

都市構造からみる余剰電力の街区間融通と 電力価格政策との連携可能性

中川 喜夫¹・松橋 啓介²・谷口 守³

¹非会員 パシフィックコンサルタンツ株式会社 (〒206-8550 東京都多摩市関戸1-7-5)

E-mail: yoshio.nakagawa@ss.pacific.co.jp

²正会員 国立環境研究所 社会環境システム研究センター (〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2)

E-mail: matuhasi@nies.go.jp

³正会員 筑波大学大学院教授 システム情報系社会工学域 (〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1)

E-mail: mamoru@tsukuba.ac.jp

太陽光発電を有効に活用するためにスマートグリッドによる余剰電力融通が注目されている。しかし、その効果は先進的に整備された街区単位での検証が中心である。そこで、本研究では既存街区を対象に複数街区間での余剰電力融通効果を把握すると共に、電力価格政策と連携させた効果について特徴の異なる都市構造で比較分析を行った。その結果、1) 人口が稠密で低未利用地が混在する街区を含み、更に街区ごとに人口密度や住宅タイプが大きく異なる都市構造では電力価格政策により街区間融通効果が都市全体で享受可能なこと、2) 融通効果が高い一方で居住を抑制し縮退を進めるのが望ましいと考えられる街区へのペナルティとなりえること、3) 都市構造の特徴ごとに電力価格政策を個々に検討する必要性等が示された。

Key Words: smart grid, urban form, power interchange, pricing policy

1. はじめに

低炭素社会の実現はわが国のまちづくりにおいて重要なテーマとして掲げられてきた。特に近年では、環境問題への対応に加え、人口減少に伴いこれまでスプロール的に拡散してきた都市の戦略的縮退も重要課題¹⁾となりつつある。そして原子力発電を軸としたエネルギー供給体制の見直しを受け、低炭素化に加えて再生可能エネルギーで電力を自給出来るまちへの需要が高まっている²⁾。実際に、住宅用太陽光発電を用いて街区レベルで低炭素化と電力自給を目指す官民一体となった実証実験や、自治体が主体となった電力自給の取り組み³⁾も近年多くみられる。そして電力の自給を目指す上では、自然条件に依存する発電により大量発生が懸念される余剰電力を、地域で融通活用することが望ましいと言える。そのため、近年ではIT(情報技術)によって電力需給を自動制御する技術であるスマートグリッド⁴⁾への期待が高まっている。特に、電力システム改革やリアルタイムで電力需給が把握可能なスマートメータの全世帯への設置計画も前倒しで進められるなど、これまで先進事例として扱われてきたスマートグリッドによる電力自給の取り組みは、既存の住宅地においても街区単位から徐々に導入範囲が

拡大することが予想される。そのため、既存の住宅地へのスマートグリッド導入による余剰電力融通効果を把握することは、今後のスマートグリッド導入を効率的に進める上で重要だと考えられる。

ここで、スマートグリッドの導入効果に関する既存研究⁵⁾によると、まず蓄電池としての役割が期待される電気自動車(EV)がスマートグリッドの重要な構成要素として捉えられている。また、既存都市での余剰電力融通効果に関する研究⁶⁾では、住宅地での太陽光発電による余剰電力の電力融通を行う場合、まず街区単位では都心の高層住宅が密集しているような街区に比べ、戸建や集合住宅、マンションなどが混在した、決して良好な住環境とは言えない街区の方が効率的に電力融通を行えることが示されている。また市区町村単位ではベッドタウンのような都市において余剰電力を有効に活用した電力自給が期待出来ることが明らかにされている⁷⁾。さらに、都道府県単位での融通効果では、融通範囲を広げることによる自給率の向上が見られない場合があることなどが指摘されている⁸⁾。以上を踏まえると、スマートグリッドの導入効果はコンパクトに整備された場所に比べ、スプロール的に拡散し、今後居住を抑制して縮退を検討すべき場所に適性がある傾向が示されている。一方で、電力

システム改革でわが国を先行する欧米では電力需要ピークをコントロールするデマンドレスポンス(DR)に関する研究蓄積⁹⁾が多い。わが国でも北九州市等で実施されているDR実証実験の成果報告¹⁰⁾や余剰電力買取価格に関する研究¹¹⁾、更に交通行動への影響を踏まえた研究¹²⁾など、電力価格に着目した研究が蓄積されつつある。だが、これらは主に個人や各世帯レベルでの効果検証が中心となっている。つまり、電力価格のコントロールが街区や都市レベルで可能となった際に、住宅地にとってどのような効果が期待できるのか、十分な検討はなされていない。特に、電力価格はこれまで都心から郊外まで一律であったが、今後選択が可能になることは、住民や住宅地に与える影響、そして新たな可能性は大きいと言える。

