



2019年度環境研究総合推進費

気候変動の暑熱と
高齢化社会の脆弱性に対する
健康と環境の好循環の政策

(課題番号：1-1905)

一般公開シンポジウム資料集
「熱中症を甘くみてはいけない」

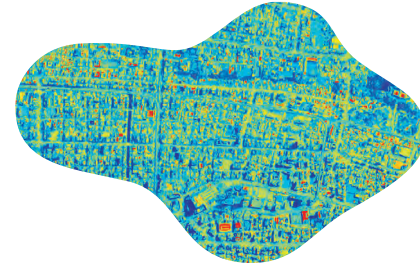
2020年3月16日

関西大学 梅田キャンパス
KANDAI Me RISE ホール

目次

	頁
1. 熱中症の予測について 国立循環器病研究センター 西村 邦宏	1
2. 熱中症の地域特性 関西大学 尾崎 平	17
3. ビッグデータを活用した熱中症リスクの評価 国立環境研究所 山形 与志樹	31
4. 暑さ対策に向けた地域共創拠点の試み 関西大学 北詰 恵一	41

熱中症を 甘くみでは いけない。



2020
3月16日 9:30
16:00

会場 | 関西大学 梅田キャンパス
8階 KANDAI Me RISE ホール

申し込み



参加無料

要申込

どなたでも
参加できます!

<https://forms.gle/CU2qHxGA27csSbWi6>

受付 START=第1部 | 9:00~、第2部 | 13:30~

高齢社会において、気候変動による暑熱環境の変化が熱中症発症に与える影響をエビデンスベースで分析・評価し、暑熱環境の悪化に適応する行動変容促進と熱中症リスク軽減を同時に実現する健やか志向行動の支援と新たな社会基盤の未来戦略提案・政策を示します。また、市民、企業、行政等との協働による環境と健康を共に扱う地域共創拠点（リビングラボ）の形成と実装のプロセスデザインを通じて、持続可能な社会の実現に向けた価値観・ライフスタイルの変革への貢献を目指します。

第1部

研究成果報告会

プログラム

第2部

一般公開シンポジウム

- 9:00 | 開場
- 9:30 | プログラムオフィサー挨拶
- 9:35 | 代表挨拶・全体像の説明
研究代表者 北詰 恵一 (関西大学 環境都市工学部 教授)
- 9:40 | **ST1**
「高齢化社会における暑熱環境の変化が循環器病に与える影響評価」
西村 邦宏 (国立循環器病研究センター予防医学疫学情報部 部長)
竹上 未紗 (国立循環器病研究センター 予防医学疫学情報部・EBM・リスク情報解析室 室長)
山崎 新 (国立環境研究所 環境リスク・健康研究センター 副センター長)
- 10:25 | **ST2**
「市民の暑熱環境に適応する行動への変容・支援と新たな社会基盤の未来戦略」
尾崎 平 (関西大学 環境都市工学部 准教授)
山形 与志樹 (国立環境研究所 地球環境研究センター 主席研究員)
尹 禮分 (関西大学 環境都市工学部 教授)
宮崎 ひろ志 (関西大学 環境都市工学部 専任講師)
井ノ口 弘昭・秋山 孝正 (関西大学 環境都市工学部 准教授・教授)
- 11:40 | **ST3**
「健康と環境の持続可能な地域共創拠点形成政策」
北詰 恵一 (関西大学 環境都市工学部 教授)
本西 泰三 (関西大学 経済学部 教授)
石田 成則 (関西大学 政策創造学部 教授)
- 12:25

研究者向け
一般の方も
参加できます

一般向け

「熱中症を防ぐー1千万人の地域の熱中症救急搬送データを基にしてー」

- 13:30 | 開場
- 14:00 | 「熱中症救急搬送データによる熱中症の予測モデル」
西村 邦宏 (国立循環器病研究センター研究所予防医学疫学情報部 部長)
- 14:30 | 「熱中症の地域特性」
尾崎 平 (関西大学 環境都市工学部 准教授)
- 15:00 | 「ビッグデータを活用した熱中症リスクの評価」
山形 与志樹 (国立環境研究所地球環境研究センター 主席研究員)
- 15:30 | 「暑さ対策に向けた地域共創拠点の試み」
北詰 恵一 (関西大学 環境都市工学部 教授)
- 16:00 | プログラムオフィサー挨拶

お問い合わせ先

関西大学 環境都市工学部 教授 北詰 恵一
メール=kitazume@kansai-u.ac.jp

<https://wps.itc.kansai-u.ac.jp/ische/>

主催=関西大学

熱中症の予測について

西村邦宏¹⁾ 竹上未紗¹⁾ 小野塚大介¹⁾ 山崎新²⁾

1) 国立循環器病研究センター 予防医学・疫学情報部

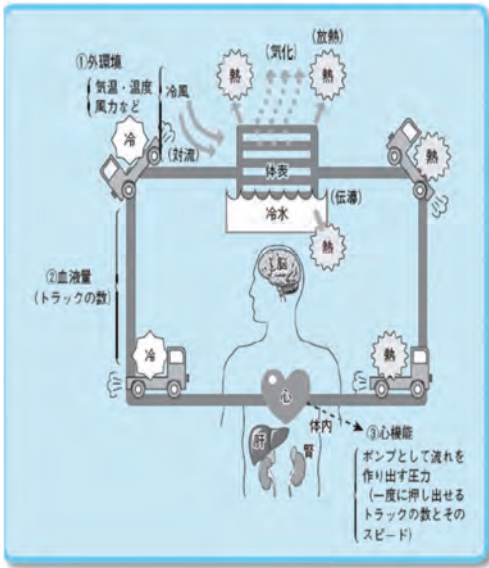
2) 国立環境研究所 環境リスク・健康研究センター



熱中症とは

- ▶ 高温・高湿の環境下で、体温調節や、循環機能などの働きが障害
- ▶ 水分・塩分代謝の平衡がおかしくなる
- ▶ 作業遂行が困難または不能に陥った状態
- ▶ 「熱射病」、「熱けいれん」「熱虚脱」、「熱疲労」に分類される。
- ▶ 約 1 - 2 % 程度は回復不能の障害を起こす

体の冷却の仕組み

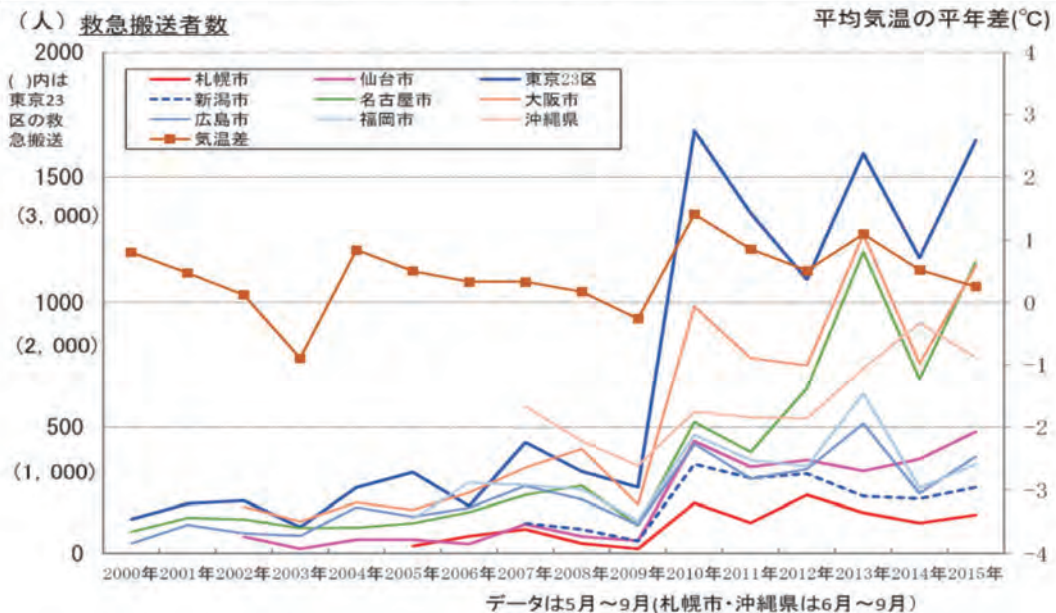


- ① 外環境
- ② 血液量
- ③ 心機能
- ④ 筋肉運動



図1-2 熱中症を引き起こす条件

都市別熱中症搬送者数の年次推移



熱中症は予防が大切です

熱中症は気温などの環境条件だけではなく、人間の体調や暑さに対する慣れなどが影響して起こります。気温がそれほど高くない日でも、湿度が高い・風が弱い日や、体が暑さに慣れていない時は注意が必要です。

こんな日は熱中症に注意

- 気温が高い
- 湿度が高い
- 風が弱い
- 急に暑くなった

こんな人は特に注意

- 肥満の人
- 持病のある人
- 高齢者・幼児
- 体調の悪い人
- 暑さに慣れていない人

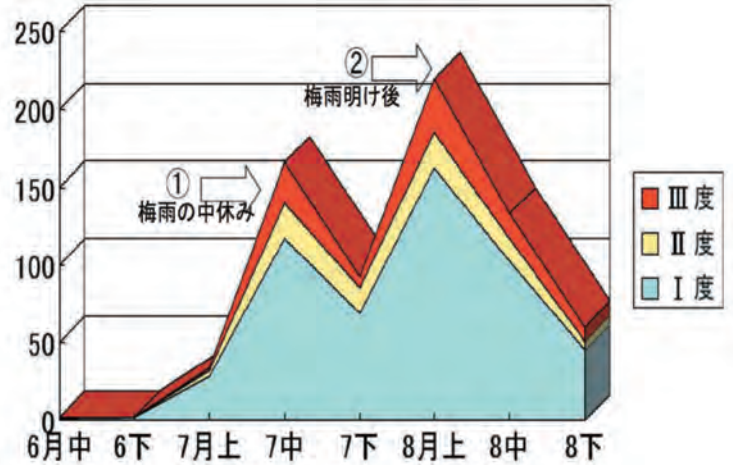
熱中症の予防法

- 日傘・帽子
- 涼しい服装
- 水分をこまめにとる
- 暑いときには無理をしない
- 日陰を利用
- こまめに休憩

***急に暑くなった日や活動の初日などは特に注意**
 人間の体は暑い環境での運動や作業を始めてから3〜4日経たないと、体温調節が上手になれません。このため、急に暑くなった日や久しぶりに暑い環境で活動した時には、体温調節が上手くいかず、熱中症で倒れる人が多くなっています。
 *汗をかいた時には塩分の補給も忘れずに

熱中症患者の旬別症例数の推移

(日本救急医学会 2007)



熱中症の発生職場

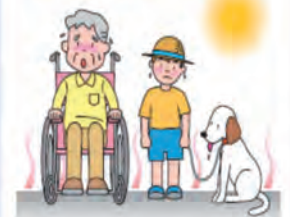
- ①製鉄、炉前作業、鉱山
- ②窯業、ガラス工場、火夫
- ③食品醸造、むろ内作業
- ④陶磁器・レンガなどの焼成加工
- ⑤消防士、ビニールハウス作業
防火防護衣、農薬・化学防護衣着用作業
- ⑥夏期屋外作業

高齢者の注意点

- のどがかわかなくても水分補給
- 部屋の温湿度をこまめに測る

○高齢者は温湿度に対する感覚が弱くなるために、室内でも熱中症になることがあります。
 ○室内に温湿度計を置き、こまめに水分を補給することを心掛けましょう。

幼児は特に注意



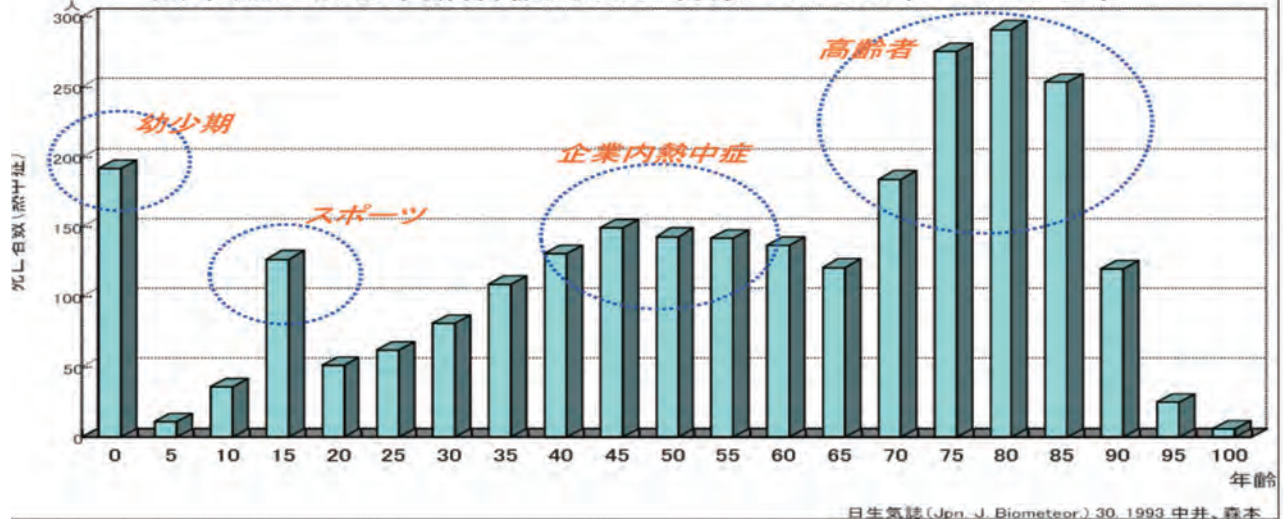
○晴れた日は、地面に近いほど気温が高くなるため、車いすの方、幼児、ペットは大人以上に暑い環境にいます。
 ○幼児は体温調節機能が十分発達していないため、頸椎損傷者は体温調節機能が十分に発揮できないため、特に注意が必要です。



熱中症死亡事故の実態

(27年間の累積調査)

熱中症による年齢階級別死亡者数 1968年～1995年



National Cerebral and Cardiovascular Center



労作性熱中症と非労作性(古典的)熱中症の比較

	労作性熱中症	非労作性(古典的)熱中症
年齢	若年～中年	高齢者
性差	圧倒的に男性	男女差なし
発生場所	屋外、炎天下	屋内(熱波で急増)
発症までの時間	数時間以内で急激発症	数日以上かかって徐々に悪化
筋肉運動	あり	なし
基礎疾患	なし(健康)	あり(心疾患、糖尿病、脳卒中後遺症、精神疾患、認知症など)
予後	良好	不良

National Cerebral and Cardiovascular Center



表 熱中症の症状と分類

厚生労働省 2009.5

分類	症状	重症度
I度	めまい・失神 （「立ちくらみ」という状態で、脳への血流が瞬間的に不十分になったことを示し、「熱失神」ということもある。） 筋肉痛・筋肉の硬直 （筋肉の「こむら返り」のことで、その部分の痛みを伴う。発汗に伴う塩分（ナトリウム等）の欠乏により生じる。これを「熱痙攣」と呼ぶこともある。） 大量の発汗	小
II度	頭痛・気分の不快・吐き気・嘔吐・倦怠感・虚脱感 （体がぐったりする、力が入らないなどがあり、従来から「熱疲労」といわれていた状態である。）	
III度	意識障害・痙攣・手足の運動障害 （呼びかけや刺激への反応がおかしい、体がガクガクと引きつげがある、真っ直ぐに走れない歩けないなど。） 高体温 （体に触ると熱いという感触がある。従来から「熱射病」や「重度の日射病」と言われていたものがこれに相当する。）	大

日本救急医学会熱中症分類2015

	症状	重症度	治療	臨床症状からの分類
I度 (応急処置と見守り)	めまい、立ちくらみ、生あくび 大量の発汗 筋肉痛、筋肉の硬直(こむら返り) 意識障害を認めない(KCS=0)		通常は現場で対応可能 →冷所で安静、体温冷却、経口的に水分とNaの補給	熱けいれん 熱失神
II度 (医療機関へ)	頭痛、嘔吐、倦怠感、虚脱感、 集中力や判断力の低下(KCS≤1)		医療機関での診察が必要→体温管理、安静、十分な水分とNaの補給(経口摂取が困難なときには点滴にて)	熱疲労
III度 (入院加療)	下記の3つのうちいずれかを含む (C) 中枢神経症状 (意識障害、KCS≥2、小脳症状、痙攣発作) (H/K) 腎・腎機能障害 (入院経過観察、入院加療が必要な程度の尿または腎障害) (D) 血液凝固異常 (急性期DIC診断基準(日本救急医学会)にてDICと診断)⇒II度の中でも重症型		入院加療(場合により集中治療)が必要 →体温管理(体表冷却に加え体内冷却、血管内冷却などを追加)呼吸、循環管理DIC治療	熱射病

I度の症状が徐々に改善している場合のみ、現場の応急処置と見守りでOK

II度の症状が出現したり、I度に改善が見られない場合、すぐ病院へ搬送する(周囲の人が判断)

III度か否かは救急隊員や、病院到着後の診察・検査により診断される

ここが本日一番のポイント

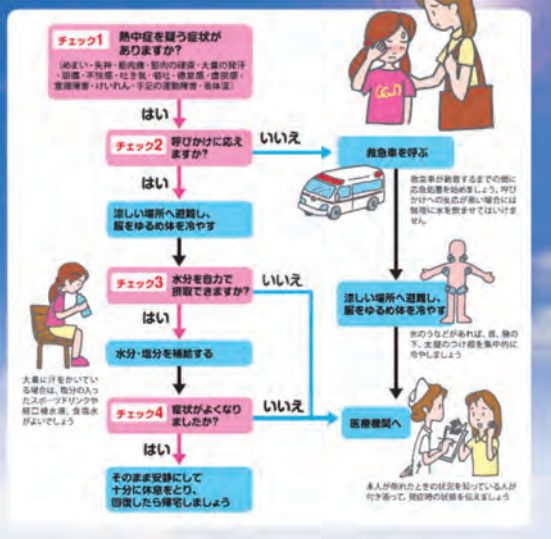
National Cerebral and Cardiovascular Center



熱中症になったときには

熱中症の応急処置

もし、あなたのまわりの人が熱中症になってしまったら……。落ちついて、状況を確かめて対処しましょう。最初の措置が肝心です。



熱中症が疑われたら、軽く考えずに、医療機関を受診させる。特に、以下のような場合には、救急車を要請して一刻も早く受診させる。

- 1) 体温が40℃を超えている。
- 2) いつもと言動が違うなど意識がおかしい。
- 3) 自分で水分や食事を摂取できない。
- 4) 身体は熱いのに発汗していない。
- 5) めまいや痙攣が持続したり繰り返す。
- 6) 心臓、腎臓、脳、甲状腺に持病がある。

