

ディビジョン番号	17
ディビジョン名	資源・エネルギー・地球化学・核化学・放射化学

大項目	3. 核化学・放射化学
中項目	3-1. 核化学・放射化学
小項目	3-1-5. 核プローブの最先端1

概要（200字以内）	
<p>メスバウアー分光法はγ線を用いた共鳴吸収（発光）法で、原子核と核外電子の相互作用による超微細構造に起因する有益な知見をもたらす。マクロ量はもとより超微量元素の化学状態（酸化数、スピン状態、磁性）分析に有効な手段なので、物理学や化学以外に、生命科学、地球科学、宇宙科学、冶金学、考古学など多方面で広く応用されている。今後、相変化や拡散などにおける原子レベルでの動的挙動の研究に威力を発揮すると期待する。</p>	
現状と最前線	
<p>メスバウアー分光法は、他の分光法では得られない「原子レベル」の特異な情報を与えてくれるため、化学・物理研究において広く利用されているが、それ以外の分野でもその重要性が指摘されていることは、火星表面でのメスバウアー分光の例を出すまでもない。2004年、火星探査機ローバー1号機「スピリッツ」と2号機「オポチュニティ」から送られてくるメスバウアースペクトルより、鉄ミョウバン（ジャロサイト）が存在していることが分かった。ジャロサイトは水酸基を持ち、火星に水分が存在した重要な証拠になっている。</p> <p>メスバウアー分光法はγ線の無反跳共鳴吸収を測定するため放射化学の中心の一つであるが、それと同時に関連する化学研究でも重要な分光法となっている。なぜなら、<u>メスバウアースペクトルからは異性体シフト、四極分裂、磁気分裂、二次ドップラーシフト、無反跳分率、線幅、分裂強度比等、多彩な情報が得られるからである。</u>これらより、分子内の電子状態やスピン状態、また分子間の相互作用や相変化等が分かる。さらには、通常の透過法他に、発光法、散乱法があり、発光法では吸収体ではなく線源の化学状態について情報を与え、散乱法では物質表面の情報を与える。この散乱法により火星でのジャロサイトの存在が分かった。</p> <p>化学研究への応用としては、歴史的に高励起原子の反応と生成物（ホットアトム化学）、酸化物・硫化物・ハロゲン化物等の研究、金属錯体や有機金属化合物の研究、さらには種々の材料の研究、環境試料の研究等がある。中でも混合原子価錯体ではそれぞれの酸化状態を直接観測できる点で、<u>スピנקロスオーバー錯体</u>の研究では鉄原子が複数のサイトを占める場合に、この手法の有用性が明らかとなる。単にスピン変化を追跡するだけでなく、同じスピン変化であっても錯体の違いは四極分裂値の違いにも反映され、より詳細な情報を与える。<u>光誘起スピン転移現象</u>もメスバウアー分光法により明らかにされ、分子スイッチング素子の開発にも重要な役割を果たしている。最近の傾向としてシンクロトロン放射光</p>	

の核共鳴散乱法の研究が多くなってきている。

これらの成果は国内では放射化学討論会に留まらず錯体化学討論会等でも、国外であってはメスバウアー効果の応用国際会議、さらにはメスバウアー効果の工業への応用国際会議等で発表されている。メスバウアー分光関連の論文数は、1958年のメスバウアー効果の発見以来年々増加し、80年代から90年代後半にピークを迎えた。現在では、面白い化学現象の研究をメスバウアー分光法という一つの手法に固執して研究を進めるのではなく、色々な手法を総合的に利用して解明していくため、メスバウアー分光法の果たす役割の比重が相対的に小さくなってきているようである。放射線を利用するため他の分野の方にとってはハードルが高いのかもしれない。しかし、これは共同研究により克服できるし、機能性錯体や機能性材料の研究には不可欠な実験手法である。メスバウアースペクトルは40以上の元素について測定可能であるが、Fe、Snのメスバウアー分光の研究が大部分である。これ以外の元素のメスバウアー分光による研究も重要であるのは当然である。特に、ランタノイド化合物、アクチノイド化合物の研究等 f 電子の関与する化学の発展が望まれる。さらには、シンクロトロン放射光によりその他の元素のスペクトル測定が期待されるし、既に、メスバウアー線源の存在しない⁴⁰Kの放射光核共鳴励起が報告されている。一方で近年、重イオン加速器の不安定短寿命核ビームや中性子施設からの中性子ビームを用いたインビーム・メスバウアー分光法が開発され、固体中の「原子レベル」での存在位置と拡散挙動や化学状態といった物性化学的情報や、固体マトリックスとの珍しい反応生成物や核反応直後の原子の存在状態に関する無機化学的知見をこれまでにない新しい「その場観察」手法で可能となった。例えば、半導体シリコン中の極微量 Fe 不純物の結晶格子での占有位置や動的な振る舞いを明らかにすることは、それらを除去する方法に新たな提案をもたらし、工業的また応用面から重要である。メスバウアー分光法の対象となるのは凝縮系全般と広いので、化学のみならず学際分野として今後のさらなる進展が期待されるものである。

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
新しい光磁性材料の創製とそのメカニズムの解明
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
材料中に含まれる超微量元素（約40元素）の存在場所の特定と化学型の同時定量

キーワード

スピנקロスオーバー、光誘起スピン転移、シンクロトロン放射光、加速器、原子レベルの拡散現象

(執筆者：中島 覚・小林義男)