

音声データ伝送の理論値とラボ内検証について

2014年10月2日

1. 本資料の位置付け

資料2-4

- 資料2-3で提案した対策案の効果を検証するために、本資料ではそれぞれの対策案に対するラボ内検証の構成と検証項目について述べる

1) 音声データ伝送における課題と対策（資料2-3より）

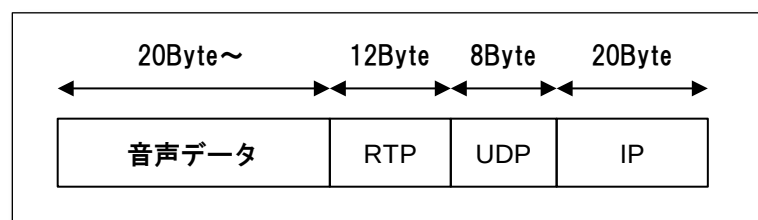
項番	課題	対策と具体的手法
1	最適なコーデック/パラメータの選定	【対策】 ・コーデック種別やパケット送信間隔を変更し、音声データ伝送に最適なパラメータを抽出する。 【具体的手法】 ・ペイロード長とヘッダの占める割合からMACのスループットの理論値を算出する。また、機器の実装時における値を算出し比較する。 ・VoIPの收容数について、算出条件を求め、ACKなし理論値で收容可能なVoIP回線数を導出する。
2	衝突/干渉による再送パケットの増大	【対策】 ・音声/制御データの種別により、パケット毎の再送制御を変更する。 【具体的手法】 ・データ伝送方式は従来通りとしつつ、音声データには連続パケット衝突を防ぐため、ACK要求を付けない方式の検討を行う。
3	伝送遅延の増大	【対策】 ・デューティ実装方法を修正し、瞬間的に連続送信が可能な仕様とする 【具体的手法】 ・一時間あたりの送信時間の総和をカウントし、制限内であれば連続送信を可能としつつ、デューティを超えると送信不可となる手法を検討する。

2. 最適なコーデックとパラメータの選定 (1/3)

資料2-4

■ VoIPパケットの特徴

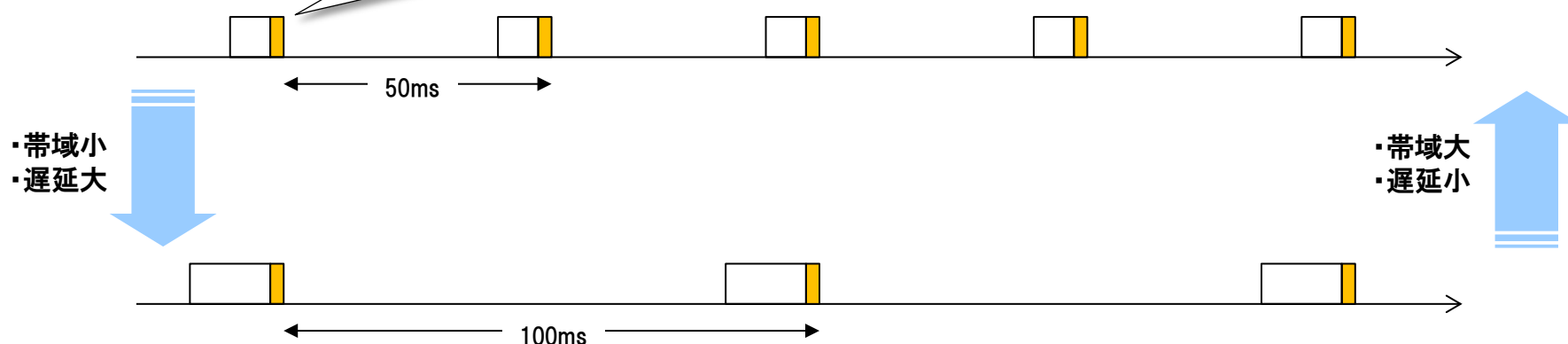
- コーデックによりデジタル化された音声データをIPネットワークで伝送するためには、一般的にUDP/RTP※が用いられる
- この時、パケットの送信間隔の違いにより、使用帯域に対するIP/UDP/RTPのヘッダが占める割合が異なる
⇒ パケット送信間隔が短いほど、使用帯域が大きくなる



使用帯域 (G.729aの場合)

