

低炭素社会の実現に向けた  
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく  
イノベーション政策立案のための提案書

技術普及編

消費者の限定合理性を考慮した  
燃料電池の普及予測

平成29年3月

“Prediction of Popularization of Fuel Cells  
Considering Limited Rationality of Consumers”

Strategy for Technology Dissemination

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action  
toward Low Carbon Societies

国立研究開発法人科学技術振興機構  
低炭素社会戦略センター

LCS-FY2016-PP-14

## 概要

本稿ではロジットモデルを用いて燃料電池の普及予測を行った。燃料電池の価格を幾つかの要素に分割してそれぞれについて価格推定を行い、量産効果・技術開発などの燃料電池価格低減効果を再現した。作成した普及予測モデルに基づいて補助金額を変化させた場合のケーススタディを行い、政府が掲げる 2030 年までに燃料電池累計 530 万台普及という政策目標の達成可能性を評価した。また 2030 年までの普及台数目標を新たに設定し、その目標を達成する上で累積補助金給付額が最小となるような補助金額の決定を行った。普及予測モデルによると、2030 年までの目標台数を 160 万台程度とし、それに合わせて補助金を給付することがコストパフォーマンス的に優れると考えられる。

## Summary

In this paper, we used the logit model to predict dissemination of fuel cells. We divided price of fuel cell into several factors, estimate price of each factor, and simulated fuel cell price reduction effect such as mass production effect, technology development. We conducted a case study in the case of changing the subsidy value based on the forecasting model we created and evaluated the adequacy of the policy goal of spreading 5.3 million fuel cells cumulatively by 2030. We also established a new penetration target till 2030 and decided the subsidy amount so that the cumulative grant benefit will be the minimum in achieving that goal.

## 目次

### 概要

1. 背景.....	1
1.1 低炭素社会への要請.....	1
1.2 我が国の取組.....	1
1.3 家庭部門での省エネルギーの取組.....	2
1.4 本稿の目的.....	3
2. シミュレーションの原理.....	3
2.1 量産効果.....	3
2.2 ロジットモデル.....	3
2.3 効用関数推定.....	3
2.4 燃料電池価格推定.....	5
2.5 モデルの検証.....	7
3. 補助金額を変化させた際のケーススタディ.....	9
4. 補助金額の最適化.....	11
5. 政策立案のための提案.....	16
参考文献.....	16

## 1. 背景

### 1.1 低炭素社会への要請

近年、国際的な地球温暖化問題への取り組みが求められており、エネルギー起源の二酸化炭素が温室効果ガスの大部分を占める我が国にとって、これをどう抑制していくかが重要な課題となっている。地球全体で地球温暖化への対策の指針を決定するために、2015 年 11 月 30 日から 12 月 11 日まで、フランス・パリで気候変動枠組条約第 21 回締約国会議（COP21）、京都議定書第 11 回締約国会議（CMP11）が開催された。参加各国は「今世紀後半に温室効果ガスの人為的な排出と吸収のバランスを達成するように、排出ピークをできるだけ早期に迎え、最新の科学に従って急激に削減」することを目標に「削減目標を作成・提出」し、「削減目標を達成するための国内対策」を執り行う義務を負った。その中で先進国は経済全体の絶対目標を設定し主導していくことが求められており、日本も先進国として具体的な二酸化炭素排出量削減を行う責任がある。

### 1.2 我が国の取組

我が国は世界全体の二酸化炭素排出量の約 3.8%を排出しており、国別では中国、アメリカ、インド、ロシアについて 5 番目であり[1]、国際的な地球温暖化対策を主導していくべき立場にある。我が国の中期目標として、国内の排出削減・吸収量の確保により、2030 年度において 2013 年度比温室効果ガスを 26%削減（2005 年比 25.4%削減）の水準とすることを、パリ協定での達成目標として掲げている。経済成長によるエネルギー需要の増加を見込みつつ、各部門での、技術的に可能で現実的な省エネルギー対策として考えうる限りのものをそれぞれ積み上げ、最終エネルギー消費で対策前比 13%（5030 万 K 石油換算リットル）削減を見込んでいる[2]。

各部門でのエネルギー消費の推移を図 1 に示す。産業部門では我が国の最終エネルギー消費全体の約 4 割を占めているが、1970 年台の石油危機以降の省エネルギーの取り組みによって、2014 年度の最終エネルギー消費は 1973 年比で 0.8 倍と非常に省エネルギー化が進展している。しかし我が国の業務・家庭部門（民生部門）では、エネルギー消費原単位の改善が十分に進んでいない状況にあり、またエネルギーコストが家計支出全体に占める割合が比較的少ないことから、省エネルギー対策が進みにくい傾向にある。

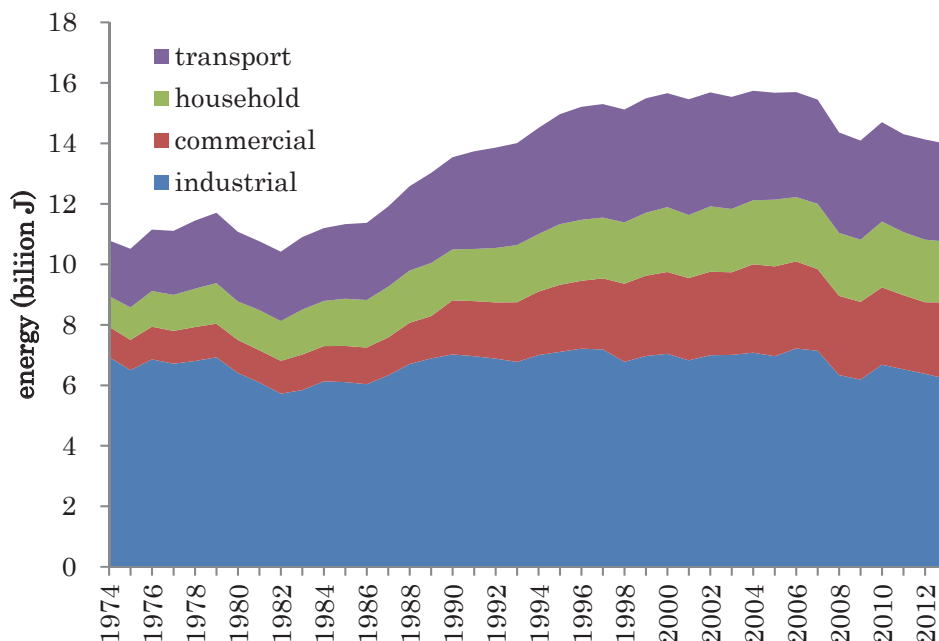


図 1 日本の部門別エネルギー消費量の推移

### 1.3 家庭部門での省エネルギーの取組

2014 年度の家庭部門での用途別のエネルギー消費量を図 2 に示す。給湯関係のエネルギー需要が 4 分の 1 を超えるなど非常に大きな割合を占めていることから、給湯分野での省エネルギー機器の普及が今後の省エネルギー化に大きく寄与できると考えられる。給湯分野での大幅な省エネルギー効果を期待されているのが家庭用燃料電池である。

家庭用燃料電池は、都市ガスパイプラインまたは LP ガス容器によって供給されている都市ガスまたは LP ガスを、機器内で改質した水素と、空気中の酸素を電気化学反応させて電気と熱を発生させるコージェネレーションシステムである。電気化学反応により電気エネルギーを取り出すため、エネルギーロスが少なく、電気と熱の両方を有効利用することで更にエネルギー効率を高めることが期待される。家庭用燃料電池が 530 万台普及すると、家庭部門でのエネルギー消費量を約 4%、CO<sub>2</sub> 排出量を約 4%削減する効果が見込まれている。我が国では、家庭用燃料電池、燃料電池自動車などの分野において、国際的にも技術的優位性をもっており、家庭用燃料電池はすでに 6 万台以上が住宅等に設置されている。しかし家庭用燃料電池はコストの低減が十分に進んでおらず、普及拡大に向けた大きな課題になっており、現状では初期市場創出のために国の補助制度が下支えしている。

家庭用燃料電池の導入が進展しない主な要因として

- ① セルの電極触媒で用いられている白金など高価な材料を使用する点
- ② 補機類などを含む構成部品点数が多い点
- ③ 家庭用燃料電池の生産台数が量産効果の出現する台数にまで達していない点
- ④ 家庭用燃料電池を家庭内に設置する工事費が高額な点
- ⑤ セルスタックや燃料改質機のメンテナンスが必要になる点
- ⑥ 家庭用燃料電池機器本体の大きさにより設置スペースが限られる点

