

エネルギーと原子力 その5

高 橋 實

〔要 旨〕

将来の技術戦略は複合化する色合を濃くしており、石油を武器として食糧を得たり、食糧を武器として金属材料資源を得たり——するようになる。現在の基幹産業も将来はトータル・システムの中の一部になるとすると、1つの基幹産業はそれ個有のワクの中だけで技術戦略を組み立てることができなくなる。例えば原子力発電の核燃料が、食糧と交換になるという場合を仮定すると、食糧を持つことが燃料調達の手段になるわけである。では、電力会社が食糧を先づ入手するべきなのであるか？ このような、自分の分野だけでは解決できない問題がますます多くなり、将来の技術戦略は複合システムのモザイクのようになっていられる。第X章では此のような複合を組み立てるよりも遙か前段の所で、まだ残っている中期（ここでは1986～1995年の期間をさす）の産業複合を開発するための、2～3の実行手段を考察する。例として挙げてあるのは、長期的には食糧複合、短期的には軽水炉関係で2つの、業種間協同の研究開発組合による開発例である。

X 新しい「各論」—但し長期—の台頭

X-1: 今後の“総論”は複合仕立てになる

X-2: 具体計画で苦闘する電力会社

X-2-1: 1985年以降運開分に対する原子力
発電の目途確立せず(土地と燃料)

X-2-2: 発電原価の偏重

X-2-3: 原子力発電推進には、技術開発投
融資を

X-2-4: 建設単価は高くなる

X-2-5: ウラン濃縮プラントの建設

X-3: 日本列島における原子力立地

X-3-1: 地震帯での新技術

X-3-2: 食糧用地との複合

X-3-3: 電源セットと分散立地

X-3-4: 高速増殖炉系は超集合立地

X-4: 他産業と協同の研究開発組合

X-4-1: 軽水炉関係の協同研究開発組合

X-4-2: 立地と耐震と安全性システムの再
開発

X-4-3: 低濃縮重水炉方式の開発

X. 新しい“各論—但し長期”の提案

X-1: 今後の“総論”は複合仕立てになる

本章と、次号のⅡ章およびⅢ章（結論のような章）とで、長い此の一連の総合論文の決着をつける心組みであるが、此の第X章は、そういう総合的な結論へ行く前の、比較的近い時点での問題を考える。すなわち、此の論文で扱い、

考えて来た時点は、その1に述べた所を始めとして、その3（第8章のこと。化石燃料の王朝的出現について述べたもの）などにも見られるように、長期または超長期の方に重点があったわけであるが、超長期の方を調べるに従って、色々な問題が複合的に組合わさって来ることが判って来て、そのことは第Ⅱ章で詳しく述べるが、一例をのべると、食糧を生産するシステム

のような、いわば従来は個々別々の独立していた産業が、直接に原子力発電と結びついて来るような事が、判って来た。そういう技術は、これを現在の常識から見ると、大き過ぎたり、とても企業間・業種間の提携は出来そうにないように思われたり、その他色々のことが考えられて、一口に言えば、“理想論であって、現実の進行経過は、そのように理想的には行かないであろう”という結論に落ち着きがちである。このように理想と現実とは、益々離れてゆくように思われる。理想の方は益々大きくなるのである。と言うのは、人口、生産水準なども増大・高揚してゆく（その理想論の中で高揚する）が、現実の投資行為の対象になるべき新しい技術の開発が遅れたり、新しい産業への投資が出来なくなると、両者の開きは拡大するばかりである。第Ⅸ章（前号）では電源セットの生産をするシステムを考えたのであるが、現実的には此の産業システムを開発することさえも、かなりの難事業と見られる。と言うのは、電力会社でも或はメーカーでも、“各論”を担当する組織や機関には、“それどころではない”と言う現実問題が迫っている。後述する1986年～1995年代の発電所建設計画を、いったい、どのようなシステムで組立てればよいのか、目途が立たないままにタイム・リミットが近づきつつある（註：—1986年運開のものは、あと2～3年で計画を決めなければならないが、土地や環境問題のほかに、燃料調達を確定するという問題がある）。

