



理化学研究所 ニュース

Mar. 1985

No. 79

理研タンデトロン

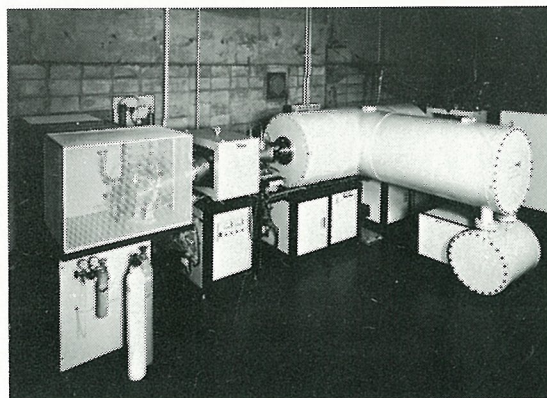
タンデム 縦並びの馬2頭

理研には“トロン”がいくつもある。私は物理科の出身なのでトロンというのはサイクロトロン、ベータトロン、シンクロトロンなどと加速器につけるものと思っていたから、理研に農薬部門がつくられた時にフェンジトロンやインセクトロンなどが現われて意外だったのを覚えている。農学の方では器械とか装置ではなく施設につけるのだろうか。

標題のタンデトロンは加速器の方である。タンデム型であるところから商品としてそう名付けられた。タンデム型といっても馴染みのない方が多いだろうからその説明から始めよう。タンデム (tandem) というのは馬車に縦並びにつないだ2頭の馬、また、それが引く2輪馬車だという。加速器でタンデムと呼ばれるものは、馬ならぬ加速管が二つ、縦につながれた構造をもち、その構造に特徴的な使われ方をされる。すなわち、タンデムでは加速のためのプラスの高電圧Vボルトを2つの加速管の連結部にかけ、両端はアース

電位にしておく。一端からマイナスイオンを入射させると連結部に向かって加速されVボルト分のエネルギーを得るが、そこでプラスイオンに変換してやる(電子をいくつかはぎとる)と他端に向かってさらにVボルト分だけ加速される。つまり、1台の高圧発生装置で加速管2台が働かされるのである。

写真の右半分には太い円筒をT字型(上から見て)に組み合わせたタンクが写っているが、Tの脚の部分に高電圧発生装置が収められており、Tの両腕



に加速管が1台ずつ入っている。左側手前の籠の中味は固体からマイナスイオンをつくるイオン源で、左側奥（壁際）には気体からマイナスイオンをつくるイオン源も置かれている。

マイナスイオンのつくり方は面白いけれどもここでは省略する。ヴァンデグラフなどではイオン源が高電圧部にのっているが、タンデムではアース電位部分に置かれる。したがって自由に設計したイオン源を使えるので多種のイオンを加速できるという長所がある。しかしマイナスイオンになりにくい元素（アルゴンなど）は使えないという弱味も持っている。

なぜタンデトロンを

タンデトロンは米国の General Ionex 社が後方散乱分析（後で述べる）の専用機として売り出したもので、ヘリウムを最大3 MeV（300万電子ボルト）迄加速できる。現在では加速器としては小型の部類に属し、これより小型のものというイオン注入装置が殆どとなる。われわれが買ったものは理研仕様として固体イオン源も装備したのでシリコンや金など多くのイオンが最大5 MeVまで加速できる。（ついでにいうと、理研に入れたのはタンデトロンの2号機であり、国内輸入機としては第1号である。理研が発注した時点で1号機はまだ製造段階にあった。）

理研に導入して1年位経った頃だったか、サイクロトロンやリアックの視察にきた中国の科学者達がタンデトロンも訪ねてくれた。「理研では大きな加速器を自作しているのに、なぜこういう小さな加速器を他から買ったのか」と質問されたので「理研の加速器技術者達は大きいマシンを作るのに夢中で、こんな小さいものは作ってくれない。しかし自分達は物性や材料の研究者で加速器を作る力はないから、出来ているものを買わざるを得なかった。」と答えたら、笑いながらうなづいてくれた。

彼等の質問は大きい加速器を作れるのになぜ小さいタンデトロンを買ったのか、だった。だが当時理研の人達からよく受けた質問は、大きい加速器を使えるのになぜ小さい加速器を買うのか、であった。それに対しては大は小を兼ねないから、と答

