

高知県における住宅の室内環境およびエネルギー消費量の調査

高知工科大学 システム工学群

建築・都市デザイン専攻 建築環境研究室

1140142 廣田 佳祐

指導教員: 田島 昌樹

住宅 室内環境 エネルギー消費

1. はじめに

地球温暖化の深刻化、化石エネルギー資源の枯渇^[1]、また、我が国でのエネルギー消費の推移の中で家庭部門のエネルギー消費が増加傾向^[2]にあり、省エネルギー化・省CO₂化が課題となっている現代において、住宅の省エネルギー計算や自立循環型住宅の普及が行われている。しかし、これらの考えは一定の室内環境を想定され構成されているが、それらは机上の計算による数値のため、実際の室内環境との相違点が考えられる。また、自立循環型住宅への設計ガイドライン^[3](以下、ガイドライン)などでは高知県においては室内環境に関するデータがないと言われており、また、住宅におけるエネルギー消費のデータがない^[4]ことも指摘されている。

2. 研究概要

2.1 研究概要

本研究は、高知県における実際の住宅での室内環境を全国と比較を行うことに加え、電力消費量やガス消費量を分析することで、図1に示すような地域別の年間1次エネルギー消費量を算定することを目的としている。

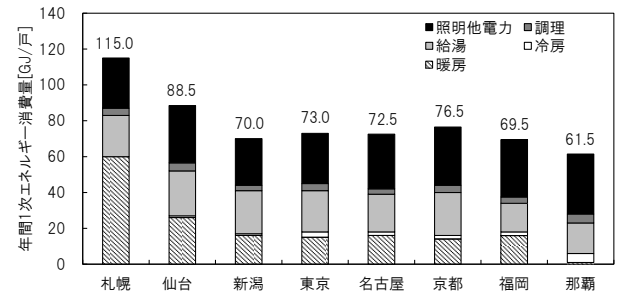


図1 地域別戸建住宅における年間1次エネルギー消費量

2.2 測定概要

測定対象住宅の概要を表1に示し、測定箇所・項目および期間を表2に示す。また、空気温度・相対湿度の測定器(RTR-53A)を図2、二酸化炭素濃度の測定機器(RVR-52)を図3、(KNS-C02S)を図4に示す。我が国では、住宅の室内環境に関する基規準がないことから、室内環境の評価を行うに当たり特定建築物を対象とした建築物衛生法の衛生管理基準における基準値を用いることとし、各測定項目の基準値を表3に示す。また、本研究では測定データの分析の際に箱髭図を使用しており、図5に凡例を示す。

表1 測定住宅の概要

名称	区分	形態	構造	換気	築年数
A邸*	7#	集合	RC造	第三種	15年
B邸*	7#	集合	RC造	第三種	18年
C邸**	7#	戸建	木造	第三種+	40年
D邸	6	戸建	木造	第一種	1年
E邸**	6	戸建	木造	第一種	1年
F邸	6	戸建	木造	第三種	8年
G邸*	6	集合	RC造	第三種	16年
H邸	6	戸建	木造	なし	約50年
I邸*	5	戸建	木造	第三種	1年
J邸	6	戸建	木造	第三種+	37年
K邸	6	戸建	木造	第三種+	約30年

