

## 佐藤充著『高等教育物理学』と竹内潔著『高等物理学』における相対論

## On the Relativity in physics textbooks

## “Koutou Kyouiku Butsurigaku” by M.Sato and “Koutou Butsurigaku” by K.Takeuchi

○千葉大輔<sup>1</sup>, 雨宮高久<sup>2</sup>\*Daisuke Chiba<sup>1</sup>, Takahisa Amemiya<sup>2</sup>

Abstract: The purpose of this study is to analyze explanations of relativity in Japanese physics textbooks issued after the 1920s. "Koutou Kyouiku Butsurigaku (The Higher Education Physics)" by Mituru Sato and "Koutou Butsurigaku (The Advanced Physics)" by Kiyoshi Takeuchi both have a chapter on relativity. However, these contents and order of explanation are different. Sato explained Ether and Lorentz's Theory as the introduction of Einstein's relativity. In contrast, Takeuchi underscored a problem of the Galilei transformation and its replacement with the Lorentz transformations in the chapter on special relativity.

## 1. 本発表の背景と目的

1920年代, 日本では相対論について解説した書籍が数多く出版されている. 例えば, 物理学者・科学ジャーナリストである石原純が執筆した『相対性原理』(岩波書店, 1921(大正10)年)や『エーテルと相対性原理の話』(岩波書店, 1922(大正11)年)は, 同時期に出版された相対論に関する代表的な解説書として知られている. また, アインシュタイン A.Einstein の論文やプリンストン大学での講演を石原や山田光雄らが翻訳した『アインシュタイン全集』全4巻も1922年から1924(大正13)年にかけて改造社から刊行されている. 1922年11月にはアインシュタインが来日し, 東京帝國大學(現在の東京大学, 以下「東京帝大」)や仙台市公会堂などで相対論に関する講演を行った. この時の様子は翌日の新聞各紙で大きく報じられ, 東京・三田の慶應義塾大学大ホールでは聴講者が約2000人も詰めかけたという<sup>[1]</sup>. 現在, 同時期の国内における相対論への熱狂ぶりは「アインシュタイン・相対論ブーム」<sup>[2]</sup>と称されている.

本発表では, この相対論ブームが起こったとされる1920年代以降の「日本人による相対論の理解」を探求する調査・研究の一環として, 旧制第二高等学校(以下「二高」)教授・東北帝國大學(以下「東北帝大」)講師である佐藤充が執筆した物理学教科書『高等教育物理学』(1927(昭和2)年刊行)と旧制第一高等学校(以下「一高」)教授である竹内潔が執筆した物理学教科書『高等物理学』(1932(昭和7)年刊行)に記された相対論の内容について調査した結果を報告する. また, 上述した1920年代刊行の相対論を取り扱った書籍およびアインシュタインによる国内講演の状況を踏まえて, 相対論ブームの教科書への影響について検討を加えることを目的とする.

## 2. 『高等教育物理学』と『高等物理学』における相対論の説明

佐藤充著『高等教育物理学』において, 相対論は最終章「第五十三章 相対論」で論じられている. この中で, 佐藤はエーテルを前提とするローレンツの理論とは「異なる立脚点」から, アインシュタインがマイケルソン・モーレーの実験を説明した理論として相対論を位置づけている. その上で, 相対論の中核として「絶対運動の否定」が重要であることを強調しており, これにより光波・電磁波の媒質である「エーテル」は否定され, その代替として「物理學的空間」が定義されていた. また, 「絶対運動の否定」から帰結される「光速度不変の原理」に基づき, 特殊相対論での「速度加法の定理(速度の合成則)」と「ローレンツ変換式」が導出されていた. さらに, 「絶対運動の否定」からこれらとは別に導き出される原理として「相対性原理」を示し, 最後に質量とエネルギーの等価性についても簡単に言及していた. なお, 佐藤は第五十三章の前章「第五十二章 エーテル」で, ローレンツの理論をマイケルソン・モーレーの実験を説明した理論として紹介している. そのため, 第五十二章は第五十三章の導入部という役割を担っていたといえる. このほか, ガリレイ変換とそれに基づく「速度加法の定理」の説明は力学を取り扱った「第二章 質点の直線運動」で既に登場していたが, 脚注で「吾々は後に相対論に於て更にこの式に就いて詳論する」と述べられていた.

一方, 竹内潔著『高等物理学』における相対論の説明は, 最終章「第九編(第五十六章)特殊相対性理論」にまとめられている. 竹内は先ず光学・電磁気学に「ガリレイ轉換(変換)」が適用されないことに触れ, 「ガリレイ轉換と矛盾する実験」として, フィゾーの実験とマイケルソン・モーレーの実験を挙げている. 次に, アインシュタインがこれらの実験及び運動体についての電磁気現象をエーテルという「特定の假説」を用いることなく, 「相対性原理」という一

