



# Autonomous Localization System in Wireless Sensor Networks

大阪大学 大学院情報科学研究科

情報ネットワーク学専攻

村田研究室

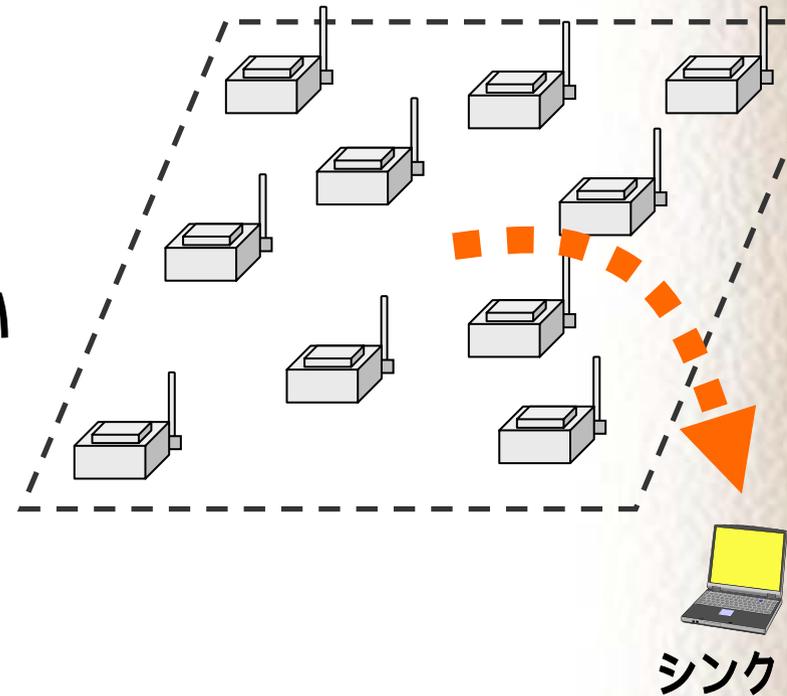
太田 義和

yosi-ota@ist.osaka-u.ac.jp



# 無線センサネットワーク

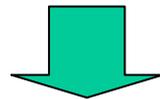
- 多数のセンサによる情報の収集を目的としたネットワーク
- 利点
  - センサは小型であるために設置が容易
  - 有線での接続を必要としない
- 欠点
  - 大量のデータを送信にはむかない
    - 電力容量が小さい
    - 通信速度が遅い





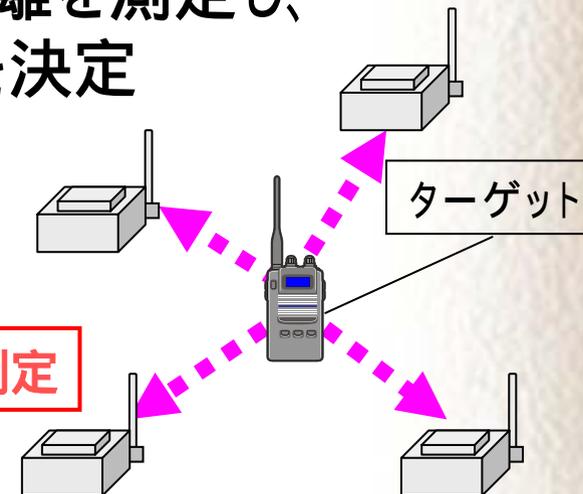
# 研究背景

- 屋内での位置検出システム
  - ナビゲーションシステムなど位置情報を利用するアプリケーションが出現
  - GPSが利用できない屋内(建物内、地下)でターゲットの位置を特定
  - 複数のセンサによりターゲットとの距離を測定し、その情報を収集しターゲットの位置を決定
    - バックオフ回数の制限のために多数のセンサからデータが収集できない



