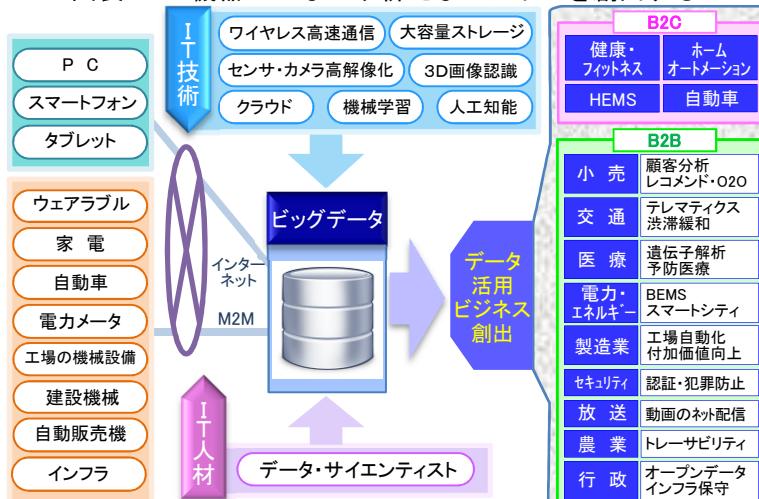


1兆個のセンサによる社会変革 ~トリリオン・センサ・サミット2015報告~

1. センサネットワークで様々な分野をつなげて地球上の課題解決を目指す

- 世の中に存在するあらゆるモノにセンシングデバイスが装着され、インターネットにつながることを‘Internet of Things’(IoT:モノのインターネット)と呼ぶ。これまでネットに接続されていなかった家電や自動車、工場の製造装置などがインターネットや機器間通信(M2M)でつながることにより、ビッグデータを活用した新たな製品やサービスが創出されるものと期待されている(図表1-1)。
- 2015年12月、米国フロリダ州のオーランドで‘Trillion Sensors Summit 2015’(以下‘TSensorsサミット’と略称)が開催された。これは毎年1兆個のセンサが使われる‘Trillion Sensors Universe’を10年以内に実現することを目指す産学連携の国際フォーラムであり、2013年に第1回が開催された。
- 1兆個という規模は現在のセンサ需要の約100倍に相当し、世界人口約73.5億人(2015年国連推計)が1人当たり年間約135個ずつ使う規模になる。TSensorsイニシアティブは、医療・ヘルスケア、農業、環境・エネルギー、水、教育など様々な分野がセンサネットワークでつながることにより、地球上の課題解決を図ることを目標に掲げている(図表1-2)。これまでに今回を含めて計7回開催され、日本でも2014年に2回開催されている(図表1-3)。
- TSensorsサミットを主導するJanusz Bryzek(ヤヌシュ・ブリゼック)氏は、米Fairchild SemiconductorなどでMEMS(Micro Electro Mechanical Systems:微小電気機械システム)技術者として活躍する傍ら、MEMS分野を中心に10社以上の創業に参画し、1989年には米Arthur Young社から‘Entrepreneur of the Year’に選ばれた起業家である。
- 同氏は、2010年に米国で開催されたMEMS関連の国際会議での議論を契機に、トリリオン・センサの可能性を追求してきた。一方、MEMS分野での起業経験から、高性能かつ低価格のセンサ開発を加速し、ビジネスとして商業化するためには、企業間の協業が不可欠であることを強く認識した。TSensorsサミットはこうした経緯を経て同氏らが主導する形で産学連携の組織として立ち上げられた。
- 今回のサミットでは、ブリゼック氏による基調講演に続き、ヘルスケア、農業、エネルギー、環境、センサ技術の5つの分野で産学の専門家が講演を行った。本稿では世界のセンサ市場を概観した上でサミットの概要を報告し、日本のセンサメーカーに求められる対応策について論じることとした。

図表1-1 機器がつながり新たなビジネスを創出するIoT



図表1-3 TSensorsサミットの開催実績

	開催場所	開催年月	登壇者数	参加者数
第1回	米国(UCバークレー)	2013年4月	14	140
第2回	米国(スタンフォード大学)	2013年10月	47	250
第3回	日本(東京)	2014年2月	18	200
第4回	独(ミュンヘン)	2014年9月	36	150
第5回	米国(サンディエゴ)	2014年11月	33	200
第6回	日本(東京)	2014年12月	36	200
第7回	米国(フロリダ)	2015年12月	44	150
	合 計		228	1,290

(備考) 図表1-2, 1-3はTSensorsサミット資料をもとに日本政策投資銀行作成

図表1-2 TSensorsサミットの目標

‘Trillion Sensors Universe’を10年以内に実現

- 毎年1兆個のセンサが使われる社会の構築
- 世界の全ての人々に‘Abundance’をもたらす
- 地球上の財・サービスの需要と供給が均衡する潤沢な社会(Abundance)
- 医療・ヘルスケア、食糧、エネルギー、水、教育などを世界の全ての人々に行き渡らせ、地球上の課題を解決するためにセンサ技術を活用
- ‘TSensors ロードマップ’の策定
- センサ技術の現状と見通しを提示し、開発を加速
- TSensors ロードマップ 最先端センサの開発、超大量生産、低価格化
- TSensors System ロードマップ 1兆個のセンサ配備に必要となるインフラ
- TSensors サプライチェーン構築
- TSensors 商業化の加速

