

#### 4. 原子力先端技術開発と加速器

##### 4.1 加速器による原子力先端技術開発

###### (1) 原子力先端技術開発の新展開を目指して

わが国では電力生産の30%が原子力によっており、原子力発電は既に成熟した技術と考えることができる。しかし核燃料生産から使用済み燃料の処理までを含む全過程においては、技術的、経済的両面から見て確立した技術にはなっていない。その意味で今後も新しい発想に基づく原子力先端技術開発が求められている。

原子力先端技術開発で利用する場合の加速器の特長は、原子核反応データの測定が主目的で開発された装置であり、制御性の高い各種イオンビームや高エネルギー中性子、ミュオンビームの利用に最適の装置であること、放射光や自由電子レーザー技術の進歩で、波長可変の高輝度、フェムト秒コヒーレント光ビームの利用ができる唯一の装置であることを上げることができる。この特長を生かしてこれまでも(1)重イオン慣性核融合装置、(2)ミュオン触媒核融合が提案され、また、(3)核融合炉材の開発に用いられてきた。(1)はヨーロッパ、日本のRubbia、平尾、片山らによって提案され、(2)は日本の永嶺らによって精力的な基礎実験が行なわれている。一方(3)では中性子の衝突による炉壁材内部の欠陥や核融合反応で生じるアルファ粒子の効果を直接シミュレートできる点から、多くの大学、研究機関で精力的に進められてきている。

しかし、新しい発想と実験手法に基づいて原子力先端技術の開発を行なう点から、ここでは加速器駆動システム(ADS)の研究と、フェムト秒パルスコヒーレント光による選択的化学反应を利用した分離技術の開発及びそのための光源であるフェムト秒コヒーレント光源、とくに自由電子レーザーの開発を取り上げ、その推進を提案する。

###### (2) 加速器駆動システムの基礎研究

本研究に関連する計画としては、現在、日本原子力研究所がJ-PARC第2期計画に予定しているADS計画と、京都大学原子炉実験所が未臨界集合体実験施設を利用する計画が検討されている。J-PARCの計画は、600MeVの200KW陽子ビームを照射して、陽子及び中性子による長寿命核分裂生成物(LLFT)の短寿命化(核変換)の基礎研究を行なうTFE-Tと、10Wno陽子ビームを未臨界集合体に照射して核破碎中性子が駆動する核分裂を誘起し、中性子工学的研究、ADSの制御性や

この装置による LLFT の短寿命化の研究を行なう TEF-P の建設を行なうものである。昨年 3 月に開かれた J-PARC 国際諮問委員会は、ADS 計画について TEF-P を優先させて国際協力で早急に実施すべきであると勧告している。現在、J-PARC の建設は第一期計画が進められており、第二期計画は改めて評価を行なって実施の可否を決定することになっている。現在、原子核研究者の間に ADS で必要な原子核データの検討を始める動きがあり、ADS の評価を早急に実施して年度計画を明確にするとともに、必要な準備研究を開始することが望まれる。

京大原子炉の計画は、既存の未臨界集合体に 150MeV の FFAG 加速器を設置して ADS として使用するもので、FFAG は現在 KEK で建設中の小型の原理実証型 (POP) FFAG の成功を見極めて作る計画である。

現在のところ、我が国は世界に先駆けて ADS を建設する立場にあり、世界のリーダーとして加速器駆動システムの開発と核変換の研究を進めることが望ましい。

### (3) コヒーレント制御による選択的化学反应を用いた分離技術の開発と光源開発

最近のフェムト秒レーザーの進歩により、選択的に化学反应を制御する研究が急速に発展している。理研ではコヒーレント科学研究や特定領域研究「強光子場による分子制御」においてフェムト秒レーザーの超広帯域位相制御法を開発して、特定の準位を経由する化学反应を選択的に制御する技術開発を行っており、すでに特定の物質で画期的成果を得ている。この方法は化学反应制御の考え方を一新させる極めて重要な基盤技術であるが、この技術を発展させると、LLFP を選択的化学反应で効率的に分離することが可能になり、恒久的な LLFP 処理に新しい可能性をもたらすことができる。

この研究開発は広い波長範囲にわたってフェムト秒のコヒーレント光を発生する光源開発、近赤外から真空紫外の広帯域にわたる位相制御など精密光制御技術の開発とともに、個々の化学反应の超高速ダイナミクスを解明する研究を並行して行なうなど、総合的な研究計画の下に実施する必要がある。その意味でこの研究は原子力先端研究として総合的に推進することが望ましい。

コヒーレント光としては、開発研究の段階では現在使われているフェムト秒レーザーで十分であるが、将来的にはフェムト秒のパルス幅で、可視光から真空紫外の波長領域に亘って連続的に波長が変えられるとともにエネルギー変換効率

の良い自由電子レーザーが必要になる。現在わが国では、理研が新しく低エミッタンス電子銃を装備した真空紫外／軟X線領域の自由電子レーザーを開発している。一方、原研はエネルギーリカバリーリニアックを用いた赤外領域の自由電子レーザーを開発している。また、幾つかの大学で自由電子レーザーの研究が行なわれているが、長時間安定に稼動する極めて安定性の高い使いやすい装置として開発しなければならない。