

パネル討論

「センサーネットワーク研究への取り組み」

パネリスト

伊原木正裕（横河電機）
上田博唯（情報通信研究機構）
鈴木敬（日立製作所）
豊田新（NEC）
南正輝（芝浦工業大学）
谷田部智之（三菱総合研究所）

概要

インターネットの利用が急速に浸透し、社会インフラとしての機能を果たすにつれ、どこでもネットワークが利用できる環境が整うことで、実世界・実時間の情報を直接に利用する要求が広まってきている。実世界の情報を実時間で直接に利用するための技術としてセンサーネットワークが挙げられる。この技術では、どこにでも埋め込める様な小さなデバイス（センサーノード）とそれらを相互に接続して情報を収集する仕組みとしてのネットワークが主な構成要素となるが、現状ではネットワーク部で用いられるプロトコルは実装毎に作られていると言っても過言ではない。本パネル討論では、各組織で取り組んでいるセンサーネットワークの研究事例を紹介頂き、今後のセンサーネットワークの方向性について展望する。

センサネットワーク研究の方向性



芝浦工業大学工学部電子工学科
南 正輝

Shibaura Institute of Technology
<http://www.shibaura-it.ac.jp>



Shibaura
Institute of
Technology

研究対象としての無線センサネットワーク

■ 原点

- Smart Dust
- 「無数の無線センサをばら撒いて使う」というイメージの確立

■ 一昔前

- ライトウェイトで省電力なプロトコル
- 情報圧縮, センサネットワーク内データ処理, etc..
- シミュレーション評価が主流

■ 現状

- MICA MOTEの普及⇒実装実験ベースでの研究
- 大規模な環境モニタリングの実験
- 歴史ある「計装」の領域への進出



Shizuoka
Institute of
Technology

実用性の観点からの問題

■ アプリケーション

- FA分野, 農業分野, 建築分野, 自然科学分野 (軍事分野)
- 家庭環境はまだまだ先

■ 大量にばら撒いてこそセンサネットワーク

■ 電力問題+環境問題

- センサネットワークは本当に使い捨て?
- バッテリーが3年持っても取り替える必要はある
- 森林に電池を100万個ばら撒いたら....

■ Localizationの問題

- 実空間情報は位置依存情報
- 要求される位置精度はアプリケーションによって様々
- Range-based/Range-free ⇒ 決定打はまだ無い

■ 信頼性, リアルタイム性, コスト, etc...

- アプリケーション依存

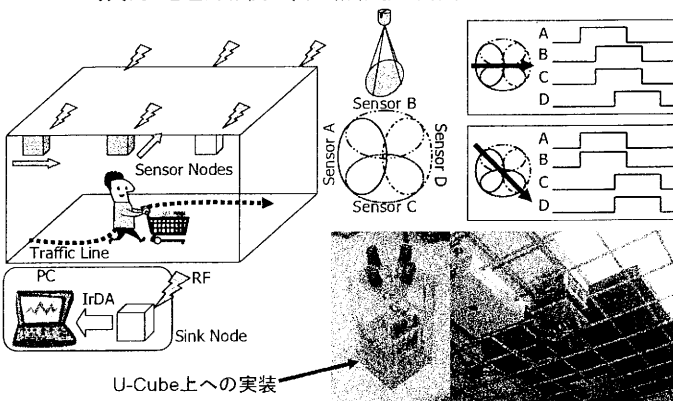


Shizuoka
Institute of
Technology

無線センサネットワークによる導線検出システム

■ 導線情報

- 商品配置, 傾向分析など
- 時間的・地理的相関の高い情報をどう扱うか



Solar Biscuit

～バッテリーレス無線センサネットワークシステム～

■ バッテリーレスセンサネットワーク

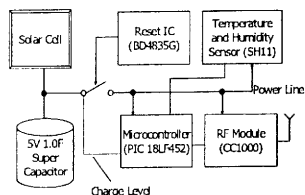
- 光・振動などのエネルギー
- スーパーキャパシタの利用
- 充放電特性に応じた通信機構

