

第2章 国内外におけるセンサーネットワーク関連技術の動向

<< 欧米のセンサーネットワーク関連施策 >>

米国は国の科学技術推進施策である「NITRD 計画」に基づき、各省庁・機関が連携してプロジェクトを実施する。科学技術全般の進歩を目指し、多種多様なプロジェクトを行う全米科学財団（NSF）、革新的・先進的なアイデアや技術を重視し、主に大規模プロジェクトを推進する国防総省高等研究計画局（DARPA）の両機関が中心的存在となる。

欧州は研究・技術開発分野の政策である「フレームワークプログラム（現在は第5次～第6次）」に基づき、EUがプロジェクトの計画から公募、評価を実施する。情報通信分野は社会情報総局が担当する。また、欧州各国でもそれぞれの政策に基づいた研究開発を行っており、EUの各プロジェクトとも連携をとりながら推進している。

<< 米、欧、日の主要プロジェクトの概要 >>

各国で行われているセンサーネットワークの主要プロジェクトについてまとめた。なお、海外主要プロジェクトについては有識者から推挙されたものであり、国内主要プロジェクトについては、本研究会において取り上げたものである。

<< 国内外におけるセンサーネットワーク関連技術の動向比較 >>

米国は、軍事主導で広域向けのアプリケーションが多く、環境観測や軍事目的に関係するプロジェクトが多い。アドホック通信や自律分散ネットワークなどこれらの目的に合わせた基礎研究も盛んである。

欧州は、米国に比べ、屋内での小規模アプリケーションによる研究事例が多く、比較的小規模な個別実験プロジェクトに留まっている。

日本では、既存システムがすでに高密度に普及している。研究開発は、ホームセキュリティやビル管理などの領域が比較的多い。またメーカーを中心に要素技術の研究は、メーカーを中心に欧州に比べ盛んに行われている。

第2章 国内外におけるセンサーネットワーク関連技術の動向

ユビキタスセンサーネットワークの実現に向けて、国内外で関連技術の開発が開始されている。ここでは、欧米におけるセンサーネットワーク関連技術の開発プロジェクトについて取り上げる。その取り組み状況からは、関連技術の開発に対する日本、米国、欧州の注力分野の違いが明らかとなった。

2 - 1 欧米の研究開発分野におけるセンサーネットワーク関連施策

2 - 1 - 1 米国

米国では全米レベルの科学技術推進施策である「NITRD (Networking and Information Technology Research & Development) 計画」に基づき、各省庁・機関が連携してプロジェクトを実施している。NITRD は高性能ネットワーク等の開発を目的として複数省庁の様々なプロジェクト間の調整を行うことが主な狙いだった HPCC 計画 (1991~1996)、その後継である CIC (Computing, Information and Communication) 計画、NGI (Next Generation Internet) 計画などを引き継ぎ発展してきたネットワーク・IT 分野での研究開発を支援するプログラムである。

科学技術全般の進歩を目指し、多種多様なプロジェクトを行う全米科学財団 (NSF)、革新的・先進的なアイデアや技術を重視し、主に大規模プロジェクトを推進する国防総省高等研究計画局 (DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency) の両機関が中心的存在となる。

NSF (National Science Foundation: 全米科学財団) では民間が行わない分野を中心に、10 年をにらんだ長期的視野で IT を含む科学技術分野の基礎研究や教育、研究基盤の整備等を行っており、ナノ、バイオ、MEMS、ナノ MEMS、ユビキタスな埋め込みチップ、ワイヤレスブロードバンドなどが 10 年をかけて進めるべきテーマとされている。NSF ではセンサー分野の先端的な開発を学際的な分野 (interdisciplinary) と捉えており、「新たなセンサー向けコンセプト・デザイン開発 (concepts and designs for new sensors)」、「センサーネットワーク (networked sensor systems in a distributed environment)」などが代表的なテーマである。2003 年は 31 百万ドルの予算を用意したが、最終的には 46 百万ドルを拠出し、2004 年も 31 百万ドルの予算を組んでいる。これは NITRD の予算と重複していない。

DARPA ではセンサーネットワークの研究そのものに対する予算は減少しており、センサーネットワークとしてまとめて研究する段階は終り、個々の分野でセンサーを利用する方向へと方針を転換したと見られる。

連邦政府はリスクの高いや実現にまでに時間がかかる革新的なアイデア等、民間企業が手を出しにくい基礎研究にも資金を提供している。NITRD では、無線通信やアドホックネットワークと並んでセンサーネットワークも LSN (Large Scale Networking) の共同研究分野の一つと位置付けている。

LSNの一環でDARPAによるセンサー情報技術計画(SensIT)は、微細加工センサーによる大規模ネットの研究開発である。多数のセンサー、プロセッサ、測位機能、無線通信を組み合わせ、そのネットワーク化システムを実現するソフトウェアの開発を行う。スケーラブル情報基盤(SII: Scalable Information Infrastructure)は分散化した無線センサーによるネットワークのモデル化とシミュレーションを目的としており、低コストの無線センサーのような大量の分散型デバイスからリアルタイムで情報を提供するためのソフトウェア及びネットワークアーキテクチャを開発する。

また、連邦政府のIT R&Dへの投資は国力維持のための長期戦略上の役割も持っている。CIA(国家中央情報局)は『米国の国家安全保障に「大きな影響」を与える研究領域』について整理したレポートの中で、技術の革新性、市場の要求、新技術の間に働く相乗効果の3つの条件がうまく合わされば2015年までに国家安全保障に大きな影響を与えられらるものとして、光通信や再生医療、先進素材と並んでセンサーウェブを挙げている。

産官学連携の一例であるCENS(Center for Embedded Networked Sensing)はNSF科学技術センターの一部門で、組み込み型のセンサーネットの開発とそれらの応用分野の研究を行っている。

図表・1 産官学の連携で進められるCENSプロジェクト

実施中のプロジェクト



MACCSプロジェクト
(MAC Protocols Specific for Sensor Networks)
NSF「ITR」(Information Technology Research)計画の一環でIntelもスポンサー
無線ネットワークでのマルチホップの研究等



SCADDSプロジェクト
(Scalable Coordination Architectures for Deeply Distributed Systems)
DARPA「SenSIT」(Sensor Information Technology)計画の一環
スケーラブルな無線センサーネットワークの研究等



Pervasive Monitoring and Control of Water Lifeline Systems for Disaster Recoveryプロジェクト
NSF Division of Civil and Mechanical Systemsのスポンサー
UC Irvineとの共同研究
センサーネットワークを災害時の公共インフラ監視用に利用する研究等



Rapidly Deployable Sensors for Vehicle Counting and Classificationプロジェクト
USCの政策研究スクールとの共同研究
ローコストで正確に交通量を測るための研究等



ISI Laboratory for Embedded Networked Sensor Experimentation
南カリフォルニア大学情報科学研究所
センサーネットワーク研究グループ
(Information Sciences Institute, USC)

