

日米比較から見る行動変容によるエアコン使用量削減の可能性

東京ガス株式会社 三神彩子 榎本奈津子 中野睦美 渡邊祐二 鈴木真貴子

研究目的

日本及び米国の2箇所のゼロエネルギーコミュニティに注目し、今後ZEH(ネットゼロエネルギーハウス)が増えていく中で、どのような省エネ行動促進策が可能かを検討するため、夏季のエアコン使用量削減に関し、省エネ行動促進介入策が意識及び行動へ与える影響及び居住者の意識を調べ、両国間の違い及び今後の削減余地の可能性、課題などにつき、比較検討することとした。

比較対象としたサイトは、日本は横浜スマートシティプロジェクトの1つ、集合住宅版スマートハウスである東京ガス社宅「磯子スマートハウス」とし、米国はカリフォルニア大学デビス工の敷地内に学生及び教員向け住宅として開発された米国最大規模のゼロエネルギーコミュニティ「UC Davis West Village」とした。

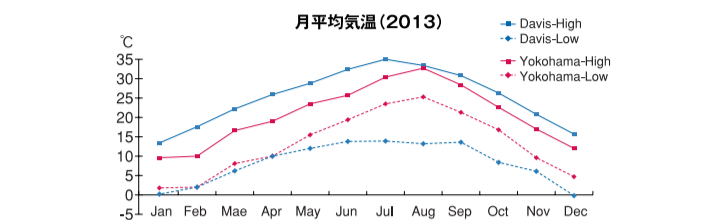
研究方法

- 日米のエネルギー使用実態比較
日米のエネルギーの使用とその促進要因の概要について、下記に関し比較検討を行う。
 - ・地理的状況
 - ・エネルギーの使用量とコスト
 - ・温熱快適性と空調
 - ・世帯と住宅の特性
- 日米のZEHにおけるエアコン使用量削減効果
日米それぞれのZEHの居住者をコントロールグループとトリートメントグループに分け、省エネ行動介入策の効果とエネルギー使用量の実測、アンケート及びヒアリング調査から確認した。省エネ行動介入策として、下記を実施した。
 - ・フィードバック手法
 - ・コミットメント手法
 - ・リマインド手法

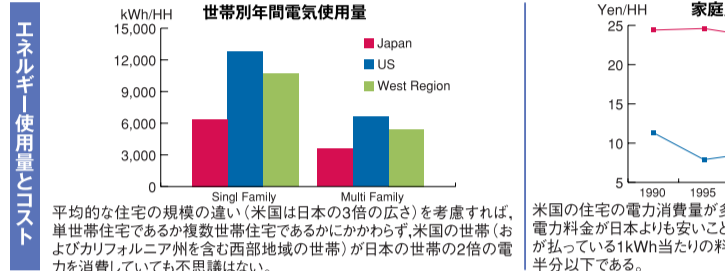
1. 日米のエネルギー使用実態比較 (人口・地理・気温 エネルギー使用量とコスト 温熱快適性と空調 世帯と住宅の特性)

	日本	横浜	米国	カリフォルニア	Davis
人口(単位/1000人)	128,067	3,7081	318,350	38,333	663
広さ(km ²)	362,223	435	9,147,592	4,034,666	26
緯度(人/km ²)	31.0 - 45.5	35.4	25.1 - 49.4	32.5 - 42.0	38.6
人口密度(人/km ²)	354	8,522	35	95	2,584

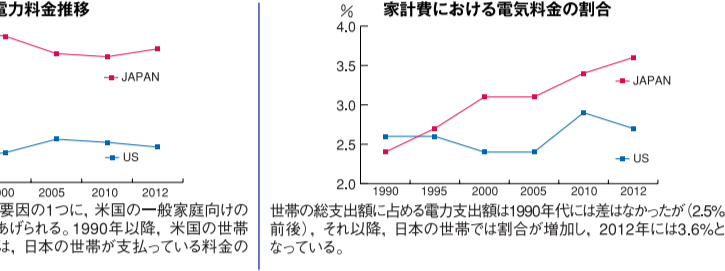
磯子スマートハウスがある横浜は、人口370万人の都市で、人口密度が高い。対照的にカリフォルニア州に位置するDavisは人口6.6万人の小さな都市で、人口密度は横浜のわずか1%である。調査地点の緯度で見ると、Davis(カリフォルニア州)は、横浜よりも距離にして約350 km北に位置し、日本の仙台市と同じ緯度にある。



