

行政機関におけるIoT活用

高木 弘康
Takagi Hiroyasu

美馬 正司
Mima Tadashi

行政分野において、IoTに代表されるセンサ技術の活用は発展途上であるが、今後、事務・事業の中でも「情報収集」、「執行」、「経営資源管理」の領域において、活用の可能性が複数想定される。これらの中には、これまで人手で行っていた業務の効率化だけでなく、人手では難しかった多数の人やモノなどの状態や動きの把握を可能とし、これ

によって新たな事務・事業の仕組みの創出が期待されるものもある。一方で、センサ技術を実際の事務・事業に導入する場合には、技術面、制度面、組織面での課題や留意事項も複数存在する。このような課題などの解決策を官民が連携して検討し、着実に実行に移すことで、行政機関におけるIoTの活用が一層進むことを期待したい。

1. はじめに

近年、センサやネットワークなどのIT (Information Technology) の発達に伴い、あらゆるものがネットワークを介して情報通信を行うIoT (Internet of Things) の潮流が本格化している。

民間ビジネスではすでに多様なIoT活用が検討され、一部は実用化されているものの、公共分野、特に行政機関において本格的な取り組みはこれからである。

このような背景を踏まえ、2014年度に一般社団法人行政情報システム研究所の委託を受けて、行政分野におけるセンサ技術の活用可能性について調査研究を行った。本稿では、その成果を報告する。

2. IoTを実現するセンサ技術

2.1 センサ技術の範囲

本調査研究では、IoTあるいはビッグデータの活用により多様な価値が創出されるという側面を踏まえ、センサ技術の範囲を定義した。すなわち、外界の情報を捉える「センサデバイス」¹⁾をはじめ、これに送受信機能などを加えた「センサモジュール」、データ通信を行う「ネットワーク (情報通信ネットワーク)」、データを蓄積する「ストレージ・クラウド」、さらにデータから有用な知見を抽出する「分析技術」までとした (図1参照)。

2.2 センサ技術の動向

センサ技術の特徴的な動向として、センサデバイスやセンサモジュールでは、近年、高機能化や複合化、高信頼化などのセンサ機能の向上や量産化技術の進展が、また、商用・民生利用面で小型化や軽量化、低電力化、低コスト化が図られている。

ネットワークでは、特に、無線センサネットワーク技術として、無線通信方式における省電力化や高速化とともに、複数のセンサどうしが中継をしつつ通信を行うアドホックネットワーク技術など、ネットワーク制御技術の進展がみられる。

ストレージでは、大容量化やデータの読み書きの高速化が図られるとともに、クラウドでは、ビッグデータの蓄積や分析が可能なDBaaS (Database as a Service) の登場や、ビッグデータで多く取り扱われる数値や文書、画像、音声などの非構造化データに適した非リレーショナル型のデータベース技術の活用が注目されている。

分析技術では、CEP (Complex Event Processing : 複合イベント処理) などのストリーム系分析技術やAI (Artificial Intelligence : 人工知能) などを活用したストック系分析技術、また、並列分散処理システムなど、分析基盤技術の開発が進められている。

