

Fujisawa サステナブルスマートタウンにおける居住者の省エネルギー意識

ENERGY SAVING AWARENESS OF RESIDENTS IN FUJISAWA SUSTAINABLE SMART TOWN

市村 知輝*¹ 湯浅 和博*²
Tomoki Ichimura, Kazuhiro Yuasa

keywords : Energy Saving Awareness, Energy Saving Actions, Energy Consumption, Factual Survey
省エネルギー意識、省エネルギー行動、エネルギー消費量、実態調査

1. はじめに

2030年CO₂削減目標に向けて、家庭部門での徹底したエネルギー削減、建物の省エネルギー化が喫緊の課題として注目されており、住宅の省エネルギー化、省エネルギー機器の導入、HEMSによるエネルギーマネジメントの普及、そして国民運動の促進が重要項目として挙げられている。

これらを実現する解決策のひとつとして、経済産業省では、2011年度から国内4地域（横浜市、豊田市、けいはんな学研都市、北九州市）で、大規模なスマートコミュニティやデマンドリスポンスの実証を行ってきた。国内外で再生可能エネルギーの導入が進みスマートコミュニティの構築の必要性が叫ばれている中で、実証実験ではスマートコミュニティを構成する情報通信技術や発電・蓄電技術を確立することが狙いとされてきた。特に、地域のエネルギーを地域で有効活用する地産地消型エネルギーシステムは、省エネルギーの推進や再生可能エネルギーの普及拡大、エネルギーシステムの強靱化に貢献する取組として重要であり、まちづくりと一体的にその導入が進められることで、地域の活性化にも貢献することが目指されている。

これら4地域に引き続き、近年全国でスマートタウンの展開が見られるが、その実態に関する報告は少ない。ZEHの普及促進や、FIT制度終了後も太陽光発電の継続的な導入が目指されている中で、今後より多角的な評価がなされるとともに、経済性だけでなく様々な便益まで考慮された省エネルギー行動が住まい手に認知・実践されていくことがまちの省エネルギー化において重要であると考えられる。

本研究ではアンケート調査によりスマートタウン居住者の省エネルギー意識とエネルギー消費の実態を明らかにし、より良いスマートタウン計画の知見を得ることを目的とした。

2. 調査概要

表1に調査概要を示す。Fujisawa サステナブルスマートタウン(以下、FSST)の居住者、計545世帯を対象にアンケート調査を実施し、調査項目1で131件、調査項目2で27件(データが1年分に満たないものは分析から除いた)の回答を得た。FSSTは2014年に入居が開始された戸建住宅街で、各世帯にはPV、蓄電池、HEMS、燃料電池(全世帯ではない)が設置されている。エネルギー、セキュリティ、モビリティ、ウェルネス、コミュニティの5つのコンセプトを軸に多角的に住民のくらしの快適性が目指され、街全体がデザインされている。表2にアンケートで掲載した32の省エネルギー行動^{注1)}(以下行動)を、表3に記号の対応表を示す。

表1 調査概要

調査期間	2019年11月4日から2019年11月15日
調査対象	Fujisawa サステナブルスマートタウンの居住者(計545世帯)
調査方法	ポスティングによるウェブアンケート調査
調査項目1	性別、移住時期、世帯構成、移住理由、移住後のライフスタイル変化、省エネルギー行動の実行度、難易度、行わない理由、スマートタウン全般に関する意識、電力・ガスの契約状況、エネルギーレポートの閲覧項目(回答数131件)
調査項目2	電力消費量、PV発電量、PEFC発電量、売電量、買電量、ガス消費量(回答数26件)

