

熱中症警戒アラートの実効性向上を目指して ～熱中症の地域差を反映した 新たな WBGT 閾値の提案～¹

山口大学
加藤真也研究会
行政①
加藤巧樹
天畠菜々美
平口愛子
三本木優亜
寺田愛梨
年神快星

2025 年 11 月

¹ 本稿は、2025 年 12 月 13 日、12 月 14 日に開催される ISFJ 日本政策学生会議「政策フォーラム 2025」のために作成 したものである。本稿にあり得る誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。

要約

近年、日本の熱中症被害は深刻さを増しており、2025 年の救急搬送者数は過去最多であった。政府や地方公共団体は様々な熱中症対策を実施してきたが、熱中症患者数は年々増加している。熱中症対策の取組みの一つに、熱中症対策の基準となる WBGT を用いた熱中症警戒アラートがある。

WBGT とは熱中症の危険性を促す熱中症警戒アラートの発表基準である。現状、熱中症警戒アラートは環境省により WBGT が 33 以上になると発表される全国一律の基準である。しかし、同じ WBGT 値であっても地域によって熱中症搬送者数に大きな差があり、熱中症患者が急激に増加する WBGT 値も異なる。熱中症発症のリスクには地域特性のある様々な構造的要因が存在しており、一概に 33 の WBGT 値が危険であるとは限らない。

したがって、本項では「全国一律の基準で発表される熱中症警戒アラートは、地域差が原因で発生する熱中症患者を考慮できていない」ことを問題意識とする。

熱中症の発症要因と地域差に関する研究では(上野 2021・下ノ蘭ら 2025・岡 2023 など)予防検証や実用化に直結する提言までには至っていなかった。非搬送患者に着目した研究(上野ら 2025)では救急搬送データの限界と非搬送患者の存在を明確に示したが、数値的な推計や地域性の考慮はなされていなかった。熱中症予防策の制度的影響と行動変容に関する研究では、非搬送患者を考慮した要因分析や行動変容を最大化する施策は検討されていなかった。

先行研究の限界点を踏まえ、本稿の新規性を以下に 4 つ提示する。第 1 に、階層ベイズモデルにより非搬送患者を数値的に推計し、それを考慮した要因分析・アラート基準の推計を行う。第 2 に、気象条件以外の要因を含む都道府県別の地域特性を考慮した WBGT 閾値を推計し、従来の一律アラート基準の限界点を克服する。第 3 に、地域特性を考慮したアラート基準の予防効果を定量的に検証し、制度設計における実証的なエビデンスを提示する。第 4 に、新たな熱中症警戒アラートの実用化に寄与する政策を提言する。なお、救急搬送患者や非搬送患者に加え、リスク保有者へのアプローチも含まれる。

これに対して、本稿では 3 つの分析を行う。分析Ⅰでは、階層ベイズモデルにより、都道府県ごとの地域差の要因を明らかにするとともに、救急搬送者数から非搬送患者数を推計する。分析Ⅱでは、分析Ⅰから得られた日別総患者数を新たに被説明変数とし、区分線形回帰によって総患者数と WBGT の関係を分析することで、熱中症患者数が急激に増加する WBGT の閾値を 47 都道府県ごとに特定する。分析Ⅲでは、分析Ⅱの結果を踏まえて熱中症警戒アラートを発表する基準値を変更した場合の効果検証を実施する。混同行列(感度、特異度、陽性適中率等)を利用して、現行制度と政策提言Ⅰで提言する新制度の性能を比較検証する。以上の 3 つの分析を通じて、現行の熱中症警戒アラート制度では考慮できなかった熱中症の被害や地域差を解明し、新たな基準の特定と制度の改善による効果を示すことで、政策提言に繋げる。

分析の結果より、非搬送患者を踏まえた総患者は救急搬送者数を大きく上回ることが明らかになった。非搬送患者は救急搬送者数と同等の人数が存在している都道府県も見られ、適切な熱中症の被害規模を把握することができたと言える。非搬送患者と救急搬送者数を合わせた総患者数を用いて以後の分析も行う。総患者数と地域特性を考慮して推計した都道府県別の WBGT 閾値は、全都道府県で現行のアラート基準 33 を下回り、地域によって数値にばらつきが生じたことから、アラートを発令すべき WBGT 指標は地域によって一律ではないことが明らかとなった。これらの結果を踏まえ、以下の政策提言を行う。

【政策提言Ⅰ】発症リスクの地域差を踏まえた都道府県別アラート基準の導入

【政策提言Ⅱ】地域特性に応じた在宅療養支援制度の導入

【政策提言Ⅲ】非搬送患者を踏まえた情報発信

これらの 3 つの政策が実施されることにより、熱中症警戒アラートの実効性が向上する。

これらの政策の結果、適切なアラートの実現によって熱中症の被害規模の拡大を食い止めることを期待する。

目次

要約.....	2
第1章 現状分析.....	6
第1節 熱中症の被害について.....	6
第1項 熱中症の発生状況.....	6
第2項 健康被害の実態.....	6
第3項 非搬送患者の存在.....	9
第4項 熱中症に対する行政の現行政策.....	10
第2節 熱中症警戒アラートについて.....	11
第1項 熱中症警戒アラートの内容.....	11
第2項 熱中症警戒アラートの制度的背景.....	13
第3項 アラート発表時の行政の現行政策.....	14
第4項 情報の発信について.....	15
第3節 熱中症リスクの要因.....	16
第1項 熱中症リスクの構造的要因.....	16
第2項 熱中症リスクの地域差.....	18
第4節 問題意識.....	20
第2章 先行研究および本稿の位置づけ.....	21
第1節 先行研究.....	21
第1項 熱中症の発症要因と地域差に関する研究.....	21
第2項 非搬送患者の存在に関する研究.....	22
第3項 熱中症予防策の制度的影響と行動変容に関する研究.....	23
第2節 本稿の位置づけ.....	24
第3章 実証分析.....	25
第1節 分析の概要.....	25
第2節 分析Ⅰ：非搬送患者の推計と地域差の要因分析.....	26
第1項 分析に用いるデータと分析モデル.....	26
第2項 仮説.....	28
第3項 結果.....	28
第4項 考察.....	30
第3節 分析Ⅱ：非搬送患者と地域差を考慮した WBGT 閾値の代替基準.....	32
第1項 分析に用いるデータと分析モデル.....	32
第2項 結果.....	32
第3項 考察.....	34
第4節 分析Ⅲ：新たな熱中症警戒アラート制度の効果検証.....	35
第1項 分析に用いるデータと分析モデル.....	35
第2項 結果.....	36
第3項 考察.....	37
第4章 政策提言.....	37
第1節 政策提言の方向性.....	37
第2節 政策提言.....	38
第1項 発症リスクの地域差を踏まえた都道府県別アラート基準の導入.....	38
第2項 地域特性に応じた在宅療養支援制度の導入.....	39
第3項 非搬送患者を踏まえた情報発信.....	40
第3節 政策提言のまとめ.....	41

終わりに	42
謝辞.....	43
参考文献	43
付録.....	48

第1章 現状分析

第1節 熱中症の被害について

第1項 熱中症の発生状況

近年、地球温暖化により年々気温が上昇しているため世界的に猛暑にさらされる人々の数は増加している。厚生労働省²⁾によると、熱中症とは高温多湿な環境下で、発汗による体温調節等がうまく機能しなくなり体内に熱がこもった状態と定義されている。公益社団法人全日本病院協会(2014)によると、熱中症の症状としては筋肉痛、大量の発汗、吐き気、嘔吐、頭痛、虚脱感等がある。重症になると意識障害、痙攣、手足の運動障害、高体温になる。熱中症による入院死亡率は年間 5%ほどで心筋梗塞の入院死亡率と同等となっている(独立行政法人環境再生保全機構, 2025)。最重症の IV 度は院内死亡率 23.5%にも上るとされている(日本救急医学会, 2024)。また死亡しなかった場合でも小脳失調やパーキンソン症候群、短期記憶の低下等の後遺症が残る場合がある(日本救急医学会, 2015)。

国際的にも、気温上昇がもたらす健康被害に対して危機感が高まっている。世界保健機関・世界気象機関(2025)³⁾は、暑さが労働者にもたらす世界的な健康問題の増大を強調した共同報告書とガイドラインとして、世界中の労働者に対する熱中症の影響の悪化に対する早急な対策が必要であることが明確に示している。国際労働機関(2024)⁴⁾では熱ストレスの危険にさらされる労働者が増加していることが記載されている。また、熱ストレスが気づかないうちに死につながるサイレント・キラーとして心臓や腎臓、肺に深刻な問題を及ぼすことがあるとされている。以上から、国際的にも気温上昇による健康被害は問題視されている。

気温上昇は日本国内にも大きな影響を与えている。厚生労働省(2023)⁵⁾は熱中症の死亡者数を年齢別(5歳階級)に計測し、公表している。計測は1995年から開始し2010年まで5年刻みに行っており、2010年以降からは毎年実施している。2023年は計測を始めて、過去2番目の熱中症死亡者数であった。計測を始めた1995年と比較すると熱中症死亡者数が5倍以上に増加している。以上のことから、熱中症対策をより重点的に行うことは急務であるといえる。

第2項 健康被害の実態

前項では熱中症の特徴や国際的に熱中症の対策に取り組む必要性を挙げた。本項では、熱中症の被害規模の把握など、熱中症に関する研究で主に活用されている救急搬送データを用いて、被害の実態を明らかにする。

図1は2008年から2025年までの熱中症の救急搬送者数の推移である。熱中症による救急搬送者数は右肩上がりの傾向があり、令和7年の救急搬送人員が計測を始めて過去最高

²⁾ 「熱中症予防のための情報・資料サイト」

³⁾ 「entitled Climate change and workplace heat stress」

⁴⁾ 「Heat at work: Implications for safety and health」

⁵⁾ 「年齢(5歳階級)別にみた熱中症による死亡数の年次推移(平成7年～令和5年)～人口動態統計(確定数)より」

の人数である(総務省, 2025)。

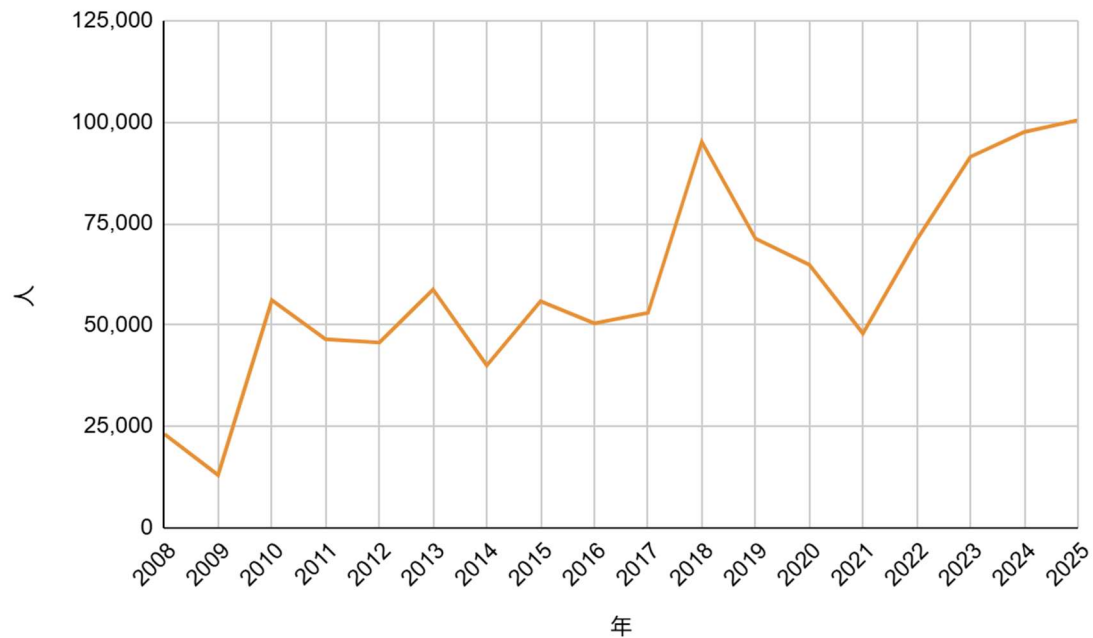


図1 熱中症による救急搬送者数推移

(総務省消防庁 令和7年(5月～9月)の熱中症による救急搬送状況 報道資料より著者ら作成)

図2より熱中症による救急搬送者数の人数のうち満65歳以上の高齢者が57.1%を占め、満18歳以上65歳未満の成人が33.9%を占める。満7歳以上18歳未満の少年が8.4%、満7歳未満の新生児・乳幼児が約1%を占める。救急搬送されている年齢の区分ごとの割合は計測を始めてから大きく変動はしていない。高齢者の割合が過半数を占めるが高齢者の熱中症リスクが高い理由は生理的な要因が大きい。これについては第3節で詳述する。

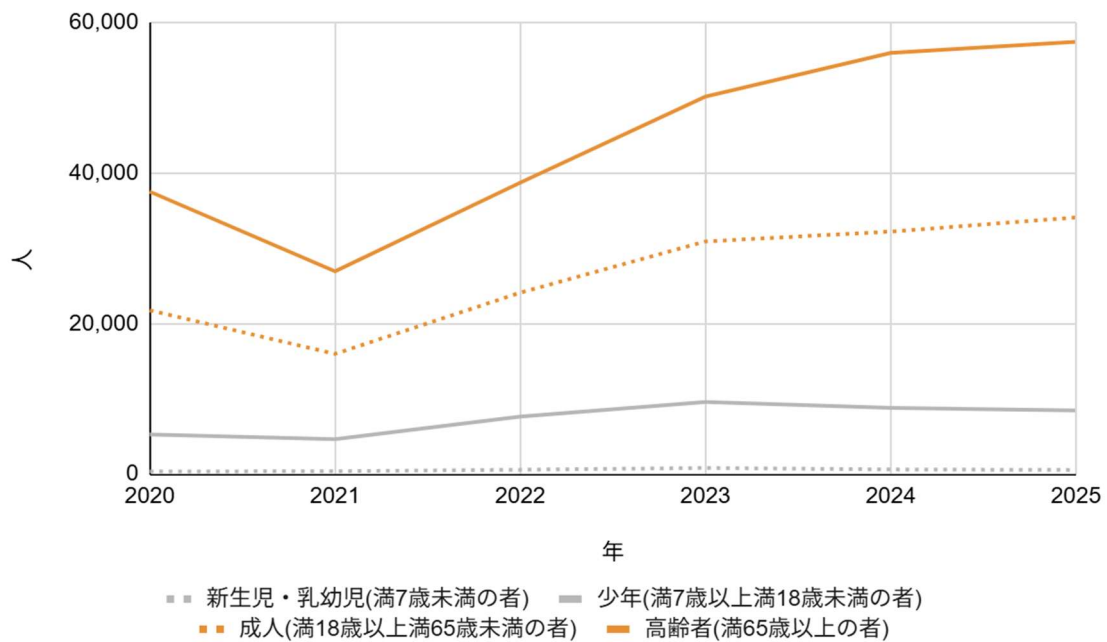


図2 熱中症による救急搬送者数の年齢区分ごとの推移

(総務省消防庁 令和6年(5月～9月)の熱中症による救急搬送状況 報道資料, 令和7年(5月～9月)の熱中症による救急搬送状況 報道資料より著者ら作成)

図3より救急搬送者のうち令和7年は外来診療が必要な軽症者が63,447人、入院診療が必要な中等症が34,339人、長期入院が必要な重傷者は2,217人、死亡者は117人である。重症度を問わず増加傾向にある。

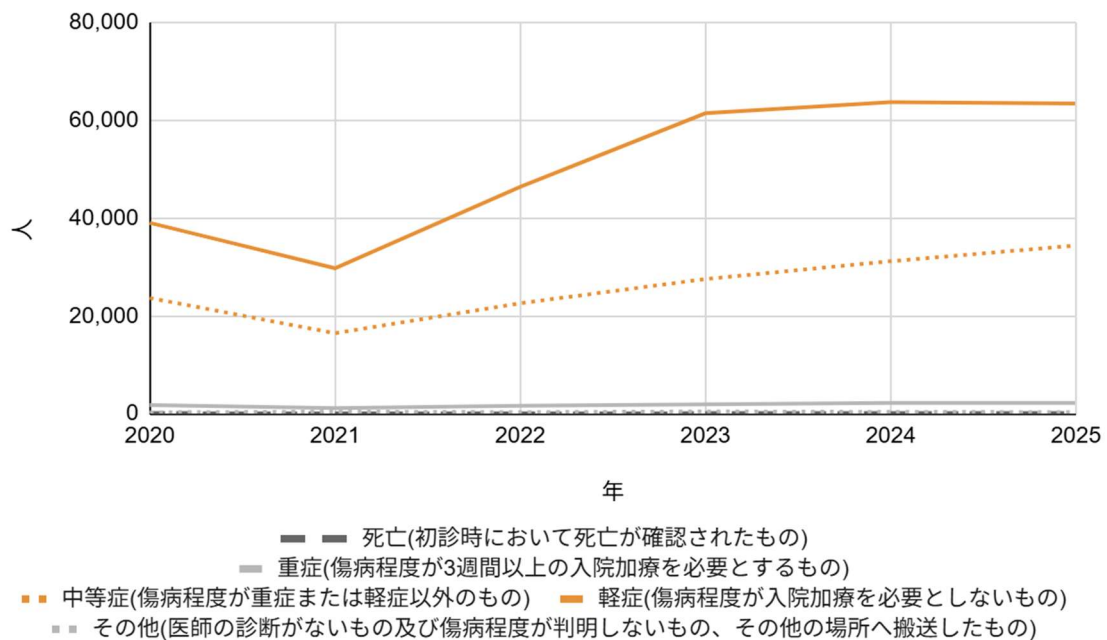


図3 熱中症による救急搬送者の傷病程度別人数の推移

(総務省消防庁 令和6年(5月～9月)の熱中症による救急搬送状況 報道資料, 令和7年(5月～9月)の熱中症による救急搬送状況 報道資料より著者ら作成)

第3項 非搬送患者の存在

前項では熱中症による救急搬送データから被害の実態について検討した。しかし、熱中症患者の中には自ら病院を受診した者や未受診の者等、救急搬送されていない患者の存在も考えられる。救急搬送されていない熱中症患者にも着目することで熱中症における被害の全体像を捉えることができる。それにより、現行政策の評価や熱中症対策を正しい規模で行うことが可能になり、熱中症による健康被害を抑制することができる。本項では非搬送患者⁶を「熱中症の症状を発症したものの、救急搬送されことなく自ら病院を受診した者または未受診の者」と定義しその存在と重要性について論じる。

現在、熱中症の被害規模を把握するために、総務省が公開している「熱中症救急搬送人員」⁷という統計データが広く利用されている。しかし、定義上では救急搬送された人が対象であり、非搬送患者は含まれていない。以上より、救急搬送データを用いて非搬送患者を含めた熱中症における全体の被害規模を把握することは構造的に不可能である。