以上のような原因があげられる。

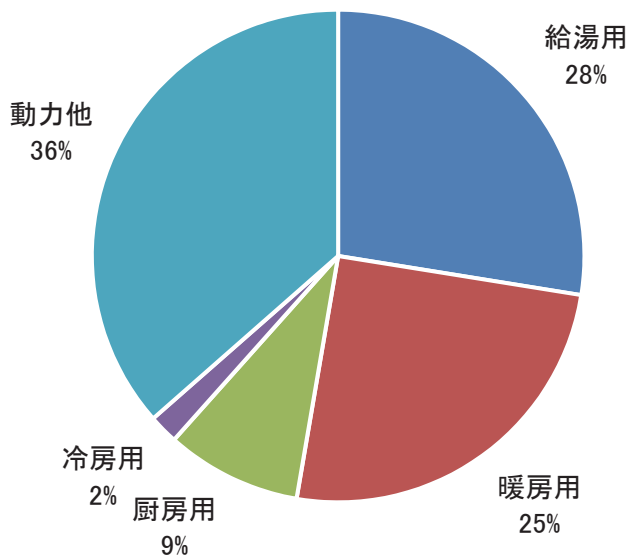


図 2 家庭部門消費エネルギーの内訳

## 1.4 本稿の目的

本稿ではロジットモデルを利用して、我が国での燃料電池導入率を初期投資額から推定する。ロジットモデルは本来交通工学分野での研究開発が進んでいた非集計モデルに基づいており、「個人が交通行動の基本的な意思決定単位であり、個人はある選択状況の中から最も望ましい選択肢を選択する」という基本原理に基づいている[3]。本稿では消費者が燃料電池に対して感じる効用を過去の燃料電池販売実績に基づいてモデルを作成し、また燃料電池製造者からのヒアリングをもとに燃料電池の価格を幾つかの要素に分割して、それぞれが低減していくモデルを考案した。これらを用いて 2030 年までの燃料電池の普及台数を予測し、補助金給付額を変更するケーススタディを行った。ケーススタディの結果より、日本政府が掲げる 2030 年までに燃料電池 530 万台普及という目標の達成可能性を評価した。さらにこのモデルを用いて、燃料電池の普及台数目標を満たす最小の補助金給付額を提案する。以下、家庭用燃料電池を燃料電池と呼称する。

## 2. シミュレーションの原理

### 2.1 量産効果

本稿では燃料電池の価格変化に量産効果による価格低減モデルを導入して、燃料電池の市場の自立までのシミュレーションを行った。量産効果とは製造数を増加させることによって、一個あたりの製造原価が低減する効果のことである[4]。

製品の原価は主に変動費と固定費に分類することができる。変動費は生産量に対して比例的に増減する原価要素のことであり、固定費は生産量が変化しても発生額が不変の原価要素である。量産効果とは製品一個あたりの固定費の割合が減少していくことによって、製造原価が低減してゆく現象のことである。本稿では燃料電池メーカーとのヒアリングを行い、量産効果の数理モデル化を行った。

### 2.2 ロジットモデル

本稿ではロジットモデルを用いて燃料電池の普及推定を行った。ある消費者が感じる選択肢の望ましさ、あるいは「効用」はその選択肢の保つ特性とその消費者の「好み」などの「属性」によって異なる。ロジットモデルでは各消費者は選択可能なものの中から最大の効用を与える選択肢を選ぶという、合理的な選択をするものと仮定する。本稿では購入しない場合の効用を 0 とし、燃料電池の効用を  $V$  とすると購入確率  $P_{\text{buy}}$  はロジットモデルに従い、式(1)として表すことができる。

$$P_{\text{buy}} = \frac{e^V}{1 + e^V} \quad (1)$$

### 2.3 効用関数推定

高瀬[5]はアンケート調査に基づいたコンジョイント分析<sup>1)</sup>を行い、消費者の低炭素技術に感じる効用を推定した。その際、消費者の効用の確定項を決定する要素として、「燃料電池価格」、「投資回収期間」、「補助金額」の3つを使用している。これは消費者が燃料電池価格や燃料電池導入によって得られる年間メリットなどの、十分な前提情報を有しているという仮定を置いている。

しかし近年の行動経済学の考え方では、消費財の種類や価格、性能といった情報が多岐にわたるために、人間の問題処理能力の限界があり、必ずしも合理的な選択肢を取ることができないということが提唱されており、これを限定合理性と呼ぶ[6]。省エネ技術の普及にあたっては、消費

<sup>1)</sup> コンジョイント分析とはアンケート調査を用いて商品の様々な要素について消費者の選好の多寡を推定する手法である[5]。

者が持つ限定合理性を考慮しなければならない。その際に特に重要な概念として「双曲割引」と「損失回避」が挙げられる。

### (1) 双曲割引

経済学の標準的なモデルでは、「将来的な利益の現在地点での価値は将来的な利益を金融機関の金利と等しい利率で割り引いたものである」という前提が置かれている。すなわち  $t$  年後の  $X$  円を現在価値に割り引くと  $X/(1+r)^t$  ( $r$  は金利) で表される。しかし、心理学分野では、「人々が短期的には高く、長期的には低い割引率を持つ」という人間の時間選好のあり方を提案しており、これを数理モデル化したものが双曲割引モデルである。このモデルでは  $t$  年後の利益  $\text{Profit}_t$  円の現在価値は  $\text{Profit}_t/(1+at)^b$  で表される。ここで  $a, b$  は双曲関数の形を決定するパラメータであり、このパラメータを様々な手法で推測する研究が行われている。高瀬[7]は消費者へのアンケート調査を行いこれらの値を推定している。本稿では燃料電池による利益の現在価値換算に、高瀬の求めた値を用いる。また投資回収期間を計算するための、燃料電池設置による一年あたりの利益  $\text{Profit}$  は、水素・燃料電池戦略ロードマップ[8]より 6 万円という値を採用する。

### (2) 損失回避

一般的な消費者は利益と損失が同額の場合、心理的に損失の方を価値ベースでより深刻に感じることがある。これを損失回避性と呼ぶ。例えば損失回避性を持つ消費者が、 $X$  円の省エネ技術製品の購入を検討する場合、支払金額の心理的負担額が  $AX$  円 ( $A>1$ ) と感じられるということである。白井[9]は、プロスペクト理論に基づいて、人間が持つ損失回避性パラメータの値をアンケート調査により求めている。図 3 は支払額と損失回避パラメータの関係である。100 万円台では損失回避パラメータはおよそ 2.81 という値を示しており、本稿では燃料電池価格が 100 万円台であることからこの損失回避パラメータの値を使用する。今後、大量生産や研究開発が進展し、燃料電池価格が低下すると損失回避パラメータの値も低減し、燃料電池の普及が促進する好循環に向かっていくことが期待される。

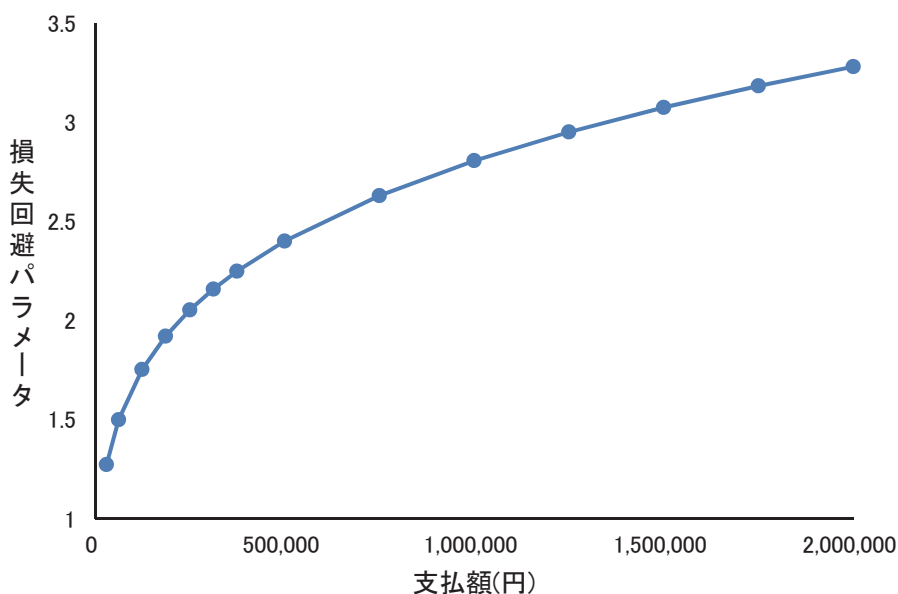


図 3 損失回避パラメータの金額による推移

また省エネルギー新技術の導入に際しては、金銭的メリットだけではなく、例えば環境親和性や停電時に電力を供給可能である点など金額換算できない要素もある。そこで本研究では式 (2) のように消費者が感じる効用を本項で求めた経済性の項と非経済性の項に分類した。

$$V = \alpha \times \sum_{t=1}^{10} \frac{\text{Profit}}{(1 + at)^{\frac{b}{a}}} - AI + \beta \quad (2)$$

