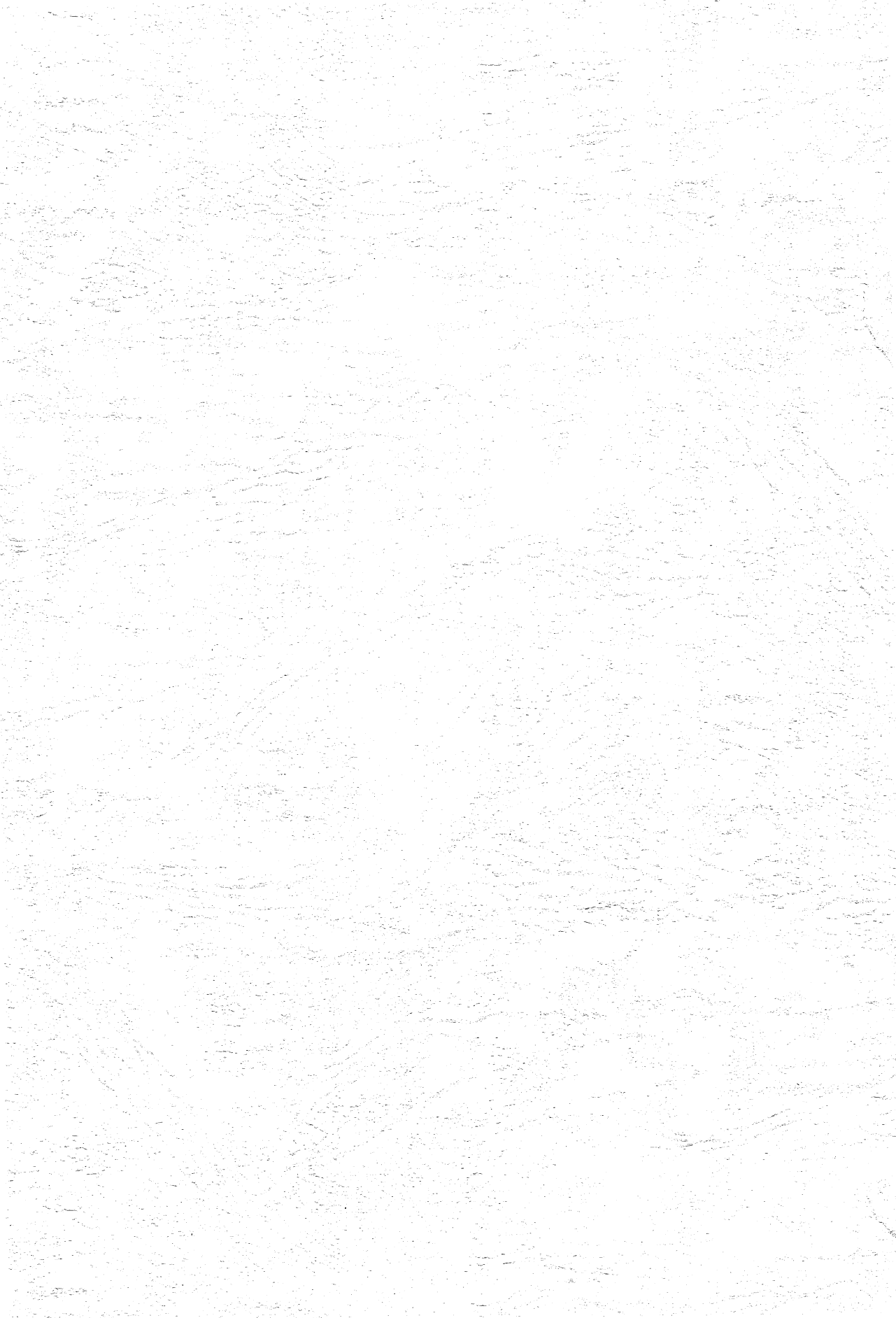


技術文化論叢

No. 2

東京工業大学技術構造分析講座



目次

<論文>

- 梶 雅範 メンデレーエフの息子と明治日本 1
- 楊 艦 中国近代工業技術人材の養成と東京高等工業学校11
- 梁 波 中国における技術論の研究.....22
- 深井 佑造 旧海軍委託「F研究」における臨界計算法の開発.....27

<資料紹介>

- 山崎 正勝 第二次大戦期における日本の核研究資料(1)
- 深井 佑造 陸軍東京第二造兵廠に対する仁科芳雄の報告記録：
1943年7月から1944年11月.....45

『技術文化論叢』への投稿方法

(1) 原稿分量

論文の分量は、邦文の場合は概ね400字×40枚程度とする。欧文の場合も、ほぼ邦文の印刷分量に準ずるものとする。

(2) 提出形態

1. ハードコピー及びファイルを 1.44MB もしくは 720KB 3.5インチフロッピーに収めたものを各1提出する。
2. 使用するワープロソフトまたは DTP ソフトは、LaTeX が望ましい。他のソフトを用いる場合は、テキスト形式のファイルとする。
3. LaTeX 以外のソフトを用いた場合は、特殊記号、文字を、ハードコピー上で朱書きで指示すること。引用文献と注は、テキストファイル上に全角数字で番号を付け位置を指定し、その内容を別ファイルとしてまとめておく。
4. 図表については、ハードコピーに挿入位置を朱書きで指定し、執筆者が作成した版下を添付する。

(3) 原稿提出方法

原稿提出は、投稿者の所属を記して技術構造分析講座『技術文化論叢』編集委員会宛に提出する。

(4) 原稿提出期限

『技術文化論叢』第3号の原稿提出期限は1999年10月31日で、発行は11月30日とする。

メンデレーエフの息子と明治日本

梶 雅範[†]

1. はじめに—化学者メンデレーエフの息子ヴラジーミル

化学元素の周期律発見者として有名なロシアの化学者ドゥミートリー・イヴァノヴィチ・メンデレーエフ（1834-1907）は二回結婚している。最初の結婚で一男・二女が生まれ、離婚後の二回目の結婚では二男・二女が生まれた。

最初の最初の結婚相手は、メンデレーエフと同じ西シベリアのトボリスク（Тобольск）生まれで、フェオーズヴァ・ニキーチチナ・レチショーフ（Феозва Никитична Лещева, 1828-1905）といい、メンデレーエフより6歳年上であった。結婚してから一年後、1863年3月に最初の女の子が生まれ、マリーヤ（Мария）と名付けられたが、生後6カ月に達しないうちに亡くなった。成人したのは、65年1月2日¹に生まれた長男ヴラジーミル（Владимир）と68年3月16日に生まれた次女のオリガ（Ольга）の二人であった。

ヴラジーミルは海軍兵学校（Морское училище）を卒業して、海軍に勤めた。1898年に33歳で海軍を退役して陸に上がり、大蔵省付属の商船学校の視学官として勤務することになった。しかし、その年の暮れ、インフルエンザにかかり、もともと胸が弱かったヴラジーミルは、床にふせて間もなく肺炎になり急死した。12月19日のことである。

無理もないことだが、メンデレーエフの嘆きは大きかった。息子が準備していた『ケルチ海峡のダムによってアゾフ海の水位を上げる計画』²の稿をまとめ、序文を書いて翌年出版した。序文の日付は、息子の死の一週間後の12月23日になっており、早急に息子の遺稿をまとめたメンデレーエフの心情が察せられる。

ヴラジーミルは、死の2年前、1896年1月14日に画家キリール・レーモフ（Кирилл Лемох）の娘、ヴァルヴァーラ（Варвара）と結婚している。二人の間には、ドゥミートリイ（Дмитрий）というメンデレーエフと同じ名前の息子がいたが、夭折したという。

これだけなら、単にメンデレーエフには若くして死んだ一人の息子がいたというだけの話であろうが、メンデレーエフは、この息子ヴラジーミルを通してその私生活的の場面で日本とつながりを持つことになったのである。

2. ロシア帝国皇太子ニコライの日本訪問とヴラジーミル・メンデレーエフ

ロシア帝国の最後の皇帝ニコライ二世は、皇太子時代に一度日本を訪問している。1891年（明治

[†] 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

¹ 日付はいわゆる露暦による。露暦はユリウス暦であり、現在、日本を含め世界的にもっとも通用しているグレゴリオ暦に直すには、19世紀においては、12日を足す。

² Проект поднятия уровня Азовского моря запрудой Керченского пролива. アゾフ海は黒海東北部の湾入でケルチ海峡を介して黒海と通じている。メンデレーエフは、その自伝的な覚え書に、「私は、せめてこれによって、愛しいわがヴォロージャ [ヴラジーミルの愛称] の記念を長く残したいと思った」とこの書について書いている [Архив Д. И. Менделеева: Автобиографические материалы, Л. изд-во ЛГУ, 1951, Т.1, с.105]。

24年)4月末(新暦)のことで、訪日したニコライ皇太子に対して警備の日本人警官津田三蔵が切りつけて、皇太子が負傷するという有名な大津事件が起きたのはまさにこのときである。

メンデレーエフの息子のヴラジーミルは、この皇太子が、地中海、スエズ、インド、シンガポール、インドネシア、ベトナム、香港、そして日本(長崎、鹿児島、神戸、京都、大津)とアジア諸国の訪問旅行のために乗艦したロシア戦艦「アゾフ記念(Память Азова)」号³の乗り組み士官、ヴラジーミル・メンデレーエフ海軍少尉(мичман)⁴として、ニコライとともに訪日しているのである。

妹オリガの回想録によれば、将来を誓った女性に去られ傷心のヴラジーミルを心配したメンデレーエフは、息子が立ち直るために、つてを使って息子をニコライ皇太子の東洋訪問の一行に加えてもらえるように運動したという。そのおかげで、ヴラジーミルは、皇太子の乗船する旗艦アゾフ記念号の乗り組み士官になることができたのである⁵。

メンデレーエフ博物館には、ヴラジーミルが写ったこのときのものと思われる写真が何枚か保存されている。写真1は、アゾフ記念号の乗組員の集合写真である。前から二列目中央(▲)がニコライ皇太子であり、前列右はじ(△)にヴラジーミルが写っている。

写真2は、この日本訪問時に撮ったものと思われ、右中央の▲の位置にヴラジーミルが写っている。写真で見ると、彼はロシア人としては小柄であったことがわかる。

さて、大津事件が起こったのは5月11日(新暦)のことであるが、当時の日本側の記録には、5月14日、事件の起こった場所を撮影したいとの要望がロシア側から出され、翌15日午後にロシア側から二人の海軍士官と水兵二人が、日本側の宮内省外事課の通訳とともに事件現場に来たという記述がある⁶。その士官の一人の名前が「海軍大尉 メンデレーフ」となっているのである。ある本によれば、ヴラジーミルは、写真にこっぴどいて、プロはだしの腕前だったとされており⁷、彼が海軍当局に提出した「海軍での軍務のための写真術の利用について」という報告書も残っている⁸から、一行に加わっていたヴラジーミルにこうした仕事が回ってきても不思議はない。

このときヴラジーミルがとった写真はどこに行ったかわからないが、このロシア側の撮影の様子を撮した地元大津の写真家による写真が残っている⁹。写真には「Photographer Y. Tsukuda Otsu, Omi Japan」という印がついている。この写真を絵図に直して掲載した『露国皇太子御遭難之始末』(近江新報社「近江新報」404号付録)では「御遭難後即ち十五日露国士官が神戸より来津し遭難の

³ 17世紀末に、ロシアは、当時トルコ領だったドン河の河口のアゾフ要塞の攻略に成功して、ロシアの黒海進出の第一歩を記した。ロシア海軍はこの要塞攻略のために創設されたもので、戦艦の名称はそうした歴史事実になむ。アゾフ記念号は、1888年に進水し、90年に就航したばかりの新しい戦艦だった。

⁴ この来日のすぐ後、8月30日づけで海軍大尉(лейтенант)に昇進した。ロシア海軍には海軍中尉に当たる尉官はない。

⁵ О. Д. Трирогова-Менделеева, Менделеев и его семья [メンデレーエフとその家族], изд-во АН СССР, 1947, с. 75.

⁶ 法務省刑事局、『思想研究資料』特輯第65号「大津事件に就て」(昭和14年度思想特別研究員[東京控訴院]判事 安齋保報告書)、550-551頁、法務省法務図書館蔵。これは思想統制資料のために部内資料として作成されたもので、安齋判事もとくに2ヶ月、資料作成に専念するように命じられて関係資料を集めた。1000頁を越える大部の資料集で、大津事件に関する基本資料といえる。この資料の存在は、作家吉村昭氏に氏の小説『ニコライ遭難』に関する問い合わせの手紙を送った際に、その丁寧な返書のなかで御教示いただいた。同氏に感謝します。

なお、同じ大津事件を扱った戦前のもので尾佐竹猛の著『明治秘史 疑獄難獄』(1929年、一元社)所載の「露国皇太子大津遭難 湖南事件(明治24年)」が有名であるが、その中では、「露海軍大尉ソンドレイフ」として出てくる(尾佐竹猛著、三谷太郎『大津事件』、岩波文庫、岩波書店、1991年、117頁)。この「ソンドレイフ」は明らかに「メンデレイフ」の誤りである。

⁷ Р. Б. Добротин, Н. Г. Карпило, Л. С. Керова, Д. Н. Трифонон, *Летопись жизни и деятельности Д. И. Менделеева* [メンデレーエフ生涯・業績年譜], Л., Наука, 1984, с. 511.

⁸ ロシア国立海軍文書館(РГАВМФ) ф.417, оп.1, д.5531, л.2-20.

⁹ この写真は、大津市歴史博物館に永井家蔵史料の一部として依託保管されている。

現場を撮影せる所を更に当地写真師が写したるもの」と説明されている¹⁰。写真中央に写っている「露士官」がヴラジーミルである可能性が高い。



写真1

▲ニコライ皇太子（第二列中央）△ヴラジーミル



写真2

▲ヴラジーミル

3. ヴラジーミル・メンデレーエフの日本人妻の手紙

ところで、この航海でヴラジーミルは、長崎の日本人女性と知り合い、子供をもうけたという説がある。みづから船乗り出身で海洋小説を多く書いているロシアの作家グザーノフの説である¹¹。ニコライ一行は、1891年4月27日（新暦）に長崎に入港し、5月5日まで滞在した。この年、新暦5月3日はロシア正教の復活祭に当たり、復活祭までの一週間は正式行事は行わないため、正式の上陸は5月

¹⁰ 写真と絵図は前掲注6の法務省刑事局「大津事件に就て」、157-158頁にも転載されている。

¹¹ В. Г. Гузанов, "Японская внучка Д. Менделеева [メンデレーエフの日本の孫娘] ," *Шпион*, 3(5), 89-94(1994).

4日であった。5月5日の夕刻、ニコライとともにヴラジーミルも乗せた旗艦アゾフ記念号は、長崎を出港し、次の訪問地、鹿児島に向かった。このわずかの上陸の間に知り合い契りを結んだ女性が妊娠したというのである。この説には、以下に見るように少し無理がある。

ヴラジーミルが日本でもうけたという子供については、これまで日本でロシアでもほとんど注目されたことはなかったが¹²、1947年に出版された回想録のなかで、ヴラジーミルの妹オリガが触れている。それは、オリガの回想録『メンデレーエフとその家族』の中の次のような一節である。

「日本への最初の航海の後、彼〔ヴラジーミル〕が不在のうちに、かの地で日本人妻に彼の娘が生まれた。彼は、外国人船員の例にならって、その女性と港に滞在している期間だけの結婚契約を結んでいた。ヴォロージャ〔ヴラジーミルの愛称〕が、その子供をどのように思っていたかは、私にはわからない。しかし、私の父〔すなわち化学者メンデレーエフ〕は、その日本人の母親に、子供の養育費として、毎月一定の金額を送っていた。その娘と母親は、その後、東京の地震の折、亡くなった。それは、すでにヴォロージャの死後のことだ」¹³

オリガの回想を裏付けるような文書がペテルブルグ国立大学付属メンデレーエフ博物館文書館（Музей-архив Д. И. Менделеева при С.-Петербургском государственном университете 以下では博物館と呼ぶ）にはある。オリガのいう「日本人妻」の手紙である。手紙は長崎からロシアのペテルブルグに宛てられたもので、ロシア語で書かれている。手紙は、「日本人妻」が日本語で書いたかしゃべったことを、「A. シガ」という人物がロシア語に訳したものである。博物館の学芸員が手書きからタイプにおこしたのものには、より自然なロシア語の表現を注記している部分があることからわかるように、ロシア人の書いたロシア語ではないから、シガはおそらく日本人だと思われるが、この人物についてはあとで検討する。

博物館にあるのは、二通で、一通目はヴラジーミル宛、二通目は、メンデレーエフ宛である。つぎに、それらの訳文を掲げる。ともに、すでに博物館の学芸員が解読し、タイプでおこしている。ここでは、そのタイプ文から訳出した。

第一通目は、ヴラジーミル宛のもので、1893年4月6/18日と露暦と新暦、両方の日付が入っている。本文中でも、日付は二つの暦で書かれている。

長崎

親愛なるわたしのヴォロージャ

一日千秋の思いでおまえ様の手紙を待っていました。やっと手紙を受け取ったときには、有頂天になって手紙に飛びつかんがばかりでした。丁度折良く、シガ様が私のうちにおいでになり、おまえ様の手紙をわたしに事細かに読んで聞かせてくれました。おまえ様が元気だと知って安心いたしました。

わたしは、1月16/28日午後10時に女の子を産みました。神様のおかげで、子供は健康です。わたしは、富士山にあやかっておフジ【お富士?】と名付けました。子供が生まれたのを聞いて、翌日、「ヴィーチャシ（Витязь）」号からルトーニン（Лутонин¹⁴）さんがベンゴロ【弁五郎?、後述のロティの「お菊さん」に出てくる通訳兼ポン引きのカングルウ（勘五郎）のような人物か（?）】と、ペトロフさんがエベルガルドさんやおトクさん【お徳さん?】と、「ポーブル（Бобр）」号の艦長（O. A. エンクヴィスト（Энквист））がおマツ【お松?】とそれぞれ連れだっで、わたしを見舞ってくれま

¹² この問題に関して発表されたものは前掲注11で触れたグザーノフのものが、管見ではロシアで最初のものだと思う。日本で発表されたものの中にはこのことに言及した文献はない。ただ、筆者がペテルブルグ国立大学付属メンデレーエフ博物館でメンデレーエフ関係のファイルを見ていたときに、日本の翻訳・ロシア研究家の金光不二夫氏が、本文に引用したオリガの回想録の一節を見て、1981年に大学（当時はレニングラード大学）に問い合わせの手紙を出しているのをファイルの中から見つけた。このときには、本文中で触れるタカの第一の手紙が、博物館にある唯一の関係史料だという回答を当時の博物館責任者は金光氏宛に送っている。この手紙からはタカの姓はわからないので、その以上の追求はできず、氏は何も発表しなかったと思われる。

¹³ 前掲注5、c.77-78.

¹⁴ タイプの解読文ではРутонинとあるが、ここでは、前掲注11のグザーノフにならって、より一般的と思われるЛутонинとした。もっとも日本語の訳文ではどちらもルトーニンになってしまうが。

した。さらに多くの知人からおフジは、祝いの品を受け取りました。可愛いわたしたちのおフジを見て、旦那衆は、おフジがおまえ様によく似ていて、まるで「瓜二つ」（〔日本語で〕「瓜を二つに割りし如し」と申しますが、これはつまりロシア語で две капли воды [水の二滴] ということです）だと口々に申しております。これでわたしはもうすっかり安心しました。というのもおまえ様のところであつた暗い噂を跡形もなく吹き払ってくれるでしょうから。

ところで、シガさんのお骨折りのおかげで、おまえ様が送った21円51銭をおコウさん〔お香さん?〕から受け取りました。どうもありがとうございました。わたしはなんと不幸せでしょう。子供を産む前の日、つまり1月15/27日にわたしのおっか様がなくなってしまったのです。おまえ様が日本を離れてから誰からもお金を受け取りませんでした。その間、おっか様は病気で寝たきりで、ついには〔死んで〕埋葬しなければならず、加えて娘が生まれました。どれもこれもお金が入り用でした。それなのにわたしにはお金を借りる当てがありません。それで、仕方なくベトロフさんに頼みました。おそらくベトロフさんにも自由になるお金はなかったのだと思います。というのも、ベトロフさんは借金して三回に渡ってわたしに10円ずつくれたからです。そのほかに、10円を娘に贈ってくれました。つまりはベトロフさんから全部で40円受け取ったこととなります。おまえ様が長崎を後にしてから自分の時計や指輪その他の品を抵当に、知人から200円以上借りました。おまえ様から一度も手紙を受け取らず、どんなに苦しんだかとても説明できません。日本では、赤ん坊が生まれると赤子のためにお祝いをするようになっていきます。赤ん坊に新しい着物を着せ、親戚や知り合いといっしょに神社にお参りし、親類縁者呼んで御馳走します。しかし、これらは皆お金がかかり、お金を持たないわたしは、今日までそうしたことができません。それゆえ、知り合いの手前恥ずかしくてなりません。おまえ様の娘ができたので、他の人のところにお嫁に行けませんし行きたくもありません。おっか様が死んだ以上はおまえ様を待つつもりです。おっか様が亡くなったので、わたしたちが住んでいる家を返さなければならず、住む家を買わなければなりません。

娘とともにおまえ様とおまえ様からの便りを待っています。できるだけ早くわたしたちの娘の写真をおまえ様に送りたいと思っていますが、まだできていません。次の手紙のときにお送りします。わたしに手紙を書くときかお金を送るときには、いつもシガさんを通して送ってください。娘とともにおまえ様の健康をお祈りします。わたしたちを忘れないようにお祈りします。なんととってもおまえ様はわたしたちの力の源ですから。

おまえ様の忠実なタカ

A. シガ訳。

長崎 1893年4月6/18日

第二の手紙は、これまで知られていなかったものである。ヴラジーミルと日本の関係についてのグザノフの文章でも、第一の手紙は引用されているが、第二の手紙については触れられていない。

この手紙は、1983年6月に元の所有者の未亡人から博物館に寄贈されたものである。未亡人の手紙によれば、亡くなった亡夫のルジョンスニツキイ氏 (B. H. Ржонский) が、第二次世界大戦前、メンデレーエフの二番目の夫人アンナ・イヴァーノヴナを手伝って、親族関係を含めた私的な文書の整理したお礼としてこの第二の手紙を贈られたという¹⁵。ただし、そのときアンナ夫人から手紙を公表しないように約束させられたという。アンナ夫人は1942年に亡くなっており、ルジョンスニツキイ氏も1983年3月5日に亡くなったので、氏の未亡人は、手紙がメンデレーエフの「生涯の一頁を明らかにすることを希望して」¹⁶、博物館に手紙を寄贈したのである。

第二の手紙は、ヴラジーミルの日本人妻の姓を明らかにしているだけでなく、タカと子供のおフジ

¹⁵ 手紙は、お礼というにはふさわしくない。むしろ、アンナ・イヴァーノヴナは、夫メンデレーエフの前妻の子の日本人妻の手紙など処分してしまいたかったのではないか。それを整理を手伝った人物が、日本人妻の遺品に心引かれて保存しておこうと「私に戴けないか」と懇願したのでその人物に渡されたのではと、このテーマについて発表した際に発表を聞いていただいた一人の参加者が推測している。手紙を受け取った人物が亡くなっている以上確かめようもないが、かなり説得力はある。藪玲子「メンデレーエフの息子と日本」…タカの手紙についての考察『湘南科学史懇話会通信』第2号、11-14頁（湘南科学史懇話会、1998年11月29日）から14頁を参照。同氏からは、筆者の発表に対して丁寧な論評を寄せていただいた。ここで感謝します。

