

## ■ 展望・解説 ■

# 文部省科学研究費による重点領域研究 「エネルギー変換と高効率利用」について

On Priority-Area Research “Energy Conversion and Utilization with High Efficiency” Supported by the Ministry of Education, Science and Culture

西川 禎 一\*

Yoshikazu Nishikawa



## 1. はじめに

昨昭和62年度から、文部省科学研究費による重点領域研究「エネルギー変換と高効率利用」（略称、「エネルギー重点領域研究」）が6年計画で実施されつつある。これは昭和55年度から7年間にわたってやはり文部省の補助によって実施され、多くの成果を挙げた「エネルギー特別研究（エネルギー）」の後を受けて開始されたものであるが、エネルギーに関する多種多様な問題の中から、先導的・基礎的観点から特に重要と考えられる課題群を選定し、それらを有機的に関連づけながら研究を進めるのが目的である。

文部省の研究費によるという性格上、直接の参加メンバーはほとんどが大学人であり、民間企業の人達は含まれていない。しかしもとより、科学技術の研究は大学や学界だけで閉じるものではなく、殊にエネルギー問題はいわゆる産・学・官の緊密な協調によるアプローチなくしては適切に解決され得ない問題である。その意味で、このエネルギー重点領域研究の目的、内容や成果について多くの方々のご理解を得ておくことは極めて重要であり、現在研究組織の代表（総括班代表）として全体の取りまとめの任に当たっている筆者が、本誌に紹介の機会を与えられたことは幸甚である。

## 2. 重点領域研究発足の経緯

文部省の科学研究費には幾つかの種目があるが、従来、特に学術的・社会的要請の強い領域の研究を多くの研究者が共同して推進するために、特別研究と特定研究という2種目が設けられていた。しかし、文部省の諮問機関である学術審議会における検討の結果、これらの種目では研究期間、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などの問題が指摘された。そして、昭和60年7月25日、同会の会長から文部大臣宛に提出された建議書において「（前略）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」と結論されたのである。

そして同日付の別の建議書で「自然災害の予測と防災力」、「人間-環境系の変化と制御」の2領域とともに、「エネルギー変換と高効率利用」を重点領域として選定して研究を進めることが適当と指摘された。その必要性については、次のように述べられている。「昭和55年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、今世紀の終わ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を行うことであり、今一つは、更に長期的視野に立ち、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を推進することにあった。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・学術的な研究基盤を固めることに成功し、多くの成果を挙げた。

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、エネルギー需要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

\* 京都大学工学部電気工学教室教授  
〒606 京都市左京区吉田本町1

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。」

エネルギー重点領域研究は、このような建議に基づいて計画されたのであるが、具体的な計画立案に当たって留意された基本点は

- (1) 研究の方向性を明確にした柱を立て、適正な規模の研究組織を形成して、総合性の実をあげること、
  - (2) 先導的・基礎的研究に重点を置き、各研究課題のエネルギー研究における位置づけと目標を明確にすること。また、各研究の進展に応じて、経費や人員の割当てに機動性を持たせること、
  - (3) 他省庁や民間における研究開発状況をも考慮すること、
  - (4) 技術面からの研究と社会・経済面からの研究との間に緊密な連携をはかること、
- の4点であった。

### 3. 研究組織の概要

現在設定されている研究課題のカテゴリーは、次の4つである（それぞれ研究小領域と称している）。

- A. エネルギーに関する社会的・経済的諸問題
- B. 多様なエネルギー資源の利用
- C. エネルギーの変換技術
- D. エネルギー利用の効率化

各小領域の中には、それぞれ2乃至6件の研究課題が設けられている。そして、各研究課題ごとに研究の中心となる計画研究班が置かれ、計画研究を補完した新しいアイデアを提供するものとして、幾つかの公募研究班が併置されている。各小領域ごとにそれらをまとめるのが連絡班である。さらに、全体的な研究方針の策定、各研究班間の調整、さらには研究成果の評価とアドバイスなどを行うために、総括班が設けられている。

昭和63年度の研究組織の概要を図-1に示した。なお総括班の中には、緊急を要すると考えられる課題について調査し、必要ならば新しい研究課題を提案することを目的として、アドホックの問題検討小委員会が置かれている。

