

令和4年度特許出願技術動向調査
ミリ波帯のMIMO及びアンテナ技術
(5Gへの応用を含む分析)

2023年7月21日

特許庁審査第四部デジタル通信



目次

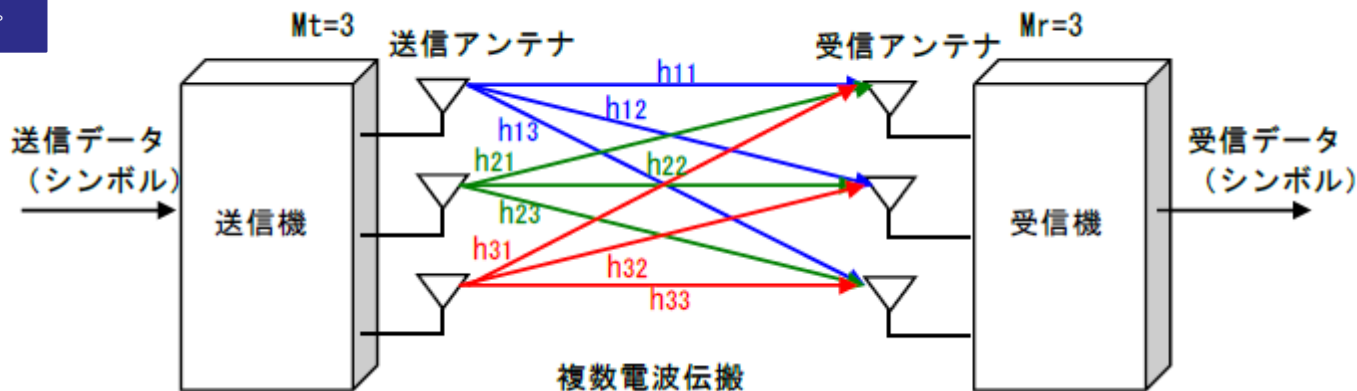
1. 調査概要
2. 市場環境
3. 政策動向
4. 特許出願動向
5. 研究開発動向
6. 調査の総括と提言

1. 調査概要 – 調査対象技術の概要 –

- 従来、ミリ波帯は、比較的短距離の無線アクセス通信、自動車衝突防止レーダ等に適用されてきた。
- 近年、高速・大容量伝送を可能とする無線通信を実現する一つとして、技術開発が進展している。
- 直進性が強く物体に遮られる性質・伝搬損失が大きい性質がある。
→ 広いエリアで安定的に高速通信を提供する上で課題がある。
- **MIMOを用いたビームフォーミング技術やアンテナ技術**について、5Gへの応用を含め、その特許出願状況や研究開発動向を調査した。

MIMO

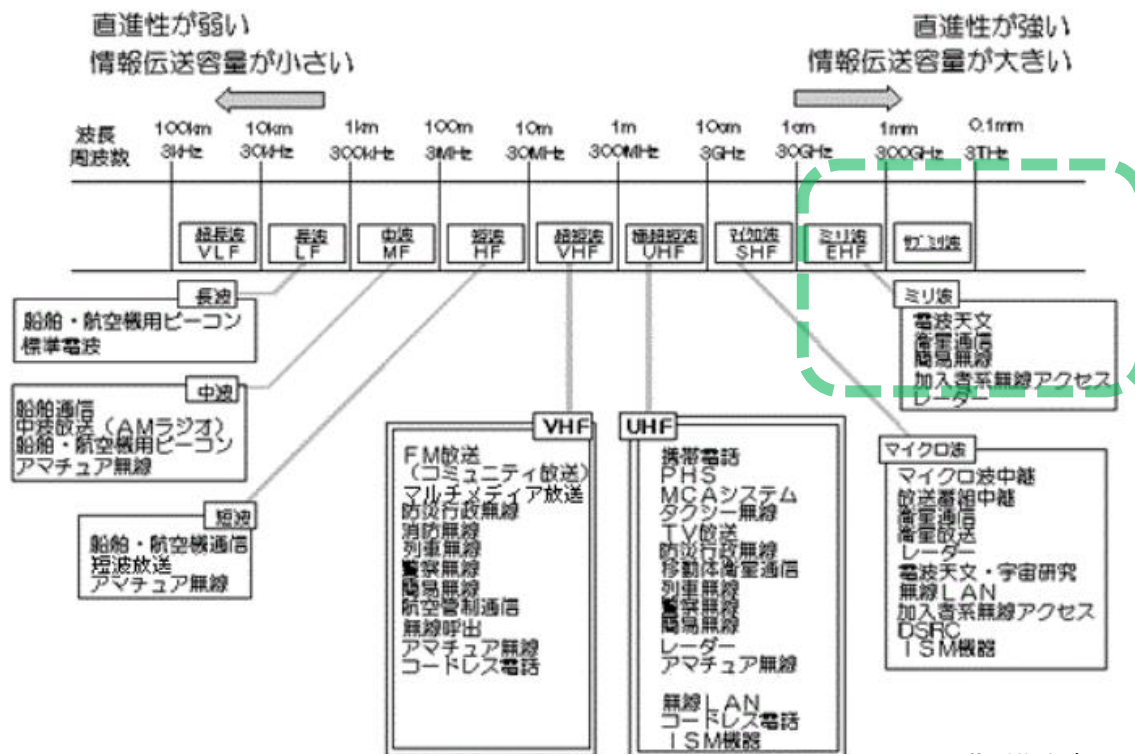
「Multi Input Multi Output」の略。
複数アンテナを用いて通信を行う技術。



1. 調査概要 – 本調査における周波数帯の定義 –

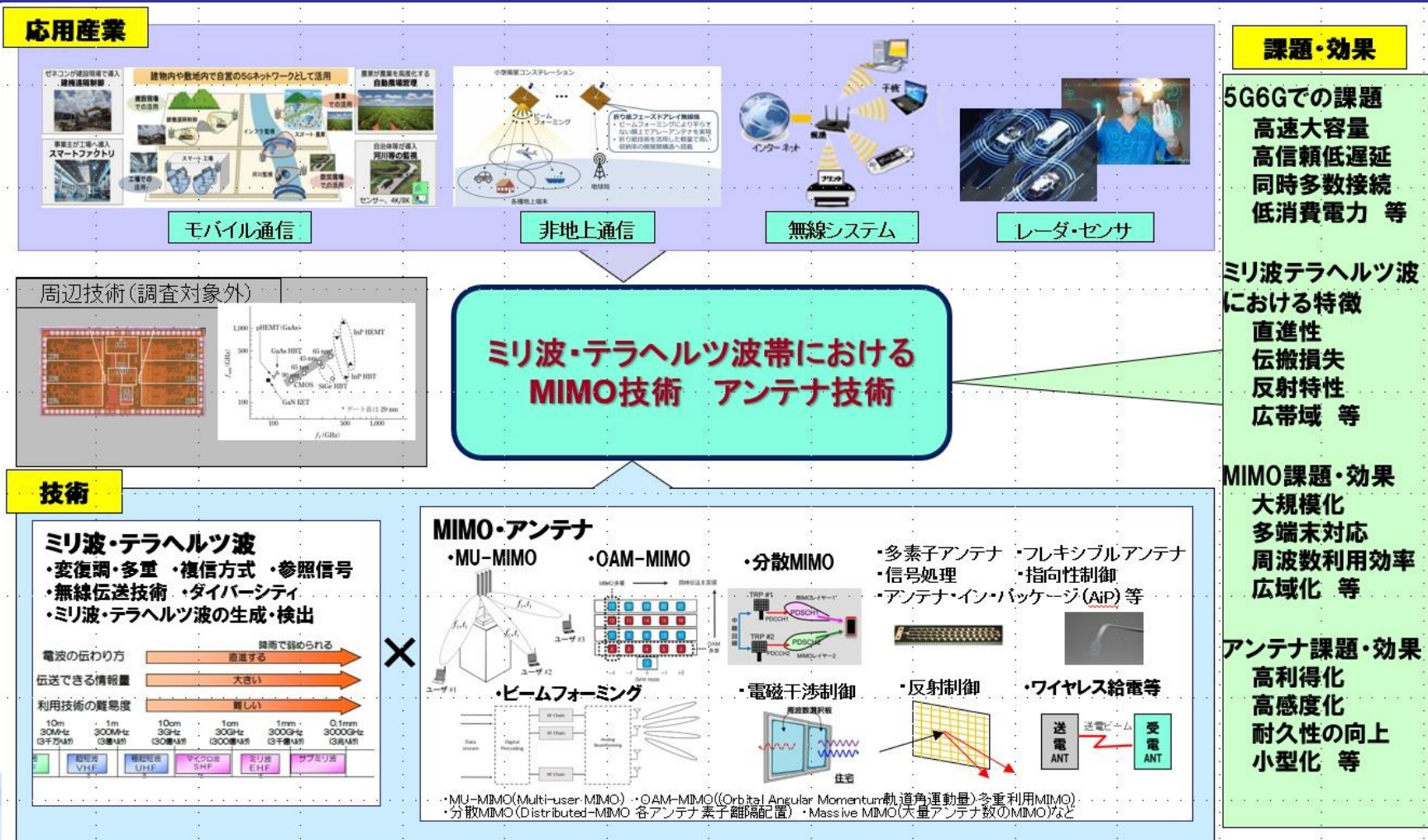
- ミリ波帯は、波長がミリメートル台で周波数が30GHzから300GHzの電波。
- 今後さらなる拡張が期待されているサブテラヘルツ波帯、テラヘルツ波帯を加えて調査した。
- 本調査では、24GHz～100GHzをミリ波帯、100GHz～3THzをテラヘルツ波帯と区分し、**24GHz～3THzを対象として MIMO及びアンテナ技術を調査した。**

周波数帯ごとの主な用途と電波の特徴



1. 調査概要 – 技術俯瞰図 –

- ミリ波帯のMIMO及びアンテナ技術を、
①応用産業、②技術、③課題・効果の3つの視点で区分して解析した。



1. 調査概要 – 調査対象文献、データベース –

特許文献	
データベース	Derwent World Patents Index (DWPI) *1
時期的範囲	2000年～2020年 (最先の優先権主張年)
出願先	日米欧中韓、およびPCT出願
対象文献	22,395件 (DWPIファミリー単位)
解析方法	<ul style="list-style-type: none"> 国際特許分類(IPC分類)、関連キーワードを使用して検索。 抽出された特許公報の抄録、請求の範囲(クレーム)、図面等を解析し、技術区分の付与を実施。
検索式	(ミリ波+テラヘルツ波) AND (MIMO+アンテナ)

論文	
データベース	Web of Science (WoS)*1 Conference Proceedings
時期的範囲	2000年～2021年 (発行年)
対象文献	3,049件
解析方法	<ul style="list-style-type: none"> 関連キーワードを使用して検索。 検索対象は「タイトル」、「抄録」、「筆者キーワード」。 抽出された論文を解析し、技術区分の付与を実施。
検索式	(ミリ波+テラヘルツ波) AND (MIMO+アンテナアレー) AND 無線通信

1. 調査概要 – アドバイザリーボード –

▶ 委員長

佐和橋 衛 東京都市大学 理工学部 教授

▶ 委員

大鐘 武雄 北海道大学 大学院情報科学研究院 教授

関 宏之 富士通 モバイルシステム事業本部

ワイヤレスプロダクト開発統括部 シニアディレクター

樋口 健一 東京理科大学 理工学部 教授

寶迫 巖 情報通信研究機構 Beyond5G 研究開発推進ユニット

ユニット長 兼 テラヘルツ研究センター長

※敬称略、所属・役職等は2023年3月現在 ※委員は五十音順に記載

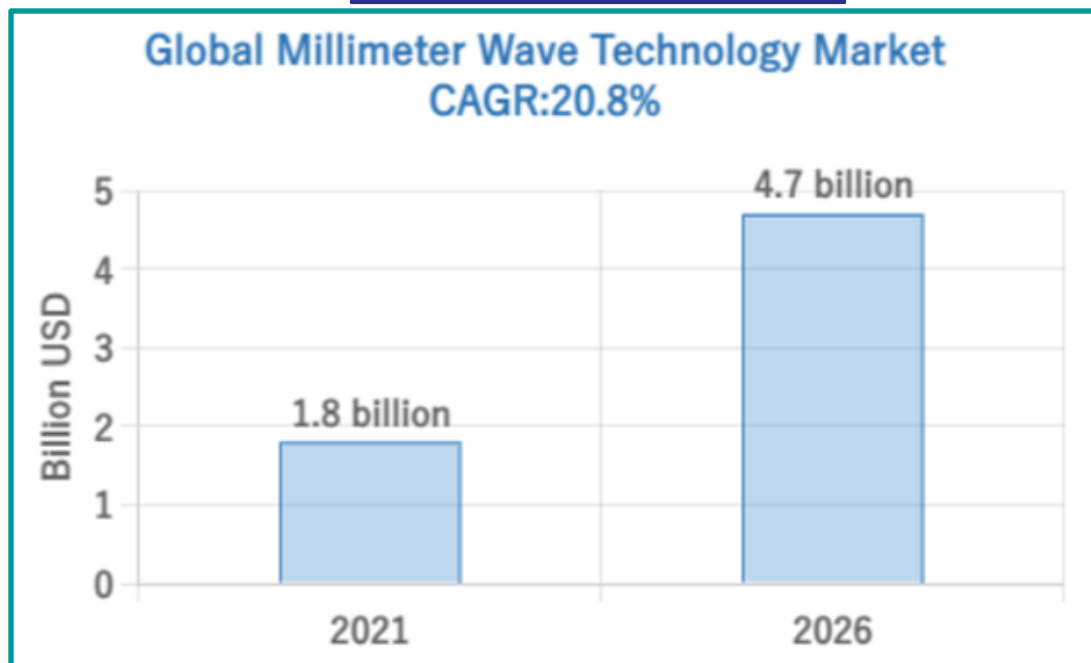
目次

1. 調査概要
2. 市場環境
3. 政策動向
4. 特許出願動向
5. 研究開発動向
6. 調査の総括と提言

2. 市場環境 – 市場規模 –

- ブロードバンドやモバイルに対する高い需要により、大きく成長すると予測されている。
 - ・ブロードバンドやモバイルの高速化
 - ・バックホールネットワークでのミリ波使用の増加
 - ・セキュリティとレーダアプリケーションでの需要増加

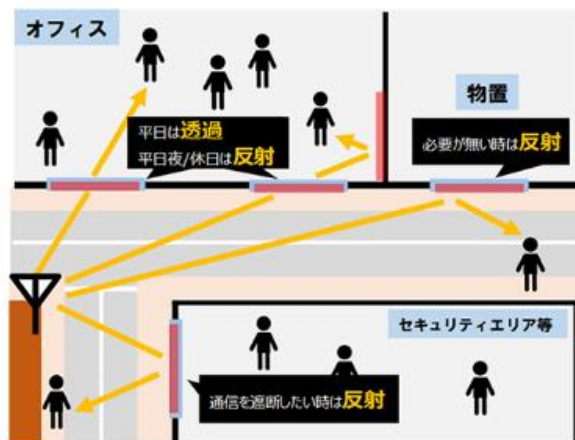
ミリ波技術の市場規模予測



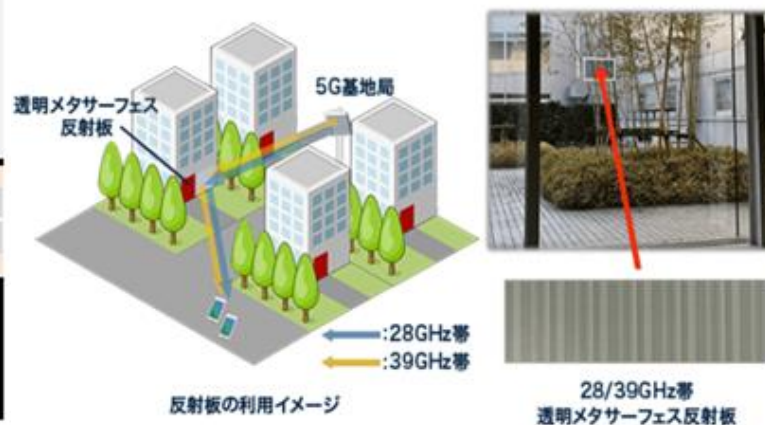
2. 市場環境 – ミリ波アンテナ技術の開発動向 –

- 5Gで新たに加わる産業領域への拡大
 - ・ 建物内やトンネル等、ミリ波の電波が弱くなりやすい場所
 - 窓ガラスに設置される透明アンテナ、屈折板、反射板等の開発が進められている。

建物内への電波エリアの拡張*1



建物密集地での電波エリアの拡張*2



建物内の電波エリアの拡張*3



(出典)

