

設備紹介

国内最大のキセノン製造装置

Japan's Largest Xenon Generator

1. はじめに

大分サンソセンター（以下 SC）と JFESC 京浜工場に設置した、国内最大の高純度キセノン（以下 Xe）製造装置を紹介する。

本装置の Xe 生産能力は、現在知られている国内生産量の2倍以上となり、世界の生産量の4～5%に相当する。シンプルな構成で、高純度の Xe を安全かつ効率良く生産できる最新の設備であり、クリプトン（以下 Kr）も併産可能である。

2. 仕様

1) 製品量

Xe 最大 438 m³/年 (50 L/h)

(Kr 最大 5694 m³/年 (650 L/h))

* 0°C, 101.3 kPa(abs.) における体積流量

2) 製品純度

表1に製品中不純物を示す。

表1 製品純度

不純物	濃度 ppm(volume)	不純物	濃度 ppm(volume)
O ₂ +Ar	≦ 1	CO	≦ 0.3
N ₂	≦ 2	CO ₂	≦ 0.5
Kr	≦ 0.1	H ₂	≦ 1
CH ₄		H ₂ O	≦ 1
C ₂ H ₆	合計	CF ₄	≦ 0.1
C ₂ H ₄	≦ 0.2	C ₂ F ₆	≦ 0.1
C ₃ H ₈		SF ₆	≦ 0.1
C ₃ H ₆		CCl ₄	≦ 0.1

3. 背景

従来、Xe は主に照明用に利用されてきたが、ここ数年はプラズマディスプレイパネル封入という新たな用途が生まれ、高純度 Xe の需要が増大している。

一方で、Xe の供給は大半を輸入に依存しているのが現状である。希ガスの1つである Xe は、空気分離装置の副産物として得られるが、大気中に 86 ppb(volume) というごく微量しか存在しないため、効率的な生産には超大型の空気分離装置が必要であ

り、供給源はほぼ海外の大規模な工場に限られていた。

しかし近年は国内においても空気分離装置の更新と大型化が進み、輸入品と十分に競合し得る価格で Xe を生産できる環境が整った。そこで、Xe を自社生産することで安定した供給量と調達価格を確保することを目指し、国内最大規模の空気分離装置である大分 SC5号装置、および JFESC 京浜4号装置を原料供給源とする Xe 製造装置を建設した。

4. 設備の概要

本装置は、Linde 社（ドイツ）との共同開発により完成した。類似装置の実績を持つ Linde が基本設計を、当社が詳細設計、建設工事および試運転を担当した。

図1に装置の外観を示す。18m × 20m の設置面積に、原料である液体酸素（以下 LOX）の貯槽、Xe と Kr の深冷式分離装置、Xe 精製・充填設備、および分析・管理室がコンパクトかつ機能的に配置されている。



図1 Xe 製造装置の外観 (大分 SC)

