

2013年4月16日

株式会社 JEOL RESONANCE

ニュースリリース

世界初、ヘリウムの補充が不要な NMR 装置を実用化

(株) JEOL RESONANCE (本社：東京都昭島市) は、世界で初めて液体ヘリウムの補充を必要としない (ゼロボイルオフ) 超伝導マグネットを用いた NMR システムの実用化に成功した。



【写真：ゼロボイルオフ 超伝導マグネット】

本開発の成果は、米国パシフィックグローブ (カリフォルニア州) で4月15日から開催されるアメリカで最大の NMR 学会「第 54 回 Experimental Nuclear Magnetic Resonance Conference (通称 ENC)」において発表する。

<開発の背景と経緯>

NMR 装置^{*1} は、物質の分子構造を原子核レベルで解析するための分析装置である。その応用分野は製薬・バイオ・食品・化学だけでなく、目覚ましいスピードで開発・改良が進んでいる有機 EL や電池フィルムなどの新しい分野にも活用されており、最先端の科学技術分野で欠かせない分析装置となっている。

この装置は超伝導マグネット^{*2} を使用しており、弊社では中心磁場の強さにより、400MHz (9.4T^{*3}) から 930MHz (21.8T)までをラインアップしている。超伝導マグネットはその磁場を維持するために内部コイルを超伝導状態に保つ必要があり、冷媒として液体ヘリウムを用いる。現行の弊社製 400MHz NMR マグネットの液体ヘリウム^{*4} は 1 年間に約 120 リットル消費している。近年は液体ヘリウムの入手が困難であるため、補充期間が長く、補充容量が少ない超伝導マグネットが望まれてきた。

<開発の内容>

蒸発したヘリウムを凝縮し、冷媒である液体ヘリウムの補充を必要としない（ゼロボイルオフ型=蒸発量ゼロ型）超伝導マグネットを用いた NMR システムを開発、実用化に世界で初めて成功した。装置の概略サイズ^{*5}、主な仕様^{*6} は添付資料に示す。

NMR 測定は非常に微小な電波を測定する必要があり、冷凍機の振動により、NMR 信号にノイズが発生することが懸念され、これをいかに小さくするかが開発のポイントであった。また冷凍機は外部に設けられたヘリウムガス圧縮機で動作しているが、停電などにより圧縮機の動作が停止した場合、復電するまでに液体ヘリウムが蒸発する課題があった。特に週末や年末年始の長期休暇の間に停電した時には、対処されるまでの時間が長くなると予想されるため、冷凍機停止期間でも、液体ヘリウムの蒸発を抑え、超伝導マグネットの磁場を保持する工夫が必要であった。

加えて、冷凍機は約 2 年に一度のメンテナンスを必要とするが、この作業を超伝導マグネットの磁場を変更しないで実現するには、構造上の工夫が必要であった。

以上の課題に対する開発を実施した結果、世界で初めてゼロボイルオフ超伝導マグネットを用いた NMR システムの実用化に成功し、このたび、上市することとした。本システムで採取したスペクトル^{*8} を添付資料に示す。

<今後の展開>

NMR 装置は、タンパク質、高分子材料、薬品、新素材などの開発に不可欠な基本分析ツールであり、液体ヘリウムの入手が困難な状況や場所でも、当該機を用いることで、通常の高分解能 NMR データを取得することができ、NMR の用途拡大につながると期待される。

今後、磁場強度の高い 500MHz (11. 7T) 機や 600MHz (14. 1T) 機へも開発成果を活用し、ラインアップの充実に努めてゆく。

販売開始

5月受注開始予定

連絡先

(株) JEOL RESONANCE 営業企画室 大西

TEL. 0120-653-300 Eメール: jri-pr@j-resonance.com

(株) JEOL RESONANCE について

(株) JEOL RESONANCE は、新技術とハイエンド製品の開発、およびアプリケーションの拡充を目標に、日本電子グループが事業を分社化し、その後、(株) 産業革新機構、ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー (株) が出資を行って設立した世界トップ 3、国内唯一の NMR 装置メーカー。

設立日	2011年4月1日
代表取締役社長	穴井 孝弘
資本金	777,973,000円
株主	(株) 産業革新機構 50.1% 日本電子 (株) 49.1% ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー (株) 0.8%
所在地	東京都昭島市武蔵野 3-1-2

