

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	郊外住宅地における住宅・地域環境と身体活動に関する調査
Title(English)	
著者(和文)	伊藤 真紀, 伊香賀 俊治, 安藤 真太郎, 星旦二, 海塩 渉, 柳澤 恵, 高山 直人, 大橋 知佳
Authors(English)	Toshiharu Ikaga, Shintaro Ando, Tanji Hoshi, Wataru Umishio, Chika Ohashi
出典 / Citation	日本建築学会関東支部研究報告集, Vol. 85, , pp. 149-152
Citation(English)	, Vol. 85, , pp. 149-152
発行日 / Pub. date	2015, 3

## 郊外住宅地における住宅・地域環境と身体活動に関する調査

### 4. 環境工学-21. 環境設計・地球環境

住宅環境 地域環境 身体活動  
アンケート調査 ロジスティック回帰分析

正会員 ○ 伊藤 真紀<sup>\*1</sup> 正会員 伊香賀 俊治<sup>\*2</sup>  
正会員 安藤 真太朗<sup>\*3</sup> 正会員 星 旦二<sup>\*4</sup>  
正会員 海塩 渉<sup>\*5</sup> 正会員 柳澤 恵<sup>\*5</sup>  
会員外 高山 直人<sup>\*5</sup> 正会員 大橋 知佳<sup>\*5</sup>

### 1. 背景と目的

日本は人口減少、平均寿命の延伸による急速な高齢化が進行している。それゆえ、社会保障費の抑制、健康寿命の延伸が求められており、死亡者数の約6割、医療費と介護要因のそれぞれ約3割を占める生活習慣病の予防が重要な課題となっている。生活習慣病は、不適切な食生活、過度の飲酒、喫煙、運動不足等が原因として指摘されているが、中でも、身体活動・運動<sup>\*1)</sup>の不足は、喫煙、高血圧について生活習慣病による死亡の3番目の危険因子であることが示唆されている<sup>\*1)</sup>。また、最近では、高齢者の認知機能や運動器機能の低下等の社会生活機能の低下と関係することも明らかになってきている<sup>\*2)</sup>。

身体活動・運動不足の解消は重要な課題であるが、長年の習慣を変えることの難しさも指摘されている<sup>\*3)</sup>。国は平成12年に国民健康づくり運動として「健康日本21」を策定、運動習慣の定着や歩数の増加等の個人の努力による予防を目標に掲げたが、10年間の取り組みで、運動習慣者の割合は変わらず、歩数は悪化した。身体活動・運動の重要性は理解しているが、行動に移せない人々に対しては、個人の置かれている環境の整備により、自然と身体活動・運動量を増加させるといったポピュレーションアプローチが注目されている。そこで、本研究では、住宅・地域環境と身体活動の関係を明らかにすることを目的として、アンケート調査を実施、多重ロジスティック回帰分析を用いて分析を行った結果を報告する。

### 2. 調査概要 (表1、2、3)

調査は2014年1月下旬から2月中旬に実施した。調査対象は山梨県内の戸建住宅地の居住者である。本調査地は、大手ハウスメーカーが全区画(約1400区画)の約7割を分譲する東京都近郊の郊外住宅地(ニュータウン)であり、1991年から現在まで販売が続けられている。計画的に整備されたまちである一方、住宅性能は開発年代ごとに違いがみられる。なお、次世代省エネルギー基準の地域区分においては、IVa地域に属する地域である。

アンケートの配布・回収は自治会を通じて行い、原則、1世帯において世帯主1名・同居者1名の計2名に回答を依頼した。1,308世帯に配布し、722世帯(1,300名)から回答を得た(表1)。調査項目を表2、3に示す。住宅属性、住宅・地域環境の評価、身体活動、健康、生活

表1 アンケートの概要

実施期間	2014年1月26日~2月11日	
調査方法	紙面配布によるアンケート調査	
調査対象	山梨県在住の18歳~94歳の男女	
調査内容	住宅属性、住宅・地域環境の評価、身体活動、健康、生活習慣、個人属性	
サンプル	配布: 1,308世帯 回収: 722世帯 (55%)、1,300名	

