

## 1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆課題名 : 欧州との連携による公共ビッグデータの利活用基盤に関する研究開発
- ◆副題 : スマートシティにおける市民の影響力を拡張するビッグデータ・クラウド・IoT融合基盤技術
- ◆Acronym : BigClouT
- ◆実施機関 : 東日本電信電話株式会社<代表研究者>, 慶應義塾大学SFC研究所, 大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所, 日本電信電話株式会社, 国立大学法人 筑波大学, 株式会社YRP-IOT (平成29年1月31日まで)
- ◆研究開発期間 : 平成28年7月から平成31年6月(3年間)
- ◆研究開発予算 : 総額186百万円(平成28年度 62百万円)

## 2. 研究開発の目標

・2019年6月までに、ClouTプロジェクトで確立した技術研究要素および日欧連携ノウハウを最大限に活かしながら、ビッグデータ解析という研究要素を追加し、その成果を発展拡張するとともに、都市のスマート化を日欧で推し進めるための、強力かつ長期的な相互協力関係を醸成する。

## 3. 研究開発の成果

### プロジェクト目標: Cloud + IoT + ビッグデータによるスマートシティ基盤

クラウドコンピューティングを活用し、管理、解析、見える化されたビッグデータ

柔軟性のある相互活用可能なエッジコンピューティング

IoTを含む様々なデータソースを活用するためのプログラム可能なシティデータプラットフォーム

ClouTプロジェクトで構築したプラットフォームの様々なレイヤに知識処理を導入し、都市に関するビッグデータからの知識抽出を実現をする基盤・プラットフォームサービスの構築・提供を目指す。

### 研究開発成果: 参照アーキテクチャとその実装

下記における多様な要件に対応するアーキテクチャを構築するため、日欧共同で、既存資産及び4つの実証都市のユースケースを踏まえたアーキテクチャの検討を実施した。

- ・インターオペラビリティ(相互運用性)
- ・ダイナミックなIoTプラットフォーム
- ・ビッグデータの管理と付加価値

### プロジェクト目標: 様々なスマートシティアプリケーションへの寄与

都市にあふれるデータから抽出された付加価値の高い知識を様々なスマートシティアプリケーションを介して市民に還元し、様々な分野への効率的かつリアルタイム性をもった活用方法を検討し、実証実験を通して、都市資源をより効率的に利用した市民サービス提供を目指す。

### 研究開発成果: パイロット都市でのアプリケーション提案と実証

グルノーブル市

ブリストル市

つくば市

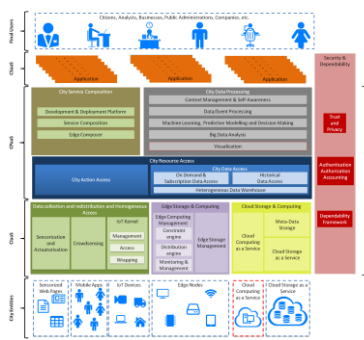
藤沢市

日欧4つの実証都市において、ユースケースに基づき実証実験を計画し、日本の2都市で実証実験を実施した。主な実証実験の内容は以下の通りである。

- ・グルノーブル市: ソーシャルアプリケーションとモニタリングを通じた工業団地の利活用促進
- ・ブリストル市: エネルギー管理のスマート化
- ・つくば市: 外国人観光客の困りごとと解決による満足度向上
- ・藤沢市: 2020オリパラを見据えた人流把握と訪問客への有益な情報提供

### 3. 研究開発の成果(続)

#### Task1.3 相互運用可能なBigClouTアーキテクチャの設計

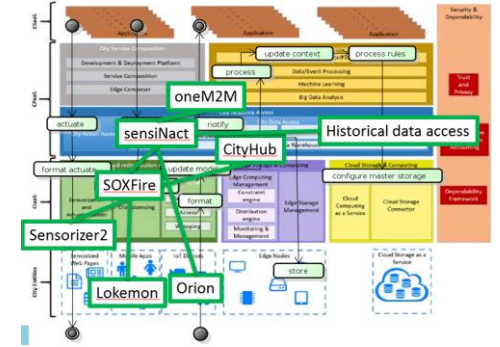


要求および技術双方の観点から、参照アーキテクチャの設計を進めた。

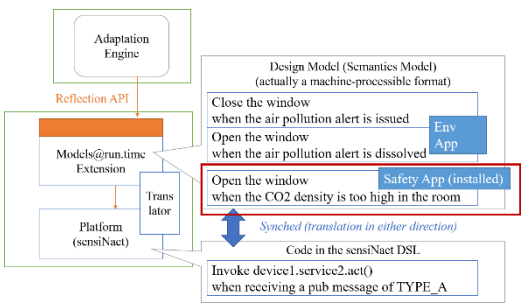
このアーキテクチャは、人やレガシーデバイスを含む広義の多様なセンサ・アクチュエータを統合しつつ、エッジコンピューティング、ビッグデータ分析等のパラダイムも踏まえたものとなっている。

