

## 研究事情の今と昔

荒井 正行

研究室は、先生方のご努力で集められた研究費で運営されていることは皆さんご存知のことでしょう。無論、ご父兄が収められた卒業研究費（実験実習費）が研究費には含まれますが、実際にはこれだけでは研究室を運営することができません。そこで、様々な外部機関から研究費を頂かなければなりません。私どもの研究室でも、大学院の皆さんは知っておりますが、科研費、財団助成金をはじめとして多くの企業から研究費を頂いております。そして、学部生の卒業研究や修士課程の研究実施のために研究費が使われているのです。

研究費を頂くにはその理由が必要となります。どのような目的があり、その成果が社会にどのように還元されるのか、といった審査項目があります。特に企業から頂く場合には、企業で問題とされている課題を解決する、新しい技術開発と一緒に進めていく、ことが求められます。最終的には、審査員による審査を受けて、実施内容をご納得いただければ研究費を頂けることとなります。大学ではそのような事はありませんが、私が以前勤めていた研究所では、実質的に必要となる研究費本体に加えて人件費も頂かなければなりません。ですから、研究費は1件当たり数千万円にもなるわけです。このように研究者はとても厳しい社会で生きていかなければなりません。現代の研究者には真の力と強い信念が求められるわけです。

しかし、職業として研究者が公然として認められていることは注目に値します。本稿では、この点に着目してみることにしましょう。結論から申し上げますと、職業として研究者の存在が認められるようになったのは約80年前ぐらいからではないでしょうか。第二次世界大戦が開戦される少し前までは職業としての研究者は存在していませんでした。

先進的な研究成果を多数輩出してきたイギリスにおいても、大学組織において理学（工学など学問ではないと考えられていた）が学問として公に認められるようになったのは、わずか150年前といわれています。当時、理学のうち物理分野は数学分野とともに哲学の一領域に含まれていました（実は今でもそうですが...）。大学で教授されていた学問分野は神学が中心だったわけです。大学はその当時、例えばニュートンが活躍していた時代は、物理や数学に関する講義がなされていた形跡はほとんどありません。この時代の物理分野で活躍し、今でも名

を残している大学者が大学で教育と研究を今のように行っていません。それでは、どのようにしてニュートンの力学法則のような素晴らしい研究成果を生み出していたのでしょうか?その当時、ニュートンを含めてほとんどの方々は自宅で研究をしていました。今のようにジャーナルは存在していませんので、カフェで貴族に対して自分が発見した研究成果を披露していたわけです。その当時、紙に書きつけたメモ、手紙が物理現象を発見したことを証明する唯一の証明書だったわけです。さて、どうやって研究費を稼いでいたのでしょうか?それは国王がほとんど出していたと言われます。イギリスやフランスで科学分野に強い関心がある国王が着任すると、王様は国に呼びかけて宮廷で研究をやらせていたそうです。ここで理解しなければならないことがふたつあります。今で言う物理は、当時は天文を意味していました。一方、物体の落体問題、静力学の問題、電気の問題、化学反応の問題(今ではこれらの問題が物理、化学と言われていますが..)は、マジック(手品)としての位置づけでした。すなわち、現在、皆さんが学習している物理は、その当時は民間人から見ればマジックであり、科学者はマジシャンだったのです。イギリス王立協会(イギリスの科学者が集うカフェに起源をもつ変人組織)では、裕福なご婦人を集めて真夜中、マジック(今で言う物理実験)を繰り広げていたと言われています。当時のニュートンは、民間人から見れば変人、ペテン師のように映っていたようです。ニュートンは、金(ゴールド)を生み出す化学実験に膨大な時間を費やしていたそうです。王立協会の実験主任であったフック(この人は材料力学ではじめに学習するフックの法則)は、華麗なるマジックを繰り広げるということ(今で言う電気化学実験)で有名だったそうです。また、非常に多くの実験装置を発明しました。そのおかげで、王立協会から実験手数料(今で言う給料)をわずかばかりもらい、生活を細々と送っていたようです。実験研究は、やはり自宅で行っています。工作機械、ガラスを溶解する加熱炉などなんでも自宅の一室に設えてあったそうです。こんな時代が数百年と続いていたわけです。大学に実験室を設けるとともに研究費をあてがうよう様々な懇請が周囲からあったそうですが、大学組織からすべて却下されてきました。この状況に業を煮やした男爵が、私財を投げ打って立ち上げた研究所がキャンベディッシュ研究所(1871年ごろ)です。当時のケンブリッジ大学、オックスフォード大学の神学部に在職していた研究室を持たない科学者が給料をもらって研究が始められることがようやくと可能となりました。しかし、研究費は全て一人の男爵のポケットマネーで賄われていました。日本では明治4年に相当します。そう考えると、ついこの前の出来事だったのですね。

