

平成 30 年 5 月 28 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01116

研究課題名(和文) 戦前期日本における科学と工学の分離と交流：高等教育機関の動向を中心に

研究課題名(英文) The Separation and Interchange between Science and Engineering in Higher Education in Prewar Japan

研究代表者

岡本 拓司 (OKAMOTO, Takuji)

東京大学・大学院総合文化研究科・教授

研究者番号：30262421

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：戦前期の日本における科学と工学の分離と交流に関して、主として高等学校および帝国大学の状況を中心に分析を行った。特に、東京大学駒場博物館に所蔵されている、第一高等学校旧蔵の資料に基づく研究を実施した。その結果、以下の内容が明らかになった。(1)帝国大学理科大学及び同工科大学の設立(1886年)により工学の自立とその科学からの分離が生じた。(2)科学と工学の交流は理化学研究所の設立などによって図られたが、より実質的な交流は戦時研究において実現した。(3)技術的应用とは関わりのない純粋科学も科学者に支持されており、素粒子論などで成果を生んだ。

研究成果の概要(英文)：In this project we used the materials of the First Higher School housed at the Komaba Museum at the University of Tokyo and examined the causes and results of the separation and interchange between science and engineering in higher education in prewar Japan. We made the following discoveries: (1) The establishment of the Colleges of Science and Engineering of Imperial University in 1886 meant the birth of engineering as an academic discipline comparable to those of science, medicine, or law. (2) Politicians and industrialists tempted to enhance interaction between science and engineering by establishing the Institute of Physical and Chemical Research in 1917. Though this led to some successful cases, the nationwide interchange between science and engineering had not appeared until wartime mobilization of science at WWII. (3) Prewar Japanese scientists pursued so-called pure science and supported fields like elementary particle physics.

研究分野：科学技術史

キーワード：第一高等学校 帝国大学 科学論 戸田盛和 小穴純 ノーベル賞 実験機器 小穴純

1. 研究開始当初の背景

(1) 明治維新以降の日本における科学の展開に関しては、教育機関や研究活動の変遷を中心に、天文学会・物理学会等の学会が編纂にあたったものを含めて、概要が了解できる程度の歴史研究の蓄積は存在する。また、同時期の技術の具体的な展開に関しては、科学に関するものほどではないにせよ、鎌谷親善や中岡哲郎などの著作を中心に、やはり研究の蓄積は存在する。これに対し、技術に関わる知識である工学の、学問としての歴史的展開に関する研究の蓄積は、三好信浩、三輪修三らの先駆的著作はあるものの、教育制度や一分野に特化したものであり、領域全体の状況の把握を可能にするほどには存在していない。「工学」という言葉が、明治維新後に、当時の日本が必要とした学問の一つとして誕生し、これに engineering の訳語としての役割が重なったこと、また、西洋では主に第二次世界大戦後に学問としての地位を獲得するに至った engineering が、日本では早い時期から博士の学位が与えられる分野となり、理学や医学と並ぶ「工学」という一領域として確立していたことなども、十分には意識されていなかった。学問の歴史としては主に科学に関心が集中し、技術の歴史においては学問領域としての工学が強い関心を集める対象とはなっていないことが指摘できる。

(2) また、明治維新後、富国強兵や殖産興業といった目的のために、漠然と西洋の「科学技術」が導入されたと理解されることも多いが、日本で最も早くノーベル賞を得て、国際的な評価を獲得するに至った科学の領域は、原子核・素粒子物理学の理論研究という、産業や軍事への応用の可能性が高いとは言えない分野であった。明治維新後の日本は、漠然と「科学技術」なるものを導入したのではなく、科学の導入にはそれ固有の意義を認めていたと考えられる。そうであるとすれば、科学の固有の意義についての認識と、具体的な応用への貢献を期待されて誕生・成長した工学との関わりがどのようなものであったかが、あらためて検討されるべきであろう。この課題は、とくに 20 世紀に入ってから、先端の科学研究が技術の動向を左右する事例が増えていく傾向を考慮すると、日本における科学と技術の接合が具体的にはどのように実現したかを明らかにするうえで重要であることが理解される。従来は、科学における後進性が技術にも反映されたと考えられることもあったが、素粒子論でのノーベル賞受賞をもたらした研究は戦前期に発表されており、戦前期の日本の科学研究の水準は、単純に「低い」と評してのみ済むものではなかった。科学と技術が具体的に関わりをもつ場面についての分析が必要であるが、その際、工学における研究や教育こそがまず検討されるべき対象であるといえよう。あわせて、

