

居住地域特性を考慮した 住宅省エネ改修の導入可能性検討

森田 紘圭¹・向後 高明²・服部 哲幸³・高野 剛志⁴・加藤 博和¹

¹正会員 名古屋大学大学院 環境学研究科（〒464-8603 名古屋市千種区不老町）

E-mail:hmorita@urban.env.nagoya-u.ac.jp

²正会員 大日本コンサルタント株式会社社会創造技術部（〒343-0851 埼玉県越谷市七左町5-1）

E-mail:kogo@ne-con.co.jp

³非会員 イビケン株式会社事業改革部（〒503-0013 岐阜県大垣市赤花町1-45）

⁴学生会員 名古屋大学大学院 環境学研究科（〒464-8603 名古屋市千種区不老町）

住宅ストックの大半を占める既存住宅に関する省エネ化の普及可能性を検討するため、岐阜県ない各地域を対象に断熱性能向上と再生可能エネルギー導入の組み合わせについて、コスト面からの普及可能性検討を行った。具体的には、居住地域がそれぞれ異なるモデルについて、省エネ改修に係るコストを算出した上で、エネルギーシミュレーションを用いることで投資回収年数を検討するとともに、買電料金、売電料金、システム価格が変動した場合における感度分析を行った。その結果、1)平均気温が低い地域の方が断熱性能向上によるエネルギー削減効果が大きく、投資回収年数が向上すること、2)現行の売電制度下では、断熱性能が高い住宅の方が投資回収年数が向上すること、などが明らかとなった。

Key Words : Zero-Energy-House(ZEH), Smart-House, Feasibility Study, Payout Time

1. はじめに

再生可能エネルギーへの関心が急速に高まる中、住宅への太陽光発電や燃料電池の普及加速が進んでいる。特に新築住宅においてその進展が顕著であり、ハウスメーカー各社を中心に新たなエネルギーハウスの開発と提案を進めてられている¹⁾²⁾。

その一方、既存住宅においては、全量買取制度により太陽光発電が先んじて普及が進んでいるものの、それ以外の技術についてはあまり普及が進んでいない。特に住宅の省エネルギー化対策の中心である断熱改修については、技術が大きく進んでいるにもかかわらず、その効果が十分に知られていないことから、普及が進んでいない。また、再生可能エネルギーをはじめとした各種環境技術についても、それぞれを単独で導入するには初期費用が高く、個々では採算性が合わない場合が多い。省エネ対策や再生可能エネルギー技術等の効果的な組み合わせが明らかとなれば、採算性の向上が見込め、住宅の省エネ化がより一層早く普及することが期待される。

以上を踏まえ、本研究では既存住宅の省エネ化の普及可能性を検討するため、県土が南北にわたって長く、気候条件が地域によって大きく異なる岐阜県を対象に、断

熱性能向上をはじめとした住宅省エネ対策と、太陽光発電や燃料電池の導入、さらにはそれらの組み合わせについて、投資回収年数の観点から普及可能性を検討する。

2. 対象地域と導入可能性検討手法

(1) 対象地域の概要

対象地域と次世代省エネルギー基準による気候区分を図-1に示す。岐阜市や大垣市を中心とした南部（5～6地域）は、温暖かつ日射量が多い。一方、北部の飛騨圏域（3～4地域）は冬の気温低下が大きい豪雪地帯である。そのため、地域によってエネルギー消費量や対策効果が大きく異なることが予想される。

(2) 投資回収年数の算出方法

本研究においては、導入可能性の判断基準として用いる投資回収年数の算出フローを図-2に示す。具体的には、まず気候条件（3～6地域）、想定する住宅性能に応じ、用途別のエネルギー消費量を算出する。その上で、電気・ガス料金、および、売電が生じる場合には売電料金を掛け合わせることで光熱費の削減量を算出し、システム価格を除することで投資回収年数を求める。なお、本

研究では、実際に個々の住宅改修を手掛ける工務店や設計者が容易に検討できるよう、エネルギー消費量の算出には、建築研究所が開発し一般公開している「一次エネルギー消費量算定プログラム（住宅用）」を用いて算出⁴⁾を行うこととする。このプログラムは、想定地域の気候区分や詳細な住宅性能を入力条件として、世帯構成員の在室スケジュールから、住宅に係るエネルギーを積み上げ計算するものである。具体的な計算方法は、同プログラム解説資料⁵⁾のとおりである。

(3) 住宅およびエネルギー供給状況の設定

検討モデルとして想定する住宅間取りを図-3に示す。

後に示す導入施策においては、断熱改修を中心に躯体改修による施策が多く含まれている。そのため、本研究では戸建住宅のみを対象とし、標準的間取りである4LDK、延床面積36坪の住宅を想定した。モデル住宅は、用途別のエネルギー消費量の算定ベースとするほか、断熱改修に必要な面積および物質量、改修費用を算出するための基準として用いた。なお、モデル住宅の断熱性能は無断熱（熱損失係数：Q値=7.9）とし、世帯人数は4人とした。

