

コミュニティ活動を支援するプラットフォームの実現に向けた取り組み

Community Environment Sensing Platform for community-care

効率的で持続性のあるスマートコミュニティの実現に向けた動きが世界中で広がりつつある。国内では東日本大震災後、東北地域を中心に IT を活用した新しい街づくりへの動きが活発化してきている。しかし、エネルギー情報にのみ注目した取り組みが多く、コミュニティ全体にわたる情報を有機的に結びつけたサービスを展開するための技術が確立されていない。

本稿ではスマートコミュニティの新しいサービスの実現をめざしたコミュニティプラットフォームの構築に必要な技術要件について述べる。さらに、今後のスマートコミュニティ関連事業に向けた活動を紹介する。

橋 祐一	Hashi Yuichi
佐藤 健	Sato Ken
佐藤 哲朗	Sato Tetsuro
村上 仁	Murakami Hitoshi
白沢 智輝	Shirasawa Tomoki

1. はじめに

2011 年の東日本大震災と、それに続く原子力発電所の事故発生後、政府の「東日本大震災からの復興基本方針」の中にスマートコミュニティ構築が挙げられ、各被災自治体の復興計画にもスマートコミュニティ構築施策が盛り込まれることとなった。これを受け、被災地におけるスマートコミュニティに関わる活動に期待が高まっている。

スマートコミュニティとは情報通信技術（ICT）を活用しながら、電力、熱、水、交通、医療、生活情報など、あらゆるインフラの統合的な管理・最適制御を実現し、効率的で持続性のある社会の実現をめざすものである。

スマートコミュニティは世界的にも大きな潮流となっており、全世界のプロジェクト数は 608 にのぼっている。代表的な取り組みとしてはボルダー（米）、アムステルダム（オランダ）、マラガ（スペイン）、シドニー（オーストラリア）がある^{1) 2)}。

現在、これらの取り組みの多くは技術検証の段階であり、資金も国の補助金に依存している状況となっているが、2030 年までには全世界で 3,880 兆円規模の市場になると予測されている¹⁾。

一方、国内におけるスマートコミュニティの推進状況は、経済産業省が 2010 年に開始した 4 事業（横浜、豊田、けいはんな、北九州）を皮切りに、現在プロジェク

ト数は 160 となっている^{3) 4)}。

東日本大震災以降、被災地でのスマートコミュニティ事業の割合が多くなっており、プロジェクト数も増加したが、国内においても国補助金に依存した実証実験の段階であり、いまだ実用化へは遠い。

また、本来スマートコミュニティにおけるスマート化の対象はエネルギー、交通システム、上下水道等のハードインフラに加えて、ヘルスケア、教育、防災等のソフト面も含まれているが、現在はエネルギー特化型のプロジェクトが多い傾向がある（表 1）⁴⁾。

表 1 主な国内のスマートコミュニティプロジェクト

都道府県	スマートコミュニティ 適用市町村
北海道	下川町
岩手県	北上市
	宮古市
	釜石市
	気仙広域(※)
宮城県	気仙沼市
	石巻市
	東松島市
	大衡村
	岩沼市
	山元町
福島県	新地町
	南相馬市
	会津若松市
千葉県	柏市
神奈川県	横浜市
東京都	三鷹市
愛知県	豊田市
静岡県	袋井市
長野県	塩尻市
富山県	富山市
京都府	けいはんな学研都市
福岡県	北九州市

これは、ソフト面を含めたコミュニティ全体にわたる情報を有機的に結び付けてサービスを展開するための技術が確立されていないことにその要因がある。人々の社会活動は地域のコミュニティと密接に関わっており、人と人、人と家だけでなく、人とコミュニティの関わり合いが重要であることを踏まえれば、コミュニティとそこで生活する住民のさまざまなデータを収集蓄積・分析することでこの問題を解決し、生活の質を維持しつつ、効率的で持続性のあるスマートコミュニティを実現できる。このコミュニティ全体のデータを一元管理し、さまざまな分析に基づくサービスを提供する情報基盤として CESP (Community Environment Sensing Platform for Community-care) を提案している⁵⁾。

CESP は、コミュニティの活動で発生する数値データのみならず、画像などのマルチメディアデータを含む多種多様なデータを時系列にそって有機的に結び付け管理する。さらに、データごとに異なる利用条件も併せて管理することで、利用を許諾されたデータのみをアプリケーションに提供する。

