

# 気候変動と地震災害に適応した レジリエントな地域環境システム

## PROJECT MEMBER

〈代表者〉 システム理工学部 環境システム学科 准教授：増田 幸宏

〈構成員〉 システム理工学部 環境システム学科 教授：中村 仁

持続可能な社会の実現が求められる中、地球環境の保全と防災・減災による安全・安心な生活環境づくりは最重要課題である。首都直下地震の切迫性が指摘され防災対策を強化する必要がある他、気候変動による都市の高温化や水関連災害は年々深刻さを増している。本プロジェクトでは、埼玉県（さいたま市 他）、東京都（墨田区 他）を対象として、被害の抑止・軽減と持続可能な復興を可能とする方策を、学生とともに考え、その成果を地域に還元することを目的とする。

芝浦工業大学の強みであるソフト面・ハード面を融合したアプローチによる総合的な検討を経て、生活者の視点に立った地域環境システムとして構築するプロセスを新しい教育プログラムとして構築・活用することを目指すものである。尚レジリエンスとは災害等への対応力、回復力を意味する言葉である。地域が様々な環境変化を乗り越えて、成長していくための、しなやかな力を備えることが重要である。今年度は主として下記の2つの取り組みを行った。

(1) 都市の高温化への適応策に関する市民参加型企画  
避けられない都市の高温化の中で、その影響を可能な限り軽減するという「適応策」の考え方が注目されてきている。都市が高温化をしていく中でも、安心して「歩いて暮らせる都市づくり」を実現するための検討を進める。

(2) 地域住民を対象とした「防災マップづくり講座」  
墨田区曳舟駅周辺の東向二四地区にある地域の寄合い処「ふじのきさん家」を拠点にして、まちづくり活動の支援を行う。今年度は、地域住民を対象とした

「防災マップづくり講座」の実施などに取り組んだ。

## 2015年度 活動の成果

### 教育

地域の抱えるリスクの評価から、具体的な課題の抽出を経て、対策の検討に至るまでのプロセスを、地域を題材とする実学の教材として位置付けて、授業科目及び卒論・修論に組み込み、連携させることで、PBLの範例となる新しい教育プログラムとして構築・活用することを目指した。特に、自治体職員、地域住民、事業者と連携したPBLを行い、その成果を地域で実践する「サービラーニング」型の教育を指向した。

今年度、総合研究（卒論）では6名、修士論文では2名が本プロジェクトの関連テーマにて研究に取り組み、論文をまとめ上げた。成果は積極的に対外的な発表を行っている。レジリエントな地域環境システムに関わる新しい学術領域の開拓と併せて、本分野を修めた専門的な人材養成を目指すものである。

また、埼玉県職員をお招きし地域の課題を題材とした特別授業を実施した。

卒業論文・修士論文での取り組み例

- 熱中症対策のための「地域の熱環境マップ」を、地域住民、自治体と学生との協働で製作した。
- 地震時の火災延焼シミュレーションと効果的な対策に関する研究を、墨田区防災まちづくり課、建築研究所、

地域の建築系専門家などと連携して実施した。

- 大規模団地での超高齢化に対応した災害対策に関する研究を、UR都市機構、埼玉県下の各自治体、団地自治会などと連携して実施した。

## 研究

大宮駅東口地域を対象に、都市高温化への適応策として熱中症対策の研究を行った概要を代表して以下に示す。

### ①熱中症リスクのマッピング・見える化

熱中症リスクの判断指標として、WBGT、気温、湿度、風速などが存在するが、特別な機器を用いずに実態を把握することは難しい。専門知識や専門の機材を持たない一般の住民が、自分自身でこのような熱中症リスクの判断指標を用いて熱環境の危険性を判断し、具体的に行動に反映をさせることは難しい。

本プロジェクトでは、これらの熱中症リスクのマッピング・見える化を行い、これを一目で確認できるものにした。これを活用することで、人々に熱中症リスクの観点からの適切な行動を促すことを目的とするものである。まちラボおみやで行った活動報告では、本マップの明瞭さが高い評価を得ることができた。

### ②環境因子と生体因子からの熱中症リスクの調査

熱中症の要因として、前述の環境面での因子のほかに生体面での因子を考慮する必要がある。本プロジェクトでは、WBGTなどの環境因子と同時に深部体温、心拍数、発汗量などの生体因子の計測を行い、その関連性について調査を行った。こうした取り組みは、人間の生理応答に基づいて環境を評価するという新しい学術領域を切り開くものである。

### ③暑熱環境の体感評価と計測値の関係

暑熱環境の評価基準として、個人の主観によって行われる体感的な評価と計測機器を用いた客観的な数値による評価がある。本プロジェクトでは、市民参加型の「熱中症リスク発見ツアー」の活動の中で、これらの独立した2つの評価基準に関して調査を行い、その関係性・相関性に関しての分析を行った。こうしたデータは、熱環境の観点からの科学的なまちづくりを考える上で活用できるほか、実際の人間の体感を考慮した上で、暑熱環境下で住民自身に適切な行動や歩

行を促す実効性のある方法論の構築に繋がることが期待される。

## 社会貢献

地域のレジリエンスを向上させるために、プロジェクトの成果を地域に還元・実装するための活動(まちづくりイベントや勉強会)を積極的に行った。演習課題の成果物や、卒論・修論の成果のうち、地域において実用化、実施可能なものについては、今後も学生が主体的に行動して実践につなげていく。社会貢献の取り組みの具体的事例として、大宮駅東口地域を対象とした市民参加型の「熱中症リスク発見ツアー」について代表して報告する。

