

フィールドワークにおける環境モニタリング システムの活用実験

渡部展也, 鵜野公郎

Demonstration Test of Environmental Monitoring System in Field Work Study

Nobuya Watanabe and Kimio Uno*

Abstract: The aim of this study is to develop an environment monitoring method / system based on geospatial information techniques. Sensor devices which include GPS module were tested through field work. Environment monitoring was tested in Prey Chuuteal village, Cambodia by measuring the temperature / humidity of the area and within the stilted house. The result showed difficulty in some mobile observation, especially when the observation takes long time comparing with the temporal change of the value to be measured. Still the test showed some advantages and possibilities for the method / system as an effective data collection for GIS based information utilization. Sensor information platform was constructed to utilize the information gathered by these devices. Platform is based on WebGIS to enable the collection of various sensor data as a participatory GIS implementation. Platform is also able to use outside geospatial information via internet, which is intended to improve the understanding of the data and environments.

Keywords : GIS(Geographic Information System), Environment, Sensor web, Geo-sensor, Monitoring

1. はじめに

近年, 位置情報サービスの普及は目覚しく, 物流や運輸のみならず日常生活の様々な場面に活用されている. 特に最近急速に普及し始めたスマートフォンなどでは, 位置情報と検索キーワード等を基にいわゆるライフログ的な個人の行動履歴を収集し, サービスに反映させているものもある. また, カーナビゲーションシステムでは各車両の位置情報(プローブデータ)を収集, 統合し, リアルタイムの渋滞情報等を提供しているものがある. これらは主に人間の行動の把握を目的としているが, 環境計測についても 2000 年頃から, カリフォルニア大学の Smart dust project や JPL(NASA の Jet Propulsion Laboratory)の SensorPod などネットワーク化された環境計測センサーの研究が成果を挙げ始めている²⁾. しかし, 一般向けの位置情報付の環境モニタリングシステムについては, Sensaris 社の Sensepod など幾つかの例を除き, 総じてみれば少ないのが現状である.

2011 年 3 月 11 日の東日本大震災によって引き起こされた原子力発電所の事故と放射能漏れに対し,

公的な機関だけではなく、NPO や市民による放射線のモニタリングも行われ、その結果がネットに公開されたことは記憶に新しい。そもそもの計測方法の違いによる計測値の信頼度の低さなど、これらの情報が有効に利用されるためには解決されるべき課題も多いが、潜在的な観測者の数を考えるとこうした市民科学的な動向もまた無視できない位置を占めつつあるといえよう。東日本大震災ではネットに点在する放射線計測データを統合的に活用するため、Google map などのインターネット地図の仕組みを用いて結果を閲覧できるようまとめるなどの工夫も行われた(radmonitor311、放射線測定ネットワーク等)。プライバシーの問題など考慮すべき問題点もあるが、こうした個々のミクロな位置情報を他の情報と組み合わせて収集・提供するサービスは、データを収集する技術の発展、普及とともに今後一層重要になっていくものと思われる。

2. 研究の目的

2.1. 目的と研究の概要

本研究では、位置情報とセンサーを介して得られる各種の環境情報を統合する、安価で汎用的なモニタリング手法の確立と、収集されたデータを統合・公開する情報基盤の構築を目的としている。位置情報を持つデータは GIS との親和性も高いため、GIS 的な情報基盤のうえで統合することで最終的なデータ活用の利便性の向上が期待できる。特に、インターネットを介して空間情報をやり取りする WebGIS では、既に地理情報配信の標準規格も策定されており、空間情報の相互運用体制が確立されている。

平成 22 年度では、位置情報を付加する計測機器のプロトタイプを作成したが、本年度はこれらの計測器を調査目的に応じて作り変え、活用実験を行うとともに、センサーデータの登録・配信サービスの実用化に向け、WebGIS をベースとしたセンサー情報基盤をデジタルアジアサーバー（アジアの各種空間情報を格納した地理空間情報基盤）内に構築した。本稿では、その活用実験として行ったカンボジアの村落調査における気温・湿度のモニタリング結果とセンサー情報基盤構築を通して得られた知見について述べる。