以上を踏まえ、本研究ではスマートグリッドによる余剰電力の融通範囲が街区単位から複数街区間へと広がった場合の効果について分析を行う。更に、今後のまちづくりにおけるスマートグリッドの新たな可能性として、電力価格政策を検討する。そして、居住の抑制が望ましい街区に偏る傾向のある余剰電力融通効果を都市全体、または居住を促進すべき場所に向けてることによる都市の戦略的な縮退との連携可能性についても知見を得る。具体的には、まずスマートグリッドを住宅用太陽光発電とEVで構成される電力融通技術と定義する。分析対象都市としては、都市圏を広くカバーするために地方中心都市に相当する都市規模を対象とする。そして街区間での融通が可能になった場合を想定し、都市を都心からの距離に応じて都心、都心周辺、郊外の3エリアに区切り、エリア間の余剰電力融通効果を特徴の異なる都市構造別に把握する。その際、電力価格政策を伴うことでエリア間の融通量にどの程度影響を与えるのか、伴わない場合との比較分析を行う。更に、電力価格政策の経済評価として、各エリアの平均的な家賃相場を推定し、電気代の変化がエリア間の家賃の差額にどの程度影響度を及ぼすのかを把握する。これらを通して、スマートグリッドの余剰電力融通を街区から複数街区間へと広げた場合の効果と、電力価格政策との連携効果を把握することを本研究の目的とする。

2. 使用データ

各世帯で発生する余剰電力の融通効果を分析するには、各世帯の電力需給状況を時間帯別に把握する必要がある。そこで、平成 17 年全国都市交通特性調査を主な使用データとして用いた。この調査は全国 70 都市からそれぞれ約 30 街区をランダムサンプリングし、居住者の時刻別の基礎的な交通行動や世帯情報を調査したものである。

更に、この調査で対象となっている街区を、都市規模別に自動車利用行動や土地利用規制等から街区の特性で類型化した先行研究¹³⁾のデータと合わせて分析に用いる。ただし、電力需給状況を把握する上で、各要素の算出過程においてはこれら既存調査から得られる実際の交通行動や世帯情報等に加え、いくつかの前提条件を設定する必要がある。そのため、本分析結果はそれらの前提条件のもとで算出されている点を考慮する必要がある。

3. 分析方法

(1) 電力需給状況の推定

本研究では、各世帯の電力需給状況を a)太陽光発電量と b)家庭内消費電力量、更に c)EV 蓄充電可能量の 3 要素から時間帯ごとに推定する。なお前提条件として全世帯にスマートメータが設置され、スマートグリッドによる電力融通が可能となった状況下のもとで分析を行う。

a) 太陽光発電量の推定方法

太陽光発電量の算出については、全住宅に太陽光パネルが普及した前提で発電される電力量を算出した。日射量データについては実際の 1 時間ごとの日射量を観測した気象官署・アメダスにおけるデータベースをから、分析対象街区が所在する都市に最も近い地点の日射量を抽出した。発電量の算出条件としては、真南、傾斜 30 度で設置され、日射量(kWh/m^2) $\times$ システム出力係数 0.7 $\times$ パネル容量(3kW) $\div$ 日射強度(1kW/m^2)とした。また、集合住宅は戸建住宅に比べ屋根面積が限られ、世帯当たりの発電量が異なる。そこで、対象街区の現地調査を踏まえた既存研究から各街区の建物階数、戸数を設定し、発電量をそれらで除することで各世帯の発電量の違いを考慮している。

b) 家庭内消費電力量の推定方法

世帯人数や戸建、集合住宅の違いにより家庭内消費電力は異なるが、それらを踏まえた詳細なデータを把握する事は困難である。そこで、分析においては分析対象とする街区が所在する都道府県における 1 世帯当たりの 1 日あたり家庭内消費電力量を用いた。その上で街区特性や居住者特性を反映させるために、世帯人員別の電気代や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することで、居住者特性を考慮した分析を可能としている。

c) EV 蓄充電可能量の推定方法

スマートグリッドの重要な構成要素である EV の蓄充電可能量については、低公害車ガイドブック 2012 における基本性能に基づき、走行可能距離や充電必要時間等を設定した。そして平成 17 年全国都市交通特性調査より、1 日合計走行距離や運行目的、トリップ時間等から、

走行に必要な電力量や充電量，時間，充電可能時間帯などを把握している．ただし，EV の普及可能性については，1日の走行距離が100kmを超える場合と1日のEV使用電力に対して充電時間が不足する場合の2つの判断基準を設けている．この2つのうち1つでも該当する交通行動を行っている自動車はEV不適合とし，それ以外の自動車は全てEVに転換する前提のもと，世帯ごとにEV保有台数を算出している．