非搬送患者の内訳には、当人が熱中症を発症していることに気付いていない患者が存在する。ここでは、「隠れ脱水症」患者と「隠れ熱中症」患者を挙げる。特に高齢者に多い

⁶本稿では、「総患者」を救急搬送者と非搬送患者を合わせた患者数と定義する。

⁷このデータは毎年5月1日から9月30日までを調査期間として、医療機関に救急搬送された熱中症またはその疑いのある傷病者の人員を集計したものとして定義される。

「隠れ脱水症」は、当人が無自覚に脱水症を発症しているケースを指す。隠れ熱中症に対して、東京都港区は注意喚起を行っている。そして隠れ脱水症が気づかぬうちに熱中症につながるケースがある。このように無自覚に熱中症になっていることを「隠れ熱中症」という。隠れ熱中症に対して全国健康保険協会が注意喚起を行っている。このような熱中症に気付いていない「隠れ脱水症」や「隠れ熱中症」が統計から漏れている可能性がある。

また上野ら(2025)は、ある病院へ搬送された熱中症患者の消防局データと診療データの比較検証を実施している。調査の結果、調査期間の 2010 年から 2022 年にかけて救急搬送以外で 631 人の熱中症患者がいることが明らかになった。救急搬送されることなく受診していることから本稿における非搬送患者の定義に含まれ、未受診の者を含めるとさらに多い人数になると考えられる。また、民間企業の調査⁸でも同様に救急搬送以外の熱中症患者がいることが示唆されている。

熱中症死亡者も救急搬送者と同様に、統計上の数字よりも被害規模が大きい可能性がある。厚生労働省が公表している熱中症の死亡者数は、明確に死亡理由が熱中症と判断された人数のみが含まれている。熱中症にかかることで持病が悪化し、その持病の悪化で死亡した場合は熱中症の死亡者数には含まれない。そのため、実際の死亡者数のデータよりも熱中症の被害が大きいことが考えられる（橋爪ら、2023）。

以上のことから、熱中症患者には無自覚である未受診の軽症患者、救急搬送以外の受診済み患者、死亡要因に熱中症が含まれる可能性のある死亡者等が存在する。これらは本稿で定義した非搬送患者に当てはまり、その存在は明らかである。以上より、総患者数を統計的に正しく計上できていないといえる。そのため、現状では熱中症被害の規模を正確にとらえることはできておらず、新しいアプローチが必要である。

第 4 項 熱中症に対する行政の現行政策

前項まででは熱中症の被害について取り上げていたが本項では現在行政が行っている熱中症対策について取り上げる。環境省が出している「先進的取り組み事例集」では熱中症予防行動の浸透が不十分であり、理解や危機感を高める必要がある。地域における取組も、地域差が大きく、全国的に展開できていないと述べられている。

環境省が全国各自治体の熱中症対策事例を「地域における熱中症対策の先進的な取組事例集」としてまとめている。その中から 2 点挙げる。1 点目は鳥取県鳥取市である。健康教育として参加者に直接対面で啓発を行う。熱中症の注意喚起を行い熱中症予防の大切さを知ってもらうことで日々の生活に予防行動を取り入れてもらうことを目的としている。熱中症の症状や予防方法、特徴、クーリングシェルターの紹介等が記載されているチラシを健康教育を行う際に配布している。2 点目は岐阜県多治見市である。多治見市では「#アツドラ」という熱中症予防に繋がるアイデアを入れたショートドラマを制作している。有志の市民や地元高校の生徒が参加し市民参加型の取り組みとしてより親しみやすく、市民の熱中症予防行動を促すことを期待されている。また SNS 等の活用による口コミで多数の人への拡散が可能である。動画サイト等で「#アツドラ」を視聴することが難しい高齢

⁸ ウェザーニュースは 2019 年 8 月 7 日から 8 月 8 日にかけて行った「熱中症になったことがありますか」というアンケート調査を実施した。回答者数は 10,720 人である。そのうち「熱中症になったことが無い」と答えた人の割合が 55%、「熱中症になって救急搬送された」と答えた人の割合が 2%、「熱中症になって自ら病院を受診した」と答えた人の割合が 6%、「熱中症になったが病院を受診していない」と答えた人の割合が 37%という結果になった。自ら病院を受診した者と病院を受診していない者は非搬送患者の定義にあたる。

者にも情報を届けるため、地域ケーブルテレビ及びコミュニティラジオと連携して暑さ対策の情報発信や熱中症対策に取り組む店舗の訪問を行っている。多様な手段を用いて情報発信を行うことが、認知度向上と熱中症予防行動の促進を期待できる政策の実施が重要である。

地方公共団体だけでなく各省庁もそれぞれ熱中症対策を行っている(環境省, 2025a)。本項では令和 7 年度の厚生労働省、農林水産省の取り組みを挙げる。厚生労働省は熱中症予防のための情報・資料サイトや事務連絡において、熱中症予防に関する普及啓発を実施している。また、4 月末から X や Facebook で熱中症予防に関する情報発信を実施している。通年で職場の熱中症対策に特化したポータルサイトを設け、熱中症ガイド等の教育ツールの提供や、5 月から 9 月の期間で「STOP! 熱中症 クールワークキャンペーン」として職場の熱中症対策について周知啓発を行うことで、職場の熱中症対策に関する情報提供を行っている。農林水産省は、5 月から熱中症の注意喚起ステッカーを約 27 万枚配布している。5 月から 7 月を「熱中症対策研修実施強化期間」として位置づけ、都道府県や農業関係団体等に熱中症対策研修の実施を促進した。7 月の間は官民連携の取り組みとして、全国のコメリ店舗で熱中症対策に関するデジタルサイネージを投影した。また大塚製薬株式会社と連名で熱中症対策に関するリーフレットを作成し、自治体や関係団体に活用の依頼を行った。2025 年 6 月 25 日に急激な気温上昇に備え、農業団体などに対して農業者への注意喚起を行うよう事務連絡を発出した。

第 2 節 熱中症警戒アラートについて

第 1 節では熱中症対策の重要性を述べたが、本節では熱中症対策の基準となる WBGT を用いた熱中症警戒アラートに関して述べる。以下、暑さ指数 (WBGT) は WBGT と表記する。増加傾向にある熱中症患者を減らすための対策として、熱中症警戒アラートを挙げる。これは、一般に広く普及している基準であり、その他の熱中症対策とも切り離せない重要な基準である。

第 1 項 熱中症警戒アラートの内容

熱中症警戒アラートの発表基準となる WBGT とは、人体と外気との熱のやりとり(熱収支)に着目した指標で、人体の熱収支に与える影響の大きい①湿度、②日射・輻射(ふくしゃ)など周辺の熱環境、③気温の 3 つを取り入れた指標である⁹。算出式は以下のとおりである。

屋外・・・WBGT＝0.7×湿球温度＋0.2×黒球温度＋0.1×乾球温度

屋内・・・WBGT＝0.7×湿球温度＋0.3×黒球温度

ここでいう湿球温度とは、水で湿らせたガーゼを温度計の球部に巻いて観測する、温度計の表面にある水分が蒸発した時の冷却熱と平衡した時の温度である。空気が乾いたときほど、気温(乾球温度)との差が大きくなり、皮膚の汗が蒸発する時に感じる涼しさ度合いを表す。黒球温度とは、黒色に塗装された薄い銅板の球(中は空洞、直径約 15cm)の中心に温度計を入れて観測する。この黒球温度は、直射日光にさらされた状態での球の中の平衡温度を観測しており、弱風時に日なたにおける体感温度と相関がある。乾球温度とは、通

⁹ 環境省熱中症予防情報サイト 「暑さ指数について」より引用している。

常の温度計を用いて、そのまま気温を観測する。

環境省は、WBGT に対する熱中症予防ガイドラインを表 1 のように提示している。

表 1 暑さ指数(WBGT)に対する熱中症予防ガイドライン

暑さ指数 (WBGT)	注意すべき生活活動の目安	注意事項
危険 (31以上)	すべての生活活動で起こる危険性	高齢者においては安静状態でも発生する危険性が大きい。 外出はなるべく避け、涼しい室内に移動する。
厳重警戒 (28以上31未満)	すべての生活活動で起こる危険性	外出時は炎天下を避け、 室内では室温の上昇に注意する。
警戒 (25以上28未満)	中等度以上の生活活動で起こる危険性	運動や激しい作業をする際は 定期的に十分に休息を取り入れる。
注意 (25未満)	強い生活活動で起こる危険性	一般に危険性は少ないが激しい運動や 重労働時には発生する危険性がある。

(環境省熱中症予防情報サイトより著者ら作成)

また、運動指針に関しては表 2 に提示している。

表 2 暑さ指数(WBGT)に対する熱中症予防運動指針

気温 (参考)	暑さ指数 (WBGT)	熱中症予防運動指針	熱中症予防運動指針
35℃以上	31以上	運動は原則中止	特別な場合以外は運動を中止する。 特に子どもの場合には中止すべき。
31℃以上 35℃未満	28以上31未満	厳重警戒	熱中症の危険性が高いので、激しい運動や持久走など 体温が上昇しやすい運動は避ける。 10～20分おきに休憩をとり水分・塩分の補給を行う。 暑さに弱い人は運動を軽減または中止。
28℃以上 31℃未満	25以上28未満	警戒 (積極的に休憩)	熱中症の危険が増すので、積極的に休憩を取り適宜、 水分・塩分を補給する。 激しい運動では、30分おきくらいに休憩をとる。
24℃以上 28℃未満	21以上25未満	注意 (積極的に水分補給)	熱中症による死亡事故が発生する可能性がある。 熱中症の兆候に注意するとともに、 運動の合間に積極的に水分・塩分を補給する。
24℃未満	21未満	ほぼ安全 (適宜水分補給)	通常は熱中症の危険は小さいが、 適宜水分・塩分の補給は必要である。 市民マラソンなどではこの条件でも 熱中症が発生するので注意。

(環境省熱中症予防情報サイトより著者ら作成)

暑さ指数(WBGT)は熱中症の危険性を促す熱中症警戒アラートの発表基準となる。熱中症警戒アラートは、府県予報区等において、いずれかの暑さ指数情報提供地点における、翌日・当日の日最高 WBGT が 33(予測値)に達する場合に発表する¹⁰。

2024 年 4 月より熱中症特別警戒アラートの運用が開始された。熱中症特別警戒アラートは、都道府県内において、すべての暑さ指数情報提供地点における、翌日の日最高 WBGT が 35(予測値)に達する場合等に発表する¹¹。本稿では、熱中症特別警戒アラートには触れず、熱中症警戒アラートのみを対象とする。熱中症特別警戒アラートの運用が開始されたのが 1 年前であり、発表数が少ない点と、本論文の趣旨である地域差を配慮したアラートの見直しに関しては、より基準の低い熱中症警戒アラートに着目することで十分である点から妥当だと判断した。

第 2 項 熱中症警戒アラートの制度的背景

熱中症警戒アラートは 2020 年に制度が開始された。従来の熱中症の注意喚起は、環境省が暑さ指数をウェブサイトにて公表し、気象庁が高温注意情報を関係機関に配信するという仕組みであった。この 2 つをかけ合わせて熱中症警戒アラートを発表することとなった。高温注意情報は、最高気温が 35℃以上と予測された日に出る。現状、熱中症警戒アラートは WBGT が 33 以上になると発表されるが、これは熱中症患者数が一気に上昇する WBGT とさ

¹⁰環境省熱中症予防情報サイト「熱中症警戒情報とは」より引用。

¹¹環境省熱中症予防情報サイト「熱中症特別警戒情報とは」

れているためである。環境省によると、日搬送者数の上位 5%の発生を WBGT33 以上で的中できるか否かを評価したところ、概ね 7 割以上の捕捉率となっており、気づきと呼びかける指標として適当とされている¹²。

第 3 項 アラート発表時の行政の現行政策

第 1 節第 4 項では、熱中症に対する行政の現行政策をまとめたが、本項ではアラート発表時の行政の現行政策を述べる。1 つは、クーリングシェルの設置が挙げられる。「改正気候変動適応法」に伴い、熱中症警戒アラートが発表されている間は、市町村が定めたクーリングシェルを開放することになっている。クーリングシェルとは、市町村が冷房設備を有する等の要件を満たす施設(公民館や図書館)を指定した誰でも休息できる施設のことである。その他の取り組み事例に関しては、表 3 に重点的な事例をまとめている。

表 3 アラート発表時の行政の現行政策

	主な事業内容
埼玉県	各市町村熱中症対策担当課（主に保健・健康部局）に対して、県健康長寿課から注意喚起
吹田市	各部局から市民、各小中学校、各施設に注意喚起及びアラートの登録を呼びかけ
群馬県上野村	村内すべての高齢者に対しスクリーニングを行い、個々に熱中症リスクを評価して 2 つのグループに分類し、ハイリスク者に対して居宅訪問等による体調の確認、水分補給に関する指導やクールスポットへの誘導等の個別支援
京都府	HPにてどう行動すればよいのテレビ・ラジオ、SNS、広報誌での広報 発令時、防災部局から府内関係部署や市町村に連絡や防災・防犯情報メール登録者に対するプッシュ通知発信。環境部局から駅等に設置されているデジタルサイネージで表示。
浜松市	消防局より注意喚起のメールを配信 各部局から市民、教育現場、幼児教育・保育現場への注意喚起

(環境省『地域における熱中症対策の先進的な取組事例集』、浜松市・京都府『令和 3 年度地方公共団体における効果的な熱中症予防対策の推進に係るモデル事業最終報告書』、気候変動適応情報プラットフォーム(A-PLAT)より著者ら作成)

環境省が提示する代表的な政策として、埼玉県では、各市町村熱中症対策担当課（主に保健・健康部局）に対して、県健康長寿課から注意喚起を行っている。暑さ指数が 31 以上の場合、熱中症警戒アラート発表時以外にも注意が必要な日には、メールで注意喚起を送信する。アラート発表時は防災行政無線で住民に注意喚起を行うように依頼している。大阪府吹田市では、アラート発表後、環境政策室、広報課、高齢福祉室、教育委員会、施設

¹² 気象庁「熱中症予防対策に資する効果的な情報発信に関する検討会」令和 2 年第 3 回より、環境省が令和 2 年度自治体向け「熱中症警戒アラート」に関する説明および熱中症対策に係る意見交換会にて示している。

所管課等に伝達され、そこからそれぞれ部局や市民、学校や施設に注意喚起や対応を行っている。アラート発表時の行政の現行政策は、大きく分けてクーリングシェルターの設置、市民への注意喚起の 2 点が挙げられる。クーリングシェルターについては、改正気候変動適応法の整備により、ほとんどの自治体で設置されている。一方、市民への注意喚起には市町村ごとに差があり、どのように発信するかは各自治体に委ねられている部分が多い。例えば、メールや公式 LINE 上での発信、イベントでのポスターやチラシ配布などが挙げられる。

様々な政策が行われているものの、熱中症患者は増加傾向にある。そのため、現行の政策では熱中症対策として不十分な可能性がある。

第 4 項 情報の発信について

令和 6 年 1 月 18 日に環境省熱中症対策推進検討会にて公表された『「熱中症警戒アラート」等に関する意識調査結果概要』より、国民に行った意識調査の結果を引用する¹³。熱中症警戒アラートの認知度の設問では、全年齢層で 76%となっている。熱中症警戒アラートが発表されたことによって、熱中症に対する危険性や対策の必要性を感じたかという設問には、全年齢層で 81%が熱中症の危険を感じたと回答し、69%が追加的な対策の必要性を感じていた。具体的な追加的対応として挙げられたのは、全年齢層で 54%の「こまめな水分補給に努めた」、49%の「エアコンを使用した」が上位 2 つを占めていた。高齢層では、それぞれ 69%、57%と全年齢層と比較してやや高い割合を占めていた。熱中症警戒アラートの情報源についての設問で多かった回答は「テレビの天気予報」が 64%、「アプリ」が 28%、「天気情報サイト」が 27%であった。どのようなところから情報提供があると、熱中症の予防行動をより一層強化すると思うかという設問で割合が高かったのは、全年齢層で「防災無線」の回答が 21%、「自治体による声掛け」が 15%であった。

以上の結果より、熱中症警戒アラートの認知度やアラートの発表により熱中症に対する危険性や対策の必要性に関して、ともに約 8 割という高い割合であることから、制度としての浸透率や効果は一定程度見込めると言える。

また、アラートを知る情報源としてはテレビやスマートフォンのアプリなど、デジタル機器を経由する事が多い。防災無線や自治体による声掛けなど、政策として行うことを求める意見もあることから、今後さらなるアプローチが求められると言える。

¹³ 期間は 2023 年 11 月 20 日～11 月 22 日で、回答数は 47 都道府県の各 200 名の合計 9,400 名、調査方法は調査会社を通じた WEB アンケートをとっている。200 名の内訳としては全体の人口構成を考慮し、青年層（18～22 歳）が 20 名、勤労層（23～64 歳）が 120 名、高齢層（65～89 歳）が 60 名である。

第3節 熱中症リスクの要因

日本で熱中症警戒アラートが出される際に WBGT が参考にされているように、熱中症の発生には気温や湿度、気流や輻射熱などの温熱環境要因が関連することが報告されている。大幅、熱中症の発生にはそれらの要因が関連しているが、熱中症が発生しやすくなる温度は地域によって異なることも報告されており、これは地理的条件や人口構成、地域の人々の熱中症への抵抗力の差などが要因であると考えられている。したがって、本節では気温や湿度、気流や輻射熱などの温熱環境要因だけではなく、熱中症リスクの構造的要因およびそれらが引き起こす熱中症リスクの地域差について述べる。

第1項 熱中症リスクの構造的要因

熱中症の発症は WBGT のような気温、湿度などの暑熱環境によるものだけではない。これは、人口構成、住宅環境、都市構造、地理的条件などの多様な構造的要因が熱中症を引き起こすリスクになっていることがわかる。本項では、それらの熱中症リスクの構造的要因について述べる。

1. 気候・地理的条件

気温、湿度、日射・輻射などの周辺の熱環境や熱波も熱中症の直接的な要因である。気象庁によると、熱波とは広い範囲に 4～5 日またはそれ以上にわたって、相当に顕著な高温をもたらす現象のことである。また、ヒートアイランド現象も特に都市部において熱中症リスクを高めている。環境省¹⁴によると、ヒートアイランド現象とは都市の中心部の気温が郊外に比べて島状に高くなる現象である。ヒートアイランド現象の主な原因は、人口排熱の増加(建物や工場、自動車などの排熱)、地表面被覆の人口化(緑地の減少とアスファルトやコンクリート面などの拡大)、都市形態の高密度化(密集した建物による風通しの阻害や天空率の低下)などが挙げられる。特に夜間は放射冷却が進まず、気温が下がらなくなることで熱帯夜を記録する日が増加している。

