

【超安全な社会を目指した
次世代高速通信デバイス向け革新技術の開発】

2025年10月8日

産業競争力懇談会 **COCN**

【エクゼクティブサマリ（中間）】

＜本プロジェクトの基本的な考え方＞

情報化社会の拡大により、交通事故や災害等を瞬時に予測して共有するシステムが今後の超安全な社会では重要になる。そのためには、大量のデータ等を集めて解析し、必要な場所へ高速に伝える無線技術等の性能向上が不可欠となり、交通事故ゼロや大きな災害の拡大防止にも繋がる。2030年代に開始を目指す第6世代（6G）通信においては、5Gと比較して10倍の高速・大容量通信、同時多数接続・センシング、超低遅延、1/100の超低消費電力・低コスト化を実現することを目標とし、2030年代後半には100GHz超の高周波帯域の使用が想定される。次世代高速通信産業の市場規模は2035年には約1.3兆ドルと予測されており、基板材料の市場だけでも2028年には36億ドルと2021年の15億ドルと比較しても成長が著しいが、我が国の5G基地局の世界における市場占有率はわずか1.5%と劣勢であるのに対し、素材においては、日本企業が一定の世界シェアを有するため、材料やデバイスの優位性をこれまで以上に確保する必要がある。そのような状況の中、政府戦略等に着目してみると、システム開発などは重点化されているものの、残念ながらそれらすべての基礎となる素材開発についてはあまり記載されていない。5Gで使用されるような材料でスペックを延長させてデバイス化を検討しているだけでは、100GHz超の通信に適用するには限界が見え始めてきていることから、6G以降の世代の通信における高機能なデバイスを構成するには、材料そのものにおいても極めて高い要求スペックを満たす必要がある。また、高周波帯域は高速通信のみならず、電磁波を用いるセンサデバイスにおいても同様に、超安全な社会の実現に向けて必要な技術である。このような観点から、次世代高速通信に向けたモノづくり産業の活性化実現に向け、日本の強みである部素材産業を起点としたサプライチェーン強靱化ならびに経済安全保障に資する具体的な取り組みを推進する。

＜検討の視点と範囲＞

国際競争が激化する中で、「ものづくり」が日本の強みであり、デバイス化・システム化を含めたサプライチェーンの強靱化が問われている。これまでのような分業体制ではなく、サプライチェーンの上流下流をつないだ産業構造の構築を目指す（図1）。本プロジェクトにおける検討の視点として、特に経済安全保障の観点から、ミリ波、サブテラヘルツ波等の高周波帯域を使った次世代通信やセンサ等の応用をターゲットとした新規機能性材料や革新的なデバイスについて、国際規格化を見据えて先駆的な開発を行うことにより、「戦略的不可欠性：日本のその技術がなくなると他国が困る技術」を発揮できるような仕組みを目指すために取り組むべきテーマと位置づけ、日本が目指すべき次世代高速通信に向けたモノづくり産業における開発ロードマップ等を報告書にまとめ、足りていない支援などを国に提言するための基盤、共通認識を醸成することを目標とする。

- ・ 川上の部素材メーカーは川下の通信ベンダーの仕様に合わせた複数の製品開発が必要。さらに、次世代通信における材料開発では材料単体での特性評価では不十分。
- ・ デバイスメーカーを巻込んだ共通基盤となる評価モデルを制定することで、川下の通信ベンダーまでの評価軸を統一化。これにより部素材メーカーの製品開発指針が明確化し、部素材メーカーの材料開発が進展。

