



# 建造物内に構築されたセンサネットワークにおける 同期型センサ情報収集機構の設計および実装と評価

大阪大学 大学院情報科学研究科  
☆ 檜原俊太郎, 若宮直紀, 村田正幸  
(s-kasahr@ist.osaka-u.ac.jp)

# 発表内容

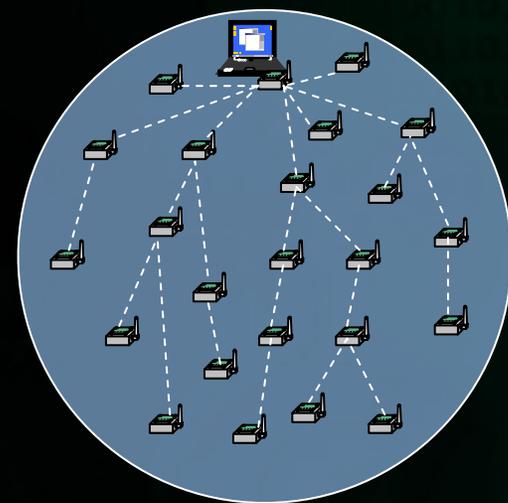


- 背景
  - センサネットワーク
  - 同期型センサ情報収集機構
- 提案機構
  - システムの構成
  - 不安定な無線通信への対策
- 実験システム
- 評価
  - 基本動作確認, 通信環境変化時
  - 実運用テスト
- まとめ

# センサネットワークとは



- 無線通信能力を備えたセンサ端末を数百，数千配置し環境情報を収集し，利用する
  - － 温度，歪み，人感センサなど
- アプリケーション
  - － リアルタイム性が要求されるもの
    - 移動体検出，侵入者検知
  - － 定期的に観測されるもの
    - 建造物の劣化診断，温度変化の観測



# センサネットワーク要求事項

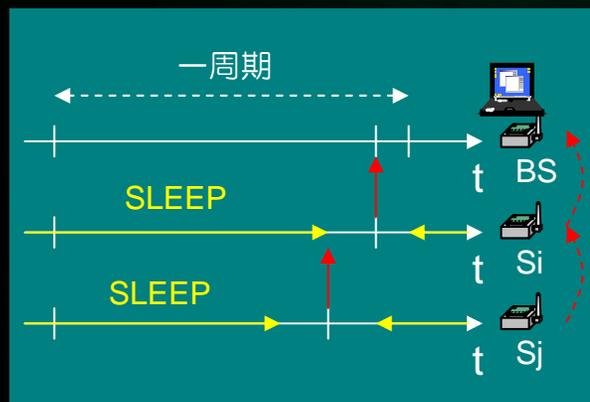


- 自律分散的な制御が望ましい
  - 全てのセンサ端末の集中制御は困難
  - センサ端末はローカルな情報のみ利用
    - 周囲のセンサ端末の通信状況
- 電力効率の良い情報収集機構が必要
  - 数百, 数千のセンサ端末の電池交換は困難
  - 一度配置すると長期間の運用が望まれる
    - 年単位
  - 不必要時に無線装置への電力供給を断つ手法が有効