送信するセンサ数を制御する

距離の測定





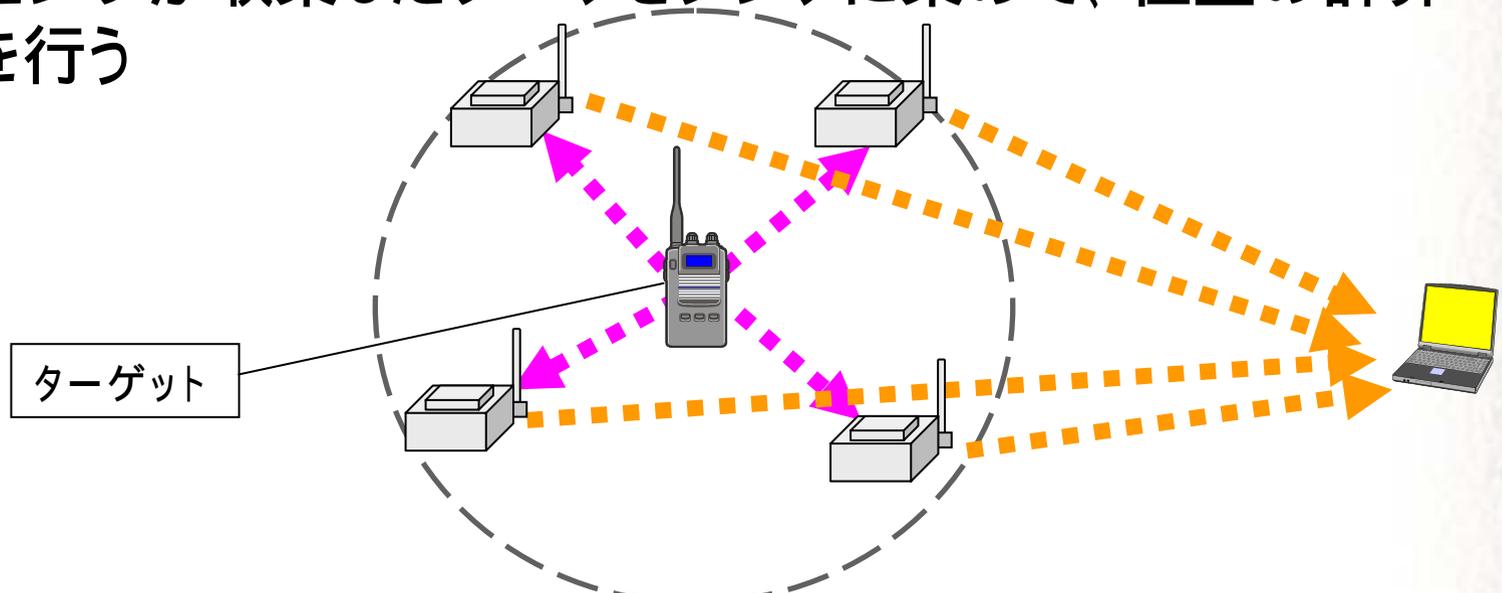
# 研究内容

- センサネットワークにおける位置推定システムの設計
- データ収集法の提案
  - 収集するデータ制御方法
  - ターゲットによるデータ集約
- 送信成功率、電力消費の解析
- データ収集数、位置推定誤差のシミュレーションによる評価