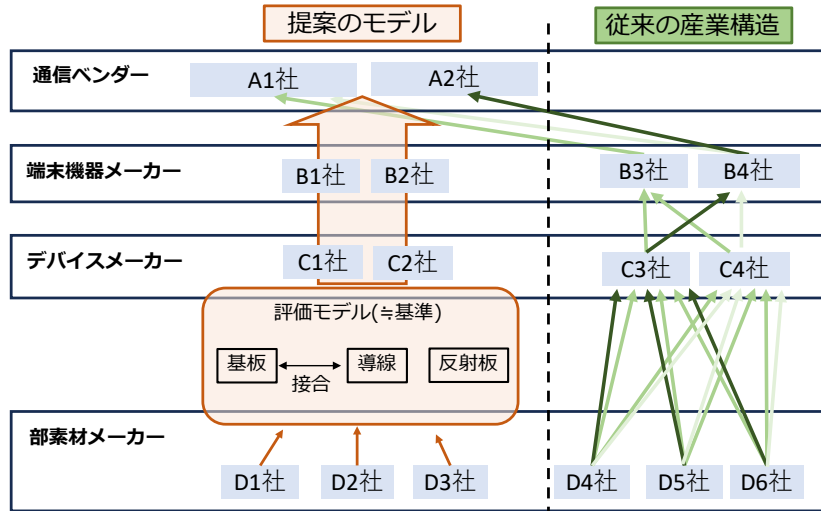


図1 次世代高速通信向け材料開発に向けた産業構造における課題と目指すべきモデル

<産業競争力強化のための提言および施策>

次世代通信技術の実現に向けた材料・デバイス開発の課題と、それを支える研究・産業基盤の整備に関する提言を具体的に示し、実現するための施策を打ち出すことが必要である。

1. 材料・デバイス設計における物理的制約と性能要件への対応

次世代通信デバイスの設計には、耐熱性やサイズ、放熱性、集積化などの物理的制約を踏まえた上で、低損失・低吸水性・低線膨張係数・高熱伝導性といった高精度・高安定な材料特性が求められる。また、材料単体の性能だけでなく、デバイス化による複合的な影響も含めた評価が重要である。

2. 研究開発・評価基盤の整備と産学官連携によるイノベーション促進

標準化を見据えた試作・評価環境の整備に加え、AI や秘匿計算を活用したインフォーマティクス型研究基盤やメタマテリアル等の革新材料の開発拠点の形成、産学官の連携を通じて、素材産業から通信事業までのサプライチェーンを強化し、国際競争力の向上を図るオープンイノベーションの推進が必要。

<最終報告書に向けた検討上の課題と展開>

上記の提言に向けた検討上の課題と展開として、下記のアクションプランを整理した。

協調領域の研究開発の加速：(i)重要素材の供給安定化、(ii)日本独自のすり合わせ技術・評価・標準化の組み合わせによる差別化、(iii)秘匿計算や AI の活用。

制度面の整備：(iv)評価方法の標準化、(v)測定装置（特に VNA）の国産化、(vi)許認可制度の簡略化や迅速化など。

これらを通じて、技術開発と社会実装のギャップを埋め、国際競争力を持続的に高める体制の構築が求められる。

【目 次】

プロジェクトメンバー	．．．．．2
本文	
1. 緒言	．．．．．5
2. 本推進テーマが目指す産業競争力強化に向けたビジョンとミッション	．．．．．7
3. 活動状況	
3.1 活動体制について	．．．．．8
3.2 活動状況について	．．．．．9
4. 提言に向けた課題の整理と中間報告	．．．．．17
別添	
参考資料 具体的な技術の例示	．．．．．21

【プロジェクトメンバー】

リーダー	中野 隆志	産業技術総合研究所 運営統括本部 DEI 人事部 審議役、(兼) エレクトロニクス・製造領域付
CO リーダー	奥田 良治	東レ株式会社 電子情報材料研究所 所長
	長永 隆志	三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 先進機能デバイス技術部長
メンバー	藤代 芳伸	産業技術総合研究所 研究戦略本部 企画部 次長・プロジェクトマネージャー
	澤 彰仁	産業技術総合研究所 研究戦略本部 企画部 次長
	三村 憲一	産業技術総合研究所 マルチマテリアル研究部門 次世代電子材料研究グループ 研究グループ長
	鶴田 彰宏	産業技術総合研究所 マルチマテリアル研究部門 次世代電子材料研究グループ 主任研究員
	嶋村 彰紘	産業技術総合研究所 マルチマテリアル研究部門 セラミックス部材プロセス研究グループ 主任研究員
	阿多 誠介	産業技術総合研究所 化学プロセス研究部門 機能材料プロセス研究グループ 研究グループ長
	野村 健一	産業技術総合研究所 センシング技術研究部門 バイオセンシングシステム研究グループ 研究グループ長
	北中 佑樹	産業技術総合研究所 製造基盤技術研究部門 スマート薄膜プロセスデザイン研究グループ 主任研究員
	加藤 悠人	産業技術総合研究所 物理計測標準研究部門 電磁界標準研究グループ 主任研究員
	加藤 大	産業技術総合研究所 経営企画本部企画部 技術政策室 総括企画主幹
	中谷 貴之	産業技術総合研究所 経営企画本部企画部 技術政策室企画主幹
	林 宏暁	三菱電機株式会社 先端技術総合研究所 先進機能デバイス技術部 高周波デバイス技術グループ長
	高田 亮介	株式会社日本触媒 エレクトロニクス&環境ソリューション企画開発部 主任部員
	石津 健太郎	情報通信研究機構 Beyond5G 研究開発推進ユニット Beyond5G デザインイニシアティブ長
	溝手 範人	デンカ株式会社 新事業開発部門イノベーションセンター素材加工研究部 部長
	五郡 大輔	デンカ株式会社 電子・先端プロダクツ部門 事業推

