

センサデータ集約サーバのモデル化と評価 に関する一検討

平成29年10月2日

日本工業大学 工学部 電気電子工学科

高橋巖由愛 根岸瑛志郎 平栗健史 大田健紘 吉野秀明


発表内容

- **研究の背景・目的: センサデータ集約サーバの性能評価**
- **性能評価モデル**
- **シミュレーション条件・評価尺度**
- **評価結果: 平均系内時間, 平均総系内時間**
- **まとめと今後の課題**

研究の背景

- インターネットにつながるIoTデバイスの増加
⇒ 【インターネットトラフィックの変化】 ①トラフィック量の増大、
②トラフィック頻度の拡大、③トラフィックの空間変動の増大

- センサデータは1つ1つのデータ量は小さいが大量、かつ、空間的な広がりを有する



センサデータを効率的に収集分析するためには、**階層的にデータを集約する技術**が必要

No. 3

空間的な広がりを有する農業用センサの例

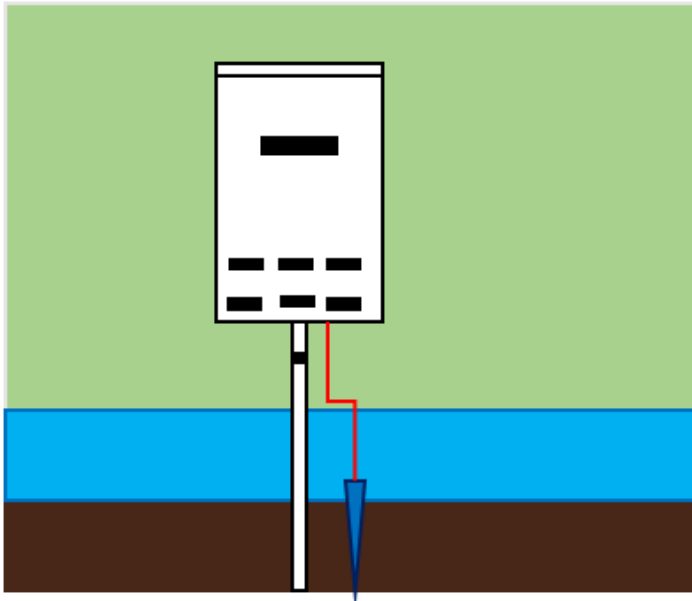
<https://field-server.jp/paddywatch/rental/>

Paddy Watch (水田管理センサ)

用途: 水位、水温、温度、湿度の計測

特徴: 水田管理に特化したセンサ

10分毎にセンサデータを生成し、1時間毎にサーバに送信という通信形態
上記の必要な情報だけを選んで送信が可能



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/Echigo_plain_paddy_fields.jpg

研究の目的

- センサデータを収集・分析するためには、階層的にデータを集約する仕組みが必須
- センサデータを集約する際の課題を明確にするため、階層的データ集約環境の評価を行う

第2次集約



第二次階層サーバ(クラウドコンピューティング)

第1次集約



第一次階層サーバ(フォグコンピューティング)