私の考えでは、此のようにいろいろな問題に渋滞が起ってくるのは、全体が“複合”の仕組みになってきているからである、と思われる。数個の必須条件の複合で出来ているものに、1つ欠け落ちがあると、残りの全部が無効になる、或は、そういう欠落があるために、現在存

在しているものが生かされていない。

沢山 問題があるにしても、全部の条件がみな未解決である訳ではなくて、或る場合には、“たった1つ、此处で或る種の条件を整えば、全体が生きてくる”と言う場合もあるわけである。これは平面幾何学で学んだ“補助線”を発見するのに似ていて、何か1つ新しいものを付け加えて、全体を生かす、という考え方でもある（前号：オフ・ショア原子力発電のシステムを例にとると、砕波堤をつくる技術が此の補助線のような立場にある）。

以下に述べるのは、上述の補助線のような技術を、どこに発見したらよいのか？ そのために色々な現実問題の在り方を検討してみると共に、補助線の2～3例を考え、同時に、その補助線的な技術を、異業種間の協同による研究開発組合のような組織で開発すればよいではないか、という考え方を提案したものである。

なお、このはしがきの項で、もう1つ第Ⅷ章を先取りするような形で1つの考え方をのべておこう。それは“食糧複合”（註：第Ⅺ章で述べる。未来の食糧トータル・システムの考え方。簡単に言うと、水を電解して水素をつくり、水素バクテリアから粗蛋白飼料を生産し、食肉用の家畜の飼料とする）が可能だとすると、農耕地に余裕が出来る——と言う考え方である。この考え方を前提にして、現在の水田の1部が原子力立地に転用できる時も来るのではないかと考えた場合のことが、此の章の後の方でも触れてある。これについて、あらかじめ誤解のないように願っておくと、その真意は、“長期的に見てそのような余裕が出来る”ということで、余裕があるから水田を転用し得ると言っているのではあるが、本当に余裕を生むには食糧複合が開発されなければならない。そうだとすると食糧複合を誰が開発してくれる

のか(註:土地を欲しい電力会社は食糧複合を開発する主体ではない)という事になり、話が実行論に移ってくると再び、“言うべくして行われ難い”という感覚になるであろう。実際には農業の分野で(水素バクテリアからでなしに、食糧輸入政策などから)水田に余裕が出てくる傾向があるようにうかがわれる。そのように中期程度の見通しの中でも水田が浮いて来る気配はあるが、矢張り長期的に頼ることの出来るのは食糧複合のような、長期食糧政策につながるものであろう。そうして、この食糧複合は第Ⅶ章でも国際的に重要な問題になってくるという見方を述べる積りであるので、そのような高次元的な立場から(食糧複合を)開発して貰いたい、と言いだいのである。現在すぐに電力会社と農業関係者との間だけで話がつく問題だとは考えていないので、そのことを誤解のないように願っておく次第である。

X-2: 具体計画で苦斗する電力会社

X-2-1: 1985年以降運開分に対する原子力発電の目途確立せず(土地と燃料)

此の状況に対する答(対策)は、とにかく多少は強引にでも、“ウラン濃縮組合”のようなものを造ってでも、2乃至3年以内にウラン濃縮の新規工場の建設に、着手することである。これを実行すれば、本項の問題の半分(燃料問題)は解消するが、そうでなければ1985年以降の運開分に対しては、明確な方途が立たない。それは、発電所計画の1つ1つにハリツケルべき燃料が無くなってきているからである。

オイル・ショック以後、日本の電気事業の主たる発電手段は原子力発電に移行するよりほかにないと思われ、多くの人々もその総論には賛成で、異論は殆んど無くなりつつあるようで

あるが、そうかと言って無条件にそれが可能かという、むしろ非常に難かしい局面にきている(註:石油戦略は、元来、原子力がすぐには救援に立ち上り得ないということを、充分に見越した上で仕掛けられた気味がある。従って、石油問題の対策として、原子力が役に立ち難いのは、むしろ当然なのでもある)。

1985年以前に運開する分は、土地および燃料ともに、その目途は、ほぼ確立している。土地は既に獲得されている。ただ、建設開始につき地元民とのコンセンサスが難渋していたのであるが、ここへ来て政府にも事態の容易でないという認識が起り、各種の施策を行う機運が熟して来ている。こういう動きは徐々にではあっても、逐次成功してゆくと期待されている。こうなれば1985年以前運開の分に対しては、先づ先づ目途が立ったと見てよい。