表2 省エネルギー行動

分類	番号	省エネルギー行動	型
冷蔵庫	1	開閉時間を短くする・開閉回数を減らす	
	2	物を詰め込みすぎない・冷蔵庫の中を整理する	集中
	3	熱いものは冷ましてから入れる	
調理	4	鍋底の水滴を拭いてから加熱する	集中
	5	コンロの炎がよみ出さないように火力を調節する	二極化
	6	下ごしらえに電子レンジを使う	
	7	電気ポットの代わりにコンロで湯を沸かす	二極化
	8	食器をため洗いし使う湯量を減らす	分散
掃除・洗濯	9	先に部屋を片付け、掃除機の使用時間を短くする	
	10	掃除機のフィルターをこまめに掃除する	
	11	洗濯機お風呂の残り湯を利用し、まとめて洗いをする	二極化
	12	洗濯乾燥機の使用時間をなるべく減らす	二極化
水洗	13	蛇口をこまめに閉め、シャワーで使う湯量を減らす	
	14	入浴後お湯を閉じる	集中
	15	家族の時間を合わせて、間隔を開けず続けて入浴する	
	16	温水洗浄便座の非使用時お湯を閉じる	集中
照明	17	こまめに消す	
	18	部屋を明るくしすぎない	
冷暖房	19	夏は28℃、冬は20℃を目安にエアコンを設定する	分散
	20	エアコンをつけっぱなしにしない	分散
	21	扇風機やサーキュレーターを併用し、エアコンから出た空気を部屋こいきわたらせる	二極化
	22	ドア/窓の開閉を少なくする	
	23	エアコンのフィルターをこまめに掃除する	
	24	衣服や毛布などで体温調節をする	
娯楽	25	テレビやモニターをつけっぱなしにしない	
	26	テレビやパソコンの画面の輝度を下げる	分散
HEMS	27	HEMS画面を参照し、燃料電池を高負荷率で運転できるようなライフスタイルを心掛ける	
	28	HEMSのアドバイスを参照する	
	29	HEMS画面で電力消費の目標値と現在の使用量を比較し、省エネを心掛ける	
その他	30	エネルギーレポートをチェックし、電力消費の多い家電機器の使用を控えるよう心掛ける	
	31	こまめに主電源を切り、長時間使わない機器はコンセントからプラグを抜く/スイッチ付きコンセントを使用する	
	32	家族でなるべく同じ部屋で過ごす	

※塗りつぶした行動を、本研究で推奨する省エネルギー行動とした

*¹ 東京工業大学 修士課程

*² 東京工業大学 准教授・工博

*¹ Graduate Student, Tokyo Institute of Technology

*² Associate Prof, Tokyo Institute of Technology, Dr.Eng

3. 居住者の省エネルギー意識

3-1 スマートタウンでの居住全般

図1に移住理由を示す。「街並み・雰囲気」が回答数106件と突出して多く、「災害対策の考慮」、「子育てのしやすさ」、「街の防犯性」が続く。エネルギーに関する3項目(図の上から3つ)では「災害対策の考慮」、「環境への配慮」、「創エネ機器の経済性」の順で多い。図2に移住後の生活変化を示す。「光熱費に関する経済性」が最も高く、「災害対策の考慮」、「子育てへの安心」が続く。エネルギーに関する3項目では「光熱費に関する経済性」、「災害対策の考慮」、「環境への配慮」、の順で多く、移住理由の結果と違いがみられた。図3に移住前後の生活意識の変化を示す。「移住理由」と「移住後の生活変化」の回答割合を比較した。「環境配慮」は移住前後で変わらず10%にとどまっているが、「光熱費の削減」で、移住前後で回答した人の割合の差が大きい。

図4に移住時期とFIT制度終了後の意向を示す。現在FSSTにおいて、災害対策として蓄電池に貯められた電力は原則使用されていない。しかし移住時期に関わらず26世帯が、今後政府の推奨する、蓄電池に電力を適宜貯めて、自宅で有効的にエネルギーを使う自家消費型ライフスタイルを望んでいる。また44世帯がより高い価格で売電することを望んでいる。FIT制度終了後、売電価格が下がっても居住者の満足度の高い生活を維持する工夫が今後必要となると考えられる。

図5に生活全般に関する満足度を示す。「そう思う」、「大変そう思う」を選択した回答者数の合計は、すべての項目で多く、特に「4.節電・売電することは経済的に得である」、「5.太陽光パネルや蓄電池の設置は災害時に役立つ」、「7.子育てに適している」で非常に満足度が高い結果が得られた。図6に主要施設・サービスに関する満足度を示す。主要施設・サービスの利用頻度に関する評価点の全体平均は1.9と、低い傾向にある。「4.電気自動車のシェアリングサービスの利用」、「5.シェア畑の利用」で現在特に利用頻度が低い。FSSTの5つのコンセプトのうち、エネルギー、セキュリティ、コミュニティで居住者は大きな満足度を得ている。また、多世代交流などのウェルネス、電気自動車のシェアリングなどのモビリティに関しては比較的施設・サービスの利用頻度が低いことがわかった。