なお、参加研究者総数は約280名、単年度当り経費総額は約6億5千万円である。

### 4. 各研究課題の概要

限られた紙数ではあるが、ここでは各研究小領域及び各研究課題の目的と研究内容の要点をまとめてみよ

う。

#### 4.1 小領域A：エネルギーに関する社会的・経済的諸問題

この小領域では、一つにはマクロ的視点からエネルギー政策の長期的展望を開くことを目的とし、また一つにはミクロ的視点から将来のエネルギーシステムのあり方を提案すべく研究が行われている。

##### (a) エネルギー需要と政策の経済学的研究

1980年代後半に入って世界のエネルギー需要は回復しつつあるが、今後中国の近代化や発展途上国の成長再開が進めば、エネルギー需要の伸びは加速されよう。一方米国では、大幅な貿易収支赤字と財政収支不均衡を緩和するために、石油税乃至ガソリン税の導入が検討されている。このような国際情勢の変化とそのわが国へのインパクト（需給や価格の変動）を計量的に探り、税制の変更、各種規制の改廃、料金制の自由化などの政策効果を検討している。そのために、世界経済とエネルギー・一次産品両モデルの結合モデルを用いたシミュレーション、日本・米国・東南アジアを含む国際産業連関分析などの作業が行われている。

##### (b) エネルギーシステムの新しい構成と運用

現在、次の3つの主題について研究を進めている。

1) エネルギー消費の環境インパクト(SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>及びCO<sub>2</sub>)を軽減し、かつ資源供給の変動に対しても柔軟性を持つものとして、統合型エネルギーシステム(IES)が提唱されている。IESについて、わが国に適した具体的なシステム形態をLPモデルにより探索し、必要なエネルギー変換プロセスの技術的問題点を検討する。

2) 都市域を中心とする電力・都市ガス・石油製品の民生需要を主な対象として、季時別料金制などによるエネルギー協調とロードマネジメントの方策、効果と問題点について検討する。

3) 都市を中心とする分散型エネルギーシステムの実用性と普及可能性について、導入ポテンシャル推定モデルを開発し、評価・検討する。

#### 4.2 小領域B：多様なエネルギー資源の利用

有力な石油代替エネルギーとして、石炭、バイオマス、太陽熱、ウランなどが挙げられる。これらは既にそれぞれの形で実用に供されているものであるが、クリーン、安全かつ十分高い効率という観点から見れば、いずれもまだ多くの問題点を残している。それらの解決法を見出して、社会的要請に耐える技術を確立することが、この小領域の目的である。

