

平成30年6月18日現在

機関番号：30120

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12493

研究課題名(和文) 冬期被災時の命を守る厳冬期対応型避難所に関する研究

研究課題名(英文) Study of evacuation shelters for winter season to protect their lives in winter disasters

研究代表者

根本 昌宏 (Nemoto, Masahiro)

日本赤十字北海道看護大学・看護学部・教授

研究者番号：50316311

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：我々は厳冬期の避難所について評価・検証・開発を行った。外気温が氷点下15 前後のとき、体育館内の気温は0 前後、床面はさらに2 低く推移した。この環境では多数の低体温症を発症する可能性が示された。開発したシェルターを外気温氷点下17 の厳冬期に無暖房で運用した結果、シェルター内は体温のみで加温され、約4 で推移した。無暖房であったため、二酸化炭素の上昇はごくわずかであり、社会環境基準を満たす濃度であった。睡眠調査では寒さによる覚醒が40%を超えた。また低温による血圧の顕著な上昇も確認された。適切な暖房方法の開発が急務であるとともに、避難所環境のアセスメントを実施することが災害時に必要である。

研究成果の概要(英文)：We conducted evaluation, verification and development on evacuation centers in the winter season. When the outside temperature was around -15 degrees Celsius, indoor temperature of the gymnasium was around 0 degrees Celsius and the floor surface was -2 degrees Celsius. This temperature may cause hypothermia when sleeping. The shelter developed was operated without heating in the severe winter season of -17 degrees Celsius. As a result, the temperature inside the shelter was only warmed by body temperature, and it remained at about 4 degrees Celsius. Even with no heating, carbon dioxide concentration increased due to human breath, reaching the upper limit of social environmental standard concentration. In the sleep situation survey, 40% woke up by cold weather. The rise in blood pressure was caused by the low temperature. It is urgent to develop an appropriate heating method. In the winter, it is necessary to carry out the assessment of the evacuation site environment in the disaster.

研究分野：防災学

キーワード：災害 避難所 防災 冬期 低体温症 エコノミークラス症候群 シェルター 避難生活

### 1. 研究開始当初の背景

厳冬期に大規模災害が発災した時に何が起るのか？北海道をはじめとする寒冷地域は、冬期の停電のみで凍死により命を落とす危険性があるにもかかわらず、防災・減災対策（設備・備蓄・防災マニュアル等）は温暖地域とほとんど変わらず、想定した訓練も皆無に等しい。特に避難後の避難所の生活環境に関係する研究はわずかであり、多くの問題点を抱えている。本研究は、寒冷期の被災で想定される避難所の現状を明らかにし、課題の抽出と解決方法を見出すことを目的とする。自治体のほとんどが採用している公共体育館型の避難所をフィールドとして、暖房完備型避難所を試験開発し、避難所環境レベルと、生命維持としての健康状態を検証することによって、冬期被災に対応する命を護る知見を見出し、安心・安全を社会に還元するものである。

### 2. 研究の目的

我々は冬期被災に対応する命を護る技術、設備そして知恵を集約する目的で 2010 年秋から実践演習を行い、寒冷期の避難所の厳しさを明らかにしてきた。本研究は、体育館型避難所に対して有用な室内空間の設営手法を試行、確立そして提案することを目的とする。不要時にはコンパクトに収納することができて、かつ居住空間の広さを必要に応じてある程度調節することができ、しかも居住性（保温性）に優れた空間を創出することができるシェルターを試作してその性能を検証する。シェルターを利用することで、天井及び採光性を有する居住空間を、その広さを適宜調節しながら屋内にて提供することが可能となる。空間を作り上げただけでは避難所生活を保障できない。安全性ならびに有効性を検証するため、厳冬期に展開したシェルターに宿泊した仮想避難者の健康レベルを客観的ならびに主観的指標を用いて明らかにし、さらに温度分布、空気（一酸化炭素、二酸化炭素）や明かりをはじめとする環境レベルを測定することで空間の安全性を確認する。これらの成果が確立されることで、冬期の発災で長期間にわたる避難生活を強いられた時に、高齢者や要援護者に対して健康に配慮した安全な避難所の提供が可能となる。また、感染症等を有する避難者に対する医療提供空間を簡便に提供することができる。これらの結果は北海道などの寒冷地域のみならず、日本のすべての地域の冬期災害への対応にも生かされる。実用性のある冬期防災装備・技術を開発研究する全く新しい試みである。