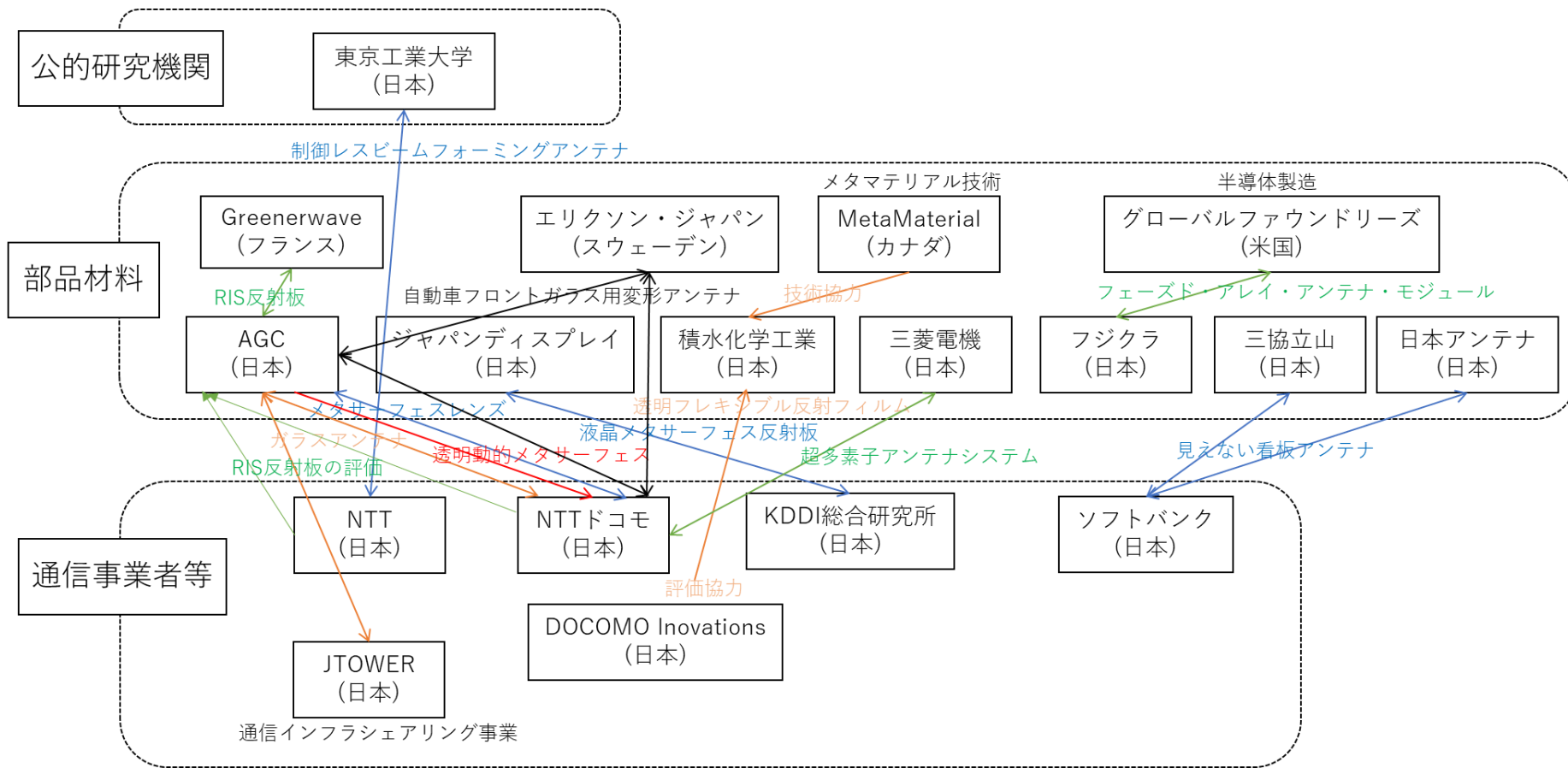
*1: 2020年1月株式会社NTTドコモ「世界初、28GHz帯5G電波の透過・反射を動的制御する透明メタサーフェス技術の実証実験に成功」

*2: 2021年1月日本電業工作株式会社「デュアルバンド(28/39GHz)に対応した透明メタサーフェス反射板を開発」

*3: 大日本印刷株式会社ホームページ「5Gミリ波反射板リフレクトアレイ」

2. 市場環境 – ミリ波アンテナ技術の開発動向 –

日本におけるミリ波アンテナ技術の主な共同開発の相関図*1



*1:各社ニュースリリース等から作成

2. 市場環境 – 5Gのオープン化動向 –

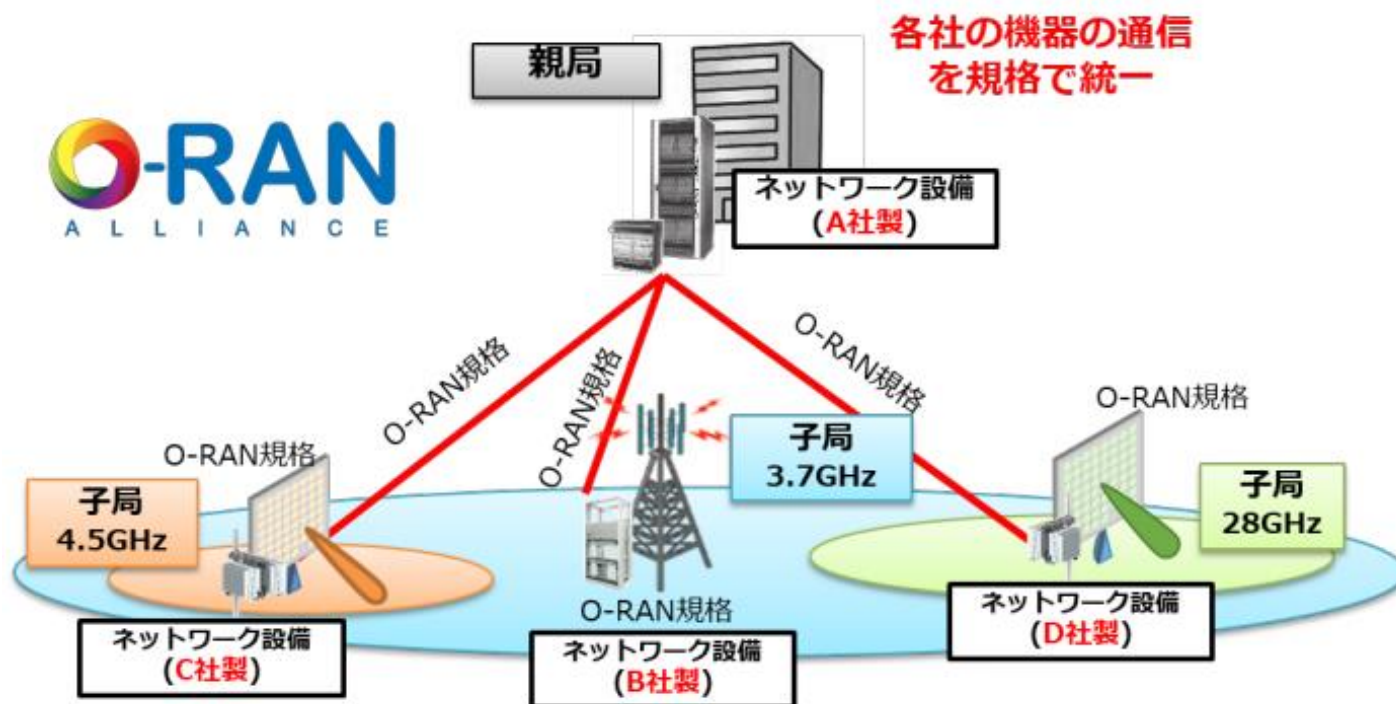
➤ O-RAN ALLIANCE*1の活動

- ・ 2018年2月、NTTドコモを含む主要オペレータ5社*2により設立された業界団体。
- ・ RAN（Radio Access Network）のオープン化やインテリジェント化を目的としている。

O-RAN ALLIANCEが目指すオープン化イメージ

*1: Open Radio Access Network

*2: AT&T、China Mobile、Telekom、NTTドコモ、Orange

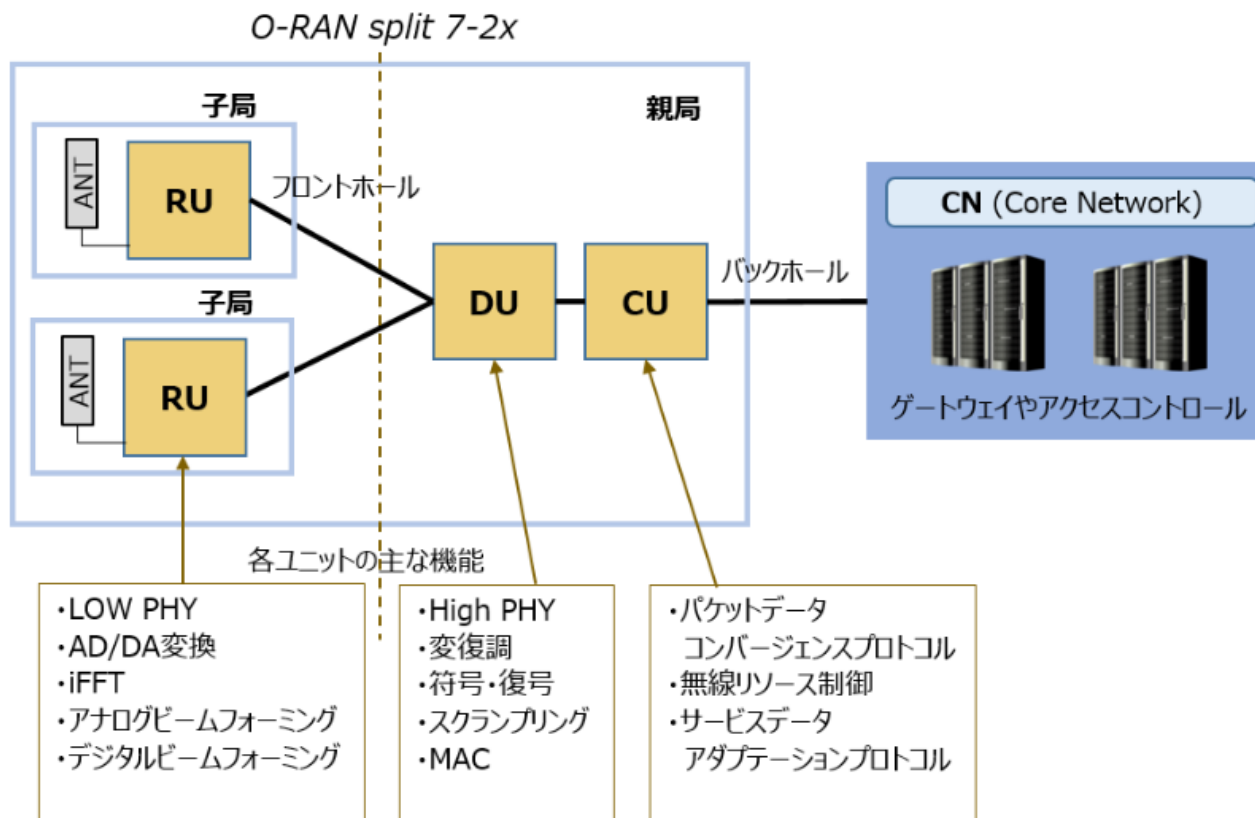


2. 市場環境 – 5Gのオープン化動向 –

➤ O-RAN ALLIANCEの仕様

- RU(Radio Unit)、DU(Distributed Unit)、CU(Centralized Unit)のブロック間のオープンインターフェースを策定。

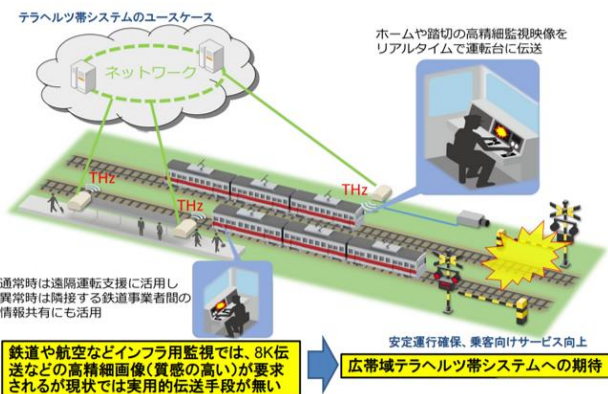
→ 複数のベンダーのネットワーク機器を相互に接続するのが容易になる。



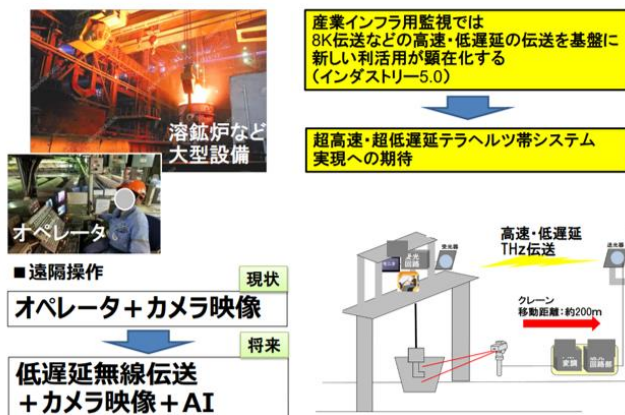
2. 市場環境 –テラヘルツ波–

➤ テラヘルツ波の応用例は徐々に増えてきている。

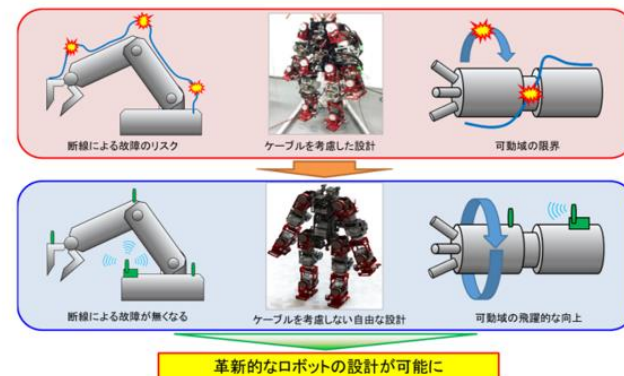
鉄道への応用例*1



産業インフラへの応用例*1



ロボット等の制御への応用例*2



(出典)

*1: 2021年3月総務省「テラヘルツ技術への期待とビジネスチャンス」

*2: 2022年3月総務省「電波資源拡大のための研究開発 研究開発課題便覧」

目次

1. 調査概要

2. 市場環境

3. 政策動向

4. 特許出願動向

5. 研究開発動向

6. 調査の総括と提言

3. 政策動向 – Beyond 5G研究開発戦略 –

Beyond 5G研究開発課題

課題	課題名	目的・概要	現状・技術課題	2030年までの実現目標	主要要素技術
課題5	無線ネットワーク技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 基地局から端末への超高速大容量な高周波無線通信を効率的かつ確実に接続 ● 詳細位置測位 ● パワーアンプの超低消費電力化等による基地局の省電力化を実現 	<ul style="list-style-type: none"> ● ミリ波帯・テラヘルツ帯の有効利用が必要 ● Beyond 5G に向けた超低消費電力の実現が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ● テラヘルツ帯超高速大容量通信技術の確立 ● セキュアなソフトウェア RAN 管理・仮想化技術の確立 ● 超低消費電力・超カバレッジ拡張を実現する無線技術の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ● ミリ波等の稠密な基地局展開を想定したセキュアなソフトウェア RAN 管理・仮想化技術 ● m-MIMO 高度化技術 ● 光無線融合・最適化技術 ● 光空間伝送技術 ● テラヘルツ帯超高速大容量通信技術
課題8	端末・センサー技術	<ul style="list-style-type: none"> ● ミリ波・テラヘルツ波などの高周波対応の端末やセキュアな IoT デバイスを導入し Beyond 5G 普及を促進 	<ul style="list-style-type: none"> ● ミリ波・テラヘルツ波等高周波数に対応したユーザー端末やデバイスの小型化、セキュア化に向けた研究開発が必要（セキュアな接続認証対応含む） ● B5G 時代のコアデバイスとなる IoT 用 SoC 設計技術の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ● ミリ波・テラヘルツ波等高周波利用端末の導入 ● B5G 国際標準化の動向に追従しうるカスタマイズ可能な低消費電力・低コストを実現した小型 IoT 用 SoC の実用化 ● セキュリティが担保され国際競争力の高い Beyond 5G IoT 端末の実用化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 光電融合チップモジュール技術（再掲） ● 光・無線通信対応チップモジュール技術（再掲） ● 高周波数等対応 IoT 技術（超低消費電力対応、RF チップミリ波対応） ● ミリ波・テラヘルツ波帯端末拡張技術

(出典) 令和4年6月情報通信審議会
「Beyond 5G に向けた情報通信技術戦略の在り方 中間答申」

3. 政策動向 – ミリ波帯の周波数割当政策 –

➤ 総務省「周波数再編アクションプラン」 重点的取組

(1) 5Gの普及に向けた対応

- ・ 26GHz帯、40GHz帯について、新たな5G候補周波数として検討。
- ・ 28.2～29.1GHzの制度整備を実施済のローカル5Gについて、更なる導入の促進を図る。

(2) 衛星通信システムの高度利用に向けた対応

- ・ 静止衛星を用いた移動体向けブロードバンド静止衛星通信システム（ESIM）の拡張帯域（17.7～19.7GHz、27.5～29.5GHz）の利用について、試験を開始。

(3) Beyond 5Gの推進

- ・ 150GHz帯及び300GHz帯を特定実験試験局の対象として追加。
- ・ テラヘルツ波といった高周波数帯域を簡素な手続により使用できる仕組みについて、令和4年度中を目途に制度整備する。

