

**音声データ伝送に適応した無線センサーネットワーク  
システムの技術的条件に関する調査検討  
報告書抜粋と追加検討**

平成28年12月6日

# 調査検討の概要

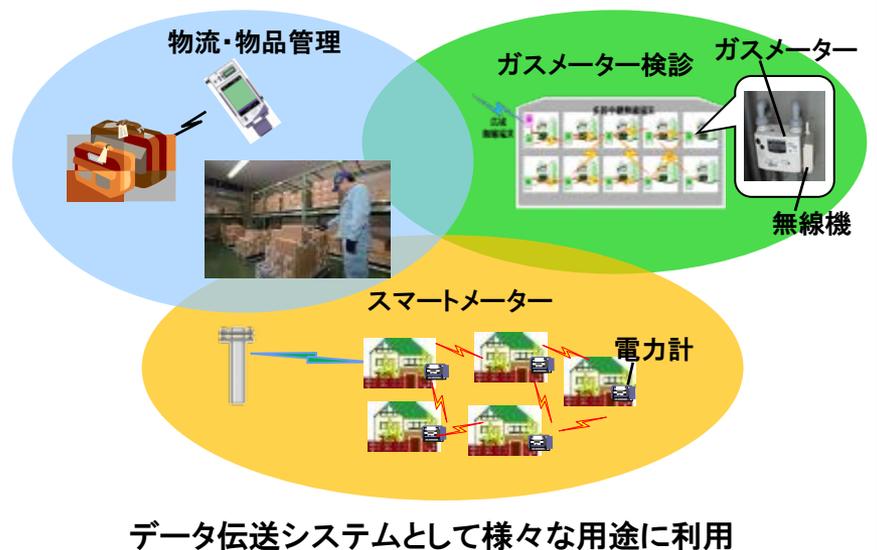
## ■ 目的

920MHz帯無線の利用用途の拡大に向けて、音声データ伝送を適用したシステム検証を実施し、災害情報などの情報伝達手段の多様化を図る。

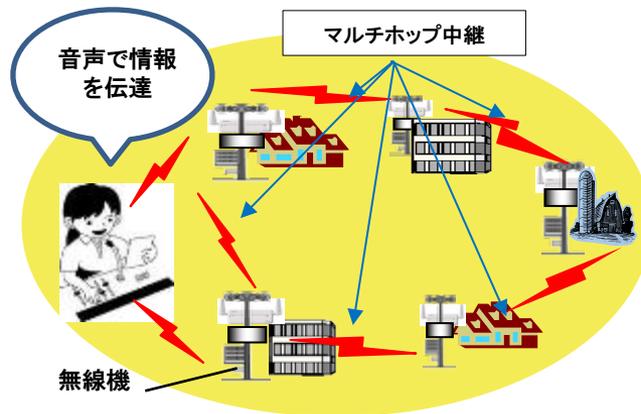
## ■ 概要

920MHz帯無線での音声データ伝送の技術課題に対して、ラボ内試験による机上検討及びフィールド試験による検証を実施し、マルチホップ環境での最大ホップ数や通話品質の評価を行う。また、周波数共用条件の検討を行い、音声データ伝送を適用した場合の技術的条件案を提言する。

