

行政分野におけるセンサー技術活用に
関する調査研究報告書

平成 27 年 3 月 31 日
一般社団法人 行政情報システム研究所

はじめに

今やビッグデータの活用が社会の情報化の課題となっており、政府においては「世界最先端 IT 国家創造宣言」（平成 26 年 6 月 24 日閣議決定）において、「オープンデータ・ビッグデータの活用の推進」が政策の大きな柱として位置付けられている。

ビッグデータの活用には、データの収集、蓄積、分析等において様々な技術が必要になり、その中でも注目されている技術としてセンサー技術がある。IoT (Internet of Things)、M2M (Machine To Machine) 等の言葉に代表されるように、ビジネスの現場や社会の至るところに普及が進みつつあり、自動車産業界でもカーナビゲーションシステムから収集した走行データの活用による渋滞回避、CO2 削減などの具体的な効果をもたらされたほか、東日本大震災時には道路の通行可否に関する情報を提供するなど、実用の域に達している。

社会の情報化の動向から、今後さらに各種のセンサー技術を活用し、医療、農業分野をはじめとする多種多様な分野への活用が推進されると考えられるが、この技術においては、これまで観測できなかったデータの収集、活用等のメリットが期待される反面、プライバシーの侵害の可能性や、その精度の担保等の課題も存在する。

本調査研究は、社会におけるこれらの動向と呼応して、センサー技術の行政における事務・事業への利活用の可能性と課題等に関し、調査研究を行うことにより、行政情報化の一層の推進に資するため実施したものである。

なお、この調査研究は、株式会社日立コンサルティングの協力を得つつ当研究所において実施した。

また、行政情報化やセンサー技術に関する専門的な知見を得るため、株式会社フューチャーコミュニティ研究所・奥村裕一氏(兼 東京大学公共政策大学院客員教授)、経済産業省 CIO 補佐官・平本健二氏、株式会社日立製作所情報・通信システム社 Senior Technology Evangelist・安田誠氏(五十音順、肩書きは平成 27 年 2 月時点)の協力を得た。この場を借りて感謝申し上げる次第である。

一般社団法人 行政情報システム研究所
主席研究員 高島 秀紀
研究員 松岡 清志

目次

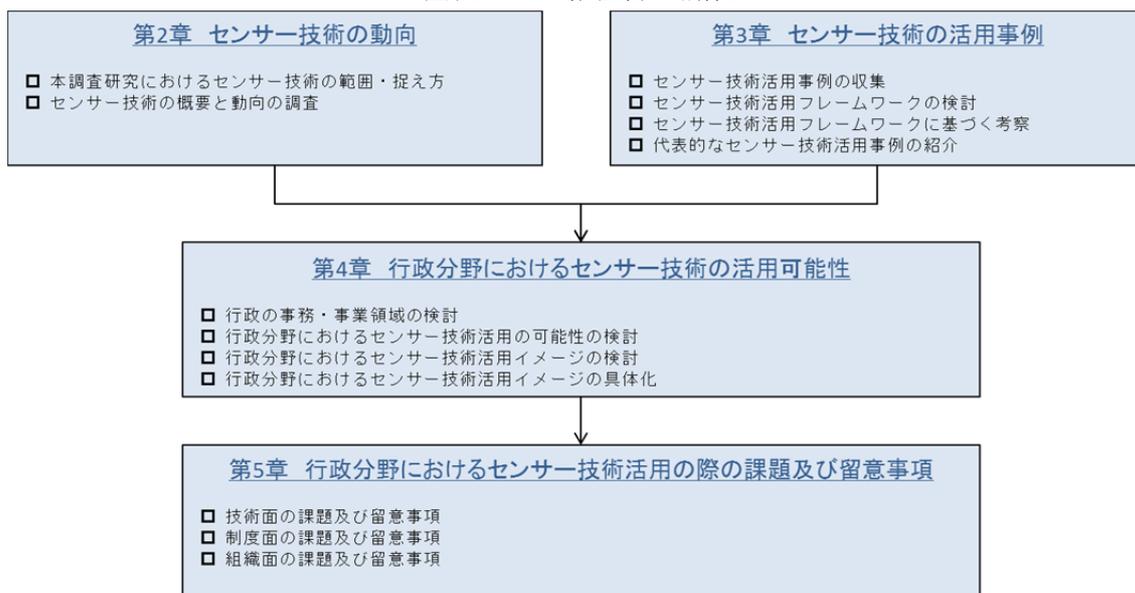
第1章	本報告書の構成.....	1
第2章	センサー技術の動向.....	3
2.1.	本調査研究におけるセンサー技術の範囲・捉え方.....	3
2.2.	センサー技術の概要と動向の調査.....	5
第3章	センサー技術の活用事例.....	19
3.1.	センサー技術活用事例の収集.....	20
3.2.	センサー技術活用フレームワークの検討.....	29
3.3.	センサー技術活用フレームワークに基づく考察.....	32
3.4.	代表的なセンサー技術活用事例の紹介.....	40
第4章	行政分野におけるセンサー技術の活用可能性.....	60
4.1.	行政の事務・事業領域の検討.....	61
4.2.	行政分野におけるセンサー技術活用の可能性の検討.....	64
4.3.	行政分野におけるセンサー技術活用イメージの検討.....	77
4.4.	行政分野におけるセンサー技術活用イメージの具体化.....	87
第5章	行政分野におけるセンサー技術活用の際の課題及び留意事項.....	102
5.1.	技術面の課題及び留意事項.....	102
5.2.	制度面の課題及び留意事項.....	105
5.3.	組織面の課題及び留意事項.....	108
おわりに	112

第1章 本報告書の構成

本調査研究では、センサー技術の動向や先進的な国内外のセンサー技術活用事例を踏まえ、行政分野におけるセンサー技術を活用する可能性を調査・検討した。

報告書の構成は図表 1-1 に記すとおりであり、具体的な内容を以降で説明する。

図表 1-1 報告書の構成



第2章では、センサー技術の現状や動向の把握を目的として、既存の文献資料等を基にセンサー技術の分類、定義等を行うとともに、それぞれにおける技術動向について調査・検討を行った。

第3章では、わが国において行政事務・事業への活用の参考とするため、国内外のセンサー技術活用の事例について、(1)わが国の行政機関においてセンサー技術を活用している先進事例、(2)わが国の地方公共団体においてセンサー技術を活用している先進事例、(3)海外の行政機関、地方公共団体等においてセンサー技術を活用している先進事例、(4)国内外の民間企業においてセンサー技術を活用している先進事例、の4つの観点から事例を収集するとともに、これらの事例からセンサー技術活用の汎用的なフレームワークを導出した。あわせて、本フレームワークの構成要素の分類を踏まえて、いくつかの事例については更に詳しく調査を行い、具体的な事業の内容や課題及び留意事項等についても検討を行った。

第4章では、既存の文献資料等を参考として、各行政事務・事業領域からセンサー技術活用の可能性が想定される事務・事業領域を選定し、第3章で導出したセンサー技術活用の汎用的なフレームワークを活用して、センサー技術活用の可能性を評価、検討した。さらに、センサー技術の活用が想定される各業務について、センサー技術を活用して捕捉する対象、可視化する対象、そして活用するセンサー技術を検討した。

第5章では、前章までの検討結果を踏まえ、今後、わが国の行政事務・事業において更にセンサー技術の活用を図るための課題及び留意事項について、技術面、制度面、組織面

から検討した。

第2章 センサー技術の動向

本章では、行政分野におけるセンサー技術活用の可能性を検討する上で前提となるセンサー技術の基本的な機能・性能、動向等を把握することを目的として、文献やウェブサイト等による調査を実施した。

最初に、「センサー技術」の技術領域には幅広い解釈が存在しており、普遍的な定義がなされていないことから、行政事務・事業におけるセンサー技術活用の検討に資するよう、文献やウェブサイト等を参考に一般的なセンサー技術の構成要素の整理を行った。その上で、本調査研究の主目的である行政分野におけるセンサー技術活用の可能性を検討することを前提とした場合、何をセンサー技術として捉えるべきかを検討し対象とする範囲を決定した。

次に、構成要素ごとの技術概要と技術動向を文献やウェブサイト等から調査した。センサー技術の概要の整理にあたり、センサーデバイスについては、多種多様なセンサーデバイスの分類を一覧化した上で、その分類ごとに概要をまとめた。センサーデバイス以外の構成要素については、それらを構成する技術ごとにその機能や性能等を調査した。また、技術動向については、センサー技術の各構成要素について、研究開発や実用化の動向について調査した。なお、センサーデバイスについてはセンサーモジュールに包含されていることから、センサーモジュールにおいてまとめて整理した。

2.1. 本調査研究におけるセンサー技術の範囲・捉え方

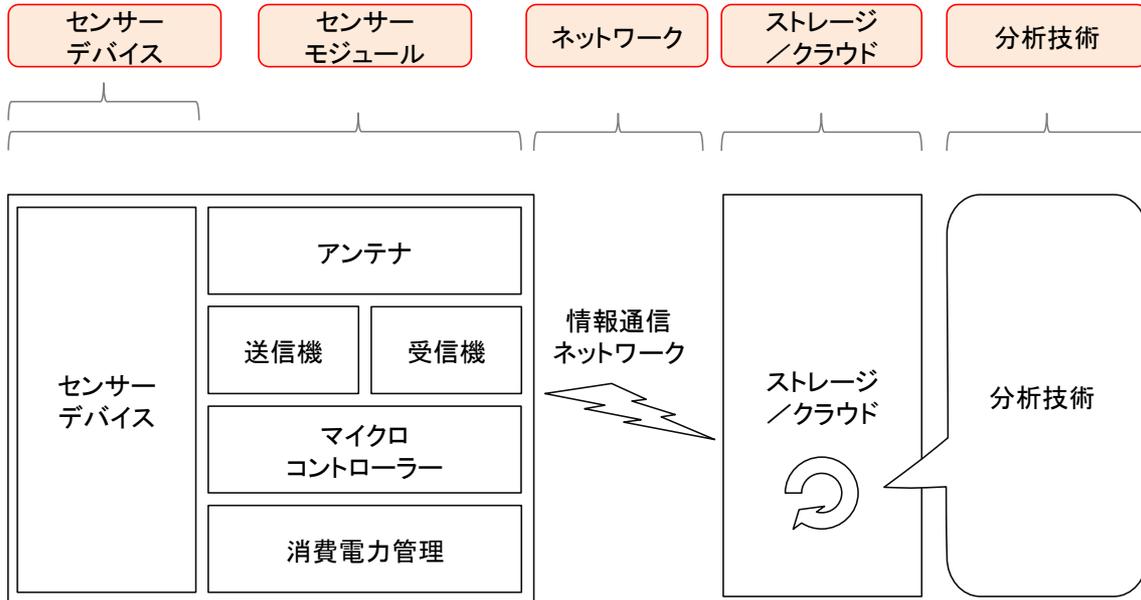
(1) 本調査研究におけるセンサー技術の範囲

センサー技術については、狭義で捉える場合、外界の情報を捉えるセンサーデバイスのみを意味する場合もある。しかしながら、昨今注目されている IoT、あるいはビッグデータ活用という側面でセンサー技術を捉える場合、センサーデバイスのみ限定することは必ずしも望ましくない。

すなわち、センサーデバイスで捉えたデータを、従来のようにセンサーデバイスやセンサーモジュール内で処理するのではなく、情報通信ネットワークを介してクラウド等に送信し、分析することで多様な価値を創出している。例えば、GPS(Global Positioning System / 全地球測位システム)から得られるのは緯度、経度等のデジタルの信号であり、GPS のデータをクラウドで蓄積し、分析することで初めてその人の行動特性が分かり、それに応じた行動をとることが可能になる。

したがって、本調査研究では、センサー技術を捕捉対象のデータを測定する「センサーデバイス」だけではなく、それに対してデータ送信等の機能を加えた「センサーモジュール」、データの送信を行う「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」、そしてデータから有用な知見を抽出する「分析技術」を含めて捉えることとする。

図表 2-1 センサー技術の構成



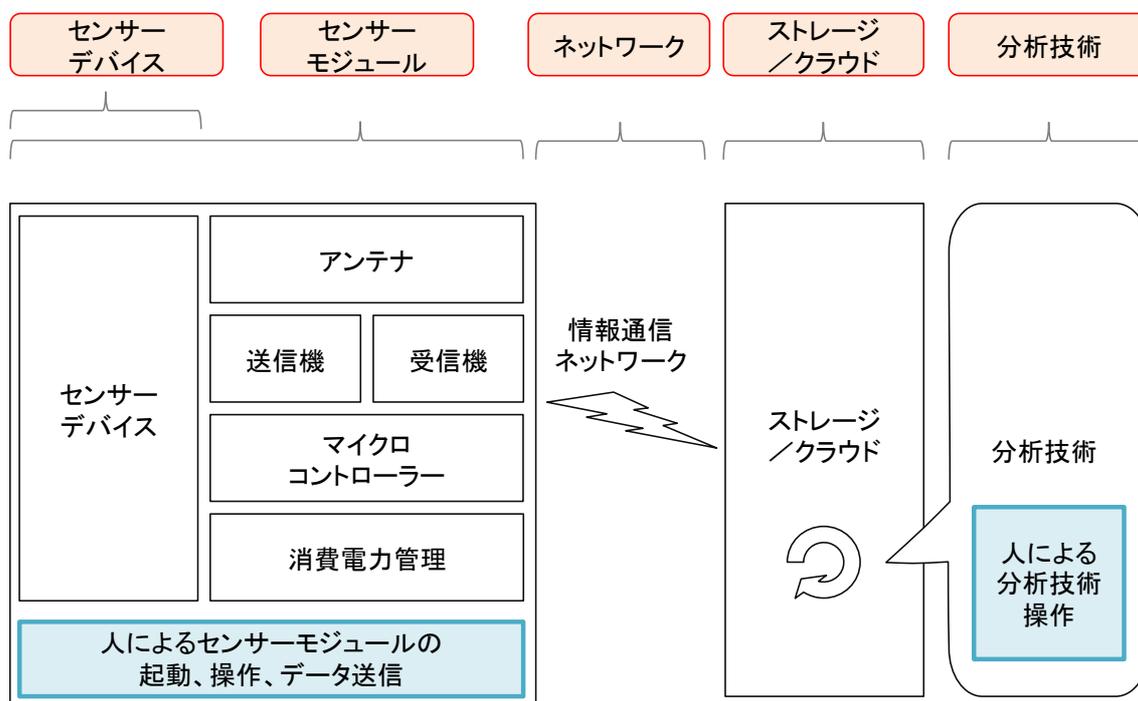
(2) 本調査研究におけるセンサー技術の捉え方

本調査研究では、前述したようなセンサー技術に対して行政の事務・事業への適用可能性を検討するが、すべての構成要素がそろわないとセンサー技術の活用と捉えないわけではない。センサーデバイスが存在することは不可欠であるが、「ネットワーク」、「ストレージ/クラウド」、「分析技術」は必須ではなく、「センサーモジュール」のみのデータを活用する場合も含めて検討を実施した。

また、センサー技術を扱う人との関係についての取り扱いについても検討した。図表 2-2 に記したセンサー技術は基本的にそれぞれが自動で稼働する場合は想起されやすいが、人が操作する場合もある。センサーモジュール等の操作を人が行いデータを送信する場合や、分析技術自体を人が操作する場合等がある。

そこで、本調査研究では、センサー技術について、一部を人が操作する場合においても、センサー技術の活用として捉えることとする。例えば、携帯電話のカメラで道路の傷んでいる写真を撮って GPS による緯度、経度を付けて地方公共団体へ報告するような事例についても、カメラという可視光センサーや GPS を活用して客観的なデータを捕捉し、活用していることからセンサー技術の活用も含める。

図表 2-2 本調査研究におけるセンサー技術活用の範囲



2.2. センサー技術の概要と動向の調査

(1) センサーデバイスの技術の概要と動向

センサーデバイスの技術概要調査として、8種の分類ごとの技術概要と具体的なセンサー技術の種類を明らかにした。なお、動向調査に際しては、センサーデバイスがセンサーモジュールに含まれていることから、それぞれ調査することはせず、センサーモジュールにおいてまとめて実施した。

① 分類一覧

センサーデバイスの分類を下表一覧にて記す。検知・計測に用いる物理的、化学的な特徴に応じた分類を大分類とし、大分類における主要なセンサーを小分類とした。なお、大分類ごとの技術概要を「②技術概要」にて後述する。

図表 2-3 センサーデバイスの分類

No.	大分類	小分類
1	電磁波センサー	可視光センサー
		紫外線センサー
		赤外線センサー
		放射線センサー
		電波センサー
2	機械量センサー	マイクロ変位・角度センサー

		加速度センサー
		角速度センサー
		力・トルクセンサー
3	流体センサー	流体圧力センサー
		流速・流量センサー
		レベルセンサー
		粘度センサー
		密度センサー
		濁度センサー
4	磁気センサー	ホール素子・ホール IC
		半導体薄膜磁気抵抗素子
		GMR 磁気センサー
		MI センサー
		SQUID 磁気センサー
5	温度・湿度センサー	温度センサー
		湿度センサー
6	化学センサー	ガスセンサー
		イオンセンサー
		バイオセンサー
7	音波センサー	空中用センサー
		水中用センサー
		固体用センサー
		特殊環境用センサー
8	光ファイバーセンサー	光ファイバージャイロ
		電力系統用光ファイバーセンサー

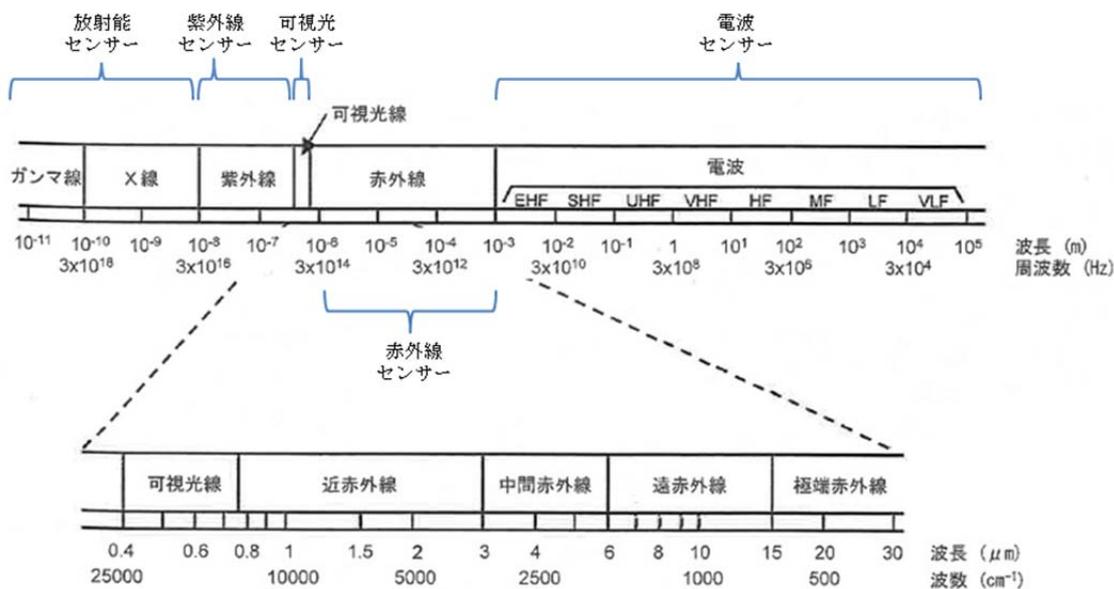
出典：次世代センサ協議会「次世代センサハンドブック」, 2008/7, 培風館を基に作成

② 技術概要

(ア) 電磁波センサー

光・電磁波センサーは、電磁波による検知・計測を行うものである。電磁波は幅広い波長域を持ち、各波長域の特徴に応じて様々なセンサーに活用されている。主なセンサーとして可視光センサー、紫外線センサー、赤外線センサー、放射線センサー、電波センサー等が挙げられる。可視光センサーは、人間の視覚に似た波長域を検知・計測するもので、カメラ等に用いられる。紫外線センサーと赤外線センサーは、人間の視覚を超える波長域を検知・計測するもので、紫外線センサーは、紙幣やパスポート等の偽造防止用インクによる記号の確認等に、赤外線センサーは人体検知等に用いられている。また、放射線センサーとしては、放射線の物質への透過性が高いという特徴を活かし、医療現場や空港の手荷物検査に用いられるもの等がある。さらに、電波センサーとしては、発信した電波の反射波を受信することで対象との距離や動きの検知・計測を行うもの等がある。

図表 2-4 電磁波の分類



出典：次世代センサ協議会「次世代センサハンドブック」, 2008/7, 培風館 (35 頁 図 2.1. 電磁波の分類) を基に作成

(イ) 機械量センサー

機械量センサーは、角度、加速度、角速度、力、トルク等の検知・計測を行うセンサーであり、種類としてはマイクロ変位・角度センサー、加速度センサー、角速度センサー、力・トルクセンサー等が挙げられる。マイクロ変位・角度センサーは、光等により位置、変位、角度を検知・計測するもので、技術の進展により小型化、高精度化等が進み、ロボットの指間接等、動作が発生する装置へ適用されている。加速度センサーは、加速度により発生する慣性力の検出により速度の変化を検知・計測するもので、近年、携帯電話や自動車のエアバックの制御等に広く活用されている。角速度センサーは、回転した角度と時間から回転の速度を検知・計測するもので、カメラの手振れ補正等に用いられている。力・トルクセンサーは、力が作用した結果、対象に生じる曲げ、ねじり等の変形量を測定した後、力やトルクに換算する仕組みで、自動車のエンジンの回転力の計測等が可能である。

(ウ) 流体センサー

流体センサーは、流体の運動に関する流体圧力、流速・流量、レベル、粘度、密度、濁度等を検知・計測する。流体圧力センサーは、流体の圧力に反応する金属等の薄膜の変動を利用して圧力を計測するセンサーで、浴槽の湯量の計測等に用いられている。流速・流量センサーは、水、ガス、蒸気等の測定対象を羽根と接触させ、その回転速度や回転量から流速・流量を計測するもので、各種メーター等に広く活用されている。レベルセンサーは、タンク類の液面の高さや、既定の高さへ液面が到達したことを検知・測定するものがあり、石油、製鉄等の素材を扱うプロセス産業のタンクや、自動車の燃料タンク等に用いられている。粘度センサーは、流体のねばりを測定するもので、食品・薬品・塗料・イン

ク等の分野で多岐にわたり使用されている。密度センサーは、液中の浮子の浮力と液体の密度の比例関係により密度を求める浮子式や、放射線の透過率より液体密度を測定する放射線式等の方法で液体の密度を計測する。濁度センサーは、水の濁りの度合いを光の透過度等により計測する。密度センサーと濁度センサーは、レベルセンサーと同様にプロセス産業等に用いられている。

(エ) 磁気センサー

磁気センサーは、磁場の強さや向きを検知・計測するセンサーである。ホール素子・ホール IC、半導体薄膜磁気抵抗素子、GMR 磁気センサー、MI センサー、SQUID 磁気センサー等の様々な種類が存在する。ホール素子は半導体薄膜等に電流を流すことで磁場の密度や向きに応じた電圧が生じる現象を利用して磁場を検知するもので、ホール IC は、ホール素子と電子回路を 1 つに集積したものである。非接触で角度、位置等を検出するもので、冷蔵庫のドアやパソコンの開閉等の検知に用いられている。半導体薄膜磁気抵抗素子は、半導体薄膜に磁気を加えた時の電気抵抗の変化で磁場を検知するもので、薄膜のため量産性に優れている。歯車の回転を高精度に検知することが可能で、エレベーター等に用いられている。GMR 磁気センサーは、磁力が異なる薄膜層において磁気を加えた時の電気抵抗が大きく変化する現象により磁場を検知するもので、HDD(Hard Disk Drive)等の磁気によるデータの記憶を行う装置からデータを読み出す磁気ヘッド等に用いられている。MI(Magneto-Impedance element/磁気インピーダンス素子)センサーは、高感度マイクロ磁気センサーの略称で、外部の磁場に対して物質の電圧と電流の比率が変化する現象を応用して高精度に磁場を検知する仕組みである。ホール素子と比較すると約 1 万倍以上の感度を持ち、スマートフォンや自動車等、幅広い分野における活用が想定されている。SQUID(Superconducting Quantum Interference Device/超伝導量子干渉デバイス)磁気センサーは、低温で電気抵抗がなくなる物質と薄膜の絶縁体等を接合したリングに磁気を加えると電圧が生じる原理を用いたセンサーで、磁気センサーの中で最も高い感度を持つ。脳や心臓等の生体磁場の検知・計測において広く活用されている。

(オ) 温度・湿度センサー

温度センサーは、物体や環境の温度を計測するセンサーで、接触型と非接触型が存在する。接触型の温度センサーとして広く用いられているサーミスタは温度変化に反応する半導体感温素子で、温度計等に用いられている。非接触型の温度センサーとしては、対象の放射する赤外線量に応じて温度変化を計測する焦電型赤外線センサー等があり、人の有無を検知する人感センサーや電子レンジの食品温度計測に用いられている。また、湿度センサーは、水や水蒸気の熱力学的、物理的、化学的な特徴を利用して湿度を計測するセンサーで、同型の温度計の乾球と湿球の温度差により湿度を計測する乾湿球式湿度センサーが広く普及している。湿度センサーは、精密な湿度管理が必要な各種産業にとどまらず、施設内の空調管理等、様々な局面で活用されている。

(カ) 化学センサー

化学センサーは、気体中、液体中の物質や、生物関連物質を同定するセンサーであり、

種類としてはガスセンサー、イオンセンサー、バイオセンサー等がある。ガスセンサーは、半導体等により気体中の各物質を検知・計測するもので、空気清浄機等に用いられている。イオンセンサーは、液体中において、特定のイオンに対し、その濃度に応じた電位を発生させることにより検知・計測を行う。バイオセンサーは、生体関連物質を検知・計測するもので、特定の物質を識別し、その生体反応を電気信号に変換する。イオンセンサーやバイオセンサーは、医療分野等にて広く活用されている。

(キ) 音波センサー

音波センサーは、気体、液体、固体等により伝搬される弾性波である音波を検知・計測するものや、音波を発信し反射波を受信することで対象との距離等を検知・計測するものがある。種類としては、空中用センサー、水中用センサー、固体用センサー、特殊環境用センサー等が挙げられる。空中音波センサーとして挙げられるマイクロフォンは、空間から伝搬される音波を受信して電気信号に変換する装置であり、主に可聴音に用いられている。また、対象に向け送波器から超音波を発射し、その反射波を受波器で受信することで、受発信における所要時間等から対象までの距離を計測するものや、障害物検知等に用いられるものも種類として挙げられる。水中用センサーは、長距離において低精度に検知・計測を行う低周波音と、短距離において高精度に検知・計測を行う中高周波音を用いたもの等があり、低周波音は海底資源や地層の探査に、高周波音は短距離の魚群の探知に活用されている。固体用センサーは、超音波が金属等の固体中で減衰しづらいという特性を活かし、非破壊検査等において活用されている。特殊環境用センサーは、地中で減衰しにくい低周波音による地震観測や、超音波による生体内部の断層撮影等、様々な分野にて活用されている。

(ク) 光ファイバーセンサー

光ファイバーは、長距離、大容量の通信を可能とする光の伝送路である。光ファイバーによるセンサーとして、光ファイバージャイロや電力系統光ファイバーセンサーがある。光ファイバージャイロは、光の干渉により対象の回転速度を高精度に検知・計測するものだが、その扱いに専門性が求められることや高価であることを背景に、活用範囲は航空、宇宙等の分野に留まっていた。しかし、近年では、技術の進展により扱いが容易な光ファイバージャイロが実用化され、従来の活用分野だけでなく、カーナビゲーションシステム等の民生分野における応用もなされている。また、電力系統の光ファイバーセンサーは、磁界に光を通過させた際に偏波面が回転する現象を用いて、磁界を発生させる電流を計測するものである。回転角が磁界の強さに比例することから、回転角を計測することで電流の強さを計測する仕組みとなっており、従来電流の計測に用いられていた装置よりも小型・軽量である等の利点から、諸設備の電流計測に用いられている。

(2) センサーモジュールの技術概要と動向

センサーモジュールを構成する各技術について、その機能・性能の概要を調査した。また、センサーデバイスと併せて、センサー機能、開発・製造、商用・民生利用の観点から研究開発や実用化における動向調査を実施した。

① 技術概要

センサーモジュールの構成技術としては、センサーデバイスのほか、アンテナ、送信機、受信機、マイクロコントローラー、消費電力管理の各装置が挙げられる。アンテナは送信機からの信号を電波として送信する一方で、受信した電波を信号として受信機に送信する。送信機は検知・計測したデータのデジタル信号をアナログ信号に変換して送信する機能を持ち、受信機は受信した他の装置からのアナログ信号を、デジタル信号に変換する機能を持つ。マイクロコントローラーは、CPU、メモリ、タイマー回路、入出力回路等の基本部品が非常に小さな1つのICチップ(集積回路)に組み込まれた装置である。消費電力管理は、データの送受信の頻度や電源を入れるタイミングの調整等により、消費電力を抑制するために用いられる装置である。

② 技術動向

センサーモジュールの技術動向を、センサーデバイスと併せて調査した。センサー機能における動向として高機能化・複合化、高感度・高精度化、信頼性向上、特殊環境性向上、開発・製造における動向として量産化技術向上、商用・民生利用における動向として小型・軽量化、低電力化、低コスト化が挙げられる。

図表 2-5 センサーデバイス・センサーモジュールの技術の動向

分類	概要(※)	詳細
センサー機能	高機能化・複合化	・非接触型センシング ・異なるセンサー機能の組合せ
	高感度化・高精度化	・検知・計測における感度、精度の向上
	信頼性向上	・耐久性の向上
	特殊環境性向上	・過酷な環境におけるセンシング
開発・製造	量産化技術向上	・大量生産技術の進展
商用・民生利用	小型化・軽量化	・MEMS技術による小型化・軽量化
	低電力化	・自立型電源 ・省電力化
	低コスト化	・MEMS技術による製造コスト削減

(※)出典：特許庁「平成21年度 特許出願技術動向調査報告書 加速度センサ(要約版)」,2010/4より、センサー技術の一般の課題を基に作成

(ア) 高機能化・複合化

センサー技術の活用が広がるにつれ、より高度な機能を持つセンサーデバイス、センサーモジュールへの需要が高まっている。高機能化の傾向としては、非接触でのセンシングの実現が挙げられ、特に、非接触で心拍、脈拍等の生体情報を検知・計測するための研究開発、実用化の流れが著しい。また、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems/微小電気機械システム)技術の進展により多数のセンサー機能の集積化が可能となり、複数のセンサ

一機能を組み合わせた高機能なセンサーデバイス、センサーモジュールが製造されるようになってきている。なお、MEMS 技術の概要については「(オ)量産化技術向上」にて後述する。

(イ) 高感度化・高精度化

センサー技術の高感度化・高精度化が進んでいる。例えば、無線通信で情報の読み書きを行う RFID(Radio Frequency Identification/無線を使用した認識システム)は、リーダーから発した電波で RFID タグの情報を読み取る仕組みで、使用する周波数によっては金属等に RFID タグを装着すると読み取り感度が著しく低下するという課題があったが、RFID タグの構造を最適化することで、金属等に装着した際の読み取り感度と薄さ・軽さの両立に成功した。また、位置特定に用いられる GPS は、複数の人工衛星から電波を受信し、受信における所要時間と電波の速度から人工衛星との距離を算出し現在位置を特定する仕組みだが、ビル等の障害物により電波が受信できず位置特定の精度が低下する場合がある。そのため、日本では、GPS の補完・補強技術として、GPS と同等の機能を有する QZSS(Quasi-Zenith Satellite System/準天頂衛星システム)が研究開発されている。

(ウ) 信頼性向上

センサー技術を活用する局面において、短期間での故障や高頻度での保守は大きな課題であり、より耐久性の高いセンサー技術が求められている。そのため、センサーデバイス、センサーモジュールの耐久性向上が図られている。センサー端末の構成部品を必要最低限とすることにより、部品点数に関係があるとされる故障のリスクを抑制する取組や、無機素材よりも活用の幅が広い一方で、劣化が激しく耐久性に課題のある有機素材を用いたセンサー技術の耐久性を向上させるための研究開発がなされている。

(エ) 特殊環境性向上

体内、超高温・低温等の過酷な環境下での検知・計測が可能なセンサー技術の研究開発が活発化している。例えば、血糖値に応じて光の強度が変化するハイドロゲルファイバーを体内に埋め込み、長期間センサーを交換せずに血糖値を計測する研究開発がなされている。また、375℃以上の高温と腐食性物質に接触する環境下での使用を目的として、過酷環境用のセンサー素子等により構成されるセンサーモジュールの開発、実証実験も行われている。過酷な環境下では、検知・計測の性能はもちろん、長期間メンテナンス不要で稼動するセンサー技術も求められており、そのような要望に対する研究開発もなされている。

(オ) 量産化技術向上

多くのセンサーデバイス、センサーモジュールが、MEMS 技術を活用して大量生産されるようになってきている。MEMS 技術は、半導体の微細加工技術を応用することで、基板上に微小な制御を行う電気部分と駆動を行う機械部分を集積させる技術であり、半導体製造時と同様に一括加工を行うことで、大量生産を実現するものである。IoT や M2M へ一層の注目が集まりセンサー技術への需要が高まる昨今において、大量生産技術は今後更に進展すると想定される。

(カ) 小型化・軽量化

半導体の微細加工技術を応用した MEMS 技術の活用により、微小なセンサー技術が次々と開発され、それにともない軽量化も進んでいる。例えば、加速度センサーにおける MEMS 技術を活用した集積回路のチップの大きさは、2000 年に 10mm² だったものが、10 年後の 2010 年には 2~3mm² となり、更に 10 年後の 2020 年には 1~2mm² まで小型化すると推測されている。センサーモジュールの小型化・軽量化の研究開発や実用化の動きも活発化しており、特に、医療、介護の分野では継続的に生体情報を取得する必要がある場合も多く、検知・計測時の負担軽減が求められていることを背景として、小型で軽量のウェアラブル端末が次々と登場している。容易に生体情報を取得することができるその性質から、ウェアラブル端末は健康管理の分野においても活用されるようになってきている。

(キ) 低電力化

センサー技術の実用化にあたり、長期使用時の電源供給が課題となることも多い。電源確保が困難な場所でセンサー技術を活用する局面においては、電源の供給なく継続的な稼働を実現する自立型電源や、電池交換の頻度を最低限に抑制する省電力化の技術が求められる中、環境中の微小なエネルギーを電力に変換して活用するエネルギー・ハーベスティング技術に関心が高まっている。太陽光、センサーモジュールの設置・装着対象の動きにともなう振動、地熱、無線 LAN の電波等、様々な環境中のエネルギー活用が考えられる。発電量が微小であるため活用分野を検討する必要はあるが、自立型電源の優位性が高まると想定される IoT 等の領域における技術活用が期待される。

(ク) 低コスト化

センサー技術の商用・民生利用が進み様々な領域で活用されるようになり、センサーデバイスのコスト削減が求められている。MEMS 技術の活用の観点でみると、小型化による製造コストの削減に留まらず、製造過程におけるコスト削減の取組もなされている。例えば、3 軸加速度/3 軸角速度センサーの製造には通常 10 数枚の露光マスクが使用されるが、3 枚の露光マスクで製造可能な 3 軸加速度/3 軸角速度センサーが開発されたことにより、市場の半値以下の販売が可能であると想定されている。このように、センサー技術が広く活用されコスト削減が求められる今日においては、より低コストで製造可能なセンサーの開発が行われている。

(3) ネットワークの技術概要と動向

① 技術概要

ネットワークの構成技術としては、センサーネットワーク、広域ネットワーク、中継器、基地局が挙げられる。センサーネットワークは、複数のセンサーモジュールをネットワークに接続し、一元的な情報の把握を可能としている。近年では無線技術や情報処理技術の進展により、センサーモジュール同士が相互に接続する無線センサーネットワークが実用化され、センサー技術の活用の幅が大きく広がった。無線センサーネットワークは、主に数十メートルの範囲をカバーする WPAN (Wireless Personal Area Network) により構築され、通信方式には Bluetooth、ZigBee 等がある。また、このような無線技術とともに、セ

センサーモジュール同士の通信を制御する技術としてアドホックネットワーク技術等が用いられている。広域ネットワークは、センサーネットワークで収集されたデータを、蓄積、分析するサーバー等に転送するためのネットワークのことで、対象には携帯電話網（3G、LTE 等）や固定網（光通信等）等がある。中継器は、センサーモジュールと基地局の間の送受信データを無線でつなぐ役割をする装置である。基地局は、センサーモジュールからのセンシング情報をセンサーデータサーバー等へ転送する機能を有する端末と、無線ネットワークを管理する機能を有する装置である。

