

背景・目的

- 我が国の産業分野ではIoT化が進展しているものの、液体の品質を管理するためのセンサについては、センサ化自体が十分にできていなかった。とりわけ、建機の分野では、他分野に先行してIoT化が充実していたにもかかわらず、油圧作動油やエンジンオイルなどの劣化状態のモニタリングは、適したセンサがなく、IoT化できないでいた。そのため、途上国での故障率の増大などの問題につながっていた。
- 液体用の粘性センサは、水晶振動子を用いるタイプなどが古くから提案されてきたものの、振動周波数が1 MHz程度と高周波であるため、液体の粘性の非ニュートン性や粘弾性が発現してしまい、センサと一般的な粘度計の値が一致しないことが問題となっていた。
- そこで本研究では、図1の粘性センサを基礎技術として用いて非ニュートン性や粘弾性などの液体性質も測定可能で、大きな温度分布や、激しい流動が存在する環境にも設置できる低コストな粘性センサを開発し、特に建機の油圧作動油と潤滑油の粘性を測定するIoTシステムを立ち上げ、劣化状態を遠隔監視して早期の故障発見や予防的なオイル交換をユーザーに提案するICTソリューションサービスを実現することを目的とする。

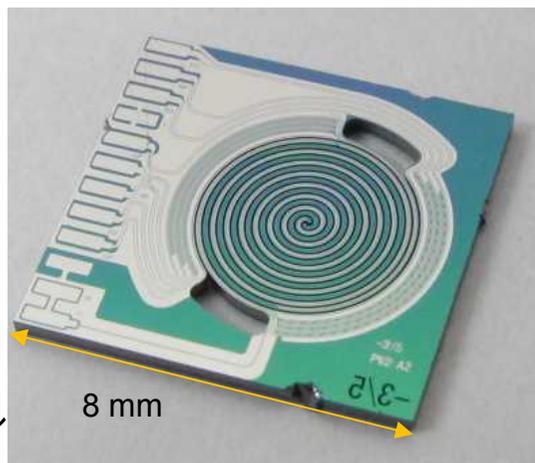


図1 産総研で開発された粘性センサの基本モデル

研究開発の概要

- うずまき状の振動子を有する粘性センサの測定原理を改良して、非ニュートン性や粘弾性も測定可能にしたうえで、大幅に小型化し、激しい流れからセンサをカバーする機能やポンプなどのモジュールを積層した革新的粘性センサを開発する。
- まず、非ニュートン性や粘弾性を測定可能にするため、「ずり速度一定のうずまき状振動子」と、ずり応力が半周期の間一定となる振動法を新たに提案する。
- 次に、産総研で開発した「極薄センサ化技術」によって大幅な小型化を実現し、「積層パッケージ技術」を応用して、ホルダーカバーとセンサを、ウェーハレベルで低コストに実装して、2 mm角以下の超小型粘性センサを実現する。
- 本研究プロジェクトでは、粘性センサを、「建機の油圧作動油の循環清浄装置のフィルタ」に設置して、オイルの劣化と、フィルタの性能を常時モニタリングして、情報をインターネットを介して収集し、オイルやフィルタの交換タイミングをユーザーに伝えたり、機械の稼働状態をアドバイスしたりする、IoT-ICTビジネスモデルを構築する(図2)。

