

## 話 題 (Ⅱ)

# 研究会「中性子が拓く理工学の最先端」の報告

(東京工業大学・原子炉研) 井頭 政之

### 1. はじめに

標記研究会が、平成4年1月24日(金)、東工大・原子炉研2号館会議室で開催された。東工大・原子炉研では、平成3年度から学内共同研究を推進しているが、この共同研究カテゴリーの一つに「研究会等の開催」があり、これに沿って東工大・理学部の永井氏と小生が世話人となって開催した。出席者は、学外から16名、学内から32名の計48名であった。

近年、超冷からGeVまで、幅広いエネルギーの中性子が、ユニークなプローブあるいは核変換用粒子として多くの分野で利用され、大きな成果が挙がりつつある。例えば、

- (1) 中性子ラジオグラフィに代表される工学利用、
- (2) ホウ素中性子捕捉療法に代表される医療利用、
- (3) 高温超伝導物質の構造解析等の物性物理研究への利用や物質科学への応用利用、
- (4) 空間・時間反転不変性の破れの検証実験に代表される物理の基本法則研究への利用、
- (5) 太陽からの中性子や元素合成に代表される宇宙物理研究への利用、

等がある。

そこで、日本で展開されつつあるこれらの中性子関連研究の現在の動向を知り、お互いの接点を探ることで、個々の研究内容が更に飛躍する機会になればと思い、標記研究会を開催するに至った。

### 2. 研究会内容

研究会では9件の発表があったが、以下に発表題目、発表者、及び発表概要を記す。

#### ①原研JRR-3Mと利用設備 (原研) 白井英次

原研の研究炉JRR-3は約20年間利用されてきたが、利用者からの熱中性子束の増大あるいは利用設備の高性能化・高度化の要請に応えるため改造が行われた。改造では世界初の「原子炉一括搬出工法」により原子炉本体を撤去し、その後へ熱出力20MWの全く新しい型の研究炉JRR-3Mを設置した。合わせて、最新の利用設備として冷中性子源装置と中性子導管を設置する等、研究炉としての利用性能を格段に向上させた。本研究会では、JRR-3Mと利用設備の概略が発表された。

#### ②原子炉を用いた医療照射と中性子ラジオグラフィ (武工大) 相沢乙彦

研究炉の先端的利用の一面として、ホウ素中性子捕捉療法と中性子ラジオグラフィについての発表があった。ホウ素中性子捕捉療法に関しては、原子炉が存在しなかった時代(1936年)

に原理的可能性が予言されたこと、1951年～1961年までの米国での治療例、1968年～1991年までの日本での治療例等についての説明があった。尚、この治療法が現在実施されているのは日本だけである。中性子ラジオグラフィに関しては、その原理及び中性子透過写真を得るために必要な中性子源、コリメータ、並びに撮像系についての解説が行われた。

③ K E Kにおける中性子散乱実験 (高工研) 渡辺昇

高工研では1980年、500 MeVブースター陽子加速器より得られるビームを用いて、世界最初の本格的スポレーションバルス中性子源(K E N S)を完成させた。発表では、スポレーションバルス中性子源の特徴と、それが中性子散乱研究にいかに関与するかを、高工研での成果の一部を紹介しつつ説明された。研究成果の内容は、広帯域・高分解能粉末中性子回折、広帯域小・中角散乱、 $\mu$ eV中性子分光、熱外中性子散乱、及び極端状態下での中性子散乱であった。

④ 中性子を用いた時間・空間反転不変性の破れについての検証実験 (高工研) 増田康博

eV領域での中性子核反応における空間・時間反転不変性の破れの検証実験についての説明がなされた。また時間反転不変性の破れの検証実験について、スピンの偏極した標的核をスピンが偏極した中性子が透過する場合のスピン個別釣合のスキームが説明された。更に、散乱振幅のデータを用いることによって、スピン個別釣合の値が評価されることが示された。