(2) 余剰電力融通量の推定方法

本研究では余剰電力の融通効果について，融通可能量を個人，世帯，街区，街区間の様に活用段階のPhaseを重ねながら検討していく．各Phaseについては図-1に示す算出フローの通りである．なお，Phase0からFlow-aに該当する街区単位での余剰電力融通の詳細な説明は他稿^{6,14)}を参照されたい．ここでは街区間融通に関するFlow-b，Flow-cを中心に説明する．まずFlow-bではPhase2までの街区単位での融通を行っても活用しきれなかった余剰電力について，Phase3-bで家庭内消費電力として街区間融通を行った場合の活用量を算出する．そしてPhase3-bでも活用しきれなかった余剰電力についてPhase4-bでEVへの蓄充電分として街区間融通を行った場合の活用量を算出する．Flow-cについても，Flow-bと同様の概念で街区間融通を行う．ただし，Flow-bでは各街区で発生する余剰電力を都市全体で融通するのに対し，Flow-cでは都心，都心周辺，郊外の街区から順に居住を促進すべきと仮定した電力価格政策を伴うことで，余剰電力が都心の街区から優先的に融通活用される場合を想定して算出する．具体的な電

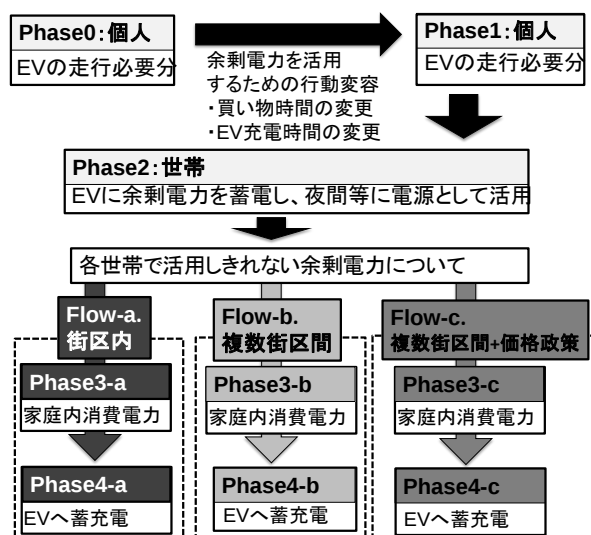


図-1 余剰電力の融通活用可能量算出フロー

力価格政策の中身は(4)，5(1)で記述する．ここで，太陽光発電量を P ，家庭内消費電力量を D ，各Phaseの活用段階を x ，活用段階 x における余剰電力量を S_x ，余剰電力の段階別融通量を I_x ，余剰電力活用量を U_x とすると， U_x は数式(1a)，(1b)で表される．

$$S_x = \int^{p>D+I_x} (P - D - I_x) \quad (1a)$$

$$U_{x+1} = S_x - S_{x+1} \quad (1b)$$

(3) 分析対象街区と都市構造の概要

分析対象街区については都市圏を広くカバーできることを考慮し，先行研究¹³⁾で地方中心都市(県庁所在地または人口15万人以上の都市規模)に分類される36街区

エリア	記号	土地利用規制	人口密度 (人/ha)	戸建住宅 割合	EV保有台 数(台/世帯)	Phase0 Phase1	Phase2 Phase3-a	Phase4-a	未活用余剰電力量(kwh/世帯・日)
都心 (~1.6km)	商c-1	商業地域60%~	100~150	67%	0.48	0	1	2	3
	商c-2	商業地域60%~	50~100	57%	0.48	0	1	2	3
都心 周辺 (1.6km ~5km)	中f-1	中高層住宅専用地域90%~	100~150	59%	0.61	0	1	2	3
	中f-2	中高層住宅専用地域90%~	~50	72%	0.81	0	1	2	3
	中f-4	中高層住宅専用地域60~90%	50~100	85%	0.89	0	1	2	3
	中f-6	中高層住宅専用地域60~90%	50~100	71%	0.86	0	1	2	3
	住f-1	住居地域60%~	150~	35%	0.43	0	1	2	3
	住f-2	住居地域60%~	50~100	79%	1.04	0	1	2	3
	住f-3	住居地域60%~	50~100	69%	0.80	0	1	2	3
	住f-4	住居地域60%~	~50	72%	0.98	0	1	2	3
	低f-1	低層住宅専用地域90%~	-	91%	0.87	0	1	2	3
	低f-2	低層住宅専用地域60~90%	150~	58%	1.03	0	1	2	3
郊外 (5km~)	住混f	住宅系混在	100~150	57%	0.69	0	1	2	3
	中s	中高層住宅専用地域60~90%	~50	75%	1.08	0	1	2	3
	住s	住居地域60%~	~50	73%	1.05	0	1	2	3
	低s	低層住宅専用地域60~90%	~50	85%	0.76	0	1	2	3
	住混s	住宅系混在	~50	67%	0.90	0	1	2	3
	調s-1	市街化調整区域75%~	-	76%	1.09	0	1	2	3
	調s-3	市街化調整区域50~75%	~50	75%	0.90	0	1	2	3
	調s-4	市街化調整区域50~75%	~50	72%	0.62	0	1	2	3
	調s-5	市街化調整区域25~50%	~50	93%	0.64	0	1	2	3

