

2

日本学術会議原子力特別委員会委員長よりの「原子力
開発利用基本計画の策定」についてのアンケートに対
する回答

原子力特別委員会委員 橋口隆吉

原子炉燃料および原子炉用金属材料の長期研究計画に
ついて

原子力開発利用基本計画に関する意見の提出を求められたので、
特に私の専門とする冶金学および固体物理学の立場から、原子炉燃
料および原子炉用金属材料の長期研究計画に関する意見を述べたい。

あらゆる工業において、材料の優劣が機械や装置の寿命を制する
程重要であることはよく知られた事実であるにも拘らず、従来の諸
工業においては、材料の研究が常に軽んぜられて来た。これが我が
国工業の後進性の一大原因である。しかし原子力工業においては、
材料に関する認識の少い我が国においても、可成りの重点が材料に
対して置かれようとしているように見受けられる。しかし我々はこ
れを手放しで楽観することはできない。その理由としては、次のよ
うな点を挙げる事ができる。

(1) 欧米諸国における原子力開発の研究において、冶金学および固
体物理学が極めて重要な位置を占めていることが、我が国にもよ
く紹介されているから、一応材料の重要性が認められつつあるの
であるが、現在の我が国におけるこれらの認識は極めて非専門的
であり、極めて皮相的であり、また極めて不安定である。その結
果、素人談議によって重要事項が決定される心配があり、長期研
究計画が誤った方向に導かれる恐れがある。

(2) 材料は外国から輸入するから、国内での研究を重要視する必要

c111-003-002

(2)

はないという議論が一部にある。原子力の開発という問題は、時間的要素が重要であるから、初期において材料を外国から輸入することには、私自身も大いに賛成である。しかしそのために少しでも国内における研究を軽視することになるならば、これは田々しい問題である。

- ⑤) 基礎的研究が軽視される傾向がある。時間的要素が重要であるということが強調されるあまり、このような傾向が一部に現われて来るのであるが、基礎研究なくして応用研究があり得ないことは原子力工業において特に強調されなければならない点である。

材料研究の重要性

原子力工業を一つのピラミッドにたとえてみるならば、材料の研究はピラミッドの底面の基礎工事であるとも云えよう。ピラミッドの頂上に一個の石を載せるためには、広大な底面の工事をしなければならぬ。

材料というものの一般的重要性の他に、原子炉材料(燃料も材料である)の場合には、その特殊性にもとづく重要性がある。他工業においては劣悪な材料は機械や装置の性能の低下を結果するが、原子力工業においてはその影響は数等著しく、場合によっては原子炉の運転不能におちいることすらある。これは燃料の極めて特殊な材料学的挙動、材料の純度に対する高度の要求、材料と放射線との相互作用、その他極めて特殊な条件が材料に課せられるということにもとづくのである。従って材料の重要性は、従来の諸工業に較べて、格段に大きいといわなければならない。材料の研究なくして原子力工業はあり得ないということが出来る。

材料研究の計画策定の困難性

前記の如く材料研究の重要性が明瞭であるにも拘らず、研究計画

(3)

殊にその長期計画の策定は必ずしも容易でない。その理由は極めて簡単である。将来日本においてどのような材料が使われるようになるかの推定が困難であるからである。

原子炉の型式によつて、使用する材料が著しく異ってくる。この材料は悉ての型の原子炉に必ず使用するというような材料は一つもない。例えばウランを燃料とする原子炉においても、材料としてのウラン燃料の型式は極めて多種多岐である。金属ウラン、ウラン合金(これは数10種類の可能性がある)、ウラン化合物と各種金属粉末との粉末冶金合金成型体(これも数10種類の可能性がある)、液体金属燃料(数10種類)、水溶液燃料等々全部で100種類以上の可能性を検討する必要がある。燃料以外の材料においては、その可能な種類は更に多数にのぼる。

しかしこのような事態が、研究計画の策定を困難にするのは、我が国が原子力開発の後進国であるがためであつて、並發的な表現ではあるが、この困難を克服して始めて原子力の開発利用の研究を軌道にのせることができるのである。

長期研究計画策定の根本方針

前記のような困難を克服して、我が国の研究を軌道にのせるためには、次のような根本方針から出発する必要がある。

- ①) 基礎的研究を軽視することなく、基礎から応用までを同等に重視しなければならない。

過渡期においてはとにかく舞台の表に現われる成果のみが注目され、舞台裏の基礎的研究が軽視されるか、またはまゝ子役にされ勝ちである。これは肥料を与えないで花を咲かせようとするようなものであるといえよう。しかし物性論的または原子論的な基礎研究なくしては、先進諸外国における今日の原子炉材料の開発はあり得なかつたということをよく認識する必要がある。しかし

(4)

基礎研究のみを偏重せよというのではない。基礎から応用までの各段階を同等に重視しなければならないことを強調したいのである。

(2) 潜在的可能性のある材料の研究を軽視してはならない。

これは最も重要な問題の一つである。前節に述べた計画策定の困難性の克服は、潜在的可能性のある材料の研究を強かに進めること以外にあり得ない。欧米諸国の材料研究は悉くこのようにして発展して来たものがあることはいうまでもない。原子炉とその材料との関係は相互的であって、原子炉設計の側から材料の研究に対して要求が来ると共に、材料の新しい進展が原子炉の新しい設計を刺激し発展させるものである。

