



# 独自プログラムを実行可能なオープンな メッシュWiFiアクセスポイント

平成22年12月11日

九州大学

古川 浩



1



## アウトライン

- 爆発的普及が進むWiFi
- 広域WiFi網構築の課題
- PicoMESH: 高性能無線バックホール機能を搭載したWiFiアクセスポイント
- PicoCELA社: PicoMESH製品化を所掌
- 応用事例
- 大規模実証実験
- まとめ



2



## 2つの代表的な無線通信

### 携帯電話



### 無線LAN



3



## 新しい携帯電話・スマートフォンの隆盛 ～すべてが無線LANを搭載！





# スマートフォンは両方式に対応



## 広域無線LAN網の市場ポテンシャル

### 携帯電話に迫る年間出荷台数

|                     | 端末種        | 年間出荷台数(万台) | H20時点での現役<br>端末台数予測(万台) |
|---------------------|------------|------------|-------------------------|
| すでに普及する無線LAN搭載端末    | iPhone     | 40.00      | 40.00                   |
|                     | PSP        | 354.00     | 1180.00                 |
|                     | DS(ハード)    | 402.00     | 2534.00                 |
|                     | NotePC     | 586.00     | 3214.00                 |
|                     | スマートフォン各種  | 158.00     | 248.00                  |
| 今後普及が見込まれる無線LAN搭載端末 | アンドロイド     | 300.00     |                         |
|                     | NotePC買い替え | 586.00     |                         |
|                     | デジカメ       | 1200.00    |                         |
|                     | カーナビ       | 446.00     |                         |
|                     | ポストDS      | 300        |                         |
|                     | ポストPSP     | 300        |                         |
| 合計                  |            | 4672       | 7216                    |
|                     | 携帯電話/PHS   | 4200       | 11000                   |



## 携帯電話と無線LAN

|       | 携帯電話                                                | 無線LAN                     |
|-------|-----------------------------------------------------|---------------------------|
| ルーツ   | 固定電話                                                | インターネット                   |
| 周波数   | ライセンス制<br>(日本)厳格な資格審査を経て、数社へ割り当て<br>(先進諸外国)オークション方式 | 周波数ライセンス不要。<br>誰でも自由に利用可能 |
| 情報伝送量 | 新聞4ページ／秒                                            | 新聞80ページ／秒                 |
| 通信料   | 平均5000円／月                                           | 無料～500円／月                 |
| エリア   | 広い                                                  | 狭い                        |



家電量販店で1万円で売られている  
無線LANアクセスポイントだが・・・





## 業務用・公衆用無線LANアクセスポイントの敷設 費用内訳

| 項目    | コスト  | 補足                   |
|-------|------|----------------------|
| 機器代   | 5万円  | プロ仕様のアクセスポイントを前提とする。 |
| 設置交渉代 | 10万円 | 交渉に伴う人件費、交通費など       |
| 敷設代   | 10万円 | 配線費用、据え付け代など         |
| 合計    | 25万円 |                      |



## 実は高い無線LAN

- 最新携帯電話の基地局設置コスト
  - 2,100万円／局
  - セル半径400m
- 同エリアを半径25mの無線LANアクセスポイントでカバーする場合・・・
  - $25万円 \times (400/25)^2 = 6,400万円$

無線LANのエリアを拡大するためには、  
アクセスポイントの敷設コストを低減することが不可欠

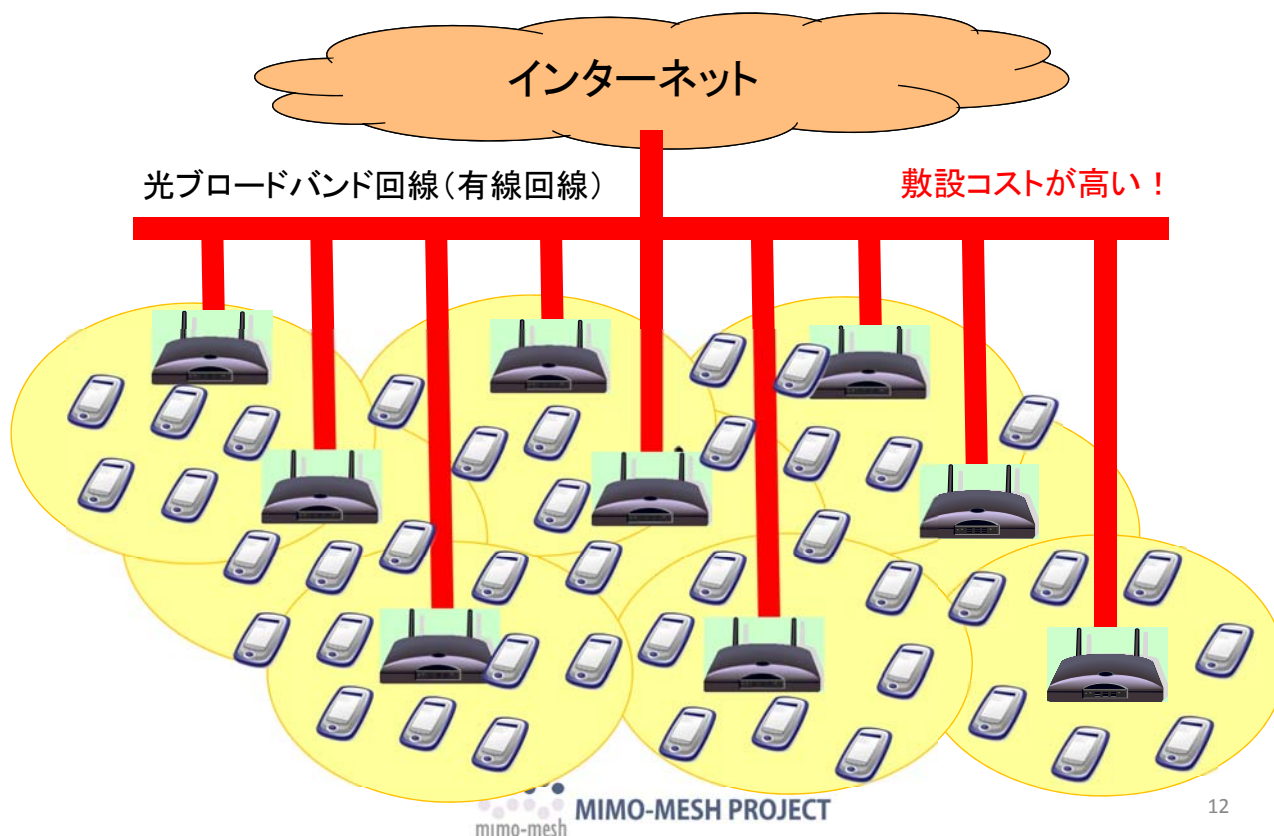


# 我々の技術とは・・・？

- 何ができる・・・？  
無線LAN基地局の・・・  
敷設コストを 10分の1 以下、  
敷設時間を 5分の1 以下  
に短縮
- どんな技術を使って・・・？  
高効率無線中継技術を使って  
配線不要な基地局を提供することにより実現