図-2 分析対象街区の特徴と余剰電力活用状況(全36街区から21街区を抽出)

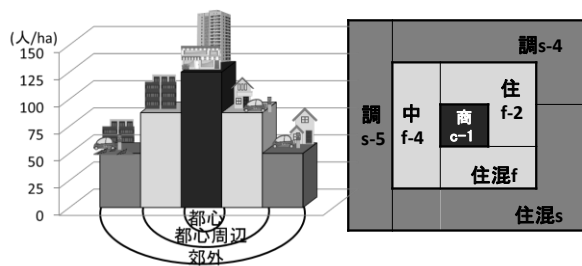


図-3 BaU型都市構造の概要

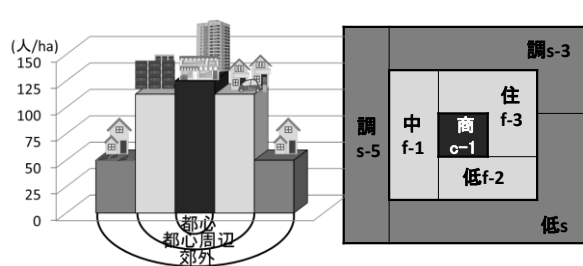


図-4 コンパクト型都市構造の概要

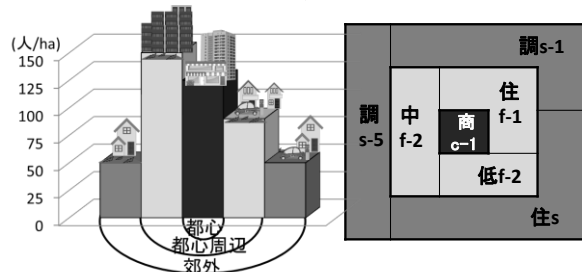


図-5 稠密スプロール型都市構造の概要

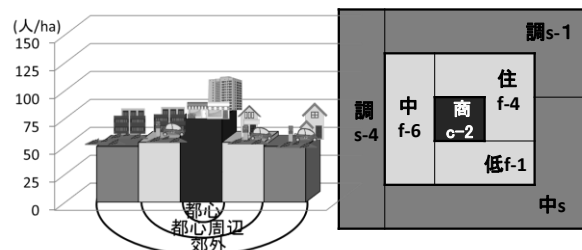


図-6 低密スプロール型都市構造の概要

を分析対象とし、まず街区単位で分析を行った。そしてこれら 36 の街区単位のデータから、特徴の異なる都市構造を街区の組み合わせで表現し比較分析するにあたり図-2 に示す 21 街区を抽出した。これらから、まず街区間融通による余剰電力融通効果を分析する。分析で想定する都市構造については中心を都心エリアとし、その周囲を都心周辺エリア、更にその外側を郊外エリアが取り囲む形の、5×5 の計 25 街区分の都市構造モデルを用いる。これにより、特徴の異なる都市構造を少ない街区でシンプルに表現することが可能となる。都市構造の設定においては既存調査¹³⁾から得られる街区ごとの人口密度や低未利用地状況、そして本研究で算出した EV 普及状況を主に用いた。ここで、わが国の都市構造の現状について、多くの都市はかつて中心部に高密度な基幹的市街地、郊外に低密、分散した市街地を有する構造であった。しかし、人口増加や自動車普及等の影響により中心部周辺の市街化が進行したことで、都心から郊外にかけて低密化した市街地が広がる都市構造となっている。また近年では人口減少に伴う低未利用地の増加も問題となっている。そこで、本分析では人口密度が都心から郊外にかけて徐々に低下していく都市構造を分析における地方中心都市の Business as Usual(BaU)として想定する。そして、この BaU 型の都市構造をベースに、まず都心周辺の人口密度が増加し、低未利用地、自動車依存の少ない都市構造をコンパクト型とする。次に、都心周辺エリアで大型マンションと低未利用地が隣接している様な街区や、住宅が密集している街区などが混在している都市構造を稠密スプロール型、そして都市全体の人口密度が低密で、各街区単位で低未利用地も散見される様な都市構造を低密スプロール型として設定する。各都市構造の概要を図-3 から図-6 に示す。まず左上のグラフは縦軸に