⑤ 太陽からの高エネルギー中性子 (理研) 松岡勝

太陽フレアに伴って高エネルギー中性子が発生するが、そのエネルギーはGeVにもおよぶ。発表では、太陽から高エネルギー中性子が発生する可能性の予言から始まるその歴史、太陽中性子発生理論、太陽中性子の観測方法、及び観測された中性子について説明がなされた。更に、1991年6月4日の太陽中性子の観測結果について、詳細な説明がなされた。

⑥ 中性子捕獲実験と天体核物理 (東工大) 永井泰樹

標準ビッグバン模型では、質量数7までの元素は宇宙初期に合成され、それ以上の元素は恒星中で合成される。一方、軽元素合成時に宇宙の物質密度が非一様であったとする非一様ビッグバン模型では、質量数30までの元素が宇宙初期にかなり合成される。発表では、非一様ビッグバン模型における宇宙初期元素合成の主反応系列中の(n,  $\gamma$ )反応断面積の測定方法及び測定結果の説明がなされた。

⑦ 東工大ベロトロンを用いた中性子実験 (東工大) 井頭政之

東工大・原子炉研の3UH-HCベロトロンを用いた中性子実験に関して、主な実験装置、これまでに行われてきたkeV中性子捕獲実験、及び今後の計画についての説明がなされた。keV中性子捕獲実験に関しては、共鳴平均捕獲ガンマ線スペクトル、幅の広い共鳴からのガンマ線スペクトル、及び軽い核の捕獲断面積について説明がなされた。

⑧ 加速器を用いた超ウラン元素消滅処理と原研陽子加速器建設計画 (原研) 水本元治

原研では、OMEGA計画の一環として、高エネルギー陽子によって発生するスポレーション

中性子を利用した超ウラン元素の消滅処理の検討を行っている。発表では、加速器消滅処理の考え方、高速中性子を使ったシステム、大強度陽子ビーム加速技術の開発についての説明がなされた。更に、原研が建設を提案している工学試験用加速器（加速エネルギー：1.5 GeV、平均電流：10 mA）、及び4～5年を目処に建設を計画している技術開発用加速器（加速エネルギー：10 MeV、平均電流：10 mA）についての説明がなされた。

#### ⑨加速器施設における中性子遮蔽 （核研）上養義朋

中間エネルギー大強度加速器である東大核研の大型ハドロン計画（陽子1 GeV、400  $\mu$ A）を例にとって、施設の簡単な紹介と加速器施設の放射線安全設計について説明がなされた。ビームラインを地下14 mに設け、局所的にビームが失われる場所には補助遮蔽を設けると共にコンクリート製トンネル壁の厚さを1.5 m以上にすることによって、直接線、スカイシャイン、土と地下水の放射化のレベルを十分安全な値にできることが示された。更に、空気の放射化に対しては、施設の密封性を良くすることが重要であることが指摘された。

### 3. おわりに

原子力と物理の両コミュニティからの発表なので、かなりの参加者にとって馴染みのある発表題目と初耳に近い題目とが混ざった研究会であったと予想されるが、9名の講師から大変興味深い講演を聞くことができ、また48名の参加者全員で議論することができ、有意義な研究会であったと思っている。これも年度末のお忙しい中、講演を快く引き受けて下さった講師のご協力のおかげと感謝している。

1日間のみのものであったので、プログラムに中性子に関連する分野を網羅することは不可能であった。従って、中性子核データ分野において原研核データセンターの果たしている役割、シグマ委員会における中性子核データ評価活動、及び多くの研究機関における中性子核データ測定の現状紹介等は割愛した。また、講師全員が箱根から東の研究機関の所属であったことは、予算制約が世話人の潜在意識を操作した結果と思われる。これらのことによって各方面にご迷惑をおかけしたと思うが、この場を借りてお詫びする。今後機会があれば、このような研究会をオールジャパンで企画したいと考えている。

尚、本研究会の報告集の残部に余裕があるので、ご希望の方は小生までご連絡頂きたい。