

# 1700年代のキナズリーの静電気実験講座の「授業」分析 と“natural philosophy”教育

The analysis of lectures on “ELECTRICAL FIRE” by Kinnersley in the Eighteenth Century  
: the practice of “natural philosophy” education

---

宮地 祐司  
MIYACHI Yuji

Many public lectures in “natural philosophy” were provided in Europe and colonial America in the eighteenth century, when was before “science” was taught in school education. These lectures were often re-garded as mere spectacles. The purpose of this paper is to verify the evidence that the lectures worthy of high praise for “natural philosophy” education were indeed existed.

As a piece of evidence, I introduce the subject of public lectures on “ELECTRICAL FIRE” by Ebenezer Kinnersley(1711-78). which were exhibited for the people in Philadelphia in colonial America for 25 years. Kinnersley advertised his lectures 68 times in the Pennsylvania Gazette, and 13 articles showed all topics covered in each lecture. In this paper, based on the thoroughly analysis of the transition of the covered topics through time, I reveal the progress of his lectures and discuss the signification of these.

This study dealing with Kinnersley's lectures two-and-a-half centuries before shed light on an important frame for considering present education, which has lost contact with “natural philosophy” education. I believe I have discovered one of the buried treasures of educational history that deserves to be continued.

## 1. はじめに

1700年代のヨーロッパや植民地時代のアメリカでは、貴族や市民を対象にした実験講座が数多く開かれた。それらの講座は人気があり、実験器具を持って各地を回り講座を開く巡回実験講師が登場するようになったほどである。人々はこれらの講座に参加費を払い受講した<sup>1</sup>。そんな講座の1つに、アメリカ植民地時代のエビニザー・キナズリー (Ebenezer Kinnersley, 1711-78) による静電気実験講座がある。キナズリーはフランクリン (Benjamin Franklin, 1706-90) の弟子であり研究仲間であり友人であった。少なくとも 1749～74年までの25年間にわたり、居住地フィラデルフィアを

中心に市民向けの静電気実験講座を続けた人物である。その講座は当時の最先端であるフランクリンの電気一流体説に基づいたもので、避雷針の普及にもその講座は大きな影響を与えたものと推測できる。250年以上前のキナズリーの講座の「授業」<sup>2</sup>内容を分析し明らかにするのが本稿の目的であり、そこから現代、そして未来の教育にどう活かすかの考察もする。

フランクリンの電気研究の全貌は彼の著書 *Experiments and Observations on Electricity* (1751)<sup>3</sup>があり、1600～1700年代電気研究史はヘイルブロンによる詳細な研究がある<sup>4</sup>。一方、1700年代の市民相手の科学実験講座の啓蒙・教育史、文化史は日本ではほとんど紹介されて来なかった<sup>5</sup>が、欧米では研究蓄積<sup>6</sup>がある。しかし、本稿のような講座の「授業」内容の変遷を詳細に分析した先行研究は筆者の知る限りない。

## 2. キナズリーの生涯と静電気実験講座

キナズリーの生涯についてはルメイによる詳細な評伝<sup>7</sup>があるが、日本語で詳細に紹介したものはない。最初にキナズリーの生涯を簡単に紹介する。

キナズリーは1711年11月30日、英国の南西部グロスターに生まれた。3歳になる前にアメリカ植民地のフィラデルフィア近くへ一家で移住。父はペネバックのバプティスト教会の牧師補となる。22歳の時に父が亡くなり、翌年、洗礼を受け牧師見習いとなる。当時、アメリカ植民地はキリスト教信仰復興運動の最盛期であり、その大衆の感情に訴える熱狂的な信者獲得のやり方をキナズリーは批判し、バプティスト教会との激しい論争を引き起こした。最終的には教会側と和解し、31歳の時にキナズリーに聖職が授けられたが、彼は二度と説教壇に立つことはなかった。

牧師になることを放棄した失業中のキナズリーが静電気実験講師になったのは、アメリカ植民地で初めて本格的な電気研究を始めたフランクリンの勧めによる。キナズリーはフランクリンが書いた二編の「授業」案<sup>8</sup>をもとに、1749年37歳で巡回静電気実験講座を植民地各地で始めた<sup>9</sup>。1753年秋、41歳でフランクリンの紹介でフィラデルフィア学院<sup>10</sup>の英語教師の職に就く。教師時代もフィラデルフィアで、クリスマス休暇やイースター休暇を中心に一般市民向けに静電気実験講座を開催。60歳で退職し、その後も講座を続ける。アメリカ独立宣言が出され2年近くがたとうとする1778年3月、ペンシルベニアのペネバックで亡くなる<sup>11</sup>。享年66歳<sup>12</sup>。

キナズリーには1冊の著書もなく、肖像画も残っていない。そんな彼の講座内容を調べることもできるのだろうか。幸いなことに、フランクリンが発行していた『ペンシルベニア新報』<sup>13</sup>にフィラデルフィアで開催されたキナズリーの講座の新聞広告記事が68回掲載され、そのうちの13回には「授業」項目が詳細に載っている<sup>14</sup>。本稿ではこの新聞広告記事すべてと、「授業」項目やその変遷を悉皆的に比較することにより、キナズリーの講座の「授業」内容を分析する。

## 3. 講座の新聞広告記事からみた「授業」項目の変化

キナズリーの静電気実験講座を行った25年間を3つの時代に分類し、その新聞広告記事の回数をまとめたのが表1<sup>15</sup>である。

表1 キナズリーの静電気実験講座の時代区分と新聞広告記事回数

	年代	期間（静電気シーズン）	新聞広告の回数（「授業」項目掲載の広告回数）
① 巡回講師時代	1749～1753	4年3か月（4静電気シーズン）	7回（4回）
② 教師時代	1753～1772	19年3か月（19静電気シーズン）	49回（9回）
③ 退職時代	1772～1774	1年5か月（2静電気シーズン）	12回（0回）
合計	1749～1774	24年11か月（25静電気シーズン）	68回（13回）

まず、資料1で「授業」項目が載っている新聞広告記事がどんなものかを示すために、その1つ（1761.3.19）を訳して紹介する<sup>16</sup>。これは、教師時代の真ん中の頃で、「授業」項目がわかる最後の広告記事である。実際の講座もこの順番どおり忠実に行われていたと筆者は確信するが、その論拠は後で述べる。なお広告記事中に使われている Electric Fire という言葉は今の〈静電気〉あるいは実体的には〈電子〉や〈イオン〉に相当する。本稿では〈電気火〉と訳し使用する。当時はまだ動電気は認識されず、電気学＝静電気学の時代である。

キナズリーの講座は25年間、基本的に「授業」Iと「授業」IIが別の日に行われ、〈「授業」IとIIがセットで1講座〉という構成になっている。「授業」項目がわかる13回の広告記事をもとに内容を整理すると、「授業」項目は事細かく改訂がされていることがわかった。それを《1版》《2版》《3版》《3'合体版》《4版》の5つに分類した<sup>17</sup>。資料1は《4版》である。

表2 「授業」項目が掲載されている広告記事からの講座の分類

	時代区分	「授業」 I 項目数	「授業」 II 項目数	合計 項目数	広告掲載日（静電気シーズン）	備考
《1版》	巡回講師時代	20	15	35	① 1751.4.11 ② 4.18（2回目） ③ 1752.9.14 ④ 9.21（4回目）	フィラデルフィアでの講座は《1版》巡回講師時代は、西インド諸島巡回講座から《2版》
《2版》	教師時代	20	23	43	⑤ 1754.12.12 ⑥ 12.26（6回目） ⑦ 1755.3.18 ⑧ 3.25（6回目）	《2版》：5～7回目静電気シーズン 教師時代の最初から《2版》
《3版》		26	23	49	⑨ 1757.12.22（9回目） ⑩ 1759.12.27（11回目）	《3版》：9～11回目静電気シーズン 8回目静電気シーズンは広告なし
《3'合体版》				36	⑪ 1758.12.28（10回目）	「授業」IとIIを合体して1日で 1759.1.2（火）、1.4（休）の2回のみ
《4版》		27	22,21	49,48	⑫ 1760.12.25 ⑬ 1761.3.19 （12回目）	「授業」項目が載っている広告は12回目 の静電気シーズンが最後

資料 1 キナズリーの『ペンシルバニア新報』に掲載された講座の新聞広告記事 (訳は宮地による)