■ アプリケーション

- 環境モニタリングに限定

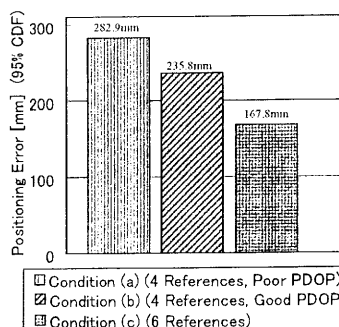
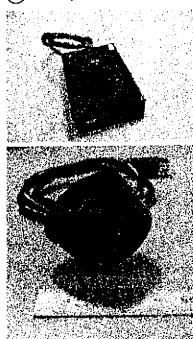
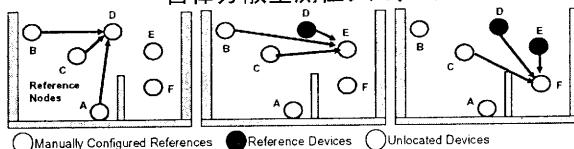
■ 2つの通信モード

- 通常モード: 遅延やロスがある程度許容される状況で、間欠的ブロードキャストによって測定データを配送する
- 緊急モード: 異常を検知すると、すべてのノードがActiveとなり、全エネルギーを使い果たすことを覚悟で緊急メッセージを高速かつ確実に配送する



DOLPHIN

～自律分散型測位システム～





まとめ

- センサネットワークの研究
 - モノづくりをした結果からのフィードバック
 - アプリケーションを明確にした上でのデザイン
 - 地味な応用領域を見つける
- 研究の方向性
 - 星の数ほどあるセンサネット用プロトコルの地道な検証
 - 電源の問題
 - 本当に使えるLocalization技術
 - モバイルコンテキストウェアシステム向けのスケーラブルな実空間情報管理システム
 - 事例作りと大規模な実証実験

パネル討論会 「センサーネットワーク研究への取組み」

—— NICT けいはんな ユビキタスホーム ——

上田 博唯

(独)情報通信研究機構 けいはんな情報通信融合研究センター

〒619-0289 京都府相楽郡精華町光台 3-5

E-mail: hiro-u@nict.go.jp

あらまし 情報通信研究機構けいはんな情報通信融合研究センターにおける「ゆかりプロジェクト」の中で構築した、実生活型の実験ハウスである「ユビキタスホーム」について、センサや家電機器をネットワーク化してサービスを提供する仕組みの具体的な構成を紹介する。

キーワード ゆかりプロジェクト、ユビキタスホーム、センサ、家電機器、ネットワーク

1. はじめに

21 世紀はユビキタスの時代であると言われる。このユビキタスの時代に我々の住環境はどのように変化して行くのであろうか？ そのような研究に先鞭をつけたのは、Georgia Institute of Technology の Aware Home Research Initiative のグループである[1]。日本でも東京大学の佐藤・森研究室[2]や産業技術総合研究所のデジタルヒューマン研究センター[3]等、いくつかの研究機関において、大量のセンサを住居空間に埋め込んだ部屋が試作され、これらのセンサからの情報によって人間の状態や行動を解析し、その状態や行動に応じたサービスを提供するというシステムの研究が進められている。

筆者が属している「ゆかりプロジェクト」でも、ネットワークで結合された家電製品や情報機器が、同じくネットワークによって結合されている各種のセンサと共に協調動作することによって、どのような新しいサービスを実現できるようになるかという観点からの研究を進めている[4-7]。

筆者は、この「ゆかりプロジェクト」の中で、特にユビキタス社会における生活支援技術としてのロボット型インタフェースという観点からの研究を進めている。そしてその中で、母親・子供メタファを提案してきた[7]。

本稿では、まず、ゆかりプロジェクトの「ゆかりプロジェクト」の概要について述べ、ついで今回構築したユビキタスホーム、すなわち筆者らの研究開発環境について、センサや家電機器をネットワーク化してサービスを提供する仕組みの具体的な構成を

