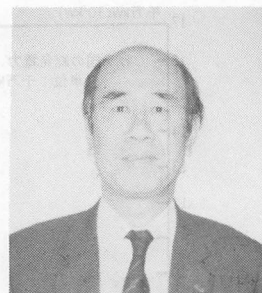


# 大学におけるエネルギー研究について

## Energy Research in Universities

岐 美 格\*

Itaru Michiyoshi



大学におけるエネルギー研究は、決していまに始まったものではなく、西欧の科学や技術がわが国の大学において講義された時から、一つの重要なテーマであった。京都大学に例をとると、明治30年（1897年）6月、京都帝国大学の官制が公布されたとき、最初に理工科大学が設立され、数学2講座、物理学3講座、化学4講座、土木工学3講座、機械工学3講座、電気工学2講座、採鉱学2講座、冶金学2講座の計21講座が定められ、土木工学科と機械工学科の2学科が設置されることになったが、翌年には電気工学、採鉱冶金学、製造化学の各学科が開設された<sup>1)</sup>。土木工学の講座の一つには水理学に関する講座があり、わが国最初の営業用火力発電所（1892年、京都市）を産み出すことになった琵琶湖疏水で有名な田辺朔郎教授が担任している。また機械工学科では「往復式蒸気機関」、「熱学、熱気、瓦斯および石油機関」の講義がそれぞれ明治30年、31年から始まり、「水力学・唧筒及び水力発動機」が同じく学科開設とともに開講された。電気工学科では電力工学、電気磁気学及び同測定法に関する講座と、発電機、電動機、変圧器等の電気機器に関する講座の2講座をもって授業を開始した。採鉱冶金学科の4講座の内容は、主として、金属採鉱学、採炭及び採油学、鉄冶金学、非鉄冶金及び電気冶金学であった。製造化学科のそれは、無機製造化学と有機製造化学であった。

日本電機工業史<sup>2)</sup>によると、「明治36年（1903年）末におけるわが国の総発電力は44,000kWで、その中火力31,000kW、水力13,000kWとなっていて、その比率は70:30であったものが、日露戦争を一転機として水力発電が戦後における企業熱の中心となり、大正元年（1912年）末には全国総発電力は462,000kWと著増し、その中火力は229,000kW、水力は233,000kWとなり、36年に比べて総発電力は10倍以上に増加し、火力、水力の比率は50:50となった。当時の通信省は

国策上埋蔵量に限りある石炭の使用を節約する為、出来る限り水力を開発せしめる方針をとった為地形上付近に水力電源地点の少い関西方面を除いては全国的に水力による発電が行われ、この頃より次第に従来の火力中心主義から水力中心主義に転ずる傾向を示して来た。又従来の往復動蒸気機関による火力発電方式は蒸気タービンの出現によって全く駆逐され、37年には東京市街鉄道に我が国最初の500kWタービン発電機が使用され、蒸気タービンが火力発電用原動機として好適な事を実証して以来、火力発電には凡て蒸気タービンが用いられることとなり、38年には東京電灯が1,000kW 4台を採用し、44年には当時東洋一と称せられた3,000kWタービン発電機5台を持つ出力12,000kWの大火力発電所（大阪電灯安治川西発電所）が出現し、火力発電は次第に大出力となる傾向を示して来た」とある。そして大正5年末水力469,634kW、火力335,655kW、計805,289kW、大正10年末水力914,744kW、火力611,974kW、計1,526,718kW、昭和元年（1926年）末水力1,965,970kW、火力1,236,644kW、計3,202,614kW、昭和5年末水力2,797,637kW、火力1,601,677kW、計4,399,314kW、昭和10年（1935年）末水力3,382,000kW、火力2,375,000kW、計5,757,000kW というように総発電力は増していった。同工業史には思い出を語る項があり、明治45年京都帝国大学電気工学科を卒業され、後に総長をつとめられた鳥養利三郎先生の「思い出すまゝに」という文章も掲載されている。それによると、その頃の電気工学は主として発電機、電動機、変圧器等の機器と発電所及び配電線だけを教えられ、原動機は蒸気機関一点張りであり、タービンについてはほんの僅か講義を聞いただけであったこと、大部分の機器が輸入で、その当時の電気人の努力は電気機器の国産化すなわち電気機器の研究とその製作に集中され、「大学に居る者でも電気機器をやらないと肩身が狭いし、卒業生の秀才といわれるものは多く機器製作会社への就職を希望した」ことなどが述べられている。

