

地域における省エネルギー住設機器の普及促進に関する研究

吉 田 肇

省エネ法に基づく規制や住宅用太陽光発電システム設置費補助など国や多くの自治体が省エネ・温暖化対策に関する施策を展開してきているが、南北に長い日本列島においては気候差も大きく、省エネ設備の普及も一様ではない。本稿では、家庭部門における省エネルギー住設機器のうち、①太陽熱温水器、②太陽光発電システム、③二重サッシ又は複層ガラスの窓を取り上げ、それぞれの設備特性と普及状況の現状把握を行った。その結果、機器の導入・運営コストに加え、年間日照時間、年平均気温など地域気象によって変動する経済合理性が要因になって普及が進むことがわかった。2016年3月、国の「地球温暖化対策計画」（原案）では、家庭部門で二酸化炭素排出量を約40%削減する目標が掲げられるなか、今後、各自治体は気候条件、住宅事情やエネルギー消費構造を含む地域特性に配慮しながら、当該地域で最も効果的な支援策を補完的に展開することが望まれる。

キーワード：太陽熱温水器 太陽光発電システム 二重サッシ 複層ガラス 量産効果

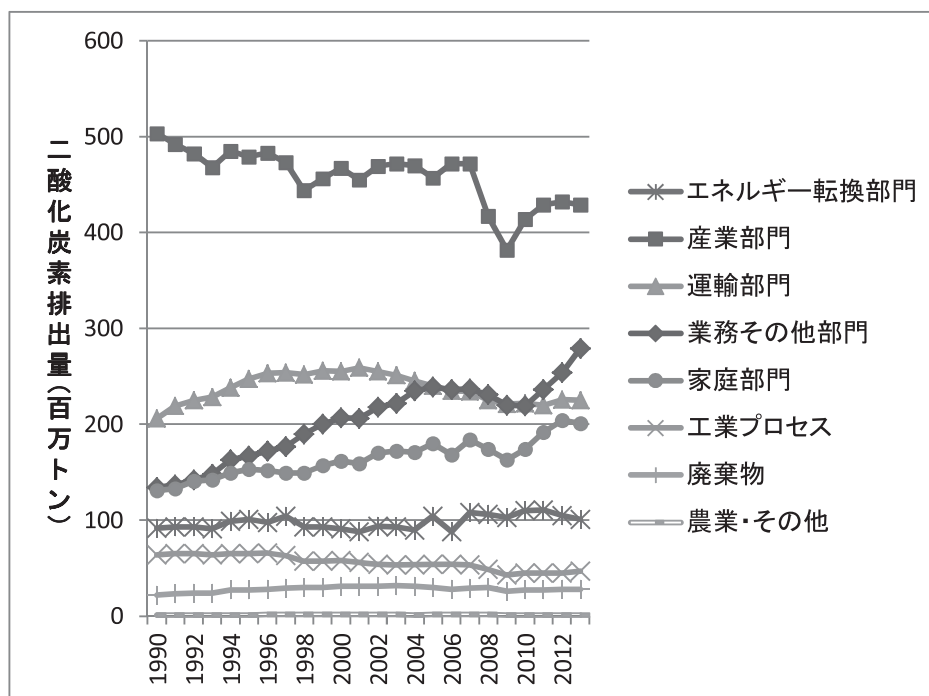
1 研究の背景及び目的

1.1 研究の背景

わが国において、住宅・建築物部門は全エネルギー消費量の3割以上を占め、家庭部門の二酸化炭素（CO₂）排出量は基準年である1990年度から約6割も増加し、産業部門、運輸部門に比べて過去20年間の増加が著しい。（図-1参照）2015年末に採択された地球温暖化対策の新たな枠組み「パリ協定」に基づく国際公約である中期目標については、「2030年に2013年比26%減」というわが国の目標を達成するため、2016年3月、国内の温室効果ガス削減を進める「地球温暖化対策計画」の原案が閣議決定された。具体的には、家庭部門39.2%、運輸部門27.5%、家庭部門39.2%、業務・オフィス部門39.7%、家庭部門39.2%——などとする削減目標を掲げた。また、エネルギー部門では、火力発電の高効率化や再生可能エネルギーの導入で約28%削減するとした。このため、2030年までに、新車販売に占める電気自動車など次世代自動車の割合を50～70%にする、住宅やオフィスの照明を全て発光ダイオード（LED）など高効率のものに切り替える——などの対策目標が盛り込まれている。

家庭部門については、「住宅の省エネルギー性能の向上」「高効率給湯器等省エネルギー機器の普及支援・技術開発」などの従来の省エネ対策の強化に加えて、2020年度まで

にLED等の高効率照明がフローで100%、2030年度までにストックで100%普及すること、2030年までに、家庭用燃料電池（エネファーム）を530万台導入することや、家庭でのスマートメーターなどを使ったエネルギー管理システム（HEMS）をほぼ全ての住宅へ普及させること、2020年までに中古住宅の省エネリフォームを倍増させ、2030年までに外壁・窓の断熱化など省エネ住宅を30%とすること、国民への普及啓発も強化することなどをめし、ライフスタイルの見直しにより、一般家庭にも再生可能エネルギーの導入、省エネルギー対策、エネルギー管理の徹底に努めることを促す方向が示されている。



図ー1. 日本の部門別二酸化炭素排出量の推移 (1990～2013年度)
出所)「温室効果ガスインベントリオフィス」より、著者作成。

1.2 研究の目的と方法

従来から、省エネ法に基づく規制や住宅用太陽光発電システム設置費補助など国や多くの自治体が省エネ・温暖化対策に関する施策を展開しているが、南北に長い日本列島においては気候差も大きく、CO₂排出量の少ない再生可能エネルギーを活用する省エネ設備設置の経済合理性も一様ではないと考えられる。

本稿では、最近公表された総務省「平成25年住宅・土地統計調査」²⁾に基づいて、家庭部門における省エネルギー住設機器のうち、①太陽熱温水器、②太陽光発電システム、③二重サッシ又は複層ガラスの窓³⁾を取り上げ、それぞれの設備特性と普及状況の現状把握を行った。

次に、都道府県別に住宅への導入率（設置している住宅数の割合等）を把握するとともに、関連業界の生産・出荷動向、各種統計資料を用いて基本的な地域指標との照合を行い、単回帰直線の当てはめ（最小二乗法）等により、省エネルギー住設機器の導入が

もたらず経済性、国や自治体の普及施策や住宅の「省エネルギー基準」による規制的手法との影響や関係性の検証を行った。

2 主な分析結果

2.1 省エネルギー住設機器の設備特性と地域別普及度

2.1.1 住宅特性と省エネルギー住設機器

省エネルギー住設機器の設置に関係する住宅特性を探るため、ここでは、「住宅の所有の関係」「住宅の建て方」「建物の構造」⁴⁾に着目し、区分ごとに住設機器の設置された住宅の割合を比較した。その結果、太陽熱温水器及び太陽光発電システムは屋根に設置する住設機器であるため、当然ながら住宅のうちでも「持ち家」や「一戸建」での設置率が高く、「借家」や「共同住宅」では設置率がきわめて低いことがわかった。また、「建物の構造」との関係については、太陽熱温水器が（防火木造を除く）「木造」に多く、太陽光発電システムや二重サッシ又は複層ガラスが「非木造」に多いことから、太陽熱温水器は比較的古い時期から設置され始めたこと、太陽光発電システムや二重サッシ又は複層ガラスは比較的最近、設置が進んできたことが考えられる。（表－1 参照）

表－1. 住宅特性と省エネルギー住設機器の設置された住宅の割合（2013年）

住宅特性	区分	太陽熱を利用した温水機器等あり	太陽光を利用した発電機器あり	二重サッシ又は複層ガラスの窓がすべての窓にあり
住宅の所有の関係	持ち家	6.6%	4.6%	16.5%
	借家	0.4%	0.5%	5.4%
住宅の建て方	一戸建	7.4%	5.1%	16.5%
	長屋建	1.1%	1.0%	10.5%
	共同住宅	0.3%	0.5%	8.2%
	その他	3.8%	2.2%	9.0%
建物の構造	木造（防火木造を除く）	8.8%	3.4%	8.2%
	防火木造	4.9%	5.0%	21.5%
	非木造	0.9%	1.2%	8.9%
	その他	3.2%	3.1%	19.4%

注) 他の区分と比較して、割合が高い箇所に網掛けを付した。

出所) 総務省「平成25年住宅・土地統計調査報告」より、著者作成。

2.1.2 主な省エネルギー住設機器の設備特性と地域別普及度

「平成25年住宅・土地統計調査」の対象となっている3つの省エネルギー住設機器に加

えて、「平成26年全国消費実態調査」の主要耐久消費財の所有数量及び普及率のうち「高効率給湯機」を取り上げ⁵⁾、住設機器の概要、導入費用の目安、導入効果の目安、国、自治体等の関連施策、累積導入量及び地域別普及度を整理した。(表-2参照)なお、「地球温暖化対策計画」(原案)で言及されている「家庭用燃料電池」については、現状でまだ全国5.5万台(2012年)と普及の途上であり、先行する四大都市ガス事業者の管内に集中していることから、本表では除外した。