¹⁶ 未亡人の手紙（1983年6月16日付、博物館蔵）から

の写真が同封されている貴重なものである。第二の手紙も、手書きのものだが、博物館でタイプ文におこされている。その訳文と同封された写真は以下の通りである。手紙は、ヴラジーミル宛ではなく、父親のメンデレーエフ宛である。

長崎

1894年7月18/6日 [新暦18日、露暦で6日]

拝啓 ドゥミートリイ・イヴァーノヴィチ [メンデレーエフの名前] 様

長い間ご無沙汰いたし失礼いたしました。お元気ででしょうか。わたくしどもも、大事な可愛いおフジとともに息災で暮らしております。おフジはもう歩き始めました。本状とともに二人で [写した写真] お送りします [写真3]。そのかわり、あなた様の肖像写真をお送りください。

ヴラジーミル・ドゥミートリヴッチからは11月に93年9月24日付けの巡洋艦アゾフ記念号で書かれた手紙を受け取りました¹⁷。それからもうずいぶんと時間が立ちますが、彼は何も書いて寄こしません。ヴォロージャは、しばしばおフジを訪ねてくれる彼の友人を通して一言も言ってきません。

こんなにも長い間、ヴォロージャから何の便りもなく大変心配しております。それゆえ、もしわたしの大事なヴォロージャについての知らせをせめてあなた様の御返事でいただけますなら、大変ありがたく存じます。

心よりあなた様のご健康をお祈りいたします。

敬具。

タカ ヒデシマ



写真3 タカとフジ

これらの手紙の内容を検討しよう。

まず、おフジは何年に生まれたのであろうか。第一の手紙を引用したグザーノフは、ヴラジーミルがニコライについて訪日した1891年5月に知り合い、そのとき妊娠したと考えているが、おフジの誕生を知らせる第一の手紙の日付が93年4月であることとの矛盾に気づいていない。グザーノフの説が正しいとするとおフジが生まれたのは、92年1月であろうが、子供の誕生と自分の母親の死という重要なことを一年以上も知らせなかったというのは、いかにも不自然である。第一の手紙を素直に読めば、おフジの誕生は、92年ではなく93年1月と考えられる。したがって、91年5月にタカと知り合ったとしても、少なくとも今一度、92年中にヴラジーミルは長崎を訪れているはずだ。またタカの妊娠について、ヴラジーミルの子供ではないと言う噂も出ていたことが手紙からわかる。それで生まれたおフジがヴラジーミルと「瓜二つ」と言われてタカは喜んでいるのである。93年秋にはヴラジーミルは、ふたたび、アゾフ記念号に乗り組んでフランスを訪問しているから、ヴラジーミルは同号に91年以来、乗り組んでいたと推測できる。したがって、同号の92年の航海経路がわかれば、よりはっきりする。

二番目に、第二の手紙からさらにタカの名字がヒデシマ (秀島?) であることがわかる。第二の手紙の日付は、94年7月で、その中でおフジが歩き始めたことを報告しており、一歳を過ぎれば歩き始めるのが普通だから、おフジが生まれたのやはり92年1月ではなく、93年1月だろうと考えられる。

第三に、タカはヴラジーミルの父のメンデレーエフのことを知っていてそちらに手紙を出している点が注目される。先に引用したヴラジーミルの妹オリガの回想に「私の父は、その日本人の母親に、子供の養育費として、毎月一定の金額を送っていた」とあるが、この手紙をメンデレーエフが受け取っ

¹⁷ 妹オリガの回想によれば、1893年秋にヴラジーミルは「パーミャチ・アゾーヴァ」号でフランスを訪問している。前掲注5、c. 76を参照。

て、月々の仕送りを始めていたと考えられる。メンデレーエフ自身、結婚前のドイツ留学時代に女優に熱を上げ、子供まででき、帰国後長らく送金していたから¹⁸、息子の行動にある種の理解があったのだろう。

第四に、タカの手紙を翻訳したシガとは、志賀親朋（1842-1916）のことにちがいない。彼は、長崎浦上淵村の庄屋の家に生まれ、幕末明治初期の代表的ロシア語通訳官として知られ、明治10年（1877）前後に外務省を辞めた後は、後半生は長崎で土地の名士として過ごしており¹⁹、明治24年前後にタカの手紙を翻訳したとしてもおかしくない。ただ、タカの手紙にあったA. シガというイニシャルが、「親朋」とも彼の通称「浦太郎」とも合わない。しかし、この点について日露交渉史の専門家檜山真一氏の最近の研究で、志賀親朋がロシア正教徒であってその洗礼名がアレクサンドル・アレクセーヴィチ（Александр Алексеевич）であったことを明らかにしている²⁰。したがって彼がロシア語の手紙にA. シガと署名することは自然である。

タカ親子の存在を示すのは、志賀親朋が訳した二通の手紙だけであるが、これらの手紙は日本にメンデレーエフの孫が生まれたことをはっきりと示している。

彼女たちの本籍は、長崎であったのか、また秀島姓が多いといわれる佐賀県なのだろうか。戦前は、本籍地を動かすことはまずなかったというから、戸籍から探ることが考えられるが、戸籍の第三者による調査は現在では事実上不可能である。寺の過去帳を探るという可能性もある。長崎の稲佐地区の寺の過去帳がその第一候補であるがその調査も現在のところできない。つまり現時点では、偶然に関係資料が発見されないかぎり、秀島親子側からの調査は困難である。そこでヴラジーミル側から探ることにした。ヴラジーミルを乗せて日本に来た戦艦アゾフ記念号の航路を調べてみた。

4. ヴラジーミル・メンデレーエフの海軍士官としての勤務と日本

ロシアのサンクト・ペテルブルクにあるロシア国立海軍文書館には、ヴラジーミル・メンデレーエフの海軍勤務の勤務一覧表であるいわゆる軍歴表が残っている²¹。1897年12月18日作成に作成されたもので、ヴラジーミルの退役に当たっての年金等の計算のための基礎資料として作られたものと思われる。

この表にあるヴラジーミルの海上勤務記録が参考になる。それによれば、彼は1884-89年に主としてさまざまな船で国内の航海の勤務をした後、1890年5月12日にアゾフ記念号に配属になり、1894年10月9日までこの船の勤務になっている。そのあと別の船の配属になった。軍歴表によれば、アゾフ記念号がロシア海軍太平洋艦隊に所属して太平洋海域で航海していたのは、1890年7月12日から1892年10月30日にかけてであり、そのあと同艦は地中海艦隊に所属して地中海海域勤務となっている。

同時期、1890-93年の海軍省の公式記録²²もこのことを裏付けており、同書によれば、アゾフ記念号は、1890-92年には太平洋海域におり、1893年にクロンシュタットに帰港し、以後は地中海海域にいた。

¹⁸ メンデレーエフは、生涯にわたって日常の覚え書的なノートをつけているが、それらは金銭の出納をはじめ、単なるメモ書きで、旅行に出たときにつけた旅日記の類以外は、日記の体をなしている部分は少ない。1861年はじめから62年4月までの留学末期からロシアに帰国し婚約するまでの1年半あまりのメンデレーエフの覚え書は、そのまねな例外でまさに日記であり、1950年代に公刊された。この日記の公刊版 [“Дневники Д. И. Менделеева 1861 и 1862 гг.” *Научное наследие*, т. 2, М.: изд-во Академии наук СССР, 1951, сс. 95-256] では、当時のモラルに反するゆえに、女優との交遊を表す部分は削除されている。メンデレーエフ博物館に保管されている原史料にあたるとそのことがわかる。

¹⁹ 沢田和彦「志賀親朋略伝」『共同研究 日本とロシア』第1集、ナウカ、1990年、39-49頁。

²⁰ 檜山真一「アレクサンドル・アレクセーヴィチ・シガ」『箱館日口交流史研究会会報』NO.10、4-6頁（1998.12.8）。この文章をお送りいただいた函館市史編纂室の清水恵氏に感謝します。

²¹ Полный послужной список РГАВМФ ф.417, оп.4, д.3694, л.5-11об.

²² Отчет по морскому ведомству за 1890-1893 года, СПб.: 1895, Отчет по морскому ведомству за 1894-1896 года, СПб.

また、ロシア国立海軍文書館には、アゾフ記念号の航海日誌も保存されており、いま注目している1890年—92年の三年間でいえば、91年の4月から12月、92年の1月から7月の分の航海日誌が同館にはある。しかし、これらは未見である。

アゾフ記念号が1890-92年にかけて太平洋海域にいたことはわかるが、いつ長崎に寄港したかまでは分からない。未見の航海日誌が必要かもしれない。

しかし、幸いに当時長崎で発行されていた新聞の記事から、同艦がいつ寄港したかを突き止めることが出来た。当時長崎では、日刊の『鎮西日報』と週刊の英字新聞*The Rising Sun and Nagasaki Express*が発行されていた。

問題の1891-92年については英字新聞についてはほぼ全部が残っているが、『鎮西日報』についてはかなり欠号がある²³。両者の記事から得られる情報を総合すると、アゾフ記念号の長崎寄港は以下のようになることがわかった。

①ニコライ皇太子の日本訪問

1891年4月17日-4月23日（7日）

上海からアゾフ記念号のみ先行して長崎着、その後中国の呉淞にニコライ皇太子を迎えに向かい長崎を離れる

4月27日-5月5日（9日）

皇太子を乗せて長崎に入港し滞泊、その後鹿児島に向けて出港

②「露国太平洋艦隊副提督男爵チルトフ中将」を乗せての来航

1891年12月28日-92年1月24日（28日）長崎に滞泊

③日本海軍の「海軍大演習参観」のために来航

1892年4月12日-5月10日（29日）長崎に滞泊

④ヴラジヴォストークから出港、インド洋を經由してヨーロッパ方面に帰国する途中で寄港

1892年7月18日-7月25日（8日）長崎に滞泊

以上のデータからヴラジーミルは、秀島タカと1891年の暮か翌年の4月に知り合い長崎滞在の1ヶ月か2ヶ月をともに過ごし子供をもうけた可能性が高い。フジが生まれたのは93年1月であったことはほぼ確定される。

5. 日本人妻秀島タカについて—明治日本とロシア

秀島タカとはどのような女性であったのだろうか。その位置として一番近いのは、フランスの作家ピエル・ロティ（Pierre Loti, 1850-1923）の「お菊さん」²⁴ではないだろうか。上野一郎によれば²⁵、ロティ（本名Louis Marie Julien Viaud）は、明治18年（1885）にフランス海軍ラ・トリオンファント号の艦長（海軍大尉）として来日し、7月から9月にかけて長崎に滞在しており、おかねさんという女性と生活をともにした。その経験を書いたのが「お菊さん」である。秀島タカは、お菊さんの

²³ 長崎の地元新聞『鎮西日報』がこの名称で発行されたのは、明治15（1882）10月から明治43（1910）にかけてである。宮内庁旧蔵のものと同国会図書館所蔵のものを合わせてマイクロフィルム化され、同一の内容のマイクロ・フィルムが、国会図書館、東京大学法学部附属近代日本法政史料センター（明治新聞雑誌文庫）、長崎県立図書館郷土課に保存・公開されている。問題の明治24（1891）年、明治25（1892）年でいえば、明治24年1月-7月、明治24年12月26日-明治25年1月4日が欠けている。一方、*The Rising Sun and Nagasaki Express*の方は、長崎県立図書館にほぼ全号そろっている。

²⁴ ピエル・ロティ『お菊さん』野上豊一郎訳、岩波文庫、岩波書店、1929.5、220-222頁。また、船岡末利編訳『ロチのニッポン日記—お菊さんとの奇妙な生活—』有隣新書、横浜：有隣堂、1979年も参照。

²⁵ 上野一郎、「「随想」幻想のお菊さん—ピエル・ロチと19世紀末の長崎」、『長崎談叢』（長崎史談会編）第62輯、1979年1月、1-12頁。

ような寄港中に士官たちと生活をともにする「現地妻」、「契約妻」のような存在だろうか。タカの第二の手紙は、ヴラジーミルではなく、父親の化学者メンデレーエフに宛てられている。ヴラジーミルは、自分の海上勤務が長いので父親に連絡するようにタカに言い残したのだろうか。それともメンデレーエフは当時のロシアではよく知られた存在なので、子どもが生まれたときに見舞いに来たヴラジーミルの同僚たちが教えたのだろうか。こうした経緯は、タカがロティの「お菊さん」のような存在だったとしても、ロティと「お菊さん」との関係よりは暖かみのある交流がタカとヴラジーミルの間にはあったことをうかがわせる。

この時期に長崎に来たヨーロッパ人を父とし日本人妻の子供として生まれた混血児は多く知られている。たとえば、鎖国時代にオランダ商館に軍医として来日して日本の蘭学に多大の影響を与えたシーボルトの妻たきとその娘いね（1827-1903）、幕末政治にもかかわったイギリス商人グラヴァーの息子として生まれた倉場富三郎（1870-1945）、ロシアの外交官を父とする作家の大泉黒石（1893-1957）などが思い浮かぶ。最後の黒石の父は、「ロシアの皇太子が日本を訪れた時、その隨身として日本に来、ある官吏の紹介で黒石の母と知り合った」²⁶といわれ、その両親の知り合った経緯はフジと似ておりフジとまったく同年生まれであることが興味深い。

黒石には息子が生まれ、それが昨年（1998年）の4月に亡くなった俳優大泉滉氏である。同様にフジが成人して子どもをもうけなら、メンデレーエフの日本における子孫が存在する可能性もある。

すでに引用した回想録の中でヴラジーミルの妹オリガは、この親子が「東京の地震」で亡くなったと記している。彼女がそのように書く以上、第二の手紙が書かれた1894年（明治27年）以降も、かなりの期間、ロシアのメンデレーエフ家と日本の親子との間に何らかの連絡があった可能性があるが、今のところわからない。むしろ、メンデレーエフが亡くなった1907年以降タカらとの連絡は自然に途絶えた考える方が自然だ。いやもっとはやく、日露戦争のはじまった1904年段階でつながりは途絶えたのでないだろうか。

そもそも、「東京の地震」のもっともあり得る可能性は1923年の関東大震災であるが、オリガがそうした地震でタカ親子が亡くなったことをちゃんと聞いてこの回想録に記したかは疑わしい。1923年といえば、ロシア革命後であり、当時日本とロシアの間で無名の一個人の情報が正確に伝わっていたとは考えにくい。まして回想録は、オリガが亡くなる4年前の1946年、当時78歳になっていた彼女が書いたものである（出版は翌47年）。東京で大きな地震があったと聞いていた彼女のたんなる憶測であると考えた方がよいかもしれない。したがってメンデレーエフの子孫が日本にいる可能性は残る。しかし、すでに述べてように現時点では、これ以上の日本での調査は、偶然に関係資料が発見されることを待つ以外にない。ロシア側でいえば、ヴラジーミルのメンデレーエフ宛の手紙を調査するという道が残されている。それは今後の課題としたい。

ここに記したのは、歴史のちいさなほころびから垣間見られたロシアの化学者メンデレーエフと日本との細い糸のようなつながりにすぎない。しかし、辛うじて発掘された小さな事実は、明治日本とロシアとの間の、現在からは想像できないような深いつながりを存在を予感させるものではなかろうか。明治日本とロシアとの間の学術的な交流の検討も今後の課題としたい。

本稿の前半に当たる部分を『サジアトール』no.24、52-58頁（1996年5月20日）として発表した。その後、アゾフ記念号の足取りをたどる調査結果について後半を加えて『湘南科学史懇話会通信』第2号、2-11頁（1998年11月29日）に、その簡略版を成文社ホームページに発表した [http://www2h.biglobe.ne.jp/~SEIBUN/essay/essay18.html]。本稿は、それらにさらに若干の新情報を加えて書き直したものである。また本稿の概要は、日本大学生物資源科学部（神奈川県藤沢市）で開かれた湘南科学史懇話会（1998年9月15日）、東京工業大学の火曜日ゼミ（同年9月28日）、岡山県津山市で開かれた1998年度化学史研究会（同年10月18日）、早稲田大学文学部で開かれた来日ロシア人研究会（同年11月21日）でそれぞれ発表した。それぞれの研究会での貴重なコメント・意見・質問が今回の改稿では参考になった。各研究会での参加者に感謝したい。

なお本論文は平成10年度科学研究費補助金（萌芽的研究）による研究成果の一部である。

²⁶ 志村有弘「大泉黒石の文学と周辺」『九州人』37号（1971.2.1）、26-35頁から26頁。

D. I. Mendeleev's Son and the Meiji Japan

Masanori Kaji

D. I. Mendeleev (1834-1907) is a Russian chemist who discovered the periodic law of chemical elements. His eldest son, Vladimir Mendeleev (1865-1898) became a Russian naval officer and visited Japan in the 1890s. This paper has tried to reconstruct Vladimir's visit to Japan based on archival materials both in Japan and in Russia.

Vladimir came to Japan as a member of the delegation headed by Prince Nikolai of the Russian Empire (he later became the last Emperor of Russia), visiting Oriental countries on the Russian Navy warships "Pamyat' Azova" for the first time on May 1891.

After Prince left, the warship stayed in the Pacific Ocean and visited Nagasaki, a famous port in southwestern Japan, three times before it left for Europe on July 1892. Vladimir had a Japanese mistress in Nagasaki, named *Taki Hideshima* and their daughter, *Fuji* was born on January 1893 after Vladimir had left Japan for good.

Taki sent letters to Russia, at least twice. Her first letter notified the birth of their daughter. Her second letter with their photo was addressed not to Vladimir, but to the father Mendeleev, the chemist. These letters were written in Russian, being translated by a famous early-Meiji period (1860s - 70s) interpreter and diplomat from Nagasaki, *Chikatomo Shiga*. *Shiga* used his Christian name *Aleksandr* in the letters.

These facts have not only revealed an unknown page of Mendeleev's biography, but also suggested close relationship between Russian and Japan in the Meiji period (1868-1912) through various channels, which is not yet investigated adequately.

Сын Д. И. Менделеева и Япония в эпоху Мэйдзи

Масанори Кадзи

Старший сын известного русского ученого Д. И. Менделеева, Владимир Дмитриевич Менделеев (1865–1898) стал офицером российского морского флота и посетил Японию в 1890–х годах. Автор статьи стремился восстановить событие визита Владимира, на основе архивных материалов России и Японии.

Впервые Владимир Менделеев прибыл в Японию в мае 1891 года в составе команды фрегата "Память Азова", на котором наследник российского престола, будущий император Николай II, сделал визит стран Востока.

Фрегат остался после отбытия царевича и еще три раза посетил Нагасаки, где Владимир познакомился с японкой по имени *Таки Хидэсима* и вступил в договорный брак с ней. Вскоре после отъезда Владимира, в январе 1893 года родилась их дочка, *Фудзи*.

Таки по крайней мере дважды писала в Россию. В своем первом письме она сообщила Владимиру о рождении дочери, а второе письмо с фотографией *Таки* с ребенком было адресовано не Владимиру, а Дмитрию Ивановичу Менделееву. Оба письма были написаны по-русски, переведены известным переводчиком, Тикатомо Сига, который играл большую роль в дипломатических связях с Россией в 1870–х годах. Сига подписывался христианским именем Александра.

Эти факты не только представляют неизвестные данные о семье Д. И. Менделеева, но и говорят о существовании неисследованных области отношения между Японией и Россией в эпоху Мэйдзи (1868–1912 гг.).

中国近代工業技術人材の養成と東京高等工業学校*

楊 艦†

1 はじめに

本研究の目的は、中国の工業近代化過程における東京高等工業学校の役割を明らかにしようとするものである。中国の工業近代化に対して明治日本は大きな役割を果たしたが、中でも東京高等工業学校が果たした役割が重要である。東京高等工業学校は、周知のように現在の東京工業大学の前身であり、明治日本における近代的工業技術教育の中で、現場技術者の養成や伝統工芸の近代化において優れた業績をあげた。日清戦争以後、日本の工業教育は、明治日本の近代化成果の一つとしてアジアの国々に注目された。そのため、多くの留学生は、日本に留学した。1901年から1937年日中戦争の勃発まで、800人以上の中国人留学生が東京高等工業学校および昇格後の東京工業大学を卒業した。その数は日本で工科を学んだ中国学生の半数以上を占める¹。一方、東京高等工業学校は、後に述べるように朝鮮を始め、インド、フィリピン、タイ、ミャンマーなどの国々からの留学生を受け入れ、留学生の教育に積極的に取り組んでいたが、中国からの留学生は、同学校にいた留学生総数の9割以上を占めていた²。

東京高等工業学校および東京工業大学の初期における中国人留学生に関しては、『東京工業大学60年史』および『東京工業大学百年史』の中に、若干記述がある。それらの記述は、いずれも留学生、とりわけ中国人留学生教育の起源や留学生の教育を対応するための諸制度の成立過程に主要な関心が置かれている。留学生教育の結果、特に学生の帰国後の活動に関しては、ほとんど触れていない。他方、近代中国人の海外留学史に関して行われてきた様々な研究は、日本留学についてほとんどそれが海外留学の主流となった20世紀初期の状況に焦点をあてており、日本留学に対する歴史評価も欧米への留学とは対照的に、政治法律や教育分野の成果が強調された。一方科学技術の分野において取められた成果はほとんど取り上げられてない。

東京高等工業学校は、本研究で明らかにするように、近代中国人学生が海外で工業技術を学ぶ重要な拠点の一つであった。それ故、同学校における留学生教育の成立過程と背景、およびそれが中国の工業近代化過程に果たした役割を究明する必要がある。本研究は、単に現在も海外留学生教育に積極的に取り組んでいる東京工業大学の歴史の一面を補足することになるだけでなく、近代中国人の日本留学に関する歴史研究において見落とされた工業技術の摂取という重要な場面を解明するものであり、これから盛んになっていく中国の工業近代化およびそれと明治日本との関連に関する研究にも資するものである。東京高等工

*本稿は、平成10年度文部省科学研究補助金（特別研究奨励費）による研究成果の一部であり、部分的には、The International Conference on China's Open-Door Policy and Studying Abroad (Oct. 23-25, 1998, University of Maryland U.S.A.) で発表した。

†東京工業大学社会理工学研究科日本学術振興会特別研究員

¹ 興亜院『日本留学中華民国人名調』、調査資料第九号、昭和15年10月。この資料によれば、1937年以前、東京工業大学およびその前身東京高等工業学校を卒業した中国人留学生の数は800人に近い。ただし、この資料が作られた当初、中国の東北地方いわゆる満州国からきた留学生は、数に入れられていないので、東北地方を含めれば、実際の数は、800人を越えたはずである。それに対して、同じ時期に各帝国大学に進学した学生の総数は、やく三百数十人程度で、他の工業専門学校と合わせても六百数十人程度であった。

² 昭和3—4年度、すなわち東京高等工業学校が東京工業大学に昇格する直前の『東京高等工業学校一覧』によれば、それまで中国人留学生は、604人が卒業したが、それに対して、他の国からの学生の卒業者の総数は、65人であった。

業学校や東京工業大学で学んだ中国人留学生の中には、任鴻雋³、李燭塵⁴、蘇歩清⁵、孫平化⁶といった近代中国の各時期に、さまざまな分野で活躍していた高名な人物がいるが、本稿では、個別な人物を取り上げることより、東京高等工業学校における中国人留学生教育の全体、とりわけ前に述べた卒業生の帰国後の活動に現れた一般的な特徴を主な研究対象としたいと考える。以下では、東京高等工業学校の時期に限定して、まず中国人留学生教育が同校で設立された背景を検討する。それから清末民初の政治改革と第1次大戦中の中国民族工業の発展期という二つの重要な歴史時期を取り上げ、それぞれの時期における東京高等工業学校の卒業生の帰国後の活動について分析を行う。