表2 調査項目

調査内容の分類	調査項目		
住宅属性※	窓ガラスの枚数	窓サッシの材質	
	築年数、居住年数	改修有無と内容	
住宅環境の評価	暖房機器と使用状況		
	I. 機能阻害要因 居間の温熱環境(夏/冬) 居間の音・振動環境、光環境 寝室の睡眠快適性(夏/冬) 廊下・階段、脱衣所、浴室の温熱環境(冬) 廊下・階段、台所の安全 浴室・脱衣所・洗面所の衛生		
地域環境の評価	表3に記載		
身体活動	運動充足感	移動手段	
	国際標準化身体活動質問票 IPAQ (抜粋)		
健康	主観的健康感	症状	病氣
生活習慣	喫煙習慣	食生活	在宅時間
	個人属性	生年月	性別
世帯構成		同居人数	既婚/未婚
	職業	以前の居住地	

※の項目は、世帯主のみに尋ねた設問

表3 地域環境の評価

I. 機能阻害要因		II. 参加・活動促進要因			
		利用頻度	利便性		
自然環境	屋外温熱環境(夏)	地域活動	自治会活動参加	○	
	屋外温熱環境(冬)	活動	スポーツ参加	○	
	屋外の臭い		文化活動参加	○	
	屋外音・振動環境	交通・移動	自転車の運転	○	
	屋外空気環境		自動車等の運転	○	
	緑地環境		公共交通機関	○	○
安全・衛生環境	水域環境	生活・サービス施設	運動施設	○	○
	上水道		文化施設	○	○
	ゴミ捨て場		公園・広場	○	○
	分煙対策		商業施設	○	○
	建物の密集度		金融機関	○	○
交通・移動	地域の治安		ペットの散歩	○	
	防災対策		きれいな景観	○	○
	転倒危険	健康・予防施設	医療機関	○	○
	衝突危険		歯科医院	○	○
	路上駐車・駐輪		介護施設		○
	近隣へのアクセス	付き合	付き合の程度		
バリアフリー対策	交流	面識・交流人数			
犯罪への不安		信頼関係			

「II. 参加活動促進要因」の地域活動、交通・移動、生活・サービス施設、健康・予防施設では利用頻度と利便性について尋ねた。表中の丸印は、項目毎に尋ねた内容(利用頻度、利便性)を示す。

習慣、個人属性について問うた。住宅・地域環境の評価項目については、CASBEE健康チェックリスト<sup>\*4), \*5)</sup>を参考に選定した。「機能阻害要因」とは不満や不安を感じる頻度を尋ねる設問であり、「参加・活動促進要因」とは施設等の利用頻度や利用のしやすさ、地域活動の参加頻

度、付き合い・交流の程度を尋ねる設問である。身体活動の評価指標には、普段の生活の中で運動が十分であるかという「運動充足感<sup>※3)</sup>」を用いた。

### 3. 結果

#### 3.1 回答者の個人属性 (表 4)

回答者の性別、年代、世帯構成、職業、BMI等を表4に示す。男女比はおおよそ1:1であった。50代、60代が多く、20代の回答割合が低かった。子と同居している世帯が49.8%を占め、夫婦のみの世帯が36.1%であった。男性は会社員が56.9%、無職/定年退職が26.2%を占め、女性は専業主婦が45.0%、パート・アルバイトが25.8%を占めた。BMIは、肥満(BMI $\geq$ 25.0)が男性28.6%、女性8.4%、低体重(BMI $<$ 18.5)は男性2.7%、女性11.6%で、全国平均と比べて男性は肥満が多く、女性は普通体重が多かった。主な移動手段は、バイク・自動車、バス・鉄道の割合が男女とも高く、女性は徒歩(15.4%)も多かった。運動充足感は、「充足(十分、だいたい十分)」は男性26.8%、女性20.2%を占め、「不足(やや不足、かなり不足)」は男性73.2%、女性79.8%を占め、運動不足と感じている割合が男女とも多かった。

#### 3.2 住宅属性と住宅・地域環境の評価 (図1、2)

築15年以上の住宅が約75%を占め、特に築20年の住宅が多く、全体の20%を占めた(図1)。また、築17年以上で単板ガラスの割合が、築15年以内で複層ガラスの割合が多かった。平成11年(15年前)の次世代省エネルギー基準の告示を境に住宅の高断熱化が急速に進んだことが読み取れる。