# 同期型センサ情報収集機構



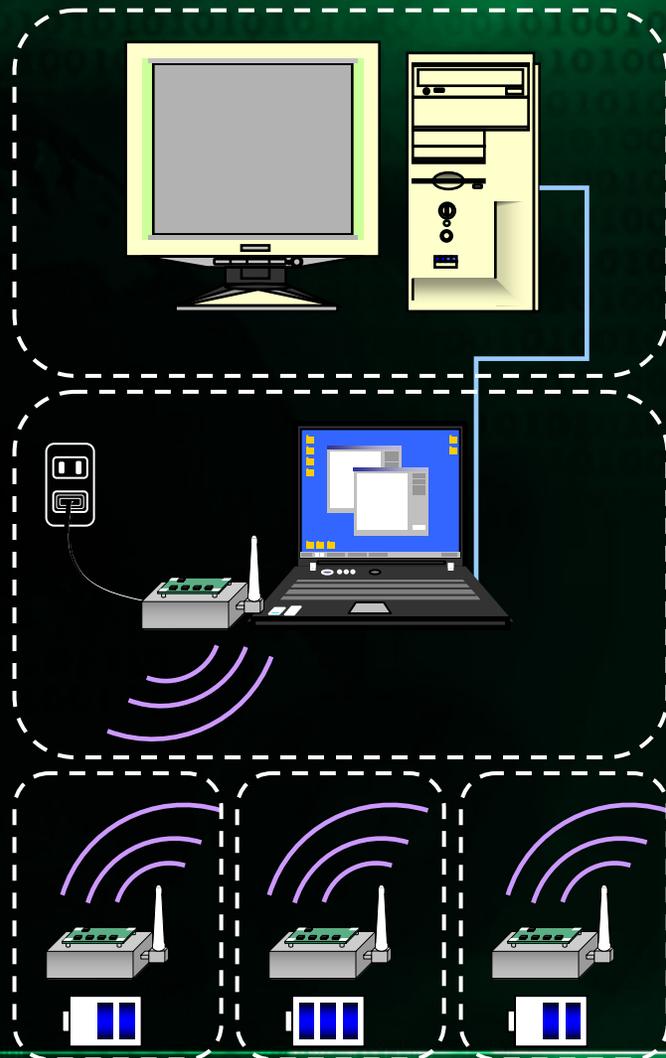
- 観測領域からの定期的な情報収集
  - 農場の温度変化，建造物の劣化診断など
- センサ端末同士が自律分散的に同期
  - 各端末は全体の情報を知る必要がない
    - 台数を増やしても効率的に動作
  - マルチホップでセンサ情報を収集
    - 送信先端末より少し早く送信
  - スリープ制御による消費電力の低減
    - 同期の確立により送受信が不必要な時間を知ることができる
- 実環境に適用する上での課題
  - 不安定な経路，通信の衝突，単方向リンク



# 提案機構の構成要素



- ホスト PC
  - 親機の制御
  - 親機からのセンサ情報収集
- 親機
  - 電源供給有り
  - モニタリング PC との有線通信
  - 子機との無線通信
- 子機
  - 電池駆動
  - 親機とシングルホップもしくはは他の子機を経由したマルチホップの無線通信



