



超高速・高効率 無線LAN 標準化動向

2014年7月11日

NTTアクセスサービスシステム研究所

鷹取 泰司

- スマートフォンやタブレットなどのスマートデバイスの普及に伴って、より多くの人がリッチコンテンツを楽しむようになっている
- 今後もさらに**モバイルトラフィックが増大**していくことが予想されている

無線LANの利用形態

特定のユーザが
利用



誰もが
利用

無線LANはどこに?

PC



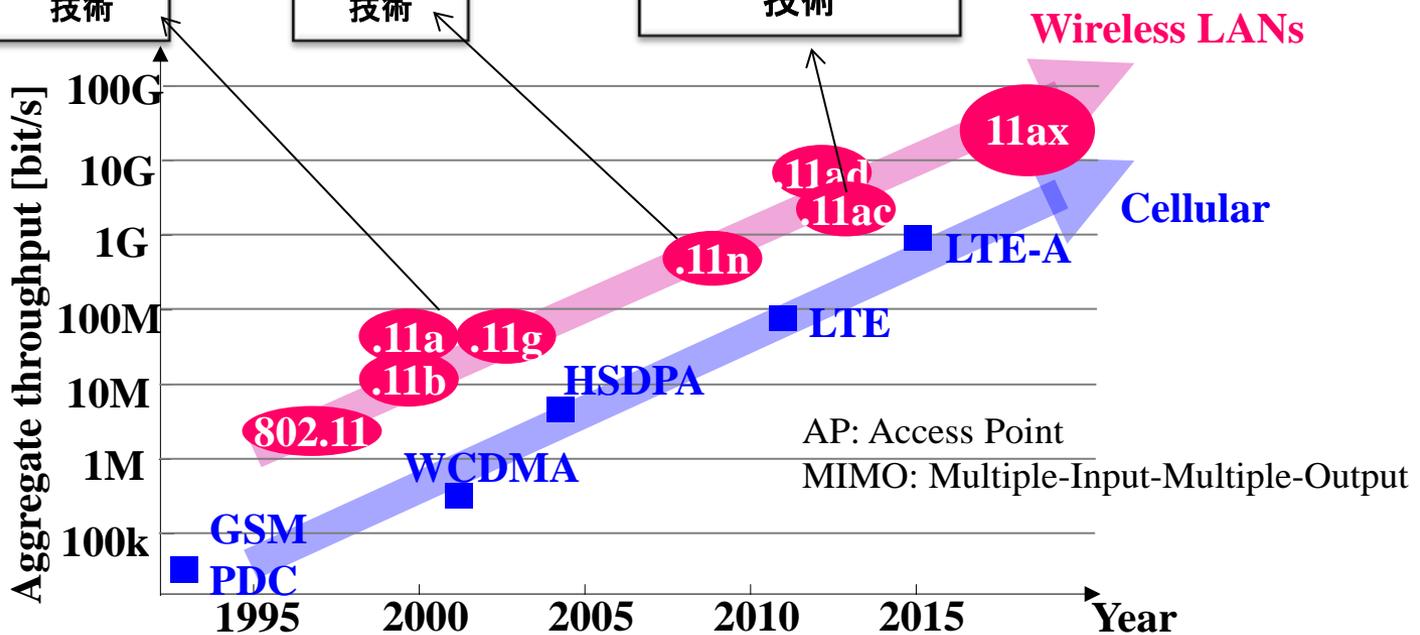
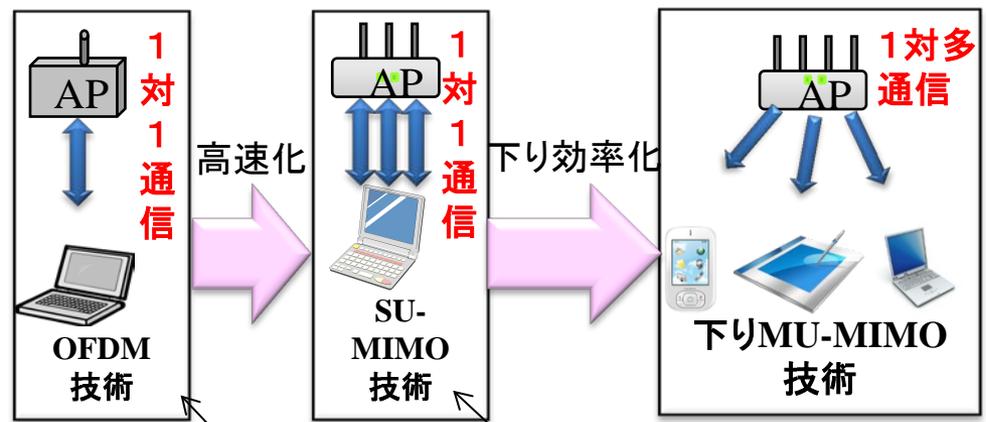
スマートフォンやタブレット、
ゲーム機などの多様な端末



