

発災時における医療救護所の冬季温熱環境及び来診者数推定手法の提案

氏名 森脇 心
指導教員 佐藤理人

医療救護所 診療所 災害対応
屋内温熱環境 災害タイムライン へき地医療

1. 研究背景及び目的

高知県黒潮町は南海トラフ地震発生時に最大津波高 34.4m という被害想定が示されており、災害対策支部となる黒潮町佐賀支所など町中心部についても広範囲にわたる浸水被害が想定されている。その際には、中山間地域に位置する国保拳ノ川診療所兼保健センターが、災害対策支部と医療救護所を兼ねることが想定されており、佐賀地域における災害対応・医療救護活動の中心的な役割を担う。他方で現行の停電時における予備電源は、空調利用を前提としていないため、特に高齢者等の要配慮者については、冬季被災時に低体温症や呼吸器疾患等を招くことが危惧される。

そこで本研究では、発災時に医療救護所となる拳ノ川診療所を対象に、医療救護所開設時を想定した冬季温熱環境の実態を把握するとともに、その改善手法を提案することを目的とする。

2. 拳ノ川診療所概要

2.1 建物・設備概要

拳ノ川診療所は黒潮町中心部から約 6km 内陸側の中山間地域に位置し、津波浸水の可能性が極めて低い場所に立地する。建物内には診療所と保健センターの 2 種が混在しているがアコーディオンカーテンにより区切られている。表 1 に示すように建物は築 38 年の RC 造平屋建であり、個別パッケージ空調、太陽光発電および蓄電池を有するが、災害時での利用を想定した設備の為、平時には未利用である。

2.2 災害時の各部屋の役割変化及び立ち回り

黒潮町では災害時医療救護計画ならびに医療救護所開設マニュアルが整備されており、本研究でも本マニュアルを活用した被災時想定を行う。以下にその概要を示す。

発災から 1 時間以内は、指揮系統の確立と安全確保、ならびに人員や建物の被害状況把握を最優先とすると同時に、医療救護所設置に向けて、トリアージエリアや動線の確保、医療人員の体制構築など患者受け入れ準備を迅速に進める。その際に各居室の平時における使用用途(図 1) を災害時に円滑に変化させることが重要となる。そして設置完了出来次第、本格的な医療救護活動を開始する。

表 1 対象建物概要

階数・構造	1F RC造
竣工年	1987年(2016年、2018年に改修)
延床面積	749.54㎡
省エネ地域区分	6地域
空調設備	個別パッケージ型エアコン 冷房能力: 4.5~12.5kW 暖房能力: 4.9~13.9kW
給湯設備	LPガス給湯器(エネルギー消費効率81.5%)
換気設備	全熱交換機なし
照明設備	Hf蛍光灯(2024年冬季に全灯LEDに改修)
太陽光発電	容量 21.06kW
蓄電池	容量 16.9kWh

