エネルギー・フロンティア計画

原子力発電所の多目的利用による地域振興を目指して

(資源エネルギー庁) 薦 田 康 久

通産省資源エネルギー庁では、昭和57年度から5ヵ年計画で、原子力発電所(軽水炉)の多目的利用による、発電所と地域社会が一体となった新しいタイプの地域振興を目指した「エネルギー・フロンティア計画」を推進している。本稿は、この計画の概要を解説するとともに、57年度の調査結果をベースに多目的利用の可能性についての若干のコメントを付加したものである。

I. 本計画の目的

わが国のエネルギー需要の約80%は熱の形で利用されており、その使用温度は第1図のように3つの山がある。原子炉は、これまでほぼ電気の発生のために利用されてきているが、これらの熱需要に対して直接熱の形でエネルギーを供給できれば、原子炉の用途はさらに拡大するとともに、わが国のエネルギー源の多様化にも大きな役割を果たすことができる。

このような観点から、世界的にも研究が進められているのが、熱需要の第2の山(〜1,000°C)に対応し得る高温ガス炉であり、わが国でも日本原子力研究所を中心として、実験炉の建設に向けて検討、実験が実施されている。ただ、こと軽水炉における電気と熱の併給については、この原子炉がすでに最も広く普及しているにもかかわらず、一部の特別な国々で地域暖房などに使用されている例があるだけで、わが国でも実用化はおろか検討すらほとんどなされていないのが実態である。

軽水炉は、熱需要の第1の山、すなわち300°C以下の低温領域の需要に対し、熱水あるいは蒸気という形で熱エネルギーを供給することが技術的には可能であることから、この熱を有効に利用できれば、現在わが国で建設中の原子力発電所は、地域の熱供給センターとしても周辺の農水畜産業、地場産業、エネルギー多消費産業等の諸産業の振興、さらには各家庭への給湯等による住民の福祉の向上に大いに寄与し得るものと考えられる。

エネルギー・フロンティア計画は、このような在来型原子力発電所の多目的利用による新しいタイプの地域振興を目指したフィージビリティスタディ計画である(第2図)。

II. 計画の概要

1. 検討対象の原子力発電所

本調査では、対象発電所として新設のPWRまたはBWRが複数設置されるケースを想定している。これは、既設発電所の多目的利用化に当たっては、発電所の改造等多くの技術的、経済的問題が予想されるため、これらの要因を除外した新設ケースをまず検討しようとするものである。また、モデル原子力発電所のユニット数については、エネルギー供給の安定性等の観点から複数ユニット設置のケースを採り上げている。

なお、後述するように、発電所の立地地域の地域特性も多目的利用実現化の大きな要因になるため、これらの特性については、既設、新設の各立地地域の特性を統合した数種類のモデルを作り、これをベースとした検討を実施することとしている。

2. 具体的調査事項

(1) 調査にあたってのポイント

これまで、わが国で軽水炉の多目的利用について全く検討がなされなかったわけではないが、これらの検討は熱エネルギーコストの面に集中していたきらいが感じられる。確かに、多目的利用を実用化するためには、熱エネルギーを重油・ガス等の既存エネルギーと競合し得るコストで安定的に供給できることが必要不可欠なことはいまでもない。しかしながら、工場、企業が実際に他の地に進出していく際のキーポイントは単にエネルギーコストの面だけではなく、むしろ消費地との距離、質的量的な労働力の確保の問題、インフラストラクチャーの整備状況、地元地方自治体のビヘイビアまでも考慮に入れ、総合的な投資効率分析が重要な位置

Energy Frontier Project in Japan, Yasuhisa KOMODA.

(1984年 1月18日 受理)

第 1 図 部門別熱エネルギー消費量(温度スペクトル)
(原産:原子炉熱利用懇談会報告書,(1981.10.))

を占めている。

一般的に、わが国の原子力発電所の立地地域は、産業の発展のために必要な諸条件に十分恵まれているとは必ずしもいい難いことから、本計画の実現にあたっては、これらの条件を詳細に把握、モデル化し、エネルギー需要家サイドに立った投資分析的な検討がキーポイントとなる。

また、技術的には原子力発電所から熱供給するにあたり最も重要なポイントは安全性を確保することであり、特に放射性物質の漏洩は確実に防止しなければならない。すなわち、原子力発電所は運転に伴いごく微量ではあるが、放射性物質を数地外に放出している。この量は、われわれの健康に何ら影響を及ぼすものではないが、多目的利用においては、原子力発電所で発生した熱が各需要家まで導かれ、各需要家が直接にこれを利用することになるため、たとえ微量といえどもこれに放射性物質が混入されることは、需要家の大きな反発を招く恐れがある。このため、放射性物質の間