1985年以前の分を(上述のように)解決したのと同じやり方で1986年以降1995年運開の分にまで、ナダレ込んで行けるのかということ、それができないと言うのが、本項の問題である。1985年以前の分を解決したやり方は一口に言えば環境問題と地元民との合意、周辺整備などにあった。1986年以降1995年の分にも、勿論上記の諸方策は継続されるわけであるが、肝じんの燃料のハリ付け(換言すれば割り当てと言ってもよい)が、ここへ来て、微妙なことになった。燃料問題は別項X-2-2に一括して述べる。

土地問題も(1986~1995年分について)燃料問題と同様に大きくペンディングで残っている。筆者の調べでは、臨海または水際立地並びに掘り込み立地(海岸を掘り込んで、掘り込み港湾と同じ要領で使う)などにより、土地問題は可なり容易に解けて来ると思われる。但し、これには“食糧複合”を発達させて、農耕地の

利用方式を変えて行くことができる、という考え方が、からんでいる。沖合立地（オフ・ランド方式）は、ケーソン型の防波堤を開発することによって、波を防ぐ浮上繫留型の立地方式が比較的早く実現されるであろう。このようなわけで、1986～1995年分の土地問題は、そんなに悲観的ではない。また此の楽観論を現実のものにするには、後章に述べる大型海洋構造物の量産基地を、業種間の協同組合方式等で開発することが条件である。無為に座して待つだけで土地問題が解決する、というのではない。開発行為は当然、行わねばならない（後章Ⅱ-2参照）。

Ⅱ-2-2：発電原価の偏重

オイル・ショック後、すぐに現れた原子力発電の重点移行論では、重点はそのコストにあったようである。オイルの入手可能性よりも、そのコストの方が問題となり、火力発電が kWh 当たり 8 円を超える程になったので、原子力の方が安い、と言われた。

原子力発電（軽水炉）の建設単価は、1974年以前運開のもので約 10 万円/kW で出来ているが、今後は、1984年まで、平均して 15 万円/kW になるものと予想されており、これは電力会社の建設現場スタッフの感覚である。現場感覚の中には、資材・人件費等の現実的な値上りの動向や、整地・クッサクのやり方、港湾・荷揚げ設備等のつくり方、適地、入手の仕方などが織り込まれているわけであるが、中でも此の平均建設単価を大きく動かすのは同一立地点内での増設が可能になるか、否かの問題である。これが非常に効果大きい。上述のように 15 万円/kW 程度に納まり得るというのには、この増設の成功が前提となっていると思われる。新しい地点で 1 基～2 基を造るなら、1984

年時点で 20 万円/kW 以上にもなると思われる。

増設が認可されるか否かは、周知のように安全性解析の結果による。従って、システムとして軽水炉の安全設計を強化することは、増設というプロセス乃至は集群設置のプロセスを通じて、平均建設単価の安定を、もたらす。従って、安全性強化は、経済性改善に大きく役立つと言える。

ただし、上述の安全性強化の利点は、いわゆる 1 号機とか 2 号機とかの建設に対しては、見込み得ない。初期には逆にコスト増となって現れるわけである。従って電力会社の中には、安全性強化即コスト増となる会社もあり、むしろ大半がそうである。

15 万円/kW を（1985 年以前の分について）平均建設単価とすると、70% の負荷率で計算したときの発電原価は、資本費が約 3.5 円/kWh で、これに燃料費や保守の諸経費として 2.5 円/kWh を加えると 6 円/kWh になる。つまり、火力の 8 円/kWh よりは安いわけである。ここに眼をつけられて“将来の電気事業は原子力で——”と、ハッパを掛けられた気配がある。つまりコストが原因なのであるが、もしそうだとすると技術因子や資源因子に手が打たれないままで（コストだけで）政策が進められるようになるので、これは恐らく、かなり困った事になる。早い話がコストは一応安いとは言っても、その値段で出来る量（キロワット数）も時期も限られている。既述した燃料問題も潜んでいるから、安い安いとは言っても現実にそれで建設され得る発電所は、1985 年以降には、恐らくカネやタイコで探し廻っても、見つからないであろう。掛け声はあっても現物は出来てこない。