協力研究機関



CENS
NSFの科学技術センターの一つで組み込み型センサーネットワーク技術とアプリケーションを開発。UCLA、USC、UCR、JPL、CSU、Cal Techがメンバー。



Embedded Networks Lab.
USC内の研究組織



LECS
(Laboratory for Embedded Collaborative Systems)
UCLAの研究組織で、DARPA、NSFの他、intel、Cisco、Sun Microsystems、PARCなどがスポンサーで活動

商務省傘下のNTIA(National Telecommunications and Information Administration: 電気通信情報局)は周波数などの規制の管理、および標準化の促進などを担当している。無線

について総合的に検証する研究所を持っており、周波数干渉のチェックや、テラヘルツ無線の研究など行うほか、標準化では ISO、IEEE に対する民間の活動をコーディネートする役割を果たす。

図表・2 NSF によるセンサーネットワーク関連のプロジェクト事例

プロジェクト名	概要
Integrated Smart-Sensor Networks for Monitoring Aqueous Environments	水中で動作するネットワーク接続されたセンサーのデザインと開発。環境モニタ、産業のプロセス制御、セキュリティ等に応用。
Architectures and Design Methodologies for Secure Low-Power Embedded Systems	センサーネットワークでのセキュリティ確保に必要な、ローパワーでセキュアな組み込み型機器の研究（暗号アルゴリズム等含む）。
Toward a Petabyte Storage Infrastructure	センサーで収集した膨大な情報を保持するための記憶装置の開発。
Ad Hoc Wireless Networks Utilizing Multi-Rate and Power-Save Capabilities	アドホックネットワーク実現に必要なマルチレート、省電力のMACプロトコル、各レイヤー間の相互作用と効率性の関連性の研究。
MAC Protocols Specific for Sensor Networks	センサーネットワークにおけるMAC層プロトコルの研究及びユニークなアプリケーションの開発。
Technologies for Sensor-based Wireless Networks of Toys for Smart Developmental Problem-solving Environments	動的な無線ネットワークの形成、オブジェクトの自動認識と追跡、リアルタイムのセンサーデータの解釈、音声自動認識等の研究開発。
Collaborative Information Processing of Distributed Sensor Networks for Manufacturing Quality Improvement	分散型センサーネットワークによる製造業での品質管理の実現。センサーの協調動作による失敗分析、自己診断、最適配置等の研究。
Intelligent Sensor Motes for Vertical Seismic Arrays	3次元加速度センサー、ジャイロスコープ、磁力センサー、気圧センサーを備えた、多くのMOTEの連携による地震波観測システムの開発。
A Simulation-Based Test Bed for Networked Sensors in Surface Transportation Systems	ITS分野に用いるセンサーネットワークを迅速に評価するテストベッド及びそれをを用いたデータ処理のアーキテクチャの研究開発。
A Real-Time National GPS Network for Atmospheric Research	GPSを用いてリアルタイムに大気観測をするために、センサーネットワークとリアルタイムデータ配信の仕組みを活用。
Ocean Observing System Instrument Network Infrastructure	海洋観測システムにおいてセンサーネットワークからの情報を効率的に処理するための分散オブジェクト技術、XML技術、APIの開発。
Secure Data Distribution and Access in Large Sensor Networks	センサーネットに必要なセキュリティ確保、ノード間のデータアクセス時の省電力化をゲーム理論を活用して分析、フレームワーク開発。
Network Support for Distributed Sensing Applications	アプリの視点で、センサーネットから得られる情報の評価及びリクワイアメント、ネットワークの特性、センサーの処理能力等を研究。
Distributed Learning in Sensor Networks	センサーネットワークにおける無線通信や集めた情報の活用方法、情報処理をどのレベルで行うか、等の課題の解決及び適応方策の研究。
Water Security Networks: Sensors and Control	水質汚染を防ぐためのシステムとして、リスク評価、最適センサー配置、水中ネットワークの品質管理等の研究。

2 - 1 - 2 欧州

欧州では研究・技術開発分野の総合的な推進政策である「フレームワークプログラム (FP) (現在は第6次、FP6)」に基づき、EU がプロジェクトの計画から公募、評価を実施しており、情報通信分野は社会情報総局が担当する。また、欧州各国でもそれぞれの政策に基づいた研究開発を行っており、EU の各プロジェクトとも連携をとりながら推進している。

FP は使用技術別に分野分けされているのではなく、欧州が抱える社会経済的問題の解決を目的とした重点テーマ別に分かれており、センサーネットワークは主に「ユーザ・フレンドリーな情報社会の創出」を目指す (Information Society Technologies (IST)) 分野で見受けられる。IST の究極的な目標はライフスタイルの改善や生活の質的向上にあり、それを通して人々が社会に参画する機会を増やす、雇用創出を図ることなどを目指している。

センサーネットワークが含まれる IST 内の項目を具体的に挙げると、コンピュータを意識せずに使える仕組みや社会の構築を目指した新規技術 (FET) 分野の「The Disappearing Computer」や、IST 成果の社会・経済への適応分野の「Improving risk management」、センサー技術やアプリケーション等で分野横断的な研究開発を行う横断的プログラム実施 (CPA) 分野の「Sensor Technologies & applications」、 「eHealth」などがある。「eHealth」では病気になるような患者のモニタリング装置を開発していたり、重篤な患者の状態をセンシング

してそのネットワークを活用したり、乳幼児が夜間に窒息死しないようなセンサーを作ったり、といった取り組みがある。

また、EU ではこうした各プロジェクトを円滑に進めるために「eInfrastructure」の構築を目指している。eInfrastructure は IST のプロジェクトの1つでいろいろな形での科学的なドメインを全てカバーし、各ドメインをシームレスにありとあらゆる技術と連携させる。最終的な目標はグローバルなナレッジインフラストラクチャーを作ることであり、ここにはテストベッドである GEANT、IPv6 やラムダ、GRID 等の研究プロジェクトが含まれる。

センサーの材料についてもかなりの研究を行っており、DNA チェーンの探知やリモートセンシング、非接触型センサーなどが挙げられる。

IST の以外でセンサーネットワークに関わる研究としては地球観測 (GMES) がある。GMES は欧州宇宙局で大きな興味を持たれている分野で、衛星と地球局、地上ネットワークを結んで高速データ通信や情報処理を行うセンサーネットワークの一例である。地球観測という点ではセンサーのついたブイをばら撒くのではなく、衛星を使ってデータを収集したり、ある地点を通過した船を活用してデータを収集するなどの方法があり、アドホックネットワークの活用が検討されている。

標準化に関連する考え方としてはセンサーとシグナルプロセッシングの統合がある。EC で推進しているプロジェクトでは既存の基準 (家庭用の基準などが存在する) に沿うよう統合を行っている。