無線LAN技術の発展



無線LANはセルラに対し約10倍のピーク速度を提供しながら発展してきました



AP: Access Point
MIMO: Multiple-Input-Multiple-Output

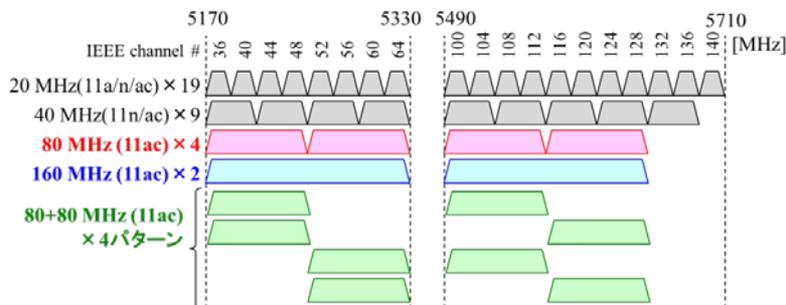
超高速無線LAN(802.11ac)の高速化技術



11acでは11n技術の拡張と下りリンクMU-MIMO技術によって高速化を実現しています

A. 11n技術の拡張による高速化

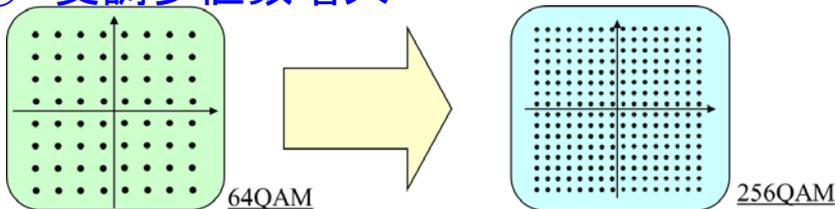
① 伝送帯域拡大



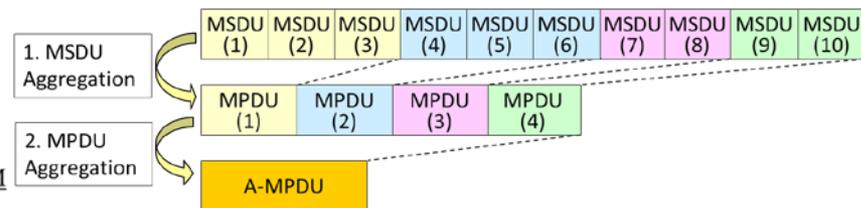
② 空間多重数拡大



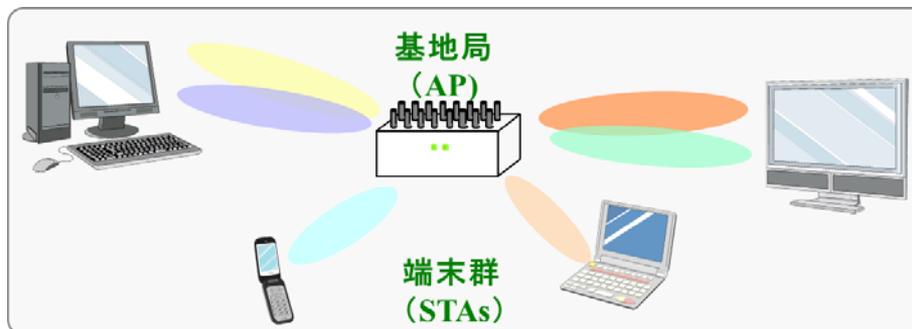
③ 変調多値数増大



④ フレームアグリゲーションの拡張



B. 下りリンク MU-MIMO-MIMO技術



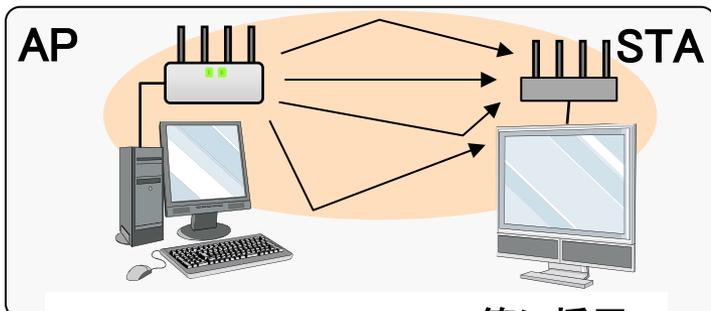
MU-MIMO技術



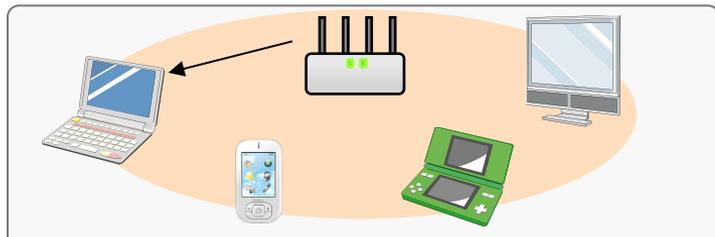
APの複数アンテナを用いて高精度なビームフォーミング制御を行い、複数のユーザに対して空間分割多元接続 (SDMA) を提供し、高い通信容量を実現します

