

都市における世帯のエネルギー需要パターン からみた政策プロセスのあり方

本多 夏芽¹・北詰 恵一²・井ノ口弘昭³

¹学生会員 関西大学 環境都市工学部都市システム工学科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35)
E-mail: natsume4506@gmail.com

²正会員 関西大学教授 環境都市工学部都市システム工学科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35)
E-mail: kitazume@kansai-u.ac.jp

³正会員 関西大学准教授 環境都市工学部都市システム工学科 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35)
E-mail: inokuchi@kansai-u.ac.jp

気候変動を意識した都市・地域計画を考える場合、そこで生活を営む人々の生活パターンを基礎にした意向に着目する必要がある。本研究は、都市のコンパクト化を目指した立地誘導時に環境・エネルギー技術の導入が進むことを想定し、市民の意向の基づく導入プロセスの方向性を明らかにすることを目的とした。Webアンケート調査を行い、環境意識やEV普及や太陽光発電などの個々の技術とエネルギーマネジメント技術導入について、本人の意向および周辺コミュニティの状況との関係を聞き、特に、コンパクト化の進む西宮市と今後集約化が計画される長浜市とにおける比較と、近畿圏の都市での動向をふまえ、それぞれに異なる立地誘導戦略もための基礎情報を整理し、これらの特徴を踏まえて政策導入プロセス立案に繋げていく考え方を体系的に整理する。

Key Words : *energy saving, urban structure, process of policy measures*

1. はじめに

人口減少や高齢化に対応して再生可能エネルギーを利用することやエネルギー消費の少ない生活をするのできる都市構造の再編が必要になっており、その再編のタイミングは、立地適正化計画における誘導地域への誘導政策による人々の転居のタイミングと考えられ、それは同時に新しいエネルギー技術の導入のタイミングでもある。スマートシティのような限られた地区での研究は進んでいるが、一般的な街や市民に対しての政策や理解が進んでいない状況で、どのような意向に基づく効果が期待できるかを検討する必要がある。

都市構造を変えることによって、日常生活を支障なく送ることができ、環境の負担にならない政策を考える必要があるが、新しい政策そのものの実証研究は進んでいるものの、地区の傾向に沿った効果を定量的にみているものが少ないのが現状である。地区に応じた再生可能エネルギーに基づく都市を作り上げる目標に到達できる政策が作られているわけではないので、都市の特徴を踏まえた施策を作り、地区にあった低炭素・エネルギーマネジメント施策パッケージを提案することによって、一般

市民の理解を深めてもらうことが望ましい。

森田¹⁾らは、具体的な対象地域を事例として、低炭素まちづくりにおける発展的循環プロセスの実践的枠組みを提示している。計画・マネジメントや公開イベントといった相互に影響し合う動きの中で、個別プロジェクトとして、都市の木質化や公共空間デザインなどが取り扱われている。尾崎²⁾は、街区を分析単位とし、集住化と福祉サービス施設を取扱いつつも、時間軸を意識した都市マネジメントの観点を盛り込んだシミュレーションによる算定を行った。中村³⁾は、具体的な市における立地適正化計画に着目し、面的エネルギー導入の可能性について検討し、地域交流拠点について高密度な都市機能の集積実現が重要であることを指摘している。これらの研究を踏まえ、低炭素・エネルギーマネジメント技術に対する市民の意向を捉えたものとしていく必要性が高いと考えられる。

本研究は、人口規模や都市構造の異なる都市市民に対して、いくつかの低炭素・エネルギーマネジメント技術施策を示し、それに対する意向を探ることで、その効果を知り、その特徴を踏まえて政策導入プロセス立案に繋げていく考え方を整理することを目的とする。

