

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 報告
概要

「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち
「広帯域無線LANの導入のための技術的条件」及び
「無線LANシステムの高度化利用に係る技術的条件」

1. 広帯域無線LANの導入のための技術的条件

1.1 検討の背景

1.2 国内外における動向

1.3 要求条件

1.4 他の無線システムとの共用検討

1.5 技術的条件の検討

広帯域無線LANの検討の背景

- 現在、モバイル端末を用いた4K等の高精細映像の動画再生や、ウェアラブルデバイス等でのAR/VR技術を活用したサービスの利用が進み、トラフィックが増大している状況。
- 米国電気電子学会（IEEE）では、6GHz帯を含めた次世代の無線LAN規格として、IEEE 802.11be（Wi-Fi 7）の策定に向けて議論が進んでいる。
- IEEE 802.11beでは、チャンネル帯域幅の広帯域化、多値化等による高速化に加えて、異なる周波数帯にまたがって柔軟にデータを伝送することで、より確実な通信を確立し、周波数利用の効率化を実現する。
- これにより、従来は難しかった遅延・ジッタの削減が見込まれ、AR/VRや没入型のゲーム、産業向けアプリケーションといった、これまで無線LANでは実現が難しかったリアルタイム性が要求される利用シーンへの展開が可能となる。

AR/VR
(Augmented Reality/ Virtual Reality)



eスポーツなど
没入型ゲーム



ロボットアーム制御など
産業用途



このような背景を受け、広帯域無線LANの導入等に向けて、
現行の無線LAN（小電力データ通信システム）の技術基準を見直す

広帯域無線LANの国内外における動向

320MHzチャンネル幅について (米国 連邦通信委員会(FCC))

- FCC規則において、5925～7125MHz帯のU-NIIデバイスは、最大320MHzのチャンネル幅を使用できる。

出典：<https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-51A1.pdf>

出典：[https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-15/subpart-E/section-15.407#p-15.407\(a\)\(10\)](https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-15/subpart-E/section-15.407#p-15.407(a)(10))