住宅・地域環境の包括的な評価として、すまいとコミュニティの健康チェックリストの合計スコアを示す(図2)。住宅環境の評価については、CASBEEすまいの健康チェックリスト(18項目版・切片あり)で補正したスコア<sup>※4)</sup>を用いた。すまいの平均スコアは91.1点で、全国平均84.9点を上回り、コミュニティの平均スコアも63.2点で、全国平均56.8点を上回った。既往研究<sup>※5)</sup>においても、ニュータウンは平均スコアが高い傾向にあり、本調査地においても同様の傾向が確認された。

#### 3.3 住宅・地域環境と身体活動の関係

##### 3.3.1 分析方法

交絡因子の影響を除いて、運動充足感に対する住宅・地域環境の影響を評価するために、多重ロジスティック回帰分析を行い、交絡因子を調整したオッズ比を推定した。従属変数には運動充足感(0:不足、1:充足)を、独立変数には住宅・地域環境の評価項目(18項目・42項目)を、交絡因子には $\chi^2$ 検定により運動充足感と有意な関連が認められた個人属性、および、既往研究<sup>※6)</sup>より交絡因子と考えられる項目を選択した。統計解析ソフトはSPSS Statistics 22を用い、統計学的有意水準は危険率5%未満に設定した。

表4 回答者の個人属性

項目	全体 n=1,293		男性 n=656 50.7%		女性 n=637 49.3%		
	n	%	n	%	n	%	
年代	20代以下	16	1.3%	9	1.4%	7	1.1%
	30代	110	8.7%	48	7.4%	62	10.0%
	40代	210	16.6%	98	15.2%	112	18.2%
	50代	369	29.2%	180	27.9%	189	30.6%
	60代	325	25.8%	179	27.8%	146	23.7%
	70代	181	14.3%	101	15.7%	80	13.0%
	80代以上	51	4.0%	30	4.7%	21	3.4%
世帯構成	単身	55	4.3%	19	2.9%	36	5.8%
	子と同居	633	49.8%	316	48.8%	317	50.7%
	三世帯同居	44	3.5%	23	3.6%	21	3.4%
	夫婦のみ	459	36.1%	241	37.2%	218	34.9%
	親と同居	57	4.5%	37	5.7%	20	3.2%
	その他	24	1.9%	11	1.7%	13	2.1%
	職業	会社員	458	35.9%	371	56.9%	87
無職/定年退職	223	17.5%	171	26.2%	52	8.3%	
自営業	54	4.2%	37	5.7%	17	2.7%	
パート・アルバイト	188	14.7%	27	4.1%	161	25.8%	
専業主婦/主夫	283	22.2%	2	0.3%	281	45.0%	
学生	6	0.5%	2	0.3%	4	0.6%	
その他	65	5.1%	42	6.4%	23	3.7%	
BMI	低体重(18.5未満)	86	7.0%	17	2.7%	69	11.6%
	普通体重(18.5~25.0)	911	74.2%	435	68.7%	476	80.0%
	肥満(25.0以上)	231	18.8%	181	28.6%	50	8.4%
主な移動手段	徒歩	133	11.0%	41	6.7%	92	15.4%
	自転車	37	3.1%	12	2.0%	25	4.2%
	バス・鉄道	380	31.5%	260	42.8%	120	20.0%
	バイク・自動車	611	50.6%	282	46.4%	329	54.9%
	タクシーや家族送迎	46	3.8%	13	2.1%	33	5.5%
運動充足感	充足	301	23.5%	174	26.8%	127	20.2%
	不足	979	76.5%	476	73.2%	503	79.8%