毎年1回、世界5大陸で開催

- 今後、北米、アジア、欧州、アフリカ、南米の5大陸で毎年1回開催

図表1-4 会場のFlorida Hospital Nicholson Center



(備考) 筆者撮影

2. 拡大するセンサ需要 - スマホ・自動車に加えて農業・エネルギー・防犯・FA向けが有望 -

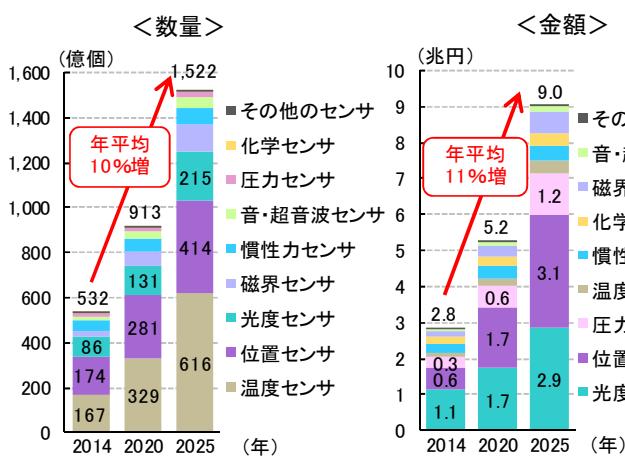
- センサは光、温度、湿度や圧力、衝撃など様々な環境変化をデータに変換するデバイスであり、外部環境とコンピュータをつなぐ重要な役割を果たす。センサには用途に応じて様々な種類がある（図表2-1）。温度センサは、モバイル機器や産業機器の熱対策や、ヘルスケア、農業、環境、インフラ監視用途などに広く使われる。位置センサは位置や角度を計測して自動車やロボットなどを制御するためには不可欠であり、CMOSセンサなどの光度センサとともに3大センサとなっている。
- センサが収集したデータはコンピュータで処理され、家電、自動車、航空機や製造装置といったアクチュエータの制御や法人・個人向けサービスの提供に活用される。機器の電子制御化、ネットワーク化やIoT/ビッグデータの本格的活用が進展するにつれて、センサの需要数は爆発的に増加するものと見込まれる。電子情報技術産業協会（JEITA）によれば、センサの世界需要数は2014年の532億個から2020年に913億個、2025年には1,522億個に達し、年平均10%の増加が見込まれている（図表2-2）。
- センサの最終用途先をみると、足元ではスマホ、自動車、AV機器・家電・コンピュータが3大用途先である（図表2-3）。スマホにはMEMS技術による加速度センサが搭載され、持ち手を縦から横に変えると画面が自動回転する。また、1千万画素を超えるCMOSセンサがカメラに組み込まれ、高精細な映像を撮影できる。自動車には燃料噴射圧力制御やタイヤ空気圧監視、エアバッグや電動パワステなどに一台当たり数十個以上のセンサが搭載される。今後、自動ブレーキや車線逸脱防止などADAS（先進運転支援システム）向けのミリ波レーダなどが加わると搭載数のさらなる増加が見込まれ、センサはクルマの燃費改善や安全・快適性の向上におけるキーデバイスと位置付けられる。
- 2025年にかけて高い成長率が見込まれるのは、農業・環境・防災用、エネルギー・電力・ガス・水道用、医療・ヘルスケア用、セキュリティ用、FA・オートメーション・産業用のセンサである。いずれも現状の市場規模は小さいが、センサを張り巡らせて集めたデータを活用することにより、これまでにない新たなサービスが提供できるものと期待されている。

図表2-1 主要なセンサのしくみと主な用途

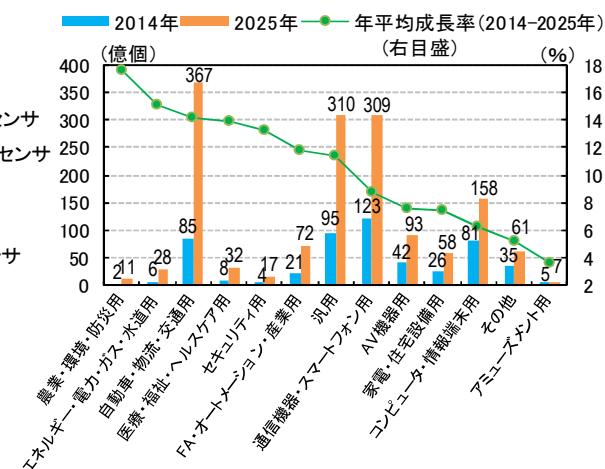
種類	主な動作原理	主な用途
温度センサ	半導体セラミックスの電気抵抗や磁気特性が温度により変化する性質を利用	エアコン、自動車（冷却水温）、産業機器
位置センサ	超音波や光を複数照射し、三角測量の原理により距離、高さ、厚みなどを計測	部品のサイズ測定、加工物の位置決め
光度センサ	フォトダイオード（画素）により電荷を取り出し、明るさや色を検知	スマホ（CMOSイメージセンサ）、自動ドア・自動水栓（赤外センサ）
磁界センサ	磁場（磁界）の大きさや方向を計測	電流センサ、HDD用磁気ヘッド、移動体探知器
慣性力センサ	ジャイロスコープや圧電・静電容量の変化により加速度（振動、衝撃）、角度、速度、重量を計測	スマホ（画面の向き調整）、エアバッグ、ゲームコントローラ、流量計（プラント）
化学センサ	イオンや分子を認識して信号に変換。酵素センサ、免疫センサ、微生物センサ、溶液・PHセンサなど	バイオテクノロジ、環境、医療
その他のセンサ	超音波センサ、長さセンサ、タッチセンサなど	

（備考）各種資料により日本政策投資銀行作成

図表2-2 世界のセンサ需要見通し



図表2-3 センサの需要部門別世界需要数見通し



（備考）図表2-2, 2-3は、電子情報技術産業協会「電子情報産業の世界生産見通し」（2015年12月）により日本政策投資銀行作成

3. TSensorsサミット講演概要 ①医療・ヘルスケア分野 皮膚貼り付け型センサで健康管理

- 今回のTSensorsサミットでは40名近い研究者や企業経営者らが、農業、環境やヘルスケア向けの新たなセンサの技術開発状況、プリンティングによるセンサの超大量生産と低価格化の可能性などについて発表を行った。
- このうち医療・ヘルスケア分野では、人体に装着するバイオセンサやエナジーハーベスティングなどをテーマに7つの講演が行われた（図表3-1）。このうち、2009年創業のベンチャー企業mc10（本社：米マサチューセッツ州ケンブリッジ）は、伸縮する電子回路でセンサを構成して皮膚に貼り付けるウェアラブル「バイオスタンプ」を紹介した（図表3-2）。集めた脈拍数や脳波などのデータを分析し、医師の診察支援や病気の早期発見に活用するためのアルゴリズム開発を同社は重視しており、ソフトウェアチームを強化してトータルなエコシステムの構築を目指す方針である（図表3-3）。