2.2. 本研究で構築するシステムの構成要素

本研究では、位置情報を付加した形でデータを収集するためのセンサー機器と、収集したデータを登録、公開するために構築したセンサー情報基盤がシステムの構成要素となっている(図 1)。なお、センサーについては前稿³⁾で述べた通り、無線ネットワークによる高密度の環境計測を可能とすることが最終的な目標である。構築するセンサー情報基盤は地理空間情報配信の標準のひとつである WMS に準拠しており、センサーデータは空間情報としてセンサー情報基盤内に格納される。センサーデータを他機関の整備している各種空間情報と統合利用する自由度の高い地図表現を通し、多角的な環境情報の検討が可能となる。センサーデータの地図表現を行うにあたっては、構築するセンサー情報基盤のサイトだけではなく、Google 社の Google Earth や ESRI 社の ARCGIS など WMS に準拠する様々な GIS 的アプリケーションを利用することができる。

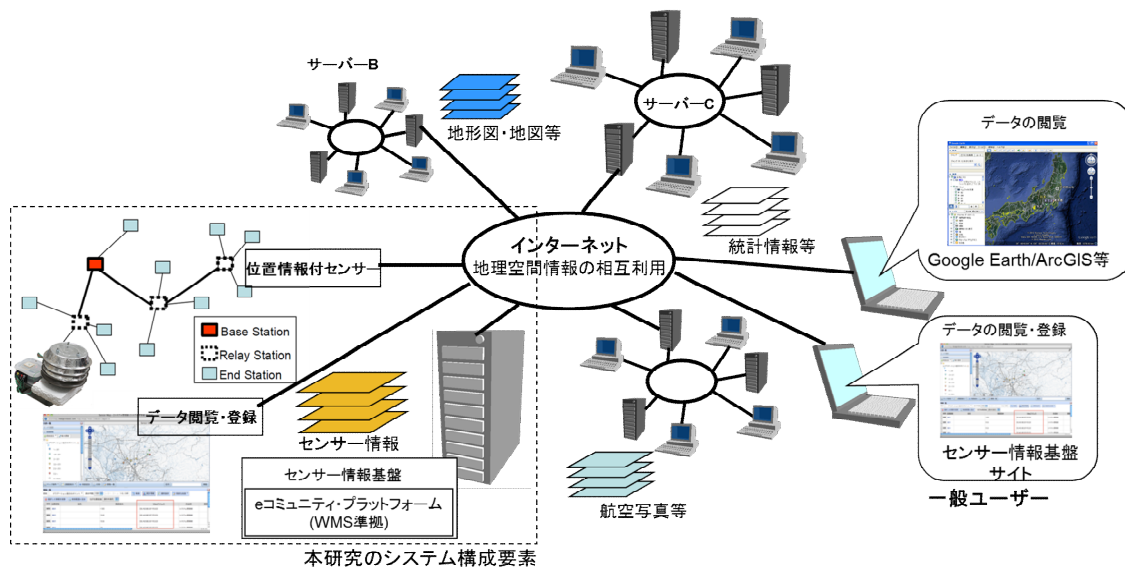


図 1 システムの構成要素と概要

3. カンボジアにおける環境モニタリング

3.1. カンボジアの集落調査における気温・湿度の計測

2011 年 3 月に行われたカンボジアの Prey Chuuteal 村の調査参加時に、村落周辺と高床式住居内の気温・湿度の計測を定点観測と移動観測の二つの方法で試みた。Prey Chuuteal 村はカンボジアの首都プノン・ペンより南西に 90km ほどいったところに位置する約 3km 四方に広がる農村地域の集落である。気候は熱帯に属し、調査を行った 3 月は乾季の終り頃に当たる時期である。集落周辺は天水田が広がるオープンな景観となっており、一部に若干の林が残されている。村人への聞き取り調査によれば、この現存する林はここ数十年にできたものだという事であったが、全体的な村落周辺の植生環境自体、1970 年代のポルポト政権期に森林から農地へと急速に変化した結果であるとのことであった。

村落調査における観測は、各家屋周辺に広がるガーデンキッチンや日除けに植樹されている街路樹などの形で意図的に整備された生活環境と、集落の外に広がる裸地となっているオープンな環境との差の把握を目的としている。こうした個別データの蓄積・統合を実現することで、衛星リモートセンシングデータを用いたより広域の分析を行う際の、リファレンスデータとしての活用などへの展開も期待できよう。ただし、本稿の目的はフィールドにおいて位置情報付きの環境モニタリングを行う際の問題点や有効性の把握などにあるため、計測結果と生活環境との内容的な関連については稿をあらためて論じたい。

