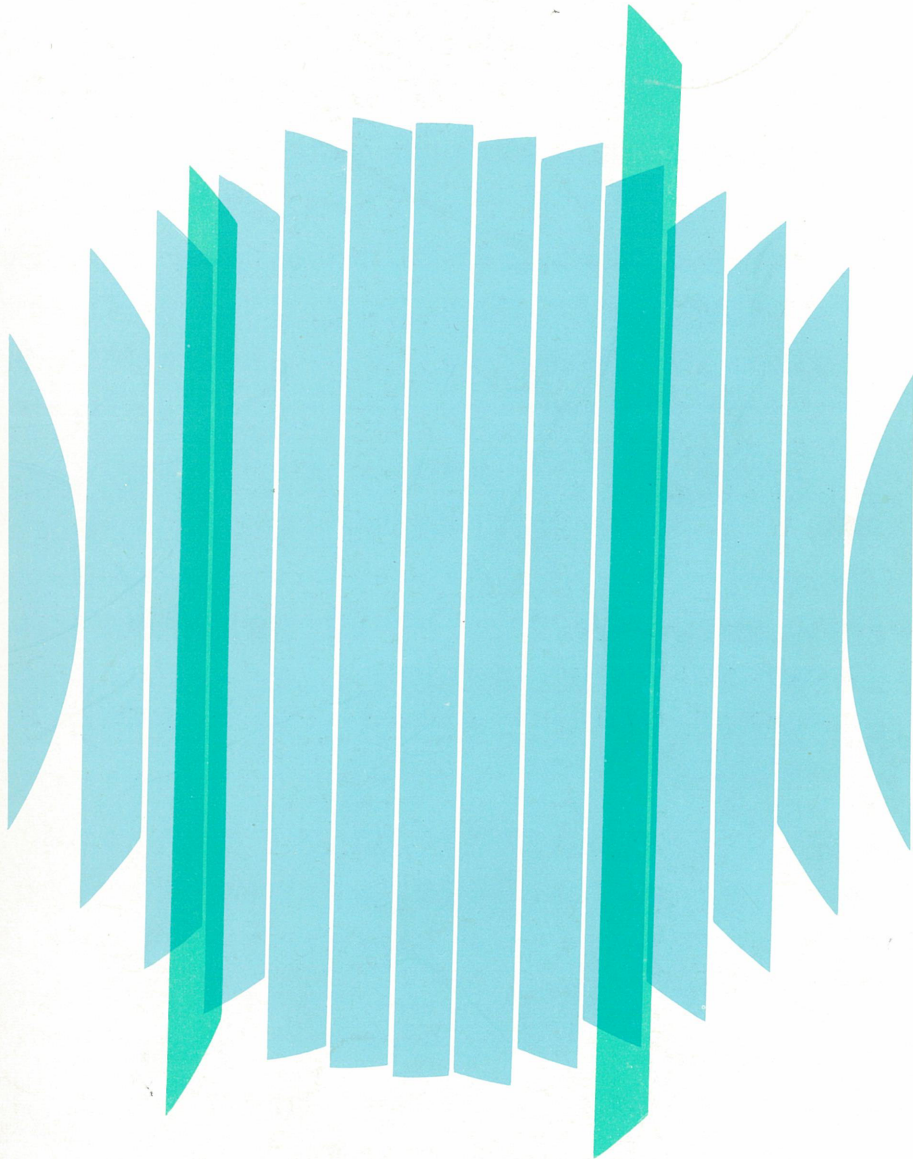


# 季報 エネルギー総合工学

Vol. 5 No.2

1982. 7.



財団法人 エネルギー総合工学研究所  
THE INSTITUTE OF APPLIED ENERGY

# 目 次

|                                                         |                          |    |
|---------------------------------------------------------|--------------------------|----|
| エネルギー新情勢と研究開発.....                                      | 理事・東京大学名誉教授 大 島 恵 一..... | 1  |
| 水力開発と今後の技術的課題 .....                                     | 大 滝 克 彦.....             | 2  |
| 自然エネルギー利用住宅システム                                         |                          |    |
| 技術の開発 .....                                             | 友 沢 孝.....               | 10 |
| エネルギーセキュリティ確保から<br>見た日本における石油を中心<br>としたエネルギー産業の対応 ..... | 岩 井 龍太郎.....             | 21 |
| 「メタコール・メタノール研究会」<br>海外調査に参加してーアジア・オセアニア・南ア班ー .....      | 菅 野 一 郎.....             | 28 |
| 研究所のうごき .....                                           |                          | 37 |

# エネルギー新情勢と研究開発

理事・東京大学名誉教授 大 島 恵 一

最近のエネルギー情勢は大部模様が変わってきたようである。省エネルギー、脱石油の政策目標は予想以上に早く達成され、問題は国内エネルギー関連産業の、情勢変化に対する対応を如何に助けるかということになってきている。しかし、より根本的には高石油価格と多様化する新エネルギー源の時代にむけてエネルギー需給構造を如何に転換してゆくか、ということである。これは、極めて困難な問題である。

「石油危機」といった時にはエネルギーの政策目標は容易に国民的コンセンサスを得て一致して推進することができた。しかし、根本的需給構造の転換となると、これは産業全般にわたっての構造変化をもたらし、利害や影響は複雑に錯綜したものになる。このことは、素材産業、石油精製業、電力投資などに深刻に現れている。これに対するエネルギー政策も長期的展望と同時に現実に対するきめの細かい対策をもたなくてはならない。

エネルギー技術の研究開発も決して例外ではない。新エネルギー、代替エネルギーの開発、省エネルギー技術、などの長期的な目標は変らないにしても、資金配分、優先順位、開発体制など具体的な実行にあたっては、経済的・社会的な現実を無視することはできない。

研究開発は多くの場合、10年、20年の長期間を必要とするので、短期間にめまぐるしく目標や計画を変更することは開発を著しく阻害する。しかし、一方、現実から遊離した実行は、関係者の支持を得られず挫折する恐れがあるのみならず、成果を得ても実用と離れてしまう。

したがって、現在、最も重要なことは、エネルギー技術の研究開発を長期目標と現実の実行の両面から総合的な評価検討を行なって具体的な政策の提示をすることである。エネルギー総合工学研究所が関係者との協力のもとに、是非この課題に早急に取り組んでほしい。（おおしま けいいち）

# 水力開発と今後の技術的課題

大 滝 克 彦

## 1. 水力開発の現状

水力エネルギーはエネルギー資源に恵まれないわが国にとって貴重な財産とも言うべき存在であり、最近のエネルギー情勢を反映して、その価値が再び見直されつつある。

昭和56年度末時点での全国の水力発電設備は約3,160万kWで、総発電設備の20%強が水力である計算になる。このうち、一般水力発電所が約1,930万kW、揚水式発電所が約1,230万kWである。自然の水力エネルギーを利用するものは、一般水力と揚水式のうちでも混合揚水式と呼ばれるものであり、これらで発生する電力量は年間約900億kWhで、わが国のエネルギー供給の約5%、原油約2,000万Kℓに相当する。水力は開発後は半永久的に利用できるエネルギーであることから、枯渇の心配がある化石エネルギーとは異なり、その価値は数字で表わされるもの以上に大きい。

わが国にある水力エネルギー資源のうち開発可能なもの（包蔵水力）は約1,400億KWh/年と考えられており、このうちの約2/3が開発済である。戦後の一般水力開発の推移を見ると、昭和30年代の年間70～80万kWの開発量を誇った時代をピークに、その後は年間10

～20万kW程度で推移してきた。しかし、第一次、第二次のオイルショックを経て、ようやく一般水力開発が息をふき返し、最近では開発量は増加しつつあるが大規模地点の開発がほぼ完了したことから多地点小規模化の傾向が強まっており、100kWクラスの開発例も増えつつある。また、現在実施されている第5次包蔵水力調査の中間とりまとめの状況からみても、未開発地点の平均規模は数千kW程度、今後とも小規模化傾向が一層強まるものと予想される。

## 2. 水力開発の課題と施策

中小水力を中心とする今後の一般水力開発を推進してゆくための問題点と、これに対応する施策は次のとおりである。

### (1) 発電コストの低減化

水力開発は多額の建設資金を要するため固定費比率が高く、初期発電原価が相対的に割高となる。また、一般水力開発地点は年々小規模化する傾向にあり、スケールメリットも益々得られにくくなってきている。このため、コストダウン対策として中小水力用の技術開発を推進

表－１ 最近具体化した小水力の例

| 事業者名    | 発電所名 | 河川名    | 発電方式   | 最大使用水量<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) | 最大有効落差<br>( $\text{m}$ ) | 最大出力<br>( $\text{kW}$ ) | 年間発電電力量<br>( $\text{MWh}$ ) | 備 考                                   |
|---------|------|--------|--------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| 神奈川県    | 道志第3 | 相模川    | 一般・水路式 | 2.4                                 | 53.2                     | 1,000                   | 6,270                       | 既設の水路のほぼ全長を利用し、その拡幅改修を行う再開発 水車発電機は更新  |
| 金沢市     | 新寺津  | 犀川     | 一般・水路式 | 1.00                                | 53.35                    | 430                     | 1,991                       | 既設の水路の全長を利用し、その一部改修を行う再開発 水車発電機は更新    |
| 山口県     | 生見川  | 錦川     | 一般・ダム式 | 3.5                                 | 63.7                     | 1,800                   | 7,270                       | 治水、工業用水、発電参加の総合開発                     |
| 広島県     | 魚切   | 八幡川    | 一般・ダム式 | 1.81                                | 53.0                     | 700                     | 3,850                       | 治水、上水道、発電参加の総合開発                      |
| 七折土地改良区 | 新日ノ影 | 五ヶ瀬川   | 一般     | 1.44                                | 204.53                   | 2,300                   | 14,361                      | かんがい用水路を利用して、主として非かんがい期に発電を行う。余剰電力を充電 |
| 遠野市     | 遠野   | 北上川    | 一般     | 0.25                                | 82                       | 150                     | 1,250                       | 遠野市の上水道施設を利用して発電を行う。余剰電力を売電           |
| 富山県     | 若土   | 山田川    | 一般・ダム式 | 4.0                                 | 10.14                    | 270                     | 1,192                       | 既設のかんがい用ダムの放流水を利用する。                  |
| 山口県     | 本郷川  | 本郷川    | 一般・水路式 | 0.4                                 | 87                       | 260                     | 1,342                       | 既設のかんがい用水路を利用し、余剰水を元の河川に落とす場所で発電する。   |
| 群馬県     | 天狗岩  | 天狗岩用水路 | 一般・水路式 | 11.0                                | 7.00                     | 540                     | 2,251                       | 既設農業用開水路を改修使用                         |
| 岡山県     | 越畑   | 香々美川   | 一般・ダム式 | 1.20                                | 24.50                    | 200                     | 1,404                       | 治水、農業用水、発電参加の総合開発、既設ダムの利水放流を利用        |
| 岡山県     | 久賀   | 梶並川    | 一般・ダム式 | 1.20                                | 21.0                     | 190                     | 1,463                       | 治水、農業用水、発電参加の総合開発、既設ダムの利水放流を利用        |

するとともに、建設費の補助あるいは財投資金による低利の開銀融資を行い、発電原価の低減化を図る。

## (2) 包蔵水力の把握

水力開発を推進してゆくためには、国内の包蔵水力を的確に把握し、これに基づく計画的な開発指針を提示することが必要である。このような観点から再開発、低落差、総合開発地点等も加えた幅広い対象地点について包蔵水力調査を実施している。

## (3) 立地の円滑化

水力発電施設の円滑な立地を図るためには、地元住民の十分な理解と協力が必要である。そこで、地元住民の要望に応えるため、電源立地促進対策交付金や既設発電所所在市町村の生活環境の向上等を図るための交付金制度の活用を図る

とともに、環境保全対策の一層の充実を図る。

## (4) 開発体制の整備

水力開発の経済的目安となる経済性ガイドラインについて合意形成を図るとともに、公営電気事業者、その他電気事業者及び自家発電設置者等の積極的な活用が行なえるよう開発体制を整備する。

## 3. 中小水力開発のための技術開発

先に述べたように中小水力の開発を推進するためには、技術開発によるコストダウンが重要な要素となる。現在、資源エネルギー庁では次のような技術開発に取り組んでいる。

### (1) 一体形水車発電装置（図－１）

この装置は低落差の小水力地点用に開発されているものであり、その構造は、従来の固

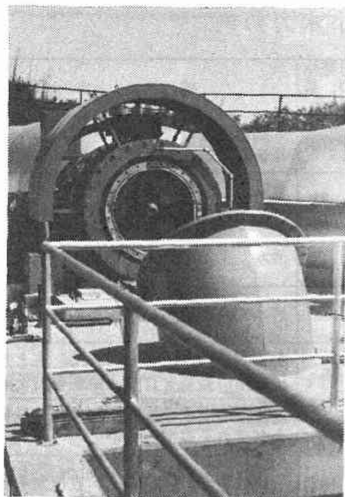


図1 一体形水車発電装置

定羽根式プロペラ水車とかご形誘導発電機を同一軸上に同心円状に配置して、水車と発電機を一体構造としたコンパクトな構成であり、外から見る限りでは送水パイプの一部としか映らないであろう。図—2に断面図を示すが、これから分かるようにランナーベーン

の先端に環状のランナーバンドが取付けられ、その外側に発電機のかご形回転子がある。この回転部と固定部の間には狭い隙間が設けられ、かご形回転子は充満した水の中で回転することになる。このことは電気的には全く問題ない。一方、固定子の内径側は特殊材質の薄肉円筒によって完全にシールされ、水の侵入を防いでいる。

この装置の適用範囲は有効落差 3 ~ 20m, 流量は単機で 0.5 ~ 4 m<sup>3</sup>/s, 単機出力 10 ~ 590 kW である。この装置はガイドベーン, ランナーベーンとも固定式であるため, 流量調整機能はなく, 一つの発電所に複数機を設置し, 水量に応じて運転台数を制御する台数制御方式によって負荷調整を行う。この場合, 各装置の起動, 停止は入口弁の開閉によって行われる。台数制御の基本概念を図-3 に示す。

