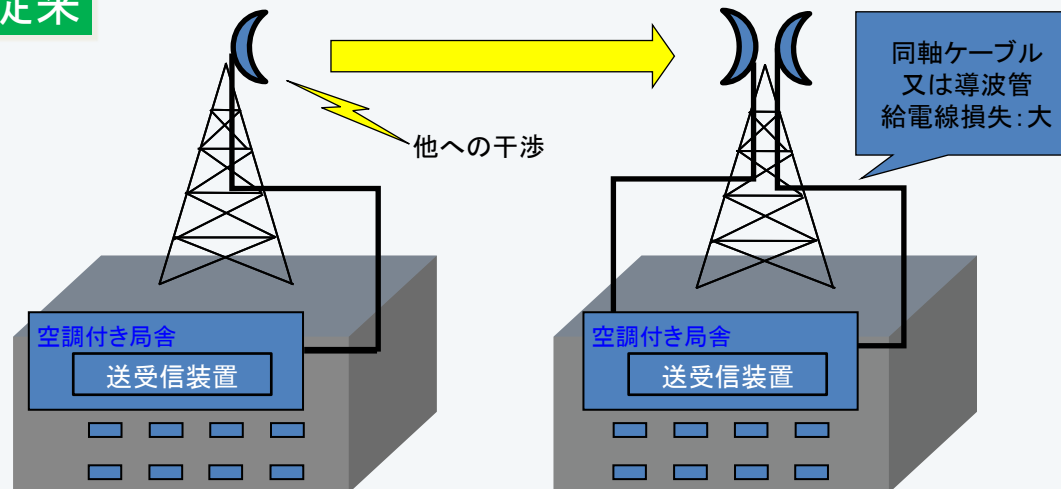


マイクロ波固定通信回線の高効率化に関する技術的条件の検討

調査検討の目的

従来



- ①数十mの導波管による損失（送受それぞれ）
→ 損失を補う電力の送信が必要
- ②送受信装置は空調付きの局舎内に設置
→ 非常用電源は空調電力までまかなう能力が必要
- ③電波の混雑があっても局舎を変更しにくい
→ 中継局の設置も困難

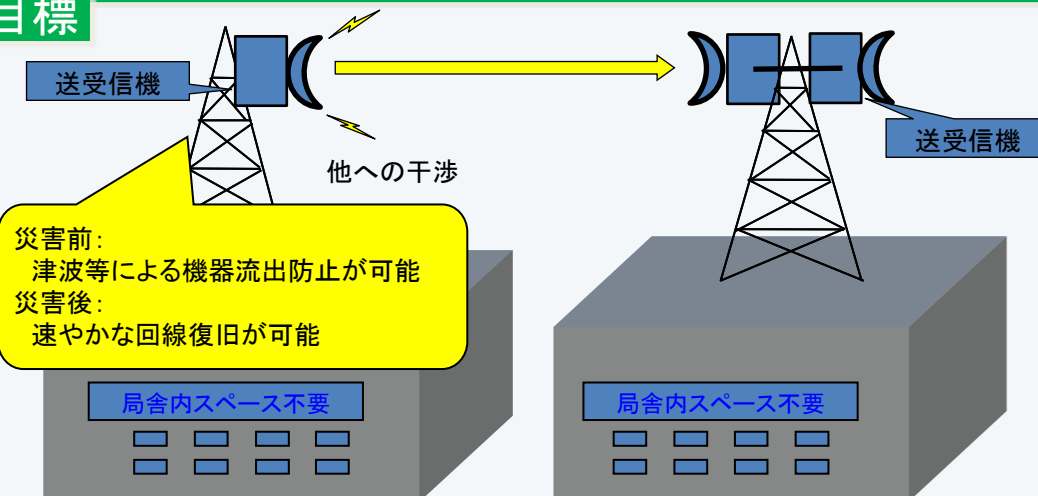
解決策

小型の送受信機をアンテナ直下の屋外に設置

課題

小型で高温下でも動作可能な装置が必要

目標



災害前:
津波等による機器流出防止が可能
災害後:
速やかな回線復旧が可能

主な検討項目

- ①当面混在する新旧システムの共用条件の検討
- ②技術基準（スプリアス等）の見直し

- ①送信電力を抑制し、他への干渉を抑えることが可能
- ②設置局舎の制約を緩和
→ 混雑状況に応じた経路の柔軟な設定
- ③全ての装置を屋上に設置
→ 津波等による流出を防止
- ④装置の小型化
→ 災害後の通信回線の速やかな復旧が可能
- ⑤非常用電源の簡素化

