

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	室温と生存データに基づく循環器疾患リスクに基づくCox比例ハザード分析
Title(English)	Cox Proportional-hazards Analysis of Cardiovascular Disease Based on Field Survey and Survival Data
著者(和文)	前川 拓美, 安藤 真太郎, 伊香賀 俊治, 星 旦二, 海塩 渉
Authors(English)	Shintaro Ando, Toshiharu Ikaga, Tanji Hoshi, Wataru Umishio
出典 / Citation	日本建築学会九州支部研究報告集, Vol. 56, , pp. 305-308
Citation(English)	, Vol. 56, , pp. 305-308
発行日 / Pub. date	2017, 3

## 室温と生存データに基づく循環器疾患リスクに関するCox 比例ハザード分析

正会員 ○前川 拓美\*1      正会員 安藤 真太郎\*2      正会員 伊香賀 俊治\*3  
正会員 星 且二\*4      正会員 海塩 渉 \*5

### 21.環境設計-j. 健康

居間室温, 死亡, 高血圧, コホート研究, イベントヒストリー分析

#### 1. はじめに

現在、我が国では年間130万人が亡くなっている。図1はH27年の死因割合を示した図である<sup>文1)</sup>。心疾患が原因で亡くなっている人の割合だけ見ても悪性新生物に次ぐ2番目に多い割合となっており、心疾患および脳血管疾患の2つを合わせると全体の24%を占めている。これは年間で30万人以上の方が亡くなっていることになる<sup>文1)</sup>。また、循環器疾患は高齢化に伴い発症するリスクが高くなり、65歳未満に比べて65歳以上では10倍以上の方が亡くなっている(図2)<sup>文2)</sup>。高齢化が進んでいる我が国において、循環器疾患による死亡のリスクを下げる事は急務であると言える。

近年、室内温熱環境が循環器疾患に及ぼす影響について注目が集まっている。濱田ら<sup>文3)</sup>の研究において、心疾患では平均気温が高く、断熱・結露防止工事実施率が高く、ペアガラス設置住宅率が高いほど、気温変動による死亡のリスクが低下する傾向を報告しており、後藤ら<sup>文4)</sup>は、温熱環境のグレードが低い住宅では居間とその他の室との温度差や居間の上下温度差がと連動して血圧の変動が大きい理由として、血圧の変動には外気温よりも室温の影響が大きいことを報告している。

このように、住宅の温熱環境が循環器疾患に害を及ぼすことが明らかになりつつあるため、筆者らは既報<sup>文5)</sup>において10ヶ年の追跡データに基づき、室温が循環器疾患発症に及ぼすのかをロジスティック回帰分析によって実施し、寒冷環境が高血圧や脳卒中の発症に悪影響を及ぼすことを明らかにした。そこで本報では、発展研究として発症に限らず、循環器疾患による死亡に着目した解析を実施した。フィールド調査と町が管理するデータとの統合を行い、生存と死亡を規定する居間室温について、時間帯と室温閾値を見出すことを研究目的とした、解析では生存日数を総合的に解析できるCox 比例ハザード分析を用いた<sup>註1)</sup>。

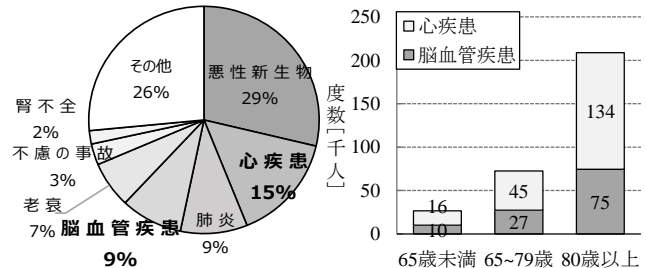


図1. 死因割合 (H27年)      図2. 年齢による循環器疾患死亡者推移 (H27年)

表1. 基本調査実施概要

調査年	2009年	2013年
追跡期間	2009年1月24日～2013年11月24日	
調査対象	高知県高岡郡梶原町	
配布回収	健康推進員による訪問配布・回収	
回答者数	1,128名	1,189名
調査方法・内容	①アンケート調査 住まい方 住まいの属性 個人属性 生活習慣 健康状態 等	①アンケート調査 住まい方 住まいの属性 個人属性 生活習慣 健康状態 等  ②居間の室温測定 ・各世帯一台設置 ・1.1mの高さに設置