X-2-3：原子力発電推進には、技術開発 投融資を

安いから、との理由で原子力を推進するのではなく、資源問題に対して民族的に有利になるのだから、と言う観点から推進して貰わねばならない。建設目標キロワット数だけを、いぢくってみても仕方がないので、建設可能に至らしめるような技術への開発投融資を考えて貰いたい。1号機及び2号機に対して、或る比率での長期低金利融資を考えるのも有効である。経験上、同一地点で4号機まで建設できれば辛うじて“一息つける”状況になり、それ以上更に5号機から6号機までが同一地点で建設され得ると、その時点で初期の（1号機、2号機時代の）先行投資が完全に酬いられ、将来の物価上昇を吸収できる（コスト安定化）という結果になる。これは火力発電所でも経験済みで、原子力発電においても恐らく同じ集群設置効果が出るであろうことは、早くから予想されていたところである。原子力の場合には特に初期投資が多いから、集群設置効果の比重も大きい筈である。

ケーソン型防波堤をつかつての沖合立地も有望で、増設も容易であり集群設置で将来のコスト逓減を見込むことも可能であるから、前述の1号機、2号機分に対しての特別の融資と同じ精神で、ケーソン型防波堤の実証的な試用（註：コストを、実際にやってみることにより、知り、確かめる）に対し、開発融資を考えてみるべきである。

X-2-4：建設単価は高くなる

技術開発投融資を（前述のように）行なうのは、建設単価を現在よりも下げるというためではなく、将来（1986～1995年分として）の立地方式を可能にするためである。それ故、“原子

力が安いから原子力を選ぶ”というコスト主義の開発理念だけで進むと、ここで行き詰まる。安いから、という理由で原子力を推進して貰っては困る理由が、ここに在る（註：コストが高くなると、“高いから止めよ”と言われる）。

技術開発投融資を行って、十分な集群設置効果を発揮した上でのコストは、此の論文の前号（その4）所載のフローティング型原子力発電所の建設費に見られる如く、ほぼ17万5,000円/kWという見当である。これは切りの良い所で15万円/kWと20万円/kWの中間という意味である。

17万5,000円/kWは15万円/kWよりも高い。つまり、原価は高くなってゆくのである。では、集群設置の効果は無いではないかと言われるであろうが、このようなシステムを採用しなければ、もっと高く20万円/kWの線に移ってゆくのである。

現在でも大体、荒っぽい感覚では100万キロワット級の原子力発電所1つ建てるのに、かれこれ2,000億円かかる、とされている。これは1号機の話だと諒解すべきで、先行投資が含まれており、それに100万キロワット級と言うのは実質は110万キロワット以上の出力をもっているから、単純に2,000億円を100万キロワットで割って、20万円/kWに現在（1975年）でもなっている——と考えるのは即断である。しかし、それにしても現在すでに此のような見積りになっているのであるから、1986年以降運開の分に就いての同様な初期資金調達感覚では、優に25万円/kWの線を超えるような気がする。なお、蛇足であるが、水力発電の建設単価も高くなってゆくのではないか。水力発電では燃料費が要らないから、建設費は原子力よりも高い30万円/kWのレベルで採算を合わ

せるようになるのではなからうか（1986年以降に対して）。

電力の開発には、極めて多くの資金が要るようになって来た〔火力と比較して〕。また電力1キロワットの価値を、高く評価しなければならぬ時代になってきた。この2つの点を心にとめておきたい。

X-2-5：ウラン濃縮プラントの建設

前項に述べた1985年より以降の原子力発電の目途が立たない原因となっている2つの問題（土地と燃料）のうち燃料の方につき、さらに具体的に言えば、低濃縮ウランの割当取得の見込が確定しがたいということである。このため、1986年以降に運転開始する原子力発電所については、燃料が確定しないので、従って建設計画も確定しがたい——という状況にある。

上記の困難は、幸か不幸か、オイル・ショック以後の総需要抑制政策のために、感じとしては2～3年遠のいた気味であるが、この余裕の期間を手をこまぬいて過すわけには行かない。恐らく2～3年は、すぐに経過してしまう。