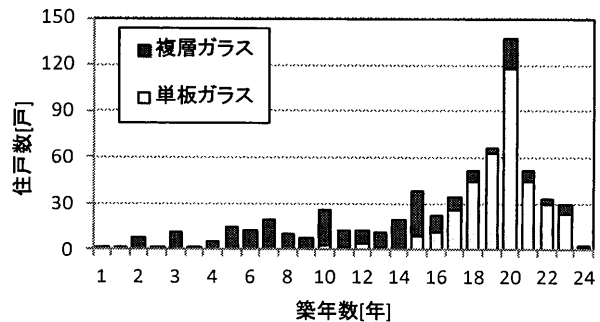


図1 築年数と窓ガラス枚数

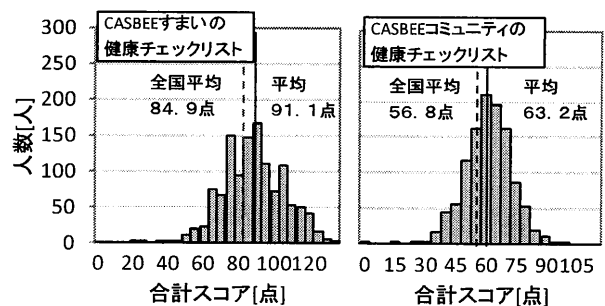


図2 住宅・地域環境の評価 (上:住宅、下:地域)

##### 3.3.2 交絡因子の検討 (図3)

$\chi^2$ 検定により、個人属性と運動充足感の関係を検証し、性別、年代、主な移動手段、居住年数と運動充足感の間において有意差が認められた。年齢についても同様に検定を行ったが、有意差が認められないため、カテゴリー化した年代を以降の解析では用いた。在宅時間は、1日を5つの区分(朝、昼、夕方、夜、深夜)に分け、そのうち在宅している時間帯の数を単純合計したものである。在

宅時間については、有意差が認められなかったが、家で過ごす時間が長いほど運動が不足している可能性が考えられるため、交絡因子として扱うこととした。以上より、性別、年代、主な移動手段、居住年数、在宅時間を環境と運動充足感の間に介在する個人属性として独立変数に投入し、交絡因子を制御した。

### 3.3.3 住宅環境と身体活動 (表5)

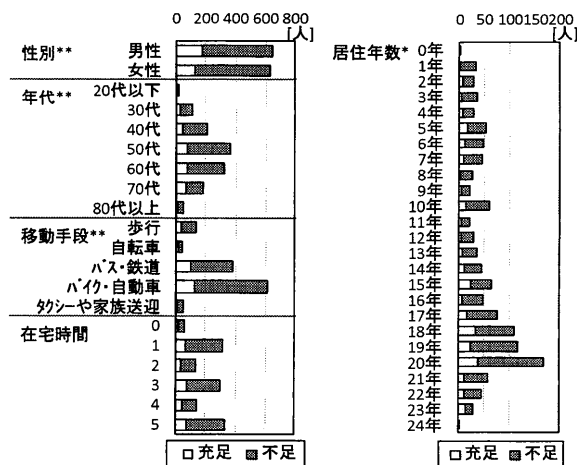
分析結果を表5に示す。調整オッズ比とは、各項目の評価が1増加すると、運動充足感が不足群から充足群となる確率が、該当の数値で増加することを示している。なお、住宅の評価項目は全て機能阻害要因であり、評価が1増加するとは、不安や不満が軽減する(住宅内の不安や不満が、0:よくある、1:たまにある、2:めったにない、3:全くない)ことを示す。運動充足感に関連する要素として、「居間暑さ」と「寝室光」を除く項目で有意であった。特に影響が大きいのは、「階段危険(階段が急で危険と感じる)」「廊下危険(部屋の出入りで段差につまずく)」「居間光(夜、照明が足りずに暗いと感じる)」であった。その他、「脱衣所寒さ」「廊下寒さ」「浴室寒さ」のオッズ比も1を越えて有意であり、非居室の寒さが住宅内のバリアと同じく、運動充足感に影響を与えている可能性が示された。

### 3.3.4 住宅性能と温冷感 (図4、5)

運動充足感との関連が示された住宅内の温冷感には、年齢や性別等の個人属性の他、住宅属性の影響も考えられる。そこで、窓ガラス枚数と住宅内の温冷感との関係を $\chi^2$ 検定にて検証した。単板ガラスと複層ガラスの住宅では、居間、脱衣所、浴室、廊下の寒さについて有意差が認められた(図4)。非居室である脱衣所、浴室、廊下は、暖房機器を未設置もしくは未使用の住宅が多く、断熱性能の違いが室内温熱環境に大きく影響していると思われる(図5)。また、居間は大開口を有する場合が多く、窓性能の違いが温冷感に影響を及ぼした可能性が考えられる。住宅の断熱性能の違いは、特に非居室かつ非暖房室の温冷感に影響を及ぼすことが確認された。