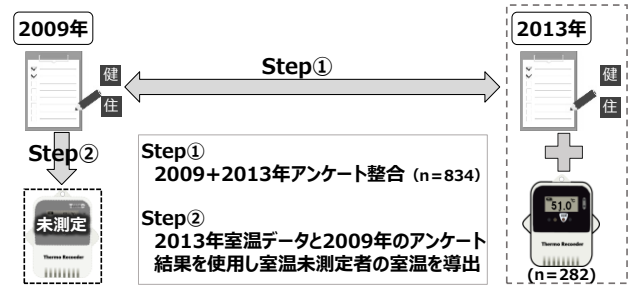


図3. 室温予測概要図

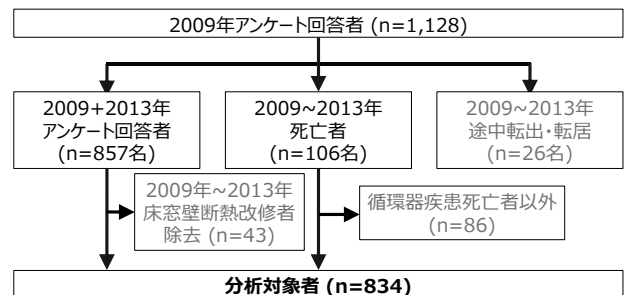


図4. サブジェクトフロー

## 2. 調査概要

**2.1 調査対象地** 本調査は、既報同様に、高知県梶原町で実施した。町として高齢化に伴う疾病予防対策を続けているが、住宅の断熱対策は不十分となっている。

## 3. 調査概要

**3.1 実施概要(表 1)** 本研究の分析は、町が 2001 年、2003 年、2009 年、2013 年の計 4 回実施している追跡アンケート調査のデータを用いる。しかし、室温の保有状況に関しては 2013 年時点の一部の対象のみである。そこで、判別分析を用いて他年の室温を予測する。室温の推測にあたり、住環境の回答データを説明変数として用いるが、住宅に関する詳細情報については 2009 年以降しか得ていない。従って、2009 年時点の室温を推測し、その時点から 2013 年までの 4 ヶ年の経年データに基づき、循環器疾患死亡リスクについて探る。尚、対象サンプルの死亡状況に関しては町の協力を得て、死亡年月日及び死亡原因について把握している。

**3.2 分析諸条件(図 3、4)** 判別分析を用いて 2009 年時点の室温を予測するが、前提条件として 2013 年の室温が 4 年前から続いているという仮説を設ける。その前提条件上、当該の 4 年間に断熱改修及び転居者、更には循環器疾患以外の死亡者を除外した。従って、以降では残りの 834 サンプルを分析対象として進める。

**3.3 Kaplan-Meier 法による累積生存率の差の検証** 年齢による調整<sup>注 4)</sup>を行った後、判別分析で予測した室温に基づいて、温暖群と寒冷群に分別する。その両群について Kaplan-Meier 法による生存曲線を作成し、両群間における調査開始からの累積生存率の推移の差についての検証を実施する。尚、群間での有意差検定には Log Rank test を用いた。

**3.4 比例ハザード分析による死亡リスクの検証** 前節の Kaplan-Meier 法によって、温暖群と寒冷群間での累積生存率の差について明らかにするが、その際年齢に関する調整しか行われていない。そこで、Cox 比例ハザード分析を実施し、年齢を含む交絡要因による影響を考慮した上での、室温影響について検証する。Cox 比例ハザード分析とは、近年、医療分野で多く利用されており、時間の経過で発生するイベントに対して幾つかの健康規定要因の影響を考慮したハザード比を用いて、イベント発生リスクを予測する手法である。ロジスティック回帰分析の生存データ分析版ともいえる。ここでは、イベントを循環器疾患による死亡と捉えるために、4 年間の循環器疾患死亡有無を状態変数として用い、生存変数を調査開始からの生存日数として、説明変数には予測した室温閾値と、個人因子を組み込んだ。尚、変数選択には強制投入法を用いている。

表 2. 実測調査対象者の概要表

	全体 (n=834)		生存者 (n=814)		死亡者 (n=20)	
	n	%	n	%	n	%
<b>住宅構造</b>						
木造	770	92.3	751	92.3	19	95.0
鉄骨造	7	0.8	7	0.9	0	0.0
コンクリート造	22	2.6	21	2.6	1	5.0
その他	2	0.2	2	0.2	0	0.0
不明	33	4.0	33	4.1	0	0.0
<b>築年数</b>						
0-10 年	142	17.0	142	17.4	0	0.0
11-20 年	133	15.9	131	16.1	2	10.0
21-30 年	124	14.9	118	14.5	6	30.0
31 年以上	325	39.0	313	38.5	12	60.0
不明	110	13.2	110	13.5	0	0.0
<b>換気設備</b>						
ある	205	24.6	201	24.7	4	20.0
ない	597	71.6	582	71.5	15	75.0
不明	32	3.8	31	3.8	1	5.0
<b>暖房使用状況</b>						
よく使用する	735	88.1	719	88.3	16	80.0
ときどき使用する	50	6.0	50	6.1	0	0.0
たまに使用する	15	1.8	14	1.7	1	5.0
ほとんど使用しない	8	1.0	8	1.0	0	0.0
不明	26	3.1	23	2.8	3	15.0