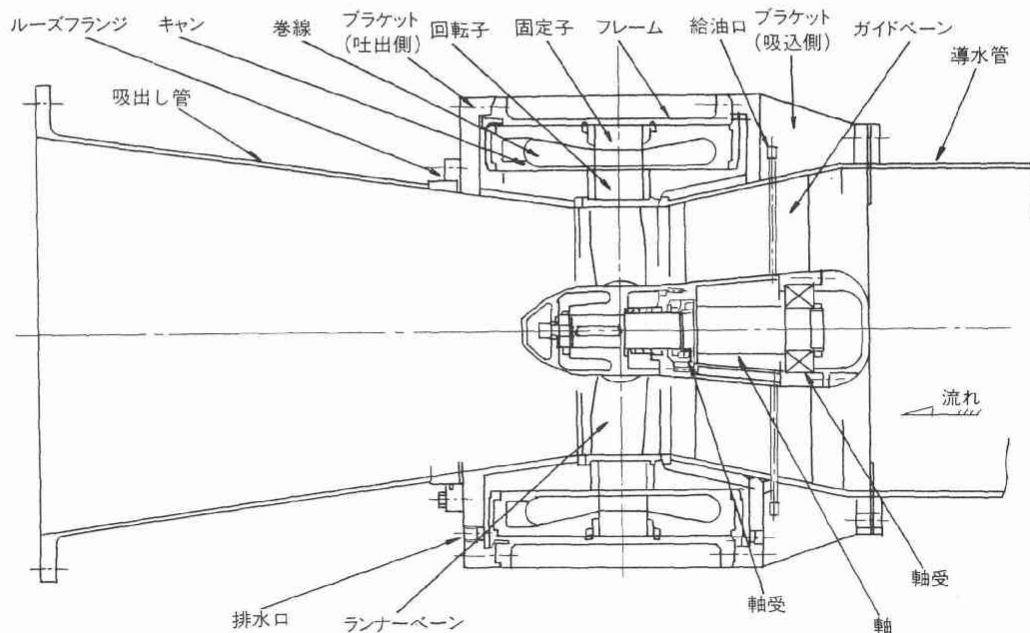
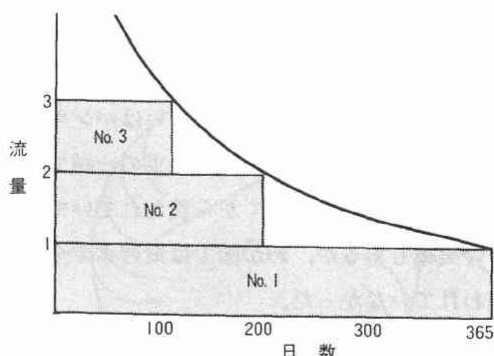
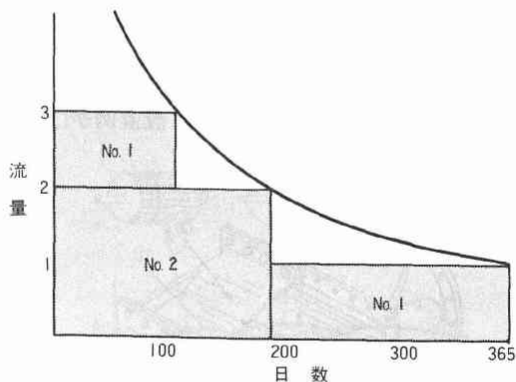


圖2 一體形水車發電機構造断面図



(a)



(b)

図3 台数制御方式の例

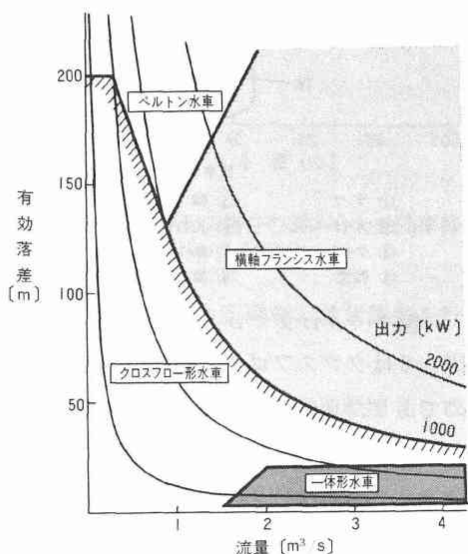


図4 小水力発電用機器適用区分

シンプルな構造で経済性、信頼性が高く、

保守が容易であり、またコンパクトで据付けが容易であるなどの多くの特長を有するこの新型機は、全国に散在する農業用かんがい水路、砂防用ダム、上水道用水路や工場の排水路などにおける未利用の水力エネルギー回収システムとしての活用が期待できる。

この装置の実用化第1号は昭和57年6月に運転開始した天狗岩発電所(群馬県営)に4台据付けられており、良好な運転実績を示している。

天狗岩発電所の諸元

最大使用水量 11.0m³/s 落差 7 m

最大出力 540kW (135kW×4台)

(注) この一体形水車は明電舎㈱の基本特許である。

(2) 新型軽負荷ランナーフランシス水車

従来、中高落差の水力地点用の水車としてはフランシス型水車が一般的に用いられているが、出力の小さい領域(低流量)においては水車の効率が大幅に低下し、しかも機械的な制約もあって、運用上から水車設計流量の40%程度までが運転範囲とされていた。

しかし、今後は流れ込み式の発電計画で水車の軽負荷領域における効率をも向上させ、河川の流入量を有効に利用して、発生エネルギーの増加を図ることが、中小水力の経済ベースに乗る開発を進めてゆく上で、重要な要素となる。

今回、研究開発が行われている新型の軽負荷ランナーフランシス水車は、このような観点から軽負荷領域での効率低下を少なくするよう通常のフランシス水車を改良したものである。

主要な改良点はランナーペーン枚数、形状の変更、ガイドペーン形状、ドラフトチューブ形状の改良などである。これらの改良の結

果、模型試験によって水車のキャビテーション、振動などの特性は、従来機とほとんど変わらず、一方、効率特性は水車の軽負荷領域で大巾な向上となり、最高効率点及び重負荷領域においても、従来機とほとんど変わらないという結果が得られている。(図-5)

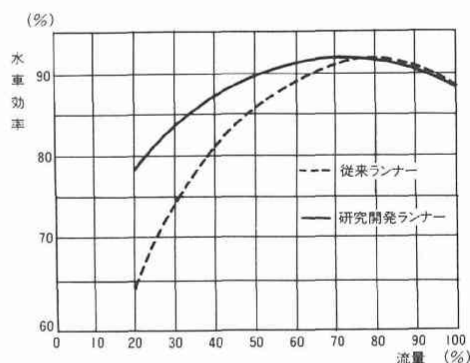


図5 新形水車（フランシス型）の効率

未開発、未利用の包蔵水力のうち、中高落差（50～300m）地点の数は相当な数にのぼる。季節的に流量の変動の多い流れ込み式の水力発電プラントなどにこの新型水車を適用することにより、建設コストの低減、小水量領域での水車の運転が可能となり、この結果発生電力量が増加し、経済性が高まるため、未利用の中高落差水力地点の開発促進を図ることができる。

この新型水車については奈良田第3発電所（山梨県営、計画中）で実証試験を行う計画である。

|             |                             |
|-------------|-----------------------------|
| 奈良田第3発電所の諸元 |                             |
| 最大使用水量      | 2.4m <sup>3</sup> /s、落差164m |
| 最大出力        | 2,500kW                     |

### (3) クロスフロー水車

小水量、中高落差の水力地点に適したクロスフロー水車は今世紀初頭に発明されたもので、ミッチェルタービン、あるいはバンキタービンとも呼ばれている衝動水車の一種である。ヨーロッパでは古くから使われていて多くの実績もあるが、わが国では最近まで全く使われていなかった。

この水車は従来のフランシス水車などに比べると構造が簡単であり取扱も容易であり、また経済性にもすぐれているなど小水力発電に適しているため、今後の普及が期待されており、最近に至り、わが国でも設置例がはつぽつ出始めている。

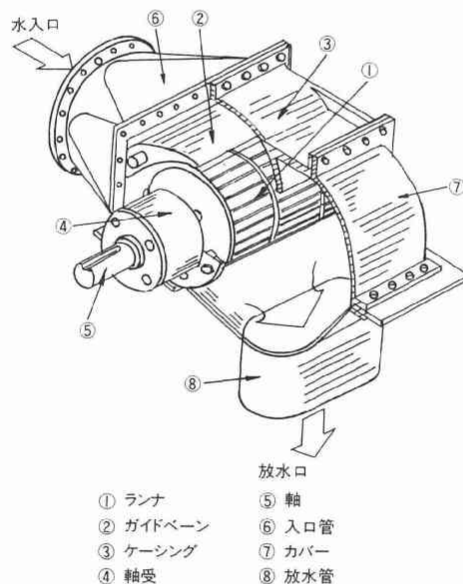


図6 クロスフロー水車構造図

図-6はクロスフロー水車の構造を示したものであり、水はランナの外周から中へ入り再びランナを通して外周へ出る。したがって水はランナの羽根に2回作用して効率よくエネルギーを伝達する。このように水が水車をクロスして流れることから、クロスフロー水車といわれる。(図-7)

ガイドベーンは1枚で（分割構造の場合は

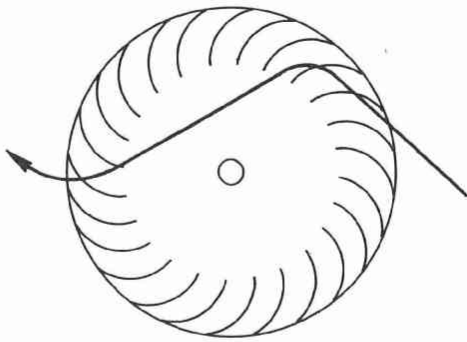


図7 クロスフロー水車内の水の流れ

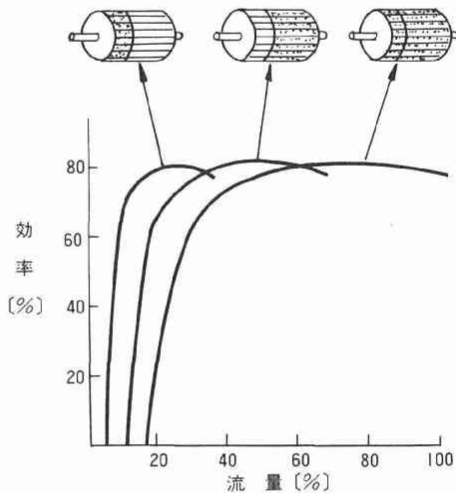


図8 2:1 分割運転の場合の組み合わせ効率特性

2枚), これにより負荷調整, 流量調整を行う。  
(図-8)

このクロスフロー水車の適用範囲としては有効落差1~200m, 流量は0.02~8 m<sup>3</sup>/s, 出力は1,000 kW以下の範囲が適当とされており, 一般の水力発電所のほか, 次のような場合にも利用可能とされている。

- ① 工場内冷却水の残余落差利用発電
- ② 工業用水受水槽での余剰圧力利用発電

- ③ 浄水場での減勢槽の代りの発電
- ④ トンネル, 抗内での湧水利用発電
- ⑤ 污水处理場での排水落差利用発電
- ⑥ ビル冷暖房水の落差利用発電

以上が水車関係の技術開発の概要である。

次に水車と並んで重要な技術開発課題となっている小断面トンネル掘削機について紹介する。

#### (4) 小断面トンネル掘削機

水路式発電所の場合の工事費は, 大部分がトンネル(導水路)の掘削費用である。現在, 中小水力のトンネル(内径2.5 m程度)はダイナマイト(発破)を用い, 人力と機械によって掘削されているが, 工事費の節減を行うためには全自動化によって工程を短縮し, 大きなウェイトを占める人件費の削減を図ることが必要である。このため, 小断面の全自動トンネル掘削機(トンネルボーリングマシン, T.B.M)の開発が行われている。

なお5~6m径のT. B. Mは海外では多数用いられており, わが国でも大規模な水力発電所の導水路工事のために輸入された例がある。

一般的に, T. B. M には次のような長所と短所がある。

#### <長 所>

- ① 掘進速度が早い
- ② 発破が不要のため周辺地山をいためない。
- ③ 作業員が少なくよく, かつ熟練工を多く必要としない。
- ④ 作業環境が良好で, かつ火薬を使用しないので安全性が著しく向上する。
- ⑤ 掘削断面が円形のため静力学的にもっとも安定している。
- ⑥ 余掘りがないため覆工コンクリートの節約という効果をもたらす。

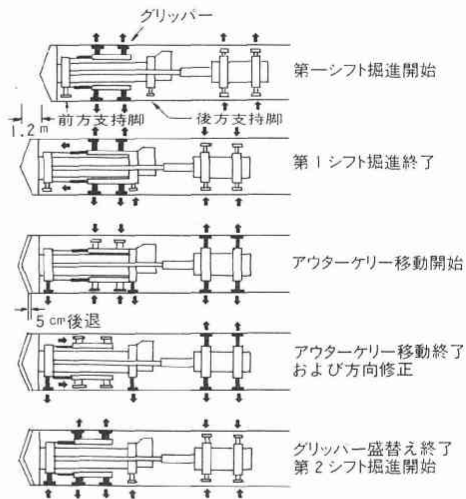


図9 TBM作動原理図

- ⑦ 発破による地山のし緩がないので支保工を節約できる。

#### <短 所>

- ① T.B.M. の購入価格が高い。
- ② 機械の運搬、組立、解体に要する費用が大きい。
- ③ 岩盤の変化に応ずるはん用性に欠ける。  
(錯雑した地質の場合、カッター交換等の段取り替えが困難)
- ④ 円形断面のため、鉄道、道路用の場合は切詰め、又は埋戻しを要し不要断面が生ずる。
- ⑤ 掘削径の変更はわずかしかなので断面の異なるトンネルへの転用は難しい。
- ⑥ 破碎帯の掘進が難しい。
- ⑦ 電気設備の総負荷容量が大きい。

T.B.M. 採用の意義は、高速掘進性と連続掘進性にあり、地質状態の変化のたびごとに、改造、段取り替えでは機械の特長を殺し

てしまう。従って機械の能力を十分に発揮させるためには、機械掘削計画区間のすべてを通して段取り替えを要するような大幅な地質の変化がないことが必要である。

これに対してT.B.M. 掘進に適さない地質の条件としては、次の諸点があげられる。

- ① 著しく堅硬な岩石
- ② 硬軟の変化がはなはだしい岩石
- ③ 破碎帯や断層が多く存在する場合
- ④ 掘削後塑性流動などにより周辺地山が押出してくるような地層
- ⑤ 湧水が多く、かつ切羽の安定がはかりにくい場合
- ⑥ 底盤が泥ねい化する場合

わが国で開発しつつある小断面用(2.0～2.6m径)のものも、基本的には回転するカッターで岩盤を削り取りながら前進するという構造には変りはないが、わが国の場合、地質条件が悪いため、掘削中に周囲の地盤が崩落しT.B.M. の前進を阻む場合があるため、この対策としてカッター部の周囲は円筒形にすっぽり蔽ってしまうシールド構造が採用されている。(図-10)

研究開発項目としては、小型化による作業スペースの減少に伴う内部での部品交換や、地盤の悪い箇所における前進反力のとり方などの問題点があげられる。不良地盤での前進反力の問題は、わが国でT.B.M. を実用化しようとする場合に必ず解決しなければならない問題である。不良地盤の箇所では壁面をグリッパーで押して反力をとることが不可能であるため、T.B.M 本体部の位置まで分解した内張りセグメントを持込み、不良地盤ではT.B.M のすぐ後方でこれをつぎたしながらトンネルの内側に取付け、このセグメントを