National Cerebral and Cardiovascular Center



予防・治療のための飲料

治療

CQ5：熱中症の予防・治療には何を飲めばよいか

A5：塩分と水分の両者を適切に含んだもの(0.1~0.2%の食塩水)が推奨される(1C)。現実的には市販の経口補水液が望ましい。

■解説

ORS(Oral Rehydration Solution)の推奨量

- ✓ 学童～成人：500～1000ml
- ✓ 幼児：300～600ml
- ✓ 乳児：体重1kgあたり30～50ml/日

スポーツドリンクの効用

- ✓ 飲みやすい分、水分/電解質補給に優れている
- ✓ NaはORSの半分、糖分3倍近く、浸透圧ほぼ同じ
- ✓ ブドウ糖、果糖の混合がより吸収をよくする

表 ORS、補液、スポーツドリンクの成分

区分	Na(mEq/L)	K(mEq/L)	Cl(mEq/L)	炭水化物(g/L)	浸透圧(mOsm/L)
WHO 2002年	75	20	65	13.5	245
3号液 輸液	35	20	30	34	200
スポーツドリンク	21	5	16.5	67	326
経口補水液	50	20	50	25	270
血液	135	3.5	105		290
汗	10-70	3-15	5-60		

も発売されている。

通常的水分・電解質補給であれば市販のスポーツ



WBGTとは
(wet bulb globe temperature)

WBGTとは、湿球温度、乾球温度、及び黒球温度を測定することにより求められる指標で、高温環境下での作業やスポーツ等を行う際、暑熱による障害を予防するために使われるものである。

自然風下での湿球温度、乾球温度、及び黒球温度を測定し、算出される。

WBGTの算出法

室内もしくは室外で日光照射のない場合

$$WBGT = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.3 \times \text{黒球温度}$$

室外で日光照射のある場合

$$WBGT = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度} + 0.1 \times \text{乾球温度}$$

簡単にいうと気温に湿度を考慮したもの



熱中症予防のための運動指針 (日本体育協会, 1994)

気温 (参考)	WBGT	熱中症予防のための運動指針
35℃以上	31℃以上	運動は原則中止 WBGTが31度以上では、特別の場合以外は運動は中止する。
31~35℃	28~31℃	熱中症の危険性が高いので、激しい運動や持久走などは避ける。 運動する場合には、頻りに休息をとり水分・塩分の補給を行う。 体力の低い人、暑さに慣れていない人は運動中止。
28~31℃	25~28℃	熱中症の危険が増すので、積極的に休息をとり、水分・塩分を補給する。 激しい運動では、30分おさくりに休息をとる。
24~28℃	21~25℃	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℃まで	21℃まで	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。 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。

表2 身体作業強度に応じた WBGT 基準値

区分	身体作業強度 (代謝率レベル) の例	WBGT 基準値			
		熱に順化している人 (℃)		熱に順化していない人 (℃)	
0 安静		33		32	
1 低代謝率	楽な座位、軽い手作業 (書く、タイピング、描く、縫う、簿記)、 手および腕の作業 (小さいペンチツール、点検、組立てや軽い材料の区分け)、 腕と脚の作業 (普通の状態での乗りの運転、足のスイッチやペダルの操作)、 立位、ドリル (小さい部分)、フライス盤 (小さい部分)、コイル巻き、小さい電気 子巻き、小さい力の道具の機械、ちょっとした歩き (速さ 3.5 km/時)	30		29	
2 中程度代謝率	継続した腕と脚の作業 (くぎ打ち、盛土)、腕と脚の作業 (トラックのオフロード 運転、トラクターおよび建設車両)、腕と脚の作業 (空気ハンマーの作業、トラ クター組立て、しゅうい塗り、中くらいの重さの材料を継続的にもつ作業、草むし り、草掘り、果物や野菜を積み)、軽量の荷車や手押し車を押したり引いたりす る、3.5~5.5 km/時の速さで歩く、鍛造	28		26	
3 高代謝率	強度の腕と脚の作業、重い材料を運ぶ、シャベルを使う、大ハンマー作業、のこ ぎりをひく、硬い木にかんなをかけたりのみで彫る、草刈り、掘る、 5.5~7 km/時の速さで歩く、重い荷物の荷車や手押し車を押したり引いたりする、 積物を削る、コンクリートブロックを積み	気流を 感じな いとき	気流を 感じる とき	気流を 感じな いとき	気流を 感じる とき
4 極高代謝率	最大速度の速さでもとても激しい活動、おのを振るう、激しくシャベルを使ったり 掘ったりする、階段を登る、走る、7 km/時より速く歩く。	23	25	18	20

注1: 日本工業規格 Z 8504 (人間工学—WBGT (湿球黒球温度) 指数に基づく作業者の熱ストレスの評価—暑熱環境
附属書 A 「WBGT 熱ストレス指数の基準値表」) をもとに、同表に示す代謝率レベルを具体的な例に置き換えて作成した
もの。
注2: 熱に順化していない人とは、「作業する前の週に毎日、熱にばく露されていなかった人」をいう。



平成31(2019)年度環境研究総合推進費
【委託費 (環境問題対応型研究)】

気候変動の暑熱と高齢化社会の 脆弱性に対する健康と環境の好循環の政策

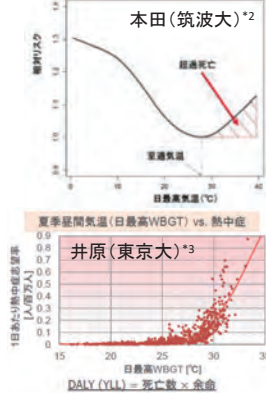
- 研究代表: 北詰恵一 (関西大学) (敬称略)
- ST1 : 西村邦宏* (国立循環器病研究センター)
竹上未紗 (国立循環器病研究センター)、中尾葉子 (国立循環器病研究センター)
飯原弘二 (九州大学)、山崎新 (国立環境研究所)
- ST2 : 尾崎平* (関西大学)
尹禮分 (関西大学)、秋山孝正 (関西大学)
井ノ口弘昭 (関西大学)、宮崎ひろ志 (関西大学)
山形与志樹 (国立環境研究所)
- ST3 : 北詰恵一* (再掲)
本西泰三 (関西大学) 石田成則 (関西大学) 計 14 名

*

高齢化社会における暑熱環境の変化が循環器病に与える影響評価

既往研究

- ・死亡率と(日最高)気温の関係に着目
- ・日最高気温の84%値で至適気温が近似^{*1}
- ・熱中症死亡率からDALYを算定。屋上緑化等の対策効果の費用便益分析を実施^{*2}。



本研究の特徴

- ・これまでの研究にはない町丁単位(政令市)、大字単位(一般市)の空間情報を含む熱中症による搬送データを分析

・依頼済みの時間と場所を含む熱中症による救急搬送データ様式

データ提供フォーマット(記載例)

NO	①年月日			②発知時刻	③発生場所(町丁名称)	④性別	⑤年齢	⑥傷病程度	⑦発生場所	※転院搬送を録く
	年	月	日							⑧出勤元消防署
1	2018	5	15	16:35	●●市△△町	男	17	軽症	住居	▽消防署
2	2018	5	25	12:55	●●市□□1丁目	男	84	軽症	屋内	▲消防署
3	2018	6	24	15:53	●●市◇◇2丁目	女	24	軽症	仕事場	▽消防署
4	2018	6	25	14:19	●●市■ ■5丁目	女	75	中等症	公衆(屋内)	▽消防署
5	2018	6	26	17:13	●●市○○町	男	35	軽症	公衆(屋外)	▲消防署

入手済: 大阪市、神戸市、堺市、豊中市、吹田市、箕面市、池田市、宇治市、延岡市
 依頼済: 京都市、長岡市、向日市、大山崎町、尼崎市、西宮市、芦屋市、姫路市
 データ入手の期間: 平成26~30年度、5ヶ年分 人口ポテンシャル960万人程度

これにより

(空間単位: 町丁単位)

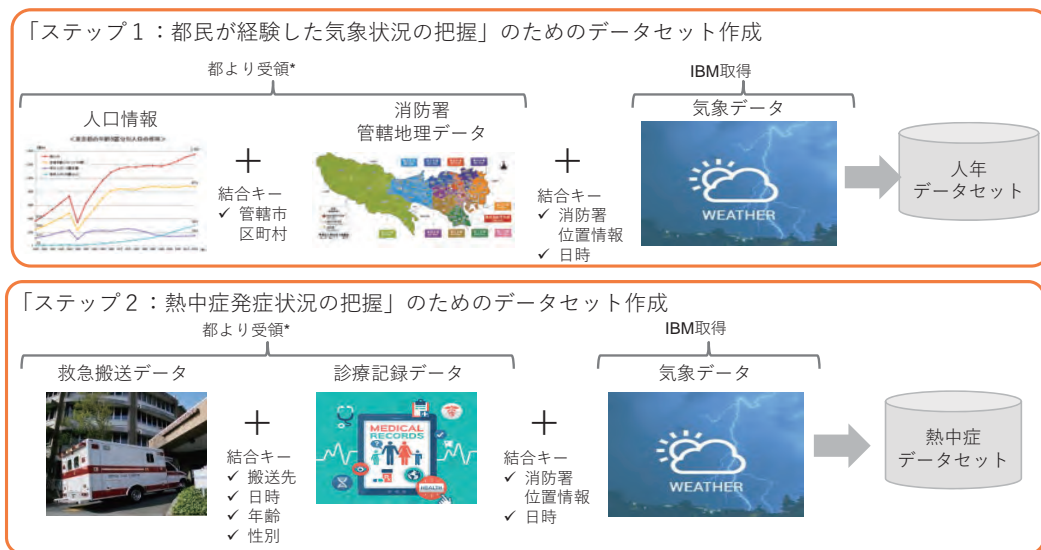
傷病程度別の発生場所(丁目、大字単位)別の搬送件数の算定

*1本田靖: 温暖化の健康影響-評価法の精緻化と対応策の構築, S-8-1(7) 報告書, 2015【関西大学】

*2井原智彦: 都市における温暖化適応策のコストベネフィット, S-14 一般公開シンポジウム「都市と気候変動問題」, 2016年6月4日

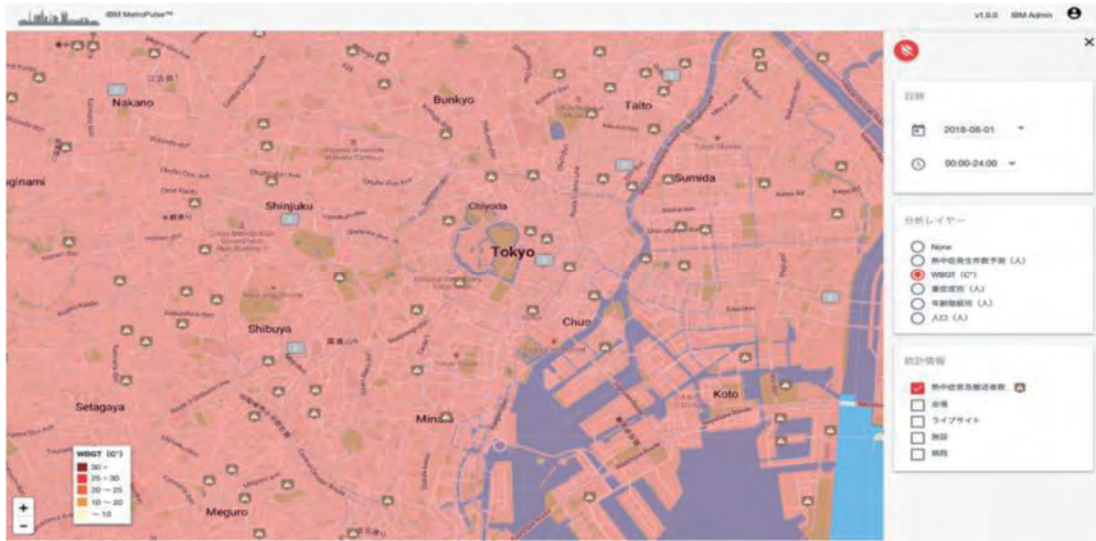


熱中発症予測技術開発の基になるデータセットの作成





WBGTでは夏はどの場所でも起こるとしか予測不能



National Cerebral and Cardiovascular Center



AIを使って天気予報で明日正確に何件熱中症がおこるか予測する

National Cerebral and Cardiovascular Center

予測モデル作成 2015~2017年データ

熱中症発症数



天気変数
気温 or WBGТ or Heat Index
湿度, 風速, 降水量, 日射量, 気圧



時間変数
祝日等々

統計モデル

Generalized Linear Model (GLM)

機械学習

Extreme Gradient Boosting (XGBoost) with Data augmentation

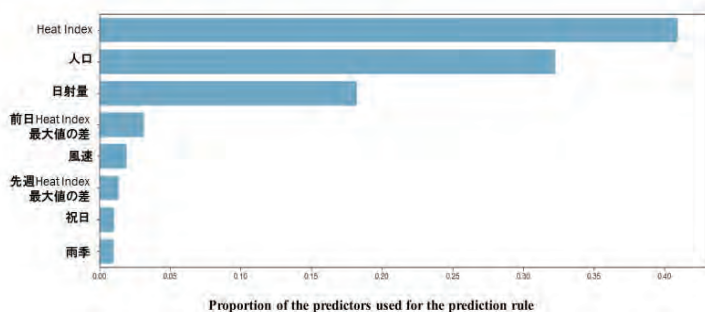
従来法による予測



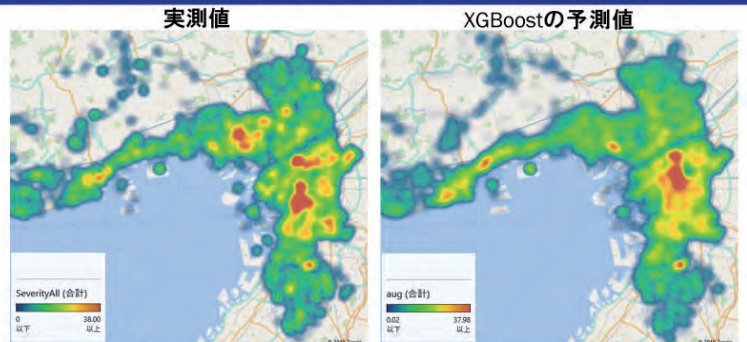
AIモデル: 予測値と実測値の時系列PLOT



AIKOモデルの重要予測変数



熱中症予報=熱中症ヒートマップ

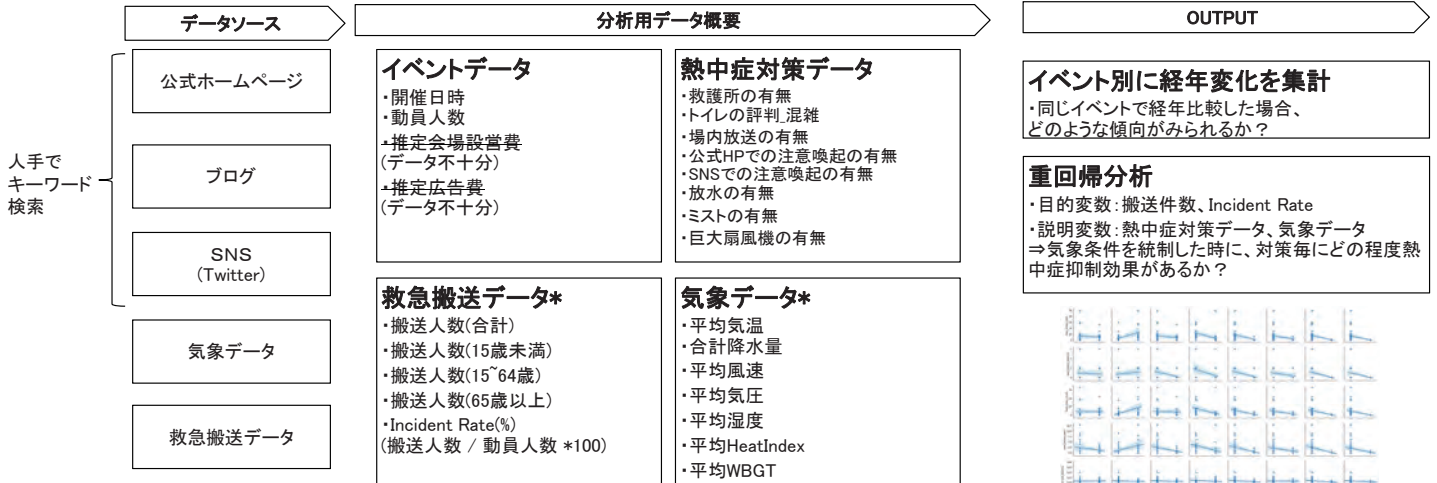




SNSによる熱中症対策の需要ニーズ予測

大阪万博へに向けた熱中症分析として、過去屋外大規模イベントにおける熱中症対策効果の定量化・比較が可能かどうかを、オープンデータを収集して、検証

- 対象イベント: なにわ淀川花火大会, 天神祭奉納花火, 対象期間: 2014年~2018年
- 箕面まつり, 豊中まつり, 箕面地区納涼の夕べ&みのお東de愛納涼大会&サマーフェスタ箕面公園, 桜井地区納涼の夕べ, a-nation, サマーソニック大阪 等



*開催期間と開催された市区町村に限定
花火大会は、隣接する市区町村も集計

21



集計結果 - 花火大会経年変化-

淀川花火大会・天神花火大会における搬送件数と気象状況の経年変化年々気温が上がり、搬送件数が増える傾向。また、雨天の場合搬送件数が減少する傾向

淀川花火大会開催期間中 (8月初旬の1日間) の淀川区および隣接区の搬送人数 (年別)

※2018年は第30回記念大会

Row Labels	Sum of 搬送件数	Average of 気温(°C)	Sum of 降水量(mm)	Average of 風速(m/s)	Average of 現地気圧(hPa)	Average of 相対湿度(%)	Average of 全日射量(kW/m ²)	Average of HeatIndex	Average of WBGT
2014年	荒天中止								
2015年	5	28.67083333	16.0962	1.897914167	1005.604167	70.68055556	0.305590278	30.75937035	26.59913267
2016年	4	28.69513889	33.0562	1.382440833	1002.4375	72.07638889	0.303847222	31.02420084	26.82127816
2017年	7	29.82777778	40.4558	2.830473333	999.4722222	67.46527778	0.221972222	32.65630559	27.08204621
2018年	26	29.75902778	0	2.318279583	1000.472222	50.99305556	0.319263889	30.31061682	25.17835829
Grand Total	42	28.09638889	331.503	2.77718975	1000.973611	70.22777778	0.235816667	29.65593205	25.66668069

推定動員人数 2018年約50万人

天神花火大会開催期間中 (7月25日) の北区・都島区および隣接区の搬送人数 (年別)

Row Labels	Sum of 救急搬送合計	Average of 気温(°C)	Sum of 降水量(mm)	Average of 風速(m/s)	Average of 現地気圧(hPa)	Average of 相対湿度(%)	Average of 全日射量(kW/m ²)	Average of HeatIndex	Average of WBGT
2014年	28	29.98030303	0	1.844949773	1002.503788	67.40151515	0.321901515	32.965218	27.4222354
2015年	11	27.00606061	0	3.162921364	1003.420455	71.68939394	0.300568182	28.51757882	25.1469794
2016年	4	25.46287879	86.4448	2.217875227	1005.246212	76.13257576	0.209477273	26.05002143	23.9486323
2017年	9	28.11742424	305.7418	2.420016818	995.2651515	76.55681818	0.271140152	31.04736745	26.8087100
2018年	49	29.56060606	0	1.943652955	999.5	58.12121212	0.32257197	30.75312667	25.9234261
Grand Total	101	28.02545455	392.1866	2.317883227	1001.187121	69.98030303	0.285131818	29.86666247	25.8499966