<p style="text-align: center;">フィラデルフィア, 1761年3月19日</p> <p><b>好奇心旺盛なみなさまへのたのしみごとのために</b></p> <p>電気の実験講座が、カレッジで(空気が十分に乾燥していれば)今月の23日と24日の月曜日と火曜日に、そして再び、次の水曜日と木曜日に公開されます。その講座は、稲妻の性質と特性についての「授業」がともなっていて、稲妻の最悪で最も恐ろしい結果を防ぐ、信頼できる方法が示されます。</p> <p style="text-align: center;">フィラデルフィア学院・カレッジの 英語と弁論術の教授、学芸修士 エビニザー・キナズリーによる</p> <p style="text-align: center;">「授業」I</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>一般的な電気について。その発見についてのいくつかの説明をする。</li> <li>ガラスを摩擦することによって普通に生じる〈電気火〉は、摩擦することで新しく作られるのではないことを示す実験。</li> <li>〈電気火〉は、ガラスという物質から引きだされるのではないこと。</li> <li>〈電気火〉は、取り巻いている空気から集められたものでもないこと。しかし、</li> <li>〈電気火〉は、帯電したガラスによって、大地からあるいは、その間にある他の〈電気火〉を通す物体から引きつけられること。地球全体つまり全てのものは〈電気火〉のある量をいつも含んでいて、それは平常量と呼ばれている。</li> <li>我々の体には、家に火をつけるのに十分な〈電気火〉がいつでも含まれていること。</li> <li>〈電気火〉は台所の火と同じものではないこと。</li> <li>〈電気火〉は動いていない状態の時には、感じられる熱はないこと。しかし、</li> <li>〈電気火〉が他の物体を通り抜けて激しく動くことによって、〈電気火〉自身と物体の両方に熱が生じること。</li> </ol> <p>上で述べたすぐ前の2つのことは、新しくつくられた、とても正確な温度計によって証明されるだろう。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>〈電気火〉は、水中でも消えないこと。最も小さい〈電気火〉の火花を消すにも川ひとつでも十分ではない。</li> <li>〈電気火〉の火花は冷たい水から、あるいは氷の塊からさえ生じるのを見て感じられること。それは、激しく火をつけるだろう。</li> <li>〈電気火〉は、非常にとらえがたい流体であること。〈電気火〉は、我々が知っている他の物質を通るよりもたやすく、いろんな種類の金属と同じくらいの密度が大きい物体を通り抜ける。</li> <li>〈電気火〉は、広い場所を通過するのに、感じられる時間はかからないこと。</li> <li>ガラスとイオウは、異なって帯電すること。それはイオウ球を用いたいくつかの不思議な実験によって示されるだろう。</li> <li>〈電気火〉を平常量だけ含んでいる物体どうしは、互いに引きつけも反発もしないこと。</li> <li>プラスに帯電した物体——その大きさに比例して〈電気火〉の平常量は増えている——は、互いに反発すること。</li> <li>マイナスに帯電した物体——その大きさに比例して〈電気火〉の平常量は減っている——は、プラスに帯電した場合と同じように強く互いに反発するように見えること。</li> <li>大きさに比例して違う量の〈電気火〉を含んでいる物体どうしは、互いに引きあうこと。その違いが大きくなればなるほど、引きあう力は強くなる。</li> <li>離れた物体どうしの違う量の〈電気火〉は、細くするどい先端の形の金属によって、よりたやすく、そして他のどんな形より、より離れていても、同じ量になること。</li> <li>物体は、同じガラスで、同じ摩擦をすることで、プラスにもマイナスにも帯電させることができること。</li> <li>帯電した砂粒のシャワー。それは、落ちるのと同じ速さで再び上っていくのが見られる</li> <li>1匹のつくり物のクモ。それは、〈電気火〉によって命を吹き込まれ、まるで生きているクモのように動く。</li> <li>触れると動くオジギソウのような植物の[模型による]実演。</li> <li>帯電した先端で発見された新しい特性。それによって、電気競馬のようなものを見せられるだろう。</li> <li>ご婦人の火、つまり、女性の唇やほほから矢のように飛ぶ〈電気火〉によって拒否されるあいさつのキス。そのため彼女はどんな人がキスをするのも寄せつけないだろう。</li> <li>水の入った帯電したガラスの小瓶によって鳴る8つの音楽ベル。</li> <li>人の1本の指から出る〈電気火〉によって発射される11丁の鉄砲装置。</li> </ol>	<p style="text-align: center;">「授業」II</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>有名なライデンでの実験の説明。それは、電気についてなされてきた主な発見のほとんどの基礎となる。</li> <li>ライデンでの実験を行なう空の瓶。その瓶の内側の表面とつながっている導体はない。</li> <li>同時に多数の人の体を通って流れる〈電気火〉のびっくり仰天する力。</li> <li>愉快な実験。それは、それを試している人々によってだけしか理解されない。</li> <li>帯電したコイン。差し出されても、誰も取れないだろう。</li> <li>ご婦人の両目から(比喩なしに)矢のように飛ぶ〈電気火〉によって点火されるアルコール。</li> <li>稲妻と同じであることを示される〈電気火〉。</li> <li>絵にかいた雷雨の中の1つの雲から矢のように飛んでくる、本当の稲妻の輝く閃光。</li> <li>説明される稲妻の原因と結果。</li> <li>1帖[24枚または25枚。製本する前の一折り]の紙を通して完全な穴があく少量の〈電気火〉の力。</li> <li>〈電気火〉によって瞬間に殺される動物たち。</li> <li>ガラスの上で〈電気火〉によって融け、それで物質と混合した金属。</li> <li>赤くなり、燃えるように熱くなるまで、〈電気火〉によって熱せられた針金。</li> <li>なぜ雷雲は、他の雲より空中のより低いところに浮んでいるか、そしてなぜ高い所は稲妻が最もしばしば落ちるのかを示す実験。</li> <li>なぜ稲妻はジグザグの方向に空中を通って矢のように飛んでくるのか。</li> <li>なぜ稲妻は、冬より夏により多いのか。</li> <li>家や船などが稲妻による被害を受けることを防ぐことが示される、信頼できる方法。</li> <li>稲妻の閃光が小さな家に落ち、イスに座っている小さなご婦人に向かっ矢のように飛んでいく。にもかかわらず、その女性はケガをしない。一方、そばに立っていて、より離れていて危険がないように思える黒人の像は、稲妻の影響を非常に受けているだろう。</li> <li>稲妻に対して守る努力をすることは、さしてがましいことではないし、自然宗教や啓示宗教のどちらの原理にも矛盾することではない。</li> <li>稲妻によって動く不思議な機械。それは、8つの音楽ベルでいろいろな旋律を奏でる。</li> <li>稲妻が10フィート[約3m]の水中を通った後に、稲妻によって発射される11丁の鉄砲装置。</li> </ol> <p>自然を知ることにより、人間の心は広がり、我々に自然の創造主のより気高い、より雄大で崇高な考えを与えてくれるでしょう。したがって、この実験講座は、ある人々にとって、とても愉快な楽しみことになるだろうと思います。</p> <p>この町で昨年の夏に、5軒目の家に雷が落ちました。そのうちの1軒は、同じ嵐で2度、落雷がありました。そして、そのような事故が再び起こるかもしれない季節が近づいてきています。誰の家が次に被害にあうのかは誰にもわかりません。だから、自分の住居をそのような恐ろしい災害から実際に守りたい人は、この講義と稲妻による実験によって、最近まで世界中で分かってきたことより多くの稲妻の性質と特性を学べるでしょう。同時に、それらの稲妻の性質と特性は、以前の場合には決して示されなかった証拠、どんな疑いも許さないような証拠によって、十分に納得されることでしよう。その証拠というのは、賢明で立派なフランクリン博士によって、安全のために提案された方法が、もし実行されるならば、間違いない成功をもたらすということです。</p> <p>そして、その結果として、人類はそこで不服を唱えるかわりに、役にたつ発見に対して神を賛美する偉大な理由をもつことになるのです。</p> <p style="text-align: center;"><b>「思慮深い人は災害が来ると見れば身を隠す 浅はかな者は通り抜けようとして痛い目に遭う」</b> 旧約聖書箴言 22章3節</p> <p>「授業」は、それぞれの日に、午前11時きっかりに始まります。チケットは、マーケット通りのキナズリー氏の家とロンドン・コーヒーハウスで扱っています。料金は各「授業」につき、半ドル[約200円]。</p>
--	---

キナズリーは資料1の新聞広告記事を出した後も43回の広告を掲載しているが、そこには「授業」項目は掲載されていないため、残り14年間の「授業」項目は追跡できない。しかし、その43回の広告記事から、その後も「授業」IとIIの合計項目数に増減があり<sup>18</sup>新しい項目が加えられていたこと<sup>19</sup>は伺える。一方、〈退職時代〉の最後の広告記事(1774.3.2, 資料1)まで「この講座にはわずか2つの「授業」があるだけです」<sup>20</sup>と記載され続けていることから、〈「授業」IとIIがセットで1講座〉というスタイルは25年間にわたり基本的に維持されていることがわかる<sup>21</sup>。

