

アイソトープ総合部門

部門長 中島 覚

平成22年度のアイソトープ総合部門の活動は、この後の放射性同位元素教育研究部と放射性同位元素管理部の活動報告にまとめられていますので、ここでは詳述はしません。この場では、アイソトープ総合部門の22年度の活動として特筆すべきとことを2点紹介し、ご挨拶とさせていただきます。一つは日本放射線安全管理学会第9回学術大会開催のお世話であり、もう一点は3月11日に発生しました東日本大震災に対する支援であります。

1. 日本放射線安全管理学会第9回学術大会開催のお世話

日本放射線安全管理学会は、全国の放射線施設の教員が中心になって設立した学会です。当学会は、放射線安全管理の現場から普遍的な意味を見出そうとの思いが学会を設立させましたが、着実にその目標を達成しつつあります。物理、化学、生物等をそれぞれ専門とする研究者が、放射線安全管理というキーワードで集まって学会を設立し、今や、この学会から育った研究者もおられます。そして自然科学の分野にとどまらず、文科系の分野をも標榜しており、毎年学術大会を開催しております。

日本放射線安全管理学会第9回学術大会が平成22年12月1日（水）～3日（金）の3日間、サタケメモリアルホールと学士会館を会場として開催され、私どもの部門がお世話させていただきました。また、実行委員は、アイソトープ総合部門のメンバー、学内の放射線施設の主任者や技術員、中国四国地域の大学の放射線に関係する先生にお願いしました。その結果、253名が参加し、73件の講演（一般、特別）と51件のポスター発表があり、盛会裏に終了しました。

私たちは、広島大学全体の放射線安全管理と全学の共同利用研究に貢献すべく活動しています。学内には八つの放射線施設が存在し、その主任者が中心となり全学の放射性同位元素委員会を構成しています。この委員会で全学の放射性同位元素の安全管理について諮るのですが、このような学会の開催を通して学内の主任者や技術員のより密な連携が取ればよいと考えました。これにより全学の放射線施設の横のつながりが強化し、より一層の全学的な放射線安全管理につながると考えております。

広島大学は中国四国地方の中心大学としてこの地方の放射線安全管理の中心にならなければなりません。そして全国的にも放射線安全管理に貢献したいと考えています。

2. 東日本大震災に対する支援

3月11日に東日本大震災が発生しました。未曾有の大震災で、津波の影響もあり、福島原発事故が発生しました。通常の放射線施設の管理では計り知れない量の放射性同位元素が住環境に出ています。このような状況で私たちはどのような貢献ができるのか考えておりますし、その支援に地道に努力しております。

厚生労働省からの依頼が文部科学省を経由してきていますし、直接文部科学省からの依

頼もあります。具体的には、食物や水の放射線量の測定依頼や空間線量の測定依頼です。現在、毎日空間線量を測定しており、その結果を毎日文部科学省に報告しております。もちろん、休日も休まずに行っています。

アイソトープ総合部門でも独自で空間線量の測定を行っており、HPなどで皆様にお知らせしております。外人の方が、不安で私たちのセンターに線量を問い合わせにこられたこともあります。事態は長引きそうです。引き続き留学生放射線講演会などでも貢献したいと考えています。

放射線に関係する学会も支援を行っています。私たちが関係する日本放射線安全管理学会では、除染や測定方法に関連する支援、メンタルケアなど住民の不安を解消するような支援を行っており、当部門のメンバーも積極的に活動しています。私たちは、学内の業務はもちろん一所懸命やりますが、このような貢献も進めてまいります。

私たちは全学的な放射線安全管理と放射線利用教育研究の推進に努めてまいります。そして全国的にもこの分野において貢献していきたいと考えております。ぜひ関係各位のご理解を賜りたいと思います。

【専任教員の研究紹介】
集積型錯体の構築とスピン状態制御 中島 寛

多孔性集積型錯体は種々の物性発現の源となる金属原子と分子設計性を有する有機配位子を持つとともに、空孔が存在するため、これを利用した物性制御が可能となる (図1)。一方、鉄二価錯体はd電子を6個持つが、配位子場の強さに依存して高スピン(HS)状態か低スピン(LS)状態を取る。中間の配位子場であれば温度等によりスピン状態が変化する (図2)。溶液中だとなだらかに変化するのみだが、結晶中では錯体間の相互作用に依存する。場合によってはヒステリシスを伴う。従って、どのように錯体を集積するかが重要となる。