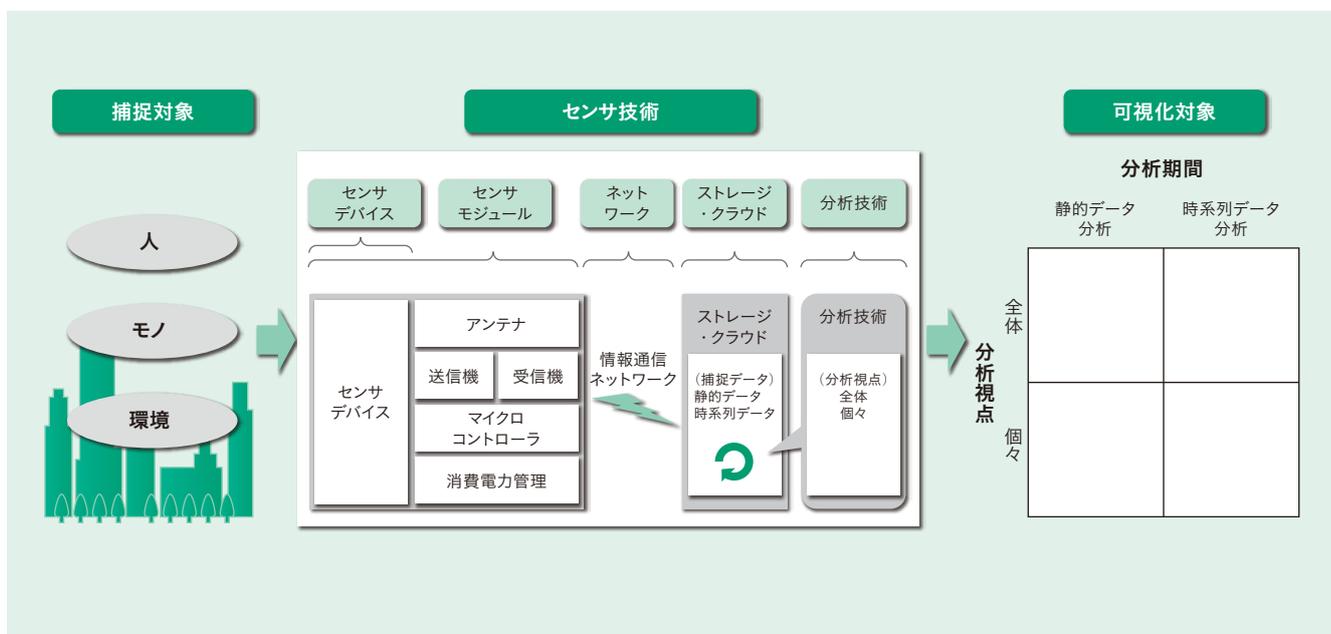


図1 | センサ技術活用フレームワーク

センサ技術の「捕捉対象(人, モノ, 環境)」と「可視化対象[分析期間(静的データ分析・時系列データ分析), 分析視点(全体・個々)]」に着目して、汎用(はんよう)的なフレームワークを作成した。

3. IoTの先進事例

3.1 先進事例の収集とフレームワークの検討

このようなセンサ技術の進展を背景として、実際にどのようにセンサ技術が活用されているかを把握するため、国内外の行政機関や地方公共団体ならびに民間企業での先進的な活用事例をウェブサイトや文献などの公開情報から調査した。その結果、59事例を収集することができた。

また、この調査結果から行政分野におけるセンサ技術の活用可能性を幅広く検討するための汎用(はんよう)的なフレームワークを導出し、同フレームワークを用いた事例の考察を行った。

フレームワークの導出においては、センサ技術が活用される際のプロセスに着目し、センサ技術のインプットを「捕捉対象」、アウトプットを「可視化対象」と位置づけ、それぞれの分類を検討した(図1参照)。

捕捉対象は、人の状態や動きを捕捉する場合を「人」、人以外の動物および人工物の状態や動きを捕捉する場合を「モノ」、人とモノを除く外部条件(天気や大気, 森林など)を捕捉する場合を「環境」に分類した。一方、可視化対象は、「分析期間」と「分析視点」の2軸から分類できると考えた。さらに、分析期間は、捕捉対象のある時点のデータを分析する「静的データ分析」と、時系列のデータを分析する「時系列データ分析」とに、分析視点は、個々の人やモノなどを複数捕捉することで明らかになる一定範囲の面や集合の全体像を示す「全体」と、特定の人やモノなどを捕捉することで明らかになる個人や個体などを示す「個々」とに分類した。

3.2 先進事例の考察

上述した「捕捉対象」と「可視化対象」とを軸としたマトリクスを用い、収集した事例を該当する類型に分類したうえで、各類型の考察を行った(表1参照)。

分類した事例の分布を見ると、「人」を捕捉する事例は37件と最も多く、なかでも、「個々」の動き(時系列データ分析)や状態(静的データ分析)を分析する事例が28件と多い。近年の傾向として個人の行動分析などが注目されていると推察される。また、いわゆる人流のような「人」の「全体」の動きをスマートフォンなどの可搬型センサを用いて捕捉する事例も比較的多く確認された。具体的には、