ウラン濃縮プラントの新しい建設計画は、米国でも色々の考え方があって、決定しがたいようであるが、此の際は日米両国とも、現有濃縮能力を超える建設計画の10年分というように割当目標を限定して、それに見合う新しい濃縮工場の建設計画に大至急（2～3年以内に）着手する——という方向で進むべきではないか？

たとえば、日本で1985年運開の分までは燃料割当てが決まっているなら、1986年から1995年までの10年間に運開する分にハリツケるべき濃縮能力を、至急に造りだす、という意味である。10年分というのは、その間に運転開始するキロワット数を指す。米国についても同様の考え方をして貰うのである。

濃縮プラント建設計画の背景には、各種の代替手段があり、10年近く検討され続けて来た。広い意味の代替手段として、プルトニウム再循環使用の問題もあるのである。また新しい炉型を検討することも、濃縮燃料の実需要の算定のために必要であった。また更に原子炉理論にさかのぼると、重水製造プラントでもってウラン濃縮プラントに代替するという考え方もあるのである。

上述の各種の手段も考え合わせて、産業的な供給手段として信頼できるものを早く決定すべきである。プルトニウムの再循環使用は、その燃料成型加工技術の方が、まだ確立しがたい。重水は多くの面で濃縮ウランと等価に評価できる技術であるから、軽水炉建設の場合にも重水を使うことを考慮する価値がある（註：後述の低濃縮重水型軽水炉の項を参照のこと）。

いづれにしても、1つ1つの原子力発電所の夫々に、プラント・ライフである30年分の燃料をハリツケる（割当てする）という考え方が実際に行われて来ているのであるから、そのハリツケの目途を決めることが、建設計画の検討をスタートさせる条件になって来ている。かなり先のことであるが、実はそれを2～3年後に決めるべく努力しなければならない（註：燃料供給計画は、濃縮プラントの敷地が確立し、建設資金の一部が払い込まれた段階で、ほぼ確実なものになると見てよいであろう）。結局、燃料と原子力発電所とを一貫した、業種間協同組合方式による生産態勢に、早く移ってゆくことである。

X-3：日本列島における原子力立地

以下にのべる4つの項目を、特に注目しておきたい。

X-3-1：地震帯での新技術

日本が、主要先進国中でも地震の多い国であ

ることは周知のところであるが、この条件は向う何十年も何百年も変らぬから、今後日本民族が原子力でやってゆくつもりなら、地震のことに就いては根本的に考えておくべきである。幸いなことに、その技術対策は“浮揚繫留型”を採用（開発）すれば、殆んど解決してしうのであるから、この方式またはその応用方式で進むよう考え方を決めるべきである。“浮揚繫留型”とは要するに水に浮んで居る方式であって地面に接地していないから、地震の影響を受けることは少い。重大な衝撃や、破壊力あるいはセン断力（配管系を断ち切るような力）は働くチャンスがない。地盤沈下からコンクリートやパイプに歪力が掛ることもないのであるから、水に浮ぶという方式は、特に日本にとっては非常に貴重な技術であると評価して、その開発に力を注ぐべきである。

浮揚繫留方式の原理は、“掘り込み港湾型”でも実現できる筈である。

また、水田（稲作水田）も、原則的には浮揚繫留型の立地に転用できる。海岸に近い水田なら、元来水田は平坦になっているのであるから、堤防で囲んで水に浮かせる型のプラントに利用できる。水田自身の必要面積に就いては、将来の食糧システムの在り方によっては、余裕が出てくる筈である。

X-3-2：食糧用地との複合

以上に示した2例（海岸の軟弱地盤えの掘り込み型と、水田の転用）は、環境問題または安全問題、地域住民のコンセンサス等が得られれば可能になる。また、水田の転用とは言っても、それは農民から土地を奪うという意味には必ずしも直結しない。別にのべるような、原子力発電を（水素バクテリア法の如きものを通じて）食糧生産のための専用発電所とする方式を

採用するならば、そして食糧生産システムの資本を農民が所有する（土地を売った代金で、食糧システムに投資する）ならば、土地に替わる生産手段は依然として農民のものになるのである。

