

第3章 ユビキタスセンサーネットワークの将来ビジョン

<< ユビキタスセンサーネットワークを利用したアプリケーション >>

ユビキタスセンサーネットワークの応用分野は、医療・健康、防犯・セキュリティ、防災、農産物等の各種生産過程、環境問題など幅広く、社会の安全・安心、生活における快適性・ゆとりの向上、生産・業務の効率化等に資するものである。

これらのアプリケーションの具体的な将来イメージについて、技術課題と併せて2007年及び2010年現在で例示し、「安全・安心」、「快適・ゆとり・娯楽」、「最適・効率」の3つの軸により整理した。

<< センサーネットワークのビジネスモデル >>

センサーネットワークを利用したアプリケーションが社会に普及するためには、ビジネスモデルが成立しなくてはならない。ビジネスモデルは次のように類型化できる。

サービス内容と規模による類型

- ・ 公共系：公共主体が、施設整備・サービス提供。(ex.河川モニタリング等)
- ・ 準公共系：施設整備・基本サービスを公共、付加サービスを民間。(ex.気象情報等)
- ・ 民間系：民間が、施設整備・サービス提供。(ex.ホームセキュリティ・サービス等)

ネットワーク種別による類型

- ・ プライベートネットワークのみで構築
- ・ 一部に通信事業者のネットワークを活用
- ・ プライベートネットワークと通信事業者のネットワークとのハイブリッド型

また、ビジネスモデルの具体例として、6つのモデルを例示した。単一主体によるサービス提供でビジネスモデルが成立しない場合でも、プレーヤーを増やしたり、他のサービスを組み合わせたりすることによって成立する場合がある。

<< 我が国独自の切り口 >>

国内外においてユビキタスセンサーネットワークの実現に向けた取り組みが進展しているが、その取り組みには国や機関によって様々な特色がある。我が国でも、その特色を生かし、以下のような独自の切り口により取り組んでいくことが望ましい。

生活者からの視点によるアプリケーション

我が国では、比較的生活に近い部分でセンサーネットワークのサービス化が進んでいること、低コストで簡単に構築できる小規模なネットワークが多いことを踏まえ、公共サービスや産業への利用だけでなく、生活支援のツールとして位置付けることが重要。

応用駆動型の取り組み

既存のセンサーネットワークインフラとユビキタスセンサーネットワーク技術の連携が重要。また、多様なアプリケーションの創出に向け、設計の自由度の高さ、センサーの高機能・多機能性、ノード数の拡張性、ノード間・ネットワーク間・システム間の互換性等を兼ね備えた共通基盤的なプラットフォームの構築が必要。P2P的な利用も想定するなど、多様な利用形態に対応できるシステムが望ましい。

第3章 ユビキタスセンサーネットワークの将来ビジョン

今後、我が国においてユビキタスセンサーネットワークの実現に向けて取り組むに当たり、その将来的なビジョンを示す。

3-1 ユビキタスセンサーネットワークを利用したアプリケーション

ユビキタスセンサーネットワーク技術により、人やモノの状況、その周辺環境等を認識し、利用者の状況に即した様々なサービスを提供することが可能となる。その応用分野は、医療・健康、防犯・セキュリティ、防災、農産物等の各種生産過程、環境問題など幅広く、社会の安全・安心、生活における快適性・ゆとりの向上、生産・業務の効率化等に広く資するものである。

本研究会では、ユビキタスセンサーネットワークを利用したアプリケーションの具体例を検討して、これを13分野に分類し、「安全・安心」、「快適・ゆとり・娯楽」、「最適・効率」の3つの軸により整理した。

