

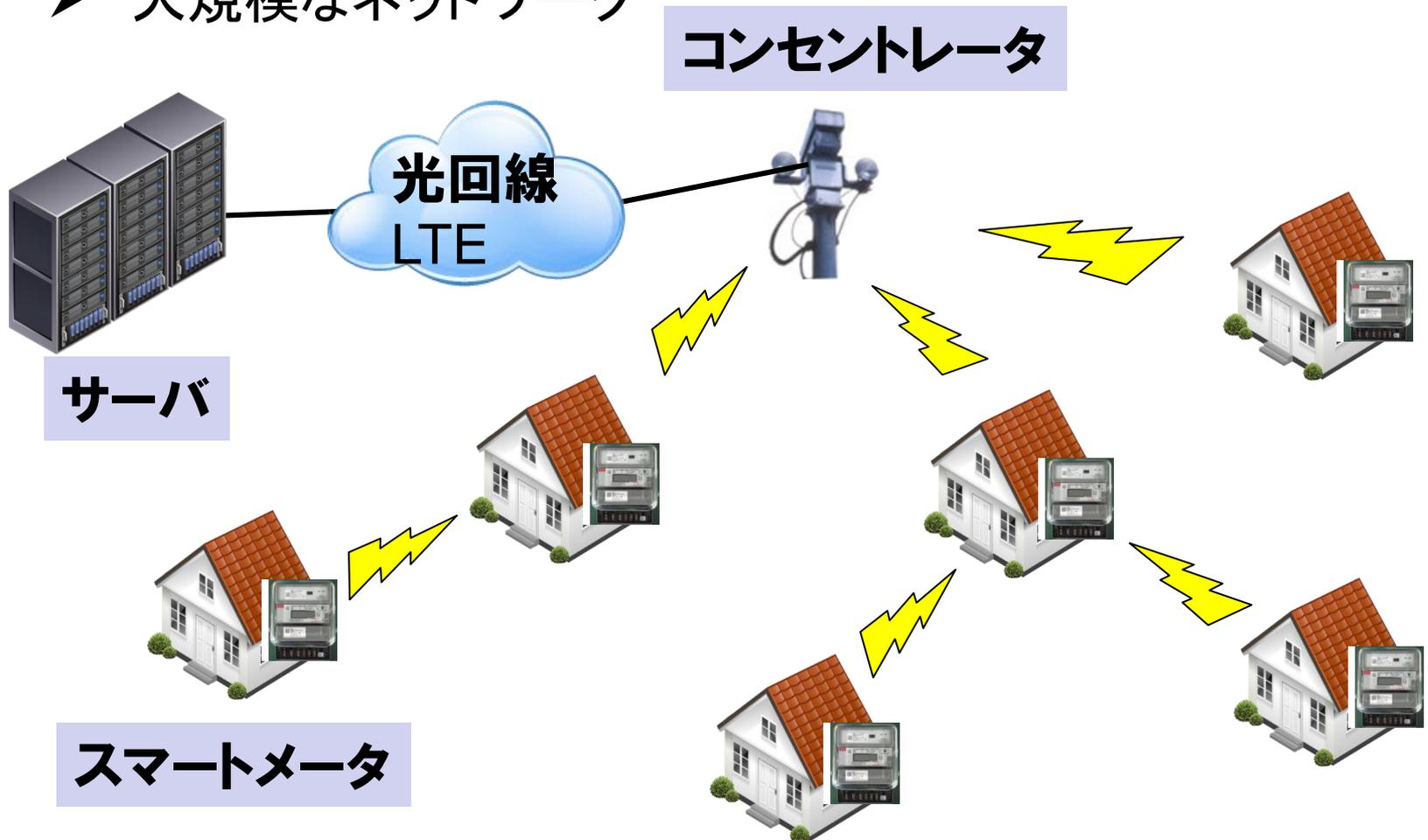
マルチホップネットワーク技術

九電テクノシステムズ株式会社

- **背景**
- **マルチホップネットワーク技術**
- **シミュレーション**
- **実機試験**
- **まとめ**

背景

- マルチホップネットワーク
 - 低速通信
 - 大規模なネットワーク

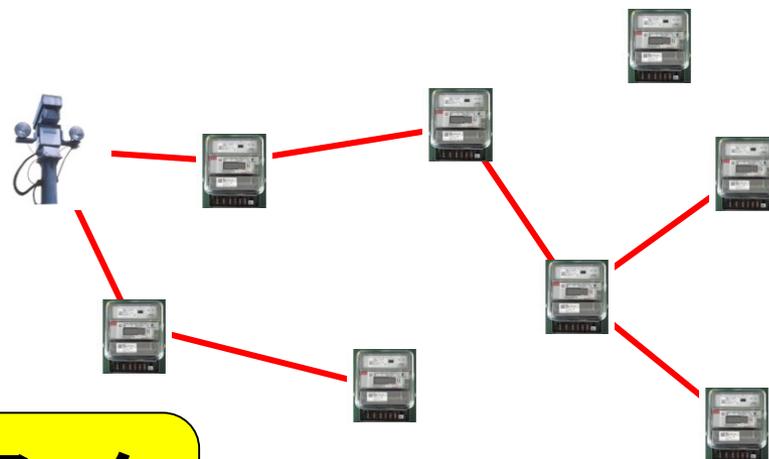


背景

- 大規模なネットワークにおけるデータの収集手法
 - 定期的なデータ収集に耐えうる高速性
 - データを収集する確実性・安定性

想定するネットワーク:

- 最大**1000台**規模のネットワーク
- 数**100kbps**の伝送レート



ツリー構造のマルチホップネットワーク
に対してデータ収集

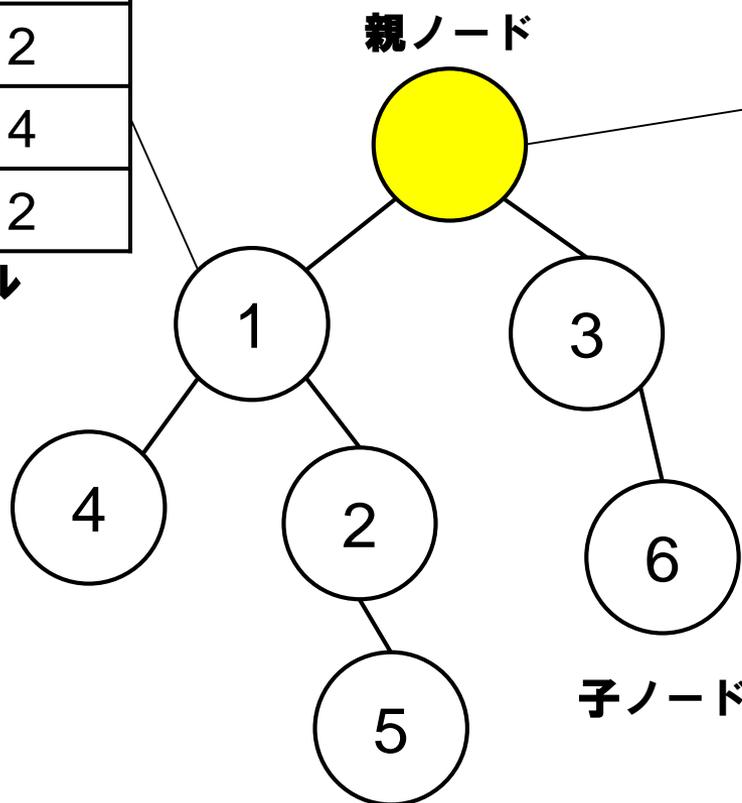
- 背景
- マルチホップネットワーク技術
- シミュレーション
- 実機試験
- まとめ