SU-MIMO

無線LAN親機と端末1台が複数のアンテナで並列にデータ伝送する空間多重通信を実現



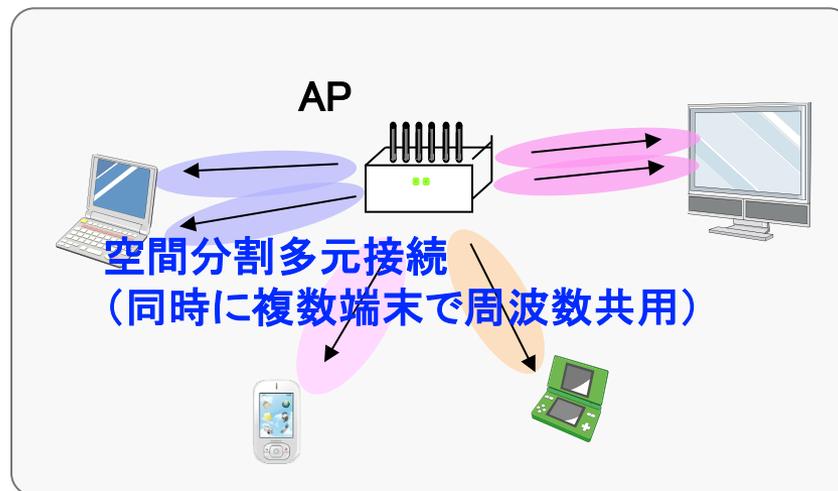
IEEE 802.11n, WiMAX, LTE等に採用



小型端末など、アンテナ数の少ない端末では並列伝送できず、APの能力が十分に活用されない

MU-MIMO

APの送信指向性制御により、多種多様な端末との空間分割多元接続通信を実現



空間分割多元接続
(同時に複数端末で周波数共有)

複数端末へ同時に並列伝送
→ 小型端末との通信でも通信容量を向上

超高速無線LAN(802.11ac)の最大スループット



簡易な端末から高度な端末まで幅広く対応する規格としたため、サポートするスループットの幅が最大で37.3倍となっています

高速化機能 /特性	11n 最高規定	11ac	
		必須条件	最高規定
1. 空間多重数	4	1	8
2. 伝送帯域幅	40 MHz	80 MHz	160 MHz
3. 変調方式	64QAM	64QAM	256QAM
4. Frame Aggregation	65,535 Byte	8,191 Byte	1,048,575 Byte
PHY伝送速度	600Mbps	292.5Mbps	6933.3Mbps
PHY最高速度時のスループット(MAC効率)	485Mbps (81.0%)	<u>157Mbps</u> (53.4%)	5.85Gbps (84.4%)

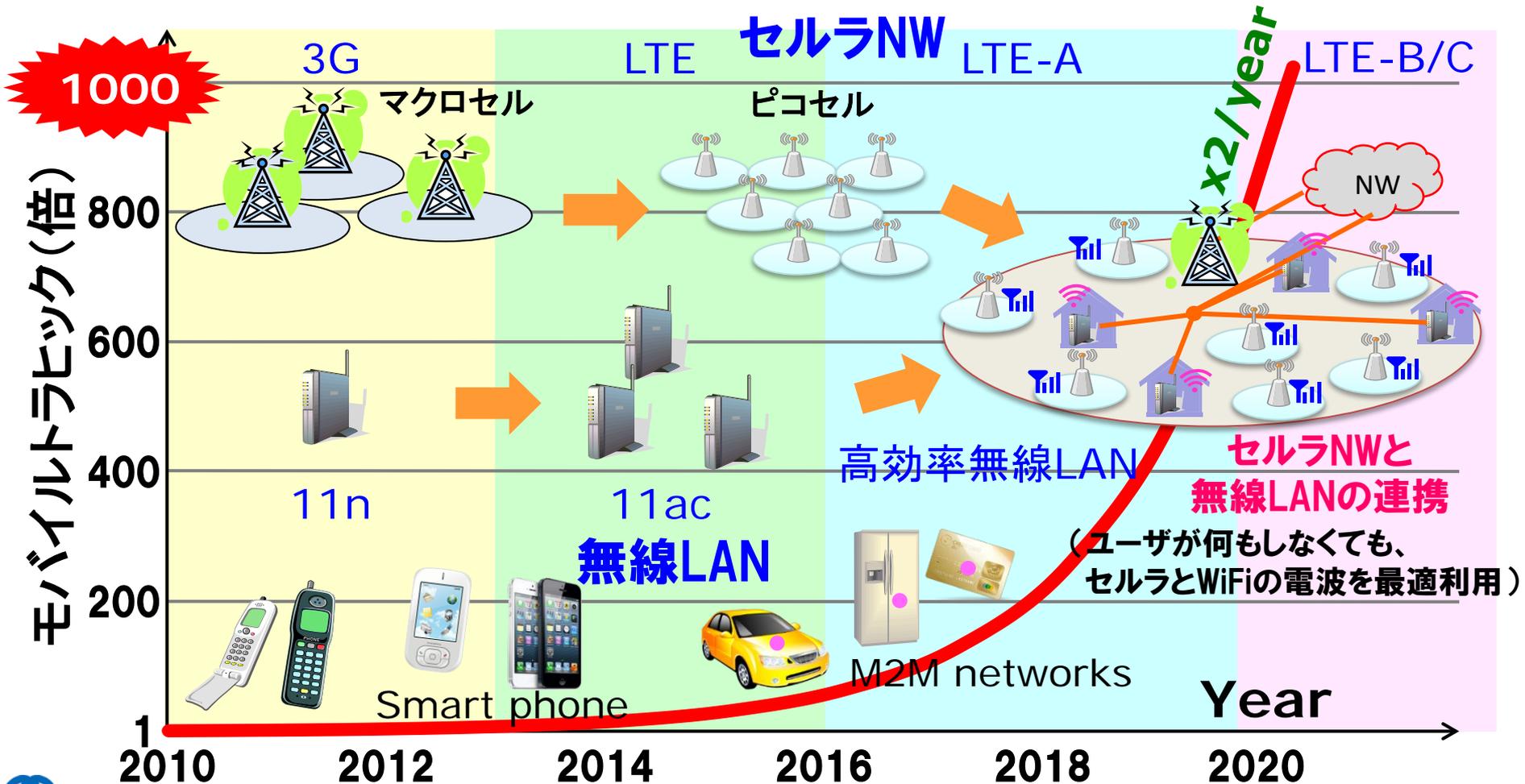
必須条件機能のみの利用だと、11nの最高規定の約1/3のスループットにとどまる。

