

水素社会における電力地産地消の可能性  
-住宅街区でのスマートグリッド導入を踏まえ-  
Possibility of the Electricity Local Production for Local Consumption  
in the Hydrogen Society  
-Introducing Smart Grids on a Residential Block Scale-

○Graduate School of Tsukuba Shunsuke Sugimoto ○筑波大学大学院 杉本峻佑  
University of Tsukuba Mamoru Taniguchi 筑波大学 谷口守

This study assumed residential areas of the hydrogen society in which smart grids are introduced, and tried to calculate the possible duration of electricity local production for local consumption by using fuel cell vehicles in various blocks. The result quantitatively indicated that the block with high car ownership like rural areas have a higher duration. Furthermore, 1) when the solar conditions change, the building characteristics in blocks strongly work on duration, 2) when the hydrogen society is realized, the charge for rent and electricity is relatively small in blocks with a high duration compared to other blocks.

**keywords :** block scale, local production for local consumption, hydrogen, smart grid  
街区, 地産地消, 水素, スマートグリッド

## 1. はじめに

近年, 環境問題が深刻化してくることで低炭素社会の実現が求められるようになってきた. そのため, 再生可能エネルギーの積極的な導入が進められてきており, IT を活用した電力の受給を自動制御するシステムであるスマートグリッドがエネルギーの地産地消を可能にする切り札として期待されている<sup>1)</sup>. 全国の市区町村において, 最も日射条件が良い状況下でスマートグリッドと電気自動車 (Electric Vehicle, 以下, 「EV」) を活用した際, 郊外の自動車保有が多い市区町村において電力の地産地消が行いやすく, 最大で約 83% の地産地消が可能であることが明らかにされている<sup>2)</sup>.

しかしその一方で, 再生可能エネルギーは天候などの自然状況によって左右されるために不安定であり, 需要に合わせて発電できないといった大きな課題が存在する<sup>3)</sup>. そのため, この再生可能エネルギーを水素という形に変えることで貯蔵し, 利用していく水素社会の実現に向けた取り組みが進められるようになってきた<sup>3)</sup>. その流れの中で, 水素を燃料として走行する燃料電池自動車 (Fuel Cell Vehicle, 以下, 「FCV」) が注目されている. この FCV には約 60kWh もの外部電源供給システムが搭載されており, 最大で一般家庭およそ 6 日分に相当する電力を取り出すことができる<sup>4)</sup>. そ

のため, スマートグリッドの重要な構成要素として期待されていた EV に代わり, この FCV を地域内の分散型電源として活用した新たな電力地産地消のあり方に関する議論が進んできている<sup>3)</sup>. さらに, 様々な場所で実証実験が活発化してきており, 鳥取県では, 水素エネルギー実証拠点整備プロジェクトにおいて, 再生可能エネルギーで水を電気分解し, 水素を製造・供給するスマート水素ステーション (Smart Hydrogen Station, 以下, 「SHS」) とスマートハウスを一体整備し, FCV を活用した住宅への電力供給の実証実験を行っている<sup>5)</sup>.

ここで既存研究を見ると, 実在する住宅街区 (以下, 「街区」) 内でスマートグリッドを活用した電力融通効果を定量的に分析した研究<sup>6)</sup>では, 都心の高層住宅が密集しているような街区に比べ, 戸建てや集合住宅などが混在した決して良好な居住環境とは言えない街区において効率的に電力融通が行えることを明らかにしている. また, 電力価格政策に応じて街区間での電力融通効果を定量的に分析した研究<sup>7)</sup>では, スマートグリッドの普及が進むことで, 今後の不動産に対する価値判断のあり方が大きく変わる可能性があることを言及している. しかし, 従来の分散型電源である EV に比べ, FCV に関する研究の蓄積は少なく, 日射条件まで考慮を行い, 日常的な生活の中でどの程度

電力の地産地消が行えるのか、という視点からは検討がなされていない。さらに、水素社会が実現すれば、スマートグリッドと同様に不動産価値が今後大きく変わる可能性があると思われる。

以上を踏まえ、本研究では街区ごとにスマートグリッドによる電力融通効果が異なる点に着目し、全国の様々な既存の街区を対象とする。そして、水素社会が実現した場合を想定し、個人レベルで1日のFCVの利用状況や、世帯での電力需給状況を把握する。その上で、日射条件の不安定なゆらぎまで考慮を行い、街区ごとに各世帯が保有しているFCVのエネルギー量と、太陽光発電によって得られるエネルギー量からどの程度電力の地産地消が行えるのか検証を行っていく。なお、現在の技術水準から考えればFCVよりも先にEVが普及すると考えるのが自然である。そのため、EV普及下でのシナリオについても比較のためにあわせて提示を行う。さらに、今後のまちづくりへ及ぼす影響も把握していくため、街区ごとに平均的な家賃と電気代を推定し、水素社会が実現した際における家賃及び電気代の実態を明らかにしていく。