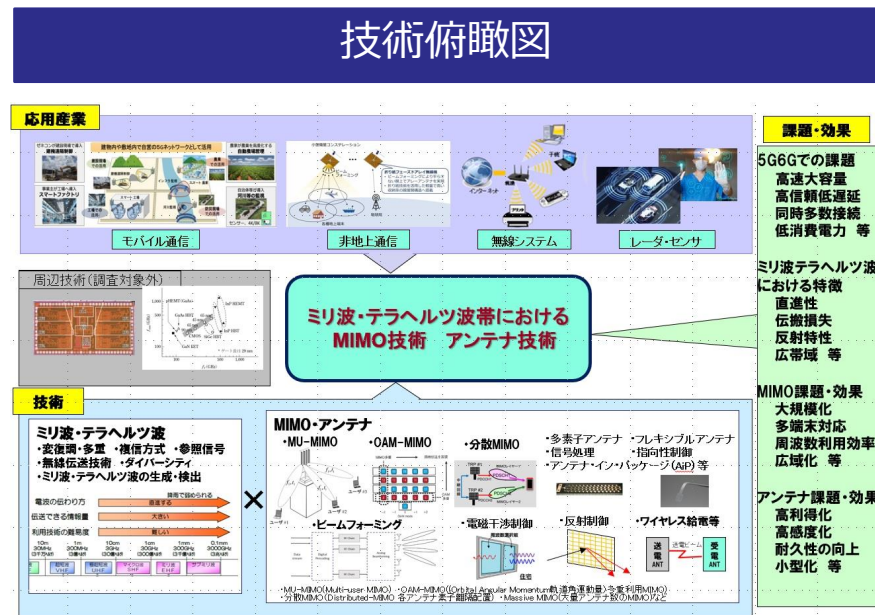
目次

1. 調査概要
2. 市場環境
3. 政策動向
- 4. 特許出願動向**
5. 研究開発動向
6. 調査の総括と提言

4. 特許出願動向 – 調査概要 –

特許文献	
データベース	Derwent World Patents Index (DWPI) *1
時期的範囲	2000年～2020年 (最先の優先権主張年)
出願先	日米欧中韓、およびPCT出願
対象文献	22,395件 (DWPIファミリー単位)
解析方法	<ul style="list-style-type: none"> 国際特許分類(IPC分類)、関連キーワードを使用して検索。 抽出された特許公報の抄録、請求の範囲(クレーム)、図面等を解析し、技術区分の付与を実施。
検索式	(ミリ波+テラヘルツ波) AND (MIMO+アンテナ)

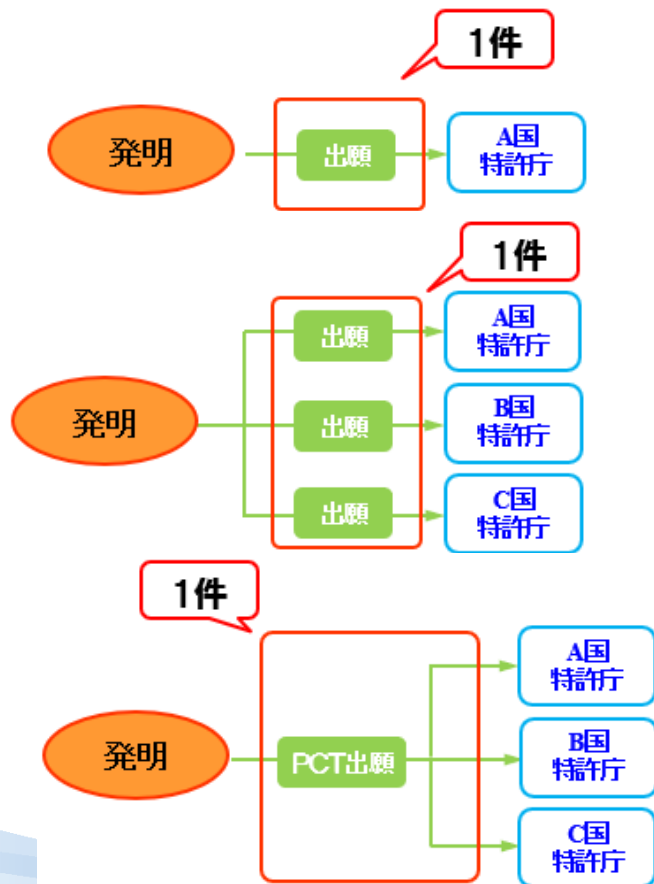
*1 クラリベイト・アナリティクス社提供



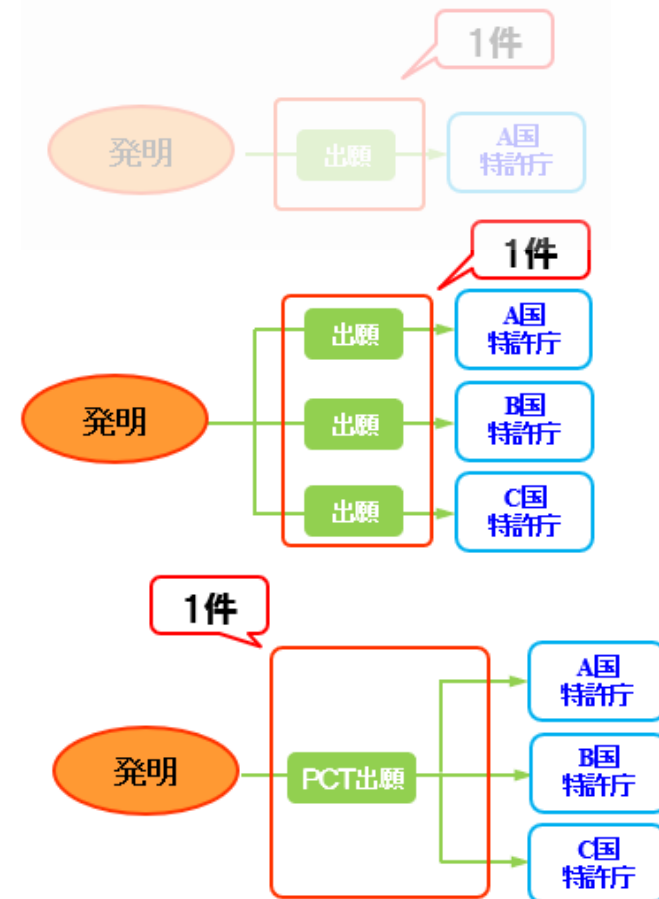
4. 特許出願動向 – 本発表における特許件数の数え方 –

- パテントファミリー：発明の数
- 国際特許ファミリー（IPF）：グローバル展開している発明の数

パテントファミリー



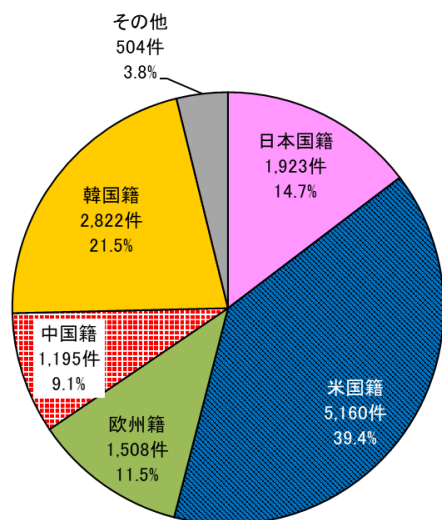
国際特許ファミリー（IPF）



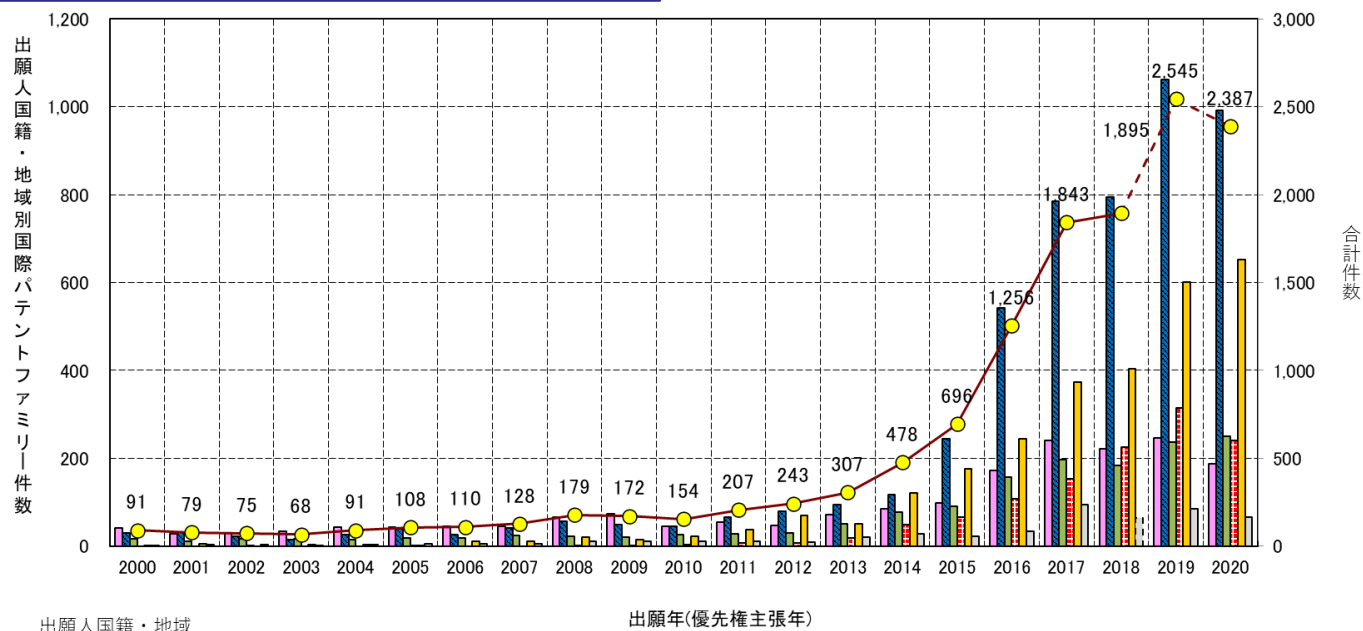
4. 特許出願動向 – 全体の出願動向 (IPF) –

- 出願人国籍(地域)別 国際 Patent ファミリー (IPF) 件数及びシェア
 - ・ 全体として2012年頃から急激な増加を示している。
 - ・ 特に米国籍が急増し、韓国籍が続いて伸びている。

出願人国籍・地域別国際 Patent ファミリー (IPF) 件数推移及びIPF件数比率
出願先：日米欧中韓WO、優先権主張2000-2020年



合計
13,112件



出願人国籍・地域

出願年(優先権主張年)



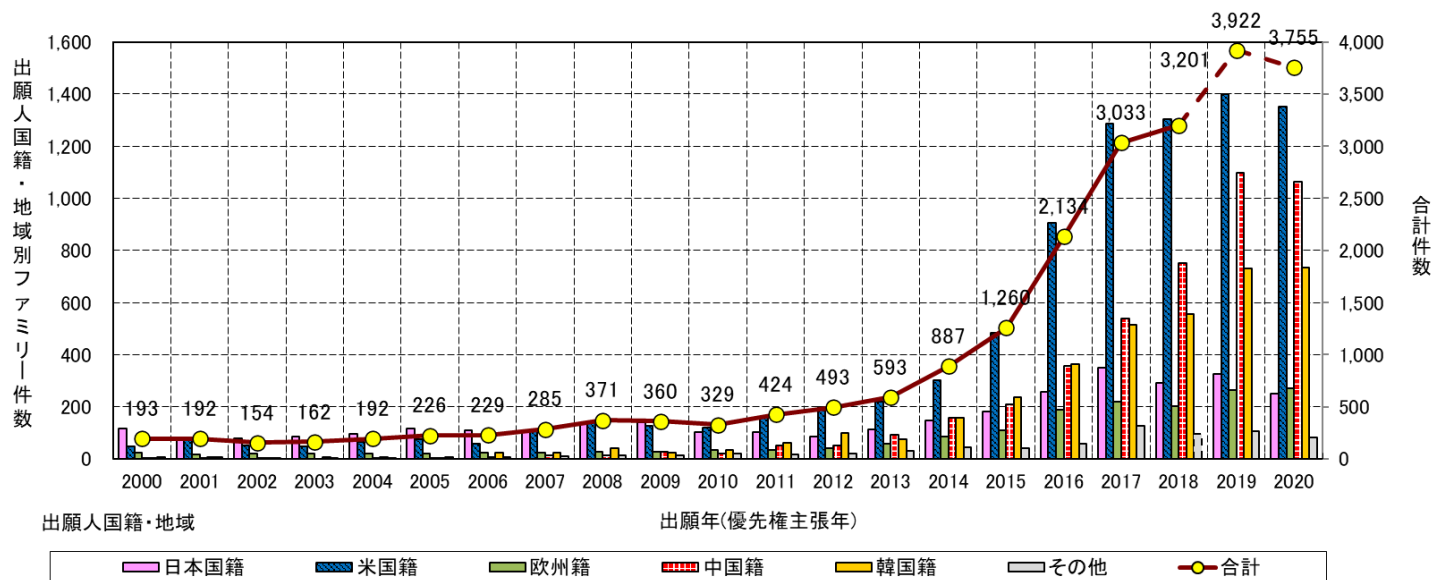
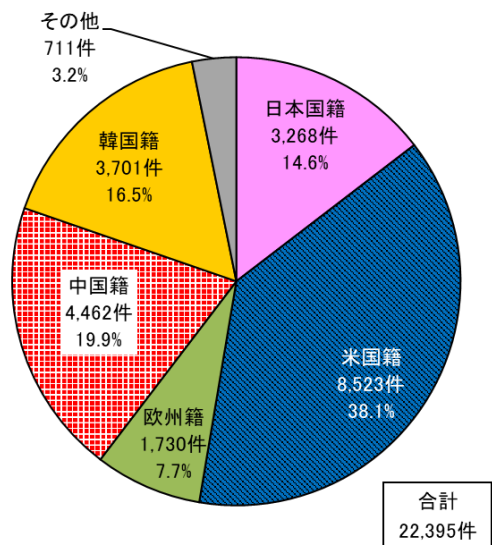
注：2019年以降は、データベース収録の遅れやPCT出願の各国移行のずれ等により、全データを反映していない可能性がある。

4. 特許出願動向 – 全体の出願動向（パテントファミリー） –

➤ 出願人国籍(地域)別 パテントファミリー件数及びシェア

- ・ 全体として2012年頃から急激な増加を示している。
- ・ パテントファミリー件数で見ると、中国籍が米国籍に次いで第2位のシェアを占めている。

出願人国籍・地域別ファミリー件数推移及びファミリー件数比率
出願先：日米欧中韓WO、優先権主張2000-2020年



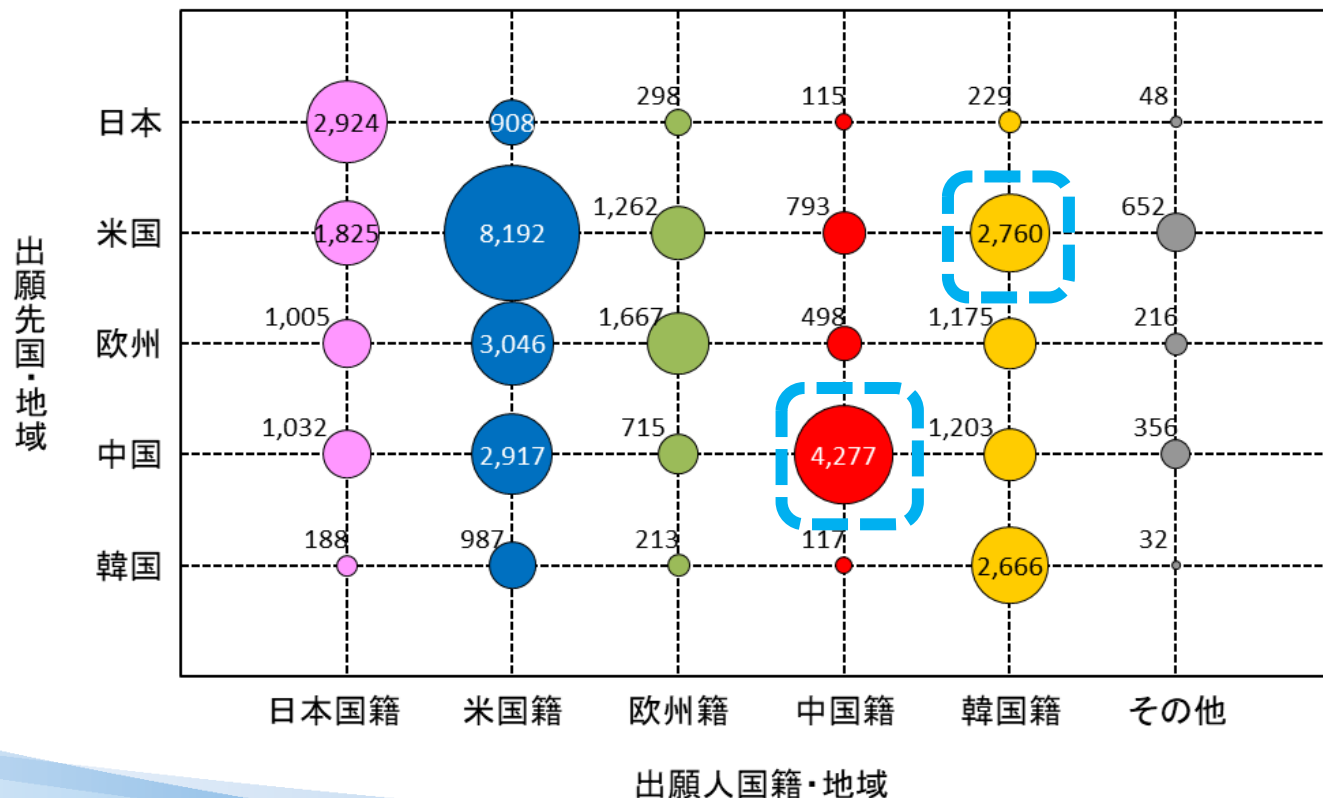
注：2019年以降は、データベース収録の遅れやPCT出願の各国移行のずれ等により、全データを反映していない可能性がある。