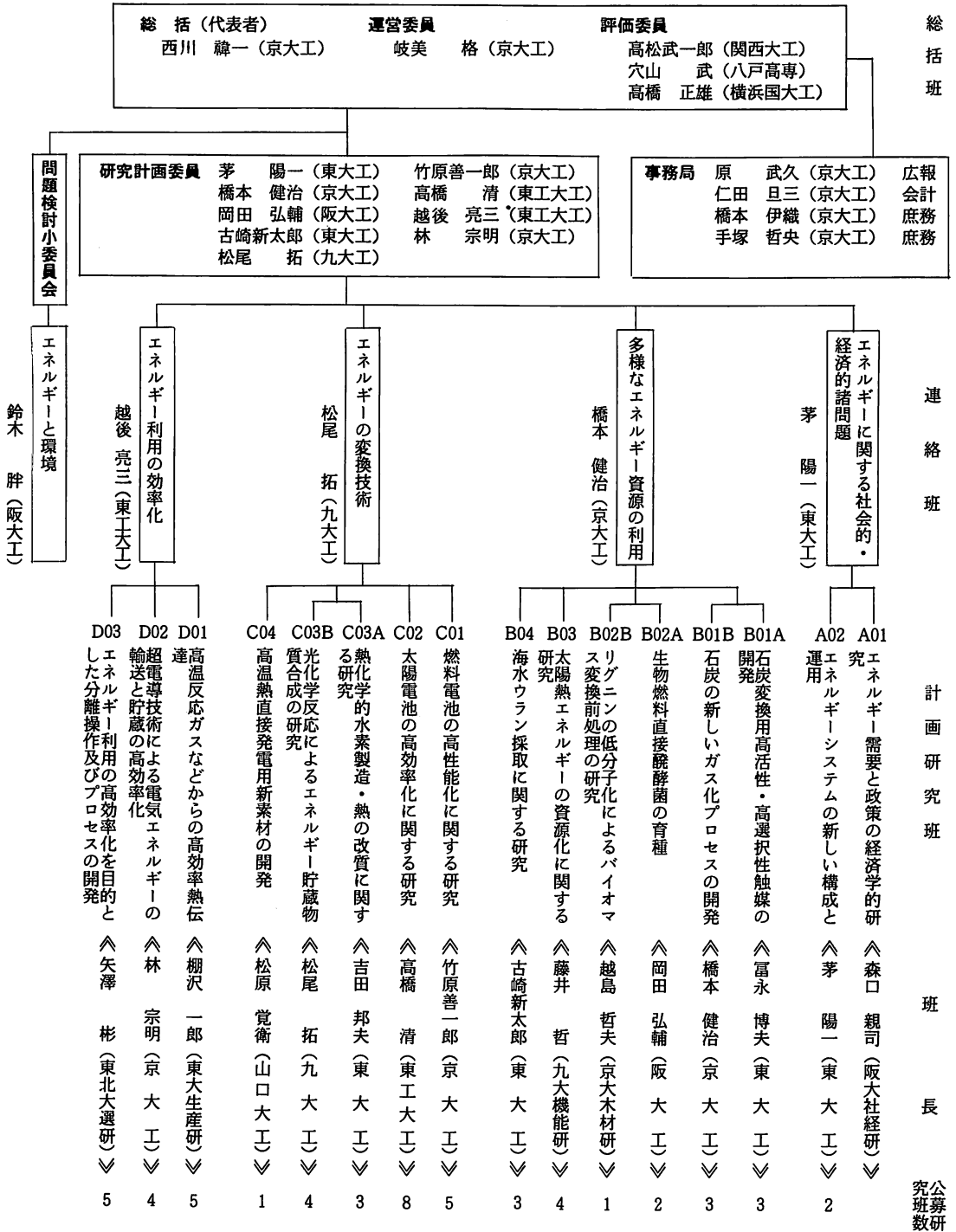


図-1 研究組織の概要

## (a) 石炭変換用高活性・高選択性触媒の開発

輸送機関用の液体燃料需要は、将来ますます増大するであろう。その供給源として、最も持続的な供給可能性を持つものはやはり石炭である。この研究は、石炭を合成ガス化するプロセスとそれを液体燃料へ変換する(間接液化)プロセスの整合性を考慮し、総合効率を飛躍的に向上させる触媒の開発を重点としている。より具体的には、各プロセスに対して次のような触媒を開発する。

1) ガス化プロセスには低温で、CO/H<sub>2</sub>比が調整でき、かつ同時脱硫を可能にする触媒。

2) 液化プロセスには従来のF-T合成法の欠点を克服して、高オクタン価ガソリン、ディーゼル軽油、あるいはC<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>混合アルコールをそれぞれ高い選択率で生産するための触媒。

3) 更に、液化に際してある程度副生せざるを得ないC<sub>3</sub>-C<sub>5</sub>パラフィン、あるいは合成ガスから容易に生産できるメタノールを高いオクタン価のガソリンに変換する触媒。

## (b) 石炭の新しいガス化プロセスの開発

この課題では、石炭を全体として効率的に利用できるガス化プロセスの開発、ガス化効率の良い装置の開発、及び低品位炭も利用し得るような石炭供給法とクリーンなガス化プロセスへのアプローチが主眼である。具体的には、次の内容の研究を展開している。

1) 石炭の迅速熱分解法及びその二次反応によって有用化学物質を生産する方法を開発し、最適操作条件を明らかにする。また、併産される残留チャーを高効率でガス化することも試みる。

