

Wi-Fi6の先にどんどん進む無線LAN技術

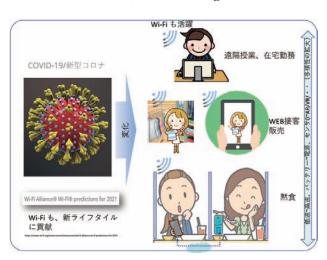
山形大学客員教授/MCPCワイヤレスシステム活用委員会 委員長 こばやし よしかず 日本電気株式会社/NECネッツエスアイ株式会社 小林 佳和



1. 私たちの生活を支えるWi-Fi技術

私たちの生活は、コロナで大きくかわった。3密を避ける、出勤者数の7割削減などで、自宅で在宅授業や在宅勤務、ビジネス面は、WEBを介したビジネス化、黙食などなど(図1参照)。そんなライフスタイルの変化にも、Wi-Fiは大きな貢献をしている。そのWi-Fi技術は、IEEEでの規定と、業界団体が作る相互接続とサービスまで使い易くなる検証サービスの両面で、ますます便利になり、多様な対応を手軽に実現できるようになろうとしている。その発展を今回整理する。

IEEE面では、"速度対応や接続空間の多様性を拡大する802.11ay、802.11be"や"センサー系のサービスを発展させる、802.11az、802.11bf"に注目する。Wi-Fiアライアンス面では、コロナ時代の在宅ワークや遠隔授業をより簡単に高品質するに"Easy ConnectやQoS Management"、それらのマネージメンと系をセットで扱う"Wi-Fi Vantage"を取り上げる。



■図1. COVID-19/新型コロナでのライフスタイル変化

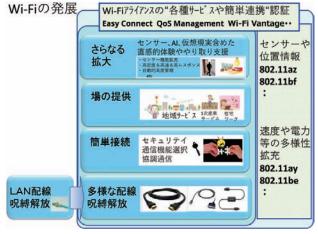
2. Wi-Fi技術の発展と今後を担う新技術の ポジショニング

Wi-Fiは、1990年代後半、配線の呪縛からの解放面が 大きな社会貢献を果たした。その社会貢献が、様々な配 線からの呪縛や、機能が増えることに対応した設定の複雑 化を解消するお手軽接続、フロアーやビルを超えたタウン Wi-Fiや観光Wi-Fiのような場の提供サービス、その場をさ らにセンサー系を含めて便利にした環境として提供する部分の拡充へと進展している(図2参照)。

足回りでは、802.11beや802.11ayが今後を担うポジションで登場。802.11be (Wi-Fi7) は今の802.11ax (Wi-Fi6)の次を担う。

センサー系では、次世代Wi-Fi位置情報を802.11az、位置を超えたレーダ的活用を担うのが802.11bfである。

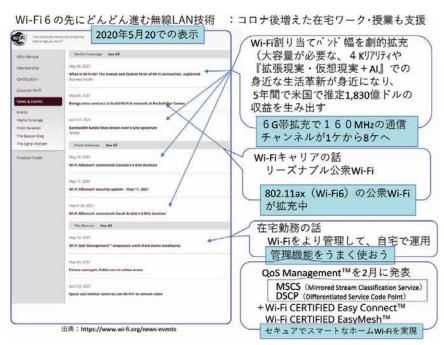
また、WEBカメラや、スマートスピーカのような画面もない装置も含めて簡単接続を提供するEasy Connectや、そのカメラやスピーカWEB会議や授業に使う場合のQoSも簡単に実現できるQoS Management等の発表もされた。そのようなマネージメント群を扱う、Wi-Fi Vantageもますます発展しようとしている。



■図2. Wi-Fiの利用価値が拡大中

3. Wi-Fiアライアンスの最近の発表を確認する

図3は、Wi-Fiアライアンスのニュース&イベントの項の表示である。そこでの話題は、802.11beでも重要となる6G帯のバンドに関する事項である。さらに、コロナでの在宅勤務や遠隔授業に関するシーンも出てくる。Wi-Fiの管理機能をうまく使おうという内容である。その一翼を担うのが、QoS Managementである。このような統合されたマネージメント提供は、802委員会の議論群の上に成り立つので、Wi-Fiアライアンスの付加価値がそこからもくみ取ることができる。



■図3. Wi-Fiアライアンスの動向からも、コロナ後支援が見えてくる

4. Wi-Fiの利用シーンをITUが定義

ITUの定義する、黒電話に始まる固定アクセスというアクセス系の分類は5つある(図4参照)。この5つは、2000年代の頭での分類である。

その中の"NWA領域"が、コロナでさらに注目を集めている。在宅含む分散ワーク、密を避けて移動しながらのワークスタイルなどに役立つからである。

また、従来の延長である、広域なフィールドのICT活用を担う、1次産業ICTでも、ますます集約を進め、コストカットと短時間配送を進めるトラックや荷物の集配空間と移動