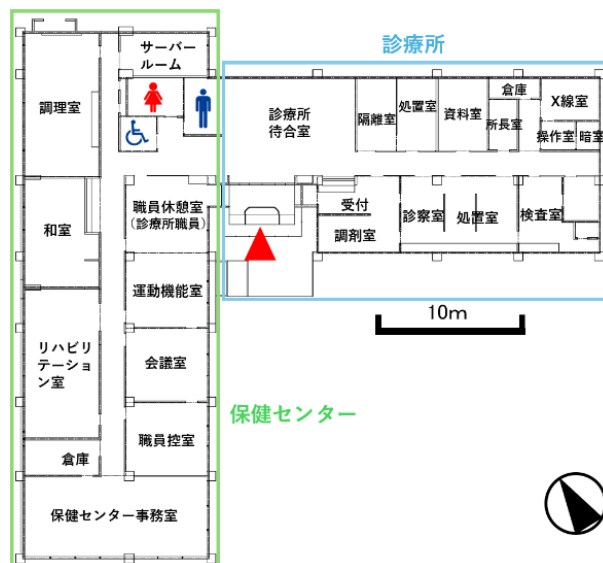


図 1 拳ノ川診療所の平時平面図及び測定点

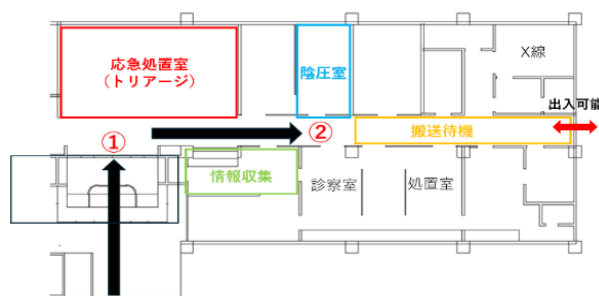


図 2 診療所における災害時の各居室役割想定

その後医療救護活動と情報収集を継続しつつ、DMAT等の医療支援人員の受入れと同時にトリアージ、応急処置、重症患者の搬送調整等の業務を継続する。

医療救護所開設時の各居室における役割変化については、ヒアリングの結果、図2に示すように待合室がトリアージエリア、廊下が重症患者の搬送待機場所となり、受付が情報収集エリア、隔離室が感染症患者用の陰圧室などに整備されることが想定されている。しかしながらこの際に外部電源が喪失していた場合、予備電源は医療用機器や情報収集用端末、照明等への利用が優先され、非空調状態が想定されていることから、実温熱環境を次章以降の通り明らかにした。

3. 冬季実測概要及び結果

3.1 冬季実測概要

実測は2024年及び2025年の冬季に屋内外温湿度を測定した。測定対象居室は、前述のヒアリング結果に基づき、診療所待合室、受付、診察室、廊下等医療救護所として重要な機能を担う空間とした。実測機器は屋内温湿度は温度についてはサーミスタ、相対湿度については高分子式を用いた。また外気象は気象観測装置を建物南側に設定した。測定間隔は屋内が5分、屋外が1時間とした。使用した機器概要を表2に示す。

3.2 2025年冬季実測結果概要

冬季実測結果を代表し、2025年の2/10~2/16の1週間を外気象と災害時に重要となる受付（情報収集エリア）、診察室、廊下（重症者搬送待機室）、待合室（トリアージエリア）の温湿度測定結果を図4~7に示す。

2025年の屋外気温は早朝に氷点下を記録するなど日較差の大きい環境であった。期間中の最高外気温は14.3℃、最低外気温は-3.6℃、平均気温は5.2℃であり、日中は8~14℃で推移した。また2/12と2/16に降雨が観測された。平均相対湿度は77%（日中60%）であったが、重量絶対湿度は3~7g/kg'と乾燥した環境であった。

屋内温度は、受付と診察室が同一方位に位置しており、変動特性もほぼ一致していたが、空調時の平均温度は受付22.3℃、診察室19.6℃となっていた。

また平日日中は両室とも空調時で相対湿度が30%未満と著しく低い。非空調時の休日は温湿度変化がほぼ等しく推移した。

廊下は空調の直接的な影響を受けにくく、日中は20℃程度で推移し、受付や診察室と比べて温度変化は緩やかであった。相対湿度は早朝・夜間に70%台まで上昇し、日中平均は33.1%と低く、重量絶対湿度は他室と同程度であり、利用者数が少なく、加湿を実施していないことにより、外気と同程度の絶対湿度環境となっていた。

なお、2025年待合室温湿度は一部欠測期間があったため、前年度測定結果と、空間が一体となっている廊下温湿度を参考に重回帰式を作成した上で推定し、補完した。

表2 実測機器一覧

屋内温湿度	①HIOKI LR5001 ②TR72A, T&D 測定間隔：5分
外気象	Davisウェザーステーション 測定間隔：1時間

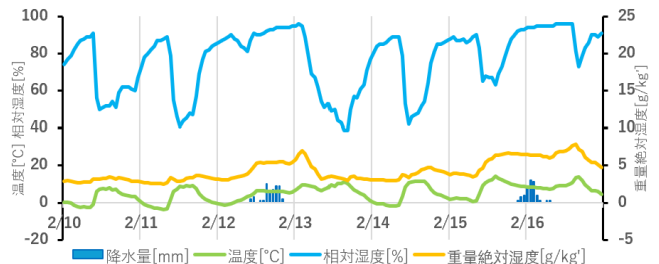


図3 屋外温湿度 (2025/2/10-16)

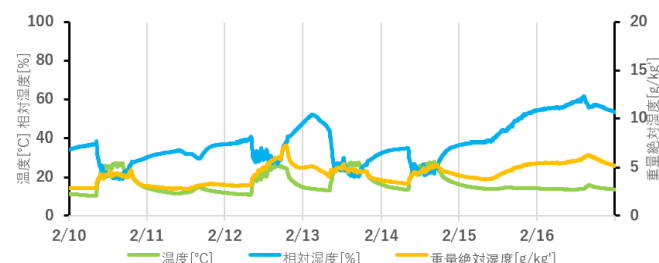


図4 受付温湿度 (2025/2/10-16)

