

技術文化論叢

第 22 号 (2019 年)

東京工業大学

科学技術社会分野・技術構造分析講座

『技術文化論叢』第22号(2019年)

目次

<論文>

東京大学と工部大学校の帝国大学工科大学への継承とそれを支えた人たち 恒川 清爾	1
--	---

<研究ノート>

教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発 ——大学教養科目における科学史 PBL の実践報告 和田 正法	21
ニュートンの音楽手稿における音の様々な表記方法 工藤 璃輝	37
新渡戸稲造の『武士道』と日本の近代化 Yakup BEKTAS	51

<資料紹介>

武谷三男の1938年検挙時の手記 八巻 俊憲	59
「久保亮五資料」 河野 洋人・北原 和夫	74

<2018年度 修士論文 梗概>

物理学者・久保亮五の初期研究過程 河野 洋人	93
半導体産業における日本と中国の比較研究 雷 翔	99
日本の宇宙電波天文学研究史 ——野辺山宇宙電波観測所建設を中心として 千葉 庫三	103
日本と中国における新エネルギー車に関する政策の比較研究 叢 心怡	108
日本と中国における食品安全性に関するリスク管理の比較研究 ——三鹿メラミン混入粉ミルク事件と森永ヒ素ミルク中毒事件を事例として 孫 如瓊	113

<研究動向紹介>

近世日本測量術史研究の動向 小山 桂佑	119
------------------------------	-----

論 文

東京大学と工部大学校の帝国大学工科大学への継承と それを支えた人たち

The Formation of the Technical College of the Imperial University from Tokyo
University and Koku-Dai-Gakko, and its Promoters

恒川 清爾 Seiji TSUNEKAWA¹

1. はじめに

日本における近代的高等技術者教育は、工部省の工学寮工学校（後に工部大学校に）と東京大学理学部から始まった。明治19（1886）年3月1日帝国大学令が制定され、東京大学に前年末作られた工芸学部と工部大学校が合併して帝国大学工科大学となった。技術者教育は、東京大学では理学部の中で学理中心の教育がおこなわれたと言われていた。工学寮工学校と工部大学校においては、ヘンリー・ダイアー（Henry Dyer, 1848-1918）による理論をもとに実地重視の教育がおこなわれたとして、これまで国内では高い評価を受けてきた²。しかし両校とも当時の技術教育の進んだ欧米の大学から見ると、実地時間が非常に長く、評価は過大であった。そしてこの実地重視の技術者教育が、体験重視の形で明治末から大正期まで長らく続いていたことによって、日本の高等技術者教育の近代化が世界の流れのなかで遅れることになった。大正期東京帝国大学教授であった大河内正敏は「日本の技術者教育は欧米に比し30年遅れている」と批判していた³。これらの実態については先の拙著の論文で解明した⁴。

そのような中で帝国大学工科大学の創設時、東京大学の理学部および工芸学部と工部大学校から、工科大学に教師がどのように移行していたかを明らかにするとともに、体験教育が継承された背景を見直そうとするものである。

2. 先行研究と課題

東京大学及び工部大学校と、帝国大学の成立に関する研究については、大久保利謙、三好信浩、中山茂、天野郁夫、寺崎昌男、中野実、酒井豊らなど多くの研究がある⁵。

¹ GP1s-tknw@asahi-net.or.jp

² 一例として、坂本賢三は「この学校は大成功を収め、工学寮から工部大学校、ついで帝国大学となって多くのすぐれた人材を生み」と高く評価している。（『先端技術のゆくえ』岩波新書362, 岩波書店, 1987年, 110頁。）

³ 大河内正敏「工業教育私見」『機械学会雑纂』第7号, 大正3（1914）年, 11-26頁。

⁴ 恒川清爾「カリキュラムから見る明治大正期の高等技術者教育—大学・高等工業学校機械工学科カリキュラムの定量的分析と米国との比較・再評価」『技術文化論叢』第18号（2015年）東京工業大学技術構造分析講座, 18-36頁。

⁵ 大久保利謙『日本の大学』玉川大学出版部, 1997年。三好信浩『日本工業教育成立史の研究—近代日本の工業化と教育—』風間書房, 1979年。中山茂『帝国大学の誕生 国際比較の中での東大』中公新書, 中央公論社, 1987年。天野郁夫『大学の誕生（上／下） 帝国大学の時代／大学への挑戦』中公新書, 中央公論社, 2009年。寺崎昌男『東京大学の歴史—大学制度の先駆け—』講談社学術文庫, 講談社, 2007年。中野実『近代日本大学制度の成立』吉川弘文館, 2003年10月。酒井豊「日本近代大学成立期における国家、学術体制ならびに大学の関連構造に関する研究」『文部省科学研究費補助金研究成果報告書』1988-89, 青山学院大学など。

また帝国大学設立の経緯については、『東京大学百年史』に詳しく記述されている⁶。工部大学校について中野実⁷は、「工部大学校の文部省移管は明治17（1884）年頃からはじまっていた。」しかし「工部大学校は...東京大学に合併されることはなかった...（そして）帝国大学を構成する一つの部局に」なったという⁸。また「（帝国大学の創設は）行政整理と合理化の面が大きかった。」という⁹。

その中で帝国大学での教授・助教授の任用については、幾人かの議論がある。三好信浩は、「工科大学の主導権が東京大学出身者によって握られた。最初の工科大学長となったのは古市公威であり、最初の11名の教授のうち8名までは開成学校または東京大学理学部出身者であった。」「工部大学校の文部省移管を前にして、東京大学は急遽工芸学部を創設して受け皿を作ることによって、合併後のヘゲモニーを掌握した。」そして「工科大学の指導権が東京大学出身者によって握られた。」という¹⁰。しかし中山茂は（帝国大学創立時）「東京大学よりも工部大学校系に勢力があった。」としているが¹¹、天野郁夫は、「東京大学出身者が優位であった。」「帝国大学工科大学は明治19年中に...任命された邦人教授の総数は13名である。その内訳は、工部大学校から志田ら...の4名、東京大学から高松ら...の5名、この他平賀義美ら...の4名が任用された。この4名は全員が海外留学者であった。」¹²そして「工部大学校教授、助教授は全員が工科大学に移った。工部大学校出身者は、教授こそ11名中3名に過ぎなかったが、助教授では7名中6名を占めている。それまでの卒業生数の違いなどを考えれば、ほぼ対等の合併と見るべきかも知れないが、東京大学出身者が優位に立ったことは否めないだろう。」という¹³。酒井豊は、「帝大創設の稚拙さを感じざるを得ない。それは総長就任が一番最後に発令されていることである。」「現在の段階では明確な傾向を指摘できなかった。ただ医学部と工部大学校に非職になったものが多かった¹⁴。」としている¹⁵。そして多くは工部大学校の教師は冷遇され、東京大学出身者が優勢であったとされている。帝国大学工科大学になる際に任用されたか否かは、前大学での取り上げる在籍時期

⁶ 東京大学百年史編集委員会編『東京大学百年史』全10巻、東京大学、1984～87年。

⁷ 中野実は東京大学百年史編纂に活躍し、帝国大学成立に関する多くの研究がある。

「帝国大学創生期に関する史料と文相森有礼—『帝国大学体制』の形成に関する試論的考察—」『教育学研究』第66巻第2号、1999年3月。「帝国大学体制形成に関する史的研究—初代総長渡邊洪基時代を中心として—」『東京大学史紀要』13、1995年、3月など。中野の死後、幾つかの論文が（前掲）『近代日本大学制度の成立』として纏め出版された。

⁸ 前掲、中野実『近代日本大学制度の成立』、61頁。

⁹ 前掲、中野実「帝国大学体制形成に関する史的研究—初代総長渡邊洪基時代を中心として—」、7頁。尚明治18年12月末の東京大学と工部大学校の職員数（兼務を除く実質人員）は423名であったが、一年後の帝国大学では326名に減少している。学部等の教員では197名が155名に削減されていた。

¹⁰ 前掲、三好信浩『日本工業教育成立史の研究』、369頁。

¹¹ 前掲、中山茂『帝国大学の誕生』、29頁。

¹² 天野郁夫「日本のアカデミック・プロフェッション—帝国大学における教授集団の形成と講座制—」『大学研究ノート』第30号（1977年6月）、広島大学、大学教育研究センター、23頁。

¹³ 前掲、天野郁夫『大学の誕生（上）』、96-97頁。

¹⁴ 非職とは官吏の地位はそのままに職位だけを免ぜられる措置を言う。（高等学校の教師になった場合など。）

¹⁵ 前掲、酒井豊報告書、78頁。

によっても異なってくる。先行研究では何時の時期の教師を取り上げるか問題設定が不十分だったので、本稿では合併が議論され始めた明治17(1884)年から東京大学理学部・工芸学部と工部大学校の教師の全員を取り上げる。具体的には非職や罷免となった教師や短期のみ任用された教師を含め、全てを見直すことによって、東京大学と工部大学校からの教師の移行状態を明かにする。

また当初工科大学学長は決まっておらず誰が中心となっていたかも残された課題である。本稿では、不在の工科大学学長に代わって、工部大学校教授の志田林三郎が合併に先だち東京大学の教授に兼務で任命され、中心となっていた事を明らかにする。

次いで志田の他、帝国大学の設立・運営の主要人物である総長や大臣が理論教育重視ではなく実際への応用を重視する人たちであったことを明らかにし、体験重視の教育の継承を許す環境にあったことを示す。これまで実地重視教育の継承を推進した人物やその背景を明らかにした例は見あたらない。

3. 東京大学の理学部・工芸学部と工部大学校教師の帝国大学工科大学での任用

工部大学校は文部省の下で東京大学に併合されるような形で合併し、東京大学出身者が優位であったと言われたが、帝国大学になった際の処遇を見ると工部大学校の教師も多く任用されていた。また却って工部大学校教師への配慮もなされ、工科大学で長らく教壇に立っていたのは、多くが工部大学校で学んだ教師たちであった。

東京大学の理学部・工芸学部と工部大学校の教師の帝国大学での任用状況については、合併に先だち非職または罷免されている者がいるので、両校合併前の教師として、合併の議論が始まった明治17(1884)年3月以降に、東京大学理学部及び工芸学部と工部大学校の教授または助教授として在籍していた者を全て網羅し、帝国大学での任用状況を文部省の『官員録』から拾い出し表1に示す¹⁶。表1及び以降に示す表2～表4に対応する具体的氏名を文末の付表1～付表4に記載した。なお、外国人教師は省略した。

表1 帝国大学創立前(明治17(1884)年3月～19(1886)年2月)の
東京大学及び工部大学校の教授、助教授の帝国大学での任用状況(名)

元の職位	帝国大学の職位						任用計	非任用計	総計	
	理科大学			工科大学						
	教授	助教授	計	教授	助教授	計				
東京大学	教授/奏任	9		9	4	1	5	14	3	
理学部・ 工芸学 部	助教授/奏任	3	3	6	2		2	8	11	36
	準奏任/判任 計		15			7		22	14	
工部 大学校	教授/奏任				2	1	3	3	1	
	助教授/奏任		1	1	2	6	8	9	5	18
	準奏任/判任 計		1			11		12	6	
	合計		16			18		34	20	54

¹⁶ 表1及び以降に示す表2～表4は全て毎月内閣官房局(後印刷局に変更)から発行の『官員録』(後『職員録』に変更)による。『官員録』(『職員録』)は前月の在籍者を記載して毎月始めに発行されていた(冒頭に「5日送付」の印あり)。

帝国大学創立前2年間に東京大学理学部と工芸学部の教師であった36名の内、15名が理科大学に7名が工科大学に任用されていた。工部大学校の教師は、18名の内11名が工科大学に1名が理科大学に任用されていた。両校の教師はバランスの取られた任用であった。

明治19(1886)年の帝国大学創立時の工科大学の教師としては、全て最初から任命されているのではなく、途中で任用や罷免をされている者もいるので¹⁷、初年度の明治19(1886)年3月～明治20(1887)年3月に工科大学に在籍した者を全て取り上げ、『官員録』から拾い出しその前任大学を表2に示す。

表2 帝国大学工科大学創立当初(明治19(1886)年3月～明治20(1887)年3月)の教授、助教授の前任大学(名)

前任大学	職位*		計**
	教授	助教授	
東京大学	6(1)	1	7(1)
工部大学校	4(1)	7(4)	11(5)
新任	6(1)	7(3)	13(4)
合計	16(3)	15(7)	31(10)

* 人数後括弧内：工科大学に任用されても期中に非職または免職になった人の数。

** 新任者を含めた出身大学：東京大学10名、工部大学校14名、外国の大学7名。

工科大学の設立当初の教師には工部大学校からも多く任用されていた。特に工部大学校の助教授が多く任用されていた。合計欄で見ると東京大学から7名(教授6名、助教授1名)、工部大学校から11名(教授4名、助教授7名)、新任13名(教授6名、助教授7名)であった。

任用された教師の出身大学を見ると、東京大学出身者10名、工部大学校出身者14名、外国の大学出身者7名であった¹⁸。工部大学校出身者が多いが、外国の大学出身者は全員開成学校と大学南校の出身であり、これを含めると東京大学側が多かった。

その後、講座制となった明治26(1893)年度迄と10年後の教師の出身大学を表3に示す。

多くの工部大学校出身者がその後も教師となっていた。工部大学校出身者は、明治23～24(1890～91)年では26名中13名、講座制が敷かれた明治26～27(1893～94)年では18名中10名いた。東京大学出身者は各々5名と3名となり、また外国の大学出身者が5名と1名に減り、帝国大学工科大学になってから卒業の教師は2名と4名となっていた。10年後の明治29～30(1896～97)年の教授も14名中8名は工部大学校の出身者であった。工科大学の教壇には、多くの工部大学校の教育を受けた教師が長らく立っていたのである。

また帝国大学設立には人員削減の意図もあったが、東京大学側が有利であったのではなかった。表1の帝国大学での任用状況の「非任用」欄に見るように、東京大学理学部・

¹⁷ 留学から帰り後年復職した者がいるが、ここでは免職とした。

¹⁸ 出身大学については個別に調査し、付表2の氏名の後に括弧で記載。(東京帝国大学『東京帝国大学卒業生氏名録』丸善株式会社、昭和8年。外国大学卒業生は、石附實『近代日本の海外留学史』ミネルバ書房、昭和47年。渡辺實『近代日本の海外留学生史』上下、講談社、昭和52年。平塚晃、国立教育会館編『幕末明治海外渡欧者総覧』柏書房、1992年による。)

工芸学部の教師36名中14名(39%)が、工部大学校の教師18名中6名(33%)が帝国大学に任用されなかった。その率は殆ど同じであったが、工部大学校の方がやや少なかった。

表3 帝国大学工科大学創立後の教授、助教授の出身大学(名)

出身大学	時期および職位						
	明治23～24年 (1890～91)			明治26～27年 (1893～94)			明治29～30年 (1896～97) ¹⁹
	教授	助教授	計	教授	助教授	計	教授*
東京大学	5		5	3		3	5
工部大学校	5	8	13	5	5	10	8
帝国大学		2	2		4	4	
外国の大学	5		5	1		1	1
その他	1		1				
合計	16	10	26	9	9	18	14

* 明治29～30(1896～97)年には設置されていたが、帝国大学設立時にはなかった学科(造兵学科、火薬学科)は省略した。また助教授は、海外大学出身者1名を除き全員帝国大学になってからの卒業生であり、ここでは省略した。

表4 帝国大学設立初年度明治19～20(1886～7)年度に任用されたが

同年度に非任用となった短期間の教授、助教授とその出身大学(名)

(外国人教師は省略。○：その後も任用、×：任用されたが、年度内に非職または免職になった短期の教師)

工科大学 での職位	出身大学								
	東京大学理学部・工芸学部			工部大学校			海外の大学		
	○	×	計	○	×	計	○	×	計
教授	4	2	6	3	1	4	6	0	6
助教授	2	2	4	5	5	10	1	0	1
合計	6	4	10	8	6	14	7	0	7
総計	31名、うちその後も任用21名、年度内に非職または免職10名								

この時期の教師には1年以内に非職や罷免となった短期間の任用の者が多くいた。表2で示した初年度の任用/非任用の人事を詳細に見ると、表4のようになっている。

このように東京大学出身者は10名中4名が、工部大学校出身者は14名中6名が、明治19(1886)年度中に罷免されたり非職になっていたが、出身校による差は見られない。実情は海外への留学や高等学校教師になっていたが、中には工部大学校出身者には温情の人事もおこなわれていた。大倉組に入り鉄道建設で活躍した久米民之助を夏休み中の8～9月の2ヶ月間のみ助教授に任命したり²⁰、工部大学校の助教授であった高山直質を、死亡する前日に工科大学の教授に昇格、任用する温情の人事が行われていた。短期間の教師任用は初期だけでその後殆ど変更はなく、10年後の教授は付表3で見るとようにそれまで教授か助教授であった人が殆どであった。

以上のように、多数の教師が帝国大学に採用されなかった中で、工科大学の助教授に

¹⁹ 『帝国大学一覧。明治29-30年』, 139-141頁より。

²⁰ 久米の履歴には「教授を経て大倉組に転じ」とあり、箔がつけられていた。国土政策機構編『国土を創った土木技術者たち』鹿島出版社, 2000年, 119頁。

は工部大学校から多く採用されていた。その上で出身校のバランスに配慮し、短期の任用もあり工部大学校教師では温情人事もおこなわれており、先行研究で指摘されているような東京大学に優位な任用ではなかった。

帝国大学工科大学の教師に初年度任用された31名のうち、10名はその年度内に海外留学や高等学校教師となったり、民間に出て非職や免職になっていたが、中には上記のように温情人事もおこなわれていたのである。

4. 帝国大学工科大学創立時中心となっていた志田林三郎

帝国大学工科大学設立当時学長が不在であったため、工部大学校の一期生で教授であった志田林三郎（1855-1892）が帝国大学工科大学教頭心得になり、中心となって創設の業務に活躍していた。ここで、帝国大学設立初期の教師の任用状況を表5に示す。

表5 帝国大学設立初期の教授、助教授の人事（任用、非職、罷免の一部を記載）²¹

（○：東京大学卒業，△：工部大学校卒業，*：海外の大学卒業。

氏名後の○内は卒業の明治年。）

日付	帝国大学工科大学関係教師の任用／ 罷免状況（外国人教師の任用／罷免 を除く）	その他の人事
明治17 (1884)年	5月 7日	森有礼参事院議官， 文部省御用掛兼務。
明治18 (1885)年	12月 22日	伊藤博文内閣総理大臣に， 森有礼文部大臣に； 工部省廃止， 工部大学校文部省に移管
明治19 (1886)年	1月 16日 <u>2月 4日</u>	東京大学に工芸学部設置 加藤弘之総理元老院へ
	12日 19日 <u>3月 1日</u>	
	<u>△志田林三郎</u> <u>東京大学教授兼任</u>	
	△辰野金吾 ^⑫ 嘱託に	
	渡邊洪基総長の内示	
	<u>△志田林三郎</u> <u>工科大学教授に</u>	<u>帝国大学令制定</u> 菊池大麓任理科大学長， 矢田部良吉 理科大学教頭に。
	<u>2日</u> <u>△志田林三郎</u> <u>工科大学教頭心得に</u>	<u>菊池大麓</u> <u>工科大学長心得に。</u>
	3日 *中野外志男 非職に	

²¹ 『工科大学年報』起明治19年1月止同12月報，79-81頁，前掲『東京大学年報』第5巻，前掲酒井豊『日本近代大学成り立ちにおける国家，学術体制ならびに大学の関連構造に関する研究』78-86頁より作成。

日付	帝国大学工科大学関係教師の任用／ 罷免状況（外国人教師の任用／罷免 を除く）	その他の人事
6日	*松井直吉, ○高松豊吉 ^⑪ , *巖谷立太郎, △高山直質 ^⑫ , ○渡邊渡 ^⑫ 以上教授に △藤岡市助 ^⑭ , △三好晋六郎 ^⑫ , △真野文二 ^⑭ , △河喜多能達 ^⑭ △中野初子 ^⑭ , ○九里龍作 ^⑭ , △曾禰達藏 ^⑫ , ○中島鋭治 ^⑯ , ○横井佐久 ^⑯ , ○山田直矢 ^⑱ 以上助教授に	
7日	△高山直質 ^⑫ 病没（前日教授に）	
9日		<u>渡邊洪基</u> <u>帝国大学総長に</u>
18日	△的場中 ^⑮ 助教授に	
26日	*杉甲一郎（元工部大学学校教授） 非職に	
31日	△三好晋六郎 ^⑫ ○九里龍作 ^⑭ 教授に	
4月 9日	△二見鏡三郎 ^⑫ 土木工学教導の嘱託に	
10日	△辰野金吾 ^⑫ 教授に *小嶋憲之 第一高等中学校教諭大 学兼務	
29日	*谷口直貞, ○平賀義美 ^⑪ , *山田要吉 教授に	
5月 1日	<u>*古市公威 教授に</u>	<u>古市公威</u> <u>工科大学学長に</u>
6月 9日	△曾禰達藏 ^⑫ 助教授を免ぜらる	
30日	△真野文二 ^⑭ 助教授を免ぜらる	
7月 10日	△井口在屋 ^⑮ 助教授に ○二見鏡三郎 ^⑫ 嘱託を解かる（10 月助教授に）	
8月 5日	△久米民之助 ^⑰ 助教授に	
9月 14日	○中嶋鋭治 ^⑯ 非職に	
17日	○九里龍作 ^⑭ 免ぜらる	
24日	○和田垣謙三（法 ^⑳ ） 理財学講義を 嘱託さる	

工部大学学校教授の志田は、明治19（1886）年3月1日の帝国大学発足に先立ち、2月4日東京大学教授（兼務）に任命され合併の準備をしていた。帝国大学設立直後の3月2日には帝国大学工科大学教頭心得に任命されている²²。開成学校からフランスのエコ

²² 酒井豊は、明治18（1886）年12月からの『帝国大学教官，職員辞令』について、「新たな任用はわずかに渡邊と志田程度であった，特に志田は重用されていたことがわか

ール・セントラルに学んだ古市公威が工科大学学長になったが、任命されたのは帝国大学発足2ヶ月後の5月1日であった。それまでの間は理科大学長の菊池大麓が形式上工科大学長心得を兼務していたが、菊池が工科大学創立時に人事やカリキュラムに関わっていた形跡はない。古市は明治17(1884)年12月から新潟県の土木事業の監督に赴任して、学長職は内務省土木局勤務と兼任で、明治21(1888)年9月には東京市区改正委員となり、11月から翌年9月まで欧州を巡回していた²³。着任の翌年1教課の講義をおこなっているが、多忙であったため、学内の業務に取り組む余裕はなかったと思われる²⁴。志田らの決定した人事やカリキュラムに古市が学長着任後に変更されることはなかった。

理学部教頭の矢田部良吉の日記によると、明治19(1886)年5月に矢田部と志田の二人で森文部大臣に会いに行き、教頭職の事、評議会の事などを相談していた²⁵。また帝国大学成立3ヶ月後の6月28日に評議会の議を経て、「分科大学学科課程ノ伺」が出され、大臣の裁定があったが、工科大学の修正は一箇所もなかった。また帝国大学令制定一年後に改訂の動きが始まり、5分科それぞれの学科課程が審議された。その際他科には修正があったが、工科大学の学科過程の原案には修正はなかった²⁶。森は帝国大学の体制や教育内容について直接深く関わっていたが、このように志田らの教課案に何の変更もなかったことは、志田は森大臣に信頼され任されていたためと思われる。

工科大学の教師任命などの決定は総長と評議会で行なわれているが、その立案者についての記録は見あたらない。しかし志田が工科大学創立に先だって任命され教頭心得になっており、人事案にも深く関わっていたと思われる。

5. 長い時間の体験重視の教育が工科大学へ継承され、それが認められた背景

先の論文に示したように、ダイアーの教育は、理論教育の上に長い時間の実地教育をおこない、自身で考え行動する人の育成であった²⁷。その長い実地教育が体験から学ぶ教育の形で工科大学に引き継がれていたのである²⁸。これは当時の日本の指導者の富国

る」と記している。（前掲酒井豊、78頁）

²³ 真野文二『古市公威』故古男爵記念事業会、昭和12(1937)年、31-36頁。

²⁴ 古市は、明治20年9月から翌年7月まで、河川運河港湾の授業を行っていた。（「教授古市公威申報」『工科大学明治二十一年年報』既掲『東京大学年報』第六巻、220頁。）

²⁵ 「矢田部良吉日記」に「明治十九年 五月二日（日）午後志田林三郎邸へ行き夫ヨリ森有礼方へ同道ス教頭職掌ノ事及ビ評議会ノ事ヲ談ス...」とある。前掲酒井豊『日本近代大学成立期における国家、学術体制ならびに大学の関連構造に関する研究』60頁。矢田部は18年12月森が大臣になった直後に大臣を訪問しており（上記日記18年12月25日）、志田も矢田部を通して森の意思は受けとっていたと思われる。

²⁶ 法科は森大臣の指摘を受け、あらためて学科課程の改正案を提出する必要が生じている。前掲、中野実『近代日本大学制度の成立』、73-75頁。

²⁷ ダイアー自身も実地教育期間の長いことは充分認識していた。帰国時の演説で「諸君ガ入学期間中ノ実地修業ノ為ニ費サレザルヲ得ザルガ故ニ其ノ在校ノ時間ハ短小ト雖モ其ノ間諸君ヲ指導シタル方法ガ当ニ諸君ガ将来ノ職業ノ基礎ヲ立テ...諸君ガ自タ思考セラレノ道ヲ教シ」と語っていた。（仙石亮「ヘンレイダイヤー氏ノ離辞」『工学叢誌』第25/26巻、535-547/602-607頁。）

²⁸ 前掲恒川清爾「カリキュラムから見る明治大正期の高等技術者教育—大学・高等工業学校機械工学科カリキュラムの定量的分析と米国との比較・再評価」。

強兵の方針に繋がるものであったとも考えられる²⁹。

しかし帝国大学の設立当時、ドイツの大学は学術を発展させ世界をリードしていた。アメリカの大学では、ドイツの影響を受けジョンズ・ホプキンス大学のように学術を研究する大学院大学が作られていた。日本でも東京大学をもっと堅固な大学院大学として改革しようという動きがあった。大学は大学院の管理組織を唯一の軸とした、文部大臣の直轄の大学院大学であった³⁰。理論派の東京大学総理の加藤弘之は帝国大学総長になるつもりでいた。また少し後ではあるが、文部大臣の中には帝国大学を学位取得につながる大学院だけの大学にしようとする学制的抜本的改革を企画していた人もいた³¹。しかしどのような議論があり、発令された大学令の第一条は「国家ノ枢要ニ応スル學術技芸ヲ教授シ及其蘊蓄ヲ攻究スルヲ以テ目的トスル」と国家への奉仕が最大の目的となったのか、何故帝国大学令は分科大学と大学院並立となり、分科大学中心となったのかの史料は見つかっていない³²。また帝国大学工科大学の教育方針を議論した史料も見あたらないが、多くの意見があったと思われる。

そこで、帝国大学工科大学の設立に関わった中心人物の教育思想を見直して、実地教育を重視する教育が可能となった背景を見ることとする。

5.1. 工科大学教頭心得として活躍した志田林三郎について

志田は、理論教育の上に長い実地教育をおこなう教育思想を強く持った人物であった。工部大学校の第一期生としてヘンリー・ダイアーの教えを受け、理論をもとにした実地教育を重要と考えていた。志田はダイアーと同様に理論教育は短時間でもしっかりおこなった上で、ある程度の長い実地時間を必要と考えていた。しかし当時の教育は余りにも理論教育がおろそかになっていた。少し後ではあるが、講義内容について、東京帝国大学機械工学科卒業の学生が、卒業論文『Essay』で「3年間しかないのに見学(Excursion)、卒業論文作成と製図、実習に時間をとられている。…講義では機器の取扱法など大体の概念を学ぶだけである。…第一に学ぶべきは原理である。」と不満を述べていた³³。

志田はこの余りにも理論教育がおろそかになっている実情を批判し「工業ノ発展ハ理論ト実験トノ親和ニ因ル」と題した講演をおこない、理論教育の重要性を主張していた³⁴。

²⁹ 明治日本の第一目標は、早く西欧に追いつくことであり、富国強兵であった。初代総理大臣の伊藤博文の考えは、学術のみを教授し学者を育成するのではなく、実務をする官僚などを養成することが大学の役目であったという。(伊藤一博『伊藤博文、知の政治家』中公新書2051, 中央公論社, 2010年, 69-70, 84頁。)

³⁰ 寺崎昌男『東京大学の歴史』(講談社学術文庫1799)講談社, 2007年1月, 72-76頁。

³¹ 帝国大学が創立されてから7年後であるが、明治26(1893)年第二次伊藤内閣の文部大臣になった井上毅は、分科大学は独立させ、帝国大学は大学院だけとする構想を持っていた。しかし重症の結核にかかり文相を辞任していた。また日清戦争のため実現しなかったという。(前掲寺崎昌男『東京大学の歴史』, 78-9頁。

³² 「これに答える史料は見つかっていないが、森らの関わりから読み解いていく試みもある」と寺崎は述べている。(前掲寺崎昌男『東京大学の歴史』, 76頁。)

³³ 明治32(1899)年卒業の学生が卒業論文で次のように述べていた。「...Thus class-room lecture have merely to introduce the students into the general conception of mechanical treating...Now the first thing to be learned by the beginners is the general principle of the mechanism of structures and machines....」塚本小四郎『Essay』“Study on Mechanical Engineering”12-4頁より(東京大学機械系図書館蔵)。

³⁴ 志田林三郎「工業ノ発展ハ理論ト実験トノ親和ニ因ル」, 『工学会誌』第66, 67号,

如何ナル高尚ナ理論ト雖トモ実地ニ応用スルヲ得ザルモノナク又如何ナル普通ノ
実験モ理論ニ適合セザルモノナカルベシ
と高尚な理論も実地に応用されない物はなく、どんな実験も理論に必ず適合していると
し、多くの理論をおろそかにしての失敗例を挙げ、理論の重要性を指摘している。しか
しここで志田は実地よりも理論教育を重視せよと主張していたのではない。続いて、

余ノ深ク希望スル所ハ工科大学ハ益々其教授ノ方法ヲ斟酌改良シ断ヘス理論ト実
験ノ応用ニ熟達スル学士ヲ養成セラレンコト

と工科大学では教授法を改良し、ダイアーと同様に長い実地教育を認めた上で、理論と
実験の応用に熟達した学生の育成を主張していたのである。そして森文部大臣に信頼さ
れていた志田によって、東京大学の理論重視教育も取り入れ、ダイアーの工科大学の
長い時間の実地重視の教育が経験重視の形で工科大学で実現したのであった。

5.2. 初代帝国大学総長の渡邊洪基（1848–1901）について

渡邊は理論よりも応用を重んじていた。このことが、工科大学で体験重視の教育が続
くことを許す一因であった。

渡邊は、福沢諭吉の塾で英語を学んでいた³⁵。後外務省に奉職して岩倉使節団の団員
に選ばれ、伊藤博文の下で二等書記官として米国に渡っている。米国滞在中に日米条約
改正交渉に反対して帰国しているが、以後オーストリア臨時代理公使、元老院副議長、
工部省少輔、東京府知事などを歴任した行政官であった³⁶。帝国大学は伊藤博文に信任
の厚い渡邊洪基が、伊藤博文の意を解して教育行政をおこなっていたとされている³⁷。
「伊藤は...（これまでの）思想界の先頭たるべく大学の態度に飽きたらず、...大学を刷
新する意があった。...（東京大学総理であった）加藤弘之は（帝国大学の総長になる）
心得であたのに、（1月16日に）元老院に転任」させられていた³⁸。実務派の渡邊は、
理論派の加藤弘之とは、学問観、学会観が全く違っていた³⁹。渡邊は理論的学問を究め

1887年。

³⁵ 渡邊洪基は、弘化4（1847）年越前府中に生まれ、藩校でオランダ語を学び、佐倉に行き、その後江戸に出て福沢諭吉塾で英語を学んだ。戊辰戦争の時には会津藩、米沢藩で英学校を開いていたが、江戸に帰った。暫くして新政府に建白書を出し、大学南校少助教になり、後外務省に採用されていた。

³⁶ 末弟渡邊信四郎「渡邊洪基小伝」大正15（1926）年8月。渡邊進『渡邊洪基傳』1973年。

³⁷ 伊藤は「加藤は学者肌生暖かく、一層政府の意を徹底するには熱心なる者を得るに若かず」と渡邊を推したとされる。（寺崎昌男『学校観の史的研究』野間教育研究所紀要、昭和47年、講談社、223頁）

³⁸ 既掲酒井豊「日本近代大学成立期における国家、学術体制ならびに大学の関連構造に関する研究」88頁。

³⁹ 滝井一博『ドイツ国家学と明治国制—シュタイン国家学の軌跡—』ミネルヴァ書房、1999年10月、268–9頁。「森氏は...文相の椅子に着くや...先ず東京大学及師範学校の改革に着手せり。当時東京大学総理は加藤弘之なりしが...東京大学に根本的改革を試みんとするや、両氏の間意見の相違を見しは亦已むを得ざる所なるべし。...加藤氏は総理の任を辞し、森氏は其後任を物色するの必要を生じたり」『帝国大学令制定に関する木場貞氏の追悼雑筆記』（既掲酒井豊資料、50頁）。

ることだけでなく学問の世間への応用を重んじていた。渡邊は工部大学校の卒業生の親睦組織として明治12(1889)年設立された工学会に明治16(1893)年から関わり翌年副会長にもなり、学会運営に加わっていた。

渡邊は工部省の少輔に任命された際『工部省職務整理之議』⁴⁰で、

大学ハ則チ学理ノ蘊奥ヲ極メ、其学理ノ用ヲ拡張シ、以テ社会ニ益スル者ナリ。其学理ノ成ヲ仰ギ、各業ノ専門ニ就キテ之ヲ適用シ、兼ネテ実業ニ従事スルノ思想ヲ養成シ、直ニ取りテ国家ノ経済ヲ利スルハ別ニ其学校ヲ設ケザル可カラズ。工部大学校其一ナリ

と大学は学問を究めるのみでなく、それを広め社会に役にたたせる所である。その学問を適用し国家の経済に利するようになることが工部大学校の役目であると規定していた。渡邊にとって学理を実業に応用するのが重要であった。

工部大学校の廃止に対し学生たちの反対運動(明治19(1886)年1月建議書を提出⁴¹)があったが、渡邊は工部省の少輔として、その前年の5月に工部大学校の文部省への組み入れを聞き、抗議の建議書を太政大臣に提出していた⁴²。渡邊は、文部省へ移管されると実地教育から離れ学理偏重の弊を招くことを憂慮したからであった⁴³。

渡邊は東京化学会で次のように述べている⁴⁴。

本会ノ会誌ヲ通覧スルニ一ニモ學術工芸ニ関係ナキモノナク亦タ緊要適実直チニ採テ実事ニ用ヒ以テ我国ノ物質世界ヲ改良スヘキモノ亦少カラス然ルニ...世間未タ化学会ノ有無ヲ知ルモノ少ナク...

⁴⁰ 伊藤博文編『官制関係資料』秘書類纂刊行会、昭和10(1935)年、597-611頁。

⁴¹ 菅原恒覧「文部大臣森有礼公に上る書」(前掲『舊工部大学校史料編纂會『舊工部大学校史料附録』1979年)、120-126頁。

⁴² 客秋洪基職ヲ工部ニ奉スルニ当リテ工部卿ノ同意ヲ以テ工部省事務整理ノ議ヲ達ツ.....工部省ニ属スル鉱山ノ課務ヲ農務省ニ属シ營繕ノ事務ヲ廢シ工部大学校ヲ文部ニ属スルノ議アリト洪基大ニ惑フ所ノモノアリ.....工部大学校ヲ文部省ニ属スルカ如キハ其学理ニ走セ易キト実学ニ傾クノ勢所謂居ハ氣ヲ移ス如キ性情如何ヲ監ルニアリテ文部ニ属スルト云フモ一理ナキニ非ラサルモ既往ノ実験ニ依レハ学生ノ心ヲシテ常ニ実験ヲ離レサラスムルカ為ニハ其学ヲ實際ニ施スノ省局ニ属スルヲ可トスル所以ナリ.....仰願クハ熟慮アランコトヲ敢テ再ヒ嚴威ノ冒流ス驚愕ノ至ニ堪ヘス。
明治十八年五月
工部少輔 渡邊洪基
太政大臣公爵三条実美殿

「工部省事務整理ノ議 明治十八年五月 工部少輔渡邊洪基」『明治建白書集成』第八卷 明治十八年三月~明治二十一年十二月、築摩書房、69-70頁。中野実によると、文部省上層部における工部大学校の合併案は明治18(1885)年4月頃から開始されていたという。(中野実「工部大学校の移管と統合」『神奈川大学評論』第22号、1995年)非常に早い段階で合併反対の建議書を出していた。

⁴³ 渡邊の研究者滝井一博は「学生を実際に適用する省庁に大学を帰属させるのが良い。文部省に移しては学理偏重で、実学性を失う恐れがあると警鐘をならした」と指摘している。滝井一博『渡邊洪基』ミネルヴァ書房、2016年、191頁。

⁴⁴ 渡邊洪基述「理化両学の功益を民間に播布せんことを務むへし」『東京化学会誌』、7(2)、1886年。

と化学会誌に記載の事項は学術工芸に関するもので、直に社会の物を改良できる物が多い。しかし折角の学問が世間に広まっていないことを指摘し、続けて、

何ノ学科ヲ問ハス人間ノ幸福安全ヲ渉ラスノ要具ニ過ス如何ナル高妙ノ理論ト雖モ経済上ノ益ナキモノハ其功ナキ者ヲ云テ可ナルヘシ...希クハ方法宜ッキヲ得テ奔放経済上理化学ノ愈益有功ナランコトヲ然リト雖モ余ハ決シテ高妙ノ原理ヲ究ムルヲ忽ニセヨト云フニハアラス百事一般ニ伝搬シ其利用ヲ知ルニ至ラザレハ高妙ノ理モ尚フニ至ラス...

と理論も経済的利益に繋がらなければ意味がなく、理化学が社会に有効であることを広め利用するようにしなければならないという。そして更に、

余力アラハ高妙ノ理ヲ攻究スルハ進歩ノ道ニシテ打措クヘキニ非サルハ勿論ナリトス

と、余力があったら真理の探究をするのは当然だとしている。このように真理の探究はその次であった。農学会総会においての演説でも同様に応用が肝要だと述べている⁴⁵。

渡邊は帝国大学の初代総長に任命されたが、帝国大学令第一条の「蘊奥ヲ攻究スル」ことに彼の帝国大学運営の主眼があったのではなく、同じく第一条に規定の次の「国家ノ須要ニ応スル」ことにこそ比重があった。彼のこのような実用的学問観にもとづいた大学運営には、学理の探究を重んじる文化系学者からは不興をかっていた⁴⁶。

渡邊は卒業生の就職の斡旋をしたりして多くの会にかかわっていたが、専門的工学を社会に応用するために技術的補助者が必要と考えていた、そのための実地で働く中堅技術者を養成する学校の設立の建言している。そして明治21(1889)年実地教育を主体とした工手学校が創立されると、理事長にあたる特選管理長になっている。

このように渡邊は、大学では理論の探究よりは学問の応用が重要と考えていた人物であった。従って、工科大学では理論を重視するより体験重視の教育になることを認めていたのである。

5.3. 文部大臣の森有礼(1847-1889)について

森は、大学の第一の使命は理論家の育成でなく実務家の育成であると考えていた。理論より実際に適用する人物の教育が重要と考えていた。

森は、英国留学時から「国家的次元における人物養成の必要を感じ」ていた⁴⁷。弁務使として米国に滞在中に、有識者に日本の教育についての質問状を送って意見を調査していた。英国公使の時、伊藤博文に教育論を展開し、教育への関与を望んでいたが⁴⁸、

⁴⁵ 「大学にやっけて居る理学とか或ハ法学とかいふ純粹の学問にしても其理学に属することは何処へても充分適用を見出すことを勤むべき筈なれとも、農学とか或ハ理財学の如きに至りてハ何処迄も実用に於て功益を見るべき様に力を盡さなければなりませぬ」渡邊洪基「農学会第一総集会演説」『農学会会誌』(4)1889年、64-70頁。

⁴⁶ 既掲滝井一博『渡邊洪基』、214頁。

⁴⁷ 上沼八郎「森有礼の教育思想とその背景—複合的思想の形成と分析—」、小西四郎、遠山茂樹編『明治国家の権力と思想』吉川弘文館、昭和54(1979)年11月、223-4頁。

⁴⁸ 「伊藤博文宛書翰(明治十五年九月二十六日)」大久保利謙編『森有礼全集』第1巻、宣文堂書店、昭和47年、335-337頁。

伊藤も書翰を出し、自分も望む所としていた⁴⁹。そして明治17(1884)年5月参事院議官、文部省御用掛兼務に任命され、帝国大学の設立に係わり、翌年12月伊藤博文内閣発足時の初代文部大臣になった。森は、総理大臣の伊藤博文(1841-1909)の意図に従い、国制確立の一つとして大学改革を断行していった。

帝国大学令は、森氏が文相拝命前に文部省御用係になった時から関わり、大臣になって発布されたものであった。大学令に具体的に如何に関与したかの史料は見出しえなかつたとされてはいるが、秘書官の木場貞長の手記によれば、これは「森氏が教育施設中最重要なるものとして心血注いで制定された」ものであったと言う⁵⁰。そして、その「目的も...帝国大学に於て教務を挙る學術の為と国家の為とに關することあらば、国家のことを最先にし最重じざるべからざるが如し」と言う。文部大臣は、大学の役目として学理を究めることよりは、国家に役立つ人材の育成を先ず第一に考えていた。

森は大学については、明治21(1888)年帝国大学教師への演説で次のように語っていた⁵¹。

...頃日帝国大学各分科ヲ通覽セシガ、...別ニ異存ナシ。授業法等モ格別不都合ヲ見サレトモ尚一層教授上注意ヲ要スベキコトアリ。教授法方法ノ日本ノ實際ニ適応スル人物ヲ養成スルニ着目スヘキコト是ナリ。此事ハ漸次此方向ニ基キ施工セラレタルコトナリト雖モ、尚或ハ至ラサルノ憾アル故特ニ之ヲ喚提ス。...教授上ニハ其理論ヲ教フヘキハ勿論ナリト謂トモ、之ニ伴随シテ日本ノ實際ニ行フ法律ナリ、衛生ナリ、商業ナリニ就キ講釈ヲナスコトヲ云フ。...大学ノ政務ニ就キテハ渡邊総長ヨリモ承知シタルガ、教授諸君モ尚充分注意シテ一層ノ改良ヲ期セザル可ラス。

と日頃大学各科を見ているが異存はない、しかし教授上注意することは今の日本に実際に適用する人を育成することである。しかしまだ至らない点がある。理論を教えることは勿論であるが、その理論を日本の実際の法律、衛生や商業に適用することである。大学の实情については渡邊総長から聞き承知しているが、諸君もそのように改めて貰いたいと述べている。森にとって大学は、理論家の学者の育成ではなく、日本の現状に適用する実務家の育成の場であった。学問の蘊奥を究めるのは別途帝国大学の大学院の役割としていた⁵²。

東京大学教育学部で海後宗臣を中心として「森有礼の思想と教育政策」について詳しく論評しているが、森の大学教育の思想は「日本の現実に適応する人物を育成すること」にあったという⁵³。このような森の大学では理論教育より現実に適応する人物の教育を重視する考えが、工科大学への理論重視より経験重視教育の継続を可能にしたのであった。

⁴⁹ 「伊藤博文より森宛書翰(明治十五年九月)」前掲『森有礼全集』第1巻, 338頁。

⁵⁰ 「『学校令』制定関係資料」『明治文化資料叢書』第8巻, 185頁。及び、海後宗臣他「森有礼の思想と教育政策」『東京大学教育学部紀要』1964年, 54頁。

⁵¹ 「帝国大学教官に対する演説」(明治21年4月25日), 前掲『森有礼全集』第1巻, 614-617頁。

⁵² 森が暗殺された際の追悼文に「君ガ親シク管轄スル帝国大学の如キハ唯ニ學術ヲ教授スルノミナラズ尚其蘊奥ヲ究フルベキ處」とあり、この点も高く評価されていた。『東洋学芸雑誌』明治22(1889)年。

⁵³ 海後宗臣「森有礼の思想と教育政策」『東京大学教育学部紀要』1964年, 100-102頁。

6. まとめ

帝国大学工科大学創立時、東京大学理学部・工芸学部と工部大学校からの教師の任用状況を詳細に明らかにした。そこで帝国大学工科大学への教師の任用は東京大学が優勢であったと言われていたが、バランスも考慮され多くの工部大学校の教師が任用されていることを明らかにした。その後を見てみると、工部大学校出身者が工科大学で長く教壇に立っていた。

また工科大学学長の古市公威は着任が工科大学創立の2ヶ月後であり、他の職務と兼務で多忙であったが、工部大学校教授であった志田林三郎が工科大学の初期の人事と教課決定に関わっていた事を明らかにした。

工科大学では、工部大学校の実習重視の教育を体験重視の教育の形で継承していたが、これを可能にしたのは、ダイアーの思想を引き継いだ工部大学校の教授であった志田林三郎が中心となり、理論教育を重視しながら長い時間の実地教育を認めていたことにあった。この経験重視の教育の継承が可能であった背景には、帝国大学総長になった渡邊洪基が理論よりは応用を重ずる思想を持ち、また文部大臣の森有礼が大学では理論家より実務家を養成しようとしていたことがあったのである。

付表1(1). 帝国大学創立前 明治17(1884)年3月～19(1886)年2月の
教授、助教授の帝国大学での任用状況(注1, 2, 3)

帝国大学 の職位 元の職位	理科大学			工科大学			任用	非任用	総計	
	教授	助教授	計	教授	助教授	計				
東京大学 理学部 工芸学部	教授 / 奏任	菊池大麓, 矢田部良吉, 山川健次郎, 桜井錠二, 箕作佳吉, 寺尾涛, 和田維四郎, 原田豊吉, 北尾次郎.		9	松井直吉 高松豊吉 巖谷立太郎, 桜井省三	小島憲之↓	5	14	3	36
	助教授 *1	飯島魁↑, 関谷清景↑ 小藤文次郎↑	三輪桓一郎, 田中館愛橘 大久保三郎	6	九里龍作↑, 渡邊渡↑		2	8	11	
	計	15			7			22	14	
工部 大学校	教授 *2				志田林三郎 辰野金吾	藤岡市助↓	3	3	1	18
	助教授 *3		堀和為昌	1	三好晋六郎↑ 高山直質↑	中村貞吉, 真野文二 河喜多能達 中野初子 曾禰達蔵, 的場中	8	9	5	
	計	1			11			12	6	
合計		16			18			34	20	54

- 注 1. *1: 奏任と準奏任/判任を含む. *2: 奏任を含む. *3: 奏任と準奏任/判任を含む.
 2. 氏名の後の↑は帝国大学で任用時, 昇格/降格となった者(期中昇格は昇格後の職位)
 3. 工科大学発足当時の外国人教師は, 旧東京大学教師のゴッドフレート・ワグネル(応用化学), 旧工部大学校教師のジョン・ミルン(鉱山学)と, ジョサイア・コンドル(造家学)の3名がいたが, ここでは除いた.

