

## 液体キセノン冷却装置

## Cryogenic apparatuses for Liquid Xenon

山中 良浩\*

YAMANAKA Yoshihiro

## 1. はじめに

ダークマター（暗黒物質）は宇宙の成り立ちに密接にかかわっていると考えられ、宇宙誕生の謎に迫るため世界中の研究者が探索を続けている。

日本では東京大学宇宙線研究所の研究グループがダークマター観測のための実験装置「XMASS 実験装置」を神岡鉱山地下実験施設（岐阜県）に設置完了し、探索を開始した。

実験装置の中心部は高純度液体キセノンに浸漬した検出器（光電子倍增管）であり、この方法により微弱信号の計測が可能となる。

## 2. 概要

当社はこの実験装置に必要なキセノンの液化，回収，精製，検出器容器などのキセノン冷却装置の納入を行った。実験装置フローの概略を図1に示す。

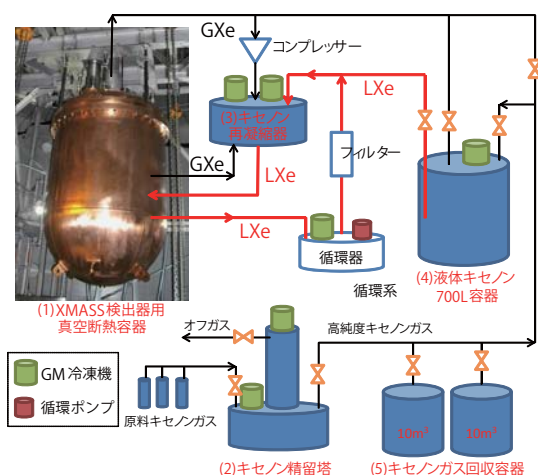


図1 実験装置フロー概略図

納入主要機器は次の通りである。

- (1) XMASS 検出器用真空断熱容器
- (2) キセノン精留塔
- (3) キセノン再凝縮装置
- (4) 液体キセノン700L 容器

\* 開発・エンジニアリング本部ガスエンジニアリング統括部超低温技術部

- (5) キセノンガス回収容器 (10m<sup>3</sup>)

観測はダークマターがキセノン原子核に衝突したときに発する光を光電子倍增管でとらえる。この信号は非常に微弱であり、ノイズ源となる不純物を極力抑える必要がある。キセノン中のクリプトン、及び(1) XMASS 検出器用真空断熱容器の構造材に含まれる放射性物質などが代表的なものである。この点を考慮し機器の設計・製作を行った。

## 3. 機器説明・仕様

検出器を収納する(1) XMASS 検出器用真空断熱容器には、(2)キセノン精留塔で精留された超高純度キセノンガスが(3)キセノン再凝縮装置で液化され溜められる。

使用するキセノンガスの回収・保管用として(4)液体キセノン700L 容器、及び(5)キセノンガス回収容器を使用している。

(1) XMASS 検出器用真空断熱容器：容器は内槽が約φ1120×1500外槽がφ1280×2000である。材料としてノイズ源となる放射性不純物が比較的少ないとされる純銅を用い、さらに製作過程で放射性不純物が混入しない加工、溶接方法により製作した。容器総重量約2.3tonで、内部には約1 tonの液体キセノンと検出器が設置される。容器はシミュレーションによる耐震強度も含めた強度計算を行い、設計・製作を行った。

(2) キセノン精留塔：GM 冷凍機を使用した小型精留塔で充填塔はφ40 mm×高さ2915 mmである。設計能力は流量6kg/hr でキセノンガス中のクリプトン濃度を10<sup>-5</sup>以下まで下げることができる。東京大学による検証では所定流量で数十 ppm のクリプトン濃度が0.2ppb(測定感度以下)以下まで減少することが確認されている。

(3) キセノン再凝縮装置：GM 冷凍機を使用し、キセノンの凝縮量は約1.5g/secである。実験装置の稼働時には XMASS 検出器用真空断熱容器への侵入熱により蒸発するキセノンガスを再凝縮し戻

している。

- (4) 液体キセノン700L 容器： 内容積700L で GM 冷凍機が取り付けられている。精留されたキセノンガスを液化し、溜めておくための低温容器である。
- (5) キセノンガス回収容器 (10m<sup>3</sup>)： キセノンガスのバッファー容器として使用する。

#### 4. おわりに

現在、実験施設では暗黒物質発見に向け装置が稼働しており、暗黒物質発見に向け観測が続けられている。

尚 XMASS 実験の詳細はホームページ (<http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/xmass/index.html>) を参照。