

常在的レジリエントネットワーク実現に向けた 皿倉山LPWAメッシュネットワーク 実装事例紹介



佐藤剛至、滝沢賢一（レジリエントICT研究センター）、
野林大起、池永全志、塚本和也（九州工業大学）

1. 皿倉山LPWAメッシュネットワークについて



- 九州工業大学との共同研究に関連した整備（マッチング研究支援事業に基づく）
- 戸畑キャンパス⇔飯塚キャンパス間にまたがるLPWAメッシュネットワークとして稼働中
- 皿倉山展望台建屋上部に設置
- LPWA(LoRa)モジュール3つ搭載、同時使用可能
 - * 現在は1つをメッシュ維持に使用
 - * 残り2つは九工大の研究用に学生に開放
- 今後北九州学研都市を含めたノードの拡張を検討

本装置仕様		
一般仕様		備考
本体寸法	300x210x400mm	突起部を除く
プラットフォーム	Raspberry Pi 3B+	CPU ボード
電源管理	slee-Pi 2	RTC 機能も兼用
LTE 通信	4GPI	
LTE アンテナ	TG09.0113	
LPWA	RM-92A	LoRa モジュール USB タイプ
LPWA アンテナ	1019-008	防水ホップアンテナ
GPS アンテナ	GU-902MGG-USB	USB にて接続
電源電圧	AC100V~240V	結露なきこと
消費電力	最大 50W	バッテリー充電中
バッテリー容量	132Wh~264Wh	ALM12V7s 1個あたり66Wh 最大4個搭載可
周囲温度範囲	0~50°C	
防水防塵性能	IP65 相当	ケース:FIBOX 社 ARCA403020ベース
バッテリー充電制御回路	MDC-CTRL-V4	最大充電電流:2.5A 最大出力電流:4A (AC 通電時/バッテリー放電時)
		UART 通信仕様 Baudrate:9600 Parity:even Data:8bit Stop-bit:1bit



RM-92A
(3系統搭載)

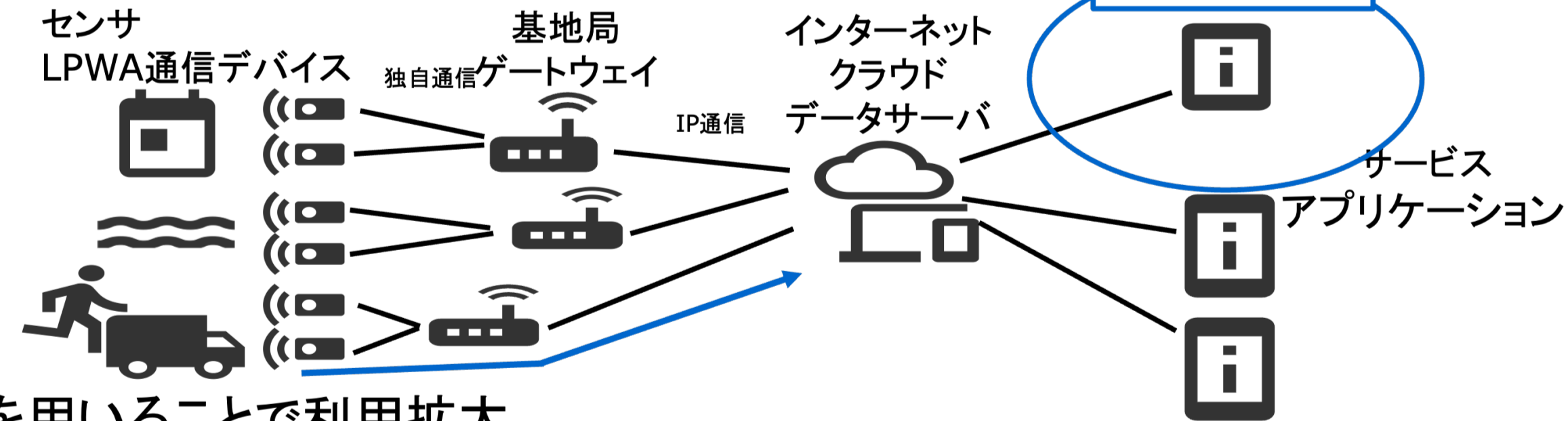
周波数帯	920MHz
最大送信出力	+13dbm(約20mw)
受信感度	-137dbm
無線規格	独自規格/IEEE802.15.4g準拠
変調方式	LoRa/FSK/GFSK(GFSKは開発中)
チャンネル数	38
消費電力	送信時 28mA 受信時 10.5mA 待機電力 1μA以下
転送速度	292.97~300Kbps
通信距離	約100Km(見通し距離)