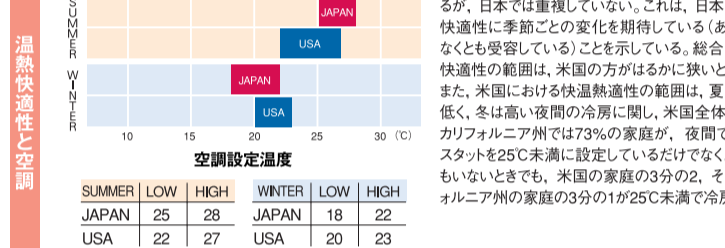
Davisは、横浜よりも北に位置するが、日中の気温は高い。一方、横浜の夜間の気温はDavisと比べてはるかに少ない(夏季で7~8℃。Davisは18~21℃の低下)。また、横浜の夏は平均してDavisよりも雨が多く、湿度も高い。



平均的な住宅の規模の違い(米国は日本の3倍の広さ)を考慮すれば、単世帯住宅であるか複数世帯住宅であるかにかかわらず、米国の世帯(およびカリフォルニア州を含む西部地域の世帯)が日本の世帯の2倍の電力を消費している。米国では夏季と冬季の快適温度帯が重複しているが、日本では重複していない。これは、日本人は温熱快適性に季節ごとの変化を期待している(あるいは少なくとも受容している)ことを示している。総合的な温熱快適性の範囲は、米国のほうがはるかに狭いと見える。また、米国における快適温度帯の範囲は、夏は比較的低く、冬は高い夜間の冷房に関し、米国全体では80%、カリフォルニア州では73%の家庭が、夜間でもサーモスタットを25℃未満に設定しているだけでなく、家に誰もいないときでも、米国の家庭の3分の2、そしてカリフォルニア州の家庭の3分の1が25℃未満で冷房している。



世帯の総支出額に占める電力支出額は1990年代には差はなかったが(2.5%前後)、それ以降、日本の世帯では割合が増加し、2012年には3.6%となっている。



2. 日米のZEHにおけるエアコン使用量削減効果

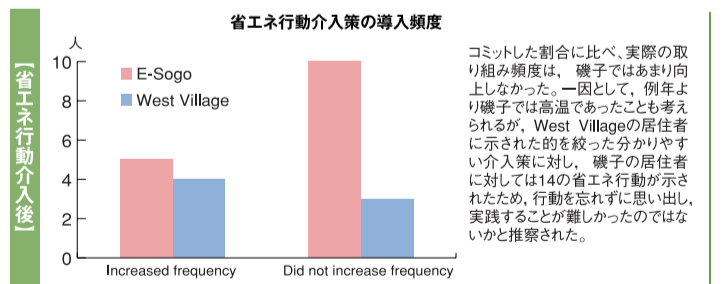
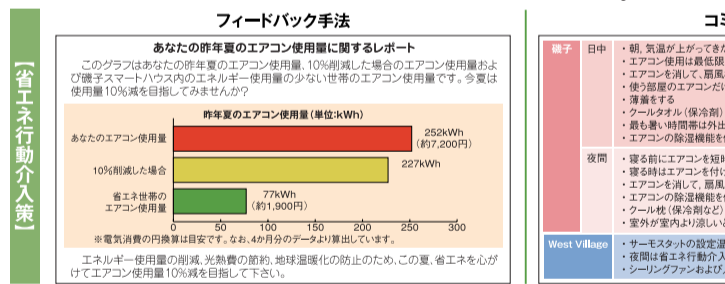
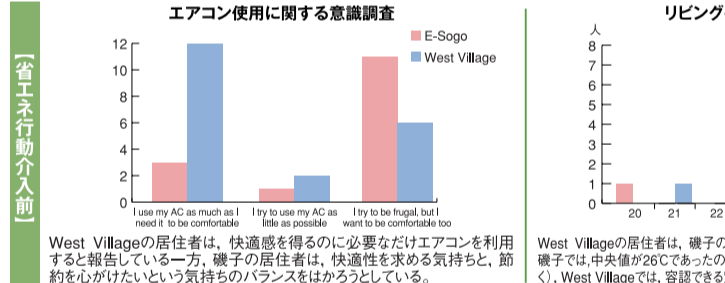
磯子スマートハウス

東京ガスの社宅として横浜市磯子区に建設した地下1階・地上4階建ての集合住宅(24戸)。

- 家づくりの工夫による省エネ
 - ・外断熱、風や光を取り入れたバッシブ設計、再生可能エネルギー設備、エネファームなどの分散型エネルギーシステムを導入。電気や熱の融通を行う統合制御システムを実施。
 - ・「暮らし」の工夫による省エネ推進
 - ・家庭用エネルギー管理システム(HEMS)によるエネルギーの見える化、居住者の省エネ行動の促進。
 - ・ディマンドレスポンスによる節電
- 地域エネルギーマネジメントシステム(CEMS)の電力需要予測に基づき発する要請に応じ、統合制御システムが稼働。さらにHEMSにより居住者へ節電要請を実施。

