

2003 年度エネルギー消費量で見る家庭用燃料電池の CO₂ 排出量削減効果

Reduction in the Emission of Carbon Dioxide with Usage of Residential Fuel Cell in 2003

室蘭工業大学	○学生員	本堂明恵 (Akie HONDO)
室蘭工業大学	学生員	稲辺寛勝 (Hirokatsu INABE)
北海道電力株式会社		西倉秀寿 (Hidetoshi NISHIKURA)
室蘭工業大学	フェロー	田村 亨 (Tohru TAMURA)

1. はじめに

2005 年に発効された京都議定書によって、日本は 1990 年比 6%の温室効果ガス削減が義務付けられている。北海道地域は特に、主な温室効果ガスである二酸化炭素 (CO₂) 排出量が全国に比べて多い。中でも家庭からの排出割合が高く、全国で 13.5%に対し北海道では 20.5%となっている。このような流れの中で、家庭での新電源として家庭用燃料電池が注目されている。家庭用燃料電池を製造している企業によると、燃料電池を使用することによって最大で約 30%の CO₂ 排出量が削減できるとされている。

そこで本研究では、家庭用燃料電池使用住宅、ガス・電気・灯油使用の一般住宅、オール電化住宅の 3 つの場合について CO₂ 排出量とコストを比較し、家庭用燃料電池が CO₂ 排出量削減に与える影響について考察する。

2. 算出範囲の設定

当初はライフサイクルでの CO₂ 排出量とコスト算出を試みたが、製造、廃棄、運用時の保守・点検については、データの入手が困難であったことや時間的制約、また CO₂ 排出量が全体的に比べて小さいことから今回は考慮しない。つまり、ランニングにおける CO₂ 排出量とコストを算出し比較する。

3. 算出モデルの構築

住宅モデルは、1985 年に建築学会環境工学委員会熱分科会で宇田川が提案した住宅の標準モデル¹⁾を用いる。

各住宅におけるエネルギー消費量は、2000 年度から 2003 年度に実施された全国の住宅におけるエネルギー消費量調査²⁾のデータの中から、2003 年度の北海道の戸建住宅 9 戸で測定されたデータの平均値をとって用いた (図-1)。

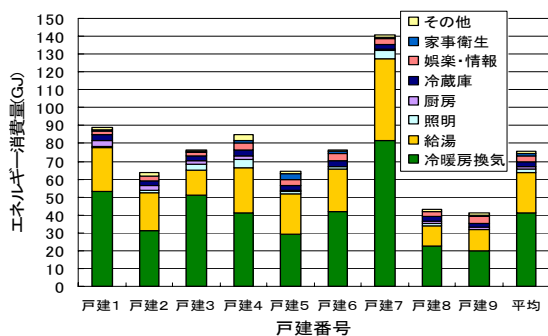


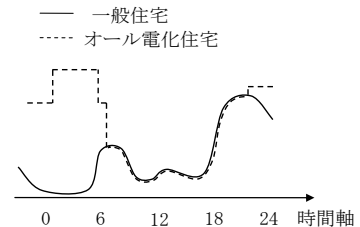
図-1 2003 年度北海道戸建住宅のエネルギー消費量

実際のエネルギー消費量は、各家庭の消費傾向やその年の気候変動など、様々な要因で異なると考えられる。しかし本研究では、使用機器によってどの程度の CO₂ 排出量の

差異があるかを比較することを目的としているため、エネルギー消費量は一定とした。算出過程においては、ジュール[J]単位の数値とそれを 1kWh=3.6MJ の換算式で kWh 換算したものの方を用いた。機器の効率については考慮しないが、ガス機器に関しては影響が大きく無視できないため考慮した。