・50ms: 18.72kbps

・100ms: 13.36kbps



※ UDP: IPの上位プロトコルでトランスポート層で動作するプロトコル

RTP: 音声や動画などのデータストリームをリアルタイムに配送するためのデータ転送プロトコル

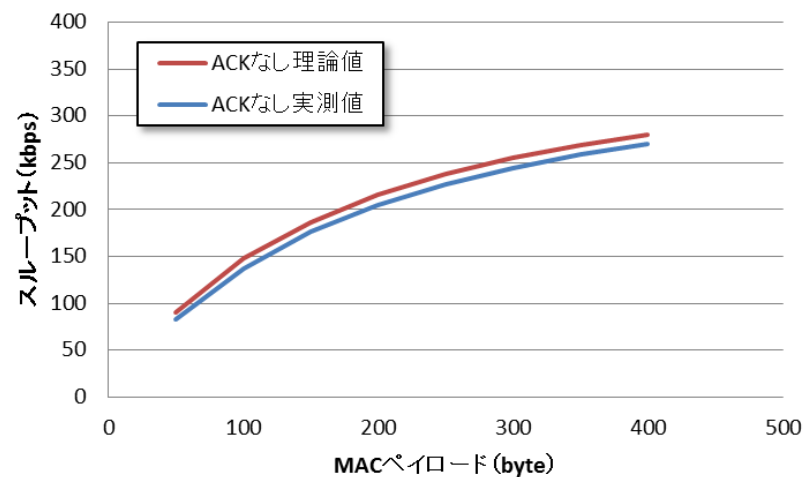
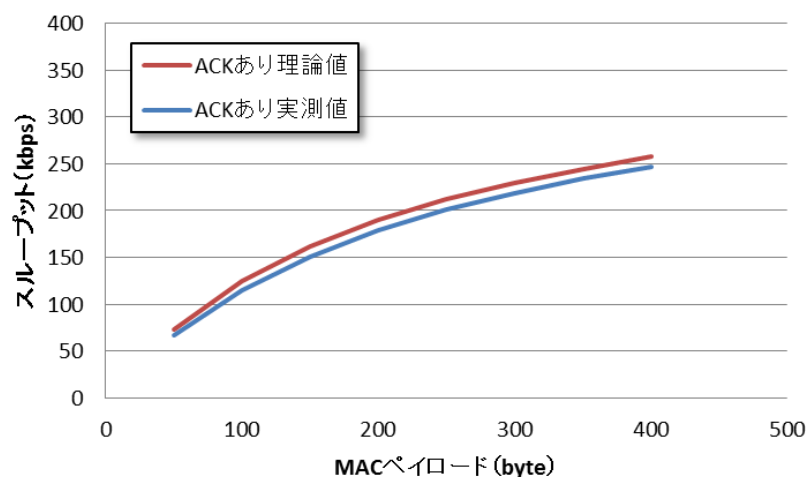
2. 最適なコーデックとパラメータの選定 (2/3)

資料2-4

IEEE802.15.4gのスループット

- 400kbpsモード時のスループットの**理論値**と、実験機実装による**実測値**を算出
⇒ 理論値と実測値に性能に大差がないことを確認 (ペイロード150Byte時に約5%)

項目	値	内容	備考
キャリアセンス時間	128us	電波法規定による	電波の使用状況を検知する仕組み
バックオフ時間	450us	実装では0~900usのランダム値を選択	ランダムな待ち時間
ACK応答時間	300us	Wi-SUN規定では300us~1000us以内	ACK(到達確認)を返信する時間
ACK送信時間	720us	36バイト送信時間	
データ送信後の休止時間	2ms	電波法規定による	
PHY/MACヘッダ	42Byte		IEEE802.15.4gで規定されたヘッダ



2. 最適なコーデックとパラメータの選定 (3/3)