ここで、**Profit** は燃料電池設置による年間エネルギーコスト削減額、**I** は燃料電池導入のための初期コストである。また、係数  $\alpha$ 、 $\beta$  は 2.5 節で求める。

## 2.4 燃料電池価格推定

一般的に燃料電池の価格は、技術開発と量産効果の 2 つによって削減されていく。本稿では燃料電池製造者に対してヒアリング調査を行い、燃料電池の価格低減モデルを作成した。その結果、燃料電池の価格 **Cost** は削減不可能な材料コスト **Cost<sub>base</sub>** と経年により技術開発が進展し削減可能なコスト **Cost<sub>tech</sub>** と量産効果により削減可能なコスト **Cost<sub>mass</sub>** という 3 つの要素に分割し、式(3)を仮定した。

$$\text{Cost} = \text{Cost}_{\text{base}} + \text{Cost}_{\text{tech}} + \text{Cost}_{\text{mass}} \quad (3)$$

燃料電池メーカーからのヒアリングの結果より、削減可能なコスト内の各要素による削減可能量の割合は **Cost<sub>tech</sub>** が 4 割と **Cost<sub>mass</sub>** が 6 割とした。**Cost<sub>base</sub>** は水素・燃料電池戦略ロードマップ[8]に基づき 50 万円という値を採用した。2009 年から 2015 年までの燃料電池価格の推移とその構成コスト比を図 4 に示す。

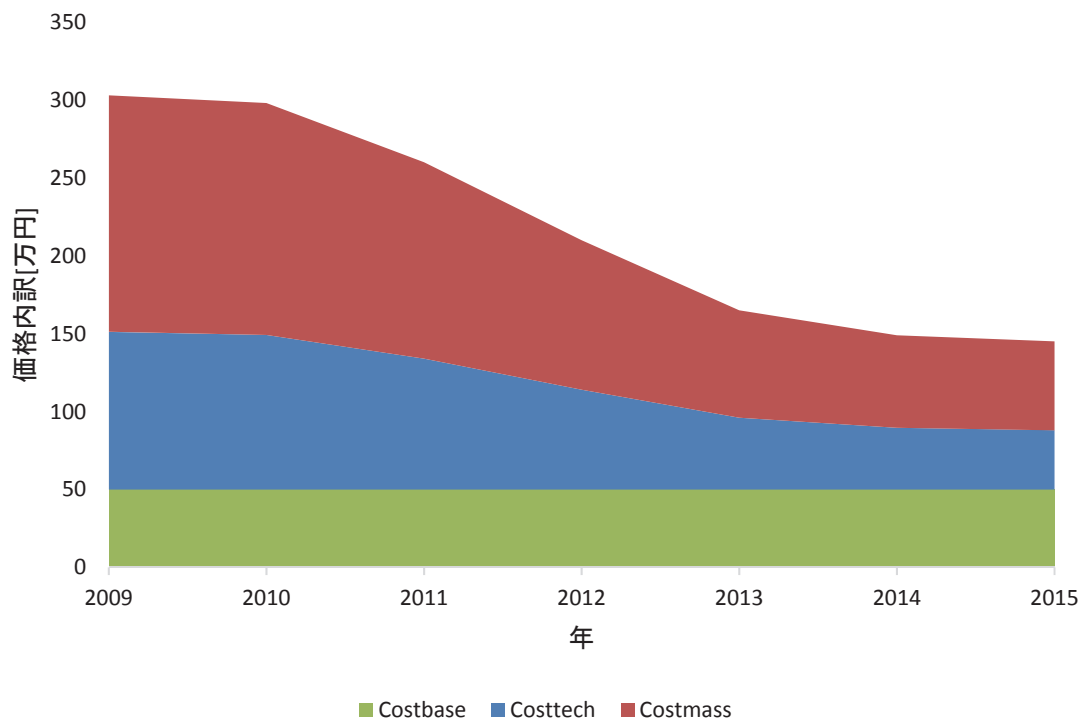


図 4 燃料電池のコスト構成



$Cost_{tech}$  は経年により技術開発が進展し減少していくコストであるので、経年により指数的に減少するモデル化を行った。2009 年から 2015 年までの燃料電池価格から最小二乗法を用いて近似曲線を求めたものが式(4)である。図 5 に販売実績と近似曲線を示す。

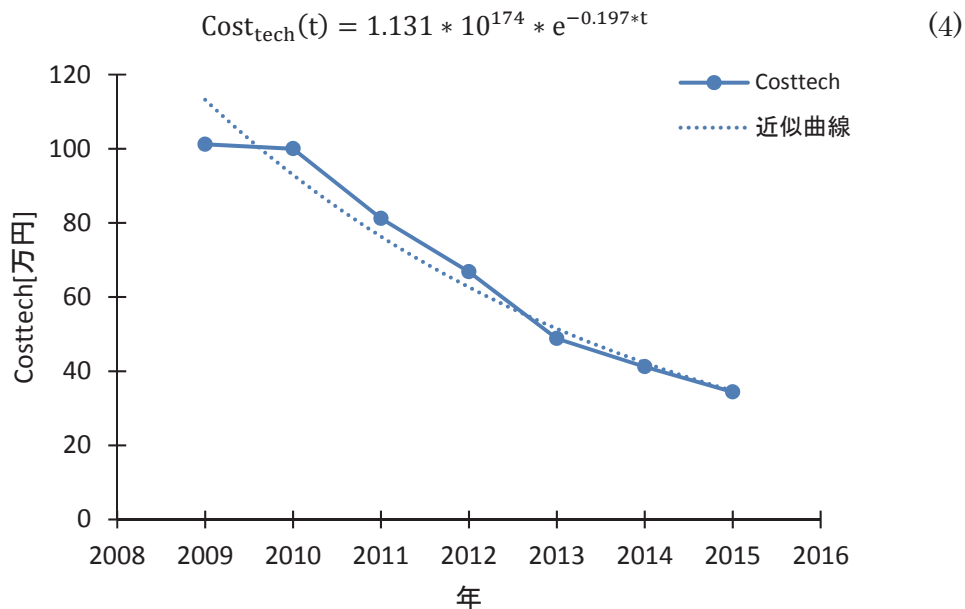


図 5  $Cost_{tech}$  の実績値と近似曲線

$Cost_{mass}$  は量産効果によって固定費が減少していくために減少していくコストなので、前年の燃料電池生産台数によって価格低減していくモデル化を行った。2009 年から 2015 年までの販売実績と燃料電池価格の推移から最小二乗法を用いて近似曲線を求めたものが式(5)である。ただし  $product(t)$  は  $t$  年に製造された燃料電池の台数を表す。図 6 に販売実績と近似曲線を示す。

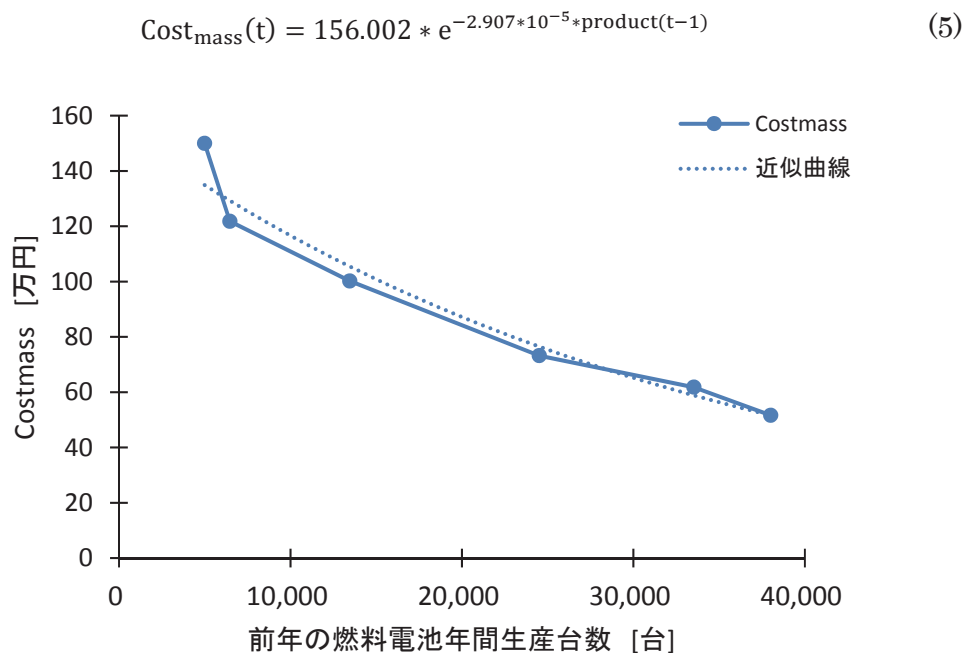


図 6  $Cost_{mass}$  の実績値と近似曲線

## 2.5 モデルの検証

2009 年から 2015 年までの燃料電池販売実績および燃料電池価格を用いて以上の 2.2～2.4 により導かれるモデルの検証、および係数の推定を行った。最小二乗法を用いて 2009 年から 2015 年の販売実績との差が最小になるように式(2)の係数を決定した。その結果、式(2)の各係数は表 1 のようになった。