以下、「授業」IとIIを別々に、その項目の改訂の変遷を分析することで、フランクリンの電気理論が講座の参加者にどう伝えられ、どう工夫されたのか、その「授業」内容を分析していく。

#### 4. 「授業」Iの構成と改訂

「授業」Iの「授業」項目の変遷をまとめたのが図1である。「授業」Iは、前半の「〈電気火〉の法則やイメージに関する項目」と後半の「法則やイメージを確認するとても不思議でたのしい実験」とに分類できる。図1は「授業」項目数の増加だけでなく、実線の交差が多いほど配列順序の変化があり構成が改訂されたことが視覚的にわかるようになっている。

##### (1) 「授業」項目の割合の変化からみた講座の内容

図1より前半の「〈電気火〉の法則やイメージに関する項目」数の割合が、《3版》《4版》と次第に多くなっていくのがわかる。《1版》では「授業」項目数の半分ほどだったが《4版》では全体の3/4ほどに増加し、逆に後半の「法則やイメージを確認するとても不思議でたのしい実験」数は1/4ほどに減っている。さらに《2版》から《3版》、《3版》から《4版》の配列順序の改訂も前半に集中している。

1700年代の公開講座の中には見世物そのものであったり、詐欺やペテンまがいのことが行われたことも事実である<sup>22</sup>。しかし、この「授業」項目数の割合の変化から、キナズリーの「授業」の中心は、決して見世物的デモンストレーションではなく、〈電気火〉の法則を確かめイメージを豊かにすることであったことを示唆している。

図1 「授業」Iの講義項目の改訂変遷図

《1版》1751~	《2版》1754~	《3版》1757~	《4版》1760~
I. 一般的な電気について、その発見の説明をする	1. 一般的な電気について、その発見の説明をする	I. 一般的な電気について、その発見の説明をする	1. 一般的な電気について、その発見の説明をする
II. 〈電気火〉は実在の元素(新しく作られるものではない)	2. 〈電気火〉は実在の元素(新しく作られるものではない)	II. 〈電気火〉は摩擦で生じ、新しく作られるものではない	2. 〈電気火〉は摩擦で生じ、新しく作られるものではない
III. 〈電気火〉は非常にとらえがたい流体である	3. 〈電気火〉は非常にとらえがたい流体である	III. 〈電気火〉はガラスから引き出されるのではない	3. 〈電気火〉はガラスから引き出されるものではない
IV. 〈電気火〉は通り抜けるのに時間はかからない	4. 〈電気火〉は通り抜けるのに時間はかからない	IV. 〈電気火〉は空気から集められるものでもない	4. 〈電気火〉は空気から集められたものでもない
V. 〈電気火〉は地球のすべてに混合されている	5. 〈電気火〉は地球のすべてに混合されている	V. 〈電気火〉はいつも存在している大地から引きつけられる	5. 〈電気火〉は平常量を含んだ大地から引きつけられる
VI. 体には家に火をつけるほど〈電気火〉が含まれる	6. 体には家に火をつけるほど〈電気火〉が含まれる	VI. 体には家に火をつけるほど〈電気火〉が含まれる	6. 体には家に火をつけるほど〈電気火〉が含まれる
VII. 〈電気火〉は物に火をつけるが感じられる熱はない	7. 〈電気火〉は物に火をつけるが感じられる熱はない	VII. 〈電気火〉は台所の火と同じものではない	7. 〈電気火〉は台所の火と同じものではない
VIII. 〈電気火〉の部分どうしは互いに反発する	8. 〈電気火〉の部分どうしは互いに反発する	VIII. 〈電気火〉は物に火をつけるが感じられる熱はない	8. 〈電気火〉が動かない状態では感じられる熱はない
IX. 〈電気火〉はすべての物質に強く引きつけられる	9. 〈電気火〉はすべての物質に強く引きつけられる	IX. 〈電気火〉の部分どうしは互いに反発する	9. 〈電気火〉が激しく動いて熱が出る、温度計で証明できる
X. 作り物のケモ、生きているケモが動くように	10. 作り物のケモ、生きているケモが動くように	X. 〈電気火〉はすべての導体に強く引きつけられる	10. 〈電気火〉は水中でも消えない、川1つでも不十分
XI. 砂粒の絶え間なくシャワー、落ちると同時に上へ上がる	11. 砂粒のシャワー、落ちると同時に上へ上がる	XI. 細くするどい先端の導体は強く〈電気火〉を引きつける	11. 〈電気火〉は冷たい水、氷から生じ、火をつける
XII. 先が尖った物は強く〈電気火〉を引きつける	12. 先が尖った物は強く〈電気火〉を引きつける	XII. 〈電気火〉は非常にとらえがたい流体である	12. 〈電気火〉はとらえがたい流体、密度が大きい物を通して
XIII. マホメットの幕の言い伝えの空中浮遊する金箔	13. マホメットの幕の言い伝えの空中浮遊する金箔	XIII. 最も密度の高い物でも通り抜ける	13. 〈電気火〉は通り抜けるのに時間はかからない
XIV. 空中を泳いでいる魚のように出現	14. 空中を泳いでいる魚のように出現	XIV. 〈電気火〉は通り抜けるのに時間はかからない	14. ガラスとイオウは異なって帯電、イオウ球の実験
XV. 〈電気火〉は水中でも消えない、川1つでも不十分	15. 〈電気火〉は水中でも消えない、川1つでも不十分	XV. 〈電気火〉は水中でも消えない、川1つでも不十分	15. 平常量の物体は、引きつけも反発もしない
XVI. 触れると動く植物 [模型による]の実演	16. 触れると動く植物 [模型による]の実演	XVI. 〈電気火〉は冷たい水、氷から生じ、火をつける	16. プラスに帯電した物体どうしは反発する
XVII. 7つの惑星[模型による]の実演	17. 惑星どうし、太陽からの距離を保つことを示す実験	XVII. 砂粒のシャワー、落ちると同時に上へ上がる	17. マイナスに帯電した物体どうしは反発する
XVIII. ご婦人の唇からの〈電気火〉による挨拶のキス	18. ご婦人の唇からの〈電気火〉による挨拶のキス	XVIII. マホメットの幕の伝説のように空中浮遊する金箔	18. 違う量の〈電気火〉を含んでいるものは引きあう
XIX. 水入りの帯電したガラス小瓶で鳴る8つの音楽ベル	19. 水入りの帯電したガラス小瓶で鳴る8つの音楽ベル	XIX. 空中を泳いでいる魚のように出現	19. 細くするどい先端の導体は強く〈電気火〉を引きつける
XX. 指からの〈電気火〉で発射する11丁の鉄砲装置	20. 指からの〈電気火〉で発射する11丁の鉄砲装置	XX. 作り物のケモ、生きているケモが動くように	20. 物体をプラスにもマイナスにも帯電させられる
		XXI. 触れると動く植物 [模型による]の実演	21. 砂粒のシャワー、落ちると同時に上へ上がる
		XXII. オーロラの上演、不思議な現象を説明する	22. 作り物のケモ、生きているケモが動くように
		XXIII. 惑星 [模型による]の実演	23. 触れると動く植物 [模型による]の実演
		XXIV. ご婦人の唇からの〈電気火〉による挨拶のキス	24. 先端で発見された新しい特性、電気競馬をみせる
		XXV. 水入りの帯電したガラス小瓶で鳴る8つの音楽ベル	25. ご婦人の唇からの〈電気火〉による挨拶のキス
		XXVI. 指からの〈電気火〉で発射する11丁の鉄砲装置	26. 水入りの帯電したガラス小瓶で鳴る8つの音楽ベル
			27. 指からの〈電気火〉で発射する11丁の鉄砲装置

〈電気火〉の法則やイメージに関する項目

法則やイメージを確認する  
とても不思議でたのしい実験  
エンディング

- 〈電気火〉の法則やイメージに関する項目
- 法則やイメージを確認するとても不思議でたのしい実験の項目  
ゴチックは、定番の実験の4項目。
- エンディングの実験2つ
- この版で新しく登場した項目
- この版限りで無くなった項目

・項目の内容の説明は、宮地が短くまとめたものである。  
・項目の番号は《1版》《3版》はローマ数字、

《2版》《3版》合体版《4版》は アラビア数字が使われている。

## (2) 電気量保存則の扱い方

フランクリンの電気理論で最も重要で、科学史上大きな成果は電気量保存則である。《1版》《2版》では、

2. 〈電気火〉は実在の元素であること。以前から知られてきたり名づけられてきた元素とは違う。そして、〈電気火〉はガラスなどを摩擦することによって、他の物質から集められること（新しく作られるものではない）。（傍点は宮地による。以下同じ）

と、〈電気火〉は「(新しく作られるものではない)<sup>23</sup>」という電気量保存則の説明がカッコに入れている。しかし、《3版》以降では

- II<sup>24</sup>. 〈電気火〉はガラスや他の起電体〔絶縁体〕自体を摩擦することによって生じるが、摩擦することで新しく作られるのではないことを示す実験。