ツリー構造マルチホップネットワーク

- 1台の親ノードと1台以上の子ノードから構成
- 親ノード方向への通信を上り通信
子ノード方向への通信を下り通信とする

最終通信先	中継先
2	2
4	4
5	2

中継先テーブル



最終通信先	中継先
1	1
2	1
3	3
4	1
5	1
6	3

中継先テーブル

従来手法

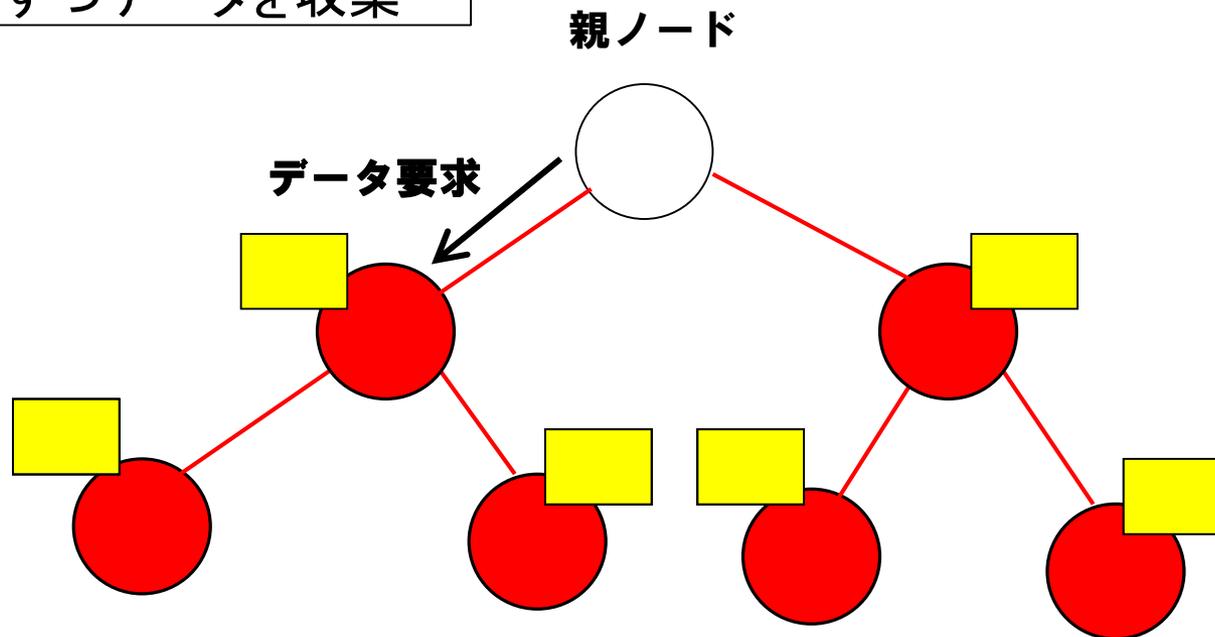
- Converge-Casting
 - ツリー構造ネットワークにおけるデータ収集時間の短縮化
- 従来のデータ収集手法
 - **個別収集**
 - 1台ずつ個別にデータ収集を行う
 - **時間分散**
 - ネットワーク上の各ノードにタイムスロット番号を付与し、通信順序を制御してデータを集約する手法

