

IoT 共通基盤の確立・実証
課題Ⅲ 多様な IoT サービスに活用可能な IoT データ形式共通化・
正規化・抽出技術の確立
Establishment and demonstration of common IoT infrastructure
Ⅲ Establishment of common IoT data format commonization / normalization /
extraction technology that can be used for various IoT services

代表研究責任者 葛原 毅（株式会社NTTドコモ）

研究開発期間 平成 28 年度～平成 30 年度

【Abstract】

In order to realize the early social implementation and diffusion of IoT common infrastructure technology, assuming that IoT data format commonization/normalization/extraction that can be used for various IoT services, we conducted research and development to establish technology on the IoT common infrastructure as follows;

A) Survey and development of formal commonality/normalization/extraction technology of IoT data

1) Survey of data specifications of various data used in multiple services, and requirements of specification of service provider on data pre-processing specifications.

2) Construction of common IoT infrastructure with the four functions ; a. Pre-processing b. Feed function c. External I/F (Web-API) d. VM environment

B) Research and development on common functional technology for multiple services

The four service demonstrations were conducted from the perspective of establishing services using the IoT common platform ; 1) demand-based sharing vehicle service (dispatch efficiency) 2) Signage service (enhancement of getting around 3) signage service (more enhancement of getting around by more the focused information) 4) cycle sharing (relocation work efficiency)

1 研究開発体制

- 代表研究責任者 葛原 毅（株式会社NTTドコモ）
- 研究分担者 末次 光（株式会社NTTドコモ）
- 総合ビジネスプロデューサ 中村 秀治（株式会社三菱総合研究所）
- ビジネスプロデューサ 那須 和徳（株式会社NTTドコモ）
- 研究開発期間 平成 28 年度～平成 30 年度
- 研究開発予算 総額 258 百万円

(内訳)

平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度
97 百万円	87 百万円	74 百万円

2 研究開発課題の目的および意義

本格的な IoT (Internet of Things) 社会の到来を見据え、様々な産業におけるサービス提供者が IoT を使った“生産性向上”と“新しい価値創造”を実現するためには、現状では個々に IoT システムを構築・運用する必要があるが、そのための人員や ICT 技術などのリソースが不足しているという問題がある。それを解決し、様々な産業におけるサービス事業者の“生産性向上”と“新しい価値創造”を実現可能にするための機能や仕組みを持つ IoT 共通基盤が求められる。

また、サービス提供者が個々に IoT システムを構築・運用すると、大量かつ多様な IoT デバイスとサービス提供者間で膨大な IoT データが流通することになり、ネットワークに大きな負荷がかかると想定されるため、IoT 共通基盤にネットワーク負荷を低減できる機能や仕組みを持たせる検討が必要となる。

データのオープン化や標準化等のフェーズがバラバラな産業をすべて視野に入れた解決手法の研究は非効率であるため、データのオープン化や標準化がある程度進んでいる交通分野の実証を通じて IoT 共通基盤の諸機能の有用性やサービス実現性について検討する。

3 研究開発成果 (アウトプット)

課題ア) IoT データの形式共通化・正規化・抽出技術に関する研究開発

IoT データの形式共通化・正規化・抽出技術により、複数のサービス提供者が当該機能を介して、オープンデータや事業者データ、IoT 機器から送出される IoT データを利用することで、不必要なデータをネットワークへ流通させず、当該機能を介さない状態に比べネットワークに流通するデータ量を 30%削減することを目標とする。