どのような理念に基づいて科学研究が行われたか、科学がどのようなものであると理解されていたかといった、従来深くは検討されてこなかった課題についても、分析を加える必要がある。

(3) 研究代表者の岡本、研究分担者の横山・折茂が勤務する東京大学の駒場 I キャンパスは、第一高等学校（一高）から校地と校舎を引き継いでおり、同キャンパスの駒場博物館には、一高同窓会を経て東京大学に寄贈されたものを含む、教務関係の文書や教育用実験機器などが所蔵されている。また、一高卒業生等から、不要になった文書・現物の資料も寄贈されており、それらの整理・分類も継続的に行われている。同館の展示では、こうした資料をもとにした戦前期の高等学校教育に関わる課題がたびたび取り上げられており、資料整理や研究の成果の発信の場として、論文や書籍等とは異なった経路が活用されてきた。資料の整理や分析、展示の制作には、講義や演習の一部として、学部 1 年生から大学院博士課程学生に至るまでの学生が関わることも多く、研究のみならず教育の材料としても利用されてきた。

2. 研究の目的

(1) 本研究においては、戦前期にすでに確立していた工学教育、とくに高等学校における教育の特徴を、その実態に即して解明することを目指した。その際、文書に現れるカリキュラム等の検討のみを行うのではなく、教育の場で利用された機器や、実習の成果物である図面、講義のノートなどを活用することに留意した。戦前の高等学校における教育は、学校ごとに特色があり、とくに一高では独自の方針が設定されることも多かったため、公式の文書による実態の解明には限界があることが予想された。そこで、本研究では、全容の解明というよりは、個別事例の詳細な分析を行い、注目すべき事実を発掘することをより重要な目標として設定した。

(2) 日本の科学者の中でも、ノーベル賞受賞者など著名な人々については、高等学校における教育などについても一定程度の歴史研究の蓄積は存在している。本研究ではそうした事例を越えて、より広い範囲の科学者・工学者について、高等学校・大学等での教育・研究の実態を明らかにすることを目指した。特に、科学的要素と工学的要素の関連についての検討を行うことに留意した。また、個々の研究者の具体的な実績を考察するため、ノーベル賞受賞に至る以前の、推薦段階での評価の調査も目指した。

(3) 科学がどのようなものであると考えられていたかが、科学・工学の教育や研究の場面において具体的な方針が決定される際に重要な意味をもっていたことが予想される。本

研究では、科学観・科学論の歴史ともいべきこの課題のうち、利用可能な資料に基づいて比較的細部にわたる検討が可能な事例を取り上げて分析することとした。幸い、一高には、戦前期の科学哲学の先駆者として名高い戸坂潤が生徒として在籍し、また同じく科学史の開拓者であった岡邦雄も教員として在籍していた。さらに、彼らとは対立する見解によって知られていた橋田邦彦は、1937年から1940年まで一高校長を務めたのち、1940年には第二次近衛内閣の文部大臣に就任している。駒場Iキャンパスには、科学観・科学論の変遷を追うには恰好の材料の集積があった。

(4) 以上の成果を、論文・書籍等にとどまらず、一部には学生の参加も組み込んで、博物館における資料整理や展示制作に結実させることを目指した。これにより、資料の利用の可能性を、学生の関心に即して拡大することを図り、研究成果の周知の度合いを上げることとした。駒場Iキャンパスの学生の専門は多様であり、それぞれの専門に応じた資料の活用の工夫が予想され、資料の利用についても、研究のみならず教育に果たす役割が開拓されることが期待できた。

3. 研究の方法

(1) 一高由来の資料や、個人資料を活用した。戦前期の高等学校・帝国大学等における教育の実態は、公刊された資料では明らかにできない内容が多く、本研究では、一高由来の資料や、ノート・書簡等、駒場博物館を拠点に収集・整理した資料を利用した。また、文字資料のみならず、機器・図像などの現物資料も利用した。

