

## 分子ゲート機能CO<sub>2</sub>分離膜の基盤技術研究開発

### 概要

事業の最終目標である「0.15 kWh/kg-CO<sub>2</sub>以下の動力で、CO<sub>2</sub>濃度が25%の排ガス（鉄鋼プラントに相当）からCO<sub>2</sub>濃度を90%以上に濃縮し得る高いCO<sub>2</sub>選択性を有し、耐圧性と150℃程度の耐熱性を持つ分子ゲート機能CO<sub>2</sub>分離膜を開発する」ために、中間年度である平成16年度は基本計画書に従い、0.2 kWh/kg-CO<sub>2</sub>以下程度の動力で、CO<sub>2</sub>濃度が25%の排ガス（鉄鋼プラントに相当）からCO<sub>2</sub>濃度を90%以上に濃縮可能なCO<sub>2</sub>選択性を有し、100℃程度のプロセス温度に耐える分子ゲート機能を有する分離膜素材の開発を実施した。

以下に具体的な内容を記す。

分子ゲート機能材料の開発では、水酸基変性した新規なポリアミドアミンデンドリマーを合成して、従来型のポリアミドアミンデンドリマーの性能を大きく上回り、0.2 kWh/kg-CO<sub>2</sub>以下程度の動力で、CO<sub>2</sub>濃度が25%から90%以上に濃縮可能なCO<sub>2</sub>分離性能を有することを確認した。また、分子ゲート機構を理解する為に、相対湿度とCO<sub>2</sub>分離性能の関係、溶解量、吸水量等を測定すると共に、デンドリマーとCO<sub>2</sub>分子の親和性をコンピューターでシミュレートして、これらのデータを解析した。

分離膜及びモジュールの開発では、ポリアミドアミンデンドリマーのピンホールフリーな層を形成する為に最適なキトサンを用いた中間層を検討して、ポリスルホン中空糸支持膜にポリアミドアミンデンドリマーのピンホールフリーな層を形成することを可能とし、CO<sub>2</sub>分離性能に優れるデンドリマー複合膜を得た。この結果を元に、平成17年度に米国エネルギー省国立エネルギー技術研究所（NETL）で実施される予定の膜モジュール試験に供するのと同サイズの膜モジュールを試作した。また、走査型電子顕微鏡等を用いてデンドリマー複合膜の構造を解析して、CO<sub>2</sub>分離性能と膜構造の関係を明らかにした。

膜分離システムの検討では、圧力を有するガスからCO<sub>2</sub>を分離する膜分離システムにおけるCO<sub>2</sub>分離動力とコストの計算を可能とする為に、分離膜に供給するガスと分離回収後のガスの圧力を任意に設定できる、CO<sub>2</sub>分離動力とコスト計算のプラットフォームを開発した。

## Fundamental Studies of CO<sub>2</sub> Molecular Gate Membrane

### OUTLINE

In 2004 fiscal year, the following three subjects were mainly carried out in this project.

#### 1) Synthesis of novel material carrying CO<sub>2</sub> molecular gate function

Novel poly(amidoamine)(PAMAM) dendrimers having hydroxyl group were synthesized and examined. The PAMAM dendrimer modified with four OH groups showed an excellent CO<sub>2</sub> selectivity which can reach the target of the current fiscal year. The relationship between CO<sub>2</sub> selectivity and relative humidity of dendrimers were investigated, and it was found that the OH modified dendrimer showed high CO<sub>2</sub> selectivity under low humidity. Data of CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O solubility in the dendrimers were obtained and discussed with computer simulation results in order to understand CO<sub>2</sub> molecular function.

#### 2) Composite membrane module of PAMAM dendrimer

Garter layer of chitosan was studied and optimized for the composite membrane of PAMAM dendrimer. The optimization of fabricating the chitosan garter layer enabled to prepare an ultra-thin defect-free layer of PAMAM dendrimer on the inner surface of asymmetric hollow fiber membrane made from polysulfone. A proto-type dendrimer membrane module of 2.5 cm in diameter and 100 cm in length was fabricated.

#### 3) Membrane system analysis

Simulation platform for CO<sub>2</sub> separation from a pressurized gas stream was composed. The platform can estimate energy and costs consumed in the CO<sub>2</sub> separation from the stream of various compositions and any pressure to yield products of intended purity and pressure.