

令和 6 年 5 月 31 日現在

機関番号：32713

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K08118

研究課題名（和文）超高齢化社会!! 本邦の脳血管病の発症と気象大気汚染の関係とのかかる医療費

研究課題名（英文）Cerebrovascular Disease Incidence and Its Correlation with Weather and Air Pollution in an Aging Society: Healthcare Costs in Japan

研究代表者

米山 喜平 (Yoneyama, Kihei)

聖マリアンナ医科大学・医学部・講師

研究者番号：70386944

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：超高齢社会における気温や湿度と脳血管疾患の入院との関連を示す研究は少ない。2015年から2019年にかけて、日本の715の急性期病院に入院した脳血管疾患患者606,807人を対象にした。気温と湿度が脳血管疾患の入院数に与える影響を多水準混合効果線形回帰モデルで分析した。低温の日や湿度が50%未満または80%以上の日には脳血管疾患の入院数が増加する傾向があった。超高齢社会において、平均気温が低く、または極端に低いまたは高い湿度が、脳血管疾患の入院の発生リスクの増加と関連していた。これらの気象条件が脳血管疾患のリスクを高め、医療費の増加に繋がる可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

この研究は、気象条件の脳血管疾患の入院数への影響を理解するための重要なデータを提供した。日本のような超高齢社会において、脳血管疾患の発症に寄与するリスク因子を特定することは学術的意義が高い。この研究結果の社会的意義は、公衆衛生政策への応用です。高リスクの気象条件が予想される場合の早期介入が可能になる。気象条件によるリスクの増加を事前に識別することで、必要な医療資源を事前に計画することができ、医療費の圧迫を防ぐだけでなく、国民の健康管理と予防行動の改善に寄与する。この研究は学术界に新たな知見を提供するだけでなく、具体的な予防策や政策の策定においても重要な役割を果たすことが期待される。

研究成果の概要（英文）：Few studies have shown the relationship between temperature and humidity and hospitalizations for cerebrovascular diseases in a super-aging society. From 2015 to 2019, 606,807 patients with cerebrovascular diseases admitted to 715 acute care hospitals in Japan were included in this study. The impact of temperature and humidity on the number of cerebrovascular disease hospitalizations was analyzed using multilevel mixed-effects linear regression models. Hospitalizations for cerebrovascular diseases tended to increase on days with low temperatures or when humidity was below 50% or above 80%. In a super-aging society, lower average temperatures and extremely low or high humidity levels were associated with an increased risk of hospitalizations for cerebrovascular diseases. These weather conditions have been shown to potentially increase the risk of cerebrovascular diseases and lead to higher healthcare costs.

研究分野：心血管疾患

キーワード：脳梗塞 脳心血管疾患 脳卒中 脳出血 気温 湿度 気象

1. 研究開始当初の背景

脳血管疾患は、世界中の高齢者における死亡および障害の主要な原因の1つである。最近、高齢患者における脳血管疾患による入院の発生率が上昇しており、この疾患の予防が重要となっている。高齢は脳血管疾患を発症するリスク要因として認識されている。日本は超高齢化社会となり、脳血管疾患を発症する日本人が増加している。

高齢期の良好な生活の質を維持するために、脳血管疾患の予防は非常に重要である。いくつかの国では、少数の研究で脳血管疾患の発生率と周囲温度との関連性が示唆されている。しかし、気象は心臓血管疾患の予測因子であり、日本における脳血管疾患のエビデンスはほとんどない。また、超高齢化社会である日本において、温度、湿度、あるいは高齢が脳血管疾患に影響を与えるかどうかは明らかではない。さらに、ガイドラインでは、脳血管疾患のリスクとしての温度や湿度に関する推奨事項はほとんどない。一方、小規模な研究では、脳血管疾患のリスクとしての温度や湿度を明らかにすることができなかった。

2. 研究の目的

そこで研究代表者らは、全国規模のレジストリデータベースを用いた観察研究を行い、日本の超高齢化社会における心臓血管疾患の入院数と気象、温度、湿度との関連性を調査した。日本の全心的血管疾患登録 (JROAD) データベースには、入院を必要とする心臓血管疾患患者の全国データが含まれている。本研究の目的は、温度や湿度と脳血管疾患の発症との関係性を評価し、高齢化が進む社会におけるヘルスケアの改善と臨床医への気象に関する臨床指導を提供することである。

3. 研究の方法

研究代表者らは、2015年4月1日から2019年3月31日までのJROADおよびJROAD-診断群分類 (DPC) のデータと気象変数を用いて、後ろ向き研究を行った。本研究に含まれるすべてのデータは、臨床的に明らかな心臓血管疾患で入院した患者のものである。気象庁からの日本の気象変数のデータセットを照合し、統計学的分析をした。気象、湿度は、入院前日のデータを使用した。

