

衛星通信システム委員会報告 概要版

諮問第2025号

「Ku帯ヘリコプター衛星通信システムの技術的条件」

審議事項及び審議経過

審議事項

衛星通信システム委員会は、情報通信審議会諮問第2025号「Ku帯ヘリコプター衛星通信システムの技術的条件」について検討を行った。

審議経過

- 平成22年 9月16日 情報通信審議会情報通信技術分科会において審議開始報告
- 平成22年 9月22日 衛星通信システム委員会(第16回)
運営方針、審議方針、作業班の設置等について審議を実施
- 平成22年 10月22日 ヘリサット作業班
これまでの調査検討結果等の報告を受け、今後の調査検討の進め方の検討を実施
- 平成22年 11月8日 ヘリサット作業班映像デモ
危機管理対策機関、放送事業者等による映像確認を実施
- 平成22年 11月11日ヘリサット作業班
技術的条件について検討を実施
- 平成22年 12月 1日ヘリサット作業班
技術的条件について検討を行い、作業班報告及び答申素案をとりまとめ
- 平成22年 12月14日衛星通信システム委員会(第17回)
作業班からの報告を受け、委員会報告案及び答申案をとりまとめ、パブリックコメント手続を実施
- 平成23年 2月 4日衛星通信システム委員会(第18回)
委員会報告及び答申案をとりまとめ

審議の背景、システム概要

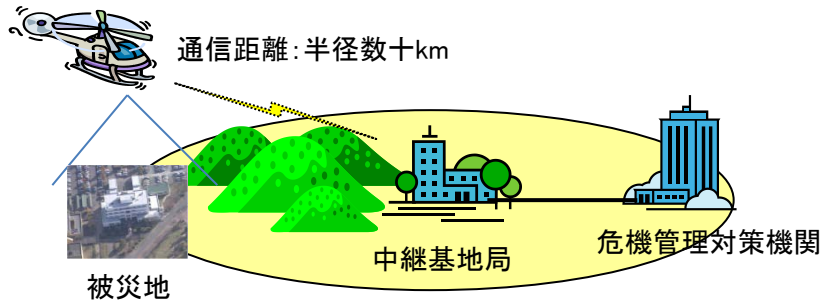
システム概要

危機管理においては、危機管理対策機関が、ヘリコプターを活用して、上空から被災状況を迅速かつ的確に把握し、被災状況に応じた的確な出動・応援指示等の災害応急対策を速やかに講じることが重要。



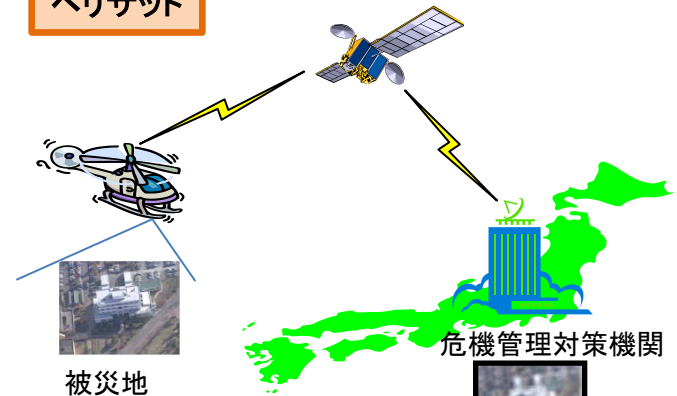
危機管理対策機関等のヘリコプターから高速回転するローターの隙間を縫って通信衛星に電波を直接発射し、衛星経由で映像伝送を行うヘリサットシステムの導入を検討。

現行システム



通信距離が狭域であるため中継基地局を必要とし、また、山陰などで電波が届かず映像の伝送が出来ないケースが発生

ヘリサット



衛星経由で映像を伝送するため、広域をカバー



標準画質のため、大画面では画像が鮮明ではない



高画質のため、被災状況の詳細を把握可能

検討のポイント

○標準画質レベルの映像伝送が可能なヘリサットの技術的条件については、H21年1月に一部答申済。



○近年の放送のデジタル化に伴うモニターの高画質化の進展等により、ヘリサットにおける高画質映像伝送のニーズが高まってきていることから、高画質映像伝送も可能なヘリサットの技術的条件について検討を開始。