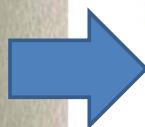


## これまでのWiFiエリア形成の手法





# 事の本質は・・・配線地獄からの解放



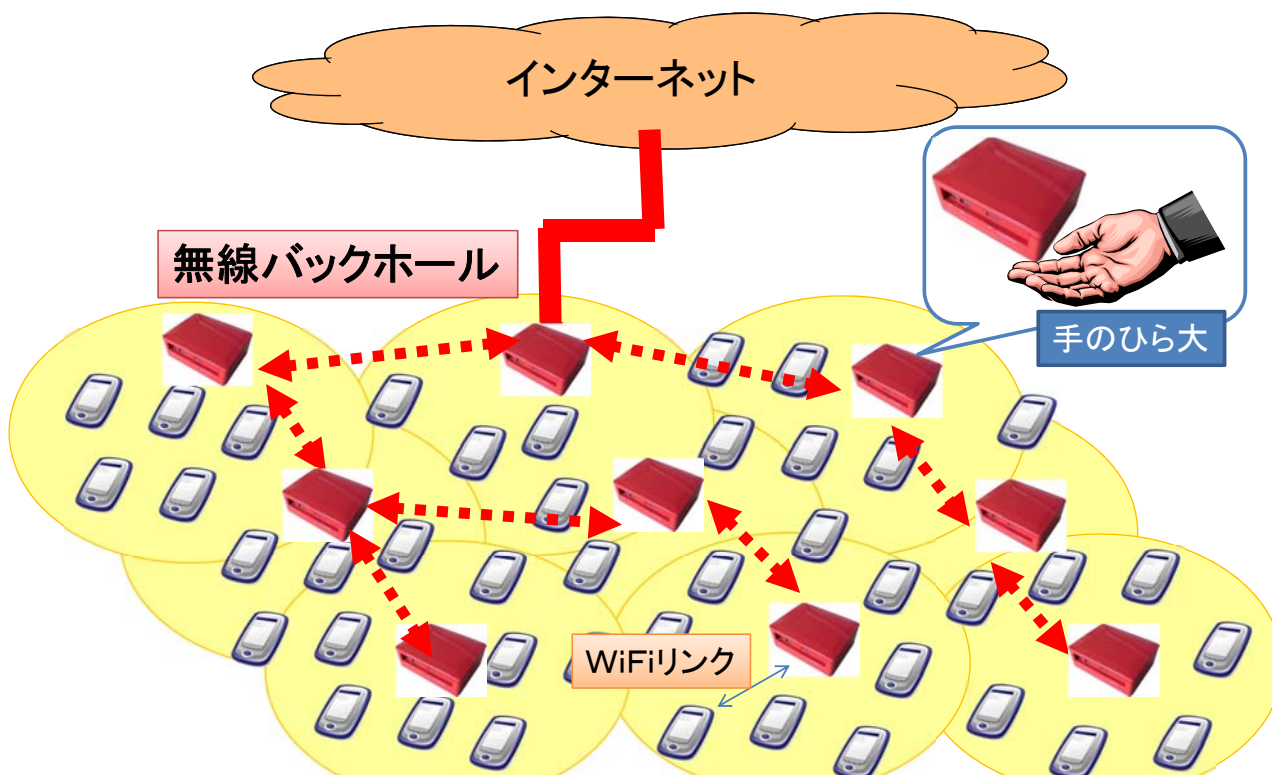
PicoMESH LunchBox

mimo-mesh MIMO-MESH PROJECT

13



## 無線バックホールの有効性

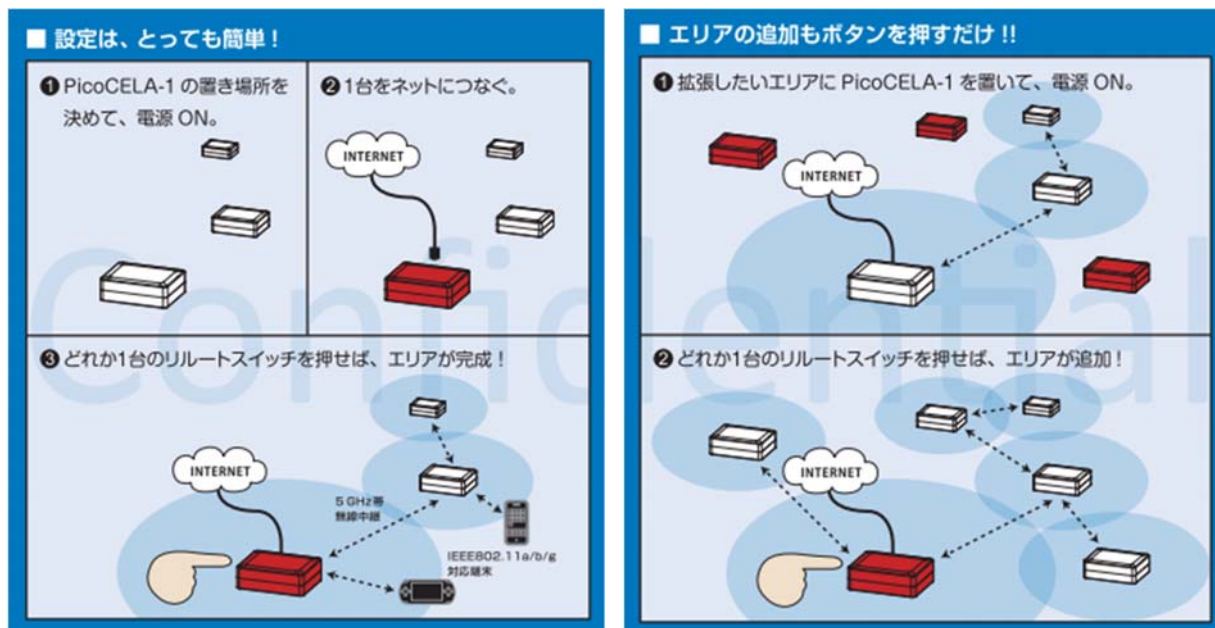


無線バックホールは、大容量ピコセルシステムの導入コストを下げ、投資回収期間を短縮させる

14



# 設置のインタラクティブ性



## PicoMESHの主要諸元

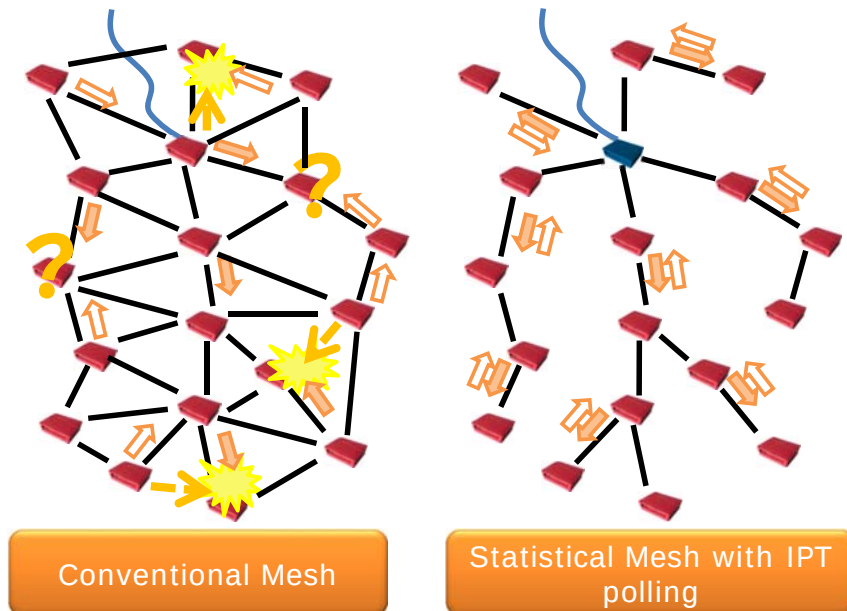
|                  |                                              |
|------------------|----------------------------------------------|
| 無線機数             | バックホール回線用2台、アクセス回線用1台、計3台                    |
| バックホール回線         | 5.15~5.25GHz (W52バンド)<br>出力12dBm             |
| バックホール回線の見通し伝搬距離 | おおよそ50m~150m(伝搬環境によって変化)                     |
| アクセス回線           | IEEE802.11b/g準拠。出力15dBm                      |
| 無線セキュリティ         | AES128(バックホール)、WEP, WPA-TKIP, WPA2-AES(アクセス) |
| CPU数             | 2(中継回線用とアクセス回線用)                             |
| 経路制御             | 経路安定化機構付きStatic型ツリートポロジールーティング               |
| パケットフォワーディング     | 周期的間欠送信                                      |





## 基盤技術～統計メッシュ

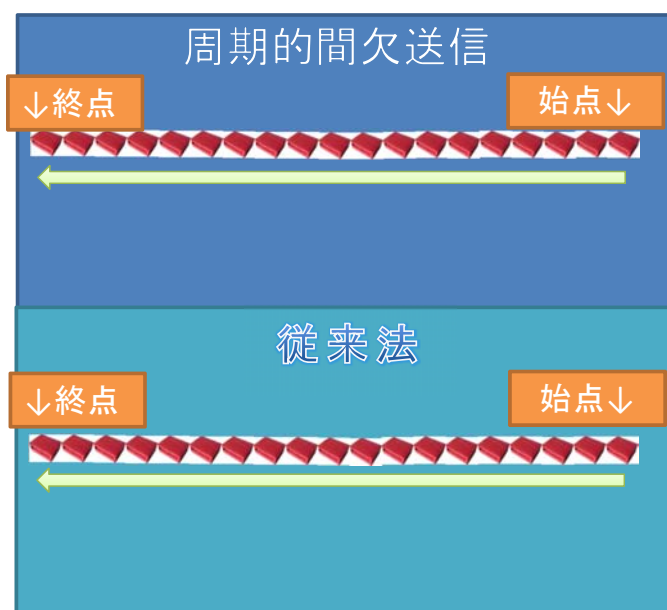
従来常識とされたメッシュ網上で動的に経路を選択する手法ではなく、ツリー構造をもった準静的な中継経路を採用。これにより、ネットワーク上の枝分かれ分岐数を軽減しながら最も安定した中継経路を選択。これと周期的間欠送信法と組み合わせることで、3次元空間内に任意に設置された中継ネットワークの下でも安定した高い中継伝送効率を達成した



