

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実装と評価

大阪大学基礎工学部情報科学科
計算機科学コース4年 村田研究室
榎原俊太郎

センサネットワーク

- 数十から数千のセンサ端末を配置し、環境情報を収集、機器の制御を行うシステム
 - 大規模農場の温度変化の観測、セキュリティ管理、家電の制御、火山や深海など危険な場所の観測 etc
- センサ端末は電池で駆動
 - 交換は困難
 - 消費電力が低い情報収集機構が必要
- センサ端末の追加や移動、電力の枯渇による停止
 - 再調整なしで情報収集を継続
- 同期型センサ情報収集機構

研究の目的

- 同期型センサ情報収集機構の実システムへの適用性, 実用性を検証
 - 従来機構はシミュレーションのみで評価
- 改良機構を提案
 - 理想的な無線通信を想定した従来機構の問題を解決
- 市販の無線センサ端末 MOTE を用いて実証実験

同期型センサ情報収集機構の概要

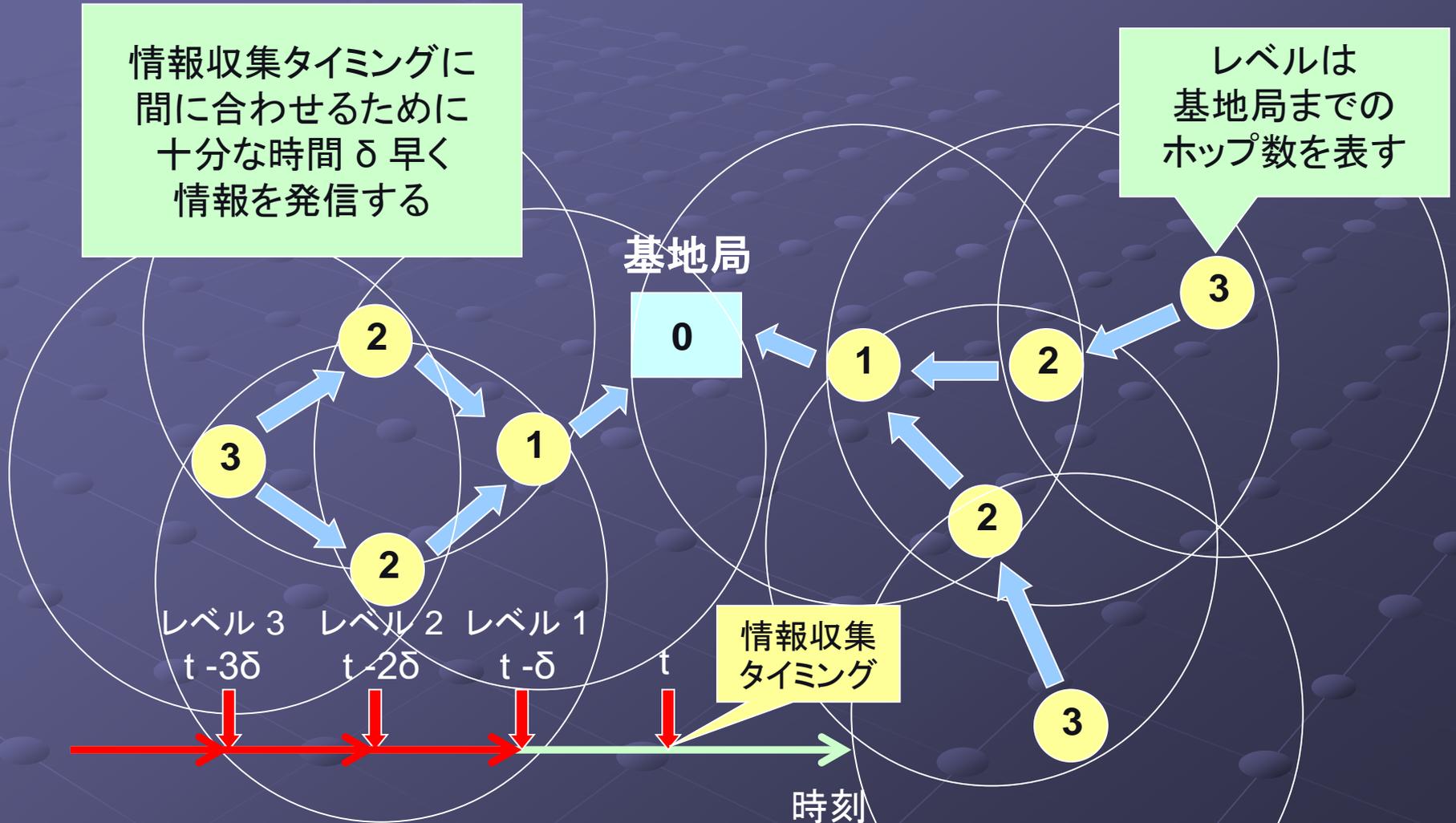
- センサネットワークから定期的にセンサ情報を収集するアプリケーションへの適用を対象
- センサ端末が同期したタイミングで周辺部から順に情報を送信
 - 送受信の頻度を減らし、必要時以外は無線装置の電源を切ることで電力消費を抑える
- 集中制御なしの同期
 - 数千のセンサ端末への集中制御は非現実的
 - パルス結合振動子モデルを適用
 - 蛍の発光の同期など生物界の同期をモデル化
 - 動的なセンサ端末の追加や移動，削除に対応