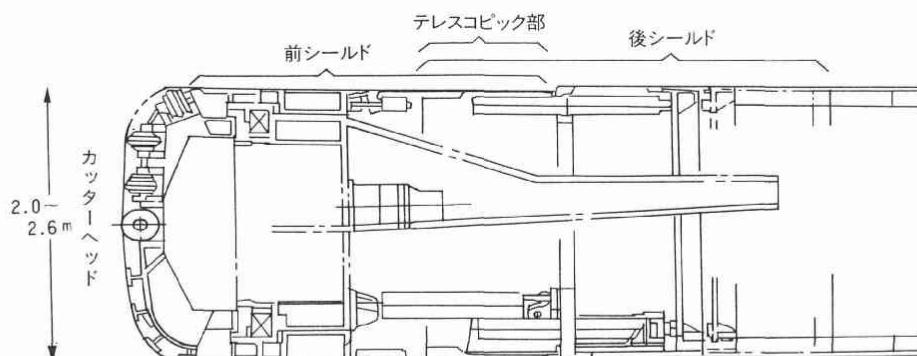


図10 T.B.M. 先端部 (予想図)

後方に押しながら前進反力をとってゆくという方法が考えられている。

現在、技術開発を行っているのは小松製作所と川崎重工であり、後者は掘削した土砂を水と一緒にスラリー輸送することが特徴となっている。(前者はベルトコンベア輸送) 既に小松製作所は実機大の試作機 (掘削径 2.6m) を完成させており、本年中に早木戸発電所 (電源開発, 出力 11,200kW) の導水路区間で約 1 km の掘削テストを実施する予定である。

以上のような新型水車と T.B.M. が中小水力の開発に関連した技術開発の大きな課題であるが、このほか水力発電所の建設費用のコ

ストダウンを目的としたものとして、FRP などの新材料を水圧管部に利用する技術、ラバーダムの大型化技術などにも取り組んでおり、これら新技術の実用化によって中小水力開発の促進の引き金となることが期待されている。

#### ＜参考文献＞

- 1) 石崎, 堀田, 標準小水力発電装置, 明電時報, 154号
- 2) 宮永, 山田, トンネル掘進機による施工, 電発調査資料, 68号  
(おおたき かつひこ 通産省資源エネルギー庁原子力発電課(前)水力課)

---

# 自然エネルギー利用住宅システム技術の開発

友 沢 孝

---

## はじめに

現在わが国のエネルギー消費構成の中で、住宅用エネルギーの占める割合は12%程度であるが、1世帯当りの年間エネルギー消費量はこの10年間で約1.5倍となっており、近年のエネルギー価格の高騰化、省エネルギー技術の普及にも拘らず、年々約4%に近い伸び率をみせている。この増加傾向は生活水準の向上、生活態様の変化に伴って今後も続くものと予想されている。経済社会全体の省エネルギー化、石油代替エネルギー化が求められている中で、住宅においてもより一層の省エネルギー努力と併せて、自然エネルギー利用技術の開発・導入が重要な課題となっている。

住宅における自然エネルギー利用技術の中で、ソーラーシステムを中心とする給湯・冷暖房技術は、一部の効率アップ的な要素や耐久性向上問題等を除いて技術的には確立されており、種々の条件下においてそのシステム評価、経済性評価が可能な段階になっている。これら設備装置や機械的動力を介して自然エネルギーを取得、利用するアクティブな技術に対して、住宅の構造や躯体、各部材、間取り等の中に、熱移動、蓄熱や通風の自然な物理

的伝播過程をうまく取り入れて自然エネルギーを利用しようとするのが、いわゆるパッシブ技術である。このパッシブ技術については、国内外の技術情報、事例等を通じて基本的要素技術やその特性が紹介されているが、その評価については技術的な観点に限ってみても多くの見解があり、現状では試行錯誤の段階にある。

通産省の「新住宅開発プロジェクト」の中で取り上げられている“自然エネルギー利用住宅システム技術の開発”は、こうしたパッシブ型の技術開発に主点を置いたものであり、その目的とするところは、

- ① 要素技術の開発とその性能評価
- ② 評価プログラム作成のための各種データの取得
- ③ 新技術開発とそのための基礎、応用データの収集

にある。

プロジェクトは昭和55年度を初年度として5カ年計画で進められているが、当研究所では、通産省住宅産業課の委託により昭和55年度は自然エネルギー利用技術に関する基礎調査（住宅のエネルギー消費実態の調査分析、気象要素の検討、既存技術の現状調査と整理、

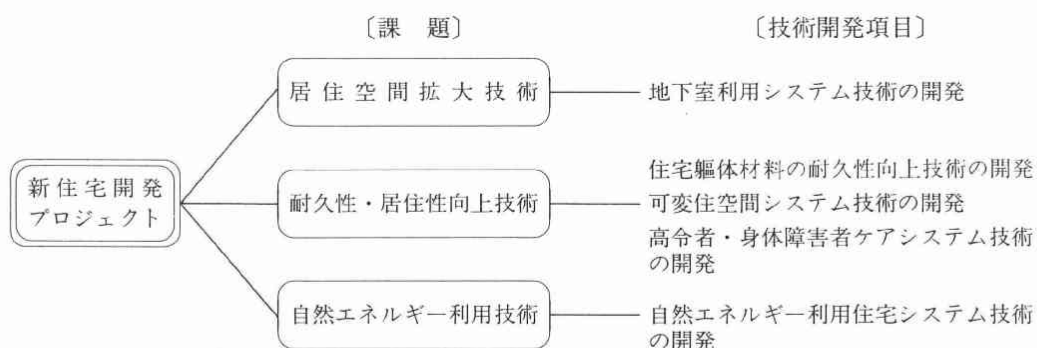


図1 新住宅開発プロジェクトの体系

表1 研究項目と委託先

| 研 究 項 目                | 委 託 先                                                                                                                                                    |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 総 合 研 究                | (財)エネルギー総合工学研究所                                                                                                                                          |
| シミュレーション・プログラムの開発      | 松 下 技 研 (株)                                                                                                                                              |
| 太陽エネルギー利用住宅<br>システムの開発 | 積 水 ハ ウ ス (株)<br>大 和 ハ ウ ス (株)<br>旭 硝 子 (株)<br>日 本 板 硝 子 (株)<br>セ ン ト ラ ル 硝 子 (株)<br>東 レ (株)<br>シ ャ ー プ (株)<br>(社) 日 本 サ ッ シ 協 会<br>日本ベネッセシャープラインド工業協同組合 |
| 空気循環式住宅システムの開発         | 東 芝 住 宅 産 業 (株)                                                                                                                                          |
| 土壌熱利用住宅システムの開発         | ナ シ ョ ナ ル 住 宅 建 材 (株)                                                                                                                                    |
| 潜 熱 蓄 熱 建 材 の 開 発      | 積 水 化 学 工 業 (株)                                                                                                                                          |
| 熱 移 送 部 材 の 開 発        | 昭 和 ア ル ミ ニ ウ ム (株)                                                                                                                                      |

技術開発の方向性等)、56年度は総合研究として、この年より始まった具体的な要素技術開発の実験計画の審議検討、新技術シーズの調査、温熱環境評価の現状等について調査研究を行ってきた。

56年度のプロジェクト研究項目とその委託

先は表1に示すとうりであるが、以下それらの研究項目の中でどのような技術が開発されようとしているのかを紹介する。

# 1. シミュレーションプログラムの開発

各種のパッシブ型要素技術，システム技術，について，建物，地域毎に年間の多様な条件下でその温熱性能を評価するプログラムの開発が行われている。56年度は代表的なパッシブ手法について開発が行われた。

プログラムはパッシブ手法が建物の一部として設置された場合の性能評価を対象としており，技術性能のみでなく建物の自然室温及び空調負荷計算が可能である。以下その特徴と機能を示す。

(1) 単室のモデル建物（ボックスモデル）

の一部として設置されたパッシブ利用要素技術の温熱環境性能評価を行なう。対象とする要素技術は下記の項目である。

- ① ダイレクトゲイン：透光性開口部材：選択反射透過特性を含む各種特性を有するガラス・フィルム，ブラインド等による取得太陽エネルギー評価
- ② 蓄熱材：潜熱蓄熱材，顕熱蓄熱材による日射蓄放熱の評価
- ③ 移動断熱：断熱雨戸，断熱シェードなど夜間保温手段の評価
- ④ 集熱器：空気式集熱器による取得太陽エネルギー評価
- ⑤ トロンブ壁：潜熱蓄熱体，顕熱蓄熱体それぞれを有するトロンブ壁の対流及び伝導熱取得評価
- ⑥ 付設温室：太陽エネルギー取得，対流及び輻射放熱評価

(2) 自然室温及び間欠空調における室温変動の計算が可能である。

(3) スケジュール変更が，月，日，時間ごとに任意に変更可能である。（窓，ひさし，空調，換気，照明は，スケジュール指定により使用時間の設定が可能であり，

機器のON—OFFあるいは可動型のひさし等に対応できる。）

- (4) 非定常の熱伝導計算は後退差分法による。
- (5) 室温及び空調負荷の計算には，壁体の熱伝導とガラスの熱平衡に関する式を含んだ形で解く方式を採用した。
- (6) 壁体，ガラス各層の表面及び内部温度を直接計算する方式を採用した。
- (7) 室内壁体の表面を細分化し，室内透過日射の日照分布を詳細に計算する方式を採用した。
- (8) 外部気象条件は，①外気温湿度②法線面直達日射量③水平面天空日射量④雲量⑤風向⑥風速を時間毎に入力する。
- (9) 計算出力は，室内温湿度，取得熱量，空調負荷を主たる項目とし，その他解析上の必要に応じて，壁体，床，ガラス等の表面温度，日照面分布などを得ることができる。

次節に述べる「太陽エネルギー利用住宅システムの開発」で用いられた実験棟を参考としてトロンブ壁のテストランした結果例を図2に示す。

なお，シミュレーションプログラムは，こうした要素技術開発実験での実証評価，検証のステップをへて最終的に完成されるものである。今後の開発方向としては，

- ①多数室モデルをとり入れた住宅全体のプログラム開発
- ②要素技術の追加
- ③簡略モデルの開発

などのプログラム開発とこれらを要素技術，複合技術実験の事前評価解析に用いることにより，自然エネルギー利用住宅システムのシ

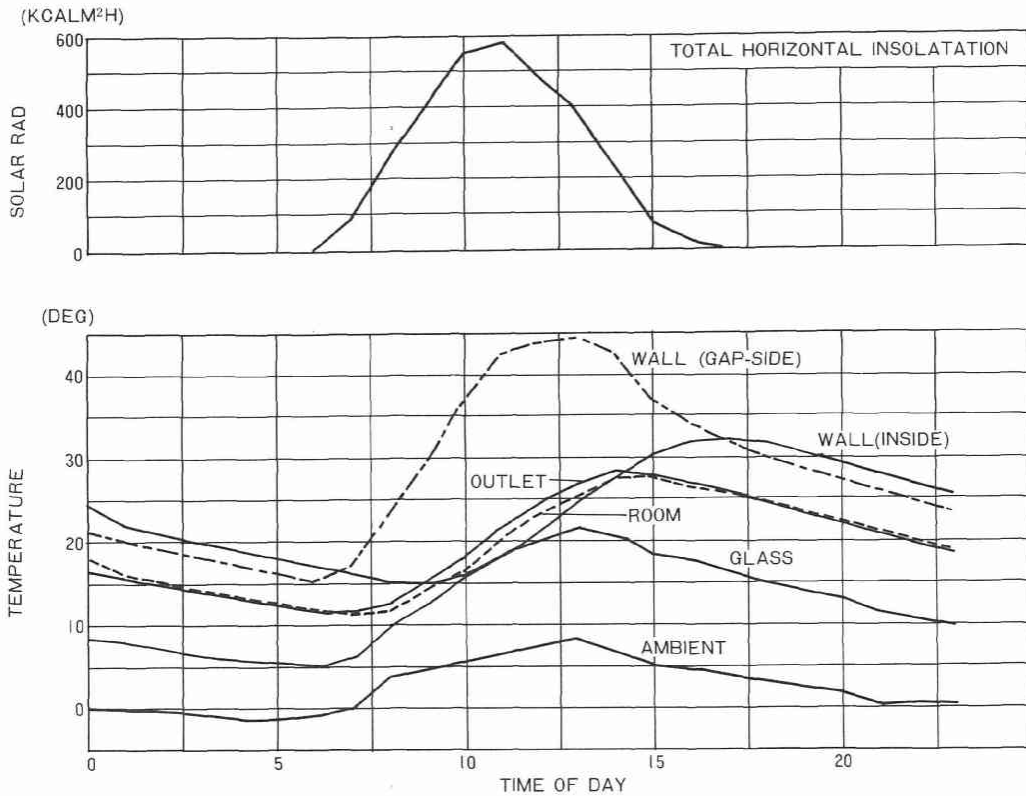


図2 トロンブ壁のシミュレーション

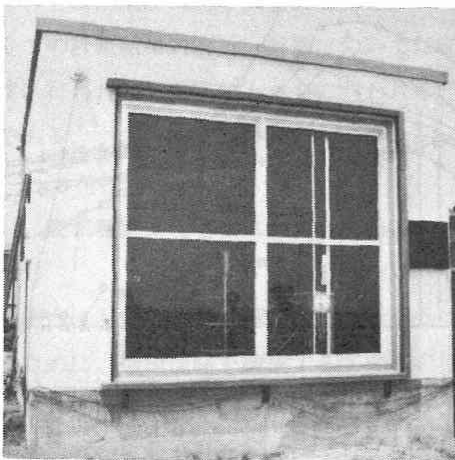


図3 実験棟概観

シミュレーションによる温熱環境性能評価手法を確立することが課題となっている。

## 2. 太陽エネルギー利用住宅システム技術の開発

特に南面開口部のパッシブ技術について、新しい部材の開発とそれらの性能評価を行うことが目的である。56年度は図3に示すような実験棟を7棟（内1棟はレファレンスボックス）建設（三重県菰野町）し、各種開口部材、システムの冬期実験を行った。実験棟は間口、奥行3.7m、天井高2.7mのBoxタイプで、空調設備が備えられており、居住温度レベルにおける性能把握、ヒートゲイン、ヒートロスの定量的把握が行える。