主な検討事項

○高画質映像伝送に必要な伝送速度

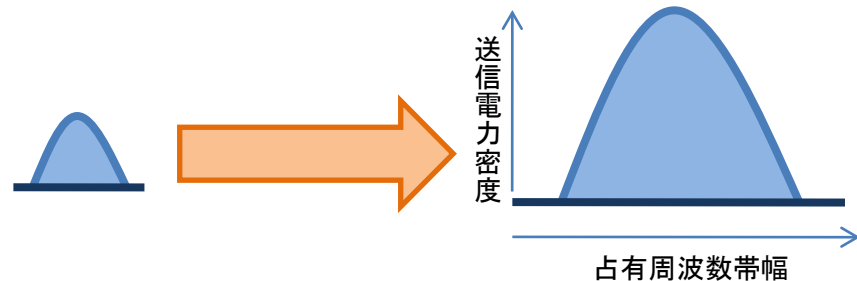
一部答申では、MPEG4による1.5Mbps以下のSD映像伝送を前提として検討

○変調方式の拡大

一部答申では、BPSK

○占有周波数帯幅の拡大

一部答申では、7.8MHz



○送信出力増大に伴う周波数共用条件の再検討

- ・同一周波数を共用する固定衛星業務との周波数共用条件
- ・同一周波数を共用する固定・移動業務との周波数共用条件
- ・隣接周波数帯を使用する電波天文業務との周波数共用条件

○送信電力増大時においても干渉なく安心して使用するための機能の再検討

等

審議の結果 高画質映像伝送に必要な伝送速度

【H.264コーデックによる映像デモの主な感想】

○危機管理対策機関

- ・320kbps(720×480) 被災状況の概況の把握が可能
- ・700kbps(720×480) 被災状況の把握が可能
- ・1.4Mbps(1440×1080) 被災状況の詳細の把握が可能
- ・2.9Mbps(1440×1080) 原画との差異を認識し難い
- ・画質よりも、回線が安定して繋がることが重要であり、確保可能な伝送速度の範囲内で、可能な限り画質が良い事が望ましい。

○放送事業者

- ・320k～1.4Mbps 報道取材用としては、画質よりも、回線が安定して繋がることが重要であり、確保可能な伝送速度の範囲内で、フレームレートと画素数の適切な設定により、可能な限り高画質とすることが望ましい。
- ・2.9～4.3Mbps(1440×1080) コーデックの調整により、緊急報道用としては、許容され得る。
- ・5.8 (1440×1080) ～ 一般的な放送用途では十分ではないが、9.7Mbps(1920×1080) 緊急報道用等の限られた用途では許容されると考えられる。



○特定の伝送速度を要件とせずに、衛星の広い周波数帯域を有効に活用して、機器が対応し、ユーザが衛星帯域を確保する限り、また、今後の技術進展に応じ可能な限り高い伝送速度が実現可能であること。

○地域による伝送路の状況に応じ伝送速度を柔軟に下げ、安定的な回線接続及び一定の画質が確保可能であること。

審議の結果 技術的条件①

1. 一般的条件

必要な機能	<ul style="list-style-type: none">• ヘリコプター地球局の空中線は、通信の相手方である人工衛星局のみを自動的に捕捉及び追尾することができるものであつて、当該人工衛星局を自動的に捕捉及び追尾することができなくなった場合は、直ちに電波の発射を停止する機能を有すること。• ヘリコプター地球局は、送信空中線の主輻射が自機のブレードに当たらないよう、回転するブレードの合間を縫って間欠送信する機能を有すること。• ヘリコプター地球局は、制御基地地球局が送信する制御信号を受信した場合に限り、送信を開始できる機能を有すること。• ヘリコプター地球局が使用する周波数及び輻射する電力は、制御基地地球局が送信する制御信号によって自動的に設定されるものであること。• ヘリコプター地球局は、自局の障害を検出する機能を有し、障害を検出したとき及び人工衛星局を経由した基地局からの信号を正常に受信できないときに、自動的に電波の発射を停止する機能を有すること。• ヘリコプター地球局は、送信空中線の主輻射が自機の機体に当たらないよう、自動的に電波の発射を停止する機能を有すること。
実際のヘリコプターの飛行は、大きな姿勢の変化もあり得るので、その場合にも与干渉がないよう、規定を明確化	
搭乗者が常時操作することは困難であると考えられるため、被制御型の無線局とするための機能を追加	
適用周波数帯	14.0 - 14.4 GHz帯(アップリンク)
変調方式	デジタル変調方式であること。

