

センサネットワーク 活用調査報告書

平成20年 3月



次世代電子商取引推進協議会

この報告書は、平成 19 年度自主事業として、次世代電子商取引推進協議会（ECOM）が実施した「センサネットワーク活用調査 WG」の成果です。

平成 20 年 3 月

次世代電子商取引推進協議会

<センサネットワーク活用調査ワーキンググループ名簿（五十音順・敬称略）>

（委員）

池野 修一	セコム株式会社
岩尾 忠重	富士通株式会社
萩原 正樹	株式会社日立製作所
河田 洋平	株式会社日立製作所
佐藤 秀幸	東京電力株式会社
堀 孝光	NTT コミュニケーションズ株式会社
宮本 敬次郎	株式会社富士通総研

（事務局）

早川 和夫	次世代電子商取引推進協議会
-------	---------------

目 次

1. はじめに	1
2. センサネットワークとは	2
2.1 センサネットワークの概要	2
2.1.1 定義	2
2.1.2 メリットと適用分野	2
2.2 センサネットワーク関連技術	3
2.2.1 センサ技術	3
2.2.2 ネットワーク技術	4
2.2.3 システム技術	7
2.3 センサネットワークの標準化技術	7
2.3.1 概要	7
2.3.2 各種無線規格の最近の標準化動向	7
3. 事例調査結果概要	10
4. ビジネスモデル	11
4.1 普及シナリオ	11
4.2 調査プロジェクトの分類	11
4.3 ビジネスモデルの考察	12
5. 課題と解決策	13
6. 事例調査票	14
<無線環境モニタリングシステム>	15
<受刑者管理システム>	19
<鉱石品質管理システム>	24
<ZigNet>	29
<リアルタイム防災システム (SUPREME) >	34
<梨トレーサビリティ>	38
<省エネシステム>	44
<センサネットタウン>	49
<酪農分野におけるモバイルセンサーネットワーク>	58
<イワトープラン>	65

1. はじめに

近年、先進各国において、市民生活の中にネットワークが浸透しており、いつでも、どこでも、誰とでも繋がるコミュニケーション環境が身近なものになってきている。このようなインターネットによる、地域や国、大陸を超えたコミュニケーションのなかに、普段の生活とおなじく人とモノの情報のやり取りや、モノとモノの情報のやり取りが、入り込んでくる世界は「ユビキタスネットワーク社会」の到来として以前から予測されていた。

この人やモノ、モノやモノをつなぐ手段として無線通信機能を内蔵したセンサや RFID の活用が、生活の一場面では現実のものになっている。これらのセンサや RFID 等が自動的に多様なデータをやり取りし、それらを様々な形で活用する自立分散型のネットワークが「センサネットワーク」である。

技術的な課題とされてきた、センサ自体の高機能・高精度化や無線通信機能による置くだけで繋がるネットワーク、電源の省電力化・長寿命化は次々に克服され、利用場面を制限する原因とはならない状況である。また、センサネットワークが繋がるインターネットや携帯電話網などもブロードバンド化し、センサの管理技術もコンピュータの処理性能の高速・大容量化で制約の条件から外れようとしている。

さらに、利用側からみたセキュリティや信頼性、プライバシーに関する問題も、ISO などの国際標準化の活動による社会や企業への導入や個人情報保護制度による法規面での整備も進んでおり、運用面での対応を検討する段階にはいっている。

センサネットワークの利用分野としては、防災・災害予測、防犯・セキュリティ、医療・介護、交通、物流・マーケティング、施設管理、環境モニタリング分野等における情報基盤として、その活躍が期待されてきた。

しかし、このように多くのあらゆる分野での展開が望まれながら、我々は日常の生活のなかでセンサネットワークをベースとしたシンプルかつ魅力的なカスタマー体験を未だしていない。

このような背景の下、次世代電子商取引推進協議会は、平成 19 年 4 月から「センサネットワーク活用調査 WG」を開催し、センサネットワークに関する活用事例を調査・分析し、センサネットワークにおけるビジネスモデルの考察や、普及のための問題点とその解決策について検討を行ってきた。

本報告書は、本調査活動における検討結果を取りまとめたものであり、これによりセンサネットワークが人々の生活の色々な場面に登場し、市民生活の安全・安心の向上をはじめ、多方面の経済的な効果を生み出しつつ、より広範囲にセンサネットワークの実現が図られることで、新しい価値、新しい環境に相応したユビキタスネットワーク社会が開かれることを強く望むものである。

2. センサネットワークとは

人・モノ・環境等の状況を情報としてセンサが感知して、センサとセンサ、センサと周辺機器等がネットワークを介して自律的なコミュニケーションを行い、時間・場所やその他の制約を受けることなく容易に人とつながることにより、ユビキタス・ネットワーク環境が実現するものと捉え、その実現のために不可欠な手段・方法である「センサネットワーク」に関して、概要、関連技術、標準化動向の各観点から、以下に述べるものとする。

2.1 センサネットワークの概要

2.1.1 定義

情報通信白書[1]では、センサネットワークをシステム形態区分の観点から、

センサ単体

ネットワークに繋がったネットワーク型センサ

オープン・スタンダードなプラットフォームにより機器間の相互接続性・相互運用性を高めたオープン型センサネットワーク

通信機能のコンポーネントがセンサに内蔵されて機器が至る所に偏在するユビキタス・センサネットワーク、の4つに区分している。

当該区分は規模的な発展段階そのものを指しているものと捉えられ、はセンサそのもので、センサを公衆網(電話網/IP通信網/モバイル通信網など)や専用回線等と繋げることでとなり、さらに、機器の接続規格がオープン化・標準化されることで異ベンダ製品機器間の連携が可能となり効率的なネットワークである が実現する。そして発展が進むことで、多数のセンサを自律的に相互接続させサービス連携が進展して が実現し、時間と場所を超えたサービスを人に対して提供できるようになる。

本 WG では、センサが多様なネットワークに繋がることで、1つのセンサでは不可能な面や空間のデータを取得し、人の行動といった複雑な状況や継続的に変化する周辺環境まで把握することができるようになり、人の生活様式やビジネス・スタイルに大きな変革をもたらすことができるという影響度の重大さとその重要な価値を捉え、センサネットワークに関して以下のように定義(AND条件)する。

- (1) センサ群をネットワーク化したもの。
 - (2) センサ、周辺機器、及び通信事業者のネットワーク等で構成され、人とモノまたはモノとモノとのコミュニケーションが行え、従来になかった付加価値、便益、効用を実現できる有機的かつ総体的な仕組みである。
- (注) ネットワーク化自体は、いわゆるマルチホップ(アドホック)通信、ネットワーク自動設定及び異ベンダ機器間接続等を必須とするものではない。

2.1.2 メリットと適用分野

センサが無線通信機能を有することで配線の必要性が無くなり、センサの設置場所の制約から解消され、断線の恐れからも解放され、利用範囲や適用範囲が広がる。また、センサと家庭内やオフィス内の周辺機器とのコミュニケーション機能により、周辺機器の自動動作による居住者のサポートや省エネ効果などの効用も想定できる。このように、センサネットワークは、身近な生活に関わる場所や環境から、人間がとても踏み込めないような場所や環境

まで、幅広い分野における従来では不可能であった用途への新たな利用が期待できるものである。センサネットワークはセンサ群のネットワーク化をベースとするが、センサが感知し送出する情報には、下記の通り多様なものが想定される。

表 2-1 センサが感知する情報例

出展：参考文献[2]

類型	感知する情報の例
環境	温度、湿度、降雨量、音 など
状況	位置、高度、速度・加速度、傾き・角度、重量、圧力、振動、衝撃 など
識別	バーコード、RFID、指紋、静脈パターン など
特定	ガス漏れ、煙、炎、熱、放射能、科学物質 など

センサ群のネットワーク化や通信事業者のネットワークを経由した情報伝達等との連携により、センサで感知・収集した上記の多様な情報から、人の行動や屋内外の環境を的確に把握することで、その場所、その時点・機会、その利用者のニーズに即した情報提示やサービス提供に役立てることが可能となる。例えば、センサネットワークの適用分野として以下のものが想定されるが、それ以外にも未知数の分野への適用可能性が考えられ、今後の創発的展開が期待される。

表 2-2 センサネットワークの適用分野

出展：参考文献[2]

分野	適用例
業務	自動検針（電気、ガス、水道）、農産物育成環境最適化
施設管理	エネルギー需要最適化（室温管理等）、構造物管理（損傷・劣化の把握）
環境	環境モニタリング、地球観測
保険・医療・福祉	見守り、安否確認、リアルタイム生態データ収集・管理
交通	交通制御（渋滞解消、環境改善、緊急車両優先、駐車場提供）、事故回避
安全・防災	ホームセキュリティ（火災、防犯、緊急通報）、被災（者）状況把握

2.2 センサネットワーク関連技術

本 WG では、センサネットワーク関連技術を「センサ技術」「ネットワーク技術」「システム技術」の3つに分類整理する。

表 2-3 センサネットワークの技術内容

出展：参考文献[2]

分野	技術内容
センサ技術	センシング技術、耐環境技術、省電力技術、小型化技術
ネットワーク技術	無線技術、ネットワーク制御技術
システム技術	データ収集技術、データ分析技術、遠隔保守管理技術

2.2.1 センサ技術

一般的にセンサというと、最初にも説明したとおり、温度、湿度、照度、音など実世界の

情報を検知し電気信号に変える部分をさすが、本 WG では、このような一般的なセンサだけでなく、各家庭に設置された電力メータや、自動車（例えばその平均速度）など、実世界の情報を捉えることが出来る物を総称してセンサと呼ぶ。

センサを実現する上では、以下の4つの技術が必要となる

(1) センシング技術

実世界の情報・データを取得する技術と、それを高感度化したり、精度を上げたりする技術であり、温度、圧力、磁気、加速度などの物理量を測定するためのものから、画像データを得るための CCD や、位置情報を得るための GPS など様々な技術が存在する。

(2) 耐環境技術

センサネットワークで利用されるセンサは、環境面で問題の少ない屋内で利用されるケースだけではなく、屋外で利用されるケースも多いため、温度、湿度変化に対して極力影響を受けないようにする必要がある。このための防塵、防水、高低温・衝撃対応などの技術が必要となる

(3) 省電力技術

センサネットワークにおいては、多くの場合、無線が利用されるため、センサの稼働電力確保が大きな問題となる。基本的には、電池や、バッテリー技術に依存することになるが、限られた電力を効率よく使う仕組みにより数年～10年間無線により情報を収集出来るセンサも実現している。例えば、センサによる測定間隔や、無線による発信間隔とその制御方法などが重要となる

(4) 小型化、低価格化技術

設置場所にとらわれずにセンサを設置する上では、その小型化が重要になる。集積回路技術の発展により、センサ部分や無線装置自体の小型化技術は進んでおり、低価格化にも大きく貢献している。例えば、RFID であれば、アンテナ部を除けば米粒大以下にまで小型化が既に実現している。ただし、実際には、RFID の大きさは、電源やアンテナの制限による部分が大きい。

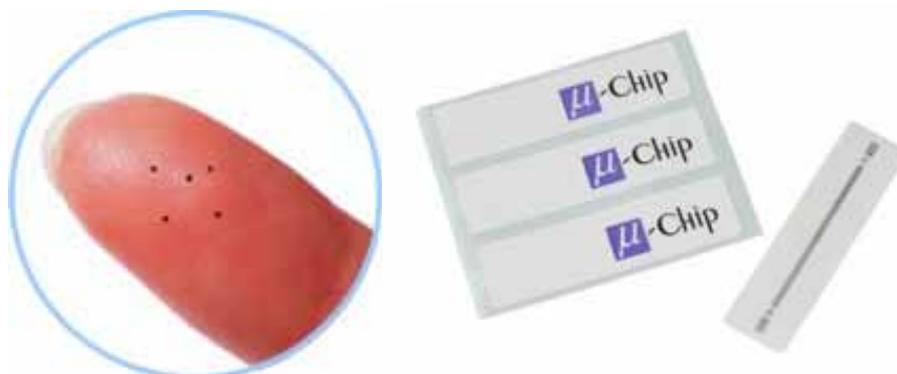


図 2-1 小型の RFID の例：日立的 μ チップ (左) と、それを使ったタグの例 (右)
出展：参考文献[3]

2.2.2 ネットワーク技術

センサを設置する方法としては、防災や軍事用途などのために空中から散布する場合から、一つずつ人手で設置する場合まで様々である。さらに、その設置環境も、屋外、室内、地下など多様である。また、センサネットワークにおいては、大量のセンサを利用することになる場合もあり、そのような場合は、センサ自体の価格だけでなく設置の効率性も重要になる。

このような、多様な形態のセンサネットワークを実現するための鍵を握るのがネットワーク技術であり、センサ間、又は、センサとサーバの間の物理的な通信方法と、その制御技術から構成される。

(1) 通信技術

センサネットワークにおいては、ツイストペアや電力ケーブルなどの有線を利用するケースもあるが、多くの場合無線が利用される。無線通信を利用することで設置の手間などの削減が可能となり、現実的なセンサネットワークアプリケーションの登場につながっているといえる。無線通信においては、多くのセンサが電波干渉を起こさずお互いに通信する技術重要となる。また、電池などで駆動されるためなるべく出力の小さい電波を使いつつ、通信の信頼性を確保することも必要となる。

(2) ネットワーク制御技術

一般のコンピュータネットワークにおいても、アドレス割り振りや、ルーティングなど様々な技術が必要とされるが、ネットワーク形式としては、コンピュータとコンピュータ間にハブ、ルータなどの機器により通信が制御されているため、比較的制御しやすい環境である。

一方、センサネットワークにおいては、大量のセンサを設置する場合などでは、そのような通信制御機器の設置を前提とした形態をとることは、手間、コストを考えると現実劇ではない。このようなケースでは、各センサノード自体が自律的に通信を制御するといった技術が必要となる。このようなネットワークは、アドホックネットワークと呼ばれ、相互に直接通信出来ないノード間でも、情報を中継可能なノードを探してバケツリレー的にデータを送ることが可能となる。実現のためには、各ノードがルータのようなデータ中継機能を保有することになり、特別なルーティングプロトコルも必要となる。さらに、用途によっては、センサ間での時刻の同期や、位置の特定、通信の優先制御といった技術も必要となる。

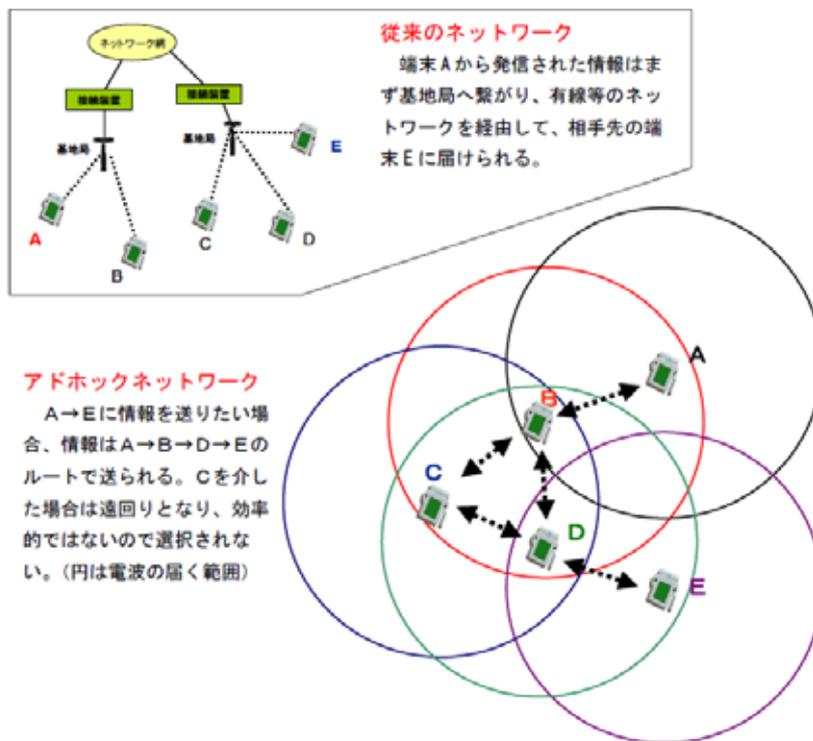


図 2-2 アドホックネットワーク
 出展：参考文献[4]

2.2.3 システム技術

センサから集めた情報を使ってサービスを提供するためには、そこから大量の情報をリアルタイムに収集する技術（以下データ収集技術）と、収集したデータを目的に応じて分析する技術（データ分析技術）が必要となる。さらに、実際に運用していくためには、遠隔で各ノード（センサ）の以上を検知し、制御プログラムを入れ替えるといった遠隔保守管理技術も必要となる。

（1）データ収集技術

センサの情報は、温度、湿度などのように一定間隔毎に発信される場合と、警報や異常値のように不定期に発信される場合がある。定期的に発信される情報については、バケツリレー的に情報を追加しつつ転送するなどの工夫が必要となる。また、警報のようなイベント的な情報については、決められた時間内にそのデータをセンタまで通知したり、大量に警報が発生した際の対処方法などを検討していく必要がある。

最終的には、センタ側でデータを蓄積することになるが、広域で大量にセンサを利用することが予想される、自動検針、自動車などのアプリケーションでは大容量の記憶装置を備えた、大規模なセンタシステムが必要となる。

（2）データ分析技術

センサで検知した人やモノの動きや、温度などの変化といった、大量に蓄積されるデータからその意味を分析する技術も重要となる。広い意味でのデータマイニングといえるが、最終的には、分析結果に基づき、利用者の状況に応じた適切な情報を提供するコンテキストウェアネス技術まで必要となる。

(3) 遠隔保守管理技術

実際にセンサネットワークを運用していく上では、遠隔から故障したノード(センサ)を特定したり、センサの制御プログラムを入れ替えたりするなどの技術が必要となる。また、サービスを実現する上では、時刻合わせ、位置情報管理などの付加的な機能も必要になると考えられる。

2.3 センサネットワークの標準化動向

本節ではセンサネットワークで使用される無線規格の最近の標準化動向について述べる。

2.3.1 概要

現在では様々な分野で無線が使用されているが、通信距離と用途により無線 WAN(Wide Area Network)、無線 MAN(Metropolitan Area Network)、無線 LAN(Local Area Network)、無線 PAN(Personal Area Network)に分類できる。これらのうち、センサネットワークで使用されるのは無線 PAN であり、この分類に属する無線方式としては UWB(低速無線 PAN)、微弱無線、特定小電力無線、ZigBee/IEEE802.15.4、Bluetooth/IEEE802.15.1 がある。

以下に無線 PAN に属する無線方式の比較を示す[1]。

表 2-4 無線 PAN 比較

出展：参考文献[1]

無線方式	UWB(低速無線 PAN)	微弱無線	特定小電力無線	ZigBee	Bluetooth
周波数帯域	2.4GHz 915MHz 868MHz 3.1~10.6GHz	307MHz 316MHz	429MHz	2.4GHz 915MHz 868MHz	2.4GHz
規格	IEEE802.15.4a	独自	独自	IEEE802.15.4 ZigBee Alliance	IEEE802.15.1
伝送距離	10m 以上	30m	30~300m	10~75m	10~100m
伝送速度 (bps)	数十 k 以上	2k	2.4k	250k	1M
消費電力 (通信/待機)	6.2mW	66mW/3.3mW	50mW/0.3mW	< 60mW	120mW/4.2mW

2.3.2 各無線規格の最近の標準化動向

以下では上記の各無線規格のうち、ここ一年で標準化の活動が顕著に行われている UWB(低速無線 PAN)と ZigBee についての最近の標準化動向について記す。また、無線 PAN には属さないが最近注目を集めている BAN(Body Area Network)についても紹介する。なお、Bluetooth は伝送速度が速いために伝送量の大きい用途に用いられることが大半であり、センサネットワークとして使用される事例が少ないため、ここでは割愛する。

(1) UWB (低速無線 PAN)

低速無線 PAN は低価格、低消費電力、低速度といった IEEE802.15.4 の特徴に加えて正確な測距能力を持ち、また ZigBee と比べて高い耐干渉能力を特徴とする無線規格である。センサネットワークの物理層規格として議論されている。

標準化は、2004 年 11 月に発足した IEEE802.15 TG4a にて議論されており、最近の動向としては DS-UWB(Direct Sequence-UWB)方式、CSS(Chirp Spread Spectrum)方式を基本とした提案が 4a Mandatory として、2007 年 3 月 22 日に承認された[5]。

(2) ZigBee

ZigBee は信頼性のある、低消費電力・低コストの無線通信を目指して 2001 年から ZigBee Alliance にて標準化が進められている。ZigBee がカバーする範囲は、OSI 参照モデルのネットワーク層以上の部分で、物理層 / MAC 層については IEEE802.15.4 を採用している。特徴の一つとして多種多様なネットワークに対応するためにスター、ツリー (木構造)、メッシュといったネットワークトポロジ をサポートしている。

