

環境知能とそれを支えるインフラ技術

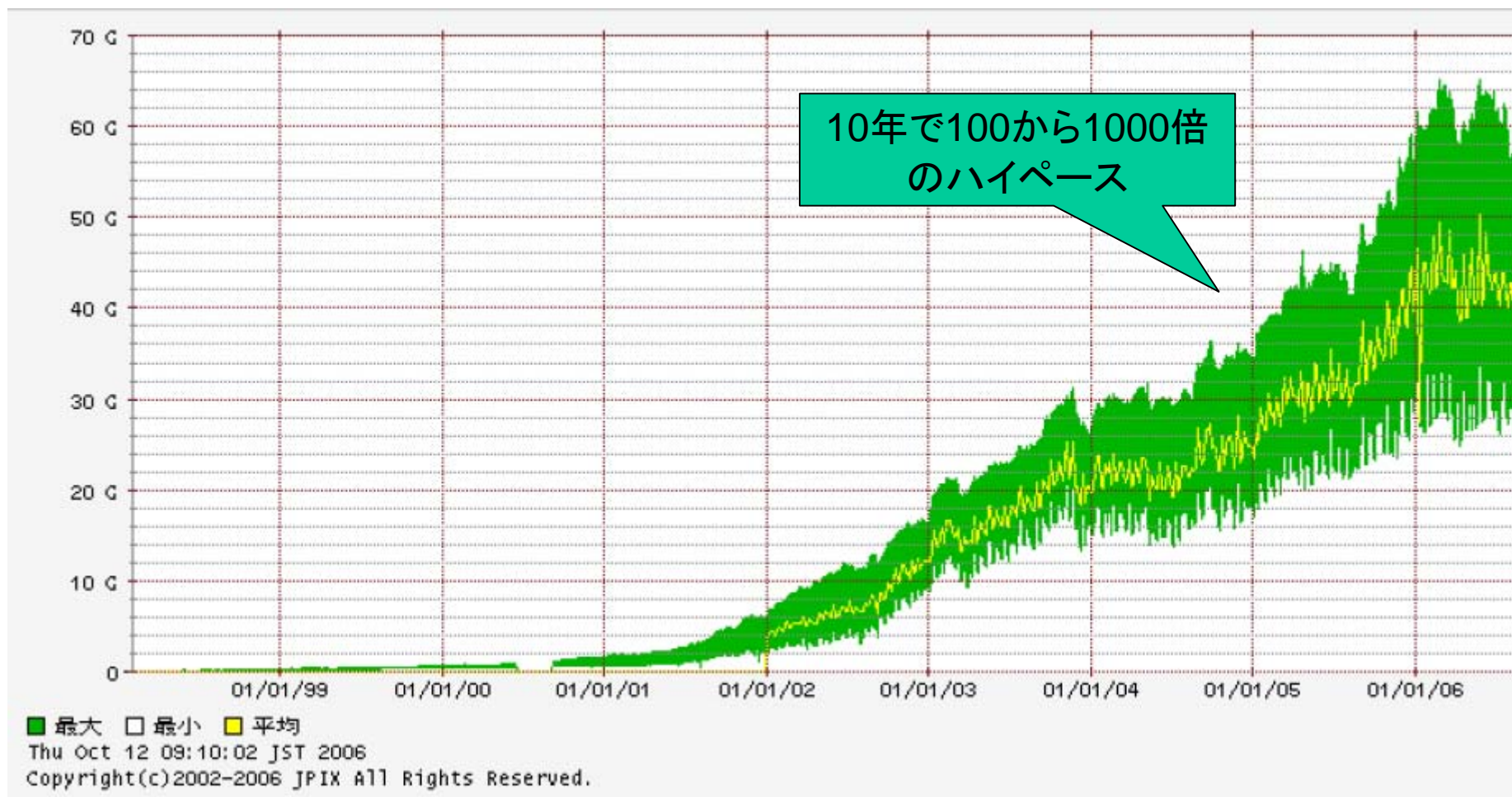
超低消費電力化技術と産業戦略

2006年12月11日

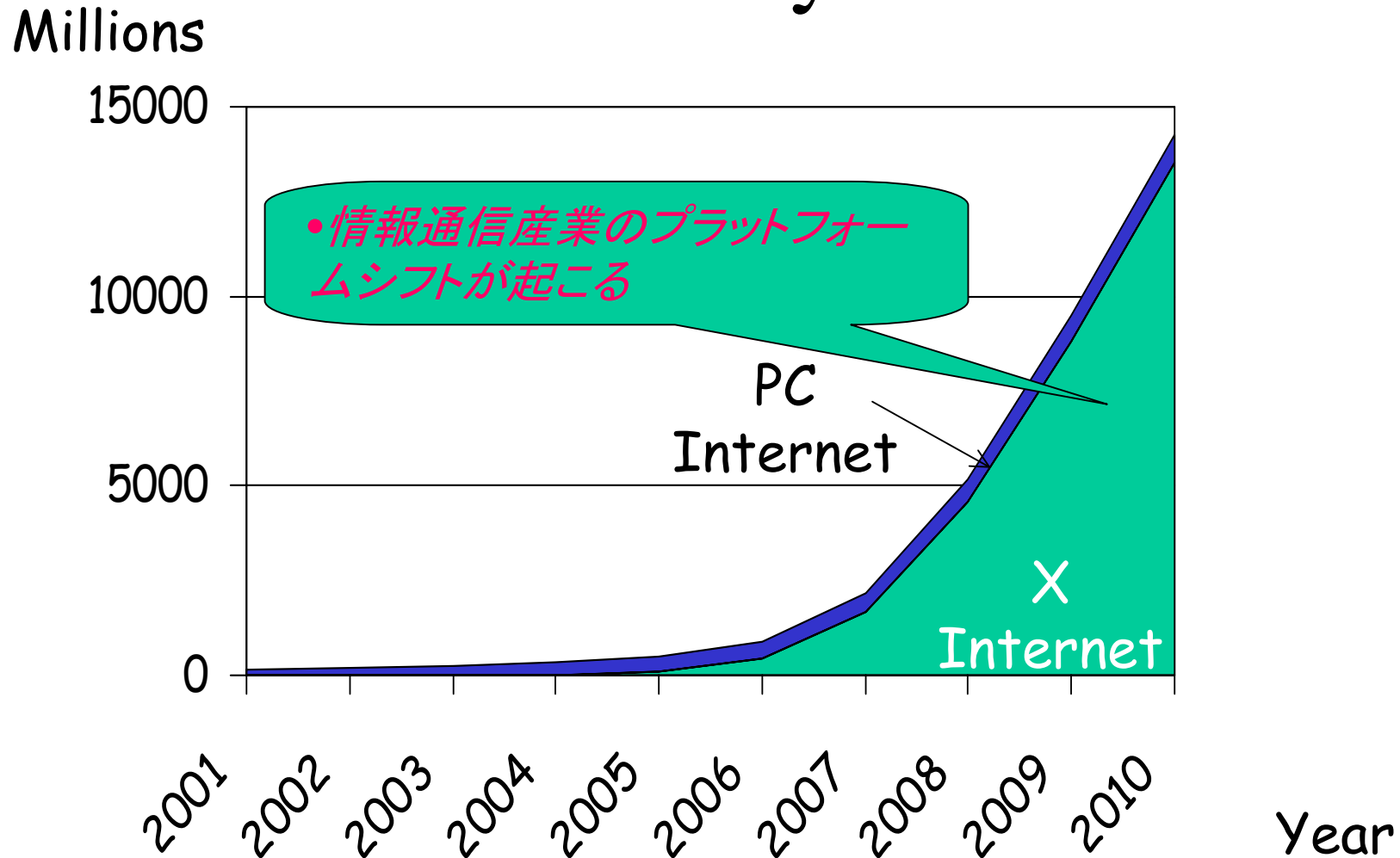
NTT先端技術総合研究所

市川晴久

急増を続けるInternet Backbone Traffic

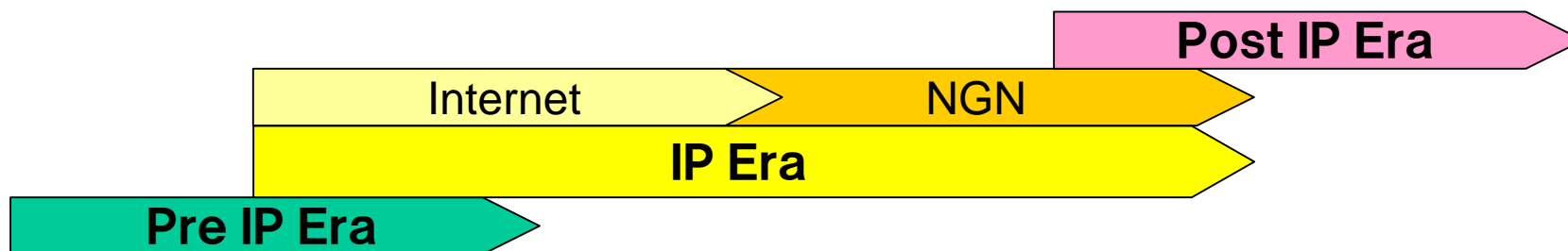
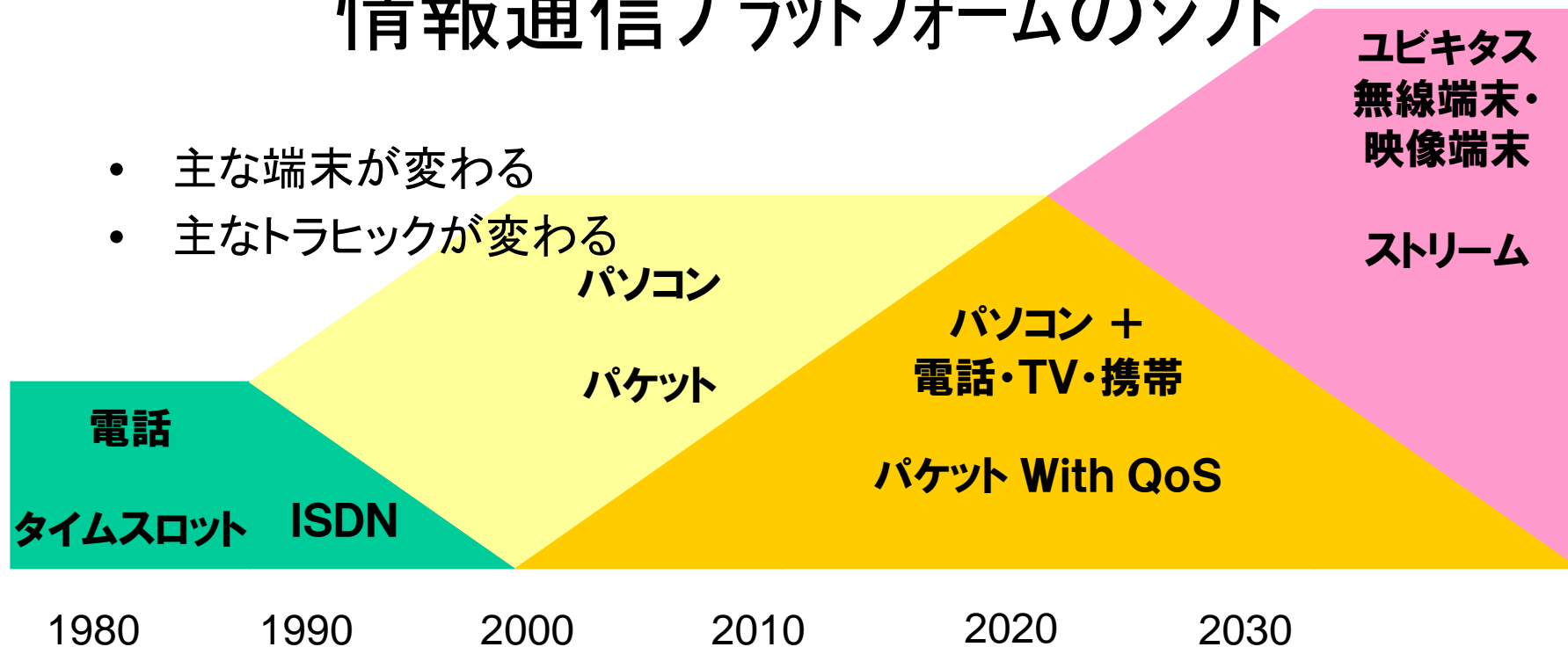


"X-Internet" Beyond the PC



Post IPにつながる 情報通信プラットフォームのシフト

- 主な端末が変わる
- 主なトラフィックが変わる



- ユビキタス時代の「端末」は？
- 産業競争力強化に結びつけるシナリオ
- 超低消費電力化技術の役割
 - ユビキタスシステムのイネーブラ
- キラーアプリを求めて
 - 環境問題解決への貢献を目指す応用

環境知能

—ユビキタス時代の端末—



環境知能への取り組み