Wi-Fi Allianceにおける動向

- IEEE 802.11be規格に対応するWi-Fi 7認証準備をすでに開始していることを発表。

諸外国における動向

【欧州】○ 6425～7125MHz帯におけるWAS/RLAN の共用検討で使用するパラメータ等について議論が行われた。

- 5945～6425MHz帯の高出力 WAS/RLAN の共用・互換性の検討に関するECCLレポート草案作成のための資料収集を開始。

【シンガポール】IMDA※は、5945～6425MHz帯を無線LAN用途に割り当て、160MHzチャンネル幅をサポート。

※IMDA:情報通信メディア開発庁

諸外国のベンダー等における製品化動向

【米国】Broadcom・Qualcommは、Wi-Fi 7対応チップセットを発表。NETGEARはWi-Fi 7対応ルーターを発売。

【台湾】ASUSはWi-Fi 7対応ルーターを発表。MediaTekは、Wi-Fi 7対応チップセットを発表。

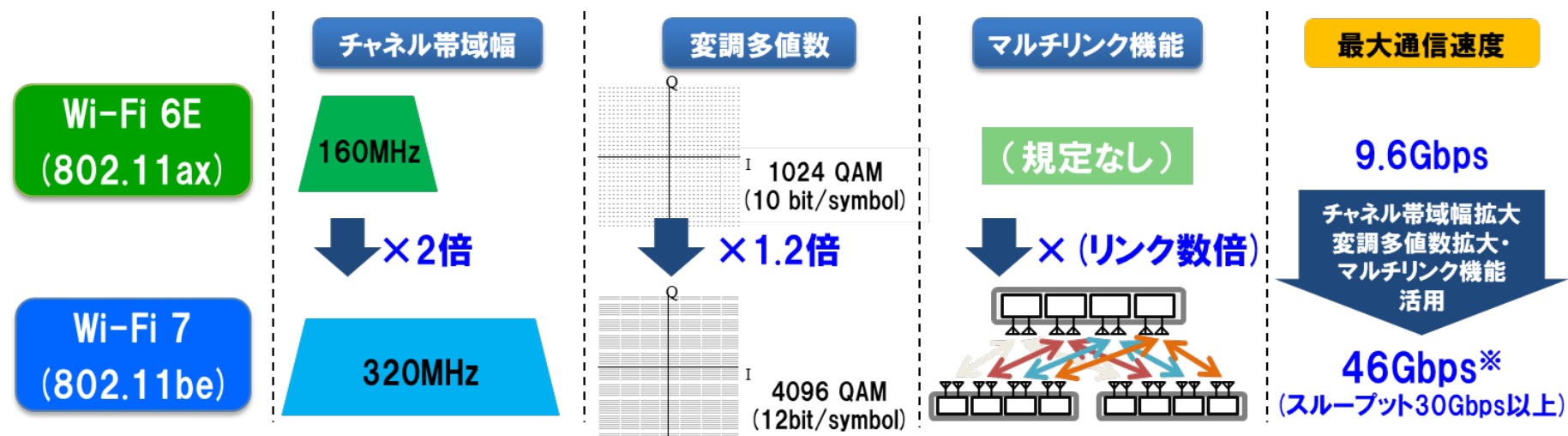
国内における無線LANの高度化に向けた制度整備に関する要望、技術的課題

- 6GHz帯の利用拡大や320MHz幅チャンネルの導入等、Wi-Fi 7の早期実現に向け制度の見直しを強く望む。
- 広帯域化することで、スループットと低遅延が向上。
- 6GHz帯は、無線LAN機器の広帯域化・マルチリンクに適した帯域だが、共用が課題。
- 6GHz帯に対応した無線機器は既に準備が整っている。認証費用とUSB dongleの小型化の課題。
- 最新のハイエンド製品は6GHz帯に対応しているが搭載コストが高い。
- 6GHz帯で利用できるチャンネルを増やすことで、無線LANの速度と効率の向上が可能だが、無線LANの範囲が広がることによる干渉増加が懸念。

広帯域無線LANの要求条件

- 広帯域無線LAN（IEEE802.11be(Wi-Fi7)）ではチャンネル帯域幅の拡大(320MHz)や変調多値数の拡大(4096-QAM)などの高速化技術を導入。
- さらに、異なる周波数帯にまたがって柔軟にデータを伝送することで、より確実な通信を確立する機能（マルチリンク）を導入。

広帯域無線LANの主な機能



【効果】

- 最大通信速度の高速化
マルチリンク機能を3リンク(320MHz×1、160MHz×2)と想定し、チャンネル帯域幅と変調多値数の効果を合わせた場合、802.11axの約4.8倍の伝送レート46Gbpsを達成できる。
- 遅延・ジッタの改善
マルチリンク機能は、並列伝送できることに加え、通信状況のよい無線リンクにトラフィックを柔軟に振り替えることができるため、再送を削減し、遅延及びその遅延広がりであるジッタを抑えられる。

広帯域無線LANと他の無線システムとの共用検討

- IEEE 802.11beの各技術を用いた場合における、既存の共用検討に対する影響を検討した。
- 現行制度と同等の空中線電力/e.i.r.p.値/帯域外漏えい電力を設定することで共用条件が維持され、320MHzチャンネルを含めたIEEE 802.11beの各技術の利用が可能となることを確認した。

A) チャンネル幅拡大 (320MHz)

- 6GHz帯に限定した規定。
- 既存のVLPモード/LPIモードと同等の空中線電力/e.i.r.p.値/帯域外漏えい電力を前提とすると周波数あたりの電力密度が既存の160MHzチャンネルに対して3dB低下、既存の共用検討結果と同様に共用可能。
- 不要発射の最大等価輻射電力の許容値は、現行制度と同等に標準規格よりも厳格となるマスクとする必要あり。

