

低消費電力デバイスを用いた情報指向型センサネットワークの設計と評価

後藤 勝之進, 水野 修
工学院大学



KOGAKUIN
UNIVERSITY

K U T E - T O K Y O
Kogakuin University of
Technology & Engineering

背景・課題

- 情報指向型センサネットワーク（ICSN）は、Content name に基づく Interest/Data 通信をセンサネットワークへ適用する。従来の実装では、各ノードの ICN 機能を実現するため Raspberry Pi 等の高性能デバイスを使用してきた。
- 多数のセンサノードを長期間配置する場合、デバイスコストおよび消費電力が課題。
- 小型・低消費電力デバイスを用いて ICSN を実現する手法の確立が目的。

設計要求

省電力性を確保しつつ ICSN の機能を維持するため、以下の設計要求を設定した。

表1. 低消費電力 ICSN の設計要求

要求	内容
R1. 低消費電力化	多数配置する Sensor node の消費電力・コストを抑える
R2. ICN 機能の実現	Interest/Data, FIB/PIT/CS, forwarding を実現
R3. 他の ICN との接続性	Ceforeなどの他の ICN と接続
R4. 通信方式への柔軟性	L2 やデバイスの変更に対応
R5. 実装の拡張性	実装変更が ICSN ロジックへ波及しにくい構造

