

超小型チップネットワーク技術 の研究開発

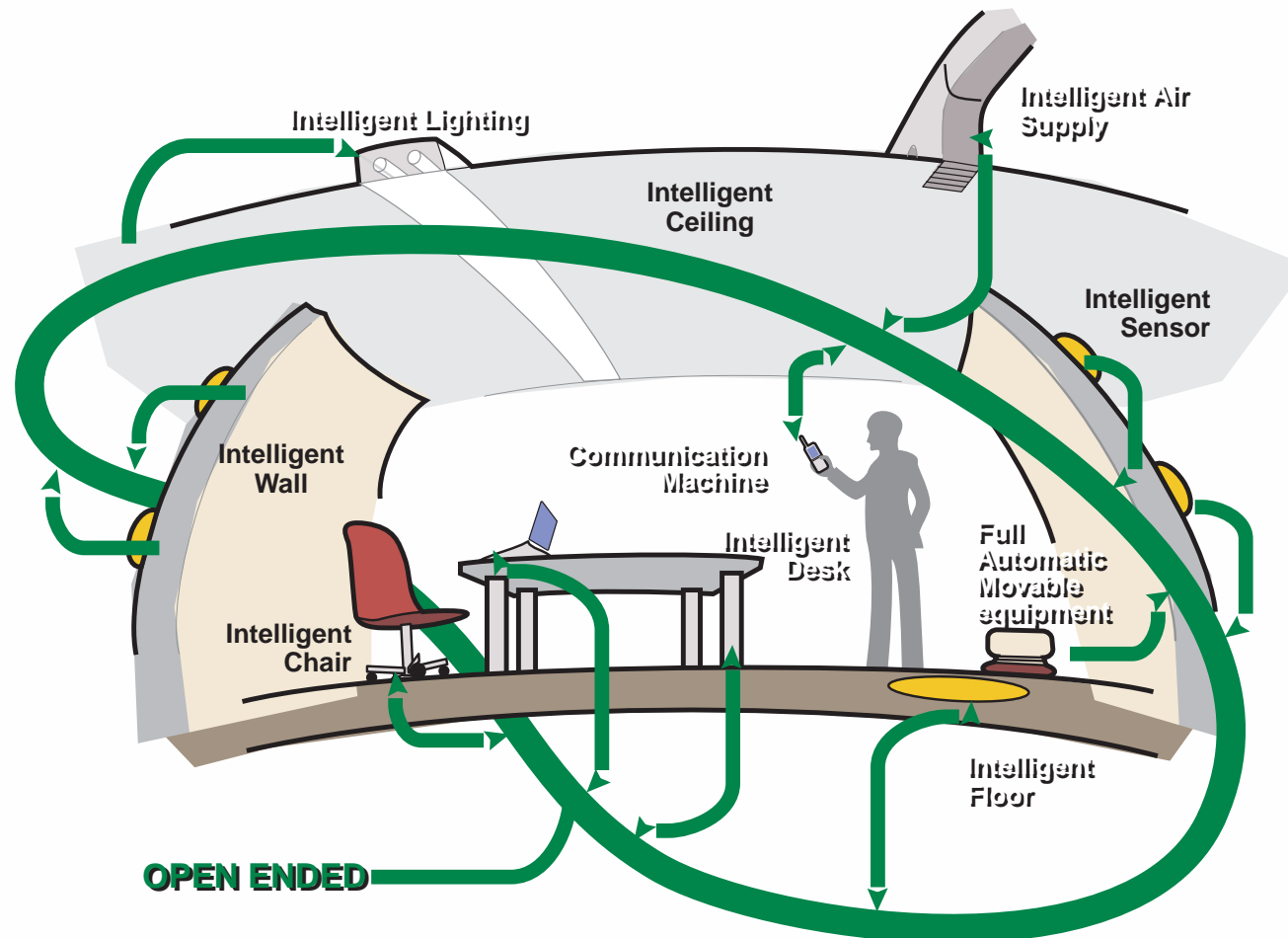
YRPユビキタスネットワーク研究所

小林 真輔

研究課題

本課題内容

1. アクティブ型超小型ノードの研究開発
2. 大量ノード管理技術の研究開発



アクティブ型超小型ノードの成果目標(1)

超多重通信性

- 1セルあたり1000多重程度を実現

高精度位置検出

- 基地局からの測定誤差30cm以内

超低消費電力通信

- 3nW/bps

無線伝送距離

- 10m程度

伝送帯域

- 10Mbps(最大値)

アクティブ型超小型ノードの成果目標(2)

超低消費電力チップ

- ボタン電池で3年寿命(平均消費電力10 μ W)

超小型

- アンテナ + LSI部 → 1cm角程度

携帯型端末による基地局の実現

その他

- 基地局、管理サーバも実現し、連携

大量ノード管理技術の成果目標(1)

100億個ものチップが日本中にばらまかれた
 ユビキタス環境における問題

- 100億 = 100個 × 1億人

“これを、どうやって管理するか?”