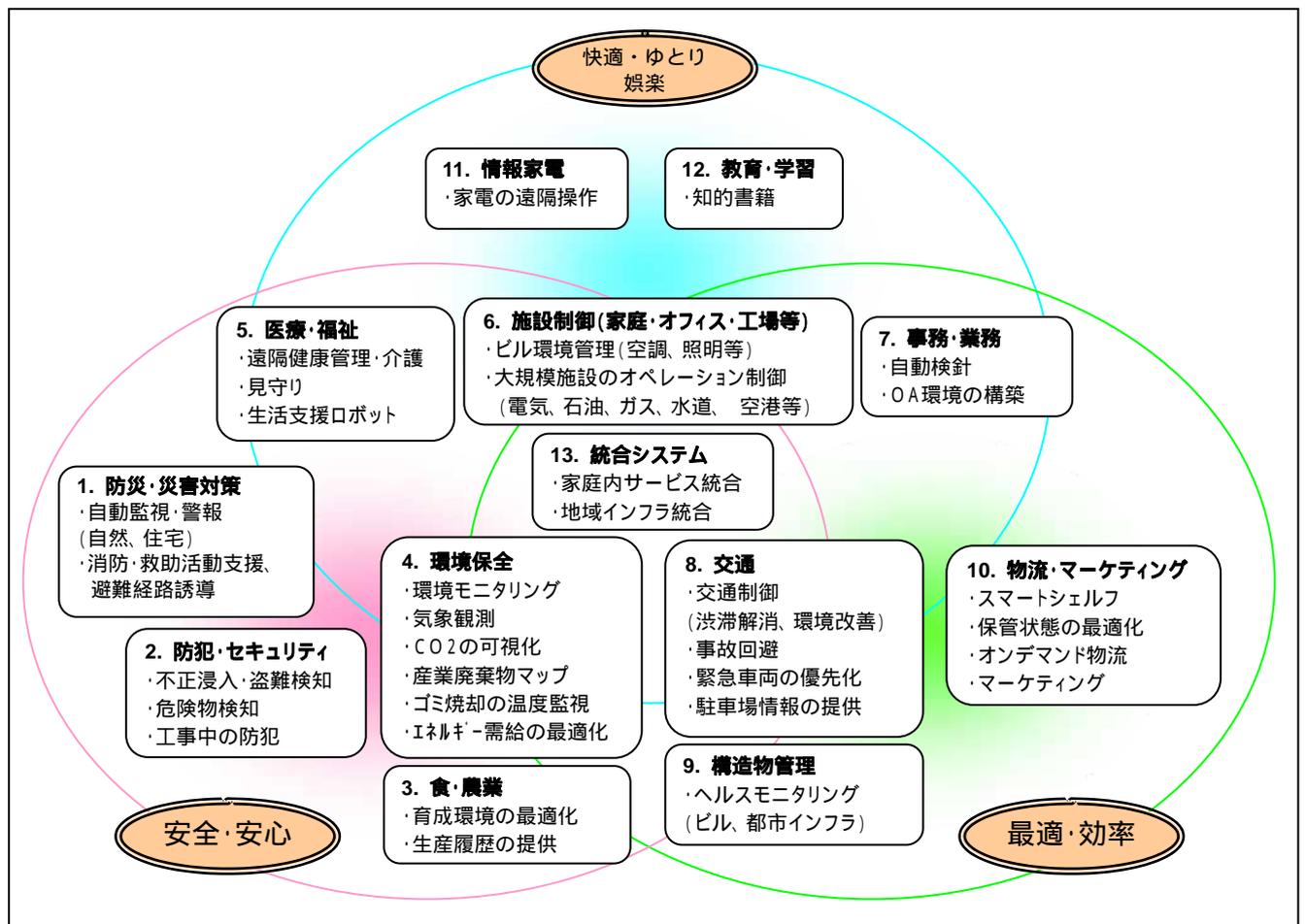


図 3.1 ユビキタスセンサーネットワークを利用したアプリケーション

表 3.1 アプリケーション一覧

アプリケーション	概要 (上段：2007年 下段：2010年)	技術課題 (上段：2007年 下段：2010年)
1. 防災・災害予測		
自動監視・警報 (自然、住宅)	人が入りにくい場所や広範囲に渡る地域などにセンサーを散布・設置し、ネットワークを自動構築。自動監視によりデータ収集し、水害、林野火災、土砂崩壊、液状化などの災害を可視化。	自然エネルギーを活用した電池、環境のリアルタイム通知、センサーキャリブレーション、ネットワーク自動構築
	災害(データの異常)を自動検出。データの値に応じて画像を送信。明らかな異常・予兆検出時に、自動で避難命令・勧告発令。	パターン認識技術(異常・予兆検出)、燃料電池技術
	住宅用火災報知器が連動鳴動。	5年間(警報機有効期間)電池で駆動させる省電力技術
	火災時の自動通報、ガスメータ等が連動遮断。	
消防・救助活動支援、避難経路誘導	火災等の災害時の現場の状況(温度、煙、有毒ガス、建物の破損・倒壊等)を感知。被災者と救援者の位置を把握し、遠隔で救援本部から指示。また、救援者は予め建物等に設置してある各種支援情報を自動的に取得。	通信方式、位置同定、操作性の向上、装置の小型・軽量化・頑健化
	意識することなく、日常的に街中のセンサーより防災情報を自動収集。 災害時には、被災者の持つ携帯端末から生存情報や場所を無線NWで発信し、避難経路・救援者の位置などの情報を受信。	読み取り範囲の拡大、双方向アドホック通信を実現する動的経路制御技術
2. 防犯・セキュリティ		
不正侵入・盗難検知	センサー(画像、音、圧力、温度等)により人の動きを感知。不審者に対して威嚇。 タグによる入退室管理。	画像の特徴点抽出、誤動作率の低下
	センサーの高度化、解析・学習により居住者(所有者)と不審者、犬・猫等を区別。 必要に応じてタグとセンサーの併用。	非対称画像圧縮技術、行動分析、顔認識、パターン認識、プライバシー関連技術
危険物検知	空港などで危険物を感知し職員に異常発生を伝える。(2007)	感度PPMオーダーのセンサー、危険物のパターン認識
工事中の防犯	ビルの工事の進捗による監視対象の違いに柔軟に対応。(2007)	アドホックネットワーク技術、耐環境(水、粉塵等)監視対象の判別機能
3. 食・農業		
育成環境の最適化	大規模温室シミュレーターにより、環境と発育の相関分析や各種シミュレーションを行う。さらに、実際の生産現場で、土壌成分の分布、日照度、湿度等を把握し、肥料の配布時期・収穫時期を判断。	センサーデータと農作物の育成状況の関係付け、アドホックネットワーク技術、土壌等各種センサー
	異常気象などに対応するため、自然環境シミュレーターによる分析を実施。 病害虫などの状況を把握し、農薬散布を制御。	病害虫を検知するセンサー、最適自然環境管理技術
生産履歴の提供	生産現場のセンサー情報(画像、温度・湿度等の管理状況等)を、RFIDによるトレース情報と併せて消費者に提供。	電源工事不要でセンシング出来るシステム、各種センサー
	気象変動・病害虫への対応、肥料・飼料の管理を、センサーを用いて行うとともに、これらの一貫した情報を消費者に提供。	各種センサー