3-2 省エネルギー行動の実行度と難易度

各省エネルギー行動について実行度と難易度を各1~4の4段階評価で回答を得た。図7に各世帯の省エネルギー行動の実行度平均分布を示す。実行度は1.8~3.9であり、平均値は2.8である。実行度3.0を中心に正規分布に近い形となっている。図8に各世帯の省エネルギー行動の難易度平均分布を示す。難易度は1.0~3.6であり、平均値は2.2である。実行度に比べて分布は幅広く、2~2.5の割合が大きい。図9に世帯別実行度と難易度の相関を示す。相関係数(R)は0.64と強い相関関係は見られないが、難易度が低いものほど実行度が高いという傾向を示している。

図10に目黒区における既往結果との比較を示す。FSSTでは目黒区での調査より18、25、26で実行度が高く、19で低かった。比較した9つの省エネルギー行動において、目黒区での実行度平均は2.5に対し、FSSTの世帯全体では2.9となった。

図11に行動別実行度割合を示す。各行動の実行度は2.0~3.6と振れ幅が大きい。平均実行度が2.5以下の行動は、5、7、11、19、26、27、28、29、30の9項目である。特にHEMS、エネルギーレポートに関連する4項目(27~30)は実行度が低い。最も実行度が高いのは「16.温水洗浄便座の非使用時はふたを閉じる」、次いで「17.こまめに(照明を)消す」、「4.鍋底の水滴を拭いてから

表3 記号の対応表

省エネルギー行動を行わない理由		FIT制度終了後の意向	
1	快適性重視のため	①	まだ考えていない
2	面倒だから	②	現在の電力会社と引き続き契約したい
3	お金の節約にならないと思ったから	③	新たに電力会社と契約し、より高い価格で売電したい
4	日常生活に支障をきたすから	④	蓄電池に電力を適宜貯めて、自宅で有効的にエネルギーを使いたい
5	省エネ行動になると知らなかったから		
6	機器その機能があるか知らないから		
7	できない省エネ行動だから		
8	その他		
生活全般の満足度		主要施設・サービスの満足度	
1	環境保全に貢献でき、うれしい	I	ウェルネススクエアの採用
2	現在の住居の設備が高く、設備が古い	II	集会所の採用
3	HEMSによる家電機器の高度制御は難しい	III	エネルギーレポートの活用
4	節電・売電することは経済的に得である	IV	電気自動車のシェアリングサービスの採用
5	太陽光パネルや蓄電池の設置は災害時に役立つ	V	シェア畑の利用
6	セキュリティサービスが充実しており、安心である	7	子育てに適している
8	多様な世代間での交流が楽しめる	9	良好な人間関係が作りやすい