本稿では、コミュニティの新しいサービスの効率的・持続的実現のために必要な技術要件を明らかにするとともに、今後のスマートコミュニティ関連事業に向けた活動を紹介する。

2. コミュニティ活動を支援するプラットフォーム

CESP は、コミュニティを構成するさまざまな対象の状況を計測し、それらの計測データを統合して管理、分析することで安心して暮らせるコミュニティを実現・維持していく基盤である。

CESP の特徴は、多種多様なデータを統合して管理するデータ管理と、データの分析を支援する解析機能、データの利用許諾を制御する“トラスト管理”との連携を考慮している点にある（図 1）。

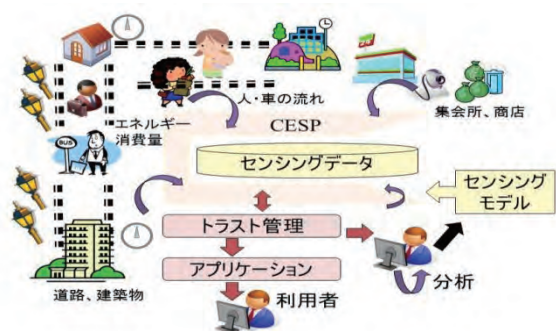


図 1 CESP の概念

2.1 コミュニティに関わるデータとその特徴

コミュニティの情報には、地盤、道路、建築物など都市空間に関するデータ、温度・湿度・日照時間などの環境データや住民の生活データなどが含まれる。

生活データには、人・車の流れや公園・集会所・商店の利用状況などコミュニティ内の人の移動に関するデータ、各家庭でのエネルギー消費量や個人別の健康データなどを含む。

これらのデータは時間的にもそれぞれ異なった変化を示す。空間に関するデータは、変化が小さく計測間隔は年単位となる。一方、環境データは、頻繁に変化するデータであり、利用目的にもよるが分～時単位の計測が求められるデータである。また、建築物や道路などの定期保守データや障害時の修理データなどのように随時発生する保守履歴データもある。生活データは、発生頻度や変化の幅がまちまちであり、コミュニティの居住者層や生活行動の変化により多様性を示すことに特徴がある。

コミュニティに関するデータ形式は、数値、テキスト、画像などのマルチメディアデータであり、上記で述べたように、発生頻度が異なる時系列データである。さらに、建物の新たな建設が人や車の流れに変化をもたらしたり、日中の気温が住民の生活行動に影響するように、データ間には依存関係や相関関係がある。

データを取得するためのセンシング密度や手段は時間とともに変化する。新たなデータが必要になれば、それを取得するためのセンサが設置され、新たな種類のデータが取得される。また、センサを新たに設置したり、故障により交換したりした場合、センサのセンシング精度が変わることもある。これにより、センサから収集されるデータの精度や量が変化する。

コミュニティは多様な要素から構成されるため、そこから収集されるデータの所有者や取り扱いは多岐にわたる。一般にセンサから取得されるデータは、センサの設置者に所有権があり、そのデータの利用許諾範囲は所有権者が決める。データの中には、エネルギー消費量や運動量といった世帯や個人のプライバシー情報を含むため、取り扱いに注意を要するデータもある。

2.2 データ管理

コミュニティを構成する対象から収集されるデータは、前節で述べたようなさまざまな特徴を持つ。これらの特徴から、データ管理は以下の要件を満たす必要がある。

- (1) 大量のマルチメディアデータ（数値・テキスト・画像・映像）の時系列データの効率的な管理
- (2) データの利用時に決まる利用目的やセンシングの変化に柔軟に対応できるデータ構造
- (3) データの所有権や利用許諾範囲に対応したデータのアプリケーションへの提供

(1) はセンサから大量に生成、収集される数値データに加え、テキストや画像を含む保守文書、地形データや構造物の設計情報など、データサイズが大きく異なる幅広いデータを効率的に管理するための要件である。これらのデータの収集頻度は、高いデータから低いデータまで多岐にわたり、時間とともに変化することを考慮したデータ管理が必要になる。