② 技術動向

上述したネットワークの構成技術のうち、センサーネットワークの核となる技術である無線センサーネットワーク技術の動向について、主要な構成技術となる無線技術とネットワーク制御技術に分けて説明する。

図表 2-6 ネットワーク技術の動向

分類	概要	詳細
無線センサーネットワーク技術	無線技術	<ul style="list-style-type: none"> ・省電力化 ・高速化
	ネットワーク制御技術	<ul style="list-style-type: none"> ・アドホックネットワーク

(ア) 無線技術

WPAN による無線センサーネットワークを構築する場合、数十メートルの距離の範囲でセンサーモジュール同士が直接通信を行う。このため、通信にかかる消費電力を極力抑えることで、センサーモジュールのバッテリーを長持ちさせることができる。

このような用途に適した近距離無線通信規格として Bluetooth や ZigBee が主に活用されている。

Bluetooth は、WPAN の先駆けとして 1990 年代前半から Ericsson が研究を進め、1998 年に Nokia、IBM、Intel、東芝が加わり Bluetooth SIG を設立、1999 年にバージョン 1.0 をリリースした。最新バージョンは 2014 年 12 月にリリースされた 4.2 である。現在、スマートフォンや PC 周辺機器、ゲーム、情報家電等、情報機器間を接続する通信方式として採用され広く普及している。

バージョン 3.0 では最大通信速度が 24Mbps となる HS (High Speed) 規格が登場したが、バージョン 4.0 から方向性を転じ、スマートフォン等の小型のモバイル端末等での利用に対応するため、通信速度を抑えた低消費電力型の通信規格である Bluetooth Low Energy をリリースした。Bluetooth Low Energy は 2.4GHz 帯で小電力の電波を使った無線通信で、ボタン電池等の非常に少ない電力でも長時間駆動することができる。同規格に対応する機器は Bluetooth Smart と呼ばれる。その後、Bluetooth Smart の通信速度の高速化も図られ、最新バージョンの 4.2 では Bluetooth Smart デバイス間のデータ転送速度が、4.1 と比較して最大約 2.5 倍となる 650kbps になっている。この他にもセキュリティ機能の強化や IPv6 への対応が行われ、Bluetooth Smart デバイスから直接インターネット接続できるようになっている。

ZigBee は、2001 年に業界団体の ZigBee Alliance が発足し、標準化及び普及促進が図られてきた。通信量を抑えることにより単 3 電池 2 本で数ヶ月から 2 年間の稼働をめざし、また、コスト面でも LSI 単価で 2 ドル程度をめざしている。

通信速度は 250Kbps と、Bluetooth や UWB (Ultra Wide Band) 等と比較して遅いものの、低消費電力である点が大きな特徴となっている。

ZigBee は現在、HEMS (Home Energy Management System/IT 技術を活用して家庭内の消費電力等のエネルギー管理をするシステム) 系市場を中心に、ヘルスケア市場、RF リモコン (Radio Frequency リモコン/無線方式のリモコン。テレビのリモコン等に利用される。操作の自由度や通信の双方向性などの点でこれまで主流であった赤外線リモコンに対して優位性がある) 市場、ホームオートメーション市場等へ幅広い展開をはかっている。

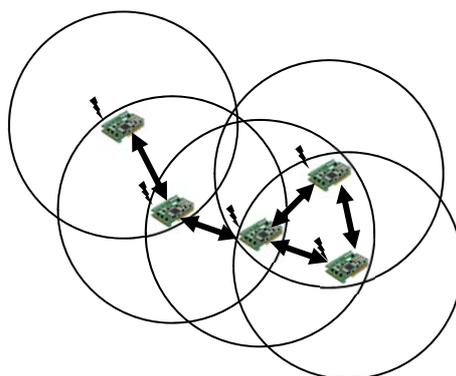
(イ) ネットワーク制御技術

センサーネットワークの構築においては、センサーの設置自由度が高い無線の利用が優位である。しかし、センサーを設置する場所の周辺に無線基地局等の通信インフラが整っていないなければならない。このため、このような通信インフラ環境を用いることなく、複数センサー同士が通信を行うことが可能なアドホックネットワーク技術が注目されている。

アドホックネットワークにおいて、センサーモジュールはセンシング機能だけでなく、自律的な通信機能を有しているため「センサーノード」と呼ばれる。このセンサーノードは電波の届く近接したセンサーノードに対して独自に通信を行う。電波が直接届かないセンサーノードに対しては中間に位置するセンサーノードを介してデータを転送することが可能である。これをマルチホップ・ルーティングと呼ぶ。

従来のようなアクセスポイントの設定等は不要であり、また、壊れたセンサーノードがあっても他のセンサーノードを経由して通信が可能であるため、無線センサーネットワークの構築に適した方式である。

図表 2-7 アドホックネットワーク



円は中心にあるセンサーの電波が届く範囲を表している。
各センサーは電波が届く範囲内のセンサーを探し、自律的に
矢印で表したようなネットワークを構成する。

出典：大原衛「無線センサーネットワークの技術と新しい応用」『TIRI News』, 2009, 地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター 2009年1月号を基に作成

(<http://www.iri-tokyo.jp/joho/kohoshi/tiri/gijutsu/documents/tn20090105.pdf>)

また、ZigBee では、ZigBee コーディネータ、ZigBee ルータ、ZigBee エンドデバイスの 3 種類の役割の違うセンサーノードから構成されるネットワークの構築が可能である。構成可能なトポロジーとしてスター型、ツリー型、メッシュ型があり、それぞれ電力消費や通信距離、ネットワーク容量、信頼性等に特徴があるため、用途に応じたネットワークの構築が可能となっている。

(4) ストレージ/クラウドの技術概要と動向

① 技術概要

ストレージは、大量のデータを記憶、蓄積するための装置で、HDD、DVD 等の光ディスク、SSD(Solid State Drive)、磁気テープ等が種類として挙げられる。

近年では、ユーザがインターネットを介してクラウドサービス事業者のストレージ上に一定のディスクスペースを借り、ファイルの格納等に利用することができるオンラインストレージと呼ばれるサービスがある。

クラウドは、ネットワークコンピューティング技術を活用したコンピューター処理の使用形態である。主にインターネットを経由して、電子メールやグループウェア、顧客管理、財務会計等のソフトウェア機能、仮想化されたアプリケーションサーバーやデータベース等のアプリケーション実行用のプラットフォーム機能、仮想デスクトップや共有ディスク等のハードウェアやインフラ機能をサービスとして提供する。

近年、センサーデータ等の大量データの蓄積や分析が可能なクラウドサービスが登場しており、DBaaS (Database as a Service) と呼ばれている。インターネット等のネットワークを経由してデータベースを提供しており、データベースの構築から保守・運用も含めたサービスを提供している。

ユーザは、インターネット等から当サービスに接続する環境を用意するだけで利用が可能である。従来の自社構築・運用と比較して初期コストや保守・運用コストも低く抑えられる点や利用するデータ容量の変化に応じて容易にサーバーを拡張・縮小することができる点、また、短期的な利用に適している点等にメリットがある。一方で、反応速度やセキュリティ、長期的に利用した場合の費用対効果等に配慮が必要である。

② 技術動向

ストレージ/クラウド技術の動向としては、ストレージの大容量化、高速化の動きについて、また、大量データの処理に対応したクラウドの使用形態である DBaaS について説明する。

図表 2-8 ストレージ/クラウド技術の動向

分類	概要	詳細
ストレージ/ クラウド技術	大容量化、高速化	<ul style="list-style-type: none"> ・大容量データの蓄積 ・高速なデータ読み書き
	DBaaS の進展	<ul style="list-style-type: none"> ・RDB の機能高度化 ・NoSQL の活用

(ア) 大容量化、高速化

ビッグデータという言葉に表されるように、個人、企業を問わず大量のデータを扱う時代が到来し、これにともないストレージも大容量化が進んでいる。個人向けの外付け HDD であっても近年では数テラバイトの大容量製品が登場している。

また、一般的に容量が大きくなるとデータの読み書きに要する時間が長くなる。このため、現在主流の HDD よりも高速に読み書きができる SSD が選ばれることが多くなってきている。

HDD はデータを記録するディスク部分とデータを読み書きするヘッド部分から構成されているが、SSD は RAM やフラッシュメモリが使用されるため HDD のディスクのような物理的な動作は発生しない。このためシークタイムがなくランダムアクセス性能に優れている。また、HDD よりも省電力かつ耐久性も高いというメリットがある。一方で、容量あたりの単価は HDD よりも高価であるなどのデメリットもある。

したがって、頻繁に使用するファイルサーバーのみに SSD を利用するなど、用途によって使い分けられることもある。

(イ) DBaaS の進展

DBaaS では、ビッグデータの処理に適したサービスの提供をめざして、新たなデータベース技術の開発が進んでおり、大手 IT 企業からもサービス提供が盛んに行われている。これらは技術的な特徴から 2 つに大別されると考える。

1 つは、従来から広く活用されてきたリレーショナルデータベース (RDB) をベースとして機能を高度化し、クラウド上で提供するものである。

例えば、Redshift は、ペタバイト規模の大量データを高速に処理するデータウェアハウスソリューションである。大量データに対する集計処理のクエリパフォーマンスを高速化するために、列 (カラム) に対する集計関数の実行が可能な列指向ストレージ技術が採用されている。また、複数のノードにまたがるクエリの I/O 効率や並列処理も向上させている。また、マイクロソフトが提供する SQL Data Warehouse では、複数のデータベースや業務アプリケーションのデータを統合し、グラフやマッピング等の BI ツールを用いてデータ分析が可能である。

もう 1 つは、非リレーショナル型のデータベースを活用するものである。このようなデータベースを総称して NoSQL (一般に Not Only SQL の意とされる) と言われる。

NoSQL の特徴は、RDB のようにデータモデルとして関係モデルを必要とせず、また、厳格なスキーマ定義も不要な点にある。

いわゆる IoT や M2M と呼ばれる世界で扱われるデータは、RDB における関係モデルのような構造化データのみではない。センサーデバイスやモバイル端末等の多種多様なデバイスから大量に生み出される数値や文書、画像、音声、動画等の非構造化データが大半である。NoSQL は、このようなデータの取り扱いに適したデータモデルを用いたデータストアが可能である。主なデータモデルには、キー・バリュー型やドキュメント指向型、グラフ型、カラム指向型等があり、クラウドサービス事業者から、用途に応じた NoSQL ベースのクラウドサービスが提供されている。

(5) 分析技術の技術概要と動向

① 技術概要

センサー技術における分析技術とは、検知・計測されたデータを処理し、異常や傾向、現在の状態等を明らかにする技術である。ビッグデータを対象とした分析への需要が高まる今日においては、連続的な時系列データをリアルタイムに分析するストリーム系の分析技術や、蓄積されたデータを高度に分析するストック系の分析技術が数多く活用されている。さらに、上述した分析技術の活用には、大量のデータに対する高速な分析処理を実現するための基盤となる技術も重要となる。なお、ストック系分析においては、必要に応じて分析対象データの質を向上させるなどの前処理を実施して、分析を行う。分析の前処理における技術としては、データクレンジングやノイズキャンセル等が挙げられる。データクレンジングはデータ形式の統一や重複データの削除、表記のゆれ、異常値、不足等の修正や補正等を、ノイズキャンセルはデータ内の不要なデータであるノイズの除去を実施するものである。

② 技術動向

上述した構成技術のうち、ビッグデータの活用において重要な技術であるストリーム系分析技術、ストック系分析技術、分析基盤技術の動向について調査を実施した。

図表 2-9 分析技術の動向

分類	概要	詳細
ビッグデータ活用	ストリーム系分析技術の向上	・ CEP (Complex Event Processing / 複合イベント処理) 技術の実用化
	ストック系分析技術の向上	・ AI (Artificial Intelligence / 人工知能) の進展
	分析基盤技術の向上	・ 並列分散処理システムの活用

(ア) ストリーム系分析技術の向上

大量の時系列データをリアルタイムに分析するための CEP (Complex Event Processing / 複合イベント処理) 技術が実用化されている。一般的に、データはストレージに蓄積され分析時に読み出しされるが、CEP は一定期間・量のデータをメインメモリに保持し予め定義された条件やパターンに応じて瞬時に分析を行う技術である。例えば「同じクレジットカードを 5 分以内に 2 回以上遠隔地で使用していると不正使用の可能性がある」という傾向が分かっている場合、メインメモリに保持した 10 分間のデータをリアルタイムに分析し、不正使用の傾向と一致する使用実績を瞬時に検知することが可能であり、実際にクレジットカードの不正使用の可能性の検知等に用いられている。なお、CEP 技術を活用して有用な分析結果を得るためには、メインメモリに保持する分析対象データの期間・量や、分析に用いる条件やパターンをどのように設定するかが重要な鍵となるが、CEP 技術を活用する場合、分析後メインメモリのデータを破棄してしまうため、別途データを蓄積・分析しながら設定内容を改善する仕組みが必要であるとされている。

(イ) ストック系分析技術の向上

AI(Artificial Intelligence/人工知能)の進展による分析の高度化が急速に進んでいる。諸説あるものの、人工知能とは人工的につくられる人間と同等若しくは人間を超える知能、又はその実現のための技術であり、人工知能に取り入れられている機械学習やディープラーニング(深層学習)の技術による分析の高度化が著しい。機械学習は、文字認識等のパターン認識分野で蓄積された技術とデータの大量化を背景として進展を遂げた技術である。この技術を取り入れた人工知能は、与えられたデータからパターンや条件等の判断基準を自動的に習得することで、その後に入力されたデータに対して習得した判断基準に基づいた処理を実施することが可能となる。しかしながら、機械学習機能を持つ人工知能は与えられたデータの意味を理解して判断基準を習得している訳ではなく、データの傾向等からパターンや条件等を導き出しており、学習の際「対象の特徴を定量的に表す分析視点をどこに設定するか」は人間が定める必要があった。一方、ディープラーニングの技術を取り入れた人工知能は、機械学習における分析視点を自身で学習、設定することが可能である。ディープラーニングは近年活発に研究開発されている技術であり、ディープラーニング機能を持つ人工知能が与えられたデータから分析視点、所謂着目すべきポイントを自力で抽出し、その概念を獲得した後、入力データと同様のデータを出力する方法を学習する。

有名な Google のネコ認識を例にみると、人工知能はまず人間の脳神経回路に似た多階層のニューラルネットワークの下位層でエッジ等の部分的な特徴の抽出を実施する。そして、その結果を上位層に渡していくことで、上位層は下位層が抽出した複数の特徴から、より広範囲の特徴を抽出する。人工知能は、その作業を繰り返すことで、ネコの全体における特徴からネコの概念を確立することで、その後に入力された複数の種類の画像から、ネコの識別をすることができるようになるのである。高精度な特徴の抽出や概念の獲得は、大量のデータによる学習処理を可能とする今日のコンピューターの性能等を持ってして初めて実現することができるようになってきている。ディープラーニング技術の進展により、人工知能による画像認識を初めとした分析は今後更に高度化すると想定される。

(ウ) 分析基盤技術の向上

大量のデータを高速に分析するための基盤技術として、並列分散処理システムが挙げられる。並列分散処理システムとは、複数の処理を同時並行で実施するためのシステムで、データ、処理、あるいは両者を最小単位に分割し、並列処理を実施することで高速な分析を実現する。一例として、オープンソースのソフトウェアである Apache Hadoop が挙げられる。Hadoop は、大量の処理を分割して処理を行うフレームワークである MapReduce と、データファイルを分割するファイルシステムである HDFS(Hadoop Distributed File System)により構成されており、様々なシステムに活用されている。なお、並列分散処理の実現に際しては、処理時間や処理精度が要件を満たしているか等を考慮する必要がある。

第3章 センサー技術の活用事例

前章では、様々なセンサー技術の概要と技術動向について調査した結果を整理した。一方で、こうしたセンサー技術が行政分野において活用できるかどうかを検討するためには、実際にどのようなセンサー技術がどのように活用されているのかを把握することが必要である。このため、センサー技術の活用事例の調査を行った。

まず、ウェブサイトや文献等の公開情報から広く国内外のセンサー技術活用の事例について情報収集を行った。収集にあたっては、センサーによる単なる検知ではなく、収集したデータの蓄積・分析まで実施している事例を対象とし、以下の観点で抽出を実施した。

- ・ わが国の行政機関においてセンサー技術を活用している先進事例
- ・ わが国の地方公共団体においてセンサー技術を活用している先進事例
- ・ 海外の行政機関、地方公共団体等においてセンサー技術を活用している先進事例
- ・ 国内外の民間企業においてセンサー技術を活用している先進事例

これらの事例の収集結果を踏まえ、センサーへのインプットとなる捕捉対象とアウトプットとなる可視化対象を抽象化して捉え直すことで、多岐に渡る行政の事務・事業に対し幅広く活用可能性を検討することを目的に、センサーが捕捉する対象にはどのような種類があり、また、どのような対象を可視化しているかを類型化する作業を行い、捕捉対象と可視化対象の分類と第2章で把握したセンサー技術の構成との関係を「センサー技術活用フレームワーク」として作成した。

次に、センサー技術活用フレームワークで整理した捕捉対象と可視化対象とを2軸とするマトリックス表を用いて、各類型に分類された事例の内容等からその傾向等について考察を加えた。考察にあたっては、活用されているセンサー技術を踏まえつつ、行政分野においてどのような活用が考えられるかを検討し、主要な活用事例について、利用しているセンサー技術や捕捉対象、また可視化対象を明示しつつ、具体的な活用内容を検討した。

3.1. センサー技術活用事例の収集

(1) わが国の行政機関においてセンサー技術を活用している先進事例

わが国の行政機関では、携帯電話の GPS 等を活用して人の現在位置や移動経路を把握する取組がなされている。迅速、詳細な現在位置や移動経路の情報収集が可能な GPS 等のセンサーは、災害時等の緊急度・重要度が高い場合や、人手では手間がかかり正確な情報収集が困難な場合において活用が期待されていると推測される。なお、事例の収集にあたっては、既にわが国の行政事務・事業として実施されている取組は対象とせず、研究開発や実験的な活用等の先進的な取組を対象としている。そういった中には、実際の研究開発や実験等の実施は、効率性に鑑みて地方公共団体等に委託しているものも存在する。

図表 3-1 わが国の行政機関におけるセンサー技術活用事例一覧

No.	事例		
	タイトル	主要事業者	概要
1	GPS 等を活用した登山者位置特定	総務省	GPS 等で登山者が所持する装置の測位を行い、現在位置を把握。検知者端末から登山者が所持している端末の ID を指定して、登山者の位置情報を取得。遭難時は、登山者の意思による位置情報の通知や、検知者のリモートコントロールによる登山者端末の起動、端末に蓄積された位置情報の取得が可能。実証段階。
2	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	国土交通省 観光庁	訪日外国人観光客向けスマートフォンアプリを活用して、目的地までのルート検索機能等を提供するかわりに、位置情報や属性を収集し、訪日外国人観光客の移動経路等を分析。実証段階。
3	顔認証による出入国審査	法務省	IC 旅券のチップに記録された顔画像と空港の審査場で撮影した画像の照合による本人認証を実施。実証段階。
4	光センサー等を搭載した無人航空機技術の生態観測への応用	国立研究開発 法人科学技術 振興機構	陸上でモニターできる水陸離発着可能な無人航空機と無人小型艇に光ハイパースペクトルセンサーと超音波マルチビームセンサーを搭載し、藻場の種類ごとの分布やバイオマスの正確な計測を実現。東京大学による研究開発。
5	超小型心電センサーを活用した遠隔医療支援	総務省	超小型心電センサーを高齢者の胸部に装着し、心拍の変動、交感神経の活動、副交感神経の活動、活動量、体表温度等を収集し、クラウドシステムに蓄積。遠隔地の医師等が心拍の変動から算出された交感神経と副交感神経の活動データを分析・管理することで、高齢者の健康状態の変化の早期発見、対策を実施。千葉県山武市、大網白里町等における実証。

6	IC タグ、IP カメラ等の分散配置による児童登下校の見守り	総務省	児童のランドセルに取り付けた IC タグと通学路に設置したタグリーダーにより、学校や児童館等の到着・出発時刻を検知。各所の到着・出発時刻を IP カメラ画像とともに保護者へ通知することも可能。北海道岩見沢市等における実証。
---	--------------------------------	-----	---

(2) わが国の地方公共団体においてセンサー技術を活用している先進事例

わが国の地方公共団体では、携帯電話の GPS や街中の防犯カメラ等、既存の仕組みで収集したデータの分析結果を安全・安心な街づくり等の都市計画に役立てている。今後、分析技術等の精度向上により、既存の仕組みで収集したデータの有効活用が更に広がると推測される。

図表 3-2 わが国の地方公共団体におけるセンサー技術活用事例

No.	事例		
	タイトル	主要事業者	概要
7	スマートフォンのGPSを活用したパーソントリップ調査	熊本県、熊本市	専用のアプリにて、出発地点から到着地点までの移動経路を収集し、調査対象地域の人の動きを把握。
8	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	埼玉県	自動車会社がカーナビゲーションシステムに用いられている GPS 機能や角速度センサー等から取得した位置や時刻の情報から加速度を計算し、自動車の急ブレーキ多発地点を検出。この情報を埼玉県に提供することで、埼玉県は道路危険箇所として標識を設置するなどの対策を実施。
9	カメラ映像からの歩き方分析による容疑者の特定	奈良県警	2 歩分の映像があれば 90%以上の精度で人物を識別できる技術を活用し、捜査にて容疑者を特定。
10	枕、シート型センサーによる生体情報の計測を活用した遠隔在宅医療	富山県射水市	枕やシートタイプの脈拍・呼吸センサーや圧力センサー、温度センサーにより、在宅患者の生体情報を測定。測定・分析結果は、インターネットを介し遠隔地の病院や訪問介護ステーションにて確認可能。その他システムと併せて、24 時間サポート在宅医療に向けた在宅患者の体調変動の監視及び在宅医療従事者のサポート体制を支援。

(3) 海外の行政機関、地方公共団体等においてセンサー技術を活用している先進事例

海外の行政機関、地方公共団体等においては、カメラの画像分析による犯罪行為の早期把握や GPS を活用した性犯罪者の居場所監視等、犯罪やその被害拡大を防止するための先進的なセンサー技術活用事例が挙げられる。また、自動車に設置した各種センサーで、環境汚染等の広範囲にわたる事象を効率的に捉える試みもなされており、センサー技術だけではなく、その活用方法にも先進性がみられる。

図表 3-3 海外の行政機関におけるセンサー技術活用事例

No.	事例		
	タイトル	主要事業者	概要
11	カメラ映像分析による不審者の異常行動検知	ニューヨーク市警	カメラの映像から、一般の歩行者がカバンを置き忘れたのか、不審者が意図的にカバンを置いていったのかを分析し、不審者の場合警察官にアラートを発信。
12	カメラ映像分析による不正乗車の検知	カタルーニャ公営鉄道	自動改札機付近に設置したカメラの映像を人工知能が分析し、不正乗車の疑いがある人物の挙動を検知。警備員はモバイル端末で受信した映像で人物を特定し、不正乗車の事実の有無を確認。
13	GPS を活用した性犯罪者の居場所監視	フロリダ州、ミズーリ州、オハイオ州、オクラホマ州等	性犯罪者等に GPS 監視装置等の電子機器の装着を義務化し、行動を監視。性犯罪者が学校等の立ち入り禁止エリアへの接近や、自宅と職場を結ぶ通勤ルートからはずれた場合を検知すると、ただちに電子メール等で警察に注意を喚起することが可能。移動の方向や速度も把握可能。
14	GPS 機能付きの車載器により収集した走行距離等に応じた税金の適用	オレゴン州	GPS 機能付きの車載器を自動車に搭載し、走行距離、走行区間の時間別の混雑度、走行道路種別等を計測。条件に応じて税金を変化させる走行距離税の導入を検討。実証段階。
15	交通機関に設置した加速度センサー等を活用した路面異常検知	ボストン市	タクシーに加速度センサーや GPS を設置して、振動を検出。自動車の振動から、路面に問題のある場所を特定し修理。市民がスマートフォンでレポートする仕組みも併用。
16	バスに設置した化学センサーにより環境汚染を効率的に把握	ベオグラード市、パンチェボ市	公共交通機関（バス）に化学センサーや GPS を設置し、少ないデバイスでもワイヤレスネットワーク技術を活用し広範囲に大気汚染の状況をモニタリング。
17	光学センサー等によるリアルタイムでの大気汚染データ収集・分析	北京市	大気品質モニタリング施設、気象衛星及び次世代型光学センサーから収集したリアルタイムデータを分析。学習システムにより、北京市全体における 72 時間の汚染源と汚染物質の分散のビジュアルマップを作成。
18	無人航空機に装着した携帯電話の電波や熱を検知するセンサーを活用した人命救助	カナダ警察	雪山にて、GPS で携帯電話が最後に使用された位置を把握し、赤外線センサーを設置した無人航空機で付近の熱源を検知することで人命を救助。

19	データセンターの消費電力の最適化	アメリカ連邦政府データセンター	湿度、気圧、温度センサーをワイヤレスネットワークに接続しデータセンターの環境や空調等のシステム状況を併せて把握することにより消費電力を最適化。
20	地下鉄の設備（エスカレーター等）の稼働状況モニタリング	ロンドン交通局	地下鉄駅構内のエスカレーターやエレベーター等に各種センサーを設置し、取得したデータをネットワーク経由で中央管理センターにて一元的に管理。稼働状況をモニタリングし、設備の危険な兆候となる動きを察知。
21	パーキングメーターの空き状況に応じた駐車料金の設定	サンフランシスコ市	市内公営駐車場の空き状況を、路上に設置したセンサーでリアルタイムに検知。センサーとパーキングメーターと基地局をワイヤレスネットワークで接続し、基地局でネットワーク、アプリケーション、データを管理する仕組み。利用者は、駐車可能なスペースやメーターの残り時間をスマートフォンで確認することが可能。混雑度に応じて駐車料金を変動することも可能。

(4) 国内外の民間企業においてセンサー技術を活用している先進事例

民間企業においては、脈拍、心拍、静脈等の生体情報の検知・計測時の負担を軽減する動きが活発化している。医療や介護の分野に留まらず、健康管理等のその他分野においても小型で軽量のウェアラブル端末や非接触の装置等による検知・計測時の負荷軽減を実現する技術が数多く研究開発及び実用化されている。また、GPS、Beacon、Wi-Fi、赤外線センサー等の各種センサーを駆使して人や自動車の現在位置や移動の流れを正確に把握し、その情報を基に何かしらサービスを提供する事例も多く認められた。現在位置や移動の流れは人手による把握が難しく、今後もセンサー技術が活用される領域であると予測される。さらに、カメラの画像分析技術を用いた事例も多く、小売店における顧客の需要予測や異常の検知等、幅広い活用がなされている。

図表 3-4 民間企業におけるセンサー技術活用事例

No.	事例		
	タイトル	主要事業者*	概要
22	リストバンド型ウェアラブルセンサーを活用した社員の生活状況可視化による健康支援	株式会社日立システムズ	リストバンド型の加速度等を計測するセンサーを常時腕に装着し、歩数や消費カロリー量に加えて運動や睡眠の量や質等の日々の生活状況を解析・数値化。生活習慣や健康情報をPCやスマートフォン等のモバイル機器を利用して可視化し本人や指導者に提供。実証段階。
23	生体情報連続計測ウェアを活用した作業員向け安全管理システム	NTTコミュニケーションズ株式会社、株式会社大林組	心拍数や心電波形といった生体情報を検知する繊維素材を用いたウェアにより、建設労働者の作業中のバイタルデータを長時間継続してモニタリング。熱ストレス推定、疲労推定、姿勢推定、リラクセス度推定、リフレッシュ度を推定。実証段階。
24	胸部はり付け型の小型防水センサーによる生体情報の連続計測	株式会社東芝	脈波センサー、温度センサー等で生体情報(心電位・脈波・体動・皮膚温)を同時に連続計測する防水小型のはり付け型ウェアラブル生体センサーを開発。また、加速度センサーで体の動きを検知し、睡眠中かを測定。睡眠中の心拍変動の解析により交感神経と副交感神経のバランスを分析し睡眠の質を判定。
25	心拍センサーによる居眠り兆候検知	株式会社トアック	ウェアラブル心拍センサーを利用した居眠り防止システム。肌に張付ける心拍センサーで測定した心電波形をリアルタイムに解析し、居眠りの前兆となる波形を発見すると、腕時計型のお知らせ装置が「音」と「振動」で運転士に警告。
26	クリップ型生体眠気検知センサーによる安全運転見守りサービス	株式会社富士通研究所	運転手の耳にクリップセンサーを取り付け、心拍を測定。心拍間隔の揺らぎを周波数に変換し、眠い時に表れる周波数の変動を検知し居眠りの前兆を把握。Bluetoothでセンサーとデジタルタコメーターを接続し、運行管理の一環として眠気を運転手に知らせるシステムを想定。実証段階。
27	マイクロ波による壁越し脈拍計測による高齢者の見守り	シャープ株式会社	マイクロ波を前方に送信し、反射の波形の変化を読み取り脈拍を検出。電波に混じる雑音を高精度に取り除き、人体から2メートル離れた壁越しでも、誤差10%程度で脈拍を検出することが可能。

28	指先脈波測定によるストレス度チェック	凸版印刷株式会社	指先の指先脈波を測定するセンサーを使い、約 1 分間で「ストレス・リラックス度」と「ココロの柔軟性」の 2 つの指標からココロのバランスをチェックする装置をリフレッシュルームに設置。休憩の前後に測定を実施し、休憩によるリラックス度の変化を把握。
29	ウォークスルーでの静脈認証ゲート	株式会社日立製作所	3D 距離画像センサーにより、瞬時にかざした手の指の位置や向きを検知し、照射する近赤外光を調節。指のかざし方を意識せず歩きながら指を装置にかざすだけで、指静脈パターンの照合により正確な本人確認ができるウォークスルー型指静脈認証ゲート。実証段階。
30	顔認証技術を活用した PC オン・オフ操作	日本電気株式会社	PC に搭載されたカメラ等の汎用のカメラで顔認証による PC ログオンが可能。ログオンからシャットダウンまでの利用者確認により、離席時や本人以外の使用時には画面をロック。
31	Beacon を活用した認知症高齢者の徘徊の捜索	メディカル・ケア・サービス株式会社	Beacon 端末を認知症高齢者に装着。Beacon 信号が弱くなったことにより高齢者の外出を検知し、介護者等に通知。外出した被装着者の Beacon 信号がボランティアを務める地域住人や街中に設置された固定局に近づくと、スマートフォンやタブレット等が自動的にその位置情報をクラウド上のサーバーにアップし、位置情報を介護者等に通知。通信は Bluetooth Low Energy により実施。実証段階。
32	Wi-Fi による商業施設内ナビゲーションアプリ	Rhinoceros Horn	東京近郊エリアの 37 施設内で、利用者の現在位置を Wi-Fi により検知し、付近の店舗やトイレの場所等を案内。化粧室、喫煙室、授乳室、ATM 等の検索が可能。
33	自動車のカーナビゲーションシステムで計測した走行距離に応じた保険料適用	損害保険ジャパン、日産自動車株式会社	自動車会社が、カーナビゲーションシステム等により走行距離や位置情報等を収集。保険会社にデータを提供することで、保険会社は走行距離に応じた保険料の適用を実施。
34	スマートフォンの GPS を活用した運転手の位置・移動情報の可視化	株式会社ケーシーエス、株式会社トータルネットワークオフィス等	運転手が位置情報アプリを所持して移動するたびに、GPS を活用して位置情報を自動でサーバーへ送信し、地図上に位置情報を反映。管理者は、運転手がいつ、どこにいたのか、どんなスピードで移動したのか期間を指定して履歴を確認することが可能。

35	漁獲量と位置の把握による水産資源管理と、漁船の帰港前の漁獲販売	ノルウェー浮魚漁業共販組合	海上の漁船から、捕獲位置と漁獲量をリアルタイムに通信し、数量制限のある水産資源を適正に管理。また、漁船が港に戻る前に漁獲をセリにかけられるため、水揚げ後の買い主への速やかな引渡しによる鮮度維持を実現。
36	加速度センサーと赤外線センサーによる社員間コミュニケーションの可視化	株式会社日立製作所	首からぶら下げた名札型の加速度センサーと赤外線センサーを用いて、企業内での社員のコミュニケーション頻度や活動状況（対面、動き）を測定・解析し、組織の状態を可視化することで、コミュニケーションが営業成績に影響することを解明。
37	ボランティア報告者によるインフルエンザの流行状況の共有	HealthMap	インフルエンザの地域的な広がりを詳細に分析する取組。参加者が定期的にインフルエンザ感染状況をレポート。ウェブサイト上で郵便番号を入力することにより、関心のある地域のインフルエンザの流行状況を確認することが可能。
38	サービス利用者による天気概況の提供・共有	株式会社ウェザーニューズ	スマートフォン等のアプリケーションから、サービス利用者が、天気の写真、GPS 位置情報、天気、フリーコメント等をレポートし、天気概況を相互に共有。各地のサービス利用者の天気レポートにより、天気の動きを把握することが可能。
39	サービス利用者による災害時情報収集・提供	OpenStreetMap Facebook 等	災害時、IT 技術者を中心としたボランティアメンバーが、位置情報をともなう情報等を収集し被災状況を反映したマップを作成、提供。
40	赤外線レーザーによる人流計測	株式会社日立情報通信エンジニアリング	赤外線レーザーセンサーにより人の位置を 30cm 以下の高精度で検知し、人数の計測や軌跡の追尾による人流計測を実施。複数のセンサーを設置することで障害物の影響を排した人流計測が可能。
41	画像分析による来場者の属性把握	株式会社日立ソリューションズ	店舗、博物館等の人の出入りの多い場所で、カメラの映像からカメラ視野内を通過する人を検出し、来場者の性別、年齢層を捉え、来場者の傾向を分析。
42	3D 動画分析による小売店買い物客の興味・関心度の把握	Wal-Mart Stores	3D カメラを小売店の陳列棚に設置し、買い物客が手に取った商品を記録・分析。実際の購入履歴だけでなく、顧客の関心の高い商品を明確にすることで商品の棚配置の最適化等を支援。
43	カメラによる施設の共連れ侵入検知	MESA Imaging	天井に取り付けたカメラで対象物を 3D で捉え、共連れによる侵入を検知。

44	赤外線センサー等による来店客の視線検知	株式会社富士通研究所	赤外LEDと赤外線センサーを搭載した小型の「視線センサー」を陳列棚等に設置して、来店客の視線の動きを検知しどの商品を見られたかを検知。最大2m程度からでも視線の動きを検知することが可能。研究開発段階。
45	画像分析を活用したまばたきによる理解度等の予測	中部大学	カメラ画像を分析し、まばたきの回数等から理解度等を予測する研究開発。
46	映像、音声、人や椅子の位置情報等の伝送によるテレワーク支援	沖電気工業株式会社	遠隔地のコミュニケーションにおいて、カメラ等の各種センサーによる人や椅子の情報収集等により、オフィス環境や相手の状況を把握。相手に話しかけてよいのか等の様子見が可能。音声や映像の情報等も併せて遠隔地へ伝送し、距離を感じさせないテレワークを支援。研究開発段階。
47	高精度カメラを搭載した航空機による農作物の活性度把握	中日本航空株式会社	航空機に搭載した、可視光から近赤外光までの波長帯における地表面の状態計測が可能なイメージセンサーにより、植生状況や活性度を把握。
48	試験会場の携帯電話の電波計測・解析によるカンニング検知	東京工業大学	会場における電波の伝わり方を事前に調査し、電波発信位置ごとの電波特性と各席の位置情報を紐付け、位置指紋を作成。解析ソフトに位置指紋を学習させ、試験時に電波受信センサーにより、平均40cmの誤差で電波の発信とその位置を特定。
49	ベッド付近の近赤外線センサー等による高齢者の見守り	株式会社富士通研究所	ベッド付近に近赤外線センサーを設置し、高齢者等の起床・離床をリアルタイムに検知。近赤外線センサーを内蔵したカメラと、頭の位置を自動認識する画像処理技術で起床や離床を検知。頭の動きを追いかけ、一定範囲を外れることにより起床・離床を判別。データを持続的に蓄積し、寝付けず、暴れている等の異常な動きを把握することも可能。実証段階。
50	温度、湿度等をセンサーで検知し、施設内環境を省エネルギーで最適化	株式会社日立製作所	温度センサー等の各種センサー群によるワイヤレスなネットワークを形成し、施設内環境をマップやグラフ化。環境をリアルタイムに把握し、空調の調整等を実施し環境を最適化。
51	加速度センサー等による大規模プラントの故障予兆の監視	中国電力株式会社	大規模プラントに設置した加速度センサー等の情報を基に、専門知識や複雑な設定なしで「いつもと違う」挙動を自動発見し、故障に至る前に設備の不健全な状況を把握。