2) ガス化効率を高めるためのイオン交換性金属触媒などの作用機構を定量的に解明し、最適触媒ガス化法を開発する。

3) 高反応性のガス化用チャーと良質な重質油分(化学原料・液体燃料用)を同時に併産するプロセスに必要な、超臨界ガス抽出機構を解明する。

4) 1塔4分割熱媒体流動層循環系ガス化装置の高効率化をはかる。

5) 多種多様な石炭を高温高圧ガス化炉へ安定的に供給するための、湿式高濃度スラリー供給法と石炭・スチーム固気混相流原料供給法を開発する。

6) イオウ化合物を除去するための、脱硫型ガス化触媒と脱硫精製剤を開発する。

## (c) 生物燃料直接発酵菌の育種

現在の技術では、農林産高分子炭水化物資源(いわ

ゆるバイオマス)からエタノール、ブタノールや油脂などの液体燃料を得るには、糖化と発酵の2段階のプロセスが必要である。これら両プロセスを同時に行える微生物が育種できれば、エネルギー収支は著しく改善されるはずである。この課題では、セルローズ、キシラン及び生澱粉を対象として、糖化と発酵を同時に行える菌を育種するための研究を行っている。その内容は次のようなテーマを含んでいる。

1) 酵素遺伝子のクローン化と改良に関するもので、*B.pumilus* IPOのキシラーゼ遺伝子を酵母にシャトルベクターを用いて導入する、クローン化された*B.subtilis*のセルラーゼ遺伝子を蛋白質工学的的手法により改良して酵母に導入する、澱粉分解系酵素のクローン化と改良をはかる、などの研究を進める。

2) 宿主-ベクター系の開発に関するもので、エタノール発酵性 *Zymomonas* 菌の宿主-ベクター系の開発、酵母における宿主-ベクター系の開発と多糖分解酵素遺伝子類の導入などをはかる。

3) その他、発展途上国に適したキシロース発酵性耐熱性酵母の育種研究などを進める。

## (d) リグニンの低分子化によるバイオマス変換前処理の研究

液体燃料に変換しようとするバイオマスの主体はリグノセルロースである。酵素によってリグノセルロースの糖化及び発酵を円滑に行わせるには、リグニンの除去または低分子化のための前処理が不可欠である。この課題では、物理化学的・化学的前処理法、遺伝子工学的に改質された微生物を用いる前処理法、ならびにリグニンの液体燃料化について研究を進めている。現在取組んでいるテーマには次のようなものがある。

1) マイクロ波照射による前処理に関するもので、水共存下における照射によりセルロース、リグニン、ヘミセルロースがどのように変化するか、その過程を追跡するとともに、リグノセルロース中のセルロース細孔形状の変化と酵素加水分解との関連を明らかにする。

2) 加溶媒分解における脱リグニンとリグニンの液体燃料化について、反応機構の解明と最適条件の確立をはかる。

3) 遺伝子工学的に育種された担子菌による脱リグニンに関して、*P.chrysosporium* 胞子を変異剤処理し、高リグニン分解能の変異種を誘導しその大量生産をはかる。またリグニン分解遺伝子のクローン化を行う。

4) その他、爆砕によるリグノセルロースの前処理、リグニンのアルコール発酵、細菌によるリグニン関連化合物の分解について研究する。

#### (e) 太陽熱エネルギーの資源化に関する研究

太陽熱エネルギーは無尽蔵かつ無公害である。しかし極めて希薄であり、また天候に左右され時間・季節変動も大きい。エネルギー資源として有効に利用するのは困難である。この研究では、太陽熱とヒートポンプとの複合システムを取上げ、関連する幾つかの基礎的課題について検討を進めている。具体的なテーマは次の6項目である。

