

ポテンシャルルーティングに基づく無線センサネットワークにおける下り方向通信の実現手段の提案と評価

豊永慎也⁺ 小南大智⁺ 菅野正嗣⁺⁺ 村田正幸⁺ 畠内孝明⁺⁺⁺

大阪大学大学院情報科学研究科⁺

大阪府立大学現代システム科学域知識情報システム学類⁺⁺

富士電機株式会社⁺⁺⁺

研究の背景

- ポテンシャルルーティングは無線センサネットワークに適したプロトコル
 - 高いスケーラビリティ、省電力性、負荷分散
 - センサノードからシンクノードへの単方向通信を実現(上り方向)
- シンクノードからクエリを送りデータを要求したい場合もある

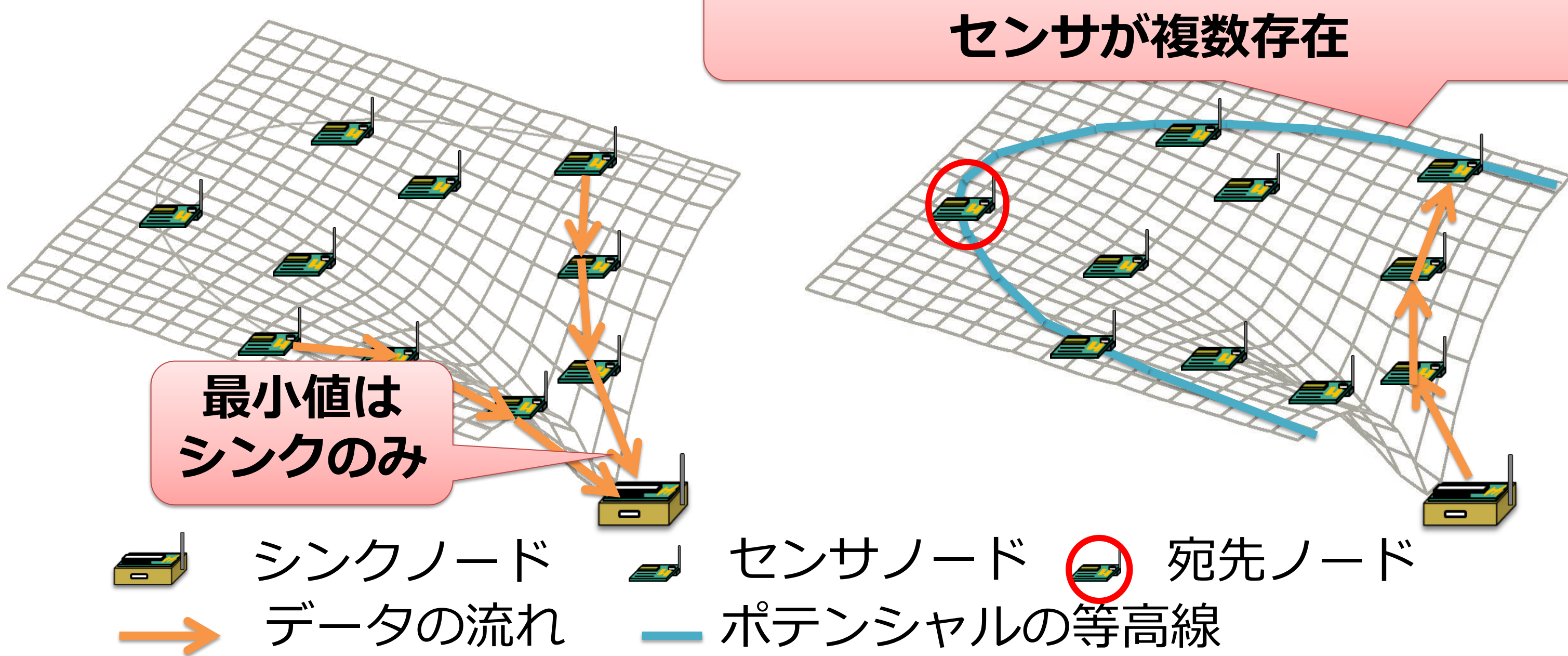
下り方向の通信が必要

ポテンシャルルーティングでは下り方向の通信ができない

