

MRIを高感度化するキセノンガス高効率発生装置

超偏極キセノンガスの連続生成により診断現場への応用近づく



服部 峰之

はっとり みねゆき

mineyuki.hattori@aist.go.jp

光技術研究部門
デバイス機能化技術グループ
主任研究員（つくばセンター）

1991年に電子技術総合研究所入所。¹³C 磁気共鳴スペクトロスコピー（MRS）による脳内代謝計測装置の研究開発PJなどを担当しました。1997年頃から、核磁気共鳴（NMR）法を高感度化を利用して、光の量子的な性質を利用して高感度化させる、光ポンピング法による超偏極技術の研究と超偏極キセノンガスの生成装置の開発を行っています。今後も、NMRの高感度化に挑戦し、時間・空間分解能の向上を目指します。

関連情報：

● 参考文献

1) 「新しい核磁気共鳴の高感度化技術」、服部峰之、化学工業、57-5、pp.49-52、2006年5月

2) 「超偏極による高感度計測」、服部峰之、画像情報メディカル、39-4、pp.386-390、2007年4月

● 関連特許

特許第3516010号「偏極希ガスの製造装置を有する磁気共鳴イメージング装置」

特開2003-245263「核スピン偏極希ガスの製造装置とこれを用いた偏極希ガスの製造方法」

● 共同研究者

大竹紀夫、村山守男（東横化学、平賀隆、山本典孝（産総研）

● プレス発表

2006年11月28日「MRIを高感度化するキセノンガスの高効率発生装置を開発」

● この研究は、産総研の実施している「地域中小企業支援型研究開発事業」および独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「平成16年度産業技術研究助成事業」により実施されました。

核磁気共鳴(NMR)の光による高感度化

核磁気共鳴画像診断装置（MRI）は、測定対象を傷つけずに内部構造を調べる方法として、医療現場や産業現場で実用化されています。医療用に最もよく用いられているMRIは水素原子核（プロトン、¹H）を見るもので、主に生体組織中の水分や脂質の水素原子の密度を画像化しています。しかし、肺のような水素原子の密度の低い臓器については、ほとんど利用例がありませんでした。

最近、超偏極と呼ばれる状態の希ガスの利用が注目されています。希ガスはヘリウム、ネオン、アルゴン、キセノンなど、最も化学反応をおこしにくい安定した元素で、生体に対する毒性も少なく安全です。例えば、³Heと¹²⁹Xeは、そのままでは感度が悪くて実用的には核磁気共鳴シグナルは利用できませんが、光ポンピング法によって非常に大きな核磁気共鳴を示すように変化させることができます（超偏極：Hyperpolarization）。

この原理は磁場中で、磁場に平行な特殊なレーザー光（円偏光）を低沸点金属であるルビジウムの蒸気に照射すると、ルビジウム原子が円偏光を吸収して磁気的な性質が変化（偏極）します。³Heや¹²⁹Xeが共存しているとルビジウムの偏極が伝わって、これらの希ガスが超偏極状態になります。光ポンピングによって、³Heや¹²⁹Xeを超偏極状態にするとNMR信号強度を数万倍に増強できるので、密度が低く従来は磁気共鳴の対象になっていなかった希ガスが、同体積の水と比べても100倍以上強い磁気共鳴信号が得られます。

連続フロー方式の超偏極キセノンガス生成装置

私たちは、かつて工業技術院時代に、大阪大学医学部、産業医科大学と協力してわが国で初めて超偏極キセノンガスによるMRI画像の取得に成功し、医療技術研究の現場でこのガスを生成できることを実証しました。その後も東横化学との共同研究を通じて、偏極率2～3%の超偏極キセノンガスをバッチ式で連続供給する実用機を完成させました。

産総研では、フローセルを用いてガスを流し

ながら連続的に偏極希ガスを製造し、後方に核磁気共鳴装置を配置することで、偏極率を減少させずに短時間でNMR・MRI測定を行える偏極装置を開発しています。

以前から使われている、円筒状の全ガラス製容器を採用した偏極装置では、レーザー光の強度は入射面からの距離に対して指数関数的に減少するので効率がよくありませんでした。しかし、新しく開発した発生装置は金属製フランジと石英製窓を利用した、連続フロータイプのセルなので次のような長所があります。

1. いままでのガラスセルに比べて、セル内をより高圧にできるので、偏極率と超偏極希ガスの製造量をともに増大できる。
2. 長いキャピラリーを取り付けて超偏極したガスを直接NMR装置へ導入できる。
3. 別に用意した真空マニホールドでルビジウム金属を蒸着して、セル部分だけを交換する構成なので、NMR装置に真空機器を近づけなくてよい。また、セルの再利用がいままでのガラスセルに比べて容易である。

今後の予定

今後は、動物用のMRI装置などを使用して、超偏極状態に最も適した高速の撮像法を開発して行きます。また超偏極キセノンガスからの信号検出による空洞部分の画像化をもとにした肺機能診断や、NMRスペクトルの経時変化からの局所脳血流量測定など、生体組織中での動態解析を想定した計測技術の研究を進める予定です。

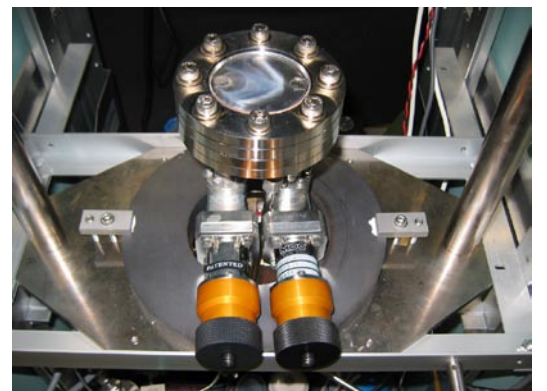


図 新型の連続フロー型超偏極キセノンガス生成装置