紹介する。

2. ユビキタスホームの概要

「ゆかりプロジェクト」では、情報通信研究機構けいはんな情報通信融合研究センターのビル内に「ユビキタスホーム」と名付けた、研究開発環境であり、同時に実証実験用でもある、マンションを模した居住空間を建設した。図 1 にその全体見取り図を示す。図の右半面の部分が主居住エリアであり、リビングルームと書斎、寝室、ダイニング・キッチン、浴室、トイレを完備している。通常の 2LDK マンションと同等の機能および居住性を満たしているため、ここに実際に一世帯の家族が実際に生活することができる。

このレイアウトの中央には NOC と名付けた部屋があり、ここに計算機やデータベースサーバ(これについては後述する)、映像サーバなどが設置されている。NOC の左にはもう一つの居住エリア(和室とリビング)があり、この副居住エリアと主居住エリアとの間で遠隔地に住む家族同士のコミュニケーション等をシュミレーションすることができる。

居住空間のあらゆるところに、ユビキタス関連技術を試すために、ネットワークで相互に接続された家電製品を始めとする各種機器と、同じくこれらとネットワークで相互に接続されたセンサを多数設置している。図 2 にこれら機器とセンサの配置図を示す。センサに関しては、各部屋と玄関、廊下に、カメラやマイク、無線タグシステム、床圧力センサ、人感(焦電)センサなどが取り付けられている。