調査検討の全体計画と成果

	H23年度	H24年度	H25年度
検討項目	・聴き取り調査 ・基本特性測定結果の確認 ・高周波半導体の技術動向調査 調査検討会 → 1号機測定 → ・基本特性の測定（約1か月）	・冬季を中心とした測定結果の確認 ・小型化、軽量化、低消費電力化の検討 ・対電源電圧変動試験 ・11G/15Gアンテナ特性の検討 調査検討会 → 1号機測定 → ・基本特性、筐体内温度の測定 2号機疎通試験 →	・夏季を中心とした測定結果の確認 ・隣接チャネルの干渉試験結果の確認 ・6.5/7.5GHz帯の審査基準検討 ・技術基準等の提言すべき事項の検討 調査検討会 → 1号機測定 → ・基本特性、筐体内温度の測定(夏季) ・干渉特性の測定 2号機測定 →
成果 (目標)	○シミュレーションにおいて、屋外設置の実現に目途 ○基本特性の測定において、屋外設置の実現に目途 ○電源の負担軽減に目途 (電池、ポータブル発電機、人力発電)	○より一層の小型化・軽量化により、回線構築の簡易化実現に目途 ○同一区間であれば、空中線電力が低減でき、周波数有効利用に寄与 ○電源電圧の変動に対する特性変化を把握し非常用電源に対する要求性能の明確化 ○11G/15GHz帯において、ETSI規格アンテナを導入した場合の回線設計や回線密度の検討	○長期試験(夏季)により、夏季高温時での屋外設置型装置の実現に目処 ○隣接干渉試験により、可搬型運用での干渉特性の確認 ○屋外設置型の無線装置の導入に係る審査基準改定案策定に関する検討と整理 ○マイクロ波帯の固定局に係る技術基準等について、課題や提言すべき事項の検討と整理
備考	フィールド試験（短期） シミュレーション	フィールド試験（長期） シミュレーション	フィールド試験（長期）

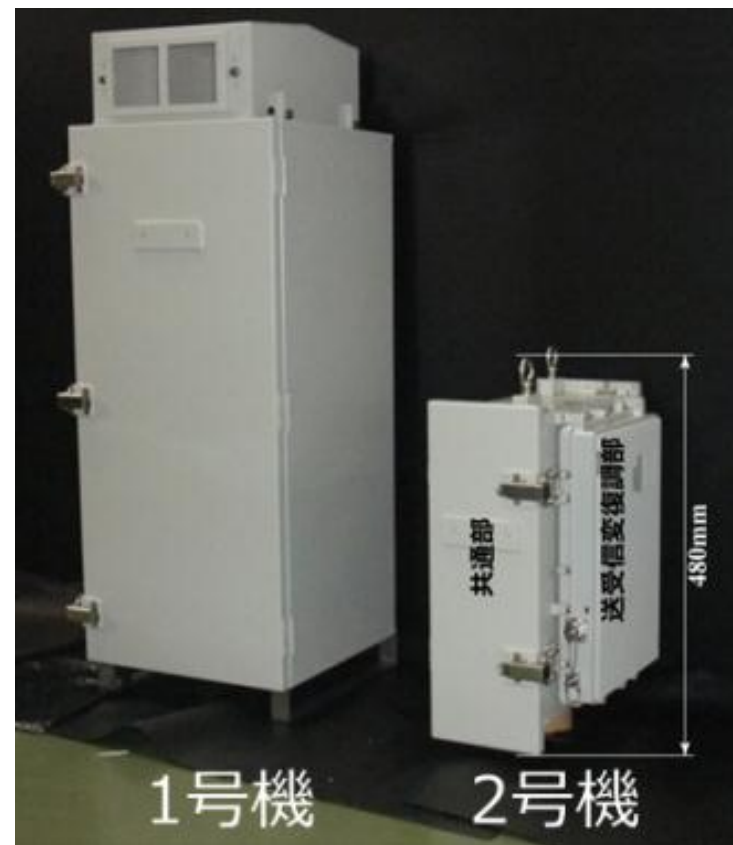
試作機の小型軽量化・低消費電力化の検討

平成23年度の実態調査で、小型軽量化並びに低消費電力化に対する要望が強いことが判明。また、可搬型無線機が大規模災害への備えとして有効との指摘が多数あったため、平成24年度に人力で運搬可能な程度にまで小型軽量化し、より一層の低消費電力化を図った試作機（2号機）を整備。