\* 京都大学工学部原子核工学教室教授

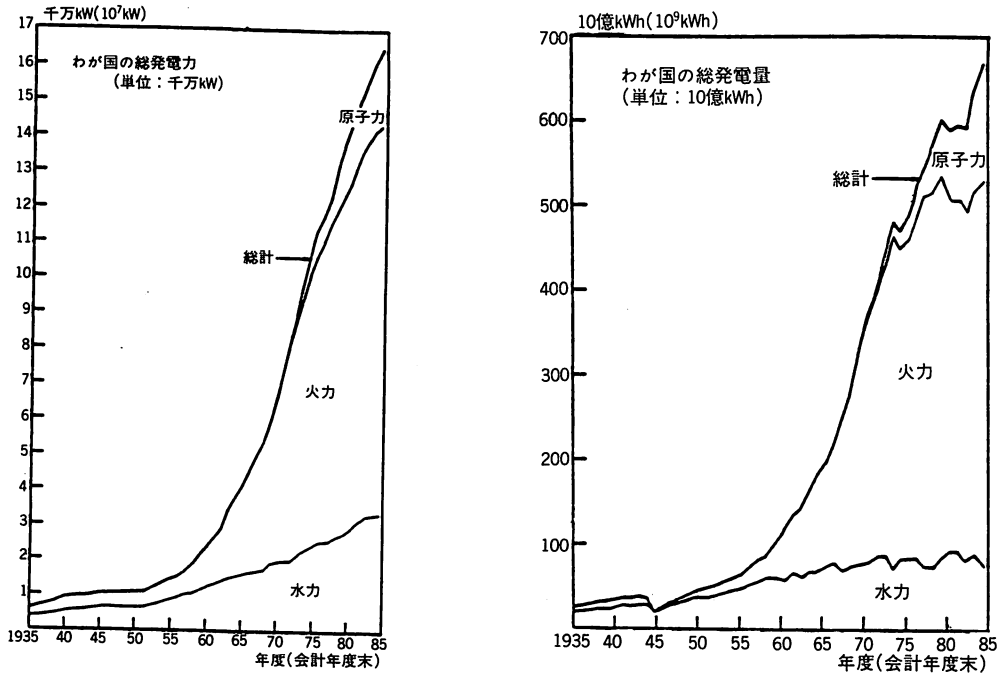


図-1 わが国の総発電電力と総発電電量，電気事業用と自家用の総計  
(日本国勢図会（1986年版）の資料により作成）

図-1は1935年（昭和10年）末から現在に至る総発電電力（1945年からは会計年度末）と総発電電量を，日本国勢図会<sup>3)</sup>（1986年版）に掲載の長期統計資料により作成し，図示したものである。終戦の年には火力と水力の発電設備はあっても，発電はほとんど水力によるものであった。毎夜の停電や，送電の時間制限（大学の中でもそうであった）の不便さは，実感として忘れることはできない。1950年度末当時でさえ，水力677万kW，火力400万kWの総発電電力に過ぎず，しかも総発電電量として，水力378億kWh，火力85億kWhで，全体の82%ほどが水力によるものであった。現在とくらべると雲泥の差がある。国内石炭の増産がはかられ，また熱管理がやかましく言われた。粗悪炭の燃焼や微粉炭の燃焼が方々で研究された。私は大学院の学生であったが，菅原晋雄先生の研究室の一員として，京都近郊の数箇所の子工場のボイラの試験に参加した。その当時は，学界において新しいエネルギー資源の開発についても種々検討がなされたと聞いている。また大ダム式水力発電の開発がなされるとともに，ボイラやタービンの技術をはじめ，それらの構成材料などの研究・開発とあいまって，水蒸気の高温・高圧・高蒸発量化がはかられ<sup>4)</sup>，熱効率が増し，さらに燃料が石炭から安価な輸入石油に移り変わった。そして図に見られるように，火力発電は急激に伸び，1962年度末頃から火力発電が