2. 人口構成

第 1 節で述べたように、熱中症救急搬送者数の半数以上は高齢者が占めている。高齢者は以下の 3 点の理由により熱中症発症リスクが高まっている。1 点目は、加齢に伴い暑さを感じにくくなる点である。そのためにエアコンを適切に使用できない、衣服を必要以上に多く着込んでしまう等の体に熱がこもりやすい状況になってしまう。2 点目は、体から熱を逃しにくくなる点である。高齢者は暑さを調節する体の機能自体も低下する。発汗量、血流量を調整する熱放散能力が低下する。3 点目は体内の水分量が減少し脱水症になりやすくなる点である。血液を含む体内の水分量が少なくなり、加えて加齢によりのどの渴きを感じにくく飲水行動につながりにくいため脱水症になりやすい。また、加齢に伴い腎機能が低下し脱水症が長引くことが報告されている(環境省, 2025b)¹⁵。このように、暑熱環境に適応しにくいために重症化や死亡リスクが高まっている。環境省(2025c)¹⁶によると、熱中症による死亡者数のうち高齢者(65 歳以上)が 8 割以上を占めている。

¹⁴ 環境省「ヒートアイランド現象とは」

¹⁵ 環境省「熱中症環境保健マニュアル 各論(案) 各論 5. 高齢者の注意事項」

¹⁶ 環境省「熱中症に関する最新の状況」

3. 住宅環境要因

個人が生活する住宅環境も熱中症リスクに大きく影響を与えている。総務省(2024)によると、熱中症搬送者の約4割が住居内で発生していることがわかる(図4)。

環境省(2022)¹⁷によると、2021年夏の東京都23区と大阪市では、屋内での死亡者のうち約9割がエアコンを使用しておらず約1～2割がエアコンを設置していなかったことが明らかになった。環境省は、熱中症になりやすい医学的要因以外のひとつとして、エアコンによる「冷え」や電気代を心配し、エアコンをあえて積極的に使わないことが要因であるとも述べている。

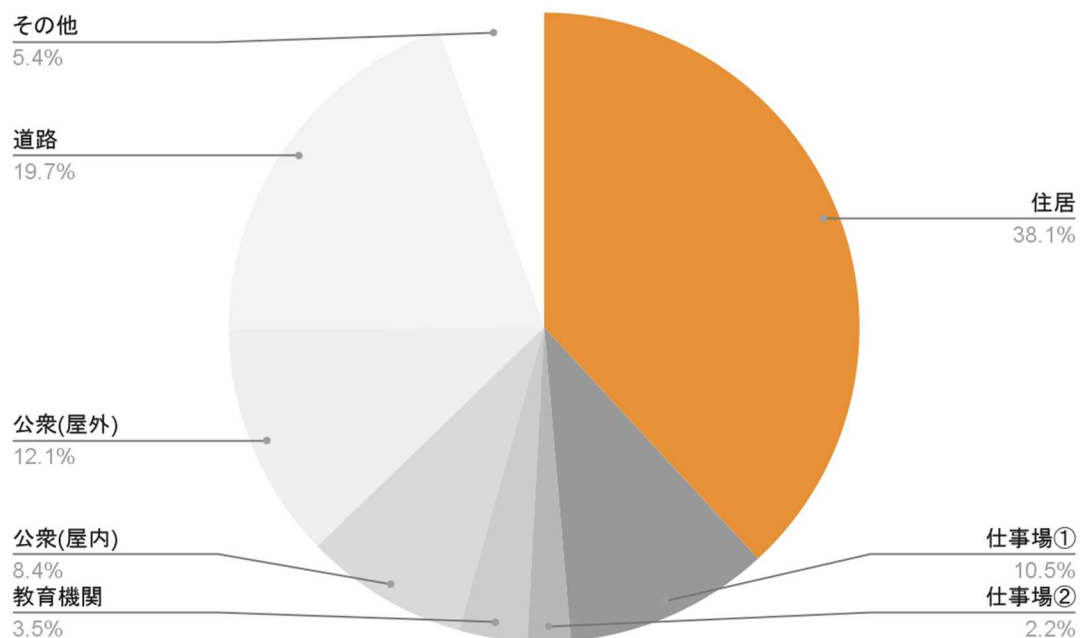


図4 発生場所別熱中症搬送者数の比率

(総務省消防庁令和7年(5月から9月)の熱中症救急搬送状況より著者ら作成)

4. 情報インフラ

第2節第4項でも述べた通り、熱中症警戒アラートの情報源にはテレビをはじめとし、スマートフォンのアプリや自治体のホームページなどデジタル機器を経由することが多い。また、同様の調査において、自治体に対する「熱中症対策として何を実施していますか」という設問では「広報誌・ポスター・掲示等」と回答した自治体は82%、「ホームページ

¹⁷ 環境省「熱中症の現状と課題について」

での注意喚起」が 68%、「保健師等による呼びかけ」が 64%となった。また、「今後熱中症警戒アラートをどのように活用する予定ですか」という設問では「ホームページでの注意喚起」とした人の回答割合が 67%、「広報誌・ポスター・掲示等」が 61%、「SNS での呼びかけ」が 52%となった。このように、熱中症アラートをはじめとし、熱中症予防情報など様々な情報は多くがデジタル機器を経由して発信されている。つまり、情報インフラの整備状況は得られる情報へのアクセス可能性や情報の受容のしやすさに影響し、熱中症リスクのひとつになり得るといえる。

第 2 項 熱中症リスクの地域差

前項で述べた通り、熱中症の発生には気温、湿度などの WBGT の数値だけではなく、地理的条件や人口構成など様々な要因が絡み合っている。このような地域ごとに異なる熱中症リスクの構造的要因が複合的に作用しているために、熱中症リスクにも地域差が存在する。本項では都道府県ごとの熱中症搬送者数と暑さ指数(WBGT)のデータを比較し、実際に暑さ指数で補え切れない部分がどの程度あるかを明らかにする。

1. 暑さ指数(WBGT)と搬送者数の相関

図 5 は総務省による熱中症救急搬送状況のデータをもとに、2020 年から 2024 年の人口 10 万人あたりの熱中症搬送患者数を示した図である。



図 5 日本全国における人口 10 万人あたりの熱中症搬送者数

(総務省 令和 2 年から令和 6 年の熱中症による救急搬送状況より著者ら作成)

全体的に見ると、西日本の地域ほど熱中症搬送率が高くなっていることが読み取れる。人口 10 万人あたりの熱中症搬送者数は鹿児島、佐賀、鳥取、大分、熊本の順に高くなっている。一方で、人口の多い東京都、大阪府などでは熱中症搬送率は他と比べて低いものの、熱中症搬送者数の絶対数は多いため、注意が必要である。

図 6 は、環境省が公表した 2024 年における都道府県別の熱中症警戒アラート発表回数をまとめたものである。熱中症警戒アラートは WBGT をもとにしているため、暑さ指数 WBGT の影響を考えるために熱中症警戒アラートの発表回数を参考とする。西日本では夏季全体を通して熱中症警戒アラートの発表回数が多く、逆に東日本は発表回数が少なく、気候条件による差が明確である。

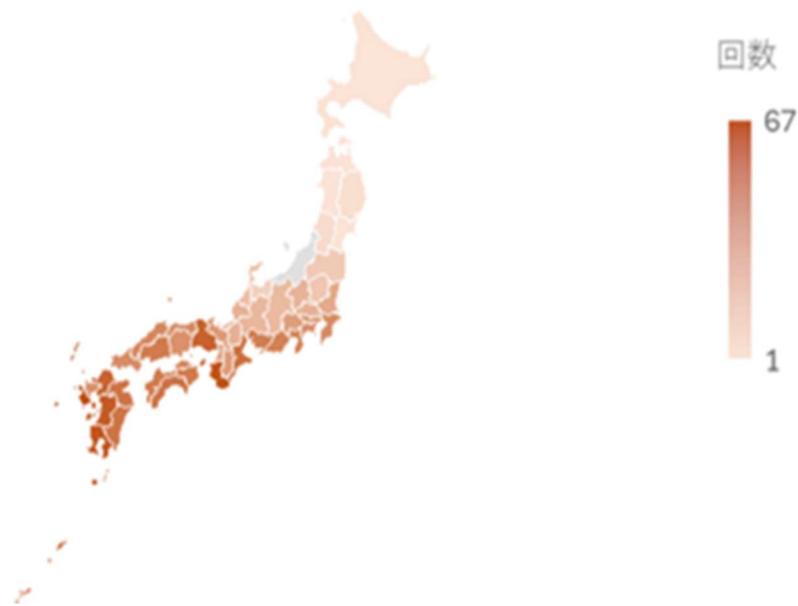


図 6 都道府県別熱中症警戒アラート発表回数

(環境省 2024 熱中症警戒アラート発表状況より著者ら作成)

熱中症警戒アラートの発表回数と熱中症搬送者数を比較すると、大まかに相関はあるものの、東日本において熱中症警戒アラートの発表回数は少ないが搬送者数は多い都道府県も多々あり、WBGT のような気候条件以外の熱中症リスクが多数存在していることがわかる。

2. 暑さ指数 WBGT と熱中症救急搬送者数の地域差

図 7 は、2019 年から 2024 年の 5 年間に於いて、環境省による過去 5 年間の日最高 WBGT と消防庁による日別熱中症搬送者数のデータをもとに、同程度の WBGT の際の各都市での熱中症搬送者数を比較したものである。同図より、同じ WBGT でも地域によって熱中症搬送者数には大きな差があることが読み取れる。さらに、WBGT が 30 を超えたあたりから熱中症搬送者数は顕著に増加し、地域間の差も大きくなっている。

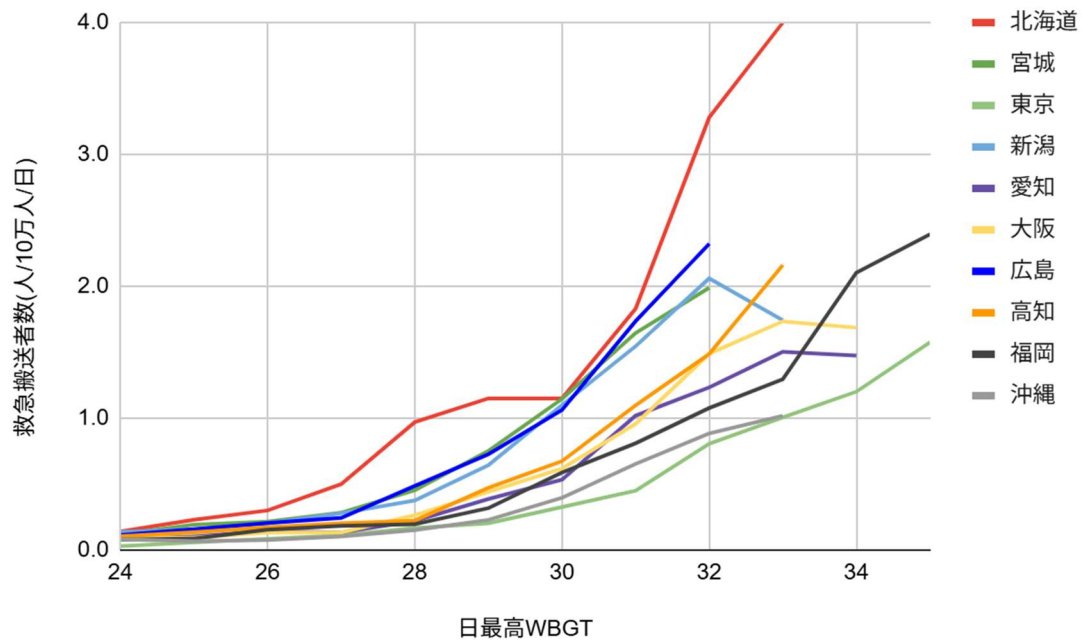


図7 WBGTと救急搬送者数の地域比較

(環境省日最高 WBGT、消防庁日別熱中症救急搬送者より著者ら作成)

このように、熱中症リスクには地域特性のある様々な構造的要因が存在しており、発生要因の影響度合いが地域によって異なるために熱中症リスクにも地域差が存在している。このような地域差が存在する上で、全国一律の現行制度では地域差が原因で発生する熱中症患者を考慮できないという問題が発生している。

第4節 問題意識

最後に、現状分析により見えてきた問題意識について述べる。第1節より、我が国の熱中症患者数は増加傾向であり、今後も増加が続くことが予測される。この問題を解決するために熱中症対策が多く施行されているが、患者数は増加する一方である。さらに、熱中症患者は現在統計データとして収集されている救急搬送者数には含まれない非搬送患者も存在しており、熱中症は統計データ以上に深刻な問題である。

また、熱中症の対策として様々な政策が行われており、特に熱中症警戒アラートは一般に広く普及している対策の1つである。しかし、同じ WBGT 指標であっても地域によって熱中症患者数が異なるにも関わらず、熱中症警戒アラートは全国一律の基準で発表されている。

したがって本稿では、「全国一律の基準で発表される熱中症警戒アラートは、地域差が原因で発生する熱中症患者を考慮できていない」ことを問題意識とし、地域差を考慮した熱中症警戒アラート基準の導入が熱中症患者数の変動要因となり得るかを非搬送患者の存在を考慮した上で分析する。分析の結果を踏まえ、本稿のビジョンである「熱中症警戒アラートの実行性を高め、熱中症における被害規模の拡大を抑制する」ことを達成するため、

非搬送患者と地域差を考慮した新たな熱中症アラートの導入を実現する。

第2章 先行研究および本稿の位置づけ

第1節 先行研究

第1項 熱中症の発症要因と地域差に関する研究

熱中症の発症要因に関する研究として、中井(2004)は熱中症死亡者数の人口動態統計と新聞記事の情報を基に、熱中症の発症要因を推定している。結果として、暑熱や都市部のヒートアイランド化、人口環境による温度変化が影響することが示唆された。

近年の、より詳細な統計データに基づく分析を実施している研究として、上野ら(2021)は熱中症による救急搬送データと気象データを活用し、熱中症発症に及ぼす地域差と年齢差を推定している。結果として、人口10万人に1人の割合で熱中症により救急搬送される際の日最高WBGT値(W_1)を比較したところ、都道府県ごとに明確な地域差が見られた。特に、夏季平均の日別熱中症救急搬送者数は西南の地方が多く、WBGT値30℃の基だと、北海道・東北地方が多いことが示唆された。また、年齢が高くなるほど W_1 値は低くなり、高齢者ほど熱中症の耐性が低いことが示された。

下ノ菌ら(2025)は都道府県別により精微な熱中症警戒アラートの発出基準の策定に寄与することを目的とし、熱中症発生の地域差・時期・年齢差を評価している。分析手法として、熱中症発生確率(P_x)を定義し、二項ロジスティック回帰を用いて発症閾値(W_x)を推定した。結果として、寒冷地ほど W_x は低くなり、明確な地域差を示した。また、時期別では初夏・秋において閾値が低下し、年齢別では高齢者が最も低くなったため、時期・年齢差も示された。

同様に熱中症発生における地域差・年齢差を示唆し、熱中症警報の全国一律基準の限界を提唱した研究として、岡(2023)は地域差・年齢差を考慮したアラート基準の必要性を示し、代替基準を推定している。結果として、北部地域では33℃での発生率が南部地域より約3～5倍高く、WBGT閾値も3.5～5℃低いことが示唆された。また、年齢別の代替基準値も一律で33℃より低く、現行基準の限界を示した。

さらにPhung et al. (2025)は、日本全国47都道府県の日別熱中症死亡データを用いて、より深刻な健康被害に焦点を当てた分析を行っている。結果として、現行の熱中症警戒アラート基準であるWBGT33℃では、予防可能だった熱中症死亡者数のうち2～3%しか補足されなかったことが明らかになった。加えて、予防可能な熱中症死亡者数の大部分がWBGT30℃～32℃の範囲で発生していることも示唆された。

以上の研究より、熱中症警戒アラートの発表基準に関して、地域差や年齢差を考慮に入れたより詳細な対策が必要であることが明らかになっている。しかし、これらの限界点として、①地理的要因等の気象条件以外の要因を考慮した分析が行われていない点、②実用化繋がる政策提言が行われていない点、③地域差を考慮した熱中症警戒アラートの効果検証が行われていない点、④非搬送患者を考慮されていない点、が挙げられる。したがって、これらを踏まえた検証を実施する必要がある。

第2項 非搬送患者の存在に関する研究

公衆衛生学において、疾病の可視化される被害規模と実態との間に生じる構造的な乖離は「疾病の氷山 (Iceberg of Disease)」の概念として知られている。この概念を提唱した Last(1963)は、可視化された数値や臨床診断をはるかに超える潜在的な疾病やリスク要因が存在していることを示し、それらの早期発見と二次予防の重要性を指摘した。また、Nair(2021)はこの概念を用いて、伝染病における疫学の理解を深めるためには、明らかになっていない水面下にある氷山の大部分を明らかにする必要性を主張した。さらに、従来の研究が重症例に焦点を当ててきた限界を指摘した。水面下にあたる無症状や軽症例は、認識されていない社会経済的負担をもたらしており、以上のことから過小評価されてきた疾病の全体像を把握することの重要性を示した。

この「疾病の氷山」が示す課題は、熱中症における全体の被害規模の把握にも当てはまる。第1章第1節3項で述べた通り、総務省消防庁のデータはその集計定義上、自力受診者や未受診者といった非搬送患者を構造的に含んでいない。このため、熱中症に関する公的統計は本来のリスク把握に必要な「水面下の部分」を完全に排除しており、熱中症における全体の被害規模を把握するには不十分である。以下に、本稿における「熱中症における総リスク集団の氷山」を示す。