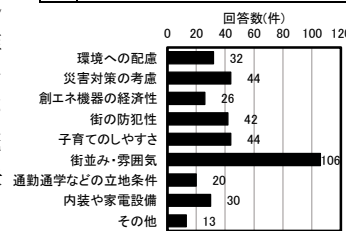


図1 移住理由

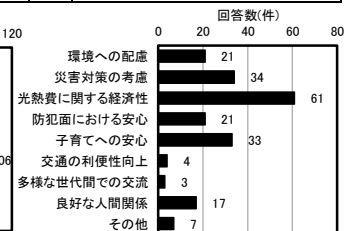


図2 移住後の生活変化

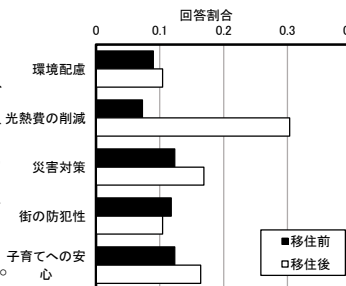


図3 移住前後の生活意識の変化

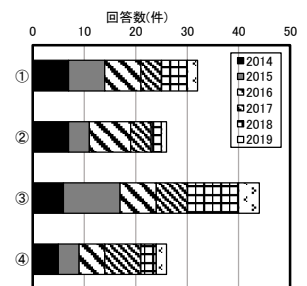


図4 FIT制度終了後の意向

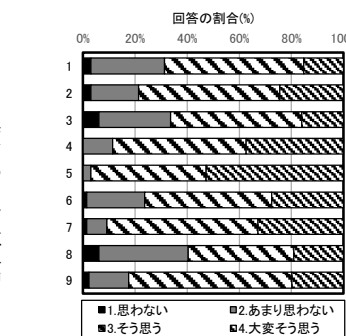


図5 生活全般の満足度

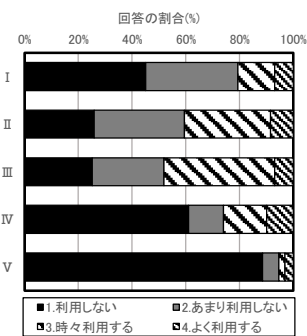


図6 主要施設・サービスの満足度

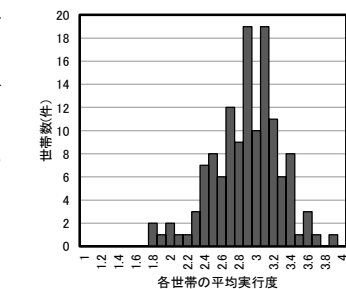


図7 世帯別平均実行度分布

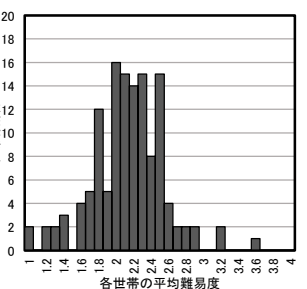


図8 世帯別平均難易度分布

加熱する」の順である。最も実行度が低いのは「28.HEMSのアドバイスを参照する」、次に低いのは「27.HEMS画面を参照し、燃料電池を高負荷で運転できるようなライフスタイルを心掛ける」である。図12に行動別難易度割合を示す。平均難易度が2.5以上の行動は、11、15、19、20、23、27、28、29、30、31の10項目である。実行度と同様に、HEMS、エネルギーレポートに関連する4項目は難易度が高い。最も難易度が高いのは「27.HEMS画面を参照し、燃料電池を高負荷で運転できるようなライフスタイルを心掛ける」、次に高いのは「11.洗濯機は風呂の残り湯を利用し、まとめ洗いをする」である。最も難易度が低いのは「16.温水洗浄便座の非使用時はふたを閉じる」、次いで「4.鍋底の水滴を拭いてから加熱する」、「14.入浴後はふたを閉じる」の順である。図13に各行動の実行度平均と行わない理由の割合を示す。「1.快適性重視」、「2.面倒」の合計割合が過半数を占める省エネルギー行動が半分と全体的に多いが、各省エネルギー行動により実行度に関わらず、行わない理由の割合は様々である。そこで各省エネルギー行動について特徴を見出すため、各行動について実行度と難易度の関係図を作成した。

図14に実行度と難易度の関係を示す。X軸に実行度、Y軸に難易度を示し、4段階評価の各項目を選択した回答者数を円の面積で表している。その結果、20項目の省エネルギー行動は平均値から各±1の範囲で分布がまとまっているのに対し、他12項目は特徴的な分布を示し、3つの分類型に分けられた。それらを一極集中型、二極化型、分散型とした。図14に各分類型の一例を示す。「4.鍋底の水滴を拭いてから加熱する」、「14.入浴後はふたを閉じる」、「16.温水洗浄便座の非使用時はふたを閉じる」は難易度が低く実行度が高い位置に分布が集中する一極集中型を示した。これらは他の行動と比べて特に実行度が高い。

「5.コンロの炎がはみ出さないように火力を調節する」、「7.電気ポットの代わりにコンロでお湯を沸かす」、「11.洗濯機は風呂の残り湯を利用し、まとめ洗いをする」、「12.衣類乾燥機の使用時間をなるべく減らす」、「21.扇風機やサーキュレーターを併用し、エアコンから出た空気を部屋中にいきわたらせる」は、世帯により実行度と難易度意識に顕著な差が見られる二極化型を示した。5、7、21は機器の有無に起因すると推測される。11、12では「快適性重視」、「面倒」が行わない理由として割合が高かった。

「8.食器をため洗いし使う湯量を減らす」、「19.夏は28℃、冬は20℃を目安にエアコンを設定する」、「20.エアコンをつけっぱなしにしない」、「26.テレビやパソコンの画面の輝度を下げる」では全体的にばらつきの大きい分散型を示した。これらも「快適性重視」、「面倒」の割合が高く、行動を行う煩わしさも含め、快適性に対する個人差が実行度と難易度の世帯差に大きく表れていると考えられる。