水力発電を凌駕するようになる。以上のような技術開発とエネルギー政策が機能して，戦後の復興から重化学工業を中心とする経済成長へと進んでいったが，それはエネルギー消費量の増大をもたらすことになった。ちなみに，1978年度のわが国のエネルギー需要の割合は，産業部門が64%，民生部門が21%，運輸部門が15%である。そして，わが国の1次エネルギーの全供給量は，1960年度から1973年度までに約4倍，しかもそのうち石油は8.4倍となり，輸入依存率（原子力も含む）が90%にも達した。1973～74年の石油価格高騰によるいわゆる第一次オイルショックを契機とし，さらに1978～79年の第二次オイルショックもふまえて，エネルギー供給の安定化をめざして，脱石油化とエネルギー資源の多様化がはかられるとともに，省エネルギー対策のための技術開発が積極的に進められるようになった。それによってたとえば，鉄鋼，セメント，ガラス，紙パルプ，石油化学などのエネルギー多消費産業において，生産単位当りのエネルギー消費量が20%ほども低下した。石油供給量は1973年度がピークとなっていて，その後年度によって変動はあるが，減少の傾向を示し，1980年度に段階的に減少している。一方，石炭はすこし増加している。原子力と天然ガス・LNGの増し方はどちらも大きい。これによって1984年度末の1次エネルギー供給割合は，石炭19.2%，石油58.3

％、水力4.7％、原子力8.2％、天然ガス・LNG9.5％となっているので、エネルギー資源の多様化には向っているが、輸入依存率は91.7％<sup>3)</sup>で、いぜんとして高い。

さて、京都大学の大学院工学研究科に原子核工学専攻が開設されたのは昭和32年(1957年)であるが、工学部原子核工学科は翌33年に設置された。他の大学にもそれと前後して原子核工学科や原子力工学科が設置された。その後、昭和50年になると、大分大学工学部にエネルギー工学科が設置され、また、東京工業大学大学院総合理工学研究科にエネルギー科学専攻が設置されるなど、エネルギーという術語をつけた学科や専攻が設置されるようになった<sup>5)</sup>。なお、はやくから、いろいろの学科や専攻で直接発電やエネルギー変換の講義が行われている。

水科篤郎京都大学教授(当時)らは、昭和53年度に文部省科学研究費特別研究促進費により、いかにして大学におけるエネルギー研究を推進すべきかについて研究を行い、その報告書を昭和54年3月に提出した。昭和54年度には、特定研究「エネルギーの有効利用に関する工学的研究」の総括班において、その報告書の線に沿って、大学における研究の特徴を考慮しつつ、7年間の時限特別研究「エネルギー特別研究」の計画を立案し、54年7月に計画書を作成した。同年8月、学術審議会学術研究体制特別委員会にエネルギー問題専門小委員会が設置され、エネルギーに関する研究の大学などにおける推進方策について審議され、翌55年1月に学術審議会会長から文部大臣に「大学におけるエネルギー研究の推進方策について(建議)」が提出された。そして昭和55年度より、7年間の時限特別研究「エネルギー特別研究」が発足した。

大学における研究は、(1)学際的協力が得られること、(2)基礎的なもので、学問的体系化を図りながら進められること、(3)研究者の個々の創意工夫から生れてくるので、多様性と意外性があり、萌芽的研究が行えること、(4)既存の研究や技術に対しても批判し、研究の価値を判断し、研究方向を示唆できること、(5)若い研究者、技術者の養成に資せられることの5点が、その特徴として、前記の建議書に挙げられている。そして従来、大学の講座や部門で行われてきたエネルギー研究を、格段に促進することが必要であり、研究者の自主性と創意を尊重しつつ、計画性をもって組織的に進めて行く必要があるとしている。本誌 Vol.1, No.3, 1980/9<sup>6)</sup>に水科教授が「大学におけるエネルギー研究に

ついて」と題して発足当初の「エネルギー特別研究」の研究計画と研究組織、すなわち研究テーマとその研究代表者について述べておられるし、Vol.4, No.1, 1983/1<sup>7)</sup>にもエネルギー特別研究についての論説があり、昭和59年度からは新しい計画研究班を編成し、各研究班の研究代表者等もいれかえて実施する予定であることが記されている。毎年度、研究計画概要と研究成果概要が公刊され、また英文報告書も既に14巻が公刊されているが、昭和61年度は最終年度であるので、研究成果のとりまとめを行ったうえで、62年度に研究成果報告シンポジウムの開催と、和文及び英文の成果報告書の公刊が予定されている。