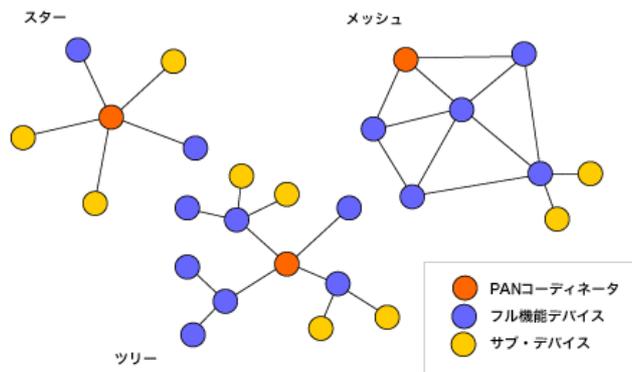


図 2-3 ZigBee ネットワークトポロジ
出展：参考文献[6]

最新バージョン「ZigBeePRO」は 2007 年 10 月 3 日に発表された。一般への公開は 2008 年前半の予定となっている。前バージョンである 2006 年版に対し加えられた主な拡張機能を以下に示す[7]。

- 電波の混信や干渉を検知すると別の周波数チャネルに切り替える「Frequency Agility」
- 大規模ネットワークへの対応
- 電波環境が悪い場合にデータを細かく分割して伝送効率を確保する「Fragmentation」
- 大規模ネットワーク利用時にデータの流れを集約して効率的にする「Good Addressing」

(3) BAN(Body Area Network)

人体近傍を通信範囲とした無線通信ネットワークで、PAN よりもさらに短い通信距離を想定 (数十センチ ~ 1 メートル) し、生体医療情報の伝送・監視など、医療・福祉・健康管理サービスへの適用が期待されている。IEEE802.15 部会では 2007 年 1 月から SG (Study Group) として標準化の議論をはじめており、現在は作業部会 TG6 にて議論されている[9]。

【参考文献】

- [1] ユビキタスセンサーネットワークの実現に向けて 最終報告、総務省 ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する調査研究会、
http://www.soumu.go.jp/s-news/2004/040806_4_b2.html、(2004.7)
- [2] 独立行政法人 情報通信研究機構
http://www.venture.nict.go.jp/trend/sensor/1_1.html
<http://www.venture.nict.go.jp/trend/sensor/index2.html>
- [3] 日立ムーチップ
http://www.hitachi.co.jp/Prod/mu-chip/jp/introduction/2003246_12643.html
http://www.hitachi.co.jp/Prod/mu-chip/jp/product/2005001_13904.html
- [4] アドホックネットワークの活用に関する調査研究会 概要
<http://www.shinetsu-bt.go.jp/sbt/hodo/h15/040316-1-1.pdf>
- [5] IEEE 802.15 WPAN Low Rate Alternative PHY Task Group 4a (TG4a)、
<http://www.ieee802.org/15/pub/TG4a.html>
- [6] ZigBee Alliance、<http://www.zigbee.org/en/index.asp>
- [7] ZigBee の新規格「ZigBee PRO」, 干渉の自動回避機能を標準化、日経 BP Tech-On、
<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20071003/140116/>、(2007.10)
- [8] IPv6 over Low power WPAN (6lowpan)、
<http://www.ietf.org/html.charters/6lowpan-charter.html>
- [9] IEEE 802.15 WPAN™ Task Group 6 (TG6) Body Area Networks、
<http://www.ieee802.org/15/pub/TG6.html>

3. 事例調査結果概要

表 3-1 に調査結果の概要を示す（詳細は、6 章参照）。実導入しているユーザは、概ね満足している。

表 3-1 調査結果概要 (満足度：高 低)

No.	ユーザ	プロジェクト名	概略目的	満足度	評価：上段<効果> 下段<課題>
1	株式会社 グレーストーン	無線環境モニタ リングシステム 【実導入】	工場内環境データ取得 による製造環境の把握		<ul style="list-style-type: none"> 作業員の負担軽減 異常発生時の問題究明に利用 パーティクル数データを活用できていない
2	美祿社会復帰促進 センター	受刑者管理 システム 【実導入】	受刑者管理 刑務官の負担軽減		<ul style="list-style-type: none"> 刑務官の負担軽減 アリバイ証明、人物特定に活用 人件費の抑制 特になし
3	三菱マテリアル(株) シェアードサービス センター	鉱石品質管理 システム 【実導入】	セメントの品質確保		<ul style="list-style-type: none"> 管理者の負担軽減 作業内容の効率化につながらない 双方向での情報交換ができていない
4	(株)日立プラント テクノロジー	ZigNet 【実導入】	水位監視 ポンプ場設備機器の 状態監視		<ul style="list-style-type: none"> 水位データにより災害時責任所在の明確化 管理者の負担軽減 機器の不具合等の早期把握 特になし
5	東京ガス(株)	リアルタイム防災 システム(SUPREME) 【実導入】	震災時のガスによる 二次災害予防		<ul style="list-style-type: none"> 作業効率の向上 特になし
6	大分県産業科学技術 センター	梨トレーザビリティ	輸出環境向上で、梨の 品質確保		<ul style="list-style-type: none"> 輸送環境データにより輸送環境の改善 リアルタイムでの情報収集なし
7	情報処理相互運用 技術協会 技術部	省エネシステム	電気使用量の削減		<ul style="list-style-type: none"> 電気使用量削減(5%/年間) 室温快適性が、人それぞればらばら
8	「センサネットワークに関する 調査検討会」 事務局：総務省近畿 総合通信局	センサネットワーク	アドホックネットワー ク通信技術を活用した センサネットワークの 有効性の検証等		<ul style="list-style-type: none"> 大規模センサネットワーク構築技術を検証 必要性、費用等の多くの課題が多く実導入 に至っていない
9	「酪農分野における EIT イノベーションに 関する調査検討会」 事務局：総務省北海道 総合通信局	酪農分野における モバイルセンサー ネットワーク	酪農分野での作業効率 向上、品質向上等への ICT(EIT イノベーション) 活用の有効性の検証等		<ul style="list-style-type: none"> ZigBee 及び加速度センサの有用性を検証 費用面がネックで、実導入に至っていない
10	磐田市用水東部土地 改良区(水土里ネット いわた用水)	イワトーブラン 【実導入】	作物育成状況等の把握		<ul style="list-style-type: none"> 地域の詳細気象データを取得 地域の PR に貢献 データの未活用(現在データ蓄積。分析中)

4. ビジネスモデル

4.1 普及シナリオ

一般にビジネスモデルとは、明確に定義されている訳ではない。通常は、戦略（＝誰にどんな製品・サービスを提供するか）と収益構造（＝どのようなコストがかかりどのように収益を上げるか）などが思い浮かび、また、ビジネスの方法や仕組みそのものに新しさがあり、ベースとなる技術には特に目新しさを必要としない場合が多い。

つまり、「儲けを生み出すビジネスのしくみ」と言える。今回、センサネットワークの導入事例を調査したが、そこから得られるモデルは、戦略や収益構造等を追及したものではなく、導入側で見ればコスト削減より、効率化の促進等に主眼が置かれ、供給側から見れば、普通の物売り形態と言える。

今回の調査結果から将来を展望すると、以下のようになると考える。現状は黎明期であり、個別単独システムから始まりやがて面的広がり（単独 地域 国 グローバル）を見せ、それに伴い新たな情報サービスが出現すると考えられる。



図 4-1 普及シナリオ

4.2 調査プロジェクトの分類

(1) 分類表

表 4-1 調査プロジェクトの分類

分類	調査プロジェクト	ビジネスモデル（想定を含む）
A	<ul style="list-style-type: none"> ・無線環境モニタリングシステム ・受刑者管理システム ・鉱石品質管理システム ・省エネシステム ・酪農分野におけるモバイルセンサーネットワーク ・イワトープラン 	<ul style="list-style-type: none"> ・センサ端末や中継器、サーバ等のセンサネットワークを構築するための機器販売、システム納入による売上。 ・SI 費用、エンジニアリング、ソフトウェア開発費用等による売上。 ・導入機器/システムの保守サービス提供による売上。 ・リプレイスによる売上。
B	<ul style="list-style-type: none"> ・ZigNET ・リアルタイム防災システム(SUPREME) 	<ul style="list-style-type: none"> ・センサ端末や中継器、サーバ等のセンサネットワークを構築するための機器販売による売上。 ・SI 費用、エンジニアリング、ソフトウェア開発費用等による売上。 ・導入機器/システムの保守サービス提供による売上。 ・リプレイスによる売上。 ・ASP 方式によるデータ分析・加工サービスによる売上。

C	・センサネットワークタウン	<ul style="list-style-type: none"> ・自治体等による公共サービスとしての利用(防災、生活情報提供、教育、医療・福祉、交通等)。(入札、保守契約等) ・機器/システム納入、保守、関連機器ビジネス。 ・プラットフォーム利用料の徴収。 ・プラットフォームを利用した各種データ活用サービス、情報提供サービス、セキュリティサービス等。
---	---------------	---

凡例

A：一企業内等限られた範囲内での利用

アンダーライン：実導入

B：企業間等複数拠点に跨る利用

C：公共サービスとしての利用

(2) 導入効果

調査結果を、経営面、コスト面及び副次効果といった観点から見ると、大きく以下の様になる。

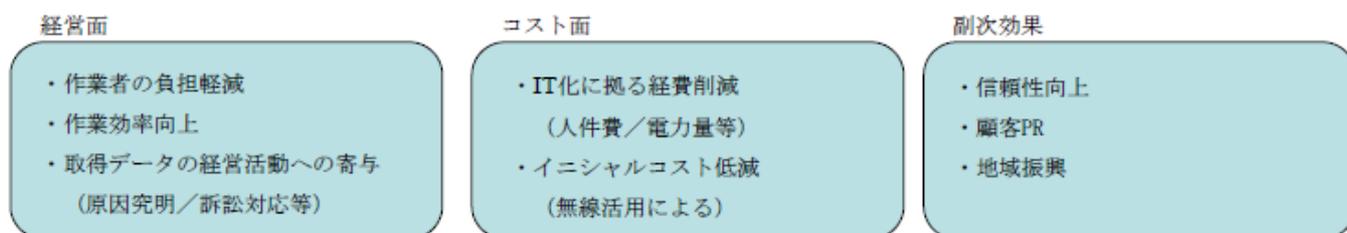


図 4-2 導入効果

4.3 ビジネスモデルの考察

上述したとおり以下のシナリオで普及して行き、今後の方向性としては SaaS (ASP) 型のアプリケーションを中心としたビジネスモデルになるものと考える。

(1) 現状の収益構造

物売りモデル。

(2) 今後の収益構造

SaaS 形式に拠るマルチテナント (サーバや DB を複数のユーザで共有し、パラメータ等でカスタマイズできる) 型が登場する。

(3) グローバル化

気象予測システム (ある意味日本最大規模のセンサネットワーク) の様に公共インフラ的要素が強いシステムが出現し、新たな公共サービスとしての利用や、更にオープンプラットフォーム化され、各種データの活用によるグローバルな情報サービスが出現する。

5. 課題と解決策

調査結果から分析した現状の課題を、図 5-1 課題と解決策に示す。これから分る様に、センサネットワークは、未だそのシステムとしての概念が一部の先進ユーザを除くと良く理解されていない状況にあると考えられる。

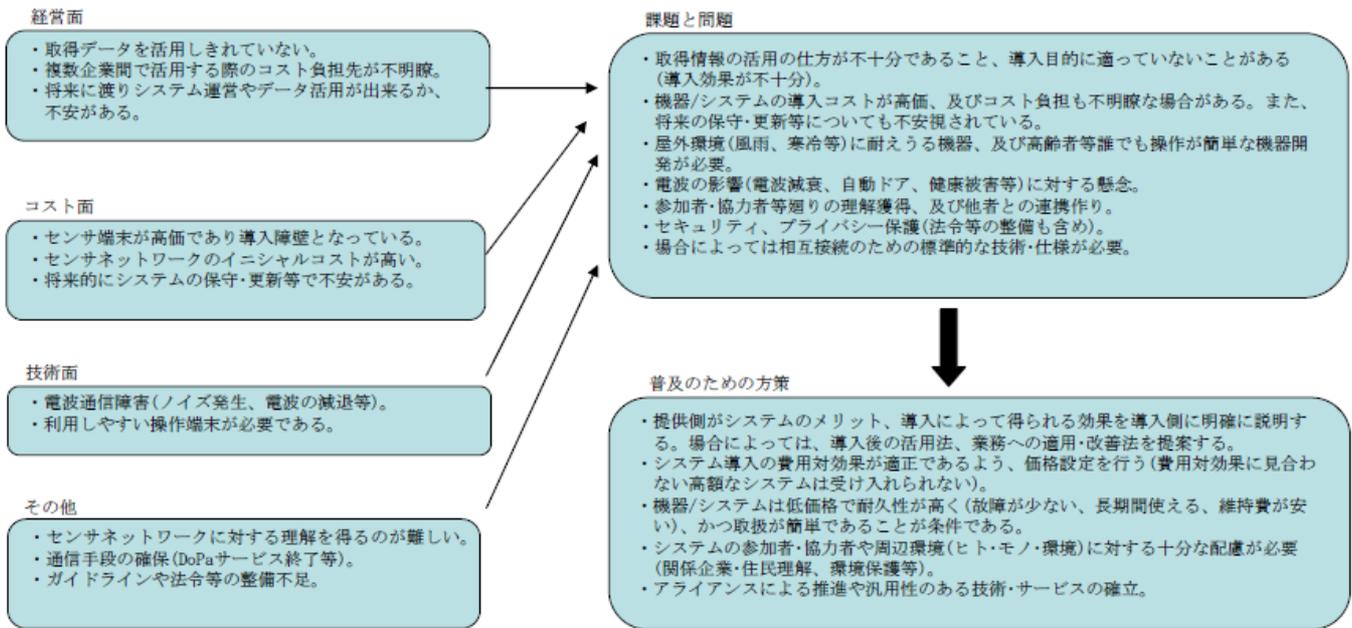


図 5-1 課題と解決策

上述したとおり、センサネットワークは、一部の先進ユーザが導入し始めているが、広く知れ渡っているシステムとは言い難い。技術的には、図 5.1 に示した様な課題の解決は困難なことではない。むしろ、経営面、コスト面での課題解決が重要である。

今回は 10 事例を調査しただけなので、まだまだ分析データとしては不足しているが、傾向としては、それほどの違いはないと考える。

今後、ユビキタス環境実現のキーの一つであるセンサネットワークの活用事例調査を更に進める事と、アプリケーションを中心にしたより一層の啓発活動が必要である。

6. 事例調査票

以下に示す10事例の個別調査内容を次頁以降に報告する。

No.	ユーザ	プロジェクト名	概略目的
1	株式会社グレーストーン	無線環境モニタリングシステム (実導入)	工場内環境データの取得による製造環境の把握
2	美祢社会復帰促進センター	受刑者管理システム (実導入)	受刑者管理 刑務官の負担軽減
3	三菱マテリアル(株)/シアード サービスセンター	鉱石品質管理システム (実導入)	セメントの品質確保
4	(株)日立プラントテクノロ ジー	ZigNET (実導入)	水位監視 ポンプ場設備機器の状態監視
5	東京ガス(株)	リアルタイム防災システム (SUPREME) (実導入)	震災時のガスによる二次災害の予防
6	大分県産業科学技術センタ ー	梨トレーサビリティ	台湾への日田梨輸出に際して、輸送環境の向上に よる梨の品質確保
7	情報処理相互運用技術協会/ 技術部	省エネシステム	電気使用量の削減
8	「センサネットワークに関する調査検 討会」/事務局：総務省近畿 総合通信局	センサネットワーク	街角等におけるアドホック・マルチホップ通信技 術を活用したセンサネットワークの有効性の検 証等。
9	「酪農分野におけるモバイルセ ンサネットワークに関する調査検討 会」/事務局：総務省北海道 総合通信局	酪農分野におけるモバイル センサーネットワーク	酪農分野における作業の効率化や品質向上等へ のICT(モバイルセンサーネットワーク)活用検 討。
10	磐田市用水東部土地改良区 (水土里ネットいわた用水)	イワトープラン (実導入)	地域(いわた用水地域)の気象データ、画像による 作物生育状況等の観測。

尚、本事例調査に当たっては、ユーザである企業、公共団体、自治体関係者の絶大なご協力の下で行なわれ、かつ公表を許諾頂いたものである。ここに厚く謝意を表明する。

1	無線環境モニタリングシステム
---	----------------

1. ユーザプロフィール/導入時期

企業名	株式会社グレープストーン	代表 TEL	03-3316-0003
本社所在地	東京都杉並区阿佐谷南 1-33-2	導入時期	2006 年 10 月
概要	洋菓子の製造販売 食器、調理・菓子器具、家具、什器等の卸、小売業務 飲食店の経営 陶絵付教室の運営 シルバーアクセサリー類の製造・販売		

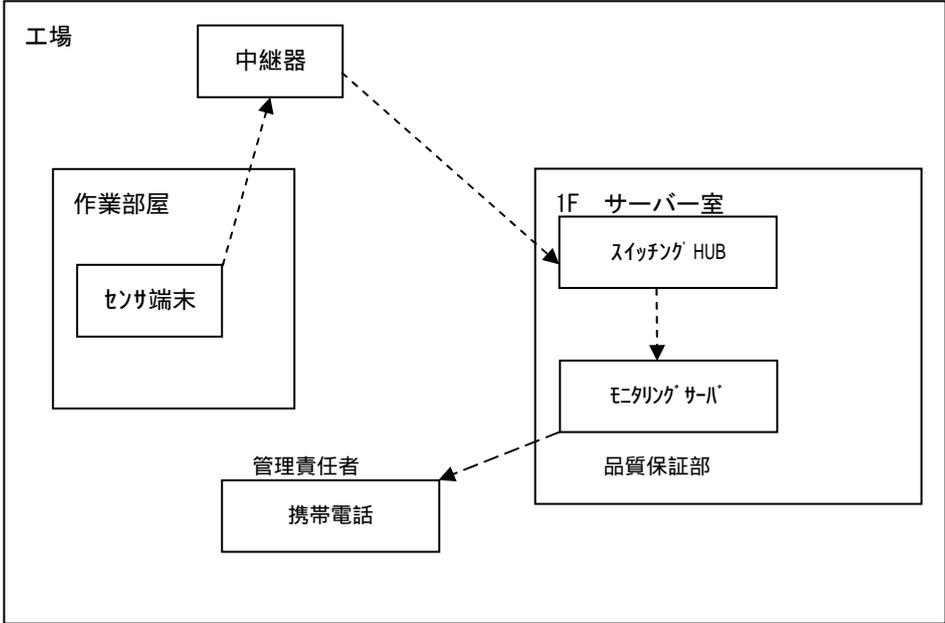
2. 導入センサネットワークの用途(目的)/導入に至った経緯

目的	工場内環境のデータ取得による製造環境の把握
<p>同社では事業の1つとして洋菓子製造を行っており、洋菓子製造工場である浦和工場において工場内の環境管理活動の一環として、温度、湿度の計測を行っている。</p> <p>従来は同作業を作業員が目視で温度・湿度計を計測、手作業で記録を行う形で実施していた。</p> <p>その際、各作業員が製品製造作業の手を止めて計測、記録を行う必要があったこと、収集したデータの管理に手間がかかったこと、夜間等従業員が不在の時には情報を取得できなかったこと等もあり、工場を新設する際にシステム化することにした。</p> <p>システム化に当たって、センサを活用する提案を竹中工務店より受け、採用を決定している。</p> <p>当システムの導入目的は、工場内や冷蔵庫・冷凍庫等の温度・湿度をリアルタイムで観察することで、トラブル発生時の原因説明の一端を担うデータを収集する点にある。</p>	

3. 導入センサネットワークの導入分野(設置場所)

システム設置場所	株式会社グレープストーン 浦和工場(埼玉県)
<p>センサは工場内の各部屋に設置を行っている。同社の工場は5階建てであり、1階及び3～5階に温湿度センサを設置し、4階の一部にパーティクルセンサ4個を設置している。</p> <p>センサは各部屋の壁面、床から2メートルの高さに設置している。センサは軽量・小型であるため、マジックテープ等を利用して設置を行っている。</p> <p>温度・湿度センサに関しては、原材料や加工品を保管する冷蔵庫や冷凍庫の情報も収集している。</p>	

