

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 7 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26249083

研究課題名(和文) 住環境が睡眠・血圧・活動量に与える影響に関する大規模実測調査

研究課題名(英文) Large Scale Measurement Survey on the Influence of Residential Environment on Sleep, Blood Pressure and Activity

研究代表者

伊香賀 俊治 (Ikaga, Toshiharu)

慶應義塾大学・理工学部(矢上)・教授

研究者番号：30302631

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 31,900,000円

研究成果の概要(和文)：居住環境の改善がもたらす健康維持増進に着目し、大規模実測調査を行った。断面調査では、住宅内環境や断熱性能と健康(血圧・活動量・睡眠)の関係を調査し、低室温環境が血圧の上昇を招くこと、断熱性能の向上による非居室の温熱環境改善が活動量向上に寄与することを示した。中でも、高断熱住宅への転居前後の調査では、転居後の室温上昇につき睡眠効率が向上することが示された。また、高齢者を対象とした調査では、住宅を寒いと感じる頻度が少ない者ほど健康寿命が長いことが示唆された。以上を踏まえた要因分析では、高断熱住宅の普及増加が脳血管疾患入院患者割合を抑制する可能性が示され、高断熱住宅普及の重要性が示された。

研究成果の概要(英文)：Focusing on health promotion which improvement of living environment brings, large scale measurement survey was conducted.

In the cross-section survey, we investigated the relationship between housing environment and insulation performance and health (blood pressure, activity, sleep), and low-temperature environment leads to an increase in blood pressure, improvement of thermal environment of non-living room contributes to improvement of the physical activity. Among them, survey before and after moving to a highly insulated household showed that improvement of sleep efficiency after moving. In addition, in the survey targeting elderly, it was suggested that the person who rarely feels cold in their house has a longer healthy life expectancy. Based on the above factor analysis, possibility that spread of high insulated houses will suppress the proportion of inpatients in cerebrovascular disease in hospital was shown, and the importance of disseminating highly insulated housing was shown.

研究分野：建築環境工学

キーワード：建築環境工学 健康 コベネフィット 居住環境 追跡調査 介入調査 被験者実験

1. 研究開始当初の背景

我が国は超高齢社会を迎え、世界に先駆けて高齢化が進行している。これに伴い、社会保障費の増大や労働力の減少が生じ、今後の経済的負担の増大が社会問題となっている。そこで、疾病治療や介護支援を要する高齢者を減らすために、国民の健康維持増進による疾病・介護予防が求められている。しかし、健康政策の主軸たる生活習慣改善は個人の努力によるところが大きく、限界が指摘されている。そのため、ゼロ次予防（社会レベルの健康的な居住環境の提供による健康維持増進）の重要性が増している。

冬季の寒冷な住環境は心疾患や脳血管疾患の原因となり得ることや、夏季の劣悪な室内環境が熱中症の増加をもたらす恐れが示唆されている。また、健康状態は住宅の環境のみならず各種サービス水準といった地域の環境の影響も受けることが示唆されている。そのため健康維持増進のためには、居住環境の中でも人々の生活基盤である住宅・地域環境の改善が重要であると考えられる。

2. 研究の目的

上記を踏まえて本研究では、住宅・地域環境と健康状態の関係の解明を目的とし、大規模実測調査・被験者実験を行う。実フィールドでの大規模実測調査と追跡調査により居住環境と健康の客観データを取得し、健康影響の客観的論拠を獲得する。以上より超高齢社会に適応した新たな居住環境を創出する。

3. 研究の方法

本研究では、室内・住宅スケールや都市・地域スケール等の幅広い範囲において、各環境が人体の健康に及ぼす影響について検証した。各々のアプローチ方法を下記に示す。

(1) 実測調査に基づく居住者の健康影響の把握

住環境と健康に係るアンケート調査に加えて、全国各地（山梨県上野原市、山口県長門市、愛知県新居浜市、高知県梶原町、同県土佐町等）を対象に住宅の温湿度や居住者のバイタルデータ（Ex. 血圧、活動量等）を収集しフィールド調査を行うことで、住環境が健康に及ぼす影響について評価を行った。収集した膨大なデータは多変量解析によって個人属性の影響を考慮し、構造形成の検証も踏まえた上で、関係性を明らかにした。