付表1(2). 帝国大学に任用されなかった教師(名)

旧大学/学部	理科大学 理学部/工芸学部	工部大学校
教授/奏任	伊藤圭介, 岩佐操 久原躬弦	3 杉甲一郎
助教授/奏任 準奏任/判任	古賀謙太郎, 大森俊次, 難波正, 石藤豊太, 織田顕次郎, 富士谷孝雄 桐山篤三郎, 田中正平, 松村任三, 石川千代松, 野呂景義	11 中野外志男, 浅野応輔 熊倉與作, 花和安年 吉村長策,
合計	14	6

付表 2. 帝国大学工科大学 創立当初の教授，助教授の前任大学（名）

（注 1, 2, 3）

前任大学	職位	教授	助教授	計		
東京大学		松井直吉(米), 高松豊吉(東) 巖谷立太郎(独), 桜井省三(仏) <u>九里龍作(東)</u> , 渡邊渡(東)	6 (1)	小島憲之(米)	1	7 (1)
工部大学校		志田林三郎(工), 辰野金吾(工) 三好晋六郎(工), <u>高山直質(工)</u>	4 (1)	<u>藤岡市助(工)</u> , <u>中村貞吉(工)</u> , <u>真野文二(工)</u> , 河喜多能達(工) 中野初子(工), <u>曾禰達蔵(工)</u> , 的場中(工)	7 (4)	11 (5)
新任		古市公威(仏), 谷口直貞(英) <u>平賀義美(東)</u> , 山田要吉(米), 白石直治(東), 中澤岩太(東)	6 (1)	山田直矢(東), <u>中島鋭治(東)</u> , 二見鏡三郎(東), 井口在屋(工) <u>横井佐久治(東)</u> , 山口準之助(工), <u>久米民之助(工)</u>	7 (3)	13 (4)
合計			16 (3)		15 (7)	31 (10)

注 1. 氏名にアンダーラインは明治 20(1887)年 3 月までに非職／免職となった者。

2. 氏名の後の括弧内は出身大学（東：東京大学，工：工部大学校，外国の場合国名）。

3. 人数後の括弧内：任用されたが，期中に非職／免職になった数（内数）。

付表3. 帝国大学工科大学 創立後の教授、助教授の出身大学 (名)

時期 出身 大学	明治23～24年 (1890～91)			明治26～27年 (1893～94)			明治29～30年 (1896～97) ⁽⁵⁴⁾	
	教授	助教授	計	教授	助教授	計	教授(注1)	計
東京 大学	高松豊吉 渡邊渡 中澤岩太 野呂景義 石藤豊太		5	高松豊吉 中澤岩太 野呂景義		3	中嶋鋭治 高松豊吉, 中澤岩太. 渡邊渡, 山田直矢	5
工部 大学校	志田林三郎 辰野金吾 三好晋六郎 真野文二 田邊朔郎	河喜多能達 井口在屋 志筑岩一郎 山川義太郎 中村達太郎 松尾鶴太郎 小川梅三郎 大野幸彦	13	辰野金吾 三好晋六郎 真野文二 田邊朔郎 中野初子	河喜多能達 井口在屋 志筑岩一郎 山川義太郎 小川梅三郎	10	野辺地久記, 真野文二, 井口在屋. 的場中. 三好晋六郎. 中野初子. 辰野金吾, 中村達太郎.	8
帝国 大学		恩田宮五郎 中山秀三郎	2		恩田宮五郎 中山秀三郎 石井敬吉 寺野精一	4		
外国の 大学	巖谷立太郎(独) 古市公威(仏) 岩山鉉吉(仏) 小島憲之(米) 宮原二郎(英)		5	古市公威(仏)		1	古市公威(仏)	1
その他	秋元盛之(士官)		1					
合計	16	10	26	9	9	18	14	

⁵⁴ 『帝国大学一覽. 明治29-30年』, 139-141頁.

東京大学と工部大学校の帝国大学工科大学への継承とそれを支えた人たち（恒川 清爾）

付表4 帝国大学設立初年度明治19-20(1886-7)年度に任用されたが
同年度に非任用となった短期間の教授、助教授とその出身大学

(○;教授, △;助教授, ●/▲;任用されたが, 年度内に非職または罷免となった教師.)

出身大学		東京大学 理学部・工芸学部	工部大学校	海外の大学 括弧内出身大学の 国
工科大学 東京大学と 工部大学校 に共にあつ た学科	土木工学科	○白石直治, △二見鏡二郎, ▲中島鋭治.	△山口準之助, ▲久米民之助.	○古市公威(仏).
	機械工学科	●九里龍作, ▲横井佐久治.	●高山直質, ▲真野文二, △井口在屋.	○谷口直貞(英), ○山田要吉(米).
	応用化学科	○高松豊吉, ●平賀義美, ○中澤岩太.	△河喜多能達, ▲中村貞吉.	○松井直吉(米).
	採鉱冶金学科	○渡邊渡,△山田直矢	△的場中.	○巖谷立太郎(独).
工部大学校 にのみあつ た学科	造船学科	—	○三好晋六郎.	○桜井省三(仏).
	電気工学科	—	○志田林三郎, ▲藤岡市助, △中野初子.	—
	造家学科	—	○辰野金吾, ▲曾禰達蔵.	△小島憲之(米).
全学科	教授	○:4, ●:2.	○:3, ●:1.	○:6, ●:0.
	助教授	△:2, ▲:2.	△:5, ▲:5.	△:1, ▲:0.
	合計	○△:6, ●▲:4.	○△:8, ●▲:6.	○△:7, ●▲:0
総計	○△:21, ●▲:10. 計31			

研究ノート

教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発——大学教養科目における科学史 PBL の実践報告

Improving Students' Ability to Conduct Research while
Reducing Teachers' Burden: A Report on Problem-Based Learning
for History of Science at a Japanese University

和田 正法 Masanori WADA

要約

大学初年次生を対象とする教養科目の枠内で、担当教員の負担を少なくしながらも、効果的に学生の自立的な研究力を育成できる PBL の仕組みを開発し、実践した。運営の柱は、次の四点である。(1) 評価基準を明示する。明確な目標を学生に示すことそのものが、学生の成長につながる。(2) 相互評価を重視する。受講生にとっては、評価基準の周知にもつながり、教員にとっては、採点作業の軽減になる。(3) 一連の単純な研究調査作業を授業の中で繰り返す。頭では理解できても、実際にできるとは限らない。複数回同様の作業を経験させることで、学生が自ら研究を遂行する力を身に付けさせることができる。くわえて、(4) 研究公正を意識させた記録を行わせる。基本的な実験ノートの記録手法を知っておけば、どの分野でも研究に生かすことができる。本稿が示す PBL の柱は、他の多くの分野に適用が可能であろう。

1. はじめに

筆者は 2018 年度に三重大学において、四つの PBL (Problem/Project-Based Learning) 方式の授業を開講した¹。これらの授業の狙いは、学生の自立的な研究を行うことができる素養を育成することにある²。本稿は、その実践報告である。

筆者は以前、日本の大学で卒業研究制度が抱える構造的問題を指摘し、その打開策の一つとして、PBL を繰り返し行うことを提案した³。そこで指摘した、PBL の導入が改善するところの卒業研究をめぐる構造的問題の概要は、次の通りである：日本の大学におけるカリキュラムの多くは、卒業研究を前提としているため、その準備として、3 年次までに知識を詰め込む傾向がある。その一方で、研究手法を教育していない。最終年次で、高度に細分化された分野で研究をさせようと厳しく指導するあまり、教員の指示をこなすだけの自主性を欠いた視野の狭い学生を生み出している（他方で、いわゆる放任主義がまかり通っており、まともな研究教育を行っていない）。

筆者が PBL に求めたものは、学士課程における上記の問題を解決するための一つの

¹ 授業科目名／授業テーマは次の通り：「PBL 自然科学概論（現代科学）／科学の歴史」、および「PBL 現代科学理解特殊講義（現代科学）／現代の科学と技術」。ともに選択授業である。それぞれの科目を前期と後期に 1 コマずつ、年間計 4 コマを開講した。

² 授業で目標にする「自立的な研究力」とは、一連の作業を能動的に遂行することができるという意味である。自ら研究資金を得て、オリジナルな研究を遂行するといった、プロの研究者に必要な力を意味するわけではない。また、当然のことながら、他の目的をもつ PBL もあるが、それは本稿の関心の対象ではない。

³ 拙著「日本の学士課程における教育の一環としての研究——卒業研究の特徴と課題」『Journal of Learner-Centered Higher Education』（創価大学学士課程教育機構研究誌）第 3 号、2014 年、117-132 頁。

教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発 (和田 正法)

方策であり、自立的な研究力を付けさせることである。この力は、学生が将来研究者になることを前提とするものではない。もちろん、研究者になった場合にも活かせる能力であるが、専門の壁にとらわれることなく、多様で流動的な社会で成果を出すことを可能にする。

筆者は、研究手法やプレゼンテーションの教育は、訓練型の学習方法が適していると考えている。つまり、学生は単純な一連の作業を繰り返すなかで、徐々に高度なことを覚えていく。繰り返し PBL を行う点については、カリキュラムを体系立てることが望ましい⁴。とはいえ、カリキュラム全体の構築は個々の教員の裁量を超えている。

そこで、まずは筆者がシラバスを自由に組み立てられる一つの授業内で、研究手法の訓練を完結することを目指した。とくに本稿が報告する授業では、どの教員でも導入し易いように教員が関与する必要性を極力減らし、学生自身（学生同士）の力で作業を進められるようにすることを優先した。また、近年急激に必要性が増している研究公正教育についても、本授業で扱った。実験ノートを念頭において毎回の授業で活動記録を取らせることで、研究公正の基本を体験的に学ばせる。

2. 本 PBL を設置する環境と条件——カリキュラム上の位置付けと制限

2.1. カリキュラム上の位置付け

PBL を設置するにあたって、まずカリキュラム全体の中での当該授業の位置付けが問題になる⁵。平成 18 年度文部科学省事業として発足した「先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム」における取組の一つである「PBL 教材洗練 WG」が編纂したノウハウ集では、PBL を設置する際には、その計画段階でまず当該授業のカリキュラム内での位置付けを明確にしておく必要を指摘し、検討すべきポイントとして、次の項目を挙げている⁶。

⁴ たとえば、1976 年設立のオランダのマーストリヒト大学では、すべての学部におけるほとんどの開講科目で PBL による教育が行われているという（池田光穂、徐淑子「学習者から探求者へ——オランダ・マーストリヒト大学における PBL 教育」『大阪大学高等教育研究』第 5 号、2017 年、19–29 頁）。日本では金沢工業大学が 1995 年からプロジェクトデザイン教育と呼ばれる制度を設けており、初年次から 4 年まで複数の科目を連携させて学生の自主的な問題発見・解決力の育成に取り組んでいる（古屋栄彦、新聖子、千徳英一「プロジェクトデザインと創造実験の科目連携の試みとその教育効果」『KIT progress——工学教育研究』第 19 号、2012 年、221–230 頁；新聖子、宮崎慶輔、千徳英一「初年次におけるプロジェクトデザイン科目」同誌、第 20 号、2013 年、79–88 頁）。

⁵ 本授業を開講するにあたって、PBL に関する多くのハンドブックやノウハウ集を参考にした。たとえば、ダッチ・B.J.、グロー・S.E.、アレン・D.E. 編、三重大学高等教育創造開発センター訳『学生が変わるプロブレム・ベースド・ラーニング実践法——学びを深めるアクティブ・ラーニングがキャンパスを変える』ナカニシヤ出版、2016 年。さらに以下の注で示す文献のほかにも、ウェブ上で容易に入手可能なハンドブックやノウハウ集がある。代表的なものとして次のものを挙げておく：三重大学高等教育創造開発センター編『三重大学版 Problem-based Learning の手引き——多様な PBL の展開』同センター、2011 年；茨城大学大学教育センター編『茨城大学 根力育成プログラム PBL ハンドブック——学生の主体的な学びの実現をめざして』同センター、2013 年；長原礼宗編著『PBL ハンドブック<2013 年度改訂版>——学生主体の授業へのイントロダクション』東京電機大学教育改善推進室、2014 年。

⁶ 先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム拠点間教材等洗練事業 PBL 教材洗練 WG 「PBL (Project Based Learning) 型授業実施におけるノウハウ集」(2011 年 7 月改訂)、14

- ・実施時期（教育課程の初期に実施するか、課程の集大成として実施するか）
- ・必修科目とするか、選択科目とするか
- ・課題の分量・想定作業時間（学生にどのくらいの負荷を与えるか）
- ・前後のカリキュラムとの関連性
- ・既存のカリキュラムとの整合性

このノウハウ集は、専門分野内での科目間の連携を前提としている。たとえば、大学院修士課程における必修科目としてPBLを実施したり、学生が大学にいる時間の半分（週20時間）をPBLに充てさせるため、週5コマを学生が集う時間として時間割上に設定したりする例が示されている。また経験談として、講義科目を並行させたり、事前の授業で知識を与え、事後に整理させたりといった、前後のカリキュラムと関連させてPBLの効果を上げる例が紹介されている⁷。

継続的な授業の運営のためには、教員の負担を増やさないという観点も重要である。三重大学高等教育創造開発センターは、授業形態について、教員の関与の度合いと内容の抽象度によって、講義型（最も教員主導で最も抽象的）から、実践体験型PBL（最も学生主体で最も具体的・現実的課題）まで十種類に分類して、それらを提示している⁸。しかしながら、一般の講義に比べて学生主体の度合いが高かったとしても、教員の負担が減ることを直接意味していない。また、基本的なPBLの要件に、教員はファシリテータ（学習支援者）になることが求められているが、その役割が教員の負担を軽減するとは限らない。PBLを開講するにあたって、学生が主体的に取り組む仕組みと高い教育効果を確保することはもちろんであるが、さらに運営上の都合から担当者の負担を軽くすることが望ましい。

2.2. 本授業を開講する上での条件

本学において筆者がPBLを開講したところの授業区分では、カリキュラムやガイドラインによって、次のような条件を考慮する必要があった。

- ・1年生が主たる対象である。ほとんどの受講生は、本授業よりも前にPBLを経験したことがないと想定される。相互評価といったPBLで広く採用される評価方法を導入するにしても、同僚を適正に評価する訓練を受けていることが期待できない⁹。体系的な知識を提供するといった通常の講義で重要視されている教育方針の優先度を下げても、PBLに関する手法の周知に時間を割く必要がある。
- ・どの学部の学生でも受講が可能な教養科目である。一つのクラス内に複数の学部からの受講生が混在している。それゆえ、特定の専門に偏らない授業テーマを設定する必

頁。この資料は、先端ソフトウェア工学・国際研究センターのウェブサイトからダウンロードすることができる（URL: <http://grace-center.jp/education/outcome>, 2018年12月3日確認）。

⁷ 同上, 15頁。

⁸ 三重大学高等教育創造開発センター編「三重大学版 Problem-based Learning 実践マニュアル」同センター, 2007年。なお、本稿で報告する授業は、高い学生主体の度合いで、具体的・現実的課題に位置する「基本形PBL」に該当するであろう。ほかには、「事例提示型」「講義後実習型」「チュートリアル型」といった分類がある。

⁹ この問題は、Larry K. Michaelsen ほか編著『TBL——医療人を育てるチーム基盤型学習』シナジー, 2009年の第9章「チーム基盤型学習におけるピア評価」（本章はRuth E. Levineによる執筆）においても注意が促されている（84頁）。

教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発 (和田 正法)

要がある。

- ・授業時間は、半期 15 回、1 回 90 分である。いわゆる通常の講義科目と同じ枠組みで行う。くわえて本学では、都合上 2018 年度から 2 単位の科目となり、4 単位を与えていた従来の同科目に比べて時間的な制約が厳しくなった。一教員の立場からは学生の負荷を考慮せず多大な課題を与えることも不可能ではないが、カリキュラム全体を考慮にいれば、想定させる作業時間を適切に制限する必要がある。
- ・授業の最終盤で 10 分間の公开发表 (プレゼンテーション) を行わせる。これは、PBL の授業に共通する枠組みをあらかじめ設けておくことで、教員間・授業間の交流を促進することを念頭にしている。言い換えると、プレゼンテーションの技法という一つのアカデミック・スキルを授業内で教育することが必須になる。逆に、担当者が他の成果発表の形式 (レポート、ディベート、コンテストなど) を選択しにくい。
- ・担当教員は 1 人 (筆者) のみであり、TA はつかない。ノウハウ集の中には、PBL は通常の講義よりも教員の負担が重くなることから、手厚い体制が必要となることを示しているものがある¹⁰。しかし、本授業ではこうした人員面でのサポートはない。

これらのカリキュラム上の位置付けと PBL を開講するための条件をふまえ、結果的に、次のような特徴をもつ授業を設計した。

2.3. 本授業の概要

筆者が実践した授業の特徴は、次の点にある。

- ・問題発見から報告までの一連の作業を 2 サイクル行う。
- ・各サイクルの最後に、10 分間の発表と 5 分間の質疑応答を行う。
- ・3 人程度でグループを組ませる。
- ・相互評価を重視する。
- ・調査テーマは、科学史・科学論の範囲で行う。
- ・高度なオリジナリティを求めない。

とくに、相互評価を重視する点については、後述するように、成績の 80% を相互評価の結果に基づかせている。これは評価基準をあらかじめ明示しておくことで可能になる。発表内容について、教員は改善点を指摘するのみで採点することはない。これほど、相互評価を重視する例は、管見の限りでは見当たらない。評価作業そのものも複数回繰り返すことで評価する力を付けさせ、翻って良い研究調査に結び付けさせることを狙っている。

3. 授業の実際——シラバスと成績評価

3.1. シラバスの概要

PBL 授業の概要

学生に示しているシラバスや学生に配布した資料を引用しながら、本授業の詳細を紹介したい¹¹。

¹⁰ たとえば、「PBL (Project Based Learning) 型授業実施におけるノウハウ集」(前掲注 6) の 16 頁。教員 1 人に学生 5~6 人、30 人のクラスを 2 人の教員で担当、主担当教員 1 人と副担当教員 2 人、9 人のクラスで教員 1 人と TA1 人といった例が示されている。

¹¹ 大学公式のシラバスはウェブ上で公開している (三重大学ウェブシラバス URL: <http://syllabus.mie-u.ac.jp>)。現状では、受講生にむけて履修上の比較を行わせるための最低限の

【調査テーマ】

まず、筆者は科学史と科学論という二つのPBLを担当しているが、授業の構造は同じなので、ここでは、「科学の歴史」について触れておこう。シラバスで、学生が調査すべきテーマを次のように示している。

各グループには、科学の素朴な疑問を一つ定め、その謎を解き明かした人と論文を特定したうえで、発見の過程や原理を分かりやすく発表してもらいます。各グループが探究する疑問には、次のようなものが考えられるでしょう：・ガラスはなぜ透明なのか？ ・電気はなぜプラスからマイナスへ流れる？ ・なぜ炭素は「C」なのか？ ・摩擦とは何？ ・光の速度はどれくらい？ ・なぜダイヤモンドは固いのか？

補足しておく、科学の歴史の場合、作業の重点は、資料調査にある。資料調査作業はどの分野でも行うものであり、類似の課題を出すことで、本稿で示すPBLの柱は多くの分野で実施することが可能であると考えている。

このプロセスを2回行わせて、課題の発見から発表までの一連の作業を体験的に把握させることを主眼にしている。課題そのものは学術的に高度なものではない。分量・負担の点からは、この程度の課題だと一人でできなくもない。万一、他のグループ員全員が途中で授業を放棄した場合でも、作業を完結させることができるであろう。その場合、後述するように、発表の評価基準に「努力が伝わる」、「グループ内の分担がうまくいっている」という項目があり、これらの項目を説得的に聴衆に伝えられれば不利な扱いは受けない。

本授業でグループ活動を行う意味は、作業量の問題ではない。つまり、課題が大きいから複数人で作業を分割しなくてはならないということではない。そうではなくて、作業と成果物の質を変えることを狙っている。グループ活動を意義のあるものにするために、学生には次の二点を伝えている。(1) インタラクション(相互作用)を楽しむこと。とくに遊び心をもったときにみられる柔軟で拡散的な発想力と、いわゆる突っ込みにみられる冷静で論理的な批判力が発揮されれば、成果物の質の向上のためにグループ活動が有効になる。(2) 発表の練習を協力して行うこと。分担して発表の練習を行ったり、お互いに発表する姿を動画で撮影したりするなど、他者の目を意識しながら自分の行動を客観的に見る訓練においてグループ活動が有効になる。

【達成目標】

授業全体では、次のような達成目標を掲げている。個々の目標に対して、目安としてA、B、Cの評定を示している。また、補足でA評定が得られる程度の努力をした場合に身に付く能力を記載している。シラバスを引用しよう。

- ・科学史・科学論の視点を理解する。(C評定)
- ・現代社会における科学技術を、俯瞰的な立場から説明することができる。(B評定)

情報しか掲載できていない。本授業では、その情報に基づきながらも、成績評価の詳細や、研究活動を遂行するための手引きを合わせて掲載したものを「シラバス」と呼んで学生に活用させている(本稿で言及するシラバスはこちらのこと)。

教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発 (和田 正法)

- ・科学や技術に関して学術的に探究することが可能な話題を自ら発見し、その題材について明解に発表することができる。(A 評定)

A 評定が得られる程度の努力をすると、付随的に次の3つの能力が向上することを狙っている：(1) 多様な視点から批判的に論理を組み立てる思考力。(2) 全体観に基づく計画力と実践力。(3) 自分の実力と行動を冷静に分析して社会の中で自分を生かす社会性。

付随的に身に付く能力について、とくに(2)で触れている「全体観」を得させることを本授業の最大の特徴として挙げることができる。研究の流れは説明すれば頭ではすぐに理解できるが、実際にその通り行動できるとは限らない。教員が授業計画を綿密に立てておいて、学生にその計画に従わせる方針をもつPBLの例も多いが、学生に自主的で創造的な研究活動を行わせる点で検討の余地がある。そのため本授業では、同様の課題を2回繰り返させることで、学生自身の発露によって創造的な活動に発展させられるようになることを狙っている。1回目のサイクルは失敗を許容して作業の全体像を把握させ、2回目のサイクルで学術的な内容をより意識させるのである。この点が、本稿の冒頭で触れた、卒業研究に表れる日本の大学教育の問題に対する筆者の改善策である。

授業計画

本授業は、PBL形式であることにくわえて、2サイクルを行ったり、相互評価を積極的に取り入れたりしている点で、通常の講義に比べて運営上の伝達事項が多くなる。そのため、第1回の授業はシラバスを配布して丁寧に読み、解説を加えることに充てている。教員が一方向的に伝達するのは、実質的にこの初回のみである。

当初、15回にわたる授業を、初回から第7回までを前半、第8回から第15回までを後半と分けていた。しかし、履修登録上の都合で、序盤ではグループ活動が行いにくいことが判明し、のちの学期では、第3回から第8回までを前半、第9回から第14回までを後半と修正した(表1)。なお、第2回はグループ活動を円滑に行うための活動を行い、その中で、科学の素朴な疑問を出す練習をさせている。

表1 授業計画

1.	ガイダンス
2.	講習
3.	前半開始(グループ編成, 図書館利用, スライド作成)
4.	調査(図書館利用, スライド作成)
5.	調査(図書館利用, スライド作成)
6.	調査(図書館利用, スライド作成), リハーサル
7.	リハーサル
8.	発表
9.	後半開始(グループ編成, 図書館利用, スライド作成)
10.	調査(図書館利用, スライド作成)
11.	調査(図書館利用, スライド作成)
12.	調査(図書館利用, スライド作成), リハーサル
13.	リハーサル
14.	発表
15.	総括

各回の授業のうち、調査に充てる回は、授業開始時に若干の注意事項を確認したあと、各グループは自由に作業を進める。90分間の授業を終了する10分前に、教員から呼びかけを行い、各グループは活動記録ノートを確認し、グループ内で日付と署名を交換して解散する。

2 サイクルの狙い

一連の作業を2サイクル行わせる狙いをまとめておきたい。

繰り返し述べているように、本授業では、全15回の授業を前半と後半に分け、受講生に異なるテーマについて同様の作業を2回行わせている。その意味は、単純な一連の作業を繰り返し行わせることにある。1サイクル目で研究調査の流れを理解できれば、2サイクル目で受講生は創造性を発揮しやすくなるというのが狙いである。

本稿の冒頭でも触れたように、筆者は、研究やプレゼンテーションは、訓練型の学習方法が適していると考えている。筆者はこれまで、文章力を向上させるために単純な作業を繰り返し行わせる訓練方法を提唱し、また実践してきた¹²。研究力の向上も同様に、単純な作業を繰り返し行わせる訓練が重要である。

研究を熟知した研究者である大学教員にとって、研究を経験したことがない者がどれほど見通しを持たずに、教員に指示されるままに作業しているか、想像することが難しいであろう。教員は、学生に一度説明をすると、説明をしたことに満足し、学生は理解していると勘違いしやすい。しかし、学生は教員が期待するほどには、研究とは何なのかを理解していない。つまり、与えられた資源(時間、資金、資試料、人的支援等)の中で、どの程度の大きさの課題を扱えばよいのか、どの程度の結果を出せば課題の要求を満たすことができるのか、またそのためにはどのような作業を行えばよいのか——要するに、研究の全体像と一連の流れ——を理解していない。たとえば、研究を経験したことがない者に、計画的に進めると指示を出すことはほとんど無意味である。筆者は、学生との会話を重ねる中で、これらのことを確信している。

そのため、本授業では、ともかく体験させて感触をつかませることを最優先している。結果的に、1サイクル目を失敗する場合もある。学生は、2サイクル目では、十分な見通しをもって作業に取り掛かることになる。一回経験することで全体像を把握することができるので、2サイクル目では、各作業にどの程度の力を注げばよいのか自分で考えるようになる。工夫をする余裕も出てくる。

2サイクルを行わせることのデメリットとして、各サイクルにおける作業時間が減ることが挙げられよう。15回の中で1サイクルの作業を行うよりも、2サイクルの方が、一つのテーマにかけられる時間は減る。そのため、授業の最終盤で求められる公開發表での成果物の質が低下することが懸念される。

それでも筆者が複数回のサイクルを設けることにこだわるのは、研究方法や評価方法の教育は、複数回経験させることで、教育効果を高められると考えているからである。仮に調査の時間が足りないことで成果物の質に教員が納得できないことがあったとしても、学生にとっては、研究の全体像を把握することで自分の創造力を発揮する余地があるという実感を得やすい。これが、筆者が考える学生に自立的な研究力を付けさせるための方策である。

¹² 拙著「レポート採点基準の開発と大学の一般教養科目で学生の文章力を向上させる取り組み」『三重大学教養教育機構研究紀要』第1号、2016年、37-48頁；同「読者のことを考えて書かせるレポート」『会誌 はまゆう』(三重県高等学校国語教育研究会研究紀要)第67号、2018年、171-182頁。

教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発 (和田 正法)

授業後に実施される質問票調査の自由記述で、「1回目よりも2回目の方がうまくできた」、「発表が2回あることで、2回目の内容を考えるのが楽だった」、「1回目の発表より2回目の発表がみんなの発表もすごく良くなっていて、聞いている方も楽しかった」といった感想が得られており、筆者の狙いが根付いている一つの証左と捉えている。

2サイクルを行わせることは、評価する力を向上させることも狙っている。研究活動の中では、他の研究への評価が欠かせない。本授業では、未熟であったとしても評価する行為を繰り返し体験させることで、研究活動への円滑な接続を図る。学生への質問票調査では、「ピアレビューという形式であり、普段は他人の評価をすることが少ないので、とても良い経験になった」という感想が得られている。

逆に、1サイクルしか行わせない場合には、最終盤の公开发表で問題点をフィードバックされても、助言や反省事項を実行する機会がないまま終わる。改善点を指摘されても、すぐに実践できる場を持たないと、結局直さずに終わる恐れもある。要するに、学生が成長せずに授業が終わる可能性が残る。少なくとも、授業の中では、他者からフィードバックされた内容を学生が身に付けたことを保証することができない。また、教員が多く介入することで、その場では教員が納得するような発表ができたとしても、実は、学生の側からはやらされた結果に過ぎず、身に付いていないという可能性にも注意すべきである。

2サイクルを行わせるための工夫として、1サイクルあたりの作業の負担を減らしている。たとえば、筆者が授業の設計時に課題を試行した際に、資料をどこまで取りに行かせるかという問題が起こりえることが分かった。資料が身近にない場合、取り寄せることに時間と費用が発生するため、それを前提とした授業を組み立てることは望ましくない。そこで、入手したい資料が本学の附属図書館に所蔵されていない場合には、調査をそこで打ち切りにして、調査の過程を報告すればよいというルールを設けた。また、学術的な成果には高度なオリジナリティを求めない。ただし、出典を明示させることを徹底している。時間に余裕ができれば、別のアプローチで情報の信頼性を確かめさせたり、プレゼンテーションの練習に充てたりするように指示している。

3.2. 成績評価方法

配点

本授業では、評価基準を初回に明示し、相互評価を重視する方針を伝えている。これは、学生自身が主体的に取り組むことができるようにするための仕組みの一つである。副次的に担当教員の負担を減らすことができる。

本授業での配点をまとめたものを、表2に示す。授業における評価は、大きく三つの項目がある；発表の評価（50%）、グループ活動評価（30%）、活動記録（20%）である。最終的に、教員が確認・調整して成績を判定する。100点満点で換算して、60点以上が合格である。テストやレポートはない。

表2 配点

	グループ点 50 (発表の評価)	個人点 50 (活動の評価)	
		グループ活動評価 30	活動記録 20
前半 40	0~20	-10~10	0~10
後半 60	0~30	-20~20	0~10

前半と後半を、40対60に分けている。作業に充てる期間は前半も後半も同じであるが、前半の配点を低くしているのは、発表の完成度よりも研究の流れを体験させることに重点を置くためである。いわば、前半の失敗を緩和する意味を持たせている。

グループ点と個人点を50対50で評価する。グループ点と個人点の割合は、これまでのところ、これで妥当だと考えている。グループ活動を行う授業において、同じグループに所属するメンバーに同一の成績が与えられることで、学生のモチベーションを下げることがある¹³。さらに、筆者が他の授業を見学して観察したところによると、個人点が成績に反映されている場合でも、グループ点の割合が大きすぎたり個人点の評価基準が学生に明確に伝わっていなかったりすると、フリーライダー(社会的手抜きをする者)が発生しやすく、結果的に授業の教育効果と満足度を下げる。グループ活動におけるフリーライダーの発生を抑制するためにも、適切な配点の設定とともに、成績基準の明示が必須である。

PBLの事例をまとめた上田勇仁らの分類によれば¹⁴、本授業のうち、発表の評価と活動記録は「成果物の評価」と「相互評価」にあてはまり、グループ活動評価は「相互評価」と「貢献度評価」にあてはまる。本授業では、成果物による評価は、発表の評価(50%)と活動記録(20%)で、成績全体の70%に反映される。学生の相互評価に基づく配点は、発表の評価(50%)とグループ活動評価(30%)で、全体の80%になる。なお、成績に「外部評価」を用いることもありえるが、現状では人的な支援体制が十分ではないため、継続的な運用が困難であると判断し、本授業では採用していない。

【発表の評価】

グループ点のもとになる発表に関する評価基準は、次のように提示している。

「発表の評価票」のチェック項目——これらの基準を参考にして、成績評価と同様に10段階で評価します。

- | | |
|--------|---|
| 内容の問題 | <input type="checkbox"/> 基本情報がある。
<input type="checkbox"/> ネタが面白く、学術的にも深い。
<input type="checkbox"/> 主張が明解で、説明が分かりやすい。
<input type="checkbox"/> 信頼できる情報源にあたっている。
<input type="checkbox"/> 無駄がない。 |
| 見た目の問題 | <input type="checkbox"/> 資料がきれいである。
<input type="checkbox"/> 元気で、爽やかである。
<input type="checkbox"/> 努力が伝わる。
<input type="checkbox"/> グループ内の分担がうまくいっている。
<input type="checkbox"/> 時間配分が適切である。 |

¹³ 次の報告においても言及されている：原令奈，八重樫理人，橋浦弘明，古宮誠一「PBL参加者の成績の評価方法——課題達成への貢献度を反映した，参加者ごとに異なる成績を導く方法の提案」『情報処理学会研究報告 コンピュータと教育研究会報告(CE)』第2010巻第19号，2010年，1-8頁。

¹⁴ 上田勇仁，合田美子，根本淳子，鈴木克明「Project Based Learningにおける学習評価手法の動向と特徴」『日本教育工学会第27回全国大会発表論文集』同会，2011年，677-678頁。評価手法として，次の6つがあることが示されている：(1) 成果物の評価，(2) 自己評価，(3) 相互評価，(4) 学習効果測定，(5) 外部評価，(6) 貢献度評価。

教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発 (和田 正法)

「内容の問題」と「見た目の問題」というのは、西洋のロゴス (word) と東洋の道 (way) という科学史分野で提出されたテーゼに基づく¹⁵。古代ギリシア由来の「言葉」を優先させる文明と、古代中国由来の「道徳・礼儀」を優先させる文明を対比的に捉えて学問の進展を論じることができるというものである。ここにヒントを得て、プレゼンテーションの評価にも、内容と見た目を分けたうえで、それぞれに細かい項目を設けている。なお、学術的に深かったとしても、本授業の課題を無視している場合には、成績評価で合格を意味する6を超えないというルールを別途設けている。

採点は、成績と同様の尺度を用いて10段階(10が最良)で行う。チェック項目は参考に過ぎず、チェックした個数を点数に反映させる仕組みではない。発表の評価は、前半と後半でそれぞれグループ内の全員がすべて同じ点数になる。10分間の発表、5分間の質疑を、「発表の評価票」を用いてグループ間で相互に評価する。

発表の評価票は、上記のチェック項目とコメント記入欄を一枚の用紙に印刷したものである。用紙は切り取り式にしてあり、教員に提出する部分と、発表グループにフィードバックする部分がある。教員が回収する紙片には、発表グループと点数のほか、採点グループの番号を記入させる。発表グループにフィードバックする紙片には、採点グループの番号は書かせず、いくらかの匿名性を持たせている。

【グループ活動評価】

個人点のもとになるグループ活動への貢献度に関する評価基準は、次のように提示している。

グループ活動評価は、プロジェクトへの貢献度によってグループのメンバー間で相互に評価します。評価の原則は、(その人が) グループが良い研究と発表をするのに貢献したかどうかにあります。

「グループ活動評価票」の評価項目——これらの項目を参考にして、成績評価と同様に10段階で評価します(チェック項目は、あくまでも参考程度です。この授業では、個人が全部を完璧にこなすことを期待していません。)

- | | |
|--------|---|
| 実力面 | <input type="checkbox"/> 豊富な知識を持っていた。 |
| | <input type="checkbox"/> スライド作りのセンスがあった。 |
| | <input type="checkbox"/> 発表と質疑が優れていた。 |
| | <input type="checkbox"/> 的確な発言・作業をしていた。 |
| | <input type="checkbox"/> 全体像がよく見えていた。計画的であった。 |
| | <input type="checkbox"/> 多様な意見・視点を提供した。発想が豊かだった。 |
| 努力・態度面 | <input type="checkbox"/> やる気にあふれていた。率先していた。 |
| | <input type="checkbox"/> リーダーシップがあった。分担の提案や指示が良かった。 |
| | <input type="checkbox"/> よく調査した。作業量が多かった。几帳面に記録した。 |
| | <input type="checkbox"/> 協力的な関係を築いた。 |
| | <input type="checkbox"/> 他の人(教員、メンバー)によく相談していた。 |
| | <input type="checkbox"/> 盛り上げた。楽しませた。和ませた。 |

上記の発表の評価と同様に、チェックした個数を点数に反映させる仕組みではない。グループ活動評価の項目を示す際には、上記の下線が引いてある箇所「(その人が) グ

¹⁵ Geoffrey Lloyd and Nathan Sivin, *The Way and the Word: Science and Medicine in Early China and Greece* (New Haven, CT: Yale University Press, 2002).