4. センサネットワークのシステム構成及び規模

<p>使用機器</p>	<p>当システムで利用している製品は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・センサ(温・湿度センサ、パーティクルセンサ) ・中継器 ・基地局 ・モニタリングサーバ <p>温・湿度センサは日立製作所のポータブル型無線センサノード「AirSense ポータブルセンサノード」を利用している。</p> <p>また、空気中の浮遊物の数であるパーティクル数を計測するパーティクルセンサを利用している。</p> <p>その他ではセンサからの通信を受ける中継器と基地局を設置し、スイッチングHUBを介してモニタリングサーバに情報を集積している。</p> <p>【システム全体構成図】</p>  <pre> graph TD subgraph Factory [工場] subgraph Workshop [作業部屋] S[センサ端末] end R[中継器] end subgraph ServerRoom [1F サーバー室] H[スイッチング HUB] MS[モニタリングサーバ] QA[品質保証部] end subgraph Manager [管理責任者] P[携帯電話] end S -.-> R R -.-> H H -.-> MS MS -.-> P </pre>
<p>通信規格</p>	<p>・通信規格は「ZigBee」を採用している。これは日立製作所の製品が「ZigBee」に対応しているためである。</p>
<p>センサ設置個数</p>	<p>温・湿度センサは 54 個、パーティクルセンサは 4 個、計 58 個を設置している。</p> <p>各階におけるセンサ設置状況は以下の通りである。</p> <p>5 階 温・湿度センサ 20 個</p> <p>4 階 温・湿度センサ 21 個、パーティクルセンサ 4 個</p> <p>3 階 温・湿度センサ 4 個</p> <p>1 階 温・湿度センサ 9 個</p>
<p>メンテナンス・その他</p>	<p>導入当初は日立製作所の技術者が常駐して運用・メンテナンスを行うと共に、初期トラブルへの対応を依頼していた。</p> <p>現在は初期トラブルも一段落ついたことから、自社要員で運用を行っており、保守契約等も締結していない。</p>

5. 収集情報の種類

センサを利用して収集しているのは温度、湿度、パーティクル数となっている。

「AirSense ポータブルセンサノード」を利用して収集しているのが温度・湿度であり、パーティクル数はパーティクルセンサで情報を収集している。

温度・湿度に関しては工場内の各部屋と冷蔵庫及び冷凍庫内のデータを収集している。

パーティクル数に関しては実験的にデータを収集している状況であり、4階の1フロアでのみ利用を行っている。

6. 情報収集の頻度

情報収集は、温度、湿度、パーティクル数共に約10分間隔でデータ収集を行っている。10分程度の間隔で情報収集を行うことで十分なデータが取得できると同社では考えている。

また、基本的に24時間センサネットワークシステムを稼動しており、従業員が不在の夜間や休日も情報収集を行っている。

情報の確認は工場長、品質保証部が定期的に行い、緊急時は該当部屋の管理者の携帯電話に連絡がいく仕組みとなっている。

7. 期待される導入効果

経営面	<p>従来は作業員が作業を中断して温度計・湿度計を目視で確認、手作業で情報を記載・収集していたが、自動的に情報を収集するようになったことで、作業員の負担が減少している。</p> <p>また、製品に異常が見られた場合、部屋や冷蔵庫・冷凍庫等の温度・湿度に異常がないかを即座に確認できるため、原因究明の手がかりとすることが可能となっている。</p> <p>実際に、冷蔵庫のファンがショートしているのを発見した、乾燥により製品にトラブルが発生したのを湿度データで発見した等の導入効果が出ている。</p>
コスト面	<p>コスト抑制を図るためのシステムではないため、コスト削減の効果は特になく、期待もしていない。</p>
その他	<p>従来は従業員が帰宅した夜間の情報は収集できなかったが、システム化したことで情報を取得できるようになったことで、温度・湿度の異常があった場合、翌朝に即対応することが可能となっており、品質確保の精度が向上している。</p> <p>有線モニタリングシステムはこれまでもあったが、同社では工場内のレイアウト変更を頻繁に行う機会があるため配線作業が発生するシステムの導入は難しかった。今回、無線になったことで配線を考えず、レイアウト変更が容易になった点が大きなメリットとなっている。</p>

8. システム導入コスト

インシヤルコスト	<p>システムのインシヤルコストは54個の温・湿度センサと4個のパーティクルセンサ、計58個を導入した費用の他、中継器、基地局、スイッチングHUB等の機器費用とデータ解析用のソフトウェア等の費用がかかっている。金額は7~900万円程の金額である。</p> <p>日立製作所によると、センサを追加する際は1台当たり20~30万円であるとしている。</p> <p>インシヤルコストで最も費用がかかったのはソフトウェア等の開発費用である。</p>
----------	--

ランニングコスト	<p>初期段階は日立製作所の技術者に常駐して対応してもらっていたが、半年程度経過してからは自社要員で運用を行っている。</p> <p>簡易なシステムであるため、メンテナンスや保守等の契約締結も行っていない。</p> <p>そのため、ランニングコストとしてはセンサ端末の電池代程度であり、センサ関連(センサ端末、中継器、基地局)機器が壊れた際は買い換えることで対応すれば良い程度の出費であると同社では考えている。</p>
その他	特になし。

9. センサネットワークの利用者

<p>当システムの利用者はグレーブストーン浦和工場の従業員である。</p> <p>同社におけるメリットに関しては、温度、湿度のデータを常に収集することで問題が起きた際に両要素が問題であるかを即座に判断ができる点、夜間等の従業員が不在の際に問題が起きたことを把握できる点等で製品の品質確保への取組みを強化できている。</p> <p>従業員に関しては、作業を中断する必要がなくなることから、作業効率向上が図れる点でメリットを受けている。</p>
--

10. 既存システムでの代替手段

<p>従来は工場内に設置した温度計、湿度計を目視で確認し、手書きでメモを取る形で環境モニタリングを実施していた。各部屋の担当者が作業を一次中断し、温度計、湿度計を確認に行き、所定の用紙に記録、終業後に回収、保管する方法を採っていた。</p> <p>この方法では、作業員の作業効率落ちることや記録した用紙の保管が面倒であること等の問題点があったため、ITを活用することで負担を軽減しようと考えている。</p> <p>今回導入したシステム以外では、有線型で同様のデータを取得できるセンサネットワークが商品化されているが、配線工事が必要なことやレイアウトが難しいといったこともあり、無線型のセンサネットワークの採用を決定している。</p>
--

11. 現状の課題/問題点

経営面	<p>パーティクル数の計測を行っているが、データの活用方法が見出せない状況である。元々実験的な意味合いで導入を行ったこともあり、現状大きな問題点とは感じていないが、データを有効に活用していく必要性は感じており、クリーンルーム等で衛生管理活動の一環として利用を行う等の検討を行っていきたいと考えている。</p> <p>冷蔵庫や冷凍庫では1日に数回霜取りを行うが、それにセンサが反応するといったことがあった。</p>
コスト面	<p>コスト面での問題は特に感じていない。センサ1台当たり30万円程度の費用がかかることになるが、それ程大きな負担とは感じていない。寧ろ、環境情報が逐次得られることを考えれば安い投資であると感じている。</p>
技術面	<p>特に技術的に大きな問題は起きていない。初期段階ではアラームが頻繁になる等のトラブルがあったものの、設定値を下げすぎた等の運用面での問題であり、技術的な問題はなかった。</p> <p>無線通信についても、データが取れない等の問題は起きておらず、通信障害もない。</p>
その他	特になし

1. ユーザプロフィール/導入時期

企業名	美祿社会復帰促進センター	代表 TEL	0837-57-5131
本社所在地	山口県美祿市豊田前町麻生下 10	導入時期	2007 年 5 月
概要	日本で初の PFI(民間資金活用による社会資本整備)方式により設置されている刑務所で、半官半民で運営が行われている。 初犯で、就業経験や出所後の身元引受等にも問題がない受刑者を担当している。		

2. 導入センサネットワークの用途(目的)/導入に至った経緯

目的	受刑者の管理 刑務官の負担軽減
<p>同システムを導入している美祿社会復帰促進センターは初の民間運営の刑務所(正確には半官半民)であり、新たな取組みとして受刑者の自律性を養うことを目的に、一定範囲で受刑者が部屋の出入りを自由に行えること、刑務所内の一部区画には刑務官の付き添い無しで移動が可能であること等、受刑者が自由に行動できる範囲を持たせている。</p> <p>同取組みに際しては、受刑者の位置情報を管理することで逃走や他受刑者との接触を回避する必要が出てくることから、各受刑者にセンサ端末を取り付けリアルタイムに位置情報を取得することを目的としたシステムを構築している。</p> <p>同システムを活用することで、受刑者の位置情報を自動で収集することが可能となり、これまで刑務官は受刑者の移動には必ず付き添っていたがその必要がなくなり、負担が軽減されている。</p>	

3. 導入センサネットワークの導入分野(設置場所)

システム導入場所	受刑者の刑務服
<p>クレジットカード程度の大きさのプレートにセンサ端末を取り付け、各受刑者の刑務服の胸ポケットにつけている。センサ端末は受刑者が勝手に取り外しできないように、胸ポケットにワイヤーで縫い付けてある。</p> <p>位置情報を受信する中継器(アンテナ)は場所によって設置方法、数を変えている。大きく以下の3箇所では検知方法が異なっている。</p> <p>a. グラウンド、テラス等の広域の場所</p> <p>b. 刑務所内の通路等直線スペース</p> <p>c. 刑務作業場等の部屋</p> <p>「a. グラウンド、テラス等の広域の場所」については、複数箇所に設置したアンテナで受信したデータを基に、三点測量により平面上での位置特定を行っている。</p> <p>「b. 刑務所内の通路等直線スペース」については、直線上に2つのアンテナを設置し、通路上の長さ方向での位置を特定している。</p> <p>「c. 刑務作業場等の部屋」は部屋内における個人の位置情報までは特定する必要がないと判断し、アンテナ数は1つ程度であり、部屋内の受刑者有無のみを把握できる程度となっている。</p>	

4. センサネットワークのシステム構成及び規模

<p>使用機器</p>	<p>同システムで利用を行っている機器は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ センサ端末 ・ 中継器 ・ サーバ <p>同システムは日立製作所が提供する「AirLocation」をベースとして作成されており、各機器は日立製作所の機器を中心に構成されている。</p> <p>【システム全体構成図】</p>
<p>通信規格</p>	<p>通信規格は ZigBee を利用している。</p>
<p>センサ設置個数</p>	<p>センサ設置個数は受刑者及び刑務官分と予備分を用意している。</p> <p>現在の受刑者数は公表できないため、稼動しているセンサ端末数は公表できないが、同施設の収容人員数は 1,000 名であることから、1,300 個程度のセンサ端末をまずは用意している。</p>
<p>メンテナンス・その他</p>	<p>運用はセコムが採用を行った民間職員が行っている。</p> <p>システムを構築した日立製作所からはコールセンターを利用したサポートを受けている。</p>

5. 収集情報の種類

同システムで収集を行っているのは位置情報である。

受刑者に取り付けたセンサ端末から発信される位置情報を三点測量で高精度に検知している。

6. 情報収集の頻度

2秒に1回の頻度で受刑者の位置データ取得を行っている。

収集したデータはリアルタイムで受刑者の監視を行っている中央監視センターに集められ、リアルタイムに受刑者の位置情報を確認している。

7. 期待される導入効果

経営面	<p>刑務官が常に受刑者と共に行動し、監視を行う必要があったが、受刑者単独で行動させることが可能となる範囲が広がったこともあり、刑務官の負担が大きく軽減している。</p> <p>また、刑務官の位置情報も収集しており、刑務官のアリバイ立証等にも利用を行っている。</p> <p>刑務官から暴行を受けた等の申し立ても多く、位置情報から受刑者側の申し立てが虚偽であることを証明する等で活用している。</p> <p>その他、位置情報の履歴がデータとして残されているため、喧嘩等のトラブルが発生した際に目撃者や関係者等を把握することが可能となる。</p>
コスト面	<p>通常、刑務所では受刑者が他ユニットの受刑者と接触することは許されないため、刑務官が付き添って行動する必要がある。同システムを利用することで受刑者の位置を把握することができるようになったことで、受刑者を単独で行動させることが可能となり、刑務官の数を同規模の刑務所よりも少なくすることが可能となっており、人件費を抑えられている。具体的には、通常収容人員数1,000名規模の刑務所では250名程度の刑務官が必要となるが、同施設には123名の刑務官しかおらず、半数の人員で刑務作業を行うことが可能となっている。</p>
その他	<p>受刑者が単独行動を許容されることで自律性を養うことができる。</p>

8. システム導入コスト

イニシャルコスト	<p>機器及びシステム構築費用でイニシャルコストは1億円を超える費用がかかっている。</p> <p>受刑者の収容人数は1,000名であるため、受刑者用、刑務官用等を含めて1,300個程度のセンサ端末を用意している。</p> <p>その他、中継器(アンテナ)500個を用意している。</p>
ランニングコスト	<p>センサ端末の充電に要する電気代、機器保守契約費用がランニングコストの中心である。</p> <p>センサ端末は毎晩、消灯時間である21:00から起床時刻の7:00まで、受刑者から外されて充電器にて充電が行われており、その電気代がランニングコストとして発生している。</p> <p>保守契約に関しては、システムを構築した日立製作所と締結している。</p>
その他	特になし

9. センサネットワークの利用者

<p>同システムの利用者は同施設の運用を委託している法務省及び施設の運用業務を行っている社会復帰サポート美祿である。</p> <p>運用を委託している法務省としては、刑務官の負担を軽減するシステムを導入することで、刑務官の数を抑えることに成功している。</p> <p>運用を行っている社会復帰サポート美祿は、リアルタイムで受刑者の位置情報を取得することや履歴データを蓄積することにより、業務効率や訴訟等のリスクに対応することが可能となっている。</p>
--

10. 既存システムでの代替手段

<p>他の刑務所では、刑務官が常に受刑者に付き添う形で、人による監視を行っている。</p> <p>監視カメラ等での監視は同施設でも行っているが、カメラには死角等もあるため、あくまでも補助的に利用する形となっている。</p>

11. 現状の課題/問題点

<p>経営面</p>	<p>システムの運営面において特に大きな問題は感じていない。</p> <p>同施設と同様、民間企業が運営を行っている民間刑務所が設立されているが、播磨社会復帰促進センター、喜連川社会復帰促進センターに関しては国が施設の建設を担当して運営を民間が実施するという形を採っていることもあり、同施設で導入しているような受刑者管理システムは構築されていない。</p> <p>2008年に開所が予定されている島根あさひ社会復帰促進センターについては、建物の建設から民間が行うため、受刑者管理システム同様のシステムが導入される可能性は高い。但し、美祢社会復帰促進センターの建設を落札したセコムグループではなく、大林組グループが島根あさひ社会復帰促進センターの建設を行うため、システムの機器や構成等は異なる可能性がある。</p>
<p>コスト面</p>	<p>入札制度を利用して入札しており、価格面で問題はない。</p>
<p>技術面</p>	<p>データ取得に当たって特に大きな問題点は感じていない。</p>
<p>その他</p>	<p>リアルタイムに位置を把握する等の監視業務までは民間で行えるが、受刑者への直接的な実力行使は不可能なため、あくまでも異常の検知や事後にデータで分析を行うといったところまでしか行えない。</p> <p>現在利用を行っているセンサ端末はクレジットカード程度の大きさであるが、もう少しコンパクトな形でできればというニーズはある。例えば、腕時計型のセンサ端末等も登場してきているので採用してみたいという思いはあるが、体に直接取り付ける形態の物は人権問題とも関わるため採用が難しい状況である。</p>

1. ユーザプロフィール/導入時期

企業名/担当部門	三菱マテリアル(株)/シアードサービスセンター	代表 TEL	03-5252-5200
本社所在地	東京都千代田区大手町 1-5-1	導入時期	2006年 10月
概要	非鉄金属・セメント等の基礎素材 金属加工・アルミ缶製造 半導体関連・電子製品、 エネルギー・環境ビジネス		

2. 導入センサネットワークの用途(目的)/導入に至った経緯

目的	セメントの品質確保のため
<p>同社が提供するセメント事業において、公共事業削減等の影響で市場環境が厳しい中、コスト低減への取り組みが必要となってきている。その取り組みの1つとして、セメントの原料として「建設残土」「汚泥」「廃タイヤ」等の廃棄物を加えることでコスト低減を図っている。</p> <p>但し、上記方法ではコスト低減は図れるものの、セメント作成時に天然素材以外の材料を混ぜて高品質のセメントを作成するには原料の8割を占める石灰石の品位が重要になってくる。場所によって石灰石に含有されるCaCO₃(炭酸カルシウム)の品位が異なるため、石灰石の品位を安定させるためには、各地点での品位を測定し、品位毎にレベル分けされた爆砕石の山(以下、切羽)を作った後、最適な品位となる比率で各切羽から石灰石を運び、爆砕機で混ぜ合わせる必要がある。</p> <p>それら品位安定化のための作業を手作業で実施してきたが、作業員の負荷が大きいと、システム化することで作業員の負荷を軽減できないかとの検討を始めた。その過程でセンサネットワークを活用し、自動的に情報を収集する仕組みを作ることに至った。</p>	

3. 導入センサネットワークの導入分野(設置場所)

システム設置場所	三菱マテリアル長坂鉍山(岩手県)
<p>センサネットワーク設置場所は長坂鉍山で利用を行っている重機に設置している。具体的には、石灰石を積み込む重機である「ローダー」、運搬を行う「ダンプトラック」、石灰石を投入する爆砕機「モービルクラッシャー」である。</p> <p>「ローダー」には4つのセンサを設置している。「ローダー」にはGPSアンテナを取り付けており、「ローダー」の位置を測定することで、作業指示書で指示されている切羽から積込を行ったことを推定する形を採っている。</p> <p>「ダンプトラック」は3台あり、それぞれにセンサを設置している。トラックの屋根にセンサを設置している。</p> <p>「モービルクラッシャー」は2台あり、それぞれにセンサを設置している。投入口付近にセンサを設置している。</p>	

4. センサネットワークのシステム構成及び規模

使用機器	<p>当システムでは以下の製品を活用している。</p> <ul style="list-style-type: none">・センサ・サーバ・GPS アンテナ・ダンプ操作盤
	<p>使用機器及びソフトウェアは基本的に日本電気及び日本電気グループの製品を活用している。</p>
	<p>センサは NEC エンジニアリングの ZigBee 無線モジュール「ZB24FM 無線モジュール」を利用した製品を活用している。</p>
	<p>GPS アンテナに関しては、ローダーに設置しているが、精度はそれ程高いものではなく、カーナビと同じ程度の精度の製品を活用している。</p>

【システム全体構成図】

```
graph TD; subgraph Loader; direction LR; S1[センサ端末]; G1[GPS アンテナ]; end; subgraph DumpTruck; direction LR; S2[センサ端末]; end; subgraph MobileCrusher; direction LR; S3[センサ端末]; end; subgraph ManagementOffice; direction LR; S4[サーバ]; M[管理者]; end; Loader --> DumpTruck; DumpTruck --> MobileCrusher; MobileCrusher --> ManagementOffice;
```

通信規格	通信規格は ZigBee を利用している。 当初より ZigBee を用いたシステムを構築するつもりで、ZigBee の実績がある数社に声をかけて日本電気と共にシステムを開発している。
センサ設置個数	「ローダー」4 台にそれぞれと予備 1 つ、「ダンプトラック」3 台にそれぞれと予備 1 つ、「モバイルクラッシャー」2 台にそれぞれと予備 1 つの 12 個のセンサを利用している。 センサは重機に設置しているため、基本的には重機の台数とセンサ台数が一致している。
メンテナンス・その他	導入から半年までは障害対応等もあり日本電気グループの技術者に常時対応を依頼していたが、半年が経過し、一通りの障害対応が終わったため、現在は三菱マテリアルで運用を行っている。 保守に関しては、日本電気と契約を締結しており、保障期間等の詳細に関しては現在両社で詰めの作業を行っているところである。

5. 収集情報の種類

<p>当システムで収集する情報は以下の情報となる。</p> <p>【ローダーで取得する情報：積込情報】</p> <p>積込時刻 積込機 ID オペレーション番号(作業指示書番号) 積込位置(緯度/経度)</p> <p>【ダンプトラックで取得する情報：運搬情報】</p> <p>積込情報(上記情報) 運搬機 ID</p> <p>【モバイルクラッシャーで取得する情報：投入情報】</p> <p>積込情報/運搬情報 投入箇所 ID</p> <p>【サーバに保存する際に取得する情報：保存情報】</p> <p>積込情報/運搬情報/投入情報 データ保存時刻</p>

6. 情報収集の頻度

<p>情報収集は重機間での情報受渡時に行うため、具体的な時間等は決まっていない。作業毎に実施するため、1 時間に数回程度行うのが通常である。</p> <p>「ローダー」から「ダンプトラック」に石灰石を搭載する際に「ローダー」に設置しているボタンを押すことで「ローダー」が持つ位置情報や積込機 ID 等のデータを「ダンプトラック」に移し、「ダンプトラック」が石灰石を「モバイルクラッシャー」に投入する際に「ダンプトラック」に設置したボタンを押すことで「ダンプトラック」から「モバイルクラッシャー」に投入情報や運搬機 ID 等の情報を移すという、パケツリレー方式での情報伝達を行っている。</p>
--