* MRU: Multiple Resource Unit ** Restricted - Target Wake Time

*** Emergency Preparedness Communication Service

B) 多値変調拡大 (4096-QAM)

- 技術的条件として規定されておらず、既存の共用検討結果を踏襲し共用可能であることを確認。

C) MRU* / D) R-TWT** / E) 1024 Aggregation / H) EPCS*** Priority Access

- アクセス制御を高度化する11beの技術規定。
- 電波の質に影響を及ぼさないことから、現行の技術的条件を変更する必要はないことを確認。

F) Preamble Puncturing

- 5GHz帯及び6GHz帯の80/160/320MHzを対象とした、狭帯域の無線LANシステムの干渉を回避するために特定の周波数ブロックを用いない伝送形態として規定。
- puncturingを行った周波数ブロックの放射電力が隣接チャンネル漏えい電力相当まで低下させ、既存システムに対する与干渉が低減することから、既存の共用検討結果を踏襲し共用可能であることを確認。

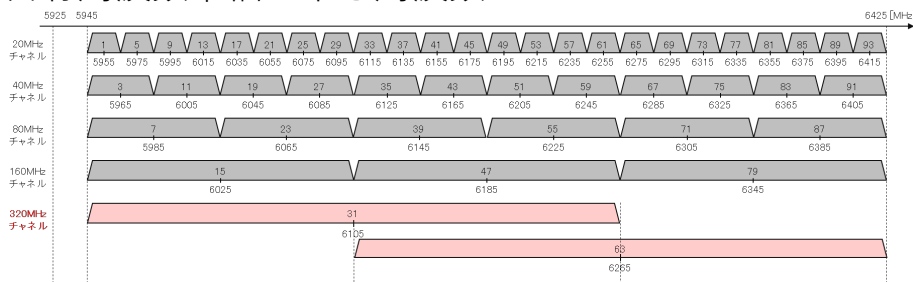
G) マルチリンク (ML)

- MLの各リンクの物理・MACレイヤ仕様は既存の802.11無線LAN（シングルリンク）を拡張する形で策定。
- 各リンクのキャリアセンス条件・送信バースト長・チャンネル帯域幅等のパラメータは、既存規格同等の条件を設定。
- MLはトラフィックを複数無線リンクに分散させる、320MHzチャンネルや4096-QAM導入も考慮すると、流入するトラフィック量が変わらなければリンクあたりの送信時間率は低下。
- ML対応無線機の与干渉量は従来と同等以下であり、既存の共用検討結果と同様に共用可能であることを確認。

広帯域無線LANの技術的条件の検討

- 2.4GHz帯及び5GHzは現行の技術的条件のとおりとすることが適當。
- 6GHz帯は320MHz幅システムの技術的条件を以下のとおりとすることが適當。

① 占有周波数帯幅・中心周波数



② e.i.r.p.値・空中線電力・伝送速度 (LPIモード)

占有周波数帯幅	e.i.r.p.値	空中線電力	伝送速度
20MHz以下	10mW/MHz以下	10mW/MHz以下	20Mbps以上
20MHzを超え 40MHz以下	5mW/MHz以下	5mW/MHz以下	40Mbps以上
40MHzを超え 80MHz以下	2.5mW/MHz以下	2.5mW/MHz以下	80Mbps以上
80MHzを超え 160MHz以下	1.25mW/MHz以下	1.25mW/MHz以下	160Mbps以上
160MHzを超え 320MHz以下	0.625mW/MHz 以下	0.625mW/MHz 以下	320Mbps以上

(VLPモード)

占有周波数帯幅	e.i.r.p.値	空中線電力 (※)	伝送速度
20MHz以下	1.25mW/MHz以下	10mW/MHz以下	20Mbps以上
20MHzを超え 40MHz以下	0.625mW/MHz 以下	5mW/MHz以下	40Mbps以上
40MHzを超え 80MHz以下	0.3125mW/MHz 以下	2.5mW/MHz以下	80Mbps以上
80MHzを超え 160MHz以下	0.15625mW/MHz以 下	1.25mW/MHz以下	160Mbps以上
160MHzを超え 320MHz以下	0.078125mW/MHz 以下	0.625mW/MHz 以下	320Mbps以上

