

# データとサービスの相互利用を実現するデータ連携基盤

## Data linkage platform that realizes mutual use of data and service

後藤 孝行<sup>1\*</sup>  
Takayuki Goto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 九州大学共進化社会システム創成拠点

<sup>1</sup> Center for Co-Evolutional Social Systems, Kyushu University

**概要:** ユーザ主導のスマートシティに向けて、Web of Things によるプラットフォーム連携を実現するデータ連携基盤を提案する。データ連携基盤は、サーバント機能とデータフロプログラミングによってアーキテクチャを構成して、データとサービスの相互運用とデータ処理支援を行う。本稿では、このコンセプトに基づき試作したデータ連携基盤 Circle Core を紹介する。

## 1 はじめに

公共の資源をより有効に活用し市民に提供されるサービスの質を高めつつ行政の運営コストを削減するため、ICT を活用したスマートシティの試みが世界各地で行われている [Schaffers 11, Silva 13, Zanella 14]. スマートシティの実現には市民参加の視点が重要で、都市のスマート化プロセスを含め市民をソリューションに組み込めるかが大きな課題である [Silva 13]. 市民自らが都市環境の改善に参加できることで、地元の知識、経験などの活用も期待でき [Benouaret 13], また、使いやすいツールやコンポーネントなど進歩した開発環境とインターネットなどの新しいコミュニケーションメディアが、ユーザによる製品開発やサービス開発の重要性を高めている [Von Hippel 05]. スマートシティがこれを支援することで、市民自らが市民生活を向上させるアプリケーションを開発可能にして様々な生活スタイルに対応した市民サービスを実現する [Schaffers 11].

こうした、ユーザ中心のイノベーションは都市の大きな原動力になるが、これを支援することができるユーザ主導のスマートシティの実現には、都市の広範囲から多様なデータを収集して都市の状態を認識して都市の変化に対応するため柔軟に変更・拡張可能かつ持続性のある IoT プラットフォームの構築が求められる [Silva 13]. このような大規模 IoT プラットフォームを実現するには、特定の組織だけではなく多数のユーザが設置したプラットフォームがデータ収集やサービスを展開して、それらプラットフォームが連携することでデータやサービスの相互利用をしながら都市の IoT プラットフォームを形成するといった分散協調的なアプローチが重要になってくる。多くのユーザがプラットフォーム参加

する仕組みが持続可能でオープンなユーザ主導のイノベーション・エコシステムにつながる。

そこで本研究では、ユーザ参加型のプラットフォーム構築を目指して、Web of Things のコンセプト [Duquennoy 09, Zeng 11] に基づきプラットフォーム間連携とデータ処理支援ができるデータ連携基盤 Circle Core を提案する。

## 2 データ連携基盤

### 2.1 コンセプト

ユーザ参加によって拡張されていくユーザ参加型のプラットフォームを実現するには、多くのユーザが IoT プラットフォームを設置可能にして、それらプラットフォームが連携する必要がある。また、ユーザはプラットフォームがセンサから収集するローレベルな生データではなく理解できる高度な情報に関心をもつ [Perera 13]. 収集したデータを分析してアプリケーションで利用できるコンテキスト情報として生成する必要があり、プラットフォームでこれを支援することは重要である。

そこで本研究では、Web of Things によってプラットフォーム間の連携を実現するデータ連携基盤を提案する。Web of Things は、IoT にオープンな Web 標準技術を用いて情報共有とデバイスの相互運用を実現するコンセプトで、IoT デバイスに Web サーバーを組み込むことで、Web サービスとして抽象化され、既存の Web にシームレスに統合できる [Silva 13]. また、Web of Things によって分散化されたプラットフォームにデータ処理プログラミングを支援する仕組みをもつことで、データの高度化を複数のプラットフォームを介して漸進的に行うことができる (図 1). データ処理をセンサ側のエッジにおいて行うことで遅延やデータ転送量の課題に対応できる [Bonomi 12]. Web of Things によって連