図表3-1 TSensorsサミット2015 医療・ヘルスケア分野の主な講演概要

講演者名	所属名	講演テーマ	講演概要
Abundant Health			
Ben Schlatka	Co-Founder & VP of Corporate Development mc10(米)	Ubiquitous Wearable Sensors for Healthcare Applications ヘルスケア・アプリケーション向けのユビキタス・ウェアラブル・センサ	<ul style="list-style-type: none"> 伸縮する電子回路を応用した薄型のセンサパッチ「バイオスタンプ(BioStamp)」を開発 パッチには心電図センサ、脳波センサ、温度センサ、ひずみゲージなどを搭載。腕、胸、背中や足首などの皮膚に貼り付けてデータを計測し、スマホに送信 材料にポリマーを採用し、薄く柔軟性があり、日常生活と活動の厳しさに耐えるパッチを実現 集めたデータを独自のアルゴリズムで解析し、症状の早期発見や医師の治療法検討支援に活かす。そのためにソフトウェアチームを強化し、トータルなエコシステム構築を重視
Ali Javey Kevin Chen	Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkeley(米)	Electronic Skin: Large-area sensor networks エレクトロニック皮膚:広範なセンサ・ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> カーポンナノチューブを用いた人工皮膚「E-skin」の研究開発を紹介 フレキシブルな薄膜トランジスタを形成するカーポンナノチューブの材料検討が必要 スループットの引き上げ、大面積化、低コスト化に向けて、ロールtoロールの印刷技術の実用化が課題
John Lach	Professor and Chair of Electrical Computer Engineering University of Virginia(米)	Hassle-Free Wearables for Health and Environmental Monitoring 煩わしさのない健康と環境モニタリング向けウェアラブル	<ul style="list-style-type: none"> 体温などを利用したエナジーハーベスティング技術、システムLSIの超低消費電力化技術の開発状況を紹介 エナジーハーベスティングでは村田製作所、Tycoなど、低消費電力化ではサムスン電子などとパートナーシップを締結
Bharath Takulapalli	Founder and CEO INanoBio(米)	\$100 Genome will Transform Medicine, Food Production & Bioenergy 100ドルゲノムによる医薬、食糧生産、バイオエネルギーの変革	<ul style="list-style-type: none"> 現在のDNAシーケンサは高価で時間がかかり、読み取りエラーが発生しやすい 独自のナノ孔トランジスタ技術が開発できれば、1時間以内で正確なゲノム配列解析を100ドルで実現。健康・長寿、食糧生産、持続可能なエネルギーに大きなインパクトをもたらす
Kurt Petersen	Silicon Valley Band of Angels(米)	MEMS 2025: Impact on Personal Health MEMS 2025:パーソナルヘルスへのインパクト	<ul style="list-style-type: none"> MEMS技術はウェアラブル、人体への埋め込み型機器、高速診断技術に大きな影響をもたらす モバイルは新たな健康管理デバイスやシステムの導入を促しており、MEMSの開発と生産能力は整いつつある

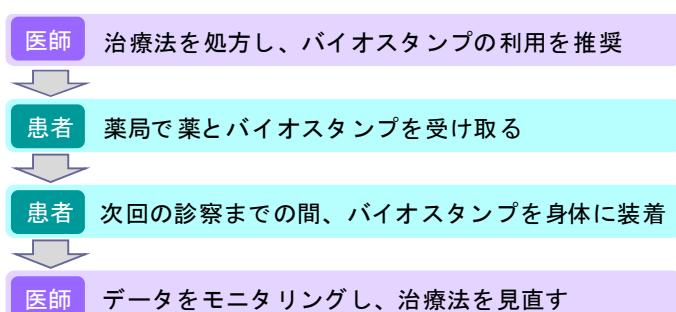
(備考) TSensorsサミット2015における各講演をもとに日本政策投資銀行作成

図表3-2 mc10 伸縮するセンサを皮膚に貼り付けるウェアラブル「バイオスタンプ」



(備考) mc10 Webサイト

図表3-3 mc10 慢性疾患管理への「バイオスタンプ」の活用イメージ



(備考) TSensorsサミット2015でのmc10の講演をもとに日本政策投資銀行作成

3. TSensorsサミット講演概要 ②農業・エネルギー分野 投資促進と標準化が課題に

- 農業・エネルギー分野では、水資源マネジメントや農作物の生育へのセンサ活用、エナジーハーベスティングなど5つの講演が行われた（図表3-4）。
- このうち、光学技術を用いた初期段階の製品開発と商業化を支援するOpen Photonics（本社：米フロリダ州）は、土壤の養分やミネラル分の濃度、照度などをセンサで遠隔測定する技術を紹介した。農業分野でのセンサ活用を促進する上での課題として、農業がマージンの少ない産業であること、無人機の飛行に関する政府の規制緩和が十分でないことを挙げた。
- 科学技術と経済の会（Japan Techno-Economics Society）は、農業分野では目的に応じて様々なセンサが必要になるとし、農地の状況（CO₂、照度、水分、化学物質など）、作物の生育状況（茎直径、糖分含有量、葉の温度、コンディションなど）をセンサで測定し、ソフトウェアで作物の成長や味、ストレスを解析して光熱費の節約や品質改善につなげる技術を紹介した（図表3-5、3-6）。さらに、農業へのセンサ活用には多様なデータが必要となることから、データの表現方法の標準化が不可欠であり、標準化が進めばセンサの普及促進にもつながると指摘した。