推定動員人数 約130万人

22



集計結果 –サマーソニック2016 参加者の声-

2016年サマーソニック大阪参加者のTwitterより、熱中症対策に関する不評表現

・放水が偏っていることへの不評表現

<https://twitter.com/shaikon297/status/767055438672125952>

・ドライミストが無いことへの不評表現

<https://twitter.com/shaikon297/status/767055438672125952>

<https://twitter.com/ahahaha1975/status/767364476731478016>

<https://twitter.com/chaco3/status/767370305627049984>

・ファンが無いことへの不評表現

<https://twitter.com/chaco3/status/767370305627049984>

・トイレ混雑状況への不評表現

https://twitter.com/pc_unko/status/102273332356559808

TweetのURLは2019年3月1日時点のものであり、
Tweetの削除等によりURLが無効化している可能性があります。

救急搬送件数が突出する2016年のサマーソニックは、熱中症対策の乏しさが伺える表現が、Twitterで散見

。

23

National Cerebral and Cardiovascular Center



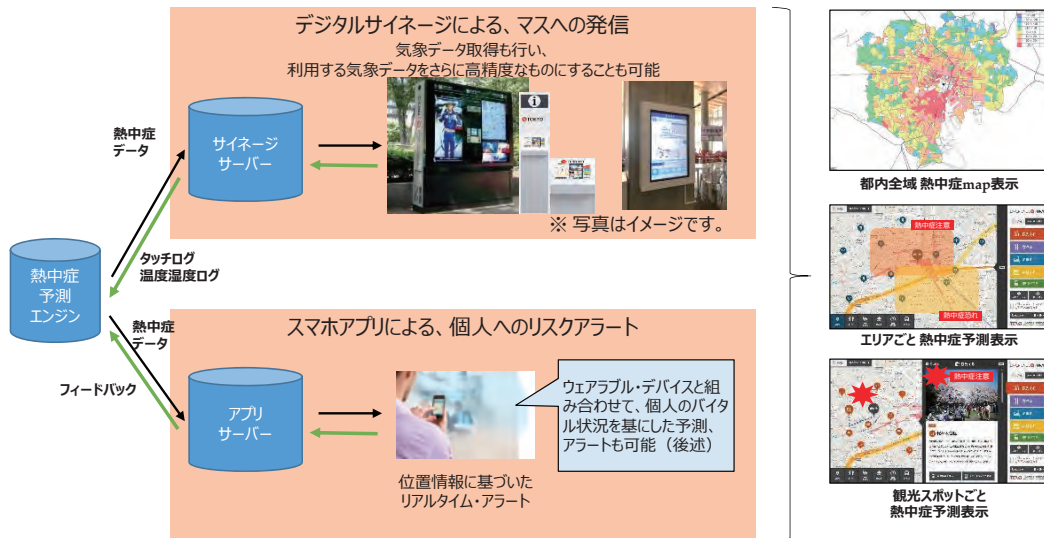
IoT機器の利用による個別化熱中症モニタリング

National Cerebral and Cardiovascular Center

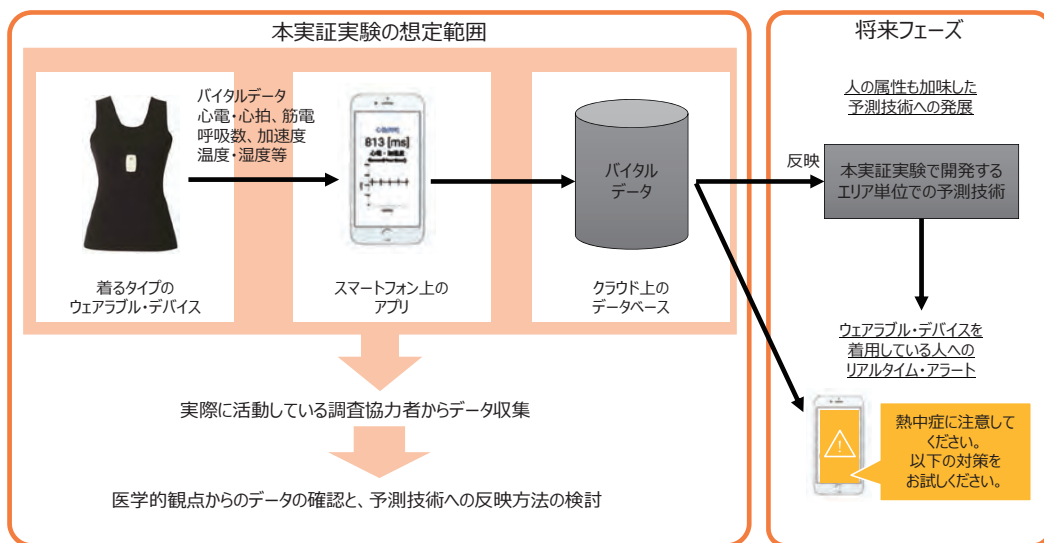


一般への発信方法の検討

電力の電柱、変電器（温度センサー付き）によるリアルタイム警報（開発予定）

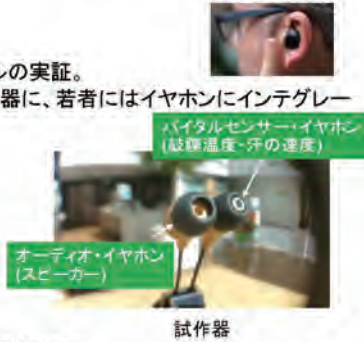


ウェアラブル・デバイスを用いた個人バイタルデータの取得



熱中症早期発見・予防のための耳装着型ウェアラブルデバイス (ヒアラブル)

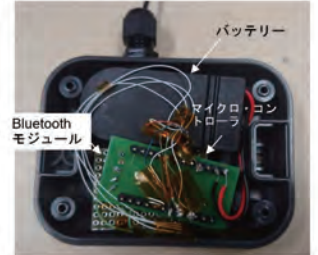
- 背景**
 - 熱中症の早期発見・予防のために、各患者の健康状態をモニタリングすることを目的とする。
 - 専門医の意見に基づき、下記3つのバイオマーカーを対象とする。
 - > 深部体温
 - > 汗のかき方
 - > 体内のNa⁺濃度
- ゴール**
 - 上記3つのバイオマーカーを測定するヒアラブルの実証。
 - 最終的にはヒアラブルを、高齢者向けには補聴器に、若者にはイヤホンにインテグレートする。
- 現状**
 - ヒアラブルの試作器を完成。
 - ① バイタルセンサー・イヤホン
 - 鼓膜温度
 - 汗のかき方
 - (Na⁺濃度は次期試作器)
 - ② オーディオ・イヤホン
 - ユーザーインターフェースとしてのスピーカー



試作機写真

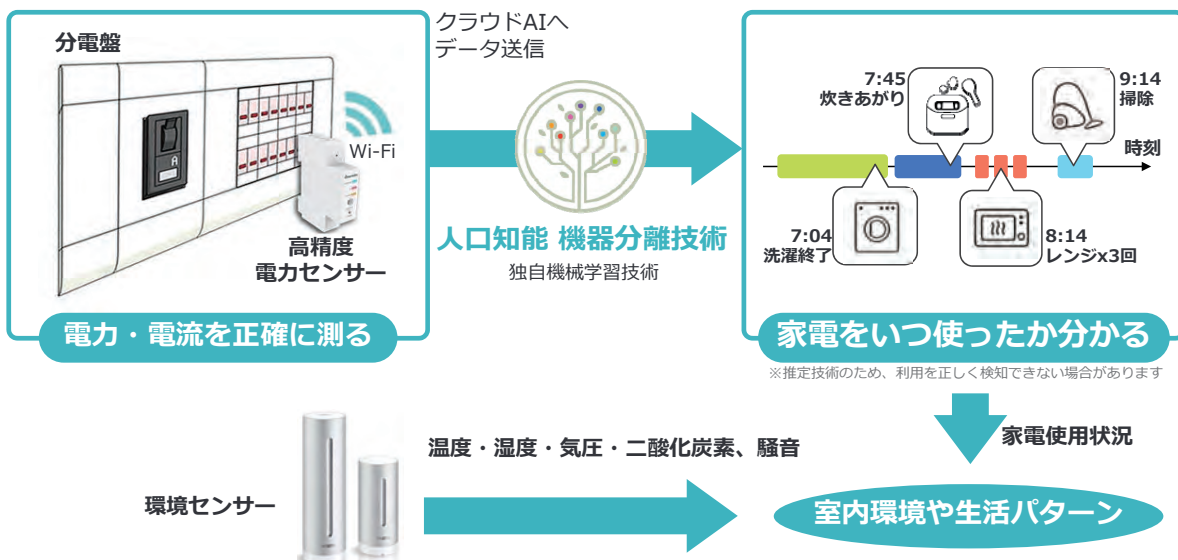


外観写真



蓋を開いたとき

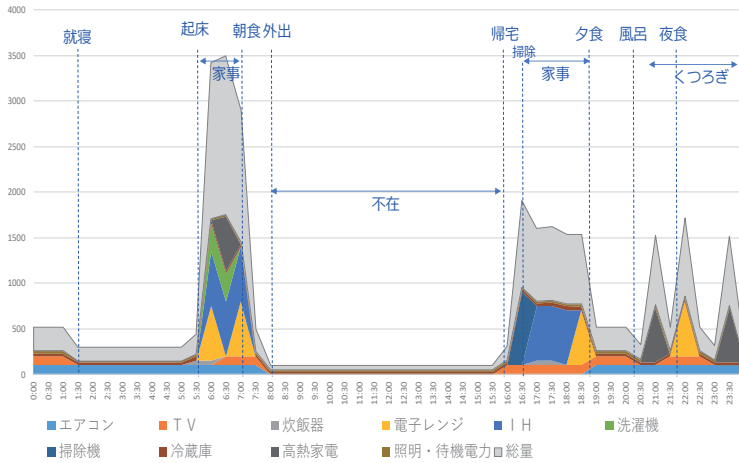
▶ 東京電力パワーグリッド(株) (株)エナジーゲートウェイ) が保有する、分電盤に電力センサーを設置するだけで、家電の使用状況を推定する技術を使う。また、温度・湿度・CO₂等の情報との組み合わせで、室内環境や生活パターンなどを把握する。



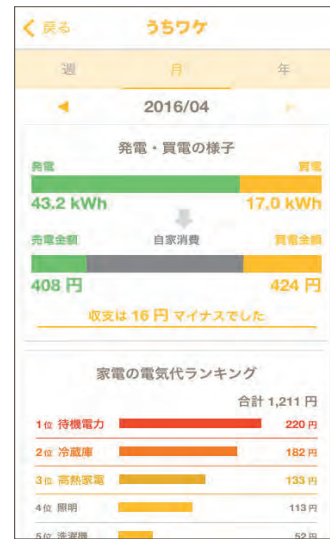


電力データー宮崎県延岡市、淡路島で高齢者家庭150軒、都内健常者100軒でモニタリング中

電気の使用状況



アプリ画面



家庭内の行動および室内センサー（温度、二酸化炭素の濃度など）でのモニタリング



熱中症の地域特性

尾崎 平

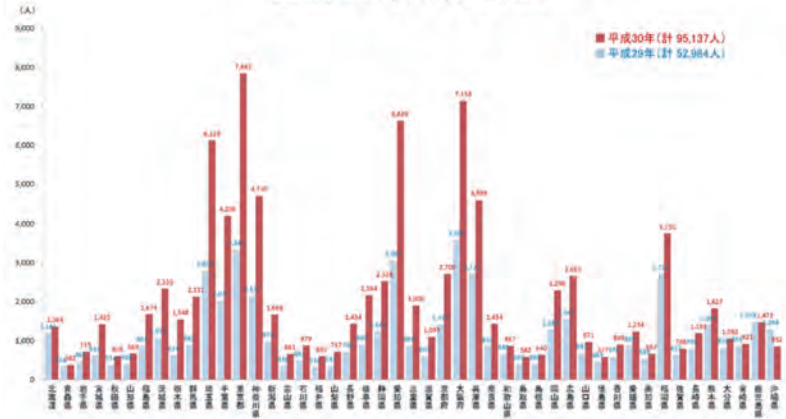
(関西大学・環境都市工学部)

救急搬送データを基に 熱中症の特徴を理解する

温暖化による暑熱環境の激化

- 気象庁気象研究所が、2018年の猛暑は温暖化の影響と断言

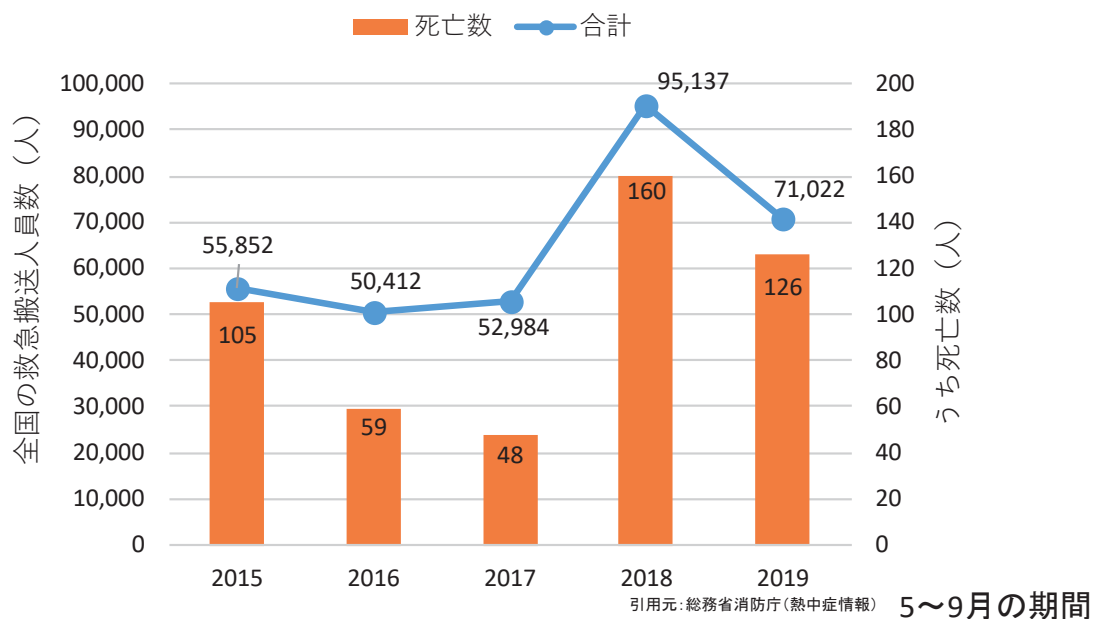
熱中症による救急搬送状況(平成30年)
「都道府県別救急搬送人員数(昨年比)」



気象庁気象研究所
2019年5月22日 プレスリリース

- 埼玉、千葉、東京、神奈川、愛知、三重、京都、大阪では、ほぼ倍増

温暖化による暑熱環境の激化



- 熱中症による救急搬送人員数は5~6万人。
- 近年、死亡者数は100名以上。

暑さ指数(WBGT)とは？

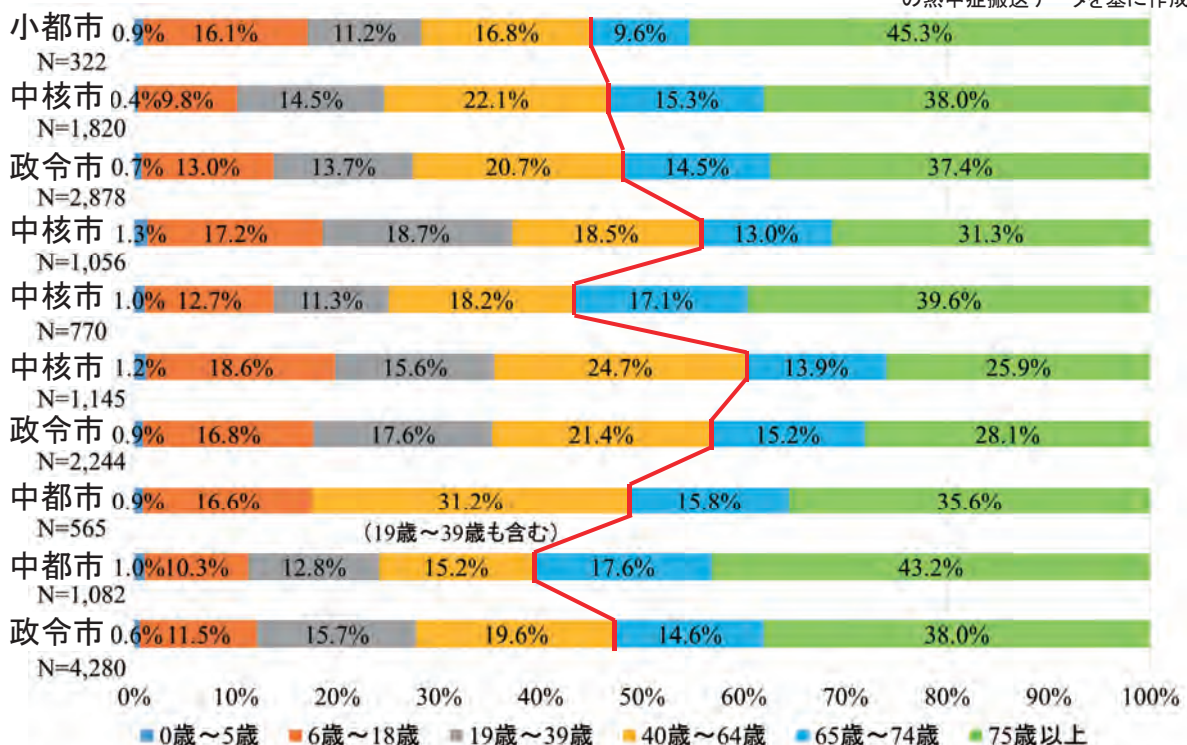
- 暑さ指数には、一般的にWBGTが用いられます。
- WBGTとは、Wet Bulb Globe Temperatureの略。
- 日本語では、湿球黒球温度と訳されます。
- 単位は気温と同じ摂氏度(°C)で示されますが、その値は気温とは異なります。
- WBGTは人体と外気との熱のやりとりに着目した指標で、
①気温、②湿度、③日射・輻射(ふくしゃ)など周辺の熱環境、
の3つを取り入れた指標です。



屋外での算出式 $WBGT = 0.1 \times \text{乾球温度} + 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度}$
 屋内での算出式 $WBGT = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.3 \times \text{黒球温度}$