人を見守り、つなぐ知性の場の実現に向けて

人を包み込む環境コミュニケーションをめざす

電話で心を伝えた時代から「環境」をつないで心を通わせる時代へ

人間・社会情報学研究
「コミュニケーションの
活性化と安定化」研究

計算科学研究

環境知能

- ・人を知り、学習し、見守り、支える
- ・人間の感性、感覚、思考、判断力を活かす
- ・すべてを記憶し、場を読み、気配りする
- ・外界との賢いバッファとなる
- ・生活にアクセントをつける(驚き、愉しみ、寧らぎ)

- ・空間・時間の壁を越えて触れ合える
- ・孤立しない、IT 閉じこもりしない
- ・IT ぼけ/退化しない
- ・小難しくない
- ・安心して活動できる

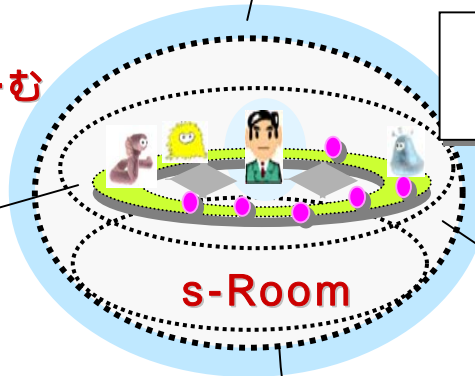


ずっとつきあえる
環境コミュニケーション

環境知能技術の3本柱

- まっしゅるーむ: 『人』と『IT技術』とのインターフェース
- t-Room: 時間・空間を隔てた『人』と『人』とのインターフェース
- s-Room: 『人』と『ユビキタス環境』とのインターフェース