ヒートアイランド現象による都市の高温化は近年の日本の都市の避けられない課題である。その対策として、都市の高温化それ自体を抑制する「緩和策」に加えて、避けられない都市の高温化を前提としてその影響をできるだけ小さくする「適応策」の考え方が注目されてきている。また、都市の高温化に適応していく上で重要なことは、そこに暮らす人々がその熱環境のリスクを正しく認識することである。以上のような背景を考慮し「地域住民の熱環境への関心と正確な理解を深める」、「暑熱環境の体感評価と計測値の関係を調査する」という二つの目的を念頭に、これらを同時に達成できる活動として、市民参加型の「熱中症リスク発見ツアー」を実施した。企画段階から周知・広報、実施と成果報告に至るまで、地域の自治体やまちづくり団体の多大な協力をいただいた。

熱中症リスク発見ツアー終了時に実施した参加者アンケートでは、全体評価の指数で90点(100点満点評価)と高い評価を得ることができた。2015年11月26日には大宮駅東口協議会の例会にてお礼の挨拶を兼ねて報告資料を配布した。加えて参加者には個別に郵送等で報告を行っている。

次年度以降の実施候補地として、今年度の対象地域を拡張し、大宮区役所の移設予定地までを含めるルート、オリンピックの開催に合わせて重要性が高まる浦和美園地域などが具体的な実施候補地として挙がっている。そのほかにも子供が利用する場所を調査するなど、地域の方々からの様々な意見をいただいている。

### 市民参加型の「熱中症リスク発見ツアー」

本ツアーは2015年8月24日に大宮駅東口地域を対象として実施した。参加者は事前募集により募った11名、構成は地元の自治体やまちづくり団体、インフラ会社勤務、学生などまちづくりに興味のある方々である。大宮駅東口地域の主要な歩行ルートの中で、熱環境的に特徴のある6箇所の計測地点をまわりながら、参加者の方の自由に環境の計測をしていただいた。参加者の方には、事前にヒートアイランド現象や熱中症のリスク指標に関する簡単なレクチャーを行い、それを計測するための計測機器を全員にお渡しした。



暑熱環境に関するミニレクチャーの様子

ルート上に設置した各計測地点では計測シートを使用して体感の申告と環境の計測を行った。その際、体感評価の記入を行ってから環境の計測を実施するという流れになるよう誘導を行っている。これには、参加者の方が数値による認識を持つ前の体感評価を得ること、事前にイメージを持っておくことで計測によって得られた客観的な値の理解をより深めることの二つの狙いがある。尚、ツアーの実施に際しては、入念に事前の準備と計測を行った。ツアー当日に参加者に意図した環境を実際に体感してもらえるように再現性に配慮して企画の計画を行った。参加者には大変真剣にツアーに取り組んでいただけた。また、地域の歴史や環境の実態に関する意見交換や情報交換を通じて、参加者と本学の学生が様々な交流をして

いる様子が散見された。本ツアー終了後に“風の流れの重要性に気づかされた。”、“大人に比べ、子供は相当な熱を感じているとつくづく思った。”などのように参加者からの多様な反応があった。参加者の暑熱環境の理解と関心を高め、人間の行動変容・変化によるヒートアイランド現象の影響削減を促す上で本ツアーの効果を確認した。また、本ツアーは前記したように学術的にも価値があり、本ツアーの実施は学民双方にとって有益である。今年度の取り組みを範例として、今後も継続して実施していく意義を確認することができた。次年度以降はさらに発展的な活動を行い、地域住民の暑熱環境に対する理解と関心を高め、都市高温下への適応策の観点から、地域への貢献方策の検討を継続して進めていく。



樹木の表面温度の調査の様子



地域の暑熱環境の現況について説明中の様子



暑熱環境を計測中の様子

## 熱中症リスクのマッピング手法

計測データをマッピングするために、「カシミール3D」というソフトを用いた。「カシミール3D」は優れた多機能地図ソフトであり誰でも簡単に利用することができる。マップ上の任意の地点にウェイポイントを作成することや、線を引いてルートをつくることなどのことが直感的に操作可能である。カシミール3Dの中でルートを作成し、ルート上にウェイポイントを設置する、ウェイポイントの標高の箇所に計測データからの数値を入力し、ルート全体を標高によって色が変わるように設定することで、グラデーションをつけたマップを作成した(図1)。ウェイポイントは概ね20m間隔で、20秒の歩行毎に設置した。まちあるき調査によって記録した計測データを、ウェイポイントを設置した地点の前後5秒間で平均値を算出しマッピングした。マップ化し、グラデーションによる変化をつけることで、地域の中でどのあたりで熱中症リスクが高くなりやすいかを一目で把握することができる。WBGTは28℃を超えると、厳重警戒とされ、危険度が高くなるため、図1では28℃以上を危険値として赤色になる色設定にしている。日向や建物の陰、緑陰空間など環境条件の違いで、WBGTに変化があり、色の違いでその変化が明確に表現される。WBGTのほか、湿度や風などの熱中症リスクと関わりのある指標についても同様の手法でマッピングすることができる。暑熱環境への適応策として、個々

人が暑熱環境の実態を把握し、熱中症リスクの観点から適切な行動をとるためには、熱中症リスクをいかに適切かつ迅速に、印象に残りやすく人々に伝えられることができるかが重要となってくる。この熱中症リスクのマッピング手法は専門知識を持たない人々でも比較的容易にそれを実現できるものとして提案できる。今後、熱中症リスクマップを一種の熱環境の観点からのハザードマップとして活用することで、人々の熱中症リスクに対する適切な行動を促すことが期待できる。



作成した熱中症リスクマップ (WBGTの状況)



熱中症リスク発見ツアーの報告書  
(関係者に配布、COCウェブサイトにも掲載)