センサ

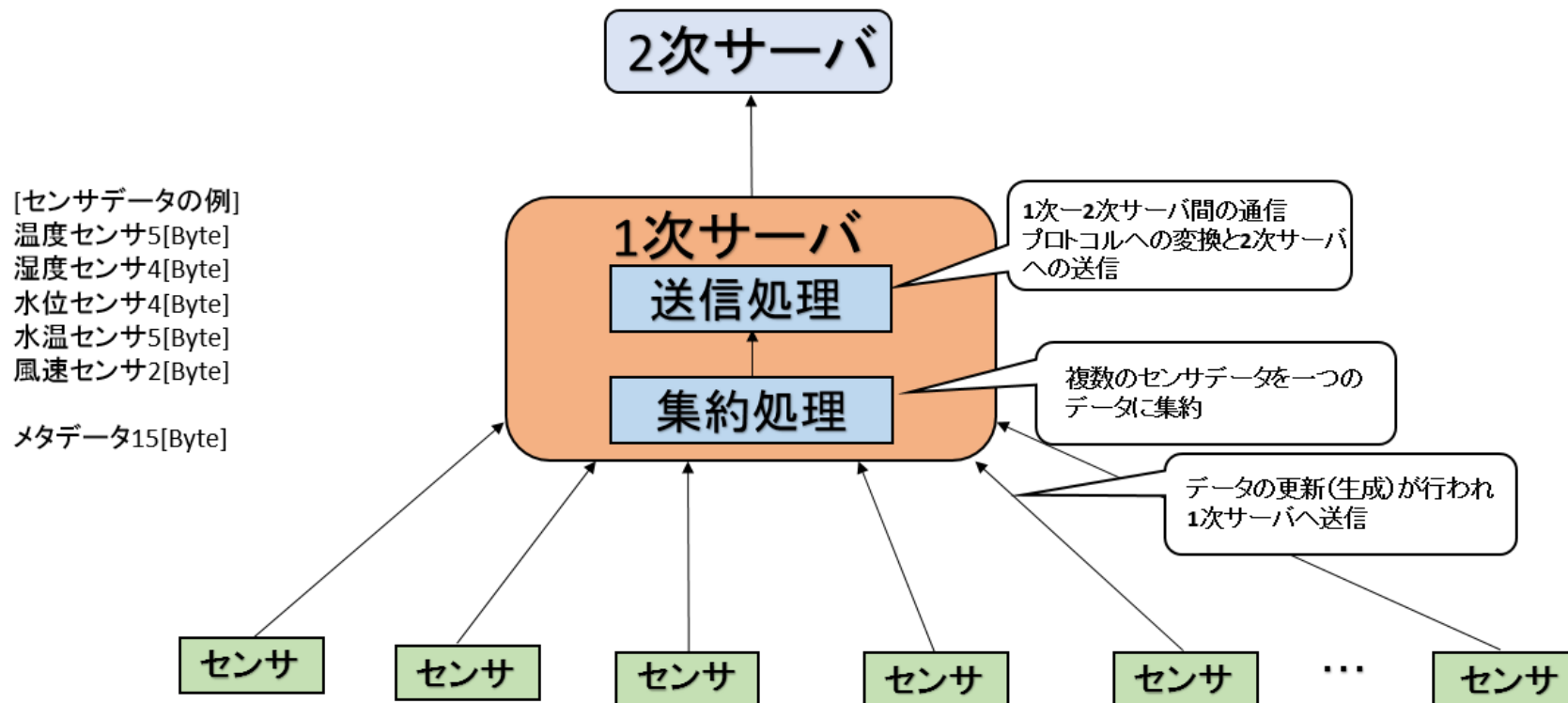


センサデータ

センサデータ集約環境 イメージ

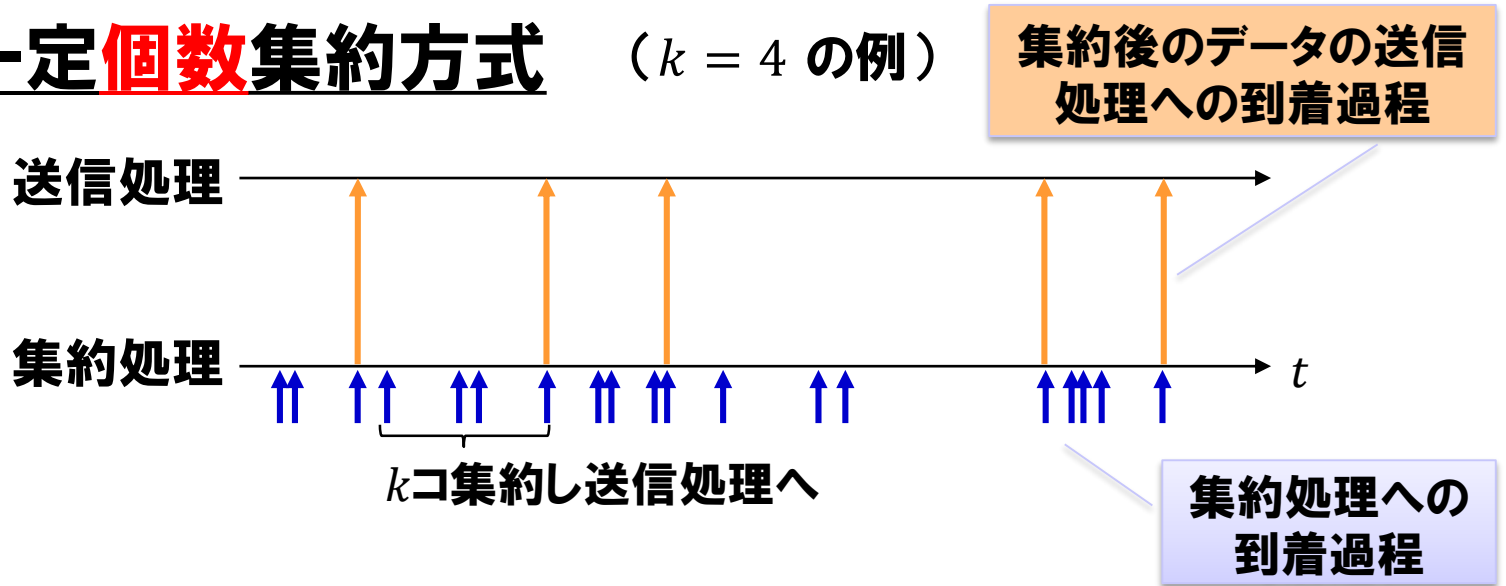
センサーデータ集約モデル