図表3-4 TSensorsサミット2015 農業・エネルギー分野の主な講演概要

講演者名	所属名	講演テーマ	講演概要
Abundant Food			
Leo T. Kenny	Environmental/Sustainability Technologist Planet Singular	Ubiquitous Sensing: Enabling a holistic water management system ユビキタス・センシング: 全般的な水マネジメントシステムの実現	<ul style="list-style-type: none"> ・水マネジメントシステムの構築には、水漏れセンサ、ポンプ監視センサ、水質センサ（有機物、金属、BOD、COD）など多数のセンサが必要に ・緊急性の高いパラメータのセンシングを優先すべき
Kenichiro Ota	Managing Director Japan Techno-Economics Society（日）	Sensors for Agriculture for multiple purposes 多目的農業センサ	<ul style="list-style-type: none"> ・センサによりインプット（CO₂、照度、水分、化学物質など）、アウトプット（茎直径、糖分含有量、葉温度、コンディションなど）を検知・測定し、作物の成長や味、ストレスをソフトウェアで分析 ・農場の光熱費節約、収穫の品質改善につなげる ・農業へのセンサ活用には多様なデータが必要で、データの表現方法の標準化が不可欠。センサの普及促進にも不可欠
Matt D. Weed	Director of Research & Development Open Photonics（米）	Agricultural Photonics for a Sustainable Future 持続可能な未来のための農業フォトニクス	<ul style="list-style-type: none"> ・フォトニクス関連の初期段階の研究開発を支援 ・照度、土壤の養分やミネラル分の濃度などをセンサで遠隔測定する技術を開発 ・マージンが少ない産業であること、無人機の飛行に関する政府の規制が農業でのセンサ活用を阻害する要因に
Abundant Energy			
Shad Roundy	Assistant Professor University of Utah（米）	Powering the Internet of Things: A Vision of Energy Harvesting for 2025 IoTの推進: 2025年のエネルギー・ハーベスティングのビジョン	<ul style="list-style-type: none"> ・エナジーハーベスティングは熱、太陽光、振動、人間の動きなどをを利用して発電 ・先進のピエゾ電気材料で作られた圧電フィルムは、電力を機械の刺激から作り出す

(備考) TSensorsサミット2015における各講演をもとに日本政策投資銀行作成

図表3-5 農業におけるセンサ活用の目的

農業におけるセンシングの目的	
環境面の悪条件を補完	（水分、温度、化学成分など）
作物の成長促進	
品質改良	（味、物理的な強さなど）
農作物の成長コントロール	（マーケットの需要に応じた出荷）
清潔な環境の維持	

図表3-6 農作物の成長促進に必要となるセンシングデータ

目的	インプット用センサ	アウトプット用センサ
農作物の成長促進	CO ₂ （累積）	茎直径
	照度（累積）	重量
	土壤の水分	味 (糖分含有量など)
	(特定の)化学成分	葉の温度

(備考) 図表3-5, 3-6はTSensorsサミット2015におけるJapan Techno-Economics Societyの講演をもとに日本政策投資銀行作成

3. TSensorsサミット講演概要 ③環境分野 屋内・屋外の大気汚染対策にセンシングを活用

- 環境分野では大気汚染や震災被害の軽減へのセンシング活用など7つの講演が行われた（図表3-7）。
- Aclima（本社：米サンフランシスコ）は、大気汚染計測用センサのプラットフォームを提供し、独自のアルゴリズムで環境データを解析して見える化し、意思決定を支援している（図表3-8）。Googleと協業してストリートビューカーにセンサを設置し、大気の質を監視する取り組みも行っている。
- SPP Technologies神永氏は、ロボティクスやフレキシブルエレクトロニクスが膨大な数のセンサ需要を生み出すとした上で、次世代センサの開発資金を確保するためには、センサメーカー、システム・プロバイダーおよびエンドユーザーの間で報酬が公平に分配される必要があると指摘した。

図表3-7 TSensorsサミット2015 環境分野の主な講演概要

講演者名	所属名	講演テーマ	講演概要
Abundant Green Environment			
Harri Kopola Janne Aikio Vesa Pentikäinen Ralf Liedert Jussi Hiltunen	VTT (フィンランドの政府系研究機関)	2025 Printed Sensors Disruption: Ubiquitous Awareness of Threats Inside and Outside the Body 2025年の印刷センサ: 体の内外の脅威を常時認識	<ul style="list-style-type: none"> 至る所に埋められる半導体センサやウェアラブルバイオセンサなどにより、ジェスチャー、生活環境、危険を検知 信号処理、ユーザインターフェース、エネルギー、5Gコネクティビティと統合し、Surroundings as a Serviceを実現 R2R印刷技術の応用例: 妊娠・感染症チップ、ナノ構造センサによる食品モニタリング
Susumu Kaminaga	Executive Senior Adviser SPP Technologies (日)	Sensor Monitoring Systems for Aging Society, Aging Infrastructure and Sustainable Environment 高齢化社会、老朽インフラ、持続可能な環境に向けたセンサ監視システム	<ul style="list-style-type: none"> ロボティクスやフレキシブルエレクトロニクスは膨大な数のセンサ需要を生み出す トリアン・センサの実現には産官学の連携、大企業と中堅・中小企業との協業が不可欠 センサメーカー、システム・プロバイダーとエンドユーザーの協力の下で、センサメーカーへの報酬の公平な分配が、次世代センサ開発資金確保のためにも不可欠
Melissa Lunden	Director of Research Aclima(米)	A Systematic Approach to Large-Scale Environmental Sensor Networks 大規模な環境センサネットワークへのシステムアプローチ	<ul style="list-style-type: none"> 大気汚染を計測して人々の健康を保つため、ハードウェアとソフトウェアを統合し、インターネットにつながるセンサネットワークのプラットフォームを屋内、屋外、道路交通向けに提供 Googleのストリートビューカーにセンサを設置し、米環境保護庁と協力して大気の質を監視
Yoshio Sekiguchi	Senior General Manager OMRON(日)	Smart Sensing for Life -Trillion sensors enable real-time hazard map generation スマートセンシング - トリアンセンサによるリアルタイムハザードマップ作成	<ul style="list-style-type: none"> 地震センサをガスマーティに組み込み、地震発生時にガスを自動シャットオフし、二次災害を防止するシステムを開発 電池の長寿命化、接続性と標準プロトコル、データ処理が課題 居住地域に100m間隔で設置するためには日本で4千万個、世界で24億個の地震センサが必要
Joseph R Stetter	President and CTO SPEC Sensors(米)	Vision for a Worldwide Sensor Enabled Awareness of Pollution 環境汚染の検知を可能にする世界中のセンサへのビジョン	<ul style="list-style-type: none"> 深刻化する大気汚染に対処するためガスセンサの重要性が高まる トリアンガスセンサを実現するためには、小型化、高性能化、大量生産による低コスト化、MEMS+印刷技術の応用が不可欠
Sywert H. Brongersma	Senior Principal Scientist imec(ベルギー)	Intuitive Internet of Things for Global Pollution Monitoring 世界の汚染監視のための直観的なIoT	<ul style="list-style-type: none"> 室内や屋外の大気汚染モニタリングに用いる化学センサにはプラットフォームが必要 GaNベースセンサやイオンセンサのプラットフォームを開発 相互接続可能な無線通信技術、ポリエチレンオキド上に形成された極薄フレキシブルセンサを紹介
Metras Hughes	Vice President of Strategic Partnerships CEA-Leti(仏)	New Opportunities in the Field of Chromatography Techniques Rising from Advances in the Micro and Nano World ミクロ・ナノ世界の進歩から生まれるクロマトグラフィー技術分野の新たな機会	<ul style="list-style-type: none"> 大気汚染予測のリアルタイムマッピング、呼吸アナライザーやバイオマーカーによる病気の早期発見 センサの小型化、光学分光法による高感度化、フレキシブル化、低価格化が課題 ナノエレクトロメカニカル(NEMS)センサはSOI CMOS互換の製造プロセスを利用可能