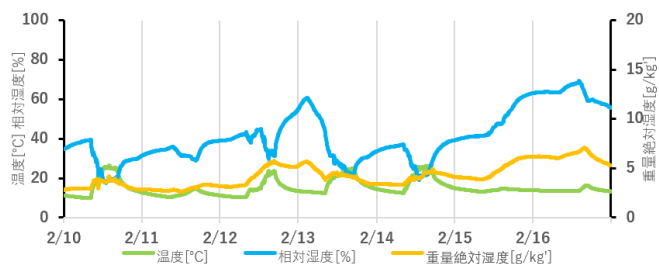


図5 診察室温湿度 (2025/2/10-16)

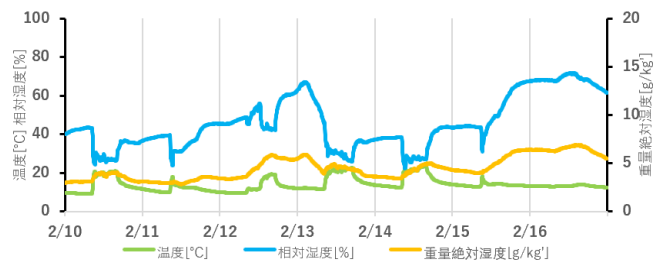


図6 廊下温湿度 (2025/2/10-16)

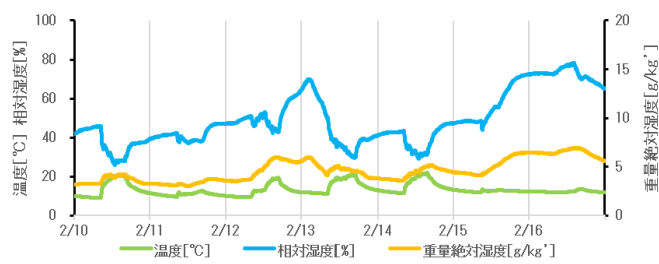


図7 診療所待合室推定温湿度 (2025/2/10-16)

また空調時の相対湿度は図8に示すように医療施設の基準値(40~70%)を下回る傾向が強く、冬季の感染対策の観点から加湿についても考慮が必要との課題があることが示された。

3.3 休日における屋内温湿度環境の特徴

平時には在室者と空調の影響により、診察室・受付で日中の温度上昇と相対湿度の低下が顕著であった。一方、休診日で非空調となる土日では、躯体の熱容量の影響も受けて温度変動は小さい傾向がみられた。また重量絶対湿度については、平日・土間で大きな差はみられなかった。

4. 発災時における医療救護所への来診者数の推定

医療救護所開設時に各居室に何名滞在するかは時刻別の来診者数に依存するが、災害規模や発災からの日数にもよるため、想定は困難である。そこで本研究では東日本大震災時の発災からの日別来診者数と人口動態に基づき以下の通り推定した。

4.1 拳ノ川診療所周辺人口及び参考事例

まず、2020年国勢調査を基に拳ノ川診療所周辺地区の人口および世帯数を表3の通りに整理し、津波浸水被害が想定される地域(赤字と安全地域(青字及び黒字))を区分した。次に、発災時の参考事例として、東日本大震災時に岩手県沿岸部で設置された医療救護所の診療データを用いた。この事例から被害の大きい地域ほど再診回数が多く、発災直後は来診者数が少ない一方で発災後2~4日目に急増する傾向が確認された(図9)。また診察動機としては呼吸器系疾患および薬の処方希望が多く、災害時の医療需要の特徴を示していた。

4.2 発災後の拳ノ川診療所の来診者数推定

次に拳ノ川診療所周辺地区の人口に対して、津波浸水規模に応じた来診率および再診回数を設定し、東日本大震災時の来診者数推移データを参考に、発災後3週間の来診者数を推定した。その結果、日別の来診者数は、初日が少なく、2~4日目にピークを迎え、その後徐々に減少する推移となった。さらに、医療救護所の機能状況に応じて、①拳ノ川診療所のみが機能する場合、②拳ノ川診療所と伊与喜小学校が機能する場合、③②に加え、佐賀診療所の3か所の医療救護所が機能する場合の3パターンを設定した。そして医療スタッフ数や開設時間、診察時間を基に各施設の受入許容人数を仮定し、来診者を配分した結果、①拳ノ川診療所のみが機能する場合には、発災後2~10日目にかけて受入許容人数を超過、②拳ノ川診療所及び伊与喜小学校が機能する場合は2~5日目にかけて受入許容人数を超過する可能性が示された(図10)。一方、③3か所の医療救護所が機能した場合には、超過する日はみられなかった。