エネルギー供給状況の想定については、地域の実情に合わせ、給湯や燃料電池へのエネルギー供給については、3～5地域はプロパンガス、6地域は都市ガスとし、電力および都市ガスの単価は岐阜県公表資料⁷⁾の設定値を用いた。

(4) 検討する導入施策と費用

採算性を検討する導入施策とその費用を図-4に示す。

導入施策は、住宅断熱改修、給湯機器更新、照明調光設備および太陽光発電、燃料電池であり、モデル住宅に対して現在導入するために必要なコストを、メーカーへの聞き取りや積算により算出した。住宅断熱改修においては、住宅全体を改修する場合、無断熱から旧省エネ基準以下のレベルまで引き上げる場合においても100万円以上、現在の次世代省エネ基準に引き上げるためには400万円程度の費用が必要であるものの、耐用年数は長く、住宅の建て替えが発生するまでほぼ更新する必要がない。一方、給湯機器の更新では概ね50万円以下、照明調光設備を導入した場合には多くても30万円程度であるが、それぞれ10年から20年程度の期間で更新が必要となる。

3. 導入可能性の検討結果

(1) 各施策導入による投資回収年数

気候区分別の各導入施策における投資回収年数の算出結果を図-5に示す。

住宅の断熱改修では、3・4地域といった、寒冷地域の方がエネルギー削減量が大きく、そのため投資回収年数

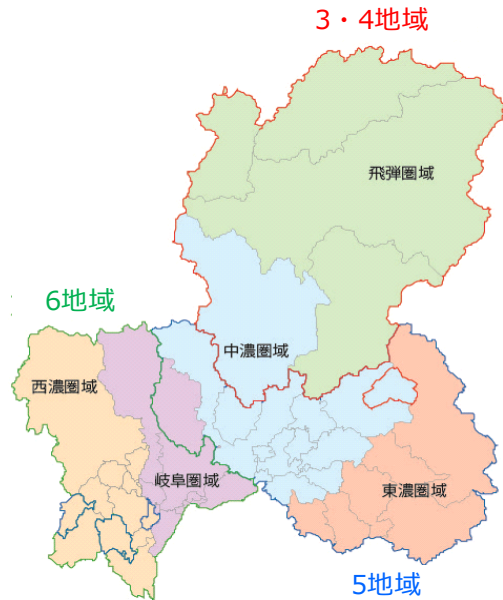


図-1 対象地域の概要と気候区分

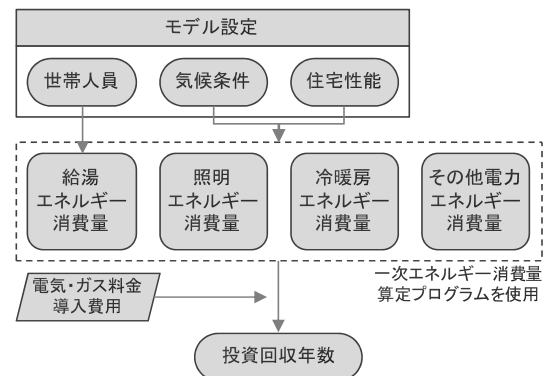


図-2 投資回収年数の算出フロー



図-3 モデルとして想定する住宅の間取り図

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
省エネルギー施策	住宅断熱改修					部分改修		給湯機器更新			照明・調光設備			太陽光発電		燃料電池
	旧省エネ以下	旧省エネ基準	新省エネ基準	省エネ基準 次世代	省エネ基準 次世代	LDK窓のみ	LDK室全体	エコジョーズ	エコフィール	太陽熱給湯	主居室	他居室	非居室	3kW	5kW	SOFC
熱損失係数Q値(W/㎡・K)	5.08	4.74	3.96	3.13	2.54	7.47	6.41									
外皮平均熱貫流率(W/㎡・K)	1.67	1.55	1.27	0.97	0.76	2.55	2.42									
断熱仕様	天井	40mm	40mm	100mm	210mm	無断熱	真空									
	壁	30mm	30mm	70mm	110mm	無断熱	真空									
	床	←	25mm	50mm	110mm	無断熱	床断熱									
	開口部	←	←	←	アルミ+複層	二重サッシ	二重サッシ									
導入コスト(万円)																