4. 特許出願動向 – 出願先別 出願件数 –

➤ 出願先国・地域別 - 出願人国籍・地域別 出願件数

- 日本国籍、米国籍、欧州籍、中国籍の出願人は、自国への出願が一番多い。
- 特に、中国籍の出願人は自国に集中して出願している。
- 韓国籍の出願人は、自国より米国へ多く出願している。

出願人国籍・地域別の出願人国籍・地域別出願件数 出願先：日米欧中韓WO、優先権主張2000-2020年



4. 特許出願動向 – 出願人別IPF件数ランキング –

- クアルコム(米国)、サムスン電子(韓国)が極めて多数の出願をしている。
- 上位30者の内訳は、日本11者、米国7者、中国5者、欧州4者、韓国3者。
- 日本においては、多くの企業が出願し、活躍している。

出願人別IPF件数ランキング 出願先：日米欧中韓WO、優先権主張2000-2020年

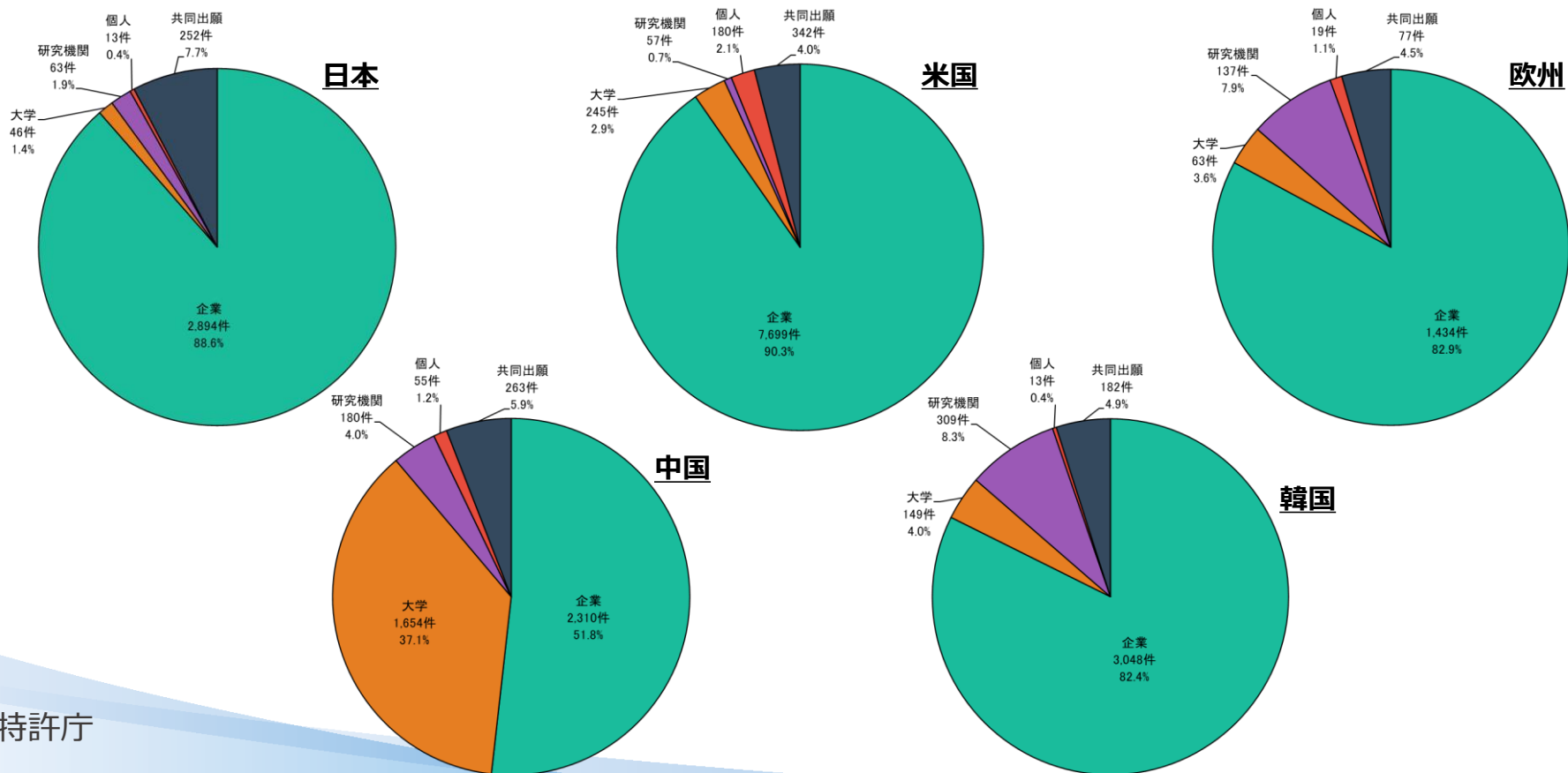
順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数
1	クアルコム(米国)	2969	16	オッポモバイル(中国)	105
2	サムスン電子(韓国)	1790	17	インターデジタル(米国)	101
3	LGエレクトロニクス(韓国)	713	18	三菱電機	92
4	ファーウェイ(中国)	489	18	NTTグループ	92
5	インテル(米国)	482	20	デンソー	87
6	エリクソン(スウェーデン)	428	21	日本電気	82
7	ソニー	323	22	歩歩高電子(中国)	80
8	ノキア(フィンランド)	307	23	アルファベット(米国)	75
9	アップル(米国)	236	24	日本電産	71
10	パナソニック	203	25	レイセオン(米国)	70
11	AT&T(米国)	155	26	富士通	67
12	メディアテック(台湾)	142	26	ブラウンホーファー研究機構(ドイツ)	67
13	村田製作所	140	28	瑞声科技(中国)	66
14	韓国電子通信研究院(韓国)	123	29	AGC	60
15	ZTE(中国)	114	30	キヤノン	59
			30	インフィニオン(ドイツ)	59

4. 特許出願動向 - 出願人属性別 出願件数 -

➤ 出願先国・地域別 - 出願人属性別 出願件数

- ・ 日本、米国、欧州、韓国では、企業による出願が一番多い。
- ・ 中国では、大学による出願が多く、中国籍の出願数の37%を占めている。

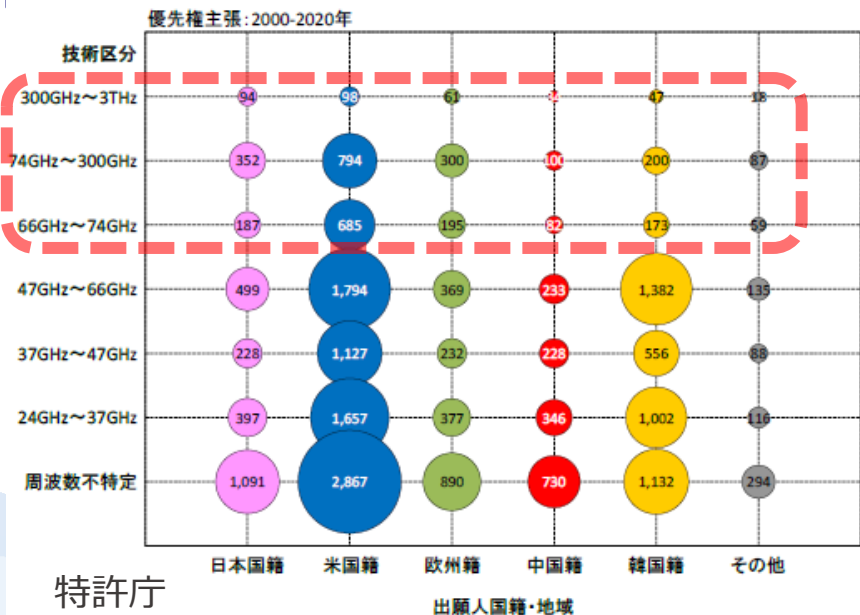
出願人属性別ファミリー件数比率（出願先：日米欧中韓WO、優先権主張2000-2020年）



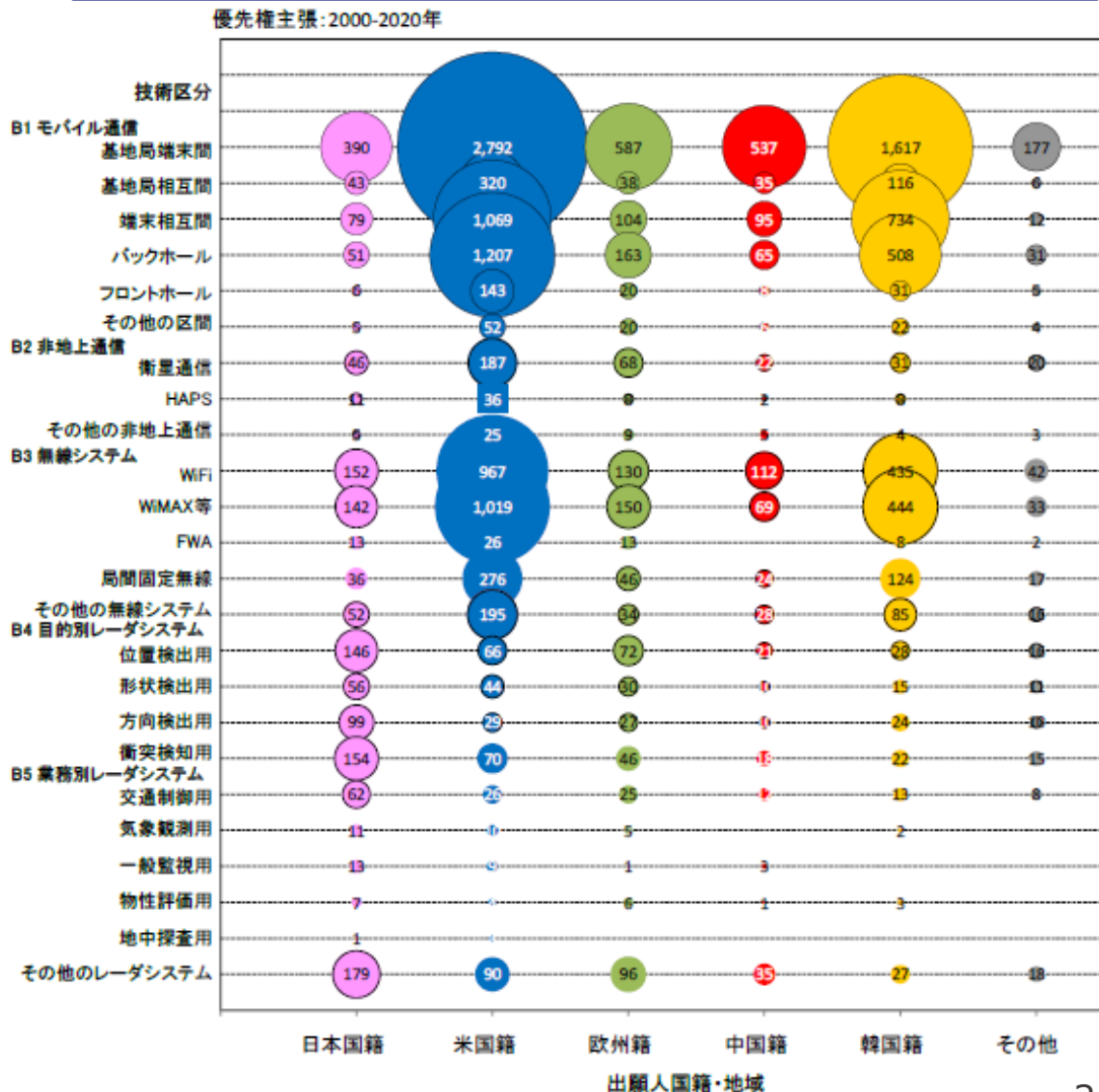
4. 特許出願動向 – 技術区分別の出願動向 (IPF) –

- 搬送波周波数・応用システム
 - ・ 全体のシェアとほぼ同様の傾向
 - 米国籍の出願が最も多く、次いで韓国籍の出願が多い。
 - ・ 66GHzより高い周波数領域を対象とした出願の比率は低い。