従来手法 個別収集

- 個別収集

- 全てのノードはデータの所有状況を把握

1台ずつデータを収集



赤 データ保有ノード

青 非データ保有ノード

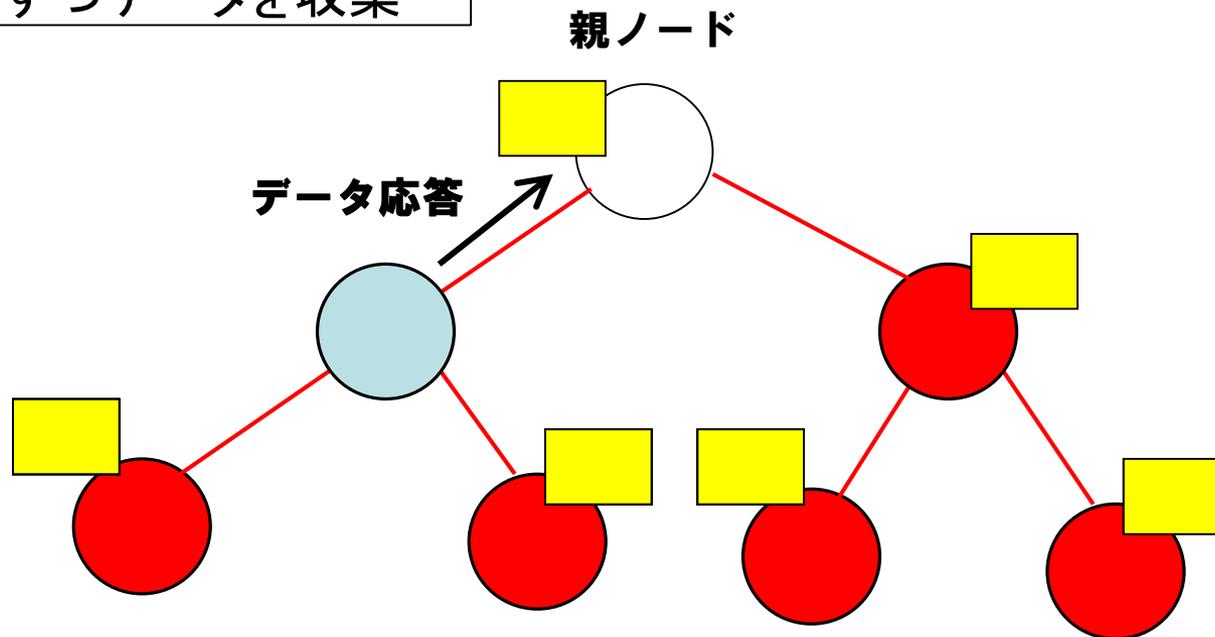
黄 計測データ

従来手法 個別収集

- 個別収集

- 全てのノードはデータの所有状況を把握

1台ずつデータを収集



赤 データ保有ノード

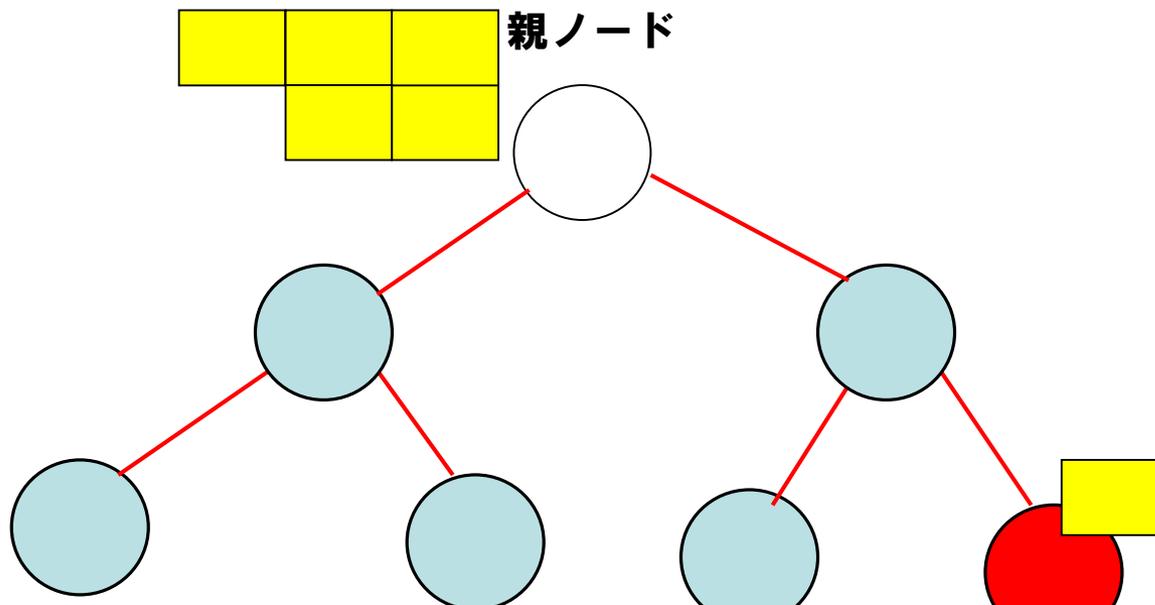
青 非データ保有ノード

黄 計測データ

従来手法 個別収集

- 個別収集

- 全てのノードはデータの所有状況を把握



通信の重複が発生し、総通信回数が非常に多くなってしまおう！

赤 データ保有ノード

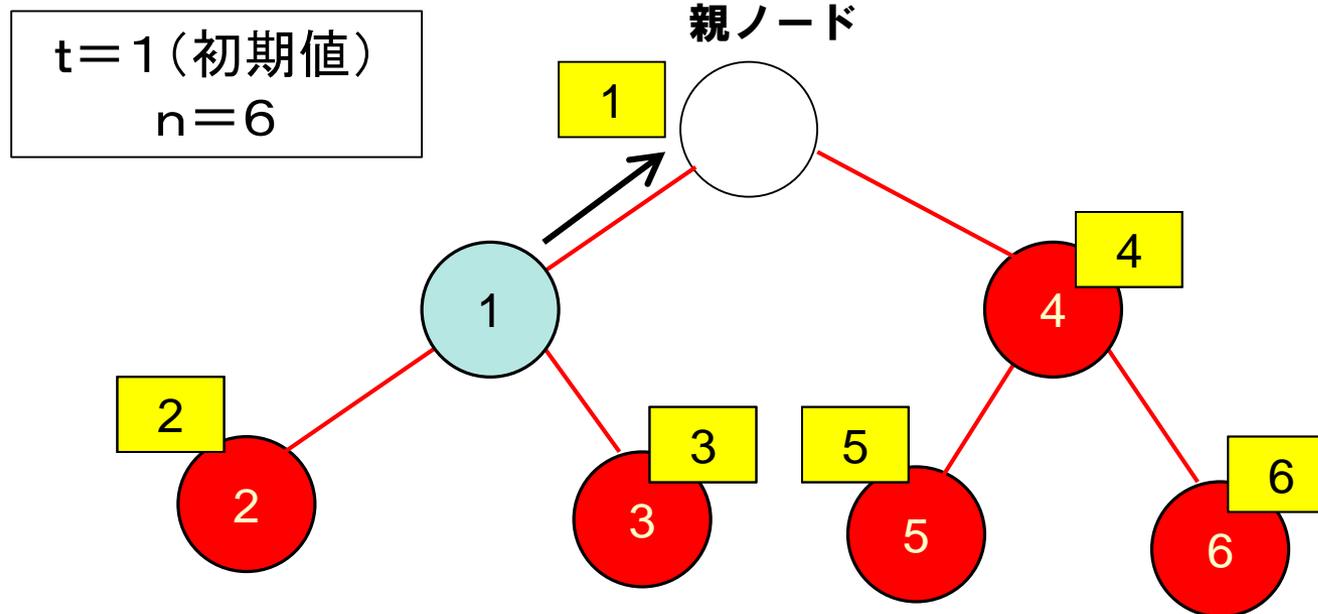
青 非データ保有ノード

黄 計測データ

従来手法 時間分散

- 時間分散

- 全てのノードに送信タイムスロットを付与
- 処理タイムスロット順に上位へ送信



赤 データ保有ノード

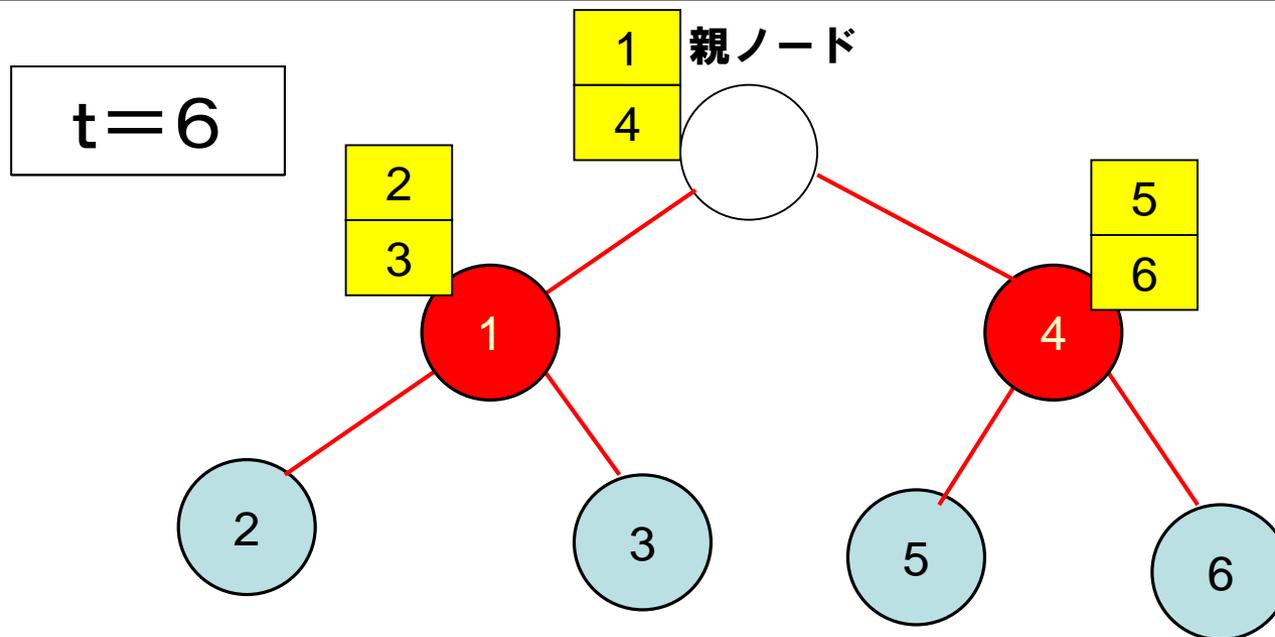
青 非データ保有ノード

黄 計測データ

従来手法 時間分散

- 時間分散

- 全てのノードに送信タイムスロットを付与
- 処理タイムスロット順に上位へ送信



赤 データ保有ノード

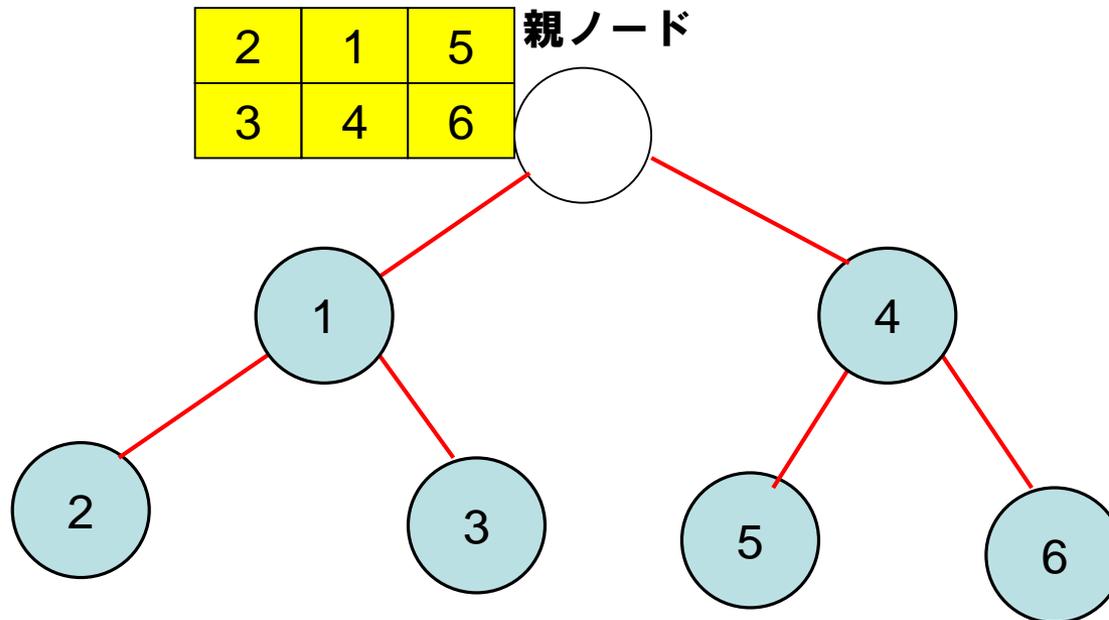
青 非データ保有ノード

黄 計測データ

従来手法 時間分散

- 時間分散

- 全てのノードに送信タイムスロットを付与
- 処理タイムスロット順に上位へ送信



ネットワークの構成(ホップ数)によって収集時間に差ができる!

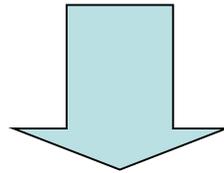
赤 データ保有ノード

青 非データ保有ノード

黄 計測データ

従来の技術における問題点

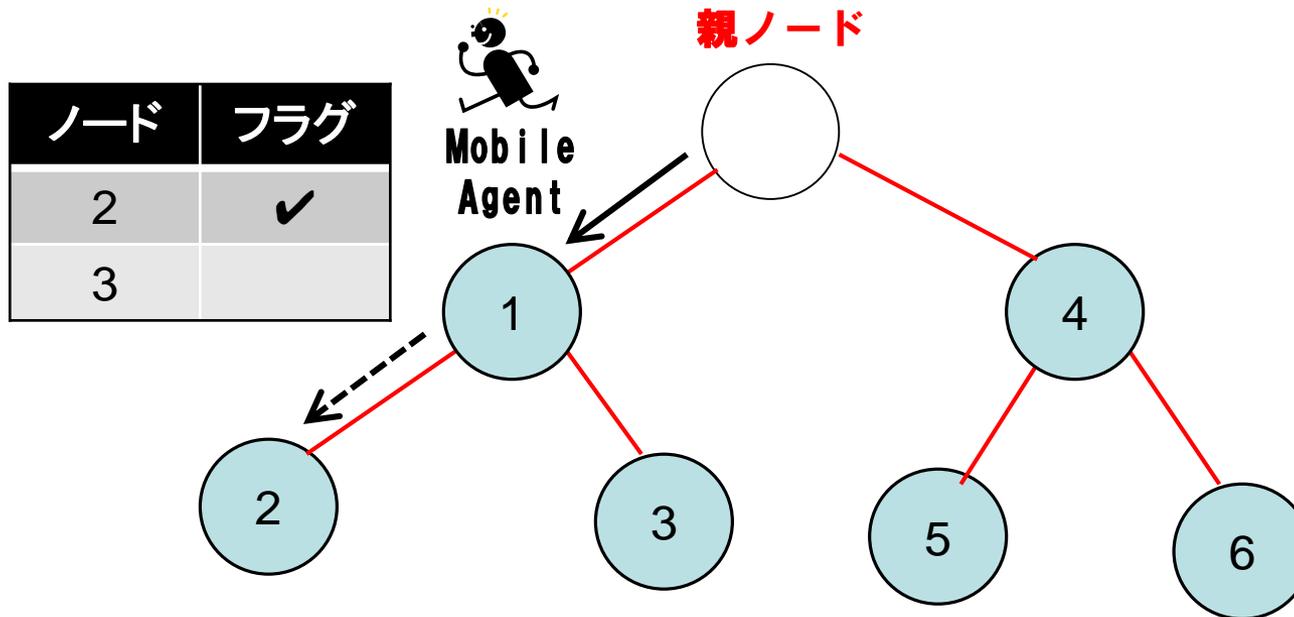
- **個別収集手法**
 - 同じ通信経路における通信の重複
 - 大規模なネットワークに不向き
- **時間分散手法**
 - データ収集までの通信回数がホップ数に依存
 - ホップ数が増加すると、極端に収集速度が悪化