表 3. 実測調査対象住宅の概要

	全体 (n=834)		生存者 (n=814)		死亡者 (n=20)	
	n	%	n	%	n	%
<b>喫煙</b>						
吸っている	186	22.3	185	22.7	1	5.0
やめた	127	15.2	124	15.2	3	15.0
吸っていない	473	56.7	458	56.3	15	75.0
不明	48	5.8	47	5.8	1	5.0
<b>飲酒</b>						
ほぼ毎日	175	21.0	172	21.1	3	15.0
週に 3~4 日位	72	8.6	72	8.8	0	0.0
週に 1~2 日位	104	12.5	103	12.7	1	5.0
ほとんど飲まない	449	53.8	435	53.4	14	70.0
不明	34	4.1	32	3.9	2	10.0
<b>最終学歴<sup>注 2)</sup></b>						
中学校	390	46.8	378	46.4	12	60.0
高等学校・高専	258	30.9	257	31.6	1	5.0
専門学校・短期大学	108	12.9	107	13.1	1	5.0
大学・大学院	24	2.9	24	2.9	0	0.0
その他	8	1.0	7	0.9	1	5.0
不明	46	5.5	41	5.0	5	25.0
<b>職業<sup>注 3)</sup></b>						
有職	486	58.3	485	59.6	1	5.0
無職	238	28.5	219	26.9	19	95.0
不明	110	13.2	110	13.5	0	0.0

#### 4. 分析結果

**4.1 サンプル概要 (表 2-3、図 5-8)** 住宅構造については全体で木造が 770 件と最も多く、鉄骨造の住宅は 7 軒のみであった。築年数では 31 年以上が 39% を占めた。換気設備はない住宅が大半を占め、暖房使用状況についてはよく使用している対象者が 88.1% であった。喫煙は非喫煙者が 56.7% であり、飲酒は非飲酒者が 53.8% であった。約 6 割が有職であったが、死亡者に限定すると有職者が 1 名のみであった。これは、死亡者が全て 2009 年時点で 65 歳以上の高齢者であったことに起因すると推察される。年齢は、生存者は平均年齢が 58.3 歳であり、死亡者は 80.4 歳であった。BMI については、生存者の平均 BMI は 23.2kg/m<sup>2</sup>、死亡者は 24.5kg/m<sup>2</sup> であり、標準的な体型であった。

**4.2 年代別の経過日数の関係性** 調査開始から死亡までの年齢による経過日数の偏りを検証したところ、年齢による大きな偏りは確認されなかった(図省略)。

**4.3 判別分析による室温の予測 (表 4)** 2009 年時点の居間室温を予測するために判別分析を実施した。筆者らの先行研究<sup>文5)</sup>により、10 年間での高血圧及び、脳卒中発病者は未発病者に比べて特に就寝時間帯の居間室温が有意に低い事を示した。従って今回は午前 0 時～午前 6 時の平均室温を用いた。目的変数に 2013 年時点の該当時刻の平均室温を基に 1℃単位で閾値を設け、閾値を境とした温暖群と寒冷群に区分した変数を用いた。説明変数には年齢と築年数、住宅構造、暖房の種類、換気設備の有無を投入した。

**4.4 Kaplan-Meier 法に基づく累積生存率の差の検証** 前述の通り、温暖群と寒冷群の分別の際には、各時間(1 時間おき)に 1℃単位で閾値を設けて実施した。本節ではその代表的な結果として、閾値が 0 時 9℃の case (図 9) と閾値が 0 時 18℃の case (図 10) について、温暖群と寒冷群の累積生存率の推移を示す。その結果、いずれの case においても、寒冷群は温暖群と比較して累積生存率が低くなっていた。また、室温が下がるほど温暖群と寒冷群での累積生存率の差が大きくなることを確認した。尚、閾値 18℃の case においては、温暖群の累積生存率が 100% であった。寒冷な住宅が蔓延しているために、18℃以上のサンプルが少なかったことが考えられる。これらの拡充によ