同期型センサ情報収集機構

センサ情報の収集

情報収集タイミングに間に合わせるために十分な時間 δ 早く情報を発信する

レベルは基地局までのホップ数を表す



同期型センサ情報収集機構の概要

- センサネットワークから定期的にセンサ情報を収集するアプリケーションへの適用を対象
- センサ端末が同期したタイミングで周辺部から順に情報を送信
 - 送受信の頻度を減らし、必要時以外は無線装置の電源を切ることによって電力消費を抑える
- **集中制御なしの同期**
 - 数千のセンサ端末への集中制御は非現実的
 - パルス結合振動子モデルを適用
 - 蛍の発光の同期など生物界の同期をモデル化
 - 動的なセンサ端末の追加や移動、削除に対応

同期型センサ情報収集機構 パルス結合振動子モデル

タイマの位相 ϕ

状態 x

$$x = f_i(\phi_i) = \frac{1}{b} \ln[1 + (e^b - 1)\phi_i]$$

状態が
0 から 1 の間を
一定周期で振動

振動子 i

刺激

振動子 j

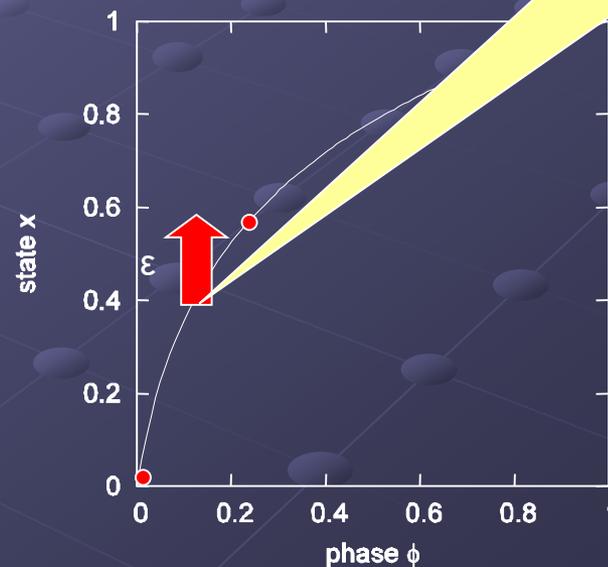
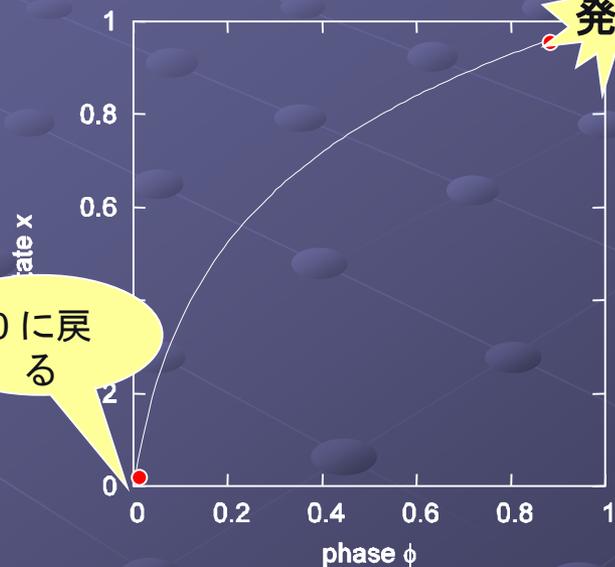
状態を変化させる