### 3.3.5 地域環境と身体活動 (表6)

分析結果を表6に示す。機能阻害要因の項目は、評価が1増加するごとに、不安や不満が軽減する(不安や不満に対して、0:よくある、1:たまにある、2:めったにない、3:全くない)ことを示す。参加・活動促進要因の項目は、評価が1増加するごとに、利用や参加頻度が上がる(利用・参加頻度に対して、0:全くない、1:年に1回程度、2:月に1回~年に数回程度、3:週に1回~月に数回程度、4:毎日~週に数回程度)、利便性が上がる(利用しやすい施設等の有無に対して、0:全くあてはまらない、1:ややあてはまらない、2:ややあてはまる、3:非常によくあてはまる)ことを示す。運動充足感を満たすことに関連する地域環境は、機能阻害要因の項



有意確率: \*:p<0.05, \*\*:p<0.01

図3 個人属性と運動充足感 ( $\chi^2$ 検定)

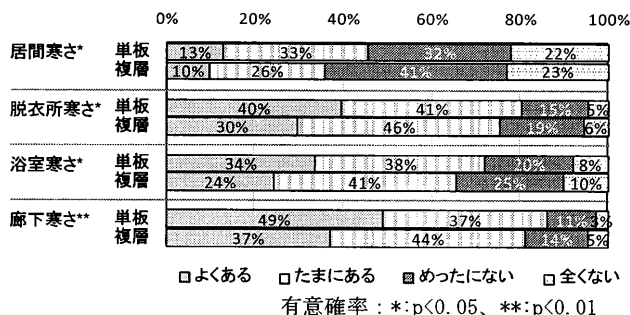
表5 住宅環境と運動充足感の調整オッズ比

評価項目 (住宅)		調整オッズ比	95% 信頼区間		
			下限	上限	
機能阻害要因	居間	居間暑さ	1.12	0.95	1.32
		居間寒さ	1.23**	1.05	1.43
		居間音	1.31**	1.09	1.57
		居間光	1.52**	1.22	1.90
	寝室	寝室暑さ	1.23*	1.03	1.47
		寝室寒さ	1.21*	1.00	1.46
		寝室音	1.23*	1.00	1.50
		寝室光	1.16	0.89	1.50
		寝室湿気	1.27*	1.03	1.56
	寝室乾燥	1.25**	1.06	1.48	
キッチン	台所体勢	1.36**	1.12	1.65	
浴室・脱衣所・洗面所	脱衣所寒さ	1.47**	1.25	1.74	
	浴室寒さ	1.33**	1.14	1.55	
	水廻りカビ	1.37**	1.12	1.69	
廊下・階段	廊下寒さ	1.36**	1.14	1.63	
	廊下危険	1.59**	1.29	1.97	
	階段危険	1.61**	1.30	2.00	
家の周り	住宅防犯	1.45**	1.19	1.76	

変数選択法: 強制投入法 (\*:p<0.05, \*\*:p<0.01)

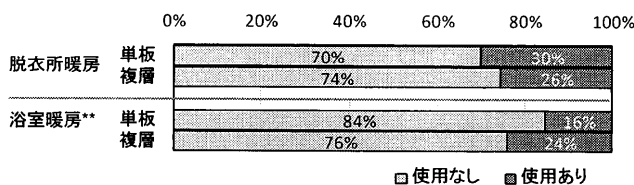
従属変数: 運動充足感 (0:不足、1:充足)

