

実証成果サマリーレポート

IoT 共通基盤技術の確立・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

株式会社NTTドコモ 葛原 毅(研究責任者)、新井 崇弘

1. はじめに

IoTは様々な「モノ」がインターネットに接続されるため、「モノ」からデータを収集し、そのデータを活用することで、“生産性向上”と“新しい価値創造”を実現する可能性を秘めている。

様々な産業のサービス提供者が“生産性向上”と“新しい価値創造”を実現するために、サービス提供者が個々にIoTシステムを構築・運用しており、以下の課題が発生していると想定される。

- ①IoTデータを活用しやすく加工するための前処理に関する人員やICT技術のリソース不足
- ②大量のIoTデータが流通することによるネットワーク負荷

IoTの更なる普及を促進させるために、サービス提供者の負担を軽減でき、かつネットワークに流通するデータ量を低減（当該機能を介さない状態に比べ）できるIoTデータ形式共通化・正規化・抽出技術の確立を目指す。

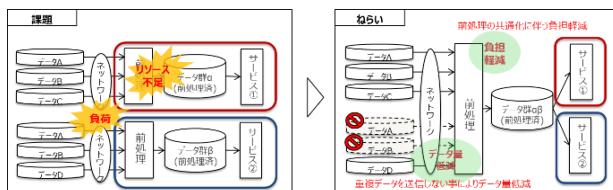


図1 IoTデータ活用における課題

具体的には以下の通り、実証を推進した。

■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

交通分野に関わる様々なIoTデータは、データ形式・更新頻度・配信形式が様々で、データを活用するためには、データ形式共通化・正規化・抽出などのデータの前処理加工が必要で

ある。また、複数のサービス提供者が利用するためには、複数サービス提供者が共通で利用できるデータ(前処理済)が必要であり、データの最適な共通単位の検討が重要である。交通分野のサービス実証の要望する各種データ(出力データ)を調査し、サービスの有用性や実用性、データ量低減を考慮した最適な共通単位を導き出す。

■課題イ)複数サービス共通機能技術に関する研究開発

前処理したIoTデータを複数サービス提供者がセキュアかつ便利に利用するために必要な技術の確立を行う。

- ① 共通機能の仕様作成および機能開発
- ② 複数の交通サービス事業者でサービス実証を行い、機能の有用性を確認

2. 研究開発実施概要

2.1 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

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。

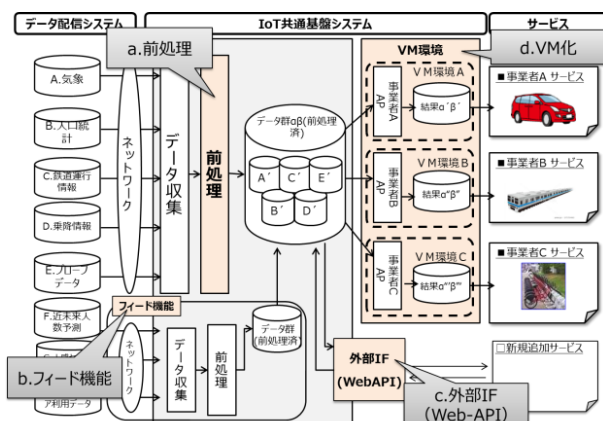


図2 IoT 共通基盤の特徴と工夫点

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。

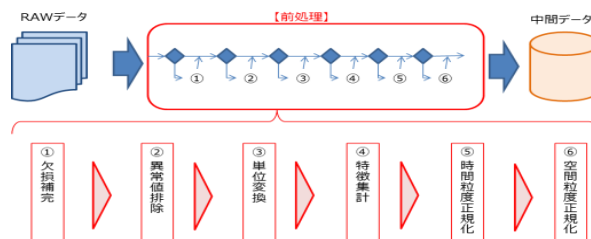


図3 前処理概要

表1 前処理機能一覧

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異常値排除	あらかじめ定義された範囲外のデータや、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したデータ形式で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。

表2 前処理実施データ群※

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

※【リアルタイム人口統計】

携帯電話網の運用データを元に、日本全国の10分毎の人口を500mメッシュ単位、性別・年齢層別・居住市区町村別に、リアルタイムで把握することができる人口統計で、10分毎の人口を約20〜30分後に提供するもの（商用化されておらず実証でのみ使えるもの）

【近未来人数予測】

リアルタイム人口統計データに時空間変数オンライン予測技術を適用し、現在及び数時間先のあるエリアにおける人数を予測する技術（商用化されておらず実証でのみ使えるもの）