上り方向の通信

下り方向の通信

宛先ノードと同じポテンシャルをもつセンサが複数存在



研究の目的

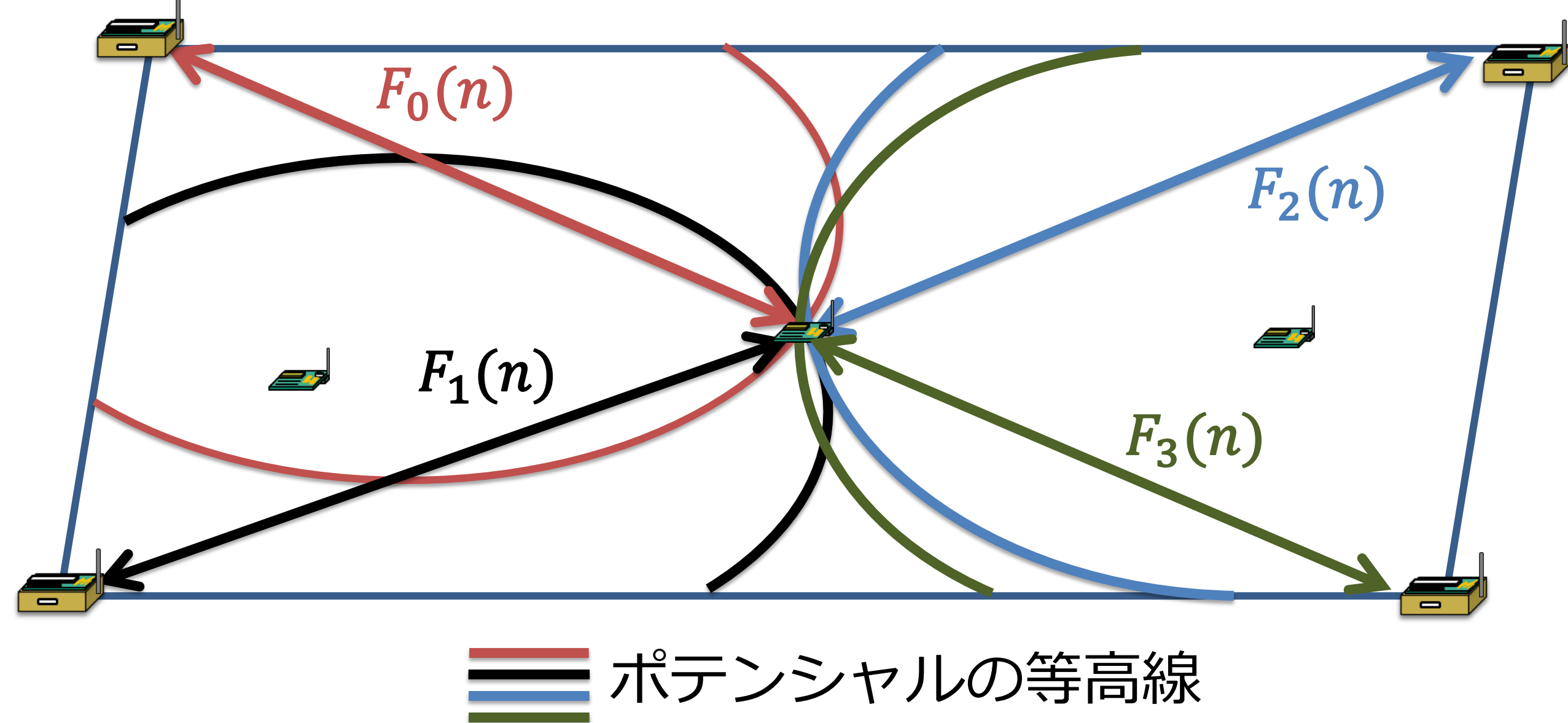
- ポテンシャルルーティングで下り方向通信を実現
 - step1: センサノードを一意的に識別
 - step2: 特定のセンサノード宛にルーティング

提案手法

step1: 三点測量に基づくノードの識別

- 3台以上のシンクノードがそれぞれ独立したポテンシャル場 $F_i (i = 0, 1, 2, \dots, N)$ を構築
 - ノード n のポテンシャルの組 $(F_0(n), F_1(n), \dots, F_N(n))$
 - ポテンシャルの組を仮想的な座標とみなす