資料2-4

■ VoIP回線の収容数

- コーデック種別とパケット送信間隔の違いにより、ACKなし理論値で収容可能なVoIP回線数を試算

■ 算出条件

- マルチホップ時はスループットが $1/n$ で低下と仮定
- 10%デューティは考慮せず
- 隠れ端末によるパケット衝突は考慮せず

➡ 算出した理論値と実機による実測値を比較し、実運用時のパラメータを選定する

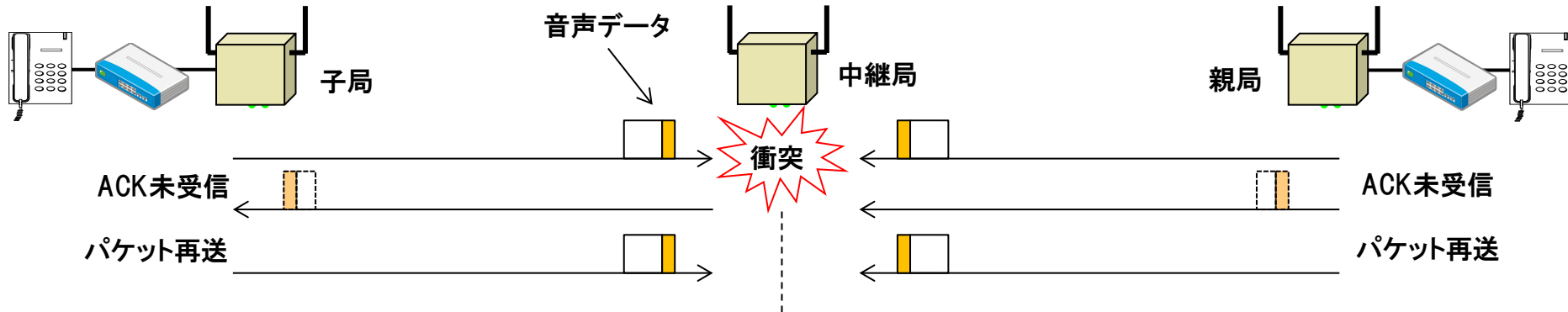
コーデック種別	パケット送信間隔 (ms)	パケットサイズ (Byte)	使用帯域 (kbps)	収容数 (1～5はホップ数)				
				1	2	3	4	5
G.711	10	147	117.6	-	-	-	-	-
	40	387	77.4	1	-	-	-	-
	60	547	72.93	2	1	-	-	-
G.729a	10	77	61.6	-	-	-	-	-
	40	107	21.4	3	1	-	-	-
	60	127	16.93	5	2	1	1	-
	80	147	14.7	6	3	2	1	1
	100	167	13.36	7	3	2	1	1
	120	187	12.47	8	4	2	2	1