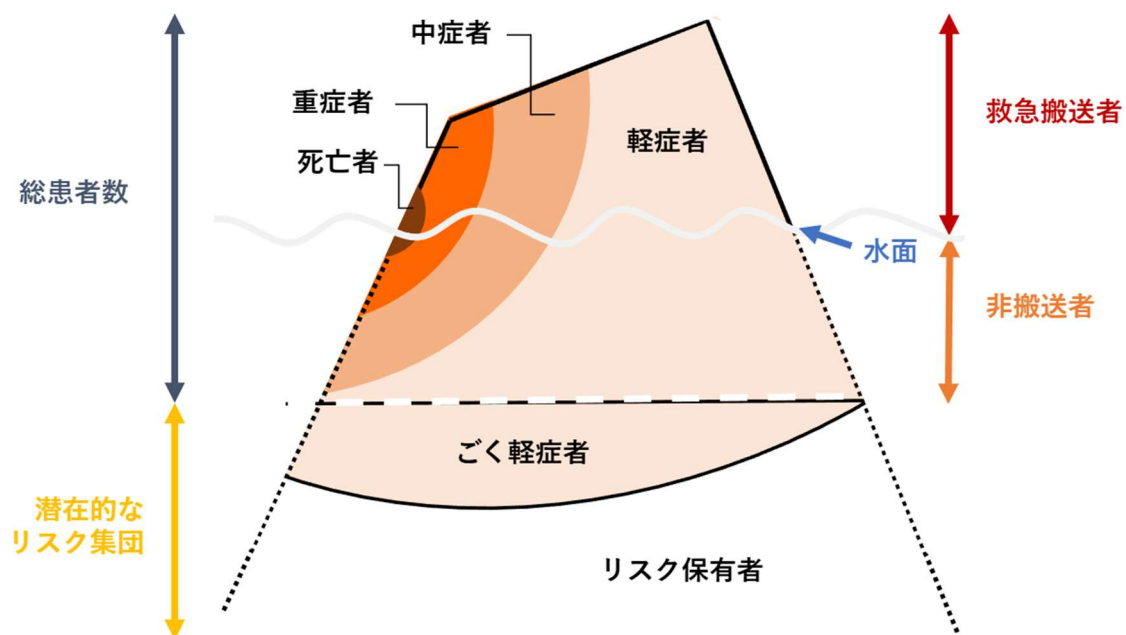


図8 熱中症における総リスク集団の氷山¹⁸

¹⁸ 「総患者」は、救急搬送者と非搬送患者を合わせた患者数と定義する。

「ごく軽症者」は、隠れ脱水症や隠れ熱中症に満たない軽微な症状のある患者と定義する。

「リスク保有者」は、猛暑日に激しい運動をする・持病がある等の通常より熱中症となる危険性が高い者と定義する。

「潜在的なリスク集団」とは、ごく軽症者とリスク保有者の合計と定義する。

上記で示した統計上の限界は、救急搬送データと現実の患者数間の乖離として実証的に裏付けられている。上野ら(2025)は、救急搬送データのみで熱中症の実状を把握する限界を検証するために、ある病院へ搬送された熱中症患者の消防局データと診療データの比較検証を実施している。結果として、搬送者 320 の内熱中症と確定診断を受けたものは 222 人にとどまり、そのうち 63 人は搬送元と暑熱曝露を受けた場所に差異があった。また、救急搬送以外で受診した熱中症患者は 631 人存在しており、非搬送患者の存在が明確に示唆された。このように、救急搬送データには一定の誤診や曝露場所の不一致があり、統計上には現われない非搬送患者は多数存在していることから、救急搬送データの単独利用には限界があることが示された。

以上のことから、水面上にあたる「救急搬送者数」や「死亡者数」などの統計データだけでなく、水面下にある「非搬送患者」に着目することは、熱中症における全体の被害規模を把握するために不可欠な試みであるといえる。加えて、非搬送患者に焦点を当てた研究は非常に限られており、未開拓の研究領域であることから、非搬送患者に着目することは社会的にも大きな意義がある。

しかし、この研究の限界点として、①研究対象が単一病院のデータにとどまり、所在地の地域性に大きく影響を受けている可能性がある点、②非搬送患者を数値的に推計しておらず「存在の証明」と既存統計の構造的限界の提示に留まっている点、③気象データや都市構造を考慮した熱中症発生の要因分析を行っていない点が挙げられる。

第 3 項 熱中症予防策の制度的影響と行動変容に関する研究

本項では、熱中症警戒アラートの制度的影響と行動変容を評価した研究として、効果を懐疑的に検証した研究と、制度の潜在的な有用性や改善の方向性を肯定的に示した研究の両論を比較検討する。

熱中症警戒アラートの効果を懐疑的に検証した研究として、Lusher & Ruberg (2023)は 2020 年に日本で導入された熱中症警戒アラートの影響を推定している。分析手法として、救急搬送データだけでなく、Google Trends や Google Mobility Reports を活用し、警報制度が発症件数や行動に与える影響を多角的に検証した。結果として、熱中症警戒アラートは期待された予防効果だけでなく、報告の増加や一部行動の逆反応等が示された。これらの結果は、熱中症警戒アラートがこれまで病院を受診していなかった非搬送患者の受診行動を促した可能性を示唆している。したがって、アラート制度は地域特性や非搬送患者を含めた包括的な設計・評価が必要であり、またアラート発表時のさらなる予防施策の実施が重要であるといえる。

一方、熱中症警戒アラートの潜在的な有用性や改善の方向性を肯定的に示した研究として、Nagarjunakonda et al. (2025)は、世界中の熱中症警戒アラートの科学研究をレビューし、精度と有効性を決定づける要因の検証をしている。レビューの結果、熱中症警戒アラートは、制度は適切に設計・運用されれば、死亡率や罹患率を削減できる費用対効果の高い適応策であるとして、その有効性が国際的に評価された。有効性を示す根拠として、フィラデルフィアでの人命救助の成功例や、フランスにおける大規模な救命効果などの実証事例が挙げられている。しかし、ほとんどの従来制度は固定的な気象閾値に依存しており、地域固有の要因や社会経済的・環境的要因、及び個人の脆弱性が適切に考慮されていないとして、改善の余地が大きいと指摘した。したがって、精度の実効性を高めるためには、先述の要素を取り入れたより高精度な熱中症警戒アラートの設計が必要であることが示唆された。

さらに、熱中症警戒アラート発表後の政策に関する研究として、高橋ら(2015)は熱中症警戒アラートの家庭への周知とメッセージ付きの水の配達、高齢者の熱中症予防行動と認知度向上に効果があるかを検証している。結果として、熱中症警戒アラートの周知に加

え、水の配達のような具体的な施策を実施することで、高齢者の夜間エアコン使用や水分摂取頻度などの行動変容が促されることが明らかになった。これにより、熱中症対策において、熱中症警戒アラートの情報発信の強化に加え、行動変容を促すための効果的な事後政策が必要であると示唆された。

以上の研究により、現行の熱中症警戒アラートは期待される予防効果は見込めないものの、地域性と多様な要因を考慮した精度の高いアラート制度の実施と運用を行い、適切な予防施策を実施することで、費用対効果の高い適応策となり得ることが明らかになった。しかし、これらの研究の限界点として、①行動変容や罹患率の重要性において、非搬送患者規模を考慮した制度評価がなされていない点、②具体的な地域差の要因が分析されていない点、③行動変容を最大化する情報発信方法や予防施策についての具体的な設計がなされていない点が挙げられる。そのため、非搬送患者を考慮した上で地域差の要因を分析し、行動変容を最大化する施策を検討する必要がある。

第2節 本稿の位置づけ

先行研究により、地域差を考慮した熱中症警戒アラート基準の必要性和非搬送患者の存在を明らかにした。しかし、これらの先行研究には幾つか限界点も存在している。

まず、熱中症の発症要因と地域差に関する研究では(上野 2021・下ノ菌ら 2025・岡 2023 など)、地域差・年齢差を考慮した熱中症警戒情報の必要性を示唆した一方、検証している要因が単一的であり、さらに予防検証や実用化に直結する提言までには至っていなかった。また、非搬送患者に着目した研究(上野ら 2025)では、救急搬送データの限界と非搬送患者の存在を明確に示したが、数値的な推計や地域性の考慮はなされていなかった。最後に、熱中症予防策の制度的影響と行動変容に関する研究では、地域差や多様な要因を考慮した精度の高い運用により費用対効果の高い適応策となり得ることが示唆されたが、非搬送患者を考慮した要因分析や行動変容を最大化する施策は検討されていなかった。

以上の先行研究の限界点を踏まえ、本稿の新規性を以下に4つ提示する。第1に、階層ベイズモデルにより非搬送患者を数値的に推計し、それを考慮した要因分析・アラート基準の推計を行う。第2に、気象条件以外の要因を含む都道府県別の地域特性を考慮したWBGT 閾値を推計し、従来の一律アラート基準の限界点を克服する。第3に、地域特性を考慮したアラート基準の予防効果を定量的に検証し、制度設計における実証的なエビデンスを提示する。第4に、新たな熱中症警戒アラートの実用化に寄与する政策を提言する。なお、政策提言においては、救急搬送患者や非搬送患者に加え、第2章第2項で提示した図中のリスク保有者へのアプローチも含まれている。

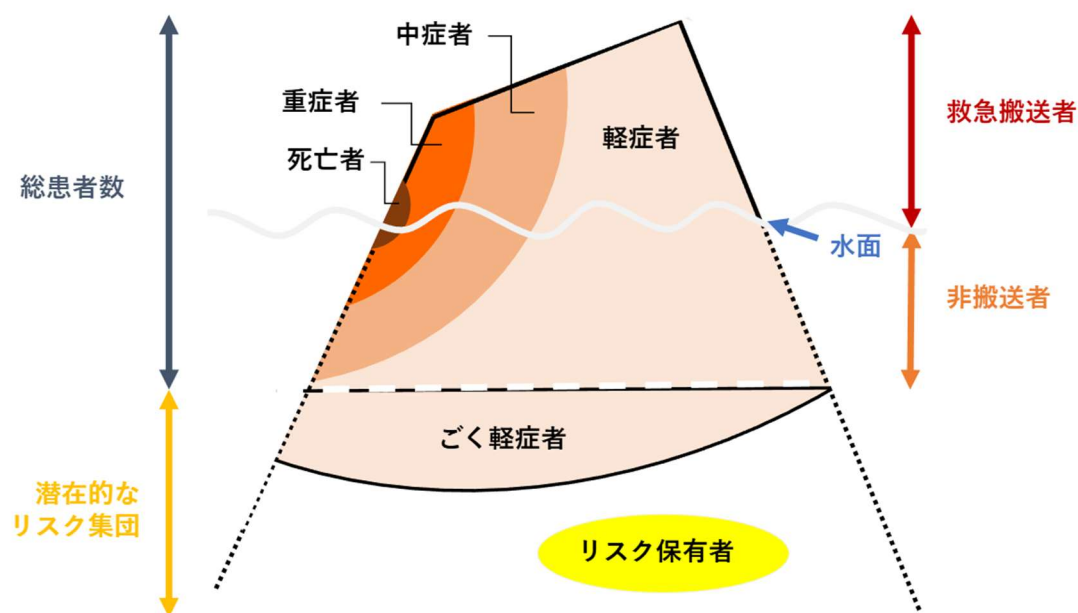


図9 熱中症における総リスク集団の冰山 (再掲)

以上により、本研究は非搬送患者の存在を考慮した上で熱中症の要因分析・熱中症警戒アラート基準の導出・効果検証を体系的に初めて実施する試みであり、現行制度の改善に直結する貢献が期待される。

第3章 実証分析

第1節 分析の概要

現行の熱中症警戒アラートは、WBGT を用いて全国一律の基準値を基に発表されており、熱中症に関する先行研究の多くは救急搬送者のみのデータで検証されている。本稿では、①非搬送患者を含めた熱中症の総患者数を把握したうえで、②地域差を考慮した熱中症警戒アラートの代替基準を設定し、熱中症警戒アラートの有効性を高めることで熱中症の被害を抑制することを目的とし、分析を実施する。

分析Ⅰでは、階層ベイズモデルにより、都道府県ごとの地域差の要因を明らかにするとともに、救急搬送者数から非搬送患者数を推計する。

分析Ⅱでは、分析Ⅰから得られた日別総患者数を新たに被説明変数とし、区分線形回帰によって総患者数と WBGT の関係を分析することで、熱中症患者数が急激に増加する WBGT の閾値を47都道府県ごとに特定する。

分析Ⅲでは、分析Ⅱの結果を踏まえて熱中症警戒アラートを発表する基準値を変更した場合の効果検証を実施する。混同行列(感度、特異度、陽性適中率等)を利用して、現行制度と政策提言Ⅰで提言する新制度の性能を比較検証する。

以上の3つの分析を通じて、現行の熱中症警戒アラート制度では考慮できなかった熱中症の被害や地域差を解明し、新たな基準の特定と制度の改善による効果を示すことで、政

策提言に繋げる。

第 2 節 分析 I：非搬送患者の推計と地域差の要因分析

第 1 項 分析に用いるデータと分析モデル

分析 I では、47 都道府県における日別データ(2023 年～2024 年、5 月～9 月)を用いて、熱中症の日別総患者数の推計と熱中症の発生要因を分析する。被説明変数には、総務省消防庁が発表する「熱中症による救急搬送状況」資料から得られる都道府県別、日別救急搬送者数を設定する。説明変数は、都道府県の地域差や罹患率に影響を与えると予想される人口密度や 1 人当たり医療機関数、インターネット利用率等を用いる。表 4 は、使用した変数及び変数の作成方法、データ出典を示している。

表 4 使用変数

変数名	作成方法	データ出所
救急搬送者数	-	総務省消防庁 熱中症情報 過去のデータ一覧
WBGT	-	環境省 熱中症予防情報サイト 全国の暑さ指数(WBGT)
熱中症警戒アラートD	-	環境省 熱中症予防情報サイト 熱中症特別警戒アラート・熱中症警戒アラートの発表履歴
人口	-	住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査
人口密度	-	住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査
1人当たり都市緑地面積	都市緑地面積/人口	社会・人口統計体系 都道府県データ 基礎データ 居住
高齢化率	-	内閣府 高齢社会白書
1人当たり課税対象所得	課税対象所得/所得割の納税義務者数	総務省 課税標準額段階別令和 6 年度分所得割額等に関する調査
	-	社会・人口統計体系 都道府県データ 社会生活統計指標 行政基盤
1人当たり医療機関数	人口10万人対病院数/100,000	医療施設調査 医療施設(静態・動態)調査 都道府県編
インターネット利用率	-	総務省 通信利用動向調査

(著者ら作成)

人口密度や 1 人当たり都市緑地面積はヒートアイランド現象の、1 人当たり課税対象所得はエアコンの使用控えに対する代理変数として用いた。また、高齢化率などの年次データは、各都道府県のデータを該当する年のすべての日付で同一として扱った。1 人当たり医療機関数については、2024 年のデータが公表されていなかったため過去のデータ(2018 年～2023 年)を用いて線形トレンドを算出し、外挿によって推計した。2023 年、2024 年の 1 人当たり都市緑地面積についても同様である。分析モデルの実行時には、異なる尺度の影響を排除するため説明変数を標準化し、都道府県の人口をオフセット項として導入した。表 5 は、標準化前のデータの基本統計量を示している。

表 5 基本統計量

変数	サンプルサイズ	平均値	標準偏差	最小値	最大値
救急搬送者数	14,382	13.14	22.75	0.00	307.00
WBGT	14,382	27.06	4.42	6.80	35.10
熱中症警戒アラートD	14,382	0.21	0.41	0.00	1.00
人口	14,382	2,662,788	2,749,546	540,207	13,911,902
人口密度	14,382	652.22	1,198.49	61.06	6,323.76
1人当たり都市緑地面積	14,382	1.29	1.08	0.09	6.05
高齢化率	14,382	31.71	3.34	22.70	39.50
1人当たり課税対象所得	14,382	3,400.00	413.73	2,845.00	5,421.00
1人当たり医療機関数	14,382	6.94×10^{-5}	2.74×10^{-5}	3.10×10^{-5}	1.63×10^{-4}
インターネット利用率	14,382	83.48	3.95	72.20	92.40

(著者ら作成)

被説明変数である救急搬送者数は 0 または正の整数をとるデータであり、熱中症の発症が総人口に対して稀であると仮定できるため、ポアソン分布に従うと仮定する。また、分析 I では、公表されている救急搬送者数のデータから、直接観測できない非搬送患者を含む総患者数を推計するために階層ベイズモデルを用いて分析する。

本分析において、ベイズ統計モデルの考え方を適用する。ベイズ統計モデルでは、不確実性をもつ現象を定量的に推測する際に用いるモデルである。事前確率をデータが持つ尤度によって更新し、事後分布を得る。本分析では、各係数の事前分布を弱情報事前分布として仮定し、推定の安定さと客観性を担保する設定とした。また、日次データは都道府県に属する階層構造を持つことから、地域差を考慮するためにランダム切片を用いた。これにより、全国共通の傾向と地域差を同時に推定することが可能になり、推定が不安定になりやすい都道府県でも安定した推定を実行できる。さらに、救急搬送者数を観測できない罹患率と捕捉率に分けて非線形として設計した。これらの複雑な構造を持つモデルにおいても、MCMC サンプルングによるパラメーター推定を組み合わせることでより精度の高い分析を可能にした。

救急搬送者数 (Y_{ij}) がポアソン分布に従うと仮定し、期待値 (Pop_j) は 2 つのプロセス (1, 2) とオフセット項の和として定義される。 $\eta_{1,ij}$ は罹患率、 $\eta_{2,j}$ は捕捉率を対数で表す。推定式は以下の通りである。

$$Y_{ij} \sim \text{Poisson}(\lambda_{ij})$$

$$\log(\lambda_{ij}) = \log(Pop_j) + \eta_{1,ij} + \eta_{2,j}$$

次に、 $\eta_{1,ij}$ 、 $\eta_{2,j}$ の 2 つのプロセスについて、それぞれの説明変数によって決まるかを定義する。

プロセス 1 罹患率

$$\eta_{1,ij} = \beta_0 + \sum \beta_{year} + \beta_1 X_{wbgt_{ij}} + \beta_2 D_{alert_{ij}} + \beta_3 (X_{wbgt_{ij}} \times D_{alert_{ij}}) + \beta_4 X_{elderly_j} + \beta_5 X_{density_j} + \beta_6 X_{green_j}$$

プロセス 2 捕捉率

$$\eta_{2,j} = \gamma_0 + \gamma_1 X_{medical_j} + \gamma_2 X_{income_j} + \gamma_3 X_{internet_j}$$

$$\beta_{0j} \sim N(\mu_{\beta_0}, \sigma_{\beta_0}^2)$$

なお、 $\log(\lambda_{ij})$ は救急搬送者数(Y_{ij})の対数期待値、 β_{0j} はランダム切片、 $\log(Pop_j)$ はオフセット項を示す。

第2項 仮説

本稿では、全国一律の基準で発表される熱中症警戒アラートの制度に対して、①救急搬送されない「非搬送患者」が存在し、熱中症被害が過小評価されているのではないかと②地域差をもつ都道府県に対して、現行の熱中症警戒アラートが一律基準であるのは不適切ではないかという2つの問いを設定した。これらの問いを検証するために、本分析では「罹患」と「搬送」の2段階に分けて着目し、それぞれに地域差が存在すると仮定して検証した。以下、仮説である。

仮説1 熱中症の罹患率には、気象状況や社会経済的要因が影響する。

仮説2 医療体制や情報インフラの充実は、熱中症の捕捉率を減少させる。

仮説1から、WBGTや高齢化率には正の相関があり、仮説2から医療アクセスの良さや情報の入手のしやすさを表す1人当たり医療機関数やインターネット利用率には負の相関があると推測される。

第3項 結果

3-1 推定結果

分析Iの推定結果は以下の通りである(表6)。推定値が正の場合、罹患率または捕捉率を上昇させる要因となり、負に有意であった場合、逆の結果となる。また、95%信頼区間が0を跨いでいない場合、統計的に有意だと判断できる。推定結果より、WBGTは、正に有意となった。人口密度は負に有意となった。高齢化率は、統計的に有意ではなかった。一人当たり課税対象は正に有意となった。一人当たり医療機関数は正に有意となった。この結果から、仮説1はWBGTが有意となったことから気象状況は立証されたが、社会経済的要因は立証されなかった。仮説2は、医療機関数は正に有意となったことから医療体制は棄却されたが、情報インフラの充実は立証されなかった。地域差を示す指標であるランダム効果における地域差の標準偏差から地域差があると分かる。