# 位置推定システム

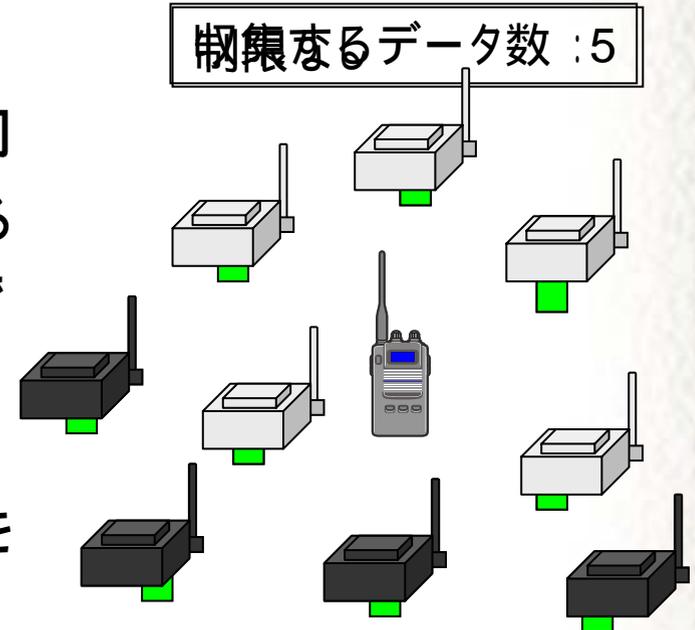
- センサが、ターゲットとの距離を測定する
  - ターゲットは電波を発信するデバイスを持つ
  - センサではターゲットからのメッセージを受信し、電波強度 (RSSI) から距離を測定する
- センサが収集したデータをシンクに集めて、位置の計算を行う





# データ収集法

- データを送信するセンサ数を制御
  - 各センサで自律的に送信を制御する
  - センサの配置密度と測定した距離で送信するセンサを制限する
- 必要な機構
  - 各センサで周囲のセンサ配置密度を測定
  - 各センサが定められたデータ数に従いデータを収集する方法



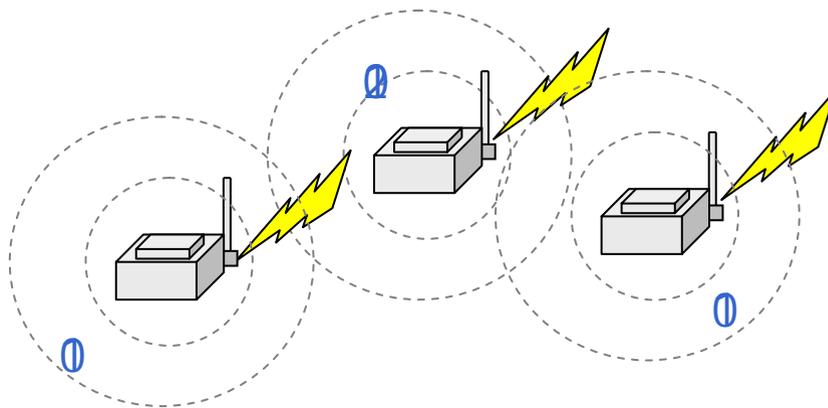


# センサによる周辺密度測定

- 定期的にパケットを送受信することで、無線の通信範囲内にあるセンサ数を測定する
- センサ $i$  周辺の密度  $\rho_i$

$$\rho_i = M_i / (\pi R^2)$$

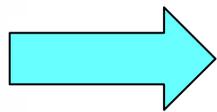
$M_i$  : 周囲のセンサ数  
 $R$  : 電波の送信距離





# 収集するデータ数の制御

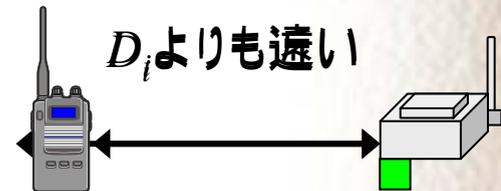
- Z個のセンサから情報を得る
  - 距離で送信するセンサを制限する
  - ターゲットとの距離  $D_i$ [m] 以内のセンサだけがシンクにデータを送る
- 距離  $D_i$  の導出法
  - 各センサが測定した密度に基づき決定
  - 半径  $D_i$ [m] 以内のセンサ数 と周辺密度の比例関係を用いる