2 東京高等工業学校における中国人留学生教育の開始

2.1 日本留学のはじまり

日清戦争以後、中国人の日本留学が始まった。近代的な国家の実現には、単に軍艦と大砲を作るだけでは不十分で、国家の政治体制の改革もはからなければならないという考えが広がる中で、明治日本の近代化の経験が重要視されるようになった。1898年の変法運動を指導した康有為、湖広総督張之洞ら有識者たちが日本への留学を熱心に唱え、1900年の義和団事件以後、清朝政府もようやく本格化させた政治改革を背景に、日本留学を主流に近代中国人の海外留学ブームが起こった。明治日本の経験にならって、近代国家の諸制度を導入するためには、新政を担う人材の養成が、なによりも重要な課題であった。当時中国の学校制度はまだ整備されておらず、日本留学は、「路近、文同、費省、時短」というメリットがあったため、清朝政府も日本留学を積極的に推進した。一方、科挙制度の廃止に伴い、海外留学が新たな出世の道と考えられて、多くの若者が留学にした。日本留学のピークとなった1906年には、来日中国人留学生の総数は一万人以上も達した⁷。

中国人の日本留学が盛んになったのは、日本側の働きかけもその要因の一つであった。日清戦争後の列強による中国分割が加速する中で、欧米より劣勢に置かれていた日本は、危機感を強めた。「中国の興敗は日本の存亡に関わる」⁸というような考え方から、日本国内でいわゆる「支那保全」論が提起された。その手段として日中両国の政治的、軍事的、文化的な提携が強調され、中国人留学生の日本受け入れは、この提携にとって有効な措置の一つと思われた。1898年、日本の駐清公使矢野文雄は、中国側に日本への留学生派遣援助提案を提示し、また日本の貴族院議長近衛篤磨が中国の各地に歴訪した際に、張百熙、張之洞、劉坤一、袁世凱など清朝政府の高官に対し、日本への留学生の派遣の急務を説いた。同じころ、日本国内でも東京帝国大学文科大学教授上田万年が『太陽』誌上に「清国留学生に就きて」を発表し、中国人留学生に対する教育を二、三の教育家だけに委ねられるのではなく、国家事業として取り上げられるべきであると熱心に説いた。19世紀末から20世紀初、多くの留学生の来日に対して、日本国内では、施設や

³ 任鴻雋(1886-1961)、浙江省瑞安出身。1909年「五校特約生」として東京高等工業学校に入学、同じ年に孫文の革命組織「同盟会」に入り、四川支部長をつとめる。1911年辛亥革命が勃発すると帰国、南京臨時大統帥府秘書になる。1912年アメリカに留学、胡適らと一緒に中国最初の科学者団体「中国科学社」を設立、初代理事長兼社長を務める。1920年帰国後、教育部専門司長、東南大学副学長、中華教育文化基金会幹事長、四川大学学長、中央研究院事務総長など歴任。

⁴ 李燭塵(1882-1968)、湖南省永順出身。1912年に日本留学、1918年東京高等工業学校電気化学科を卒業。帰国後、中国最初の民族化学工業企業久大精塩会社に就職、1920年に同公司永利ソーダ工場経管部長になり、以後工場長、副総経理、久大塩産公司総経理などを歴任。1949年中華人民共和国成立後、中央人民政府委員、第一輕工業部長に任じられた。

⁵ 蘇歩清(1902-)、浙江省平陽出身。1919年日本留学、1924年東京高等工業学校電気科を卒業後、東北帝国大学数学科に進学し、1931年に理学博士を受ける。帰国後、浙江大学教授、教務部長、中央研究院院士になり、1949年中華人民共和国成立後、上海復旦大学教授、学長、中国数学会副理事長、全人代副議長などを歴任した。

⁶ 孫平化(1917-1997)、遼寧省出身。1939年東京工業大学付属予備部に入学し、1942年に同大学応用化学科に進学したが、1943年の夏帰国し、抗日活動に従事した。中華人民共和国成立後、40数年にわたって中日友好に尽くして、廖承志事務所駐東京総代表、中日友好協会会長などを務めた。1992年11月、日本政府は、同氏に勲一等瑞宝章を授与し、1994年、東京工業大学は、同氏に化学工学科名誉卒業証書と名誉博士号を授与した。

⁷ 舒新城『近代中国留学史』、pp.46-71、上海文化出版社、1989年(影印版)。黃福慶「清末における留日学生派遣政策の成立とその展開」、『史学雑誌』81-7、細野浩二「清末留日復興期の形成とその論理構造—西太后新政の指導理念と支那保全論的対応をめぐって—」、『国立教育研究所紀要』第94号、pp.39-59。

⁸ 清水稔「中国人留学生と日本の近代」、『アジアのなかの日本—仏教大総合研究所紀要第2号別冊』、1995年、pp.119-138。

カリキュラムを含む教育的な対応が積極的に取り組まれていた⁹。

東京高等工業学校にきた最初の中国人留学生は、上述のような中国国内の政治改革に伴う海外留学運動が一つの頂点に向かう時期に来日したことになる。彼らを受け入れた東京高等工業学校は、日本国内でいち早く留学生の教育を取り組む数少ない国立教育機関の一つであった。

2.2 東京高等工業学校におけるアジア留学生教育

東京高等工業学校は、1881年に東京職工学校という名称のもとに設立された官立の工業専門学校であった。工部大学に次ぐ2番目の公的な近代的工業技術教育機関として、同校は、後に述べるように、明治日本の工業近代化に重要な役割を演じた。1891年、東京職工学校は、その教育の展開とともに、東京工業学校に改称し、1901年にさらに東京高等工業学校に名前が変わった。

東京高等工業学校における留学生教育が開始されたのは、日清戦争直後の1896年のことで、日本政府による「文部省直轄学校外国人特別入学規程」の公布（1900年）以前のことであった¹⁰。それは、はじめに述べたようにアジアの国々からの学生を対象とするものであった。アジアの留学生に対する工業教育がはじまる当初、日本の当局者の中には、「工業を他国人に授けてやったならば、敵に糧を與えるやうなものであるから、どうであろうかと云ふ考へを持った」者もいたが、学校長の手島精一氏は、「そう云う雅量の狭いことでは、教育の首脳となっていくことはできない」と批判して、「そんなケチな考へを出さず、外国人を多く益々入学せしめて教育」するという姿勢を示した¹¹。

1896年に最初の留学生として安衡中ら6人の朝鮮人留学生が、東京工業学校（東京高等工業学校の前身）に入学した。学校は、彼らに対して特別科を設けた。この特別科の教育は、いわゆる個々の留学生の程度に合わせて進められた。1900年に「文部省直轄学校外国人特別入学規程」が公布されたのに伴い、東京高等工業学校は、それまで校内の臨時措置として設けられていた特別科に代わり、「選科生制度」を制定した。この制度は、学校の各科の科目について部分的に履修する希望を持つ留学生に対して開かれた。1901年、東京工業学校は東京高等工業学校に名前が変わった際、この制度が発足した。同じ年には、最初の中国人留学生が東京高等工業学校に入学した¹²。

1904年から1908年までの5年間で、21人の中国人学生が東京高等工業学校を卒業した。彼らは全員選科生として入学した者であった¹³。当時は中国からの日本留学の最盛期にあるが、その多くの留学生のうち、東京高等工業学校入学者（たとえ選科でも）は、レベルの高い少数派に属していた。というのも中国における近代的学校教育がまだ整備されてなかった時期には、多くの学生は日本に来たとしても直ちに日本の正式な教育機関に入学できず、多くが先に触れたような日本が中国人学生のために設立した特殊な補習校で勉強しなければならなかった。一方中国においては、学校を含む近代的国家体制の整備のため、一日も早く留学人材の帰国が期待された。そのため、教育系および政治や法律を履習する学生が大部分で、しかも補習校の中で僅か半年から一年という短期的な速成コースを終えた後、すぐ帰国した。理工科を目指して、しかも東京高等工業学校と言うような日本でもレベルが高い工業専門学校に進学できる者は、選科生であっても極めて少なかった。

⁹ 前掲8、また阿部洋『中国の近代教育と明治日本』、pp.58-62、福村出版、1990年。

¹⁰ 東京工業大学『東京工業大学百年史—通史—』、pp.208-223、昭和60年。

¹¹ ここでの引用は、いずれも手島精一「回顧50年」によるものである。『手島精一先生遺稿』、大日本工業学会、昭和15年、pp.3-56を参照。

¹² 前掲1。

¹³ 『東京高等工業学校一覧—自昭和二年至昭三年』、「選科修了者」、pp.174-188。

2.3 日中両国政府間の「五校特約」

東京高等工業学校が本格的に中国の学生に対して工業技術教育を行う拠点となったのは、1907年以後であった。そのきっかけとなったのは、中国政府と日本政府の間に締結されたいわゆる「五校特約」であった。中国国内における学校教育の整備、また前に述べた日本中の補習校から多くの学生が卒業したのに伴い、日本留学には、より高度の教育が求められるようになった。1907年に中国政府は、日本政府と協議して、ある契約を結んだ。この契約は、1907年からの15年間で東京第一高等学校（65名）、東京高等師範学校（25名）、東京高等工業学校（40名）、山口高等商業学校（25名）、千葉医学専門学校（10名）という5つの学校に毎年合計165名の留学生を中国政府の経費負担によって進学させるという約束であった。これが、いわゆる「五校特約」である¹⁴。20世紀の初めに盛んになった中国人の日本留学運動の性格については、次のように見られている。すなわち政治改革を開始した中国政府は、「各省学堂の不足を補う」最善な策と考え、進めるものであった¹⁵。その意味で「五校特約」は、中国政府が日本の教育施設を利用して自国の教育を営む方策の延長であり、その新たなレベルのものであった。

東京高等工業学校が「五校」の一つに選ばれた理由については、上に述べたように、中国側がより高度な教育を求める段階となったことのほか、前段階の日本留学生が政治と法律の分野に偏ったという現象を是正して実業分野での勉学を強調しようとする動きもその背景にあった¹⁶。1906年に中国政府が各省の提学史（教育局長）を召集し、教育視察のために日本に派遣した。視察団は、東京高等工業学校を見学した際、学校教育の実情および手島校長の工業の教育に関する意見に深く感銘した。そのメンバーの一人、中国の近代的工業が進んでいた東南沿岸の中心都市南京からきた陳伯陶氏は、見学の後も数回にわたって手島校長を訪ね、自ら所轄した三江（江蘇、江西、浙江）から毎年一定数の学生を学校に送ることができるよう懇願した¹⁷。当時日本の工業教育機関としては、いうまでもなく各帝国大学にあった工科大学のレベルがもっとも高かったが、近代教育の実施の遅れをとっていた中国にとっては、自らの教育の実態からいえば、帝大の工科大学に適格の学生がまだ少なかった。一方東京高等工業学校は、高等専門学校としてその歴史と学科設置のいずれの面においても当時日本のもっとも優れた工業専門学校であった上、留学生教育にも特別な措置をとっており、この時期の多くの中国人学生にとって近代的工業技術を学ぶためのもっとも理想的な場所と考えられた。

中国側からの要請を受けて手島校長は、すでに述べたように、関係者を説得して、中国人留学生に対して実業教育にも取り組むように力説した¹⁸。また東京高等工業学校は、上述のように中国政府との契約が結ばれた学校の一つに選ばれた後、さらに留学生のための特別予科を設置し、そこで一年の補習を経た留学生が特別本科生として進学できるような制度を発足させた。それ以降長い間、東京高等工業学校に毎年数十名の中国人学生が進学し、東京高等工業学校は、中国政府が海外で近代的工業技術教育を営む拠点となった。

¹⁴ 前掲9、pp.124-130。

¹⁵ 前掲7、細野浩二「清末留日極盛期の形成とその論理構造—西太后新政の指導理念と支那保全論的対応をめくって—」

¹⁶ 林子勳『中国留学教育史』、華岡出版有限公司、1976年。

¹⁷ 前掲10。

¹⁸ 前掲10。

3 「新政」を担う初期の官僚と教師—清末民初の卒業生の帰国後の活動について—(1904-1914)

3.1 統計に見た一般的傾向

中国において近代的工業技術教育が正式的に学校教育システムの中に取り入れられたのは、1904年、新たな教育制度として『奏定学堂章程』が公布された以後のことであった¹⁹。この年には、東京高等工業学校から最初の中国人学生が卒業した。中国政府が自国の工業近代化を推進しようとした際、これらの海外で専門教育を受けた学生は、帰国後、どのような職場に就いたのか。これは、20世紀初の中国における工業近代化を考える上で興味深い問題の一つであろう。東京高等工業学校の中国人留学生について、その帰国後の就職先を官僚、教師、民間企業技術者および経営者と四つの種類に分類して見れば、各時期に卒業した学生の就職状況は、図1²⁰に示されているものであった。図1からわかるように、1904年から1914年の間（いわゆる清末民初）の卒業生は、帰国後官僚および教師になったのが多くて、それに対して技術者と経営者になった者は少なかった。

図1. 東京高等工業学校卒業生の人数および就業状況の推移

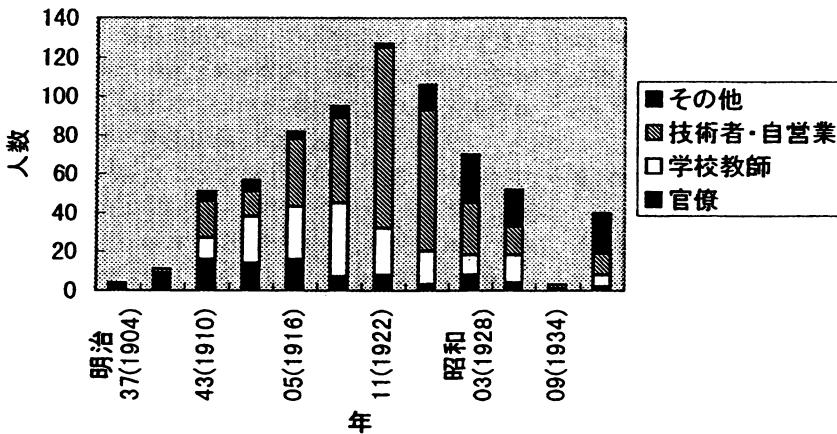


図1：東京高等工業学校卒業生の総人数および職業分布の推移

1900年の義和団事件以後の政治改革において、中国の工業近代化のための制度的整備が重要な課題となっていた。1904年、清朝政府は、初めて工商業の管理に資する専門機関であった商部を設置し、1906年

¹⁹ 19世紀後半の洋務運動の中で、江南製造局や福建船政局を始め、いくつかの軍事産業の下で技術者の養成所が作られたが、それらの教育機関は、科挙支配下の国家教育システムとは別なもので、それらの教育活動自身も制度化されていなかった。

²⁰ この図は、次の文献による。

1. 前掲1。
2. 興亜院『日本留学支那要人録』調査資料第27号、昭和17年。
3. 『東京高等工業学校一覽』、明治44—45年度、大正3—4年度、大正6—7年度、大正9—10年度、大正13—14年度、昭和3—4年度。
4. 徐友春編『民国人物大辞典』、河北人民出版社、1990年。
5. 楊家駱編『民国名人圖鑑』、辞典館、1936。
6. 『支那官紳録』、支那研究会、大正7年。
7. 『最近官紳履歴彙録』第一集、北京数文社、民国9年。
8. 劉寿林編『辛亥以後十七年職官年表』、中華書局、1966。

にこの商部を農工商部と改称した。それと同じ年、また郵政、運輸に関する諸事業をあつかう郵傳部を設置した²¹。また上にも触れたように、人材を養成するために、工業専門学校の設立も、新しい教育制度の中に組み入れられた。こうした制度的な整備が進められる中で、外国で近代的工業技術の専門教育を受けた人材は歓迎された。一方日清戦争、とりわけ義和団事件以後、清朝政府は、列強との不平等条約が結ばれたことに加えて、巨額の賠償金を支払うことにも迫られたため、自国の産業に対して奨励する力は、政府にはほとんど残っていなかった。また日清戦争以後、外国資本の中国への進出が認められたため、中国の民族資本は、外国資本との競争において苦況に陥っていた²²。こうした背景の故に、最初に帰国した東京高等工業学校の卒業生は、現場の技術者や経営者になる者より官僚や教師になる者が多かった。

3.2 清末民初の技術官僚と教師

1904年から1914年までの11年間に東京高等工業学校からは、およそ140人の学生が卒業して帰国した。そのうち、約7割の学生は、政府の官僚と学校教師になった。

まず官僚になった東京高等工業学校の卒業生を見よう。1905年の封建科挙制度の廃止に伴い、清朝政府は、新たな人材登用制度を導入した。海外から帰国した留学生に対しては、清朝政府は、科目を分けて「遊学卒業試験」を行い、その合格者に対し、従来の科挙試験に準ずる身分を与えるような制度を導入した。なかでも、工科分野の学生に対して初めて工科別の科挙身分を与えることが注目される。1905年から清朝の倒れる1911年までの7年間に清朝政府は、十数回の登用試験を行い、最優等に当たる工科進士の身分を与えられた65人のうち、東京高等工業学校の卒業生が29人も占めた²³。また他に進士に次ぐ挙人の身分を与えられた者も多かった²⁴。この時期中央政府の各官庁に就職した東京高等工業学校卒業生は、農工商部(8人)、郵傳部(11人)、財政部(7人)、学部あるいは後の教育部(4人)、外交部(2人)および内務、司法、陸軍部(各1人)であった。そのうち、林大閏(明42機、農工商部鈺政司長)、嚴智怡(明40応、農工商部工商司長)、趙世宣(明43建、交通部路政司長)、周培炳(明37応、交通部鄭太鐵路局長)、範鴻泰(明37機、教育部専門教育司長)、林修竹(明45紡、教育部次長)、王守善(明37応、駐神戸総領事)、壽枢(明40紡、駐日学務総裁)、王孝(明40電気、奉天実業庁長)らのように政府部門の要職についた人物の他、当時の鈺山や鉄道のような政府系企業で働いた人もいた²⁵。上記の林大閏は、現在でも有名な企業である長辛店機関車製造工場の工場長になった経験もあり、また後にあげる王季点(明38応)は、漢治萍公司という当時中国最大の鉄鋼生産企業の政府監督をつとめた。

次に教師になった人々についてみよう。1902年、北京大学の前身京師大学堂が設立された。京師大学堂は発足の当初、東京高等工業学校の卒業生廖世綸(明38応、東文教習)、および上記の王孝(理工科教習)、王守善(東文教習)、周培炳(東文兼化学)、王季点(東文教習)は、最初の教師となった。1909年、京師大学堂に大学レベルの教育がはじまると、その格致科(理科)と工科の首席教員(教務提調)を上述の王季点と範鴻泰が務めた²⁶。教師となった東京高等工業学校の卒業生たちは、約8割が工業学校の教員となった。たとえば、洪熔(明37機、北京高等工業専門学校校長)、許炳坤(明40紡、浙江工業専門学校校長)、童世亨(明44電気、江蘇工業専門学校校長)、趙世宣(明43建、江西工業専門学校校長)が、首都北京および東南沿岸地域で工業専門学校の校長をつとめた。他にも、校長や教務部長をつとめた人が多かった²⁷。

²¹ 『中国新工業発展史大綱』、pp.66-68。商務印書館、中華民国22(1933)年。

²² 波多野善大『中国近代工業史の研究』、pp.283-290。東洋史研究会、昭和36年。

²³ 房兆楹、杜聯吉編『増校清朝進士題名碑録附引得』、Harvard-Yenching Institute, Sinoological Index Series Supplement No.19、付録一、遊学卒業進士』、pp.241-244。

²⁴ 『政治官報』、光緒34(1908)年9月13日、第341号「学部試験遊学卒業生等第単」。

²⁵ 以上林大閏、嚴智怡、林修竹、趙世宣、周培炳、王守善の履歴については、前掲20の4)に参照。壽枢については、前掲16、林子勳『中国留学教育史』、p.233を参照。

²⁶ 呉祖湘主編『国立北京大学記念刊一民国6年20周年記念冊一(下)』、第2冊、台湾伝記文学出版社、中華民国60(1971)年。

²⁷ 王季点、範鴻泰、童世亨については、前掲20の4)を参照。洪熔、廖世綸については、同6)、王孝については、同5)、許炳坤については、同2)を参照。

3.3 教育の目標と結果—清末民初の政治改革と東京高等工業学校の役割—

東京高等工業学校の教育の目標は、日本の「在来の原始的家的なる衣食住工業の科学的再編成に精進し」、「科学に基礎を置く実践的な工業人の養成」を強調するといわれたが²⁸、そこから出た最初の中国人卒業生たちは、上に明らかにしたようにその多くが官僚と教師となった。東京高等工業学校の教育の目標とその中国人留学生教育の結果のずれは、工業技術教育の近代化が進んでいた日本と当時の中国の遅れとの組み合わせから生じる現象であった。

20世紀初めの中国における工業近代化は、上述のように明治日本の経験をモデルにして進められていた。明治初期の日本では、工学を「伝統的な技芸、職人仕事とは断絶した西洋から輸入したもっと偉い学問」と考え²⁹、工学寮や工部大学の卒業生が、最初の近代的工業技術人材として工部省を中心とした政府の官庁に配備されていた。こうした流れは、のちに帝国大学の工科大学によって引き継がれ、東京高等工業学校という流れの出現は、当時の工部大学校における工学教育への補足として、生産現場で働く技術者の養成が目指された。

しかし清末民初の中国においては、上述のように近代的工業技術教育の整備がまだ整えていなかった。帝国大学工科大学で学んでいた中国人留学生は、極わずかであった³⁰。この時期に帰国した東京高等工業学校の卒業生が、中国の最初の近代的工業技術人材として官庁や学校に配属されたのである。そのため、東京高等工業学校は、明治日本においては、生産現場で働く技術者の供給という工学教育の新段階に対応したが、後進国であった中国への近代的工業技術人材の養成においては、寧ろ明治初期の日本における工学寮、ないし工部大学校と同じような役割を果たしたといえよう。

4 機械化工業の現場へ—新工業の振興期に帰国した卒業生の活動について—(1915—1924)

4.1 第一次世界大戦中の中国民族工業の成長

東京高等工業学校の卒業生が中国の民族資本による工場で活躍するようになったのは、1915年以後のことであった。第1次世界大戦の間に、ヨーロッパの列強が一時的に中国の市場を手放したために、中国の民族資本は、大きな発展をたどることができた。この大戦中、中国民族産業の紡績、製粉、搾油、タバコ、マッチなど日用品の製造部門の成長が著しかった。戦争直後においては、中国の民族資本の金額は、戦前のほぼ倍に達し、また対外貿易においては、銀に換算して1914年には中国の入超額が二億一千三万両であったが、1919年になると千六百万両まで減少した³¹。

こうした民族資本の成長期を迎えて、図1にも示されているように、東京高等工業学校を卒業した中国人留学生の数も増加し、1922年にピークに達した。彼らの東京高等工業学校の在学年数を1年の予科と3年の本科をあわせて4年とすると、ピーク期の卒業生の入学年は1918年になり、第一次大戦の最後の年となる。さらに図1から、学生の帰国後の就職状況を見ると官庁よりも企業に就職するものが増えている。また、地域別にみると、この時期に帰国した学生は、図2³²に示されているように、中国の民族資本の発展がもっとも進んでいた東南沿岸(すなわち華東南)に就職したものが上位を占めている。