さて、学術審議会は、昭和59年2月の答申「学術研究体制の改善のための基本的施策について」において、科学研究費補助金の改善・充実策を提示したが、その一環としてひき続き「特別研究」及び「特定研究」の在り方について検討を進め、昭和60年7月「科学研究費補助金における重点領域の取扱いの改善について(建議)」を会長から文部大臣あてに提出した。それによると、「近年の急速な科学技術の進展に伴い、研究を重点的に推進すべき領域が増大しており、これらの領域においては科学研究費補助金を活用して、研究者が共同して研究を進める必要性和その有効性が増大している。これまで、学術的・社会的要請の強い領域の研究を推進するため特別研究と特定研究の研究種目が設けられており、多くの研究成果を収めてきた。しかしこれら両種目においては、研究期間 研究組織等が研究の内容、目標、進展の度合等に弾力的に即応し難い点がある等の問題が指摘されてきた。

上記の増大する要請に弾力的かつ柔軟に即応して、学術的・社会的要請の強い領域の研究を重点的かつ効率的に推進するための研究種目として、これまでの特別研究及び特定研究に代えて、新たに“重点領域研究”を設け、昭和62年度から実施することが適当であるとの結論を得た」とある。

さらに同日付で、「自然災害研究、環境科学研究及びエネルギー研究の今後の推進方策について(建議)」も会長から文部大臣あてに提出された。「エネルギー特別研究」が昭和61年度末で終了するので、「自然災害特別研究」、「環境科学特別研究」を含め昭和62年度以降のそれらの取扱いについて科学研究費分科会企画部会のもとにワーキンググループを設けて審議してきたが、これらの領域の研究が学術的・社会的要請の極めて強いものであるので、自然災害の予測と防災力、

人間-環境系の変化と制御、エネルギー変換と高効率利用の領域を「重点領域研究」の重点領域として選定して研究を進めることが適当であるとの結論を得たとしている。そしてこれらの重点領域研究の研究期間は、昭和62年度から67年度までの6年間であるが、各重点領域に設けられる小研究領域等の研究期間は、研究の内容、研究の進展に応じ弾力的に定めるものとした。つまり、研究組織の見直しと、研究課題の検討による打ち切りや新課題への移行も行って、研究を機動的に推進するのである。

建議書には、重点領域研究「エネルギー変換と高効率利用」の必要性、本重点領域研究を推進するに当たっての考え方、本重点領域研究の内容を構成する小研究領域、小研究領域の主要研究課題について述べられているが、その必要性については、「昭和55年度に発足した「エネルギー特別研究」の目標は、一つには、当時の第二次石油危機の緊迫したエネルギー情勢を背景として、今世紀の終りまでに石油の不足と見積られる量を代替供給できるエネルギー資源の開発と省エネルギーといった緊急課題に関する研究であり、今一つは、

### 昭和62年度文部省科学研究費公募要領抜粋

#### (3) エネルギー変換と高効率利用 (領域略称名: エネルギー)

(領域番号: 003)

今日、内外のエネルギー情勢は一時的に緩和傾向にあるものの、エネルギー問題の長期的視野に立った解決と将来への人類の新しい技術や文明の飛躍のために、エネルギー研究を更に効率的に推進する必要がある。

本研究では非枯渇エネルギーの利用に深く留意して、大規模・集中型のエネルギー変換とともに小規模・分散型のそれをも重視し、併せてエネルギーシステムのあり方についても研究する。また、将来にわたって輸送機関等に使用される流体燃料への変換や、分離プロセスのエネルギーの飛躍的低減化についても基礎研究を行う。

前半3年間では、下記の研究項目を重点として、計画研究方式と公募研究方式を併用して進めるが、いずれも学理的・原理的に可能性をさぐるような先導的・基礎的研究を重んじる。特に公募研究については、新しいアイデアに満ちた研究を公募する。

#### (研究項目)

##### エネルギーに関する社会的・経済的諸問題

A01 エネルギー需要と政策の経済学的研究(世界マクロ・エネルギーモデル、価格体系と技術開発政策)

A02 エネルギーシステムの新しい構成と運用(システム統合の新概念、ロードマネージメント、分散型システム)

##### 多様なエネルギー資源の利用

B01 石炭利用のための工学的研究(石炭変換用高活性・高選択性触媒、高効率ガス化プロセス)

B02 農林産資源から液体燃料への変換(直接発酵菌の育種、リグニン低分子化法)