アプリケーション	概要 (上段：2007年 下段：2010年)	技術課題 (上段：2007年 下段：2010年)
4. 環境保全		
環境モニタリング	NOx、SOx、その他有害ガス等を感じ取るセンサーにより、街中の大気、工場からのガス排出量、火山ガスの濃度等を監視。行政、一般市民、研究者等に情報提供。	協調通信プロトコル、小型化、低消費電力化、環境エネルギー利用、多点測定方法、高感度センサー
	測定範囲の広域化、高密度化が進み、より詳細なデータ測定が可能。各種データベースとの連携により、気象や個人の健康状態等を考慮した詳細な環境アセスメントサービスの実現。	大規模マルチホップネットワーク技術、測定遅延の短縮、自律的メンテナンス技術
地球観測	センサーを台風、積乱雲、乱気流などの中に撒き、気象情報（風力、風向、気圧、温度、湿度等）の局所情報を収集。科学技術の研究・教育等のためのデータベースとして公開。	耐環境、無線通信の安定、自然に還る物質で実現
	情報収集範囲が海中、地中へ拡大。	
	地球を周回する観測衛星で海洋・大気観測（温度、降水等）や大気組成（オゾン、CO2等）、陸域観測（植生、土地利用等）のリモートセンシングを行う。	各種観測装置の開発
	リモートセンシングの高度化と予測モデルの構築等、データ活用技術の推進。	より多量の観測データを収集・処理するネットワーク、解析システム
CO2の可視化	特定地域において、CO2観測データ及び気象データにより、CO2の発生と流れを観測・予測する。	アドホック・マルチホップ無線通信方式、計算機解析アルゴリズム
	地球規模のCO2分布を観測・予測。CO2排出抑制、排出権取引などに活用。	超大型環境解析シミュレーター
産業廃棄物マップ	不法投棄の発見者が携帯カメラで撮影し、位置情報と併せて登録することにより、産業廃棄物マップを作成。（2007） （2010年には市民運動として拡大。）	産業廃棄物データベース （高機能携帯電話の普及）
ゴミ焼却の温度監視	ゴミ焼却場で、収集したゴミと一緒に温度センサーを入れて温度監視を行い、焼却前のピット内における自然発火を未然に防止。	一定期間温度を通知可能なセンサー、焼却しても環境を汚染しないセンサー
	ブラウザベースでの端末で遠隔監視・データ収集・警報発信を行う。	
エネルギー需要の最適化	センサーを用いてコジェネ発電装置を制御。また、エネルギー消費設備の消費量に関わるセンサー（発熱、摩擦等）からの情報と併せて運用の最適化を行う。	ネットワークセキュリティ（暗号化、認証、ポリシーの確立）
	電力会社等のエネルギー供給者や所内各種発電設備と連携することにより、ピーク消費時の安定供給や広域でのエネルギー需給の最適化を行う。	広域ネットワーク網の確定応答性、信頼性の向上
5. 医療・福祉		
遠隔健康管理・介護	家庭のセンサーや心電計などによる健康調査と病院、行政、家族の連携による日常的な健康管理、患者への緊急通報。Webカメラによる問診。無医村にも対応。	データマイニング、セキュリティ、バイタルセンサー、認証セキュリティ
	ユビキタス環境の整備により、外出先の何処でも健康管理が可能。非接触センサーによる健康状態モニタ。健康判断を自動で行い緊急時には自動通報。GPSと組み合わせることにより、緊急時の現場駆けつけや徘徊老人の居場所特定に対応。	ウェアラブルセンサー、洗濯・乾燥にも耐える超小型センサー、環境エネルギー利用発電、非接触センサー、状況判断のアルゴリズム、アドホックネットワーク
見守り	高齢者の行動を監視し、異常時に通報する。個人を特定するとともに、寝ている（じっとしている）のか、倒れたのかを判断することが可能。	状態（寝ているのか倒れたのか）を見分けるセンサー、個人を特定するセンサー
生活支援ロボット	家庭内機器のネットワーク統合。公共の場でサービスを提供するロボットが実現。	宅内ネットワーク技術、分散協調処理
	家庭内ネットワークの広域拡張（社会基盤ネットワークとの連携） 家庭内でサービスを提供する生活支援型ロボットの実用化。	自律分散型無線通信技術、屋内広帯域無線技術、位置同定

アプリケーション	概要 (上段：2007年 下段：2010年)	技術課題 (上段：2007年 下段：2010年)
6．施設制御（家庭・オフィス・工場等）		
ビル環境管理	<p>人の位置情報を把握し、必要な部分を選択的に最適な環境を作る。</p> <p>ブラインドと照明など関連物のセンサーが互いに連携し、効率的に環境を管理。</p> <p>部屋のレイアウトの変更等に応じて、アドホック通信による自律的なネットワークを構成。</p> <p>従来計測していなかったホルムアルデヒドなどの有害物質や臭いなども感知。</p> <p>部屋の使用目的・利用人数に応じて、空調、照明などを自動制御。</p> <p>間仕切り変更などを自動認識し、制御系の再編成及び監視画面の再構成を自動的に実施。</p> <p>パソコン等の端末を使用者の癖に合わせる、フレキシブルパーソナライズドシステム。人の移動により使用デバイスを自動変更。</p>	<p>アドホック・マルチホップネットワーク、位置同定、様々な粒子を感知出来るセンサー</p> <p>状況判断技術、分散協調処理技術、位置情報</p>
大規模施設のオペレーション制御	<p>空港などの大規模施設やネットワークインフラなどにおいて、監視系、開閉制御系でセンサを一活用。人為ミス防止など。</p>	<p>高速・低電力・長距離無線の技術、無線システムの高信頼化</p>
	<p>データマイニングなど知識ベース処理の高度化が進み、活用するセンサーの種類が増加。</p>	<p>データマイニング技術、セキュリティ技術</p>
7．事務・業務		
自動検針	<p>電気・ガス・水道等の検針データを遠隔から自動入力。</p>	<p>既存メータとの連携</p>
	<p>地域内のメータのネットワーク化によりデータを一括収集。</p> <p>本システムとホームネットワークシステム・情報家電とが連携。</p>	<p>多数のセンサー間のマルチホップ転送技術、セキュリティ、通信手段の標準化</p>
OA環境の構築	<p>携帯デバイスやセンサーにより、社員の一や状況を捕捉。入退室管理や勤休管理を行う。</p>	<p>データ解析システム</p>
	<p>社員の好みや状況に応じたOA環境の自動構築(電話の自動転送、フリーアドレスデスク等)を行う。</p>	<p>データマイニング技術、セキュリティ管理技術</p>
8．交通		
交通制御 (渋滞解消、環境改善)	<p>タクシー等(プローブカー)や道路に設置した各種センサーからデータを収集し、混雑情報をユーザに提供。渋滞の解消や、大気汚染物質(NOx、CO2、SPM等)の集中的な発生を防ぐためのトラフィック誘導を行う。</p>	<p>多数のセンサーの低遅延データ収集、高精度同期</p>
	<p>温度、湿度、雨量などの多様なデータを収集し、都市環境データとして多目的に活用。</p>	<p>センサーの多機能化、高速アドホック無線通信制御、多数のセンサーによる相対測定手法</p>
事故回避	<p>車両同士が相手の車を認識することにより衝突防止。(2010)</p>	<p>ネットワークの信頼性向上、高速接続性の確保</p>
緊急車両の優先化	<p>緊急車両がスムーズに通れるよう、局所的な信号優先制御を行う。</p>	<p>セキュリティ(緊急車両信号の暗号化・認証)</p>
	<p>一般車両に緊急車両の接近を警告。道路状況による標識の制御。</p>	<p>車両間アドホックネットワーク</p>
駐車場情報の提供	<p>駐車場の空き情報提供サービスのシステムと連動して、車両誘導を行う。(2010)</p>	<p>適当な検出範囲を得るための送信出力制御</p>