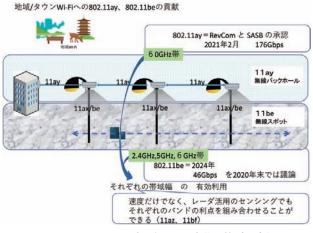
先の空間の連携なども大切なシーンである。

802.11ayや802.11beは従来の対応する規格より、より遠くを高速で結ぶ能力を持っている。少ないアクセスポイントで広いエリアをサポートできるのは、施工・運用面を含めて魅力である。その運用に、センサー面も加わると、さらに進んだICT化が容易に展開できるようになる。そのため、802.11azや802.11bfにも期待がかかっている。

そのようなより高速で、NWA領域でも出てくる地域Wi-Fi サービスを構築する例が図5である。その地域サービスをし ている場所での、人の流量や滞在時間が分かるだけでも、 コロナ時代に大切な人の流量状態が把握できる。



■図4. 一次産業スタジアム地域振興Wi-Fiスポットなどの自営の広域や高密度へ役目が拡大



■図5. IEEE802.11委員会での、今後の検討要素例



			ドキュメンテーション セッション終了スナップショット		\blacksquare	NO 200 W	WGレター投票用紙		Form		IEEE SA 投票用紙				RevCom & Standards		
								目何	結果	Standards Associatio	n	ドラフト 日付		益果		man.	Board 副籍 または副統
EEE プロジェクトと最終文章	プロジェクト原可リクエスト (PAR)	タスクグループと活動	フォーマットとバージョン	組み込まれたベースライン	現在の状態	PAR 承認、変 更、または延 長 [有効問服]	予測され	ō :	を聞される 再製福	展プール/ 施プール/ 改革	MEC / MDR 完了	予測され 初期		列される 再額編	最終的な 802.11 WG 承認	服装または 条件付き 802 EC承認	物なプロ
				802 11-2020 802 11ax 802 11ay 802 11ba 802 11me	実際の	2020-09-25 [2024-12-31]											
IEEE現稿P002.11bf	無線LANEンシング (無線LAN活用・	トランスフォーミング増加選手	1	802 11az 802 11bb 802 11bc 802 11bd 802 11be	予制した	Ċ	2022年7	月 2	020年1月	2023年7月	2023年9月	2023年	明 20	123年11月	2024年7月	2024年7月	2024E9
EEE#86P902 11te	0#P#026-7%b	TObe	PDF	802.11-2020 802.11ax 802.11ay 802.11ba 802.11me	実際の	2019-03-21 [2023-12-31]											
CCCM/BF012 1108	(次世代>30Gb	3787	D0.40	802 11az 802 11bb 802 11bc 802 11bc	予制した	3	2022年1	1月 2	023年1月	2023年3月	2023年3月	2023年	6B 1	2023年9月	2024年3月	2024年3月	2024年5
IEEER®BP802 11az	次世代のポジショニング	TGaz	PDF D3:00	802 11-2020 802 11ax 802 11ay	実際の	2015-09-03 [2021-12-31]		2019-03-06 2020-01-03 2021-02-16	87%				715				
	(次世代Wi-Fi位置情報)		02.00	802 11ba 802 11me	予測した		0		10	2021年5月	2021年6月	2021年	明 :	2022年1月	2022年7月	2022年8月	2022 = 12
EEE ∉ # P822 11ay	次世代50GHz	TGay	.PDF D7.00	802 11-2020 802 11ax	展際の	2015-03-26 [2021-12-31]	D2.0 D3.0 D4.0	2018-01-07 2018-08-31 2019-02-26 2019-07-08 2019-11-08	93% 93% 98%	2019-06-01	2019-07-16	D5.0 D6.0 D7.0	2020-01-09 2020-09-29 2020-12-20	92%	2020-11-01	2020-11-01	
	(次世代60G帯無線LAN)			予測した	6	I C.			0	¢	0		0	0	0	2021年3	

■図6. IEEE802.11委員会での、進捗情報

5. 期待されている802.11標準の日程

4つの具体的な番号を示した勧告は、図6のような日程で標準化されようとしている。46Gbpsの速度が期待される802.11beは、2024年に規定がまとまる線表である。Wi-Fi6もWi-Fi5もその規格化が完了する前から、相互接続認証がWi-Fiアライアンスでスタートしている。今回の802.11beも同様になると考えられている。

176Gbpsという速度が出て、バックホール通信や近接通信を担う802.11ayは2021年3月で活動を完了した。その802.11ayが使う60G帯や他のWi-Fiバンドをレーダのように使う802.11bfは2024年に規格化を完了しようとしている。位置を担う802.11azは2022年での規格化完了となっている。