1) 調査業務

a. 交通分野に関わる各種データ (元データ) の調査

前処理の仕様策定のための、分野横断的なオープンデータ及び事業者データの種類、データ形式、更新頻度、取得方法等の、データ管理上必要なデータ定義を実施するため、実証で使用する複数のサービスに関わる各種データ (元データ) の調査を実施

b. 各サービス提供者がサービスやアプリケーションで利用したい各種データの種類や形式などに関わる調査

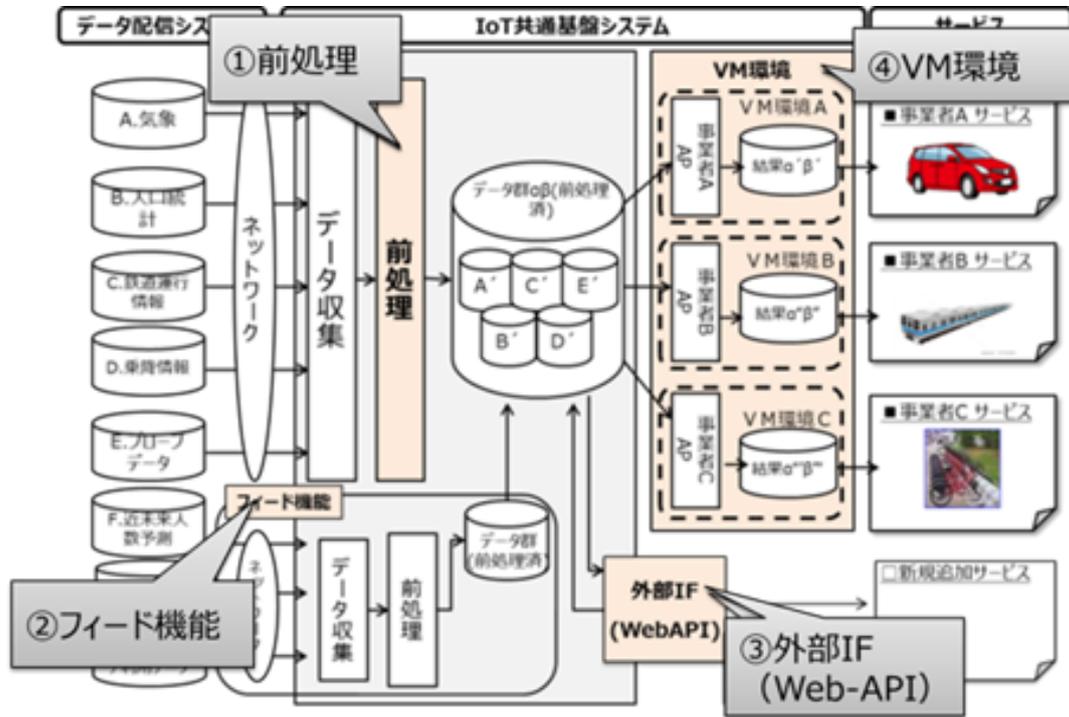
IoT 共通基盤における前処理、複数サービス共通機能処理を経たデータを、各サービス提供者にとってどのようなデータを、どのようなインターフェースを使い、どのように取得して利活用したいか調査を実施

c. 適用可能な前処理機能の調査

上記 a. 及び b. の調査結果を踏まえ、数多くある前処理機能のうち、IoT 共通基盤で実施する前処理に適用可能な機能を調査

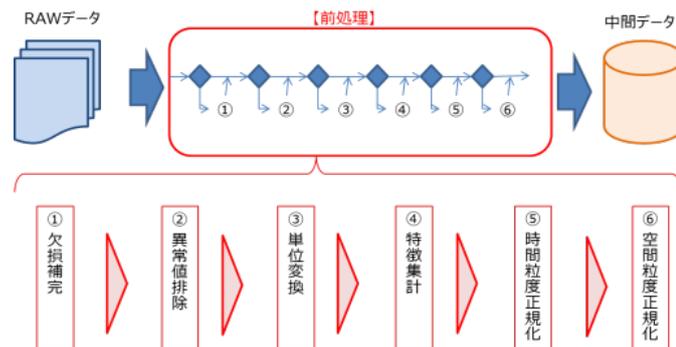
2) IoT共通基盤の構築

上記1)の調査結果を踏まえ、IoT共通基盤として必要な機能を検討し、以下4つの機能を有するIoT共通基盤を構築した。そして、IoT共通基盤を使う各種サービスのサービス成立性実証を通じて、それらの4つの機能の有用性を評価した。