2.都市における環境技術への意向調査

表 2 対象市の概要

(1) 技術開発動向

低炭素・省エネルギー技術の開発動向を、過去3年分の新聞記事より表 1 にまとめた。

表 1 環境技術の動向

分類	項目	内容
再生可能エネルギー	太陽光発電	軽量化およびコストダウンによる普及技術 壁面利用促進および反射光吸収による自給率向上技術
	風力発電	軽量化、縮小化に伴う建設コストダウンによる普及技術
	バイオマス発電	震災時の廃材利用や他事業での余材活用による原料難の回避
	地熱発電	掘削位置精度の向上とコストダウンによる普及技術
	波力発電	強度、安定性の強化およびコストダウンによる普及技術
	水素発電	家庭への燃料宅配技術によるエネルギー利用安定化
コージェネレーション	燃料電池	家庭への燃料宅配技術によるエネルギー利用安定化
	内燃機関	燃料輸送の容易化による普及技術 エネルギー効率の向上と排水利用に伴うコストダウンによる普及技術
蓄電システム	蓄電池	エネルギー交換効率の向上および貯蔵期間の長期化を可能とする普及技術 着脱可能とすることで多目的な使用を可能とする普及技術 充電の高速化および大型化を可能とする性能向上技術 超寿命化による普及技術
	電気自動車	個別機器のネットワーク化および送電可能技術による需給バランスの確立 走行中の非接触充電可能技術に伴う航続距離の長距離化による普及技術
次世代自動車	燃料電池車	航続距離の長距離化および環境への影響度低下による普及技術
	HEMS	IoT技術の活用によるエネルギー利用の効率化 AI利用による高効率な制御システムの実現 通信範囲の拡大とコストダウンによる普及技術
エネルギーマネジメント	ZET	住宅単位および街区単位双方での太陽光発電、EMSの導入によるエネルギー利用の高効率化施策
	ZEB	断熱材や蓄電池を選択導入することでエネルギー削減効果を高める普及施策 フィルム式太陽電池の採用によるエネルギー利用高効率化施策
	ZEH	リフォーム時に断熱性能向上やヒートパル設置等に伴うエネルギー使用量の抑制、利用効率の向上によるZEH化普及施策
デマンドレスポンス	炭素税導入	炭素税導入による新技術開発と電力消費抑制の促進施策
	ネガワット取引	事業者へ節電要請することにより、その削減分の電力を不足供給力として確保する仕組み

再生可能エネルギーや蓄電システムなどの個々の技術開発が進んでおり、コストダウンや大型化・高速化などの効率性の向上に重きを置きつつ、普及に向けた開発が進められている。一方で、マネジメント技術も進められており、住宅単位からコミュニティ単位、広域の範囲で効果的なマネジメントとなるための要素組み合わせ、ネットワーク化などが指向されている。これらのことは、どのような住宅分布になりどれくらいの密度で構成されるかなどの都市構造によっても影響を受ける部分があるが、必ずしも明示的に意識された形での報告は少ないともいう事ができる。

(2) 市民意向調査

都市別の環境技術導入に対する市民意向を知るため、WEB アンケートを実施した。対象都市として、関西電力の管轄下で DID 面積の相対的に低い長浜市と高い西宮市を選択する。表 2 は、各市の基本情報である。

長浜市は、立地適正化計画に基づく都市構造の形成手法を採用しない方針を打ち出している。一定の集約は行いが、現在の地域に住み続けたい住民の考えを優先すると立地適正化計画の条件や手法があてないことや住民の不満、メリットが少ないことが原因と考えられる。しかし、都市計画マスタープランによって都市構造の再編は行う方針で、旧長浜市と木之本町を中心とした街づくりを進める。ただし、明示的にエネルギー政策と関連づけたものではない。

	長浜市	西宮市
人口(人)	83,669	487,850
面積(km ²)	539.6	100.18
人口密度(人/km ²)	155.1	487.2
DID面積(km ²)	7.0	39.8
DID面積の割合(%)	1.3	39.8
都市計画区域の面積(km ²)	198.5	100.3
鉄道ネットワーク	9	23
平均気温(°C)	13.9	14.7
最高気温(°C)	31.5	27.0
最低気温(°C)	-0.7	3.6

西宮市は、立地適正化計画を 2019 年 7 月に公表しており、自然体としてはコンパクトな都市構造となっているとしているものの、人口減少・密度の低下、少子高齢化の進行、公共施設等の老朽化などを主要課題とした計画となっている。医療・福祉や教育文化などの関連計画としての位置づけはあるが、エネルギー政策との関連付けは必ずしも明確ではない。