再生可能エネルギーの普及促進を図るため、2015年度においては、国から太陽熱温水器の設置、断熱改修に対しては「住宅エコポイント」が、太陽光発電システムに対しては、「余剰電力買取制度」が適用されているほか、一部の自治体では、これらの住設機器設置費補助が行われている。電気・ガス・石油を熱源とする高効率給湯器については、2004年度以降、それぞれ国の設置費事業が取り組まれ、2010年度にすべての設置費補助は終了しているが、一部の自治体では、引き続きこれらの高効率給湯器への設置費補助が行われている。

地域ブロック別に住宅への普及度をみていくと、太陽エネルギーを利用する太陽熱温水器と太陽光発電システムは、温暖な中国・四国、九州・沖縄での普及度が高く、二重サッシ又は複層ガラスの窓は、寒冷地の北海道では8割以上、東北では5割以上の住宅に設置されているなど、地域で普及度が大きく異なっていることがわかる。

表一2. 主な省エネルギー住設機器の設備特性、普及施策と地域別普及度

項目\省エネ設備	太陽熱温水器	太陽光発電システム	二重サッシ又は複層ガラスの窓	高効率給湯器																																																								
概要	太陽からの熱を直接利用してお湯を沸かし給湯に利用。	太陽電池を利用し、太陽光のエネルギーを直接的に電力に変換。	冷暖房時に多くの熱が入り出す開口部(窓)の断熱化。	ヒートポンプや排熱再利用によりエネルギー効率を高めた給湯器																																																								
導入費用の目安(カタログ値等)	30～80万円/台	4kWで約160万円(約40万円/kW)	一般的な二重窓/二重サッシ取付, エコリフォームは、4～10万円など	30～40万円/台																																																								
導入効果の目安(カタログ値等)	年間集熱量約2GJ/m ²	年間発電電量約1,000kWh/kW(4kWで約4,000kWh)	年間節電量は、戸建てで約10kWh/m ² , 共同で約20kWh/m ² (IV地域の場台)	約15%の省エネ																																																								
国、自治体等の関連施策	<ul style="list-style-type: none"> 国は、1980～1996年度に「ソーラーシステム普及促進融資制度」による低利融資(利子補給)。2015年度からエコリフォームの対象(24,000円/戸) 一部の自治体が設置費補助。 	<ul style="list-style-type: none"> 1994～2013年度(途中2006～2008年度休止)を以て、国の設置費補助は終了。 余剰電力買取制度(2009年11月～)により37円/kWhで売電。 一部の自治体が設置費補助。 	<ul style="list-style-type: none"> 住宅・建築物に関して、1980年、1999年、2013年と「省エネルギー基準」が順次強化されてきており、地域区分ごとに断熱基準などを定めている。 国は住宅エコポイントにおける①窓の断熱改修、②外壁、屋根・天井又は床の断熱改修などに対して30万円/戸など(2015年度から再開)。 一部の自治体が二重窓設置補助など。 	<ul style="list-style-type: none"> 2007～2010年度に「高効率給湯器(エコキュー)導入促進事業補助金事業」「高効率空調機導入促進事業補助金事業」を以て、国の設置費補助は終了。 2003～2010年度、「住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業補助金(高効率給湯器導入支援事業)(都市ガスを燃料とする潜熱回収型給湯器)」を以て、国の設置費補助は終了。 2007～2010年度、「高効率給湯器(エコフィール)導入支援補助金制度(潜熱回収型高効率石油給湯器)」を以て、国の設置費補助は終了。 一部の自治体が設置費補助。 																																																								
累積導入量及び地域別普及度	<ul style="list-style-type: none"> 全国で累積設置実績約691万台(2014年末、ソーラーシステム振興協会調べ) 全国203万户、導入率4.3%(平成25年住宅・土地統計調査) 	<ul style="list-style-type: none"> 全国で補助約95万件(2008～2013年度、太陽光発電普及拡大センター調べ) 全国157万户、導入率3.1%(平成25年住宅・土地統計調査) 	<ul style="list-style-type: none"> 新築住宅で8割、既存住宅で2割程度(消費者住宅フォーラム調べ)。国の住宅エコポイント制度の利用世帯は2年間で60万户(1.5%) 「二重サッシ又は複層ガラスの窓すべの窓にあり」668万户、13.2%。 「同、一部の窓にあり」647万户、12.8%(平成25年住宅・土地統計調査) 	<ul style="list-style-type: none"> 全国の累積出荷台数は、エコキュート400万台(2013年10月、ヒートポンプ・蓄熱センター調べ)、エコジョーズ・エコウィル出荷ベース計548万台(2015年3月、日本ガス石油機器工業会、本田技研工業調べ)、エコフィール25万台(2015年度末、石油連盟調べ)など 全国の世帯普及率を19.9%とすると、約1,000万台と推定される(平成26年全国消費実態調査) 																																																								
地域別普及度	<table border="1"> <tr><td>北海道</td><td>10</td></tr> <tr><td>東北</td><td>33</td></tr> <tr><td>関東</td><td>51</td></tr> <tr><td>北陸・東海</td><td>77</td></tr> <tr><td>近畿</td><td>51</td></tr> <tr><td>中国・四国</td><td>143</td></tr> <tr><td>九州・沖縄</td><td>164</td></tr> </table>	北海道	10	東北	33	関東	51	北陸・東海	77	近畿	51	中国・四国	143	九州・沖縄	164	<table border="1"> <tr><td>北海道</td><td>16</td></tr> <tr><td>東北</td><td>32</td></tr> <tr><td>関東</td><td>47</td></tr> <tr><td>北陸・東海</td><td>60</td></tr> <tr><td>近畿</td><td>48</td></tr> <tr><td>中国・四国</td><td>64</td></tr> <tr><td>九州・沖縄</td><td>75</td></tr> </table>	北海道	16	東北	32	関東	47	北陸・東海	60	近畿	48	中国・四国	64	九州・沖縄	75	<table border="1"> <tr><td>北海道</td><td>604(25.5)^{注1}</td></tr> <tr><td>東北</td><td>263(301)</td></tr> <tr><td>関東</td><td>62(160)</td></tr> <tr><td>北陸・東海</td><td>162(203)</td></tr> <tr><td>近畿</td><td>108(155)</td></tr> <tr><td>中国・四国</td><td>102(147)</td></tr> <tr><td>九州・沖縄</td><td>81(103)</td></tr> </table>	北海道	604(25.5) ^{注1}	東北	263(301)	関東	62(160)	北陸・東海	162(203)	近畿	108(155)	中国・四国	102(147)	九州・沖縄	81(103)	<table border="1"> <tr><td>北海道</td><td>40^{注2}</td></tr> <tr><td>東北</td><td>186</td></tr> <tr><td>関東</td><td>24</td></tr> <tr><td>北陸・東海</td><td>288</td></tr> <tr><td>近畿</td><td>195</td></tr> <tr><td>中国・四国</td><td>292</td></tr> <tr><td>九州・沖縄</td><td>220</td></tr> </table>	北海道	40 ^{注2}	東北	186	関東	24	北陸・東海	288	近畿	195	中国・四国	292	九州・沖縄	220
北海道	10																																																											
東北	33																																																											
関東	51																																																											
北陸・東海	77																																																											
近畿	51																																																											
中国・四国	143																																																											
九州・沖縄	164																																																											
北海道	16																																																											
東北	32																																																											
関東	47																																																											
北陸・東海	60																																																											
近畿	48																																																											
中国・四国	64																																																											
九州・沖縄	75																																																											
北海道	604(25.5) ^{注1}																																																											
東北	263(301)																																																											
関東	62(160)																																																											
北陸・東海	162(203)																																																											
近畿	108(155)																																																											
中国・四国	102(147)																																																											
九州・沖縄	81(103)																																																											
北海道	40 ^{注2}																																																											
東北	186																																																											
関東	24																																																											
北陸・東海	288																																																											
近畿	195																																																											
中国・四国	292																																																											
九州・沖縄	220																																																											

注1)「二重サッシ又は複層ガラスの窓」地域別普及度の()内の値は、「一部の窓にあり」の普及度を示す。

注2)高効率給湯器の地域別普及度については、戸建てを含む千世帯当たりの戸数を示す。

出所)「平成25年住宅・土地統計調査」(調査時点は2013年10月)、「平成26年全国消費実態調査」(調査時点は2014年10月)、各種資料より作成。

2.2 地域特性と省エネルギー住設設備の導入率の関係

2.2.1 全国的な普及状況

(1) 住宅ストックに対する省エネ住設機器の設置割合

省エネルギー住設機器を設置している住宅の割合については、最近10年間で太陽熱温水器の設置は減少しているが、代わって太陽光発電システムの設置が急増していることがわかる。(図-2参照)なかでも、2008～2013年の5年間で太陽光発電の導入率が1.0%から5.1%と5倍に急増した。特に、関東地方において省エネルギー住設機器の設置率の増加が大きく、国や自治体による設置費補助政策、価格低廉による太陽光発電システム導入の経済性向上、東日本大震災(2011年)による環境意識の向上が要因と考えられる。

