

サイエンスネット

物(化)生(地)...

数研出版株式会社

CIENCE NET

総合的理科教育と科学史 (2)

— 科学者伝による「理科基礎」科目の展開例 (アインシュタイン) —

北海道札幌市立札幌開成高等学校教諭 山田大隆

1. はじめに

前報 (サイエンスネット第7号, p.5~8) で筆者は、平成15年度から開始される新要領「理科基礎」の内容展開に自然科学概論 (三大基本概念を明らかにする) として、人類の科学形成史の歴史的教訓—科学史—を用いることの有効性を1950年代以降の世界と日本の科学史研究の到達点、教材論としての科学史 (科学教育と科学史の関連研究) で示した。その具体的展開方法として、コナント、クロッパーらによって創始された「ケースヒストリー」の内容を示し、8つの具体例を筆者提言として提示した。

この報文では、「ケースヒストリー」のより具体的かつ人間主義的展開内容として、科学の歴史に革新をもたらした特定の著名科学者の生涯とその時代との関わりから「人物伝 (科学者伝)」の手法を用いて、科学の本質を科学概念形成の歴史の真実と科学者の人間性の二面から、総合的理科教育教材作成の意義と方法を述べたものである。

2. 科学者伝の構成内容

筆者が考える教育に役立つ科学史中のケースヒストリーとしての科学者伝 (生きた科学者の生涯を通して見た学説形成史、「天才科学者とその時代」) の特色は次のようである。

天才と言われる科学者を20人ほど選び、その少年時代から偉大な発見、発明をするに至るまでのエピソードを中心に5点ほどで人物を紹介する。大人

になってからの専門的エピソードよりも少年時代の日常生活におけるエピソードに重点を置き、作成される副教材 (科学者伝) が学校教育用の他に、親が子育ての参考にも出来る内容にするものである。

- ① 今迄、日本ではあまり知られていない科学者のエピソードを発掘し、紹介する。
- ② 業績の陰に隠れて、あまり強調されなかった科学者の生身の人間性を強調する。
- ③ 天才科学者にとっての家庭環境や生育歴、親の影響力を明らかにする。
- ④ その他、偉大な発見に結びついた意外な事実の紹介。
- ⑤ 人物伝がそのまま当時の学説の形成、発展史を示すようにする。

このような、天才と言えど身近な、かつ上昇志向の人一倍強く、かつ成功のために超人的努力の必要を認識し、その実践によって天賦の才能を開花させて人類に有益な仕事を残したことへの尊敬を底流にしながら科学者の生涯を通して語る科学史は、歴史上の人物により学術を語るヒューマンスティックアプローチの理想型として、科学史を重視する高校低学年用自然科学概論「理科基礎」の展開方法として有効であると考ええる。

3. アインシュタインの人物と物理学の人物伝

アインシュタインはニュートン以来の最大の物理

学者で、それまでニュートン以来絶対不変と信じられてきた時間、空間、質量が、物体の相対速度により変化するという相対論を導入、物理学を根底から書き直した。

活躍時期は生涯に渡るが、大別して1905年26歳の時に発表の、光量子説、ブラウン運動論、特殊相対論の三大論文のまとめで知られる物質科学に関する理論建設期、1915年36才以降の一般相対論の空間論、アインシュタイン宇宙論の展開をした中半、及び米国への亡命以降、不毛の仕事となった統一場理論の試みと平和運動への社会公人としての活動の晩年の3期に分類される。

アインシュタインの学風は、学会の諸説と無関係に原理よりすべてを独創的に考えるユダヤ人的理性の具現者で、この方法で物理学に革命をもたらした。相対性理論はその代表で、発表当時（1905）は理解者は世界に10人はいないと言われた。特殊相対性理論は一面、質量エネルギー変換理論で、原子爆弾製造の基本理論となったのは歴史に名高い。

空間の歪みをテンソル数学で表現する一般相対論は今日の宇宙論の原点で、成功しなかった統一場理論も各物質階層の独立式を複合させて今日、後継者のワインバーグ、サラムにより完成された。

宗教的にはユダヤ教で、その独自性、改革性が学風に反映、核必要の戦中提言、戦後の核時代に懺悔として平和運動でも世界を動かした。1922年に来日し、日本の多数の後継者（石原純ら）に刺激を与えた。

(a) ヤコブ伯父の導き

天才は少年時、しばしば不器用で社会的に受け入れられない落ちこぼれ人間であることが多い。その才能を見抜き、評価激励する周辺を理解者（特に母親）が存在することがADHD（Advance Decifid Hypertension Disorder）型の天才少年が将来大成する条件である。アインシュタインの場合はまさにこのケースであった。

この風変わりな少年の抜群の理工系才能を見抜き励まし、少年の好奇心を旺盛にして本物の学問世界、実学の体験をさせたのが、父と同じく工場経営者の伯父ヤコブであった。甥の理工学早熟の人間性を愛した彼は、10才の彼に、当時最先端機械を設備し、誰でも入れる訳でない自分の繊維工場内を案内して、エネルギー、仕事、作業系統、多くの本物の機

械部品を詳しく説明し、最高の実学体験をさせた。また、関連する物理、機械、数学の本や理論を実学として教えた。

アインシュタイン理論の生涯一貫する実学的センスはこの時養われた。形式的で実地遊離の学校学にはない実学の凄みに、少年の吸収力、理解力は急速に高まり、長足の進歩をなさせた。よい体験が人を作る好例である。

