

## 超高压陽子核磁気共鳴分光測定 I

## Proton nuclear magnetic resonance spectrometry under ultrahigh pressure I

# 奥地 拓生[1]

# Takuo Okuchi[1]

[1] 名大・環境 / 科技振・さきがけ 21

[1] Dept. of Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ./ PRESTO, JST

<http://www.eps.nagoya-u.ac.jp/>

H<sub>2</sub>O は宇宙に水素・ヘリウムの次に多く存在する分子であり、われわれの地球を特徴づける海洋をつくる物質である。46 億年前の太陽系の誕生のとき、太陽から離れた温度の低い領域において、この H<sub>2</sub>O は固体として大量に凝縮し、微惑星をつくって惑星へと集積した。このため H<sub>2</sub>O は形成された惑星や衛星の重要な構成成分となった。太陽系の外側に位置する木星型惑星の中でも、低温条件で集積したと考えられる天王星・海王星の内部には、H<sub>2</sub>O が断熱圧縮されて流体となった層が存在すると考えられている。そこでは H<sub>2</sub>O が解離して生み出す陽子が、イオン伝導を通して、惑星の強力な磁場を作り出している可能性がある(Chau et al., 2001, JCP, 114, 1361)。

このような木星型惑星内部の超高压条件下での液体 H<sub>2</sub>O の状態変化を調べるためには、高压容器に閉じ込められた試料について、水素結合、つまり陽子の化学結合状態を、圧力の関数として観測する手法が必要になる。核磁気共鳴分光法は、陽子が核スピンを持つ微小な磁石であることを利用して、静磁場中でのそのエネルギー順位差と電磁波を共鳴させる分光法である。分光を行う周波数は数百 MHz の VHF ~ UHF 帯の領域であり、いわゆる高周波回路の応用によって電氣的に測定を行う。この電磁波の照射によって陽子スピンを励起させた後、スピンの緩和時に発生する自由誘導減衰信号を観測することによって、その状態を知ることができる。核磁気共鳴は分光法の一つであり、電磁波を用いて試料にアクセスするために、圧力発生装置に閉じ込められた超高压力下の試料についても、試料容器が透明である限り適用が可能である。そして核磁気共鳴分光法は、常圧下では水素結合を持つ試料の状態を捉えるための標準的、かつ強力な観測手法として、その有効性が確立されている(NMR, 実験化学講座 5, 日本化学会編, 1991 ほか)。

我々は惑星内部の超高压条件下においてこの核磁気共鳴分光を行うべく、チタン合金による超伝導磁石内蔵型ダイヤモンドアンビルセルおよび、高周波送信・受信系の設計製作を行ってきた(奥地, さきがけ研究 21 「状態と変革」領域 II 期研究報告, 科学技術振興事業団, 2002)。そして内径 2.0mm のヘルムホルツ型 RF コイルの間に配置され、キュレット径 600 $\mu$ m の対向型ダイヤモンドアンビルによって加圧された、直径 300 $\mu$ m $\times$ 高さ 150 $\mu$ m の H<sub>2</sub>O 試料(図を参照。ただし試料は金属板ガスカート内の穴に封入されており、外からは見えない)からの信号検出を試みたところ、約 1 万回の積算後に、NMR 信号検出の証拠となるスピンエコーを捉えることができた。ここまでの成果を、製作した実験装置の設計と性能を中心に報告する。