アンケートは、2017 年 12 月に実施し、長浜市 155 サンプル、西宮市 309 サンプルを取得した。Web アンケートであることから、性別・年齢構成に偏りが見られたため、表 3 に示すように、国勢調査人口をベースに性別・10 歳階級別に修正係数をかけて分析することとする。

表 3 Web アンケート結果への修正係数

	長浜市		西宮市	
	男	女	男	女
20 歳代	1.328	0.647	1.527	1.033
30 歳代	1.328	0.647	1.400	0.529
40 歳代	0.629	0.817	0.840	0.706
50 歳代	0.629	0.817	0.560	1.351
60 歳代	1.336	5.520	1.388	2.753
70 歳代以上	1.336	5.520	1.388	2.753

節電に関する取り組み意向について尋ねた結果が、図 1 である。選択肢は、①よりよい環境づくりに貢献すべきだと思うので節電に取り組む、②環境に関わる問題が深刻になると実感できれば節電にさらに取り組む、③節電におけるメリットや効果を実感できるのであれば節電にさらに取り組む、④今後家計が苦しくなれば節電にさらに取り組む、⑤省エネ家電などの補助金が出るのであれば設置・取り組みを行う、⑥特に変えるつもりはない、の 6 つである。「よりよい環境づくりへの貢献」に関する比率が西宮市で 26.8%と多くなった点以外は、両市で大きな相違は見られなかった。

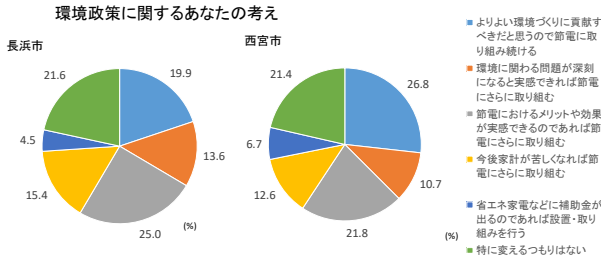


図1 環境意識と節電意向

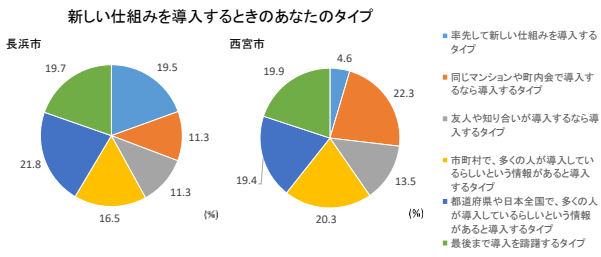


図2 新しい仕組み導入時のタイプ

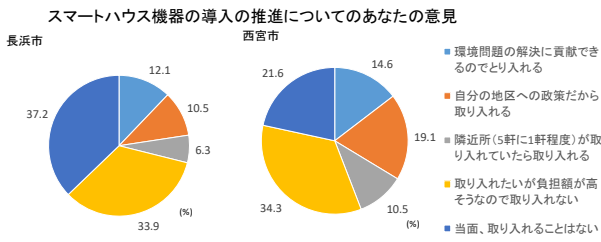


図3 スマートハウス導入意向

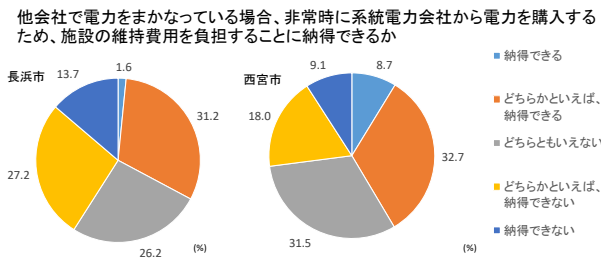


図4 システム電力会社への維持費用負担の納得性

新しい環境・エネルギー技術の導入意向について、各人の意向の自己評価について尋ねた結果が図2である。選択肢は、①率先して新しい仕組みを導入するタイプ、②同じマンションや町内会で導入するなら導入するタイプ、③友人や知り合いが導入するなら導入するタイプ、④市町村で多くの人が導入しているらしいという情報があると導入するタイプ、⑤都道府県や日本全国で多くの人が導入しているらしいという情報があると導入するタイプ、⑥最後まで導入を躊躇するタイプ、の6つである。