# 不安定な無線通信環境への適応



- 安定した経路の探索

- 不安定な経路

- 無線の減衰, 干渉, センサ端末の個体差など

- コスト関数による不安定な経路の回避

- 受信電波強度と過去の通信履歴から算出

- 無線通信の衝突回避

- 同一センサ端末を経由する子機間での衝突回避

- 受信電波強度の強弱により送信タイミングを分散

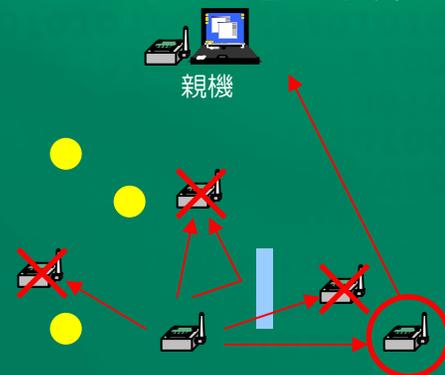
- 観測領域の重なる親機間での衝突回避

- 単方向リンクの排除

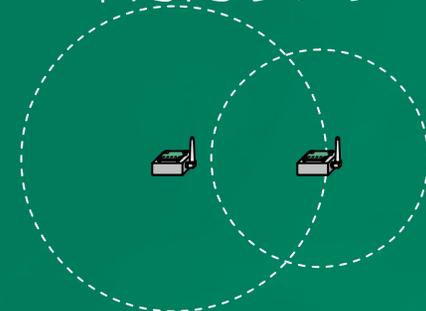
- 無線では双方向の通信が保証されない

- 送信先端末からの受信情報により検出