(2) 被験者実験に基づく居住者の健康影響の把握

室内環境が心理量・生理量に及ぼす影響を明確化するため被験者実験を実施し、アンケート調査による心理量、血圧や睡眠状態といった生理量を測定し、室内環境の実測データと比較分析を行った。さらに、被験者実験より得られたデータを用いて貨幣価値換算を行い、従来のベネフィットとされてきた省エネによる経済的影響と、睡眠の質や作業効率の向上といったコベネフィットの経済的影

響を比較検討した。

(3) コホート調査に基づく居住者の健康影響の把握

前述のアンケート調査等についてはあくまで断面調査であるため、住環境と健康の関係について考察を行うには不十分である。そこで、追跡調査を展開し、住環境及び対象者における健康状態の経年変化を把握することで、住環境と健康の関係性を分析した。

4. 研究成果

(1) 室内温熱環境が血圧に及ぼす影響の実態調査

全国各地の冬季の家庭血圧と室温の実測データを使用しマルチレベル分析を行った。収縮期血圧は、ある対象者について 1°C 低い環境下で 0.38mmHg 高く、また平均室温が 1°C 低い住宅に住んでいる対象者は 0.57mmHg 高かった。寒さは血圧に対して急性的な影響のみならず慢性的な影響も有する可能性が示唆された。

表 1 起床時の収縮期血圧の最終モデル

n=3,331 * p<0.05, ** p<0.01

レベル	説明変数	推定値	有意水準
—	切片	131	**
Level-2 個人レベル	年齢 [歳]	0.42	**

Level-1 日レベル	居間室温 [°C]	-0.57	*
	年齢×居間室温 [歳]×[°C]	-0.01	**
		7	

(2) 床近傍室温が血圧に及ぼす影響の実態調査

首都圏及び甲信地域での室温と家庭血圧の実態調査の結果を用いて、床近傍を含む各部屋の室温が血圧に及ぼす影響を住宅群別に分析した。起床時の収縮期血圧を目的変数としたマルチレベル分析を行った結果、個人属性を調整した上でも高さ 0.1m の室温が血圧に及ぼす影響が最も大きく、床近傍室温を高く維持することの重要性が示唆された。

表 2 マルチレベル分析（目的変数：起床時収縮期血圧）

説明変数	Group. 1 n=598		Group. 2 n=550		Group. 3 n=632	
	推定値	有意確率	推定値	有意確率	推定値	有意確率
居間 0.1m	-1.16	<0.01	-0.99	<0.01	-0.92	<0.01
居間 1.1m	-0.83	<0.01	-0.74	0.01	-0.76	<0.01
寝室	-0.73	<0.01	-0.57	0.02	-0.41	0.08
トイレ	-0.68	<0.01	-0.76	0.02	-0.67	0.04
外気温	-0.45	<0.01	-0.38	0.01	-0.29	<0.01

年齢、性別、BMI、既往歴を調整
推定値は室温（外気温）1°C 低下時の血圧上昇量 [mmHg]

(3) 住宅の温熱環境および断熱性能が活動量に及ぼす影響

愛媛県での温湿度と活動量の実態調査の結果を用いて、統計解析により住宅の温熱環境と断熱性能による身体活動への影響を検証した。その結果、住宅の中でも非居室である脱衣所や廊下の最低室温が高い温熱環境が生活活動量の増加に有効であることが示唆された。これらの最低室温は断熱性能が高い住宅ほど高い傾向にあることから、高い断熱性能は身体活動の促進に有効であることが示唆された。

表 3 脱衣所の最低室温と生活活動量の重回帰分析

独立変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	有意水準
(定数)	1.81		*
年齢 [歳]	-.041	-.248	***
...
脱衣所の最低室温 [°C]	.315	.325	***