7. 期待される導入効果

経営面	<p>センサネットワークを活用し、石灰石の積込から投入までの情報収集を自動化できたため、終業後に作業指示書を作成するために手作業で行っていた集計作業が一切必要ではなくなったことから、集計作業を行っていた管理者の負担は大きく軽減されている。</p> <p>また、現状では収集したデータを活用しきれていないが、収集した重機の位置情報やトレース情報を利用することで切羽間の無駄な移動距離を減らすといった取組みや、重機のオイル等の情報収集を行い、重機の車両状態を監視することで異常を早期に感知するといった形での利用を想定している。</p>
コスト面	<p>コスト面については、当システムがコスト削減を目的としたものではないため、実際にコスト面でメリットが出るといった事は基本的でない。</p>
その他	<p>特になし</p>

8. システム導入コスト

イニシャルコスト	<p>当システムは日本電気と当社が共同開発を行った形になっており、費用は両社で負担を行っている。</p> <p>導入からテスト工程等を含み、約4~5,000万円程度のイニシャルコストがかかっている。</p> <p>同社としては、1,000万円程度にまでイニシャルコストが低減すれば導入が容易になると考えている。</p>
ランニングコスト	<p>システムの運用に関しては自社で行っていることもあり、特に費用は発生していない。</p> <p>機器の保守に関しては日本電気と保守契約を締結する予定である()。</p> <p>現在契約内・関し・協・であるため、詳細はこれか・詰める。</p>
その他	<p>各重機に設置するセンサの電源を重機のバッテリーから取っているため、センサをバッテリーに接続するためのコードや振動対策としてセンサを固定するための箱等に費用がかかっているが、僅かな金額である。</p>

9. センサネットワークの利用者

<p>当システムの受益者は長坂鉱山に従事する従業員である。</p> <p>特にこれまで1日の作業内容を集計していた管理担当者の作業軽減が図られている。具体的には、これまで集計に1.5時間程度かかっていたが、この作業が必要なくなったため、業務効率が高まっている。</p> <p>今後は取得したデータを活用することで、経営面での効果を出していきたいと考えている。</p>

10. 既存システムでの代替手段

これまでは、以下のような形で作業を行っていた。

- a. 終業後に翌日の作業指示書を作成。
- b. 当日朝にオペレーター(ダンプトラック運転手)に作業指示書を渡す。
- c. 作業指示書に従って各切羽から石灰石をモービルクラッシャーへ運搬。
- d. 作業を行う度に作業指示書に履歴を手書きで書き込む。
- e. 終業後、オペレーターから管理者が作業指示書を回収。
- f. 投入量と品位を手計算で集計(約 1.5h/1 人)。

上記の方法では大きく以下のような問題点があった。

- a. 終業後に一括して集計を行うため、作業工程の情報をリアルタイムに収集することができない。
- b. 手書きで履歴を記載することから、人為的なミスが発生しやすかった。
- c. 集計作業が手作業であり、管理者の作業負荷が大きい。

今回、情報収集に IT を活用することを決め、検討を開始した際からセンサネットワークを活用することで話を進めていたため、他の方法は検討していない。

11. 現状の課題/問題点

経営面	自動でデータを収集することで管理担当者の負担を軽減できた点は効果が出ているが、実作業自体に変化は出ておらず、作業工程の履歴データ等を経営に活かしきれていないため、データ分析やその分析結果を作業に活かすための取組みを今後行っていきたいと考えている。
コスト面	今回は日本電気との共同開発という形を採ったため、自社負担分が少なく済んでいるが、実用化するにはまだ価格が高いと感じている。 当システムのユーザーからの視点では、今回のシステム一式が 1,000 万円程度であれば導入が進む可能性があると考える。
技術面	運用初期段階では若干トラブルがあったが、それらに対応して以降技術的な問題は殆どない。 初期段階でのトラブルとしては、モービルクラッシャー2台が並んでいたため、石灰石の投入段階でデータが入れ違ふといったトラブルが起きたことはあるが、アンテナ位置を変えたことで問題はなくなった。 上記のような状況であるため、技術的にはその他に大きな問題点はないと思われる。
その他	現在は「ローダー」から「モービルクラッシャー」へと情報の流れが一方通行となっているが、作業完了情報を「ローダー」側に戻していくことで作業指示書との整合性を取ることが可能にする等、双方向での情報のやりとりを今後行えるようにしたいと考えている。但し、それを実現するに当たっては必ずしもセンサを利用するとは限らない。

4	ZigNET
---	--------

1. ユーザプロフィール/導入時期

企業名	(株)日立プラントテクノロジー	代表 TEL	03-5928-8001
本社所在地	東京都豊島区東池袋 4-5-2	設立	1929 年
概要	社会・産業インフラ機械、メカトロニクス、空調システム、産業プラント、エネルギープラントに関する設備の開発、設計、製造、販売、サービス、施工など		

2. 導入センサネットワークの用途(目的)/導入に至った経緯

目的	水位監視 ポンプ場設備機器の状態監視
<p>国、地方自治体は管理する河川において、水害防止策として河川の水量を調整するポンプ場を運営しており、同施設では一定以上の水位に達するとポンプを利用して河川から排水を行うことで水害の予防を行っている。</p> <p>従来はポンプ場の管理者が目視により河川の水位を計測してきたが、増水時は河川付近が危険場所となることや管理者が複数ポンプ場を管理していることから目視による水位管理が難しいこともあり、センサ端末を利用してリアルタイムに河川の水位データを取得するところが増えている。</p> <p>また、センサネットワークを活用してポンプ場設備機器の状態監視を行っているケースも多い。ポンプ場内の機器にセンサ端末を設置し、機器温度や圧力等のデータを取得し、故障等のトラブルがないか監視を行っている。</p>	

3. 導入センサネットワークの導入分野(設置場所)

システム導入場所	ポンプ場内設備
<p>水位監視用途として利用を行っているセンサについては、ポンプ場にある給水槽や河岸付近にセンサ端末を設置し、水位データを取得している。</p> <p>また、ポンプ場設備機器の状態監視用途で利用されているセンサ端末は、ポンプ機器にセンサ端末を設置し、機器の温度や圧力データ等を取得している。</p>	

4. センサネットワークのシステム構成及び規模

<p>使用機器</p>	<p>当システムの利用機器は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・センサ端末 「ZigCube」 ・中継器 「ZigStation」 ・監視装置 「SolidBrain」 ・PC 端末 <p>当システムの最小構成としては、センサ端末 3 個、中継器 2 個、監視装置 1 個で構成された基本セットを提供している。</p> <p>各製品とも同社が開発した製品を利用している。</p> <p>【システム全体構成図】</p> <p>The diagram illustrates the system architecture. On the left, a box labeled 'ポンプ場' (Pump Station) contains a 'ポンプ機器' (Pump Equipment) box with two 'ZigCUBE' sensors and a 'ZigStation' relay. One 'ZigCUBE' sensor is labeled '温度・圧力データ' (Temperature/Pressure Data). To the right, a '河川' (River) box provides '水位データ' (Water Level Data) to another 'ZigCUBE' sensor. A dashed line connects the 'ZigStation' to a '事務所' (Office) box. The office contains a 'SolidBrain' monitoring device and a 'PC'. A 'サーバ' (Server) box is connected to the 'SolidBrain' and is labeled 'データセンタ (日立プラントテクノロジー)' (Data Center (Hitachi Plant Technologies)). A 'ポンプ場管理者' (Pump Station Manager) box with a '携帯電話' (Mobile Phone) is connected to the 'サーバ' via '通報' (Alert) and to the 'SolidBrain' via '分析データ提供' (Analysis Data Provision).</p>
<p>通信規格</p>	<p>通信規格は ZigBee を利用している。</p>
<p>センサ設置個数</p>	<p>センサ端末の設置個数はポンプ場の規模によって変わるが、ポンプ 1 台につきセンサ端末 (ZigCUBE) は 2 つ、センサ端末に接続しているセンサ数は 4~6 としている施設が多い。</p>
<p>メンテナンス・その他</p>	<p>当システムに関してはリアルタイムで情報を収集しているため、故障等のトラブルが発生した際は即座に把握することが可能であり、その都度対応を行う。</p> <p>また、ポンプ場設備の定期点検時にセンサ端末等の点検も併せて実施している。</p>

5. 収集情報の種類

当システム向けに提供を行っているセンサのラインアップは以下の通りである。

- ・ 温度
- ・ 湿度
- ・ 圧力
- ・ 水位
- ・ 振動
- ・ 電流
- ・ 電力

上記の他にも、I/O ユニットを経由することで、センサ端末以外で取得を行っているデータについても ZigBee を利用して遠隔地で情報を収集することが可能となっている。

6. 情報収集の頻度

情報収集の間隔は各ポンプ場によって異なるが、5分に1回の頻度で情報の収集を行っているところが多い。

収集した情報は逐次事務所に設置してある「SolidBrain」を経由して PC でリアルタイムにデータを確認できる他、日立プラントテクノロジーが有するデータセンターのサーバにデータが蓄積されていき、同データを同社が分析、加工して自治体に ASP 方式でデータ配信を行っている。

7. 期待される導入効果

経営面	<p>水害が起きた際に、適切な対応を行ったことを示す証拠を残すことができる点が最大の効果である。取得している水位データから水害を防ぐことができなかったというデータを用意できるためである。</p> <p>また、ポンプ場管理者の高齢化が進んでいることや管理者数の減少により、1人で複数ポンプ場を掛け持ちで管理している管理者もあり、センサネットワークで取得したデータから一定水位に達した際は携帯電話に通知を行えるようになったことで効率よくポンプ場の管理が行えるようになったため、ポンプ場管理者の負担が軽減している。</p> <p>ポンプ場設備機器の状態監視を行えることから機器の不具合を早期に把握、対応することが可能となる。</p>
コスト面	<p>国のポンプ場では光ファイバーを敷設し、センサ端末で取得した情報を収集しているが、システムの導入に数千万円の費用がかかってしまい、地方自治体では導入が難しい面がある。それに対して、ZigNET システムでは最小構成で 120 万円程度から導入ができること、無線通信を行うためネットワークの敷設費用が必要ないこと等からイニシャルコストを抑えることが可能になっている。</p>
その他	<p>自動でデータを取得し、危険水位に近づいてきた時は管理者に連絡されるため、水害対策への信頼性が増す。</p>

8. システム導入コスト

イニシャルコスト	<p>基本セットとして 120 万円からシステムの導入を行っている。</p> <p>ポンプ 1 台につき 2 端末の設置が通常であるため、同社のユーザーで最も多いポンプ 2 台規模のポンプ場ではイニシャルコストで 200 万円以内に収まることもある。</p>
ランニングコスト	<p>同社では、センサ端末で取得したデータを同社のデータセンタに集め、集計・加工した後にユーザーに対して ASP 方式でデータの提供を行っている。ユーザーは最小構成で 5,000 円/月の費用でデータ提供を受けている。</p> <p>その他のメンテナンス費用としては、1 年に一度設備の定期点検時に確認作業を行う際にかかる費用と電池代である。但し、設備の定期点検は同システムが対象ではなく、ポンプ場設備全般のメンテナンス契約の一部として実施しているため、同システムにかかるコストは僅かであり、電池も 3~4 年は利用可能なため、費用は殆ど発生しない。</p>
その他	<p>特になし。</p>

9. センサネットワークの利用者

<p>同システムの利用者は河川の管理を行っている地方自治体及びポンプ場の管理を行っている管理者である。</p> <p>地方自治体としては、水害予防活動の一環として水位管理を適切に行っている証明となることや水害が発生した際にはその水害が不可避であったこと等をデータから証明できる点で活用できる。</p> <p>ポンプ場の管理者は、複数ポンプ場の管理を行っているケースも多く、また、これまで水位管理は目視で行っていたこともあり、リアルタイムに情報を自動で収集する同システムの利用により負担が大きく軽減されている。</p>
--

10. 既存システムでの代替手段

<p>従来の方では、ポンプ場管理者が目視で水位の確認を行うことで河川状況の把握を行っていた。また、ポンプ場設備機器は定期点検で確認する形で対応を行っていた。</p> <p>同システムは無線通信を利用しているが、光ファイバーを敷設した、有線でのセンサネットワークシステムが代替手段としてある。主に国が管理する河川にあるポンプ場で採用されている。</p> <p>但し、イニシャルコストが非常に高く、地方自治体では導入が難しいのが実情である。</p>
--

11. 現状の課題/問題点

<p>経営面</p>	<p>ポンプによる排水作業を自動制御することは技術的には可能となっているが、生命に関わる可能性があるため実施することはできない。そのため、同システムでは管理者への通知により防災対策の効率を増すことは可能になるものの、適切な対応を採ったことや水害が起きた際に不可抗力であったことの証明としてデータを収集することに重きが置かれている。</p>
<p>コスト面</p>	<p>現在はポンプ場での利用が中心であるが、ポンプ場の管理を行っている国、地方自治体の中でも予算が少ない地方自治体が主なユーザーであり、予算確保が難しい。同社の基本セットが現在 120 万円からの提供となっているが、多くの地方自治体では予算を 100 万円と設定しているところも多く、コスト削減を求められることが多い。</p> <p>センサ端末の価格が下がらず、モジュールの単価も高いため、端末数が一定数必要な同システムでは価格が導入の障壁になっている。</p>
<p>技術面</p>	<p>同システムの取得データの通信では 300MHz、2.4GHz の 2 帯域の組み合わせ、使い分けにより問題は生じていないが、ポンプ場設備機器にセンサ端末を設置しているため、ノイズが発生する、電波が減退するといった問題が発生する可能性はある。</p> <p>ポンプ場のように周辺にそれ程通信に障害を与える機器が少ない場所での利用であれば良いが、密集した地域では家電や携帯電話等で 2.4GHz の周波数帯を利用する製品が増えてくることも予想されるため、通信障害が発生する可能性がある。</p>
<p>その他</p>	<p>「センサネットワーク」と聞くとユーザーが身構えてしまう点が売上拡大の障害となっている。「センサネットワーク」は先進的な取組みで、まだ確立していない製品という認識があるようで、慎重に検討し始める企業が多い。事実、ポンプ場で導入している自治体には「センサネットワーク」としてのアプローチは行っておらず、テレメーターとして営業を行っている。</p> <p>同社としては、ZigNET を今後は「ビル監視システム」や「物流トラック荷台温湿度管理」、「農作物盗難防止システム」等の様々な分野に展開していきたいと考えているが、現在のところポンプ場以外の実績はまだない。</p>

1. ユーザプロフィール/導入時期

企業名	東京ガス㈱	代表 TEL	03-5400-7736
本社所在地	東京都港区海岸 1 5 20	導入時期	2001 年
概要	ガスの製造・供給および販売 / ガス機器の製作・販売およびこれに関連する建設工事 / 冷温水および蒸気の地域供給 / 電気供給事業		

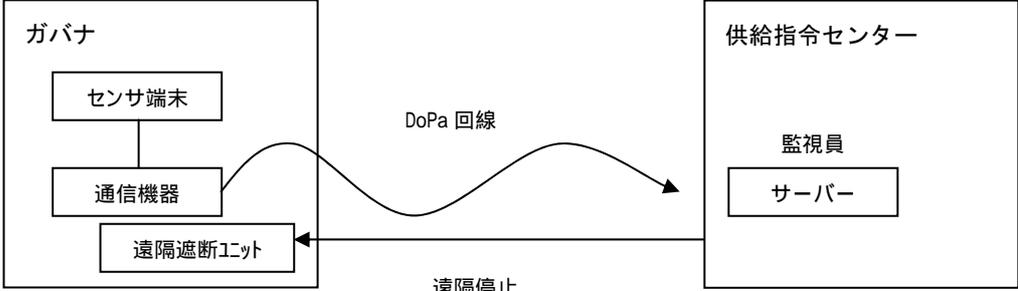
2. 導入センサネットワークの用途(目的)/導入に至った経緯

目的	震災時のガスによる二次災害の予防
<p>阪神大震災、中部沖地震等、日本では地震災害が多い国であることもあり、震災時等に都市内に張り巡らされているガス管からガス漏れが起きることで二次災害につながる危険性があり、それを防ぐために被害の大きな地域向けのガス供給を早期の段階で遮断する必要がある。</p> <p>そこで、高圧ガスを家庭用に減圧するガバナに震度を感知するセンサを設置し、震度 6 以上の揺れを感知した際に自動的にガス供給を停止するシステムの導入を行っている。</p> <p>同システムで地震の感知にセンサ端末を利用している。同センサ端末が地震を感知し、同システムにデータを送ることによって自動的にガス供給を停止させるシステムとなっている。</p>	

3. 導入センサネットワークの導入分野(設置場所)

システム導入場所	ガス供給地域内の全ガバナ(4,000 箇所)
<p>センサ端末は高圧ガスを減圧する施設であるガバナに設置を行っている。具体的には、同社のガス供給地域内にあるガバナ 4,000 箇所全てにセンサを設置している。また、供給地域を 1 ブロック約 10 万世帯で、101 ブロックに区分けし、周辺ブロックから被害が甚大なブロックへのガス供給をリモートで停止することができるシステムの構築を行っている。</p> <p>センサ端末は通信機器と接続されており、センサ端末で SI 値(加速度)を計測すると通信機器から一般公衆回線(DoPa)を利用して供給指令センターにデータが送られている。</p>	

4. センサネットワークのシステム構成及び規模

<p>使用機器</p>	<p>当システムで利用されている製品は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・センサ端末 ・地震時遠隔監視装置 ・遠隔遮断ユニット ・サーバ <p>センサ端末は㈱山武と共同で開発した製品を利用している。</p> <p>地震時遠隔監視装置、遠隔遮断ユニットはセンサ端末から地震感知情報を受けると供給指令センターにデータを送信する役目とガス供給を自動で遮断する、あるいは遠隔で遮断を行う役割を持っている。</p> <p>【システム全体構成図】</p> 
<p>通信規格</p>	<p>センサ端末自体は無線通信を行っておらず、センサ端末に接続した通信機器から一般公衆回線 (DoPa) を利用して情報を収集している。</p> <p>以前のシステムでは自営の無線基地局を利用して無線通信を行っていたが、基地局の運営コスト等の負担が大きいこと、一般公衆回線を利用してもコスト面やセキュリティ面で問題がないこと等から一般公衆回線に切り替えている。</p>
<p>センサ設置個数</p>	<p>センサ端末は各ガバナに1つずつ、計4,000個を設置している。</p>
<p>メンテナンス・ その他</p>	<p>センサ端末には自己診断機能を搭載しており、センサ端末に異常が発生した場合に供給指令センター側で故障を把握することができるため、通常はガバナの定期点検時にセンサ端末のチェックも行う程度である。定期点検は76ヶ月に1回の割合で実施を行っている。</p> <p>その他、ガバナ自体の定期検査を実施しているため、その際にセンサ端末のメンテナンスを行うこともある。</p> <p>但し、センサ端末の故障率は低く、1%未満であるため、それ程頻繁にメンテナンスを行う必要性は感じていない。</p>

5. 収集情報の種類

センサ端末で収集している情報は SI 値(加速度)である。

揺れの強さを判断するには加速度を計測すれば推定が可能であるため、加速度を測定している。

6. 情報収集の頻度

情報収集は基本的には地震が発生した際に行うことになっている。

地震が発生した際には、センサ端末で取得したデータを供給指令センターに約 5 分程度で収集を行う。

7. 期待される導入効果

経営面	従来のシステムではガバナでガス供給を止めるには作業員が現地へ赴き、人手によって止める必要があったが、自動停止を行えるようにしたことにより、ガス供給を停止するまでの時間が大幅に短縮されている。従来のシステムでは作業完了までに 40 時間程度が必要とされていたが、現システムに変更してからは 15 分で全ての作業が完了できるようになっている。災害対策が十分にこなされていることが顧客に対する PR になる。
コスト面	被害が甚大な地域及び周辺地域のみでのガス供給を停止することができるため、全停止した際の復旧に要するコストが抑えられる。
その他	従来のシステムではガバナに作業員を派遣する必要があったが、該当するガバナはガス供給を停止する必要がある被災地にあるため、交通が遮断されている、作業員に危険が発生する可能性がある等の問題があった。しかし、現システムでは作業員を派遣する必要がないため、上記問題点が解消している。

8. システム導入コスト

イニシャルコスト	センサ端末の購入代金が約 60 万円、設置費用が約 200 万円程かかっており、4,000 箇所に導入した段階で 100 億円以上の費用がかかっている。 現在もガバナの数は増えており、その都度端末及び設置費用が発生していることになる。
ランニングコスト	センサ端末には自己診断機能を搭載しており、センサ端末に異常が発生した場合に供給指令センター側で故障を把握することができるため、定期的なランニングコストは発生していない。 センサ端末が故障した場合はセンサ端末の購入代金が発生する他、その他機器に故障が発生した際も必要に応じて費用が発生する。 センサ端末の電源に関しては、通常は商用電源を引いて電源としている。また、非常時に備えて自家発電バッテリーを常備しており電源としている。そのため、通常時は商用電源の費用が発生している。
その他	供給指令センターとガバナに設置した機器との通信に DoPa を利用しており、回線使用料が発生している。