ループが良い研究と発表をするのに貢献したかどうか」が原則であることを強調している。個々の学生が上記のチェック項目を全て達成することを期待していない。ここに示すチェックがすべて埋まる活動を目指せば理想的な人間になるかもしれないが、半期2単位の授業で受講生全員にそのような成長を求めることは現実的ではない。皮肉的に言っておくと、大学の教員でさえ、いつもすべての項目にチェックが入る活動をしているわけではないだろう。組織や集団の中で自分や他者の得意・不得意を見極め、それぞれのパフォーマンスが上げられる社会性を持つことができれば、大学教育の目標として十分である。

それよりも、各学生が、グループ活動に対して何かしらの貢献をしていきたいという姿勢を持ってもらえればよいと考えている。たとえば、本授業では、教員から各グループに役割分担を指示していない。各グループで役割分担を決めてもいいし、決めなくてもいい。実際のところ、役割を分担しなければならないほどの大きな課題でもない。それぞれが得意な作業で貢献しながら、他者の欠点(がある場合には)を積極的に補えばよい。リーダーシップをとるグループ員が誰もいないといった場合にはグループ活動が不活性になる恐れもあるが、教員がそうした問題に対処するのは見つけたあとでも遅くない。

グループ活動評価は、表2に示したように、マイナス点になる場合がある。学生同士の相互評価では、成績と同じように6が合格に相当する10段階の尺度を用いているが、6に満たない場合には、成績上は減点になる。他のグループ員の努力により良いグループ点(最大50点)を得たとしても、グループ活動に非協力的な学生の持ち点を合格点(60点)から遠ざける仕組みである。受講生の不真面目な態度や迷惑行為により、グループ活動に支障をきたすといった場合にも、成績面での対応を明示しておくことで、真面目な学生がつまらない人間関係で苦しまなくなる。

なお、グループ活動評価は原則的にフィードバックをしていない。先述した達成目標の付随項目で、三番目にグループ活動で身に付く社会性があることを示したが、これはカリキュラム上の制約が多い本授業では優先的な目標ではない。PBLに慣れていない受講者の背景を考慮すると¹⁶、貢献度の評価をフィードバックされたところで、教育効果が上がることは考えにくい。フィードバックを前提にすると、受講生は本音を書かなくなるだけである。受講生が積極的に授業に関わる姿勢を持つことができれば、一つの授業における学習態度の評価として十分であろう。

また、遅刻や欠席は成績に直接反映していない。グループ員が、当該学生の遅刻や欠席によって迷惑を被ることがあれば、グループ活動を評価する際に間接的に反映される。逆に、グループ員同士で十分に連携が取れていれば、数回の遅刻や欠席は成績に影響しないこともありえる。こうした方針を示しておくことで、学生の社会性を向上させることにもなり、また不測の事態に対処させる訓練にもつながる。

【活動記録】

学習の過程にも目を向けたいため、活動記録を評価している。活動記録に関する評価は、次のように提示している。

¹⁶ 『TBL』(前掲注9)には、「(当該課程において)ピア評価を促進し奨励するコースが多ければ多いほど、学生がピア評価を受け入れ、建設的に利用する度合いも高まる」とある(89頁)。

教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発 (和田 正法)

プレゼン終了後に、すべてのページを順番に写真にとり、写真を電子ファイルに貼付け、その電子ファイルを提出します（ノートそのものは提出しない）。半期ごとに、提出があれば5点、内容によってさらに最大5点が与えられます。内容は、原則的に情報量（分量、ページ数）によって採点します。他者が判読できない文字・図表は、情報のうちに入りません。改ざんを防ぐため、無駄な改行や空白は入れてはいけません。この授業では、書いた文字が容易に消せない筆記用具（要するにペン）を用いてください。

記録の媒体には、綴じ込んであって各ページが切り離せないノートを用いている。ノートには通し番号を振らせる。分量は、1回の授業における作業で、2ページを目安に書き込むことを想定しており、そのことを受講生にも伝えている。

記録の付け方は、研究公正の方法を念頭においている。2014年に文部科学省が「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン」を策定して以降、研究者が告発を受けた際、研究の過程で本来存在すべき記録が存在しなければ不正と認定されるようになった¹⁷。学士課程においても研究公正の概念が必須の素養になるという筆者の考えから¹⁸、活動記録の書き方と管理には、ラボノートの書き方に示されているような証人による確認作業を、受講者に意識させるようにしている¹⁹。

相互評価による成績の信頼性と教育効果

ここまで説明したように、本授業では、学生の相互評価を非常に重視している。植野真臣らは、相互評価の利点を次の7つにまとめている²⁰。

- (1) 学習者の学習動機を高める。
- (2) 他者からの意見は、テストに比べて内省を促す。
- (3) 他者を評価することで、他者の成果から学び、また内省を促す。
- (4) 教員からの意見に比べて、同僚からの意見は理解しやすい。
- (5) 教員の負担を軽減するとともに、教員が不在でもフィードバックを可能にする。
- (6) 意見の多様性が増す。
- (7) 評価の信頼性が高まる。

これらの利点は、通常の講義科目では得られにくい。多様な評価が可能なPBLの授業で相互評価活動を取り入れることで、これらの利点を積極的に享受すべきである。学生間の相互評価の妥当性については有効性が示されている²¹。また、相互評価を導入す

¹⁷ 平成26(2014)年8月26日文部科学大臣決定、17頁。同資料は、文部科学省のウェブサイトで開催されている。

¹⁸ 拙著「日本の学士課程における研究倫理教育の可能性」『芝浦工業大学研究報告人文系編』第48巻2号、2015年、115-122頁。

¹⁹ たとえば、次の文献が参考になる：岡崎康司、隅藏康一編『理系なら知っておきたいラボノートの書き方 改訂版——論文作成，データ捏造防止，特許に役立つ書き方+管理法がよくわかる！』羊土社、2012年。

²⁰ 植野真臣，ソナムアン・ポクボン，岡本敏雄，永岡慶三「ピアアセスメントにおける評価者特性を考慮した項目反応理論」『電子情報通信学会論文誌』第J91-D巻第2号，2008年，377-388頁。本文に示した7項目は、引用者が若干改変した。

²¹ たとえば次の文献を参照されたい：Keith Topping, “Peer Assessment between Students in Colleges and Universities,” *Review of Educational Research* 68(3) 1998: 249-276 ; 藤原康宏，

ることで学習効果が向上することが報告されている²²。本授業では、従来の研究による成果を積極的に活用している。

相互評価では、一貫性（いわゆる再現性）や公平性が問題として考えられるが、上記の方針に基づいて得られる結果を重要な参考資料として用い、最終的には教員の観察に基づいて成績を調整する。たとえば、大きく的をはずした評価や、グループ内の談合があっても、採点票で確認することができる。こうした調整を行う余地を残しておくことで、成績に正確に反映できない懸念を払拭できる。

本授業での成績評価は、学生の学術面での到達度だけを評価しているわけではない。努力や態度面については、その大部分を学生間の相互評価に委ねることができる。学術面については、本来、成果物が授業の許容範囲内（合格）であることを教員が確認すれば、教養科目におけるPBLの成績評価としては十分であると考えている。学術面について相互評価を行わせる場合でも、先に示したように面白いかといった基礎的な判断項目を設けておくだけで、十分に機能する。踏み込んで述べておけば、学術面の基準を詳細に決めたところで、本学で用いている10段階の成績評価が大きく変化するほど反映させられるのか疑わしい。成績とは直接関係を持たせなくても、担当者が学生に別途フィードバックする機会はいくらでもある。

実際のところ、学術的な質は、評価票を徹底することで教員の観点を周知することができる。またリハーサルの段階から、筆者が各グループに声をかけて、改善点については助言をすることで、学術面でも十分な質の授業を提供できていると考えている。

3.3. 授業の実際、その他の工夫

受講生の数

受講者数について、2018年度前期に開講した二つの授業ではそれぞれ27人と7人、後期の授業では25人と13人であった。

クラス規模について、教員の関与が少ないことから、理屈の上では多くの受講者がいても可能であるが、実際のところ、一人の教員が担当できるのは60人・20グループ程度が限度ではなかろうか。教室の広さや設備を考慮する必要もある。出席の管理や、グループ分けに手間がかかることは対処可能かもしれないが、発表時に工夫が必要である。発表回を複数に分けたり、発表できるグループを選抜式にしたりするといった手が考えられる。

逆に、受講生が少なすぎることも問題である。ある程度の人数の受講者がいないと、筆者が提案する相互評価を重視した授業がうまく回らない。受講者の人数が少ない場合には、変則的な対応を迫られることになるが、担当者が個別の受講生と接する機会が増えるというメリットもあるだろう。

大西仁，加藤浩「公平な相互評価のための評価支援システムの開発と評価——学習成果物を相互評価する場合に評価者の選択で生じる『お互い様効果』」『日本教育工学会論文誌』第31巻第2号，2007年，125-134頁；小方博之「プロジェクト型学習における相互評価とその妥当性の検証」『日本ロボット学会誌』第31巻第2号，2013年，140-146頁。

²² 相互評価は、必ずしも新しい評価方法ではない。これまでも多くの実践報告がなされており、その有効性が示されている。たとえば次のような報告を参照されたい：下村勉，天野昌和，須曾野仁志「学習成果の改善を図るWebベース相互評価システムの開発と活用」『三重大学教育学部附属教育実践総合センター紀要』第23号，2003年，31-36頁。

教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発 (和田 正法)

グループ分け

グループ分けについては、二つのルールを適用している。一つ目は、毎回くじ引きで決める。結果的に、性別や出身学科が偏る可能性もあるが、許容している。二つ目のルールは、後半では、前半で組んだメンバーとは組まないというものである。二つ目については、3人グループを前提にしても、9人以上の受講者が集まらないと実施できない。

前半と後半の二回を別に組み合わせることで、偏りや、不運な相性に苛まれるリスクを下げることが狙っている。良いグループ員に恵まれると、教員の関与がほとんどなくても学生は高い満足度を得て授業を終える。しかし、グループ員に恵まれないと不満をため込み、授業そのものへの満足度を下げることになる。万一グループ員との相性が悪かったとしても、社会では気が合う者とばかり仕事をするとは限らないという現実を今から意識してほしいという希望を伝えておく。

グループは、基本は3人で組ませている。クラスの数調整のために、4人になるグループがある。筆者が観察するところでは、本授業程度の短期間で小規模の活動の場合、4人グループよりも3人グループの方が活発な議論が行われる。4人グループでは、3人グループに比べて意思の疎通が取りにくいいためか、議論を重ねるよりも序盤から分担を決め、各人が粛々と作業を進める傾向があった。

学生が選んだテーマ

学生が選んだテーマの一部を紹介すると、次のようなものがある：「避雷針に雷が落ちやすいのはなぜか」、「重力の発見」、「飛行機はなぜ飛べるのか」、「思い込みの科学(ブラシーボ)」、「玉ねぎを切るとなぜ涙が出るのか」——いずれも学生が発問したものである。

百科事典の調査から始まり、科学史関連の事典、入門書、専門書を経て、原典を探そうと試みた。なかには、資料の入手が困難であることから、原典にたどり着けなかったグループもあった。しかしながら、10分間のプレゼンテーションでは、いずれのグループも資料を調査する過程を詳細に報告し、必要に応じて科学史上の発見の過程や原理に踏み込んで分かりやすく説明することで、授業の課題を達成することができた。本学の附属図書館に所蔵されていない資料に関しては、授業の特別ルールにもかかわらず、他大学の附属図書館に出向いて資料を入手し、報告を充実させたグループもあった。

4. おわりに

4.1. 当事者の感想

本 PBL 授業では、学生が自分で成長できるような仕組みを作った。本授業の設置に関するさまざまな制約のもと、2単位の PBL 授業として十分な成果をあげることができたと筆者は認識している。教員の関与を最小限にとどめながらも、学生は成長を実感している。これが、筆者がもくろむ学生の自立的な研究力を向上させる教育である。また、本授業での活動記録作業は研究公正の方針に則るもので、受講生は他分野でものちの実践に活用することができる。

学生に対する質問票調査の結果は、良好であった。全学で実施している調査のうち、データの入手が可能な2018年度前期の結果を示しておこう(回答数は23, 回答率70%)。「総合的に判断して、この授業に満足できた」という項目については、5(あてはまる)を付けたものが18人、4(ややあてはまる)を付けたものが5人で、平均4.8であった。3以下を付けたものはいなかった。

全学の調査とは別に、筆者が所属する部局では、PBL 授業のための質問票調査を実施している。こちらでも、筆者が期待した通りの良好な結果が得られた。「ここで得られ

た能力は、今後どのような場面で活用できそうですか」という設問では、プレゼンをする場面のほか、研究に活かせるという記述が多数あった。研究への言及については、ガイダンスをはじめとして授業中にたびたび卒業研究を意識させたので、受講生によく理解されているといえる。とくに、「最終の目標を見据えて調査し、限られた時間の中で完成させる能力は今後の大学生活での授業などで活かすことができると思う」というコメントは、授業提供者である筆者の狙いをよく理解していることが表れている。この回答者は、制約条件が変われば——たとえば1年間の期間が与えられるというように——、それに応じた全体像を見定めて、自立的に研究調査活動を進めることができるであろう。ほかにも、「レポート等作成時の研究倫理」という回答があった。

感想や意見、要望欄には、次のような記述があった。「目標が明確になっており、シラバスを何度も見て途中で進む方向を確認していったことがとてもよかったです」。「楽しくて、評価基準がわかりやすく、成長を実感できるよいものであった。大学での講義とはほぼ全てこのようなものと思っていたけど[そうではなくて]少し残念だったので[この授業では成長を実感できて]うれしい」。「とても主体的な授業だけれど、行き詰ったら先生がアドバイスをしてくれるので困らなく、そのバランスが良かった。[中略]コミュニケーション能力や、調査をして発表という力が楽しく養えて良かった」。いずれも、目標を明確に示しておけば、学生は自分で力を付けていくことを示している。その一方で、「プレゼンの評価を他の学生にしてもらう際に公正な評価ができていないのか疑問です」という意見もあった。このコメントは具体的なことを述べていないので実際に何が起こっていたのかも不明だが、担当教員としては、相互評価の信頼性を丁寧に説明する必要があることを示していよう。

4.2. まとめと今後の課題

PBL 授業では、当該授業の目標と評価の基準を明示できれば、その後は、教員の関与を最小限で済ませながら、学生を自立的に成長させることができる。本稿では、それを可能にする枠組みを示した。これは、冒頭で示した、日本の大学における卒業研究の問題(学生の自立的な研究力を育成できていないこと)に対しての、一つの打開策である。教員の関与が少ないということは、分野ごとの特殊性に左右されないということにもつながるので、この枠組みを多くの分野で導入し、また応用することが可能であろう。

本稿で報告したことは、あくまでも初年次の学生を受講者の前提としている。彼らにとっては、PBL 方式による学習の端緒にすぎない。また、本稿が示した実践事例は、カリキュラム上の制限に対応させたものであり、その条件が変われば、細かい点で変更する余地がある。本授業が目指した自立的な研究力がどれほど向上しているか、また担当教員の労力がどれほど軽減されているかについての定量的な検討は今後の課題としたい。

**教員の負担を減らしながら学生の自立的な研究力を高める教育手法の開発
(和田 正法)**

Abstract

This paper introduces a problem-based learning (PBL) course designed by the author. The course, which teaches freshmen the history of science at Mie University, aims to improve students' ability to conduct research, while reducing the burden on teachers. To attain this goal, the course consists of four basic policies: (1) to explicitly inform students of criteria for evaluation. This policy gives the students a clear goal and urges them to educate themselves; (2) to adopt a mutual evaluation system for students. Practicing evaluation on their own effectively familiarizes students with the criteria and reduces the teacher's burden in grading; (3) to exercise a set of research steps repeatedly over the course. Although students acquire the knowledge of how research is conducted through the lectures, it does not necessarily mean that they have gained the skills to do it by themselves. Letting them have hands-on experience of a simple process more than once (in this course it is twice) helps them learn the process more comprehensively; and (4) to adopt a note-taking method that is based on research integrity. Once the students learn the basic method, they can apply it in any field in the future. The author implemented these four policies in four classes during academic year 2018. Responses obtained from the questionnaires of these classes exhibit satisfactory results, thus proving this attempt successful.

ニュートンの音楽手稿における音の様々な表記方法

Various Notations of Sounds in Newton's Musical Manuscripts

工藤 璃輝 Riki Kudo

はじめに

本稿はアイザック・ニュートン(1642-1727)が音楽について書いた手稿における、音の様々な表記方法についてまとめることを目的としている。これから見るように、ニュートンは音を指し示すのに、複数種類の表記法を用いている。これまで Penelopé Gouk をはじめとした科学史家がニュートンの音楽手稿について研究しているものの、彼等は音の表記を自明であるかのように扱っており、そのため表記法についてのまとまった研究がなされていない¹。本稿ではニュートンによる音の表記法に注目してそれをまとめることで、ニュートンの音楽手稿を理解しやすくすることを目的としている。

本稿が扱う資料は Cambridge University Library (CUL), Add MS 4000, folio.104v-113r, 137v-143r である。前者の 104r-113v の範囲にはまとまった文章は少なく、計算や図によってその紙面の多くが覆われている。後者の内の 138r-143r の範囲には、ニュートン自身によって“Of Musick”(「音楽について」)という題が付けられている。

以下本稿では、最初のページ(104v)から順にその音の表記法を説明して行く。表記法の種類毎に紹介する形もあり得たかもしれないが、それをしてしまうと却って本稿が煩雑になるばかりでなく、話が抽象的になってしまう恐れがあると考え、敢えてこの方法を取った。

なお本稿では紙面の都合上、ニュートンの手稿自体を載せることはしないが、それらは Cambridge Digital Library において Newton Papers として公開されているため、必要な方はそちらを参照されたい²。

本稿では音楽理論を正確に表現するために、以下のように用語を使い分ける。特に日本においては音高と呼ぶべきものを音程と呼ぶことがあるが、本稿では誤解を招かないよう、そのような言葉の使い方を避ける。

単に音と書いた場合は、聴覚感覚経験のことを指す。「音が聞こえる」と云うときの「音」である。

音高(pitch)は、発せられた音の聴覚感覚上の高さを表す。今日では音の高さを数値で指定するときには周波数を用いることが多いが、伝統的な音楽理論ではモノコード(弦を一本だけ張った弦楽器)の弦長を用いた。音高 p と弦長 λ の間には、音速を v と

¹ ニュートンの音楽を研究している著作・論文には、例えば以下のものがある。Penelopé Gouk, *Music, Science, and Natural Magic in Seventeenth-Century England* (New Haven and London: Yale University Press, 1999); Benjamin Wardhaugh, *Music, Experiment and Mathematics in England, 1653-1705* (Farnham and Burlington: Ashgate, 2008); Walter Bühler, *Musikalische Skalen bei Naturwissenschaftlern der frühen Neuzeit: Eine elementar-mathematische Analyse* (Frankfurt am Main: Peter Lang, 2013); Charles R. Adams, “Measuring Order and Beauty: On Isaac Newton’s discourses of strings sounding and colors compounding,” (2013), https://www.academia.edu/32436561/MEASURING_ORDER_AND_BEAUTY_On_Isaac_Newtons_Discourses_of_Strings_Sounding_and_Colors_Compounding (2019年4月23日にその存在を確認している)。

² Cambridge Digital Library, Newton Papers, <https://cudl.lib.cam.ac.uk/collections/newton/1>.

ニュートンの音楽手稿における音の様々な表記方法 (工藤 璃輝)

して $v = p\lambda$ の関係があり、(温度一定の条件下で) 音高と弦長の間に一対一対応があるため、どちらを用いても本質的な違いは生じない³。なお、ニュートンの音楽手稿においては、弦長による表現が使われており、周波数は使われていない。

音名 (note⁴) は、ある基準となる高さの音を固定し、それに対して各音に割り振られた名前である。例えば、ドレミファソラシドや、ハニホヘトイロハ、CDEFGABC (いずれも固定ド、すなわち、ある一つの音高とそれに対する音名の組を固定する場合) などである⁵。オクターブ違いの音からは同じような聴覚感覚を受けるという性質からか、音名においてはオクターブの違いを表さない (すなわち一つの音名によって、任意のオクターブの高さにある、その音名に対応する音を表し得る) 場合も多いが、オクターブの違いを表す場合もある。厳密にこれらを区別する必要がある場合は、前者をオクターブを区別しない音名、後者をオクターブを区別する音名と呼ぶことにする。

全音階組織とは、各 1 オクターブを、5 つの大きな隔たり (「全音」) と 2 つの小さな隔たり (「半音」) によって、全音、全音、半音、全音、全音、全音、半音、という並び方で分割したものである。例えば、

.....CDEFGABCDEF GABCDEF GABC.....

という音名の並びは、C-D, D-E, F-G, G-A, A-B が全音、E-F, B-C が半音であるから、全音階組織である。なお、全ての全音が同じ大きさであるとは限らない。例えば純正律においては間隔の大きい全音と小さい全音が存在し、それぞれ大全音、小全音と呼ばれる。

音程 (interval) は、二つの音名の、全音階組織における隔たりを表すものである。同じ音の間の音程を 1 度とし、シャープやフラットを無視して、全音階組織上で一つの隔たりがある場合 (例えばドとレ) は 2 度、二音の隔たりがある場合 (例えばドとミ) は 3 度のようになる。また、同じ 3 度でも、大きい 3 度 (ドとミ: 半音 4 つ分) も小さい 3 度 (ラとド: 半音 3 つ分) があるが、その大小を問題にする場合には、大きい方の 3 度を長 3 度、小さい方を短 3 度と呼ぶ。なお長 2 度は全音、短 2 度は半音と同じものである。

階名 (syllable name) とは、主音を一つ任意に決めて、それに対して音階における相互の位置関係を表すために用いられるものである。移動ド唱法がまさにこれに当たる。移動ド唱法では、主音を「ド」と呼ぶと決め、そこから 2 度上がった音を「レ」、3 度上がった音を「ミ」のようにして歌う。例えば音名 D を主音としたとき、音名 D, E, F#, G, A, B, C#, D はそれぞれ「ドレミファソラシド」と呼ばれる。音名は音の高さに対して絶対的に名前を付けたものであり、階名は場合に応じて各音名の基準の音の高さが変わるという点が異なる。

Folio 104v

Folio 104v では、様々な二音の「音の距離」(the distance of notes) が計算されている。

³ 弦長と振動数が反比例することを最初に発見したのはメルセンヌだと言われているから、それ以前には周波数による表現はあり得なかったことになる。F・V・ハント (平松幸三訳) 『音の科学文化史』(海青社、1984 年) 142 頁を見よ。

⁴ ニュートンは note という言葉を使っているが、現代では pitch name と呼ぶ方が正しい。

⁵ 現代では、440Hz 乃至 442Hz の音を A とすることになっている。440Hz 乃至 442Hz の音を音名 B や音名 C などと呼ぶことはできない。

音の距離とは、ニュートンが導入した、二音間の隔たりを計算する測度である。伝統的な音楽の科学では、二音間の差は片方の弦長をもう片方の弦長で割ることによって計算された。ニュートン自身は音の距離の具体的な計算式を与えていないが、fol.104に書かれている値から逆算すれば、それは二つの弦長 λ_x と λ_y をの比 λ_x / λ_y の対数を取る計算であったと分かる⁶。

Folio.104vでの音の表記法を調べるために、このフォリオにおける計算式の一つを見てみよう。

$$C = D - A = e - b = E - B = F - C = f - d = G - D = aa - e = B^2 - f = 4,980450 \quad (C1)$$

この式の読み方を説明する。式の構造は下記の通りになっている。

$$\text{音名} = \text{音名} - \text{音名} = \text{音名} - \text{音名} = \dots = \text{数値}$$

「音名 - 音名」は、それら二つの音名によって表される二音の間の音の距離を意味している。すなわち、等号で結ばれた二つの音名によって表される二音の距離は等しく、それら音の距離の値が最右辺の数値によって示されているのである。最左辺の音名は、他の辺の音名とは役割が異なり、その音と最も低いGとの間の音の距離を表している。言い換えれば、最左辺の冒頭には「G -」という表記が省略されているのである⁷。

音名についてもう少し詳細な説明が必要であろう。このページにおける音名の表記について、以下の三つの点が不明瞭である。

- (1) 大文字表記と小文字表記とで、どのような意味の違いがあるのか
- (2) “bb”のように、文字文字が二つ繋がられている音名は何を意味するのか
- (3) “B²”のように、音名の右上に数字が書かれている音名は何を意味するのか。

これらの疑問は、このページの計算が二音間の音の距離についてのものであることを考慮し、等号で繋がれている諸辺が全て同じ音の間隔になるように、音名の表記法を再構成してやれば解決できる。

(1)について、上記に引用したC1式をもう一度見てみよう：

$$C = D - A = e - b = E - B = F - C = f - d = G - D = aa - e = B^2 - f = 4,980450 \quad (C1).$$

C1式はCで始まっており、この計算式がGとCとの間の間隔すなわち(完全)4度の音程についての計算であることが分かる。各辺の引かれる方の音名を見ると、D, e, E, F, f, G, aa, B²となっており、大文字小文字の違いと、文字が二回書かれているかどうかと、そして右上の数字とを無視すれば、重複こそあるものの一般的な音名の並び方になっている、すなわち、D, E, E, F, F, G, A, Bとなっている。これを見ると、音名が左から右に向かって段々と上昇していることが分かる。左から2番目の辺に「D - A」と書かれているが、C1式が完全4度を表すことを考慮すれば、Dの方がAよりも高い音であると予想される。同じようにして「E - B」や「F - C」、「G - D」も理解できる。次に

⁶ 二つの弦長をそれぞれX, Yとすると、X, Yによって生ずる二音の間の音の距離dは $d = 12 \log_2(X/Y)$ によって計算することができる。以下も見よ。Adams, “Measuring Order and Beauty,” p. 12.

⁷ Adams, “Measuring Order and Beauty,” pp. 16–17を見よ。

ニュートンの音楽手稿における音の様々な表記方法（工藤 璃輝）

「D-A」と「E-B」との間に「e-b」が挟まれていることから、eはDとEの間、bはAとBの間にある、すなわち「e-b」はE♭とB♭の間の音の距離を表しているのではないかと予想できる。さらに、「G-D」よりも高い位置にある「aa-e」は、同様に考えればA♭とE♭の間の音の距離を表しているとするのが妥当であろう。さらにその次にある「B²-f」は、BとF#の間の音の距離であろう。ここで、Gの音よりも高い音に対して、「aa」「B²」のように特別な表記が与えられていることに気が付く。そこで、大文字の（すなわちシャープや♭の付かない）音についてはアルファベットの右上に数字の2を書くことによって、小文字の（シャープかフラットが付く）音名については、アルファベットを二文字続けて書くことによって、Gよりも高い音を表しているということが分かる。

以上の規則をまとめればこのようになる：

- (1) 小文字は、大文字の音名にシャープあるいはフラットがついた音名を表す
- (2) ある小文字表記の音名よりも1オクターブ高い音を表すには、その音名を二回繰り返して書く
- (3) ある大文字表記の音名よりもオクターブ高い音を表すには、その音名の右上に数字の2を書く。

なお小文字の表記のときにシャープとフラットのどちらが付くのかの対応関係は、下記の通りである⁸。

音名	G	A	B	C	D	E	F
#/♭	なし	♭	♭	なし	♭	♭	#

小文字のgやcは計算中に表れない。ニュートンは、C#についての計算であるべき箇所にd（すなわちD♭）と書いていることから、D♭とC#を表記上区別していないということが分かる。ニュートンはこのページだけでなく、手稿全体でC#を用いていない⁹。なお、ここでの音名を一挙に書き並べると、このようになる：

a, A, b, B, C, d, D, e, E, F, f, G, aa, A², bb, B², C², dd, D², ee, E², F², ff

Folio 105r

Folio 105rは横線によって縦に三つに区切られている。上段は音楽とは関係がないと思われる数式で、中段は音程についての計算、下段はGをKeyとしたときの純正な音程の構成方法である。

中段は、folio 104vにおけるものと同様に、音の間隔について計算をしているが、こちらには音の距離の代わりに音程が使われている。

下段は、GをKeyとしたときに純正な音程を取る方法について書かれている。まず冒頭で文字によって、「協和する諸音によって、~~Gamut~~に含まれる全ての音がこのように調律される¹⁰」と書かれている。この手順によって、ニュートンが音楽手稿の他の箇所

⁸ 金澤正剛によれば、中世の音楽理論においては、音にシャープがつくかフラットがつくかが決まっていた。金澤正剛『古楽のすすめ』音楽之友社、2010年、第六章「シャープとフラットの歴史」。

⁹ AdamsもC#とD♭の混用について指摘している。彼は混乱を避けるため、ニュートンの記述よりも現代の音楽理論に合わせてC#とD♭を使い分ける方針を取っている。Adams, “Measuring Order and Beauty,” p. 17.

¹⁰ By y^e helpe of conocordant notes all y^e notes in the ~~Gamut~~ may bee thus tuned. (CUL Add MS 4000, 104v, ただし、取り消し線はニュートン自身によるもの。)

にも書いている12個の比率を得ることができる。具体的な方法については先行研究に譲る¹¹。

音名については、下記のような種類の表記法がある。

1. “G”のように、音名のアルファベットのみのもの
2. “G²”のように、音名の右上に数字が書かれているもの
3. “²C”のように、音名の左上に数字が書かれているもの

2や3のように、音名に対して数字が添えられているものがあり、しかも左右の区別が存在している。これらが何を意味しているのかは、ニュートンによる説明の下記の箇所から推測できる。

第1に、8度を調律せよ。G, G², G³, G⁴などである。

第2にそれらに対して5度を、それらの上にはD, D², D³, D⁴のように、またそれらの下には²C, C, C², C³のように調律せよ¹²。

まず8度を調律するとき、様々な指数を持つGが出現しているから、これらの音名によってGの音のオクターブ違いの音を表すのであろうと予想できる。また、ここでの音名はオクターブを区別する音名であるということも分かる。指数によって、音高の違いがどのように表されているのかを考えよう。5度の調律を見ると、「それら(G, G², G³, G⁴)の上にはD, D², D³, D⁴」が取られ、「それら(G, G², G³, G⁴)の下には²C, C, C², C³」が取られている。すなわち音高の高低の関係は下記の通りになる。

←低い ²C G C D G² C² D² G³ C³ D³ G⁴ D⁴ 高い→

ここから、指数のないGを基準として、右上の指数が、基準の音すなわち指数のない音名よりも高いオクターブを、左上の指数が基準の音よりも低いオクターブを表していることが分かる。Gについてのみ書けば、このようになる。

..... ³G, ²G, G, G², G³

中心のGを1番目として、それを1番目として数えてn番目に高い音がGⁿと書かれ、n番目に低い音がⁿGと書かれる。最終的に、音の系列は以下の通りになる¹³。

....., ²E, ²F, G, A, B, C, D, E, F, G², A²,

Gam ut は伝統的な音楽理論における音階組織の範囲のことである。ニュートンの手によってGam utの部分に取り消し線が引かれている。

¹¹ Adams, “Measuring Order and Beauty,” pp. 19–21.

¹² First tune ye 8th, G, G², G³, G⁴ &c.

Secondly tune 5ths to y^m both above y^m D, D², D³, D⁴ & below them ²C, C, C², C³. (CUL Add MS 4000, 105r)

¹³ 現代の数学に慣れてしまっている我々は、0番目の指数を導入し、²G, ¹G, G (= ⁰G = G⁰), G¹, G²のように並べたくなる誘惑に駆られるかもしれない。実際、Adamsはこの箇所を引用し音の関係を図示しているのだが、指数の付け方をニュートンのものから変えているため、ニュートン自身の記述と不整合が生じてしまっている。Adams, “Measuring Order and Beauty,” p. 20.

ニュートンの音楽手稿における音の様々な表記方法（工藤 璃輝）

Folio 104v とは異なり、シャープやフラットの付く音について小文字の表記は導入されていない。

Folio 105v, 106r

Folio 104v の表記と同様である。

Folio 106v

ページの左側に、長さ 2 の弦について、音の距離に従って 1 オクターブを 12 等分したときの対応する弦長と、純正律に従ったときの弦長が書かれており、それらの数値の間に対応する音名が挟まれて書かれている。これらの音名は全て小文字で書かれている。また、全音階組織に含まれない音（鍵盤楽器で黒鍵に相当する音）については、音名が振られていない。ここから、ここでの小文字の音名は、全音階組織に含まれる音をそれぞれ表していることが分かる。

Folio 107r

このページには大きく図が描かれており、ニュートンはこの図について「任意の二音の距離が知られ得る」と記している¹⁴。図の解読については筆者が現在執筆中の別稿に譲るとして、ここではそこに出現する音名についてのみ説明する。

図の最上部、そして最下部には音名が大文字で書かれており、全音階以外の部分には何も書かれていない。また図の最左辺にも小文字で音名が付されているが、これらはシャープやフラットが付いた音を表していない。またここではオクターブは区別されておらず、実際、全音階組織の七音名が小文字で書かれている。

Folio 107v

Folio 107r と同様であるが、最左辺に小文字の音名が書かれていない点が異なる。この図についても解読は別稿で行う予定である。

Folio 108r

このページは三つの部分に分かれている。最上部は、音楽とは関係がないと思われる数式である。中段には、大きな図が描かれ、そこに音名も付されている。下段には、一行に 13 項目の数字あるいは音名が書かれている。

中段について、例によって図の解読は別稿にて行う予定であるが、音名については、全音階の音に対して大文字のみを用いている¹⁵。また、オクターブの区別もされていない。

下段は、1 オクターブを何等分するのが望ましいかについて検証している箇所である。音の距離を計算し適当な数を掛けた上で四捨五入することで、音の均等な分割を試みている¹⁶。この箇所では、アルファベットの並び順が、全音階組織とそこに含まれない（鍵盤楽器でいうところの黒鍵に当たる）五つの音を含めた十二音の組織と一致するので、大文字が全音階の音、小文字がシャープあるいはフラットが付く音を表しているのだと分かる。シャープ・フラットの付け方の規則は folio 104v と同様である。オクターブの

¹⁴ “By this table may bee knowne y^e distances of any two notes.....” (CUL Add MS 4000, 107r.)

¹⁵ 図の左上、数字の 7 の下に書かれている「E」（形は ϵ に近い）が小文字であるようにも見えるが、何れにせよ大文字と小文字の使い分けはないようである。

¹⁶ Gouk, *Music, Science, and Natural Magic in Seventeenth-Century England*, pp. 235–236.

違いは考慮されておらず、基準の G もその 1 オクターブ上の G もどちらも単に“G”と書かれている。

Folio 108v

Folio 108r と同様に 1 オクターブの等分についての検証が行われており、音名の表記も 108r と同様である。

Folio 109 r

このページには丸い円状の図が描かれており、デカルトの『音楽提要』との類似性が指摘されている¹⁷。本項では図の詳細ではなく、そこに使われている音の表記法の方に注目する。

この図には二つの音の表記法が用いられている。一つはアルファベットを用いた音名の表記であり、もう一つはソルミゼーションと呼ばれる伝統的な階名による音の表し方である。音名については、円の内側に g, a, b b #, C, d b, d, e b #, f, f# と書かれている。七つのアルファベットが小文字で書かれており、またシャープとフラットの記号が導入されていること、ここでの小文字のアルファベットは、全音階組織の上の七つの音名を表すということが分かる。b と e については、音名一つに対し二つの臨時記号が付けられているが、単にアルファベットを二回書くことを省略しただけだと思われる。なお b# 及び e# は現代の記法では b \sharp , e \sharp となるものである¹⁸。

次に階名について考えよう。ニュートンの生きていた時代には、中世に起こった、ut, re, mi, fa, sol, la の六つの音の名前を用いた階名唱法が行われていた。全音階には七つの音が含まれるので、六つの名前を持つ階名では一つ足りないことになる。そこで、開始地点の異なる三つの ut, re, mi, fa, sol, la を組み合わせることで、全音階組織に含まれる全ての音を演奏することができるようになっている¹⁹。ニュートンがここで用いている階名は、伝統的なものと全く同様のものである。

図の中の階名による表記をアルファベットによるカタカナのドレミによる表記に変換する。まず階名は、円の一番上に 0 と書いてある箇所から時計回りに読むと、下記の通りである。

最も外側 : re, mi, fa, sol, la, fa, ut, re
 外側から 2 番目 : sol, la, fa, ut, re, mi, fa, sol
 外側から 3 番目 : ut, re, mi, fa, sol, la, fa, ut
 外側から 4 番目 : fa, sol, la, fa, ut, re, mi, fa
 外側から 5 番目 : fa, ut, re, mi, fa, sol, la, fa

全音階組織に適合するようにそれぞれに対して適切な主音を選ぶことでカタカナのドレミによる表記に直すと、下記の通りになる。

最も外側 : ラ, シ, ド, レ, ミ, ファ, ソ
 外側から 2 番目 : レ, ミ, ファ, ソ, ラ, シ, ド

¹⁷ Wardhaugh, *Music, Experiment and Mathematics in England*, pp. 54–56.

¹⁸ 金澤によれば、ナチュラル記号はシャープ記号から派生したものであり、ニュートンの時代にはシャープ記号しかなく、B や E の音にシャープ記号を付けることによって、現代ではそれぞれ B \sharp や E \sharp と書かれる音を表した。金澤『古楽のすすめ』第六章。

¹⁹ 階名については以下を見よ。金澤『古楽のすすめ』第五章「ド・レ・ミの起源」。

ニュートンの音楽手稿における音の様々な表記方法（工藤 璃輝）

外側から3番目：ソ, ラ, シ, ド, レ, ミ, ファ
外側から4番目：ド, レ, ミ, ファ, ソ, ラ, シ
外側から5番目：ファ, ソ, ラ, シ, ド, レ, ミ

これらは上から順に、エオリア旋法、ドリア旋法、ミクソリディア旋法、イオニア旋法、リディア旋法を表している²⁰。

Folio 109v

このページも縦に3つの部分に分かれている。最上段には音楽とは関係がないと思われるグラフが、中段には109rと似た図が、そして最下段には円状にa, b, cの文字が書かれている。上段については考察しない。中段については、Folio 109rとほとんど同様であるが、こちらの図の円の中心には音名がない点異なる。また、この図の階名については、アルファベット表記をしたときにFに該当する音について、階名が書かれていないという特徴がある。これは、ソルミゼーションに7個目の名前がないことと関係しているかもしれない。

下段は、ここで初めて登場する音の表記法である。これについては手稿の後のページにニュートン自身による説明が存在するので、後で改めて見ることにする。

Folio 110r

音名や階名が出現しないため省略する。

Folio 110v

このページの下部に、「12個の旋法の、その良さの序列における一覧」と書かれた一覧があり、そこに音の表記法が出現する。ここでは全ての全音階の音名が小文字のアルファベットで書かれている。注意しなければならないのは、0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12と書かれた行の次の行からは、アルファベットの指す音が一部変わっているということである。例えば、

g · a · b c · d e · f · g

においては、dとeの間に間隔がなく、eとfの間には間隔があることから、ここでeと書いてある音名は本来ebと書かれるべきものであるということが分かる。以下の二行も同様である。その右側に縦に三つのアルファベットの列が書かれているが、上から二段については、eが半音だけ下げられているだけでなくcが半音だけ高められており、一番下の段についてはeが半音だけ下げられている。

ニュートンがこのような混乱を招きかねない表記法を用いたのは、手稿のこの箇所での彼の目標が旋法に良さの序列をつけることであることから、旋法として取る7音を指し示すものとしてg, a, b, c, d, e, fの文字を用いたからではないかと考えられる。すなわち、ここでのアルファベットg, a, b, c, d, e, fは、正確には、音名でも階名でもない。

Folio 111r

音楽とは関係のない数式の計算のみであるので、省略する。

Folio 111v

このページにおいて、先延ばしにしていたa, b, cとd, e, fという音の表記の定義がニ

²⁰ このような旋法は教会旋法と呼ばれる。

ニュートンによって与えられ、さらに r, s, t によるもう一つの音の表記が導入される。まずは a, b, c の表記についてを説明しよう。

ニュートンはこのページの上部のこのように書いている。

$$\begin{aligned} a, b, c &= 1/2 \text{ tone} \quad \text{max: medi: minim} \quad (\text{C2}) \\ a + a = d, a + b = e, a + c = f \sim \text{tone} \quad \text{ma:me:mi} \quad (\text{C3}) \end{aligned}$$

C2 の右側の、“max,” “medi,” “minim” は、それぞれ「最大」(maximum), 「中間」(medium), 「最小」(minimum) の略記だと推測できる²¹。同様に C3 の右側の“ma,” “me,” “mi” も “max,” “medi,” “minimi” の略記と思われるから、C2 と同様にそれぞれ「最大」, 「中間」, 「最小」を意味すると思われる。また、C2 には 1/2tone すなわち半音が、C3 には tone すなわち全音が関係しているようである。そうすると、a, b, c はそれぞれ大きさが異なる半音ではないかと予想できる。すなわち、右側と左側が対応すると考えると、現代風の記法によってこのように直せる。

$$\begin{aligned} (a, b, c) &= (\text{max, medi, minimi}) \quad (\text{C2}') \\ (a + a, a + b, a + c) &= (d, e, f) = (\text{ma, me, mi}) \quad (\text{C3}') \end{aligned}$$

その下に書かれた実例によって、この仮説の正しさを確かめてみよう。

$$\begin{aligned} a + a + b &= a + e = 3^d b \quad (\text{C4}) \\ a + a + b + c &= e + f = 3^{d\#} \quad (\text{C5}) \\ 3a + b + c &= a + e + f = f + 3^d b = 4^{\text{th}} \quad (\text{C6}) \end{aligned}$$

C4 の左辺から中辺への変換は C3' に従っている。a は何かしらの半音、e は何かしらの全音であるから、その二つを足して $3^d b$ (短三度を表している) となるのは妥当だろう²²。次に、C5 について、左辺から中辺への変換は C3' によって説明され、そして二つの何かしらの全音を足し合わせることで $3d\#$ (長三度を表している) が得られるということになり、これも納得できる。C6 は、やはり C3' を用いて $3a + b + c = a + e + f$ の計算が行われた後、そこにさらに C4 を適用することで $a + e + f = f + 3^d b$ と変換されている²³。すると $f + 3^d b$ は、何かしらの全音 f に短三度を足す、ということになるから、これが 4th すなわち 4 度になるのも理解できる。

ここで一度 109v 下部の三つの図に戻ろう。円状になっているが、それをほどいて横向きに書けば、このようになる。

$$\begin{aligned} a b a c a b a a c a b a \quad (\text{C7}) \\ a + b. a + c. a. b + a. a + c. a + b. a. \quad (\text{C8}) \\ a + b. a + c. a + b. a. a + c. a + b. a. \quad (\text{C9}) \end{aligned}$$

先に C8 と C9 を検討しよう。実は C8 と C9 は始まる音が異なるだけで、音の並び方は変わらない。C8 を見ると、7つのまとまりに分かれているから、これは全音階組織なのではないかと予想できる。すると a + b を大全音、a + c を小全音、c を (全音階

²¹ Adams はこの部分を引用したが、max: medi: minimi の真ん中すなわち“medi”は判読不明としている。Adams, “Measuring Order and Beauty,” p. 43.