表1 | センサ技術活用事例の分類結果

捕捉対象と可視化対象とのマトリクスにより活用事例を分類した。各類型に分類された代表的な事例のタイトルと事例件数を示す。

	静的データ分析		時系列データ分析	
	全体	個々	全体	個々
人	画像分析による来場者の属性把握など(2件)	映像, 音声, 人や椅子の位置情報などの伝送によるテレワーク支援など(11件)	スマートフォンアプリとGPSを活用した外国人観光客の行動収集, 分析など(7件)	リストバンド型ウェアラブルセンサを活用した社員の生活状況可視化による健康支援など(17件)
モノ	GPS, カメラなどを搭載した無人航空機による災害発生箇所の把握など(4件)	センサによるごみ箱のごみ蓄積状況の把握など(6件)	自動車の急ブレーキ多発地点情報を活用した道路危険箇所対策(1件)	GPS機能付きの車載器により収集した走行距離などに応じた税金の適用など(5件)
環境	バスに設置した化学センサによる環境汚染の効率的な把握など(4件)	—(0件)	サービス利用者による天気概況の提供・共有など(2件)	—(0件)

注: 略語説明 GPS (Global Positioning System)

スマートフォンアプリとGPS (Global Positioning System) を活用して外国人観光客の行動履歴を収集し、分析することで観光振興に役立てる取り組みなどがみられた。

「モノ」を捕捉する事例は16件あった。具体的には、自動車のカーナビゲーションシステムから位置情報などを取得して急ブレーキ多発地点を分析することで、県管理道路の安全対策に役立てる取り組みなどがみられた。

「環境」を捕捉する事例は6件と少ないが、その特徴は、時々刻々と変化する「環境」を「全体」としてより正確に可視化しようとする取り組みがみられる点である。欧州のある都市では、化学センサやGPSなどを有するセンサモジュールをバスの天井に設置して走行しながら大気を常時検知・計測し、ワイヤレスネットワークを介してデータ収集することで、広大な都市地域の大气汚染の状況をリアルタイムかつ詳細に把握する取り組みが実用段階にある。

4. 行政分野におけるIoT活用の可能性

行政機関の事務・事業は広範多岐に及ぶ。このため、行政マネジメントサイクルなどを参考²⁾に、行政事務・事業の領域を「情報収集」、「立案・予算化」、「執行」、「評価」、「改善・改革」、「情報開示」および「経営資源管理」と定義し、各領域のセンサ技術の活用可能性を検討した(図2参照)。

具体的には、まず、各領域の特性や中央省庁³⁾および独立行政法人など⁴⁾の事務・事業の内容、また、センサ技術の役割を踏まえて、活用可能性のある領域を検討し、「情報収集」、「執行」、「経営資源管理」に絞った(「改善・改革」は「執行」の内容に対するものであるため、「執行」に含めた)。次に、この3領域を対象に、上述したフレームワークを用いてセンサ技術の活用可能性を検討した結果、各領域で複数の活用可能性が想定された。

「情報収集」には、各種統計調査や施設利用状況調査などの業務があるが、これまで職員などが人手で行っていたこのような業務において、カメラなどの可視光センサやス

マートフォン、自動車などに搭載されたセンサなどの活用による人やモノ、環境全体の状態や動きの捕捉に活用の可能性が期待できる。例えば、行政窓口利用者の表情分析による満足度の計測や自動車のブレーキ多発地点の分析による国や地方公共団体の管理する道路の安全対策などが考えられる。

「執行」には、窓口業務や入出国の際の手続き、課税、公共事業などの業務があり、従来からセンサ技術の活用が進められている領域ではあるが、新たな活用の可能性も複数想定された。例えば、車載センサを活用した自動車の走行実績などに応じた新たな課税の仕組みや災害などの危機管理に関する業務でのGPS活用による災害状況全体の可視化、また、税関などでのマイクロ波センサを用いた挙動不審な人物の特定などにおいてセンサ技術活用の可能性が考えられる。