改良項目	小型化	軽量化	低消費電力
放熱性（ファンレス）	○	○	◎
実装・構造設計	○	○	
高周波増幅回路			○

1号機：現用＋予備構成、2号機：現用のみ構成

- ・ 試作機の改良により、容積1/3, 重量1/2, 消費電力1/5
- ・ 非常用電源への負荷軽減
- ・ 1人でも運搬可能
 - 災害時等の臨時回線用途への対応も可能に
- ・ 通常運用でも設置工事等、高所作業の負担軽減



フィールド試験 概要

試験1：長期試験（冬季、夏季）

約4か月の冬季フィールド試験と約3か月の夏季フィールド試験を実施し、温度変化に対する装置の長期安定性を評価

試験2：隣接干渉試験

1号機と2号機を使用し、隣接チャネルの与干渉波の状況（偏波を含む）による、被干渉局における干渉波の影響の変化を確認



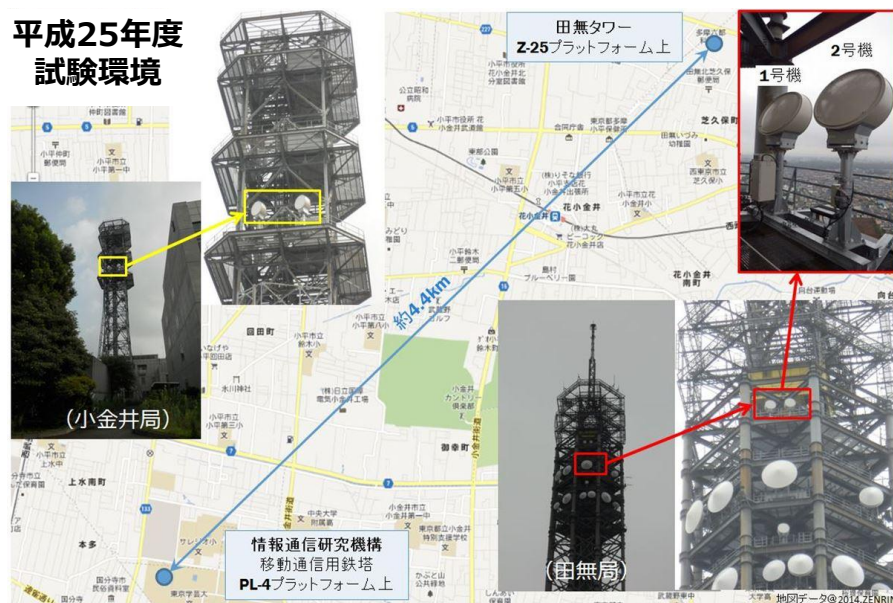
- (1) 屋外設置型無線装置としての検証
- (2) 可搬型として運用する場合の検証
- (3) 隣接チャネルでの運用確認

フィールド試験の測定項目

- ・ 受信電力
- ・ BER
- ・ 筐体内温度、湿度
- ・ 基板温度
- ・ 外気温、湿度
- ・ 降雨量

項目	1号機装置 諸元	2号機装置 諸元
周波数帯	6.585/6.745GHz	6.615/6.775GHz
変調方式	128QAM	128QAM
伝送容量	155.52Mbit/s	155.52Mbit/s
送信出力	+36dBm（高出力モード） +29dBm（標準モード）	+30dBm
受信方式	単一受信方式	単一受信方式
受信入力 at BER 1E-6	-69dBm以下	-68dBm以下
雑音指数	5dB以下	5dB以下
インターフェース	100BASE-TX×2ポート もしくはSTM-1	100BASE-TX×2ポート もしくはSTM-1
動作環境	温度-30℃～+45℃, 防塵防水（IP55）	温度-30℃～+45℃, 防塵防水（IP55）
電源	DC -48V	DC -48V, 69W
重量・容積	53kg, 97.6ℓ	21.6kg, 24.6ℓ