## 2. 使用データと分析対象街区

### (1) 使用データ

本研究では、全国の多種多様な街区を対象とし、住民の暮らし方や交通行動にまで着目して分析を行うことから、平成27年全国都市交通特性調査の調査街区とその調査サンプルを使用データとして選定した。この調査は都市の基礎的な交通特性を把握するとともに、全国の都市の交通特性を横断的、時系列的に比較分析し、今後の都市交通政策の展開方向を検討するための基礎資料を得る目的で実施されている交通調査である。

また、全国都市交通特性調査で対象となったおよそ2,000にのぼる街区は、居住者の自動車利用行動や人口密度、世帯属性、土地利用規制などの情報をもとに、町丁目スケールで統計的に135の類似していることが証明されたグループに分類さ

れている<sup>8)</sup>。この町丁目のスケールは中央値29.3haで同じ分類の間では大きなばらつきはなく、このため同一分類内では人口や世帯数についても極端なばらつきが生じないよう事前に設計されている。

### (2) 分析対象街区の概要

分析対象街区の選定には、分析を効率的に行うために、135分類された街区の中から実験計画法を用いて23街区を選定した。具体的には、分析内容に影響を及ぼすと予測される圏域特性、土地利用規制、人口密度、駅からの距離を因子とした。なお、街区ごとに気象・気候条件は異なるが、街区の特性による結果への影響を見ることが主眼であるため、日射条件を全国一律の形で統一している。分析対象街区の一覧を以下の表-1に示す。その都市が所属する圏域特性別にI～IV、土地利用規制別に低層住宅専用地域はa、中高層住宅専用地域はb、住居地域・住宅系混在地域はc、商業地域はd、市街化調整区域はeと表記している。また、駅からの距離は、駅徒歩圏を意味する最寄り駅までの距離が1km未満の場合を「近」、1km以上を「遠」とした。さらに、同じ土地利用規制で他の特性が異なる街区については、区別するため

表-1 分析対象街区一覧

圏域特性	土地利用規制	人口密度	駅距離	番号
I 大都市圏中心都市 (政令指定都市あるいは人口100万人以上の都市)	低層住宅専用地域90%～	-	-	I-a1
	低層住宅専用地域60%～90%	-	遠	I-a2
	中高層住宅専用地域90%～①	-	-	I-b1
	中高層住宅専用地域90%～②	-	-	I-b2
	中高層住宅専用地域90%～③	-	-	I-b3
	住居地域60%～	150人/ha～	-	I-c
II 大都市圏衛星都市 (三大都市圏に属する都市で中心都市の条件を満たさない都市)	市街化調整区域25%～50%	-	-	I-e
	低層住宅専用地域90%～	～100人/ha	遠	II-a1
	低層住宅専用地域90%～	100人/ha～	-	II-a2
	中高層住宅専用地域90%～	-	近	II-b
	住居地域60%～	100人/ha～	-	II-c
III 地方中心都市 (県庁所在地あるいは人口15万人以上の都市)	市街化調整区域25%～50%	50人/ha～	-	II-e
	低層住宅専用地域60%～90%	100人/ha～	-	III-a
	中高層住宅専用地域60%～90%	50人/ha～100人/ha	遠	III-b1
	中高層住宅専用地域60%～90%	～50人/ha	-	III-b2
	住宅系混在	50人/ha～	-	III-c
IV 地方都市 (三大都市圏以外の都市で中心都市の条件を満たさない都市)	商業地域60%～	50人/ha～100人/ha	近	III-d
	市街化調整区域50%～75%	50人/ha	遠	III-e
	低層住宅専用地域60%～90%	50人/ha～	-	IV-a
	中高層住宅専用地域60%～90%	～50人/ha	-	IV-b
	住宅系混在	50人/ha～	-	IV-c
	商業地域60%～	50人/ha～	-	IV-d
	市街化調整区域75%～	-	遠	IV-e

I-a1, I-a2 などに記号を分けた。なお、大都市圏中心都市における中高層住宅の土地利用規制が 90%以上の街区だけは、街区によって実際に中高層住宅に住む世帯数比にばらつきがあることが既存研究<sup>8)</sup>より明らかにされている。このため、本研究では I-b に関してのみ、その中身をさらに 3 段階 (I-b1 ~ I-b3) に分けて検討を加えている。具体的には、中高層住居に居住する世帯の割合を 80%未満, 80%以上 90%未満, 90%以上のそれぞれ①~③で分けている。