3. 衝突/干渉による再送パケットの増大

資料2-4

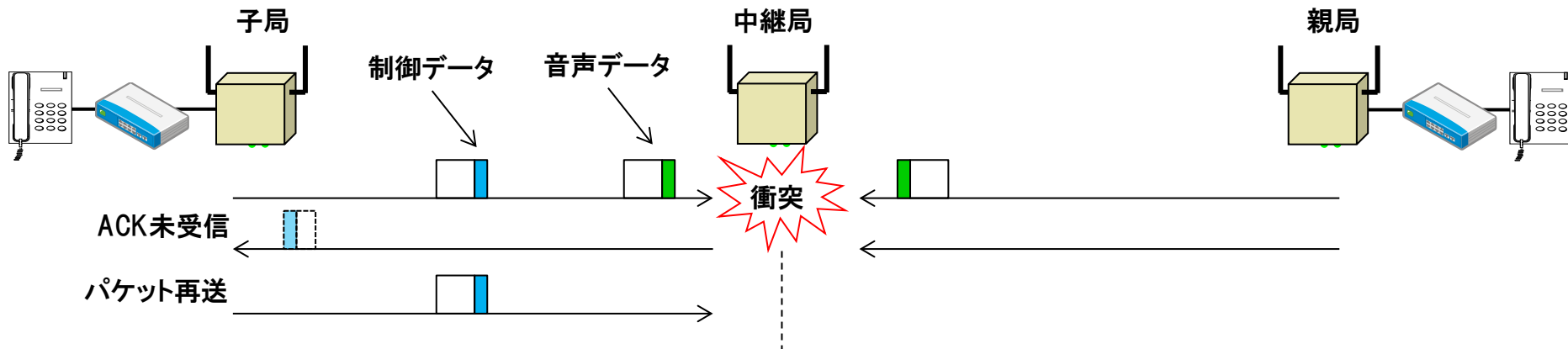
■ 従来のパケット再送方式

- 隠れ端末同士ではキャリアセンスが働かないため、中継局でパケット衝突が発生すると、連続してパケット廃棄が発生する可能性がある



■ 提案するパケット再送方式

- 音声データにはACK要求を付けずに、「再送なし」とすることで連続パケット衝突を防ぐ
- ただし、ネットワークを維持するための制御データは通常通りに再送を行う

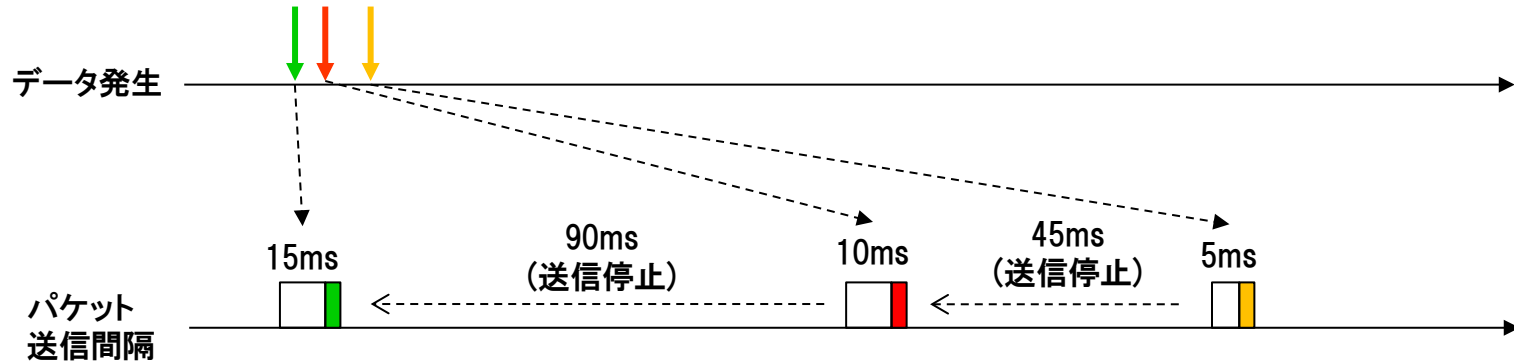


4. 伝送遅延の増大

資料2-4

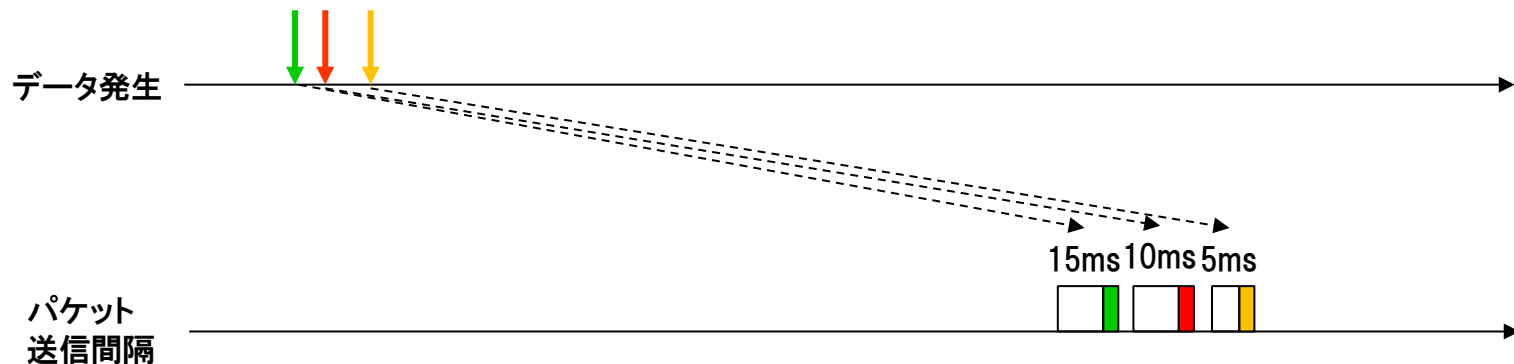
■ 従来のデューティ実装方式

- 10%デューティ制限のため、パケットの送信時間の9倍分の時間は送信を停止する



■ 提案するデューティ実装方式

- 一時間あたりの送信時間の総和をカウントし、制限内であれば連続送信を可能とする
- ただし、デューティを超えると送信不可となる

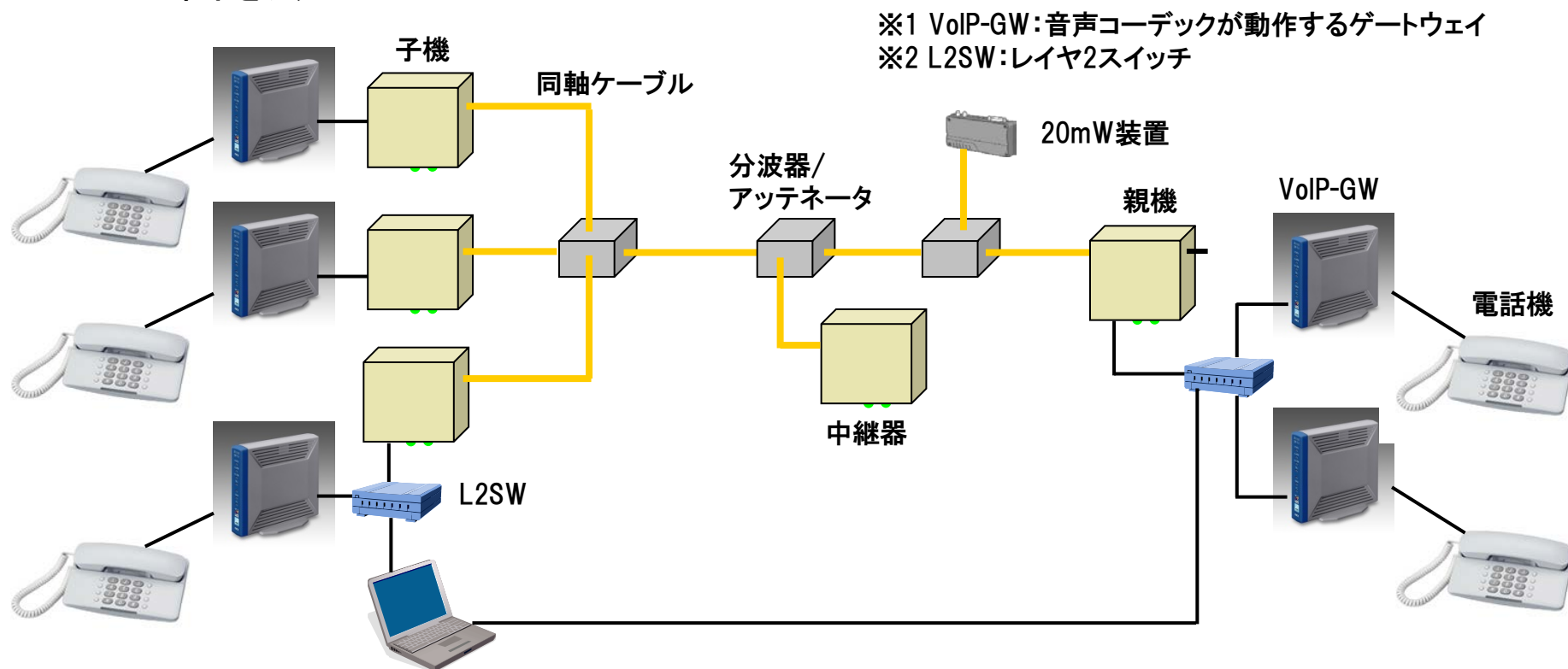


5. ラボ内検証環境

資料2-4

■ 2～4の試験を以下の環境で実施する

- 無線装置間を同軸ケーブルと分波器とアッテネータ(減衰器)で接続
- アッテネータを調整しマルチホップ環境を構築