最後まで導入を躊躇するタイプがともに 19.7~19.9%と同程度いるとともに、地縁コミュニティ以外の導入実績から影響を受ける傾向は共通している。一方で、長浜市民が自身の判断で導入する傾向が見られるのに対し、西宮市民は同じマンションや町内会の導入に影響を受ける傾向が伺える。

立地適正化計画等による誘導により新たな立地を進めるときをひとつの機会とするスマートハウスの導入について、その意向を尋ねた結果が図3である。長浜市の71.1%、西宮市の55.9%は導入することに消極的である。また、近隣20%（5軒に1軒程度）導入により導入を考える層は63、105%であり、近隣コミュニティにおける誘導も必ずしも十分ではない。環境問題そのものへの貢献や地区政策としての貢献に導入のきっかけを伺うことができる。

電力自由化により、特に再生可能エネルギー比率の高い電力供給会社からの電力購入も可能になった。現段階では、必ずしも急激に普及が進んでいるわけではないが、価格面での変化や手続きの簡素化・情報の普及によっては浸透することも考えられる。一方で、何らかの理由で供給が止まったときのために系統電力からの購入を併用する形を想定した場合、大きな固定施設の維持費の負担を求めるような費用負担構造も考えられる。その費用負担構造への納得度を訪ねた結果が図4である。「納得できる」と「どちらかといえば納得できる」を加えた比率は、長浜市では32.8%であるのに対し、西宮市では41.4%と高い。逆に納得できない層の比率は、長浜市で40.9%であるのに対し、西宮市では27.1%と低く、系統電力への維持費負担意向は相対的に高いことがわかった。

環境意識そのものは、両市で大きく変化はないものの、立地適正化の誘導政策におけるコミュニティ単位での立地変化を想定した技術導入傾向は、両市で異なる点も見られ、コンパクトな地区形成に応じて政策をデザインし、マネジメントしていく必要性を確認することができた。

また、地域地区でのスマートハウスや各省エネ機器などの導入に加え、エネルギーマネジメントシステムによるデマンドレスポンスに関する意向も知ることが必要である。本アンケート調査は、関西圏全域にわたる16都市でも実施しており、男女比や年齢階層の傾向は、長浜市・西宮市の傾向とほぼ同じであり、居住している建物属性は、全体の7割が持家世帯であり、戸建世帯が全体の半数以上を占めている結果となった。図5は、これらの都市への夏の冷房を想定したデマンドレスポンスでエネルギーマネジメントシステムからピーク時に空調の温度設定を上げることを求められたときの対応を尋ね、各種環境・エネルギー機器を保有している件数ごとに集計した結果である。選択肢は、①1℃設定温度を上げること同意する（うちわや冷たいものを食べるなどして対

応する), ②電気使用量の減少分よりさらに電気代が安くなるなら同意する, ③蓄電池を買っておき, 1℃設定温度を上げずに蓄電池から電気を供給する, ④電気自動車から電気を供給できるようにしておき, 1℃設定温度を上げずに電気自動車から電気を供給する, ⑤地区で電気を調整してくれる会社があったとして, その会社の持つ蓄電池を使って自動的に調整してくれる有料サービスを使って, 1℃設定温度を上げずに生活する, ⑥扇風機やガスによる冷房装置をあらかじめ用意しておき, それに切り替えて, 1℃設定温度を上げることに同意する, ⑦その他, であり, 保有機器は, オール電化, エコキュート, エネファーム, 電気温水器, 太陽光パネル, 太陽熱利用システム, ハイブリッド/電気自動車である。