まっしゅるーむ

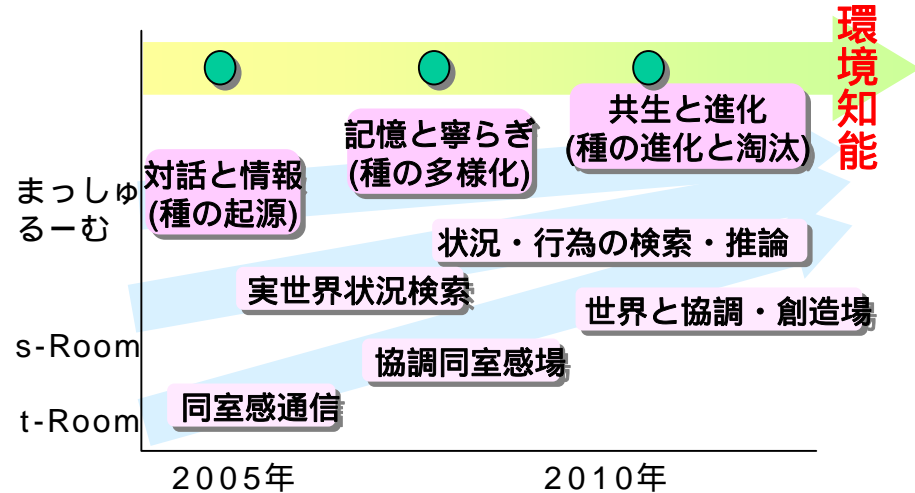


t-Room



s-Room

- ・空間/人(達)/状況をつなぐ
- ・空間/社会とつなぐ



t-Room : 未来茶屋

距離の壁・時間の壁を克服するコミュニケーション空間

距離の克服

物理的に離れた相手と自分の空間を重ね合わせて、表情・間合い・距離感・緊張感等を共有。

時間の克服

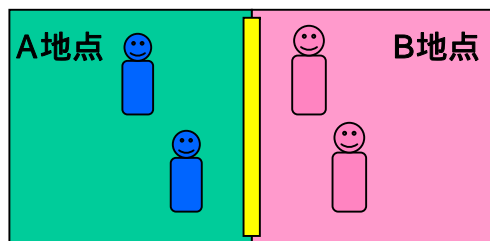
発言や行動を部屋ごと録画再生することにより、過去と現在のコミュニケーションを共有。

ソフト：メディアインタラクション基本環境(ViscuitLand)
ハード：ビルディング・ブロック型共有空間システム(Monolith)
アプリ：コンテンツ協調制作アプリ：Viscuit、MusicResonator

時間や場所の離れた人々と、思いつきや何気ない動作などを共有した自然で創造的なコラボレーション作業の実現。

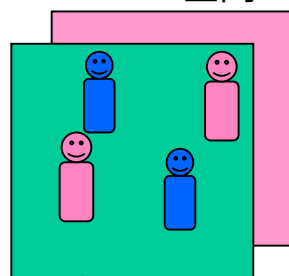
オフィスで：何時でも何処でも情報収集や意志決定が可能
家庭で：離れた家族や時間の合わない家族に団欒できるリビング
学校で：雰囲気伝わり共同作業が可能な遠隔教室

従来のTV会議空間



約5m

t-Room空間



約50cm

空間共有イメージ



環境知能の進捗(s-room)

センサネットワークを前提とした実世界モノ・イベントの検索・推論

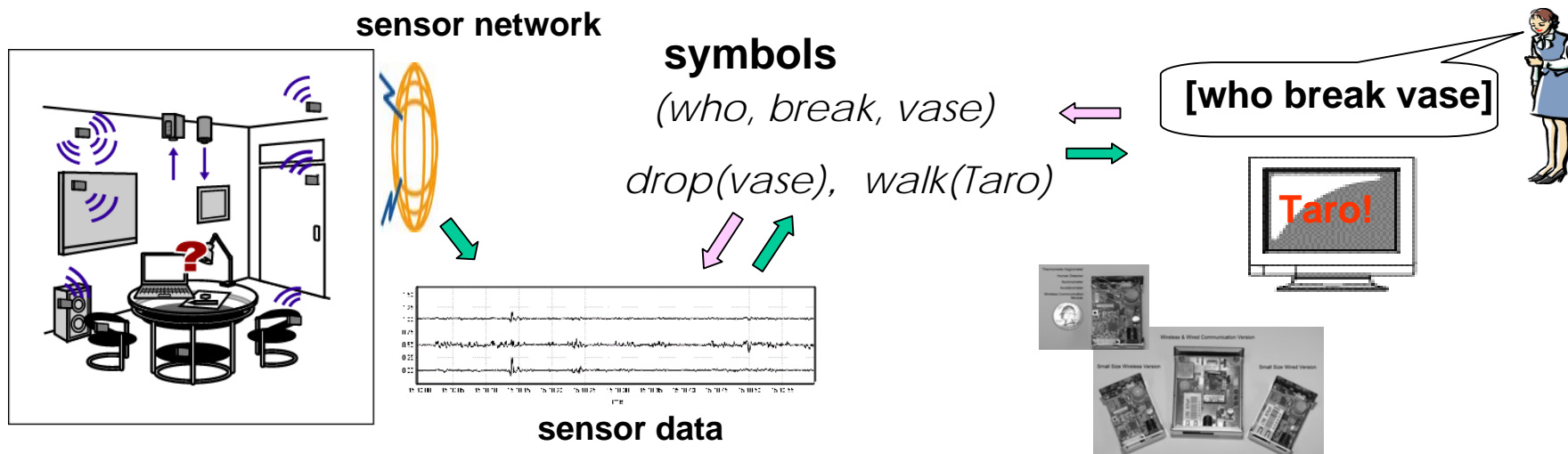
Event Go!

実世界で起こったデキゴトに関する詳細情報を，そのデキゴトに関連する自然言語の単語で検索。

Tag and Think

タグを貼るだけでそれが貼られたモノが何であり，どのような状態にあるのかを推論。

実世界にあるモノや起こったデキゴトを推論し言語化することによって，実世界に存在する膨大なモノ自身や実世界で起こる様々なデキゴトがコンテンツとして利用できるようになる。



環境管理

- 工業化社会における教育・訓練が機能しなくなってきた
 - 「イデオロギーでまとめるととんでもないことが起きる」
- 「多様でいい」⇒新たなリスクが高まりつつある
 - 多文化主義、グローバル化、リバタリアリズムは同じ流れ。ICTがリバタリアリズムを実現可能にしつつある。
- 人やコミュニティが存在する環境を管理する機能
 - 「酒を飲んだら運転しない」⇒「呼気のアルコールを検出したら車が発進しない」



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例

平成16年7月 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

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	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。 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。 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。 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。	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
	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。 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。 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。	状況判断技術、分散協調処理技術、位置情報
大規模施設のオペレーション制御	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。	高速・低電力・長距離無線の技術、無線システムの高信頼化
	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。	データマイニング技術、セキュリティ技術
7. 事務・業務		
自動検針	電気・ガス・水道等の検針データを遠隔から自動入力。	既存メータとの連携
	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。 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。	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
無人受付	無人受付窓口に来訪した人とTV電話で応対し、案内する。(2007)	※センサとTV電話を利用することで既存技術で実現可能
OA環境の構築	携帯デバイスやセンサーにより、社員の一や状況を捕捉。入室管理や勤怠管理を行う。	データ解析システム
	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。	データマイニング技術、セキュリティ管理技術
8. 交通		
交通制御 (渋滞解消、環境改善)	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。	多数のセンサーの低遅延データ収集、高精度同期
	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。	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
事故回避	車両同士が相手の車を認識することにより衝突防止。(2010)	ネットワークの信頼性向上、高速接続性の確保
緊急車両の優先化	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。	セキュリティ(緊急車両信号の増号化・認証)
	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。	車両間アドホックネットワーク
駐車場情報の提供	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)	適当な検出範囲を得るための送信出力制御