2. 共同研究成果・事例など

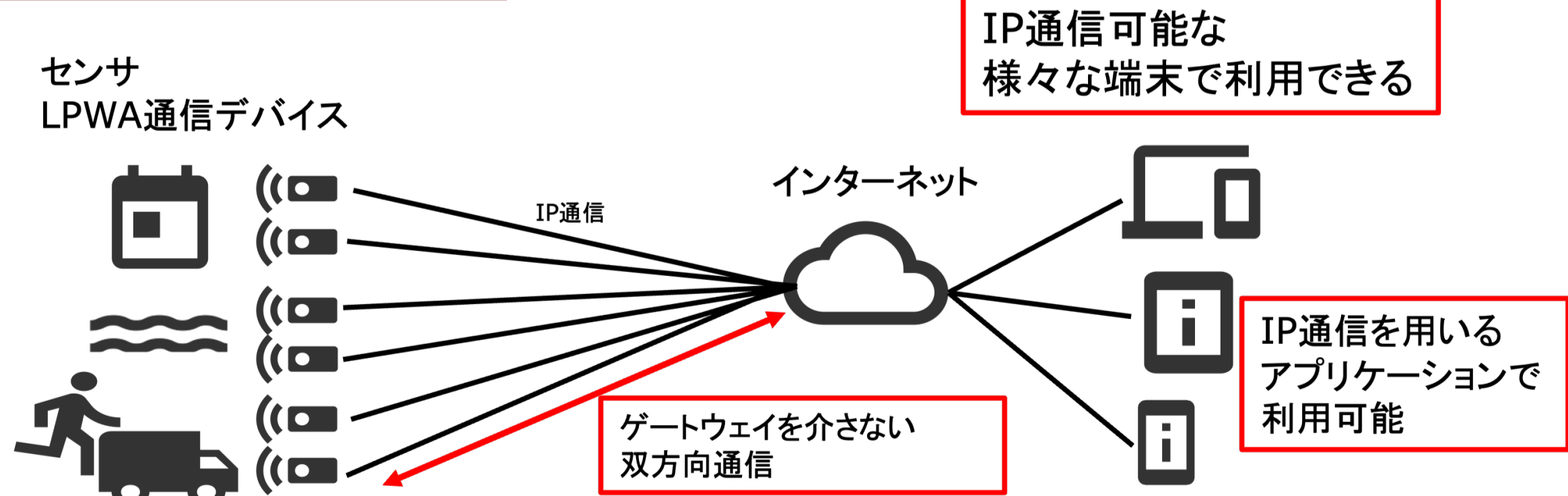
LoRaネットワーク柔軟性拡張検討（2024年度修士論文）

◆IoTにおけるLPWAネットワーク

■独自のネットワークを形成



■IPを用いることで利用拡大



◆Private LoRaインターフェースを用いたTCP/IP通信機能を実装

■IP2LoRaを利用. 以下に主な機能を示す.