**移動エージェントを用いた
効率的データ収集手法**

- 提案手法

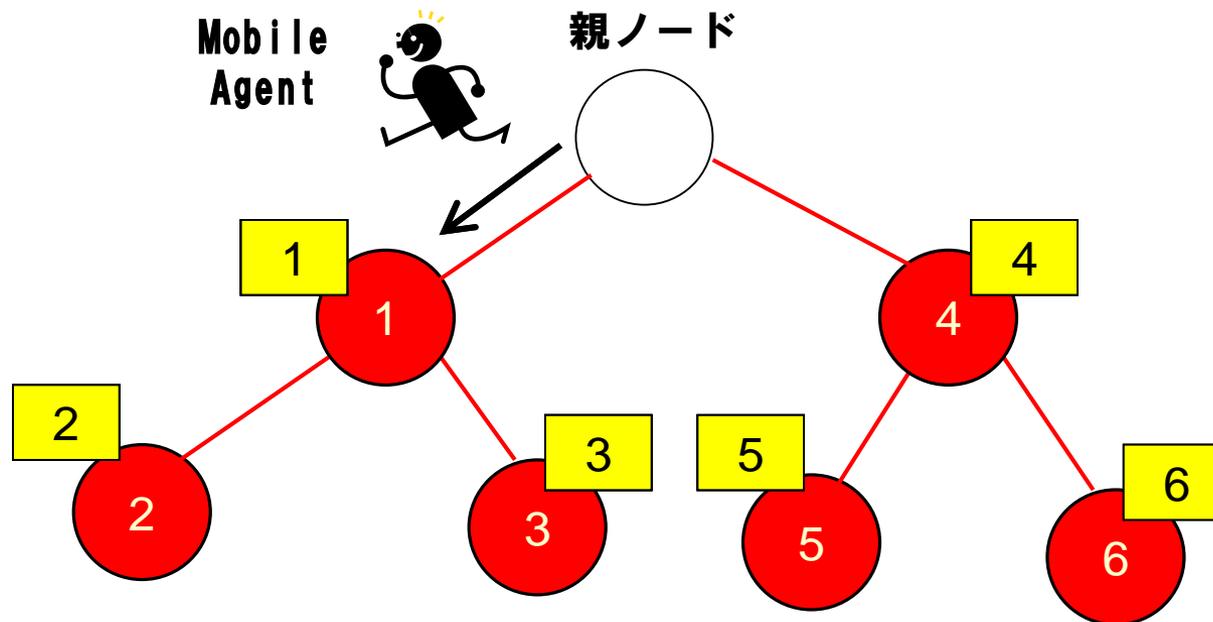
- 経路テーブルを利用したエージェントの自律移動



- 必要最低限の通信でデータ収集
- 経路変更エージェントが自律対応

提案手法(2/9)

- 移動エージェントを用いたデータ収集手法
 - エージェントはネットワークを巡回して下位から優先的にデータを収集



赤 データ保有ノード

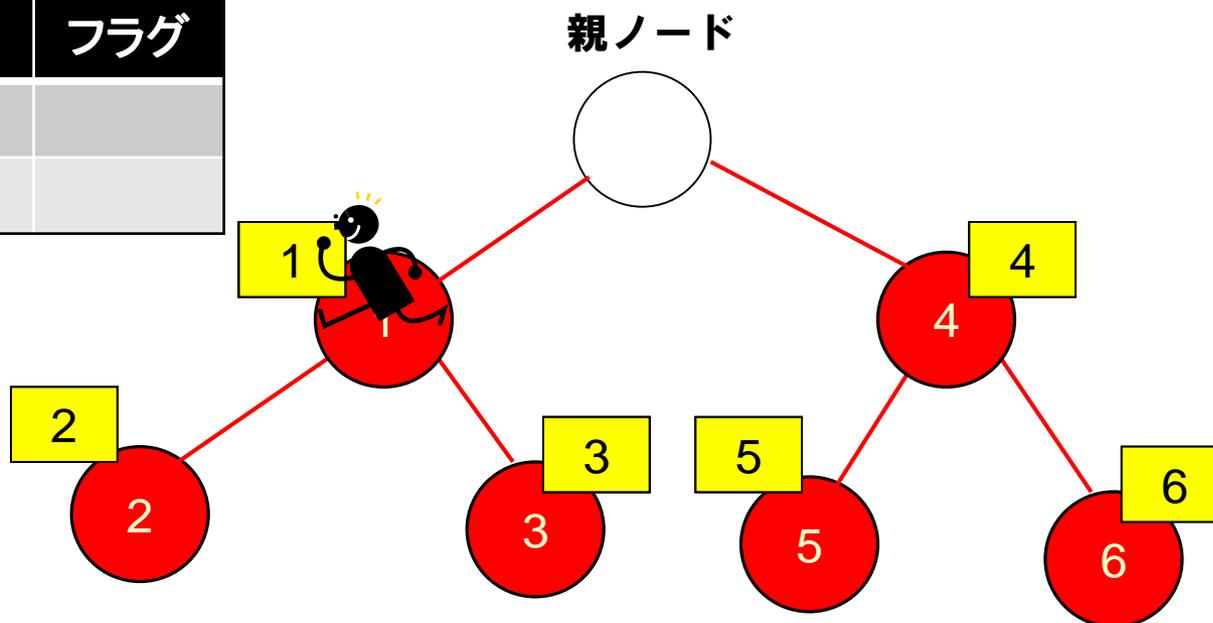
青 非データ保有ノード

黄 計測データ

提案手法(3/9)

- 移動エージェントを用いたデータ収集手法
 - エージェントはネットワークを巡回して下位から優先的にデータを収集

ノード	フラグ
2	
3	



赤 データ保有ノード

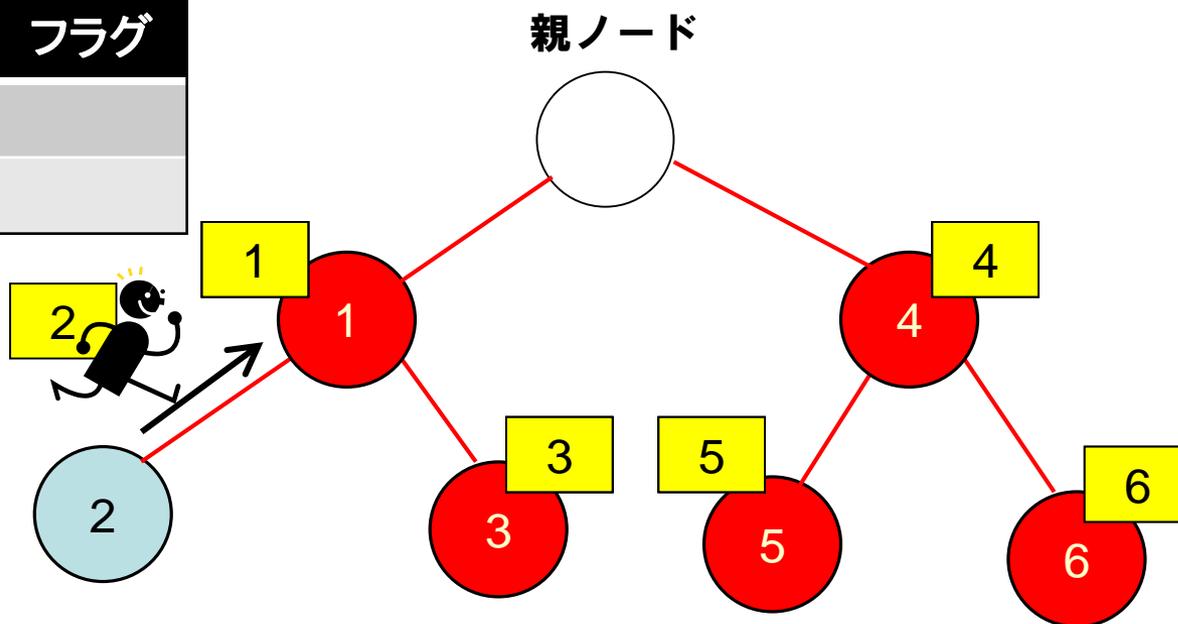
青 非データ保有ノード

黄 計測データ

提案手法(5/9)