		進部
	山口 健洋	株式会社レゾナック 共創の舞台 次世代高速通信材料グループ チーフ・エンジニア
	朝日 透	学校法人早稲田大学 理工学術院 先進理工学部 教授
	中川 鉄馬	学校法人早稲田大学 理工学術院 先進理工学部 主任研究員
	歌代 豊	学校法人明治大学 経営学部 教授
	小林 靖之	地方独立行政法人大阪産業技術研究所 電子材料研究部 部長
オブザーバー	岸 洋司	株式会社 KDDI 総合研究所 先端技術研究所 無線部門 プロフェッショナル
	寶迫 巖	情報通信研究機構 Beyond 5G 研究開発推進ユニット ユニット長
	豊田 裕介	株式会社本田技術研究所 執行役員
	沼田 亜希子	株式会社本田技術研究所 統括機能センター 管理室
	松村 定晴	株式会社本田技術研究所 材料開発センター チーフエンジニア
	岡田 明彦	新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) イノベーション戦略センター (TSC) 主査
	瀬尾 静	新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) イノベーション戦略センター (TSC) 主任研究員
	大山 りか	株式会社 ONBOARD 代表取締役
	丹治 康紀	日本電気株式会社 モバイルアクセス統括部 RF コア技術グループ B5G・6G エンジニア
COCN 担当実行委員	水落 隆司	三菱電機株式会社 研究開発本部 シニアフェロー
	中村 典永	大日本印刷株式会社 フェロー
COCN 担当企画小委員	坂口 隆明	三菱電機株式会社 インテリジェンス・渉外室 担当部長
COCN アドバイザー	島田 啓一郎	ソニーグループ株式会社 社友
COCN 企画小委員	福山 満由美	株式会社日立製作所 研究開発グループ 技術戦略室 技術顧問
	佐藤 桂樹	トヨタ自動車株式会社 R-フロンティア部 担当部長
	鎌田 芳幸	株式会社東芝 経営企画部 政策渉外担当 統括部長ゼネラルマネージャー
COCN 事務局長	武田 安司	一般社団法人産業競争力懇談会 (COCN)
COCN 副事務局長	白川 幸博	一般社団法人産業競争力懇談会 (COCN)

COCN 副事務局長	福岡 俊之	一般社団法人産業競争力懇談会 (COCN)
COCN 事務局長代理	金枝上 敦史	一般社団法人産業競争力懇談会 (COCN)

【本 文】

1. 緒言

国内の移動通信のトラフィック量（非音声）は直近 10 年間で 13 倍に増加しており（図 2）、世界の移動通信は今後 5 年間で 4 倍以上に増加するとの予測されている[エリクソンモビリティレポート(2023/6)、<https://www.ericsson.com/4a030a/assets/local/about-ericsson/company-facts/worldwide/japan/doc/20236.pdf>]。次世代高速通信技術の進展は、デジタル社会の基盤を支える重要な要素である。特に、5G を超える Beyond 5G や 6G の実現に向けて、通信速度の飛躍的な向上、低遅延、大容量化が求められている。これにより、スマートシティ、IoT（モノのインターネット）、自動運転、遠隔医療など、多岐にわたる分野での革新が期待される。2030 年代に開始を目指す第 6 世代（6G）通信においては、5G と比較して 10 倍の高速・大容量通信、同時多数接続・センシング、超低遅延、1/100 の超低消費電力・低コスト化を実現することを目指し、2030 年代後半には 100GHz 超の高周波帯域の使用が想定され、各機関においてホワイトペーパーが発表されている（図 3）。