(備考) TSensorsサミット2015における各講演をもとに日本政策投資銀行作成

図表3-8 Aclimaの環境センサネットワーク・プラットフォーム

センシング	センサノード・ネットワーク	データ処理	見える化	
✓ 温度・湿度 ✓ 騒音 ✓ 振動 ✓ 大気圧 ✓ CO ₂ ✓ オゾン ✓ CO ✓ NO ₂	✓ PM ✓ 振動性 ✓ 有機化 合物 (VOC) ✓ NO ✓ SO ₂ ✓ メタン	✓ センサに データ処理 機能や無線 通信機能を 実装 ✓ 遠隔保守・ ソフトウェア 更新	✓ 独自のア ルゴリズ ム ✓ 収集データ のリアルタ イム分析	✓ ソフトウェ アツールの活 用 ✓ データの持 つ意味を解 析 ✓ 意思決定への 活用

(備考) TSensorsサミット2015での講演をもとに日本政策投資銀行作成

図表3-9 TSensorsサミット2015会場の模様



(備考) 筆者撮影

3. TSensorsサミット講演概要 ④センサ技術分野 印刷技術によるセンサの低価格化

- ・1兆個のセンサを世界の隅々にまで設置してトリリオン・センサによる社会変革を実現するためには、センサの低価格化が不可欠である。センサ技術分野では、印刷技術によるセンサの製造などPrinted Electronics (PE) を中心に、8つの講演が行われた（図表3-10）。
- ・プリンティング技術のセンサ製造への応用にあたっては、歩留まりを引き上げてコストを下げるとともに、表面の形状や導電率の改善、印刷の位置決め精度のサブミクロンレベルへの向上、品質と再現性の改良などが課題であるとの指摘が相次いだ。
- ・日本からは、旭化成がロールtoロール印刷プロセスによるセンサ製造技術、オムロンが地震センサによるガス供給の自動停止システム、日立製作所が社会インフラ分野でのIoT/M2M活用事例を紹介した。
- ・今後TSensorsサミットでは、今回の成果も踏まえて「ヘルスケア」「食糧・農業」「クリーンな環境」「クリーンエネルギー」「安全な環境とインフラ」「印刷システム」の6つのワーキンググループを立ち上げ、「TSensors Foresight」と題する見通しを2016年内に策定する方針である（図表3-11）。

図表3-10 TSensorsサミット2015 センサ技術分野の主な講演概要

講演者名	所属名	講演テーマ	講演概要
Abundant Sensor Technology			
Richard Hecht	Director of Engineering Sensor Films(米)	Semiconductors and Ink: an Incremental Approach to the Trillion Sensor Future 半導体とインク:トリリオン・センサの未来への漸進的アプローチ	<ul style="list-style-type: none"> ・今日のプリンテッド・エレクトロニクスは解像度などに改善の余地がある ・プロセスを単純化しながら品質と再現性を高めるための開発に注力 ・プリンテッド・エレクトロニクスと継ぎ目なく機能するシリコン・パッケージのアプローチを展開
Girish Wable	Manager Strategic Capabilities Jabil(米)	Integrating and Manufacturing Sensors for the Next Decade of TSensors Growth 今後10年間のトリリオン・センサ成長のためのセンサ統合と製造	<ul style="list-style-type: none"> ・3Dプリンティングによる積層造形で作成したアンテナは、材料に由来する低導電率値、表面の形状、材料の相互作用などによる効率の低さが課題 ・3Dプリンティングの普及は、1兆個のセンサの製造と世界の課題解決に貢献する
Doug Hohulin	Strategy and Business Development Manager Nokia(フィンランド)	Internet of Things Enabling a connected world by leveraging the power of 5G mobile technology in the 2020s to support the future of sensors 2020年代に健康センサの将来を支える5Gモバイル技術の力を利用し、コネクティッドワールドを実現	<ul style="list-style-type: none"> ・センサの低価格化とともにM2M/IoTでつながる機器数が増加、データ通信量が急増 ・数年後にはLTE-M通信技術が利用可能になり、現在の10-100倍多くのデバイスのサポートが低コストで可能になり、電池の持続時間ものばせる ・5G技術の目標は現在の1万倍のキャパシティの実現
Masayuki Abe	Manager Production Technology Center Asahi Kasei(日)	Development of submicron resolution R2R printing process for PE sensors サブミクロン解像度のPEセンサを実現するロールtoロール印刷プロセスの開発	<ul style="list-style-type: none"> ・継ぎ目のないローラーの型(SRM)を作るため、表面を高度にスムーズに加工し、コーティングする ・印刷の位置決め精度を現在の5ミクロン前後からサブミクロンレベルまで高めるロードマップを提示
Taizo Kinoshita	Vice President IT Systems Company Hitachi(日)	IoT/M2M Systems for Social Infrastructure –Use Cases– 社会インフラのためのIoT/M2Mシステム－活用事例－	<ul style="list-style-type: none"> ・社会インフラ向けIoT/M2Mシステムには、技術標準、ワイヤレス通信、ノード当たり10⁴以下でのコスト実現が必要 ・デバイス面では、ノーマリーオフセンサ、10年超の電源寿命、エナジーハーベスティング、低コスト・低消費電力・小型のMEMSセンサ、エッジコンピューティングが重要に