$$\text{密度 } i = \frac{Z}{D_i^2}$$

$$D_i = \sqrt{\frac{Z}{i}}$$

Z : 収集するデータ数



データをの破棄送信





# シミュレーション設定

- シミュレーションのエリア : 100m × 100m
  - エリア内にセンサを固定配置 (grid, random, biased)
  - 密度 0.01/m<sup>2</sup> 0.1/m<sup>2</sup> 1/m<sup>2</sup>
  - ターゲットの位置はランダムに決定
- ターゲットの電波送信距離 : 20m
- 距離測定誤差
  - 実際のセンサでの測定値を採用[1]
  - 距離に比例して増加
- MAC層 : IEEE 802.15.4 (CSMA/CA)
  - 最大バックオフ回数 4
- 要求するデータ数  $Z$  を1-100の範囲で変化させ、評価を行う
- 評価項目
  - 収集したデータ数 (提案手法の正当性)
  - 位置推定誤差 (データ数を制御することでの位置推定に与える影響)

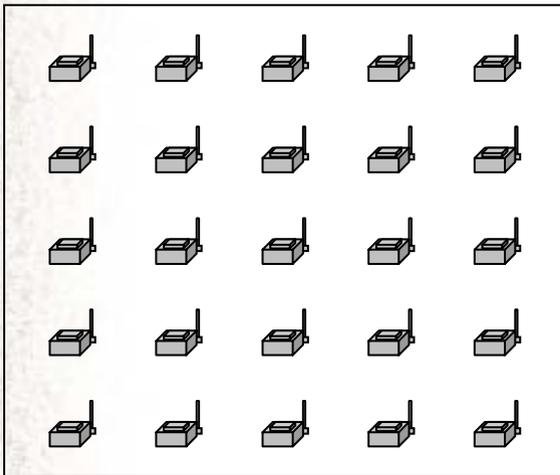
[1] “A maximum likelihood estimation method of localization using RSSI in wireless sensor networks”  
2005/2/18 修士論文発表会