図4 導入施策の概要と導入費用一覧

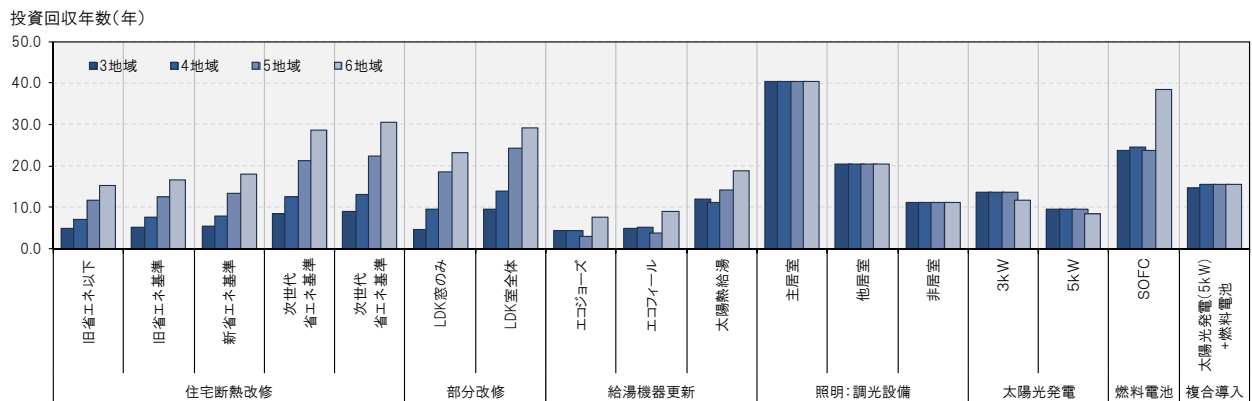


図5 気候区別導入施策の投資回収年数算出結果

が小さくなっている。特に3地域においては住宅改修時の投資回収年数がいずれも10年以内となっており、特に投資回収性が高い。その他の地域においても、長くても投資回収年数は30年であり、今後も長期的に住宅を使用することが想定される場合においては、導入による効果は十分期待できるものと推定される。給湯機器においても、断熱改修と同様の傾向があり、寒冷地域の方がエネルギー削減量が大きいため高効率給湯器に変えるメリットは大きい。しかしながら太陽熱給湯の場合には、設置費用が他の装置に比べてやや高いこと、寒冷地域においては十分な太陽熱が得られず、暖かい地域においては反対に熱が余ってしまうことから、投資回収年数が10年以内に収まるほどの効果は期待できない。照明調光設備については地域差がないが、センサーの取り付けなど設置工事の規模に比して、削減できるエネルギーが大きくないことから、投資回収年数は長い。

一方、太陽光発電については、3kWよりも5kWのほうが投資回収年数が短く、10年以内となっている。これは、規模が大きい方が、発電量に対して売電できる電力量の割合が大きく、現行の買取制度ではメリットが大きくなるためと推定される。同じ規模の太陽光発電でも、日射量の多い6地域周辺は発電量が大きいため、投資回収年

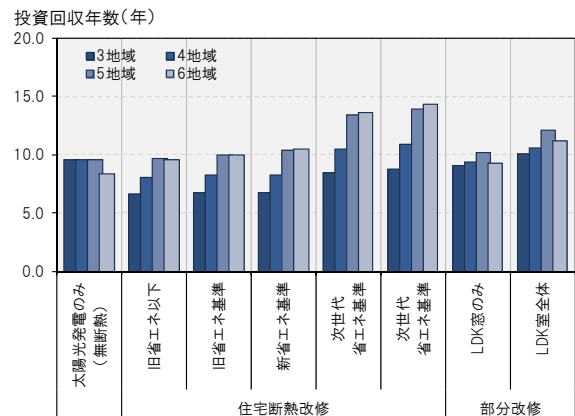


図6 断熱改修と太陽光発電(5kW)複合導入時の投資回収年数

数は短くなっている。燃料電池においては、地域差があるものの、いずれも投資回収年数が20年以上であり、機器の寿命よりも長い。太陽光発電と燃料電池の複合導入を行った場合においては、売電に回る発電量の割合がそれぞれの単独導入時と比較して増加するため、投資回収年数は約15年となり、燃料電池の機器寿命とほぼ同等程度での回収が可能となる。

(2) 複合導入を想定した場合における普及可能性

a) 断熱改修と太陽光発電の複合導入

断熱改修と太陽光発電を複合導入した場合における、

気候区分別の投資回収年数を図-6に示す。

太陽光発電のみとの比較では、寒冷地域（3・4地域）においては断熱改修を合わせて実施したほうが、投資回収年数は短縮される。これは、もともと寒冷地域の断熱改修による投資回収年数が太陽光発電より短いためと想定される。一方、温暖地域（5・6地域）においては、太陽光発電のみとの比較では、投資回収年数は長くなる傾向となる。しかし、断熱改修のみとの比較では、最大30年程度であったものが15年以下と大幅に短縮している。これは断熱性能の向上に伴い、太陽光発電による電力のうち売電に回る量が増加したことによる影響であり、それぞれの相乗効果により大幅な短縮につながったものと想定される。