9. センサネットワークの利用者

同システムの利用者は東京ガスである。

東京ガスでは、震災時に被災地に対して供給しているガスを停止させる必要があるが、被害状況の把握を迅速に行う必要があり、同システムを利用することで震災データの早期取得を可能としている。

10. 既存システムでの代替手段

現在利用を行っているリアルタイム防災システム(SUPUREME)に切り替える前は「SIGNAL」と呼ばれる地震時導管网警報システムの利用を1994年から行っていた。

「SIGNAL」に関してもセンサ端末で地震の揺れを感知、データを取得してきたが、センサ設置箇所は332箇所のみであったため、震災による被害推定の精度が低い面が見られた。

11. 現状の課題/問題点

経営面	現在地震情報を隣接サービス事業者である千葉ガスや京葉ガスと相互提供しているが、千葉ガスは同社の子会社であるため同一システムから得られた情報であるが、京葉ガスは別のシステムから得られた情報と思われる他、大阪ガス等他地域のガス供給会社はそれぞれ独自にシステムを構築しているため、情報に多少の誤差が生じる可能性はある。
コスト面	センサ端末価格及び設置コストも高く、同システムを導入するには大規模な投資が必要となるため、導入する企業は限られると見られる。同社の子会社である東京ガスエンジニアリングを通じて外販を行っているが、導入事例はまだない。 供給地域拡大等の影響もあり、毎年ガバナ数は増えており、その都度更新費用等がかかる。
技術面	特に大きな問題はない。
その他	<p>ガス管被害状況の推定に関しては、ガス管の位置情報や材質等の情報を把握しているため、精度の高い推定が行えているが、今後は建物の被害状況の推定も実施したいと検討している。ただ、建物は建物構造や立地状況等が個別に異なるため、同地区内の建物であっても被害状況が異なることが予測されることや個別建物の建物構造に関する情報は個人情報保護の関係等から情報の提供を自治体から受けることができないこと等もあり、実現は難しいと考えられる。</p> <p>現在のシステムに変更してから通信手段としてDoPaを利用しているが、2012年に同サービスが終了すると聞いており、新たな通信網に切り替える必要が出てきている。FOMAに切り替える予定であるが、サービス提供側の動向に大きく影響される点が問題であり、自営のデジタル無線に切り替える等の検討も行っているが、実現は困難であり、対応策を検討する必要があると考えている。</p>

1. ユーザプロフィール/導入時期

企業名	大分県産業科学技術センター	代表 TEL	097-596-7100
本社所在地	大分県大分市高江西 1 丁目 4361-10	導入時期	2006 年
概要	大分県内企業の育成及び科学技術振興を行っており、「研究開発」「技術支援」「技術振興」の 3 つの柱を基本として県内企業の支援を行っている。		

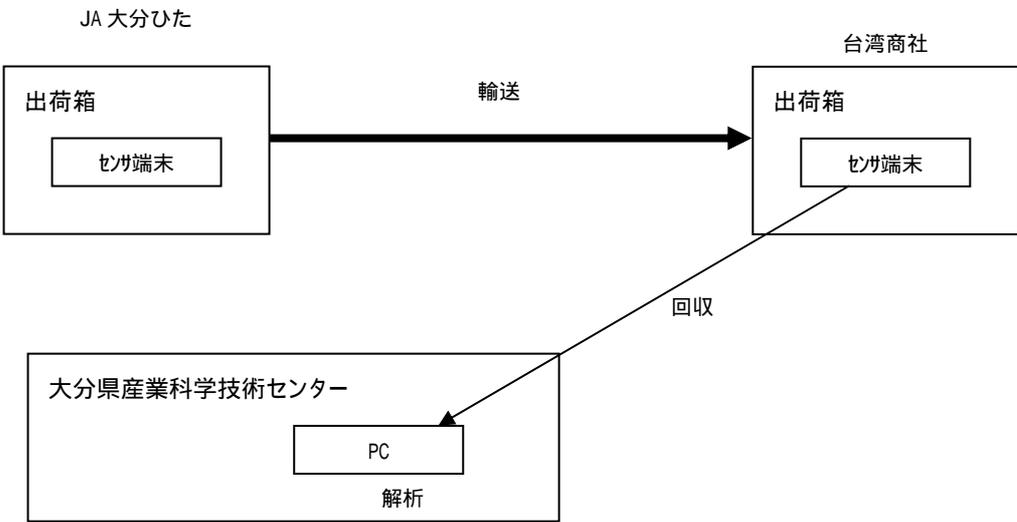
2. 導入センサネットワークの用途(目的)/導入に至った経緯

目的	台湾への日田梨輸出に際して、輸送環境の向上による梨の品質確保
<p>JA 大分ひたでは、日田梨を 4 年程前から台湾に向けて輸出を行っている。台湾まではトラック、コンテナ船等の輸送手段を用いているが、輸送中の温度管理状況や郵送用の箱への衝撃等の問題が発生していないことをセンサで確認し、梨の品質確保の実施を検討している。</p> <p>そこで、センサネットワークを用い、温度、湿度、衝撃の状況を出荷から台湾の店舗まで計測し、輸送中に問題が起きているかを検証し、問題箇所を担当する企業に作業内容の改善を実施してもらうことで輸送時に梨が損傷することを防ぐ目的で導入を行っている。</p> <p>これまで 2 回出荷時にセンサ端末の設置を行っている。1 回目は大分県が地域活性化事業として補助金を出して実施を行っており、2 回目は大分県産業科学技術センターが 1 回目の実験から継続する形で、研究資金から費用を捻出して実験を実施している。</p>	

3. 導入センサネットワークの導入分野(設置場所)

システム設置場所	出荷用の荷箱内
<p>通常、台湾への輸出に際して、5kg 出荷箱を約 2,000 ケース出荷しており、実験ではその内 10 ケースにセンサ端末を設置している。</p> <p>10 ケースに関しては、各ケースに 1 個ずつセンサ端末を設置している。2,000 ケースのうち設置している 10 ケースの場所はランダムとなっている。</p> <p>また、センサ端末の他に輸送機関や包装貨物の輸送環境を計測する機器である「輸送環境記録計」を併せて設置し、温度、湿度、振動加速度の 3 データを収集、センサ端末からの情報と照らし合わせ等を行っている。</p>	

4. センサネットワークのシステム構成及び規模

<p>使用機器</p>	<p>当システムで利用を行っている機器は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ センサ端末 ・ 輸送環境記録計 ・ 解析用ソフトウェア <p>今回利用を行ったセンサは USB センサ端末であり、出荷箱内に設置し、輸送中データを IC タグ内に記録、梨が台湾に到着後にセンサ端末を回収して PC 等へデータを吸い出す製品であるため、特にセンサ以外の機器は必要としていない。</p> <p>実証実験ということもあり、温度、湿度、振動加速度を測定することができる輸送環境記録計を出荷箱内に設置し、データの取得を行っている。輸送環境記録計は今回利用を行ったセンサ端末よりも衝撃(振動)をより細かく測定することが可能で、センサ端末の性能向上を行うためにもデータの照らし合わせ等が必要と判断し、利用を行っている。</p> <p>取得したデータの分析を行うための解析用ソフトウェアが最も費用がかかる製品となっている。同製品は市販されていないため、その都度日本電気に依頼して開発してもらう必要があることが理由である。</p> <p>【システム全体構成図】</p>  <p>The diagram illustrates the system's overall configuration. It shows three main locations: JA Oosaka (JA 大分ひた), Taiwan (台湾), and the Oosaka Prefecture Industrial Science and Technology Center (大分県産業科学技術センター). In JA Oosaka, there is an '出荷箱' (shipping box) containing a 'センサ端末' (sensor terminal). An arrow labeled '輸送' (transport) points from this box to a similar '出荷箱' containing a 'センサ端末' in Taiwan. From the Taiwan box, an arrow labeled '回収' (recovery) points to a 'PC' at the Oosaka Prefecture Industrial Science and Technology Center, which is used for '解析' (analysis).</p>
<p>通信規格</p>	<p>当システムで利用を行っている USB センサには無線通信機能はついていない。</p>
<p>センサ設置個数</p>	<p>センサは 10 個利用を行っている。</p> <p>出荷箱 10 ケースに各 1 つずつのセンサを設置している状況である。</p>

<p>メンテナンス・ その他</p>	<p>当システムはセンサの設置を行うことでデータを収集、USB ポートからデータの吸出しを行うという簡易なシステムであるため、特にメンテナンスは必要としていない。</p> <p>機器類に関しては、センサが電池切れとなった際に電池を交換する程度の費用である。</p> <p>その他に、データ解析作業を日本電気に依頼しており、その費用が2~30万円程かかっている。</p>
------------------------	--

5. 収集情報の種類

<p>センサで収集している情報は以下の情報となっている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 温度 ・ 湿度 ・ 衝撃 <p>温度と湿度に関しては出荷から台湾の店舗までの間、常にデータ収集を行っている。梨の輸送に際しては、トラック内や船舶内で冷蔵保存することで品質維持を図っているため、温度環境に関するデータは常時取得する必要がある。</p> <p>衝撃情報に関しては、15G 以上の数値を感知した時のみデータを取得する形で実施している。輸送中に出荷箱を落下させる、あるいは積み下ろし作業中に粗雑に扱う等により梨が損傷する可能性があるため、同情報についてもデータの収集を行っている。</p>

6. 情報収集の頻度

<p>温度、湿度に関しては、15 分間隔で情報の収集を行っている。</p> <p>衝撃に関しては、15G 以上の衝撃を感じた時のみ情報を収集することになっている。輸送中は常に何らかの振動が起きているため、梨に影響が出ると思われる 15G 以上の衝撃を感知した場合のみデータを取得することになっている。</p> <p>収集したデータの確認に関しては、現地到着後、機器を回収してから日本で取得したデータを一括で吸出して分析している。</p>
--

7. 期待される導入効果

<p>経営面</p>	<p>出荷後、現地に到着するまでに複数業者により、トラックや船舶等の複数手段で製品が輸送され、輸送手段間では積み下ろし作業が発生する等、輸送中に梨が傷む可能性がある。その際に取得したデータから問題となる工程を見つけ出し、作業改善の依頼や補償問題の解決を図ることができる。</p> <p>輸出先の台湾では、以前と比較して高品質の梨を求める傾向が強くなっており、上記取組みを通して出荷から現地到着までの輸送環境を整えることにより高品質な製品を提供できるようになり、現地到着時における日田梨のブランドが高まることが期待される。</p> <p>当システムの受益者としては、JA 大分ひた、JA 大分、日本園芸農業協同組合連合会、商社、運輸会社等が挙げられるが、JA 大分ひたは JA 大分に、JA 大分は日本園芸農業協同組合連合会にそれぞれ、製品の品質担保が行われている事を明示できる。</p>
<p>コスト面</p>	<p>従来は設置していなかったセンサを設置するため、コストは増える。また、設置することでコストを抑制する効果が出るものではないため、コスト面での導入効果は特にならない。</p>
<p>その他</p>	<p>製品が傷んだ場合の補償問題が発生した際に、責任の所在を明確にできる点が導入効果として挙げられる。</p>

8. システム導入コスト

<p>イニシャルコスト</p>	<p>システムのイニシャルコストとしてかかる費用は、センサ端末購入代金及び解析用ソフトウェア開発費用である。</p> <p>センサ端末自体は数千円程度のコストで済んでいるが、データ解析作業費込みで1個2万円のコストで導入している。但し、この金額は日本電気と費用を折半したためであり、通常必要な費用はもっと高いと思われる。</p> <p>センサ端末は購入した製品を再利用できるため、一度購入すれば壊れるまで利用が行えるが、データ解析用ソフトウェアは販売が行われていないため、その都度日本電気に費用を払って解析を依頼することになる。</p>
<p>ランニングコスト</p>	<p>ランニングコストはセンサ端末で利用している電池代金に費用がかかる程度である。</p>
<p>その他</p>	<p>当実証実験においては、センサ端末と一緒に設置を行っている輸送環境記録計の費用が発生する。なお、今回は機器を製造している吉田精機㈱の好意によりほぼ無償で提供を受けている。</p>

9. センサネットワークの利用者

センサネットワークの利用者は JA 大分ひた、JA 大分、日本園芸農業協同組合連合会、商社、運輸会社等である。

JA 大分ひた、JA 大分からすれば、台湾到着後に製品に問題が発生した際に、出荷時から製品に問題が発生していたのではなく、輸送途上で問題が発生したことをセンサ端末から得られたデータから証明することが可能になる点で利用メリットが出てくる。

日本園芸農業協同組合連合会は JA 大分ひた、JA 大分から日田梨を購入し、台湾輸出の荷主の立場にある。しかし、製品自体は JA 大分ひたから出荷され、輸送業者を通して台湾の商社に渡されるため、実際に製品の管理は行っていない。そのため、センサ端末を利用してデータを取得することで製品の品質を確保してもらえることで、商社への販売が容易になる点でメリットがある。

商社に関しては、日本の商社と台湾の商社が関わってくるが、両者とも品質が確保される製品を購入、販売できる点でメリットが出てくる。

運輸会社に関しては、輸送中に自社の作業に問題がなかったことを取得データから証明できる点でメリットがある。

10. 既存システムでの代替手段

従来は問題が起きた場合、あるいは問題が起きそうな要因に対して、問題の原因を予想あるいは予防策を推測して対応を行う形を採っていた。具体的には、出荷箱が台湾商社到着時にへこみが発生していた際に、ダンボールの厚みを増すといった取組みを行ってきた。

但し、具体的にどの工程で問題が発生していたのかが不明であったため、問題の責任所在を明らかにすることや問題工程の改善が必ずしも行われていなかったことから、数値として目に見える形で問題の所在を示す必要があった。

今回センサ端末と同時に利用を行った輸送環境記録計を利用することで、温度、湿度、衝撃に関する詳細なデータを採取することができる。今回は実験であったことと機器を提供した吉田精機の好意で費用が殆ど発生しなかったこともあり利用が行えたが、実際に導入するにはセンサ端末を利用するよりも端末価格が高いため、単価の安い農作物には利用は難しい状況である。

11. 現状の課題/問題点

<p>経営面</p>	<p>出荷作業自体は JA 大分ひたが実施し、梨は JA 大分ひたから博多港へ運ばれ、台湾に向けて輸送される。しかし、伝票上は JA 大分ひたが JA 大分に販売、JA 大分から日本園芸農業協同組合連合会に販売されてから商社を介して台湾商社に販売される形となっている。そのため、センサ端末のコスト負担を誰が行うのか、誰が製品の品質を保証する必要があるのかといった点が明確になっていない。</p> <p>積荷にセンサ端末を搭載することへの抵抗感が商社、運輸会社に強い点が導入の障害になると考えられる。税関での積荷検査の際にセンサ端末があることで検査に要する時間、日数が増加してしまう恐れがあることから、商社や運輸会社がセンサ端末の利用に難色を示している。2006 年に実施した際には問題が起きなかったが、2007 年に実施した際には税関を通過するのに 1 日の遅れが生じており、問題となっている。</p>
<p>コスト面</p>	<p>日本電気が費用の一部を負担したことで今回は費用を安く抑えられたと考えているが、その価格でも JA 大分ひたからするとコストがかかり過ぎていると感じている。実証実験では大分県や大分県産業科学技術センターが資金を出していることからセンサ端末を利用したが、JA 側で費用を負担するとなると利用を躊躇する。</p>
<p>技術面</p>	<p>本来であれば無線通信等を利用してリアルタイムに情報を収集したいと考えているが、USB センサ端末では機器を回収するまでは情報収集ができず、結果を見ることしかできない。</p> <p>無線センサ端末を利用したいと思うが、航空機等では無線通信を利用することが難しいとのことで製品ラインアップが充実していない。</p>
<p>その他</p>	<p>データ解析用のソフトウェアが汎用品として販売されていないため、その都度ソフトウェア開発費用が発生することが負担となっている。</p> <p>出荷箱個々の温度、湿度、衝撃情報は得られているが、出荷箱がパレットのどの位置に積まれているか等の位置情報を取得していないため、積込位置による影響の解析ができなかった。</p>

1. ユーザプロフィール/導入時期

導入主体者名/ 担当部署	情報処理相互運用技術協会/技術部	代表 TEL	03-5977-1301
本社所在地	東京都文京区本駒込 2-28-8	導入時期	2006年3月
概要	情報処理における相互運用技術（インターオペラビリティ）に関して、研究開発、調査研究、普及啓発等を行うことにより、情報処理技術の進展及び情報処理の振興を図り、情報化社会の健全な発展に寄与するとともに、我が国の産業、経済の発展及び国際化への貢献に資することを目的とした活動を行っている。		

2. 導入センサネットワークの用途(目的)/導入に至った経緯

目的	電気使用量の削減
<p>独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下 NEDO)からの委託事業である「デジタル情報機器の統合リモート管理基盤技術の開発」プロジェクトの一環として、「流通店舗向け省エネシステム」の開発を進めているが、同システムの有効性を確認するために行った実証実験である。</p> <p>流通店舗では室温調整や製品管理等において様々な電化製品を活用しており、年間の電気使用量及び電気料金は膨大なものとなっている。今回対象としたコンビニエンスストアに関しても、全国に約 42,208 ヶ所(2007年2月フランチャイズチェーン協会調べ)の店舗が存在し、年間 1,906 億円相当の電力が消費されている状況である(東京都環境局「コンビニエンスストアの省エネルギー対策、平成 19 年度 3 月作成」資料に基づき 1kWh=23 円として算出した数値)。</p> <p>そのため、コンビニエンスストア事業者ではコスト削減及び京都議定書で示された CO2 削減問題への対応を目指し、省エネルギーへの取組みを強化する必要に迫られている。</p> <p>このような状況の中、NEDO ではセンサネットワークを活用し、店舗内及び店舗外の環境状況(温度、湿度、照度、風速等)の情報を収集し、その環境状況に応じた快適性である「温熱環境評価指数」を適宜求めることで、店舗内の快適さを一定に保つように、エアコン、ファン、照明機器等の家電製品を一括で制御するシステムの実用化に向けて推進を行っている。</p> <p>実用化に向けての最初のステップとして、2007年2月の2~3週間程東京千代田区の㈱イーエム・ピーエム・ジャパンの店舗 1 ヶ所で実証実験を行っている。なお、実証実験は沖電気工業が主体となって実施を行っている。</p> <p>当実証実験は以下の 3 期間で実施されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 第一回 2007年2月に2~3週間 ・ 第二回 2007年夏 3週間 ・ 第三回 2007年秋(現在も実施中) <p>なお、第三回の実験では、センサで環境状況の情報収集は行っているが、家電制御に関しては実施していない。</p>	

3. 導入センサネットワークの導入分野(設置場所)

システム設置場所	(株)エーエム・ピーエム・ジャパン店舗(東京千代田区)
<p>導入場所は大きく以下の3ヶ所となっている。</p> <p>a. コンビニエンスストア店舗内</p> <p>b. コンビニエンスストア店舗外</p> <p>c. バックオフィス</p> <p>「a. コンビニエンスストア店舗内」については、天井や陳列棚を中心にセンサを設置している。センサはほぼ水平位置に設置を行った。</p> <p>「b. コンビニエンスストア店舗外」については、店舗入口付近に設置している。</p> <p>「c. バックオフィス」に関しては、従業員控え室や在庫保管場所等で利用されているバックオフィスに設置している。</p>	

4. センサネットワークのシステム構成及び規模

使用機器	<p>当実験で利用を行っている製品は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・センサ ・サーバ ・家電制御コントローラ(照明、エアコン、ファン) <p>センサに関しては、「WISELINK」(沖電気工業(株)製)を中心に利用を行っている。</p> <p>家電制御部分に関しては、三菱電機製品を利用しており、「Mリンク」と呼ばれる三菱電機製品を一括して制御できる機能を活用し、家電制御を行っている。</p> <p>【システム全体構成図】</p> <pre> graph TD subgraph Convenience_Store [コンビニエンスストア] subgraph In_Store [コンビニエンスストア 店舗内] S1[センサ端末] end subgraph Back_Office [バックオフィス] S2[センサ端末] Server[サーバ] Controller[家電制御コントローラ] end Relay[中継器] end S1 --> Relay S2 --> Relay Relay --> Server Server --> Controller Controller --> AC[家電制御 (エアコン等)] Manager[店長] --- Controller subgraph Outside_Store [コンビニエンスストア 店舗外] S3[センサ端末] end S3 --> Relay </pre>
------	--