$$x_j(t^+) = B(x_j(t) + \varepsilon(\phi_j))$$

$$x, 0 \leq x \leq 1$$

$$B(x) = 0, \quad x < 0$$

$$1, \quad x > 1$$



同期型センサ情報収集機構

パルス結合振動子モデル

タイマの位相 ϕ

状態 x

$$x = f_i(\phi_i) = \frac{1}{b} \ln[1 + (e^b - 1)\phi_i]$$

状態が
0 から 1 の間を
一定周期で振動

振動子 i

刺激により
状態が 1 に
到達すると
発火

このように互いに刺激を
与えあうことで
全ての振動子が
同期するようになる

振動子 j

刺激

発火

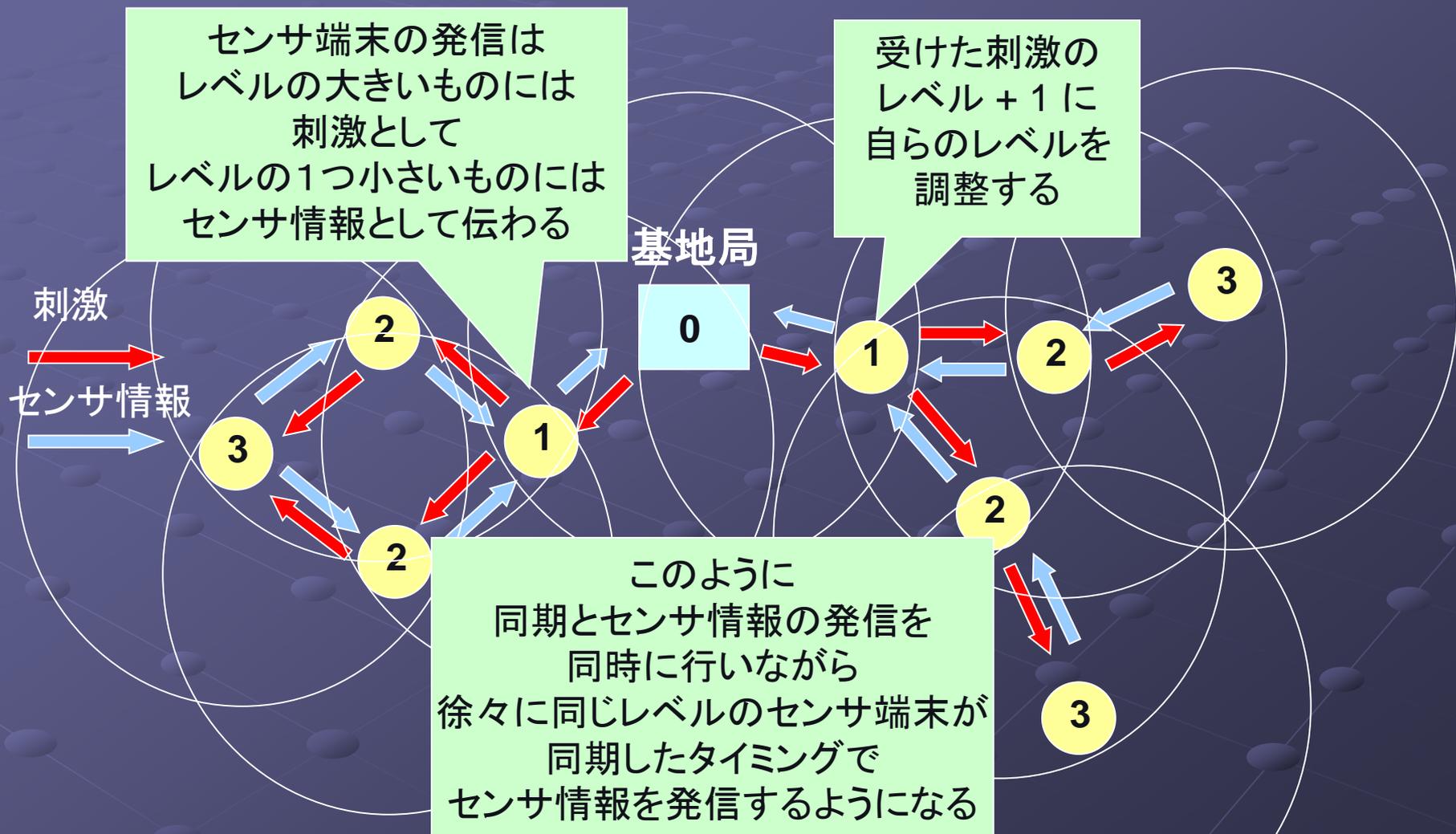
発火

0 に戻る
(同期)

