

情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会  
V-High帯公共BB／狭帯域無線システム作業班(第5回)

---

## 狭帯域IoT通信システムの要件整理について(案) - 送信時間制限について -

令和6年11月22日  
株式会社日立国際電気、日本無線株式会社、  
株式会社スペースタイムエンジニアリング

## ■ 追加検討事項

- (1) キャリアセンスについて、狭帯域IoT通信システム同士の共用へ向け、FSKでの試算に基づき送信時間制限(案)を示した。
  - IEEE802.15.4に準拠するシステムが動作している920MHz帯陸上移動局の技術的条件(平成31年総務省告示123号)を参考に、狭帯域IoTとしての要件を整理した。
- (2) キャリアセンスにおける単位チャネル幅を基準としたキャリアセンスレベル(閾値)等については継続協議中。

# 狭帯域IoT通信システムの主な技術的条件(案)

## ■ 狭帯域IoT通信システムの主な技術的条件(案) 【第4回作業班からの更新】

・ 狭帯域IoTに係る技術的条件の取りまとめ案を再検討・整理した(一部、検討中)

■ 第4回作業班からの更新

| 項 目          | 下側帯域                                                                                                                                   | 上側帯域                                           |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 送受信周波数帯      | 170.0～177.5MHz                                                                                                                         | 217.5～222.0MHz                                 |
| 送信空中線電力      | 20mW又は250mW以下<br>(上空・海上利用はなし)                                                                                                          | 5W以下<br>(上空利用は1W以下)                            |
| 占有周波数帯幅      | 200kHz×N [単位ch:200kHz、N=1～6]<br>(200、400、600、800、1,000、1,200kHz)                                                                       | 200kHz×N [単位ch:200kHz、N=1～2]<br>(200、400kHz)   |
| データ伝送速度      | 2400kbps以下<br>(FSK:600kbps以下、OFDM:2,400kbps以下)                                                                                         | 600kbps以下<br>(FSK:300kbps以下、OFDM:600kbps以下)    |
| 変調方式         | FSK、OFDM                                                                                                                               |                                                |
|              | FSK : IEEE802.15.4-2020 SUN FSK 19.3項規定及び、<br>IEEE802.15.4aa-2022 SUN FSK 19.3項規定に準じる<br>OFDM : IEEE802.15.4-2020 SUN OFDM 20.3項規定に準じる |                                                |
| 通信フレームフォーマット | FSK : IEEE802.15.4-2020 SUN FSK 19.2項規定に準じる<br>OFDM : IEEE802.15.4-2020 SUN OFDM 20.2項規定に準じる                                           |                                                |
| 受信感度         | FSK : IEEE802.15.4-2020 SUN FSK 19.6.7項規定に準じる<br>OFDM : IEEE802.15.4-2020 SUN OFDM 20.5.3項規定に準じる                                       |                                                |
| 空中線利得        | 6dBi以下 (ただし、空中線電力の低減や給電線損失を<br>補う分の増加は認められる。)                                                                                          | 10dBi以下 (ただし、空中線電力の低減や給電線損失を<br>補う分の増加は認められる。) |
| 隣接チャネル漏えい電力  | 隣接CH : -25dBc以下、 次隣接CH : -35dBc以下                                                                                                      |                                                |
| 不要発射の強度の許容値  | -30dBm/100kHz以下(等価等方輻射電力(EIRP))                                                                                                        |                                                |
| キャリアセンス      | 有り                                                                                                                                     |                                                |
| 備考           | IEEE802.15.4-2020 SUN FSK 及びSUN OFDM に、IEEE802.15.4aa-2022<br>で新たに規定されたチャネル間隔及び変調パラメータを追加し、V-High 帯へ拡張したもの                             |                                                |

# 狭帯域IoT通信システムの送信時間制限(案)

- 920MHz帯陸上移動局における技術的条件を参考に、IEEE802.15.4ならびに狭帯域IoTのユースケースを鑑みて、通信機会の公平性を確保可能な送信時間制限(案)を以下に示す。
    - 送信時間については、周波数利用効率の観点で、同時使用する単位チャネル数に応じて、IEEE802.15.4で規定された最大長のペイロードが送信可能な最大送信時間を設定
    - 隣接システムとの共用検討において、狭帯域IoT通信システムは公共性の高いユースケースを主とし、多様なシステムが混在する920MHz帯と比較して想定される展開規模が異なることから、一時間あたりの送信時間総和の制限は適用しない※
- ※ 同時送信数を加味した隣接システムとの共用検討等において、必要と判断されれば再検討を実施する