アプリケーション	概要 (上段：2007年 下段：2010年)	技術課題 (上段：2007年 下段：2010年)
9．構造物管理		
ヘルスマニタリング (ビル、都市インフラ)	<p>構造物の損傷や劣化を、各種センサー(振動、圧力、画像、超音波等)により、リアルタイムに把握する。常時には劣化診断による最適保守計画を実行してビルの長寿命化に資する。また、災害時には構造安全診断により、安全の確保を行う。</p> <p>ビル群やライフライン、交通機関等の都市インフラを統合して監視する。 最適都市環境を維持するとともに、災害時には自然環境の情報と併せて総合的に対応する。</p>	<p>最適配置、耐環境性、長寿命、高信頼性、屋外など過酷な状況下での使用。センシングのサイクル。アドホック、位置同定。</p> <p>大規模データベース、データマイニング技術、長寿命・高信頼化</p>
10．物流・マーケティング		
スマートシェルフ	<p>小売店において、売れ行き(時間、数)や商品の期限、補充に必要な時間などの情報を統合し、適正な在庫量、商品補充の必要性を流通センターに通知。</p> <p>顧客の状況(センシングにより得られた情報又は登録された情報)を認識し、嗜好に合わせた情報を提供。</p>	<p>ビジネス・プロセスや各種情報を統合して判断する技術</p> <p>マルチデバイスに対するコミュニケーションプロトコル</p>
保管状態の最適化	<p>商品の保管状態(温度、湿度、振動等)をセンサーにより管理。出荷時には、その履歴から最適な保管位置を示す。</p> <p>倉庫内だけでなく輸送中にも保管状態の履歴を取り、GPSの位置情報とともに廃そう管理センターへ送信。生産から店舗までのシームレスな管理を行う。</p>	<p>自律的ネットワーク構成、複数シンクデータ収集、相対位置検出、動的経路制御</p> <p>車両内ネットワークのグループ化</p>
オンデマンド物流	<p>送信箱に荷物が入れられると、運搬者に伝えられ、オンデマンド物流が行われる。境域・クロード版(企業内、法人向け)のシステム。</p> <p>広域かつオープン(一般人を含めた汎用的なサービス)な環境でオンデマンド物流が実現。</p>	<p>最適巡回ルートの誘導システム</p> <p>セキュリティ技術</p>
マーケティング	<p>位置情報や、ユーザが持つ携帯端末に事前登録した属性等により、消費者のコンテキストに基づいたマーケティングを行い、ユーザに合ったサービスを提供する。</p> <p>ユーザの状況をセンサーで感知し、よりユーザの状況に則したサービスを提供する。</p>	<p>屋外における測位の高精度化、プライバシー保護のプラットフォーム</p> <p>生体情報センシング、顔画像認識、センシング情報からユーザのコンテキストを推測する技術</p>
11．情報家電		
家電の遠隔操作	<p>携帯電話等の端末から、遠隔で家庭内の電気機器の制御を行う。</p> <p>人が一つの機器の取り扱いを習熟しなくても、情報家電同士が連携し、情報家電群からのサポートが得られる。</p>	<p>セキュリティ</p> <p>ネット分散連携動作OS、低消費電力・高速無線</p>
12．教育・学習		
知的書籍	本の開かれているページを認識し、音声情報の提供や臨場感の演出を施す。(2007)	ページに付着した伝導インクの認識
13．統合システム		
家庭内サービス統合	防犯・セキュリティ系、水道・電気・ガスなどのインフラ系、情報家電系の統合とそれに基づいたサービスの展開。(2010)	セキュリティ、プライバシー
地域インフラ統合	自治会や警察への非常時通報小型端末システム、監視カメラシステム、隣接世帯連携防犯システム、公共サービスの自動検針システム、電気・ガス・水道の使用状況を活用した老人世帯ケアなどが相乗りしたシステムが構築される。(2010)	画像系を含めた準リアルタイム低電力高速無線アドホックネットワークの構築

3 - 2 センサーネットワークのビジネスモデル

ユビキタスセンサーネットワークを利用したアプリケーションが色々と検討されており、要素技術の研究開発も開始されている。しかし、これを事業として成立させるためのビジネスモデルを構築することが、課題として残されている。

本研究会ではセンサーネットワークのビジネスモデルの類型化を試みるとともに、既存の類似サービスを参考に、ユビキタスセンサーネットワークにおいて成立し得るビジネスモデルを検討し、ユビキタスセンサーネットワークの黎明期におけるビジネスの立ち上げについて知見を得た。

3 - 2 - 1 センサーネットワークのビジネスモデル類型（サービス内容と規模）

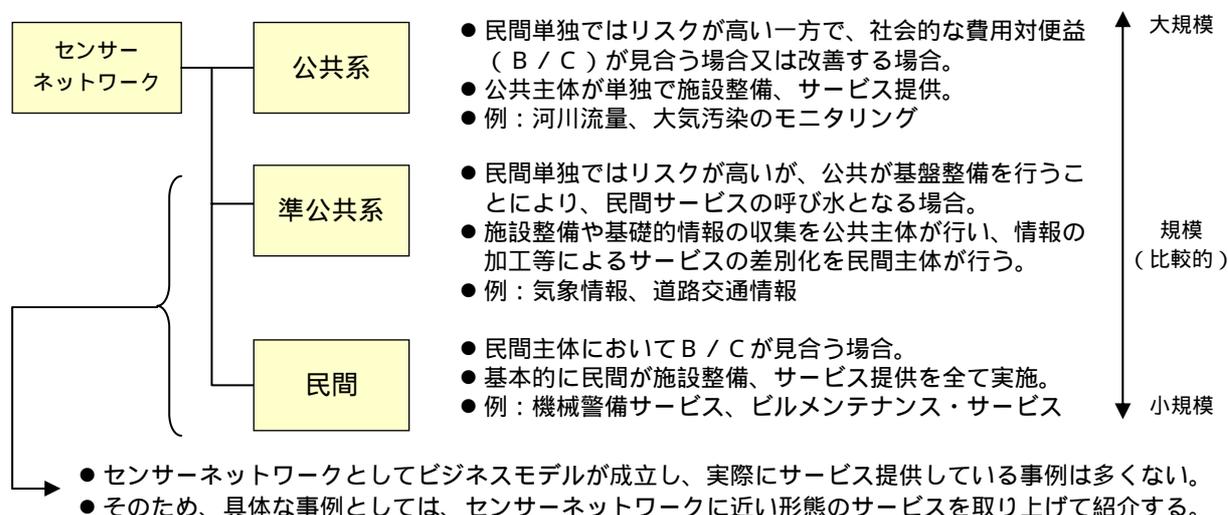
センサーネットワークは、提供するサービス内容から公共系、準公共系、民間系の3つに分類することができる。