次世代高速通信の実現は、以下のような社会的・経済的意義を持つと考えられる。

- ① **超安全な社会の実現、生活の質の向上**：高速かつ大容量の安定した遅延のない通信環境は、完全自動運転などによる交通事故のない社会、自然災害の正確な予測などの超安全な社会の構築、遠隔教育や遠隔医療の普及を支え、生活の質の向上が期待される。
- ② **経済成長の促進**：次世代高速通信の普及は、新たなビジネスモデルの創出や産業の高度化を促進し、経済成長を牽引可能とする。
- ③ **環境負荷の軽減**：効率的な通信技術の導入により、エネルギー消費の削減や環境負荷の軽減が期待される。

月間平均トラフィックの推移（2010年12月から2023年12月）

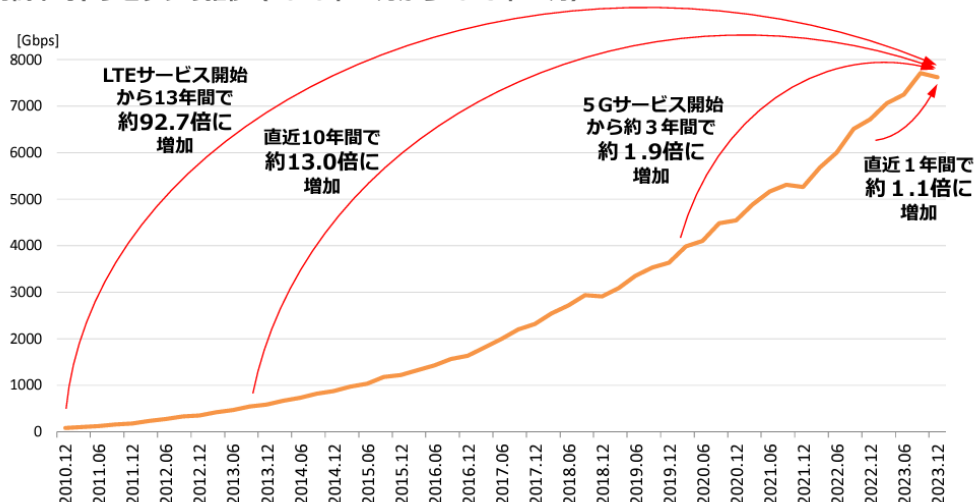
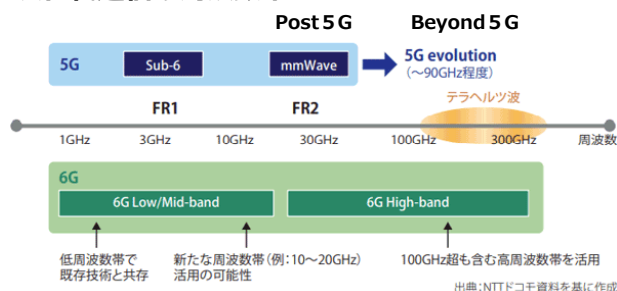


図 2 我が国のトラフィックの推移

引用:総務省、通信量からみた我が国の音声通信利用状況(年度)

<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/field/tsuushin06.html>

次世代通信の周波数帯



データ容量 = 周波数 × ビット数

通信速度

4G (現状) → 5Gにより、約40倍
→ 6Gにより、約1000倍

低遅延 : 遠隔医療、自動運転など
多接続 : 自動生産など
高信頼性通信 : 高度な動作安定性

Beyond 5G/6G ホワイトペーパー (国内大手通信キャリア)



