

## 大澤文夫の生涯と物理

岡本 祐幸 (名古屋大学大学院理学研究科 okamoto@tb.phys.nagoya-u.ac.jp)

## 1. はじめに

本稿では、日本のソフトマター物理、化学物理、生物物理の礎を築いた巨人の一人である大澤文夫(1922年12月10日-2019年3月4日)の生涯と研究についてまとめる。本稿は大澤の生前中の2009年から2014年ぐらいまでに数回にわたって筆者が本人から直接聞き取ったインタビューを元としている。より詳しくは、すでに公表されている記事(例えば、文献1-6)を参照されたい。

## 2. 大澤文夫の生涯と物理研究

大澤文夫は1922年12月10日に大澤誠一、らいの次男として大阪の池田で生まれた。両親は岐阜の中山道沿いの出身で、父誠一は加納宿(現岐阜市)の京都側に2つ目の美江寺宿の村長の家柄、母らいは加納宿とその江戸側の隣の鶴沼宿の間の呉服屋の家柄だったそうである。父親は金沢の薬学専門学校(薬専)を出て薬剤師だった。京都の陸軍病院(大津市の可能性もある)に勤めていたが、大阪の民間病院(回生病院)に転職し、そこで大澤文夫が生まれた。大澤が4つか5つのときに、突然、母親が原因不明の病にかかって寝たきりようになった(基本は部屋で寝ているが、会話は普通にでき、食事は家族と一緒に、風呂は一人で行き、お手洗いは自分一人で行けた)。それで父親が子供の病気に心配して、少しでも体調が悪いと小学校を休ませたので、大澤は1年生の時は67日、2年生の時は32日学校を休んだ。しかし、3年生からは欠席はほぼゼロになった。担任の向井先生が近所に住んでいて、毎日、家を覗いていくので大澤も学校へ行かざるを得なくなって元気になったとのこと。小学校では算数と国語が得意だったが、特にラジオを組み立てたり、昆虫を集めるといったような理科少年ではなかった。小学校卒業後、旧制豊中中学(現豊中高校)に入ったが、4年生の15歳のときに、父親が名古屋の陸軍病院に志願して転職したので、大澤も旧制熱田中学(現熱田高校)へ転学した。1年後の1939年に熱田中学を卒業し、旧制八高(名古屋大学教養部の前身)の理科甲(外国語が英語)に入学した。高校生の同級生の多くはカントとかデカルトとかゲーテとかを読んだが、大澤はそういうものには興味をもたなかった。旧制高校を特徴付ける寮生活もしなかった(自宅が近かった)。八高の英語の先生に野崎勝太郎という人がいて、大澤が1年生のときに、「大澤君、あんたポアンカレの本を読みなさい」と言ってくれたので、岩波文庫の3部作の1つの「科学の価値」を読んだ。そして、旧制高校1年生には内容が難しすぎてわからなかったが、一生懸命最後まで読んで、それが大澤

にとつてのサイエンスの初めだった。

旧制八高卒業後の1942年に、大澤は東京帝国大学理学部物理学科に入学した。大学に貼られていた案内で見つけた下宿が、小石川植物園の近くの2階建てであったので徒歩で通学できた。別棟に住む大家さんは理化学研究所の研究者だった。そこが(2食の)賄い付きで月に25円だったが、他の所より大分安かった。昼ご飯は大学食堂で食べなければならないから、それに月に10円から15円かかった。下宿代を足すと月に35円から40円かかった。そして、両親からの仕送りが月に50円だったので、贅沢はできなかった(在学後半には家庭教師をやって月30円ももらったので、本を買うこともできるようになった)。その下宿には理系の学生や助手クラスの人が住んでいて、隣が物理、その隣が数学、その隣は工学部の機械、植物学、農学部などなどの分野の人達だった。その物理の先輩は、後に佐賀大学で数理物理の教授になった長瀬正二三という人だったが、「物理に入ってきたのなら、ディラックの量子力学とギブスの統計力学の本を読んだらいいよ」と薦めてくれた。それで読み始めたが、19歳の帝国大学1年生には難しかった。ディラックの本は内容が難しく、1年生で無理に読まなくてもいいと思い、途中でやめたが、ギブスの本は英語もわかり、数式もすべて追えたので、3か月ぐらいかけて最後まで読み終えた(3冊のノートに書き写した、図1)。しかし、全部読めたが、なぜギブスはこういう本を書いて、どういう意味があるのだというのがわからなかった。難しいからわからないのではなく、何か深みを感じて、大いに感動して、大澤は統計力学に興味をもった。