²² 現代では third の省略表記は “3rd” であるが、ニュートンは 3^d という表記を用いた。

²³ ここでの「f」は音名ではなく、C3'式にある音の間隔の大きさである。

ニュートンの音楽手稿における音の様々な表記方法（工藤 璃輝）

的) 半音と看做せば、その予想が上手く行きそうであるということが分かる²⁴。C8はアルファベット表記でCから始まる全音階を、C9はアルファベット表記でFから始まる全音階をそれぞれ表している。一方C7は12個の部分に分かれており、a, b, cの並び順がC8からプラス記号と区切り文字としてのピリオドを除いたものと等しいから、これは全音階を成り立たせるような12音であることが予想できる²⁵。

Folio 111vに戻り、先ほども述べた、r, s, tによる表記についての検討に入ろう。ニュートンはa, b, cの時とは違いr, s, tには定義（と思しきもの）を書いていないが、このページにはr, s, tの足し算がどの音程になるかの計算式が書かれているから、そこからそれらの大きさを逆算することができる。r, s, tの値の導出には三つの式があれば十分である：

$$3d \text{ maj} = r + s \quad (\text{C10})$$

$$r + t = 3d \text{ min} \quad (\text{C11})$$

$$4th = r + s + t \quad (\text{C12}).$$

これらの式にC4～C6を連立させれば、以下の関係式が得られる。

$$(r, s, t) = (a + b, a + c, a)$$

(a + b, a + c, a)はそれぞれ、大全音、小全音、半音に相当することがわかっているから、

$$(r, s, t) = (a + b, a + c, a) = (\text{大全音}, \text{小全音}, \text{半音})$$

となることが分かる。

このページの下側3分の2の範囲では、このr, s, tを用いて、各旋法に含まれる協和する音程の数が計算されている。

Folio 112r

Folio 111vと同様である。

Folio 112v, 113r

音名については全音階組織に対して小文字のアルファベットが用いられており、オクターブの違いは区別されていない。r, s, tについてはFolio 111vと同様である。

Folio 113v

音名が登場しないので省略。

Folio 138r–143r

この部分には、先ほども述べた通り、ニュートン自身によって“Of Musick”（「音楽について」）という題が付けられている。ここに登場するのは、小文字のみのアルファベットによる音名の表示と、o, p, q, r, s, t, uによる音の表記方法である。小文字のみの

²⁴ 純正律においては二種類の全音が生じる。その内の、間隔の大きな方が大全音、小さい方が小全音と呼ばれる。

²⁵ C7の文字の間にはバツ印(×)や横線(-)が書き込まれているのだが、それらが何を表しているかは現在調査中である。

アルファベットについては folio 106v と同様であるから省略するとして、o~u による音の表記について考察する。139v の表を書き直したものが図1である。一番左側の一番上に書かれた「(行番号 A)」と一番右側の一番上に書かれた「(行番号 B)」は筆者が便利のために追加した。

この表の上部には音程が書かれており、また各行のアルファベットの数の種類が7個、全部で8個なので、これらのアルファベットが全音階城の音名あるいは階名を表していると予想できる。一番上の行を見ると、主音、長2度、長3度、4度、5度、長6度、短7度、8度にアルファベットが書かれているから、これはミクソリディアン旋法を表していると分かる。すなわち、ソを主音とすれば、

$$(o, p, q, r, s, t, u) = (\text{ソ}, \text{ラ}, \text{シ}, \text{ド}, \text{レ}, \text{ミ}, \text{ファ})$$

とできる対応関係があるのである。この規則を行番号2~6に適用すると、問題がないことが確認できる。行番号Bの7~12にはxとyという文字も出てくるが、これは表における配置から明らかに、

$$(x, y) = (\text{ミ}b, \text{レ}b)$$

を指していることが分かる。そしてこの規則が Folio 141v にも適用される。

行番号Aの順にKeyを並べると、(t, p, s, o, r, u)となるが、これはo=ソとしてアルファベット表記に直せば(ミ, ラ, レ, ソ, ド, ファ)となり、前の文字と後ろの文字との間に5度(あるいは4度²⁶⁾の関係があることが分かる。

ここでo, p, q, r, s, t, uについてのニュートンの記述を見てみよう。ニュートンは図2のような対応表を書いたあと、このように述べる。

12. [...] 8度を持つ6つの旋法の内の任意のものが、主音(key)がoであるものに対して、これら3つの文字の並びの内の任意のものによって表現される。それらは第一の旋法(引用者注:ミクソリディア旋法)を表現し、また第二の旋法は主音がsであるものであり、第三の旋法は主音がrのときである、等々。同様に第一の高さのものが最も低く、二つ目のものは第一のものより5度高く、第三のものは第二のものより5度高い。この系列はそれよりも5度一つか二つ分高い或いは低い同じ旋法を伴った旋法の内の任意のものを表している²⁷。

13. 曲の途中で、ある旋法から別の旋法に移ることはよくあることであるが、どのように、どの旋法に対して、それがなされ得るのかは先ほどの系列によって頭になるだろう。なぜならば、それら三つの段階が一つの共通する主音を持つ任意の三つの旋法を表し得るからである。Fは第一、第三、第六の旋法の主音

²⁶ オクターブを区別しない E, A, D, G, C, F の並びからは、4度上昇なのか5度下降なのかを区別できない。

²⁷ 12. [...] Any of y^e 6 Moodes with its eights may bee represented by any of these 3 orders of letters for y^e key being o they represent y^e first moode, & y^e second it being s, & y^e 3d if it be r & c: Also y^e first ranke being lowest y^e 2^d a fift above it & y^e 3^d a fift above y^l, this scheame may represent any of y^e Modes wth y^e same mode one or 2 fifts above or below it. (CUL Add MS 4000, fol.141v.)

であり、Gは第1, 第2, 第4の旋法の主音である等々, のようにである²⁸.

まず上記引用中の上の段落において、o, p, q, r, s, t, uの全音階がoの位置をずらして並置される。第2の段階のoは第1の段階のoの5度上の位置にあり, 同じように第3の段階のoも第2の段階のoの5度上の位置にある。上記引用の下の段落には「それら三つの段階が一つの共通する主音を持つ」とあり, 例えば音名2がFのとき, 第1の段階はo, 第2の段階はr, 第3の段階にはuが来る。o, r, uから始まる全音階はそれぞれミクソリディア旋法(ニュートンの定義による第1の旋法), イオニア旋法(第2の旋法), リディア旋法(第6の旋法)になっているから, ニュートンの記述と一致していることが分かる。同じように, 音名1のGの列を見れば, 上からp, s, oとなっており, それらはそれぞれエオリア旋法(第4), ドリア旋法(第2), ミクソリディア旋法(第1)になっている。

ここから分かるのは, A, B, C, D, E, F, Gは, 音名(絶対的に決定される音の呼び名)であり, o, p, q, r, s, t, uは階名(任意に設定される主音に対する相対的な音の呼び名)である, ということである。ニュートンがここで, 第七音を持たない伝統的な階名 ut, re, mi, fa, sol, laに代わるものとして, 第七音を持つ新しい階名 o, p, q, r, s, t, uを導入したのであった²⁹。

おわりに

ニュートンによる音の表記についてまとめよう。

音名については, アルファベットの左右の肩に数字を書くことによって音の高さを表す方法を用いていることが興味深い。この方法ならば低い方にも高い方にも制限をなくすることができるからである。

(a, b, c) や (d, e, f), (r, s, t)などは, 音の間隔に対して付けられた名前であり, それらの持つ情報は音程(interval)よりも多い(音程ではaもbもcも全て短2度となってしまう)。本稿では触れなかったが, ニュートンは(r, s, t)を用いて旋法の中に協和する音の組み合わせが幾つあるのかを計算している。弦長の比を用いても同じ計算をすることはできるが, しかし(r, s, t)のように記号化しておいた方が計算が簡便になるのは

²⁸ 13. Tis usuall to passe from one moode to another in y^e midst of a song w^{ch} how & to w^t moode it may be done will appeare by y^e precedent scheme. For the 3 ranke may signifie any three Moodes w^{ch} have one common Key, as F is the key of y^e first third & sixt Moode, by y^e Key of y^e first 2^d & 4th mood &c: And wee may passe from any of those Moodes to another w^{ch} in y^t scheme have y^e same key. But this transition is better done from one key to y^e key next it, yⁿ to y^e remoter key. Neither may it bee done twixt any other moodes as twixt y^e first & fift or 3^d & 4th by reason of their great difference, w^{ch} would soe change y^e aire of y^e song as to make y^e p^{ts} of it rather seeme divers songs. (CUL Add MS 4000, fol.143r.)

²⁹ Bühlerは「ダイアトニックな系列の3つの異なる位置に対して, 全6つのダイアトニックな1オクターブの範囲においてそれぞれ三つのダイアトニックな音階の5度離れた位置にある主音が対応している。すなわち, ミクソリディア旋法 F-C-G, ドリア旋法 C-G-D, イオニア旋法 B-F-C, エオリア旋法 G-D-A, フリギア旋法 D-A-E, リディア旋法 Es-B-Fとなる」と書いている。本稿では, 同じ主音に対して3つの旋法が置かれると解釈したが, Bühlerは同じ旋法が3つの異なる主音を持つ, と考えている。本稿での解釈も Bühlerの解釈も視点が異なるだけで等価ではあるが, しかしニュートンはこの手稿で旋法の変更について論じているから, 本稿での解釈の方に利点があるように思われる。Bühler, *Musikalische Skalen bei Naturwissenschaftlern der frühen Neuzeit: Eine elementarmathematische Analyse*, p. 104.

想像に難くないだろう。

ニュートンは o, p, q, r, s, t, u という, ut, re, mi, fa, sol, la に代わる新しい階名を導入している。この新しい階名は、7つ目の名前を持つというだけでも十分有用であるが、中世の階名唱法のようにこの階名を複数個並べると、旋法の移動も明瞭に行うことができるようになるという利点がある。また、音名と階名に別のアルファベットをあてたことで、理論上混乱が生じるのが予防されている³⁰。

手稿中に書き込まれている日付から、ニュートンがこの手稿を書いたのは1665年頃だと推測されるが、この頃までにニュートンが誰からどのような音楽教育を受けたのかは完全には明らかになっていない³¹。本稿で扱った音の表記についても、ニュートンが独力で開発したのか、それとも誰かから教わったのかは明らかになっていない。しかしいずれにせよ、音の表記法に話題を限定したとしても、伝統的な方法（例えば中世の階名唱法）を知りつつも、そこに新しい手法（指数による音高の表示や opqrstu の階名）を用いているという点が興味深い。このように、音楽という題材を通じてニュートンの用いた方法論を探求していきたいと筆者は考えている。ニュートンの音楽手稿はいわゆる奇跡の（諸）年に書かれたものであるので、そこから奇跡を起こした当時のニュートンの方法論をうかがい知ることができる可能性があるからである。またもう少し広い見方をすると、当時の一般教養である音楽が、数学や物理学にどのように影響したのかを考える研究にも繋がり得るかもしれない。

³⁰ ちなみに今日の日本には、（絶対）音名についてはドイツ語で読み、階名についてはドレミで読むという習慣がある。

³¹ 「1665年11月20日」(November 20, 1665)と書かれている。CUL Add MS 4000, dolio 105v.

ニュートンの音楽手稿における音の様々な表記方法（工藤 璃輝）

A (行番号)	The Key		2d	3d minor	3d major	4th	Tritonus	5t	6t minor	6t major	7th		8th	B (行番号)
4	o		p		q	r		s		t	u		o	1
3	s		t	u		o		p		q	r		s	2
5	r		s		t	y		o		p		q	r	3
2	p		q	r		s		t	u		o		p	4
1	t	u		o		p		q	r		s		t	5
6	u		o		p		q	r		s		t	u	6
	o		p		q	r		s	x		u		o	7
	r		s	x		u		o		p		q	r	8
	s	x		u		o		p		q	r		s	9
	u		o		p		q	r		s	x		u	10
	o		p		q		y	s	x		u		o	11
	s	x		u		o		p		q		y	s	12

図 1 : CUL Add MS 4000, fol.138v.
「行番号 A」「行番号 B」という文字は筆者加えた。

	列番号																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
段階 1	o		p		q	r		s		t	u		o		p		q	r		s
段階 2	r		s		t	u		o		p		q	r		s		t	u		o
段階 3	u		o		p		q	r		s		t	u		o		p		q	r
音名 1	g		a		b	c		d		e	f		g		a					
音名 2	f		G		a		b	c		d		e	f		g		a		b	c

図 2 : CUL Add MS 4000, fol.141v.
「列番号」という文字、および列番号は筆者が加えた。また、ニュートンの図は実際には列番号で言うと 32 まで書かれているが、省略した。

Nitobe Inazō's *Bushido* and the Modernization of Japan

新渡戸稲造の『武士道』と日本の近代化

Bektas Yakup

On a partly cloudy but not very cold afternoon early in March, I was on my way from the Hanamaki City Museum (Iwate) to find the nearby Sarugaishi River. I hoped to follow this river to its junction with the Kitakami River at one end of “the English Coast,” so named in 1923 by Miyazawa Kenji, one of Japan’s most popular writers.¹ Before finding this river, I passed a few signs saying “Hanamaki Nitobe Memorial Museum.” I was not going to see another museum on the last day of my trip to Hanamaki, I said to myself. But then, after a larger signboard and a grove of pine trees, I saw an unusual building in a remote setting, evoking the forms of a house of a nobleman from an earlier time. The museum was now before me and beckoning to me. So, I had to go in.



Picture 1

The Hanamaki Nitobe Memorial Museum (with the Nitobe clan’s crest on top),
March 2nd, 2019

¹ In 1923, Miyazawa Kenji called a short stretch of a bank of the Kitakami River on the side of the city of Hanamaki “the English Coast,” which later became the popular and official name of this bank, now a tourist attraction. The English Coast starts where the Sarugaishi River joins the Kitakami River.

I had been careless in not paying close attention to the name “Nitobe,” still thinking as I went in that he must be a prominent local politician from the Taisho period or later. Had I known that the museum was commemorating the family of Nitobe Inazō, I would have made a point of going to see it. Inside, all was quiet and peaceful. For the first fifteen minutes I was the only visitor. The museum tells of the history and services of the samurai clan Nitobe across several generations, focusing on their work in agricultural development, rice cultivation and irrigation. I became interested in their ambitious irrigation project in the mid-19th century of building a water tunnel (the Inaigawa Canal in today’s Aomori prefecture) through a mountain range, a novel late Edo period engineering achievement. The museum represents this very laborious and technically demanding engineering task through a well-designed hands-on scheme.

As I moved on to another section on more recent history, I realized that this Nitobe clan was the family of Nitobe Inazō, the author of *Bushido: The Soul of Japan*, first published in 1900.² Written originally in English for the non-Japanese audience, the book became popular in Europe after Japan’s naval victory over Russia in the Russo-Japanese war of 1904–1905. It has remained so ever since, thanks to its orientalist appeal, especially the ways in which it idealizes the Bushido and Samurai. I myself years ago read it as a romantic interpretation of Japan’s popular cultural history, and through that history, of Japan’s modernization in the 19th century. Therefore, I always tended to dismiss it as a pretty idealization of old Japan. Yet I never thought much about its author or his intellectual and scholarly background.

Much of the museum is devoted to Nitobe Inazō himself. It showed me that he is not just about this one book. That is, Nitobe Inazō, as an individual and intellectual, was much larger, more interesting than the author of *Bushido: The Soul of Japan*. What were new and impressive to me were his education, his intellectual depth and international reach, his pacifist and anti-military attitude at a time of increasing militarization in Japan, and his efforts to promote the education of women: higher education for them was not only neglected at the time but was virtually forbidden.

Nitobe Inazō was born in Morioka in 1862 to a Samurai family. His father was in the service of the Daimyo of the Nambu clan, who ruled most of the Tōhoku region (northeastern Honshu). He studied at the Sapporo Agricultural College (now Hokkaido University), one of the most progressive colleges in Japan (it was organized by American professors), graduating in 1881. He entered Tokyo University in 1883 to study English literature and economics but the following year left for the US. He studied economics and political science at Johns Hopkins University for three years but left without earning his degree. While there he became a member of the Quaker community in Baltimore. On one of his frequent visits to Philadelphia, which had a flourishing and intellectually active Quaker community, he met Mary Patterson Elkinton (1857–1938), a Quaker, his future wife. From 1887 to 1890, he studied agricultural economics at Halle University (Germany), earning his doctoral degree. He then returned to the US and married Mary. The following year he returned to Japan together with Mary and became a professor of agriculture at his alma mater, Sapporo Agricultural College. In 1897 he took a three-year leave (spending time first in Japan and then in California) to write his *Bushido*, helped by Mary.

² Inazō Nitobe, *Bushido: The Soul of Japan: An Exposition of Japanese Thought* (Philadelphia: Leeds & Biddle, 1900).

Bushido and why Japan modernized

Nitobe understood well that Japan's rapid modernization, industrialization, and rise to power in the 19th century, were highly uncommon, in fact unique in the world. His *Bushido* is an attempt to offer an explanation and at the same time, to glorify Japan's intellectual and moral heritage and place it within the world's intellectual history. As a son of a respected samurai family, he took it as his duty to define and introduce that heritage to the wider world. The basic tenet of his book is that Bushido or the way of the warrior (*bushi*) embodied a system of morality, principles, and a code of conduct that fundamentally shaped "the Japanese character" and "moral standard," and determined the ways people in Japan conducted themselves. Impressively, Nitobe quotes from European literature, classics, and sacred books to convey better sense of his Bushido, from Homer to Emerson, the Bible to the Quran, and Dante to Coleridge.

Nitobe tells us that he started his project as a response to questions by foreign intellectuals and his wife such as, if Japan gives "no religious instruction in [its] schools," how does it "impart moral education?" and what are "the reasons why such and such ideas and customs prevail in Japan?"³ Bushido, he believed, although originally based on Shintoism and Buddhism, specifically drew on the teachings of Confucius and Mencius and came to replace religion in Japan, becoming the source of morality and code of conduct. What were the ideals of the Samurai? They were loyalty, chivalry, courage, honor, self-control, patriotism, frugality, benevolence, and the love of truth. Nitobe described each in detail in separate chapters. They did not disappear with the collapse of Japan's feudal system or the Tokugawa shogunate. They became what Japan was and what Japan was going to be. They "stamped on" Japan its "character," and set its "moral standard," and "guided [the general public] by their example."⁴ "The Samurai," he argued, "grew to become the ideal of the whole race."⁵ That is, "intellectual and moral Japan was directly or indirectly the work of the Samurai."⁶ He went on to say that "What Japan was she owed to the Samurai. They were not only the flower of the nation, but its root as well. All the gracious gifts of Heaven flowed through them."⁷

Nitobe gave Bushido even more credit for its influence on the modernization of the nation. It was the "unconscious and irresistible power" that "has been moving the nation and individuals."⁸ It was Japan's "animating spirit," "motor force," "the guiding principle of the transition," and "the formative power of the new era."⁹ It was also the main force of "the transformation of Japan," which Nitobe saw as "a fact of the whole world."¹⁰ He emphasized that leaders and intellectuals all were samurai, including "the great statesmen who steered the ship of our state through the hurricane of the Restoration and the whirlpool of national rejuvenation."¹¹

³ Inazō Nitobe, *Bushido: The Soul of Japan: An Exposition of Japanese Thought* (reprint by Charles E. Tuttle Co., 1996), pp. xi–xii. All quotes from this book hereafter will be from this edition.

⁴ *Ibid.*, pp. 160–170.

⁵ *Ibid.*, pp. 161–162.

⁶ *Ibid.*, p. 162.

⁷ *Ibid.*, pp. 159–160.

⁸ *Ibid.*, p. 171.

⁹ *Ibid.*, pp. 171–172.

¹⁰ *Ibid.*, p. 174.

¹¹ *Ibid.*, p. 172.

Thus, “scratch a Japanese of the most advanced ideas, and he will show a samurai.”¹² Japan, then, owed its rapid growth, industrially, economically, and militarily to its Bushido.

Obviously, this theory of Bushido has its problems. One of them is the vagueness of its concepts such as “ethic,” “spirit,” and “mind” (as in the “Japanese mind”). It reminds us of Max Weber’s *The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism* (first published 1905 in German).¹³ Although Nitobe’s account of Bushido is not as sociological as Weber’s book, the two authors share concepts such as ethic (as in Samurai ethic and Protestant ethic) and “spirit.” The Bushido ethic and Protestant ethic are not fully compatible, but they share many characteristics. To speak generally, Weber emphasizes the work ethic and entrepreneurial spirit of Protestants, while Nitobe emphasizes the loyalty, sense of duty, and morality of the Samurai.¹⁴

It is true that almost all Meiji modernizers and intellectuals came from the Samurai class, simply because they were the most educated and controlled the most resources. Although after the Meiji Restoration (1868) the Samurai officially lost their privileges, they were nevertheless still the most powerful individuals in the country. It is almost impossible to trace their role in the modernization of Japan to their adherence to the Bushido that Nitobe describes. For example, the ideal samurai would not be interested in business or money. Most of them in fact tried to emulate their counterparts in Europe and in the United States, not their Samurai forefathers. These include Nitobe himself. Furthermore, there were popular intellectuals like Fukuzawa Yukichi (1835–1901), who was born into a family of poor, low ranking samurai, experiencing very harsh circumstances in his youth. He believed that the ancient Japanese customs and practices were all evil. He initially thought that all things Japanese must be radically over-thrown and be replaced by European versions, even the writing system.¹⁵

Nitobe’s *Bushido* inspired debates among intellectuals in China, India, the Ottoman Empire and elsewhere on national or “Eastern” or “Asian values,” or spiritual culture. These men tended to defend their cultures’ respective “moral superiority” over the “material culture” or technology then being adopted from Europe and America. Ku Hung-Ming’s *The Spirit of the Chinese People*, again written originally in English for the non-Chinese (European and American) audience, followed a decade and half after *The Soul of Japan*, clearly emulating it.¹⁶ Historians too have used this theory of Bushido to offer an explanation for the growth of Japan into a modern industrial nation and world power, starting in the late 19th century.

Nitobe Inazō is more than *Bushido*

One might expect, especially after reading his *Bushido*, (as I did the first time), that Nitobe would favor nationalistic ideas. Yet his life and work show that he was, in fact, a real internationalist, and not at all a crude nationalist. He worked to promote international cooperation

¹² *Ibid.*, p. 189.

¹³ It is not clear whether Weber read Nitobe’s *Bushido* while working on his *The Protestant Ethic*.

¹⁴ This is only a rough evaluation. A more subtle assessment is beyond the object here.

¹⁵ Fukuzawa Yukichi, *An Encouragement of Learning* (begun in 1871, completed in 1876); *An Outline of a Theory of Civilization* (1875).

¹⁶ Ku Hung-Ming, *The Spirit of the Chinese People, With an Essay on the War and the Way Out* (Peking: Peking Daily News, 1915).

and peace among nations. In particular, he made a special effort to increase cooperation between Japan and the United States and Canada.

In 1901, Nitobe became an advisor to the Japanese colonial government in Taiwan, heading its Sugar Bureau there. A few years later, he became a professor, first at the Kyoto Imperial University, then at the Tokyo Imperial University, teaching agricultural economics, colonialism, and humanitarianism. He viewed colonialism generally in a critical spirit and favoring local self-determination.¹⁷ At least we know that he believed that colonization must be based on humanitarianism and that a colonizing power must be beneficial to its colonies, stressing its obligation to raise the living standards there.¹⁸

Encouraged by Mary and his own Quaker convictions, Nitobe also worked on the creation and improvement of schools and institutions for the education of women. His efforts resulted in the establishment of Tokyo Woman's Christian University in 1918. He became its first president. Nitobe also supported new women's schools in Japan such as the Smith School for Girls in Sapporo, the Tsuda College (now Tsuda University), and Keisen Women's College (now Keisen University) in Tokyo.¹⁹ Nitobe, together with Uchimura Kanzō (1861–1930), a Japanese Christian evangelist, was instrumental in the establishment of Friends School in Tokyo as early as in 1887 by Philadelphia women Quakers. It still operates as a junior and high school for girls.

In 1920, Nitobe became one of the under-secretaries general of the League of Nations established in Geneva, responsible for its International Section. He played a role in bringing about a peaceful solution to the conflict between Sweden and Finland over the Åland Islands. He also attended as the League's official delegate the World Congress of Esperanto in Prague in August 1921. Nitobe wrote a report on this congress, which also included the history and significance of Esperanto and a recommendation to accept it as the international language of the League.²⁰ (The proposal was vetoed by France). Nitobe was also a founding director of the International Committee on Intellectual Cooperation established in 1922 (a forerunner of UNESCO).

Returning home in 1926, Nitobe championed the Japanese efforts for the Institute of Pacific Relations (1925–1939) that promoted peace among the nations of the Pacific. He died in Canada in 1933 while attending a conference of this institute.

Nitobe's scholarly works include *The Japanese Nation: Its Land, Its People, and Its Life, with Special Consideration to its Relations with the United States*, published in 1912. It is a collection of his lectures and talks given at US universities, colleges, and societies while he was an exchange professor there (1911–1912), supported by the Carnegie Endowment for International Peace.²¹

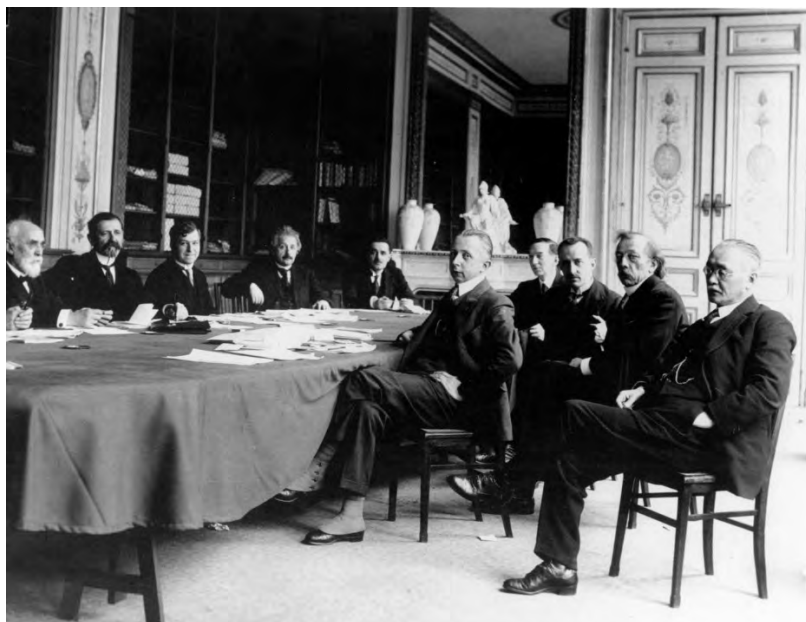
¹⁷ Since I have read not much about Nitobe's approach to colonialism, I am not able to offer a fair assessment. Further research may well show that he might have been ambivalent if not actually a defender Japan's imperialism.

¹⁸ <https://www.friendsjournal.org/life-japanese-quaker-inazō-nitobe-1862-1933/> (accessed in May 2019).

¹⁹ *Ibid.*

²⁰ <https://web.archive.org/web/20071029075225/> (accessed in May 2019); http://en.nitobe.info/ld/dokumentujo/dokumentoj/nc_dokumento-18-enkonduko3_en.pdf (accessed in May 2019).

²¹ Inazō Nitobe, *The Japanese nation; its land, its people, and its life, with special consideration to its relations with the United States* (New York, London: G. P. Putnam's Sons, 1912).



Picture 2

International Committee on Intellectual Cooperation (League of Nations).
Plenary session in the Palais Wilson in 1924. Nitobe is at far right. Note also Albert Einstein,
fourth from left. (UN Archives in Geneva, League of Nations Pictures)

The Hanamaki Nitobe Memorial Museum

The Nitobe family's influence and service extended over a large area. Accordingly, there are several Nitobe establishments, gardens, and museums in Iwate and Aomori prefectures. In 1924, Nitobe Inazō gave a large collection of his books to his relatives living in the town of Sanbongi (which in 1956 became the present city of Towada) for the improvement of education there. A library was erected to preserve these books, which later became a repository for more books and also records and artifacts from the Nitobe family. In 1964, the family and the city of Towada expanded it and renamed it as the Nitobe Memorial Museum. I have not seen it. The Hanamaki Nitobe Memorial Museum that I visited is comparatively new, having been established in 1991. It appears that it is based on the museum in Towada. Some of the exhibits of the two museums are similar, for example, those relating to the Inaioigawa Canal are more or less identical.

資料紹介

武谷三男の1938年検挙時の手記

Manuscripts of Mituo Taketani Written while under Police Interrogation from
1938 to 1939

中島研究室

八巻 俊憲 Toshinori YAMAKI

1. はじめに

物理学者武谷三男(1911年生, 2000年没)は, 1938(昭和13)年9月, 治安維持法違反容疑により検挙され, 京都の警察署に拘留されて取調べを受けた。翌1939(昭和14)年4月に釈放されるまでの間に書かれたと思われる手記(罫紙百数十枚)が, 武谷の個人資料として残されている。

これらの手記は, 特高警察の管理下で調書作成の意図を前提に作成を強制されたものとはいえ, 本人の読書歴や思想の推移過程などが具体的に記されたものが含まれており, 戦後の日本社会に少なからぬ影響を与えた武谷の思想の形成過程を知る上で重要な一次資料である。

武谷の個人資料は, 西谷正によってその存在がたびたび報告されていた¹が, 2016年3月, 武谷と生前親しかった三本龍生氏が遺族から寄贈を受け, 現在「武谷三男史料室」として史料を管理している²。また, 武谷三男史料研究会³のメンバーによって史料の整理が進められている。本稿では, 武谷が検挙時に書いた手記⁴のうち, 武谷の思想解明に資すると思われる一部の原稿について, 原文を掲載し, 読者の関心を高めるとともに, 研究の便宜を図りたい。

2. 武谷三男の1938年の検挙

武谷は, 戦前と戦中の2度にわたり, 治安維持法違反の被疑により検挙された。1度目は1938年関西において, 2度目は1944年東京においてである。残された手記が, 1度目の検挙の際に書かれたものであることは, すべての手記が取調べを受けた警察署の名称が入った罫紙に書かれていることから明白である。検挙時26歳(10月2日で27歳)の武谷は, 大阪帝国大学の湯川秀樹の研究室の無給副手であった⁵。

¹ 西谷正「戦前の武谷三男—中間子論を中心に—」『東海の科学史』第10号, 2013年春, 1-11頁。

西谷正「武谷家所蔵の武谷三男博士史料を閲覧して」高岩義信『湯川・朝永・坂田の系譜の探求へ向けて』筑波技術大学, 2014年, 104-5頁。

西谷正「戦争前後の武谷三男」『東海の科学史』第11号, 2015年春, 27-41頁。

西谷正「若き日の武谷三男—武谷史料より」『東海の科学史』第12号, 2017年春, 72-89頁。

西谷正「若き武谷三男」, 労働会館(名古屋市)における2018年9月1日の発表資料。

² 東京都新宿区高田馬場4-1-7-502にある三本氏の事務所が「武谷三男史料室」となっている(連絡先: 三本龍生, ron@mimoto.biz)。三本龍生「武谷三段階論の形成について」武谷三男に学ぶ会『連帯の呼び声』第18号, 2016年12月20日, 1-7頁。

³ 武谷史料の整理・研究を目的とする, 三本氏を含む有志の集まり。会の名称は2019年3月から採用。

⁴ 史料の仮整理番号01-0021~0031。

⁵ 1934年に京都帝国大学を卒業した武谷は, 同大学で無給副手となっていたが, 1938年

武谷三男の 1938 年検挙時の手記（八巻 俊憲）

1911年に初めて設置されて以来、1928年には全国に配置されるに至った特高警察は、共産主義運動の摘発を継続的に進めており、1935年の第7回コミンテルン世界大会以後は、「人民戦線運動」に関係づけられる文化運動—研究会活動や出版活動—を、総じてコミンテルンに関係するものとみて取締の対象としていた。その一環として京都における『世界文化』の関係者の検挙が開始されたのは1937年11月である⁶。武谷は1次、2次の検挙を免れ、神戸に潜伏していたが、翌年9月13日ついに検挙され⁷、神戸の葺合警察署（兵庫県警察部）を経て京都府警察部の太秦警察署（現在の右京警察署）に留置された。太秦署では1か月取調べなしに待たされ、その後川端署に移されてから翌1939年2月まで特高の取調べ、次いで4月になって検事による取調べを受けたが、結局起訴猶予になり、湯川秀樹が保証人となって4月22日に釈放された。なお、検挙時から釈放までの経緯については、1951年及び1985年の回想に詳しい⁸。

3. 検挙時の手記

武谷史料として残された手記は、釈放時に本人が持ち帰って保存していたものと思われる。それらは、中央に「京都府警察部」または「京都府川端警察署」の名称が入った部分を山折りにして紐で綴じられた縦書きの罫紙に鉛筆で書かれており、漢字以外の文字はすべて片仮名が用いられている。

手記全体の概要は表1の通りである（必ずしも厳密とはいえない）。前後の頁が存在しないものが目立ち、頁の途中で文章が中断されたものも複数ある。文章の一部が線で抹消された部分や、欄外に文章が追記されたものも多く見られ、調書を作るための資料として作成する過程で、書き直しや追加を重ねた跡が窺える。

表1では、手記の内容を類型化し、取調べ項目リストを除いて1思想、2研究、3経済学、4共産主義の4つに分類した。1は、武谷自身の読書歴および思想の推移過程を記したもので、内容が具体的で真実性が比較的高いと判断される。2は、専門分野である量子力学および原子核物理学の研究の経緯について記したもので、本人の認識論的な関心に基づく解釈の過程がよくまとめられている。3および4は、共産主義運動との関係を無理に立件しようとする取調べ側の意図に基づいて書くことを強要された性格の強いもので、武谷自身の思想を正しく反映しているとはいえない可能性が高い。

には大阪帝国大学の無給副手となった。検挙の原因となった『世界文化』同人としての活動は、京都時代の1935年からである。

⁶ 奥平康弘『治安維持法小史』筑摩書房、1977年、188-92頁。

⁷ 内務省警保局保安課『特高月報 昭和十三年九月分』（復刻版、政経出版社、1973年）には、「運動日誌」の9月13日の欄（125頁）に、「本日払暁を期し大阪、京都、兵庫、愛知県下に於ける日本共産主義者団関係者の一斉検挙を断行す」とあり、「治安維持法違反事件検挙者並起訴者調」の武谷三男の欄（23頁）には、犯罪被疑事実として「日本共産党目録」、組合関係として「世界文化」との記載がある。

⁸ 武谷三男「素粒子論グループの形成—私の目で見たい—」湯川秀樹他『真理の場に立ちて』毎日新聞社、1951年；湯川秀樹・坂田昌一・武谷三男『素粒子の探求』勁草書房、1965年、79-240頁のうち144-7頁；武谷三男『思想を織る』朝日新聞社、1985年、77-86頁。

表1 武谷三男検挙時の手記(1938-39)一覧(八巻作成)

#	用紙 ⁹	頁 ¹⁰	タイトル・内容 ¹¹	類型	備考
1	川端警察署	1	(取調べ項目リスト)		
2	京都府警察部	12	(読書経歴)	思想	後の頁不明
3	京都府警察部	27	「自由主義からマルクス主義へ」	思想	
4	川端警察署	14	「自然研究から田辺哲学へ」	思想	最終行取消し
5	川端警察署	32	「田辺哲学から唯物弁証法へ」	思想	
6	川端警察署	2	「研究報告」	研究	論文リスト
7	川端警察署	1	(メモ)	研究	図式
8	川端警察署	43	(物理学研究の経緯)	研究	4の最終行に続く書き出し
9	京都府警察部	4	(マルクス主義と物理学)	研究	前後の頁不明
10	京都府警察部	6	(三段階論)	研究	前後の頁不明
11	京都府警察部	52	(内田謙吉『日本資本主義論争』の要約)	経済学	頁途中で中断
12	京都府警察部	30	(経済学史)	経済学	前後の頁不明
13	京都府警察部	25	(日本の資本主義発達史)	経済学	後の頁不明
14	京都府警察部	18	(幕末から明治維新の資本主義)	経済学	前後の頁不明
15	京都府警察部	2	(コミンテルン, 共産党, 人民戦線運動)	共産主義	16~19の内容の目次
16	京都府警察部	6	「コミンテルンに対する認識」	共産主義	17と内容重複
17	京都府警察部	10	「コミンテルンに対する認識」(別版)	共産主義	16より詳しい内容
18	京都府警察部	6	(共産主義について)	共産主義	
19	京都府警察部	3	「人民戦線運動」	共産主義	頁途中で中断

4. 手記の原文

以下に、武谷の思想の推移をよく表している次の3編について原文を収録する。

- ①「自由主義からマルクス主義へ」(京都府警察部名入り用紙)
- ②「自然研究から田辺哲学へ」(京都川端警察署名入り用紙)
- ③「田辺哲学から唯物弁証法へ」(京都川端警察署名入り用紙)

①の内容と、②及び③の内容(題目と内容から連続しているとみなせる)は、どちらも思想の推移について述べてあるが内容は重複がほとんどみられない。①を書いたのちに②及び③を川端署で大幅に書き直したとも想像されるが、断定はできない。

手記の読み取りは、主に西谷正が読み取りと活字化を行ったものを元に、八巻が整理・修正した。原文に対する正確さと読み易さの両方を考慮し、次の凡例にしたがって掲載した。

凡例：

原文の片仮名は平仮名に代えた。

漢字は元の文字を変えず、字体のみ現代のものに代えた。

原文では明確でない句読点を適宜書き加えた。

⁹ 用紙に入っている警察名の別を示した。ただし、京都府警察部は太秦警察署と川端警察署に共通する名称なので、用紙から手記を書いた前後関係を推定することはできない。

¹⁰ 頁数は、用紙1枚を左右2頁としてカウントした。

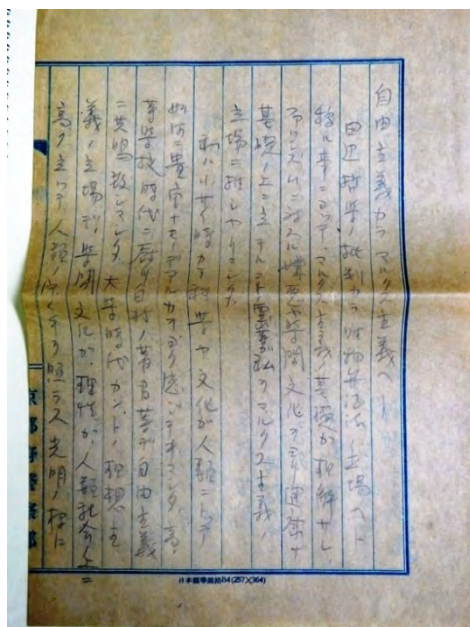
¹¹ 「○○」は原文のタイトル、(○○)は内容を表す仮のタイトルで筆者による。

武谷三男の 1938 年検挙時の手記（八巻 俊憲）

書名につけてある「」は『』になおした。
取消し線の入った部分はそのま読み取り，その箇所を脚注に示した。
欄外に追加された部分は本文の中に挿入した。
文中の〈〆〉は，元の原稿のページ数を示した。

①「自由主義からマルクス主義へ」

「京都府警察部」名入り罫紙 27 頁



自由主義からマルクス主義へ

田辺哲学の批判から唯物弁証法の立場へと移る事によって，マルクス主義の基礎が理解され，ファシズムに対する嫌悪や学問文化をより健康な基礎の上に立てることを要求等が私をマルクス主義の立場に推しやりました。

私は小さい時から科学や文化が人類にとって如何に貴重なものであるかをよく感じてきました。高等学校時代に厨川白村の著書等で自由主義に共鳴致しました。大学時代カントの理想主義の立場で，学問文化が，理性が，人類社会の上に高く立って行く手を照らす光明の様に〈2 〆〉思はれました。学問によって導かれる社会を理想の社会の様に思っていました。京大に入学して自分の家から離れ，極度の孤独と極度の切りつめた生活とで私は自己に，観念にとどこもりました。私は自分の専門の学問と共に昔の偉大な芸術にひかれました。そして精神の偉大さと云ふものを考へました。これ等の偉大な文化の創造者達の味はった生活の苦悩(マ)の事を考へました。これ等の偉大な人々は，苦悩の中にある人にとって力強い伴侶でありました。ベートーヴェンの「人々が苦悩の中にあるとき私のことを考へて御身自らをなぐさめられよ」と云ふ言葉が私を力づけました。そして此の時，理想主義者〈3 〆〉ロマン・ロランの著書『ベートーヴェン』や『ミケランジェロ』や『ミレー』が私に深いなぐさめを与へました。之等は苦悩の中で偉大な精神を持ってゐた心の英雄の事が書いてありました。私は此の人道主義者に心服致しました。私は内面的な心情の美，精神の偉大と云ふ事だけが貴重でした。当時の私は左翼運動と云ふものには何らの興味をいだきませんでした。私にはこれが流行的なものに映り，真の人間性から離れた疎(マ)野な行為の様に見えました。新聞等でも左翼的な意見と云ふものは単なる公式の様に見えました。かゝる行為はうれしがりの様に思はれました。理想と云ふものは総ての党派から独立し，〈4 〆〉利害を超越した客観性をもつてゐる筈のものでした。ところが左翼の意見は，学問や文化の普遍妥当性を否定し，これ等が人類のものでなしに階級のものである事を主

張してみました。そして今迄の文化をブルジョア文化としてブルジョア階級の装飾の様に云っておりました。ミケランジェロの偉大な芸術、ベートーヴェンの音楽に無限の愛着をもってゐた私にとってはこれは意外なことでありました。これは之等の人が真剣になって、一生をかけて真理のためにした仕事に対する冒瀆の様に思ひました。なほ悪い事には、例へば店頭で時々『唯物論研究』等を見て見ましたが、これ等によつてゐるものは、皆マルクスやエンゲルスやレーニンの言葉を引用したりそれ等の言葉に帰してさへしまへば事終れりと〈5°〉しておりました。これはまるで宗教でした。科学とは、事実についての正しい知識でなければなりません。それがこれ等の本を絶対に正しいとして、之等の書から一步も踏み出さうとはしてゐない様でした。この中世的な対(マ)度こそ科学、そして文化の否定の様に思へました。又ソヴェトに就ては、ソヴェトに於ては学問や文化が政治や経済に直接関係あるもの以外は否定されてゐる等と云ふ事を新聞等で見かけました。私は人道主義者として如何なる場合に於ても暴力と云ふものを否定してゐましたので、ロシア革命に賛成するわけにはいけ(マ)ませんでした。

昭和九年の冬に片山敏彦のロランの紹〈6°〉介を岩波文学講座で読みました。此の書はロランを主に内面性の側からだけ把へてゐましたが、最近のロランがソヴェトに好意を寄せてゐること、そして之が、ロランはゲーテと同じ様に形式的革命を否定するけれども、人類の実験室、人類の神話としてソヴェトに興味を寄せてゐると云ふ事を読みました。昭和九年の秋に同年四月の『改造』に出てゐた「レーニン芸術と行動」と云ふロランの論文を読みました。これは行動の大家としてのレーニンが芸術を如何に見たかと云ふ事が書いてありました。これによつて、私がレーニンに持つてゐた考へが多少変わりました。私〈7°〉はその時まで、レーニンを単なる暴力革命の英雄として、芸術等は全く理解しない男として考へてゐました。所がこれには、レーニンはトルストイの文芸を生活の糧にし、ベートーヴェンの音楽を讃たんする文化の理解者としてえがき出されてありました。私は日本の左翼の機械的な意見に比して意外な感に打たれました。しかし此の論文に於ては、芸術における偉大さと行動における偉大さと云ふものが人間に於て把へられてゐるだけで、ロランが人道主義理想主義を放棄してマルクス主義に到つたとは思へませんでした。その上当時の私は認識論に於て唯物論〈8°〉を否定してゐましたので、之によつて左翼に同情を寄せるに止まりました。

此の頃、ドイツのファシズムが、我々が尊敬してゐたドイツの偉大な物理学者達を追放し、為にそのときまでドイツの雑誌を見なければ物理学の仕事が出来ない程であつたのに、それから後はドイツの学術雑誌は殆ど見る必要がなくなりました。その他、本を燃したりする軽率な文化の破壊を新聞で見ました。華やかなドイツの科学は荒廢に帰しました。それのみでなく、自然の真理である自然科学自身に対して政治的見地から左右する様になりました。私はドイツ〈9°〉を科学の国として尊敬しておりました。如何に苦しい時でも独乙人は学問を守つてきました。欧州大戦の苦しい中や、大戦後の混乱の時期を通じて一般相対性原理が完成し、原子の理論が進展して居ました。人々の食物が不足しても動物園には正しく動物が養はれてゐたと云ふ話を、中学校のとき先生に聞いて感心した事がありました。私は独乙の学者の偉大さと独乙人の大国民としての度量を感心してゐました。これでこそ大戦中物質が欠乏したときに科学者達が此のために立つ事が出来たのでした。ドイツの将軍は科学者を信じ、独乙の科学者は空〈10°〉中から火薬を製る事に成功したのでした。今や此の偉大な独乙はどこに行つたのでしやうか。ドイツ人は此の偉大な理性を失つたのでしやうか。私にはファシズムが人類文化の敵の様に思はれました。

学問は自由であるときのみそれから人類や国家が益を得るものでした。自然の法則に順応したとき初めて自然を我々のために役立て得るものです。自然の法則を無視したり、之に我々の恣意をおしつけるとき、自然は我々に何もかもたらさないばかりか、我々に反抗するものでありました。私は学問に自由を与へるほどの度量がないならば学問は何の意味も〈11°〉持たない様に思へました。私は日本に於ても、ファシズムが文化を荒廢す

