

令和 4 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 22003  
研究開発課題名 データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発（第 3 回）  
副 題 個人別熱中症リスク情報見える化システムの研究開発  
～埼玉県熊谷市における効果検証～

(1) 研究開発の目的

個人の属性や状態に応じた熱中症リスクを収集・評価し、市民にわかりやすく情報発信するためのシステム研究開発を行う。また、開発システムの有効性を実都市における実証実験で評価する。本研究で開発するシステムは、確度の高い熱中症リスク評価に必要な全ての気象要素を測定するIoT デバイス、人体熱収支理論に基づく新しい熱中症リスク指標、個人の属性・状態に応じた熱中症リスクを市民にわかりやすく情報発信するための見える化システムからなる。

(2) 研究開発期間

令和 2 年度から令和 4 年度（3 年間）

(3) 受託者

凸版印刷株式会社<代表研究者>  
学校法人東京理科大学

(4) 研究開発予算（契約額）

令和 2 年度から令和 4 年度までの総額 29 百万円（令和 4 年度 10 百万円）  
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

- 研究開発項目 1： 個人別熱中症リスク情報収集・見える化システムの構築  
研究開発項目 1-1： 熱中症リスク算定に必要な気象データ収集IoT デバイス開発  
(東京理科大学/凸版印刷)
- 研究開発項目 1-2： 熱中症リスク評価センサデータ収集ネットワークシステム構築  
(凸版印刷)
- 研究開発項目 1-3： 個人別熱中症リスク情報見える化システムの研究開発  
(凸版印刷)
- 研究開発項目 2： 個人の属性・状態を反映した熱中症リスク指標の開発  
研究開発項目 2-1： 性別・世代別の体温調節機構のモデル化、  
および人体熱収支モデルの開発（東京理科大学）  
研究開発項目 2-2： 熱中症発症動態の分析（東京理科大学）  
研究開発項目 2-3： 熱中症リスク指標の開発（東京理科大学）
- 研究開発項目 3： 個人別熱中症リスク情報見える化システムの有効性及びマーケティング調査  
研究開発項目 3-1： 熊谷市をフィールドとした実証実験・マーケティング調査（凸版印刷）  
研究開発項目 3-2： 事業展開を見据えたマーケティング調査（凸版印刷）

(6) 特許出願、外部発表等

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	4	2
	その他研究発表	13	9
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	1	1
	展示会	0	0
	受賞・表彰	2	1

(7) 具体的な実施内容と最終成果

研究開発項目1 個人別熱中症リスク情報収集・見える化システムの構築

1-1 熱中症リスク算定に必要な気象データ収集IoT デバイス開発

人体熱収支計算に必要な全ての気象因子（気温、湿度、風速、日射、輻射熱）を計測し、測定データをLPWAにより無線通信する小型・低消費電力の気象測定IoT デバイスを開発した。

1-2 熱中症リスク評価センサデータ収集ネットワークシステム構築

熊谷市の小中学校 10 か所にIoT デバイスを設置し市役所に設置した基地局でデータ収集する通信環境を構築した。構築にあたり、事前のシミュレーションによる電波到達領域の算出や電波調査を実施し中継器の設置個所などを調整し通信の安定化を図った。

1-3 個人別熱中症リスク情報見える化システムの研究開発

PCのブラウザで利用できるリスク情報の見える化WEB アプリを構築した。地図上のデバイスを選択し、性別、年齢、身長体重、着衣状況などを入力し個人ごとのリスク値を計算できるものになっている。

研究開発項目2 個人の属性・状態を反映した熱中症リスク指標の開発

2-1 性別・年代ごとの体温調節機構のモデル化、および人体熱収支モデルの開発

深部、筋肉、脂肪、皮膚、中央血液だまりの5ノードからなる人体熱収支の数理モデルを構築した。合計36名の温熱生理被験者実験を実施し、そのデータをもとにモデルチューニングを行った。開発したモデルは、深部体温の非定常性を再現することが可能であり、既往モデルよりも高精度に皮膚温度、深部温度を予測することが可能であった。

2-2 熱中症発症動態の分析

埼玉県の12の自治体の消防本部・消防局より熱中症搬送者データを入手し、かつ熊谷市消防本部からは熱中症救急搬送者の搬送時バイタルデータを入手し、熱中症発生場所・性別・年齢の傾向を分析した。かつ、熱中症発症者の搬送時生理条件を気象シミュレーション、人体熱収支シミュレーションによる再現し、熱中症発症動態を分析した。

2-3 熱中症リスク指標の開発

体温を説明変数とするあらたな熱中症リスク指標を構築した。過去の熱中症搬送者の搬送時体温の累積ヒストグラムを年代・性別毎に作成し関数フィッティングすることで、各体温値から過去の熱中症搬送者割合を算出し、それを0~100%の熱中症リスク値とした。気象条件と人体熱収支モデルを利用することで、個人の属性や状態、暑さ回避行動の効果を加味したリスク値を算出することが可能となった。

研究開発項目3 個人別熱中症リスク情報見える化システムの有効性及びマーケティング調査

3-1 熊谷市をフィールドとした実証実験・マーケティング調査

熊谷市民向けに熱中症に関する意識、システム化した際のニーズなどのアンケートを実施した。また、自治体、地元企業に熱中症対策に関するヒアリングも実施した。

### 3-2 事業展開を見据えたマーケティング調査

熱中症発生状況及び、熱中症対策に関する商品の市場規模、競合製品の調査を行い、それらの環境分析を踏まえ製品化の方向性など戦略の検討を行った。

## (8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

- 計画
  - ・ 現状のサイズが大きくて製作費が高価なデバイスを小型化、低価格化
  - ・ PC による Web 閲覧のみの対応をスマホアプリ化
  - ・ 細かい熱中症データを取得できるため、リスク値と発症状態との相関分析
  - ・ どのような人がいつ、どのような状態で具合が悪くなったかなどの情報のフィードバック機能を付け、データを収集してオープンデータ化
  
- 展望
  - ・ センサデバイスの低価格化・小型化の検討及び、ZETA ネットワークの通信精度向上の検討を実施。
  - ・ 想定市場に向けたアプローチを実施。特に自治体向けに他の水位や傾斜検知など防災にかかわる ZETA センサと組み合わせたの利用を提案し ZETA ネットワークエリア化を進めやすくし、熱中症センサ普及の土台を構築していく。
  - ・ 地域のネットワークができることにより一般企業でもそのネットワークに相乗りする（ネットワーク利用料をシェアする）などして利用促進を図っていきたい。