図 3 次世代通信の周波数帯と期待

次世代高速通信産業の市場規模は 2035 年には約 1.3 兆ドルと予測されており、基板材料の市場だけでも 2028 年には 36 億ドルと 2021 年の 15 億ドルと比較しても成長が著しい。我が国の 5G 基地局の世界における市場占有率はわずか 1.5%と劣勢であるのに対し、素材においては、日本企業が一定の世界シェアを有するため、材料やデバイスの優位性をこれまで以上に確保する必要がある（図 4）。そのような状況の中、政府戦略等に着目してみると、システム開発などは重点化されているものの、それらすべての基礎となる素材開発においては残念ながらあまり記載されておらず（図 5）、5G で使用されるようなスペックの延長上にあるような材料でデバイス化を検討しているだけでは、100GHz 超の通信に適用するには限界が見え始めてきている。そのため 6G 以降の世代の通信における高機能なデバイスを構成する材料自体も極めて高い要求スペックを満たす必要がある。また、自動車搭載用のセンサやこれから無数に実装されることが予想される IoT デバイスにおける同時多接続通信などの技術に対しても材料からアプローチする必要がある。このような観点から、次世代高速通信に向けたモノづくり産業の活性化実現に向け、日本の強みである部素材産業を起点としたサプライチェーン強靱化ならびに経済安全保障に資する早急な取り組みが必要であり、社会全体の発展に寄与する重要な課題である。これらの課題を克服し、技術革新を推進することで、より豊かな未来を築くことが期待される。

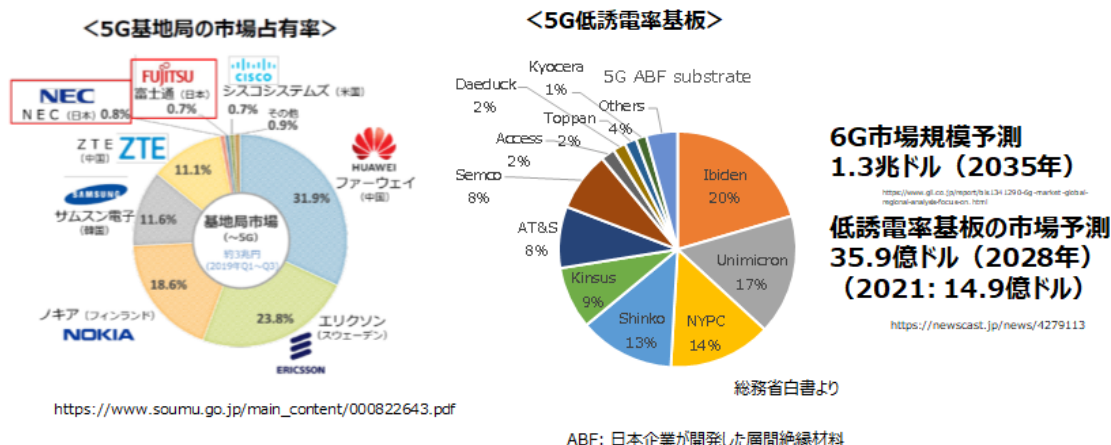


図 4 5G における市場占有率(基地局と低誘電率基板)