- 大量センサーデータがIoTゲートウェイなどの1次サーバへ送信され、複数のセンサーデータを一つに集約したのちに、クラウドなどの2次サーバへ送信する処理を行うモデルを対象とする

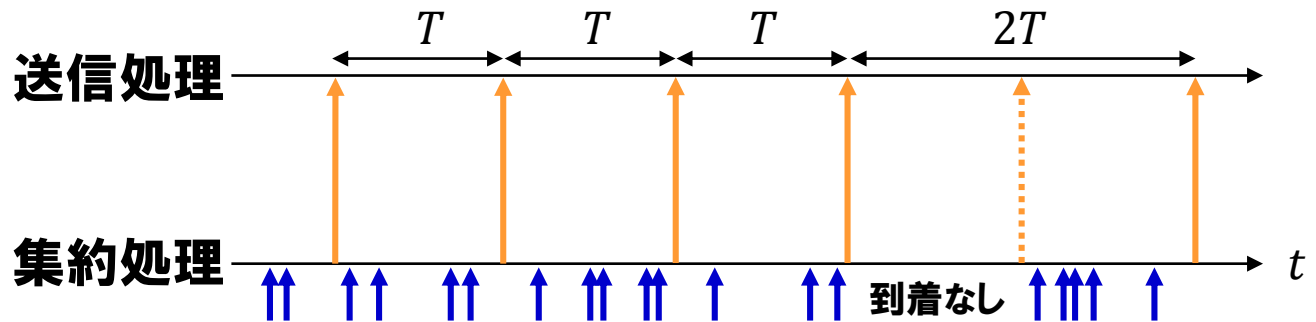


代表的な集約処理方式

1. 一定個数集約方式 ($k = 4$ の例)