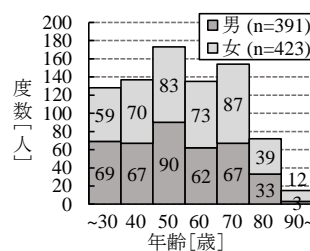


図 5. 年代別サンプル数 (生存者)

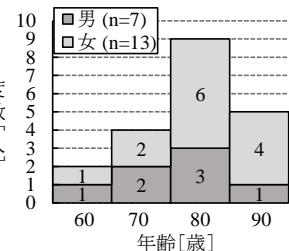


図 6. 年代別サンプル数 (死亡者)

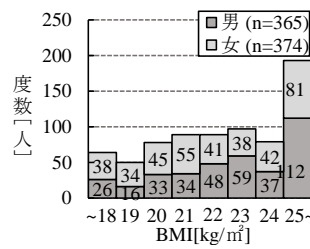


図 7. BMI 別サンプル数 (生存者)

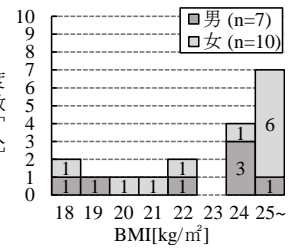


図 8. BMI 別サンプル数 (死亡者)

表 4. 判別分析変数詳細

目的変数	
午前 0~6 時平均居間室温 [1: 9~18℃以上 2: 9~18℃未満]	
説明変数	
築年数	[ ]年
年齢	[ ]歳
構造	[1: 木造 2: それ以外]
暖房	[1: 広範囲暖房 2: 局所暖房 3: 未使用]
換気設備	[1: ある 2: ない]

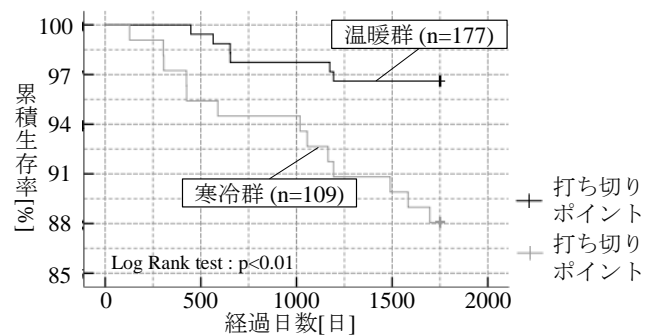


図 9. 累積生存率推移 (室温閾値 9℃)

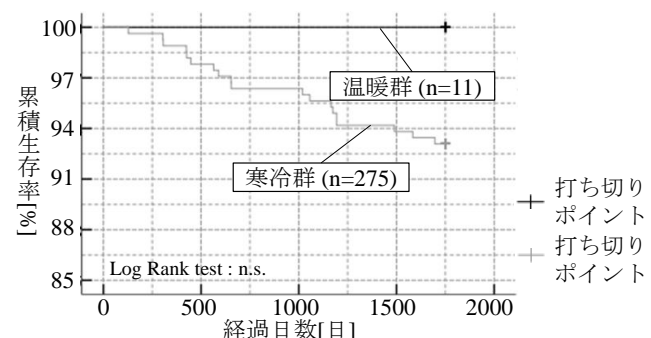


図 10. 累積生存率推移 (室温閾値 18℃)

り、寒冷な環境による悪影響だけでなく、温暖な環境による好影響についても検証していきたい。

#### 4.4 Cox 比例ハザード分析に基づく死亡リスクの検証

Cox 比例ハザード分析によって年齢を含む交絡要因の影響を踏まえた上で、室温による生存日数に対する影響を確認した。生存変数には「生存日数 (days)」を投入した。状態変数は「循環器疾患死亡有無 (0:生存、1:死亡)」として、説明変数には前節で有意差を示した「0 時室温平均(1:9°C以上 2:9°C未満)」に加えて「年齢」、「BMI」、「性別」の調整変数を用いた。その結果、交絡要因を調整しても「0 時室温平均(1:9°C以上 2:9°C未満)」が影響を及ぼしうる因子として示された(表5)。その結果から、0 時室温平均が 9°C未満の室内環境で生活している人は 9°C以上の室内環境で生活している人よりも、4 年間に循環器疾患で死亡するリスクが 4.3 倍高めるということが示唆された。また、年齢による調整オッズ比も 4.2 倍であり、高齢であるほどリスクが大きくなることが示唆された。