<用語解説>

1) NMR 装置

NMR とは、Nuclear Magnetic Resonance（核磁気共鳴）の略で、NMR 装置とは、原子核を磁場の中に入れて核スピンの共鳴現象を観測することで、物質の分子構造を原子レベルで解析するための装置である。分子構造を原子核レベルで解析する分析装置としては他に電子顕微鏡や X 線回折装置があるが、NMR 装置は測定試料を非破壊で分析できる特長がある。また測定試料の前処理も他の分析装置に比べ少なく済むという利点がある。そのため官民の研究機関にはなくてはならない分析装置となっている。磁場が大きくなり対応する共鳴周波数が増加すると、感度と分解能が向上するため、より微細な構造の決定や微量試料の分析が可能となる。また近年の固体材料用 NMR 技術の向上により、無機材料の分析にも磁場の増加が有効であることが知られている。

2) 超伝導マグネット

超伝導線材を使用して製作される電磁石。超伝導線材は温度を下げることにより抵抗がゼロとなる性質があり、極めて少ない消費電力で強い磁場を発生させることができる。超伝導状態を保つため冷却する必要があり、多くは液体ヘリウム中で運転される。液体ヘリウムは微少の熱量で蒸発するために、液体ヘリウム容器は、熱シールド材や液体窒素を用いた構造体で囲まれる構造が多い。超伝導マグネットは NMR 装置の他に、MRI（磁気共鳴イメージング）、リニアモーターカー、核融合炉等に使用されている。

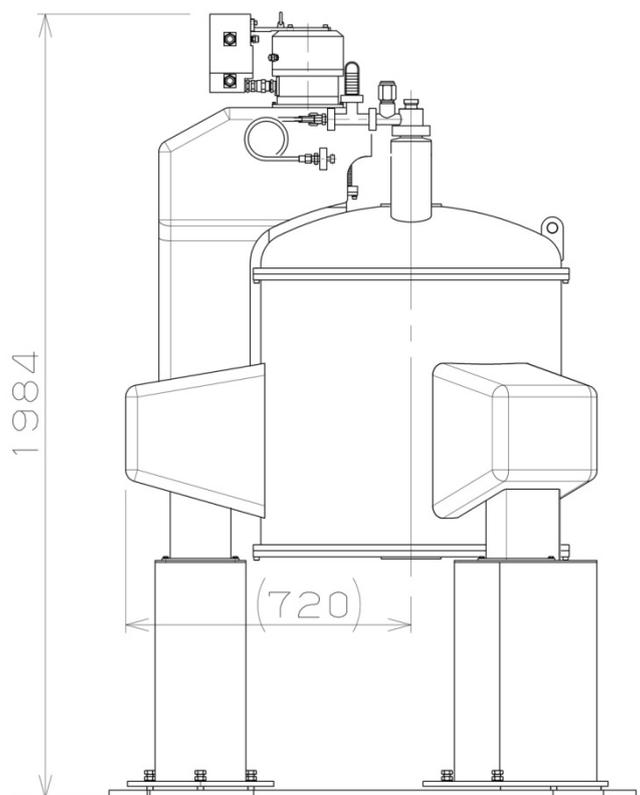
3) T（テスラ）

磁束密度の単位であり、1T は 10,000 ガウス。最も強力な永久磁石（ネオジウム磁石）の表面磁束密度は約 1.5 T。

4) ヘリウム

無色、無臭、無味、無毒で最も軽い希ガス元素。標準状態では気体であり、沸点は 4.2K（=-269°C）。天然ガスの副産物としてアメリカ、アルジェリア、カナダ、ポーランド、ロシアなどで産出されているが、最も多いのはアメリカであり、全世界の半数以上を生産している。生産設備の年 1 度の定期保守の際に生産が停止し、生産再開まで時間を要する年には、ヘリウムの供給不足が生じる。2012 年度はその年であり、レジャー施設等で風船の販売が中止になったと一般紙上をにぎわせた。工業的には、光ファイバーの生産や半導体生産に多く用いられており、超伝導・低温関連に使用されるのは、全使用量の半数以下とされている。地球資源であり、いずれ枯渇するという見方と、新しいガス田の発見により、生産量はさほど減少しないという見方とに分かれている。