1) 変動入出力でのシステムの性能評価と最適化手法を開発し、テストプラントで実証する。

2) 吸収剤貯蔵を含む太陽熱乾燥システムの新しい技術を開発する。

3) 建築的構成要素とヒートポンプを組合わせた複合システムと、蓄冷熱の有効利用法を開発する。

4) アンモニア系及び水系冷媒がLiBr, NaSCN等の吸収剤に吸収される機構、ならびに吸収促進技術を開発し、太陽熱利用の高効率化をはかる。

5) 多成分混合媒体の凝縮及び蒸発熱伝達機構を解明し、任意の温度レベルに対応できるシステムの設計指針を得る。

6) フロン系冷媒に代る新しいフロン代替物質として、R123, R134a, R152a等の候補物質について、基礎的に重要な熱物性を解明する。

#### (f) 海水ウラン採取に関する研究

わが国の電力供給において原子力発電は既に重要な位置にあるが、ウラン資源はすべて輸入されている。資源供給の多様化、一部自給化の立場から見て、海水中の溶存ウランを固体吸着剤を用いて採取する技術の開発は重要な課題である。この研究では、吸着速度の大きなアミドキシム複合繊維状吸着剤の開発に既に成功したが、更に耐久性に優れた吸着剤の製造方法を確立すること、海流を利用した海水と吸着剤の接触方法の開発を進めること、及び接触方式に適した形状の吸着剤の性能評価を行うこと、の3点を目指して研究を推進している。第1点については、アミドキシム型及びホスホン酸型樹脂について吸着速度と耐久性改良の製造条件を確立し、またアミドキシム複合繊維についてマトリクス選択及び吸着基の劣化因子について検討し、より安定な吸脱着性能を達成する。第2点に関しては、室内での海水循環流動槽のウラン吸着特性の検討、オープンスペースでの海流利用吸着剤接触流動

層方式の検証を、いずれも実験的に行う。更に第3点については、アミドキシム中空繊維状吸着剤を充填した装置を海流利用方式に適用した場合の流れの測定及び解析を行い、装置の設計を行う。

本研究の最終目的は、海水ウラン採取のコストを試算し、更に実用化研究・開発を進めるための指針を与えることである。

#### 4.3 小領域C: エネルギーの変換技術

エネルギー研究を長期的観点から見た時、基盤となる課題は化学、光、熱、電気各エネルギー間の相互変換技術を確立することである。その意味でこの小領域は本重点領域研究の中でも、基本的に最も重視すべきものと考えられている。変換技術に関しては、それぞれの分野で従来から既にかんがりの成果が挙げられているが、更に高性能化、高効率化、ならびに安定化するための材料開発を主眼として、以下のような研究が進められている。

##### (a) 燃料電池の高性能化に関する研究

各種燃料を高効率で直接電力に変換できる燃料電池の開発は重要な課題であるが、現在開発が進められているのは電解質にリン酸水溶液を用いる型のもので、燃料は水素に限られている。長期的視野からすれば、天然ガス、石炭ガスなどの炭化水素系燃料や農林産資源から得られるメタノール、エタノールなどの合成燃料を直接使える型のものが望ましい。そのために、この研究では次のような課題を取上げて燃料電池の高性能化をはかっている。

1) 固体電解質型高温燃料電池に関するもので、一つには、作動温度が高い時に発生する熱を炭化水素系燃料の水素と一酸化炭素への改質に利用して、エネルギー変換効率の飛躍的向上をはかる。具体的にはイオン導電性安定化ジルコニア固体電解質を用いる燃料電池の最適設計について検討する。また、SrCeO<sub>3</sub>系及びBaCeO<sub>3</sub>系プロトン導電性セラミックを電解質とした電池の高性能化についても研究する。

2) 熔融炭酸塩型高温燃料電池に関するもので、熔融炭酸塩中での触媒活性や耐食性発現の機構を解明し、高性能材料を開発する研究、変換効率を向上させる多孔性電極構造と新しい電解液の研究などを進める。

3) 直接型アルコール燃料電池に関するもので、高価な白金に代る合金などの多成分系触媒の探索、貴金属粒子を高分散担持するための担体の探索、担持条件の最適化などの研究を行う。

##### (b) 太陽電池の高効率化に関する研究

在来の太陽電池の変換効率、バルク型で22%、薄膜型で13%程度であり、一部の民生用に対しては実用化されているものの、電力用としては未だ不十分である。そこで本研究では、いま一度物理・化学の原点に立ち戻って、高効率化への道を拓き直そうとしている。高効率化の目標値はバルク型30%、薄膜型20%である。そして高効率化の鍵は複数種の半導体を組合わせて、太陽光の広い範囲のスペクトルを利用することであると考へ、そのための新材料の探索、新プロセスの開発、ならびに接合構造の理論解析と設計を主題に研究を進めている。また湿式太陽電池においては、界面電荷移動過程を解明し、光触媒の高効率化のための新材料の開発を目指している。現時点で具体的なテーマとして取上げているのは、次のような項目である。