#### Task2.1 相互運用ツールによる都市ビッグデータの生成・収集・再発信

BigClouTアーキテクチャへマッピングされた各社のコンポーネント間の連携方式について検討を進めた。また、接続試験の計画の策定と、内部のデータフォーマットに関する仕様検討を開始した。



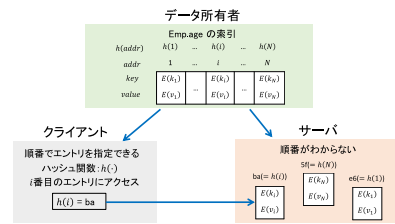
#### Task2.2 自己再構成可能なディペンダブルプラットフォーム



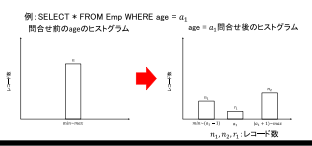
要求、環境、およびシステム設計に関するモデルを実行時にも保持・活用し、保証を伴う自己適応を行うModels@run.timeアプローチを採用。

イベント駆動型アプリケーションにおける競合解決を中心として、汎用的なアーキテクチャと具体的な実装とを検討。

#### Task2.3分散処理・ストレージ・プラットフォームマネジメント

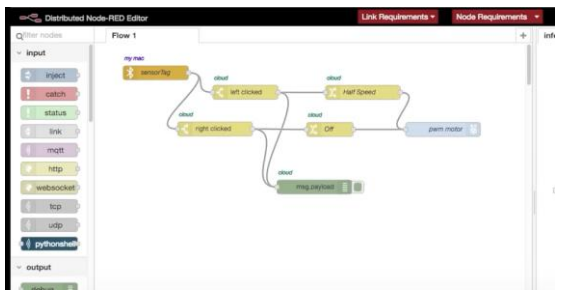


暗号化データベースシステムにおいて、問合せ処理の結果クライアントが得る情報量を定量的に評価するモデルを提案し、その妥当性、有効性を実験的に評価した。

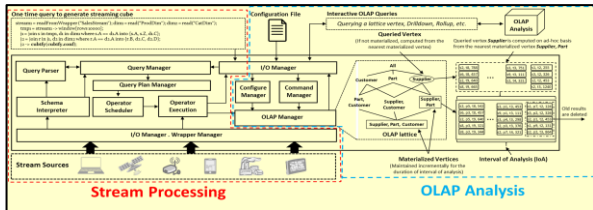


#### Task2.4スマートシティアプリケーション用プログラミングツール

スマートシティアプリケーション構築用のライブラリ設計・実装。分散ストリーミング処理システムの統合設計、実装を開始。



#### Task3.1ビッグデータ解析・イベント情報処理・ビジネスインテリジェンス



ストリーム処理とOLAP分析のための統一フレームワークStreamingCubeを研究開発。実証実験等での活用のため、オープンソース化を実施。

### 3. 研究開発の成果(続)

#### Task3.2 学習機能・予測モデル・意思決定

時系列文書データ

doc. doc. moving time window time

INPUT:  $(t, d)$

エンティティの直近の使用頻度を用いて計算された時間的な関連度を考慮

Mention Detection

Candidate Selection

Linking Decision

OUTPUT:  $(E(d), t)$

各エンティティが使用された時刻情報を保存

Entity-time DB

Update DB

TwitterやSNSなどの時系列文書データから文書トピックを予測し、知識ベース中のエンティティをリンクする手法を提案した。実データを用いた比較実験により、既存手法に比べて精度が改善されたことを確認された。

#### Task3.3 オンラインデータマイニングおよび可視化

(d) Detecting "undamaged" as "damaged"

Divide image into patches

Conv+MP

Conv+MP

Conv+MP

Conv+MP

Global Average Pooling

Fully-Connected

Fully-Connected

路面標識損傷の判別をオンラインかつエッジ側で可能とする技術を開発。従来手法と比べ、学習モデルの大幅な削減を達成しつつ、精度を向上するなどの成果を得た。

#### Task4.1 実証実験実施に向けた市民からの情報抽出

Typical Crowd Sensing Model

4 people in line

Alice: Hey, can anyone report how many people in the line?