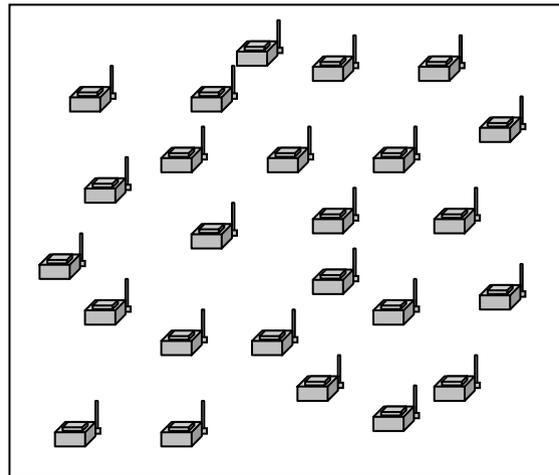
# センサのトポロジー

- Grid
  - センサを等間隔に配置
- Random
  - センサをランダムに配置
- Biased
  - 全体の半数のセンサを左下の領域に配置

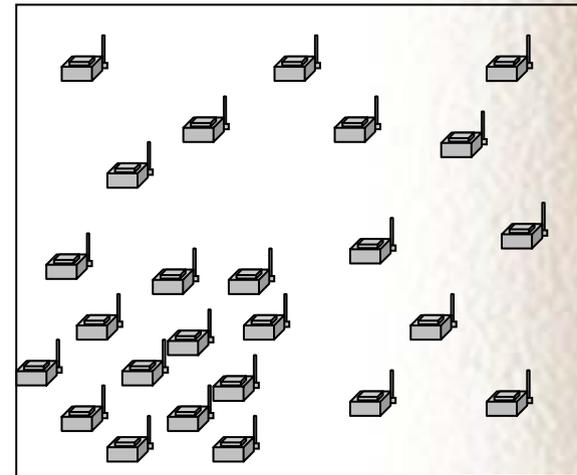