「経営資源管理」には、労務管理や物品・建物管理、予算管理などの業務があり、ここでは、例えば、身体的および精神的に大きな負担を強いられる特殊勤務を行う職員の健康状態のモニタリングや職員の動き、コミュニケーションの可視化、また、官庁建物などの老朽化状況の把握などにセンサ技術の活用可能性が期待できる。

このような各領域での活用可能性について、本調査研究では、さらにその一部を対象に、業務の現状、捕捉対象、活用センサ技術、可視化対象、期待される効果、課題および留意事項といった視点から、実用化に向けた具体化も試みている(表2参照)。

5. 課題および留意事項

行政機関においてIoTの活用を進めていくためには、課題や留意すべき事項が複数ある。技術面では、センサ技術の信頼性や保守性、データの標準化、センサネットワークのセキュリティ確保、IPv6 (Internet Protocol version 6) への移行促進などへの取り組みが必要である。中でも、センサ技術の信頼性については、収集されたデータの精度がその業務の特性などに応じた要求に達していなければ、誤った判断につながりかねないため非常に重要である。また、制度面では、プライバシーへの配慮や行政事務・事業に関わる法制度の整備と見直し、ネットワークのための周波数などの見直しなどの取り組みが考えられる。中でも、プライバシーへの配慮については、収集するデータや利用目的などを明示し、あらかじめ捕捉対象者に周知することが重要である。例えば、公共施設の来館者をカメラで捕捉し属性別分析などを行う場合は、その旨の看板などでの周知やカメラの前を通らずに入館することも可能にするなどの配慮が必要である。さらに、組織面では、中央省庁や地方公

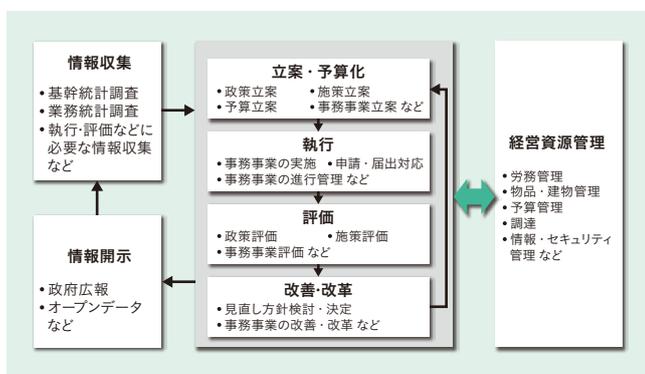


図2 センサ技術活用の可能性を検討するための領域

行政事務・事業の領域を「情報収集」、「立案・予算化」、「執行」、「評価」、「改善・改革」、「情報開示」および「経営資源管理」と定義した。

表2 | センサ技術活用イメージの具体化の例

行政の事務・事業のうち「情報収集」、「執行」、「経営資源管理」の領域でセンサ技術の活用が想定された代表的な案件を対象に、さらに実用化に向けた活用イメージの具体化を行った。