図表・3 IST におけるセンサーネットワーク関連のプロジェクト事例

プロジェクト名	概要
Extrovert Gadgets(E-GADGETS)	日常の環境下にあるモノを自律的に動作可能な加工品 (e-Gadgets) にし、現実の世界とソフトウェアの仕組みとの融合。
Network Interconnected Photoacoustic Gas Sensing Microsystems(NETGAS)	超高感度で高い安定性を保つ、赤外線検知器を含む光音響ガスセンサーを組み込んだ、COやCO2を検知する小型システムの開発。
Cricket Inspired perCeption and Autonomous Decision Automata(CICADA)	MEMSとバイオエレクトロ技術を用い、知覚アクション機構を持つ人工生命体に似た小型で高度なシステムの開発。
Secure Authentication by a Biometric Rationale and Integration into Network Applications(SABRINA)	超音波センサーによる高度な生体認証を行うためのプラットフォームとセンサーユニットの開発。
Energy Efficient Sensor Networks(EYES)	リコンフィギャラブルな小型センサーノードを持つ自律協調型のセンサーネットワーク構築に必要なアーキテクチャ及び技術の開発。
Self Organised Societies of connectionist Intelligent Agents capable of Learning(SOCIAL)	流体の中などで超小型の知的エージェントが集団でミッションを実行できるようなハード・ソフトの開発。
Mobile Health Care(MOBIHEALTH)	2.5Gもしくは3Gの携帯電話技術を用いた健康面の遠隔監視システム。緊急時には生体情報を音声と映像で提供。
Video Sensor Object Request Broker open Architecture for distributed Services(VISOR BASE)	行動探知、通行カウンター、顔認識等、人工的な観察機能を持ったビデオ監視システムに求められる、CORBAを適応させる仕組みの開発。
Advance Distributed Architecture for telemonitoring services(ADA)	分散型センサーネットワークにより、環境モニタリング等のデータ収集にかかるコストを劇的に低下させるアーキテクチャーの開発。
Network of Excellence in AI Planning(PLANET)	人工知能の計画分野で、研究開発及び技術移転用の統合フレームワークの維持を目的としたネットワークの構築。
ParcelCall - An Open Architecture for Intelligent Tracing Solutions in Transport and Logistics(PARCEL CALL)	センサーネットワークを用いた高度な追跡システムによるロジスティクスでインターモーダル輸送のシームレスな統合化。
Health Early Alarm Recognition And Telemonitoring System(HEARTS)	健康の遠隔監視と異常の早期検知システムの開発。着脱可能なセンサーで人の動作や環境、行動履歴を監視、分析。
Universal Remote Signal Acquisition For hEalth(U-R-SAFE)	個人向けのヘルスケアシステム。回復期や初老の患者に病院と同等の監視体制を提供する。UWBや衛星を含む通信技術、自動音声認識等。
Cognitive Vision Systems(COGVISIS)	視覚認知システムにおける分類技術を開発し、人工知能分野と協働することで、交通監視や身振り手振りの解釈等を行う仕組み。
Context Aware Vision Using Image-Based Active Recognition(CAVIAR)	状況ベースで視覚認識を行うために、実際の視覚的な認識がどのように行われているのかを解析。

2 - 2 アメリカの主要プロジェクトの概要

2 - 2 - 1 IntelliBadge

概要

無線タグを追跡対象に装着。所在や移動距離を測定し、トラッキングやロケーションアウェアネスサービスを提供。

団体・組織

米国、Illinois 大学 NCSA

特徴

Illinois 大学 NCSA が 2002 年に発表した無線タグ。
アクティブ RFID による測位を行う。
カンファレンスなどで実際に利用され実験が行われた。

図表・4 無線タグ



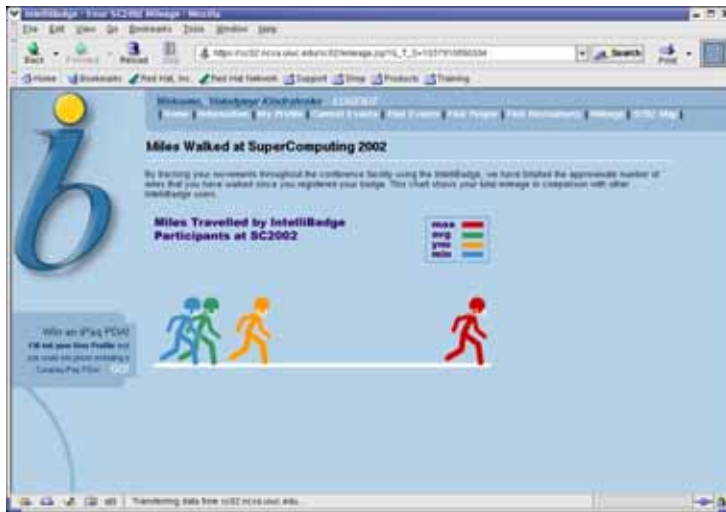
出所) Illinois 大学 NCSA ウェブページ

利用シーン

カンファレンスでの実験では、トラッキングサービスの例として対象者の移動距離を来訪者全員の最大値、平均値、最小値と比較して提示した。

また、サインポストへの接近を検知し、ユーザの属性に応じた情報を画面に表示する、コンテキストアウェアネスなサービス提供も行った。

図表・ 5 トラッキングサービス例（その1）



出所) Illinois 大学 NCSA ウェブページ

図表・ 6 トラッキングサービス例（その2）



タグがサインポストに接近(2.4m)
サインポストIDを受信



リーダーにタグIDとサインポストIDを送信



データベースに格納、データ処理



ユーザや場所に応じた情報が提供される

出所) Illinois 大学 NCSA ウェブページ

2 - 2 - 2 Sensimesh

概要

米 Sensicast 社が2003年に発表したワイヤレスセンサーネットワークを構築するソフトウェア及び通信ノード。

団体・組織

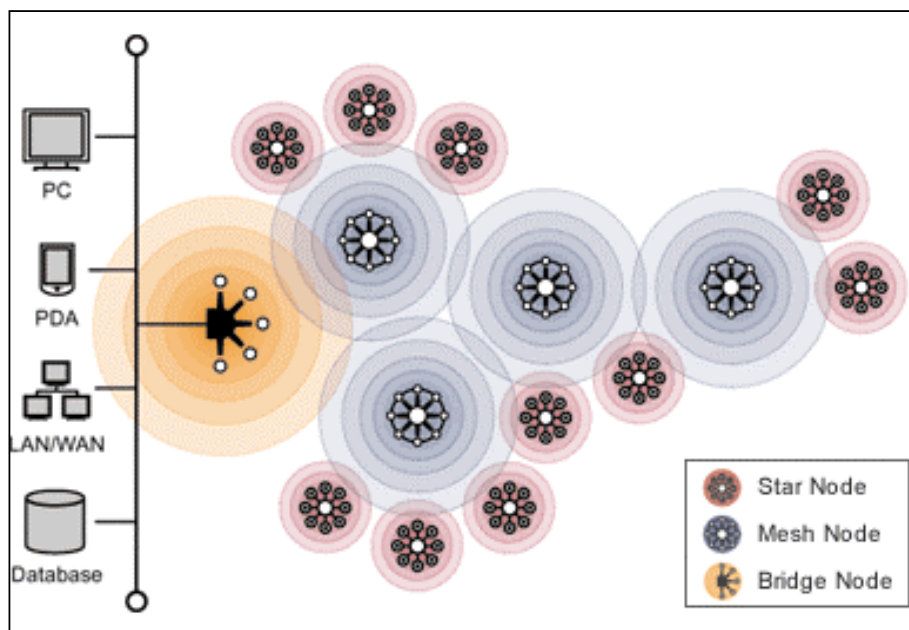
米国、Sensicast 社

特徴

センサーネットワークを容易に構築するためのノード群。3種類のノードによりアドホックネットワークを構成。無線周波数は、902~928MHz、IEEE803.15.4 に準拠している。