(2) 特定の機関や個人に即して調査を深化させることとし、一般的な制度の変遷の調査にとどまらない分析を行うことで、戦前期日本の科学と工学の関係の特徴を明らかにすることに努めた。

(3) 物理学者ではあったが工学の高等教育を受け、後には工学の高等教育機関の責任者も務めた山川健次郎、理学部に勤務する物理学者でありながら光学機器の開発という応用に特化した研究を行った小穴純、非線形格子力学という純粋科学の色彩の濃厚な研究で知られながら力学教室を介して工学部とも関わりを持った戸田盛和など、科学と工学の両面に関わる人物を取り上げるよう努めた。

(4) 高等学校における測量・図学などの工学的教育、実験機器を介した科学と技術の接触など、科学と工学の接点となった場面に特に留意して検討を進めた。

4. 研究成果

(1) 従来の歴史研究においては、工部大学校

やその前身である工学寮の設立(1871年)を、日本の工学の特異性の端緒とする見解が見られたが、学問としての工学の自立は、この分野が国家の最高位の教育機関に法学・医学・科学などと並ぶ基盤を得て、同等の学位を与えうるに至った時期に実現したと考えるのが妥当であることが明らかになった。具体的には、工科大学を分科大学として含む帝国大学の誕生(1886年)と、工学博士を学位に含む学位令の公布(1887年)が、日本の工学の確立・自立をもたらした。フランスには早くも18世紀末には工部大学校の先駆ともいえる大学が存在していたが、その位置づけは通常の大学とは異なっており、また帝国大学が誕生した時期、ケンブリッジやオックスフォード、ハーヴァードやイエールといった各国の代表的な大学には、工学のみをもって自立する部局は、存在しないか、存在したとしてもその地位は普通教育を行うカレッジに比べて低いものにとどまっていた。

(2) 日本では、欧米諸国に比べて早い時期に(1880年代後半)に工学が自立して独自の拠点を持つようになり(帝国大学工科大学)、科学研究の拠点(帝国大学理科大学)とは制度上分離することとなった。これにより、教育内容や学問としての内実、卒業生組織(具体的には各分野の学会へと発展する)や研究などの全般にわたって、19世紀末からすでに日本の科学と工学は別個の活動を行うようになる。科学においては、日本の実情を反映し、軍事や産業への貢献を重視する傾向もあったが、木村栄のz項の発見や長岡半太郎の土星型原子模型の提唱などの成果に見られるような純粋科学志向も強く、これはまた、西洋に対して日本人・東洋人の知的能力の高さを示したいという競争心にも支えられていた。一方で工学には、日本の各方面で必要とされた技術的知識の獲得と適用という目標があり、工場実習などをもとに卒業論文を書き、海外での重要な工事への参画の経験を博士論文としてまとめるといった、日本独自の工学教育・研究が徐々に確立されていった。帝国大学工科大学(のちに東京帝国大学工学部)の教員が欧米に留学した際、外国にある、帝国大学と同等の高等教育機関には工学の教育組織がなく(欧米では主要高等教育機関における工学の確立は第一次大戦後から第二次大戦後にかけてようやく実現する)、重要な工事や土木・建築事業に参加することを留学中の主要な活動とする例もあった。

(3) 20世紀には、無線電信の開発、真空管の発明と普及、ハーバー・ボッシュ法の発明、トランジスターの発明など、先端の科学研究が技術に直接的な影響を及ぼす事例が生じた。科学と工学の分離が進んでいた日本においては、両者の接点を設ける試みがなされざるをえなかったが、特筆すべきは理化学研究所(理研)の創設(1917年)である。活動が

軌道に乗ってからの理研では、主任研究員の関心に応じて、科学と工学の両者に関わる研究や、科学内部の区分（物理学・化学など）を越えた課題設定が行われ、大学院生を含む多くの研究者にも、出身学校・出身学部に関わらず研究を行うことが許された。ただし、こうした学問領域を越えた活動は、日本全体からみれば例外的であり、帝国大学の多くは既存の学問分野の枠内にとどまる活動を行っていた。より大規模な学問分野間の交流が実現するのは、第二次大戦期の技術動員・科学動員によってであり、この経験が戦後に引き継がれることとなる。