(〔 〕内の補足は宮地による。以下同じ)

とカッコがはずされている。これは、キナズリーが参加者の反応から電気量保存則という原理原則がなかなか理解されないことがわかり、本格的に取り上げる必要があると判断したのだろう。

さらに、電気量保存則を理解するには電気一流体説のイメージを講座の参加者がつくれるかどうかにかかっている。そこで、

5. 〈電気火〉は我々の住んでいる地球の流体と固体のすべての物質に親密に混合されていること。

という項目が、《3版》以降では以下の3つになった。

- III. 〈電気火〉は、ガラスという物質から引きだされるのではないこと。  
 IV. 〈電気火〉は、取り巻いている空気から集められたものではないこと。しかし、  
 V. 〈電気火〉は、摩擦されたガラス球によって、大地からあるいは、いつも存在するその間にある〈電気火〉を通す物体からひきつけられる。

流体である〈電気火〉の流れが消滅せず保存されるイメージをつくる、スモールステップのより具体的で丁寧な説明へと変わっている<sup>25</sup>。

## (3) プラス・マイナスの用語の導入の遅延

- IX. 〈電気火〉の部分どうしは互いに反発すること。  
 X. 〈電気火〉は、すべての導体〔非起電体〕に強く引きつけられること。

という《3版》までの項目が《4版》では増加する。

15. 〈電気火〉が平常量(Natural Quantity)だけの物体は、互いに引きつけも反発もしないこと。  
 16. プラスに(positively)帯電した物体——その大きさに比例して〈電気火〉の平常量は増えている——は、互いに反発すること。  
 17. マイナスに(negatively)帯電した物体——等しく〈電気火〉の平常量が少なくなっている——は、プラスに帯電した場合と同じように強く互いに反発するように見える。  
 18. 大きさに比例して違う量の〈電気火〉の物体は互いに引きあうこと。その違いが大きくなればなるほど、引きあう力は強くなる。

《4版》で初めてプラス・マイナスの用語が導入されている。フランクリンがこれらの用語を初めて提唱したのは、キナズリーが講座を開始する2年前の1747年である<sup>26</sup>。それから13年後の1760年になって初めて、プラス・マイナスの用語が「授業」項目に導入されている。この遅れは、なぜなのか。

〈ガラス電気〉と〈樹脂電気〉の2種類の実体があるというデュフェ (du Fay, 1698-1739) の二流体説に対して、フランクリンの一流体説は移動するのは一種類の〈電気火〉という実体のみというシンプルな理論である。そして〈電気火〉が大地や人の体、金属などの導体を流れるというイメージをつくり、〈電気火〉がより多くある状態をプラス、より足りない状態をマイナスと定義する。一流体説だからこそ電気量保存則が明確になる。しかしプラス・マイナスという用語を出すと、一流体説が定着していない初心者にとっては混乱しがちとなる。二流体説のように2種類の電気実体があると誤解するのである<sup>27</sup>。プラス・マイナスという用語を出さずに一流体説で電気流体のイメージを検証していく方が、電気の流れが「見え」、電気量保存則の理解も早い<sup>28</sup>。二流体説との混乱を避けるためにプラス・マイナスの概念の導入をあえて遅らせたという推論もできる<sup>29</sup>。

キナズリーの「授業」項目についての仮説を検証するために、筆者らはフランクリンの電気研究やキナズリーの「授業」をもとにした追試再現授業<sup>30</sup>を全国で行なってきた。この追試再現授業の詳細は本稿では報告できないが、その実験結果も判断基準にして論を進めていることも最初に記しておく。その実験的論拠のいくつかは注に少しだけ記したのもあるので、ご検討願いたい。

#### (4) 法則やイメージを確認するととも不思議でたのしい実験の意味

後半の「法則やイメージを確認するととも不思議でたのしい実験」の中で、《1版》～《4版》の全てに登場する定番がある。最後の2つの「エンディング」を除けば以下の4項目である。《4版》の項目で紹介する。

21. 帯電した砂粒のシャワー (shower of sand)<sup>31</sup>。それは、落ちるのと同じ速さで再び上がっていくのが見られる。
22. 1匹のつくり物のクモ (an artificial spider)。それは、まるで生きているクモが動くように、〈電気火〉によって命を吹き込まれる。
23. 触れると動くオジキソウのような植物 (the sensitive plant) の [模型による] 実演。
25. ご婦人の火、つまり女性の唇やほほから矢のように飛ぶ〈電気火〉によって拒絶されるあいさつのキス。そのため彼女はどんな人がキスをするのも寄せつけないだろう。

21、22、23は〈電気火〉の反発力と引力を利用したおもちゃである。25は女性を絶縁体の台の上にしたたせ〈電気火〉を体に貯め、地面に立つ男性が女性の唇にキスしようとするとき電気ショックを受けるものである<sup>32</sup>。

これらの定番では、電気一流体説のイメージが形成された参加者には、目には見えない〈電気火〉がどう流れて、反発力や引力が作用するのかを予想し確認できる。つまり、参加者を驚かす見世物的デモンストレーションではなく、前半で獲得した電気一流体説を検証していく実験と位置づけられるだろう。



一方、定番とはならず、改訂によって《4版》の「授業」項目から無くなった《3版》の実験を列挙してみる。

XVIII. 目に見えるどんな支えもなしに、空中に浮遊する1枚の金属箔。マホメットの墓について伝説的に報告されているように。

XIX. 空中を泳ぐ魚たちのように出現。

XXII. オーロラ、つまり北極光の[模型による]美しい実演。不思議な現象を説明することを試みる。

XXIII. 惑星の[模型による]実演。それは、惑星どおし、そして中心の太陽からふさわしい距離を保っていることの考えられる原因を示す。

これらも〈電気火〉の反発力と引力を利用したものだが、定番と比べて原理はわかりにくい。むしろ見世物的デモンストレーションの意味合いがより強い。参加者を驚かすが原理のわかりにくいものではなく、〈電気火〉の法則やイメージを参加者が検証しやすい実験を、試行錯誤しながら選別したという意図がそこから読み取れる。

#### (5)「授業」項目の配列順序の工夫

《2版》では後半の「法則やイメージを確認するとても不思議でたのしい実験」の間にあった

12. 先端がとがったありふれた物質は、他のどんな形より、強くこの〈電気火〉を引きつけること。

15. この〈電気火〉は、水中でも消えないだろうこと。〈電気火〉の最も小さい火花を消すにも川ひとつでも十分ではない。

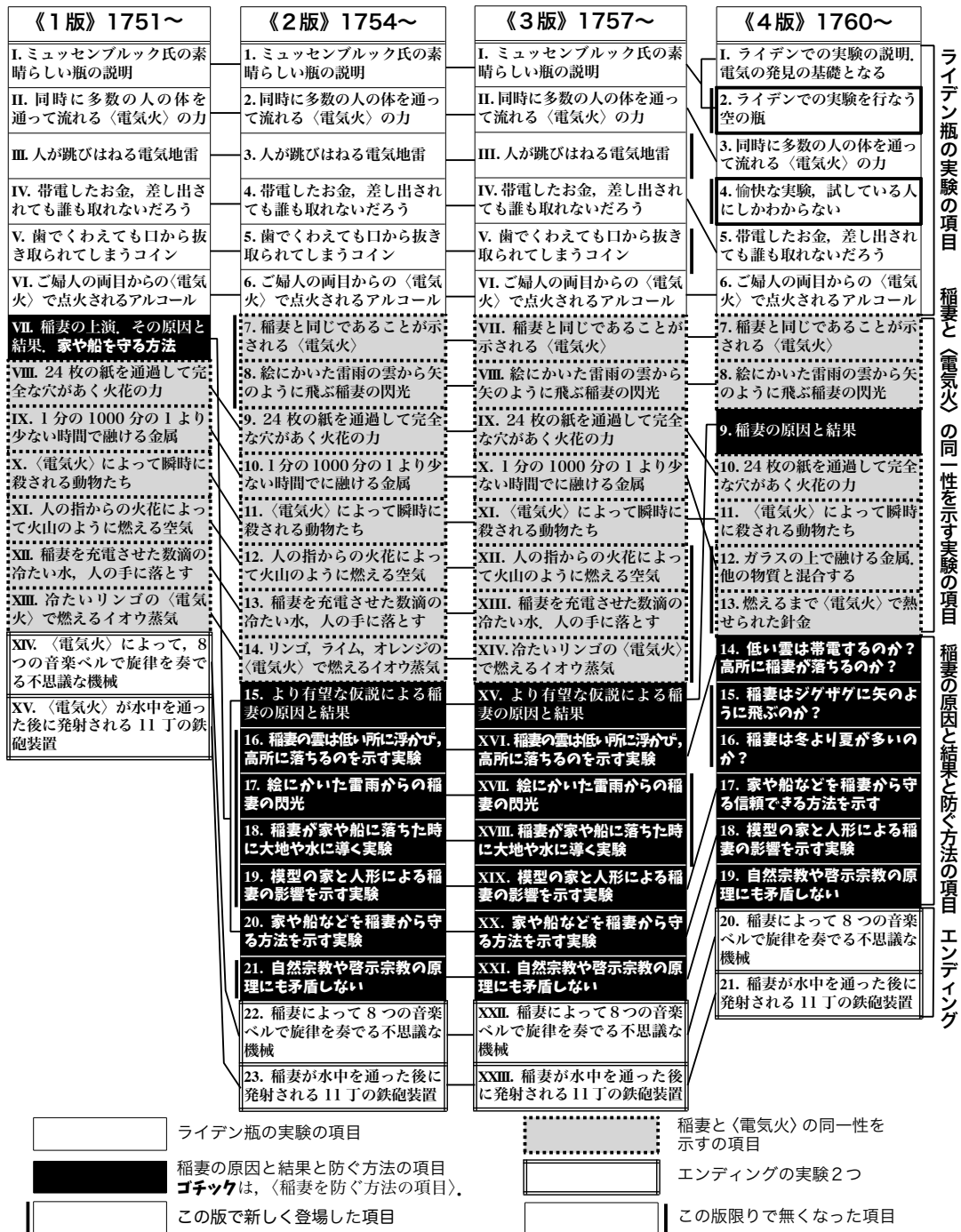
の2項目は、《3版》から、前半の「〈電気火〉の法則やイメージに関する項目」に移動しまとめられている。これらは〈電気火〉の性質を説明する実験で内容的に前半に入れるべきものである。