(2) はデータの収集・蓄積時に利用目的や利用するアプリケーションを想定することができないため、蓄積時に利用目的に応じた最適なデータ構造を設計できないことを意味している。センシングの変化により収集したデータを蓄積する際のデータ項目が変化するため、データ管理にはこれらに対応した柔軟性が不可欠になる。

(3) は収集・管理されたデータの所有権や利用許諾範囲が異なるため、データの利用者やアプリケーションの利用権限に応じて、適切なデータだけを提供することを求めている。さらに、所有権や利用許諾範囲は時間の経過とともに変化することが考えられるため、この時間変化にも対応できなければならない。データの所有権や利用許諾に関する情報をデータと関連付けて管理する必要がある。

これらの要件を満たすため、Key と Value という単純な構造でデータを管理し、高いスケーラビリティを持つ分散 KVS (Key Value Store) によりデータを管理する (図 2)。

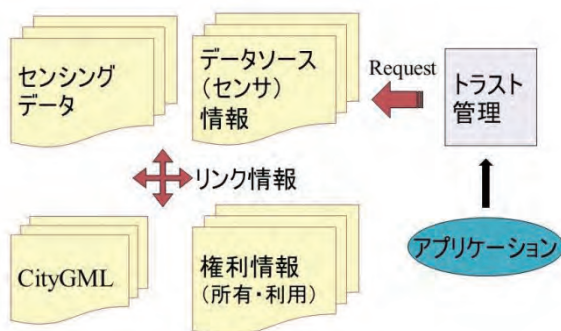


図 2 CESP におけるデータ管理構造

2.3 解析機能

データ管理で管理する多種多様なデータを解析するた

めには、使いやすい解析機能が必要になる。CESP では、時系列データの解析を容易にするために以下の機能を提供する。

● イベント解析機能

修理や保守等のセンシングに影響を与える事象を契機とした解析を提供する機能である。イベントを指定することで、イベントの前と後のデータの集合をそれぞれ取得したり、イベントの影響を加味した時系列データのトレンドを求めたりすることができる。

● 時間指定検索

ある対象の特定期間のデータを抽出したり、規定変化量を超えた期間のデータを抽出したりする機能である。時系列データ分析ではこれらの検索が多用されると考えられるため、本機能によりデータ解析やアプリケーション開発が容易になる。

● データ補正機能

データの収集時の条件を元に必要に応じたデータの補正を行う機能である。センサから収集したデータにはセンサ固有の特性やデータの測定条件により生じるデータの解釈上の差がある。これ補正することで、幅広いデータの活用が可能となる。

2.4 トラスト管理との連携

データ利用者やアプリケーションの利用権限に応じて、適切なデータだけを提供するためには、データ利用者やアプリケーションが CESP 上のデータを利用することができるか否かを判断するトラスト管理が不可欠である。トラスト管理と連携した CESP において、データ利用の流れは次のようになる。

1. 利用者やアプリケーションは、トラスト管理にデータの取得を要求する
2. トラスト管理は、要求されたデータの利用許諾情報を CESP に要求し、それを取得する
3. トラスト管理は、取得した利用許諾情報を元にデータの利用可能な範囲を決定し、その範囲のデータの取得を CESP に要求する
4. CESP は要求されたデータをトラスト管理に送る
5. トラスト管理は、その送られたデータを利用者やアプリケーションに送る

このような流れでデータの所有者の意図にそったデータの利用を実現する。

3. 「センサデータ補正技術」

CESP 上でのデータ活用では、分析時に、データ補正機能を用いて計測したデータの整合性を確保することが重要になる。本章では、CESP 実現時に活用できるデータ補正技術の実施例として、政府系研究機関から受注した「被災地内空間線量率 情報発信システム」におけるセンサデータの補正について述べる。

政府系研究機関では、被災地内の住民に対し、生活エリアの空間線量率分布情報を提供することを目的として、路線バスなどの公共交通機関や輸送機関に搭載した車載型空間線量率測定装置を使って自動測定したデータを可視化し、Web 上に公開する事業を推進している。

この中の「被災地内空間線量率 情報発信システム」は GPS 装置、放射線測定装置と言った機器やセンサ情報を解析し、オープンデータである道路網情報や地図情報システムを活用して被災地の住民に対して被災地域の空間線量の情報を提供する事業の核となるシステムである。