大量ノード管理技術の成果目標(2)

管理情報の記述体系の確立

(システム体系と運用体系の双方を含む)

1. 大量ノードのidentifier systemの確立
2. 管理情報の標準データ形式の確立

管理のためのディレクトリサービスシステム

- 分散システム
- ディレクトリ検索の高応答性(1秒以内)
- セキュアなディレクトリサービス

研究スケジュール(1)

平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度
--------	--------	--------	--------	--------

1. 低電力指向の超小型チップ無線ネットワーク

1R: 設計→試作→評価

2. 高精度位置検出

1R: 設計→試作→評価
(通信部分のみ)

2R: 設計→試作→評価
(含インフラ側)



3. 超小型プラットフォーム

試作 2×2cm	試作 1.5×1.5cm	試作 1.0×1.0cm	実証実験、実用化テスト、 管理システム側との統合
-------------	-----------------	-----------------	-----------------------------

研究スケジュール(2)

平成15年度

平成16年度

平成17年度

平成18年度

平成19年度

1. 識別子体系、情報記述体系

設計 → 仕様確定

2. ディレクトリサービスシステム

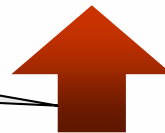
1R: 設計 → 試作 → 評価

2R: 設計 → 試作 → 評価

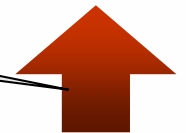
3R: 設計 → 試作 → 評価

効率的検索方法
自動管理手法
実世界情報の利用

セキュリティ機能の導入



セキュリティ機能の導入



3. ディレクトリサービスシステムのセキュア化

1R: 方式検討 → 設計 → 実装 → 評価 / 2R: 設計 → 実装 → 評価

アクティブ型超小型ノード

アクティブ型超小型ノードの研究開発

超小型ノードプラットフォームの開発 (P12)