来診者数推定フローの詳細については、図11に示す。



図8 空調時の各居室における平均相対湿度

表3 対象地域人口表

地区名	人口(人)	世帯数(戸)	救護所数
佐賀	1868	883	1
熊ノ浦	37	18	0
熊井	50	24	0
不破原	50	26	0
藤縄	81	31	0
鈴	60	29	0
伊与喜	113	49	1
小黒ノ川	19	8	0

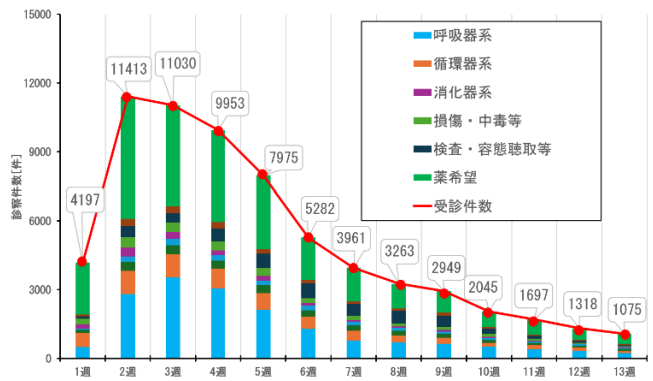


図9 東日本大震災時の動機及び週別診察件数

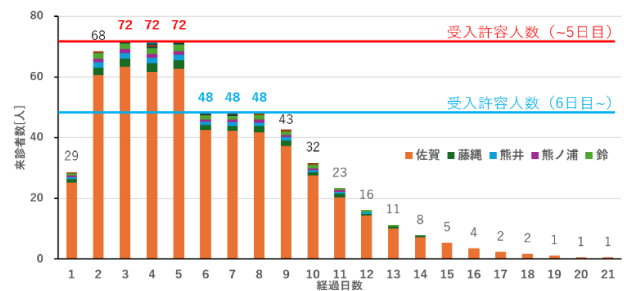


図10 ②拳ノ川診療所 来診者数推定グラフ

表4 4日目の推定来診者数・タイムスケジュール

時間	来診者数	内容
8-9	4	救護所が周知され一定数来院
9-10	4	呼吸器系患者の増加
10-11	5	待合室が混雑し始める
11-12	6	診察待ちが始まる
12-13	7	昼食時間ではあるが増え続ける
13-14	7	午後のピーク
14-15	7	中遠距離地区からの来診も増加
15-16	7	在室人数が最大化
16-17	7	人的発熱が増加
17-18	6	温熱・換気環境の悪化が懸念
18-19	4	徐々に来診者数が減少
19-20	1	診察終了に向けて大きく減少