Grid



Random

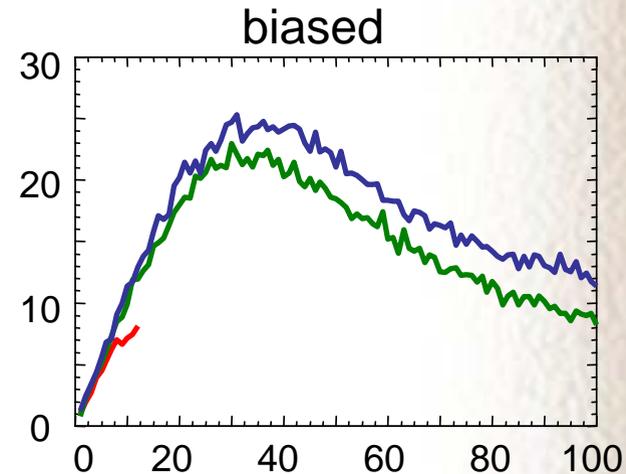
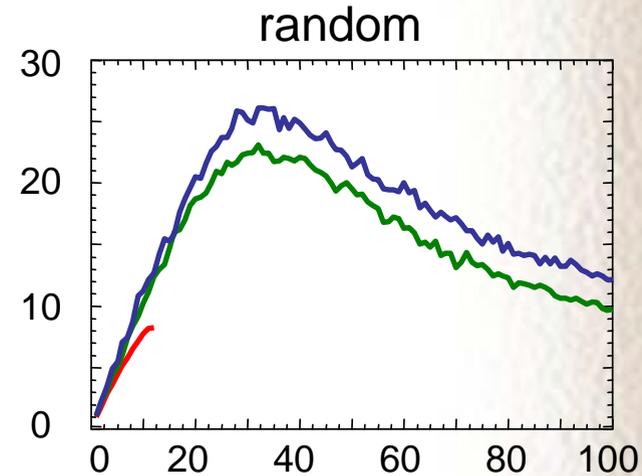
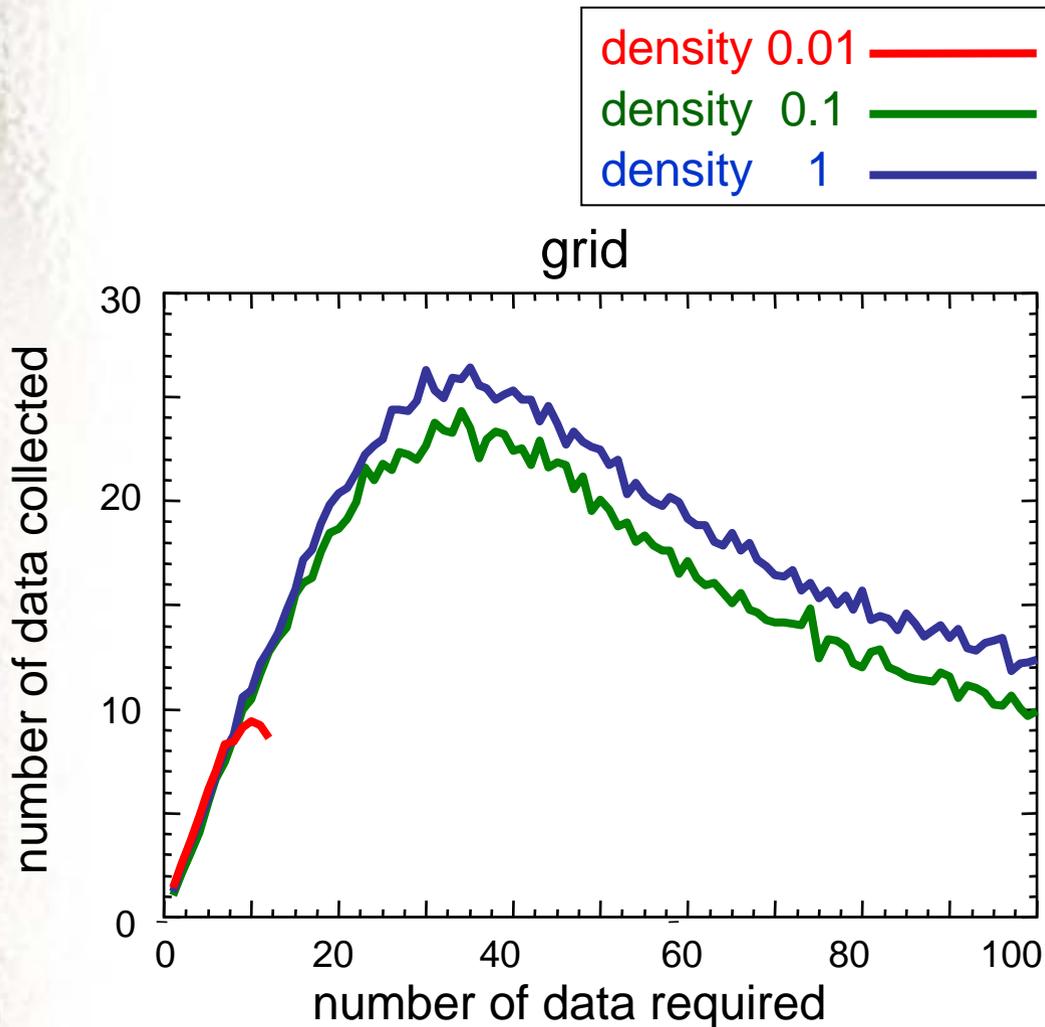