- 小型化、省電力化
- eTRONによる暗号認証通信

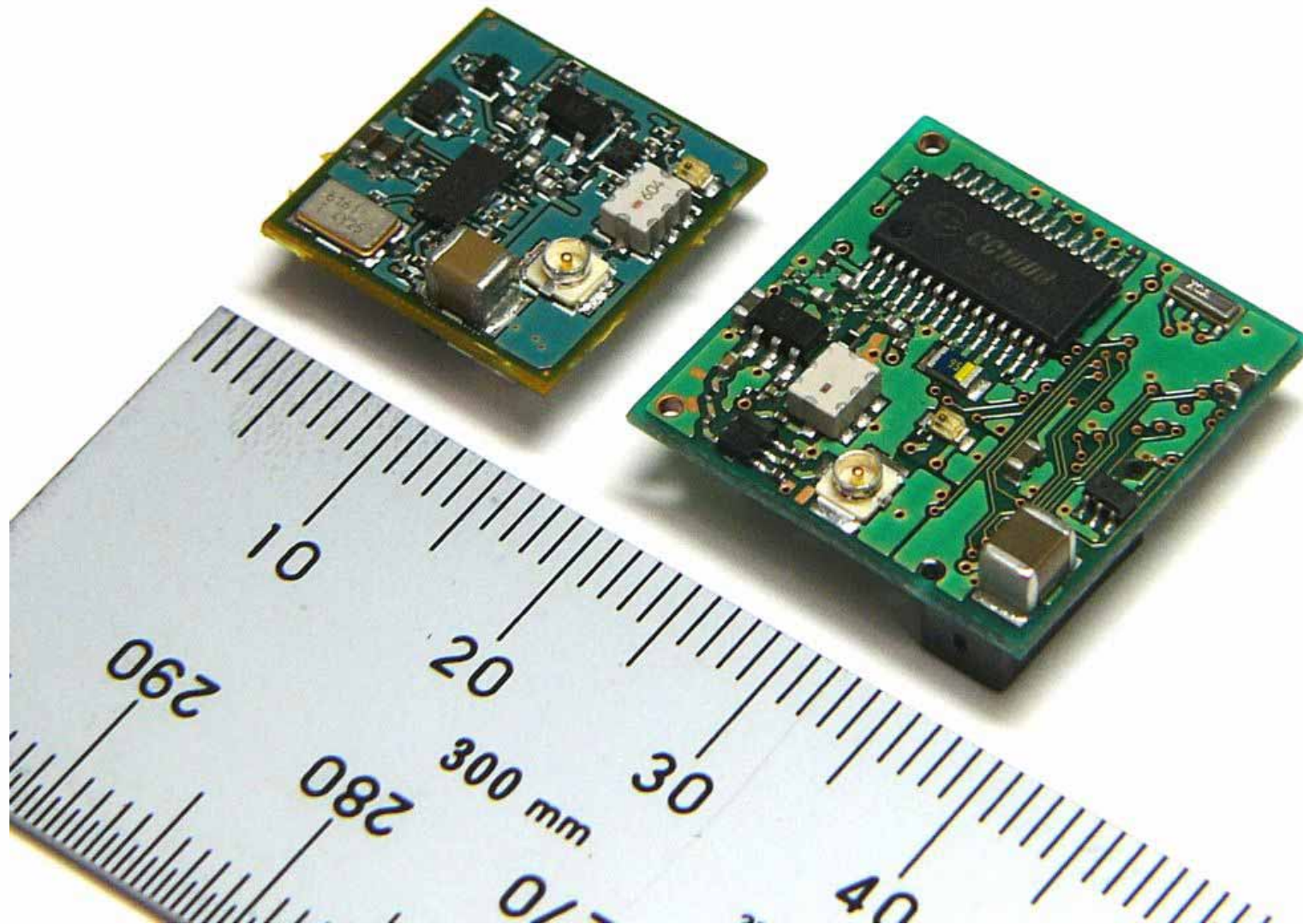
広帯域無線通信 (UWB) の研究開発

- 広帯域無線通信の要素回路を用いた実験