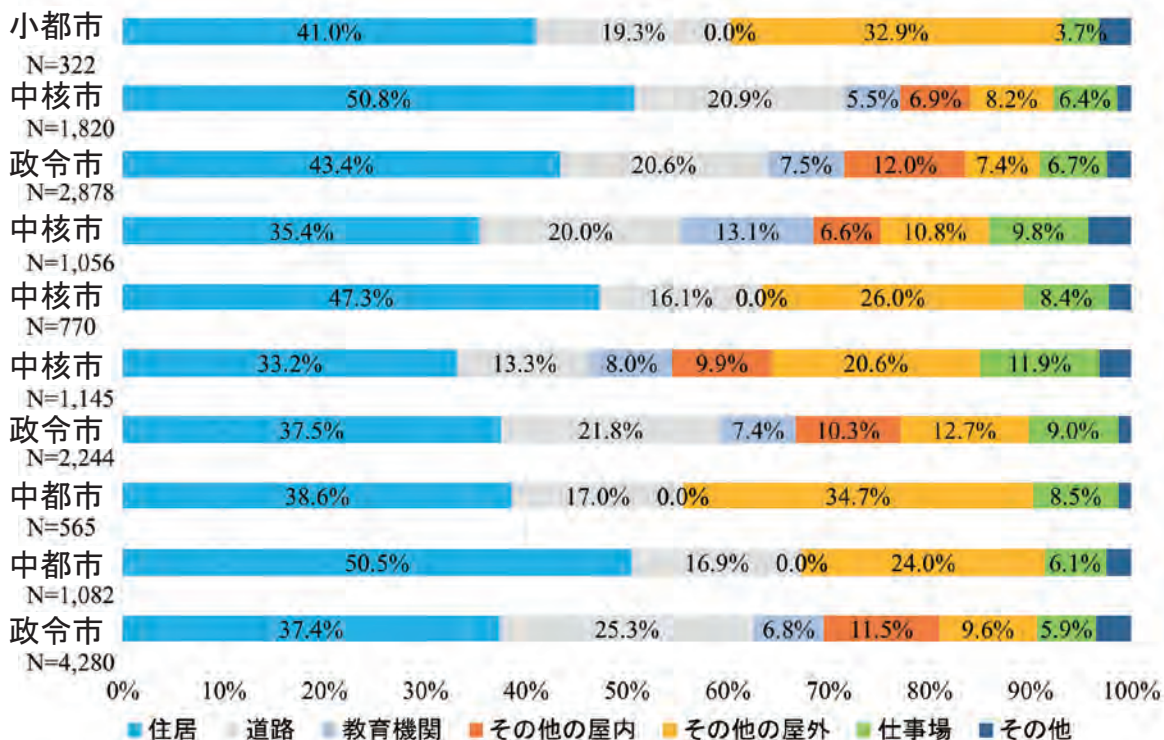
高齢者、特に75歳以上の方は 熱中症に注意が必要

近畿圏内の10都市を対象とした2013
～2018年(一部、2014～2018年)
の熱中症搬送データを基に作成

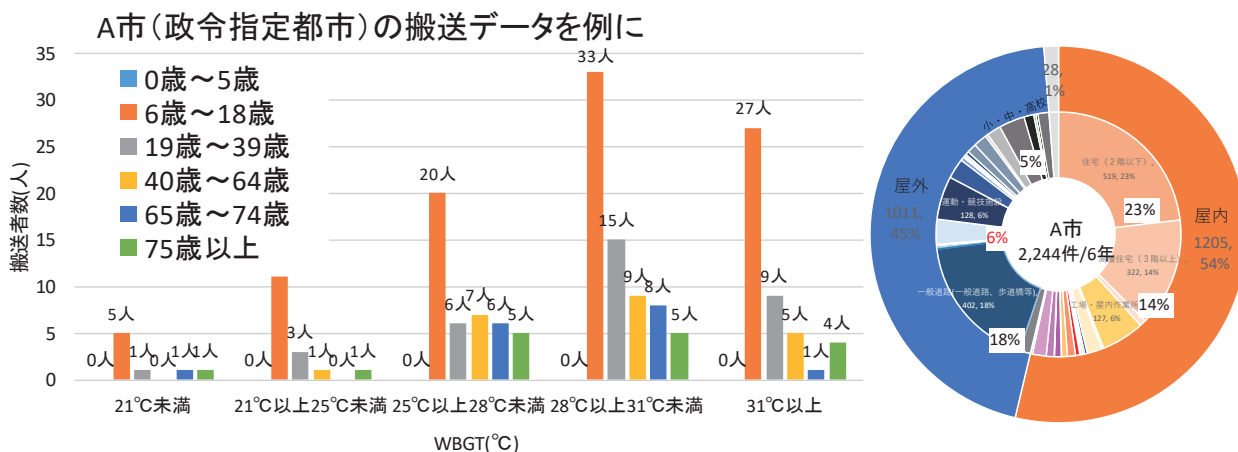


自宅、道路での熱中症が多い

— 熱中症の覚知場所(救急車が到着した場所) —

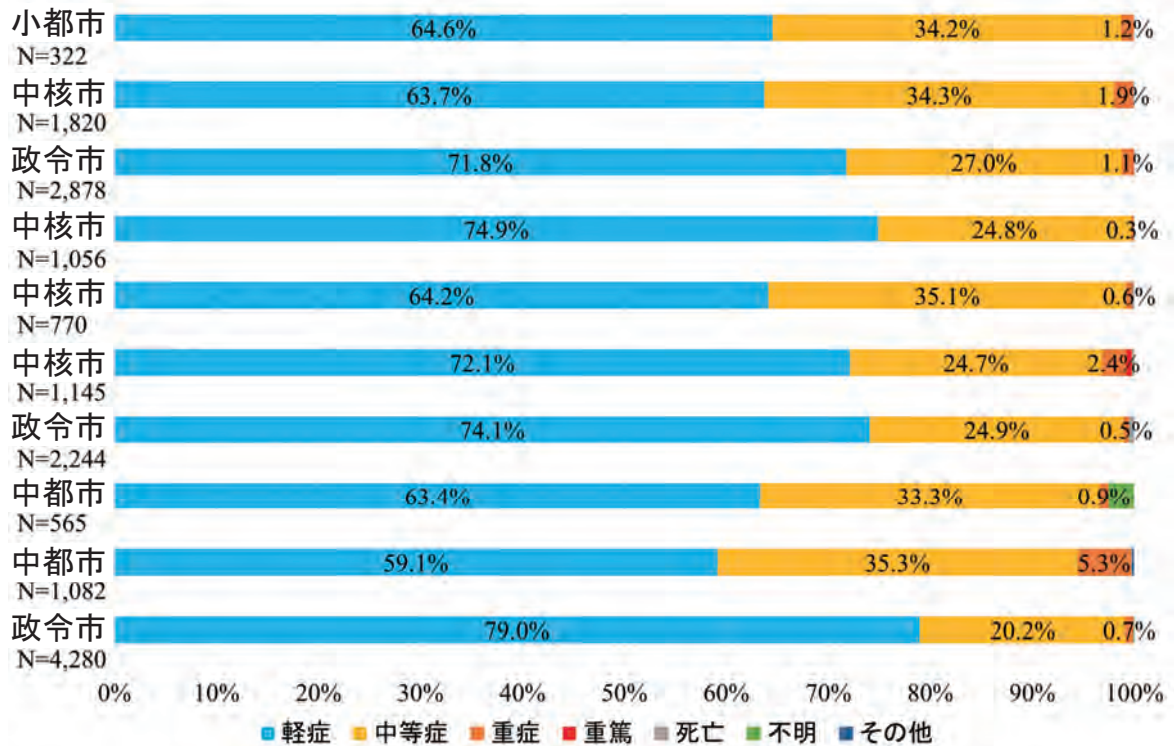


運動競技場・公園も注意が必要

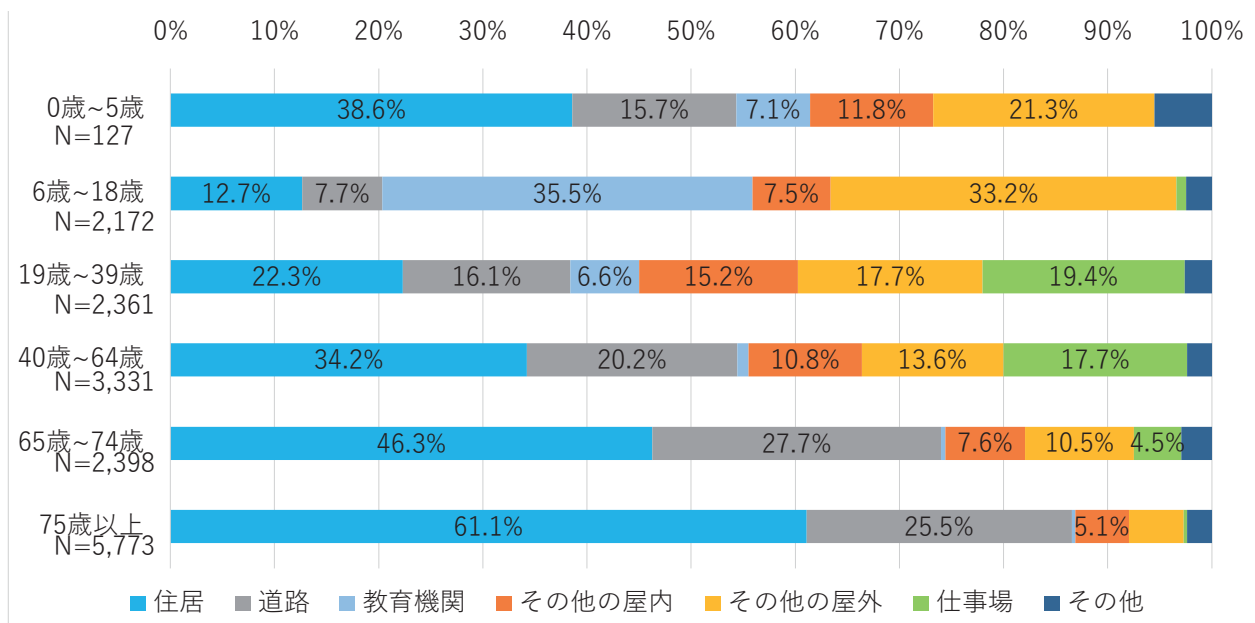


- 総数に対して6%程度であり、住宅や道路に比べて少ない。
- 一方、運動競技場や公園の数や面積は、住宅や道路に比べて当然少ないため、数や面積の割には、搬送数が多い。
- 特に小・中・高校生への注意が必要。
- 65歳以上の方の搬送数も小中校生に次いで多い。

6～7割は軽症、2～3割は入院を伴う －傷病程度別の搬送割合－

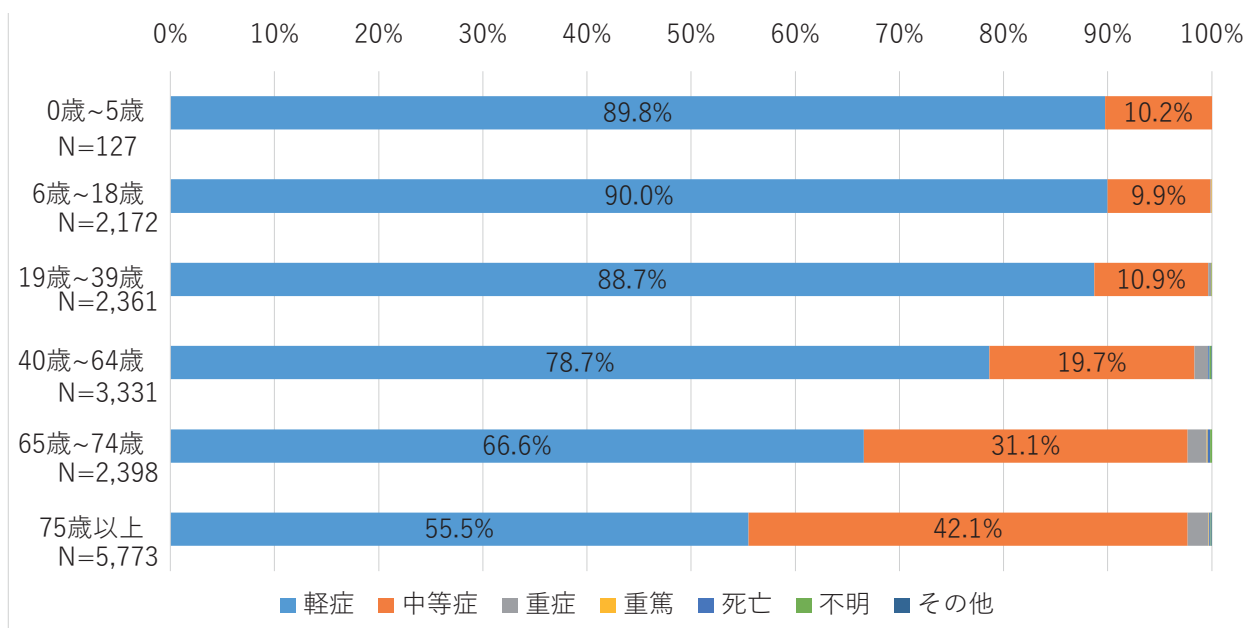


年齢別の覚知場所の特徴



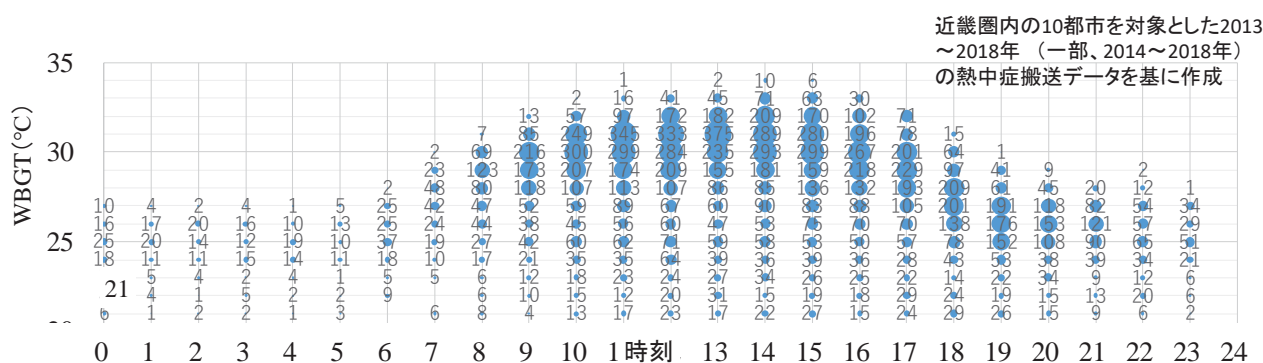
- 高齢者、特に75歳以上の方の住居からの搬送数が多い。
覚知場所が住居の場合、2パターンの可能性あり(①ずっと在宅、②帰宅後に救急要請)。
- 小・中・高校生は、学校および公園・競技場などのその他の屋外からの搬送数が多い。

年齢別の傷病程度の関係



- 年齢が上がるにつれ、傷病の程度は重度化。

熱中症はいつ頃起こっているか？



- ピークは13時。
- 夕方18時以降、WBGTが低下しても一定の搬送者あり(それまでの暑さが影響している)。
- 深夜にも一定数おり、7時以降徐々に増加。睡眠中ならびに、早朝の活動が影響している？(今後、詳細な分析を予定)

熱中症の地域的な特徴を掴む

目的

- 市民の熱中症に対する予防行動を促す情報を提供したい。
- 行政としての熱中症対策としてのクールスポットの形成や対策重点地区の検討に資する情報を提供したい。



自分の住まい、地域毎の熱中症の危険度を表現できないか。

- 熱中症に関するリスクマップを構築



リスクマップを構築するための指標は何か。

- 一般的に入手可能な指標を基に、地域(町単位)を分類し、どのような地域からの熱中症患者が多いのかを表現する指標を見出したい。

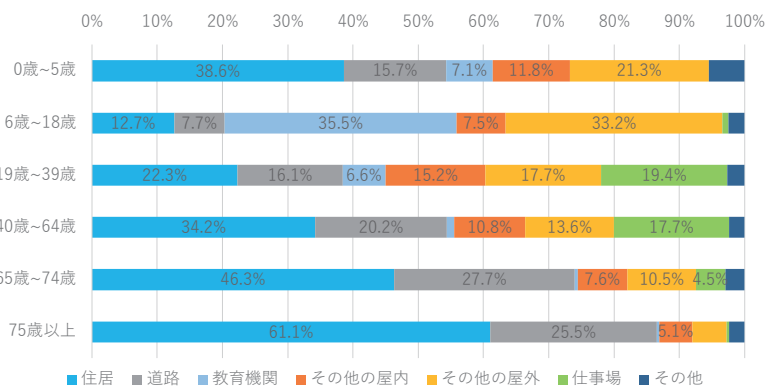
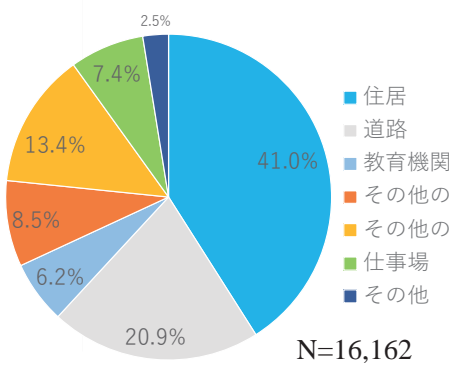
対象・焦点：特に住居・道路

住居、道路

- 搬送数を軽減できるとその効果は大きい（前述の覚知場所別搬送数の結果より）、その対応が困難。

教育機関、仕事場

- 個別指導ならびに、監督者（教員や上司等）も存在しており、対応しやすい。



研究仮説

住宅・道路：監督者なし
教育機関：監督者あり



住宅・道路での対策の重要性

住宅：屋内 道路：屋外

熱中症への
影響因子：

外出機会の有無

外出しやすい
地域は？

それを表現する
指標は？

都市機能集積指数

人口密度

施設の
利用度

交差点
密度

都市機能集積指数

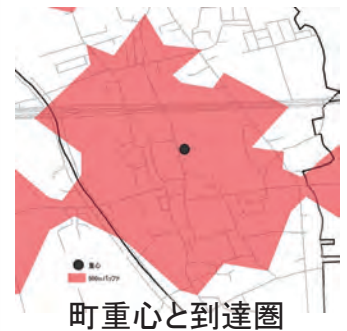
•人口密度(NPD)

$$\text{人口密度} = \frac{\text{到達圏の人口}}{\text{到達圏の面積}} \quad (\text{人}/\text{km}^2)$$

•施設利用度(FAC)
 生活関連施設が到達圏内に何種類あるかを指標化

•交差点密度(SC)

$$\text{交差点密度} = \frac{\text{交差点箇所数}}{\text{道路総延長}} \quad (\text{箇所}/\text{km})$$



町重心と到達圏
対象とした生活関連施設

領域分類	施設
1	教育機関 小学校
2	教育機関 中学校
3	役場・出張所
4	行政サービス 公民館等
5	公的図書館
6	運動施設 公園
7	金融サービス 郵便局
8	公共交通機関 バス停
9	公共交通機関 鉄道駅
10	医療施設 内科系
11	医療施設 外科系
12	医療施設 婦人科系

標準化

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

X: 確率変数
 μ: 平均
 σ: 標準偏差

$$UFA_i = (ZNPD_i + ZFAC_i + ZSC_i) / 3$$

都市機能集積指数と搬送数、搬送率の相関分析結果

独立変数: 都市機能集積指数 (UFA) P<0.05

A市	B	標準誤差	標準化係数ベータ	t値	有意確率
搬送者数	-0.354	0.736	-0.026	-0.482	0.630
屋内搬送者数	-0.142	0.393	-0.019	-0.360	0.719
屋外搬送者数	-0.190	0.413	-0.025	-0.460	0.645
住宅搬送者数	0.685	0.308	0.118	2.221	0.027
道路搬送者数	0.384	0.163	0.126	2.358	0.019
搬送率	-2.575	0.718	-0.189	-3.587	0.000
屋内搬送率	-1.173	0.485	-0.129	-2.418	0.016
屋外搬送率	-1.401	0.360	-0.205	-3.894	0.000
住宅搬送率	-0.015	0.006	-0.129	-2.424	0.016
道路搬送率	-0.373	0.111	-0.177	-3.345	0.001

B市	B	標準誤差	標準化係数ベータ	t値	有意確率
搬送者数	1.604	0.239	0.231	6.718	0.000
屋内搬送者数	1.362	0.140	0.325	9.704	0.000
屋外搬送者数	0.286	0.095	0.106	3.020	0.003
住宅搬送者数	1.113	0.118	0.316	9.414	0.000
道路搬送者数	0.550	0.058	0.319	9.494	0.000
搬送率	-0.832	0.290	-0.101	-2.873	0.004
屋内搬送率	-0.127	0.052	-0.085	-2.424	0.016
屋外搬送率	-0.371	0.126	-0.104	-2.955	0.003
住宅搬送率	-0.001	0.002	-0.018	-0.501	0.617
道路搬送率	-0.129	0.076	-0.060	-1.690	0.091

C市	B	標準誤差	標準化係数ベータ	t値	有意確率
搬送者数	2.125	1.297	0.109	1.638	0.103
屋内搬送者数	1.149	0.652	0.117	1.761	0.080
屋外搬送者数	1.289	0.773	0.110	1.668	0.097
住宅搬送者数	1.044	0.462	0.149	2.263	0.025
道路搬送者数	1.006	0.309	0.212	3.249	0.001
搬送率	-0.010	0.008	-0.078	-1.167	0.245
屋内搬送率	-0.002	0.004	-0.031	-0.472	0.637
屋外搬送率	-0.006	0.005	-0.072	-1.079	0.282
住宅搬送率	0.000	0.001	0.011	0.165	0.869
道路搬送率	-0.006	0.003	-0.107	-1.611	0.109

都市機能集積指数が高い地域
 •住宅搬送者数
 •道路搬送者数
 が多い。

•都市機能集積指数が高い地域は?
 •どの要素が影響している?