### 3. 分析の前提条件

#### (1) 電力需給の算出

本研究では、各世帯の電力需給状況を太陽光発電量と家庭内消費電力量、FCV・EV の利用量の 3 要素から把握し、これをもとに電力地産地消の効果を明らかにしていく。

まず、太陽光発電量の算出に関しては、全住宅に太陽光パネルが既に普及しているという前提で算出を行う。太陽光発電量を算出するために必要な日射量は、実際の日射量観測データである気象官署・アメダスにおけるデータベースを用いて算出を行った。また、本研究では日射量の不安定なゆらぎを考慮した分析を実施するため、日射量に最小日射量と平均日射量の 2 つの日射条件を設定した。以下の表-2 にその概要を示す。観測地点を  $i$ 、時間帯を  $t$  とし、地点  $i$  における時間別の平均日射量を  $S_{it}$ 、全国における時間別の平均日射量を  $S_t$  とすると  $S_t$  は、

$$S_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{it} \quad (a)$$

と表わされる。そして、太陽光パネルは各自自由に設置できると仮定して日射量を多く取り込める真南、傾斜 30 度を設置条件とし、日射量 (kWh/m<sup>2</sup>) × システム出力係数 0.8 × パネル容量 (4kW) ÷ 日射強度 1 (kW/m<sup>2</sup>) の算出式<sup>9)</sup>に基づき、太陽光発電量の算出を行った。また、居住している住宅が集合住宅の場合は戸建て住宅に比べて 1 世帯あたり

表-2 日射条件の分類とその定義

日射条件	定義
最小日射量	全観測地点の中で最小値を観測した地点の時間別データ 観測地点: 北海道・浦河町
平均日射量	全観測地点の平均時間別データで全国平均値を算出した時間別データ

の屋根面積が限られているため、発電量を建物階数で除することとし、対象街区の現地調査を踏まえたデータベース<sup>8)</sup>を用いて建物階数を設定することで、各世帯の発電量の違いを考慮している。

次に家庭内消費電力量については、世帯人数や戸建て・集合住宅の違いによって家庭内消費電力量は異なるが、それらを踏まえた街区ごとにおけるデータを把握することは困難である。そのため、分析においては都道府県における 1 世帯あたりの 1 日家庭内消費電力量を用い、その上で街区特性や居住者特性をできる限り反映させている。具体的には、世帯人員別の電気代や戸建て・集合住宅別の電力消費比率、世帯の職業構成等を踏まえて 1 日の時間帯ごとの電力消費パターンを設定した。

FCV・EV の利用量については、平成 27 年全国都市交通特性調査における個人の平日運転データの 1 日合計走行距離やトリップ時間等から、走行に必要な水素量や充電量、家庭に供給できる電力量を把握している。また、FCV・EV の基本性能に関しては、次世代自動車ガイドブック 2016-2017 に基づいて設定を行った。FCV の利用を想定したシナリオでは、本研究は水素社会のポテンシャルを把握するという目的であることに加え、FCV は EV のように 1 回の充電における走行距離が短いなどの制約がないことから、全世帯の自動車を FCV に転換して分析を実施している。さらに、各世帯の太陽光発電量から製造することができる水素量を把握するため、水素の変換効率を設定した。具体的には、水の電気分解に要する電力量<sup>10)</sup>と、それを圧縮するのに要する電力量<sup>11)</sup>の 2 つの機能設定を行い、太陽光発電量からの水素の変換効率を設定している。そして、世帯ごとで太陽光発電を活用した際の街区全体で得られる水素量を把握

した。EV の利用を想定したシナリオでは、EV は FCV とは異なり 1 回の充電における走行距離が短いいため、実際の交通データと照らし合わせて普及可能性を吟味することが求められる。そこで本研究では、EV に関する既存研究<sup>12)</sup>を参考に、3 つの要素(複数保有世帯であるか、軽自動車であるか、1 日の走行距離が 30km 未満であるか)を設定し、この中から 2 つ以上の条件を満たす世帯の自動車は EV に置き換わると設定した。ただし、1 日の走行距離が 100km を超える自動車や、1 日の使用電力に対して充電時間が不足する自動車、1 日の生活の中で使用していない自動車に関しては、上記の条件に当てはまった場合でも選定からは除外した。さらに、EV は家庭内で気軽に充電ができるため、EV に置き換わったとされた自動車の 1 日の動きに着目し、必要な充電量や自宅での充電可能時間を 1 台ずつ把握した。図-1 に EV を活用した余剰電力充電量の推定方法のフロー図を示す。