ることをうれひました。又ファシズムは人間性をおしつぶす事に反感を持ちました。私は学者はその任務として文化を守るべきであると思ひました。

昭和十年の初めに、学術雑誌『ネーチュア』誌に於て、ソヴェトにおいて原子核物理学の世界会議が華々しく行はれ、これ等の報告や、又公平な学者のソヴェトを見てきた報告がのってゐました。それまでソヴェトに就て、新聞等に偏した意見を見てどれも信頼できない様に思つてゐましたが、此の記事を見て、ソヴェトに於て学問が否定されてゐると云ふ事が間違（12°）ひであると云ふ事がわかり、またソヴェトとの物理学者、フレンケル、タム、イワネンコ、ヨッフエ、ガモフ、アリハノフ等の多くの人々のすぐれた仕事を見て、ソヴェトに対して興味をもつ様になりました。此の春唯物弁証法を認めてからより一層興味を持つ様になりました。

京大の物理教室に於ては学問の探究と云ふ事がすっかり忘れられてゐる様でした。それはたゞ一つの官庁にすぎないものになつてゐました。学生はただ就職のためだけに勉強してゐました。一つの職業学校になつてしまつてゐました。研究室は就職の必要のない人々をあずかる所にすぎませんでした。これは京大だけではありませんでした。日本の学会は学問のために存在してはゐない様でした。あらゆる閥、学閥、（13°）門閥等々が支配してゐました。学問研究は二の次の様でした。これでは立派な研究が出る筈がありませんでした。外国の学術雑誌の焼き増しの様な研究ばかりが発表されてゐました。学問に就て自由に熱心に討論する人は殆ど居ない様でした。自分の先生の研究に対しては、家長的な尊敬を以て云ふなりになつてゐる人々しか居ない様でした。それは一つの腐敗でありました。何か根本的な刷新が行はれる必要がある様に思へました。私は孤独で研究を進めるより仕方ありませんでした。私はもっと自由なもっと活発な意見の交される所を求めました。

昭和十年の初めに『世界文化』の執筆者達に紹介されました。この人達には学問がもっと真面目に（14°）考えてゐる様でした。そこでは私の専門の学問ではありませんでしたが、一つは活発で自由な意見を求めるために、一つは物理学の方法に就て哲学者達に色々と意見を求める事が出来るために、私は此の人達に興味を持ちました。

昭和十年三月頃新村氏を訪れたとき、ロランの最近の二三の論文を示されました。それは「レニン(マ)芸術と行動」「私の歩んだ道」「闘ひの十五年」等でした。これ等に於てロランは、著しくマルクス主義の立場に近づいてゐる事を知りました。ロランは以前の理想主義人道主義として、理性と友愛をもつて人間性のために闘ふ事から一步をふみ出してゐました。そして過去に主張した、精（15°）神は社会的な紛争を超越した審判者の立場にある事を、そしてその個人主義の無力さを、自己批判してゐました。私は此の理想主義者の七十歳の老齡に於ての自己批判と前進とに感嘆致しました。そしてその人間性をおしつぶすファシズムに対する反対に同感致しました。

私はフランスに於て反ファシズムの文化運動が華々しく行われてゐることを『世界文化』誌を通じて知りました。最初は「文化擁護作家聯盟」の活動として知りました。人民戦線と云ふ名前が私の注意にのぼつたのは、昭和十年の秋の『世界文化』フランス文化特輯からでした。そしてその時初めて（16°）単に文化運動のみでなく、政治運動としても人民戦線として反ファシズムの運動がある事が私の注意にのぼりました。私は新村氏に人民戦線とはあらゆる方針意見を持てる党派が当面の目的たるファシズム反対と云ふ事のために当座の一致を持つ事であると云ふ話をきゝました。人民戦線がコミユテルン(マ)の策動によって起されたと云ふ事が私の注意にのぼつたのは、日独防共協定するとき、スペインの動乱についての外務省の発表でした。私は時々新村氏から、人民戦線に於ては共産党は殆ど勢力がない事、これまで他の党と対立してきた共産党は、反ファシズムと云ふ同一目的の（17°）ために、他の同目的の党の人民戦線に参加する事を承諾したにすぎぬ事を聞いてゐましたので、この共産党が中心である様な外務省の発表は意外でした。新村氏も此の外務省の意見を再三否定して居ました。

昭和十年の春、量子力学についての要求から唯物弁証法の立場に立つ事となり、マルク

ス主義に対する理解の基礎が出来ました。そして以上の事が私をマルクス主義の側に押しやりました。私は現代社会に於ける自己疎外と云ふ意味を理解する事になりました。勿論私の関心は殆ど自然と文化に向けられ、殊に自然の領域に於て弁証法の方法を具体化する事に私自身急であ(18°)ったためと、もともと社会や政治と云ふものには関心をもった事があまりありませんでしたので、たゞ方法を汲み出す程度にしか之等についての文献に接したにすぎませんでした。それで私の此の方面の知識は、抽象的に哲学的方法として扱われ、具体的な知識を社会や政治に付いて持ってゐませんでしたので、漠然とした表象に止まる事になりました。私は主に之を、岩波文庫の『ドイッチェイデオロギー』と『フオイエルバッハ論』から学びました。又此の時代に於てはマルクス主義の立場から書かれたものは主として、ファシズムを資本主義矛盾の激化における最後の現象形態として批判するものと、又歴史に於ては文化(19°)反する事を読んだ事があります。これ等の先入見、及びロシア革命がロシア帝制を覆滅した事によって、それから又右翼が天皇制を論拠にする故に右翼に反対するために、無意識的に、共産主義と天皇制とが両立しないと思つてみました。私がマルクス主義を受入れたときも、天皇制も自己疎外の一形態でありそれ故にそれは将来の社会に於て清算さるべきものと思ひました。しかしながら後に私の実体的方法の確立と共に発展の弁証法について、もう少し論理的に社会の発展について考へて見るとき、以上の事が全然無反省に非論理的に機械的に考へられてゐた事がわかりました。即ちロシアと日本とは全然異つた歴史をもち、異つた国体であるにかゝらず、無意識に同じ様な考へを受け入れてゐた事でありました。又共産主義は要するに自己疎外をとりもどし、階級を無くし、生産者の下に所有をとりもどす事でありま(20°)した。それで論理的には果して、元来天皇と国民は階級対立であるか否かを歴史にてらして考へる必要があるものでありました。又自己疎外をとりもどすと云ふ場合の論理は発展の論理として否定の否定の論理であり、即自態が自己疎外により否定されて向自態となり、之が自己をとり戻して即自向自態となつて即自態に高次の、即ち向自態によって高められた複(マ)帰をなす事でありました。即ち即自向自的段階に於て即時的段階に無反省に存してゐたものが、その本然の意味に於て反省された自己をとり戻したものであります。これこそが発展の弁証法でありました。物理学に於て即自的に、ニュートンの力学はガリレイ変換によって相対性を充たしてゐるものであり(21°)ます。所がマックスウェル¹²⁾の電磁場論に於て、相対性の自己疎外としてエーテルと云ふ絶対的規準がもたらされ相対性が否定されました。しかし、此のエーテルの否定によって再度、ニュートン力学、マックスウェル電磁場論を統一した上に相対性を即自向自的段階に於て得ることとなりました。即ちローレンツ変換の相対性であります。これが相対性原理であります。即ちローレンツ変換の相対性は、ガリレイ変換の相対性を高次の形で、時空世界の構造に反省された形で、その本然の意味で実現しそれに復帰したものであります。即ちその真の意味の自己を実現したものであります。尚ほ又、量子論は、即自態としての古典理論をエネルギー量子を以て否定し、自己疎外(22°)的な向自態としてのボーアの理論となりました。これに於てはエネルギー運動量恒存則が否定され、因果律も否定される事になりました。しかし之を再度否定して量子力学が生れたとき、之はエネルギー運動量恒存則を快(マ)復し、因果律を現象の偶然性を含みながら高次の形で快復し、量子力学の諸法則は古典力学の諸法則をそのま(マ)の形で但高められ、本然の姿に於て見直した形で成立されました。またギリシヤ、インド、そして又支那の古代の偉大な物質観たる原子論は、近代の自然科学に於てその本然の姿に於て見なほされ、その真の、自己の真にあるべき姿を物理や化学の物質観の中に見出したものであります。又ギリシヤ芸術の古典性を(23°)その真の意味に於て把へ、その真にあるべき姿に於て実現したのがルネサンス諸芸術、特にミケランジェロの偉大な古典主義でありました。そして又、音楽に於てハイドンやモーツァルトが美しい形式として無限の

¹²⁾ 原文は傍線、以下同じ。

愛著(マ)を以て確立し展開したソナタ形式を、ベートーヴェンはそれが真にあるべき本来の姿に於て把へ、音楽的思想の展開の論理としたものであります。かくの如く発展の論理は否定の否定を通して即自的形態へ高次の復帰を来すべきものであります。それ故に、社会に於て最初に即自的な分裂を持たない無階級社会たる氏族社会が存し、これが自己疎外を起して階級社会として発展し、それ自身の矛盾から終に自己疎外が清算され、取戻さ(24 へ)れて無階級的共産主義社会になるとき此の即自向自態に於ては、最初の即自的な氏族社会を反省された形で、即ちその後の総ての発展を自己に含み高められた形で、その真にあるべき姿に於て見直し、高次の復帰をなすべきものであります。ひるがへって我が国を考へてみますと、我が国は外国と著しくその歴史を異にしております。即ち外国に於ては氏族社会に於て天皇と云ふものはありませんでした。しかるに我が国に於ては万葉及びそれ以前の無階級氏族社会に於て既に天皇制は厳として存しておりました。それ故に外国と異って君臣と云ふものは此の場合階級対立でなく、自己疎外ではないわけであります。即ち我が国に於て、天皇と国民は、その本来の姿に於て決して(25 へ)階級対立ではなかったし、又あるべきではないのであります。その後此の氏族社会は階級分裂をおこし、封建社会をへて資本主義社会となり現在の独占資本主義の時代になりました。そして此の自己疎外の社会に於て、支配階級たる資本家階級並びにそのイデオログ達は、意識的或は無意識的に、支配のために天皇制、国家機構を利用する事になりました。そして幻想に於てのみ一般国民のために存する様にし、現実には自分等の支配のために利用してきたのであります。右翼は、此の独占資本の段階の自己疎外の諸矛盾を、止揚するのではなく天皇制の名に於て、之をそのまゝの形に於て、統制を以て固定せんとするものであって、右翼は決して資本主義(26 へ)を否定するものではないのであります。なぜなら資本主義は生産の社会性と占有の私的性質と云ふものが特徴であり占有の私的性質の否定が、そしてそのみが共産主義であるからです。故に右翼は共産主義でないためにその反資本主義的言辞にかゝわらず、決して占有の私的性質を否定し、資本主義を排止(マ)するものではなく、独占資本の諸矛盾を統制を以て固定するものにすぎないのであります。以上の事から天皇制それ自体は決して自己疎外の形態ではなく、即ち国民との階級対立ではなく、たゞ資本家階級及びそのイデオログによって自己疎外的形態に歪められてあるものであります。それ故此の自己疎外をとりもどす共産主義は(27 へ)天皇制をその真の姿に、資本主義的支配階級の歪曲から取戻さねばならないのであります。そして之は階級対立の止揚により無階級社会をつくり自己疎外を取戻すときにのみ可能であります。階級対立の止揚とは、右翼が云ふ様に、階級対立を固定し階級対立のまゝ階級闘争を抑制するのではなくて、無階級社会をつくり、生産の社会性と占有の私的性質との矛盾を排棄する事に他ならないのであります。此の時に初めて、万葉及びそれ以前の無階級社会をその後の発展を自己に含んで真の意味で高められて見直す事となり、真の君臣一体が実現するものであります。之こそが真の弁証法と考へるのであります。(終り)

②「自然研究から田辺哲学へ」

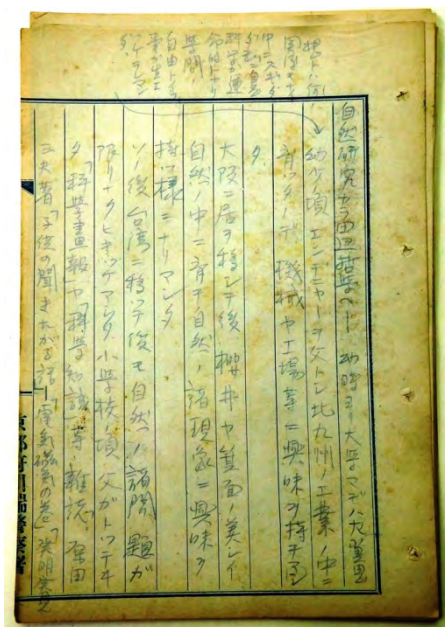
「京都府川端警察署」名入り罫紙 14 頁

自然研究から田辺哲学へ— 幼児より大学までは左翼思想とは何の関係もない中にすぎ、ただ私に自然科学が運命的となり学問の自由という事が生え(マ)つけられました。幼少の頃エンジニアを父とし北九州の工業の中に育ったので、機械や工場等に興味を持ちました。

大阪に居を移して後、桜井や箕面の美しい自然の中に育ち自然の諸現象に興味を持つ様になりました。

その後台湾に移って後も自然の諸問題が限りなくひきつけました。小学校の頃、父がとってみた『科学画報』や『科学知識』等の雑誌、原田三夫著『子供の聞きたがる話』—『電気磁気の巻』、『発明発見(2 へ)の巻』、『天文地文の巻』、『動物植物の巻』、『鉱物岩石の巻』、『生理衛生の巻』、『文明開化の巻』—等を熱中して読み、動植物の採集や物理などの実験、

天文や気象の観測等をやることが何より好きでした。月のみちかけや月食日食等の理屈を考へ、或日先生からギリシヤの哲学者アリストテレスが月食を説明し、地球が円いことをこれから証明したことを聞き自分の考へと一致したのをよろこび、アリストテレスが小学校の時の私の理想でした。



エディソンが多くの発明をして人類につくした〈3°〉事や、パスツールが発明発見によって国を救った事、ゼンナーやナイチンゲールが医学によって人々を救った事に深く感じました。

小学校中学校を通じ、私の理想は科学者として人々国家に尽すことでした。

科学者としての二つの義務を私はその当時に考へつきました。一つは発明発見によって人々の幸福のために尽すことでした。一つは、人類は神から宇宙の真理を知る事を義務として与へられてゐて、之の知識が文化と云ふものであり、此の真理を知るのが科学者の任務〈4°〉でした。そして此れらの真理は高く人々の上に立って人々に行く手を示す審判官の様に思へました。この両方共が私には限りなく素晴らしいものに思はれました。

中学時代に我が国に無線電話が初(マ)まりました。それで無線電話の研究等を致しました。また自作の望遠鏡で天体の観測を行ひ、太陽の黒点や木星の四つの月の運行等を観測しました。地球や人類の歴史に興味を持ちました。

小学校中学校を通じて、小説等は荒とう無稽〈5°〉な作りごとの様に思ひましたが、兄の書架からかり出して読んだシェークスピアの『ハムレット』や『テムペスト』等に打たれました。又音楽は幼少の時から好きで、童謡の作詞作曲などをしたことがあります。そして文化と云ふものが如何に偉大なものかを知りました。

中学時代の終りから高校にかけて、ウェルズ『世界文化史大系』や厨川白村の諸著を愛読しました。そして自然科学者は文化を打ち樹てるものとして他の諸文化を理解する必要があることを思ひました。

〈6°〉高校に入った年に台北に帝国大学が設立されました。これは私にとって学問的に大きな刺戟でした。私は高校がひけると帰りに帝大の地質学教室に寄り、地質学の研究を始めました。その他台湾の自然は博物学の研究家に多くの資料を提供しました。私は高等学校を通して之等の研究に没頭致しました。之等の研究は設立日浅き台北帝大の教室の最初の研究と平行して行はれました。そしてそれ等の一部分は教室員により、一部分は後に私自身の英文報告〈7°〉“Land Molascus from Formosa”に発表されました。

地質学や博物学等は古い学問でしたので、昔の科学者達の伝記や業績等に興味を持ちました。殊に昔の科学者達の全面的な文化の追究にひかれました。高校時代を通じて私の理想はルネサンスの偉大な画家であって科学者であったレオナルド・ダ・ヴィンチや、大文豪であって諸科学の研究を行ったゲーテ等でした。

従て大学に向ふとき、自己の専門を一つの〈8°〉科目に制限することが限らない苦惱(マ)を与へました。専門家といふことの喜びと他の学問の放棄の苦惱との矛盾に悩みました。

高校を終るころ地質学の新しい傾向として物理学がとり入れられ、地震学、測地学、実験地質学の目ざましい進歩に気づき、又物理学への興味もありましたので京大の地球物理学教室に入りました。

高校時代に左翼的な思想の反映が台北になくはありませんでしたが、何らそれは私の興味を引くものではありませんでした。

〈9°〉高工(マ)の記念祭でゴールキー(マ)の『夜の宿』その他二三左翼的なものが行はれましたが、私はたゞ劇芸術として興味を持ったにすぎず、古典芸術に対する対(マ)度と何等異ったものではありませんでした。私は又高校時代の終りに、弁証法と云ふ言葉を聞きました。之は私に一種の魔術の様なひびきをもってみました。そして高校生の或物(マ)達はすべてを解決するかぎの様に言ってみましたが私には空想的なものに思われました。実際デボーリンの『弁証法と自然科学』と云ふ本を買って見ましたが、何のことやらわからぬ事や、馬鹿気た議論がすぎましい(マ)言葉でやたらに熱〈10°〉情的に論じてあるだけで十頁もよんでいやになってやめてしまひました。その後弁証法とはごまかしにすぎぬものゝ様に思ひました。

当時の私に、田辺元博士の『最近の自然科学』がもっと深い影響を与へました。又ポアンカレの近代自然科学に対する深い知識をもって書かれた『科学の価値』、『科学と方法』を愛読致しました。自然科学と云ふものは堅実な歩みをもって進んでゐるし、又实际的に顕著な効果をもってゐるのですから、今ある以外に弁証法的自然科学等といふものは〈11°〉空想的なものにしかすぎませんでした。

大学時代の生活は苦しいものでした。妹に勉強をさししたいと考へて、私は桜井にある家の家賃三十五円だけでやって行く事にしました。授業料をさし引いて月二十五円でやっを行かねばならず、食事は昼ぬきで学生食堂で、その他も極度に切りつめ、一月書籍代五円を残さねばなりません。その上京都には一人の知人も居ませんでした。極度の孤独と極度の切りつめた生活とで、私は自己の心の中にとちこもりました。苦しい生活は決して私〈12°〉を左翼学生などにはしませんでした。私の困難は資本主義とは何の関係もなかったからです。かへって私は精神の偉大さといふものを考へました。私は昔の偉大な文化の創造者達の味はった生活の苦惱の事を考へました。ベートーヴェンの「人々が苦悩の中にあるとき私の事を考へて御身自らをなぐさめられよ」と云ふ言葉が私を力づけました。イデアリスト、ロマン・ロランの著書で『ベートーヴェン』や、『ミケランジェロ』、『ミレー』に深い感めい(マ)を与へられました。之等は苦悩の中で偉大な精神を持ってゐた心の英雄の事が書いてありました。

〈13°〉ゲーテの偉大な『ファウスト』や『ヴィルヘルム・マイステル』等をくりかへし読みました。

大学入学当時、京都にはまだ左翼運動の余燼が残ってゐました。しかしこれは私に何らの興味をも起しませんでした。私には左翼学生と云ふものが流行的なうれしがるの様に思ひました。理性は総ての争ひの上にあるものでなければならぬので、私は古代のエムペドクレスの様に愛と憎みの上なる調和を望んだからです。

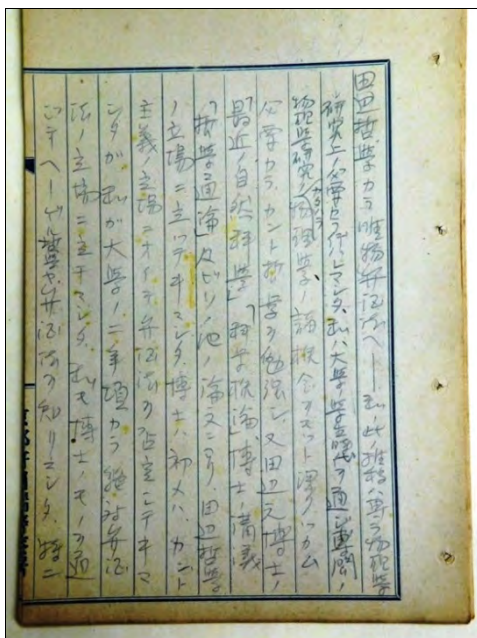
私は京都に於て高校時代から憧れてゐ〈14°〉た田辺元博士のけいがい(マ)に接することが出来たのが大きな喜びでした。最初の年に博士の『自然科学概論』を読み、近代自然科学のカント学的研究にひかれ、進んでカント自身の諸著や新カント派のカッシーラーのもの等を読み、カントの深い思想に打たれました。

次の年に田辺教授の哲学の講義をきき、又博士の著書『哲学概論¹³』によって、ヘーゲルの弁証法や博士自身の絶対弁証法への道がひらかれました。

¹⁴大学の二年になるとき、私を物理学の根本〈頁切〉

③「田辺哲学から唯物弁証法へ」

「京都府川端警察署」名入り罫紙 32 ページ



田辺哲学から唯物弁証法へ——私の此の推移は専ら物理学研究上の必要から行はれました。私は大学の学生時代を通じ専門の物理学研究のかたはら物理学の諸概念をもっと深くつかむ必要から、カント哲学を勉強し、又田辺元博士の『最近の自然科学』、『科学概論』、博士の講義「哲学通論」及びその他の論文により、田辺哲学の立場に立ってゐました。博士は初めは、カント主義の立場において弁証法を否定してゐましたが、私が大学の二年頃から絶対弁証法の立場に立ちました。私も博士のものを通じてヘーゲル哲学や弁証法を知りました。特に〈2^ペ〉博士の諸論文には現代物理学が豊富に扱はれてゐましたので、私は自分が勉強してゐる物理学にてらしながら之等の論文を注意してよみました。これ等の論文は『哲学研究』と『思想』に次ぎ次ぎと発表されたものであります。

之に比べると、マルクス主義者達の自然についてのものは実にたわいのないものでした。我国の諸家例へば岡邦夫などの意見を、田辺博士自身が論じたものの中や、雑誌などで見かけましたが、博士の反駁のごとく必然性のないものでした。ソヴェートのマクシモフやコールマン等の論文も雑誌例えば『思想』などに訳されたのを見ましたが、自然科学〈3^ペ〉を忠実に見やうともせず、自分等の思想を自然科学におしつけやうとしてゐるだけでした。又科学の階級性といふ事が論じられておりました。当時の私にとっては、自然科学は自然自身についての知識であつて普遍妥当性を有するものであるから、階級性などといふ事は思ひもよらぬことでした。

私は相対性原理や量子論を自分自身で田辺哲学の考へ方できつめて行きました。そして大学を出るところから、もっと深く量子論を研究して行きますと、田辺哲学の量子論解釈〈4^ペ〉は全くの浅薄な誤解であることがわかりました。田辺哲学は勿論量子論の観測問題

¹³ 正しくは『哲学通論』。

¹⁴ この行、数本の縦線で抹消。

にあらわれた不確定原理の解釈にむけられておりました。田辺哲学は相対性原理から受けついで光の主客二重性といふ考へで、認識における主観の能動性と受動性とをかねそなへたところの認識の媒介としての光の主客二重性によって不確定原理を説明しやうとしておりました。なるほど主観の能動性といふ事は、認識論における重要な問題であり、不確定原理と関係のない事はありませんが、田辺哲学の扱ひ方は間違ひであるこ（5°）とがわかりました。なるほど、観測問題の説明などで、光を電子にあてて、コムプトン散乱光によって電子の位置を知る方法等の例があります。そして、これは認識の媒介たる光と電子の相互作用といふことですが、しかしコムプトン効果そのものには何等不確定原理は必要ではないのです。主観が客観に能動と受動をもつにしても、そしてそれが客観に影響を及ぼしても、物理学によれば何らの不確定の起る必要はないのです。コムプトン散乱による、電子が光から受ける作用は正確に計算することが出来るからです。もっと進んで（6°）von Neumann の詳細な数学的研究をまとめた書、“Mathematische Grundlagen der Quanten-mechanik” に論じてある様に、量子力学の特徴は、観測者と観測対象との切れ目を何処に置いても結果は同じである、即ち主客の媒介点はどこに置いても結果は同一となることです。ですから認識の媒介は何も光に限るわけではなく、田辺哲学が光に神秘的な主客の二重性を考へることは何らの根拠なきことになってしまうわけです。不確定原理は主観と客観の間の弁証法によってだけ起るものではなく、物質自身（7°）の法則、物質と物質との相互作用の法則から起るものでありました。こゝに自然弁証法に移行する端緒があった筈でしたが、当時の私はまだそこまでは進んでおりませんでした。上はたゞ一つの点をあげただけですが、田辺哲学が得意の論調を持って論じてゐる現代物理学の大部分は一見まことしやかに事実を甚だしい誤解でした。田辺哲学も結局は物理学から学ぼうともせず、臆測を物理学におしつけるものでした。

物理学においては然しながら観測問題はすぎ去つたものでした。量子力学がそれから発生した（8°）原子核外電子の問題は、すでに一九三〇年頃までに大体の解決がついてしまつてみました。そして、その後の物理学の課題は原子核と宇宙線の問題でした。この領域の実験は急激に増えて来てゐました。之等について立てられた仮説は次ぎ次ぎと崩れて行きました。そして此の領域に対しては、確立後やつと十年になり、その間華々しい成功がうたわれた量子力学自身の無力さが信じられ、ボーアの如き大家が、此れ等に対しては合理的な理論の成立をさへ疑つておりました。之等の困難に対して田辺哲学は何らの指示を与ふるも（9°）のではありませんでした。私は田辺哲学を去ることゝなりました。

之等の深刻な困難は疑問のまゝ私に残されました。私は之等に対して有力な指針となる哲学が必要であると考へました。私には、第一に量子力学の困難な概念や体系を真に理解し、第二に原子核物理学の研究に有力な指針となる哲学でなければなりません。此の二点を満足せしめない哲学は無意味でありました。

私は少しづつでしたが様々の哲学を探して何ら（10°）か媒介になるものがないであらうかと思つてみました。エンゲルスの『反デューリング論』を読みましたが、私の峻厳な認識論的要求を満たさず、初めの方だけでやめてしまひました。私は迷ひました。私は文科の人と交際したいと思ひました。私は昭和十年の初めに『世界文化』の執筆者達のサークルに紹介されました。私はこれ等の人々に非常に興味を感じました。私は京大物理教室の副手として研究室で研究しておりましたが、物理教室は新しい物理学から取り残され、お役所仕事化してしまひ、学生にも研究生にも何らの学問（11°）的なふん囲気がありませんでした。私は初めて学問的な自由なふん囲気に接しました。

昭和十年の冬から春にかけて、レーニンの『唯物論と経験批判論』を読みました。此の書は唯物論と観念論との區別、マッハ主義は観念論であると云ふ事について全力をあげて書いてあつて、別に観念論の批判も唯物論のすぐれた点もあまり書いてありませんでした。それで私の要求を十分満たすものではありませんでした。その上、私の頭はカントの認識論できたへられておりましたので、唯物論は認識論のない形而上学だと考へてみました。

此の考〈12°〉(マ)をくつがへす様な事はあまり書いてありませんから、私の認識論的要求を満たさず止めやうと思ひましたが、思ひなほして読んでしまひました。殆ど全部について当時の私にあまり興味をおこしませんでした。一ヶ所岩波版の上巻の終りに、エンゲルスの『フォイエルバッハ論』からの引用として「実践に、即ち実験と実務とに包括される、或る与へられたる自然現象に関する吾々の理解の正しさを証明するのに、その自然現象そのものを吾々がつくり出し、そのものの条件からそれを発生させ、剩へそれを吾々の目的に役立たせることによって、そうすることが出来れば、カントの捕捉すべか〈13°〉らざる「物自体」は片がついてしまふ。動植物の体中に産出される化学的物質は、有機化学がつぎつぎにそれを用意し始めなかつたうちは、どこまでもかゝる「物自体」であった。そこに至って始めてこの「物自体」が「吾々のための物」となった。たとへば茜の色素アリザリンがそうであつて、吾々は今アリザリンを、野に栽培される茜の根からでなく、はるかに安価に且つ簡単に、コールタールから得るのである」と云ふのを読み、認識を人間の実践によっておこると考へる場合に唯物論が弁証法的唯物論として観念論に劣らない認識論を持ちうる事〈14°〉を知りました。これによって唯物論への道が開けたわけでありました。その後、エンゲルスの『自然弁証法』をよみ、或程度に教へられる所がありました。しかし現代のマルクス主義者達の自然について書いたものは、自然科学史には例へばヘッセンの「ニュートン力学成立の社会的意義」とゆう様な学ぶべきものがあるにかかわらず、自然科学自身についてのものには殆ど学ぶものはありませんでした。たゞ、エンゲルスの『自然弁証法』を中心とし、その他にマルクスやレーニンのもので引用しながら自然科学について割に系統的に書いてある、ゴルンシュタイン『弁証法的〈15°〉自然科学概論』からは教へられる所がありました。しかし、私はエンゲルスの『自然弁証法』にふんだんに引用してあるヘーゲルの論理学に注目を向けました。ヘーゲルは田辺哲学を通じてその立派さを知つてゐましたが、『世界文化』の執筆者達、特に真下氏や久野氏等にとってはヘーゲルは金科玉条でした。私は此の人達からヘーゲルについて学ぶところがありました。私は直接ヘーゲルの論理学に行くべき事を知りました。

ヘーゲルの論理学は私をつかみました。ヘーゲルの哲学は、その後のあらゆる哲学の発祥地〈16°〉であつた事だけではありませんでした。ヘーゲルの方法をもつて最初に実際的な成果をあげたのはクラウゼウィッツの『戦争論』でした。これはその後の近代兵学の出発点であり指針としての役割を果たしたものであります。そしてドイツの将校をして普仏戦争に於てプロシヤが勝利したのは、クラウゼウィッツの『戦争論』のおかげであるといふはしめたのでした。第二に成果をあげたのは、マルクスの『資本論』でした。此の実際的な分析には肯定せざるを得ない多くのものがあることが、マルクス主義の立場に立たない〈17°〉人達の間にも云はれてゐるのをしばしば聞いた事がありました。

私は物理学のさきの困難に当面して以上二つのヘーゲル哲学の利用に次いで、その第三の利用として之を自然について行ふといふ野心を起しました。ヘーゲルの方法を以て物理学上の諸問題を分析する事、そして之によって物理学の行く手を明かにすることを考へました。そしてそのために困難なヘーゲル哲学の勉強と共に、その先進的な例として唯物弁証法による経済分析を読むことにしました。私は岩波文〈18°〉庫の『資本論』の初めの方を読むことによって大いに与へられました。又文庫版の『ドイチェイデオロギー』の初半分、『フォイエルバッハ論』等を読みました。『資本論』は価値と云ふ概念が根本になっておりました。価値概念がヘーゲルの本質に相応しており、本質と現象の弁証法によって経済現象が分析され、現実の現象の分析に論理が如何に役立つかを知るのに役に立ちました。此の本質と現象の弁証法は直接に量子力学の構造を分析するのに役に立ちました。量子力学に於ては、特別な意味を持った状態といふ概念が根〈19°〉本で、これは数学的には状態函数又は波動函数によって表はされます。此の概念は直観化す(マ)事が出来ないのであつて、物理学者達はその物理的意味を理解出来ませんでした。殆どの物理学者は、その意味を問ふ事なしに、たゞ有力な自然記述の数学的武器としてだけ扱つてゐました。少

し哲学的な人々は、これをその立場に応じて意味づけました。ウイン学派傾向の人々はこれを象徴として扱ったり、又本来意味を持たないものとして扱ったりしてみました。私は此の概念を本質的概念として、マルクスの資本〈20 頁〉論における価値概念と対応して理解しました。そして本質と現象の論理をもって困難な量子力学の構造を分析し出す事が出来ました。同時に唯物弁証法の最も進んだ領域は文芸学であったので、『世界文化』所載の文芸学の論文をつとめて読むことに致しました。

量子力学で扱ふ諸概念の困難例へば不確定原理は、量子力学で扱ふ物質の性質以外のものから来るのではなく、物質自身の、物質の相互作用の性質から由来するものでした。私は之を論理学の観点から扱へました。即ち量子力学に於て〈21 頁〉は形式論理学が露はに破たんを来たす事、新しい論理にしてのみ之が把み得ること、そして此の量子力学の論理構造をつかむことが出来るのは、弁証法にして初めて出来るものであることを明かにしました。まだあまり自信があるものではありませんでしたが、『世界文化』編集部要望に応じて昭和十一年三月号に谷一夫の名で「自然の弁証法（量子力学に就いて）」なる論文をものし、これを示しました。此の中には同時にその時出版された『現代科学の基礎』の中のコールマンの論文にたいする反駁と、田辺哲学の批判とを〈22 頁〉とり入れました。

田辺哲学は窮極に於て主観と客観の間にのみ弁証法を認め、客観自身は非弁証法的なものであるというふものでありました。これ故に、自然の認識は主観と客観との間に行はれるために弁証法的に行はれながら、意識に構成された客観としての自然科学は非弁証法的分析論理的であるといふ事になります。これ故に田辺哲学に於ては、量子力学の不確定原理を認識における主観と客観の間の弁証法として扱んだのです。しかし、主観と客観の間の弁証法が不確定を生むのが〈23 頁〉必然的であるとするならば、あるゆる認識が不確定を含むと云ふ奇妙な事になるわけです。所が量子論自身に於ても確定的な観測と云ふ事がある故に田辺哲学は誤りでした。又、田辺哲学に限らず一般哲学者が不確定原理を認識の不確定と思ひ誤っておりました。不確定は観測における不確定であって、認識における不確定ではありませんでした。量子論の認識は不確定をもつ観測を通じて、確定的な認識を行ふものでありました。ですから田辺哲学の認識における主客の弁証法は認識を観測に限ることから、一つの感覚〈24 頁〉論であり、それ故に概念を客観の模写とはせず主観の制作とせざるを得なくなったものです。

所が不確定原理は物質そのものの性質から来るものでした。そして観測は不確定を含むけれども認識は何らたゞ一回の不確定を含む観測から行はれるものではありませんでした。認識とは多くの観測から自然を様々な方面から見て、自然のからくりを本質を模写することによるのでした。この時初めて物自体が我々のための物となるのでした。そしてたゞ一回の観測だけでなしに、この全認識活動こそが主客の間の弁証法でありました。しかも、弁証法は之のみ〈25 頁〉に限られず、物質自身が弁証法的構造を持つのでした。認識は自然のその範囲における正しい模写である故に、自然科学自身が田辺哲学に反して弁証法的でなければならぬものでありました。

私の此の弁証法は客体が意識の外に意識とは独立に存在し、しかも客体自身弁証法的であり、尚ほ認識は主観と客観との間に弁証法的に行はれ、客体の構造のその範囲における正確なる模写である故に弁証法的唯物論と云ふ事が出来るものでありました。

以上で私の哲学に対する第一の要求たる、量〈26 頁〉子力学の困難な概念を哲学的に明かにすると云ふ第一の課題は達せられたわけです。

私は第二の課題、即ち原子核物理学を実際に研究して行く上に有力な方法を得ることでした¹⁵。これは勿論自然自身の論理的構造を明かにする事でしたが、又認識における弁証法をつかむ事と関係してみました。私はこれを今迄の自然科学の歴史から得る事を考へました。そしてこれは自分が当面してゐる核物理学の研究の実践によって深められました。認

¹⁵ 文のかかりうけが不自然であるが原文のまま。

識の弁証法は当然自然自身の構造に関係して居り、それ故に又、物理学的認識の発展から論(27°)理をひき出す事はこれ等を明かにする上に重要でありました。この試みは丁度ヘーゲルが現象論に於て試みたものに影響されたものでした。哲学的に十分な完成を見ない中に『世界文化』編輯部の要望に応じて昭和十一年四月号に、ノーベル賞受賞者ジョリオ-キュリー夫妻の学的業績の紹介を兼ねて発表致しました。私はこれにおいて、原子核物理学の発展を論じ、一九三〇年以後の原子核物理学を、実体的な素粒子の導入によって原子核の構成を明かにする事によって特徴づけられる一つの(28°)時期としてえがき、尚ほ物理学の発展が三つの特徴的な段階を通して起る事を示しました。

¹⁶これは、マルクス主義から一步を踏み出したものという事が出来ます。マルクス主義者は自然科学の発展自身から論理を見やうとはしませんでした。マルクス主義に於ては自然科学の歴史、人間の生産活動から見やうとするものです。

私は、昭和十二年六月ボーア教授の来朝にあたり、世界文化編輯部の求めに応じて、ボーア教授の業績とその指導原理を私の立場から記しました。これに於てさきの三つの段階を(中断)

(29°) 私はこれに於て独特の実体論的方法の端緒をひらきました。私にとっては幾何(マ)なる方法も物理学研究に実際に役に立たないものは無価値でした。此の実体論的方法を私は後にカッシーラ哲学及びスピノーザ哲学によって深めました。此の方法は私の物理学研究の非常に有力な方法となりました。又これは、マルクス主義から一步を踏み出したものといふ事が出来ます。マルクス主義に於ては総ての学問の発展を人間の生産活動から見るのであって、学問自身の発展そのものから論理を把み出さうとはしませんでした。

(30°) 私は昭和十二年六月ボーア教授の来朝にあたり『世界文化』編輯部の求めに応じて、ボーア教授の業績とその指導原理を私の立場から記しました。これに於てさきの三つの段階を、物理学認識の第一段階として単なる現象の手あたり次第の記述である、即自的な現象論的段階から、第二に自然の実体的構成を明かにし、これによって現象的知識が法則性を得る、但此の知識は一つの事象が他の事象に続いて起ることを記すのみであって、真の必然性を意味しない、即ち *post hoc* (これに続いて) といふ言葉によって特徴付けられる即自的¹⁷な実体論的な段階に入ります。(31°) そして第三に、此の実体論的な段階を媒介にして、進んで実体の相互作用の認識により実体の相互作用の下における必然的な運動から現象の法則が説明し出される、即ち *propter hoc* (これの故に) と云ふ言葉で特徴付けられる即自向自的段階たる本質論的段階に至ると云ふ三つの段階によって特徴付けました。

これによって私は第二の課題たる、原子核物理学現下の諸問題に対する有力な方法を得る事に成功したわけです。

私は経済学を全然知りませんので、唯物弁証(32°)法の立場からの経済学のもの理解が困難であり読む事が出来ませんでした。現実の現象の分析に論理が如何に役立つかを、漠然とではありましたが、知るのに役立ちました。ヴァルガの生き生きとした現在の世界経済分析に行はれてゐる方法は、物理学の新しく現はれる諸実験の方法的分析に対する刺戟となりました。(終り)

謝辞: 西谷正氏, 三本龍生氏, その他武谷三男史料研究会の諸氏のご協力に感謝します。

¹⁶ ここから中断部まで、縦線及び斜線により抹消。

¹⁷ 正しくは「向自的」とすべきであろう。

「久保亮五資料」

The “Ryogo Kubo Archive”

河野 洋人 Hiroto KONO¹北原 和夫 Kazuo KITAHARA²

1. はじめに

久保亮五(1920-1995)は、統計力学・物性物理学の領域において顕著な業績を挙げるとともに、日本における同分野の形成・発展において大きな役割を果たした理論物理学者である。1941年に東京帝国大学理学部物理学科を卒業後、ゴム弾性の理論、磁気共鳴吸収の理論、線形応答理論、金属微粒子の理論など先駆的な研究を生涯にわたって発表し続け、日本学士院恩賜賞やボルツマン賞などを受けた。また、こうした研究上の業績にとどまらず、同大学や慶應義塾大学において多くの優れた後進を育てると同時に、日本物理学会長、東京大学理学部長、日本学術会議会長などの要職も歴任した。

久保の遺した書類、書簡、蔵書、遺品等はこれまで、未整理のままであった。今回筆者らは、これらの資料群を整理して目録を作成し、アーカイブ「久保亮五資料」を構築した。本稿はアーカイブの出典、構築手法などを紹介するとともに、その目録の一部を抜粋して掲載し、研究の便宜を図るものである。本アーカイブは、久保の青年期から最晩年まで幅広い期間にわたるのみならず、一部未発表の研究に関連する手稿をも含んでおり、今後の久保亮五研究に大きく資することが期待される。

2. 出典

本資料は久保家の所蔵であるが、一部資料群については長く別所にて保管されていた経緯がある。そこで本節では、各資料群の来歴、および今回行った整理作業の経緯を述べる。

久保の没後、遺された資料を整理する計画が、久保の門下生である筆者の一人(北原和夫)や小野嘉之氏、故・小幡行雄氏、故・福田恵美子氏らによって進められた。目録の作成までには至らなかったものの、整理作業の成果の一部は『日本物理学会誌』久保亮五追悼号などに反映され、資料の一部はその後北原研究室で保管された。この資料群について、筆者の一人(河野洋人)は2017年10月から、新たに整理・目録作成作業を開始した。2018年3月には東京理科大学・北原研究室の閉室に伴い東京工業大学・科学技術社会分野図書室へと移送し、2018年9月に目録完成に至った。

一方、生前久保が使用していた一室にはいままなお多くの資料が残されていることが2018年8月、筆者らの訪問時に判明した。遺族の了解を得て、河野は2019年1月から整理・目録作成作業を開始し、同年4月に完了した。

3. 整理・目録作成手法

前節で述べたとおり、資料の発見としては、北原研究室で保管されていた資料群が、久保家に保管されている資料群に先立つ。整理・目録作成作業も独立して行った都合上、主として命名規則について両者に違いがある。そのため、まず

¹ 東京工業大学 環境・社会理工学院 社会・人間科学系 社会・人間科学コース 科学技術社会分野 博士課程1年, 日本学術振興会特別研究員 DC1 kono.h.aa@m.titech.ac.jp

² 東京工業大学名誉教授, 国際基督教大学名誉教授 kitaharakazuo@icu.ac.jp

大分類「1」：北原研究室に保管されていた資料

大分類「2」：久保家に保管されていた資料

と分類し、以下小節を分けてその手法を記す。

3.1 大分類「1」：北原研究室に保管されていた資料

北原研究室に保存されていた資料は、いずれも段ボールに詰められていた(計5箱程度)。まずこれらに番号を振って中分類とし、その内容物を収められていた順番(上から下へ)、構造ごと(フォルダやファイル、封筒など)に番号を振って小分類1とした。さらに、それぞれの内容物についても番号を振り、小分類2以下とした。

3.2 大分類「2」：久保家に保管されていた資料

久保家に保存されていた資料は、基本的に、生前久保が使用していた部屋に置かれたままである。そこでまず、本棚等各家具に番号を振り中分類とした。さらに各家具について、上に載せられたものを「00」、棚・抽斗のあるものは各段に上から順に番号を振って、小分類1とした。それぞれの内容物についても番号を振り、小分類2以下とした。

以上のように、両資料群ともに発見時の配列を用いて命名を行なった。例えば「2/01/03/06」は久保家所蔵資料(大分類「2」)の1番目の棚(中分類「01」)の3段目(小分類1「03」)の6番目(小分類2「06」)の資料を示す。

また、発見時の資料の状況をそのまま反映する都合上、小分類2以下の構造は、しばしば複雑なものとなった。例えば「2/02/02/03/07/01/04」は、久保家の2番目の棚の2段目の左から3番目のフォルダに入っていた左から7番目のファイルに、さらに挟み込まれていたファイルの中の、上から4番目の資料である。

4. 本稿に掲載する目録の抜粋について

前節で述べた手法で作成された目録の項目数は1000件を超え、その全てを掲載することはかなわない。そこで本稿では、特に資料価値が高いと考えられる、手書きのノートや原稿(およびそれらを含む封筒やファイル等)のみを抜粋して掲載することとした。なお書簡については、紙幅の都合から省略した。

なお目録番号は、「大分類/中分類/小分類1/小分類2/…」のように記している。タイトルは、原資料に題がある場合にはそのまま用い、ない場合には書き出し部分を用いて末尾に「…」を付した。また、角括弧([])および「※」を用いた記述は、筆者による補足である。手書きの資料については、原稿用紙に書かれたものと、その他罫紙等に書かれたものとを区別し、前者の種別を「手書き原稿」、後者を「手書きノート」とした。

5. 資料例

本節では、アーカイブに含まれる手書き資料の幾つかを取り上げ、短く紹介する³。

5.1 「High-frequency resistance in Metals」(1/05/05/01)

久保の最初期の手稿の一つ(図1, 全14頁)。「Nov. 17th. 1941」との記述があり、東

³ 河野は修士論文において「Thin film の Resistance」(2/02/02/02/23/05)、「High-frequency Resistance in Metals」(1/05/05/01)、および「半導体の外部光電子放射(長波長限界の温度効果)」(1/05/22/01)についてのより詳しい分析を行っている。『技術文化論叢』本号所収の河野洋人「物理学者・久保亮五の初期研究過程」(修論梗概)を参照のこと。

「久保亮五資料」(河野 洋人, 北原 和夫)

京帝国大学理学部物理学科の第三学年在籍時に記されたものと考えられる。外場による電子の分布関数の変化に着目し、平均自由行程が表皮深さより十分大きい極限での電気伝導度の表式を求め、H. ロンドン (Heinz London, 1907–1970) の実験値⁴を用いるなどしてその評価を行なっている。なお、久保がこの研究を発表することはなかった。

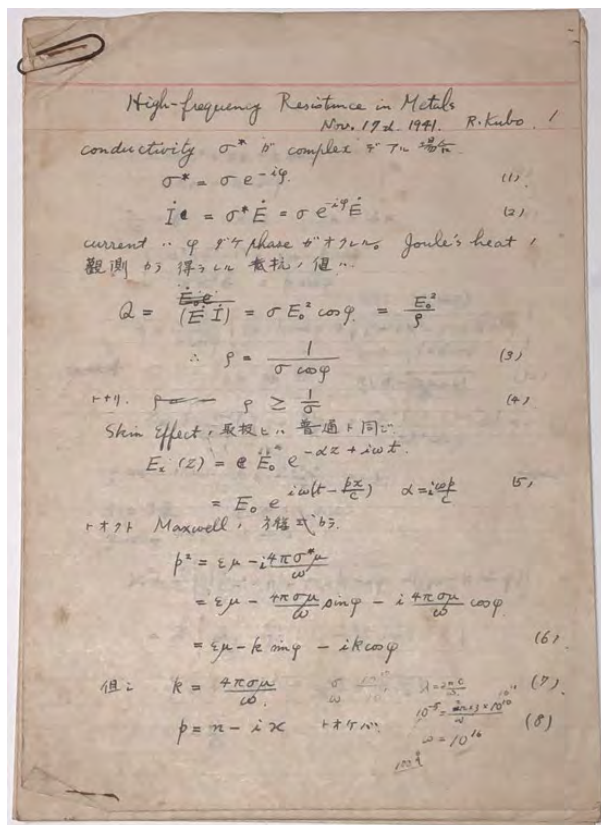


図 1

「High-frequency Resistance in Metals」(1/05/05/01) の第 1 頁。
表皮効果の表式を導入している。

5.2 「数理物理学講義 1956」(2/01/04/06)

手書きのノートが収められたフラットファイル。「Oct. 1956–Feb. 1957」との記述があり、この期間に開講された講義用のノートと考えられる。

5.3 「G. H. Wannier: The Statistical Problem in Cooperative Phenomena Rev. Mod. Phys. 17, 50 (1945⁵) (1/07/03)

レポート用紙に、タイトルに示された G. H. ワニア (Gregory Hugh Wannier, 1911–1983) の論文を筆写したもの。なお久保は、1946 年 10 月に東京帝国大学で開かれた日本物理学会第 1 回物性論分科会において同論文を紹介している⁶。

⁴ Heinz London, “The high-frequency resistance of superconducting tin,” *Proceedings of the Royal Society of London A*, **176**(1940): 522–533.