- VoIP-GW※1のコーデックの設定を変更し、ペイロード長やインターバルを変更し、通信品質を測定
- L2SW※2のミラーポートでVoIPパケットをモニタし、遅延/揺らぎ/パケロスなどを測定
- 与干渉センサネットワークとして、間欠的にデータ収集する20mW装置を接続し、センサネットワークの収集率を測定



5. ラボ内検証環境

資料2-4

■ 試験内容

- 対策案の効果を検証するために、以下の試験項目とパラメータに基づきラボ内での検証を実施する

1) ラボ内試験項目と対策の対応表

項番	試験項目	パラメータ	対策			備考
			最適	再送	デューティ	
1	音声コーデック	G.711, G.729a	○			コーデックの普及度から2種類を選定した
2	パケット送信間隔	G.711 (20～60ms) G.729a (20～120ms)	○			
3	ホップ数	1～5ホップ	○			機材の制限から最大5ホップとした
4	同時接続数	1～3回線	○			
5	ACK要求	再送あり or 再送なし		○		
6	デューティ条件	10% or なし			○	

- なお、遅延やパケット廃棄率の測定は、L2SWのミラーポートからWireshark※を用いる
- また、デューティの測定は、無線局内に実装した専用のアプリを用いる

※1 Wireshark: 多くのプロトコルに対応した高機能なパケット取得・プロトコル解析ソフト