

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 26 日現在

機関番号：82101
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22510168
 研究課題名（和文） モバイルテクノロジーを応用した新しい都市環境モニタリングシステムの研究
 研究課題名（英文） A research on a new monitoring system of urban environment with an applied mobile technology
 研究代表者
 一ノ瀬 俊明（ICHINOSE TOSHIAKI）
 独立行政法人国立環境研究所・社会環境システム研究センター・主任研究員
 研究者番号：30231145

研究成果の概要（和文）：AndroidにCO₂濃度等のセンサーを組み込み、リアルタイムに計測データを位置情報、時刻情報とともにサーバーに集約する、ポータブル型環境モニタリングシステムを開発し、ラグランジュ的環境モニタリングの実施をつくばと東京で行った結果、大気汚染現象の局地性がきわめて高いことが具体的な時空間情報として示された。また、送信された被験者の暴露情報と健康情報を組み合わせることにより、リアルタイムのリスク診断が可能となった。

研究成果の概要（英文）：As a result of built-in sensors of CO₂ concentration etc. based on Android, to consolidate the measurement data along with the location and time information in real time on server, we developed a portable environmental monitoring system. The results of implementation of the Lagrangian environmental monitoring which was conducted in Tsukuba and Tokyo, and the local character of very high air pollution phenomenon has been shown as specific spatial information. Further, by combining the transmitted health information and exposure information of the subject, risk diagnosis in real time became possible.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：モバイルテクノロジー、大気環境、健康影響、モニタリング

1. 研究開始当初の背景

昨今のモバイルテクノロジーの進歩は、携帯型電子媒体、省エネ型環境センサー、GPS内蔵型機器、モバイルインターネットなど、都市生活空間環境の研究にさまざまな新しい可能性を与えようとしている。本研究では、都市の街区スケールにおけるモバイルテ

クノロジーを応用したリアルタイムの体感気候データの収集・空間分布表示システムの提案を行っている。このような情報がリアルタイムで収集され、集中処理されて発信されることは、都市における暑熱的危険空間についての情報を市民が共有でき、そのフィードバックとして利用者個人が必要な対策をとれ

ることを担保するものである。また、屋外快適性を高めるための街区や建築のデザインを属地的に実現するための基礎データとして、このような高空間解像度の環境情報データベースを、高時間解像度で構築する必要がある。

2. 研究の目的

都市の街区スケールにおけるモバイルテクノロジーを応用したリアルタイムの気象・熱環境データの収集・空間分布表示システムの構築を行い、国内外の複数の都市における運用を試みる。また、屋外快適性を高めるための街区や建築のデザインを属地的に実現するための基礎データとして、このような高空間解像度の環境情報データベースを、高時間解像度で構築する。さらに屋外温熱環境に限らず、大気汚染濃度や騒音レベル、磁場など各種環境要素についても扱う対象に含め、市民参加型の近隣環境モニタリングシステムの開発を行う。

3. 研究の方法

都市の街区スケールにおけるモバイルテクノロジーを応用したリアルタイムの環境データの収集・空間分布表示システムの構築を行う。ここでは主としてセンサーの組み立てを行い、代表的なテストサイトへの試行的展開までを目標とする。センサーは主としてフランスの SenSariS 社に発注し、屋外温熱環境（温度、湿度など）のほか、大気汚染濃度（NO_x、CO₂、VOC、CO、O_xなどのうち対応可能な要素）、騒音レベル、磁場（健康関連）、街区の照度（治安関連）、位置情報（GPS 機能を内蔵）などを 1 基 4~5 万円程度でそろえる。

軽量・小型にして、OS 内蔵でプログラム可能な Bluetooth（省エネルギー型リチウムイオンポリマー電池で駆動：mini-UBS 充電式）をベースとしたセンサーの組み立て・改良に平行し、サーバーを調達し、リアルタイムのデータの収集・空間分布表示システム（Google Maps をベース）の構築を行う。センサーの開発段階では、データ通信は行わず、センサー自身にデータをロギングし、MicroSD メモリカード（4GB）でデータ転送を行う。

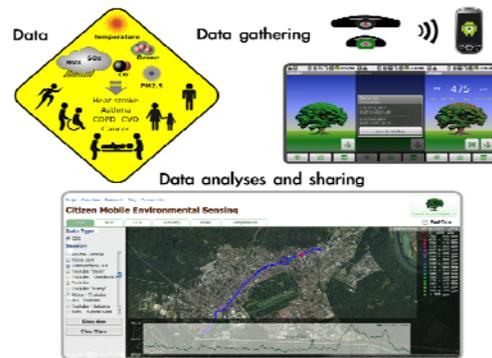


図 1 研究の枠組み

また、データの収集・転送・処理が安定的に行えることを確認する。テストサイトにおける対象フィールドの空間スケールは 100m 四方を想定し、成果が良好であれば 1km~数 km 四方程度に拡大する。狭領域の場合は独自に設置するワイヤレスセンサーネットワークによるデータ収集とし、広領域の場合には携帯電話による情報収集（GSM テキストメッセージによる）を行う。さらに、試験段階で情報セキュリティの評価を行う。



図 2 センサーの事例
左：Eco-sensors 右：心拍計



図 3 モニタリング結果のイメージ

4. 研究成果

EcoMobileCitizen という名称で開発された本システムの詳細を以下のサイトにまとめ、一般に公開しているほか、アプリケーションとしても提供を行っている。