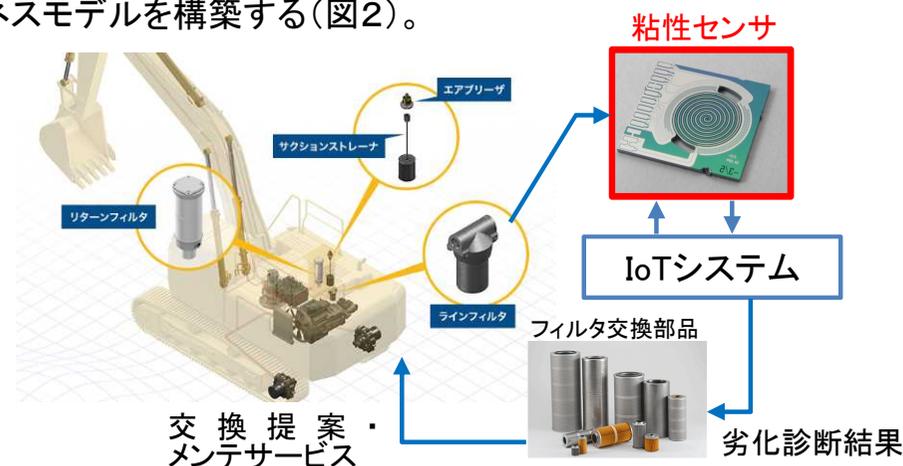
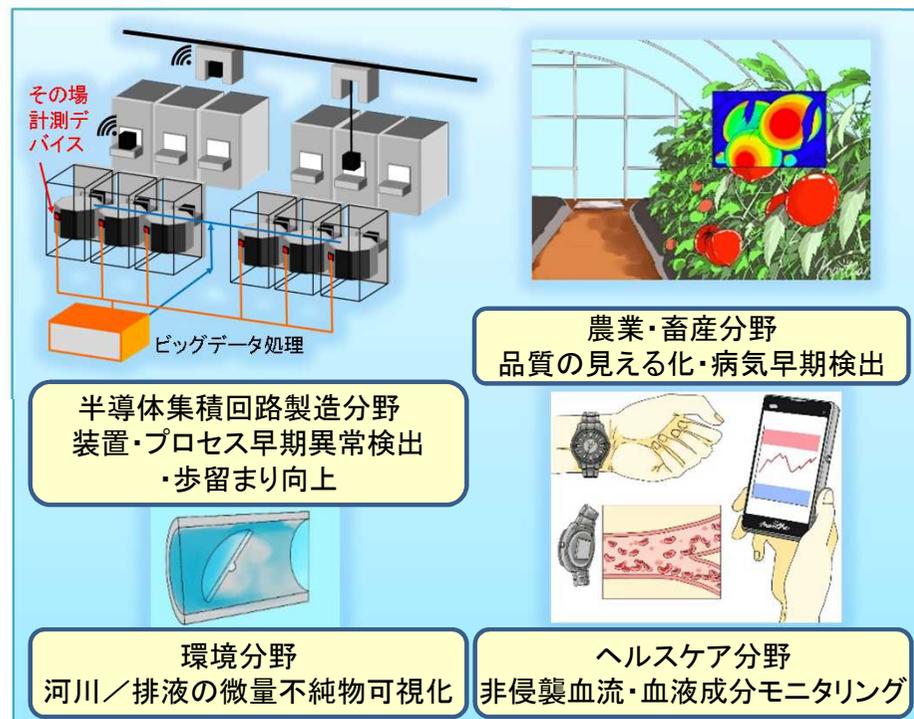