*: 乳幼児 **: 高齢者 #: 高知県で取得 +: 24時間換気なし

表2 測定箇所・項目および期間

住宅名称	測定箇所	測定項目・期間	
		室内温度・相対湿度	室内の二酸化炭素濃度
A邸	リビング	2013/8/2 ~ 9/26	2013/4/12 ~ 9/26
	寝室		2013/6/7 ~ 9/26
	トイレ		-
B邸	リビング	2013/2/10 ~ 3/19 2013/7/24 ~ 9/18	2013/2/10 ~ 3/19 2013/5/30 ~ 9/18
	寝室		-
	トイレ		-
C邸	リビング	2013/2/10 ~ 3/19 2012/8/23 ~ 10/17	2013/2/10 ~ 3/19 2012/8/15 ~ 10/17
	寝室		-
	トイレ		-
D邸	リビング	2010/6/8 ~ 2011/11/31	2011/2/24 ~ 4/7
	寝室		-
	トイレ		-
E邸	リビング	2010/6/8 ~ 2011/11/31	2011/2/24 ~ 4/7
	寝室		-
	トイレ		-
F邸	リビング	2010/6/1 ~ 2011/5/2 2010/9/19 ~ 12/17 2011/1/24 ~ 5/2	2011/2/2 ~ 5/3
	寝室		-
	トイレ		-
G邸	リビング	2011/2/11 ~ 2/14 2011/8/14 ~ 9/1 2011/2/11 ~ 2/14	2011/2/11 ~ 2/14 2011/8/14 ~ 9/1 -
	寝室		-
	トイレ		-
H邸	リビング	2011/2/15 ~ 2/20 2011/9/2 ~ 9/20	2011/2/15 ~ 2/20 2011/9/2 ~ 9/20 -
	寝室		-
	トイレ		-
I邸	リビング	2010/12/18 ~ 2011/1/17 2011/9/1 ~ 2011/9/25	2010/12/18 ~ 2011/1/17 2011/9/1 ~ 2011/9/25
	寝室		-
	トイレ		-
J邸	リビング	2010/7/24 ~ 2011/3/18 2010/9/11 ~ 2011/3/18	-
	寝室		-
	トイレ		-
K邸	リビング	2011/8/13 ~ 8/26	2011/8/13 ~ 8/26
	寝室		-
	トイレ		-

3. 測定値の分析

3.1 夏期

表2に示す測定箇所・期間について夏期の室内環境の評価を行う。また、室内環境の評価を行うにあたり冷房の使用時・非使用時、集合住宅・戸建住宅の住宅形態別、省エネルギー基準による地域区分別に分類する。分類する際に条件が不明確の場合は分析対象に含めないものとする。なお、各図において灰色で着色している部分は建築物衛生法の衛生管理基準値内を表す。

冷房使用時のリビングの温度について、図6に箱髭図で示す。B邸、J邸では基準内割合が1Qを下回る結果となった。これは、B邸では節電意識によるもの、J邸では冷房をほとんど使用しない習慣の世帯であることが居住者へのヒアリングにより確認された。また、冷房使用時の相対湿度においては全測定住宅で基準内割合が9割を超えていたため、室内環境上の問題は少ないと考えられる。また、図7に住宅形態別のリビングの温度、図8に地域区分別のリビングの温度を示す。形態別に見ると集合住宅の基準内割合は1Q付近を下回る結果となった。これは、集合住宅の場合、構造材であるコンクリートが蓄熱材料の役割をすること、また、接する住戸の存在により戸建住宅に比べて断熱性能が高いため室内側の表面温度が高くなりにくいことが要因と思われる。地域区分別にみると、蒸暑地域である7地域で基準内割合が1Q付近を下回る結果となった。

冷房使用時のリビングの空気温度と相対湿度の関係を図9、リビングの空気温度と外気温度の関係を図10に示す。両図よりB邸とJ邸では温度・湿度とも基準値を上回っている割合が高い結果となった。要因は前述と同様、断熱性能による考えられる。また、形態別、地域区分別においても同様の結果となった。

3.2 冬期

表2に示す測定箇所・期間について冬期の室内環境の評価を行う。冬期では暖房使用時・非使用時に分類し、形態別、地域区分別については夏期と同様のものとする。また、建築物衛生法の衛生管理基準内を示す表示も夏期と同様のものとする。冬期では主に居空間の温度差についての分析により、室内環境の評価を行う。