必須/オプション機能間の格差が大きい。
・PHY伝送速度：23.7倍
・スループット：37.3倍

さらなる大容量化に向けて:セルラと無線LANの連携



2020年代に最大1000倍(2010年比)と予測されるモバイルトラフィックを収容するため、セルラと無線LANの連携等、異種ネットワーク連携技術が注目を集めています

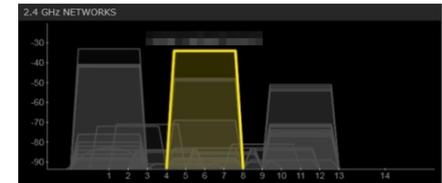


無線LANが克服すべき課題

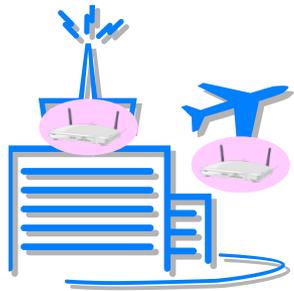


- 従来の制御・マネジメント手順を踏襲するだけでは、高密度に設置された環境では十分な性能を確保できません
- 高密度に設置された環境における周波数利用効率の改善が課題となります

- 無線LANエリアの急激な増加
- セルラー契約者に対する家庭向け無線LAN APの無償提供
- スタジアム等、新たな無線LAN利用シーンの増加



Airport / Station



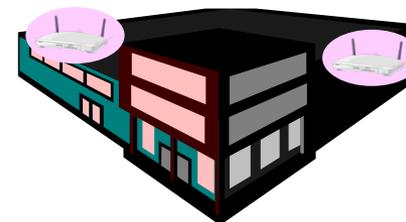
Residential Area