52	画像分析技術を活用した顧客の表情分析等による顧客需要の把握	オムロン株式会社	カメラの画像から、顧客の表情を分析し感情を推定。店内における顧客の興味・関心度合いを、感情の変化や、手に取った商品等の情報を基に把握することが可能。
53	水道使用量モニタリングによる高齢者見守り	クオリカ株式会社	高齢者の自宅水道メーターに一定の水流を検知し信号を送信する装置を設置し、信号情報を一定周期でクラウドサーバーに送信。予め設定した条件にあてはまる場合に登録した連絡先に自動的にメールが送信される仕組み。遠方に住む家族等は、ウェブサイトにて該当世帯の水道利用状況を確認することで、高齢者の生活のリズムの確認が可能。実証段階。
54	高齢者の行動を各種センサーで把握し、遠方の家族に共有	Independa	血圧計、体重計、血糖値等のバイタルサインによる健康状態の把握、各種センサーによる本人の行動の有無の把握、室温、煙探知機等による防犯を行うモニタリングシステム。高齢者の家族（遠隔での介護者）には専用のウェブサイトがあり、家族同士で情報交換ができる仕組みも構築。
55	加速度センサー等を活用した地震時の建物の振動計測による安全性判断	富士電機株式会社	加速度センサー等を施設・構造物に設置し、老朽化状況をモニタリング。地震発生時、即座に損傷を診断し、建物内に留まっても安全なのか、非難すべきかを判定。管理者や利用者等に通知することが可能。
56	牛がいつ搾乳するかを決定するためのロボット	※The New York Times の記事より	牛の餌やり、健康管理、搾乳までをすべてセンサーのデータを基にロボットが実施。食事の量等から最適な搾乳のタイミングまで計算することが可能。
57	光学センサーによる食物、植物等の組成分析	Consumer Physics	微小サイズの光学センサーで対象に光を照射すると、その組成が専用のアプリに表示される。果物の糖度、チーズの栄養価、菓子のブランド名、植物の水分量等、食物、植物、医薬品、オイル、燃料、プラスチック、木材等の組成の分析が可能。
58	センサーによるごみ箱のごみ蓄積状況の把握	BigBelly Solar	ごみ箱にセンサーを設置することで、ごみの蓄積状況の推移を把握。蓄積速度から回収のタイミングを推測し、適切なタイミングでゴミの回収をすることが可能。
59	GPS、カメラ等を搭載した無人航空機による災害発生箇所の把握	東日本高速道路株式会社	土砂崩れ等の道路の被災状況を、GPS、カメラを搭載した無人航空機を活用して把握。位置情報をとまなう写真撮影が可能。橋梁点検への活用も想定。

※原則として導入事例は導入先事業者、その他の事例は開発事業者を記載している。

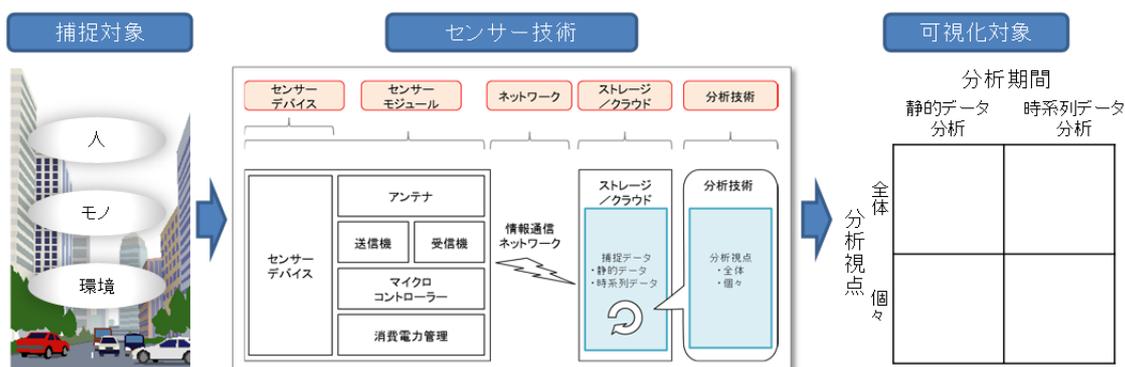
3.2. センサー技術活用フレームワークの検討

本調査研究では、センサー技術の活用事例の収集結果を踏まえて、行政分野におけるセンサー技術の活用可能性を幅広く検討するため、センサー技術活用の汎用的なフレームワークを導出した(図表 3-5)。

本フレームワークの導出に際して、センサー技術が活用される際のプロセスとしてインプットとアウトプットに着目した。つまり、センサー技術がどのようなインプットを取得し、センサー技術の内部でどのような処理や分析を行い、どのようなアウトプットを出力しているかをパターン化できれば、各パターンの特徴や傾向から、行政分野の事務・事業への適用可能性をより精緻に検討できると考えた。

センサー技術のインプットとなるのは「捕捉対象」から取得するデータであるが、ここでは「捕捉対象」の違いに着目した。また、アウトプットとしては、センサー技術の中で「捕捉対象」に関するデータがどのような期間で分析されるか(分析期間)、どのような視点で分析されるか(分析視点)、という点を踏まえて「可視化対象」を検討した。

図表 3-5 センサー技術活用フレームワーク



(1) 捕捉対象

センサーは人の五感(視覚、聴覚、触覚、味覚、嗅覚)に相当すると言われるとおり、センサーデバイスはその役割として、その先に検知しようとする対象物が必ず存在する。本調査研究では、インプットとなるこれらの対象物を「捕捉対象」と呼ぶこととする。

この捕捉対象は、その目的に応じて様々な対象が存在することが事例調査の結果からも確認されたが、これらを一般化する作業を行った結果、捕捉対象は「人」「モノ」「環境」に分類できると考えた。以降でそれぞれの定義を説明する。

はじめに、ここでいう「人」とは、人の状態や動きを捕捉する場合をいう。また、人が身につけるセンサーモジュールで人の状態や動きを捕捉する場合も含める。

例えば、「人」を捕捉対象とした事例には、子どもや高齢者、また社員(勤務者)、観光客、患者、被災者、不審者、来場者等の状態や動きを捕捉したものがある。

また、センサーモジュールを人が身につけて人の状態や動きを捕捉している場合についてであるが、これは「人」の捕捉方法を考慮して、「人」の定義に含めることとした。「人」の捕捉方法は大きく分けて2通りある。カメラのように「人」を映像・画像として捕らえるイメージセンサーや赤外線センサー、電波センサー等のように外部から「人」を捕捉する場

合と、ウェアラブルセンサーやスマートフォンのような携帯可能なセンサーモジュールを身につけることで、「人」の位置や身体的な動作、更に心拍や体温等の生体情報等を捕捉する場合とである。本定義では、この後者も含めることとしたものである。

例えば、スマートフォンを所持しながら「人」が移動した場合、スマートフォンに内蔵された加速度センサーがその加速度を検知したり、GPS が位置情報を検知したりするため、これにより「人」の動きや位置がわかるというものだが、これは厳密にはスマートフォンの動きや位置を検知しているだけである。しかし、これを広く解釈すれば「人」の動きや位置を可視化していると捉えることができる。そこで本調査研究では、このような「人」がセンサーを身につけている場合も、捕捉対象をスマートフォンのような「モノ」ではなく「人」に含めた方がよいと判断した。

次に、「モノ」とは、「人」以外の動物及び人工物の状態や動きを捕捉する場合をいう。なお、上述のとおり、人が身につけたセンサーモジュールは除く。

例えば、「モノ」を捕捉対象とした事例には、建物や農作物、自動車、鉄道設備、パーキングメーター、ゴミ箱等の状態や動きを補足したものがある。

最後に、「環境」とは、上述した「人」と「モノ」を除く外部条件の状態や動きを捕捉する場合をいう。

例えば、「環境」を捕捉対象とする事例には、天気や大気、森林、河川等の状態や動きを捕捉したものがある。

(2) 可視化対象

センサー技術を用いることで、何らかしらの知見を導出するが、本調査研究では、このようなアウトプットを「可視化対象」と呼ぶこととする。前述したように「可視化対象」は「捕捉対象」から得られるデータの「分析期間」と分析結果をどのように捉えるかという「分析視点」から検討できると考えられる。

まず、「分析期間」については、捕捉対象のある時点のデータのみを用いる「静的データ分析」と時系列のデータを用いる「時系列データ分析」に分類した。

「静的データ分析」とは、仮に時系列でデータを取得していたとしても、何らかしらの分析、判断を行う際、期間的に一部のデータを扱う場合をさす。例えば、遭難者の現在地、藻場の分布、農作物の活性度、顔認証による出入国審査等では、静的データを基にした分析を行っていると思われる。同様に、モニタリングのように常時センサー技術によって情報を取得し続けるものであっても、明らかにしたいことが、その瞬間や一時的な状態、ありさま、特異点である場合、「静的データ分析」とする。

一方、「時系列データ分析」とは、時系列でデータを取得し、それらの一連のデータを分析することで、一定の傾向や分析結果を導出するものである。例えば、人の生活習慣や天気、社員間のコミュニケーション、異常・不正行動、店内の人の流れ等は、時系列のデータを分析しないと、将来的な傾向や状態を予測することは難しい。これらは、時々刻々と変化する捕捉対象の動きそのものを可視化しようとするものであって、その瞬間の状態を捉えるだけでは判断できない、若しくは可視化の目的に到達できない事例である。

次に「分析視点」については、「全体」と「個々」に分類することとした。第2章でも記したとおり、現在のセンサーデバイスあるいはセンサーモジュールは小型化や高精度化が

進み、多くの「人」や「モノ」等の捕捉対象に設置し、これらからデータを常に収集することができるようになった。こうした技術発展を背景に、収集したデータから捕捉対象「全体」の状態や動きを分析するものが増えている。一方で、捕捉対象の「個々」についても、これまで捉えられなかった状態や動きを捉えて分析しようとするものもある。

ここでいう「全体」とは、個々の「人」や「モノ」等を複数捕捉することで明らかにする一定範囲の面や集合の全体像を示すものをいう。例えば、大気（大気汚染）、インフルエンザの流行状況、社員間のコミュニケーション、街の人の流れ、藻場、農作物の作柄、自動車の急ブレーキが頻繁にかけられる道路の地点等である。

これらは、センサー技術が捕捉する対象は個々であっても、可視化したい対象はこれらの面的な広がりや分布であったり、量的な総和やその傾向であったりする。

一方、「個々」とは、特定の「人」や「モノ」等を捕捉することで明らかにする個人や個体等の単体の個を示すものをいう。例えば、社員の生活習慣や遭難者、異常行動を起こした人、児童の登下校、火事の発生、道路の損傷等である。

これらは、センサー技術の活用により明らかにしたい対象は、もっぱら特定の個に向かっているものである。

(3) 可視化対象の考え方

本フレームワークでは、「可視化対象」について、捕捉対象を可視化するという考え方としているが、事例調査した中には、捕捉対象のデータから異なる対象の動きや状態を明らかにしようとするものが存在する。例えば、水道使用量をモニタリングすることで高齢者の見守りを行う事例は、高齢者宅の水道メーターの水流を検知し水道使用状況を可視化することで、遠隔地の家族等に高齢者の生活リズムに異常がないかを知らせるものだが、一見すると、“水流”という「モノ」を捕捉して、その時々“高齢者”の安否という「人」の状態を可視化しているため、捕捉対象と可視化対象が異なるように感じられる。

しかしながら、本調査研究では、センサー技術に焦点をおいており、そのため捕捉対象のデータの分析結果から、更に思考が入る部分については、本フレームワークの外として扱うこととした。

つまり、前述した例では捕捉対象である“水流”から得られるデータであって、このデータがあらかじめ設定された閾値を超えるか超えないかという点を見ていることから、この場合のアウトプットである可視化対象もあくまで“水流”という「モノ」として扱う。その結果として、高齢者宅の水道利用状況から、高齢者が問題なく暮らしているかどうかを推察するという点については、追加の思考、利用目的として別途、検討する。

3.3. センサー技術活用フレームワークに基づく考察

(1) センサー技術活用フレームワークによる事例の整理

上述したように、センサー技術活用フレームワークに記した捕捉対象の「人」、「モノ」、「環境」別に、分析期間の分類である「静的データ分析」、「時系列データ分析」と分析視点の分類である「全体」、「個々」とに調査事例を検討し、各類型の特徴等を考察した。調査事例の整理結果を図表 3-6 に記す。

図表 3-6 センサー技術活用事例の整理結果

	静的データ分析		時系列データ分析	
	全体	個々	全体	個々
人	41, 42	1, 3, 6, 18, 29, 30, 31, 3 2, 43, 46, 54	2, 7, 36, 37, 40, 44, 52	5, 9, 10, 11, 12, 13, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 34, 45, 48, 49
モノ	15, 39, 47, 59	21, 35, 53, 56, 57, 58	8	14, 20, 33, 51, 55
環境	4, 16, 19, 50	-	17, 38	-

(2) [人×静的データ分析×全体]の考察

この類型は、大勢の人が集まる店舗や博物館等の施設において、効率的に個々の人の属性を判断したり、行動から興味・関心を分析したりすることで、店舗運営や施設運営に活用しようとする点に特徴がみられる。

「No. 41 画像分析による来場者の属性把握」では、カメラの視野内を通過した人を次々に検知して、来場者の性別、年齢層を判断することができる。また、「No. 42 3D 動画分析による小売店買い物客の興味・関心度の把握」では、陳列棚の頭上に設置した 3D カメラから、買い物客がどの商品に手を伸ばしたかを検出することで、商品陳列の最適化を図っている。

このような集客施設において、来場者がどのような属性であり、また、どのような行動をしたかを把握するため、従来は、来場者にアンケートを行うか、出入り口等に立つなど人手で確認するといった手法がとられてきた。しかし、分析に至るまでには多くの労力を要していたと考えられる。そこで、本事例のようにセンサー技術を活用することで、短時間かつ効率的に分析できるようになり、施設運営の改善につながりやすくなるだろう。

これは、行政関連施設においても同様のことが言える。行政窓口や国公立の施設等における行政サービスのより一層の向上のため、このようなセンサー技術の活用が期待できる。

(3) [人×静的データ分析×個々]の考察

この類型は、個人の属性やその時々々の状態、ありさまを検知、分析することで、必要なアクションを高精度かつ迅速にとれるようセンサー技術を活用している。

例えば、個人の認証に関するセンサー技術活用事例が挙げられる。「No. 3 顔認証による出入国審査」や「No. 29 ウォークスルーでの静脈認証ゲート」、「No. 30 顔認証技術を活

用した PC オン・オフ操作」では、顔画像や静脈等の個人を識別する情報と各種センサーから取得した情報との照合により、個人の認証を行っている。空港や港湾での出入国審査やよりセキュアな環境が求められる職場での PC 利用においてセンサー技術を活用することで、効率的な認証処理を実現しようと試みられている。

また、児童の登下校や認知症高齢者の徘徊等、日常生活において見守りや支援を要する人や、登山者の遭難、雪山での人命救助等、緊急時に救援を要する人をセンサー技術によって把握し、迅速な行動に結びつけようとする事例もみられ、このようなセンサー技術の活用方法もこの類型の特徴の 1 つといえる。

その他、行政機関においても積極的に推進しているテレワークを支援する事例として、「No. 46 映像、音声、人や椅子の位置情報等の伝送によるテレワーク支援」では、カメラによる映像や音声等を利用して、自宅等においてもオフィスの話しかけたい相手の様子を見ることができ、距離を感じさせずに円滑に仕事をすることができる環境を提供している。

このように特定の個人のその時々の状態を把握し、それに応じた対応が求められることは、行政分野における事務・事業においても非常に多いと考えられる。特にセキュリティや安全・安心といった領域では、センサー技術を活用することでこれまで行き届かなかった一人ひとりの状態を踏まえたサポートも行えるようになりつつある。

(4) [人×時系列データ分析×全体]の考察

この類型は、時々刻々と変化していく人々の動きをセンサー技術で捉え、その全体像を可視化しようとするものである。また、このような事例で活用されているセンサー技術は、スマートフォンに内蔵される GPS や加速度センサーを利用するものであったり、赤外線センサーを利用したりするものがほとんどである。

例えば、「No. 2 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」では、訪日外国人観光客のスマートフォンに専用アプリケーションをダウンロードしてもらい、目的地までの位置情報を GPS により取得し、観光客の行動分析を行うものである。また、類似する事例として、「No. 7 スマートフォンの GPS を活用したパーソントリップ調査」がある。

施設内の GPS の電波が届かない場所では、加速度センサーや赤外線センサー等を組み合わせて活用されている。「No. 36 加速度センサーと赤外線センサーによる社員間コミュニケーションの可視化」では、社員が名札型の加速度センサーと赤外線センサーを首からぶら下げて行動することで、社員一人ひとりの動作が記録され、誰と誰がよく会話しているのかまで分析することができる。これにより社員全体のコミュニケーションの状態を可視化しようとするものである。

また、「No. 37 ボランティア報告者によるインフルエンザの流行状況の共有」は、参加者がウェブサイト上から定期的にインフルエンザの感染の有無を報告することにより、これらの情報を地図上に表すことで、インフルエンザの流行状況を可視化しようというものである。これは、感染状況を報告する際にスマートフォン等に搭載される GPS から位置情報を取得し、併せてインターネット等を通じてデータが送信されているため、蓄積された時系列データから流行地域の推移が可視化されるのである。

このような、いわゆる人流や行動動態を個人のスマートフォンやウェアラブルセンサー

等から位置情報等を取得し、その集合値の時系列での変化や傾向を分析することで捉えようとする取組が活発に行われてきており、新たな動きとして注目に値する。

また、このような取組は行政においても最も重要な活動領域の1つであるといえる。行政は政策の立案に際して、国民の日常生活をより広くかつ精緻に捉えなければならない。これまで、行政は定期的にパーソントリップ調査等を実施し、その把握に努めてきたが、センサー技術を活用することで、よりリアルタイムにかつ効率的に情報収集することができるようになるため、今後より積極的な活用が期待される領域である。

(5) [人×時系列データ分析×個々]の考察

この類型は、時間とともに変化する個々の人の動きを把握しようとするもので、今回の事例調査の中では、17件と最も多く確認された。

本類型においても、活用されるセンサー技術は、ウェアラブルセンサーやスマートフォン（GPS）といった人が身に着けるセンサーモジュールと、カメラ映像の分析技術とが多くみられた。

特に、ウェアラブルセンサーを用いて心拍数や心電波形、体動等の生体情報を取得し、医療や健康管理に役立てようとするものが目立つ。

例えば、「No.5 超小型心電センサーを活用した遠隔医療支援」は、高齢者の胸部に小型の心電センサーを装着し、心拍変動を捕捉する。遠隔地の医師等が心拍の変動から計算された交感神経と副交感神経の活動データを分析・管理することで、高齢者の健康状態の変化の早期発見、対策を行うものである。

また、「No.22 リストバンド型ウェアラブルセンサーを活用した社員の生活状況可視化による健康支援」は、社員がリストバンド型の加速度センサー等を常時腕に装着し、時系列で加速度データを記録する。このデータから歩数や消費カロリー量等を計算することで、社員の生活習慣や健康情報を分析するものである。

この他にも、建設労働者の作業中の生体情報を検知して、疲労度の推定やリラックス度の推定を行ったり、運転手の心拍をセンサーにより取得して、眠い時に表れる心拍間隔の揺らぎを検出することで、事前に運転手に知らせたりする事例もみられる。

このように、医療や健康管理の領域でウェアラブルセンサーを活用して積極的に個人をサポートしていこうとする動きが増してきている。行政分野における活用という観点からみると、医者不足や医療の過疎化が進む地域医療のインフラとしての整備や職員の健康増進、とりわけ危険業務等にあたる職員の健康状態の管理等で活用が期待できる。

一方、本類型の特徴としてもう1つ特筆すべき点が、安全・安心のためのセンサー技術の活用である。ここでは主にカメラ画像の分析技術が多く活用されている。

例えば、「No.9 カメラ映像からの歩き方分析による容疑者の特定」や「No.11 カメラ映像分析による不審者の異常行動検知」、「No.12 カメラ映像分析による不正乗車の検知」では、カメラに映る人の歩き方や動作を分析して、ある特定のパターンの歩き方や動作をした場合を検出している。

行政分野への活用という点では、不特定多数の人々が往来する街中や大勢が利用する施設、交通機関等において、このようなセンサー技術を活用することで、より安全で安心して暮らせる社会に大きく役立てられるのではないかと考える。

(6) [モノ×静的データ分析×全体]の考察

この類型は、モノのある時点の状態、ありさま、特異点を全体的に捉えようとするものである。今回の事例調査で本類型に分類されたものは4件とあまり多くはないが、特徴的な点として、捕捉対象が道路の異常や被災した道路、橋梁といった社会インフラや農作物の作柄といった面的な広がりを持っているものの全体像を効率的に把握しようとしていることが挙げられる。

例えば、「No. 15 交通機関に設置した加速度センサー等を活用した路面異常検知」は、タクシーに加速度センサーやGPSを設置して振動を検出し、振動のより大きな地点を路面に問題がある箇所として特定している。

「No. 47 高精度カメラを搭載した航空機による農作物の活性度把握」は、航空機に搭載した、地表面の状態計測が可能な高精度なイメージセンサーで農作物を撮影することで、農作物の植生状況や活性度を把握することが可能となっている。

従来、地表面の状態を全体的に把握するために、衛星写真や航空写真が活用されてきたが、近年では、無人航空機を活用し、カメラ等のセンサー技術と組み合わせて社会インフラの点検等に活用する動きが活発化している。

無人航空機は、無人の航空機を遠隔操縦することができる航空機であり、その大きさは全幅30メートルを越すものから、手の上に載るものまで様々である。また、用途は軍用として利用が進められてきた面もあるが、民生分野においても農薬散布や災害調査、架線工事等で活用されはじめている。近年では、米国のAmazon.comが無人航空機を利用した商品の配送サービスをめざして、米連邦航空局（FAA）から実証実験に必要な許可証を取得している。

このように、無人航空機を民生分野でも積極的に活用していこうとする技術的な背景として、衛星測位システムの発展にともないGPSの精度が向上していることが要因の1つといえる。無人航空機の中には、飛行ルートをあらかじめ座標データとしてプログラムしておくことで、GPS等を活用して無人航空機の位置の制御を正確に行い、完全自律飛行が可能な機体も出てきており、無人航空機の運用の正確性や信頼性が高まっているためである。

例えば、「No. 59 GPS、カメラ等を搭載した無人航空機による災害発生箇所の把握」は、土砂崩れ等による道路等の被災状況を無人航空機によって上空から撮影し、位置情報と結びつけることで問題箇所の特定を図っている。

このような面的な広がりを持つ道路や鉄道、河川の堤防等の社会インフラの維持管理において、無人航空機と各種センサーとの組合せにより効率的に問題箇所を検出しようとする取組は今後増加していくものと推察される。

(7) [モノ×静的データ分析×個々]の考察

この類型は、個々のモノのある時点での状態、ありさま、特異点を捉えようとするもので、多くの場合、捕捉対象そのものにセンサーモジュールを設置しその時々の変化を検知している。そして本類型のもう1つの大きな特徴として、ワイヤレスネットワークを活用している点が挙げられる。

いわゆるIoTと呼ばれるものも本類型の代表的な事象の1つとして捉えることができる。

この場合、モノの1つひとつが自身の何かしらの情報をインターネットに接続して送信し、クラウド等のサーバー環境等と連携している状態である。

このようなインターネット環境だけでなく、Wi-Fi等の無線LAN環境を含めたワイヤレスネットワーク技術の発展とその利用環境の向上によって、あらゆるモノが繋がる世界が現れている。

例えば、「No. 21 パーキングメーターの空き状況に応じた駐車料金の設定」は、公営駐車場の空き状況を路上に設置したセンサーでリアルタイムに検知し、ワイヤレスネットワークに接続してデータを管理する基地局に送信している。収集されたデータに基づき地図上に空き状況を表示したり、混雑状況に応じて駐車料金の設定を変更したりすることが可能である。

また、「No. 58 センサーによるごみ箱のごみ蓄積状況の把握」は、ごみ箱にセンサーを設置してごみの蓄積状況を検知し、ワイヤレスネットワークを経由して逐次センターに送信している。これによりごみの回収タイミングが分かり、効率的な回収業務に役立っている。

このように、今後、個々のモノの状態を測定し、効率的な対策につなげようという取組はあらゆる分野において加速していくと推察される。

(8) [モノ×時系列データ分析×全体]の考察

この類型は、時間とともに変化するモノの状態を捉え、これらの集合・集積から分析的に全体像を把握しようという取組である。

今回の事例調査では、「No. 8 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」が挙げられる。自動車会社がカーナビゲーションシステムの位置情報や時刻を基に自動車の加速度を算出することで、急ブレーキをかけた地点を特定することができる。同じ地点で急ブレーキをかける自動車が多くなると、その地点の道路環境に何か問題があるのではないかと推測できるため、この情報を道路管理者に提供し、標識を立てるなどの道路環境の改善に役立っている。

このように、あるモノの状態の変化を、属性やステータス別に、かつ時間的、空間的な軸で分析し、可視化したいという要求は、今後M2Mの実用化が進むとともに、高まっていくものと推察される。

(9) [モノ×時系列データ分析×個々]の考察

この類型は、時間とともに変化する個々のモノを捉えて、この変化に応じたアクションをとろうとするものである。

本類型の大きな特徴の1つとして挙げられるのが、施設・設備の稼働状況モニタリングである。例えば、「No. 20 地下鉄の設備（エスカレーター等）の稼働状況モニタリング」や「No. 51 加速度センサー等による大規模プラントの故障予兆の監視」、「No. 55 加速度センサー等を活用した地震時の建物の振動計測による安全性判断」が挙げられる。

これらは、捕捉対象である施設や設備をセンサー技術により常時モニタリングできるようにしておき、通常とは異なる数値を検出することで、故障や損傷等を未然に防ぐ取組である。

一方で、近年大きな進展を見せているのが自動車でのセンサー技術の活用である。既に各メーカーは高精度なカメラを始め、赤外線センサーやミリ波レーダー、3軸加速度センサー、GPS、トルクセンサー等の様々なセンサーデバイスを活用した安全運転支援技術、更には自動運転技術の研究開発に着手しており、一部で実用化が始まっている。また、わが国では国土交通省を中心としてITS（Intelligent Transport Systems：高度道路交通システム）の普及に努めており、車載端末と路側機との間で自動車の位置情報等を通信することで渋滞情報等を提供していることは周知のとおりである。

このような自動車でのセンサー技術の活用において、行政分野への活用が期待される新たな取組を2つとりあげた。「No. 14 GPS機能付きの車載器により収集した走行距離等に応じた税金の適用」と「No. 33 自動車のカーナビゲーションシステムで計測した走行距離に応じた保険料適用」である。これらはいずれも、自動車に搭載した各種センサーから走行距離や危険挙動の有無等の情報に基づき課税額の設定や保険料の適用を行おうというものである。個々の自動車の動きに応じたよりきめ細かな税制等の制度設計を行うという点では、非常に参考になる事例である。

(10) [環境×静的データ分析×全体]の考察

この類型は、環境のその時々状態を全体的に捉えようとするものである。本類型に分類されるセンサー技術として、最もイメージしやすい事例は、従来からある気象庁による気象観測技術が挙げられるであろう。

例えば、気象衛星ひまわりをはじめ、全国各地の気象台・測候所やアメダス（Automated Meteorological Data Acquisition System：地域気象観測システム）、気象レーダーによる観測などがある。

これらの方法によって収集された気象観測データは、その時々天気情報として定期的に提供される。この時、明らかになるのは各地の各時点での天気であるため、これは静的データによる分析の結果として可視化された内容であるといえる。一方で、この後の天気の変化、つまり天気予報の場合は、これまでに蓄積した時系列データから、雲等の動きを分析し、今後の推移を予測することになる。この場合、本調査研究では、「環境×時系列データ分析×全体」の類型に分類される事例と解される。

同様の考え方に基づくと、上述した気象観測のほか、人工衛星に設置した電磁波センサーや光学センサーによる森林の分布やバイオマスの計測等の地球表面上の植生観測も本類型若しくは今後の傾向や推移を予測する場合において時系列データ分析による類型に分類される。

このように、我々を取り巻く環境のその時々状態を詳細に把握するために、従来から多種多様なセンサー技術が活用されてきたが、以上の考え方に基づき本類型に分類した4件の事例のうち、特徴的な取組と考えられる事例を2つとりあげたい。

1つは、「モノ×静的データ分析×全体」の類型でも説明した無人航空機技術とセンサー技術との組合せにより対象を捕捉しようとするものである。今回の事例調査では、「No. 4 光センサー等を搭載した無人航空機技術の生態観測への応用」をとりあげた。

本事例は、従来は主に人工衛星に設置したセンサーで広域を一括で捉えていた植生観測を、無人航空機を利用することで低コストかつより詳細に観測しようとする取組である。

ここでは、沿岸域の藻場の分布やバイオマスの正確な計測のために、人目の届かないところでも無人航空機や無人艇に各種センサーを設置して捕捉しようと試みられている。

上述した事例をはじめ、分析視点が「全体」となる事例は、捕捉対象を上空から広域的に捉える方法がとられることが多いが、従来の人工衛星や航空機に加えて、無人航空機も選択肢の1つとして活用され始めている。

もう1つは、発展するワイヤレスネットワーク技術とセンサーモジュール等のその他のセンサー技術との柔軟な組合せによる新たな取組である。

「No. 16 バスに設置した化学センサーにより、環境汚染を効率的に把握」では、路線バスの天井部分に温度、相対湿度、CO、CO₂、NO₂を捕捉する化学センサーとGPSによる位置測位が可能なセンサーモジュールを設置し、走行中に各地区の大気汚染状況をモニタリングするというものである。

従来、大気汚染状況を測定する場合は、観測器を複数の場所に据え付ける方法が主流であったが、ワイヤレスネットワーク技術の活用により、移動体であるバスに設置していてもデータを常時サーバーに送信する事ができるようになった。

上述のセンサーモジュールは周波数の異なる7種類のワイヤレスモジュールとの組合せが可能であり、周波数868MHzのワイヤレスモジュールを使用すると40Kmの送受信距離でも高い信頼性と柔軟性を持った通信が可能であるとしている。

このように、本類型にみられる面的な広がりを持つ環境を全体として把握する方法として、条件にあったワイヤレスネットワーク技術を組み合わせることで、これまで可視化が困難であった分野においても、センサーモジュールを設置して情報を得ることができるようになってきている。

(11) [環境×静的データ分析×個々]の考察

この類型は、個々の環境のある時点の状態やありさまを可視化しようとするものである。例えば、気象観測においても、その地点、地点の観測所によって温度や湿度等をセンサーで測定しているため、個々の環境の状態を捉えているということもできるが、これらは多くの場合、分析視点として面的な広がりを有するものであるため、本調査研究では、[環境×静的データ分析×全体]として分類することとした。

このような考え方に基づいて検討した場合、今回の事例調査で該当する先進的な活用事例は存在しなかった。

(12) [環境×時系列データ分析×全体]の考察

この類型は、時間とともに変化する環境全体を把握し、時系列データから予報・予測等の分析を行おうとするものである。

上述のとおり、気象観測や生態観測といった事例では、その時々状態を把握しアクションに役立てるといった面もあるが、時間の進行とともにどのように変化したかを把握し、今後どのように推移するかといった傾向を過去のデータも含めて分析することも一般的には多いであろう。

今回の事例調査で取り上げた「No. 17 光学センサー等によるリアルタイムでの大気汚染データ収集・分析」がその1つである。

本事例では、深刻化する北京市の大気汚染に対して、米国 IBM が連携し、同社の持つ光学センサーやビッグデータ解析技術を利用して、スーパーコンピューターで環境の予測や管理を行うものである。大気の情報センサーからリアルタイムに収集し、分析を行うことで、72 時間分の大気汚染の状況を事前に予測し、汚染原因を路地単位でビジュアルマップとして表示するシステムを構築するという。

わが国においても、PM2.5 に代表される大気汚染やゲリラ豪雨のような都市部における急激な気象変化への対応が課題となっているため、この領域において行政の果たすべき役割も大きくなっているといえよう。

一方で、このような気象予報の分野では、民間企業において新たな取組が行われている。「No. 38 サービス利用者による天気概況の提供・共有」である。

本事例では、スマートフォン等にインストールしたアプリケーションから各会員が現在の天気の写真やコメントを位置情報とともに送信することで、収集されたデータから各地域のピンポイントの天気の概況と今後 1 時間の天気の動きを 10 分ごとに予測した情報が共有できるものである。

このように、スマートフォン等を利用して「環境」の動向を可視化しようという取組は、新たに観測所やセンサーモジュールを設置する必要がなく、比較的容易に情報を収集することができる反面、収集された情報の信頼性や正確性などに課題があると考えられる。

(13) [環境×時系列データ分析×個々]の考察

この類型は、時間とともに変化する環境個々を可視化しようとするものであるが、[環境×静的データ分析×個々]の考察でも記したとおり、環境の可視化というとその分析視点として全体像を把握しようとするものが多いようである。例えば、特定の噴火口の噴煙の状態を捕捉対象として、センサー技術を活用して 24 時間モニタリングし、時系列データに基づき噴火の時期を予測するといった場合は、本類型に分類すべき事例と解されるが、今回の事例調査においては本類型の先進的な活用事例は確認できなかった。

3.4. 代表的なセンサー技術活用事例の紹介

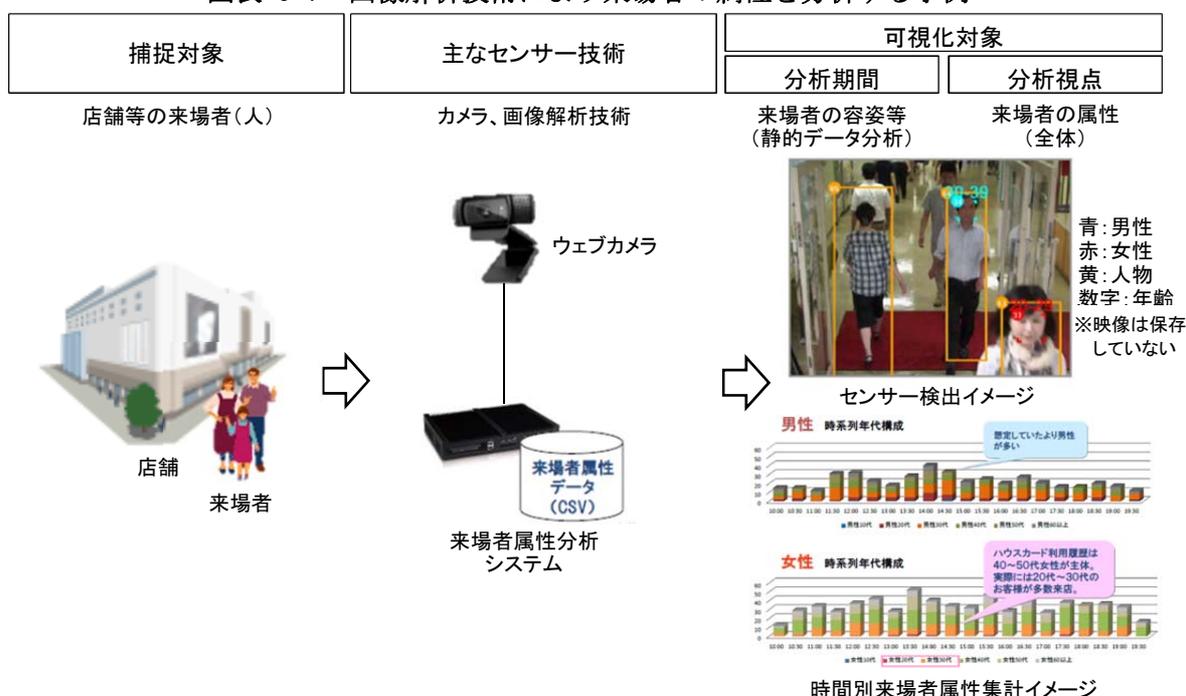
(1) [人×静的データ分析×全体]の事例

① 「No. 41 画像分析による来場者の属性把握」

(ア) 概要

株式会社日立ソリューションズは、店舗等に来場する人の消費行動プロセスを可視化するために、来場者をカメラで捉え、画像解析により来場者の属性（性別、年齢層）を測定する「来場者属性分析システム」を開発し、サービス提供を開始した。これにより、これまで POS システム等での販売履歴からでしか顧客の分析ができなかったが、来店の有無や非購買者等の店舗に立ち寄った人の動きまで時間別、属性別に分析できるようになり、売上向上に向けた店舗運営を支援している。

図表 3-7 画像解析技術により来場者の属性を分析する事例



出典：株式会社日立ソリューションズ「日立ソリューションズのビッグデータビジネスへの取組み」, 2013/12 を基に作成

(http://www.hitachi-solutions.co.jp/forum/tokyo/vol71/pdf/pb_seminar71_1.pdf)