以上に示した2例は、また、周知の“沖合立地”の場合の浮揚繫留型とは違った問題を解決するにも役立つ。と言うのは、沖合立地で此の浮揚繫留型を実行しようとする場合には、それは運輸省が管轄している海面での施設になるので、その海面で浮いているものは「船」であるということに、多分、なると思うのであるが、とにかく、そういう問題があるので、法律面でもかなりの改訂作業が必要になる。掘り込み型または水田の転換利用ならば、こういう問題なしに、やってゆけるわけである。防波堤をつくる必要もない。そこで、防波堤をつくる費用（それは100万キロワット当りに約300億円相当のものである）を、周辺整備の資金に振り向け、或は、坪単価の高い土地を買うことも出来る（註：300億円で、10,000円/m²の土地を300万m²買える）。売買でなく、農民所有のまま新しい食糧生産システムの資本に組み入れるような、協同組合的方式も、開発されて然るべきである。なお、次章 XI-2 “資本の分散が可能”（次号）という標題の項を参照されたい。

X-3-3：電源セットと分散立地

前項の2例は海岸線より内側であって、水上に浮んではいるが、陸地での立地であった。その利点として防波堤が不要になることを述べたが、同時に、その費用と略々同額の、100万キロワット当り約300億円と見積もられる資金が、土地購入代金になるかまたはそれに相当する変形資本になることを述べた。

100万キロワット当り約300億円という費用

は、上述のような内陸方式の時に、オフ・ランド方式の時に、ほぼ同額が必要なのである。コストの面では内陸での浮揚繫留型でも、オフ・ランドでの浮揚繫留型でも、大体同じになると見てよいわけである。

どちらも略々同額であるとするれば、どちらがよいか（内陸か、オフ・ランドか）という論も起るであろうが、次の如く考えてゆく。

食糧複合等の周辺産業と一貫システムになった原子力発電所は、内陸での浮揚繫留型にする（恐らく、産業間協同組合所有で、電力会社も組合員として参加する形になるものと仮定して）。

一般重化学工業用電力・輸送用電力・都市向け電力等のための原子力発電所は、オフ・ランド方式とし、消費地になるべく近く置いて送電ロスを防ぎ、また排熱の利用も出来るようにする。

と言うような、2本立ての技術戦略にするのが、よいであろう。後者は、電力の消費地が全国に散らばっているのであるから、その消費地（または重化学工業基地）の位置に応じて、任意の場所に置けるよう、電源セット方式を開発すればよい。これは前号（その4）に、その実施方法を説明した。また、防波堤には、ケーソン方式を採用するのがよいであろう。これはケーソンの量産基地さえ建設または開発すれば、かなり早く、容易に出来ることである。

X-3-4：高速増殖炉系は超集合立地

高速炉は1986～1995年の期間内運開のグループには到底入って来れないので、此の場で述べる問題ではないのであるが、日本列島における原子力立地というマクロな題目を扱ったついでに、極く簡単に述べておこう。まず、高速中性子増殖炉系は、その複雑な燃料サイクルを、

完全に一貫したクローズド・システムの中で行うことになる——という考え方から、これを電源セットなどに組み立てて分散配置するというイメージには、どうしてもならない。評論の余裕がないので、結論だけを述べると、高速炉系は燃料再処理だけでなく燃料成型加工工場をも組みこんだ超集合立地方式になるように思われる。具体的には8基（1基を100万キロワットと仮定して）を1ヶ所に、その8基分の再処理工場と、8基分の成型加工工場とを、同一基地内にハリツケて集合させて置き、全体を1つのブラック・ボックスのような生産出荷システムにする。このシステムから外え出るものは、電力及び完全に分離・管理されたプルトニウム（これは、増殖された分）だけである。再処理前の使用済燃料とか、成型加工後の燃料アセンブリーなどは、此の基地の境界を出たり入ったりは、しないのである。一切を、システム内（基地内）で処理するわけである。

このような超集合システムを（日本列島内で）置き得る場所としては、さし当って北海道の東北部海岸地帯が考えられる。

また、このような立地方式では、立地点を消費地の近くえ出向させることは不可能であるので、電力を消費する産業とコンビを組み、その産業の方から、出向いてもらうことになるであろう。でなければ、大都市等への遠距離送電を考えることになる。

超集合基地が、運開日程の中で出現可能なようになるのは、2006年～2015年の期間ではなからうか？ それよりも一つ前の期間（1996年～2005年）内に出現を期待するのは、全システムの実証過程を終了しうる年月から考えて、どうも無理のようである。