## (2) 想定する街区の概要

本研究では、水素社会が実現した街区を想定して電力地産地消の可能性を分析していく。そのため、将来実現されうる可能性の高い水素社会を想定して街区の設定を行った。図-2 にその街区のイメージ図を示す。具体的には、スマートグリッドが普及し、各家庭に太陽光パネル及びスマートメーターが設置されているため、居住者はリアルタイムで電力需給を把握することが可能となり、街

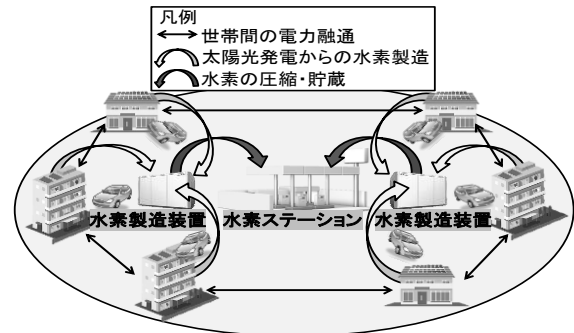


図-2 水素社会の街区内イメージ

区内での電力のやり取りが可能であると想定している。さらに、街区内に整備された水素製造装置によって太陽光発電から水素を製造し、その水素を水素ステーションが圧縮し、貯蔵することで街区内の各世帯が FCV を活用して家庭内に電力の供給を行っている状況を想定している。なお、本研究で前提とした水素社会のインフラは、炭素税などの新たな財源整備を通じて主に公共によって先行投資され、この電力供給事業を通じて得られた利潤に基づいて民間によって維持管理がなされるケースを想定する。なお、本研究はこれ以外の選択肢による成立可能性を排除するものではない。

また、水素のパイプラインによる配送など、将来的には利用可能になると考えられるが、現時点でまだ十分に確立されていない技術を前提としている部分もある点について留意が必要である。

## (3) 電力地産地消継続日数の算出方法

街区ごとに FCV を活用した際における電力地産地消の潜在的な可能性を検討していくため、本研究では、余剰電力の活用と個車のエネルギー残量に着目して評価を行っていく。ここでいう余剰電力とは、太陽光発電量が家庭内消費電力量を上回り、家庭内で発電した電力を消費しきれない電力を指す。また、エネルギー残量とは、ある時点において各世帯が保有する自動車に残っているエネルギー量を指す。既存研究<sup>13)</sup>では、地域の自動車に残るエネルギー残量は、正規分布に従いバラツキの小さい安定した数値を示すということを明らかにしている。そのため、平均値による点推定

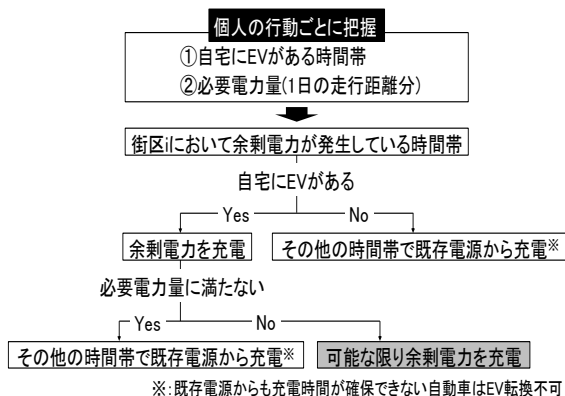


図-1 EV の余剰電力充電量推定フロー

が可能であり、街区内のエネルギー残量の推定が可能である。本研究では、豊田市実証実験でのプラグインハイブリッド自動車 (Plug-in Hybrid Vehicle, 「PHV」) の 1 台あたり平均残量<sup>13)</sup>を FCV に転換し、街区ごとに保有している自動車台数との積で街区内のエネルギー残量を推定している。

以上より、本研究では、街区内において「余剰電力量から FCV を活用して家庭内に供給できる電力量」、「各世帯が保有している FCV のエネルギー残量から家庭内に供給できる電力量」の 2 点を把握していく。そして、1 日の生活を送っていく中で、どの程度電力の地産地消を継続することができなのか、評価指標として「電力地産地消継続日数 (以下、「継続日数」)」を使用する。なお、生活を送っていく中で、FCV への水素ステーションを利用したエネルギーの充填を考慮するなどの高度な検討は今後の課題と言える。