戦時中だったので東京帝国大学は半年繰り上げて2年半で卒業したが、最後の半年は学徒動員労働員で工場などで働いたので、実質約2年間の物理の教育を受けたことになる。その間に、約9か月間、体力に自信がなかったので実験ではなく理論の小谷正雄の研究室で卒業ゼミを同級生4人と

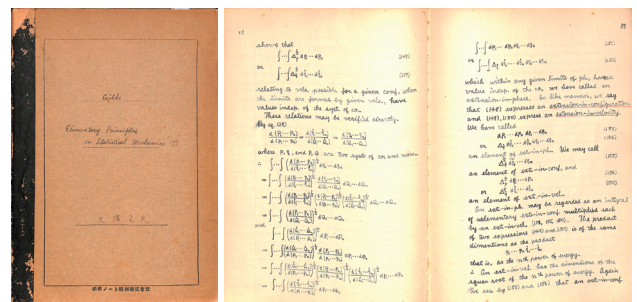


図1 大澤文夫がGibbsの教科書 *Elementary Principles in Statistical Mechanics* を東大1年生の時に筆写したノート。(原本は名古屋大学坂田記念史料室所蔵。目次口絵も参照)

受講した。小谷は本当に頭のよい人で、厳しかった。小谷は昼間は忙しいので夕方から輪講が始まったが、学生が途中で説明ができずに困ってしまうと、小谷は（正解を知っているのに）黙ってしまい、沈黙が長く続いた。夜9時とか10時とかになって、やっと、ゼミ仲間の大森荘蔵（後に科学哲学の東京大学教授）<sup>1,2)</sup>が「今夜はこれぐらいにしませんか。」と言って、ゼミが終わるといことが多かった。1943年10月21日の明治神宮外苑の出陣学徒壮行会には自身の徴兵検査があったので出席できなかったが（結果は不合格で兵役免除）、<sup>2)</sup>その後の東大内の安田講堂から正門までの行進は見に行き文系の学生の出陣を見送った。

東京帝国大学を1944年9月末に卒業後、名古屋帝国大学理学部物理学科の宮部直巳教授の講座の助手になった。宮部は寺田寅彦の弟子であるので、大澤は寺田の孫弟子であることを誇りにしていた。着任後2か月余りの1944年12月7日に東南海大地震があった。宮部は大澤を研究室に呼び、机の引き出しから札束を取り出したので驚いたが（大澤の当時の月給は70円だったが、名古屋帝国大学教授の月給は200円ぐらいだったらしい）、それを大澤に渡して、名古屋気象台の人と2人で三重県の錦町などの被害状況を2,3日で調べてくるように命じた。報告書をまとめて宮部に渡したが、宮部はそれをすぐに机の引き出しにしまい、そのままになった。この報告書は戦時中のため秘密とされたが、現在は気象庁に保管されていることがわかっている。<sup>7)</sup>その後大澤は、泥（コロイド）の実験研究を行った。