(4) 小穴純は、理研とは関わりを持たず、戦時動員の経験から戦後に光学機器開発という応用分野に特化した研究を行った物理学者である。小穴は、戦後、東京大学理学部物理学科において一貫して光学機器開発を行った稀有な存在であった。戦前期の小穴は、上司である田中務の研究の天体分光学の研究の補助に従事していたが、戦時期に戦時研究員として暗視装置の開発に携わり、この経験および従来から抱いていた光学機器全般への関心から、戦後は光学機器の開発を行うようになった。光学機器の設計に必要な計算の能力を持つことから、蓮沼宏や久保田広のように、物理学出身のものが光学機器開発に携わることは珍しくはなかったが、これを理学部物理学科において行った点で小穴の活動は特筆に値する。小穴の研究は超マイクロ撮影技術の進展をもたらし、半導体エレクトロニクスにとっても重要なステッパーの開発に大きく貢献することとなった。一方で、量子光学、とくにレーザー誕生後のそれには小穴は十分には追従できず、東京大学理学部物理学科では、幾何光学領域の光学機器開発研究は引き継がれなかった。

(5) 戸田盛和は非線形格子力学への貢献で知られる戦後日本を代表する理論物理学者である。戸田は大学卒業後、工学部力学教室に所属しており、同教室において物理学者・数学者と多様な交流を行っていた。寺沢寛一が創設した力学教室が理論物理学の建設に果たした役割は知られていたが、戸田の遺した資料には、図書・メモなど、同教室の活動の実態を物語るものがある。

(6) 湯川秀樹のノーベル賞受賞は、日本人として初めてのものであり、これにより、従来は日本人には授賞されないものとさえ考えられていたノーベル賞に対する、日本側の認識は大きく変化した。具体的には、戦前期には数件にとどまっていた日本からの物理学賞・化学賞への推薦が増加した。推薦対象となった業績は素粒子物理学関連のものが多いが、とくに化学賞においては応用分野に関わる業績も取り上げられている。科学と工学の分離・融合の実状は、物理学・化学といっ

た領域の性格にも依存することが分かる。なお、1965年の物理学賞の選考の際には、選考委員会は1943年に朝永振一郎が日本語で理研彙報に発表した論文をも検討対象にしており、研究成果の発表時期の早さもあって、朝永が3名の受賞者のうち筆頭となった。

(6) 日本の科学論の流れが以下のように整理できることが明らかになった。第一次大戦以前の教養主義的科学論（田辺元、石原純など）、ロシア革命以後のマルクス主義の隆盛に伴うマルクス主義科学論の勃興（戸坂潤、岡邦雄など）、マルクス主義に対抗して日本精神と科学を接合させる日本科学論の登場（橋田邦彦、荒木俊馬など）、敗戦後のマルクス主義科学論の再登場と流行（武谷三男、坂田昌一など）、大学紛争以降の科学批判とパラダイム論の隆盛（廣重徹、村上陽一郎など）、マルクス主義は科学的社会主義を標榜していたこともあり、基本的には技術の現場を含む社会全般における科学的合理性の貫徹を主張した。マルクス主義の主流派の技術観とは異なるが、武谷三男のいわゆる意識的適用説では科学性の徹底がさらに称揚される。日本科学論においては、皇国のために自身を顧みない人々が、西洋流の功利主義的・利己主義的な性格を持たない科学を築きうるとされ、日本の風土や文化に適した科学の育成が奨励された。マルクス主義批判に基づく科学批判が、日本精神主義に依拠する論者によって唱えられたこともあったが、橋田らの日本科学論に吸収され、科学批判が現れる以前には目立った科学批判や科学に関する相対主義は見られない。科学と技術・工学との関わりに関しても、前者における科学研究の成果の取り入れや科学的合理性の貫徹が主要な論調であった。科学の推進は、技術との関わりが意識されたうえで主張されることが多いが、応用とは離れた固有の意味を科学に認めたいうえで唱えられる場合もあった。