表 1 式(2)の各パラメータの値

パラメータ	数値
$\alpha$	0.00837
$\beta$	-1.974

実際の出荷実績と本稿で作成したモデルを用いて計算した生産台数を図 7 に示す。

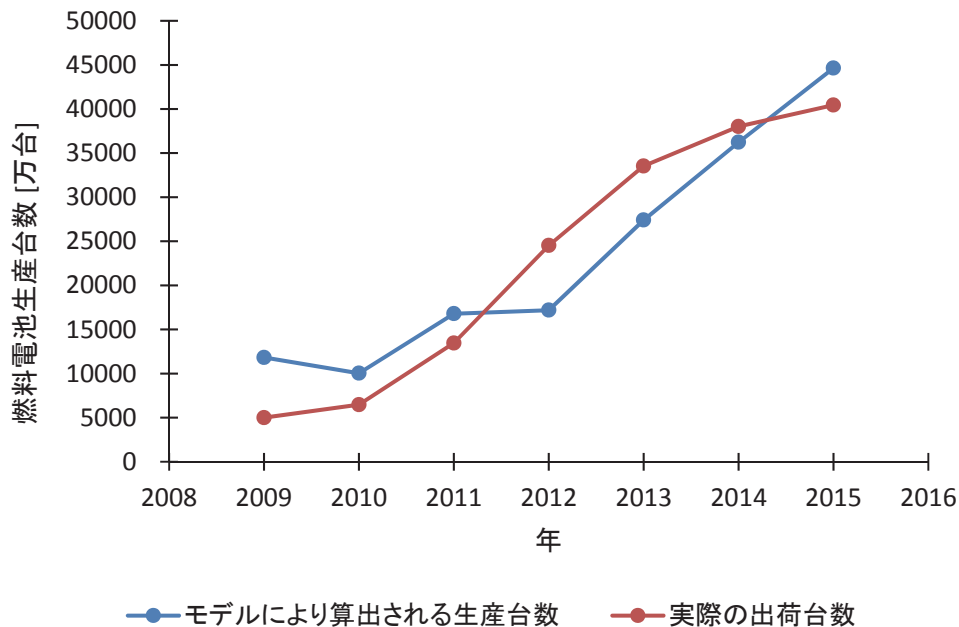


図 7 作成したモデルにより算出される生産台数と実績値

作成したモデルにおける投資回収年数受容曲線と呼ばれる投資回収期間と購入確率の関係は図 8 のようになった。また環境省[10]による太陽光発電に対する太陽光パネル設置可能家庭における投資回収年数受容曲線を図 9 に示す。同じ投資回収年数で比較するとモデルにより算出した普及率は太陽光パネルでの普及率の約 1/10 程度となった。燃料電池を購入する家庭はその殆どが新築または給湯器の買い替え時に燃料電池を導入する。給湯器の耐用年数を 10 年とすると燃料電池を導入しても良いと考える家庭のうち、給湯器が故障した家庭が燃料電池を導入すると仮定した場合、このモデルによって作成される投資回収年数受容曲線は太陽光発電パネルでの受容曲線に近似している。

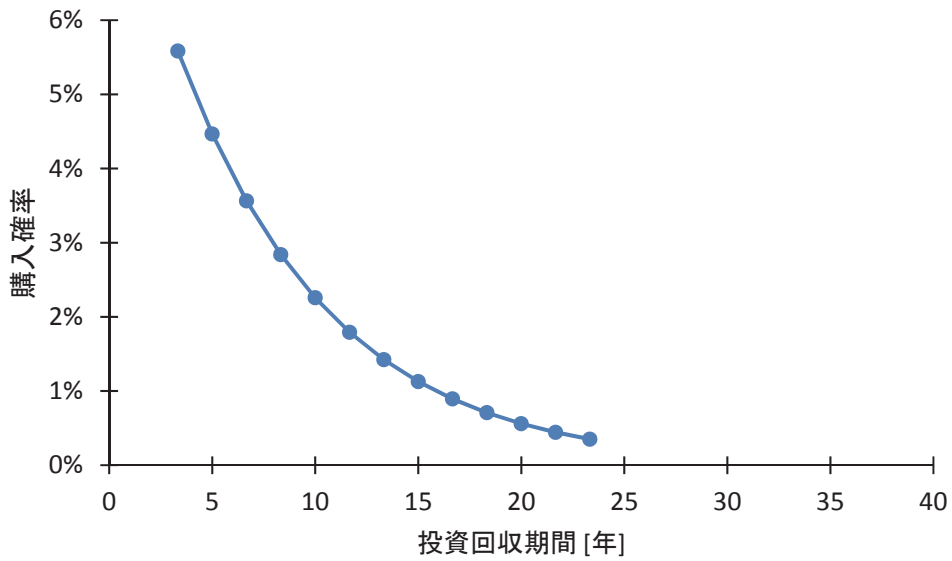


図 8 作成したモデルにおける燃料電池の投資回収年数受容曲線

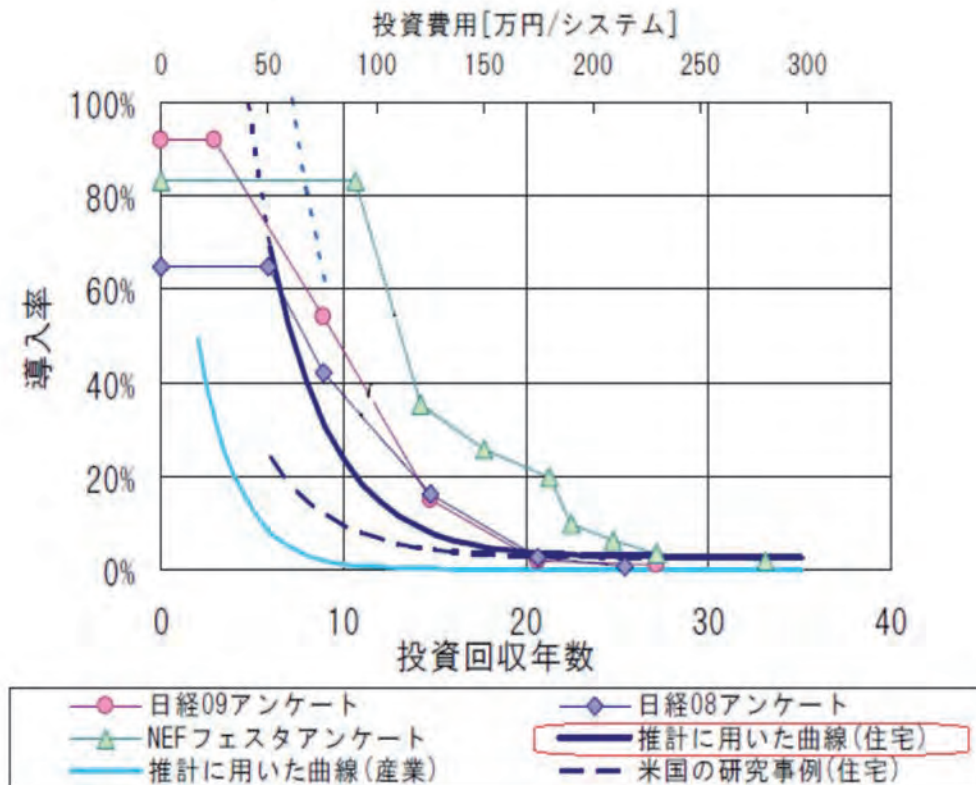


図 9 太陽光パネルの投資回収年数受容曲線

### 3. 補助金額を変化させた際のケーススタディ

本章では 2 章で作成したモデルを用いて、燃料電池購入者に給付される補助金給付額を変化させたケーススタディを行い、各ケースでの燃料電池の普及台数や燃料電池価格の推移を検証した。