(b) 特許庁の役人時代に鍛えられた審美眼

母校チューリッヒ工科大学の助手応募に失敗したアインシュタイン（数学は抜群だが、好き嫌いが激しく悪評が立った）は、友人グロスマンの奔走でベルンの連邦特許庁に就職したが、30才で辞めるまでの7年間、特許申請物の合否審査に従事した。特許申請数は当時あまり多くなく、役所はかなり暇な職場であった。

ルーチン作業だけやっている一介の地方の特許庁の役人が、相対性理論という当時の世界最先端の独創的理論を何故発見出来、歴史に名を残せたのか、その必然性を不思議に思う人は多い。

しかし、実は特許審査という職業ほど合否判断に評価能力、審美眼が必要なものはない。

日本では、特許審査の基準は「今までと違う」だけだが、欧米では「秀れている」ことに主眼が置かれる。独創的理論形成に欠かせない「何が大切で何が無価値か」を判断する直観（審美眼）が特許審査の知的活動の中でアインシュタインの中に自然に養われ、それが相対性理論の他、光電効果、ブラウン運動論といった、どれもがノーベル賞級の仕事の完成の原動力となった。審美眼で得たテーマ探しで見つけた当時学会の最大話題を解明したこの三大論文の成功で、無名であった彼の学会トップへの道は急速に開け、32才でプラハ大学教授、33才で母校チューリッヒ工科大学教授、35才でドイツ最高のベルリン大学教授、37才でドイツ物理学会会長と、急速な出世をする。

(c) 誰一人疑わなかった常識を疑う

アインシュタインの歴史的業績の高さに、物理学の常識を根底から改革した業績（科学革命の実行者）を挙げる人が多い。学校秀才型の思考では出てこない、並外れた独創力だからである。アインシュタインは人も知る落ちこぼれ学生で、教師に褒められてきた優等生が最も恐れる失うべき名誉も地位もなか

った。それだけに実力で勝負した真の学問プロと言える。アインシュタインの秀れた面は、時間、空間の絶対性を否定し、相対論を作ったことに見られる。他人はどうであろうと自分はこう考える、という独創者の典型を行くもので、これは独創性を育てるユダヤ人独特の生き方の典型でもあった。

(d) 本を読まなかった天才

アインシュタインの独創的思惟努力を語るエピソードとして、生涯殆ど本を読まなかった。文献も学会最先端動向を知る雑誌だけ読み、書く論文にも他人の引用仕事は殆ど書かないで全体を自分のオリジナル理論のみで構成するという学風が有名であった。新理論の建設に余計な情報は不要というのが、彼の生涯の研究活動の一貫したポリシーであった。

(e) 晩年の大失敗

人間の自然を探究する方法には、アインシュタインやニュートンのように、少数原理から直観、審美眼で自然法則を演繹的につかみ、理論体系を作っていく方法と、ダーウィンやウェーゲナーのように実証データを帰納的に整理、仮説立てをし、さらに実際例で検証して理論体系を作っていく方法がある。前者は理論物理学、後者は生物学、地学に特有の方法だが、一人の人間の得意で初期に成功した方法が、その後の新領域に関わる研究方法として通用しないで失敗することが多々ある。アインシュタインの晩年の統一場理論や宇宙論の不成功はどう説明されるか。

26才で特殊相対性理論、36才での一般相対性理論での大成功は実はかなり限定的のものであった。統一場理論は物質的あらゆる階層のものを包含するもので、物質の各階層に特有の物質理論をまず立て、その総合化で完成すべきものであり、研究のやり方はむしろ帰納的方法であった。ところが36才までの彼のやり方は贅肉をそぎ落としていく演繹的方法で、統一場理論に本来なじまない、彼得意のこの方法では成功しないテーマであった。彼はこの演繹的な直観的把握法に最後まで固執した。

天才を過去の人に追いやってしまった自然世界に対して、疲れた彼の「神は私を見捨てた」の一言が印象的である。

4. 科学者伝の教材としての活用方策

以上、物理学史から例を紹介したが、この教材は各領域の学説形成史での科学者の人間性に注目して、科学総体を考えさせることを想定している。

その評価項目は、クロッパーも述べるように、

- (1) 科学者とはどのような傾向を持つ職業人か。また、その必要とされる素養とは何か。
 - (2) 科学者が大成する上での学会（科学者集団）、雑誌、研究過程での機能は何か。
 - (3) 科学者が科学研究をする上での方法論（科学の方法）とはどんな内容か。
 - (4) 科学者世界での精神的社会的問題とは何か。
 - (5) 天才科学者の人間性について、共感、反発する点を述べよ。
 - (6) 特定の科学者がその学説確定で果たした歴史上の決定的役割を明らかにせよ。
- 等が挙げられる。

この科学者伝教材は、「理科基礎」テキストを主教材とし、それを補完する科学史の副教材、読物、あるいは授業書として構成される。この教材には教師用指導書が編集され、それは解説書の他、参考図書、資料（インターネットHP、ビデオ、CD、スライド他）が付加される。

参考図書

- (1) 日本物理教育学会（編）「現代の科学」シリーズ（43冊）（河出書房新社，1971）
- (2) クロッパー（渡辺訳）「HOSC物理化学生物」（講談社，1975）
- (3) アシモフ（皆川訳）「科学技術人名事典」（共立出版，1971）
- (4) 伊藤智義（森田信吾画）「栄光なき天才たち，1～4」（集英社，1989）
- (5) 湯浅光朝（編）「コンサイス科学年表」（三省堂，1989）
- (6) 竹内均（編）「科学の世紀を開いた人々，上，下」（ニュートンプレス，1999）