二重サッシ又は複層ガラスの窓のある住宅の割合は、寒冷地である北海道、東北地域の戸建て住宅を中心に順調に増えてきており北海道では、戸建て住宅のうち、「二重サッシ又は複層ガラスの窓がすべての窓にあり」が戸建て住宅の60%、「二重サッシ又は複層ガラスの窓が一部の窓にあり」が戸建て住宅の26%に設置されており、東北地域でも合わせて戸建住宅の56%に「二重サッシ又は複層ガラスの窓がすべての窓又は一部の窓にあり」となっている。

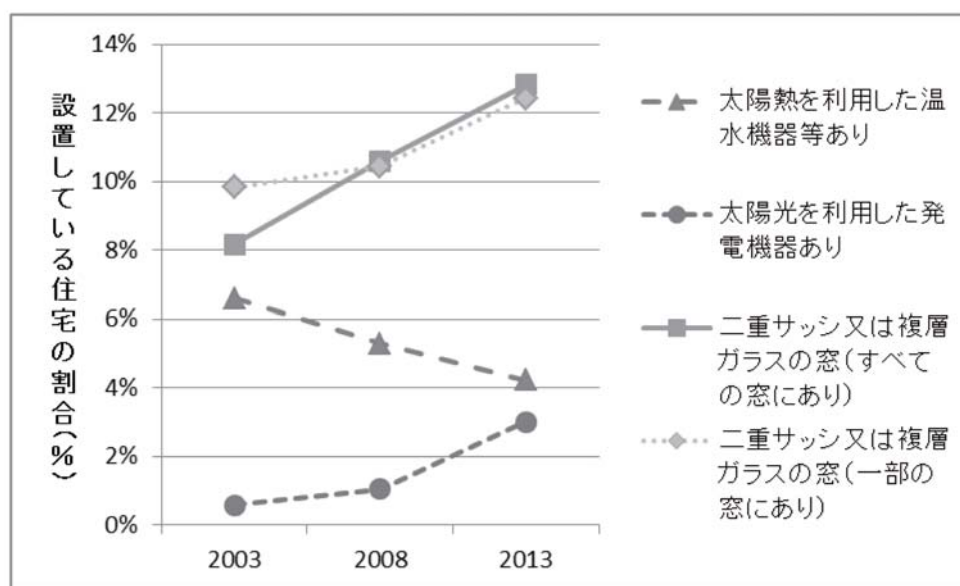


図-2. 省エネルギー住設機器の設置された住宅の割合の推移(2003～2013年)
出所) 国土交通省「住宅・土地統計調査報告」より、著者作成。

(2) 建築時期別にみた省エネ住設機器の設置された住宅の割合

建築時期別に省エネルギー住設機器の設置された住宅の割合を追うことにより、実際に設置が進んだ時期とその背景を知ることができる。(図-3参照)10年単位の建築時期で設置率の推移をみると、太陽熱温水器は、1950年以前に建てられた古い住宅に13%も設置されているが、その後は設置率が低下し、1990～2000年代に建てられた住宅では3%

程度の設置となっている。2011年以降の最近の住宅には6%と設置が再び増えてきている。

次に、太陽光発電システムは、1990年代に建てられた住宅には3%設置と上向き始め、2001年以降に建てられた住宅には5%設置と太陽熱温水器の設置を上回り、2011年以降の最近の住宅には14%と新築住宅の平均7戸に1戸に設置されるようになり、急速に普及が進んだことがわかる。国による家庭への太陽光発電システム設置費補助が、1994年度に開始されたことが要因と考えられる。(詳細については後述)

二重サッシ又は複層ガラスの窓については、「一部の窓にあり」の住宅は1950年以前に建てられた古い住宅から2000年に至るまで一定程度(12%)あり、2001年以降やや増えてきている。二重サッシ又は複層ガラスの窓が「すべての窓にあり」の断熱性能にすぐれた住宅は、1990年代から増加し始め、2000年代には42%、2011年以降の最近の住宅では59%と多くの住宅に設置されていることがわかる。2001年以降急速に普及したのは、住宅・建築物の省エネルギー基準が平成11年(1999年)と平成25年(2013年)に見直された影響と考えられる。(詳細については後述)

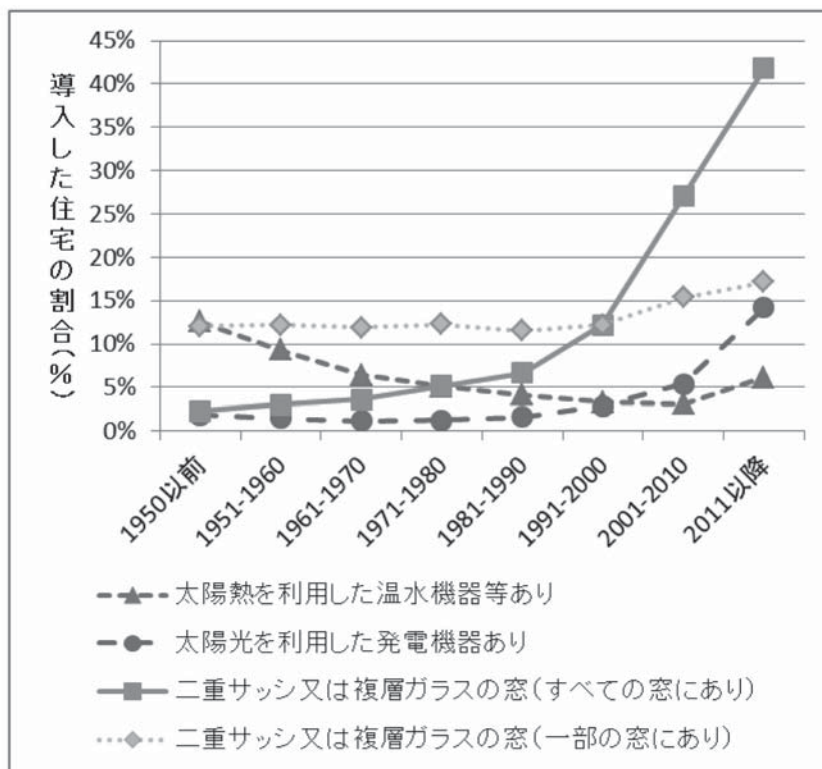


図-3. 省エネルギー住設機器の設置された住宅の割合の推移(2003~2013年)
出所) 国土交通省「住宅・土地統計調査報告」より、著者作成。

2.2.2 太陽熱温水器の普及状況

2013年では、太陽熱温水器の設置されている住宅の割合は、北海道、東北、北陸、東京圏、大阪圏などでは5%以下となっているが、中国・四国、九州など効率よく太陽エネルギーを得られる西日本地域で設置率が高く、特に、宮崎県で21%、大分県、高知県、

佐賀県などで15%前後と普及が進んでいる。(図-4参照)

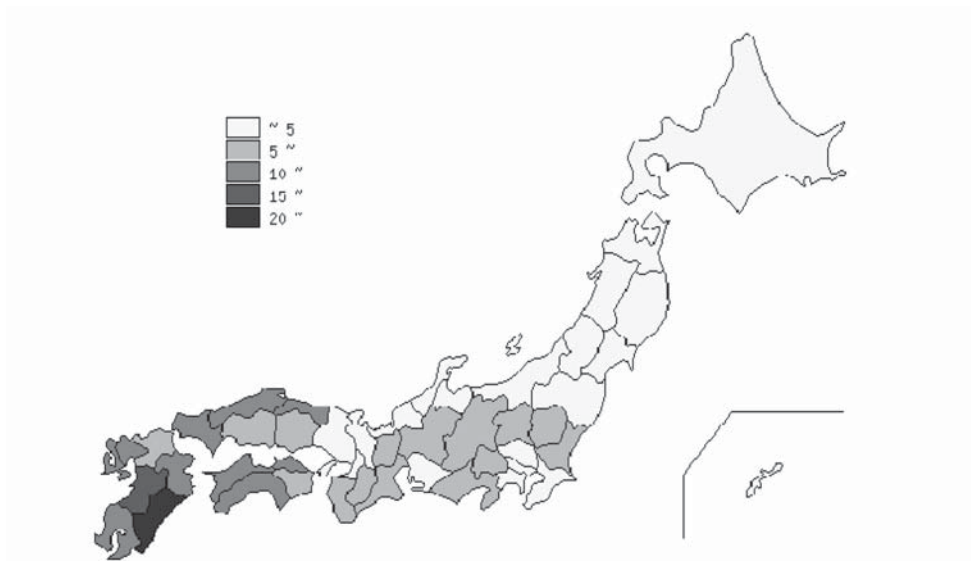


図-4. 太陽熱温水器の都道府県別設置率(2013年)
出所)総務省「平成25年住宅・土地統計調査報告」より、著者作成。

また、都道府県別データのうち、年間日照時間 S (時間) と太陽熱温水器の設置されている住宅の割合 H (%) には、正の相関があることがわかった。(回帰式： $H = 0.000119 \times S - 0.0743$, $R^2 = 0.225$) (図-5参照)