深夜(0:00~6:00)における寝室の空気温度とトイレの空気温度の関係を図11に示す。ヒートショックなどの障害が10℃以下の温度で発生しやすいと仮定し、この範囲を注意域とする。H邸では5割、J邸では2割が注意域に含まれている。これは、H邸、J邸は築年数が古く断熱がほとんどなされておらず、暖房をほとんど使用していなかったことが要因だと考えられる。また、トイレの空気温度が寝室の空気温度を上回っていることがあるC邸、D邸では温水便座等の使用によるものだと考えられる。住宅形態別の深夜の寝室の空気温度とトイレの空気温度の関係を図12に示す。集合住宅では注意域に含まれる割合は0という結果であった。これは、



図2 RTR-53A



図3 RVR-52

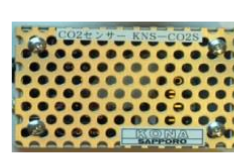


図4 KNS-CO2S

(株式会社ティアンドデイ)

(コーナー札幌株式会社)

表3 建築物衛生法の衛生管理基準値

測定項目	衛生管理基準値
温度	17 - 28℃
相対湿度	40 - 70 %RH
二酸化炭素濃度	1,000 ppm

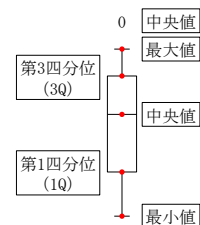


図5 箱髭図の凡例

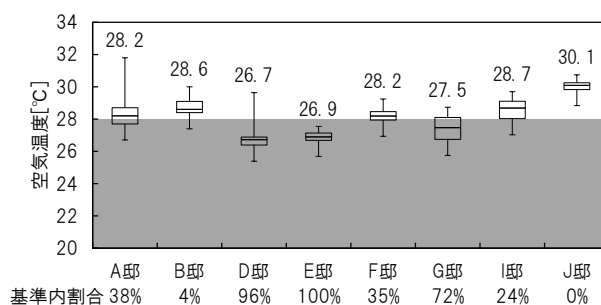


図6 冷房使用時のリビングの空気温度(夏期)

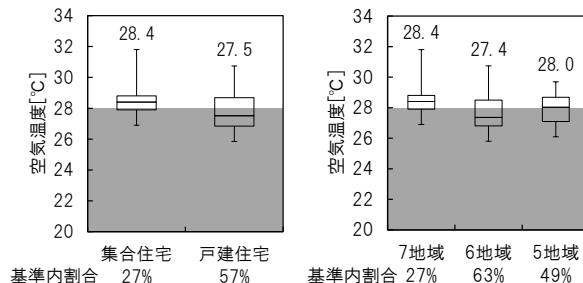


図7 冷房使用時の空気温度 (夏期・住宅形態別)

図8 冷房使用時の空気温度 (夏期・地域区分別)

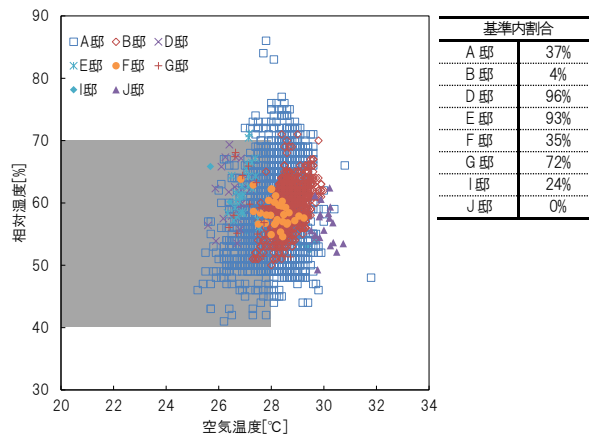


図9 冷房使用時のリビングの空気温度と相対湿度(夏期)

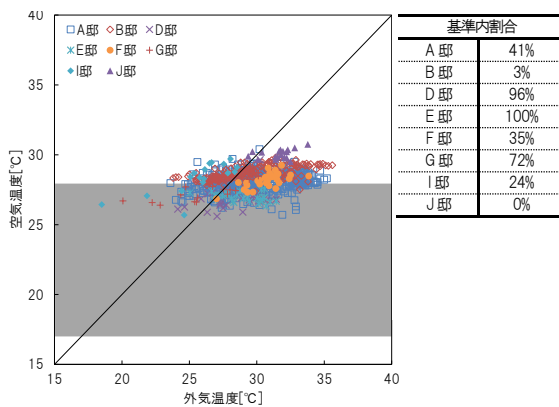


図 10 冷房使用時のリビングの空気温度と外気温度(夏期)