可能な限り高速な伝送速度を実現するため、BPSKからデジタル方式全般に拡大

審議の結果 技術的条件②

2. ヘリコプター地球局の無線設備の条件(1)

送信装置の条件											
占有周波数帯幅の許容値	<p>原則として、各種の伝送方式に応じて確立している伝送速度等による計算式により算出した値以下として無線局の免許の際に指定することが適当。</p>										
<p>一部答申においては7.8MHz以下と規定していたが、高速化に際しては、様々な用途に応じ伝送する情報量や採用する変調方式により占有帯域幅は大きく変化することとなるため、柔軟化を図った。</p>											
軸外輻射電力の許容値	<p>静止衛星軌道に対し南北方向の$\pm 3^\circ$ 以内のすべての方向に輻射される電力が、以下の値以下(θは、主輻射の方向からの離角)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>主輻射の方向からの離角 (θ)</th> <th>最大輻射電力 (40 kHzあたり)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$2.5^\circ \leq \theta < 7^\circ$</td> <td>$33 - 25 \log \theta$ dBW</td> </tr> <tr> <td>$7^\circ \leq \theta < 9.2^\circ$</td> <td>12 dBW</td> </tr> <tr> <td>$9.2^\circ \leq \theta < 48^\circ$</td> <td>$36 - 25 \log \theta$ dBW</td> </tr> <tr> <td>$48^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$</td> <td>-6 dBW</td> </tr> </tbody> </table> <p>なお、輻射方向の利得には、実測値等に基づく追尾誤差等を考慮した値を用いること。</p> <p>また、他の衛星方向への輻射電力に関し、事業者間調整値等の制限がある場合には、当該制限値以下であること。</p>	主輻射の方向からの離角 (θ)	最大輻射電力 (40 kHzあたり)	$2.5^\circ \leq \theta < 7^\circ$	$33 - 25 \log \theta$ dBW	$7^\circ \leq \theta < 9.2^\circ$	12 dBW	$9.2^\circ \leq \theta < 48^\circ$	$36 - 25 \log \theta$ dBW	$48^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$	-6 dBW
主輻射の方向からの離角 (θ)	最大輻射電力 (40 kHzあたり)										
$2.5^\circ \leq \theta < 7^\circ$	$33 - 25 \log \theta$ dBW										
$7^\circ \leq \theta < 9.2^\circ$	12 dBW										
$9.2^\circ \leq \theta < 48^\circ$	$36 - 25 \log \theta$ dBW										
$48^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$	-6 dBW										

高速化に伴う多値変調方式の使用により電力密度を増加させる必要があるが、小型開口面アンテナ使用による主輻射幅の増加やヘリコプターの姿勢変化による追尾誤差もあり、軸外輻射電力の許容値の制限一杯となることが想定されることから、隣接衛星に干渉を与えないよう規定を明確化

審議の結果 技術的条件③

2. ヘリコプター地球局の無線設備の条件(2)