他の独立変数: 性別、年代、居住年数、在宅時間、移動手段



有意確率: \*:p<0.05, \*\*:p<0.01

図4 窓ガラス枚数と住宅内温冷感



有意確率: \*:p<0.05, \*\*:p<0.01

図5 脱衣所および浴室の暖房機器使用状況

目に多く、中でもオッズ比が大きいのは、交通・移動の要素で、「バリアフリー対策（公共施設や道路で手すりの未設置や段差のために移動しづらい）」というハード面とともに、「犯罪への不安（夜道で犯罪に遭うかもしれないという不安を感じる）」というソフト面の影響も小さくないことがわかる。一方、参加・活動促進要因の項目では、運動施設の利用や利便性、スポーツの参加の他、金融機関・医療機関・商業施設・文化施設（公民館、集会所、図書施設）の利便性、公園の利用、歩いて気持ちのよいきれいな景観があることと有意であった。運動を目的とした施設の利用や利便性のほか、日常生活にかかわる施設の整備状況や、公園・景観等の心理的な外出促進要素も運動充足感と関連があることが示された。

本調査地は、計画的に整備された住宅地であり、平坦な土地の中におおよそ300戸を1つの単位として公園や集会所が計画され、緑道等も整備されている。また、商店や診療所等も、住宅地内のどこからでも徒歩15分以内でアクセス可能等の特徴を有する。ゆえに、上述のような地域環境の項目と運動充足感との関係が強く表れたものと推察される。

#### 4. まとめ

住宅・地域環境と身体活動の関係に着目し、住宅・地域環境による身体活動への影響を明らかにするため、アンケート調査を実施、多重ロジスティック回帰分析を用いて分析を行った。

その結果、運動充足感と住宅・地域環境の評価項目との間に関連が認められた。運動充足感を満たすことに関連する住宅環境は、階段の危険や段差のつまずきの少なさ、また非居室の寒さを感じないこと等であった。地域環境は、機能阻害要因、参加促進要因ともに影響の大小はあるものの運動充足感との関連性が示された。また、施設の利便性等のハード面だけでなく、犯罪への不安の少なさ等のソフト面の要素も運動充足感を満たすことに影響を与えることが示唆された。これらにより、住宅・地域環境の改善による運動充足感の向上、身体活動の増加の可能性があるとの結果が得られた。

ただし、本調査は横断研究であるため、因果関係については言及できない。因果関係を明らかにするためには、これらの要素を改善する取り組みを行い、その前後で調査を行う縦断研究を実施する必要がある。また、身体活動の指標として用いた運動充足感の主観評価であり、運動の実施有無や内容、程度については把握できない。さらに、住宅・地域環境の評価もアンケートによる居住者の主観評価にとどまっている。住宅・地域環境と身体活動の関係把握には、身体活動量や住宅内環境の測定、地理情報システム等を用いた客観指標による更なる分析が必要である。

表6 地域環境と運動充足感の調整オッズ比

評価項目（地域）	調整オッズ比	95% 信頼区間			
		下限	上限		
機能阻害要因	自然環境	屋外の暑さ	1.28**	1.07	1.53
		屋外の寒さ	1.19*	1.00	1.43
		屋外の臭い	1.57**	1.21	2.03
		屋外の騒音・振動	1.22*	1.00	1.48
		屋外の空気環境	1.19	0.93	1.51
	安全・衛生環境	緑地環境	1.49**	1.14	1.94
		水域環境	1.17	0.97	1.41
		上水道	1.26*	1.04	1.53
		ゴミ捨て場	1.23*	1.02	1.49
		分煙対策	1.18	1.00	1.39
交通・移動	建物の密集度	1.44**	1.13	1.82	
	地域の治安	1.35**	1.09	1.66	
	防災対策	1.20*	1.02	1.41	
	転倒の危険	1.17	0.97	1.42	
	衝突の危険	1.03	0.83	1.27	
	路上駐車・駐輪	1.10	0.92	1.31	
	近隣へのアクセス	1.42**	1.18	1.71	
参加・活動促進要因	地域	バリアフリー対策	1.53**	1.27	1.84
		犯罪への不安	1.48**	1.21	1.82
	交通・移動	自治会活動の参加	0.86	0.74	1.01
		スポーツの参加	1.26**	1.14	1.39
		文化活動の参加	1.04	0.87	1.23
	生活・サービス施設	公共交通機関の利用	0.91	0.80	1.04
		自動車の運転	1.03	0.92	1.15
		自転車の運転	1.03	0.92	1.15
	健康・予防施設	運動施設の利用	1.30**	1.15	1.46
		文化施設の利用	1.05	0.93	1.19
公園の利用		1.13*	1.02	1.25	
ペットの散歩		1.03	0.93	1.13	
公共交通機関の利便性		1.15	0.97	1.36	
運動施設の利便性		1.30**	1.11	1.54	
文化施設の利便性		1.20*	1.02	1.41	
公園の利便性		1.15	0.96	1.38	
商業施設の利便性		1.26*	1.03	1.55	
金融機関の利便性		1.29**	1.10	1.52	
付き合い・交流	きれいな景観	1.29*	1.03	1.60	
	医療機関の利便性	1.29**	1.09	1.54	
	歯科医院の利便性	1.15	0.99	1.35	
	介護施設の利便性	1.15	0.99	1.35	
付き合い・交流	付き合いの程度	0.99	0.80	1.22	
	面識・交流人数	1.22	0.99	1.51	
交流	信頼関係	1.07	0.90	1.28	