搬送波周波数

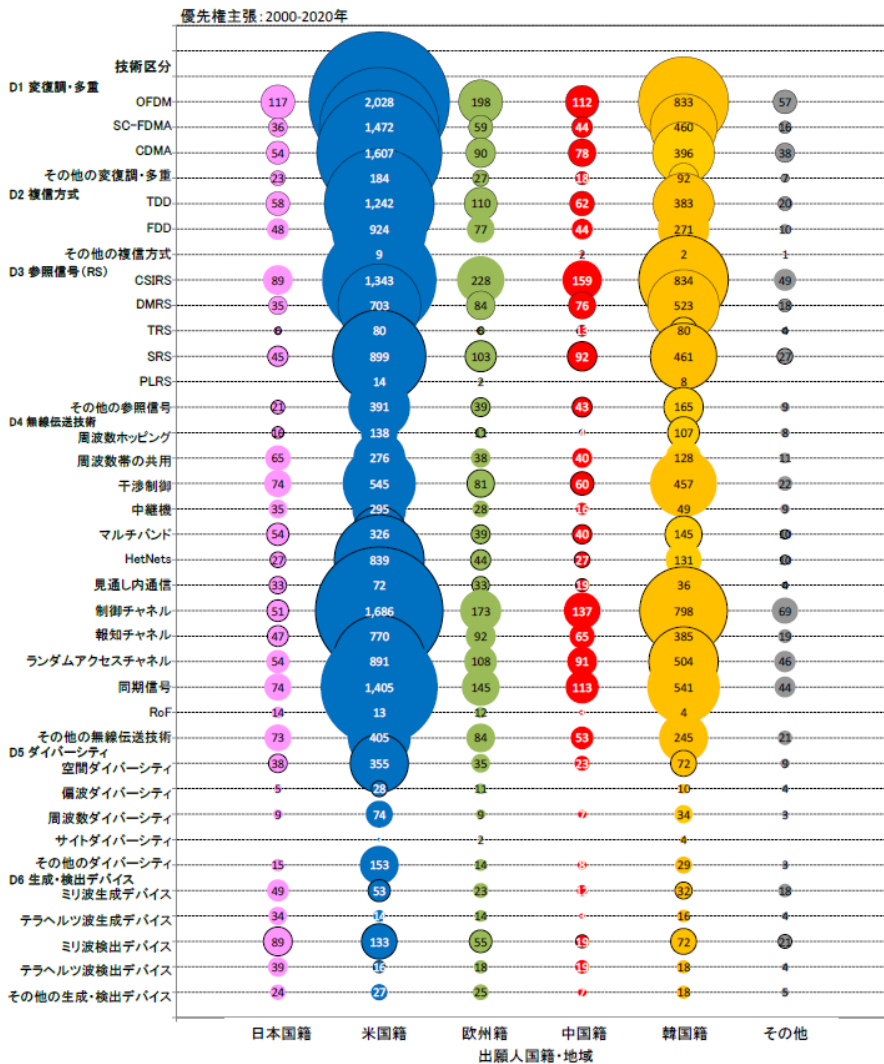


応用システム

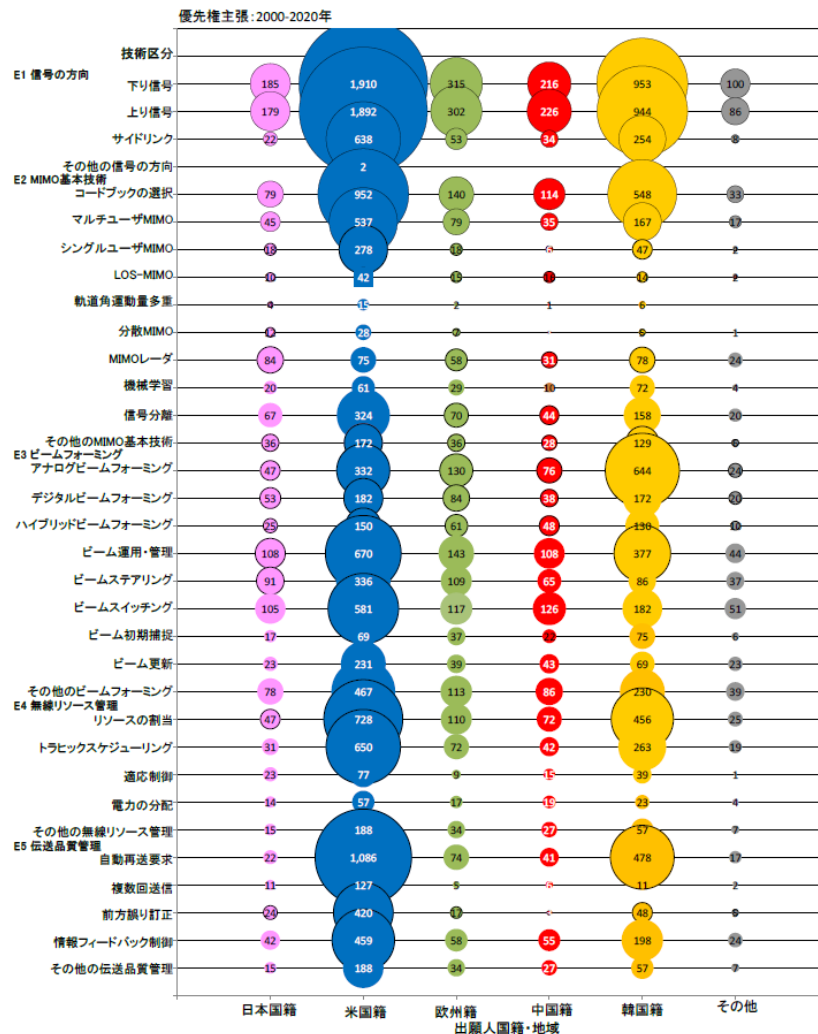


4. 特許出願動向 – 技術区分別の出願動向 (IPF) –

ミリ波技術



MIMO技術

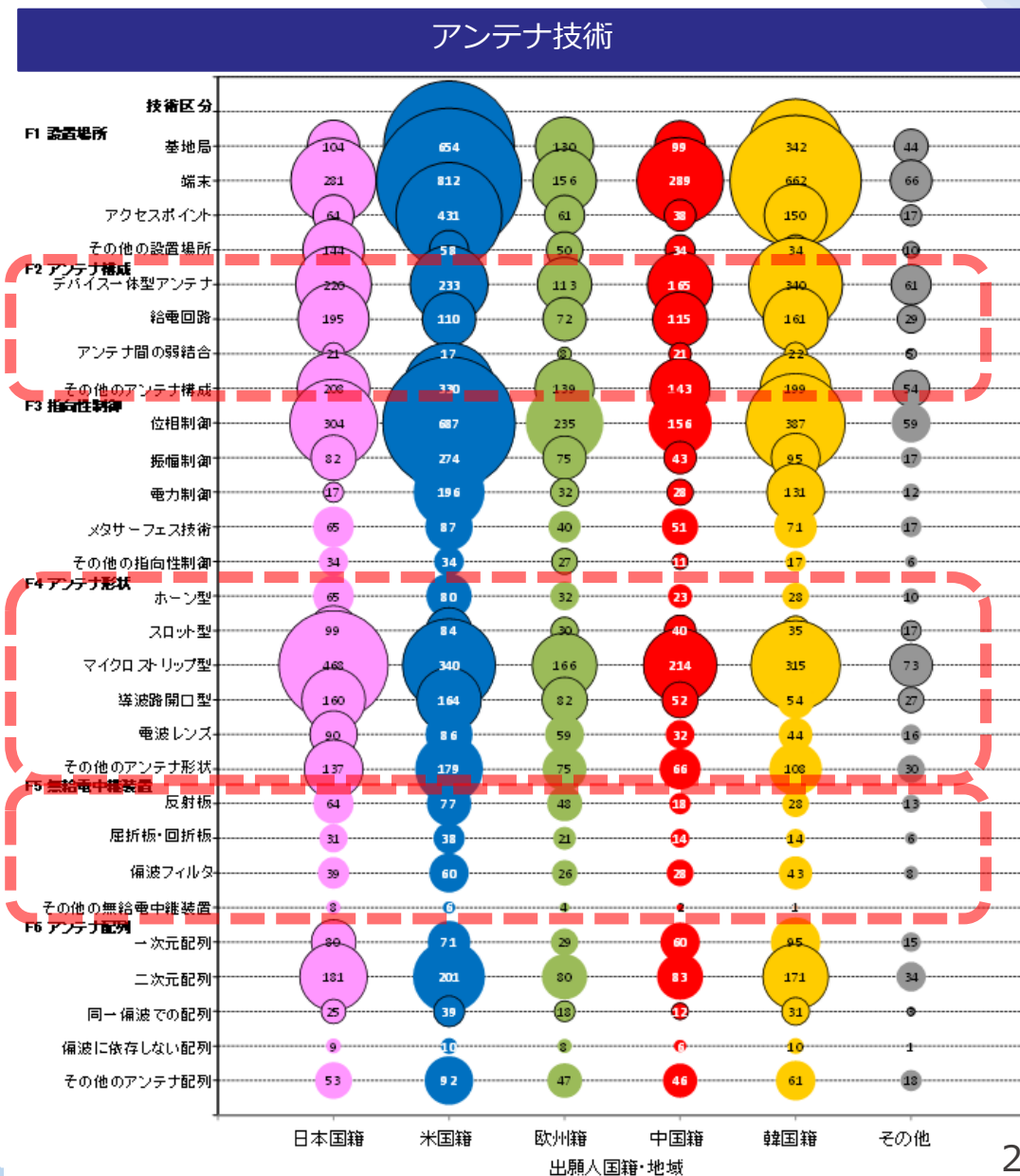


4. 特許出願動向 – 技術区分別の出願動向 (IPF) –

➤ アンテナ技術

- 全体のシェアと異なる傾向
- 以下の技術区分において、日本の出願が1、2位となっている。

- アンテナ構成
- アンテナ形状
- 無給電中継装置



4. 特許出願動向 – アンテナ技術の区分における詳細分析 –

- ▶ アンテナ技術の区分において、日本の出願人が3者以上ランクインしている区分
日本電産、NTTグループ、三菱電機、村田製作所、ソニー、パナソニック、京セラ、
キヤノン、AGC、デンソー、豊田合成の11者がランクイン。
→ 通信業界のみならず、デバイス関連、装置関連、応用産業など、多くの業種の企業が活躍している。

F4b スロット型			F4c マイクロストリップ型			F4d 導波路開口型			F4e 電波レンズ		
順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数
1	AT&T(米国)	32	1	サムスン電子(韓国)	271	1	AT&T(米国)	134	1	AT&T(米国)	47
2	アップル(米国)	23	2	インテル(米国)	109	2	サムスン電子(韓国)	40	2	サムスン電子(韓国)	36
3	日本電産	21	3	村田製作所	94	3	東南大学(中国)	25	3	オッポモバイル(中国)	27
3	東南大学(中国)	21	4	アップル(米国)	84	4	京セラ	23	4	村田製作所	20
5	インテル(米国)	19	5	ファーウェイ(中国)	66	4	ソニー	23	5	パナソニック	19
5	サムスン電子(韓国)	19	6	オッポモバイル(中国)	61	6	中国電子科技集団(中国)	21	6	浙江大学(中国)	16
7	RealMe(中国)	15	7	クアルコム(米国)	60	7	電子科技大学(中国)	20	7	電子科技大学(中国)	15
8	電子科技大学(中国)	14	8	ソニー	58	8	NTTグループ	19	8	東南大学(中国)	14
8	ファーウェイ(中国)	14	8	LGエレクトロニクス(韓国)	58	9	日本電産	18	9	キヤノン	13
10	NTTグループ	13	10	パナソニック	57	9	ファーウェイ(中国)	18	10	ファーウェイ(中国)	12
10	三菱電機	13									

F5a 反射板			F5b 屈折板・回折板			F6a 一次元配列			F6b 二次元配列		
順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数
1	AT&T(米国)	24	1	クアルコム(米国)	12	1	サムスン電子(韓国)	85	1	サムスン電子(韓国)	144
2	サムスン電子(韓国)	21	1	サムスン電子(韓国)	12	2	クアルコム(米国)	25	2	クアルコム(米国)	57
3	クアルコム(米国)	14	3	NTTグループ	6	3	オッポモバイル(中国)	19	3	LGエレクトロニクス(韓国)	47
4	レイセオン(米国)	13	4	ソニー	4	4	村田製作所	18	4	村田製作所	35
4	メタウエーブ(米国)	13	4	パナソニック	4	4	歩歩高電子(中国)	18	5	ファーウェイ(中国)	34
6	パナソニック	12	4	オッポモバイル(中国)	4	4	LGエレクトロニクス(韓国)	18	6	インテル(米国)	30
7	モバンディ(米国)	11	7	AGC	3	7	ファーウェイ(中国)	17	7	パナソニック	26
8	村田製作所	9	7	デンソー	3	8	ソニー	15	8	三菱電機	25
8	電子科技大学(中国)	9	7	豊田合成	3	8	デンソー	15	9	オッポモバイル(中国)	23
10	三菱電機	8	7	キヤノン	3	10	NTTグループ	13	10	電子科技大学(中国)	21
			7	Tran Bao(米国)	3	10	アップル(米国)	13			
			7	レイセオン(米国)	3	10	東南大学(中国)	13			
			7	ロッキードマーティン(米国)	3						
			7	AT&T(米国)	3						
			7	ノキア(フィンランド)	3						
			7	深圳大学(中国)	3						
			7	中国計量大学(中国)	3						
			7	ファーウェイ(中国)	3						

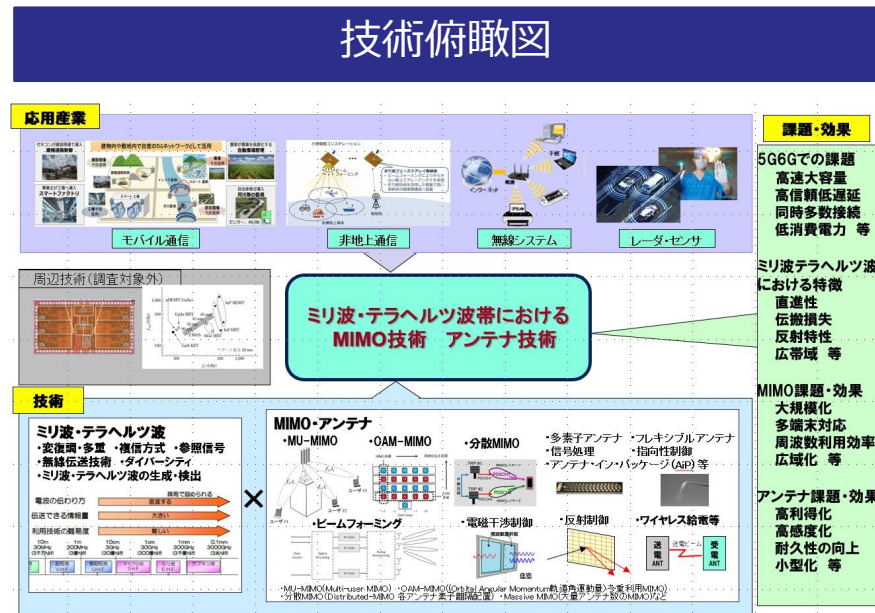
目次

1. 調査概要
2. 市場環境
3. 政策動向
4. 特許出願動向
- 5. 研究開発動向**
6. 調査の総括と提言

5. 研究開発動向 – 調査概要 –

論文	
データベース	Web of Science (WoS)*1 Conference Proceedings
時期的範囲	2000年～2021年 (発行年)
対象文献	3,049件
解析方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 関連キーワードを使用して検索。 ・ 検索対象は「タイトル」、「抄録」、「筆者キーワード」。 ・ 抽出された論文を解析し、技術区分の付与を実施。
検索式	(ミリ波+テラヘルツ波) AND (MIMO+アンテナアレー) AND 無線通信

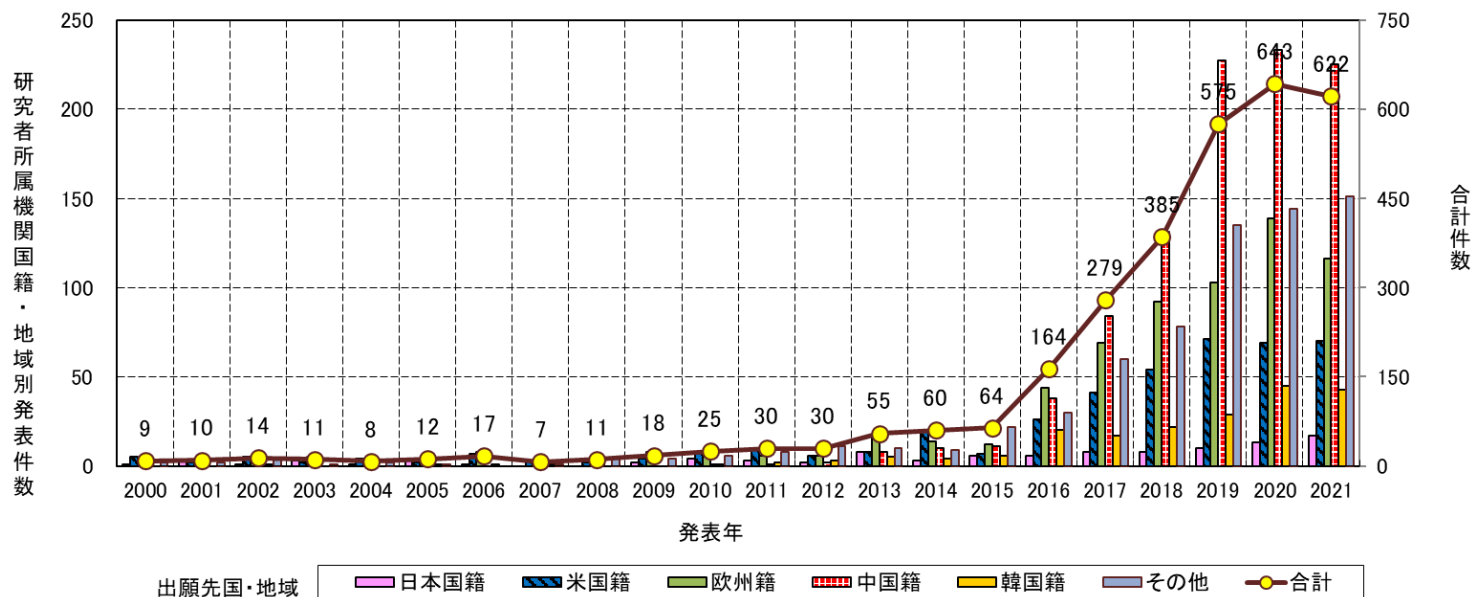
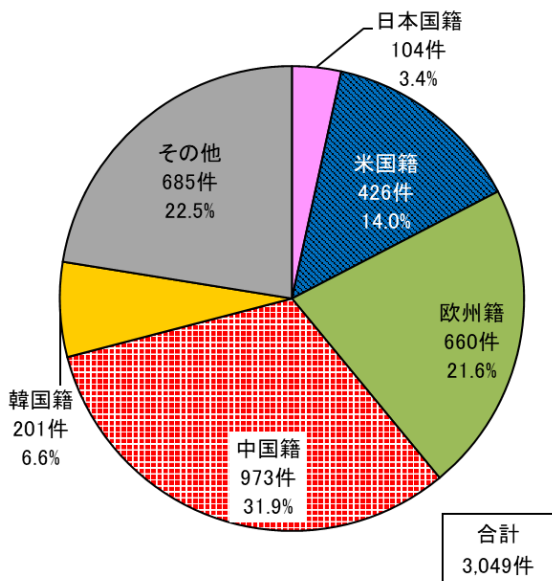
*1 クラリベイト・アナリティクス社提供



5. 研究開発動向 – 全体の論文発表動向 –

- 研究者所属機関国籍・地域別の論文発表件数推移とシェア
 - ・ 論文発表件数は、2016年頃から大きく伸び始めている。
 - ・ 2017年以降は中国籍の発表が1位。

研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び論文発表件数比率（発表年：2000-2021年）



5. 研究開発動向 – 研究者所属機関別 論文発表件数 –

- 中国籍が15者、欧州籍が5者、米国籍が3者となっている。
- 日本国籍は、2者がランクイン。
(東京工業大学、NTTグループ)

論文発表件数上位研究者所属機関ランキング (2000-2021年)		
順位	所属機関名称	件数
1	東南大学(中国)	133
2	北京郵電大学(中国)	81
3	電子科技大学(中国)	73
3	清華大学(中国)	70
5	テキサス大学(米国)	53
6	カリフォルニア大学(米国)	47
7	北京交通大学(中国)	43
8	ジョージア工科大学(米国)	40
9	北京理工大学(中国)	37
9	インド工科大学(インド)	37
11	ロンドン大学(英国)	35
11	西安電子科技大学(中国)	35
13	浙江大学(中国)	28
14	韓国科学技術院(韓国)	25
15	コンコルディア大学(カナダ)	23
16	東京工業大学	22
16	スウェーデン王立工科大学(スウェーデン)	22
16	オウル大学(フィンランド)	22
16	北京航空航天大学(中国)	22
16	大連理工大学(中国)	22
16	ケベック大学(カナダ)	22
22	サウサンプトン大学(英国)	21
22	香港城市大学(中国)	21
24	復旦大学(中国)	20
24	南京郵電大学(中国)	20
26	オールボー大学(デンマーク)	19
26	サムスン電子(韓国)	19
28	深圳大学(中国)	17
29	NTTグループ	16
29	上海交通大学(中国)	16
29	ウォータールー大学(カナダ)	16