(備考) TSensors Summit 2015における各講演をもとに日本政策投資銀行作成

図表3-11 今後のTSensorsサミットの活動方針



図表3-12 TSensorsサミット運営委員会メンバー

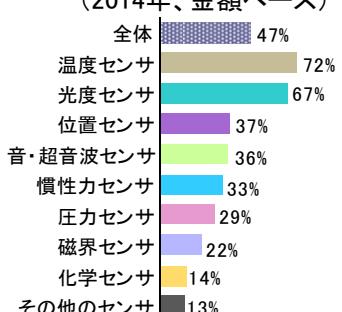
氏名	所属名	国
Janusz Bryzek	Co-Chair, TSensors Summit eXo Systems, Inc.	米
Stephen Whalley	Co-Chair, MIG	米
Evgeni Gousev	Qualcomm	米
Susumu Kaminaga	SPP Technologies	日
Christoph Kutter	Fraunhofer	独
Becky Oh	PNI Corporation	米
Steve Walsh	University of New Mexico	米
Charles Yang	Shanghai Industrial μ Technology Research Institute	中

(備考) 図表3-11, 3-12はTSensorsサミット2015の資料により日本政策投資銀行作成

4. 光学センサで優位に立つ日本 MEMS製造技術では欧米勢が先行 システム統合も重要に

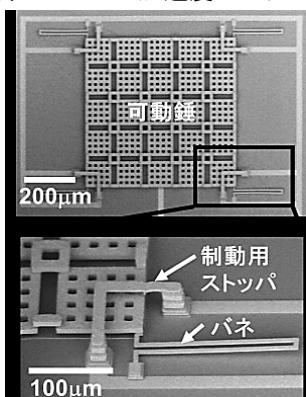
- ・センサは日系メーカーが強みを有する分野の一つである。日系の世界シェアは47%を占め、特に光度センサと温度センサでは3分の2を超す(図表4-1)。光度センサではCMOSイメージセンサでソニーが世界首位にあり、同社は2015年度に2,100億円の大型投資を敢行する計画である。一方、非光学センサ(Non-Optical Sensors)ではアルプス電気、TDK、オムロンなどの電子部品メーカー、旭化成マイクロデバイス、ローム、サンケン電気、セイコーインスツルなどの半導体メーカーが強みを有する。
- ・センサ技術に関する米国特許保有件数をみると、イメージセンサでの日系企業のシェアは6割近くに達し、日本の技術力の高さがうかがわれる(図表4-2)。一方、磁気・加速度・ジャイロセンサでは日本と米欧がシェアをほぼ二分しており、競争の激しさがうかがわれる。センサの技術開発の方向性としては、MEMSによる小型化、高感度化、低消費電力化、防水・防塵化に加え、振動や熱を利用して発電するエナジーハーベスト、大量データを送るための高速通信技術が挙げられ、センシングシステムを動かすためのソフトウェアやシステムインテグレーションも重要な役割を担う(図表4-3)。
- ・ジャイロや加速度センサなど非光学センサは、部品の組み合わせからMEMSによる製造に置き換えが進む。MEMSは半導体微細加工やマイクロマシニング技術を用いてミクロンレベルの機械的構造をトップ上に形成するもので、センサの小型化や低価格化に貢献する(図表4-4)。MEMS製造が主体の半導体慣性力センサ(ジャイロ・加速度センサなど)および圧力センサでは、欧州のBosch、STMicroelectronics、Infineon Technologiesや米Analog Devices、InvenSenseが先行している(図表4-5)。
- ・近年急成長しているのがMEMSセンサ専業のInvenSenseである。同社は2013年にMEMSマイクロフォン事業をAnalog Devicesから1億ドルで、2014年にはソフトウェア2社を計81百万ドルで買収した。ユーザに提供されるシミュレーションソフト‘Sensor Studio’を使えば、同社製ジャイロセンサに他社製の心拍数センサを組み込むような場合でも、システム全体の設計開発支援が可能だという。部品からシステム設計までのエコシステムを構築して顧客を取り込む事例として注目される(図表4-6)。
- ・日本としても、研究開発投資の積み増しや产学提携、ソフトウェアやシステム統合支援の強化などにより、MEMSセンサ分野での巻き返しを図ることが期待される。

図表4-1 世界のセンサ種類別
日系シェア
(2014年、金額ベース)



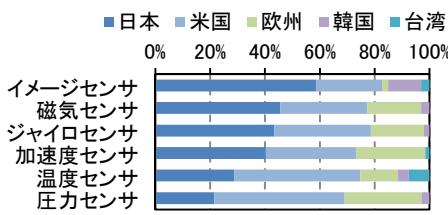
(備考) 電子情報技術産業協会「電子情報産業の世界生産見通し」(2015年12月)により日本政策投資銀行作成