1) タンデム型薄膜太陽電池に関し、アモルファスSi/SiGeとCuInSe<sub>2</sub>電池の動作解析、物性・構造パラメータとセル動作の関係解明、新しいP型窓用材料の開発など。

2) アモルファス太陽電池用材料のための光CVDの導入と薄膜形成技術の確立。

3) 波長分割型・Si上III-V化合物半導体太陽電池の開発。

4) 波長分割型・III-V化合物多層構造太陽電池の材料組合せと形成技術の開発。

5) InP/SnO<sub>2</sub>ヘテロ接合などの理論解析と接合形成の最適化。

6) 湿式太陽電池の効率と耐久性の向上。

7) 湿式太陽電池電極用半導体薄膜の形成と表面の機能化。

8) 薄膜半導体電極・触媒の開発と光-化学変換への応用。

(c) 熱化学的水素製造・熱の改質に関する研究

将来、核エネルギーは一次エネルギーとしてますます重要な位置を占めるであろう。そのとき、核熱エネルギーを貯蔵と輸送が可能な化学エネルギー、すなわち流体燃料に変換できれば優れたエネルギーシステムが構成される。また現在、工場排熱や太陽熱などの低品位で、発生量が変動する熱エネルギーには捨て去られる部分が多いが、高温熱エネルギーに汲み上げ蓄えて利用できれば、大幅な有効利用が可能となる。このような観点から、本研究は熱を利用して化学反応によりエネルギー貯蔵物質を合成する方法を開発しようとするものである。具体的には、熱化学分解法により水から水素を製造するプロセス、及びケミカルヒートポ

ンプ・サイクルによる低品位熱エネルギーの高品位化を課題として取上げている。

前者に関しては、Ca-Br-Fe系熱化学分解サイクルUT-3及び小型実験プラントMASCOTを用いて水素の連続的製造の実験を続けている。また、腐食性の強いハロゲン雰囲気中で十分な耐食・耐熱性を有する装置材料の開発、金属材料に耐食膜を蒸着するためのシリカあるいはアルミナ系材料のCVD技術の開発、生成水素を分離するための膜分離法の開発をも進めている。後者のケミカルヒートポンプに関しては、100℃以下の低品位排熱改質用及び200℃前後の工場排熱改質用の開発を進めている。

(d) 光化学反応によるエネルギー貯蔵物質合成の研究

植物の光合成は、自然界に存在する光から化学エネルギーへの変換プロセスである。稀薄な太陽光エネルギーも貯蔵密度の高い化学物質へ変換することができれば、有効利用の道は大きく広がるであろう。この課題は、化石燃料を生み出した光合成の明反応と暗反応の組合せを参考にして、高エネルギー物質を高効率で合成する人工光合成と高歪化合物の合成(光エネルギーから歪化学潜熱への量子変換)に関する光化学プロセスの開発を目的としている。

1) 人工光合成については、光化学的に発生した高活性種を電荷分離してまず酸化環元型高エネルギー状態を実現し(明反応)、次にこれを用いて水素などの高エネルギー物質を生産する触媒プロセス(暗反応)の研究を行っている。例えば、均一溶液の光増感環元系を用いる方法として、光誘起電荷分離過程の動力学的解析を基に、増感色素の分子設計と明反応の効率化をはかり、水から水素を発生させる過程を高効率化する研究、界面活性剤二分子膜、LB膜などの分子組織体を用いた光酸化環元プロセスの反応制御とシステム設計の研究などである。

2) 高歪化合物に関しては、有機化合物の(例えばノルボルナジェンからクワドリシクランへの)光異性化によりエネルギー貯蔵密度の高い物質を得る研究と、その活用法に関する基礎及び開発研究を進めている。

(e) 高温熱直接発電用新素材の開発

高温排熱エネルギー(1000℃程度)の有効利用をはかるための技術として、この課題では各種の熱エネルギー源との適応性に優れた熱発電、熱電子発電及びアルカリ金属熱発電方式を取上げ、各種新素材の開発を目指して研究を行っている。具体的な研究内容と

しては、次のようなものがある。

1) 高変換効率と高出力が期待できるSiC系, FeSi<sub>2</sub>系アモルファス熱電材料の実用化のために、有機金属ガスを原料としてクラスター・イオン・ビーム (ICB) 及びプラズマ・イオン・プロセスによる材料を開発し、更に小型熱電発電器を試作する。