- 測位方式アルゴリズム

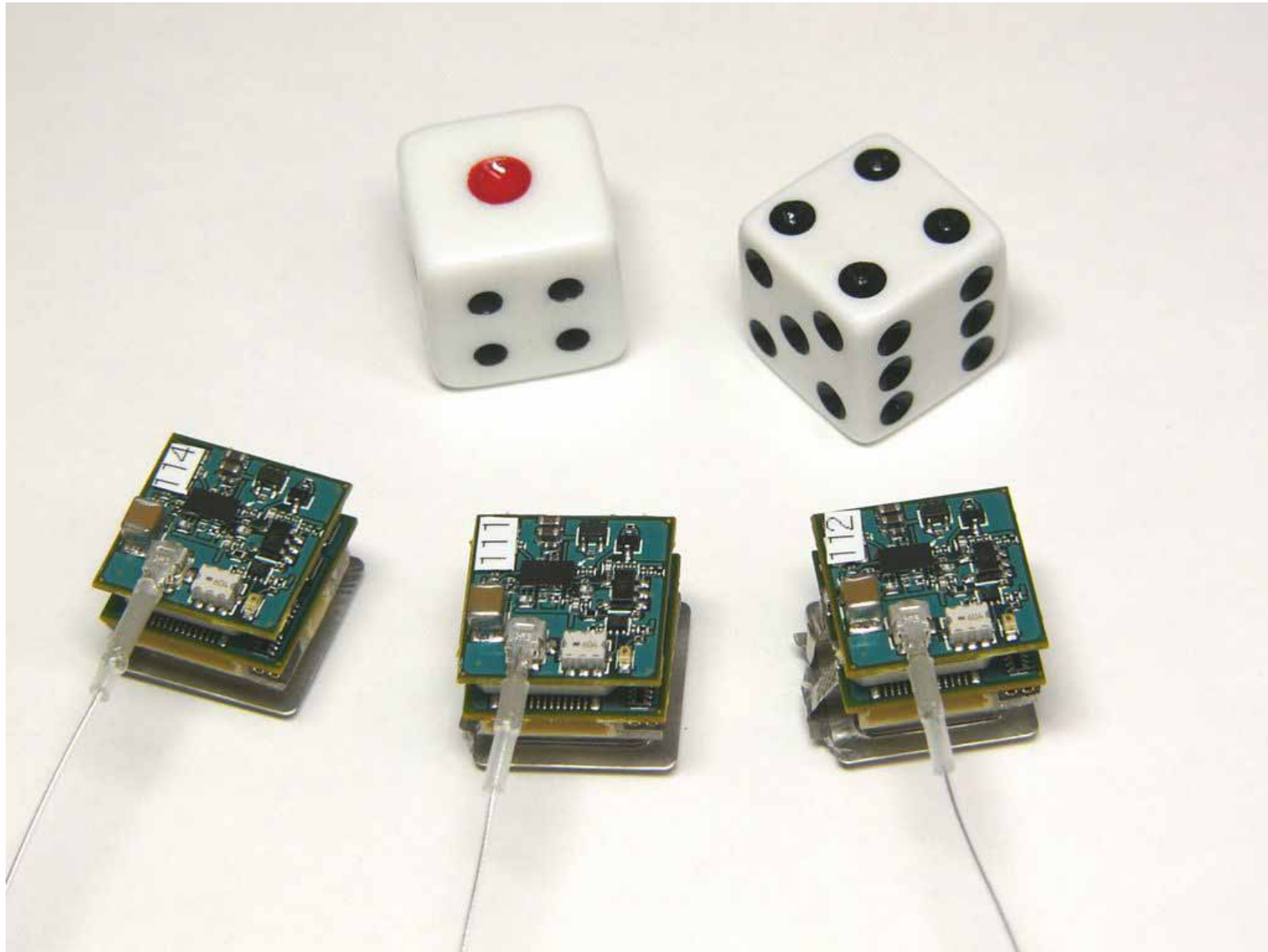
移動体基地局

- P11用の基地局を開発

P12型アクティブチップ「Dice」(1)