X-4：他産業と協同の研究開発組合

X-4-1：軽水炉関係の協同研究開発組合

将来の発電システムが、いろいろな産業との間の“複合仕立”てになってくる——と言う予想から、電力会社としても、従来とは異った産業領域をも取り入れた上での、産業間協同研究開発組合をつくるのがよいと思われる。これは後述Ⅱ章の“新しい実証をめざす大型協同研究開発組合”え行く前の「各論」の段階での研究を含んだ開発組合である。更にⅡ章には国際協同開発組合も考えてあるが、後になるほど大型となり、1つの民族だけの手に負えないようなものになってゆく。「各論」の段階でなら、3業種か4業種くらいの複合で解決できそうなものもある（註：電力会社とメーカーというように2業種間で解決できるものは、ここでは採り上げない。3業種以上としておく）。

このような研究開発組合を、電力会社の方が発起して他産業に申し入れる場合もあるであろうが、目下の所は他産業の方が発起して電力会社に申し入れをし、電力会社は申し入れを受けて立つ——組合に加入する——方が、スムーズにゆくように見える。他産業の未来技術に対して電力会社は詳しいわけではないから、将来技術のシステム設計原案はむしろ他産業にまかせるべきである。組合の中心には、無形のノウハウよりも、有形のもの例えば大型海洋構造物の量産基地と言った、眼に見える財産的なものを、据えておくのがよい。

従来の考え方なら、上述の量産基地の如きは当然、メーカー側の数業種が組合をつくればよい——と思われるのであるが、メーカー側には、

“どうしてもオーナー（owner）が一枚噛んでいて貰わないと、絶対にうまくゆかない”

という意見が多い。そうであるとするなら、電力会社としてもこういう組合に参加して、新技術システムの獲得（開発）に協力するのがよいであろう。考え方としては既に、ウラン濃縮工場にも投資をしよう——と言うような、一貫生産的な考え方もあるのであるから、企業論理としてそれほど目新しい方法でもないであろう。要はシステム設計が、しっかりしたものが在ればよいのである。そういうシステム設計の研究から、先づ入ってゆけばよいのではないか。

ここにのべるのは、主としてメーカー側にやって貰いたい「各論」の段階での、協同開発のサンプルである。2つの例に就いてのべる。勿論、電力会社も研究に参加するものである。

X-4-2：立地と耐震と安全性システムの再開発

これはBWR（沸騰水型軽水炉）やPWR（加圧水型軽水炉）を、浮揚繫留型にするに当って、新しい型のバージ（はしけ）の設計を開発しようとするものである。浮揚繫留型は原則として地震に対しては安全なのであるから、その利点を生かすと同時に、新しい安全システムの設計と、その全解析とを行う。現在のバージ・システムのままでは、PWRは搭載できるが、BWRは重くて搭載し難い——と言われている。そこでバージ・システムの方にも、もう一段と工夫を加えてBもPも搭載できるようにし、更に安全性の上での利点を積極的に見出すようとするものである。なお、安全性が向上すれば、同時に集群設置の道も開けるので、それによって総合経済性も向上する筈である。こういう目的に沿うようなバージ・システムを開発すればよいのである。

X-4-3：低濃縮重水型軽水炉方式の開発

これは基本的には軽水炉なのであるが、その軽水に約 20% の重水を入れる——という方式である。

純粋の重水を 20% 入れる——と考えるよりもよいし、20% まで低濃縮した重水（これを低濃縮重水と仮称しておく）でもよいわけである。このようにすると、燃料が燃える時の時々刻々の転換率（これを、燃料が燃え終わった時の総合的な転換率と区別して 1 次転換率と仮称する）が少し良くなり、それが長期燃焼に対しては累積的な効果を出すので、総合転換率が改善されて、1 次燃料すなわち低濃縮ウランの節約になる。ここへ来ての原子力発電情勢としては、低濃縮ウランの供給ヒツ迫感が強いので上述の方法で 1 割でも低濃縮ウランが浮いて出れば、大変な効果である。どこまで（果して 1 割も）節約できるか否かはかなり複雑な問題で、実験してみなければ正確な見積もりは出ないが、相当の予算を掛けても実験してみる価値がある。重水は消耗しないのだし、炉の構造を変える必要もない。既存の軽水炉に、後から重水を入れればよい——という利点もある。ただ、燃料の制御プログラムだけを開発すればよい（これはソフト・ウェアの開発である）。