b) 断熱改修、太陽光発電、燃料電池の複合導入

断熱改修と太陽光発電、燃料電池を複合導入した場合における、気候区分別の投資回収年数を図-7に示す。

太陽光発電と燃料電池のみとの比較では、寒冷地域（3・4地域）においては投資回収年数が短縮している一方、温暖地域（5・6地域）においてはかえって投資回収年数が増加している。これは、断熱改修を単独導入した場合と同様の傾向である。しかし、特に3地域においては、複合導入により投資回収年数は10年以下を下回ることもあり、燃料電池を含む導入パターンの中ではこれが最も投資回収が短いパターンである。断熱改修との組み合わせによる大幅なエネルギー消費量の削減、太陽光発電との組み合わせによる売電量の増加等により、投資回収年数が改善したものと推定される。

4. おわりに

本研究では、岐阜県を対象に、気候区分の異なる地域における既存住宅の省エネ改修の普及可能性について、それぞれ単独での施策導入とその組み合わせについて、投資回収の観点から検討を行った。その結果、1)特に寒冷地域においては、太陽光発電や燃料電池など新たな技術導入よりも、住宅断熱性能向上によるエネルギー需要削減のほうが費用低減メリットが大きいこと、2)断熱改修との組み合わせにより、新たな技術導入における投資回収の改善が図られる可能性があることが明らかとなった。また、これらの知見から、新規住宅への新技術実装だけでなく、既存住宅ストックに対する省エネ改修も、家庭部門全体の省エネ化を進める上で重要であることが示唆された。

現状では太陽光発電や燃料電池など新たな技術導入に対する補助が優先的であり、本研究で検討した断熱改修等に対する補助は少ない。また、補助金などの直接的な

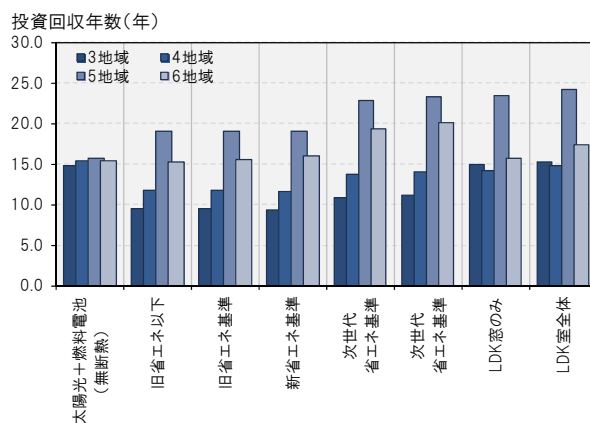


図-7 断熱改修と太陽光発電、燃料電池導入時の投資回収年数

補助政策の他に、ESCO（Energy Service Companies）事業など、初期投資に対する支援や維持管理、診断サービスなど多様な支援のあり方が求められる。今後は限られた資本の中で、より効率的に施策を普及推進していくための、包括的な支援施策のあり方について検討を行う必要がある。

謝辞：本研究は「家庭版 ESCO 導入可能性調査業務（岐阜県商工労働部産業技術課）」の一環として実施された。また、環境省環境研究総合推進費 E-1105「低炭素社会を実現する街区群の設計と社会実装プロセス」の知見を活用している。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) トヨタホーム株式会社：トヨタホーム HP, 2013, <http://www.toyotahome.co.jp/smarthouse/> (2013/05/01 閲覧)
- 2) 積水ハウス株式会社：スマートコモンシティ, 2013, <http://www.sekisuihouse.co.jp/bunjou/smarttown/> (2013/05/01 閲覧)
- 3) タマホーム株式会社：iTamaHome, 2013, http://www.tamahome.jp/special/0401cp_a/ (2013/05/01 閲覧)
- 4) 独立行政法人建築研究所：住宅・建築物の省エネルギー基準及び低炭素建築物の認定基準に関する技術情報, 2012, <http://www.kenken.go.jp/becc/> (2013/05/01 閲覧)
- 5) 独立行政法人建築研究所：一次エネルギー消費量算定プログラム解説（住宅編）, 2012, http://www.kenken.go.jp/becc/documents/house/TechnicalRep/h2_c1.pdf (2013/05/01 閲覧)
- 6) 三浦尚志, 澤木孝男, 三木保弘, 前真之, 斎藤茂樹, 赤嶺嘉彦：一次エネルギー消費量に関する基準について（特集 住宅及び建築物の省エネルギー基準の改正）, IBEC, Vol.33-6, No.195, pp.27-28, 2013.
- 7) 岐阜県：ぎふ次世代住宅導入ガイドライン, 2013.