

特 別 講 演



(京大原子炉) 岩田志郎

最近、本邦において重イオン科学研究を推進する気運がたかまって来ているように、昨年11月末から12月初めにかけて、理研-原研共催の「重イオン科学研究会」が原研東海研究所で開かれ、広い分野の紹介があったようであるが、筆者は昨年、文部省在外研究員として、米国エール大学重イオン加速器実験所へ重イオンの核化学研究のため出張しており、この研究会に出席できなかったのは残念である。筆者が米国に在留中感じたことは、米国では既に重イオンの核化学という特別の核化学の分野が存在するという認識はなく、核化学の研究に重イオンを使用することは常識になっているということであった。すなわち、軽イオンの核反応だけを用いている限りではどうしても視野が狭くなるのを、重イオンの核反応を用いることにより視野が広がられるということである。このことは加速器研究者の絶え間ない開発の努力と、核化学研究者の飽くことのない欲望が相まって、自然発生的に進行して来た事実によって証明される。以下にこれらの進歩について触れる。

### 1. 重イオンの加速

サイクロトロンで $C^{2+}$ を加速する努力が1950年頃から欧米諸国で始められ、1955年にORNLに重イオン( $N^{3+}$ )専用のサイクロトロンが初めて出現したが、このものは $N^{3+}$ の加速エネルギーが29 MeVで到底重ターゲット核との核反応はおぼつかなかった。引きつづき、ソ連のMoscowに同型のサイクロトロンが建設され、 $C^{4+}$ 、 $N^{5+}$ および $O^{5+}$ イオンがそれぞれ90, 115, 103 MeVに加速されて、始めて重イオンによる核反応の可能性が実現されるようになった。米国では1953年から、核子を10 MeVで、できるだけ多くの重イオンが加速でき、しかもHigh Intensityで Good Qualityのビームが得られる加速器の計画が始められ、重イオン線形加速器(HILAC)が最適であるという結論になり、1957年にBerkeleyのUCRLに核化学研究用のHILAC、1958年にエール大学に核物理研究用のHILACが建設され、本格的な重イオン核科学の研究が開始されたが、特にBerkeleyのHILACは超ウラン元素の核化学に大きな威力を發揮した。一方、ソ連もこの時期にKharkovにHILACを建設したが、このものは余り大した活躍をせず、むしろDubnaに作った310 cmサイクロトロンがBerkeleyのHILACに張り合うほどの活躍をした。また、米国、カナダ、フランスを中心に静電形加速器による重イオン加速の研究が進められ、1958年

カナダの Chalk River Lab. においてタンデムバンデグラフによる重イオン核反応の研究が開始された。その後10年余りの間に重イオンを加速して核科学の研究に利用している加速器の数は世界的に急激に増えている。それらの加速器を機種別に大別すると、(1) HILAC, (2) 固定周波数サイクロトロン, (3) アイソクロナスサイクロトロン, (4) 静電形加速器になる。その分布も、これら以上の機種以上を所有しているのは、建設中も含めて米、ソ、英、佛、西独、カナダ等の先進諸国であるが、北政諸国ならびに東政諸国も次から次へと既設の加速器を重イオンも加速できるように改造中である。また一方、これら機種それぞれの特徴が10年余にわたる使用経験からはっきりして来ており、HILACはその High Intensity という特性から核化学の研究に最も適しており、タンデムバンデグラフはビームの Quality の良さから核物理の研究に、アイソクロナスサイクロトロンはそれらの中間にあるということができる。これら加速器の諸国における開発状況をらびに、それらの性能等について紹介する。