周波数の許容偏差	±100ppm						
空中線電力の許容偏差	±50%						
スプリアス発射の強度の許容値	(ア)スプリアス領域における不要発射の強度の許容値 50μW以下又は-60dBcのいずれか厳しくない値。 (イ)帯域外領域における不要発射の強度の許容値 上記の値と、4kHzの周波数帯域幅当たり $40\log(2F/BN+1)$ dBの値とのいずれか小さい方の値。(Fは必要周波数帯幅と帯域外領域の境界より中心周波数と反対方向に離れる周波数の値、BNはシングルキャリアの場合にあっては占有周波数帯幅の許容値、マルチキャリアの場合にあっては割当帯域幅とする。)						
受信装置の条件	副次的に発生する電波等の限度は、4 nW以下						
空中線の条件							
覆域	<ul style="list-style-type: none"> 送信空中線の最小運用仰角は、水平面から+3度以上 地表線に対する等価等方輻射電力の許容値は、以下の値 (θは、送信空中線の輻射の中心から見た地表線の仰角) <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">仰角 (θ)</th> <th style="text-align: center;">等価等方輻射電力の許容値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">$\theta \leq 0^\circ$ (※)</td> <td style="text-align: center;">40 dBW/4kHz</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$0^\circ < \theta \leq 5^\circ$</td> <td style="text-align: center;">$40 + 3\theta$ dBW/4kHz</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">※ 地表線が水平以下の場合</p>	仰角 (θ)	等価等方輻射電力の許容値	$\theta \leq 0^\circ$ (※)	40 dBW/4kHz	$0^\circ < \theta \leq 5^\circ$	$40 + 3\theta$ dBW/4kHz
仰角 (θ)	等価等方輻射電力の許容値						
$\theta \leq 0^\circ$ (※)	40 dBW/4kHz						
$0^\circ < \theta \leq 5^\circ$	$40 + 3\theta$ dBW/4kHz						

3. 測定法

国内で定められた測定法に準拠

審議の結果 周波数共用条件

固定・移動業務

高速化のため、送信電力を増大させた場合においても、以下のITU-R勧告 M.1643を満たすことが技術的に可能

-132+0.5 θdB (W/(m²・MHz)) for 0° ≤ θ ≤ 40°
 -112dB (W/(m²・MHz)) for 40° < θ ≤ 90°
 (θは、ヘリコプター地球局から発射された電波の到来方向の地表面における仰角)

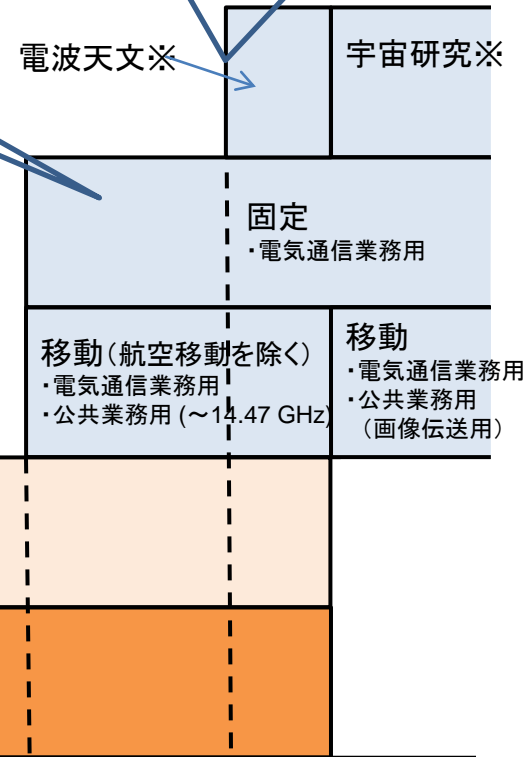
電波天文業務

高速化のため、送信電力を増大させた場合においても、以下のITU-R勧告 M.1643を満たすことが技術的に可能

-190+0.5 θdB (W/(m²・150 kHz)) for 0° ≤ θ ≤ 10°
 -185dB (W/(m²・150 kHz)) for 10° < θ ≤ 90°

固定衛星業務

- ヘリコプター地球局の信号は、通常の地球局のデジタル信号とほぼ等価の与干渉特性を有していることから、通常の地球局と同様に扱うことが可能であり、国際調整値を満たせば共用可能。
- 電力密度低減のため、スペクトル拡散方式を用いる場合には、同一衛星・周波数を使用する地球局の総和の電力が国際調整値を満たすことが必要。



固定衛星(地球から宇宙)
 ・電気通信業務用
 ・公共業務用
 ・放送事業用(放送衛星局のフィーダリンク用)