3種類のノードとは、各種センサーを装着できる Star Node (バッテリー駆動、\$249~) と自動的に無線ネットワークを構築する Mesh Node (電源駆動、\$399~)、無線ネットワークと有線ネットワークとのゲートウェイとなる Bridge Node (電源駆動、\$499~) である。

図表・7 アドホックネットワーク構成イメージ



出所) Sensicast 社 ウェブページ

図表・8 3種類のノード



Star Node

- 各種センサーを装着するインターフェースを装備
- バッテリー駆動
- \$249~



Mesh Node

- 電源が入ると自動的にネットワークを構築する通信ノード
- 電源駆動
- \$399~



Bridge Node

- 無線ネットワークと有線ネットワークとのゲートウェイ
- 電源駆動
- \$499~

出所) Sensicast 社 ウェブページをもとに作成

利用シーン

センサーネットワークを構築するためのベースシステムとして提供。

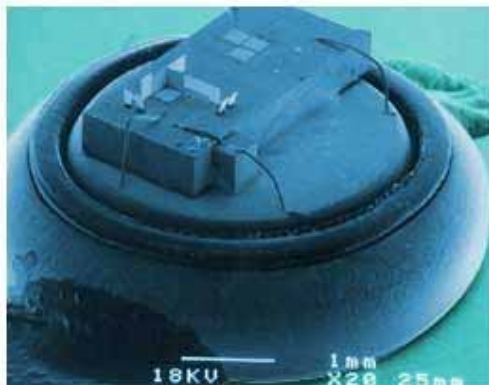
2 - 2 - 3 Smart Dust

概要

UC Barkley が 1997～2001 年に開発した環境モニタ用センサー。微細 (1mm 四方) であり、バッテリーを必要としない。

各センサーがアドホックネットワークを構成。微細であることから、環境モニタリング用途などで広範囲に利用することが想定されている。

図表・ 9 Smart Dust



出所) Small Times ウェブページ

団体・組織

米国、UC Berkeley

ねらいや特徴

空中散布が可能なレベルの超微細センサーとネットワークノードの開発。

センサーノードはサイズが 1mm 四方であり、振動、太陽光、気圧変化により充電できる。明度や温度を測定。

アドホック通信が可能であり、自己組織化などの特徴を有する。

- Multi-hopping
 - センサー間で中継して通信可能
- Self-organizing/Self-configuring
 - 起動後 5 分以内に最適なネットワークを構築
- Self-healing

-故障したセンサーは排除し、ネットワークを再構築する。

• Easy expandable

-追加されたセンサーは自動的にネットワークに組み込まれるヘルスケア

利用シーン

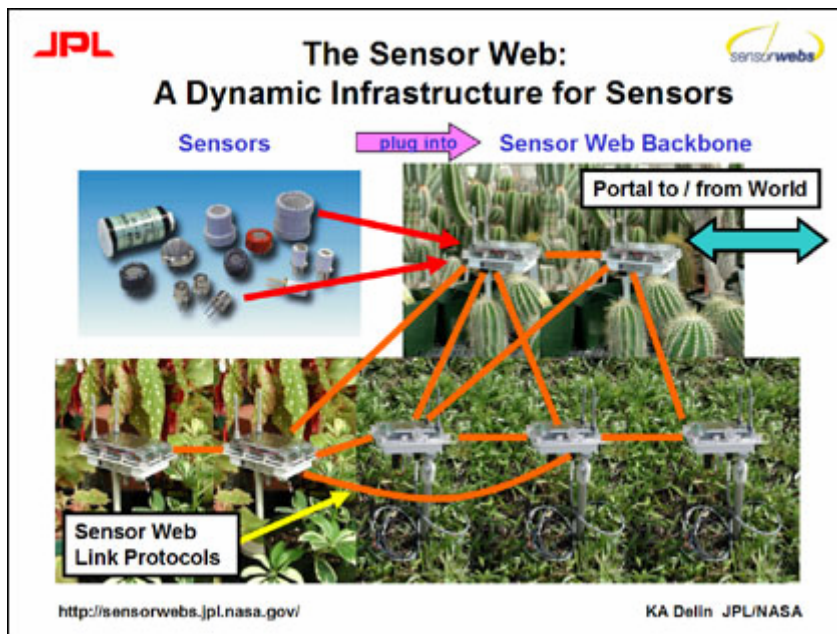
環境観測などを想定。デモンストレーションされている利用シーンは以下の通り。

2 - 2 - 4 NASA/JPL Sensor Webs Project

概要

センサー付き機器「pod」が相互に通信して、独立したネットワーク「Sensor Web」を形成、情報を収集する。Pod を幅広く展開することで、事実上無限の範囲を対象としてセンシングすることが可能。個々の pod にはセンサーと無線通信機能が装備され、複数の pod が連携して全体として Sensor Web を形成する。収集されたデータは Sensor Web から別のネットワークに接続して活用される。