## 2. 重イオンによる核化学の進歩

上に述べたように、Berkeley UCRL の HILAC が核化学の進歩に寄与した成果は著しく、特に超ウラン元素の発見の8割がこれによってなされたことは周知のとおりである。また、アクチノイド元素の化学がそれによってもって開発されていったことも特筆に値するであろう。さらに、Berkeley では HILAC と AVF サイクロトロンを用いて、アクチノイド元素の核構造の研究がインビームならびにオフビームの実験で進展し、Bohr, Mottelson, Nilsson の統一模型の検証がなされていった。同様の実験は稀土類元素に拡張され、Yale の HILAC, ORNL の Isochronous Cyclotron, BNL の EP-Tandem Van de Graaff 等で行われて来た。一方、核反応の研究としてはロケエスター大学の EP-Tandem Van de Graaff による Griffin Model の検証実験が1968年頃から始められた。重イオンの核化学として、現在世界的な競争段階になっているのは、何と言っても超重核の製造であろう。原子番号110番から114番にかけて、おおよそ126番近傍に比較的安定な超重核が存在する可能性があるだろうという予言が Myers, Swiatecki, Nilsson らによって提唱され、これを製造する手段の開発ならびに、可能性の検索が世界的に燎原の火の如く燃え上った。すなわち、製造の手段として、既設の加速器が Ar までの加速しかできなかつたものを、U に至る重イオンの加速ができるように改造する (Berkeley の Super HILAC) が、そのような加速器を開発建設する。可能性の検索としては、既設の重イオン加速器のみならず、高エネルギー陽子加速器による破砕反応の利用ならびに、これら加速器による重イオン加速の試みと、これら高エネルギー重イオンによる High Magnetic Momentum State 生成の励起関数の研究が各地で精力的になされている。

その他、核化学の応用分野における重イオンの利用についても併せて紹介する。

日本学術会議 三宅 泰雄

原子力委員会が発表した原子力開発利用長期計画(1972)によれば、わが国の原子力発電の規模は、1980年に3200万KW、1985年に6000万KW、1990年には1億KWと予想されている。なお、原子力委員会は、この当分のあいだ、発電炉としては軽水炉が主流を占めるであろうと述べている。軽水炉のばあい、多量の炉2次冷却水を必要とするため、いわゆる温排水の沿岸におよぼす影響が重視されている。炉2次冷却水中の放射性物質にも問題はないわけではなく、むしろ、発電所内でできる低レベル廃棄物の処分の方が重要な問題であろう。これはドラム缶のなかで、コンクリートなどで固めたものである。ドラム缶ひとつあたり、0.1キюри程度の放射性物質をふくんでいるという。30万KW程度の発電炉では、1日に数箇のドラム缶ができ、年間には500箇くらいになるだろう。3200万KWだと年間には50,000箇程度のドラム缶の数はなるだろう。この処分法について原子力委員会は海洋処分と陸地処分とを考え、1975年くらいまでに実施の見通しを得るようにしたいと述べている。しかし、このうち海洋処分については、水産業への影響や、海洋環境汚染防止の国際世論もあり、むづかしい問題をはらんでいる。

放射能汚染で、さらに重要なことは、使用済み核燃料の再処理施設からの廃液である。現在、炉1号施設は、東海村に動燃事業団の手で建設中、1974年ごろ完成の見込みだが、原子力委員会の意見では、炉2号以降は民間の建設にゆだねるという。炉1号施設があつかえる使用済み燃料の量は、年間200トンくらいだが、1980年ごろには700トン、1990年ごろには2600トンと処理せねばならぬという。炉1号施設の廃液は1日に300トンで、0.7キюри程度の放射性物質をふくんでいる。処理能力の規模の拡大により、こんな、どのように放射性物質が増加するかが問題であろう。いままでは問題にしていなかったクリプトン-85やトリチウムの線量評価も必要になるであろう。また、炉2号施設以降の立地がはたして可能かどうかについても考えてみなければならぬ。また、多量の使用済燃料の輸送は、わが国では経験にとぼしく事前の研究が必要であろう。

原子力委員会が、環境保全をあたらしい柱として立てたことは、ひとつの進歩であり、それを評価するにやぶさかでない。またこのために専門部会をつくり、この方面の研究についても大型予算をくもうとしていることは結構なことである。しかし、一方、政府としては日本学術会議がさきに設立を勧告した環境放射能

研究所と放射線障害基礎研究所の実現を早く図ってほしいものである。