## 不安定な経路の排除



## 単方向リンク





# 実験システム

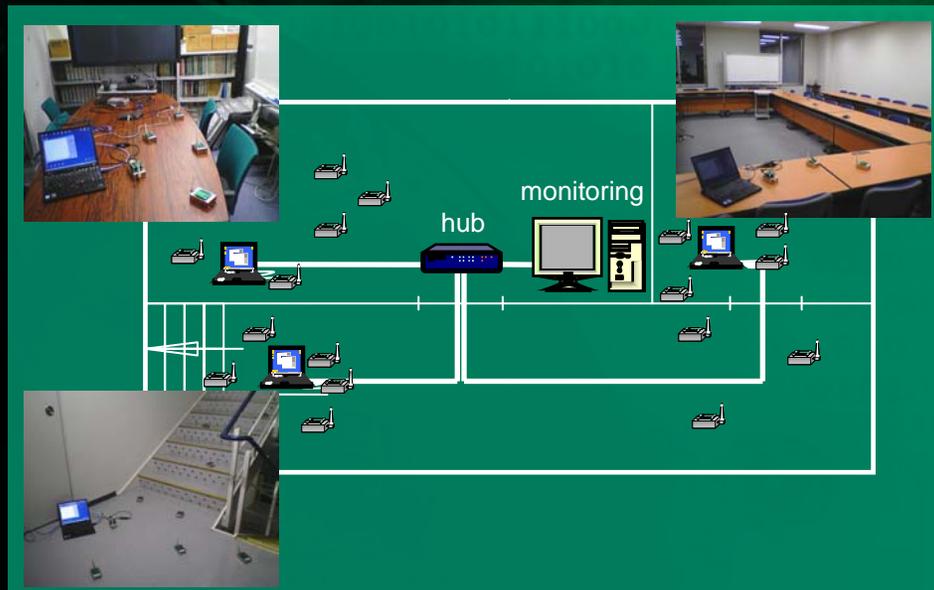


- センサ端末

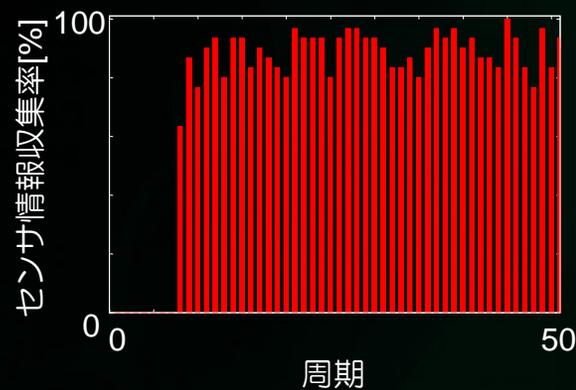
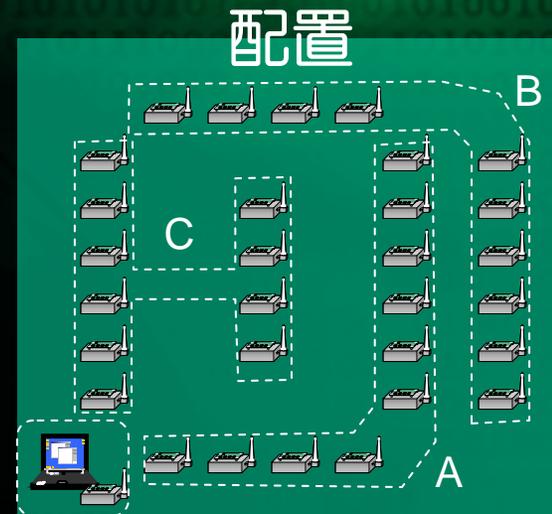
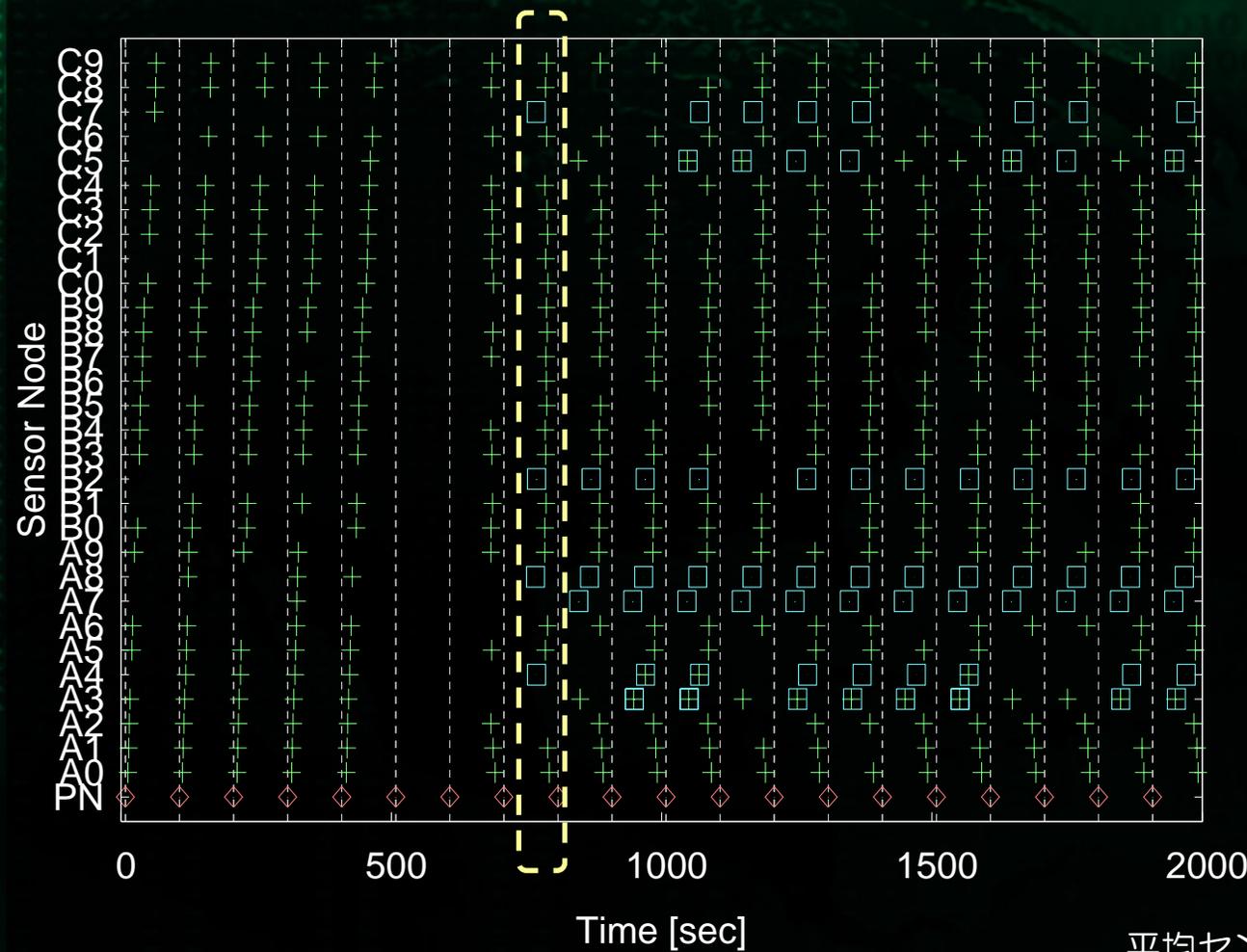
- 沖電気製
- MAC プロトコル
  - IEEE 802.15.4
- 通信距離 約 5 m
  - 最大 100 m

- 実験

- 基本動作確認
  - 子機の動的な追加, 削除, 移動発生時
  - 通信環境の変化時 (障害物の追加など)
  - 親機の通信範囲の重なり発生時
- 実運用テスト (受信電波強度の観測)