実験を行った部材とシステムは、

- (1) 開口部材

表 2 実 験 内 容

| 実験棟           | 実 験 I (蓄熱実験)  |            |               | 実 験 II (開口部材実験) |               |               | 実 験 III(開口部材実験) |      |
|---------------|---------------|------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|------|
|               | システム          | 開 口 部      | 蓄熱部材          | システム            | 開 口 部         | 蓄熱部材          | 開 口 部           | 蓄熱部材 |
| A             | ダイレクト<br>ゲイン  | 普通板<br>ガラス | 床：顕熱          | ダイレクト<br>ゲイン    | 白板ガラス         | 床：顕熱          | 白板ガラス           | ナシ   |
| B             | "             | "          | 床：潜熱          | "               | 複層ガラス         | "             | 複層ガラス           | "    |
| C             | "             | "          | 床壁：顕熱         | "               | 選択透過ガラス       | "             | 選択透過ガラス         | "    |
| D             | "             | "          | 床壁：潜熱         | "               | 熱線反射型フィ<br>ルム | "             | 熱線反射型フィ<br>ルム   | "    |
| E             | トロンブ壁         | "          | 顕熱            | "               | 内付ブラインド       | "             | 内付ブラインド         | "    |
| F             | "             | "          | 潜熱            | "               | 選択透過型フィ<br>ルム | "             | 選択透過型フィ<br>ルム   | "    |
| R             | リファレン<br>スBox | "          | ナシ            | "               | 普通板ガラス        | ナシ            | 普通板ガラス          | "    |
| 実験<br>モー<br>ド | モード 1         | 断熱雨戸開      | 空調有           | モード 1           | 断熱雨戸開         | 空調有           | (同 左)           |      |
|               | モード 2         | " 開        | " 無(自然<br>室温) | モード 2           | " 開           | " 無(自然<br>室温) |                 |      |
|               | モード 3         | " 閉        | " 有           |                 |               |               |                 |      |
|               | モード 4         | " 閉        | " 無(自然<br>室温) |                 |               |               |                 |      |

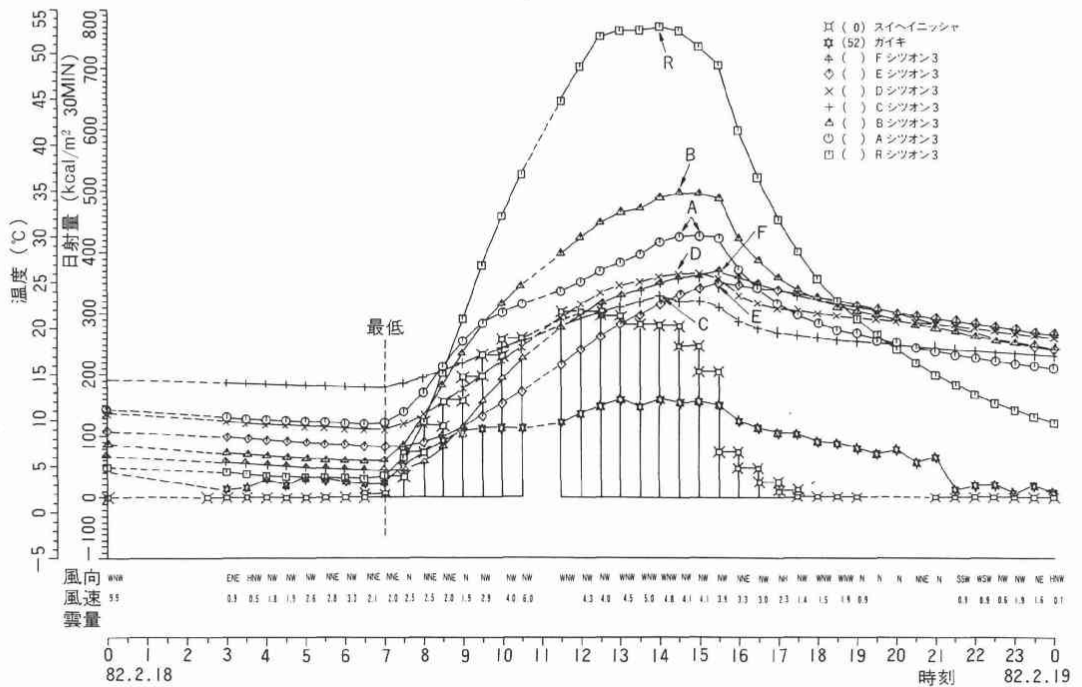


図 4 実験 I (自然室温, 断熱雨戸開)

- (a)白板硝子
- (b)選択透過ガラス
- (c)複層硝子
- (d)熱線反射型フィルム
- (e)選択透過型フィルム
- (f)内付ブラインド（白黒）
- (2) 蓄熱材
  - (a)顕熱材（コンクリートブロック）
  - (b)潜熱材（ $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ）
- (3) システム
  - (a)ダイレクトゲインシステム
  - (b)トロンプ壁システム

である。

これらは、今後開発される南面開口部を対象としたパッシブ技術の中で、基本的な構成要素となるものであり、その特性の定量的把握が強く望まれている。各棟間の較正実験の後、表2に示すような実験が行われた。図4は実験Ⅰ（蓄熱実験）のモード2の結果例である。R棟に比して他の棟ではそれぞれの蓄熱システム効果が明瞭に表われている。

全ての計測結果の解析、評価については57年度に行われる夏期実験とともに行われる予定である。

### 3. 空気循環式住宅システムの開発

住宅内において空気循環を適切かつ有効に行うために、循環径路を構成する各要素の役割などについて研究を行っている。56年度は以下の内容が実験された。

- ① 南面開口部で得られた太陽エネルギーの熱を空気を熱媒体として、自然対流の空気循環によりダクト等の径路を利用して建家北側へ搬送する。この手法により

北側各室の室温気候調整にどの程度効果が期待できるかを、実規模モデルの試験体を用いて外界気象条件下の実測による比較法により把握する。

- ② 夏季の自然通風利用住宅としてクロスフローによらない通風方式のうち、吹き抜け、天窗の通風効果を模型スケール等の試験体を用いた風洞実験にて把握する。

前者では同一規模、同一開口面積、同一断熱仕様を持つ試験体を2つ製作し、循環径路を設けたAタイプと設けないBタイプで実験を行っている。図5にAタイプの断面図を示す。空気循環径路を開放し北面放熱ダクトに自然対流により熱搬送を行わせた場合の実測結果を図6に示す。

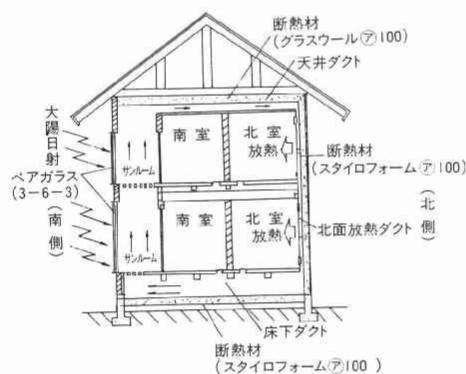


図5 「Aタイプ」断面図

後者は1/40縮尺模型で、屋根勾配を20°と40°のものを製作し、南風の場合の風圧係数分布、外部風速に対する室内風速の比を実験している。風圧係数分布の結果例を図7に示す、40°勾配屋根において吹き抜け、天窗の設置効果が有効である。こうした風圧、風速分布状態よりある程度の風の流れが推測でき、平面プラン作成時の開口部位置選定にあたって有益なデータが得られることになる。

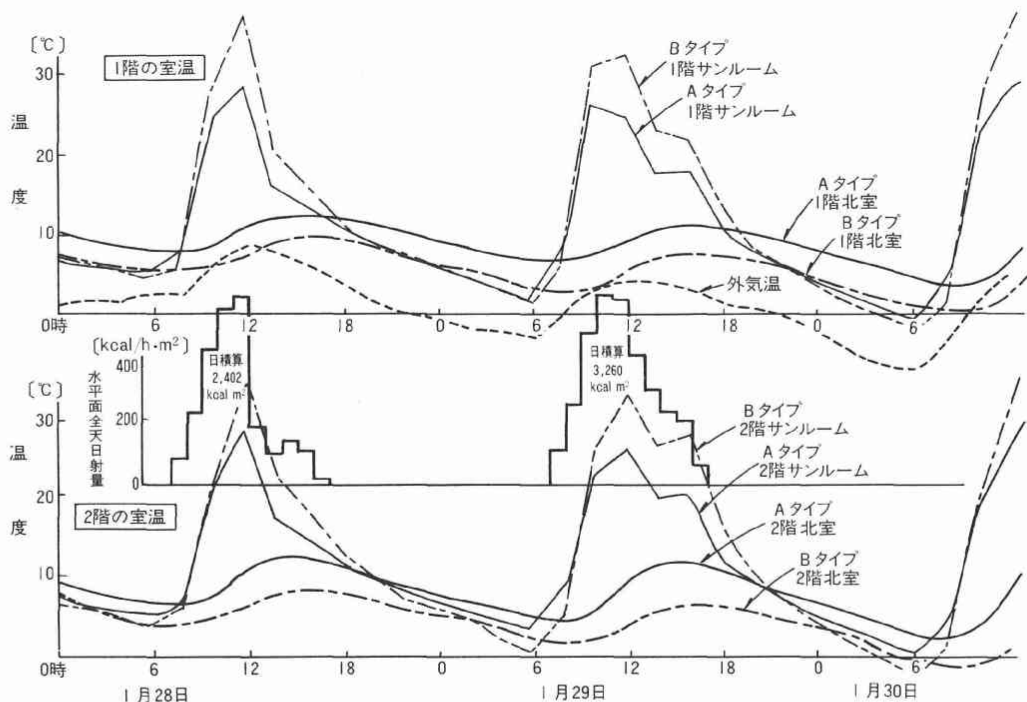


図6 「北面放熱ダクトによる空気循環経路」採用時の室温変化比較

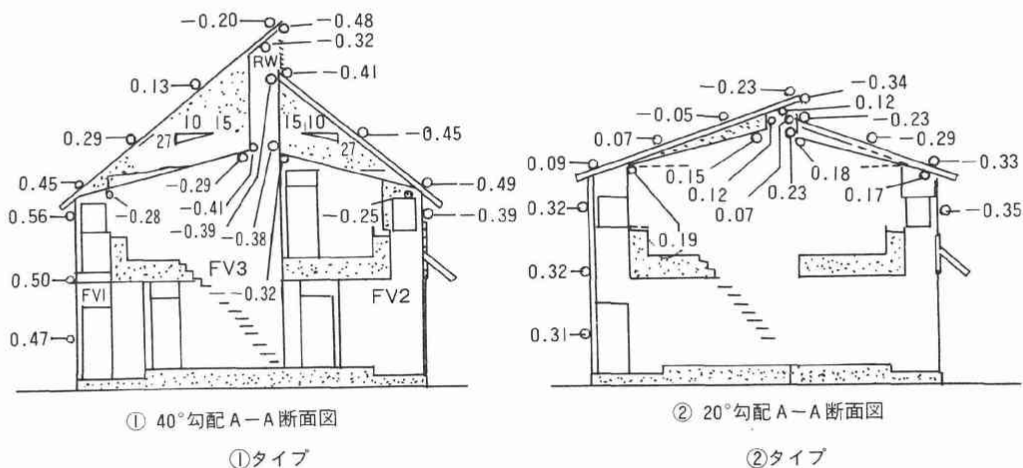


図7 風圧係数の分布

#### 4. 土壌熱利用住宅システムの開発

土壌熱の直接利用の中で、①クールチューブ方式、②サーマルウェル方式について、主に夏のクーリング法としての可能性を検討している。実験目的は、①土壌のもつ空気を冷

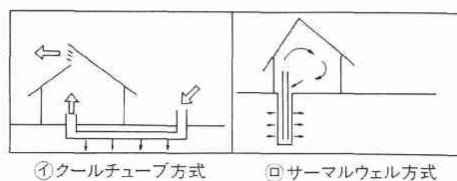


図8 クールチューブ方式とサーマルウェル方式

やす能力又は温める能力を把握する。②規模の大小、材質の違い等の要因が取得熱量に及ぼす影響度を把握することである。装置の仕様を表3に示す。56年度は冬の実験であったが、夏は冬の裏返しと考えられ、冬の実験結果から夏期の効果を推定することが可能である。

自然の外気を吸込み、地中で空気を暖めて吹き出す方法で実験を行なっている。なお、風量は全て350m<sup>3</sup>/hである。

表4に取得熱量を、図9に入口温度と取得熱量の関係を示す。これらの結果より概略次のようなことが言える。

表3 実験装置仕様の一覧

| 装置及びNo.<br>項 目 |                          | ク ー ル チ ュ ー プ   |                 |                 |                 |                 | サーマルウェル           |                 |
|----------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|                |                          | No. 1           | No. 2           | No. 3           | No. 4           | No. 5           | No. 6             | No. 7           |
| 実験装置仕様         | 外 管 径(mm)                | 200φ            | 150φ            | 200φ            | 200φ            | 200φ            | 350φ              | 200φ            |
|                | 内 管 径(mm)                | —               | —               | —               | —               | —               | 250φ              | 125φ            |
|                | 外 管 材 質                  | 塩 ビ             | 塩 ビ             | 塩 ビ             | 塩 ビ             | 石綿セメント          | 石綿セメント            | 石綿セメント          |
|                | 内 管 材 質                  | —               | —               | —               | —               | —               | 塩 ビ               | 塩 ビ             |
|                | 冷 却 長 さ(m)               | 20              | 10              | 10              | 10              | 20              | 5                 | 5               |
|                | 冷 却 面 積(m <sup>2</sup> ) | 15.1            | 6.6             | 8.8             | 7.5             | 15.1            | 5.5               | 3.1             |
|                | 埋 設 深 さ(m)               | 2               | 2               | 2               | 1               | 2               | 5                 | 5               |
|                | 外管通風面積(m <sup>2</sup> )  | 0.0314          | 0.0177          | 0.0314          | 0.0314          | 0.0314          | 0.0402            | 0.0171          |
|                | 内管通風面積(m <sup>2</sup> )  | —               | —               | —               | —               | —               | 0.0490            | 0.0123          |
|                | 送 風 機                    | F Y - 23<br>C G | F Y - 23<br>C G | F Y - 23<br>C G | F Y - 23<br>C G | F Y - 23<br>C G | F W - 16<br>C G L | F Y - 23<br>C G |

表4 取得熱量一覧

| 実験装置 | 測定条件<br>風量350m <sup>3</sup> 一定時の伝熱面の<br>風速 (m/s) | 8日間(1日10時間運転)の総<br>取得熱量<br>(kcal/80h) | 1日の平均総取得熱量<br>(kcal/10h) | 時間当りの平均<br>取得熱量<br>(平均 (kcal<br>温度差) /h) | 単位冷却面積当りの平均取得熱量<br>(kcal/m <sup>2</sup> h) | 冷却面積<br>(m <sup>2</sup> ) |
|------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|
| No.1 | 3.1                                              | 41,860                                | 5,232                    | (5.0℃) 520                               | 35                                         | 15.1                      |
| 2    | 5.5                                              | 26,540                                | 3,318                    | (3.1) 330                                | 50                                         | 6.6                       |
| 3    | 3.1                                              | 26,568                                | 3,321                    | (3.1) 330                                | 38                                         | 8.8                       |
| 4    | 3.1                                              | 16,547                                | 2,068                    | (2.0) 210                                | 28                                         | 7.5                       |
| 5    | 3.1                                              | 41,494                                | 5,187                    | (5.0) 520                                | 34                                         | 15.1                      |
| 6    | 2.4                                              | 19,828                                | 2,479                    | (2.4) 250                                | 45                                         | 5.5                       |
| 7    | 5.7                                              | 16,465                                | 2,058                    | (2.0) 210                                | 66                                         | 3.1                       |