①前処理

分野横断的に多種多様なデータを統一的に処理可能な前処理機能を基盤に具備することにより、データ欠損等への対応、特徴点集計、空間/時間粒度の統一を可能とした。前処理は6つの処理から構成されており、データ毎に必要な処理を選択し、適応される。



機能名	機能概要
①欠損補完	収集したファイル自体やファイル内のデータが欠損していた場合に、予め規定された処理方法にて欠損していたファイルやデータを補完する機能
②異常値	あらかじめ定義された範囲外のデータ

排除	や、通常利用時のデータ値の範囲外のデータが入ってきた場合に、欠損補完機能と同等に扱ったり、通常利用時の最大値/最小値に置き換えたりする機能
③単位変換	単位変換は、RAW データを(システムとして定義される)中間データで利用する単位系に変換する機能
④特徴集計	指定した単位の時間、空間内に存在する、特定のデータ数を集計し、意図した集まりとして取りまとめ、中間データに追加する機能
⑤時間粒度正規化	時間粒度とは、どれくらいの間隔でデータを収集するかを示す指標で、時間粒度の正規化機能とは、ある時間粒度で集計されている RAW データを別の時間粒度に変換する機能
⑥空間粒度正規化	空間粒度とは、どれくらいの広さの空間でデータを収集するかを示す指標で、メッシュ(一辺何m四方の正方形)という呼び方をする。空間粒度の正規化機能とは、ある空間粒度で集計されている RAW データを別の空間粒度に変換する機能

サービス実証においては、利用したデータ形式や各種粒度が異なる下記9種類のデータに対して前処理を行い、その有用性の検証を行った。

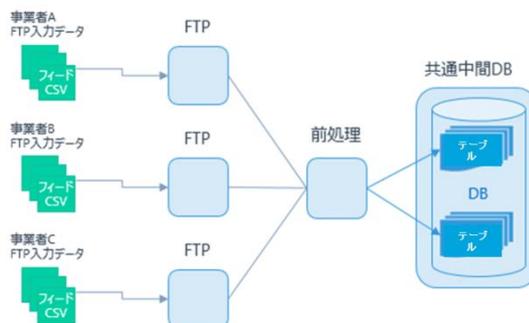
各データに対して、前処理を行った結果、どのデータに対しても統一的なデータ形式でIoT共通基盤上に格納できる処理であることが実証された。

実証サービス	使用データ名
デマンド乗合車両	気象情報(レーダー)
	気象情報(MSM)
	リアルタイム人口統計
	デマンド交通履歴データ
サイネージ (平成29年度実証)	気象情報(レーダー)
	気象情報(MSM)
	鉄道運行情報
	駅改札需要データ
サイネージ (平成30年度実証)	気象情報(MSM)
	鉄道運行情報
	近未来人数予測データ
	人流データ
サイクルシェア再配置	気象情報(レーダー)
	サイクルシェア利用データ

また、前処理を行ったデータを4つの実証実験にて利用することで、その有用性が実証された。

②フィード機能

各事業者が個別に IoT 共通基盤上で扱いたいデータを、他データと同一形式(空間/時間粒度等)で入力/保存する機能を具備することにより、各事業者でのデータ整形の手間の排除が可能となり、入力データの必須項目を「時間/緯度・経度/事業者データ」のみの簡潔なデータ入力を実現した。