17



## 周期的間欠送信

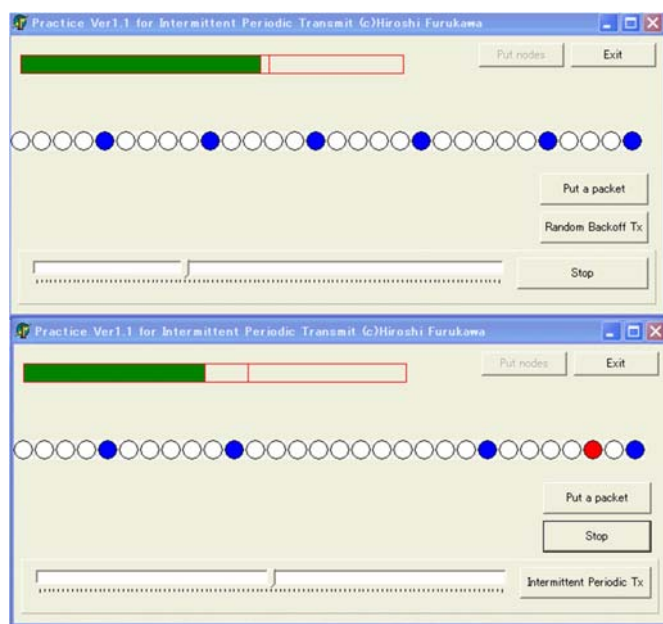


無線回線上で伝送されるデータ列を意図的に間欠送信することで、電波干渉を低減。高い中継伝送効率を達成できることを初めて示した。

18



# 周期的間欠送信

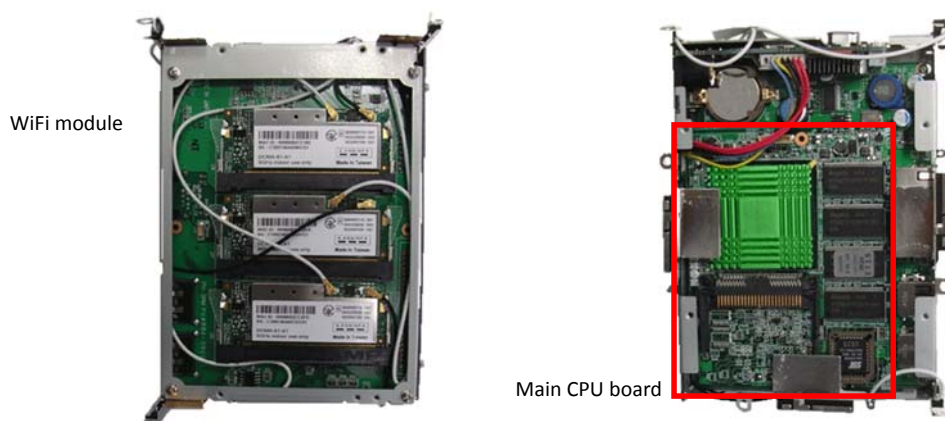


無線回線上で伝送されるデータ列を意図的に間欠送信することで、電波干渉を低減。高い中継伝送効率が達成できることを初めて示した。



# オープンイノベーションによるHW化

すべての構成パーツにコモディティ部品（いわゆるパソコンパーツ）を用いた、オープンイノベーションの手法、による無線アクセスポイントのハードウェア化。前記コア技術の完全ソフトウェア実装により、装置コストを劇的に低減。さらに、当該ソフトウェアの動作領域をプロトコルスタックにおける第2.5層（OSI参照モデル）内に完全に閉じ込めることで、第3層より上位のプロトコルの透明性をも確保した。これにより、PicoMESHネットワークの下ではインターネット上のありとあらゆるアプリケーションがほぼ無修正で実行可能。





## 敷設総コスト比較

|                 | PicoCELA | 通常AP    | 補足                                                                        |
|-----------------|----------|---------|---------------------------------------------------------------------------|
| 場所決め作業(H)       | 0.1      | 2       | 設置場所に柔軟性があるため、場所決め作業時間を大幅に低減可能。ピコの場合、失敗を恐れずに敷設が可能だが、通常APの場合慎重に敷設しなければならない |
| 設置場所交渉(H)       | 0.5      | 2       | 敷設場所に柔軟性があるため設置場所交渉にかかる時間を大幅に低減可能                                         |
| バックホール回線敷設作業(H) | 0        | 2       | 情報ケーブルの配線、カバー設置など                                                         |
| 本体取り付け作業(H)     | 0.2      | 0.2     |                                                                           |
| 電源工事(H)         | 0.5      | 0.5     |                                                                           |
| 合計(H)           | 1.3      | 6.7     | 1台あたりの敷設に要する時間                                                            |
| 時給              | 1,500    | 3,000   |                                                                           |
| ケーブル代等          | 500      | 25,000  | イーサケーブル¥100/m、情報線カバー¥300/m、平均配線距離100m。カバーはその半分の距離と試算。ピコは電源配線のみ            |
| 一台当たりの敷設費用(円)   | ¥2,450   | ¥45,100 |                                                                           |
| 100万台敷設に要する人月   | 8,125    | 41,875  | 20日*8H/月                                                                  |



## 地域イノベーションクラスタープログラム(グローバル型II期) ～福岡先端LSI開発クラスター

### 福岡先端システムLSI開発クラスター 地域イノベーションクラスタープログラム(グローバル型【第II期】)

世界をリードする先端システムLSIの  
開発拠点を目指して



アジアにおけるシステムLSI  
設開発の拠点化を目指す  
「シリコンシーベルト福岡プロ  
ジェクト」のもと、福岡県と北  
九州市は、文部科学省の地  
域イノベーションクラスタープログラム  
(旧称:知的クラスター創成  
事業)の実施地域として採択  
される

- 第I期(H14～H18)
  - システムLSIのキーテクノロジー開発を原動力とし、**当初5倍の企業誘致に成功、4000名のシステムLSI開発技術者を育成**
- 第II期(H19～H23)
  - 第I期に獲得したキーテクノロジーを基に、**事業化を前提とする24の研究開発を推進**



# 「MIMO-MESHポイントの開発」プロジェクト

地域イノベーションクラスプログラム(グローバル型II期)

## 次世代モバイルの基盤インフラの開発

### 目的

モバイルブロードバンド通信を実現するべく、増大する基地局敷設コストを大幅に削減可能な無線中継基地局の開発。

### 開発の概要

基地局間の電波干渉を抑制する革新的干渉抑制技術と、MIMOを適用した中継リンクの大容量化

### これまでの成果

- ◆ 干渉抑制技術が適用された試作機を開発、同技術を事業化する事業会社を設立、実用化を達成。
- ◆ キャナルシティ博多における世界最大規模の屋内中継基地局システムの運用に成功



H19バージョン LB,1kg  
(バッテリー付き)

H20バージョン LB,  
1.1kg (バッテリー付き)

H21バージョン Shell,  
2.1kg (バッテリー無し)



## 企業ビジョン

PicoCELA株式会社は、wireless local area networkをwireless wide area networkへ容易に拡張可能な画期的な基地局インフラを提供し、マルチ無線IFを搭載したスマートフォンを利用するお客様へ快適なブロードバンド通信環境を提供する。