$N=4$ の場合 $(F_0(n), F_1(n), F_2(n), F_3(n))$



step2: ポテンシャル距離に基づくルーティング

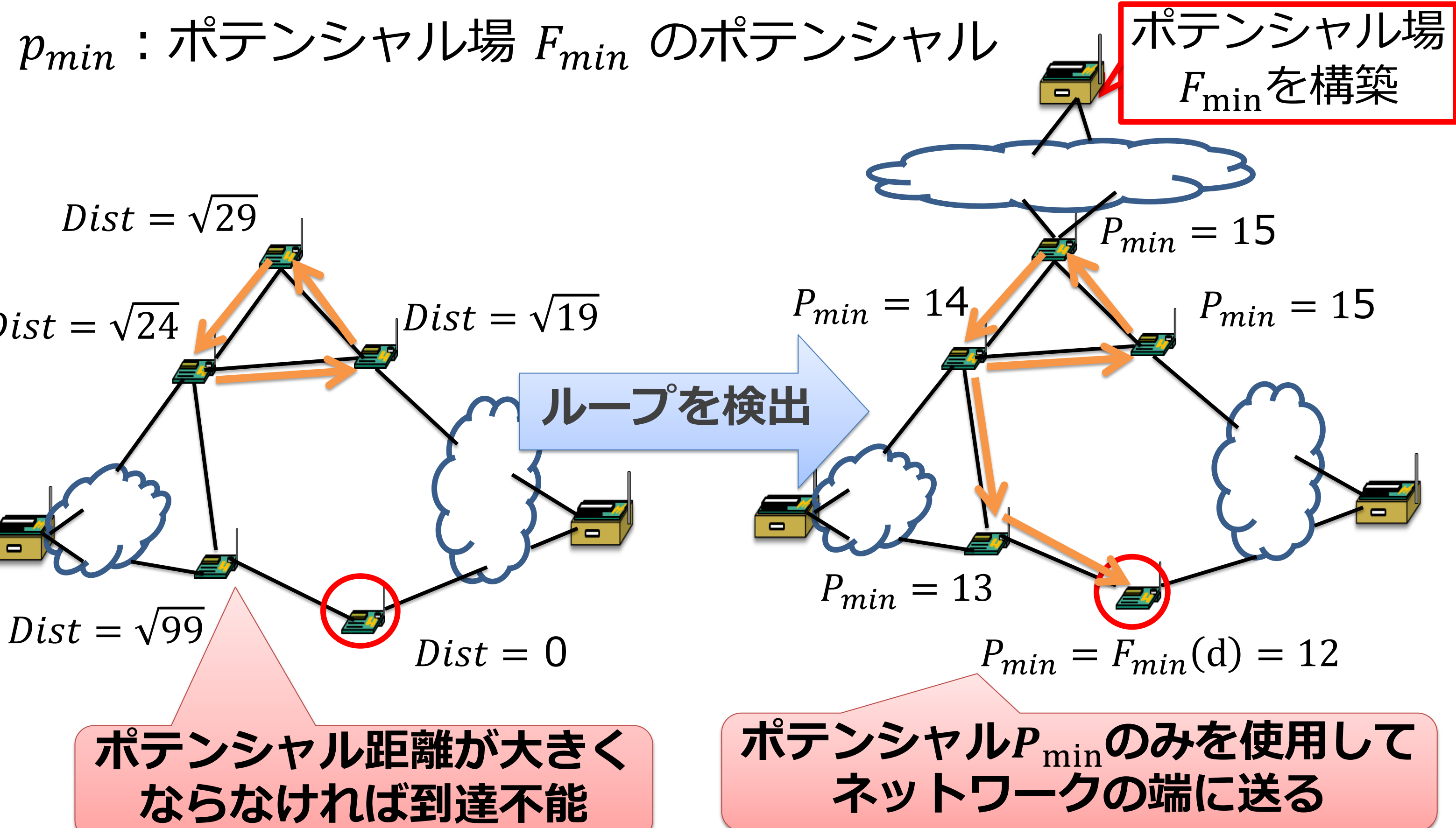
- 送信ノードが隣接ノード n と宛先ノード d のポテンシャル距離 $Dist$ を計算
- $Dist(n, d) = \sqrt{\sum_{i=0}^{N-1} (F_i(n) - F_i(d))^2}$
 - ポテンシャル距離が小さくなるノードにデータを転送することで宛先ノードにデータが届く

提案手法の問題点

- 観測領域の端に存在する一部の宛先ノードにデータが届かない
 - パケットがネットワークの内側でループ

改善方法

- $F_{min}(d) = \arg \min_{0 \leq i \leq N-1} F_i(d)$ のみを使うことで観測領域の端に送ることが可能
 - 観測領域の端はあるシンクノードから最も離れている
- ループを検出したときに、ポテンシャル場 F_{min} のポテンシャルが最も近づくノードに転送