提案システム

多数配置する Sensor 側を低消費電力化し、高負荷処理を Gateway へ集約する。

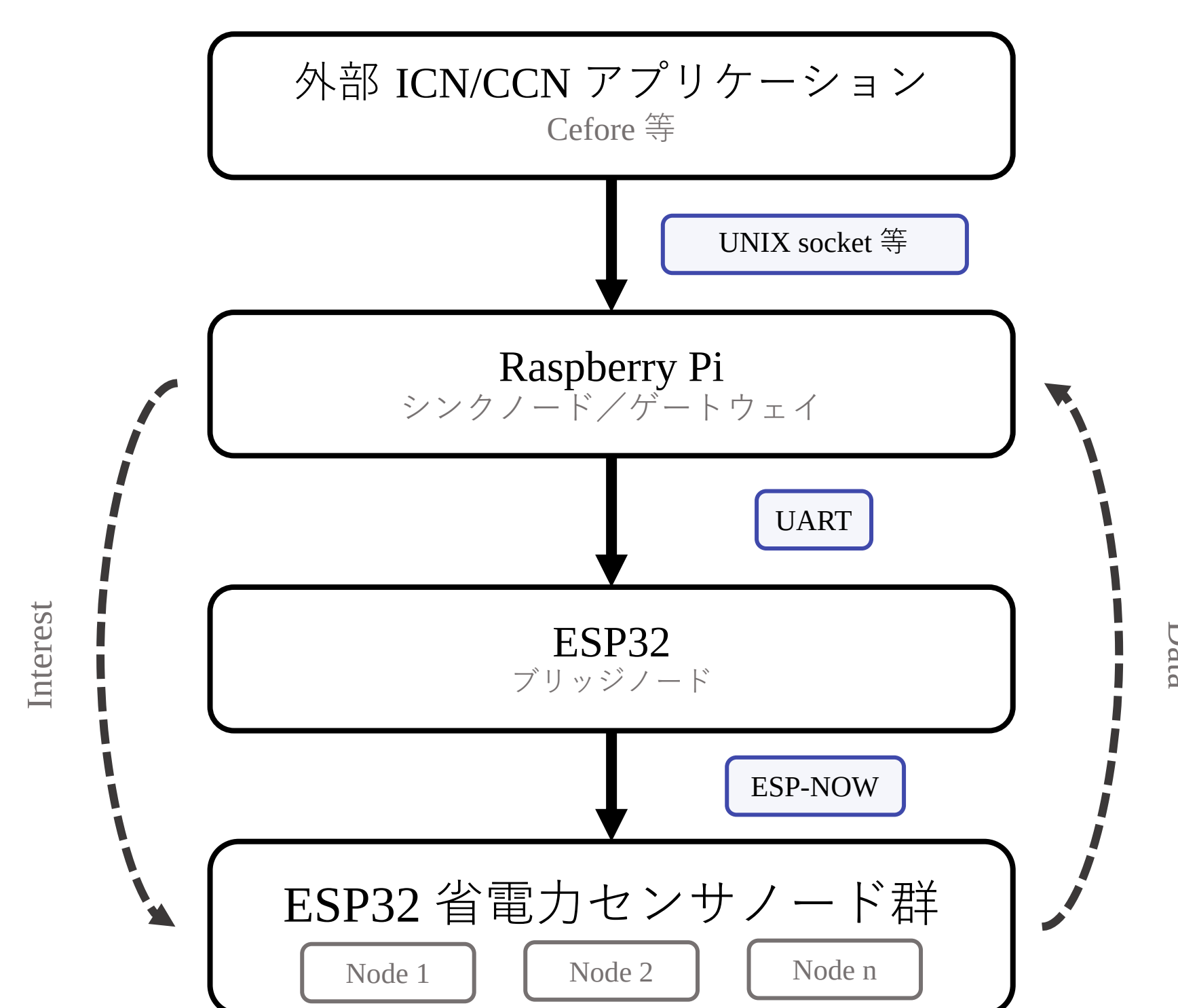


図1. 低消費電力 ICSN のシステム構成

センサノードソフトウェア設計

- 小規模なマイコン向けシステムとしてモノリシックに実装しつつ、内部は Clean Architecture により階層化。
- ICSN ロジックと実装依存部を分離し、デバイス・通信方式の変更による影響を抑制。

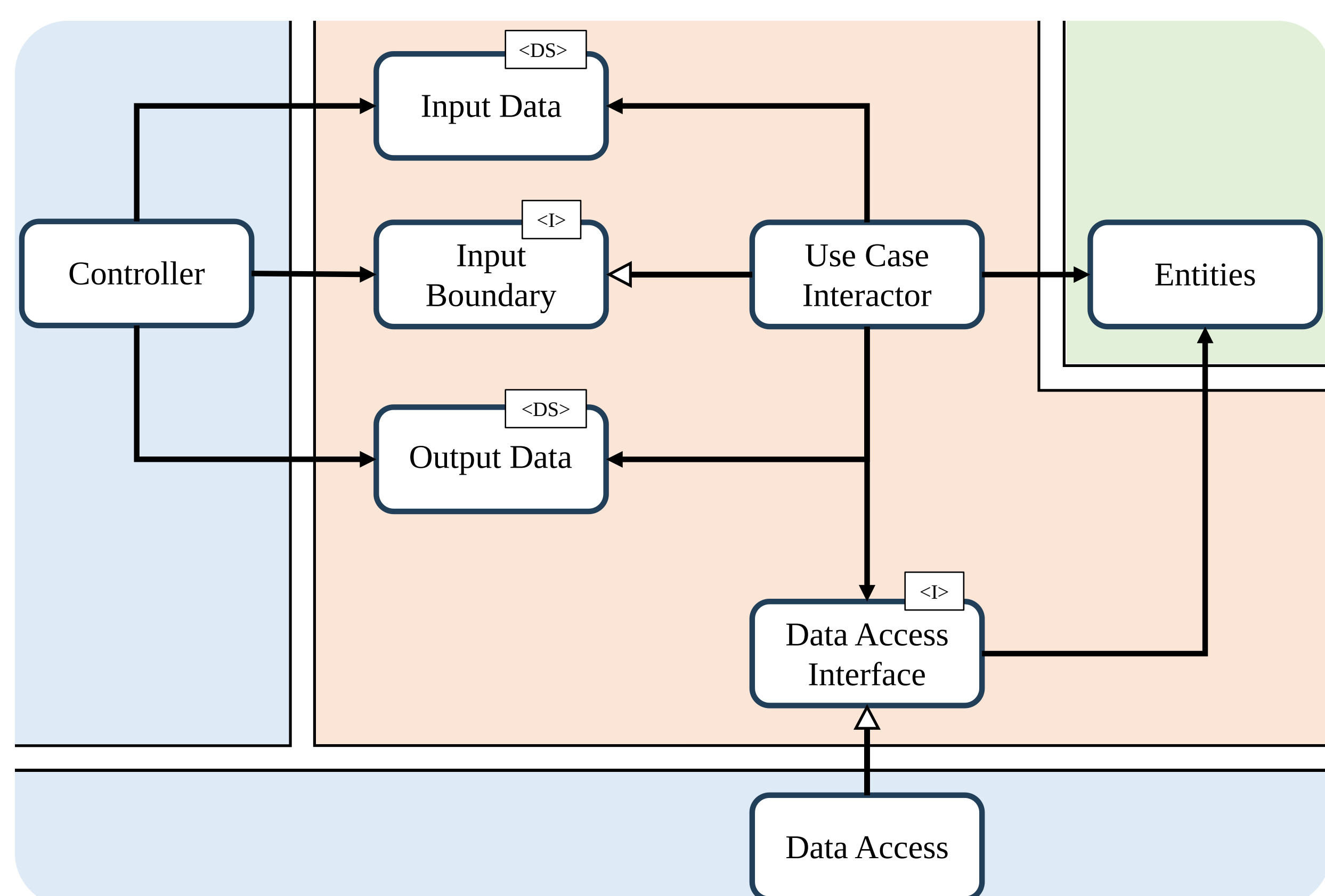


図2. ソフトウェアアーキテクチャ

評価

- 消費電力
従来（Raspberry Pi 3 + Cefore）：約 2.38 W
提案（ESP32）：約 0.8 W
- マルチホップ通信性能
End-to-End latency は 159.6 ms（1 hop）, 175.0 ms（2 hop）, 192.3 ms（3 hop）となり、1 hop あたり約 15~17 ms 増加