3.1.1. 計測方法

温湿度センサー(Sensirion 社の SHT15 を使用)を格納するための計測器は二種類用意した(図 2)。一つは移動計測用で、小型のファンをもちいて強制排気を行い、機器内の空気を循環させている。これは車両を用いた移動観測を想定していたため、高速移動時に降雨があった場合でも雨滴が内部に侵入しないよう気密性を高めたためである。移動用の計測機器は、無線送信部分及び GPS を格納した小型のエンドステーションに接続してもちいる。計測データはエンドステーションで GPS による位置データと統合されたうえで、ノート PC にログが送られる。

定点観測用のものは気密性が低いためファンを取り付けていない。なお、前稿³⁾ではインターネットを介して直接サーバーへデータをプッシュする形で計測を行ったが、この集落ではインターネットへの

接続環境が無かったため、無線でノート PC にデータを送信する形とした。定点観測点は室内と室外の 2 か所に設置した(図 3)。なお、温湿度センサーは同一条件で試用したところ、最大で 0.2℃程の差異が認められた。

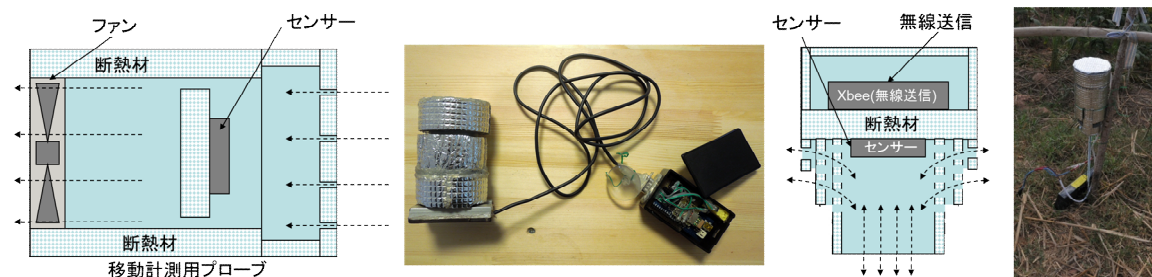


図 2 気温・湿度の計測器(左から移動用計測器模式図, 移動用計測器写真(黒の小箱が GPS を格納したエンドステーション), 定点観測用計測器模式図, 定点観測用計測器写真)



図 3 定点観測機器の設置状況 (左: 高床式住居の 1 階 右: 農地)

3.1.2. 計測結果とその検討

以下図 4 のグラフは定点観測の結果を時系列で示したものである(横軸の時間は日本時間)。室内(高床式住居の 1 階)と室外では基本的な気温の上下の傾向は一致するが、室内の温度変化の幅が小さいことは明瞭である。午前中は最大 4 度の温度差が認められ、最も温度差が大きい時間帯にあたることを確認できる。

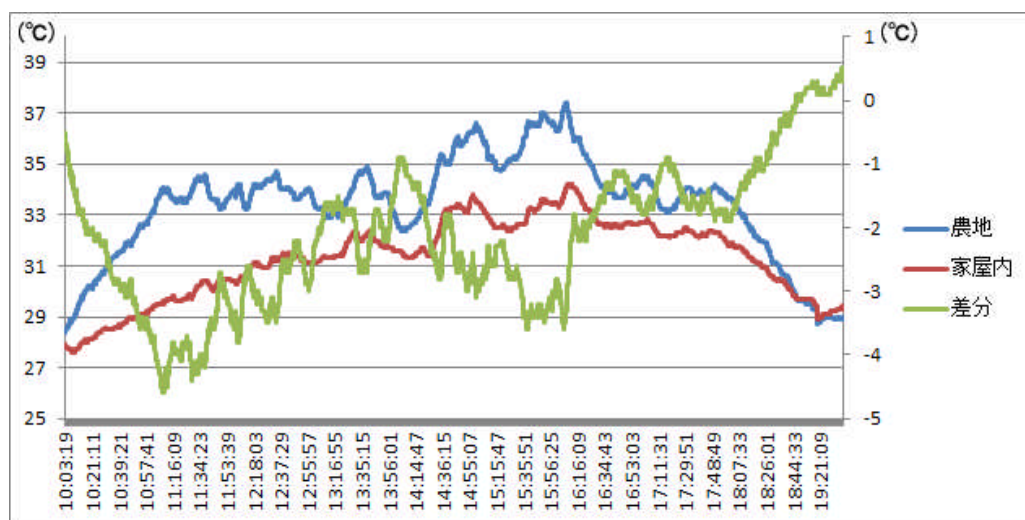


図 4 定点観測の結果の比較

なお，正午過ぎに気温のピークがあるという一日の変化の大きな傾向が認められる一方で，10 分ほどの比較的短時間の中で気温が上下する様子も確認できる．この点については，風向きや日照などの影響（調査当時降雨はなかった）が考えられるが，これらの計測を行っていないため正確な原因は明らかに出来なかった．