調整済み R² 値 : .212 n=279 (14日間×24人※欠損値を除く)
* : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001

表 4 廊下の最低室温と生活活動量の重回帰分析

独立変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	有意水準
(定数)	4.08		***
年齢 [歳]	-.052	-.313	***
...
廊下の最低室温 [°C]	.286	.303	***

調整済み R² 値 : .187 n=292 (14日間×24人※欠損値を除く)
* : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001

(4) 夏季の温熱環境制御が睡眠に及ぼす影響の被験者実験

夏季の温熱環境制御が睡眠に及ぼす影響を評価するために被験者実験を実施した。エアコン使用の Case. I, II と比較して放射冷房を使用した Case. III において睡眠効率が高かった。このことから睡眠時の温熱環境制御が睡眠に影響を及ぼすことが示唆された。

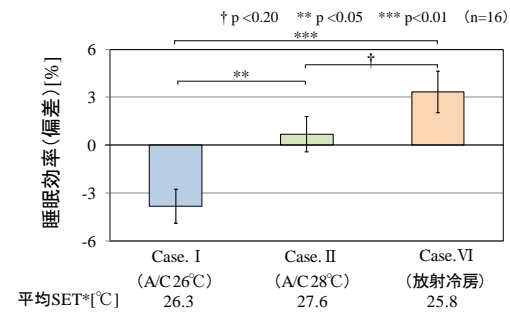


図 1 睡眠効率と主観作業効率の関係 (n=26)

(5) 断熱性能と床仕上げ材が血压に及ぼす影響の被験者実験

断熱性能・床仕上げ材と冬季の血压との関

係について被験者実験により評価した結果、高断熱室の無垢材ケースと無断熱室の CF ケースにおいて足裏皮膚温度の低下量が大きい程収縮期血压が高い傾向が確認された。以上より冷たい床表面に接触することによる足裏皮膚温度の低下が抹消部の血管を収縮させ、血压が上昇することを示唆した。

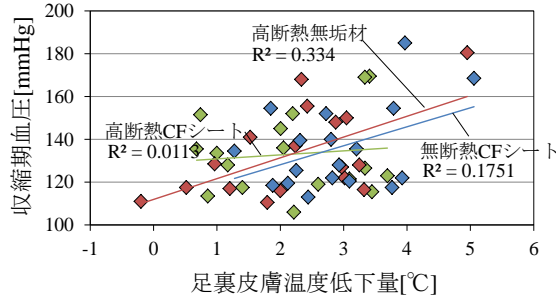


図 2 実験室入室 30 分後の足裏皮膚温度変化量と血压の関係 (男性)

(6) 床近傍室温が冷えを介して温冷感に及ぼす影響の被験者実験

1.1m 室温・0.1m 室温ともに 26°C のケースと 1.1m 室温 26°C・0.1m 室温 24°C のケースを比較した。床近傍の低温環境が交感神経の活性化、末梢皮膚温低下をもたらし、温冷感や集中度に影響を及ぼす可能性が示された。夏季に実施した本実験において、冷え性者と非冷え性者の体質間では差が確認されたが、床近傍室温 2 度差のケース間では、交感神経活性化に有意差が認められたものの、冷え自覚や知的生産性の有意な差は見られなかった。

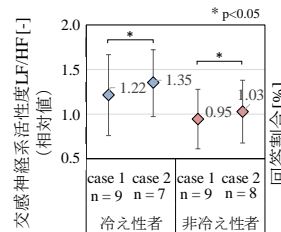


図 3 交感神経活性化

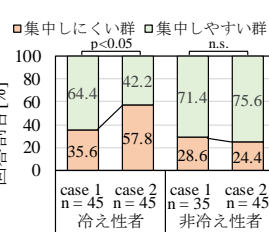


図 4 集中度

(7) 高断熱住宅への転居による血压の変化【前向き追跡調査】

高断熱住宅へ転居する者を対象とし、転居前後の血压を比較する前向き追跡調査を実施した。結果、平均血压が 125mmHg 以上の群は、転居前後で起床後収縮期血压の室温 1°C 上昇につき平均値が 1.5mmHg 低下するという有意な関係が確認された。