図15に32項目の省エネルギー行動の実行度と難易度の関係を示す。相関係数は-0.88で、強い負の相関関係が見られた。HEMSを用いた省エネルギー行動(27~30)は概して難易度が高く実行度も低かったが、4つの行動のうち、「28.HEMSのアドバイスを参照する」のみ近似直線の下側にあり、難易度は高いが比較的行われている。図15で近似直線の下側の行動は、相対的に難易度と比較して、実行度が低い行動といえる。これに該当する省エネルギー行動は4、5、6、7、8、9、12、14、16、17、18、21、22、24、26、28であり、本研究で推奨する省エネルギー行動とした。

4. エネルギー消費量の分析

図16に全電化の世帯、燃料電池のある世帯の月別エネルギー

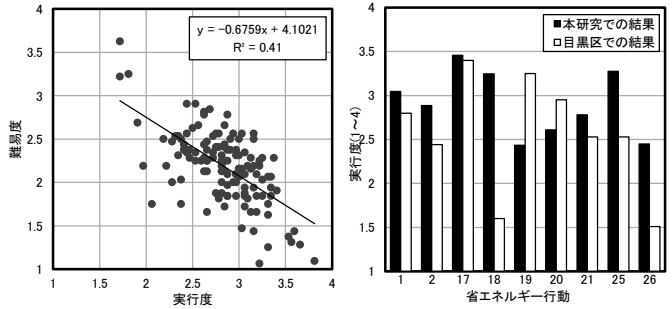


図9 世帯別実行度と難易度の相関 図10 既往結果との比較

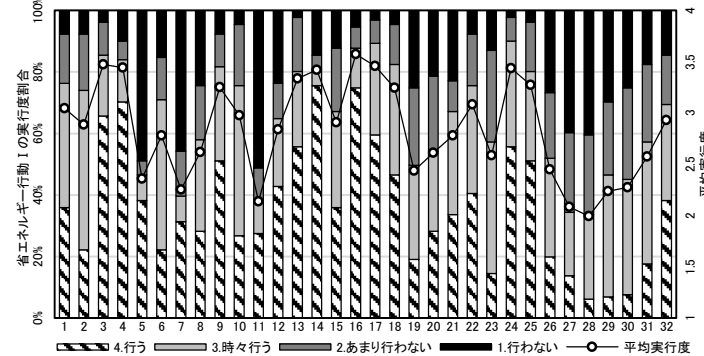


図11 行動別実行度割合

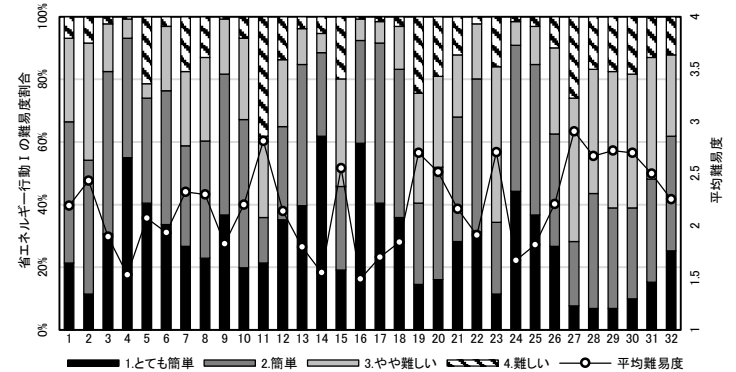


図12 行動別難易度割合

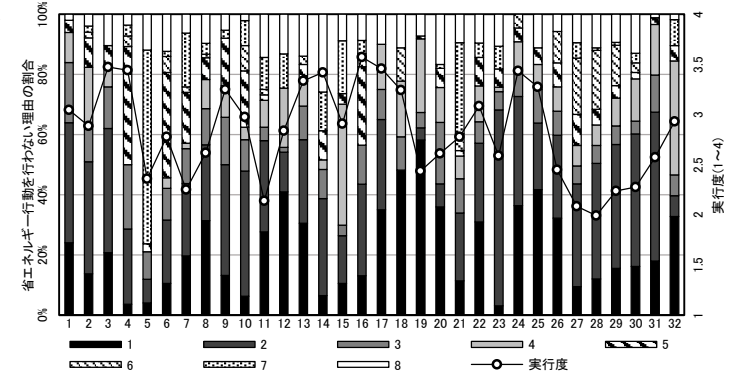


図13 行動別実行度平均と行わない理由の割合

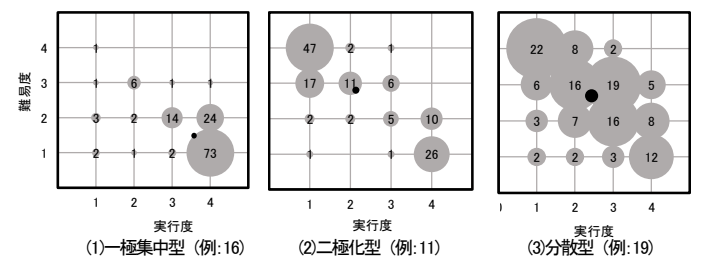


図14 実行度と難易度の関係

消費量の一例を示す。買電量、PV 自家消費量、PEFC 発電量の和が電力消費量であり、PV 自家消費量と売電量の和が PV 発電量である。燃料電池の稼働により、燃料電池のある住宅では全電化住宅よりも PV 自家消費率が小さい分電力自給率が大きい傾向が見られる。全電化住宅では冬期に電力自給率が下がり、燃料電池のある住宅では上がっている。これは、給湯によるエネルギー消費の増大と燃料電池の発電量増加の影響が考えられる。また全電化住宅では冬期に系統電力からの買電量が増大する中、燃料電池のある世帯では給湯にガスを使用するため一年を通し買電量にあまり変化が見られない。