Biased

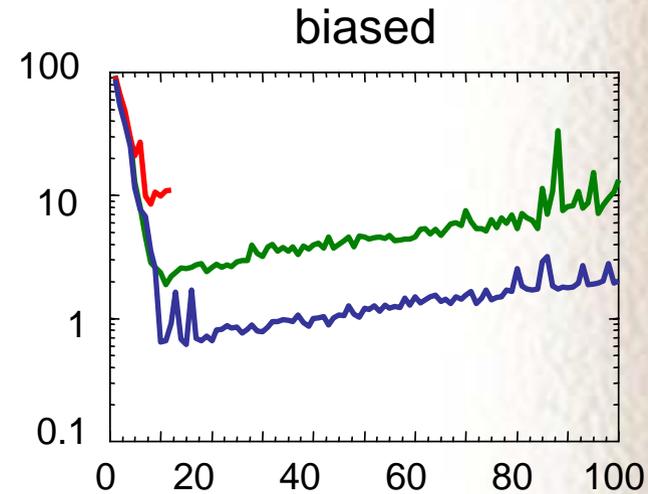
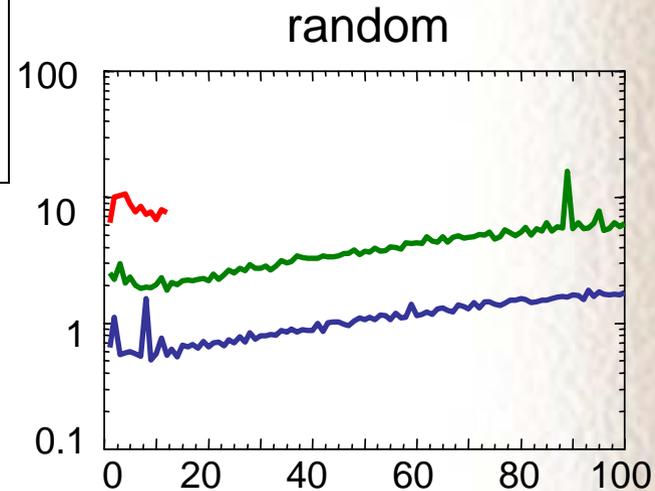
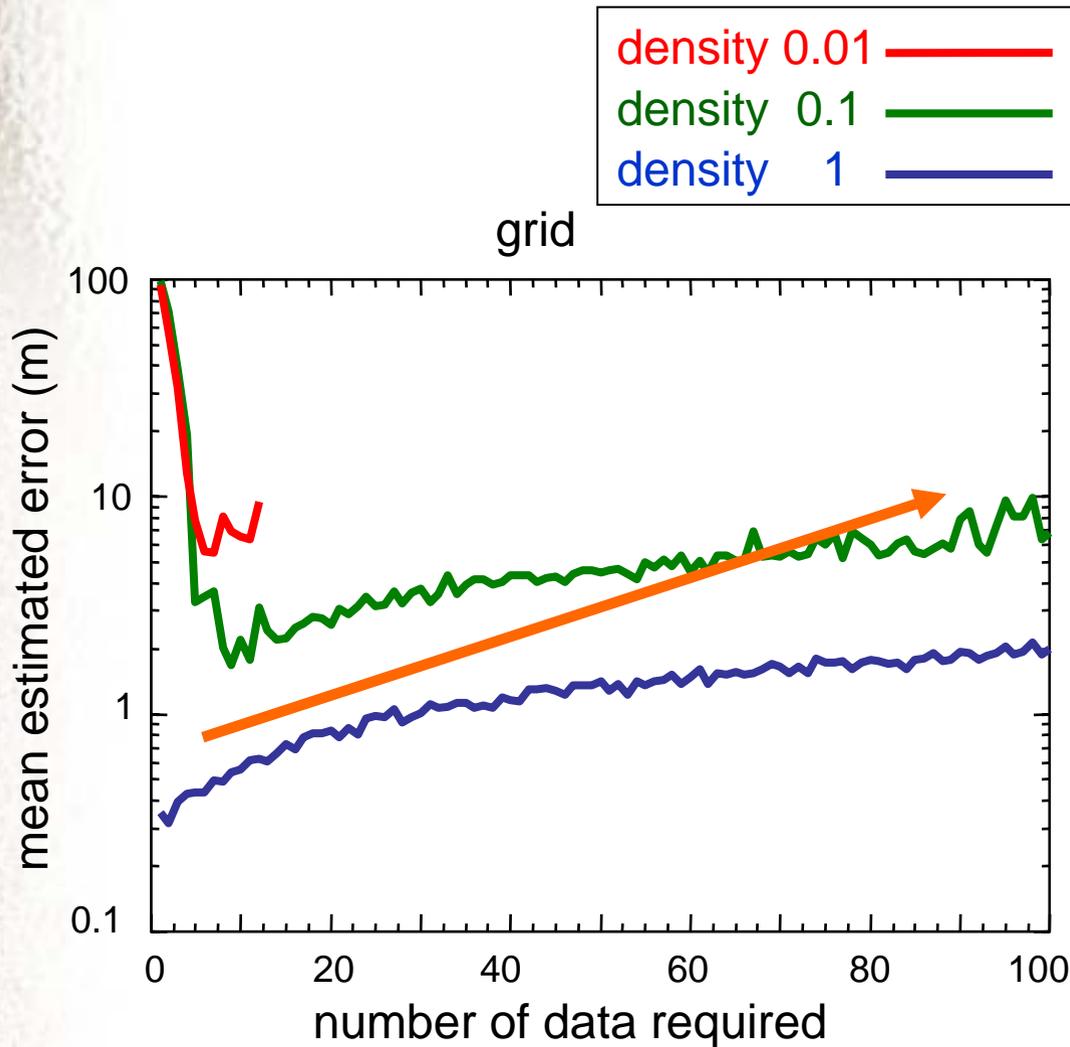




# データ数の評価



# 位置推定誤差の評価





# まとめと今後の課題

- **まとめ**
  - 無線センサネットワークを利用した位置推定システムの設計
  - データ収集法の提案・評価
    - センサのトポロジー・密度に依存せず、収集するデータ数を調整
    - 高い精度での位置推定を実現
- **今後の課題**
  - マルチホップでのデータ通信の検討
  - センサ密度が大きく変化する場合への対応