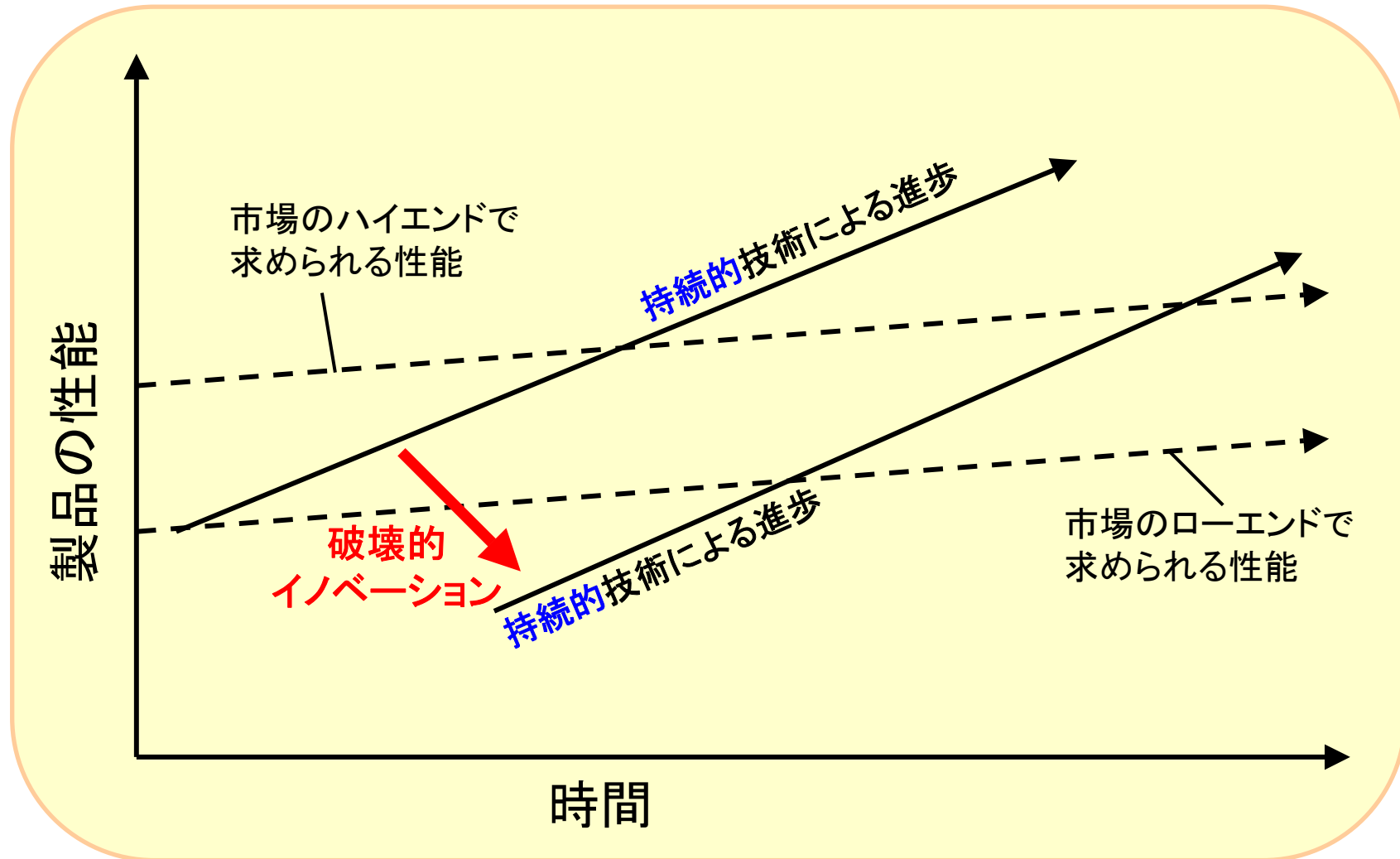
ユビキタスNWのグランドチャレンジ

- 市場はニッチ市場の集合体
 - アプライアンスとNWの無線インタフェース標準化は困難
 - にも関わらず、ニッチ・低価格アプリケーション実現のため、システム構築・オペレーションの低コスト化が必要
- セキュリティ・プライバシー確保が前提
 - インターネットのように、すべての端末間が端末の自由裁量でつながるネットでは、サービス展開が許されない状況が出現している
- 技術進化への対応
 - 低コストで、将来、登場する端末も収容でき、導入済みの機能を向上させることが必要



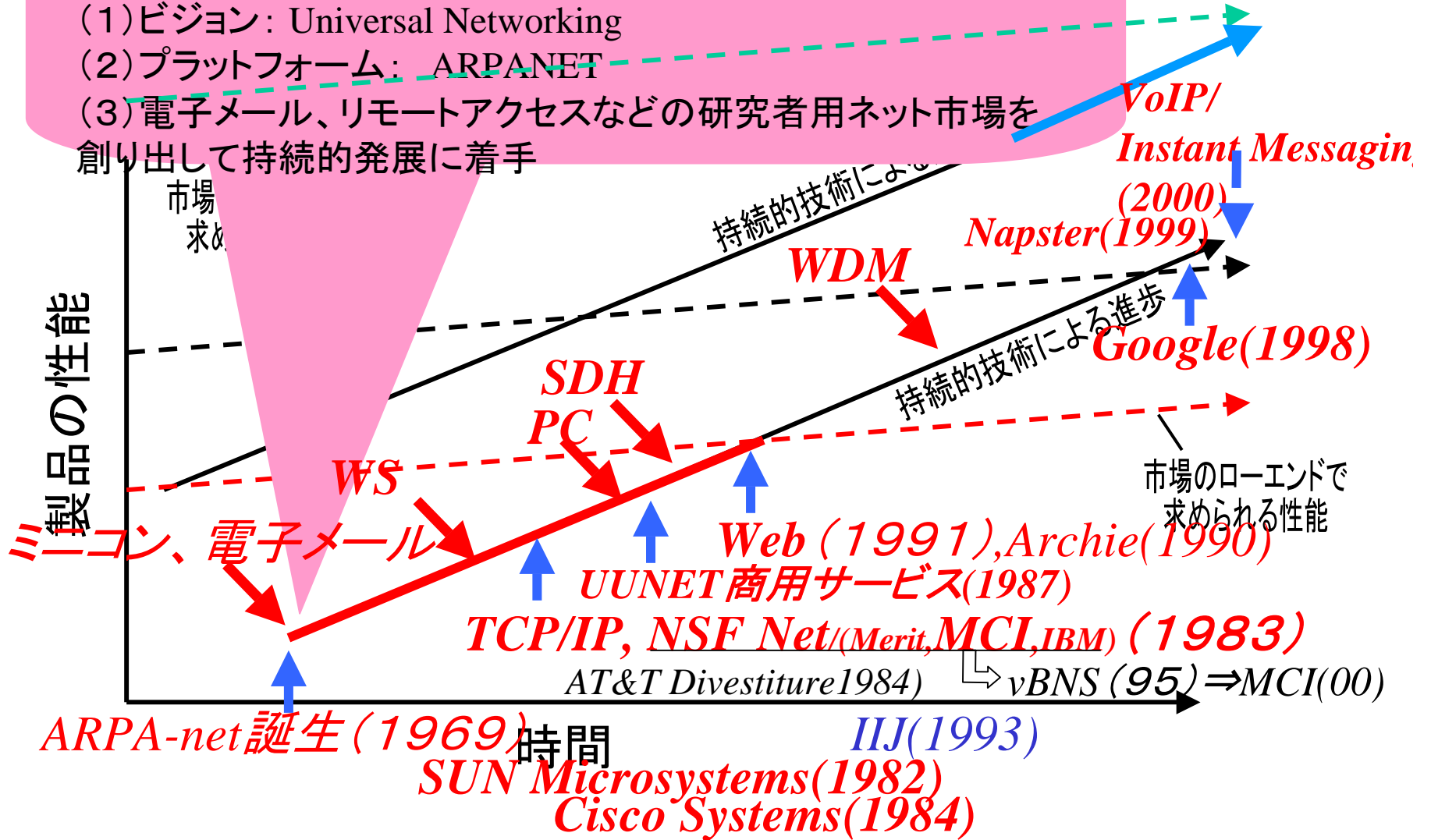
環境知能を支えるネットワークイ ンフラ戦略

持続的イノベーションと 破壊的イノベーションの影響



インターネットにおける破壊的イノベーション

- (0) 背景: ソ連のスプートニクショックから、国防システム SAGE(Semi Automatic Ground Environment)研究の促進要請
- (1) ビジョン: Universal Networking
- (2) プラットフォーム: ARPANET
- (3) 電子メール、リモートアクセスなどの研究者用ネット市場を創り出して持続的発展に着手