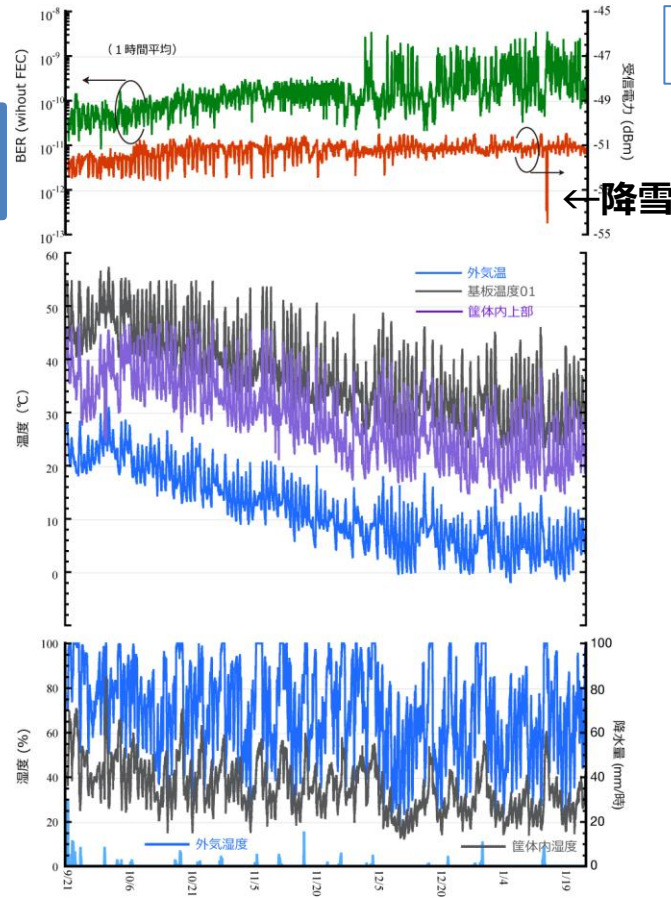
平成25年度 試験環境



フィールド試験 長期試験

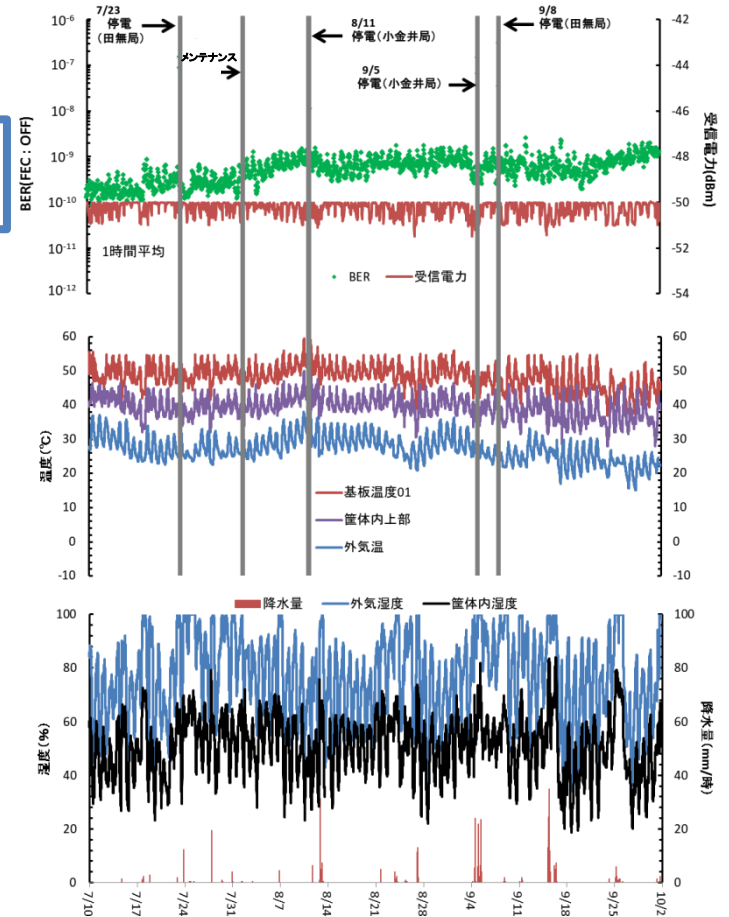
田無局

H24
(冬季)