現在の軽水炉は、初期装荷燃料の持つ超過反応度が大きく、それを抑えるためのシム・ロッド（粗制御棒）の中性子吸収がヤタラに増大されていて、それが 1 次転換率を悪くするので、それだけまた濃縮度（低濃縮ウランの）を上げる——すると、また転換率が少し悪くなる——という経路を、たどっている。

初期の軽水炉では炉心の総容積も小さかった（10 万キロワットとか 20 万キロワット級の原型炉でもって、軽水炉の燃料サイクルは開発さ

れた）。その段階では、重水を混ぜると、軽水は当然減って、中性子の減速が不十分になる、という不利があった。現在では軽水炉も 100 万キロワット級が標準サイズになって来ていて、炉心容積も大きいのであるから、多少の重水を入れても減速不十分になる恐れは少い。従って此の段階で、もう一度、重水を混ぜることを再検討すべきである。

重水の費用は、1 リットルを仮りに 10 万円としても、10 トン使っても 10 億円に過ぎず、100 トン使っても 100 億円見当のものである。総建設費（100 万キロワット）1,500 億円～2,000 億円に比べて、十分に採算のとれそうな数値である。

此の研究の開発費は、しかし、ソフト・ウェアの開発だけという見掛けの割には大きそうである。それは実規模炉心を使っての実験になる（そうでなければ、正確な中性子スペクトルも出来ないし、実際の燃焼経過もよく判らない。とくにプルトニウムが炉内で生成されてからの燃焼経過が確定できない）。そこで実規模の炉心と言えは要するに 100 万キロワット級の実際の発電所と言うことになるから、それを研究開発組合で借りて、発電量が実験期間中減少した分を、金額または現物 (kWh) で補償する、という方法をとることになる。その費用は、5 年間で 300 億円乃至 600 億円くらいのもと思われる。面倒な実験計画のようではあるが、カネと頭脳と kWh とを融通すれば出来る。実験計画が確立できればよい。ただ、現物の kWh を補償するのが、多少むづかしい問題になる。ここがカネで解決できるなら、有難いわけである。

また、此の方式は、もし完成されれば、既建設の軽水炉発電所にも適用できるであろうか

ら、燃料の長年に亙っての節約量は大きい筈である。ただ、既建設の発電所のコントロール・パネル（制御室）を、どの程度の改造で済ますことが出来るか。そこはかなりの疑問である。とすれば、既建設のものにまでは欲を出さないので、1986年以降運開の分に適用するように考えてみたらよいであろう。

以上の2例は軽水炉開発協同組合案の検討材料として示したものであるが、次章で「総論」的な問題に移行する前に一言、「各論」のために弁じておく。周知のように国は「総論」の方に全力を注いでいるが、その反面には「各論」はママ子扱いされているような意識を持つものなのである。「総論」は立派なものであるが、長期的に考えてあるので、短期のエネルギー需給には間に合わないのは勿論であるが、実を言うと中期の生産計画にも間に合わないのである（ここでは、中期は1986～1995を指すと見

て貰いたい。大規模な技術にとっては、例えば1985年運開は一見中期のように見えるが、実は現在の問題でこれは短期に入る）。そうすると、中期を埋める技術は実際には軽水炉である。してみると、本当はエネルギー対策で騒いでほしいのは、中期の軽水炉技術である。現実の政策や与論は、しかし、軽水炉の欠点をあげつらうばかりである。こうなってくる理由は、長期を論ずる時には必然的に短期の欠陥を論ずることになるからである。“現状のままでは、長期的には駄目だ”と言うわけであるが、現状を支えているのは其の駄目な方のものなのである。この駄目な方を捨てて、すぐに代りがあるのであろうか？ この辺が、どうしても「総論」では埋め切れない。そこで軽水炉開発の協同組合を造って、そこえ国の研究開発費を投入して貰うよう、要請しよう、という趣旨である。

（未完）

（たかはし みのる・高橋研究室）