破壊的イノベーション発生までの インターネット

- 20年以上にわたる産官学の連携期間に米国のインターネット関連産業は確立した
- 究極のアプリケーション・サービスビジョンは不要
 - アプリケーションは研究者が日々使って技術を磨き進化させるためのものだった
- インターネットを発展させた指導原理はアーキテクチャ設計原則
 - アーキテクチャ設計原則の変更が起きるようならプラットフォームシフトが起きる

Architectural Principles of the Internet

- The goal is connectivity
- The tool is the Internet Protocol
- The intelligence is end to end rather than hidden in the network

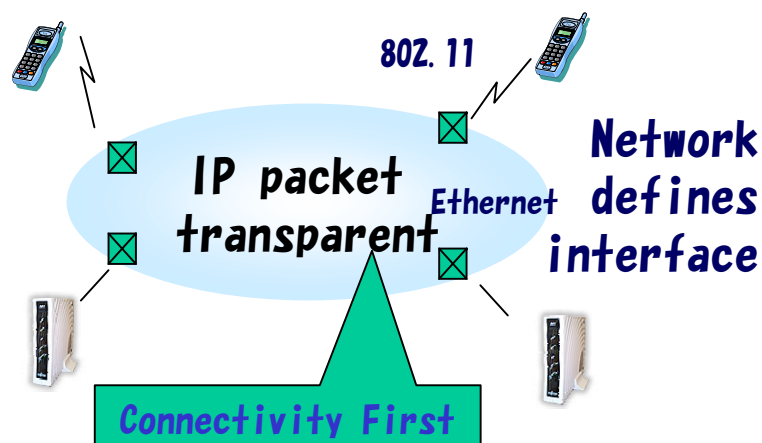
B. Carpenter, Editor: "Architectural Principles of the Internet" Internet Architecture Board, June 1996

ADUN研究開発のコンセプト

ADUN(アドウン): アプライアンス・デファインド ユビキタス ネットワーク

- アプライアンスが持ち込んだインターフェースをネットワークが自動的にサポートするユビキタスネットワーク
 - 従来はNW側が規定したIFのアプライアンスを接続
 - アプライアンスのIFをNWが自動サポートして個別プライベート網構築
 - 伝送対象は、IPパケットから**ストリーム**にシフト
- 指定されたアプライアンスのみをネットワーキング(個人の**Closed網**)
 - Connectivity提供からPrivate Network提供へシフト
 - セキュリティ/プライバシーにクリティカルなデータをユーザコントロール下で収集、処理
- 個人Closed網を信頼できるエージェントが**相互接続**(情報、タグ・センサ、アンテナの共有)

従来ネットワーク



Appliance Defined Ubiquitous Network

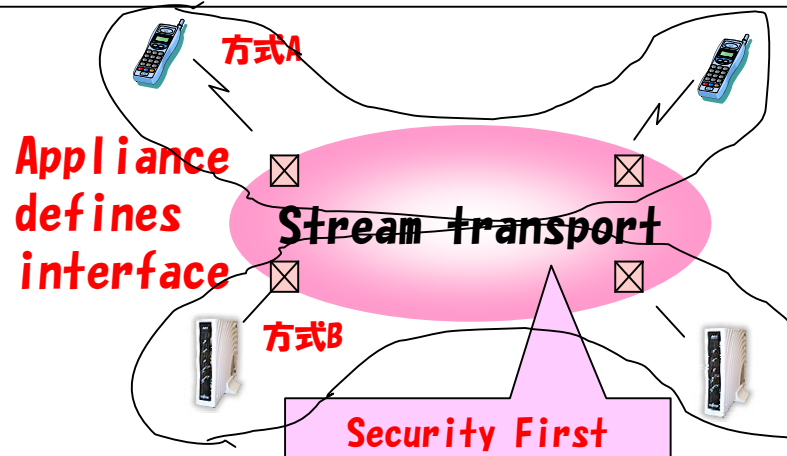
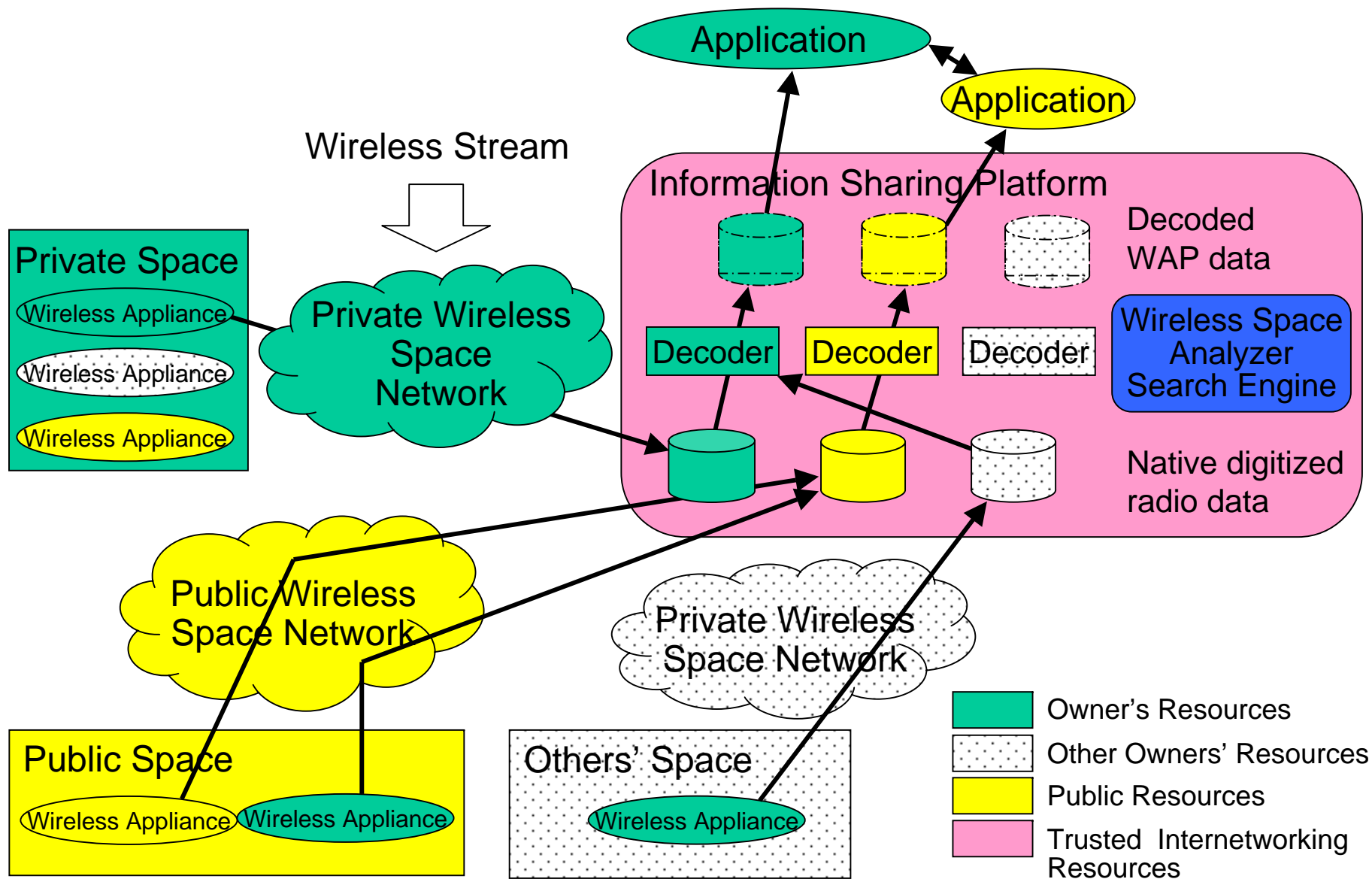
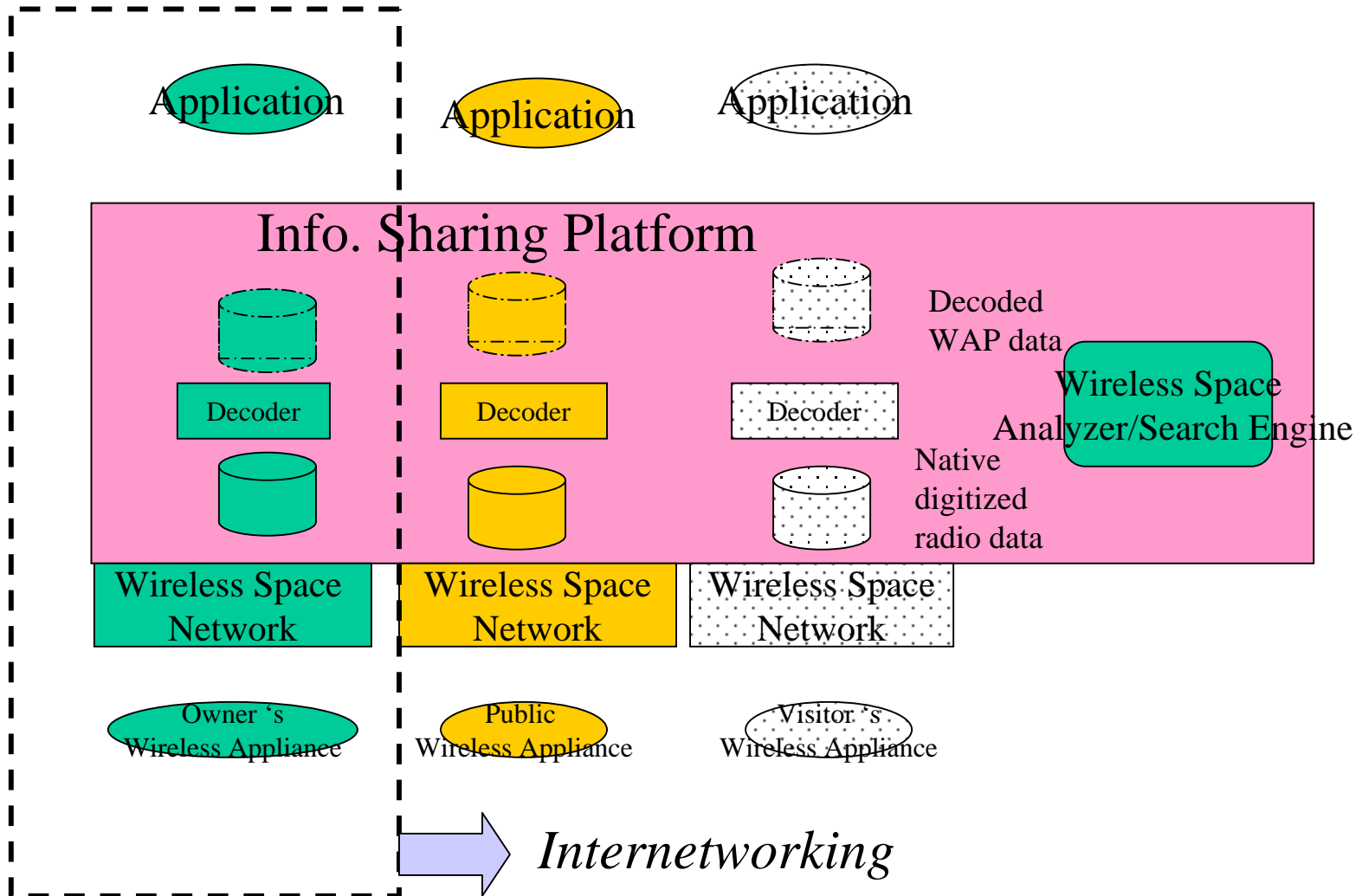


