105.
- (56) 文献 53, p. 35.
- (57) 文献 52, p. 102.
- (58) 文献 52, p. 196; V. Fouque, *The Truth Concerning the Invention of Photography*, Arno Press, New York, 1973, p. 44.
- (59) 「Schaaf (2)」 p. 191.
- (60) *Ibid.*, p. 194.
- (61) T. H. Pearson, A. J. Ihde, *J. Chem. Ed.*, **28**, 267 (1951).
- (62) 「Ostroff」 p. 78.
- (63) *Proc. Roy. Soc.*, **4**, 312 (1841).
- (64) H. Gernsheim, *Image*, **8**, 133 (1959).
- (65) J. E. Huheey, *Inorganic Chemistry, Principles of Structure and Reactivity*, Harper & Row Pub., New York, 1972, p. 413.
- (66) 菊池ら編「科学写真便覧」中巻, 朝倉書店, 昭和 34 年, p. 321.
- (67) 文献 41, p. 68, 伝記は次ぎにある. *Dictionary of National Biography*, **4**, 249.
- (68) 中崎昌雄「現存する『世界最古』の肖像写真—J. W. Draper とその光化学的研究」中京大学「教養論叢」第 30 巻, 第 1 号 (通巻 86 号) 55 (1989).
- (69) 「Shadow」 p. 156.
- (70) 海王星の発見については次をみよ. M. Grosser, *The Discovery of Neptune*, Dover Pub. Inc., New York, 1979.
- (71) 中崎昌雄「Talbot『写真特許』とその問題点—1841, 1843, 1849, 1851 年特

許」中京大学「教養論叢」第 29 卷, 第 4 号 (通卷 85 号) 973 (1989).

(72) 「Shadow」図版, p. 88.

(73) R. Burnham Jr., *Burnham's Celestial Handbook*, Vol. 1, Dover Pub. Inc., New York, 1978, p. 466.

(74) H. Gernsheim, *Julia Margaret Cameron*, Aperture, New York, 1975.

(75) David S. Evans et al, ed., *Herschel at the Cape*, Univ. Texas, Austin, 1969, p. xxiv.

(76) *Dictionary of National Biography*, 18, 398.