⁵ 原文ママ。

⁶ 「日本物理学会記事 I. 学術的会合 第 1 回物性論分科会」『日本物理学会誌』第 1 巻第 1

6. 資料保管の現状および今後について

現在資料は久保家および東京工業大学・科学技術社会分野図書室に保管されているが、今後、しかるべき機関への移管を予定している。その際、移管先での保管状況に即した目録番号への変更が見込まれることについて、予めご了承ください。

現段階で閲覧を希望する場合は、筆者へお問い合わせいただきたい。

謝辞

本資料の整理および目録作成にあたり、ご理解と全面的なご協力をいただいた多田多恵子氏、草原真知子氏、故・久保千鶴子氏をはじめとする久保家の皆様に、厚く御礼を申し上げます。

資料目録 (抜粋)

目録番号	タイトル	種別
1/02/14	基礎事項 原稿 4-8 副	封筒
1/02/15	熱学演習 基礎事項 草稿	封筒
1/02/16	Galvanomagnetic Effect I	封筒
1/02/17/02	1. 核のスピン, 磁気能率, 4 重極...	手書きノート
1/02/19	Statistical Theory of Ferromagnetism Kubo Antiferromagnetism S=1/2 High temp.	封筒
1/02/20	熱学演習草稿	封筒
1/02/21	基礎事項 原稿 正 5-	封筒
1/02/27	極低温物理学の意義 昭和 33 年 5 月 21 日 湯川 財団記念講演会 久保亮五	手書き原稿
1/02/28	裳華房	封筒
1/03/09	数理物理学	ファイル
1/05/01	金属粒子の性質	封筒
1/05/03	[数式]...	手書きノート
1/05/04	[数式]...	手書きノート
1/05/05	金属に関する研究 R. Kubo 金属の電気抵抗の 振動数による変化 (Feb. 1942)	封筒
1/05/05/01	High-frequency resistance in Metals ※ 「Nov. 17 th . 1941」との記述あり	手書きノート
1/05/06	一次元物質の状態方程式 ※ 封筒に「出版されている 英訳は 80 年論文選集」の書きこ みあり	封筒
1/05/07	ゴム弾性の理論 昭和 18 年 2 月 17 日ヨリ	封筒
1/05/08	ゴム弾性論 II 実験との比較	封筒
1/05/09	ゴム弾性	封筒
1/05/10	一価金属の格子振動	封筒
1/05/11	[数式]...	手書きノート
1/05/12	終りに、本論文に関し種々御懇篤な御指導を賜 った落合麒一郎先生に対し... ※ 1942 年発表の論文『緩和現象について』の原稿の一部と考 えられる	手書きノート
1/05/13	一次元物質の統計力学	封筒
1/05/14	酔歩の問題の拡張 高分子の統計的形狀	封筒

目録番号	タイトル	種別
1/05/15	久保亮五殿 掲載済み論文在中	封筒
1/05/16	圧縮性流体の研究	封筒
1/05/17	高分子草稿 1949-1950 発表セズ	封筒
1/05/18	断片	封筒
1/05/19	ゴム状物質の分子論 草稿	封筒
1/05/20	virial ノ定理が成立ツトスル...	手書きノート
1/05/21	高周波電場に於ける金属伝導率	封筒
1/05/22	光電効果研究	封筒
1/05/22/01	半導体の外部光電子放射 (長波長限界の温度効果) ※ 「19年11月3日」との記述あり	手書きノート
1/05/23	相関のある酔歩の問題 2次元及び3次元 昭和18年2月23日	封筒
1/05/24	金属粒の光電効果 107. 久保 野口	手書きノート
1/05/25	Bethe-Approximation Kubo	封筒
1/05/26	低温における物性	手書きノート
1/05/27	光の散乱	手書きノート
1/05/28	網状構造をなす鎖状高分子	手書きノート
1/05/30	熱学 統計力学 演習 草稿	紙袋
1/07/03	G. H. Wannier: The Statistical Problem in Cooperative Phenomena Rev. Mod. Phys. 17, 50 (1945[]) ※ タイトルに示された論文の筆写	手書きノート
1/07/04	H.A. Kramers and G. H. Wannier: Statistics of the Two-Dimensional Ferromagnet Part I Phys. Rev. 60, 252 (1941) ※ タイトルに示された論文の抄訳	手書きノート
2/01/03/05/02	固体電子論 科学 第一草稿 1960. 8月	手書き原稿
2/01/03/05/03	もっとも冷たい話	手書き原稿
2/01/03/05/04	統計力学の基礎	手書き原稿
2/01/03/05/05	統計力学の基礎	手書きノート
2/01/03/05/06	J. L. A. Anderson P. R. 94 '54 703...	手書きノート
2/01/03/05/07	5 Mean recurrence	手書きノート
2/01/03/05/08	統計力学の基礎	手書きノート

「久保亮五資料」(河野 洋人, 北原 和夫)

目録番号	タイトル	種別
2/01/03/06	Excitons 1955	ファイル
2/01/03/07	1956 Galvano mag Effects 1956 Miyak...[判読不能] Kubo Ha...[判読不能]	ファイル
2/01/03/08	Transport Theory Variation 1957	ファイル
2/01/03/09	熱学 熱学 1957-1958 Kubo 1957-58	ファイル
2/01/03/10	Quantum Theory of Galvanomagnetic Effect 未...[判読不能]	ファイル
2/01/03/11	Galvanomagnetic Effect 1958	ファイル
2/01/03/12	Galvano mag Effect 橋爪さんと	ファイル
2/01/03/13	統計力学特論 1960	ファイル
2/01/03/14	磁気共鳴吸収 Damping Theory	ファイル
2/01/03/15	中性子遅延 久保	ファイル
2/01/03/16	古い原稿 計算の類	封筒
2/01/03/16/01	Born Green の批判	封筒
2/01/03/16/01/03	[数式]...	手書きノート
2/01/03/16/01/04	1. Operator v の性質	手書きノート
2/01/03/16/02	双極子ガス	封筒
2/01/03/16/02/01	統計力学ノ應用ニ関スルーツノ注意 ※ 「Oct. 4. 1941. R. Kubo」との記述あり	手書きノート
2/01/03/16/02/02	§1) N 個の dipoles, ...	手書きノート
2/01/03/16/02/03	Dipole-Dipole Interaction	手書きノート
2/01/03/16/02/04	Gases of Non-rigid Dipoles ※ 「Oct. 4. 1941. R. Kubo」「コレハ計算ガ間違ツテキル」との記述あり	手書きノート
2/01/03/16/02/05	Gases of Rigid Dipoles ※ 「Oct. 3. 1941. R. Kubo」「コレモ計算ガマチガツテキル」との記述あり	手書きノート
2/01/03/16/02/06	On the Polarizability of Dipoles Gases ※ 「Oct. 5. 1941. R. Kubo」との記述あり	手書きノート
2/01/03/16/02/07	Polarization of the Dipole Gases ※ 「Oct. 12. 1941. R. Kubo」との記述あり	手書きノート
2/01/03/16/05	1949 Polaron State	封筒
2/01/03/16/05/01	イオン結晶内の電子状態 ※ 「1949年4月28日年会」との記述あり	手書きノート

目録番号	タイトル	種別
2/01/03/16/06	張力と伸び...	手書きノート
2/01/03/16/07	故に結び目が変わり得る場合には...	手書きノート
2/01/03/16/13	鎖状体の自由エネルギー	手書きノート
2/01/03/17	64 ノート	ファイル
2/01/03/18	Bismuth 江崎氏 61 論文に関して	ファイル
2/01/03/19	Stochastic 1962	ファイル
2/01/03/20	固体物理学 1962	ファイル
2/01/03/21	Cumulant Expansion Method 1962	ファイル
2/01/03/22	力学・量子力学演習	ファイル
2/01/03/23	雑 Bi 1963	ファイル
2/01/03/25	Orbital Magnetism 1964 ごろまで	ファイル
2/01/03/26	Orbital Magnetism of Band Electrons 1964?まで	ファイル
2/01/03/28	Anomalous Hall Effect 1964 ...[判読不能] 1970	ファイル
2/01/03/29	量子力学 1964 64	ファイル
2/01/03/31	Papers 1966 R. Kubo	ファイル
2/01/03/32	量子力学 II 1966-67 演習も入...[判読不能]	ファイル
2/01/03/33	R. KUBO Lectures in Solid State Physics 1967	ファイル
2/01/03/35	R. Kubo A Stochastic Theory of Line Shape 1968 March	ファイル
2/01/03/36	Stochastic Theory of Line Shape 久保 with トヤベ	ファイル
2/01/03/37	トヤベ 1968	ファイル
2/01/03/38	69-83 東大-京都-KO	ファイル
2/01/03/39	An Advanced Course of Statistical Mechanics 1971	ファイル
2/01/03/40	Low field Resonance and Relaxation. Kubo & Toyabe	ファイル
2/01/03/41	73 発表 Fluctuation and Relaxation of Macrovariables 計算 1971 (73)	ファイル
2/01/03/42	Fluctuation and Relaxation 1773[1973?]	ファイル
2/01/03/45	Micellaneous R Kubo 1974	ファイル
2/01/03/47	Kubo Notes 1974	ファイル
2/01/03/48	全学セミナー 数学を使わ[お]う 1977 Summer 久保上村	ファイル
2/01/03/49	Macrovariables 1977 Kubo	ファイル

「久保亮五資料」(河野 洋人, 北原 和夫)

目録番号	タイトル	種別
2/01/03/50	Note 1977 R Kubo	ファイル
2/01/03/51	Essays on Statistical Mechanics Ryogo Kubo 1978	ファイル
2/01/03/53	Notes 1978 Kubo	ファイル
2/01/04/06	数理物理学講義 1956	ファイル
2/01/04/07	統計現象講義 1967 R. Kubo	ファイル
2/01/04/08	現代物理学講義 1975 Summer R. Kubo	ファイル
2/01/04/09	Transparencies Kubo OH 用	ファイル
2/01/04/11	1979 統計力学講義	ファイル
2/01/04/12	原研と Tiablybov-Bonch Bruevich グリーン関数に対する方程式	ファイル
2/01/04/13	1981 Lorentz Lecture Kubo	ファイル
2/01/04/44	中国訪問 1976 3月-4月	ファイル
2/01/04/50	R. Kubo ノート 及び、Kubo に関してふれているもの キソ研当時らしい	ファイル
2/01/04/51	ローレンツ教授職ノート 講ギ	ファイル
2/01/04/52	他者の古い論文における R のコメントと対応 1940 ごろ	封筒
2/01/04/59	Non-Linear Relaxation 川崎 北原の論文	ファイル
2/01/04/61	変分原理 1960 中野藤生 ...[判読不能]	ファイル
2/01/04/65	Pippard Response and Stability	ファイル
2/01/04/68	中国関係 1980 84	ファイル
2/01/04/70	SSC についての R の論文及び日米の意見	ファイル
2/01/05/02/02	KUBO 1976 Lectures in Statistical Physics	ファイル
2/01/05/02/03	77 統計力学演習 77 ...[判読不能] 78	ファイル
2/01/05/02/04	統計力学統論 年...[判読不能]不明 Boltzmann Equation 他	ファイル
2/01/05/02/05	[タイトルなし]	ファイル
2/01/05/02/06	統計力学講義 1964-65 1964-65	ファイル
2/01/05/02/07	78 夏 統計力学特論 78 78 年夏学期	ファイル
2/01/05/03	R エッセイ 発言 含論文少々 ※ 「Slowdown Process of Neutrons」と題され、千鶴子夫人と考えられる字で「一高時代のノート」と書かれたノートブックを含む	ファイル
2/01/05/04	エルゴード論 統計力学の基礎	ファイル

目録番号	タイトル	種別
2/01/05/08	1992?	ファイル
2/01/05/09	Remarks on LRT '86 Moscow	ファイル
2/01/05/10	1987 KO	ファイル
2/01/05/12	92	ノートブック
2/01/05/13	R. K. 日記 最後のもの ...[判読不能]	ノートブック
2/01/05/23	Low Field Resonance and μ SR exp. 1967	ファイル
2/01/05/26	1982年 Notes 論文 R. KUBO	ファイル
2/01/05/28	1980 ごろ?の 1980年の論文予稿といっしょにあった	手書き原稿
2/01/05/29	Stochastic theory of 未定稿	ファイル
2/02/02/02	亮五 30才までの論文 MRA 等	フォルダ
2/02/02/02/01	Note 1979	ファイル
2/02/02/02/01/01	Furukawa...	手書きノート
2/02/02/02/01/02	Theorem...	手書きノート
2/02/02/02/01/05	統計力学特論試験 1978 夏学期	手書きノート
2/02/02/02/12	核融合研究、教育についてのメモ——理学部の立場から——	手書きノート
2/02/02/02/23	(一番古い) 亮五 20~21 才 大学卒業時の重大論文 昭 16 (1941) 及 物性論研究 1 1941	ファイル
2/02/02/02/23/02	重要 高エネ研 R ノート 92. 6. 5 全体会ギ	封筒
2/02/02/02/23/03	緩和現象	手書き原稿
2/02/02/02/23/04	High frequency resistance in metals	手書きノート
2/02/02/02/23/05	Thin Film の Resistance ※ 「Oct. 24. 1941.」との記述あり	手書きノート
2/02/02/02/23/06	metal の表面における electron wave の反射	手書きノート
2/02/02/02/03/07	§結晶体の表面波	手書きノート
2/02/02/02/23/08	Rayleigh の solution...	手書きノート
2/02/02/02/23/09	On the Difference Equation ※ 「Sep. 1941」との記述あり	手書きノート
2/02/02/02/23/10	§ 近年所謂 relaxation phenomena と呼ばれる一連の現象は...	手書きノート
2/02/02/02/23/11	Bethe の方法の擴張	手書きノート
2/02/02/02/23/12	Relaxation Phenomena	手書きノート

「久保亮五資料」(河野 洋人, 北原 和夫)

目録番号	タイトル	種別
2/02/02/02/23/13	[図面]	グラフ用紙
2/02/02/02/23/14	にして一般の分布函数を...	手書き原稿
2/02/02/02/23/15	Dielectric Loss の数学的理論	手書きノート
2/02/02/02/23/16	Dielectric Loss	手書きノート
2/02/02/02/23/17	Relaxation Phenomena	手書きノート
2/02/02/02/23/18	Relaxation Phenomena	手書きノート
2/02/02/02/23/19	[数式]...	手書きノート
2/02/02/02/23/20	Relaxation Phenomena	手書きノート
2/02/02/02/23/21	Debye の Hindered Rotation を exact にとく試み	手書きノート
2/02/02/02/23/22	[数式]...	手書きノート
2/02/02/02/23/23	Hindering potential ノアル場合ノ dielectric dispersion ※ 「4.14 日ヨリ」との記述あり	手書きノート
2/02/02/02/23/24	英文は 1949 発表	封筒
2/02/02/02/23/25	§1. Introduction...	手書きノート
2/02/02/02/23/26	[数式]...	手書きノート
2/02/02/02/23/27	hindered rotation...	手書きノート
2/02/02/02/23/28	例 [数式] の形の potential energy を有する system の...	手書きノート
2/02/02/02/23/29	[数式]...	手書きノート
2/02/02/02/23/30	[数式]...	手書きノート
2/02/02/02/23/32	[数式]...	手書きノート
2/02/02/02/23/33	加速度ノ式ノ derivation...	手書きノート
2/02/02/02/23/34	relaxation time τ polydisperse system...	手書きノート
2/02/02/02/23/35	[表]...	手書きノート
2/02/02/02/23/36	[数式]...	手書きノート
2/02/02/03	1951 52 1953 54 クボ トミタ NMR 57 59 未 1960 1961 ...[判読不能]	フォルダ
2/02/02/03/06/01	I. Stochastic Liouville Equations	手書きノート
2/02/02/03/06/02	The identity (23. 6) will be understood in the following way:	手書きノート
2/02/02/03/06/03	Proof of (1.7) ...	手書きノート
2/02/02/03/06/04	Operator Gaussian Processes	手書きノート

目録番号	タイトル	種別
2/02/02/03/07/01/04	General Theory I Misprint 集	手書きノート
2/02/02/03/07/02/02	Relaxation Process	手書きノート
2/02/02/03/07/02/03	Noninteracting Ising Spins or the Ehrenfest Model	手書きノート
2/02/02/03/07/02/04	Ehrenfest Model	手書きノート
2/02/02/03/09	重要 Irreversible Processes 原稿 久保公式 ※ 表紙に「論文原稿 1955-57 非平衡系の量子統計力学 I ①論文原稿 1955. 10. 1 ② Statistical Mechanical Theory of Irreversible Processes I Journal Vot[誤記?] No 3 March 2. 1957 ③非平衡系の量子統計力学 II 1955. 10. 5. 久保. 横田万里夫」との書き込みあり	ファイル
2/02/02/03/09/01	非平衡系の量子統計力学 . I. Fluctuation-Dissipation Theorem と Correlation Function の方法 ※ 同名論文の原稿と考えられる	手書きノート
2/02/02/03/09/03	非平衡系の量子統計力学 II 熱的な Disturbance に対する Response ※ 同名論文の原稿と考えられる	手書きノート
2/02/02/03/09/04	電気抵抗に関する中島氏のノートに対する注意 ※ 同名論文の原稿と考えられる	手書きノート
2/02/02/04/05/05	[数式]...	手書きノート
2/02/02/04/11/05	[数式]... ※ 裏に「1969」との書き込みあり	手書きノート
2/02/02/04/12	KUBO DIELECTRICS 1967	ファイル
2/02/02/04/12/01	Dielectric Properties of Harmonic Oscillators	手書きノート
2/02/02/04/12/02	Dielectric Constant	手書きノート
2/02/02/04/12/03	Dielectric Constant	手書きノート
2/02/02/04/12/04	Transition Probability and Detailed Balance	手書きノート
2/02/02/04/12/05	R. H. Cole Correlation Function	手書きノート
2/02/02/04/12/06	[数式]...	手書きノート
2/02/02/04/12/07	Memorandum Dec. 1967 Remarks on The Theory of Dielectric Constants	手書きノート
2/02/02/05	1970 1971 72 1973 (北原)	フォルダ
2/02/02/05/04/02	統計物理学と Einstein	手書き原稿
2/02/02/05/04/03	Note on a possible quantum effect in Hall conduction	手書きノート ・印刷書類

「久保亮五資料」(河野 洋人, 北原 和夫)

目録番号	タイトル	種別
	※ 「Memorandum June 15, 1971」との記述あり	
2/02/02/05/08/01	1. Damping Formalism...	手書きノート
2/02/02/06/04	1975 Stochastic Theory of Second optics Processes, Raman Spectrum of Localized Electro System	ファイル
2/02/02/06/06/02	Onsager 教授を悼む	手書き原稿
2/02/02/07/04/08	物性物理学——量子力学と磁性理論、統計力学	手書き原稿
2/02/02/07/04/11	統計物理と物性物理	手書き原稿
	※ 同名記事の原稿と考えられる。「本物 12.31」との書き込みあり	
2/02/02/07/05/04	ゆらぎの物理	手書き原稿
	※ 同名記事の原稿と考えられる	
2/02/02/07/07/01	物研連の報告に代えて	手書き原稿
	※ 同名記事の原稿と考えられる	
2/02/02/07/07/02	ランダム系の統計物理	手書き原稿
	※ 同名記事の原稿と考えられる。「1981」「1980 の改稿」などの書き込みあり	
2/02/02/07/07/03	ランダム系の統計物理	手書き原稿
	※ 同名記事の原稿と考えられる。「1980. 7 稿 1981.2 再稿」の書き込みあり	
2/02/02/08/02/06	福山秀敏 アンダーソン局在 物理学最前線 2 1982...	手書きノート
2/03/02/01/16	[タイトルなし/「TOKYO LIFE」の印刷あり]	手帳
	※ 1951 年ごろの手帳と考えられる	
2/03/07/24	岩波講座 現代物理 「磁性」原稿	ボックス
	※ 著作『岩波講座 現代物理学 磁性』の原稿や関連書簡など	
2/03/07/25	セグレ「フェルミ」翻訳原稿 久保千鶴子	ボックス
	※ エミリオ・セグレ『エンリコ・フェルミ伝——原子の火を点じた人』翻訳時の原稿や関連資料など	
2/03/07/26	統計物理原稿	ボックス
	※ 『岩波講座 現代物理学の基礎 統計物理学』の原稿や関連書簡など	
2/09/07/07/01	富田氏退官記念 NMR 1984	ファイル
	※ 富田和久退官記念講演会の講演手書き原稿や資料など	
2/10/03/09	Sir Isaac Newton——His Life and Work (E. N. da G. Andrade)	書籍

目録番号	タイトル	種別
	※ ビニール袋に封入. 書き込み多数. E.W.アンドレード『ニュートン』翻訳時に用いたと考えられる	
2/22/12/01	[タイトルなし] ※ 1983年ごろのものと考えられる	ノートブック
2/22/12/02	[タイトルなし] ※ 1985年ごろのものと考えられる	ノートブック
2/22/12/03	物理学における確率論の応用 ※ 1959年ごろのものと考えられる	ノートブック
2/22/12/04	[タイトルなし] ※ 1987年以降のものと考えられる	ノートブック
2/22/12/05	[タイトルなし] ※ 1987年9月から12月ごろまでの手帳と考えられる	手帳
2/22/12/06	Note 1993 R. Kubo	ノートブック
2/22/12/07	1971	手帳
2/22/12/08	1968 ※ 「会議等メモ1970」との記述あり.	手帳
2/22/12/09	1967	手帳
2/22/12/11	[タイトルなし／「1959」の印刷あり]	手帳
2/22/12/12	[タイトルなし／「1956」の印刷あり]	手帳
2/22/12/13	[タイトルなし／「1961」の印刷あり]	手帳
2/22/12/14	64	手帳
2/22/12/15	69	手帳
2/22/12/16	1967	手帳
2/22/12/17	[タイトルなし／「1960」の印刷あり]	手帳
2/22/12/18	[タイトルなし／「1958」の印刷あり]	手帳
2/22/12/19	[タイトルなし]	手帳
2/22/12/20	[タイトルなし／「1961」の印刷あり]	手帳
2/22/13/03	[タイトルなし] ※ 1986年ごろのものと考えられる	ノートブック
2/22/13/04	九一 ※ 1991年8月から10月ごろの手帳と考えられる	ノートブック
2/22/13/05	Electromagnetic Theory	ノートブック
2/22/13/06	[タイトルなし]	手帳

「久保亮五資料」(河野 洋人, 北原 和夫)

目録番号	タイトル	種別
	※ 1987年から1989年ごろに使用した手帳と考えられる	
2/22/13/07	1991 Diary	ノートブック
2/22/13/08	[タイトルなし/「1973」の印刷あり]	手帳
2/22/13/09	68	手帳
	※ 1968年11月から1969年1月15ごろの会議関係のメモと考えられる。東大紛争関係の記録あり	
2/22/13/10	69	手帳
	※ 1969年1月16日から7月ごろの会議関係のメモと考えられる。東大紛争関係の記録あり	
2/22/13/11	1966 66	手帳
2/22/13/12	1969	手帳
2/22/13/13	74	手帳
2/22/13/14	71	手帳
2/22/13/15	70	手帳
2/22/13/16	73	手帳
2/22/13/17	75	手帳
2/22/13/18	90	手帳
2/22/13/19	68	手帳

Abstract

Ryogo Kubo (1920–1995) was one of the central figures in the development of statistical physics and *Busseiron* in Japan. He was a theoretical physicist particularly known for his work in the establishment of the basic relations in the linear response theory with which his name is generally associated. In 1977 he was awarded the Boltzmann Medal for his contributions to statistical physics. He also fostered many young physicists mainly at the University of Tokyo for more than 30 years, and served many important positions related to physics.

The authors have established the “Ryogo Kubo Archive” by organizing all available documents, which Kubo left, into the form of a catalogue. In this paper, the overview of this new archive and the selected item list of the catalogue are introduced. Since this archive covers a wide span of periods from his adolescence to his later years, and also includes some manuscripts related to his unpublished research, its contribution to further historical research on Kubo is expected.

**2018 年度
修士論文**

梗 概

物理学者・久保亮五の初期研究過程

Ryogo Kubo and his Researches in 1941-44

河野洋人 Hiroto KONO¹

主指導教員： 札野 順

副指導教員：中島 秀人

久保亮五 (1920–1995) は、統計力学、物性物理学の領域で著しい業績を残した理論物理学者である。ゴム弾性についての先駆的研究を皮切りに、スピン波理論、線形応答理論、動的臨界現象の理論、金属微粒子の理論など、その生涯にわたって独創的な研究を発表し続けた。1950 年代、日本において非平衡統計力学の一般的枠組みの一つである「線形応答理論 (Linear Response Theory)」が建設されたが、久保はこの過程で中心的役割を担い、同理論の核となる公式はこんにち久保らの名を冠して称されている。これらの優れた業績群により、久保は仁科記念賞、日本学士院恩賜賞、文化勲章、ボルツマン賞など数多くの賞を受けた。また、日本物理学会長、東京大学理学部長、学術審議会委員、日本学術会議会長などの要職を歴任し、学術行政にも貢献した。昭和・平成期の日本物理学史に大きな足跡を残した人物といえる。しかし、こうした重要性にも関わらず、久保に関する科学史的分析は未だ試みられていない。

そこで本論文では、久保の科学史的分析の端緒として、初期 (1941–44 年) の研究過程の分析を行った。構成は以下の通りである。まず 1 章では、序論として、久保の業績等について紹介をおこなうとともに論文の目的、対象および手法について述べた。本論となる 2 章では、久保の初期研究過程を 1941 年以前、1941 年、1942–43 年、1943–44 年の 4 つの段階に分けて記述した。3 章では、結論、議論および考察を述べた。本稿では以下、第 2 章と第 3 章についてその概要を述べることとする。

なお本論文は、久保の発表論文や回顧録のほか、新たに発見された久保の資料群²に含まれていた未発表の研究手稿も、分析の対象とした。作成時期の明記された手稿のうち、他の資料や回顧などからその作成背景を検討し得た「Thin film の Resistance」(1941 年 10 月 24 日付, 目録番号: 2/02/02/02/23/05), 「High-frequency Resistance in Metals」(1941 年 11 月 17 日付, 目録番号: 1/05/05/01), および「半導体の外部光電子放射 (長波長限界の温度効果)」(1944 年 11 月 3 日付, 目録番号: 1/05/22/01) を用いている。

1941 年以前を扱った 2.1 節では、研究者となる前の久保の姿を描いた。中国文学者であった亡父・天随 (本名・得二, 1875–1934) の影響から文科への興味を抱いていた久保であったが、第一高等学校進学にあたり、友人の影響や化学を専門としていた兄 (昌二, 1911–1994) の勧めから進路を理科に転じるとともに、物理学を志すに至った。若き日の久保の目に、物理学は「原理の学」、「純粋な学問」として映じていた。

一高では、原島鮮 (1908–1986) ら、研究者でもある教師陣の薫陶を受けた。その傍ら、二年生ごろから自ら専門書を繙いて独習し、物理学への理解を急速に深めていった。卒業後は、東京帝国大学理学部物理学科へと進学した。当時の教官の陣容は、素粒子理

¹ 東京工業大学 環境・社会理工学院 社会・人間科学系 社会・人間科学コース 科学技術社会分野 kono.h.aa@m.titech.ac.jp

² この資料群およびその目録の詳細については、『技術文化論叢』本号所収の河野洋人・北原和夫『久保亮五資料』を参照のこと。

論を欠く一方で、落合麒一郎(1899–1959)、坂井卓三(1900–1954)、小谷正雄(1906–1993)、高橋秀俊(1915–1985)、高木豊(1914–2005)といった、のちに「物性論」が扱う問題群に取り組む物理学者らが集いつつあった。こうした教官の影響下において、久保もまた、こうした問題群への関心を深めていった。

1941年を扱った2.2節では、電気伝導論の未発表研究が記された2つの手稿の検討を通じ、自らの問題意識のもと、一人の研究者として探求を始める久保の姿を描いた。東京帝国大学の3年生となった久保は、授業「後期学生演習」で行われた論文講読のゼミナールで、ハインツ・ロンドン(Heinz London, 1907–1970)の論文“The high-frequency resistance of superconducting tin”³を担当した。同論文の主題は超伝導体の二流体モデルの検証にあったが、久保は、短く言及された常伝導体の高周波抵抗の異常に着目した。この現象の検討から展開した研究が記された手稿「Thin film の Resistance」で久保は、金属の電気伝導論には「本質的な問題」が残されていると指摘する。その第一の問題を「electron の mean free path よりも小なる dimension をもつ metal crystal の conductivity」、第二の問題を「electron の relaxation time と comparable なる如き時間の現象」としているのである。実際に同手稿では第一の問題に取り組み、表面における「特別な反射」の理論的導出を目して、弾性論におけるレイリー波の表式を用いるなど試行錯誤している。また、翌月の手稿「High-frequency Resistance in Metals」では第二の問題に取り組んでいるが、ここで久保は、ロンドンの前出論文のデータを自ら求めた平均自由行程の表式に代入するなどしている。これらの研究はいずれも、発表には至らなかった。

1942年から1943年を扱った2.3節では、確率過程の固有値問題の手法から展開した諸研究を検討し、デビューと同時に立て続けに多彩な研究を発表した久保の姿を描いた。東京帝国大学を卒業し、久保はいよいよ研究者としてひとり立ちした。伏見康治(1909–2008)の著作『確率論及び統計論』(1942年)でマルコフ過程の固有値問題と出会った久保は、統計力学の問題群においてこの手法を用いれば、近似によらない解析的かつ一般的な定式化ができると考えた。この手法を様々な対象へ矢継ぎ早に展開することで、初期の研究業績を築き上げたのである。

まず久保は、前節の電気伝導論の延長から、緩和現象に着目した。固有値問題としての定式化を展開し、形式論を提示したのである(1942年の論文「緩和現象について」⁴)。これは、後年の線形応答理論の枠組みを先取りするものでもあった。

これと並行して久保は、東京帝国大学で師事していた落合らの影響から、相転移や協力現象、とくに融解の理論への関心を深めていた。原島と高橋らの論争を念頭に、今度は一次元鎖をマルコフ鎖と捉え、固有値問題の手法を用いた(1943年の論文「統計力学における一つの解析的方法」⁵)。この解析的手法——こんにち「転送行列法」と呼ばれるものである——により、一次元物質に相転移がないことを示してみせたのである。

久保は、卒業の頃から、落合の紹介によって小林理学研究所に出入りし、岡小天(1907–1990)のゼミナールに参加していた。そこで高分子研究と出会い、ゴム弾性の統計理論に関心を抱いたが、やはり分子鎖をマルコフ鎖と捉えて固有値問題の手法を用いることにより、この研究に着手した(1943年の論文「鎖状体の統計力学 (I) ゴム弾

³ Heinz London, “The high-frequency resistance of superconducting tin,” *Proceedings of the Royal Society of London A* **176** (1940): 522–533.

⁴ 久保亮五「緩和現象について」『日本数学物理学会誌』第16巻, 1942年, 243–250頁.

⁵ 久保亮五「統計力学における一つの解析的方法」『物性論研究』第1巻, 1943年, 1–13頁.

性に關する一つの模型的考察」⁶⁾。ここから展開したゴム弾性の諸研究は、第一回毎日出版文化賞(1948年)を受けた『ゴム弾性』(河出書房, 1947年)などを通じ、久保の初期の業績として広く知られるところとなった。

1943年から1944年を扱った2.4節では、ノクト・ヴィジョン(暗視鏡)関連の未発表研究を検討し、戦時下にあつて新たな研究に着手した久保の姿を描いた。戦局の深まる1943-44年、久保はそれまでとは全く異なる研究に着手することとなった。1944年の手稿「半導体の外部光電子放射(長波長限界の温度効果)」では、半導体の電子放射を扱っている。理論の計算ではあるが、長波長限界の温度効果、という応用を目した条件の検討でもあつた。東芝中央研究所の浅尾莊一郎(1898-1978)が、落合に協力を要請したこと端を発し、海軍のノクト・ヴィジョンの性能改良に關する研究に従事していたのである。

以上、第2章で扱った1941-44年における久保の研究過程を、その背景を含めてまとめると、図1のようになる。

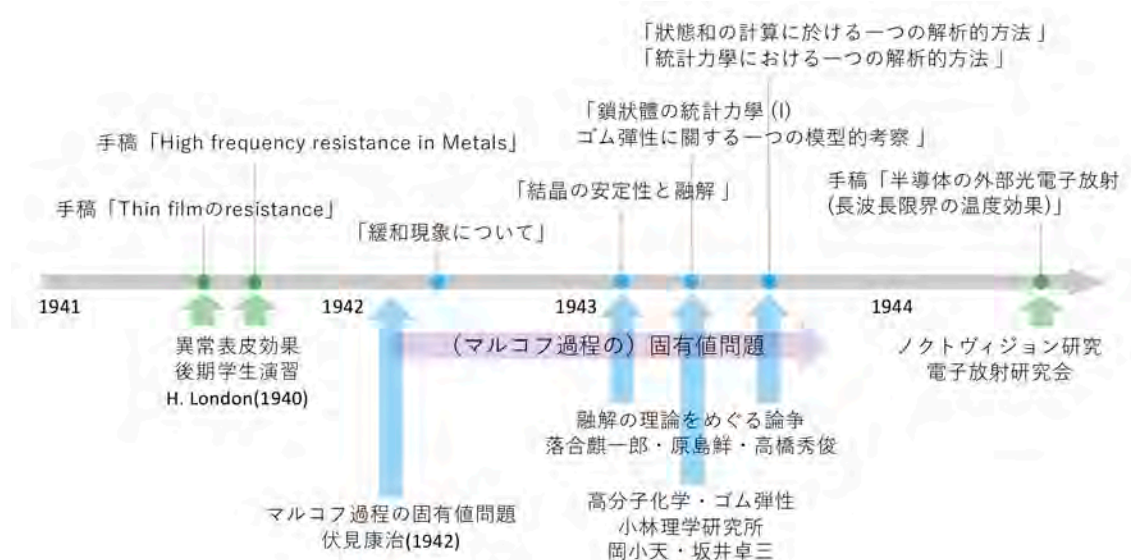


図1 1941-44年における久保の研究過程とその背景

3.1節では、以上の記述に基づき、本論文の結論として久保の初期研究過程をかたちづくった二つの流れを指摘した。

2.2節で扱った1941年の電気伝導についての未発表研究, 2.4節で扱った1944年のノクト・ヴィジョン性能改良に關する未発表研究, および同時期のイオン結晶の不純物中心における電子状態の研究は、一つの流れとみなすことができる。ここには、学生時代の輪講から発展させた研究から、教官の紹介で従事した軍事研究までが含まれている。その契機や経緯はさまざまであり、対象も金属の高周波抵抗から半導体の光電効果まで、多様である。しかしそれらが、すべて、固体で生じる具体的な現象についての理論的探求であつたことをここで強調しておきたい。こんにちの「固体物理学」に属する研究群であり、ひと連なりであるとみなすことができる。

⁶⁾ 久保亮五「鎖状體の統計力學 (I) ゴム弾性に關する一つの模型的考察」『日本數學物理學會誌』第17卷第7号, 1943年, 273-279頁。

物理学者・久保亮五の初期研究過程（河野 洋人）

これらがすべて固体物理の具体的な現象を対象としているのみならず、固体内部における電子状態、とくにその動的過程についての研究であることは、極めて特徴的である。すなわち、ほぼ一貫して、不可逆過程の現象、非平衡状態の現象を扱っていたのである。後年の線形応答理論へとつながる、久保の研究関心の一つの傾向のあらわれとみなすことができる。

一方、2.3 節で扱った諸研究——1942 年の緩和現象の形式論、1943 年の転送行列法、ゴム弾性の統計力学——を、久保の初期研究過程のもう一つの流れとみなすことができる。これらもやはり、その経緯や対象はさまざまであったが、マルコフ過程の固有値問題に端を発するひと連りの展開として理解されるものであった。一つの手法を見出してさまざまな対象に展開する、という特徴ある研究姿勢を見て取ることもできよう。

しかしここでは、これらの研究群がすべて、統計力学の研究であるという点でも共通性を有していることを、強調しておきたい。緩和現象の形式論は線形非平衡系の統計力学における理論の構築を目したものである。転送行列法は、状態和の計算という統計力学の王道をいく問題に対する解析的手法の試みである。ゴム弾性の理論についても統計力学的アプローチを講じたものであった。こうした意味でも、ひと連りの研究群であるとみなすことができるのである。

なおこの流れには——たとえば 1943 年の論文題目「統計力学における一つの解析的方法」が象徴的に示すように——解析的かつ一般的な定式化への志向がはっきりとあらわれている。これは、近似の整理や明確化、あるいは回避など、久保の論文のあらゆる箇所、間接的な形で表出するところのものでもある。

以上のように、固体における電子の動的過程を扱った研究群である第一の流れと、固有値問題の着想に端を発し、解析的・一般的定式化の志向を有する統計力学の研究群である第二の流れが、久保の初期研究過程の基底にあったといえる。これが、本研究が提示する、久保の初期研究過程についての新たな描出である（図 2）。

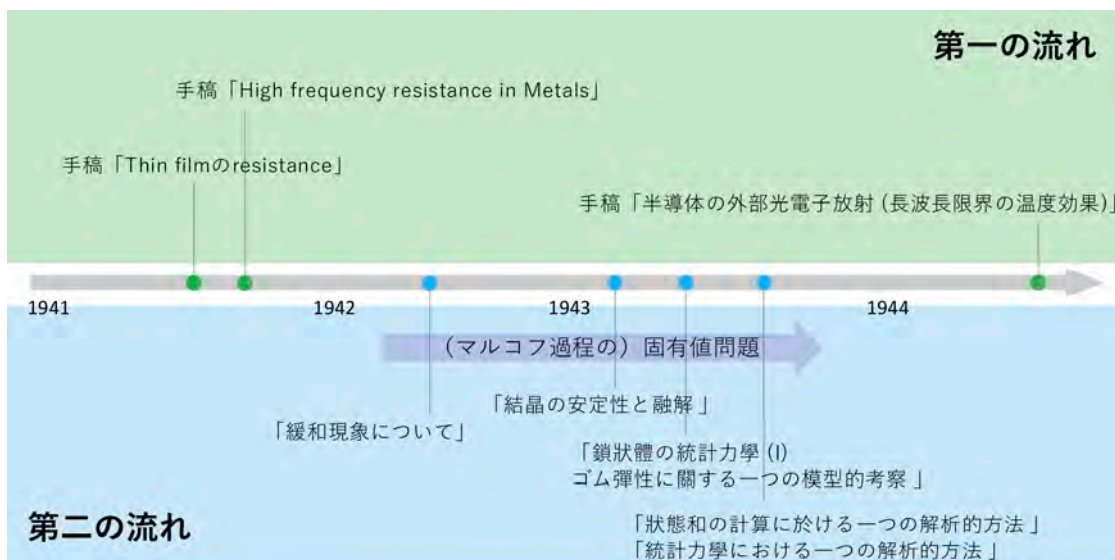


図 2 久保の初期研究過程における二つの流れ

なお 3.2 節ではさらに、議論および考察として、本論文が明らかにした久保の初期研究過程が、線形応答理論の形成背景について新たな理解を与えることを指摘した。

線形応答理論へと連なる研究は、第一の流れから生じることとなった。久保は戦後、

固体における電子の動的過程への興味を発展させ、結晶中の不純物に捕獲された電子の無輻射（非放射）遷移の研究に取り組んだ。光の吸収や放出を伴わない遷移は、電子状態の変化に対応する多数のフォノンを放出する。同研究は、この起源を局在電子状態と格子の歪みのボルン＝オッペンハイマー近似とハミルトニアンとの差に見いだすものであった。渡米中の1952年に論文として発表し、帰国後に一般化させた理論を豊沢豊（1926–2010）とまとめた。

この研究では、無輻射遷移と光学遷移を統一的に取り扱うため、遷移確率を、関係する物理量の時間相関関数で表現している。久保は、非平衡状態の記述におけるこの手法の有効性を認識し、この手法を今度は核磁気共鳴理論に系統的に適用した。鍵となる手法を見出して、異なる対象に応用する——これは、初期研究における第二の流れにあらわれていた特徴ある研究姿勢からも理解されるところのものである。1953年秋に日本で開かれた理論物理学国際会議で富田和久（1920–1991）と発表した核磁気共鳴吸収の一般論が、この成果である。

さてここで久保は、これらの研究を第二の流れに位置付けた。すなわち、統計力学の理論として解析的かつ一般的な定式化を試みたのである。磁気共鳴吸収の一般論は、磁気モーメントの時間相関関数の計算において、双極子相互作用についての摂動展開を2次で止めたために近似論であった。しかし共鳴吸収スペクトルを相関関数で表現すること自体は厳密であった。そこでこの手法を、線形応答の枠組み——これは第二の流れにあった、デビュー論文でもある緩和現象の形式論と同じである——において極めて一般的な形に展開し、整理することで、線形応答理論をまとめあげたのである。

すなわち久保は、第一の流れから無輻射遷移の研究を行い、そこで展開した時間相関関数による手法を磁気共鳴吸収に応用し、それらを第二の流れで精緻化する——統計力学の理論として解析的かつ一般的な定式化を行う——ことによって、線形応答理論の建設を行った。これが、久保の初期研究過程に着目した本研究が提示する、線形応答理論形成の背景についての新たな理解である（図3）。

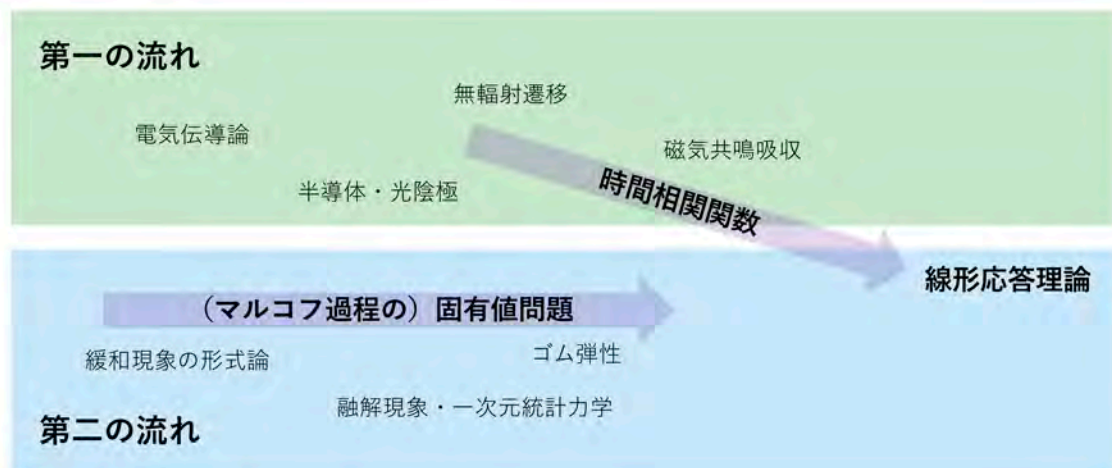


図3 久保の初期研究過程と線形応答理論の建設

Abstract

Ryogo Kubo (1920–1995) was a Japanese theoretical physicist who made many remarkable contributions to the field of *Busseiron* and statistical mechanics. Among his achievements the most widely known is the “Linear Response Theory,” in the formation of which Kubo played a central role in the 1950s. The theory became one of the general frameworks of non-equilibrium statistical mechanics and its core element is called “Kubo Formula.” For his academic feats, Kubo received numerous awards, including the Boltzmann Medal in 1977. Throughout his career, he had also served many important positions related to physics and fostered many young researchers.