2009 年から 2016 年までの補助金給付額の推移を図 10 に示す。本稿では 2017 年から 2030 年までの補助金給付額の推移を表 2 のように変化させた。Case1 では 2016 年から一年に 3 万円ずつ減額していき、2021 年に補助金の給付額が打ち切られる。同様に Case2 では 5 万円ずつ、Case3 では 7.5 万円ずつ減額していく。Case4 では 2017 年以降の補助金額は 0 円となる。

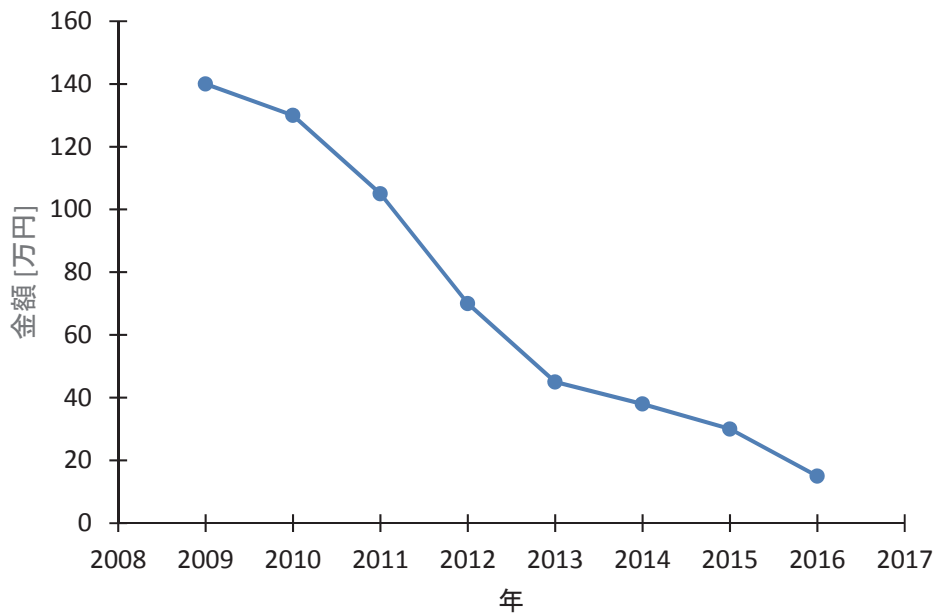


図 10 2009 年から 2016 年までの補助金給付額の推移

表 2 各ケースでの補助金給付額 (万円)

Year	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Case1	15	12	9	6	3	0
Case2	15	10	5	0	0	0
Case3	15	7.5	0	0	0	0
Case4	15	0	0	0	0	0

