

東京都区部の集合住宅における水素供給ステーションの整備手法に関する研究

燃料電池自動車 水素供給ステーション 集合住宅

準会員 寺山 弘晃*1 正会員 柳澤 聡子*3
正会員 神原 伯典*2 同 高橋 信之*4
同 尾島 俊雄*5

1. はじめに

1.1 研究目的

近年、燃料電池自動車の開発が進められており、そのインフラ設備として水素供給ステーションが考えられている。燃料電池自動車の普及には水素供給ステーションの整備を進めなければならないが、その整備手法は確定されていない。

そこで本研究では、東京都区部において天然ガス改質型水素供給ステーションを集合住宅の駐車場に整備する手法を提案する。選定結果から、燃料電池自動車の普及台数と環境に対する影響について検討する。

1.2 研究概要

まず初めに水素エネルギー利用の現状を把握し、水素供給ステーション整備についての検討を行う。それを踏まえて整備手法の提案を行う。次に、東京都区部における集合住宅の調査と併せて、水素供給ステーション整備の対象となる集合住宅を選定する。最後に燃料電池自動車の普及台数、環境汚染物質の削減量について区ごとの評価、分析を行う。

2. 水素エネルギー利用の現状

2.1 水素供給ステーションの構成

天然ガス改質型の水素供給ステーションは、主に改質ユニット、精製ユニット、貯蔵ユニットの3つのユニットで構成されている。天然ガスを改質して純水素を精製し、燃料電池自動車に供給する。燃料電池自動車の燃料貯蔵方式の違いによって水素の供給方法が変わる(図1)。

2.2 燃料電池自動車

燃料電池自動車は各自動車メーカーが開発を進めており、現在公道走行試験を行っている(表1)。燃料、貯蔵方式などにメーカーごとの違いが見られる。水素供給インフラの整備が困難なため、ガソリン改質型の燃料電池自動車も開発されているが、純水素を利用したものが最も効率が良いといわれている。さらに燃料電池実用化戦略研究会によると、燃料電池自動車の導入目標は、2010年で約5万台、2020年で約500万台となっている(表2)。燃料電池自動車の早急な導入のためにも、水素供給ステーションの整備手法を確立する必要がある。

2.3 水素供給ステーションの海外事例

海外の各地で水素エネルギーシステムの技術開発プロジェクトが行われている(表3)。空港や保養村内に水素供給ステーションを設置するものや、市バスに燃料電池自動車を導入するものなどが行われている。世界的に水素エネルギー利用が進められつつあるが、主に公共の自

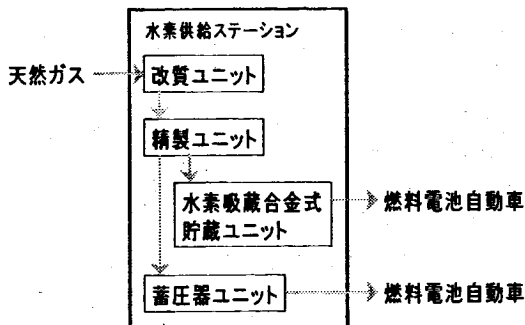


図1 天然ガス改質型水素供給ステーションの構成

表1 公道走行試験を行っている燃料電池自動車

製品名	メーカー名	貯蔵方式	燃料
FOEV-3	トヨタ	水素吸蔵合金タンク	純水素
FCX-V3	ホンダ	高圧水素タンク	圧縮水素ガス
オプティマFO-EV	マダ		メタノール
Nacar5	ダイムラー		メタノール

表2 燃料電池自動車の導入目標

	2010年	2020年
燃料電池自動車	約5万台	約500万台
普及率	0.07%	7%

出展:燃料電池実用化戦略研究会

表3 海外の主要な水素エネルギーシステムの技術開発プロジェクト

プロジェクト名	水素供給対象	水素供給ステーション設置場所
ミュンヘン空港車両水素化プロジェクト	空港内で使用する車両	空港内
Bad Bruckenau 保養村水素化計画	保養村内の車両、工場、定置型燃料電池	保養村内
EQHHP計画	市バス	市バス営業所
Vancouverプロジェクト	市バス	市バス営業所

利用タイプは共同型とする。次に共通事項として駐車場台数を考える。水素供給ステーションが1年間で賄える車両数に、設置するために廃止する駐車場台数を加えた241台を水素供給の最小台数とし、それ以上の駐車場を持つ集合住宅を対象とする。設定で用いた値を図4に示す。

次に集合住宅の延べ床面積と駐車場台数の関係から東京都区部のエリア分けを行った(図5)。各エリアごとに241台の駐車場を持つ集合住宅の延べ床面積を求め、これ以上の延べ床面積を持つ集合住宅を水素供給ステーション整備の対象とする(図6)。