表 6 分析 I の推定結果

n=14,382

変数名	推定値	標準偏差	95%信用区間(下限)	95%信用区間(上限)
プロセス1:罹患率				
WBGT	1.21	0.01	1.20	1.22
熱中症警戒アラートD	0.42	0.02	0.39	0.45
高齢化率	0.04	0.05	-0.08	0.14
人口密度	-0.19	0.05	-0.29	-0.09
1人当たり土地緑地面積	0.07	0.04	-0.01	0.14
WBGT×熱中症警戒アラートD	-0.01	0.01	-0.04	0.02
プロセス2:捕捉率				
1人当たり医療機関数	0.10	0.03	0.03	0.16
1人当たり課税対象所得	0.10	0.03	0.04	0.17
インターネット利用率	0.00	0.01	-0.01	0.01
ランダム効果				
地域差の標準偏差	0.24	0.03	0.19	0.32

(著者ら作成)

また、以上の分析結果から日別の非搬送患者数を推計し、各都道府県で年間の総患者数を算出した。表 7 は都道府県別の年間総患者数、図 10 と図 11 は年間救急搬送者数と推計総患者数を各都道府県で比較したものである。

表 7 都道府県別の年間熱中症総患者数

	2023年	2024年		2023年	2024年		2023年	2024年
北海道	5,650	2,997	石川県	2,019	1,577	岡山県	3,417	4,221
青森県	2,494	1,316	福井県	1,218	1,160	広島県	3,914	3,840
岩手県	2,655	1,658	山梨県	1,184	1,231	山口県	1,545	1,937
宮城県	3,993	2,873	長野県	2,514	2,264	徳島県	1,022	1,225
秋田県	2,490	1,339	岐阜県	3,482	3,677	香川県	1,545	1,722
山形県	2,412	1,520	静岡県	4,431	5,062	愛媛県	2,212	2,287
福島県	3,754	2,754	愛知県	10,519	10,684	高知県	857	1,188
茨城県	4,934	4,841	三重県	3,049	3,348	福岡県	6,393	8,104
栃木県	2,786	2,551	滋賀県	1,961	2,001	佐賀県	1,580	1,905
群馬県	3,311	3,193	京都府	3,852	4,139	長崎県	1,932	2,308
埼玉県	10,876	10,197	大阪府	11,304	12,118	熊本県	2,934	3,536
千葉県	7,529	7,257	兵庫県	7,157	7,901	大分県	1,927	2,454
東京都	9,787	10,027	奈良県	2,114	2,496	宮崎県	1,707	2,017
神奈川県	7,197	7,902	和歌山県	1,784	1,911	鹿児島県	2,893	3,458
新潟県	4,394	3,135	鳥取県	1,303	1,399	沖縄県	2,672	2,650
富山県	1,479	1,131	島根県	1,363	1,403			

(著者ら作成)

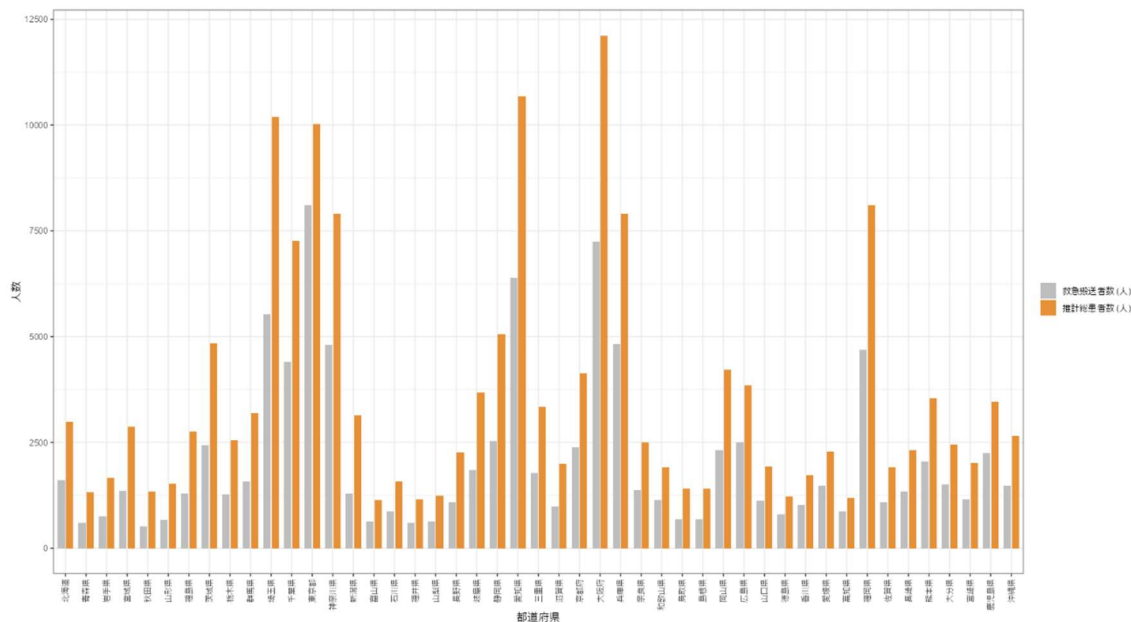


図 10 都道府県別年間救急搬送者数と推計総患者数(2024 年)

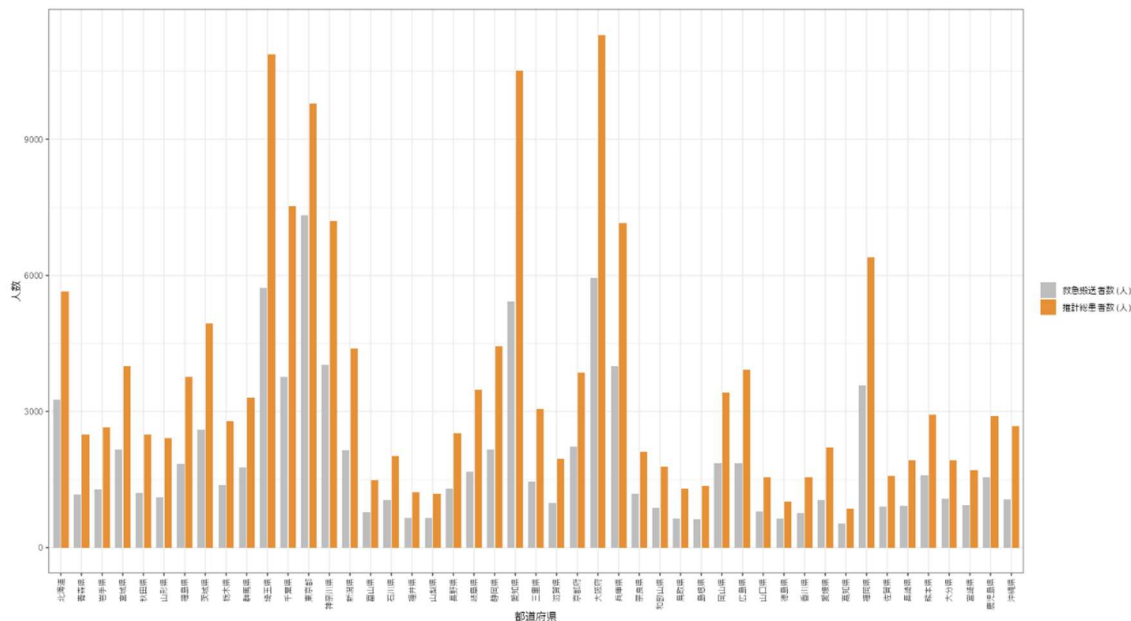


図 11 都道府県別年間救急搬送者数と推計総患者数(2023 年)

第 4 項 考察

分析 I の目的は、①地域差の要因分析と、②非搬送患者を含む総患者数の推計の 2 つである。本項では、それぞれの分析結果に対する考察を述べる。

1. 地域差の要因分析

まず、罹患率に影響を与える要因として、気象要因である WBGT が最も影響度の高い結果となった。一方で、現行のアラート制度が WBGT 上昇に伴うリスクの急増を抑制する効果は

確認されなかった。このことは、熱中症警戒アラートが現状の設計のままでは抑制力が不十分であることを示しており、WBGT 閾値の再設計を行う必要性を直接的に裏付けた。また、仮説に反する結果として、本分析結果では、ヒートアイランド化や高齢化率が熱中症に与える影響は確認できなかった。前者に関しては、都市部におけるエアコン普及率の高さやクーリングシェルターへのアクセスのしやすさ等、都市固有の機能が影響していると考えられる。図 12 より、都市部ほど搬送率が低い結果になったことから、この結果の妥当性が伺える。後者に関しては、高齢者の熱中症における脆弱性が他の要因に吸収された可能性、年次データと日別データ間における情報量の差により、モデルでの効果が過小評価された可能性が懸念される。

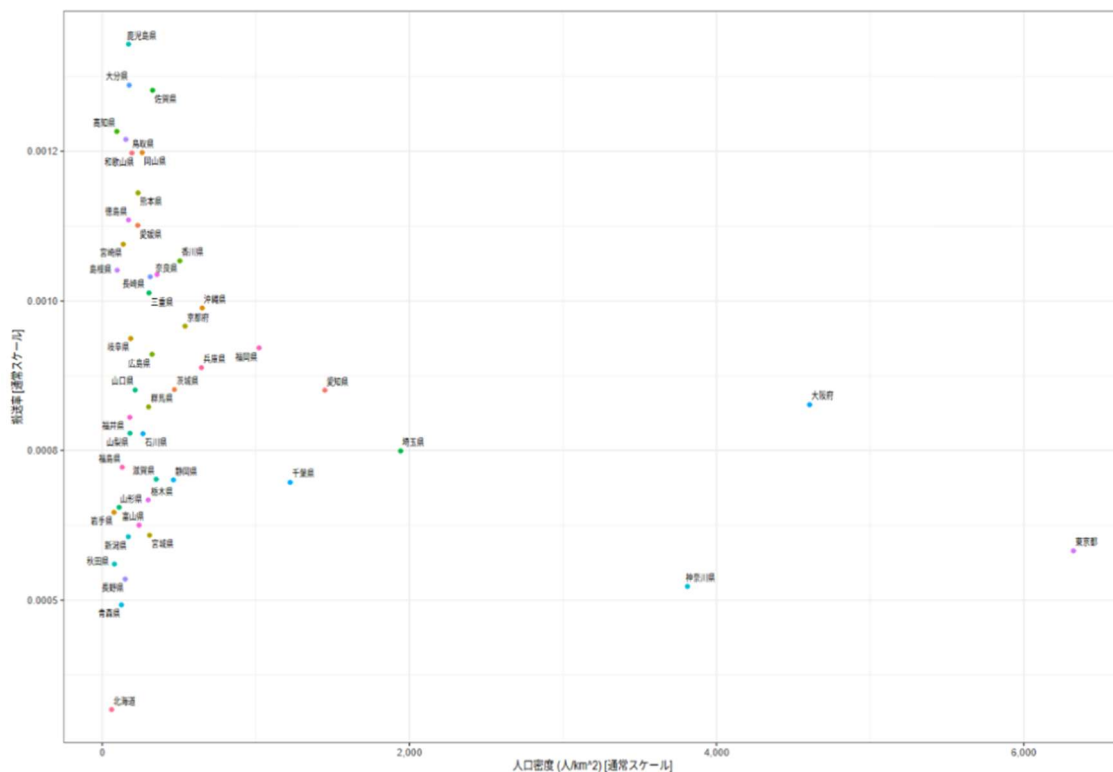


図 12 各都道府県における人口密度と捕捉率の関係

次に、捕捉率に影響を与える要因として、医療体制の整っている地域ほど、捕捉率が上昇する結果となった。これは、医療体制の充実が軽症者の自力受診を促すのではなく、医療サービスを利用しやすい環境であるが故に救急搬送が増えていると解釈できる。しかし、以上の考察は、医療機関の増設や救急搬送の推進を促しているわけではない。救急搬送の増加に伴う医療ひっ迫を防止するために、前段階における非搬送患者への医療支援が重要であるといえる。

2. 熱中症総患者数の推計

図 10 と図 11 は、2023、2024 年における都道府県別年間救急搬送者数と推計総患者数の比較検証結果を示している。推計の結果、全都道府県において明確に非搬送患者の存在が確認できた。また、救急搬送者数と総患者数における増加割合は全国一律ではなく、総患者数の規模にも地域差が確認された。また、2 年間にわたる総患者数の規模に大きな差は見られなかった。

次に、非搬送患者における規模の妥当性に関して検討する。推計の結果、非搬送患者は

救急搬送者と同等程度の規模となった。これに関して、そもそも本稿で扱う非搬送患者とは「熱中症の症状を発症したものの、救急搬送されることなく自ら病院を受診した者または未受診の者」と定義している。このことは、分析における算出結果が総リスク集団全体のうち、政府が重点的に介入すべき総患者数であることを示している。そのため、非搬送患者と救急搬送者の規模間が大きく異なる結果となったことは、極めて妥当であると判断できる。

以上を踏まえ、分析Ⅱでは、本推計結果を用いて地域差を考慮した熱中症警戒アラートの WBGT 閾値の算出に繋げる。

第3節 分析Ⅱ：非搬送患者と地域差を考慮した WBGT 閾値の代替基準

第1項 分析に用いるデータと分析モデル

分析Ⅱでは、分析Ⅰで推計して算出した総患者数をもとに、熱中症患者が急増し始める WBGT の閾値を 47 都道府県ごとに特定し、現行の熱中症警戒アラートの基準値である 33 に代わる基準値を設計する。被説明変数は都道府県別、日別総患者数とし、説明変数には都道府県別、日別 WBGT を使用し、Ju-Young Shin et al. (2022) を参考に区分線形回帰モデルを用いて閾値を算出した。WBGT と総患者数の関係がある閾値を境に傾きが変化する折れ線の関係であることを仮定している。

推定式は、以下の通りである。

$$E \left[\text{総患者数}_i \right] = \beta_0 + \beta_1(WBGT_i - \psi) + \alpha \cdot WBGT_i$$

なお、 ψ は WBGT 閾値、 α は閾値 ψ までの傾き、 β は閾値 ψ を超えた時の傾きの変化量を示す。

第2項 結果

表 8 と図 13 は、分析Ⅱより算出された都道府県別の WBGT 閾値をまとめたものである。また、図 14 は各地方から主要都道府県を 9 つ抜粋して、WBGT 別の総患者数と算出した閾値をグラフに示している。なお、その他都道府県のグラフについては、本稿の付録に記載する。

表 8 都道府県別の WBGT 閾値(推計値)

北海道	27.8℃	石川県	29.0℃	岡山県	30.2℃
青森県	29.8℃	福井県	29.8℃	広島県	27.7℃
岩手県	29.1℃	山梨県	30.1℃	山口県	29.2℃
宮城県	29.2℃	長野県	28.9℃	徳島県	20.1℃
秋田県	29.9℃	岐阜県	30.8℃	香川県	29.8℃
山形県	29.6℃	静岡県	28.6℃	愛媛県	29.5℃
福島県	30.0℃	愛知県	28.3℃	高知県	20.8℃
茨城県	29.7℃	三重県	28.2℃	福岡県	27.5℃
栃木県	31.4℃	滋賀県	29.4℃	佐賀県	29.2℃
群馬県	30.2℃	京都府	28.7℃	長崎県	27.1℃
埼玉県	30.8℃	大阪府	29.2℃	熊本県	27.3℃
千葉県	26.9℃	兵庫県	27.5℃	大分県	28.7℃
東京都	29.5℃	奈良県	30.1℃	宮崎県	28.3℃
神奈川県	29.5℃	和歌山県	27.7℃	鹿児島県	27.1℃
新潟県	26.9℃	鳥取県	29.3℃	沖縄県	29.3℃
富山県	29.9℃	島根県	19.2℃		

(著者ら作成)