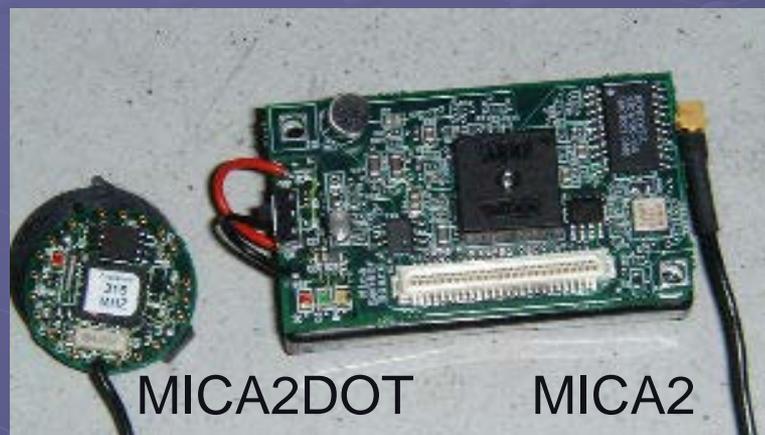
0 に戻る

同期型センサ情報収集機構

同期手順とセンサ情報収集



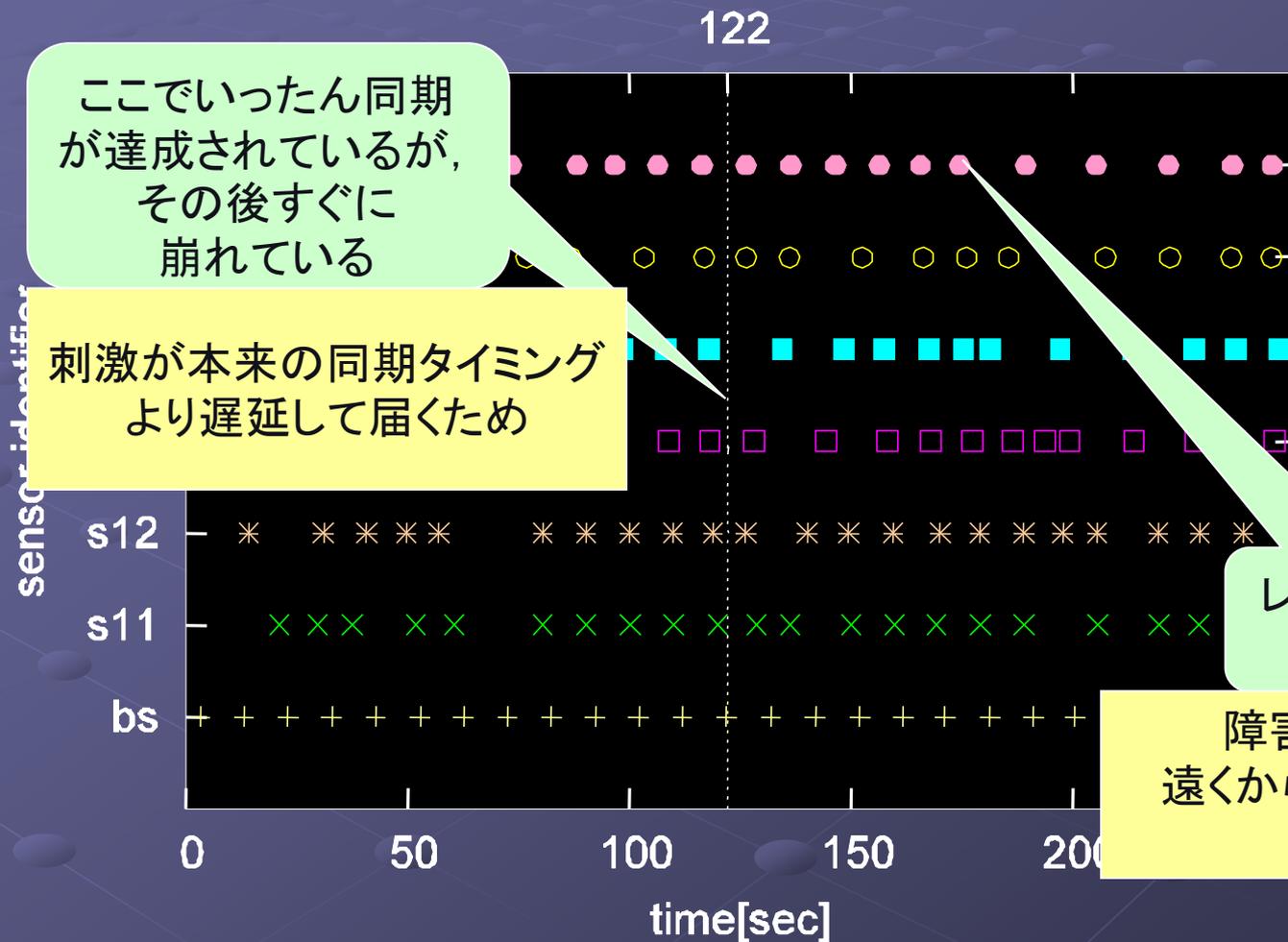
無線センサ端末 MOTE



U. C. Berkeley 大学の NEST
プロジェクトによって開発された
センサネットワーク構築用の
センサ端末

CPU	7.4 MHz
プログラムメモリ	128 KB
RAM	4 KB
無線周波数	315 MHz
電源	DC 3 V
電流 (sleep)	1.5 μ A
電流 (受信)	1.8 mA
電流 (送信)	12 mA

実験結果(提案機構)