\*連絡先：九州大学共進化社会システム創成拠点  
E-mail: tygoto@soc.ait.kyushu-u.ac.jp

携してデータ処理を行うため、データ連携基盤は、サーバント機能とデータフロープログラミング [Johnston 04] によってアーキテクチャを構成する。サーバント機能は、P2P で用いられるサーバとクライアントの機能を兼ねたシステムで、サーバとして動作することで Web サービスを公開して、クライアントとして動作することで外部の Web サービスからデータを取得する。データフロープログラミングは、インタラクティブにデータ処理の流れや機能を編集することができ、Web サービスのマッシュアップや、シミュレータなど多くの領域で用いられている手法である [Blackstock 14]。データクレンジングや解析に応じて必要なデータ変換、モデル生成などデータ処理に関わる複数の処理を独立したプロセスとして扱うことで各処理の再利用性を高め、それら処理の流れをデータフロープログラミングで構成できることで、データ処理を支援する。

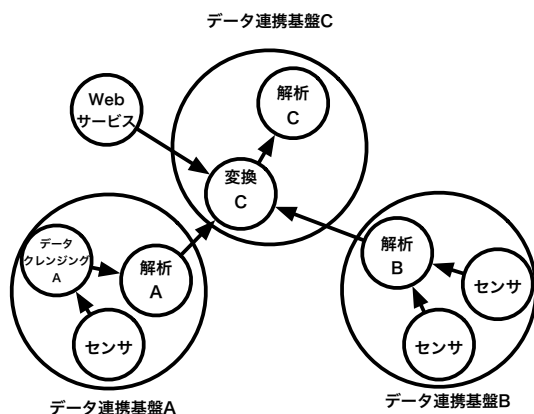


図 1: 基盤連携による漸進的なデータ処理：データ連携基盤 A 内でセンサの収集・蓄積が行われ、それをデータクレンジング A、解析 A というデータ処理の流れをデータフロープログラミングで構成する。また、基盤同士の連携によって、データ連携基盤 C で、解析 A の結果データと解析 B の結果データ、外部の Web サービスのデータをデータ変換 C で統合して解析 C を行う。

## 2.2 機能

本研究が提案するデータ連携基盤「Circle Core」のシステム構成を図 2 に示す。Circle Core には、ストリームデータを扱うブローカー機能、過去データや構造化データを取得するための REST 機能、外部の Web サービスに対して定期的にデータ取得もしくは WebSocket クライアントとして動作する Worker Node 機能がある。各機能はコネクタと呼ぶ固有 ID が付与されたエンドポイントを通して利用する (図 3)。コネクタは、ノードと呼ぶオブジェクトによって管理され、コネク

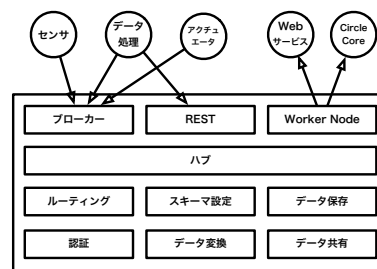


図 2: Circle Core のシステム構成

タへのアクセスはノードに登録したデバイスやデータ処理プロセスなどのエンティティのみが行える。コネクタには入力、出力の二種類があり、入力コネクタには、エンティティからのデータを受け取ることができ、出力コネクタは、エンティティへデータを送ることができる。また、ルーティング機能によって、入力コネクタから任意の出力コネクタにデータを送ることができる。コネクタを経由するデータはデータベースに登録することができ、データベースに保存されたデータはコネクタ ID と期間をクエリにして REST 機能を介して取得できる。