Coffee shop / Restaurant



Shopping mall



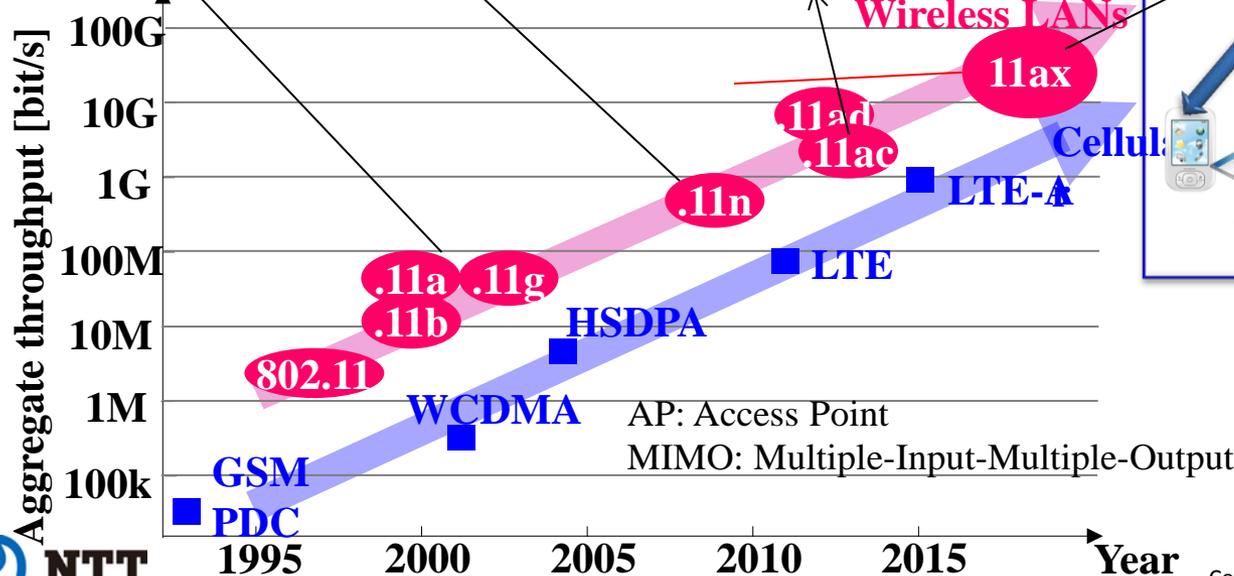
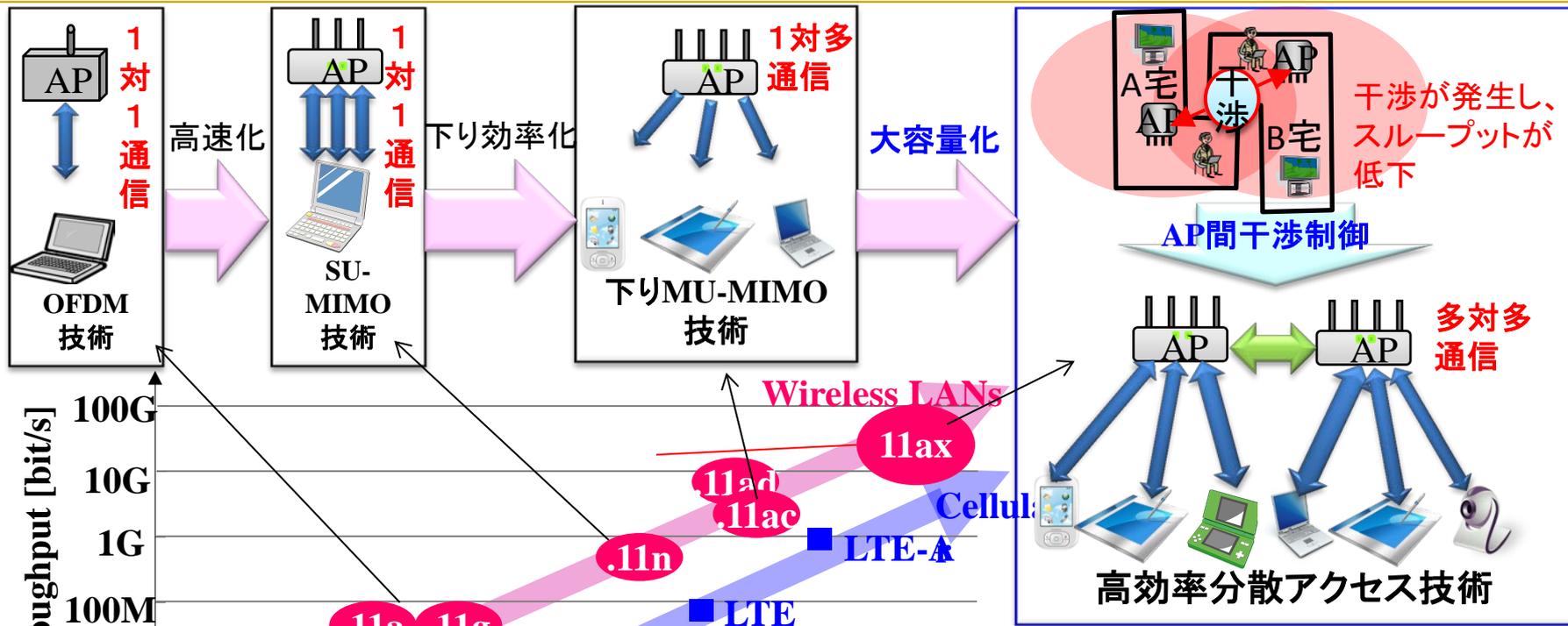
Stadium



無線LAN技術の発展



- 無線LANはセルラに対し約10倍のピーク伝送速度を提供しながら発展してきました
- 11axでは高密度環境に対応した高効率無線LAN標準の策定が進められています



2014年5月からタスクグループ (TG) axにおいて規格策定活動を開始

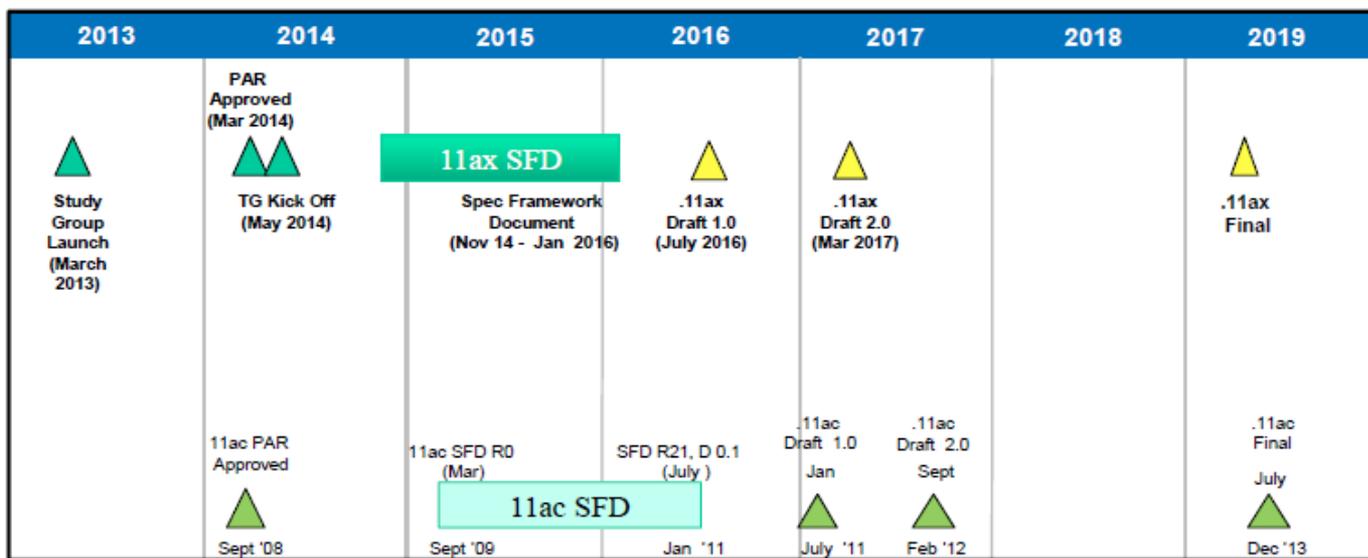
11ax標準の策定予定



11ac標準よりも策定期間を短縮化し、2017年前半にドラフト2.0を発行し、2019年に策定作業を完了させる予定となっています

doc.: IEEE 802.11-14/0649r1

Preliminary Timeline Projection, Scenario B, with 'normalized* .11ac timeline for reference