また《1版》《2版》では10「クモ」、次に11「シャワー」だったが、《3版》からは順序が逆になっている。筆者たちの追試再現授業<sup>33</sup>からも「シャワー」の方が見た目にはスピード感があり参加者の歓声がよく。その後で同じ原理で動く「クモ」のゆっくりした動きを見れば、〈電気火〉の流れがよりわかりやすい。キナズリーもそんな反応を見て、どんな順番で見せると参加者がより納得するのかを予想しながら「授業」項目の配列順序を変えていった様子がここからも推測できる。

### 5. 「授業」IIの構成と改訂

図2に「授業」IIの「授業」項目の変遷をまとめた。「授業」IIは前半の「ライデン瓶の実験の項目」と後半の「稲妻に関する項目」に分けられる。《2版》から後半は大幅に増加した。それを「電気火と稲妻の同一性を示す実験の項目」と「稲妻の原因と結果と防ぐ方法の項目」に分類した。

図2 「授業」IIの講義項目の改訂変遷図



### (1) 稲妻を防ぐ方法の項目の増加

後半の「稲妻に関する項目」では、《1版》から《2版》で大きな変化がある。それは「稲妻を防ぐ方法の項目」が大幅に付け加えられたことである。《1版》の

VII. 稲妻のいろいろな〔模型による〕実演。今まで現れたものより有望な仮説によって説明される原因と結果。そして、稲妻の危険を避ける方法を示す役に立つ教え。家や船などを稲妻の破壊的な凄まじさによって傷つくことから安全にする方法。

という項目が、《2版》では次の7項目に増加している。

15. 今まで現れたものより有望な仮説によって説明される稲妻の原因と結果。
16. なぜ稲妻で帯電した雲は、他の雲より大地により近い所に浮かぶのか、そしてなぜ高い場所は稲妻が最もしばしば落ちるのかを示す実験。
17. 絵にかいた雷雨からのもう1つの稲妻の閃光。
18. 稲妻が家や船などに落ちた時に、全く被害を与えることもなく、いかに稲妻を大地や水に導くかを示す実験。
19. 稲妻の閃光が小さな家に落ち、イスに座っている小さなご婦人に向かって飛んでいく。にもかかわらず、その女性はケガをしない。一方、そばに立っていて、より離れていて危険がないように思える黒人の像は稲妻の影響を非常に受けるだろう。
20. いかに家や船などを稲妻による被害から守るかを示す実験。
21. 稲妻を防ぐ努力をすることは、さしでがましいことではないし、自然宗教や啓示宗教のどちらの原理にも矛盾することではない<sup>34</sup>。

大幅に増えた理由は1752年10月にフランクリンが有名な嵐の実験に成功したからである<sup>35</sup>。キナズリーは1752年秋から西インド諸島に巡回講座に出かけているが、翌年の1753年4月25日付けの西インド諸島のセントジョンズでの講座の宣伝ブロードサイド(ポスター)<sup>36</sup>から《2版》となっている。プラス・マイナスの用語の導入とは違い、同じ静電気シーズンに稲妻に関する世界最先端の内容をただちに講座に反映させている。

### (2) 稲妻と〈電気火〉の同一性を示す実験

「稲妻に関する項目」の前半には、こんな実験が並んでいる。《2版》から引用する。

8. 絵にかいた雷雨の中の1つの雲から矢のように飛んでくる本当の稲妻の輝く閃光。
9. 1帖〔24枚または25枚。製本する前の一折り〕の紙を通過して完全な穴があく少量の〈電気火〉の力。
10. 1分の1/1000より少ない時間で(どんな熱もないにもかかわらず)〈電気火〉によって融ける金属。
11. 〈電気火〉によって瞬時に殺される動物たち。
12. 人の指からの火花によって火がつく膀胱の袋から出て、火山のように燃えあがる空気。
13. 稲妻を充満させた数滴の冷たい水。人の手の上に落とされ、その人に十分な〈電気火〉を与えて、もう片方の手の1本の指で、燃えあがる炎をつけることができる。

14. 冷たいリンゴ、ライム、オレンジから出る稲妻によって炎となって燃えるイオウの蒸気。

これらは一見派手な見世物的デモンストレーションのように見える。しかし、そうではない。

7. 稲妻と同じであることが示される〈電気火〉。

という項目の後で、稲妻と〈電気火〉の同一性を次々と検証していく実験なのである。稲妻と同様に〈電気火〉には、9「紙に穴があく」、10「金属を融かす」、11「動物を殺す」、12、13、14「火をつける」という威力があることを示し、参加者が稲妻と〈電気火〉の同一性を納得できる構成になっている。

《2版》での講座を始めた頃の広告記事には、こんな一節がある。「その実験によって、とりわけ〈電気的な元素〉<sup>37</sup>が稲妻と同じで、同じ法則に支配されていることを証明することができるでしょう」<sup>38</sup>。これからも、キナズリーは稲妻と〈電気火〉の同一性を証明するための実験を意識してとりあげたことは明白である。

上記の項目8～14は見世物的デモンストレーションとしても面白いものだったことも想像できる。しかし、12、13、14の「〈電気火〉で火をつける」実験が《4版》では全部なくなっている。「人の指」「冷たい水」「冷たいリンゴ」から火をつける実験は派手で参加者は驚く。だがしかし、参加者の意識は着火現象に注がれ、稲妻と〈電気火〉との同一性の検証という本来の意図が薄らいでしまう。キナズリーはあえてこの3つの実験を削除したと筆者は推測する。その結果、参加者は稲妻と〈電気火〉の同一性がよりシャープに検証できるのである。

(3) 稲妻の因果関係の確立

XV. 今までのものより、より有望な仮説によって説明される稲妻の原因と結果（因果関係）。と《3版》まで表現されていたものが、《4版》からは、

9. 説明される稲妻の原因と結果（因果関係）。

となり、「今までのものより、より有望な仮説によって」という表現が削除されている。フランクリンが稲妻と〈電気火〉との同一性を提唱して8年後で、もう仮説ではなくなったとキナズリーは判断したのだろう。さらに、《4版》では後半の「稲妻に関する項目」の配列順序が変わり、うまく伝えるための試行錯誤の跡も見える。

(4) ライデン瓶の実験による体験的理解

「授業」Ⅱのオープニングは、

I. ミュッセンブルック氏の素晴らしい瓶の具体的なそして理論的な説明。

から始まる。この「素晴らしい瓶」というのは1745年にオランダのミュッセンブルック (Pieter van Musschenbroek, 169-1761) がライデンで発明したライデン瓶のことである。そして、

II. 同時に多数の人の体を通して流れる〈電気火〉のびっくり仰天する力。

III. 人が跳びはねる電気地雷。

IV. 帯電したコイン。差し出されても、誰も取れないだろう。

V. 歯でくわえているにもかかわらず、人の口から抜き取られてしまう1枚のコイン。しかも、コインにさわらずに、あるいはその人に最も小さな力さえも加えることなく。

VI. ご婦人の両目から(比喩なしに)矢のように飛ぶ〈電気火〉によって点火されるアルコール。

と、参加者が実際に体験できる、ライデン瓶の実験が次々と続く。これらは《4版》で少し変わるものの、定番として行われている。これらはデモンストレーションとしての驚きと楽しさだけでなく、参加者自身が自らの体を使い〈電気火〉が流れていくイメージをつくるにも最適である。