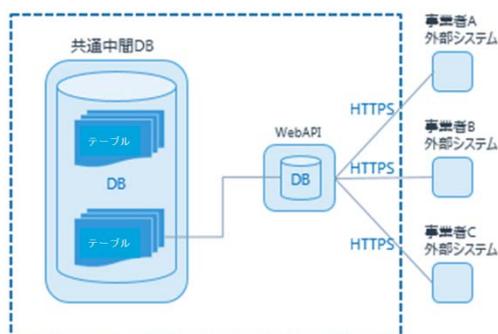


平成 30 年度の 2 つの実証(サイネージ実証、サイクルシェア実証)においては、利用した 3 つのデータ(人感センサーデータ、近未来人数予測データ、サイクルシェア利用データ)をフィード機能により IoT 共通基盤上へ入力/保存を行った。フィード機能により入力されたデータはユーザが指定した空間粒度及び時間粒度にて正規化されると共に、指定した方法での集計が実施され、統一的なデータ形式で IoT 共通基盤上に格納できる機能であることが実証された。

また、フィード機能により格納されたデータを用いて 2 つの実証実験にて利用することで、その有用性が実証された。

③外部 IF (Web-API)

IoT 共通基盤上のデータへ低頻度/小容量アクセスを行うライトユーザのため、Web-API 機能を具備することにより、ユーザからの容易なアクセスが実現可能となり、リクエストにおける必須項目を極力減らし、簡潔なアクセスを実現した。



平成 30 年度のサイネージ実証においては、2 つのデータ(人感センサーデータ、近未来人数予測データ)を外部 IF より取得し、実証を行った。サイネージ実証では、サイネージに出力するコンテンツを決定するため、特定地域の人口分布情報のみが必要であり、その程度の軽量なデータであれば外部 IF からの情報取得で対応可能であったため、そのような、そのような構成で実証実験を行った。

結果として、外部 IF からのデータ取得によりサイネージ実証を実施することで、その有用性が実証された。

④VM 環境

IoT 共通基盤上のデータ(ビッグデータ)へ高頻度/大容量アクセスを行うヘビーユーザのため、

IoT 共通基盤上に事業者のデータ処理環境を具備することにより、IoT 共通基盤と外部とのネットワークトラフィックの低減を可能とした。

平成 29 年度の 2 つの実証(デマンド乗合車両実証、サイネージ実証)、平成 30 年度の 2 つの実証(サイネージ実証、サイクルシェア実証)にてサービス事業者ごとに VM 環境にシステムを構築し、実証実験を実施した。

各実証における、IoT 共通基盤に入力された RAW データとそのデータをもとに VM 環境にて処理された最終的にサービスに必要なデータ量を比較した結果が下記の通りである。どの実証においても、データ削減効果が得られ、VM 環境の有用性が実証された。

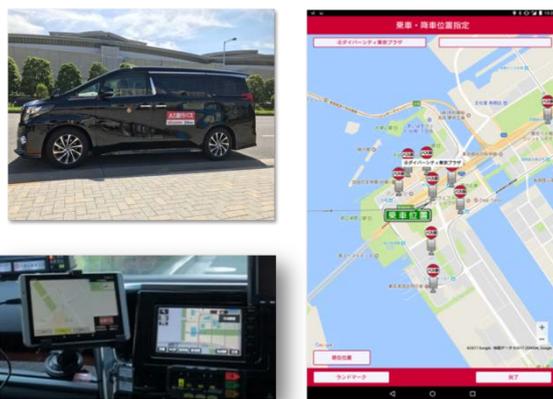
実証サービス	使用データ名	削減率
デマンド乗合車両	気象情報(レーダー)	98%
	気象情報(MSM)	
	リアルタイム人口統計	
	デマンド交通履歴データ	
サイネージ (平成29年度実証)	気象情報(レーダー)	51%
	気象情報(MSM)	
	鉄道運行情報	
	駅改札需要データ	
サイネージ (平成30年度実証)	気象情報(MSM)	99%
	鉄道運行情報	
	近未来人数予測データ	
	人流データ	
サイクルシェア再配置	気象情報(レーダー)	99%
	サイクルシェア利用データ	