田無局

H25
(夏季)



測定結果

- BERは常に 10^{-8} 以下であり、夏季の高温時においても、BERが極端に上昇することはなし (FEC=OFF)
→ FECによりエラーフリー伝送が期待できる
- 筐体内の湿度は最高でも85%、内部に砂塵の侵入は認められず
→ 屋外設置型装置として十分な防水防塵性を確認
- 筐体内温度は5か所で測定、最高でも 60°C を超えず (最高気温は 38°C)

測定系に関する考察

- 降雪時の受信電力低下
降雪そのものの影響ではなく、降雪時のレドームへの着雪によるものと考えられる

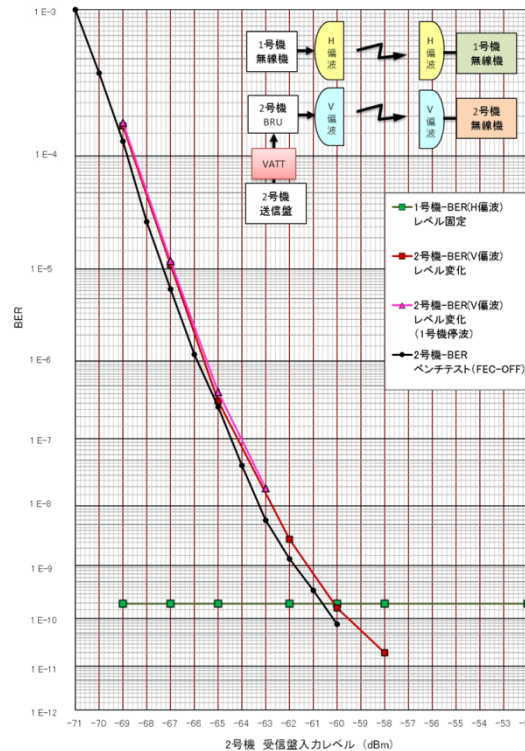
フィールド試験

隣接干渉試験

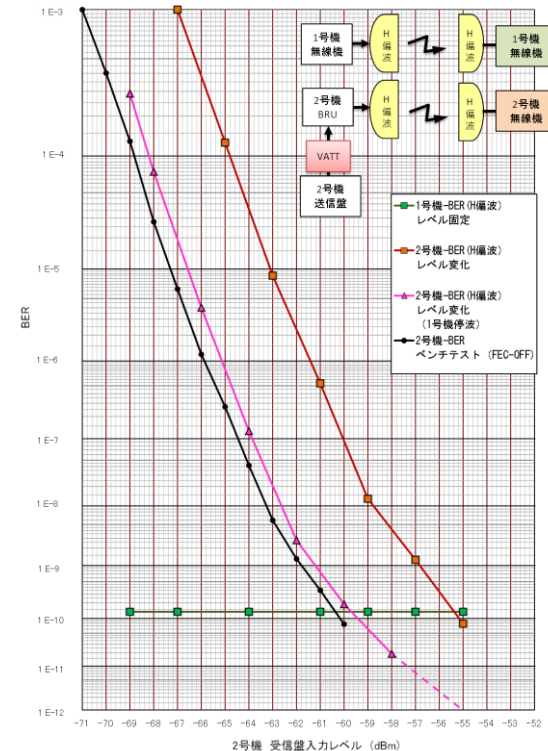
1号機および2号機の隣接干渉試験について、2号機の偏波及び出力を変更し、直交・同一偏波となる場合の受信電力、BERを測定

1号機：偏波/出力固定
(水平偏波/36dBm)

2号機：偏波/出力変更
(水平及び垂直偏波/30dBmより段階的に低減)