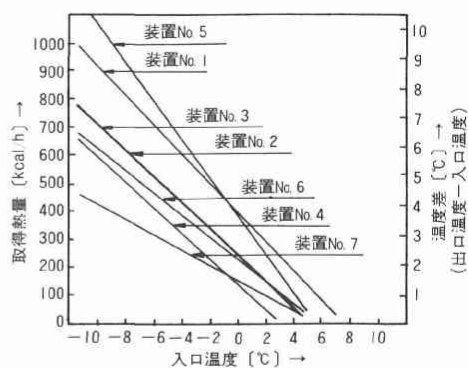


図9 入口温度と取得熱量の関係

- ① 単位冷却面積当りの取得熱量は、クールチューブよりサーマルウェルの方が大きい傾向にある。
- ② 総取得熱量は、装置規模による。
- ③ クールチューブについて長さ2倍において、取得熱量は約1.6倍である。
- ④ クールチューブについて地中埋設深さを1 mから2 mにすれば取得熱量は約1.6倍である。
- ⑤ 管材質は塩ビ程度の熱伝導率でも薄ければ使用できる。

今後の課題としては、夏期性能の把握、長期運転時、間欠運転時の能力特性、土壌の熱的性能の基礎データ収集、また施工の簡易化、最適システムの検討、臭気など衛生上の問題等実用化の研究が残っている。

## 5. 潜熱蓄熱建材の開発

潜熱型蓄熱材は蓄熱密度が大きい、コンパクトな蓄熱材としてその実用化が期待されているが、材料の耐久性等の信頼性の問題、建築部材としての材料適性など解決されるべき多くの技術課題を抱えている。本研究は蓄熱

材をマトリックス中に分散固定させる技術を用いて、蓄熱建材を開発しようとするものである。56年度は①マトリックス固定の基礎技術確立、②蓄熱面材の試作とその特性把握を中心に研究が行われた。

水和塩型潜熱蓄熱材の利用にあたっては、液相状態における流動、漏洩に対し容器封入等の対策をとる必要がある。更にこれを建材に適用する場合、サイズフリーな加工性が望ましく、マイクロな容器（マトリックス）中に蓄熱材を分散固定化させる技術が有用となる。

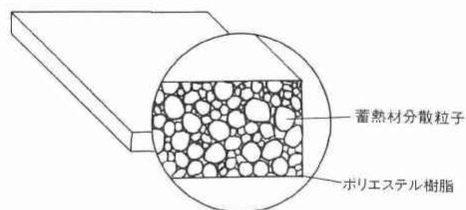


図10 蓄熱材の分散(独立型)構造のモデル

この固定化の方法は水和塩型蓄熱材が有する相分離し易いという欠点を解消でき、凝固（放熱）特に必要な結晶化剤を均一に分散させ

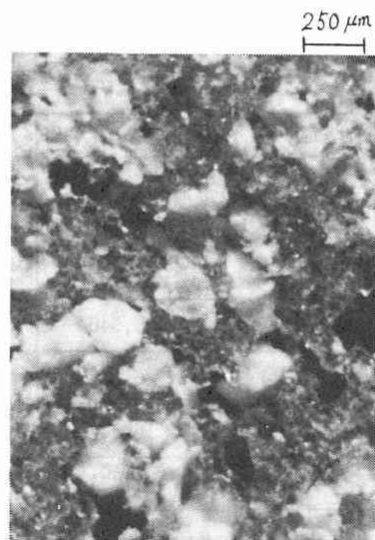


図11  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  増粘系固定物の分散構造  
(組成 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 65wt%, ポリエステル35wt%)

ることができる。固定化に用いるマトリックス材料としてはポリエステル樹脂、セメントを取りあげたが、図11に樹脂系の場合の分散固定状況を示す。表5は樹脂固定された厚さ10mmの蓄熱材の両面にアルミ箔の防湿層を設け、マグネシアセメントの面材でサンドイッチ構造とした試作体の熱特性値である。

表5 試作蓄熱体の熱特性

| 複 合 蓄 熱 体                                                            | 蓄熱温度(℃) | 放熱温度(℃) | 潜熱量(kcal/m <sup>2</sup> ) |
|----------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------------------------|
| CaCl <sub>2</sub> ・6H <sub>2</sub> O系<br>(蓄熱材含量65wt%)                | 29.7    | 28~29   | 345±10                    |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ・10H <sub>2</sub> O系<br>(蓄熱材含量65wt%) | 32.0    | 29~30   | 330±10                    |

今後の研究課題としては、①樹脂系固定型蓄熱材に関する耐久性の確認、②蓄熱材の配合と面材、防湿材との複合化プロセスの確立、③マクロカプセル型蓄熱建材のカプセル材料の選定と加工法などが上げられている。

## 6. 熱移送部材の開発

太陽熱、大気冷熱など自然エネルギーを利用するのに、エネルギーを受ける場所から利用する場所まで移送する手段が必要になる。このようなエネルギーは一般に低密度なので、移送に際しては熱抵抗が非常に小さいことが要求される。本研究では「熱の超伝導体」と呼ばれるヒートパイプ利用技術について、①住宅用長尺ヒートパイプの性能把握、②太陽熱利用吸放熱部材の研究、③地中蓄冷の研究が行われている。

長尺ヒートパイプの性能実験では、長さ4m(試料A)と7m(同B)のものについて、熱抵抗値、熱輸送能力の把握と傾斜角度( $\theta$ )がそれらに与える影響等が研究された。実測例を図12, 13に示す。これらの結果より、①全般に熱抵抗は低く、100Wの熱輸送量についてトータルの温度差は1~2℃である、②熱抵抗の $\theta$ による変化は少ないが、断熱部が

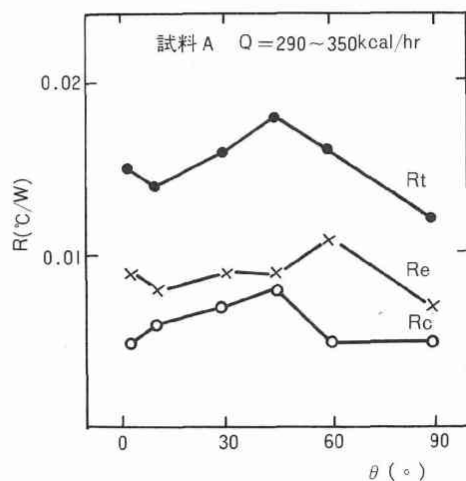


図12 熱抵抗の $\theta$ による変化(1)

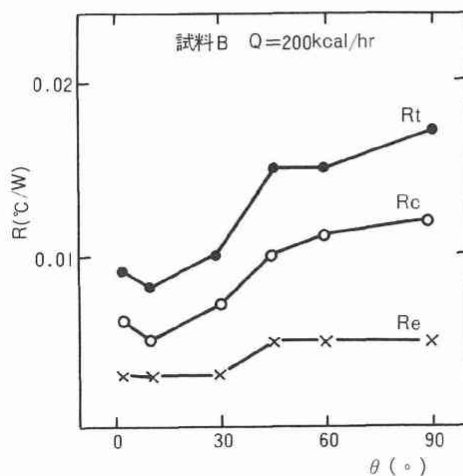


図13 熱抵抗の $\theta$ による変化(2)

長い試料Bでは $\theta$ が大きくなると冷却部の抵抗が大きくなる。等が得られている。今後は非直管タイプ、バルブ付、トップヒート型、マニホールド型などの新型ヒートパイプ開発が残されている。

太陽熱利用吸放熱部材の開発は、日射の当る吸熱部の熱をヒートパイプにより放熱部へ移送させようとするものである。南面壁の吸熱部を想定したL型吸放熱パネルの実験例を表6に示す。

表6 L型吸放熱パネル

| 項目<br>月日 | 集熱板<br>温度<br>(℃) | 床パネル<br>温度<br>(℃) | 放熱量<br>(kcal/m <sup>2</sup><br>・Hr) | 室温<br>(℃) | 天 候  |
|----------|------------------|-------------------|-------------------------------------|-----------|------|
| 2月16日    | 30.9             | 20.6              | 55                                  | 11.9      | 晴 れ  |
| 2月18日    | 29.6             | 20.0              | 59                                  | 11.0      | 晴 れ  |
| 2月25日    | 23.7             | 17.7              | 33                                  | 11.6      | 晴時々雲 |

地中蓄冷研究はヒートパイプを地中に埋設し、冬期の冷氣を利用して土壤を冷却しておき、冷房期に地中熱交換器でより大きな冷熱量を取り出そうとするものである。実験結果例を図14に示す。長期蓄熱をするために必要な冷却範囲の大きさ、地中部熱交換性能の向上等の検討課題が残っている。

## おわりに

以上、新住宅開発プロジェクト「自然エネルギー利用住宅システム技術の開発」において、昭和56年度に行われた要素技術開発について紹介したが、57年度には「住宅における人間熱環境系の評価に関する研究」、「住宅用

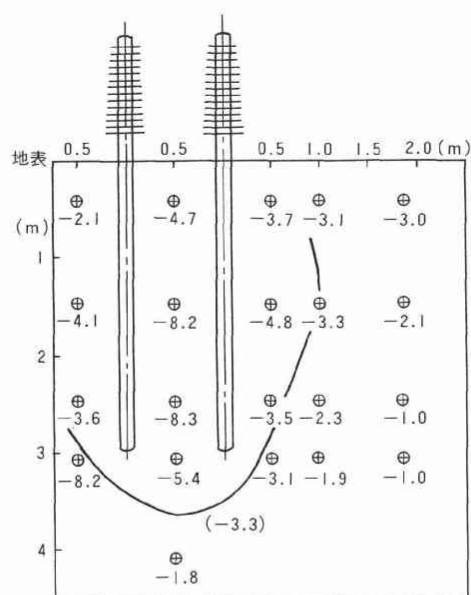


図14 1/9と2/12の地中温度差

太陽熱利用除湿システムの研究」、「自然エネルギー利用住宅システムの最適化に関する研究」の3テーマが新たに付け加わる予定である。

プロジェクトは3年目に入り、いよいよ本格的な技術開発段階をむかえてまさに正念場にさしかかっている。

実際の住宅においてはこうした要素技術を日本の多様な気象条件、立地条件に応じて適宜組み合わせ、総合化することによって自然エネルギー利用技術が確立されたものになるが、パッシブ型技術は住宅の部材、構造、間取り等に密接に関係しており、生活様式にも直結した技術であるので、その評価については巾広い角度からの検討が必要である。当研究所もこれまで評価研究の一部を担当してきたわけであるが、今後とも関係各位の御協力をお願い申し上げる次第である。(ともざわ たかし 主任研究員)

---

# エネルギーセキュリティ確保から 見た日本における石油を中心とし たエネルギー産業の対応

岩 井 龍 太 郎

---

## 1. はじめに

第1次エネルギーに関しては無資源国に等しい日本にとって、エネルギーセキュリティの確保は我が国の存亡に係わる重要な問題である。この問題は過去においてもすでに各所で論じられて来たが、ここ4～5年間に起った石油を中心とするエネルギー供給構造の変革が、これをより現実的緊急検討テーマとして浮き上がらせて来た。

特に、石油資源は有限であるとの認識がエネルギー消費諸国に浸透し、これがOPECを中心とする産油国の値上げ政策を招き、エネルギー消費国における代替エネルギー導入を急激に押し進める結果となった。しかし、昨年来アメリカおよび西ヨーロッパを中心とする世界的な不況によるエネルギー需要絶対量の減少と代替エネルギー導入政策の影響は、一時的にせよ石油過剰の現象を起こし、エネルギーの流れが従来予測されていた方向とは多少違った方向に進んでいる感じがしないでもない。日本においても本年に入って石油製品の市場と代替エネルギーの市場の従来の位置付けが乱れ始めており、新しい境界を設

定する必要がある。出て来ている。

このような状況の中で日本では現在どちらかと言えば、平行して進められている石油資源の有効利用、すなわち、高付加価値化と超重質油、天然ガス、バイオマス、石炭、原子力等の代替エネルギーの導入および開発をどのように組合せて行くかを改めてこの時点で見直すことは、将来の日本のエネルギーセキュリティ確保の視点から是非必要と考えられる。本稿では現在の世界のエネルギー資源開発の状況から見て、日本がどのような対応を今後取るべきかについて技術的な面を中心に考察してみたい。

## 2. 石油エネルギーからその代替エネルギー へのスムーズな移行

特に化石エネルギーに関しては無資源国であり、エネルギー多消費型の産業を多くかかえる日本は、海外諸国のエネルギー需給動向による影響を受け易いので、その対応策は自在性がありかつ柔軟性のあるものが必要である。このためにエネルギーの需給関係について日本独自のビジョン、出来れば政策を確立

しておくべきである。これには先づ我々の世代だけでなく次世代まで続く超長期に渡る日本におけるエネルギー需要構造の変化と、これに対し将来日本が各種エネルギー資源保有国からどの種のエネルギーの輸入が可能か、及びその可能量を現時点ベースで出来るだけ正確に把握することである。

この予測をもとに将来石油資源の供給量が徐々に減少方向に向い始めた場合、天然ガスか石炭か原子力かあるいはその他の新エネルギーで補充するのか、更にそれらがどのような形状（ガス状、液体、固体ないしは軽質か重質か）で日本に供給されるのかを予測し、その順位付けを行うことが特に重要である。つまりこの順位付けに従って供給側および需要側とも混乱なく代替エネルギー移行がスムーズに行える受け入れ体制を作る必要がある。ということである。

一時期日本においても第1次および第2次の石油ショックを通じての経験から、石炭液化油、サンドオイル、バイオマス、その他新燃料油等へのエネルギー移行が大きな話題となった。これを契機に各グループが一斉にその新規開発に取り組みを開始し、現在もかなりの人員が投入されている。これらの動きは多分にアメリカおよびヨーロッパ諸国のエネルギー政策の影響を受けた感もあるが、こういった状況の中でLNG開発と日本へのその輸入量増加、及びエネルギー多消費型の鉄鋼、セメントおよび一部電力産業での石炭直接燃焼による石油代替の急激な推移は、産油国に対しては石油販売不振という直接的な形で現われた。このように急速にエネルギー消費国が結束してこれに対応したこと、すなわち出来たことは、将来産油国にとって石油販売政

策を立てて行く上で心理的に大きな圧迫となることは間違いない。これは将来日本が産油国を中心としたエネルギー資源保有国に対し、バーゲニングパワーを強め、エネルギーセキュリティ確保の切り札の1つを持ったことを意味する。