課題 イ) 複数サービス共通機能技術に関する研究開発

共通的に利用できる機能の開発により、上記のア) で形式共通化・正規化・抽出されたデータを複数のサービス・アプリケーション(3個以上)で利用できるようなことを目標とする。

IoT 共通基盤を使ったサービスが成立するかの観点で、複数のサービス実証を実施した。

1) デマンド乗合車両実証(配車効率向上効果)



実環境にて配車効率の向上が確認できるとともに、サービス成立性の観点で、配車効率の向上が、ログ分析とアンケート結果にて確認できた。

需要予測	日付(曜日)	完了デマンド数(件)	乗車人数(人)	延べ運行時間(時)	1台1時間あたりの消化デマンド数(件)	1台1時間あたりの乗車人数(人)	平均待ち時間(分)
無	11/9(木)	348	534	42.9	8.1	12.4	7.7
有	11/10(金)	532	829	54.9	9.7	15.1	5.9
	11/11(土)	99	164	14.4	6.9	11.4	4.1
	合計	979	1527	-			

※11日は乗場者数が減ったことが数値に影響したと想定される

<対ドライバー向けアンケート>

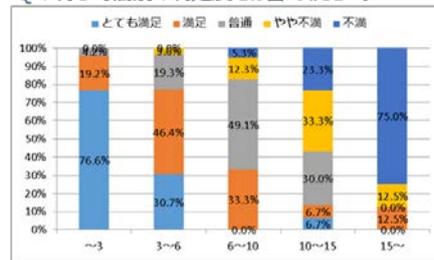
Q：交通サービスを運用するうえで、需要予測システムは有用であると思いますか？



- ✓ **8割以上**のドライバーが、需要予測システムが表示するデータが**有用**であると感じたことが、アンケートにより確認できた

<対利用者向けアンケート>

Q：待ち時間別の満足度をお答えください。



- ✓ 待ち時間が10分を超えると、「不満」、もしくは「やや不満」と感じる割合が50%を超える
- ✓ 需要予測による待ち時間の短縮効果は、利用者の満足度向上に大きく影響することが確認できた。

Q：利用目的についてお答えください。

商業施設に移動した人（全体の約34%）の内、約半数が「商業施設で買物や飲食をしたかったから」かつ「AI運行バスが無ければ行かなかった」と回答した⇒全体で約17.2%

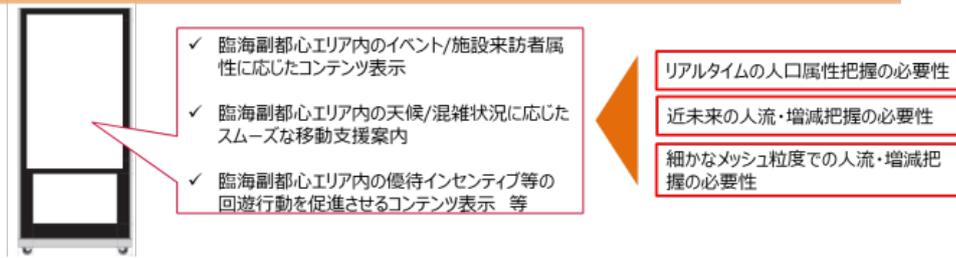
- ✓ 移動手段であるAI運行バスを提供するだけで、**約15%の送客効果**が確認できた。

2) サイネージ実証（新交通システム需要情報提供による回遊性向上効果）

駅需要情報や気象・イベントなどをサイネージに表示させ、利用者の行動変化を分析。実環境にて回遊性向上効果を確認できた。また、更なる回遊性向上のための有用な示唆を得ることができた。



