

■ LP ガス固体高分子形燃料電池システム開発事業

年々悪化する地球環境を保全するためには、二酸化炭素や大気汚染物質排出量の低減を図ることは急務で、これに加え、生活の基盤となるエネルギーや化学原料物質の大部分を海外の石油に依存している我が国においては、エネルギーの石油以外への分散による安定供給がより一層強く求められています。

そこで、今後エネルギー消費量の増加が見込まれる家庭用分野において、エネルギーの安定供給、流通合理化、及び二酸化炭素の排出量の削減を図ることが大きな課題となっています。これらの環境・エネルギーについての課題を解決する方策のひとつとして、家庭用分野に固体高分子形燃料電池システムを導入し、エネルギーの使用効率の向上を図ることが考えられています。

しかしながら、前述の課題に対応するためには、我が国の家庭に広く燃料電池システムを普及することが不可欠です。

そこで、我が国の総世帯数の過半数が使用している LP ガスを燃料とする燃料電池システムの開発が望まれています。

本事業は、家庭用分野におけるエネルギーの安定供給、流通合理化を図るとともに、環境改善や発電需要への対応に資する LP ガスを燃料とする燃料電池システムの早期実用化を目指し、小型で高効率の LP ガス固体高分子形燃料電池システムの開発を独立行政法人新エネルギー・産業技術開発機構 (NEDO) との共同研究として、平成 13 年度から平成 17 年度までの 5 年間の予定で実施しているものです。

【 開発目標 】

本研究開発では、図-1 に示していますように、LP ガスから効率的に水素を取り出すための改質システムの開発を中心に、それと固体高分子形燃料電池を組み合わせることにより小型で、発電効率ならびにトータルのエネルギー効率の高い燃料電池システムの開発を目指しています。

● LPガス固体高分子形燃料電池システムの開発
Development of LPG Polymer Electrolyte Fuel Cell (PEFC) systems

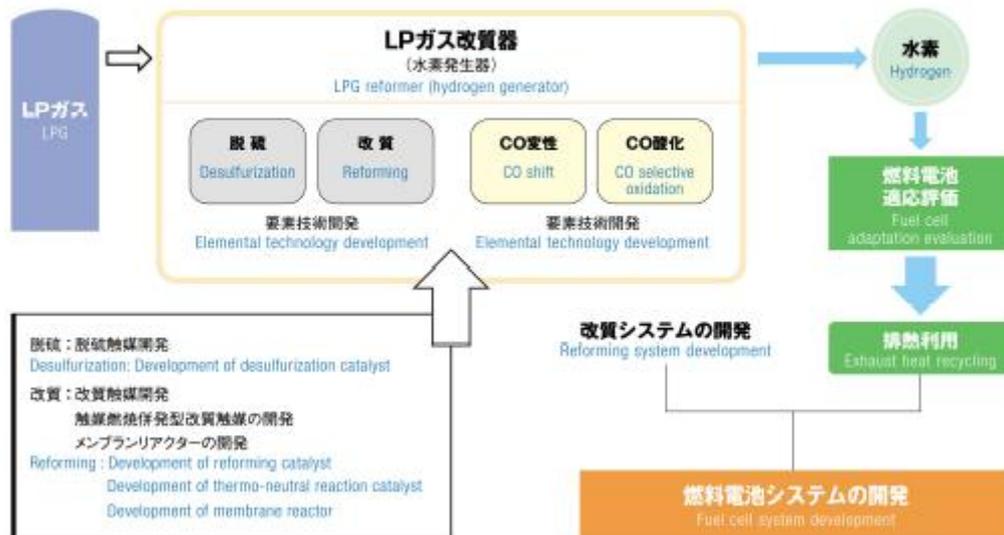


図-1 LP ガス固体高分子形燃料電池システムの開発

a) 燃料電池システム最終目標

送電端発電効率: 36%

システムサイズ : 250L 以下

耐久性 : 5 年

b) 要素技術開発目標

脱硫剤 : 脱硫後の S 分 50ppb 以下となる性能を 1 年以上保持

改質触媒 : 触媒寿命 5 年以上

改質システム: 改質効率 75%

起動時間 水蒸気改質方式で 40 分、触媒燃焼方式で 6 分以内を目標とする。

改質システムは、水素を生成するための水蒸気改質反応及び改質反応や電池寿命に悪影響を及ぼす LP ガス中のイオウ成分除去技術の開発を中心に、改質反応により得られる改質ガス中の一酸化炭素の無害化(二酸化炭素などへの変性など)などを組み合わせることにより高効率かつ高寿命化を目指しています。

ここで、水蒸気改質とは、触媒存在下に、プロパンと水を高温で反応させ、水素リッチな改質ガス（水素、CO、CO₂の混合ガス）を生成する方式です。

また、通常の水蒸気改質触媒に加え、将来型の改質技術として、起動時間の大幅な短縮を目指す触媒燃焼併発型改質技術、効率のさらなる向上とコンパクト化を目指すメンブレンリアクター方式の改質技術についても開発を行っています。

通常の水蒸気改質方式では、外部から触媒を加熱する方式なので、触媒自身が熱伝導が悪いため、加熱に時間がかかり、通常は起動時間は1時間程度を要します。これに対して、触媒燃焼併発型は、改質触媒が触媒燃焼の機能を併せ持ち、改質反応器内部でLPガスの一部を触媒燃焼させ、その燃焼熱を利用して改質反応を行いますので、大幅な起動時間の短縮が期待されます。