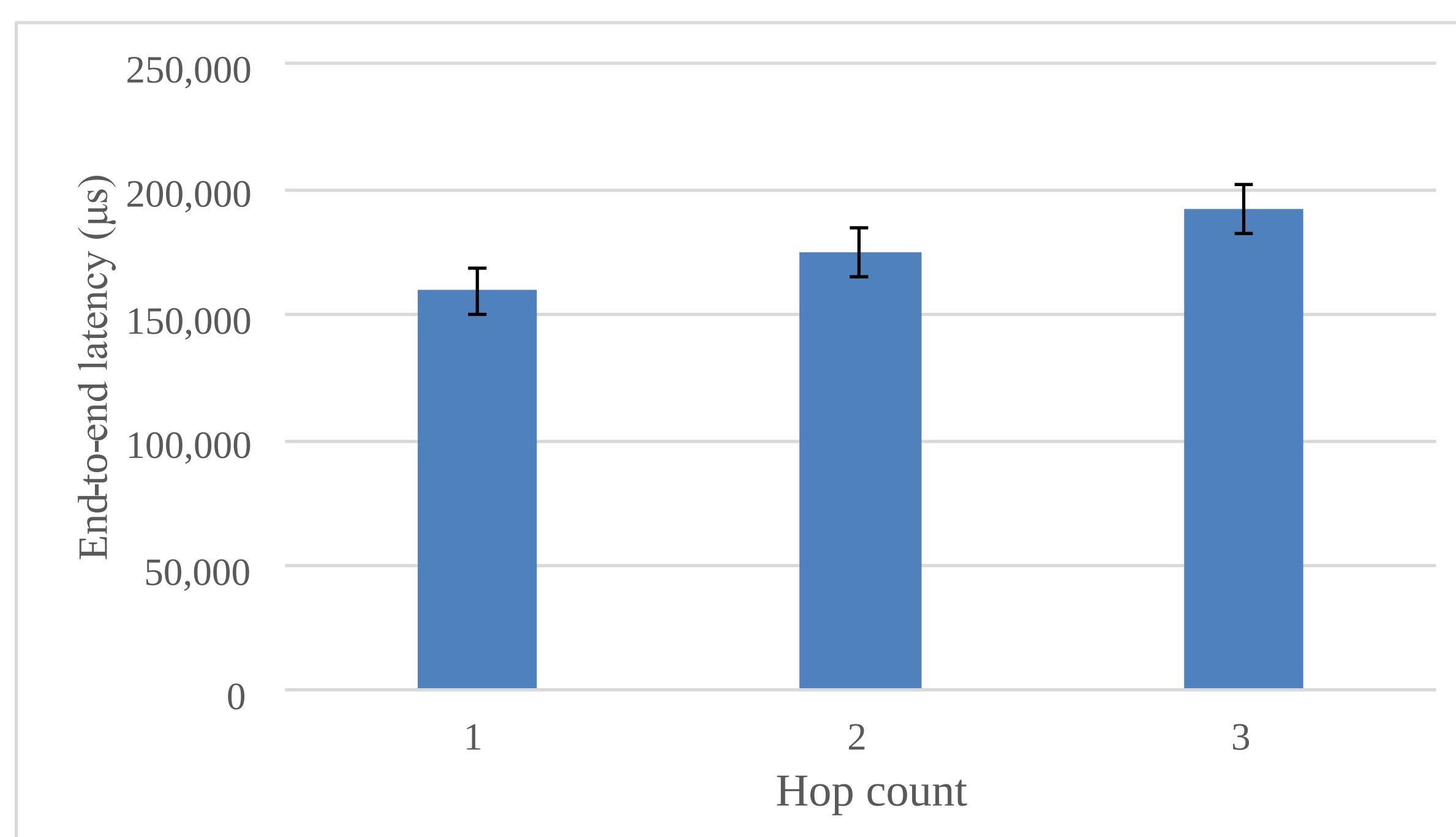


図3. ホップ数ごとの End-to-End latency

考察・結論

高性能処理を Gateway 側、センシング・ICSN 通信を低消費電力 Sensor 側に分担し、さらに ICSN ロジックと実装依存部分をソフトウェア上で分離した。

評価の結果、Sensor node の消費電力を低減しつつ、1~3 hop の ICSN 通信を実現できることを確認した。