

健康増進に向けた住宅環境整備のための研究  
死亡率が上昇する室温閾値の推計（既存データとコホートデータリンケージ分析）

研究分担者 佐伯 圭吾 奈良県立医科大学 疫学・予防医学教室 教授

研究要旨

本研究では既存の死亡率および外気温データと、奈良県在住高齢者を対象とするコホート研究参加者の室温データのリンケージによって、死亡率上昇の室温閾値を推定した。2010年～2019年の奈良県および全国の日別死亡数、日別平均外気温の関連を、温度曝露から死亡までの潜時を考慮した時系列分析モデル（DLNM: Distributed Lag Non-linear Model）を用いて、死亡率が上昇する外気温の閾値を推定した。さらに奈良県在住対象者を対象とする住環境と健康に関する平城京スタディ参加者の日中室温と外気温の関連を一般加法モデルで用いて回帰した。その結果から、総死亡の相対危険が上昇する室温の閾値を推定し、日本公衆衛生学会で発表した。

A. 研究目的

本研究の目的は、死亡率が上昇する室温の閾値を、総死亡が上昇する外気温に相当する室温を、著者らが実施する地域コホート研究のデータを用いて推定することである。

B. 研究方法

全国の2010年から2019年の日別総死亡数と日別24時間平均外気温から、都道府県別の温度と外気温の関連をDLNM (Distributed Lag Non-linear Model) <sup>1)</sup>を用いて回帰したのち、各都道府県別の外気温と総死亡の回帰結果を統合した多変量メタ回帰モデルに基づいて奈良県の外気温と総死亡関連を推定した。奈良県在住の平城京スタディ対象者では、2010年から2019年に、2189名×7日間および1306名×2日間からなる、のべ17935人・日の室温測定を行った。温度ロガーは対象者宅の居間、床上60cmに設置し、10分間隔で計測した。対象者には入床・離床時刻および外出・帰宅時刻を自記式生活記録用紙への記入を求めた。就床時間および外出時間を除く室温の平均値を日中室温とした。対象者の住所地に最も近い地方気象台から、室温測定日の外気温データを入

手し、24時間平均外気温を算出した。日中室温を従属変数、24時間平均外気温を独立変数とする一般加法モデルで回帰し、総死亡が最も低くなる外気温に対応する室温を推定した。

C. 研究結果

C1. 死亡率が上昇する室温閾値の推計

日別の外気温データと総死亡数の関連から、奈良県では24時間平均外気温が25.9℃の場合に、総死亡の相対危険が最低値を示した。コホートデータの日中室温と24時間平均外気温の関連から、外気温25.9℃に対応する日中室温平均値は27.3℃ (95% Credible interval: 27.18 - 27.39)と推定された。研究成果を日本公衆衛生学会総会（2022年10月）にて発表した。

C2. 都道府県別外気温関連死亡（総死亡）の割合

全国の2010年から2019年の日別死亡数（総死亡、心血管疾患死亡）と日別24時間平均外気温の関連についてDLNMを用いて分析した。都道府県ごとに、総死亡の相対危険が最も低くなる外気温を基準に、それより外気温が高いまたは低い場合の相対危険を算出し、その日数から高温および

低温に関連する死亡が総死亡に占める割合（寄与危険割合）を推定した。

気温による寄与危険割合が最も低いのは沖縄県の7.48%で、最も高いのは埼玉県の12.44%で、都道府県格差がみられた。都道府県別の健康格差低減のために、住居の温度環境整備が重要と考えられる。またすべての都道府県で低温関連死亡が高温関連よりも大きい結果で、先行研究と一致する結果であった。

### C3. 冬の室温と筋力・歩行速度低値の横断関連

歩行速度や大腿四頭筋力の低下は、転倒・骨折の危険因子であり、フレイル予防の観点でも重要である。60歳以上の男女を対象とする平城京スタディ参加者のうち、2010年から2014年の10月から4月の寒冷期に48時間の室温測定と2014年の8月から9月に筋力・歩行速度の測定を実施できた727名を分析対象とした。室温は、対象者宅の居間と寝室の床上60cmに温度ロガーを設置して、10分間隔で測定した。外出時間と寝室滞在時刻に関する自記式生活記録に基づいて滞在した部屋の室温を特定し、日中（離床時刻から就寝時刻）の外出時間を除外した室温平均値を日中室温とした。

対象者の平均年齢は71.0±6.7（標準偏差）歳で、男性は339名（46.6%）であった。64名（8.8%）の歩行速度は1.0 m/s未満に低下していた。平均日中室温の四分位群は、Q1（<13.6℃、182名）、Q2（13.6-16.5℃、182名）、Q3（16.5-18.9℃、182名）、Q4（>18.9℃、181名）で、日中室温が高いほど有意に大腿四頭筋力が高く（p for trend < 0.001）、歩行速度が有意に高い関連（p for trend < 0.001）を認めた。四分位群別の、年齢、性別、日中身体活動量を含む交絡因子で調整した大腿四頭筋筋力の平均値はそれぞれ、Q1: 4.94, Q2: 4.99, Q3: 5.01, Q4: 5.03 log・Nmで、有意な関連を認めた（p for trend = 0.03）。また歩行速度の調整平均値も、Q1: 1.33, Q2: 1.33, Q3: 1.41, Q4: 1.43 m/secで有意な関連を認めた（p for trend < 0.001）。本研究は横断研究のため、因果関係を明らかにするものではないが、室温と下肢筋力や歩行速度と