通信規格	<p>今回の実験では「ZigBee」と 429MHz の「特定小電力無線」の両通信規格を利用している。</p> <p>「ZigBee」に関しては、同じく NEDO からの委託事業として「ZigBee」センサの研究開発を行っていること、当実験の主体企業である沖電気工業が「ZigBee」へ注力していること等から利用を行っている。</p> <p>また、当システムではセンサを 24 時間連続稼働させるため、「ZigBee」が保守面で優れていると判断したことも「ZigBee」を利用している理由のひとつである。</p> <p>「特定小電力無線」については、他の通信規格を利用して比較を行うために採用している。</p>
センサ設置個数	<p>今回の実験では合計 7 個のセンサを設置している。センサ設置場所の内訳は以下の通りである。</p> <p>「a. コンビニエンスストア店舗内」については 5 個のセンサを設置している。基本的にセンサを棒の先端に設置し、陳列棚部分に固定しているが、1 個は天井に設置している。</p> <p>「b. コンビニエンスストア店舗外」については 1 個のセンサを設置している。</p> <p>「c. バックオフィス」には 1 個のセンサを設置している。</p>
メンテナンス・その他	<p>今回の実験では期間が短かったこともあり、メンテナンスまでは検討を行っていない。</p> <p>但し、実運用段階になれば、基本的にユーザーが自らメンテナンスを行う形にしたいと考えている。</p> <p>センサ機器の保守に関しては、今後更に高集積・高密度の製品になる可能性があるため、機器をメーカーにセンドバックする形になることが予想される。</p>

5. 収集情報の種類

<p>今回の実験では以下の情報を収集している</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 温度 ・ 湿度 ・ 照度 ・ 風速 <p>場所毎の収集情報は以下の通りである。</p> <p>a. コンビニエンスストア店舗内 温度、湿度、照度、風速</p> <p>b. コンビニエンスストア店舗外 温度、湿度、照度</p> <p>c. バックオフィス 温度、湿度、照度、風速</p> <p>その他に電力量の計測も行っているが、電力量の計測に関しては電力計で測定し、その情報を IC タグに伝送、無線通信により情報を収集する形となっている。</p>
--

6. 情報収集の頻度

今回の実験では情報取得間隔を最終的には約 10 分に設定している。

実験開始当初は 5 分程度と頻繁に情報を収集していたが、電池の消耗が激しく、24 時間営業であるコンビニエンスストアでの利用を考えると耐久面で課題が残るため、情報取得間隔を延ばしたという経緯がある。

また、実用面で考えても、頻繁に情報を収集したとしても室温調整等には一定の時間が必要であること、最適な環境状況が急激に変化することは少ないこと等もあり、10 分間隔での利用で十分と判断している。

但し、降雨情報に関しては、急激な変化をもたらすものであるため、リアルタイムで情報収集をする必要があるのではないかとの見解は持っている。なお、今回は降雨情報の収集は行っていない。

7. 期待される導入効果

<p>経営面</p>	<p>京都議定書等による日本政府からの地球温暖化対策に関する削減目標の一つとして提示されている、「電力使用量を 5 年間で 5%削減する」という目標を 1 年間で達成できることになるため、比較的安価な投資額で対応できる点は導入効果の一つであるといえる。</p> <p>今回の実験では従業員をターゲットとした快適性確保を目的として実施を行ったこともあり、長時間働く従業員の職場環境改善による効果は出ている。</p>
<p>コスト面</p>	<p>年間消費電力を 5%強削減することができるという実験結果が出ている。具体的な数値で言えば、コンビニエンスストア 1 店舗の年間平均使用料金が約 300 万円であり、今回の実験により約 15 万円のコスト削減が図れたことになる。</p> <p>無線センサを利用しており、配線等の作業が必要でなくなるため、イニシャルコストが抑えられる。</p> <p>水道管の凍結防止等の対策を採る場合、これまでは人の経験や勘に頼る形であったものが、取得したデータの分析を行うことや、必要な時に必要なだけ家電を制御することでコスト抑制が可能となる。</p>
<p>その他</p>	<p>特になし</p>

8. システム導入コスト

<p>イニシャルコスト</p>	<p>当実験で用いた機器類はセンサの感知能力が高い、高性能製品を活用したため、イニシャルコストは実用化する際と比較すると高価になっている。</p> <p>今回利用を行ったセンサ 1 個につき数十万円の費用が発生しており、センサ計 7 個で 100 万円を超える費用がかかっている。</p>
<p>ランニングコスト</p>	<p>ランニングコストについては、実験期間が短かったこともあり、明確な数値は回答できない。</p> <p>実用化した場合、ランニングコストに関してはセンサの電池代程度になるように事業化を進めていく予定である。</p>

その他	当システムで最もコストがかかるのは家電制御部分である。センサ側のシステム導入にかかるコストは抑えることが可能であるが、家電制御側のコストは当面高いままであることが予測されるため、当システムの実用化には今しばらく時間がかかる可能性はある。
-----	--

9. センサネットワークの利用者

今回の調査ではコンビニエンスストアオーナー及び従業員をターゲットとしている。 コンビニエンスストアオーナーに関しては、電気使用料金の抑制を目指し、従業員に関しては職場環境改善を目的とした実証実験となっている。

10. 既存システムでの代替手段

現状ではコンビニエンスストアの店長等の経験や感覚で店舗内の温度調整等を行う方法が一般的となっている。 そのため、過度に温度設定の高低を決めていた傾向があり、電気使用量が肥大化することが多くなっている。

11. 現状の課題/問題点

経営面	「電気使用量を5%以上削減できる」効果が出ているが、システムの運用・メンテナンス等にかかる費用については考慮していないため、将来的にはシステム自体の運用コストを含めて削減効果を出せるようにしていく必要がある。
コスト面	今回利用したセンサは1台で数十万円する製品を利用したが、実用化するには1台当たり数千円程度にまで引き下げなければ受け入れられないと感じている。 また、センサ部分ではないが、家電制御部分に関連する製品の価格が非常に高く、それら製品の価格引下げが行われない限り実用化は難しいと感じている。
技術面	コンビニエンスストアで利用されている電子レンジや自動ドアは技術的には無線通信に干渉しないと言われていたが、昼時に店内にある6台の電子レンジがフル稼働している時や自動ドアの開閉時にノイズが確認された。 また、今回の実験ではセンサを水平位置に設置したが、店内環境を正確に検知するには垂直方向での検知が必要であると感じた。
その他	今回の実験では1店舗単独での家電制御であったが、今後はコンビニエンスストアの本部からリモートで操作可能にできるようなシステム作りを行っていきたいと考えている。その実験は2007年末か2008年初頭から実施する予定となっている。

1. ユーザプロフィール/導入時期

導入主体者名/ 担当部署	「センサネットタウンに関する調査検討会」/事務局:総務省近畿総合通信局 電波管理部 企画調整課	代表 TEL	06-6942-8509
事務局所在地	大阪市中央区大手前 1-5-44 大阪合同庁舎	導入時期	2004年8月～2005年3月
概要	本会は、街角等にアドホック・マルチホップ通信技術を活用したセンサネットワークを構築し、各種アプリケーションを通してセンサネットワークの有効性の検証と特定小電力無線の利用技術についての検証を行い、センサネットワークの実用性及び将来方向について提言することを目的とされた。		

2. 導入センサネットワークの用途(目的)/導入に至った経緯

目的	街角等におけるアドホック・マルチホップ通信技術を活用したセンサネットワークの有効性の検証等。
<p>本会では上記目的の遂行のため、以下の項目について検討を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> a. センサネットワークの現状調査。 b. アドホック・マルチホップ通信技術の現状調査。 c. 試験システムの検討・設計。 d. 試験システムによる各種アプリケーションの検証。 e. センサネットワークがもたらす導入効果の検討。 <p>本会の事務局となった総務省近畿総合通信局では、センサネットタウンに関する調査検討を実施するにあたり、安全・安心・快適で利便性の高い高度なユビキタスネットワーク社会の構築に寄与するものとして、人・物の状況やそれらの周辺環境等を認識するための高度なセンシング技術、映像認識技術とネットワークが結びついたセンサネットワークの実現に期待している。このセンサネットワークを構築する方法として、メッシュ状に配置された小電力の無線端末間で、自律的に情報を転送するアドホック・マルチホップ通信技術に着目し、今回、街角等に同通信技術を活用したセンサネットワークを構築し、各種アプリケーションを通して同ネットワークの有効性の検証を行い、その実用性及び今後の方向性について検討を行った。</p> <p>センサネット社会における一連の技術の実現により、医療・健康や、防犯・セキュリティ、防災、農産物等の各種生産現場、及び環境リスクへの対応等、幅広い社会・経済活動への寄与が期待されており、中でも将来の少子高齢化の進展に向けて安全・安心な社会の実現のためにセンサネットに対する期待は大きい。本会では、センサネットの利用シーンの中で、街(タウン)に展開した場合の、社会アプリケーション創造の想定、それらの実現の方向性等について検討を行った。本会で、アドホック・マルチホップ通信技術と各種センサ(温度・湿度・日射等)を組み合わせたセンサネットワークを、“公園や街角等に配した安全・安心・快適な暮らしができる街”を「センサネットタウン」と定義した。</p> <p>当実験は、2004年8月～2005年3月までの約7ヶ月間に渡り行われた。実際の試験システムの運用は2004年12月～2005年1月に実施された。</p>	

3. 導入センサネットワークの導入分野(設置場所)

システム設置場所	<p>「空のセンサネット」:西宮市南東部</p> <p>「緑のセンサネット」:西宮市北山緑化植物園</p>
<p>当実験の試験システムは、街角における温湿度・日射・風向・風速・水位・水温等気象データを収集するシステムを「空のセンサネット」、植物園における各種植物の育成監視等を目的に映像データ・温湿度・日射等を収集するシステムを「緑のセンサネット」とし、それらの観測データが Web 上でいつでも監視できるシステムが構築された。</p> <p>センサネットワークシステムは、a.「空のセンサネット」が西宮市南東部、b.「緑のセンサネット」が西宮市北山緑化植物園にそれぞれ設置された。また、データ蓄積用のサーバを西宮市役所(マシン室)に設置した。</p> <p>「空のセンサネット」:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・西宮市南東部に温度・湿度等のセンサを有する 429MHz の特定小電力無線機(ノード:センサ付無線端末)を約 2km 四方のエリアにメッシュ状に設置した。一部には、風速計・風向計、水位計・水温系を設置し、各種気象データを収集した。 ・基地局として、西宮市南東部の自然環境センター2 階事務室、及び西宮市北山緑化植物園の緑の相談所所長室に、データの収集を行うサーバ(PC1 台)とノード 1 台を設置した。無線センサユニットや風向発信器等は甲子園球場駐車場や各電柱、地元の小中学校等に設置した。 <p>「緑のセンサネット」:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・西宮市北山植物園に、2.4GHz 無線 LAN ルータを組み込んだ機器(フィールドサーバ)を設置した。フィールドサーバはアドホックルーティング機能によりアドホックネットワークノードとして動作した。温室には IP カメラや微弱電波を利用し、温湿度センサを内蔵した通信端末機を設置した。「緑のセンサネット」は映像系であり、フィールドサーバには各種センサの他、カメラを内蔵し植物の観察ができるようにした。 ・システムは、無線ルータを緑の相談所屋上、フィールドサーバを中央街路灯・池の横・川の横・温室(2 階には IP カメラと無線ルータも設置)にそれぞれ設置した。 	

4. センサネットワークのシステム構成及び規模

使用機器	当該システムの各使用機器は、以下の通りである。	
	「空のセンサネット」	サーバ用ノート PC(1 台)、無線センサユニット(21 台)、風向発信器(4 台)、風速発信器(4 台)、無線式水位・水温測定装置(1 台)
	「緑のセンサネット」	サーバ用ノート PC(1 台)、スイッチ(1 台)、アドホックルータ(5 台)、フィールドサーバ(4 台)、ソーラーパネル(2 台)、IP カメラ(1 台)、MOTE(センサ付基盤:温度・湿度・気圧・光・音・加速度・磁気各センサを搭載)
	その他	西宮市役所(マシン室)に、VPN 装置、Web サーバノート PC(各 1 台)を設置

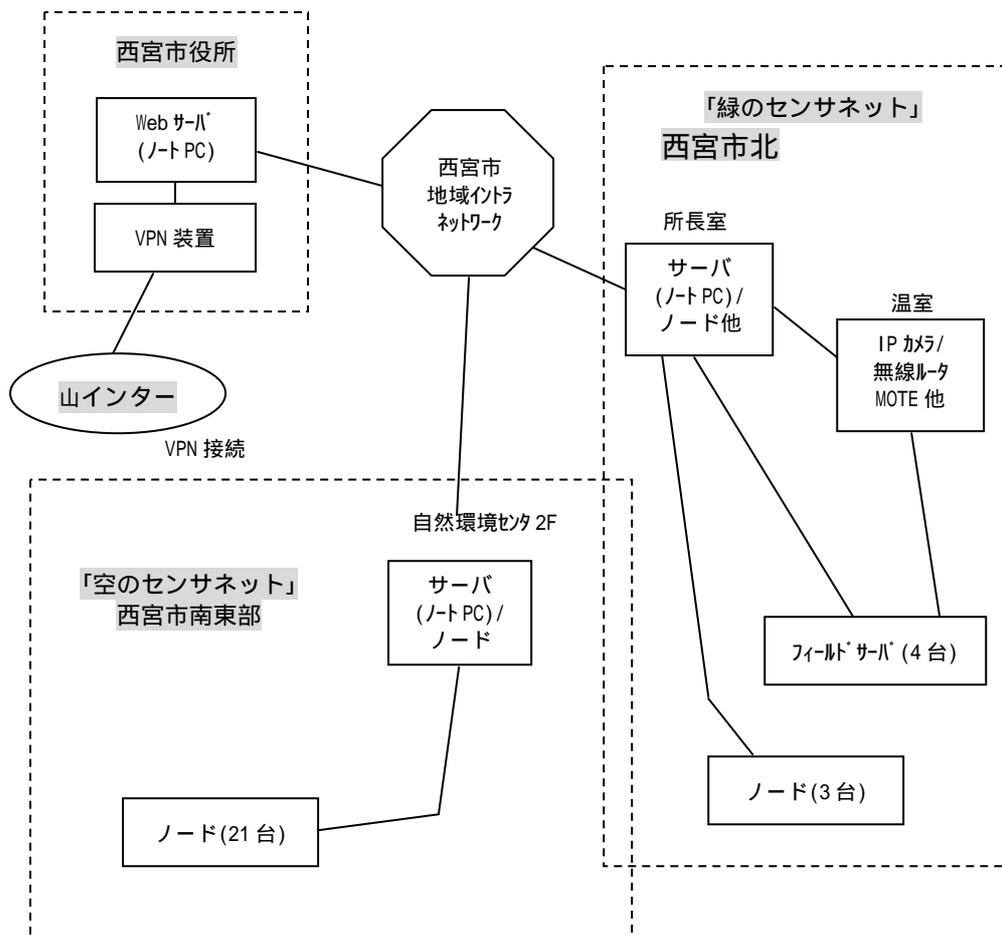
無線センサユニット(ノード)は、温度・湿度・照度の各センサを搭載し、太陽電池(二次電池)により動作する。基地局からの制御により計測されたセンサデータの送出、各ノードから送出された計測データの中継を行う。特定小電力無線方式(429MHz)を用いる。日本電気製。

「緑のセンサネット」で使用したフィールドサーバは、独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 中央農業総合研究センターが開発したものである。同機器は、センサ〔気温・湿度・日射量+1Ch(葉の濡れ、土壌温度、土壌水分、体感温度、CO2濃度、UV等のうち1つ)〕、COMS/CCDカメラ、超高輝度LED照明、アナログ信号処理回路、外部機器制御回路、ADコンバータ内臓CPU、無線LAN回路、Ethernetコントローラ、Webサーバ等を1モジュール化した小型計測ロボットであり、2.4GHz無線ルータを組み込んでおり、自身がアドホックネットワークノードとして動作する。

その他、IPカメラはPanasonic、2.4GHz無線LANルータはCisco Systems、MOTEはCrossbow Technology社製をそれぞれ使用した。また、アドホックネットワーク管理システムはシンクキューブが開発した製品を使用した。

【システム全体構成図】

使用機器



通信規格	<p>当実験は、アドホック・マルチホップ通信システムを活用したユビキタスネットワークに関する調査検討が主たるテーマであり、試験システムでは、将来のセンサネットタウンをイメージし、以下の3つの無線システムが活用された。</p> <p>a. 特定小電力無線(429MHz 帯) : 太陽電池で稼動するため通信線、電力線が不要でメンテナンスフリーを特徴とする。反面、温度・湿度等扱えるデータ量が少なく、また、太陽電池のため端末 30 台で 1 日に 30 回程度とリアルタイムの測定が不可能なことがネックである。</p> <p>b. 無線 LAN(2.4GHz 帯、アドホックモード) : 静止画の他動画データも扱える高速データ伝送が可能だが、消費電力が大きく電源確保に課題が残る。</p> <p>c. 微弱無線(315MHz 帯) : 電池で駆動し、室内やラスト数mから 10m程度の短い距離の伝送に適している。</p>
センサ設置個数	<p>「空のセンサネット」: 西宮市南東部に計 21 個、西宮市北区緑化植物園に 3 個の合計 24 個の無線センサユニット(ノード)を設置した。その他、風向発信器、風速発信器、無線式水位・水温測定装置を自然環境センター屋上等に計 9 台設置した。</p> <p>「緑のセンサネット」: 西宮市北区緑化植物園に計 4 台のフィールドサーバを設置した。その他、温室内に IP カメラ、MOTE を各 1 台設置した。</p>
メンテナンス・その他	特になし

5. 収集情報の種類

<p>「空のセンサネット」: 閲覧できるセンサ情報は、温度・湿度・風速・風向・水位・水温・日射の各情報である。加えて、快適さの指標として、温度・湿度の値から算出した不快指数も閲覧可能とした。</p> <p>「緑のセンサネット」: フィールドサーバにより温度・湿度・日射量・土壌水分、体感温度の計測と、内蔵したカメラで植物の様子が観察できる。</p>
--

6. 情報収集の頻度

<p>「空のセンサネット」: 上記の温度・湿度等の各情報を、毎時 0 分の頻度で収集を行った。</p> <p>「緑のセンサネット」: 4 台のフィールドサーバのうち、ソーラーパネルを備えた 2 台はタイマーを設置して「5 分間稼働・30 分休み」の繰り返しとした。</p>
--

7. 期待される導入効果

<p>全体</p>	<p>当実験では、「センサネットワーク」としてアドホック・マルチホップ通信技術と、温室度・日射等各種センサを組み合わせたセンサネットワークを公園や街角等に配することにより、安全・安心・快適な暮らしができる街と定義した。「センサネットワーク」において想定される具体的な利用例は以下の通りである。</p> <p>a. 街角気象台(わが街の気象台)：各センサからの温度・湿度・照度等の情報を利用して、小学校の教材、わが街の気象情報、洗濯指数、花粉情報、ジュース・弁当等の製造・販売調整、及び都市の温度等の経年推移データ。</p> <p>b. わが街の道路状況：各センサからの温度・湿度・照度等の情報を利用して、凍結注意や通行止め、更には車両センサを設けて見通し外の渋滞情報をドライバーに知らせることにより事故防止に役立てる。</p> <p>c. ヒートアイランド(都市の高温化)対策：ヒートアイランド現象について把握し、市民にヒートアイランド現象に対する認識や省エネ意識を啓蒙する。また、地域のビルや事務所、住宅等のエアコンをセンサと連動させたり、水まきセンサとしての活用等を想定。</p> <p>d. いまどこバス：バスロケーションシステムと組み合わせることにより、自宅にいながら路線バスの運行情報が得られる。</p> <p>e. 防災：各センサからの温度・湿度・照度等の情報を利用して、災害時の火災等の情報収集、及び消防活動への支援情報(風向き等)の提供。その他、山火事や地滑り情報等。</p>
<p>コスト面</p>	<p>当実験が目指すセンサネットワークでは、アドホックネットワークを形成し、電池や太陽電池で駆動するため、通信線や電力線の配線不要による設備コスト等の低廉化が可能であることを特徴の一つとしている。</p> <p>当実験は、極めて公共性の高い社会インフラとしての位置付けに近く、コスト面に置き換えての導入効果算出は一概には難しい。</p>
<p>その他</p>	<p>また当実験が目指すセンサネットワークでは、多彩なセンサを多数分散配置することにより、様々な状況や環境情報を入手することにより、医療・健康や、防犯・セキュリティ、防災、農産物等の各種生産現場、及び環境リスクへの対応といった、幅広い社会・経済活動への寄与が期待されている。この「幅広い社会・経済活動への寄与」が期待される分野として、以下の分野が挙げられている。</p> <p>a. 自然環境のモニタリング：気象(温度、湿度、風向等)、水質、振動、大気汚染等の測定。</p> <p>b. 防犯・セキュリティ：侵入、歪み、振動等建物の状態、建造物の劣化監視や工場・プラントの設備異常監視。</p> <p>c. 知的空間の構築：健康管理・一人暮らしの老人の安否確認から物流の管理、農作物育成管理まで社会システムの構築。</p> <p>d. 大災害時の救助活動：都市、自然災害の監視や救助活動の支援、機器の表示機能を利用して市民への情報提供。</p> <p>e. 娯楽/観光：ロボットや仮想的な世界と現実世界をリンクしたゲーム等。</p>