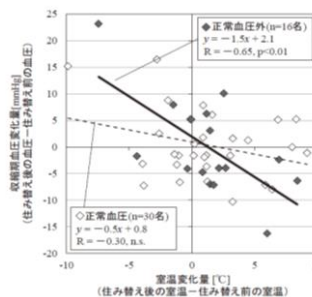


図 5 転居に伴う室温と収縮期血压変化量の関係

(8) 高断熱住宅への転居による睡眠の変化【前向き追跡調査】

温熱環境は睡眠の質の良否に影響を及ぼすとされることから、高断熱住宅への転居前後の室温と睡眠の質を実測調査に基づき検証した。重回帰分析の結果、睡眠効率は睡眠中の室温1℃上昇により0.73%改善した。また、室温の改善により中途覚醒階数が減少することが示唆された。

表5 睡眠効率(転居後)の重回帰分析

説明変数	偏回帰係数	標準化偏回帰係数	有効確率(p値)
定数	-	34	**
睡眠効率(転居前)	%	0.61	0.75 **
睡眠中の室温変化量	℃	0.73	0.36 **
飲酒割合変化量	%	-0.08	-0.19 0.08
就寝中着衣量変化量	clo	-1.5	-0.05 0.65
掛け布団枚数変化量	枚	0.48	0.05 0.65

**p<0.01, *p<0.05, 調整済みR²=0.51

(9) 冬季の住宅・介護施設内温熱環境が健康寿命に及ぼす影響【後向き追跡調査】

住宅内温熱環境と健康に関する知見を踏まえ、住宅内温熱環境と健康寿命の関係を検証した。デイサービス施設を利用する高齢者を対象として自宅の温湿度の測定や、温熱環境に対する主観評価、過去の要介護認定状況等を調査した。脱衣所で寒いと感じる頻度の申告に基づき対象者を2群に分類し、初めて要介護認定された年齢を比較した結果、寒いと感じる頻度が低い(寒くない)者は、頻度が高い(寒い)者と比較して健康寿命が平均して4歳長いことが示唆された。

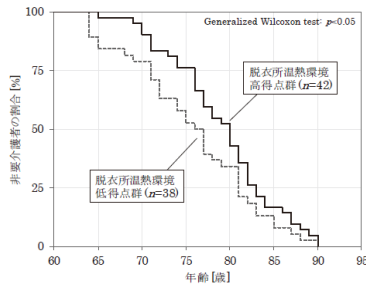


図6 脱衣所の温熱環境の主観評価別要介護認定スピード

(10) 介入調査結果に基づく居住環境改善がもたらす健康影響効果の全国への適用

前段までで明らかとなった居住環境の改善による健康影響の局所的な効果が、日本全国で同様に得られるかどうかを検討した。全国344の二次医療圏域を対象として、地域の入院患者割合の多寡を規定する要因分析を実施した。その結果、二重サッシ又は複層ガラス窓のある住宅(以下、高断熱住宅)割合が多い地域は脳血管疾患や呼吸器系疾患の入院患者割合が低いことが確認された(図10)。これを基に入院患者抑制効果を再分析した結果、高断熱住宅割合の1%の普及は脳血管疾患入院患者割合を総人口10万人当たり約1,080人抑制する可能性が示された。

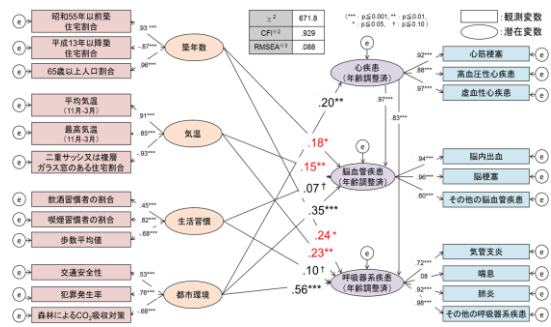


図10 心疾患・脳血管疾患・呼吸器系疾患入院患者割合を規定する要因モデル

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 11 件)