P12型アクティブチップ「Dice」(2)



P12型チップ仕様

大きさ構成	寸法	15mm×15mm×15mm以下(アンテナ突起部分を除く)
	マイコン	ルネサステクノロジ社 H8S SLPマイコン (HD64F2218)
	無線トランシーバ	Chipcon社 無線トランシーバ(CC1000)
	インタフェース	外部センサ接続用ポート
通信仕様	通信方式	無線による半二重通信
	周波数帯	300MHz帯微弱無線通信
	通信距離	基地局との見通し距離10m以上
	転送速度	19.2kbps以上
	衝突防止	1000多重以上
	位置検出	基地局セル範囲での荒い位置検出
電源	リチウムイオン電池または太陽電池	
消費電力仕様	5分に1度の通信で2.3年動作可能 (150mAh電池使用時)	

P12型チップの主な仕様

超小型アクティブノード P11からみたP12の改善点

CSP (Chip Scale Package) による小型化

- P11で行っていたマイコン部だけのCSP化だけではなく、RF回路のCSP化を行うことで小型化を実現

マイコン部のメモリサイズ

- P11: ROM 32k, RAM 1k → P12: ROM 128k, RAM 12k

消費電力を約52%削減

- スタンバイ時のマイコンクロックを停止して低消費電力を実現
- P11: 平均 47.1 μ W P12: 平均 22.8 μ W

広帯域無線通信システム

原理実験機の試作と通信方式の検証

- 原理実験機を用いた実験の結果、シミュレーションと同様の結果

要素回路に関してはテスト用のLSIを試作

- 今年度のP21アクティブノード用回路のための基礎検証を実施
- 提案する方式での通信レート10Mbpsにて30mWでの通信を達成



受信機

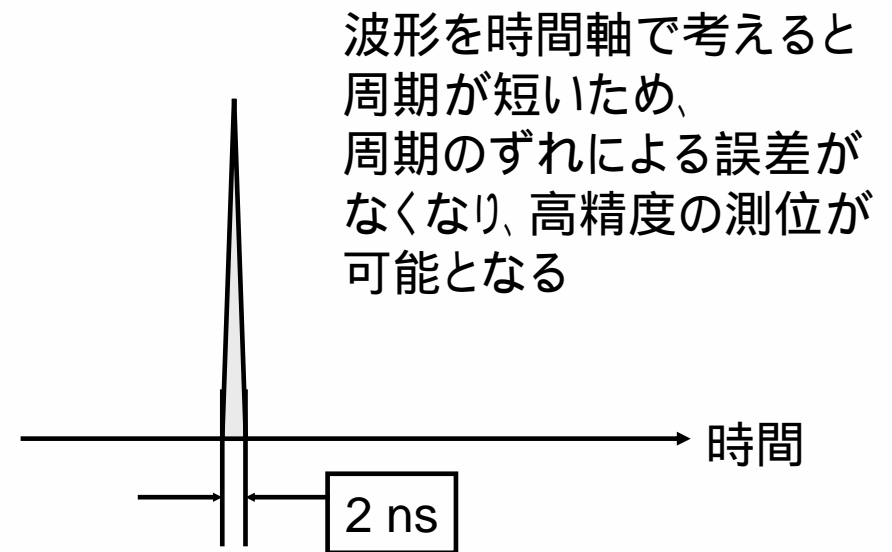
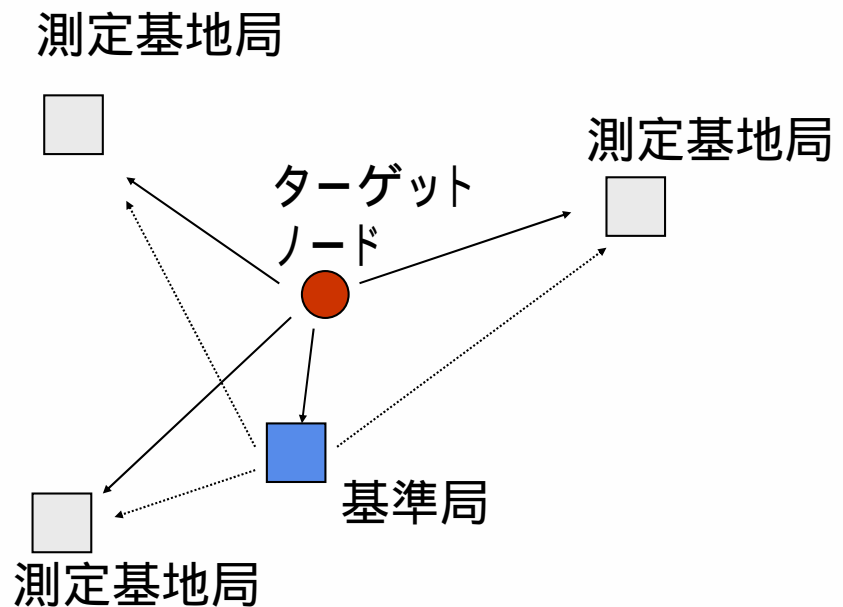