移動衛星※(地球から宇宙)
 ・電気通信業務用
 ・公共業務用

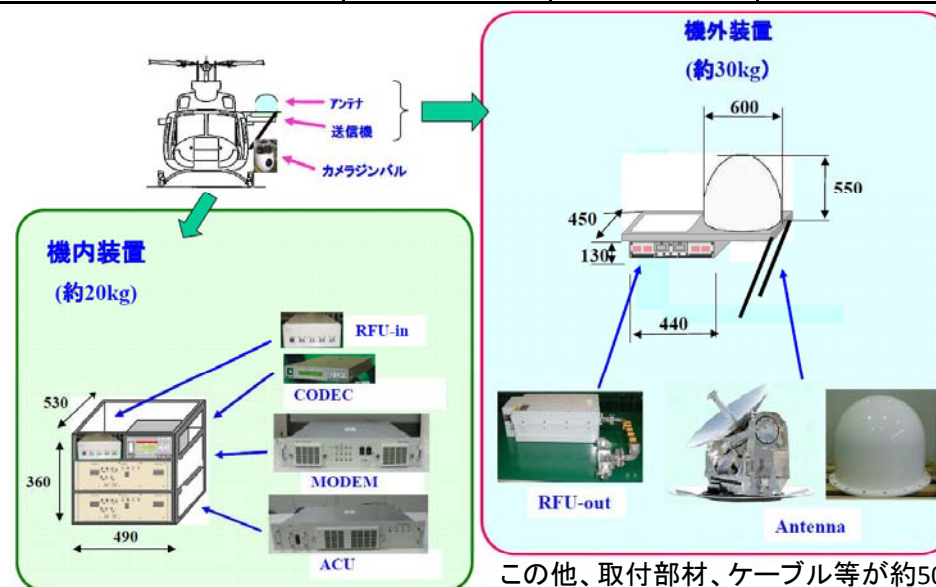
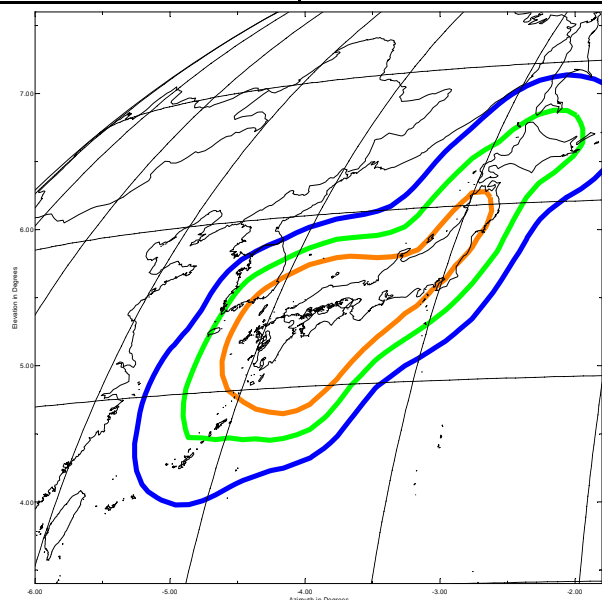
14.0 GHz ← ヘリサットシステムで使用する周波数帯 → 14.4 GHz 14.47 GHz 14.5 GHz

このうち、各ユーザが衛星中継車からの映像伝送等により使用している衛星・周波数帯・映像送信chを使用

図中、※印の業務は、二次業務を示す

現在開発されている機器による想定伝送諸元例

映像レート	320Kbps	700Kbps	1.41Mbps		2.88Mbps	5.82Mbps	9.73Mbps
変調方式	$\pi/2$ shift BPSK				QPSK		
画素数	720×480	720×480	720×480 1440×1080	720×480 1440×1080	1440×1080	1440×1080	1920×1080
占有周波数帯幅	1.459MHz	2.790MHz	5.452MHz	2.726MHz	3.585MHz	7.128MHz	12.000MHz
一般的な国内衛星を使用した場合の降雨減衰を考慮(稼働率99%以上)した利用可能エリアの一例	青線		緑線		茶線	電波干渉等の条件による。(注3)	電波干渉等の条件による。(注3)