EcoMobileCitizen Map

<http://www.ecomobilecitizen.com>

EcoMobileCitizen Android App

<http://blog.ecomobilecitizen.com/android/>

開発された当該システムの詳細は以下のとおりである。なお、開発には東京マラソンやつくばマラソンの参加ランナーの協力を得ている。



図4 Android上のアプリケーション

表1 センサーの一覧

デバイス	パラメータ	個数	メーカー
CO ₂ sensors	CO ₂ , 気温, 湿度	6	Sensaris
Eco-sensors	CO _x , NO _x , 騒音, 気温, 湿度	6	Sensaris
UV and ozone sensors	紫外線, オゾン, 気温, 湿度	5	Sensaris
RemPod Geigers	放射線	2	Sensaris
BioHarness sensors	ECG, 心拍数	9	Zephyr
Android 携帯電話	データ収集・送信	5	HTC

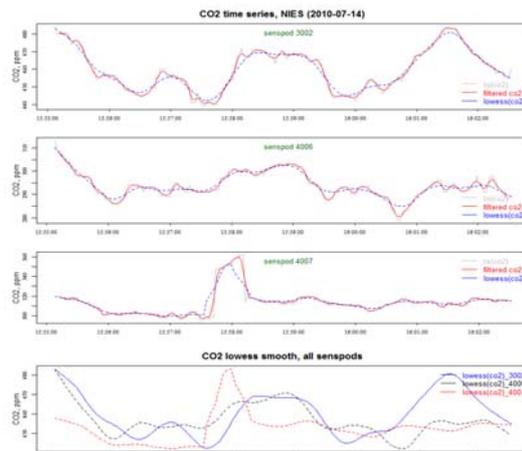


図5 開発段階におけるモニタリング結果の事例

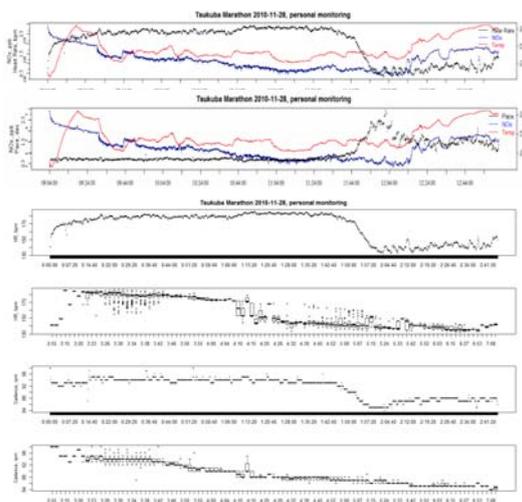


図6 つくばマラソンにおけるモニタリング事例

開発完了後、つくば市内で当該システムを用いた集中観測を行った。観測期間中は多種多様な天候が出現し、システムの対応性をチェックするよい機会となった。

期日：2012年4月21日～25日
 場所：つくばセンター、国道408号線（西大通り）、国道244号線（北大通り）で囲まれるエリア
 時間帯：朝（8:00～11:00）、午後（15:00～18:00）
 セッション：一日6回（それぞれ8:00、9:00、10:00、15:00、16:00、17:00に開始）
 セッション継続時間：30分
 参加者：20歳～65歳の20名（主に筑波大学大学院生、日本人とロシア人が中心）
 参加申し込みサイト
<http://bit.ly/HjJEOG>
 集中観測の紹介サイト
<http://blog.ecomobilecitizen.com/project/>



図7 集中観測のルートマップ
(松見公園付近)



図8 集中観測の様子(センサーの装着事例)

都市内の大気質は多様な時空間変動特性を示す。それらは交通状況や天候に大きく依存し、人間の健康影響も変化する。本研究のような環境・生理同期モニタリングへ多くの一般市民が参加することにより、彼らが頻繁に通行するエリアにおける高頻度・高解像度のデータ収集が可能となる。また、携帯電話へ多様にしてポータブルなセンサーを接続した状態で、ユーザーである一般市民が環境指標(CO_x、NO_x、騒音、紫外線、放射線)や生理学指標(心拍数、呼吸速度、血圧など)を測定できる。そのことは、ユーザー個人が大気汚染物質へいかに暴露したかを評価することとともに、健康影響の発現メカニズムについての新しい理解を提示することにもつながるであろう。



図9 観測結果がサーバーに蓄積された様子

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 一之瀬俊明 (2011): 中国城市是“環境政策実験性基地”, 城市空間設計, 17, 5, 21-23 (中国語)

[図書] (計 2 件)

- ① Schulz, N.B., A. Grubler, T. Ichinose (2012): Energy demand and air pollution densities, including heat island effects, pp. 95-107; In Grubler, A. and D. Fisk Eds.: *Energizing Sustainable Cities*, Earthscan from Routledge, London and New York, pp. 213+
- ② Grubler, A., X. Bai, T. Buettner, S. Dhakal, D.J. Fisk, T. Ichinose, J. Keirstead, G. Sammer, D. Satterthwaite, N.B. Schulz, N. Shah, J. Steinberger, H. Weisz (2012): Urban Energy Systems, pp. 1307-1400; In *The Global Energy Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge and New York, pp. 1865+

[その他]

ホームページ

<http://blog.ecomobilecitizen.com/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

一ノ瀬 俊明 (ICHINOSE TOSHIAKI)

独立行政法人国立環境研究所・社会環境システム研究センター・主任研究員

研究者番号: 3 0 2 3 1 1 4 5

(2) 研究分担者

該当者なし

(3) 連携研究者

ビクトリア リグバル (Victoria Likhvar)

(元) 独立行政法人国立環境研究所・社会環境システム研究センター・NIES ポスドクフェロー

研究者番号: 2 0 5 6 1 3 8 5

(初年度は研究分担者)