このように石油にたよることなく代替エネルギーへの移行がスムーズに出来る技術的体制を出来るだけ早い時期に確立しておくことは、日本にとって絶対に必要なことである。しかし、やみくもに全ての分野の代替エネルギーおよび新エネルギーの開発を平行して進めることは、開発効率を低め日本全体のエネルギー政策に混乱を起し、長期的な見通しを困難なものにすることになる。

従って、エネルギーセキュリティの確保という観点から、前にも述べたように次のような手順で日本でのエネルギーの流れを見てみる必要があると思われる。先づ超長期に渡るエネルギー全体の需要量予測を行い、次いでこれに合せてどのような形のエネルギーおよび製品が必要かの予測を行う。すなわちガス、液体および固体製品の消費割合の経時的变化と、液体製品については具体的に石油化学用原料、民生用暖房油、産業用軽質および重質燃料油、輸送用燃料油、船舶用燃料油等の需要構成がどのように変化して行くかを予測する。この結果から石油主体のエネルギー需給構造が工程的にどの時点でどのようなタイプの代替エネルギーの導入を要求するかを予測することになる。このエネルギー需給工程表から逆に代替エネルギー技術開発工程表を作ることが可能となり、どの代替エネルギー技術開発を優先させるべきかの順位付けを行うことになる。

以上の3つの検討項目に更に付け加える必要がある検討課題は、エネルギー供給側の事情により消費側の製品需要構造が対応出来なくなった場合の対策である。この場合に備えるためにはガス、固体および液体エネルギー間の相互転換技術の開発を組込むことである。

液体エネルギー資源を量的に見ると、石油の寿命は、従来の30年から最近の需要低下により、相当延びており、一方、カナダおよびベネズエラを中心に埋蔵されている超重質油の可採埋蔵量は6,000億バレルと石油に匹敵し、またアメリカ、オーストラリアを中心に埋蔵されているシェールオイルは1,900億バレルと石油のほぼ1/3に相当する。採油、輸送、製造および最終使用効率を含めた総合的なエネルギー効率から見れば、石油を主とした液体エネルギーがかなり長期に渡って全エネルギーの中では中心的な位置を占め、その確保がエネルギーセキュリティの面から重要となる。

以上この項で述べたことを総括してみると、当分の間は液体エネルギーである石油が主体となって製品構成が決定され、天然ガス、石炭、原子力、その他ローカルエネルギーはあくまでも補的な役割りをはたすことになる。そして石油資源が量的な制約を受け始めた時、徐々に液体代替エネルギーへの移行をはかることになる。この石油からの代替移行をスムーズに行うには、先づ量的な把握とどのような製品への代替が可能かを見ることになるが、総合的なエネルギー効率、経済性、最終製品製造の容易性および自在性を考えた場合には、石油と性状的にその延長線上にある超重質油、シェールオイル、サンドオイル等への移行が中心となる。

原則的には、当分液体エネルギーの確保は可能であり、これを出来るだけ引き延して使用し、急激ではなく徐々にエネルギー転換をはかるべきである。このためには重質油を含め液体代替エネルギー資源が世界的にどの国でどれだけ埋蔵されているか、また開発状況とその工程を確認し、この中から参加可能プロジェクトおよび日本への導入可能量の調査を行うことである。これらの全情報は1カ所でまとめて解析し、個々のエネルギー別ではなく、全体として日本へのエネルギー導入工程の作成を最優先させるべきである。これにより大筋の中心的エネルギーの流れは決められるが、当然その時点、時点でエネルギー資源保有国の動きを見ながら見直し修正を行うことになる。

### 3. 情報の収集と解析

日本での長期的なエネルギーセキュリティの確保をはかる上では2つの対応が必要である。その一つはエネルギー資源供給側の経済力、政治力、技術力等を総合した動向に対する対応の仕方であり、他の一つは技術力を主とした受け入れ側での対応である。そこで特に重要と思われるのは、これらの対応の総合判断をするための情報の収集と解析である。

現在、日本でも通産省を中心にジェトロ、日本エネルギー経済研究所、エネルギー総合工学研究所、その他各種経済研究所や、また民間会社でも石油、石油化学、商社等は強力な情報収集網を持っており、世界的に見てもその能力は相当優れたものである。しかし、その情報解析の目的は各機関によって分野別および地域別に分れ、特に民間会社では自社

の営業政策決定の材料提供を主体としており、各機関および会社の横のつながりはほとんどない。将来の効率的なエネルギーの導入およびエネルギー資源保有国に対して安定した立場を取るためには、より早い時期の確実な関連情報の収集とその解析を行う必要があり、これらの各機関および各会社からの情報を全て1カ所に集めて解析する機関あるいは組織の設立を考える時期に来ているのではないかと考えられる。

アメリカおよび西ヨーロッパを中心とした先進工業国ではすでにこの種の機関を政府組織内に持っており、ここでの政策路線に沿って各分野のエネルギー産業がそれぞれ動いているように見える。これらの国々は特に資源開発国に対してはメジャーを始めとする自国のエネルギー産業を通じて、石油のみならず天然ガス、石炭、サンドオイル、ウラン等ほぼ全てのエネルギー開発に主導権取った形の援助で、その基本計画段階から参画しており、これにより自国のエネルギーセキュリティ確保をはかっている。また西ヨーロッパ諸国は旧宗主国の立場を利用して、これらの国でのエネルギー資源開発への参加と迅速な情報収集を行っている。一方、個人ベースでも中東、中南米、アフリカ等の国々のエネルギー政策に関与しているのと、その中枢機構に入ってエネルギー資源供給側で仕事を行っていることが情報収集の有力なルートとなっていることは確実である。

いずれにしても日本にとっては先づどの種のエネルギーがどの国に埋蔵されているか、それが現在どの程度開発されているか、将来どのような開発計画になっているかを調査し、その中で日本にとって必要なエネルギーの種

類と導入の可能性の解析を行うことである。

特に今後重要と思われるのはエネルギー資源保有国にとって過去の石油開発以上にその開発プロジェクトには莫大な資金と技術力が要求され、消費国からの資金および技術両面での援助は不可欠なものとなろう。この点で日本は有利な立場にあるが、ただ手当たり次第に参加して行くのではなく、どのプロジェクトにいつの時点で参加すべきかを総合的に判断して行くのがエネルギー導入問題対応の基本となる。

一方、日本は当然エネルギー的には無資源国であるという前提で物を考える必要はあるが、逆に大多数のエネルギー資源保有国にとってもいかに安定して自国で保有する資源を長期に渡って販売出来るかが大きな問題である。例えば現時点でもすでに液体エネルギー資源保有国であるメキシコ、ベネズエラ等の国では油の性状が超重質で不純物を多量に含有することから、石油価格の変動と消費国での需要動向の変化により影響を受け易く、その販売は不安定なものとなっている。これらの国々では長期に渡って確実に安定して超重質油を購入してくれる消費国を見つけ出すことがその国の経済を安定化する上での重要な政策の一つで、この意味で日本に対するこれらの国々からの販売圧力は更に強いものとなろう。

これに対し日本がこの圧力にどのように対応して行くかを考えて行くと同時に、逆にエネルギー資源保有国が日本をどのように理解し、対応していこうとしているかを知る努力が必要となる。このように日本独自の情報の収集と解析を行う一方、このような対応策を基本としてIEA（国際エネルギー機構）を

始めとする国際機関に積極的に参加し、影響力を強めることは、将来の日本の立場を安定なものにするのに重要である。

#### 4. アメリカにおけるエネルギー対策

エネルギー資源保有国の政策と同時に将来アメリカのエネルギー政策がどのようなようになって行くかは、他のエネルギー消費国にとって大きな問題である。4～5年前よりアメリカは石炭液化、シェールオイルおよびバイオマスを中心とした代替エネルギーの開発に、政府が主体となり国を上げて異常と思える程の資金と人員を投入し、その早期開発を目指していた。これはその裏に産油国特にアラブ諸国とのエネルギー供給関係に対する一つの読みがあったと思われる。

しかし、昨年来この代替エネルギー開発工程は大幅にスピードダウンしており、この中で石炭液化プロジェクトの柱であったSRC-II、EDS計画が中断、シェールオイル開発計画もそのいくつかが中止となりつつある。但し、これらのプロジェクトの全てが中断された訳ではなく、そのいくつかは確実に開発を進めている。このような変化は石油から代替エネルギーへの量的移行を目的とすることから技術確立に目標が変わり、将来に備えたアメリカのエネルギーセキュリティ確保が主体となっていることを意味している。

最近のアメリカにおける動きを見てみると、これら代替エネルギー技術の開発に投入されていた大部分のエンジニアは、再び従来の、主に石油精製関係、特に重質油処理技術の開発にもどっており、今後は重質油処理関係の技術開発が急速に進むのではないかと予想さ

れる。これは石油から超重質油へと移行する本来のエネルギー政策の基本線に戻ったことを意味する。これらの一連の動きは全くアメリカ自身の都合によるもので、今後共中東ではサウジアラビアとの関係をより親密に保持することと、長期的には距離的に近いメキシコ、カナダ、ベネズエラ等の近隣諸国のエネルギー資源に照準を合わせることになるだろう。

受け入れ側としてのアメリカではメキシコ湾沿岸の主力製油所を中心に、重質原油から超重質油まで処理が可能なよう重質油処理設備を追加しており、より液体製品得率を上げようとする水素化分解および接触分解系のプロセスが導入されているのが大きな特徴である。日本と比較した場合、製品需要構造に大きな違いがあり、単純に判断することは出来ないが、石油—重質原油—超重質油—新燃料油、これを補充する石炭ガス化—メタノール化という流れは注目する必要がある。

#### 5. エネルギー受け入れ体制

前各項において日本がいかに長期に渡って安定してエネルギー資源を確保して行くかについて述べたが、これに対し日本での受け入れ体制についても種々検討すべき課題がある。この中では各種エネルギーの受け入れ設備面での対応が重要課題で、これらに余裕と自在性を持たせることが必要である。

現在、石油の需給バランスは崩れており、原油種選択がある程度可能となっているが、中長期的には重質原油への移行が進み資源量的にも制約が出てくることは必至なので、これに対する受け入れ側としてのバーゲニングパワーを高める必要がある。その対策の第一

は既存製油所をベースに重質油処理設備を導入し、どのようなタイプの原油でも処理出来るように対処することで、これにより原油供給先の多様化を図ることも可能となる。

対策の第二は製油所の設備転換はエネルギー構造変革を追っかけて実施するのではなく、エネルギーの流れを読んで先手を打つことである。具体的には重質原油から超重質油、サンドオイル、シェールオイル等への移行も考慮しての長期的視点での対応となる。従って、製油所も従来のオイルリファイナリーから代替エネルギー精製を含めたエネルギーリファイナリーへの転換が要求される。液体製品の確保を中心に考えれば、流通、設備、技術面等から既存の製油所を基にして転換をはかることが代替エネルギーへのスムーズな移行を可能とする対応であり、石油産業は従来の枠を越えてガス、固体および液体エネルギーを組合せて取り扱うことになる。

このように石油産業は将来とも日本でのエネルギー供給の基幹産業であることから、その体質強化が今後問題となる。現在エネルギー産業の中で石油産業が最も外的な影響を受け易い体質にあり、また独自のエネルギー政策を取り難い立場にある。これに対し対外的に強力なバーゲニングパワーを持ち、同時に大規模な資源保有国でのエネルギー開発プロジェクトに積極的に参加出来るような体質への強化が、エネルギーセキュリティ確保の面から緊急に必要なことは明らかである。

短期的には中東産油国で計画されている輸出用製油所の稼働により、将来は一部製品輸入を行うことも予想されるが、多量の製品輸入は日本での製品需要構造に対し自在性をなくす結果となるため、常時かなりの量は日本

の製油所で処理する体制を取っておくべきである。

## 6. エネルギー産業の効率化

石油資源の減少に伴いこれを補充するために徐々に代替エネルギーへと転換して行くことになるが、これらの資源から良質な液体製品を得るには多量の二次処理エネルギーが消費される。このため精製エネルギーの効率的な使用は益々重要となる。

現在、日本のエネルギー産業は電力、ガス、石油精製、石油化学、鉄鋼等の各産業が互いにその境界を明確に分けている。この点将来エネルギー効率を上げるためには、各エネルギー産業で固体、液体およびガスエネルギーを有効に組合せて使用する必要があることから、その最適化をはかるため各産業の境界を取り払い一つの機構と考え、エネルギーの精製および消費に関して互換性を持つことが良い。

特に代替エネルギーを取り入れた石油精製からエネルギーリファイナリーへの転換を進める上で、石油精製と石油化学の設備をうまく組み合わせることによる効率的な軽質石油製品と石油化学製品の製造が急務である。また同様に全日本的にみても製品流通面での効率化を図るため、現在の横割り型エネルギー供給機構から地域別に一つのエネルギー供給体を作る縦割り型機構の検討も必要である。

## 7. 技術開発の方向

日本にとって将来エネルギーセキュリティを確保する上で最も強力な対応は、総合的な

技術力を持つことである。これらの技術力とは新しいプロセスの開発、開発技術の適応および実用化、運転技術等で、内容的に益々幅広いものが要求される。

日本の立場から見たエネルギー資源に対する危機観から、全てのエネルギー資源および処理精製技術開発を平行して進めるのではなく、各エネルギーの将来動向を予測し、その時点、時点でその重要性を見極め、開発の優先性を決め、その効率化をはかるべきである。特に開発をスムーズに進めるためには、各エネルギー間の共通基礎技術を見つけ、これを主体に開発し、各エネルギーの特性からその時点での製品要求に応じて新しい応用技術を付け加えることが要点となる。例えば、現在の重質油処理技術は将来の超重質油、サンドオイル、シェールオイル、石炭液化油等の代替エネルギーの処理にも十分適用出来るものであり、これを基に新しい分解技術を加えて行けば対処が可能と考えられる。

この意味においても、現在、新エネルギー開発機構、各種技術研究組合等が設立され、石油精製、石油化学、電力、鉄鋼、エンジニアリング等の業界が一体となり、新技術の開発を行うのは過去に経験のないことだが、こうして日本独自のエネルギー技術を持つことは、エネルギーセキュリティの確保に欠かせない対応である。しかし、問題となるのは、石油精製で言えば、すでに重質油処理対応が完了しようとしているアメリカおよび西ヨーロッパ諸国に比べ、まだ技術開発力の差が大きいことである。一気にこれらの技術をアメリカおよび西ヨーロッパ諸国のレベルに到達させ、かつ追いつくことは難しく、中間的には海外で開発段階にある新しい技術をうまく利用するのが得策と考えられる。す

なわちアイディア段階にあるプロセスの実証化を日本で行うとか、あるいは現地での実証設備建設に参加して行くことは将来の日本での技術開発に大きな力となるものと考えられる。このためには海外の技術の導入し易い環境を作ることも重要である。このように一連の技術開発を切れ目なく行うことも必要である。