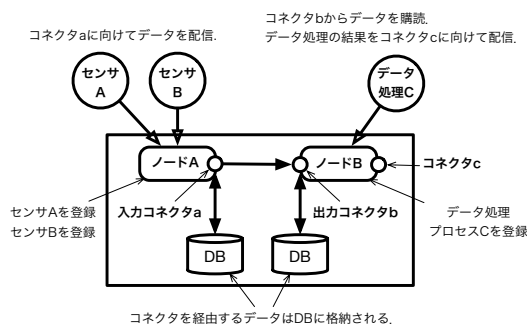


図 3: Circle Core の連携

Circle Core には、データやサービスの相互利用を円滑にするため、変換スクリプトを設定することでエンティティから送られてくるデータを任意の形式に変換するデータ変換機能、スキーマを設定することで送られてきたデータの整合性を検証できるスキーマ設定機能がある (図 4)。センサから送られるデータは極力小さいサイズであることが望まれるが、ただの数値配列では、データの受け取り側でデータを解釈する必要があり。辞書型でも、キー (属性) の値が異なっていると同一データとして扱うのが難しい。そして、センサによってデータの単位が異なる場合もある。このような場合に、データ変換機能によって任意の形式に変換できることで、データの利用や統合を容易にする。変換スクリプトは、データを送ったエンティティに関する情報 (登録時の情報) を参照できるため、ID を付与

したり、エンティティごとに異なるデータ変換も行える。また、コネクタには、JSON スキーマ<sup>1</sup>を設定することで、送られてきたデータの整合性を検証してエンティティに設定したスキーマに基づいた形式のデータを送ることができる。

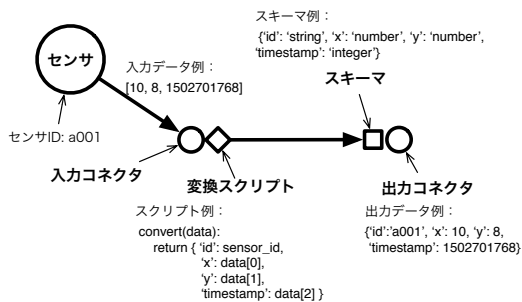


図 4: データ変換/スキーマ設定機能

Circle Core 同士は、共有リンク機能によってリンクの入力だけでノードとノードが管理するコネクタ、そのコネクタに紐付いたデータの複製を行うことができます。コピー先に共有リンクを入力すると、コピー元のノードに登録されたエンティティのメタデータ、コネクタのスキーマ情報を取得して複製を作成する。そして WebSocket によって Circle Core 同士が接続されコピー元でデータの更新がおこると、コピー先にも反映するようになる。これによってストリームデータによるデータ共有を実現する。

## 2.3 実装

Circle Core は、python3 で開発している。データ処理ライブラリが数多くある python で開発することで、データ解析コミュニティに親和性のある基板を目指している。

ブローカーで利用できるプロトコルは、現在のところ WebSocket, MQTT のみだが、python の setuptools のプラグイン機構によって拡張することができる。データを中継するハブは、ソケットライブラリの nanomsg<sup>2</sup>を用いて開発した。

## 2.4 関連研究

Web of Things に基づくプラットフォームやデータフロープログラミングによるセンサデバイスなどの物理的なエンティティと Web サービスとのマッシュアップツールの提案はいくつか存在する。Blackstock らの Web of Things Toolkit (WoTKit) [Blackstock 12] は

Web サービスと Internet of Things のマッシュアップを実現する。また、収集したセンサデータを定期的に外部の Web サービスにプッシュしたり、逆に Web サービスからデータを収集することもできる。処理プロセスは、ビジュアルデータフロープログラミングによって構築される。Circle Core と多くの類似点があるが、WoTKit は、外部とのインタフェースは、REST API のみで、外部ウェブサービスからのストリームデータには対応していない。また、WoTKit の管理は Web インタフェースを前提としているため、ブラウザからアクセスできないネットワーク上の Web of Things の管理が難しい。Circle Core は WebSocket によるストリームデータに対応しており、また、コマンドラインインタフェースだけでも運用可能である。

JavaScript 技術を推進する JS Foundation<sup>3</sup>のプロジェクトである Node-Red<sup>4</sup>も、ハードウェアデバイスと Web API を接続することができる Web ベースのツールで、データフロープログラミングによってシステムを構築する。Node-Red は様々な機能をもつノードを追加してシステムを拡張できる一方で、Circle Core と同様の機能を実現するには複数のノードを追加する必要がある。Circle Core は連携に必要な機能が最初から容易されている点、基盤同士の連携を支援する仕組み(共有リンク)がある点で異なる。