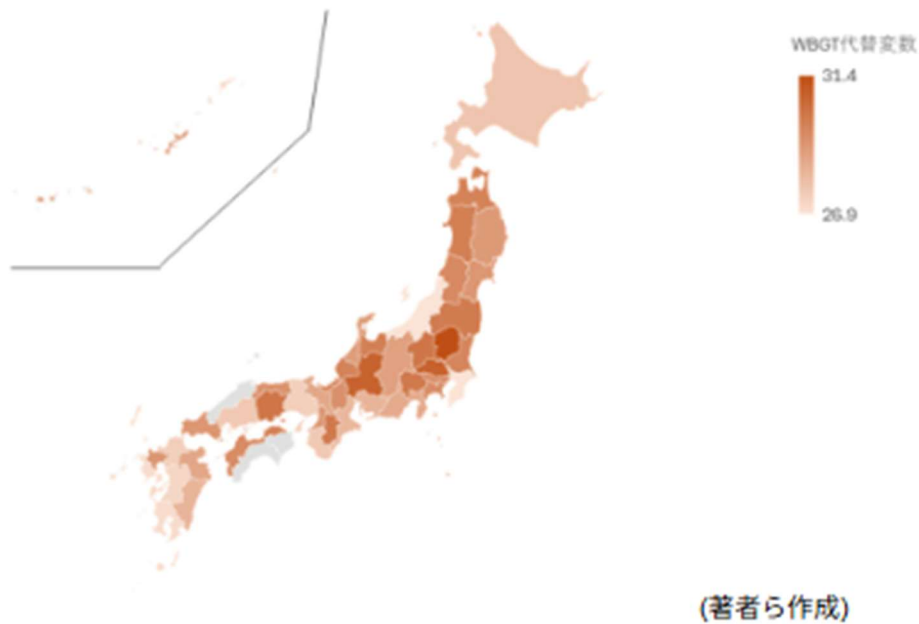


図 13 都道府県別 WBGT 閾値

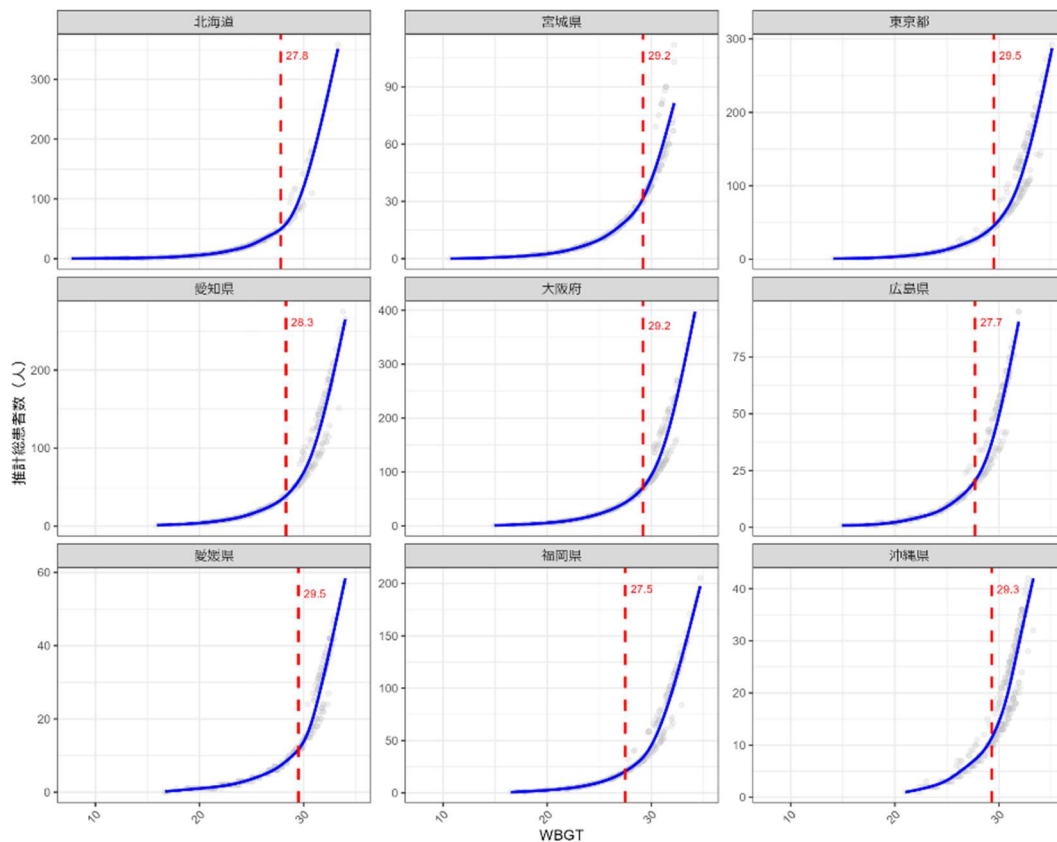


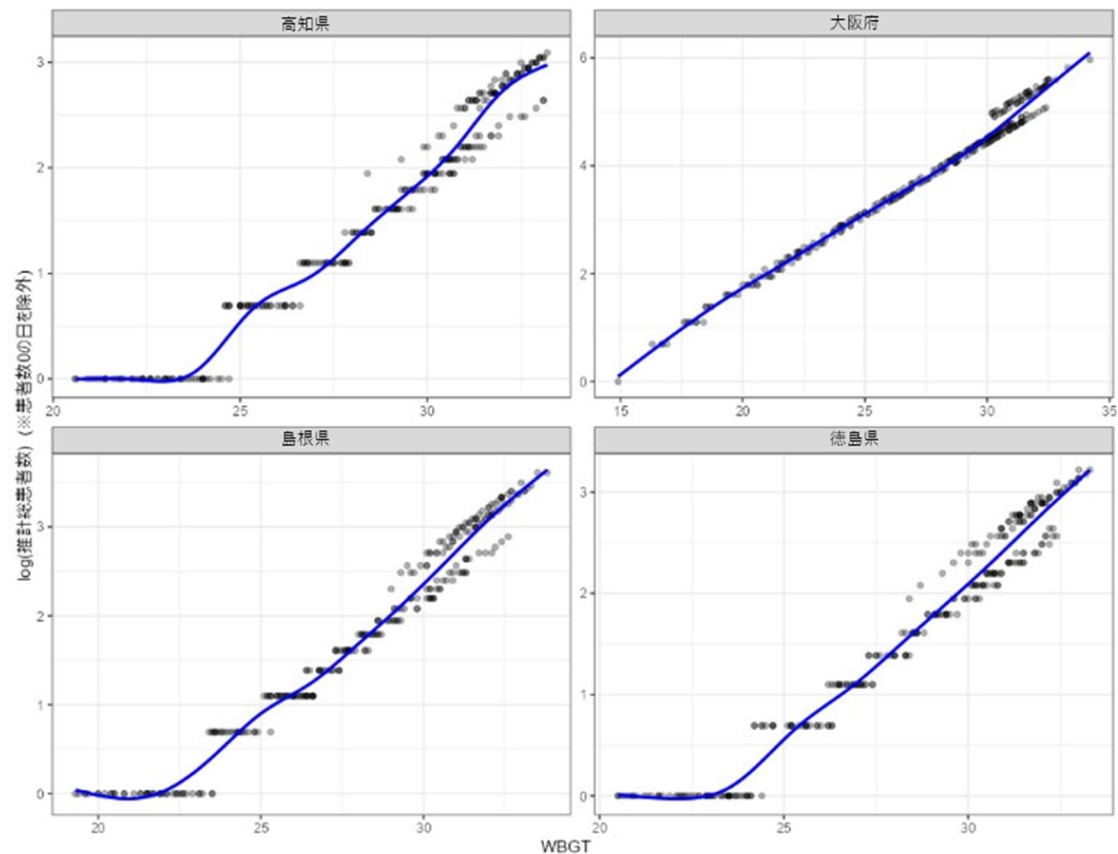
図 14 主要 9 都道府県における WBGT 閾値と日別総患者数の関係

第 3 項 考察

分析Ⅱの結果から、WBGT の閾値には都道府県の違いによる地域差が存在することが実証された。図 13 から読み取れる通り、本州中央部にいくほど WBGT 閾値が高くなっていることは興味深い結果である。このことは、北部の寒冷地ほど住民の暑熱耐性が脆弱なことが原因で、一方で南部の温暖地ほど猛暑の影響で低い WBGT 値で発症リスクが高まることを示唆している。また、算出した都道府県ごとの WBGT 閾値は熱中症警戒アラートの現行基準である WBGT 値 33 と比較して一律で低くなっており、現行制度の基準が地域特性に即せていないことを示唆している。

一方、島根県、徳島県、高知県の 3 県については他の都道府県と比較して大幅に低い値である結果が確認された(図 15)。これは、上記の 3 県は「log(総患者数)の値が 0 の日」が多いことが原因で、区分線形回帰の特性上本来の閾値を算出できなかったためだと考えられる。

本分析の意義として、非搬送患者も含めた総患者数を用いることで、より現実 に即した分析が可能になり、現行の熱中症警戒アラートの有効性向上が期待できる。分析Ⅲでは、本分析で算出した都道府県ごとの WBGT 閾値をアラート発表基準とした新たな熱中症警戒アラートと、現行のアラート制度を比較した効果検証を実施する。

図 15 WBGT と $\log(\text{推計総患者数})$ の近似曲線

第 4 節 分析Ⅲ：新たな熱中症警戒アラート制度の効果検証

第 1 項 分析に用いるデータと分析モデル

分析Ⅲでは、分析Ⅱで特定した熱中症警戒アラートの代替基準となる閾値が、現行の熱中症警戒アラートの基準値である WBGT の値が 33 の時と比較してどれだけ実効性が向上したかを、混同行列を用いて定量的に検証する。混同行列は、現行の熱中症警戒アラートと代替基準による熱中症警戒アラートの予測値から実際の被害を 4 象限に分類し、見逃しや適中率を評価する手法である。

本稿では、予測と実際の発表事例が一致したかを評価するため、「陽性」「陰性」を以下の通り定義する。

- ・陽性(Positive)

予測軸における「アラートが発表された日」、実際軸における「危険日」

- ・陰性(Negative)

予測軸における「アラートが未発表だった日」、実際軸における「危険日ではなかった日」

また、熱中症警戒アラートを正しく発表出来た日の基準として、「各都道府県において、分析Ⅰから算出した日別の総患者数のうち上位 25%である日」を設定し、「危険日」と定

義する。これは、重症化する危機回避の基準として妥当なラインであると判断したためである。また、アラートの発表日については、現行基準は「WBGT \geq 33 である日」、代替基準では「WBGT \geq 分析Ⅱで算出した都道府県別閾値」とした。ただし、島根県、徳島県、高知県については分析対象から除外している。

全国の観測日(13,464 件)について、混同行列を集計し以下の指標について評価する。

・感度 (Sensitivity)

危険日だった日のうち、熱中症警戒アラートを正しく発表出来た日の割合。

$$\frac{TP}{TP + FN}$$

・陽性適中率 (PPV)

熱中症警戒アラートが発表された日のうち、実際に危険日だった日の割合。

$$\frac{TP}{TP + FP}$$

・特異度 (Specificity)

危険日ではなかった日を、正しく「陰性」と判断した割合。

$$\frac{TN}{TN + FP}$$

表 9 は、これらの指標の関係を示している。

表 9 混同行列の見方と指標

		新たな熱中症警戒アラート		
		陽性 (=危険日)	陰性 (=危険日ではない)	
現行の 熱中症警戒アラート	陽性 (=アラート発表)	真陽性(True Positive; TP) (適中)	偽陰性(False Negative; FN) (空振り)	→感度(Sensitivity)
	陰性 (=アラート未発表)	偽陽性(False Positive; FP) (見逃し)	真陰性(True Negative; TN) (正しく陰性と判定)	→特異度(Specificity)

↓
陽性適中率(PPV)

↓
陰性適中率(NPV)

(著者ら作成)

第 2 項 結果

表 10 は、危険日を 25%と設定した時の結果である。

表 10 危険日が上位 25%時の結果

(%)	現行の熱中症警戒アラート	新たな熱中症警戒アラート基準
感度	6.3	96.5
特異度	100.0	74.1
適中率	100.0	54.1

(著者ら作成)

(件)	現行の熱中症警戒アラート	新たな熱中症警戒アラート基準
真陽性(TP)	204	3,126
真陰性(FN)	3,035	113
偽陽性(FP)	0	2,648
真陰性(TN)	10,225	7,577

(著者ら作成)

第 3 項 考察

まず、危険日の見逃し度合いを評価する。現行基準は陽性適中率特異度が共に 100%であった。しかし、感度が 6.3%と極めて低い値であったことから、本当に危険だった 3,239 日のうち、3,035 件(93.7%)を見逃していることがわかる。つまり、現行制度は基準値が高すぎることで適切に機能していないことを定量的に示唆している。一方、代替基準では、感度が 96.5%であったことから、危険な日の大半を補足できており、現行基準が見逃していた危険日を 113 件にまで減らすことができたと評価できる。

次に、空振りの割合について評価する。先述した高い感度に対し、代替基準の適中率は 54.1%に低下した。しかし、分析Ⅱの定義上、新しいアラートは「患者数が急増し始める転換点」で発表される。そのため、空振りと判定された日の多くもリスクが顕在化し始めた「危険日」である可能性は高い。そのため、新しいアラートは「早期警戒」を目的としたものとしては妥当である判断できる。

以上のことから、新たな熱中症警戒アラート基準は現行基準と比較して実効性を飛躍的に改善できることが実証された。したがって、地域差を考慮した新たな熱中症警戒アラートの導入は熱中症の被害規模を抑制する上で有用な政策であるといえる。

第 4 章 政策提言

第 1 節 政策提言の方向性

本稿では「全国一律の基準で発表される熱中症警戒アラートは、地域差が原因で発生する熱中症患者を考慮できていない」ことを問題意識とし、実証分析を行った。

分析の結果、熱中症発症リスクの地域差を踏まえた新たな都道府県別アラート基準の導入は見逃していた 3,227 件の危険日を 113 件に抑えることができ、アラートの精度向上につながることが分かった。これらの結果を踏まえ、以下の 3 つの政策提言を行う。

【政策提言Ⅰ】発症リスクの地域差を踏まえた都道府県別アラート基準の導入

【政策提言Ⅱ】地域特性に応じた在宅療養支援制度の導入

【政策提言Ⅲ】非搬送患者を踏まえた情報発信

まず政策提言Ⅰでは、適切な値のアラートを実行するための政策として、熱中症発症リスクの地域差を考慮した都道府県別の熱中症警戒アラート基準の導入を提言する。政策提言Ⅱでは、医療体制が不十分である地域に焦点を当てて支援を行うために、在宅療養支援を提言する。政策提言Ⅲでは、熱中症に対する危機意識を高めるための政策として、非搬送患者数を踏まえた情報発信を提言する。

第 2 節 政策提言

第1項 発症リスクの地域差を踏まえた都道府県別アラート基準の導入

・提言先：環境省

・提言理由

分析Ⅰの階層ベイズモデルを用いた要因分析により、現行のアラートの効果は小さいことが明らかとなった。分析Ⅱの区分線形回帰により、地域差を考慮した場合において、適切な熱中症警戒アラート発令の基準は現行の WBGT33 よりも下回ることが分かった。

熱中症発症リスクの地域差を踏まえた熱中症警戒アラート基準を都道府県別で導入することを提言する理由を 3 つの観点から述べる。

1 点目は現状分析より、熱中症リスクには地域特性のある様々な構造的要因が存在しており、全国一律 33 度の現行制度は地域差が原因で発生する熱中症患者を考慮できないと言える。

2 点目は、Nagarjunakonda et al. (2025) より、熱中症警戒アラートは制度が適切に設計・運用されれば、死亡率や罹患率を削減できる費用対効果の高い適応策となるとされている。しかし、現行の制度は地域固有の要因や社会経済的・環境的要因、及び個人の脆弱性が適切に考慮されていないとして、改善の余地が大きいと指摘している。

3 つ目は、地方公共団体を対象としたヒアリング調査から、アラートが発表された日は危険ということが分かりやすい一方で、アラートが出ていない日なら危険ではない、というように思われる方がいる。アラートが発表されていなくても十分に熱中症の危険が高い場合もあるため、周知の仕方には注意をしなければいけないといった意見を頂いた。

以上の現状を踏まえ、地域差を考慮した都道府県別の熱中症警戒アラート基準の導入を提言する。地域差や社会的要因を考慮した熱中症発症リスクの要因を考慮した上で新たなアラート基準を算出したことに加えて、都道府県別で代替のアラート基準を導入することは新規性である。

・提言内容

熱中症発症リスクの地域差を考慮した都道府県別の熱中症警戒アラート基準の導入を行う。懸念点として、47都道府県全体でWBGTを下げたとき、人々の混乱を招く場合がある。そのため具体的な導入方法として、実証実験方式と段階的な導入方式を用いる。実証実験方式は、本格的に導入する前に県や市を限定して施行する方法である。地域差を踏まえたアラートを先行的に導入し、その効果と運用する上での問題点を事前に検証する。実証実験での結果をもとに、地域差を考慮したWBGTを段階的に導入する。段階的な導入方式では、対象地域を徐々に拡大して運用の効果を検証し、運用方法を構築する。最終的には、全ての都道府県に導入し、新たなアラート基準として広く一般に普及させる。以上の方式を取ることでアラート基準の導入時における人々の混乱防止や全国普及に向けたハードルを下げるため、最適な熱中症警戒アラートを発令することができる。

- ・期待される効果

地域差を考慮した都道府県別の熱中症警戒アラート基準の導入により、捕捉率が上昇するため、これまで見逃していた層を熱中症患者として捉えることができる。分析Ⅲ－i シミュレーション分析から、代替基準を導入した際に得られる効果が明らかとなった。現行のアラート基準が 3,227 件の危険日を見逃していた一方で、代替基準のアラートは 113 件の見逃しに抑えていることが明らかになった。代替基準のアラートを導入することで、危険な日を確実に捉えることが期待できる。

- ・実現可能性

地域差に関して、大阪府吹田市では、市内各所における気温等調査を実施しており、各地域における日別のWBGT分布を明らかにしている。地域差を考慮した都道府県別の熱中症警戒アラート基準の導入を行っている事例ではないものの、地域差に対応したアラートを算出していることを考慮すると、実現可能性はあると考える。また新たなアラート基準の導入に関して、埼玉県では、熱中症警戒アラート発表時以外にも、WBGTが31「危険」以上の見込みとなる日には注意喚起を行っている。熱中症警戒アラートは、全国一律でWBGTが33を超えた時に発表されるが、埼玉県ではアラートが発表される前であるWBGT31のときに先行してメールでの注意喚起を行う。熱中症警戒アラート発表時の値と異なる値を注意喚起に用いていることを考慮すると、実現可能性はあると考える。

第2項 地域特性に応じた在宅療養支援制度の導入

- ・提言先：医療体制が整っていない地域の地方自治体・医師会・病院

- ・提言理由

分析Ⅰ－Ⅱ 地域差を踏まえた熱中症捕捉率に関する要因分析より「医療機関数が多い県ほど救急搬送の捕捉率が高くなる」ことが明らかになった。捕捉率が上がる時、これまで見逃されていた熱中症患者数を搬送者数として捉えることができるが、救急システムへの負荷が高まる可能性があるといえる。したがって、医療機関数を増やすのではなく、軽症者が救急車を呼ばなければならない状態に陥る前に初期対応の機能を導入すべきである。

医療体制が整っている地域は、救急医療の体制も活発に機能しており結果として捕捉される患者の総数が多くなる。一方、医療体制が整っていない地域においては、更なる医療支援を行うことにより、医療環境の不十分さを補う必要がある。

- ・提言内容

初期対応の政策として「在宅療養支援での熱中症に関する支援や指導」を提言する。医師による診断を受けるべきか判断に迷う軽症者が医療機関にかかる前段階に利用するサービスとして推奨する。在宅療養支援の役割として、軽症患者の支援に加えて軽症患者が重症化した際に医療機関で即座に診断してもらうことができる即時連携を挙げる。軽症患者の支援として、以下の2つを提言する。

①重症化に至らないようにするための支援制度

対策方法として、「フローチャートに基づく応急処置の手順」「予防方法」に関する指導を行う。熱中症の軽症患者が適切な対処をして重症化を防ぐために支援を行う。

②夏季に受診した全ての患者に対する熱中症に対する情報提供の指導

情報内容は「熱中症を引き起こす要因」「熱中症がいかに危険な病であるか」に関してである。在宅療養支援の利用者に対しては、特定の症状に対する情報提供に加えて夏季には熱中症の情報も、対面またはオンラインで行う。在宅療養支援を利用していない場合であっても情報を受け取ることができるようにサイト等で発信する必要がある。

導入方法として、全国一律に同じ制度にするのではなく、分析Ⅰで得られた地域差の要因に基づき、医療体制が不十分である地域に焦点を当てて支援制度を導入する。また非搬送患者が多く見られた地域に対しても同様に、政策を実行する。

・期待される効果

非搬送患者を軽症の段階から支援することで、救急搬送を要請していないが、支援が必要な患者に対して適切な対応を促すことができるため、重症化防止に寄与する。加えて、熱中症の軽症患者が救急搬送を要請し、病院に来院した際に発生する医療ひっ迫を防ぐことも期待される。

・実現可能性

和歌山県では、安定的な在宅医療を提供するために「わかやま在宅医療推進安心ネットワーク」を推進している。急変時に在宅療養患者を受け入れるために「地域密着型協力病院」を県が指定し、要請に応じた入院の受け入れを実施している。この取り組みにより、支援体制や相談体制を整えた上で在宅医療を行うことは実現可能であると考えられる。

第3項 非搬送患者を踏まえた情報発信

・提言先：環境省及び地方公共団体

・提言理由

分析Ⅰから、非搬送患者数と救急搬送者数を合わせた総患者数が都道府県別で明らかになった。分析結果に基づく、患者数の上昇率を一部取り上げる。埼玉県では2024年の救急搬送者数が5,582人、非搬送患者は4,615人であった。総患者数は1万197人であり、救急搬送者数の約1.84倍となった。また、福岡県では2024年の救急搬送者数が4,695人、非搬送患者は3,409人であった。総患者数は8,104人であり、救急搬送者数の約1.72倍となった。