図表4-4 MEMS加速度センサの事例

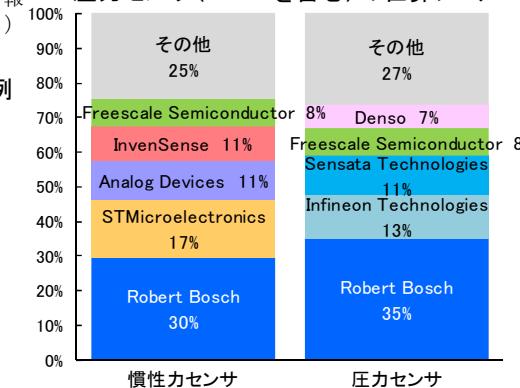


(備考) 東京工業大学プレスリリース
「加速度を超広域・高分解能で検知可能なMEMSセンサを開発」(2014年12月)

図表4-2 センサの国籍別米国
特許保有件数シェア

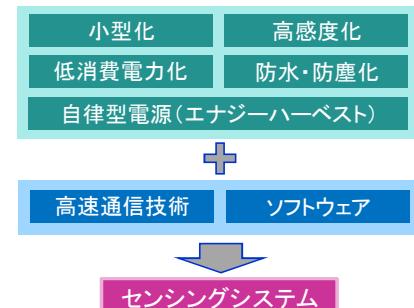


図表4-5 半導体慣性力センサおよび
圧力センサ(MEMSを含む)の世界シェア



“Market Share Analysis: Nonoptical Semiconductor Sensors (Including MEMS), Worldwide, 2014” Adriana Blanco and Gerald Van Hay (2015年4月17日)
「Top Five Companies’ Revenue from Shipments of Inertial Sensors, Worldwide, 2014」
「Top Five Companies’ Revenue from Shipments of Pressure Sensors, Worldwide, 2014」

図表4-3 センサ技術開発の方向性



(備考) 日本政策投資銀行作成

図表4-6 米InvenSenseの
シミュレーションソフト
‘Sensor Studio’

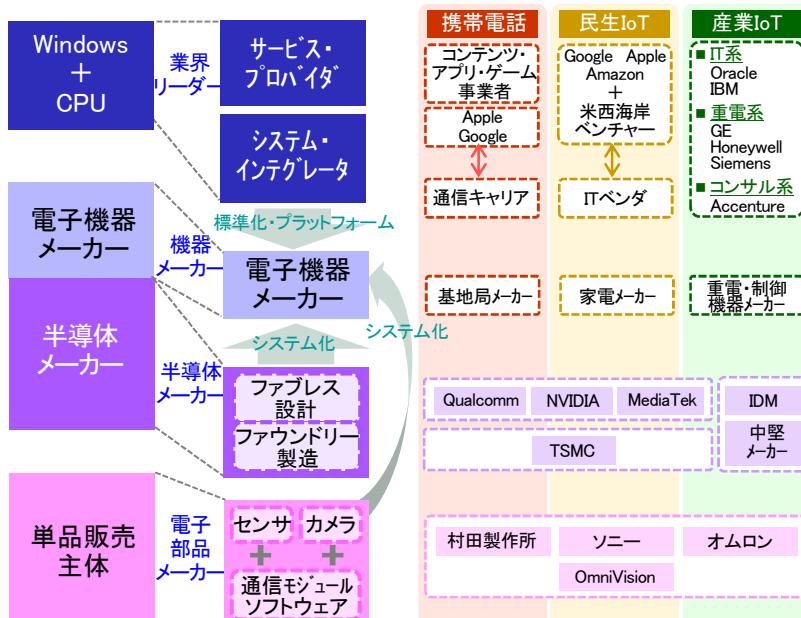


(備考) CES2016にて筆者撮影

5. IoT時代のセンサメーカー戦略 IoTサービス事業者の良き開発パートナーを目指せ

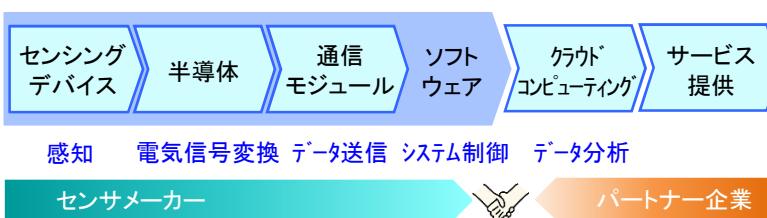
- デジタル化、ネットワーク化、ソフトウェア化の進展について、IT/エレクトロニクス業界の牽引役は、CPUや電子機器メーカーから、プラットフォームを提供するシステムインテグレータと、その上で新たなコンテンツやアプリを創造するサービスプロバイダへと移行しつつある（図表5-1）。機器メーカーは強みであるはずのシステム開発力を十分に発揮できず、収益力の低下が懸念される状況にある。
- こうした傾向は、IoTの活用が本格化すると一段と顕著になる可能性がある。IoT/ビッグデータで最も重要なのは、IoTを活用して何をするか（what to do）であり、データを分析して予測や意思決定支援に活かし、パートナーを巻き込んで新たなビジネスモデルを創出できるかどうかである。
- しかし、こうしたビジネスインテリジェンス/ビジネスアナリティクス関連の米国特許保有件数シェアをみると、米国企業が8割超を占め、日本企業はわずか5%にとどまる（図表5-2）。また、画像認識や顔認識では日本企業のシェアは5割前後を占めるが、人工知能の中核をなす機械学習や自然言語解析では出遅れが否めない（図表5-3）。日本はセンサやカメラによるデータ収集と認識の技術は優れるものの、集めたデータを分析してビジネスに生かす肝心のところが弱いのが課題といえる。
- 電子部品・半導体メーカーとしては、IoT関連でセンサ、カメラや半導体の出荷数量は増えても単価は続落し、単品商売のままでは付加価値を高められなくなる可能性がある。システムのレイヤにいく込むためには、様々な規格に対応した通信モジュールや制御ソフトウェアをセンサに組み込み、システムを動かすモジュールとして顧客に提案できる力を高める必要がある（図表5-4）。
- 医療・ヘルスケア、農業、環境や交通などIoTの有望分野では、エンドユーザーでさえIoTの活用方法を模索している場合が多い。機器メーカーの先にいる最終顧客はセンサ各社にとってこれまで遠い存在であったかもしれないが、今後はIoTサービス事業者の良き開発パートナーとなり、センシングデータの活用方法をともに開拓していく姿勢が求められよう。センサ各社が顧客への提案力を高めるためには、IT業界と連携してクラウドやデータ解析の知見を補完することも重要になる。その一例として、アルプス電気は日本IBMと連携し、センサモジュールで測定したデータをクラウドサービスで分析・活用できるようにし、製造業やサービス業がIoT事業を手掛けやすい環境を整える方針である。