- 移動エージェントを用いたデータ収集手法
 - エージェントはネットワークを巡回して下位から優先的にデータを収集

ノード	フラグ
2	
3	



赤 データ保有ノード

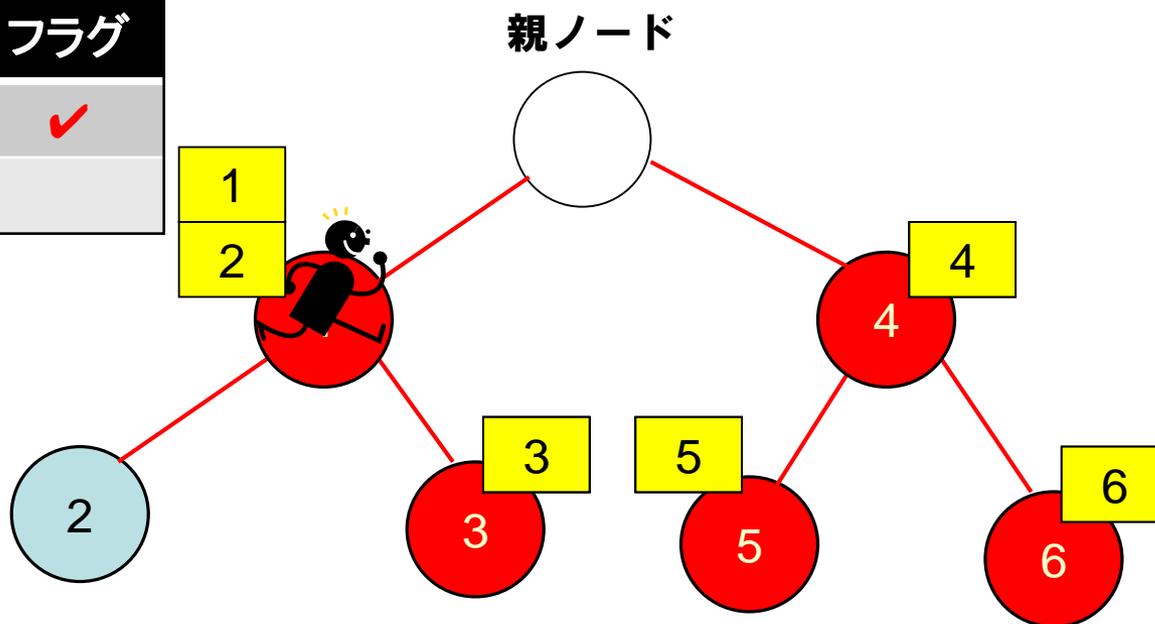
青 非データ保有ノード

黄 計測データ

提案手法(6/9)

- 移動エージェントを用いたデータ収集手法
 - エージェントはネットワークを巡回して下位から優先的にデータを収集

ノード	フラグ
2	✓
3	



赤 データ保有ノード

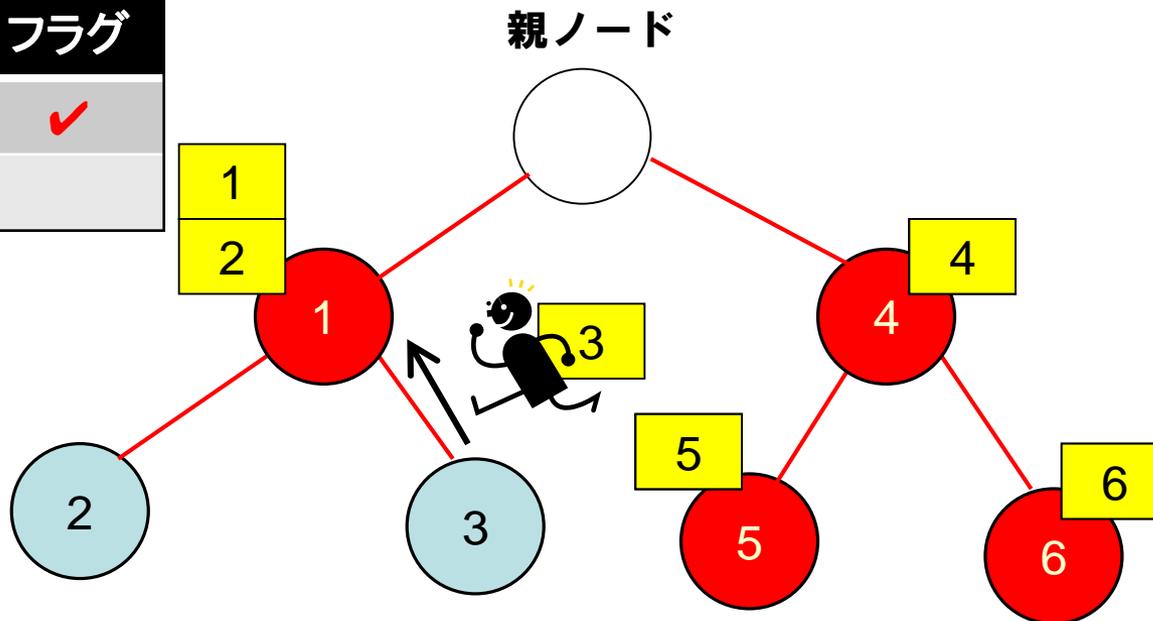
青 非データ保有ノード

黄 計測データ

提案手法(7/9)