仮説：予測型コンテンツを出し分けてサイネージへ表示することにより回遊行動の一層の増加が期待できるのではないか？



3) サイネージ実証（回遊性向上効果）

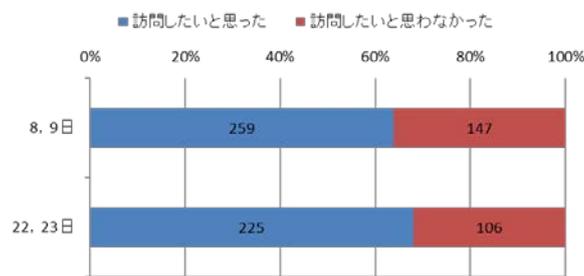
平成 29 年度の実証で得た、コンテンツの出し分けによる更なる回遊性向上の可能性を平成 30 年度に実証した。

実証では、人流センサーによる人流データ及び近未来人数予測データに基づく、進行方向・年代・性別毎のサイネージへのコンテンツの出し分けの有・無による回遊性向上効果比較した。

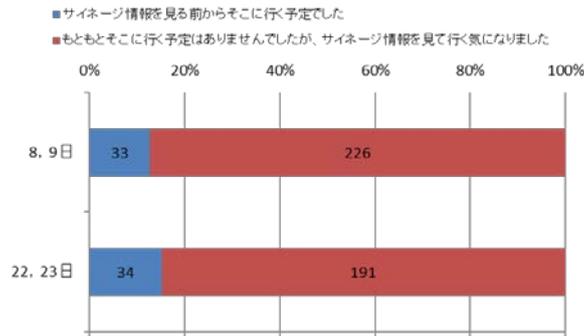


a) 「サイネージ情報を見て訪問したいと思った」の回答の分析

「サイネージ情報を見て訪問したいと思った」の回答が、進行方向・年代・性別毎のコンテンツの出し分けを行なわなかった場合より、コンテンツの出し分けを行った場合で若干増えた。



進行方向・年代・性別毎のコンテンツの出し分けを行った場合で、サイネージ情報が回遊性向上の直接的契機になった場合を抽出し、それを進行方向、年代・性別、見たコンテンツで分析した。



アンケート回答者進行方向 (22. 23日合計)	M1	M2	F1	F2	計
アクアシティ方面	25	7	26	12	70
ヴィーナズフォート方面	31	20	42	28	121
計	56	27	68	40	191

(凡例) M1:男性、20～34 歳、M2:男性、35～49 歳
F1:女性、20～34 歳、F2:女性、35～49 歳

その結果、進行方向では人流の多い方向に進む人、世代では 20～34 歳の若い世代、性別では女性が、「もともとそこに行く予定はなかったが、サイネージ情報を見て訪問する気になった」の回答が多いことが確認できた。

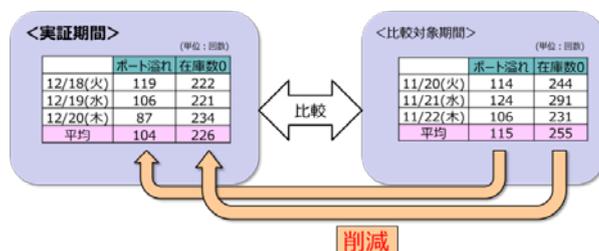
また、回答者が見たコンテンツと属性とのマッチング度もほぼ 100%（出し分けを行なわなかった場合のマッチング度は約 54%）だった。但し、属性に応じたコンテンツは一度に上位 2 属性分がサイネージに表示されるという仕様のため、そのまま適用できない可能性はあり、上記のマッチング度はその分割引く必要はある。仮に半分としても、出し分けを行なった場合にほぼ 50%、出し分けを行なわなかった場合に約 27%となり、人流センサーによる人流データ及び近未来人数予測データに基づく、進行方向・年代・性別毎のコンテンツの出し分けの精度が十分高かったことも確認できた。

b) 「サイネージ情報を見て訪問したいと思わなかった」の回答の分析

人流センサーが設置され、人流方向に合わせたコンテンツ出し分けが行われた 22、23 日に、「興味を引かれたが、表示された施設は場所的に遠いからです」の割合が 8、9 日に比較して大きく減少し、近未来人数予測が使われ、年代や性別に応じたコンテンツ出し分けが行われた 22、23 日に「表示された情報が自分の年代に合っておらず、興味を引きませんでした」と「表示された情報が自分の性別に合っておらず、興味を引きませんでした」の割合が 8、9 日に比較して大きく減少したのは、人流センサーや近未来人数予測が使われ、進行方向や年代や性別の属性に合わせたコンテンツ出し分けは有効であることを裏付けることが確認できた。