### 3. 研究の方法

寒冷期（秋・冬・厳冬）の体育館型避難所の現状を明らかにする。避難生活に重要な屋内外の種々の環境因子を測定検証する。試作する狭小空間の設置に関する背景データと

する。

体育館の耐荷重等、シェルターの設置に関わるデータも取得する。安全性能は、温度ならびに空気環境等、人が生活する上で重要な指標を検証する。厳冬期にシェルターを展開して、仮想避難者の睡眠状況やバイタル等の健康面への影響を客観的ならびに主観的指標を用いて測定する。3 年の研究年度を段階的に進めて必要時に改善・改良を加えることで、厳冬期に有効な暖房完備型避難所の形を作り上げる。

冬期（外気温マイナス 10 程度）にシェルターを展開して、宿泊を伴う実証を行う。防災支援対策の連携先である北海道庁総務部危機対策課、北海道開発局網走開発建設部、北見市総務部危機対策室ならびに日本赤十字社北海道支部に参加を促し、試験用シェルターの開発状況を確認する。居住性評価として、避難者の睡眠状況、血圧、体温などのデータを取得するための手法を確立する。

### 4. 研究成果

#### 1) 寒冷環境下の体育館型避難所

外気温が氷点下 17 前後で推移した場合に体育館内の気温は氷点下 3 前後となった。厳冬期の東北・北海道の体育館型避難所では暖房がない場合、氷点下一桁の気温を生じることが想定内としなければならない。たとえ 15 の気温があったとしても、床面は冷えており、高齢者や小さな子どもでは低体温症を発症する可能性がある。この研究成果は、日本で最も厳しい寒さの環境の中で得られたものであるが、沖縄においても冬場の津波を伴う災害では、低体温症をはじめとした避難生活による災害関連疾患の誘発が危惧される。日本のすべての地域に寒冷期災害対策の推進が急務である。

#### 2) ワンパッケージ型シェルター

大規模避難所として日本のほぼすべての自治体が指定避難所としている教育機関の体育館は、自治体が現在備蓄している簡易型のストーブのみでは全く気温上昇が見込めないことを確認した。それだけではなく、開放型のストーブが使用されることで、著しい二酸化炭素の上昇が確認された。これは、熱した空気が体育館上部へ逃げただけでなく、発生した二酸化炭素が人々が滞在する床面上に滞留したことによる。温度を上げること、安全な空気環境を維持することが現状の日本の対策では困難であることを裏付けるものである。

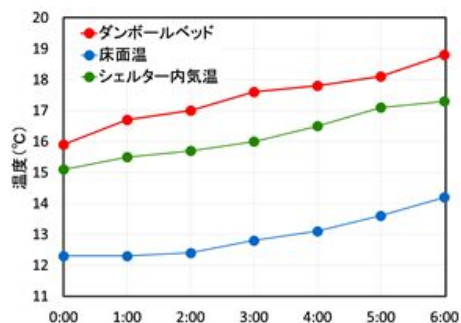
本研究では、第一段階として、体育館の天井高を下げ、容積を下げてストーブ等で加温しやすい空間の開発を試みた。本研究により開発された 100 名を収容可能な大型シェルター（シェルター）の設営は約 30 分で完了した。シェルターの構造は一体型であり、柱がないことから空間面積を最大限活用することができた。シェルター内をジェットヒー

ターで加温することで速やかに室内空間の温度上昇が確認された(図). シェルター内の気温は就寝時に 15 となり, 明け方までほぼ同じ温度を保った. シェルターを設営するだけでは床面温度の大きな改善には結びつかず, 「雑魚寝」では睡眠不可の状況であった. そこで, 東日本大震災で開発された段ボールベッドを設置すると, 段ボールベッド上はさらに 1 以上高い温度で推移し, シェルターを使用しない床面と比べて約 10 高い寝床を確保されたことで, 就寝時の背面温度が著しく改善し, 睡眠環境に良い影響を与えた.