1: 日大理工・院(前)・物理 2: 日大理工・教員・物理

般的な原理から説明したと述べている。この後、竹内は光速度不変の原理を仮定して、光の球面波の議論から「ローレンツ轉換」を導出し、「光の傳播の法則が相對性原理に従ふもの」だとすれば、「ローレンツ轉換」が成立すると記している。また、時間と空間の相對性及び特殊相對論における速度の合成則は、「ローレンツ轉換」から導出される結果であると論じていた。さらに、章の後半部では、質量と速度・エネルギーの関係についての公式も提示されていた。

### 3. 相對論ブームの教科書への影響

#### 3-1. 相對論を取り扱った書籍の影響

本稿冒頭で触れた石原による書籍（『相對性原理』および『エーテルと相對性原理の話』）と『高等教育物理學』での相對論の内容には共通点が見られる。例えば、どちらの内容でも数学的な「幾何學的空間」と対比するものとして、光や電磁波の媒質としての性質を担う「物理的空間」（佐藤は「物理學的空間」）の定義が登場している。また、ローレンツ收縮の影響を受ける硝子板を通る光が複屈折しないことを根拠として、ローレンツの理論を否定している点も共通している。さらに石原と佐藤の相對論に共通する点として、本論に入る以前にエーテル問題に言及していることが挙げられる。このような国内での「相對論がエーテル問題の究明の中から生まれた」とする認識について、物理学史家・廣重徹は石原の書籍による影響を指摘している<sup>[1]</sup>。したがって、佐藤が説明した相對論には石原の書籍が影響を与えた可能性が考えられる。これに対して、『高等物理學』での相對論の内容は、桑木或雄と池田芳郎が共訳したアインシュタインの著書『アインシュタイン相對性原理講話』との共通性がうかがえる。例えば、(1)「相對性原理」と「光の傳播の法則」（竹内は「光の傳播法則」）から光速度不変の原理を導いていること、(2)ガリレイ變換の不十分さを指摘した上で、ローレンツ變換が導出されていること、(3)相對論がエーテル問題の延長線上に位置づけられていないこと、などが共通点として挙げられる。なお、佐藤は『高等教育物理學』の第五十三章冒頭の脚注において、本書で説明する相對論の内容は初歩的なものであり、より詳細を知るためには『アインシュタイン相對性原理講話』を読むことを勧めている。つまり、『アインシュタイン相對性原理講話』の内容と共通点が多い竹内による相對論の説明は、（佐藤と比較して）アインシュタインおよび相對論による物理学の変革に強い興味・関心を寄せる学習者向けの構成になっていたといえる。

#### 3-2. アインシュタインによる国内講演の影響<sup>[4]</sup>

ところで、竹内は東京帝大での専門家に向けたアインシュタインの特別講演に参加していたことが判明している。同講演において、アインシュタインは力学法則の共変性を論じるガリレイ變換が電磁氣的現象に対して成り立たないため、「光速不變の法則」と「特殊相對性原理」に基づくローレンツ變換が必要であることを論じた。また、ローレンツ變換の演繹や時間と長さの変化、速度の合成則についても説明していた。なお、東京で開催されたアインシュタインの講演は専門家向け・一般向けを問わず、多くの聴講希望者が押し寄せたという。相對論とその提唱者であるアインシュタインへの関心が高かった現状を目の当たりにした竹内は、教科書で相對論を説明する際に、可能な限り忠実に「アインシュタインの相對論」に近い説明を心がけていたと推察される。一方、仙台市公会堂でのアインシュタインによる一般向けの講演は入場料や内容の難しさが影響して、聴講者は少なかったという。しかし、アインシュタインや相對論に対する関心が薄かった訳ではなかった。例えば、東北地方紙『河北新報』にはアインシュタイン来日前から東北帝大助教授・三枝彦雄による「科学雑記」が掲載され、その中ではエーテル問題から相對論に至る展開が解説されていた。また、アインシュタインが仙台に到着した当日にも三枝を講師とした通俗講演会が開催され、こちらには500名以上の聴講者が参加していた。このような状況を踏まえると、仙台ではアインシュタインではなく三枝（や石原）などの日本人物理学者による相對論の解説が広く普及していたと思われ、このことが佐藤の相對論の説明に影響を与えていたと考えられる。

### 4. 本発表のまとめと今後の課題

今回調査した2冊の物理学教科書に記載された相對論は、説明の展開に明らかな違いが見られた。この要因としては、同時期に刊行された相對論に関する書籍やアインシュタインによる講演の影響が考えられる。なお、これらのことから、一高ではアインシュタインの解説した相對論が、二高では日本人物理学者による通俗的な相對論が授業の中で説明されていたと推察される。今後も同調査を継続して、相對論ブームの教科書への影響について全体像を明らかにしたい。

### 5. 参考文献

- [1] 金子務：『アインシュタイン・ショック』、河出書房新社、第I部 p.128、1991年。
- [2] 西尾成子：『科学ジャーナリストの先駆者 評伝 石原純』、岩波書店、p.198、2011年。
- [3] 西尾[2]、pp.192-193；廣重徹：「相對論の起源-予備的考察」、科学史研究、No.76、pp.171-173、1965年。
- [4] 金子[1]、第I部 pp.128-135、第II部 p.186；石原純：『アインシュタイン教授講演録』、改造社、pp.93-94、1923年。