えてきた。加速エネルギーが違くと起る現象も違って来るから、何を調べたいかによってエネルギーが小さい方が良い場合も多いのである。

理研は加速器の建設と利用に関しては戦前からの長い歴史を有している。その頃から原子核物理学だけでなく、他の分野への応用を活発に試みてきたことは理研の大きい特色といえよう。戦後、昭和30年代に新しいサイクロトロンサイクロトロンの建設が計画された時中心となられた山崎文夫、熊谷寛夫の両主任研究員は、マシンタイムの配分は核物理に3分の1、物性・化学・生物などに3分の1、RI生産に3分の1、という方針をかかげられた。そしてその後、この方針に沿った研究者の組織化と運営がなされてきた。こうして理研の多くの研究者が加速器の利用に慣れ、興味を増すに従って新しい加速器への要求が生じた。しかしそれはより大型のものに対してだけでなく、より小型の加速器にも向いていたのである。

タンデトロンで何を

理研タンデトロンは主としてイオンの後方散乱による固体の構造解析を行う目的で導入され、所内共同利用機器としての正式名称も後方散乱構造解析装置となっている。しかし小型とはいえ加速器であるし、殊に理研機は多くのイオンを加速できるようにしてあるから、さまざまな使い方ができる。加速イオンそのものの散乱の利用の他、衝突によって発生する光や電子やX線を利用することもできるし、場合によっては共鳴核反応も使える。固体化学研究室のグループは化学結合による原子の電子状態の変化をイオン励起X線分光によって調べた。

ここでは後方散乱構造解析法について簡単に解説しよう。加速イオンが物質中の原子と衝突して散乱された時、初歩の力学でもおなじみのエネルギー保存則と運動量保存則を使うと、固定された条件下では散乱されたイオンのエネルギーを測定すると衝突の相手原子の質量が分かることが導かれる。すなわち質量分析法として使えるのだが、この方法によると衝突の確率がラザフォード散乱ラザフォード散乱の式で正確に与えられるので分析の定量性が非常に良いことが特長である。（ただし感度は高くない

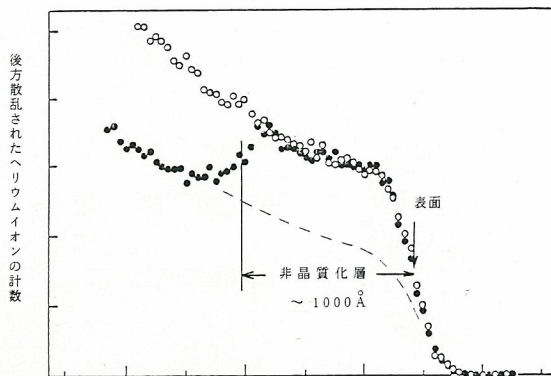
から、微量不純物の分析などには向かない。何事にも一長一短あるものだ。)

ところで固体材料にこの方法を適用すると、表面の原子に散乱されたイオンのエネルギーは計算値通りになるが、内部で散乱されたイオンについては固体中を走る間のエネルギー損失だけ値がずれる。この損失については良く調べられているのでその知識を使うとどの深さの原子によって散乱されてきたのかが知られる。つまり深さの情報をともなった質量分析ができるというのが、この方法の大きな利点である。

さらに、詳しくは述べないが、固体が結晶性をもつ場合に生ずるチャネリング効果と結びつけて適用すると、結晶の非晶質化(及びその逆)や、不純物原子の結晶格子中の位置などが調べられる。

理研ではイオン注入による材料改質が多くの研究室にまたがって行われているが、それ等をも含めて、半導体工学、変形工学、摩擦工学、無機化学、金属物理の諸研究室とビーム解析室が後方散乱構造解析法を利用してきている。

一つだけ、表面情報をどのように読みとるかの例として、現象と直観的に結びつき易そうなデータを紹介しておこう。図に示したのはビーム解析室が、亜鉛イオンを注入したダイヤモンドについて後方散乱されたヘリウムイオンのエネルギーを測定した結果である。散乱イオンのエネルギーは表面からの深さに換算される。イオン注入していない試料では、結晶性の効果が働く際のスペクトルは破線的位置に、働かない際のスペクトルは白