²⁸ 『東京工業大学六十年史』中村幸之助「序」、昭和15年。

²⁹ 中山茂『帝国大学の誕生』中公新書491、昭和53年、pp.77-84。

³⁰ 前掲1によると、1911年の辛亥革命以前、東京帝大と京都帝大工学部を卒業して帰国した中国人留学生は、合わせて5人しかいなかった。

³¹ 前掲21。また市古宙三『中国の近代』、河出書房新社、1990年、p.233。

³² 前掲20。

図2. 東京高等工業学校卒業生の就業地域の分布

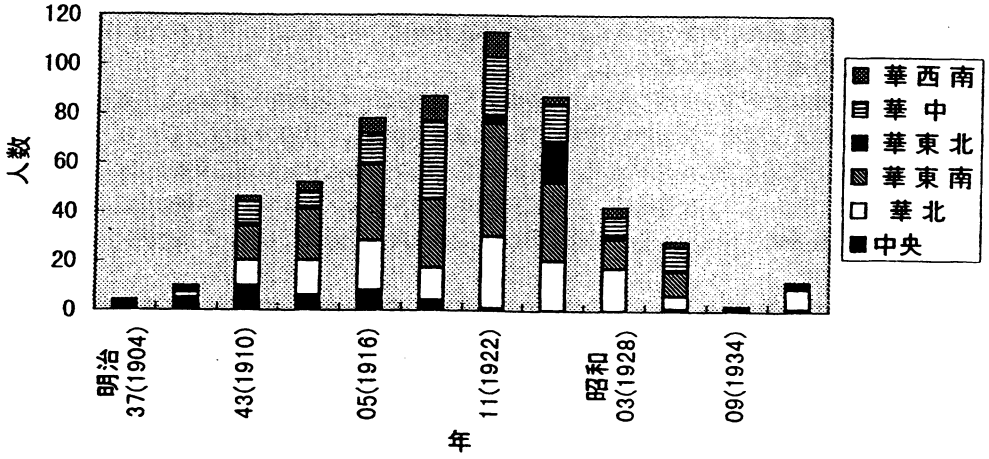


図2：東京高等工業学校卒業生就業状況の地域的分布

1915年から1924年までの間には、およそ350人の中国からの留学生が東京高等工業学校を卒業して帰国している。彼らの7割近くが企業の技術者と経営者になった。また以前帰国した学生のなかでも、この時期になって民族資本の工場に転職したり、自ら企業を起こしたりするものも多かった。この時期に教師、特に工業学校教師になった人の割合はそれほど変わらず、3割弱程度を維持した。一方官僚は、激減した。技術者について職種別に見ると、表1³³に示されているように、当時大きな発展を遂げた日常用品製造部門に就くものが7割以上と多かった。なかでも、紡績業、電気・電灯業および各地の工業試験所が多かった。

表1. 新工業の発展期における東京高等工業学校卒業生の職業の分布

業種	紡績	電気、電灯	工業試験所	建築、窯業	鉄道
就業者数	39人	22人	14人	12人	9人
業種	出版、印刷	電話局	化工	鉱山、造兵	法郷
就業者数	7人	7人	6人	4人	4人
業種	水道	製革	搾油、石鹼	造紙	製粉、製糖
就業者数	3人	3人	3人	3人	2人

表1：新工業の現場で働く東京高等工業学校卒業生の職業分類表

³³ 前掲 20。

4.2 新工業現場の主役たち

中国の近代工業が発展したこの時期、どの業種にも、東京高等工業学校の卒業生の活躍が見られた。紡績業においては、1916年に帰国した朱仙舫（大5紡）が、その代表者である。彼は、恒豊紡織新局の技師をつとめた後、1919年に2万錠を持つ久興紡績会社の工場を設計し、1922年にその社長兼工場長となった。1927年に彼が当時紡績業の大企業申新紡績会社の招聘を受け、その第5工場長を任じ、後にまた第2、第7工場長を兼任した。1930年に彼は、中国紡織学会の発起人となり、学会の初代理事長を務めた。朱仙舫と同じ時期に帰国し、大企業の現場責任者となった卒業生に、汪樹磐（大7紡）、張方佐（大14紡）がいた。汪樹磐は、恒豊紡績新局の総工程師となり、張方佐は、大生紡績工場、申新紡績工場の工場長となった。大生、申新および恒豊は、いずれも当時紡績業ではトップレベルの工場であった。糸織業においては、当時最大の近代的糸織工場、杭州緯成公司を起こしてその経理（社長、以下同様）となった朱光濤は、明治42年東京高等工業学校染色科の卒業生であった。彼は、1909年に帰国後、当初浙江省実業庁の官僚（科長）、工業学校の教員（染色科主任）となったが、1910年代後半、産業界に転じたのである。電気業においては、劉崇倫（明42電気）、林天民（明43電気）、林先民、趙士安（大4電気）、曾広驥（大4電気）、劉崇機らが福建で福州電気公司を起こした。劉崇倫は、常務理事兼電話公司経理となり、他の人は技師長、技師をつとめた。同じ時期には、王学良（大3電気）が徐州電灯公司、廬南生（大4電気）山海関、大同電灯公司、童世亨が南京電灯公司を設立し、その経理となった。童世亨は、前にも触れたように、1911年に帰国後、省立工業専門学校の創設に参加し、その校長をつとめたが、1914年に、彼は南京電灯公司を創設し、さらに上海で有名な鑄豐瑛瑯公司を創設した³⁴。それと同時に彼は上海にある全国最大の出版機関商務印書館の理事も務めた。この時期に新工業の現場で活躍していた重要人物として、上海で全国最大の愛華瑞記洗顔石鹼公司を創設し経理となった彭述（大7応）、山西省で榆林と魏榆製粉公司を創設し経理となった宋啓秀（大4窯）、天津で創設された中国最大な化学工業企業久大精塩公司以永利ソーダ工場長をつとめた李燭塵（大7電化）、および山東、四川、山西など各地で工業試験所の所長を務めていた宋枢宸（大10染）、曾金壁（大4電気）、張樹拭（大4応）の名前もあげることができる³⁵。

4.3 中華工程師協会と留日東京工業高等工業学校同窓会

中国の近代工業の成長に伴い、工学者の組織として1913年中華工程師会が設立された。同会は、会員148名で発足したが、1921年には、会員総数が500人に達した。上述の東京高等工業学校の卒業生趙世宣と嚴智怡がこの間その副会長をつとめた³⁶。東京高等工業学校の卒業生は、こうした全国的な工学者の組織に積極的に活動した他、自らの同窓会である「留日東京高等工業学校同窓会」も設立した。この同窓会は、1920年前後、東京高等工業学校で発足したもので、その重要な事業の一つとして毎年在学生と帰国した卒業生を主な対象に『留日東京高等工業学校同窓会誌』³⁷を発行していた。雑誌は、中国語で書かれ、中国への工業知識の紹介、会員間の互いの激励および同窓会精神の発揚をその趣旨とした。同誌は、最近の工業技術（例えば「世界染色工業の大勢」や「電気化学工業」のようなもの）の紹介や調査報告（例えば「日本最大の高圧送電会社に関する調査」）および会員通信などを掲載した。中国国内での科学や近代的工業技術の啓蒙運動が盛んになっていたこの時期、こうした中国語による同窓会誌の発行は、いうまでもなく近代的工業技術知識の中国への普及に役に立つものであった。

近代中国における工学者の組織については、上述の「中華工程師会」やアメリカで創設された留学生の組織「中国工程学会」についてはよく言及されたが、もうひとつの工学者組織である「留日東京高等工業

³⁴ 前掲 21. p.244.

³⁵ 朱仙舫、張方佐については、前掲 20 の 4）、汪樹磐、朱光濤、劉崇倫、林天民、廬南生、宋啓秀、曾徳、宋枢宸、張樹拭については同 2）、彭述については、『学芸雑誌』（第五巻第 4 号）「新入社員名録」および前掲 21 の pp.242-243 を参照。

³⁶ 鍾少華「中国工程師学会」、『中国科技史料』、第 6 巻（1985）第 3 期。pp.36-43.

³⁷ この雑誌の第 4(1924)、第 5(1925) および 1929 年号は、最近東京工業大学百年記念館の道家達将名誉教授によって発見された。現在同館の資料室に保管されている。

学校同窓会」に関しては、これまでほとんど触れられてない。本研究の調査によれば、「留日東京高等工業学校同窓会」は、アメリカで創設された中国工程学会とほぼ同じ時期に設立され、1925年に出版された会誌によれば、同窓会の会員人数は、卒業生（640人）と在学者（120人）をあわせてすでに760人に達していた。それに対して、同じ年の中国工程学会の会員数は、420人で、中華工程師会の会員は、500人前後であった。

4.4 東京高等工業学校の教育理念と中国の新工業の振興

第一次世界大戦中の中国民族工業の進歩は、新工業振興運動と呼ばれている。ここでいわゆる新工業は、19世紀の洋務運動における造船、造兵、あるいは鉱山、鉄道建設のような政府主導の下での軍事あるいは国防の強化を目指した工業技術の近代化と性格の異なるものであった。1916年に袁世凱政権が倒れた以後、中国社会が軍閥混戦に向かって益々不安定な状況になっていく中で、鉱山や鉄道のような重工業の発展は、寧ろ緩やかなものであった。一方、すでに述べたように、第一次大戦中のヨーロッパ列強による中国市場からの一時的な撤退をきっかけに、民間主導の下で日常用品の機械化生産を中心とした民族資本産業が立ち上がった。こうした伝統的生活物資生産業の機械化を目指すような民族資本による工業化の推進は、大戦中の新工業振興運動の中核をなした³⁸。

東京高等工業学校は、前にも触れたように、理化学の原理と機械化の生産手段に基づいて伝統工業の近代化をはかり、現場技術者の養成を重視する工業教育の流れの先頭にたった教育機関であった。東京高等工業学校における学科設置は、軍事もしくは国の社会資本形成を重視し、それに関わる造船、造兵、土木、鉱山、冶金というような学科が中心の帝国大学工学部と違って、応用化学、紡績、色染、機械、電気、建築、窯業、製図というような民生生産に対応した学科構成といえる。³⁹

東京高等工業学校卒業生の帰国後の活動は、同時期に日本留学して帝国大学で工学を学んだ中国人留学生と比べても、目立つものであった。それは、単に彼らが人数的に圧倒的に多かったことだけが理由ではなかった。帝国大学工科出身者は、その7割以上の人が鉱山、冶金、土木、造船、造兵という専門に集中していた⁴⁰。そのために、彼らの多くは、政府および政府系の企業や大学で職に就き、民間企業の現場で働くものはわずかであった。それに対して、東京高等工業学校の卒業生は、もともと学校で民間企業の業種に対応した分野を学んだだけでなく、現場志向の教育も受けた。彼らは、第一次大戦中勃興した中国民族資本の工場で活躍するにふさわしい人材であった。東京高等工業学校の卒業生は、中国の新工業が一つの振興期に迎えるこの時期に、「中国の工業人材の中で重要な一部」として、「中国における工業技術の近代化に重要な役割を」果たすことができた。彼らの活躍は、東京高等工業学校の教育上の特徴と中国の工業現場からの要求が一致していた結果でもあった。

5 むすび

20世紀の初めに中国の工業近代化が本格的に展開される中で、明治日本における優れた近代的工業技術教育機関である東京高等工業学校は、多くの中国人留学生を育て、中国新工業の現場へ多くの人材を供給した。

中国の工業近代化過程は、20世紀初めの四半世紀において二つの重要な段階を経た。一つは、国家が近代工業の振興をはかるためにおこなった政治改革と法制度の整備で、もう一つは、民間資本が、第一次世界大戦をきっかけに起こした、日常用品の生産をめぐる伝統工芸の機械化による日常用品の工業生産を中心とする新工業振興運動であった。東京高等工業学校を卒業した中国人留学生は、本論文で明らかにした

³⁸ 前掲 21。

³⁹ 前掲 21。

⁴⁰ 前掲 1。

ように、この二つの段階のいずれにおいても活躍していた。

東京高等工業学校は、以上に述べた中国の近代工業が成り立つ過程において大きな役割を果たした。それは、明治日本の経験に注目して、自らの教育システムがまだできていなかった中国の近代化の一時期に、中国政府が自らの教育を海外、特に日本の教育施設に依存して営む政策をとった結果であった。一方高等工業学校の手島精一校長をはじめとする日本の実業教育界にいた留学生教育への理解者の努力も重要である。

1920年代の半ば以後、東京高等工業学校の中国人留学生の数は、図1に示されたように、徐々に減っていった。1920年に上あげた「五校特約」の期間が切れるとともに、東京高等工業学校は、中国人留学生に対する工学教育に従来のような役割を終えた。中国国内の近代学校教育の整備と海外留学の多様化が東京高等工業学校への留学生を減少する方向へ進めた⁴¹。さらに第一次世界大戦以後、「21条要求」をはじめ、日本軍国主義勢力による中国への侵略が強まる中で日中両国間の対立が深まり、中国からの日本留学は抑制された。1937年、日本が中国に対して全面的な侵略戦争を起こした際に、高等工業から昇格した東京工業大学に在学中の中国人留学生の23人のうち、20人が学業を中断して帰国した⁴²。日本の軍国主義者が発動した侵略戦争は、アジアの国々に大きな被害を与えた。しかし、東京高等工業学校時代から盛んになった中国人留学生教育は、日中両国の近代化過程における重要な役割を果たした。東京高等工業学校の手島精一らの実業教育の理想と、多くの中国留学生の近代工業への熱意は、両国の近代化にとって重要な意味を持つものである。

⁴¹ 前掲 16、林子勳『中国留学教育史』、pp.409-410を参照。1920年、「五校特約」の機関が切れる直前に、中国政府教育部（文部省）は、駐日公使を通じて日本政府の文部省に契約を打ち切るように申し入れた。その中に次の理由があげられた。

1. 「特約」が結ばれた当時、国内の学校教育は、まだ未整備のため、「特約」に指定された学校は、いずれも高等専門学校であった。現在の留学生派遣規程は、学生に対して外国で高度の教育と学術研究が期待されるため、国内の高等専門学校を卒業する資格を持つように規定されている。「特約」が解除されれば、日本留学を欧米留学と一体化することができる。
2. 日本への留学生は、毎年、定数がある。これまで「五校」へ進学する学生を優先に補助するような方針を取ってきたが、他の高等以上の学校へ進学する学生にとっては、あまりに不公平なことになっている。日本にあるすべての高等以上の学校に進学する学生に平等にチャンスを与えるため、「特約」を解除するべき。

⁴² 前掲 1。

中国における技術論の研究

梁波*

中国では、技術論という言葉は日本から輸入されたものと思われる。技術を哲学的に捉える学科は、中国においては技術論、技術哲学あるいは技術学という三つの言葉が使われている。この三つの言葉は部分的に重なっているが、すべて同じ意味ではない。技術哲学の概念が最初に提出されたものである、技術論の概念がもっとも広く使われている。技術学という概念はあまりつかわれていない。ここでは、便宜的に三つの概念を「技術論」に統一したいと思う。また参考文献は本文の最後にまとめてつけ加えた。

1 技術論研究の発展の時代区分について

中国の戦国時代に出版された『周礼考工記』の中では、すでに「工」という技術の概念に関する考察があった。よい作品を作るために、人間は、単なる自らの技術だけでなく、自然の条件も念頭に入れる必要があると書かれている。そのために、これは中国で最初の「技術論」とも言われている。ところが中国での現代的な意味での技術論の研究は、四つの段階に分けることができると考える。

1.1 初期の研究（1950年代の初めから1960年代半ばまで）

1957年、銭学森氏と陳昌曙氏は技術の方法論研究の必要性を指摘した。1960年代の初めには、中国の産業界による技術革新と技術革命が盛んになったのに伴い、技術の哲学に関する研究は、工業生産の実践、技術革新および技術革命の中から現れた諸問題を巡って展開されることになった。1965年、于光遠氏は自然界の弁証発展についての研究計画に取り組み始めた。その中で工業技術に関しては、工業技術史のアプローチから弁証法の問題を研究しようとしていた。その後、彼のグループは、個別な基礎研究を進めたが、文化革命のために中断された。

1.2 学科の芽生え（1979 - 1985）

この期間は外国の技術論の翻訳と紹介の多いことが、特徴であった。

1979年8月、中国自然弁証法研究会準備委員会は天津に『全国工程技術弁証法講習班』を設置した。同年12月、華中工学院（今華中理工大学）自然弁証法研究室によって編集された『工程技術科学の若干弁証内容』という本が出版された。

1980年、陳昌曙教授などは技術と技術発展法則を総合的に研究することを提起し、研究を始めた。同年6月、中国科学院の『自然弁証法通訊』雑誌社は『技術史、技術論訳文特別号』を編集、出版した。その中では、西ドイツやアメリカの技術哲学発展及び日本の技術論研究が紹介された。その年に技術論という言葉が中国の新聞や雑誌に頻繁に現れるようになった。

*東京工業大学

1981年、東北工学院（今の東北大学の前身）自然弁証法研究室と遼寧省科学学と未来学研究会によって編集された『科学技術構造研究資料』（技術史と技術論専集＜非発売＞）が出版された。

1982年9月、『科学技術と四つの現代化学術討論会』というシンポジウムが開かれ、それから『技術理論と政策』という論文集が出版された。この時期には技術論あるいは技術哲学という研究分野の対象、性質、研究内容及び基本概念について議論が展開され、研究論文が多く発表された。いくつかの大学は技術論の授業を始めた。1985年11月、中国自然弁証法研究会は『第一回 全国技術論学術討論会』というシンポジウムを開いた。研究会は技術論専門委員会の設立準備委員会も設立した。これはこの学科が中国で確立したことを意味する。1988年5月、技術論専門グループから技術哲学専門委員会に改めて、陳昌曙教授が主任を勤めた。

1.3 研究の展開（1985 - 1995）

八十年代の半ば以後、技術論の研究が本格的に展開された。そこには、次の三つの特徴があった。

第1には、影響のある専門著作と翻訳著作が出版された。たとえば、『科学技術論』（楊沛廷 他 1985）、『工程技術方法』（呉明泰 他 1985）、『論技術』（遠徳玉 他 1986）、『技術論』（陳念文 他 1987）、『技術学入門』（Deng 樹増 他 1987）、『技術開発原理と方法』（林康義 他 1987）、『技術と社会』（関士統 他 1988）、『科学技術学』（孟憲俊 他 1988）。主に翻訳著作：『技術哲学訳文専集』（『科学と哲学』、1985年第2期）、『技術哲学入門』（Friedrich・Rapp 著 劉武 他訳 1986）、『技術と技術哲学』（『自然科学哲学問題訳文シリーズ・技術哲学分冊』鄒珊剛 編 1987）。及びに『哲学訳文シリーズ』、『自然信息』、現代外国哲学社会科学文摘』や『世界科学』などの雑誌では Carl Mitcham、F. Rapp、三枝博音、中村静治などの技術論に関する翻訳が発表された。外国の技術論専門家の中では ドイツ人 F. Rapp と日本人星野芳郎の影響が強くある。第2には、次のようなプロジェクト研究が行われ始めた。

研究テーマ	大学
工程技術方法研究	東北工学院（今 東北大学）
技術開発方法論研究	大連工学院（今 大連理工大学）
工程技術の構造及び発展研究	ハルビン工業大学
日本技術論研究	成都科学技術大学

一般技術論に基づいて各分野の個別技術論の研究も行われた。たとえば 化学工業技術論、石油技術論、農業技術論、医学技術論及び軍事技術論などが研究された。また横断的な研究も展開され、技術社会学や技術倫理学や技術美学などの論文や著作が現れた。

第3には、全国的な技術論、技術哲学専門の学術会議が開かれた（1985. 11 第一回；1988. 5 第二回；1990. 5 第三回）。技術論の学科としての地位が確立されるようになってきた。

1.4 研究センターの形成（1995 - ）

九十年代になると、中国における技術論に関する、いくつかの研究センターが形成された。その中心は東北大学であったが、大連理工大学とハルビン工業大学のグループも、その中心の一つでした。陳昌曙、遠徳玉、関士統、劉則淵、王海山などの有名な教授は、そのグループのメンバーであった。現在 東北大学は中国における技術哲学と技術社会学分野の博士学位の授与権を持つ唯一の研究機関である。

2.3 現代技術革命研究（技術価値論）

八十年代中期になると、中国では技術論研究の中で現代技術革命が人気のある話題となった。中国の哲学界で学術的に権威のある雑誌『哲学研究』（1984年第7期）は『現代技術革命と社会発展』というコラムに論文を募集する広告を掲載した。このコラムには1989年末まで20篇以上の論文が発表された。現代技術革命では社会変革を引き起こす本質が主に検討された。人間の歴史発展に作用するもの、生産力、生産関係と生産方式などの方面に影響を及ぼし、社会形態を変更するの法則性等が論議された。

趙建軍氏は技術論の研究体系について前ページに揚げたようにまとめている。

3 中国における技術論興起の原因、研究の特色及び存在問題

3.1 興起の原因

中国の技術論研究は八十年代初めに始まっている。これは日本よりも遅れている。だがその後の発展はきわめて早かった。理由は三つある。

第一は、中国の現代化建設の実践が必要にしたことがある。1979年から、中国が対外開放政策を実行して、西洋や日本などの先進国と経済技術合作に広がった。このとき、技術の本質に対してははっきりした認識がなかったために技術輸入は設備やハードなどを輸入することだという一面的な理解になったことがある。そのために、技術実践ではいろいろな混乱現象が出現した。技術理論問題の研究によって現代化の前進のテンポを速めたりや科学技術を生産力に変えることが促進されると考えられたのである。

第二は、マルクス主義技術論の理論を発展させる必要性に関連していたことである。マルクスとエンゲルスは近代技術哲学の誕生に目立ってに貢献した。F. Rapp はとりわけ技術、機器体系発展の法則性を示すことと技術と社会の関係を明確にする課題において「確定的思想流派が一番近くなった」と述べている。マルクス、レーニン主義技術論の核心概念は「科学技術革命」で、この述語はバナールが1939年に提出して、五十年代とくに西洋の「第二次工業革命」（自動化、計산화）に対応する社会主義述語として使われてきた。しかし、マルクス技術論は、まだ厳密な理論体系としては形成させていない。こういう状態では現代技術社会発展のなかで社会主義国家の現代化を実現することに強い理論的な指導を与えることはできない。そしてドイツのフランクフルト学派の「社会批判理論」に挑戦されたりD. Bellの「脱工業社会」理論に否定されたりしている。中国の技術論研究者がマルクス主義の技術論を発展させることを研究課題にしている。

3.2 研究の特徴

中国における技術論の研究には次のようないくつかの特徴があらわれている。

第一は、中国の技術論研究は一つの応用研究であり、それは中国現代化建設の需要や対外開放の促進によって生まれたものである。その研究は中国の実際と緊密に結び付いて、経済建設や社会発展に奉仕するものと考えられている。たとえば技術移転、技術開発、技術決定、技術発展戦略などの研究が比較的活発である。同時に農業技術、医学技術、化学工業技術、工程設計などの弁証応用研究が展開されている。

第二は、中国の技術論研究はマルクス主義の原理に基づいて行われるものだと考えられている。西洋や日本の技術論に対して、すべてそのまま通りを受け売りしたり、あるいは逆に全面否定するのではなく、それはマルクス主義の態度、観点、方法で分析したり、批判したり行うとされている。

第三は、中国の技術論研究は学際分野で行われた総合的な研究とされている。中国の技術論研究は遅れて始まったが、研究の分野はきわめてひろくなってきている。すでに技術の理論研究とか、技術の応用とか、また技術の社会学、倫理学、経済学などの学際的な研究を展開されるようになってきている。

3.3 残された課題

中国の技術論研究は西洋及び日本というような先進国家に比べればまだ格差がある。中国にはよい技術論の伝統が弱くし、技術実践のレベルが低い。それは客観的にはやや不利になっている。また技術論の研究者は、主に「自然弁証法」理論研究からの研究者で、彼らの知識構造はあまり合理的ではないし、技術に対してあまりわかっていない。だから研究結果が空疎になることから免れない。最後に外国の技術論あるいは技術哲学に対して初歩だけの紹介しかしていない。系統性と完備性にはまだ格差がある。外国の技術論に関する研究はまだ極めて珍しいといった状態にある。