4. 研究成果

2015年から2019年の間に日本の715の急性期病院に入院した連続した脳血管疾患患者606,807人のデータを収集した。患者の特徴と人口統計学的特徴を表1に示す。

表 1

	All
<b>n = 606,807</b>	
年齢、年、中央値 (四分位範囲)	75.0 (66.0, 83.0)
性別、男性、n (%)	338,317 (55.8)
<b>脳血管疾患</b>	
虚血性脳卒中、n (%)	422,759 (69.6)
脳出血、n (%)	140,966 (23.2)
くも膜下出血、n (%)	44,305 (7.3)
<b>併存疾患</b>	
チャールソン併存疾患指数、中央値 (四分位範囲)	2.0 (1.0, 3.0)
<b>気象</b>	
入院1日前の平均気温、°C、中央値 (四分位範囲)	17.2 (8.9, 23.0)
入院1日前の平均湿度、%、中央値 (四分位範囲)	69.0 (60.0, 79.0)

年齢中央値は75.0歳(66.0-83.0歳)で、55.8%が男性であった。虚血性脳卒中、脳出血、くも膜下出血の発症率はそれぞれ69.6%、23.2%、7.3%であった。脳卒中入院1日前の平均気温中央値は17.2、湿度中央値は69%であった。

## 気象条件と脳血管疾患入院との関連

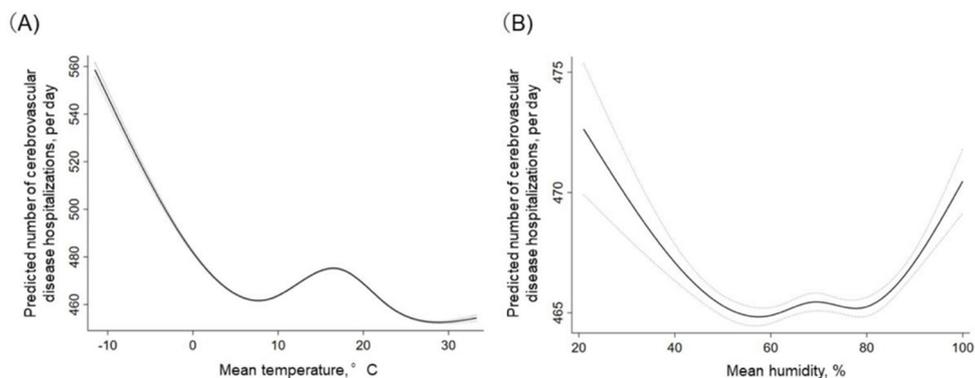
マルチレベル混合効果線形回帰分析では、季節、PM2.5、病院、患者特性（年齢、性別、身長、体重、喫煙、Charlson Comorbidity Index）で調整した後、多くの脳血管疾患入院は平均気温が低いことと関連していた（係数、-1.442 [-1.473 to -1.411]/（ $P < .001$ ））（表 2）。

表 2

	マルチレベル混合効果線形回帰; ランダム効果; 施設	
	調整済み係数 (95%信頼区間)	<i>p</i> -value
<b>全体 (脳血管疾患)</b>		
平均気温 (連続値)	-1.442 (-1.473 to -1.411)	<0.001
<b>虚血性脳卒中</b>		
平均気温 <7°C	-2.099 (-2.221 to -1.977)	<0.001
平均気温 ≥7°C	0.191 (0.162 to 0.219)	<0.001
<b>脳出血</b>		
平均気温 (連続値)	-0.091 (-0.103 to -0.079)	<0.001
<b>くも膜下出血</b>		
平均気温 (連続値)	-0.084 (-0.112 to -0.056)	<0.001
<b>全体 (脳血管疾患)</b>		
平均湿度 <70%	-0.084 (-0.112 to -0.056)	<0.001
平均湿度 ≥70%	0.136 (0.103 to 0.168)	<0.001
<b>虚血性脳卒中</b>		
平均湿度 <40%	-0.878 (-1.107 to -0.648)	<0.001
平均湿度 ≥40%	0.165 (0.151 to 0.179)	<0.001
<b>脳出血</b>		
平均湿度 (連続値)	-0.142 (-0.152 to -0.133)	<0.001
<b>くも膜下出血</b>		
平均湿度 (連続値)	0.009 (0.003 to 0.015)	0.004