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。

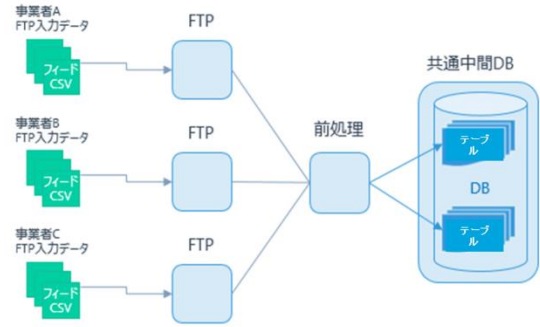


図4 フィード機能概要

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、統一したデータ形式で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ユーザーのため、Web-API機能を具備することにより、ユーザー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。

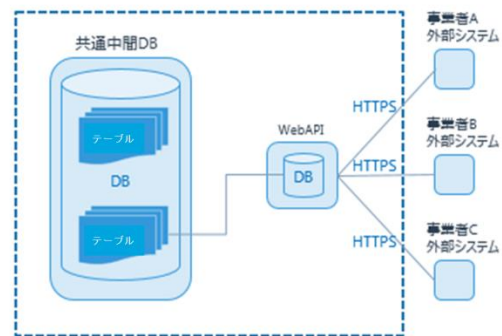


図5 外部IF概要

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、その程度の軽量の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。

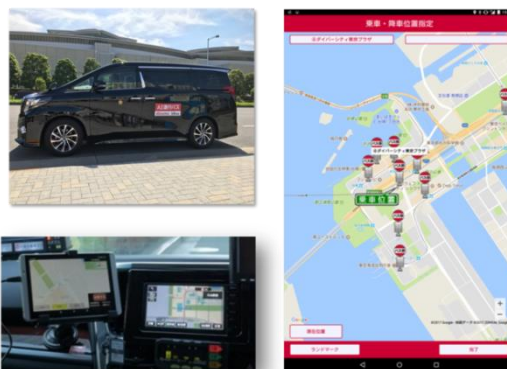


図6 平成29年度デマンド乗合車両実証風景

④VM環境

IoT共通基盤上のデータ(ビックデータ)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。

表3 VM環境によるデータ削減率

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	

2.2 課題 イ)複数サービス共通機能技術に関する研究開発

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。

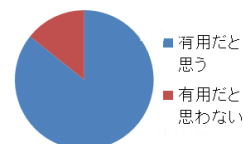
表4 ログ分析結果

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日は乗車者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>

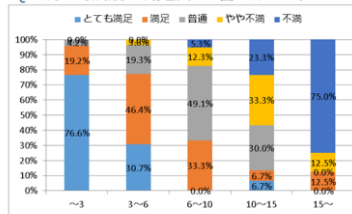
Q:交通サービスを運用するうえで、需要予測システムは有用であると思いますか?



✓ **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。

図7 アンケート結果

2) サイネージ実証(新交通システム需要情報提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。



図8 平成 29 年度サイネージ実証風景

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？

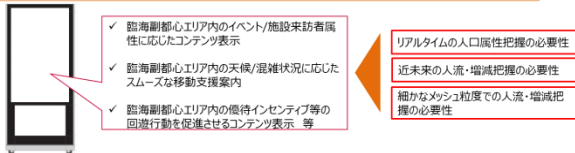


図9 回遊性向上に向けた仮説

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。



図10 平成 30 年度サイネージ実証風景

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。

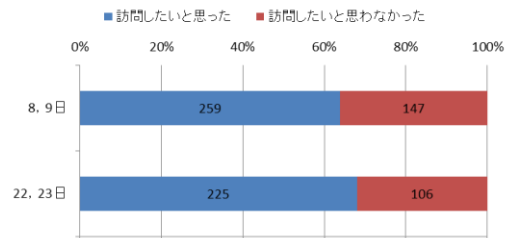


図11 サイネージ情報の回遊性向上効果分析

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。

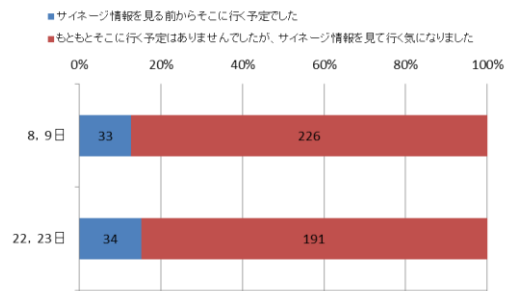


図12 サイネージ情報の回遊性向上効果の直接性分析

表5 サイネージ情報が回遊性向上の直接的契機になった

回答者の属性分析

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
ヴィーナスポーツ方面	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。