図表・ 10 sensor web の概要



出所) NASA JPL ウェブページ

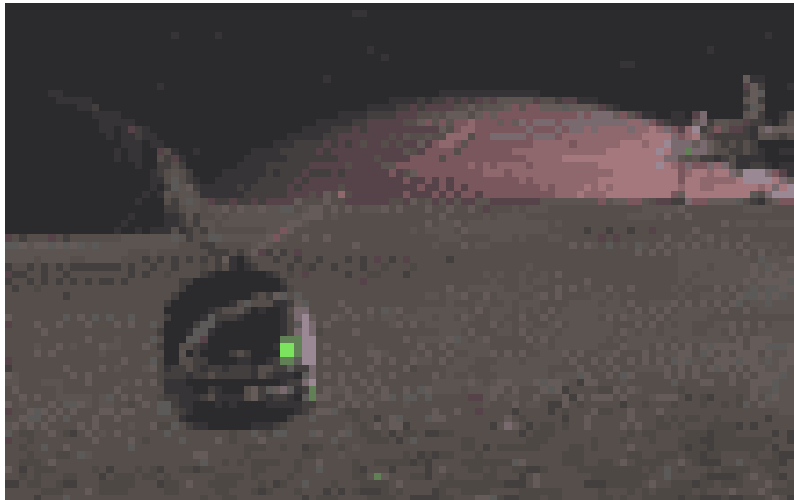
団体・組織

米国、NASA JPL

研究開発のねらい

惑星探査などでも利用できるセンサーネットワークの開発を目指していると推察される。

図表・ 11 宇宙空間における sensor web の利用イメージ



出所) NASA JPL ウェブページ

利用事例

公園内に Sensor Web を構築。劣悪な環境下でのテストと同時に、生態学の研究手段としても活用している。乾燥地や寒冷地での実験も行っている。

図表・ 12 公園内でテスト状況



出所) NASA JPL ウェブページ

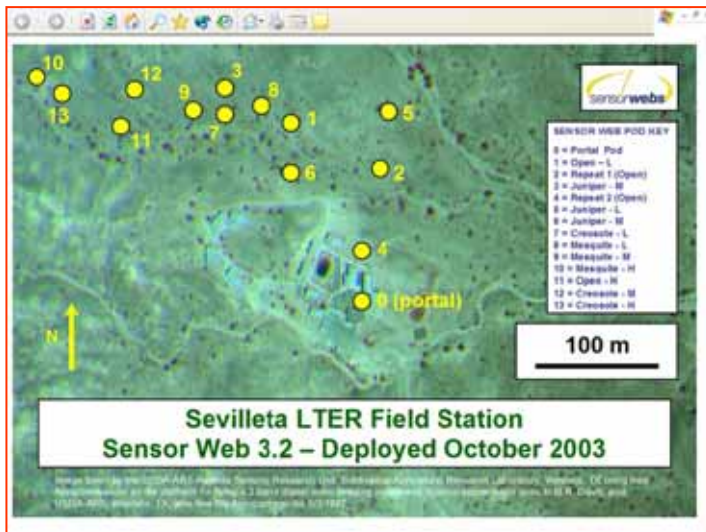
図表・ 13 悪環境化でのテスト状況



出所) NASA JPL ウェブページ

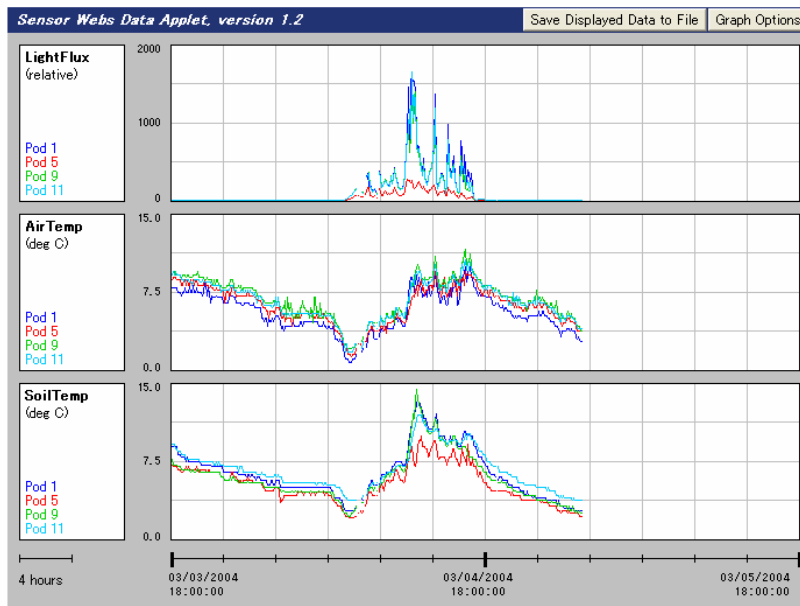
また、Sevilleta (New Mexico) の事例では、公園内に 13 個の pod が配置されており、必要な情報を選択して取得。Sensor Web が捉えた情報はリアルタイムで確認することができる。ここでは照度や気温、土壌温度などを計測している。

図表・ 14 公園内の Pod 配置



出所) NASA JPL ウェブページ

図表・ 15 照度や気温、土壌温度のリアルタイム計測



出所) NASA JPL ウェブページ

2 - 3 欧州の主要プロジェクトの概要

2 - 3 - 1 Wi-Fi 店舗マーケティング

プロジェクトの概要

店舗内に設置された Wi-Fi のアクセスポイントが、ショッピングカートに搭載された端末の位置を測定。来店者に対し、その位置にふさわしい商品の宣伝、クーポン券、割引券などの情報をショッピングカート搭載の端末に表示する。独 METRO Group がドイツの Rheinberg に 2003 年 4 月末に開店した 3,200 平方メートルのスーパーマーケットで実験を行った。

図表・ 16 利用イメージ



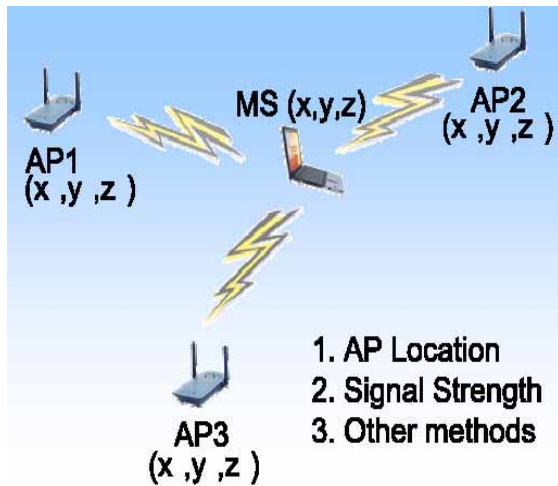
出所) METRO Group ウェブページ

組織

店舗での実験を実施しているのは、独 METRO Group。

測位システムのベンダーは Ekahau (ヘッドクォーターは米国)

図表・ 17 Wi-Fi を利用した測位



出所) Intel Developers Forum 資料

2 - 3 - 2 Sentinet Computing

プロジェクトの概要

超音波センサーを利用した高精度 (3cm) な測位情報にもとづく、コンテキスト・aware なオフィス環境を実現。

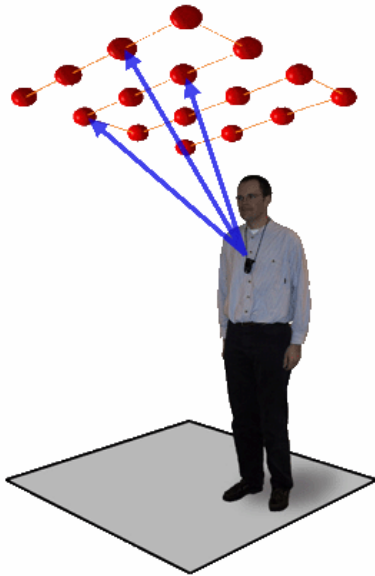
利用者は、ActiveBat というデバイスを携帯する。このセンサーの位置を、天井に 1.5m 四方ごとに設置されたセンサーで測定する。

図表・ 18 ActiveBat



出所) 旧 AT&T ケンブリッジ研究所 ウェブページ

図表・ 19 天井に設置したセンサーによる測位



出所) 旧 AT&T ケンブリッジ研究所 ウェブページ

組織

イギリス、旧 AT&T ケンブリッジ研究所

研究開発のねらい

超音波センサーを用いた、高精度な測位の実現。

位置情報にもとづく、コンテキスト・アウェアなアプリケーションの試作。

利用シーン

デモンストレーションされている利用シーンは以下の通り。

- ・ どの PC の前に座っても、自分のデスクトップ環境が自動的に現れる。
- ・ 最寄りの電話への自動転送。
- ・ ホワイトボードへの記載内容が自分の PC に自動で転送。
- ・ テレビ会議では、振り向いた方向のカメラが反応して画像を撮影。