都市機能集積指数を構成する

1. 人口密度
2. 施設利用度
3. 交差点密度

でクラスタ分析

「高密度住宅型」「低密度住宅型」
 「機能集積型」「郊外型」
 「都心部型」の5分類に町・字を分類

A市(道路からの搬送者数との関係性)

クラスター間の搬送数の比較

クラスター	クラスター	t値	自由度	有意確率
高密度住宅型	低密度住宅型	-3.278	83	0.002
	機能集積型	-3.611	29.255	0.001
	郊外型	-4.615	27.578	0.000
低密度住宅型	都心部型	5.415	25.804	0.000
	機能集積型	1.497	152	0.136
	郊外型	3.564	88.758	0.001
機能集積型	都心部型	5.506	68.413	0.000
	郊外型	2.663	156.72	0.009
	都心部型	5.411	129.446	0.000
郊外型	都心部型	2.813	102.685	0.006

GISデータは
論文投稿中につき、非公開
(2020.3.16 現在)

各クラスターの各指標値と搬送数

クラスター	町数	UFA	人口密度	施設利用度	交差点密度	平均搬送数	搬送数
高密度住宅型	26	0.59	2.49	0.18	-0.90	3.81	99
低密度住宅型	59	-0.21	0.74	-0.65	-0.73	2.07	122
機能集積型	95	0.00	-0.04	0.27	-0.23	1.59	151
郊外型	64	-0.89	-0.51	-1.33	-0.84	0.89	57
都心部型	105	0.52	-0.69	0.89	1.35	0.46	48

1. 「高密度住宅型」は、UFAが最も高い。施設利用度指数がやや高く、人口密度指数が高いため、多くの人が出歩くことにより、道路からの搬送数が多い。
2. 「都心部型」は、UFAがやや高く、歩ける環境にあるが、逆に搬送数が少ない(原因は明確ではないが、働く人が中心に集まっているため、搬送数が少ない等が考えられる。)
3. 「郊外型」はUFAが最も低く、歩ける環境が乏しいため、外出者が少なく、搬送数が少ない。

B市(道路からの搬送者数との関係性)

クラスター	クラスター	t値	自由度	有意確率
高密度住宅型	低密度住宅型	-7.927	148.988	0.000
	機能集積型	3.466	214.734	0.001
	郊外型	-8.770	131.254	0.000
低密度住宅型	都心部型	5.301	164.230	0.000
	機能集積型	-4.921	221.113	0.000
	郊外型	-1.072	252.751	0.285
機能集積型	都心部型	-4.161	381.328	0.000
	郊外型	-5.918	188.462	0.000
	都心部型	1.793	403	0.074
郊外型	都心部型	-5.620	404.255	0.000

GISデータは
論文投稿中につき、非公開
(2020.3.16 現在)

クラスター	町数	UFA	人口密度	施設利用度	交差点密度	平均搬送数	搬送数
高密度住宅型	110	0.49	2.09	0.06	-0.68	1.55	171
低密度住宅型	135	-0.35	0.02	-0.78	-0.28	0.35	47
機能集積型	141	0.59	-0.36	1.46	0.67	0.94	133
郊外型	150	-1.12	-0.8	-1.2	-1.35	0.26	39
都心部型	264	0.29	-0.24	0.28	0.84	0.72	190

1. 「高密度住宅型」は、UFAが最も高い。施設利用度指数がやや高く、人口密度指数が高いため、多くの人が出歩くことにより、道路からの搬送数が多い。
2. 「都心部型」は、UFAがやや低く、特に、施設の少なさ(施設利用度指数)、道路ネットワークの乏しさ(交差点密度指数)が、外出行動に影響し搬送者数が少ない。
3. 「郊外型」は、UFAが最も低く、低密度住宅型と同様に、歩ける環境が乏しく、また、人口も少ないため、搬送数が少ない。

C市(道路からの搬送者数との関係性)

クラスタ	クラスタ	t値	自由度	有意確率
高密度住宅型	低密度住宅型	1.202	114	0.232
	郊外型	-3.642	90	0.000
	都心部型	3.103	127	0.002
低密度住宅型	郊外型	-2.635	96	0.010
	都心部型	-1.858	133	0.065
郊外型	都心部型	-1.192	109	0.236

GISデータは
論文投稿中につき、非公開
(2020.3.16 現在)

クラスタ	町数	UFA	人口密度	施設利用度	交差点密度	平均搬送数	搬送数
高密度住宅型	43	<u>0.79</u>	<u>1.22</u>	<u>0.6</u>	0.56	6.22	267
低密度住宅型	27	-0.1	0.15	-0.54	0.09	5.3	143
郊外型	37	<u>-1.62</u>	-1.38	-1.64	-1.84	3.19	118
都心部型	47	0.31	-0.34	0.82	0.43	4.05	190

1. 「高密度住宅型」は、UFAが最も高い。施設利用度指数がやや高く、人口密度指数が高いため、多くの人が出歩くことにより、道路からの搬送数が多い。
2. 「郊外型」は、UFAが最も低く、いずれの指数も低く、歩ける環境が乏しく、人口も少ないため、搬送数が少ない。

A市(住宅からの搬送者数との関係性)

クラスタ	クラスタ	t値	自由度	有意確率
高密度住宅型	低密度住宅型	-2.954	34.226	0.006
	機能集積型	-5.058	27.102	0.000
	郊外型	-5.984	25.941	0.000
	都心部型	6.401	25.426	0.000
低密度住宅型	機能集積型	4.176	85.283	0.000
	郊外型	6.389	70.127	0.000
機能集積型	都心部型	7.460	63.585	0.000
	郊外型	3.580	151.881	0.000
郊外型	都心部型	5.664	131.5	0.000
	都心部型	2.349	118.365	0.020

GISデータは
論文投稿中につき、非公開
(2020.3.16 現在)

クラスタ	町数	UFA	人口密度	施設利用度	交差点密度	平均搬送数	搬送数
高密度住宅型	26	<u>0.59</u>	<u>2.49</u>	0.18	-0.9	8.23	214
低密度住宅型	59	-0.21	<u>0.74</u>	<u>-0.65</u>	<u>-0.73</u>	4.58	270
機能集積型	95	0	-0.04	0.27	-0.23	2.2	209
郊外型	64	-0.89	-0.51	-1.33	-0.84	1.17	75
都心部型	105	<u>0.52</u>	<u>-0.69</u>	<u>0.89</u>	<u>1.35</u>	0.7	74

1. 「高密度住宅型」は、UFAが最も高く、搬送数も多い。施設利用度指数がやや高く、人口密度指数が高いため、多くの人が出歩くことにより、帰宅後に搬送される人がいる。一方で、交差点密度指数が低いことから、あまり出歩かず、在宅している人が存在していると考えられる。
2. 「都心部型」は、搬送数が最も少ない。第一に居住者人口が少ないこと、施設利用度、交差点密度の指数も高いことから、外出し易い環境のため、搬送数が少ないと考えられる。
3. 「低密度住宅型」は、高密度住宅型に次いで、搬送数が多い。各指数では、人口密度指数が相対的に高く、施設利用度、交差点密度が低い。すなわち、出歩く環境が乏しく、人口が多いため、搬送数がやや高くなっていると考えられる。

B市(住宅からの搬送者数との関係性)

クラス	クラス	t値	自由度	有意確率
高密度住宅型	低密度住宅型	-8.798	139.197	0.000
	機能集積型	8.440	145.316	0.000
	郊外型	-10.872	119.252	0.000
	都心部型	8.096	130.458	0.000
低密度住宅型	機能集積型	-0.489	274	0.625
	郊外型	-4.023	217.336	0.000
	都心部型	-1.885	308.369	0.060
機能集積型	郊外型	-4.335	213.658	0.000
	都心部型	-1.252	295.330	0.212
郊外型	都心部型	-7.003	409.932	0.000

GISデータは
論文投稿中につき、非公開
(2020.3.16 現在)

クラス	町数	UFA	人口密度	施設利用度	交差点密度	平均搬送数	搬送数
高密度住宅型	110	0.49	2.09	0.06	-0.68	4.4	484
低密度住宅型	135	-0.35	0.02	-0.78	-0.28	1.07	144
機能集積型	141	0.59	-0.36	1.46	0.67	1.17	165
郊外型	150	-1.12	-0.8	-1.2	-1.35	0.46	69
都心部型	264	0.29	-0.24	0.28	0.84	1.4	370

1. 「高密度住宅型」は、UFAが最も高く、搬送数も多い。UFAが高いのは、人口密度指数が高いためであり、施設利用度、交差点密度の指数はやや低い。これより人口が多く、あまり出歩かないために住宅からの搬送数が多いと考えられる。
2. 「郊外型」は、搬送数が最も少ない。UFAが低く、人口も相対的に少ないことから搬送数が少ないと考えられる。

C市(住宅からの搬送者数との関係性)

クラス	クラス	t値	自由度	有意確率
高密度住宅型	低密度住宅型	2.984	114	0.003
	郊外型	-2.998	90	0.004
	都心部型	7.463	69.98	0.000
低密度住宅型	郊外型	-0.790	59.086	0.433
	都心部型	-5.048	89.853	0.000
郊外型	都心部型	2.211	42.035	0.033

GISデータは
論文投稿中につき、非公開
(2020.3.16 現在)

クラス	町数	UFA	人口密度	施設利用度	交差点密度	平均搬送数	搬送数
高密度住宅型	43	0.79	1.22	0.6	0.56	10.89	468
低密度住宅型	27	-0.1	0.15	-0.54	0.09	7.66	207
郊外型	37	-1.62	-1.38	-1.64	-1.84	6.59	244
都心部型	47	0.31	-0.34	0.82	0.43	3.91	184

1. 「高密度住宅型」は、UFAが最も高く、搬送数も多い。UFAが高いのは、単に、人口密度指数が高いだけではなく、施設利用度、交差点密度の指数も相対的に高い。アクティブに出歩き、帰宅後、搬送される人が多いのではないかと推察される。
2. 「都心部型」は、搬送数が最も少ない。第一に居住者人口が少ないこと、施設利用度、交差点密度の指数も高いことから、外出し易い環境のため、搬送数が少ないと考えられる。

まとめ－熱中症への対応－

熱中症は、屋内、屋外ともに起こりやすい。

- 屋内だから、屋外だから大丈夫だと思わない。暑熱は、一種の災害と捉えて、備えましょう。

木造住宅の方は、特に注意してください。

- 木造住宅は、構造上、日射により高温になりやすいため、熱中症の発症リスクが高いので、特に、適応行動をとってください。

運動競技場、公園は熱中症リスクの高いところと認識してください。

- あれだけ注意していても、熱中症搬送数は多い地点。適切な休憩と水分補給、近くのクールスポットも探しておきましょう。

75歳以上の方は、特に注意してください。みんなでクーラーを利用するルールを決めよう。

- 75歳以上の方が圧倒的に多い(実数でも、比率でも)。周りの方が気にかけてあげることが大事です。適切に、クーラーも利用してください。
- 体感ではなく、温湿度計(WBGT計)を置いて、クーラーをつけるルールを決めましょう。一つの目安は、気温28℃以上、湿度50%以上になったら。

特に、梅雨明け、直後は要注意。

- 梅雨明け後、WBGTが高い環境で過ごされている方が多いようです。
- 梅雨明け直後は、暑さに対して、体が順応しておらず、クーラーの利用も控えがち。
- 8月に入るとクーラーなどの利用も見られ、適応しようとしている。

まとめ－地域特性－

都市機能集積指数と道路・住宅からの搬送数にはそれぞれ正の相関あり

都市機能集積指数の3要素(人口密度、施設利用度、交差点密度)で地域特性を分類可能

- 3都市を分析した結果、3要素の正負の関係から「高密度住宅型」「低密度住宅型」「機能集積型」「郊外型」「都心部型」の5分類に町・字を分類できた。

3市とも共通して、道路、住宅からの搬送数が多いのは「高密度住宅型」

- 高密度住宅型は、在宅型の人と外出型の人と混在していると思われる。道路、住宅からの搬送数を比較すると、3都市とも、住宅からの搬送数の方が2倍程度、多い。居室内での熱中症ならびに、外出中に暑熱に曝露され、帰宅後に熱中症を訴える人の両方がいると考えられる。

道路からの搬送数が最も少ないのは、A市は「都心部型」、B市、C市は「郊外型」

- 「郊外型」はUFAならびに3要素いずれも低く、外出しにくい環境であり、人口も少ないため、搬送数が少ない。A市の「都心部型」については、人口密度指数が最も低い点は、共通であるが、都心部のため、単に(夜間)人口の少なさのみが原因ではないと思われる。今後、検討が必要。

住宅からの搬送数が最も少ないのは、A市、C都市は「都心部型」、B市は「郊外型」

- 郊外型はUFAが低いことが要因、都心部型は、施設利用度、交差点密度は高く、歩きやすい環境にあるため、①在宅率が低いこと、②人口が少ないことが要因と考えられる。

PM: 一般公開シンポジウム

ビッグデータを活用した熱中症リスクの評価

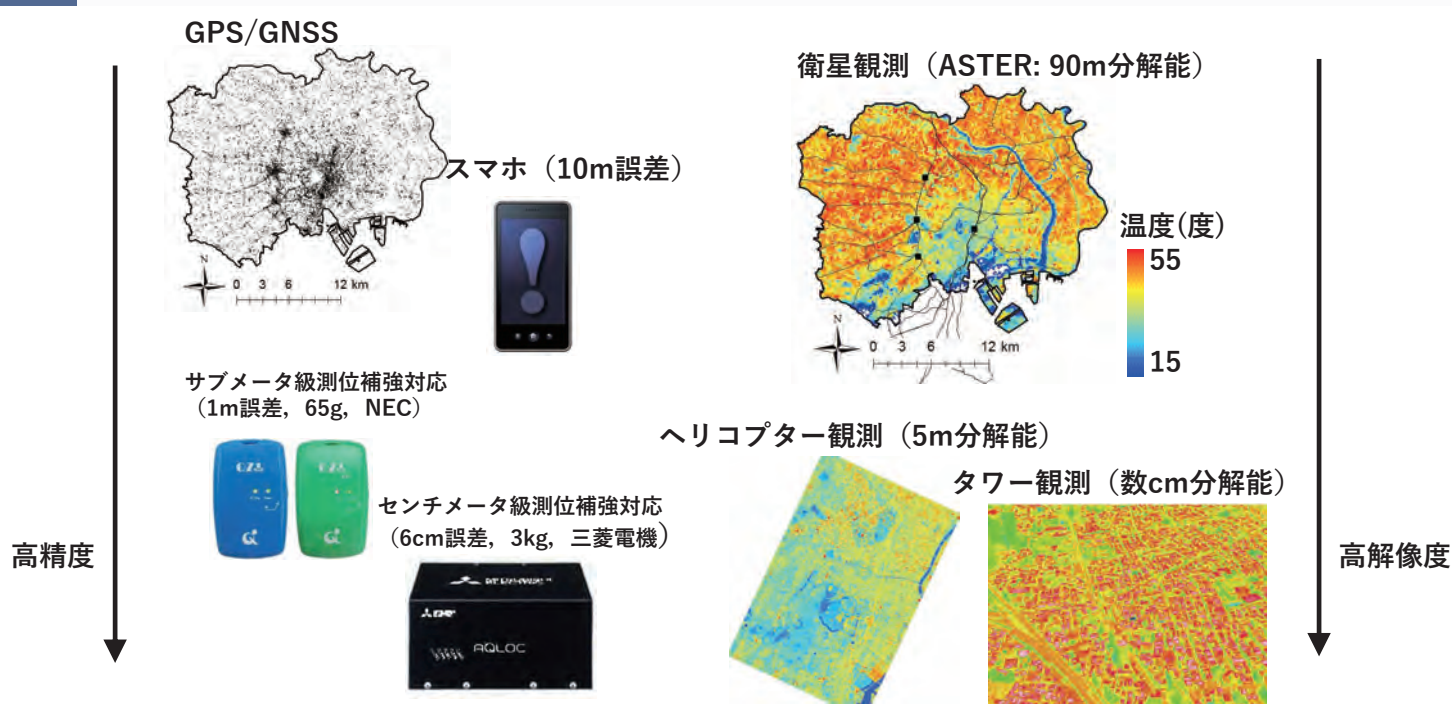
山形 与志樹・吉田 崇紘

国立環境研究所
地球環境研究センター

PM

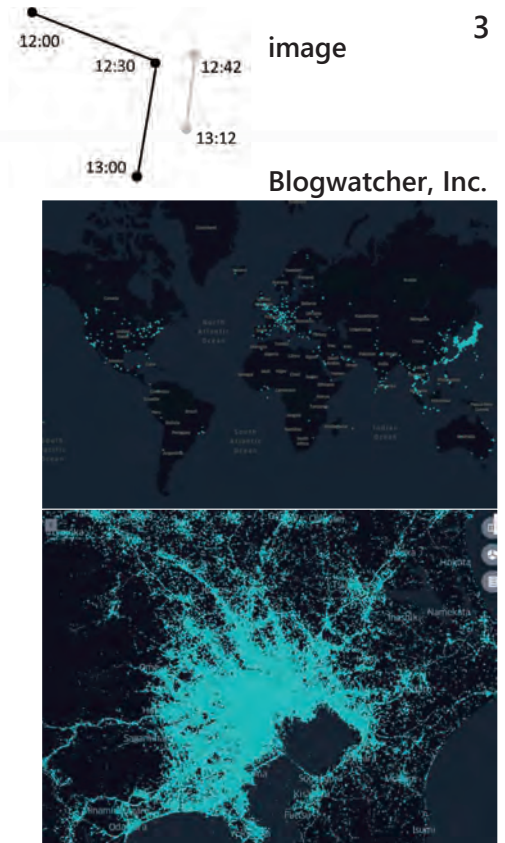
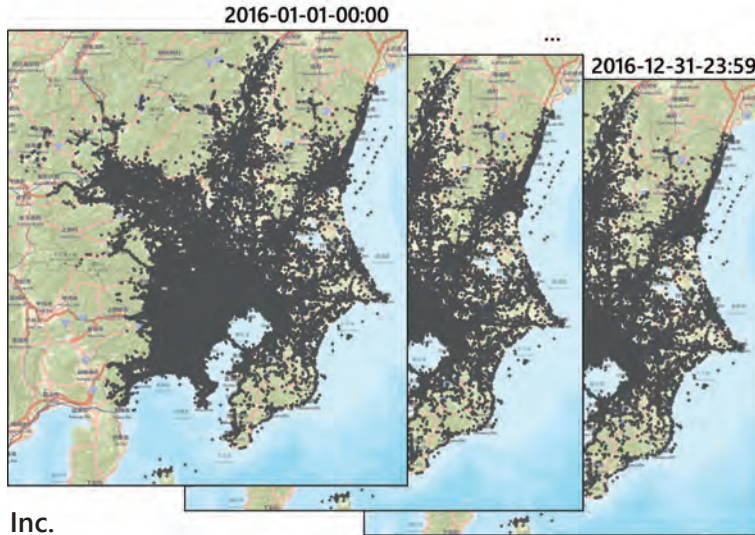
個人レベルの評価に向けて：ビッグデータの活用