各エリアの人口密度をとり、中心は都心、その両側に都心周辺、外側が郊外に該当する。そしてグラフの上端には各エリアの戸建・集合住宅割合や EV 普及状況、低未利用地状況等を示し、都市構造の違いを視覚的に判別し易い様を示している。また右上には都市構造モデルと該当する街区を示している。そして、都市を構成する街区を i 、Flow-b における余剰電力量を S_{flow-b} 、Flow-a における余剰電力量を S_{flow-a} 、街区間融通による余剰電力活用量を U_{flow-b} とするとそれぞれ次式(2a)、(2b)で表される。

$$S_{flow-b} = \int^{P_i > D_i + I_{iflow-b}} \sum_{i=1}^{25} (P_i - D_i - I_{iflow-b}) \quad (2a)$$

$$U_{x+1} = S_x - S_{x+1} \quad (2b)$$

(4) 街区間融通と電力価格政策の連携効果の分析方法

本研究における電力価格政策について具体的に説明する。まず、従来は都市内のどの世帯も電力会社から同一価格で平等に電力を購入している。そこへ、太陽光発電の普及に伴い各世帯が電力を自給し、余剰は電力会社へ売電、不足は電力会社から買電することが一般化しつつある。しかし、本来であれば各世帯で発生する余剰電力は送電ロスも考慮すると、その街区内、もしくは都市内で融通して活用することが望ましく、スマートメータの普及によってその実現可能性も高まりつつある。そこで、余剰電力を可能な限り都市内で融通活用することを念頭に置き、今後のまちづくりを進める上で居住を促進すべ

表-1 エリア別電気価格の設定(円/kWh)

	電気価格	融通価格	売電価格
都心	PR _c : 25	IP _c : 50	SP _c : 30
都心周辺	PR _f : 55	IP _f : 20	SP _f : 15
郊外	PR _s : 75	IP _s : 10	SP _s : 5

き街区から効率的な融通が可能となるように、表-1に示す3種類の価格に基づく電力価格政策を想定する。なお本来であれば居住を促進すべき住宅地を判断するには周辺環境やインフラ維持費等を含め総合的に判断する必要がある。しかし、本研究では電力価格政策の効果に主眼を置くことから、都心からの距離に応じて簡易的に優先度を設定している。ここで、3つの価格について説明する。まず、「電気価格:PR(Power Rate)」とは太陽光発電を設置する以前や太陽光発電で家庭内消費電力を賄えない時間帯に電力会社から購入する際の電気価格とする。次に「融通価格:IP(Interchange Power)」とは各世帯の余剰電力を融通活用する際の価格とする。そして、「売電価格:SP(Sell Power)」とは、融通しても活用しきれない余剰電力を電力会社に売電する際の価格とする。この3種類の電気価格を、都市内の都心(c:central)、都心周辺(f:fringe)、郊外(s:suburban)の各エリア毎に設定する。それぞれの価格の大小関係は式(3a)に示すように設定する。これにより、スマートメータにより各エリアが時間帯ごとに最も安価な電力を自動的に選択することで、スマートグリッドの余剰電力融通効果を都市内でコントロール可能な状況を想定する。なお、具体的な価格に関しては5(1)で説明する。

$$SP_s < IP_s < SP_f < IP_f < PR_c < PR_s < IP_c < PR_f < PR_s \quad (3a)$$

4. 街区間融通効果と電力価格政策による融通量への影響分析

街区単位の融通効果(Flow-a)と街区間融通効果(Flow-b)、そして電力価格政策を伴う街区間融通効果(flow-c)について、都市構造ごとの余剰電力融通量の変化を図-7に示し、以下で考察を述べる。

- 1) 全ての都市構造で、電力価格政策を伴わずに街区間融通を行った場合、都心周辺において余剰電力

の融通量が低下し、その反面郊外で増加する傾向にある。これは、都市内の街区間で融通を行った場合に、戸建住宅が比較的多く、都市面積の多くを占める郊外で発生する余剰電力の割合が多いためだと考えられる。