Despite Kubo’s importance in the history of physics in Japan—if not in the world, historians have paid far from enough attention to him. To better appreciate Kubo’s role, this thesis chooses his early research process as a starting point for analysis. The focus on the early stage is because it is deemed as particularly important. Newly discovered manuscripts written by Kubo in this stage are analyzed to unveil related details.

In 1941, while studying at the Tokyo Imperial University, Kubo was assigned to read and explain an article by Heinz London in a seminar. While the article’s main theme was how a two-fluid model could explain certain behaviors of a superconductor, Kubo became interested instead in normal conductors’ abnormal high frequency resistance, which was only briefly mentioned by London. By examining his notes investigating this phenomenon, it becomes clear that Kubo ventured to tackle what he deemed as “essential problems” remaining in the theory of electrical resistivity and conductivity.

In 1942, Kubo started to study the theory of stochastic processes described in Kôdi Husimi’s book, where he came across the eigenvalue problem of Markov chain. Kubo soon realized that this eigenvalue problem approach would allow various problems in statistical mechanics to be formulated analytically, which could further generalize their representation. Applying this approach, he constructed analytical formulations of relaxation phenomena (1942) and cooperative phenomena (1943), and developed the statistical mechanical theory of rubber (1943).

In 1943–44, Kubo took a totally different research direction. In a manuscript written in 1944, he examined the photoelectric effect of semiconductors. Although it was mostly a theoretical calculation, its examination of the temperature effect at the long-wavelength limit can also be seen as useful for practical purposes. Kubo was at the same engaged in a military research project that aimed to improve the performance of nocto-visions.

Based on the above analysis, this identifies two lines in Kubo’s early research process: one on electronic state in solid, especially dynamic processes of electrons; and the other on statistical mechanics, aiming at analytical and general formulations through one particular approach. The existence of these two lines, as well as their contents, gives us a deeper understanding about the background against which the Linear Response Theory was developed in the 1950s.

A Comparative Study of Semiconductor Industries in China and Japan

半導体産業における日本と中国の比較研究

中島研究室
雷翔 LEI Xiang

Introduction

This thesis discusses the development of semiconductor industry in Japan and China from social and historical aspects. An examination of related materials concerning China's semiconductor industry has made it clear that while records are plentiful, they are not organized in a systematic manner. Many facts have thus remained unclear in comparison with Japan's semiconductor industry, especially those during the early period. The first thing to do in order to make a comparison between China and Japan is then to gain a clear knowledge of the history of China's semiconductor industry.

Accordingly, the first chapter of this thesis deals with the development of China's semiconductor industry from 1949 to 2000. In this chapter, background and a general overview are given at first, followed by detailed description of China's semiconductor industry in different stages. At the end of this chapter, the characteristics of each stage are summarized. The second chapter traces the development of Japan's semiconductor industry in the same pattern as in the first chapter. The third chapter then compares the semiconductor industry in these two countries by making use of data related to industry. Analyses of this data generate a more specific image of development in each country that incorporates technology, industry, policy, and society. The concluding chapter summarizes the comparative study and makes some suggestions for the future development of China's semiconductor industry.

Chapter 1 China's electronic industry¹ (1949–2000)

In this chapter, the fifty-year history of Chinese electronic industry is divided into five stages according to political events and changes in government policy. The first stage (1949–1956) corresponds to China's economic recovery period, during which the electronic industry was almost exclusively supported by military and in turn served the army. The second stage (1957–1966), whose beginning is marked by the implementation of “the twelve-year plan for the development of science,” can be seen as the golden period of Chinese electronic industry, when both technology and production were greatly improved with the help of the Soviet Union. The third stage (1967–1976), simultaneous with the Culture Revolution, covers the darkest and most difficult period for the industry, as both scientific research and industrial development stagnated due to the vicious political environment. Even regular production became difficult with the whole industry management system being halted, and a decline of the industry is observed. The decline came to an end during the fourth stage (1976–1985), when China's electronic industry was

¹ In China, the word “electronic industry” is much more frequently used than “semiconductor industry.” This uses the two terms interchangeably.

transformed by both opportunities and challenges brought about by the adoption of market economy. Many reforms took place in government organizations and enterprises. The last stage (1986–2000) is the period when the development of the electronic industry became more diversified, as liberalization of the market entitled participating enterprises more rights and responsibilities.

Chapter 2 Japan's semiconductor industry

In the 1960s, the export of Japanese electronic products increased sharply, e.g. in 1965, the number of Japanese radio product exports reached 24 million. In this period, the success of the Japan's semiconductor industry was mainly due to effective use of components developed in the United States in manufacturing consumer products and then selling them overseas. In this way, more value-added benefits were gained than by directly selling electronic components at low prices.

In the 1970s, technological innovation of semiconductor was led by the VLSI R&D Union, a project created by the MITI (Ministry of International Trade and Industry) to promote advanced research in VLSI (Very Large Scale of Integration) at Fujitsu, Hitachi, Toshiba, NEC and Mitsubishi. Local Japanese semiconductor enterprises were mainly influenced by the Future System and the opening of its domestic computer and semiconductor market.² From 1976 through 1979, under government guidance, Japan implemented a milestone project (VLSI), in which production of large-scale integrated circuit was combined with technological innovations. At the same time, the government was also introducing strongly supportive legislation. In 1957, the “Law for Emergency Measures for the Promotion of Electronic Industry Development [電子工業振興臨時措置法]” was passed as a means to encourage Japanese enterprises to actively acquire advanced technology from the United States, so that a domestic semiconductor industry could be developed. In the 1970s, “Interim Measures for the Revitalization of Specific Electronic Industries and Specific Machinery Industries [機械工業振興臨時措置法]” (1971) and “Temporary measures for the rejuvenation of specific mechanical intelligence industry [特定機械情報産業振興臨時措置法]” (1978) further contributed to the consolidation of Japan's information sector, at the core of which lay the semiconductor industry.

Following this development, in the 1980s Japan's semiconductor industry relied on a low-price strategy aimed at quick rise in market share. At this stage, the industry's main competence lay in cost performance and reliability, which was for the most part built upon DRAM (Dynamic Random Access Memory) products. In the 1980s, demand for DRAM was increasing sharply due to the rapid development of Japan's automobile industry and the global expansion of computer market. Japan took the opportunity and established technological superiority in DRAM through its grasp of technologies for large-scale production. As a result, Japanese manufacturers gained the advantages in cost performance and reliability, which further allowed them to apply a low-price strategy for competition, thus quickly infiltrating the U.S. market and replacing their

² The Future System originates from a research and development project undertaken in IBM in the early 1970s, which aimed to develop a revolutionary line of computer products, including new software models which would simplify software development by exploiting modern powerful hardware.

American counterparts as main suppliers of DRAM around the world.

In the 1990s, however, Japan lost these advantages and its market share in semiconductors fell rapidly. This is on the one hand because Japanese enterprises were ill prepared for new information and communication devices, as best represented by personal computers, and on the other hand because South Korea and Taiwan were gaining a stronger foothold in DRAM products. Personal computers demand became the driving force of the computer market, and the emphasis on DRAM changed from high quality and reliability to low cost. Having mastered the core technology through technology import, and taking advantage of lower labor cost, South Korea, Taiwan and other areas quickly replaced Japan as main suppliers. In 1998, South Korea replaced Japan as the largest producer of DRAM, and the center of global DRAM industry shifted from the latter to the former. By increasing investment, Taiwan also succeeded in building world-class companies, as shown by TSMC (Taiwan semiconductor manufacturing company) and UMC (United Microelectronics Corporation). These companies, by developing new semiconductor manufacturing methods, have been able to seriously challenge Japan in some of the more sophisticated technologies.

Chapter 3 Comparison

Based on the above historical analysis, some similarities and differences can be drawn from the Chinese and Japanese experience in the development of their respective semiconductor industries. Similarities can be summarized as the following:

- 1) China and Japan share a common aim in devising policies for the development of the semiconductor industry, namely to make it more powerful.
- 2) After the 1980s, both countries' governments ceased centralized control of the industry and entitled more freedom to semiconductor enterprises.
- 3) Both countries chose to import related technology, and both meant to revitalize their economy.
- 4) Both countries employed the so-called "one-sided" technology import strategy, which means massive technology import within a short period.
- 5) Through technology import, both countries have been able to greatly shorten the technological gap with leading countries.
- 6) In both cases, the government has played a crucial role in the introduction of technology.

While differences include:

- 1) The designation of government policies is different. Chinese policies were meant for the government to dominate the development of the semiconductor industry, while Japanese policies mainly served to assist and protect enterprises.
- 2) Unlike Japan, China did not have a unified body in charge of the process of technology introduction.
- 3) China's emphasis has been on introducing equipment for production (hardware), while Japan mostly focuses on the introduction of technology (software).
- 4) In comparison with Japan, China's ability to internalize and make improvement on imported technology is quite low.
- 5) Most of the technologies imported by China are mature and readily applicable, while

those imported by Japan are primitive and still under development.

Chapter 4 Conclusion

Such characteristics of China's semiconductor industry can be summarized from its history outlined in Chapter 1:

- 1) The foundation of China's electronic industry is weak.
- 2) The direction for the industry's development has always been determined by the government.
- 3) In introducing related technology, China focuses on the hardware, i.e. equipment for production.

Meanwhile, Chapter 2 gives the following insights concerning the development of Japan's semiconductor industry:

- 1) Japan carried out basic research through the integration of government, enterprises and universities.
- 2) Japan identified core products with high added value to avoid dispersion of products.
- 3) Japanese semiconductor enterprises actively carried out domestic R&D and cooperated with its foreign counterparts abroad.

From the historical study in these chapters and comparison made in Chapter 3, certain lessons can be drawn for the future development of China's semiconductor industry. In the short term, China can learn from the Japanese experience of introducing, improving, applying and catching up concerning related technology. Emphasis can be put on the development of those technologies and products with large market demand, and in the process the overall semiconductor industry can also be upgraded via technological transformation, capital accumulation and market development. For that purpose, policies aiming at a more favorable environment for foreign investment are instrumental and should be prioritized.

In the long term, problems associated with shortage of capital, talent and technology loom, and joining multinational organizations might be an effective solution, as collaboration has become the trend of the global semiconductor sector. China can take advantage of the presence of foreign investors in its market and take part in activities of related international organizations such as the Global Semiconductor Alliance and SEMI.

日本の宇宙電波天文学研究史 —野辺山宇宙電波観測所建設を中心として—

History of the Japanese Radio Astronomy Research:
Focusing on the Construction of the Nobeyama Radio Observatory

千葉 庫三 Kurazo CHIBA¹

主指導教員：調 麻佐志

副指導教員：中島 秀人

本論文は、1960 年代において世界的水準から立ち遅れた状況にあった日本の電波天文学研究が、いかにして世界に伍する水準まで到達したのか、その過程を東京大学東京天文台野辺山宇宙電波観測所（以下「野辺山観測所」）の建設・運用に注目して明らかにした。野辺山観測所の建設はビッグサイエンスの範疇に入るものであり、ビッグサイエンスの事例として先行研究の少ない電波天文学研究を、科学史的観点から跡づけるものとなった。本論文は、野辺山観測所建設の発端となった「大型宇宙電波望遠鏡計画」が検討され始めた 1960 年代から、野辺山観測所が建設・運用された後、国立天文台へ改組される 1988（昭和 63）年までの期間を対象として、5 つの視角を設定して分析を行った。第 1 点は、当時としては最高の科学予算を必要とするビッグサイエンス計画が認可された背景の分析である。第 2 点は「巨大科学」、第 3 点は「純粹科学」、第 4 点は「装置科学」、第 5 点は「共同利用」施設としての野辺山観測所の分析である。

第 2 章では、野辺山観測所の建設・運用に至るまでの歴史について、日本学術会議（以下「学術会議」）資料、研究者グループ資料、等を用いて跡づけた。1960 年代、世界の電波天文学は光学観測では不可能な重大な発見を相次いで行っていた。これに対し、日本は独自の宇宙電波観測装置を持たず、世界から大きく立ち遅れているとの認識のもと、学術会議天文学研究連絡委員会は「大型宇宙電波望遠鏡計画」の検討を開始した。「大型宇宙電波望遠鏡計画」は、1970（昭和 45）年の学術会議総会で建設推進が総理大臣に勧告された。しかし、施設の設置機関をめぐって難航した。これまでも「総額 110 億円の建設経費……と共同利用運営を抱える大型電波観測所は大学に入り切らないとの議論も東京大学内で起きた」ことは明らかにされていたが、その詳細を学術会議関連委員会資料や研究者グループが発行するニュースを用いて明らかにしたのは、本論文が初めてである。結局、東京大学附置研究所である東京天文台の全国共同利用施設という形態で野辺山観測所が設立されることとなった。「大型宇宙電波望遠鏡計画」の推進や野辺山観測所の建設・運用において宇宙電波の自主的研究者グループである宇宙電波懇談会（以下「宇電懇」）は、計画策定段階では学術会議の関連委員会に代表を送るなど、公式にも認知される存在となり、その後も日本の宇宙電波天文学将来計画の策定に関与する存在となっている。野辺山観測所の実績は、1982（昭和 57）年の雑誌『Nature』の記事で電波天文学において世界をリードすると評価されたこと、1995（平成 7）年に実施された第三者評価委員会で高く評価されたこと、野辺山観測所で研究した科学者が学士院賞、仁科記念賞を受賞したこと、総合科学技術会議が野辺山観測所の実績を高く評価しそれが次期計画推進につながったこと、等から高い評価を得たといえるであろう。第 2 章の最後で、本論文の第 1 点目の分析の視角である、100 億円をも上回る巨額の予

¹ 東京工業大学 環境・社会理工学院 社会・人間科学コース 科学技術社会分野
chiba.k.ag@m.titech.ac.jp

算を必要とした野辺山観測所の建設が可能となった背景について述べた。当時の世界の電波天文学が発展していることから日本においても電波による観測の必要性が認識されていたこと、天文学分野内部においては電波天文学の計画が具体的であったこと、そして、国内の他の基礎科学のビッグサイエンスと予算的に競合関係を避け得る状況にあったこと、以上が、巨額の予算を必要とした野辺山観測所の建設を可能とした背景であると結論づけた。

第3章では、当事者が著したレビュー論文・解説資料を主に用いて、野辺山観測所の天文学上の研究目標の設定と、それを実現するために建設した主要な観測装置である45m望遠鏡と音響光学型電波分光計の仕様設定、開発経緯を述べた。研究目標は、短波長領域での前例のない大集光力観測によって星間分子スペクトル線観測など、重要な分野であるミリ波天文学を切り開くこととしたのである。45m望遠鏡はミリ波観測を可能とするため高い鏡面精度を必要としたが、自重変形に対処するためホモロガス変形法を採用し、鏡面精度0.4mm(rms)の実現見通しをつけて開発に臨んだ。その開発を可能としたのはメーカー技術者との共同研究であった。その他、日射などによる熱変形、反射パネル単体の面精度、鏡面測定および調整法、などへの対応を行い、結果として、実測値で0.2mm(rms)の鏡面精度を達成したのである。また、野辺山観測所の目指す星間分子のスペクトル観測のために多チャンネルの電波分光計が必要であり、音響光学型電波分光計を開発した。外国において太陽電波観測で用いられていたアイデアにヒントを得て、装置のキーデバイスとなる光変調器を国内研究者から提供を受けて開発したものである。その観測性能は当時の世界水準を一桁上回るものであり、多数の星間分子や初めてのブラックホール発見に貢献したのである。

第4章では、野辺山観測所の建設・運用を、本論文の第2点目から第5点目の分析の視角である「巨大科学」、「純粋科学」、「装置科学」、「共同利用」の点から論じた。

「巨大科学」の点では、資金は巨大であったが、人員はそれに比して極めて少なく、したがって研究者間の管理体制・ヒエラルキーは存在しなかった。野辺山観測所は組織としては「巨大科学」ではなかったといえよう。

「純粋科学」の点では、研究目標として星間分子科学の開拓を中心に据えたこと、研究戦略として日本の地理条件も考慮し高精度の鏡面精度をもつ大型望遠鏡によるミリ波観測に焦点を絞ったことが、ミリ波・サブミリ波天文学の分野において世界をリードしている研究機関のひとつとして位置づけられ、天文学の様々な分野に顕著な功績を残してきたと高く評価されることにつながったのである。

「装置科学」の点では、野辺山観測所で開発された観測装置は、「観測装置の開発が本質的」である「装置科学」の性格をもっていた。45m望遠鏡が達成した鏡面精度がなければミリ波の観測は不可能であった。また、音響光学型電波分光計が達成した周波数分解能、帯域幅のきわめて高い性能は、従来、長時間を要するため事実上不可能であった観測を可能としたことは決定的な差であった。ただし、「装置開発のための専門家集団」は、野辺山観測所には存在しなかった。建設に参加する人員が少なかったこと、装置開発に専念する研究者は例外的だったことが主たる要因である。専門家集団が存在しない状況で野辺山観測所における装置開発の実態は、3つの特徴をもっておこなわれたことを明らかにした。第1点は、外国研究機関で生み出されたアイデアを積極的に取り入れたこと、第2点は、他分野の研究者の協力により、天文学研究者だけでは解決できない技術課題を克服したこと、第3点は、メーカー技術者との共同研究によって技術的課題を克服したことである。

さらに、「共同利用」施設としての野辺山観測所の位置づけの歴史的経緯を述べた。当初は、天文学全体の共同利用研究所が構想されたが、結果としては東京大学東京天文

台の全国共同利用施設として発足したのである。1982（昭和57）年の第1期運用開始当初は日本の天文学分野では初めての本格的な共同利用でもあり、試行錯誤が見られたが、1984（昭和59）年以降は順調に進められ、1988（昭和63）年の第6期には、第1期の約4倍の観測時間にまで増えたのである。共同利用施設は、施設の共同利用だけでなく当該分野の研究センターとしての機能も求められていた。期待されていた研究センターとしての「開発研究」「客員部門」「研究者の養成・人事交流」「国際協力」「研究成果の出版」の役割はおおむね、実施されたといえるであろう。先行する共同利用機関でも生じた問題であるが、研究所の重要事項について所内の意志決定機関と所外の関係研究者グループとの意志をどう調整していくべきかという問題であった。特に野辺山観測所の場合は、東京大学附置研究所である東京天文台の施設である野辺山観測所が共同利用されるという構図であり、所内（東京天文台）と所外との関係は複雑であったが、宇電懇が情報交換できる場を設けたことは、問題解消に貢献したと結論づけた。

以上、本論文では、整理されている状況とは言い難い学術会議関連資料や電波天文学研究者グループの資料を用いることにより「大型宇宙電波望遠鏡計画」の検討経緯や野辺山観測所の建設・運用状況を明らかにした。これにより、1960年代において宇宙電波観測用の観測装置を持っていない状況から飛躍して、世界第一線級の観測装置をもつ野辺山観測所を建設し、日本の電波天文学研究を世界に伍する水準にまで到達した経緯を明らかにした。

本論文により明らかとなった構図は図1に示すとおりである。1960年代、世界の電波天文学の重大な発見が相次ぐ状況を受けて、①日本でも電波天文学の重要さが認識され、②それが学術会議の計画推進に繋がった。また、世界の電波天文学との関係において、③日本が目指すべき研究目標はミリ波天文学と設定された。そして、④その研究目標を実現するために装置開発が行なわれ、45m望遠鏡によりミリ波観測が、電波分光計によりスペクトル観測が可能となった。以上の結果、⑤日本の電波天文学が世界水準に達したのである。

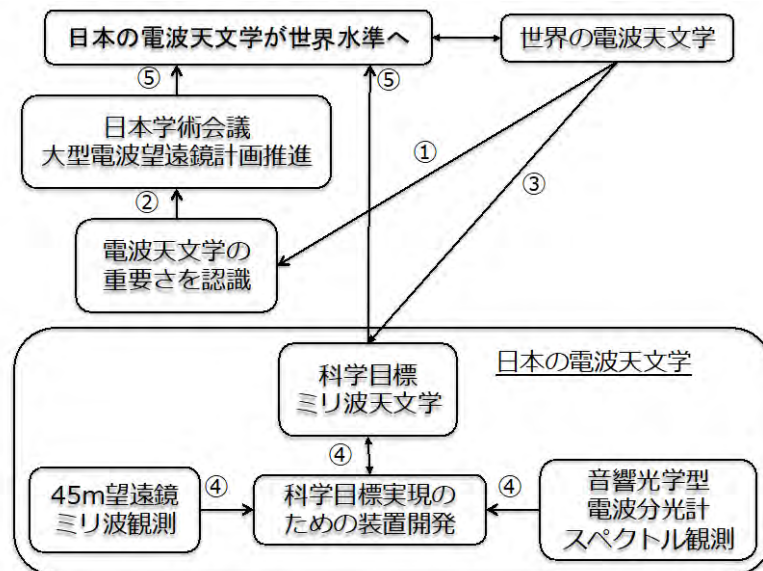


図1 日本の電波天文学が世界水準に到達した構図

また本論文では、野辺山観測所のビッグサイエンスとしての側面を、4つの視角、「巨

大科学」、「純粋科学」、「装置科学」、「共同利用」をもちいて分析した。

野辺山観測所の歴史は以上のとおりであるが、野辺山観測所に続いて、日本の天文学分野では、さらに巨額な予算を投入した「すばる望遠鏡」や日米欧国際共同による「アルマ望遠鏡」プロジェクトが推進されている。これらのプロジェクトにおいて、本論文で検討したビッグサイエンスの要因のうち、特に注目した大型計画の中で装置開発がどのように行なわれたのかを調査・分析することは、ビッグサイエンスの天文学研究における事例として明らかにすべき課題であろう。

そして、本論文の成果と合わせて三世代にわたる天文学研究における装置開発の歴史からその特徴を明らかにすることが必要であろう。「すばる望遠鏡」は海外に設置されているものの日本単独の計画であったのに対し、「アルマ望遠鏡」は日米欧の国際共同プロジェクトであり、参加国(地域)の社会状況の差異が装置開発にどのように映し出されたかについての分析は有用であろう。またこれらのプロジェクトの装置開発によって生み出された科学技術が応用技術へ適用される「技術的波及効果」が存在したかについて実証的な分析を行う必要がある。

さらに、天文学と同様に装置開発が研究目標実現のために必須である高エネルギー物理学を比較の対象として、異なる学問分野における装置開発の違いを分析し、天文学研究における装置開発の特徴を明らかにすることも課題に含まれるであろう。

Abstract

This thesis traces the development of radio astronomy research in Japan, where the field was underdeveloped in comparison with leading countries during the 1960s. However, in the following decades the situation was dramatically improved and Japan gained a competitive position in radio astronomy research. This was achieved largely through the construction and operation of the Nobeyama Radio Observatory (NRO), formerly under the Tokyo Astronomical Observatory, which itself was part of the University of Tokyo, before becoming an independent organization. The amount of resources invested in the NRO squarely qualifies it as a project of Big Science, yet the field of radio astronomy has not been sufficiently explored in spite of the various insights it might offer to a better understanding of Big Science. This research then aims to fill in this gap via the case study of radio astronomy.

The first chapter examines preceding studies and defines five viewpoints of this thesis.

The second chapter reviews the history of the NRO, which originated from a “Large-Scale Radio Telescope Project” plan and its consideration by related committees of the Science Council of Japan. Moreover, this chapter explains how construction of the NRO was made possible despite its unprecedented huge budget outlays.

The third chapter looks at how scientific goals were set for the NRO. Since two pieces of observation equipment, the 45-meter telescope and the acousto-optical spectrometer, were essential to the realization of these goals, their respective specifications and development processes are also described.

The fourth chapter examines the construction and operation of the NRO from the perspectives of “big science,” “pure science,” “equipment science,” and “open use.” From the viewpoint of big science, it became clear that there was no management system or hierarchy among researchers owing to the compact size of human resources engaged in the project. From the viewpoint of pure science, two reasons are found for the observatory’s success: on the one hand, development of interstellar molecular science was set as a central scientific goal; on the other hand, millimeter-wave observation by a single large telescope with high surface accuracy was established as a core strategy for related research. From the point of view of equipment science, it is revealed that there was no expert group for development of necessary devices, and three actions were taken to cope with this difficulty: making use of experience gained in foreign research institutes, collaborating with researchers in other fields, and working together with corporate engineers.

The fifth chapter presents conclusions and future directions for this study. The latter include further investigation of other astronomical projects such as Subaru Telescope and the ALMA Telescope, which followed the NRO, from the viewpoint of Big Science.

A Comparison of New Energy Vehicle Policies in Japan and China

日本と中国における新エネルギー車に関する政策の比較研究

調研究室

叢 心怡 CONG Xinyi

Chapter 1 Introduction

With an energy crisis imminent and environmental pollutions worsening around the world, many countries have started to pay attention to possibilities presented by new energy vehicles (NEVs). Emerging in the late 20th century, the NEV industry has been developing under the support and guidance of governments. Generally referred to as industrial policies, such initiatives on the part of governments are playing an ever more significant role in the development of emerging industries, as government support is needed for R&D investment and market expansion, among other endeavors. The NEV industry is no exception, and governments around the world have introduced a variety of policies to promote the development of these vehicles.

Studies on industrial policies often focus on a single country, and China, Japan, the United States, Germany, and Norway, among others, have all been examined individually.¹ Analyses and comparisons of policies in different countries also exist. Meanwhile, since adoption of NEVs depends largely on how receptive consumers are, some studies have examined NEV policies from the viewpoint of consumer reception and explored ways to raise consumers' interest in buying.² Some scholars have also found that powerful policies tend to have a stronger impact on consumer behaviors.³ This thesis aims at enriching this literature by means of comparing prevalent NEV policies in Japan and China, analyzing the reasons and effects of their differences, thus spotting possible factors affecting policy efficacy.

-
- ¹ For China, see Gong, H., Wang, M., Wang, H., “New energy vehicles in China: policies, demonstration, and progress,” *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 18 (2013): 207–228. For Japan, see Max Ahman, “Government policy and the development of electric vehicles in Japan,” *Energy Policy* 34 (2006): 433–443. For the United States, see Greene, D.L., Park, S., Liu, C., “Public policy and the transition to electric drive vehicles in the U.S.: the role of the zero emission vehicles mandates,” *Energy Strategy Reviews* 5 (2014): 66–77. For Germany, see Massiani, J., “Cost-benefit analysis of policies for the development of electric vehicles in Germany: methods and results,” *Transport Policy* 38 (2015): 19–26. For Norway, see Bjerkan, K.Y., Nørbech, T.E., Nordtømme, M.E., “Incentives for promoting battery electric vehicle (BEV) adoption in Norway,” *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 43 (2016): 169–180.
- ² Zhang, Xiang and Xue Bai. “Incentive policies from 2006 to 2016 and new energy vehicle adoption in 2010–2020 in China,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 70 (2017): 24–43.
- ³ Pohl, Hans and Yarime Masaru. “Integrating innovation system and management concepts: The development of electric and hybrid electric vehicles in Japan,” *Technological Forecasting & Social Change* 79, no.1 (2012): 1431–1446.

With its world-leading automotive industry, Japan has involved itself with developing NEVs from an early stage. Toward the end of the 20th century, the Japanese government formulated a series of strategies for development of NEVs (officially called “next generation vehicles,” referring to environmentally friendly vehicles that discharge less or zero air pollutants), and has since made significant progress in hybrid vehicles, which use both traditional and new energy.⁴ Meanwhile, China, where automobile production has been expanding rapidly, has also been investing heavily in developing NEVs, which are broadly defined as vehicles that adopt a new type of powertrain and are fully or mainly driven by new energy sources. These include fuel cell vehicle (FCV), electric vehicle (EV), compressed natural gas vehicle (CNGV), hybrid vehicle (HV), plug-in hybrid vehicle (PHV), clean diesel vehicle (CDV), etc., and China’s focus has been on pure electric vehicles.⁵

In recent years, China has become the leading country in NEV production and sale, which has prompted a view that China’s NEV policies have been largely effective.⁶ In contrast, Japan has not been so successful in NEVs as it had in traditional fuel vehicles, and its related policies have thus been deemed as failure. Through a more thorough examination and comparison of NEV policies in both countries, this thesis attempts to assess these viewpoints in more concrete terms.

Chapter 2 New Energy Vehicle Policies in China

Development of NEVs in China set off in the early twenty-first century, and in the following years an infrastructure for the industry became established. Related policies were made as part of the goal to build a “low-carbon society,” as exemplified by a 2009 report targeted at energy conservation and environmental protection to cope with excessive energy consumption and environmental pollution, which had been based on the current economic growth model.⁷ It was established that China was in urgent need yet under favorable conditions for the development of NEVs.

In 2010, the Chinese government explicitly designated the NEV industry as one of the seven key development areas in its plan for promoting emerging strategic industries.⁸ Then in 2012 the

⁴ 経済産業省「次世代自動車ガイドブック 2016–2017」
<http://www.env.go.jp/air/car/vehicles2016-2017/LEV2016-2017.pdf> (accessed on April 25, 2019).

⁵ Ministry of Industry and Information Technology, “New energy vehicle manufacturing enterprises and product access management regulations.”
<http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1146557/n1146624/c5462995/content.html> (accessed on April 25, 2019).

⁶ People’s Daily, “China has been ranked as the world’s largest producer of new energy vehicles for three consecutive years,” April 7th, 2018, page 9.
<http://energy.people.com.cn/n1/2018/0417/c71661-29931323-2.html> (accessed on April 25, 2019).

⁷ Chinese Academy of Sciences Sustainable Development Strategy Research Group, *China Sustainable Development Strategy Report 2009: China’s Approach towards a Low Carbon Future* (Beijing: Science Press, 2009).

⁸ State Council of the People’s Republic of China, “Decision of the State Council on Accelerating the Cultivation and Development of Strategic Emerging Industries,” 2010.
http://www.gov.cn/zwggk/2010-10/18/content_1724848.htm (accessed on April 25, 2019).

“Energy-Saving and New Energy Vehicle Industry Development Plan (2012-2020)” came out, which set five goals for the NEV industry to achieve by 2020, namely to make significant progress in industrialization, substantial improvement in fuel efficiency, extensive advancement in technology, considerable enhancement in accessory production, and gradual perfection of a management system.⁹

This thesis categorizes those policies related to NEVs according to the classification made in the *Blue Book of New Energy Vehicle 2015*, along with the precedence set by Li Wenbo.¹⁰ This results in seven categories, i.e. macroscopic policies, demonstration policies, subsidization policies, preferential tax policies, technical support policies, industry management policies, and infrastructure policies.

Chapter 3 New Energy Vehicle Policies in Japan

Japan started research and development of NEV technology from as early as the 1960s. After entering the twenty-first century, the country has increased its investment toward energy transformation, which is meant to cope with shortage of natural resources on the one hand and to accommodate the world trend of transforming to new energy on the other. A large proportion of the funds went to major automobile manufacturers like Toyota and Honda, which had a dominant role in Japan’s industrial development. Sensitive to market signals, these companies have since focused on hybrid vehicles (HVs) and laid a firm foundation for its development and production in Japan.

Based on its previous policies in the late 20th century, the Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan released a report titled “Next-Generation Vehicle Strategy 2010” in April 2010.¹¹ It set the objectives that by 2020 20% to 50% of new automobiles sold should be next-generation vehicles (including HV, EV, PHV, FCV), and by 2030 that ratio should increase to 50–70%, while the share of all environmental-friendly and energy-saving vehicles should reach 80%.¹² It was also pointed out in the report that related administrative (fuel consumption regulations, logistics policies) and monetary (subsidies, taxation systems) measures, as well as construction of supporting infrastructures, would have a significant impact on the reception of next-generation vehicles.

Since Chinese policies have taken shape in a different setting, they specify types of NEVs and quantify related goals in more detail, and as a result categorization of these policies is more comprehensive. For the sake of consistency so that a meaningful comparison can be made, in this thesis the seven categories listed above concerning China’s NEV policies are also applied to those of Japan. In doing so certain incompatibilities arise, and these are addressed in the following chapter where a more thorough comparison is conducted.

⁹ State Council of the People’s Republic of China, “Development Plan of Energy Saving and New Energy Vehicles (2012–2020),” 2012. http://www.gov.cn/zwggk/2012-07/09/content_2179032.htm (accessed on April 25, 2019).

¹⁰ Li, Wenbo, Ruyin Long and Hong Chen. “Consumers’ evaluation of national new energy vehicle policy in China: An analysis based on a four-paradigm model,” *Energy Policy* 99 (2016): 33–41.

¹¹ 経済産業省「次世代自動車戦略 2010」
https://www.hkd.meti.go.jp/hokis/mono_kondan2/data02_2.pdf (accessed on April 25, 2019).

¹² *Ibid.*

Chapter 4 Comparison and Analysis

Although China and Japan's policies in the NEV industry are still improving and far from perfection, there is no doubt that in both countries policy support has been playing a significant role in promoting the development of the industry. Differences in these policies and their effects can thus exhibit the unique characteristics and issues of each country's policy-making mechanism.

There are mainly four kinds of effects resulting from NEV policies. The first is decrease in car prices. In China, NEV prices have fallen by 40% on average under the subsidies; in Japan the decrease is 10% with the exceptions of Nissan Leaf costing 15% and Toyota Mirai 31% less.¹³ Both models are electric vehicles, which suggests that Japan might have started to focus more on electric vehicles recently. The second and most visible effect is increase of production scale. While there are differences in focus, as China measures the volumes of NEV production and sales while Japan is more concerned about ownership and sales, all these indexes have been increasing in both countries. The third effect is improvement in infrastructure, as both China and Japan keep building charging facilities and hydrogen stations, whose number saw a sharp increase in 2016.¹⁴ The last effect is improvement in technology. From 1995 to 2015, around two hundred thousand NEV patents were issued all over the world. Japan holds 46%, the largest share of these patents, and China comes in the second place with 18%.¹⁵ Since a core difficulty about NEVs is the duration of a single charge, technological breakthroughs have mainly addressed this issue, seeking solutions either through upgrading battery capacity or using new materials to make vehicles lighter.

As for the policy-making mechanism, in general the Chinese model seems more flexible, comprehensive, and timely, although it can sometimes get over-complex and cause unnecessary repetitions. The Japanese model, on the other hand, tend to be fixed, clear, concise and systematic. While most of the Chinese policies were made by the central government, in Japan locally oriented policies have a strong presence. China is also more inclined to protect its domestic brands, offering lower or even no subsidies to imported NEVs, and local governments sometimes go so far as to favor manufacturers located in their own regions. In contrast, protectionism, whether within home or from abroad, is hardly observable in Japan.

Underlying these discrepancies are the two countries' distinctive visions in developing their respective NEV industry. China has made its policies under a feeling of urgency and focuses mainly on increasing production scale and market share. Japan, on the other hand, aims at a more gradual development, as Japanese car makers lay more emphasis on technological breakthroughs rather than expanding production based on current technology.

All the differences above result from four facts. First, manufacture levels in the two countries are different. Japanese car makers generally have a longer history and have accumulated the necessary resources for R&D on their own, but their Chinese carmakers invariably need government support. Second, Chinese NEV manufacturers enjoy a much larger domestic market

¹³ For Nissan, see <http://www2.nissan.co.jp/EVENT/TAX/index.html?ID=10> (accessed on April 25, 2019). For Toyota, see <https://toyota.jp/ecocar/> (accessed on April 25, 2019).

¹⁴ 経済産業省「EV・PHV普及に関する経済産業省の取組」www.chademo.com/wp2016/wp-content/japan-uploads/2017GA/2017GAMETI.pdf (accessed on April 25, 2019).

¹⁵ 張義忠「我国新能源汽车專利短板亟待補齊」『中國能源報』August 28th, 2017, page 4.

but are less competent in overseas markets than Japanese ones, which gives rise to strong local protectionism. Third, the extent of governmental supervision is different. Chinese government has strong controlling powers in setting standards and making recommendations for both companies and consumers, while in Japan it was the companies that have taken the initiative in R&D, which leaves the government to the task of creating a sound environment. Fourth, the urgency to introduce and promote NEVs is different for China and Japan. China has to deal with serious air pollution in large cities and consequently must popularize NEVs in a short time. Meanwhile, traditional Japanese cars are already efficient in fuel consumption, so air pollution is not as an outstanding problem. Instead, Japan's main aim is to transform its energy structure, which takes a longer time.

Chapter 5 Conclusion

In conclusion, Chinese and Japanese NEV policies have their respective advantages, and their differences have also led to different effects. It would be difficult, if not premature, to suggest that one country's policies are better. However, from this comparative study there are certain principles, as well as possible factors with regard to policy efficacy, that can be drawn.

First, the efficacy of industrial policies depends on their objectives. When the policy is designed to increase industry scale, as with the case of China, significant effects are likely to be observed over a relatively short period. This is because in this scenario the government only needs to meet demands of producers and consumers by lowering cost and reducing price through subsidies and other means. When the aim is to qualitatively improve an industry instead of raising its production quantities, as Japan tries to do, the process can take a long time, which makes it difficult to trace effects to related policies in a definitive manner. After all, most countries have designed policies toward this end, but the different degree of realization suggests that large investment alone does not necessarily lead to technology upgrade.

Second, assessment of policy efficacy is heavily dependent on how data is interpreted, as effects are for the most part characterized by data, but standards and methods of collecting and analyzing data vary from country to country. This dilemma can only be solved either by devising a coherent set of evaluation standards for data analysis or by creating another way to define efficacy other than through data, so that effects can be assessed and compared in a meaningful way.