- ① 海塩渉, 伊香賀俊治, 安藤真太郎, 大塚邦明, 高断熱住宅への住み替え前後の家庭血圧比較 - 冬季の室内温熱環境が血圧に及ぼす影響の実態調査 (その3) -, 日本建築学会環境系論文集, 査読有, Vol.722, 2016, pp.357-36
DOI:10.3130/aije.81.571
- ② 本多英里, 伊香賀俊治, 大平昇, 岡島慶治, 海塩渉, 夏季の温熱環境制御が睡眠と翌日の作業効率に与える影響の経済性評価, 日本建築学会環境系論文集, 査読有, Vol.724, 2016, pp.523-533
DOI:10.3130/aije.81.523
- ③ 林侑江, 伊香賀俊治, 星旦二, 安藤真太郎, 住宅内温熱環境と居住者の介護予防に関するイベントヒストリー分析, 日本建築学会環境系論文集, 査読有, Vol.729, 2016, pp.901-909
DOI:10.3130/aije.81.901
- ④ Sayuri Kodama, Sugako Kurimori, Ta nji Hoshi, Structural association among multidimensional factors of frailty, diet quality, and economic satisfaction among healthy elderly dwelled in a n Okinawa farm village: Bulletin of Social Medicine, 査読有, Vol.33, 2016, pp.25-38
DOI:7, Bulletin of Social Medicine
- ⑤ 海塩渉, 伊香賀俊治, 安藤真太郎, 大塚邦明, 自由行動下血圧測定に基づく寝室室温の早朝血圧変動への影響, 日本建築学会環境系論文集, 査読有, Vol.80, 2015, pp.867-875
DOI:10.3130/aije.80.867
- ⑥ 海塩渉, 伊香賀俊治, 安藤真太郎, 大塚邦明, マルチレベルモデルに基づく室温に寄る家庭血圧への影響 - 冬季の室内温熱環境が血圧に及ぼす影響の実態調査 (その2) -, 日本建築学会環境系論文集, 査読有, Vol.80, 2015, pp.703-710
DOI:10.3130/aije.80.703
- ⑦ 星旦二, 櫻井尚子, 藤原佳典, 湯浅資之, 加藤龍一, 高燕, 都市郊外住宅高齢者に

における要介護認定度の三年変化と健康三
要因、生活習慣、社会経済的要因とのパ
ス解析による関連構造，社会医学研究，
査読有，Vol.32，2015，pp.89-102

- ⑧ 海塩渉，伊香賀俊治，大塚邦明，安藤真
太朗，個人因子別のじゃ低血圧上昇量に
関する分析ー冬季の室内温熱環境が血圧
に及ぼす影響の実態調査ー，日本建築学
会環境系論文集，査読有，Vol.79，2014，
pp.571-577 DOI:10.3130/aije.79.571
- ⑨ 川久保俊，伊香賀俊治，村上周三，星
旦二，安藤真太朗，住環境が居住者の健康
維持増進に与える影響に関する研究 全
国の戸建て住宅の環境性能と居住者の健
康状態に関する実態調査，日本建築学会
環境系論文集，査読有，Vol.79，2014，p
pp.555-561
DOI:10.3130/aije.79.555

ほか2件

[学会発表] (計 102 件)