(イ) 背景・目的

小売店等の店舗では、従来から POS システムを利用して来場者の購買履歴等を分析するなどして、仕入計画や販売計画等を作成し店舗運営に役立ててきた。

しかし、購買前後の行動については、データが収集しづらいこともあり、その重要性に比して測定や分析がこれまで十分に行われてこなかった。

そこで、来店から購買までの消費プロセスを可視化することで、より多くの顧客を取り込み購買につなげる対策を打てるよう、非購買者も含めた来場者の属性を把握するシステムが求められた。

(ウ) 仕組み

本事例は、捕捉対象である来場者（人）の姿全体を店舗の出入口の上部等に設置したカメラで次々に捉え、画像解析技術により来場者の性別や年齢層を判別してサーバーに記録している。この時、映像そのものの保存はしていない。

このように、店舗の出入口を通過した来場者の属性を都度判別し蓄積された来場者全体の属性データに基づき、時間帯別性別年齢層別に集計することで店舗の来場者の傾向を把握することが可能である。

(エ) 課題及び留意事項

本事例は、店舗等の出入口で来場者をカメラで撮影している。映像の保存はしていないが、撮影される側の来場者の立場からみると、全く知らされないうちに自身が撮影され属性を分析されるという点について、中には不安を抱いたり、撮影自体を望まなかったりする人もいと想定される。このため、例えば、出入口に撮影をしている旨を表示するなどによりプライバシーに配慮する必要があると考える。

(2) [人×静的データ分析×個々]の事例

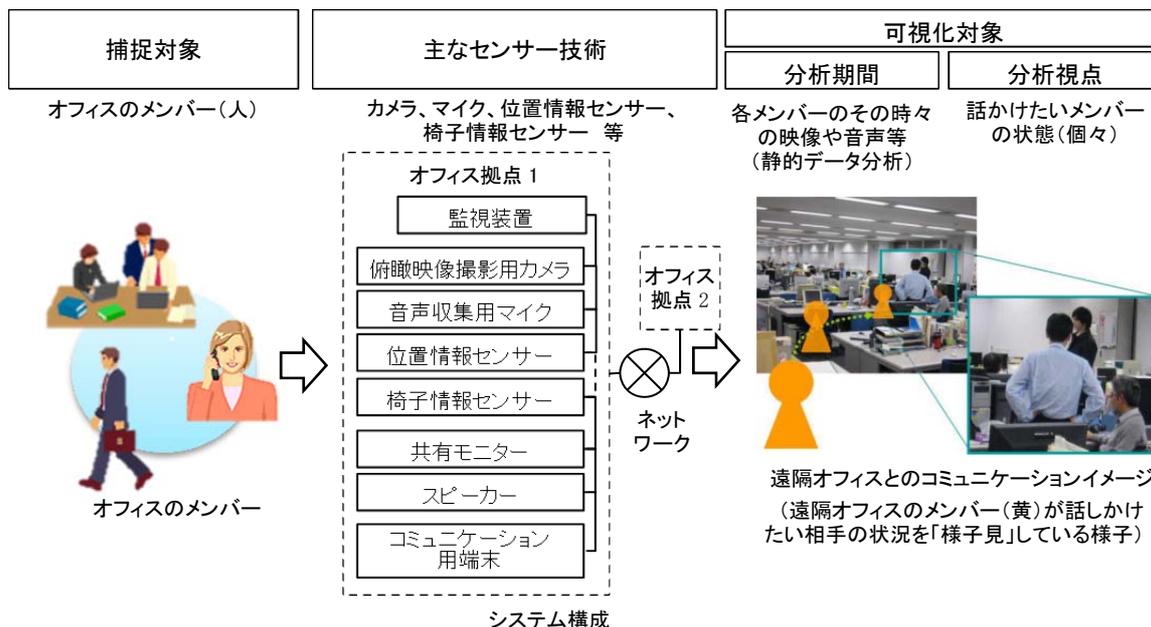
① 「No. 46 映像、音声、人や椅子の位置情報等の伝送によるテレワーク支援」

(ア) 概要

沖電気工業株式会社は、離れたオフィス間でのコミュニケーション技術として、従来の電話やTV会議だけでなく複数で行う共同作業をよりしやすくするため、多チャンネルの映像や音、各種センサーを活用したマルチメディア・コミュニケーション・システムを開発した。

本システムは、オフィス内に配置された俯瞰映像撮影用カメラや音声収集用マイク、各種センサー（椅子等に設置）、共有モニター、スピーカー等を通じてオフィス内で働くメンバーの状況を可視化し、本システムを通じて他方のオフィスで働くメンバーが話しかけた相手の状況を「様子見」することができる。これにより、タイミングよく話しかけることができるため、共同作業のような複数のメンバーが話し合いながら進める必要がある作業がより進めやすくなる。

図表 3-8 映像や音声、各種センサーを活用したテレワーク支援の事例



出典：徳満昌之, 野中雅人「超臨場感テレワークシステム」『OKIテクニカルレビュー』, 2009/10, 沖電気工業株式会社 第215号を基に作成
http://www.oki.com/jp/otr/2009/n215/pdf/215_r17.pdf

(イ) 背景・目的

就労環境の変化や ICT の進展等にもない、オフィスにおけるコミュニケーション方法やワークスタイルが多様化してきている。このような変化を背景として、わが国においても積極的にテレワークの推進を図ってきたところである。

従来、離れたオフィス間でのコミュニケーション技術としては、主に電話や TV 会議システムが利用されてきたが、電話は 1 対 1 の会話はできるが複数のメンバーでの協議には不向きであること、また、TV 会議システムは複数メンバーでの協議は可能であるが、あらかじめ計画されたフォーマルなコミュニケーションの形式となり、簡単な相談や随時会話をしながら共同で作業を行うようなコミュニケーションには利用しづらい面があった。

そこで、場所にとらわれなくても共同作業がしやすいオフィス環境をめざして、カメラや音声マイク、各種センサー等を活用してオフィスの状況を可視化し、話しかけたい相手の「様子見」ができるシステムを開発した。

(ウ) 仕組み

本事例は、捕捉対象であるオフィスのメンバー（人）の状況を他方のオフィスにいてもリアルタイムに捕捉できるよう、双方のオフィス内に俯瞰映像撮影用カメラ、音声収集用マイク、位置情報センサー、椅子情報センサーを設置してデータを収集するとともに、共有モニター及びスピーカーから相手方の映像や音声を出力することができる。また、併せて対面で会話を行うためのコミュニケーション用端末が設置されている。双方のオフィスに設置されたシステムはネットワークに常時接続しており、いつでも話しかけたい相手の様子を確認することができるようになっている。

また、本システムでは、オフィス内のどこに人がいたり機器が配置されているかといった空間的な認識が可能となっている。このため、オフィスの中で話しかけたい相手がいた場合、画面上でクリックすると、その人の位置情報を基に画面がズームし、周辺の音声だけが聞こえる仕組みとなっている。これにより、あたかも遠隔のオフィスで集まって話しているメンバーの輪に近づいていくような効果が得られる。

その他、オフィスにいる際に聞こえてくる背景音、例えば、人が椅子から立ったり座ったりする音や扉の開閉音等、映像だけでは伝わりにくい人の動きによる音も他方のオフィスに伝えることで、コミュニケーションのきっかけをつかむことができるため、積極的に音を使うようにしている。

このように、映像や音声、各種センサーによる情報を組み合わせることで、遠隔のオフィス間でもストレスを感じることなく円滑にコミュニケーションできる環境づくりをしている。

(エ) 課題及び留意事項

本システムは、遠隔のオフィス間において共同作業がしやすい環境の構築をめざしたものである。したがって、設置する機器も多いため在宅勤務のメンバーとオフィスのメンバー間でのコミュニケーションには不向きな点がある。

今後、在宅勤務者向けにも同様に話しかけたい相手の「様子見」ができるシステムが求められると考えられるが、このようなシステムは双方向で様子が可視化されていることが望ましい。なぜなら、一方だけが可視化されている状態では、常に一方から監視されているような印象を抱いてしまうためである。一方で、在宅勤務者の場合は自宅のプライベートな空間が映像として開示されることにもなるため、抵抗感を持つ人も少なくないと想定される。

したがって、在宅勤務者向けにこのような技術を活用する場合は、どのような可視化の方法が双方にとって望ましい形となるのか、実用性とプライバシーへの配慮とのバランスがとれたシステム設計と運用ルールの確立が課題といえるだろう。

(3) [人×時系列データ分析×全体]の事例

① 「No.2 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」

(ア) 概要

観光庁は、2015年度事業として実施予定の「ICTを活用した訪日外国人観光動態調査」に先駆けて、訪日外国人旅行者の広域及び観光地の観光動向を把握するため、実証実験としてスマートフォンアプリの位置情報を利用した動態調査を実施し技術的な確認を行った。アプリケーションの開発及び調査（期間：2014年10月28日19:00～11月10日24:00）の実施は株式会社ナビタイムジャパンが行った。

調査の結果、2,685人のGPSログデータから訪日外国人の国内移動ルートが地図上に表示でき、国籍や年代別、性別等の属性別に訪問先等の分析が可能な情報が収集できることが確認された。

図表 3-9 訪日外国人観光客の行動動態の分析のため GPS を活用した事例



出典：観光庁「観光地域づくり」を基に作成
(<http://www.mlit.go.jp/kankocho/shisaku/kankochi/index.html>)

(イ) 背景・目的

観光庁は、訪日外国人を誘致する観点から、訪日外国人観光客の旅行動態及び潜在的なニーズを把握するため、ICT を活用した動態調査を行っている。これにより新たな広域観光周遊ルートの検討や観光資源を世界レベルへ磨いて活かす地域づくり等への検討を行い、2020 年の訪日外国人観光客数 2,000 万人をめざしている。

中でも GPS 機能により蓄積される「位置情報」の活用により、観光地における来訪者の行動・動態について調査・分析し、その結果を地域の取組に反映していくことができる手法の構築をめざしており、本実証事業もその取組の 1 つである。

また、この他にも、空港等で日本に入国した訪日外国人が、国際ローミングを用いて携帯電話を使用する際に基地局単位で国籍・位置情報が把握可能であることから、このローミングデータを活用して観光客の行動動態を分析したり、日本に興味があったり、日本で旅行している外国人のツイートから、興味・関心の高いことや不満に思っている点等を把握し、訪日外国人観光客の潜在的ニーズの分析を行うなど、「観光ビッグデータの活用による観光振興」を図っている。

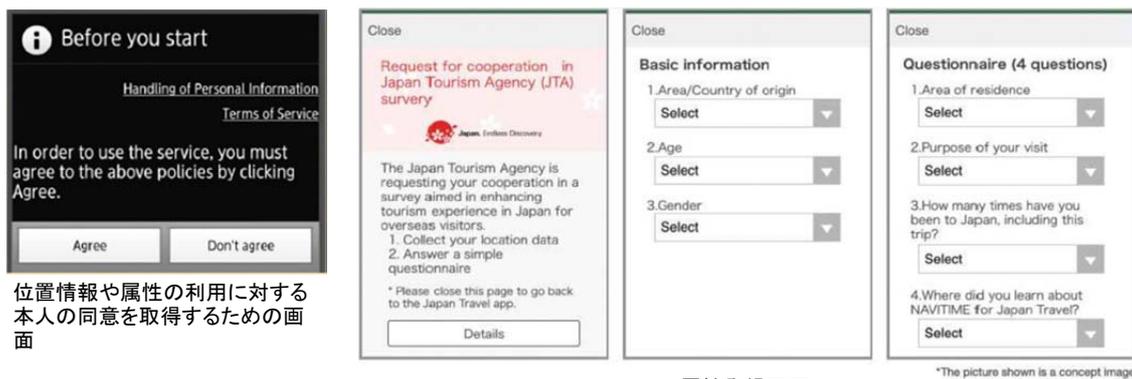
(ウ) 仕組み

本事例は、捕捉対象である訪日外国人観光客（人）に対し、スマートフォンに内蔵する GPS を活用して位置情報を取得し、来日から帰国まで間に、どの観光地等をどのようなルートで訪れたかを時系列データに基づき分析しようとするものである。

具体的には、まず株式会社ナビタイムジャパンが提供するスマートフォンのアプリケーションを自身のスマートフォンにダウンロードした訪日外国人に対し、期間限定の無料

Wi-Fi の ID を発行するとともに、インストールに際して利用者本人から属性情報と位置情報の利用に対する本人の同意を取得する。図表 3-10 は、本人の同意を取得するための画面と属性（国籍、年齢、性別、居住地、訪日目的、訪日回数、アプリ認知手段）を登録する画面である。この手続きを経て、ナビゲーションアプリを利用することができるようになる。

図表 3-10 本人の同意を取得するための画面及び属性登録画面



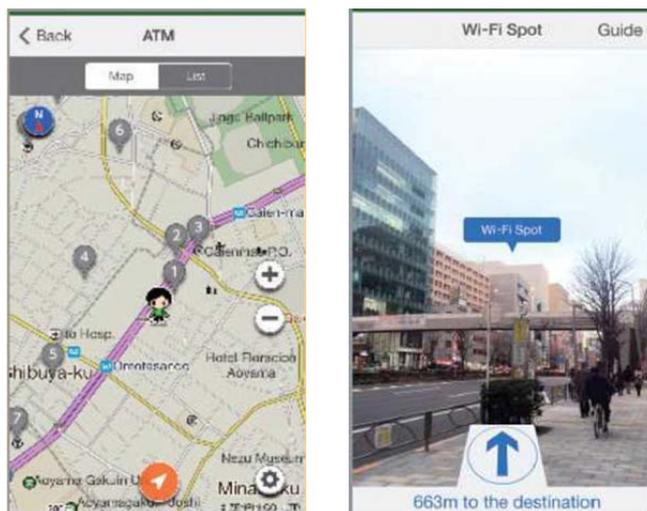
位置情報や属性の利用に対する本人の同意を取得するための画面

属性登録画面

出典：観光庁「観光地域づくり」を基に作成
 (<http://www.mlit.go.jp/kankocho/shisaku/kankochi/index.html>)

利用者には、国内を旅行中にナビゲーションアプリを活用しながら各地の観光地を訪問してもらい、この間は継続的に位置情報を取得していく。ただし、Wi-Fi 通信が可能なエリア内でしか情報通信が出来ないため、アプリケーションには最寄りの Wi-Fi スポットを表示しナビゲーションしてくれる機能が付いている。

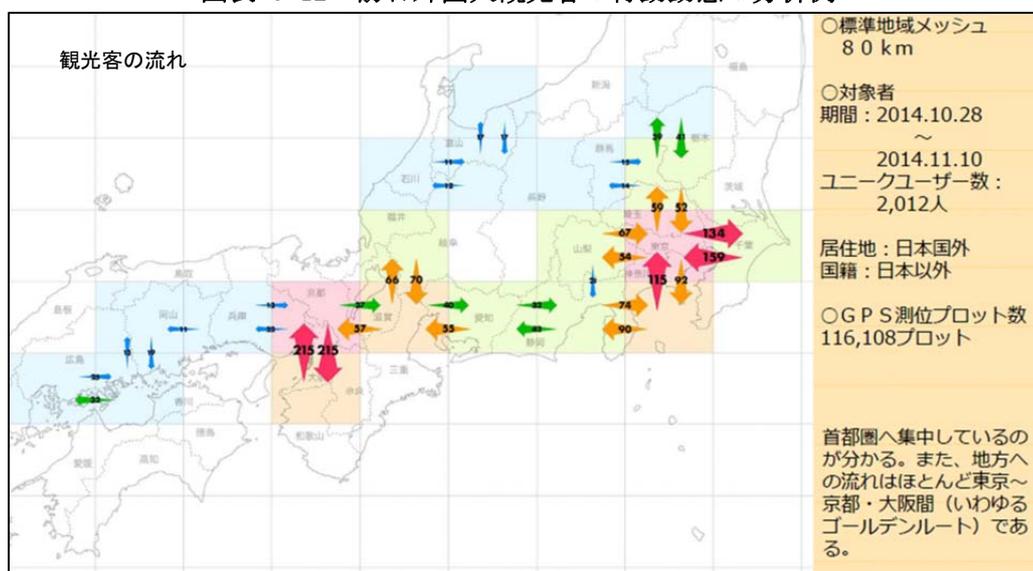
図表 3-11 ナビゲーション画面



出典：観光庁「観光地域づくり」を基に作成
 (<http://www.mlit.go.jp/kankocho/shisaku/kankochi/index.html>)

以上により、国内を旅行した外国人観光客から収集された位置情報を蓄積し、分析することで訪日外国人観光客の行動動態の可視化ができるようになった。図表 3-12 は分析結果の例の1つである。

図表 3-12 訪日外国人観光客の行動動態の分析例



出典：観光庁「観光地域づくり」を基に作成
(<http://www.mlit.go.jp/kankoch/shisaku/kankochi/index.html>)

(エ) 課題及び留意事項

本実証実験では、通信手段として無料 Wi-Fi サービスを活用したが、観光エリアによっては Wi-Fi スポットが設置されていないため通信が出来ない場合も発生する。このため、Wi-Fi エリアの拡大が今後の課題となる。

また、より多くの訪日外国人観光客に利用してもらうためにインセンティブの設計も必要になる。観光地での消費活動を促進するためのクーポン券の発行等が考えられる。

さらに、今回提供されたナビゲーションアプリは英語のみの対応であったため、一部のアジア地域からの観光客の利用が少なかった。このため、本手法によるデータ分析の信頼性を確保するためにも、訪日外国人観光客の国別比率とのバランスの取れるよう多言語に対応したアプリケーションの提供が求められる。

(4) [人×時系列データ分析×個々]の事例

① 「No. 22 リストバンド型ウェアラブルセンサーを活用した社員の生活状況可視化による健康支援」

(ア) 概要

株式会社日立システムズは日立グループの社員数千人を対象に、3軸加速度センサー等を内蔵するリストバンド型ライフレコーダー（ウェアラブルセンサー）を使用して収集したライフログデータ（歩数や運動量、消費カロリー量、睡眠量等）を分析し、生活習慣の改善を支援する「生活習慣改善支援クラウド」サービスの実証実験を行っている。今後、個

人の生活リズムの改善支援や企業の社員に対する健康管理支援、また、行政の住民に対する健康増進支援等の領域でサービス展開していくことをめざしている。

図表 3-13 生活習慣の改善にウェアラブルセンサーを活用した事例



出典：株式会社日立システムズのウェブサイトを基に作成
(<http://www.hitachi-systems.com/report/suggestion/lifelog/>)

(イ) 背景・目的

高齢化社会の進展や国民医療費の増大、生活習慣病の増加等の医療・健康分野を取り巻く環境が変化中、健康維持・管理は社会的な課題となっている。中でも生活習慣病の予防や健康増進は個人の意識改革による改善効果が大いと言われており、行政や民間企業においても住民や従業員の生活習慣の改善、健康維持・管理の支援に力を注いでいる。

こうした背景の下、株式会社日立システムズ等は日常生活の中でウェアラブルセンサーを身につけて、科学的な根拠となる生活データを記録し可視化することで、個人が生活習慣に対する関心を高め、問題の早期発見と改善につなげていくことを目的として、「生活習慣改善支援クラウド」サービスを提供している。

(ウ) 仕組み

本事例は、捕捉対象である社員（人）に対し、3軸加速度センサー等を活用して、可視化対象である生活習慣を改善しようとするものである。

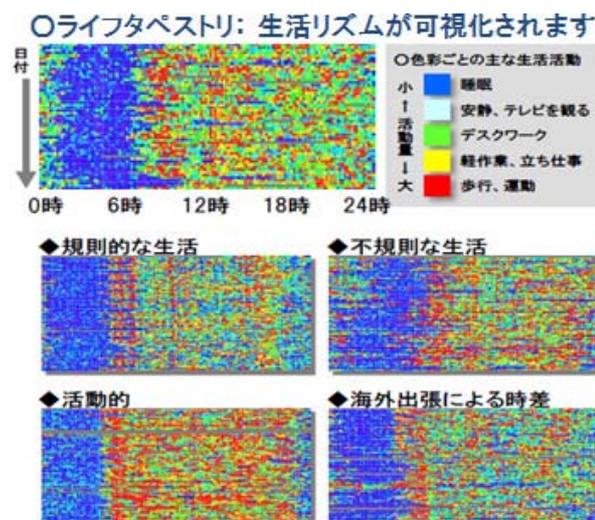
具体的には、社員は3軸加速度センサーや温度センサーを内蔵するウェアラブルセンサーを腕に装着し、日常生活を送ってもらうことにより、ウェアラブルセンサー内に加速度データ等を時系列で記録・蓄積することができるようになっている。

ウェアラブルセンサーの電池は充電式で連続1週間の使用が可能となっている。また、約14日分のデータ保存が可能となっている。

加速度データは速度の変化を記録したものであるため、例えば、睡眠している状態から

朝起床して活動を開始すると、この時間の活動量として記録されることになる。また日中にランニング等の運動をした場合は、より高い加速度が記録される。このようにして1日24時間の加速度データを毎日蓄積することで、日々の生活リズムを読み取ることができるようになる。図表 3-14 は加速度データを基に時系列で活動量の違いを色別に表示したものである。

図表 3-14 加速度データを利用して生活リズムを可視化している例



出典：株式会社日立システムズのウェブサイトを基に作成
[\(http://www.hitachi-systems.com/report/suggestion/lifelog/\)](http://www.hitachi-systems.com/report/suggestion/lifelog/)

このようにウェアラブルセンサー内に蓄積されたデータは、クレイドルから USB 経由でパソコンにダウンロードし、専用のアプリケーションからグラフ等で表示できるようになっている。収集データはクラウドサーバー上に蓄積し、独自のアルゴリズム技術を用いて歩数や消費カロリー量、運動や睡眠の量や質等、日々の生活状況を解析・数値化することができる。

以上の仕組みにより、社員の健康情報を可視化することで、客観的なデータに基づきながら本人や産業医等の指導者も交えて生活習慣の改善につなげていこうとするものである。

(エ) 課題及び留意事項

個人の生活習慣が可視化されることから、本人が確認するだけであれば問題にはならないが、第三者が確認できるような使用方法とする場合には、プライバシー保護等への配慮が必要になると考えられる。また、個人の生活リズムが記録された情報からは、いつ寝起きし、いつ歩行や移動をしているかといった1日の行動パターンが推測されることから、万が一にも情報が漏洩することのないよう情報セキュリティ対策の徹底が求められる。

(5) [モノ×静的データ分析×全体]の事例

① 「No. 59 GPS、カメラ等を搭載した無人航空機による災害発生箇所の把握」

(ア) 概要

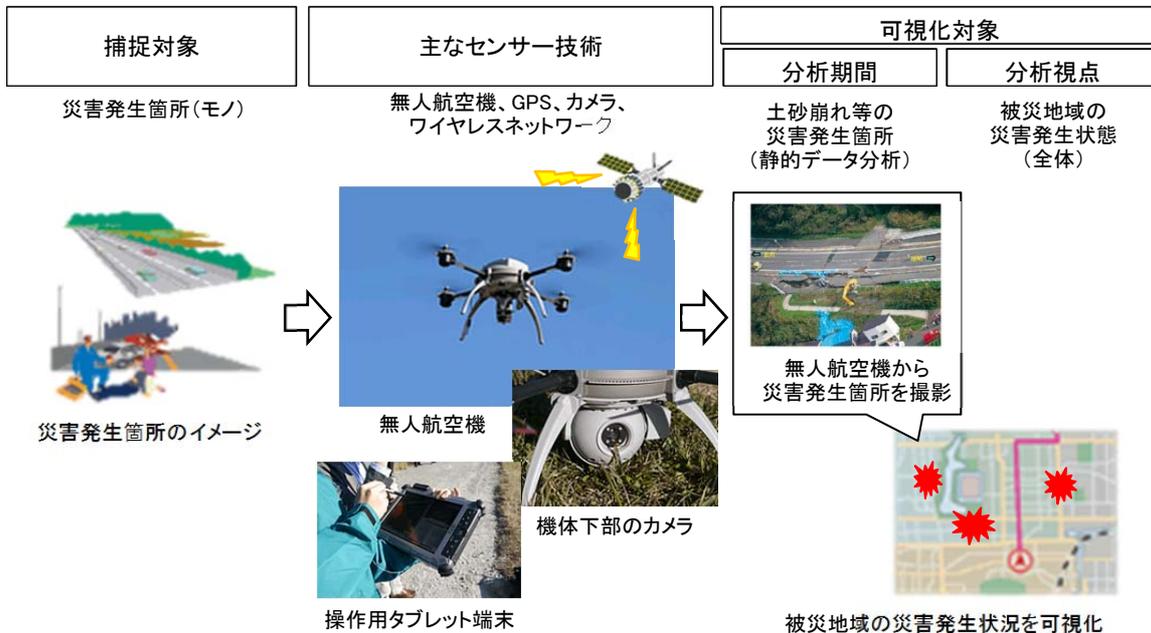
東日本高速道路株式会社（NEXCO 東日本）は、災害発生箇所の状況を早期に把握し迅速な対応を図ることを目的として、2015 年中に小型の無人航空機を北海道、東北、関東、新潟の4支社に各1台ずつ配備する予定である。

同社が導入したのは、カナダのAeryon製の無人航空機「Aeryon Scout」で、機体はGPSで位置情報を取得しながら、あらかじめ設定された飛行ルートにしたがって自律飛行が可能となっている。また、風に押し流された場合に元の位置に戻ろうとする機能や姿勢を維持する機能等の制御機能が付いている。機体下部にカメラが装備されており地上表面の映像撮影が可能である。また、機体が傾いてもジンバル（※ジャイロスコープや羅針盤等で用いられる回転台の1種。複数の軸の中心にある物体を水平に保つ機構を有する）がカメラの水平を維持できるようになっている。操作は全てタブレット端末から行うことができる。

これにより、災害が発生した場合、被災地へ向かう交通路が土砂崩れや路面の亀裂等によって寸断されていないかを上空から確認することができ、迂回ルートの早期整備等、交通路の確保に役立てることができる。

なお、同社では、道路や橋梁の点検にも無人航空機を利用する計画があり、点検専用の無人航空機をAeryonと共同開発中である。

図表 3-15 無人航空機を活用し災害発生箇所を把握する事例



出典：Car Watch「NEXCO 東日本、UAV（無人飛行体）を使って高速道路の橋梁点検 全自動ロボット型空中俯瞰撮影システムを構築」, 2013/11 を基に作成
http://car.watch.impress.co.jp/docs/news/20131120_624338.html

(イ) 背景・目的

東日本大震災や近年相次ぐ大規模自然災害の教訓から、道路等の社会インフラ基盤をはじめとする国土の防災・減災対策の強化が社会的課題となっている。

わが国では、2013年に「強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法」を制定し、必要な事前防災及び減災その他迅速な復旧復興に資する施策を総合的かつ計画的に実施することをめざした国土強靱化基本計画を策定している。

高速道路を管理する高速道路会社においても、災害発生時の交通の確保に向けて速やかな点検や復旧工事が行えるよう体制の整備に努めている。

(ウ) 仕組み

本事例は、捕捉対象である災害発生箇所（モノ）を早期に把握するために、カメラやGPSを搭載する無人航空機を利用して上空から被災地域の状況を撮影する。画像データは、ワイヤレスネットワークを通じて操作用タブレット端末から確認することができる。また、地図作成は、操作用タブレット端末から作成エリアを指定するだけで、自動的に無人航空機が指定エリアの撮影を行うことができる。写真撮影時は位置情報も取得しているため写真測量にも活用可能である。

このようにして収集された災害地域の状況を面的に把握することで、目的地への迂回ルート of 整備や必要な復旧工事を迅速に行うことができるようになる。

(エ) 課題及び留意事項

同社は無人航空機の本格的な導入にあたり、約1年かけてテスト飛行を繰り返し、安全な運用のためのマニュアルやガイドライン作りを行っている。また、操縦資格として同社が定める一定の研修カリキュラムの修了が必要となっている。

さらに、万が一、無人航空機の飛行により人や物に損害を与えてしまった場合に備えて、専用の保険契約を結んでいるという。

今後、無人航空機をセンサー技術と組み合わせることで様々なシーンでの活用が見込まれているが、海外では既にいくつかの事故が発生している。

本事例のように、無人航空機の活用にあたっては、安全な運用のためのマニュアルやガイドラインの整備、また、操縦者のトレーニングを十分に行う等の対策が重要である。

(6) [モノ×静的データ分析×個々]の事例

① 「No. 58 センサーによるごみ箱のごみ蓄積状況の把握」

(ア) 概要

米国のBigBelly Solarは、ごみの蓄積量をセンサーによって検知し、携帯電話回線網を介して発信するごみ箱と個々のごみ箱の情報を随時収集して最適なごみ収集ルートを計算し、スマートフォンやタブレット端末等から確認することができる「BigBelly Solar」を開発した。現在、米国フィラデルフィア市やボストン市等の地方公共団体やジョージア大学やハーバード大学等の教育機関をはじめとする世界45カ国以上でサービス提供を行っている。

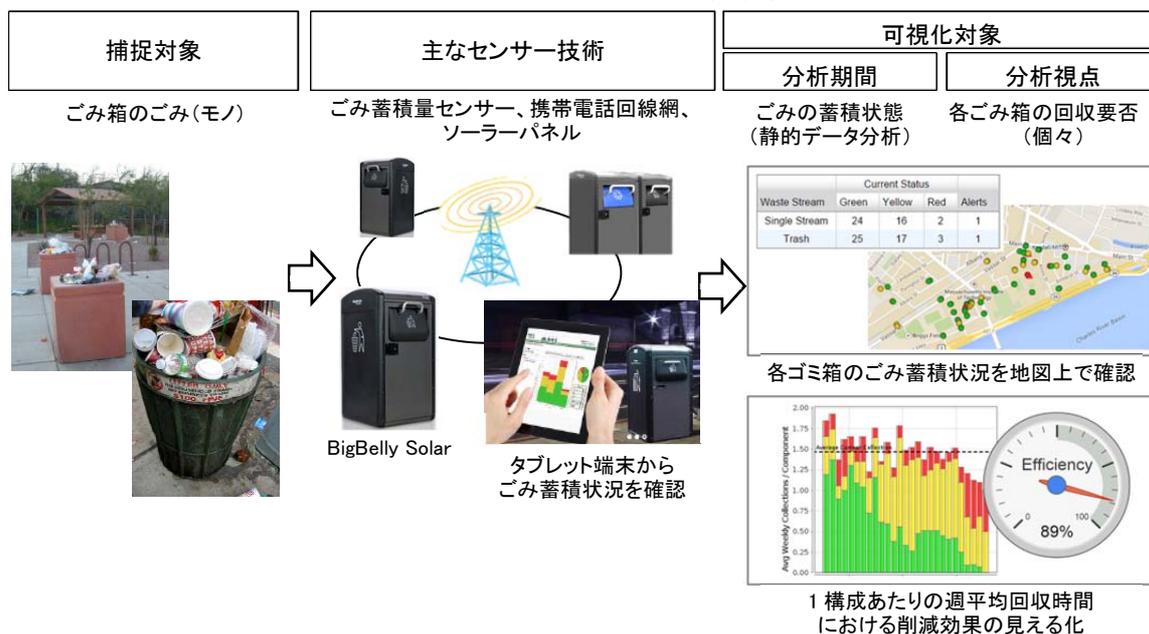
また、国内では日本システムウェア株式会社が独占的販売代理店契約を締結し、地方公

共同体や教育機関等の公共エリアや大型商業施設向けに販売を行っている。

このごみ箱は、内部のごみの蓄積状況を知らせる機能を持つタイプと、通信機能に加えて、内部のごみを自動的に圧縮する機能を持つタイプがあり、いずれもごみ箱上部のソーラーパネルから発電・蓄電を行うことができる。

ごみの蓄積状況が随時確認できるようになることで、ごみが溜まったごみ箱だけを選択して収集計画を立てたり、最適な収集ルートを選択したりすることができる。これにより作業時間の短縮や燃料代の削減、ごみ箱の設置場所やごみ収集作業にあたる人員配置の最適化を図ることができる。

図表 3-16 センサーの活用によりごみ箱のごみの蓄積状況を可視化している事例



出典：BigBelly Sola のウェブサイトを基に作成
(<http://bigbelly.com/>)

日本システムウェア株式会社のウェブサイトを基に作成
(<http://www.nsw.co.jp/>)

(イ) 背景・目的

公共エリア等におけるごみ収集の課題としては、ごみ箱が一杯になっているにもかかわらず、業者の定期回収日まで回収されず、ごみが溢れたまま放置されていたり、逆に、ごみ箱の設置場所や時間、季節等によってごみの溜まり具合が異なるが、これらに対応した細かな回収計画を立てることが難しく、回収業務が非効率となっていたりした。

このような需給のアンバランスの解消をめざして、ごみ箱自体にごみの蓄積量を検知するセンサーを設置し、リアルタイムでごみの溜まり具合が把握できるシステムを開発したものである。

(ウ) 仕組み

本事例は、ごみ箱に蓄積するごみ(モノ)を捕捉対象として、ごみ箱に設置したセンサ

ーによりごみ箱内のごみの蓄積状態を検知し、携帯電話回線網を介して常時情報を送信している。収集したデータを基に、地図上に各ごみ箱のごみの蓄積状況を色別等で表示し、スマートフォンやタブレット端末等から確認することができる。

これにより、ごみの回収が必要なごみ箱だけを通る回収ルートを計画することができ、回収時間の短縮やごみ箱の配置場所の最適化を図ることが可能となる。

なお、センサー等を稼働させるためのバッテリーにはソーラーパネルから充電が可能であるが、太陽光が届かない場所へも設置できるよう AC 電源付きのタイプも用意されている。

(エ) 課題及び留意事項

本事例のごみ箱は、導入規模等に応じて 1 台あたり 25～45 万円程度が想定されているが、従来から公衆エリア等で一般的に利用されているごみ箱と比較するとかなり割高である。

また、携帯電話回線網の利用料や機構が複雑となる分故障時に発生する保守コストも運用コストとして見込まなくてはならない。このため、どれだけ回収業務が効率化され回収コストの削減が見込まれるかが導入にあたっての課題となるであろう。

(7) [モノ×時系列データ分析×全体]の事例

① 「No. 8 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」

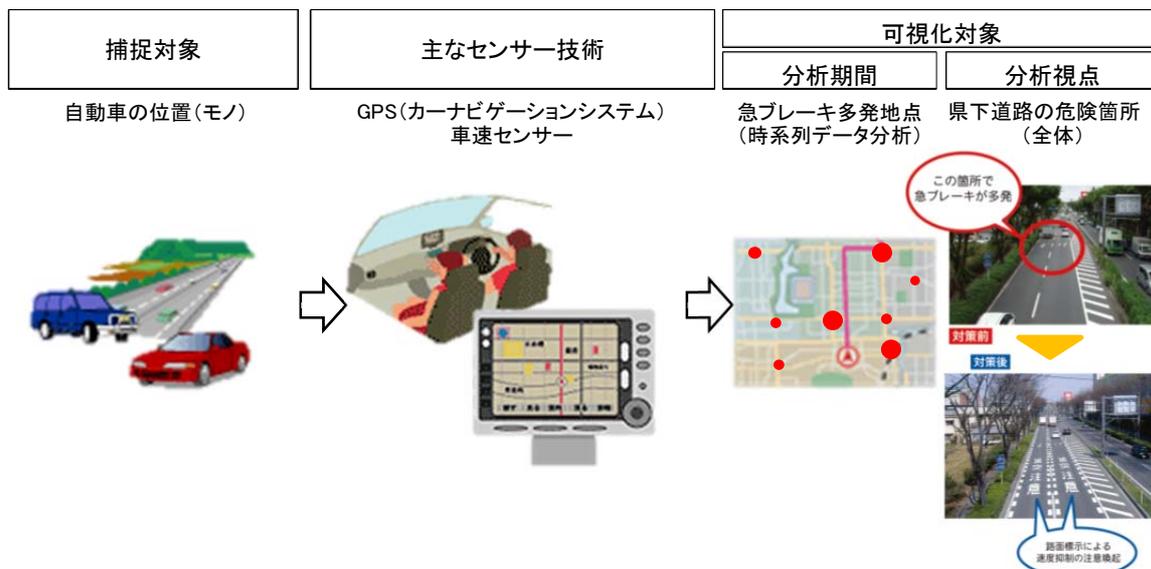
(ア) 概要

埼玉県と本田技研工業株式会社は、「埼玉県と Honda の道路交通データ提供に関する協定」を 2007 年に締結し、それぞれが保有する道路交通に関するデータを相互に活用できるようにすることで、より安心して快適に利用することのできる道路環境を作り出すことができるよう協力している。

具体的には、埼玉県では同社のカーナビゲーションシステムから得られる走行データを分析し、急ブレーキが多発している箇所を特定して安全対策を施すという取組を実施している。

2011 年度までに、県内で 160 箇所の安全対策を実施した結果、急ブレーキが約 7 割、人身事故も約 2 割減るなど大きな効果が見られている。

図表 3-17 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の事例



出典：埼玉県「カーナビを活用した危険箇所の解消」を基に作成
http://www.pref.saitama.lg.jp/a1004/dousei1006/documents/404522_1.pdf