研究者所属機関別論文発表件数ランキング
(発表年2000-2021年)

5. 研究開発動向 – 発表年範囲別ランキング –

- ミリ波の論文発表件数が増加した
2016年からの5年間では、中国の発表が大幅に増加している。
- 最新5年間の発表では、日本からは東京工業大学がランクインしている。

研究者所属機関別論文発表件数ランキング推移(発表年範囲別)
(発表年2000-2021年)

論文発表件数上位研究者所属機関ランキング (2000-2010年)			論文発表件数上位研究者所属機関ランキング (2011-2015年)			論文発表件数上位研究者所属機関ランキング (2016-2021年)		
順位	所属機関名称	件数	順位	所属機関名称	件数	順位	所属機関名称	件数
1	カリフォルニア大学(米国)	7	1	テキサス大学(米国)	8	1	東南大学(中国)	127
2	カリフォルニア工科大学(米国)	6	2	北京郵電大学(中国)	7	2	北京郵電大学(中国)	74
2	メルボルン大学(オーストラリア)	6	3	ジョージア工科大学(米国)	6	3	電子科技大学(中国)	70
4	ジョージア工科大学(米国)	5	3	サムスン電子(韓国)	6	4	清華大学(中国)	68
4	ヨーク大学(英国)	5	5	ニューヨーク大学(米国)	5	5	テキサス大学(米国)	44
4	レンヌ第1大学(フランス)	5	5	復旦大学(中国)	5	6	北京交通大学(中国)	43
7	NTTグループ	4	5	モントリオール理工科大学(カナダ)	5	7	カリフォルニア大学(米国)	36
7	情報通信研究機構	4	8	東京工業大学	4	7	北京理工大学(中国)	36
9	東京工業大学	3	8	NTTグループ	4	7	インド工科大学(インド)	36
9	アイビーエム(米国)	3	8	カリフォルニア大学(米国)	4	10	西安電子科技大学(中国)	35
9	フラウンホーファー研究機構(ドイツ)	3	8	ヨハネスケプラー大学(オーストリア)	4	11	ロンドン大学(英国)	31
9	ロンドン大学(英国)	3	8	レンヌ第1大学(フランス)	4	12	ジョージア工科大学(米国)	29
9	アールト大学(フィンランド)	3	8	ルンド大学(スウェーデン)	4	13	浙江大學(中国)	27
9	グリニッジ大学(英国)	3	8	東南大学(中国)	4	14	韓国科学技術院(韓国)	23
9	豪連邦科学産業研究機構(オーストラリア)	3	8	高麗大学校(韓国)	4	15	大連理工大学(中国)	22
16	国際電気通信基礎技術研究所	2	8	ケベック大学(カナダ)	4	15	コンコルディア大学(カナダ)	22
16	テキサスA&M大学(米国)	2	17	東北大学	3	17	オウル大学(フィンランド)	21
16	ロッキードマーティン(米国)	2	17	アイビーエム(米国)	3	18	サウサンプトン大学(英国)	20
16	マサチューセッツ工科大学(米国)	2	17	マドリッドカルロス3世大学(スペイン)	3	18	南京郵電大学(中国)	20
16	アイントホーフェン工科大学(オランダ)	2	17	スウェーデン王立工科大学(スウェーデン)	3	18	北京航空航天大学(中国)	20
16	クイーンズ大学ベルファスト(英国)	2	17	アテネ技術教育研究所(ギリシャ)	3	21	スウェーデン王立工科大学(スウェーデン)	19
16	ヨーロッパ南天天文台(ドイツ)	2	17	電子科技大学(中国)	3	21	オールボー大学(デンマーク)	19
16	チャルマース工科大学(スウェーデン)	2	17	香港城市大学(中国)	3	23	香港城市大学(中国)	18
16	ヨーロッパ南天天文台(ドイツ)	2	17	江原大学校(韓国)	3	23	ケベック大学(カナダ)	18
16	東南大学(中国)	2	17	シュリマタヴァイシュノデビ大学(インド)	3	25	深圳大学(中国)	17
16	弘益大学校(韓国)	2	17	シンガポール国立大学(シンガポール)	3	26	上海交通大学(中国)	16
16	光州科学技術院(韓国)	2				27	東京工業大学	15
16	国立台湾大学(台湾)	2				27	中国人民解放军軍工工程大学(中国)	15
16	ウォータールー大学(カナダ)	2				27	復旦大学(中国)	15
16	トロント大学(カナダ)	2						
16	ロイヤルメルボルン工科大学(オーストラリア)	2						

目次

1. 調査概要
2. 市場環境
3. 政策動向
4. 特許出願動向
5. 研究開発動向
6. 調査の総括と提言

6. 調査の総括と提言

➤ 提言 1. 通信インフラ・O-RANビジネス拡大への技術開発の推進

➤ 提言 2. 新たな領域への日本の強みを活かした研究開発を

➤ 提言 3. 確立されていないテラヘルツ波への研究開発促進を

6. 調査の総括と提言 – 提言 1 –

➤ 提言 1. 通信インフラ・O-RANビジネス拡大への技術開発の推進

- 日本のミリ波アンテナ技術は、技術領域が広範囲にわたっており、技術先導性も高く、出願人数も多い。
- セルラシステムのO-RANの流れを受けて、日本のミリ波アンテナ技術の出願の優位性を活かし、複数の業種が連携して、都市環境のホットスポット、コネクテッド工場、V2X、ローカル5Gなど多様な設置環境に適合できる競争力ある個別RU群を先導的に開発し、DU、CUと組み合わせて、様々な利用形態、設置場所に適したエンド・ツー・エンド通信網のインテグレーションに傾注する必要がある。
- 特に、他国に対して先行しているアナログ技術の開発の優位性を維持していくべきである。
- 一方、ミリ波アンテナ技術に期待されている大容量化・カバレッジ拡張等のシステム要求条件は、シグナリング、アルゴリズム等の無線インタフェースと密接に関係する。
- これらの技術は、DU及びCUに実装される技術であり、日本は特に米国、韓国と比較して現時点で出願数が少なく遅れをとっているため、早急に技術開発を行う必要がある。

6. 調査の総括と提言 – 提言 1 –

➤ 提言 1. 通信インフラ・O-RANビジネス拡大への技術開発の推進

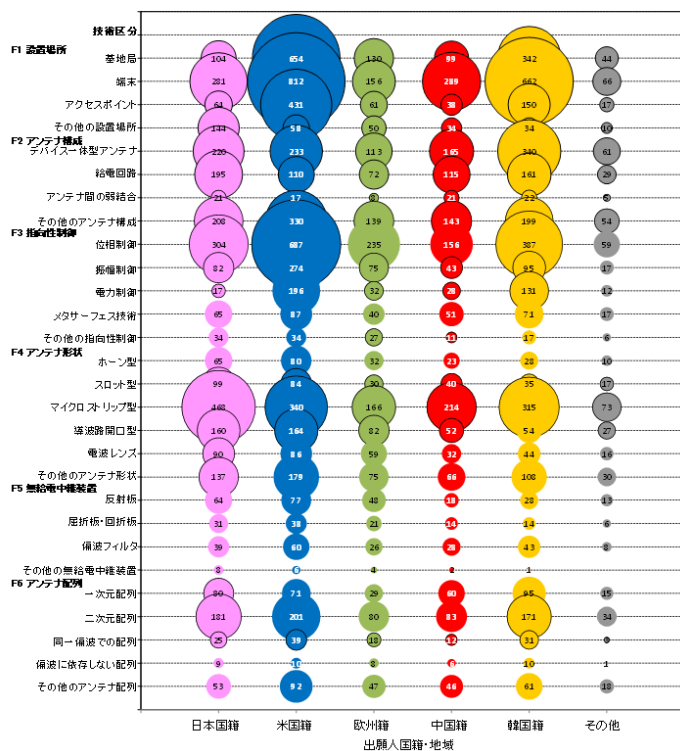
- 日本のミリ波アンテナ技術は、技術領域が広範囲にわたっており、技術先導性も高く、出願人数も多い。
- セルラシステムのO-RANの流れを受けて、日本のミリ波アンテナ技術の出願の優位性を活かし、複数の業種が連携して、都市環境のホットスポット、コネクテッド工場、V2X、ローカル5Gなど多様な設置環境に適合できる競争力ある個別RU群を先導的に開発し、DU、CUと組み合わせて、様々な利用形態、設置場所に適したエンド・ツー・エンド通信網のインテグレーションに傾注する必要がある。
- 特に、他国に対して先行しているアナログ技術の開発の優位性を維持していくべきである。
- 一方、ミリ波アンテナ技術に期待されている大容量化・カバレッジ拡張等のシステム要求条件は、シグナリング、アルゴリズム等の無線インタフェースと密接に関係する。
- これらの技術は、DU及びCUに実装される技術であり、日本は特に米国、韓国と比較して現時点で出願数が少なく遅れをとっているため、早急に技術開発を行う必要がある。

6. 調査の総括と提言 - 提言 1 -

➤ 提言 1. 通信インフラ・O-RANビジネス拡大への技術開発の推進

- 日本のミリ波アンテナ技術は、技術領域が広範囲にわたっており、技術先導性も高く、出願人数も多い。

アンテナ技術の国籍別IPF件数



アンテナ技術の区分において、日本が3位以上ランクインしている分野

F4b スロット型				F4c マイクロストリップ型				F4d 選路開口型				F4e 電波レンズ			
順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数	
1	AT&T(米国)	32	1	サムスン電子(韓国)	271	1	AT&T(米国)	134	1	AT&T(米国)	47	1	AT&T(米国)	38	
2	アップル(米国)	23	2	ソニー(米国)	109	2	サムスン電子(韓国)	40	2	サムスン電子(韓国)	36	2	サムスン電子(韓国)	27	
3	日本電信	21	3	村田製作所	94	3	東海大学(中国)	25	3	オッポモバイル(中国)	20	3	LGエレクトロニクス(韓国)	20	
4	東海大学(中国)	21	4	アップル(米国)	84	4	京セラ	23	4	村田製作所	19	4	村田製作所	16	
5	インテル(米国)	19	5	ファーウェイ(中国)	66	5	ソニー	23	5	パナソニック	15	5	パナソニック	14	
6	サムスン電子(韓国)	19	6	アップル(米国)	61	6	中国電子科技集団(中国)	21	6	浙江大學(中国)	16	6	電子科技大学(中国)	15	
7	RealMe(中国)	15	7	クアルコム(米国)	60	7	電子科技大学(中国)	20	7	電子科技大学(中国)	14	7	東海大学(中国)	13	
8	電子科技大学(中国)	14	8	ソニー	58	8	NTTグループ	19	8	東海大学(中国)	13	8	NTTグループ	13	
9	ファーウェイ(中国)	14	9	LGエレクトロニクス(韓国)	58	9	日本電産	18	9	キヤノン	13	9	キヤノン	12	
10	NTTグループ	13	10	パナソニック	57	10	ファーウェイ(中国)	18	10	ファーウェイ(中国)	12	10	三菱電機	12	

F5a 反射板				F5b 屈折板・回折板				F6a 一次元配列				F6b 二次元配列			
順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数	順位	出願人名称	件数	
1	AT&T(米国)	24	1	クアルコム(米国)	12	1	サムスン電子(韓国)	85	1	サムスン電子(韓国)	144	1	サムスン電子(韓国)	57	
2	サムスン電子(韓国)	21	2	サムスン電子(韓国)	12	2	クアルコム(米国)	25	2	クアルコム(米国)	47	2	クアルコム(米国)	47	
3	クアルコム(米国)	14	3	NTTグループ	6	3	オッポモバイル(中国)	19	3	LGエレクトロニクス(韓国)	30	3	LGエレクトロニクス(韓国)	28	
4	レイセオン(米国)	13	4	ソニー	4	4	村田製作所	18	4	村田製作所	35	4	村田製作所	34	
5	メタウェア(米国)	13	5	パナソニック	4	5	サムスン電子(韓国)	18	5	ファーウェイ(中国)	30	5	インテル(米国)	28	
6	パナソニック	12	6	オッポモバイル(中国)	4	6	LGエレクトロニクス(韓国)	17	6	パナソニック	25	6	パナソニック	23	
7	キヤノン	11	7	AGC	3	7	ファーウェイ(中国)	15	7	三菱電機	21	7	三菱電機	21	
8	村田製作所	9	8	デンソー	3	8	ソニー	15	8	オッポモバイル(中国)	23	8	オッポモバイル(中国)	23	
9	電子科技大学(中国)	9	9	豊田合成	3	9	NTTグループ	13	9	電子科技大学(中国)	13	9	電子科技大学(中国)	13	
10	三菱電機	8	10	NTTグループ	3	10	NTTグループ	13	10	電子科技大学(中国)	13	10	電子科技大学(中国)	13	
				Tran Bao(米国)	3		アップル(米国)	13							
				レイセオン(米国)	3		東海大学(中国)	13							
				ロッキードマーティン(米国)	3										
				AT&T(米国)	3										
				パナソニック(フランス)	3										
				東海大学(中国)	3										
				中国計量大学(中国)	3										
				ファーウェイ(中国)	3										

6. 調査の総括と提言 – 提言 1 –

➤ 提言 1. 通信インフラ・O-RANビジネス拡大への技術開発の推進

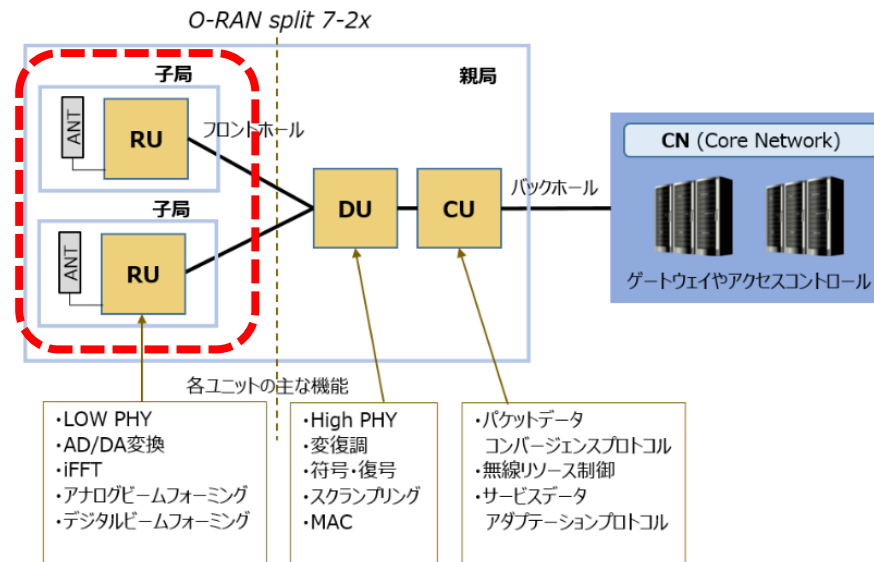
- 日本のミリ波アンテナ技術は、技術領域が広範囲にわたっており、技術先導性も高く、出願人数も多い。
- セルラシステムのO-RANの流れを受けて、日本のミリ波アンテナ技術の出願の優位性を活かし、複数の業種が連携して、都市環境のホットスポット、コネクテッド工場、V2X、ローカル5Gなど多様な設置環境に適合できる競争力ある個別RU群を先導的に開発し、DU、CUと組み合わせて、様々な利用形態、設置場所に適したエンド・ツー・エンド通信網のインテグレーションに傾注する必要がある。
- 特に、他国に対して先行しているアナログ技術の開発の優位性を維持していくべきである。
- 一方、ミリ波アンテナ技術に期待されている大容量化・カバレッジ拡張等のシステム要求条件は、シグナリング、アルゴリズム等の無線インタフェースと密接に関係する。
- これらの技術は、DU及びCUに実装される技術であり、日本は特に米国、韓国と比較して現時点で出願数が少なく遅れをとっているため、早急に技術開発を行う必要がある。

6. 調査の総括と提言 – 提言 1 –

➤ 提言 1. 通信インフラ・O-RANビジネス拡大への技術開発の推進

- セルラシステムのO-RANの流れを受けて、日本のミリ波アンテナ技術の出願の優位性を活かし、複数の業種が連携して、都市環境のホットスポット、コネクテッド工場、V2X、ローカル5Gなど多様な設置環境に適合できる競争力ある個別RU群を先導的に開発し、DU、CUと組み合わせて、様々な利用形態、設置場所に適したエンド・ツー・エンド通信網のインテグレーションに傾注する必要がある。
- 特に、他国に対して先行しているアナログ技術の開発の優位性を維持していくべきである。

