

ビッグデータ時代に対応したセンサに関する動向調査

(一社)未踏科学技術協会 特別研究員 島ノ江 憲剛

1. 調査概要

ビッグデータ時代に相応しいセンサの発展動向に関し、主に IoT, エナジーハーベストとセンサとの関わりに焦点を当てて調査を行うと共に、センサの科学技術と社会経済との関連について検討した。

2. 調査目的

本調査では、ビッグデータ時代におけるセンサの発展動向に関し、主に IoT, エナジーハーベストとセンサの科学技術と社会経済との関連について、化学センサの一種である空気質センサを対象として具体的な問題点を探ることを目的とした。

3. 調査実施方法

エナジーハーベストセンサ技術検討委員会（以下委員会）を組織し、ワイヤレスセンサ対応エナジーハーベストに関する公開情報の資料整理・調査、ナノアーキテクトニクスに基づくセンサ材料・デバイス創成に関する調査、ビッグデータ活用技術の調査の三項目を実施し、科学技術政策に資するべく、委員会において技術的課題を抽出し、報告書としてまとめた。



図1. ワイヤレスセンサネットワークのイメージ

生活に係る環境、健康、交通等様々な情報をセンサモジュールで検知し、それをネットワーク上に展開し、必要な情報や指示をユーザー（人とは限らず物に対する指令も含む）に伝える。あらゆる環境に対応するには、自立型電源がキーテクノロジーの一つとなる。

4. ワイヤレスセンサネットワークシステム (WSN) の必要性と進展

「走るセンサ」ともいわれている自動運転に代表されるように ICT・ビッグデータ活用技術の進展が生活環境を大きく変化させつつある。この状況に呼応して第五期科学技術基本計画では、「超スマート社会」(Society5.0)を提唱し、「センサ技術」の強化に取り組むとされている。その基本となるIoTの考え方は、1999年Ashtonにより提唱されたもので、RFID技術(Radio Frequency Identification: 電波を使って物品や人物を自動的に識別するための技術全般)を意

識した造語であり、当初より現在のビッグデータの的な事が意識されていた。

一方、2011.3.11の東北太平洋沖地震を経験して、ビッグデータの重要性が叫ばれるようになった。このことに対応して、総務省のユビキタスセンサネットワークの議論がなされ、NEDOではグリーンセンサ・ネットワークシステム技術開発プロジェクトが組織された。

超スマート社会の具体的なイメージは、図1で示される。生活・産業活動等に必要な情報をネットワーク上で得る必要性から、ワイヤレス化は必然的な方向となっている。そのため、WSNでは、センサエレメントに加え、ICTあるいはエナジーハーベスティング（環境発電）がキーテクノロジーとして必要となり、総合的な開発を行っていく必要がある（図2）。その開発のフローを図2に示した。これから明らかなように、多くの技術を集約する必要がある。我が国の開発状況としては、国プロレベルで一体的な取り組みを目指した例は散見されるが、新たなビジネスとして展開しているとは言い難い。一方、欧米においては、大手の企業も含め幅広く展開しており、著しい差異がある。また、近年の末端のユーザーは、一般的に予測される以上の幅広い業種、領域に及ぶことが特徴であり、マスからの個（一つの物）に展開しているのが著しい特徴となっている。



図2. センサネットワークシステムにおける各プレイヤーのポジション

調査した結果、WSNにおいて、センサデバイスとしては μW 以下の電力で動作する必要性がある。物理センサに比して多くのエネルギーを必要とする化学センサでは、技術的なブレークスルーが求められている。基本的にはセンサデバイスの小型化が開発方向として挙げられ、ナノ材料の適用が一つの方向性となることが明らかになった。

この状況に鑑み、新たなMEMS/NEMSを可能とするナノプロセスについて精力的に調査を行い、ナノプロセスとしては「ヘテロ構造ナノ粒子」「磁性ナノ粒子集積構造体」等新たなプロセスが提案されており、センサ材料自体がナノから究極的には分子レベルまで小型化しうること、またその結果飛躍的な省エネ化が可能となることが明らかとなった。

5. 空気質センサにおける酸化物半導体ガスセンサの微細構造制御とMEMS素子への応用

本調査で具体的な対象とした空気質センサにおいては、酸化物半導体ガスセンサが重要なテクノロジーになることは明白であり、そのMEMS素子への展開が重要なポイントであることが明らかとなった。応用については、文献調査、内部ヒアリングおよび委員の海外調査を行った。

1962年に発見された半導体ガスセンサは、80年代に、検出感度としてppmからサブppmレベルが求められるようになった。その後、検知ガスの多様性やセンサ素子の小型化が追及されるようになった。小型化の際、重要なのはセンサ材料の設計である。

ガスセンサ素子では、最近 MEMS 技術を用いたマイクロガスセンサが商品化された（図 3 参照）。これにより、素子の消費電力が 1mW 程度に減少し、様々なモジュールに導入しやすくなった。このような小型のセンサ素子がさらに発展すれば、ネットワークを介したガスセンシングデータの共有化が実現できる。例えば、位置センサ、温度センサ、湿度センサ等複数のガスセンサをワンチップ上に形成することにより、このワンチップデバイスから多くの情報を得ることができる。また、このようなマイクロアレイチップの社会実装のためには、センサ素子の更なるマイクロ化とデバイスへの電力供給方法の開発が重要となる。電池を小型化することも必要であるが、圧電素子などの導入によるエネルギーハーベスティング（環境発電）がマイクロセンサチップと融合できるようになれば、それは究極のセンサシステムになると考えられる。図 3 より明らかなようにセンサエレメントに対してそれを制御、演算する部分が大きく、まだまだ理想的な状態からは程遠い。

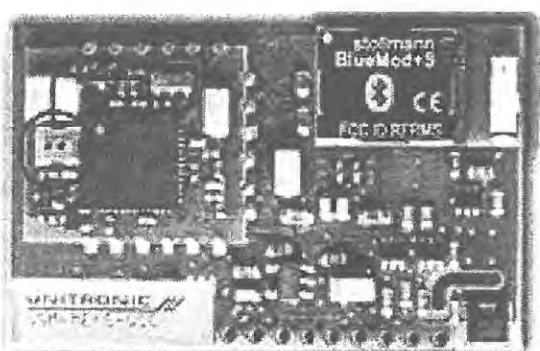


図 3. MEMS 化したセンサエレメントを搭載したセンサモジュール
円内がセンサエレメントで数ミリ角

6. ビッグデータ時代に対応したセンサの今後の課題と提言

本調査を整理することで、ビッグデータ対応 WSN に関する課題のいくつかが明確になってきた。それらを以下に列挙する。

- ① センサ小型化ノードの小型化
- ② センサ機能の低電力化
- ③ MEMS/NEMS 技術の進展
- ④ 社会受容：ビッグデータ自体の問題点でもあるが、WSN の社会実装を想定した場合、避けて通ることのできない課題である。

以上の問題点は、WSN 分野が極めて学際的でありかつ喫緊の問題解決を求められているところにあると思量される。

一方、現在、センサ大国といわれている我が国の位置を維持し、さらに将来の技術的イノベーションを目指すには、喫緊の課題解決型だけでは難しい。将来のありうる社会からバックキャストするような方向性が不可欠である。現時点では化学センサは、我が国が世界をリードする地位にあるが、これを維持するにあたっては適切な研究・開発の方向を定める必要がある。従って、この方向性の研究・開発を促進する国レベルの仕組みを目指した施策が望まれる。

以上