## 3 まとめ

本研究は、ユーザ主導のスマートシティの要であるユーザ参加型のプラットフォームに向けて、Web of Things によるプラットフォーム連携を実現するデータ連携基盤を提案した。データ連携基盤は、サーバント機能とデータフロープログラミングによってアーキテクチャを構成して、データとサービスの相互運用とデータ処理支援を行う。このコンセプトにデータ連携基盤 Circle Core を試作した。Circle Core は、データやサービスの相互利用を円滑にするため、データ変換機能、スキーマ設定機能、共有リンクによるデータ共有機能を実装した。

今後は、Web インタフェースの開発をして、ビジュアルデータフロープログラミング環境を実現する。また、W3C の Web of Things [WoT IG 16] に基づくアーキテクチャや語彙設計を取り込んでいく予定である。

## 謝辞

本研究は、独立行政法人科学技術振興機構の研究成果展開事業センター・オブ・イノベーション (COI) プ

<sup>1</sup><http://json-schema.org/>

<sup>2</sup><http://nanomsg.org/>

<sup>3</sup><https://js.foundation/>

<sup>4</sup><https://nodered.org/>

プログラムにより、助成を受けたものである。

## 参考文献

- [Benouaret 13] Benouaret, K., Valliyur-Ramalingam, R., and Charoy, F.: CrowdSC: Building Smart Cities with Large-Scale Citizen Participation, *IEEE Internet Computing*, Vol. 17, No. 6, pp. 57–63 (2013)
- [Blackstock 12] Blackstock, M. and Lea, R.: IoT mashups with the WoTKit, in *2012 3rd International Conference on the Internet of Things (IOT)*, pp. 159–166, IEEE (2012)
- [Blackstock 14] Blackstock, M. and Lea, R.: Toward a Distributed Data Flow Platform for the Web of Things (Distributed Node-RED), in *Proceedings of the 5th International Workshop on Web of Things, WoT '14*, pp. 34–39, New York, NY, USA (2014), ACM
- [Bonomi 12] Bonomi, F., Milito, R., Zhu, J., and Addepalli, S.: Fog Computing and Its Role in the Internet of Things, in *Proceedings of the First Edition of the MCC Workshop on Mobile Cloud Computing, MCC '12*, pp. 13–16, New York, NY, USA (2012), ACM
- [Duquennoy 09] Duquennoy, S., Grimaud, G., and Vandewalle, J.-J.: The Web of Things: Interconnecting Devices with High Usability and Performance, in *Proceedings of the 2009 International Conference on Embedded Software and Systems, ICESSE '09*, pp. 323–330, Washington, DC, USA (2009), IEEE Computer Society
- [Johnston 04] Johnston, W. M., Hanna, J. R. P., and Millar, R. J.: Advances in Dataflow Programming Languages, *ACM Comput. Surv.*, Vol. 36, No. 1, pp. 1–34 (2004)
- [Perera 13] Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P., and Georgakopoulos, D.: Context aware computing for the internet of things: A survey, *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Vol. 16, No. 1, pp. 414–454 (2013)
- [Schaffers 11] Schaffers, H., Komninos, N., Pallot, M., Trousse, B., Nilsson, M., and Oliveira, A.: Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation, *The future internet*, pp. 431–446 (2011)
- [Silva 13] Silva, da W. M., Alvaro, A., Tomas, G. H. R. P., Afonso, R. A., Dias, K. L., and Garcia, V. C.: Smart Cities Software Architectures: A Survey, in *Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Applied Computing, SAC '13*, pp. 1722–1727, New York, NY, USA (2013), ACM
- [Von Hippel 05] Von Hippel, E.: *Democratizing innovation*, MIT press (2005)
- [WoT IG 16] WoT IG, : White Paper for the Web of Things, <http://w3c.github.io/wot/charters/wot-white-paper-2016.html> (2016), Last accessed 28 August 2017
- [Zanella 14] Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., and Zorzi, M.: Internet of things for smart cities, *IEEE Internet of Things journal*, Vol. 1, No. 1, pp. 22–32 (2014)
- [Zeng 11] Zeng, D., Guo, S., and Cheng, Z.: The web of things: A survey, *Journal of Communications*, Vol. 6, No. 6, pp. 424–438 (2011)