3.1 家庭用燃料電池使用住宅

家庭用燃料電池 (以下、燃料電池とする) を使用した住宅を想定した。今回は、CO₂ 排出量算出過程の容易さから、灯油改質型の燃料電池を用いるとした。燃料電池によって発電し、同時にコージェネレーションシステムで加温された水を給湯分として使用する。燃料電池が冷暖房換気、厨房分以外の電力使用量の最大で約 6 割を賄うことができるとした。しかし、電力使用量の何割を賄えるかは、家庭での時間毎の電力使用パターンによって異なるため、60%から 10%刻みで CO₂ 排出量を算出した。時間毎の電力使用パターンとは、図-2 のように何時にどの程度の電力を使用するかというパターン (一般住宅、オール電化住宅) のことを指す。冷暖房換気分のエネルギー消費量は灯油、厨房分はガス、燃料電池で賄いきれないエネルギー消費量は、商用電力で賄うもの (図-2 時間毎の電力使用パターン例とした。なお、灯油改質時の CO₂ 排出量は考慮しない。



3.2 オール電化住宅

住宅内での消費エネルギー量のすべてを電気で賄うものとした。暖房機器と給湯器については、それぞれマイコン搭載の蓄熱式電気暖房器と電気温水器を用いることとする。

3.3 一般住宅

冷暖房換気、給湯のエネルギー消費量に関しては灯油を、厨房分はガスを燃料として消費する機器を用いるとし、その他の用途分は電気によって賄われるとした。これらの用途別燃料消費については、2005 年度に行われた北海道家庭用エネルギー消費実態調査報告書³⁾を参考にした。

4. CO₂ 排出量・ランニングコストの算出4.1 CO₂ 排出量の算出

(1) 燃料電池使用住宅

燃料電池使用住宅の CO₂ 排出量は式 (1) により算出した。

$$E_{FC} = P_1 \times p \times x \times F_{mi} + P_1 \times (1-p) \times P_1 + P_2 \times F_{bi} + P_3 \times F_{bi} + P_4 \times G_i \quad (1)$$

E_{FC} : 燃料電池使用住宅の総 CO₂ 排出量 P_1 : 冷暖房換気、給湯、厨房分を除いたエネルギー消費量 P_2 : 給湯不足分のエネルギー消費

量 P_3 :冷暖房換気分のエネルギー消費量 P_4 :厨房分のエネルギー消費量 p :燃料電池で賄うエネルギー消費量の割合 x :必要灯油量(今回は0.2L/kWhで換算) P_1 :北海道電力株式会社2003年度CO₂排出原単位実績値 F_{mi} :灯油生産時のCO₂排出原単位 F_{bi} :灯油燃焼時のCO₂排出原単位

(2) オール電化住宅

オール電化住宅のCO₂排出量は、式(2)により算出した。以下オール電化に関わるデータについては、北海道電力株式会社室蘭支店より提供を受けた。

$$E_{AEt} = P \times P_1 \quad (2)$$

E_{AEt} :オール電化住宅の総CO₂排出量 P :総電力消費量

P_1 :北海道電力株式会社2003年度CO₂排出原単位実績値

(3) 一般住宅

一般住宅のCO₂排出量は、式(3)により算出した。

$$E_{Gt} = P_1 \times P_1 + P_5 \times F_{bi} + P_4 \times G_1 \quad (3)$$

E_{Gt} :一般住宅の総CO₂排出量 P_1 :冷暖房換気、給湯、厨房分を除いたエネルギー消費量 P_5 :冷暖房換気、給湯分のエネルギー量 P_4 :厨房分のエネルギー消費量 P_1 :北海道電力株式会社2003年度CO₂排出原単位実績値 F_{bi} :灯油燃焼時のCO₂排出原単位 G_1 :都市ガスのCO₂排出原単位

4.2 ランニングコストの算出

(1) 燃料電池使用住宅

灯油使用量に2003年の灯油単価を掛けたものと、電気料金、ガス料金を足し合わせた。電気料金については北海道電力従量電灯Bの30Aで算出し、ガス料金については2003年の料金体系の情報が入手できなかったため、現在の供給約款料金、都市ガス13AのA料金区分で算出した。

(2) オール電化住宅

料金プラン・ドリーム8で算出した。冷暖房換気と給湯分のエネルギー使用量については夜間電力を使用し、残りのエネルギー消費量については、10%を夜間使用分とし、90%は昼間電力を使用するものとした。また機器については、住宅モデルより5.5kWの電気温水器と4kWの蓄熱暖房機を住宅全体で5つ使用したと考えた。