直交偏波



同一偏波

測定結果

- 直交偏波の場合は、与干渉波による被干渉波のBERの違いはみられず、影響を受けないことを確認（被干渉波の受信レベルが低い場合も同様）
 - 隣接チャネル以上の周波数差を確保すれば、異偏波を用いることで安定的な通信が可能
- 同一偏波の場合は、隣接チャネルであっても与干渉波の影響を受け、与干渉波がない場合に比べてBERが低下する傾向（被干渉波の受信レベルが低い場合も同様）
 - 同偏波及び異偏波のいずれの場合においても、標準受信入力(-52dBm)付近ではBERは 10^{-7} 以下となっており、現行規格において回線瞬断率規格の基準値（電力系統保護用信号を含む場合）となる 10^{-7} を満足することを確認

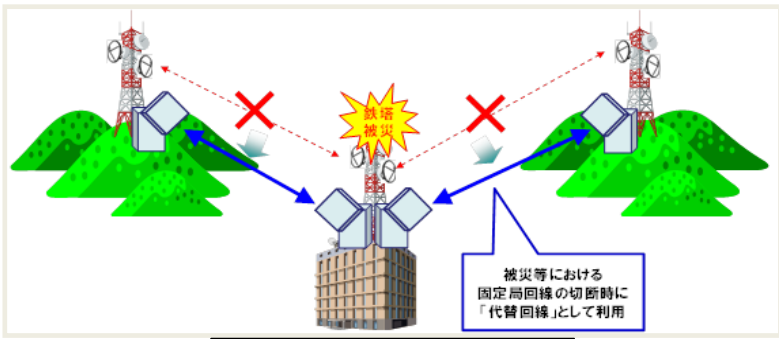
アンテナ一体型無線装置導入のための技術的条件の検討①

(技術的条件案)

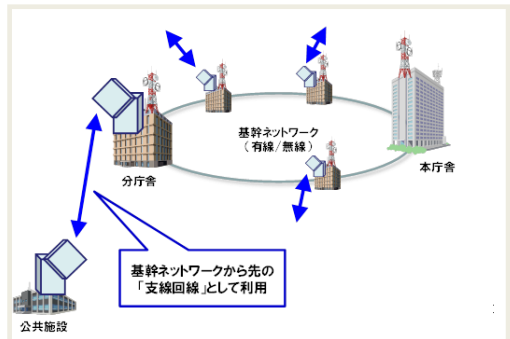
項目	技術的条件案
周波数帯	・ 公共業務用6.5GHz帯（6,570MHzを超え6,870MHz以下）、及び7.5GHz帯（7,425MHzを超え7,750MHz以下） ・ 電波法関係審査基準にて規定されている周波数配置に準拠
伝送速度	・ 電波法関係審査基準にて規定されている伝送速度に準拠（最大156Mbps） ・ 小型・省電力化が求められているため、コチャネル方式は使用しない
空中線電力	・ 最大送信出力2W
占有周波数帯幅	・ 電波法関係審査基準にて規定されている占有周波数帯幅に準拠（最大28.5MHz）
通信方式	・ 1対1の対向方式とし、2周波を用いた複信方式とする
変調方式	・ 電波法関係審査基準にて規定されている伝送速度に準拠（4PSK、16QAM、128QAM）
干渉条件検討	・ 既存固定回線への与干渉については、事前の混信計算により保護。 既存固定回線からの被干渉については、利用者側にて考慮の上で運用。既存固定回線からの混信がある場合は運用側で設置場所を変更する等の方策を講じる
誤り訂正機能	・ 128QAM方式を採用する場合、誤り訂正機能を有する

アンテナ一体型無線装置導入のための技術的条件の検討② (利用シーン及び既存固定局との干渉検討)

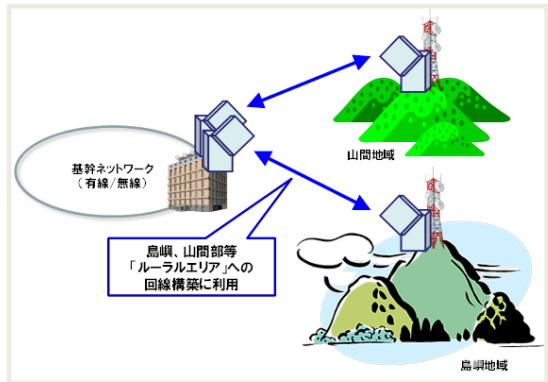
被災した無線装置の代替・応急用として、簡便に設置可能な無線システムのニーズが高まっている。今回制作したアンテナ一体型無線装置については、持ち運び可能なレベルまで小型化を実現したことから、その特性を活かし、利用シーンを検討し、その利用シーンを満たすよう技術的条件の検討を行った。