図表・ 20 位置情報を下に、状況をモデル化（一番近い電話に自動転送）



出所) 旧 AT&T ケンブリッジ研究所 ウェブページ

2 - 3 - 3 Ubisense

概要

UWB を用い、少数のアンテナにより多数のセンサーを検知する低コストなシステムを構築。

団体・組織

イギリス、Ubisense 社

特徴

Ubitag というアクティブタグを人や物に装着し、センサーユニット（アンテナ）で測位する。最低 4 つのセンサーユニットが必要であり、タグとセンサー間の距離は最大で 40m 以上に対応する。UWB はパルス幅が狭いためマルチパスのフィルタリングが容易であり、複雑な屋内環境でも 15cm 単位での測位が可能である。センサーユニットを増設することで、最大 100,000 m²までカバーでき、最大数万のタグを追跡可能である。

Ubitag のサイズはクレジットカードサイズであり、ボタン電池 2 個で平均 12 ヶ月の利用が可能。重量は、145g である。

Ubisense センサーユニットは、Ether ケーブルにてネットワークに接続されるアンテナユニット。サイズは、17cm × 12cm × 5cm である。

図表・ 21 Ubitag



出所) Ubitag 社ウェブページ

図表・ 22 Ubitag センサーユニット



出所) Ubitag 社ウェブページ

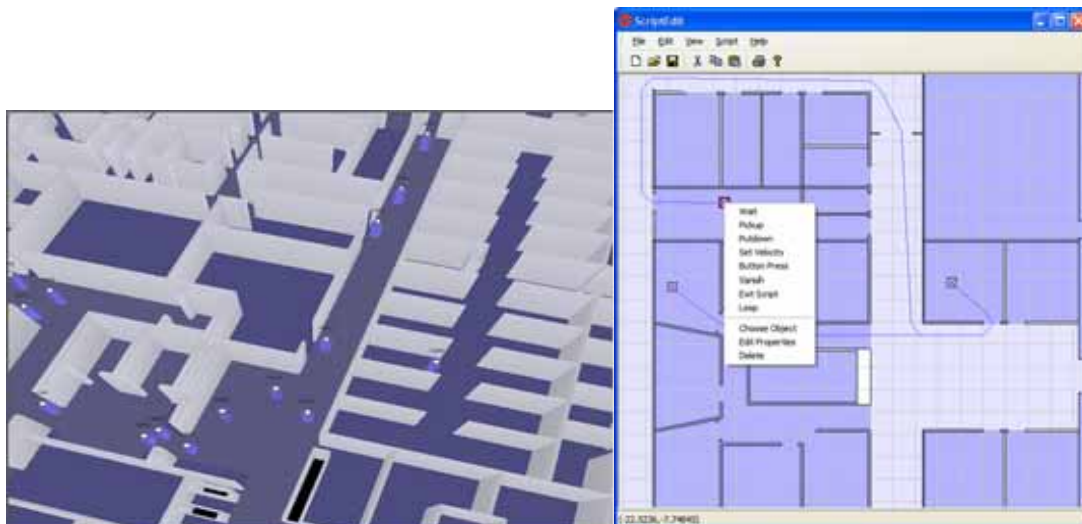
利用シーン

タグの動きを追跡することで、人や物の移動軌跡を捕捉できる。来訪者管理や物品の紛失防止に利用できる。

想定されている利用アプリケーション例は以下の通り。

- ・ヘルスケア
 - 診療記録などの紛失防止
 - 不正な場所への格納を検出し警告を発することができる。
 - 医療スタッフが患者に接した場所や時間を記録できる。
- ・オフィス
 - 来訪者管理
(不正なエリアへの侵入を検出、警告)
 - 資産管理
 - 生存確認
- ・その他
 - 動物の生態観察

図表・ 23 位置検出の表示例 (3D、軌跡表示)



出所) Ubisense 社ウェブページ

2 - 3 - 4 MediaCup

概要

通信機能、センサー付きのコーヒーカップ。カップ底部に取り付けられたセンサーにより、温度、使用状況を検知する。

センサーと施設側システムとの間は、赤外線通信を行う。どの赤外線受信機と通信を行ったかにより、赤外線受信機単位の位置を測定する。

図表・ 24 カップとセンサー部



出所) Karlsruhe 大学 Tec0 ウェブページ

団体・組織

ドイツ、Karlsruhe 大学 Tec0 (Telecooperation Office)

研究開発のねらい

超音波センサーを用いた、高精度な測位の実現。

位置情報に基づく、コンテキスト・awareなアプリケーションの試作。

利用シーン

デモンストレーションされている利用シーンは以下の通り。

- ・ 温度を検知し、腕時計と通信。飲用に適さない場合には警告
- ・ 全員のカップが空になると自動的にコーヒーマーカーが作動
- ・ 全員のカップが集まると会議中と判断し、ドアに「会議中」と表示

図表・ 25 温度警告を表示する腕時計



出所) Karlsruhe 大学 Tec0 ウェブページ

図表・ 26 自動作動するコーヒーマーカー



出所) Karlsruhe 大学 Tec0 ウェブページ

図表・ 27 会議中のドア表示



出所) Karlsruhe 大学 Tec0 ウェブページ

2 - 4 韓国における取り組み

2 - 4 - 1 韓国の研究開発分野におけるセンサーネットワーク関連施策

韓国では世界の IT 市場において先進的な位置付けを確保するため、2004 年に「IT 8-3-9 戦略」を策定した。これは 8 大新規サービスの導入、3 大インフラの構築、9 大新成長分野を立ち上げるといったものである。3 大インフラの一つにユビキタスセンサーネットワークが挙げられている。ただし、センサーネットワークとは全てのモノに RFID タグをつけインターネットを利用して情報の収集、管理をするネットワークが想定されており、電子タグ技術の研究開発、標準化、普及・活性化等が中心となる。当分野では、2004 年にユビキタスセンサーネットワーク基本計画を策定し、モデル事業を推進、2010 年を目標に u-Life と呼ばれる新しいライフスタイルの構築を目標としている。政府は 2004 年から 2010 年の間に 1,626 億ウォンを投資する予定である。

8 大新規サービス	3 大インフラ	9 大新成長分野
<ul style="list-style-type: none"> ・ 無線ブロードバンドサービス ・ デジタルマルチメディアブロードキャストサービス ・ ホームネットワークサービス ・ テレマティクスサービス ・ RFID 活用サービス ・ W-CDMA サービス ・ 地上波デジタル TV ・ Internet 電話 (VoIP) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 広帯域統合網 ・ ユビキタスセンサーネットワーク ・ 次世代インターネットプロトコル (IPv6) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 次世代移動通信 ・ デジタル TV ・ ホームネットワーク ・ IT システムオンチップ (SoC) ・ 次世代 PC ・ エンベディッドソフト ・ デジタルコンテンツ ・ テレマティクス ・ 知能型ロボット