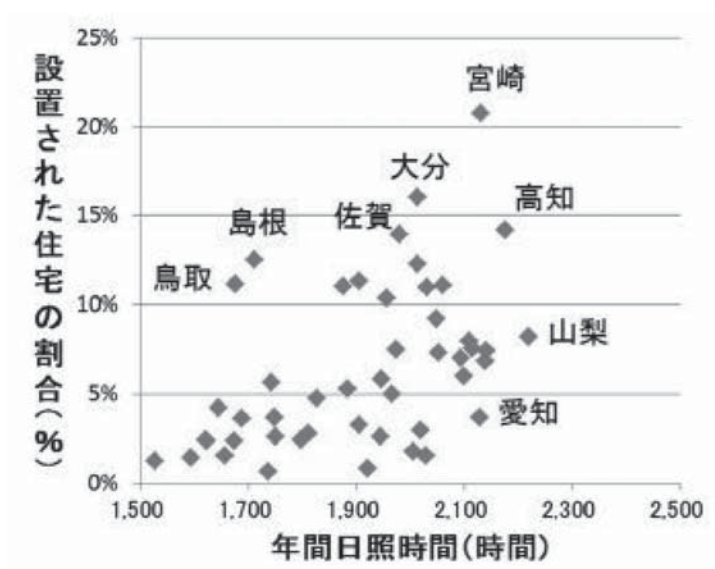


図-5. 年間日照時間と太陽熱温水器の設置された住宅の割合との関係
出所)気象庁ウェブサイト「過去の気象データ」年間日照時間の1984～2013年の平均値, 総務省「平成25年住宅・土地統計調査報告」より、著者作成。

2.2.3 太陽光発電システムの普及状況

2013年では、太陽光発電システムの設置されている住宅の割合は、北海道、東北、北陸、

東京圏などでは3%以下となっており、中国、九州など効率よく太陽エネルギーを得られる西日本地域で設置率が比較的高く、特に、佐賀県で8%、宮崎県で7%、熊本県6%などの九州で高くなっている。また、長野県、山梨県、岡山県、栃木県など日照時間の長い地域でも、設置された住宅の割合が6%前後と高くなっている。(図-6参照)

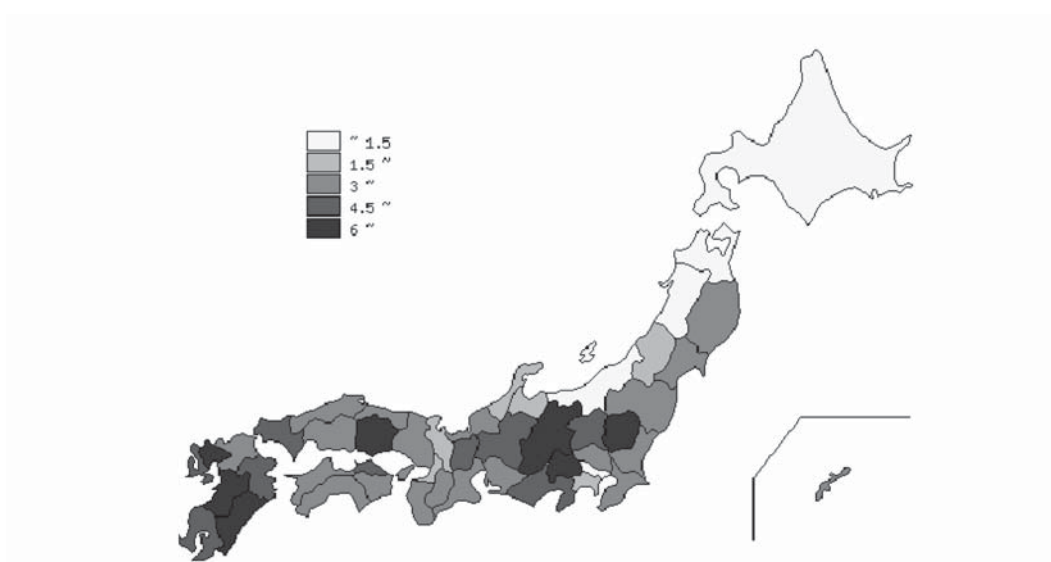


図-6. 太陽光発電システムの都道府県別設置率(2013年)
出所) 総務省「平成25年住宅・土地統計調査報告」より、著者作成。

また、都道府県別データのうち、年間日照時間 S (時間) と太陽光発電システムの設置されている住宅の割合 P (%) には、正の相関があることがわかった。(回帰式: $P = 0.0000523 \times S - 0.0143$, $R^2 = 0.357$) (図-7参照)

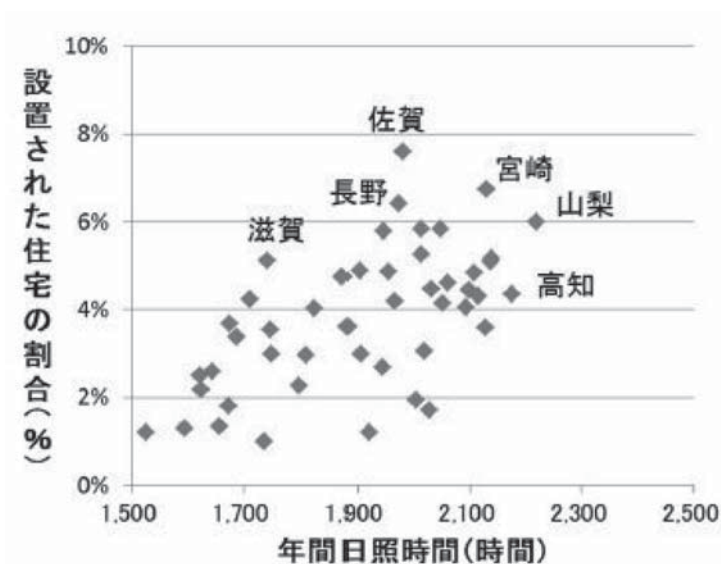
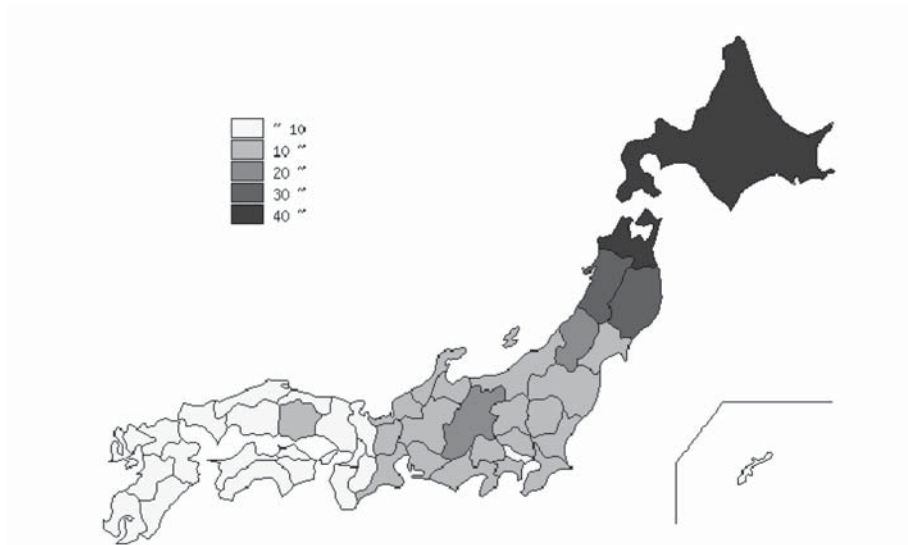


図-7. 年間日照時間と太陽光発電システムの設置された住宅の割合との関係
出所) 気象庁ウェブサイト「過去の気象データ」年間日照時間の1984~2013年の平均値, 総務省「平成25年住宅・土地統計調査報告」より、著者作成。