- 2) そのため、都心周辺においては街区間融通を行うことで、街区単位で融通を行っていた場合よりも活用量が低下する結果となっている。
- 3) また、全ての都市構造に共通し、街区単位で融通していた場合と比較して、都市構造の違いによる活用量の差は街区間融通を行うことで縮小する傾向が確認された。特に、稠密スプロール型で活用量が大きく増加する結果となった。これは、街区単位では大型マンションと低未利用地が隣接した街区や戸建住宅が密集した街区構成のため、街区内部での融通効率は低くなっている。そこへ、街区間融通により特徴の異なる街区同士で効果的な融通が可能となったことが要因として考えられる。
- 4) 一方、電力価格政策を伴う街区間融通では、都心、都心周辺における余剰電力の活用量は増加する傾向が確認された。
- 5) 一方で、郊外の活用量は電力価格政策により街区単位時の活用量より低くなる傾向が目立った。しかし、稠密スプロール型都市構造においては街区間融通効果が郊外を含む都市全体で確認された。

5. 電力価格政策の経済評価

(1) 電力価格政策による電気代と家賃の推定

電力価格政策により、都心、都心周辺、郊外における電気代には差が生じることとなる。そこで、電力価格政策の暮らしへの影響度について、都市内の各エリアで同様に差の存在する家賃に着目する。分析においては、都市構造モデルに用いた街区ごとに、その街区の世帯平均家

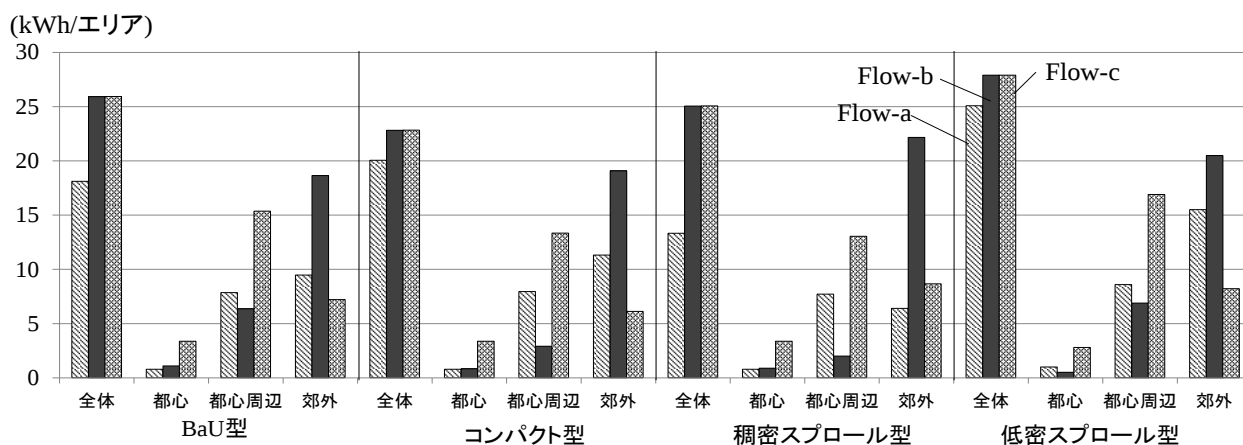


図-7 都市構造別 Flow-a,b,c における余剰活用量

賃を推定し、それらの平均値をエリアの世帯平均家賃とする。ここで、家賃設定の算出フローを図-8に示す。まず都市全体の住宅建方別家賃相場¹⁰⁾を基に、対象街区の戸建集合住宅比率で重み付けを行う。これに、国土交通省地価公示・都道府県地価調査データから、都市全体の地価を1とした際の対象街区の地価を乗じる事で、各街区の家賃相場の推定値を設定している。なお、いずれのデータも2014年1月6日時点のものを用いている。価格の設定に関しては、都心の電気価格を一般的な電気料金である25円とし、これを基準に式(3a)の大小関係に基づき表-1に示す様に設定した。具体的な価格を決める上で、電力価格政策として国内外で取り組まれているDR実証実験等¹⁰⁾の価格帯を参考にしている。しかし、ここでの価格設定は各エリアの電気代への影響度をみることに主眼を置いているため、実際の政策としては検討の余地が大きい点に留意が必要である。更に、DRにおける価格設定は、例えば北九州市で実施されているDR実証実験は消費電力のピークカットなど、消費電力量の削減を目的としている。そのため分析においては電力消費量や消費パターンまで踏まえることが望ましい。しかし、本研究ではスマートメータの普及によるリアルタイムの電力融通を想定しているため、個人の行動変容はPhase0からPhase1のEV利用に関わる部分に留めている。ただし、実際の行動変容が発生する可能性のある価格帯で分析を行う事で、DR等の効果も反映させた今後の研究との連携性についても考慮している。ここで、電力価格政策による電気代への影響度について、電気代