2



携帯GPSデータ

- 取得対象：特定のアプリ利用者
- 取得間隔例：15-30分に一度、又は500m程度移動時



3

機械学習を用いた交通手段推定

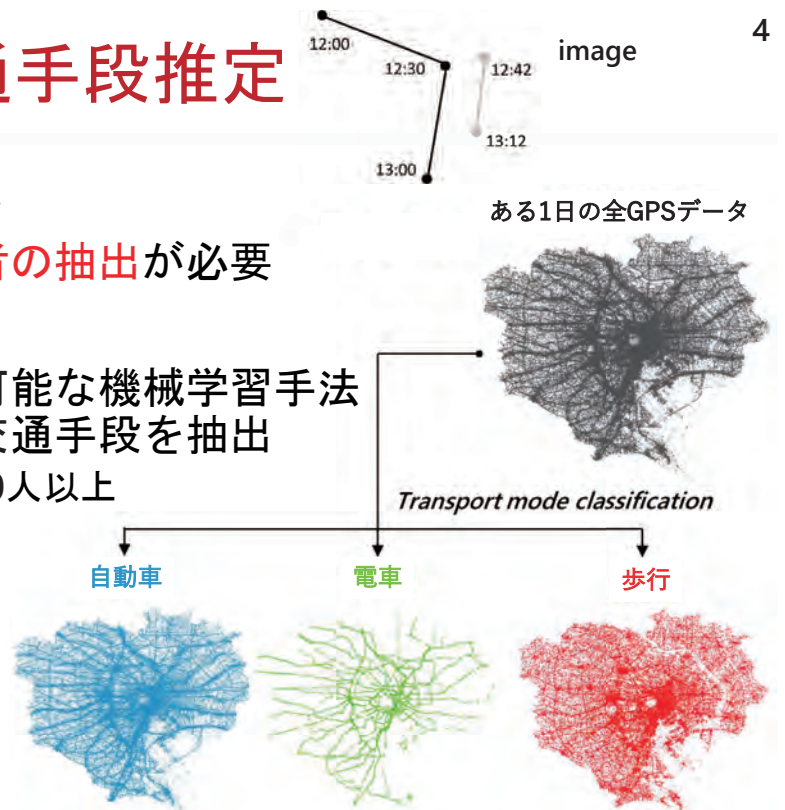
- GPSデータは位置と時刻情報のみ
- しかし暑熱リスク評価には**歩行者の抽出**が必要



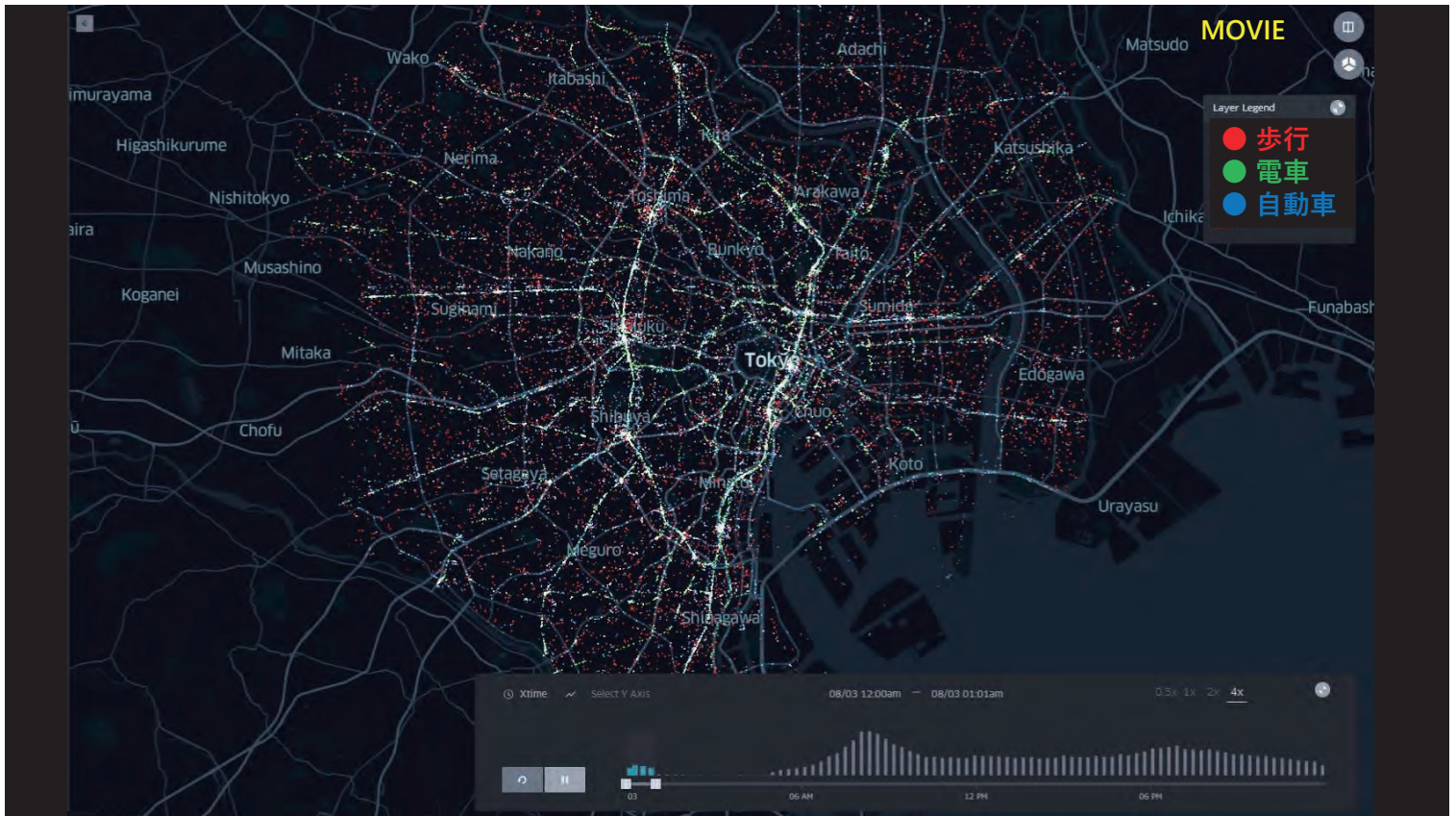
- 高精度で柔軟にクラスタ分類が可能な機械学習手法「勾配ブースティング」により交通手段を抽出

- 訓練データ数（目視判定）：18,000人以上
- 予測精度：77%以上

- 歩道データに紐付け
(マップマッチング：隠れマルコフモデル)



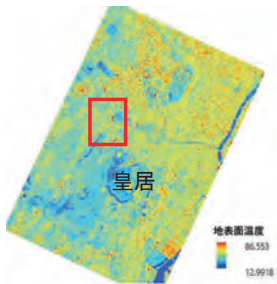
4



地表面温度とGPSデータ

6

神楽坂



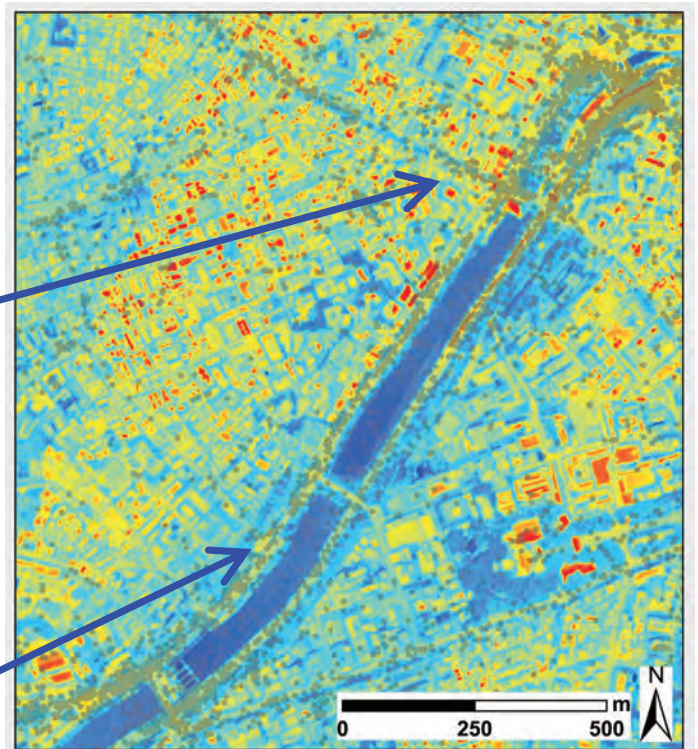
地表面温度観測



マラソンコース



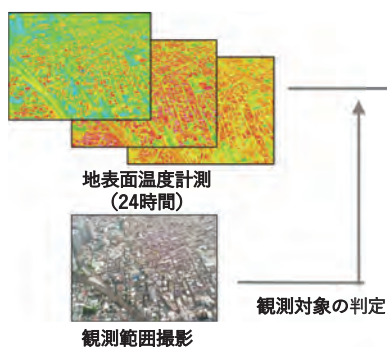
歩行者GPSデータ



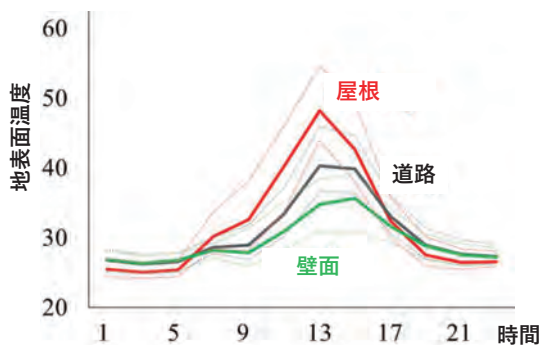
Surface temperature High Low GPSdata

各種観測を組み合わせた24時間広域地表面温度分布の推定

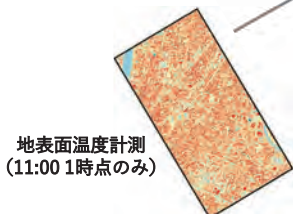
(a) 高所観測 (スカイツリー)



(c) 地表面別の地表面温度の時間変動の推定

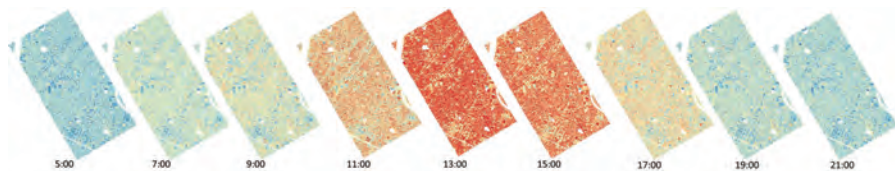


(b) ヘリ観測



任意時点、2m解像度

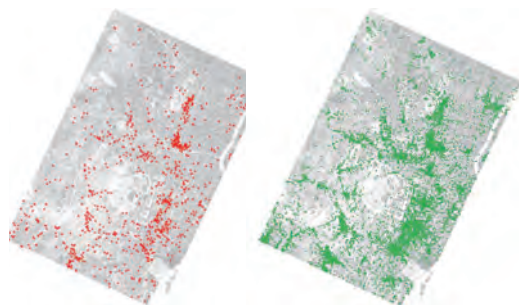
(d) 広域化した地表面温度の24時間地表面温度分布の作成



ツイート情報から暑熱リスク関連情報を抽出

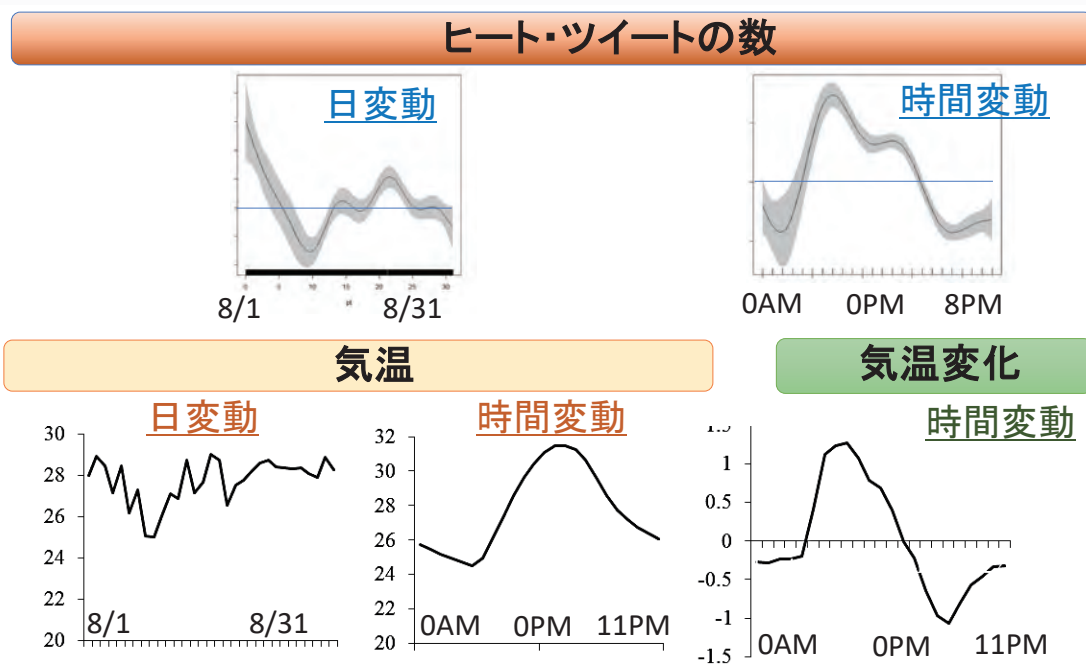
ヒート・ツイート：

暑熱リスク関連の文字列を含む位置情報付きのつぶやき



Japanese	English	Japanese	English
あつい	Hot	蒸し	Muggy
熱い	Hot	水分補給	Rehydration
暑	Heat	体調管理	Health management
猛暑	Heat wave	猛烈に	Furious
炎天下	Blazing sun	だるい	Dull
真夏日	Hot day	死ぬ	Dying
残暑	Lingering summer heat	異常	Abnormal
熱中症	Heat illness	不快感	Discomfort
バテ	Faint	不快	Discomfort
寝苦しい	Cannot sleep well	イヤ	Unpleasant
夏本番	Midsummer	嫌	Unpleasant
日差し	Sunlight	クソ	Expletive
照り	Reflected heat	Orz	Expletive
湿度	Humid	きつい	Hard
湿気	Moisture	辛い	Hard
汗	Sweat	大変	Hard
ジメジメ	Damp	しんどい	Tired
ムシムシ	Humid	厳しい	Severe
ベタベタ	Sticky	苦手	Weak

ヒート・ツイートと気温・気温変化との関係

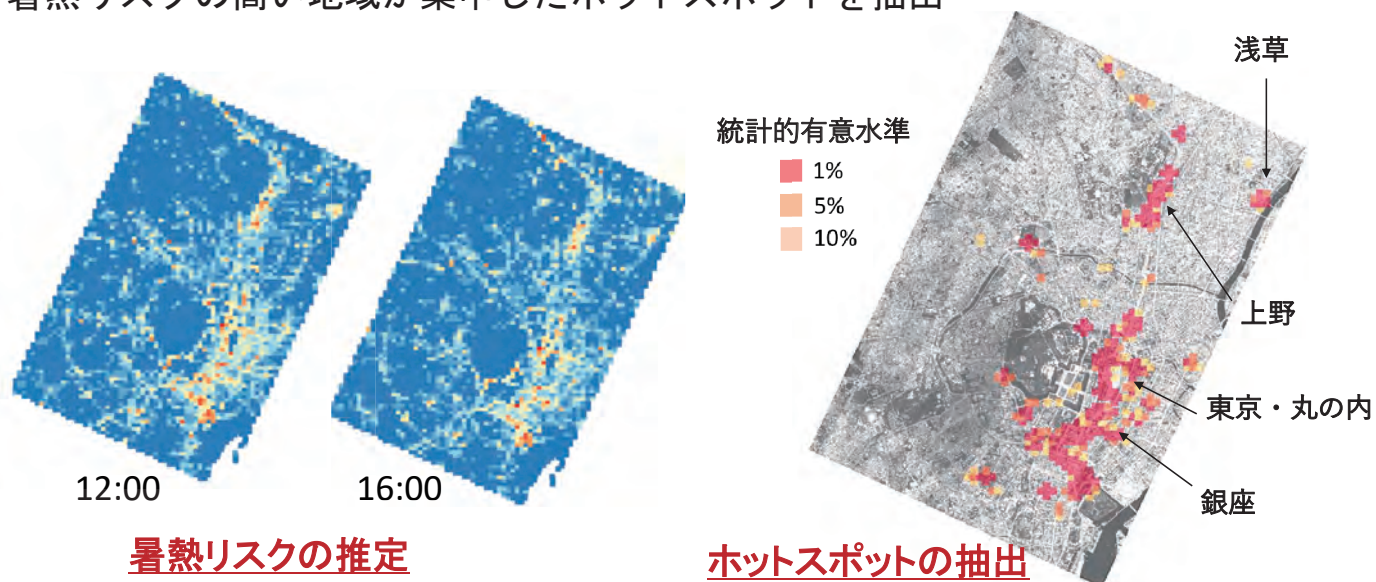


Murakami, D., Peters, G. W., Yamagata, Y., & Matsui, T. (2016). Participatory sensing data tweets for micro-urban real-time resiliency monitoring and risk management. *IEEE Access*, 4, 347-372.