Fig.3 Owner's view of ADUN





Private Wide Area Wireless Application Platform



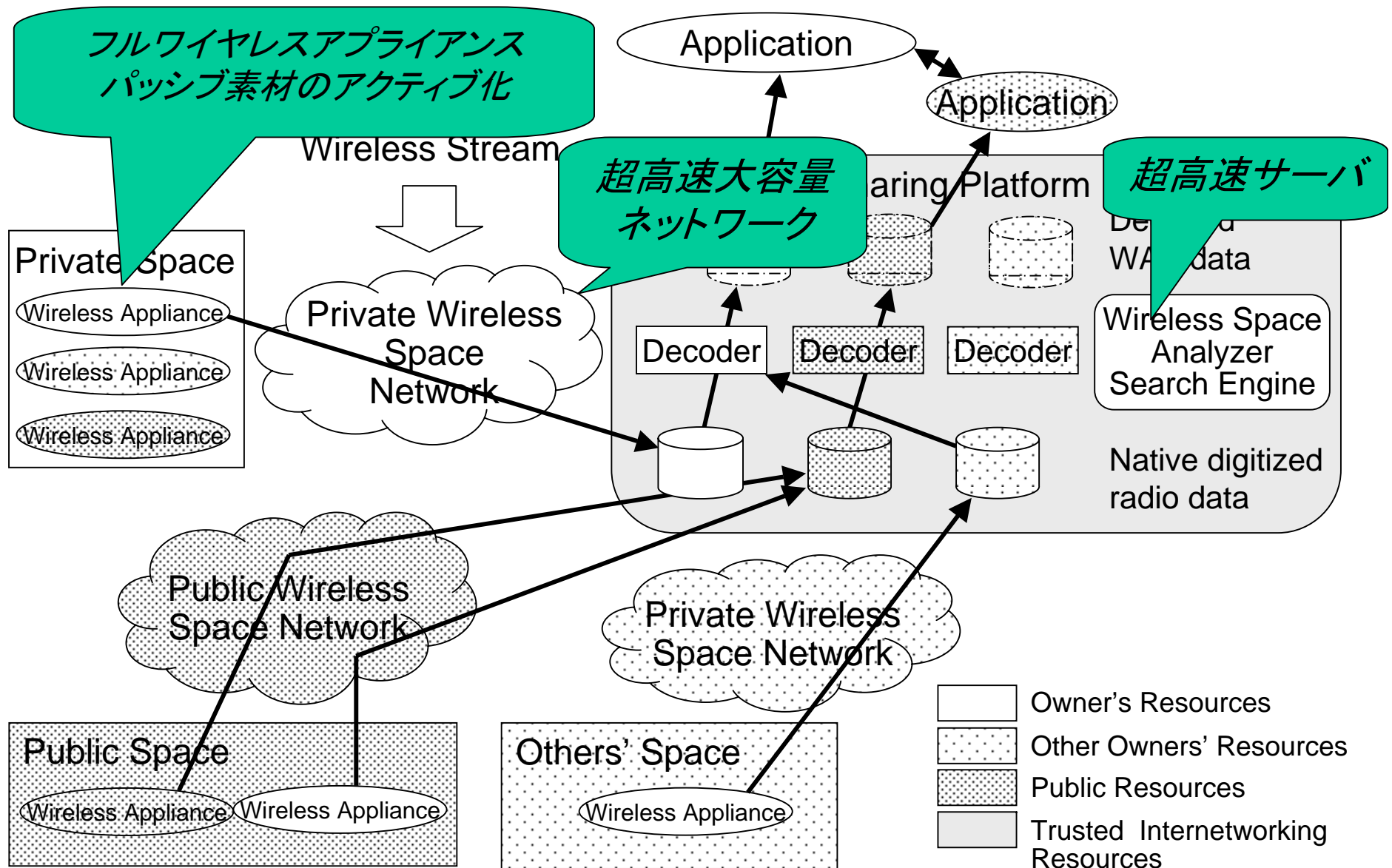


フルワイヤレス・アプリケーション

環境知能を実現するための省 電力化技術

- イネーブラとしての省電力化技術
 - フルワイヤレス・アプリケーション
 - パッシブ素材のアクティブ化デバイスへの置き換え
 - 例)すべてがディスプレイ
 - 超高速大容量ネットワーク
 - 超高速サーバ