### (5) エンディングの定番の意味

「授業」Ⅰの最後の「エンディング」の2つの実験

XIX. 水の入った帯電したガラスの小瓶によって (by an electrised phial) 鳴る8つの音楽ベル。

XX. 人の1本の指から出る〈電気火〉によって (by fire) 発射される11丁の鉄砲装置。

をバージョンアップしたものが、「授業」Ⅱの

XIV. 〈電気火〉によって (by means of the Electric Fire) 動く不思議な機械。それは、8つの音楽ベルでいろいろな旋律を奏でる。

XV. 稲妻が10フィート〔約3m〕の水中を通った後に、〈電気火〉によって (by a Spark) 発射される11丁の鉄砲装置。

の「エンディング」である。これらの2つの実験で講座を終わる構成は《1版》から《4版》まで変化しない。これらもただの見世物的デモンストレーションではない。それは上記の《1版》の「授業」ⅡのXIV、XVにある「〈電気火〉によって」という表現が、《2版》から「稲妻によって (by lightning)」と変えられたことからわかる。《2版》からフランクリンの研究により稲妻と〈電気火〉の同一性を検証する形に増補したことに合わせて、「稲妻によって」と変えたのは間違いなく意図的である。稲妻と〈電気火〉の同一性を示す、最後の実験として位置づけられているのである。「授業」ⅠとⅡの「エンディング」を対比することで、稲妻と〈電気火〉が同じものだと最後に確認できる、心憎いまでの構成となっている。

## 6. キナズリーの講座の3つの特徴

以上の分析より、キナズリーの講座の特徴をまとめる。

### (1) フランクリンの電気学の本格的な科学入門教育

キナズリーの講座での実験は、講座の参加者が電気一流体説や電気量保存則を検証し、そして〈電気火〉のイメージや稲妻と〈電気火〉の同一性を確認するための実験と位置づけられている。その結果、参加者は実験を繰り返し体験していくうちに、見えない〈電気火〉の流れがあたり「見える」ようになってくる。そして未知の世界が広がる知的な快感を味わえる、まさに natural philosophy<sup>40</sup> の名にふさわしい(根源的な原理原則を知る楽しさ)を参加者に与える講座だったと言えるだろう。「授業」ⅠとⅡにも人を驚かすような見世物的デモンストレーションもあるが、キナズリーの講座は決してそれがメインではなかった。フランクリンの電気学の本格的な入門に値する内容の講座だったと評価できる。

### (2) 避雷針の実用的な知識と方法の伝授

「授業」Ⅱには、稲妻を防ぐ避雷針の実用的な知識や技術を伝える実験や説明が大きく占めている。当時、落雷による家や船の火災や破壊から自分の命や財産を失う人は少なくなく、落雷からの被害

を防ぐことはとても重要な意味を持つ。キナズリーの講座は〈根源的な原理原則を知る楽しさ〉だけでなく、その一方で、命や財産を守ることができる、きわめて〈実用的な役立つ知識〉も与えていた。フランクリンの稲妻と〈電気火〉の同一性や避雷針の提唱後、それらはすぐに講座に取り入れられている。これは最先端の研究と啓蒙・教育が一体化していたことを示している。避雷針が提唱され30年後の1782年までにはフィラデルフィアの町には400を越える避雷針が建物につけられたという<sup>41</sup>。キナズリーの講座による啓蒙と普及の功績は大きかったと推測できる。

### (3) 長期的に改訂されている緻密な脚本＝「授業」案の存在

キナズリーは展開順序が具体的に規定された「授業」案にそって、基本的に同じ講座を25年間、繰り返している。その間、新しい実験を加えたり配列順序を変えたりして、細かな改訂を続けた。しかし、〈2つの「授業」で1講座〉というスタイルだけではなく、講座の基本的な展開や構成も25年間維持されている。これは完成度の高い脚本に従い、少しずつ脚色を加えながらロングランする芝居やミュージカルを筆者は思い浮かべる。「授業」内容を具体的に規定する、とてもすぐれた脚本＝「授業」案の存在こそが、25年間、参加者がとぎれることなく続いた講座であった大きな理由だと考える。その原作はフランクリンであり、改訂・脚色・演出はキナズリーが行なったのである。キナズリーの「授業」項目は、授業科学である仮説実験授業<sup>42</sup>の授業書の萌芽と位置づけることも可能であろう。アメリカ植民地でキナズリーの「授業」案をそのまま模倣する実験巡回講師ウイリアム・ジョンソン (William Johnson, 1726頃-1768)<sup>43</sup>が出現している<sup>44</sup>ことは、じつに興味深い。

## 7. この研究の結論とその意義——「“natural philosophy”教育」の伝統に立ち返る

キナズリーの「授業」項目の分析より、フランクリンの電気理論が当時のフィラデルフィアの市民に本格的に伝えられていたことを詳細に明らかにできた。その講座は単なる見世物実験ショーとは質的にまったく異なるものであり、1700年代の“natural philosophy”を伝える「授業」として完成度はきわめて高いものであった。しかし、「キナズリーの実際の講座がその「授業」項目どおりに行なわれた保証はどこにもないではないか」という反論があるかもしれない。確かに直接的な証拠はない。だがしかし、11年間にわたる「授業」項目の変遷を悉皆的に比較分析した結果、キナズリーの繊細な配慮や工夫をそこに感じずにはいられない。広告記事の「授業」項目にこれほど細やかな変更をしておきながら、実際の講座の内容や順序が「授業」項目の変更が反映されていないというのは、あまりに不自然であり、考え難いと筆者は考える。

では、「授業」項目の改訂がきわめて細やかに行われたのはどうしてであろうか。参加者の講座に対する反応がわかる直接的な資料はこれもないが、その改訂作業の試行錯誤の跡から、参加者の反応をフィードバックした結果、「授業」項目の改訂がなされたと推察できることも本論文では具体的に論じた。そこから、当時の最先端の電気学研究とその啓蒙・教育が〈一体化し、研究と教育が相互に作用しながら展開していく場〉<sup>45</sup>としての講座の姿が浮かび上がってくるのである<sup>46</sup>。

最後に、250年以上も前の実験講座を取り上げる、本稿の研究の意義を考察する。

1700年代後半になると英国の巡回講師の中にはパブリックスクール（私立学校）に依頼され学

校で実験講座を行う<sup>47</sup>うちに、その学校に雇われて学校教師になった者も少なくない。これが英国における初等中等学校での実験の授業の始まりである。その時代より前のキナズリーの講座の内容は、現在の学校教育の「理科」に相当するように思えるが、彼の講座は学校の授業として行われたものではない。1700年代の市民相手の実験講座の内容は natural philosophy あるいは experimental philosophy と呼ばれていた。英語の philosophy はドイツ語の Philosophie の思弁的な哲学の意味ではなく、自然の根源的な原理原則を理論的・実験的に解決していくという意味をもつ。その後、必ずしも原理原則とは言えないが、自然科学の断片的な知識や法則も産業的に役立つことがわかり、従来の natural philosophy には入らなかった個別的な知識も含めて physics (物理学) や chemistry (化学) などが分化し、その全体は science (科学) と呼ばれるようになっていった<sup>48</sup>。

現在の日本の学校での理科教育は、明治19年(1886)に「理科」という教科が小学校に設けられたことから始まる。これは当時のドイツの国民学校制度の直輸入にもとづく。産業の技術者を養成するために physics や chemistry の体系的なカリキュラムをもとにしたものであり、現在の日本の理科教育もそれをいまだ引きずっている<sup>49</sup>。つまり natural philosophy にもとづいたものではない。日本の学校教育において理科離れが叫ばれて久しい。これは、今後新しい職業が続々と生まれようとする時代となる中で、明治19年以來の職業的な専門家養成やその基礎育成を最終目的とした「理科」が、時代と乖離してきていることがあげられる。一方、キナズリーの静電気実験講座のように〈根源的な原理原則を知る楽しさ〉と〈実用的な役立つ知識〉が得られることを求め、参加費を払って、市民はその「授業」を受けたのであり、何かの職業につくためでもその準備のためでもない。筆者はそれを「“natural philosophy”教育」<sup>50</sup>と名づける。職業専門家養成を最終目的とはしない、〈人間が人間として学ぶに値する内容〉を学ぶ“natural philosophy”教育に立ち返る視点が、これからの日本の教育を根源的に問い直し解決していくための糸口にならないだろうか。1700年代には市民といってもブルジョアジーの一部の特権階級にしか体験できなかった“natural philosophy”教育が、今の日本にはすべての人が受けられる経済的な基盤は整っている。“natural philosophy”教育として高く評価できるキナズリーの静電気実験講座の「授業」内容を分析した本研究によって、歴史に埋もれたまま見失われ、今まで出会うことがなかった価値ある事例を発掘することができた。ここから未来の教育を根源的に問い直す足がかりの1つに成りうると考える。