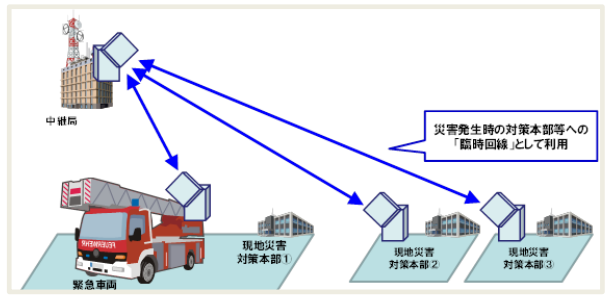
①代替回線利用イメージ



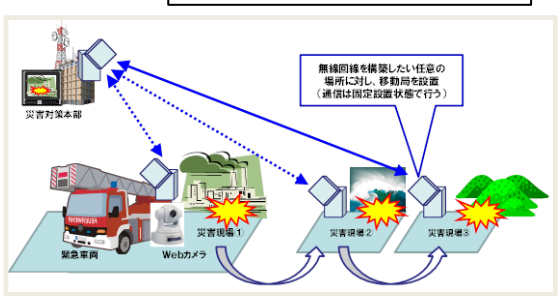
②支線回線利用イメージ



④ルールエリアへの利用イメージ



③臨時回線利用イメージ



⑤設置場所を制約しない移動局回線への利用イメージ

固定局周波数帯 (6.5/7.5GHz帯) での移動局運用を検討するため、移動局と固定局相互の干渉条件について検討



干渉計算を行った結果、移動局が固定局に干渉を与えないためには、移動局送信出力の低減 (0dBm以下)、かつ移動局と固定局間での周波数差確保 (60MHz以上) が必要であるため、任意の周波数、任意の設置場所による移動局の自由配置は困難。

アンテナ一体型無線装置導入のための技術的条件の検討③

(運用条件及び適用方法)

周波数共用を考慮した移動局の運用条件(案)

- ①事前に混信計算を実施した上で免許申請を行うものとする
- ②固定局に対する与干渉は従来と同じ混信保護値をもって制限する。また、移動局に対する他からの被干渉は担保しない
- ③スペクトルマスクは送信側のみ規定し、受信フィルタ特性等は定めない
- ④回線品質の考え方は、以下のいずれかの案としたい
 - 案1：「フェージングマージン、およびC/N値を考慮し、所要受信電力を設定」
回線品質を規定する考え方。品質は確保するが最大送信出力は制限する
 - 案2：「送信出力を一定値とし、回線品質は考慮しない」
回線品質を規定しないため回線稼働率はユーザ側で検討が必要。適用範囲はある程度任意となる

想定される利用シーンに対する移動局の適用方法（案）

- ①既存固定局回線の代替回線
代替回線として移動局を適用する場所を特定し、事前に免許申請を行って免許を受ける等、代替用途に適した開局ルールの策定により実現されることが望ましい
- ②基幹ネットワークの支線回線
回線品質に依らず長距離を接続する場合等に、移動局を適用する。但し、移動局は重要伝搬路指定を受けることができない点に注意が必要である
- ③災害発生時等の臨時回線
臨時回線として適用する可能性のある区間に対し、予め干渉計算を行って免許を受ける等、開局ルールの策定により実現されることが望ましい
- ④ルーラルエリアに対する無線回線
回線品質（回線稼働率、フェージングマージン、およびC/N値等）を規定しない、あるいは緩和された移動局回線により、長距離接続を可能とする。但しフェージングによる回線稼働率への影響が想定されるため、運用側にて配慮が必要である
- ⑤設置場所を制約しない移動局回線
干渉条件の検討結果より、自由配置による移動局運用は困難である