



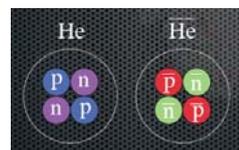
## 「超伝導技術で紐解く初期宇宙」

（平成 13～17 年度 特別推進研究「南極周回飛翔・超伝導スペクトロメータによる宇宙起源反粒子の精密探査」）

所属・氏名：高エネルギー加速器研究機構超伝導低温工学センター・教授・山本 明

### 1. 研究期間中の研究成果

**背景：**宇宙の初期には、正負の電気を帯びた粒子／反粒子が等しく存在したはずですが、今私達が観測できる宇宙では、非対称に見えます。先端的な超伝導技術を用いてこの謎を紐解く研究に取り組みました。



**研究内容及び成果の概要：**新たに開発された高強度アルミ安定化超伝導磁石技術を駆使し、軽くて粒子透過性に優れた『永久電流・薄肉超伝導磁石』を宇宙空間に打ち上げ、地球大気に妨げられないクリーンな空間で、宇宙の彼方から飛来する宇宙線を、磁場空間のなかで、直接、正負に振り分け、粒子／反粒子の存在の非対称性を検証する実験を行いました。地球磁力線が垂直に湧き出る南極大陸で、気球を打ち上げることで南極大陸上を長時間周回しつつ宇宙線観測する実験を科学研究費・特別推進研究の支援を得て、平成 16 年、第一回の南極飛翔観測（9 日間）に成功しました。



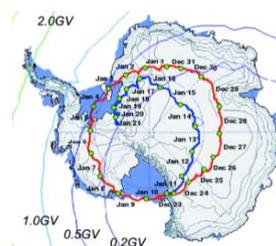
荷電粒子を振り分ける超伝導磁石

### 2. 研究期間終了後の効果・効用

**研究期間終了後の取組み：**研究は、科学研究費・基盤研究 S に引き継がれ、観測感度が最も高くなる太陽活動極小期の平成 19～20 年に、第二回の南極周回飛翔観測を実現しました。南極大陸を 1.5 周し、25 日間の連続観測に成功しました。その後、観測器の回収、データ解析を進め、この実験以前の限界値となる反物質／物質の存在の限界値を二桁以上引き下げ、約一億個のヘリウム原子核に対して、電荷が反対の反ヘリウムの存在が観測されないことを明らかにしました。一方、水素原子核である陽子の反粒子となる反陽子の観測では、宇宙線が星間物質との衝突で生成可能と考得られる観測量（陽子に対して 10 万分の 1 レベル）理論予測値と整合性をもって観測されました。一方、S. Hawking が提唱した宇宙原始ブラックホールの痕跡としての反陽子は観測されない結果をえました。



南極での気球の打ち上げの瞬間



南極上空 35 km 飛翔観測周回軌跡

**波及効果：**宇宙空間における強磁場環境の利用は、宇宙科学観測はもとより、無重力状態と合わせ、様々な理工学実験に新たな展開をもたらします。エネルギー貯蔵、電磁推進、異常磁気嵐等があった場合の放線被爆防止シェルター（荷電粒子線遮蔽）等、広い応用をもたらします。