1945年3月25日の名古屋大空襲で物理の学生が1人亡くなったので、物理学教室は即座に疎開を決めた。<sup>3)</sup>上田良二助教授と宮原将平助教授が2人で信州を周り、疎開場所を急いで探し、宿泊や食事の手配もしてきて、4月から、有山兼孝教授と坂田昌一教授の理論グループは長野県諏訪郡富士見村の富士見国民学校、宮部直巳教授の実験グループは愛知県西加茂郡猿投村の猿投農学校と長野県小県郡の国民学校、上田良二助教授の実験グループは長野県南佐久郡切原村の切原村図書館、宮原将平助教授の実験グループは長野県北佐久郡小諸町の平井木工所などへと疎開した。大学院生は研究室に所属していたので、グループに従ったが、学部学生（2年生と3年生）も適当に振り分けられて一緒に疎開した。また、4月に入学したばかりの1年生は、5月に長野県小県郡神川村の龍洞院という曹洞宗の寺にクラスごとまとまって疎開したが、他の所へ疎開している教員も時々そこを訪れては講義をした。小諸町の実験グループは、平井木工所を講義室や実験室とし、宿舍としては2つに分かれて、風呂屋の2階と薬屋（柳田薬局）の2階で寝泊まりした。また、3食は木工所が用意してくれた。なお、これらはすべて有料であり、物理学科が負担した。大澤もこの実験グループに加わり、薬屋の倉庫の2階で8人ぐらいの学生達と一緒に部屋で寝た。そして、木工所で学生の輪講（ディラックの量子力学）を指導したり、コロイド実験を続けたりした。また、学生の一人の鳥塚賀治（後に東

北大学教授）が蓄音機とレコードをもってきていて、皆で薬屋の2階の宿舍で毎晩のようにベートーベンの弦楽四重奏曲（作品132）やシューベルトの歌曲（「美しき水車小屋の娘」）などを繰り返し聴いた。戦時中なので食事は粗末で栄養失調になりがちであった。それで、物理実験などで指に怪我をすると治癒するのに長い時間が掛かった。<sup>3)</sup>

8月15日の終戦になっても名古屋の被害が大きくすぐには帰れず、疎開が終わって名古屋へ帰ったのが10月から11月頃だった。坂田昌一教授のリーダーシップの下で、物理学教室は1946年6月13日に「名古屋帝国大学物理学教室憲章」を制定した。そして、教室運営は民主主義の原理に基づき、教授も助教授も助手も大学院生も、研究においては対等の立場であると謳いあげた。それまでは講座制に基づいていたので、講座の長たる正教授が講座の研究体制を支配していたが、これからは、共通の研究の興味をもつ人たちが研究室という組織を作り、民主的に研究を推進していくことになった。大澤は宮部らとK研（膠質研究室、Kはドイツ語のKolloidikから取った）に所属した。

大澤は学部を卒業してすぐに助手になったので、名大に来るまで研究らしきものをやったことがなかった。また、名大では、宮部は大澤に自由に研究をやらせてくれた。それで、どこまでやれば論文になるのかの判断ができず、自分のオリジナリティを測定できなかった。それを救ってくれたのが、同じ研究室の高林武彦だった。「こんな計算をしたんだけど」と言ったら、彼が「それは面白いから、論文にしておかなくちゃ」と言ってくれたので論文を書いた。<sup>3)</sup>この最初の論文は任意の大きさの分子の溶媒と溶質を混ぜたときの混合エントロピーの話だった。<sup>8)</sup>この方向で大澤は幾つかの重要な研究成果を挙げた。まず、朝倉昌とともに、コロイド間などに働く引力（現在、枯渇力と呼ばれる）の存在を明らかにした（「朝倉-大澤理論」）。<sup>9)</sup>また、今井宣久とともに、添加塩のない系において円柱座標系におけるポアソン-ボルツマン方程式の解析解を求め、<sup>10)</sup>それによって、高分子電解質における対イオン凝縮を提唱した。<sup>11)</sup>大澤はこれらをまとめた高分子電解質についての英語の本<sup>12)</sup>を出版したが、海外の多くの研究者がこの本に深い感銘を受けるとともに、大澤が国際的な尊敬を集めた。

大澤の家族のことを少し書くが、1944年に父親と兄を肺結核で相次いで亡くしていた。1947年3月に名大物理の同僚の高林武彦の友人で、小説家・詩人の富士正晴の妹安子と見合いをし、1948年7月に結婚した。見合いから結婚まで長い時間がかかったのは、大澤の名古屋の実家は（空襲で）焼けてしまい、夫婦が住める家があったからだ。戦後すぐでアパートも借家も少なかったから、大澤も名大の研究室に寝泊まりしていた。坂田昌一の実弟で、名大理学部数学科の助教授だった静間良次が、大澤夫妻と大澤の母親と一緒に住める借家を紹介してくれて、それでやっと結婚できたのだった。大澤も体は丈夫ではなく、