次に移動計測の結果を示す(図 6)．移動計測は車両などでなるべく短時間に移動計測を行う予定であったが，調査日程の都合もあり，聞き取りなど同時に行う徒歩での計測となった．計測は午前 9 時頃から午後 4 時頃まで休みを挟んで行ったため，値の差には場所の違いだけではなく，当然時間による変化も影響を与えている．そこで，定点観測地点に対する相対的な気温分布を求めることとした．先述した通り風向きや日照に起因する短時間の気温変化が認められており，これらの影響要素は測定場所によって異なる可能性が高い．そこで単純に同一時間で差分する方法ではなく，10 分間の移動平均値を求めたうえで差分を取ることにした(図 5，図 6)．長時間の移動観測では，気温変化など比較的長時間で変化する影響要素と風向きなど短時間かつ地域的に変化する影響要素が混同され，土地被覆の違いや地形などの影響要因を計測することが困難であった．より多くの固定観測点をもちいたうえで，移動観測結果を補正する，あるいは両者を合わせて内挿するなどの解決策が必要と思われる．

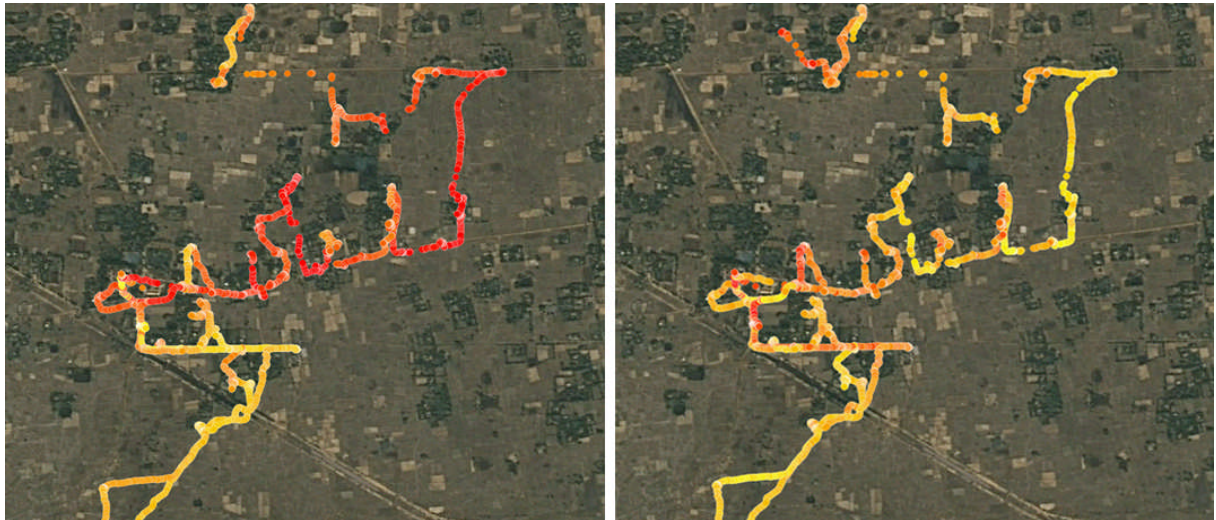


図 5 移動観測の計測結果を衛星画像に重ねて Google Earth で表示(左：気温(補正済み) 右：湿度)

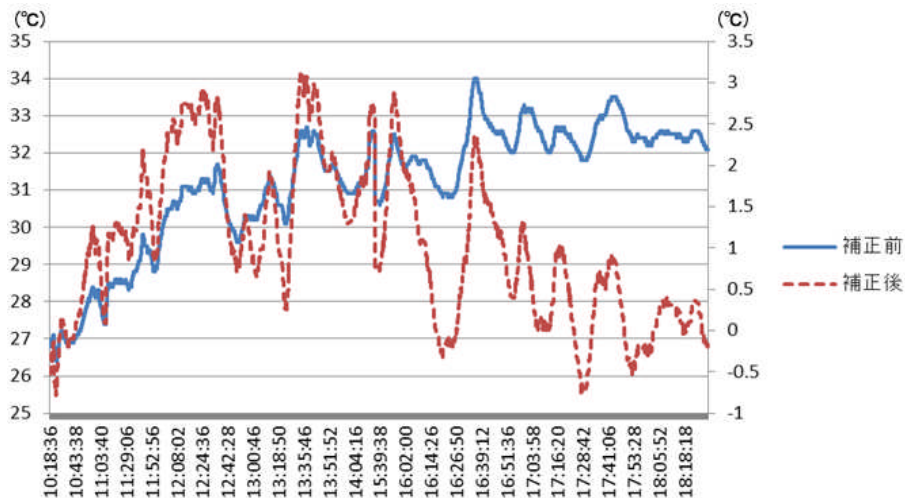


図 6 補正前と補正後の値(時間は日本時間)