2.2.4 二重サッシ又は複層ガラスの窓の普及状況

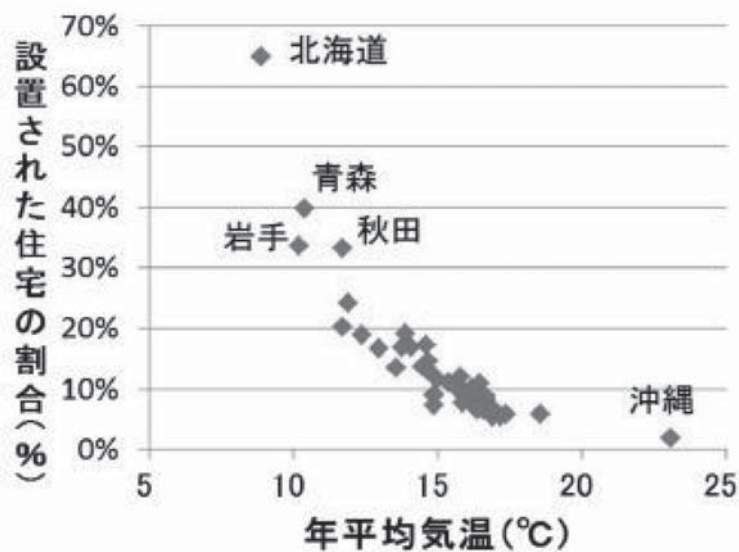
住宅・建築物部門では省エネ・地球温暖化対策の一層の充実が求められる中、平成25年に住宅・建築物の省エネルギー基準が見直された（「平成25年基準」⁶⁾）。わが国の国土は南北に細長く、四季の違いもはっきりしているため、地域の気候条件の特性を「省エネルギー基準」に反映するため、全国に8つの地域区分を設定し、地域ごとに外皮の基準、一次エネルギー消費量の基準を定めている。このうち、外皮については、断熱性能の基準値があり、建築物・住宅から逃げ出す熱の上限値を定めている。「平成25年度基準」は、二重サッシ又は複層ガラスの窓を用いて外壁や窓の断熱性を高めることによって、従来の「平成11年基準」と比べて、年間冷暖房エネルギー消費量の削減をさらに強化していくものである。

「平成25年基準」の適用を受けて、2013年に二重サッシ又は複層ガラスの窓がすべてにある住宅の割合は、北海道（平成25年省エネルギー基準での「1地域」「2地域」）では83%に達している。次いで、青森県、秋田県、岩手県（同基準での「3地域」）など北東北地域で30%台と、暖房負荷の大きな寒冷地での設置が進んでいる。次いで、長野県、山形県が20%以上となっている。（図－8参照）



図－8. 二重サッシ又は複層ガラスの窓がすべてにある住宅の都道府県別設置率（2013年）
出所）総務省「平成25年住宅・土地統計調査報告」より、著者作成。

また、都道府県別データのうち、年平均気温 T (°C) と、二重サッシ又は複層ガラスの窓がすべてに設置されている住宅の割合 W (%) には、高い負の相関があることがわかった。（回帰式： $W = -0.0386 \times T + 0.581$, $R^2 = 0.715$ ）（図－9参照）地域の気候条件を反映した「省エネルギー基準」に基づく断熱性能を実現するため、二重サッシ又は複層ガラスの窓の設置が進んだものと考えられる。



図－9. 年平均気温と二重サッシ又は複層ガラスの窓がすべてにある住宅の普及度との関係
 出所) 気象庁観測部観測課統計室「日本気候表」1981～2010年の平年値，総務省「平成25年住宅・土地統計調査報告」より，著者作成。

そこで，地域の気候特性が反映された「省エネルギー基準」の地域区分ごとに，二重サッシ又は複層ガラスの窓がすべてに設置されている住宅の割合をみていくと，省エネルギー基準による「1・2地域」（北海道）が65%，同「3地域」（北東北3県）では30%台と，二重サッシ又は複層ガラスの窓の設置がかなり進んでいると考えられる。続いて，同「4地域」では20%前後の設置率となっている。34都府県が区分される同「5・6地域」は設置率5%台～17%と広い範囲で分布しており，同「4地域」の範囲に次ぐものとなっている。8つの地域区分に対応して，二重サッシ又は複層ガラスの窓がすべてに設置された住宅の割合もカスケード的に分布していることがわかる。（表－3参照）

表－3. 平成25年省エネルギー基準による地域区分（8区分）と
二重サッシ又は複層ガラスの窓がすべてにある住宅の割合（2013年）

地域区分	都道府県名	二重サッシ又は複層ガラスの窓がすべてにある住宅の割合(%)の範囲
1・2地域	北海道	64.9%
3地域	青森県, 岩手県, 秋田県	33.2～39.8%
4地域	宮城県, 山形県, 福島県, 栃木県, 新潟県, 長野県	16.8～24.3%
5・6地域	茨城県, 群馬県, 埼玉県, 千葉県, 東京都, 神奈川県, 富山県, 石川県, 福井県, 山梨県, 岐阜県, 静岡県, 愛知県, 三重県, 滋賀県, 京都府, 大阪府, 兵庫県, 奈良県, 和歌山県, 鳥取県, 島根県, 岡山県, 広島県, 山口県, 徳島県, 香川県, 愛媛県, 高知県, 福岡県, 佐賀県, 長崎県, 熊本県, 大分県	5.4～17.2%
7地域	宮崎県, 鹿児島県	5.7～5.9%
8地域	沖縄県	1.8%

注) 平成25年省エネルギー基準の地域区分は、市町村の行政単位で設定されている。本表の都道府県での地域区分より、市町村区分が優先される。

出所) 総務省「平成25年住宅・土地統計調査報告」より、著者作成。

2.3 省エネルギー住設機器の普及策と生産動向

2.3.1 省エネ住設機器に関する普及策・基準設定の変遷と生産動向

(1) 太陽熱温水器に関する普及策の変遷と生産動向

太陽熱温水器については、第2次石油危機以降の1980～1985年度に原油価格が1kℓ当たり5万円前後に高騰したことから、この頃、年間40万台ペースで設置が進んだ。また、石油代替エネルギーの推進を図り、太陽光エネルギーの利用を促進するため、1980～1996年度に「ソーラーシステム普及促進融資制度」による低利融資（利子補給）があった⁸⁾。その後は、設置数が減少し、1998年度以降は年間8万台を切り、最近では年間2～3万台前後となっている。なお、2014年末までの太陽熱温水器の累積出荷台数が691万台とされている（ソーラーシステム振興協会調べ、経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」の販売台数）が、2013年の「住宅・土地統計調査」では設置台数が全国で219万台となっていることから、製品寿命（定期点検を行い消耗品の交換等をした場合、15～20年程度）、屋根スペース制約による太陽光発電システムへの設置替え⁷⁾等で、これまでの設置台数の約7割は現在使用されていないと考えられる。

(2) 住宅用太陽光発電システムに関する普及策の変遷と生産動向

太陽光エネルギーの利用を促進するため、1980～1996年度に施行された「ソーラーシステム普及促進融資制度」の太陽熱温水器に代わる形で、「住宅太陽光発電システムモニター事業」「住宅用太陽光発電導入支援対策補助事業」など、国による家庭への太陽光発電システム設置費補助が1994～2013年度に施行され（途中3年間休止）、多くの地方公共団体もこれに上乘せすることで設置者のイニシャルコストの負担軽減が図られた。また、再生可能エネルギーの推進を図るため、2009年度から「余剰電力買取制度」が施行され、ランニングコストの負担軽減策も講じられ、住宅用太陽光発電システムを設置する経済効率が向上した（吉田，2012）。さらに、非住宅用メガソーラーの大量設置に伴う平均システム単価の更なる低下も追い風にして、出荷量が急速に増加したと考えられる。

(3) 住宅・建築物に関する建築基準の変遷と生産動向

住宅・建築物に関しては、1980年、1999年、2013年と「省エネルギー基準」が順次強化されてきた（規制的手法）。現在の「住宅事業建築主判断基準」（平成25年省エネルギー基準）においては、「1地域」及び「2地域」を北海道、「3地域」を青森県、岩手県、秋田県などと、日本全国を8つの地域に区分して基準一次エネルギー消費量を定めている。2009年には「住宅トップランナー制度」の導入、300㎡以上の住宅・建築物の建築に届出義務が拡大された。省エネルギー基準の強化に伴って、複層ガラスの生産数量も堅調に増加してきており、2005年には年間1千万㎡を、2011年には年間1千5百万㎡を超えた。

(4) 太陽熱温水器、太陽電池、複層ガラスの出荷・生産動向

太陽熱温水器、太陽電池及び複層ガラスの最近40年間の出荷・生産動向についてみると、上記でみた普及策や基準適用の施行など特定の時期に出荷・生産量が大きく伸びており、省エネルギー住設機器の普及策・基準設定に伴い経済合理性の向上や規制的誘導など家庭への導入のインセンティブにつながったと考えられる。（図-10参照）