一方、新たにエネルギー資源の開発を進めている資源保有国にとっては従来の石油開発のような方式ではなく、資源消費国に対して資金援助と同時に自国内の工業力育成のため技術援助も求める傾向にある。これに対応して行くには日本国内で先づオイルリファイナリーからエネルギーリファイナリーへの転換と、エネルギー産業の効率化を達成しておくことが重要となろう。これには日本が独自の技術を確立し、同時に技術指導に必要な人的資源の育成を併せて行うべきである。

## 8. おわりに

日本のエネルギーセキュリティ確保は外からの影響を受け易く、これに強力に対応して行くには、日本全体での統一された考え方が必要と思われる。これを実現するための要因としてエネルギー受け入れ体制、代替エネルギーの導入、エネルギー使用の効率化、情報収集と解析、技術開発等が考えられるが、実際にはこのように単純なものではなく非常に複雑な問題を抱えている。早急に各分野の専門家の英知を集める組織を作り、具体的な検討に入る時期に来ていると思われる。

(いらい りゅうたろう 日揮(株)技術業務本部技術営業第一部)

# 「メタノール・メタコール研究会」 海外調査に参加して

——アジア・オセアニア・南ア班——

菅 野 一 郎

## 1. はじめに

石油価格の高騰と石油の供給制約が顕在化するにつれ、石油代替エネルギーの有力な1つとしての燃料用メタノールに各方面で関心が高まっている。

このような状況の中で、当研究所と㈲日本エネルギー経済研究所とは共同で「メタノール・メタコール研究会」を組織し、主に発電用燃料としての利用に着目し、昭和55年度より研究を進めている。この研究会活動の一環として、燃料メタノールの利用可能性を明らかにするため、アメリカ班、ヨーロッパ・カナダ班、アジア・オセアニア・南アフリカ班の3班に分かれ海外調査を行った。筆者はこのうちアジア・オセアニア・南アフリカ班に参加し、オーストラリア、南アフリカ共和国、オーストラリア、南アフリカ共和国の4カ国を訪問する機会を得たので、以下にその概要を述べてみたい。

## 2. 訪問先および日程

アジア・オセアニア・南ア班は、①メタノール原料として現在考えられている天然ガ

ス、褐炭等の利用政策、②燃料メタノールに関する研究動向、③燃料メタノールの競合するモータールガソリンやフィッシュエタノール法による合成燃料油の開発動向、等を主要調査項目としており、表1に示すように4カ国13機関を訪問することができた。

調査国は新燃料油開発技術研究組合専務理事の小田五郎氏を団長とし総勢5名であった。(表2参照)

## 3. 各国の概要

### 3.1 インドネシア

#### 1) 天然ガス利用政策

インドネシアはわが国最大のLNG導入元であり、確認埋蔵量は約7,000億 $m^3$ といわれ主なガス田は北スマトラのアルンと東カリマンタンのパダックである。

最近、特に洋上でガス田が多数発見されており、同国の天然ガスに寄せる期待は非常に大きい。現在生産量は年間約250億 $m^3$ であり、大規模ガス田のガスはLNG化して輸出する政策がとられている。また、LNGプラント周辺の随伴ガスや中小ガス田のガスもプラントへ集中してLNGとする方針で、LN

表-1 訪問先および日程

| 月 日   | 国, 都市名                 | 訪 問 機 関 名                               | 調 査 内 容                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2月1日  | <インドネシア><br>ジャカルタ      | 鉱山エネルギー省<br>石油ガス局(MIGAS)<br>研究技術省(BPPT) | <ul style="list-style-type: none"> <li>天然ガスの利用政策</li> <li>メタノール生産計画</li> <li>BPPTにおける燃料メタノールに関する研究</li> <li>中小ガス田の利用</li> <li>エタノールプロジェクト</li> <li>LNGプラントの見学</li> <li>製油所見学</li> </ul>                                                                                     |
| 2月3日  | ボンタン                   | バタックLNG                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2月4日  | バリクパバン                 | プルタミナ<br>バリクパバン製油所                      |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2月5日  | ジャカルタ                  | 研究技術省(BPPT)                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>2月1日の補足</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                   |
| 2月8日  | <ニュージーランド><br>ウェリントン   | エネルギー省                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>天然ガス利用政策</li> <li>モービルガソリンプロジェクト</li> <li>自動車用燃料メタノールについての研究</li> <li>マウイ・メタノールプロジェクト</li> <li>ニュージーランドにおけるガス田の開発と今後の見通し</li> <li>ニュージーランドにおけるモービルガソリン導入の経緯</li> <li>マウイガス田の開発</li> <li>モービルガソリンプロジェクト</li> <li>モービル法プロセス</li> </ul> |
|       | 〃                      | ペトロコープ                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2月9日  | ウェリントン                 | 液体燃料信託局<br>(LFTB)                       |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|       | 〃                      | モービルオイル社                                |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2月10日 | <オーストラリア><br>キャンベラ     | 国家開発エネルギー省                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>合成燃料油の輸出の可能性について</li> <li>メタノール原料としての褐炭の評価</li> <li>燃料メタノールの研究状況</li> <li>褐炭利用プロジェクト</li> <li>褐炭の性状および賦存量</li> <li>褐炭の脱水技術</li> <li>炭田、発電所、ブリケット工場の見学</li> </ul>                                                                     |
| 2月11日 | メルボルン                  | ヴィクトリア州褐炭委員会                            |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2月12日 | ラトロープバレー<br><南アフリカ共和国> | SEC褐炭田                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2月16日 | モデルフォンテン               | AECI                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>石炭を原料としたメタノールの生産</li> <li>石炭ガス化技術</li> <li>自動車用燃料メタノール</li> <li>工場見学</li> <li>石炭ガス化技術</li> <li>SASOL II, III</li> <li>見学</li> </ul>                                                                                                  |
| 2月17日 | セクンダ                   | サソール                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                             |

表-2 団 員 名 簿

| 氏 名                 | 所 属          |
|---------------------|--------------|
| 団長 小 田 五 郎          | 新燃料油開発技術研究組合 |
| 川 添 能 夫             | 三菱瓦斯化学       |
| 木 村 徹 <sup>*)</sup> | 日本エネルギー経済研究所 |
| 崎 原 和 博             | 〃            |
| 菅 野 一 郎             | エネルギー総合工学研究所 |

(注) <sup>\*)</sup> ニュージーランド、オーストラリアのみ参加。

Gに適さないガス田のガスは、可能な限り国内消費に振向けたいと考えられている。

天然ガスを原料としてメタノールを製造する計画については、化学用メタノールとしてブニュー島プロジェクトがあるのみで、その他には燃料用も含めて具体的なプロジェクトはないのが現状である。

## 2) ブニュー島プロジェクト

同国の国営石油会社であるブルタミナは、第3次5ヶ年計画の一環として、ボルネオ島東カリマンタン北部のブニュー島でメタノール製造を計画している。

1981年12月にルルギ社とプラント建設の契約が締結され、建設期間36カ月、試運転期間2カ月で、1985年2月引き渡しの予定とされている。合成法は低圧ルルギ法、能力は1,000 t/d であり、製品はケミカルグレード・メタノールで主として輸出向けである。原料としては現在焼棄されているブニュー島油田の随伴ガスが主体（6割）で、残りは新規にガス井を掘削する計画である。

## 3) バダック LNG プラント（写真1）

1972年 Haffco グループにより東カリマンタンのバダックでガス田が発見された。その



写真1 バダック LNG プラント  
プラントサイトの全景、中央にタンク(9,500m<sup>3</sup>/基×4基)が見える。

埋蔵量は1980億m<sup>3</sup>といわれている。バダック I プロジェクトは、1974年に着工され、1977年から生産開始されている。また、1980年からプラントの拡張工事が開始され、1983年から生産を行う予定となっており、これがバダック II プロジェクトである。プラントの計画値は表3に示すとおりであり、バダック II プロジェクトの拡張工事が完了すれば、設備能力は倍増することとなる。

なお、プラント容量は1系列 265 MM SCFD であるのに対して現在この 140 % で運用されている。

表-3 プラント計画値

| BASIC DESIGN<br>CONDITIONS                                              | Badak I<br>Project   | Expanded<br>Plant.<br>(Badak I<br>+<br>Badak II) |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------|
| Gas charged to Plant<br>265 MM SCFD<br>per train                        | 530(MM)<br>SCFD      | 1,060(MM)<br>SCFD                                |
| LNG production<br>10,600 cubic meters<br>per train per operating<br>day | 21,200m <sup>3</sup> | 42,400m <sup>3</sup>                             |
| Tanker loading rate                                                     | 46,000GPM            | 46,000GPM                                        |
| Sea Water Cooling<br>inlet temperature                                  | 85°F                 | 85°F                                             |
| Outlet temperature                                                      | 111°F                | 111°F                                            |

## 3.2 ニュージーランド

### 1) 燃料メタノールの研究開発

ニュージーランドの一次エネルギー供給量は同国のエネルギー計画'81によれば、1981年で500PJ(ペタジュール)であり、原油に換算すると約1,300万klである。これは我が国の現在の年間エネルギー消費量の約3%に相当するが、同国の人口が約300万人であることを考えれば、1人あたりのエネルギー消費量ではほぼ同レベルにあると言える。内訳は、水力・地熱が46%、石炭10%、天然ガス・LPG 8%、コンデンセート4%で、国産エネ

ルギーの合計は68%で、残りの32%が輸入原油及び輸入石油製品となっている。

この輸入石油依存度を低下させることが同国のエネルギー計画の基本となっている。このため国産エネルギー資源の開発、特にマウイを中心とした天然ガスの開発に力を入れている。

同国における液体燃料は現在ほとんどが石油系であるが、今後天然ガスからのCNG、LPGやモービル法ガソリンの導入がなされることになっている。

メタノールについては、M-10、15あるいは、M-85、100についても研究開発が行われているが、M-10、15が、モービル法ガソリンの補助用として限られた地域で利用される程度であろうと考えられている。モービル法ガソリンの採用の際にM-15についても検討されたが、メタノールの配給コストおよび車の改造コストが高いという理由から当面実施されないことになった。

## 2) モービル法ガソリンプロジェクト

モービル法ガソリンは合成ゼオライト触媒(ZSM-5)にメタノールを通過させて製造されるものである。同国では、世界ではじめてのモービル法ガソリンプロジェクトが進行しており、今春着工し、1985年に完成予定となっている。なお、この原料として、マウイの天然ガスを用いることとなっている。

メタノール・プラントの規模は2,200t/d(2基)、ガソリン生産量57万t/年であり、これによって1980年代後半には同国の自動車ガソリンの3/4がまかなわれることになるといわれている。なお、このガソリンはファンガレイにある同国唯一の製油所から生産されるガソリンと混合して販売されることになっている。

## 3) マウイ・メタノールプロジェクト

マウイのガスを原料としたプラント規模、1,200t/dのケミカルメタノールプロジェクトであり、Petrocorpe 51%、Albarta Gas Chemical Limited 49%出資によるPetrargas Chemical NZ Limitedが事業主体である。

プラントサイトはNorth TaranakiのWaitanaであり、1981年末着工(土木、基礎工事開始、工場設備発注済)、1983年半ばに完成予定である。

メタノール生産量は1,200t/dの予定であるが、CO<sub>2</sub>がもっと入手できれば、増量も可能である。プラント操業についてはAlbartaのICI法プラント経験から特に問題はなく、年間稼動時間は2年に1回の定修を行うので、2年間平均して8,000Hr/年と考えている。従って、年産約40万トンとなるが、うち内需が5%、残りの95%が輸出向けとなっている。

内需向けメタノールの用途は、ほとんどがホルムアルデヒド、尿素樹脂であり約5,000tをジェット機のスタート用に考えている。また、自動車用燃料としては当面考えていないが、将来可能性があらう。メタノールの輸出先は現在調査中であるが、日本も重要な対



写真2 調査団の一行

ウェリントン郊外  
ビクトリア山展望台にて

象の一つとなっている。

### 3.3 オーストラリア

#### 1) M-15計画

オーストラリア政府はメタノールのガソリン混合(M-15)について研究開発を行っており、それは次の5つの部分に分れている。

- (1) Market and production
- (2) Blending and distribution
- (3) Use in gasoline powered engines
- (4) Administrative and policy consideration
- (5) Overview

これらの研究のうち、(1)が最近、完成した。Davy McKee Pacific Pty Ltd. によって行われたこの研究によると、褐炭はメタノールの原料としては、最終的には選ばれていない。この研究では、M-15を実行するためのメタノールの製造地点として、クイーンズランドニュー・サウス・ウェールズ、ビクトリアの3州が選ばれているが、原料は前2者が瀝青炭、後者が天然ガスである。メタノールの生産量は180万トン/年で製造コストは瀝青炭の場合が、18~19セント/リッター、天然ガスの場合が16セント/リッターであるのに対して、褐炭の場合は、20セント/リッターと計算されている。(1990年時点、1980年価格)

また、M-15計画を実現するためには、配給コストの問題があると指摘されており、オーストラリア全土にM-15を供給するためには、2億ドルの改造コストがかかるだろうと推定されている。

#### 2) メタノール原料としての褐炭の評価

ヴィクトリア州のメルボルン東部150 kmに位置するラトローブバレーには膨大な量の褐

炭が賦存しており、現在は、主として火力発電燃料やブリケット製造に利用されている。

褐炭の生産コストは低いが、メタノールなどの原料とする場合には、脱水などにコストがかかる。前述のメタノール生産コストはそのようなコストを含んだものである。(連邦政府)

褐炭をガス化する場合には、脱水しなければならない。脱水の技術については、いろいろ研究・開発を行っているが、必ずしも成功していない。日本褐炭液化(株)や三井グループの研究開発の成果が期待されている。褐炭の生産コストは5~15ドル/トンと想定されるが、その価格は、生産者と買手との間の交渉によって、「純然たる商業上の検討」によって決められるだろう。(ビクトリア州褐炭委員会)

以上のようにメタノール原料としての褐炭の評価については、必ずしも有利ではないとの印象であった。

#### 3) VBCC(Victorian Brown Coal Council)

ヴィクトリア州にはエネルギー関連で3つの主要な公共団体があり、VBCCはその一つである。他の2つはSEC(State Electricity



写真3 ラトローブバレー褐炭田

(自然発火防止のために散水を行っている。)

Commission of Victoria; 電力委員会) とガス燃料公社 (Gas and Fuel Corporation) である。

V B C C は同州に豊富に存する褐炭の新しい利用法を検討する機関である。新利用法の研究開発は、脱水・液化等広範囲にわたっているが、そのうち主要なプロジェクトは以下の4つである。

① 日本褐炭液化：このプロジェクトが今のところ最も進んでいる。乾炭ベースで50t/dのパイロットプラントをラトローブバレーモエールに建設する予定であり、今年3月着工、1983年に第1ステージが完成し、SRCが製造できるようになる。また、1984年には液化工程も完成し、液化ができるようになる。その後5年程度各種データを取り、フィージブルであるとの結論が出れば、次のステップとして5,000t/dの実証プラント建設が計画されることになる。