### 920MHz帯無線システムの利用状況



### 音声データ伝送による利用用途の拡大



- 適用例
- ・災害情報の伝達
  - ・サイレン音声の伝達（河川、防災など）
  - ・ローカル情報の伝達（祭りの開催、不審者情報など）

# 音声データ伝送の課題と対策

## ■ 課題と対策

### ① 最適なコーデックとパラメータの選定

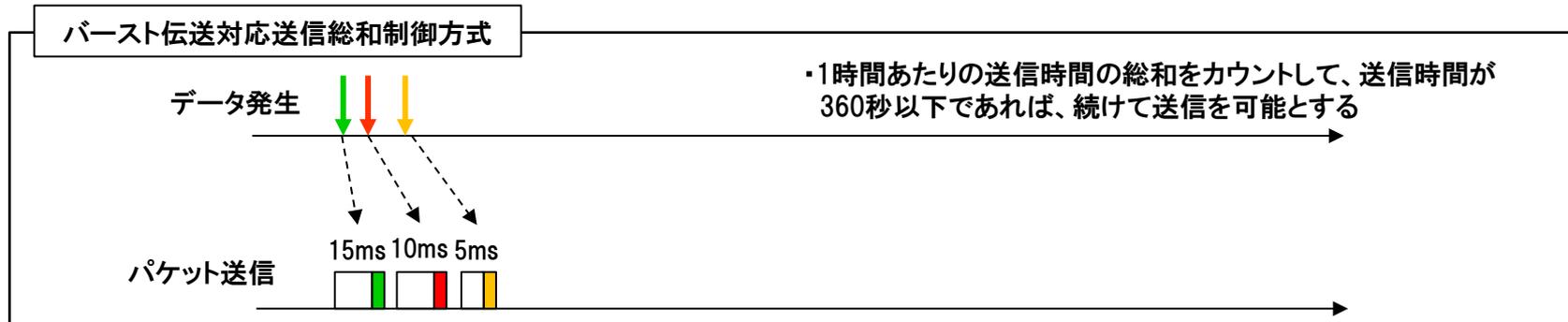
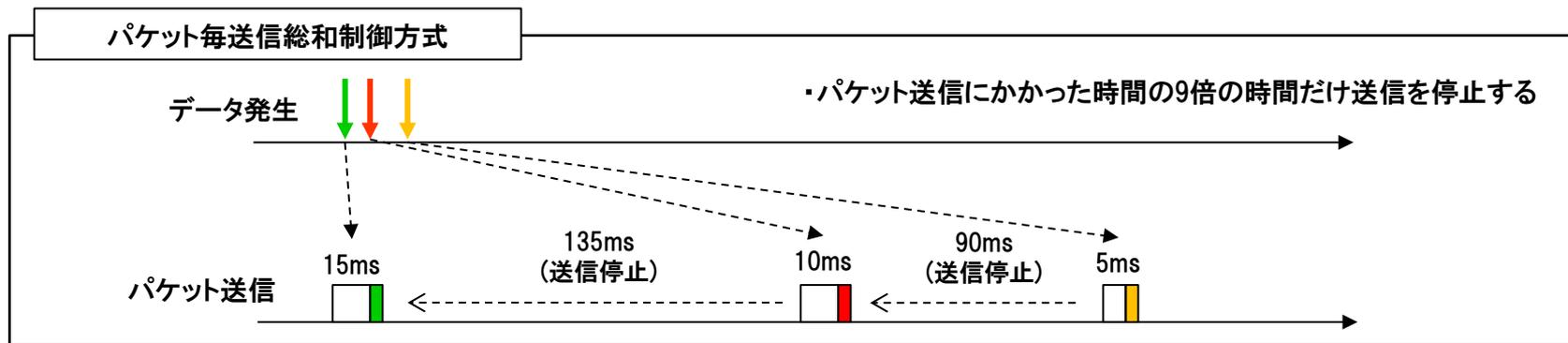
⇒ コーデック種別やパケット送信間隔を変更し、音声データ伝送に最適なパラメータを抽出

### ② 伝送遅延の評価

⇒ 送信総和制御方法による、連続送信が可能な条件の評価

## ■ 条件

- アクティブ無線向け128  $\mu$ s キャリアセンス(送信総和10%)
- 250mW (フィールド評価時)



# 音声データ伝送の机上検討 –ラボ内検証–

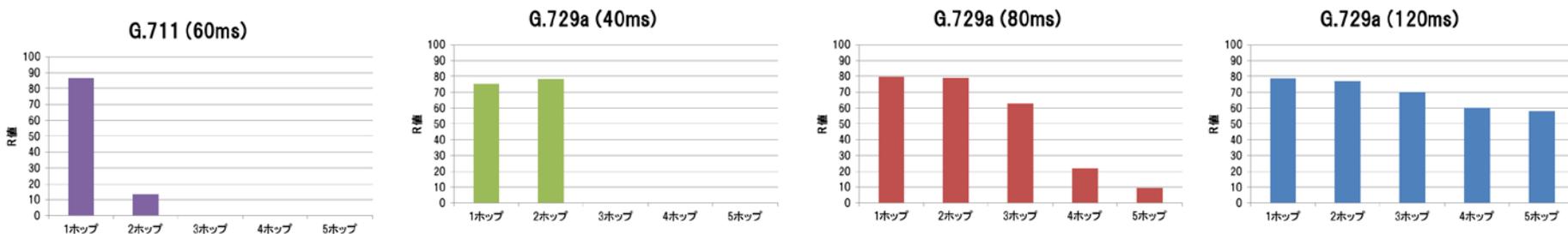
## ■ 検証結果 (最適なコーデックとパラメータの選定)