各ケースでの年間燃料電池生産台数の推移を図 11 に、累積燃料電池生産台数の推移を図 12 に、燃料電池価格の推移を図 13 に示す。

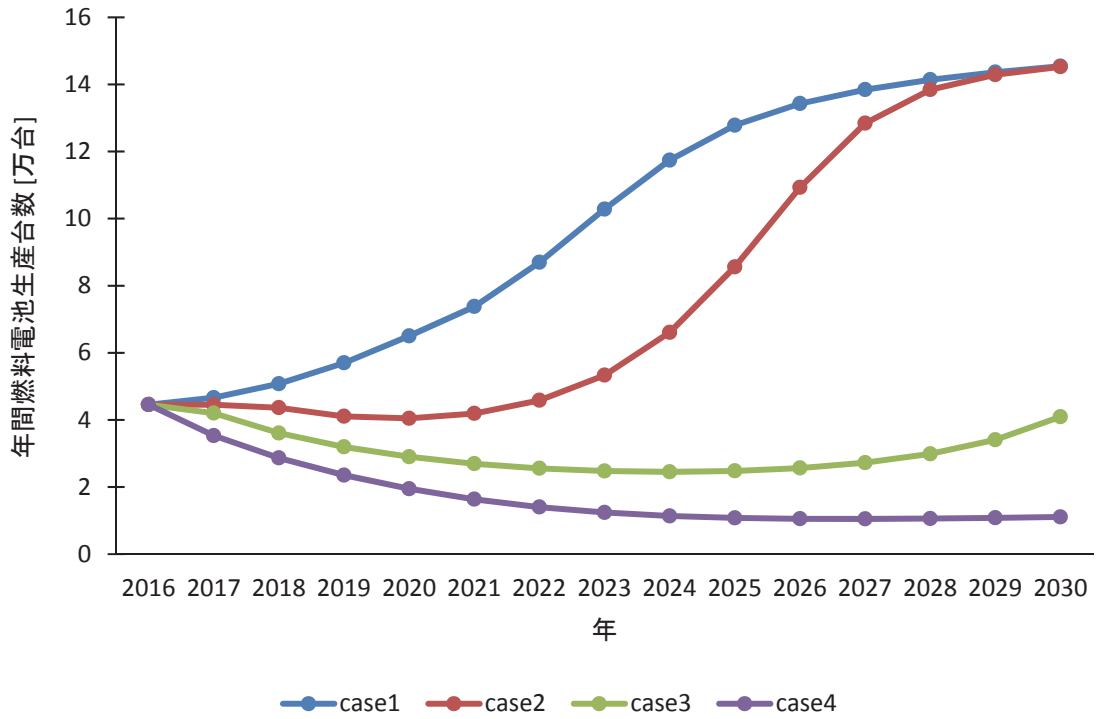


図 11 各ケースでの年間燃料電池生産台数

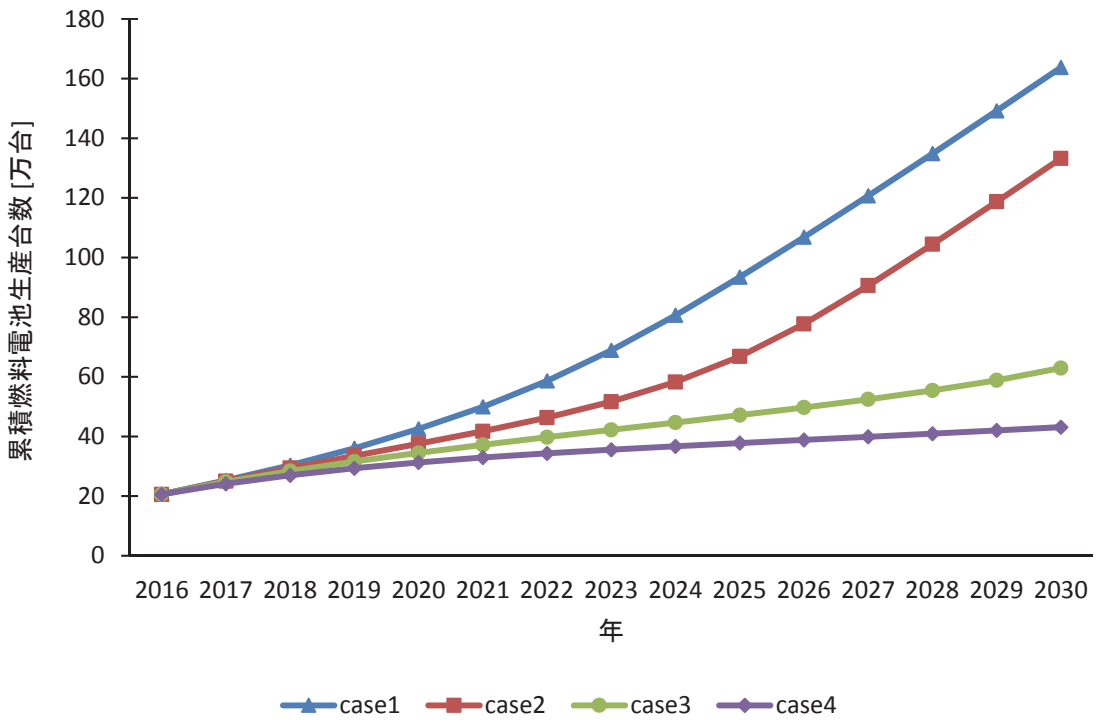


図 12 各ケースでの累積燃料電池生産台数

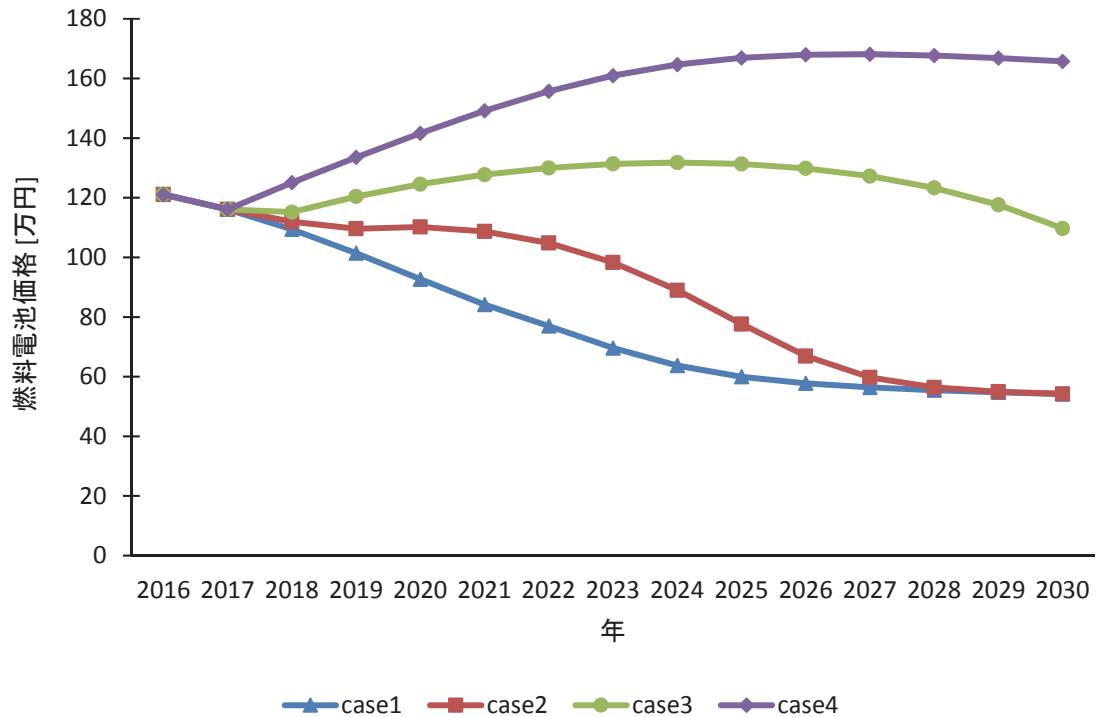


図 13 各ケースでの燃料電池価格の推移

図 13 より Case1 と 2 では 2030 年時点で燃料電池の価格が燃料電池の限界製造コストである 50 万円台 (Cost<sub>base</sub>) まで低下し、燃料電池市場が自立していることがわかる。しかし図 12 より日本政府が掲げる目標である「2030 年までに燃料電池 530 万台普及」については、達成率が 3 割程度となっている。これはそもそも燃料電池を導入する家庭は給湯器が故障した、あるいは家を新築、リフォームする際に導入する傾向にあり、たとえ燃料電池の価格が低下しても、燃料電池の普及量自体は以上の数値によって制限されてしまうためであると考えられる。よって政府目標を達成するためには燃料電池価格の低下のみでは不十分であり、例えば非常時の予備電源供給能力など、給湯器以外の性能を向上させていく必要がある。Case3 と Case4 では燃料電池価格の十分な低減効果が見られず、年間の生産台数も 2016 年以降減少している。これらの場合では燃料電池市場の自立化はなされないと考えられる。

#### 4. 補助金額の最適化

本章で作成したモデルを用いて 2030 年までの総補助金給付額が最小となるような補助金給付額の最適化を行った。2017 年から 2030 年までの補助金給付額を変数として、t 年の補助金額 Subsidy(t) と販売台数 Sell(t) を用いて、式(6)に示す総補助金給付額 Subsidy<sub>sum</sub> が最小となる補助金給付額を決定した。

$$\text{Subsidy}_{\text{sum}} = \sum_{t=2017}^{2030} \text{Subsidy}(t) * \text{sell}(t) \quad (6)$$

ある年の補助金額  $Subsidy(t)$  が前年の補助金額  $Subsidy(t-1)$  を上回る場合には、消費者に燃料電池導入の意思があったとしても、翌年に補助金額が増額されることを待つという選択肢が生じてしまい、燃料電池の普及を抑制することが懸念される。そこで、式(7)のようにある年の補助金額は前年の補助金額を下回るという制約を加える。

$$Subsidy(t - 1) \geq Subsidy(t) \quad (7)$$

目標となる累積燃料電池販売台数は、① 230 万台、② 200 万台、③150 万台、④100 万台とし、各目標を達成するための補助金給付額を決定した。補助金給付額の最適化計算には、Microsoft Excel2013 のソルバー機能を用いた。

それぞれの目標のケースにおける補助金給付額の推移を図 14 に、燃料電池価格の推移を図 15 に、年間燃料電池生産台数の推移を図 16 に、累積燃料電池生産台数の推移を図 17 に示す。