- 移動エージェントを用いたデータ収集手法
 - エージェントはネットワークを巡回して下位から優先的にデータを収集

ノード	フラグ
2	✓
3	



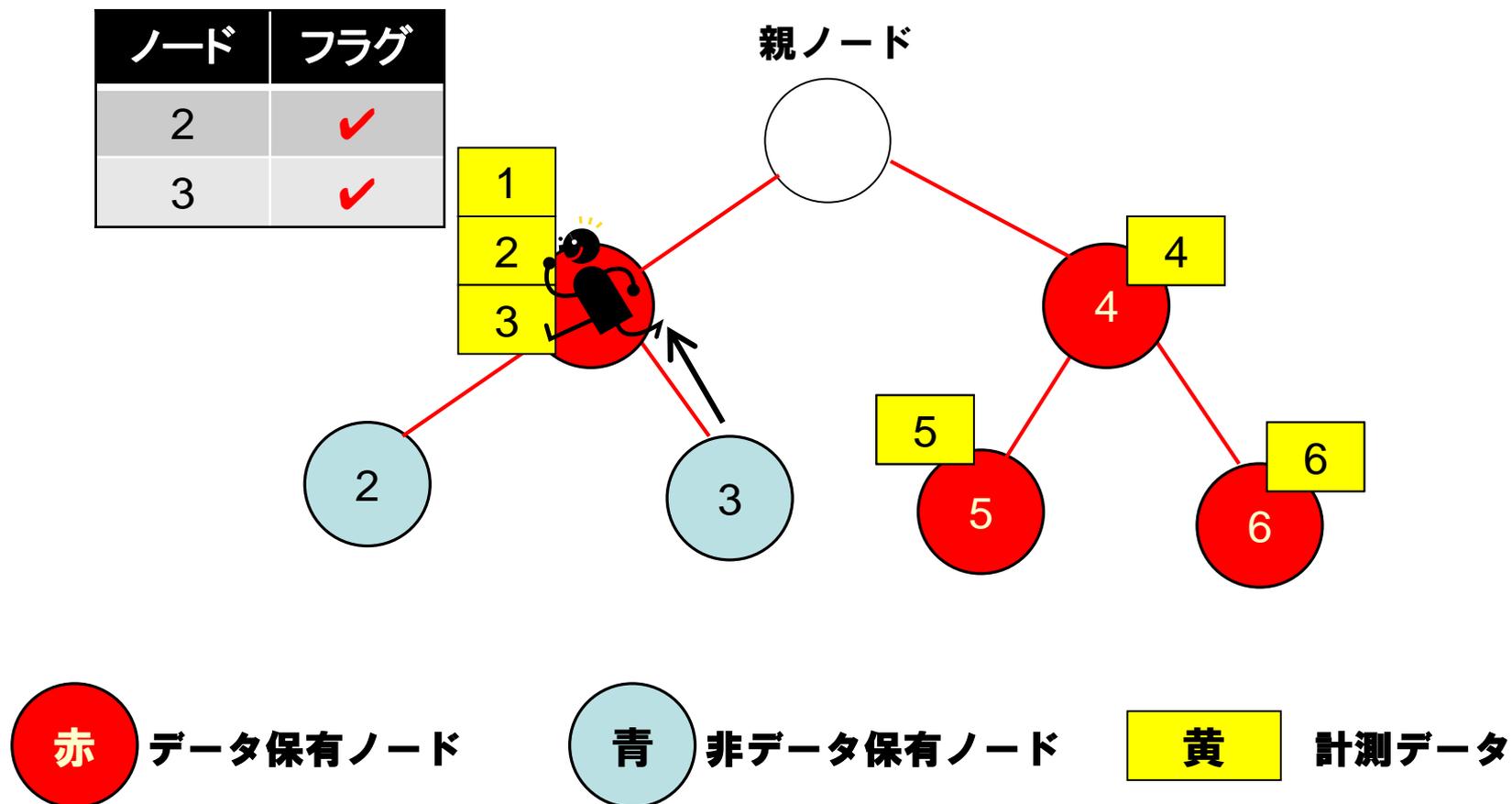
赤 データ保有ノード

青 非データ保有ノード

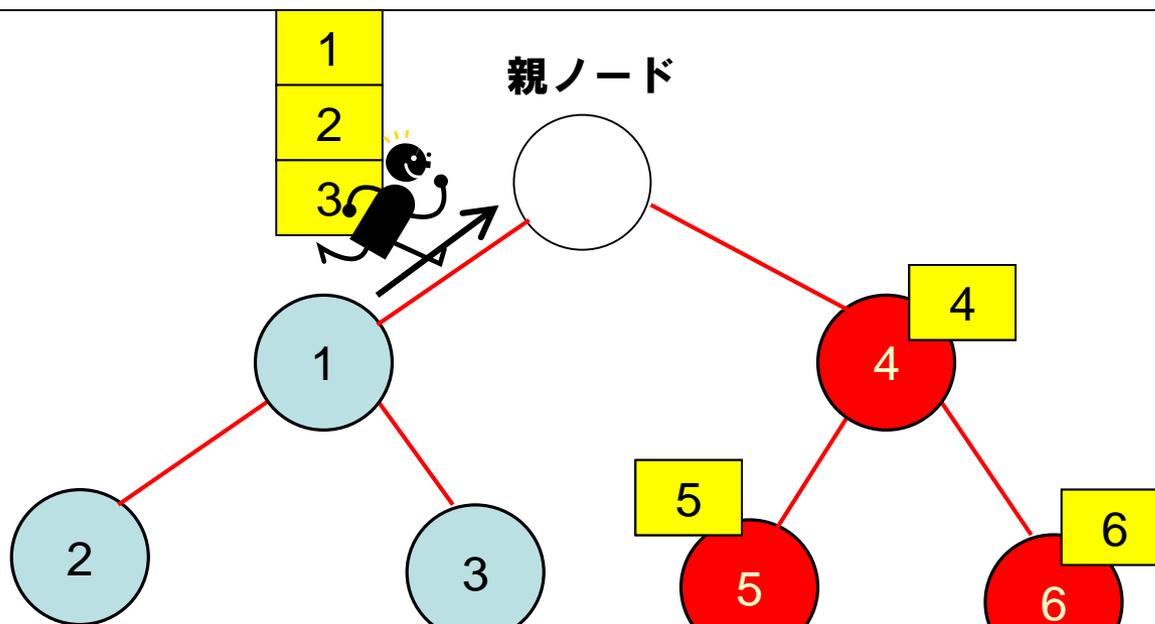
黄 計測データ

提案手法(8/9)

