

## 研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名:物質科学のための放射光核共鳴散乱法の研究

2. 研究代表者:瀬戸 誠(京都大学原子炉実験所 教授)

3. 研究概要

核共鳴散乱法では、原子核の共鳴励起過程を用いることにより、物質を構成する元素の中でも、特定の元素(同位体)だけの性質(電子構造、磁性、振動状態)を調べることが原理的には可能である。本課題は、核共鳴散乱法を物質科学の研究に役立てる計測法として確立するため、先端的放射光核共鳴散乱法を開発することを目的としている。具体的には、以下に掲げる核共鳴散乱法の計測手法を開発することである。

(1) 高エネルギー核種における核共鳴散乱・吸収分光法の開発

(2) neV 超高分解能 X 線分光法の開発

(3) 顕微分光法のための超単色X線の生成と利用に関する開発

(4) 多核種核共鳴非弾性散乱法の開発

4. 中間報告結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

これまでの研究では、世界最高性能の SPring-8 のハッチ内への装置の立ち上げが、メインな研究活動であった。装置立ち上げの一環として行った実験は、実証実験的色彩が濃かったが、その中でも、各種の成果を上げてきた。項目別に記述すると、以下のようになる。

(1) 高エネルギー核種における核共鳴散乱・吸収分光法の開発研究では、高エネルギー・短寿命励起状態の核種の1つとして Ge-73 の第 3 励起状態(励起エネルギー:68.752 keV、半減期:1.74 ns)の核共鳴吸収スペクトルの観測に成功した。それにより、これまで主として低エネルギー核種に限定されていた核共鳴散乱測定が 80KeV 程度の高エネルギー核種にまで可能となり、対象となる核種が飛躍的に増えた。この研究は、今後 Fe 系超伝導体の研究への展開が期待できる。

(2) neV 超高分解能 X 線分光法の開発研究では、予備的な測定としてイオン液体の準弾性散乱測定を試み、過冷却状態におけるイオンのスローダイナミクスを反映した準弾性散乱スペクトルの温度変化を観測することに成功した。

(3) 顕微分光法のための超単色X線の生成と利用に関する開発研究では、核モノクロメーターとして、Flux 法による反強磁性体  $^{57}\text{FeBO}_3$  結晶の育成を行い、全体の歪が秒程度の高品質な単結晶を得ることに成功した。この核モノクロメーターを用いて、超高压下でのメスバウアー分光が可能となり、超高压化での FeH の強磁性—反強磁性の相転移に関するメスバウアー分光スペクトルの観測に成功した。

(4) 多核種核共鳴非弾性散乱法の開発研究では、鉄系高温超伝導体  $\text{LaFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$  の Fe-フォノン状態密度を観測した。その結果、強い電子・格子相互作用が存在しないことから、超伝導が主としてフォノンによるものではないとの超伝導発現機構についての考察を行っている。

以上に見るように、これまでの進捗状況を見る限り、特に大きな遅れもなく、順調に進んでいると思われる。

4-2. 今後の研究に向けて

世界最高性能の SPring-8 をベースにして、特徴を持った放射光核共鳴散乱法の装置が立ち上がっており、今後の研究では、多くの成果を期待することができる。実証実験は終了した状況にあり、これからインパクトの高い物性測定が実現されていくことを期待したい。

研究の性質からして特許にはなじまない研究課題であるように思われるし、第 3 世代放射光源と組み合わせて威力を発揮する装置なので、開発した装置がカタログ商品として販売されることは、考えにくい。しかし、供用施設である SPring-8 で、国内外の研究者に広く公開された放射光核共鳴散乱測定装置が完成すれば、高いレベルの物性測定が推進できるので、十分に戦略目標に貢献し、社会的にもインパクトのあるプロジェクトになることも期待できる。

その為にも、技術開発のターゲットが散漫にならぬように、プロジェクトリーダーが広い視野での先見性を発揮することを期待する。

#### 4-3. 総合評価

概ね、研究計画は順調に推移している。モノクロメーター、ディテクターも含めて、多数の研究開発が並行して行われているが、どのグループもほぼ順調に進行している。質の高い成果は出ていることは評価されるが、システム技法として再現できるような手法として顕在化できているかに注意を要する。

類似の研究を組織的に行っているところはないようなので、オリジナリティは高い。しかし、放射光核共鳴散乱法という計測分野の国際的認知度は、必ずしも高いとは言えないようなので、インパクトのある成果を公表して、計測手法そのものをアピールしていく必要がある。その為には、海外の有力誌に載せるなどの努力をしてほしい。例えば、neV 領域の超高分解能X線分光法の開発は物性研究において重要であるので、物性的に重要な物質に対しての neV 領域測定を行うことなども考えられる。いずれにしろ、(1)～(2)の研究分野にかかわらず、測定装置の性能を最大限に発揮できる応用対象を見つけることで、戦略目標に貢献し、社会的にも大きなインパクトのある成果が得られることを期待したい。