題は発電所の場合よりもさらに厳しく、確実に需要家まで漏洩しないよう措置されることが重要である。

(2) 具体的調査事項

このようなポイントを踏まえ、本調査においては、具体的に次のような3つの側面からの調査およびこれを補完する実証試験を行い、多目的利用の実現化に向けてのビジョンを示すこととしている。なお、全体スケジュールは第3図に示すとおりである。

(1) 調査事項

- ① 多目的利用のための原子力発電所の概念設計、発電所からエネルギー需要家までの蒸気、熱水等の伝達配管等の概念設計、これらの運営形態などのエネルギー供給サイドの構想設計
- ② 原子力発電所の多目的利用計画に参加が考えられる各分野・業種別の投資効率(必要な資本費、多目的型原子力発電所から得られる種々のエネルギーコスト、その他地域特性を総合的に分析)、およびそれらの参加可能性を踏まえた需要家サイドの

第2図 原子力発電所の多目的利用概念図

構想設計

- ③ 地域コミュニティとの連携を図るために必要な諸事項(多目的利用に至るスケジュール、法制面の整備、地域の将来像等)

(2) 実証試験

- ① 発電所・需要家間に設置される多目的利用型ヒートパイプ熱交換器の放射能バリア機能・熱効率および発電所から得られる低温熱を利用した地場産業(農水畜産物・林産物の殺菌、乾燥、醗酵等の加工)や、農業での企業化可能性を把握しうる模擬ユーティリティでの総合実証試験の実施

3. 調査方法等

本計画の調査期間は昭和57～61年度の5ヵ年であり、予算は毎年約4,900万円を予定している(59年度から開始される予定の実証試験に要する費用は未定である)。

また調査を進めるにあたっては、資源エネルギー庁から(財)エネルギー総合工学研究所に委託するとともに、

同研究所内に調査委員会(学識経験者、電力会社、エネルギー多消費産業等の需要家サイドの代表者で構成。委員長は秋山 守東京大学工学部教授)、および原子力発電所に関連を有する都道府県の代表者で構成される地域コミュニティ懇話会を設置し、本計画の実施計画を策定するとともに各分野の意見が実際の検討に反映されるよう措置している。

Ⅲ. 多目的利用の実現化の可能性

本計画は昭和57年度に開始されたばかりである。したがって現時点において、原子力発電の多目的利用の可能性について論ずることは難しいが、今後の検討の方向を明確化するため、57年度の調査結果の概要について述べる。

1. 諸外国における原子力の多目的利用計画

原子力の多目的利用計画には第1表にみられるように、各国のエネルギー事情、自然条件、社会的条件などによってさまざまな形があり、大別すると地域冷暖房

第3図 エネルギー・フロンティア計画のスケジュール

を中心とするものと、工業利用を中心とするものとに分けられる。

現在進行中の地域冷暖房計画では、スウェーデンのセキュアー計画、フランスのテルモス計画、ソ連のAST-500にみられるような熱利用専用の中小型炉の開発により都市接近を図る方向と、スイスのレフューナ計画のように、対象地域を比較的狭い範囲に限定し、地方自治体主導型で在来型軽水炉の利用を目指す方向とがある。しかし、いずれもわが国とは条件が著しく異なり(これらの地域は寒冷地に属し、わが国よりも年間を通じて多量かつ安定した暖房熱需要がある。また地域集中暖房システムがすでに存在しており、原子力発電の多目的利用のために新たに伝達配管等を布設する必要がない)、今後の検討の直接的な参考となり難い。むしろ、これらの国々以外での実施計画がないことは、これらの条件の整備されていないわが国では、多目的利用による地域暖房の実施が相当の経験的困難性を有していると考えられる。

一方、工場用蒸気供給計画をみると、西独のシュターゲ発電所、米国のミッドランド計画のように、発電所と近隣熱需要家が1対1で対応する形がみられる。いずれの場合も、原子炉と需要家との距離を限定して配管コストの低減化を目指しており、わが国の場合もこれらの事例を参考に今後の検討を実施していくことが重要である。

2. 簡易モデルにおける試算結果

次に、簡易モデルを使用したエネルギーコストおよび安全性に関する試算結果からみた多目的利用の実現可能性の展望である。57年度は、既設の発電所周辺に現存する一般家庭や地場産業などの熱需要を3つのタイプにモデル化し、これに対して新設の原子力発電所から熱を供給した際のエネルギーコストや安全性を試算している。