8. システム導入コスト

<p>イニシャルコスト</p>	<p>当実験は、街角等にアドホック・マルチホップ通信技術を活用したセンサネットワークを構築し、各種アプリケーションを通して同ネットワークの有効性の検証を行い、その実用性及び今後の方向性についての検討を目的に、近畿総合通信局が事務局となって行われた実験である。</p> <p>当実験の総予算は、およそ 600 万円程度であった。当実験は、西宮市や関西電力等の協力を得て行われ、予算の大部分は人件費によって占められたとしている。センサや風速計等、機器類はメーカー等から借り受けたものを使用した。</p>
<p>ランニングコスト</p>	<p>当実験では、ランニングコストの検証は行っていない。自治体(西宮市)による評価では、設置コスト、及び運用にあたり必要なコストの試算が必要であるとしている。</p>
<p>その他</p>	<p>特になし</p>

9. センサネットワークの利用者

<p>当実験が目指すセンサネットタウンは、街角等にセンサネットワークを張り巡らし、安全・安心・快適な暮らしができる街と定義されており、極めて公共性の高い社会インフラとしての役割が期待されている。項目 7. の想定される利用例から、センサネットワークの利用者(=受益者)はまず第一に一般市民である(教育や気象・交通等の各種情報の取得)。</p> <p>次に、街角等に配した各センサから得られる情報を利用して、様々な業界・業種の企業活動への活用が考えられる。例えば、食品関連会社等が、温室度情報等を利用して、ジュースや弁当等の製造・販売調整に利用すること等が想定されている。</p> <p>また、社会インフラとして機能することから、自治体においても、的確な各種気象・災害情報等の発令や消防活動への支援、不法投棄の見張り、更に、ヒートアイランド対策等への利用が想定されている。</p>

10. 既存システムでの代替手段

<p>センサネットタウンはセンサ同士によるアドホックネットワークを前提としており、通信線や電力線を必要とする有線系ネットワークでの構築は想定されていない。</p> <p>センサネットタウンは、項目 7. の利用例及び「幅広い社会・経済活動への寄与」が期待される分野に挙げられる各項目について実現・貢献しようとするものであるが、これらは現状、個別に専用の機器/システム、センサを用いて行われているものもあれば、既存システムでは実現していないものもある。言い換えれば、街角等にセンサネットワークを配して多様な利活用を行おうとするのが、センサネットタウンであり既存システムでの実現は困難と思われる。</p>
--

11. 現状の課題/問題点

全体	<p>当実験の結果、アドホック無線 IP 通信や携帯電話技術等多様な(センサ)ネットワーク技術を融合し、多様なサービスを提供するためには、具体的に以下の課題を挙げている。</p> <p>a. センサネットワークとアドホック無線 IP ネットワークの融合：センサノードの IPv6 化は未成熟であり、「多数散在型」のセンサノードの実運用にあたっては、高機能化ではなく、小型化や低消費電力化、及び低価格化が求められる。</p> <p>b. アドホック無線 IP ネットワークの大規模化：アドホック無線 IP ネットワークは 1~10 ホップ程度が有効である。10 ホップ以上の大規模ネットワークには階層型の仕組みで対応する(802.16(WiMAX)等も今後有効である)。</p> <p>c. 携帯電話網アドホック無線 IP ネットワーク並びにセンサネットワークとの融合：高速移動体を含むネットワークへの拡張が求められる。また、離れたタウンネットワーク間の接続や、遠隔監視/制御の仕組みとして有効である。センサネットワーク並びにアドホック無線 IP ネットワーク経由で数個のゲートウェイノードで収集し、そこから携帯電話網/光ファイバー網に接続する(電波の有効利用効果も期待できる)。</p> <p>当実験を通じて、上記のような課題を解決しセンサネットタウンを実現するための 1 つの方策として、自動販売機や電柱、PHS 基地局、携帯電話機器等の既存設備(インフラ)の有効利用を挙げている。</p> <p>今後、当実験のようなセンサネットタウンとして、広域において展開する場合、市民または国民の理解を得るため、システムのメリットを説明する必要がある。その際、人体への影響、データの 2 次利用等個人情報本人の同意なく利用されないことを説明する責任も問われる。センサネットワークの運営主体を明確にし、データとネットワークに対する責任の所在を明らかにする必要がある。</p> <p>センサネットタウンの構築には機器の再利用まで含めた環境配慮型のネットワークシステムが求められる。更に、セキュリティ及びプライバシー保護に関するガイドラインや法令等の整備が必要である。特に今後の展開において、人の現在位置まで収集することができれば子供や高齢者の安全確保のための道具ともなるが、プライバシー保護には十分な配慮が求められる。</p> <p>客観的、一般的にはセンサネットワークにより得られる様々なセンシングデータに対する必要性は高いと言えるが、センシングデータの利用者は誰か、センサネットワークの構築/維持コストは誰が負担するのか、といった点について、公共性(=公共サービス)並びにビジネス性(=営利を目的としたビジネス)の観点での導入検討は重要な問題である。センサネットワークの導入には各種の形態があるが、当実験を通じては、街全体を早期にセンサネットタウンとするにはインフラ整備の観点から公共系が先行して環境を整えていくものと思われる、としている(大規模なセンサネットワークの構築は、今日までの技術では民間企業のみでは負担が大きい)。</p> <p>センサネットタウン実験は調査検討の報告書の提出を持って終了となっており、今後類似の実験、または実運用の開始等は予定されていない(機器を提供した NEC 等では関連の機器開発を続けているとしている)。</p>
----	--

<p>コスト面</p>	<p>自治体(西宮市)では、当実験で使用したような機器/システムをメッシュ状に市全域に配置する場合の設置コストの試算、また、センサネットワーク運用にあたり発生し得るリスク(情報漏えいや機器の故障・保守等)に必要なコストの試算が必要であるとしている。</p> <p>保守については、ノードに障害が発生した場合、速やかに対処することが管理面及び危機管理の面から重要であり、代替器をその場に配置することにより容易に通信を再開できるような仕組みが求められる。</p>
<p>技術面</p>	<p>当実験では、ノードは街中で目立たず、また設置の許可が得られ、且つ電波伝搬が良く通信ができる箇所に設置した。そのため、ノードは地上から約5m~数十mと高い位置になったため、標準とされる測定温度より低い温度が計測された可能性が高い。また、本来、当該システムでの温室度計測の目的は、人々の生活情報として有用にするものであり、その意味で、人間(子供も含め)の行動する位置(地上から0.5m~1.5m程度)に近いところでの計測が不可欠とされる。</p> <p>また、各センサはバッテリー駆動としたため、バッテリーの寿命が問題となった。ボタン電池では8時間、乾電池でも数日しか持たなかった。そのため、データ送信の時間間隔の延長、あるいは、より消費電力の低いZigBee無線の利用等が想定された。その他、センサの小型化・低価格化、及び情報漏えいやハードウェアの破壊等に対し耐タンパ性の強化等が求められる。更に、センサは道路標識やガードレール等道路関係の付属品への設置、あるいは景観を向上させるようなデザインが求められる。</p> <p>「緑のセンサネット」で使用したフィールドサーバでは、無線LANは見通しの有無が通信状態に大きく影響するため設置高さが重要な要素となる他、樹木の茂り具合や人・自動車の往来等による電波状態の変化への対応も必要である。また、当実験のように他に使用される電波が殆どない植物園での展開以外に、都市部で展開する場合には2.4GHz帯は誰でも利用可能なため干渉を考慮する必要がある。</p> <p>また、フィールドサーバについては、夜間の充電不足やソーラーパネルの発電量不足等、電源の確保が問題となったため、タイマーによる駆動制限や高圧電源を用い充電時間を短縮する等対策を行った。</p> <p>各市町村が独自にセンサネットワークを構築した場合、インターネット網のようにそれらを束ねることが可能な技術及び標準仕様が必要とされる。また、システム構築にあたり、機器に各種センサの取り付けを可能とするため、インターフェースの規格によるセンサ接続の簡易化、提供データのフォーマット等の標準化等も必要である。</p> <p>当実験で収集した温度・湿度、風向・風力といった基本情報のみでは利用価値が限定されてしまい、情報化社会の進展に伴う、防犯や防災の観点からの情報に対するニーズも高まってくると見られ搭載するセンサの機能が重要になる。</p>

* 補足) 当実験の結果について。

「空のセンサネット」

項目		結果
ノード間電波伝搬試験	電柱間(約 5m の高さにノードを設置)	・ 障害物等がなければ 400m 近く良好に通信できた。
	高所間(建物の屋上等)	・ 見通し内であれば 750m の距離でも比較的良好に通信できた。
マルチホップ接続試験(どのような経路が構築可能か)		・ 二通りの経路が構築されることが確認された。
ノード・各センサの評価	ノードのデータ収集時間の取得	・ 複数の接続での、コマンド送信からデータ収集完了までの時間を測定した。(結果:5~435 秒。ノード構成数、モードにより異なる)
	温度計	・ 雨により多少の温度差異があった。但し、センサの設置位置・方法による違いか、センサの個体差なのか判定できない。
	湿度計	・ 雨による湿度差異は殆どなかった。
	簡易日射計(ノードの受電用太陽電池パネルを利用し、日射量を照度に変換)	・ 太陽の昇り沈み等の簡単なことには十分使用できた。
	風向計、風速計	・ 設置場所による違いや障害物の有無により、多少観測に影響したところもあった。
	水位計、水温計	・ データの測定、機器の信頼性ともに良好な結果が得られた。

「緑のセンサネット」

項目	結果
ネットワークシステム、及びフィールドサーバ/カメラ/小型無線センサ端末(MOTE)の評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ 当実験(設置場所の広さ、障害物の程度)では、全域で無線 LAN の使用が可能であることが分かった。 ・ 当実験で構築したネットワークシステムでは当実験のアプリケーション動作に関しては概ね良好だった。 ・ 屋外に設置するフィールドサーバ、カメラについて、電源及び電源の配線確保が問題となった。 ・ 小型無線センサ端末(MOTE)を用いて容易に無線アドホックセンサネットワークの構築が可能であること、及び各機能の動作も確認された。 ・ 各センサノード間の無線転送距離は 10~20m であった。 ・ また、各センサのバッテリー消費が大きく電池寿命が短いことが分かった。

9 酪農分野におけるモバイルセンサーネットワーク

1. ユーザプロフィール/導入時期

導入主体者名/ 担当部署	「酪農分野におけるモバイルセンサーネットワークに関する調査検討会」/事務局:総務省北海道総合通信局 無線通信部 企画調整課	代表 TEL	011-709-2311
事務局所在地	札幌市北区北8条西2-1-1 札幌第1合同庁舎	導入時期	2005年9月～2006年3月
概要	本会は、電波を利用したモバイルセンサネットワークを構築し、乳牛の個体管理や生体情報(健康管理)の伝送試験を行い、酪農経営における ICT 活用の一つとしてのモバイルセンサネットワークの有用性を確認し、導入にあたっての課題を明らかにし、その解決策を提言することを目的とされた。		

2. 導入センサネットワークの用途(目的)/導入に至った経緯

目的	酪農分野における作業の効率化や品質向上等への ICT(モバイルセンサネットワーク)活用検討。
	<p>総務省では、「e-Japan 戦略」に続く国家目標として「いつでも、何処でも、誰でも」ネットワークにつながり、自由なやり取りができるユビキタスネット社会を 2010 年に実現する「u-Japan 構想」をとりまとめているが、その中では、新たな ICT 環境の整備によって、少子高齢化や資源・環境・食材等の社会的課題に対処し、新たな社会創造のためのサービス/アプリケーションを充実させることが目標として掲げられている。</p> <p>また同省では、ユビキタスネット社会を支える最も重要な技術として、あるいは、通信ネットワークの普及、端末機能の高機能化等情報通信技術の高度化とセンサ技術が融合しセンサの可能性を一層広げるものとして、センサネットワーク技術に着目している。</p> <p>そこで、国内有数の酪農地帯をかかえる北海道の情報通信行政を所掌する、北海道総合通信局では、酪農分野において作業の効率化や品質向上等、各種課題の解決に ICT、特にセンサーネットワークを活用し、その有用性の確認、導入のための課題の明確化、及びその解決策を提言することを目的に、「酪農分野におけるモバイルセンサーネットワークに関する調査検討」として、当実証実験を行った。背景には、日本の食料自給率が先進国中、最も低く、食料生産基地としての北海道に対する期待が高まる一方で、北海道の酪農家の高齢化の進展や、一戸あたりの飼育頭数の増加が進み、更に品質管理に対する要求が年々高まっているといった諸問題がある。</p> <p>酪農現場への ICT 導入にあたりニーズ調査を行った結果、ICT を活用して効率化が求められるニーズとして、「発情の兆候の早期発見」「疾病の早期発見」「容易な個体確認」「分娩の兆候の早期発見」、及び「脱柵の防止」といった要望が挙げられた。そこで、放牧牛に無線センサ(ZigBee 対応)を取り付け、牛の個体識別や動静情報を無線で伝送するシステムを構築し、遠隔地からの一元的な牛の健康管理や発情管理、個体管理等、酪農経営の効率化等へのセンサネットワーク活用を探るとともに、電波干渉や伝送距離等ネットワークを構築する上での技術的条件の検証を行った。</p> <p>当実験を進めた本会では、無線通信技術(センサネットワーク技術)として ZigBee に着目しているが、酪農現場におけるセンサネットワークの活用では、伝送速度やリアルタイム性に対する要求は高くないものの、メンテナンスの容易さや省電力性が求められることを同規格の選定要因としている。</p>

3. 導入センサネットワークの導入分野(設置場所)

システム設置場所	帯広市八千代公共育成牧場(北海道帯広市八千代町西4線187番地)
<p>当実験は、センサネットワークを用いた酪農支援システムとして、大規模公共育成牧場での活用を前提としたことから、実験フィールドとして、帯広市八千代公共育成牧場の協力を得て実施された。実験には帯広畜産大学、帯広市等が参加、協力している。</p> <p>当該システムの概要は、温度センサ、加速度センサ(2軸:X、Y)及びブザーを搭載したセンサモジュール5台を放牧場の牛に装着し、室内に設置したPC、携帯電話から各センサデータの閲覧、ブザーの鳴動により、牛の動向、個体識別を行うというものである。</p> <p>センサモジュール5台は、牛3頭に対しては首のみ、1頭には首と後肢にそれぞれ装着した。センサモジュールから放牧牛の各種データを収集し携帯電話回線を利用して牧場事務所のホストコンピュータに収集データを伝送するセンササーバは放牧場に、また、センサ取得データ表示用のPCは帯広畜産大学にそれぞれ設置した。また、育成牛のオーナーは、携帯電話を利用して遠隔地からセンサを装着した牛の動静情報の取得を可能とした。</p>	

4. センサネットワークのシステム構成及び規模

使用機器	当該システムの各使用機器の概要は、以下の通りである。		
	使用機器名	数量	概要
	センサモジュール	5台	ZigBee 対応無線端末/センサボード/電源(単一乾電池×2)、及びケース(防水・防塵・高強度)、三菱電機製(プロトタイプ)
	センササーバ(ノートPC及びホストアダプター)	1式	ノートPC、無線部:ホストアダプター(Zi・Be・対・無線端末)
	・ストコンピュータ	1台	デスクトップPC
	ダイナミックDNSサーバ	1台	一般無料DNSサービス使用
	携帯電話(FOMA)	2台	通常携帯電話(FOMA)
	スペクトラム・アナライザー	1台	測定機器(アンリツ製)
	パケット・スニファァ	1台	測定機器(Chipcon製)
	<p>センサモジュール(ZigBee 対応無線端末)は、IEEE802.15.4 準拠、使用周波数帯は2.4GHz 帯16ch 実装、変調方式は DS-SS 方式を採用している。本機は三菱電機(研究所)の実験機(プロトタイプ)を使用した。</p> <p>センサボードは、温度センサ(検出範囲-30~100)、加速度センサ(2軸:X、Y)を備えており検出範囲は±2G である。</p> <p>センササーバは、センサモジュールの初期化や、予め設定した時間間隔でのセンサモジュールからの温度・加速度センサデータの取得・蓄積、及び外部 PC・携帯電話からのデータ閲覧要求に対して蓄積した温度・加速度センサデータの表示等の機能がある。</p>		

<p style="text-align: center;">使用機器</p>	<p>【システム全体構成図】</p> <p>1: センササーバ(ノート PC)には FOMA カードを搭載しており、携帯電話回線、インターネット網を通じて外部 PC 等と通信する。</p> <p>2: ZigBee 伝送距離(牛取付時)は以下の通りである(測定結果)。</p> <table border="1" data-bbox="435 954 1118 1189"> <thead> <tr> <th>送信側取付位置</th> <th>受信高さ (cm)</th> <th>通信距離 (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>首</td> <td>125</td> <td>40 ~ 50</td> </tr> <tr> <td>首</td> <td>30</td> <td>10 ~ 20</td> </tr> <tr> <td>右足(受信と反対側)</td> <td>125</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>右足(受信と反対側)</td> <td>30</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>左足(受信側)</td> <td>125</td> <td>15 ~ 20</td> </tr> <tr> <td>左足(受信側)</td> <td>30</td> <td>15 ~ 20</td> </tr> </tbody> </table> <p>・牛の体による電波遮蔽の影響が見られた。また、牛の動きにより電波遮蔽状態が変わるため、通信可能距離が変動している。足取付は地上高 30 cm と低い位置のため、地面・牧草の影響により、通信距離は首取付時の半分以下になった。</p>	送信側取付位置	受信高さ (cm)	通信距離 (m)	首	125	40 ~ 50	首	30	10 ~ 20	右足(受信と反対側)	125	14	右足(受信と反対側)	30	11	左足(受信側)	125	15 ~ 20	左足(受信側)	30	15 ~ 20
送信側取付位置	受信高さ (cm)	通信距離 (m)																				
首	125	40 ~ 50																				
首	30	10 ~ 20																				
右足(受信と反対側)	125	14																				
右足(受信と反対側)	30	11																				
左足(受信側)	125	15 ~ 20																				
左足(受信側)	30	15 ~ 20																				
<p style="text-align: center;">通信規格</p>	<p>当実験はモバイルセンサネットワークが対象であり、移動物の自由度や柔軟性等を確保するため、有線通信技術での適用は困難なため、無線通信技術の適用が前提とされた。</p> <p>当実験では、以下の条件を満たす必要があったため、無線通信技術には ZigBee を利用した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・取扱うデータ量が比較的小さいため、伝送性能を低く抑えて低消費電力無線通信に注力した、無線通信技術の活用。 ・乳牛は今回実験場所とした育成牧場の他、オーナーの放牧地や牛舎等多数の場所に移動するため、複数の場所での活用が容易に可能となるよう、共通の通信インフラの構築を可能とする標準化に注力した無線通信技術の活用。 ・今後の製品開発に資するため、国内での実証試験等がまだ少なく、伝播特性や伝送距離等の基礎データの取得を必要とする技術の活用。 																					

センサ設置個数	<p>当実験では、センサモジュールは計5台使用した。内訳は以下の通りである。</p> <p>牛3頭：首のみ</p> <p>牛1頭：首と後肢に各1</p> <p>…計5台</p>
メンテナンス・その他	<p>実験中、使用機器(センサモジュール)のメンテナンスは、センサモジュールの提供メーカーである三菱電機が担当した。</p> <p>牛に装着したセンサモジュールの電池交換は、牛を捕まえなければならず極めて大変な作業とされたが、それらは長時間に渡り実際に牧場で牛の行動観察を行った、帯広畜産大学の学生(12～13名が協力)が担当した。</p>

5. 収集情報の種類

<p>当実験では、放牧中の牛にセンサモジュールを取り付けることにより、牛の行動把握、個体識別、及びセンサ内気温の測定を目的としたことから、センサによる収集情報は、加速度データ、個体識別、及びセンサモジュールケース内の温度となっている。</p> <p>加速度データは、加速度センサを搭載したセンサモジュールが、電池が見える部分を上向きに置いた状態を水平と定義し、X軸/Y軸それぞれの傾きのデータを取得することで、牛の行動把握を行った。牛の行動は、佇立(立っている)、横臥(寝ている)、食草(草を食べている)、飲水・塩舐(塩分を摂取するため鉱塩(塩の塊)を舐める行動)、及び移動に大別されるが、首に装着したセンサのデータ(及びデータの付け合せのため併用した肉眼観察)では、横臥、食草が大部分を占めた。</p> <p>センサモジュールには、加速度センサの他、将来的に利用を想定した体温測定も考慮し、センサモジュール内の気温を測定する温度センサも搭載した。牛の個体識別については、作業者が外部PC、携帯電話からセンササーバを通じて、各センサモジュールに搭載したブザーを鳴動させることで特定の牛の識別を行った。</p>
--