- 移動エージェントを用いたデータ収集手法
 - エージェントはネットワークを巡回して下位から優先的にデータを収集



- 移動エージェントを用いたデータ収集手法
 - エージェントはネットワークを巡回して下位から優先的にデータを収集



**通信回数を抑えたまま
ネットワークの形に依存しない安定したデータ収集が可能**

赤 データ保有ノード

青 非データ保有ノード

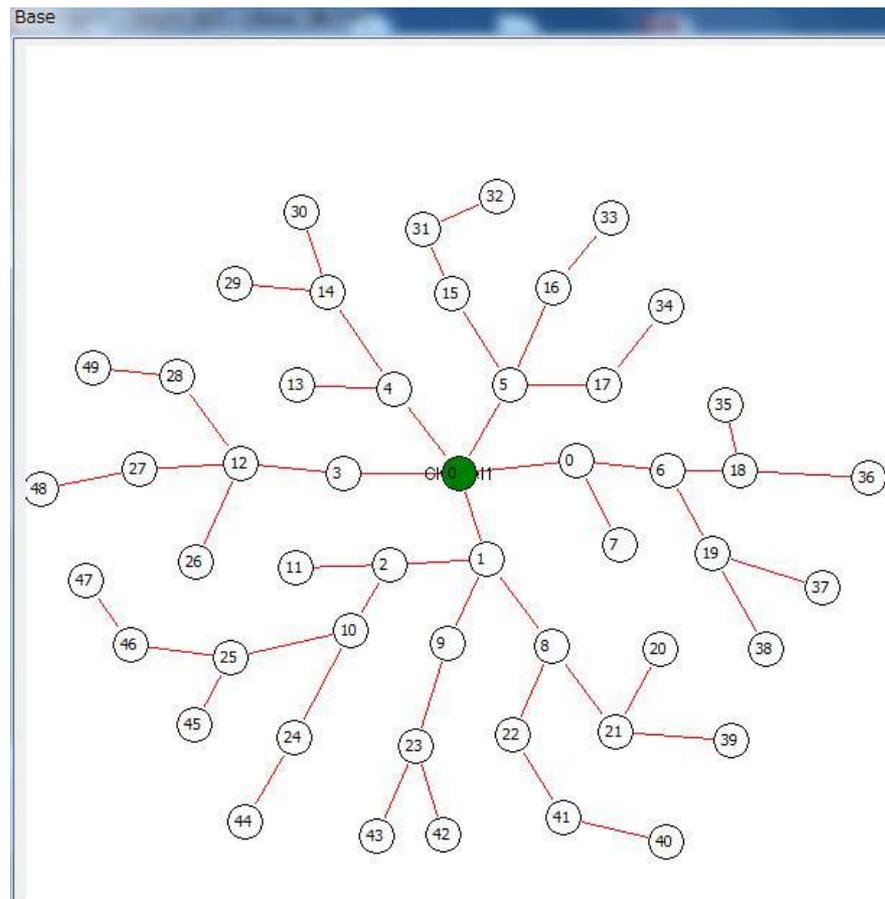
黄 計測データ

- 背景
- マルチホップネットワーク技術
- シミュレーション
- 実機試験
- まとめ

・ 3種類のネットワークにおける比較検討

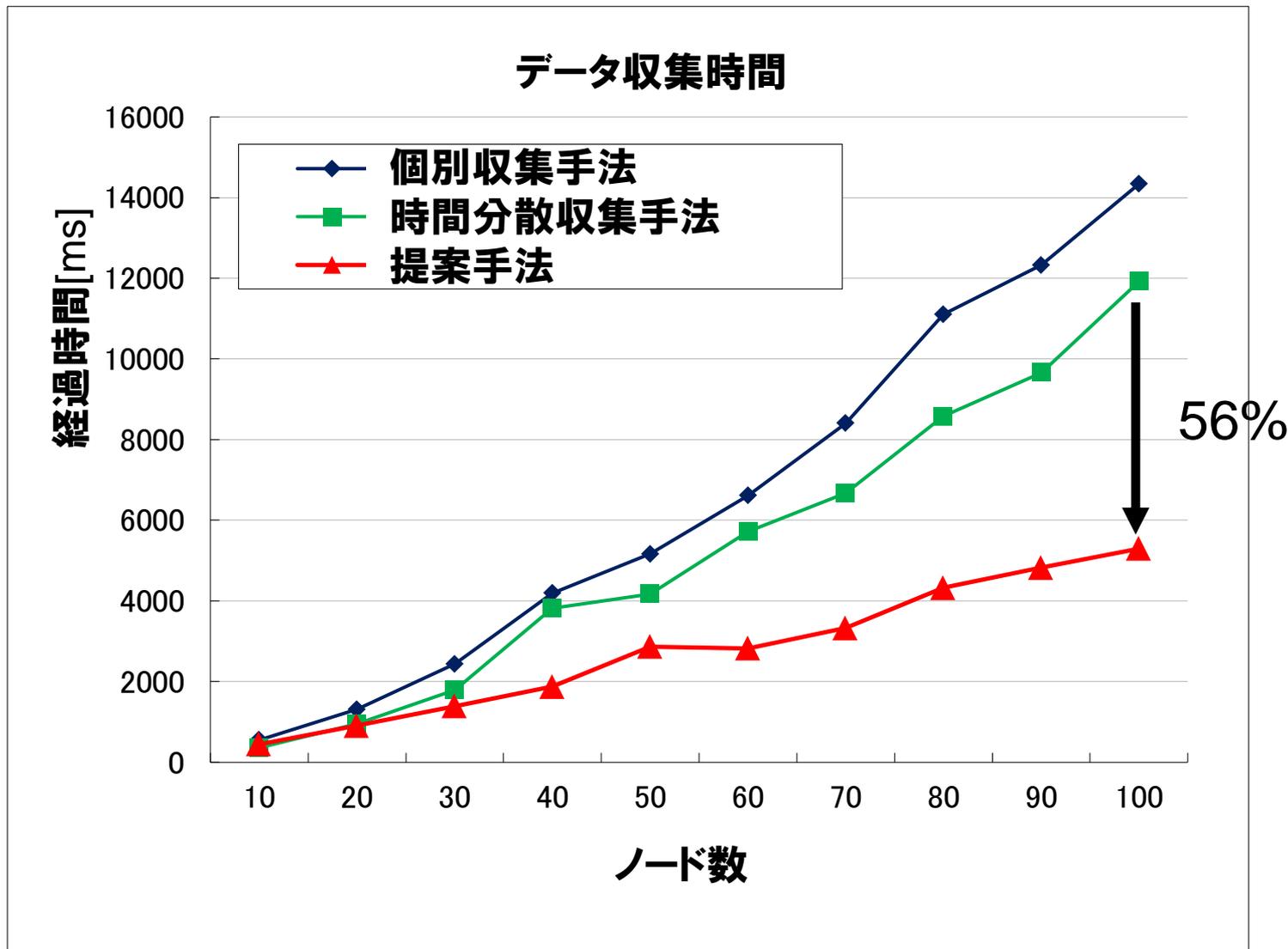
- ① 2500m * 2500m 空間 (サイズA)
- ② 1250m * 1250m 空間 (サイズB)
- ③ リニア型

- ・ 920MHz 特小無線
- ・ IEEE802.15.4
IEEE802.15.4g 準拠

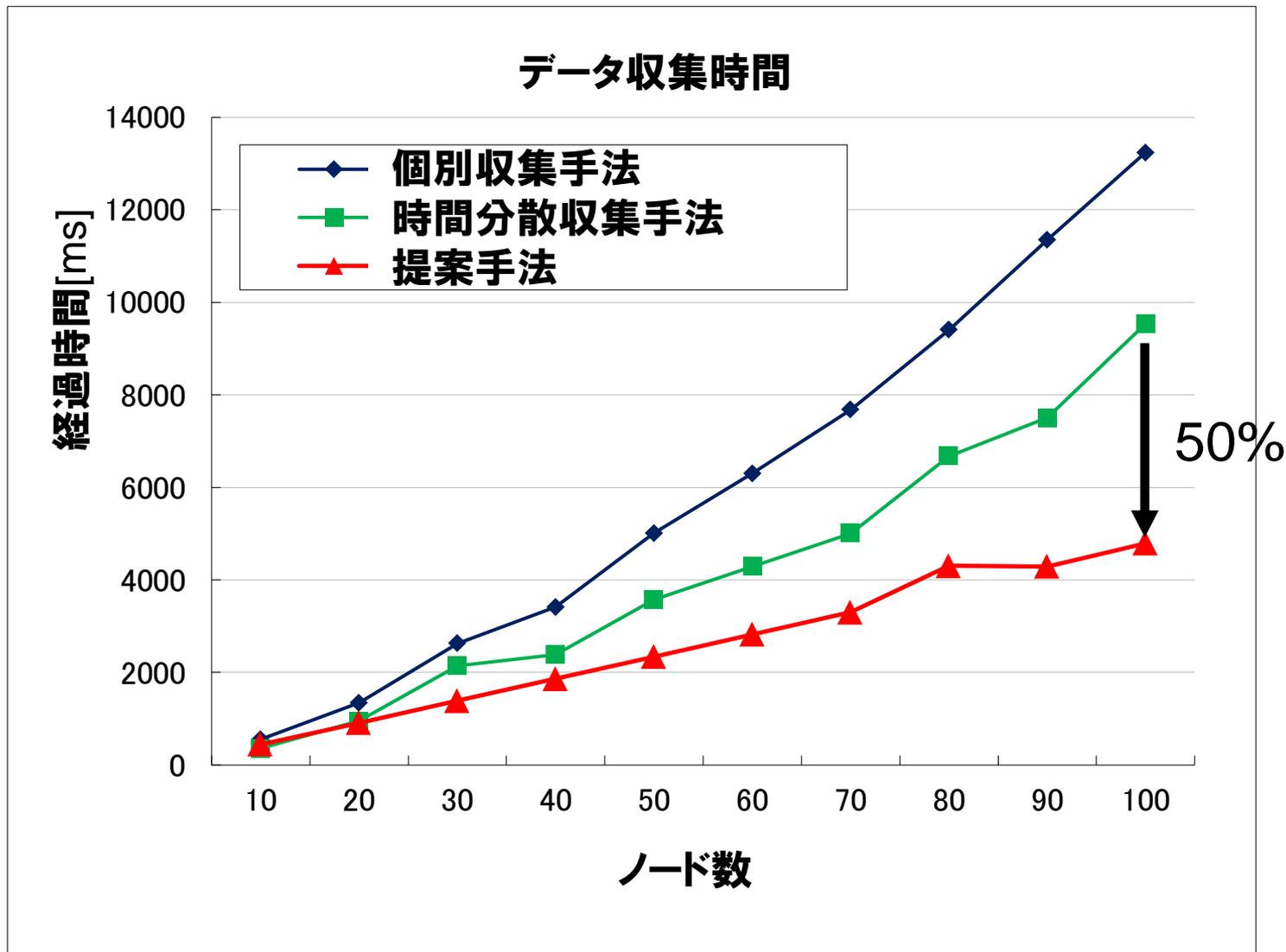


シミュレーション

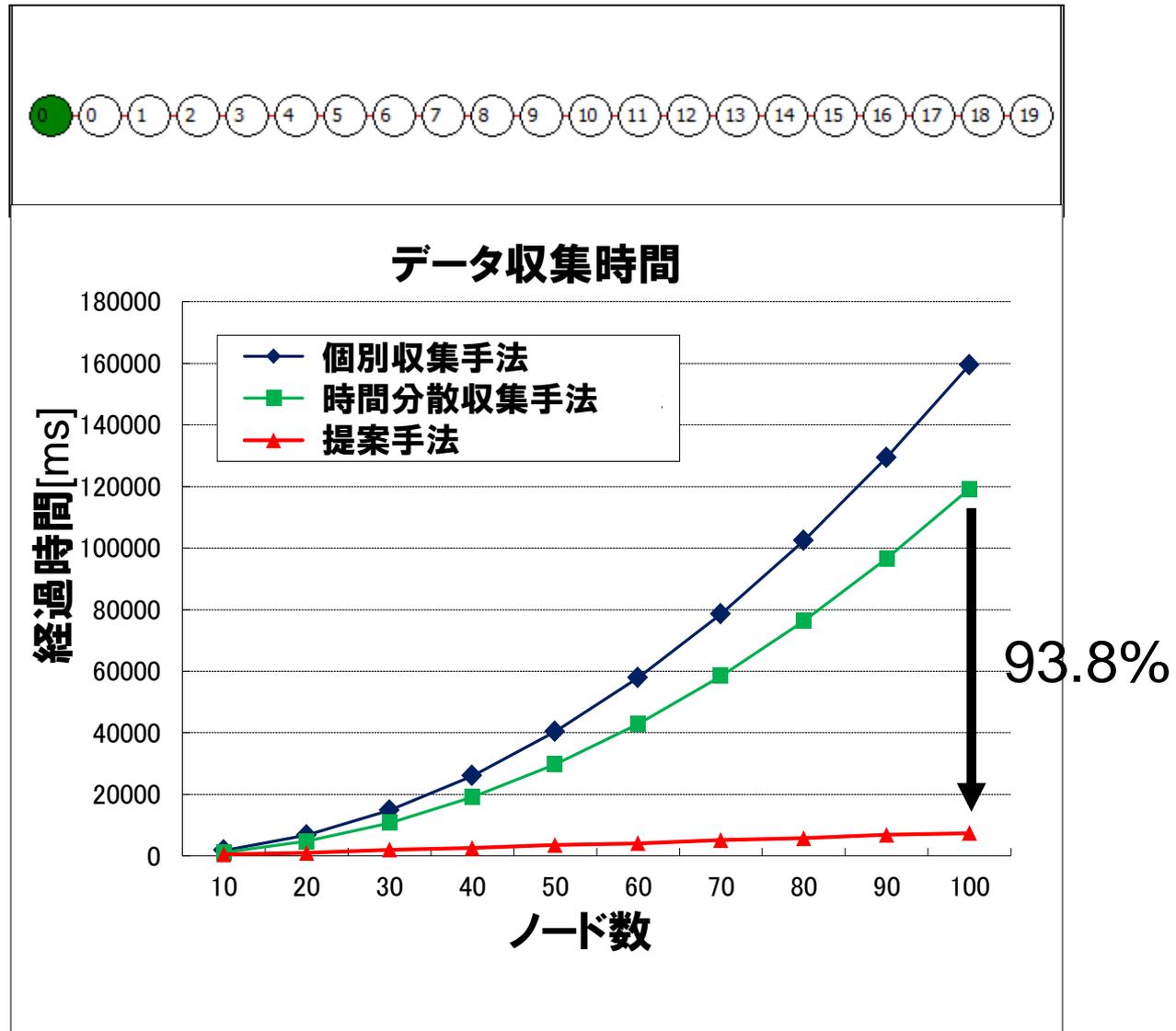
・ 2500m * 2500m 空間 (サイズA)