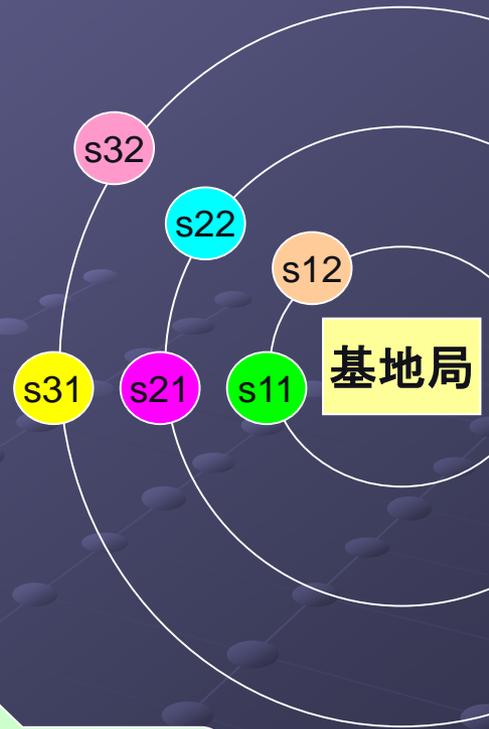


ここでいったん同期が達成されているが、その後すぐに崩れている

刺激が本来の同期タイミングより遅延して届くため

レベルの誤解が起こる

障害物による反射により遠くから発信されている電波がたまたま届くため



改良機構

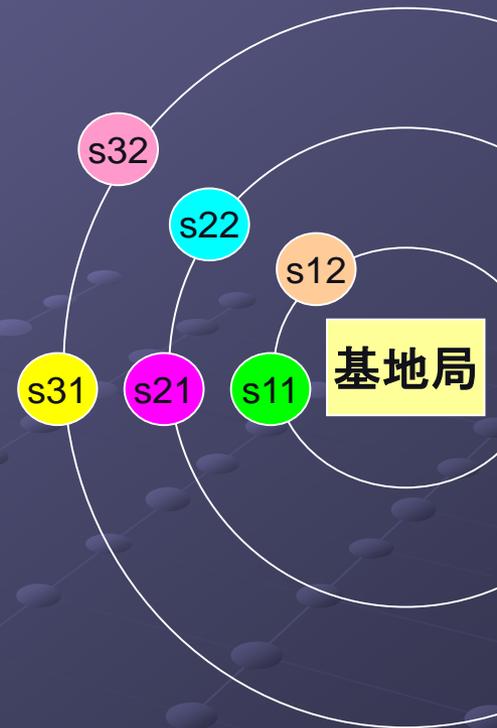
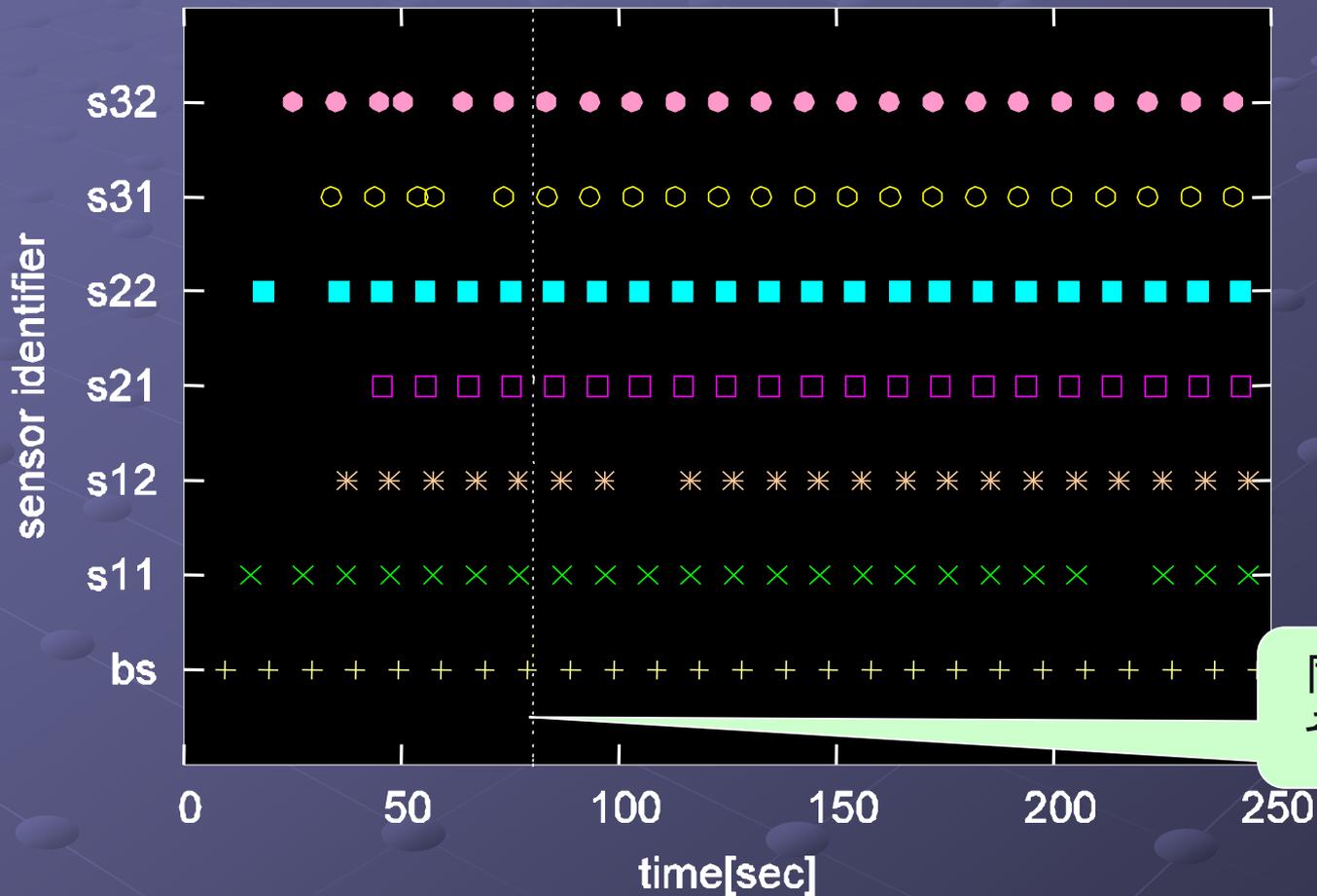
● 電波の受信の遅延

→自身のタイマが発火した後、十分な時間、自身よりレベルが1小さいセンサ端末から受信した刺激を無視する機能を追加

● 電波の反射

→到着頻度と電波強度により、不安定な信号をフィルタリングする機能を追加

実験結果(改良機構)



同期が達成された後,
それが維持されている

まとめと今後の課題

● まとめ

- 同期型センサ情報収集機構の実装
 - 電波の遅延と反射による問題
 - 実環境に適応させるために機能を追加
- 改良機構の実システムにおける有効性と実用性の評価

● 今後の課題

- 障害物が多く、無線通信における環境が変化しやすい屋内での安定したセンサ情報収集