(3) 一般住宅

燃料電池使用住宅と同様に求めた。

4.3 計算結果

図-3、図-4に計算結果を示す。両図とも横軸は総エネルギー消費量に対する燃料電池の電力供給割合を表している。図-3の縦軸は1戸当たりの年間CO₂排出量を、図-4の縦軸は、ランニングコストを示す。

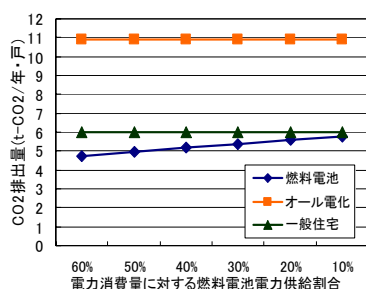


図-3 CO₂排出量算出結果図

図-3より、以下の2点が明らかとなった。1)燃料電池使用住宅、一般住宅、オール電化住宅の順にCO₂排出量が少ない。2)燃料電池の場合は、総電力消費量に対する燃料電池電力供給割合によってCO₂排出量が変化するが、それに

関わらず、燃料電池を使用するとCO₂排出量が少ない。

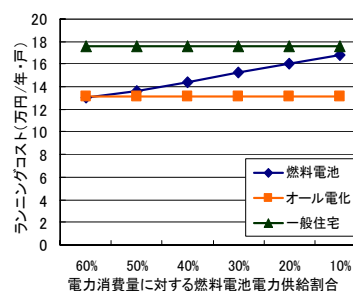


図-4 ランニングコスト算出結果図

また、図-4より燃料電池住宅、オール電化住宅は一般住宅よりもランニングコストが安価である、ということが明らかとなった。

5. 考察

5.1 CO₂排出量

燃料電池を使用すると、CO₂排出量を削減できることは、図-3からも明らかである。最小でも年間209kg(燃料電池による電力供給割合が10%の場合)、最大で年間1.3t(燃料電池による電力供給割合が60%の場合)のCO₂排出量が削減できる。209kgのCO₂削減量とは、冷暖房の温度を1℃外気温に近づけることを約6年続けた場合と同等の削減量⁴⁾である。

5.2 燃料電池の社会的普及

燃料電池のランニングコストは、一般住宅より安価だと算出された。しかし、この値は運用時の保守・点検、インシヤルコストを含んでいない。正確に値段を比較するには、それらの値を加味する必要がある。しかし、この部分については、企業の生産努力、政府からの補助金により家計の負担を抑えることは可能である。それゆえ、燃料電池の社会的普及は十分に可能だと言える。

6. おわりに

本研究では燃料電池使用住宅、一般住宅、オール電化住宅の3つの場合について、運用時のCO₂排出量とコストを比較し、更にCO₂排出量削減に与える影響について考察した。今回の算出によって、燃料電池使用住宅のCO₂排出量削減効果について一例を示すことができたが、燃料電池で賄う電力供給割合は、家庭での電力使用パターンなどによって異なる。まず個々の家庭のエネルギー収支を把握し、どのように燃料電池を活用できるかを見極めるべきである。この結果はあくまでも本研究で用いたデータを使用した場合の結果であり、全ての場合に当てはまるものではない。

謝辞: 本研究を進めるに当たり、新日本石油株式会社池松正樹氏には貴重なご意見を頂きました。また住宅関係では北海道大学羽山広文准教授にご助言を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 宇田川光弘: 標準問題の提案(住宅用標準問題)、日本建築学会環境工学委員会熱分科会第15回熱シンポジウム、1985
- 2) 赤林 伸一: 住宅用エネルギー消費と温暖化対策検討委員会、<http://tkkankyo.eng.niigata-u.ac.jp/HP/HP/index.htm>、2007
- 3) 社団法人北海道消費者協会: 平成17年度北海道家庭用エネルギー消費実態調査報告書、2006
- 4) 環境省地球環境局: 身近な地球温暖化対策、2007