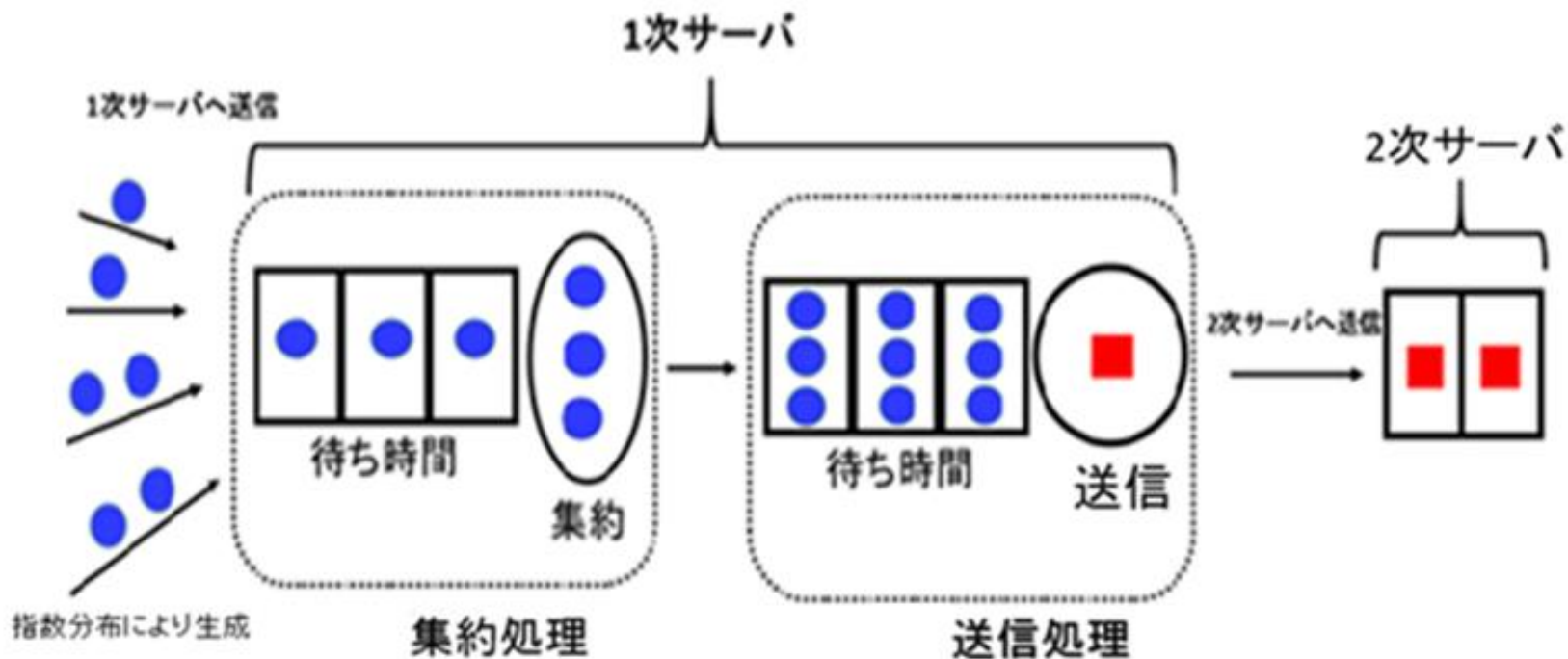


2. 一定間隔集約方式



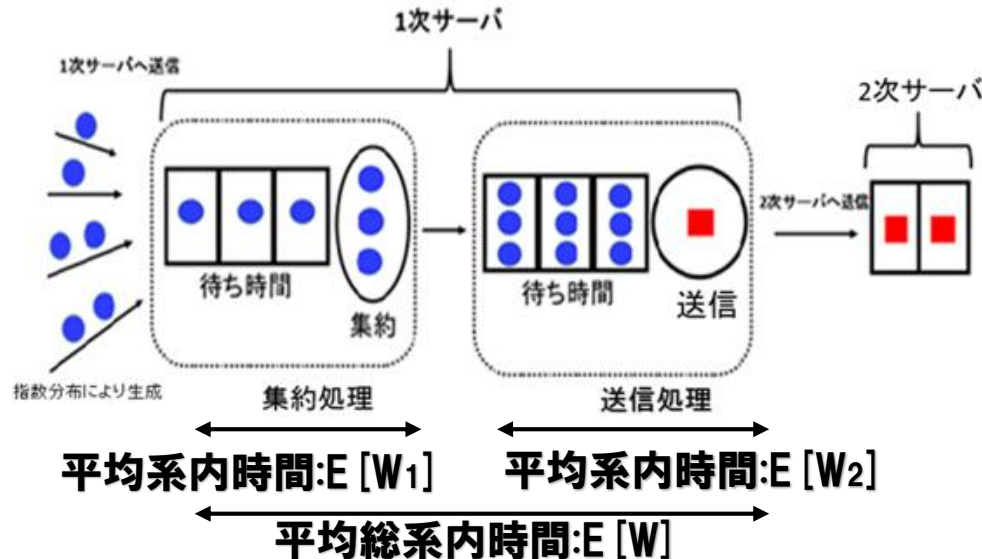
性能評価モデル

- S4 Simulation Systemを使用し、センサデータを1次サーバで集約する環境を模擬するシミュレーション評価モデルを作成



シミュレーション条件と評価尺度

$E[W_1]$ は集約処理、 $E[W_2]$ は送信処理のそれぞれの平均系内時間

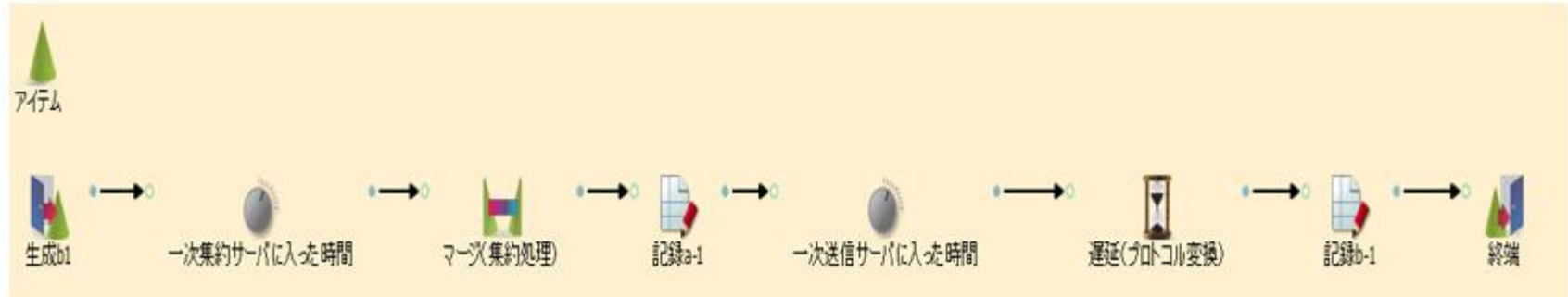


[評価尺度]

- センサからのデータ生成(到着)はポアソン到着
データ生成時間間隔: 平均0.02sの指数分布
(平均10分間隔のセンサ30,000台に相当)
- 集約処理: 一定個数集約方式(集約データ数 k はパラメータ)
- k コデータが到着した時点で直ちに送信処理に渡すモデル
- 送信処理: 平均0.5sの指数分布あるいは0.5sの固定値

一次サーバのS4モデル

シミュレーション回数: 集約データ数をパラメータとし、各々5回実行して95%信頼区間を算出



部品編集 (マージ (集約処理)) [一定個数集約モデル]

共通設定 属性設定 コード編集

説明

アイテム属性を要約することでアイテムを結合します。
全ての属性に対して要約値が計算されます。

編集

「計算方法」は、アイテム属性の要約値の計算の仕方を表します。
「結合方法」は、アイテムの結合の仕方を表します。

- 「結合数」は、アイテム数で結合します。