フランスは、イギリスよりもやや早く1794年にナポレオンが科学に強い関心をもっており、このためエコールポリテクニクと呼ばれる理工系大学を設立

しました。初代校長はモンジュです。この人は、数学者です。図学と呼ばれる学問をはじめて提唱した人で、この人の成果のおかげで私たちは製図が行えるようになりました。よく覚えておいてください。こんなわけでニュートンを輩出したイギリスでしたが、その後は大学教育も変革されず、相変わらず神学一辺倒の伝統主義。その間、実用的な教育の重要性に気が付いたフランスが一步先んじていたといえましょう。

さて、話が発散しそうなので、再び、イギリスに戻しましょう。ケルビン卿という男爵を皆さんご存知でしょう。1824年に生まれ1907年に亡くなりました。この方、すごい方で、現代の古典物理学における重要な発見のほとんどを一人で行いました。まずは熱力学の温度単位であるケルビン、熱力学の第一・第二法則の発見、ジュール・トムソン（ケルビン卿の本名はトムソンでした）効果、流体力学ではケルビンの渦定理（流体力学の授業で学習したと思います）、電磁気学ではマックスウェルの電磁方程式の基礎的な考え方のほとんど、地球物理学では地球の年齢をはじめて熱伝導方程式に基づいて推定しています。生涯600件近い業績を残した方です。実はこの男爵がイギリスの大学にはじめて物理の研究室を作ったといわれています。ケルビン卿はほとんど実験をしませんでした。当時のイギリスの大学で最も認められていたのは、理論的業績であり、実験は業績とは認められないのです。ですから、研究室といっても一室設けられた程度のささやかなものですね。研究費などほとんど必要ありません。

お次はレイリー卿（1842年～1919年）。この方もすごい方です。イギリス貴族の方で、自宅には広大な牛の牧場が広がっていました。毎日牛乳を搾り、これを瓶に詰めて小作人が販売していたようです。ご本人は牛乳絞りには関心などなく、自宅に実験室を設けて、自腹で実験作業員を雇い、毎日好きな実験をやらせていたようです。この方の研究は、殿様研究の典型です。最も有名な研究は「空はなぜ青いのか？」を完全に理論で証明しました。現在では「レイリー散乱」として知られる電磁共鳴の古典的問題として知られています。つぎに弾性問題の表面波の発見。現在では「レイリー波」として知られています。最も重要な発見はアルゴン元素の発見です。これでノーベル賞をもらいました。まだまだあります。伝熱工学でも学習したと思いますが、1000℃以上になると電磁輻射による光の放射が生じますが、この電磁輻射の強度と温度との関係を示す「レイリー・ジャンズの法則」。この発見が起点となって量子力学が誕生しました。マックスプランクが量子と呼ばれる粒の発見の契機を与えたのです。その他、流体力学においても数多くの業績を残しており、流体力学の教科書の後半で勉強する内容のほとんどは、このレイリー卿が発見したものです。私がレイリー卿から強く引かれ

た業績は、レイリーリッツの近似解法ですね。これについては私の弾性力学の講義でも皆さんにその初歩的な部分を紹介しました。系のエネルギーを最小にするような試験関数を近似的に決定するという数学的近似解法です。この解法が編み出されたのは振動問題です。リウマチ熱の療養のためにエジプトに滞在の折、「音響理論（これは現在でも名著です。是非、読んでください）」を執筆しました。その一部で近似解法が用いられました。この解法は本当に素晴らしいです。ちょっとフランスに話が戻りますが、ナポレオンがエジプト遠征の際に同行した天才数学者フーリエも、エジプトでフーリエ級数とそれによる偏微分方程式の解法を編み出したと言われています。エジプトに行くと、何か良いアイデアが生まれるのでしょうか？