後方散乱されたヘリウムイオンのエネルギー

丸の位置に来るのだが、イオン注入した試料では、結晶性の効果が出る筈のスペクトル(黒丸)が表層近くで非晶性に対するスペクトルの方に移行している。こうした実験から注入イオンが表層附近で結晶性をこわす様子を調べることができる。

小型の加速器はもはや科学の広い分野で汎用機器として使われる時代に入った。そう考えて非核物理屋、非加速器屋が集ってタンデロンの導入に踏み切ったのであったが、小なりといえ加速器は加速器で手を焼くことも多かった。幸い理研の核物理屋や加速器屋に助けられて何とかやってこられた。理研工作部(現技術部)の存在も大きかった。近々に加速イオンの種類をまた増やせそうなので、より多くの需要に応えられるような様々な利用法を試みたいと考えている。

ビーム解析室 坂入 英雄

新主任紹介



永 嶺 謙 忠
(金属物理研究室)

昨年10月に就任し、兼務であります東京大学理学部中間子科学実験施設のある本郷と同施設実験室のある筑波と、ここ和光市との間を往來する生活が始まっています。

私のこれまでの研究は、主として加速器を用いて核物理的実験手法を応用した物性研究でありまして、最近10年程はミュオンというスピン偏極した素粒子(質量が陽子の $\frac{1}{9}$ 、寿命 $2.2\mu\text{s}$)を用いて金属・磁性などの微視的な固体物性を調べることを中心とする中間子科学実験を行っています。大規模な装置建設が必要で超電導や極低温などの開発も行ないました。

ミュオンも含めてスピン偏極・整列した不安定核は物質の微視的な性質を探るためのユニークで優れたプローブですが、それ自身が物質中に生ずる放射線効果が問題になります。物質に損傷を与え乱すわけですから通常は邪魔物扱いです。ところが、最近の私のグループのミュオン実験で、このような微視的な放射線効果によって生ずる不対電子や常磁性中心が、ソリトンと呼ばれる一次元運動形態や固体内化学反応を調べるために非常に適した対象であることが判りました。

私これから理研で進めたい研究の一つは、不安定核プローブを物質中に入れ、その放射線効果の結果プローブの周囲に生ずる微視的な新しい秩序を系統的に調べることで、理研のSSCで生ずる不安定核を最大限に活用したいと思っています。この方法にESRなどの従来方法を併用して、イオン注入や放射線損傷でexoticな物質をつくる目的に対して、効率のよい新物質の評価法・検定法が探れるのではないかと考えています。

重イオン研究と平行させて、ミュオン触媒核融合とか中間子の医学利用とか、“理研的”な中間子科学も進めてゆくつもりです。



天 沼 宏
(安全評価研究室)

高校の頃から化学が好きだったので、大学の学部は薬学に進み、生体膜蛋白質の生化学の分野に踏み入りました。大学院においては、大腸菌のアミノ酸能動輸送蛋白質について、また、米国留学の時には、やはり大腸菌のペニシリン標的蛋白質について、蛋白質の精製、構造と素反応の解析といった、いわばclassicalな手法による研究を行いました。その後、癌研究所において、レトロウイルスによる白血病発症の機構の分子生物学的解析にたずさわりました。

このたび、ライフサイエンス筑波研究センターを構成する一研究室として、安全評価研究室を運営するにあたり、当研究室の研究分野としては以下のような事を考えています。第一には、DNA組換え体の生物学的安全性を動物個体を用いて検討、評価することです。組換え宿主としては実験指針に認定されていないものが対象となります。第二には、単離され、また修飾を受けた遺伝子の発現系として真核細胞の重要性が増すことに対応して、このための新しい発現ベクターを構築、開発することです。強力な転写促進活性を持ち、また組織特異的な発現が期待されるレトロウイルスゲノムの利用を考えています。また、レトロウイルスの諸生物機能の解析、特にその特異産物の機能の解析にも力を注ぎたいと考えています。