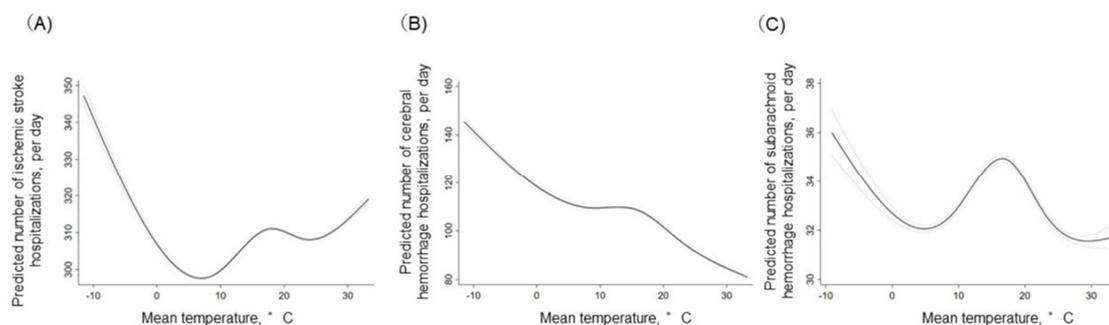
脳血管疾患による入院患者数は気温が 7 未満で多かった（係数：-3.405 [-3.547 ~ -3.263]）（図 1A）。湿度と脳血管疾患入院患者数との間には非線形関係がみられた（図 1B）。平均湿度が 70% 未満では、平均湿度と脳血管疾患による入院との間に負の線形関係が認められた（係数、-0.084 [-0.112 ~ -0.056]）。しかし、平均湿度 70% 以上では正の線形関係が認められた（係数、0.136 [0.103 ~ 0.168]）。平均気温と平均湿度の脳血管疾患発症リスク推定値との関連を図 1 にまとめた。

図 1



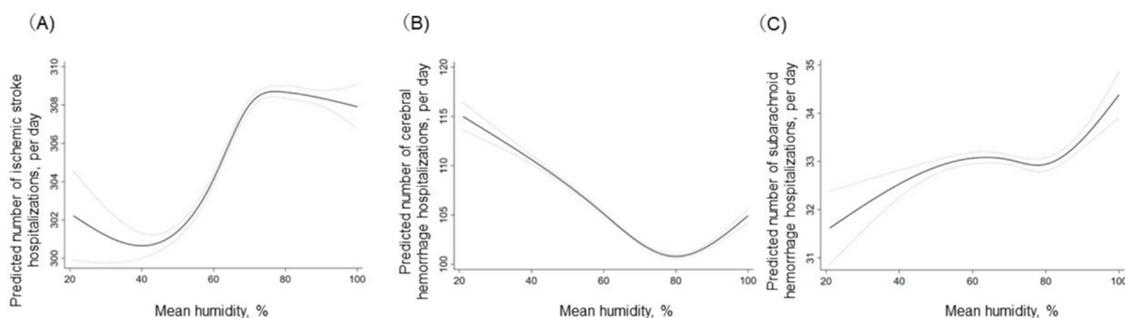
脳血管疾患による入院は、**気温が低い日、湿度が 50% 以下または 80% 以上の日に増加する傾向**があった。

図 2



気温と虚血性脳卒中の入院回数には非線形関係がみられた(図 2A)。平均体温 < 7 °C では虚血性脳卒中入院との間に負の直線関係が認められた。しかし、平均体温 7 °C 以上では正の相関が認められた。脳出血の入院回数は、平均気温が低いと増加する傾向にあった(図 2B)。