2) アモルファスβ-ボロンなどをECRプラズマにより、低温度・高レートで堆積する手法を開発する。

3) Si, Geを中心としたアモルファス材料 (スパッタ膜, CVD膜) について熱電的性質を解明する。

4) 遷移金属ゲルマニウム化合物, その他を高温・超高圧下で合成し、熱電素材としての性能を評価する。

5) 遷移金属炭化物などについて、スパッタ蒸着法による薄膜形成と熱電子発電用熱陰極材料形成の手法を確立する。

6) Na熱電発電の高温材料を目指して、β, β''-アルミナ固体電解質の高温下での化学的構造安定性、電極材料としてのMo薄膜の製造法などについて研究する。

#### 4.4 エネルギー利用の効率化

エネルギー利用の効率化に関する技術については、従来からかなりの研究が行われており、現行の各種プロセスの中にはほぼその能力の限界に達していると思われるものも少なくない。この小領域の研究は、エネルギー利用限界の拡張あるいは超効率化につながる新しいプロセスあるいは新しい材料を開発して、現状のブレークスルーをはかろうとするものである。

##### (a) 高温反応ガスなどからの高効率熱伝達

この課題は、エネルギー利用の高効率化を達成する方法の中でも、最も現実的な手段である高効率燃焼による高温熱源の獲得と、熱源からの高効率熱伝達の研究を行うことを目的としている。現在、次の7項目のテーマを設定している。

1) 燃焼場に強い乱れを発生させて、伝熱面付近での燃焼の特性ならびに伝熱現象を解明し、伝熱面の極く近くでも燃焼を継続させ得るような条件を明らかにする。

2) 臨界点を越えた雰囲気下及び伝熱面上で、液体燃料がどのように相変化を起こし、燃焼するかを解明する。

3) 多孔性固体ふく射変換体を、加熱側と受熱側の双方に配置したエネルギー変換システムを開発し、放射伝熱の促進をはかる。

4) 低圧損型高温流動層熱交換器の開発とその熱交

換特性を解明する。

5) 有機型流体を作動媒体として用いることを目的とした、直接接触伝熱について特性を解明する。

6) 混合媒体を用いた沸騰熱交換の高効率化をはかるため、混合媒体の沸騰伝熱特性を解明し、伝熱促進法を開発する。

7) 電場を利用した沸騰伝熱の促進について、伝熱機構の解明、液体による効果の差異などを明らかにし、高温ガスからの効果的な伝熱法を提示する。

##### (b) 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

近來、高温超電導材料の開発が急速に進みつつあり、今後、その利用技術の世界も大きく拓けていくであろう。重要な利用技術の一つは電気エネルギーの輸送と貯蔵に対するものである。この課題はそのための基礎研究を行うもので、発電機励磁用超電導エネルギー輸送回路、超電導ケーブル、及びエネルギー貯蔵用超電導コイル (SMES) の研究に大別され、それぞれ次のような内容を含んでいる。

1) 超電導発電機は即応励磁を行うことにより、限界送電電力が大幅に増大するが、従来型励磁電源ではその容量が大きくなる。それに対処するために、エネルギー転送回路を用いた小型励磁電源を提案し、その基本特性と制御方式について研究し、限界送電電力を大幅に増加させる。

2) 超電導ケーブルは高密度・大電力の低損失送電方式として優れているが、ポリエチレン押し出し型絶縁ケーブルを設計・試作して、送電特性と経済性の向上を実証する。

3) SMESは電気エネルギーを直接貯蔵し、高効率で、また瞬時の出し入れが可能であるなど、多くの優れた特徴を有する反面、クエンチ現象の抑制や交・直変換器の改良などに研究の余地が多い。またシステム的には、電力系統の負荷変化特性から必要とされる貯蔵装置の出力特性、緊急時の負荷対応特性、設置コスト、貯蔵効率、最適ユニット容量、安定化制御の方式などの検討課題があり、それに応える研究を進める。

##### (c) 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

化学プロセスに含まれる各種の操作のうち、分離操作は特に多量のエネルギーを必要とし、バイオ関連物質や新素材の生産プロセスでは、分離プロセスの高効率化が成否の鍵となる。そこで本課題では、エネルギーの有効利用上、顕著な効果が期待できる新しい分離操