*anti-gauche*異性を持つ1,2-ビス(4-ピリジル)エタン(bpa)を架橋配位子として用いることにより、その異性を反映した多彩な集積構造(1D直鎖構造、2Dグリッド構造、相互貫入構造)を得た。そのままでは高スピン状態のみを示したが、空孔に有機分子を導入することによりスピncrossオーバーを実現した。そして、集積構造の違い、ゲスト分子の違い、アニオンの違いによりその挙動が制御できることが分かった。さらに、この系においてメスバウアーパラメータと転移温度との間に密接な関係が見られた。

架橋配位子を1,3-ビス(4-ピリジル)プロパン(bpp)に変えることにより、2枚のグリッド構造が二次元的に相互貫入し、それらが積み重なった大変珍しい集積構造を得た。合成溶媒を変えることにより、ベンゼンを包接した1D鎖状構造を得た。この系では、ベンゼン分子の可逆的な吸脱着がみられるとともに、可逆的な集積構造の変化も見られた(図3)。アニオンを選択することにより、集積構造の可逆的な変化に伴いスピン状態をスイッチさせることに成功した。

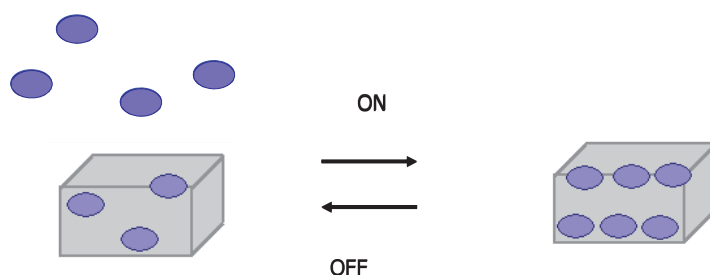


図1 ゲスト分子の吸脱着による物性制御

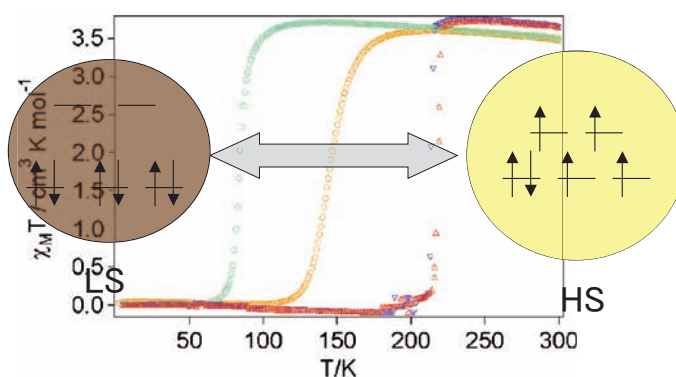


図2 スピン状態の変化

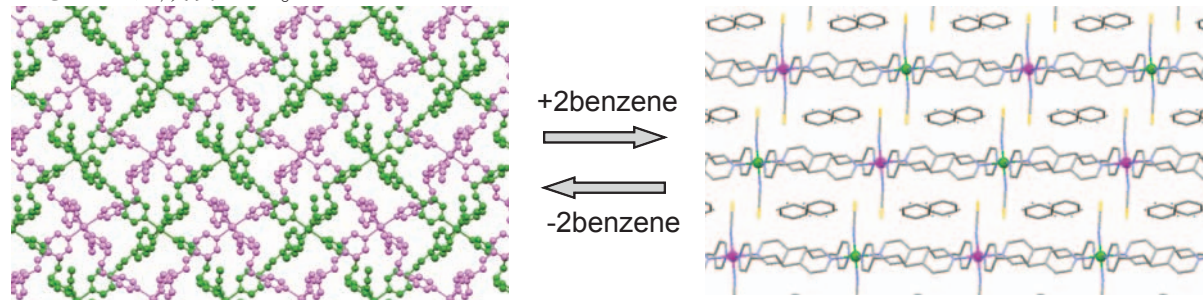


図3 ベンゼン分子の吸脱着に伴う集積構造の可逆的变化

- 1) T. Morita, S. Nakashima, K. Yamada, and K. Inoue, *Chem. Lett.*, **35**, 1042-1043 (2006).
- 2) M. Atsuchi, H. Higashikawa, Y. Yoshida, S. Nakashima, and K. Inoue, *Chem. Lett.*, **36**, 1064-1065 (2007).
- 3) S. Nakashima, T. Morita, and K. Inoue, *Hyperfine Interact.*, **188**, 107-111 (2009).
- 4) M. Atsuchi, K. Inoue, and S. Nakashima, *Inorg. Chim. Acta*, **370**, 82-88 (2011).