## 文献と注

- <sup>1</sup> 1700年代の実験講座や巡回実験講師の概論的な本は以下。Nicholas Hans, *New Trend in Education in the eighteenth century* (London:Routledge & Kegan Paul, 1951)。George Daniel Bishop, *Physics Teaching in England from early times up to 1850* (London:P. R. M. Publishers, 1959)。Thomas Kelly, *A History of Adult Education in Great Britain* (Liverpool University Press, 1962, 1970)。
- <sup>2</sup> 英語では「lecture」。講義と訳されるが、実験をしながら進めていくため「授業」とした。しかし授業というと学校教育の授業を想起するがキナズリーの場合はそうではない。本稿ではカッコ付にした。
- <sup>3</sup> Benjamin Franklin, *Experiments and Observations on Electricity* (1751)。I.B. コーエン編集の以下の本が便利。I. Bernard Cohen, *Benjamin Franklin's Experiments: A New Edition of Franklin's Experiments and Observations on Electricity* (Harvard University Press, 1941)。このフランクリン『電気の実験と考察』の日本語全訳は今までなかったが、筆者がその前半部分を全訳し図を補った、宮地祐司補訳『電気の実験と考察(上)手紙I～V(NPO 法人楽知ん研究所、2006)』がある。
- <sup>4</sup> J. L. Heilbron, *Electricity in the 17th and 18th centuries* (University of California Press, 1979)。
- <sup>5</sup> 日本語文献は以下のみ。吉田忠「18世紀オランダにおける科学の大衆化と蘭学」『東アジアの科学』勁草書房、1982、50-108頁。板倉聖宣『科学と科学教育の源流』仮説社、2000。永田英治『たのしい講座を開いた科学者たち』星の環会、2004 / 新装改訂版2016。
- <sup>6</sup> 例えば以下。Jan Golinski, *Science as Public Culture: Chemistry and Enlightenment in Britain, 1760-1820* (Cambridge University Press, 1992)。William Clark, Jan Golinski, and Simon Schaffer, *The Sciences in Enlightened Europe* (the University of Chicago Press, 1999)。James Delbourgo, *A Most Amazing Science Wonders, Electricity and Enlightenment in Early America* (Harvard University Press, 2006)。
- <sup>7</sup> J. A. Leo Lemay, *Ebenezer Kinnersley, Franklin's Friend* (Philadelphia:University of Pennsylvania Press, 1964)。
- <sup>8</sup> Benjamin Franklin, *Autobiography* (1791)。『自伝』は以下が便利。J. A. Leo Lemay, *Franklin, Autobiography, Poor Richard, and Later Writings* (Library of America, 1987), p.713。フランクリン(松本慎一・西川正身訳)『フランクリン自伝』岩波文庫、1957、243頁の訳を引用すると「彼のために二篇の講義案を書いてやったが、その講義案は、実験の順序も説明の方法も、前のが分かれば、次のも呑み込めるという風にできていた」。原文で二篇の講義案は「two Lectures」。本稿では「授業」案としている。
- <sup>9</sup> 前出書(7)、pp.62-63。南部巡回講座は1749年5月～秋、メリーランドのアナポリス、ヴァージニアのノーフォーク、ウィリアムバーグなど。北部巡回講座は1751年9月～52年7月、ボストン、ロードアイランドのニューポート、ニューヨーク。西インド諸島巡回講座は1752年秋～53年夏、バルバドス諸島のアンティグアのセントジョンズなど。キナズリーの巡回講座は1951年からの北部巡回講座から始まったことになっていたが、ルメイにより1749年からの南部巡回講座が発見された。各巡回講座の間はフィラデルフィアに戻りそこで講座を行なっている。
- <sup>10</sup> Philadelphia Academy and Charitable School。1755年にカレッジ Philadelphia College, Academy and Charitable School が併設となり、キナズリーは英語と弁論術の教授に就く。
- <sup>11</sup> 前出書(7)、p.111の注54。キナズリーの墓石に没年が1778年7月4日と記入されているが、ルメイはそれは「根拠がない」と言い、1778年3月26日の可能性を示唆している。
- <sup>12</sup> 前出書(7)、p.111。ルメイは「67歳でこの世を去った」と書いているが、キナズリーの誕生日は11月30日なので、享年は66歳である。
- <sup>13</sup> *Pennsylvania Gazette*。1728年12月24日にフランクリンが創刊した新聞。当時は週刊で毎週木曜日(あるいは水曜日)発行。4ページが基本(時に6、8ページと増補)。
- <sup>14</sup> 前出書(7)、p.117, appendix II。ここに71回の新聞広告記事の日付の記載があるが、3回(1765.4.18 /1767.12.17 /1771.2.28)はキナズリー主催の講座ではないため除いた。ルメイの資料には1か所ミスがあり1761 Dec. 7ではなく「Dec. 17」。
- <sup>15</sup> 静電気実験は湿度の低い冬が最適である。12月と1月の間に1年の区切りがあるのは、実態を把握する上で都合なため、半年ずらした7月～翌年6月までの1年間を「1静電気シーズン」と定義する。最初の南部巡回講座の始まる1749年5月から6月までの2か月を0回目静電気シーズンとし、次からを1回目静電気シーズンとした。1759年5月より前でもフィラデルフィアで講座はあったと思われるが記録が見つからない。
- <sup>16</sup> 資料1の新聞広告記事が日本語で紹介されるのは本稿が初出。
- <sup>17</sup> 巡回講師時代のフィラデルフィア以外での巡回講座を入れると以下。南部巡回講座のアナポリスでの新聞広告記事(『メイランド新報』1749.5.10)には「授業」IとIIに別れず23の項目が並べられている。北部巡回講座のニューポートでのポスター広告(ブロードサイド、1752.3.16)、ニューヨークでの新聞広告記事(『ニューヨーク新報』1752.5.1)は《1版》。西インド諸島巡回のセントジョンズでのポスター広告(ブロードサイド、1753.4.25)は《2版》である。
- <sup>18</sup> 新聞広告記事を以下に引用する。日本語訳、[ ]の補足は宮地による。以下同じ。「50を越える不思議な実験が稲妻についてなされるでしょう」(広告記事の日付1762.12.23 /12.30 /1763.3.31 /1763.12.22 /12.29 /1764.4.19 /12.20 /12.27)。「40を越える不



思議な面白い実験が公開されるでしょう」(広告記事の日付 1773.12.29 /1774.1.5 /1.12 /1.19 /2.9 /2.16 /2.23 /3.2)。