参考文献

1. 銭学森：技術科学の中の方法問題 『自然弁証法研究通訊』1957. 1
2. 陳昌曙：技術の中の注意すべき方法問題 『自然弁証法研究通訊』1957. 2
3. 陳昌曙：簡論技術哲学 『東北工学院学報』1983. 1
4. 康栄平：技術学を独自の研究分野にしよう 『自然弁証法報』1983. 7. 10
5. 劉則淵：技術範疇：人間の自然に対する能動関係 『科学学研究』1983. 2
6. 陳昌曙 編：技術論、工程技術哲学 『自然弁証法百科全書』中国大百科全書出版社 1984 年版
7. 呉明泰他：『工程技術方法』遼寧科学技術出版社 1985
8. 中村静治：技術論の誕生及び社会背景 『科学と哲学』1985. 2
9. 張協隆：技術方法論雑議 『哲学研究』1985. 6
10. 遠徳玉 陳昌曙：『論技術』遼寧科学技術出版社 1986
11. F. Rapp：『技術哲学入門』劉武 他訳 遼寧科学技術出版社 1986
12. C. Micham：技術哲学 『科学と哲学』1986. 5
13. 陳念文 他：『技術論』湖南教育出版社 1987
14. 姜振環：技術学の学科の名称について 『自然弁証報』1987. 8. 19
15. 口樹増：『技術学入門』上海科学技術文献出版社 1987
16. 王海山：技術学学科構造の構想について 『第二回全国技術論學術討論會文集』（中）中国自然弁証法研究会 他 1988
17. 下中邦彦：『哲学事典』平凡社 1982
18. J. D. バナール：『科学の社会的機能』勁草書房 1981

旧海軍委託「F研究」における臨界計算法の開発

深井 佑造*

1 はじめに

先に、著者は戦前・戦中における日本での中性子連鎖反応に関する研究の歴史的発展を科学文献によって調査した¹。この調査では京都帝国大学荒勝文策教授研究室への旧海軍委託「F研究」の内容には殆ど触れる事が出来なかった。それは「F研究」関連資料が入手出来なかったという理由による。所が、最近「F研究」での下記に示した4件の中性子連鎖反応に関する研究資料が入手出来た。

- 資料A 荒勝文策、花谷暉一、木村毅一；ウランウム原子核ノ熱中性子捕獲断面積ノ測定、附総衝突断面積ノ測定、昭和20年6月22日 荒勝研究室
- 資料B 荒勝文策、花谷暉一；熱中性子ニ対スルウランウムノ原子核ノ分裂断面積及ビ吸収断面積ニ就イテ、昭和20年6月23日 荒勝研究室
- 資料C 荒勝先生メモ；U核分裂の連鎖反応，July,1945
- 資料D 報告者不明；U 235 核分裂の Chain Reaction の可能性，2065年
(注：皇紀2605年の誤りであろう。即ち、昭和20年)7月21日

資料AとBは、文部省特別科学研究費と海軍技術研究所委託研究費によって実施された核物理に関する実験・測定の結果の報告で、荒勝により資料Cに提案された臨界計算法の基礎になった物理的概念が示されている。資料AとBの報告書での断面積の呼称は現在とは全く逆になっている。即ち、資料AとBでの中性子の“捕獲”は現在では“吸収”の事であり、“吸収”は現在では“捕獲”と言っている。ここでは、現在の呼称に従って説明する。

資料CとDは、「F研究」の第1回会合として昭和20年7月21日に琵琶湖ホテルで開催された会議に、岡田辰三；金属ウラン製造法やウランウム塩の分析結果と共に提出されたもので、出席した海軍関係者等に報告されたと思われる。この会議に、資料AとBが配布されたか否かは明確でない。しかし、資料AとBの情報なくしては資料Cの荒勝臨界計算法は理解出来ない。

荒勝研究室の臨界計算法開発の史実は、米国の科学史家：S.Weart が米国物理学会誌に既に紹介している²。彼の紹介によって、荒勝の臨界計算法は日本人以外の研究者によって外国に紹介された唯一の日本における戦中の研究業績として海外で知られている。上記の資料と Weart により紹介された内容を比較すると、日本語に十分に慣れていない Weart には荒勝の研究内容に対して若干の誤解があるのではないかという恐れがある。

資料Cに提案されている荒勝の“第一関門式”：

$$\frac{\nu_0 n_U \sigma_U^{fiss0}}{n_U (\sigma_U^{fiss0} + \sigma_U^{res0}) + n_H \sigma_H^{ab0}} \geq 1$$

の形を見て Weart は次のように述べている。

* 日本大学文理学部講師

¹ 深井佑造；原子力開発史：中性子連鎖反応実現への遙かな道、日本原子力学会誌、39, no.7, 546 (1997).

² S.Weart; Secrecy, Simultaneous Discovery, and the Theory of Nuclear Reactor, Am. J. Phys., 45, 1049(1977).

… Arakatsu's various cross section, including even the resonance absorption cross section, did not differentiate between thermal and faster neutron.

現在の時点で見れば、上付きの添え字の“res”を持った断面積値は共鳴吸収を示しているように思えるが、1940年代では Fermi もウラン（以下、U と書く）の熱中性子捕獲断面積に“r”の添え字を用いている事実から、荒勝も当時の習慣に従って気軽に熱中性子捕獲断面積の添え字に“res”を用いたに過ぎず“第一関門式”は現在の時点で言う共鳴吸収値を含めた計算式の提案ではない。Weart が

… But this form differs significantly from the other forms. Arakatsu went beyond Leipunskii, Perrin, and Flugge by including a term for resonance absorption.

と述べているのは少々憂め過ぎと思う。戦時中の資料は日本語で書かれているため海外では資料の内容が十分に理解されていない。それから生じた誤解を訂正したいという希望と、先に発表した著者の論文に欠けた部分を補いたいと思って、上記資料を詳細に検討し、ここに結果を述べることにする。

ここでは、第2章で資料AとBの内容を説明し、第3章に資料Cの荒勝臨界計算法を検討し、併せて、理化学研究所（理研）の当時の成果とを比較する事によって荒勝研究室の研究水準と臨界計算法の問題点について論ずる。第4章では資料Dの概要を紹介し、臨界性の物理について荒勝研究室での考え方の間違いを指摘する。

2 荒勝臨界計算法の背景

荒勝臨界計算法を理解するためには資料AとBの内容の検討が必要である。そこで、初めに資料AとBの概要を説明する。この章の記号は同資料の記載に従う。

2.1 荒勝研究室における天然 U 原子核の各種断面積の測定

資料Aは“中性子砲”と呼んでいる実験装置による天然 U の熱中性子に対する吸収断面積 σ_a^U の測定結果の報告である。この実験では、パラフィンで包まれた Ra - Be 中性子源から発生した熱中性子を Cd 板や Borax で被覆された長さ 70cm の中空パラフィン筒に導き、ほぼ平行の熱中性子流を作り、筒の2箇所の離れた位置に測定資料を挿入し、その資料による熱中性子の散乱と吸収から結果する熱中性子の減少量を、筒の先端にある BCl_3 ガス入りの電離箱により計測する。測定資料は Cd 薄板で被覆された U_3O_8 と熱中性子吸収を殆ど無視出来る Pb を測定位置に各々挿入する。そして、もう一カ所の測定位置にも挿入して別々に計測値を得る。これらの計測値から U_3O_8 の全、散乱、吸収断面積の測定値を計算する。この値に対して、既に公表されている酸素の散乱³と吸収断面積⁴、

$$\sigma_s^O = 3.3b \quad \sigma_a^O = 0.1b \quad (2-1)$$

を用いて補正し、表1に示した天然 U 原子核に対する結果を得ている。

資料Bは Cd 薄板で被覆された電離槽の中心に Al 製の円筒を入れ、槽の外周部にパラフィンを設置し、パラフィン内部に Ra-Be 中性子源を置く。この配置によって熱中性子が Al 製の円筒に照射される。ここで、内面に Li_2CO_3 を薄く塗布したものと U_3O_8 を塗布した2種類の円筒が用意される。槽を真空に引いた後円筒の中心に針状の電極を挿入し槽との間に電圧を印加する。熱中性子が円筒に照射されると、Li を塗布した場合は ${}^6\text{Li}(n, \alpha) \text{T}$ 反応によって発生した α and/or T の荷電粒子によって、針状の電極と電

³ J.R.Dunning, G.B.Pegram, G.A.Fink, D.P.Mitchell; Interaction of Neutrons with Matters, Phys. Rev., 48, 265 (1939).

⁴ S.Kikuchi, K.Husimi, H.Aoki; Excitation of γ -rays by Neutrons IV, Proc. of the Physico-Mathematical Soc. of Japan, 18, 188 (1936); この論文では、CaO の γ excitation cross-section として $0.1 \pm 1.0 b$ が発表されている。荒勝のように、O の σ_a として $0.1 b$ を採用するのは極めて大き過ぎ、 $0.000178 b$ が実際の妥当な値である。

離槽との間に電流が流れる。U を塗布した場合でも核分裂生成物は荷電粒子であるから同様に電流が生ずる。この実験では照射熱中性子量は同じであるので、これらの電流値は各々の反応断面積と塗布量の積に比例する。 ${}^6\text{Li}(n, \alpha)\text{T}$ 反応断面積は 70 b で塗布量も予め分かっているから、測定された電流値から天然 U の核分裂断面積 σ_f の実測値が得られ、資料 A で得られた吸収断面積から捕獲断面積が計算出来る。

こうして、荒勝研究室で測定された天然 U 原子核の各種断面積値を整理すると、表 1 に示したような結果にまとめられる。

表 1 荒勝研究室で測定された天然 U の各種断面積値 (単位:barn)

全	散乱	吸収	分裂	捕獲	出典
22.5 ± 0.5	18.5 ± 2.1	4.0 ± 2.1	2.9 ± 0.2	1.1 ± 2.1	荒勝 ⁵
				1.3 ± 0.45	Joliot etal
22 ± 3	20 ± 5	2 ± 4			Reddemann
		3.2	2	1.2	Anderson
17.3	9.8	7.6	4.2	3.4	参考値 ⁵

資料 B の表には、表 1 に示したように、Joliot etal は Nature,143,490(1939)、Reddemann は Naturwiss.,27,518(1939)、Anderson は Phys.Rev.,55,511(1939) の引用文献を示し、荒勝は自己の測定値と比較し実験の妥当性を確認している。

2.2 資料 A と B に見られる荒勝の独創性

当時の臨界計算法は、F. Perrin⁶、F. Adler と S.Flugge⁸ の論文に示された中性子拡散方程式に従っている。いずれの研究論文でも、彼らの方程式の中性子数の平衡関係に示されている U 核分裂による中性子の (発生) 項は、

$$n_U(\nu - 1)\sigma_f^U \text{ (ある場合は、}\sigma_a^U \text{ と書かれている)} \quad (2-2)$$

となっている。ここで、 n_U は単位体積当たりの天然 U 原子核数で、 ν は核分裂当たり発生する高速中性子数を示す。この表示は天然 U 原子核の熱中性子捕獲の割合を全く無視して、吸収断面積 = 核分裂断面積と考えている。所が、表 1 に示すように、荒勝の実験結果による捕獲断面積の測定値は核分裂断面積の約 3 分の 1 にも達していて、簡単には無視することが出来ない。そこで、荒勝は

(1) 臨界計算法には熱中性子捕獲の割合を考慮すべきである。

と考えた。これは当時としては独創的な提案と考える事が出来る。

現在の知識は、天然 U の熱中性子に対する捕獲断面積は、

- (i) ${}^{235}\text{U}$ の捕獲の割合 : ${}^{235}\text{U}(n, \gamma) {}^{236}\text{U}$ と
- (ii) ${}^{238}\text{U}$ の吸収の割合 : ${}^{238}\text{U}(n, \gamma) {}^{239}\text{U}$

⁵ 表 1 の参考値は、現在の確定している ${}^{235}\text{U}$ の $\sigma_a = 681\text{b}$, $\sigma_f = 582\text{b}$, $\sigma_s = 13.8\text{b}$, ${}^{238}\text{U}$ の $\sigma_a = 2.7\text{b}$, $\sigma_s = 8.9\text{b}$ の値を天然 U の組成を用いて著者が計算した値である。天然 U の捕獲断面積 $\sigma_c = 3.4\text{b}$ の内約を見ると、 ${}^{235}\text{U}(n, \gamma) {}^{236}\text{U}$ の値は 0.7 b で、 ${}^{238}\text{U}(n, \gamma) {}^{239}\text{U}$ の値は 2.7 b であるから、各々の値の割合は約 1:4 である。

⁶ F. Perrin; Calcul relatif aux conditions éventuelles de transmutation en chaine de l' uranium, Com. Ren., 208, 1394 (1939).

⁷ F.Perrin; Calcul relatif aux conditions éventuelles de transmutation en chaine de l' uranium, Com. Ren., 208, 1573 (1939).

⁸ F. Adler; Développement dans le temps des réactions en chaines dans une masse uranifere, Com. Ren., 209, 301 (1939). 及び、S. Flügge; Kann der Energieinhalt der Atomkerne technisch nutzbar gemacht werden ?, Die Naturwissenschaften., 27, 402(1939).

の和からなると教えている。そして、前者は全体の約 20 % を占める⁹。しかし、²³⁶U の α 崩壊の半減期が 2.341×10^5 年という長寿命のために、当時は、²³⁶U 原子核の存在自身も確認されていなかった。²³⁸U の半減期も 4.47×10^9 年という長寿命であるが、天然に存在しているので測定に必要な量の確保は可能である。しかし、²³⁶U は ²³⁵U (n, γ) 反応の結果でしか入手出来ないで、微量しか入手出来なかった。更に、半減期が長ければ、崩壊によって放出される単位時間当たりの α 粒子の数が少なく、当時の低感度の測定器では測定出来なかった。²³⁶U は、終戦直後に出版された W.S.Stephens “Table 7 Properties of Heavy Nuclei”には記載されていないし、“Table 5 Predicted Properties of Heavy Nuclei”では α 崩壊半減期の予想値として $\sim 10^7$ 年という記載のみしかない¹⁰。この半減期の値が確定するのは 1950 年代になってからである¹¹。

従って、当時の研究者は ²³⁵U(n, γ)²³⁶U という反応は存在していないと理解していた。これが吸収断面積 = 核分裂断面積 という考えの基礎にあった。かように、荒勝が (i) の提案の物理的根拠を (ii) の反応に求めざるを得なかった事は明らかである。しかも、天然 U の核分裂発見と同じ時期に、U による中性子吸収現象の物理的根拠が ²³⁸U の 25eV の共鳴吸収によるという発表もある¹²。資料 B の序論に述べられている次の語句：

「コノ捕獲断面積（注：原文では σ_0^U と書かれている）ハ（核分裂ニヨツテ中性子放出）ヲ伴ナハザル熱中性子吸収ノ量ヲ表ハスモノトシテ重要ナ値デアル。尚コノ値ハ 25volts 付近ノウラニウム U 238 原子核ノ熱中性子ニ対スル強イ共鳴吸収ノ吸収帯ノ幅ヲ知ル上ニモ必要ナ量デアル」

が注目される。一方、荒勝の実験では使用された資料は全て Cd で被覆されているので、彼の測定値は熱中性子のみの照射による被放射化値である事を、当時の他の研究者と同じように、理解していたと考えてよい。1946 年 6 月 21 日に開催された米国物理学会の Chicago の会議で、E.Fermi は次のように言っている¹³。

中性子のウランニウムによる吸収は核分裂又は (n, γ) 過程による吸収をひき起こす。この後者の可能性を共鳴吸収の過程と呼ぶことにしよう。……中略……(3) 熱的運動エネルギーをもつ中性子又は“熱中性子”—熱中性子に対しては共鳴および分裂吸収の両方が重要である。…… σ_f および σ_r をエネルギー kT の中性子に対する分裂および共鳴吸収の断面積とし、……ウランニウムに吸収されるすべての熱中性子の中 $\sigma_f/(\sigma_r + \sigma_f)$ の割合だけが分裂を起す。……

Fermi も天然 U の熱中性子捕獲断面積は共鳴吸収に関連し、断面積値に共鳴吸収を表す “ r ” という添字を使用している。しかし、1946 年 10 月に開催された米国の M I T の原子力セミナーでは、F.L.Friedman は熱中性子捕獲断面積は σ_c と書くべきで、 σ_r は熱エネルギーからそれ程高く離れていない共鳴エネルギー領域の吸収断面積に使用すると述べている¹⁴。これらの事実から

⁹ 前掲 (5)

¹⁰ W. E. Stephens (editor); Nuclear Fission and Atomic Energy, The Science Press, Lancaster, Pa. (1948). 初版は 1946 年。

¹¹ A. Chiorso, J. W. Brittain, W. M. Manning, G. T. Seaborg; The Uranium Isotope U236, Phys. Rev., 82, 558 (1951).
²³⁶U は Los Alamos Scientific Lab. の Segre のグループにより、1943 年に ²³⁵U の核分裂との競争過程として観察された。D. Williams, P. Yuster が 1945 年 1 月に、CP-1 (世界で初めて連鎖反応に成功した装置) の中性子を濃縮された ²³⁵U の資料に照射して ²³⁶U を検出している。これらの情報は未公開で (報告書も日本では入手不可能であるが) Chiorso らの論文には紹介されている。Chiorso らは、1945 年夏に濃縮された ²³⁵U を中性子照射して、²³⁶U の α 崩壊の半減期が 2×10^7 年で α 粒子のエネルギーが約 4.5 MeV である事を報告している。その後、A. H. Jaffey, H. Diamond, A. Hirsch, J. Mech; Half-Life and Alpha-Particle Energy of U236, Phys. Rev., 84, 785 (1951)。ここでは、半減期は 2.46×10^7 年、 α 粒子のエネルギーが 4.499 MeV であるとしている。F. H. Fleming, A. Chiorso, B. B. Cunningham; The Specific Alpha-Activities and Half-Lives of U234, U235, and U236, Phys. Rev., 88, 642 (1951)。半減期 (2.391 ± 0.018) $\times 10^7$ 年が与えられ、現在の値に近い測定値が得られるようになった。²³⁶U の存在と α 崩壊は ²³⁵U の濃縮と原子炉による多量の中性子照射によってのみ確認出来た事は明らかである。

¹² N. Bohr; Resonance in Uranium and Thorium Disintegrations and the Phenomenon, Phys. Rev., 55, 418 (1939).

¹³ E. Fermi; Elementary Theory of the Chain-reacting Pile, Science, 105, 27 (1947)。この論文は彼の講義録と共に、小林稔らによって邦訳されている。原子核物理学, 物理学叢書 I, 吉岡書店 (1954)。本文に引用した文章は小林らの訳書の p.271 にある。

¹⁴ C. Goodman (editor); Introduction to the Pile Theory, Addison-Wesley Press, Inc., Cambridge, Mass. (1952)。初版は 1947 年。F. L. Friedman; 5. Elementary Pile Theory, p.111.

(2) 天然 U の熱中性子捕獲断面積は ^{238}U の共鳴吸収に関連している。しかし、その値には 25eV の共鳴吸収による結果は含まれていない。

ことを荒勝は理解していたと考えられる。

臨界性に現れる U 濃度の最適化条件の説明の際に、先に発表した著者の論文¹⁵ に指摘した、その物理的理由として用いられている「共鳴吸収帯の中心から相当離れたところでも可成りの吸収がある」という現在の知識からは理解し難い皆川 - 玉木の論文 (II)¹⁶ の表現も、当時の研究者の大部分が (2) のような考え方を持っていたために用いられた説明方法と解釈出来ない事もない。しかし、この「 σ_0^U 」と示した物理的理由は臨界性に対する最適化濃度の正確な物理的理解にはなっていない点を再び強調しておきたい。

2.3 荒勝臨界計算法の論理構成の基本

資料 A の序論に、

$$\nu\sigma_f^U/\sigma_0^U > 1 \quad (2-3)$$

を核分裂連鎖反応の第 1 条件式と位置づけている。そして、資料 C の荒勝の臨界計算法の 2 段階論理構成の基本となつた次の語句が述べられている。

「実際ハコノ条件式ガ事実成立シテモ核分裂ノ連鎖反応ガ起ルトハ限ラナイ。ソレハコノ二次放出中性子ノエネルギーハ非常ニ大デ、コレガ熱エネルギーニマデ減速サレル内ニ、核分裂ヲ起サズニウランウム原子ニ吸収サレ、或ハ中性子 減速物質タル含水素物質中ノ水素原子ニ吸収サレ消滅シ、コノ中性子ガ熱中性子ニナルマデニ 1 ヨリ小トナル可能性ガアリ、」……第 1 段階 (2-4)

「更ニ又ソレガ 1 ヨリ大デアルニシテモ、ソレガウランウム原子ニ衝ッテ核分裂ヲ起サズニ系外ニ放散シ消滅スル事ガアリ得ルカラデアル」……第 2 段階 (2-5)

第 1 段階は (2-3) 式に関連して、資料 A の結論である吟味の章に次のように追加説明されている。既に得られていた $\nu\sigma_f^U = 4.8 \pm 3.0b$ と表 1 の吸収断面積 σ_0^U の値を用いると、(2-3) 式の値は 1.2 となるので、

「故ニ、コノ測定結果ヨリ核分裂連鎖反応ノ第 1 条件ガ成立セル事ヲ見タノデアル。然シ更ニ、コノ新ラシク放出サレタ 1. 2 個ノ速中性子ガ熱中性子ニマデ減速サレル前ニ 25volts 付近デ起ル強イ共鳴吸収 (核分裂ヲ伴ハザル) の為ニ消滅シ、1 個ヨリ少クナクナレバ事実上連鎖反応ハ起ラナイノデアル。コレガ 1 個以下ニナラナイタメニハ、ソノ共鳴吸収帯ヲ通過スルトキ、ソノ 84% (注: $1/1.2=0.833$) 以上が無事通過して熱エネルギー域ニ達ス必要ガアル。」……第 1 段階? (2-6)

こうして、(2-4) 式と (2-6) 式に引用した語句を総合すると、荒勝の臨界計算法での論理構成の第 1 段階の考え方は

“無限大連鎖反応体系では、U 原子核の吸収と水素原子核の吸収や ^{238}U の 25eV の共鳴吸収による中性子量が核分裂による高速中性子発生量を超えた場合には連鎖反応は成立しない”

という事を主張していると思えるべきであろう。第 1 段階として、無限大連鎖反応体系での中性子数の平衡関係を求め、次に、第 2 段階: (2-5) 式にて有限体系として臨界質量を計算するという手法は、Fermi と

¹⁵ 深井佑造; 原子力開発史: 中性子連鎖反応実現への遙かな道、日本原子力学会誌、39, no. 7, 546(1997).

¹⁶ 皆川理、玉木英彦; 中性子衝突による重い原子核の分裂 (II)、日本数学物理学会誌、14, 106(1940).

彼の共同理論研究者によって完成された¹⁷ 現在の原子炉初等理論の論理構成と全く同じである。そして、1946年10月米国MIT原子力セミナーで、この理論はE. P. Wignerによって

“Fermi’s theory divides the problem of multiplication constants and critical sizes into two parts.”