- 仮想インターフェースの作成 (IPアドレスの割り当て)
- IPパケットのカプセル化
- LoRa通信の制御(送信後, 待機時間を設ける)
- パケットの分割

■IP2LoRaの拡張

- 使用周波数帯域の修正など
日本で使えるLoRaデバイスに適応

■課題点と対応策

- TCPウィンドウサイズの拡大にLoRa帯域幅がマッチしない
→TCPパケットヘッダをLPWA適応型に変更

LoRaにおけるTCP再送抑制のためのACK複製手法（2025年度修士論文）

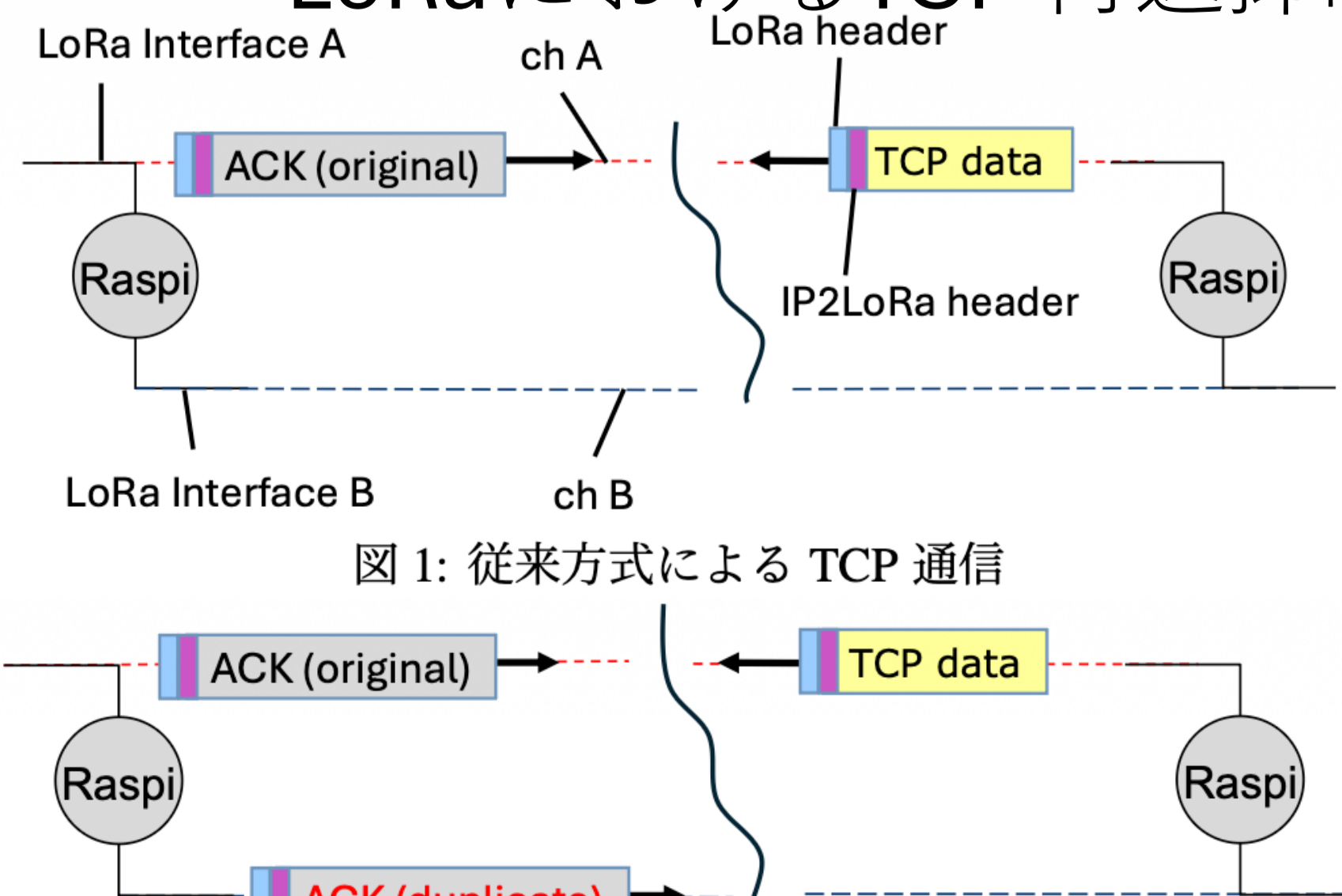


図2: 提案方式: ACK複製によるTCP通信