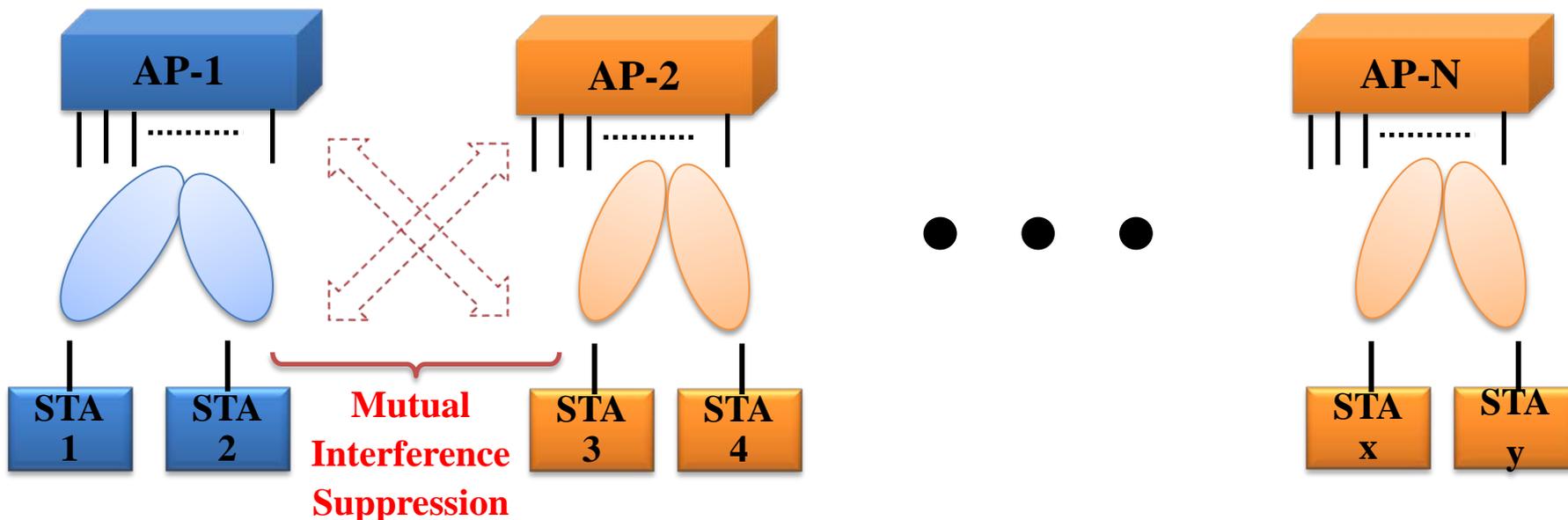
* .11ac timeline shown based on the .11ax PAR approval date

候補技術：同時送信によるシステム容量拡大

■現在の**時間軸上の技術(CSMA/CA)**に加え、**空間軸上の技術(ビームフォーミング)**や**周波数軸上の技術(OFDMA)**を活用し、無線LAN間の干渉を回避する検討が進められています

■この方法によって、アンライセンスバンドにおいても複数の無線局が同時に送信することが可能になります

⇒同時送信による送信機会を拡大し、システム容量を増加させます



1. IEEE802.11無線LAN標準化動向

- IEEE802.11は無線LANのデファクト標準
- 高速化のニーズに応じて新たな規格が追加:
 - 2.4GHz帯高速化: 11b→11g→11n
 - 5GHz帯高速化: 11a→11n→11ac

2. 超高速無線LAN標準IEEE802.11ac

- 11acの高速化技術は、以下の二つに分類される
 - 高速化は11nの拡張で実現: 伝送帯域, 空間多重数, 変調多値数の拡大
 - システムスループット増大のために下りリンクMU-MIMOを新規規定

3. 次世代無線LAN(IEEE802.11ax)に向けて

- セルラと無線LANの連携が進む
- タスクグループでの議論が開始
- 将来無線技術に関する主要な議論:
 - アクセスポイント・端末が高密度に配置された環境での通信容量の拡大

IEEE802.11, 802.15及びITU-Rにおける 標準化活動状況 (NTT研究所)



IEEE会合における活動状況(2013年度～現在)

・参加状況:

IEEE802.11(WLAN), 802.15(WPAN): 奇数月に同時開催: 3～7名

・オフィサー:

TGax (IEEE802.11ax): Secretary(2014.5～現在)

HEW-SG : Secretary(2013.5～2014.5)

TGac (IEEE802.11ac): COEX-ad-hoc co-Chair (2013.12の標準化完了まで)

・表彰:

IEEE802.11ac標準策定における活動功労賞: 2件

ITU-R会合(2013年度～現在)

・会合参加状況(Working Partyの活動を含む):