図 3

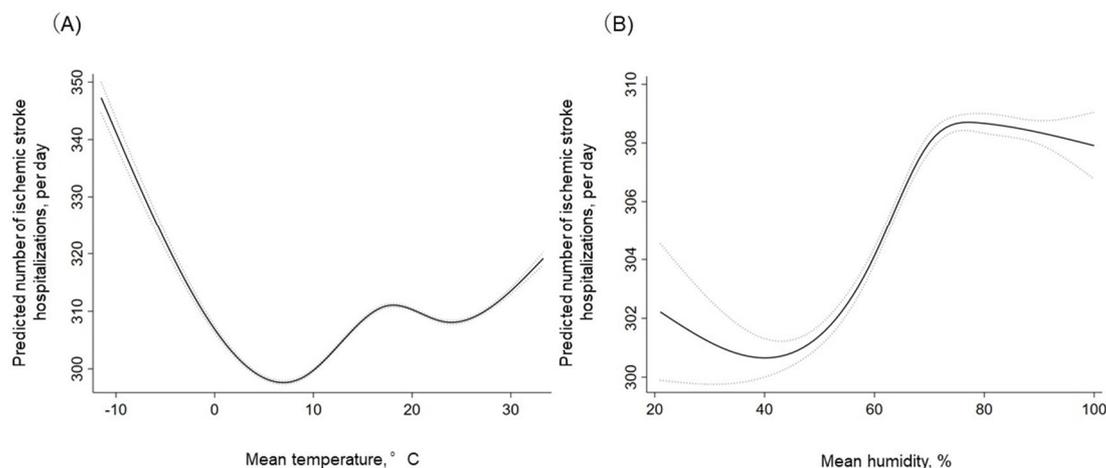


湿度と脳血管疾患による入院数との間には非線形関係がみられた(図 3A)。平均湿度 40% 未満では、平均湿度と虚血性脳卒中入院との間に負の線形関係が認められた(係数、0.165 [0.151 ~ 0.179])。しかし、平均湿度 40% 以上では正の線形関係が認められた(係数、0.136 [0.103 ~ 0.168])。脳出血の入院件数は、平均気温が低いほど(係数: -0.142 [-0.151 ~ -0.132])(図 2B)、湿度が低いほど(係数: -0.142 [-0.151 ~ -0.132])(図 3b))多かった。また、くも膜下出血の入院件数は、平均気温が低いほど(係数、-0.091 [-0.103 ~ -0.079])(図 2C)、平均湿度が高いほど(係数、0.009 [0.003 ~ 0.015])多かった(図 3C)。

### 超高齢社会における脳梗塞発症率と湿度の関係

脳梗塞の連続入院患者 422,759 例からデータを収集した。年齢中央値は 75.0 歳(66.0-83.0 歳)、男性の割合は 55.8% であった。

図 4



平均気温 < 7℃、平均湿度 < 40% では平均気温と平均湿度の間に脳梗塞発症との間に負の線形相関が認められた (係数、-2.098 [-2.220 ~ -1.976] /℃、係数、0.165 [0.151 ~ 0.179] /% (図 4A))。しかし、平均気温 7℃ 以上、平均湿度 40% 以上では正の線形相関が認められた (係数、0.190 [0.161 ~ 0.219] /℃、係数、0.136 [0.103 ~ 0.168] /% (図 4B))。日本人の脳梗塞入院リスクは、**気温、湿度ともに、極端に低い、または高い気象条件**であることがわかった。

#### サマリー

超高齢社会における気温・湿度と脳血管疾患による入院との関係が、新たな研究によって明らかにされた。2015 年から 2019 年にかけて、日本の 715 の急性期病院に入院した脳血管疾患患者 606,807 人を本研究の対象とした。気温と湿度が脳血管疾患の入院回数に与える影響を、マルチレベル混合効果線形回帰モデルを用いて分析した。**脳血管疾患による入院は、気温が低い日、湿度が 50% 以下または 80% 以上の日に増加する傾向があった。日本人の脳梗塞入院リスクは、極端に高い気温や低い気温、ならびに、高い湿度、極端に低い湿度の気象条件で、発生リスクが高かった。**

超高齢化社会では、平均気温が低く、湿度が極端に低かったり高かったりすることが、脳血管疾患による入院リスクの上昇と関連していた。これらの気象条件は、脳血管疾患のリスクを増加させ、医療費の増加につながる可能性が示された。

この研究の第一の学術的価値は、気象条件と健康への影響の関係を解明したことにある。特に、気温と湿度が脳血管疾患の入院者数にどのような影響を与えるかを分析し、気象条件が健康に与える影響を理解する上で重要なデータを提供した。超高齢化社会において、脳血管疾患発症の環境的要因など新たな危険因子を特定することは、予防医学の強化につながるため、これは特に重要である。

#### 謝辞

データ収集と患者ケアにおいて貴重な助力をいただいた日本全国 715 の急性期病院のスタッフに特に感謝する。また、このプロジェクトを成功裏に終えることができたのは、研究チームとサポートスタッフの献身的な努力と細部への細心の注意の賜物である。本研究は KAKENHI から提供された資金と資源から大いに恩恵を受けた。本研究を可能にしたすべての参加者と医療従事者の協力を深く感謝する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Doi Shunichi, Yoneyama Kihei, Yoshida Toshiya, Kawagoe Yasuhito, Nakai Michikazu, Sumita Yoko, Ishibashi Yuki, Izumo Masaki, Tanabe Yasuhiro, Harada Tomoo, Akashi Yoshihiro J.	4. 巻 13
2. 論文標題 Effects of temperature and humidity on cerebrovascular disease hospitalization in a super-aging society	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 20602
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-023-47998-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	明石 嘉浩 (Akashi Yoshihiro) (40350615)	聖マリアンナ医科大学・医学部・教授  (32713)	
研究分担者	樋熊 拓未 (Takumi Higuma) (40361018)	聖マリアンナ医科大学・医学部・准教授  (32713)	
研究分担者	中井 陸運 (Nakai Michikazu) (50595147)	国立研究開発法人国立循環器病研究センター・オープンイノベーションセンター・室長  (84404)	
研究分担者	土井 駿一 (Doi Shunichi) (80930718)	聖マリアンナ医科大学・医学部・助教  (32713)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	川越 康仁  (Yasuhito Kawagoe)  (60972718)	聖マリアンナ医科大学・医学部・助教     (32713)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関