PicoCELA株式会社は、世界中が、誰でもいつでもどこでもコミュニケーションすることができる、ワイヤレス・ブロードバンド環境を実現することを目指す。

上記理念を実現するために、「偉大なるサブ」として、世界中の、全ての国、企業、組織、個人に対し、貢献する。

世界中でもっとも普及しているIPネットワークとWiFiを用いて、ワイヤレスデータ通信のラストワンマイルの問題を解決する。



## 会社概要

|        |                                                                                                                             |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 社名     | PicoCELA株式会社                                                                                                                |
| 設立     | 2008年8月8日                                                                                                                   |
| 本社(住所) | 〒812-0011 福岡県福岡市博多区博多駅前 3丁目 6-12 オヌキ博多駅前ビル5階                                                                                |
| 電話     | 092-474-3800 FAX 092-483-9688                                                                                               |
| 資本金    | 1000万円                                                                                                                      |
| 代表取締役  | 井上 聡志                                                                                                                       |
| 事業内容   | 1. 情報通信システムの企画、開発、販売及び保守<br>2. 情報通信システム並びにソフトウェアの企画、制作、開発及び販売<br>3. 通信・情報処理機器の開発、製造、販売及び輸出入<br>4. 知的財産権に関する売買及び実施又は使用権許諾の仲介 |



MIMO-MESH PROJECT

25



## PCWL-0100



- PicoMESH LunchBoxをベースとする商用化バージョン
- 2ボード構成、それぞれに個別にCPUを搭載
- バックホール回線 IEEE802.11a x2
- アクセス回線 IEEE802.11b/g x1
- アクセス回線ボードにLinux OSを搭載。ユーザ独自のアプリケーションを実行可能