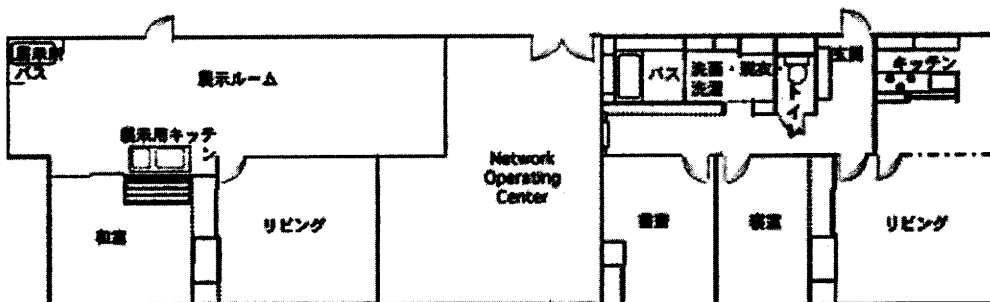


図1 全体見取り図

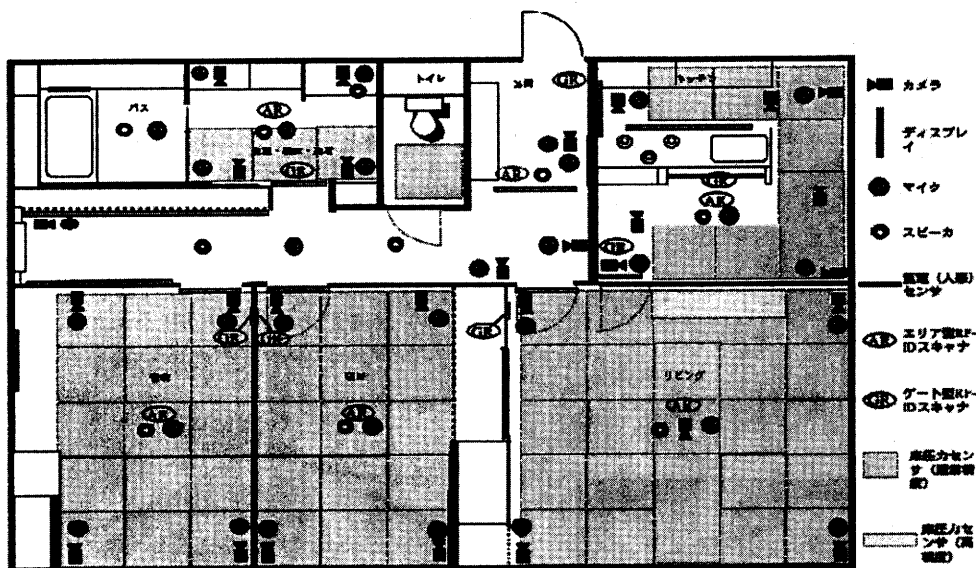


図2 機器配置図

また家電製品などに関しては、まず家のどこに居ても映像メディア情報にアクセスできるよう、さまざまな場所にディスプレイが設置されている。家族が集まってくつろぐ場所であるリビングルームには、50 インチのプラズマ・ディスプレイを2台、寝室から書斎、玄関、廊下には37 インチの液晶ディスプレイが設置されている。これらのディスプレイに表示するコンテンツについては全て NOC 内から自由に制御することができる(もちろん、居住者は自分の意志で自由にテレビ放送などを試聴することができる)。音声メディア情報についても、全ての部屋の天井にスピーカーが設置され、それらは NOC 内から自由に制御することができる。

また NOC から両側の居住エリアの天井裏に向けて入り口があり、そこから天井裏に出入りすることが

できる。天井裏には、NOC から居住エリアの端まで行ってUターンして戻ってくる形でキャットウォーク(歩行用通路)が設けてある(図3 参照)。これにより、センサ類やケーブル類の増設も容易に実施できる。



図3 天井裏のキャットウォーク

「ユビキタスホーム」の実際の室内の一例として、リビングルームの様子を図4に、またカメラ取り付け部分のクローズアップを図5に示す。



図4 リビングルーム

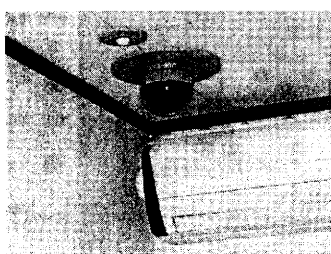


図5 カメラ取り付け部分のクローズアップ

これらのカメラで撮影された映像例を図6と図7に示す。

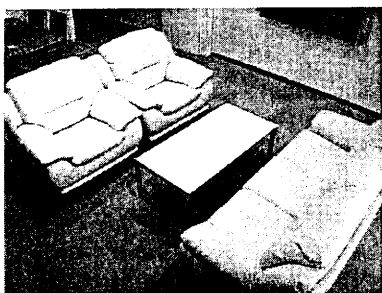


図6 リビングルームの実写映像例



図7 書斎の実写映像例

使用しているカメラはドーム型と呼ばれるものであって、電動雲台と12倍の電動ズームレンズが内蔵されており、NOC内のパソコンからの制御によって、室内を自由な角度から任意の倍率で撮影することができる。なお、図5において、カメラの手前に見えているのが天井埋め込み型のマイクロフォンである。

これらのカメラとマイクは各部屋4台を配置、部屋の四隅の天井に取り付けるパターンを標準として、必要と思われる個所には、より多くの台数を配置している。例えばリビングルームの場合には図3の写真丈夫に見えるように、テーブル直上の位置にもカメラが増設されている。またキッチンには、調理台の様子が重要なので、そのような場所にカメラが取り付けられている。

天井の素材は容易に加工できる材質とし、また区画単位での取り換えが頻繁に起きることを想定した取り付け方法としている。したがって、前述のキャットウォークを利用することで、今後のプロジェクトの進行に合わせて、カメラを始めとする各種機材を簡単に増設することができる。

図8に床圧力センサの実装状態を示す。このセンサは、6cm間隔で接点が埋め込まれており、18cmメッシュの分解能で、センサ上に加えられた圧力を2値パターンとしてリアルタイムで出力することができる。