イネーブラとしての省電力化技術



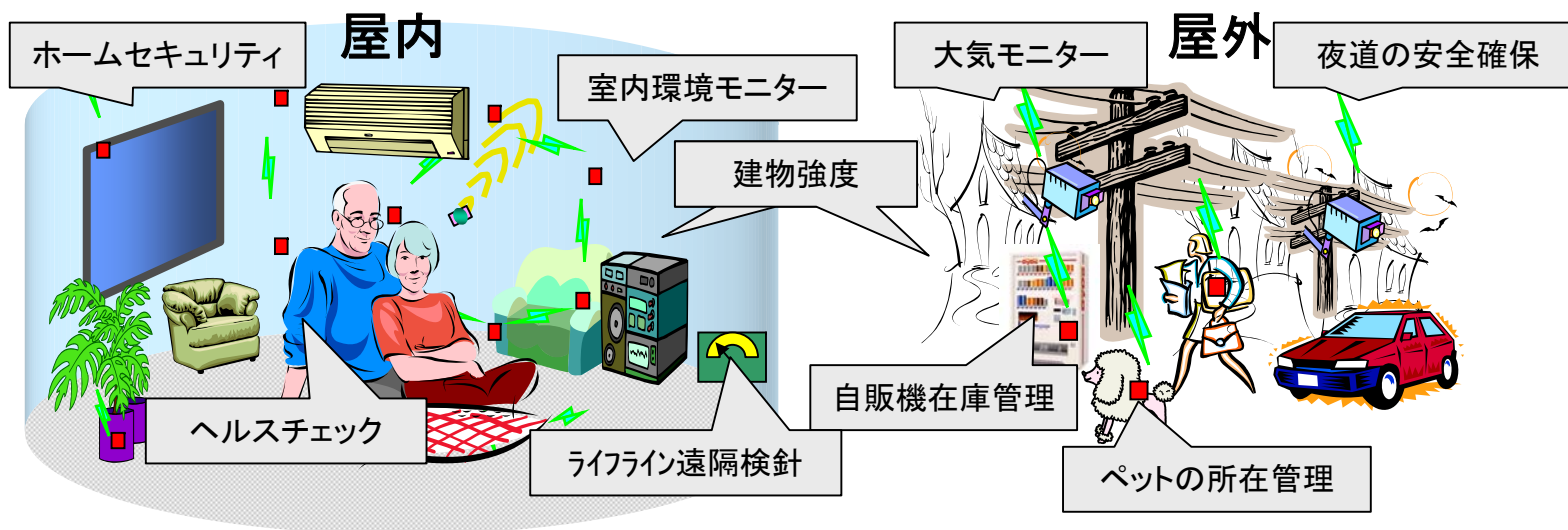


NTT

(例) 生活空間に遍在できるフレキシブル・フルワイヤレス端末

- Ubiquitous Applianceとして、生活空間の中で多様・膨大な情報の収集、見えなくなる、意識しなくても何かをやってくれる存在

• 人口の100倍(例えば家庭内に1000個)のセンサが存在するためには？



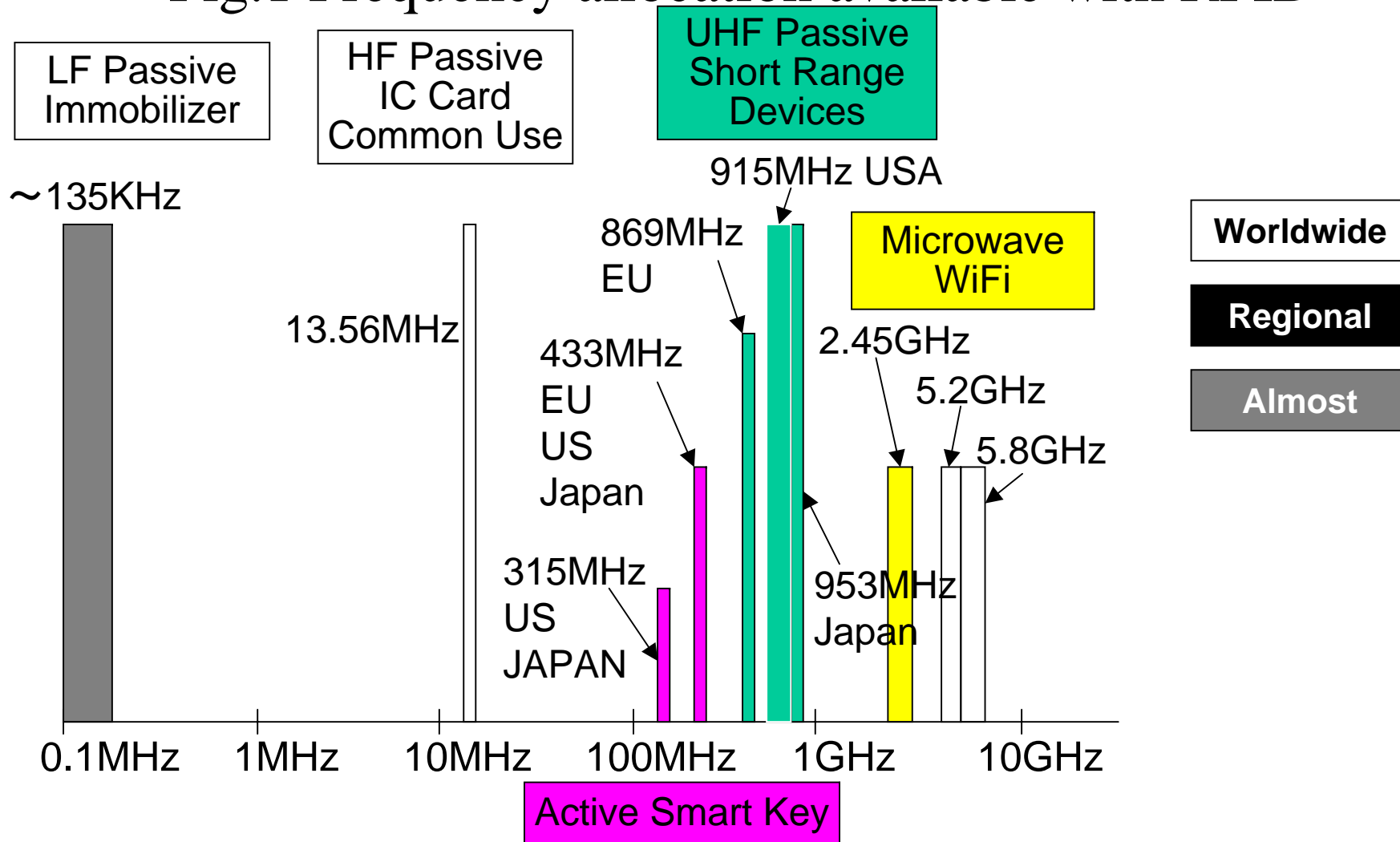
要求

設置しやすい(フレキシブル)、見えにくい(小型)、
メンテ不用(充電、電池交換無し=フルワイヤレス)