From this perspective, it becomes evident that the burgeoning of researches on Chinese NEV policies in recent years has a lot to do with the image generated by data that these policies seems to have achieved great success. It also becomes apparent that some Japanese and overseas scholars' belief that Japanese NEV policies are a failure originates from a lack of shining numbers. However, current NEV technologies have yet to achieve a level of maturity that is essential to a full commitment on the part of the Japanese government, and the focus is still on solving related outstanding problems. In the long run, subsidy policies are bound to reach bottleneck, and it is likely that most countries—including China—will shift their stress in NEV policies toward qualitative improvement and upgrade of the industry. If that is indeed the case, it is probably too early to conclude that Japanese policies are a failure.

A Comparative Study of Food Safety Risk Management in China and Japan: Lessons from the Sanlu Melamine Incident and the Morinaga Arsenic Incident

日本と中国における食品安全性に関するリスク管理の比較研究
—三鹿メラミン混入粉ミルク事件と森永ヒ素ミルク中毒事件を事例として—

中島研究室
孫 如瓊 SUN Ruqiong

Chapter 1 Introduction

Food safety, it goes without saying, is an important social issue, and governments are obliged to provide the necessary material and institutional support to ensure food safety. The quality and safety of dairy products, given their ubiquity in food all over the world, are directly related to consumers' health. At the same time, these factors are also closely tied to the interests of dairy farmers and consequently are crucial to the survival and healthy development of enterprises in the dairy industry. That said, the safety of dairy products is not always guaranteed, and lessons gained from incidents a long time ago are not necessarily learned by today's interested parties.

The two serious poisoning incidents selected for this comparative study follow this pattern: the Sanlu melamine milk powder incident in China came to the fore in 2008, which would have been improbable had its neighboring country's experience been taken seriously, for Japan had been dealing with the Morinaga arsenic milk incident from the 1950s through the 1970s. By laying out in detail how each of these two incidents developed, this thesis compares and analyzes similarities and differences between them mainly from the viewpoint of social background, which determines how risks are identified and managed in a certain country. It is expected that in doing so new ways of thinking can be suggested for risk management in food safety, and that if applied properly, such new perspectives should prevent incidents like the two discussed in the thesis from happening again.

Chapter 2 The Sanlu melamine incident

The development of the Sanlu melamine incident is outlined in this chapter. The first case was reported in March 2008, when a child in Nanjing was diagnosed with kidney stones, and several similar instances ensued and it was suspected that some milk powder products were the cause. Chinese media started to follow the issue from the beginning of March. After receiving complaints from victims, Sanlu group, a major manufacturer of related products, intensified supervision of all its production processes to identify the cause of the problem. Meanwhile, officially, Sanlu denied the relations of its products with the poisoning cases. Nevertheless, on September 5th, the company's New Zealand shareholder, Fonterra, which had been aware of the melamine incident for a month, decided to report it to the New Zealand government. Three days later, Helen Clark, then Prime Minister of New Zealand, convened a senior ministerial meeting to order relevant entities to bypass local Chinese officials and directly inform the central government. Once the whole scandal was made public, Sanlu could no longer deny its

involvement and had to be held accountable. Compensation packages were provided to victims: the company paid 200,000 yuan for each who died from poisoning, 30,000 yuan for severe illness, and 2,000 yuan for moderate symptoms.

Chapter 3 The Morinaga arsenic milk incident

In this chapter, the Morinaga arsenic milk incident is described. Starting from May 1955, many infants who were drinking Morinaga milk powder suffered from symptoms such as otitis media. In June, the number of such cases diagnosed at the Okayama Nisseki Hospital gradually increased, and many similar instances were reported across the Kansai area. On June 23rd, Okayama Prefecture's Minister of Health commissioned Professor Hamamoto of Okayama University to examine Morinaga milk powder products. The next day, the incident, as well as the possible relation of these children's illness to Morinaga's milk powder, was announced by Professor Hamamoto. Upon learning about this, victims formed the Morinaga Milk Victims' Association (Zenkyo) and made the consensus to demand Morinaga paying 2,500,000 yen for each death case and taking care of surviving victims' aftereffects.

Later, the so-called "Nishizawa Committee," a third-party organization to assess medical impacts of the incident, was established. The Ministry of Health and Welfare also set up a "Five-Member Committee" as an unbiased third-party organization to investigate the cause of the incident based on the findings of "Nishizawa Committee," reconcile conflicts and propose solutions. While the ministry ordered Morinaga to fully obey the committee's instructions and decisions, the latter's operating expenses were facilitated by the very dairy product manufacturers that included Morinaga as well as Yujikirushi and Meiji. As such the Five-Member Committee was no longer deemed as unbiased, and it was only natural that its suggestion to reduce the amount of compensation appeared to prioritize Morinaga's benefit. The committee's further statements—that "many victims are satisfied with the treatment provided by Morinaga," that "there is almost no need to worry about aftereffects," and that "the treatment currently underway has nothing to do with aftereffects, but is just a follow-up measure against the original condition"—necessarily made the public oblivious to the severity of the incident for many years.

Thus it was not until September 1968 when Professor Maruyama of Osaka University picked up the case again and began to re-investigate the after-effects of the Morinaga incident. He was able to identify more victims from administrative sources than information provided by victims' families. Scholars and professors from the Medical Department of Okayama University also requested to participate in the re-investigation and further evidence collection. In October 1969, a Social-Clinical Conference was held at the Medical Department of Osaka University. In the conference, topics such as the kinds of physical obstacles from which victims of the Morinaga incident were still suffering were discussed. In the same month, Asahi Shimbun's Osaka headquarters submitted a public request to the Protection Association, a new established victim organization, and highlighted Professor Maruyama's report "A Visit after 14 Years," which examined victims who suffered from aftereffects. Afterwards, other domestic and foreign media began to follow up on the incident and its aftermath, which led to a nationwide boycott against Morinaga. In the end, the government, Morinaga company and the group of victims negotiated again over the establishment of a lifelong relief system.

Chapter 4 Comparison and analysis of the two incidents

This chapter further analyzes and makes comparison between the two incidents sketched in the previous two chapters. In doing so, it is found that there are similarities in the two incidents' social backgrounds. The Morinaga incident has its roots in Japan's excessive pursuit of industrial development in the years following the end of WWII. At that time, high employment rate of women placed immense demands on dairy products, which squeezed the industry's manufacturing capacity. Similarly, the Sanlu incident took place in the setting of China's rapid economic growth following its reform and opening up. Fast urbanization led to increasing food demand, which stood at odds with farmers and manufacturers' supply capacity. Government regulation could not keep up with the changing state of matters and lost its supervision over the market, which contributed to a lack of uniformity in the quality of various industry practitioners, thus creating a fragile environment in which food safety incidents became likely.

In both incidents, the responsible companies, Sanlu and Morinaga, were to a certain degree protected by government, scientific authority, and law enforcement agencies, and were in a position to reduce compensation for victims. Morinaga was even able to dictate the results of medical tests as proof that the victims would not suffer any more. However, there were also significant differences in each incident's social background. At the time of the Morinaga incident, public hazard events frequently happened in Japan, and it was common that consumers organize associations to protect their own rights and run protest movements. It was in this way that a victim relief system was established through negotiations long after symptoms were first diagnosed. In contrast, the compensation scheme in the Sanlu incident was simple, and was not devised to take each victim's health status into consideration but based on a "one size fits all" premise.

From these analyses and comparisons, and based on the relatively successful Japanese experience while taking those conditions specific to Chinese food industry into account, this thesis makes suggestions on possible ways to improve food risk management in China: to build systems through which the whole food supply chain can be traced, and information related to food safety can be published and transmitted; to strengthen risk-preventing and relief mechanisms in food production companies; and to provide institutional incentives for all levels of administrations to lay emphasis on food safety, and to increase their accountability.

There is no doubt that industrialization has brought about vast wealth and prosperity to mankind, but it is becoming evident that benefits are often accompanied by such setbacks as environmental pollution and food safety risks. Many countries have undergone periods when economic growth is pursued above all while environmental sustainability and citizens' health are for the most part neglected. Yet people's access to safe, green, and healthy commodities are as important as economic success for a country's long-term prosperity. For that purpose, there are lessons that can be learned from countries with experience of food safety incidents. From the cases of China and Japan, it is clear that prevention of food safety incidents, or maximal reduction of their impact once they occur, is not only a matter of reforming legislation and standards, but also one that requires coordination of changes in cultural conventions, political systems, and market conducts. In that sense, a system of supervision and prevention that all sectors of the society can participate in is called for in order to clearly demarcate responsibilities. After all, food safety has a bearing on everyone's life and health, and every citizen has the right to safe food.

研究動向紹介

近世日本測量術史研究の動向

Trends in the Study of Surveying in Early Modern Japan

中島研究室

小山桂佑 Keisuke KOYAMA

1. はじめに

本稿は、近世日本において受容された科学技術の一例である測量技術に関して、その先行研究を概観し、近世日本測量術史研究の動向を提示することを目的とする。本稿では、近世日本測量術史に関する先行研究を大きく3つのグループに分類し、時間軸に沿いつつ近年の研究動向に至るまで、研究史的な側面も併せて紹介することを試みる。

まず初めに、近世の日本における測量術を取り巻く環境について簡単に概観する。次に先行研究を時間軸に沿いつつ、伝来過程の探求とそれに伴う人物研究、絵図作製に至る社会的背景を究明する社会史的研究、測量術に用いられた技術内容を究明する技術史的研究の3つのグループに大別しながら概観する。最後に近年の研究動向をまとめ、今後の近世日本測量術史研究に関し、筆者の私見を交えつつ展望したい。

2. 近世日本測量術史概観

本章では、先行研究の概観の前に、近世日本測量術史を簡単に概観する。

そもそも測量とは、中国の測天量地の略である¹。わが国では大化の改新(645年)によって班田収授法が実施され、田地耕作用の土地台帳とその図面の作製に伴い、奈良時代以降測量が実施されてきた。豊臣秀吉(1537-98年)による太閤検地以降は全国規模かつ統一された基準で測量が行われ、その後の対明貿易や南蛮文化との接触に伴う国外からの新しい文化・技術の流入により測量術が発達し始めた。検地は村単位で行われ、石高を決める目的で田畑の面積を明らかにするだけでなく、田畑の所在を明らかにする「廻り検地」も行われ、村単位の地図である「村絵図」が作製された。

江戸時代に入りわが国は鎖国の状態となり、国外からの情報の流入が制限された。その後、18世紀前半の享保時代に8代将軍徳川吉宗(1684-1751年)によりキリシタン禁書の令が緩和された。これにより三角関数表が輸入され、測量に三角関数が利用される下地となった。同じ時期に吉宗の命で、国・郡単位の地図である「国絵図」が各藩により作製され、これらを接続することにより当時の日本地図である「享保日本図」(図1)が作製された。

19世紀に入り測量術の需要が増加した。その背景は、日本近海に通商を求める異国船が出現するようになり、沿岸の地図や未知であった蝦夷地の地図が必要となったためである。伊能忠敬(1745-1818年)の測量によって日本全図が作製された。この時期、測量道具が精密化し、また西洋で考案された測量道具(「象限儀」など)が日本に渡来し利用されたことで、測量の精度が向上した。また、三角関数を利用し砲台から敵船までの距離を測る測量術を紹介した書物も出版された。

¹ 大矢真一解説『江戸科学古典叢書9 量地指南』恒和出版、1978年、3頁。測量という用語は、徳川吉宗が佐久間町に設けた天文観測所を「測量所」と呼んでいたように、土地の測量だけではなく天文観測にも用いられた。

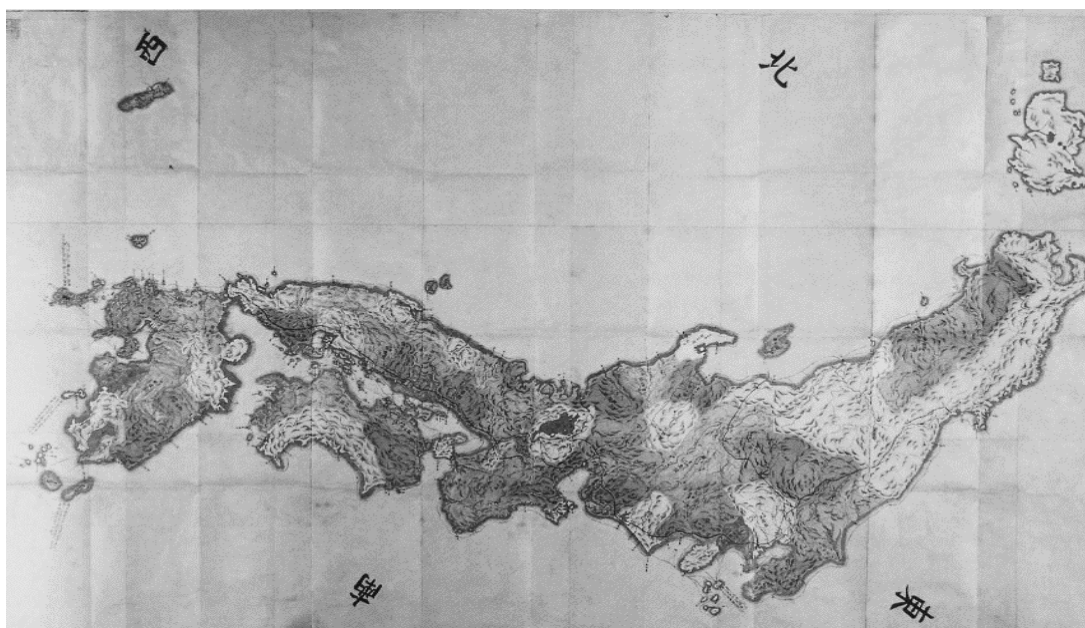


図 1. 享保日本図²

その後、明治時代に入り西洋式の測量術が導入されたことで、近世日本測量術は役割を終えたのである³。

3. 先行研究概観

3.1. 近世日本測量術史研究の始まり

近世日本測量術史研究は、近世日本科学史研究の一分野である。とりわけ近世の日本で独自の発展を遂げた数学である「和算」に関する歴史的研究（以下、和算史研究）と関連が深く、近世日本測量術史研究は和算史研究の一分野として取り扱われた⁴。

これは、近世期に日本国内で普及した測量術（主に現代の「平板測量」や「トラバース測量」に相当する測量技術）が当時の数学的知識を基本原理としていたこと、和算史研究に関する史料収集の進展と共に測量術に関する史料が収集されたことが、和算史研究の一分野として取り扱われた原因であると言えよう。

また近年の研究では、近世の日本で和算を取り扱った和算家の一部が測量術も取り扱っていたことが判明し（**3.3.**で述べる）、人物史研究の観点でも測量術史研究と和算史研究は関連があると言えよう。

近世日本測量術史研究の始まりとなった戦前から戦後間もない頃の研究には、和算史研究で知られる林鶴一『和算研究集録』（1937年）、三上義夫『測量術史之研究』（1947年）、加藤平左衛門『和算の研究・雑論II』（1955年）が挙げられる⁵。また藤原松三郎『明治前日本数学史』（1960年）第五巻の第13章第8節は「測量術」となっており、和

² 神戸市立博物館所蔵。1720年代に各藩が提出した国絵図を接続することで作製された。

³ 測量術の発達に関しては、川村博忠『近世絵図と測量術』古今書院、1992年、56–59頁。

⁴ 和算史研究と関連した史料群の形成に関しては、佐藤賢一「展望：近世日本数学史」『科学史研究』第II期第51号、2012年、193–198頁。

⁵ 「測量術発達史研究のための参考書」『数学史研究』第5巻第4号、1968年にて特集されている。各研究の位置づけはそちらを参照。

算史と関連して測量術史に関する記載が挙げられる。これらの先行研究の進展に伴い収集された史料は、現在では東北大学や日本学士院に所蔵されている⁶。

3.2. 伝来過程の探求とそれに伴う人物研究

3.2.1. 伝来過程の探求

近世の日本において受容された測量技術がいかにかに伝来したのか、その伝来過程は現在に至るまで解明されていない。よって、測量術の伝来過程の探求が、これまでの近世日本測量術史研究において大きな比重を占めてきた。

ここでまず、近世日本において受容された測量技術の伝来過程にどのような議論があるのかを整理する。

近世日本において普及した測量術は、一般に「阿蘭陀(オランダ)流」や「紅毛(こうもう)流」の測量術と呼ばれる。これは樋口権右衛門なる人物が「オランダ人カスバル」に測量術を学んだものが始まりとされている故である。このカスバルは実在したオランダ商館付き外科医カスバル・シャンベルゲルではないかと考えられてきたが、彼は測量術と関りがなかった。このカスバルの他に、来日以前に台湾の測量を行ったことが知られるカスバル・シュマルカルデンが「オランダ人カスバル」ではないかとの議論もあったが、彼の日本滞在期間はごくわずかであったため、測量術を伝えたとは考えられていない。また上記の二人のカスバルはオランダ人ではなく、東インド会社に雇われたドイツ人であったことから、依然として阿蘭陀流測量術を日本へ伝えたこととされる「オランダ人カスバル」の正体は不明のままである⁷。

この他に江戸時代前期に日本人がオランダ人と接触した事例として、北条流軍学の創始者として知られ、幕府大目付を勤めた北条安房守氏長(1609-70年)が挙げられる。北条氏長は1650年にオランダ商館付き砲術士官ユリアン・スハーデルより砲術の指南を受けた。その際に、砲術およびそれに関連した測量術を学んだ可能性が指摘されている⁸。

伝来過程の探求の中で特に注目された先行研究は、海老沢有道『南蛮学統の研究』(1957年)である⁹。海老沢の主張は、これらの測量術は阿蘭陀流(オランダ系)と偽装されており、その実態は南蛮流(ポルトガル系)航海術から派生した測量術であるとしている。海老沢は、その背景に南蛮流教学禁制という当時の社会情勢を挙げている。また海老沢は、樋口権右衛門の正体を、実在する長崎の天文地理学者である小林兼貞(1601-1683年)であるとしている。この主張は、小林兼貞がキリシタンの嫌疑をかけられ投獄されたこと、小林兼貞が樋口姓を名乗っていた時期があったことを根拠としている。樋口権右衛門と小林兼貞を同一人物であるとした海老沢の主張は、その後の近世日本測量術史研究の土台となっている。しかし、現時点で樋口権右衛門と小林兼貞が同一人物であると断定できる史料は見つかっていない(4.1.で述べる)。

次に、江戸時代前期の期間に着目し、それまでの主な近世日本測量術史研究を概観し、まとめたものに矢守一彦「江戸前期測量術史割記」(1984年)が挙げられる。矢守の主張は、伝来過程の探求に関して、南蛮流の影響を受けた流派があれば、「オランダ人カ

⁶ 東北大学附属図書館所蔵史料の詳細は、次の目録を参照。東北大学附属図書館編『東北大学所蔵和漢書古典分類目録』琳琅閣書店、1976。日本学士院所蔵史料の詳細は、次の目録を参照。日本学士院編『日本学士院所蔵和算資料目録』岩波書店、2002年。

⁷ 「オランダ人カスバル」に関しては、佐藤賢一「広域測量と測量術の諸流派」『絵図学入門』東京大学出版会、2011年、142-147頁。

⁸ 北条氏長が学んだ砲術の詳細は、有馬成甫『北条氏長とその兵学』明隣堂書店、1936年。

⁹ 1978年に創文社より増補版が出版されているので、詳細に関してはそちらを参照。

スバル」から測量術を学んだ流派もあり、またユリアンから砲術の指南を受けた北条氏長の流派もあり、単一の起源に帰するものではないという態度でのぞんでいる。よって江戸時代前期（主に享保期）に存在した測量術の諸流派の技術的な側面に着目し、各流派の特徴や差異を洗い出すことによって整理を行っている。

さらに、矢守の成果を補強するものとして木全敬蔵「江戸初期の紅毛流測量術」（1998年）が挙げられる。木全は、江戸時代初期に普及した測量術には、中国起源の中国流測量術、オランダ起源の紅毛流測量術、ポルトガル起源の南蛮流測量術が混在していると指摘した。木全は、江戸時代初期の諸流派を、平板上に縮図を作製することで測量を行うグループと、目的までの方位と距離を測定するグループに分類・整理している¹⁰。

3.2.2. 伝来過程の探求に伴う人物研究

ここでは、江戸時代に普及した測量術の流派の一つである清水流の測量術と関連した人物研究を紹介する。

清水流の測量術とは、樋口権右衛門がオランダ人カスバルから伝授されたと伝えられる。清水流に関する諸史料では、樋口権右衛門から伝授を受けた者の系統として金沢刑部左衛門—金沢清左衛門—金沢勘右衛門が続く。金沢勘右衛門に関しては、1680年代に弘前藩で測量の実務に従事した記録が残っている。さらに金沢勘右衛門と共に津軽領内の測量に従事し、金沢勘右衛門から測量術の伝授を受けたとされる人物に、清水太右衛門貞徳（1645?–1717年）がいる。清水流の測量術は、この清水貞徳によって整備され、阿蘭陀流町見術の最大流派となった。「清水流規矩術」と呼ばれ、規はコンパス、矩は定規を意味している。清水貞徳は弘前藩を辞した後、1690年代に江戸に出て測量術を教授する塾を開き、その門弟は数百名に達したと伝えられる。清水貞徳が著した代表的な測量術書に『規矩元抄』や『規矩元法図解』、『図法三部集』が挙げられる¹¹。

清水流規矩術に関連する人物研究として、清水貞徳に測量術を伝授したとされる金沢勘右衛門と、清水貞徳の直弟子である河原貞頼に関する伝記的研究をそれぞれ紹介する。金沢勘右衛門の伝記的研究として、羽賀与七郎「測量家金沢勘右衛門 上・下」（1958年）が挙げられる。羽賀は、『弘前藩日記』をもと、弘前藩に仕えた金沢勘右衛門と清水貞徳の動静をまとめている。金沢勘右衛門は、貞享3年から4年（1686–87年）にかけて、清水貞徳と共に津軽領内の測量に従事していたことが指摘されている。また、金沢勘右衛門を軸として、清水貞徳の動静についても、清水が弘前藩を辞するまで整理されている。次に、清水貞徳の直弟子にあたる河原貞頼（1664–1743年）の伝記的研究として、原嘉藤「松本藩河原貞頼の規矩術」（1970年）が挙げられる。原は、信州上田藩の和算家竹内武信（1784–1853年）の伝書や、松本戸田家に伝来する史料をもとに河原貞頼の経歴を整理している。また河原貞頼の著した測量術書の内容について紹介し、松本藩の兵学への影響を指摘している。

¹⁰ 前者は現在の「平板測量」に相当し、後者は現在の「トラバース測量」に相当する測量技術である。

¹¹ 清水流規矩術に関しては、佐藤賢一『近世日本数学史—関孝和の実像を求めて』東京大学出版会、2005年、196–198頁。本稿で提示した測量術書は、東北大学附属図書館「東北大学デジタルコレクション」においてWeb公開されている。

https://www.i-repository.net/il/meta_pub/G0000398tuldc

東北大学附属図書館所蔵『規矩元抄』（林文庫 2565）は下巻のみであるが、小寺裕氏のWebページ「和算の館」内の和算書アーカイブにて上下巻ともに閲覧可能である。

<http://www.wasan.jp/archive.html>



図2 『清水貞徳規矩元法図解』に記載された「知谷之深」¹²

3.3. 絵図作製に至る社会的背景を究明する社会史的研究

近世日本の測量術は、縮図を描いて目的の長さや距離を求めるため、絵図作製との関係が深い。近代以前の国郡制を基に該当する領域を描いた国絵図の作製は、江戸幕府の主導で近世前半期に盛んに行われていた。よって、ここでは測量術と関連して、絵図作製に至る社会背景を究明した社会史的研究を紹介する。

まず測量術と国絵図作製との関係を、歴史学や地理学の分野で取り上げた先行研究として、川村博忠の一連の研究および杉本史子『領地支配の展開と近世』(1997年)が挙げられる。川村は、幕府による5度の国絵図調進事業に着目し、幕府が複数回の国絵図作製に至ったそれぞれの社会背景を明らかにした。さらに各回の国絵図および日本図の作製過程における縮尺の統一といった技術的な特徴の差異を明らかにした。次に杉本は、中央政権が地方政権を支配・領有する当時の統治機構において、国絵図が果たした役割や政治上の意義を論じている。

¹² 東北大学附属図書館所蔵(林文庫2570)。現在の平板測量に相当する技術を用いて谷の深さを測量している。

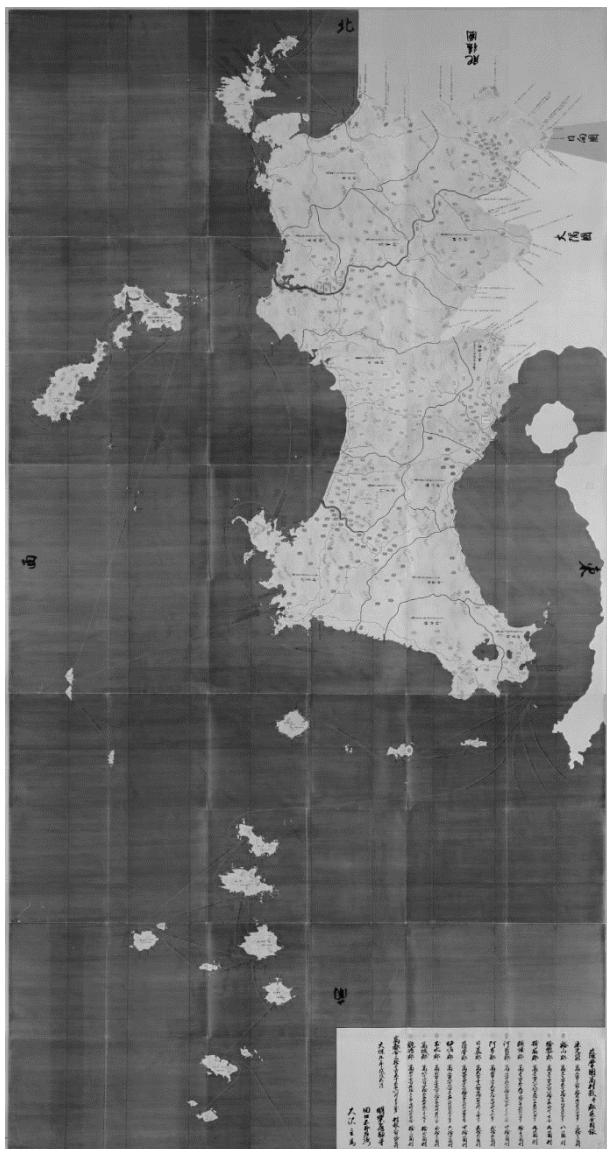
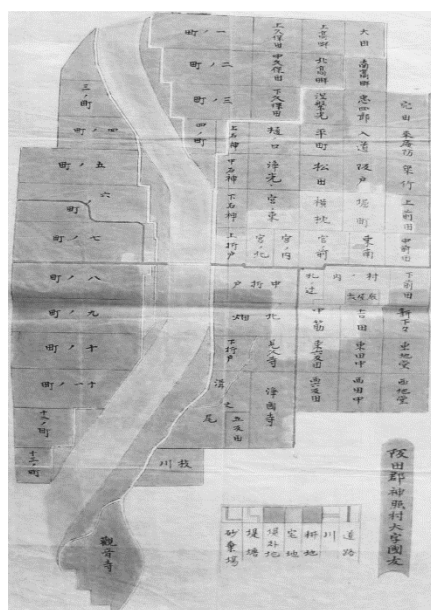


図 3 天保国絵図薩摩国¹³

一方，地方政権が検地に伴い支配領域を描いた村絵図に関する先行研究として，鳴海邦匡『近世日本の地図と測量—村と「廻り検地」』（2007年）が挙げられる。鳴海は，17-19世紀にかけて全国的に行われた廻り検地に着目し，地方文書や村絵図を分析することで，廻り検地の持つ農村経営上の意義や廻り検地の技術内容を明らかにした。

次に，幕府の国絵図調進事業に和算家が動員されたことを明らかにした先行研究として，佐藤賢一『近世日本数学史—関孝和の実像を求めて』（2005年）が挙げられる。佐藤は，幕府の国絵図調進事業に和算家や測量家が動員されていた事例を十数例紹介し，近世前半期に全国規模で行われた国絵図調進事業が，和算や測量術の知識の普及に大きな影響を及ぼしたとしている。

¹³ 内閣文庫所蔵（特 083—001）。「国立公文書館デジタルアーカイブ」で閲覧できる。
<https://www.digital.archives.go.jp/>

図4 国友村村絵図¹⁴

3.4. 測量術に用いられた技術内容を究明する技術史的研究

近世日本における測量術の技術内容を扱った先行研究として、松崎利雄『江戸時代の測量術』(1979年)が挙げられる。松崎は、当時の測量技法を「距離を測る」、「高さを測る」、「面積を測る」、「体積を測る」、「角度を測る」、「位置を知る」と目的別に分類し、各測量技法を網羅的に紹介している。実際の測量に用いられた技術の原理を解説し、また測量道具に関しても測量の場面に応じた解説を行っている。

次に、近世日本の測量技術のオランダからの技術移転に着目した先行研究として、佐藤賢一、“Surveying in Seventeenth-Century Japan: Technology Transfer from the Netherlands to Japan”(2013年)が挙げられる。佐藤は、日本とオランダの間に生じた技術交流に着目し、鎖国以前のスペイン・ポルトガル・漢籍からの技術移転以外にも、オランダからの伝来ルートがあったことを指摘している。近世の日本で受容された測量道具とオランダのものを比較することで、オランダからの技術移転の可能性を論じている。

4. 近年の研究動向と今後の展望

4.1. 近年の研究動向

ここでは、近世日本測量術史に関する近年の研究動向についてまとめる。

まず伝来過程の探求とそれに伴う人物研究として、平岡隆二「小林謙貞伝—長崎の史料を中心に」(2018年)を紹介する。平岡は、長崎の天文地理学者で航海術にも精通していた小林兼貞に関して、長崎で成立した『長崎先民伝』に加え、寺院過去帳や町絵図といった史料に着目し、小林兼貞を取り巻く人間関係の検証を行っている。清水流規矩術の始祖とされる樋口権右衛門の名を小林兼貞が名乗っていた史料は見出されず、今後の史料の発掘と、小林兼貞側のみならず樋口権右衛門側からの考証が必要と結論している。

次に、清水流規矩術の測量術書に着目した書誌学的研究として、鈴木一義・田辺義一の一連の研究(2011年)を紹介する。「清水太右衛門貞徳の元禄四年印可巻及び元禄六

¹⁴ 電気通信大学佐藤賢一研究室所蔵。現在の滋賀県長浜市国友町付近を描いた村絵図。1870年代に作製されている。

近世日本測量術史研究の動向（小山 桂佑）

年印可巻の発見と彼が書き残した測量術の内容について」では、著者らが入手した二つの新出史料『元禄四年印可巻』、『元禄六年印可巻』が清水貞徳の自筆であるかについて考証し、自筆と断定している。さらに「清水太右衛門貞徳の直弟子時代の清水流測量術について」および「測量道具からみ清水太右衛門の測量術の形成過程について」では、上記の二つの新出史料の記載内容を、清水貞徳によって著された測量術書類と比較することで、清水流規矩術の形成過程を議論し、また清水貞徳から直弟子への伝授過程について考察を加えている。

4.2. 今後の展望

ここまで近世日本測量術史研究に関する先行研究を、その研究史を交えつつ概観してきた。最後に、近年の研究動向を踏まえた上で、筆者の私見を交え、今後の近世日本測量術史研究の展望を述べる。

近世日本測量術史研究は、和算史研究に伴い、その史料が収集されることにより進展してきたと言える。その研究の主眼は、近世の日本において受容された測量技術がいかに伝来したのか、その伝来過程の探求が大きな比重を占めてきた。伝来過程の探求に伴い、これまで清水流規矩術を整備した清水貞徳や、その直弟子によって著された比較的初期の測量術書が研究対象とされてきた。しかし、その後日本全国に普及した写本群に着目した研究はない。よって、近世期の測量術の担い手や系譜といった全体像を明らかにするためには、今後この写本群に着目した書誌学的分析および考証が必要であろう。

また、伝来過程の探求に伴う人物研究において、本稿では金沢勘右衛門および河原貞頼に関する先行研究を紹介した。しかし、近世日本の測量術の最大流派である清水流規矩術を整備した清水貞徳についての人物研究は欠けている。清水貞徳の伝記に関する史料が不足していることが原因と言えるが、今後の史料のさらなる発掘はもとより、清水貞徳が著した測量術書の再検証や彼の数学能力に関しての考証が必要であろう。

5. おわりに

本稿は、近世日本において受容された科学技術の一例である測量技術に関して、近世日本測量術史研究の動向を提示することを目的に、その先行研究を概観した。また、近世日本測量術史に関する先行研究を、伝来過程の探求とそれに伴う人物研究、絵図作製に至る社会的背景を究明する社会史的研究、測量術に用いられた技術内容を究明する技術史的研究の3つのグループに分類し紹介した。個々の先行研究の詳細に関しては、本稿の付録として、近世日本測量術史に関する代表的な先行研究一覧を添付する。

近世日本測量術史研究は今後、さらなる関連史料の発掘と、現存史料の再考証による人物研究、さらに測量術書の写本群に着目した書誌学的分析および考証による近世日本の測量術の全体像の解明が期待される。

付録：近世日本測量術史に関する代表的な先行研究一覧

- [1] 海老沢有道『南蛮学統の研究増補版』創文社, 1978年.
- [2] 川村博忠『江戸幕府撰国絵図の研究』古今書院, 1984年.
- [3] 川村博忠『国絵図』吉川弘文館, 1990年.
- [4] 川村博忠『近世絵図と測量術』古今書院, 1992年.
- [5] 木全敬蔵「江戸初期の紅毛流測量術」『地図』36(4), 1998年, 15-33頁.
- [6] 佐藤賢一『近世日本数学史—関孝和の実像を求めて』東京大学出版会, 2005年.
- [7] Kenichi SATO, “Surveying in Seventeenth-Century Japan: Technology Transfer from the Netherlands to Japan,” *Historia Scientiarum* 23(2013): 92-112.
- [8] 杉本史子『領地支配の展開と近世』山川出版社, 1997年.
- [9] 鈴木一義・田辺義一「江戸初期の方位及び角度の概念から見た測量術の形成についての一考察」『国立科学博物館研究報告(理工学E)』32, 2009年, 41-49頁.
- [10] 鈴木一義・田辺義一「清水太右衛門貞徳の元禄四年印可巻及び元禄六年印可巻の発見と彼が書き残した測量術の内容について」『国立科学博物館研究報告(理工学E)』34, 2011年, 1-15頁.
- [11] 鈴木一義・田辺義一「清水太右衛門貞徳の直弟子時代の清水流測量術について」『国立科学博物館研究報告(理工学E)』34, 2011年, 17-33頁.
- [12] 鈴木一義・田辺義一「測量道具からみ清水太右衛門の測量術の形成過程について」『国立科学博物館研究報告(理工学E)』34, 2011年, 35-50頁.
- [13] 鈴木一義・田辺義一「技術的内容からみた江戸初期清水流測量術形成について」『国立科学博物館研究報告(理工学E)』34, 2011年, 51-60頁.
- [14] 鳴海邦匡『近世日本の地図と測量—村と「廻り検地」』九州大学出版会, 2007年.
- [15] 羽賀与七郎「測量家金沢勘右衛門(上)」『日本歴史』118, 1958年, 75-84頁.
- [16] 羽賀与七郎「測量家金沢勘右衛門(下)」『日本歴史』120, 1958年, 58-64頁.
- [17] 原嘉藤「松本藩河原貞頼の規矩術」『信濃. 第三次』22(5), 1970年, 45-54頁.
- [18] 平岡隆二「小林謙貞伝—長崎の史料を中心に」『長崎学』2, 2018年, 19-33頁.
- [19] 松崎利雄『江戸時代の測量術』総合科学出版, 1979年.
- [20] 矢守一彦「江戸前期測量術史割記」『日本学報』3, 1984年, 1-35頁.

投稿規定

1. 本学で研究・教育に携わる者は投稿することができる。その他、編集委員会が必要あるいは適切と判断した場合も本誌に投稿することができる。
 2. 投稿の種類は、論文、寄書・資料紹介、研究ノート、修士・博士論文梗概等とする。
 3. 原稿の掲載の可否は編集委員会が決定する。論文は、審査を行う。
 4. 原稿の分量は、注や図表も含めて割付後のページ数を原則として次の通りとする。
論文：本文 20 ページ以内、および欧文要旨 1 ページ以内。
研究ノート：本文 15 ページ以内、および欧文要旨 1 ページ以内。
博士論文梗概：本文 10 ページ以内、および欧文要旨 1 ページ以内。
修士論文梗概：本文 5 ページ以内、および欧文要旨 1 ページ以内。
 5. 原稿（紙媒体）は 1 部提出し、著者は手元にオリジナルを必ず保管する。また、原稿の電子ファイルを電子メール等で提出する。提出された原稿は返却しない。電子ファイルの提出先は編集委員会に問い合わせる。
 6. 原稿は下記宛に送付する。
〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学 環境・社会理工学院 社会・人間科学系
科学技術社会分野 『技術文化論叢』編集委員会
 7. 掲載された文書の著者には掲載号を 3 部贈呈する。
 8. 発行後に訂正を要する事項が生じた場合には、すみやかに文書で編集委員会に申し出る。
 9. 本誌に掲載された文書の著作権は『技術文化論叢』編集委員会に帰属する。他に転載しようとする場合には、あらかじめ編集委員会に申し出て許可を受けなければならない。
 10. 本誌に掲載された文書は、一定期間を経た後、技術構造分析講座のホームページにおいて公開される。
 11. 原稿の作成は次のようにおこなう。
 - (1) 原稿は、原則としてワードプロセッサを用いて作成する。使用するソフトウェアは、一般に広く普及しているものが望ましい。
 - (2) 用紙は A4 サイズのものを横書きで使用し、1 ページあたり日本語で 35 字×40 行を目安とする。左右 3cm、上下 3.5cm の余白をあける。
 - (3) 原稿の冒頭に和文表題・著者名を入れる。また、著者の所属機関名など連絡先を脚注に記す。
 - (4) 原稿には、欧文表題とローマ字による著者名を付記する。
 - (5) 読点はコンマ(,)、終止点はピリオド(.)を用いる。
 - (6) 文中の引用文は「」の中に入れる。長い引用文は本文より 2 字下げて記入し、上下に一行ずつ空白行を入れる。
 - (7) 図表には表題をつけ挿入個所を指定する。説明文は挿入個所に書き入れる。図表は白黒のみとし、そのまま写真製版できるような鮮明なものを使用する。カラーの図表は受けつけない。
 - (8) 引用文献の記載においては、出典を確認できるよう十分な書誌データを記す。書き方は以下の例に準じる。
- <書籍>
- ・ロバート・オッペンハイマー（美作太郎、矢島敬二訳）『原子力は誰のものか』中央公論新社、2002 年、17 頁。
 - ・Mark Walker, *Nazi Science: Myth, Truth, and the German Atomic Bomb* (Cambridge: Perseus Publishing, 1995), 269–271.
- <論文>
- ・David Holloway, “Physics, The State, and Civil Society in the Soviet Union,” *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 30 (1999): 173–192.
 - ・スタンリー・ゴールドバーグ（春名幹男訳）「グローブス将軍と原爆投下」『世界』第 611 号、1995 年、173–191 頁。

この投稿規定は 2019 年 1 月 5 日から適用する。

『技術文化論叢』要綱

1. 発行趣旨

今日の科学・技術の発展はきわめて急速であり、社会における科学・技術のあり方や先端技術の方向性如何が環境問題や人間性にかかわるものとして論議をよんでいる。他方、技術開発をめぐる国際的競争はますます激化しており、ここでも先進国間、南北間での技術移転や国際協力問題は国際的な課題となっている。東京工業大学大学院社会理工学研究科は「科学技術と人間社会のインターフェイスに位置する文化や科学技術を対象とする学問領域を切り開くために」設置された。

『技術文化論叢』は、こうした状況の下で、科学や技術の本質、それらの発展の仕方や社会的関係などを歴史的に、哲学的・方法論的、あるいはひろく社会科学的に論議する研究誌として公刊するものである。

その後、2016年に新たに環境・社会理工学院 社会・人間科学系 科学技術社会分野（以下、科学技術社会分野）が設置され、これを引き継いだ。

2. 発行主体

当分の間、科学技術社会分野と、旧組織である東京工業大学大学院 社会理工学研究科 経営工学専攻 技術構造分析講座が併存するため、両組織で発行の運営を行う。

3. 編集組織

科学技術社会分野と技術構造分析講座を中心として編集委員会を構成するが、適宜必要に応じて東京工業大学内の構成員が加わることも妨げない。編集委員は、1年任期とする。再任を妨げない。

4. 発行回数

原則として年1回とする。

次号(第23号)の論文と研究ノート提出締め切りは、2020年1月10日(金)とする。

『技術文化論叢』第22号(2019年)

2019年4月30日発行

編集：技術文化論叢編集委員会

編集委員長：ヤクブ・ベクタス (Yakup Bektas)

編集委員：栗原岳史、文恒、多久和理実、河野洋人、小山桂佑

発行：東京工業大学 環境・社会理工学院 社会・人間科学系

科学技術社会分野

〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1

URL：<http://www.shs.ens.titech.ac.jp/~sts/index.html>

Tel: 03-5734-3610 / Fax: 03-5734-2844

印刷：国際文献社

Table of Contents

< Article >

- The Formation of the Technical College of the Imperial University from Tokyo University and Kobu-Dai-Gakko, and its Promoters
TSUNEKAWA, Seiji 1

< Research Notes >

- Improving Students' Ability to Conduct Research while Reducing Teachers' Burden:
A Report on Problem-Based Learning for History of Science at a Japanese University
WADA, Masanori21
- Various Notations of Sounds in Newton's Musical Manuscripts
KUDO, Riki37
- Nitobe Inazō's *Bushido* and the Modernization of Japan
BEKTAS, Yakup51

< Documents with Commentaries >

- Manuscripts of Mituo Taketani Written while under Police Interrogation from 1938 to 1939
YAMAKI, Toshinori.....59
- The "Ryogo Kubo Archive"
KONO, Hiroto and KITAHARA, Kazuo.....74

< Summaries of New Dissertations (TITech) >

- Ryogo Kubo and his Researches in 1941–44
KONO, Hiroto.....93
- A Comparative Study of Semiconductor Industries in China and Japan
LEI, Xiang.....99
- History of the Japanese Radio Astronomy Research:
Focusing on the Construction of the Nobeyama Radio Observatory
CHIBA, Kurazo.....103
- A Comparison of New Energy Vehicle Policies in Japan and China
CONG, Xinyi.....108
- A Comparative Study of Food Safety Risk Management in China and Japan:
Lessons from the Sanlu Melamine Incident and the Morinaga Arsenic Incident
SUN, Ruqiong 113

< Literature Review >

- Trends in the Study of Surveying in Early Modern Japan
KOYAMA, Keisuke 119

TITech Studies in Science, Technology and Culture

No. 22 (2019)

Tokyo Institute of Technology