集合住宅の蓄熱・断熱性能が要因だと考えられる。地域区別の深夜の寝室の空気温度とトイレの空気温度の関係を図 13 に示す。6 地域では 1 割が注意域に含まれる結果となった。

暖房使用時のリビングの二酸化炭素濃度について、図 14 に箱髭図で示す。測定期間中に、ほぼ在宅していたために、G 邸では基準範囲を上回ったと考えられる。また、H 邸では 24 時間換気設備が採用されておらず、石油ファンヒーターを使用していたことが大きく基準値を超えた要因である。

3.3 室内環境の評価

夏期、冬期測定ともに各住宅の室内環境を左右する大きな因子として住宅の断熱性能があげられる。良好な室内環境を保つことが可能な住宅は、優れた断熱性能を持ちながら夏期の適切な日射遮蔽を行える住宅である。また、冬期においては、熱取得の方法と換気設備の有無が室内環境を左右する要因であると考えられる結果となった。

4. 家庭におけるエネルギー消費の分析

家庭におけるエネルギー消費の分析を行うために、アンケートを高知県内の 6 住宅で実施した。アンケート対象を表 4 に示す。アンケートの内容は JIA 環境データシート 2006^[6] を参考に作成し、主な内容を表 5 に示す。回収した電力消費量、ガス消費量のデータをもとに 1 次エネルギー消費量を算出し分析を行う。1 次エネルギーへ換算するために、表 6 に示すガイドライン(蒸暑地版)^[7]に掲載されている換算係数を用いる。

各住宅における床面積当たりの年間 1 次エネルギー消費量を図 15 に示す。B 邸では 2012 年の 1~3 月のデータがないため 2013 年の同月のデータを用いている。また、ガイドライン(蒸暑地版)にて掲載されている 7 地域のエネルギー消費量標準値を基に算出された設計例を比較対象として加えている。L 邸のみ設計例を上回った。

住宅形態別、地域区別に見る床面積当たりの年間 1 次エネルギー消費量を図 16 に示す。アンケート対象住宅以外のエネルギー消費量のデータは JIA 環境データシート 2006^[6] より引用する。戸建住宅、集合住宅どちらを見ても温暖な地域ほど減少傾向にある。また、集合住宅における傾きが顕著

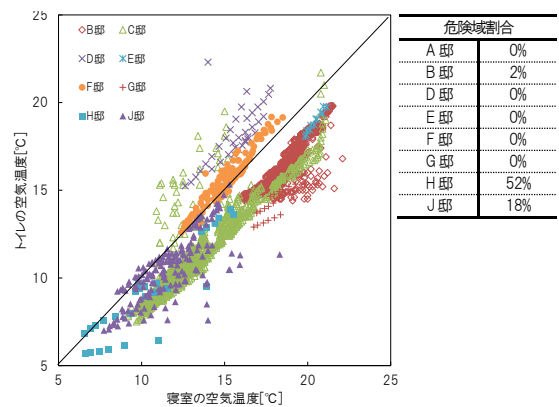


図 11 深夜の寝室の空気温度とトイレの空気温度(冬期)

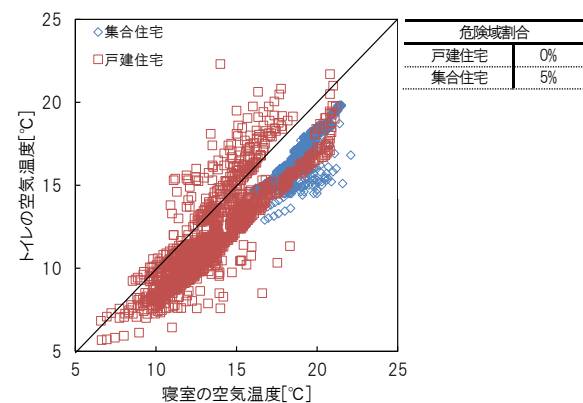


図 12 深夜の寝室の空気温度とトイレの空気温度(冬期・住宅形態別)