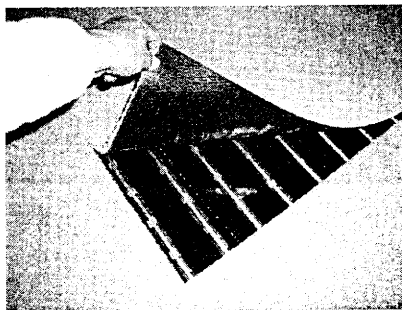


図8 床圧力センサの実装状態

3. 分散環境行動データベース

現時点のユビキタスホームのNOC内には、各種センサ情報を処理するためのパソコンの他、映像蓄積配信サーバと分散環境行動データベースサーバの2種のサーバ、画像処理や音声処理を実行するためのクラスターPCなどが設置されている。

映像蓄積配信サーバは、ユビキタスホーム内に設置されている全てのTVカメラの映像を同時にリアルタイムで蓄積するとともに、録画中にもネットワーク経由で自由に任意の時刻、任意のカメラの映像を再生することが可能となっている。最大同時録画チャンネル数は40であり、全ての映像を30プレー

ム/秒(fps)で記録することが可能である。現在は12TBのハードディスクを利用して、5fpsで全カメラの映像を蓄積させ、2ヶ月を過ぎた記録は上書きしつつ録画を継続するように設定している。先の図5と図6は、この映像蓄積配信サーバから取得されたものである。

分散環境行動データベースは、センサ等によって取得された生のデータはもちろん、生データを処理して得られる、ヒト対ヒト、ヒト対モノ、ヒト対サービスのインタラクション等の情報を階層構造化して蓄積するデータベースである[6]。図6にその概要を示す。分散環境行動データベースはオラクルをベースとして構築され、これらの情報を参照することで、ネットワーク上の各種サービスを実行することができる。そして、これら状況依存型サービスが実行された結果として得られる新たな情報も、再び分散環境行動データベース内に(構造化されつつ)蓄積されていく。

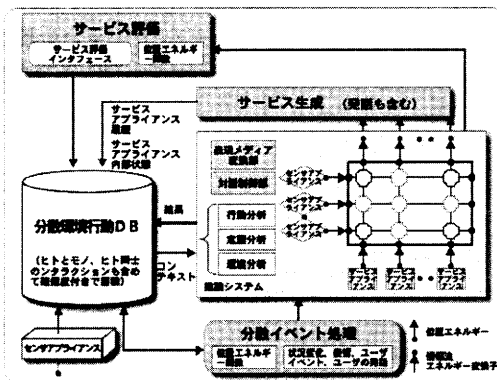


図7 分散環境行動データベースの概要

映像蓄積配信サーバと分散環境行動データベースサーバに記録される情報は、互いにタイムスタンプによって同期が取られているために、それぞれを単独で日時で指定して読み出すことはもちろん、分散環境行動データベースサーバに記録される、センサの情報や状況を記述したメタデータと映像情報を正確に対応付けて参照することも可能となっている。

4. サービス提供

前章までで述べてきたように、ユビキタスホームのような近未来型の住宅においては、テレビや電子レンジといった各種家電機器(以後は、プロジェクト内での呼称に従い、アプライアンスと呼ぶ)や、TVカメラやRFIDタグといった各種のセンサがネットワークで結合され、それらを統合的に管理することで、新しいサービスを実現することができる。こ

のような環境においては、各種センサ情報に基づいて自律的にネットワーク上のアプライアンスを制御する、いわゆるアンコンシャス型ロボットの枠組みを基本として採用することが一般的である。筆者らのプロジェクトでも、アンコンシャス型の自律的動作を基本として採用する。

また、ユーザ毎に異なる好みへの対応や、システム設計者は善かれと考えて実装した機能が、その時のユーザの状況によっては迷惑と感じられる場合なども考えられる。このような問題に柔軟に対応できる普遍的なユーザインタフェースとして、状況依存処理能力を高度化した対話システムが、今後もっと深く研究されなければならないと筆者らは考えている。このようなことから、ゆかりプロジェクトでは、ユーザの目に見えない存在であるアンコンシャス型ロボットシステムと、実体として存在するビジュアル型ロボットとの分散協調によるサービス実現方式の開発を進めている。