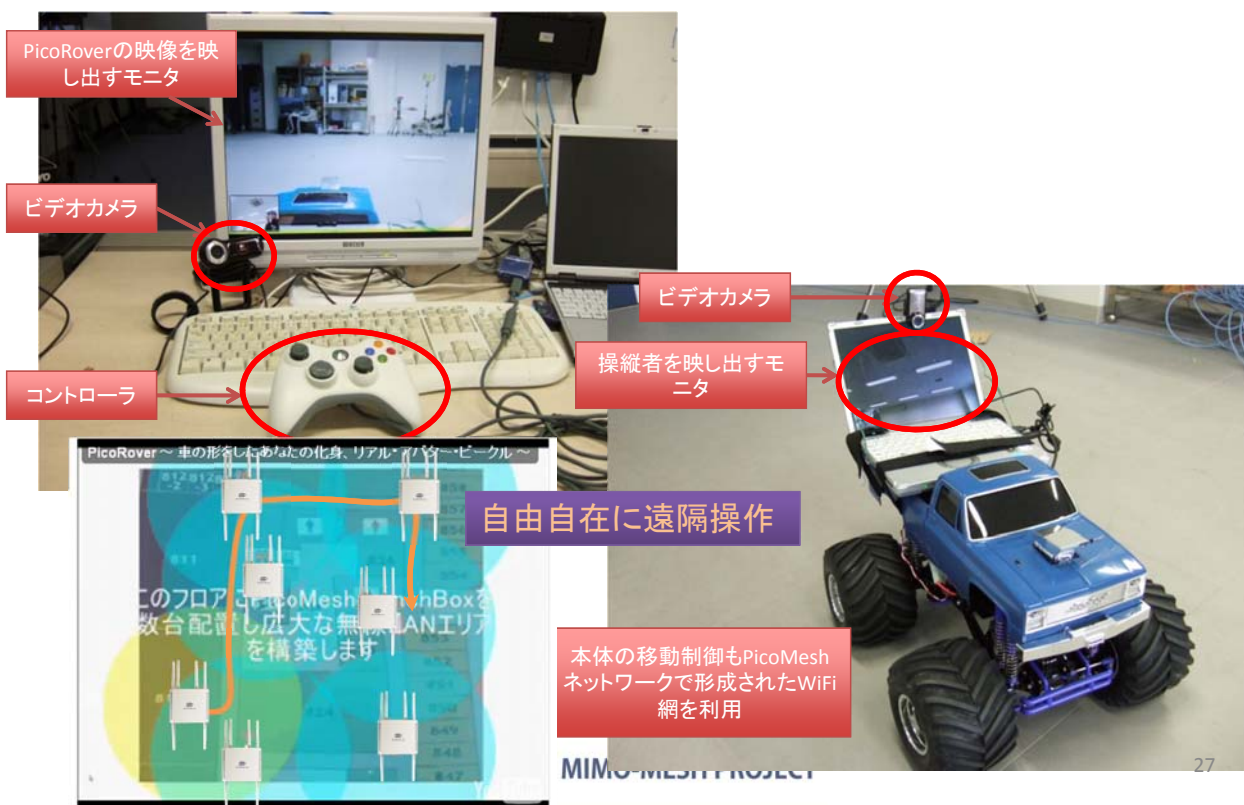


MIMO-MESH PROJECT

26



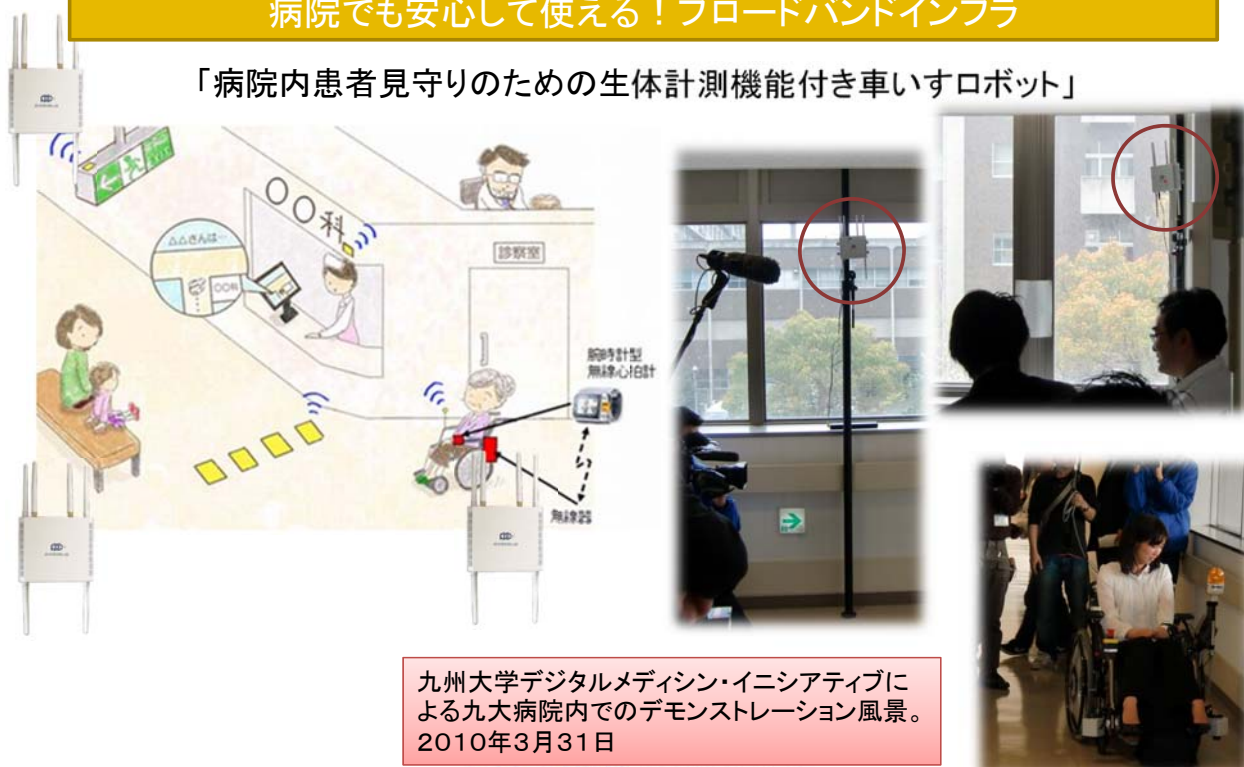
## 応用例～PicoRover



## 九大病院での活用事例

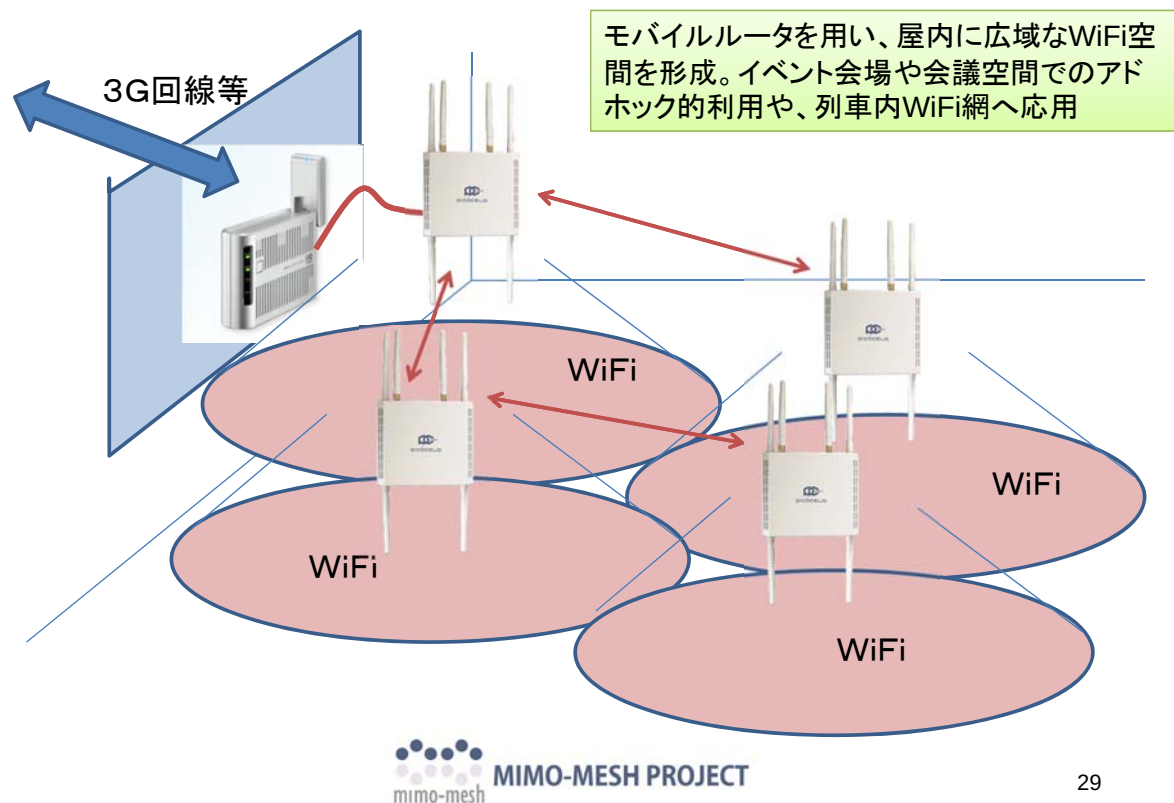
病院でも安心して使える！ブロードバンドインフラ

「病院内患者見守りのための生体計測機能付き車いすロボット」





## モバイルルータを活用したノマディック広域WiFi網



29



## 列車内WiFi網

モバイルルータをインターネットゲートウェイとし、電車内にノマディックなWiFi空間を形成。



30



# PicoCAST

WiFiを利用した「ナロー」キャストシステム



## ●駅周辺

時刻表やプラットフォーム案内、乗換情報、駅近くのお店情報等が勝手に送られてきます。



## ●ショッピングモール周辺

レストランの日替わりメニューやアパレルショップのお勧め商品、クーポンやイベント情報が流れてきます。



## ●バス停付近

時刻表や最新の発着情報が勝手に送られてきます。