図2 粘性センサを中核としたフィルタのIoTビジネス

背景・目的

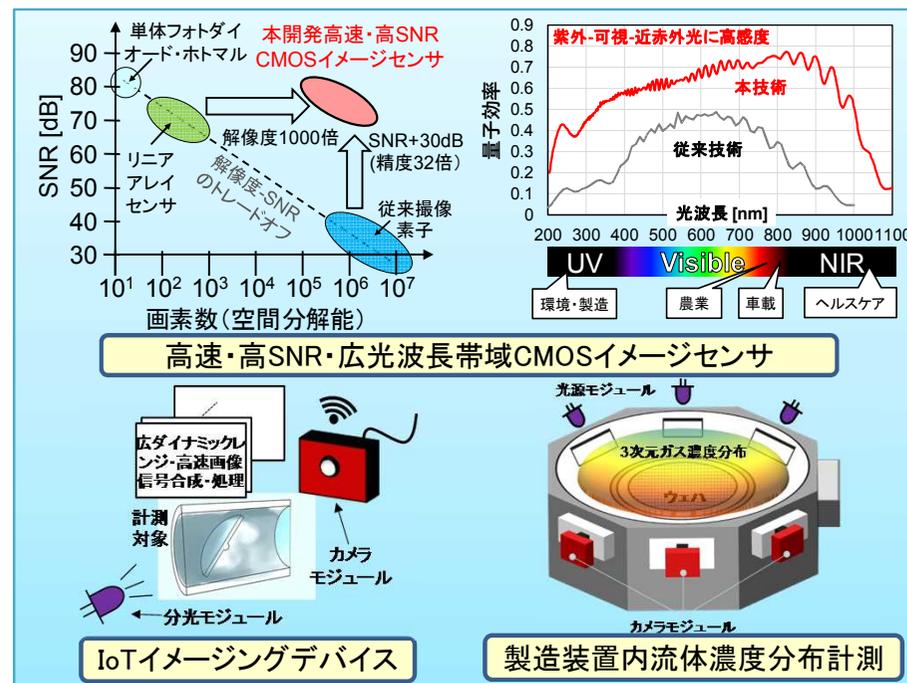
- 高齡化・人口減少が続く我が国の経済を持続的に成長させるには、多品種・変動量で高付加価値な生産に資するものづくり産業や農業・畜産業等の労働生産性の向上が喫緊の課題であり、高付加価値生産を可能とするスマートマニュファクチャリング、スマート農業の早期実現による解決が望まれている。
- ものづくり・農業・環境・ヘルスケア分野の次世代IoT技術として、動きのあるガス・液体微量濃度の二次元・三次元分布を高速・非破壊・非侵襲にその場で可視化できるセンシングデバイスが必要とされている。
- 本開発ではこれまでにない高速・高SNR*性能を両立するCMOSイメージセンサを基盤としたガス・液体の微量な濃度分布を非破壊・非侵襲で可視化できるその場計測デバイスを開発する。

*SNR: 信号対雑音比



研究開発の概要

- 広光波長帯域・高耐光性フォトダイオード技術、高容量密度キャパシタを画素毎に適用した照度範囲7ケタ超の広ダイナミックレンジ・グローバルシャッタ画素を有する革新的なCMOSイメージセンサ技術を創出する。
- フェーズA(前半3年)では、①1000枚/秒の高速フレームレート・70dB超の高SNRを有するグローバルシャッタCMOSイメージセンサを開発し、これを搭載した②小型分光イメージングデバイスのプロトタイプを開発し、③半導体製造装置内流体濃度分布計測を実証する。
- フェーズB(後半2年)では、④製造プロセスリアルタイム流体濃度分布計測およびデータ解析の実証、さらに、⑤高解像度・小型イメージングモジュールの開発と多分野展開を行い、微量環境汚染物質の可視化、牛乳成分内細胞量のモニタリング、非侵襲血糖値計測等への応用展開を図る。



背景・目的

- 火山噴火の前兆として、火山ガスの組成や放出量に変化することが知られている。また、火山ガスに含まれるSO₂やH₂Sは有毒であり、過去には死亡事故の原因となっている。防災・減災のために火山ガスの常時計測は重要である。
- SO₂やH₂Sの濃度検出は、電気化学式のセンサにより行われているが、検知極をサンプルガスに暴露する必要があるため、過酷環境下では2~3ヶ月の頻度でメンテナンスを行うことが不可避となっており、メンテナンスフリーなセンサの実現が強く求められている。
- 一方、ガスの光吸収(吸光度)を利用した分光分析法は、非接触計測であるため過酷環境下での長期の動作に有利ではあるが、感度が光源の安定性やガスとの相互作用距離に依存するなど、システム面での課題がある。
- これら課題は、ガスとの相互作用が強い中赤外帯で発振する指向性の高いレーザ(量子カスケードレーザ)光源と、作用長を伸長できる多重反射デバイスとを組み合わせることで解決できる。
- 高感度、高メンテナンス性を有した次世代赤外分光装置を火山ガス計測に応用することで、火山ガス組成の空間分布や時間変動の連続観測が可能となり、IoT技術を活用することで、事前に観光客等がいる場所に到達しうる高濃度の有毒ガス発生を把握し警告することが可能と考えられる。