演習開始前の室内で冷感を感じている参加者はほとんどいなかったが, 暖房なしの体育館での演習を通して就寝前には冷感を強く感じる参加者が増加した. それと同じように, 参加者の収縮期血圧は, 就寝前に平均で 10mmHg ほどの上昇が見られ, 寒さが循環器系に大きな影響を及ぼすことが明らかとなった. 暖房を稼働し, 段ボールベッド上で就寝することによって冷感ならびに血圧とも演習開始前のレベルまで戻った. これらのデータを裏付けるように, 参加者の 9 割はある程度以上睡眠ができたとし, そのうち 2 割は熟睡できたと返答した.

シェルターで大きな空間を区分することで, 男女別の安全な空間とすることや, インフルエンザ等の罹患者の区分けにも使用できる. しかしながら, わずか 54kW のジェットヒーターによって著しい二酸化炭素濃度の上昇が確認された. ぜんそくなど呼吸器系の疾患がある方に安全に提供できるとは言えず, 安全に加温する新たな手法の開発が急務である. シェルターは既設型ではあるが技術者の指導を要するため, システムの簡易化も進めなければならない.



### 3) 汎用型大人数収容シェルター

シェルターは, 骨組みがなく, 空間を有効に使用することに優れているが, 事前に装置の準備が必要なことや, 専門の技術者による展開が必要なことなど, 災害時の超急性期に展開するには困難が伴う. そこで, 新たに開発されたシェルター(シェルター)は, 既製品の三方幕テントとの組みあわせによって実現され, 設営時に専門の技術者を必要とせず, 100 名収容の空間をわずか 30 分で完成させた.



すべての素材は防災性能を有するものであり, 安全な空間提供を可能とする. 天井高が 2200 mm 確保されているため, 居住性は高く, 国際人道ガイドラインであるスフィア基準にも合致する. 天幕が頑丈な帆布で形成されていることから, 天井からの落下物が避難者に直撃することを避けられるとともに, 避難者自身が高い天井で就寝する不安感を和らげるものとなった. さらに絶えず流れ続ける館内の空気から隔絶されるため, 体感気温の明らかな上昇が確認された. シェルター内は段ボールベッドを敷き詰めることで床下からの冷気を遮断し, さらに一人ひとりの空間を形成させてプライバシーに配慮する空間とした.

外気温が氷点下 15 を下回る中で, 本シェルターシステムを無暖房で運用し, 仮想避難者 160 名による実証試験を行った. シェルター内は参加者の体温のみで加温され, 約 4 で推移した. 完全無暖房であったため, 二酸化炭素の上昇はごくわずかであり, 社会環境基準を満たす濃度であった. 睡眠状況調査では寒さによる睡眠覚醒が 40% を超えた. また入眠直前の血圧の顕著な上昇も確認された. 適切な暖房方法の開発が急務であり, これらとのバランスを考慮しつつ, 避難所環境のアセスメントを積極的に実施することが避難者の健康維持に貢献できる.

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 5 件)

根本昌宏, 厳冬期の避難所における既設型シェルターシステムの有用性, 北海道の雪氷, 36, 25-28, 2017.

水谷嘉浩, 根本昌宏, 冬期の避難所におけ

る段ボールベッドの防寒・保温効果の評価，北海道の雪氷，36，101-104，2017．

根本昌宏，尾山とし子，水谷嘉浩，厳冬期に無暖房で展開した体育館型避難所の安全性，寒地技術論文・報告集，33，79-84，2017．

根本昌宏，尾山とし子，山本美紀：暴風雪被害から身を守る車両内装備品の実践的な評価，北海道の雪氷，34，55-58，2015．

根本昌宏，尾山とし子，暴風雪の停電下に暖房避難所を展開するための実践的検証，寒地技術論文・報告集，31，17-22，2015．

〔学会発表〕(計 24 件)