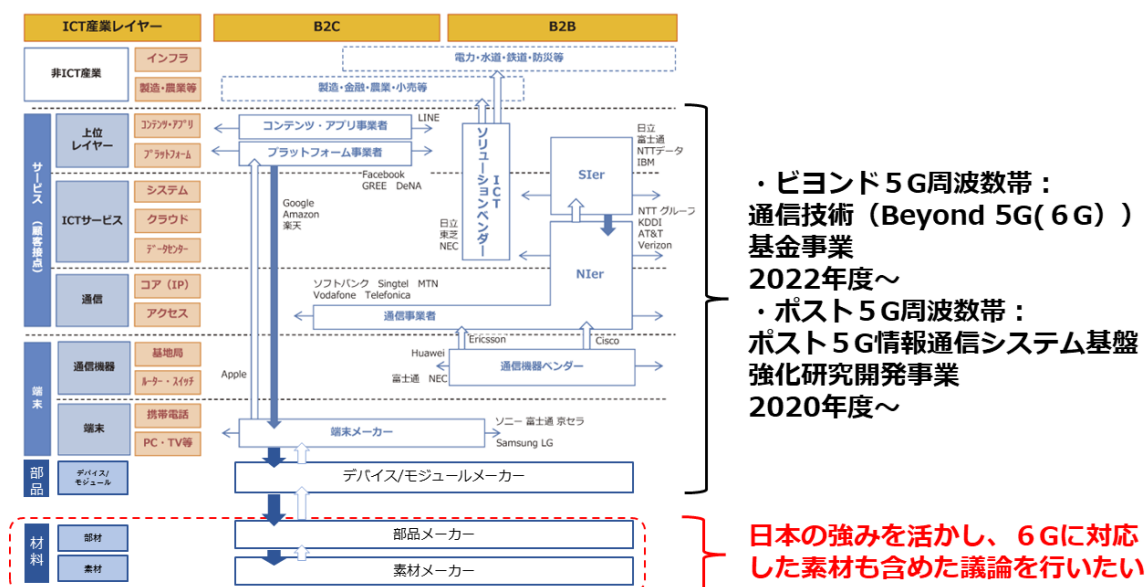


図 5 通信産業の構造と次世代通信に向けた開発支援等

引用:総務省、“世界の ICT 産業構造の変化”より改編

<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/html/nc122100.html>

2. 本推進テーマが目指す産業競争力強化に向けたビジョンとミッション

次世代高速通信におけるモノづくり産業の産業競争力強化に向けたビジョンやミッションとして、特にサプライチェーンの強靱化と経済安全保障の観点を中心に、以下のような観点を掲げて活動をスタートさせた。

ビジョン

1. グローバルリーダーシップの確立

- ・ 次世代高速通信技術において、世界をリードする技術力と製品開発力を持つ企業群を形成し、国際市場での競争力を高めることを目指す。

2. 持続可能な社会の実現

- ・ 環境に配慮した製造プロセスと材料を採用し、持続可能な社会の実現に貢献する。エネルギー効率の高い通信技術を開発し、カーボンニュートラルを目指す。

3. イノベーションの推進

- ・ 産学連携を強化し、最先端の研究成果を迅速に実用化することで、革新的な製品やサービスを提供する。

ミッション

1. サプライチェーン・バリューチェーン連携の強化

- ・ 各企業が得意とする技術を磨き上げつつ、サプライチェーン・バリューチェーンを跨いだ共創連携を推進し、異なる分野の企業や研究機関との協力を強化することにより、川上から川下までの壁、言葉の壁、社会実装の壁を乗り越え、サプライチェーン・バリューチェーン全体での価値向上を図る。

2. 経済安全保障の確保

- ・ 戦略的不可欠性の確保：次世代通信材料やそのプロセス技術等をエマージングテクノロジーとして位置づけ、我が国の強みであるモノづくり産業の優位性を伸ばすための施策を策定する。特に 3 の国際標準化の推進とセットと考え、協調領域の最先端技術の研究開発と計量標準・較正を軸とするプラットフォームの必要性を検討し、運用体制等の議論をもとに関係省庁にも働きかけ、実現を目指す。

3. 国際標準化の推進、デバイス認証の簡略化等の実施

- ・ 国際標準化への積極的関与：次世代高速通信技術の国際標準化に積極的に関与し、グローバル市場での競争優位性を確保する。
- ・ 新たなアプリケーションに対するデバイスの認証等の簡略化の必要性等を検討し、関係省庁に働きかけることで、迅速な市場の形成・獲得と世界に向けた社会実装を目指す。

これらのビジョンとミッションを掲げることで、次世代高速通信におけるモノづくり産業の競争力を強化し、持続可能な成長を実現することが期待される。

3. 活動状況

3-1. 活動体制について（2025 年 9 月現在）

本テーマは図 6 に示す通りの活動体制にて推進中である。リーダー機関はサプライチェーン・バリューチェーンの強化の推進ならびに協調領域であるプラットフォームの検討・提案などの観点から、公的機関である産総研が本テーマをまとめる方針とし、デバイス・素材の各メーカーからの参画によりスタートし、材料メーカーを中心に参画者・オブザーバーを