と述べられている¹⁸。戦時中のような相互に情報が全く隔絶した状態にありながら、現在の世界で用いられている原子炉初等理論に似た論理構成が、かように荒勝によって提唱されていたという事実は驚きに値する。しかし、荒勝が提唱した実際の臨界計算法の第1段階は、Fermiの方法とは比べられない程粗雑で、(2-4)と(2-6)式に論じられている全ての物理過程が考慮されているわけではない。むしろ、荒勝の第1段階での計算法に対する考え方は論理的に間違っていたと思われる。これらの点を次の章で詳細に検討する。

荒勝の臨界計算法を詳細に検討する次章へ進む前に、資料Aの吟味の章では(2-6)式の語句に続いて、次のように述べている事に注意したい。

「コノ通過度（注：これは現在では“共鳴吸収を逃れる確率”と呼ばれている）ハ直接実験及び共鳴エネルギー、共鳴吸収断面積ノ大サ、吸収帯ノ幅等ノ知識ヨリ計算ニヨツテ得ラレルガ、」（2-7）

と述べて、直接測定の結果の通過度として、Joliot et alの $84 \pm 3\%$ 、Andersonの80%、Perrinの85%の数値を挙げている。そこで、(2-6)式の語句に関連し、且つ次章で示される荒勝の臨界計算方程式を見ると、荒勝は

(3) 通過度は一定値で、その値は0.85である。

と考えていた。従って、荒勝には“第一閥門式”には共鳴吸収を逃れる確率を確かに考慮されていないが、Weartが指摘している¹⁹、「共鳴吸収を逃れる確率を分離して考慮していなかった」という事実は見られない。即ち、荒勝が“第一閥門式”に共鳴吸収を含めたと誤って解釈して、分離して考慮すべき共鳴吸収を逃れる確率を計算に含めなかったという、Weartの指摘は誤解であろう。又、(2-7)式の語句には、荒勝は通過度： p の理論計算の開発を希望していたように述べられている。著者が前に発表したように²⁰、昭和18年半ばには大阪帝国大学で物理学を研究していた伏見康治は、共鳴吸収断面積を δ 関数に模擬して「減速中の中性子が共鳴吸収を通過した割合」を理論的に解析をしている²¹。しかし、荒勝は伏見の研究を関知していなかった。

3 荒勝臨界計算法の内容

前章で述べた考え方に従い、資料Cに荒勝は次のような計算法を提案している。

(4) 臨界量の計算を2段階に分ける方法：第1段階は計算体系を無限大と仮定して濃度を求め、第2段階ではその濃度での連鎖反応体系の臨界質量を求める。

実際の計算体系は、天然 U_3O_8 を軽水に均質に混合した球形原子炉を対象にする。従って、天然U以外の原子核は酸素と水素のみである。そこで、各々の単位体積当たりの原子核数 n については下付き添字

¹⁷ E. Fermi; Elementary Theory of the Chain-reacting Pile, Science, 105, 27 (1947). この論文は彼の講義録と共に、小林稔らによって邦訳されている。原子核物理学，物理学叢書I，吉岡書店(1954)。

¹⁸ C. Goodman(editor); Introduction to the Pile Theory, Addison-Wesley Press, Inc., Cambridge, Mass. (1952). 初版は1947年。E.P.Wigner; 4. Nuclear Chain Reactions, p.99.

¹⁹ S. Weart; Secrecy, Simultaneous Discovery, and the Theory of Nuclear Reactor, Am. J. Phys., 45, 1049(1977).

²⁰ 深井佑造；原子力開発史：中性子連鎖反応実現への道かな道、日本原子力学会誌、39, no.7, 546(1997)。

²¹ 伏見康治；中性子の減速について、1943年半ばに完成。(昭和23年「最近物理学の諸問題—寺沢寛一博士還暦論文集」岩波書店)、二四三五六七七、リンクス・リセウム、昭和60年6月。

を U,H,O と書く。中性子反応断面積 σ 値の上付き添字 : s は散乱、ab は吸収、fiss は核分裂、添字 θ は熱中性子、無印は高速中性子、 ν は核分裂当たり発生する高速中性子数を示す。第 1 段階は計算体系を無限大と仮定して、m g の U_3O_8 を軽水 1000cc 中に均質に混合したとして所用の濃度を求め、第 2 段階では濃度 m の球形原子炉の臨界質量を計算する。従って、本来ならば第 1 段階を初めに、次に臨界計算を述べるべきであるが、荒勝臨界計算法の問題点は第 1 段階にあるので、ここでは、第 2 段階での計算を先に検討する事にする。

3.1 第 2 段階での荒勝の計算式

Weart が指摘したように²²、荒勝の計算式の具体的表示は Perrin の論文の方程式に極めてよく似ている。勿論、当時の日本の殆ど全ての研究者は Perrin の論文を基にしているので日常的な方法であったと思う。付録 A に示したように、荒勝の計算方程式の概略の形は Perrin の第 2 論文²³ から容易に導かれる。資料 C の荒勝の式は次のように与えられている。

$$\lambda \nabla(F\bar{v})/3 + [(v-1)n_U\sigma_U^{fiss} - n_O\sigma_O^{ab} + n_H\sigma_H^{ab} \times \left\{ \frac{0.85 \cdot v_\theta n_U \sigma_U^{fiss\theta}}{n_U \sigma_U^{fiss\theta} + n_O \sigma_O^{ab\theta}} - 1 \right\}](F\bar{v}) = 0 \quad (3-1)$$

資料 C では、(3-1) 式の右辺は 0 ではなく $\partial F/\partial t$ と書いているが、 $\partial F/\partial t = 0$ として臨界質量を計算している。従って、(3-1) 式は第 2 段階での荒勝計算式と考えてよい（注：資料 C に示された式は左辺第 2 項に $F\bar{v}$ が落ちている。これはミスプリントである）。(3-1) 式を付録 A の Perrin の論文から導かれた (A-6) 式と比較し、更に、Perrin の論文での数値計算に使用された各反応断面積の値と資料 C で荒勝が計算に用いた数値を並べて見ると表 2 のようになる。なお、表 2 には資料 C に記載されている数値の出典を“：研究者名”として示した。

表 2 荒勝と Perrin の臨界計算法の比較

項目	Perrin	荒勝:引用文献	備考
ν	3	2.5	$\nu_\theta = \nu$
γ	0.85	0.85(一定値)	前章の(3)参照
σ_U^{fiss} b	0.1	0.1 :Anderson	
$\sigma_U^{fiss\theta}$ b	$2\sqrt{300/T}$	$2\sqrt{300/T} \cdot \epsilon/0.7$:Anderson	T ; 体系温度 K° ϵ ; 濃縮度 %
σ_H^{ab} b	1	1 :Fleithmann	
$\sigma_H^{ab\theta}$ b	0	-	明示されていない
σ_O^{ab} b	0	0.01 :Ladenburg	
$\sigma_O^{ab\theta}$ b	0	0.1 :Ladenburg	
σ_U^s b	6	6	
σ_H^s b	0	2 :Ladenburg	Perrin と異なる
σ_O^s b	2	0.6 :Ladenburg	Perrin と異なる

(3-1) 式と (A-6) 式との比較及び表 2 から荒勝の方法の問題点があった。これらを次の (i)~(vii) に説明する。

²² 前掲(16)

²³ 前掲(7)

- (i) 資料Cに示されている荒勝の計算法は Perrin の方法を基本としているという事実は、相似形の方程式が導出出来るという事と同時に、表2に示したように核データに対する同じ数値の使用からも明かである。
- (ii) 正確な表示の (A-6) 式と (3-1) 式を比較すると、水素に対する熱中性子吸収項 $n_H \sigma_H^{ab\theta}$ が無視されている。その無視の理由は不明である。
- (iii) $\nu_\theta = \nu$ としているが、これは当時とすれば妥当な近似である。むしろ、高速分裂効果を取り入れた方法と評価したい。
- (iv) (3-1) 式にある $n_H \sigma_H^{ab}$ は奇妙な感じを与える項であるが、これは付録Aの (A-3) 式のように解釈すべきであろう。
- (v) 荒勝の計算法が Perrin の方法より発展している点は、現在の知識からは妥当な方法とは言えないが、濃縮度 ϵ の効果が考慮出来る事である。
- (vi) γ は Perrin の論文の数値を濃度 m に無関係に、そのまま一定値として“0.85”を用いている。これは前章の (3) で論じた点で、荒勝計算法における非常に重大な問題点であるから、更に、3.3 節で詳細に検討する。
- (vii) (ii) と関連する問題であるが、次節で検討される第1段階での荒勝計算に必要とされる $\sigma_H^{ab\theta}$ の数値が資料Cには明示されていない。この数値の欠落によって資料Cに示している荒勝の臨界量の計算結果の数値を再現する事は事実上不可能である。

3.2 第1段階での荒勝の計算式

前章 (2-4),(2-6) 式に述べたように、第1段階の計算は体系からの中性子の漏れがないと仮定した無限大体系での中性子数の平衡関係から得られる。最終目的は臨界体系での計算であるから、その無限大体系での中性子数の平衡関係は体系からの“中性子の漏れ”による中性子数を補償するだけの量を平衡関係式に含めていなければならない。具体的には、

$$(\text{核分裂による発生中性子数}) - (\text{体系内での吸収全中性子数}) > 0 \quad (3-2)$$

であるべきである。ここで、上式は“ \leq ”ではない事に注意したい。即ち、無限大体系での中性子数の平衡関係の (3-2) 式では“ $=$ ”を採用する事は許されない。資料Cで荒勝は、「thermal neutron ガ1個入ルトキ fission ニヨリ新生スル neutron ガ吸収ニヨリ消滅スルモノヨリ多イコトガ必要条件デアル」として、

$$n_U \{ \sigma_U^{fiss\theta} (\nu_\theta - 1) - \sigma_U^c \} - n_H \sigma_H^{ab\theta} \geq 0 \quad (3-3)$$

を与え、更に、最後に“第一関門式”として (3-3) 式を変形した次式を示している。ここで、 σ_U の上付きの添え字“c”と“res”と同じものである。

$$\frac{\nu_\theta n_U \sigma_U^{fiss\theta}}{n_U (\sigma_U^{fiss\theta} + \sigma_U^c) + n_H \sigma_H^{ab\theta}} \geq 1 \quad (3-4)$$

そして、荒勝は (3-3) 式または (3-4) 式で“ $=$ ”を採用する事によって濃度 m を計算し、この m を用いて (3-1) 式により臨界質量を求めた。

確かに、Perrin 等の従来計算では濃度 m と臨界質量を一つの方程式：例えば (3-1) 式からのみ求めている。この方法を改めて2段階論理で濃度 m と臨界質量を段階的に計算する荒勝の方法は現在の原子炉初等理論の論理構成に近く、極めて先進性のある提案と評価する事が出来る。しかし、無限大体系での中性子数の平衡関係に上のように“ $=$ ”を採用する事は物理的論理構成に矛盾し許される方法ではない。では、臨界性計算の物理的論理に適合するように、濃度 m と臨界質量を2段階論理で個別に計算するには、どの様な方法があるのか？。次節に当時、この問題を解決出来るだけの物理知識が既に日本でも得られていた事を紹介すると同時に、荒勝研究室の物理知識や情報収集の水準を検討する。

次節に話を移す前に、より厳密に導出した付録Aに示した方程式等と(3-4)式等とを比較して、前と同様に荒勝の方法の問題点を述べる。

(viii) 付録Aの(A-26)式と(3-4)式を比較すると、荒勝は

$$\gamma = 1 \quad n_0 \sigma_0^{ab\theta} = 0 \quad (3-5)$$

と考えていた事が分かる。

(ix) 先に示した(ii)では無視されている水素の熱中性子吸収項 $n_H \sigma_H^{ab\theta}$ が(3-3)式または(3-4)式には考慮されている。

以上の事を総合すると、荒勝には付録Aで展開したような

(5) 臨界性計算の物理的論理構成の各段階の計算式は中性子数の平衡を表わす一つの関係式から結果するものであるという物理的認識に欠けていた。

と思われる。一応は Perrin が提案した計算式に従っているが、荒勝は物理的根拠を厳密に考慮する事なく無限大体系での中性子数平衡を表わす関係式：(3-3)式を作ったとしか思えない。中性子数平衡関係を厳密に考慮すれば、無限大体系として導かれた第1段階の計算手段に“=”を採用して計算した濃度mを用いては臨界質量は求められない筈である。にも拘らず、荒勝が臨界質量を数値的に計算する事が出来たのは、(iii)に示した高速分裂効果の考慮と共に、(ii)、(vi)、(vii)に示した問題点や(3-5)式の近似化によるという理由が考えられる。従って、荒勝が資料Cで報告した臨界質量は

(6) 近似化や未熟な検討による過誤によって偶然に計算が出来た結果の数値で、信頼性は極めて低い数字である。

と考えられる。

3.3 荒勝の研究に欠けた知識

論理的に矛盾する事なく、第1段階の無限大体系での中性子数の平衡関係に関連する濃度mは、濃度最適化の条件によって決定が可能になる。この概念は、前に述べた荒勝の認識(3)からは生まれて来ない。しかし、一般に連鎖反応体系では、均質系の場合には濃度に最適化があるという事実は、その物理的説明(但し、著者は説明されている物理的理由には疑問を持っているが²⁴)と同時に、既に理研の研究者によって昭和15年の日本数学物理学会誌に発表されている²⁵。荒勝の認識(3)が訂正出来たかも知れない物理情報が公表されている1939年のJ. de Phys. Rad.の論文も²⁶、この理研の総合調査報告には引用されている。資料A～Dの何れにも、このJ. de Phys. Rad.の論文の引用がない事から、荒勝は彼の言う“通過度 γ : 共鳴吸収を逃れる確率”が濃度mの関数であるという正確な物理的知識を持っていなかったと見るべきである。同じ学会に所属し同じ分野で研究していた荒勝が、この濃度の最適化という事実を知らなかったという言い訳は通用しないであろう。こうした物理的知識の欠如が、無限大体系として導かれた第1段階の計算手段に“=”を採用する結果になり、折角、現在の原子炉初等理論と同様の計算構成を提案するという先進性のある優れた概念に達しながら、後世の評価に耐える業績を日本の歴史に見い出す事が出来ないのは残念である。

²⁴ 深井佑造；原子力開発史：中性子連鎖反応実現への遙かな道、日本原子力学会誌、39, no.7, 546 (1997).

²⁵ 皆川理、玉木英彦；中性子衝突による重い原子核の分裂(II)、日本数学物理学会誌、14,106 (1940).

²⁶ H. Halban, F. Joliot, L. Kowarski, F. Perrin; Mise en evidence d' une reaction en chaine au sein d' une masse uranifere, J. de Phys. Rad., 10,428(1939).

理研の研究グループが濃度の最適化という事実を十分に理解していたと言う史実は竹内証の戦中の資料にも見る事が出来る²⁷。その資料で竹内は

計算をしてみて、水とウランの混合比に optimum の所のあるのが判って喜んだり、……………

と述べている。そこで、竹内の資料と J. de Phys. Rad. の論文に発表されている共鳴吸収を逃れる確率 p (: 通過度 γ), 及び荒勝の (3-4) 式を (3-6) のように変形して、これは現在の ηf を表す式として見なして、これらから臨界体系の濃度に最適値があるという事を表3に示す。

$$\eta f = \frac{\nu_{00}\sigma_U^{fiss0}}{\sigma_U^{fiss0} + \sigma_U^{c0} + (n_H/n_U)\sigma_H^{ab0}} \geq 1 \quad (3-6)$$

表3により、竹内が

… また neutron は fast なのでこれが slow down する迄に H や U 238 に capture される probability p が問題。Perrin の data を用いる。一部外挿する。

と述べている事実が確認出来る。

表3 無限大連鎖反応体系での濃度の最適化

n_H/n_U	p (J. de Phys. Rad.)	p (竹内)	(3-6) 式
∞	1	1	0
↑	↑	↑	↑
580		0.91	小
250		0.9	↑
150		0.9	
140	0.89		
98		0.89	
65	0.86		
43		0.83	
30	0.8		
27		0.79	
17		0.72	↓
3	0.6		大
↓	↓	↓	↓
0	0	0	1.2*

注：表中の p は竹内らの定義の (1-P) である。* : (2-3) 式と (2-6) 式による。

資料Cでは、(3-6) 式の分母の天然 U の捕獲断面積については表1の Joliot et al の測定値を使用し、

$$\sigma_U^{c0} = 1.3 \times (0.7/\epsilon)b \quad (3-7)$$

として、濃縮度 $\epsilon\%$ による効果を取り入れている。(vii) に示したように、荒勝は必要な水素の熱中性子吸収断面積 : σ_H^{ab0} の数値を与えていないので、(3-6) 式の n_H/n_U に対する依存性を数値的に計算する事は出来ない。しかし、表3に示したように定性的には n_H/n_U に対する依存性を予想する事は可能である。

²⁷ 竹内証 ; 第 10 章 物理学における戦争の投影、資料 10-10, 日本科学技術史体系、第 16 巻、p.446, 日本科学史学会 (1970).

付録Aの(A-26)式のように、無限大連鎖反応体系での臨界性：積 ηpf は(3-6)式と p の積で求められるから、表3から積 ηpf は n_H/n_U 即ち濃度 m のある値にて最高値を持つ事実を知る事が出来る。これが理研グループが当時も理解していた濃度の最適化という事実であるが、これを荒勝は理解していなかった事は明かである。

最適化の濃度を求めるという事は、連鎖反応実現のための開発計画では理論研究者に課せられた重要な研究課題である。その計算結果によって、連鎖反応体系の必要機材の量が最も効率よく用意出来る事になる²⁸。1942年12月に、世界で最初に天然Uの連鎖反応が実現した際にも、その年の初めにWignerらによって“optimal lattice”(この場合は非均質炉であった)の計算が勢力的に実施された事が報告されている。²⁹ 連鎖反応に関する物理的知識で、理研グループが昭和15年に既に最適化という事実を理解していたという事は優れた実績であるが、それが荒勝研究室では理解されていなかった事は残念である。

4 資料Dにおける臨界計算法の過誤

資料Dには新しい計算法と称される方法が提案されて、次のように提案理由が述べられている。

chain reaction 実現の可能性について、従来の人々の吟味は「計算の途中に行つてある近似の度合、用いられている実験値等が区々にあるために決定的な判定を下し得ないように思われる。特に、拡散の微分方程式を解いているが」。それが問題であるから、「我々は最も原始的な方法をえらび実験値に極度に頼つて chain reaction の可能性をしらべて見ることにする。」

そして、検討対象の体系を次のように考えて計算上の仮定を述べている。

「発生される中性子を出来るだけ逃がさないために無限に多量の水中に」「徒に所要量を増」さないためにUを「金属塊として」置く。そして、「ウランの所要量が少なく、その中での中性子の分布が一定と見なし得る場合にはウラン原子核の個数のみを問題にすればよい。」

と考へ、更に、続けて

「以上の仮定の下に現在得られる実験値を用いて最も直接的に chain reaction の可能性をしらべる」。「それには、1. 水中の一点Oに単位強さの速中性子源をおいた場合の水中における中性子分布状態と、2. 1個の中性子がU235核に衝突して分裂を起こす確率とその際発生する中性子の個数を知ればよい」

と述べている。資料Dでは、 $\rho_N(r, v)$ を速度 v を持つ中性子の密度分布として定義する。高速中性子による核分裂反応は v の関数である $\sigma_f(v)$ として表す。かように、中性子の速度の依存性を考慮して r と v に関する積分型の中性子数の平衡計算式を提案している。

しかし、「 σ_f が中性子の速度に逆比例するという事実を用いて、簡単にすれば $v\sigma_f(v) = v_0\sigma_{f0}$ 但し、 v_0 は熱中性子の速度、 σ_{f0} はその中性子に対する核分裂断面積」で、実際に採用している $\rho_N(r, v)$ の実験値

²⁸ 無限大連鎖反応体系で最適化された濃度の値と有限の体系での値の間には幾分の差がある。中性子の平均自由行程に比べて体系の寸法が大きい場合には、この差は無視出来る。CP-1では前者による最適化格子条件を求め、理研グループでの検討は後者の場合に相当する。この“最適化”の検討は、開発計画の初期とは異なつた意味で現在の動力炉の炉心設計でも重要な項目である。殆ど全ての動力炉炉心は低濃縮 UO_2 燃料と軽水減速材との非均質格子系であるが、その体積比は均質体系でのU濃度と全く同様の特性を持つ。運転状態の動力炉炉心での設計体積比は“最適化”された仕様ではない。むしろ、最適値よりも少し高め体積比に設計されている。 UO_2 燃料は固体で軽水減速材は液体である。当然、熱膨張率の差によって運転炉心の熱出力が何等かの原因によって増加して炉心全体の温度が上昇すると少量の軽水減速材は炉心から排除される。これは体積比が増加する事に相当し炉心での連鎖反応を低下させる方向に働き熱出力も減少し安定した運転状態に落ち着く。これを負の反応度減速材温度係数を持つ炉心の設計と称し、現在では安全性上の絶対必要な仕様条件である。ここに、現在の原子力の問題にも関連する事として、連鎖反応体系での“最適化”の知識取得の歴史に著者が重大な関心を払う理由がある。

²⁹ Goodman(editor); Introduction to the Pile Theory, Addison-Wesley Press, Inc., Cambridge, Mass. (1952). 初版は1947年。E.P. Wigner; 4. Nuclear Chain Reactions, p.99.