- 1250m * 1250m 空間 (サイズB)



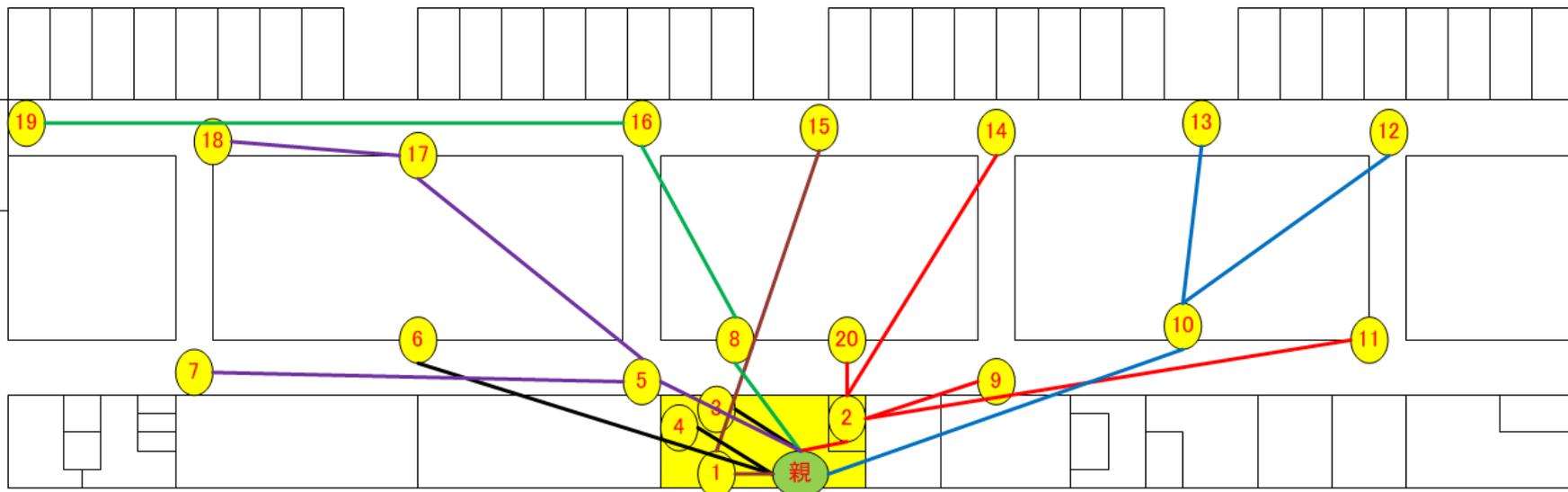
・ リニア型ネットワーク



- 背景
- マルチホップネットワーク技術
- シミュレーション
- **実機試験**
- まとめ

屋内動作試験

- 親ノード1台、子ノード20台のネットワーク
- 個別収集手法とエージェントを用いたデータ収集手法のデータ収集時間と収集率の測定



ネットワーク構成

動作試験 (2/2)

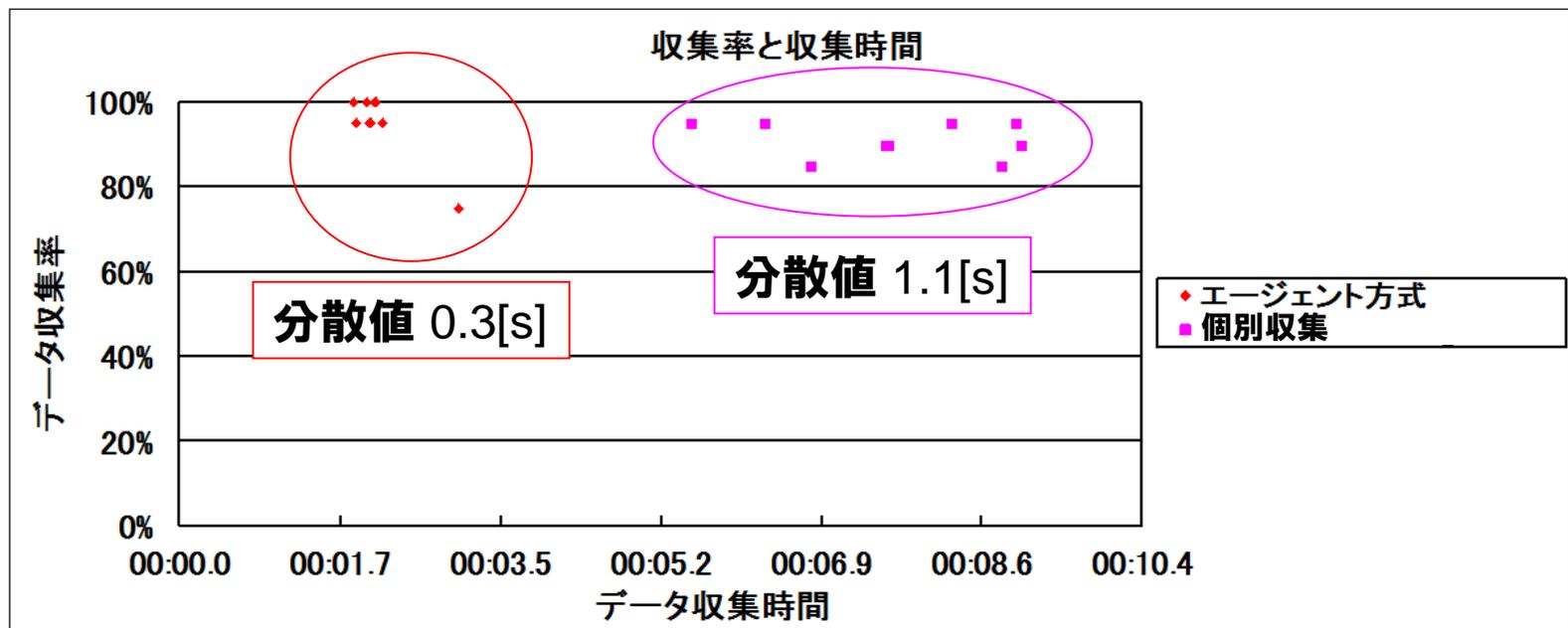
試験結果

エージェント方式

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
データ収集時間[s]	00:02.1	00:03.0	00:02.0	00:02.1	00:01.9	00:02.0	00:02.1	00:02.2	00:01.9	00:02.0	00:02.1
データ収集率	100%	75%	95%	100%	100%	100%	95%	95%	95%	100%	95.5%

個別収集

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
データ収集時間[s]	00:05.5	00:07.6	00:08.9	00:09.1	00:08.3	00:09.0	00:06.8	00:06.3	00:07.6	00:07.7	00:07.7
データ収集率	95%	90%	85%	90%	95%	95%	85%	95%	90%	95%	91.5%



まとめ

① 移動エージェントを用いた高速データ収集手法

- 移動エージェントを自律的に巡回させることで、ネットワーク変動に対応
- ホップ数に依存しないデータ収集効率
- ネットワーク規模が大きくなるほど効率的

② シミュレーションによる評価

- ノード数100台のネットワークにおいて、従来のデータ収集手法に比べて50%以上の収集時間を削減

③ 実機試験による評価

- データ収集への安定性向上、高速化を実現

• 製品開発への技術転用

• 特許

→ 「データ収集方法およびシステム」として

2014.6.30 特許出願

2019.3.8 特許登録済