街区を  $i$  とし、総家庭内消費電力量を  $E_i$ 、直接家庭内消費電力量を賄う太陽光発電量を  $S_i$ 、太陽光発電量からの総余剰電力蓄電量を  $VS_i$ 、走行に必要な余剰電力量を  $VD_i$ 、余剰電力を住宅用電力に活用できる余剰電力蓄電量を  $VP_i$ 、1 日の生活における家庭内消費電力を水素から賄うことができない電力量を  $D_i$  とする。すると  $D_i$  は、

$$D_i = E_i - (S_i + VP_i) \quad (b)$$

$$VP_i = VS_i - VD_i \quad (c)$$

で表される。以下の図-3 に合わせて  $VP_i$  の計算フローを示す。

また、FCV の基本性能から、12 (kWh/kg) を FCV の電力供給能力  $Q$  とする。そして、街区  $i$  の電力地産地消継続日数を  $R_i$  とし、1 日の生活における家庭内消費電力を水素から賄うことができない電力量  $D_i$  に対して必要な水素量を  $N_i$ 、街区全体で保有している水素のエネルギー残量を  $P_i$ 、電力融通後に走行に必要な水素量を  $H_i$  とすると、 $R_i$  は、

$$R_i = P_i / (N_i + H_i) \quad (d)$$

$$N_i = D_i / Q \quad (e)$$

で表される。

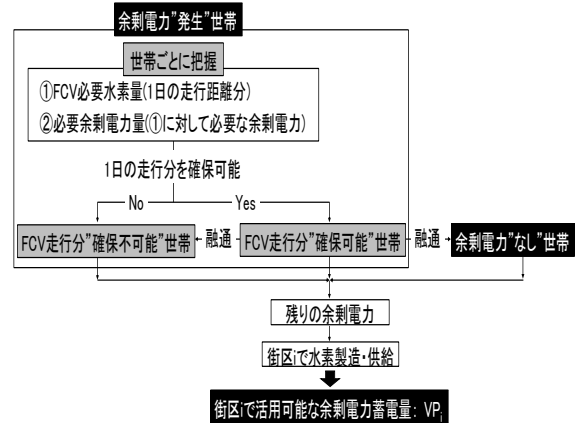


図-3 余剰電力蓄電量  $VP_i$  の計算フロー

#### 4. 街区特性格別の電力地産地消継続日数

##### (1) 電力地産地消継続日数と街区特性の関係

平均日射量の条件で継続日数を算出し、2 つのシナリオを照らし合わせた結果を図-4 に示す。また、図-5 に街区特性データを示し、図-4 の結果にどのような要因が影響しているのか、考察を述べる。なお、図-5 においては継続日数が多い順に上から並べており、上に行くほど電力の地産地消が行いやすい街区を示している。

1) 図-4 より、EV を活用した際、最も継続日数が高いⅢ-b1 の街区においても 0.5 日にも満たない結果であり、FCV と比べると最大で 3 日以上の差が生まれることが分かった。