1951年には軽い肺結核を患い、3か月間入院したことがある。ストレプトマイシンがちょうど日本でも手に入るようになり、結核を治すことができた。

さて、名大物理学教室憲章に基づく研究室制度は大澤に大きな自由を与え、コロイドから始まり、高分子、そして高分子電解質の研究というソフトマター物理・化学物理の分野から生物物理の分野の研究に足を踏み入れることを可能にしたのである。<sup>3)</sup> 大澤はまず、1953年に名古屋大学理学部で生物化学物理討論会を開催し、日本中から生物の研究者を集めて分野を越えた交流をもつことで自らも大いに学んだ。その後、研究室で1週間ぐらい毎日朝から晩まで議論を続けて、研究テーマを決めた。そして、1954年の秋に、K研メンバーの朝倉昌、堀田健、今井宣久、大井龍夫と5人で、我が国の大学の物理学教室で初めて生体分子(ウサギの筋肉蛋白質のアクチン)を用いた生物物理学実験を始めた。Gアクチンとそれが繊維状に繋がったFアクチン間の相転移を詳しく調べ、最初の論文を発表したのは1959年のことだった。<sup>13)</sup> この成功から、大澤は本格的に生物物理の研究を推進していくことになった。

### 3. 生物物理学研究の環境整備とその成果

小林理学研究所の岡小天と杉田元宣らが中心になって日本物理学会の生体物理分科会が1954年に既に発足していた。湯川秀樹が生物物理の熱烈なファンで、1955年と1956年に京大基礎物理学研究所で生物物理研究会を開催したりした。そして、1957年頃、大澤の東大の恩師の小谷正雄から連絡が入った。国際純粋および応用生物物理学連合(International Union for Pure and Applied Biophysics, IUPAB)が作られようとしている。それに日本でも対応できるように、日本生物物理学会を設立したいのでと協力を求められたのである。これに大澤とK研の(学生を含む)若いメンバーが全面的に協力した。生物物理に興味を示した(元名大工学部の)押田勇雄に話をしたら、先に若手の学校をやってみたらどうかと言われた。妙案だと思い、1960年8月に第1回生物物理若手夏の学校をK研主催で志賀高原で開催した(図2)。そこでは、昼間は研究の発表、夜は生物物理学会の会則案を作った。そして、1960年12月10日に生物物理学会が設立された(図3)。また、図4に生物物理若手夏の学校の開催に協力した名大K研の大澤の弟子のうち、2人の写真を示す。

当時、名大理学部の化学には江上不二夫、生物には山田常雄がいて、K研が実験装置を借りにいったりすることが多く交流があった。ある時江上が研究施設を作ること提案してくれた。計画は1959年にスタートして3人で1研究室ずつという形で始める予定だったが、江上が東大、山田がアメリカに移ってしまい、化学と生物の担当者が若い人達になった。大澤が文部省に直接交渉に行き、1961年に分子生物学研究施設が設置された。最初は一部門からスタートしたが、1963年には第二部門が追加され、1967