② 三井SRC：三井SRCと現地企業のCSRははコンソーシアムを組んでいる。目的はSRCの製造で、技術は三井のものを使うことになっており、現在フィージビリティ・スタディ中である。

③ ラインブラウン：イムハウゼンが行った西独とオーストラリアとの共同調査をうけて新たに褐炭に関する詳細な調査が近々はじまる。

④ IOP/ARCO：ジュリオンデールの褐炭の利用について調査を行っている。

### 3.4 南アフリカ共和国

#### 1) A E C I

南アフリカは原油を産しないので、国策として代替液体燃料には力を入れている。国産

資源からの代替液体燃料には政府から\$ 5 / Bbl の補助金が出される。燃料メタノールについても、次の2つの提案が政府になされている。政府の委員会が提案を検討中であるがまだ結論は出していない。

① Anglo-Transvaal, Caltex, Middle Witwatersrand, Anglo-alpha のコンソーシアム

2,500t/日, \$ 7.73億, 1985年以降

② AECL, Amcoal, Shell, Sentrachem のコンソーシアム

2,500t/日, \$ 5.35億, 1985年以降

筆者らはこのうちA E C I を訪問することが出来た。A E C I は南アフリカ最大の化学会社であり、現在石炭からメタノール（化学用）を製造しているたぶん世界唯一の企業である。

プロセスフローは図1に示したとおりで、2,000t/dの石炭より1,000t/dのアンモニアと50t/dの化学用メタノールを製造している。ガス化炉は、2頭式コッパーズ・トチェック炉（6基）であり、メタノール合成はICI低圧法を採用している。

A E C I は自動車燃料としてのメタノールについて強い関心を持っており、独自に実車



写真4 メタノール車 (M-100)  
補助タンクからのガソリンで始動し、その後メタノールに切替える

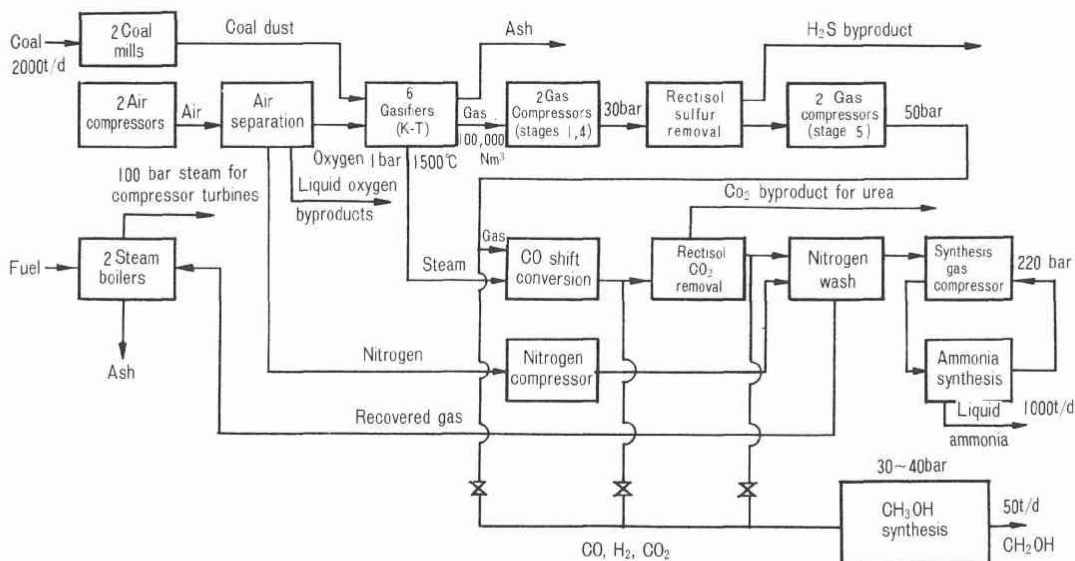


図-1 AEC Iにおけるアンモニア、メタノールプロセス

テストを実施している。車種は乗用車とトラックで、燃料は、M-15, M-100 (ニートメタノール), M-100D (ディーゼル燃料用でニートメタノールにディーゼルノック防止剤を添加したもの) の3種類である。同乗時の印象ではドライヴァビリティは必ずしも良くないように思えた。

## 2) SASOL

南アフリカ共和国は人種差別政策をとっているため、O A P E C 諸国から石油を輸入できない事情にあったので、豊富な石炭資源から水素と一酸化炭素を製造し、Fischer-Tropsch法 (F-T法) により燃料油を合成する Sasol I を Sasolburg に1955年に建設した。O P E C の原油価格大巾値上げを契機に、技術的・経済的検討を行った結果、1974年12月 Sasol II の建設を決定し、1980年に完成した。イラン革命でイランからの輸入が不可能となり、1979年2月に Sasol III の建設を決定した。石炭の間接液化を企業化している唯一の国である。

Sasol という名称は当初の企業名 South



写真5 Sasol III

巨大なクーリングタワーが印象的である。

African Synthetic Oil Limited の頭文字から取ったものである。

Sasol II, III は首都ヨハネスブルグ東部のトランスバル州セクンダにあり、プラントサイトの面積はII, III合わせて12km²という広大なものである。

Sasol II, III のプロセスフロー図を図2に示す。

Sasol のガス炉はルル炉である。Sasol II と III には直径4 m の Mark IV を採用している。既に直径5 m の Mark V もあったが、Sasol II,

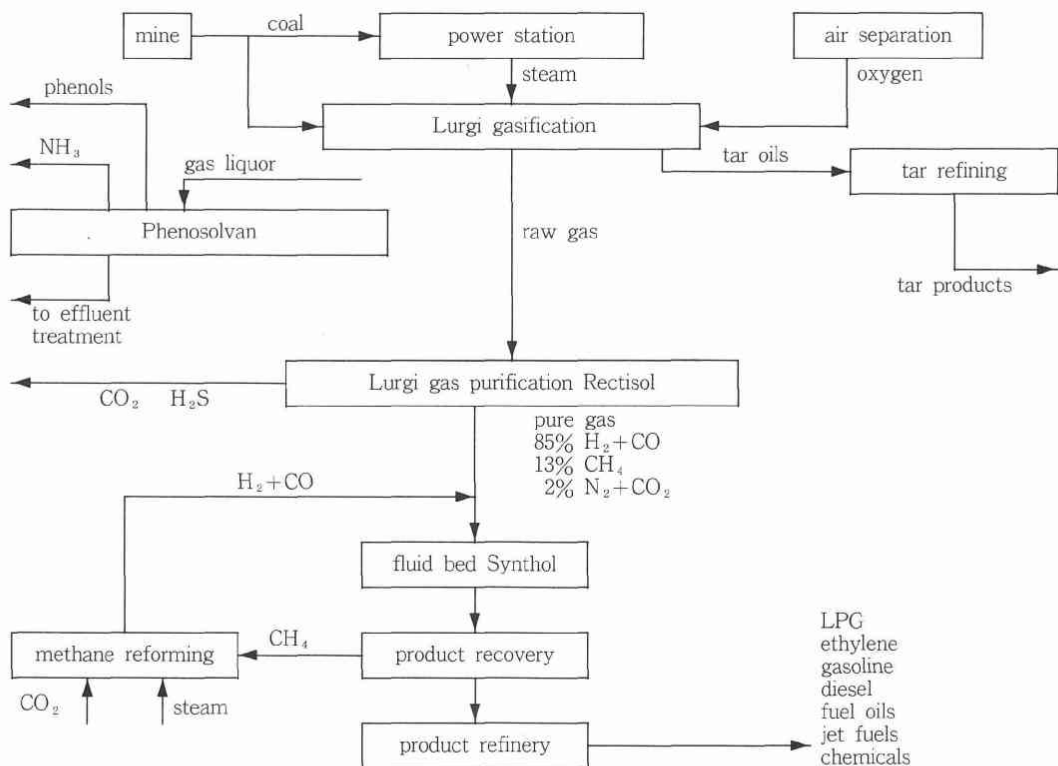


図-2 Sasol Synthol Process (Sasol II, III)

IIIの決定を行なった時点では、Vは実証済みの炉ではなかったので、実証済みの Mark IVを採用したとのことである。

ルルギ炉は微粉炭が使用出来ないという難点があり、Sasol は1981年6月に海外に人を派遣し、9種類のガス化炉の評価を行なった。微粉炭が使用出来ることに開発がすすんでおり、開発リスクが比較的小さいこと等から、Westinghouse 炉を選択し、今先方と交渉をしているとのことであった。

Sasol は3種類のカソリンを製造している。プレミアム、レギュラー、アルコール混合カソリンである。アルコール混合カソリンには、最高10%までのアルコール類が混和されており、各SSのカソールマークの計量機で販売されている。南アフリカには各メジャーマ

ークのSSがあるが、法律に依り、各SSともサソールマークの計量機を1基は設置することが義務付けられている。どのブランドのカソリンも価格は同じで、どのカソリンを購入するかは、需要家の自由となっている。

#### 4. おわりに

今回の海外調査は、真冬の日本から真夏の南半球へ飛び、気候の急変に対する体調の適応が心配されたが、無事3週間の日程を消化し、帰国することができた。

石油価格の高騰は石油を持たない国々に大きなインパクトを与え、合成燃料油開発の引き金になっている。今回訪問することができた国々は、いずれも独自の立場でエネルギー

問題に取り組んでいる。国家プロジェクトとしてモービル法ガソリンの開発を推進しているニュージーランド、フィッシャー・トロプシュ法による合成燃料油を約30年近くにわたり製造してきている南アフリカ共和国、また膨大な天然ガスを保有しているインドネシア、石炭を保有するオーストラリアといずれの国も印象的であった。また燃料メタノールについては、各国とも主として自動車用燃料として興味を示しており、それぞれの立場で研究

開発を進めている。

燃料メタノールの開発をとりまく情勢は、最近の石油価格の鎮静化とともに一時のフィーバー的なムードは消え、必ずしも明るいものとは言えない。しかし、エネルギーセキュリティの確保の観点からも、息の長い努力が要請されており、こういった意味からもこれらの国々とのコンタクトを継続していくことが必要であろう。（かんの いちろう 主任研究員）

## 研究所のうごき

(昭和57年4月1日～6月30日)

### ◇ 理事会開催

#### 第12回理事会

日 時：5月25日(火) 12:00～13:30

場 所：経団連会館 9階

議 題：

- (1) 昭和56年度事業報告及び収支決算書(案)について
- (2) その他

### ◇ 企画委員会開催

#### 第20回企画委員会

日 時：4月23日(金) 14:00～16:00

場 所：当研究所第2会議室

議 題：

- (1) ナウル共和国における海洋温度差発電について
- (2) 石川県地域エネルギー開発利用調査結果について
- (3) 鹿児島県ローカルエネルギー開発利用事業化調査結果について
- (4) 昭和57年度事業計画及び収支予算

#### 第21回企画委員会

日 時：6月11日(金) 14:00～16:00

場 所：当研究所第2会議室

議 題：

- (1) 原子力技術開発に関する国際協力について
- (2) 2000年におけるエネルギー需給アンケート調査結果について

### ◇ 組織改正

6月1日付で、つぎのように組織改正が行われた。

- (1) 事務局・課を廃止し、総務部及び経理部とする。
- (2) 業務部を新設し、プロジェクト試験研究部の業務の一部を移管する。

### ◇ 主なできごと

4月1日(木) 「原子力プラント運転の信頼性に関する研究会」開催(第22回)

6日(火) 「核熱の産業利用実用化方策の検討」

第4回委員会開催

20日(火) 「メタノール環境安全性検討」委員会開催

23日(金) 第20回企画委員会開催

28日(水) 「核熱の産業利用実用化方策の検討」第5回委員会開催

5月7日(金) 「中小型軽水炉構想設計・経済性検討」第4回委員会開催

12日(水) 「石油製品需給不均衡解消に関するフィージビリティ調査」第1回ナフサ委員会開催

18日(火) 「核熱の産業利用実用化方策の検討」第6回委員会開催

19日(水) 「廃炉設備確証試験検討」第2回委員会開催

25日(火) 第12回理事会開催

26日(水) 「原子力プラント運転の信頼性に関する研究会」開催(第23回)

「石油製品需給不均衡解消に関するフィージビリティ調査」第2回ナフサ委員会開催

同上第1回アスファルト委員会開催

27日(木) 「昭和56年度代替燃料自動車排ガス等影響調査」の検討会開催

28日(金) 「メタノール環境安全性検討」委員会開催

6月3日(木) 「中小型軽水炉構想設計・経済性検討」第5回委員会開催

11日(金) 第21回企画委員会

15日(火) 「石油製品需給不均衡解消に関するフィージビリティ調査」第2回アスファルト委員会開催

6月18日(金) 「石油製品需給不均衡解消に関するフィージビリティ調査」第3回ナフサ委員会開催

23日(水) 夏期研修

25日(金)

### ◇ 人事異動

○ 4月1日付発令

(採用) 片山優久雄 主管研究員に任命、プロジェクト試験研究部配属

(採用) 田辺 義雄 主任研究員に任命, プロ  
ジェクト試験研究部配属

主任研究員 高倉 毅 主管研究員に任命

主任研究員 松井 一秋 主管研究員に任命

副 主 任 森田 友次 主任研究員に任命  
研 究 員

○ 4月20日付発令

主任研究員 西沢 靖雄 退職(出向解除)

○ 4月21日付発令

(採用) 三井 英彦 副主席研究員に任命, プ  
ロジェクト試験研究部配  
属

○ 6月1日付発令

常務理事 柴田 誠一 総務部並びに経理部業務  
の担当を委嘱

総 務 課 長 山口 魏 総務部長に任命  
(部長待遇)

経 理 課 長 阿部 進 経理部長に任命  
(部長待遇)

プロジェクト

ト試験研究 高橋 和雄 業務部長に任命  
部課長

(業務担当)

プロジェクト

ト試験研究 飯沼 孝正 企画部長兼務任命  
部長

(採用) 山崎弥三郎 非常勤嘱託

○ 6月30日付発令

副 主 任 黄 明彰 退職  
研 究 員

副主席研究 大森 栄一 退職(停年)  
員調査部長

#### ◇ その他

外国出張

- (1) 松井一秋主管研究員と長谷川正悟主任研究員と  
は、「メタノールの供給可能性に関する調査」の  
ため、6月20日～7月4日の間、米国へ出張し  
た。

季報エネルギー総合工学 第5巻第2号

---

昭和57年7月20日発行

編集発行

財団法人 エネルギー総合工学研究所

〒105 東京都港区虎ノ門3-8-21

第33 森ビル

電話 (03) 4 3 1 - 8 8 2 2

---

無断転載を禁じます。(印刷)和光堂印刷株式会社