- 1回線時の1ホップにおいては、すべてR値が70以上となり、携帯電話並の音質での通話が可能
- 2回線時においては、G.729a(80ms/120ms)であれば2ホップ接続は可能だが、3ホップ接続ではR値が50以下となり、実用的ではない。

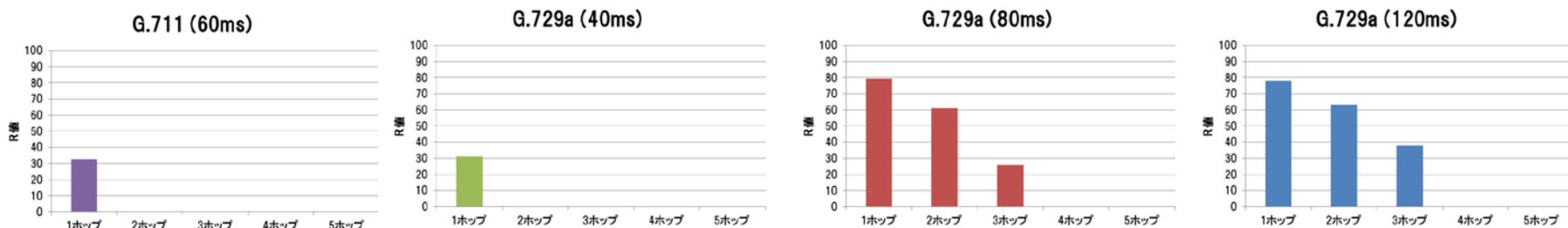
## ■ 考察

- G.729a(120ms)を用いた場合には、1回線通話あたり送信総和7.5%が必要になるため、2回線の連続通話を行うには、現行の10%制限から最低でも15%への緩和が望ましい。

### 1回線通話時の測定結果



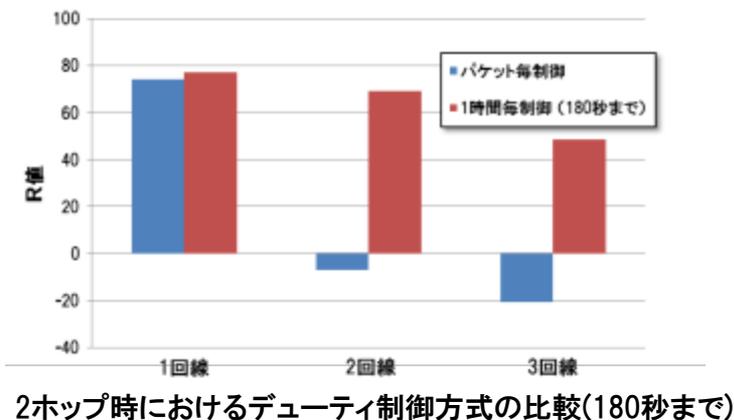
### 2回線通話時の測定結果



# 音声データ伝送の机上検討 –ラボ内検証–

## ■ 検証結果 (送信総和制御方式の比較)

- バースト伝送対応送信総和制御の180秒までは、2回線通話でR値が約70、3回線でR値が約49
- バースト伝送対応送信総和制御を用いれば、約4分間の2回線通話が可能

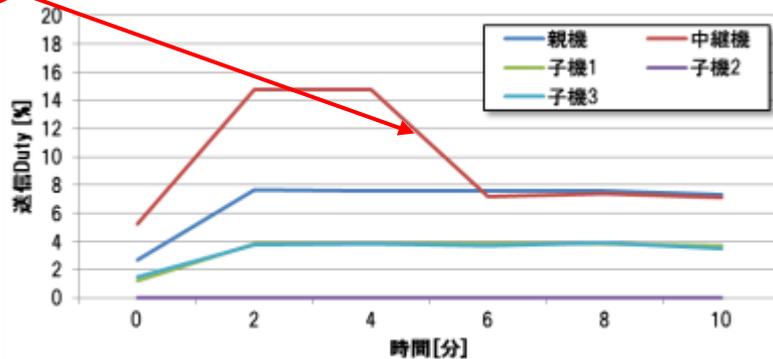
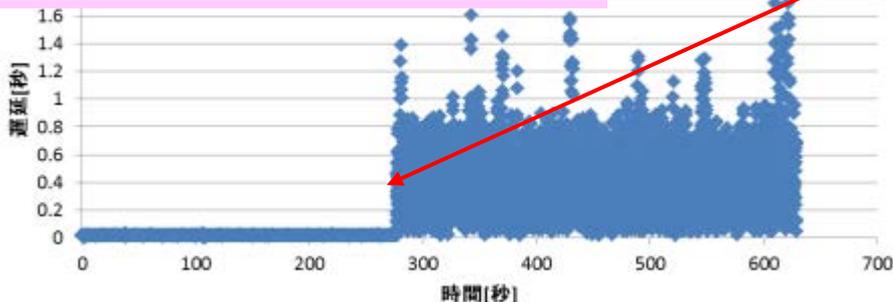