図 17 に世帯別年間売電量・買電量を示す。PV 発電量は全電化の世帯の方が大きいのにに対し、売電量にあまり差は見られない。これは燃料電池のある世帯では昼間に燃料電池が発電し、PV 自家消費量が小さくなるからと考えられる。また買電量は全電化の世帯の方が燃料電池のある世帯に比べ大きい。これは全電化の世帯では夜間に給湯用電力を多く使用するからと考えられる。さらに燃料電池のある世帯では、給湯にガスを使用するだけでなく、燃料電池が発電するため、買電量が小さく考えられる。14 世帯で売電量の方が買電量より大きく、燃料電池のある住宅では 10 世帯すべてで売電量の方が大きいことがわかった。

図 18 にエネルギー消費量と供給量の関係を示す。エネルギー消費量は一次エネルギー消費量に PV 自家消費量と PEFC 発電量を加えた値、エネルギー供給量は売電量に PV 自家消費量と PEFC 発電量を加えた値である。直線より上側の住宅 14 軒では、正味のエネルギー収支が 0 以下となっている。特に燃料電池のある住宅では 10 軒中 9 軒で、年間の一次エネルギー消費量が年間の売電量より小さい。売電量の世帯差は燃料電池の有無に限らず小さいが、PV 自家消費量と PEFC 発電量、一次エネルギー消費量の世帯差がばらつきを生んでいる。

図 19 に省エネルギー行動の実行度と世帯ごとのエネルギー消費量の相関を示す。全電化のある住宅、燃料電池のある住宅で顕著な違いは見られなかった。R=0.45 と強い相関関係にはなっていないが、全体的には実行度が高いほどエネルギー消費量が小さい傾向が見られた。

5. まとめ

- 1)FSST における居住者の生活意識を明らかにした。住民の多くが売電量や経済的メリットに関心を寄せているが、20%の世帯は今後蓄電池を活用した自家消費型ライフスタイルを望んでいる。5つのタウンサービスのうち、エネルギー、セキュリティ、コミュニティで居住者は大きな満足度を得ている。
- 2)FSST における省エネルギー行動の実行度の実態を明らかにした。省エネルギー行動の実行度と難易度には、難易度が低いものほど実行度が高い負の相関関係が見られる。HEMS やエネルギーレポートに関する省エネルギー行動は難易度が高く実行度が低かったが、比較的行われているといえる。快適性に対する個人差が実行度と難易度の世帯差に大きく表れていると考えられる。
- 3)FSST におけるエネルギー消費の実態を明らかにした。20 軒のうち半数以上の住宅で、年間の一次エネルギー消費量が年間の売電量(一次エネルギー換算値)より小さい。特に燃料電池のある住宅では 10 軒中 9 軒で、年間の一次エネルギー消費量が年間の売電量より小さい。省エネルギー行動の実行度が高いほど年間のエネルギー消費量が少ない傾向が見られた。