6. 802.11be

802.11beの仕様を、図7に示した。より"高速""省エネ""高密度""低遅延・低ジッタ"にする対応が進むことが、この図から分かる。さらに、"複数のアクセスポイント"にまたがって通信する部分が特徴となっている。

複数のアクセスポイントとの複数のリンクから、最適な予約通信の所を確保できるわけである。1つのアクセスポイントでも、時刻同期系の工夫や、さらなるスロットの細かい利用から、即送信したいデータが送受できるようになっている。16x16MIMOなどはその細分化の一部を担う。時刻同期では、802系のネットワーク全般で時刻同期が図れる

802.11be (EHT : Extreme High Throughput) = Wi-Fi7

	Wi-Fi6 (802.11ax) 高速、高速度、低速度、省電力	Wi-Fi7 (802.11be) さらなる「無法・典治皮・美元がか仏・低遅延・省電力"化
速度	9.6Gbps	46Gbps
帯域幅	160 MHz	320 MHz
変調	1024-QAM (1K-QAM) OFDMA	4096-QAM (4K-QAM) Enhanced OFDMA (セルチアクセンギ イント活用:MultiRU, Direct links、リアルグイはヴェモのAnnoced UORA、等を拡張)
MIMO	8x8	16x16
複数アクセス ポイント	空間再利用などの電力 削減協調 (Spatial Reuse)	同左 (Spatial Reuse: Coordinate Spatial Reuse: (2.0%)) 複数アクセスポイントとの同時送受信 (multi-link operation: SMLO Nationary Cortina, Continue Annual Applications of the Continue Annual Applications (Applications of the Continue Annual Applications of the Co
TSN Time-Sensitive Networking (サアルタイム・河田性 健保)	未(TSN未対応:8ユーザ 同時通信能力などを実装)	EEE 802 TSN, (他のリアルタイム機能: Faster Backoff,New Access Categories, TXOP capturing,等)
ACK/再送要求	Block ACK	Hybrid Automatic Repeat Request(HARQ)
利用パンド	2.4,5,6G带	2.4,5,6G带

■図7. IEEE802.11beに対する代表的規格の表

TSN(Time-Sensitive Networking)対応も議論されている。

7. 802.11be複数アクセスポイント活用

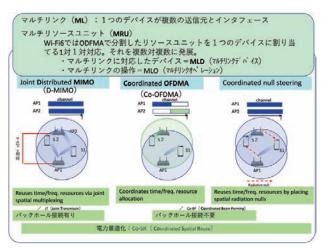
802.11beの複数アクセスポイント活用を示したのが、図8 である。複数アクセスポイントとのリンクが張れる機構を・マルチリンク (ML)

と表現する。

Wi-Fi6の通信におけるOFDMAの通信予約ができる個々の通信リソースを

・リソースユニット(RU) という。





■図8. IEEE802.11beは、複数アクセスポイント連携通信が強化される

このRUを複数使うときに

・マルチリソースユニット (MRU)

と表記し、複数のマルチリンク (ML) を扱えるデバイスを ・マルチリンクデバイス (MLD)、

さらに、マルチリンクの操作を

・マルチリンクオペレーション (MLO)

と表す。

図8の中段に出てくるS (ステーション=端末) 1やS2は、MLD (マルチリンクデバイス) となる。また、AP (アクセスポイント) 1とAP2は、MLO (マルチリンクオペレーション) を行っていることになる。

高速バックボーンでアクセスポイント間を結んでの動作は、 ・ジョイント (Joint)

と表現され、そのジョイントされたアクセスポイントでの通信を ・ジョイントトランスミッション (JT)、

そのジョイントトランスミッションでのMIMO通信を管理して 行うと

- ・ジョイントデストリビューテッドMIMO (D-MIMO) と表記される。これは、電力協調での同時利用が起点となる。 そのような関係整理で、図の中段の中央で、周波数分割 で同時利用を考えることを起点とする
 - · Coordinated OFDMA
- と、右の電波送信空間を分割することが起点の
- ・Coordinated null steering の動作が図示したように区別される。

8. 802.11ay

主要なスペックは図9に示したとおりである。7Gbpsが

	802.11ad (WiGig) 近距離高速通信	802.11ay (WiGig2) 近距離高速通信/バックホール通信
速度	7Gbps	176Gbps (44Gbps×4チャンネル時)
帯域幅	2.16GHz/channel	2.16GHz, 4.32, 6.48, 8.64GHz /channel
AD-VRCARE	No channel bonding/aggregation	Support channel aggregation : 2.16+2.16GHz, 4.32+4.32GHz
変調	SC QAM, up to 8GHz	SC QAM/ 256QAM, up to 8GHz/2.16GHz channel/stream 8PSK, DCM, NUC (optional) OFDM (optional)
K-7	Supports multiple antennas, one at a time Single stream Supports channel feedbac	MIMO • Multiple streams • Multiple transmit chain • Multiple antennas Downlink Multi-user Enhancement beamforming
Transmission/ channel access	Directional / quasi-omni before link established All transmissions use the same	Directional / quasi-omni before link established Multi-channel operation
01m 11	channelization	Spatial division multiple access
利用バンド	60G帯	60G带