3種類のワイヤレスアプライアンス

Fig.1 Frequency allocation available with RFID



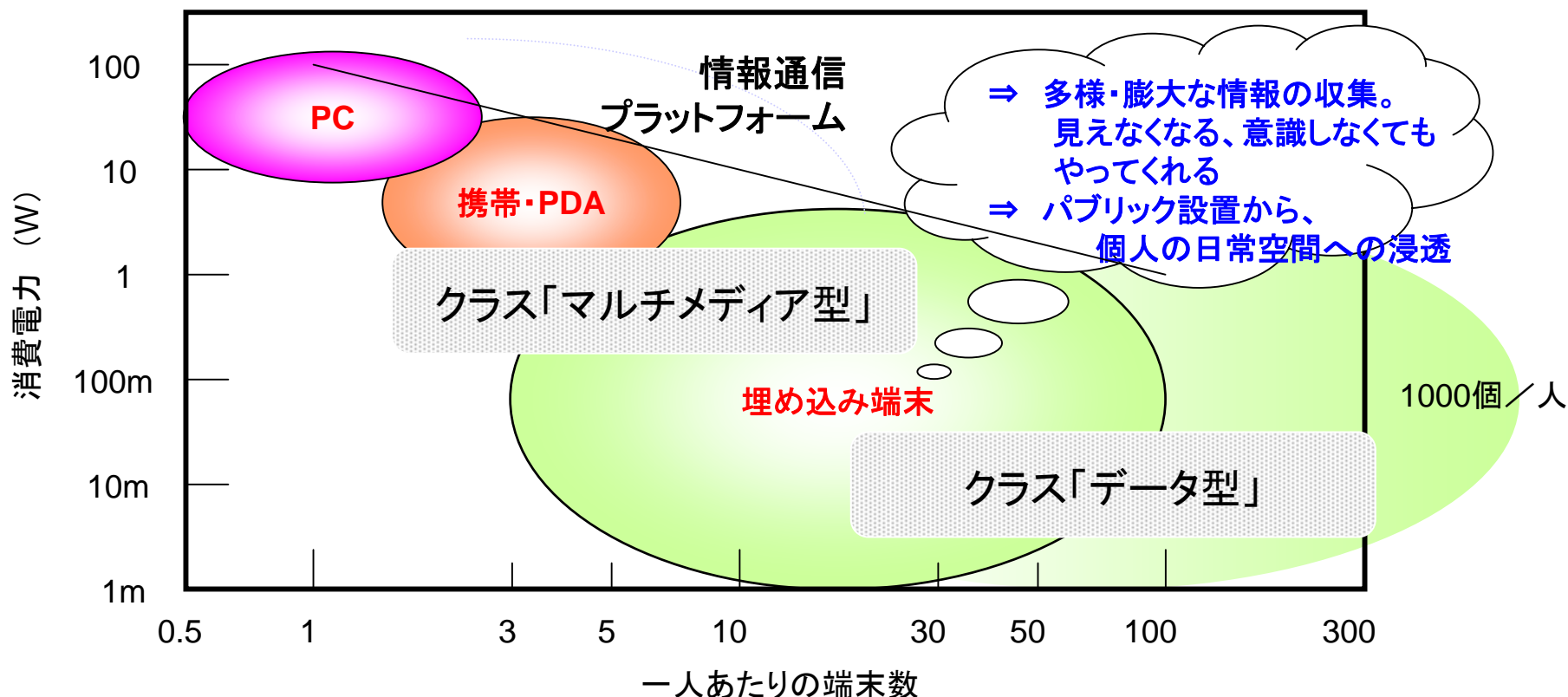
**NTT**

ワイヤレスアプライアンスの2つのクラス (具体例)

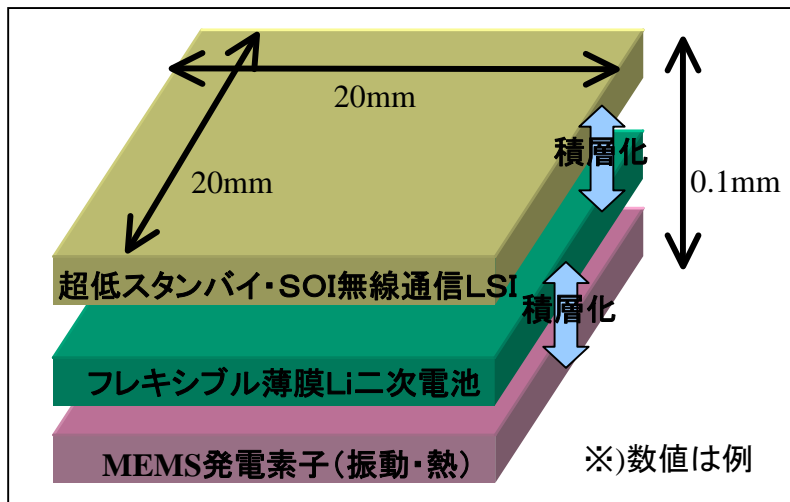
クラス	データ型 (Sルームデモの最初の2つの例)	マルチメディア型 (Sルームデモの最後の例)
用途例	実物品検索、健康管理等	監視カメラ等
扱う情報	各種データ	データ、動画像、音声等 (マルチメディア)
グローバル性	室内～屋外	建物内(空港、ホテル等)
電池寿命	一年以上(理想は∞)	商用電源との組み合わせ有り
所要通信速度	低速 (300～400MHz帯利用?)	高速 (2.5GHz帯利用?)
技術 チャレンジ	形態として埋め込み、貼り付けタイプで膨大な数の端末(センサ) ↓ 薄少、端末としての省電力	左記に加えて システムレベルでの省電力の 余地大

端末・アプライアンスのトレンド

- 端末のNW化と端末数の桁違いな増加
- 技術の革新は埋め込みデバイス応用の環境知能端末へ
 - PC、携帯はコモディティ化が加速。低コスト、高性能化を追求 (Intel vs PowerPC)
 - 埋め込み端末は未だ未開の地 ⇒ ターゲットとしての2つのクラス



(例)フレキシブル・フルワイヤレス端末技術

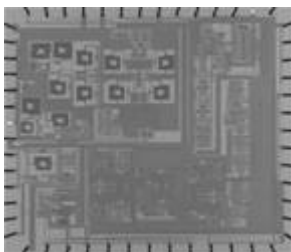


- ・超低電力RF-LSI、MEMS発電素子+薄膜電池の融合による自然エネルギー活用型電源技術の融合→どのような環境でも使える

- ・小型(数cm角)・フレキシブル(0.1mm厚)、10年超の電池寿命を目指す

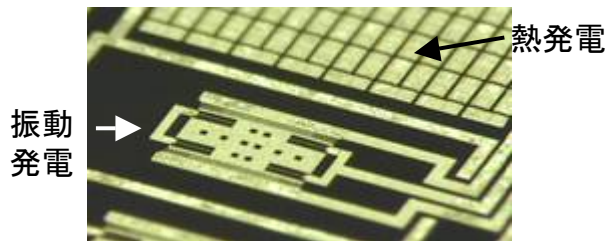
ナノリーク超低消費電力RF-LSI技術

- ・マルチ閾値型RF回路技術によりナノアンペアレベルのリーク電流を実現
- ・低消費電力間欠動作制御回路により、RFLSIの平均電力を2桁以上低減



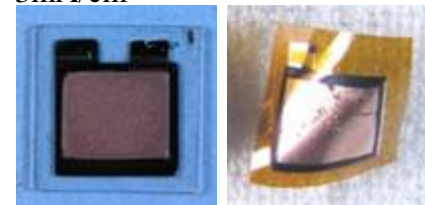
高効率MEMS発電技術

- ・MEMS技術による日常生活空間(100 Hz程度)での振動発電の可能性
- ・振動センサ、温度センサの集積化によるセンサ機能の搭載



フレキシブル薄膜リチウム2次電池技術

- ・固体電解質使用により、ラミネート封入不要で、超薄型・小型化が可能
- ・厚さ約 $10\mu\text{m}$ (基板含まず)、エネルギー密度 $1\text{mWh}/\text{cm}^2$ 、放電電流密度 $3\text{mA}/\text{cm}^2$



まとめ

- ユビキタスネットワークがポストIPにつながるシナリオ
- これをドライブする「端末」としての環境知能
- ULPへの期待