(イ) 背景・目的

埼玉県では、交通事故による死傷者が年間約 4 万人に達している状況であり、交通事故削減のために、さらなる交通安全対策を進めてきたところである。

一方、同社では、グローバルスローガンを「Safety for Everyone」と定め、「事故ゼロのモビリティ社会」の実現をめざしている。これまでも同社の自動車に搭載された各種センサーから収集されるインターナビ・フローティングカーデータ（注；インターナビは同社のカーナビゲーションシステムの総称。フローティングカーデータはプローブカーデータともいい、自動車に搭載される各種センサーから収集されるデータのこと。）に基づき交通管理や安全運転支援用のコンテンツとして活用を図ってきた。

埼玉県では、このような同社が保有する道路交通データと、埼玉県警察本部が保有する交通事故情報等を併せて活用することで、より安全で快適に利用できる道路交通環境の充実が図られると考え、上述の協定を締結することとした。

(ウ) 仕組み

本事例は、自動車の位置情報（モノ）を捕捉対象としており、カーナビゲーションシステムが記録している位置データと時刻データから加速度データを算出した上で、蓄積したデータから急ブレーキが多発する地点を分析している。急ブレーキ多発地点は地図上の道路に表示されることで道路危険箇所として可視化されることになり、埼玉県ではこのような情報に基づき現地調査等を実施して、必要な安全対策を講じている。

(エ) 課題及び留意事項

本事例では、同社はデータの提供にあたって自動車が特定できないよう情報項目を限定している。このように、自動車から得られる位置データや自動車の挙動データを自車以外

の目的で活用する場合には、本人の同意を得るか、若しくは特定の個人が識別されないよう、プライバシーへの配慮を講じる必要があると考えられる。

なお、埼玉県では、本取組を更に発展させており、2012 年度以降、歩道が未整備な通学路を対象に登下校の時間帯における急ブレーキの回数や走行速度のデータから潜在的な危険箇所を特定し安全対策等を実施している。

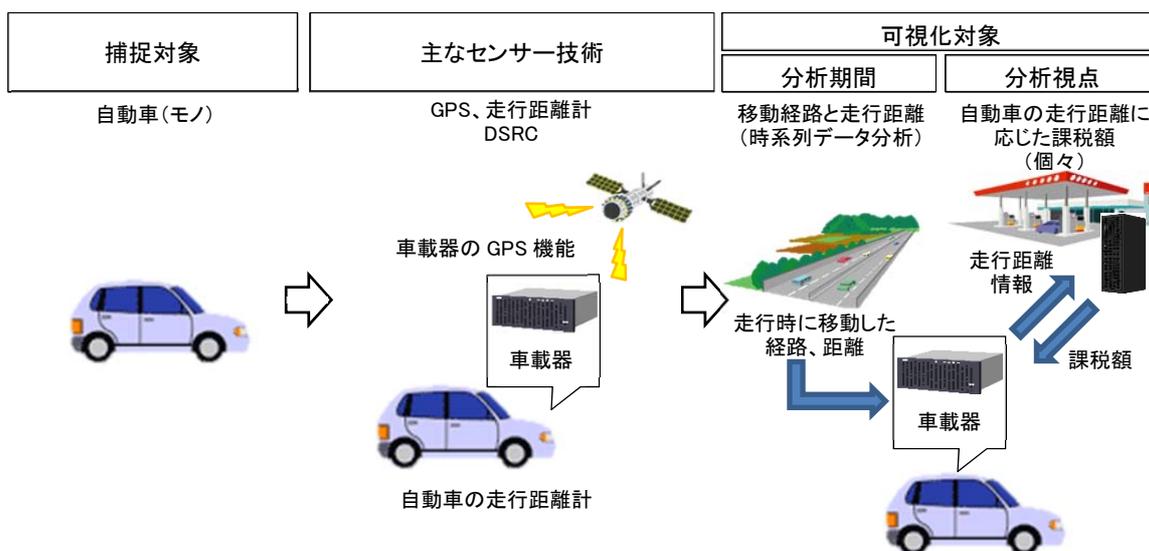
(8) [モノ×時系列データ分析×個々]の事例

① 「No. 14 GPS 機能付きの車載器により収集した走行距離等に応じた税金の適用」

(ア) 概要

米国オレゴン州は、自動車の走行距離に応じた課税制度の検討のため、2005 年から 2007 年にかけて、同州最大の都市であるポートランドにて自動車 285 台、参加者 299 名を対象として実証実験を実施した。自動車に搭載した GPS 機能を持つ車載器で州内の走行距離を計測し、ガソリンスタンドにて燃料を購入する際に、走行距離に応じた課税額が徴収される仕組みである。課税額は 1 マイルあたり 0～1.2 セントで、混雑している区間や時間の走行については別途課金額を設定した。

図表 3-18 GPS 機能付きの車載器で収集した走行距離に応じた課税徴収の事例



(イ) 背景・目的

オレゴン州の道路整備の財源は、約 70%が燃料税で構成されている。しかし、ガソリン車の低燃費化や電気自動車等の普及により燃料税の今後の税収が減少傾向になると想定されたため、2001 年の州立法議会による議決の結果、新しい徴税システムの検討を目的として RUTTF (Road User Fee Task Force) が設立された。RUTTF により、受益者負担の原則に基づきかつ燃料税減収の影響を抑制する新たな課税制度が検討された結果、走行距離に応じた課税制度の導入が方針として掲げられることとなった。

(ウ) 仕組み

本事例は、GPS の位置情報と走行距離計の走行距離情報を基に、州内における走行距離と

混雑時間帯における走行距離を車載器に記録する。記録された走行距離に応じた課金は、ガソリンスタンドにて燃料を購入するタイミングで実施される。ガソリンスタンドに設置された専用の機器によって、車載器から送信された走行距離データを基に課金額の算出と州当局の中央センターへの送信が行われた後、車載器への課金情報の送信が行われる。ガソリンスタンドで発行される請求書には、燃料代金から燃料税が控除された金額に、走行距離に応じた課税額を加算した金額が表示される。なお、車載器とガソリンスタンドのアンテナは DSRC(Dedicated Short Range Communications/専用狭域通信)技術による通信でデータの送受信を行う。DSRC 技術は主に車載器と路側装置との通信に用いられ、傍受が困難であるとされている。

(エ) 課題及び留意事項

個人の走行経路や走行時間が計測できる仕組みであることから、プライバシー保護が重要な課題となる。上述した諸情報の漏洩を防止するために、車載器にて記録する情報は州内、州外ごとの総走行距離、混雑時間帯における総走行距離のみとなっているものの、政府による監視的なイメージによる抵抗感の払拭が難しいことから民間のスマートフォンによるシステムの活用が検討されている。

(9) [環境×静的データ分析×全体]の事例

① 「No. 16 バスに設置した化学センサーにより環境汚染を効率的に把握」

(ア) 概要

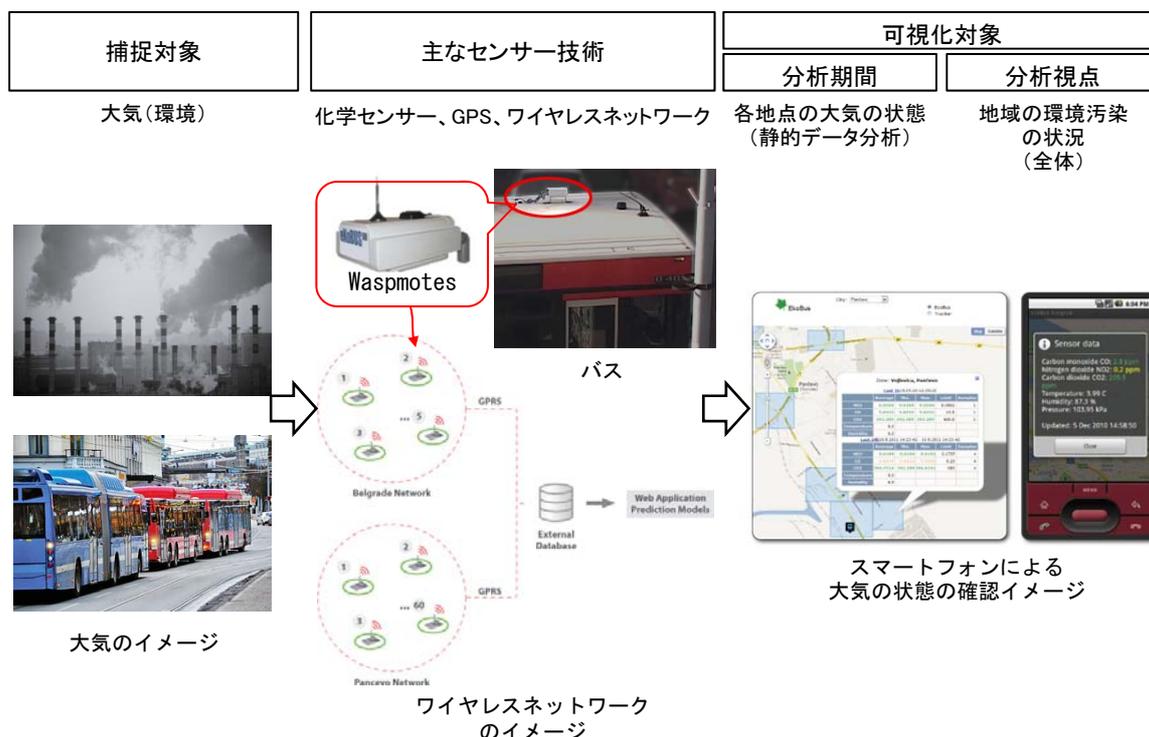
スペインの Libelium は、セルビアの都市ベオグラード等において、大面積の環境パラメーターを監視するためのシステムとして、複数の路線バスの上部に 6 種類の大気質の測定が可能な化学センサーを搭載する「Waspnotes」を設置し、ワイヤレスネットワークを介してリアルタイムに情報収集が可能な「EkoBus System」を提供している。

また、「Waspnotes」は GPS により位置情報の取得が可能なため、路線バスがどの位置を走行中かがわかるようになっている。通信のためのワイヤレスモジュールも通信環境に応じて複数の方式から選択が可能となっている。

センサーモジュールから送信されたデータはサーバーに一元的に蓄積され、スマートフォン等のアプリケーションにより地図上の各地のデータとして表示することができる。

このように、バスやその他の公共交通機関等の移動体であっても、複数の化学センサーと GPS、そしてワイヤレスネットワーク技術とを組み合わせることで、より広範な地域の環境汚染の状況を従来よりも比較的簡便な方法で把握することができるようになっている。

図表 3-19 公共交通機関に化学センサーを設置し地域の環境汚染状況を監視する事例



出典：Libelium 「Smart City project in Serbia for environmental monitoring by Public Transportation」, 2012/1
を基に作成
(http://www.libelium.com/smart_city_environmental_parameters_public_transportation_waspnote/)

(イ) 背景・目的

きれいな空気の供給は人々の健康と環境のために不可欠である。大気汚染の問題は依然として欧州市民においても主要な関心事の1つであり、1970年代以降、欧州連合(EU)を中心に、燃料の品質改善や大気中への有害物質の排出量の抑制による環境保護を輸送分野やエネルギー分野に対して要求してきている。

また、世界保健機構(WHO)のレポートによると、欧州連合(EU)内の115の大都市において、約40万人の人々が少なくとも1つの汚染物質についてWHOが示した大気質指針値を超えた空気にさらされており、また、大型車両の交通が激しい道路の近くに住む子どもたちは、そうでない子どもたちに比べて呼吸器系に問題を抱えるリスクが2倍に達している。

このような背景の下、欧州の各都市においても大気状態の監視や有害物質の抑制は重要な社会課題となっている。

(ウ) 仕組み

本事例は、大気質(環境)を捕捉対象として、路線バスの天井に設置した5種類(温度、相対湿度、CO、CO₂、NO₂)の化学センサーを搭載するセンサーモジュール「Waspnotes」で走行しながら検知し、また、GPSによるバスの位置情報及び時刻情報と併せて、ワイヤレスネットワークを介してサーバーへデータ送信している。

また、本センサーモジュールは、様々な通信条件に対応できるよう、周波数の異なる 7 種類のワイヤレスモジュールと組み合わせることができる。また、より正確な通信の担保が重要である場合は、二次通信モジュールとして GPRS (General Packet Radio Service : GSM 方式の携帯電話網を使ったパケットデータ伝送技術) によるデータ通信も可能である。

本事例においては、GPRS を介してサーバーとの通信を行っている。今回、ベオグレードで 60 個のセンサーモジュールを 1 グループとし、パンチェボで 5 個センサーモジュールをもう 1 グループとしてネットワークを構成している。センサーモジュールから送信されたデータはサーバーに一元的に蓄積される。

このようにして収集されたデータを基に、ウェブサイトやスマートフォンのアプリケーションにより地図上にバスの位置と大気質のデータが表示され、地域全体の大気状況を可視化することができる。

また、蓄積されたデータは、MySQL を利用して様々なトラフィックの計算及び予測のために使用することも可能である。

(エ) 課題及び留意事項

本事例にみられるように、ワイヤレスネットワーク技術の選択の幅が広がってきたことにより、これまで捕捉が困難と考えられてきた分野においても、センサーモジュールを設置しリアルタイムにデータを送信することが可能な環境が整ってきている。このため、センサーデバイスやその他のセンサーモジュール、またワイヤレスネットワークといったセンサー技術をどのように組み合わせるべきかを導入先の通信環境や制約条件、要求仕様に合わせて最適化していくことが重要となる。

(10) [環境×時系列データ分析×全体]の事例

① 「No. 38 サービス利用者による天気概況の提供・共有」

(ア) 概要

株式会社ウェザーニューズが提供するサービス「ウェザーニューズタッチ」は、同社がウェザーリポーターと称する会員がスマートフォン等のアプリケーションを利用して自身がいる場所の空模様をカメラで撮影するとともに天気に対する簡単なコメントを付加して投稿することができる。会員から投稿された各地の天気概況等のデータを基に、全国の地図上に天気を表示し相互に共有することが可能となっている。

同社では、会員に一方向的に本サービスを提供するのではなく、観測・感測、予測、コンテンツ展開のすべてのプロセスに会員が参加し、ともに気象をベースにした価値創造型サービスを作り出し、拡げていくビジネスをめざしている。本サービスの 2014 年のウェザーリポーターは約 780 万人、うち、一部機能の利用が可能な有料会員は 246 万人に達する。

図表 3-20 サービス利用者による天気概況の提供・共有の事例



出典：株式会社ウェザーニューズのウェブサイトを基に作成
(<http://weathernews.com>)

(イ) 背景・目的

1993年の気象業務法改正により、民間による一般向け予報業務の許可が得やすくなるとともに、気象予報士制度及び民間気象業務支援センター制度が整備され、民間参加者が拡大してきている。

現在、民間の予報業務許可事業者の多くは、一般財団法人気象業務支援センターより各種気象情報をオンライン等で入手し予報業務等を実施している。同社はその代表的な事業者の1つである。また、このような民間参加者は、より充実した気象情報の提供をめざして、様々な気象情報の提供サービスの開発を進めている。

(ウ) 仕組み

本事例は、全国各地の天気(環境)を捕捉対象としている。スマートフォン等のアプリケーションである「ウェザーニュースタッチ」から自身がいる場所の天気をカメラで撮影し、併せて天気の体感等の簡単なコメントを付加した天気概況を投稿することができる。この時、スマートフォン等に搭載されているGPSを用いて位置情報も併せて送信される。

このようにして、全国各地の会員から随時収集される天気概況や位置情報のデータは、同社のセンター内のサーバーに蓄積されるとともに、本アプリケーションにおいて全国の地図上の各地点に会員が投稿した天気概況が表示される。

また、これらの投稿データから自身のいる地点の周辺で投稿されたデータがわかるため、当該地点の今後1時間の10分ごとの天気予報を提供している。その他、会員からの情報と独自のレーダーを利用してゲリラ雷雨の予測も行っている。

(エ) 課題及び留意事項

同社では、独自の天気予報を作成する場合、会員からの投稿データのうち、天気の内容が明らかに周辺から投稿されたデータと異なる場合等、特異なデータをノイズデータとして除去する作業を行い、予報精度の向上を図っている。

このように、ソーシャルネットワークを介して情報を収集し、分析データを活用する場合においては、情報の品質をいかに維持し利用者から信頼される内容にできるかが大きな課題である。

第4章 行政分野におけるセンサー技術の活用可能性

本章では、第2章及び第3章の調査結果を踏まえて、行政分野におけるセンサー技術活用の可能性について以下の手順で検討を進めた。

まず、行政機関の事務・事業は多様であるため、行政マネジメントサイクルや行政経営システムのフレームワークを参考に、行政事務・事業の領域（情報収集、立案・予算化、執行、評価、改善・改革、情報開示、経営資産管理）を定義し、領域ごとにセンサー技術の活用可能性を検討した。

次に、センサー技術活用の可能性が想定される業務領域について、センサー技術活用フレームワークを活用して、捕捉対象の「人」、「モノ」、「環境」別に、分析期間の分類である「静的データ分析」、「時系列データ分析」と分析視点の分類である「全体」、「個々」ごとに行政機関の業務を調査し、それらの業務でセンサー技術の活用の可能性を検討した。検討の結果センサー技術活用の可能性が想定される業務については、センサー技術活用イメージとして捕捉対象、活用するセンサー技術、可視化対象を検討した。

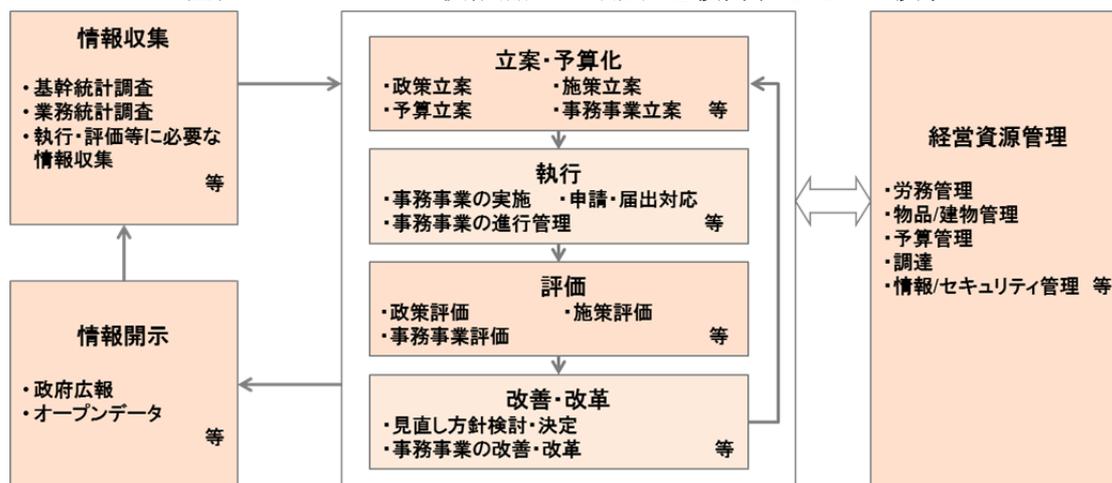
最後に、センサー技術活用の可能性が想定される領域から代表例を2つずつ選定し、センサー技術が求められる現状・課題、センサーが捕捉する対象、活用するセンサー技術、センサーで可視化する対象、センサー技術活用を実現する上で想定される課題及び留意事項をより具体的に検討した。なお、センサー技術活用の可能性に関しては、アイデアを幅広く出すことを目的に、制度上の制約等は考慮せずに検討を行っている。

4.1. 行政の事務・事業領域の検討

(1) 行政事務・事業の領域定義

センサー技術活用の可能性を検討するための行政事務・事業の領域として、行政のマネジメントサイクルや行政経営システムのフレームワークを参考に、情報収集、立案・予算化、執行、評価、改善・改革、情報開示、経営資産管理の7つの領域に定義した。

図表 4-1 センサー技術活用の可能性を検討するための領域



(2) 定義した行政事務・事業領域の概要

行政の事務・事業として定義した7つの領域について、それぞれの領域に該当する主な業務の概要を以降に記す。

① 情報収集

「情報収集」とは、「立案・予算化」、「執行」、「評価」、「改善・改革」の業務に必要な情報を収集する業務領域である。この領域の主なものには国勢調査を始めとした国の最も重要な統計調査に位置付けられている基幹統計調査や、同じ統計法に基づき行われる基幹統計調査以外の一般統計調査がある。また、行政機関の各部局や現業部門等の業務において収集された情報に基づき作成される業務統計や業務の執行・評価に必要な情報を調査する情報収集業務がある。それ以外にも、行政機関が社会の意見や要望等を収集する世論調査や国民の苦情や意見・要望等を受ける業務等もこの対象領域の業務である。

② 立案・予算化

「立案・予算化」とは、政策、施策、事務・事業の立案業務や法令の起案業務、予算の立案編成業務等である。このうち、立案・予算化に必要な情報を収集して一定の知見を得るまでを「情報収集」の領域としている。その上で、次のプロセスである「執行」で実施する政策、施策、事務・事業の内容を検討するプロセスを「立案・予算化」の領域とした。また、予算化のために簡易的に実証事業等が実施される場合も少なくないが、そのようなケースは「執行」の業務に含まれると判断した。

政策、施策、事務・事業の立案業務とは、社会環境の変化に応じて課題解決方法を考え、政策、施策、事務・事業の修正・転換・廃止を検討、決定する業務である。予算の立案編成業務は、政策の実現のための各施策や事務・事業に必要な予算を策定する業務である。

③ 執行

「執行」とは、行政機関の各部局や現業部門等による「立案・予算化」に基づいた施策や事務・事業の実施と推進管理等の業務である。執行業務の例としては、ハローワークや税務署による窓口業務、法務省入国管理局による入出国手続き、気象庁及び地方管区気象台による天気予報や気象観測等の業務が挙げられる。

執行に必要な情報を調査・収集する統計調査等については「情報収集」の領域とし、執行業務の実施プロセスにおいて、捕捉対象の個々の情報を取得し、それに応じた「執行」の業務を行うための情報の収集業務は「執行」の領域とする。

④ 評価

「評価」の業務とは「執行」で実施した政策、施策、事務・事業の結果を評価し、次のプロセスである「改善・改革」において執行業務の改善・改革が必要なのかを判断するプロセスである。また、評価に必要な情報を収集して一定の知見を得るまでは「情報収集」の領域としている。「評価」の業務では実施された政策の効果が評価され、必要に応じてその継続・修正・転換・廃止の決定を行う業務である。具体的な業務項目としては、政策、施策、事務・事業の達成度の評価、調査等からの情報を基に政策、施策、事務・事業の効果の検証、問題と原因の解析、社会情勢や国家戦略の変化に応じて政策、施策、事務・事業の見直し等がある。

⑤ 改善・改革

「改善・改革」の業務は、政策、施策、事務・事業を評価した結果、改善・改革が必要と評価されたものを対象として業務・事業の見直し方針の検討と改善・改革を行うプロセスである。改善・改革の業務は「執行」において改善・改革を行うものであり、「執行」と「改善・改革」の業務は一体的に行われることから、「執行」領域で「改善・改革」の業務及びセンサー技術活用の可能性を検討した。改善・改革では、現状と目標のギャップの分析を踏まえ、政策の実現するために施策や事務・事業の見直しの立案や実施計画の見直し等を行う。

⑥ 情報開示

「情報開示」とは、前の「立案・予算化」、「執行」、「評価」、「改善・改革」の業務領域での決定事項・執行状況・評価結果等を国民に開示する業務である。行政から開示される情報には、政策評価、統計結果、政府広報、オープンデータ、情報開示請求にともなう情報開示等がある。情報開示に利用される媒体には、官報、行政機関のウェブサイト、新聞、ラジオ、雑誌、テレビ、テレビCM、広告等である。

⑦ 経営資源管理

経営資源管理とは、国の経営を遂行するために必要な人（職員）、モノ（設備・建物等）、金（財源）、情報を管理する業務である。経営資源管理業務の例としては、採用、労務管理、人事評価、人材育成、退職管理、福利厚生整備、処遇改善、勤務環境の整備、コンプライアンス、物品管理、建物管理、予算管理、調達、情報/セキュリティ管理等がある。

(3) センサー技術活用が期待される業務領域

情報収集から経営資源管理までの定義した 7 つの業務領域について、業務領域の内容、関係性、センサー技術の特性を踏まえて、適用を検討する対象としての絞込みを行った。センサー技術は情報を収集することを前提としており、それを分析し、知見を導出するための技術であり、このような特性を踏まえて検討を行った。

「情報収集」については、「立案・予算化」、「評価」のインプットとなる情報をとりまとめる業務であり、センサー技術を活用して情報を収集し、分析結果をインプットとすることが期待される。

一方、「立案・予算化」と「評価」の領域は情報を収集して一定の知見を得るまでを「情報収集」に整理することから、人が検討して政策を立案する「立案・予算化」と継続・修正等の判断を行う「評価」の領域では、センサー技術の活用は不要と考えられる。

「執行」と「経営資源管理」については、「情報収集」からのインプットも存在するものの、それぞれの業務の実施プロセスにおいて、捕捉対象の個々の情報を取得し、それに応じた「執行」、「経営資源管理」を行うことが想定されることから、この 2 つの領域ではセンサー技術活用の可能性が期待される。

なお、「改善・改革」の業務は「執行」の内容を「評価」した結果、「執行」の内容に対して行われるものであるため、本調査研究では「執行」と併せてセンサー技術活用の可能性を検討した。

「情報開示」については、「立案・予算化」、「執行」、「評価」等の行政事務・事業の内容を国民等へ広く発信、公開する業務であり、情報を収集するセンサー技術の活用は現時点では非常に低いと考えられる。

以上の考察から、センサー技術活用が期待される「情報収集」、「執行（改善・改革含む）」、「経営資源管理」の 3 つの領域について、次節で各領域の個々の業務でセンサー技術活用の可能性がないか検討することとした。

4.2. 行政分野におけるセンサー技術活用の可能性の検討

センサー技術活用の可能性が想定される「情報収集」、「執行」、「経営資源管理」の3領域を対象に、第3章で定義したセンサー技術活用フレームワークの類型別に行政機関の業務を調査し、それらの業務においてセンサー技術活用の可能性があるのかを検討した。なお、センサー技術活用フレームワークの各類型は、捕捉対象である人・モノ・環境について、静的・時系列データ分析及び全体・個々の項目で区分されているため、調査・検討も上述の区分にて実施している。

(1) 情報収集

「情報収集」の領域は「立案・予算化」や「執行」、「改善・改革」の業務に必要な基幹統計調査や業務統計調査等の情報の収集と「評価」業務に必要な情報の収集等、行政事務・事業において必要となる様々な情報を収集する業務である。これらの業務の多くは人・モノ・環境を対象に静的若しくは時系列の情報を職員が目視や調査票で確認して捕捉対象の全体若しくは個々の状況を把握している。

① [人×静的データ分析×全体]

行政機関が人の静的データから全体の情報を収集する業務としては、厚生労働省労務局による賃金構造基本統計調査、就労条件総合調査、最低賃金に関する実態調査や内閣官房による民間企業退職金実態調査等がある。さらに、財務省財務局による地域経済情勢調査、不正取引等の真相解明のための犯則調査や文部科学省及び所管の独立行政法人による国立文化施設の利用状況調査、そして、国税庁の会社標本調査等がある。

上述した統計調査のうち、労働条件や賃金等を調査対象とする統計調査については、調査対象の性質上、センサーの活用が困難であると想定される。一方、国立文化施設の利用状況の調査で、利用者の年齢層や性別のような外観から捉えることが可能なものを調査対象とする統計調査については、センサー技術の活用の可能性が期待される。

② [人×静的データ分析×個々]

行政機関が人の静的データから個々を捉える課税、入管、検疫等の業務は「執行」の一環として実施される業務が多く、「政策・立案」や「評価」等の観点から情報を収集する業務は全体的な視点が多い。したがって、「情報収集」の一環として、行政機関が人の静的データから個々を可視化するような業務は確認することができなかった。

③ [人×時系列データ分析×全体]

行政機関が人の時系列データから全体の情報を収集する業務には、国土交通省地方整備局がその地域の地方公共団体と連携して実施しているパーソントリップ調査がある。その他にも、観光庁の旅行・観光消費動向調査、宿泊旅行統計調査、訪日外国人消費動向調査等でも観光客の動向を調査している。また、厚生労働省労務局による家内労働実態調査、税務署、登記所、ハローワーク等の行政窓口による出口調査、厚生労働省及び地方公共団体の保健所による国内の感染症患者の発生状況調査、検疫所による国内外の感染症に関する情報を収集する業務等がある。

以上のように統計調査の多くで確認している消費金額や家内の労働実態等はセンサーでの捕捉が難しい。一方、人の満足度や関心事を表情や視線から補足したり、屋外や屋内の人の軌跡を捕捉したりする業務においては、センサー技術活用の可能性が期待できる。また、感染症の発生状況を国民から報告してもらうことも想定される。

④ [人×時系列データ分析×個々]

行政機関が人の時系列データから個々を捉える税関検査や刑務所による受刑者の監視業務は、「執行」の一環として実施される業務が多く、人の時系列データから情報を収集する業務は全体的な視点多い。したがって、「情報収集」の一環として、行政機関が人の時系列データから個々を可視化するような業務は確認することができなかった。

⑤ [モノ×静的データ分析×全体]

行政機関がモノの静的データから全体の情報を収集する業務には、税関による船舶・航空機の入出港数や輸出入貨物の品目別の金額・数量等を収集する貿易統計業務、農林水産省地方農政局による農地や農村に関する地域の実態を定期的に調査する業務がある。また、財務省財務局によるモノの状況を収集する業務としては、予算が執行されているかを確認する予算執行調査、災害の状況や負担額を算出する災害査定調査、庁舎や宿舍の使用情報を確認する調査等がある。

以上のような業務のうち、モノの取引額等はセンサーでの補足が困難である。一方、農地のような外観から状態を把握する業務において、カメラ等の可視光センサーで捕捉した画像を分析する技術等の活用が期待できる。

⑥ [モノ×静的データ分析×個々]

行政機関がモノの静的データから個々を捉える輸出入品の検査や食料品の検査のような業務は、「執行」の一環として実施される業務が多く、モノに関する静的データから情報を収集する業務は全体的な視点多い。したがって、「情報収集」の一環として行政機関がモノの静的データから個々を可視化するような業務は確認することができなかった。

⑦ [モノ×時系列データ分析×全体]

行政機関がモノの時系列データから全体の情報を収集する業務には、国土交通省の自動車輸送統計調査で貨物を積込んだ場所と取卸した場所から貨物の動きを捉えるものや、自動車起終点調査等がある。さらに、国土交通省が主体となって交通に関する情報を収集する業務として、交通量調査、道路状況調査、旅行速度調査等の道路交通センサスや、国土交通省地方整備局による国道管理等がある。

以上の業務において、車の交通量や速度については既にセンサー技術を活用して計測している。また、荷物の個々の動きについては、モノを積込む際や取卸す際にバーコードやRFIDの読み取るセンサーが既に活用されている。

⑧ [モノ×時系列データ分析×個々]

行政機関がモノの時系列データから個々を捉える航空管制や不審船追跡のような業務は、

「執行」の一環として実施される業務が多く、モノに関する時系列データから情報を収集する業務は全体的な視点が多い。したがって、「情報収集」の一環として、行政機関がモノの時系列データから個々を可視化するような業務は確認することができなかった。

⑨ [環境×静的データ分析×全体]

行政機関が環境の静的データから全体の情報を収集する業務には、国土交通省及び地方整備局による水害統計調査・災害統計・一級、二級、準用河川の河川延長等の調査、林野庁森林管理局による森林資源の現況調査等がある。

これらの業務のうち、森林調査においては既にカメラ等の可視光センサーで捕捉した画像の解析技術を活用した仕組みが導入されており、それ以外の業務でのセンサー技術の活用の可能性を想定することはできなかった。

⑩ [環境×静的データ分析×個々]

行政機関が環境の静的データから個々を捉える指定河川の監視や国指定特別天然記念物の管理のような業務は、「執行」の一環として実施される業務が多く、環境の静的データから情報を収集する業務は全体的な視点が多い。したがって、「情報収集」の一環として、行政機関が環境の時系列データから個々を可視化するような業務は確認することができなかった。

⑪ [環境×時系列データ分析×全体]

行政機関が環境の時系列データから全体の情報を収集する業務には、環境省及び地方公共団体による大気汚染物質排出量総合調査、水質汚濁物質排出量総合調査、環境経済観測調査、悪臭防止法執行状況調査、水質汚濁防止法等の執行状況調査、大気汚染防止法執行状況調査、家庭からの二酸化炭素排出量の推計に関わる実態調査等がある。

これらの調査において調査票を配布している工場や事業所を対象に、調査票の代替としてセンサーを配布、設置して情報を収集することは非現実的であり、これらの業務でのセンサー技術の活用は想定できなかった。

⑫ [環境×時系列データ分析×個々]

行政機関が環境の時系列データから個々を捉える火山観測や地すべりのモニタリングのような業務は、「執行」の一環として実施される業務が多く、環境に関する時系列データから情報を収集する業務は全体的な視点が多い。したがって、行政機関が環境の時系列データから個々を可視化するような業務は確認することができなかった。

以上の検討結果を総括すると、「情報収集」の領域においてセンサー技術活用の可能性が確認されたのは図表 4-2 に「○」で記した類型である。また、「－」は該当する業務を確認できなかった類型で、「×」はその類型に該当する業務はあるものの、本調査研究ではセンサー技術活用の可能性を想定することができなかったことを表している。

捕捉対象の個々の情報を可視化しようとする業務は、ほぼすべて「執行」の一環として実施されており、「情報収集」として実施されているものは確認することができなかった。

一方、捕捉対象全体の情報を可視化しようとする業務においては、「○」で表した、人、モノ、環境の 5 つの類型において、センサー技術の活用の可能性が確認できた。特に、スマートフォン、自動車等に搭載されたセンサー等を活用した全体の捕捉、あるいはカメラ等の可視光センサーと画像解析等を組み合わせた状態把握等に適用の可能性が期待される。

図表 4-2 「情報収集」領域でセンサー技術活用が期待される類型

	静的データ分析		時系列データ分析	
	全体	個々	全体	個々
人	○	－	○	－
モノ	○	－	○	－
環境	○	－	×	－

【凡例】 ○：センサー技術の新たな活用の可能性あり

△：センサー技術を既に活用しているものの、新たな活用の可能性は確認できず

×：センサー技術活用の可能性は確認できず

－：該当業務なし

(2) 執行

「執行」の領域は行政機関の職員が治安維持、徴税、窓口業務、入出国の際の手続き、航空安全管理、公共事業、国防・外交等を実施する業務である。これらの業務の多くは業務プロセスの中で職員が人・モノ・環境の静的データや時系列データから個々若しくは全体の状況を把握し、その情報を基に執行業務を遂行している。「執行」における業務の内容の調査と、業務においてセンサー技術の活用の可能性があるのかを検討した。

① [人×静的データ分析×全体]

行政機関が人の静的データから全体を捉える執行業務には、検疫による入国者全員の体温検査、行政窓口における案内や混雑具合の把握等がある。

これらの業務のうち、入国者の体温検査では遠赤外線センサーと解析装置（サーモグラフィ）等の技術が既に活用されている。一方、行政窓口業務においては、来訪者の年齢層や属性情報を把握して最適な情報を配信する場面において、センサー技術の活用の可能性が想定される。

② [人×静的データ分析×個々]

行政機関が人の静的データから個々を捉える執行業務には、法務省入国管理局による出入（帰）国審査や残留審査、検疫による出入国者に対する健康診断・予防接種等がある。また、検疫感染症の診察・検査等や、刑務所での受刑者の健康状態のチェック、災害時に遭難者や被災者を把握する業務等も挙げられる。さらに、税務署による所得税・法人税等の徴税、相続税や贈与税の調査、法務省登記所による法人登記審査等もある。

これらの業務のうち、入出国手続きにおいて本人を認証する業務等でセンサー技術の活用の可能性が想定される。また、本調査研究のセンサー技術の範囲としては対象外となるが、センサーデバイスでの単なる検知により、遭難者や被災者の携帯電話の電波の捕捉による搜索や、出入国審査時等の空港での爆発物検知に新たなセンサー技術活用の可能性が想定される。一方で、税務署による徴税や税務調査等の業務では、業務に必要な取引の証明情報や決算の真偽等の情報をセンサーで捉えるのは困難と想定されるため、センサー技術の活用は難しい。

③ [人×時系列データ分析×全体]

行政機関が人の時系列データから全体を捉える業務には、被災時における警察庁が被災地の県警察と連携して行う行方不明者の搜索、帰宅困難者や被災者の誘導や搬送等の業務がある。