3.1 システム概要

被災地内空間線量率情報発信システムは、測定データの収集、補正、解析から結果の可視化、発信までの作業を自動化することで、空間線量率分布情報をタイムリーに提供するシステムである。

図 3 にシステム概要を示す。被災地内の公共交通機関に所属する路線バスなどの移動体約 50 台に放射線測定器を搭載し、3 秒間隔で GPS 情報と放射線情報を自動測定する。測定されたデータはリアルタイムにサーバに収集され、解析後地図情報システム上にマッピングして可視化する（図 3）。

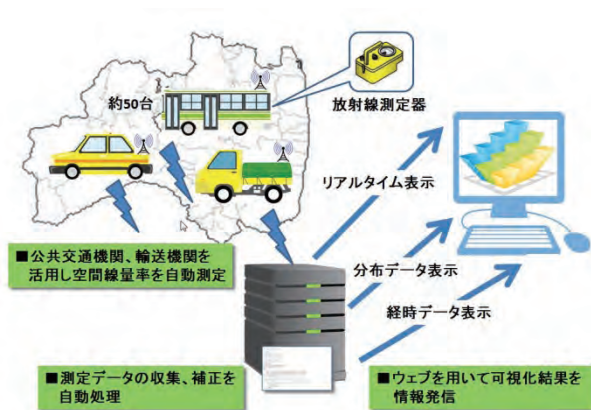


図 3 被災地内空間線量率情報発信システム概要

3.2 センサデータ中のノイズ

本システムで測定されるデータには、測定した位置情報（GPS）と放射線情報がある。位置情報（GPS）は移動体が走行した道路上に正しくマッピングし可視化する必要がある。しかし、トンネル内で GPS 情報を取得できない箇所や GPS の誤差により道路外を走行していると誤検知されるなど、正しくマッピングできないケースがある。

また、放射線情報は微量放射線施設の付近や、放射線治療者の乗車などにより、正しくデータを測定できない場合（ノイズ）や「統計的ゆらぎ」と言われる自然界で検出される放射線バラツキ（スパイクデータ）が存在する。このため、データの補正は必須となる。

3.3 GPS 測定データの位置補正手法

GPS 測定データの位置補正は、国土地理院が提供している地理空間情報の一つである道路網情報と測定データを用いて実現する。道路網情報では道路は短い区間に区切られ、各区間データは自識別 ID と両端の座標、道路属性、および、接続先の識別 ID を保持している。本情報と測定車の走行方向を用いて補正を行う（図 4）。