## 920MHz帯陸上移動局の技術的条件(平成31年総務省告示123号)

| 同時使用する<br>単位チャネル数 | キャリアセンス<br>時間 | 送信時間制限  | 休止時間     | 1時間あたりの<br>送信時間総和 | 確認応答にかかる時間 |        |
|-------------------|---------------|---------|----------|-------------------|------------|--------|
|                   |               |         |          |                   | 開始時間       | 完了時間   |
| 1                 | 128 $\mu$ s以上 | 400ms以内 | 2ms以上※1  | 360s以下※2          | 2ms以内      | 50ms以内 |
| 2以上               |               |         |          |                   |            | 5ms以内  |
| 1以上               | 5ms以上         | 4s以内    | 50ms以上※3 | -                 | -          | -      |

※1 送信時間が6ms以下の場合に限り、休止時間を必要としない。

※2 応答にかかる時間は総和に含めることを要しない。

※3 4秒以内に再送信を行う場合は、休止時間を設けずに送信を行うことができる。

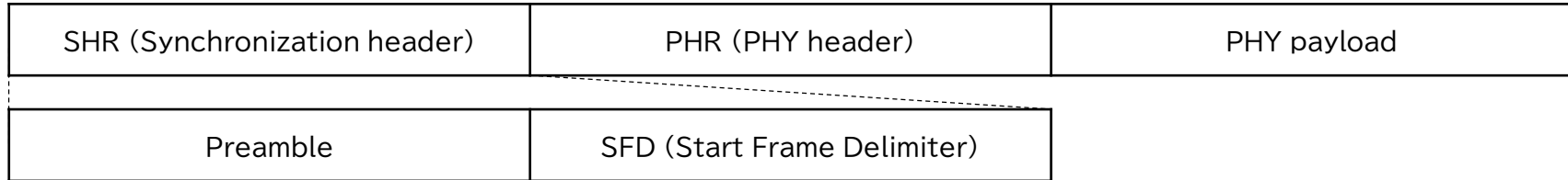
## 狭帯域IoT通信システムの技術的条件(案)

| 同時使用する<br>単位チャネル数 | キャリアセンス<br>時間 | 送信時間制限  | 休止時間    | 1時間あたりの<br>送信時間総和 | 確認応答にかかる時間 |        |
|-------------------|---------------|---------|---------|-------------------|------------|--------|
|                   |               |         |         |                   | 開始時間       | 完了時間   |
| 1                 | 128 $\mu$ s以上 | 400ms以内 | 2ms以上※1 | -                 | 2ms以内      | 50ms以内 |
| 2                 |               | 200ms以内 |         |                   |            | 5ms以内  |
| 3以上               |               | 100ms以内 |         |                   |            |        |

※1 送信総和の制限を設けないため、他通信の割込みが可能となるよう、送信時間6ms以下の場合の休止時間を不要とする規定は設けない。

- 1つの単位チャネルを使用する場合に、伝送速度が最も低く送信時間が最大となる50kbpsにおいて、IEEE802.15.4で規定された最大長のペイロードが送信可能な最大送信時間にて設定する。

- SUN FSKのパケット構造



- 標準規定の各パラメータと50kbpsでの送信時間試算より、最大送信時間は400ms以内に

| SHR                  |                 | PHR<br>[octets] | max PHY<br>payload size<br>[octets] | Total size<br>[octets] | ⇒ 送信時間<br>@50kbps<br>[msec] |
|----------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Preamble<br>[octets] | SFD<br>[octets] |                 |                                     |                        |                             |
| 4 ~ 64               | 2               | 2               | 2047                                | 2055 ~ 2115            | 328.8 ~ 338.4               |