作とプロセスの開発を目指している。研究を、直接分離あるいはプロセス簡略化、超臨界・高圧下での分離、バイオ物質の分離、分子・粒子の速度差を利用した分離、システム工学的最適分離プロセスに分け、次のようなテーマを設けている。

- 1) 新しい分離平衡の利用による製錬プロセスの省エネルギー化。
- 2) 金属シリコンの精製プロセスの改良。
- 3) 超臨界流体を利用した微量有効成分の分離。
- 4) 省エネルギー高圧晶析プロセスの開発。
- 5) 超臨界状態あるいは高圧化における反応・分離操作の製錬への応用。
- 6) 生体内分離機構の解明とその応用。
- 7) 連続式電気泳動法による各種両性電解質の分離。
- 8) 分離現象を伴う発電システムの高効率化。
- 9) 高純度ガス分離プロセスの合成。

#### 4.5 問題検討小委員会：エネルギーと環境

化石燃料の燃焼によって大気中にCO<sub>2</sub>が排出される。その結果、地球規模で大気中のCO<sub>2</sub>濃度が増加しつつあり、CO<sub>2</sub>の温室効果によって大気的气温が上昇し、やがて地球規模の気候変化をもたらすのではないかと懸念されている。気候変化は世界の農業に大きな影響を与え、また森林破壊、砂漠化あるいは極水の融解による海面上昇などを引き起こして、世界の環境・生態系に深刻な悪影響をもたらす恐れがある。また、主として石炭の燃焼によって排出されるSO<sub>x</sub>は、ヨーロッパなどで既に見られるように、酸性雨の形で国境を越えて森林や湖沼の生態系を破壊している。

このようなエネルギー利用に伴うグローバルな環境影響の問題についてその実態を正確に把握し、さらに対処策について研究を進めることは、わが国自体に対してのみならず国際的な貢献という点からも是非必要である。問題検討小委員会では、そのような研究の端緒を開くべく、これまでに国の内外でどのような研究が行われ、どのような成果が得られているかを広くサーベイし、わが国における情報収集体制、監視体制及び研究体制のあり方を検討している。そして、これらを通じてわが国が世界に貢献すべき道を探るとともに、

環境負荷を減らすようなエネルギーシステムのあり方について独自の立場から研究している。

また別の問題として、各種のエネルギー将来技術を効率、エネルギー収支、実用時期、経済性、環境影響、利便性、社会受容性など、種々の観点から評価する手法を検討するための新しい小委員会の発足について、現在準備を進めている。

#### 5. おわりに

以上、現在進行しつつある「エネルギー重点領域研究」の目的、意義、組織及び研究内容のあらましを述べた。限られた紙数のこととて、具体的な研究の進捗状況や成果などには殆んど触れることができなかった。それらについては、毎年度初めに総括班から「研究計画概要」が刊行され、毎年度末には総括班から「研究成果概要」が、また各小領域ごとに「成果報告会（シンポジウム）」が開かれ、それに基づいて詳細な「研究成果報告書」が刊行されている。加えて年4回、主として参加研究者間の連絡をはかるために「Newsletter」が刊行されている。その他、全研究者の学界発表文献などを網羅した「文献データベース」も整備されており、63年度末には海外向けの「英文アブストラクト集」も刊行される予定である。関心のある読者は総括班事務局（京都市左京区吉田本町、京都大学工学部電気工学教室、西川研究室気付）宛お問合わせ頂ければ、できる限りお応えしたいと考えている。そして各界の多くの方々（専門及び非専門の）から、さまざまなご意見、ご批判、ご注文などを賜われれば幸甚である。はじめにも述べたように、エネルギーに関する研究は最大限に開かれたものであるべきなのだから。

この重点領域研究は昭和67年度までの6年間にわたって続けられる予定である。ただし、研究課題や組織の固定化を避けるために絶えず見直しをすべく努めており、特に後半3年間（昭和65～67年度）の研究計画については、現在、具体的に検討中である。

終りにのぞみ、常にご援助を頂いている文部省関係者各位、そして日夜研究の実を挙げてご尽力頂いているメンバー各位に深甚なる謝意を表するものである。