図2 1960年8月に志賀高原で開催された第1回生物物理若手研究会の様子。

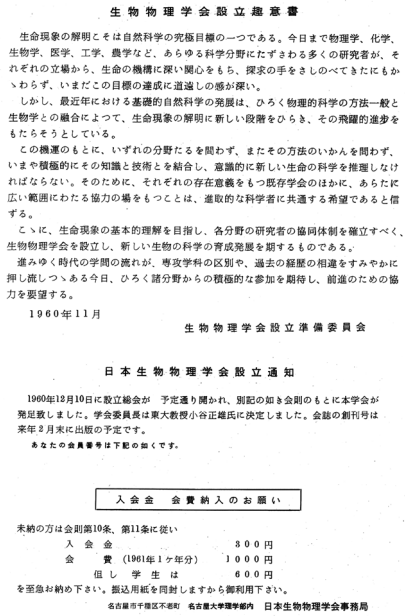


図3 生物物理学会設立趣意書(上)とその設立通知(下)。

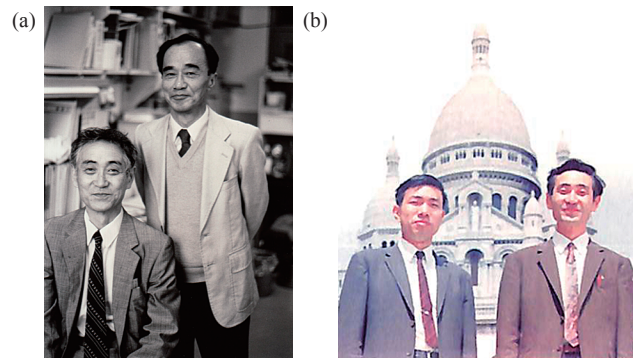


図4 大澤の初期の弟子のうち2人。(a) 朝倉昌の研究室での大澤(左)と朝倉昌(右)。(b) パリのサクレクール寺院前の大澤(右)と葛西道生(左)(1970年)。

年には3つ目の部門がさらに追加されて完成した。

ところで、分子生物学研究施設の教員に岡崎フラグメントを発見した岡崎令治がいたが、広島で原爆を被曝しており、1975年8月に44歳の若さで白血病で亡くなった。それで、名大理学部として米国の有名新聞に「岡崎令治原爆の犠牲となる」と訃報を掲載したが、米国のある著名な生化学者が名大に手紙を送ってきた。証拠もないのにそのように書くのはけしからんという内容だった。大澤らはとても驚き困惑したが、返事は出さなかった。

さて、話を戻すと、この研究施設は、大澤の停年退官後

の1987年に分子生物学科となり、1996年には生物学科と統合されて、現在の名大理学部生命理学科になった。つまり、名大生命理学科の約半分は大澤らが作ったことになる。

大澤の生物物理研究が全国に知られるようになった1960年代初めからは全国から優秀な学生が大学院に入学してくるようになった。大澤は実質、物理学科K研と分子生物学研究施設の2つの研究室を運営するようになったが、さらに、1968年には、大阪大学の基礎工学部に新設された生物工学科の教授も併任することになった。すなわち、3つの研究室を運営する立場になった訳であるが、1986年の停年退官までの18年間も、毎週月火水は名大、木金土は阪大で過ごすことを続けた。但し、名古屋と大阪の行き来の交通費は最初の3年間ほどの阪大基礎工の資金を除き、どちらの大学も出してくれなかったが、幸い、ある会社の社長が応援してくれて交通費を全額出してくれたのであった。

この3つの研究室において幅広い研究成果が生み出されていった。<sup>1-6)</sup> 例えば、螺旋構造と線型構造の凝集についての理論的モデルを構築し、筋肉蛋白質であるFアクチンはGアクチンが螺旋構造として凝集したものであることを予測し、<sup>14)</sup> 後に実験で確認された。動物の筋肉以外から初めてアクチンを単離し、アクチンの幅広い役割を示した。<sup>15)</sup> また、ゾウリムシの運動の温度変化への反応などを研究した。<sup>16)</sup> さらに、鞭毛の回転の問題やアクチンなどの筋肉分子のスライドの問題などから、ルースカップリングという概念に至った(総説としては文献17がある)。すなわち、生物機械は柔らかい機械であり、周りの溶媒分子の熱揺らぎの影響も受けるので、普通の機械のようにタイトカップリング(インプットとアウトプットの関係が1対1)ではなく、時々刻々変わり得るということを主張した。ルースカップリングの考えは、最初細菌の鞭毛モーターの回転運動の研究から生まれた。<sup>18,19)</sup> それから、筋肉分子の滑り運動にも同様なことが言えることを示した。<sup>20)</sup> さらに大澤は、1980年に「生物の分子機械のメカニズム」という題目の科研費の総合研究班を作り、「単一分子機械の動作の直接観察」という目標を掲げて若手研究者をリードした。<sup>1)</sup> 現在の日本の生物物理学における一分子観測の隆盛を見るとき、大澤の先見の明を感じさせる。