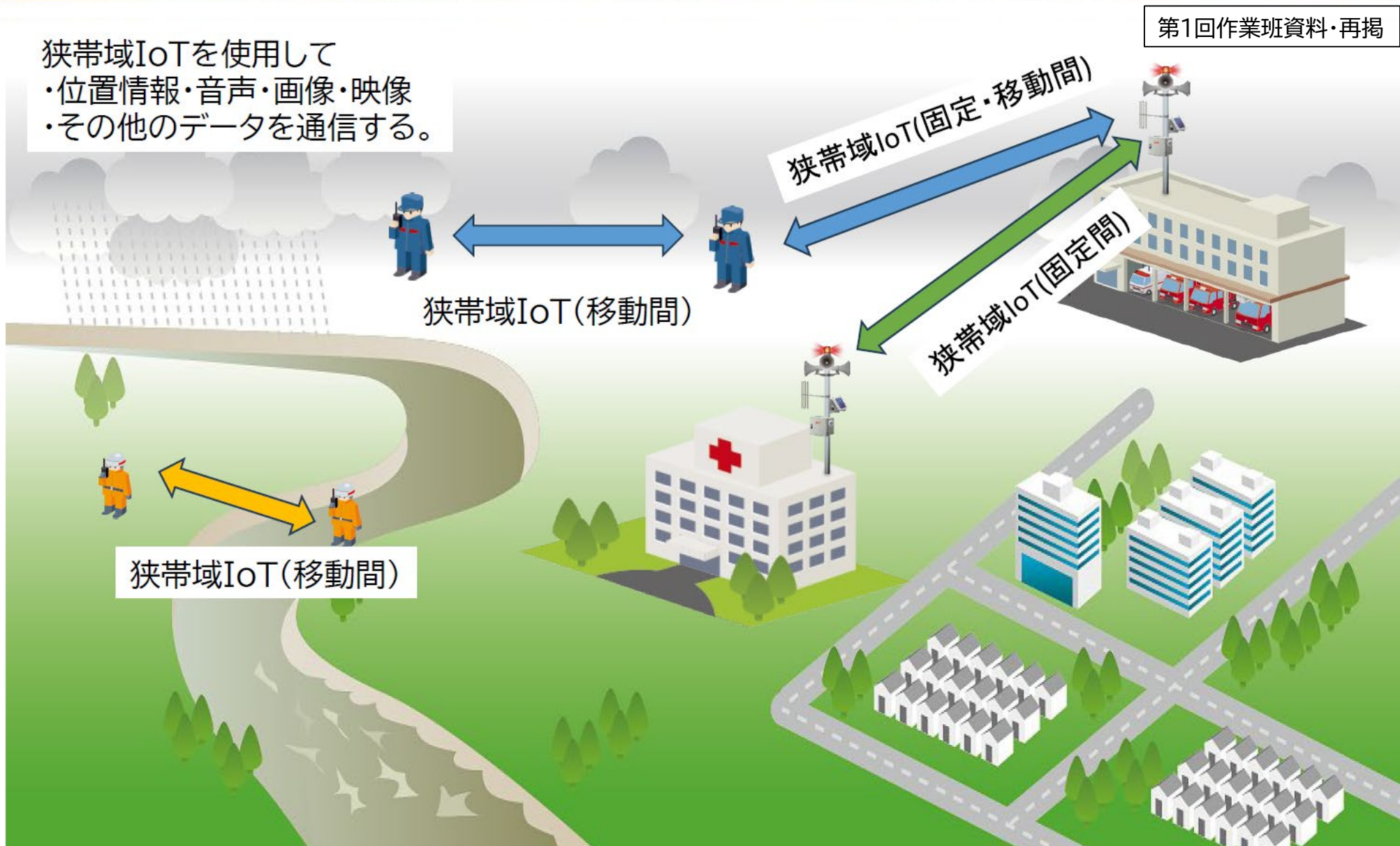
- 200kHzの単位チャネル内で運用する4.8kbps等の狭帯域運用も、時間的公平性を鑑みて同様の送信時間制限を踏襲するものとし、以下のアプリケーションペイロード試算により、具体的なユースケースである部隊運用時の位置情報伝送(50~100bytes程度)が実現可能であることを確認した。

| 400ms,<br>4.8kbpsの送信<br>[bytes] | オーバーヘッド [bytes] |                                |                        |                      |          | オーバーヘッドを除く<br>アプリケーション<br>ペイロード [bytes] |
|---------------------------------|-----------------|--------------------------------|------------------------|----------------------|----------|-----------------------------------------|
|                                 | PHY             | MAC<br>(Long/Short<br>address) | Network<br>(IPv4/IPv6) | Session<br>(TCP/UDP) | Total    |                                         |
| 240                             | 8 ~ 68          | 11 ~ 23                        | 20 ~ 40                | 8 ~ 20               | 47 ~ 151 | 89 ~ 193                                |