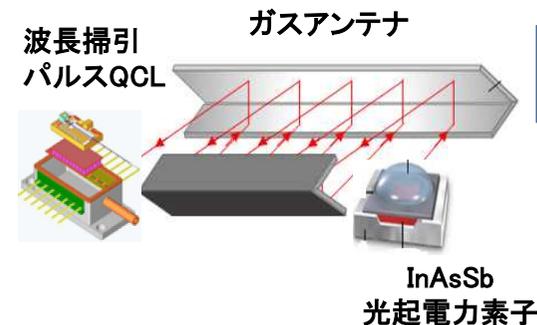


実証実験の候補である霧島山(硫黄山)
異なる火山ガス組成を持つ複数の噴気が登山道周辺に点在する

研究開発の概要

- 火山ガスの組成マッピングを実現するため、従来の電気化学式センサに代わる光学式センサを用いた次世代赤外分光装置及びモニタリングシステムの開発を行う。
- 装置の主要モジュールとして、中赤外の波長掃引パルス量子カスケードレーザ(QCL)を光源と、InAsSb光起電力素子を受光素子とした全光学式の次世代赤外分析計を開発する。指向性の高いレーザを用いるため、ガスの高感度分析に適している。
- 高感度計測には計測光とガスとの相互作用距離を長くする必要があるので、多重反射デバイス(ガスアンテナ)を開発し、高感度化と取り扱いのしやすさを両立させる。
- 装置の実証評価として、火山地帯における火山ガス組成の空間分布および時間変動の連続観測を実施する。また、レーザビームの通過域が計測可能となる特徴を生かして、複数のレーザ光により多点観測を行い、トモグラフィーによる火山ガス組成の空間分布を解析する。これらを通じて火山ガス成分の詳細な3次元空間分布の把握(火山マッピング)を可能とし、IoT環境を利用したモニタリングシステムを活用した革新的な防災技術の確立と、新しい火山活動モニタリングシステムの構築を目指す。

次世代赤外分光装置



波長帯域 7~8 μm帯
感度 0.1 ppm以上
稼働期間 24ヶ月以上

高真空ウェハレベルパッケージングを適用したMEMSセンサーの研究開発

東北大学(田中(秀)教授)、ソニーセミコンダクタマニュファクチャリング(株)

背景・目的

- ジャイロセンサー、タイミング共振子、赤外線センサーなどの性能にとって、パッケージング内真空度は本質的に重要。
- IoT用途でセンサーが広く大量に使われるためには、まず、低コストかつ小型(これはMEMSではほぼ同義)であることが必須。その上で高性能を実現する必要あり。そのためには、高真空封止できるウェハレベルパッケージングが必要。
- 高精度MEMSジャイロセンサーの用途は、バーチャルリアリティ(VR)、自動運転、ロボティクスなどに拡大。開発技術はこれらの分野の顧客企業に技術移転し、ソニーセミコンダクタマニュファクチャリングのMEMSファンドリで量産予定。
- 高精度MEMSジャイロスコープは、VRヘッドセットの位置トラッキングを安価な機器で実現。これはVRシステムの普及を推し進め、我が国が得意とするコンテンツビジネスを発展。
- 普及したVRシステムは大量のデータを集める「IoTハブ」となる。これはデータ活用ビジネスも生み出し、働き方改革、労働人口減少への対応、医療・介護費の削減、社会的弱者のインクルーシブネス改善など、喫緊の社会課題の解決に貢献。