高暑熱リスクの推定：空間統計学の応用

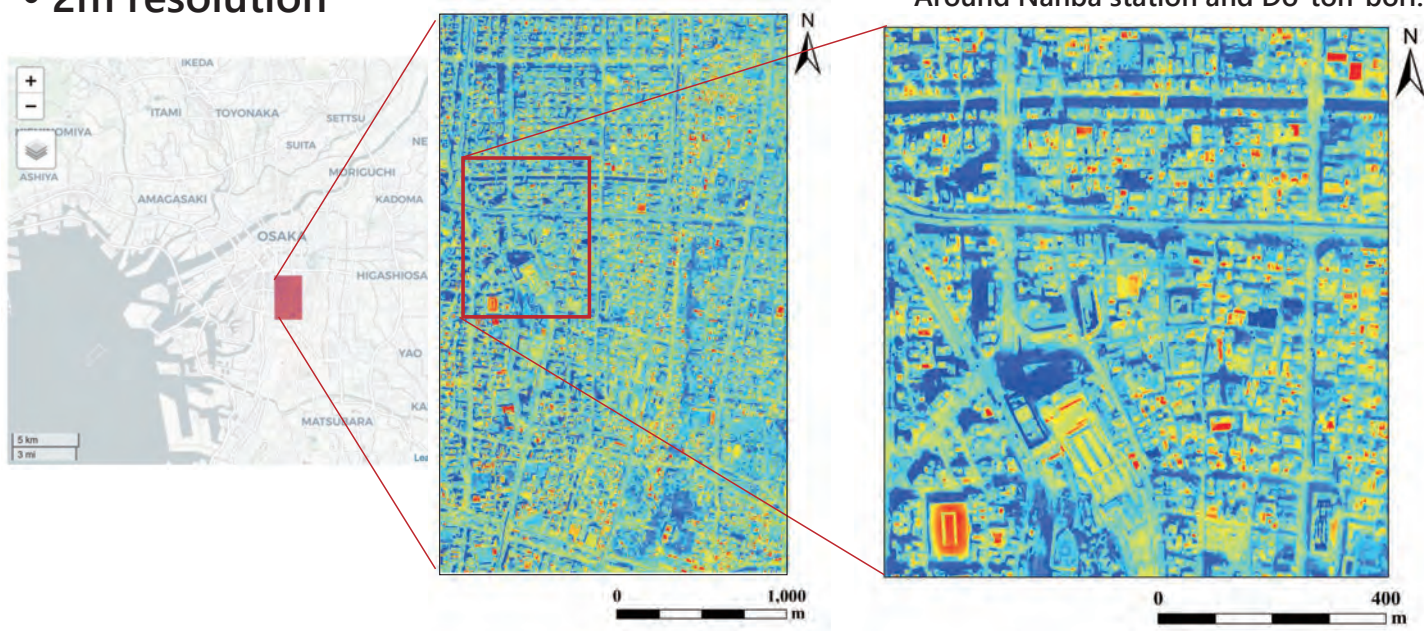
暑熱リスク = ハザード x 曝露 x 脆弱性

– 暑熱リスクの高い地域が集中したホットスポットを抽出



地表面温度のへり観測

• 2m resolution

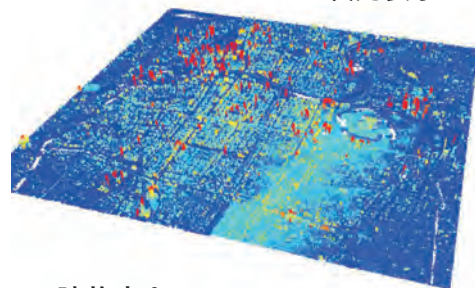


建物高さデータ

国土地理院提供の
レーザ・プロファイラデータ

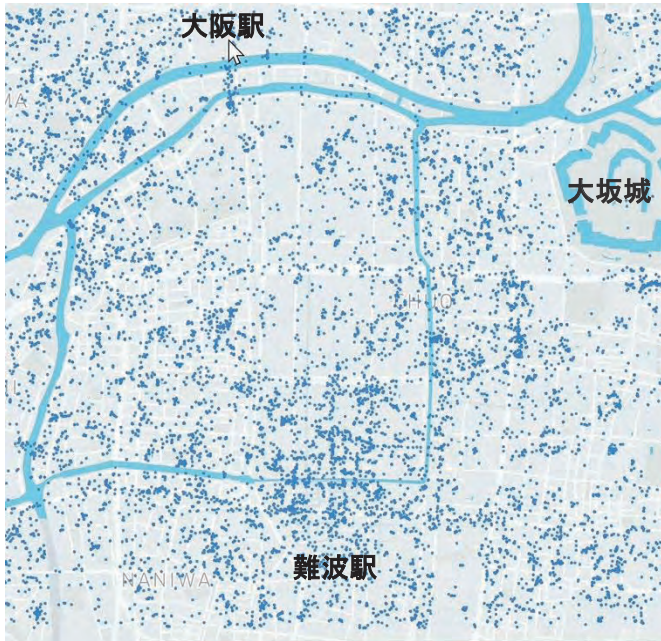
↓
50cm解像度の
DSM (Digital Surface Model),
DEM (Digital Elevation Model)
を作成し、建物ポリゴンデータ
に付与、3次元GISデータとして
整備

3次元表示



建物高さ





携帯GPSデータ

リクルート系アプリ
（ホットペッパー等）が
DLされた携帯端末の15分間隔、
あるいは500m毎の移動時に
緯度・経度情報を取得

【収集データ】

空間範囲

・ 京都府・大阪府・兵庫県

時間範囲

・ 2018年7月14日～8月13日

・ 2019年7月14日～8月13日

2018年8月5日(日)の動き



Tweet データ

14

Twitter に投稿された
内容・位置情報を取得。

端末のローミング履歴から
国籍を判定可能。

【収集データ】

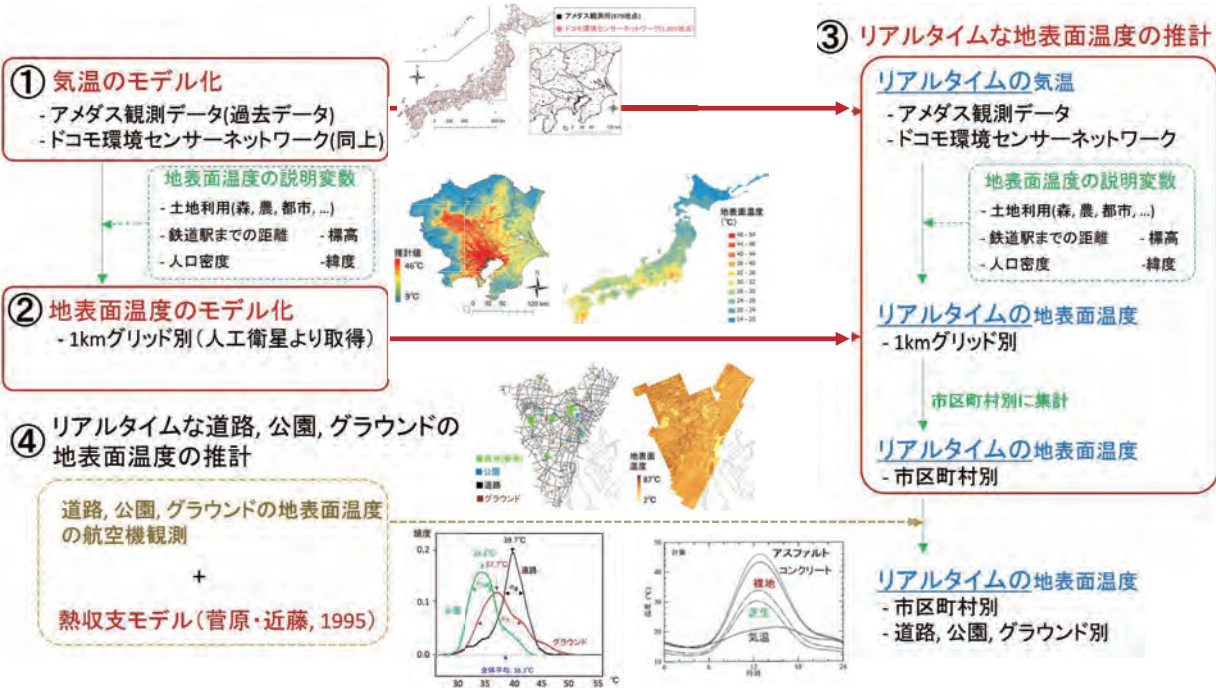
空間範囲

・ 京都府・大阪府・兵庫県

時間範囲

・ 2018年7月14日～8月14日

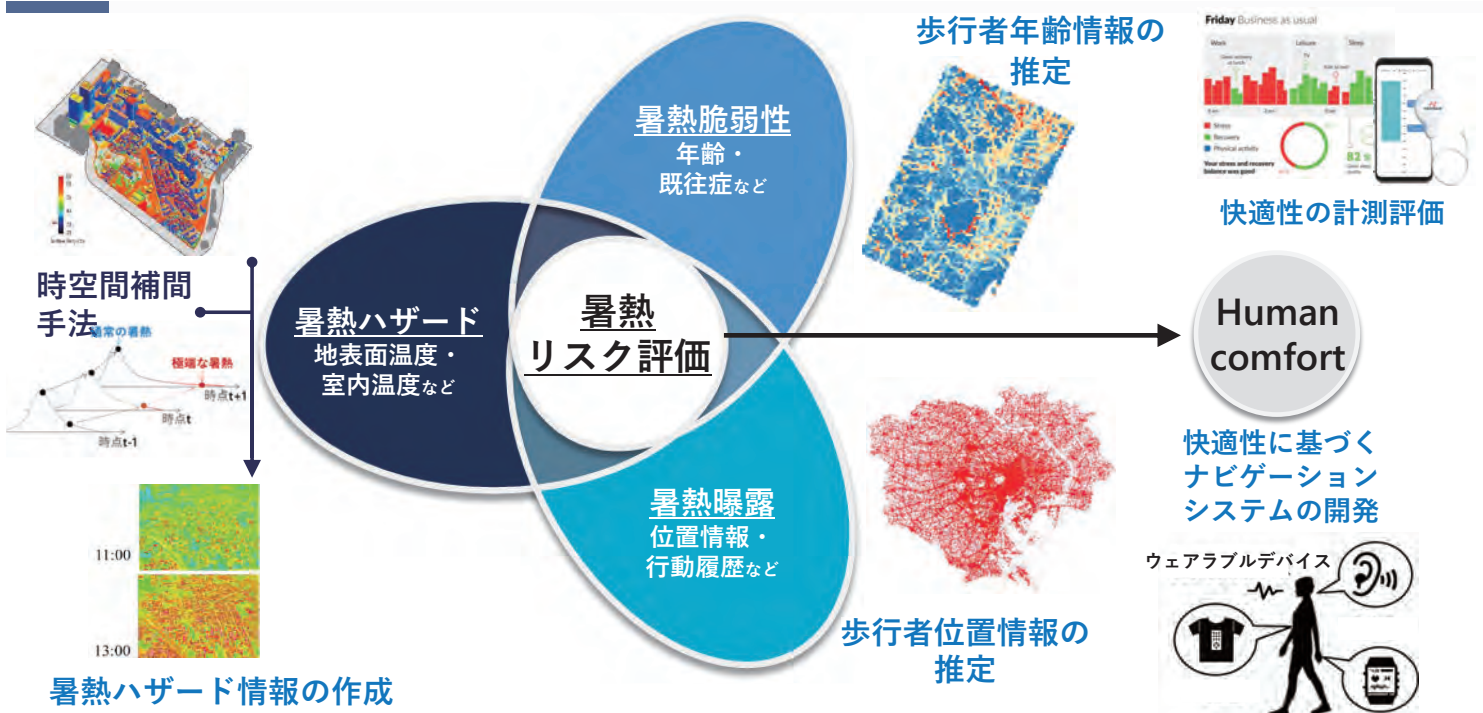
熱中症予防アプリ「あなたの街の熱中症予防」リアルタイム地表面温度の計算手法



ドコモと共同開発
2013年7月より提供



今後の展開：個人レベルの暑熱リスクの評価に向けて



歩行者ナビゲーションのアプリ開発

現在地と目的地を入力すると、日陰を移動する累積歩行時間を最大化する経路を提示

アプリのUI



各道路における日陰の時空間分布を3DGISを用いて推定

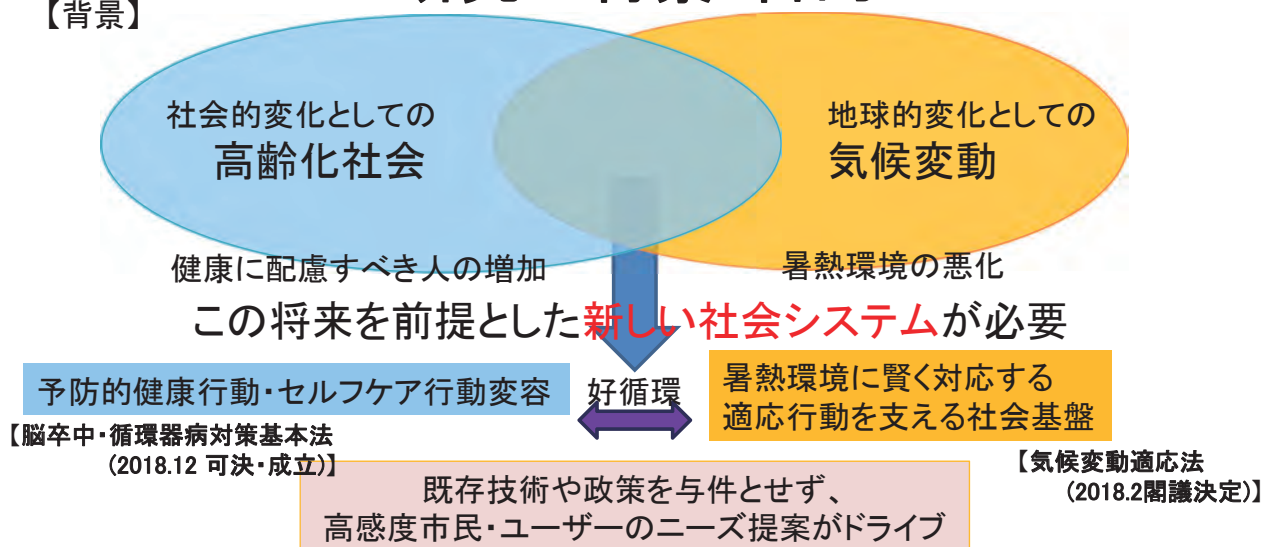


暑さ対策に向けた 地域共創拠点の試み

北詰 恵一
(関西大学・環境都市工学部)

研究の背景・目的

【背景】



【目的】

健康と環境の好循環を目指す取り組みの必要性を背景に、市民主体のオープンイノベーションシステムであるリビングラボを実際に立ち上げ、市民による暑さ対策をテーマにワークショップにおける議論のプロセスを明らかにする

地域共創拠点 (Living Lab)

- ・利用者を中心に据えたオープンイノベーションエコシステムであり、
- ・研究とイノベーションの過程を統合しようとする組織的な利用者共創のアプローチを基礎に
- ・実際のコミュニティや場で行うもの (European Network of Living Labs)

■ 地域共創拠点(リビングラボ)
50カ国、440箇所以上の世界展開
ENoLL (European Network of Living Labs)

- ・オープンイノベーション
- ・利用者共創
- ・実際の場とコミュニティ



【基本的考え方】

- ・課題設定、解決策発見プロセス自体、ステークホルダーによって精緻化されるデザイン
- ・オンゴーイングな改善作業のためのフィードバックプロセスの内在
- ・利用者・市民は単なる参加者ではなく、課題を学ぶ機会によって成長し、価値共有
- ・新しい技術やツールの導入によるイノベティブな社会変革が起きるかを検証

鎌倉リビングラボ

- ・大学・市・自治会の連携
- ・高齢者生活実態をベース市民と企業のマッチング

松本ヘルスラボ

- ・市の社会的課題解決提案
- ・公益団体の自主的・挑戦的活動
- ・自治体による資源提供

Wise Living Lab

- ・市と東急電鉄の連携、次世代郊外まちづくり
- ・意識の高い市民主導
- ・企業に対する市民からの信頼

【1-1905】環境研究総合推進費

3

リビングラボに関する既存文献整理

Giangら(2017)

- ① 変化する関係性のモデル化の可能性
- ② 不確実性の評価
- ③ プロセスサイクルの明示
- ④ マネジメントの運用可能性

Armadら(2018)

- 計画から概念化→プロトタイプ的设计
→イノベティブなデザイン
- ・各ステップで何に挑戦するかを明確に認識
 - ・概念設計に対する利用者評価のサイクル
 - ・創造的な実践に繋げるプロセス

Malmbergら(2019)

- ① 複数のアプローチから、利用者中心にふさわしいアプローチを選択する必要性
- ② プロセスの始めから利用者を参画させる重要性
- ③ 利用者だけでなく、すべてのステークホルダーの参画が不可欠
- ④ 実生活と直結していることの必要性
- ⑤ ステークホルダーの共創性を追及する重要性