		ポート溢れ	
		有り	無し
在庫数0	有り	<ul style="list-style-type: none"> 溢れているポートの中から次に行くポートを決定する 溢れポートが複数ある場合には必ず、1時間後、3時間後の予測をみて判断する 	<ul style="list-style-type: none"> 在庫数0のポートの中から次に行くポートを決定する 在庫数0のポートが複数ある場合には必ず、1時間後、3時間後の予測をみて判断する
	無し	<ul style="list-style-type: none"> 溢れているポートの中から次に行くポートを決定する 溢れポートが複数ある場合には必ず、1時間後、3時間後の予測をみて判断する 	1時間、3時間後の予測から次に行くポートを決定する

実証では、実証期間と比較対象期間のポート溢れ状態と在庫数0状態の発生回数(30分毎の瞬間値)を比較し、タブレットを用いて再配置業務を実施した実証期間のほうが、ポート溢れ状態と在庫数0状態の発生回数とも削減されていることが確認できた。



4 政策目標（アウトカム目標）の達成に向けた取組みの実施状況

本研究開発に先立って定めたアウトカム目標は以下のとおりである。

- ① I o T 共通基盤の設計に関する手引き策定
- ② I o T 共通基盤を利用するための外部インターフェースを策定
- ③ I o T 機器や I o T サービス事業者等の多様な企業への周知と I o T 共通基盤技術の普及促進の推進

①についての取組みの実施状況

- ・平成 30 年度に下記 2 つのドキュメントを策定済み
- ・IoT 共通基盤技術の確立・実証成果サマリーレポート
- ・平成 31 年 3 月 8 日開催の IoT 推進フォーラム第 4 回総会で配布済み
- ・IoT 共通基盤の設計に関する手引き書
- ・サマリーレポートを参照したユーザからの個別依頼に基づき配布済み

②についての取組みの実施状況

- ・平成 29 年度に I o T 共通基盤を利用するための外部インターフェース 2 つを開発済み
- ・フィード機能
 - 各事業者が個別に扱いたいデータを、同一形式(空間/時間粒度等)で入力/保存する機能
- ・外部 IF (Web-API)
 - IoT 共通基盤上のデータに保存されているデータへ外部環境からアクセスするための機能
- ・平成 30 年度に上記で開発した 2 つの外部インターフェースを用いた実証行いサービス成立性を確認済み

③についての取組みの実施状況

- ・平成 28 年 12 月 20 日のスマート IoT 推進フォーラムにて研究成果の説明実施

- ・平成 29 年度に平成 28 年度研究開発成果の一部を活用し、AI タクシーの商用開始
- ・平成 31 年 3 月 8 日開催のスマート IoT 推進フォーラムにて研究成果の説明実施

5 政策目標（アウトカム目標）の達成に向けた計画

本研究開発の実施状況（上記④）を踏まえ、IoT 共通基盤技術の普及活動を実施する計画を策定した。具体的な計画は以下のとおり。

（事業化等目標年度）

目標年度	ターゲット	目標
平成31年・令和元年度～	—	IoT共通基盤技術の普及促進

（事業化等に至る案での実効的な取組計画）

平成28年度	平成29年度	平成30年度	平成31年・令和元年度	令和2年度	令和3年度
IoTデータ形式共通化・正規化・抽出技術の実証事業の推進					
		IOT共通基盤の設計に関する手引き策定			
IoT共通基盤技術の普及促進					