が熱中性子による被放射化の値であり、又、積分方程式の被積分項に減速積分核が用いられていないという点から、資料Dでの実際の数値計算では中性子速度の依存性は考慮されてなく、単なる熱エネルギー中性子のみを反応を考慮していると考えられる。

そのように考えると、資料Dで提案されている積分型の中性子数平衡計算式は次のようになる。

$$N_t = Q_0 \int_0^{r_0} (\nu - 1) n_U v_0 \sigma_{f0} \rho_N 4\pi r^2 dr \quad (4-1)$$

ここで、 Q_0 は ^{235}U 金属球の中心に置かれた中性子源の強さ、 ρ_N は Q_0 による金属球内の中性子の密度分布、 n_U は ^{235}U 原子核の単位体積当たりの数、 N_t は中性子源 Q_0 によって半径 r_0 の ^{235}U 金属球内の中性子 ρ_N によって核分裂して発生した全中性子数である。資料Dは、 ρ_N に従来から用いられている拡散理論による表示式を用いず、引用している Amaldi-Fermi の実測値³⁰ を採用して従来信頼性の薄い結果よりも向上した臨界量を求めようとした。著者は、資料Dの ρ_N 値の Amaldi-Fermi の実測値は同論文の p.918 の Table XI に掲載されている Rhodium 箔に熱中性子を照射して生じた activity を計測したデータを処理した結果である事を確認した。

しかし、問題は資料Dで (4-1) 式から、

$$N_t = Q_0 \quad (4-2)$$

を臨界条件と考えた点で、これは間違いである。

付録Bに証明したように、 ρ_N は拡散理論によっても与える事が出来るので、(4-2) 式の条件が未臨界状態しか与えていない事は、この計算で明かになる。資料Dで計算した質量は $k_{\text{eff}} = 0.5$ の体系での値である。資料Dに引用している Perrin の初めの論文³¹ を正確に理解していたならば、この過誤は避けられた筈である。当時の荒勝研究室の研究水準は余り評価出来るものではなかったと思われる。

5 おわりに

前章までに検討した結果をまとめて結論として述べる事にする。

荒勝研究室での天然 U に関する実験結果は資料AとBに述べられている。これらから荒勝は自身の臨界計算法に次のような考え方を提案した。

(1) 臨界計算法には熱中性子捕獲の割合を考慮すべきである。

この荒勝の提案は当時としては独創的であった。この天然 U の捕獲断面積について荒勝の持っていた物理的な概念は

(2) 天然 U の熱中性子捕獲断面積は ^{238}U の共鳴吸収に関連している。しかし、その値には 25eV の共鳴吸収による結果は含まれていない。

天然 U の熱中性子捕獲断面積について、このような考え方は当時の同じ専門分野の研究者は一般に持っていた。その事実は例えば、Fermi の終戦直後の発表論文にも見ることが出来る。現在の論文記述の習慣では、断面積の添え字に “res” や “r” が使用されると、その断面積は共鳴吸収を表していると考えてしまう。しかし、当時の論文については、この添え字によって断面積が 25eV の共鳴吸収量を含めていると Weart のように判断するのは間違いである。

荒勝の臨界計算法における欠点は、減速中の中性子が 25eV で共鳴吸収を受ける事なく熱エネルギー領域へと通過する

³⁰ E. Amaldi, E. Fermi; On the Absorption and the Diffusion of Slow Neutrons, Phys. Rev., 50, 899 (1936), p. 918, Table XI を見よ。

³¹ 前掲 (6)

(3) 通過度は一定値で、その値は 0.85 である。

と考えていた事である。この通過度：共鳴を逃れる確率は一定値ではなく、連鎖反応系に存在する減速材中の U の割合に依存するという重要な知識を荒勝は入手していなかった。或いは、この重要な事実に気が付いていなかったと考えられる。一方、資料 C には、資料 A と B に述べられている臨界性に対する物理的概念の基本構成に沿って荒勝は臨界計算法を次のように提案している。

(4) 臨界量の計算を 2 段階に分ける方法：第 1 段階は計算体系を無限大と仮定して濃度を求め、第 2 段階ではその濃度での連鎖反応体系の臨界質量を求める。

かような 2 段階臨界量計算法は、現在の原子炉初等理論にも通じる極めて先進性のある考え方であるが、荒勝には

(5) 臨界性計算の物理的論理構成の各段階の計算式は中性子数の平衡を表わす一つの関係式から結果するものであるという物理的認識に欠けていた。

ために、無限大連鎖反応体系での減速材中の U の割合を合理的に求める方法を提案する事が出来なかった。その結果、荒勝が資料 C で報告した臨界質量は

(6) 近似化や未熟な検討による過誤によって偶然に計算が出来た結果の数値で、信頼性は極めて低い数字である。

と考えられる。連鎖反応に関する物理的知識で、理研グループが昭和 15 年で既に減速材中の U の割合：軽水中の U 濃度は最適化出来るという事実を理解していた事は優れた実績である。しかし、(3) や (5) 等から判断される事は、この理研グループの最適化発見という優れた実績は荒勝研究室では理解されていなかったという事実を窺う事になる。これは誠に残念な事である。

資料 D に述べられている臨界性計算法は明らかに間違いである。資料 D に引用されている Perrin の最初の論文を正確に理解していれば、この過誤は避けられた筈である。当時の荒勝研究室の理論研究の水準は余り評価出来るものではなかったと思われる。(文中敬称略)

末尾ながら、この検討の基になった「F 研究」の資料を提供し、且つ、有益なご助言を戴いた東京工業大学山崎正勝教授のご好意に感謝の意を表します。

付録A F.Perrinの2組近似式からの導出

A-1 第2段階に相当する Perrin の式

臨界計算法について Comptes Rendus に発表した F.Perrin の2番目の論文に示された2組エネルギー近似の拡散式を³²、荒勝が使用した符号によって書き下してみる。ここでは、天然 U_3O_8 を軽水に均質に混合した球形原子炉を対象にする。従って、天然U以外の原子核は酸素と水素のみで、そして、各々の単位体積当たりの原子核数 n について下付き添字を U,H,O と書く。中性子反応断面積 σ 値の上付き添字：s は散乱、ab は吸収、fiss は核分裂、添字 θ は熱中性子、無印は高速中性子を表す。 ν は核分裂当たり発生する高速中性子数を示す。

そこで、速度 v を持つ中性子数 F の平衡式は次のように表される：

$$\text{高速中性子； } \lambda \nabla(F\bar{v})/3 + [(\nu - 1)n_U \sigma_U^{fiss} - n_O \sigma_O^{ab} - n_H \sigma_H^{ab} - n_H L](F\bar{v}) + \nu_\theta n_U \sigma_U^{fiss\theta} (F_\theta \bar{v}_\theta) = 0 \quad (A-1)$$

$$\text{熱中性子； } \lambda_\theta \nabla(F_\theta \bar{v}_\theta)/3 + \gamma n_H L(F\bar{v}) - (n_U \sigma_U^{fiss\theta} + n_U \sigma_U^{ab\theta} + n_H \sigma_H^{ab\theta})(F_\theta \bar{v}_\theta) = 0 \quad (A-2)$$

これらの式で荒勝が使用していない記号 L と γ については、Perrin は次のように説明している。 $n_H L(F\bar{v})$ は高速中性子の水素との衝突によって高速中性子が高速エネルギー組から失われる割合である。即ち、 L は現在で言う減速（除去）断面積に相当する。そこで、(A-1) 式を見ると高速中性子が水素によって消滅（吸収）されるように書かれているので、 L は荒勝が使用している方法で書けば、

$$L = \sigma_H^{ab} \quad (A-3)$$

となる。しかし、この項で示される中性子は本当に消滅したのではなく、 ^{238}U の共鳴吸収領域を通過して、

$$\gamma n_H L(F\bar{v})$$

として、(A-2) 式の熱中性子源の発生項として表わされている。従って、記号 γ は現在で言う共鳴吸収を逃れる確率 p である。ここで、次の近似をする。

$$\lambda_\theta \nabla(F_\theta \bar{v}_\theta)/3 = 0 \quad (A-4)$$

これは、体系内の全ての原子核は熱中性子に対する吸収等の反応の割合が大きくなるから、体系の寸法は熱中性子の平均自由行程に比較して大きくなり、熱中性子の体系からの漏れが少なくなるので、近似としては妥当である。勿論、Perrin も $\lambda_\theta \rightarrow$ 小として同様の取扱いをしている。そこで、(A-2) 式から、

$$(F_\theta \bar{v}_\theta) = \frac{\gamma n_H \sigma_H^{ab}}{n_U \sigma_U^{fiss\theta} + n_O \sigma_O^{ab\theta} + n_H \sigma_H^{ab\theta}} (F\bar{v}) \quad (A-5)$$

が得られる。この式を (A-1) 式に代入すると、

$$\lambda \nabla(F\bar{v})/3 + [(\nu - 1)n_U \sigma_U^{fiss} - n_O \sigma_O^{ab} + n_H \sigma_H^{ab} \times \frac{\gamma n_H \sigma_H^{ab}}{n_U \sigma_U^{fiss\theta} + n_O \sigma_O^{ab\theta} + n_H \sigma_H^{ab\theta}}](F\bar{v}) = 0 \quad (A-6)$$

となり、このような手続きにより荒勝が資料Cで提示した臨界計算式と相似の表示が得られる。又、高速中性子の平均自由行程 λ は次式で与えられている。

$$1/\lambda = n_U \sigma_U^s + n_O \sigma_O^s + n_H \sigma_H^s \quad (A-7)$$

³² 前掲 (7)

A-2 第1段階の正確な式

各エネルギー組における中性子数Fの平衡関係は厳密に表わすと、

$$\partial F(r, t)/\partial t = (A-1) \text{ 式} \quad \partial F_\theta(r, t)/\partial t = (A-2) \text{ 式} \quad (A-8)$$

である。Perrin が臨界拡散計算式を発表した直後に F.Adler は1組の (A-8) 式を基礎式として用いて臨界方程式が (A-1) や (A-2) 式のように、右辺が0になる事を証明している³³。そこで、第1段階は無限大体系での中性子の振舞いについての考察である事から、この場合は

$$\lambda \nabla(F\bar{v})/3 = 0 \quad \lambda_\theta(F_\theta\bar{v}_\theta)/3 = 0 \quad (A-9)$$

となるので、(A-8) 式は次のように書ける。

$$-A(F\bar{v}) + \nu_\theta n_U \sigma_U^{fiss\theta}(F_\theta\bar{v}_\theta) = dF/dt \quad (A-10)$$

$$\gamma n_H L(F\bar{v}) - A_\theta(F_\theta\bar{v}_\theta) = dF_\theta/dt \quad (A-11)$$

ここで、

$$A = n_H L + n_\theta \sigma_O^{ab} - (\nu - 1) n_U \sigma_U^{fiss} \quad (A-12)$$

$$A_\theta = n_U \sigma_U^{fiss\theta} + n_O \sigma_O^{ab\theta} + n_H \sigma_H^{ab\theta} + n_U \sigma_U^{\theta} \quad (A-13)$$

A_θ については、荒勝の主張である本文の (1) を考慮して $n_U \sigma_U^{\theta}$ の項を付け加えた。又、無限大体系の中性子数Fには空間依存性はないので、(A-8) 式の ∂ は $\partial \rightarrow d$ と書き換えられる。一方、この場合は最終的には臨界体系の計算を予期しているのであるから、(A-1) と (A-2) 式によつて：臨界体系の表面から漏れて失われる中性子数を補うために

$$dF/dt > 0 \quad dF_\theta/dt > 0 \quad (A-14)$$

でなければならない筈である。この時、(A-14) 式を “ ≥ 0 ” と表わしてはならない。何故ならば、“ $= 0$ ” を認めると以上の論理から臨界計算自体が無意味になるからである。

(A-10) と (A-11) 式の連立1階微分方程式を解く事にする。先ず、中性子数 F と F_θ を次のように置く、

$$F = F_i e^{kt} \quad F_\theta = F_{\theta i} e^{kt} \quad (A-15)$$

ここで、 F_i と $F_{\theta i}$ は各々中性子数 F と F_θ の初期値で、各中性子数の時間的増加は同じ増加率の k を持つと仮定する。各中性子の移動速度が異なるので、物理的には時間的増加にはずれが生ずるが、無限大体系であるから増加率自体は同じと仮定出来る。次に、(A-15) 式を1回微分すると、

$$dF/dt = F_i k e^{kt} \quad dF_\theta/dt = F_{\theta i} k e^{kt} \quad (A-16)$$

を得る。従つて、 F_i と $F_{\theta i}$ は正值で、k 値が正・負のどのような値になろうと e^{kt} の値は正であるから、(A-14) 式の条件は

$$k > 0 \quad (A-17)$$

と置き換える事が出来る。(A-10) と (A-11) 式に (A-15) と (A-16) 式を代入して、整理すると、

$$\nu_\theta n_U \sigma_U^{fiss\theta} \bar{v}_\theta F_{\theta i} = (k + A\bar{v}) F_i \quad (A-18)$$

³³ 前掲(8)

$$\gamma n_H L \bar{v} F_i = (k + A_\theta \bar{v}_\theta) F_{\theta i} \quad (\text{A-19})$$

が得られる。(A-18)と(A-19)式の辺々を相乗じ、 $F_i \neq 0$ 、 $F_{\theta i} \neq 0$ を考慮すると、次のような k についての2次方程式を得る。

$$(k + A\bar{v})(k + A_\theta \bar{v}_\theta) = \nu_\theta n_U \sigma_U^{fiss\theta} \bar{v}_\theta \gamma n_H L \bar{v} \quad (\text{A-20})$$

(A-20)式を k について解き、(A-17)式の条件を適用すると、

$$\nu_\theta n_U \sigma_U^{fiss\theta} \gamma n_H L > A_\theta A \quad (\text{A-21})$$

という関係式が得られる。更に、上式を次のように変形して見る。

$$(\nu_\theta n_U \sigma_U^{fiss\theta} / A_\theta) \cdot \gamma \cdot (n_H L / A) > 1 \quad (\text{A-22})$$

(A-13)式を考慮すると上式左辺の第1項は、現在の原子炉理論では ηf と書ける事は明かである。第3項の逆数は(A-12)式によって、

$$A / n_H L = 1 - (\nu n_U \sigma_U^{fiss} - n_U \sigma_U^{fiss} - n_O \sigma_O^{ab}) / n_H L \quad (\text{A-23})$$

(A-23)式右辺の第2項の分子は高速中性子に対する反応であるから分母の $n_H L$ に比較してかなり小さくなるので、(A-22)式左辺の第3項自体は近似的に次のように書ける。

$$n_H L / A = 1 + (\nu n_U \sigma_U^{fiss} - n_U \sigma_U^{fiss} - n_\theta \sigma_\theta^{ab}) / n_H L \quad (\text{A-24})$$

上式の第2項の分子は高速中性子によるU核分裂の正味の増加中性子数で、分母の $n_H L$ は高速中性子が減速によって高速エネルギー組から失われる数であるから、 $n_H L / A$ は現在の原子炉初等理論での高速分裂効果： ε と同じである。 γ は現在で言う共鳴吸収を逃れる確率 p であるから、(A-22)式右辺は $\eta f p \varepsilon$ となる。そこで、(A-21)式の条件というのは現在の原子炉初等理論での次の条件と同じである。

$$k_\infty > 1 \quad (\text{A-25})$$

(A-14)式で“=0”を認める事は $k_\infty = 1$ の事になり、この場合では臨界には絶対にならない。従って、(A-21)式でも“ \geq ”を考える事は間違いである。

高速中性子による反応を無視するという近似： $\varepsilon = 1$ を(A-21)式に適用すると、

$$\frac{\nu_\theta n_U \sigma_U^{fiss\theta} \gamma}{n_U \sigma_U^{fiss\theta} + n_U \sigma_U^{c\theta} + n_O \sigma_O^{ab\theta} + n_H \sigma_H^{c\theta}} > 1 \quad (\text{A-26})$$

という荒勝が示した式によく似た表示が得られる。

付録B 臨界計算法についての誤解

資料Dに提案されている臨界計算法は明らかに間違いである。そこでは、臨界性についての物理的な誤解に基づき計算法が提案されている。この誤解を説明するために、まず(A-6)式を次のように書き換える。

$$\lambda \nabla(F\bar{v}) / 3 + \alpha^2(F\bar{v}) = 0 \quad (\text{B-1})$$

ここで、 α^2 は

$$\alpha^2 = (\nu - 1)n_U\sigma_U^{fiss} - n_O\sigma_O^{ab} + n_H^2 L \left(\frac{\gamma\nu\theta n_U\sigma_U^{fiss\theta}}{n_U\sigma_U^{fiss\theta} + n_O\sigma_O^{bb\theta} + n_H\sigma_H^{ab\theta}} - 1 \right)$$

である。1組近似の場合は $\nu\theta = 0$ とした高速中性子のみでの取扱いになり、

$$\alpha^2 = (\nu - 1)n_U\sigma_U^{fiss} - n_O\sigma_O^{ab} - n_H^2 L$$

となる。そして、この表示は Perrin の Comptes Rendus に発表した最初の論文の臨界計算で取り扱われた基礎方程式と同じ式である³⁴。更に、資料Dで対象とされた体系は金属Uのみであるから、 $N_O = 0$ 、 $n_H = 0$ である。従って、 α^2 は

$$\alpha^2 = (\nu - 1)n_U\sigma_U^{fiss} \tag{B-2}$$

とした計算に相当する。この1組近似の Perrin に従って、中性子束 $\Phi = F\bar{v}$ とおいた球形体系について考えると、(B-1) 式は次のような表示になる。

$$\frac{d^2\Phi}{dr^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{d\Phi}{dr} + B^2\Phi = 0 \tag{B-3}$$

ここで、 B^2 は

$$B^2 = 3\alpha^2/\lambda \tag{B-4}$$

である。

この球形体系の半径は r_0 であり、中心に毎秒 Q_0 個の中性子を発生する中性子源がある。そこで、(B-3) 式を次のような境界条件：

$$r = r_0; \Phi_0 = 0 \tag{B-5}$$

$$Q_0 = \lim_{r \rightarrow 0} 4\pi r^2 J, \quad J = -\frac{\lambda}{3} \cdot \frac{d\Phi}{dr} \tag{B-6}$$

を用いて解くと、 Φ についての次のような式を得る。

$$\Phi = \frac{3Q_0}{4\pi\lambda \sin Br_0} \cdot \frac{\sin B(r_0 - r)}{r} \tag{B-7}$$

資料Dに“中性子の密度”と定義している $\rho_N(r)$ は Φ/v である。

そこで、球型金属 U 体系で核分裂により発生する全中性子数： Nt は Φ を用いて次のように計算出来る。この式は本文の (4-1) 式と同じである。

$$Nt = \int_0^{r_0} \alpha^2 \Phi 4\pi r^2 dr \tag{B-8}$$

上式に (B-7) 式を代入して積分し、(B-4) 式を考慮すると次の式を得る。

$$\frac{Nt}{Q_0} = \frac{Br_0 - \sin Br_0}{\sin Br_0} \tag{B-9}$$

資料Dによる臨界性についての物理的な誤りは、数学的に $Nt = Q_0$ が臨界条件を示すと考えた事から結果する。この $Nt = Q_0$ から (B-9) 式は

$$2 \sin Br_0 = Br_0 \tag{B-10}$$

の超越方程式になり、これを解けば球形体系の半径 r_0 は次のように与えられる。

³⁴ 前掲 (6)

$$r_0 = \frac{X}{B}, x = 1.89649 \text{ error } 1.2 \times 10^{-7} \quad (\text{B-11})$$

本来の正確な臨界条件は、Perrin の 1 組近似の最初の論文に示されたように次のように考えなければならない。即ち、金属 U 球表面から流出する次のような単位表面積当たりの中性子流： J_{OUT}

$$J_{OUT} = -\frac{\lambda}{3} \cdot \frac{d\Phi}{dr} \Big|_{r=r_0}$$

を用いて、球全表面から漏れ出る全中性子数： Q_t を定義する。

$$Q_t = 4\pi r_0^2 J_{OUT} \quad (\text{B-12})$$

Φ に (B-7) 式を用いて Q_t を求めると、 Q_t と Q_0 の次のような関係が得られる。

$$\frac{Q_t}{Q_0} = \frac{Br_0}{\sin Br_0} \quad (\text{B-13})$$

(B-13) 式は、原子炉の臨界性を数学的に表現するために、Perrin によって始めて導かれた式で、中性子源 Q_0 が除かれても Q_t が持続して得られるのが臨界状態を表すという物理的条件から、(B-13) 式の分母を 0 とするのが数学的な臨界条件になる。即ち、この条件による球形体系の半径 r_0 は

$$r_0 = \frac{\pi}{B} \quad (\text{B-14})$$

となる。この (B-14) 式が正確な臨界半径を表す式である。(B-11) 式の X は明らかに π よりも小さい。従って、資料 D の計算による半径は正確な臨界値よりも過小評価される事になり、それは未臨界体系の結果を示す事になる。そこで、この未臨界体系の K_{eff} を評価してみる事にする。一般に、臨界時では $K_{eff} = 1$ は満足しなければならないが、未臨界度については確定された定義というものはないので、ここでは、次のような定義式を用いる事にする。

$$K_{eff} = 1 - \frac{\sin Br_0}{Br_0} \quad (\text{B-15})$$

上式に (B-14) 式の正確な臨界半径 r_0 を代入すれば、明らかに $K_{eff} = 1$ になる。そこで、(B-15) 式に (B-10) 式または (B-11) 式で求められた半径値を用いれば、

$$K_{eff} = 0.5 \quad (\text{B-16})$$

になる。結論として、資料 D に提示された計算法は $K_{eff} = 0.5$ の未臨界体系を対象にした結果で、決して臨界計算法といわれる方法ではない。

資料紹介

第二次大戦期における日本の核研究資料(1) 陸軍東京第二造兵廠に対する仁科芳雄の報告記録： 1943年7月から1944年11月

山崎正勝*、深井佑造†

わが国における第二次世界大戦中の核開発関連史料は、その多くが敗戦時に焼却処分されたため、特に公式の記録については極めてわずかなものしか残されていない。ここに紹介するのは、旧日本陸軍の東京第二造兵廠（以下の資料では「東二造」と記載）が理化学研究所の仁科芳雄から受けた報告を記述したもので、現存する数少ない公式資料の一つである。原資料は、理化学研究所にいた黒田和夫氏によって第二次世界大戦後に米国に持ち出され、以前から英文に翻訳された文書が、黒田氏の名前を伏せる形でアメリカ物理協会（the American Institute of Physics）に置かれていた¹。以下は、日本語の手書き原文からおこしたものである²。原文の解読は、はじめに筆者二人で独立に行い、両者の結果を突き合わせて最終的なテキストを作成した。

陸軍の核開発は、よく知られているように陸軍航空本部（資料では「航本」）を中心に行われた。陸軍東京第二造兵廠は、資料のはじめの記述から窺えるように、その事実を知らずに理化学研究所の仁科に研究を依頼し、その後その事実を受けて1943年1年度限りで研究委託から撤退した。しかし、研究の情報だけは定期的に得るようにしていた模様で、以下の資料は、その時の記録であると考えられる。

この資料で最も注目される点は、仁科芳雄が当時、原子炉の暴走に相当するものを「爆弾」と考えていたことである。この事実は、戦後、雑誌『世界』（昭和21年3月号）に仁科が書いた記事などから予想されていたことであるが、戦中の原資料で確認されたのは、これが初めてのことであり³。筆者たちは、現在、この資料の技術的内容に関する解読作業を行っており、その結果については稿を改めて公表する予定である。

凡例

1. 原文は縦書きで、改行は原文通りに行われている。
2. 注は筆者たちによるもので、原文にはない。
3. 句読点は原文にはない。文章の切れ目をはっきりさせるために、分かち書きとした。

*東京工業大学社会理工学研究科経営工学専攻技術構造分析講座

†日本大学文理学部講師

¹ 英文のテキストのコピーは、最初、筆者の一人である山崎が1996年にアメリカのジャーナリスト Charles W. Stone 氏から入手した。その後、Stone 氏から送られてきた資料によると、現在、英文テキストは、メリーランド州のカレッジパークにあるアメリカ物理協会のニールス・ボーア資料室に「物理雑件」資料の一部として納められている。協会がテキストを入手したのは1995年で、送り主は、神沼、渋谷訳「原子爆弾の完成上下」（哲学出版1993年）の著者として知られる Richard Rhodes である。英文テキストの翻訳者は P. Wayne Reagan とのことである。今回紹介する日本語のテキストと比較すると、英訳には大小さまざまな誤訳があることが分かる。いずれより正確な英訳を公表する予定である。

² 筆者たちは、英文報告書に以前より興味を持っていたが、元の日本語のテキストを参照できなかったため、内容の解読に困難を感じていたところ、昨年、日本で開催された STS 国際会議の準備の過程で、東京大学の綾部広則氏から名古屋大学名誉教授福井崇時氏が「科学技術と社会の会」で「秋原篤太郎の「論文」と「講演」について」と題する講演をされた際に、日本語原文を資料として提出されていたことを知らされた。なお、黒田氏が所有していた資料は、二部に分かれており、前半の「ウラン(U)ニ就テ」（昭和18年4月）は、福井氏によって講演の際におこされている。日本語テキストの入手に関して、関係者の方々に深謝したい

³ 深井佑造「原子炉物理学から見た原子力開発史」、『日本原子力学会誌』、39、546(1997)

4. [] で示したものは、判読が困難な文字を表し、一区画は一文字分に相当する。
 5. 原文では図は文章中に収められているが、編集の都合で、本文中では位置だけ示し、文章の後に別にまとめた。なお、図の番号は、原文にはない。

仁科研究室ニ於ケル U 研究打合事項

昭和一八・七・六

- 一、出席者 仁科、信氏、石田 三氏
 二、「ウラン」研究ニ関スル事務的事項

仁科

七月一日 航本技部長及総務課長ニ呼バレタル所「ウラン」ノ研究ニ関シテハ 安田航本部長ガ航技研長時代 昭一六年頃ヨリ仁科氏ニ依託セル関係モアリ 現在第一航技研ニ於テハ発動機ニ関シ航三研ニ於テ 爆薬トシテ又第六航研 []ニテハ燃料 [] []ノ研究ヲ依託シ度キ希望 [] []之等ヲ綜合シ航本一本トシテ研究依託セバ効果アルベシトノ見地ヨリ斯様ニ要望ナシアリ 其ノ際東二造ヨリ研究依託アルコト其ノ経緯ニ関シ話シオキタリ 尚 航本総務部長ヨリ理研所長宛研究依託ノ書類受領シタル旨話シタル所 前記主旨ニヨリ航本ヨリ兵政本へ連繫スル旨話アリタルモ未ダ之ガ返事ナシ

(以上1頁)