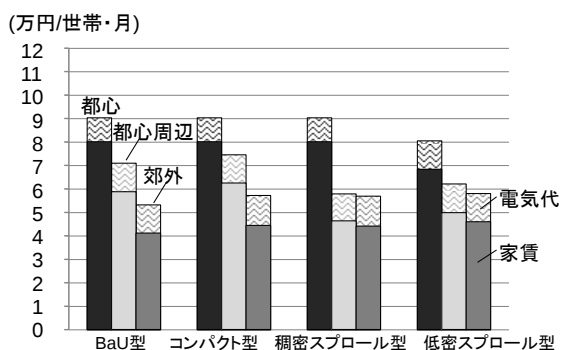
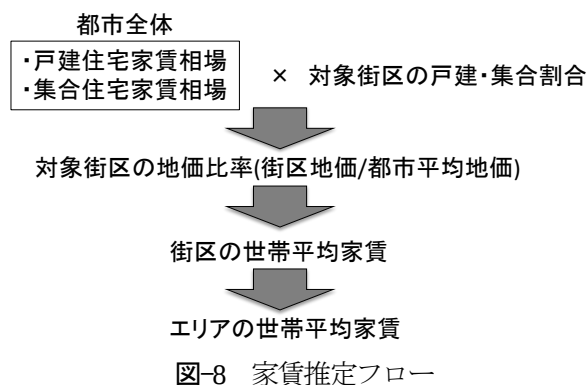


図-9 電気代と家賃の合計額の関係(without)

負担率を EBR とし、スマートグリッド(太陽光発電、EV)を導入する以前に購入していた電気代を PR 、スマートグリッド導入後に不足分を購入した電気代を PR_{sd} 、他エリアから融通された電気の購入代を IP_b 、他エリアへ融通した際の売電代を IP_s 、電力会社への余剰売電代を SP とすると、 EBR は次の式(4a)で表される。

$$EBR = \frac{(PR_{sd} + IP_b - IP_s - SP)}{PR} - 1 \quad (4a)$$

(2) 電気代と家賃の合計額への影響

電力価格政策による各エリアの電気代と家賃の合計額について、図-9にスマートグリッド導入前(without)、図-10にスマートグリッドによる電力価格政策を伴う街区間融通を行った場合(with)の結果を示し以下に考察を述べる。

- 1) まず図-9の without のケースにおいて、BaU型都市構造では、都心と郊外間の家賃と電気代の合計額には3万円以上の差が生じている。これが図-10の with のケースでは1万円以下まで縮小する結果となった。
- 2) この傾向はコンパクト型都市構造においても同様に確認できる。つまり、家賃相場が都心からの距離に準じる傾向にある都市構造では、都市内の家賃は均されることが示唆される。
- 3) 一方、稠密スプロール型都市構造では、都心周辺と郊外において家賃と電気代の合計額が逆転し、低密スプロール型では都心と郊外の合計額がほぼ等しくなる結果となった。
- 4) また図-10より、電気代負担率については都心において電気代が最大72%削減される結果となった。一方で、都心周辺では41%~53%、郊外では136%~155%の負担増となっている。これらの負担率の幅は、街区間融通量と関連していると考えられる。例えば低密スプロール型都市構造では、街区単位で効率的な融通が行われるため、街区間融通量が比較的少ない。これにより、都心周辺と郊外の負担率が比較的低い傾向にあると考えられる。

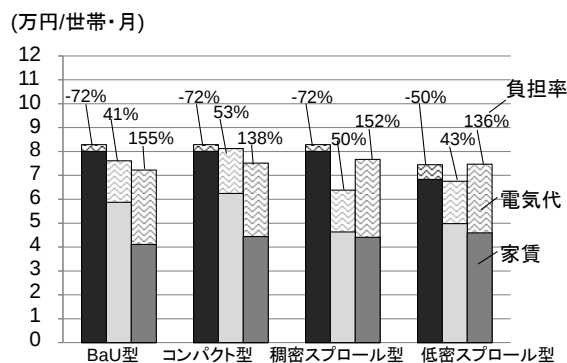


図-10 電気代と家賃の合計額の関係(with)

(3) 電力価格政策の設定値による影響度

経済評価を行う上で各価格の設定値による影響度は大きい。そこで、本研究においても異なる価格設定での影響度について、 SP_s から PR_s の値を5円刻みで設定し、150円を上限とする範囲¹⁰⁾で価格帯を徐々に上昇させて検証した。

その結果、コンパクト型都市構造では特に都心と都心周辺の電気代と家賃の合計額の差が縮小する傾向が確認され、また稠密スプロール型都市構造においては都心周辺と郊外の合計額が逆転し、その差額も広がる傾向などが確認された。つまり、都市構造の特徴の違いにより、その都市構造に適した価格が存在することがこの結果から示唆される。