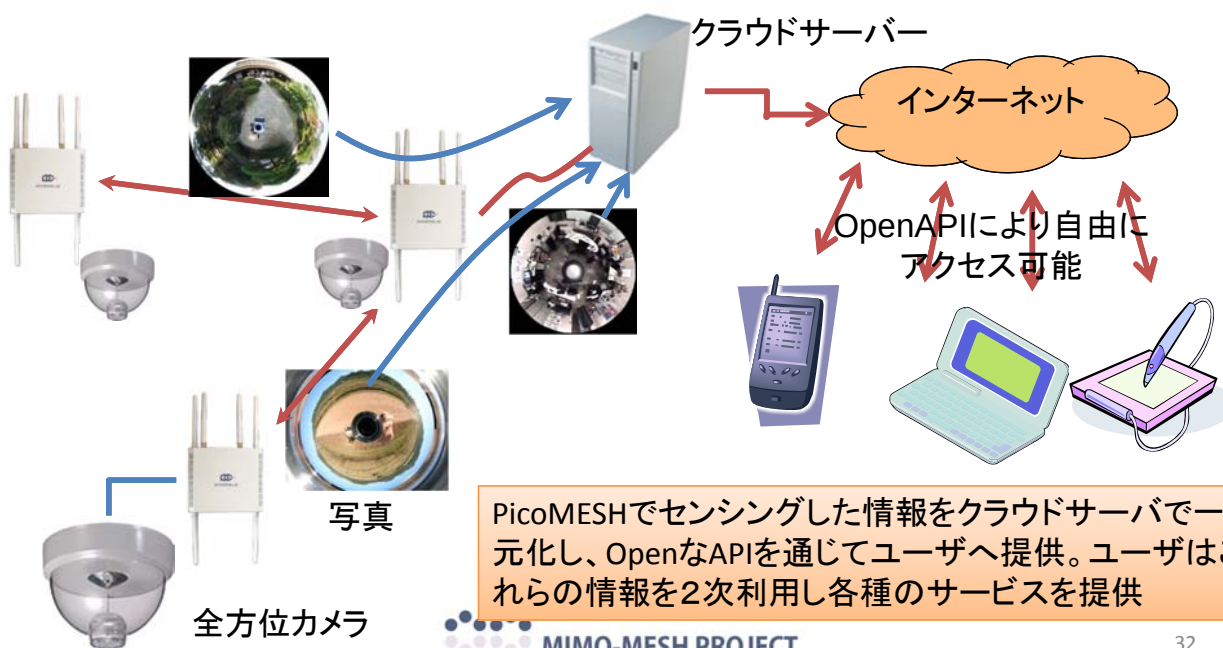
mimo-mesh

31

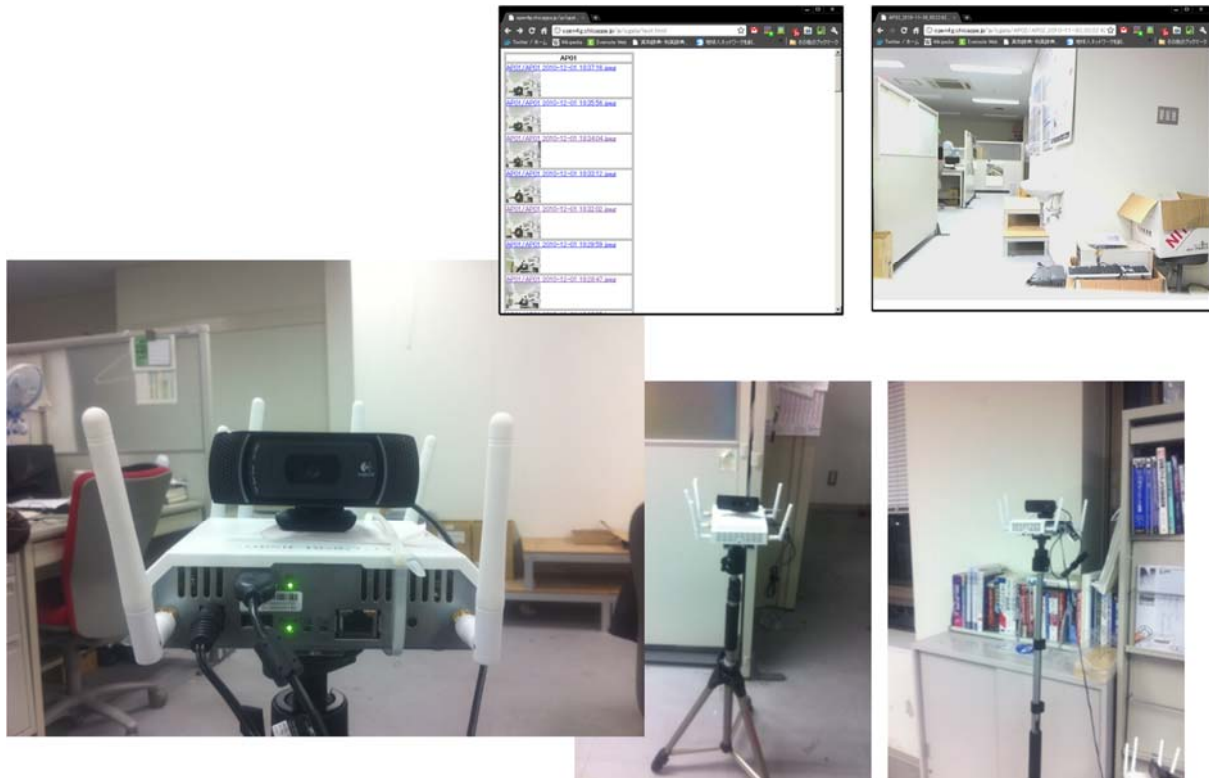


# ユビキタスカメラによる位置時間画像API

偏在する環境情報をセンシングし、オープンなAPIを通じてユーザが自由に使える環境を提供



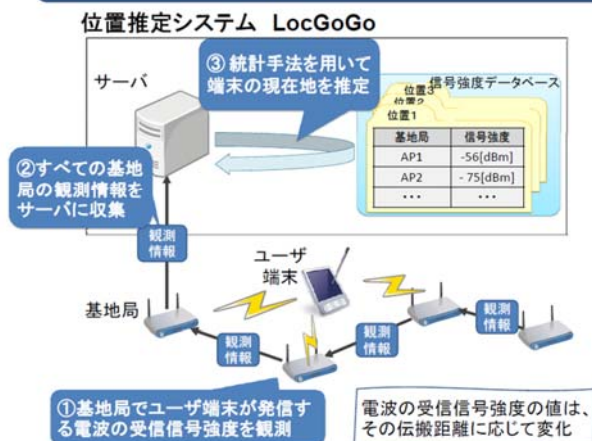
32



# LocGoGo

端末に特殊なソフトウェアを必要としないネットワーク位置検出システム

## ⑤位置推定システム概要



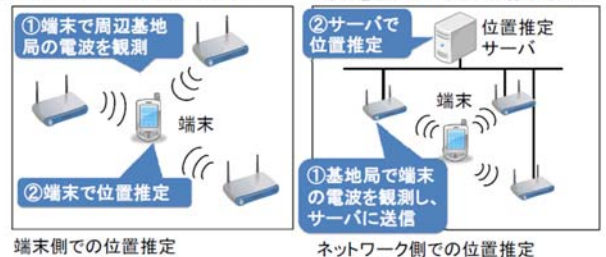
## ⑥開発した測位手法

ネットワーク側での高精度位置推定手法を開発

- 既存技術の多くは”端末側での位置推定”
- 空間自己相関モデルを適用し、端末の位置に依存した電波伝搬の特徴を抽出

平均誤差: 既存手法3.2m → 提案手法1.8m

周辺にどのような基地局があるのか 端末電波がどのように伝搬するのか





# キャナルシティ博多における世界最大規模の 屋内無線バックホールシステムの実証実験

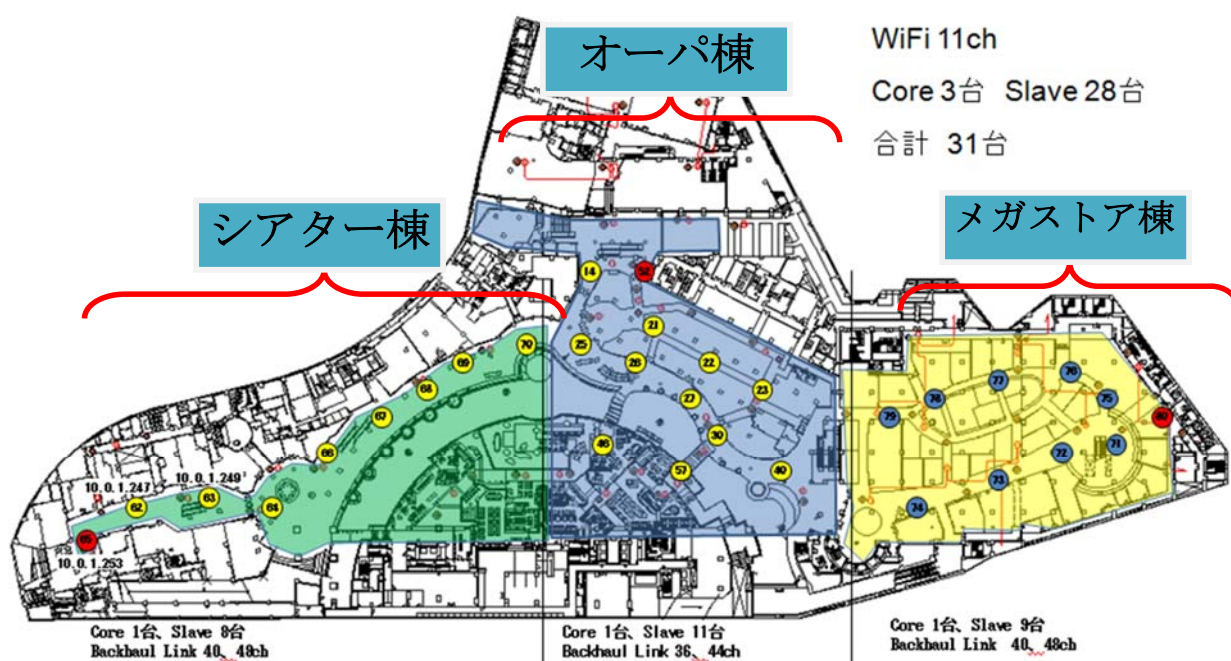


- 1996年4月20日開業の複合商業施設