5. おわりに

本稿では「ゆかりプロジェクト」の中で構築した、実生活型の実験ハウスである「ユビキタスホーム」について、センサや家電機器をネットワーク化してサービスを提供する仕組みの具体的な構成を紹介した。

今後は、このユビキタスルームを使った実証実験を通じて開発中の各種技術の評価を進めていく予定である。

参考文献

- 1) Kidd, Cory D., Robert J. Orr, Gregory D. Abowd, Christopher G. Atkeson, Irfan A. Essa, Blair MacIntyre, Elizabeth Mynatt, Thad E. Starner and Wendy Newstetter: "The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research" In the Proceedings of the Second International Workshop on Cooperative Buildings - CoBuild'99. Position paper, October 1999
- 2) <http://www.ics.t.u-tokyo.ac.jp/ipa/ipa2001/publication/satomori/rr2.html>
- 3) <http://www.dh.aist.go.jp/>
- 4) 美濃導彦: 「ゆかりプロジェクトの目的と概要--UKARI プロジェクト報告 No.1 --」、情報処理学会第66回全国大会、pp5-5~5-8 (2004)。
- 5) 山崎達也他: 「ゆかりプロジェクトにおける分散協調基盤ミドルウェア--UKARI プロジェクト報告 No.2 --」、情報処理学会第66回全国大会、pp5-9~5-12(2004)。
- 6) 土井美和子: 「分散環境行動DBと場モデルに基づくユビキタスインタフェース設計--UKARIプロジェクト報告 No.3 --」、情報処理学会第66回全国大会、pp5-13~5-16 (2004)。
- 7) 上田博唯: 「ユビキタス生活支援のためのロボットインタフェース--UKARIプロジェクト報告 No.4 --」、情報処理学会第66回全国大会、pp5-17~5-20 (2004)。

センサーネットワーク研究への取り組み

- 日立のセンサネット -

鈴木 敬

(株)日立製作所 中央研究所

〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪 1-280

TEL/FAX: 042-323-1111/042-327-7770, Email: ksuzuki@crl.hitachi.co.jp

あらまし

センサーネットワーク(センサネット)を、ITの進化と捉える。すなわち、実世界・実時間の情報を直接利用したITが我々の考えるセンサネットである。実世界・実時間の情報を直接取り込むための仕掛けは従来から存在している。しかし、その数は制限され、社会の隅々まで浸透する力を持っていなかった。センサネットとして世の中へ浸透していくためにはどこにでも埋め込める小さなデバイス(センサノード)、更に無数のセンサノードから情報を集めるスケラブルでオープン(インターオペラビリティがありマルチ・サービス対応)なネットワークやコンピューティングの仕組みが必要である。