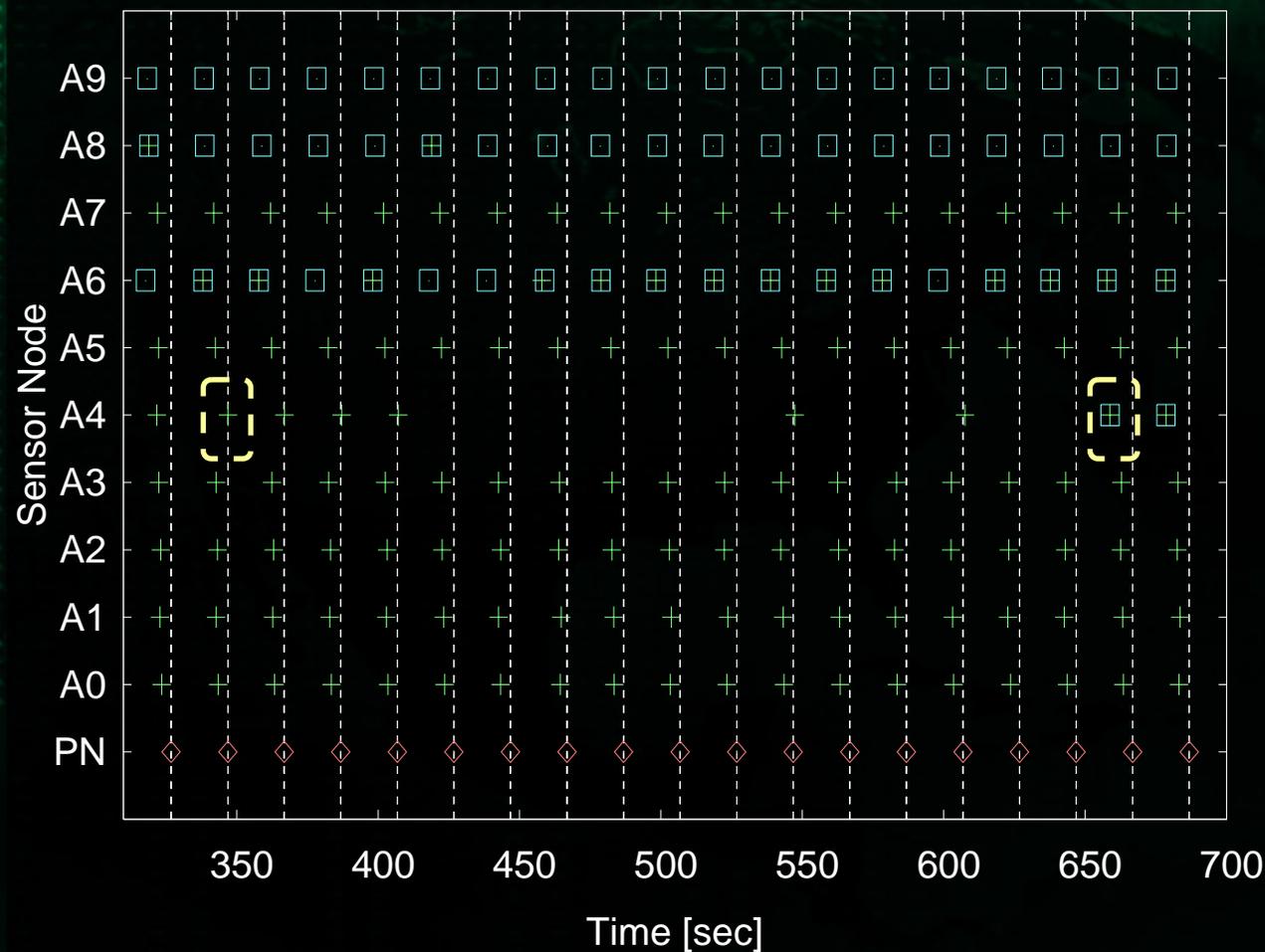
# 実験結果 (基本動作確認)