送信機

高精度位置検出システム

UWBを用いた測位システム

- TDOA (Time Difference of Arrival) による高精度測位
- パルスを用いるため、誤差30cmの精度で測定可能

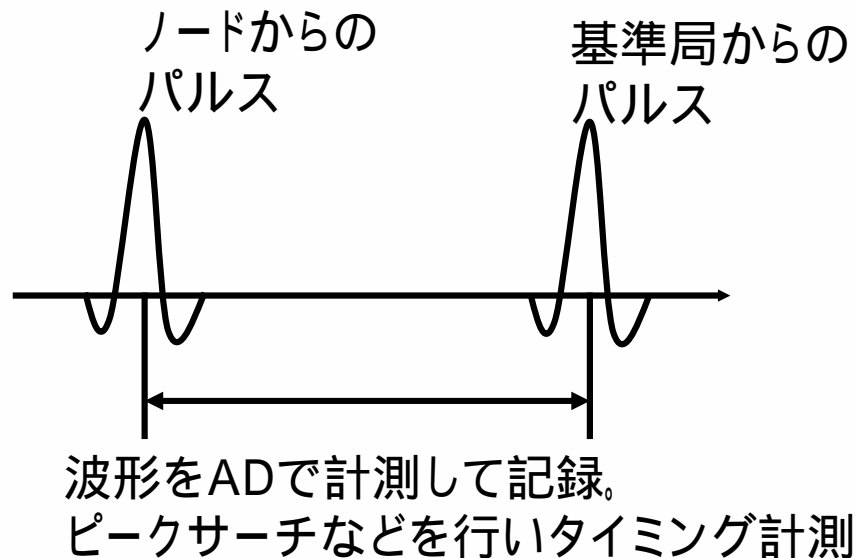


受信測位方式

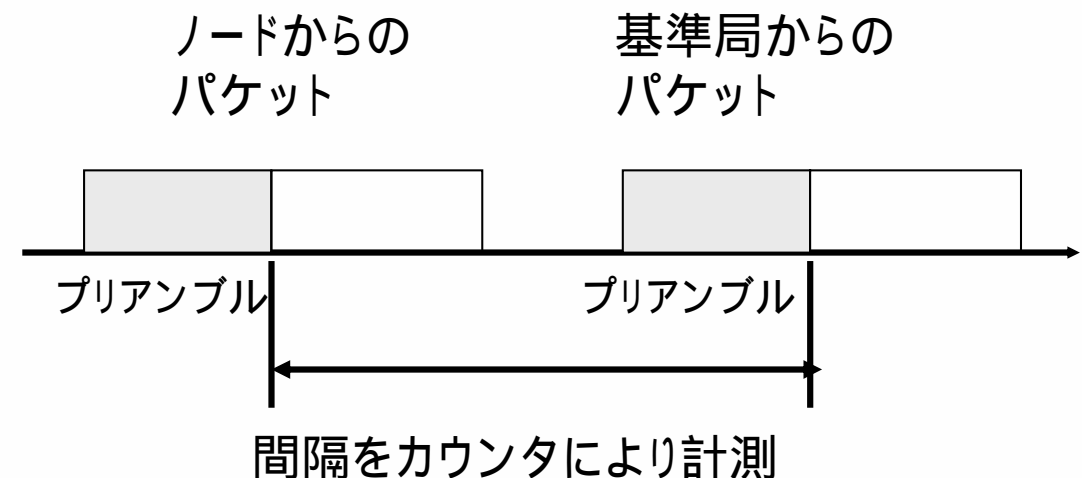
通信時のPreambleを元にした測位方式

パルス測位方式に比べ、低コスト、低電力で実現可能
シミュレーションにより実現性を検証

パルス測位方式



受信測位方式



移動体基地局

低消費電力即時応答方式の開発

- 赤外線と300MHz帯無線通信による低電力通信方式を開発
- 低電力赤外線受光回路(200 μ A以下)を用いることで、低電力での待ち受けを実現

アクティブチップ用無線基地局の試作



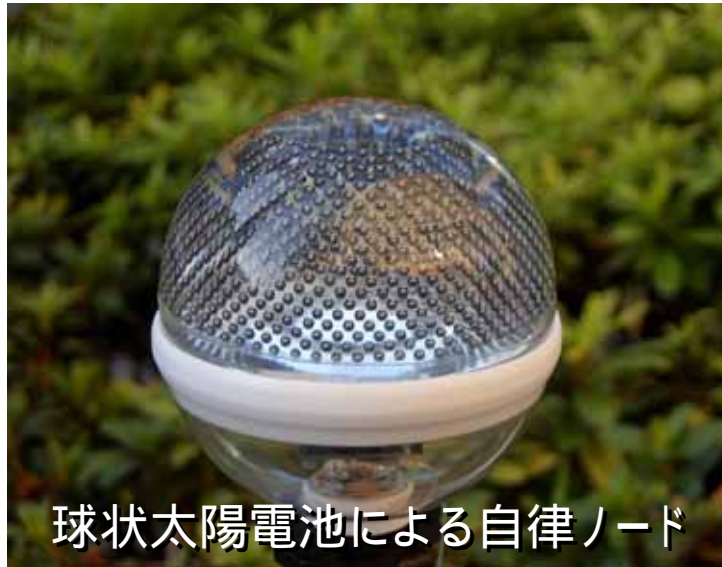
アクティブ型超小型ノードを使った 実証実験

平成15年度に実装した、P11ノードを利用した実証実験を実施

青果物物流実証実験

自律的移動支援プロジェクト

実証実験用に製作したP11モジュール



球状太陽電池による自律ノード



球状太陽電池による自律ノード



LEDマーカーツキノード



農業応用用 温度測定自律ノード

大田市場 青果物物流実験

目的

- 青果物特有の流通方式である市場(いちば)における物流を効率化
- 品質管理手法と物流効率化手法の両立

技術的特徴

- 「市場」における荷物の置き場所の位置をRFIDで自動認識
→ 引き取り業者にe-mailで通知
- p11ノードを使ったアクティブタグで、保冷管理 → 「いちご、にら」で実施

実施主体

- (財)食品流通構造改善促進機構
- 開発検討委員会委員長:坂村健

実験の様子



大量ノード管理技術

大量ノード管理技術の研究開発

超小型ノードの識別子体系の研究開発

- 大規模分散が可能な識別子体系への移行
(TLD: Top Level Domainの導入)

識別子管理システムの高速度化技法

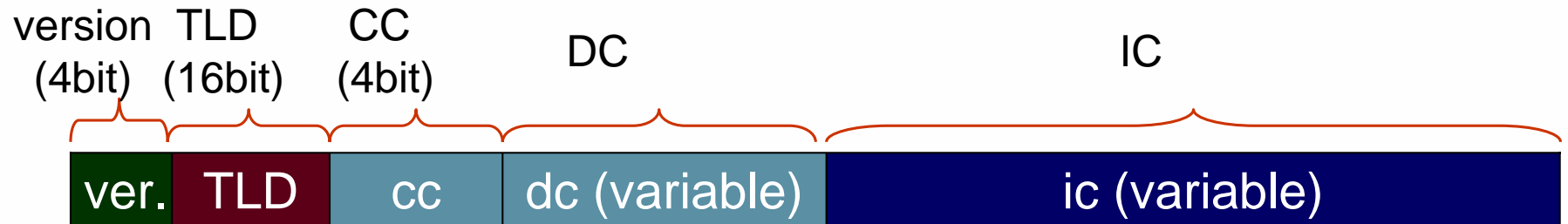
1. 分散アーキテクチャ
2. キャッシュアーキテクチャ
3. ゲートウェイアーキテクチャ