SG3: 電波伝搬 : 2013年 6月 : 2名

SG4: 衛星系業務: 2013年10月、2014年1月、7月 : 1～2名

SG5: 地上系業務: 2013年11月、12月、2014年5月: 1名

・議長職:

DG Chair: 2名

・表彰:

日本ITU協会賞国際活動奨励賞 1件

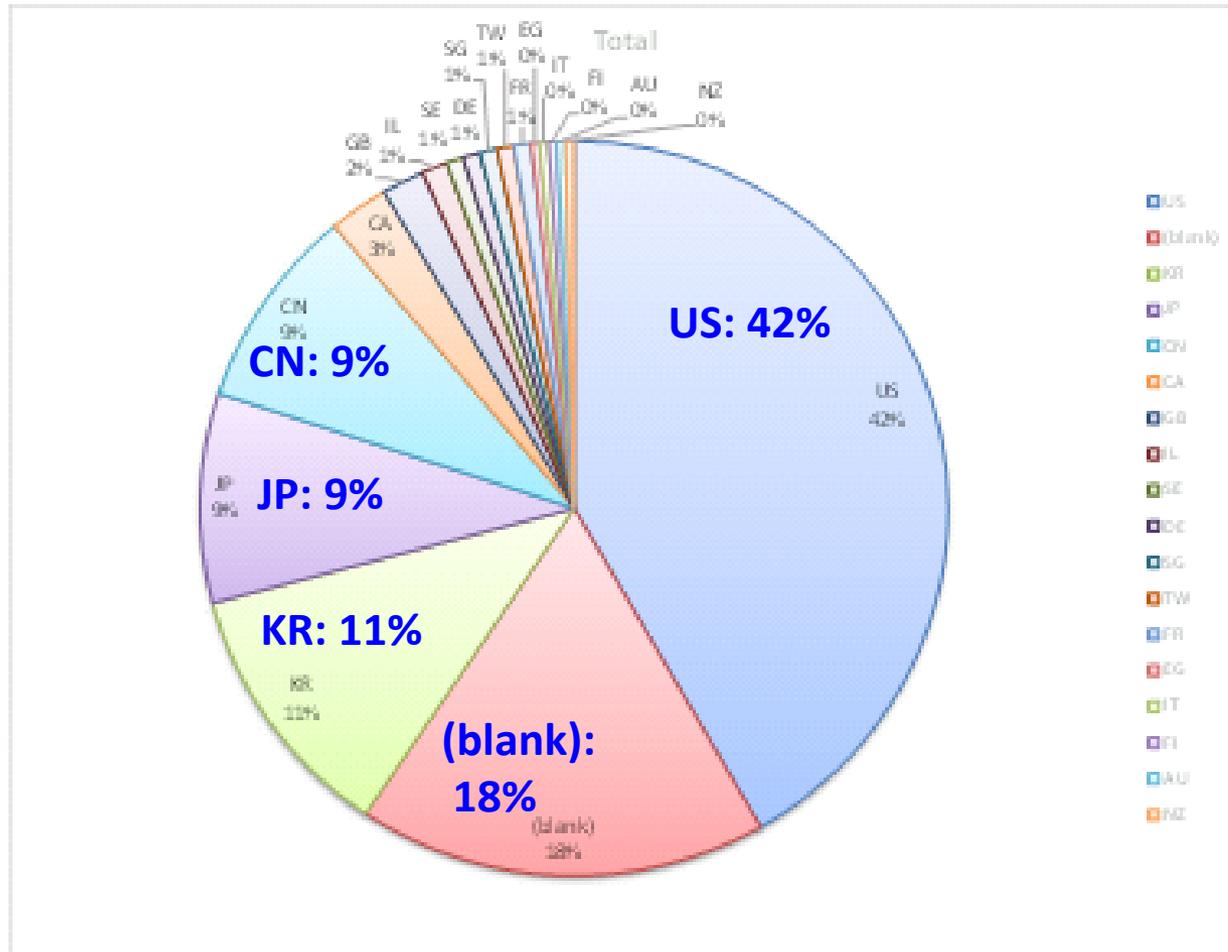


Innovative R&D by NTT

以下、参考スライド



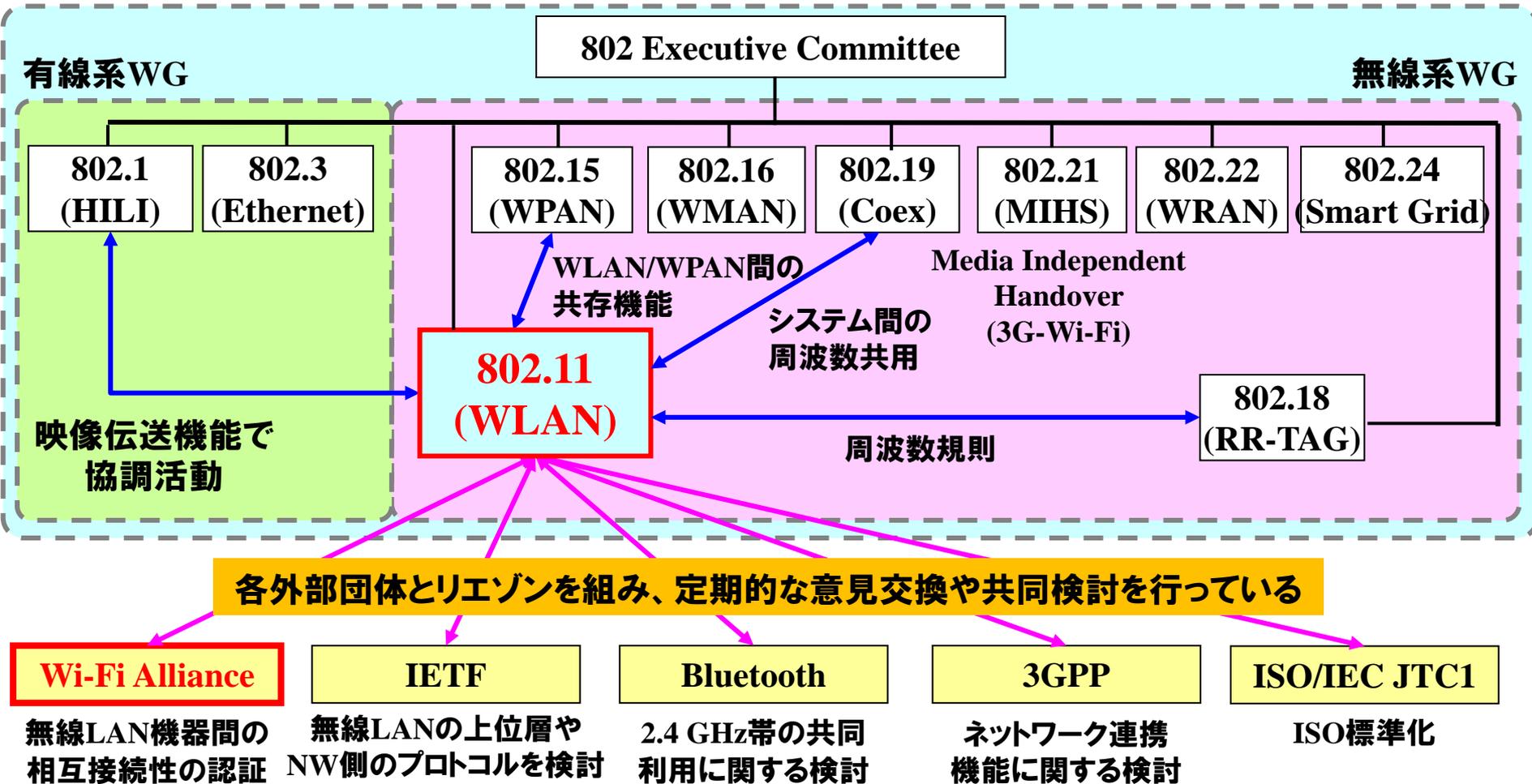
May 2014 Attendance by Country doc.: IEEE 802.11-14/0474r1



(参考) IEEE 802.11 WG



★IEEE802.11部会: **無線LANの標準規格を策定**を目的として, 1990年に設立.
1997年に最初の標準規格を発行してから, 以降多数の追加仕様を策定.



標準化作業の進捗状況



Discussion Topics	Study Group	Task Group		Sponsor Ballot	Published	Base Standard	
		Making Draft	WG Ballot				
Ad Hoc Groups WNG SC		TGak GLK	TGai FILS		802.11aa Video Transport	802.11-2012	
		TGaq PAD			802.11ae Management Frame QoS	802.11-1997	
		TGax HEW	TGah Sub 1GHz		802.11ad VHT in 60GHz	802.11a OFDM(5GHz)	802.11n HT
		TGaj China mmW			802.11ac VHT < 6GHz	802.11b HR (2.4GHz)	802.11p WAVE
					802.11d Multi-domain	802.11r Roaming	