の関連を示唆するものである。研究成果は日本公衆衛生学会総会（2022年10月）で発表した。

### C4. 室温と血圧におけるうつ症状による交互作用

平城京スタディの参加者（60歳以上）のうち、うつ症状と血圧と室温のデータが利用可能な1076名を対象に解析を行った。うつ症状は老年期うつ病評価尺度（GDS-15）を用いて、5点以上をうつ症状ありと判断した。連続する48時間にわたり30分間隔で自由行動下血圧測定を行い、同時に室温の測定をした。統計解析には日中収縮期血圧を従属変数としたマルチレベル線形回帰モデルを用いた。うつ症状あり群では、低い日中室温は高い日中収縮期血圧と有意な関連を認めたが（n = 216,  $\beta = -0.804$ ,  $p < 0.001$ ）、うつ症状なし群では日中の室温と日中収縮期血圧に有意な関連を認めなかった（n = 860,  $\beta = -0.173$ ,  $p = 0.120$ ）。また日中平均収縮期血圧に対して、気温とうつ症状は有意な交互作用を認めた（ $p = 0.014$ ）。これらの関連は、年齢、性別、BMI、治療薬、身体活動量を含む潜在的交絡因子とは独立していた。本研究はうつ症状がない集団に比べてうつ症状を呈する集団で寒冷曝露による血圧上昇が起こりやすい可能性を示唆した。うつ症状の評価により、寒冷曝露のリスクが高い集団をスクリーニングできる可能性が考えられる。（J Hypertens.2022;40: 2013-2021）

### C5. 室温と血圧の関連における皮膚温による媒介作用と、皮膚温と血圧の負の関連

平城京スタディの参加者のうち、冬の2日間に皮膚温（手関節、足関節部、体幹）、室温、および自由行動下血圧測定を完了した584名が分析対象である。混合線形モデルを用いて分析したところ、日中収縮期血圧は交絡因子とは独立して皮膚と有意に負の関連を示し、末梢皮膚温の回帰係数は-4.58 mmHg（95%信頼区間: -4.58 to -3.98）で、体幹部皮膚温の回帰係数は-2.74 mmHg（95%信頼区: -3.14 to -2.56）であった。さらに共分散構造分析を用いて、曝露する環境温度と血圧の関連における皮膚温の媒介を検討したところ、末梢皮膚

温の媒介効果は中枢皮膚温の 7.1 倍であった。血圧上昇を防ぐための温度環境制御において、末梢皮膚温を指標とできる可能性を示唆するものである。(Hypertension. 2022 Aug;79(8):1845-1855).

## E. 結論

既存データに基づいて、外気温と総死亡リスクの関連を推定し、奈良県在住高齢者を対象とするコホート研究データに基づいて外気温と室温の関連を推定した結果から、室温と総死亡リスクの関連を推定した。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) Tai Y, Obayashi K, Yamagami Y, Saeki K. Inverse Association of Skin Temperature With Ambulatory Blood Pressure and the Mediation of Skin Temperature in Blood Pressure Responses to Ambient Temperature. Hypertension. 2022;79(8):1845-55.
- 2) Okumura K, Obayashi K, Tai Y, Yamagami Y, Kurumatani N, Saeki K. Influence of depression on the association between colder indoor temperature and higher blood pressure. J Hypertens. 2022;40(10):2013-21.

### 2. 学会発表

- 1) 生活環境における温度曝露とその影響の測定  
佐伯圭吾 日本疫学会学術総会(シンポジウム)  
(2023年2月)
- 2) 実生活環境下での入浴と夜間頻尿の短期縦断的  
関連：平城京スタディ 田井義彬, 大林賢史,  
山上優紀, 佐伯圭吾 日本疫学会学術総会  
(2023年2月)
- 3) 総死亡の相対危険が最低となる室温の推計:  
既存データとコホートデータを用いた分析  
佐伯圭吾, 田井義彬, 山上優紀, 大林賢史 日  
本公衆衛生学会総会 (2022年10月)
- 4) 実生活環境下における寒冷曝露時の血圧上昇  
における皮膚温の媒介効果：平城京スタディ

田井義彬, 大林賢史, 山上優紀, 佐伯圭吾 日  
本公衆衛生学会総会 (2022年10月)

- 5) 冬の室内寒冷曝露と筋力・歩行速度低値の横  
断関連：平城京スタディ 諏訪内宏益, 大林  
賢史, 田井義彬, 山上優紀, 佐伯圭吾 日本公  
衆衛生学会総会 (2022年10月)

## G. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

なし

### <参考文献>

- 1) Gasparrini A. Modeling exposure-lag-  
response associations with distributed lag  
non-linear models. Stat Med.  
2014;33(5):881-99.