6. おわりに

本研究では、スマートグリッドによる余剰電力融通と電力価格政策を連携させた効果について特徴の異なる4つの都市構造で比較分析を行った。そして、電力価格政策が都市内の融通量にどの程度影響を与えるのか、また都心から郊外における家賃の差に着目し、電気代に地域差を持たせた場合の経済的な影響度について分析を行った。その結果、余剰電力の街区間融通と電力価格政策を連動させることで、融通効果が高い一方で居住を抑制し縮退を進めるのが望ましいと考えられる街区へのペナルティとして、また都心部の融通効果が比較的少ない良好な街区への新たな付加価値として、スマートグリッドの導入効果を検討できる可能性が示唆された。また、人口密度や低未利用地状況等の居住環境が街区ごとに異なる特徴を有する都市構造において、電力価格政策を伴うことで街区間融通を行うことで都市全体で余剰電力の活用量が増加する結果が示された。経済評価に関しては、都市内の平均的な家賃の差額は電気代を上乗せすることで1万円程度まで縮小する傾向が示された。また、都市構造の違いにより都心から郊外における経済的な影響度には違いが生じることも確認された。

よって、実際に政策として取り入れるには都市構造や居住環境の現状を踏まえて柔軟に検討していくことが求められると言える。また、本研究では家賃に着目したが、今後は都市内の居住地の違いによる交通費用についても考慮を加えていくことが望ましい。更に、電力価格政策を検討する上では、消費電力が電力価格により変化する弾力性分析を視野に入れることが今後の課題である。

参考文献

- 1) 環境省低炭素社会構築に向けた再生可能エネルギー普及拡大方策等検討会：低炭素社会づくりのためのエネルギーの低炭素化に向けた提言，2013
- 2) 国土交通省都市・地域整備局：集約型都市構造の実現に向けて，一都市交通施策と市街地整備施策の戦略的展開一，2007
- 3) 総務省地域力創造グループ地域政策課：「緑の分権改革」の推進について，2013
- 4) 資源エネルギー庁次世代送配電システム制度検討会：送配電システムの現状と課題について，2013
- 5) 中池敦司，石田政義：電気自動車バッテリーの活用による太陽光発電の余剰電力削減効果の評価，平成23年電気学会全国大会，6-052，2011
- 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，日本不動産学会誌，Vol.25，No.23，pp.100-109，2011
- 7) Nakagawa,Y., Ochiai,J. and Taniguchi,M. : Effect of electric power interchanges using a smart grid: In terms of city characteristics, Sustainable City2013. vol.VIII, pp.II_835-II_844, 2013
- 8) 落合淳太，中川喜夫，松橋啓介，谷口守：スマートグリッドによる電力の市区町村間融通と電力自給率の向上可能性，土木学会論文集 D3,2014(投稿中)
- 9) Wolak,A,F. : Do Residential Customers Respond to Hourly Price? Evidence from a Dynamic Pricing Experiment, American Economic Review, Paper&Proceedings, Vol.101.3, pp83-87, 2011
- 10) 一般社団法人新エネルギー導入促進協会，平成25年度次世代エネルギー・社会システム実証事業費補助金の成果報告書について，<http://www.nepc.or.jp/topics/2013/0626.html>，最終閲覧 2014.6
- 11) 谷口忠大，高木圭太，榊原一紀，西川郁子：地産地消型電力ネットワークの為に Natural Actor-Critic を用いた自動取引エージェントの構築，知能と情報，(日本知能情報ファジィ学会論文誌)，Vol.21(6)，pp.1078-1091,2009
- 12) 紀伊雅敦，曾根慎太郎，小野仁意，半谷陽一，土井健司：ピーク電力価格の外出行動への影響に関する基礎分析，土木学会論文集 D3, Vol.69.No.5, I_247, 2013
- 13) 谷口守，松中亮治，中道久美子：ありふれたまちかど図鑑-住宅地から考えるコンパクトなまちづくり-，技報堂出版，2007
- 14) 中川喜夫，松橋啓介，谷口守：都市構造の違いからみるスマートグリッドによる余剰電力の街区間融通効果，都市計画報告集，No.12, pp.164-168, 2014
- 15) アパマンショップ NETWORK：家賃相場，<http://www.apamanshop.com/search/yachinsoubasearch/detail/>，最終閲覧 2014.1.
- 16) Ida,T., Ito,K. and Tanaka,M. : Using Dynamic Electricity Pricing to Address Energy Crises: Evidence from Randomized Field Experiments, The 18th Power Conference, 2013