- 地下1階～地上4階にショッピングモール、アミューズメント施設、2つのホテル、ショールーム、オフィスなどが結集
- 5階以上は映画館、劇場
- 敷地面積 約3万4,000平米
- 総床面積は 約23万平米
  - 東京ドームの約5個分の広さ
- 年間来場者数 約1,300万人
- 総務省先進ICT実証実験事業の採択を受け、実施。

35



## B1階の無線中継器設置エリア



MIMO-MESH PROJECT

36



## 設置作業の様子



37



## キャナルシティ博多における大規模 実証実験～サマリ

- サービス実施期間
  - － H22年2月1日～H22年3月16日
- 提供サービス
  - － 200台の無線バックホール付きWiFiアクセスポイント(PicoCELA社PCWL-0100)によるキャナルシティ館内全域のフリーWiFiアクセスサービス
  - － マッチ箱大の超小型無線タグ配布による迷子検出サービス
  - － 位置検出機能を活用したお店案内サービス
  - － 小型サイネージ
- 最大スループットは、上下回線ともに20Mbps超(IEEE802.11g準拠のWiFiの一般的最大スループットと等価)
  - － 3.5世代システムでは、下り3Mbps、上り1Mbps
- 単位面積当たりのシステム容量は3.5世代システムの60倍
- 平均11段の多段無線中継を実現。
  - － 世界最大規模のアクセスポイント間無線中継
  - － LAN配線量を10分の1以下に。大幅な敷設コストの低減
- 全世界で10億台以上が普及するWiFiが利用可能
  - － 国内だけでなく、海外にも多数のユーザ。特にビジネスパーソンは、その多くが国内外を問わずWiFiを搭載したノートPCを携帯
- ブロードバンド所有者の割合と平均的なブロードバンド発呼量より算出した予想アクセス数の2倍のアクセスを記録
  - － 実際に利用した人の8割弱が継続利用を希望



# 迷子検出サービス用無線タグ



# チャンネル内ネットワークにログイン後の初期画面





# 無線タグ入力画面



# 位置検出結果の表示



# Chumbyを活用した小型サイネージ

## Chumby仕様書: 外観

### 外観



43



## まとめ

- 広域WiFi網を簡単に構築可能な無線バックホールWiFiアクセスポイント、PicoMESHを紹介
- 大規模実証実験を経て、実用化フェーズへ
- APボード上に独自アプリケーションを実行可能。単なるWiFiアクセスポイントではない、ネットワークの新しい利用価値を提案

44