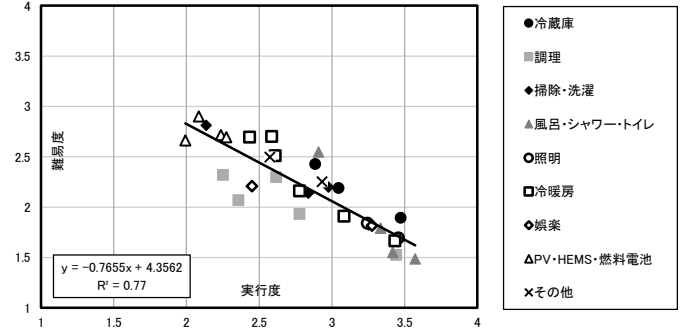


図 15 省エネルギー行動の実行度と難易度の関係

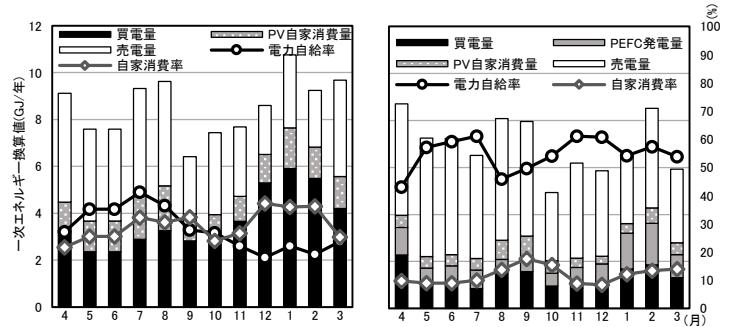


図 16 世帯の月別エネルギー消費量の一例

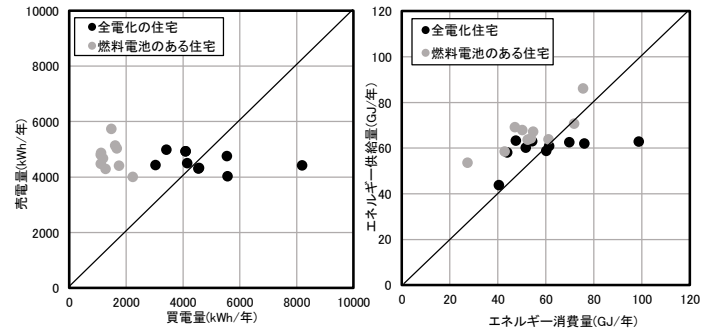


図 17 年間売電量・買電量

図 18 エネルギー消費量・供給量

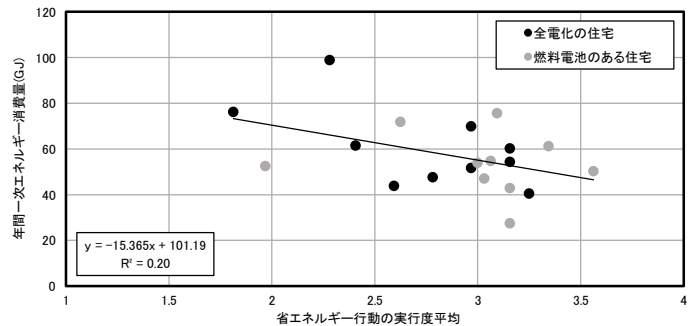


図 19 省エネルギー行動の実行度とエネルギー消費量の相関

注

1) 経済産業省資源エネルギー庁 HP、環境省 HP を参考に調査項目を設定した。

謝辞

本研究に関してアンケート調査のご協力を賜りました Fujisawa サステイナブルスマートタウンにお住いの皆様およびマネジメント株式会社の皆様に感謝の意を表します。参考文献

1)湯浅ら：低負荷型ライフスタイルによる住宅のエネルギー消費削減の可能性,日本建築学会環境系論文集 第74巻 第642号,1019-1024,2009年8月

2)矢田・湯浅ら：目黒区における住宅のエネルギー消費削減に関する研究,日本建築学会大会学術講演梗概集,2012年9月