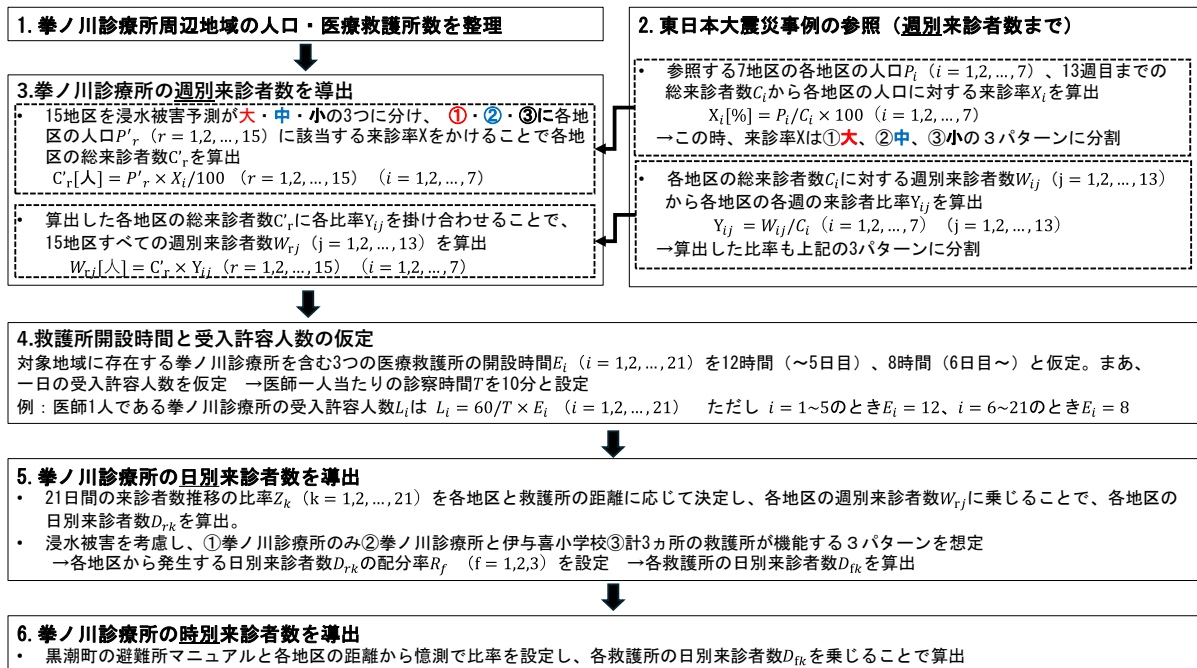


図 11 発災時における医療救護所への時刻別来診者数推定フロー

5. 発災時における診療所内の仮想温熱環境

図 12 に冬季実測結果と推定した時刻別来診者数(発災後4日目)を重ね合わせた図を示す。受診の緊急性や避難所からの距離、来診者の待ち時間を考慮すると、午後の時間帯にトリアージエリアは来診者と受診待ちの待機者が発生するため人数が最大7名程度となることが予想される。この時温熱環境としては13℃程度であり、診察室も14℃程度と低温状態となることが想定される。特に搬送待機の廊下や待合室では、空調なしの状況下では湯たんぽや毛布などの十分な備蓄が必要と考えられる。特に夜間においては、12℃程度と冷え込むため、医療従事者に対する配慮を含めた温熱環境対策が重要といえる。

今後は、自然エネルギーを活用した冬季空調システムの導入や、低湿度環境の改善、陰圧室の換気経路の検討などを行い、外部電源を喪失した際にも適切な温熱環境が確保された医療救護所の構築を目指す。

謝辞)

本研究にあたり国保拳ノ川診療所、黒潮町地域住民課の皆様には多岐にわたりご協力をいただきました。ここに謝意を記します。

参考文献)

- 1)高知市・黒潮町津波浸水予測図
https://www.pref.kochi.lg.jp/doc/2025100100137/?utm_source=chatgpt.com
 (参照日 2025/5/1)
- 2)高知県災害時医療救護計画： <https://www.pref.kochi.lg.jp/doc/saigai-index/>
 (参照日 2025/9/1)
- 3)東日本大震災医療救護活動診療分析報告書
https://www.pref.iwate.jp/_res/projects/default_project/_page_001/002/792/higashinohon.pdf (参照日 2025/12/25)

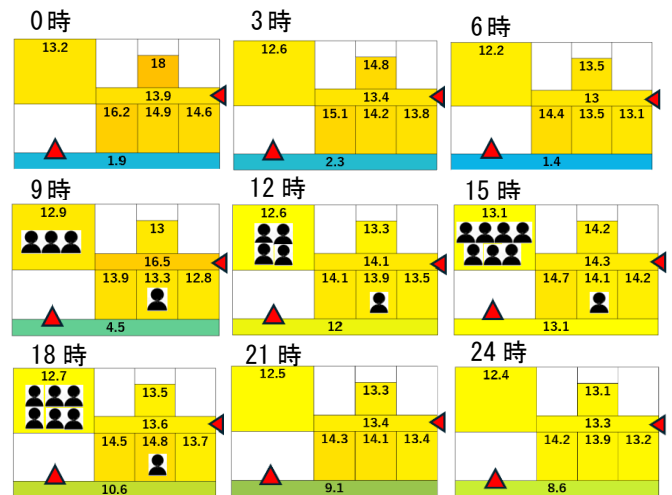


図 12 発災後4日目の時間帯別屋内温度・人数推定結果

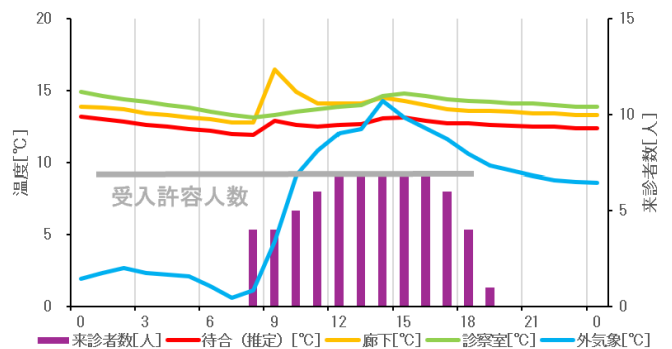


図 13 4日目の来診者数推移と各部屋の温度