募り、体制の拡充を進めた。メンバー内での議論においては、後、基板メーカーにも積極的にコンタクトしていくことが必要となっている。

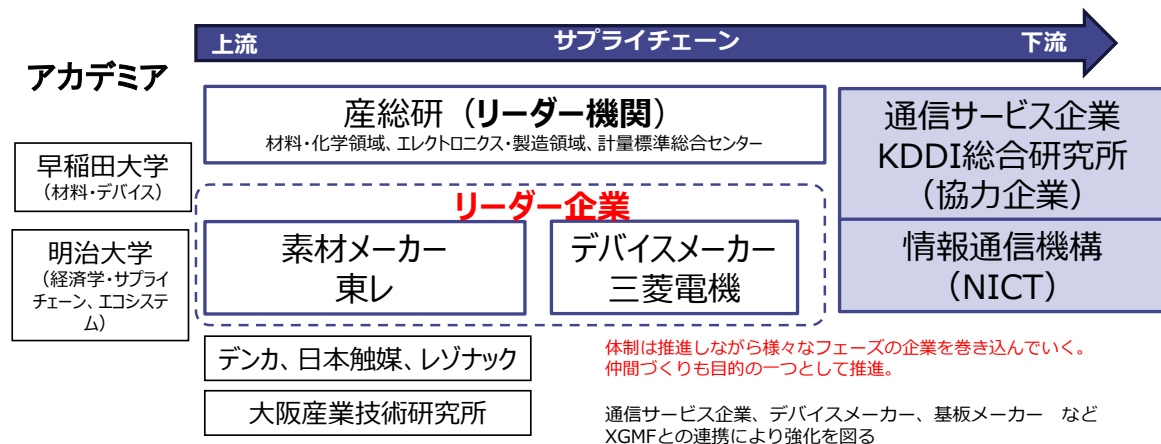


図 6 本推進テーマの活動体制(2025 年 9 月)

また、仲間づくりも本推進テーマの目的の一つとして、特にモバイル通信へのニーズの変化に対応するため、モバイルサービスの普及/モバイルビジネスの展開を推進している XG モバイル推進フォーラム（XGMF）との連携強化を図りつつ、「次世代通信課題×素材/材料プロジェクト」を XGMF 内に 2025 年 8 月に新たに立ち上げ、オールジャパン体制で議論を展開中である。

さらに、COCN の別実施テーマである、「生成 AI による社会受容性のあるサステナブルなエンジニアリングの実現」との連携も進める予定である。

3-2. 活動状況について

本章では、これまでにを行った推進テーマ活動の詳細をまとめる。

①リーダー機関 3 者会合（提案前会合）

2024 年 8 月 19 日 11：30-12：15

開催場所：Teams 会議

参加者（敬称略）

三菱電機（株）先端技術総合研究所：友久 伸吾、長永 隆志

東レ（株）電子情報材料研究所：藤田 陽二

産総研：中野 隆志、三村 憲一、阿多 誠介、鶴田 彰宏、嶋村 彰紘

【会議の概要】

- ・ リーダー機関 3 者で COCN 推進テーマの提案に向けた議論を実施。
- ・ 次世代高速通信に向けたモノづくり産業の開発ロードマップを報告書にまとめ、国への提言基盤を構築することで合意。
- ・ 日本企業に有益な体制として、国際標準化の検討を含めることを確認。