デューティ制御方式の比較の検証結果

回線数	デューティ制御	ロス (%)	遅延 (ms)	揺らぎ (ms)	デューティ (%)	R値
1	パケット毎	0.8	28	24	7.5	74.2
	バースト対応 (180秒まで)	0.3	13	0	7.5	77.1
2	パケット毎	38	284	135	9.6	-7.1
	バースト対応 (180秒まで)	2	13	0.8	14.8	69.3
3	パケット毎	59	370	146	9.7	-20.5
	バースト対応 (180秒まで)	18	19	3	18.8	48.5

この検証では、送信デューティ超過時に、その後送信デューティを7.5%に制限する実装のため、4分間15%の送信を行うと8分間7.5%に制限することで平均10%となり、再び通話を再開できるようになる。

### デューティ制御動作の切り替わり



# ラボ内検証のまとめ

## 課題1:最適コーデック/パラメータの選定

- コーデック:G.729a、パケット送信間隔:120msが最適
- R値を50以上とした1回線の通話では、最大で5ホップでの音声通話が可能
- R値を50以上とした複数回線の通話は、最大で2ホップ2回線が可能

## 課題2:伝送遅延の課題

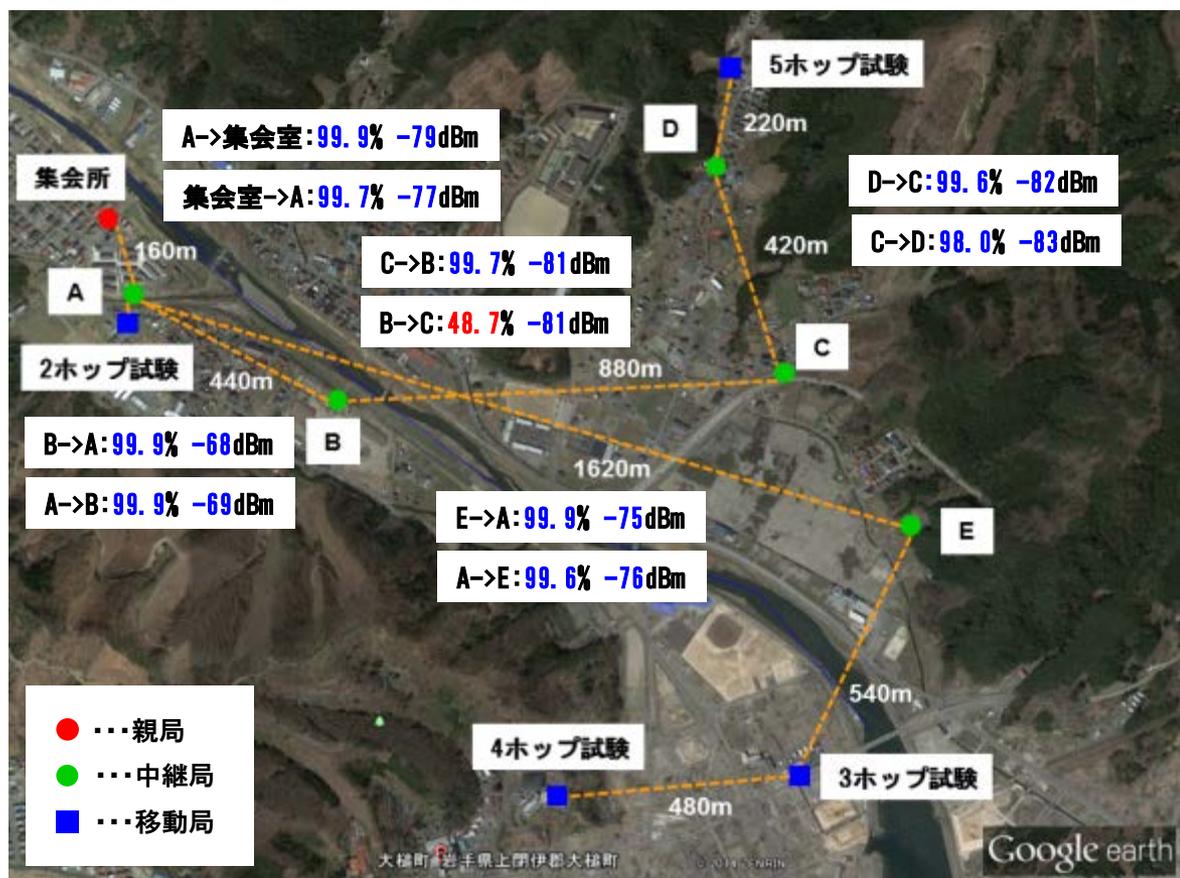
- 1回線時は、送信総和制御方式に依らず連続通話が可能
- 2回線時は、バースト対応制御とすることで、4分間の連続通話が可能