この業務においては、避難誘導の際に人の流れを把握する場合においてセンサー技術の活用の可能性が期待される。

④ [人×時系列データ分析×個々]

行政機関が人の時系列データから個々を捉える執行業務には、税務署による滞納管理、税関や法務省入国管理局における挙動不審な旅客の特定と携帯品等の詳細調査や難民認定、刑務所における受刑者の監視や保護観察業務、行政施設や国立文化施設の利用者の監視等

がある。また、財務省財務局によるインサイダー取引や相場操縦取引等の証券市場監視業務や法務省法務局による人権侵害から被害者を救済する人権擁護や国籍取得・離脱の審査等の業務も挙げられる。

このうち、税関や法務省入国管理局における挙動不審な人物の特定や行政施設内における利用者の異常行動や急患等の発生を検知する場面において、センサー技術活用の可能性が想定される。さらに、保護監察官や保護司が保護観察対象者の生活の実態を把握する際に、センサー技術活用の可能性が期待できる。また、刑務所における受刑者の監視においては、IC タグで受刑者の場所を追跡するなどのセンサー技術の活用が既に行われている。一方、課税の滞納状況等をセンサーで検知するのは困難であると想定される。

⑤ [モノ×静的データ分析×全体]

行政機関がモノの静的データから全体を捉える執行業務には、国土交通省地方整備局による道路等のインフラの定期点検業務や、災害時における被災地の建物や道路等の被災状況把握業務が挙げられる。

この業務のうち、インフラの定期点検業務では非破壊検査やひずみの計測等で様々なセンサーが既に活用されている。一方、被災地等のモノの外観からその状態を把握している業務では、画像解析技術の活用が期待できる。また、被災地の情報を国民から収集する際、GPS等のセンサー技術の活用の可能性が想定される。

⑥ [モノ×静的データ分析×個々]

行政機関がモノの静的データから個々を捉える執行業務には、税関による輸出入書類審査、輸出入品に対する課税や国内消費税の徴収、貨物検査、輸出入貨物の保税蔵置場の管理がある。また、検疫による航空機の検疫、ベクター（ネズミ、蚊、ダニ、ハエ、ゴキブリ等）調査、衛生状況の調査、検疫感染症調査（マラリア、デング熱、鳥インフルエンザ等の病原体の検査）、輸入食品の検査（微生物学的検査、理化学的検査）、現場検査（腐敗、変敗、有毒魚識別、寄生虫検査等の官能試験検査）等がある。輸出入手続き以外の領域では、農林水産省地方農政局による食品の安全性の確保のための監視や食品表示監視、管区气象台による観測所の機器・施設の維持・管理や、国土交通省地方航空局による航空灯火・電気施設の整備の運用及び保守と航空保安無線施設、航空通信施設等の管理業務がある。その他にも法務省登記所による不動産登記審査、税務署による土地・建物等を譲渡した際の調査等や路線価の評価額決定業務等がある。

これらの業務のうち、貨物検査で使用される X 線や、病原体検査で使用されるバイオセンサー等、様々なセンサーが既に活用されており、これらの業務で新たなセンサー技術活用の可能性は想定することができなかった。

⑦ [モノ×時系列データ分析×全体]

行政機関がモノの時系列データから全体を捉える執行業務には、国土交通省等の道路管理者と都道府県警察本部から委託を受けている公益社団法人日本道路交通情報センターが道路の交通状況を収集・提供している。また、災害時には国土交通省等が緊急輸送道路ネットワークの状態を監視し、救助物資の円滑な輸送を支援する業務がある。

これらの業務においては、渋滞状況を把握するために電波 Beacon や ITS スポット等が既に活用されており、それ以外の新たなセンサー技術の活用の可能性は想定できなかった。

⑧ [モノ×時系列データ分析×個々]

行政機関がモノの時系列データから個々を捉える執行業務には、税関による密輸取締りのための船舶及び航空機の監視、検疫による輸入動物のモニタリング検査等がある。また、国土交通省地方航空局による航空機の運航の監督、飛行場管制、着陸誘導管制、進入管制及びターミナル管制等の業務や管区海上保安部による不審船追跡等の領海警備等がある。

以上の業務のうち、動物検疫等における体温の計測にセンサー技術活用の可能性はあるものの、分析をとまなうものまでの新たなセンサー技術活用の可能性までは確認できなかった。一方、道路や橋梁等の構造を保全するために、特殊車両通行許可制度というものが設けられているが、許可経路以外を走行する車が後を絶たないという課題がある。そのため、大型車両の走行状況を把握する仕組みが検討されるなど、将来的には車の動きを GPS 等で収集・管理する業務が求められる可能性がある。また、車の動きを捉えることができるようになることで、自動車に関する税金の新たな仕組みへの活用することができる可能性がある。

⑨ [環境×静的データ分析×全体]

行政機関が環境の静的データから全体を捉える執行業務には、管区气象台による地上気象観測、アメダス地域観測、高層気象観測、大気汚染の状況調査等がある。また、大規模災害時において内閣府及び各省庁による津波、氾濫河川、山岳崩壊、放射能等の状況把握業務が挙げられる。各省庁は、ヘリによる災害現場の撮影や、出先事務所、指定公共機関、都道府県等から情報を収集している。

これらの業務において既存の大気や気象を観測しているセンサーを可搬型にすることで、より広いエリアの状況を少ないセンサーで観測できる可能性がある。また、大規模災害時に、津波、氾濫河川、山岳崩壊、放射能等の情報を効率的に収集する上でセンサー技術の活用の可能性が期待できる。

⑩ [環境×静的データ分析×個々]

行政機関が環境の静止データから個々を捉える執行業務には、気象庁、河川局、地方整備局及び都道府県が共同で行う指定河川の観測や、環境省及び農林水産省森林管理局による縄文杉等の国指定特別天然記念物の管理等の業務がある。

これらの業務について、指定河川の観測は、既に雨量や水位等の計測にセンサー技術を活用している。一方、指定河川の監視や国指定特別天然記念物の管理において、新たなセンサー技術活用の可能性は想定することができなかった。

⑪ [環境×時系列データ分析×全体]

行政機関が環境の時系列データから全体を捉える執行業務には、地震・津波観測、海洋観測、地球環境観測（オゾン層観測、黄砂観測）、エルニーニョ監視、植物の開花日と動物の初見日と初鳴日等をモニタリングすることで季節の遅れや進み具合等を把握する観測等

が挙げられる。

上記の地震・津波観測、海洋観測、地球環境観測等においては、既に様々なセンサー技術が活用されている。一方、植物の開花日等のモニタリングでは画像分析技術の活用が期待できる。また、⑨[環境×静的データ分析×全体]と同様に、地震・津波等の既存センサーを可搬型にすることで、少ないセンサーで注視すべきエリアをより詳細に観測することができる可能性がある。

⑫ [環境×時系列データ分析×個々]

行政機関が環境の時系列データから個々を捉える執行業務には、農林水産省森林管理局による森林治水管理や地すべり管理事業、気象庁及び管区気象台による火山活動の監視、噴火警報・予報、台風の進路予測等がある。

これらの業務においては既に様々なセンサー技術が活用され、各分野においてセンサー技術に留まらず異常事態をより高精度に捉えるための研究開発が行われていると想定される。一方、本調査研究においては新たなセンサー技術活用の可能性を想定することはできなかった。

「執行」の領域での検討結果を総括すると、以下図表 4-3 に「○」で記した 8 つの類型で、行政機関におけるセンサー技術活用の可能性が確認できた。一方、「△」で記した類型は、該当する業務では既にセンサー技術を活用しているものの、センサー技術の新たな活用の可能性を確認することができなかった。

センサー技術活用の可能性が確認された対象のうち、捕捉対象全体を可視化しようとする業務においては、災害対策等の危機管理に関する業務で GPS のセンサー技術の活用可能性を多く確認できた。一方、「執行」領域は、行政機関の各部局や現業部門等が捕捉対象の人・モノ・環境に対して事務・事業を実施する特性上、「情報収集」領域では確認できなかった、個々を可視化しようとする業務でセンサー技術の活用の可能性も多く確認できた。これらの業務のうち、静的データから個々を可視化する業務では、これまで人手で行っていた業務の効率化を図るためのセンサー技術の活用の可能性が確認できた。また、時系列データから個々を可視化する業務では、これまで人手では難しかった捕捉対象の状態や動きの把握を実現するために、GPS や電波センサー等のセンサー技術の活用の可能性が確認できた。

図表 4-3 「執行」領域でセンサー技術活用が期待される類型

	静的データ分析		時系列データ分析	
	全体	個々	全体	個々
人	○	○	○	○
モノ	○	△	△	○
環境	○	△	○	△

【凡例】 ○：センサー技術の新たな活用の可能性あり

△：センサー技術を既に活用しているものの、新たな活用の可能性は確認できず

×：センサー技術活用の可能性は確認できず

－：該当業務なし

(3) 経営資源管理

「経営資源管理」の領域は人（職員）、モノ（官舎、設備等）、環境（国有林等）の静的データや時系列データから、個々若しくは全体の状況を把握し、国の経営を遂行する業務である。この「経営資源管理」における業務の内容と、その業務においてセンサー技術活用の可能性を検討した。

① [人×静的データ分析×全体]

行政機関が人の静的データを分析して全体を捉える経営資源管理業務には、公務員給与の実態調査、災害補償調査、国家公務員死因調査、育児休業取得状況調査、職場のビジョン・方針策定、福利厚生制度の整備、官民人材交流の推進業務等が挙げられる。

以上の業務のうち、職員の実態を調査しているような給与、旅費、災害補償認定状況等をセンサーで捉えることは難しいと想定される。また、職場のビジョンや福利厚生制度の整備等、人が検討して施策・制度を作成する業務にはセンサーは不要である。以上の結果から、このタイプの業務においてセンサー技術活用の可能性を想定することはできなかった。

② [人×静的データ分析×個々]

行政機関が人の静的データを分析して個々を捉える経営資源管理業務には、人材採用、研修、保険加入手続き、人材配置、職員の利用者認証、資格・スキル管理、執務管理、職員からの苦情受付、出産・育児支援等の業務がある。

これらの業務のうち、職員の執務管理において在席状況やフリーアドレス環境における在席場所の確認等にセンサー技術の活用の可能性が期待される。一方、採用、研修、保険加入手続き等の実務や手続きにおいては、センサー技術の活用は難しいと想定される。

③ [人×時系列データ分析×全体]

行政機関が人の時系列データを分析して全体を捉える経営資源管理業務には、長期病休者の実態調査、旅費に関する実態調査、退職公務員生活状況調査、コンプライアンス対策、セクシャルハラスメント対策、組織の生産性の維持・管理、会議室等の利用者管理等の業務が挙げられる。

以上の業務のうち、組織の生産性の維持・管理する業務において、組織内の職員同士の関係や生産性を職員の動きから捉える際に、センサー技術の活用が想定される。また、会議室が予約されているのに使われていないといった状況を捉える場合にも、センサー技術の活用が期待される。

一方、長期病休者の実態や旅費の実態を調査する業務では、勤怠管理データや諸費精算データから実態を捕捉することもできるので、あえてセンサー技術を活用する必要はないと推測される。また、コンプライアンス対策等の施策や制度を検討する業務においては、人が検討して施策・制度を作成する業務なので、センサー技術の活用は難しい。

④ [人×時系列データ分析×個々]

行政機関が人の時系列データを分析して個々を捉える経営資源管理業務には、人事評価、昇進・昇格決定、人材育成管理、勤務管理、超過勤務・年次休暇の取得状況管理、立替経

費精算、健康管理等の業務がある。

これらの業務のうち、職員の健康管理においては運動量や生体情報のモニタリングにセンサー技術の活用の可能性が想定される。また、勤怠管理、立替精算においては非接触型 IC カードでの出入りの履歴や交通機関の利用履歴を活用するような取組が既に行われている。一方、人のスキルや昇進する能力を人が評価する部分でのセンサー技術の活用は難しい。

⑤ [モノ×静的データ分析×全体]

行政機関がモノの静的データを分析して全体を捉える経営資源管理業務には、国有財産統計（土地・建物・船舶等）、国有財産監査、固定資産管理、公益社団法人財団法人の寄付金収入に関する調査等の業務が挙げられる。

これらの業務のうち、国が保有管理するモノの情報を収集する統計業務においては、国有財産の現在額や売買状況の調査にセンサー技術を活用するのは難しいと想定される。また、寄付金の収入額といった金銭の捕捉についてもセンサー技術の活用は難しいと推測される。以上のことから、この類型でのセンサー技術活用の可能性は想定できなかった。

⑥ [モノ×静的データ分析×個々]

行政機関がモノの静的データを分析して個々を捉える経営資源管理業務には、施設の安全衛生管理、行政施設の環境・省エネ管理、文書管理（権利書、契約書、領収書等）、備品・雑貨品等の調達管理、情報機器・ソフトウェア等の資産管理等がある。

以上の業務においては、既に様々な種類のセンサーが活用されている。例えば、施設の安全をモニタリングするカメラ等の可視光センサー、施設の省エネを実現するための室温・明るさ等を検知するセンサー、文書、備品、機器等の資産を効率的に管理するための二次元バーコードとそれを読み取る光センサー等がある。一方、既存のセンサー技術以外の新たなセンサー技術活用の可能性は想定できなかった。

⑦ [モノ×時系列データ分析×全体]

行政機関がモノの時系列データから全体を捉える経営資源管理業務は、営繕工事の企画・立案に必要な基礎資料を作成するために、合同庁舎や単独庁舎等の官庁建物の実態を調査する業務がある。国有財産であるこれらの官庁建物の老朽化状況を管理する上で、センサー技術活用の可能性が期待できる。

⑧ [モノ×時系列データ分析×個々]

行政機関がモノの時系列データを分析して個々を捉える経営資源管理業務には、現金の出納管理、伝票の起票・整理、棚卸資産の受払処理の確認、情報システムの運用・保守、ネットワーク等のインフラの運用・保守、公用車運用管理、庁舎・官舎の状態管理等の業務が挙げられる。

以上の業務のうち、庁舎・官舎の状態管理業務において建物の揺れや振動をモニタリングするのにセンサー技術の活用の可能性が想定される。一方、現金の出納管理や伝票の起票等の人が処理している業務においては、新たなセンサー技術の活用は想定することがで

きなかった。

⑨ [環境×静的データ分析×全体]

行政機関が環境の静的データを分析して全体を把握する経営資源管理業務では、職員が執務を行うスペースの空気環境を調査する業務として、一酸化炭素や二酸化炭素の計測や受動喫煙の状況を調査している。

これらの業務において、一酸化炭素や二酸化炭素の計測には既に CO2 センサー等の技術が活用されており、受動喫煙に関わる空気環境の調査ではタバコの煙の濃度を計測するガスセンサー等が活用されている。これらのセンサー以外の新たなセンサー技術活用の可能性は想定することができなかった。

⑩ [環境×静的データ分析×個々]

行政機関が経営資源管理業務として、大気や水等の環境の静的データから個々を捉える業務には、官庁における雨水や排水の再利用等はあるものの、該当する業務は多くない。以上の結果、この類型でのセンサー技術活用の可能性についても想定することはできなかった。

⑪ [環境×時系列データ分析×全体]

行政機関が環境の時系列データから全体を捉える経営資源管理業務としては、官庁から排出される CO2 の排出量の管理や放射性物質の除染対象である公共施設や国有林内における環境放射線モニタリング調査が行われている。

以上の業務のうち、CO2 排出量は電力等のエネルギー消費量等から推定しているものであり、センサー技術を活用して調査の CO2 排出量を効率的に捕捉する方法は想定できなかった。一方、環境放射線モニタリング調査では既に放射線量を計測する放射線センサーが活用されている。また、既存の放射線センサーを可搬型にすることで広範囲の放射線量を計測する仕組みも取り入れられている。以上のことから、新たなセンサー技術活用の可能性は想定することができなかった。

⑫ [環境×時系列データ分析×個々]

行政機関が経営資源管理業務として、大気や水等の環境の時系列データから個々を捉える業務は多くないため、この類型でのセンサー技術活用の可能性についても想定することはできなかった。

「経営資源管理」の領域を総括すると、図表 4-4 に「○」で記した 5 つの類型で、行政機関におけるセンサー技術活用の可能性が確認できた。これらの類型は人的資産である職員や組織のコミュニケーション・生産性・執務内容、執務位置、運動量等を捕捉する際に、幅広くセンサー技術活用の可能性がある。また、「△」で記した類型では、行政施設（モノ）の明るさや、大気中（環境）の放射線量を測定する業務において既にセンサー技術が活用されているものの、新たな活用の可能性を確認することができなかった類型である。一方、「×」の類型は、職員（人）や庁舎（モノ）等に関する情報を調査・収集する業務はあるものの、調査で確認している情報をセンサーで捕らえられることは難しく、センサー技術活用の可能性は想定できなかった。

図表 4-4 「経営資源管理」領域でセンサー技術活用が期待される類型

	静的データ分析		時系列データ分析	
	全体	個々	全体	個々
人	×	○	○	○
モノ	×	△	○	○
環境	△	×	△	—

【凡例】 ○：センサー技術の新たな活用の可能性あり

△：センサー技術を既に活用しているものの、新たな活用の可能性は確認できず

×：センサー技術活用の可能性は確認できず

—：該当業務なし

4.3. 行政分野におけるセンサー技術活用イメージの検討

前節でセンサー技術活用の可能性が想定された業務を対象に、捕捉対象、活用するセンサー技術、可視化対象を明らかにしながらセンサー技術の活用イメージを検討した。

(1) 情報収集領域におけるセンサー技術活用の可能性

行政機関における「情報収集」の業務領域において、前節でセンサー技術活用の可能性が想定された図表 4-5 に記す①[人×静的データ分析×全体]、②[人×時系列データ分析×全体]、③[モノ×静的データ分析×全体]、④[モノ×時系列データ分析×全体]、⑤[環境×静的データ分析×全体]の5つのタイプの業務について、第3章の事例を参考にセンサー技術の活用イメージを検討した。

図表 4-5 「情報収集」領域におけるセンサー技術活用イメージの検討対象

	静的データ分析		時系列データ分析	
	全体	個々	全体	個々
人	①	—	②	—
モノ	③	—	④	—
環境	⑤	—	×	—

① [人×静的データ分析×全体]領域でのセンサー技術活用イメージ

文化庁及びその関連団体による国立文化施設の施設別利用状況推移を集計している業務において、事例の「No. 41 画像分析による来場者の属性把握」の技術を参考にすると、国立文化施設の利用者の人数、性別、年齢層の集計にカメラ等の可視光センサーで捕捉した画像を解析する技術の活用が想定される。

② [人×時系列データ分析×全体]領域でのセンサー技術活用イメージ

ハローワーク等の行政窓口で行われている利用者の満足度調査において、事例の「No. 52 画像分析技術を活用した顧客の表情分析等による顧客需要の把握」の技術を参考にすると、可視光センサー等のカメラと分析技術の活用が期待できる。捕捉対象である窓口利用者の顔の画像を、カメラ等の可視光センサーで捕捉し、その人の表情を分析することによって、窓口利用者の満足度を効率的に集計することができると考えられる。

また、同じ行政窓口利用者の関心事項を把握する業務においては、事例の「No. 44 赤外線センサー等による来店客の視線検知」の技術を参考にすると、赤外線センサーで窓口利用者の視線の先の掲示物とその閲覧時間を明らかにすることで、関心事の可視化が期待できる。

厚生労働省及び地方公共団体の保健所による感染症患者の発生状況を調査している業務において、事例の「No. 37 ボランティア報告者によるインフルエンザの流行状況の共有」の技術を参考にすると、本人及びその家族の感染症の発生状況を GPS 等の所在地情報とともに報告してもらうことで、感染症の広がりを効率的かつ迅速に把握することが期待でき

る。

国土交通省地方整備局が地方公共団体と連携して実施しているパーソントリップ調査においては、一部の地域で実証事業が行われている「No.7 スマートフォンの GPS を活用したパーソントリップ調査」の実用化が考えられる。補足対象は既存のパーソントリップ調査の対象者のうちスマートフォンを保有している人の位置の時系列データである。活用するセンサー技術は、スマートフォンに搭載されている GPS 機能で、そのスマートフォンを身に付けている人がいる位置の経度と緯度の情報を継続して収集することができる。そして、個々の人が出発地から到着地までどう移動したのかを把握し、調査対象者のデータを集約することによって、街の中を人々がどう動いているのかを可視化することができる。

また、観光庁による人の動きを捉える同様の業務に、旅行・観光消費動向調査や訪日外国人消費動向調査等があり、観光庁が一部で実証を行っている「No.2 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」の仕組みを活用できると想定される。

文化庁及びその外郭団体による国立文化施設の管理業務において「No.40 赤外線レーザーによる人流計測」の事例で活用されている赤外線レーダーの技術の活用が期待できる。捕捉対象は国立文化施設内の利用者の移動経路や作品の前で立ち止まっている時間等の時系列データである。赤外線レーザーを活用することで、人の位置を高精度に検知し、複数人の軌跡を同時に追尾することも可能である。計測したデータを活用することで、国立文化施設内の人流や滞留場所を把握できるようになり、人流を阻害するレイアウトの変更や、滞留時間を基にした人気作品の特定も実現できると考えられる。

③ [モノ×静的データ分析×全体]領域でのセンサー技術活用イメージ

農林水産省及び地方農政局による農作物の作柄調査業務において、事例の「No.47 高精度カメラを搭載した航空機による農作物の活性度把握」の航空機に搭載した光センサー（スペクトルセンサー）の技術活用が期待できる。このセンサー技術は物質の材質や状態によって光が異なる反射をする特性を利用し、人には見えない太陽光の細かい反射の違いから細かい色の違いを捉えるもので、農作物の作柄や病気の有無等を効率的に測定できると想定される。

④ [モノ×時系列データ分析×全体]領域でのセンサー技術活用イメージ

国土交通省地方整備局による国道管理業務において、事例の「No.8 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」を参考に、管理する国道の危険地域を効率的に把握することが可能であると想定される。捕捉する対象は自動車の位置や速度等の情報で、GPS 等のセンサー技術を活用して1秒単位にデータを収集し、取得したデータの前後関係から急ブレーキが踏まれた場所を把握する。この急ブレーキのデータは国道における危険箇所の把握や、落下物等の一時的な異常個所の把握にも応用が期待される。

⑤ [環境×静的データ分析×全体]領域でのセンサー技術活用イメージ

農林水産省森林管理局の森林生態系の調査業務において、「No. 47 高精度カメラを搭載した航空機による農作物の活性度把握」を参考に、無人航空機と光センサー技術等を活用することによって森林生態系の調査の一部の効率化が期待される。光センサーの 1 つであるスペクトルセンサーと画像解析技術を活用することで、森林の樹種・樹齢・樹高等を効率的に把握することが可能であると想定される。

(2) 「執行」領域におけるセンサー技術活用の可能性

行政機関における「執行」の業務領域において、前節でセンサー技術活用の可能性が想定された図表 4-6 に記す①[人×静的データ分析×全体]、②[人×静的データ分析×個々]、③[人×時系列データ分析×全体]、④[人×時系列データ分析×個々]、⑤[モノ×静的データ分析×全体]、⑥[モノ×時系列データ分析×個々]、⑦[環境×静的データ分析×全体]、⑧[環境×時系列データ分析×全体]の 8 つの種類の業務を、第 3 章の事例を参考にセンサー技術の活用イメージを検討した。

図表 4-6 「執行」領域におけるセンサー技術活用イメージの検討対象

	静的データ分析		時系列データ分析	
	全体	個々	全体	個々
人	①	②	③	④
モノ	⑤	△	△	⑥
環境	⑦	△	⑧	△

① [人×静的データ分析×全体]領域でのセンサー技術活用イメージ

ハローワーク等による行政窓口の案内業務において、事例の「No. 41 画像分析による来場者の属性把握」のセンサー技術を参考にすると、窓口の利用者の性別や年齢層を画像解析から把握し、利用者の属性に合わせた情報をデジタルサイネージや案内端末で表示することが可能と想定される。捕捉対象は行政機関窓口の利用者の画像である。活用するセンサー技術はカメラ等の可視光センサーと、捕捉した画像から人の性別や年齢層を解析する分析システムである。この技術を活用することによって、行政窓口にいる最も多い年齢層や性別に合わせたデジタルサイネージでの情報配信や、案内端末の画面を表示することができようになり、利用者の利便性や満足度の向上に繋がることが期待される。

② [人×静的データ分析×個々]領域でのセンサー技術活用イメージ

法務省入国管理局による出入国審査業務において、事例の「No. 29 ウォークスルーでの静脈認証ゲート」のセンサー技術を参考にすると、出入国審査の自動化において静脈認証技術の活用の可能性も想定される。事前に静脈を登録した国内外の出入国者の静脈画像をイメージセンサーで捕捉し、静脈パターンを瞬時に照合することによって、出入国審査ゲートで立ち止まることなく認証することができると想定される。現在、顔認証による出入国審査の自動化が既に検討・実証されているため、顔認証による出入国審査の自動化を実現するのが基本であるが、精度向上のために静脈認証を組み合わせることも想定される。

③ [人×時系列データ分析×全体]

警察庁や被災圏警察が災害時に連携して帰宅困難者や被災者の誘導や搬送を行う業務において、誘導や搬送を行う地域とその周辺地域の人流を把握するために、センサー技術活用の可能性が想定される。捕捉する対象は災害時における街の人で、エリア別の人の動きを時系列データから分析してエリアごとの人数や動きを全体で把握する。人の動きを捉え

る方法としては、街中に設置されている監視カメラ等の可視光センサーを活用する方法や、携帯電話基地局に繋がっている携帯電話の数からエリアごとの人数の移り変わりを捕らえる方法が想定される。これらの方法でエリアごとの人数や人の動きを把握することによって、よりスムーズに国民を安全な地域へ誘導することができるようになると期待される。

④ [人×時系列データ分析×個々]領域でのセンサー技術活用イメージ

税関による税関検査業務において、事例の「No. 27 マイクロ波による壁越し脈拍計測による高齢者の見守り」の技術を参考にすると、マイクロ波センサーで入国者の心拍数を計測することで、税関検査の高度化が実現できると想定される。空港や港の税関カウンターを利用する入国者の脈波を、非接触型の音波センサーの1つであるマイクロ波センサーで捕捉することによって、離れたところから入国者の心拍数を計測することができる。計測した心拍数を税関職員がその場で確認できる仕組みとすることで、税関の申告を逃れようとする心拍数の高い挙動不審な人を高精度に把握することが可能となり、センサー技術を活用して把握した心拍数の高い人の手荷物を検査することで、税関業務の高度化が実現できると考えられる。

ハローワークや税務署等による行政窓口業務において、事例の「No. 11 カメラ映像分析による不審者の異常行動検知」の技術を参考にすると、行政施設内の急患や犯罪者等の異常行動を早期に把握することができると想定される。行政窓口や国立文化施設の利用者と官公庁の施設を訪問している人の通常とは異なる異常な行動を、カメラ等の可視光センサーと解析技術を活用して自動に検知し、管理者にアラートを発信することによって、施設内の急患や不審な行動をする人物を早期に発見し対応できるようになると期待される。

法務省による保護観察や審理対象者等の行動を観察する業務において、事例の「No. 13 GPSを活用した性犯罪者の居場所監視」のセンサー技術を参考に、GPSや加速度センサー等の活用の可能性がある。捕捉対象は仮釈放者や家庭裁判所で保護観察処分を受けた少年の継続的な位置や生活パターンである。GPSによって対象者の緯度・経度を特定し、加速度センサーによって起床時間や運動量等の生活のリズムを把握する。このセンサー技術を活用することによって、保護観察や審理対象者の規則正しい生活を客観的に評価し保護観察の仮解除を判断する際に有効な情報として活用が期待できる。

⑤ [モノ×静的データ分析×全体]領域でのセンサー技術活用イメージ

国土交通省地方整備局の緊急災害対策派遣隊による災害状況の把握業務において、事例の「No. 59 GPS、カメラ等を搭載した無人航空機による災害発生箇所の把握」の技術を参考にすると、無人航空機とGPS技術を活用することによって災害情報の収集の効率化が想定される。災害時の道路・港湾・空港・建物等の被災状況の画像と位置情報を、無人航空機に搭載したビデオカメラ等の可視光センサーとGPSで捕捉することによって、広範囲の災害状況に関する情報を効率的に収集することができるようになると考えられる。

同じく、国土交通省地方整備局の緊急災害対策派遣隊による災害状況の把握業務において、事例の「No. 39 サービス利用者による災害時情報収集・提供」の技術を参考にすると、

災害時にボランティアメンバーから位置情報を含む被災地の写真等の情報を提供してもらうことによって、広範囲の災害状況に関する情報を効率的に収集することができるようになる想定される。また、情報の信頼性については、写真に位置情報を含めることによる正確な情報の収集や、情報提供者を消防団や実名の事前登録者に限定することによる、信頼性の向上が期待される。

⑥ [モノ×時系列データ分析×個々]領域でのセンサー技術活用イメージ

国税庁国税局による揮発油税や自動車重量税等の自動車に関する課税業務において、事例の「No. 14 GPS 機能付きの車載器により収集した走行距離等に応じた税金の適用」を参考に、GPS 等のセンサー技術を活用して走行距離を捕捉することで、走行実績に応じた自動車税の実現も想定される。GPS 等のセンサーを活用して、自動車の走行した位置、時間、利用した道路の種別等を捕捉することによって、個々の自動車の走行実績を把握することができる。この情報を活用することによって、車の走行距離や利用した地域・時間帯に基づいて導き出した利用実績に応じて、道路等の維持管理に掛かるコストを負担してもらう新たな課税の仕組みの実現も可能と想定される。

⑦ [環境×静的データ分析×全体]領域でのセンサー技術活用イメージ

環境省及び都道府県による環境汚染を把握する業務において、事例の「No. 16 バスに設置した化学センサーにより環境汚染を効率的に把握」を参考にすると、化学センサーを公共交通機関に設置することで広範囲の環境汚染を効率的に計測できる。捕捉対象は微小粒子状物質 (PM2.5)、二酸化窒素、光化学オキシダント等の大気汚染物質で、活用するセンサー技術は既存の観測業務で活用している化学センサー等で構成される大気汚染観測自動車装置である。設置方法は固定型ではなく、地域の公共交通機関や地方公共団体の公用車に設置することによって、走行する地域の各ポイントの環境汚染に関する静的データを、少ないセンサーで効率的に計測することが可能となり、地域全体の環境汚染の可視化が期待できる。

大規模災害時に内閣府及び各省庁による津波、氾濫河川、山岳崩壊、放射能等の情報収集業務において、無人航空機に搭載されたカメラ等の可視光センサーによる河川や山岳等の被災状況の情報の効率的な収集が期待される。「No. 59 GPS、カメラ等を搭載した無人航空機による災害発生箇所の把握」の事例は捕捉対象が道路や建物等のモノが対象であったが、同じ技術で河川や森林等の環境に関する被災状況も効率に収集できると想定される。

⑧ [環境×時系列データ分析×全体]領域でのセンサー技術活用イメージ

気象庁及び管区气象台が季節の遅れや進み具合等を把握するために行う植物の開花日のモニタリング業務において、カメラ等の可視光センサーで標本木の画像を撮影し、花の画像解析から開花状況を可視化することによって、離れた場所の木の開花の状況を効率的に把握することができると思われる。

気象庁による地震・津波観測、海洋観測、地球環境観測等の業務において、既存業務で

活用しているセンサー技術を固定型だけでなく可搬型に一部置き換えることによって、より少ないセンサーで広範囲に、若しくは注視すべきエリアをより細かく観測することが期待される。捕捉対象は、地震の揺れ等既存業務と同じであるが、公用車等に搭載できるように可搬型にして、GPS の位置データとともにデータを集計することによって、より危険度が高まったエリアにセンサーを移動して、より細かいメッシュで観測するという運用が想定される。

(3) 「経営資源管理」領域におけるセンサー技術活用の可能性

行政機関における「経営資源管理」の業務領域において、前節でセンサー技術活用の可能性が想定された図表 4-7 に記す ①[人×静的データ分析×全体]、②[人×静的データ分析×個々]、③[人×時系列データ分析×個々]、④ [モノ×時系列分析×全体]、⑤[モノ×時系列データ分析×個々]の5つのタイプの業務を、第3章の事例を参考にセンサー技術の活用イメージを検討した。

図表 4-7 「経営資源管理」領域におけるセンサー技術活用イメージの検討対象

	静的データ分析		時系列データ分析	
	全体	個々	全体	個々
人	×	①	②	③
モノ	×	△	④	⑤
環境	△	×	△	—

① [人×静的データ分析×個々]領域でのセンサー技術活用イメージ

職員の執務管理業務において、事例の「No. 31 Beacon を活用した認知症高齢者の徘徊の捜索」の技術を参考にすると、フリーアドレスで働く職員の位置を把握するのにセンサー技術の活用が想定される。フリーアドレスの環境で働く職員の位置を Beacon センサーによって把握し、その場所をフロアマップの画面上に表示することによって、管理者やメンバーがその職員の執務位置をいつでも確認することができる。

同じ職員の執務管理業務において、事例の「No. 46 映像、音声、人や椅子の位置情報等の伝送によるテレワーク支援」の技術を参考にすると、離れた場所で働く職員の在席の有無や会話の有無等の状況を把握する際に、センサー技術の活用が想定される。別のフロアやテレワーク等の執務環境により、話しかけたい職員の状況を直接確認できないような状況において、椅子に設置した圧力センサーや音声センサーを活用して在席の有無や電話等の会話の有無等の状況を確認することができると想定される。

② [人×時系列データ分析×全体]領域でのセンサー技術活用イメージ

組織の生産性の維持・管理業務において、事例の「No. 36 加速度センサーと赤外線センサーによる社員間コミュニケーションの可視化」の技術を参考にすると、組織のコミュニケーションの可視化にセンサー技術活用の可能性が想定される。行政機関の職員の動きや位置を名刺型の加速センサーや赤外線センサーで捉えることによって、組織内の職員同士のコミュニケーション頻度を可視化できる。この情報はコミュニケーションが取れていない組織等に対して、別途会話する機会を設けるなどの対策を設ける際に活用できる。

組織の生産性の維持・管理業務において、同じく事例の「No. 36 加速度センサーと赤外線センサーによる社員間コミュニケーションの可視化」の技術を参考にすると、会議室の職員の動きを加速度センサーでモニタリングすることによって、会議のパフォーマンスや

活性度が低下した状況を把握することができる想定される。パフォーマンスが低下した時点でアラートを発信することにより、非効率な会議の中断や一時休憩の取得を促すことができるようになり、会議の生産性改善に繋がる可能性がある。

会議室等の利用者管理業務において、同じく事例の「No. 36 加速度センサーと赤外線センサーによる社員間コミュニケーションの可視化」の技術を参考にすると、会議室の利用状況と予約状況の比較・検証に職員の位置と執務内容を把握できるセンサー技術活用の可能性が想定される。行政機関の職員の位置や動きを加速度センサーや赤外線センサーで捉えることによって、会議室を予約した組織の人の利用実績を把握することができる。また、利用実績の情報と予約内容の情報を比較することで、利用実態のない予約が多い組織に対して改善を求めることができるようになり、会議室の効率的な利用に繋がる可能性がある。

③ [人×時系列データ分析×個々]領域でのセンサー技術活用イメージ

職員の健康管理業務において、事例の「No. 22 リストバンド型ウェアラブルセンサーを活用した社員の生活状況可視化による健康支援」の技術を参考にすると、加速度センサーを搭載したウェアラブルセンサーの活用が想定される。リストバンド型の加速度センサーを常時腕に装着してもらうことで職員の動きを捉え、職員の運動や睡眠の量や質を解析・数値化することができる。この情報を職員自ら確認することで生活習慣の課題改善に努めることができる。

特殊勤務を行う職員の健康管理業務において、事例の「No. 23 生体情報連続計測ウェアを活用した作業員向け安全管理システム」の技術を参考にすると、ストレス度等のモニタリングに生体センサーの活用が想定される。身体的及び精神的に大きな負担を強いられる災害現場やその訓練を行う職員を対象に、生体情報を取得できる機能素材でできた服を着てもらうことで、心拍数や心電波形をモニタリングすることができる。これらの情報から職員に掛かるストレス度合いを推定し、必要に応じて執務を中断するなどの判断材料に活用できると想定される。

④ [モノ×時系列データ分析×全体]領域でのセンサー技術活用イメージ

合同庁舎や単独庁舎等の官庁建物の実態を調査する業務において、建物の揺れを加速度センサー等の技術を活用して継続的にモニタリングすることで、官庁の老朽化状況を効率的に把握することが期待できる。官庁建物実態調査の対象である約 3000 施設の老朽度を評価する際に、築年数とともにセンサーにより可視化した建物の老朽化状況の情報を活用することで、より効果的な営繕工事の企画・立案に繋がると考えられる。