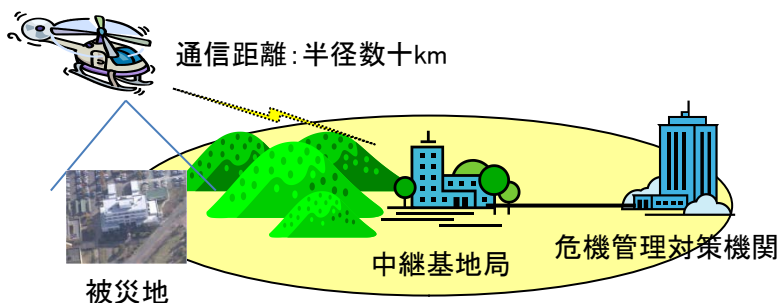


この他、取付部材、ケーブル等が約50kgあり、総重量としては、約100kgとなる。

- (注1) 大雨の際(時間率1%以下)では、エリアの縮小や使用できない場合もある。
- (注2) 利用可能エリアについては、利用する衛星、偏波、トランスポンダの干渉状況、基地局のアンテナ径等によって変化するため、ユーザ毎に衛星通信事業者による個別の検討が必要となる。なお、一部島嶼部においては、上図のモデルとした衛星・ビームでは、回線マージンが若干不足しているが、利用する衛星、偏波、トランスポンダの干渉状況の個別の検討により、利用可能エリアとなる可能性が高い(衛星によっては、沖縄向けビームや可動ビームを搭載しており、これを使用する場合には、島嶼部においても高速伝送が可能と考えられる。)
- (注3) 最大送信電力の制約上、帯幅の増加に伴い回線マージンが低下するため、衛星・トランスポンダの干渉状況について、個別の詳細検討が必要となる。
- (注4) 可動ビームの活用や他衛星の活用により、これ以外のエリアについても使用可能となり得る。
- (注5) 現在開発されている機器は、映像コーデックとしてH.264を使用しているが、将来的には、現在標準化作業中の次世代コーデック(H.264の2倍の効率を目標)の使用により、現在の半分の伝送速度で伝送可能となることが期待される。

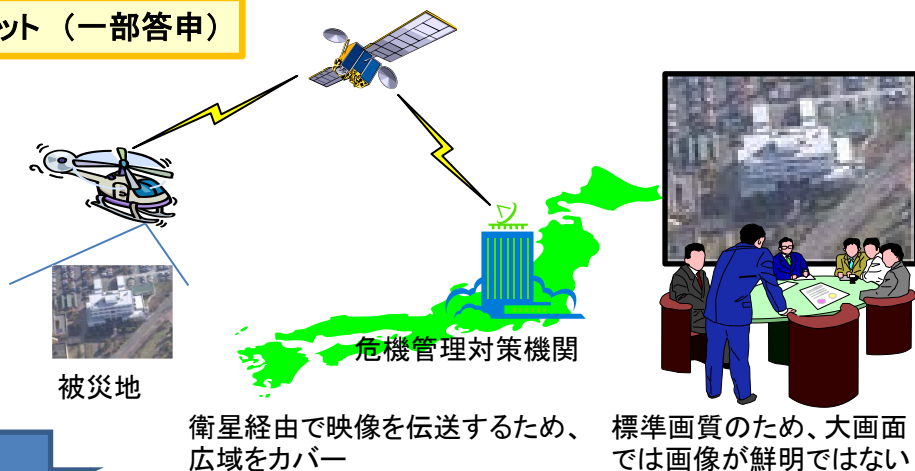
期待される効果

現行システム



- 通信距離が狭域であるため中継基地局を必要とし、また、山陰などで電波が届かず映像の伝送が出来ないケースが発生
- 可搬型の中継基地局の配置には、時間を要する上、被災地への陸路が途絶する等、搬入が困難となる場合も想定される。

ヘリサット (一部答申)



- 通信衛星を利用することで、地上の無線局が設置されていない地域や地上でのアクセスが困難な場合においても、被災地の映像情報を迅速に伝送することが可能となる。
- エリアをカバーするために多数必要となる中継基地局に係る整備・運用コストの大幅低減が見込まれる。