- ① 岡崎愛，伊香賀俊治，平田潤一郎，土屋
遼太，西村三香子，床近傍室温が皮膚温
変動を介して執務者の知的生産性に及ぼ
す影響，2016年度第87回日本建築学会関
東支部研究発表会，2017年2月27日~2017
年2月28日，日本大学（東京都千代田区）
- ② 鈴木健太郎，伊香賀俊治，村上周三，川
久保俊，構造方程式モデリングに基づく
二次医療圏・傷病別入院患者割合の因果
構造分析，平成28年度空気調和・衛生工
学会大会，2016年9月14日~2016年9月16
日，鹿児島大学（鹿児島県鹿児島市）
- ③ 中島雄介，伊香賀俊治，苅尾七臣，安藤
真太朗，桑原光巨，中村正吾，冬季の住
宅内における床近傍室温・外気温が起床
時血圧へ及ぼす影響のマルチレベル分析，
2016年度第86回日本建築学会大会（九州
），2016年8月24日~2016年8月26日，福岡
大学（福岡県福岡市）
- ④ 石渡拓也，伊香賀俊治，平田潤一郎，中
島雄介，林侑江，断熱性能・床材と冬季
の血圧に関する被験者実験，2016年度第8
6回日本建築学会大会（九州），2016年8
月24日~2016年8月26日，福岡大学（福岡
県福岡市）
- ⑤ 安藤真太朗，白石靖幸，長谷川兼一，坂
口淳，三田村輝章，鍵直樹，篠原直秀，
ダンプネスが児童のアレルギー疾患に及
ぼす影響のマルチレベル分析，平成27年
度日本建築学会九州支部発表会，2016年
3月6日~2016年3月6日，琉球大学（沖縄
県中頭郡）
- ⑥ 大橋知佳，伊香賀俊治，海塩渉，馬淵富
夫，高断熱住宅転居前後における居住者
の血圧・睡眠・体温の変化に関する実測
調査（その3）室温と睡眠効率の変化，平
成27年度日本建築学会大会（関東），20
15年9月4日~2015年9月6日，東海大学（

神奈川県平塚市）

- ⑦ 世良瞳子，伊香賀俊治，安藤真太朗，小
熊祐子，樋野公宏，近江聡子，高齢者
の中強度歩行活動を規定するコミュニティ
の要因分析，平成27年度日本建築学会大
会（関東），2015年9月4日~2015年9月6
日，東海大学（神奈川県平塚市）
- ⑧ 林侑江，伊香賀俊治，星旦二，安藤真太
朗，海塩渉，大橋知佳，本多英里，生存
分析に基づく受託内温熱環境と虚弱高齢
者の要介護認定との関連，平成27年度日
本建築学会大会（関東），2015年9月4日~20
15年9月6日，東海大学（神奈川県平塚市）
ほか94件

[図書] (計 1 件)

星旦二，健康学のスズメ，ライフ出版社，2014

[その他]

伊香賀研究室ウェルネスグループ研究成果
[http://www.ikaga.sd.keio.ac.jp/group-we
ll1.php](http://www.ikaga.sd.keio.ac.jp/group-wel11.php)

ゆすはら健康長寿の里づくりプロジェクト

<http://www.ikaga-yusuhara.jp/>

スウェーデン・ルンド大学医学部 Agneta
Malmgren Fange 教授との住宅温熱環境と
虚弱高齢者の身体能力に関する国際共同研
究、ニュージーランド・オタゴ大学公衆衛生
学部 Philippa Howden-Chapman 教授との
住宅温熱環境と居住者の健康に関する国際
共同研究の準備を進めているところである。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊香賀 俊治 (IKAGA, Toshiharu)
慶應義塾大学・理工学部・教授
研究者番号：30302631

(2) 研究分担者

星 旦二 (HOSHI, Tanji)
首都大学東京・都市環境科学研究科・
名誉教授
研究者番号：00190190

白石 靖幸 (SHIRAIISHI, Yasuyuki)
北九州市立大学・国際環境工学部・教授
研究者番号：50302633

安藤 真太朗 (ANDO, Shintaro)
北九州市立大学・国際環境工学部・講師
研究者番号：60610607

鈴木 昌 (SUZUKI, Masaru)
慶應義塾大学・医学部・講師
研究者番号：70265916

堀 進悟 (HORI, Shingo)
慶應義塾大学・医学部・教授
研究者番号：80129650