

### 理工系

# 大きく進展した反物質研究 ―反水素原子の大量生成・操作に成功―

独立行政法人理化学研究所 基幹研究所 上席研究員  
**山崎 泰規**



#### 【研究の背景】

137億年前のビッグバンでは、物質と同じだけ反物質が生成されたと考えられています。その反物質の性質が、我々の周りにある物質と全く同じか違うか、違うとすればどう違うか、が本研究の主要課題です。物理学の最も基本的な対称性（CPT対称性）を、我々の住む宇宙が保っているのか、保っていないのか、についての研究であるとも言えます。さらに、反物質が、なぜ我々の住む宇宙には存在しないかについても何か分かるかもしれません。

#### 【研究の成果】

反物質の性質を調べるには、先ず地上には存在しない反物質を作り出さねばなりません。そのため、反物質の代表格である反水素原子を生成・操作できる装置の開発を相補的な2つの視点から進め、昨年末、相次いで実験に成功しました。一つは、図1に示した、反水素を蓄積できる磁気瓶の開発で、極低温（0.5K以下）に冷却した反水素原子を38個、0.2秒以上、閉じ込めることができました。もう一つは、効率よく反水素ビームを生成することのできる、新しい原理に基づく反水素合成器の開発（図2参照）で、冷反水素の大量合成が実現されました。この2つの研究成果は、世界各国で大きく取り上げられ、例えば、英国物理学

会が運営するニュース誌、Physics Worldにおいて、Breakthrough of the Year（2010）の第一位であるとの評価を受けました。

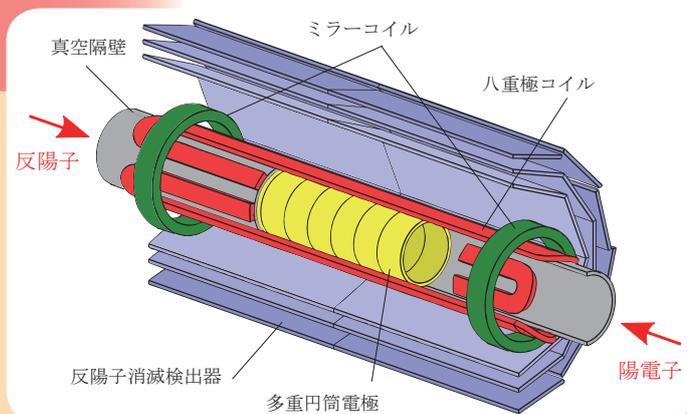
#### 【今後の展望】

今回の成果により、反水素は物理学の研究対象として、はじめてその組上に乗ることになります。これは、我々が住む宇宙の最も基本的な対称性を精密分光法によりテストしようというもので、我々は、「自然のささやきを聞く」アプローチと呼んでいます。このような自然へのソフトなアプローチが、様々な研究分野に広がることを期待しています。

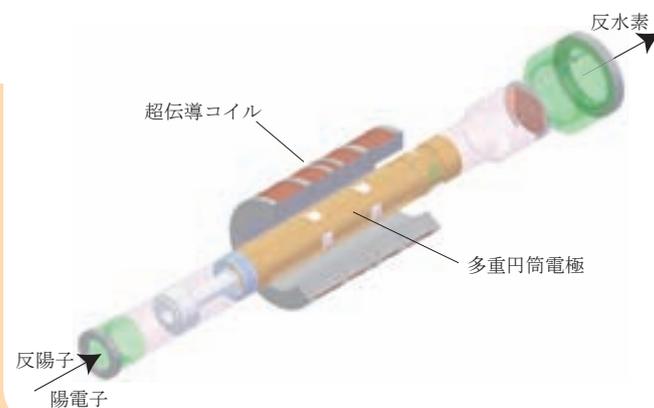
既に、マイクロ波分光の準備は整っています。来年度早々、分光実験を開始するとともに、順次、分光精度を向上させ、CPT対称性テストを厳密化する予定です。さらに、反物質（反水素）と物質（地球）の重力相互作用研究を進めます。

#### 【関連する科研費】

平成10-14年度 創成的基礎研究費 「超低速反陽子ビームの生成と原子衝突」（「反陽子を用いた反物質科学」研究リーダー：小牧研一郎）  
平成19-23年度 特別推進研究 「反水素原子と反水素イオンによる反物質科学の展開」



▲図1 磁気瓶の概念図。ミラーコイル、八重極コイルからなり、反陽子は左から、陽電子は右から入射され、磁気瓶中央で反水素が合成される。



▲図2 反水素ビーム生成用カストラップの中心部。左下から反陽子と陽電子を導入し、多重円筒電極内で合成した反水素は右上に引き出される。