

ジュネーヴ原子力平和利用国際会議の成果 その一

昨年夏にジュネーヴで開かれた原子力平和利用国際会議は、開会前の一部での予想に反し、従来後進国には秘密のヴェールの中に閉ざされていた多くの研究が夥しく公開された。七つの部会へ提出された 1000 を超す報告の中より、まさにスタートしようとする日本の原子力研究が最も貪慾に吸収すべき事柄を、四つの観点から整理して、開陳していただいた。

ジュネーヴ国際会議で報告された原子炉理論の概観

大塚 益比古*

なにしろ、先進国の 10 年間にわたる原子力研究の成果を、はじめて一堂に展開した今度の会議の内容を、適確に概観することは、個々の研究者の力ではないうことではない。原子炉の理論に話を限ってしても、A 部会（物理および原子炉部会）の最後の日の「原子炉理論」をはじめ、原子炉理論に密接な関連をもつ「ゼロ出力実験および指数関数実験」、原子炉運動学、共鳴積分、分裂生成物の妨害作用、溶液の臨界、「定数の測定」、核分裂性物質の諸特性、「遅発中性子」、さらにまた研究用原子炉や動力用原子炉原型の報告、動力炉設計計画の報告などを含めれば、100 を上廻る論文を消化しなければならず、各論文には少なからぬ参考論文が背後にひかえている。この国際会議の原子炉理論関係の概観を述べるにつけても、わたくしには原子力の売声ばかり花々しくて一向に研究体制の充実しないわが国の現状がひとしお無念に感じられる。以下の拙文に巨象に対する盲人の姿をみる諸賢はよろしくわが国の原子力研究——ひろくは科学研究体制に思いをいたしてほしいものである。

原子炉理論の現状とその立場

およそすべて現実のしろものは大てい複雑なしくみになっていて、それを定性的に理解する段階から定量的に説明をつける段階まで簡潔な理論から面倒な理論まで並んでいることはいうまでもない。原子炉の理論にしてもその例外ではない。まず原子炉の基本原理の核分裂連鎖反応の媒介者である中性子の生成死滅の割合をとらえるものが、いわゆる 4 因子公式である。燃料体に 1 個中性子が吸収された結果生ずる高速中性子の平均個数(η)を、その中性子がはやいうちにおこす核分裂の影響を含めるため ϵ 倍し、それに減速材中での減速の途中無事吸収されずに熱中性子になる確率(p)を乗じ、さらに熱中性子が目的どおり再び燃料に吸収される比率(f)を乗じたものが、(媒質が無限に広い場合の)中性子倍率 $k = \eta \epsilon p f$ であり、これが 4 因子公式にはかならない。現実の原子炉は有限な「かさ」をもつから、炉の表面からもれて出る中性子のことを考えねばならず、中性子が減速中にもれて出ないで残る確率 P_s および熱中性子として拡散中にもれ

て出ないで残る確率 P_a をこの k に乗じたものが実際に有効な中性子倍率 k_{eff} である。まず k の値は核分裂性物質を含む原子炉燃料の核分裂特性や、燃料および減速材その他冷却用物質・構造材料などの中性子に対する性質がもしも完全につかまえてられているとすれば計算だけからわかるだろうが、現状はまだ遙かに遠い。つまり、種々のエネルギーの中性子に対する特定の原子核の核反応断面積の測定は戦後著しく充実したとはいえ、共鳴吸収の特性、非弾性散乱、また弾性散乱の角度分布などには基礎実験の余地は広く残されている⁽¹⁾⁽²⁾。とくに、共鳴吸収をのがれる確率 k は、中性子が減速中に出会ういくつかの共鳴吸収エネルギー単位の影響の総合的な結果であるため、これを吸収断面積から算出することはむずかしい、どうしても共鳴吸収の積分量を実測する必要にせまられる⁽³⁾。このような事情は、もれて出ない確率 P_s や P_a を求める上に必要な中性子減速距離や拡散距離（つまり減速に要する平均直線距離や熱中性子が吸収されるまでに移動する平均直線距離）の値の場合にもあらわれる。こうして原子炉理論を運用するにあたっては、核反応断面積のような基礎的な定数の実測値のみならず、それら定数の総含量といえるいくつかの量の実測値をも利用することになる⁽⁴⁾。

とくに、もれて出ない確率 P_s や P_a の算出にはいくつかの困難がある。それは中性子のエネルギーの減少してゆく様子のみならず、中性子の空間的な移動の様子を正確に知ることが必要なためである。核分裂で生まれる中性子のエネルギーが 1~2Mev を中心に幅の広いスペクトルをもっていることや、減速後の釣合の状態が厳密にはマクスウェル分布になっていないことまで考えるようになると、理論の形式はその複雑さを増す⁽⁵⁾。現在の原子炉理論は、むしろたえず実験を手助けとして運用されており、理論の形式が実際から少し遠いところもあって計算結果の数値には数%程度の誤差を生ずることは普通である。

けれどもまた、原子炉の特性を簡潔に把握した理論がしばしば実験ないし実際の炉設計を指導してきたことも事実である。古い例は、FERMI による格子状燃料配置（非均質型原子炉）の考案にはじまる。アメリカの誇る材

* 大阪大学理学部物理学教室