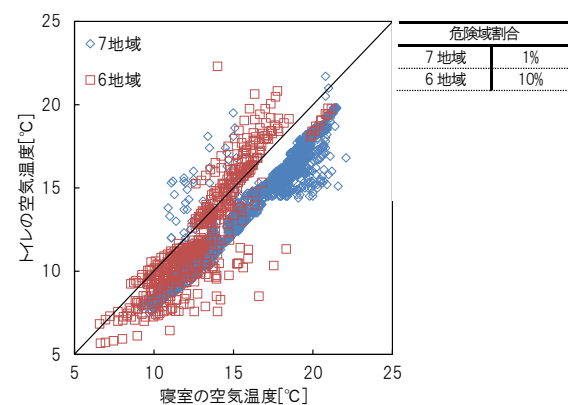


図 13 深夜の寝室の空気温度とトイレの空気温度(冬期・地域区分別)

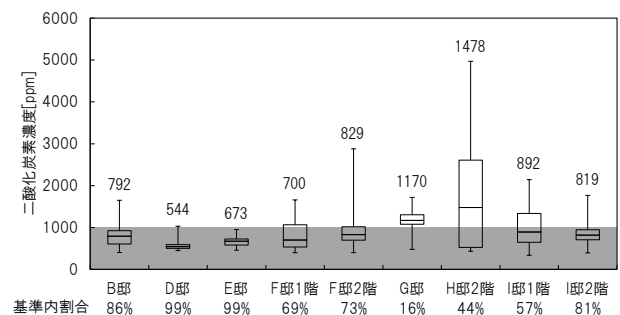


図 14 暖房使用時のリビングの二酸化炭素濃度(冬期)

表4 アンケート対象住宅(全て高知)

名称	形態	築年数	室内環境測定の有無
B邸	集合	18年	有
C邸	戸建	40年	有
L邸	戸建	8年	無
M邸	戸建	44年	無
N邸	戸建	27年	無
O邸	戸建	35年	無

である。これは、ガイドラインで示されている戸建住宅の地域別エネルギー消費と傾向が類似している。しかし、エネルギー消費が減少傾向にある中でもアンケートを実施した7地域は他地域に比べて大きい値を示している。

図1にて示したデータに本研究にて取得した高知の戸建住宅における年間1次エネルギー消費量を含んだものを図17に示す。既往の研究^[7]による他地域とのデータとオーダーは一致しているが、要素では照明他電力の割合が大きい。

5. おわりに

本研究では、高知県における住宅の室内環境の測定、エネルギー消費の分析を行い、全国との比較を行った。室内環境の測定により、高知県の室内環境は節電等の影響もあり衛生管理基準値を満たしていないデータが散見された。しかし、高知県における住宅の室内環境を確認することができた為、後継の研究にも活かされると考えられる。また、夏期では住宅の適切な日射遮蔽、冬期では、断熱性能、熱取得及び換気性能という、室内環境を左右することが測定データにより確認できた。エネルギー消費の分析では、既往の研究^{[6][7]}と大きな相違はなかったが、より正確な値の算出のためサンプル数^[8]の追加が望まれる。

謝辞

本研究は、学術研究助成基金助成金と基盤研究(C)による「節電要請化の住宅における室内環境の維持向上と省エネルギーの両立に関する研究」の一部として実施した。記して謝意を表します。