4.2 選定結果

民間の集合住宅から選定した結果では、燃料電池自動車の供給可能台数は江東エリアが最も多く、次いで江戸川エリアという結果になった。公共の集合住宅では、板橋・練馬・杉並エリアで最も多くなった。公共と民間の選定結果を併せて図7に示す。板橋・練馬・杉並エリアが最も多く燃料電池自動車を供給可能である。しかし1km²あたりの供給可能台数を考えると、江東エリアが最も多くなることが分かる(図8)。東京都区部全体では、水素供給ステーションの設置数が161ヶ所、燃料電池自動車の供給可能台数が71,497台となった。公共の団地が多く建設されている板橋・練馬・杉並エリアと、民間の大規模な集合住宅が建設されている区部の東部に、多くの燃料電池自動車を供給可能であるという結果となった。

5. 評価・分析

5.1 環境汚染物質に関する評価

ガソリン車から燃料電池自動車への変換が供給可能台数である71,497台のすべてで行われたとすると、環境汚染物質の削減量は東京都区部全体で、NO_xが241.8t/年、SO_xが18.0t/年、CO₂が157,293t/年となった。計算で用いた排出原単位を表4に示す。NO_xの削減量は東京都の削減目標と比較すると、提案による削減量は9%に相当する(図9)。この東京都の削減目標は、目標とする全体の削減量のうち、低公害車の普及促進によって賄われる部分の削減量である。CO₂の削減量は、東京都の削減目標の103%に相当する(図10)。この削減目標はCOP3で定められた6%のCO₂削減目標を都区部の乗用車に当てはめたものである。

5.2 投入一次エネルギーに関する評価

投入一次エネルギー量は、東京都区部全体で1,109TJとなった。従来のガソリン車の場合は1,907TJとなり、燃料電池自動車を導入することで投入一次エネルギー量の798TJの削減が見込まれる(図11)。

5.3 水素供給ステーション設置数及び燃料電池自動車供給可能台数に関する評価

1998年時点の諸状況に基づいて作成された、蓮池宏氏の水素燃料電池自動車の導入シナリオの研究によると、ガソリンスタンド型の整備手法による2010年の水素供給

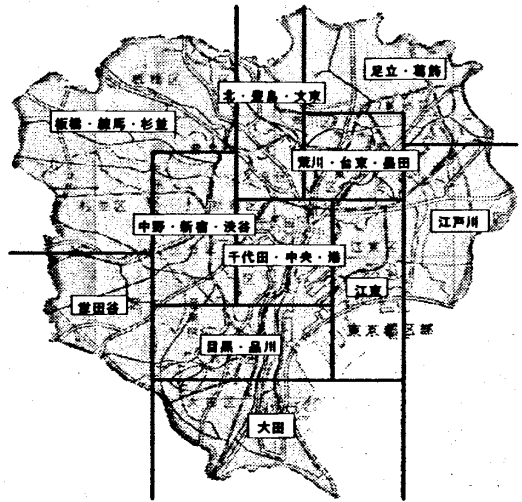


図5 東京都区部のエリア分け

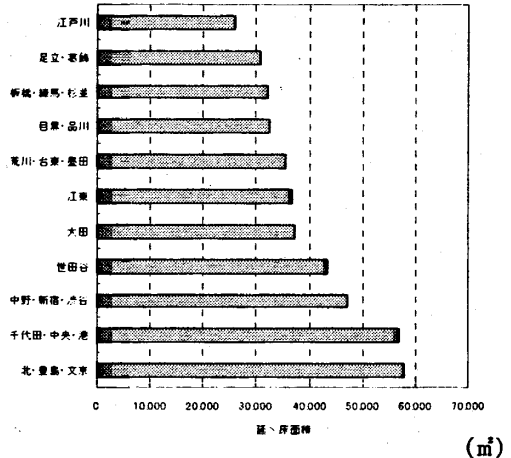


図6 241台の駐車場を持つ集合住宅の延べ床面積

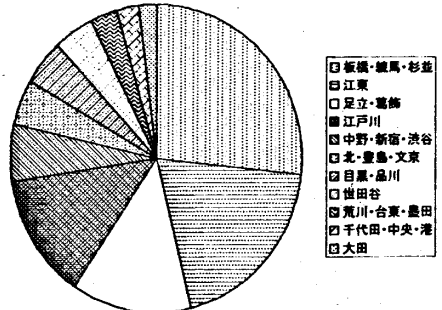


図7 エリア別の燃料電池自動車供給可能台数

動車を対象としている。しかし一般の自動車を主とした水素供給インフラ整備についての研究はあまり進んでいない。都市の中でどのように水素供給ステーションを整備するかを考える必要がある。