					802.11e QoS	802.11s Mesh NW	
					802.11g 2.4GHz OFDM	802.11u Inter-working	
					802.11h SMa	802.11v WNM	
					802.11i Security	802.11w PMF	
					802.11j JPN 5GHz	802.11y U.S. 3.65GHz	
					802.11k RMM	802.11z TDLS	
					802.11af TVWS		

2013.12
標準化完了

- ユースケース, スコープの議論
- TG設立準備

- 要求条件の明確化
- 提案募集
- ドラフト作成

- ドラフト改定
- 審議
 - Letter Ballot
 - Sponsor Ballot



802.11WG配下の活動中の主なサブグループ



サブグループ	ミッション	状況
Task Group mc (TGmc)	IEEE 802.11標準規格の統合とメンテナンス	IEEE 802.11-2015のドラフトを策定中
Task Group ah (TGah)	1 GHz以下の周波数(TVWSは除外)を利用する無線LANシステム	ドラフト改定中 (WG Letter Ballot)
Task Group ai (TGai)	高速初期リンク設定 (FILS: Fast Initial Link Setup)	ドラフト改定中 (WG Letter Ballot)
Task Group aj (TGaj)	中国におけるミリ波を利用する無線LANの標準化 (802.11adの改定)	初期機論
Task Group ak (TGak)	802.11と802.1とのアーキテクチャ的なギャップを解消するための技術	初期議論
Task Group aq (TGaq)	接続処理の前に利用可能なサービをス検出機能 (Pre-Association Discovery)	初期議論
Task Group ax (TGax)	高効率無線LANの標準化 (802.11acの次のPHY & MAC標準化)	初期議論