⑤ [モノ×時系列データ分析×個々]領域でのセンサー技術活用イメージ

庁舎・官舎の状態管理業務において、事例の「No. 55 加速度センサー等を活用した地震時の建物の振動計測による安全性判断」の技術を参考にすることで、大規模地震発生時に庁舎の継続利用の可否判断における加速度センサー等の活用が想定される。行政機関の建物の揺れを構造物に設置した加速度センサーでモニタリングすることによって、大規模地

震の際に建物の揺れを把握し損傷箇所を即座に把握することができる。この情報を活用することで各行政機関の建物の安全性を早期に判断することができ、災害対策室等の設置や災害対策の早期実現が期待される。

4.4. 行政分野におけるセンサー技術活用イメージの具体化

前節で検討したセンサー技術活用イメージをより精緻化し、活用可能性の検討、課題や留意事項の抽出をするために、3つの領域から代表例を2つずつ選定し、センサー技術活用イメージの具体化を行い、想定される効果と課題について分析した。

(1) 情報収集

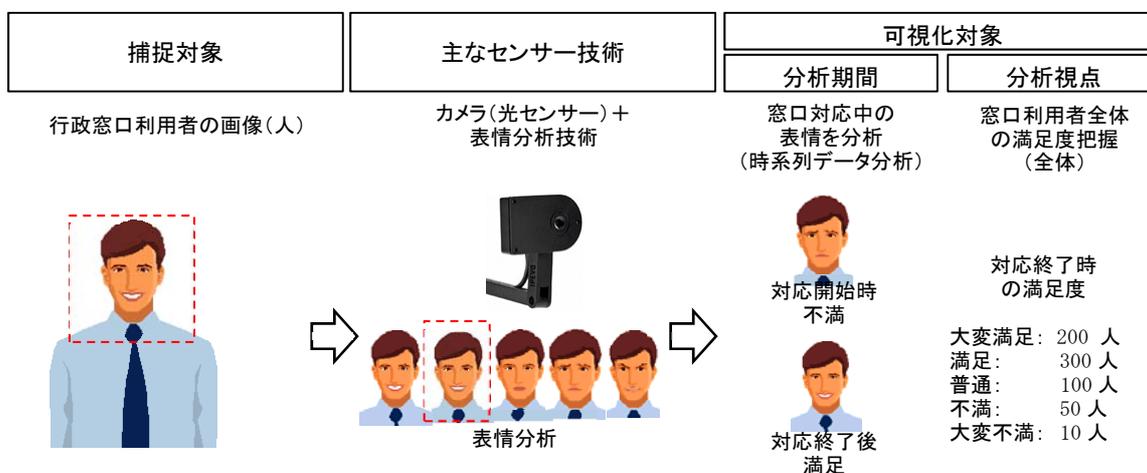
「情報収集」の領域からは、行政窓口利用者の表情を解析することで利用者の満足度を計測する「表情分析による行政窓口利用者の満足度調査」と、GPS等を活用したフローティングカーデータから国道における急ブレーキの多い位置を把握する「安全な国道の整備のための急ブレーキ情報の収集」の2つを代表例に選定し検討を具体化した。

① 表情分析による行政窓口利用者の満足度調査

(ア) 概要

国の行政窓口である税務署やハローワーク等を利用する人の顔の表情をカメラ等の可視光センサーで捕捉し、その顔の画像データを分析することによって、窓口利用者の満足度を数値化することが期待できる。効果としては、調査に対応する窓口利用者の時間の削減や、調査を実施する職員の執務時間の削減が想定される。

図表 4-8 窓口利用者の満足度調査でセンサー技術を活用したイメージ



(イ) 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の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がけて、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。

(ウ) 捕捉対象

センサー技術を活用して捕捉する対象は、行政窓口のカウンター等でサービスを受けている利用者の顔の表情である。また、捕捉する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することで、感情の変化を捉えることができる可能性がある」と想定される。

(エ) 活用センサー技術

活用するセンサー技術は、窓口利用者の画像データを収集する可視光センサー等のカメラと、人の顔を検出し顔の器官を検出した上でその人の表情を推定する分析技術である。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、そのデータを使い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。

(オ) 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/無表情等）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できる。

(カ) 期待される効果

センサー技術を活用するメリットとしては、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ことと、アンケートを行う職員と回答する窓口利用者の負担を削減することが挙げられる。

また、得た情報を活用することにより、若い男性の満足度が低い等、様々な軸で利用者の満足度を可視化することも期待できる。

(キ) 課題及び留意事項

行政窓口の満足度調査においてセンサー技術の活用を実現しようとした場合、いくつかの課題が想定される。

まずは、センサー技術の精度が課題として想定される。人の顔や顔の器官を100%検出することは困難であり、表情についても人それぞれ特徴が異なるため、100%正確に推定することはできないと想定される。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いる。改善項目を確認する場面におけるセンサー技術活用は難しいため、既存業務の調査事業をすべてセンサーで置き換えることは困難であると想定される。

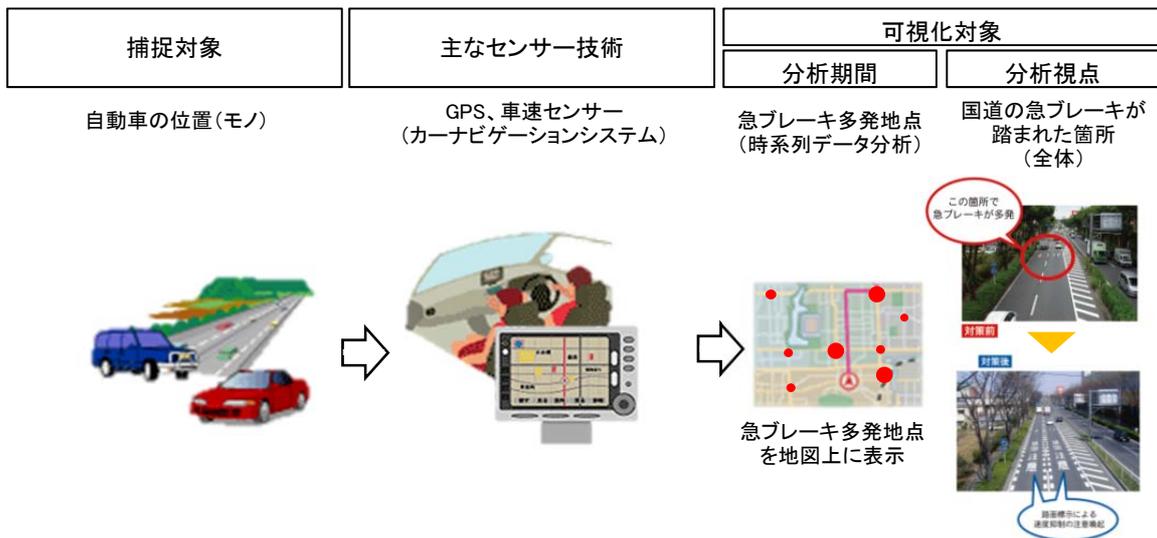
一方、制度面の留意事項としては、プライバシーへの配慮が想定される。窓口利用者にとっては、カメラ等の可視光センサーによる画像の収録や表情の分析に対して抵抗感を抱く人も少なくないと考えられる。その対応として、窓口利用者の画像を収録・分析して満足度を計測している旨の分かりやすい看板等の通知や、カメラ等に映らない窓口の設置が想定される。

② 安全な国道の整備のための急ブレーキ情報の収集

(ア) 概要

国土交通省及び地方整備局が行う国道管理業務において、交通情報作成のために自動車から収集している位置・時間・速度等のフローティングカーデータを利用して、国道で急ブレーキが踏まれる回数の多い箇所を地図上にプロットする。これにより事故は発生していないものの、自動車が危険を感じることが多い箇所が把握でき、より安全な国道整備のための情報として活用することが想定される。

図表 4-9 国道管理業務におけるセンサー技術活用イメージ



出典：埼玉県「カーナビを活用した危険箇所の解消」を基に作成
(http://www.pref.saitama.lg.jp/a1004/dousei1006/documents/404522_1.pdf)

(イ) 現状

国土交通省及び地方整備局、北海道開発局、沖縄総合事務局では一般国道及び高速自動車国道の維持管理を行っている。一般国道の総延長は約 6 万 7,000km あり、そのうち国が管理する国道は約 2 万 7,000km である。道路維持管理業務には、道路巡回、清掃、除草、剪定、除雪、施設点検、構造物点検、橋梁補修、舗装調査、舗装補修、防災対策、橋梁の耐震補強、凍雪害防止、事故その他の緊急時における対応等がある。これらの維持・管理業務の 1 つとして交通事故発生箇所の多い場所の情報を利用した、路側表示や路面表示を工夫して注意喚起や誘導効果を高める改良を行うなどの交通事故減少をめざした取組を行っている。

(ウ) 捕捉対象

捕捉対象は、一般国道及び高速自動車国道を利用する自動車の位置、時間及び速度の情報である。これらのフローティングカーデータは、カーナビゲーションシステム等から取得可能である。

(エ) 活用センサー技術

自動車の位置はカーナビゲーションシステムの GPS 技術を使い、衛星から受信した信号から計算して車の緯度・経度を捕捉する。また、自動車の速度はタイヤの回転数を計測するスピードセンサー（車速センサー）を使って算出する。

(オ) 可視化対象

1 秒から数秒間隔で自動車の走行位置・時間・速度のデータを一旦カーナビゲーションシステムのメモリに保存し、保存したデータを定期的に携帯電話網等で自動車会社やカーナビゲーションシステム製造会社等のセンターに送信する。センターでは収集した時系列データのうち、短時間で急激に速度が落ちている情報から、自動車が急ブレーキを踏んだ場所を可視化する。これらの情報を自動車会社やカーナビゲーションシステム製造会社から国道管理者が入手し、国道の危険箇所の把握に活用することを想定している。

(カ) 期待される効果

これまで事故が発生せず国道の危険箇所として認知されなかった場所についても、急ブレーキが多く踏まれる場所を把握することによって、路側や路面の表示を工夫する必要がある箇所を明らかにすることができるようになる。

また、ある日突然その場所で急ブレーキの件数が増えた場合等は、道路の構造上の問題ではなく、落下物や事故が発生している可能性があり、そのような情報を早期に把握する場合にも急ブレーキの情報の活用が期待される。

(キ) 課題及び留意事項

フローティングカーデータは、個人を特定することが可能な情報が含まれているため、プライバシーへの配慮やセキュリティ対策が課題となる。

また、フローティングカーデータは、自動車会社やカーナビゲーションシステム製造会社各社が独自に管理する情報であり、情報が標準化されていないため、メーカーを横断した情報の活用にはデータの変換やデータの標準化が求められると想定される。なお、埼玉県と本田技研工業との事例は同社の厚意によって実現したものであり、自動車会社やカーナビゲーションシステム製造会社が保有する情報を国道管理者が必ずしも使えるとは限らない。

(2) 執行

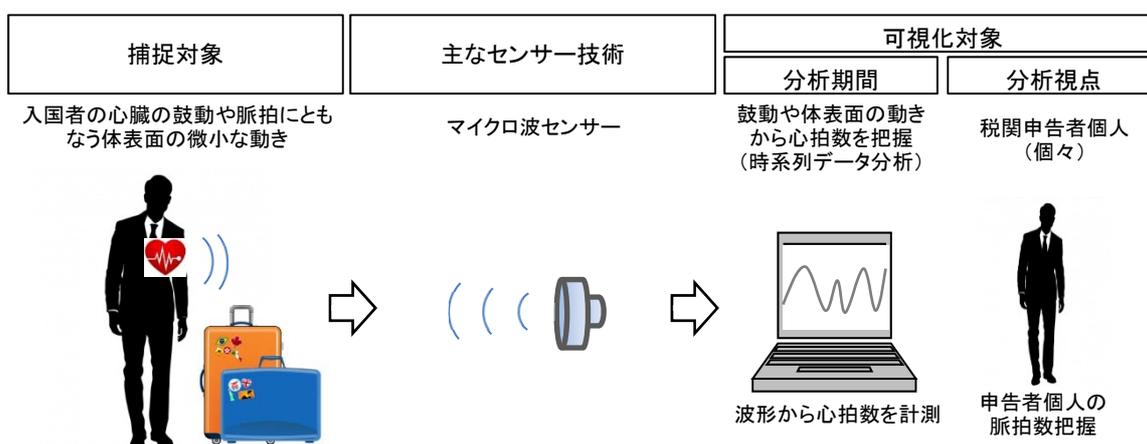
「執行」の領域からは、税関カウンターにおいて入国者の心拍数を捕捉することで税関申告を逃れようとする人を特定する「心拍数の捕捉による税関業務の高度化」と、車の走行距離・使用道路種別・時間帯等の利用実績に応じた課税を行う「自動車の走行実績に応じた自動車税の適用」の2つを代表例に選定し検討を具体化した。

① 心拍数の捕捉による税関業務の高度化

(ア) 概要

空港や港の税関カウンターに、離れた場所からでも人の心拍や呼吸を計測できるマイクロ波センサーを設置することで、税関申告を逃れようとする心拍数や呼吸の異常な人を検知して、税関職員に荷物の詳細チェックを促すことができる。

図表 4-10 税関業務におけるセンサー技術活用イメージ



(イ) 現状

訪日外国人旅行者数や日本人海外旅行者数を増加させる官民の取組によって、2013年には訪日外国人旅行者約1,100万人と日本人海外旅行者(入国者)約1,700万人の合計約2,800万人が日本に入国した。さらに、政府は日本人海外旅行者を2016年までに2,000万人とすることや、訪日外国人旅行者を2020年までに2,000万人とすることをめざしており、2020年の入国者数は4000万人を超えることが想定される。一方で、2013年に税関で押収された不正薬物が9年ぶりに1トンを上回るなど、治安対策が求められている。この政策に合わせ、税関では2015年度から5ヵ年で要員を550人~700人程度増員する計画を検討している。しかし、これまでも2003年から10年間で税関定員を全体の約5%にあたる400人程度増やしたにも関わらず、入国者数は1.5倍にも増加し、1人の税関職員で対応する入国者の数は大きく増加した。2015年から5ヵ年で要員を700人増やしたとしても、入国者数の増加率の方が高く、税関職員1人が対応する入国者数は更に増加すると想定されている。国の財政状況も厳しい中、入国者数の増加に合わせて税関職員を増員することは容易ではないため、体制強化と同時に税関職員の業務を支援するような仕組みが求められている。

(ウ) 捕捉対象

税関職員 1 人が対応する入国者数を増やすためには、詳細チェックすべき対象人物を確実かつ効率的に選定し、税関申告漏れを隠していない人の審査時間を短縮する必要がある。そこで、税関申告漏れを隠していたり不正薬物を隠し持っていたりする人は、挙動不審でなくても心拍数や呼吸の回数等が通常とは異なると想定し、心拍数等の把握に必要な心臓の鼓動や脈拍にともなう体表面の微小な動きをセンサーで捕捉する。

(エ) 活用センサー技術

利用するセンサーは電波センサーの 1 つであるマイクロ波センサーで、人の心拍や呼吸の状況を 2 メートルから 3 メートル離れたところから計測することができる。税関カウンターの前に近づいた申告者の心臓の鼓動や脈拍にともなう体表面の微小な動きをマイクロ波で捉える。

(オ) 可視化対象

マイクロ波センサーで捉えた波形の変化の解析することで、捕捉対象者の心拍数や呼吸のサイクルを把握することができる。そして心拍数が多い人や乱れた呼吸をする人がいる場合には、税関申告漏れを隠していたり不正薬物を隠し持っていたりする可能性があることから、税関職員に詳細チェックを促すメッセージを表示する。

(カ) 期待される効果

このセンサー技術を活用することで、これまで外見からだけでは分からなかった不審な挙動を捉えられるようになり、治安体制の強化に繋がることが期待できる。また、今後数百人規模で増員される予定の税関職員のスキル不足をサポートする機能も担えるのではないかと考えている。詳細チェックすべき人を効率的に特定できるようになることで、税関申告漏れの疑いが少ない人の審査時間を短縮でき、今後 1 人あたりが対応しなくてはいけない入国者数の増加に対応するための 1 つとなるのではないかと。また、マイクロ波センサー以外にも、カメラ等の可視光センサーで捕捉した画像を解析して、不審な表情や動きをする人を検知する技術も有効であると想定される。

(キ) 課題及び留意事項

非接触型での心拍数の計測では、実際の心拍数と誤差が±10%である。挙動不審な人物をより正確に検知するには、誤差を限りなく減らすことが要求される。また、税関申告を逃れようとする人や不正薬物を持っている人の心拍数や呼吸の仕方は、通常の人々の心拍数や呼吸の仕方とどの程度違いがあるのかを検証する必要がある。さらに、税関カウンターのような多くの荷物を持っていたり、複数人が同じ場所に立っていたりする環境において、一人ひとりの心拍数や呼吸を計測できるかの確認が求められる。

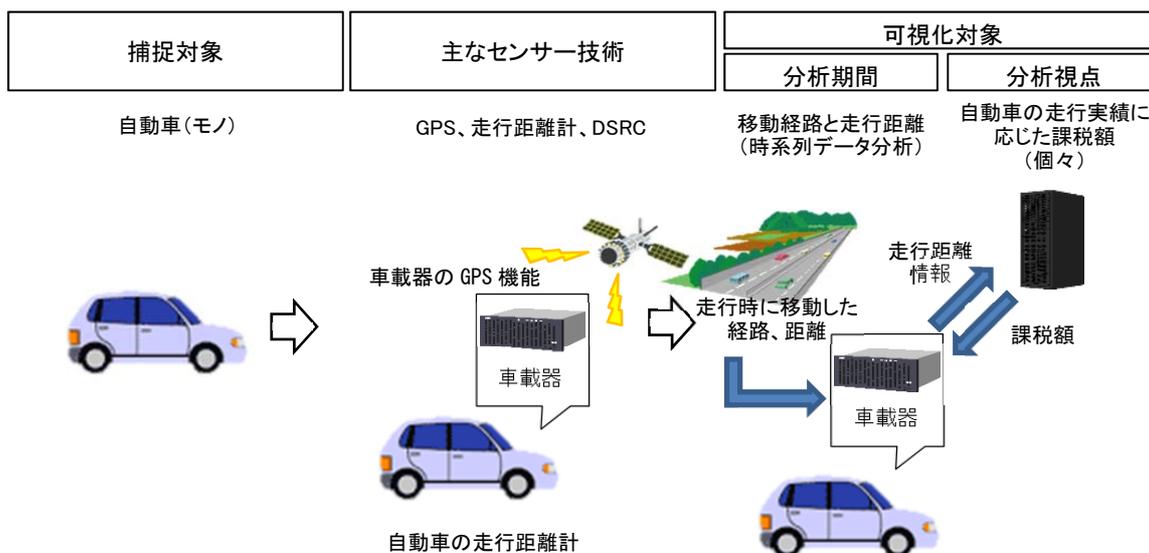
一方、入国者の心拍数を計測することはプライバシーに関わる可能性があり、プライバシーへの配慮として入国者の心拍数を計測している旨を看板等で通知する必要があると想定される。

② 自動車の走行実績に応じた自動車税の適用

(ア) 概要

GPS 等のセンサーを活用して、自動車の走行した位置、時間、利用した道路の種別等を捕捉することによって、個々の自動車の走行実績を把握することができる。この情報を活用することによって、自動車の走行距離や利用した時間帯等の利用実績に応じて、道路等の維持管理に掛かるコストを負担してもらう新たな課税の仕組みの実現も可能と想定される。

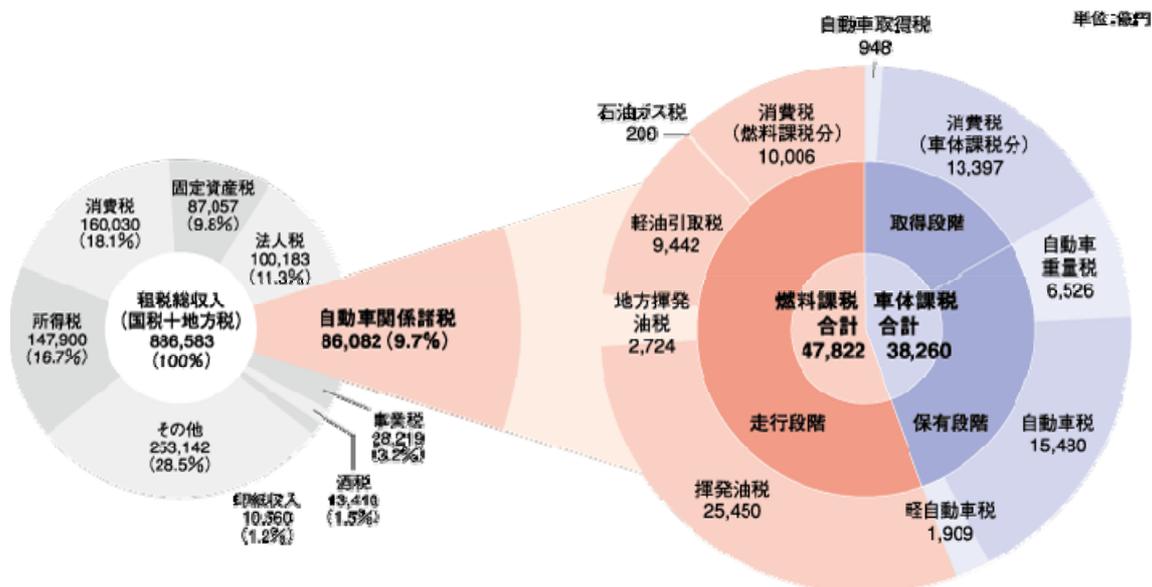
図表 4-11 自動車関連の徴税業務におけるセンサー技術の活用イメージ



(イ) 現状

自動車関係諸税には、取得段階に掛かる自動車取得税と消費税、保有段階に掛かる自動車重量税、自動車税、軽自動車税、走行時に掛かるガソリン税（揮発油税、地方揮発油税）、軽油取引税、石油ガス税、消費税がある。このうち国税に該当するのは取得段階の消費税、保有段階の自動車重量税、走行段階の揮発油税、地方揮発油税、石油ガス税、消費税である。一般財団法人日本自動車工業会の資料によると、自動車関係諸税による税収は8兆6,082億円（2014年度）でわが国の租税総収入88兆6,583億円（2014年度）の9.7%を占めている。また、自動車関係諸税のうち走行段階で掛かる燃料課税の合計が4兆7,822億円（2014年度）と自動車関連諸税の56%を占めている。これらの税収は道路の建設・維持に使われるだけでなく公共サービス等にも使われている。

図表 4-12 平成 26 年度租税総収入の税目別内訳並びに自動車関係諸税の税収額（当初）



注：1. 租税総収入内訳の消費税収は自動車関係諸税に含まれる消費税を除く。2. 自動車関係諸税の消費税収（自動車整備含む）は日本自動車工業会の推定。3. 消費税収には地方消費税収を含む。

出典：一般社団法人日本自動車工業会のウェブサイト
http://www.jama.or.jp/tax/outline/image_01.html

自動車を取り巻く環境の流れとしては、電気自動車等の次世代自動車の普及や内燃機関車の更なる効率化により燃費が向上した自動車の普及が挙げられる。このままこの流れが進むと税収の観点では走行段階で掛かる揮発税等の燃料課税の税収が減少し、相対的に保有段階で掛かる税金の割合が増えると考えられることができる。そのような状況は、欧米も同様で、特に 1 台あたりの走行距離やガソリン消費量の多い米国では、道路の維持・管理に必要な財源の不足が深刻な問題になっている。その対策として第 3 章の「No. 14 GPS 機能付きの車載器により収集した走行距離等に応じた税金の適用」の事例に記しているように、欧米各国では自動車の走行距離、走行道路の種別、利用時間等の情報を GPS 等の車載システムから収集し、道路の走行実績に応じて課税を行う実証が行われている。

道路の老朽化が急速に進む日本でも、道路の維持管理費を利用者が負担する考え方をする場合には、環境負荷の少ないエコカーに配慮する課税の仕組みを維持しつつも、自動車道路を利用した実績に応じて課税する新たな仕組みを組み込むことも選択肢の 1 つとして求められる可能性が考えられる。

(ウ) 捕捉対象

捕捉対象は、自動車の走行実績を把握するための自動車の位置情報及び走行距離である。

(エ) 活用センサー技術

GPS 機能を搭載したカーナビゲーションシステム等の車載情報システムと自動車の走行距離計を活用して自動車が走行した位置と走行距離を捕捉する。

自動車の車載情報システムと路側機側との通信は、第 3 章で紹介した米国の事例でも実績があり、かつわが国の ETC システムの料金決済でも採用されている通信方式である DSRC で行うことが想定される。

(オ) 可視化対象

車載情報システムで自動車の位置と時間に関するデータを走行ルートが捕捉できる頻度で収集するとともに走行距離データも収集する。その後、車載システムに格納された情報を自動車の固有認識情報とともに行政機関若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。そして、その走行実績に応じた課税金額を自動車の保有者に請求する。

(カ) 期待される効果

道路の維持管理に必要な財源について、道路を使う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って、今後急速に老朽化が進む日本の道路を受益者が公平に負担することが可能になると想定される。

(キ) 課題及び留意事項

走行データを国に提供することで、自動車での移動が監視されていると感じられることも想定される。このため、走行データを目的以外に利用できないようにする対策や走行データに基づく課税を適用せず、ほかの方法で税金を支払う方法を用意し、選択肢を提供するなどの検討が求められる可能性がある。

また、既存の車載情報システムの仕組みは、走行実績の改ざん防止を意識して作られているものではないと想定されることから、走行実績の偽造を防ぐ仕組みが必要となり、その対策に新たなコストが発生する可能性が想定される。

なお、米国の事例では、燃料税の課税額が対象であるため、ガソリンスタンドで走行データを収集し、課税額を送信する仕組みであったが、わが国の自動車関係諸税の構成と異なること等から、必ずしもガソリンスタンドで課税する仕組みにする必要はなく、わが国の税制等の事情に応じた仕組みとすることが望ましい。

さらに、受益者負担の観点では、走行実績と同様に、センサー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。

(3) 経営資源管理

「経営資源管理」の領域からは、離れた場所で働く職員や上司に対して今話しかけられる状況なのかを効率的に把握する「職員の執務状況把握」と、身体的・精神的に負担の大きい職員の生体情報をモニタリングする「特殊勤務を行う職員の健康状態のモニタリング」の2つを代表例に選定し検討を具体化した。

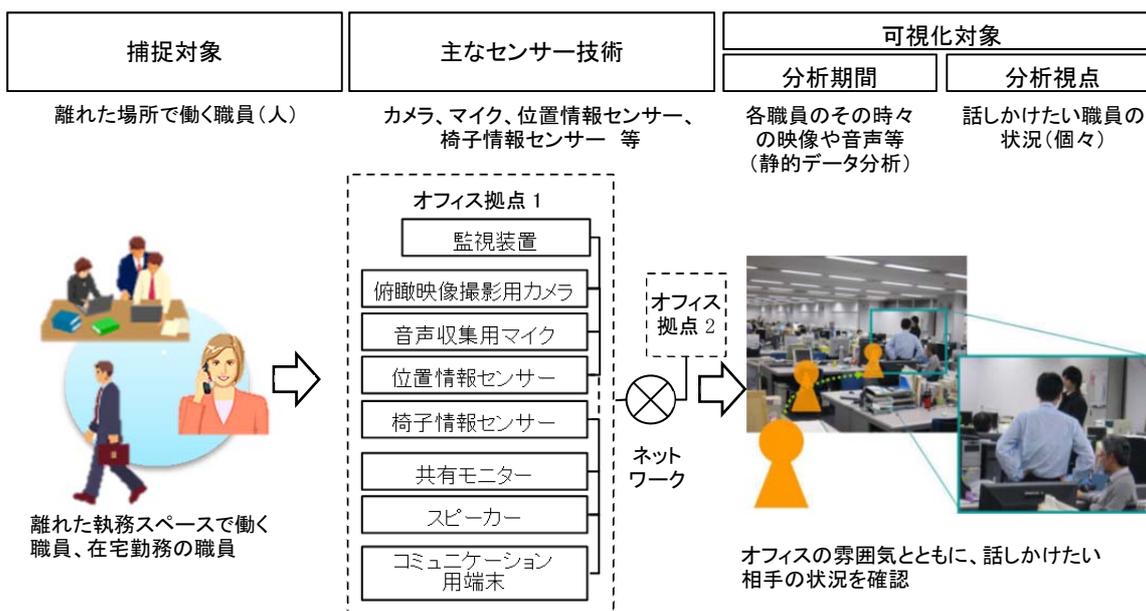
① 離れた職員の執務状況把握

(ア) 概要

フロア等で離れて執務する職員や在宅勤務職員とオフィスとの間で、カメラやマイク、椅子に設置した圧力センサー等のセンサー技術を活用して執務の状況を共有することで、話しかけたい相手が今どのような状況なのかを可視化する。

これにより、同じオフィス内であれば普段から何気なく行っているような「手すきの時を見計らって話しかけに行く」というインフォーマルなコミュニケーションもストレスを感じることなく行うことができるようになる。また、グループでコミュニケーションをとりながら進める共同作業も円滑に行うことができる。

図表 4-13 職員の執務状況の把握におけるセンサー技術活用のイメージ

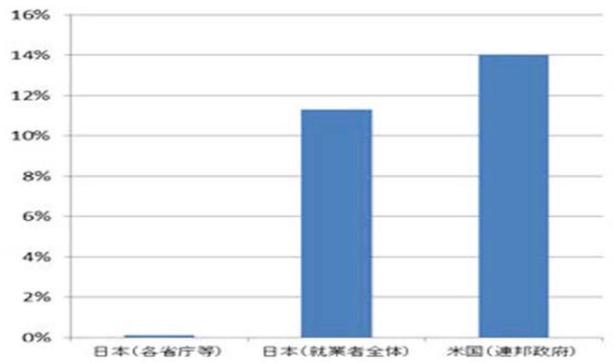


出典：徳満昌之、野中雅人「超臨場感テレワークシステム」『OKIテクニカルレビュー』, 2009/10, 沖電気工業株式会社 第215号を基に作成
(http://www.oki.com/jp/otr/2009/n215/pdf/215_r17.pdf)

(イ) 現状

内閣官房 IT 総合戦略室の資料によると、省庁のテレワークの導入率は年々増加傾向にあるものの、職員数に対するテレワークの実績者数の割合は 0.1%以下と、一般企業の約 11%や米国の連邦政府の約 14%と比べると低い導入率に留まっている。

図表 4-14 テレワーク実績人数割合の比較



出典：内閣官房 IT 総合戦略室「国家公務員テレワーク・ロードマップの進め方（2014年5月28日）」, 2014/5
(<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon/dai5/sankou3.pdf>)

国土交通省「テレワーク人口実態調査（2014年3月）」の資料によると、テレワークの導入が進まない主な理由として、管理者側は、勤務実態の確認が困難であること、勤務時間制度の在り方等の制度面の問題、セキュリティ等の IT 面の課題を挙げている。一方で、利用者側は、さぼっているように思われる、過剰労働・長時間勤務をしても認められない、コミュニケーションが取りづらいといった理由を挙げている。

理由として挙げられているこれらの課題のうち、特に、管理者側の勤務実態の確認が困難という課題と利用者側の 3 つの理由に対して、職員の執務状況の可視化やコミュニケーションしやすい環境作りにセンサー技術活用の可能性がある。

一方、テレワーク以外でも離れた職員の執務状況の把握が求められる場合がある。例えば、同じ部署が執務スペースの都合で離れている場合や上長等の在席を確認して出向いても電話中等で会話ができない場合等がある。このような状況も同様のセンサー技術の活用で環境の改善に繋がると考えられる。

(ウ) 捕捉対象

テレワークを行う在宅勤務職員や執務スペースの離れた場所で働く職員の画像、音声、座る椅子の圧力、位置等の情報を捕捉する。

(エ) 活用センサー技術

活用するセンサー技術は、俯瞰映像撮影用カメラ、音声収集用マイク、位置情報センサー、椅子に設置した圧力センサー等である。

(オ) 可視化対象

各職員の時々の映像、音声、位置等の情報を分析して、他の職員が話しかけたい職員の状態を可視化する。

(カ) 期待される効果

第3章の「No.46 映像、音声、人や椅子の位置情報等の伝送によるテレワーク支援」の事例にあるように、職員がテレワーク等の理由から離れて働いていても、映像や音声等のセンサーによる情報を組み合わせて執務の状況を可視化することで、離れていてもストレスを感じることなく円滑にコミュニケーションできる環境づくりができると想定される。

また、テレワークの導入が進まない課題についても、勤務状態がチームで共有されることで、在宅勤務職員にとっても引け目を感じることなく制度の活用が進むことが期待される。

(キ) 課題及び留意事項

第3章の事例紹介の際も述べたが、本事例は離れたオフィス間での共同作業を想定したセンサー等の機器構成となっている。このため、在宅勤務を想定した場合は、機器類の設置位置等のスペースの問題が出てくると想定されるため、在宅勤務向けの機器構成が必要となるであろう。

また、自宅の映像や音声を共有することに抵抗を感じる人もいる可能性がある。同じオフィスで働いているような臨場感を高めるためには、様々なセンサー技術を活用して双方の状況を共有する方が効果的ではある。しかし、在宅勤務者側にとってみれば、プライバシーへの配慮が不十分だったり、勤務状況を常に監視されているかのような心的なストレスを感じたりするようでは、積極的に制度を利用してみようという思いには至らない可能性がある。

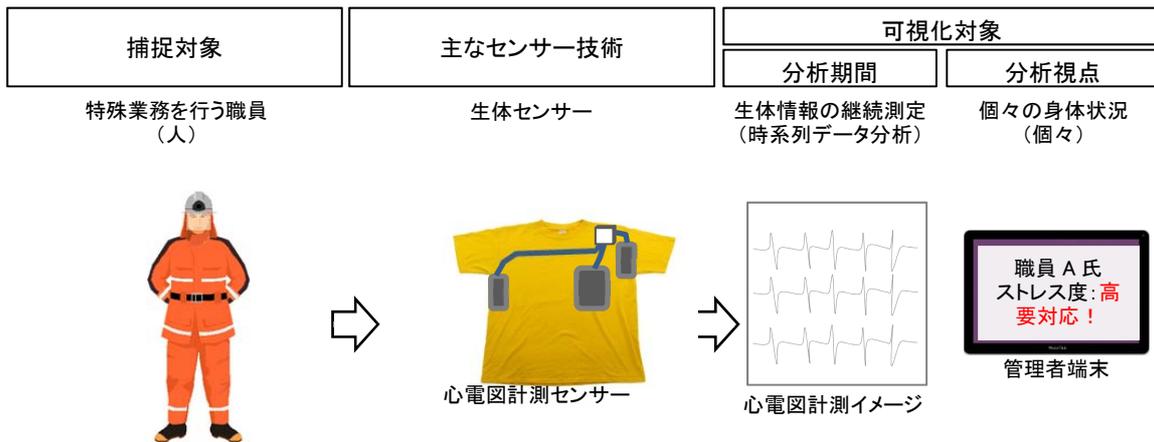
したがって、例えば、在宅勤務者側が状況を伝える場合は、そのままの映像ではなくアバターを利用して、何パターンかの動作の状態を表示するのみとするなど、実用性とプライバシーに配慮したバランスのとれたシステム設計と運用ルールを検討していくことが必要であろう。

② 特殊勤務を行う職員の健康状態のモニタリング

(ア) 概要

身体的及び精神的に大きな負担を強いられる災害現場やその訓練を行う職員を対象に、生体情報を取得できる機能素材でできた服を着てもらうことで、心拍数や心電波形をモニタリングすることができる。これらの情報から職員に掛かるストレス度合いを推定し、必要に応じて執務を中断するなどの判断材料に活用できると想定される。