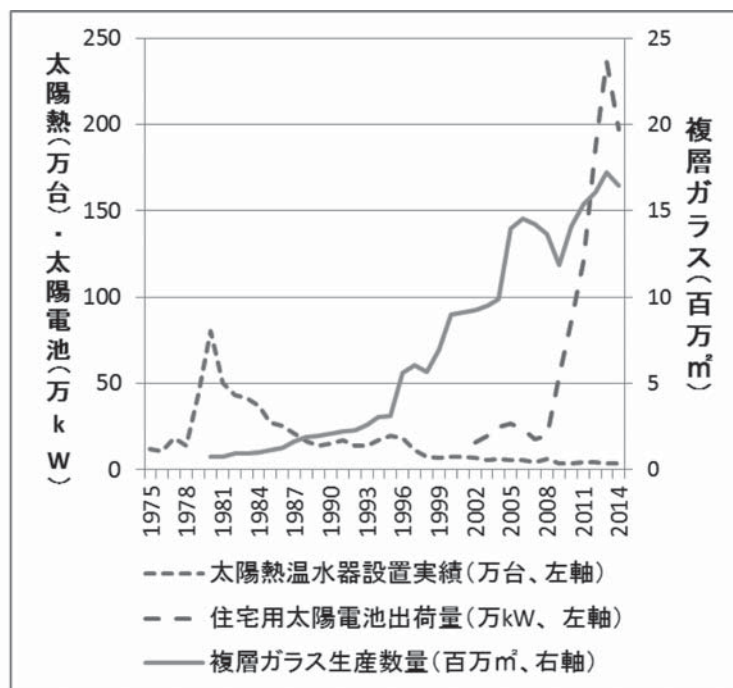


図-10. 太陽熱温水器，太陽電池，複層ガラスの出荷・生産動向（1975～2014年度）
 出所）一般社団法人ソーラーシステム振興協会「太陽熱温水器・ソーラーシステム設置実績」，太陽光発電協会「太陽電池の出荷統計」，経済産業省生産動態統計「窯業・建材統計年報」より，著者作成。

2.3.2 普及策がもたらした太陽光発電システムの量産効果

(1) 太陽光発電システムの普及モデル

吉田（2012）は，①政府や地方公共団体が設置費補助することによって，高いハードルと受け止められていたイニシャルコストの低減が図られ，②電力会社による余剰電力買取や，環境意識・環境行動によるランニングコストの低減によってもたらされる不経済性不利の低減と相俟って，太陽光発電システムの設置率が向上して普及が進むと，③量産効果⁹⁾によって研究開発投資が促進されて技術進歩が生じ，性能向上とコストダウンを促し，イニシャルコストの更なる低減をもたらすという正のフィードバックが働く普及モデルを考えた。この場合，導入する太陽光発電システムの採算性に関連する地域特性として，所得水準（例：省エネルギー住設機器導入・運営にはコスト負担を要するから），年間日照時間（例：太陽熱温水器や太陽光発電システムは日照時間が長いほど大きなエネルギーを得ることができるから），住宅形態（例：共同住宅よりも持家住宅や一戸建住宅の方が，居住者の意思で省エネルギー住設機器を設置できるから），屋根面積（例：屋根面積が大きいほど，大きな設備容量の太陽光発電システムが設置できるから）等が考えられる。（図-11参照）

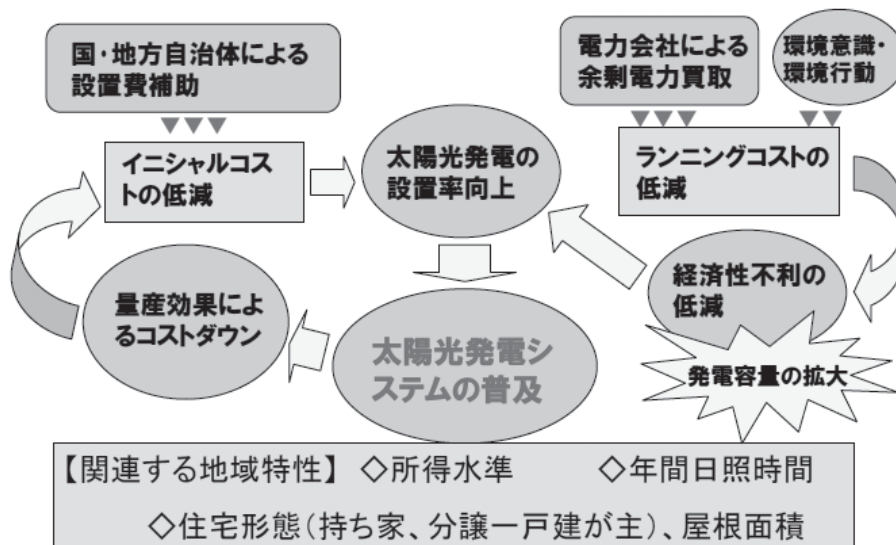


図-11. 太陽光発電システムの地域への普及モデルのイメージ

出所) 吉田 肇 (2012) 「地域における住宅用太陽光発電システムに対する補助支援策の展開に関する考察」 p.945より引用。

(2) 量産効果の算定

わが国における太陽電池出荷量は拡大を続けており、2013年度には総出荷量約86億kW（前年度比2倍）、推定出荷額3.6兆円（同8割増）を超える環境ビジネスに成長している。これまでの累積出荷額が約半分を占める国内の住宅用太陽光発電システムについても、1998年度までは平均システム単価が100万円/kW以上したが、2013年度は同41.5万円/kW、2014年度は38.5万円/kWと15年間で6割安と大幅に低下してきている。（太陽光発電普及拡大センター調べ）

国の住宅用太陽光発電システム設置費補助事業により、2008～2014年度で延べ137万件、設備容量532万kWの太陽光発電設置に補助が行われた。特に、最近5年間の2010～2014年度では、毎年度の持家系の着工新設住宅戸数（持家と分譲住宅の和）の10～19%に対して、国からの住宅用太陽光発電システムへの設置費補助があったことになり、新築住宅への太陽光発電システム設置の普及に大きく寄与した。（図-12左図参照） また、既築住宅への設置費補助と合わせた設備容量は、2009年度87%、2010年度85%に達すると推定され、太陽電池生産・出荷量産の引き金となったことがわかる。その後5年間の2010～2014年度で、設置された太陽光発電システムの設備容量は累計500万kW弱と、わが国の国内住宅用太陽電池出荷量の約6割を占めており、大きな量産効果をもたらされたものと考えられる。

そこで、わが国の太陽光発電の累積出荷量（太陽光発電協会調べ。海外向を含む）と平均システム価格の動向について検証した結果、1998～2005年度は出荷量 M (MW) の増大に伴い平均システム単価 c (千円/kW) が累積出荷量の倍増ごとに約10万円のべ

ースで低下したが（回帰式： $c = -383 \log_{10} M + 1,920$, $R^2 = 0.829$ ），補助金が中止された2006～2008年度の3年間の出荷量は年間900MW程度と低迷し，システム単価の低下も停滞した。そして，2009年度の補助金再開及び2012年度の余剰電力買取制度の施行に伴い出荷量 M (MW) が拡大に向かうと，システム単価 c (千円/kW) の低下が再び始まり，しかも価格低下のペースがほぼ同じであることが確かめられた。（回帰式： $c = -361 \log_{10} M + 2,010$, $R^2 = 0.992$ ）（図-12右図参照）

これらのことから，「住宅用太陽光発電導入支援対策費補助金（太陽光発電システム補助金）」や地方公共団体の補助金の上乗せによって，太陽光発電システムの普及拡大が促進され，さらに，2012年施行の「再生可能エネルギー特別措置法」（固定価格買取制度）と併せて，太陽光発電システム導入の経済合理性が著しく向上し，太陽光発電パネルへの需要が喚起されて価格が低減する量産効果もたらされ，普及を加速化していく普及モデルが確かめられた。

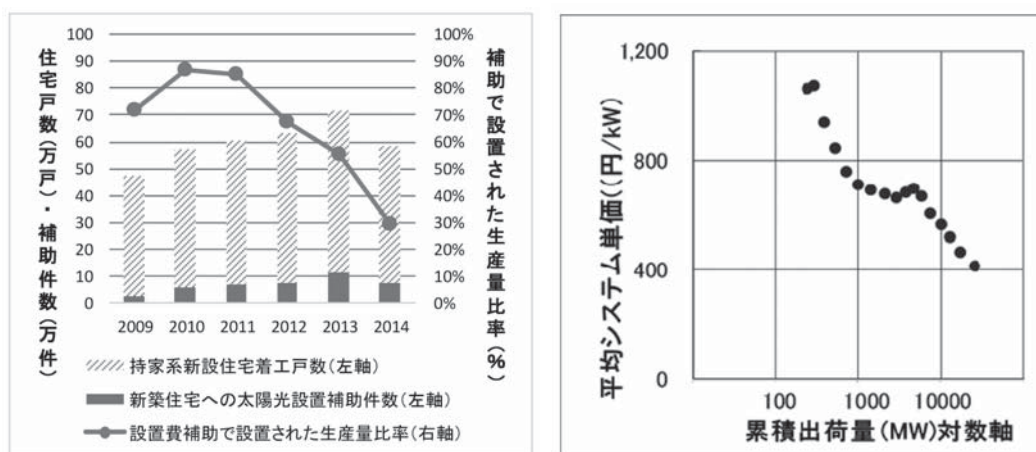


図-12. 太陽光発電システムへの設置費補助件数の推移（2009～2014年度）左図と太陽電池出荷量の累積出荷量と平均システム単価の関係（1997～2013年度）右図
出所：国土交通省「住宅着工統計」，太陽光発電協会資料，新エネルギー財団資料，太陽光発電普及センター資料より算出して，著者作成。