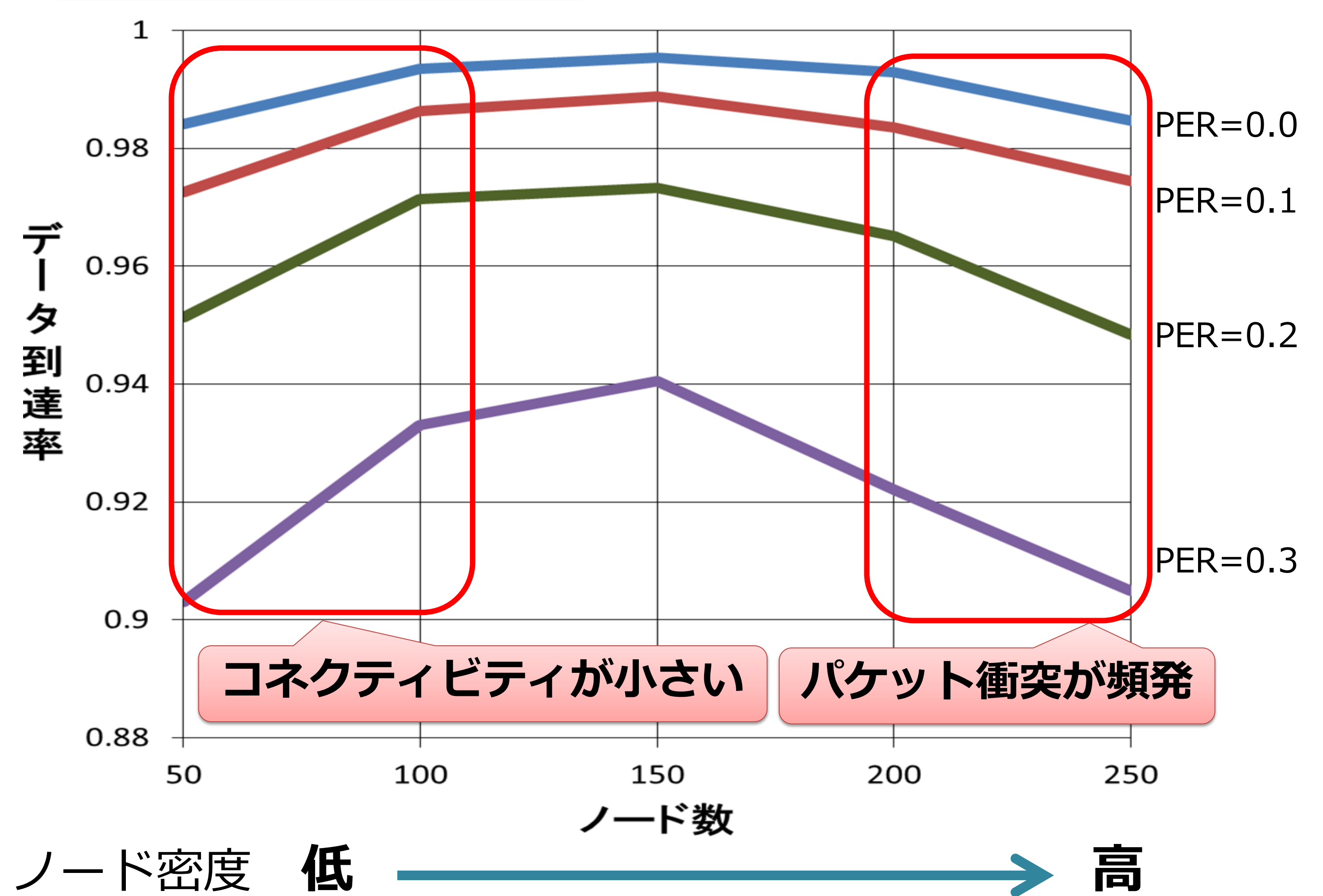


シミュレーションによる評価

シミュレーション環境

- 600m×600mの観測領域の端にシンクノードを4台配置
- センサノードをランダムに配置

シミュレーション結果



結論

- 適切なノード密度の下で、任意のセンサノードにデータを届けることが可能
- パケット損失率0.2以下の場合にデータパケット到達率95%以上であることを示した

今後の課題

- ノードの故障に対するロバスト性の評価
- シンクノードの数が5台以上になる場合のスケーラビリティの評価