3. 水素供給ステーション整備の検討

3.1 ガソリンスタンド型整備

水素供給ステーションを従来のガソリンスタンドと同じように整備すると、整備のためのスペースと採算性に問題が考えられる。水素供給ステーションを整備するには約200㎡の面積が必要となる。現在の都市部でこれだけのスペースを確保することは困難である。また、燃料電池自動車普及していない初期段階では、水素供給ステーションの採算性が悪くなり運営は難しくなる。これらが水素供給ステーションの整備を遅らせる原因となる。整備が進まないと燃料補給が不便となり燃料電池自動車も普及しにくい。このように水素供給ステーション整備の初期段階では、ガソリンスタンド型の整備はふさわしくないと考えられる。

3.2 水素供給ステーション整備箇所の検討

水素供給ステーション整備のためのスペースを確保できる場所として駐車場を考える。駐車場を持つ施設をその公共性と利用者の特性から位置づけを行い、水素供給ステーション整備のシナリオを想定した(図2)。まず整備の初期段階では、利用者の限定されている集合住宅の駐車場に水素供給ステーションを整備し、燃料電池自動車の普及数を増やす。次に都市計画駐車場や大型商業施設の駐車場に水素供給ステーションを整備し、燃料電池自動車をより一般的なものとする。燃料電池自動車が十分に普及した段階で、これまでの整備では賅いきれなかった地域を対象として従来のガソリンスタンド型整備を行う。以上のような段階的な整備のシナリオが考えられる。

3.3 集合住宅の駐車場に水素供給ステーションを整備する手法の提案

シナリオの第一段階である集合住宅の駐車場への整備手法について提案を行う。水素供給の対象は、集合住宅の敷地内にある専用駐車場の車両のみとする。提案は水素供給ステーションの利用方法によって2タイプに分かれる(図3)。

4. 水素供給ステーションを整備する集合住宅の選定

4.1 選定基準の設定

水素供給ステーションを設置する集合住宅を選定するための基準を設定する。まず事業主体により民間と公共に分類する。民間の集合住宅は、いわゆる一般の集合住宅を指し、利用タイプは独立型とする。公共の集合住宅は、都市計画団地、都市基盤整備公団の団地を指す。これらの集合住宅は一棟一棟の規模は比較的小さいので、

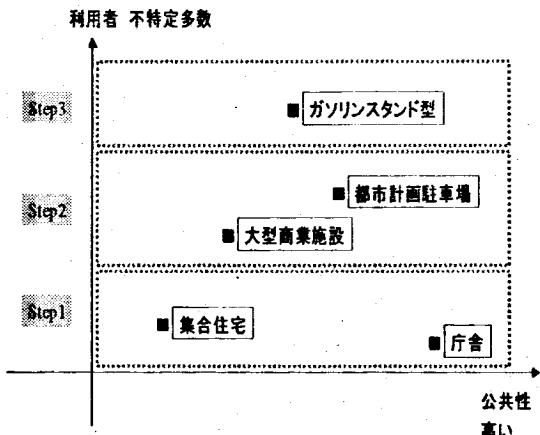
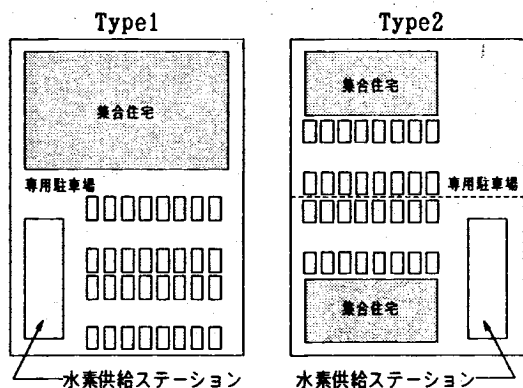


図2 水素供給ステーション整備のシナリオ



Type1(独立型)	水素供給ステーションを設置した各集合住宅で個別に利用
Type2(共同型)	団地に設置して団地内の集合住宅で共同利用

図3 水素供給ステーションの設置タイプ

- 水素供給ステーションが1年間でまかなえる車両数
 - ・ 乗用車の平均走行距離 10,000km/年
 - ・ 燃料電池自動車の一充電走行距離 300km
 - ・ 燃料電池自動車の最大充填量 33.6Nm³
 - ・ 水素供給ステーションの水素製造量 720Nm³/日

$$\frac{\text{年間水素製造量} \quad (720\text{Nm}^3 \times 365\text{日})}{\text{年間水素消費量} \quad (33.6\text{Nm}^3 \div 300\text{km}) \times 10,000\text{km}}$$