- 「結合間隔」は、1 つめのアイテムが到着してから経過した時間内に到着したアイテムを結合します。
- 「結合数 or 結合間隔」は、上記のいずれかの条件が満たされた時点でアイテムを結合します。

「結合条件」は、結合するアイテムを表します。

- 「なし」は、全てのフローアイテムを結合します。
- 「属性」は、属性の値が等しいアイテムを結合します。

「結合の記録」は、結合したアイテム数とその時間の記録の仕方を表します。

- 「なし」は、記録しません。
- 「モニター」は、結合した時点の結合したアイテム数と結合に要した時間を記録します。
- 「時系列モニター」は、結合した時点の結合したアイテム数と結合に要した時間を時系列で記録します。

計算方法:

結合方法
 結合数

生成方式: 実数 param.ut

部品編集 (遅延 (プロトコル変換)) [一定個数集約モデル]

共通設定 属性設定 コード編集

説明

アイテムの出力を遅延させます。

編集

「出力前の待ち時間」は、アイテムを出力する前の最短待ち時間を表します。
「出力後の待ち時間」は、アイテムを出力した後の最短待ち時間を表します。
「並列処理」は、アイテム出力の遅延を並列的に行うか逐次的に行うかを表します。

- 「逐次」は、アイテムを逐次的に遅延します。
- 現在のアイテムの遅延が完了するまで、次のアイテムの遅延を行いません。
- 「並列」は、アイテムを指定した並列数(複数同時に)に遅延します。
- Inを指定すると上限なく並列的に出力されます。その為、出力後の待ち時間は意味をなしません。