(7) 大正中期以前の高等学校の教育においては、兵式体操が必修であったが、図学・測量が必修とされた工科では、兵式体操が免除される場合や時間数が少ない場合があった。必修の兵式体操は、一年志願兵への出願や兵役猶予といった特権を正当化する要素の一つであったが、図学・測量が兵式体操に代わるものとみなされた背景には、これらの科目の軍事上の有用性への意識があった可能性もある。第一高等中学校を卒業して帝国大学で電気工学を学んだ市川紀元二は、一年志願兵として日露戦争に出征して抜群の軍功を挙げ、一年志願兵の実戦での有効性についての疑念を払拭したが、彼も加わって作成した、測量の時間の成果物である実測図が一高旧蔵の掛図の中に発見された。一高旧蔵の測量機器には陸軍参謀本部由来のものもあり、高等学校の教科内容の実態や、その軍事との関

わりを物語る現物資料として注目される。

(8) 上述の成果を発表する場として、下記の展示の制作、または制作への協力を行った。資料整理、展示制作には、大学生・大学院学生も参加した。

平成 27 年度

東京大学駒場博物館「一高理科へようこそ - 科学する心」(28 年度に柏図書館でも開催)

東京大学柏図書館「雑誌でたどる戦前・戦中・戦後の科学」、「東京大学とノーベル賞」

平成 28 年度

東京大学駒場博物館「おもちゃと波と金平糖 - 戸田盛和生誕 100 周年 - 」 「本書く派(ほんかくは) 戸田盛和」

東京大学工学・情報理工学図書館「東大生と歩んだ測量機器 - 歴史的価値の再発見 - 」 「測量展」

東京大学生産技術研究所「はじめての真空：お弁当から宇宙まで」

平成 29 年度

東京大学駒場博物館「物理もおもちゃも本描く派 - 戸田盛和生誕 100 周年 - 」

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 4 件)

OKAMOTO, Takuji, "Reorganization, Deregulation, and Liberalization: Postwar Development of the Japanese Electric Power Industry and Its Change after 11 March 2011," *Technology and Culture*, 58 (2017), pp. 182-193. 査読有り

岡本 拓司、「数物学会から物理学会へ：『会誌』分冊化の影響」、日本物理学会誌、71 巻 (2016 年) 843-847 頁、査読有り

岡本 拓司、「戦前期日本における科学論の展開：日中戦争以前の動向を中心に」、『科学技術史』、13 号 (2016 年) 37-123 頁、査読有り

岡本 拓司、「日本の物理学とノーベル賞」、『現代思想』、44 巻 12 号 (2016 年) 192-209 頁、査読無し

〔学会発表〕(計 2 件)

岡本 拓司、「戦時下の二つの座談会と湯川秀樹」、日本科学技術史学会、2017 年

夏目 賢一、「山川健次郎における物理学と尚武主義」、第 21 回科学史学会西日本大会、2017 年

〔図書〕(計 3 件)

橋本 毅彦、岡本 拓司、他、『安全基準はどのようにできてきたか』、東京大学出版会、

2017 年、134-168 頁

金森 修、夏目 賢一、他、『明治・大正期の科学思想史』、勁草書房、2017 年、65-125 頁

加藤 俊英、岡本 拓司、他、『高校生のための東大授業ライブ 学問からの挑戦』、東京大学出版会、2015 年、150-164 頁

〔その他〕
ホームページ等

関連して実施した展示の概要を含むウェブサイト

<http://museum.c.u-tokyo.ac.jp/old.html>

関連して調査・デジタル化した資料を含むウェブサイト

<http://museum.c.u-tokyo.ac.jp/d-archive.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡本 拓司 (OKAMOTO, Takuji)

東京大学・大学院総合文化研究科・教授
研究者番号：30262421

(2) 研究分担者

横山 ゆりか (YOKOYAMA, Yurika)

東京大学・大学院総合文化研究科・教授
研究者番号：20251324

折茂 克哉 (ORIMO, Katsuya)

東京大学・大学院総合文化研究科・助教
研究者番号：30376579

高橋 雄造 (TAKAHASHI, Yuzo)

電気通信大学・UEC コミュニケーションミュージアム・学術調査員

研究者番号：60055225

(平成 28 年度まで)

夏目 賢一 (NATSUME, Kenichi)

金沢工業大学・基礎教育部・准教授
研究者番号：70449429