UC Davis West Village

West Villageは、カリフォルニア大学デービス校(北カリフォルニア中央部)にある多用途の複合施設。662戸に2,000人の学生、教師およびスタッフを収容。電力料金は学生の家賃に含まれており、電力の割当量は定められているものの実施されていない。現時点では、West VillageはZNE目標を達成できていない。エネルギー消費量は、全体で予想を15%上回っており、冷房に関して予想を18%上回っている。またエアコンのエネルギー消費量にも、大きなばらつきが見られ、エアコンの利用頻度が最も多い層は、平均的な居住者の約3~4倍のエネルギーを消費している。



世帯と住居の特性

米国と日本の平均的な世帯規模は2.58人/世帯と2.55人/世帯である。一方、居住面積に関しては、米国は日本の約3倍となっている。また、日本の家庭における主な冷房手段は、居室ごとのルームエアコンに対し、米国では、家全体を冷房するセントラル空調が主流である。米国全体の世帯の60%超、カリフォルニア州の世帯の40%超が、セントラル空調を装備している(2009年)。

今後の課題

- ・磯子では、冷房に使用されるエネルギー量はもともと少なく、さらに室温も高いため、これ以上の省エネの余地が残されていない。
- ・磯子では、夏の暑さと湿度による不快感は、特に夜間のエアコン使用に悪影響を及ぼしており、Davisのように、外気温が大きく低下しないかぎり、夜間のエアコンに代わる代替手段があまりない。
- ・磯子では、熱中症が省エネ行動介入策導入の障害となっていた。
- ・磯子の居住者の多くは無駄のない堅実な生活を送っていたが、若い世代では無駄を省くという昔ながらの社会規範が希薄になってきており、今後省エネ手段の実施が難しくなる可能性がある。

- ・West Villageでは、窓を開けるという代替手段を妨げる要因として、不快感、騒音、安全上の問題などがあげられていた。また、住居の設計(あるいは入居者のプライバシーに関する意識)によっては、通風が妨げられる可能性がある。
- ・世帯構成員間で、暑さの感じ方や冷房の好みなどが大きく異なる可能性がある。省エネ行動介入策を実施するには、お互いがある程度協調する必要がある。
- ・West Villageでは電気料金は住居費に含まれており今後、金銭的インセンティブが与える影響も合わせて鑑みていく必要がある。

総括

日本と米国では、1世帯当たりの世帯人数はほぼ同じであるが、1人当たりの居住面積は、米国は日本の約3倍、電気使用量は約3~6倍、電気料金は1/2である。居室内の推奨される温熱快適性は、夏季の日本の25~28℃に対し、米国は22~27℃、冬季の日本の18~22℃に対し、米国は20~23℃と季節間の差が少なく、温熱快適性温度帯に関しての寛容性も低い。また、日本の主要な冷房設備はルームエアコンであるのに対し、米国では6割超がセントラル空調である。今回の調査から、文化や温熱環境の違いはあるものの、特性を生かした省エネ促進介入策を導入することで、行動変容が促せることが明らかとなった。結果、今回の介入策により、日本においては約7%、米国においては約8%のエアコン使用量の削減が得られた。特に、エネルギーデータのフィードバックと他者との比較はヒアリング調査からも参加者の関心が高かった。また、今回導入したコミットメント手法については、日本ではあまりなじみがないものの、参加者の主体性に任せることができることから、今後の応用が期待される。

日米双方のゼロエネルギーコミュニティにおいて、省エネ行動変容が確認され、実際にエアコンによるエネルギー消費量は、7~8%削減することができた。2か所のZNEコミュニティで導入された省エネ行動促進介入策はそれぞれ異なるものの、いずれにおいても、適切なタイミングでの窓の開閉、扇風機の利用、冷房に代わるその他の代替的方策、温度設定の管理といった「省エネ行動介入策」が取り入れられていた。今回導入した省エネ行動介入策の内、自分の行動が自らのエネルギー消費にどのような影響を及ぼしているかや、他者との比較に関し、関心を持っていることが明らかとなった。一方、他者との比較に関しては、データの妥当性・公平性(居住環境、保有している機器、世帯人数、子供の年齢、ペットの有無、日中の在宅率などが同じかどうか)に懐疑的であり、今後留意すべきことが示唆された。