1. 物 理

1・1 概 況†

浜 田 達 二

理化学研究所

351 埼玉県和光市広沢2-1

終戦後しばらく実施されていた原子核関係研究の禁止令が解かれ、米国からラジオアイソトープ (RI) の輸入が始まり、それと歩調を合わせて放射線測定器の製造、販売も行われるようになって以来、自然科学の各分野における RI・放射線の利用は急速に進んでいた。しかしながら、初期の *Radioisotopes* 誌の内容を見てもわかるように、物理学の分野における応用は最も遅れていたように思われる。その理由はいろいろあるであろうが、当時のわが国のおかれた困難な状況から、まず実用に直結した研究と応用(たとえば農学、医学などにおける)が優先されたこと、物理学の分野の研究に不可欠な高級な放射線計測機器が入手できず、また、RI・放射線発生装置といった線源にもこと欠いて、諸外国とは始めから太刀打ちできなかったこと、などを挙げることができる。

しかし、このような立ち遅れも、1955年(昭和30年)に東大核研および原研が設立され、多額の研究費が基礎科学の部門にも投ぜられるようになって、ようやく回復の兆しが見えてきた。

RI・放射線に関連した物理学は、もともと原子核物理学としてでなく、いまの用語でいう放射線物理学として誕生したものであるが、後者はどちらかといえば、医学の一分野である *radiology* として扱われ、物理学会の一分科として認められたのは、戦後もかなり後になってからのことである。しかし、そのような事情はともかく、この二つの学問は、一つは原子核の性質、もう一つは放射線の性質の探究という大きな命題を抱えた2本の柱であり、今後その地位の揺らぐことはないであろう。

RI・放射線利用の立場からすると、原子核研究の成

果の集大成されたものは核データ集である。核データの集積速度がどのくらい速いかは、*Table of Isotopes* の新版(1978年)の厚さを旧版(1967年, 1958年)のそれと比べればすぐわかるであろう。そして、これらの引用文献には日本人の名前が少なくない。このような寄与を生み出した原動力となったものは、新しい放射性核種や高励起状態の核の生成に不可欠な加速器、同位体分離装置(オンラインを含む)、および分解能のよい電子および γ 線スペクトロメータなどの計測装置であり、研究者人口も含めてわが国の現状は諸外国に劣るものではない。そして、この方面の研究は重イオン加速器の出現によって、なお一層の発展が期待されている。

核反応を除く、放射線と物質との相互作用の研究は、作用の素過程のような微視的なものから、吸収係数の決定のような巨視的なものまで、また純粋に物理学的なものから、化学・生物学との境界領域に踏みこんだものまで、非常に広範囲にわたっているが、そのなかで、わが国において行われた研究の変遷は1・5に述べられている。この分野においても、最近、加速重イオンが利用できるようになり、その作用の特殊性の解明のほか、もっと一般的には、1930年代に一応完成した原子物理学の見直しも始められている。

重イオンビームの利用は表面物性の研究や、さらに半導体技術への応用など実用面での価値も高いため、チャネリング、損傷とその修復などの研究も精力的に行われ、また、近く医学方面での利用も計画されているところである。表面の研究については、金属や磁性体の電子状態などを調べるため、軽イオンの後方散乱やコンプトン反跳電子なども利用されている。そのほか、電子、イオン、X線などを利用した各種の表面(状態)分析装置の開発は眼を見張るものがあり、この方面におけるわが国の寄与は大きい。

わが国における汎用研究炉の建設は1968年(昭和43

† Physics, General. Tatsuji HAMADA: Institute of Physical and Chemical Research, 2-1, Hirosawa, Wako-shi, Saitama Pref. 351.

年)以降途絶えており、現在、京大2号炉が計画中であるだけだが、これは、一応必要なものは満たされた世界的な趨勢と考えることができる。これらの研究炉を用いた物理学分野の研究は、炉物理に関するもののほか、断面積の測定、中性子回折などが挙げられる。なかんずく東大の高速中性子源炉は、高速・中速中性子を利用できる点でわが国では唯一のものである。

一方、加速器については東大核研の最近のサイクロトロン以来20数年のあいだに、物理研究を主目的としたものだけでも、電子シンクロトロン、電子リニアック、AVF サイクロトロン、陽子シンクロトロン、重イオンも加速し得るサイクロトロンおよびタンデム型ファン・デ・グラフ加速器が相ついで建設され、いずれも順調に運転されている。最近では、ウランイオンまでの重イオン加速をめざしたリニアックが完成し、さらに、これに接続されるリングサイクロトロンの建設も緒についたところである。これらの加速器の多くは、原子核・素粒子の研究ばかりでなく、物性物理、化学、生物・医学への利用にも応じているのが特徴といえよう。

また、これらの加速器のうち、東大核研の電子シンクロトロンは比較的早い時期からシンクロトロン放射光(SOR)の光源として利用されていたが、さらに近頃、高エネ研にSOR実験施設が新しく完成するので、SORを利用した研究は今後飛躍的に発展するものと期待される。

なお、加速器技術に関して、ファン・デ・グラフ加速器の絶縁ベルトを改良したペレトロンの出現は、わ

が国の研究者の着想であることを特記しておかなければならない。

メスバウア効果の発見と陽電子消滅法の開発とは、物理学におけるRI・放射線利用の概念を大幅に変えてしまった。RIまたは放射線をプローブとして物性の研究を行う学問の領域に、「核物性」という特別な名前が付けられたことは、何よりもその重要性を物語るものであろう。これらの発展の経緯については、1・3に詳しく述べられているとおりであり、この分野におけるわが国の研究層は厚く、その寄与は大きい。

以上述べた以外にも、RI・放射線の利用例は決して少なくない。とくにトレーサ利用は初期のころから活発に行われており、金属中あるいは半導体中の拡散の研究、高真空ポンプにおけるオイルジェットの研究など、物質移動の追跡に利用された例は枚挙に暇がない。また、薄膜やガス圧の測定、露点や融点の測定などに放射線を利用している例も多く、空中電位の測定などでは標準的手法となっている。しかし、これらの応用は他の分野、たとえば工学の分野のそれに比べれば散発的であり、規模も小さい。

以上述べた概況のうち、原子・原子核物理および放射線物理はどちらかといえば、RI・放射線そのものが研究対象となっているので、これらは別として、利用という点にしばれば、核物性関連の利用には今後さらに新しい利用方法の出現する可能性は十分あると考えられるし、実際γ線の振動角相関の利用などが検討されている。

1・2 核データ†

橋 爪 朗

理化学研究所

351 埼玉県和光市広沢2-1

原子核に関するもろもろの実験により出されたデータは「核データ」と呼ばれているが、この用語が包含している内容は非常に範囲が広い。たとえば、RIの

壊変および核反応で観測される励起準位などについて、現在、IAEAが各国に協力を求めて行っている核構造の分野だけに限っても、その収録項目は放射線の種類、エネルギー、強度などと、数えていくと約60種類にも達する。これには核反応断面積などの核反応によって得られる諸データは含まれておらず、これらを

† Nuclear Data. Akira HASHIZUME: Institute of Physical and Chemical Research, 2-1, Hirosawa, Wako-shi, Saitama Pref. 351.