2.4 地域特性と省エネルギー住設機器の導入効果

2014年度エネルギーバランス簡約表では，わが国の最終エネルギー消費のうち，家庭部門は15.6%（経済産業省/EDMC「総合エネルギー統計」）を占めている。家庭部門のエネルギー需要に対して，本稿で取り上げた住設機器のうち，①太陽熱温水器は集熱して給湯需要に充てることのできる「省エネ効果」，②二重サッシ又は複層ガラスの窓は，住宅の断熱効果を高めることにより，冷暖房需要を削減することのできる「省エネ効果」がある。また，③太陽光発電システムは，太陽電池を利用して発電する「創エネ効果」がある。

一方，地域によって家庭の用途別エネルギー消費量やその構造は大きく異なっている。地域ブロック別に比較すると，最大の「北海道」と最少の「九州」とでは，年間エネル

ギー消費量が約2倍となっている。内訳をみると、動力など「照明・家電製品」や「給湯」は地域間でそれほど大きな差はないが、寒冷地の北海道では、家庭で消費されるエネルギーの52%を「暖房」が占めており、九州の暖房消費の約5倍に達している。また、家庭のエネルギー消費量からみると、「冷房」の占める割合は、どの地域でも3%以内と非常に小さいことがわかる。(図-13参照)

したがって、それぞれの住設機器の導入がもたらす省エネ効果の程度も、地域によって大きく異なってくると考えられる。特に、寒冷地において二重サッシ又は複層ガラスの窓を設置して住宅全体の断熱性能を向上するのはきわめて効果的であると考えられる。例えば、二重窓メーカーの試算値に基づいて、2階戸建て住宅(4人家族)で、青森市、東京都新宿区いずれでも、期待されるCO₂排出削減率は13%程度と算出された¹⁰⁾。

一方、東海以西の西日本地域では、暖房負荷が小さいため、世帯が1年間で「照明・家電製品」で消費するエネルギーが43%以上を占めている。例えば、日照時間の長い四国・九州では、太陽光発電システムの設置が進み、平均設備容量を約5kW、年間発電量を約5,000kWh(18,000MJ)とすると、世帯が1年間で「照明・家電製品」で消費するエネルギー(家庭で消費されるエネルギーの約48%)がほぼまかなえらと考えられる。

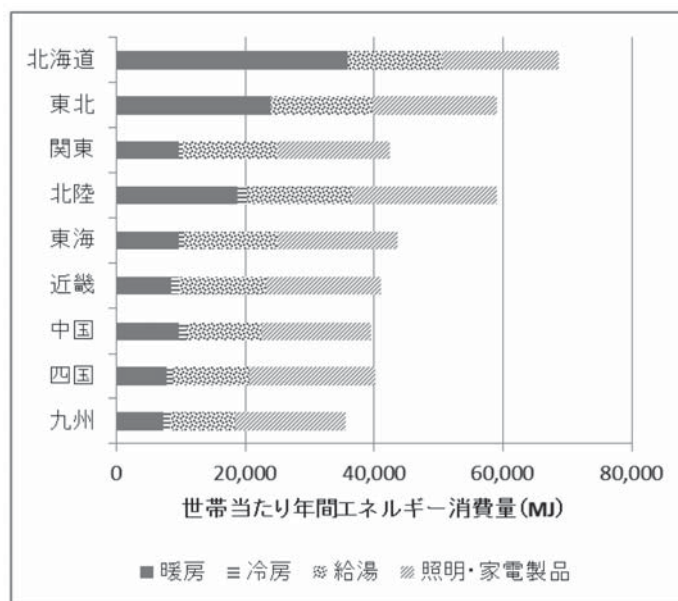


図-13. 地域別家庭用エネルギー消費量の用途別構成 (2012年)
出所) 住環境計画研究所「家庭用エネルギーハンドブック2014年版」より、著者作成。

3 考察とまとめ

3.1 地域特性を踏まえた地域の普及策の展開

屋根に設置して太陽エネルギーを活用する太陽熱温水器と太陽光発電システムの導入率については、日照時間との相関が、住宅開口部への複層ガラスや二重窓の導入率につ

いては、年平均気温との相関が明らかになった。このことから、設備特性に見合った気候条件の地域で普及が進んでいることがわかった。

また、地域に賦存する自然エネルギーも地域資源の1つであり、南北に長い日本列島各地の地域特性を踏まえた利活用に取り組んでいくことが、内発的な地域活性化にも有効であると考えられる。

国の支援策は全国的な生産量急進による量産効果を考慮する一方、公平性の観点から全国一律であることが多いが、地方自治体は気候条件、住宅事情やエネルギー消費構造を含む地域特性や個別の需要家特性（住宅事情、家族のライフスタイル等）にきめ細かく配慮しながら、当該地域で最も効果的な省エネ診断や支援策を補完的に展開することが望まれる。

3.2 家庭部門における普及施策のタイミング

太陽光発電システムの普及は、国や地方公共団体からの低利融資や補助金、固定価格買取制度の導入などの経済的手法によって、当初は高価だった太陽電池がコモディティ化し、量産効果による経済性の向上がさらに普及を加速したと考えられる。家庭部門は多様で小規模な需要家から構成されているが、例えば全国で5,641万2,140世帯、1世帯平均構成人員2.27人（2015年7月1日、総務省調べ）と小規模な需要家数がきわめて多いため、適切な市場誘導によって普及が加速化する可能性を有している。HEMS、燃料電池など今後の家庭部門の省エネルギー機器についても、量産化と価格低廉化による普及加速化などコモディティ化する時期の見極めと適切な普及施策の展開が望まれる。

3.3 家庭部門まるごとゼロ・エネルギー化の推進

住宅及び複合建築物の住宅部分に係る「平成25年基準」は、平成25年10月1日から施行されているが、平成27年3月31日までの経過措置期間を経て、現在は完全施行となっている。今後は、税制優遇や補助金などの支援により段階的に建物の省エネ性能のレベルアップを図るとともに、太陽熱温水器・太陽光発電システム、燃料電池などの導入による創エネルギー、省エネ家電、高効率給湯機、HEMS等の導入によるトータルな省エネルギー、電気自動車等のバッテリー、家庭用蓄電池等の蓄エネルギーと合わせることで、「地球温暖化対策計画」（原案）では、2020年には「ゼロ・エネルギー住宅」¹¹⁾を標準的な新築住宅とし、2030年には新築住宅の平均でゼロ・エネルギーとする目標が掲げられている¹²⁾。

「ゼロ・エネルギー住宅」は、住まいの性能や省エネ・創エネなどの住設機器の導入によるいわば「器」のみならず、そこで営まれる暮らしやライフスタイル（「中身」）も含めた、家庭部門のあり方が総合的に問われている。

【注】

- 1) 本稿は、参考文献にも記した吉田肇（2015）「省エネルギー住設機器の普及政策と地域導入に関する考察 ～太陽熱温水器，太陽光発電システム等を例として～」(環境経済・政策学会2015年大会，再生可能エネルギー H会場) で示された方向性に基づいて，最新の統計値や施策を加味した多面的な検証など大幅に加筆したものである。
- 2) 5年ごとに実施される総務省「住宅・土地統計調査」は悉皆調査ではないが，抽出率が1/12と，住宅関係の実態調査としては精度が高い。なお，同調査では，住宅総数約6千万戸のうち，「空き家」は820万戸（14%）であることが明らかになった。
- 3) 住宅で生じる熱の損失を部位ごとに比較すると，窓などの開口部を通して，冬に暖房の熱が逃げる割合は58%，夏の冷房中に入ってくる割合は73%にも及ぶとされる。(日本建材・住宅設備産業協会調べ)
- 4) 「平成25年住宅・土地統計調査」においては，「住宅の所有の関係」を次のとおり区分している。①持ち家（そこに居住している世帯が全部又は一部を所有している住宅。），②借家（いわゆる「県営住宅」，「市営住宅」などと呼ばれている公営の借家，「都市再生機構（UR）」や都道府県・市区町村の「住宅供給公社」・「住宅協会」・「開発公社」などが所有又は管理する賃貸住宅，民間借家，社宅，公務員住宅などのように，会社，団体，官公庁などが所有又は管理して，その職員を職務の都合上又は給与の一部として居住させている給与住宅。また，「住宅の建て方」について，次のとおり区分している。①一戸建（一つの建物が1住宅であるもの），②長屋建（二つ以上の住宅を一棟に建て連ねたもので，各住宅が壁を共通にし，それぞれ別々に外部への出入口をもっているもの。いわゆる「テラスハウス」と呼ばれる住宅もここに含まれる。），③共同住宅（一棟の中に二つ以上の住宅があり，廊下・階段などを共用しているものや二つ以上の住宅を重ねて建てたもの。1階が商店で，2階以上に二つ以上の住宅がある場合も「共同住宅」とした。），④その他（上記のどれにも当てはまらないもので，例えば，工場や事務所などの一部が住宅となっているような場合）。さらに，「建物の構造」について，次のとおり区分している。①木造（防火木造を除く）（建物の主な構造部分のうち，柱・はりなどの骨組みが木造のもの。ただし，「防火木造」に該当するものは含めない。②防火木造（柱・はりなどの骨組みが木造で，屋根や外壁など延焼のおそれのある部分がモルタル，サイディングボード，トタンなどの防火性能を有する材料でできているもの，③鉄筋・鉄骨コンクリート造（建物の骨組みが鉄筋コンクリート造，鉄骨コンクリート造又は鉄筋・鉄骨コンクリート造のもの，④鉄骨造（建物の骨組みが鉄骨造（柱・はりが鉄骨のもの）のもの），⑤その他（上記以外のもので，例えば，ブロック造，レンガ造などのもの）。
- 5) 5年ごとに実施される総務省「全国消費実態調査」は，最新のもので平成26年9～11月に実施されたが，全国の集計世帯数は55,576世帯と抽出率は0.1%程度であり，「住