潜在的可能性のある材料とは、具体的に何であるかということを知ることは最も困難な仕事の一つである。それは時と共に変化発展するからである。これはオーストリアにおいて研究に従事する研究者が注意する以外に方法はないであろう。

上に述べた二つの根本方針は長期計画に対するものであるが、短期の計画に対してもある程度は適用しなければ研究は成り立たない。また長期計画による研究は短期計画の研究が終ってから発展するというようなものではないから、今直ちに長期計画による研究も開始しなければならない。

具体的な長期研究計画案

前節に述べた根本方針にもとづき、また現段階における我々の専門的知識にもとづいて、金属材料（燃料を含む）の長期研究計画の具体案を提示してみたい。

原子炉用金属材料研究の重要問題をいくつかの観点から見てみると次のようになると思われる。

(I) 燃料。

(II) 放射線損傷

(5)

(III) 腐食および潤滑性

(IV) 耐熱性

(V) 特殊材料および特殊問題

以上の各項目は物性論的な基礎研究から応用研究までを含むことはいうまでもない。また各項目において原子核的性質（中性子に対する挙動等）が考慮されなければならないことは勿論である。

以下に各項目について説明を加えよう。

(I) 燃料

燃料の研究の重要性は今さら改めて述べる必要もない。時に重要な研究を列挙してみよう。濃縮ウランの製造は日本において行わないとしても、濃縮ウランを含む燃料の研究を除外することはできない。（材料学的な研究はほとんど全ての場合に天然ウランを使って行うことができる）。

(1) ウラン、トリウム、プルトニウムの製錬。

(2) ウラン、トリウム、プルトニウムの一般的な物理冶金および固体物理。

(3) ウラン、トリウム、プルトニウムの加工冶金。

(4) 合金燃料。

(5) 粉末冶金燃料。

(6) 液体金属燃料。

(7) 燃料要素および燃料集合体の冶金学。

(II) 放射線損傷

放射線損傷は燃料の場合と非分裂性材料の場合とを含む。中性子速度が比較的低い場合の非分裂性金属材料の損傷は比較的軽微であるが、中性子速度が高い場合および燃料の場合には損傷は極めて重大である。こゝに一言附加しておきたいことは、損傷の研究に対して中性子照射が極めて有力な研究手段であるということである。中性子照射は従来原子炉利用者の問題であると考えられ、

6

原子炉用金属材料は多く製造されなかつた様いがあるが、今や中
性子遮断材の金属材料研究の重要な手段となっている。

- ① 燃料の放射線損傷。
- ② 非分裂性金属材料の放射線損傷。
- ③ 放射線損傷の中性子遮断材。

Ⅲ) 腐食および耐食性

原子炉内における腐食の問題は極めて重要なあつて、強力的研
究が進められなければならない。

- ① 水および水蒸気による腐食、特に高温における腐食。
- ② 液体金属による腐食および物質輸送。
- ③ 放射線照射下の腐食現象
- ④ 耐食性金属材料。

Ⅳ) 耐熱性

原子炉の温度は次第に高くなるから、耐熱性が重要性を帯びて
くる。

- ① 高温における金属材料の諸性質
- ② 高温におけるクリープ。
- ③ 耐熱材料（サーメット、セラミックスを含む）。

Ⅴ) 特殊材料および特殊問題

以上のほ、原子炉に特有な金属材料および特殊な問題を挙げて
おこう。

- ① 燃料芯金（原子炉材料として極めて重要である。サーメット、
セラミックスを含む）。
- ② 炉中中性子吸収断面積の特に大きい材料。
- ③ 炉中中性子吸収断面積の特に小さい材料。
- ④ 減速材、反射体用材料。
- ⑤ ステンレス、その他原子炉用特殊鋼。
- ⑥ 有界金属（U, Th, Be 等）の取扱法。

7

⑦ ホット・ラプおよびその中で使用する機器設備。

長期研究の遂行機関

原子炉用金属材料の研究を行う機関としては、大学、国立または
公立の研究所以、原子力研究所、燃料公社、民間会社などがある。前
節に述べた具体的な長期研究計画案の中 (2) - (3) のウラン、トリウ
ムの製錬は燃料公社が行うべきであるが、その他は研究は總て原子
力研究所で行うべきものである。しかし原子力研究所は研究の場所
であつて、実際の生産は行わないのであるから、生産そのものは民
間会社にゆだねるべきである。従つて民間会社は原子力研究所の指
導を受けつつ、また原子力研究所と緊密な連絡を取りつつ、生産に
直結した生産研究を行う必要がある。このような民間会社の生産研
究は現段階においては商業的採算にのらないから、政府はこれ等の
民間会社を強力に助成する必要がある。

大学における研究はその自由意志にまかせるべきであり、また国
立および公立の研究所はその性格に従つてそれぞれ独自の研究計画
を立てるべきであるが、いずれの場合にも原子力研究所や関係の民
間会社と十分緊密な連絡をとるべきである。