4. センサー情報基盤の構築

4.1. センサー情報基盤の概要

本研究で構築した情報基盤は、(独)防災科学技術研究所がソースコードを無償提供している災害リスク情報プラットフォームである e コミュニケーション・プラットフォーム(以降 e コミ)を用いて構築した。e コミは日本地理学会災害対策本部が津波被災データを公開する際ににも用いられるなど、省庁や研究機関でも活用されているプラットフォームである。e コミは WMS に準拠しており、地理空間情報の相互活用が可能である。センサー情報基盤の機能は大きく分けて、1) データ登録、2) データの可視化・検索、3) データの配信、4) 外部データの呼び込み、の4つである。データ登録はユーザー登録を行ったうえで行う形となるが、それ以外に関してはユーザー登録不要で利用できる。

4.1.1. センサーデータの登録

センサーデータの登録方法は2種類である。一つはモニタリング機器からの自動登録であり、この方法では機器から直接インターネットを介してデータがアップロードされる。もうひとつは csv 形式のデータ登録であり、情報基盤のユーザーページから手動でアップロードする方法である。ユーザーページからはデータの削除・編集や公開制限などの指定が可能となっている。

4.1.2. センサーデータの可視化

公開制限のかかっていない登録データについてはユーザー登録することなく閲覧が可能である。メイン画面では、拡大縮小やパンなどの基本操作のほか、地理空間データを他のサーバーから呼び出して表示する、2画面で表示する、条件を指定して検索を行うなどの操作が可能である(図7)。



図 7 センサー情報基盤のメイン画面

5. まとめ

本研究では、カンボジアの Prey Chuuteal 村の村落調査において、高床式住居と畑地における定点観測と徒歩による移動観測によりモニタリングの実験を行った。いずれの計測でも地理空間情報の形で管理、活用が可能なよう、GPS により位置情報を付加した形でデータを収集した。現地調査と並行したデータ収集や、その日のうちに(インターネット接続環境があればリアルタイムで)分布図として表示できるなど利便性が高い。一方で、測を通し、温度や湿度の様に一日の中で大きな変化がある値の空間分布を得る際の問題点などが確認された。より高密度に観測点を得ることで解決を図ることができる可能性があるが、今後の課題として残された。もう一つの課題として、前稿³⁾で挙げた計測器の独立電源化がある。カンボジアでの観測実験の際に太陽電池パネルを補助電源として試用したが、無線による情報通信の電力消費が大きく、満足のいく結果を得ることが出来なかった。独立電源化も引き続き課題として残されることとなったのは残念である。

最後に、収集されたデータを格納し閲覧するためのセンサー情報基盤の構築を行った。前稿のプロトタイプに比べ、ユーザー登録や編集、検索機能などが充実し、実運用に向けて大きく前進することができた。現在、カンボジアで得られた観測データの登録や、春日井市内でセンサー機器からリアルタイムで観測データを格納するなどを通し、センサー情報基盤の調整を行っている。基盤は、アジアの様々な空間情報を格納し運用するためのデジタルアジアサーバー内に構築しており、将来的にはデジタルアジアサーバーから提供するサービスとしても位置付けている。

謝辞

本研究は中部大学総合工学研究所 平成 22 年度～23 年度の第 6 部門の援助を受け遂行されたものであり、ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本地理学会災害対応本部津波被災マップ作成チーム：2 万 5 千分の 1 津波被災マップ(緊急特集 東日本大震災)，地理，56(6)通号 671，p. 49～57(2011)
- 2) 平松 薫：センサーウェブ(小特集 三次元 GIS-基礎技術編-空間分析・検索技術・データベース)，写真測量とリモートセンシング，Vol. 43(1)，p. 46-49(2004)
- 3) 渡部展也・鵜野公郎：センサネットワークと空間情報基盤をもちいた環境モニタリングシステムの構築，総合工学研究所紀要，第 23 巻，p. 62-66(2011)