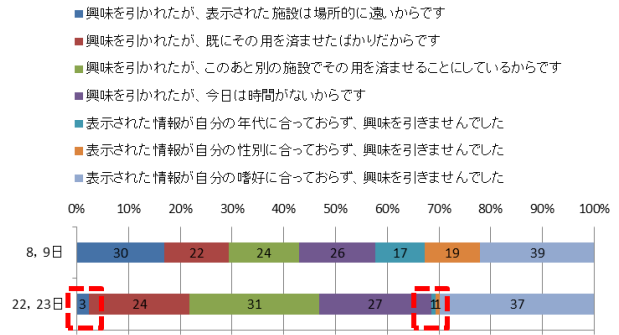


図13 サイネージ情報を見て訪問したいと思わなかった理由

以上、a)及び b)の分析から、サイネージに進行方向・年代・性別毎のコンテンツの出し分けを行なうことにより、その属性に該当する人の回遊性向上効果が確認できたとと言える。

4) サイクルシェア実証(再配置作業効率向上効果)

平成 29 年度に利用履歴や気象等のデータから自転車の利用予測と再配置シナリオを作成し、シミュレーションにて再配置効率の向上を確認した。

平成 30 年度では、平成 29 年度に江東区に関して策定したポート台数予測ロジックが他の国おけるポートにも流用可能であることを確認した上で、サイクルシェア事業者から提示された候補区のサイクル利用数や各種評価指標(ポートの溢れ・在庫数 0 状態)のデータを事前評価し、改善効果がバランスよく分析できると考えられる中央区を実証実施区として選定した。

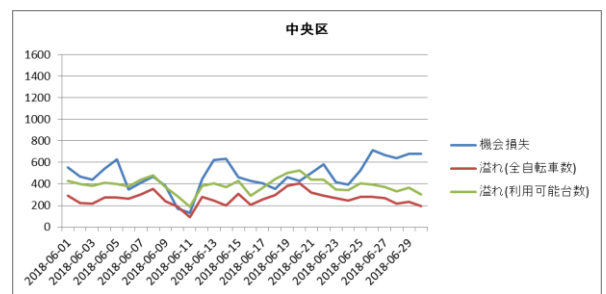


図14 中央区での平成 30 年 6 月利用データ分析結果

そして、平成 30 年度に、開発した再配置アプリケーションをIoT共通基盤に実装し、IoT 共通基盤のデータを用いて、近未来ポート残存台数予測を作成した。作成した近未来ポート残存台数予測をもとにした実環境における再配置業務により、サービス観点での基盤の有用性を検証した。



図15 平成30年度サイネージ実証風景

そして、実証の結果、IoT共通基盤の前処理機能の有用性、各サービス毎のサービス成立性、データ量削減効果が確認された。

IoT機器の導入が今後一層進み、ネットワークに流通するIoTデータが膨大になるとともに、それを活用したいと考えるサービス事業者が増え、また蓄積されたIoTデータを活用したいとのニーズが高まることが想定される中、本事業において得られた知見を活用し、効率的な前処理を備え、ネットワークに流通するデータ量にも配慮されたIoT共通基盤の構築、それを使ったサービスの提供、そして外部IFを使ったIoT共通基盤に蓄積されたデータの利活用の実現が望まれる。

表6 次に行くポートの決定方針

		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。

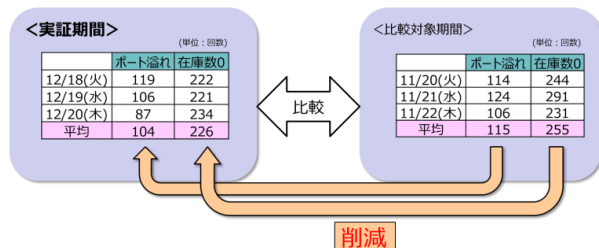


図16 ポート溢れ状態、在庫数0状態への削減効果

3. 最後に

平成28年度から平成30年度までの研究開発において、前処理の仕様策定のための分野横断的なデータの定義、IoT共通基盤で具備すべき前処理機能の策定、IoT共通基盤の構築、IoT共通基盤上のVM環境にインストールされた交通分野のサービス事業者ごとのアプリケーションを使ったサービス成立性実証の実施、IoT共通基盤利用によるデータ量削減効果検証を実施した。

本実証は総務省「IoT 共通基盤技術の確立・実証（研究開発期間：平成 28 年度から平成 30 年度までの 3 年間）」の採択を受けて実施したものであり、本ドキュメントは実証成果の一部を編纂したものです。IoT 共通基盤の設計情報などを取り纏めた「手引書」をご参照されたい方がいらっしゃいましたら、以下まで個別にお問合せください。

【問合せ先】(株)NTTドコモ 法人ビジネス本部 第一法人営業部 モバイルデザイン推進担当 新井崇弘

[TEL : 03-5156-2041](tel:03-5156-2041) Mail : iot_1hou-ml@nttdocomo.com