※ マイナス利得の空中線を接続する場合に、e.i.r.p.値の範囲内で補える空中線電力の最大値

③ 不要発射のe.i.r.p.許容値

占有周波数帯幅	基本周波数	周波数帯	不要発射の強度の許容値
20MHz以下	5955MHz 6415MHz	5925MHz以下	2μW以下
		6425MHz以上 6435.9MHz未満 6435.9MHz以上	50μW以下 (LPIモード) 12.5μW以下
20MHzを超え 40MHz以下	5965MHz 6405MHz	5925MHz以下	2μW以下
		6425MHz以上 6440.1MHz未満 6440.1MHz以上	50μW以下 12.5μW以下
40MHzを超え 80MHz以下	5985MHz 6385MHz	5925MHz以下	2μW以下
		6425MHz以上 6440.4MHz未満 6440.4MHz以上	50μW以下 12.5μW以下
80MHzを超え 160MHz以下	6025MHz 6345MHz	5925MHz以下	2μW以下
		6425MHz以上 6425.5MHz未満 6425.5MHz以上	50μW以下 12.5μW以下
160MHzを超え 320MHz以下	6105MHz 6265MHz	5925MHz以下	2μW/MHz以下
		6425MHz以上 6425.7MHz未満	50μW/MHz以下
		6425.7MHz以上	12.5μW/MHz以下

占有周波数帯幅	基本周波数	周波数帯	不要発射の強度の許容値
20MHz以下	5955MHz 6415MHz	5925MHz以下	0.2μW以下
		6425MHz以上 6425.5MHz未満 6425.5MHz以上	50μW以下 (VLPモード) 12.5μW以下
20MHzを超え 40MHz以下	5965MHz 6405MHz	5925MHz以下	0.2μW以下
		6425MHz以上 6425.4MHz未満 6425.4MHz以上	50μW以下 12.5μW以下
40MHzを超え 80MHz以下	5985MHz 6385MHz	5925MHz以下	0.2μW以下
		6425MHz以上 6425.2MHz未満 6425.2MHz以上	50μW以下 12.5μW以下
80MHzを超え 160MHz以下	6025MHz 6345MHz	5925MHz以下	0.2μW以下
		6425MHz以上 6425.1MHz未満 6425.1MHz以上	50μW以下 12.5μW以下
160MHzを超え 320MHz以下	6105MHz 6265MHz	5925MHz以下	0.2μW/MHz以下
		6425MHz以上	12.5μW/MHz以下

2. 無線LANシステムの高度化利用に係る技術的条件

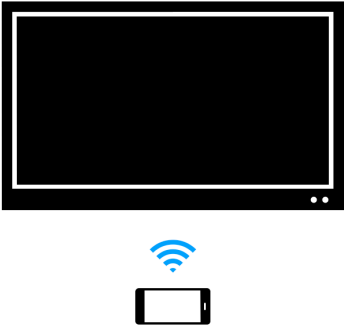
2.1 LPI子局間通信に係る技術的条件

2.2 5.2GHz帯自動車内無線LANシステムの見直し
に係る技術的条件

LPI子局間通信の概要

- 6GHz帯（5925～6425MHz）では、屋内限定の運用を前提としたLPIモードが制度化されている。
- テレビモニターへのミラーリングなど、屋内の環境で端末のみで構成された子局間の通信が適切であるユースケースが存在する。
- 子局間通信は、子局間の距離が近い場合は低い送信電力で通信が可能であり、また、アクセスポイントを介して通信する場合に比べ、通信に必要なリンクが半分になる分、周波数の有効利用、低遅延が実現可能となる。
- 周波数有効利用の観点からも、LPIの環境下においても子局間通信のサポートが求められている。