管理情報の記述形式の研究開発



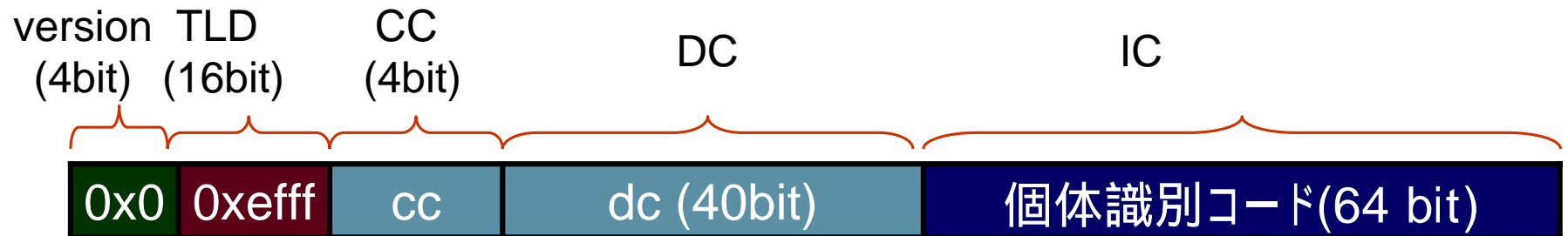
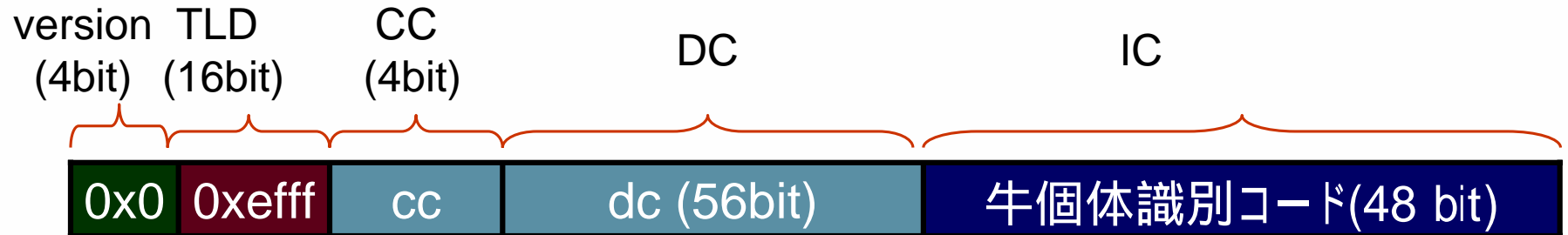
成果としてのディレクトリデータベースシステム

TLDを導入した新しい識別子の構造



記号	名称
TLD	Top Level Domain Code
CC	Class Code (クラスコード)
DC	Domain Code (領域コード)
IC	Identification Code (識別コード)

他のコードの包含例



管理DBの高速化1:分散アーキテクチャ

ディレクトリデータベースは、識別子の「管理ドメイン」単位で分散管理

- インターネットにおけるDNSとほぼ同様

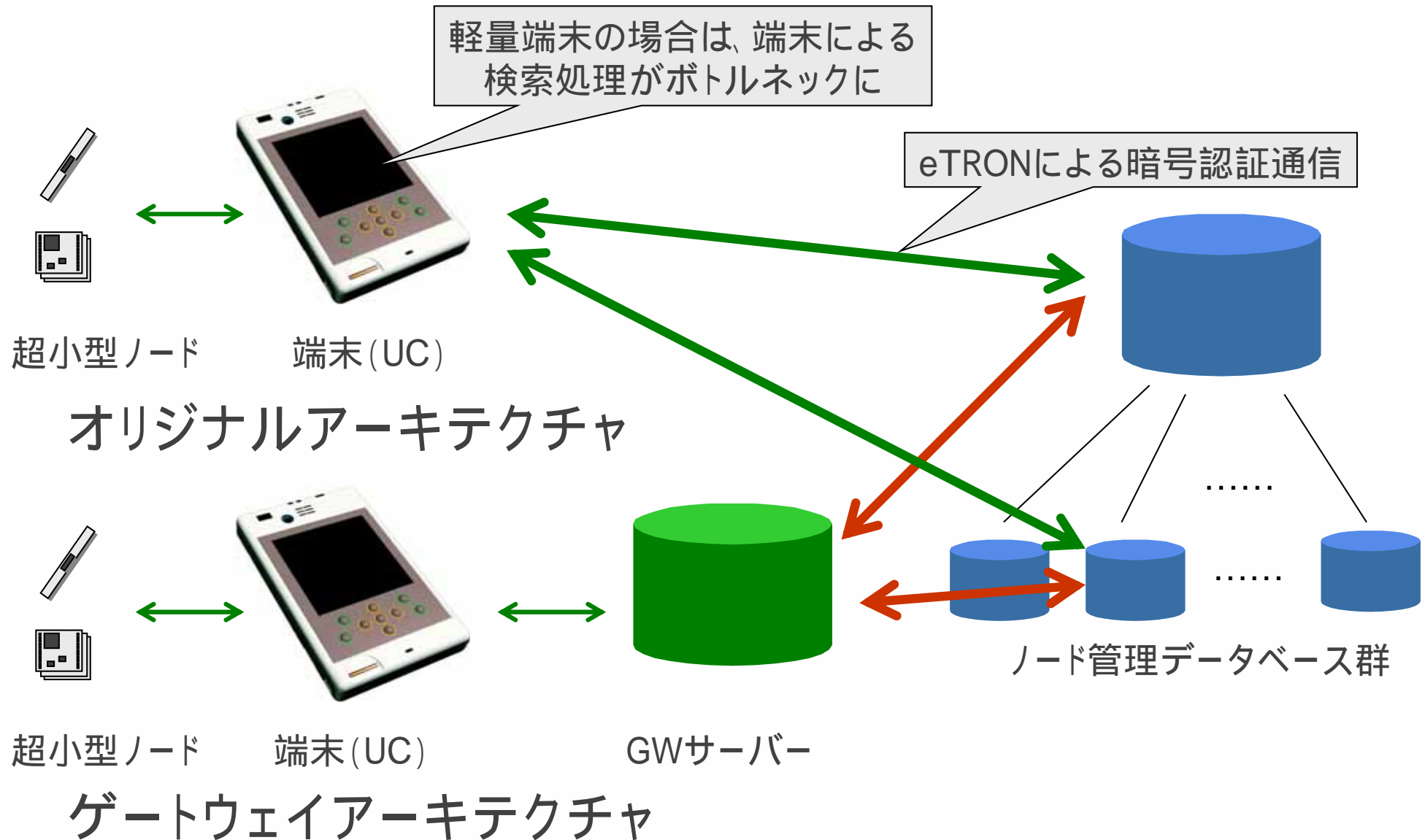
世界的に普及・分散した環境では、トップレベルのドメインを検索する性能がボトルネックに