- <sup>19</sup>「キナズリー氏は、最近、自分の電気実験装置に注目すべきものを付け加えました。特にスズ箔に覆われた70個の瓶[ライデン瓶]がきれいに並んでいる精密な箱が加わりました」(広告記事の日付 1773.12.29 /1774.1.5 /1.12 /1.19 /2.9)。「いくつかの実験は新しく、前にここで一度もやったことがないものです。最も注目すべき実験は、鉄が普通の冷たい水の中や水に接していても赤く熱く熱せられて、ついに融かされてしまうものです」(広告記事の日付 1771.12.26 /1772.1.2 /1.9 /1.30 /2.6 /2.13)。「東インドで採れたトルマリンと呼ばれる素晴らしい電気石の実験。電気石は沸騰した湯の中につけると帯電するようになります。片側がプラスに帯電すると、もう一方はマイナスに帯電します。びっくりする電気ウナギの不思議な[模型による]実演。最近、この町でも見られるようになった生きているウナギと同じように、水中でさわると電気ショックを感じられるでしょう。様々な美しい電気星が輝く星空の[模型による]実演」(広告記事の日付 1773.12.29 /1774.1.5 /1.12 /1.19 /2.9 /2.16 /2.23 /3.2)。
- <sup>20</sup> 広告記事の日付 1772.1.9 /1.30 /2.6 /2.13 /10.28 /11.4 /11.11 /11.18 /1773.12.9 /1774.1.5 /1.12 /1.19 /2.9 /2.16 /2.23 /3.2。
- <sup>21</sup> 10回目静電気シーズンの2回の講座だけ、「授業」IとIIを合体して1日で行なっている。参加費もいつもの倍。しかし次の静電気シーズンからは《3版》に戻っている。《3版》から項目数を減らし一部配列順序を変えただけなので《3'合体版》とした。
- <sup>22</sup> 英国ロンドンでの場合は以下。R.D. オールティック(浜名恵美ほか訳)『ロンドンの見世物』I、II、III、国会図書館刊行会、1989-1990。
- <sup>23</sup> 原文は「(not created)」。
- <sup>24</sup> 広告記事の「授業」項目の番号は《1版》と《3版》はローマ数字I、II、III……、《2版》と《3'合体版》と《4版》はアラビア数字1、2、3……が使われている。これも改訂版の違いをキナズリーは意識していた証拠だと筆者は推測している。その証拠はいくつもあげられるが、たとえば《1版》では「新しく発見された〈電気火〉(ELECTRICAL FIRE)についての実験講座」とあるのが、《2版》からは「〈電気〉(ELECTRICITY)と呼ばれる Natural Philosophy の新しい分野」と〈電気火〉を使わない表現に変えている。それと同時にキナズリーはローマ数字からアラビア数字に広告記事の項目番号を変更している。
- <sup>25</sup> I.B. コーエン編集の前出書(3)、p.202。1749年2月29日付ミッチェル宛て手紙Vで、フランクリンは「not by creating, but collecting it (〈電気火〉をつくりだすのではなく、集める)」と表現している。
- <sup>26</sup> I.B. コーエン編集の前出書(3)、p.175。1747年5月25日付コリンソン宛て手紙II。
- <sup>27</sup> 現在では二流体説は否定されたが、1900年前後にマイナスの実体の電子とプラスの実体の原子核が発見され、2種類の電気実体が存在することが判明した。しかし移動するのは電子だけである。初心者にいきなり2種類の電気実体を導入すると、プラスの電気とマイナスの電気が流れるような新「二流体説」の混乱が起こることが少なくないことが、筆者たちの追試再現授業で確認されている。
- <sup>28</sup> 筆者たちの追試再現授業では、プラスを「〈電気〉持ち」、マイナスを「〈電気〉貧乏」と呼ぶ。これだとフランクリンが提唱したプラス・マイナスの概念が実体ではなく状態であることがスムーズに伝わる。フランクリンもライデン瓶においては「a plenum of electrical fire 〈電気火〉 充満状態」「a vacuum of the same fire 〈電気火〉 空っぽ状態」と表現している。I.B. コーエン編集の前出書(3)、p.181。
- <sup>29</sup> なぜ《4版》からプラス・マイナスの用語が導入されたのか? それは「14. ガラスとイオウは、異なって帯電すること。それは直接的には、イオウ球を用いたいくつかの不思議な実験によって示されるだろう」「20. 物体は、同じガラスで、同じ摩擦をすることによって、プラスにもマイナスにも両方に帯電させることができる」という実験を加えたために、プラス・マイナスの用語を導入せざるを得ないためだったと考えられる。
- <sup>30</sup> 宮地祐司「大道仮説実験(びりりん)」『初等科学史研究 MEMO 7』楽知ん研究所、2002、77-114頁。
- <sup>31</sup> 当時の natural philosophy の本の図版を見ればどんなものかわかる。たとえば Adam Walker, *A System of Familiar Philosophy*, Vol. II, 1802の図版には〈シャワー〉〈クモ〉もある。筆者は米国ミネアポリスのバックケン図書館&博物館(The Bakken)の1700年代を中心とした静電気実験器具コレクションを調査し、実物を確認した。
- <sup>32</sup> これらのおもちゃはその後各地で作られ、英国の *The Magazine of Science, and School of Arts* (1839, London) という雑誌の23号(1839.9.7)、40号(1840.1.4)にも詳しく紹介されている。この雑誌は毎週土曜日発行で8ページの冊子である。これを筆者が日本語訳し紹介したものがあつた。宮地祐司「静電気で動くおもちゃと実験——『科学と工芸の雑誌』(1839, 1840)からの紹介——」『初等科学史研究 MEMO 5』楽知ん研究所、2001、105-118頁。
- <sup>33</sup> 筆者たち(阿久津浩、吉川辰司)はキナズリーの講座の中の実験のほぼ全ての再現に成功している。
- <sup>34</sup> 当時は「神の罰として稲妻が落ちる」と考えられていた。神の罰を避雷針で避けることは神の意思に背き「神に対してさしでがましいこと」になる。避雷針の普及には科学的な知識の伝授とともに、大衆の感情的な抵抗感が妨げになることをキナズリーは知っていたからこそ、こんな項目をいれたと筆者は推測する。資料1の最後にもある旧約聖書の箴言の引用も同様と考えられる。
- <sup>35</sup> フランクリンが雷をつかまえる実験の提案は1750年7月27日付けのコリンソン宛の手紙I。B. コーエン編集の前出書(2)、

- pp.241-244)。その手紙が載った *Experiments and Observations on Electricity* が出版されたのが 1751 年 4 月、そのフランス語訳が 1752 年 2 月に出版。同年 5 月 10 日にフランスのダリパールがフランクリンの提案の実験に成功。同年 10 月 19 付けのコーリンソン宛ての手紙 (I.B. コーエン編集の前出書(3)、pp.245-266) にフランクリンが嵐の実験に成功したことを報告している。
- <sup>36</sup> I.B. コーエン編集の前出書(3)、facing p.406。〈巡回実験講師時代〉には巡回先でブロードサイドと新聞広告記事の両方で宣伝をおこなっている。ブロードサイドの内容や形式は、「授業」項目が載っている新聞記事とまったく同じ。
- <sup>37</sup> electrick element. キナズリーは初期の頃は electrical fire のかわりにこの言葉を使っている。
- <sup>38</sup> 広告記事の日付 1753.12.27 /1754.3.26 /4.4 /4.11。いずれもフランクリンが避雷針の実験をした同じ静電気シーズン。
- <sup>39</sup> 「帯電したガラスの小瓶」というのは「授業」Ⅱの前半に出てくるライデン瓶のこと。
- <sup>40</sup> 江戸時代から明治初期には「窮理学」「究理学」と訳されている。「自然哲学」では意味は伝わらない。「自然の根源学」とでも訳せばいいのかもしれない。
- <sup>41</sup> Dibner, Bern, *Early Electrical Machines* (Burndy Library, 1957), p.40.
- <sup>42</sup> 1963 年、板倉聖宣 (1930 ~ 2018) によって提唱された。授業科学という概念も板倉による。
- <sup>43</sup> 1763 ~ 66 年の間、アメリカ植民地を巡回。42 歳で死亡。
- <sup>44</sup> I.B. コーエン編集の前出書(3)、p.96。
- <sup>45</sup> 稲妻と〈電気火〉の同一性や避雷針は研究成果が出るとすぐに講座にも反映されたり、一方でプラス・マイナスの用語は講座にはすぐには導入されなかつたりしたもの、研究と教育が相互に作用した例だろう。また、研究報告前に講座に登場したものが、資料 1 の《4 版》「授業」Ⅰの 9「新しくつくられたとても正確な温度計」である。〈電気火〉を利用したこの新しい温度計はキナズリーの発明品で、Ebenezer Kinnersley, "New Experiments in Electricity", *Philosophical Transactions of the Royal Society of Londn*, LIII, 1763, pp.84-97 で報告されたが、すでに 3 年前の 1760 年 12 月 25 日付けの《4 版》に登場している。それを 1761 年 3 月 12 日付けのキナズリーからフランクリン宛の手紙 (I.B. コーエン編集の前出書(3)、pp.348-358) の中でこの温度計についてフランクリンに報告している。これも研究と教育の相互作用により新しい研究が進んだことを示唆している。
- <sup>46</sup> さらに少し後の英国でのファラデー (1791 ~ 1867) の場合での「研究とその啓蒙・教育が〈一体化し相互に作用しながら展開していく場〉」については、宮地祐司「ファラデーにとって科学講座とは何だったのか?」、『科学入門教育 WORKS 4』NPO 法人楽知ん研究所、2021、133-160 頁を参照のこと。
- <sup>47</sup> たとえばアダム・ウォーカー Adam Walker, 1731?-1821) は、イートン校、ウエストミンスター校、ウインチェスター校などのパブリックスクールで実験講座を行なっている。Nicholas Hans の前出書(1)、p.147。
- <sup>48</sup> 板倉聖宣『新哲学入門』仮説社、1992、18-20 頁。
- <sup>49</sup> 板倉聖宣『増補 日本理科教育史』仮説社、2009、18-19 頁。
- <sup>50</sup> 従来リベラル・アーツ教育と呼ばれているものと基本的には同じである。リベラル・アーツ教育は古代ギリシア時代までさかのぼり、これも職業的な専門家教育ではない。同様に 1700 年代の "natural philosophy" 教育の伝統に立ち返ることで見えてくるものがあるだろう。とりあえず英語のままにしておく。

## 執筆者

宮地 祐司 (教養教育 非常勤講師)