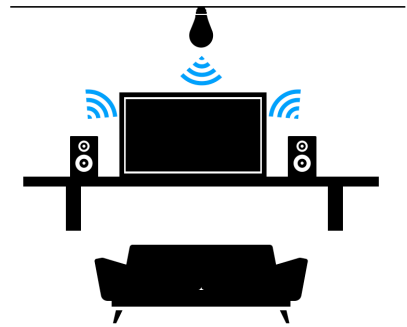
子局間通信がより適切な利用シーン



○TVモニターへのミラーリング



○お互いの画面を共有しながらのゲーム



○スマートホーム機器やスマートスピーカーの初期設定時のアクセス

○その他の例

- ゲームコントローラー
- AR・VRデバイス
- スマートホームに設置される様々なセンサー
- デバイス間でのセキュリティ鍵の交換

LPI子局間通信の共用検討と技術的条件

- LPIモードにおける子局間通信は、屋内のみで利用されるよう、親局からの信号強度が閾値を超えている場合にのみ、他の子局との直接通信を行うことができるようにする必要がある。
- 子局が移動した場合を考慮し信号強度の確認は定期的に行われる必要がある。

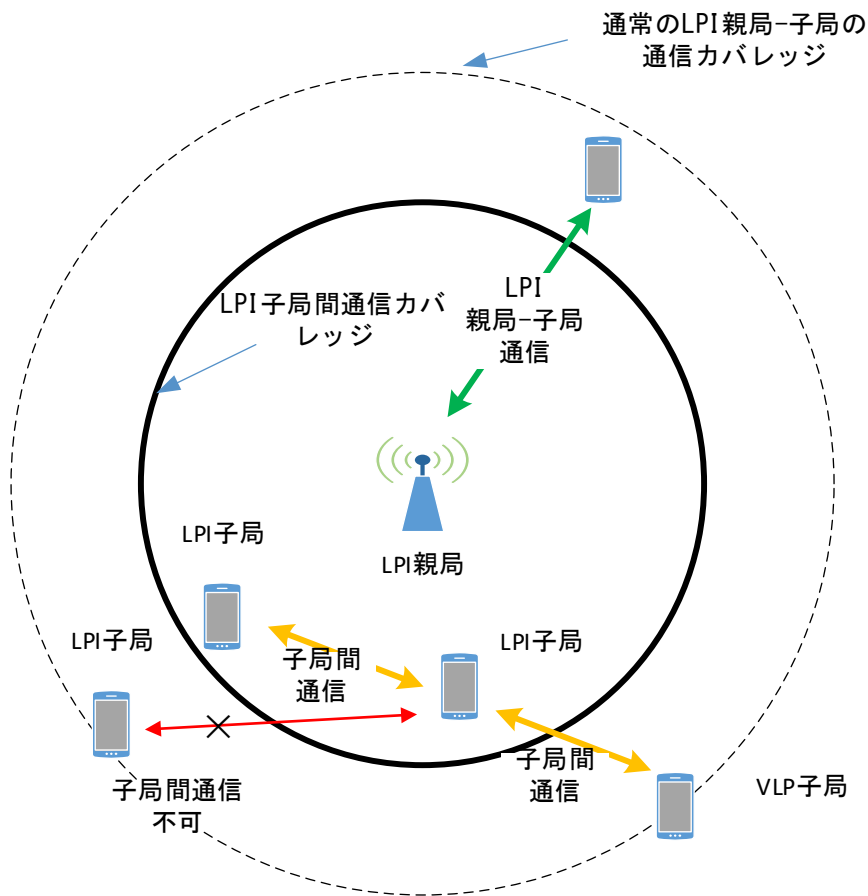
周波数共用検討

子局間通信は、親局の最大カバレッジより小さい範囲で実現するため、制度化されている通常のLPIモードの周波数共用条件の範囲内での運用となり、また、LPIモードの子局がVLPモードの子局と子局間通信を行う場合でも、それぞれの周波数共用条件の範囲内での運用となるため、新たな共用検討は不要である。