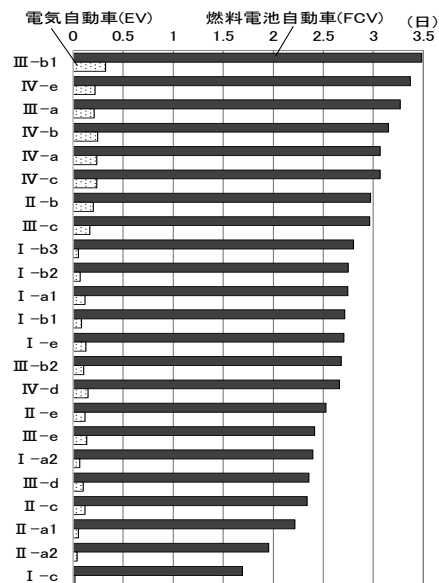


図-4 平均日射量の電力地産地消継続日数

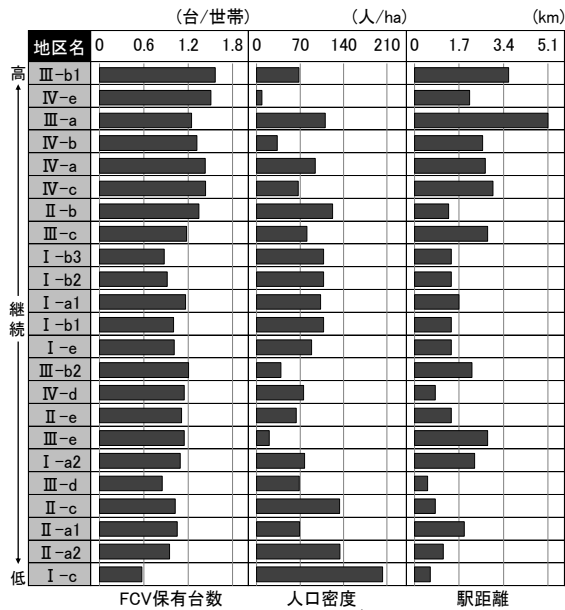


図-5 街区特性データ

- 図-4 より, 継続日数が最も高いIII-b1 は最も低いI-c と比較しておよそ2倍以上の差がある。これは, 図-5 より, 継続日数が高いIII-b1 やIV-e のような街区ほど自動車の保有台数が多く, 継続日数の結果にエネルギー残量が大きく働いたからだと考えられる。
- 図-5 より, 人口密度が低く, 駅からの距離も遠いような低密な郊外型住宅である街区ほど, 自動車の保有台数が多く, 電力の地産地消が継続しやすいことが分かる。このことから, 地方部の街区において電力の地産地消が行いやすいことが明らかとなった。

## (2) 日射条件と電力地産地消継続日数

次に日射条件によるゆらぎの影響を検証していくため, 最小日射量の条件でFCVを活用した継続日数を算出し, 平均日射量の条件における継続日数との差を明らかにした。さらに, 再生可能エネルギーを大量に貯蔵できる水素の利点を活かすため, 太陽光発電システムも段階別に導入し, 継続日数がどのように増加するかについて, 街区間での比較検討を行った。なお, 太陽光発電システムの導入規模に関しては, 実際に導入されている事例の「SMA×ECO TOWN 陽だまりの丘」<sup>14)</sup>を参考

にしている。以下の図-6 にその結果を示し, 考察を述べる。なお, 図-6 は図-5 と同様に, 継続日数が多い順に上から並べており, 上に行くほど電力の地産地消が行いやすい街区を示している。

- 継続日数の合計が最も高いI-b3 は最も低いII-a2 と比較して2倍以上の差がある。特に, I-b3 とI-b2 のようなほぼ中高層住宅のみで構成される街区において大きく継続日数が増加することが分かった。これは, ほぼ中高層住宅であることから消費するエネルギーが街区全体で小さく, 再生可能エネルギーで賄えるエネルギー量が家庭内で消費するエネルギー量を大きく上回ったからだと考えられる。
- 最小日射量から平均日射量の条件が得られることで, 多いところでおおよそ1日継続日数が増加することが分かった。また, 太陽光発電システムを100kW 導入した程度では大きな変化は得られなく, 500kW まで規模を増やした際, 街区ごとに大きな差が生まれている。
- 既存研究<sup>9)</sup>において最もスマートグリッドの導入に適さなかったI-b3 とI-b2 の街区でも, 本研究では電力の地産地消が行いやすいという結果が得られ, エネルギーを「貯める」という概念を街区内に取り入れていくことの重要性が示されたと言える。

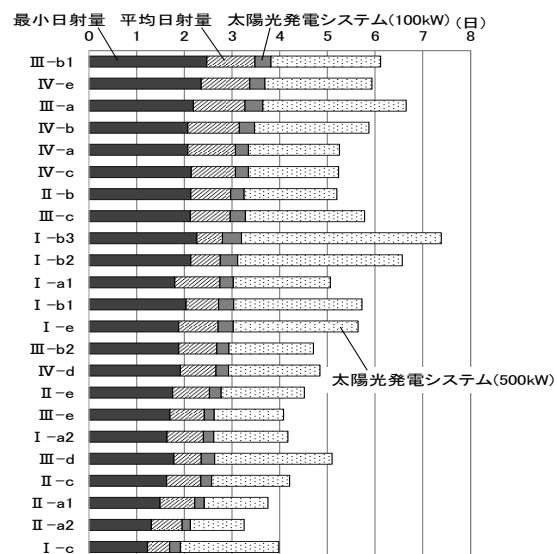


図-6 段階別電力地産地消継続日数

## 5. 家賃と電気代に関する一考察

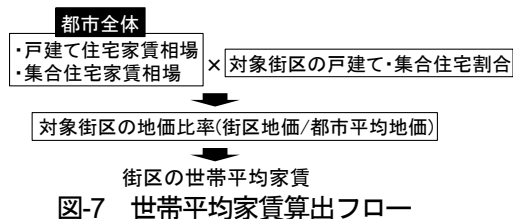
### (1) 家賃と電気代の推定

各街区において電力の地産地消が進めば、当然のことながら各街区の電力の使用料金は少なくなる。不動産学における一つの興味として、まちづくりを考える上での一要素として、その額がその街区の家賃水準と比してどの程度の大きさになるかということがある。

