

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 田島 正喜

本論文は、近年注目を浴びているバイオマスの有効利用の一策として、ガス化やメタン発酵などにより水素を製造し、水素ステーションにてFCVに供給するモデルの、定量的かつ経済的な実現可能性を検討することを目的とした。

水素社会を構築するアプリケーションとして、燃料電池自動車（Fuel Cell Vehicle：以下FCV）の開発が進められている。FCVへの水素供給を考察するに、現在のガソリンスタンドが将来水素ステーションへ転換していくと想定されるが、ガソリンスタンド同様に全国に広く賦存するバイオマスをその原料にできれば、バイオマスの収集・運搬の課題は軽減されることが予想され、再生可能エネルギーの地産地消の観点でも非常に有効な活用方法と言える。第1章では研究の目的と背景について述べた。

第2章では、バイオマスからのエネルギー転換経路およびバイオマス種ごとのエネルギー転換技術を整理し、現状の実用化に向けた開発状況を確認した。バイオマスからの水素製造技術に関しては、概ね研究開発段階あるいは実証段階にあるが、将来実用化が見込める技術に関してバイオマス種ごとに整理した。

第3章では、水素供給基盤構築に向けた現況と、本モデルのエネルギー効率、並びに環境影響に関する意義を論じた。FCVと、ガソリン車他内燃機関車との、エネルギー消費量およびCO₂排出量比較を行った。単位走行距離あたりの一次エネルギー投入量は、ガソリン車と比較してFCVでは概ね約50%であり、FCV・水素システムの省エネ性が証明された。ガソリン車、ディーゼル車等の内燃機関車と比較して、FCVは大幅にCO₂の排出量を低減できる。内燃機関車ではWell to Tankでの発生CO₂は少ないが、Tank to Wheel時に多量のCO₂を発生していることが分かった。

第4章では、バイオマスから水素を製造し水素ステーションでFCVに充填するモデルの提示と、首都圏の市町村を例にとった試算および首都圏の市町村に展開したときの効果について、バイオマス種ごとに整理し考察した。バイオマスから水素を製造し水素ステーションにてFCVに供給する事業を検討するにあたり、バイオマスの収集・運搬に関するモデルを、自治体を基本単位として構築した。栃木県那須塩原市、東京都奥多摩市の2ケースで事例研究を行った結果、奥多摩市のケースでは木質バイオマスの運搬距離が短くなることによって、コジェネ利用に比べて約16%の運搬費のコストダウンが図れることが分かった。次にこの手法を首都圏の約400の自治体に適応してみた結果、木質バイオマスでは水素ステーションとして事業が成立する製造量（200Nm³/h以上）を満足する自治体は6ヶ所

と少ないが、94%の自治体でバイオマス収集範囲が10km以内であることが判明し、更に収集エリアを拡大すれば水素ステーション構築可能な自治体を増加できることが示唆された。

第5章では第4章の結果をもとに、この手法を全国の都道府県に展開した結果、日本全体では、北海道、東北、九州地方での実現可能性が高いことが判明した。水素ステーション構築におけるバイオマスの役割は比較的小さいが、バイオマスの利活用の観点では、バイオマス3種の賦存量のうち、約56%が水素ステーション構築に活用されたこととなり、バイオマスから水素を製造しステーションにてFCVに充填する本利活用手法は、将来有望なバイオマス利活用方法であると言える。

第6章では、バイオマス-水素ステーション方式の経済性を評価した。都市ガス改質による水素製造プロセスと、家畜糞尿を湿式メタン発酵して生成メタンを改質し水素を製造するプロセスとを、ステーションにてFCVへ供給される水素コストで比較したところ、発酵プロセスが追加されている分バイオマスプロセスの方が13円/m³-H₂ほど水素コストが高くなると評価された。

次に首都圏から日本全国へ本手法を展開してその有効性を検討した。バイオマスの収集範囲を広げることで水素ステーションを最大に構築できる条件で評価したところ、全国のガソリンスタンドのうち、約2.5%がバイオマスから転換した水素でステーションを構築できる。更に、収集範囲を最大にした場合でも、収集されるバイオマスの平均輸送距離は10km以内であることから、再生可能エネルギーの地産地消の観点からも有意義な手法であることが導き出された。

以上、分散、点在することによって収集・運搬コストがかかるバイオマスの利活用法を考えるに、将来の水素ステーション原料に活用する可能性を評価したところ、バイオマス種や実施地方によって適性が異なるものの、量的にも経済的にも利活用の可能性があり、輸送部門におけるCO₂削減の将来有望な手段であることが判明した。

以上、本論文では水素ステーションにてFCVに供給するモデルの、定量的かつ経済的な実現可能性を検討し、首都圏及び全国展開を想定した結果、その有効性を確認することができた。このモデル構築の予測手法は学術上貢献するところが少なくないと考えられ、同時に応用面でも有意義であると考えられる。よって審査員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。