ここで物理学者と呼ばれる方々のほとんどはいろいろな問題に手を広げていたのが特徴です。現代でしたら、電磁気学の研究者、連続体力学の研究者、量子論の研究者と研究対象分野が細分化されていますが、ちょっと前までは、ひとりで何でも、興味の赴くままに研究をしていました。

さてここで我が国に目を向けてみましょう。皆さんは寺田寅彦（1878年～1935年）という方がいたのをご存知ですか？東京帝国大学の教授でした。この方、夏目漱石の「吾輩は猫である」のモデル 寒月として知っている人がいますでしょうか。実験室の紹介者として出演していました。あるいは「天災は忘れたころに来る（私が小学校のときには、“天災は忘れたころにやってくる”と勉強しました）」という言葉は知っていますね。はっきりしていませんが、寺田先生が関東大震災のときに言われた名言と信じられています。この先生も奇妙奇天烈な方でした。先に紹介したレイリー卿の書かれた「音響理論」を学部時代にむさぼるように読みふけり、この理論に基づいて尺八を中空共鳴体とみなし、尺八の音理論で理学博士を取得しました。私もこの博士論文を随分前に読んだことがあります。レイリーリッツの近似解法を利用して、波関数をベッセル関数により級数展開し、境界条件（尺八における指の押さえる位置）を変えたときの中空共鳴体全体のエネルギーを最小化するようにして理論展開しているというものであり、大変面白かった記憶があります。当時、理学博士は大臣が決めるものであるから、相当の権威があったそうです。その後、医学部で廃却された X 線源を利用して（今で言う廃棄物利用）、これを固体表面に照射し、回折像を観察していました。これにより X 線（謎の光線）が波の性質をもつこと、これを利用して結晶構造を解析できることを示しました。同じことがイギリス ブラック親子によっても行われ、彼らの方がいち早く論文に成果が掲載されてノーベル賞受賞となりました。今、みなさんが知っている「ブラックの回折条件」ですね。この経験がよ

ほど辛かったらしく、その後、彼の研究は完全にその性質を変えました。研究の全ては身近に観察された自然現象にすべての興味が集中したと言われます。金平糖の成長について、ひび割れの研究、墨流しの研究、線香花火の燃焼について、などなど。当時、東京帝国大学の長岡半太郎教授（この方、現在の原子模型を提唱したすごい研究者）が、「寺田物理学」などと揶揄したといわれています。当時、欧米では少しずつ原子物理学の問題に興味シフトしていました。しかし、我々が寺田先生曰く「欧米の後塵をなめることなく自由なる研究が今、必要である。我が国独自の自然環境に立脚した研究課題の設定が必要である。」これは時代を先取りしており、結局、

金平糖の成長→物理蒸着法による成膜技術、転位などの欠陥の研究

ひび割れの研究→破壊力学

墨流しの研究→レイリー不安定性（流体力学を見てください）

線香花火の燃焼→燃焼理論

形の科学→フラクタル理論

につながりました。しかし、いずれも寺田先生の思いつきが日本で発展することはありませんでした。それは、アメリカ、イギリス、フランスで発展することになったのです。寺田先生はレイリー卿の生き方にも強い感銘を受けていたそうであり、自由人を標ぼうしており、エッセイ、俳句をはじめとした文人でもありました。帝国大学への通勤途中、朝と昼で列車の込み具合の違いに気が付き、一日中、ベンチに座って乗車人数を調べて、統計的データとしてまとめたそうです。懐中時計を見ると昼過ぎ。「これじゃ～、学校へ行ってもしょうがないから銀座パーラーで喫茶して帰ることにするか..」と破天荒な先生のような様子でした。東京帝国大学に何度も退職願を出したそうですが、長岡半太郎から「もう少し残りなさい。」と慰留され、大正初年に設立された理化学研究所 主任研究員として着任。理化学研究所は、我が国初の研究機関であり、研究者を職業として初めて認めたものです。さらに東京帝国大学に設立された航空技術研究所（現、航空宇宙技術研究所）、地震研究所にも就任しました。理化学研究所で金平糖の研究、墨流しの研究、地震の研究がなされたそうです。地震の研究といっても、箱に細かい白い砂と色つきの砂を交互に詰めて、箱の端面を急激に変動させたときの交差面の変形を調べるというもので、今から見ると子供の科学実験のようですが、極めて本質を突いた実験といえるでしょう。寺田先生は、いつでも生活のあらゆる面に鋭い視線を投げかけ、身近にいる弟子たちに「君、これ、不思議と思いませんか?」と言われていたそうです。金平糖の研究ではたくさん砂糖を購入したために、経理課から「先生の実験室ではお菓子の研究をされているのですか?」と笑われたそうです。のんびりした時代ですね。そうです。この当時、研究申請書など存在せず、理化学研究所では各研究室で好きに研究が進められて