ここでは基礎的な分析として、まず単純に削減される電力料金そのものを街区ごとに算出することとした。なお、実際の住宅市場ではその数値をも見込んだ上で不動産価格の均衡プロセスが動くものと考えられる。本研究ではそのメカニズムが複雑な割に数値としての影響は相対的に小さくないと考えられる。このような市場メカニズムを通じた影響部分は考慮していない。

家賃の推定に関しては、街区ごとに世帯平均家賃を算出していく。世帯平均家賃の算出フローを図-7に示す。まず都市全体の住宅建て方別家賃相場<sup>19)</sup>を基に、対象街区の戸建て・集合住宅比率で重み付けを行う。さらに、国土交通省地価公示・都道府県地価調査データから、都市全体に対する対象街区の地価比率を乗じることで街区の特性を反映させた。また、住宅の間取りに関しては、都市ごとに掲載されているデータ数にバラツキがあるため、2LDK で間取りを固定して算出を行っている。

次に電気代の推定に関しては、価格として一般家庭部門における平均単価を設定した。そして、本研究で街区特性を反映させて算出した世帯別の家庭内消費電力量を乗じることで街区ごとに世帯平均電気代を推定している。さらに、日射条件及び太陽光発電システムを導入することで削減でき



た家庭内消費電力量を算出し、電気代の平均単価と乗じることで、電気代の削減量の推定をあわせて実施した。

### (2) 家賃と電気代の合計額の変化

水素社会実現による家賃と電気代の合計額の変化に関して、以下の図-8にその結果を示し、考察を述べる。なお、図-8も図-5、図-6と同様に、継続日数が多い順に上から並べており、上に行くほど電力の地産地消が行いやすい街区を示している。

- 1) 水素社会が実現することで、どの街区でも平均して電気代のおおよそ約66%は削減されるものの、都心部の街区では家賃と電気代の合計額の負担が大きくなっていることが分かった。
- 2) 継続日数が高い地方部の街区では、水素社会が実現した際に家賃と電気代の合計額が8万円を切っており、他の街区と比べて比較的家賃及び電気代の負担が小さくなっていることが明らかとなった。
- 3) 総額としては家賃が支配的であり、都心部の街区でその負担は大きい。しかし、自動運転といった技術が普及すれば、地方部の街区でも交通の利便性が向上するため、賃貸需要に

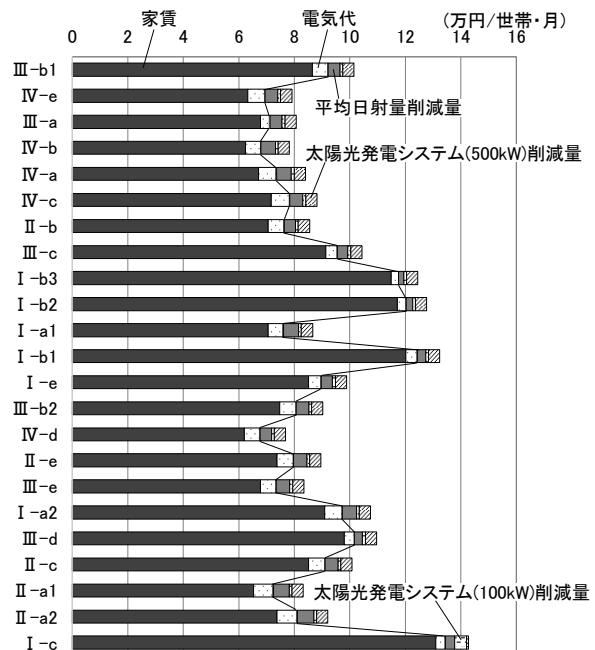


図-8 家賃と電気代の合計額の変化

変動が生じると考えられる。このことから、今後の技術水準の向上で家賃の負担割合が大きく変わっていく可能性は否定できない。そのため、技術革新の影響を考慮した感度分析を検討していくことが次の検討課題と言える。

## 6. おわりに

本研究の分析結果から、ここで仮定するような水素社会が実現した際に電力の地産地消が行いやすい街区は、地方部のように自動車の保有台数が多い街区であることが明らかとなった。さらに、日射条件が変化した場合、継続日数には街区内の建物特性が強く働くことも分かり、既存研究<sup>9)</sup>において最もスマートグリッドの導入に適さなかった街区でも電力の地産地消が行いやすいという結果が得られたことから、将来的にエネルギー活用のあり方が大きく変わっていく可能性も考えられる。また、電力の地産地消が行いやすい街区は、水素社会が実現した際に家賃及び電気代の負担が他の街区に比べて比較的小さくなっていることも明らかとなった。そのため、電力の地産地消が行いやすい地方部の街区から重点的に水素社会実現に向けた取り組みを進めていき、今後は街区内だけではなく、電力の地産地消が「行いやすい街区」から「行いにくい街区」にエネルギーを融通していく新たな政策提案の検討も必要だと言える。