（アウトカム指標（追跡調査に向けたベンチマーク））

アウトカム指標	目標年度	数値目標等	調査方法	終了条件
普及展開活動	平成31年・令和元年度～令和3年度	各種イベントや協創パートナーへの普及活動(PJ紹介、研究発表、等)を3件以上	各種イベント・研究会での発表等	3件以上の実施時

（アウトカム以外に期待される波及効果）

本研究開発で確立した IoT 共通基盤技術(前処理や外部インタフェース等)は、多様な IoT サービスに活用可能な技術であるため、様々な分野に適用可能であり、応用展開が期待できる。

6 査読付き誌上発表論文リスト

なし

7 査読付き口頭発表論文（印刷物を含む）リスト

なし

8 その他の誌上発表リスト

なし

9 口頭発表リスト

- [1] 平成 28 年 12 月 20 日のスマート IoT 推進フォーラムにて研究成果の説明実施
- [2] 平成 31 年 3 月 8 日開催のスマート IoT 推進フォーラムにて研究成果の説明実施

10 出願特許リスト

なし

11 取得特許リスト

なし

12 国際標準提案・獲得リスト

なし

13 参加国際標準会議リスト

なし

14 受賞リスト

なし

15 報道発表リスト

（1）報道発表実績

- [1] 多様な IoT サービスに利用可能なプラットフォーム技術の開発に着手<2016 年 10 月 20 日>

（2）報道掲載実績

なし

研究開発による成果数

	平成 28 年度	平成 29 年度	平成 30 年度
査読付き誌上発表論文数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
その他の誌上発表数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
口 頭 発 表 数	1 件 (0 件)	0 件 (0 件)	1 件 (0 件)
特 許 出 願 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
特 許 取 得 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国 際 標 準 提 案 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国 際 標 準 獲 得 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
受 賞 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
報 道 発 表 数	1 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
報 道 掲 載 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)

注 1 : 各々の件数は国内分と海外分の合計値を記入。(括弧)内は、その内海外分のみを再掲。

注 2 : 「査読付き誌上発表論文数」には、定期的に刊行される論文誌や学会誌等、査読 (peer-review (論文投稿先の学会等で選出された当該分野の専門家である査読員により、当該論文の採録又は入選等の可否が新規性、信頼性、論理性等の観点より判定されたもの))のある出版物に掲載された論文等 (Nature、Science、IEEE Transactions、電子情報通信学会論文誌等および査読のある小論文、研究速報、レター等を含む)を計上する。

注 3 : 「査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)」には、学会の大会や研究会、国際会議等における口頭発表あるいはポスター発表のための査読のある資料集 (電子媒体含む)に掲載された論文等 (ICC、ECOC、OFC など、Conference、Workshop、Symposium 等での proceedings に掲載された論文形式のものなどとする。ただし、発表用のスライドなどは含まない。)を計上する。なお、口頭発表あるいはポスター発表のための査読のない資料集に掲載された論文等 (電子情報通信学会技術研究報告など)は、「口頭発表数」に分類する。

注 4 : 「その他の誌上発表数」には、専門誌、業界誌、機関誌等、査読のない出版物に掲載された記事等 (査読の有無に関わらず企業、公的研究機関及び大学等における紀要論文や技報を含む)を計上する。

注 5 : PCT 国際出願については出願を行った時点で、海外分 1 件として記入。(何カ国への出願でも 1 件として計上)。また、国内段階に移行した時点で、移行した国数分を計上。

注6：同一の論文等は複数項目に計上しないこと。例えば、同一の論文等を「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」および「口頭発表数」のそれぞれに計上しないこと。ただし、学会の大会や研究会、国際会議等で口頭発表を行ったのち、当該学会より推奨を受ける等により、改めて査読が行われて論文等に掲載された場合は除く。