トップレベルドメインに対応するディレクトリデータベースのアドレスは、各ローカルマシンにキャッシュすることを前提に

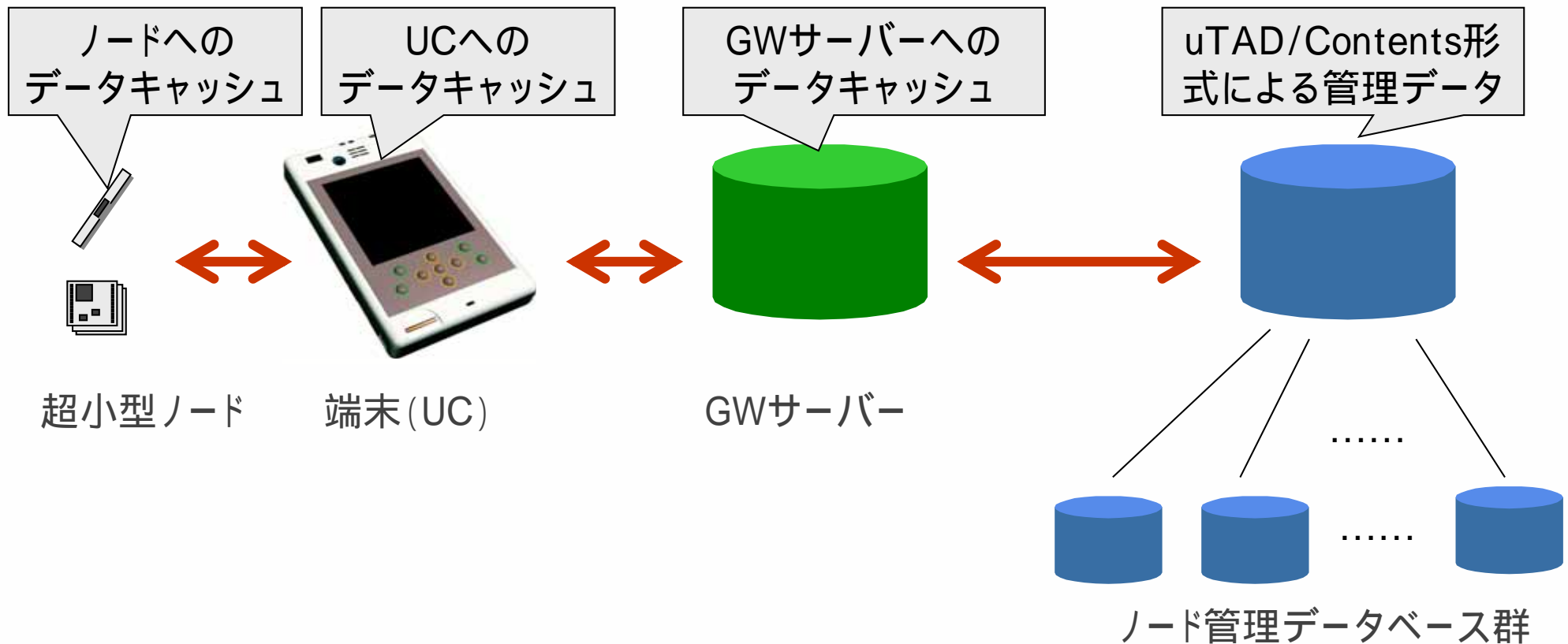
- TLD = 16 bitであれば、約6万エントリーで、ローカルにキャッシュ可能な大きさ

管理DBの高速化2:GWアーキテクチャ



管理DBの高速化3: キャッシュアーキテクチャ

3レベルのキャッシュ



まとめ

アクティブ型超小型ノード

- P12アクティブチップ「Dice」
- UWBを用いた高精度測位手法
- 移動体基地局
- 実証実験

大量ノード管理技術

- TLDの導入
- 管理DBの高速化