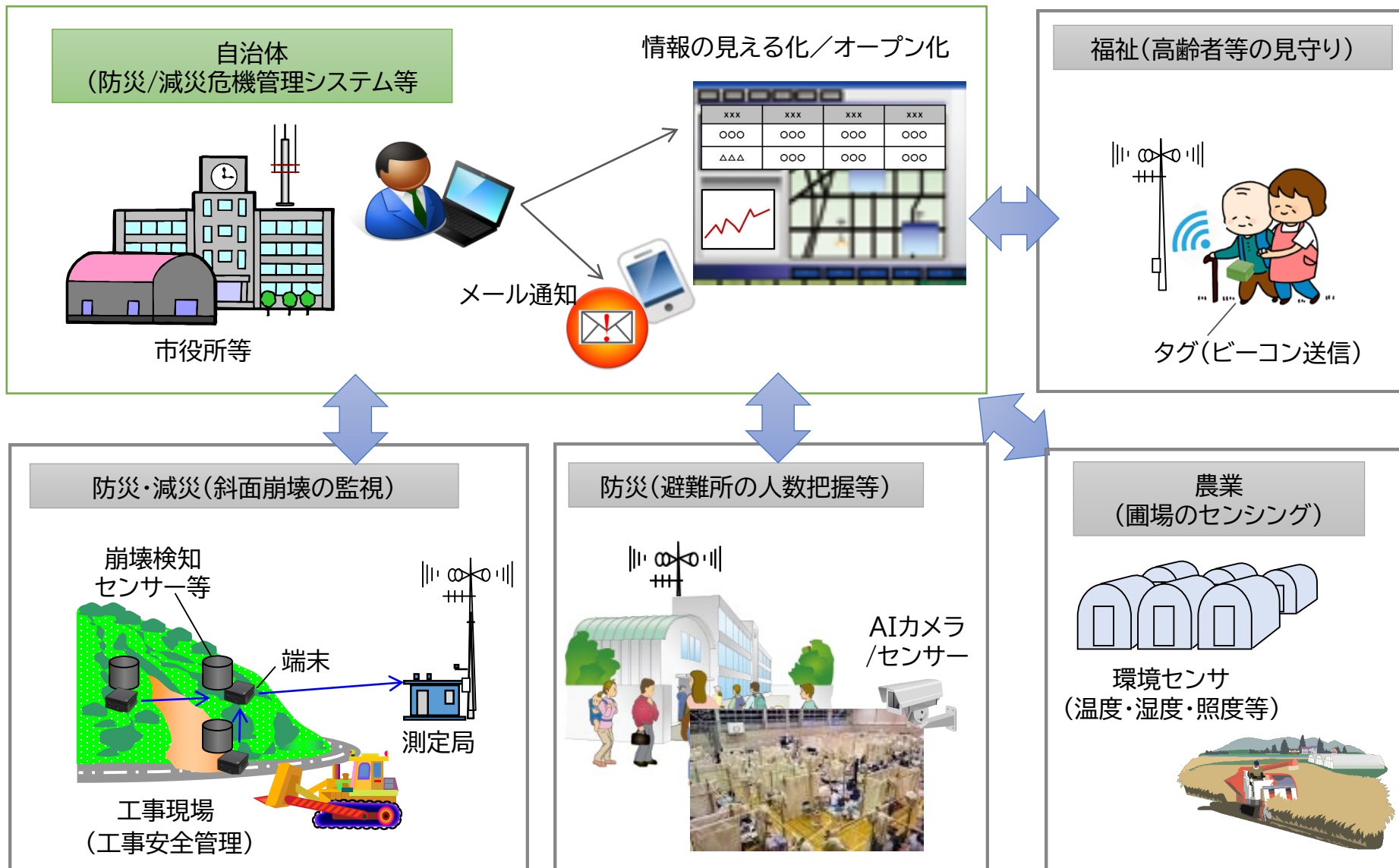
第1回作業班資料・再掲

狭帯域IoTを使用して  
・位置情報・音声・画像・映像  
・その他のデータを通信する。



## 自治体における全体的な利用イメージ(例)

第1回作業班資料を再掲・一部編集



- 単位チャネルを複数束ねて使用する場合も同様に、送信時間が最大となる最も低い伝送速度において、IEEE802.15.4で規定された最大長のパイロードが送信可能な最大送信時間とする。
- 狭帯域IoTのチャネル幅と伝送速度の関係(第4回作業班資料に加筆 ※**試算に用いた伝送速度**)