参考文献

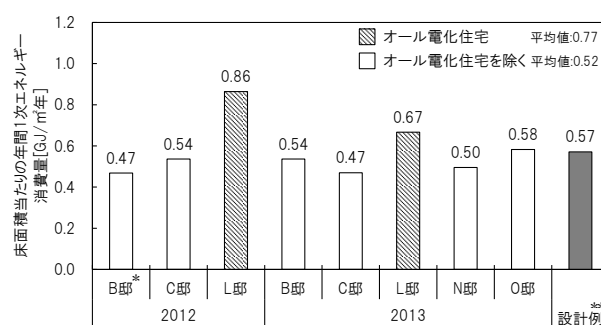
[1]経済産業省-資源エネルギー庁:世界のエネルギー消費と供給, エネルギー白書2013-第2部, <http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2013energyhtml/2-1-2.html>, 2014年2月
 [2]経済産業省-資源エネルギー庁:国内エネルギーの動向, 日本のエネルギー2010, <http://www.enecho.meti.go.jp/topics/energy-in-japan/energy2010html/index.htm>, 2014年2月
 [3]国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所 監修: 自立循環型住宅への設計ガイドライン, 2013年4月
 [4]土崎ゆい, 田島昌樹, 高知県を対象とした住宅の省エネルギー性能向上に関する検討 自然エネルギー利用に関する検討, 日本建築学会四国支部研究報告集 第13号, 2013年5月, p97-98, 2013年12月
 [5]一戸優良:住宅密集地に建設された二世帯住宅におけるエネルギー消費量に関する評価(その3)対象住宅を中心とした室内環境に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)2012年9月, p1321-1324, 2013年11月
 [6]JIA 環境行動委員会: JIA 環境データシート2006, 2013年2月
 [7]国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所 監修: 自立循環型住宅への設計ガイドライン(蒸暑地版), 2014年2月
 [8]澤地孝男ら, 用途別エネルギー消費量原単位の算出と推定式の作成, 日本建築学会計画系論文集 第462号 1994年8月, p41-48, 2014年2月

表5 アンケートの主な内容

住宅概要に関する項目	エネルギー消費に関する項目
・建設地	・電力消費量
・築年数	・ガス消費量
・床面積	・灯油消費量
・電気概要	・水消費量
・暖冷房設備	・太陽光発電量
・家電	・検針日

表6 1次エネルギー換算係数^[6]

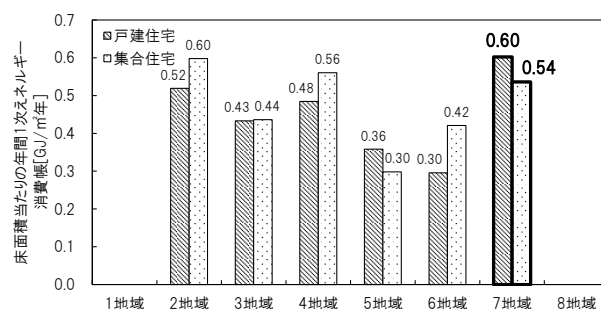
	1次エネルギー換算係数
電力消費量	9,760(kJ/kWh)
ガス消費量	都市ガス
	LPガス
	46,046(kJ/N m ³)
	50,200(kJ/kg)



*1~3月までのデータがないため2013年の同月のデータを使用

**自立循環型住宅への設計ガイドライン(蒸暑地版)の設計例を引用

図15 床面積当たりの年間1次エネルギー消費量



※7地域以外はJIA環境データシート2006より引用

※7地域はアンケート対象のみ

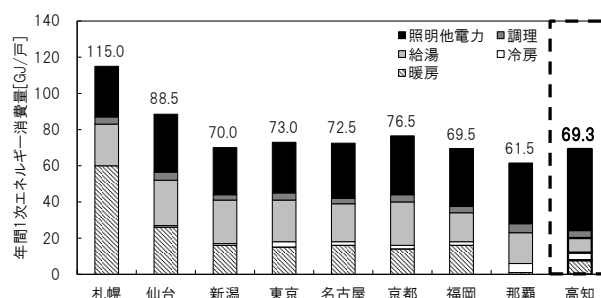
図16 JIAによる床面積当たりの年間1次エネルギー消費量^[6]
(地域区分別・住宅形態別)

図17 地域別戸建住宅における年間1次エネルギー消費量