なお、今後本研究の成果を実際に政策として街区内に適用するのは、まだ様々な配慮が必要である。本研究はあくまで住宅地としての検討であり、オフィスや工場といった街区の土地利用特性の考慮が必要である。さらに、日本の各地域に適用するためには、対象となる街区の気象・気候条件まで考慮を行った検討も必須と言える。また、本研究では再生可能エネルギー由来の水素供給システムを確立すると国が掲げている 2040 年を想定し、それまでに到達されうる技術水準の中でも、最も高い設定を仮定して分析を行った。しかし、2040 年までににおける人口構成の変化及び IT の進展に

よる影響の考慮や、2040 年以降の更なる技術革新の影響を想定した感度分析の実施も必要である。技術革新によっては EV の性能が上がり、水素社会実現に向けた取り組みとの競争が進んでいく可能性もある。また、水素社会実現による住宅市場への影響を詳細に検討するためには、市場メカニズムを明示的に取り込んだ分析に展開していく必要がある。これらの更なる検討事項を考慮した分析を行っていくことが、今後の課題である。

## 謝辞

本研究は (株) トヨタ自動車との共同研究「これからの社会システムとモビリティのありかた研究」の一環として実施した。また、JSPS 科学研究費 (16K14315) の助成を得た。記して謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 経済産業省：次世代エネルギー・社会システム協議会, <http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004633/index.html>, 最終閲覧 2017.5.
- 2) 落合淳太・中川喜夫・松橋啓介・谷口守：全国の市区町村における太陽光発電による電力自給自足の潜在的可能性-居住地でのスマートグリッド導入を踏まえ、環境システム研究論文誌, Vol.41, pp.217-225, 2013.
- 3) 経済産業省：水素・燃料電池戦略ロードマップ, <http://www.meti.go.jp/press/2015/03/20160322009/20160322009-c.pdf>, 最終閲覧 2017.4.
- 4) TOYOTA：FCV 燃料電池自動車, <http://www.toyota.co.jp/jpn/tech/environment/fcv/>, 最終閲覧 2017.2.
- 5) 鳥取県：「水素エネルギー実証（環境教育）拠点整備プロジェクト」協定, <http://www.pref.tottori.lg.jp/252453.htm>, 最終閲覧 2017.1.
- 6) 谷口守・落合淳太：住宅街区特性から見たスマートグリッド導入適性, 不動産学会誌, Vol.25, No.3, pp.100-109, 2011.
- 7) 中川喜夫・谷口守：電力価格政策が街区間における余剰電力融通に与える影響-都市構造から見る住宅地へのスマートグリッド導入効果-, 不動産学会学術講演会論文集, No.30, pp.21-28, 2014.
- 8) 中道久美子・谷口守・松中亮治：交通環境負荷低減に向けた都市コンパクト化政策検討のためのデータベース「住区アーカイブ」の構築, 土木学会論文集 D, Vol.64, No.3, pp.447-456, 2008.
- 9) 住環境計画研究所：太陽光発電診断・ソーラークリニック, <http://www.jyuri.co.jp/solarclinic/>, 最終閲覧 2017.1.
- 10) 一般財団法人日本エネルギー経済研究所・エネルギー総合工学研究所：水素エネルギー利活用のあり方に関する調査, [http://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/2015fy/000823.pdf](http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2015fy/000823.pdf), 最終閲覧 2017.1.
- 11) 一般財団法人日本自動車研究所：総合効率と GHG 排出の分析, <http://www.jari.or.jp/Portals/0/jhfc/data/report/2010/pdf/result.pdf>, 最終閲覧 2017.2.
- 12) 関根喜雄・宮坂準・石田東生・堤盛人・岡本直久：プローブ調査を用いた自動車複数保有世帯における電気自動車の潜在需要に関する考察, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.35, No.135, 2006.
- 13) 高原勇・赤澤邦夫・大澤義明：地域が保有する自動車エネルギー量の推定, オペレーションズ・リサーチ学会研究発表会・講演集, 1-G-11, pp.169-170, 2016.
- 14) 大和ハウス工業株式会社：陽だまりの丘・先進的都市型スマート住宅供給事業, <http://www.daiwahouse.co.jp/release/20140227083336.html>, 最終閲覧 2017.1.
- 15) アパマンショップ：家賃相場, <http://www.apamanshop.com/yachinosobasearch/>, 最終閲覧 2017.5.