航本トシテハ完成セバ必要ナ個所ニテ利用サルハ随意ニシテ (現在海軍ニハ申出アラズ) 要ハ能率的に一日モ早く研究ヲ完成スルニアルトノ見解ナリ

従而 仁科トシテモ航本一本トシテ受託スルガ好都合ナリ

(信) 東二造大島ヨリ依託セルモノハ己ニ事務的手続完了シ

アルヲ以テコノ儘トサレ度 (費用二〇〇〇円送付済)

(仁) 航本ト相談ノ上返事ス

(信) 本年度ハコノママトスルモ航本ト連繫ヲ密ニシ研究状況ヲ聴取スル如クス 但シ直接連絡シタキ事項ハ仁科ニ連絡ス 来年度ヨリ研究依託ヲ遠慮ス

研究員ノ問題ハ如何

(仁) 航本ヨリ将校二名通勤シアリ

(信) 爆薬並ニ動力ニ利用ノタメ現在ニ於ケル研究ニ差アリヤ

(仁) 差無シ但シ後ニ至リ利用研究ニ進マバ差ヲ生ズ

(以上2頁)

三「ウラン」ニ関スル技術的事項

仁科ノ説明セシ事項

1. 「ウラン」ヲ実用スルコトハナレバ大仕掛ノ工場ヲ必要トス
2. ウランニ三五トニ三八ノ分離ニハ「ウラン」ヲ弗化物トシ 長サ五米ニ重管 (管ノ間隔ニ耗) ノ間ニ之ヲ填充シ内管ノ内部ハ摂氏四〇〇度ニ平均ニ加熱スル必要アリ 之ガ為ニハ「ガス」デハ流速ヲ著大ニスル必要アリ 実行困難ナリ

從テ電熱ヲ要スルコトノナリ之

第一図

ニ莫大ノ電氣ヲ食フ外管

ノ外部ハ水冷ス コノ際対

流(弗化物ハ揮発性大ナルモノナリ)ヲ生ジ輕キUハ上部ニ重

キUハ下部ニ來ルカクシテ分離セル輕キ弗化物ハUトシテ又

酸化物トシテ實用ニ供スU弗化物ハ揮発性大且濕氣ニテ

加水分解サルヲ以テソノママハ實用ニ適セス

(以上3頁)

3. [] U₂₃₅ 利用スル理由

U₂₃₅ ノ中性子ノ速度小ナルモ分裂崩壊シ連鎖的ニ次々へ進ムモ

U₂₃₈ ノ方ハ大ナル速度ノ中性子ノ衝突ヲ必要トス

從而分裂崩壊セシムルニ困難ナリ

4. Uヲ爆薬トシテ利用スル際水ヲ必要トスル理由

Uノ[]二次的ニ放出セル中性子ハ水分子ニ衝突シHヲ

遊離セシムルト共ニ速度ヲ小ナラシムル[]作用ス

5. Uヲ實用スルニ基本重量10kgヲ常ニ存置セシムル

ヲ要スル理由

U10kg以下ニ於テ放出サレタル中性子ハ自然ニ消滅シ連鎖

反応ヲスルニ至ラス

之ガ為本一OKニ追加セルUノミガ實際ノ働(外界ニ作用スル

「エネルギー」)トナル

6. Uノ放出スル「エネルギー」

(以上4頁)

Uヲ一OKニ水三OKヲ加ヘタモノハ石炭一万トンノ熱量「ガソリン」

一〇〇〇トンノ熱量ニ相当ス

7. Uノ實用効果

U₂₃₅ヲ發動キニ利用スルニハ發動キノ構造ヲ全ク変更スルヲ要

スル關係上直チニ實用化ハ困難ナルモ爆薬トシテノ利用ハ頗ル

容易ナリト認メアリタルモ前述セル如ク基本重量10kgヲ常ニ

余分ニ必要トスルヲ以テ爆弾トスル場合過剰ノ10kgヲ損失スル

コトナル關係上爆弾トスルコトハ不得策トスル目下ノ見込ナリ

更ニ爆弾トスルコトノ不得策ナル理由ハU₂₃₅ガ水ヲ分解

シ爆発威力大ナル成分温度トナス為ニハ1/20乃至1/30秒ノ時間

ヲ要シ從テ之ヲ保持スルニ強力ナル「ボンプ」ヲ必要トス即チ「ボンプ」

ノ重量甚大ナルモノトナルヲ以テ適当ナラザルベシトノ見解ナリ

8. U₂₃₅ヲ分裂崩壊セシムル原動力

「ラヂウム」ナルモ「ベリリウム」「ポロニウム」ニテモ可ナリ

(以上5頁)

「ベリリウム」ニ中性子ヲ衝突セシムレバ「ポロニウム」ヲ生ズ⁴

ポロニウムノ生存ハ約一五八日ニシテソノ半減期ニ之ヲ補ヘバ可ナリ

9. U資源

大東亜共栄圏ニ目下少キモ朝鮮ノ「ピッチブレンド」ハ見込アリ

⁴ この表現はたぶん議事録作成者の思い違いだろう。<「ラジウム」「ポロニウム」から発生するα線を「ベリリウム」に衝突せしむれば中性子を生ず>となるべきである。

10. 中性子発生装置

直径一・五米 マグネット二五〇トンノ核装置運転中ナルモ
未ダ完成セズ所要資材ガ軍需ニ廻ル為 []々進捗セズ
本装置完成セバ各種ノ重要ナル仕事ヲナシウルモノナリ
米国ニ於テハ目下之ノ十倍ノモノヲ計画シアリト云ウモ 完成セルヤ
否ヤ不明ナリ

(以上6頁)

仁科研究室ニ於ケル U 研究状況 (昭和一九年二月二日)

一、出席者

仁科博士

信氏少将

石田技師

二、研究進捗状況 (仁科博士説明)

1. ウランノ弗化物製造

目下研究中ナリ 本邦ニ於イテハ未ダ之ガ研究ナキ為 困
難シアル現況ニシテ 弗素ノ製造ニ関シテハ一昨年十一月頃ヨリ
研究ヲ始め 東北帝大青山教授石川教授其ノ他ノ援助ヲ受
ケ 漸ク昨年八月頃ヨリ純粹ノ弗素ヲ製造シ得タルモ 更ニ進
ンデウランニ該弗素ヲ作用セシメ ウラン弗化物ノ製造ヲ行ヒタルモ
ウラン弗化物ヲ未ダ得ルニ至ラズ 之ハウランハ酸化シ易キ為 酸
化ウランガ表面ニ出来 弗素ト反応ヲ妨グルモノナルコトヲ知ル
ウランハ酸化ウランヨリ電解法 テルミット法ニテ得アルモ 尚純粹

(以上7頁)

ノウランヲ得ルコトニ苦心シアリ

従ッテウラン弗化物ハ未ダ得ラレザル現状ナリ

2. ウラン弗化物分離器

目下製作中ニシテ概ネ完成シアリ

気密ヲ要スル関係上 真鍮蝸 (ママ) ヲ使用シアルモ 真鍮蝸ハ加工難
シキモノナル為 小孔ヲ生ジ困難シタルモ 漸ク出来上リタリ 普通ノ半
田蝸ハ弗素ニテ腐蝕サルルヲ以テ 使用シ得ズ

3. 中性子発生装置

高周波発生用真空管ノ上等ノモノ得難ク 即チ現在使用
セルモノハ電圧ヲ高メル場合グリッドトフィラメントガ接触シテ寿
命短ク 従ッテ高周波ノ程度低キノモニシテ実験シアル関
係上 軽イ水素ノ発生少キ嫌アリ 強度ノ中性子ヲ沢山発生
セシムルニハ 高周波発生用真空管ノ強カナルモノヲ必要トスルモ 入手
シ得ザル状況ニアリ

三、質疑応答

(以上8頁)

(信氏) 分子崩壊ガ連鎖反応的ニ行ハルル為ニハ 常ニ 10 K ノウランヲ余
分ニ必要トスルモノノ如クナルモ コノ際 10 K ノモノ迄モ連鎖反応
及ハザルヤ

(仁科) 動力的二徐々ニ行ハザル場合ニ於イテハ 10 K 迄モ連鎖反
応スルコトナシ

計算ニ依ルト エネルギー発生セシムルニハ 徐々ニ行ナハシムルガ良シト思ハル 即チ反応ノ為 発熱ヲ伴ヒ膨張シ 従ッテウランノ濃度ヲ低下スルコトトナル 濃度薄クナレバ 反応ガ止マル迄ニナルノデハナイカ

然ル場合 温度低クナリ再ビ濃度ヲ増ス関係 (ママ) 上 反応行ハル以上ハ理想的ノ場合デアッテ 実際ハ未ダ不明ナリ

兎ニ角 実験ヲヤル必要アルヲ以テ ウラン弗化物ノ分離実験ニノミ捕ハルコトナク 之ト同時ニ各種ノ実験ヲ進ムル意向ナリ (信氏) 其ノ実験ニ用フルウランハ 如何ニスルヤ (以上9頁)

(仁科) 自然ニ存スルマヽノモノヲ使用スル考ナリ 此ノ中ニハ U_{235} ヲ約〇.七%含ミアリ 尤モ爆発現象ヲ起スコトナキモ 中性子ヲ当テレバ反応ノ状況ハ正確ニ獲ルコトガ出来ル

外国デハ 例ヘバ佛國デハ 己ニウラン三〇〇K位モ使用シテ実験成績 (ママ) ヲ得テオリ 米國デハソレ程使ハナイガ 各種ノ実験ヲヤリアリ

(信氏) 爆薬ニハ エネルギー源ノウラン一〇Kモ使ハルルコトトナルモ 発動機ナラバー〇Kハ保存サレル理ト承ル

(仁科) ウラン一〇Kガ爆発シナクテハ 爆薬トシテノ利用ハ出来ヌ

(信氏) 液体酸素ヲ爆薬トシテ戦場デ使用スルニハ 相当強度大ナルポンプヲ必要トスベク ウランノ場合ニ於イテモ コノ程度ノポンプヲ必要トセン

(仁科) ソノ通りト思フ ウランハ酸素又ハ空気ナシテ爆発ス

四、実験ノ状況

1. ウラン弗化物ノ製造研究

(以上10頁)

弗化カリト弗化水素ノ複塩ヨリ電解ニテ弗素ヲ得ルコトニ成功セルモ ウランニ之ヲ作用セシメ UF_6 ヲ得ントセルモ 反応セズ 若干得タルモノノ如クナルモ UF_6 ハ水ニテ容易ニ分解スルヲ以テ 未ダ UF_6 ヲ取得スルニ至ラズ Uノ代リニ ウランカーバイドヲ使用シ得ルヲ以テ 別ニウランカーバイドノ製造研究ヲナシアリ

2. Uノ製造研究

酸化ウランヲ原料トシ 之ニ Mg Al 等ヲ加ヘ テルミット法ニテ製造シタルモ 未ダ良品ヲ得ズ 表面ニ酸化物ヲ残シアルガ如シグリーンソルト K_2UF_6 ヲ 食塩塩化カルシウムト共ニ電解スル方法ヲ研究シタルモ 目下容器ニ生成スル U 熔着シテ 之ヲ取出シニ困難シアリ

3. ウランカーバイドノ製造

酸化ウランニ炭素ヲ混入シタルモノヲ 真空ノ下電気炉 (摂氏一五〇〇度ニテ製造スル如ク 目下炉ハ組立ヲ終リ温度測定中ナリ (以上11頁)

反応ニ平衡アルモ 一酸化炭素ヲ除去セバ 反応ハ一方ニ進行スルヲ以テ CO 除去ノ為 真空下ニテ行フモノトス 電気炉ノ抵抗材トシテ モリブデンヲ使用シアリ (以上12頁)

仁科研究室ニ於ケル U 研究状況 (昭一九、一一、一七)

一、出席者

仁科博士、信氏中将、石田技師

二、研究進捗状況 (仁科博士説明)

本年二月以来 余り進捗シテキナイガ 左ノ通りデアル

1. U 弗化物ノ製造

UF₆ ヲ作ルノニハ カーバイド法ガ一番良イコトガ分ツタ

タンマン炉ニ酸化ウラント炭素ヲ入レ 摂氏一六〇〇—一七〇〇度ニ加熱

スルト CO ガー気圧以上ニナツテ出テ来ルカラ 空気ガ入ル余地ガナイ

出来タカーバイドハ 急イデ取り出シテ 真空ノ容器ニ入レル コノ間

未ダ生成物ノ CO ヲ出シテアルカラ 酸化物トナル恐ハナイ 之ニ F₂ ヲ作

用セシメルガ F₂ ハ有害ナ為 取扱ニ困難シタガ 凶ノ様ナ石英瓶

内デ カーバイドト F₂ トヲ反応セシメテ UF₆ ヲ作ツタ 反応ノ進行

ハ外カラヨク見エル 塩素ヲ使フノハ触媒ノ意味デアル 生成シタ

(以上13頁)

U ヲ捕集密封シタモノガ 一度爆発シタコトガアツタガ 其ノ中ニ F₂ HF 等

ガ混リ 反応デ温度ノ上昇ト共ニ膨張シテ爆発シタモノト認メラレル

第2図

2. U 弗化物ノ精製

前項ニテ出来タ UF₆ ニハ F₂ HF Si 等ガ混在シテキルノデ 凶ノ如キ硝子

装置ヲ用ヒ ポンプデ排気シナガラ精溜ヲ繰返シ 不純物ヲガス状ニテ

排出セシメ 純 UF₆ ノミ寒剤デ冷却シテ捕集スル如クス 蒸溜ニガラスヲ

使ウガ 硝子ヲ蝕ス為 壊レ易イ

(以上14頁)

第3図

3. 軽及重 U 弗化物ノ分離濃縮

凶ノ如キ分離塔ニ試料ヲ 60 °Cニ加温シテ入レタ後

内管ヲ摂氏三五〇—四〇〇度ニ熱シ 外套ヲ摂氏

第4図

五〇度ノ温水デ冷却シテ蒸溜シタルニ UF₆ ハ色々ノモ

ノヲ侵蝕シ 二〇〇—三〇〇瓦仕込シタ試料ハ約一

五〇瓦食ハレテ 行方不明ニナツタ 銅壁ヤ氣

(以上15頁)

密用パッキングニ使用シタ銅粉 (一部コボレテ内部ニ残存シタモノ) ニ作

用シタルモノト思ハレル 硝子モ蝕カサレルノデ 之モ使ヘナイ UF₆ 中ノ不純物ニ

基クモノカトモ思ハレタガ 最近精製出来ルヤフニナツタノデ 之ヲ用ヒタガ

ヤハリ食ハレル 即チ圧力ハ一時間ニ水銀柱ニ一三耗位減少ス

二箇所ノバルブハ 硝子モグリースモ使ヘナイノデ 特別ナ型式ノ金属

ヲ用ヒテキル

分離濃縮シタモノハ サイクロトロンデ遅イ中性子ヲ当テ、試験スルト U_{235}
ノ方ハ遅イ中性子デモ放射性トナルノデ 其ノ強度ヲ分離濃縮前後ノ
モノニツキ比較スレバ 濃縮ノ程度ガ分ル 先般コノ試験ヲ昼夜兼行
デヤツタ結果 不純物ガ入ッテキタ 之ハ UF_6 ヲ水ニ入レルト非常ニ発熱
スル為 容器トシテ用ヒタ硝子ヲ蝕シテ 不純物ヲ生ズルモノト思ッテキ
ル 今コノ純度ヲ測定中デア
尙 蒸氣ノ圧カハ〇、六気圧ガ良イト言ウコトガ分ツタノデ コノ圧デ現在ヤ
ッテキル U/F_6 (ママ) ハ
(以上16頁)

U ノ U_{235} ト U_{238} ノ分離スル為ノ中間行程ノモノデ实用スルノハ 濃縮シテ
 U_{235} ノ多クナツタ UF_6 ヲ水デ加水分解シテ UO_3 トシタモノヲ用ヒル 斯様ニ
シテ軽キ U_{235} 含有率〇、七%ノモノガ約10%程度ニナル
軽イ UF_6 ヲ 更ニ蒸溜濃縮スル為 分離塔ヲ更ニ一基建設中デア

三、質疑応答

問 サイクロトロンヨリ強力ナル中性子ヲ出ス為ニ 真空管ノ強力ナモノノ
入手困難ナリトノコトデアツタガ 其ノ後ハドウカ
答 真空管 其ノ後大キナモノヲ入手シタガ 未ダ充分デナイ 電圧一四〇〇〇
—一五〇〇〇ボルトヲ必要トスルガ 之デハ壊レルノデ 今デハ更ニ強ク
スル為 []

デ真空ニシテヤッテキル

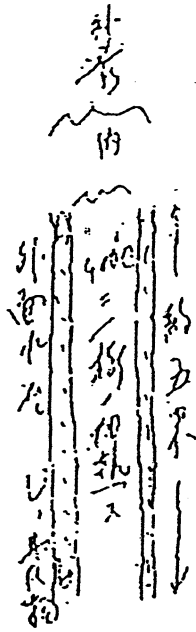
問 U ハ基ニナルモノトシテ一〇Kヲ必要ト云モ 爆薬トスル場合ニハ之ノ
一〇Kニ代ッテ一般ノ爆薬ヲ用ヒテハ駄目カ
答 夫ハ駄目ダ 少量ノ U デハ連鎖反応ガ止ンデ了フ 即チ中性子
ハ U_{235} ニ当ラナケレバ 他ヘ逃ゲテシマウノデア
(以上17頁)

一〇Kアツテ始メテ 中性子ガ外ヘ逃グズニ内部デ次カラ次ヘ連鎖式ニ作
用シテ行クノデア
中性子ハ U_{238} ニモ喰ハルル 又 U ニ水ヲ加ヘルカラ 中性子ハ水ニモ食ハレル 此
等ノ割合ヲ測定スル必要ガアル

尙 U_{235} ヲ一〇出タノデアツテ 計算中ニハ常数ヲ考慮ニ入レテアル
而シテコノ計算ガ妥当ナリヤ否ヤヲ サイクロトロンヲ使ッテ測定シテキル
測定ノ結果 一〇Kデ足リルカ 或ハ二〇K 五〇Kモ要スルカモ知レン U_{235} 含
有率〇、七%ト一〇%トノ間ニハコノ数量ニ余リ変リハ
ナイガ 含有率が五〇%以上トモナレバ大分変ッテ来ル
第5図 カモ知レン 然シ五〇%ニスルコトハ相当困難デア
ルシ 一〇〇%
ニスルコトハ不可能ダラウ

U ガ爆薬トナルカドウカハ 反応速度ヲ調ベナケレバ分カラナイ
速度ガ速イ為 実測は出来ンカラ 計算デア
ル外仕方ガナイ
(以上18頁 資料終り)

第1図

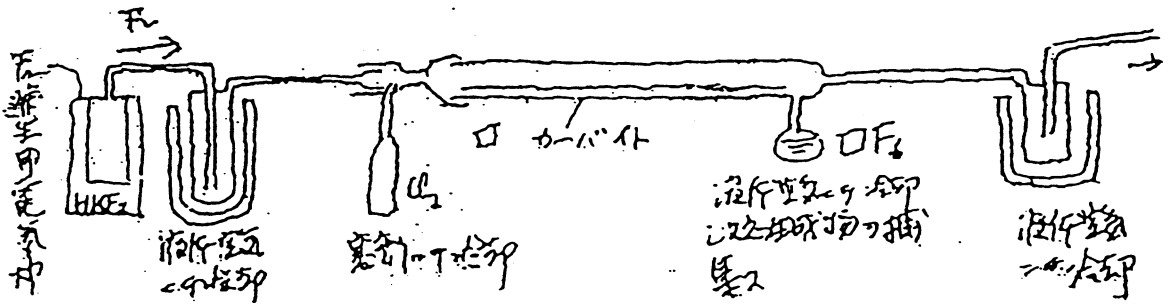


約五米

外管 内 400℃ニ一樣ノ加熱ス

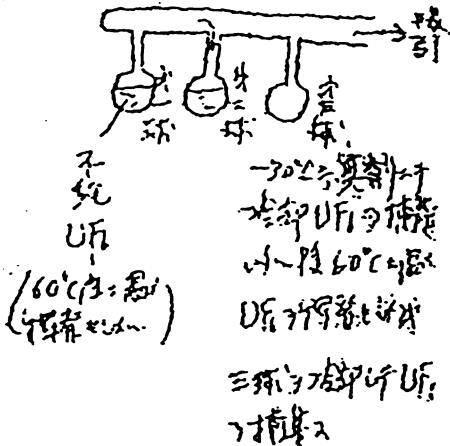
外面水冷 Uノ弗化物

第2図



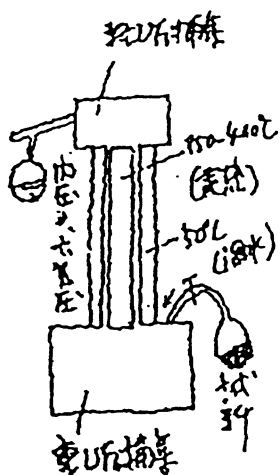
	Uカーバイド	UF6
		液体空気ニテ冷却
	Cl ₂	シ反応生成物を捕集ス 液体空気ニテ冷却
F ₂ 発生用電気炉	HKF ₂ 液体空気ニテ冷却	

第3図



第一球	第二球	第三球
不純 UF ₆		-30℃ニ寒剤ニテ
(60℃位ニ温メ		冷却 UF ₆ ヲ捕集
揮発セシメル)		シタル後 60℃ニ温メ
		UF ₆ ヲ揮発セシメル
		三球ヲ冷却シテ UF ₆
		ヲ捕集スル

第4図



軽 UF6 捕集

350-400℃ (電熱)

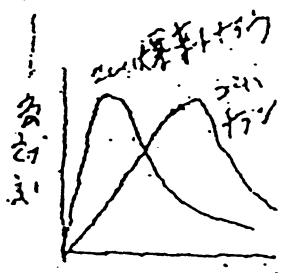
50℃ (温水)

内圧0.6気圧

試料

重 UF6 捕集

第5図



コレハ爆薬トナラウ

反 コレハナラン
応
度

『技術文化論叢』編集要項

1 発行趣旨

今日の科学・技術の発展は極めて急速であり、社会における科学技術のあり方や先端技術の方向性が、環境問題や人間性にかかわるものとして論議を呼んでいる。他方、技術開発を巡る国際的競争はますます激化しており、ここでも先進諸国間、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・方法的に、あるいは広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。

2 発行主体

東京工業大学社会理工学研究科経営工学専攻技術構造分析講座で発行の運営を行う。

3 編集組織

上記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を加わえることがある。

編集委員は、1年任期とする。

4 発行回数

原則として年一回とする。

5 投稿資格

本学で研究・教育に携わるものとするが、編集委員が必要あるいは適切と判断した場合は、この限りではない。

6 掲載投稿の種類

論文、寄書、資料紹介、修士論文・博士論文概要等とする。

7 審査

投稿論文の掲載の可否は審査を経て決定する。審査は、原則として編集委員が行うが、編集委員以外の審査員に依頼する場合もある。

8 原稿の提出時期および方法等については別に定める。

技術文化論叢

第2号

1999年2月20日発行

編集 技術文化論叢編集委員会

江上生子, 倭文知騎, 山崎正勝, 藁谷敏晴 (委員長)

発行者 東京工業大学社会理工学研究科

技術構造分析講座

〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1

CONTENTS

<Articles>

KAJI, Masanori	D. I. Mendeleev's Son and the <i>Meiji</i> Japan	1
YANG, Jian	The Role of Tokyo Higher Technical School in Training of Chinese Engineers	11
LIANG, Bo	The Research of Philosophy of Technology in China	22
FUKAI, Yozo	Development of the Calculating Method of Criticality in the Japanese Navy's "F-Project"	27

<Documents>

YAMAZAKI, Masakatu	<i>Nishina Yoshio's</i> Research Report	
FUKAI, Yozo	to the Japanese Army during the Second World War	45

TITech Studies in Science, Technology
and Culture

No.2

Tokyo Institute of Technology