スマートフォンまたは VRゴーグルのジャイロセンサーやその他のMEMSセンサーの高性能化
→ ポジショントラッキング機能等の実現

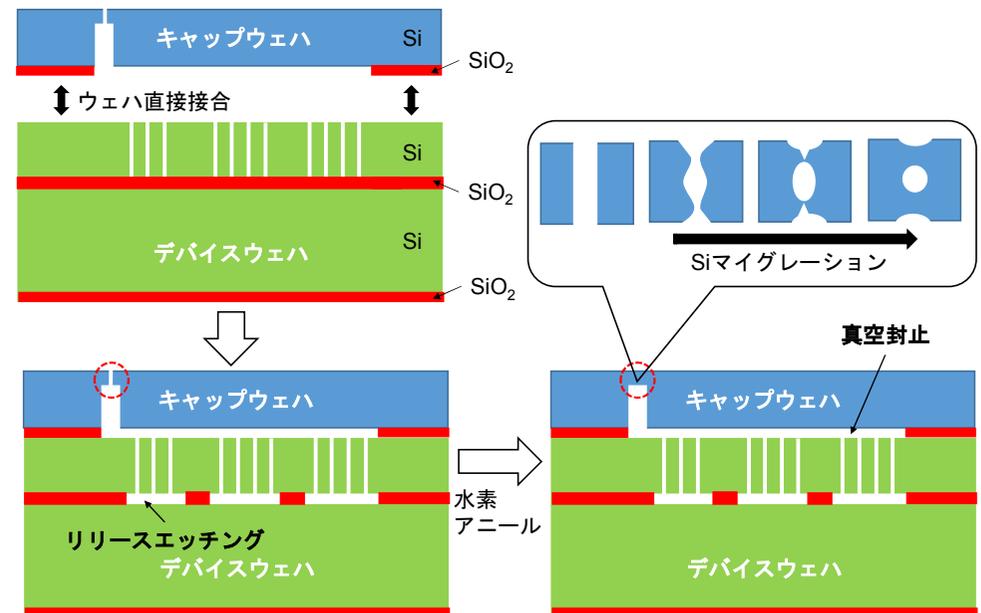
安価かつ高性能なVRシステムの普及
→ VRシステムが第三のIoTハブに

- コンテンツビジネスの展開
- テレワークや遠隔医療での活用
- データ活用ビジネスの展開

働き方改革, 労働人口減少への対応, 医療費の削減, 社会的弱者のインクルーシブネス改善などへの貢献

研究開発の概要

- これまで困難であったレベルの高真空度を実現する新しいウェハレベルパッケージング技術「Silicon Migration Seal (SMS)」を開発。この技術は、水素アニールによって犠牲層エッチングのための貫通孔を閉塞し、1 Pa以下の高真空度を封止キャビティ内で得るためのもの。
- SMSを適用した高精度MEMSジャイロセンサーを開発。
- SMSに合わせて、高精度MEMSセンサーのための温度補償技術も研究。
- SMSは、世界2位グループのMEMSファンドリであるソニーセミコンダクタマニュファクチャリングの国内工場にインストール。本プロジェクトで開発する高精度ジャイロセンサー、およびその他のMEMSセンサーを量産。
- SMSプロセスの鍵となる水素アニール装置については、半導体用縦型炉(バッチサーマルプロセス装置)で大手一角のKOKUSAI ELECTRICが、最新の情報化プラットフォームに基づいて、8インチ量産機を開発(フェーズB)。