| チャネル幅          |          | 200kHz                                                                        | 400kHz                            | 600kHz  | 800kHz    | 1,000kHz | 1,200kHz        |
|----------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------|-----------|----------|-----------------|
| 単位チャネル数        |          | 1                                                                             | 2                                 | 3以上     |           |          |                 |
| 伝送速度<br>(kbps) | SUN FSK  | 50、100、150<br>(12.5kHz:) 4.8、10<br>(25kHz:) 20<br>(50kHz:) 40<br>(100kHz:) 50 | 100、150、200、<br>300               | 200、300 | —         | 400、600  | —               |
|                | SUN OFDM | 12.5、25、50、<br>100、150、<br>200、300                                            | 25、50、100、<br>200、300、<br>400、600 | —       | 600、1,200 | —        | 1,200、<br>2,400 |

- 送信時間試算の結果: 束ねる単位チャネル数と最大長のパイロードが送信可能な時間の関係

| 単位チャネル数 | 基準とした伝送速度 [kbps] | 送信時間 [msec]   | 送信時間制限 [msec] |
|---------|------------------|---------------|---------------|
| 2       | 100              | 164.4 ~ 169.2 | ➡ 200ms以内     |
| 3以上     | 200              | 82.2 ~ 84.6   | ➡ 100ms以内     |

- 高い伝送速度を必要とする具体的なユースケースであるUAV等機械制御(ビデオデータ100kbps程度ならびに機体制御データ10kbps程度)について、300kbps以上のチャネルを利用することにより、検討した送信時間制限(1送信あたり200ms以内)の中で実現可能であることを確認した。



- ・ 航空法の規定により、長距離目視外自動飛行時に操縦者は「視認」と「制御」が義務化されており、技術的に長距離制御用無線回線としての利用を想定する。

## アプリケーション

### ① 被災地確認

目的：災害発生時や台風通過後の確認等、被災地状況の確認

顧客：国土交通省、基礎自治体、広域自治体

### ② 河川・道路・鉄道監視

目的：平常時における河川や河川設備、道路・線路等の監視

顧客：国土交通省、基礎自治体、広域自治体、道路会社他

### ③ 高圧電線点検用

目的：電力会社の高圧電線点検や鉄塔、周辺環境の点検

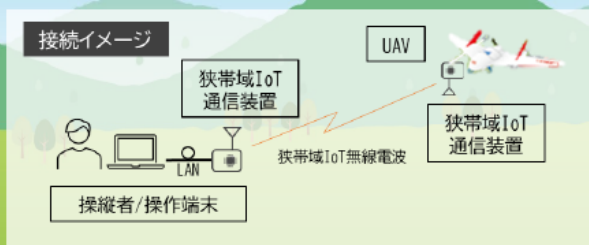
顧客：全国電力会社、高圧電線点検業者

### ④ パイプライン点検

目的：法人が所有しているパイプライン、周辺環境の点検

顧客：全国ガス会社

#### UAVを活用した河川監視イメージ



自営網  
(狭帯域IoT無線網)

狭帯域IoT無線では、UAV目視外飛行に必要な操縦用低解像度ビデオデータ(100kbps程度)及び機体制御データ(10kbps程度)のみを通信する。

高解像度ビデオ等のリッチデータは機体に保存する等、別系統で回収する。

- 狭帯域IoT通信システム同士の共用にあたり、送信を終えた無線局が次の送信を開始する前に、別の無線局が送信を開始できるだけの休止時間規定が必要である。
  - 休止時間  $\geq$  キャリアセンス時間 + 1ms (RX-to-Tx turnaround time)
  - 920MHz帯陸上移動局における技術的条件(休止時間: 2ms)を踏襲