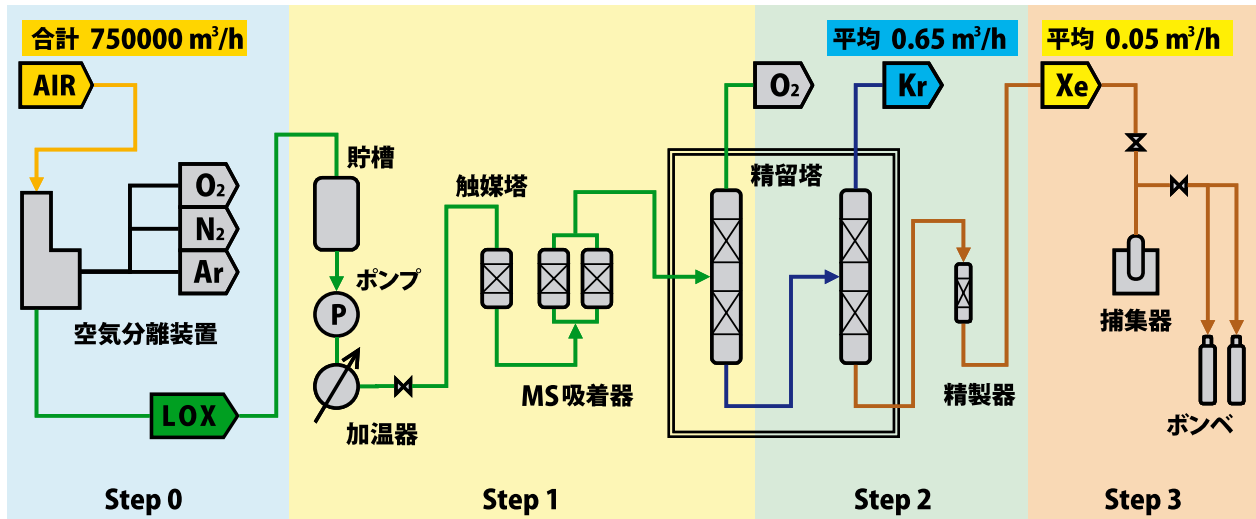


図2 Xe 製造装置の概略系統図

図2に概略系統図を示す。Xe 製造工程は、原料供給源である空気分離装置を含めて大きく4つに分けられ、それぞれ次のような機能と特徴を持っている。(図1の外観は Step1～3に相当する。)

Step 0) 空気分離装置

原料 LOX は、高沸点成分である Kr と Xe を LOX 中に濃縮させる機構を持つ大型空気分離装置で生産される。この機構は、酸素製造原単位に影響を与えることなく、また炭化水素が LOX 中に過度に濃縮するのを防ぐように設計されており、効率的かつ安全に原料 LOX を生産できる。

Step 1) Kr/Xe 濃縮設備

貯槽に送られた LOX は、ポンプで臨界圧力以上に圧縮され、スチームで加熱されて常温となる。気液界面が生じない超臨界の性質を利用して、炭化水素が濃縮することなく常温の酸素ガスを得られるため、シンプルなフローで高い安全性を実現できる。

常温となった酸素ガスは、高温の触媒塔で炭化水素と N_2O が除去された後、生成した水と CO_2 が MS 吸着器で除去される。この前処理設備には、当社の窒素製造装置で多数の実績がある貴金属触媒、およびフロン冷凍機不要の常温吸着器が応用されている。

精製された酸素ガスはコールドボックスへ送られて冷却され、第一の精留塔に導入される。ここで酸素とアルゴンが精留除去され、塔底に Kr と Xe の混合物が得られる。

なお、JFESC 京浜には Step 0～1 が設置されており、生成した Kr/Xe 混合ガスは大分 SC の Step 2 に合流

させて分離精製する。

Step 2) Kr/Xe 分離精製設備

Kr/Xe 混合ガスは後段の精留塔に導入されて Kr と Xe に分離される。塔底の Xe 濃度は 99.9%(volume) 以上に達し、大気中濃度の 10^7 倍以上、原料 LOX 中濃度に比べても約 4000 倍に濃縮されている。このように高い濃縮度のため、大気中に 4 ppt(volume) しか存在しない SF_6 や、触媒塔で検出限界以下まで除去された炭化水素も同時に濃縮され、Xe 中に最大で数十 ppm(volume) 含まれている。これらの不純物は精製器で除去され、高純度の製品 Xe が得られる。

精製器には、希ガス精製で実績のある当社製のゲッター方式精製装置を採用した。適用例のない除去条件であるため、当社の吸着技術研究室において実験を含む検討を実施して必要な能力を決定し、仕様値を十分に満足する高純度を達成した。

Step 3) Xe 充填設備

得られた Xe は、液体窒素に浸漬した捕集器に蓄積され、分析の後ポンペに充填される。Xe は少量であることから回転機を用いず、また分析や充填のロスが最小限となるように設計されている。

5. まとめ

最新技術を用いた国内最大規模の高純度 Xe 製造装置を設置し、自社生産による安定供給体制を確立した。

(オンサイト・プラント事業本部 プラント事業部プラント・エンジニアリングセンター
ソリューション統括部エンジニアリング部 入澤 真)