研究開発テーマ名

大気中電子放出イオン化によるIMS呼気分析システムの研究開発

参画機関

シャープ(株)、(株)ダイナコム、鳥取大学(岡本教授、李教授)、奈良女子大学(竹内准教授)、(国研)理化学研究所

背景・目的

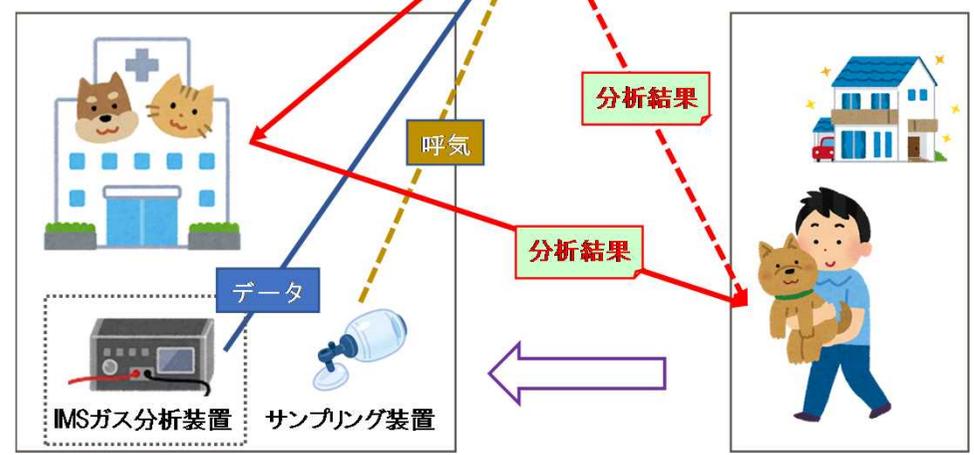
- 人口減少や少子高齢化等により、医療費増大や医療従事者の不足が大きな社会課題となっている中で、様々な疾病を早期発見・早期治療するという大きな社会ニーズがある。
- 呼気分析は、非侵襲で安全なサンプリングというメリットがあるが実用化は少ない。検出したい呼気成分の大部分はppmからsub ppbの濃度レベルで、ときにはpptレベルの超低濃度であることから、ガス検知の技術的なハードルは非常に高い。
- 質量分析やガスクロマトグラフィーは、装置価格が高額で大型、分析時間も数十分を要し、社会実装が困難という課題を有する。
- また治療を目的とする医療機器とした場合は、臨床研究によるエビデンス取得に莫大なコストと時間を要することも、実用化の大きな障害となっている。

既存の分析装置で検出困難なppbからpptレベルの呼気成分をリアルタイム・小型・軽量・低コストで検出し、IoT化によるデータ分析で高度な分析サービスを提供するシステムの開発を目的とする。

SHARP IMSガス分析装置

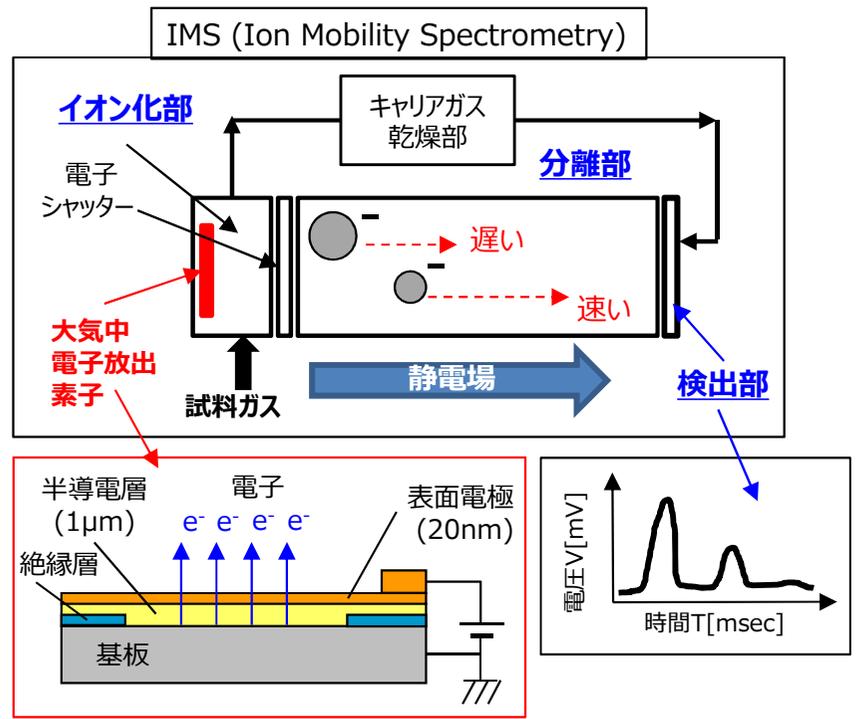
疾病	検知ガス
口臭・歯周病	硫化水素
アレルギー・喘息	メチルメルカプタン
	NO
肺がん	ノナール
ストレス	CO
糖尿病	アセトン
肝硬変	アンモニア