この結果、エネルギーコストは、いずれのケースも1,000 kcal あたり50円から70円と、既存のエネルギーである灯油、プロパン等と比較してかなり割高になり、その実現は難しいとの報告がなされている(1,000 kcal あたり灯油は約15円、プロパンは約30円)。これは、①各熱需要家が小さくかつ広く分布していることから、各需要家あたりの配管建設費負担が大きく(建設費における地域内配管費の占める比率は約70%)、また熱損失も大きくなること(配管熱損失は30～50%)、②各熱需要家の1日あるいは季節間の熱需要の変化が大きく、結果的に設備利用率が悪くなること(10～20%程度)に起因すると推定されている。したがって、報告にあたっては、このような需要ばかりではなく、ある程度の熱需要規模を有し、かつ年間を通じて安定した熱利用が期待される大規模農業利用、地場産業やエネルギー多消費産業等での利用を図ることができれば、

第1表 各国の原子力多目的利用計画

国名・名称	利用目的	原子炉	出力	対 象	運 転
スウェーデン					
オグスタ計画	地域暖房	PHWR	1万 kWe	ファルスタ団地(人口3万人)	1964~74年停止
フォースマルク-3	地域暖房	BWR	105万 kWe	ストックホルム市と周辺地域	1985年予定→中止決定
セキューア計画	地域暖房	LWR 熱専用 中小炉	20万 kWe	人口5~10万人の都市	1980年国民投票の結果 をうけ具体化してい ない
英 国					
コールドハーホール 発電所	工場用蒸気供給	GCR	108万 kWe	ウィンズケール工場	1964年~
西ドイツ					
バスフ計画	工場用蒸気供給	PWR	230万 kWe	BASF 社の化学工場	1969年計画開始 1976年中止
シュターデ発電所	工場用蒸気供給	PWR	66万 kWe	製塩会社の塩溶解工場へ	1984年~予定
ス イ ス					
グスゲン発電所	工場用蒸気供給	PWR	92万 kWe	製材工場へ	1979年~
レフューナ計画	地域暖房	PWR	35万 kWe	周辺8都市(7km以内) 約15,000人を対象	1983年建設開始
トランスワール計画	地域暖房	—	—	15都市(バーデン・チュ ーリッヒ市)	未 定
ブレナール計画	地域暖房	—	—	—	未 定
フランス					
テルモス計画	地域暖房	LWR 温水供給 専用炉	10~20万 kWt	グルノーブル市(中止) →パリ近郊サクレ市	未 定
キャス炉	多目的	PWR 熱専用 中小炉	25~42万 kWt	—	未 定
米 国					
ミッドランド計画	工場用蒸気供給	PWR	245.2万 kWt	ダウケミカル社の化学工場	1983年運開予定
ソ 連					
AST-500	地域暖房	LWR 熱供給 専用炉	50万 kWt	ゴーリキ市・ボロネジ市 人口35万人	1983年建設中
オデッサ市	地域暖房	PWR	200万 kWe	オデッサ市	1983年建設中
シェフチェンコ市	海水淡水化	LMFBR	100万 kWe	シェフチェンコ市 周辺工場へ	1973年~
ビリビノ発電所	地域暖房	小型 PWR	1.2万 kWe	ビリビノ町	1974年~

熱コストは相当程度低下し、多目的利用の実現可能性も認められることを併せて報告している。

一方、安全性については、①発電所と需要家との間に中間ループを設ける、②発電所側(1次ループ)の圧力を中間ループ(2次ループ)の圧力より低くする、③放射線モニタを多重に設置して、放射性物質が検知された場合には直ちに熱供給を停止し得るようにすることによって、熱需要家までの放射性物質の漏洩は確実に防止し得ると報告されており、この問題は多目的利用の実現化にあたっては重大なネックとはならないとの見通しを得ている。

Ⅳ. 今後の展開

以上、エネルギー・フロンティア計画の概要および57年度の検討結果をベースに原子力の多目的利用の可

能性について説明してきたが、これによって明らかのように、その実現までには幾多の要検討事項、問題点があるものの、原子力の多目的利用による地域振興は必ずしも不可能ではないものと推察される。ただし、最近伝えられるところによれば、本格的な工場での熱利用の試金石とも考えられていた米国のミッドランド計画が、発電所の建設スケジュール等のわずかな変更に伴い中止されたことは、われわれに多目的利用の実現化の難しさを改めて示すと同時に、検討に際して大きな問題提起を行なったものと考えられる。

国としても、今後は各国で進められている多目的利用計画についてさらに詳細な調査を実施するとともに、関係者のコンセンサスを得つつ、全体計画に従い、十分な検討および実証試験を実施し、本計画が一步でも実現化に向けて前進するよう努力していきたい。