出力前の待ち時間

生成方式: 指数分布 0.5

乱数の種
 グローバル系列
 独自系列 0

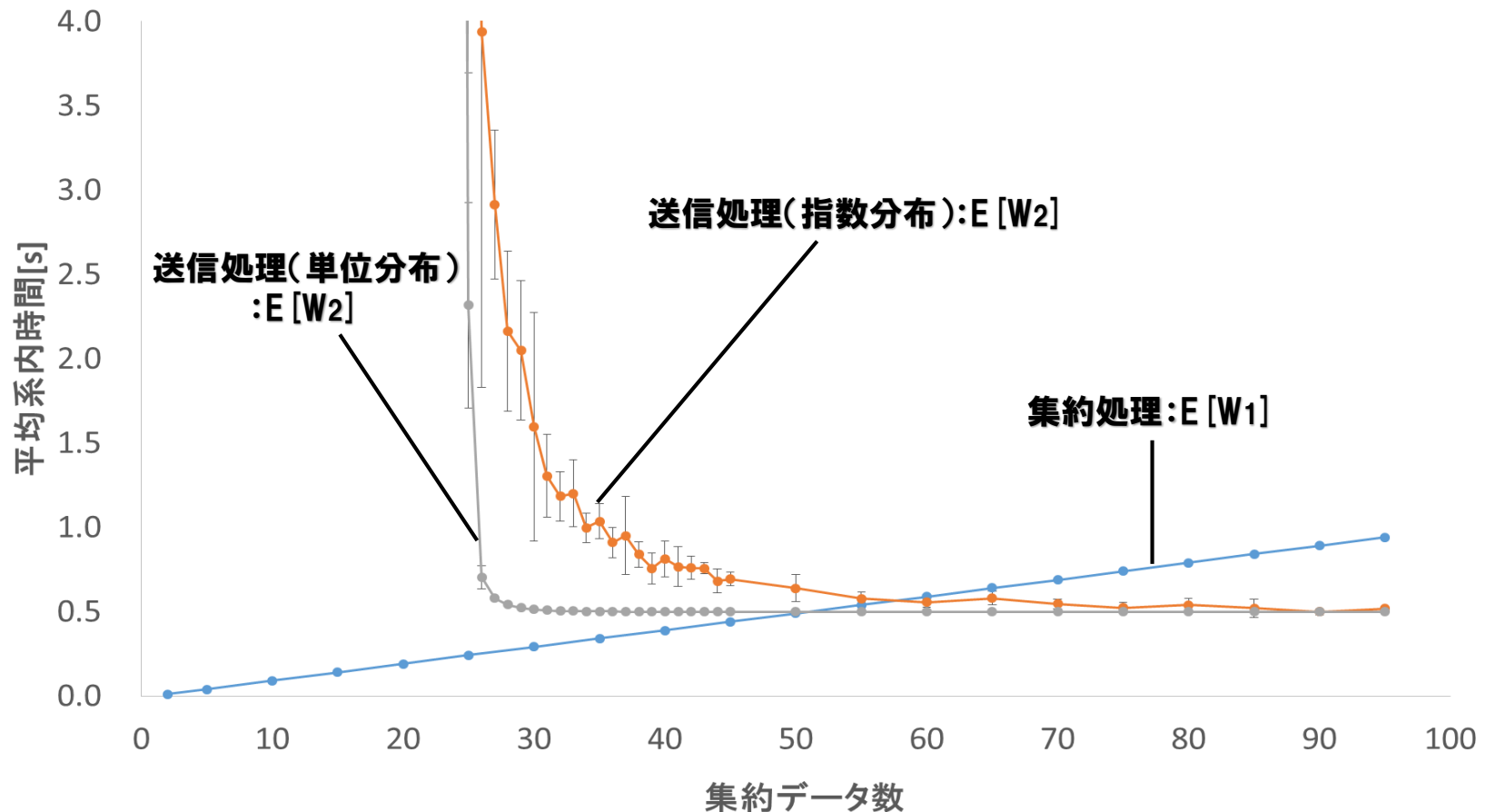
出力後の待ち時間

生成方式: 実数 0.0

並列処理
 逐次処理
 並列処理 並列数: 1

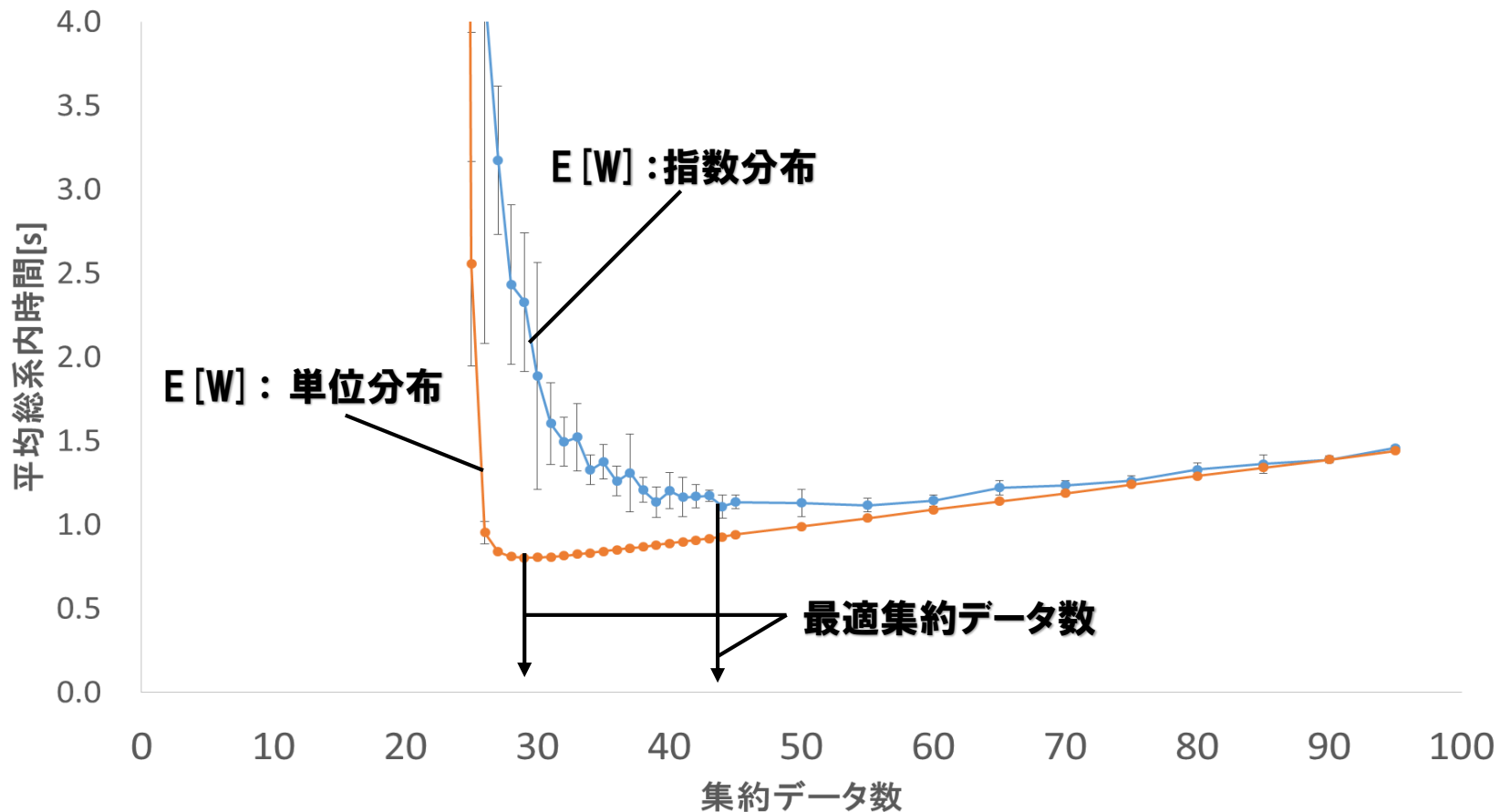
平均系内時間

- 集約処理の平均系内時間は集約データ数に対して、線形に増加
- 集約データ数が少ないと、後段の送信処理への到着率が增大し $E[W_2]$ が発散



平均総系内時間

- 平均総系内時間を最小にする最適な集約データ数が存在
- 最適集約データ数は単位分布に比べ、指数分布の方が大
- 発散する領域は送信処理時間の分布とは独立



まとめ

- **センサデータの1次集約サーバにおいて、系内時間が発散する領域や最小となる最適な集約データ数が存在することを確認**
- **1次サーバでの集約データ数の設定による影響を明確化**

今後の課題

- 一定間隔集約方式に対する評価
- 待ち行列モデルによる理論解析
- 理論解析できないモデルの性能評価
送信処理からのフィードバック制御があるモデルなど
- 2次サーバも含めたネットワークモデルの性能評価