RUの装置開発で基地局市場への
ビジネス増大が期待できる



6. 調査の総括と提言 – 提言 1 –

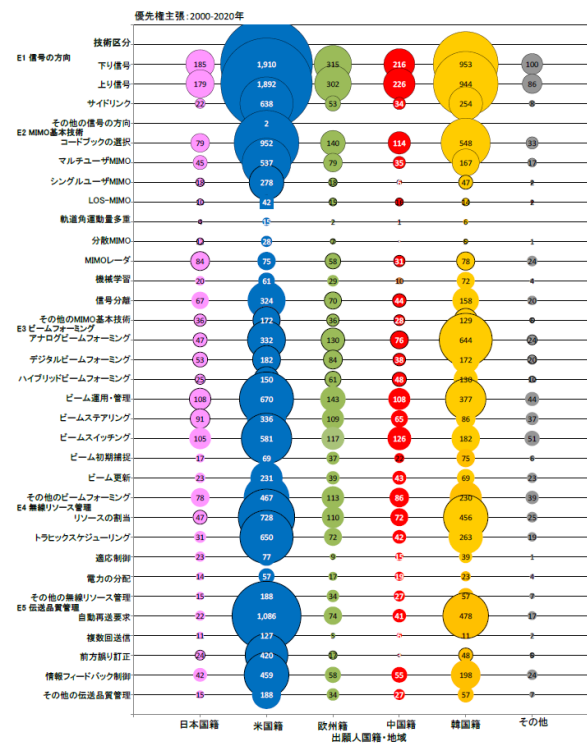
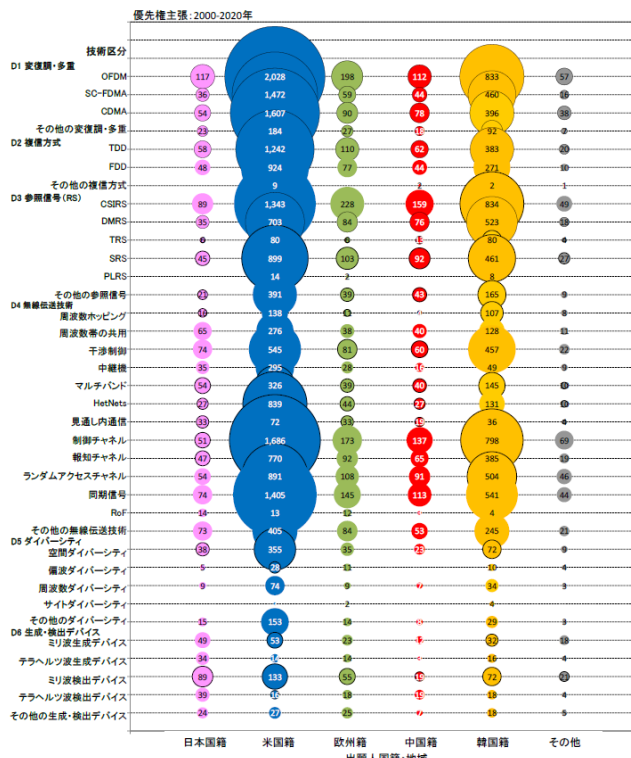
➤ 提言 1. 通信インフラ・O-RANビジネス拡大への技術開発の推進

- 日本のミリ波アンテナ技術は、技術領域が広範囲にわたっており、技術先導性も高く、出願人数も多い。
- セルラシステムのO-RANの流れを受けて、日本のミリ波アンテナ技術の出願の優位性を活かし、複数の業種が連携して、都市環境のホットスポット、コネクテッド工場、V2X、ローカル5Gなど多様な設置環境に適合できる競争力ある個別RU群を先導的に開発し、DU、CUと組み合わせて、様々な利用形態、設置場所に適したエンド・ツー・エンド通信網のインテグレーションに傾注する必要がある。
- 特に、他国に対して先行しているアナログ技術の開発の優位性を維持していくべきである。
- 一方、ミリ波アンテナ技術に期待されている大容量化・カバレッジ拡張等のシステム要求条件は、シグナリング、アルゴリズム等の無線インタフェースと密接に関係する。
- これらの技術は、DU及びCUに実装される技術であり、日本は特に米国、韓国と比較して現時点で出願数が少なく遅れをとっているため、早急に技術開発を行う必要がある。

6. 調査の総括と提言 - 提言 1 -

➤ 提言 1. 通信インフラ・O-RANビジネス拡大への技術開発の推進

- 一方、ミリ波アンテナ技術に期待されている大容量化・カバレッジ拡張等のシステム要求条件は、シグナリング、アルゴリズム等の無線インタフェースと密接に関係する。
- これらの技術は、DU及びCUに実装される技術であり、日本は特に米国、韓国と比較して現時点で出願数が少なく遅れをとっているため、早急に技術開発を行う必要がある。



6. 調査の総括と提言 – 提言2 –

➤ 提言2. 新たな領域への日本の強みを活かした研究開発を

- 5G及びBeyond 5G方式はセルラ通信網に加え、多様な産業分野への適用性が期待されている。しかし、ミリ波帯は広帯域周波数が確保できるというメリットがある反面、伝搬減衰が大きく、直進性も強いという特性を持つために、電波が弱くなる場所が従来以上に発生する。
- 近年、カバレッジエリアを増大する無給電中継装置技術が注目されている。
- 日本は、無給電中継装置技術の研究開発を先導的に行っており、特許出願動向でも日本が注力していることが示されている。
- 特許出願件数は米国が1位であるものの、国際展開を意識した国際特許ファミリー件数の比率は米国を上回っている。
- ミリ波帯におけるカバレッジ確保の課題は、通信事業者のみならず、ローカル5Gを導入する様々な産業分野の事業者にとっても課題である。国内メーカーの海外の通信事業者への基地局装置の輸出(導入)実績は非常に少なく、壁は高い。一方で、日本メーカーが先導する無給電中継装置は、基地局装置に比較してグローバル展開の可能性が高いと考えられる。
- 以上の背景の元、国内企業は多様な設置環境に柔軟に対応できる給電中継装置に加えて低コストの無給電中継装置の開発を進め、品質基準や設置仕様などの標準化も進めていくことを提言する。

6. 調査の総括と提言 – 提言2 –

➤ 提言2. 新たな領域への日本の強みを活かした研究開発を

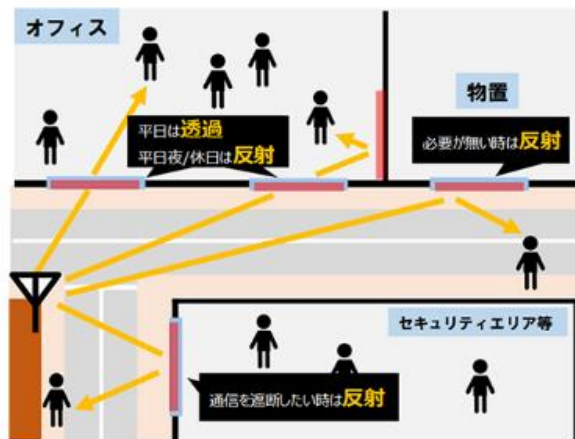
- 5G及びBeyond 5G方式はセルラ通信網に加え、多様な産業分野への適用性が期待されている。しかし、ミリ波帯は広帯域周波数が確保できるというメリットがある反面、伝搬減衰が大きく、直進性も強いという特性を持つために、電波が弱くなる場所が従来以上に発生する。
- 近年、カバレッジエリアを増大する無給電中継装置技術が注目されている。
- 日本は、無給電中継装置技術の研究開発を先導的に行っており、特許出願動向でも日本が注力していることが示されている。
- 特許出願件数は米国が1位であるものの、国際展開を意識した国際特許ファミリー件数の比率は米国を上回っている。
- ミリ波帯におけるカバレッジ確保の課題は、通信事業者のみならず、ローカル5Gを導入する様々な産業分野の事業者にとっても課題である。国内メーカーの海外の通信事業者への基地局装置の輸出(導入)実績は非常に少なく、壁は高い。一方で、日本メーカーが先導する無給電中継装置は、基地局装置に比較してグローバル展開の可能性が高いと考えられる。
- 以上の背景の元、国内企業は多様な設置環境に柔軟に対応できる給電中継装置に加えて低コストの無給電中継装置の開発を進め、品質基準や設置仕様などの標準化も進めていくことを提言する。

6. 調査の総括と提言 – 提言2 –

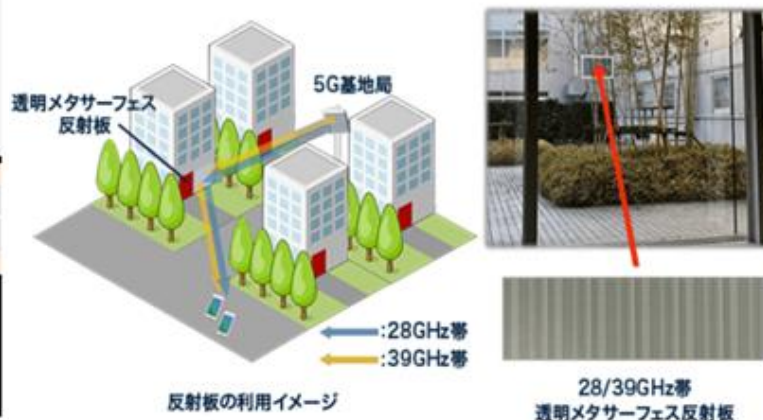
➤ 提言2. 新たな領域への日本の強みを活かした研究開発を

- 5G及びBeyond 5G方式はセルラ通信網に加え、多様な産業分野への適用性が期待されている。しかし、ミリ波帯は広帯域周波数が確保できるというメリットがある反面、伝搬減衰が大きく、直進性も強いという特性を持つために、電波が弱くなる場所が従来以上に発生する。
- 近年、カバレッジエリアを増大する無給電中継装置技術が注目されている。

建物内への電波エリアの拡張*1



建物密集地での電波エリアの拡張*2



建物内の電波エリアの拡張*3



(出典)

*1: 2020年1月株式会社NTTドコモ「世界初、28GHz帯5G電波の透過・反射を動的制御する透明メタサーフェス技術の実証実験に成功」

*2: 2021年1月日本電業工作株式会社「デュアルバンド(28/39GHz)に対応した透明メタサーフェス反射板を開発」

*3: 大日本印刷株式会社ホームページ「5Gミリ波反射板リフレクトアレイ」

6. 調査の総括と提言 – 提言2 –

➤ 提言2. 新たな領域への日本の強みを活かした研究開発を

- 5G及びBeyond 5G方式はセルラ通信網に加え、多様な産業分野への適用性が期待されている。しかし、ミリ波帯は広帯域周波数が確保できるというメリットがある反面、伝搬減衰が大きく、直進性も強いという特性を持つために、電波が弱くなる場所が従来以上に発生する。
- 近年、カバレッジエリアを増大する無給電中継装置技術が注目されている。
- 日本は、無給電中継装置技術の研究開発を先導的に行っており、特許出願動向でも日本が注力していることが示されている。
- 特許出願件数は米国が1位であるものの、国際展開を意識した国際特許ファミリー件数の比率は米国を上回っている。
- ミリ波帯におけるカバレッジ確保の課題は、通信事業者のみならず、ローカル5Gを導入する様々な産業分野の事業者にとっても課題である。国内メーカーの海外の通信事業者への基地局装置の輸出(導入)実績は非常に少なく、壁は高い。一方で、日本メーカーが先導する無給電中継装置は、基地局装置に比較してグローバル展開の可能性が高いと考えられる。
- 以上の背景の元、国内企業は多様な設置環境に柔軟に対応できる給電中継装置に加えて低コストの無給電中継装置の開発を進め、品質基準や設置仕様などの標準化も進めていくことを提言する。

6. 調査の総括と提言 – 提言2 –

➤ 提言2. 新たな領域への日本の強みを活かした研究開発を

- 日本は、無給電中継装置技術の研究開発を先導的に行っており、特許出願動向でも日本が注力していることが示されている。

日本におけるミリ波アンテナの研究
(ミリ波の直進性に対処する研究等)*1

反射板、屈折板、電波レンズ、
ガラスアンテナ(透明アンテナ)等
障害物回避や屋内(室内)設置や
景観対策に応える研究開発が
行われている。

分類	技術例	通用	開発企業等	技術概要
電波レンズ	メタサーフェスレンズ	基地局	NTTドコモ、AGC	窓ガラスに貼り付け、窓ガラスを介してミリ波(28GHz帯)を効率的に室内の特定の場所に誘導する電波レンズ。
ガラスアンテナ 透明アンテナ	ガラスアンテナ	基地局	AGC	建物の窓(室内側)に貼り付け、街の景観や建物の外観を損ねることなく、屋内をサービシエリア化する5G Sub6に対応したアンテナ。
	透明アンテナ	基地局	AGC	超低損失ガラス基板と液晶方式フェーズドレイアンテナを組み合わせたミリ波(28GHz帯)対応固定無線アクセス機器(FWA-CPE)用透明アンテナ。屋内の窓ガラスに設置し屋内通信エリア構築。
	透明アンテナフィルム	端末	大日本印刷	透明なフィルム上に、目に見えないほどの金属配線を超微細なメッシュ(網目)状に形成。アンテナ設置場所に余裕のないモバイル機器や窓ガラスにおいて、視認性を確保。
屈折板	透過型メタサーフェス屈折板	基地局	京セラ	進行方向に対して小さい角度で電波を曲げられる。5G、6G対応。障害物を回避して電波を届けられる。
反射板	RIS* 反射板 *RIS: Reconfigurable Intelligent Surface	基地局	AGC	低損失基板に、位相制御可能な設計を適用した微細な周期構造の人工表面を付与。電氣的にミリ波(28GHz帯)の反射角度を制御可能。屋内の電波環境の改善が可能。
	液晶メタサーフェス反射板	基地局	KDDI総合研究所 ジャパンディスプレイ	電波の反射方向を任意の方向へ変更されるミリ波(28GHz帯)液晶メタサーフェス反射板。5Gなど超高速大容量なサービシエリアを、周辺の電波環境の変化にあわせた拡張が可能。
	メタマテリアル反射板	基地局	電気興業株式会社	5Gの電波(Sub6帯: 4.5GHz帯、ミリ波帯: 28GHz帯)を迂回させられる反射板。サービシエリアの拡張が可能。
	透明フレキシブル電波反射フィルム	基地局	福水化学工業株式会社	高次電波反射構造を有するメタマテリアル層と高透明粘着剤とフィルム表面を保護する特殊コーティング層、特殊粘着剤から構成。電源不要。透明、フレキシブル。2GHz~60GHzに対応。外観を損ねず、あらゆる形状の部位や場所に施工可能。基地局からの電波を反射制御し電波環境を改善する。
ビームフォーミングアンテナ	通信用制御レス・ビームフォーミングアンテナ	基地局	NTT、東京工業大学	電波の到来方向に対して制御レスでアンテナ指向性を形成し、電波を入射方向に反射できる再帰反射アレーの一種、パン・アッタ・アレーを用いた双向通信を実験的に確認。ビーム選択機能やアンテナ指向性制御機能を不要にできる可能性があり、ミリ波・テラヘルツ波無線装置の消費電力削減・低コスト化の可能性。
変形アンテナ	変形アンテナ	端末	AGC、NTTドコモ、エリクソン	自動車のフロントガラスに装着できるアンテナ。ミリ波(28GHz帯)対応。
アンテナ一体型モジュール	Snapdragon X65 5G Modem-RFシステム	端末	Qualcomm	5Gモデム最速10Gbps、QTM 547ミリ波アンテナモジュールを搭載。広角スキャンでカバーレッジを改善。
	LTCC AIPデバイス	基地局	TDK	LTCC(1000度以下で焼成したセラミック)技術を駆使し、超多素子アンテナのキーデバイスとなるアンテナアレイとバンドパスフィルタを一体化させたデバイス。多素子アンテナの量産化による低コスト化が可能。
	フェーズド・アレイ・アンテナ・モジュール	基地局	ソニー	ミリ波(28GHz帯)対応。5Gミリ波基地局に求められる最適な構造・性能・消費電力・コストを実現。
	超多素子アンテナシステム	基地局	三菱電機	ミリ波(28GHz帯)対応。アナログ回路を用いたビーム切り替えて端末に追従するビーム形成技術と、基地局側のビーム間の干渉低減技術により、屋外移動環境での16ビーム空間多重伝送を実現。アンテナにRF回路を集積し大幅な薄型化。帯域幅600MHzで通信速度25Gbpsを達成。薄型でビル壁面等への装着容易。
	2方向照射アンテナ	端末	村田製作所	2つのアンテナアレーをL字型の立体形状にして一体化したアンテナモジュール。アンテナアレーごとに搭載していたRFICが1個で済み、低コスト、省スペース。
ミリ波帯(60GHz)RFアンテナモジュール	基地局	村田製作所	LTCC(1000度以下で焼成したセラミック)基板により、アンテナのビームフォーミングを最適化。低損失なLTCCにより、ICとアンテナ間の伝送線路を低損失化。RFICとアンテナのモジュール化。屋外で数100m離れた基地局間をワイヤレスで結び、数Gbpsの通信が可能。	