DB分析



研究開発の概要

- IMSはイオン化されたガスの大気中移動度を測定する原理で出力がスペクトルデータであることから多成分ガスの分析に適している。小型・高性能・リアルタイム検知の特長から、海外では人命に関わる毒ガス検知として軍事用等に開発されているが、イオン化に放射線源を用いることが大きな課題である。
- シャープ(株)が独自開発した大気中電子放出デバイスをガスのイオン化部に用いることで、IMSの課題を解決し、情報処理技術を融合することで物質の識別・定量能力を向上させ、桁違いの検知性能の革新的IMSガス分析装置を実現する。
- 確実に社会実装する開発戦略として、人の医療機器ではなく、動物病院に設置するペット用の呼気分析装置から開発を行う。IoT化して社会実装する中で、データ蓄積を行い膨大なスペクトルデータを分析する技術をレベルアップしていく。実績をベースとして、人間のヘルスケア用途に展開し、最後に医療機器まで応用することで健康分野において大きな社会貢献を実現する。



研究開発テーマ名

超微小ノイズ評価技術開発(量子現象に基づくトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークの研究開発)

参画機関

大阪大学(関谷教授、谷口教授)、神戸大学(川口教授)、(国研)産業技術総合研究所

背景・目的

- 日本は、世界の他国と比較しても人口減少、少子高齢化、インフラの老朽化等の多くの社会課題に直面する課題先進国である。この課題先進国であるという事実は一見悲観的に見えるが、一方で、社会課題を解決するシステムを世界に先んじて構築することによって、日本が世界に対して存在価値を示すことができると共に、そこで得たノウハウを他国に展開することも可能となる。
- 近年では、様々な場所や機会において実空間から情報(データ)を取得してサービスに繋げるといったIoTという概念が社会に浸透しつつあり、IoTによって社会課題の解決を実現しようという機運が社会的に高まりつつある。しかし、実空間は様々なノイズに溢れていることから、センサが実空間から取得する情報(データ)の信頼性を確保することが喫緊の課題となっている。
- 本提案では、日本の持続的な成長維持に必要な家庭等での手軽なヘルスケア、未来のモビリティ、インフラ建造物の低コスト管理といったIoTサービスのコアとなる、IoT機器や計測機器の信頼性を確保するワイヤレス機器校正ネットワークの構築を行う。



研究開発の概要

- 将来のIoT社会に必要な共通の“ノイズのものさし”となるワイヤレス機器校正ネットワークを社会に実装するためには、ものさしの基準となる“絶対的に正しい物理量”を超微小ノイズ評価装置にトレースさせる必要がある。この絶対的に正しい物理量のトレーサビリティが確保されないと、基準が異なる信号が社会の至るところで発生するため、ヘルスケア分野、モビリティ分野、インフラモニタリング分野をはじめとした全ての分野においてビッグデータ解析が意味のないものになってしまう。特にノイズレベルの微小信号計測は装置の経年変化や環境に対し敏感であり、トレーサビリティの担保はより重要である。
- 本コンセプトの技術的なコアとなるのは、量子現象に基づく標準電圧のトレーサビリティが確保されたワイヤレス機器校正ネットワークを構築することである。産業技術総合研究所の物理計測標準部門が有するジョセフソン接合を用いた一次標準器の標準電圧を、GPS信号などの周波数標準と適切な仲介器そしてワイヤレス通信を用いて、二次標準器及び汎用型センサ評価システムとのトレーサビリティを確保する。