宅・土地統計調査」と比べると2桁近く小さい抽出率となっていることに留意する必要がある。なお、「全国消費実態調査」では、主要耐久消費財として、太陽熱温水器、太陽光発電システムについても集計しており、世帯普及率はそれぞれ2.9%、5.1%となっている。「住宅・土地統計調査」で得られた住宅総数（抽出率1/12）に対する普及率4.3%、3.1%と比べると、太陽熱温水器では全国的に低い数値が、太陽光発電システムでは、東北、中国・四国、九州・沖縄などでは高い数値に、それ以外の地域では低い数値となっている。

- 6) 「ゼロ・エネルギー住宅」¹⁴⁾の将来的な普及に向けて、省エネ基準の段階的な義務化を進めると同時に、「都市の低炭素化の促進に関する法律」（エコまち法）が制定され、誘導基準である低炭素建築物認定制度が新たに導入された。このうち、特に住宅にかかわるものとして、「省エネルギー基準」（平成25年基準）と低炭素建築物認定制度は、住宅・建築物全体の省エネ性能の底上げと、より高いレベルであるゼロ・エネルギー住宅の普及を進めるため、ベースとなる基準と誘導基準がそれぞれ定められた。平成25年基準では、建物全体の省エネ性能を分かりやすく把握するため、石油・石炭・天然ガス等の化石燃料、原子力の燃料であるウランなど、「一次エネルギー」をベースとして、省エネルギー基準、低炭素認定基準等の評価を行っている。
- 7) 一戸の住宅の屋根には太陽熱温水器と太陽光発電システムを同時に設置することは考えにくいので、最近では初期費用が低下し売電収入にも期待できる太陽光発電システムの設置を選択する住宅の方が多くなったと考えられる。例えば、総務省「平成25年住宅・土地統計調査報告」に基づいて太陽光発電システムの設置率が最も高い佐賀県についてみると、建築時期が1971～1980年では太陽熱温水器を設置した住宅が16%、太陽光発電システムを設置した住宅が4%、計20%であったが、その後、太陽熱温水器を設置した住宅の割合が減少し、代わりに太陽光発電システムを設置した住宅の割合が増加していき、2001年以降は逆転した。一方、いずれかを設置した住宅の割合は、1971～2010年まで20%前後とほぼ一定で推移しており、両者が屋根を取り合う傾向がうかがわれる。
- 8) 1970年代の2度にわたる石油危機は日本経済に大きな打撃を与えたのと同時に、石油に頼ることなく、日本国内で入手が可能な石油代替エネルギーを開発する気運が高まることとなった。「ソーラーシステム普及促進融資制度」は、個人が住宅にソーラーシステムを設置する際の費用を利子補給の形で低利融資する支援制度として開始され、1980～1996年度に累計27.4万件の融資件数があり、この間の太陽熱温水器設置実績472.7万台の約6%を占めるなど太陽熱利用の初期の普及に大きな役割を果たしたとされる。
- 9) 一般に、製品や工事費については、技術進歩や量産効果や経験習熟効果などにより、生産量が増えることによって製造原価が一定割合で低下し、売れば売れるほど

ストを抑制できる「規模の経済」が見込まれている。

- 10) 二重窓設置によるCO₂削減効果については、二重窓メーカーのウェブサイトに公開されているシミュレーション例を参考にした。例えば、①青森市（平成25年省エネルギー基準による「3地域」）の戸建住宅に複層ガラスを導入した場合、冷暖房の電気代が15,370円節約（13%）、CO₂削減13%と試算している。東京都新宿区（同基準による「5地域」）の戸建住宅に複層ガラスを導入した場合、冷暖房の電気代が16,480円節約、CO₂削減17%と試算している。（試算条件：2階建て/4人家族/延床面積125.87㎡/開口率24.4%、出所：YKKaP社のウェブサイト）②東京の戸建住宅に遮熱高断熱型複層ガラスを導入した場合、電気代が11,320円節約（16%）、CO₂削減13%と試算している。（試算条件：2階建て/4人家族/居室の窓9か所に設置、出所：LIXIL社のウェブサイト）これらの試算例に基づき、東北地域では冷暖房需要が41%を占めていることから1世帯当たり5%程度の、関東地域では同4%程度の省エネ効果が見込めると考えた。
- 11) 住宅の躯体・設備の省エネ性能の向上、再生可能エネルギーの活用等により、年間での一次エネルギー消費量が正味（ネット）でゼロ又は概ねゼロになる住宅のこと。「ゼロ・エネルギーハウス（ZEH）」とも呼ばれる。
- 12) 現状の注文住宅では、「太陽光発電装置」の整備率が42.7%、「二重サッシまたは複層ガラスの窓」の設置率が78.6%となっている。（国土交通省「2014年度住宅市場動向調査」）なお、両方設置されている整備率や「ゼロ・エネルギー住宅」となっているかについては集計されていない。

【参考文献・情報】

「NEDOBOOKS」編集委員会（2007）「なぜ、日本が太陽光発電で世界一になれたのか」（新エネルギー・産業技術総合開発機構、pp.78-96）

環境省報道発表資料「地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律案の閣議決定について（お知らせ）」

<http://www.env.go.jp/press/102217.html>, 2016/3/18アクセス

国土交通省（2015）「省エネルギー基準改正の概要」

<http://www.mlit.go.jp/common/001012880.pdf>, 2016/3/18アクセス

国土交通省「住宅事業建築主の判断基準における地域区分」

http://ees.ibec.or.jp/documents/img/sheet1_chiikikubunzu.pdf, 2016/3/18アクセス

国土交通省（2013）「低炭素まちづくり実践ハンドブック資料編」

<http://www.mlit.go.jp/common/001023245.pdf>, 2016/3/18アクセス

国立環境研究所（2015）「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」

http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/2015/NIR-JPN-2015-v3.0_J_web.pdf 20

2016/3/18アクセス

- 小杉隆信 (2011) 「太陽光発電および定置用燃料電池システムに関する量産効果を考慮した技術開発・普及戦略」(環境研究2011, No.161, pp150-155, 環境省)
- 住環境計画研究所「家庭用エネルギーハンドブック2014年版」(省エネルギーセンター, pp.32-46)
- ソーラーシステム振興協会「太陽熱温水器・ソーラーシステム設置実績」<http://www.ssda.or.jp/energy/result.html>, 2016/3/18アクセス
- 総務省「平成25年住宅・土地統計調査 用語の解説《住宅》」
http://www.stat.go.jp/data/jyutaku/2013/pdf/giy14_1.pdf, 2016/3/18アクセス
- 田畑 保 (2014) 「地域振興に活かす自然エネルギー」(筑波書房, pp.191-205)
- 日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット編 (2015) 「EDMC / エネルギー・経済統計要覧2015年版」(省エネルギーセンター, pp.91-111)
- ハウジングエレメント「関連補助金情報」, 2016/3/18アクセス
<http://www1.odn.ne.jp/~cek81150/page12.html>
- 吉田 肇 (2012) 「地域における住宅用太陽光発電システムに対する補助支援策の展開に関する考察」(都市計画論文集 Vol.47 No.3, pp.943-948, 日本都市計画学会)
- 吉田 肇 (2015) 「省エネルギー住設機器の普及政策と地域導入に関する考察 ～太陽熱温水器, 太陽光発電システム等を例として～」(環境経済・政策学会2015年大会, 再生可能エネルギー H会場)