

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：3-1-2 小動物用高偏極キセノンガス生成装置の開発		M R I
サブテームリーダー（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）		
3-1-1で記載		若井篤志
(財) あきた企業活性化センター	雇用研究員	D.K Wright
研究の概要、新規性及び目標		
研究の概要		
ガス生成の最適化により、偏極率 30%のガス 50cc を安定供給できる装置（一括方式）を完成させる。		
研究の独自性・新規性		
2セルタイプで、ルビジウム濃度とポンピング条件を別にふることで偏極率の最適化を図る。また、コーティングにおいても、通常ポンピングセルにはコーティングを施さない。これは、通常、Rb 原子により、コーティング膜が破壊され、比較的早くその機能を失ってしまうためと言われている。しかしながら、Rb セル分離タイプとすることで、ポンピングセルに流入する Rb 原子数を必要最低限に押さえることができ、膜の寿命を延ばすことができる。このことを期待して計画しており、上記の偏極率も不可能ではないと考える。これを意図した2セルタイプの偏極セルは世界でも類を見ないものである。		
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：高偏極 Xe 吸入法による偏極 Xe 脳画像の測定		
フェーズ：動物：高偏極Xeによる脳病態生理機能測定法の確立 臨床：高偏極Xeによる脳疾患臨床への応用。これまでの実験成果を理論的に整理し、ガス体積50 cc、偏極率30 %のガス（一括方式）を目標として、ガス生成装置の安定動作と最適化条件だしを図る。		
フェーズ：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）		
本プロジェクトのスタート当初、先行するドイツのユーリッヒグループより参考意見を伺い、バッチタイプでの高偏極装置（1号機）を製作した。この装置には、光ポンピングに使用される程度の低磁場（100ガウス）にも使用可能なFAP(Fast Adiabatic Passage)法に基づくNMR計測システムを備え付けた。これで得られた信号を基に、偏極率の評価をおこなった。また、この信号を指標に、光ポンピングのための光の中心波長、円偏光度、セル温度、ガス圧力等を調整し装置の偏極条件の最適化をおこなった。また、試験的にセル内壁のコーティング処理も施した。最高偏極率としては、キセノン6%の希釈ガス（窒素6%ヘリウム88%混合）の1気圧において、 $35 \pm 3\%$ を得ることができた。この値は、一号機目標の20%を超えているが、高偏極キセノンガス濃縮のための氷結装置の改良が遅れ、濃縮過程での偏極率低下を抑えきれず、目的偏極率のガス100mLを得るにはいたっていない。2号機は、ルビジウムを封入したセルと偏極用セルを分離した2セルタイプのものを現在製作中であり、この目標も達成には至っていない。しかしながら、偏極率に関しては、濃度6%のキセノンさらさら希釈させることにより、偏極率が増加することは、他の研究グループの報告から明らかであり、今後の偏極率上昇のためのアプローチは、比較的容易であると考え。氷結装置の改良点は、キセノンの融点温度通過の迅速化にあることが判っており、上記目標の達成も近いと考えている。		
主な成果		
具体的な成果内容：		
特許件数： 1件	論文数： 1件	口頭発表件数： 2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		
先だって開催された国際磁気共鳴医学会 (ISMRM2005, 米国フロリダ) において、ニューハンプシャー大学のグループが、氷結セルを加えた偏極装置を製作し、偏極率47%、キセノンガス体積100ccの生成に成功している。残念ながら、これには及ばないのが現状である。また、日本国内においては一昨年より、東横化学株式会社が偏極装置の販売をはじめており、当プロジェクトにおいても動物用実験の専用装置として購入している上記の結果は、その装置と同程度の偏極率を示すものであった同装置と比較すれば、偏極率計測用システムを備え付けている点、ガス混合比を自由に変えることができる点に特徴をもつ。我々の装置は、バッチタイプである点と偏極率維持の面で氷結装置が不完全であるため、世界のトップレベルとは言い難		

いがこれらを改善し操作性を向上させることにより、比較的容易に達することができるレベルにあると考えている。

2 実用化に向けた波及効果

希釈ガスではあるが、少なくとも20%を超える偏極率のガスが得られたことで、様々な種類の有機化合物の分析用プローブとしての機能を調査する道が開けた。また、溶媒中でのキセノンのケミカルシフトあるいは分子中のプロトンや炭素13など他の核種への偏極移行を調べることにより、生体内プローブとしての機能を探ることが可能となった。さらに、ラットをはじめ生体への導入により、生体内でのキセノンの動向を探るだけでなく、上述の溶媒中のデータを基に、生体内温度や酸素飽和度などのパラメータ分布や、生体内での局所的な代謝活動の調査研究をはじめることが可能となった。

残された課題と対応方針について

今後、高偏極ガス生成装置の2号機の製作を進める。これは、ルビジウムセルと偏極セルを2つに分離しルビジウム蒸気濃度とRbスピンとXeスピンのスピン交換反応率の独立な調整をおこなうことを意図しているこれにより、より詳細な偏極の最適化が期待できる。また、このセルの設計および条件調整は、実測と合わせて、偏極のシミュレーションプログラムも作成し、偏極の理論的背景を明確にする。また、これで得られた結果を最適条件の探求に生かし、最終目標である偏極率30%、取り出し体積50ccのガス生成を成功させる。

	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	0	0	0	0	0	0	0	1,809	4,995	5,067	4,973	5,936	3,981	26,761	26,761
設備費	16,900	9,229	5,785	6,330	0	0	38,244	0	0	0	0	0	0	0	38,244
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	10,085	10,574	39,879	40,056	42,286	13,792	156,672	0	0	0	0	0	0	0	156,672
旅費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小 計	26,985	19,803	45,664	46,386	42,286	13,792	194,916	1,809	4,995	5,067	4,973	5,936	3,981	26,761	221,677

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：動物用MRI装置、キセノンガス吸入装置、質量分析計

地域負担による設備：ポジトロン標識ガス吸収装置

複数の研究課題に共通した経費については按分する。