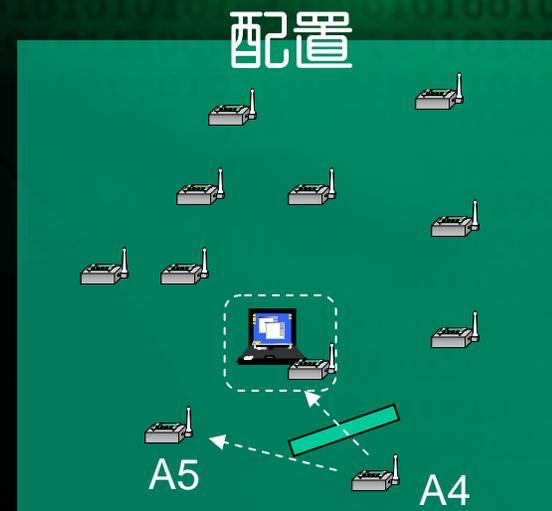
平均センサ情報収集率 88.2 % (再送なし)

beacon packet    ◇    single hop packet    +    multi hop packet    □

# 実験結果 (通信環境の変化)



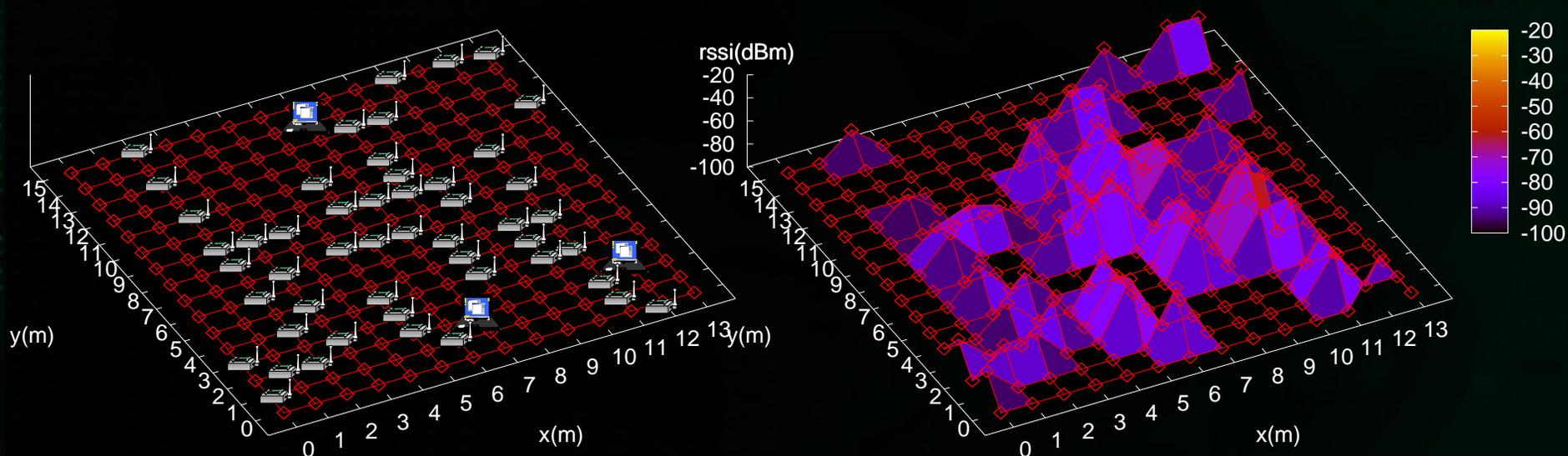
beacon packet    ◇    single hop packet    +    multi hop packet    □



# 実験結果 (実運用システム)



- 親機 3 台，子機 50 台
- 障害物，人通りのある環境で観測
- 受信電波強度をセンサ情報として収集



平均センサ情報収集率 81.6 % (再送なし)

# まとめ



- 建造物内での同期型センサ情報収集機構の実験評価
- 不安定な通信環境を想定した機能
  - コスト関数を用いた安定した経路の探索
  - 送信タイミング分散による通信衝突の回避
  - 単方向リンクの検出および排除
- 沖電気製のセンサ端末を用いて実装
- 提案システムが良好に動作することを確認
- 今後の課題
  - 子機間の再送制御