#### 5. まとめ

本論では、4 ヶ年の追跡データと居間室温を用いて、Cox 比例ハザード分析を実施し、室温が 4 年間の循環器疾患による死亡有無に及ぼす影響を検証した。

- 1) 居間室温平均が低下するほど、寒冷群は温暖群に比べて累積生存率が低下することが示唆された。
- 2) 年齢や生活習慣等の交絡因子を考慮した上でも、0 時の居間室温平均が 9°C未満で生活している場合、温暖な場合と比べ 4 年間の循環器疾患死亡リスクを 4.3 倍有することが示された。

#### 6. 今後の課題

今回、室温の情報を 2013 年時点の室温を用いて判別分析を実施し予測した為、正確な室温の情報が得られていない。その為、前向きコホート研究として追跡調査を実施し、室温実測を行う必要がある。また、本研究で用いた室温については11月の2週間の期間の結果である為、2月等の最寒期でも室温調査を行い、更に住宅の U<sub>A</sub> 値による評価を含む影響検証を実施すべきと考える。そして、本研究は中山間地域における調査であり、都市部における調査を実施し、中山間地域との住宅温熱環境が循環器疾患に及ぼす影響の差につ

表 5. 死亡に関する Cox 比例ハザード分析結果

生存変数		[ ]days			
状態変数					
循環器疾患死亡有無		0:生存			
		1:死亡			
説明変数		有意確率	調整オッズ比	95%信頼区間 下限	上限
0 時 室温平均	1: 9°C 以上 2: 9°C 未満	.045	4.294	1.034	17.823
年齢	1: 85 歳未満 2: 85 歳以上	.039	4.206	1.078	16.407
BMI	1: 25.0 未満 2: 25.0 以上	.419	1.676	.479	5.859
性別	1: 男性 2: 女性	.222	.421	.105	1.686
職業	1: 有職 2: 無職	.160	4.694	.544	40.485
最終 学歴	1: 中学校まで 2: 高校以上	.926	1.077	.222	5.218
喫煙歴	1: 有り 2: 無し	.629	.587	.068	5.098
飲酒	1: 週 3 日未満 2: 週 3 日以上	.586	1.582	.303	8.263

いて検証することでより普遍的な成果が得られることが、期待される。

**【謝辞】** 本研究は、高知県梼原町の大崎和江健康増進係長、久岡俊彦様を始めとする梼原町職員の皆様ならびに、慶應義塾大学臨時職員の武正真智子様にも多大なご支援を頂いた。調査にご協力頂いた住民の皆様も含めて深甚の謝意を表す。尚、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）」ならびに科学研究費補助金・基盤研究（A）（研究代表者：伊香賀俊治、課題番号：26249083）の助成を受け実施したものである。

**【注釈】** 1) 分析には多変量解析ソフト SPSS Statistics24.0 を用いた。2) 「小学校」と答えたサンプルは「中学校」のサンプルとしてみなした。3) 2009 年時点で無職及び定年退職、専業主婦を無職、それ以外を有職とみなした。4) 死亡者が 2009 年時点で 65 歳以上のみであった為、65 歳未満のサンプルを除いた。

**【参考文献】** 1) 厚生労働省 平成 27 年人口動態の概況 性別にみた死因順位（第 10 位まで）別死亡数・構成割合 [http://www.mhlw.go.jp/toukei/saiken/hw/jinkou/kakutei15/dl/09\\_h5.pdf](http://www.mhlw.go.jp/toukei/saiken/hw/jinkou/kakutei15/dl/09_h5.pdf) 参照 2) 総務省 統計局 e-Stat <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001158057> 参照 3) 濱田ら、人口動態統計を用いた住宅内の安全性に関する研究 その 7 心疾患・脳血管疾患・呼吸器疾患の発生と住宅の地域特性に関する研究、日本建築学会大会学術梗概集、pp.1027-1028,2012.09.12 4) 後藤ら、脳卒中死亡と住環境要因との関連性に関する調査研究 その 1 調査概要と家庭内血圧の変動に及ぼす室内温度の影響、日本建築学会東北支部研究報告集、計画系第 78 号、pp.11-14,2015.6 5) 前川ら、中山間地域におけるフィールド調査に基づく循環器疾患発病リスクの研究（その 2）室温指針検証のための後ろ向きコホート調査、日本建築学会大会梗概集（九州）、pp1193-1194, 2016.8

\*1 北九州市立大学大学院 大学院生

\*2 北九州市立大学 講師・博(工)

\*3 慶應義塾大学 教授・博(工)

\*4 首都大学東京 名誉教授・医博

\*5 慶應義塾大学大学院 博士課程学生

Graduate Student, The University of Kitakyusyu

Lect., The University of Kitakyusyu, Dr. Eng.

Prof., Keio University, Dr. Eng.

Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan University, M.D.

Ph.D. Student, Keio University