■図9. IEEE802.11ayに対する代表的規格の表

利用シーン例 出典: IEEE 802.11 THay Use Cases

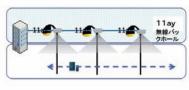
近距離情報ミュニケーション・近接DATA BUS





10cm以下の近接	5Gbyte
高速コンテンツ送受	5.75/10Gbps
近接に置くだけ DATA BUS接続 (見通し5m以下)	28Gbps以上で 4 Kなどを接続

無線バックホール、モバイルオフロード



	Single Hop Wireless Backbusing	Multiple Hop Wireless Backbauling
# of hops	3	4
Distance per link	<1km	<150m
Data Rate	-2-20GRps	-3-300kps
Leeny	<35ms	<35ms (brid)
9404	Yes	Yes
Avalability	99.99%	99,99%

■図10. IEEE802.11ayのユースケース例

176Gbpsへと高速化される。利用バンドは、60G帯である。 このバンドは、ミリ波レーダとしても使える。

利用シーンは、図10に示したように、近接領域の通信とバックポール領域の通信である。802.11ayの1つ前の60G帯を使う規格では、無線LAN上での最高速度が7Gbpsであった。実行はこれより下がり、これは、テレビの接続通信にも課題のある速度となっていた。4K映像の30fpsだと約4Gbpsが必要で、これを暗号化してデータ量が増えた状態でHDMI通信するため、それを安定して通すには無理が生じる状態である。

さらにWEB会議時には、相手を見るモニタとプレゼンを 見るモニタの2面 (スマホ+PCをWi-Fiで接続) が在宅勤務 でも多く見受けられるシーンであった。それが、今回のay では、PCから無線で2面の4Kモニタなどをつないでも DATAバスとして動作可能になっている。



もう1つの利用シーンであるバックホールでは、速度の想定が20Gbps程度まで下がって、モデルケースがIEEEでの検討ユースケースとして例示されている。多段での延長ができ、5段まで伸ばせる。

1段なら図内の表にあるとおり、1km近くまでビーム送信で届く検討モデルになっている。QoS対応も可能となっている。

9. 802.11bf

802.11bfでは、無線LANのビーム通信を確立するときなどにも使うパラメータが活躍する。その一例がCSI (チャンネル状態情報) である。図11にあるように、センシングした

802.11bf WLAN sensing

 802.11bfの能力 WLANセンシング情報を他通知する WLANセンシング測定の実行要求 やセットアップの送信 WLANセンシング情報に対する フィードバック通信

得られる情報例 CSI(チャネル状態情報)を起点 に下記のような情報を生成

①Accuracy of range(範囲) +angle(角度: 純皮も返写能) ②Accuracy of range(範囲) +Velocity(速度: 純虚 #) ③Coverage range(カバー範囲) field of view(視野)



■図11. IEEE802.11bfの検討情報例

情報の通知や、センシングの要求などができる。

また、センシングをかけた範囲とその範囲での角度、同様にセンシングをかけた範囲とその細切りにした範囲での移動速度などがやり取りでき、それを組み立てることで、人が玄関に来たみたい等の判断が可能になる。

家が無人と判断していた状態で、玄関から誰かが入ってきたら家族とみなして、リビングの明かりをつけてお迎えするなどに応用できる。

60G帯を使うと、5cmを切る解像度が期待でき、手足の動きなどのモーション、さらには、呼吸数、心拍数なども把握できるとしている。

センサーは、情報提供をしてくれ、管理された状態で、 次の対応を支援してくるシーンの充実が望まれている。

10. 管理のセットもどんどん発展中

サービスとしての、管理のセットもWi-Fiの発展に合わせて拡充が進んでいる。その例が、Wi-Fi Vantageである。このサービスセットもWi-Fi6に対応して2020年にアップデートされた(図12参照)。

このサービスセットの発展は、Wi-Fi7時代に対しても期 待がかかっていて、細かい設定や管理から解放されて、私 たちは、Wi-Fi7時代を迎えることになると予想される。そ の時代へ向けて、皆様にとって、社会貢献利用シーンを広 げていく考察の一助になればと、今回の記事をお届けする。



「802.11規格+相互接続性/ミドルウエア・サービスの充実」

■図12. Wi-Fiアライアンスは、サービスやミドル活用のシーンを拡充