技術的条件

LPIモードの子局間通信を行う場合にあっては、広帯域無線LANの導入のための技術的条件に加え、以下の技術的条件を追加することが適当である。

- 標準既定の最も低い符号化レートを復調する信号強度を基準とし、子局間通信が運用可能となるLPI親局の信号強度の閾値は、 -95 dBm/MHzとする。
- LPI親局カバレッジ外で通信が継続してしまうリスクおよび端末運用へのインパクトを最小限にすることを考慮し、子局間通信を運用中のLPIモードの親局の信号強度の確認頻度は、少なくとも4秒に一回とすることが望ましい。



5.2GHz帯自動車内無線LANシステムの見直しに係る技術的条件

検討の背景

2022年に欧州では使用条件の明確化のためにECC Decision(04)08が改定されたことを受け、日本国内においても、無線LAN関係者を含む業界から、既存のスマートフォン等の無線LAN機器を自動車内に持ち込まれる子局には、e.i.r.p値40mWの制限を課さず、e.i.r.p.値200mWのまま利用できるような要望があった。

周波数の共用検討結果

自動車内に持ち込まれる子局のe.i.r.p.値を200mWとして、5.2GHz帯を使用する移動衛星システム及び隣接となる5.3GHz帯を使用する気象レーダー、地球探査衛星等の他の無線システムとの共用検討を実施し、共用が可能であることを確認した。

見直しの内容

5.2GHz帯自動車内無線LANのうち、持ち込まれる子局の技術的条件は、以下のとおりとすることが適当である。

○ 主な技術的条件（赤字が本検討により見直した箇所）

周波数帯	自動車内に設置する親局（従来通り）	自動車内に持ち込まれる子局（見直し対象）
使用周波数帯	5150～5250MHz	5150～5250MHz
占有周波数帯幅 (システム区分)	20/40/80MHz	20/40/80MHz
空中線電力（平均電力）	40mW	40mW → 200mW
最大e.i.r.p.値	40mW	40mW → 200mW
使用・運用条件	<ul style="list-style-type: none"> 車室内での使用に限る旨を無線設備の見やすい箇所に表示すること。 自動車の室内に固定設置されるか又は自動車の電源から動作電圧を供給されるものに限る。 	<ul style="list-style-type: none"> 自動車内に設置される5.2GHz帯自動車内無線LANシステムの無線局から制御を受けて通信すること。

3. 參考資料

主 専 門 委 員	査 代 理 員	三次 仁	慶應義塾大学 環境情報学部 教授
主 専 門 委 員	査 代 理 員	豊嶋 守生	国立研究開発法人情報通信研究機構 ネットワーク研究所ワイヤレスネットワーク研究センター 研究センター長
委 員		高田 潤一	東京工業大学 環境・社会理工学院 学院長／教授
		森川 博之	東京大学 大学院 工学系研究科 教授
専 門 委 員		秋山 裕子	富士通株式会社 モバイルシステム事業本部 モバイルPF開発統括部長
		飯塚 留美	一般財団法人マルチメディア振興センター ICTリサーチ&コンサルティング部 シニア・リサーチディレクター
		井家上 哲史	明治大学 理工学部 教授
		伊藤 数子	特定非営利活動法人STAND 代表理事
		今村 浩一郎	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部 部長
		児玉 俊介	一般社団法人電波産業会 専務理事
		杉浦 誠	一般社団法人全国陸上無線協会 専務理事
		杉本 千佳	横浜国立大学大学院工学研究院 知的構造の創生部門 准教授
		高尾 義則	一般社団法人日本アマチュア無線連盟 会長
		田丸 健三郎	日本マイクロソフト株式会社 技術統括室 業務執行役員 ナショナルテクノロジー オフィサー
		福家 裕	日本電信電話株式会社 技術企画部門 電波室長
		藤井 威生	電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター 教授
		藤野 義之	東洋大学 理工学部 電気電子情報工学科 教授
		松尾 綾子	株式会社東芝 情報通信プラットフォーム研究所 ワイヤレスシステムラボラトリー 室長
		吉田 貴容美	日本無線株式会社 シニアエキスパート
		吉田 奈穂子	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員