【施設利用者の研究紹介】
クラウンエーテルによる同位体分離
-濃縮 ^{48}Ca による二重ベータ崩壊実験-

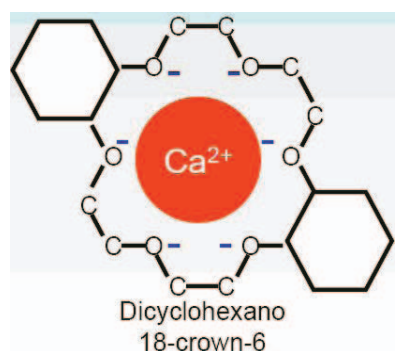
工学研究院

裕 隆太

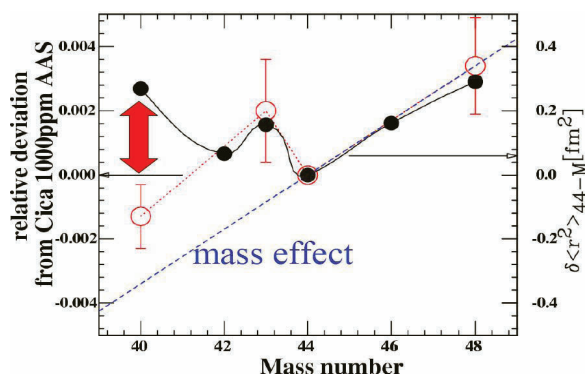
S-K,SNO,KamLAND,K2K 等ニュートリノ振動実験でニュートリノの種の間には質量差があることが実証された今、ニュートリノの質量の絶対値を測定出来る二重ベータ崩壊は最も重要な研究テーマでその目標も現在の到達実験感度よりあと数年とあきらかになり世界中で研究が進められている。またニュートリノの出ない二重ベータ崩壊の観測はニュートリノが粒子と反粒子を結ぶマヨナラ質量を持つ事を示し、宇宙が粒子だけの（反粒子のない）世界になったことを説明する鍵となっている。現在、濃縮された ^{76}Ge を用いる実験が世界最高感度の測定を達成しているが、その Q 値の低さ (2.0MeV) 故、すでに放射線バックグラウンド (BG) が限界を決め始めている。

我々は、二重ベータ崩壊核の中で最大の Q 値(4.27MeV)を持ち、BG の最も少ない ^{48}Ca の二重ベータ崩壊実験(CANDLES)の自然存在比 (0.187%) を改善する濃縮分離法の開発を行っている。

カルシウムは常温で気体となる化合物が存在しないため、他の同位体で最も有効なガスによる遠心及び拡散分離法が不可能。また米国オークリッジ研の Calutrons 等の電磁場による分離法は生産量が限られ、濃縮カルシウムも販売されているが 1 グラム約 2 千万円という途方もない高価な値段となり、現在、世界で手に入る濃縮カルシウムは約数十グラムで、近年、MCIRI (Magnetic Cyclotron Ion Resonance of Isotopes)、LIS (Laser Isotope Separation) 等様々な濃縮方法がテスト中だが、まだ R&D 段階で特に安価かつ大量濃縮という点からは程遠い。我々はカルシウムの液液抽出の方法にヒントを得、クラウンエーテル (下図左) を用いた液液抽出を行い、これまでの化学分離による濃縮の中で最もよい分離係数 1.012~1.014 の結果を得た。本結果により、カルシウム同位体の中で最大の自然存在比(約 97%)を持つ ^{40}Ca に対し、確かに ^{48}Ca が分離濃縮されていることを確認し (下図右)、大量濃縮に向けて原理的な困難がないことを世界で初めて示した。現在、これら成果に基づき、“トン” オーダーの大量処理に向け、マイクロリアクターを用いた多段濃縮プロセスの開発を行っている。エマルジョン形成用のマイクロリアクターを用いて有機相中に微細な水相の液滴を形成させることで相互の液の接触面積を増大させ、有機相中のクラウンエーテルと水相からの Ca の接触確率を上昇させることで抽出効率を上げ、高分離係数とトレードオフの関係にある Ca 濃度の向上も目指し、抽出効率を改善する。



Ca イオンを捕獲したクラウンエーテル



カルシウム同位体効果の図