変数選択法：強制投入法（\*：p<0.05、\*\*：p<0.01）

従属変数：運動充足感（0：不足、1：充足）

他の独立変数：性別、年代、居住年数、在宅時間、移動手段

【謝辞】本研究の実施に際し多大なご支援をいただいた、コモアしおつ自治会の皆様、実測調査にご協力いただいた皆様、積水ハウス株式会社・積和建設西京株式会社のご協力に心より謝意を表す。なお、本研究は、科学技術振興機構戦略的創造研究事業（社会技術研究開発）「健康長寿を実現する住まいとコミュニティの創造（研究代表者：伊香賀俊治）」の助成ならびに、科学研究費助成金・基盤研究（A）（研究代表者：伊香賀俊治、課題番号：26249083）を受け実施したものである。

【注釈】[1]「身体活動」とは、安静にしている状態よりも多くのエネルギーを消費する全ての動きを、「運動」とは、身体活動のうち、スポーツやフィットネス等の健康・体力の維持・増進を目的として計画的・意図的に行われるものを指す。[2] CASBEE 健康チェックリスト：すまい版とコミュニティ版があり、前者はすまいの6つの健康要素について部屋・場所ごとのチェック項目に答えることですまいの健康性を評価し、後者は地域を8つの要素に関するチェック項目に答えることで、コミュニティの健康性を評価するツール。[3]「普段の生活や仕事の中で、運動は足りていると思いませんか」という問いに対し、[1：十分、2：だいたい十分、3：やや不足、4：かなり不足]という選択肢を設けた。[4]18項目の合計スコアに2.1239を乗じ、20.528を加算して135点満点とした。

【参考文献】[1] Ikeda N, Inoue M, Iso H, Ikeda S, Satoh T, Noda M, Mizoue T, Imano H, Saito E, Katanoda K, Sobue T, Tsugane S, Naghavi M, Ezzati M, Shibuya K. Adult mortality attributable to preventable risk factors for non-communicable diseases and injuries in Japan: A comparative risk assessment. *PLoS Med.* vol.9, e1001160, 2012. [2] Sofi F, Valecchi D, Bacci D, Abbate R, Gensini GF, Casini A, Macchi C. Physical activity and risk of cognitive decline: A meta-analysis of prospective studies. *J Intern Med.* vol.269, 107-117, 2010. [3]健康日本21 評価作業チーム、健康日本21 最終評価、2011. [4]一般社団法人日本サステナブル建築協会：CASBEE 健康チェックリストの概要、2011. [5]安藤真太郎：すまい・コミュニティにおける健康決定要因の因果構造分析、慶應義塾大学、2014、博士論文。[6]柳澤恵、伊香賀俊治、榎野公宏、安藤真太郎：コミュニティ及び住宅内温熱環境が高齢者の身体活動量に与える影響の実態調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、2014.

- \*1 慶應義塾大学大学院理工学研究科 博士課程学生
- \*2 慶應義塾大学理工学部 教授・博士（工学）
- \*3 北九州市立大学国際環境工学部 講師・博士（工学）
- \*4 首都大学東京都市環境学部 教授・医学博士
- \*5 慶應義塾大学大学院理工学研究科 修士課程学生