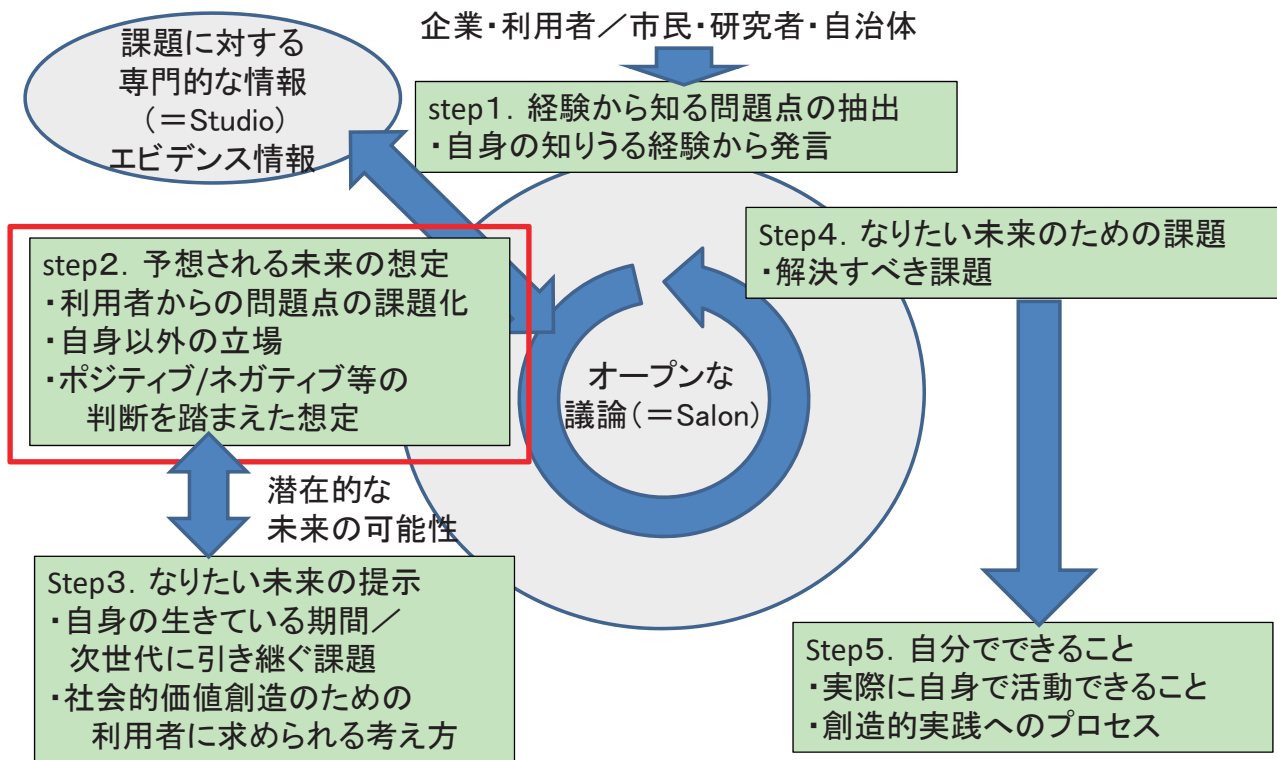
赤坂ら(2018)

- アイデア検討→生活者への提示・フィードバックの獲得→アイデア発展・再検討
- ・企業／デザイナーと生活者の対等な立場 (Butterflies and Big Fish モデル)
 - ・デザイナーが集中的に分析・発想する閉鎖した場 Studio
 - 対話・議論・ワークショップするオープンな場 Salon
 - ・課題再定義

【1-1905】環境研究総合推進費

4

リビングラボのステップ

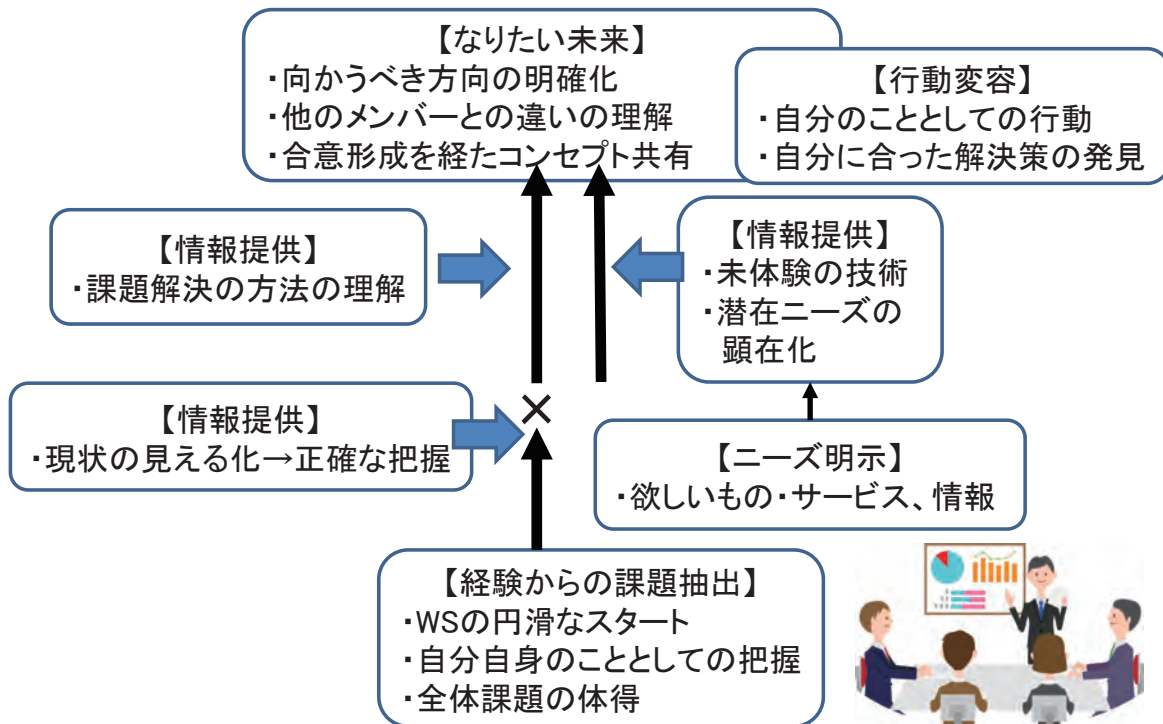


【1-1905】環境研究総合推進費

5

リビングラボに向けたワークショップ実践

※ 協力:とよなか市民環境アジェンダ21



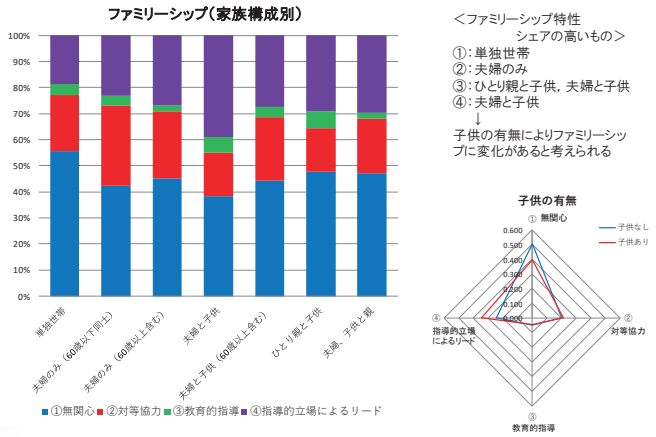
【1-1905】環境研究総合推進費

6

情報提供の例

家族構成の違いも踏まえた
家庭内の環境への取り組みの
役割の議論に対して

家族構成別のファミリーシップ集計



家庭・市民が温度管理ができる社会



高齢者にとって
・世代が上がるにつれ、
節電に対する意識が高まる

・エアコンの操作が難しい
冷房、暖房の操作を頼る など

・適切な温度管理を行うことが必要

↓

・スマホで出来る自宅の温度管理
(遠隔で操作できるシステム)

・家族が管理することができ
適切な温度管理へ

賢いエアコンの使い方の普及と併せて
・エアコンの買い替えで43%の節電(10年前出)
・温度を下げるに重点を強める
・高湿度との併用
・温度が上がる前に使い始める

家庭の中での高齢者による
温度管理の議論に対して

【1-1905】環境研究総合推進費

テーマ:市民ができる夏の暑さ対策

2019.06.11. 第1回WS記録
2019.07.29. 第2回WS記録
2019.08.27. 第3回WS記録

【①経験から知る問題点】

- ・高齢者にとっては、衣食住の各生活
場面で若い時期ときと違いがある
 - エアコンをつけない
 - クールスポットへの移動がづらい
- ・退職してから環境を考え始めた
 - マンション高層階での風通し
 - 冬の温かさ
 - ベランダの底の長さ
- ・自分/家族が行う省エネ
 - 家族の協力・意識との調整
 - がまんする省エネがよいのか
 - 他の選択肢を知らない
 - 今の時代にあった新しい習慣
- ・夏が長く、厳しくなっている
 - 夏は朝から暑い(ラジオ体操)
 - 涼しいところはお金がかかる
 - 0°Cを超えたら利用制限という
社会制度
 - 運動会の時期や方法を変える
- ・エアコンとの付き合いかた
 - 0.5°Cずつ考える
 - 温度差として考える
 - 省エネナビ利用の実感
 - ひんやりするふとん・枕

【④なりたい未来のための課題】

- 実現に向けて欲しいもの、サービス、技術
- ・社会制度上の課題
 - 現在の高齢者と異なる考え方・意識を持つ将来の
高齢者に対応した社会
 - 健康被害治療までも含めた総費用比較の算出
技術の向上
 - 環境にやさしい行動(社会共通認識)そのものの
変更への柔軟な対応
- ・技術上の課題
 - 温度管理を自動で行うか、自ら行うかという問題
に対する技術開発、エネルギー・マネジメント機能
の役割の明確化
(選択肢の提供、自動運転による自分ごと意識
の低下対策、自ら行う場合のミス回避)
 - ・コミュニティ(含:家族)の課題
 - 家族で合意できる温度設定の明確化
 - ・個人の課題
 - 行動変容に対する自動化社会の設え
(敢えて見える化する情報 対 自動化情報)
 - 快適になった家から外出しない傾向への対応
(外出魅力、誘導、公共交通機関の維持等)
 - 若い時期からの外出習慣の定着
 - 適切な汗のかき方

○ 自分でできること、行うべきこと

- ・温湿度計などの定量データを見ることで、設定温
度と実際温度の違い、湿度と気温の関係などに
関心が沸いたことから発展した知識の吸収
- ・自然に環境管理されたときの行動変容の確保
- ・将来の自分の健康状態やそれを維持するライフ
スタイルを想定して、今から身に着けるべき
生活習慣

【②予想される未来】

- ・(冬は寒く)夏は暑くなる
 - これまでできたことができなくなる
 - よりがまんを強いられる
- ・対応が難しい高齢者が増える
 - 薦められる省エネ行動ができない
 - 暑熱環境に気づかない
- ・新しい技術を知らずに無駄な行動
 - 選択肢を知らず間違った行動

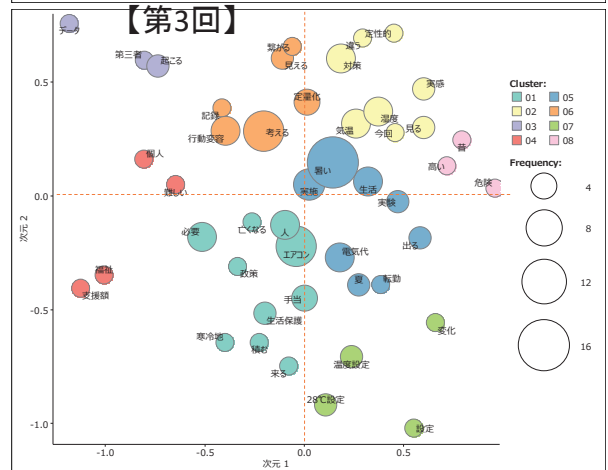
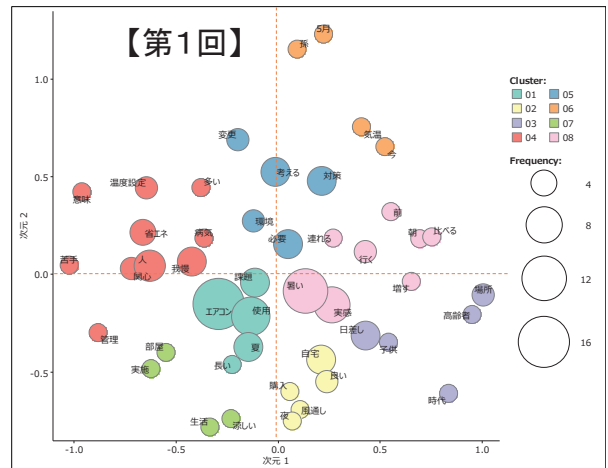
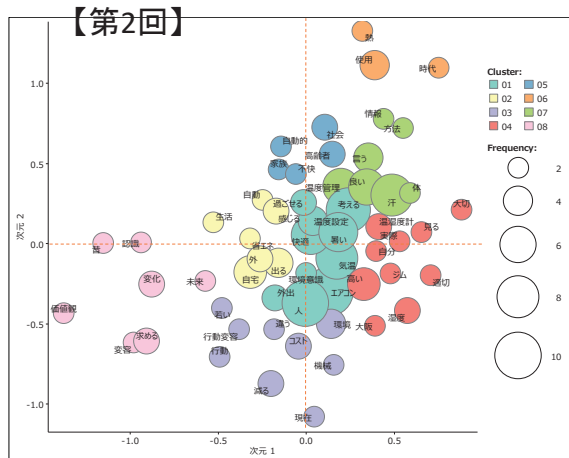
【③なりたい未来】

- ・涼しい服装が認められる社会
- ・フォーマルな服装が求められる場面の变化
(およびフォーマルな服装自体が涼しく)
- ・涼しいデザインの服装の入手しやすさ向上
- ・自然と共存した暑さ対策の普及
- ・昔からの暑さ対策と将来社会システムの融合
- ・暑さを感じにくい高齢者にも安全な社会
 - 体感以外に危険を感じられるしよみの普及
 - そもそも危険な暑さにならない空間管理
- ・家庭・市民が温度管理できる社会
 - 家庭・市民での温度管理ルールの合意
- ・家族で取り組む暑さ対策の普及
 - ライフスタイルに合った暑さ対策
- ※ エアコンのサービスに何を求めるか



【1-1905】環境研究総合推進費

テキスト分析による 段階別発言変化



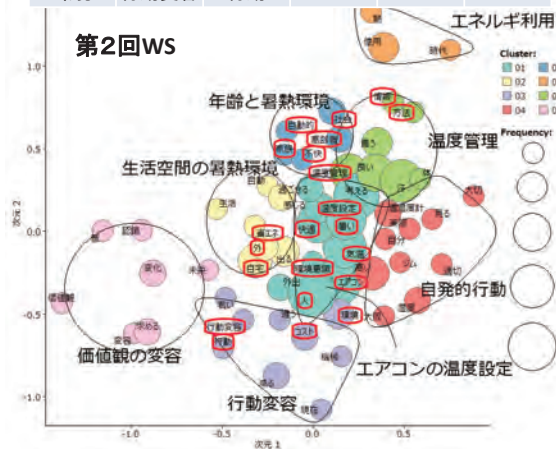
- ①共創における課題や目標の共有の必要性
- ②新たな知識共創の方法に向けて(西尾(2017))
- ↓
- ・テーマに対する多様な議論(第1回)
- 共創課題や目標の共有による収斂(第2回)
- 知識共創に向けた展開(第3回)

【1-1905】環境研究総合推進費

データ提供による整理

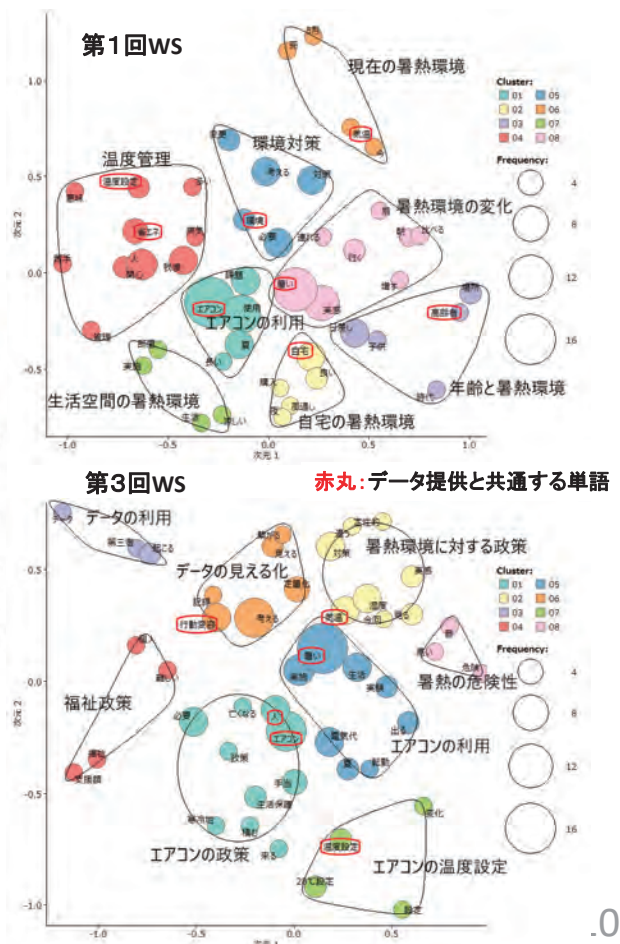
第2回で行われた情報提供と共通する単語

社会	家族	高齢者	自動的	不快	温度管理
情報	方法	温度設定	暑い	快適	気温
環境意識	エアコン	人	省エネ	外	自宅
環境	行動変容	行動	コスト		

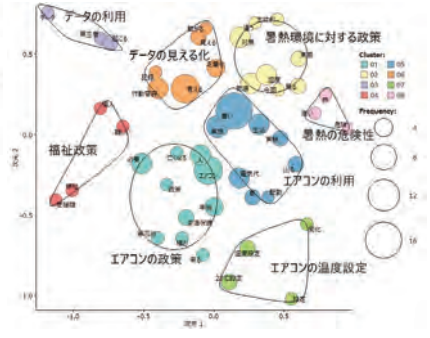
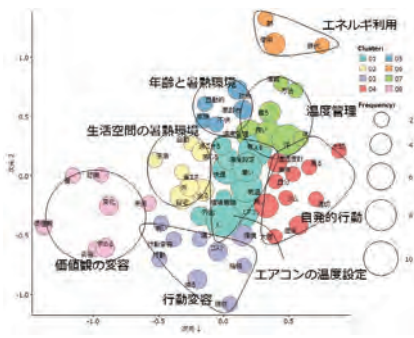
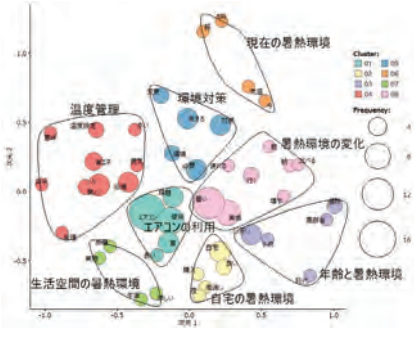


データ提供の言葉を使った一貫性のある議論が確認できた

【1-1905】環境研究総合推進費



クラスタによる整理



ワークショップの最終的なアウトプットに向けて、
各ワークショップで段階を踏んで議論が行われた

クラスタ概要	クラスタ数
エアコンの利用と温度管理	2
暑熱環境に関して	5
環境対策に関して	1

クラスタ概要	クラスタ数
エアコンの利用と温度管理	2
暑熱環境に関して	2
価値観や行動様式に関して	3
エネルギー利用に関して	1

クラスタ概要	クラスタ数
エアコンの利用と温度管理	2
暑熱環境に関して	1
政策に関して	3
データ利用に関して	2

【1-1905】環境研究総合推進費

まとめ

1. 地域共創拠点におけるステップとして、市民・利用者によるワークショップ(Salon)に、実測体験と学術部門(Studio)からの情報提供を行うスタイルを整理した。
2. 「市民ができる夏の暑さ対策」をテーマに、ワークショップを
実践し、テキスト分析により、発言内容が各段階を経て、
どのように変化するか明らかにした。
 - ・第1回では、自由に議論が行われたことで、議論内容は幅広くなった。
 - ・第2回では、議論内で直接データに触れる発言は確認できなかったが、議論全体の発言に一貫性があることを確認できた。
 - ・第3回では、未来に関する事柄について議論が行われた。

【1-1905】環境研究総合推進費