2 - 4 - 2 センサーネットワーク関連プロジェクト事例 (ROTIS 社の交通情報提供システム)

概要

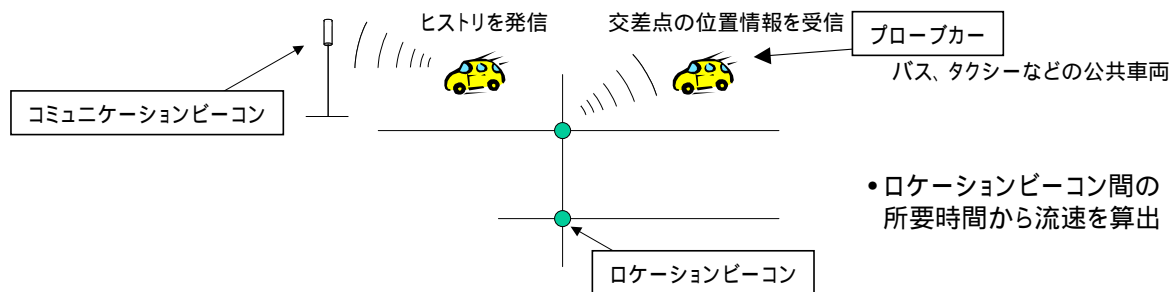
プローブカーシステムによる道路交通情報サービスをソウル首都圏やプジョン市で提供している。プローブカーとして情報をアップリンクする車両は、バスやタクシーなどの公共車両であり、バスロケーションサービスや、タクシーの配車システム (のための位置把握システム) としても利用されている。

車両の位置は、交差点毎に設置されたポジショニングビーコンで測定し、区間所要時間によりその区間の流速を求めている。この流速の情報は、ビル等の屋上に設置されたコミュニケーションビーコンから専用線を経てセンターに集められる。なお、通信に用いる周波数は 244MHz 帯で免許は必要だが利用料は無料。

センターで処理された渋滞情報は、インターネットや携帯電話から利用される。

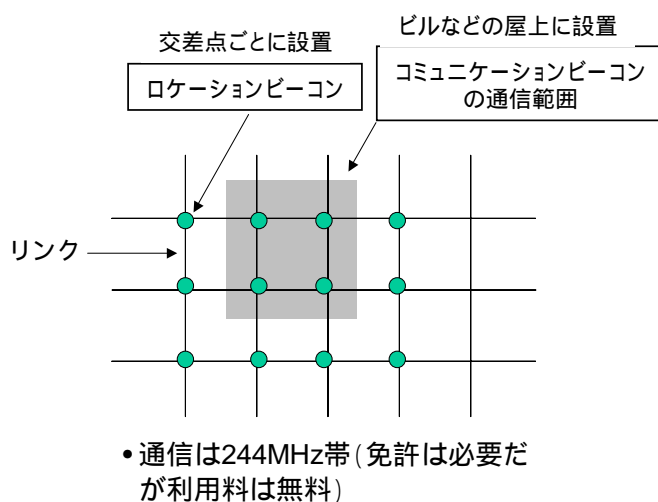
なお、ポジショニングビーコンは太陽電池と二次電池 (容量 15 日分) がついている。

図表・ 28 ROTIS の概要



出所) 野村総合研究所

図表・ 29 ビーコンの設置イメージ



出所) 野村総合研究所

団体・組織

韓国、ROTIS

ROTIS社は韓国科学技術院(KAIST)出身のLG社エンジニア3人によって1998年に創業。社員数は約70名。機器のメンテナンスは外部にアウトソーシングしている。

価格

大都市向けに独自に投資して行くことは難しい。小都市であれば、10億ウォン程度の投資で実現可能。

ビジネスモデル

個人利用者については、PCからの利用は無料。携帯電話での利用には、5000ウォン/月の

料金を徴収している（要確認）。

法人向け（バスやタクシーなど）への提供は有料。プローブカーとして収集にあたるタクシーは当初無料としていたが、その後有料に切り替えた。

図表・30 ROTIS による道路渋滞情報提供

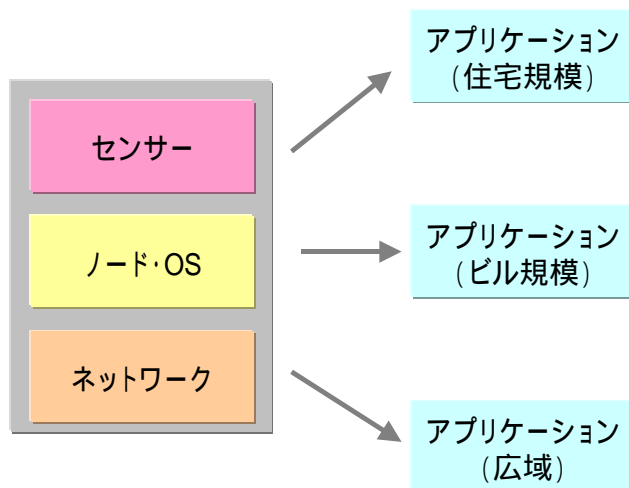


出所) ROTIS 웹페이지

2 - 5 我が国における取り組み

ここでは研究会における各構成員からプレゼンテーションを中心に、我が国におけるセンサーネットワーク関連技術への取り組み及びその特徴等について整理する。

これらの中には、研究開発段階のものから既に実用化されているものまで多岐に渡っているが、便宜上、次のように大きく分類した。



2 - 5 - 1 センサー

センサーそのものの開発はかなり古くから行われており、その種類や利用方法も多種多様な分野に渡っている。これらの多くは既に実用システムの一部として稼動しており、今後はシステムに対するより高度なリクエストに対応した改良や開発が求められている。

一方、新たな分野としては微細加工技術を用いたセンサーそのものの超小型化への取り組みや新たなセンシング技術であるテラヘルツ帯を利用したアプリケーションの開発等が進められている。

2 - 5 - 2 ノード・OS

ノード部分では高速化や小型化、低消費電力化などを実現するため、ASIC による汎用のセンサーノード機能の実現が実用化を迎えている。また、センサーネットワークそのものへの多様な要求への対応を実現するために、センサーノードへの組み込みにおいて最適となる OS の研究開発が進められている。

2 - 5 - 3 ネットワーク

無線通信を中心としたネットワーク分野での取り組みは数多く見受けられる。省電力技術を活かした省電力マルチホップ技術やアドホックネットワーク技術等、センサー情報や機器の制御情報等の少量データを効率よく通信するネットワークの研究や技術評価が行われている。一方、センサーネットワークプロトコルの標準化を目指す IEEE802.15.4 (ZigBee) といった標準化活動への取り組みも積極的に行われている。

2 - 5 - 4 アプリケーション (住宅規模)