領域	業務	具体化の視点	内容
情報収集	表情分析による行政窓口利用者の満足度調査	現状	行政機関の窓口利用者が受けたサービスに対してどの程度満足しているかを把握する方法として、例えばハローワークでは職業相談窓口の利用者に対して、厚生労働省や都道府県労働局職員が出口付近で声をかけて、サービスに関する全般的な満足度や改善要望を直接聞き取りしている。
		捕捉対象	行政窓口のカウンターなどでサービスを受けている利用者の表情を捕捉する。また、捕捉タイミングは一度だけでなく、相談開始時と終了時の両方を捕捉するなどにより、感情の変化を捉えることができる可能性がある。
		活用センサ技術	窓口利用者の画像データを収集する可視光センサなどのカメラと、人の顔を検出し表情を推定する分析技術を活用する。顔や器官の認識には、大量の画像データとその正解データから有用な特徴やルールを生成し、そのデータから顔や器官を認識する学習型アルゴリズム（機械学習）を活用する。また、顔の表情を推定するには、大量の画像サンプルから顔の形状モデルを作成し、そのモデルと類似する形状かどうかを判断する技術を用いる。
		可視化対象	行政窓口を利用する人の表情の変化を時系列データから分析して、推定される表情（喜び・驚き・恐怖・嫌悪・怒り・悲しみ・無表情など）とその度合いから、窓口利用者の全体の満足度を可視化する。また、窓口利用者の画像から利用者の年齢層や性別も推定する。
		期待される効果	これまでは一部の利用者に対する調査だったものが、全件調査することが可能になる。また、アンケートを行う職員と回答する窓口利用者の負担を軽減することが挙げられる。さらに、取得した情報から若い男性の満足度が低いなど、さまざまな軸で利用者の満足度を可視化することも期待できる。
		課題および留意事項	センサ技術の精度の課題として、人の顔や顔の器官を100%検出したり、表情についても100%正確に推定したりすることは困難と想定される。また、ハローワークの出口調査では満足度以外に改善を希望する事項についても確認しており、既存業務をすべてセンサで置き換えることは困難である。一方、制度面の留意事項としては、プライバシーへの配慮が求められる。窓口利用者にとっては、表情の収録や分析に対して抵抗感を抱く人も少なくないと考えられる。このため、窓口利用者の画像を収録・分析して満足度を計測している旨の分かりやすい看板などでの通知や、カメラなどに映らない窓口の設置が想定される。
執行	走行実績に応じた自動車税の課税	現状	低燃費の自動車普及につれ、走行段階に生じる揮発油税などの収税が減少すると想定される。今後、急速に道路などの老朽化が進むことを踏まえ、道路の維持管理費を利用者が負担する課税の在り方の検討が必要となる可能性がある。
		捕捉対象	走行実績を把握するために、自動車の位置情報および走行距離を捕捉する。
		活用センサ技術	GPS機能を搭載したカーナビゲーションシステムなどの車載情報システムと、自動車の走行距離計を活用する。収集したデータは、車載情報システムから道路脇に設置された通信装置に送信する。その際には、日本のETCシステムの料金決済でも採用されている、傍受が困難な通信方式を用いると想定される。
		可視化対象	車載情報システムに格納された走行時の位置や時間に関する情報と走行距離データを、自動車の固有認識情報とともに行政機関もしくは国の委託を受ける民間企業が収集・分析することによって、個々の自動車の走行実績を可視化すると想定される。
		期待される効果	道路などの維持管理に必要な財源について、利用者が利用実績に応じてそのコストの一部を負担する仕組みにより、受益者による公平な負担が実現すると想定される。
		課題および留意事項	走行データを国に提供することから、納税者が自動車での移動を国に監視されていると感じる可能性があるため、提供データを目的以外に利用できないようにする対策や、その他の課税方法の提供などが求められると想定される。また、既存の車載情報システムが走行実績の改ざん防止を意識した仕様ではない場合には、偽造防止策を講じる必要がある。さらに、課税額を徴収する仕組みについては、税制などの事情に応じた検討が求められる。なお、受益者負担の観点では、走行実績と同様に、センサで走行時の総重量を把握し、その実績に応じて課税する仕組みも想定される。
経営資源管理	特殊勤務を行う職員の健康管理	現状	人事院によれば、精神・行動の障害による長期病休者は増加傾向にあり、業務上のストレスが要因の一つだと想定される。職員の心の健康の保持推進などに対する支援策が講じられる中で、大規模災害時の救護者である自衛官、消防士、警察官などは、一般の人が人生で経験するストレスを3か月で経験するとの指摘があり、特に危険や過度のストレスがかかることとされる特殊勤務を行う職員に対し、健康管理の支援が必要であると想定される。
		捕捉対象	自衛官や航空管制官などの危険や極度のストレスを伴う業務を遂行する職員の、心臓の動きに伴って生じる心起電力の活動電流（生体信号）を捉え、心電波形や心拍数を計測する。
		活用センサ技術	導電性高分子を繊維表面にコーティングした繊維を使ったシャツ（ウェアラブル電極インナー）を電極として、生体信号を計測する。計測した生体信号の波形のデータを、シャツに取り付けられた小型の送信機から無線でスマートフォンやパソコンに送信した後、インターネットを通じてサーバに送信し、その波形を分析する。
		可視化対象	職員的心電波形を分析・モニタリングすることにより、執務時の負担や疲労度を管理し、無理のない執務の指示や、脱水症状や体調不良の傾向がある場合のアラート発信が可能となる。また、心拍変動の揺らぎは自律神経機能やストレスと密接な関係があることから、ストレス度やリラククス度の推定と、精神的な病の傾向がある場合の早期対策が可能であると想定される。
		期待される効果	職員の業務中に過度のストレスや疲労などの異常を示す傾向が現れた場合には、休憩の取得を促すことで、職務上危険な体調での職務継続の防止が期待される。また、メンタルヘルスや病気の事前症状などを捉えた場合には、早期対策を講じることによる予防も可能であると想定される。
		課題および留意事項	従来の心電図計測装置は、電解質ペーストを使い皮膚に密着させて心拍や心電波形を計測しており、センサ技術の信頼性の観点で、従来と同じ精度での計測が可能かを検証する必要がある。併せて、使用環境の精度への影響の検証も求められる。また、プライバシーへの配慮として、職員が生体情報は産業医しか見られない仕組みにするなどの運用ルールの検討が必要となる。さらに、耐久性の向上などの保守性も求められる。