公共系センサーネットワークは、膨大なコストや時間がかかるなど民間単独でサービスを行うにはリスクが高い一方で、新たなシステムの導入の社会的な費用と便益（B / C）が見合う場合、又は人によるセンシングや既存システムよりもB / Cが改善される場合に成立する。公共主体が単独で設置、運営するケースが多い。河川の流量や大気汚染のモニタリングなどがこの例に該当する。

準公共系センサーネットワークは、民間単独で行うにはリスクが高いが、基盤的な部分を公共が整備することにより民間のサービス参加が容易になる場合に成立し得る。コスト負担が大きな施設整備や大規模・基礎的情報の収集を公共が行い、そこで得られた情報を有料で、民間に提供するケースが見られる。民間企業は、ここで得られた基本的な情報を加工したり、提供方法を工夫することにより差別化や利便性の向上を図り、サービスを成立させている。気象情報や道路交通情報がこの例に該当する。

民間系センサーネットワークは、基本的に民間がサービス主体であり、各主体における収支が見合う場合にサービスを提供することになる。ホームセキュリティ・サービスやビルメンテナンス・サービスがこの例に該当する。

図表・1 ビジネスモデルの類型



なお、センサーネットワークの規模は、概して、公共系、準公共系、民間系の順番に比較的小規模になる傾向がみられる。大規模なセンサー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ことが伺われる。

3 - 2 - 2 センサーネットワークのビジネスモデル類型（ネットワーク種別）

センサーネットワークを構築する際のネットワーク種別の視点から、センサーネットワークのビジネスモデルを分類することもできる。

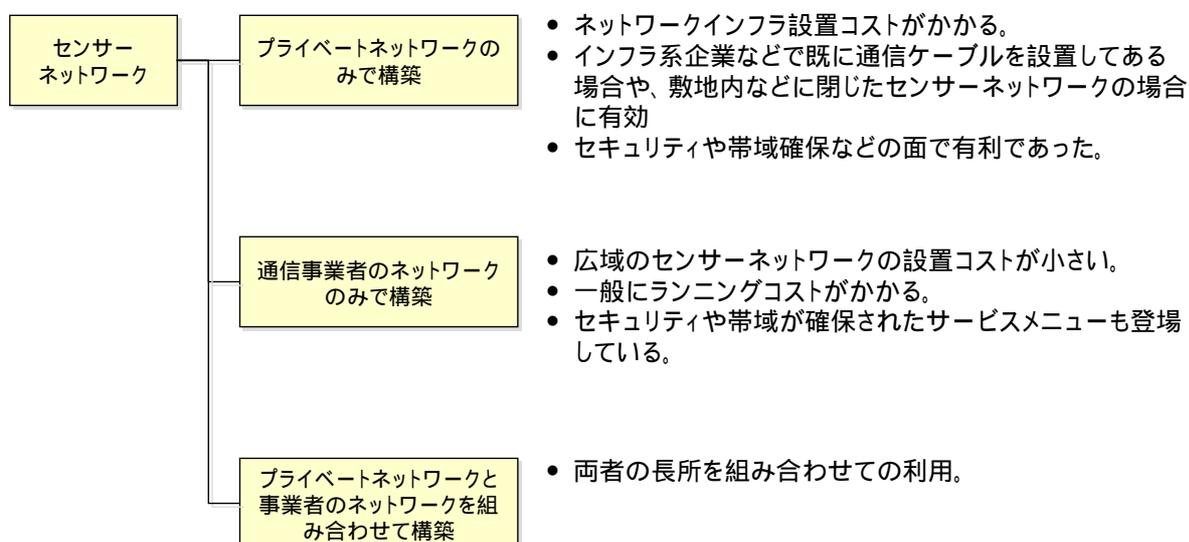
プライベートネットワークのみで構築するタイプとは、ネットワークを自前で構築するモデルである。通信インフラの設置コストがかかるが、通信料が発生しないためランニングコストは比較的小さくなる。従って、工場の施設内に閉じる場合などの小規模なセンサーネットワークや、電力やガス、有線放送事業者、交通機関などのインフラ事業者が自前の既存の通信インフラを利用する場合にこのタイプとなることが多い。

一方、通信事業者のネットワークのみで構築するタイプでは、インフラ設置コストは小さいものの、通信料が発生する。とくに専用線サービスを利用する場合には、通信コストが高くなるため大規模なセンサーネットワークを構築する上での経済的な障壁となっていた。

近年、IP 網を利用しての比較的安価なオープンな通信ネットワークの利用が可能となってきた。帯域保証やセキュリティなどが考慮されたサービスメニューも登場しており、これらのサービスの拡充と低価格化により、今後あらたなセンサーネットワークがビジネスとして成立し、市場に登場してくることが期待される。公的なアプリケーションであっても、このような既存のインフラを用いることによって、民間のビジネスへと発展させることができる可能性がある。

また、プライベートネットワークと事業者のネットワークを組み合わせるタイプ（ハイブリッド型）も存在する。これは、両者の長所を組み合わせる利用している。拠点内などをプライベートネットワーク（自前）で構築し、拠点間を事業者のネットワークで接続するケースなどがある。

図表・ 2 ビジネスモデルの類型



3 - 2 - 3 センサーネットワークのビジネスモデルの具体例

ここまで、ビジネスモデルの類型を試みた。これにより、規模やサービス内容、ネットワーク種別による定性的な特徴が整理できたが、センサーネットワークによるビジネスの成立には、より具体的なビジネスモデルが必要である。

しかしながら、実際にはセンサーによって収集された情報を加工して提供すること、或いは、情報を利用して何らかのサービスを行うことにより、収益を上げている事例は多くない。

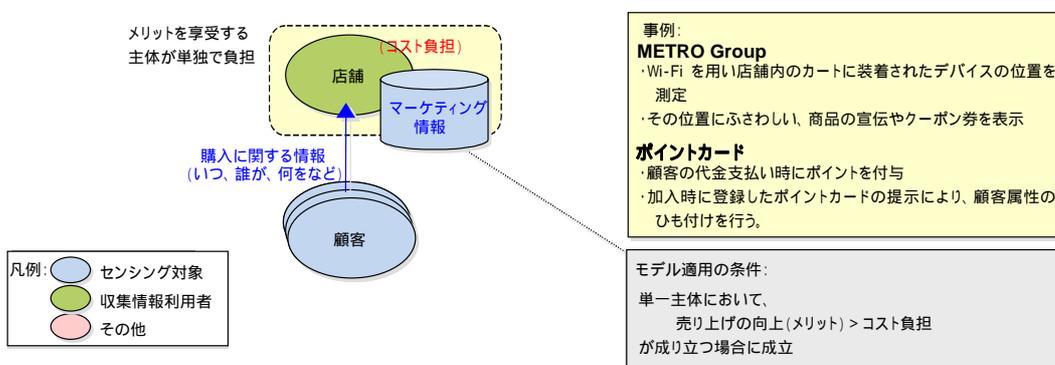
ここでは、ユビキタスセンサーネットワークの将来ビジョンに資するため、ビジネスモデルの具体例を挙げ、現在さまざまな主体により検討が進められているセンサーネットワークが今後取り得る形態を示すとともに、センサーネットワーク黎明期におけるビジネス立ち上げの示唆を行う。なお、具体的な事例としては必ずしも一般的なセンサーネットワークとして馴染まないものも挙げているが、イメージを具体化することを優先とした。