ヘリサット (今回答申)



- 高画質のため、被災状況の詳細を把握可能
 - 放送事業者の緊急報道取材時等における活用可能性が広がる。
 - 民間インフラ企業における送電線・線路等の日常点検や災害対応における活用可能性が広がる。
- 国民生活の安全・安心の確保に寄与

(注)大雨時や地域によっては、伝送速度の低下や使用できない場合がある。 10

(参考) 衛星通信システム委員会及び作業班構成員

【委員会構成員】

【ヘリサット作業班構成員】

氏名	主要現職	氏名	主要現職
主査 服部 武	上智大学 理工学部 情報理工学科 教授	主任 鈴木 龍太郎	(独) 情報通信研究機構 新世代ワイヤレス研究センター 宇宙通信ネットワークグループリーダー
専門委員 阿部 宗男	三菱電機(株) 通信システム事業本部 通信事業部 通信第一部長	主任代理 佐藤 正樹	(独) 情報通信研究機構 新世代ワイヤレス研究センター 宇宙通信ネットワークグループ 主任研究員
〃 大石 雅寿	自然科学研究機構 国立天文台 天文データセンター 准教授	構成員 有村 真二	国土交通省 大臣官房技術調査課電気通信室 課長補佐
〃 尾上 誠蔵	(株) エヌ・ティ・ティ・ドコモ執行役員 研究開発推進部長	〃 大石 雅寿	自然科学研究機構 国立天文台 天文データセンター 准教授
〃 門脇 直人	(独) 情報通信研究機構 新世代ワイヤレス研究センター 研究センター長	〃 大内 智晴	(財) 自治体衛星通信機構 技術部長
〃 河合 宣行	KDDI(株) ネットワーク技術本部 国際ネットワーク部 担当部長	〃 岡 真二	海上保安庁 総務部情報通信課システム整備室 課長補佐
〃 川口 さち子	パナソニック株式会社 コーポレート戦略室 戦略企画グループ プラットフォーム技術総括 参事	〃 尾崎 裕	三菱電機(株) 通信情報システム部システム第二課 担当部長
〃 佐藤 祐子	(株) 東芝社会システム社 電波システム事業部 電波システム技術部 参事	〃 木村 好信	(株) フジテレビジョン 技術開発局技術開発室 企画開発部 部長
〃 高橋 和子	(株) フジテレビジョン 技術開発局技術開発室 企画開発部 副部長	〃 桐山 勉	日本無線(株) ソリューション事業本部 電波応用技術部 レーダシステムグループ 課長
〃 徳永 恭子	NEC 東芝スペースシステム(株) 技術本部 電波センサグループ エキスパートエンジニア	〃 斉藤 康弘	警察庁 情報通信局通信施設課 課長補佐
〃 本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長	〃 鈴木 始	朝日航洋(株) 航空事業本部 品質保証部
〃 正村 達郎	日本無線(株) 取締役 研究開発本部長	〃 瀬戸 伸幸	(株) エヌ・ティ・ティ・ドコモ 電波部電波技術担当課長
〃 増田 紀子	スカパーJSAT(株) 技術運用本部 衛星技術部長	〃 曾根 裕	(独) 宇宙航空研究開発機構 周波数管理室長
〃 三浦 佳子	消費生活コンサルタント	〃 滝 明	総務省消防庁 国民保護・防災部防災課防災情報室 課長補佐
〃 若尾 正義	(社) 電波産業会 専務理事	〃 中川 永伸	(財) テレコムエンジニアリングセンター 技術部 担当部長
		〃 中村 俊男	NTT アクセスサービスシステム研究所 第三推進プロジェクト 主任研究員
		〃 名古屋 翼	スカパーJSAT(株) 技術運用本部 通信技術部 マネージャー
		〃 細川 直史	消防研究センター 技術研究部 地震等災害研究室長
		〃 三木 圭輔	(株) TBS テレビ 技術局 報道・中継技術部
		〃 矢島 亮一	日本放送協会 技術局報道施設部 副部長
		〃 渡邊 聡一	(独) 情報通信研究機構 電磁波計測研究センター EMCグループ 研究マネージャ