6. 情報収集の頻度

<p>情報収集の頻度は、当実験は牛の行動把握を主目的とした実験であるため、1分間隔でデータ収集を行った。実験のため、出来るだけ細かくデータ取得を行うために1分間隔と設定された。これにより、牛の行動把握はほぼ満足のいく結果が得られたとしている。同時に、電池寿命の把握も出来た。</p> <p>センサモジュールの電池の消耗が早く1週間に1度の電池交換作業が必要となった。当実験では、特定の牛の個体識別をするためにセンサモジュールにブザーを搭載していたことも、電池の消耗を早める要因になった。</p> <p>今回は実験であったが、データ取得にリアルタイム性を求めない場合は、1日1度は水飲み場に来る牛の習性を利用して、水飲み場にセンササーバを設置しデータをまとめて吸い上げる方法等が検討課題として挙げられた。</p>

7. 期待される導入効果

経営面	当実験は、国内最大の酪農地域でありながら、酪農従事者の高齢化や一戸あたりの飼育頭数が年々増加している北海道の酪農経営における、作業の効率化や品質向上等を図ることを目的としており、当該システム導入によるこれらの改善が期待されている。特に作業面において、具体的には、牛の健康管理や発情発見、個体識別等での作業の省力化に対する期待が高い。
コスト面	酪農従事者の作業効率化や品質向上等の効果が最優先されており、コスト面(この場合システムを導入する牧場管理者)での評価は、システム導入・維持に伴う費用対効果の検討が必要であり不透明である。
その他	また、消費者の食の安心安全に対する関心が高まる中、よりきめ細かい品質管理や食のトレーサビリティの確立といった面での効果も期待されている。

8. システム導入コスト

イニシャルコスト	<p>当実験は、酪農経営における ICT 活用のひとつとしてモバイルセンサネットワークの有用性を確認するとともに、導入のための課題を明確にし、その解決策を提言することを目的に、北海道総合通信局が事務局となって行われた実験である。</p> <p>当実験の総予算は、700～800万円であった。ZigBee 対応センサモジュールは三菱電機(研究所)の実験機(プロトタイプ)を使用するなど、各参加者の”手弁当”に近い状態で行われたため使用機器のコストは殆どかかっていない。当実験の予算の大部分は人件費によって占められたとしている。</p> <p>当該システムの導入にあたっては、イニシャルコスト、ランニングコストともに極めて重要な課題であると捉えている。例えば、実験で使用した ZigBee 対応センサモジュールは、研究開発中のものを使用し実際に製品として販売される場合の価格は公表されていないが、事業として採算性が確保されるような製品の低価格化等が求められている。今後、センサネットワーク導入による発情監視、疾病監視及び個体識別等が実現し、生産コストの大幅な削減、利用者・用途に応じたシステム開発が期待されている。</p>
ランニングコスト	当該システムのイニシャルコスト、及びランニングコストに関しては上記のような状況であり、当実験では、具体的なランニングコストの検証は行われていない。
その他	特になし

9. センサネットワークの利用者

当実験は、年々高齢化、大規模化が進む北海道の酪農経営において、ICT を活用して牛の健康管理や個体管理等の効率化を図ろうとするものであり、センサネットワークの利用者(=受益者)は牧場管理者(=経営者)、及び育成牛のオーナーとなる。

作業面では、実際に放牧中の牛の健康管理や発情の的確な認知、特定個体の識別等を行う酪農従事者の作業軽減、効率向上等が期待される。

10. 既存システムでの代替手段

酪農経営は毎年必ず子牛を生ませる必要があり、乳牛の健康管理や発情の発見、出産の状況把握が重要とされる。これまで、これらの作業は主に作業者の経験によって、判断、遂行が行われていた。

中でも発情の発見は極めて重要であり、発情時期になると運動量が増える(動き回る)ことを利用し、牛の肢に活動量計(万歩計)を装着し特定小電力無線等により伝送、運動量を監視して発情管理に活用している事例がある。

その他、酪農分野における ICT 活用の主な事例としては、搾乳ロボット(自動搾乳機)や哺乳ロボット、自動給餌機、分娩監視システム等がある。

11. 現状の課題/問題点

<p>経営面</p>	<p>当該システムの課題/問題点はコスト面以下に列記しているが、当実験を受けて、次のような実用化に向けたモデルシステムが考察、提言されている。</p> <p>a. システム例 1) : 放牧地の牛の水飲み場にセンササーバを設置し、牛が1日1回は水飲み場に来ることから、その時にセンサに蓄積された情報を取得する。</p> <p>b. システム例 2) : 受信可能なエリアを広げるために、センササーバを複数台設置し、受信エリアを広げるシステム。</p> <p>c. システム例 3) : 群れで行動する牛の特性を利用して、群れの中の一頭にセンササーバと事務所までデータ伝送可能な長距離系の伝送システムを取り付け受信エリアを広げるシステム。</p> <p>当実験では、大規模公共育成牧場をモデルケースとした検証が行われたが、牛舎においては伝送距離が短く済むため、放牧に使用したシステムをそのまま活用できると見られる。</p>
<p>コスト面</p>	<p>導入コスト及び運用コスト面は当該システムの導入にあたって、最も重視される課題のひとつである。実用化にあたっては、前述したように事業としての採算性が確保できるような製品の低価格化、並びに長期の使用に耐えうる耐久性の確保等が必要である。</p> <p>当該システムは作業の省力化や効率向上等が図れるシステムとして期待はされるが、導入には費用対効果の検証が重要である。例え優れたシステムであっても、高額なものでは受け入れられないとしている。また、例えば牛を誘導し搾乳する作業を完全に機械化する自動搾乳機(搾乳ロボット)のように、劇的な効率向上が図れるシステムが求められる(こうしたものでなければ受け入れられない)。</p>

<p>技術面</p>	<p>センサネットワークを利用した酪農支援システムの実用化に当たっては、コストの他、以下のような課題が挙げられた。</p> <p>a. センサネットワークの伝送方式：当実験では ZigBee によるシステムを構築したが、広大な牧場全てを通信エリアとするための工夫が必要である。長距離伝送が可能な他の伝送方式との組み合わせや、水飲み場等で 1 日 1 回データを吸い上げる方法等が検討された。</p> <p>b. 消費電力：当実験では各種実験のため、常時センサネットワークシステムが稼働する仕様としたため、センサモジュールの電池が 1 週間程度しか持たなかった。電池交換は極めて大変な作業であり、これでは実用化は無理であるため、より長時間電池交換を必要としないシステムの最適化が必要である。システムの導入目的によるが、ZigBee の特徴を生かせる情報取得、情報伝送周期等の検証が求められる。</p> <p>c. 他のシステムとの共用化：酪農分野では既に自動搾乳機や自動給餌機等様々なシステムが導入されており、個体識別には IC タグ活用の事例が多く、このままでは多数のセンサ(筐体)を牛に装着することになりかねないため、互換性のある IC タグを同一筐体に収納する等の工夫が必要である。</p> <p>d. センササーバの電源確保：放牧地にセンササーバを設置する場合、商用電源の確保が困難なため、センササーバの省電力化や高効率低コストの太陽電池の活用等が必要である。</p> <p>e. 操作性及びメンテナンス：携帯電話の活用は有効だが、場合によって操作性に難があることや通信費が高くなること、加えて場所によっては圏外になることもあるため、現場の作業員用の簡便な専用端末が求められる。また、牛に装着するセンサモジュールは、屋外の過酷な環境(防寒・防水対策、振動対策等)や牛の下敷きにも耐えられる高い耐久性が求められる。</p> <p>f. 牛の行動の検証：牛の行動把握について、実用化にあたっては数値ではなく容易に行動が把握できる表示が必要である。</p> <p>通信伝送、伝播試験では、牛の体自体による電波の遮蔽(減衰)や、牧草による通信特性の劣化等が確認された。</p>
<p>その他</p>	<p>酪農分野における情報通信インフラについて、広大な放牧地を有する牧場の大半は、都市部から離れた郊外にあり、ブロードバンドインフラが整備されていないところが多い。</p> <p>酪農分野における経営者の高齢化、後継者不足が指摘される中、情報通信機器は低廉化に加え、高齢者でも簡単に取扱いが可能な機器の開発が期待されている。また、ICT 化を推進する人材育成も重要であり、各種の情報通信機器の使用法や取得データの活用方法等についての研修会、あるいは、地域の指導者育成等が求められる。</p> <p>当実験は 2006 年 3 月、調査検討の報告書の提出を持って終了となっており、今後、酪農分野における新たなセンサネットワーク実証実験の開始や、育成牧場等におけるセンサネットワークの実導入等は予定されていない。なお、当実験で使用された ZigBee 対応センサモジュール等機器/システムも現状では発売されていない。</p> <p>当実験では、牛の健康管理及び発情管理に着目し、大規模公共育成牧場をモデルケースに、実用化に向けた技術的な検証が行われたが、検討の結果、当実験で採用した ZigBee 伝送方式の特性及び加速度センサの有用性が確認された。なお、実用化にあたっては、特に伝送方式については今回利用された ZigBee だけでなく、放牧地、牛舎等各々の利用シーンに適した伝送方式の活用が望ましいといった課題も明らかとなった。</p>

10	イワトープラン
----	---------

1. ユーザプロフィール/導入時期

導入主体者名	磐田用水東部土地改良区(水土里ネットいわた用水)	代表 TEL	0538-42-3175
本社所在地	静岡県袋井市三門町 11-18	導入時期	2003 年
概要	静岡県磐田市・袋井市・森町等にまたがる土地改良区。 土地改良区は、ダムや水路等農業水利施設の整備・管理、農地の整備等の土地改良事業を目的に設立される農家の組織。		

2. 導入センサネットワークの用途(目的)/導入に至った経緯

目的	当地域(いわた用水地域)の気象データ、画像による作物生育状況等の観測。
<p>土地改良区は、1949 年に制定された土地改良法により作られた、主に農業用水の整備・管理を行う農家の組合組織で、全国に約 7,000 の組織がある(愛称;水土里ネット)。古くは農家や土地改良区の職員が目視で行っていた、農業に必要な水の確保・配分を水管理システムの導入等により、機械化・自動化等が進められた結果、人手やコスト削減が行われ、そのため各土地改良区には水の配分以外の新たな取組みが求められている。</p> <p>イワトープランは、静岡県西部に位置する磐田市、袋井市周辺を管理する磐田用水土地改良区において、「食と農、地域をつなぐイワトープラン」をキャッチフレーズに、いわた用水地域の資源循環や地域環境保全、農村の活性化を進めるとともに、地域の特性を生かす「地産地消」農業を進める、農業農村整備構想である。</p> <p>当プランでは、目的とする「地産地消の推進」「環境保全型農業の推進」「地域活性化」の実現のため様々な取組みが行われているが、その中の一つに、各種 IT 技術を活用した、土壌・作物生育状況等(生産支援情報)の情報収集・発信といった地域情報基盤の整備がある。具体的には、当地域の気温や地温、湿度、日射量等の気象データや、画像による作物の生育状況等を観測する小型気象観測装置(センサ端末=フィールドサーバ)の設置を推進している。</p> <p>センサ端末(フィールドサーバ)は将来的には当地域を有機農業に戻すという目標があり、各気象データ等の収集・分析を進め、いずれは生産者(農家)にそれらを生産支援情報としてフィードバックしたいとしている。食の安全・安心の重要性が叫ばれる中、現在は、当地域の気象情報や圃場等の画像情報が、水土里ネットいわた用水のホームページで見られるようになっている。</p>	

3. 導入センサネットワークの導入分野(設置場所)

システム設置場所	いわた用水地域の圃場 4 ヶ所(深見・友永・梅山・下山梨)
<p>センサ端末(フィールドサーバ)は、いわた用水地域の圃場 4 ヶ所に設置している。現在、その他 2 ヶ所(太田・五十岡)に新たに設置の準備中である。また、インターネット基地局として地域に計 3 ヶ所設置している(うち、2 ヶ所はフィールドサーバと兼用、1 ヶ所は地域のイオン(スーパー)の屋上に設置)。</p> <p>センサ端末により収集されたデータを蓄積するサーバは、センサ端末(フィールドサーバ)の提供元である㈱イーラボ・エクスペリエンス(以下、イーラボ社)内に設置している。</p>	

4. センサネットワークのシステム構成及び規模

使用機器	<p>当プランにおけるセンサネットワークとして、以下の製品が利用されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・センサ端末(フィールドサーバ) ・ADSL モデム ・ルータ ・無線 LAN ブリッジ、アンテナ ・サーバ <p style="text-align: right;">} インターネット基地局として</p> <p>フィールドサーバは、独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 中央農業総合研究センターが開発し、イーラボ社が同センターとの特許使用許諾契約に基づき、研究・開発・製造及び事業化提案を進めている。</p> <p>同端末は、センサとネットワーク技術を利用した屋外モニタリングロボットであり、複数のセンサや Web カメラ、Web サーバ、無線 LAN 通信モジュール等を備えており、それ自体センサノードと機能し、無線 LAN 環境で容易にセンサネットワークが構築できる。</p> <p>フィールドサーバはイーラボ社の製品を採用している。同端末には、他に松下電工製もあるが、イーラボ社製のほうが松下電工製と比較して、アップグレードが早い等最新技術が導入されており、また価格も比較的安価となっている。</p> <p>【システム全体構成図】</p>
------	--

通信規格	<p>インターネット基地局とフィールドサーバ間、及びフィールドサーバ間は無線 LAN によりデータ通信を行っている(無線 LAN によるホットスポットを形成)。基地局とフィールドサーバ双方に無線 LAN 用外部アンテナを使っており、また、当該地域は平坦で殆ど起伏もないため、伝送距離は 3km 程となっている。</p> <p>3ヶ所に設置されているインターネット基地局(ADSL モデム/ルータ/フィールドサーバ等で構成)までは、ブロードバンド回線(ADSL)を使用している。</p>
センサ設置個数	<p>センサ端末は当地域の圃場等に計 4 台設置している。</p> <p>今後、農林水産省の補助事業(地域環境保全型農業)としての当プロジェクトが終了予定の 2009 年までに、センサ端末を計 20 台、インターネット基地局を 7 つへの増加を計画している。</p>
メンテナンス・その他	<p>センサ端末/ネットワークシステムのメンテナンスは、提供元のイーラボ社が行っている。</p> <p>日常的なセンサ端末の掃除(カメラ部の掃除や、本体に虫が入るためその除去等)は、当土地改良区の職員が行っている。</p>

5. 収集情報の種類

<p>センサ端末で収集する情報は、以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 気温 ・ 地温 ・ 湿度 ・ 日射量 ・ 画像 ・ 他に気圧、平均風向、平均風速、積算雨量、降雨強度等。
--

6. 情報収集の頻度

これらの各種気象データ、画像とも情報収集は5～10分ごとに行っており、水土里ネットいわた用水のホームページに随時アップされている(リアルタイムではない)。

7. 期待される導入効果

<p>経営面</p>	<p>イワトープランは、「地産地消の推進」「環境保全型農業推進」及び「地域活性化」を目標としており、フィールドサーバを使ったセンサネットワークシステムはこれらを実現するための重要なシステムとして位置付けられている。</p> <p>現在は、フィールドサーバにより得られた各種気象データや画像情報は、同土地改良区及びイーラボ社において、データの蓄積・分析段階にある。将来的には、それらの情報を生産支援情報として、生産者(農家)に提供していくことが想定されている。</p> <p>その場合、例えばおいしい米が収穫できた場合の気象データ等の情報を遡って知ることができる等、今後の農産物の生産活動に活かすことが可能となり、地域農産物のブランド化等を通じて地域農業の発展への寄与が期待されている。</p>
<p>コスト面</p>	<p>コスト面では、センサネットワークで得られた各種気象データ、画像情報の分析により、これまで経験に依存している、農産物の消毒の回数を減らすことが期待されている。農産物の消毒は、散布のための多大なコスト及び労力がかかっており、また、散布による消毒液の飛散が問題視されている。</p> <p>現在の水管理システムの機能にセンサネットワークを応用することで、現在、水管理システムの設備の維持及び今後の代替費用の削減が期待されている。</p>
<p>その他</p>	<p>現在、人手に頼っている堆肥の温度管理にもセンサネットワークを応用することで、品質管理としても期待される。</p> <p>地元のイオン(スーパー)と、センサネットワークの情報提供(売場で消費者に生産現場の詳細な情報提供等)、及び地域生産物の販売促進について協議を進めており、地産地消の推進が期待されている。</p> <p>当地域では、もともと水稲栽培が盛んだが、近年は「売れる米作り」として「静岡コシヒカリ」等早期栽培が進められた結果、レンゲ畑がなくなる等農村風景が以前と一変してしまい、そうした利益最優先の風潮を見直し、昔の農村風景を取り戻そうという狙いもある。</p>

8. システム導入コスト

<p>イニシャルコスト</p>	<p>センサ端末(フィールドサーバ)の価格は1台あたり、Webカメラ付のタイプで45万円、Webカメラなしのタイプで20万円となっている。</p> <p>当センサネットワークのシステム全体では、2003年の開始からこれまでに約2,500万円の導入コストがかかっている。</p> <p>最終的には、当プロジェクトが終了となる2009年までにシステム全体で4,400万円のコストが見込まれている(フィールドサーバ、基地局の増加等)。</p> <p>これらのコストは農林水産省の補助事業としての補助金、及び当土地改良区の予算で賄われている。</p>
<p>ランニングコスト</p>	<p>ランニングコストとしては、主に通信料、及びフィールドサーバ等の電気代等がかかっている。</p> <p>4台のフィールドサーバのうち1台はソーラーパネルを備えている。</p>
<p>その他</p>	<p>特になし</p>

9. センサネットワークの利用者

<p>現状では、センサネットワークの利用者は同システムの運営、収集データの蓄積・分析等を行っている、当土地改良区、及びイーラボ社である。フィールドサーバにより得られた気象データや画像情報は、ホームページを通じて公開されていることから、一般の人でも現地の状況を把握できる。</p> <p>現在はデータ蓄積・分析段階にあるが、将来的には、生産者(農家)にこれらの情報を生産支援情報として提供していくことを想定している。</p>

10. 既存システムでの代替手段

<p>静岡県内の茶畑では、多数の温湿度等センサを有線で張り巡らせて利用しているところも多いが、稲田等広大な圃場ではこうしたシステムは現実的でないことから、当初から無線LANによるセンサネットワークが想定された。</p> <p>他の土地改良区では、衛星画像の分析(圃場等のたんばく質の多寡が分かる)により、農産物の品質改良等に利用しようとする取組みもある(まだ実現していない)。</p>
--

11. 現状の課題/問題点

<p>経営面</p>	<p>現状では、当プロジェクトはまだ投資、システム拡充段階にあり、センサネットワークにより得られた情報は、当土地改良区及びイーラボ社でデータの蓄積・分析段階にあるため(ホームページでも公開)、具体的な経営面での課題等は出ていない。</p> <p>当土地改良区及びイーラボ社でのデータの蓄積・分析の他、水土里ネットいわたのホームページ上で、フィールドサーバで得ている気象データ、画像情報を一般に公開しており、同地域のPR(食の安心・安全)に貢献している。</p> <p>今後、モデル補助としての当プロジェクトが終了した後、当システムの運用や活用が上手く行われるか懸念している。</p> <p>センサネットワークにより得られ分析された情報が生産支援情報として生産者(農家)に提供され、それらの情報を上手く生産者が品質改善やコスト削減等に上手く活用できるか、現状では不透明である。</p>
<p>コスト面</p>	<p>また、今後プロジェクト終了後の機器/システムの保守や更新等の面において、現状では具体的な方策は不透明であり不安がある。</p>
<p>技術面</p>	<p>現状では、技術面で大きなトラブル等はないとしている。ただ、稀に通信障害のため画像が切れたり、また、センサ端末は熱を発生するため中にアリ等の虫が入り込むといったことが挙げられている。</p> <p>通信障害についてはアンテナを設置することで対策を講じている。また、センサ端末への虫の侵入については、ショートの原因にもなりかねないため、随時土地改良区の職員が掃除を行い、通気性を確保しつつ穴をふさぐ等の対策がとられている。</p>
<p>その他</p>	<p>今後、センサネットワークの収集データの活用による、堆肥の温度管理への応用、地域農産物の品質管理(「イワトー米」等のブランド化)への応用等が想定されている。収集データの活用法については、更に模索していく必要があるとしている。</p>

禁 無 断 転 載

センサネットワーク活用調査に関する報告書

平成20年 3月 発行

発 行 次世代電子商取引推進協議会

販 売 財団法人 日本情報処理開発協会

電子商取引推進センター

東京都港区芝公園三丁目5番8号

機械振興会館3階

TEL : 03 (3 4 3 6) 7 5 0 0

この資料は再生紙を使用しています。

ISBN978-4-89078-662-6 C2055