道路網情報を用いた位置補正

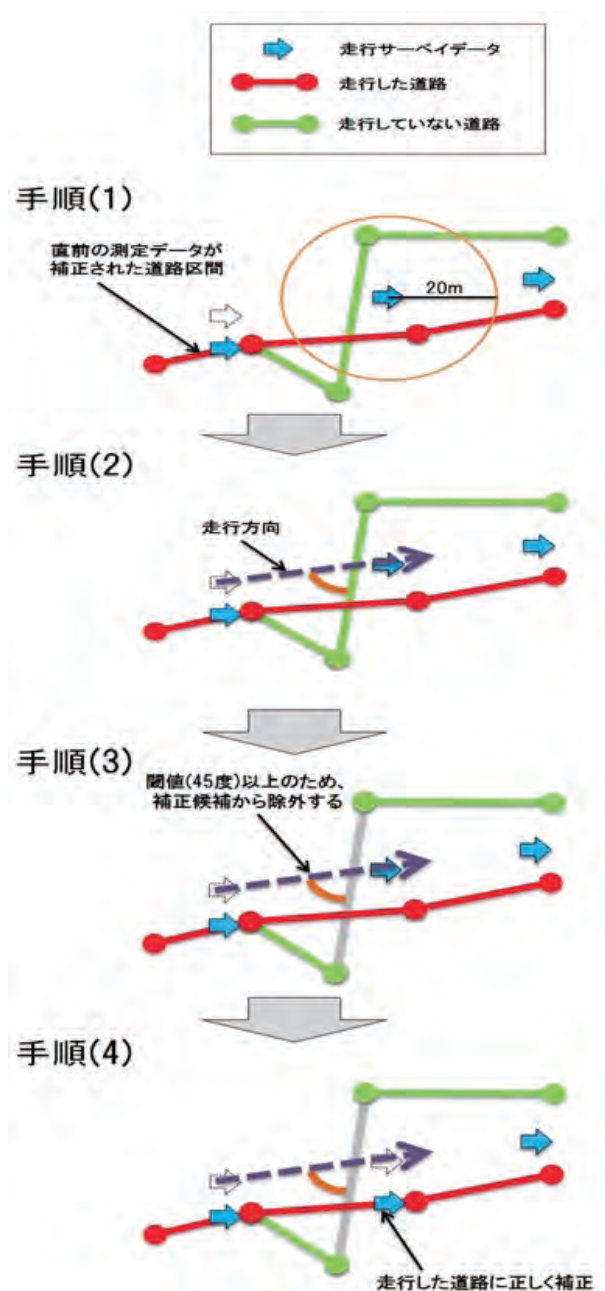
◆ 国土交通省が提供している道路網情報を利用



図 4 GPS 測定データ位置補正手法

補正の手順は以下の通りである（図5）。

- 図5手順1 直前の測定データが補正された道路区間から辿れる道路網情報の中から、補正対象の測定データからの距離が閾値(20m)以内のものを検索する。
- 図5手順2 直前の測定データと補正対象の測定データから走行方向を算出し、手順1で検索したすべての道路区間の方向と比較する。
- 図5手順3 比較の結果、方向の差が閾値(45度)以内の道路区間を補正候補として記憶する。
- 図5手順4 補正候補となった道路区間のうち、補正対象の測定データから最も近い道路区間上に位置を補正する。

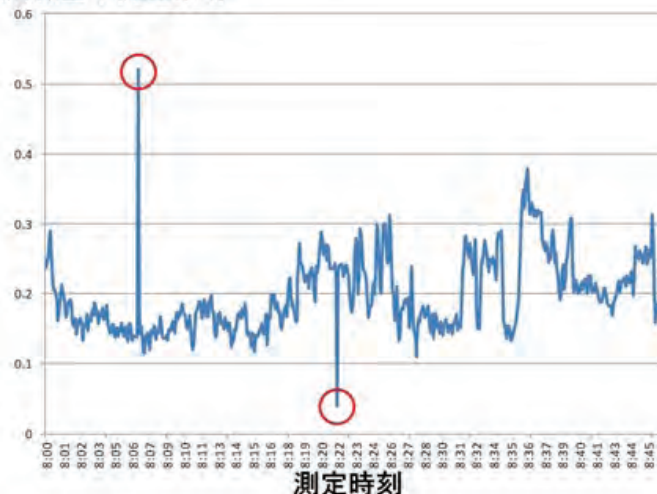


3.4 放射線スパイクデータの補正手法

放射線スパイクデータには前述した通り、外的要因による一時的に発生する「ノイズ」、と偶発的放射性崩壊により測定される放射線に一時的ばらつきが発生する「統計的ゆらぎ」がある。

これらのスパイクデータを測定データ分析により閾値を設定することにより除去し適正化を図る。閾値は放射線量測定器の測定間隔（～3 秒）から変化量は大きくなると仮説を立て、大きく相関が変化する値である（～3, 1/3）を今回採用した（図 6）。

空間線量率[$\mu\text{Sv/h}$]



ノイズ検出数

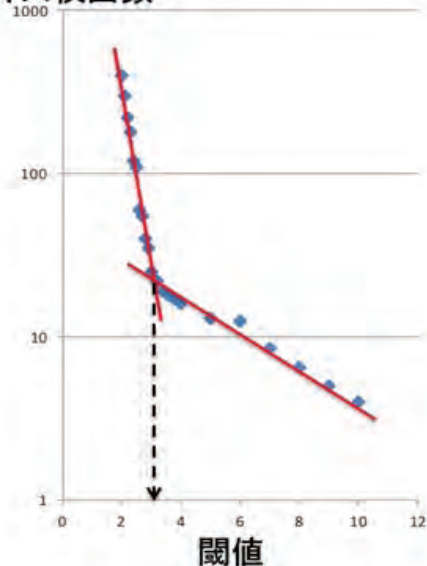


図 6 スパイクノイズ検出数と閾値の関係

スマートコミュニティで収集するデータには、センサ固有の特性やデータの測定条件により生じるノイズや特異性が内在する。本稿では GPS 情報、放射線情報についての補正手法を述べたが、今後の CESP 実現においては、他のセンサに対する補正手法の確立が必要になってくると考える。