注 略語説明：ETC（Electronic Toll Collection）

共同体など、幅広いセンサデータ活用主体との共用を想定したインフラの整備や民間データの活用推進、行政機関においてデータ分析が可能な人材の育成が挙げられる。上述したように、センサ技術は今後さまざまな事務・事業での活用が想定されるが、各行政機関が個別にセンサなどのインフラ整備を進めることは非効率である。また、民間企業などにおいて大量のデータが生成、収集されている今日においては、このような民間データの活用も考慮し、インフラの整備の在り方を検討していくことが重要である。

6. おわりに

本調査研究では、IoTを実現するセンサ技術が複数の行政事務・事業において活用の可能性があることと示すことができた。そこでは、これまで人手で行っていた業務が効率化されたり、人手では難しかった多数の人やモノなどの状態や動きを把握することにより、新たな事務・事業の仕組みを創出したりする可能性も確認された。

一方で、このようなセンサ技術を実際に事務・事業に導入する場合には、技術面、制度面、組織面で取り組まなけ

ればならない課題や留意事項も確認された。今後は、このような課題などの解決策を官民が連携して検討し、着実に実行に移すことで、行政機関においてIoTの活用が一層進むことを期待したい。

謝辞

本稿で述べた行政分野におけるセンサ技術活用可能性の調査研究では、行政情報化などの学術的な観点から奥村裕一 東京大学公共政策大学院客員教授に、また、わが国のIT政策の方向性や実施状況などの実務的な観点から平本健二 経済産業省CIO (Chief Information Officer) 補佐官にご教示いただいた。また、調査内容の議論や報告書の取りまとめなど、調査期間を通じて一般社団法人行政情報システム研究所諸氏にご助言、ご協力をいただいた。末筆ながら、ここに感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 藍, 外: 次世代センサハンドブック, 培風館 (2008.7)
- 2) 西尾: 行政学 [新版], 有斐閣 (2001.4)
- 3) 行政管理研究センター 編: 行政機構図 (平成26年度), 一般財団法人行政管理研究センター (2014.10)
- 4) 行政管理研究センター 編: 独立行政法人・特殊法人総覧 (平成25年度版), 一般財団法人行政管理研究センター (2014.1)

執筆者紹介



高木 弘康

株式会社日立コンサルティング 公共本部 所属
現在、道路の維持管理など社会インフラ向けのITソリューション開発、関連事業推進に伴うコンサルティング業務に従事



美馬 正司

株式会社日立コンサルティング 公共本部 所属
現在、オープンデータ、ビッグデータ、番号制度、医療情報、プライバシー対策など、幅広く公共分野のコンサルティング業務に従事
電子情報通信学会会員、日本医療情報学会会員、
社会情報学会会員