

研究成果

サブテーマ名：高偏極Xe-129ガス生成技術の開発 小テーマ名：3-1-1ab 強磁場内高偏極Xe-129ガス偏極装置の開発	MR I
サブテマリーダー（所属、役職、氏名） 秋田県立脳血管研究センター 副研究局長 菅野 巖 研究従事者（所属、役職、氏名） (財)あきた企業活性化センター 雇用研究員 若井篤志 (独)産業技術総合研究所光技術研究部門 主任研究員 服部峰之	
研究の概要、新規性及び目標 ①研究の概要 強磁場内偏極装置中の氷結処理にて現行 1 割強の Xe 偏極維持率を 7 割以上にすることを目標とし、偏極率 70%の Xe 希釈ガスから、偏極率 50%の Xe 濃縮ガスの採取をめざす。b.氷結処理の理論的背景の検討および強磁場内高偏極ガス装置の改善策を求める。 ②研究の独自性・新規性 強磁場内偏極装置は、4.7T 動物用 MRI 装置の磁場を利用して、偏極キセノンの濃縮、蓄積および再ガス化において、通常の水結処理において危惧される減偏極(偏極率低下)効果を極力押さえることにより、その取り出し、使用時において、高濃度かつ高偏極キセノンガスを得ることを意図して設計された装置である。当該装置は、この強磁場において急冷、急加熱を、直接氷結用セルにアクセスすることなく(1T を超える強磁場磁石においては、アクセス容易でない構造である場合が多い)、バルブ操作のみでおこなうことができる利点がある。氷結処理における高磁場化と急冷、急加熱が偏極率維持の点で重要であることは、既に他の研究グループにより実証されているが、1T 以上の磁石においては、いずれも実験室レベルの少量のガスの取り出しを目指したものである。ヒトへの導入を視野にいれたガス(1リットル以上)生成装置についての報告はなく、この点に当該装置の新規性が見られる。 ③研究の目標（フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に） フェーズⅠ：高偏極Xe吸入法による偏極Xe脳画像の測定 フェーズⅡ：①動物：高偏極Xeによる脳病態生理機能測定法の確立②臨床：高偏極Xeによる脳疾患臨床への応用。強磁場内偏極装置の中で特に氷結処理に注目し、現行の 1 割強の維持率（氷結前後のキセノンの偏極率比）を、7 割以上に改善することを目標とする。これにより、偏極率70 %のキセノン希釈ガスから、偏極率50 %のキセノン濃縮ガスを採取することが可能となる。 フェーズⅢ：臨床測定法として医療保険診療への申請	
研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して） はじめに、希釈ガス(ヘリウム94%窒素2%キセノン2%)をもちいて偏極および氷結処理をおこなったところ、キセノンガスラインの流量低下および取り出しガスの偏極維持率(氷結前と氷結再ガス化後の偏極率の比)が低い(最大で約1/8)等の課題が明らかになった。これは、氷結セルにおいて、予定していた容器内壁への氷結以外にセルへのガス導入ラインでの氷結により、ガスラインが目詰まりをおこした可能性を示唆しているこの場合、偏極率の低下も引き起こされることは容易に想像できる。次にバッチ式の水結(はじから高濃度のキセノンのポンピングをおこない、一度に氷結させ、)も試みたところ、偏極維持率は1/2であった。氷結位置の特定が急務となった。その他の課題は偏極セルにある。氷結前の希釈ガスの状態においてもその偏極率は1.0%以下と、不十分な値であった。しかしながら、この課題に対しては、ポンピング用セルをガラス製に交換することで対処は容易であると考えられる。	
主な成果 具体的な成果内容： 特許件数：3件 論文数：0件 口頭発表件数：3件	

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

残念ながら、現時点においては得られる偏極率よりも偏極維持率に問題があるため、当該装置の生成するガスは従来の実験室レベルの氷結装置にも及ばないのが現状である。これは、偏極プロセスの最適化の前に、セル材質も含め構造的な問題を抱えているためと考えている。他の研究グループの動向を述べれば、光ポンピングの手法でのキセノンの偏極率向上に精力を注ぐ研究グループは数少ないが、先のISMRM(2005年)で報告されたニューハンプシャー大学(米国)のグループの偏極装置は最も進んでいる。氷結処理後、偏極率47%、体積100ccのガスの取り出しに成功している。我々の4.7T偏極装置で得られているガスは、これには到底およんでいないが、原理については大きな違いはない。当該装置の改善によりこの値を超えることも可能である。

2 実用化に向けた波及効果（実用化に成功した場合、それが影響を与える分野）

偏極キセノンの生成に関しては、今後さらに高偏極率化が求められる。現在知られている手法においてはキセノン希釈の偏極処理と濃縮処理との組み合わせは、最も現実的な手法である。したがって、濃縮処理においてはさらに低温度(4K近辺まで)による氷結処理が必要となることが予想される。その場合には、もはや従来の液体窒素デューワーにガラス製の氷結セルを沈めた実験室レベルの装置では対応不可能である。当該装置のように金属性かつ強磁場中での氷結処理を可能な装置が必要になるものと考えられる。当該装置はその先駆的な装置となるだろう。

100%に近づく偏極率ガスは、キセノンの生体応用のみならず物質表面の吸着分子の研究にも利用応用されるものと期待している。

残された課題と対応方針について

1)キセノン氷結位置の特定、および氷結セル内壁への正常な氷結への条件を探る(温度、ガス流量、ガス圧力等)

キセノンは、氷結セル内部表面の金(メッキ)、銅およびステンレスの3種類の金属と接する。これらの影響を別に準備したテスト配管で偏極維持率を調査する。また、材質として金属をもちいていることは、内部に多くのエッジを含むことになる。このエッジの近辺では磁場の乱れが予想され、その影響についても同じくサンプルセルを製作してその影響について探る。

2)ポンピングセルでのキセノン偏極率の向上。

ステンレスセルからパイレックスセルへの交換、あるいはステンレスセルの内側に円筒状のガラスチューブを入れることにより、金属表面での直接的減偏極を押さえて光ポンピングを試みる。

3)加熱処理の繰り返し時間の短縮。

当初の予定では、加熱用の媒体に温水を予定しており、加熱速度には問題は見られなかった。しかしながら、繰り返し(温水に加熱後、再度氷結を行う)に課題を残す結果となった。断熱真空引きができるまでまる一日を要するのである。アルコールに変えることにより、半日程度まで短縮できたが、テスト実験においては繰り返しが必要であり、今後、最適な媒体を探す必要がある。

	J S T 負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合 計
	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	小計	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	小計	
人件費	1,418	7,957	7,800	7,694	7,749	5,510	38,128	0	0	0	0	0	0	0	38,128
設備費	2,100	13,503	16,360	0	0	0	31,963	0	0	0	0	0	0	0	31,963
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	4,977	2,821	7,090	701	2,022	83	17,694	0	4,500	10,000	1,000	1,000	1,000	17,500	35,194
旅費	1,156	566	221	463	510	632	3,548	0	0	0	0	0	0	0	3,548
その他	0	390	282	27	29	107	835	0	0	0	0	0	0	0	835
小 計	9,651	25,237	31,753	8,885	10,310	6,332	92,168	0	4,500	10,000	1,000	1,000	1,000	17,500	109,668

代表的な設備名と仕様 [既存 (事業開始前) の設備含む]

J S T 負担による設備：レーザー光発生装置、ヘリウムリークディクター、偏極Xeガス生成装置

地域負担による設備：偏極実験室

※複数の研究課題に共通した経費については按分する。