4. スマートコミュニティの実現に向けた取り組み

CESP の実現と有用性の評価に向けて今年度から総務省・戦略的情報通信研究開発推進事業（国際連携型）の中で実証実験を開始する⁶⁾。

このプロジェクトでは、CESP に基づいて構築されたローカルクラウドを有機的に結合させたグローバルプラ

ットフォーム上において、センサ等から収集されたデータを管理し、プライバシーに配慮した形で活用する iKaaS (intelligent Knowledge-as-a-Service) プラットフォームを構築する。

プロジェクトへの参画を通して、CESP の有用性を確認するとともに、新しいデータ活用法の発見ができると期待している。

例えば、建設時から補修履歴も含めて定期的に測定された空間情報を基に仮想 3D 都市モデルを構築し、成人だけではなく、高齢者や障害者、幼児などさまざまな住民の視点から問題となる場所を事前に評価し、対応策を実施することが容易に行えるようになる。また、気象データを組み合わせることで災害時の危険個所の推定やハザードマップの作成につながれる可能性がある。

生活習慣の改善支援も期待している適用分野の一つである。従来 HEMS (Home Energy Management System) データはエネルギー消費量の見える化やエネルギー機器の制御のために利用されてきたが、個人や世帯の身体活動量や運動量とエネルギー消費量に新たな関係性が見いだせれば、個人の健康だけではなく、地球環境と関連付けた運動指導が可能となる。

このように従来では不可能であったセンシングデータの新しい組合せを実現することによって高付加価値ビジネスの創出につなげていきたいと考えている。

5. おわりに

本稿では、さまざまなデータの利活用を目的としてこれまで展開してきた活動事例と、効率的で持続性のあるスマートコミュニティを実現するための新しいデータ活用に向け、コミュニティ全体のデータを管理する CESP の概念とその技術要件について解説した。さらに、その中でデータ分析に不可欠なデータ補正技術について詳述した。

Machine to Machine (M2M) や Internet of Things (IoT) の浸透により、収集できるデータの種類と量が飛躍的に増加し、その組み合わせの複雑さも増していく。その中で有用な知見を得るためには、時間と共に変化するデータ間の関連性を効率的に管理し、それらを有機的に結び付けて活用することが重要になってくる。

CESP はこのようなデータ管理の一つの方法を示したものであり、実証実験を通してその有用性を確認することが必要である。これが確認できれば、このデータ管理技術は、M2M/IoT 時代の強力な差別化技術となる。

今後、実証実験を通して他社に無い技術の早期確立を

めざすとともに、国際連携型研究を経験することにより、スマートコミュニティ関連事業のトップランナーとしてグローバルも視野に入れた事業展開を図っていきたい。

参考文献

- 1) 日経 BP クリーンテック研究所「世界スマートシティ総覧」(2011)
- 2) NEDO「再生可能エネルギー技術白書」(2014)
- 3) 経済産業省「スマートコミュニティ実証の現状について」(2011)
- 4) 日本総研「スマートシティ実現に向けた取り組みと今後の課題」(2013)
- 5) M. Hiji and Y. Hashi, "Community Environment Sensing Platform for community-care", to appear in IEICE technical report (2014) .
- 6) http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin03_02000108.html



橋 祐一 1992 年入社
公共ソリューション本部
新事業の開発及び産学連携事業の推進
yuichi.hashi.wg@hitachi-solutions.com



佐藤 健 2010 年入社
先端基盤ソリューション部
被災地内空間線量率情報発信システム開発
ken.sato.ty@hitachi-solutions.com



佐藤 哲朗 2006 年入社
先端基盤ソリューション部
被災地内空間線量率情報発信システム開発
tetsuro.sato.aj@hitachi-solutions.com



村上 仁 1985 年入社
先端基盤ソリューション部
先端インフラ事業、計算科学事業、文教事業の展開
hitoshi.murakami.ty@hitachi-solutions.com



白沢 智輝 1985 年入社
先端基盤ソリューション部
先端インフラ事業、計算科学事業、文教事業の展開
tomoki.shirasawa.kk@hitachi-solutions.com