## 全体考察

- 課題1で選定したコーデックでは、1回線あたりの通話で7.5%のデューティとなるため、1回線での運用であれば、10%送信総和制限で通話可能
- 2回線での通話の場合、送信総和制限のため4分間の通話の後、最長8分間の休止などの運用ルールが必要。
- 2回線での常時連続通話を実現するためには、10%送信総和制限の緩和が望ましい。

# 音声データ伝送の実証 -フィールド試験-

- ラボ内試験の結果を検証するために、大槌町にてフィールド試験を実施(平成26年11月)
- 250mW親局/中継局/移動局を用いてマルチホップネットワークを構成し、最大5ホップの試験環境を構築
- 無線局間の電波伝搬測定を行い、受信信号強度の変動やパケット受信率を測定



# 音声データ伝送の実証 –フィールド試験–

## ■ 検証結果 (マルチホップ試験)

- ホップ数が増加するにつれてR値が減少し、回線数が多い場合はAck要求が有の方がR値が高い。
- 5ホップ時のR値が4ホップ時と比較して1/4程度に悪化した。この要因としては、他リンクと比べてリンク品質の悪いB<->C<->Dのリンクを経由しているためと推測される。

## ■ ラボ内検証との比較

- 全体の傾向として、ラボ内検証と比較してフィールド試験の方がR値が低下しており、この理由として、屋外環境でのリンク品質の変動や隠れ端末の影響があるためと推測される。
- ただし、フィールド3ホップ時のR値は50以上であるため、3ホップは常用可能と言える。(図6)

1回線時におけるホップ数の評価

ホップ数	ロス(%)	遅延(ms)	揺らぎ(ms)	デューティ(%)	R値
1	0.2	7	3	3.8	77.4
2	1.1	13	3	7.5	73.8
3	7.1	20	2	7.3	55.1
4	11	28	3	7.2	46.8
5	71	43	7	5	10.3