いたようです。すなわち、購入したいものがあれば好きなように発注でき、それを経理課で支払っていたそうです。今では考えられません。この研究は全て、地震研究所の研究室にも引き継がれました。地震研では、弟子たちと電車に乗って地面の形状を観察しては、記録を取り続けるよう指示したといわれます。航空研では、帯電の研究を行っていたといわれています。きっかけは、飛行船の水素爆発原因の調査が軍部から依頼され、この事故の本質は帯電であると見抜いて、それを証明するための帯電装置を弟子たちに試作させたとのこと。関東大震災の直後、「天災は忘れたころに来る」という名言は、地震研究の第一人者であった寺田先生でなければ言えない一言であったのは皆さん、もう理解できるでしょう。大正時代になるとアインシュタインが日本にやってきます。寺田先生は、アインシュタインと会われており、特殊相対論のかなり詳しい解説を当時の学生に説明したそうです。

そんなわけでイギリス、日本の代表的な研究者を通じて昔の研究について紹介してきました。これらのことから分かることは、研究する上で受け止めるべき社会が不完全であること、しかし研究の対象は多岐にわたり、自分の興味の赴くままに自由に行われていたこと、よって誰からの制約もなかったことがわかります。それでは、いつごろから今のような状況になったのでしょうか？

それは戦争です。第二次世界大戦が引き金となったと考えられます。ドイツでは、ナチスにより多大な国費を費やして戦争に必要となる武器、航空機の開発が行われました。これに伴い、研究所が多数設立され、これらの機器を開発する人材の養成を大学が、実用的な研究が研究所で行われるようになったのです。イギリスでも多大な国費が大学の研究室に費やされることになりました。工学部の重要性と重みが理解されるようになったのも第二次世界大戦のおかげです。それまで、工学部は職人養成であるから、ランクが低い部門として大学では排除されてきたのですから。アメリカでは、原爆開発のためにロスアラモス国立研究所、オークリッジ国立研究所など巨大な研究所が設置されました。これにより、大学において理系研究室と学部、大学院が急ピッチで増設され、そこで育成された学生のほとんどが工場を含めて研究所に駆り出されました。その後、原爆投下後、研究所に勤めていた研究者は大学教員として各地に拡散していきました。アメリカが他国に比べて教員採用基準が緩やかな理由はここに 있습니다。ロサンゼルスに集まった研究者は、量子力学の知識を固体物理学へ応用し、半導体技術が急速に進められる契機となったのです。コンピュータ技術の発達は第二次世界大戦なくしては語れません。

研究者の自由はなくなりました。研究費を放出している胴元に研究者のほとんどが支配されています。日本では、経済産業省や文部科学省が決定した政策に従い、研究費の配分が決まります。この体制は、第二次世界大戦の際に確立されたと考えられます。アメリカ、イギリスでも事情はほとんど同じです。今の研究テーマは、政治・政策・軍事・産業と表裏一体のものとなっているのです。

今、研究者は、職業として認められました。しかし、研究者は、もっとも重要な「自由」を奪われました。私は、最近強く意識しています。研究は本来束縛されるものがあるのではないのです。

以上が研究事情の昔と今です。私どもの研究室もたくさんの制約のなかで活動しています。なんとか様々な制約から逃れて、好きな題材を研究できないものでしょうか。その方法はいまだに見つかりません。

PS:でも、私のちょっとした抵抗として、みなさんとは別にお金のかからない研究（手で計算できる程度のものですが..）をやって憂さを晴らしています....  
本当に役に立たないものですが、