単一主体モデル

単一の主体がセンサーネットワークを利用して情報を収集し、何らかのサービス（やコスト削減）を行うモデル。センサーネットワークの導入や運用にかかわるコストが、売上の向上やコスト削減などのメリットを下回る場合にこのモデルが成立する。

ドイツ METRO Group での店舗内カートの位置情報に応じて商品の宣伝やクーポンを配信するサービスや、各種ポイントカードサービスがこの例にあたる。

図表・3 単一主体モデル

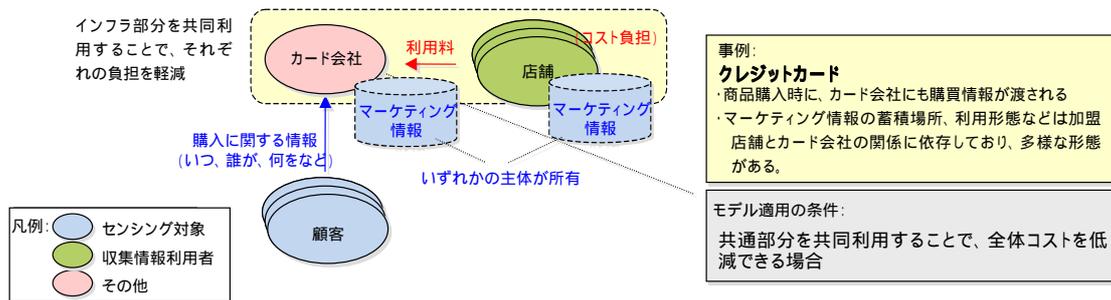


共同利用モデル

センサーネットワークを用いて情報収集する主体があり、そこで集められた情報を複数の事業者が共同で利用するモデル。共同利用により、単独でセンサーネットワークを導入・運用するよりもコスト負担が軽減され、サービスに参入しやすくなる。

ただし、共同利用を行う事業者間では、サービスの差別化が難しくなると考えられる。クレジットカードサービスがこの例にあたる。

図表・ 4 共同利用モデル



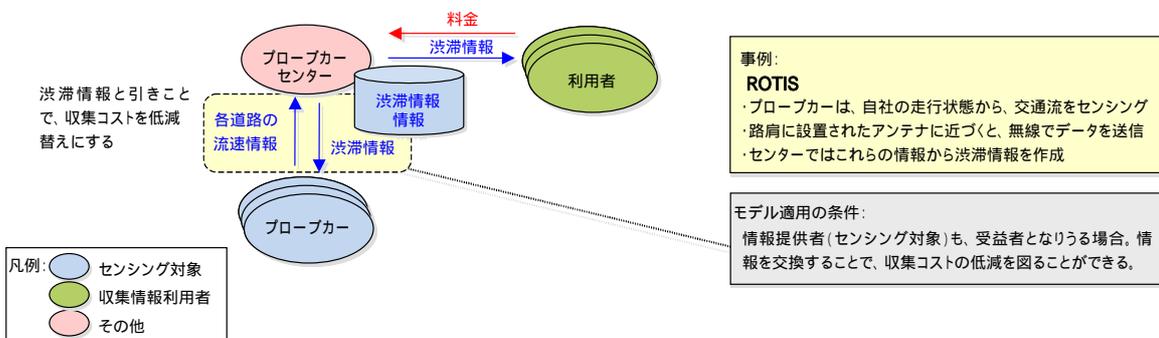
情報交換モデル

情報を収集する主体が、情報の提供者に対してサービス（付加価値の付いた情報）を提供することにより協力者を募り、低コストで情報を収集するモデル。協力者が情報収集主体より受けられるサービスが、情報提供にかかるコストに見合う場合に成立する。

韓国のプローブカーサービスである ROTIS などがこの例にあたる。

ROTIS では、プローブカーとして道路の流速などの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る。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を通じて利用者に提供されたが、当初、アップリンクした車両向けには無料で情報提供を行っていた。

図表・ 5 情報交換モデル



技術優位モデル

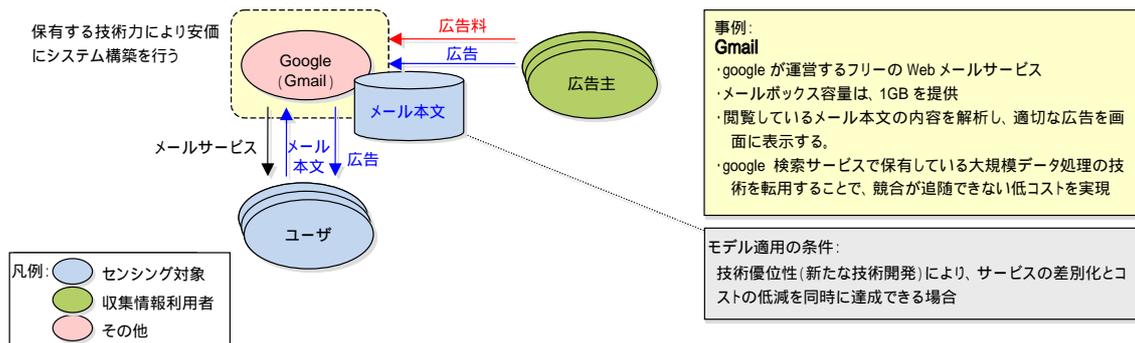
優位性のある技術により、より質の高いサービスを、低コストで提供するモデル。より質の高いサービスにより他との差別化を図るとともに、収益やメリットに見合うまでコストを低減できた場合にこのモデルが成立する。競争に対する技術優位性が圧倒的に大きな場合には、他社の追随を許さない競争上の優位性を確立できる。