5.2GHz帯及び6GHz帯無線LAN作業班 構成員名簿(敬称略)

主任	梅比良 正弘	南山大学 理工学部 電子情報工学科 教授
主任代理	村上 誉	(国研) 情報通信研究機構 ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター ワイヤレスシステム研究室 主任研究員
	足立 朋子	(株) 東芝 研究開発センター ワイヤレスシステムラボラトリー フェロー
	安藤 憲治	電気事業連合会 情報通信部 副部長 (令和5年7月～)
	石毛 隆志	東京都 総務局 総合防災部 防災通信課 統括課長代理 (～令和5年3月)
	石田 和人	フェイスブックジャパン (株) コンサルタント
	井原 伸之	(株) フジテレビジョン 技術局 技術戦略部 部長
	大島 佳介	(一社) 日本民間放送連盟 企画部 主事
	大濱 裕史	(一社) 無線LANビジネス推進連絡会 技術・調査委員会 副委員長
	柿木 誠二	海上保安庁 情報通信課システム整備室 専門官 (～令和5年3月)
	木村 亮太	ソニーグループ (株) R&Dセンター ワイヤレス技術第1課 統括課長
	久保 一哉	東京都 総務局 総合防災部 防災通信課 統括課長代理 (令和5年4月～)
	黒澤 稔	国土交通省 大臣官房 技術調査課 電気通信室 課長補佐
	小橋 浩之	スカパーJSAT (株) 宇宙技術本部 通信システム技術部 第1チーム アシスタントマネージャー
	小林 佳和	日本電気 (株) インフラテックセールス統括部 シニアプロ
	坂本 信樹	日本電信電話 (株) 技術企画部門 電波室 室長 (令和5年7月～)
	城田 雅一	クアルコムジャパン (同) 標準化本部長
	高田 潤一	東京工業大学 環境・社会理工学院 教授

5.2GHz帯及び6GHz帯無線LAN作業班 構成員名簿(敬称略)

鷹取 泰司	(一社) 電波産業会 無線LANシステム開発部会 副委員長
田中 和也	KDDI (株) 技術戦略本部 電波部 電波政策グループ グループリーダー (～令和5年6月)
中川 善克	インテル (株) 政策渉外部 日本担当ダイレクタ (～令和4年12月)
成清 善一	日本放送協会 技術局 管理部 副部長
成瀬 廣高	(株) バッファロー ネットワーク開発部 ODM第一開発課 課長
野坂 雅樹	海上保安庁 情報通信課システム整備室 専門官 (令和5年4月～)
菱倉 仁	(株) IPモーション モバイルソリューション事業部 チーフエンジニア
平松 正顕	大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 国立天文台 天文情報センター 講師
福元 暁	(株) NTTドコモ 電波企画室 電波技術担当課長 (令和5年7月～)
福家 裕	日本電信電話 (株) 技術企画部門 電波室 室長 (～令和5年6月)
藤本 昌彦	シャープ (株) 研究開発本部 副本部長
船井 一宏	(一社) JASPARコネクティビティWG主査
星 洋平	KDDI (株) 技術企画本部 電波部 エキスパート (令和5年6月～)
本間 忠雄	内閣府 政策統括官 (防災担当) 付 参事官 (災害緊急事態対処担当) 付 参事官補佐 (通信担当)
前田 規行	(株) NTTドコモ 電波企画室 電波技術担当課長 (～令和5年6月)
三島 安博	Apple Japan, Inc. Wireless Design Regulatory Engineer
柳下 勇一	東京電力パワーグリッド (株) 電子通信部 通信ネットワーク技術センター ネットワーク総括グループマネージャー
安江 仁	電気事業連合会 情報通信部 副部長 (～令和5年6月)
柳澤 尚紀	警察庁 長官官房 通信基盤課 課長補佐