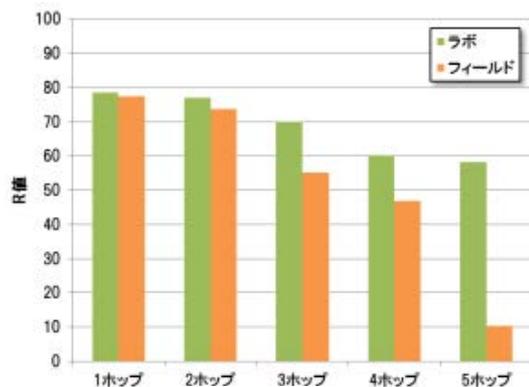


図6. 1回線

2ホップ時における同時回線数の評価

回線数	ロス(%)	遅延(ms)	揺らぎ(ms)	デューティ(%)	R値
1	1.1	13	3	7.5	73.8
2	15.5	17	2	13	40.5

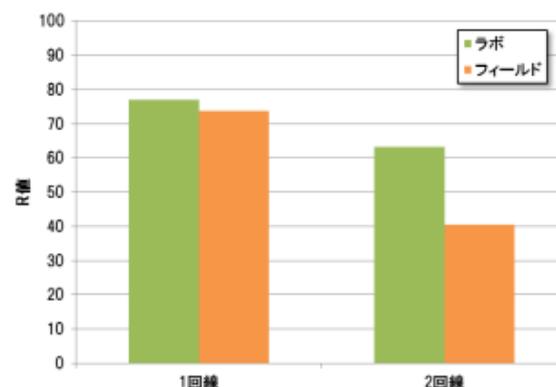
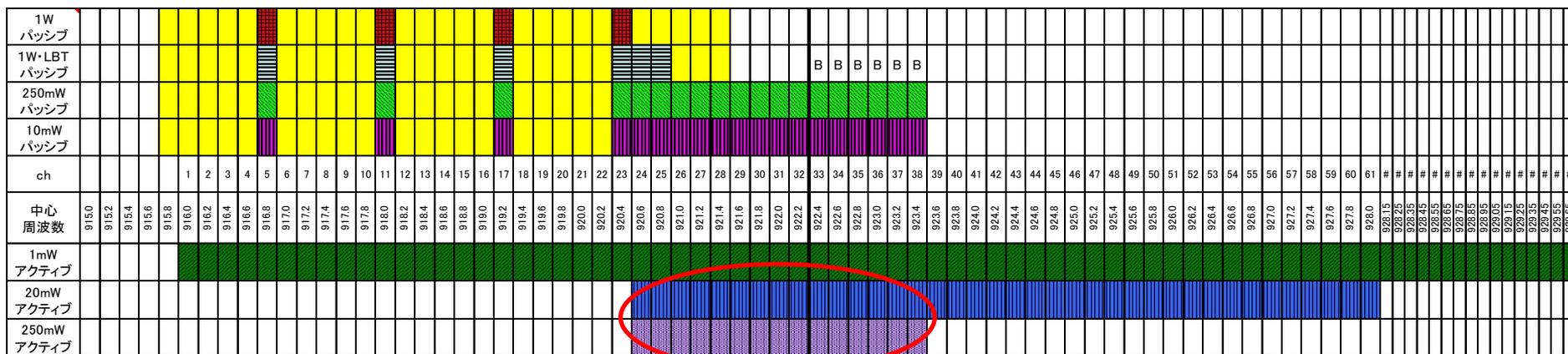


図8. 2ホップ

# 【追加検討】 音声データ伝送のための技術的条件の検討

## ■ 検討

- ① アクティブ無線向け条件(128 $\mu$ sキャリアセンス)を活用する場合(H26調査検討)
  - ▶ 音声データ伝送を2回線2ホップで実現するには、20%の送信デューティが望ましい  
⇒送信総和の条件緩和が必要
- ② パッシブタグ共用条件(5msキャリアセンス)を活用する場合(追加検討)
  - ▶ 送信総和制限がないが、4秒以下の送信後に50ms以上の休止が必要  
⇒50ms休止の影響が少なければ、音声データ伝送に活用可能



# 音声データ伝送の机上検討

## ■ 条件

- パッシブタグ共用条件では、50msの休止が必要であるため、最悪ケースとして、最大50msの遅延が増えるとみなす
- H26調査検討報告にて、2回線2ホップ通信が可能であった以下の条件にて、50msの遅延を加算した場合のR値を再計算
  - ▶ G.729a (120msパケットサイズ)

## ■ 結果

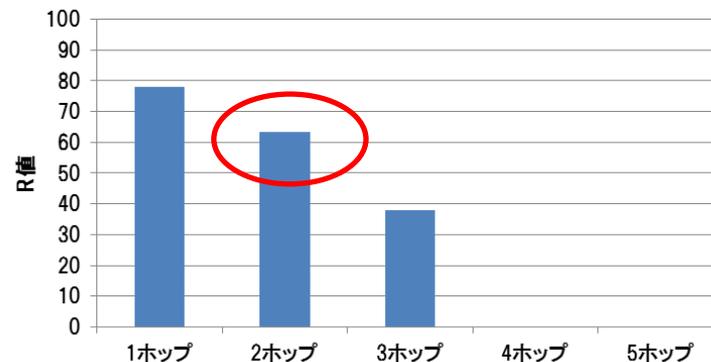
- R値: 63.3 → 59.2

## ■ 考察

- R値50以上を確保できるため、現行のパッシブタグ共用条件のままで、2回線2ホップの音声データ伝送は可能とみなせる

2回線通話時の測定結果(前回資料より)

G.729a (120ms)



## まとめ

- コーデック: **G.729a**、パケット送信間隔: **120ms**を用いれば、1回線の通話で最大で**5**ホップでの音声通話が可能。複数回線の通話は、最大で**2**ホップ**2**回線が可能
- パッシブタグ共用条件(5msキャリアセンス)を活用することで、送信総和制限の緩和をすることなく、音声データ伝送を行うことが可能