6. 調査の総括と提言 – 提言2 –

➤ 提言2. 新たな領域への日本の強みを活かした研究開発を

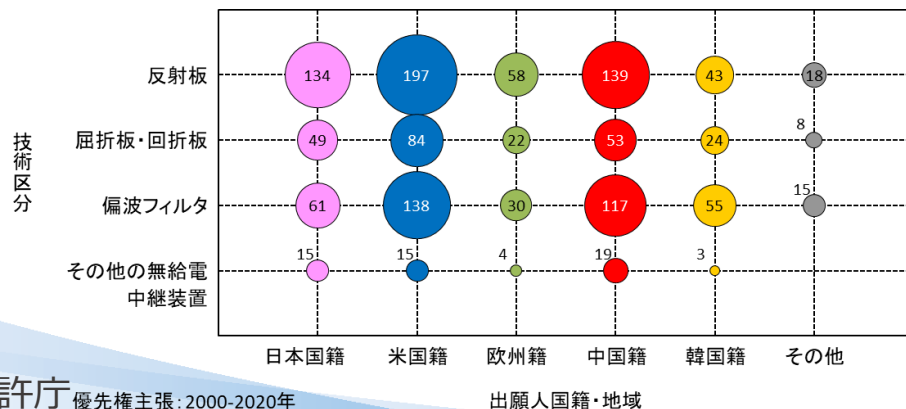
- ・ 5G及びBeyond 5G方式はセルラ通信網に加え、多様な産業分野への適用性が期待されている。しかし、ミリ波帯は広帯域周波数が確保できるというメリットがある反面、伝搬減衰が大きく、直進性も強いという特性を持つために、電波が弱くなる場所が従来以上に発生する。
- ・ 近年、カバレッジエリアを増大する無給電中継装置技術が注目されている。
- ・ 日本は、無給電中継装置技術の研究開発を先導的に行っており、特許出願動向でも日本が注力していることが示されている。
- ・ 特許出願件数は米国が1位であるものの、国際展開を意識した国際特許ファミリー件数の比率は米国を上回っている。
- ・ ミリ波帯におけるカバレッジ確保の課題は、通信事業者のみならず、ローカル5Gを導入する様々な産業分野の事業者にとっても課題である。国内メーカーの海外の通信事業者への基地局装置の輸出(導入)実績は非常に少なく、壁は高い。一方で、日本メーカーが先導する無給電中継装置は、基地局装置に比較してグローバル展開の可能性が高いと考えられる。
- ・ 以上の背景の元、国内企業は多様な設置環境に柔軟に対応できる給電中継装置に加えて低コストの無給電中継装置の開発を進め、品質基準や設置仕様などの標準化も進めていくことを提言する。

6. 調査の総括と提言 – 提言2 –

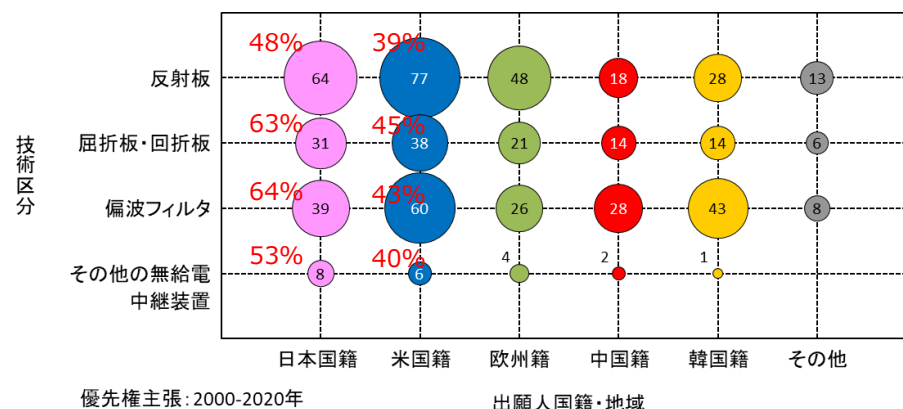
➤ 提言2. 新たな領域への日本の強みを活かした研究開発を

- ・ 特許出願件数は米国が1位であるものの、国際展開を意識した国際特許ファミリー件数の比率は米国を上回っている。
- ・ ミリ波帯におけるカバレッジ確保の課題は、通信事業者のみならず、ローカル5Gを導入する様々な産業分野の事業者にとっても課題である。国内メーカーの海外の通信事業者への基地局装置の輸出(導入)実績は非常に少なく、壁は高い。一方で、日本メーカーが先導する無給電中継装置は、基地局装置に比較してグローバル展開の可能性が高いと考えられる。
- ・ 以上の背景の元、国内企業は多様な設置環境に柔軟に対応できる給電中継装置に加えて低コストの無給電中継装置の開発を進め、品質基準や設置仕様などの標準化も進めていくことを提言する。

ファミリー件数



国際特許ファミリー (IPF) 件数



6. 調査の総括と提言 – 提言3 –

➤ 提言3. 確立されていないテラヘルツ波帯への研究開発促進を

- テラヘルツ波帯は、従来の枠にとらわれない多様な通信用途が検討されている。
- 特許出願は緒に就いたばかりで、テラヘルツ波帯のデバイス・アンテナ形状等、ベースとなる物理的な技術は、日本が先行している。一方、変調・多重、複信方式、コードブック選択などテラヘルツ波帯の具体的な適用方式に関する日本の特許出願はまだ少ないものの、世界全体で見ても依然として出願件数が少なく、今後巻き返しが可能な状況である。
- 新用途などの市場構築には、テラヘルツ波帯ならではの応用システムの実現など、引き続き方式・システム化の研究技術開発も必要となる。
- テラヘルツ波帯を取り巻くこのような背景から、基礎研究から方式研究、標準化、市場開拓のための研究まで、切れ目のない技術開発が必要不可欠である。

6. 調査の総括と提言 – 提言3 –

➤ 提言3. 確立されていないテラヘルツ波帯への研究開発促進を

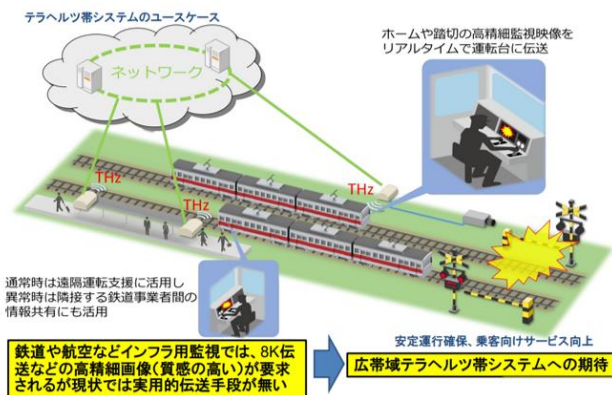
- テラヘルツ波帯は、従来の枠にとらわれない多様な通信用途が検討されている。
- 特許出願は緒に就いたばかりで、テラヘルツ波帯のデバイス・アンテナ形状等、ベースとなる物理的な技術は、日本が先行している。一方、変調・多重、複信方式、コードブック選択などテラヘルツ波帯の具体的な適用方式に関する日本の特許出願はまだ少ないものの、世界全体で見ても依然として出願件数が少なく、今後巻き返しが可能な状況である。
- 新用途などの市場構築には、テラヘルツ波帯ならではの応用システムの実現など、引き続き方式・システム化の研究技術開発も必要となる。
- テラヘルツ波帯を取り巻くこのような背景から、基礎研究から方式研究、標準化、市場開拓のための研究まで、切れ目のない技術開発が必要不可欠である。

6. 調査の総括と提言 - 提言3 -

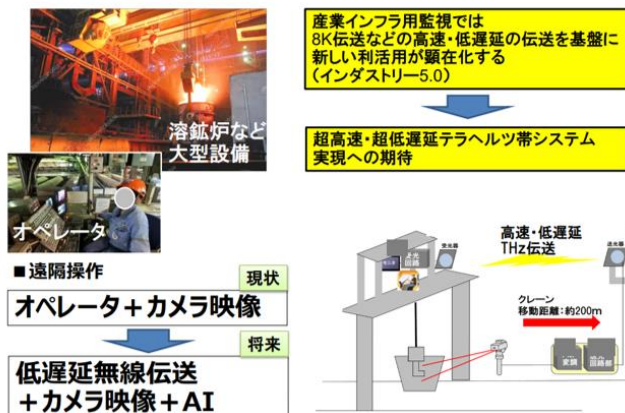
➤ 提言3. 確立されていないテラヘルツ波帯への研究開発促進を

- ・ テラヘルツ波帯は、従来の枠にとらわれない多様な通信用途が検討されている。

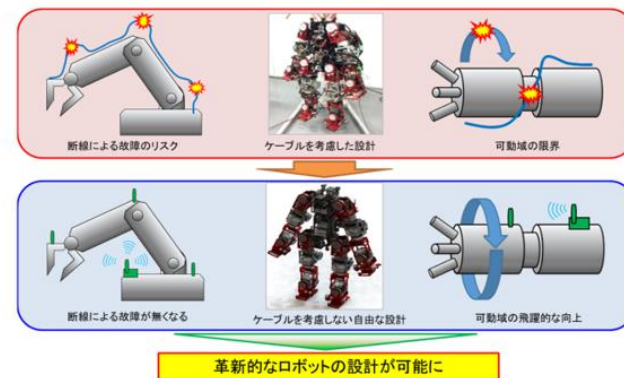
鉄道への応用例*1



産業インフラへの応用例*1



ロボット等の制御への応用例*2



(出典)

*1: 2021年3月総務省「テラヘルツ技術への期待とビジネスチャンス」

*2: 2022年3月総務省「電波資源拡大のための研究開発 研究開発課題便覧」

6. 調査の総括と提言 – 提言3 –

➤ 提言3. 確立されていないテラヘルツ波帯への研究開発促進を

- テラヘルツ波帯は、従来の枠にとらわれない多様な通信用途が検討されている。
- 特許出願は緒に就いたばかりで、テラヘルツ波帯のデバイス・アンテナ形状等、ベースとなる物理的な技術は、日本が先行している。一方、変調・多重、複信方式、コードブック選択などテラヘルツ波帯の具体的な適用方式に関する日本の特許出願はまだ少ないものの、世界全体で見ても依然として出願件数が少なく、今後巻き返しが可能な状況である。
- 新用途などの市場構築には、テラヘルツ波帯ならではの応用システムの実現など、引き続き方式・システム化の研究技術開発も必要となる。
- テラヘルツ波帯を取り巻くこのような背景から、基礎研究から方式研究、標準化、市場開拓のための研究まで、切れ目のない技術開発が必要不可欠である。

6. 調査の総括と提言 – 提言3 –

➤ 提言3. 確立されていないテラヘルツ波帯への研究開発促進を

- ・ 特許出願は緒に就いたばかりで、テラヘルツ波帯のデバイス・アンテナ形状等、ベースとなる物理的な技術は、日本が先行している。一方、変調・多重、複信方式、コードブック選択などテラヘルツ波帯の具体的な適用方式に関する日本の特許出願はまだ少ないものの、世界全体で見ても依然として出願件数が少なく、今後巻き返しが可能な状況である。

日本の比率が高い（20%以上）技術区分

テラヘルツ波技術

技術区分	中分類	技術小分類	総数	日本	日本の比率
D6b	生成検出 デバイス	D6b テラヘルツ波生成デバイス	113	26	23.0%
D6d		D6d テラヘルツ波検出デバイス	123	25	20.3%

テラヘルツ波MIMO技術

技術区分	中分類	技術小分類	総数	日本	日本の比率
E2g	MIMO基本技術	E2g MIMOレーダ	149	30	20.1%

テラヘルツ波アンテナ技術

技術区分	中分類	技術小分類	総数	日本	日本の比率
F1b	設置場所	F1b 端末	152	31	20.4%
F2b	アンテナ構成	F2b 給電回路	113	30	26.5%
F3d	指向性制御	F3d メタサーフェス技術	224	47	21.0%
F4c	アンテナ形状	F4c マイクロストリップ型	301	74	24.6%
F4d		F4d 導波路開口型	299	72	24.1%
F4e		F4e 電波レンズ	137	28	20.4%
F5b	無給電中継装置	F5b 屈折板・回折板	80	16	20.0%

日本の比率が低い（10%以下）技術区分

テラヘルツ波技術

技術区分	中分類	技術小分類	総数	日本	日本の比率
D1a	変調・多重	D1a OFDM	63	2	3.2%
D1c		D1c CDMA	55	2	3.6%
D2a	複信方式	D2a TDD	55	3	5.5%
D4e	無線伝送技術	D4e マルチバンド	113	8	7.1%

テラヘルツ波MIMO技術

技術区分	中分類	技術小分類	総数	日本	日本の比率
E2a	MIMO基本技術	E2a コードブックの選択	53	3	5.7%
E3e	ビームフォーミング	E3e ビームステアリング	75	7	9.3%

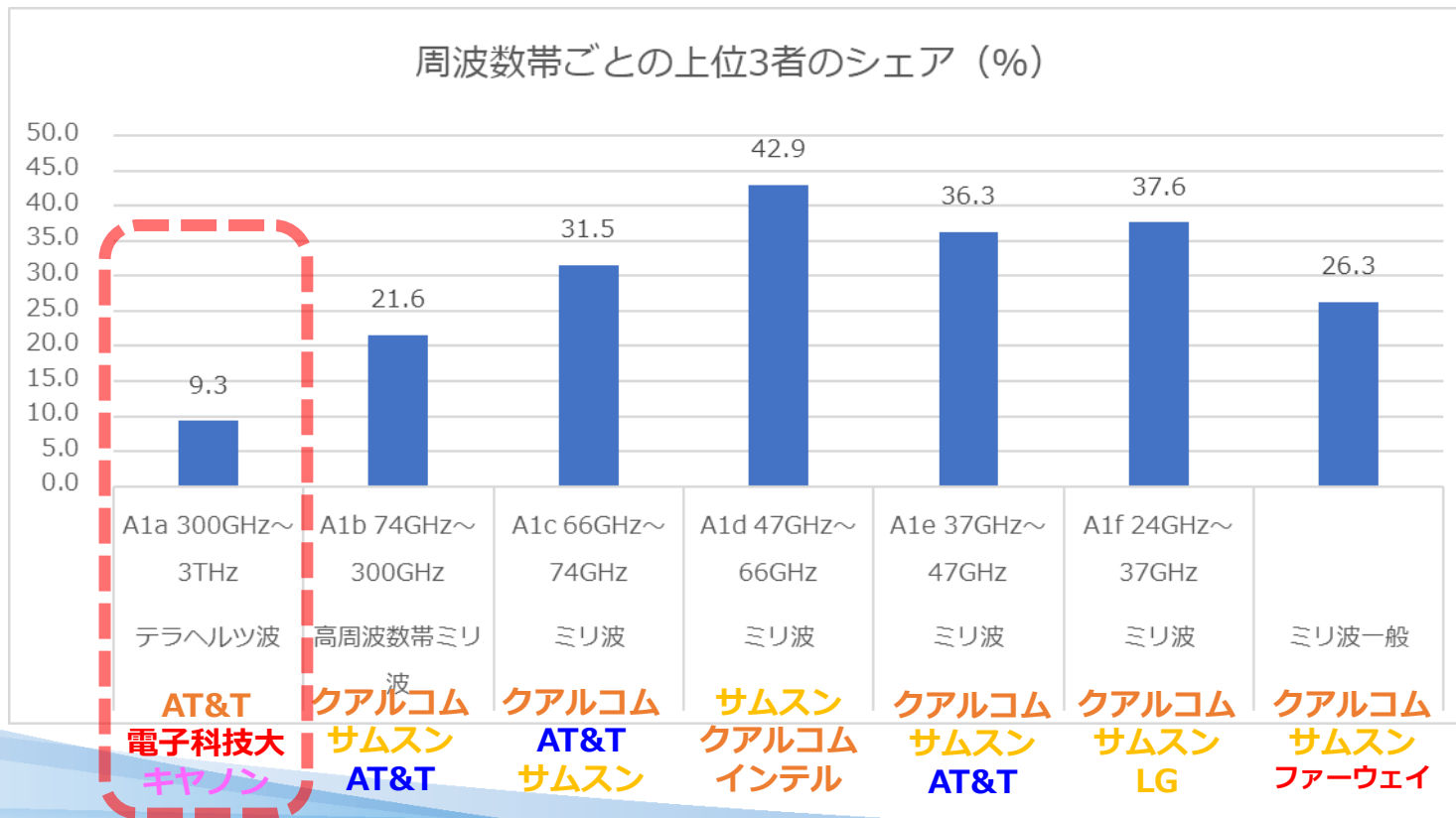
テラヘルツ波アンテナ技術

技術区分	中分類	技術小分類	総数	日本	日本の比率
F1a	設置場所	F1a 基地局	92	7	7.6%
F1c		F1c アクセスポイント	64	5	7.8%

6. 調査の総括と提言 - 提言3 -

➤ 提言3. 確立されていないテラヘルツ波帯への研究開発促進を

- ・ 新用途などの市場構築には、テラヘルツ波帯ならではの応用システムの実現など、引き続き方式・システム化の研究技術開発も必要となる。
- ・ テラヘルツ波帯を取り巻くこのような背景から、基礎研究から方式研究、標準化、市場開拓のための研究まで、切れ目のない技術開発が必要不可欠である。



ご清聴ありがとうございました。

技術動向調査の詳細は、特許庁HPよりご覧頂けます。

特許庁 技術動向調査