根本昌宏，厳冬期避難所演習の課題から見る災害後の予防医療薬学の実践，第 7 回日本災害医療薬剤師学会，岐阜，2018．

根本昌宏，冬の無暖房の避難所環境に関する薬剤師の視点からの考察，第 7 回日本災害医療薬剤師学会，岐阜，2018．

根本昌宏，尾山とし子，水谷嘉浩，冬期無暖房避難所の検証で明らかとなったトイレ・低体温症対策の問題，第 23 回日本集団災害医学会，横浜，2018

根本昌宏，寒冷期の避難所環境に関する薬学的アプローチ，日本災害医療薬剤師学会，岐阜，2017．

根本昌宏，尾山とし子，水谷嘉浩，厳冬期の体育館型避難所における大人数収容テントならびに段ボールベッドの有効性，第 22 回日本集団災害医学会，名古屋，2017

尾山とし子，根本昌宏，避難所運営ゲーム (HUG) 北海道版 - Do はぐ - の実施報告，第 22 回日本集団災害医学会，名古屋，2017．

榛沢和彦，植田信策，山村修，佐々木一裕，柴田宗一，根本昌宏，災害時のエコノミークラス症候群予防のための防災用弾性ストッキングの標準化案，日本集団災害医学会，名古屋，2017

根本昌宏，尾山とし子，水谷嘉浩，氷点下 20 環境下の避難所演習を踏まえたいのちを護る食の考察，日本災害食学会 2017 年大会，東京，2017．

根本昌宏，尾山とし子，氷点下 22 ・完全停電・無暖房環境下の仮想避難所における課題，第 53 回日本赤十字社医学会，仙台，2017．

根本昌宏，尾山とし子，フィンランド赤十字の冬期資機材から考察する日本の冬装備，

第 53 回日本赤十字社医学会，仙台，2017．

植田信策，根本昌宏，尾山とし子，災害で助かった命を守るために赤十字ができること，第 53 回日本赤十字社医学会，仙台，2017．

吉川靖之，根本昌宏，田澤達也，大石敦史，後藤美咲，冬期救護訓練の有用性について～平成 28 年度第 1 ブロック合同訓練～，第 53 回日本赤十字社医学会，仙台，2017．

根本昌宏，冬期の避難所と低体温症の予防策，第 3 回避難所・避難生活学会，東京，2017．

根本昌宏，尾山とし子，山本美紀，冬期被災時の停電下において展開可能な暖房シェルターの検証，日本集団災害医学会，山形，2016．

水谷嘉浩，榛沢和彦，植田信策，山村修，根本昌宏，茨城大水害における減災対策“避難所への簡易ベッド導入事例”，日本集団災害医学会，山形，2016．

尾山とし子，根本昌宏，水谷嘉浩，“冬季災害看護学”へのお誘い，第 17 回日本赤十字看護学会学術集会，北見，2016．

根本昌宏，厳冬期避難所実験結果から考える北日本の避難所，第 2 回避難所・避難生活学会，東京，2016

根本昌宏，尾山とし子，台風による北海道土砂災害の避難所対応，震災・災害シンポジウム 2016，十日町，2016

根本昌宏，尾山とし子，山本美紀，暴風雪から身を守る車両内装備品の実践的な評価，日本雪氷学会北海道支部研究発表会，札幌，2015．

根本昌宏，尾山とし子，山本美紀，冬期被災時に低体温・凍死を防ぐための実践的取り組み，第 16 回日本赤十字看護学会学術集会，東京，2015．

21. 根本昌宏，尾山とし子，寒冷地型防災・減災を推進する産学官連携，産学連携学会 第 13 回大会，北見，2015．

22. 根本昌宏，積雪寒冷地の冬期被災を想定した試み，平成 27 年度新潟県中越地震シンポジウム，十日町市，2015

23. 根本昌宏，尾山とし子，暴風雪の停電下に暖房避難所を展開するための実践的検証，第 31 回寒地技術シンポジウム，札幌，2015．

24. 根本昌宏，寒冷地に適した避難所計画の

必要性～厳冬期災害演習を踏まえて～，第  
31 回寒地技術シンポジウム，札幌市，2015.

〔図書〕(計 3 件)

根本昌宏，尾山とし子，粉川直樹，加島康  
平，フィンランド赤十字の取組みから考察  
する日本の冬期対策，人道研究ジャーナル，  
7，144-153，東信堂，2018.

根本昌宏，12.寒冷期，いのちと健康を守  
る避難所づくりに活かす 18 の視点，別冊地  
域保健，東京法規出版，2018.

尾山とし子，根本昌宏，厳冬期！大規模災  
害にどう立ち向かうか，人道研究ジャーナ  
ル，5，144-149，東信堂，2016.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

根本 昌宏 (NEMOTO, Masahiro)

日本赤十字北海道看護大学・看護学部・教  
授

研究者番号：5 0 3 1 6 3 1 1