図表5-1 IT／エレクトロニクス業界の構造変化



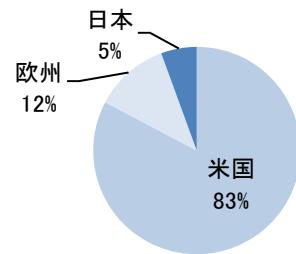
(備考) 日本政策投資銀行作成

図表5-4 センサメーカーとサービスプロバイダ・ITベンダとの連携

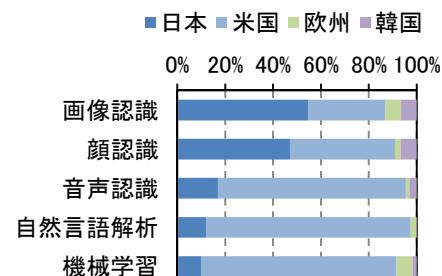


(備考) 日本政策投資銀行作成

図表5-2 ビジネスインテリジェンス(BI)/ビジネスアナリティクス(BA)の米国特許保有件数シェア



図表5-3 データ分析技術の国籍別米国特許保有件数シェア



(注) BI/BAの特許として、経営戦略策定、パフォーマンス分析、経営資源配分、ワークフロー分析、リスク管理、市場分析、予測分析、DWH(データウェアハウス)、OLAP(オンライン分析処理)、ETL(抽出・変換・ロード処理)などに関する特許を対象とした

(備考) 図表5-2, 5-3は知財情報サービス(株)提供データ(2014年12月末時点、図表5-2は2012年12月末時点、件数上位20社の国籍シェア)により日本政策投資銀行作成

6. 日系センサ関連メーカーによるモジュール化やシステム・アプリケーション提案の事例

村田製作所 ウェアラブル用センサモジュール



- 光センサや気圧センサなど、ウェアラブル機器に搭載される電子部品を多く手がける
- これらの部品を組み合わせて、顧客がウェアラブル機器を迅速に開発できるようにモジュールとして提案
- 試作したウェアラブル機器には、人の脈拍や体表面の温度、高低差などを検知する各種センサと、Bluetooth通信モジュールやワイヤレス給電を実装

(備考) CEATEC2015にて筆者撮影

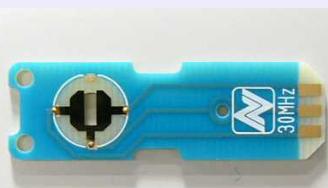
アルプス電気 農業センサモジュール



- 溫度、湿度、気圧、照度などを検知するセンサに通信機能を組み込み、IoTを手軽に実現できるセンサネットワークモジュールを開発
- ビニールハウスや温室内にモジュールを設置し、農業ICTに向けた効率的な生産管理を提案

(備考) SEMICON Japan 2015にて筆者撮影

日本電波工業 水晶バイオセンサ



(備考) 平成25年神奈川県ものづくり技術交流会資料

- 水晶振動子の技術を応用し、インフルエンザやノロウイルスなどへの感染を簡易に検査できるセンサを開発
- 水晶片に物質が吸着すると、発振周波数が変化する特性を応用し、血液中の病原物質の有無を高感度で把握できる
- 医療機器メーカーと共に開発

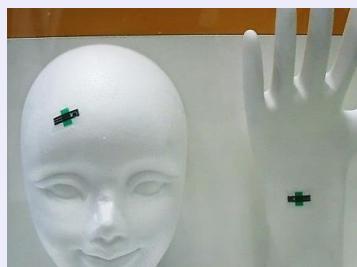
アルプス電気 自動車コックピット



- 生体認証、センサ、ジェスチャ認識技術やNFC(近接無線通信)など社内にある要素技術を組み合わせた自動車のコックピット
- 着席すると顔認識で登録運転者かをチェック。運転者の健康状態(心拍、呼吸等)を確認し、運転に不適な健康状態の場合エンジンを始動できない

(備考) CEATEC2013 Webサイト

JSR バイタルセンサ



(備考) SEMICON Japan 2015にて筆者撮影

村田製作所 異常振動検知システム



(備考) 第4回ビッグデータ活用展 (2015年10月28日) 村田製作所ブースにて筆者撮影

(参考) IoT/ビッグデータ関連トピックスシリーズ バックナンバー

- 「IoTによる製造業の変革 ~ドイツで進むインダストリー4.0の取り組み~」(2015/8)
- 「IoTによりクルマをつなげて新しいモビリティの提供へ」(2015/5)
- 「IoTにより黎明期を迎えるホームオートメーション市場」(2015/2)
- 「ビッグデータ活用による競争力強化 - 課題と対応策 -」(2013/9)

いずれも <http://www.dbj.jp/investigate/> よりダウンロード可能

[産業調査部 清水 誠]

- ・本資料は、著作物であり、著作権法に基づき保護されています。著作権法の定めに従い、引用する際は、必ず出所：日本政策投資銀行と明記して下さい。
- ・本資料の全文または一部を転載・複製する際は著作権者の許諾が必要ですので、当行までご連絡下さい。

お問い合わせ先 株式会社日本政策投資銀行 産業調査部
Tel: 03-3244-1840
E-mail: report@dbj.jp