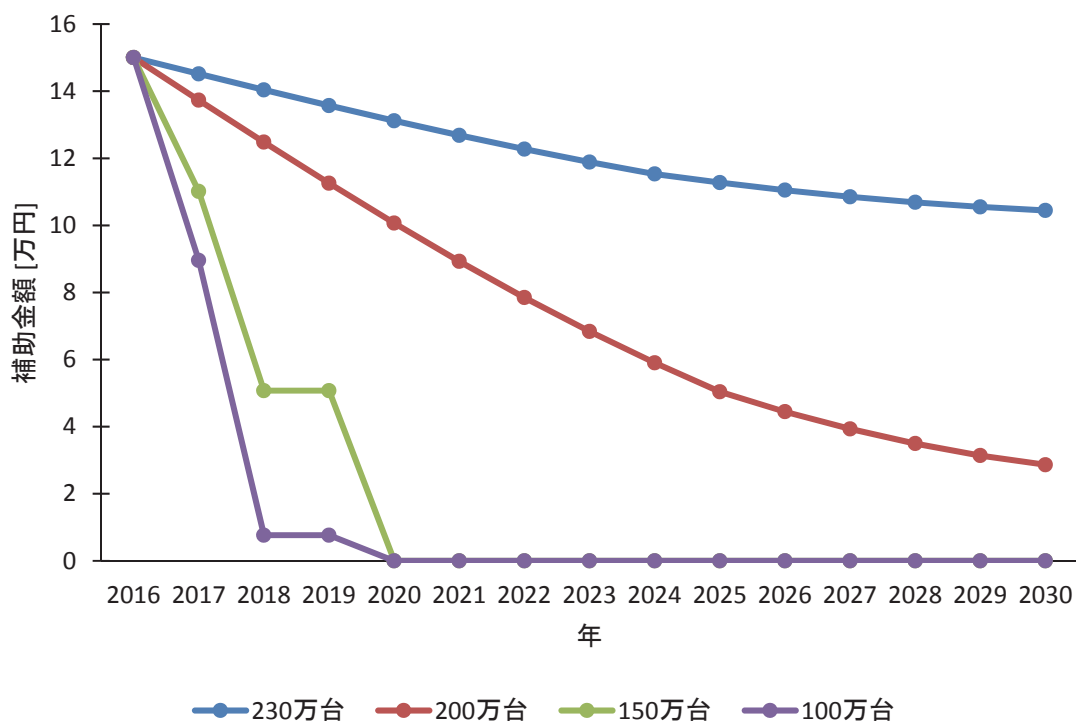


図 14 各目標ケースでの補助金給付額の推移

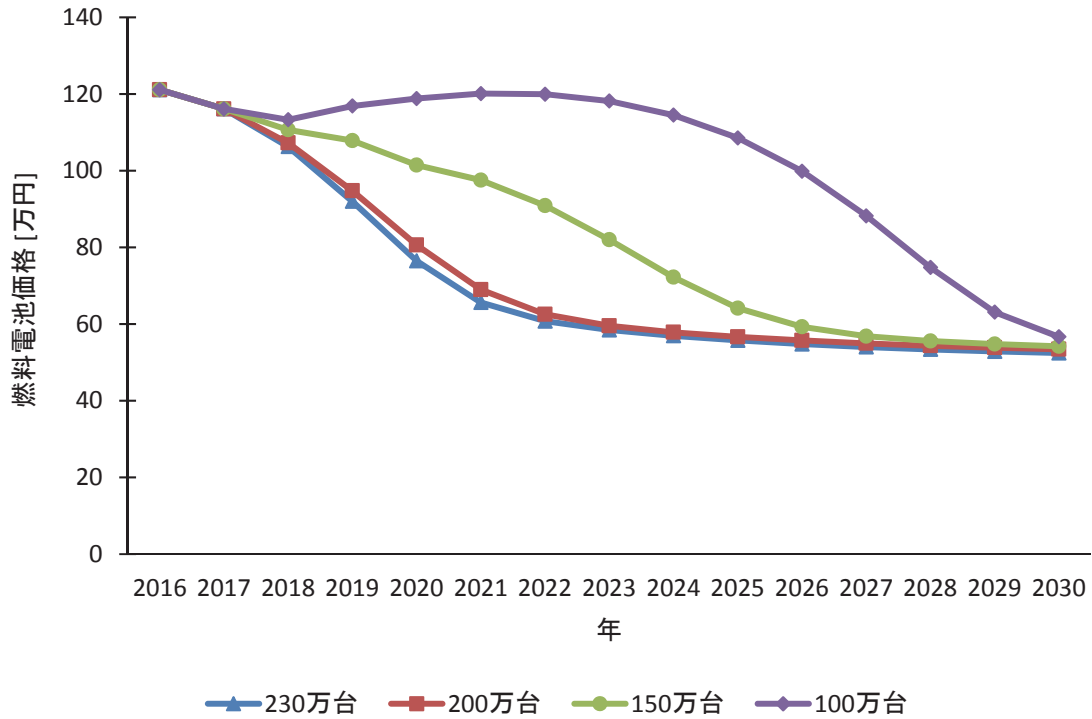


図 15 各目標ケースでの燃料電池価格の推移

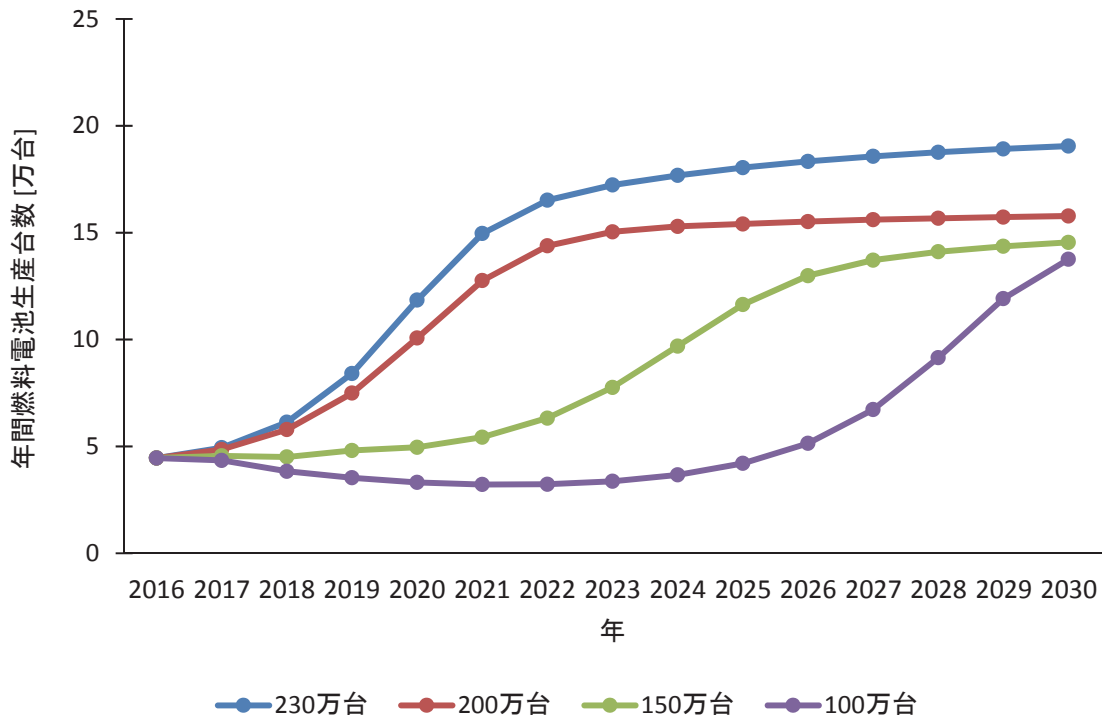


図 16 各目標ケースでの年間燃料電池生産台数



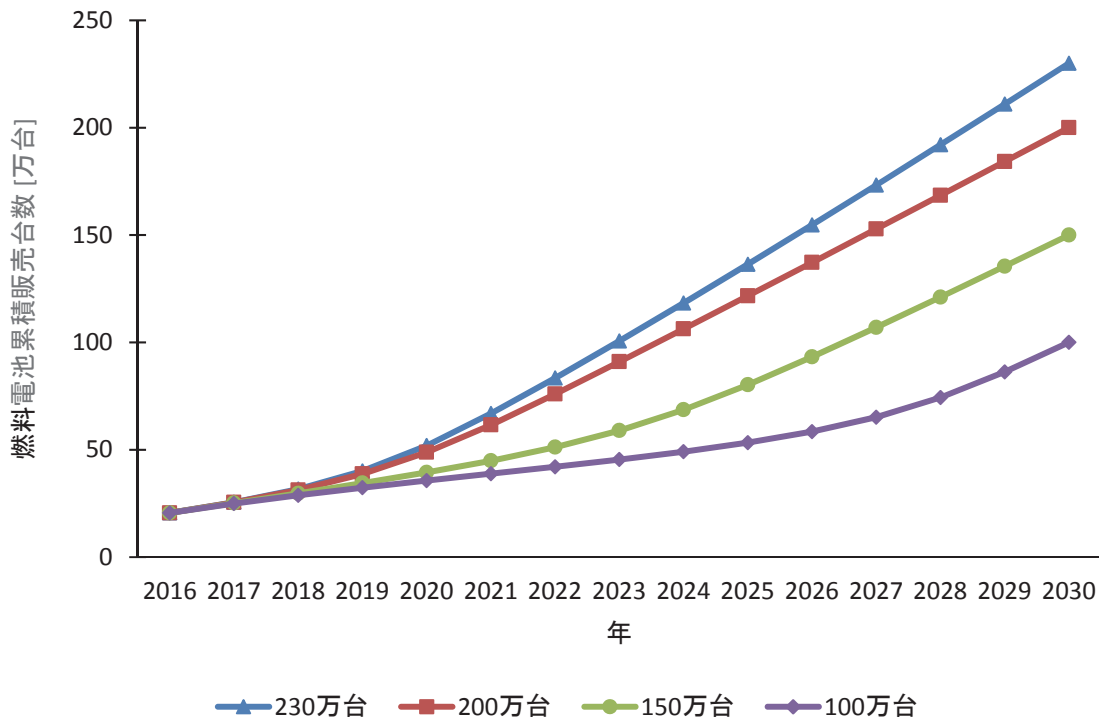


図 17 各目標ケースでの累積占領電池生産台数

図 14、図 15 より 2020 年までの補助金給付額によって 2020 年以降の燃料電池普及台数に大きく変化が生じることがわかる。特に燃料電池価格が 100~80 万円を下回った年から年間の燃料電池販売台数が飛躍的に向上することがわかる。実際の消費者の導入判断においても、100 万円を下回るとは導入に対する心理的障壁は小さくなると言われている。また図 15 より、200 万台普及ケースと 230 万台普及ケースでは燃料電池の価格に大きな差はなく、燃料電池価格が限界まで低減しても補助金の給付を行う必要があることがわかる。200 万台普及ケースにおいて燃料電池市場の確立は行われているため、230 万台普及ケースのように補助金をむやみに給付する必要はない。このように目標台数によって、補助金による燃料電池価格低下や導入台数に対するコストパフォーマンスが変化することがわかった。

そこで本稿では目標累積生産台数を変化させて、最もコストパフォーマンスの良い目標設定を調べた。燃料電池の目標累積生産台数を 100~240 万台まで変化させそれぞれの場合の総補助金給付額の推移を図 18 に、一台あたりの総補助金給付額の推移を図 19 に示す。150 万台普及ケースまでは一台あたりの補助金額の値は緩やかに減少し、累積補助金額もほぼ線形的に増加しているが、160 万台普及ケース以降では一台あたりの補助金額が線形的に増加し、累積補助金額も二次関数的に増加している。これらの結果より最もコストパフォーマンスに優れる燃料電池の普及目標は 2030 年までに 150~160 万台を目指すことであると考えられる。