昭和60年度 理研シンポジウム開催予定一覧

No.	テ マ	主催研究室	共催・協賛予定 (交渉中を含む)	開催予定日
1	研究を支える技術	技 術 部		5月24日
2	放線菌の化学分類の進歩	ライフサイエンス 培養生物部	日本放線菌研究会	6月14日
3	重イオンビームを使った核構造の研究	リニアック		7月13日
4	第4回有機合成化学の新展開	有機合成化学	日本薬学会 有機合成化学協会	7月18日
5	「原子過程の理論的研究」日英セミナー*	原子過程	Science and Engineer- ing Research Council (英国) 日英セミナー組織委員会 鹿島学術振興財団 日産科学振興財団	8月5日
6	放射線による潜在性致死障害およびその回復	放射線生物学	放射線生物学 東京談話会	9月15日
7	触媒理論	触 媒	触 媒 学 会 日 本 化 学 会 応 用 物 理 学 会 応 用 物 理 学 会	9月15日
8	第6回「非接触計測と画像処理」	情 報 科 学 光 学 計 測		9月20日
9	第5回「微生物化学分類研究会」	ライフサイエンス 培養生物部	微生物化学分類研究会	9月
10	軽イオンビームによる原子核研究	サイクロトロン		9月
11	最近の植物保護と育種の研究の現状	微生物薬理	日本農薬学会	10月10日
12	中高エネルギー加速器による物性研究	金属物理		10月15日
13	不安定核ビームによる原子核反応	放 射 線		10月22日
14	新しい光応用技術	光 学 計 測	応用物理学会光学懇話会	11月15日
15	第7回「加速器利用の原子衝突」	原 子 過 程	文部省科学研究費A班	11月20日
16	プラズマによる固体表面の改質	プラズマ物理	応用物理学会, 日本化学会 日 本 化 学 会 日 本 真 空 協 会 電 気 学 会	11月20日
17	第6回理研腸内フローラシンポジウム「腸内フローラと自発性感染」	動 物 薬 理		11月27日
18	金属錯体の光化学	放 射 線 化 学		11月

*印は国際シンポジウム

つづく

問い合わせ先：研究業務部 図書・発表課編纂係（電話 0484-62-1111 内線 2392, 2393）



原酒

Observations on my visit to Japan

by Dr. Peter Hackett

I write this as my friends at RIKEN prepare to greet the new year. Obviously at this time many of us will have a sense of assessing the past, bidding farewell to pleasant memories yet welcoming the future and the opportunities it brings. So it is with me as I prepare to leave RIKEN after an enjoyable, hopefully successful, three months visit.

During my stay in Japan I have had occasion to travel across the country. From mountains of Nagano prefecture, where we searched for the Matsutake mushroom with three famous chemical engineers, to the shores of Aoshima Island, where my family played in bright sunshine in the middle of December as their friends in Ottawa woke up to greet the fresh snowfall, we have always been greeted by polite, considerate yet vivacious people. These people have made us feel welcome and the society in which they live has made us feel secure. This sense of security, within a structured yet free society, may be Japan's greatest strength and its prime asset. Thus far it has withstood the stresses of the twentieth century with only surface changes being apparent. One hopes that the deeper structures giving rise to this

inherent trustfulness will not change in any major way.

I have also been able to collaborate with various scientists at RIKEN with chemists, engineers, physicists and even a reformed biochemist! Together we have carried out some experiments and initiated a series of calculations. These first steps in our international collaboration have given me first hand experience of the energy and creativity of some of Japan's most promising scientists and I look forward to continuing our work together. Therefore, I believe that the international collaboration initiated by presidents Miyazima and Kerwin has taught me much of Japan, her people and her scientists. I can only hope that these benefits have been mutual.

(大意) 新年に当り、また、私が有意義な三カ月を送った理研を去るに際し、思い出と将来への期待などを述べてみたいと思う。

日本に滞在中、私はいたる所で人々の暖かい歓迎に出会い、私の家族を含めて安全に過ごすことができた。日本社会のこの安全感こそ、日本の最大の力であり、財産だろう。この固有の信頼感を生み出している社会の深部構造は今後も大きく変わらないで欲しいものである。

私は、理研で広い分野の研究者と協力ができ、優れた日本の研究者のエネルギーと創造力を経験させて貰ったが、この協力関係が更に続くことを願っている。宮島理事長とカーウィン所長（カナダ国立研究所）により始められたこの国際協力は、私に日本、日本人、日本の研究者につき多くのものを教えてくれた。皆様にとっても少しはお役に立てたとしたら望外の喜びである。

理化学研究所ニュース No. 79, Mar. 1985

発行日・昭和60年3月30日

編集発行・理化学研究所

編集責任者・中根良平

埼玉県和光市広沢2番1号

〒351-01(0484)-62-1111(代表)