キーワード: センサーネットワーク、センサノード

Research Activities for Sensor Network System

- Hitachi's Vision to Sensor Net -

Kei Suzuki

Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

1-280 Higashi-koigakubo, Kokubunji, Tokyo 185-8601, Japan

TEL/FAX: 042-323-1111/042-327-7770, Email: ksuzuki@crl.hitachi.co.jp

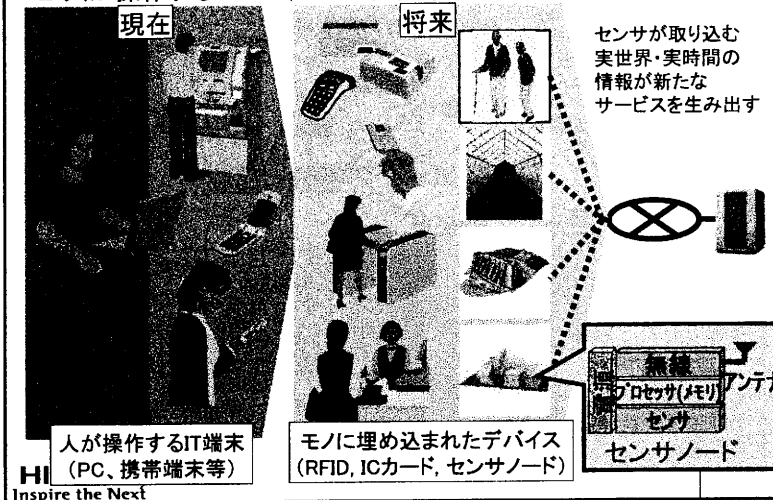
Abstract

Sensor Network(Sensor Net) is evolution of IT network. Sensor Network is able to handle real-world and real-time phenomena. We know many existing devices which can capture real-world phenomena, but the number of these devices are small amount, and they do not have ability to widely spread into the world. Small size devices(Sensor Node), which can be embedded into anywhere, and scalable and open (with interoperability and multi-service) network/computing system, which can manage numerous sensor nodes, are necessary.

Key word: Sensor Network, Sensor node

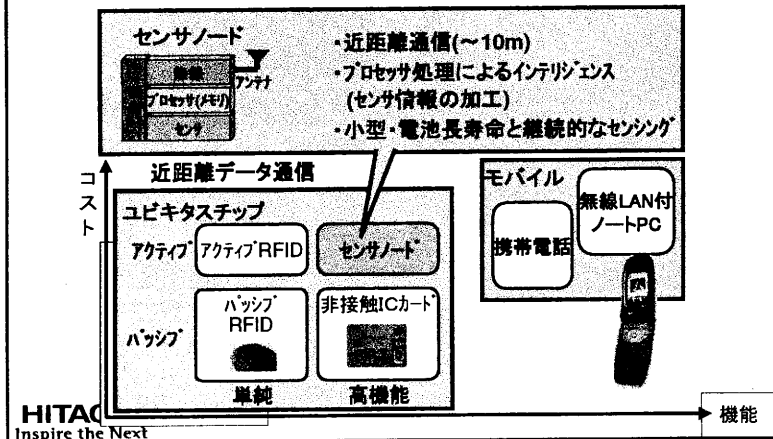
ITの進化: センサネット

- 人が操作するITから、モノが直接情報を発信するITへ

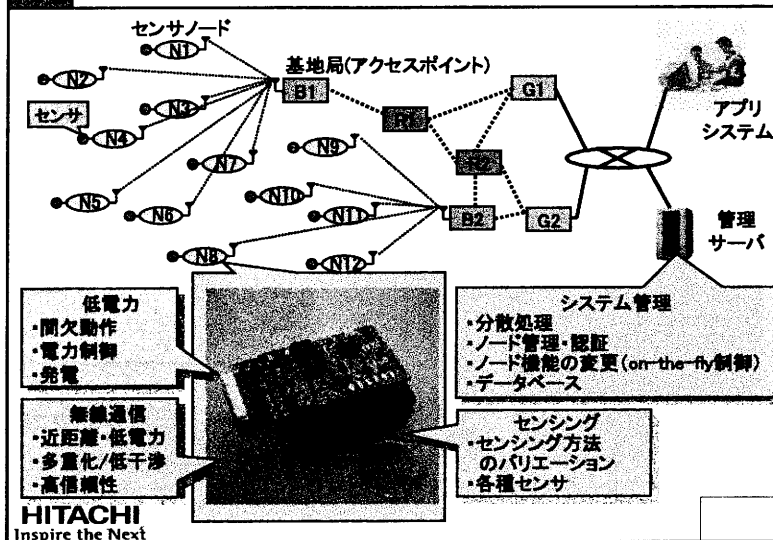


センサノードの位置付け

- 機能を限定・小さく安価にし、広く社会に浸透させる
 - 半導体技術で小型1チップ化(低電力・低コスト・短距離通信)
 - ユビキタス情報社会のキーデバイスの一つになる



センサネットを支える技術



センサネットで広がるサービス

