

大強度パルス状表面ミュオンビームによるミュオン化学の新しい展開

Muon Chemistry with Intense Pulsed Surface Muon Beam

久保謙哉・国際基督教大学教養学部

表面ミュオンの特徴は飛程が 0.1 gcm^{-2} と短く、固体でいえば試料表面近くを選択的に観測でき、また気体を試料とすることが可能であるという点が化学的に重要な点である。

光・電場・磁場・圧力等に反応して物性を変化させる機能性錯体の研究が行われているが、このなかでも特に有用な光誘起磁性体では、光との相互作用が大きく、固体表面でのみ変化が起こるものが多い。たとえばシアン化金属錯体 $[\text{M}(\text{CN})_n]^{m-}$ を構成ユニットとする一連の化合物では、光照射による変化は表面に限られてバルクは変化しないため、バルク全体を見るような測定法では変化が見られないことがある。表面ミュオンはと照射とくみあわせることによって、これらの物質の表面での変化をミクロな視点から観測することは、変化のメカニズムを解明し、新たな機能性物質創成の指針を得るための重要な情報が得られる。

気体中の水素や水素を含むラジカル種の研究にミュオニウムを使うことができるが、パルス状ミュオンによって実現できる長い観測時間を生かして、これまでは測定が難しかった遅い化学反応を追跡することができる。特に大気中の種々の物質の平均寿命を制御するような化学反応に関与している化学種の中には NO_x や OH などのラジカル種が含まれ、これらの反応の知見を得ることは重要である。ミュオニウムを水素のトレーサーとして使うことによって水素を含む成分の、純物質中ではない実際の大気に近いような種々の成分の混合系での情報を得るのに適している。またパルス状ミュオンでは、パルスに同期した RF をかけてスピン共鳴を観測ことができ、スピン回転法では失われてしまう反応生成物の信号が得られるので、遅い反応の生成物の研究にも応用できる。

ラジカル種の反応速度に磁場が影響する例が知られている。 μSR では非常に弱い磁場下で測定が可能であり、化学反応の磁場効果の研究に最適である。磁場効果は鳥の定位に使われている可能性が示唆されており、地球磁場程度の大きさを得意とする μSR ならではの研究が期待される。