Bob: 4 people in the line.

Alice: Thank you.

LokeMon's Crowd Sensing Model

4 people in line

LokeMonize (mimic)

LokeMon at bus stop

Alice: Hey Busbie, how many people in the line?

Busbie: 4 people in the line.

Alice: Thank you.

#### Task4.2 スマートシティアプリケーションの開発

Task4.2で開発したアプリケーションを用いて、藤沢市およびつくば市において市民参加型の実証実験を実施した。藤沢市：多くの人が集まるイベントでの参加者の行動変容を分析した。つくば市：外国人訪問客の困りごとを収集し、リアルタイムに回答することにより、滞在中の満足度の向上を図った。

#### Task4.2 スマートシティアプリケーションの開発

BigClouT基盤と連携し、市民参加型センシングの参加を促すため、プライバシーや動機づけ問題の解決に寄与するロケーションモンスターを開発。藤沢市において実証実験を行い、その有効性を確認。

#### Task4.3 コンポーネントの統合

Innovative Web Site

Metropole Open Data

Sensorizer

XMPP Broker

12.1

12.2

oneM2M system

oneM2M Bridge

Metropole Bridge

KEIO Bridge

sensNact Studio

D-aaS

sensNact Gateway 193.48.18.248:3000

CDM agent

Self-aware mechanism

Apache Tomcat

Edge Storage

PostgreSQL

Applications

Grenoble Web App

WP2, WP3の各コンポーネントを統合し、スマートシティアプリケーションを構築するための設計を開始。各機能の接続実験を並行して行う。

#### Task4.4 BigClouTプラットフォームを用いた大規模実証実験の実施

Task4.4 BigClouTプラットフォームを用いた大規模実証実験の実施

各実証フィールド自治体における、より大規模な実証実験の計画を行うとともに、日欧連携実証実験について検討を開始した。日本で実証したアプリケーションの欧州での実証、日欧で収集したデータの共有および分析などの実現可能性について議論した。

グレンノーブル市

ブリストル市

つくば市

藤沢市



4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース 報道	展示会	標準化提案
0 (0)	0 (0)	6 (6)	48 (26)	3 (2)	2 (1)	13 (13)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

(1) 関連研究コミュニティの促進

以下のように、企業・自治体・大学研究機関等の連携を図るため、関連研究コミュニティを形成した。

- 昨年度発足させた「地域IoTと情報力研究コンソーシアム」の活動を推進。  
→ 毎月開催したWGおよび勉強会を通じて、藤沢市の取組みを横展開していくための要件分析、技術要件検討などを推進した。

(2) 業界・一般に向けた発表・討論の実施

以下のように、一般に向けた発表や都市での実証実験を進めた。

- 2017年6月9日「国立情報学研究所オープンハウス2017」にて、「スマートシティにおいて市民の『力』を高めるモノとビッグデータのクラウド BigClouT」の展示を実施。
- 2017年9月、11月～ 藤沢市およびつくば市において一般のユーザーを交えた実証実験を実施。
- 2017年11月1日「The 1<sup>st</sup> International Conference on Advanced Information Technologies(ICAIT)」にて、「Emerging Challenges in Software Dependability under Uncertain World」の講演を実施。
- 2018年3月14日「情報処理学会第80回全国大会」にて、自治体、研究者を招いてプロジェクト紹介や将来のスマートシティ実現に向けた課題についてのグループ議論を行った。

5. 今後の研究開発計画

これまでに得られた日欧の技術的な成果を、今後の実証実験での活用や個々の技術要素間の連携により、さらに洗練、進化させ、実用化を目指した取り組みを行う。今年度実施した実証実験について実証協力自治体である藤沢市とつくば市、および関連する機関からのフィードバック等により得られた教訓を踏まえ、新たな課題の解決につながるような、プラットフォームやアプリケーション等の技術的要素の開発を進める。また、日欧連携実証を含めた、より規模の大きな実証実験を計画・実施し、技術的要素の成果や効果、汎用性について評価を行っていく。

6. 外国の実施機関

CEA-LETI, Engineering, Absiskey, National Technical University of Atene, Lancaster University, Bristol市, Grenoble市