現状分析で述べた通り、一般に広く公表されている公式統計として用いられているのは救急搬送者数が主であり、自力受診者や未受診者などの人数は公表されていない。しかし、非搬送患者の存在はより現実には即した熱中症患者数を考慮する上で重要な情報である。地方公共団体を対象としたヒアリング調査から、地域で熱中症対策に取り組む中で、公式統計の「救急搬送者数」と比較して、救急搬送されていないけれど、熱中症になっている人は多いと感じることがあるといった回答を頂いた。「自分で休息をとって回復するな

ど、救急要請や病院の受診には至らない、軽度の熱中症発症者は多くいると考えられる」「対処療法により救急搬送するほどではなくなった熱中症患者もいると考えられる」といった意見から、熱中症対策を施行する現場の人々も同様の危機意識を抱いていることが分かった。したがって、非搬送患者も一定数存在していることを認識することが必要である。

以上のことから、救急搬送者数に着目した情報発信だけでなく、非搬送患者の情報を含めることで、熱中症に対する危機意識を高めることが可能になると考える。したがって、非搬送患者を含めた情報発信を提言する。

・提言内容

熱中症対策を実施する官公庁の発信する熱中症警戒アラートの情報に加えて、分析Ⅰで明らかになった非搬送患者数の情報も踏まえて、新たな情報発信を提言する。現在は熱中症警戒アラートが発表された際、ニュースや天気予報での注意喚起や、環境省の「熱中症予防情報サイト」による情報提供が行われている。この情報発信に加えて、「本日の救急搬送者数〇人に加えて、隠れ熱中症患者が同程度存在し、陰で苦しんでいます。気をつけましょう！」という形式での情報発信を行う。

・期待される効果

非搬送患者を含めた情報発信を行うことにより、2つの効果が期待できる。1つ目は、市民、行政の行動変容である。総患者数を認識して自分事と捉えることで危機感を高めることができ、行動変容につながる。2つ目は、危機回避である。熱中症に対する危機感を高めることで、早くから対策することができ、重症化のリスクを減らすことにつながる。

・実現可能性

東京都杉並区では、「情報発信をしても住民に思うように伝わっていない」という課題から、これまで行っていた広報活動を見直し新たな情報発信を実施した。広報媒体の見直しによる区政情報の効果的な発信を通して、分かりやすい情報発信を行う取り組みや、複数の広報媒体を組み合わせより伝わる情報発信を推進する取り組みが実施されている。この事例に倣い、新たな情報を発信することは十分に実現可能性があると考えられる。

第3節 政策提言のまとめ

政策提言Ⅰより、発症リスクの地域差を踏まえた都道府県別アラート基準の導入を行うことで、現行制度では考慮できていなかった熱中症の危険日の見逃しを減らすことができる。

政策提言Ⅱより、地域特性に応じた在宅療養支援制度を導入することで、熱中症の軽症患者が適切な対処をして重症化を防ぐことができる。

政策提言Ⅲより、非搬送患者数を踏まえた情報発信を行うことで、熱中症に対する危機感を高めることで、早くから対策することが可能となり、重症化のリスクを減らすことにつながる。

以上の政策提言により、本稿のビジョンである「熱中症警戒アラートの実行性を高め、熱中症における被害規模の拡大を抑制する」ことが達成される。

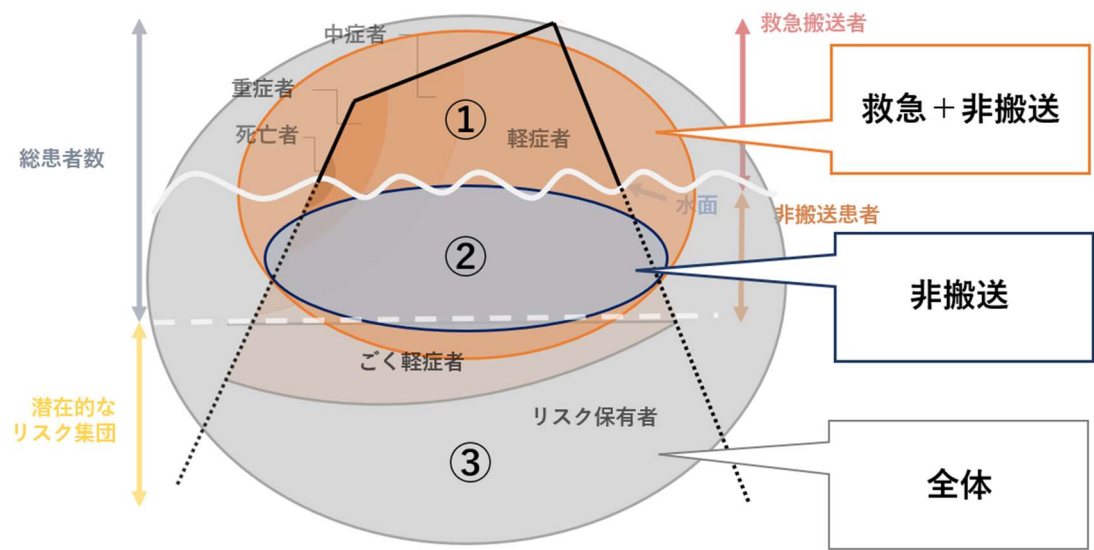


図 16 熱中症における総リスク集団の氷山と政策提言の関連性

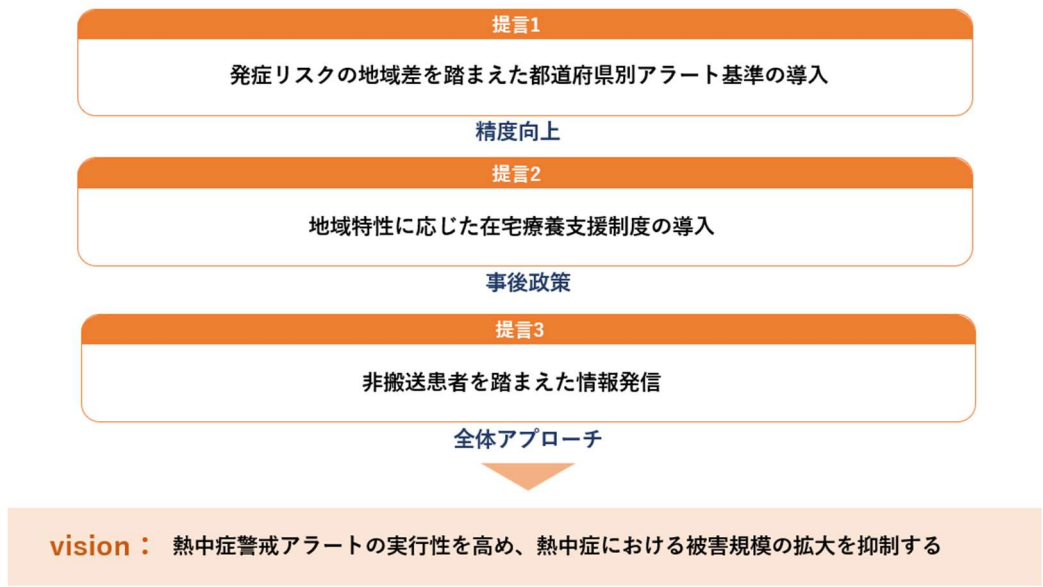


図 17 ビジョン達成へのイメージ

終わりに

本稿では、現行の熱中症警戒アラートが全国一律であることに着目し、地域特性を考慮したアラート基準が熱中症対策に効果的であるかを検証した。

まず、現状分析では、これまでの熱中症警戒アラートの発令が全国一律で 33 に固定されており、この発令基準は地域特性を考慮していないことが分かった。

この課題に対して分析を行い、地域差を踏まえた都道府県別アラート基準の導入により、現行制度では考慮できていなかった熱中症の危険日の見逃しを減らすことが明らかになった。

本稿における限界点として、次の 2 点を挙げる。第 1 に、地域差の考慮が都道府県単位に留まっている点である。第 1 に、熱中症における総リスク集団の推計にまで至っていない点である。

今後の研究では、これらの点を改善することで、より正確に熱中症の被害規模を把握し、効果的な熱中症対策の設計に寄与していきたい。

謝辞

本稿の執筆にあたって、県庁、市役所を始めとする複数の地方公共団体の熱中症対策の担当者様にヒアリングのご協力をいただいた。ご協力いただいた皆様に、この場を借りて深く御礼申し上げる。

参考文献

<主要文献>

- ・中井誠一(2004)「熱中症の発生実態と環境温度」『日本生気象学会雑誌』第 41 巻第 1 号 p. 51-54
- ・上野哲(2023)「熱中症発症の地域差及び年齢差」
- ・Ueno, S., D. Hayano, E. Noguchi, T. Aruga(2021) “Investigating age and regional effects on the relation between the incidence of heat-related ambulance transport and daily maximum temperature or WBGT” , *Environmental Health and Preventive Medicine*, 26(89)
- ・下ノ菌慧(2025)「熱中症発生確率の回帰モデルによる熱中症発生の地域差に関する評価」『保健医療科学』第 74 巻第 2 号
- ・Oka, K., Y. Honda., Y. Hijioka. (2023) ” Launching criteria of ‘Heatstroke Alert’ in Japan according to regionality and age group” , *Environmental Research Communications*, 5(2)
- ・Phung, Vera Ling Hui, Y. Honda, K. Oka, Lina Madaniyazi, Chris Fook Sheng Ng, Aurelio Tobias, M. Hashizume(2025) ”Determining Location-Specific Thresholds for Heat Warning Systems to Mitigate Heatstroke Mortality in Japan,” *Environmental Health Perspectives*, 131(7), pp. 077002
- ・上野哲、中森知毅、中村俊介、野口英一(2025)「熱中症救急搬送データと 医療機関の診療データとの比較」『日本臨床救急医学会雑誌』第 28 巻第 3 号 p. 455-461
- ・J. M. Last(1963) ” THE ICEBERG ”COMPLETING THE CLINICAL PICTURE” IN GENERAL PRACTICE” , *The Lancet*, 282(7297), pp. 28-31
- ・Harish Nair(2021) ” Role of community-based cohorts for uncovering the iceberg of disease”
- ・Lusher, L., T. Ruberg(2023) ” Killer Alerts? Public Health Warnings and Heat Stroke in Japan”
- ・Nagarjunakonda, S. V. S. C., and Jason Kai Wei Lee (2025) ” A Systematic

Review of Heat Health Warning Systems: Enhancing the Framework Towards Effective Health Outcomes”, *Current Environmental Health Reports*, 12(1)

・Takahashi, N., R. Nakao., K. Ueda., M. Ono., M. Kondo., Y. Honda., M. Hashizume. (2018) ”Community Trial on Heat Related-Illness Prevention Behaviors and Knowledge for the Elderly”, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(3), pp. 3188-3214.

・久保拓弥(2012)『データ解析のための統計モデリング入門—一般化線形モデル・階層ベイズモデル・MCMC』岩波書店

・安道知寛(2010)『ベイズ統計モデリング』朝倉書店

・馬場真哉(2019)『R と Stan ではじめる ベイズ統計モデリングによるデータ分析入門』講談社

・Shin, J, K. Kim, Y. Lee (2022) ”Determining multiple thresholds for thermal health risk levels using the segmented Poisson regression model”, *SOLA*, 18, pp. 41-46

<引用文献>

・ILO(2024)「酷暑が働く人の命脅かす ILO が報告書」

(<https://www.ilo.org/ja/resource/news/%E9%85%B7%E6%9A%91%E3%81%8C%E5%83%8D%E3%81%8F%E4%BA%BA%E3%81%AE%E5%91%BD%E8%84%85%E3%81%8B%E3%81%99%E3%80%80ilo%E3%81%8C%E5%A0%B1%E5%91%8A%E6%9B%B8>) (10 月 29 日)

・WHO, WMO(2025) 「WHO, WMO issue new report and guidance to protect workers from increasing heat stress」 (<https://www.who.int/news/item/22-08-2025-who-wmo-issue-new-report-and-guidance-to-protect-workers-from-increasing-heat-stress>) (10 月 29 日)

・厚生労働省 「熱中症予防のための情報・資料サイト」

(https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/kenkou/nettyuu/nettyuu_taisaku/) (10 月 30 日)

・環境省(2024) 「地域における熱中症対策の先進的な取組事例集」

(https://www.wbgt.env.go.jp/pdf/model_projects/r05_casebook_full.pdf) (10 月 15 日)

・全国健康保険協会(2025) 「6 月【隠れ熱中症】職場イチ、熱い男」

(<https://www.kyoukaikenpo.or.jp/g5/cat510/r07/0605/>) (10 月 20 日)

・公益社団法人全日本病院協会(2014) 「みんなの医療ガイド 熱中症について」

(<https://www.ajha.or.jp/guide/23.html>) (10 月 19 日)

・日本救急医学会(2015) 「熱中症診療ガイドライン 2015」

(<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10800000-Iseikyoku/heatstroke2015.pdf>) (10 月 23 日)

・日本救急医学会(2024) 「熱中症診療ガイドライン 2024」

(https://www.jaam.jp/info/2024/files/20240725_2024.pdf) (10 月 23 日)

・総務省(2025) 「「夏期における熱中症による救急搬送人員の調査」の開始について(依頼)」

([heatstroke_chousa_kyu119.pdf](https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10800000-Iseikyoku/heatstroke_chousa_kyu119.pdf)) (10 月 10 日)

・環境省(2023) 「地域における熱中症対策の 先進的な取組事例集」

(https://www.wbgt.env.go.jp/pdf/model_projects/r04_casebook_full.pdf) (10 月 15 日)

・環境省(2025a) 「熱中症予防情報サイト 熱中症関係府省庁の取り組み 関係府省庁の取組」

(https://www.wbgt.env.go.jp/heatillness_rma_portal.php) (10 月 11 日)

・独立行政法人(2025) 「福祉専門職編 あなたを熱中症から守るために」

(<https://www.erca.go.jp/heatstroke/about/pdf/download03.pdf>) (10 月 10 日)

・ウェザーニューズ(2019) 自覚症状がない「かくれ熱中症」正しいチェックの仕方

(<https://weathernews.jp/s/topics/201908/070205/>) (10 月 12 日)

- ・東京都港区(2025) 「高齢者の隠れ脱水対策」

(<https://www.city.minato.tokyo.jp/zaitakushien/koureisya/kakuredaxtusui.html>) (10 月 29 日)

- ・厚生労働省(2025) 「年齢（5歳階級）別にみた熱中症による死亡数の年次推移（平成7年～令和5年）～ 人口動態統計（確定数）より」

(<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/tokusyuu/necchusho23/dl/nenrei.pdf>) (10 月 31 日)

- ・Yuan Lei, Lina Madaniyazi, Ana M. Vicedo-Cabrera, Yasushi Honda, Chris Fook Sheng Ng, Kayo Ueda, Kazutaka Oka, Aurelio Tobias, and Masahiro Hashizume(2023)

「A Nationwide Comparative Analysis of Temperature-Related Mortality and Morbidity in Japan」 *Environmental Health Perspectives*131(12)

- ・環境省(2022) 「令和3年度地方公共団体における効果的な熱中症予防対策の推進に係るモデル事業 京都府」

(https://adaptation-platform.nies.go.jp/climate_change_adapt/heatstroke/pdf/heat_model_R03_kyoto_pref.pdf#page=15) (8 月 31 日)

- ・環境省(2024) 「地域における熱中症対策の先進的な取組事例集」

(https://www.wbgt.env.go.jp/pdf/model_projects/r05_casebook_full.pdf) (8 月 31 日)

- ・環境省(2025) 「熱中症予防情報サイト「暑さ指数(WBGT)について」」

(https://www.wbgt.env.go.jp/doc_observation.php) (8 月 15 日)

- ・環境省(2022) 「「熱中症警戒アラート・暑さ指数(WBGT)に関する取組み」 令和3年度地方公共団体における効果的な熱中症予防対策の推進に係るモデル事業 浜松市 最終報告書」

(https://adaptation-platform.nies.go.jp/climate_change_adapt/heatstroke/pdf/heat_model_R03_hamamatsu_city.pdf#page=15) (8 月 17 日)

- ・国立研究開発法人国立環境研究所(2025) 「気候変動適応情報プラットフォーム(A-PLAT)「熱中症に関する自治体の取組・動向」」

(https://adaptation-platform.nies.go.jp/climate_change_adapt/heatstroke/hs-local.html) (8 月 20 日)

- ・環境省(2024) 「「熱中症警戒アラート」等に関する意識調査結果概要」

(https://www.wbgt.env.go.jp/pdf/sg_pcm/R0503/doc02-1.pdf) (10 月 30 日)

- ・日本救急医学会(2012) 「熱中症の実態調査 -日本救急医学会 Heatstroke STUDY2012 最終報告-」 『日本救急医学会雑誌』25 巻 11 号

- ・環境省(2022) 「熱中症対策の現状と課題」

(000092591.pdf)

- ・環境省(2005) 「ヒートアイランド現象とは」

(<https://x.gd/HLJYT>)

- ・環境省(2025b) 「熱中症環境保健マニュアル 各論(案) 各論 5. 高齢者の注意事項」

(https://www.wbgt.env.go.jp/pdf/sg_pcm/R0603/ref04.pdf) (10 月 10 日)

- ・環境省(2025) 「熱中症に関する最新の情報」

(000299035.pdf) (10 月 10 日)

- ・厚生労働省医政局総務課 「かかりつけ医機能に関する取組事例集（第1版）」

(<https://www.mhlw.go.jp/content/10800000/001508106.pdf>) (11 月 6 日)

- ・厚生労働省 「地域医療支援病院について」

(https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000137801_00015.html) (11 月 6 日)

・厚生労働省 「熱中症予防のための情報・資料サイト」

(https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/nettyuu/nettyuu_taisaku/happen.html) (11 月 6 日)

・環境省 「熱中症予防情報サイト」

(https://www.wbgt.env.go.jp/doc_prevention.php) (11 月 6 日)

<データ出典>

・総務省(2025)「令和 7 年(5 月～9 月)の熱中症による救急搬送状況 報道資料」

(https://www.soumu.go.jp/main_content/001037757.pdf) (11 月 1 日)

・総務省(2024)「令和 6 年(5 月～9 月)の熱中症による救急搬送状況 報道資料」

(https://www.soumu.go.jp/main_content/000974432.pdf) (10 月 20 日)

・総務省消防庁「熱中症情報 過去のデータ一覧」

(<https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/post4.html>) (11 月 5 日)

・総務省消防庁「熱中症情報 救急搬送状況」

(<https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/post3.html>) (11 月 5 日)

・環境省「熱中症警戒アラートの発表履歴」

(https://www.wbgt.env.go.jp/alert_record_2024.php) (11 月 4 日)

・環境省「熱中症予防情報サイト 全国の暑さ指数(WBGT)」

(https://www.wbgt.env.go.jp/wbgt_data.php) (10 月 22 日)

・総務省(2025) 「令和 7 年版高齢社会白書(全体版)(PDF 版)令和 6 年度 高齢化の状況及び高齢社会対策の実施状況 第 1 章 高齢化の状況 第 1 節 高齢化の状況 4 地域別に見た高齢化」