直接的なセンサーネットワークの事例ではないが、google 社が提供を予定している Gmail がこの例に相当する。

Gmail は、1GB という既存競合サービスに比べ飛躍的に大容量なメール領域を利用できる無料の Web メールサービスである。検索サイト google で養われた、Google 社の有する大規模データ処理技術を活用することで、他社が追従できない低コストを実現した。

なお、Gmail では、メール本文の内容に応じた広告を表示し、その広告収入により、サービスの無料化を実現している。しかし、メール本文の内容を解析することからプライバシー保護の面で懸念を表明する人もいる。

図表・6 技術優位モデル



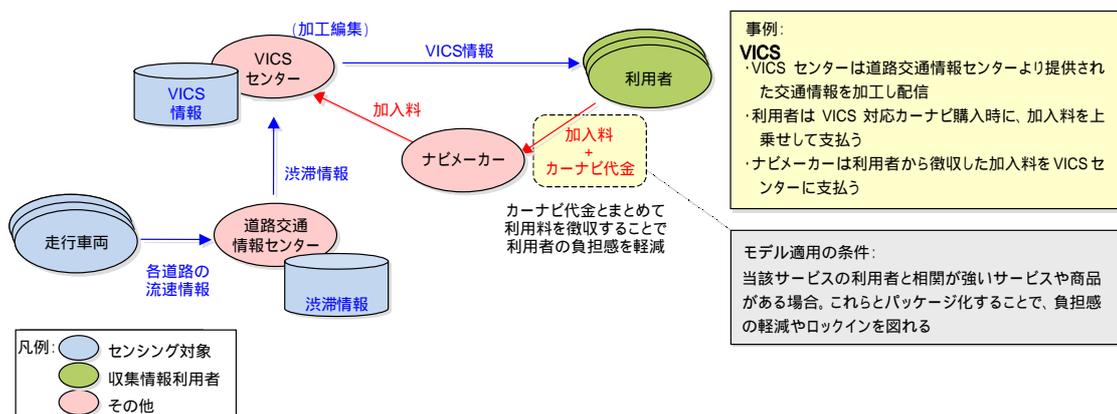
パッケージモデル

他のサービスや製品とパッケージ化して提供することで、サービスレベルを向上させ、サービス全体に対する利用者のコストを抑えるモデル。当該のサービスに相関の強い他のサービスや商品がある場合に用いることができる。パッケージングされることで乗り換えコストが高まるためロックイン効果が得られる場合もある。

VICS サービスにおける加入料はこの例にあたる。

VICS センターでは、利用者よりサービスの加入料を徴収している(利用料は無料)。この加入料は、VICS 対応カーナビの本体価格に上乗せされており、販売店、メーカーを經由して VICS センターに納められる。加入料は 300 円であり、カーナビ本体価格(10 万~20 万円程度)に比べて相対的に極めて小さく、利用者はコスト負担意識を持つことなく加入している。

図表・7 パッケージモデル/公共支援モデル



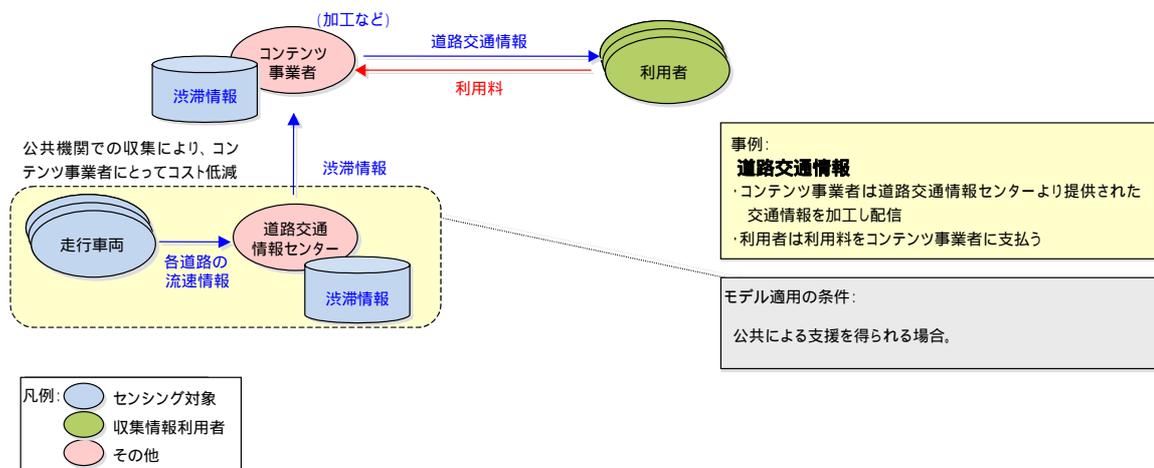
公共支援モデル

公共主体により収集された情報を民間企業に提供するモデル。大規模なセンサーネットワークなど民間企業だけでは、構築負担が大きすぎる場合、公共主体の支援が得られた場合に成立する。

道路交通情報や気象情報を提供するコンテンツ事業者にはこの例にあたる場所がある。

道路交通情報を携帯電話を通じて提供するコンテンツ事業者では、警察などが収集した道路交通情報を道路交通情報センターなどより安価に入手し、この情報に対し、加工、配信を行っている。

図表・8 公共支援モデル



3 - 2 - 4 センサーネットワークのビジネスモデルのまとめ

関連主体が少ない単一主体モデルでビジネスが成立することが最もシンプルであるが、成立しない場合には、潜在的なユーザを増やしたり、他のサービスを組み合わせたりすることによって、ビジネスモデルが成立し得る。

各ユーザは Cost (費用) と Benefit (便益) とを比較し、最適な行動を取ると考えられる。そして、サービス主体は Benefit (ユーザの Cost の総和) と Cost (運営費等) とを比較してサービスを提供する。このとき、単一主体モデルによりサービス主体の Cost が Benefit に見合わない場合でも、共同利用モデルなどにより Cost が低下するとビジネスとして成立する場合がある。

また、ユーザの最適化行動においては Cost、Benefit の比較という観点だけでなく、主体によって価値が異なる点にも留意が必要である。例えば、機械警備への加入者は、安心感という Benefit に、加入していない人以上の価値を見いだしていると考えられる。すなわち、盗難に遭った場合には被害評価額以上の損失や心理的負担を受けるため、これを防止する Benefit は、機械警備に対する Cost 以上のものであると、加入者には評価されていると考えることができる。価値観の異なるユーザに対して、それぞれの価値観に合ったサービスを提供することによって、より広い範囲の(潜在的な)ユーザをプレーヤーとして取り込むことができれば、ビジネスとして成立する可能性は大きくなる。そこには、技術優位性により他