5) 今回開発した超伝導マグネットの概略寸法



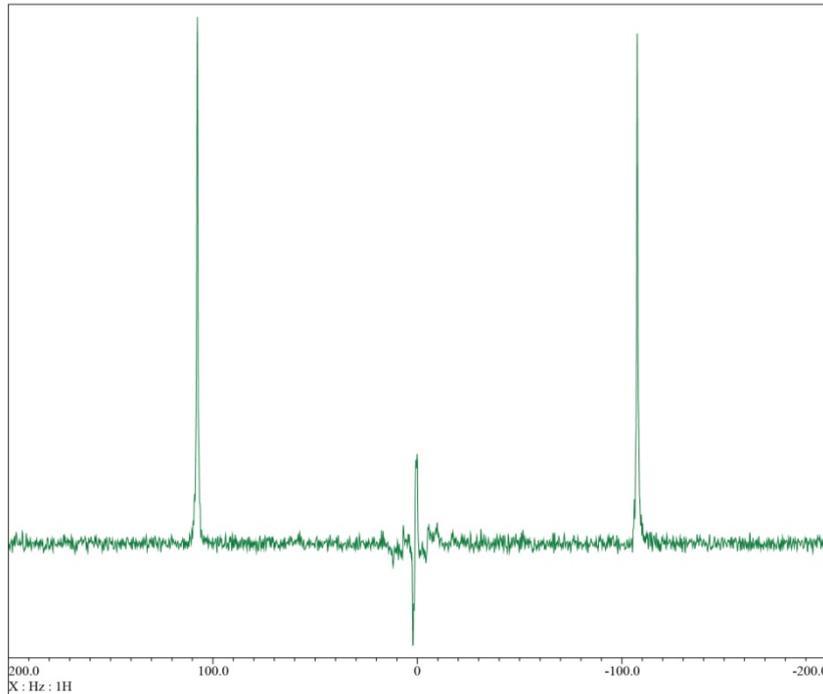
6) 今回開発した超伝導マグネットの主な仕様

項目	仕様
中心磁場	9.39 T (プロトン 400 MHz)
磁場安定度	≦4 プロトン Hz/h
ボア径	54 mm (公称値)
漏洩磁場 (0.5mT)	
軸方向	1.48 m (磁場中心より)
径方法	0.95 m (磁場中心より)
液体ヘリウム	
液体ヘリウム槽全容量	157 L
保持日数 (冷凍機停止時)	4 日以上
液体窒素	使用せず
全高	1.984m
設置室天井高	2.5 m 以上
質量	750kg (冷媒、防振スタンド質量を含む)

7) 今回開発した超伝導マグネットで採取した NMR スペクトル

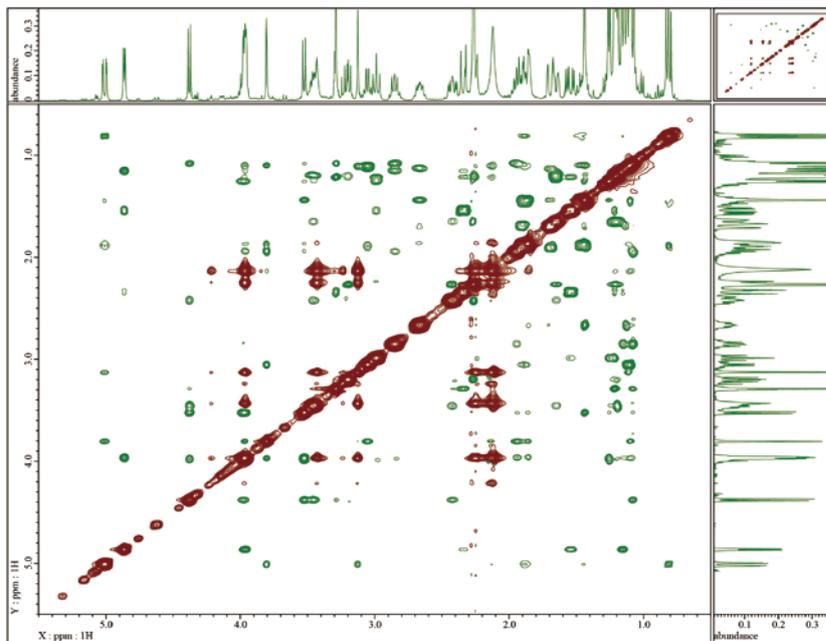
※冷凍機付加による振動ノイズの影響は 全くみられない。

Chloroform $^1\text{H}\{^{13}\text{C}\}$ HMQC Centerband Suppression



4 Scans, NO Gradients

^1H NOESY Erythromycin



16 Scans, NO Gradients