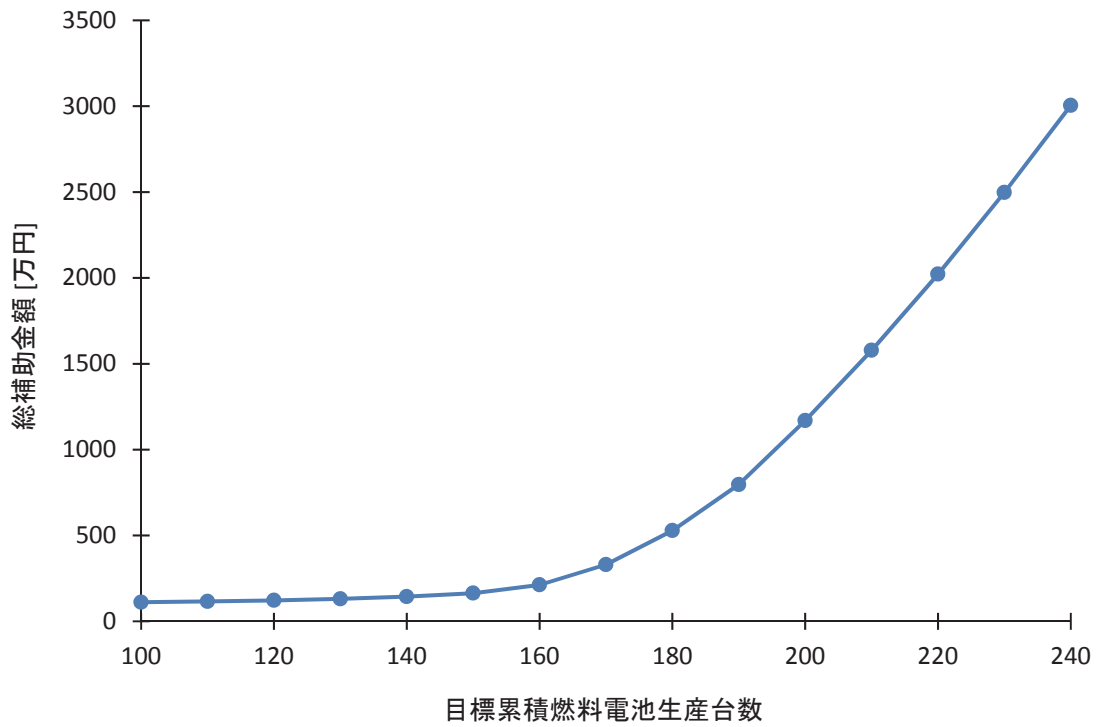


図 18 燃料電池目標累積生産台数ごとの総補助金支給額

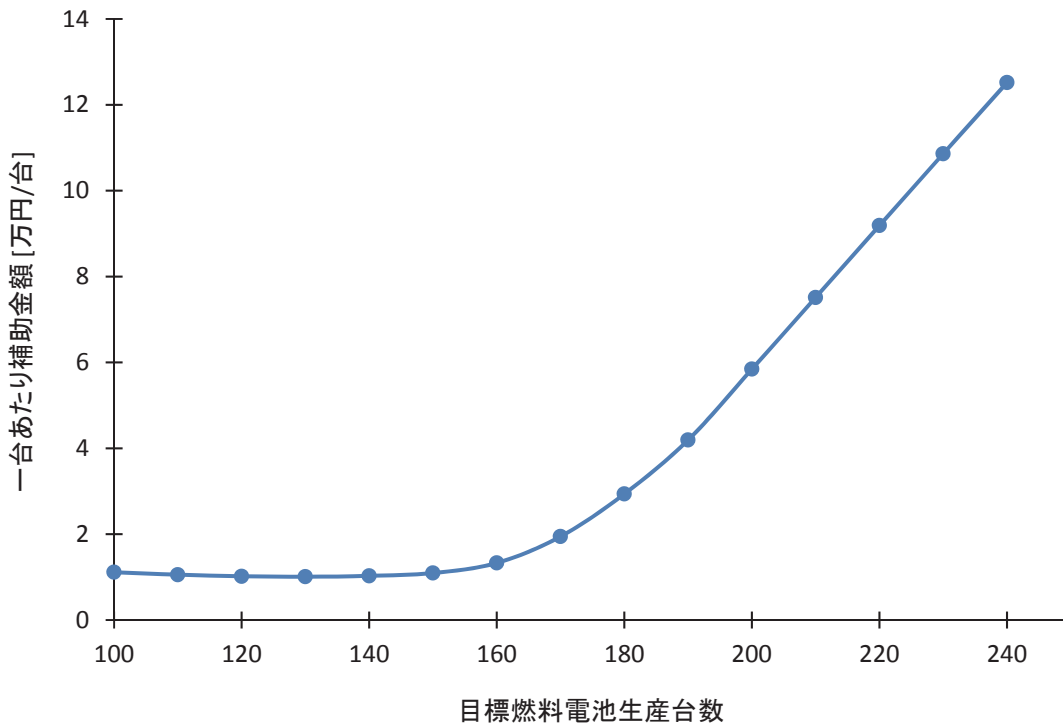


図 19 燃料電池目標累積生産台数ごとの燃料電池一台あたりの補助金額

## 5. 政策立案のための提案

本稿では、燃料電池のロジットモデルを用いて消費者の燃料電池導入率をシミュレートした。その中で燃料電池給付額の多寡によって燃料電池市場の自立が左右されることを定量的に示し、更に最も効率の良い燃料電池給付額および燃料電池普及目標を提示することができた。今回の研究の結果は 2017 年～2020 年までの補助金額がその後の燃料電池普及台数に大きく寄与することを示している。燃料電池は 2016 年現在では投資回収する前に耐用年数が過ぎてしまい、投資コストを回収することができていない。まずは水素・燃料電池戦略協議会のロードマップ[8]に示されているユーザー支払額が投資コストを回収することができるコストである 80 万円を下回る必要がある。モデル計算結果によると、現在の政府が示す燃料電池普及台数目標 530 万台は達成が難しい。正しい目標を認識することで適切な補助金給付プランを打ち出すことができる。本稿の結果より 2030 年までの目標台数を 160 万台程度とし、それに合わせて補助金を給付することがコストパフォーマンス的に優れると考えられる。エネルギー消費の約 1/4 が給湯に消費されている我が国において、燃料電池の普及は低炭素社会づくりのために大きく寄与できる。そのため燃料電池市場を適切に立ち上げる補助金給付額の決定が求められている。

本稿では消費者を国内のみと限定しているが、実際には燃料電池メーカー各社は海外展開も見据えた開発を進めている。例えば欧州などは日本よりも寒冷な気候である地域が多く、燃料電池の稼働時間が長くなる傾向にあるため燃料電池導入の余地はあると考えられる。今後は海外での普及促進も見据えた普及策を提案したいと考えている。

## 参考文献

- [ 1 ] International Energy Agency, “CO<sub>2</sub> Emissions From Fuel Combustion Highlights 2015”, 2015.
- [ 2 ] 経済産業省, “長期エネルギー需給見通し”, 平成 27 年 7 月,  
[http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/mitoshi/pdf/report\\_01.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/pdf/report_01.pdf). [アクセス日: 2016 年 11 月 22 日].
- [ 3 ] 土木学会土木計画学研究委員会, “非集計モデルの理論と実際”, 1996.
- [ 4 ] 谷武幸, “エッセンシャル管理会計”, 中央経済社, 2009.
- [ 5 ] Kae TAKASE, Ryuji MATSUHASHI and Yoshikuni YOSHIDA, “Models for Forecasting the Installation of Low-carbon Technology within the Household Sector”, *Journal of Environmental Information Science*, Vol.42, No.5, pp.1-8, 2013.
- [ 6 ] 多田洋介, “行動経済学入門”, 日本経済新聞出版社, 2003.
- [ 7 ] 高瀬香絵, 松橋隆治, “アンケート調査に基づく個人の割引関数の推計と低炭素機器普及への応用可能性評価”, *環境情報科学*, 2017.
- [ 8 ] 水素・燃料電池戦略協議会, “水素・燃料電池戦略ロードマップ”, 2016.
- [ 9 ] 白井基治, “家庭における高効率家電導入促進のためのプロスペクト理論の応用に関する研究”, 東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻, 卒業論文, 2015.
- [10] 環境省, “低炭素社会づくりのためのエネルギー底炭素化に向けた提言”, 2010.

---

---

低炭素社会の実現に向けた  
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく  
イノベーション政策立案のための提案書

技術普及編

消費者の限定合理性を考慮した  
燃料電池の普及予測

平成 29 年 3 月

“Prediction of Popularization of Fuel Cells  
Considering Limited Rationality of Consumers”

Strategy for Technology Dissemination,  
Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action  
toward Low Carbon Societies,  
Center for Low Carbon Society Strategy,  
Japan Science and Technology Agency,  
2017.3

国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

---

本提案書に関するお問い合わせ先

- 提案内容について・・・低炭素社会戦略センター 研究補助員 前田 和希 (Kazuki MAEDA)  
研究統括 松橋 隆治 (Ryuji MATSUHASHI)
- 低炭素社会戦略センターの取り組みについて・・・低炭素社会戦略センター 企画運営室

〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 サイエンスプラザ4階  
TEL : 03-6272-9270 FAX : 03-6272-9273 E-mail : lcs@jst.go.jp  
<http://www.jst.go.jp/lcs/>

© 2017 JST/LCS

許可無く複写・複製することを禁じます。  
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

---

---