- 水素供給ステーション設置のために廃止する駐車場台数
 - ・ 水素供給ステーション設置の必要面積 200㎡
 - ・ 乗用車1台あたりの駐車場必要面積 30㎡

$$\frac{\text{ステーション設置必要面積} \quad 200\text{㎡}}{\text{乗用車1台駐車必要面積} \quad 30\text{㎡}}$$

図4 選定基準の設定で用いた値

ステーション設置数は200ヶ所となっており、全ての燃料電池自動車のうち乗用車として利用されるものは2,000台となっている。今回の集合住宅の駐車場で整備手法による水素供給ステーションの設置数は、そのシナリオの81%に相当する。しかし提案による燃料電池自動車供給可能台数の約7万台は、すべて乗用車として利用されることを想定しており、この点で蓮池氏のシナリオとの相違が見られる。これは今回の提案が一般の自動車だけを対象としたことに起因する。実際には蓮池氏のシナリオのように、公共的な車や商用車なども対象として考える必要がある。しかし一般を対象とした燃料電池自動車普及の初期段階において、今回の提案は、燃料電池自動車をより早く確実に一定量普及させるという点に関して有効であると考えられる。

6. おわりに

6.1 まとめ

水素供給ステーションを集合住宅の駐車場に整備するという提案により、東京都区部において全体的に水素供給ステーションを設置することが可能である。また、この提案は燃料電池自動車を一般に普及させるために有効である。NOx・CO₂の削減量は東京都の目標値に対して、それぞれ9%・103%に相当する。

6.2 今後の展望

今回の提案により燃料電池自動車が一般に普及し始めた後、さらに普及を進め燃料電池自動車をより一般的なものとするための、他のタイプの水素供給ステーションについて検討する必要がある。

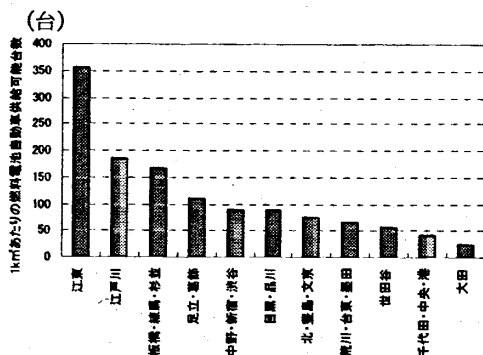
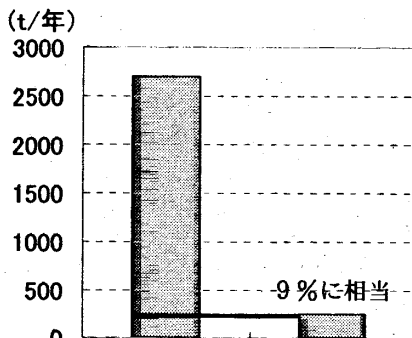


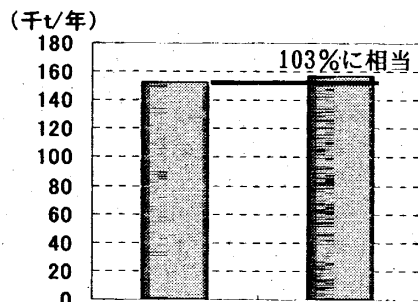
図8 1 km²あたりの燃料電池自動車供給可能台数

表4 乗用車の排出原単位

排出原単位	(kg/台・年)
NOx	3.38
SOx	18.0
CO ₂	157,293

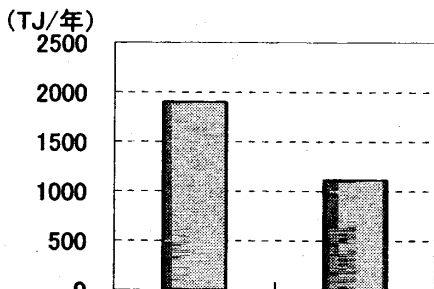


東京都の削減目標 提案による削減量
図9 NOxの削減量



東京都の削減目標 提案による削減量

図10 CO₂の削減量



従来 提案後

図11 投入一次エネルギー量

参考文献

- 1) 水素利用国際エネルギーシステム技術 (WE-NET) 第II期研究開発 「タスク7 水素供給ステーションの開発」 2000年
- 2) 季報エネルギー総合工学 「クリーンエネルギー自動車レポート」 第4号 2000年
- 3) 通産省・資源エネルギー庁 「燃料電池実用化戦略研究会報告書」 2000年

*1 早稲田大学理工学部建築学科

*2 早稲田大学大学院修士課程

*3 早稲田大学理工学部総合研究センター個人助手

*4 早稲田大学理工学部総合研究センター助教・工博

*5 早稲田大学教授・工博