のサービスとの差別化を図るといった要素も含まれてくる。

さらに、民間のみの取り組みでは Benefit が Cost に見合わなくても、公共主体が基盤的なインフラを整備するなど何らかの支援を行うことで、民間のサービスの呼び水となり、全体としてビジネスモデルが成立する場合もある。

公共支援には、類型で挙げたような公共が収集した情報を民間事業者に安価に提供するケースの以外の形態も考えられる。

例えば、PFI (Private Finance Initiative : プライベート・ファイナンス・イニシアティブ) 様の形をとり、公共的なアプリケーションであっても国や自治体が整備するのではなく、民間サービスの利用者 (センサー情報の購入者) となることで、民間事業の立ち上げを支援することが可能なケースもあり得るだろう。

図表・ 9 ビジネスモデル類型の条件と特徴・効果

	適用の条件	特徴・効果など
単一主体モデル	・単一で利用する場合にのみ	・基本的なモデル ・公共系の仕組みに多い
共同利用モデル	・単一では成立せず、共通部分を共同利用することでコスト削減が可能な場合	・情報収集やセンターなどの部分のコスト削減
情報交換モデル	・協力者が情報収集主体より受けられるサービスが、情報提供にかかるコストに見合う場合	・初期 (収集コストが利益に比べて大きい時期) において、被センシング対象者を募るのに有効
技術優位モデル	・より質の高いサービスの実現と、収益やメリットに見合うまでコストを同時に達成できる場合	・質の高いサービスとコスト削減が同時に可能であり、市場の優位性を確立できる
パッケージモデル	・利用者にとって相関 (親和性) の高い事業が存在する場合	・先行事業の勢いを利用することになるが、互いに相関があり、サービスの魅力を高められる場合に有効
公共支援モデル	・民間だけでは事業が立ち上がらない場合 ・経済波及効果が期待できる場合や、社会的厚生がコストに見合う場合	・サービス主体が公的側面を持つ場合には、公共団体が利用者となることで事業を支援できる場合もある。

3 - 3 我が国独自の切り口

国内外において、ユビキタスセンサーネットワークの実現に向けた様々な取り組みが進展している。これらの取り組みには国や機関によって様々な特色があり、想定しているアプリケーションも多彩である。米国では、微細なセンサーを広域に散布し、環境観測や軍事的に利用する目的で行うプロジェクトが比較的多い。また、欧州では屋内における位置情報を元にしたサービスを目的としたものが多く、比較的小規模な単位でプロジェクトを行っている。

一方、我が国でも、大学やメーカーを中心にセンサーネットワークの要素技術の研究開発は開始されている。しかしながら、具体的なシステムを想定したものはまだ少なく、今後のビジョンを早期に明確にしておく必要がある。

3 - 3 - 1 生活者からの視点によるアプリケーション

我が国では、すでにセンサーとネットワークが結びついたという意味でのセンサーネットワークを利用したアプリケーションは既に存在している。工場等における各種センサーによる施設制御、交通量センサーによる信号制御等、事業者・公的主体によるアプリケーションはもちろん、防犯センサー（画像センサー、振動センサー）によるホームセキュリティ・サービスや、ガス検知センサーによるガス漏れ通知・送ガス遮断、体重計・血圧計・脈拍計・血糖計等をネットワーク化して医療機関と繋いだ在宅ヘルスケア支援など、比較的生活に近い部分で、センサーネットワークによるアプリケーションそのものをサービスとして提供しているものがある。また、大規模なシステムだけでなく、例えば家庭内LANにセンサーを接続するような、ネットワークを低コストで簡単に構築できる比較的小規模なものが、今後期待されている。

現状では、用途・目的ごとに独自の仕様・システムにより構築・運用されているが、今後インタフェースの標準化・オープン化の進展に伴って、様々なセンサー同士の相互接続・相互運用が可能となり、それに伴ってシステム構築・運用コストの低下をもたらし、普及が広がるといった正のスパイラルが期待できる。

センサーネットワークは、従来、どちらかといえば公共サービスや産業への利用面を中心に検討されてきた。今後は、これに加えて、生活支援のツールとしての位置付けが増していくものと考えられる。特に、今後急速に少子高齢化が進展し、また、社会の安全・安心が強く求められる社会情勢から考えれば、こうした社会的な要請は今後ますます増大することが見込まれる。我が国ではユビキタスネットワークや、電子タグ、ロボット、情報家電、モバイル等の技術が世界でも最先端であることから、これらと合わせて、生活分野への取り組みを行うことが有効であろう。

例えば、1節のアプリケーション例で挙げているように、高齢者の見守りや生活支援などへもセンサーネットワークの応用は有用である。今後の少子高齢化に向けても、ITによる安全・安心を実現するための不可欠なツールとしてセンサーネットワークを構築し、その利用形態に応じたビジネスモデルを確立していくことが重要な政策課題である。

3 - 3 - 2 応用駆動型の取り組み

上述のとおり、既存の技術を用いて一定のサービスはすでに実現している。一方で、今後の技術の進展に伴って、新たなユビキタスセンサーネットワークを導入することにより、様々な分野において飛躍的なサービスの向上やコストの低下が期待される。今後の課題としては、既存のセンサーネットワークインフラと、ユビキタスセンサーネットワーク技術との連携が重要となってくる。

さらに、多様なアプリケーションが創出されること、その取り組みが様々な主体によってなされることなどを考えると、効率的に開発を行うためには、何らかの共通基盤的なプラットフォームが必要となる。そして、そのプラットフォームを活用し、アプリケーションに応じて必要な機能を組み合わせることにより、多様なアプリケーションを自在に開発し、タイムリーに導入することが可能となる。

そのための要件としては、

- ・ Flexibility（設計の自由度が高いこと）
- ・ Capability（センサーが高機能・多機能であること）
- ・ Scalability（ノード数の拡張性が優れていること）

・ Interoperability (ノード間、ネットワーク間、システム間の互換性があること) などが挙げられ、これらを満たすプラットフォームをタイムリーにかつオープンに提供できる環境を整備していくことが必要である。

また、様々なアプリケーションでの利用を想定すれば、センサーネットワークは、シンクノード的な利用に加えて、P2P的な利用も広がることが想定されることから、多様な利用形態に対応できるシステムの構築が求められる。