比較的狭い範囲を対象とするアプリケーションとしては、住宅向けに防犯や省エネ対策、在宅ヘルスケア等を目的としたサービスが実際に提供されている。

2 - 5 - 4 アプリケーション（ビル規模）

住宅よりも比較的規模の大きな施設を対象とするアプリケーションはビルオートメーションとして比較的早い段階からシステムの導入が行われた分野である。近年は、ビルオートメーションの高度化を目指した IPv6 化や人の位置情報などを活用した環境制御、ビルの老朽化や損傷など構造体そのものの管理を行うヘルスマonitoringなどの新しい取り組みがなされている。

2 - 5 - 4 アプリケーション（広域）

既に導入後 20 数年を迎えた気象観測システム「アメダス」に代表される広域のセンサーネットワークでもリアルタイム性の向上やメンテナンスの効率化、インターネットの活用などの取り組みがなされている。また、不測の事態に備えた地震防災システムや社会的な現象となっている花粉症対策向けの情報収集・提供サービスなどの研究も行われている。

なお、具体的な取り組み事例については、参考資料において示している。

表．具体的な取り組み事例（内容については、参考資料として記載。）

分野		研究開発・実用化事例
センサー	センサー	【事例 1】各種センサーと既存サービス事例（オムロン株式会社）
		【事例 2】微細加工技術・MEMS 技術を用いたセンサー（株式会社山武）
		【事例 3】テラヘルツ帯を活用したアプリケーション（テラヘルツテクノロジー動向調査）
	ノード・OS	【事例 4】ASIC を用いたセンサーノード（株式会社アイピースクエア）
		【事例 5】センサーネットワーク向け OS（東京大学/YRP ユビキタスネットワーク研究所）
	ネットワーク	【事例 6】省電力マルチホップ技術（日本電気株式会社）
		【事例 7】ワイヤレスセンサーネットワークのトータルソリューション（沖電気工業株式会社）
		【事例 8】ワイヤレスセンサーネットワークシステムの研究（三菱電機株式会社）
		【事例 9】携帯電話を核とした無線通信サービス（株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ）
アプリケーション	アプリ（住宅規模）	【事例 10】在宅ヘルスケア支援システム（松下電器産業株式会社）
		【事例 11】住宅向けアプリケーション（積水ハウス株式会社）
	アプリ（ビル規模）	【事例 12】ビルオートメーションの IPv6 化（株式会社東芝）
		【事例 13】構造物等の管理システム（慶應義塾大学）
		【事例 14】ビル環境制御とビル構造のヘルスマonitoring（清水建設株式会社）
	アプリ（広域）	【事例 15】社会環境計測システム（横河電機株式会社）
		【事例 16】地震防災システム（東京ガス株式会社）
【事例 17】花粉予報サービス（日本電信電話株式会社）		

2 - 6 国内外におけるセンサーネットワーク関連技術の動向比較

2 - 6 - 1 日本

AMEDAS や道路交通情報、大気汚染モニタリング、河川汚染モニタリング、機械警備サービスなど既存のセンサーネットワーク技術による普及事例も欧米に比べて多い。とくに環境観測については、アメダスやトラフィックカウンターなどの既存システムが高密度に普及している。

新しいセンサーネットワーク技術に関する個別の研究も大学や企業で盛んに行われている。これらの研究開発はホームセキュリティやビル管理などの領域が比較的多い。

また、メーカーを中心に要素技術の研究もヨーロッパに比べて盛んに行われている。

2 - 6 - 2 米国

DARPA 予算による研究推進が盛んであったため、軍事主導で広域向けアプリケーションが多い。戦地での利用だけでなく、広大な国土の防衛や環境観測をねらう派生アプリケーションも多い。従って、微細なセンサーを広範囲に散布するタイプのものが比較的多い。

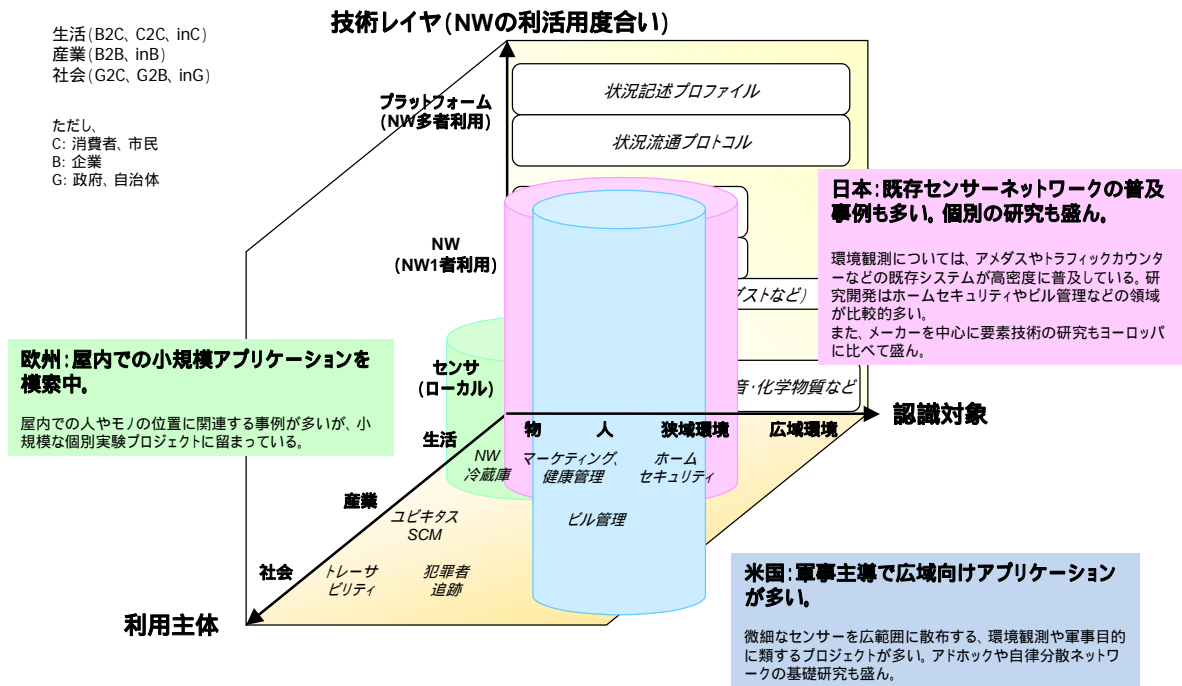
また、生態研究や環境観測に実際に利用しながら、改良を加えるとともに、センサーネットワークのベースとなる機器や OS、開発キットなども整いつつある。民生市場への展開をまつ段階に達している。

基礎研究については、アドホック通信や自律分散ネットワークの基礎研究も盛んに行われている。

2 - 6 - 3 欧州

屋内での人やモノの位置に関連する事例が多い。具体的なアプリケーション事例も多いが、比較的小規模な個別実験プロジェクトに留まっている。

図表・31 日米欧におけるセンサーネットワークへの取り込みの違い



出所) 野村総合研究所