B03 太陽熱エネルギーの資源化(太陽熱ヒートポンプ複合システムの開発、熱力学的評価、要素機器の高性能化)

B04 海水ウランの採取(吸着剤、吸着速度、吸脱着性能、高性能海水接触装置)

##### エネルギーの変換技術

C01 燃料電池の高性能化(高温型燃料電池、直接型アルコール燃料電池)

C02 太陽電池の高効率化(高効率光電変換・界面光機能の新機構、新材料、変換素子の新プロセス)

C03 エネルギー貯蔵物質の合成(熱化学的水素製造・熱の改質、高エネルギー物質の光化学的合成)

C04 高温熱直接発電用新素材の開発(熱発電用新素材、熱電子発電用薄膜電極)

##### エネルギー利用の効率化

D01 高温反応ガスなどからの高効率熱伝達(乱流・気化燃焼、放射伝熱、液体金属・多成分熱媒体による高効率熱交換)

D02 超電導技術による電気エネルギーの輸送と貯蔵の高効率化(超電導ケーブル・機器、電力システム)

D03 エネルギー利用の高効率化を目的とした分離操作及びプロセスの開発(生体内分離機構の応用、超臨界・高圧下の分離、速度差分離、ガス・金属類の高度分離プロセスなど)

更に長期的課題に立ち、人類の将来に向けてエネルギーの安定供給を可能にするための基礎的研究の推進にあった。そして、この特別研究は、多岐にわたる分野からの多数の研究者の参加によって、大学等のエネルギー研究の潜在的活力を掘りおこし、エネルギーに関係する研究者の層を格段に厚くしてエネルギー研究の総合的・学際的な研究基盤を固めることに成功し、多くの研究成果を挙げてきた。今日、内外のエネルギー情勢を見れば、省エネルギー化、脱石油への代替エネルギー化、及び産業構造の変化によって第二次石油危機が克服され、エネルギー需給は一時的に緩和している。しかしながら、エネルギー問題の長期的視野に立った解決と将来への人類の新しい技術や文明の飛躍のためには、エネルギー研究を更に効率的に推進する必要がある。このため、新たに重点領域研究“エネルギー変換と高効率利用”を設定し、研究を重点的かつ集中的に推進することとする」と述べている。そして、いままでの「エネルギー特別研究」の成果の上に立って、研究組織は、大規模な横断的・網羅的組織とするよりは、研究のベクトルを明確にした柱をたて、適正な規模の研究体制を形成して総合性の実をあげること、先導的・基礎的研究に重点をおき、各研究課題のエネルギー研究での位置づけと目標を明確にし、それぞれの研究の進展に応じて、さきにも述べたように機動的な推進をはかること、他省庁、民間等における研究開発状況をも考慮すること、及び社会・経済面からの研究と緊密な連携をとることの4点を研究推進のための考え方としている。また小研究領域は、①エネルギー

に関する社会的・経済的諸問題、②多様なエネルギー資源の利用、③エネルギーの変換技術、④エネルギー利用の効率化の4つとし、それらの間の調整と、全体的な研究方針の策定のために総括班を設けるとしている。

この建議書の趣旨をふまえて、昭和61年1月から科学研究費分科会企画部会のもとに設けられたワーキンググループで具体的な研究計画（研究組織、研究経費、研究期間等）を立案するための検討を行い、4月に計画書が作成され、企画部会の審議を経た後、昭和62年度文部省科学研究費公募要領に基づいて、10月に研究課題の公募が行われることになった。その公募要領のうち関係箇所を転載しておく。終りに、昭和62年度以降、エネルギー変換と高効率利用に関する研究が格段に発展するよう望んでやまない。

#### 参 考 文 献

- 1) 京都大学70年史、京都大学(1967)。
- 2) 日本電機工業史、日本電機工業会(1956)。
- 3) 日本国勢図会、1986年版、国勢社(1986)。
- 4) 火力原子力発電、第291号(創立30周年記念特集号)。Vol. 31, No. 12 (1980)。
- 5) 昭和60年度全国大学一覧、文教協会(1985)。
- 6) 水科篤郎；大学におけるエネルギー研究について、エネルギー・資源1巻、3号(1980)、10~14。
- 7) 水科篤郎；文部省科学研究費「エネルギー特別研究」について、エネルギー・資源、4巻、1号(1983)、2~4。