図表 4-15 職員の特殊勤務環境におけるセンサー技術活用イメージ

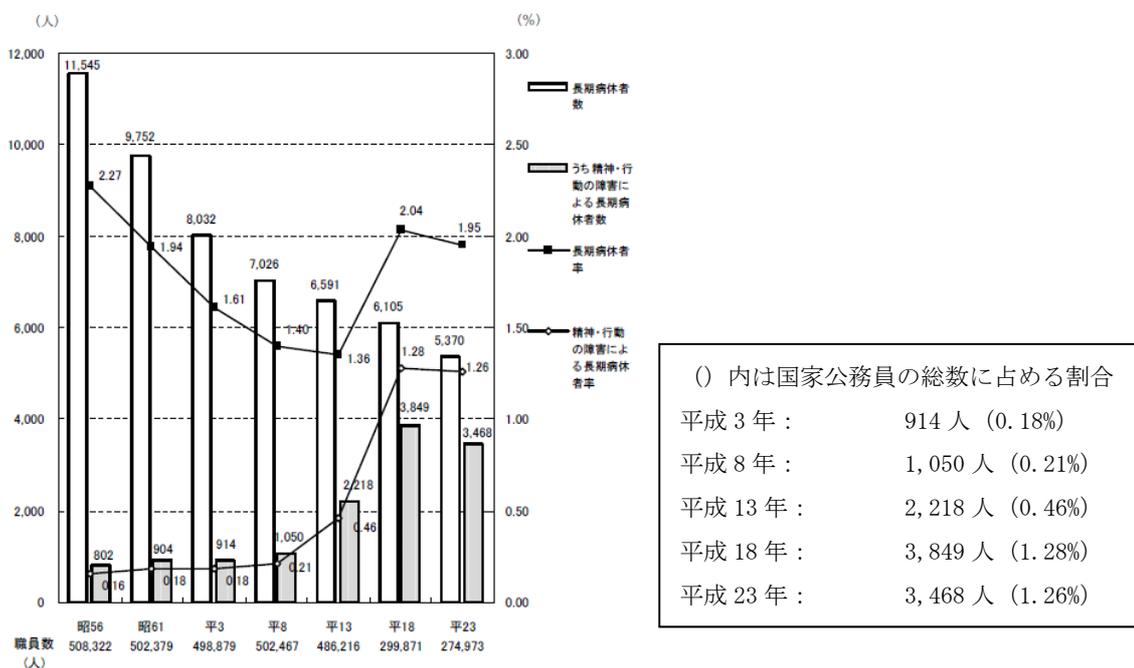


(イ) 現状

少子・高齢社会の進行、国際化・情報化の進展、職場環境の急激な変化によるストレス要因の増加等、社会経済情勢が大きく変化する中で、全体の奉仕者として国民の期待に応えうる事務・事業を能率的かつ効率的に遂行していくために福利厚生施策を推進していくことの重要性が一層高まっている。特に、職場環境の変化、国際業務の増大等にもなう職務内容の多様化・複雑化等により、職員が疲労やストレスを一層蓄積させている。このため、業務の合理化及び効率化とともにメンタルヘルス対策の一層の強化が、職員が安心して職務に専念するための重要な要素となっている。これは民間企業だけでなく行政機関の職員でも同じことである。

人事院の資料によると精神・行動の障害による長期病休者が増加していて、その原因の1つに精神・行動の障害による長期病休者の増加はパワハラ、セクハラ、職場内のいじめ、上司からの必要以上のプレッシャーを与えられた結果の長時間残業等によるストレスの可能性を指摘している。

図表 4-16 国家公務員の精神・行動の障害による長期病休者



出典：人事院「平成23年度国家公務員長期病休者実態調査結果の概要（平成25年3月21日）」, 2013/3
<http://www.jinji.go.jp/kisya/1303/23tyouki.pdf>

以上のようなことから、国家公務員福利厚生基本計画（2014年改定）にも心の健康の保持増進等のため、カウンセリング体制、カウンセラー講習会等の充実を図る。また、職員の心の健康づくりは管理又は監督の地位にある職員の職場マネジメント業務の一部であることから、当該職員を対象とした教育を徹底することを政策課題の1つに掲げている。

特に、日本医師会精神保健委員会答申の資料によると、大規模災害時の救護者である自衛官、消防士、警察官等は、一般の人が一生にわたって経験するストレスを3ヶ月で経験すると指摘されている。国家公務員の中でも、このような特に危険や過度のストレスが掛かりやすい特殊勤務の公務員における健康管理の支援が必要と想定される。その対策として特殊勤務の公務員の健康状態の把握にセンサー技術活用の可能性がある。

(ウ) 捕捉対象

捕捉対象は自衛隊や航空管制官等の危険や極度のストレスをともなう業務を遂行する国家公務員の心臓の動きにともない起きる心起電力の新活動電流（生体信号）を捉えて心電波形や心拍数を計測する。

(エ) 活用センサー技術

活用するセンサー技術は、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）が電極となり生体信号を計測するものである。計測した生体信号の波形は、まず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波形のデータを送信する。その後、インターネットを通じてサーバーに送

信される、その波形を分析する。

(オ) 可視化対象

センサーで捕捉した職員の心電波形を分析・モニタリングすることによって、執務時の負担や疲労度を管理し、無理のない執務指示や脱水症状や体調不良の傾向が見える場合にはアラートを発信することができる。また、心拍変動の揺らぎは自律神経機能やストレスとの密接な関係があることから、ストレス度やリラックス度を推定することにより、精神的な病の傾向がある場合には、早期に対策を講じることが期待できる。

(カ) 期待される効果

職員が業務中に過度のストレスや疲労等の異常を示す傾向が現れた場合には、その職員に休憩の取得を即し、職務上危険な体調で職務を続ける状態を防止することが期待できる。また、メンタルヘルスや病気の事前症状等を捉えた場合には、早めの対策を行うことで、メンタルヘルスや病気になることを事前に防ぐことに繋がることが想定される。

(キ) 課題及び留意事項

センサー技術の精度について検証する必要があると想定される。これまで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計測したものを、利用者の負担や利便性を考慮して着るだけで心拍や心電図を計測できるようにしている。その結果、これまでの心電図計測装置と同精度の計測の可能なか及び使用環境においても精度の高い計測が可能なか検証する必要がある。心拍数や心電図の計測精度の問題で誤った判断をしてしまうと、職員の健康や生命にも影響することが想定されるため、技術の信頼性を慎重に検証しながら実用化の実現に取り組んでいく必要がある。

また、職員のプライバシーへの配慮が必要である。職員の体や心の状態の異常を職務中に早期に把握するには、生体情報を管理者が把握出来た方が効果的ではあるが、職員にとっては監視されているというプレッシャーを感じる職員も少なくないと想定される。プライバシーに配慮する運用として、職員の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を検討が必要である。

一方、センサー技術の保守性の向上は引き続き求められる。職員が災害地等の特殊な環境下で利用することを考慮すると、センサー技術の更なる小型化、耐久性の向上、メンテナンス手間の軽減等が期待される。

第5章 行政分野におけるセンサー技術活用の際の課題及び留意事項

前述したように、行政事務・事業においても、センサー技術活用については様々な可能性があり、今後、その展開が期待される場所であるが、そのための課題等も存在する。

本章では、前章までの分析結果を踏まえ、今後、わが国の行政事務・事業において更にセンサー技術の活用を図るための課題及び留意事項等について技術面、制度面、組織面から検討を行った。

5.1. 技術面の課題及び留意事項

(1) センサー技術の信頼性担保

行政事務・事業におけるセンサー技術の活用では、これまで人手で行ってきた業務をセンサーで代替することが想定される。その際、センサー技術から収集されるデータが正確であることが非常に重要になる。既に大気汚染等、環境モニタリングにおいては、センサーによるデータの収集が中心となっているが、単純な数値の計測ではなく、分析等を介して状態を推定する場合には精度の問題が発生する可能性がある。例えば、職員の健康状態をウェアラブルセンサーデバイス等によって把握する場合、従来の間診よりもより客観的なデータを収集できる可能性がある反面、データを正確に分析できなければ、健康状態について間違った判断が行われる危険性も出てくる。また、映像から不審者を検知するようなセンサー技術を用いて、公共施設内で不審者と思われる人に声をかけた場合、もし間違っていて当該人物が悪意のない一般市民であると、大きな問題になる可能性がある。このように行政事務・事業において、センサー技術を用いる際には、その業務の特性や求められる信頼性と実際の技術の精度を考慮した適用が必要であり、技術的には用途に応じた精度の向上が求められる。

(2) センサーデータの標準化

前述した信頼性に大きく関わることであるが、センサーデバイス、センサーモジュールにおいて生成されるデータが標準化されていることは非常に重要になる。例えば、映像から不審者を検知する技術においても、カメラの種類によって、同じ不審者でも検知できたり、できなかったりすることが想定される。これはセンサーデバイスのメーカーによって品質や信号処理の仕方等が異なるために発生するが、データの分析や実際の不審者検知というアプリケーションの汎用性を担保するためには、センサーデバイス、センサーモジュールにおけるデータ生成を標準化することが不可欠となる。メーカー間の競争も存在するため完全に一致させることは難しいと考えられるが、行政事務・事業で整備したセンサー技術のアプリケーションをハードウェアメーカー等に依存せずに活用、横展開できることが望ましい。

(3) センサー技術の保守性の向上

センサー技術は急速な勢いで進化しており、小型化・軽量化、省電力化、ネットワーク化等によって至る所へセンサーデバイスやセンサーモジュールを設置することが可能になってきており、行政事務・事業でもこのような特性の活用が期待される。しかしながら、

電源の確保はやはり不可欠であり、屋外や自然環境下においてセンシングする場合においては、故障しにくいこと、点検等の手間をできるだけ軽減できること等が併せて求められる。本調査研究で検討した行政事務・事業へのセンサー技術活用イメージにおいても、屋外でのセンシングを想定したものもあり、センサー技術の保守性については、より一層の進展が期待される。

(4) センサーネットワークのセキュリティ確保

ネットワークを介して非常に広範囲に渡るセンサーデータを収集する場合等においてはネットワークのセキュリティ等も必要になる。仮にネットワーク上においてセンサーデータの改ざん等が発生してしまうと、センサー技術の活用そのものが停滞する危険性がある。一方、IoT という観点では、センサー自体の不正アクセス等が危惧されている。例えば、自動車も電子化が進み、センサーデバイスの集合体となっているが、これが不正アクセスによってハッキングされた場合、交通事故等の原因になる危険性がある。行政事務・事業におけるセンサー技術活用と直接関係ない可能性もあるが、センサー技術全体においてセキュリティを確保することは、安全・安心なセンサーデータ活用にも結び付くと考えられる。

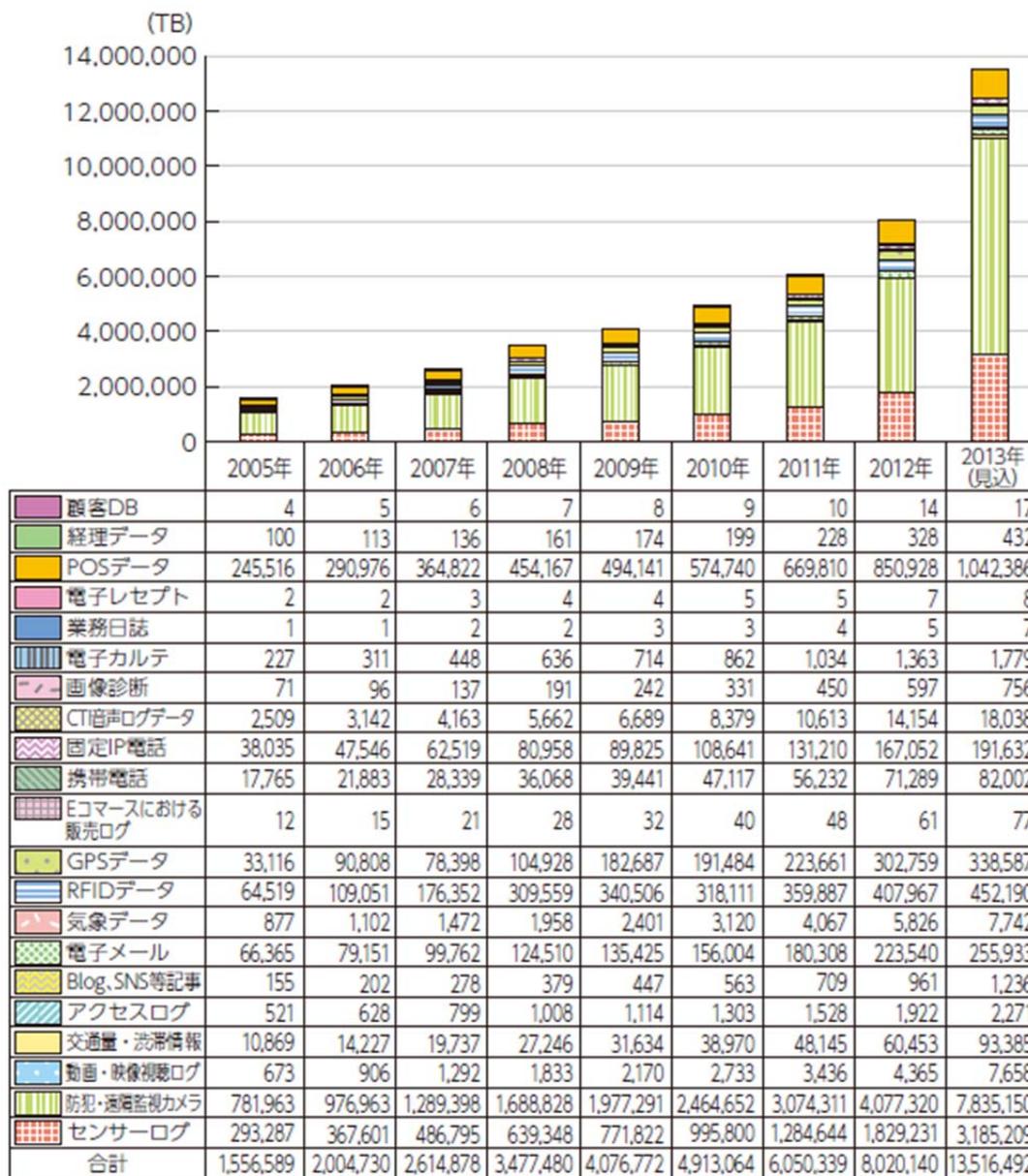
(5) IPv6 への移行促進

IP アドレスの枯渇の危険性が従来から指摘されているが、IPv4 から IPv6 への移行は依然として進んでいない状況にある。政府では率先して IPv6 への移行を進めているが、民間企業ではセキュリティ面の課題や代替技術（プライベート IP アドレス）の活用等の要因もあり、進んでいない。しかしながら、今後、多様かつ大量のセンサーモジュールを配置し、これらが独立して稼働するためにはグローバル IP アドレスの配布が不可欠と考えられ、センサー技術の普及と併せて、IPv6 への移行を推進することが必要と考えられる。ただし、セキュリティ面の課題については、依然として指摘されており、その際、前述したセンサーネットワークのセキュリティ確保も併せて検討する必要がある。例えば、IPv6 Ready Logo Program の認定を受けた製品を使うことが想定され、ネットワークカメラ等、センサーモジュールに対する認定も出てきている。

(6) 大量データのリアルタイム処理への対応

総務省「平成 26 年版情報通信白書」によると、ビッグデータと呼ばれる大量データの多くはカメラやセンサーから生じることが記されており、このような大量データを処理するため相応の情報処理能力の確保が課題として挙げられる。行政事務・事業におけるセンサー技術活用においても、検知あるいは市民対応等でリアルタイム処理が求められる場合がある。センサーデバイスやセンサーモジュールからのデータ収集から、ネットワークによる送信、分析や処理結果の可視化等、一連の流れを瞬時に処理することは非常に難しいと考えられており、汎用的なプラットフォームの開発等が望まれている。

図表 5-1 データ流通量の推移



出典：総務省「平成 26 年版情報通信白書」, 2014/7

(<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/pdf/n3100000.pdf>)

(7) 分析技術、アプリケーションの整備

センサー技術のすそ野は非常に広範囲に及んでおり、生成されるデータも多岐に渡る。このような中、様々なデータに柔軟に対応し、目的に沿った情報をセンサーデータから抽出できる分析技術、アプリケーションの整備が最重要であり、このことは行政事務・事業においても同様である。

一方、前述したように、センサーデータの標準化、センサーネットワークのセキュリティ確保、大量データのリアルタイム処理への対応等、課題も多く、センサー技術を用いたアプリケーションの開発は容易ではないのが実情である。

5.2. 制度面の課題及び留意事項

(1) プライバシーへの配慮

センサー技術を用いて人の捕捉を行うことは、これまで人手で行っていた業務の効率化を図るだけでなく、これまで人手では難しかった様々な人の動きや状態の把握を実現し、これらを行政事務・事業に活用できる可能性がある。

一方、このような人に関する情報、データはパーソナルデータと呼ばれており、個人情報には該当しなくても、プライバシーに関わる可能性がある。したがって、行政事務・事業において人に関する捕捉を行う場合においても、プライバシーに配慮したデータの収集が不可欠である。

本人からの同意を得て収集する場合、問題化することはほとんどないと考えられるが、収集するデータや利用目的等を明示した上で、同意を得ることが不可欠である。また、センサー技術を活用する場合、個別に同意を得ることが難しい場合も少なくない。そのような場合は、センサー技術でデータを収集する各個人が認知できるような場所に、その旨や利用目的等を提示するとともに、可能であればセンサー技術で捕捉されない方法を提供することが望ましい。例えば、博物館等の公共施設においてカメラ等のセンサー技術によって来館者の性別や年齢層を収集する場合、入り口にカメラを設置し、その旨を来館者にわかるように看板等で通知する。加えて、来館者がカメラの前を通らずに入館するルートも設ける等の対応が必要になる。

また、職員を対象にして状態等を捕捉する場合でも、同様の対応が求められる。例えばウェアラブルセンサーで職員の健康状態を捕捉する場合、やはり収集するデータや利用目的等を明示して同意を得ることが不可欠となる。経済産業省「個人情報の保護に関する法律についての経済産業分野を対象とするガイドライン」では、従業者をモニタリングする上での留意点を図表 5-2 に記すように述べている。

図表 5-2 従業者のモニタリングを実施する上での留意点

個人データの取扱いに関する従業者及び委託先の監督、その他安全管理措置の一環として従業者を対象とするビデオ及びオンラインによるモニタリング（以下「モニタリング」という。）を実施する場合は、次の点に留意する。

その際、雇用管理に関する個人情報の取扱いに関する重要事項を定めるときは、あらかじめ労働組合等に通知し、必要に応じて、協議を行うことが望ましい。また、その重要事項を定めたときは、労働者等に周知することが望ましい。

なお、本ガイドライン及び雇用管理分野における個人情報保護に関するガイドライン第10に規定する雇用管理に関する個人情報の取扱いに関する重要事項とは、モニタリングに関する事項等をいう。

- ・モニタリングの目的、すなわち取得する個人情報の利用目的をあらかじめ特定し、社内規程に定めるとともに、従業者に明示すること。
- ・モニタリングの実施に関する責任者とその権限を定めること。
- ・モニタリングを実施する場合には、あらかじめモニタリングの実施について定めた社内規程案を策定するものとし、事前に社内に徹底すること。
- ・モニタリングの実施状況については、適正に行われているか監査又は確認を行うこと。

(2) 匿名加工情報の取扱い

センサー技術で収集されたパーソナルデータについては、二次利用することで様々な価値を創出できる可能性がある。このようなパーソナルデータの二次利用を安全かつ有効に促進するため、2015年3月に閣議決定した個人情報保護法の改正案では匿名加工情報という形態が定義されている。改正案によると、「匿名加工情報」とは、「特定の個人を識別することができないように個人情報を加工して得られる個人に関する情報であって、当該個人情報を復元することができないようにしたもの」である。また、匿名加工情報の作成にあたっては、個人情報保護委員会規則で定める基準にしたがうこと、匿名加工情報の項目を公表すること、安全管理措置を講ずること、他の情報と照合しないこと等が求められている。

したがって、今後、センサー技術を用いて収集したパーソナルデータ、特に個人情報に該当するものについては、このような法律の動向を踏まえて、適切に匿名加工することが二次利用を図る際に不可欠となる。

図表 5-3 個人情報に関する法律の一部改正案

(匿名加工情報の作成等)

第三十六条 個人情報取扱事業者は、匿名加工情報（匿名加工情報データベース等を構成するものに限る。以下同じ。）を作成するときは、特定の個人を識別すること及びその作成に用いる個人情報を復元することができないようにするために必要なものとして個人情報保護委員会規則で定める基準に従い、当該個人情報を加工しなければならない。

2 個人情報取扱事業者は、匿名加工情報を作成したときは、その作成に用いた個人情報から削除した記述等及び個人識別符号並びに前項の規定により行った加工の方法に関する情報の漏えいを防止するために必要なものとして個人情報保護委員会規則で定める基準に従い、これらの情報の安全管理のための措置を講じなければならない。

3 個人情報取扱事業者は、匿名加工情報を作成したときは、個人情報保護委員会規則で定めるところにより、当該匿名加工情報に含まれる個人に関する情報の項目を公表しなければならない。

4 個人情報取扱事業者は、匿名加工情報を作成して当該匿名加工情報を第三者に提供するときは、個人情報保護委員会規則で定めるところにより、あらかじめ、第三者に提供される匿名加工情報に含まれる個人に関する情報の項目及びその提供の方法について公表するとともに、当該第三者に対して、当該提供に係る情報が匿名加工情報である旨を明示しなければならない。

5 個人情報取扱事業者は、匿名加工情報を作成して自ら当該匿名加工情報を取り扱う

に当たっては、当該匿名加工情報の作成に用いられた個人情報に係る本人を識別するために、当該匿名加工情報を他の情報と照合してはならない。

6 個人情報取扱事業者は、匿名加工情報を作成したときは、当該匿名加工情報の安全管理のために必要かつ適切な措置、当該匿名加工情報の作成その他の取扱いに関する苦情の処理その他の当該匿名加工情報の適正な取扱いを確保するために必要な措置を自ら講じ、かつ、当該措置の内容を公表するよう努めなければならない。

(匿名加工情報の提供)

第三十七条 匿名加工情報取扱事業者は、匿名加工情報（自ら個人情報を加工して作成したものを除く。以下この節において同じ。）を第三者に提供するときは、個人情報保護委員会規則で定めるところにより、あらかじめ、第三者に提供される匿名加工情報に含まれる個人に関する情報の項目及びその提供の方法について公表するとともに、当該第三者に対して、当該提供に係る情報が匿名加工情報である旨を明示しなければならない。

(識別行為の禁止)

第三十八条 匿名加工情報取扱事業者は、匿名加工情報を取り扱うに当たっては、当該匿名加工情報の作成に用いられた個人情報に係る本人を識別するために、当該個人情報から削除された記述等若しくは個人識別符号若しくは第三十六条第一項の規定により行われた加工の方法に関する情報を取得し、又は当該匿名加工情報を他の情報と照合してはならない。

(安全管理措置等)

第三十九条 匿名加工情報取扱事業者は、匿名加工情報の安全管理のために必要かつ適切な措置、匿名加工情報の取扱いに関する苦情の処理その他の匿名加工情報の適正な取扱いを確保するために必要な措置を自ら講じ、かつ、当該措置の内容を公表するよう努めなければならない。

出典：衆議院ウェブサイト

(http://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_gian.nsf/html/gian/honbun/houan/g18905034.htm)

(3) 行政事務・事業に関わる法制度の整備、見直し

行政機関で行う事務・事業については、法律あるいは政省令においてその具体的な内容やプロセスが定められている場合が多い。したがって、行政事務・事業においてセンサー技術を活用する場合、当該事務・事業に関わる法律や政省令を見直すことが必要になる可能性がある。特に、書類や人手等によって情報を収集することが政省令等で規定されている場合には、センサーデータでこれを代替することを可能にするような改正が不可欠となる。

一方、センサー技術を用いて新たな行政事務・事業を行う場合にも、それに対応するような制度の設計が必要になる。例えば、自動車から取得されるセンサーデータを用いて新たな自動車税を課す場合には、これに応じて地方税法等の既存の関係法令を見直したり、

新たな法律を整備することが不可欠になると考えられる。

(4) ネットワークのための周波数等の見直し

センサー技術では、センサーデバイスやセンサーモジュールで収集したデータを分析等に用いるためネットワークを介してデータの受け渡しが必要となる。至るところに設置できるというセンサー技術の特徴を生かすためには、ネットワークは有線ではなく無線となる。ノードと呼ばれる結節点までは有線ネットワークの活用が想定されるが、特に末端では無線ネットワークの活用が期待される。その際、同一ノードに接続するセンサーデバイスやセンサーモジュールの数にもよるが、無線の周波数が不足する可能性があり、このような課題への対応が求められる。また、同じエリアにおいて、アプリケーションごとに複数の無線が飛び交うことも考えられ、この場合、輻輳等の問題も発生する。行政事務・事業に限定するものではないが、センサー技術の活用を進める上で、センサーデバイス、センサーモジュール、ネットワークの分布や普及を考慮して周波数等を適切に見直すことが重要になると想定される。

5.3. 組織面の課題及び留意事項

(1) インフラ整備と共用化

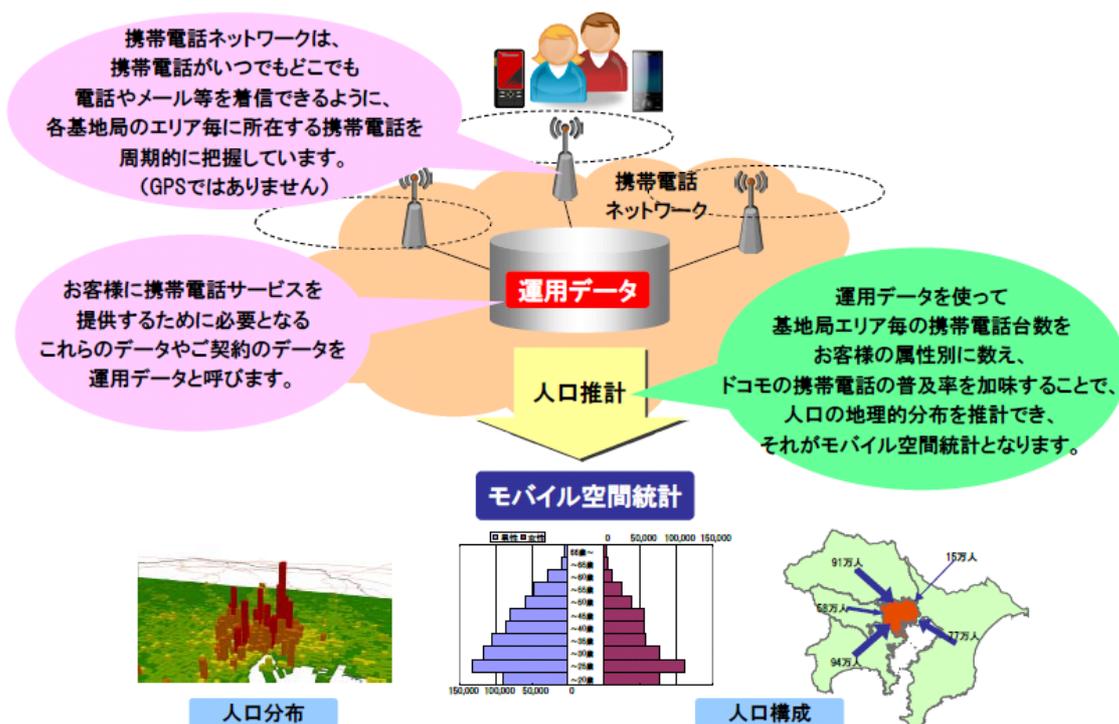
センサー技術の活用については行政事務・事業においても多様な可能性があるものの、個々のアプリケーションごとにセンサー等のインフラ整備を進めることは効率的ではない。国民が自分で保有するスマートフォンや自動車、家庭電化製品等のセンサーを用いる場合は行政機関による負担は生じないが、公共投資としてセンサーネットワーク等を整備する場合は、その共用性を鑑みた推進が求められる。例えば、無人航空機とセンサーを用いて、地域のデータをセンシングして行政事務・事業に用いることを想定した場合、道路や橋梁等のインフラの状態、農地や山林等の状態、大気汚染状況等、複数の捕捉対象が想定される。したがって、行政事務・事業の種類別に無人航空機を整備するのではなく、共用の無人航空機に複数のセンサーを装備し、センシングしたデータを個々の事務・事業に提供するような仕組みを整備することでコストの削減が可能になる。また、このようなセンサーデータの活用主体として中央省庁、地方公共団体だけでなく、国の研究機関等も想定され、多様な利用者での共用を想定した整備も必要であろう。

(2) 民間データの活用推進

行政機関自らセンサー技術を活用するインフラを整備するのではなく、前述したようにスマートフォンや自動車、家庭電化製品等の個人で所有するモノに備わるセンサーデータを用いることも、今後、非常に重要になると考えられる。例えば、株式会社 NTT ドコモが提供するモバイル空間統計というセンサーデータがある。携帯電話の各基地局のエリアごとに所在する携帯電話を周期的に把握し、そこから携帯電話の台数を集計し、ドコモの普及率を加味することで人口を推計するというサービスである。このサービスを活用することで完全に正確ではないものの特定の日時における特定の地域の人口分布を把握することができ、行政事務・事業における情報収集に代替できる機能があると考えられる。実際に同様のデータを行政機関が独自で収集した場合、非常に膨大なコストを要すると想定され、

このような民間企業等がセンサー技術によって生成するデータを活用することも今後、行政事務・事業において望まれる。既に独立行政法人統計センターと株式会社 NTT ドコモが共同でモバイル空間統計の信頼性評価等も行われており、このように民間調査の特性を踏まえて活用することも重要である。

図表 5-4 モバイル空間統計の概要



出典：独立行政法人統計センター、株式会社 NTT ドコモ「モバイル空間統計の信頼性評価」, 2013/3
http://www.nstac.go.jp/services/society_paper/24_06_02_PowerPoint.pdf

図表 5-5 モバイル空間統計の信頼性評価

- 国勢調査に基づく人口は居住地に基づいた人口であり、モバイル空間統計はあるときにいた場所に基づいた人口であり、位置づけが異なる
 - ただし、夜間時間帯においては、多くの人々が在宅していると考えられ、モバイル空間統計午前4時のデータと国勢調査人口を比較した
- 人口密度が高いところほどモバイル空間統計と国勢調査との差は小さい
 - 人口が密なところは基地局の設置間隔も密であるためと考えられる
- DID相当の人口のエリアにおいて500mメッシュにおいては偏差率±15%程度、1kmメッシュにおいては、偏差率±30%程度である
 - 500mメッシュの方がより高い人口密度のエリアでなければ信頼性を確保できない
- 都心部では、モバイル空間統計が国勢調査に比べて人口が多くなっている
 - 夜間も労働・娯楽・宿泊などで人が集まっており、モバイル空間統計が夜間の人の集まりを捉えているためと考えられる

出典：独立行政法人統計センター、株式会社NTTドコモ「モバイル空間統計の信頼性評価」, 2013/3
(http://www.nstac.go.jp/services/society_paper/24_06_02_PowerPoint.pdf)

(3) 行政機関におけるデータ分析人材の育成

センサー技術を活用することで様々なデータを行政事務・事業で用いることが可能になると考えられるが、すべてにおいて分析まで組み込んだアプリケーションとして整備することが望ましいわけではない。センサーから生成されるデータの用途は1つに限定されるものではなく、分析の仕方によっては多様な知見を導き出せる可能性がある。

前述したように今後、民間企業等から入手するセンサーデータ等も増える可能性があることを考慮すると、行政機関においてもデータの分析を行える人材の育成が不可欠と考えられる。行政機関自体が従来から保有するデータ、新たにセンサー技術から取得されるデータ、あるいは民間企業から取得できるデータ、これらを組み合わせて行政事務・事業に役立てるということ自体を検討、デザインする所謂データサイエンティストとしてのスキルの育成が期待される。一般社団法人データサイエンティスト協会では、データサイエンティストに求められるスキルセットを以下に記す、3つに定義しており、スキルレベルを図表 5-6 に記すように設定している。

- ・ビジネス力 (business problem solving) : 課題背景を理解した上で、ビジネス課題を整理し、解決する力
- ・データサイエンス力 (data science) : 情報処理、人工知能、統計学等の情報科学系の知恵を理解し、使う力
- ・データエンジニアリング力 (data engineering) : データサイエンスを意味のある形に使えるようにし、実装、運用できるようにする力

このようなスキルセットの定義を参考とし、行政機関においても人材の育成を図り、センサーデータを含むビッグデータ活用を推進することが期待される。

図表 5-6 データサイエンティストのスキルレベル

	ビジネスカ (business problem solving)	データサイエンスカ (data science)	データエンジニアリングカ (data engineering)
1. Senior Data Scientist 業界を代表するレベル	<ul style="list-style-type: none"> 組織や市場全体にインパクトを出せる。 対象とする事業全体、産業領域における課題の切り分け、テーマ、論点の明確化ができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 新しいアルゴリズムや分析手法の開発ができる。 複数のパラメータやアルゴリズムの選択など、適切な分析アプローチの設定ができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 複数のデータソースを統合したデータシステム、もしくはデータプロダクトの構築、全体最適化ができる。
2. (full) Data Scientist 棟梁レベル	<ul style="list-style-type: none"> 分析を通じオペレーション上の革新が実現できる。 仮説や可視化された問題がない中で（フレーミングされていなくても）、適切に問題を定義し、解き、価値を見出すことができる。 特定の課題領域において、課題と取組のテーマを構造的に整理し、見極めるべき論点をクリアにできる。 組織全体を見渡し、必要なデータの当たりをつけることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 多変量解析の概念を理解し、活用することができる。 機械学習、自然言語、画像処理のアルゴリズムを理解し、適切に活用、問題解決することができる。 モデルを構築できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 分析に必要なデータフォーマット、取得蓄積仕様等を設計できる（分析のためのデータシステム設計ができる） 問題設定に応じた新規データマート設計ができる。 構造化データ/非構造化データを問わず、分析システムを設計できる 構築したモデルを実装できる。 データ分析を作ったシステムを自身で構築できる。
3. Associate Data Scientist 独り立ちレベル	<ul style="list-style-type: none"> 仮説や既知の問題が与えられた中で、最適解・最大解を見出すことができる。 扱っている課題領域で新規の課題を切り分け、構造化できる。 当該プロジェクト・サービスを越えて、必要なデータの当たりをつけることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> SPSS/SAS/R 等が使える。指示されなくてもサンプル抽出ができる。とともに内容を確認できる。 データクレンジング、分布、単回帰やP値の概念を理解し、活用することができる（二次元の分析はできる）。 	<ul style="list-style-type: none"> 大規模のファイルや、データベースにアクセスし、大量の構造化データを処理することができる（一般的なスプレッドシートで処理不能な規模感への対応力）。
4. Assistant Data Scientist 見習いレベル	<ul style="list-style-type: none"> ビジネスにおける論理とデータの重要性を認識している。 仮説や既知の問題が与えられた中で、必要なデータに当たりをつけて、データを用いて改善することができる。 扱っている課題領域（例：配送の最適化）における基本的な課題の枠組みが理解できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 基本統計量（平均、中央値など）の知識を有し、指示されればデータの抽出、グラフ作成を正しく行うことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 一般的なアクセス解析システムを使うことができる。 抽出されたデータサブセットに対し、ExcelやAccess等の統合環境を用い、目的に応じた処理をすることができる。
Data Scientist 以前の方	<ul style="list-style-type: none"> ビジネスは勤と経験だけで回すものだと思っている。 課題を解決する際に、そもそも定量化する意識がない。 	<ul style="list-style-type: none"> 基本統計量の意味を正しく理解していない。 指数を指数で割り算したりする。 「平均年収」をそのまま鵜呑みにしたりする。 グラフ・チャートの使い方が不適切。 	<ul style="list-style-type: none"> レポートされてくる数値サマリには目を通すが、特に記憶には残らない。 アクセス解析システムを使っていない。 ExcelやAccessは数字しか入れない。

出典：一般社団法人データサイエンティスト協会「データサイエンティストのミッション、スキルセット、定義、スキルレベルを発表」, 2014/12
(<http://prtimes.jp/a/?c=7312&r=5&f=d7312-20141210-6604.pdf>)

おわりに

本調査研究では、社会の至るところで普及が進んでいるセンサー技術について、その技術的な特徴を踏まえつつ、現在どのように活用されているかを幅広く調査し、また、これらの技術が行政の事務・事業においてどのように活用できるのか、その可能性を検討した。

行政の事務・事業を「情報収集」、「立案・予算化」、「執行」、「評価」、「改善・改革」、「情報開示」、「経営資源管理」に分類し、各領域でどのような活用が考えられるかを検討した結果、「情報収集」、「執行」、「改善・改革」、「経営資源管理」の各事務・事業の中には、センサー技術の活用が想定されるものが複数確認できた。活用可能性のある事務・事業は、これまで人手で行っていた業務が効率化されるものと、これまで人手では難しかった多数の人やモノ等の状態や動きを把握することで、新たな事務・事業の仕組みを創出することができるものとが存在する。具体的には、税関業務の高度化、自動車税の徴収業務の見直し、職員の執務環境の改善等で活用が可能であると考えられる。

その一方で、実際に利活用するにあたっては技術面、制度面、組織面それぞれに課題も存在する。技術面では、信頼性や標準化、保守性、セキュリティ等に関して更なる対応が必要であり、制度面ではプライバシーへの配慮や個人情報の保護、また、センサー技術を活用した新たな事務・事業を可能とする法制度の整備等が必要となる。さらに、制度面では行政事務・事業でセンサー技術を活用するためのインフラの整備や官民連携、また人材育成といった課題にも取り組んでいくことが必要である。

上記のような課題を一度に解決することは容易ではないが、技術面、制度面、組織面において個別に解決策を検討し、実行に移すことで、センサー技術の行政の事務・事業への活用が徐々に拡大することを期待したい。