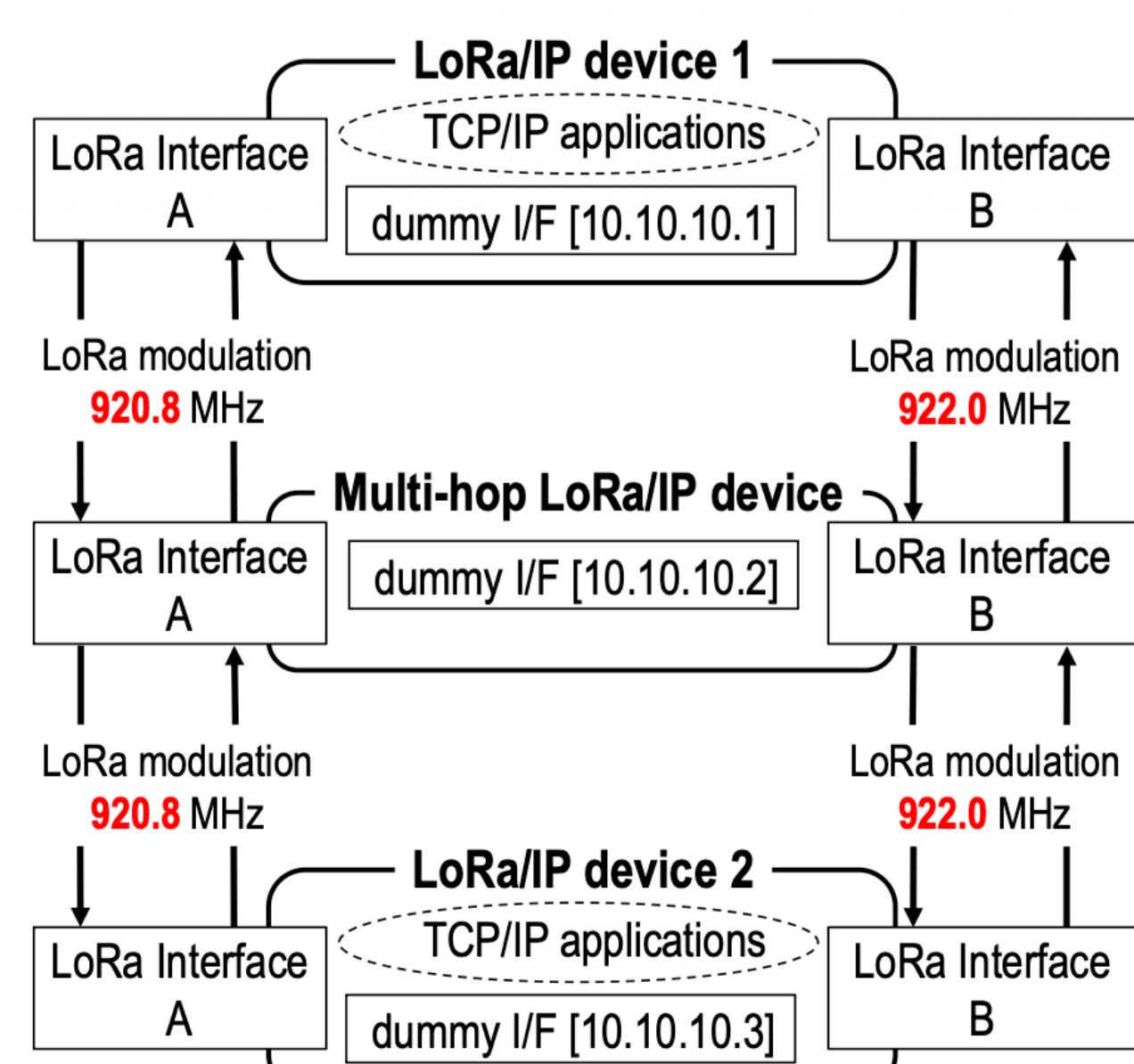
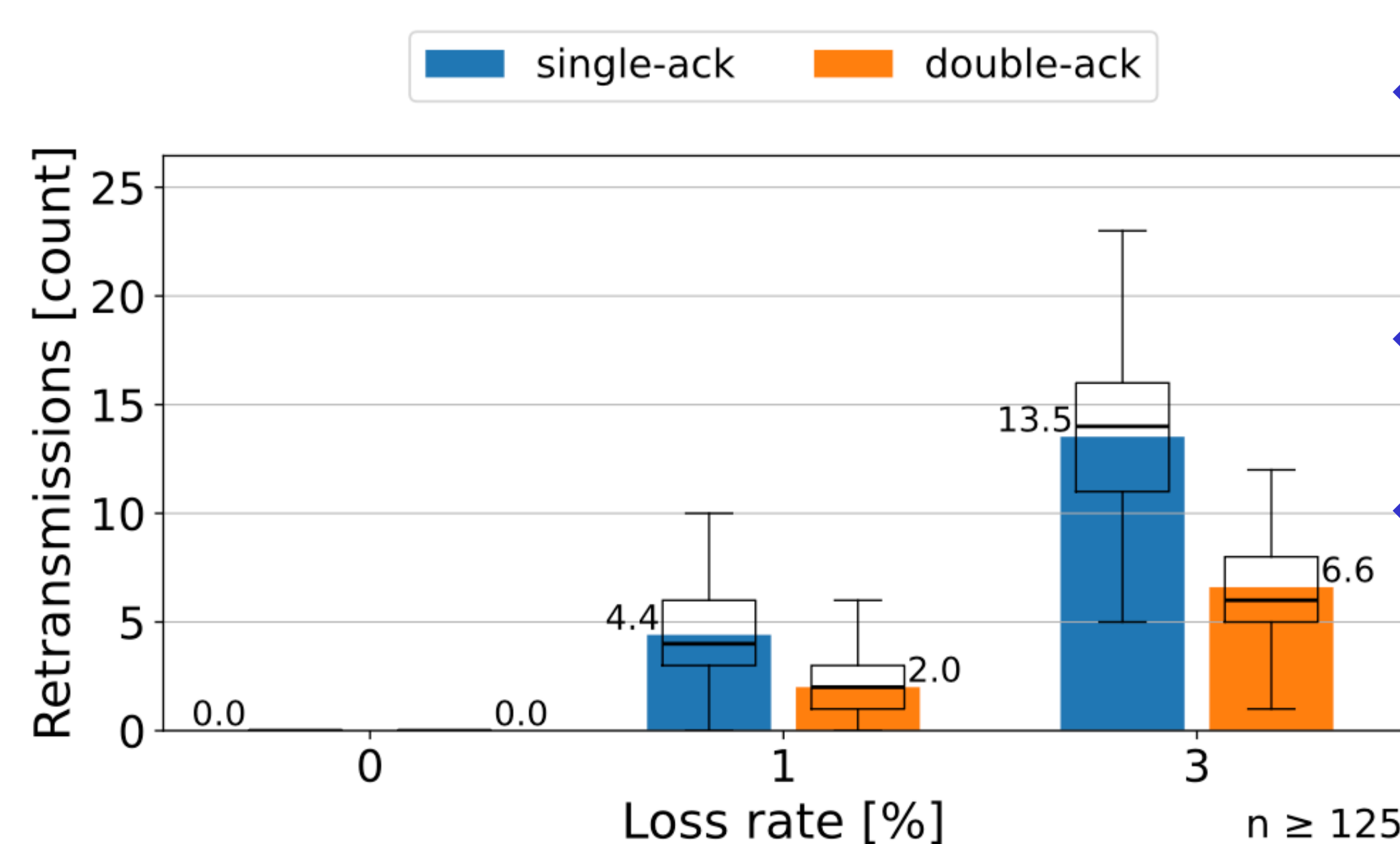


図3: 構築ネットワーク: マルチホップ



- ◆複数のLoRaインターフェースを用いたACK複製
- ◆パケットロスによるACK自体の消失に対応する
- ◆これにより再送数の抑制を実現