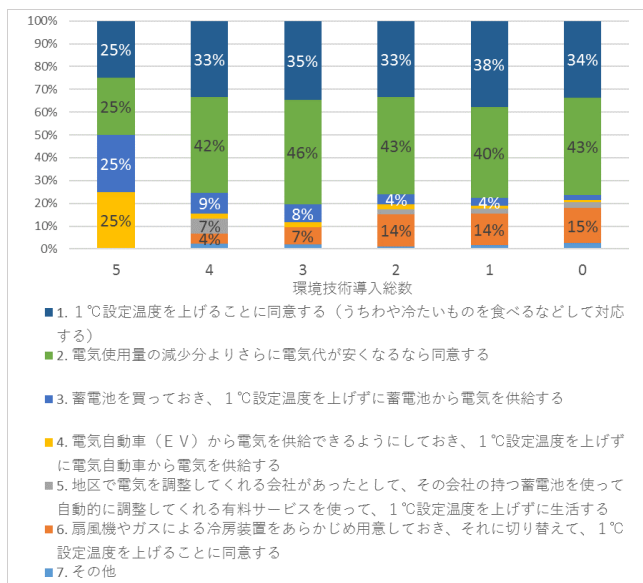


図5 環境技術導入数別デマンドレスポンスの行動

アンケートによる意向調査であることから, 現段階でイメージできる技術への意向が乏しく, 経済的インセンティブを求めたり, 1℃設定変更を受け入れる人が大半であるが, 現段階で環境・エネルギー機器を複数導入している世帯では, それを活用しようとする世帯が相対的に多くなってきている。エネルギーマネジメント業者は, 利用者に温度変更を強いることなく, マネジメントによってピーク時対応を目指していることもあり, 環境・エネルギー機器の導入効果を普及させることで, 生活環境を維持しながらエネルギーマネジメントシステムを進展させることのできる可能性を示唆するものと考えられる。があるため環境施策の導入価値があるといえる。

3. 都市における政策プロセスのあり方

本研究では, 立地適正化計画等で目指されているコンパクトな都市を実現するための立地誘導により, 環境・

エネルギー機器やマネジメント技術が誘導地区等に集約的に整備されることをイメージして, コンパクト化が進む度合の異なる2市をとりあげ, その住民意向の違いを分析した。環境意識に大きな違いはなく, また, 新しい技術導入に消極的な固定層の比率も同様の程度確認できたものの, 高い環境意識に基づく先導的導入意向や地域コミュニティ導入比率に対する追従状況, 費用負担の納得状況などに違いが見られた。また, 現行の状況では, 追隨して導入されることを期待できるに十分な比率には普及が進んでいないことも確認できたが, 一方で, 新しい技術の導入の認知度・普及が一旦上がれば, エネルギーマネジメントの円滑な導入に繋がることも期待できると考えうることも認められた。

住宅をベースとした環境・エネルギー機器の導入は, 立地誘導のタイミングが効果的である。コンパクトがある程度進んだ都市における既存コミュニティへの誘導と, 都市機能密度が比較的低い都市における誘導地区への誘導に当たり, 個々の対象市民の動向を探り, 環境意識の高い先進的導入者への先導的普及と周辺コミュニティでの導入に追隨する市民を明確に捉えた政策プロセスが求められる。

謝辞: 本研究は, 独立行政法人環境再生保全機構の環境研究総合推進費「再生可能都市への転換戦略—気候変動と巨大自然災害にシナヤカに対応するために—」(2-1706)により実施された研究の一部である。ここに付記し, 謝意を表したい。

参考文献

- (1) 森田紘圭・村山顕人・稲永哲・藤森幹人・延藤安弘: 地域主導型低炭素まちづくりにおける発展的循環プロセス—錦二丁目低炭素地区まちづくりプロジェクトの事例分析—, 公益社団法人日本都市計画学会都市計画論文集, Vol.51, No.3, PP.444-451, 2016.
- (2) 尾崎平・野田圭祐・盛岡通: 長寿社会の福祉サービスと連携した集住化に応じた街区のエネルギーマネジメントの評価—神戸市東灘区を対象として—, 土木学会論文集G(環境), Vol.71, No.6, (環境システム研究論文集第43巻), II_53-I_64, 2015.
- (3) 中村圭吾・村木美貴: 地域交流拠点における面的エネルギー導入の可能性とそのあり方に関する研究—札幌市立地適正化計画に着目して—, 公益社団法人日本都市計画学会都市計画論文集, Vol.51, No.3, PP.532-537, 2016.
- (4) 西宮市: 西宮市立地適正化計画, 2019.7.

(2019.10.4 受付)