メンブレンリアクター方式は、改質反応で生成する水素をメンブレンで選択的に透過することにより、改質反応場では常に水素が不足することから水素生成が促進されることを利用するもので、この水素生成促進により反応温度を100℃以上も下げることが可能となることに加え、スタックに供給する改質ガスはメンブレンを透過したものであることからCOを殆ど含まず、通常は大がかりなCO除去をコンパクト化することが可能となっています。

【 開発状況 】

これまでの3年間は、LPガス中の硫黄分を除去する脱硫剤やLPガスを改質して水素に変換するための改質触媒などの改質システムの要素技術開発及びこれらに影響を及ぼすLPガス品質の調査を中心に行ってきました。

要素技術開発

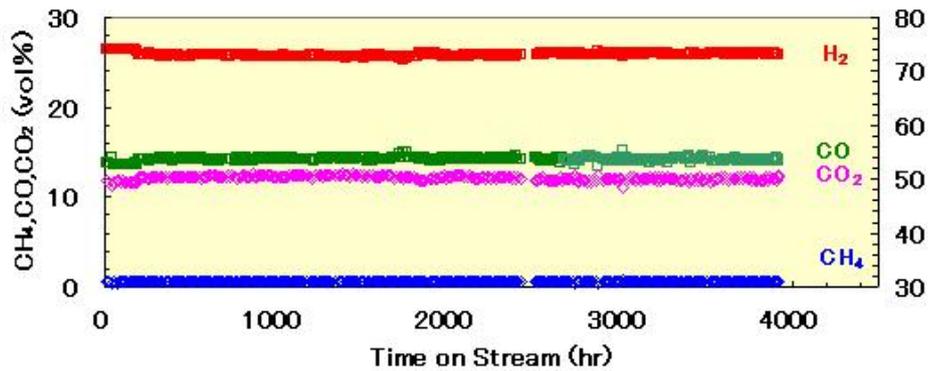
硫黄成分除去技術については、硫黄成分を室温で一年間ほぼ完全に吸着除去出来る脱硫剤の開発を行っており、小スケールではありますが、実運転とほぼ同様の条件で、4,000時間、硫黄分を50ppb以下に吸着除去できる脱硫剤が得られ、目標達成の見通しが得られています。なお、実使用にあたっては、交換が容易なカートリッジ方式の採用を考えています。

改質技術については、水蒸気改質触媒に関しては、LPガスの改質に適した触媒を得るために、石油系の高活性改質触媒を中心に改良を行ってきましたが、実運転条件で4,000時間の試験を行い、寿命が30,000時間程度と

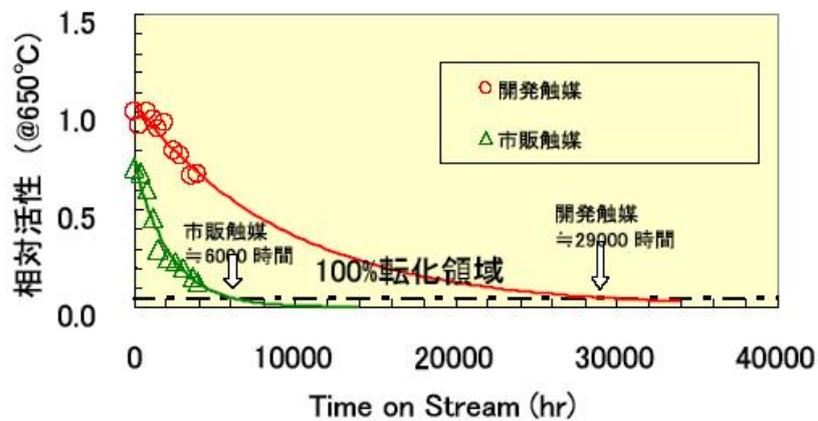
推定される改質触媒が得られ、目標達成の見通しが得られました（図-2）。

また、将来型改質システムについても、メンブレンの耐久性等で一部問題は残されていますが、運転条件についてはほぼ確立し、改質システムの設計データが得られています。

本事業はこれまでは、触媒開発等の要素技術を中心に研究開発を行ってきましたが、今後これらの開発要素技術を活用して、システム開発に移行する予定です。



改質ガス組成の経時変化



開発触媒の推定寿命

図-2 実運転条件下での開発触媒の寿命試験

LP ガスの燃料電池への適応性評価研究

水蒸気改質方式について、前述の開発触媒を使用して、改質システムを

試作し、効率等の性能評価を行いました。その結果、システム容積 241L、改質効率 71% (LHV)、送電端発電効率(計算値)34% (LHV)を得ることが出来、最終目標に向けて大きく前進致しました(図-3)。

なお、各家庭には LP ガスが容器により供給されることから、都市ガスでは存在しない容器中の LP ガスの使用量と品質変動の関係について詳細に検討しました。容器中の LP ガスの残存量が少なくなると、硫黄成分や重質成分の濃度が急激に増大することや、容器の切り替え圧力の影響についても知見を得ています。



一体型改質器



燃料電池システム

図-3 LPガス固体高分子形燃料電池システム試作機

今後の予定

水蒸気改質方式に関しては、開発した脱硫剤、改質触媒の実運転条件での耐久性を検証するとともに、これら開発成果を用いて、さらに改質効率の高い改質システムを構築し、目標とする燃料電池システムの開発を目指します。

将来型改質システムについては、要素技術面で残された課題を解決し、改質システムの試作・評価に移行する予定です。