1986年に大澤は阪大と名大を停年退官した後は、1987年から愛知工業大学で教鞭を執り、そのわかりやすい講義は学生達に人気だった。大澤は70歳を越えても生物物理学会で特別講演や夏の学校で講義を依頼されることが時々あったが、1996年の夏の学校での統計力学の講義は伝説となっており、それを聴いて感動した学生達によって出版されている。<sup>21)</sup> なお、この本は大澤の強い要望により、現在、英訳が準備されている。最後に、大澤は90歳を越えても頭脳明晰であったが、生前最後に出版された学術論文は文献22-24であり、最後の本は文献25であった。



図5 2009年ネイチャーメンター賞生涯功績賞受賞式における大澤。

#### 4. おわりに

本稿では大澤文夫の生涯と物理について簡単に紹介した。大澤についてあと忘れてはならないのは、大澤の研究室から非常に多くの優れた研究者が輩出したことである。<sup>1-6)</sup> それは「大澤牧場」という言葉で表現されることが多い。牧場で馬が自由に走り回り、元気に育っていくことであろう。2009年に大澤はネイチャーメンター賞生涯功績賞を受賞した(図5)。

以上、大澤の幅広く顕著な業績を振り返るとき、2019年3月の大澤の逝去は正に「巨星墜つ」であったと言える。

#### 参考文献

- 1) 大沢文夫, 『飄々楽学 新しい学問はこうして生まれつづける』(白日社, 2005).
- 2) 大沢文夫, 「物理で探る生きものらしさの源」, JT生命誌サイエンティスト・ライブラリNo. 49 (2006).
- 3) 岡本祐幸, 「大澤文夫名誉教授に聞く」, 名大理学会同窓会報No. 12, pp. 6-10 (2009).
- 4) 郷 通子, 生物物理 **50**, 118 (2010).
- 5) 石渡信一, 難波啓一, 柳田敏雄, 日本物理学会誌 **74**, 505 (2019).
- 6) Y. Maéda and T. Oda, *Biophys. Rev.* **12**, 1279 (2020).
- 7) NHK「歴史秘話ヒストリア」「隠された震災 昭和東南海地震」(2020年3月11日放送).
- 8) 大澤文夫, 物性論研究 **1947**(8), 40 (1947).
- 9) S. Asakura and F. Oosawa, *J. Chem. Phys.* **22**, 1255 (1954).
- 10) 今井宣久, 大澤文夫, 物性論研究 **1952**(47), 49 (1952).
- 11) T. Ohnishi, N. Imai, and F. Oosawa, *J. Phys. Soc. Jpn.* **15**, 896 (1960).
- 12) F. Oosawa, *Polyelectrolytes* (Dekker, 1971).
- 13) F. Oosawa et al., *J. Poly. Sci.* **37**, 323 (1959).
- 14) F. Oosawa and M. Kasai, *J. Mol. Biol.* **4**, 10 (1962).
- 15) S. Hatano and F. Oosawa, *Biochim. Biophys. Acta (BBA)* **127**, 488 (1966).
- 16) K. Tawada and F. Oosawa, *J. Protozool.* **19**, 53 (1972).
- 17) F. Oosawa and S. Hayashi, *Adv. Biophys.* **22**, 151 (1986).
- 18) F. Oosawa and J. Masai, *J. Phys. Soc. Jpn.* **51**, 631 (1982).
- 19) F. Oosawa and S. Hayashi, *J. Phys. Soc. Jpn.* **52**, 4019 (1983).
- 20) T. Yanagida, T. Arata, and F. Oosawa, *Nature* **366**, (1985).
- 21) 大沢文夫, 『大沢流手づくり統計力学』(名古屋大学出版, 2011).
- 22) M. Kikumoto and F. Oosawa, *Cytoskeleton* **74**, 465 (2017).
- 23) F. Oosawa, *Biophys. Physicobiol.* **15**, 151 (2018).
- 24) F. Oosawa, *Biophys. Rev.* **10**, 1481 (2018).
- 25) 大沢文夫, 『「生きものらしさ」をもとめて』(藤原書店, 2017).

(2021年1月26日原稿受付)