(https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2025/zenbun/07pdf_index.html) (11 月 1 日)

・内閣府(2024) 「高齢社会白書 令和 6 年版高齢社会白書(全体版)第 1 章 高齢化の状況(第 1 節 4 地域別に見た高齢化)」

(https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2024/html/zenbun/s1_1_4.html) (11 月 1 日)

・国立社会保障・人口問題研究所(2024) 「人口統計資料集 都道府県別統計資料 表 12-7 都道府県, 年齢(3 区分) 別人口および割合: 2022 年」

(<https://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/Popular/Popular2024.asp?chap=12>)

・内閣府(2020)「高齢社会白書 令和 2 年版高齢社会白書(全体版)第 1 章 高齢化の状況(第 1 節 4 地域別に見た高齢化)」

(https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2020/html/zenbun/s1_1_4.html) (11 月 1 日)

・総務省統計局(2019)「人口推計(2018 年(平成 30 年)10 月 1 日現在)」

(<https://www.stat.go.jp/data/jinsui/2018np/index.html>) (11 月 2 日)

・総務省「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査」

(<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200241&tstat=000001039591&cycle=7&class1=000001039601&tclass2val=0>) (11 月 3 日)

・国土交通省国土地理院(2024)「全国都道府県市区町村別面積調」

(<https://www.gsi.go.jp/KOKUJYOHO/MENCHO/backnumber/GSI-menseki20240701.pdf>) (11 月 3 日)

・厚生労働省「医療施設調査」

(<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/database?page=1&toukei=00450021&tstat=000001030908>) (10 月 22 日)

- ・総務省「社会・人口統計体系 都道府県データ 社会生活統計指標」
(<https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0000010204>) (10 月 22 日)
- ・総務省「令和 6 年度 市町村税課税状況等の調 第 11 表課税標準額段階別令和 6 年度分
所得割額等に関する調（合計）（所得割納税義務者数・課税対象所得・課税標準額・所得
割額）」
(https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_zeisei/czaisei/czaisei_seido/ichiran09_24.html) (10 月 23 日)
- ・国土交通省(2024)「都道府県別一人当たり都市公園等整備現況(訂正版)」
(<https://www.mlit.go.jp/toshi/park/content/001900087.pdf>) (10 月 23 日)
- ・総務省「社会・人口統計体系 都道府県データ 基礎データ 都市緑地面積(ha)」
(<https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0000010108>) (10 月 24 日)
- ・総務省(2025)「令和 6 年通信利用動向調査の結果 図表 1－11 都道府県別インターネット
の利用状況及び端末別インターネットの利用状況(令和 6 年)」
(https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/250530_1.pdf) (11 月 1 日)
- ・総務省(2024)「第Ⅱ部第 1 章第 11 節 7. 都道府県別インターネット利用率及び機器別
の利用状況（個人）（2023 年）」
(<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r06/html/datashu.html#f00314>) (11 月 3 日)
- ・総務省(2020)「令和元年通信利用動向調査の結果 図表 1－7 都道府県別インターネッ
トの利用状況及びインターネットの端末別利用状況(令和元年)」
(https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/200529_1.pdf) (11 月 2 日)
- ・総務省(2019)「平成 30 年通信利用動向調査の結果 図表 1－7 都道府県別インターネッ
トの利用状況及びインターネットの端末別利用状況(平成 30 年)」
(https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/190531_1.pdf) (11 月 1
日)

付録

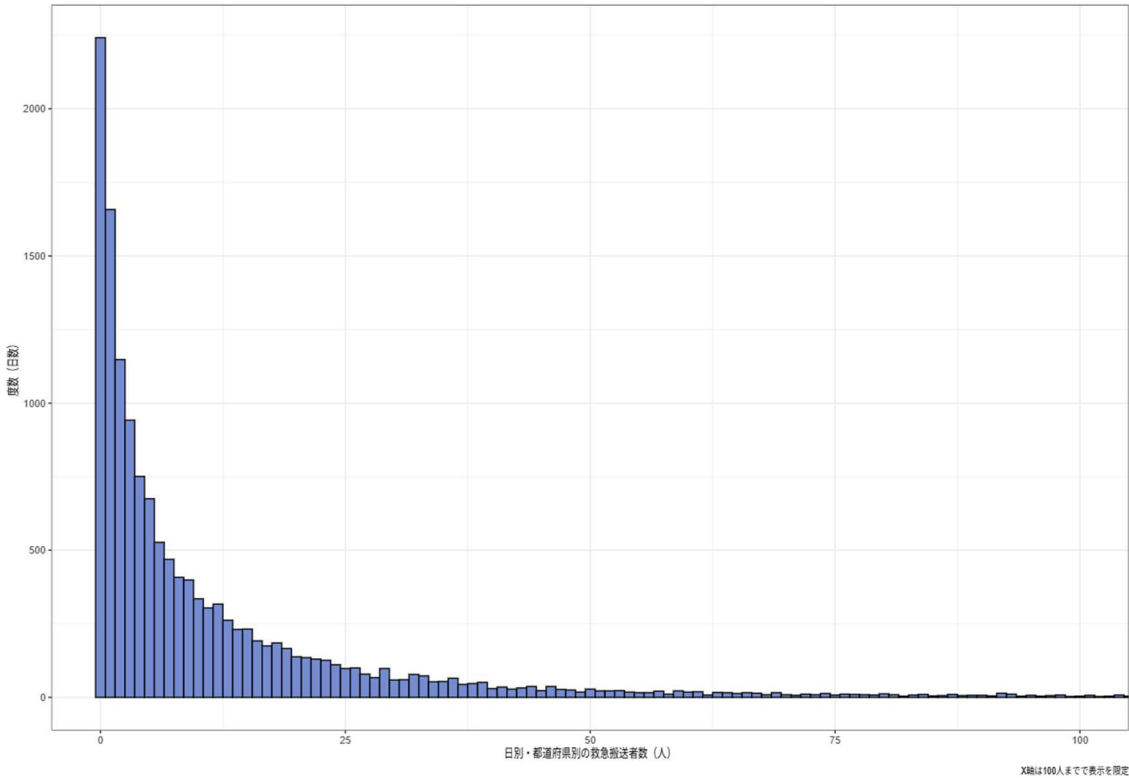
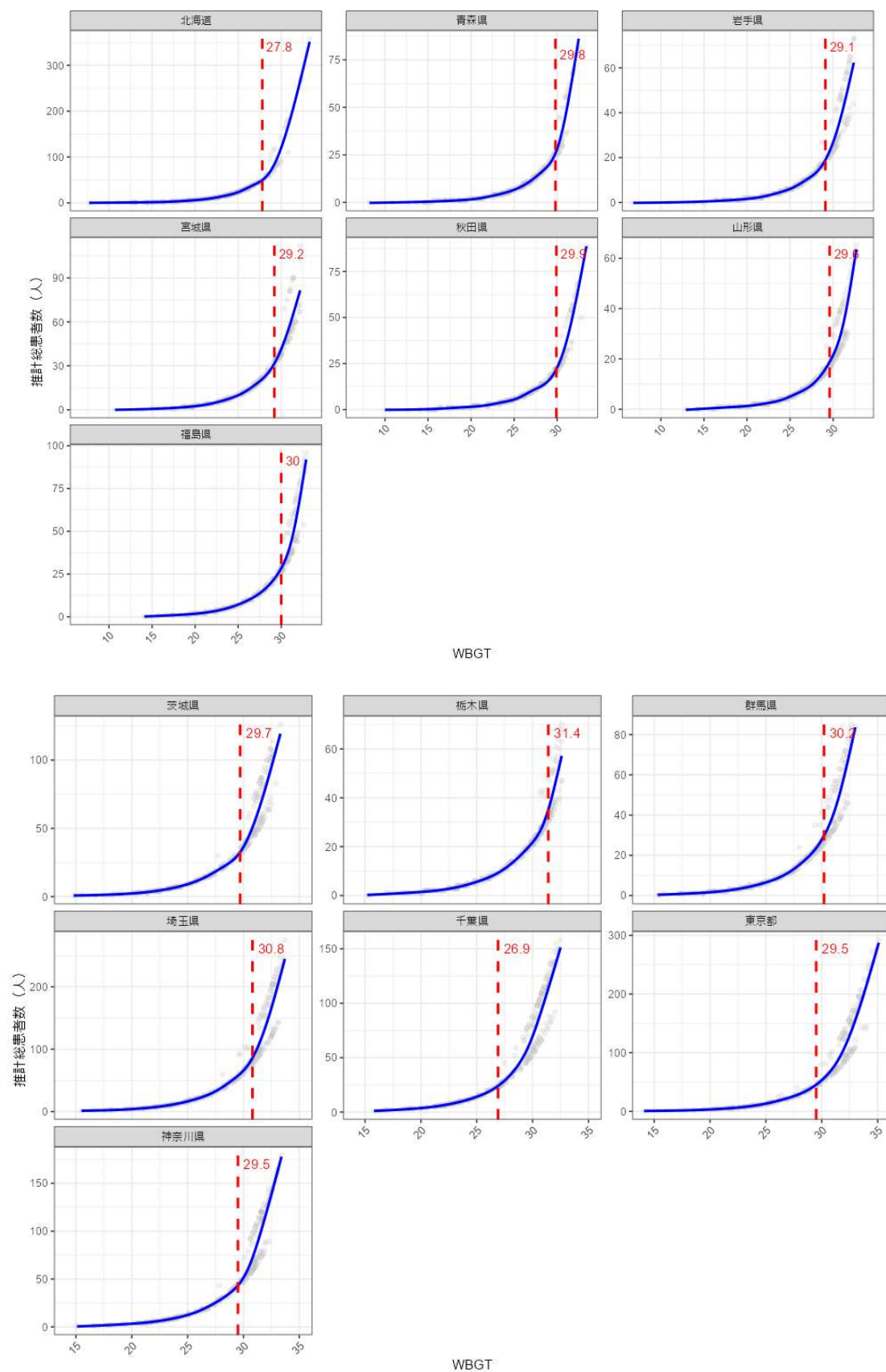


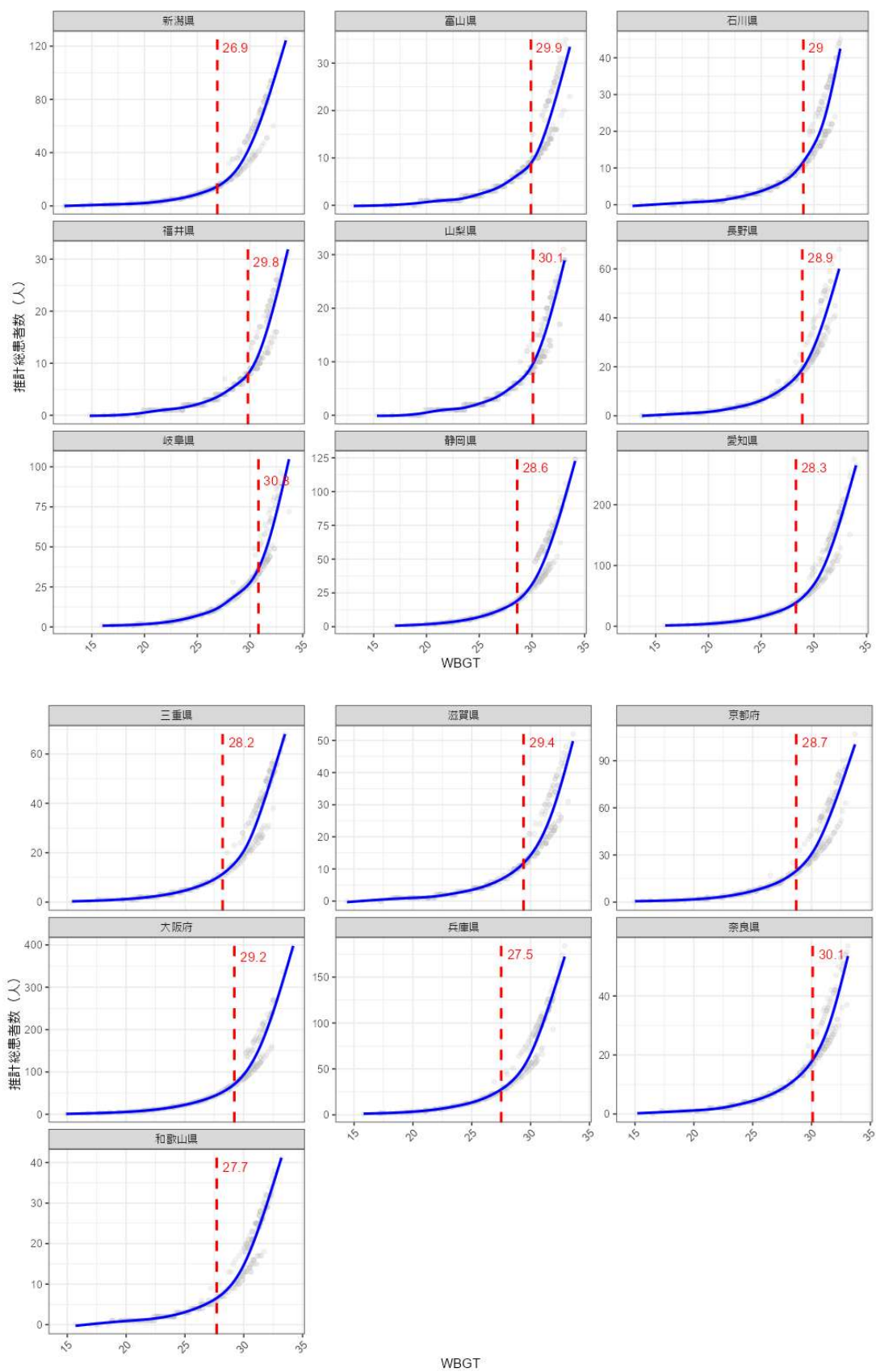
図 18 2024 年都道府県別、日別救急搬送者数の度数分布

表 11 ポアソン回帰分析の結果

n=14,382					
変数名	推定値	標準偏差	z値	p値	有意性
WBG7	1.2047	0.0055	217.7830	<2×10 ⁻¹⁶	***
熱中症警戒アラートD	0.4126	0.0160	25.7910	<2×10 ⁻¹⁶	***
高齢化率	-0.2949	0.1400	-2.1060	0.0352	*
人口密度	-5.7824	1.0186	-5.6770	1.37×10 ⁻⁸	***
1人当たり都市緑地面積	-1.7130	0.3135	-5.4650	4.63×10 ⁻⁸	***
1人当たり医療機関数	0.0778	0.0511	1.5210	0.1283	
1人当たり課税対象所得	0.2434	0.0653	3.7280	0.0002	***
インターネット利用率	-0.0141	0.0067	-2.0900	0.0366	*

注:***,**,*,はそれぞれ有意水準1%,5%,10%を表す (著者ら作成)





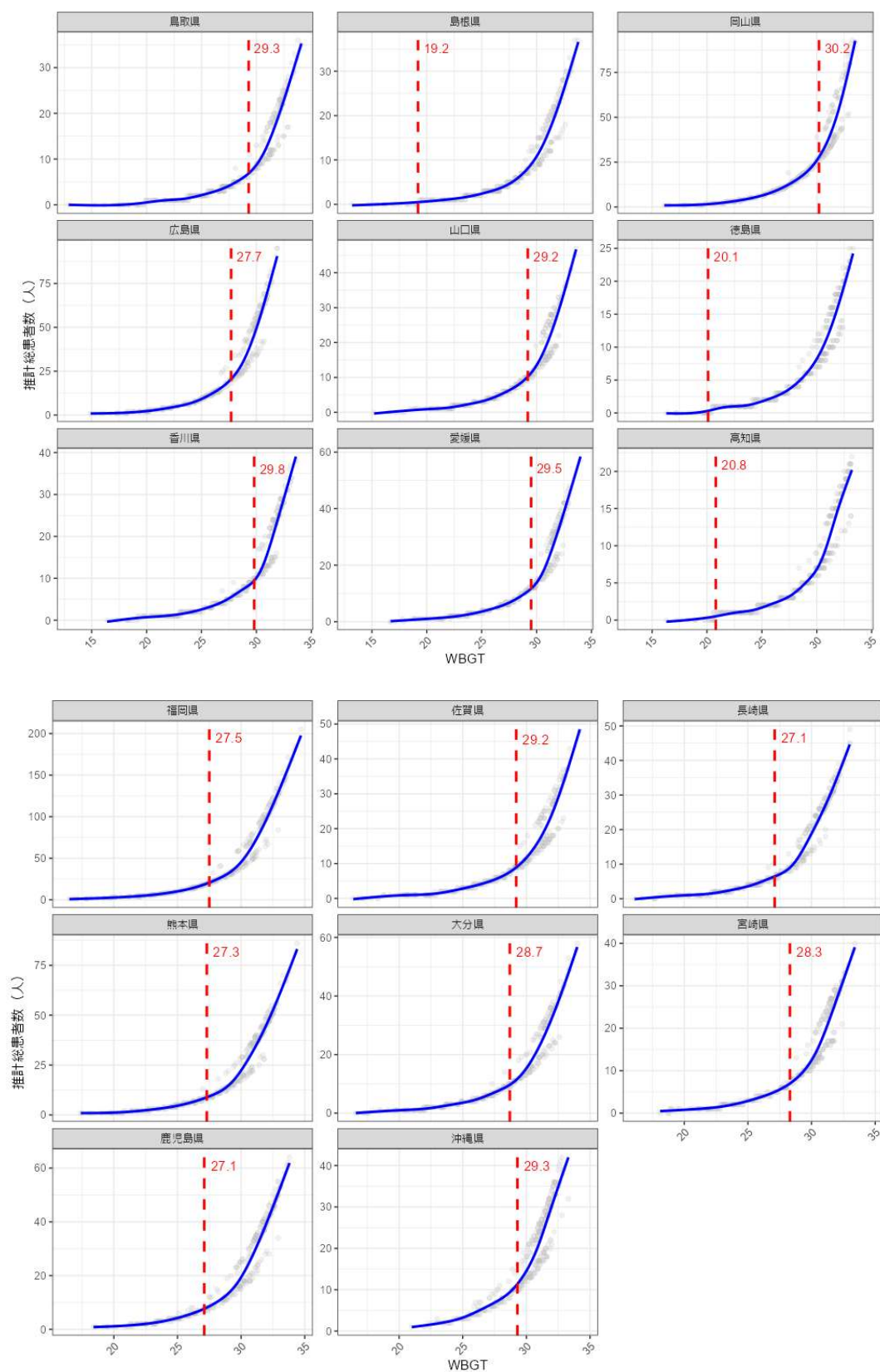


図 19 各地方の WBGT 閾値のグラフ

表 12 危険日が上位 10%の時の結果

(件)	現行の熱中症警戒アラート	新たな熱中症警戒アラート基準
真陽性(TP)	191	1,260
真陰性(FN)	1,074	5
偽陽性(FP)	13	4,514
真陰性(TN)	12,186	7,685

(著者ら作成)