- ・ 協調領域の明確化を進める方針。
- ・ 海外連携については、国際的な周波数動向に協調し、海外企業の排除はしない方針で合意。

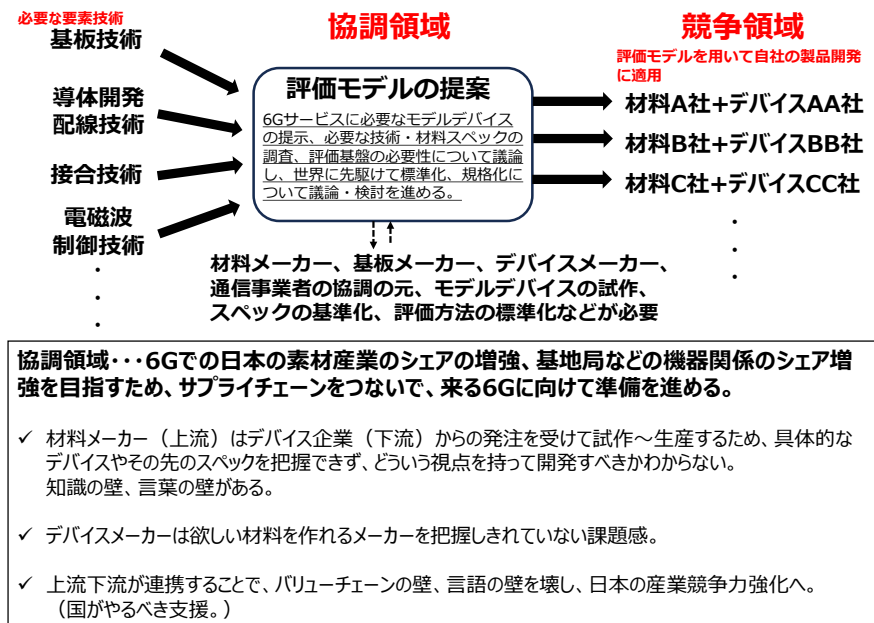


図7 次世代高速通信に向けた材料・デバイス開発の協調領域と競争領域についての整理

②キックオフ会議

日 時：2024 年 11 月 21 日（木）10:00-12:00

場 所：Teams 会議

参加者：

【参画機関】

〔産業技術総合研究所〕中野隆志，三村憲一，鶴田彰宏，嶋村彰紘，阿多誠介，野村健一，加藤大，中谷貴之，

〔三菱電機株式会社〕長永隆志，友久伸吾，

〔東レ株式会社〕藤田陽二

【オブザーバー】

〔情報通信研究機構〕石津健太郎，〔株式会社 KDDI 総合研究所〕岸洋司，

〔株式会社本田技術研究所〕豊田裕介

【COCN】

水落隆司（三菱電機株式会社），谷明人（JX 金属株式会社），坂口隆明（三菱電機株式会社），島田啓一郎（ソニーグループ株式会社），鎌田芳幸（株式会社東芝）山口雅彦，金枝上敦史（COCN 事務局）（敬称略・順不同）

【会議の概要】

- ・ 産総研による 6G 材料開発の取り組み紹介と、今後の進め方・参画機関の声掛け状況・スケジュール確認を実施。

- サプライチェーンを超えた連携イメージ（図 8）と国家プロジェクト化のスケジュール案（図 9、2025 年度版に更新）を提示。
- 経産省との意見交換内容を共有し、海外展開や制度的制約への対応の必要性を議論。
- 6G に限定せず、センサなど周辺分野への展開も含めて議論を進める方針で一致。
- 材料だけでなく、デバイス・モジュール領域の国際競争力についても議論。
- 日本のモノづくりの強みを活かしたポジティブな国への提言が望ましいとの意見。
- 下記の 4 テーマについての課題の整理と提言に向けて議論を進めることとした。
 - ① 利用周波数帯を見据えたモデルデバイスの検討、必要なデバイス・材料スペック、それらを製造するための技術の精査
 - ② 国内外の次世代通信における研究開発動向や、6G 新規参入が見込まれる産業・企業等の調査
 - ③ 戦略的不可欠性を担保するため、材料・デバイス・通信システムの各視点から開発すべき技術の洗い出し
 - ④ 評価方法の標準化等に関する議論

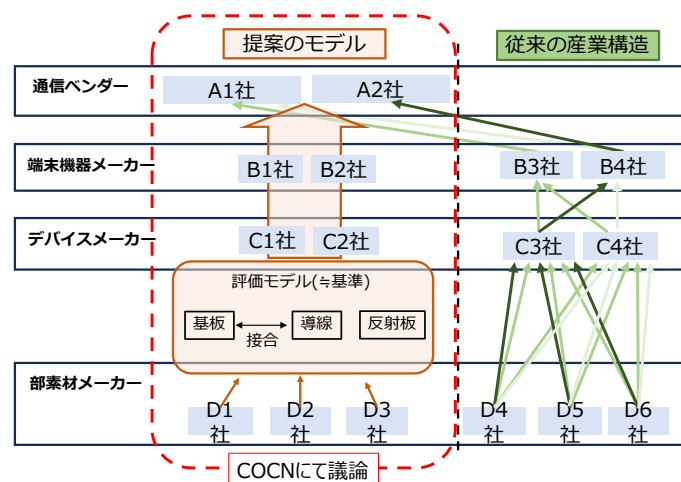


図 8 目指すべきサプライチェーンを超えた連携体制
(例えば国プロなどで連携基盤を構築するなど)

6G革新技術開発のスケジュール

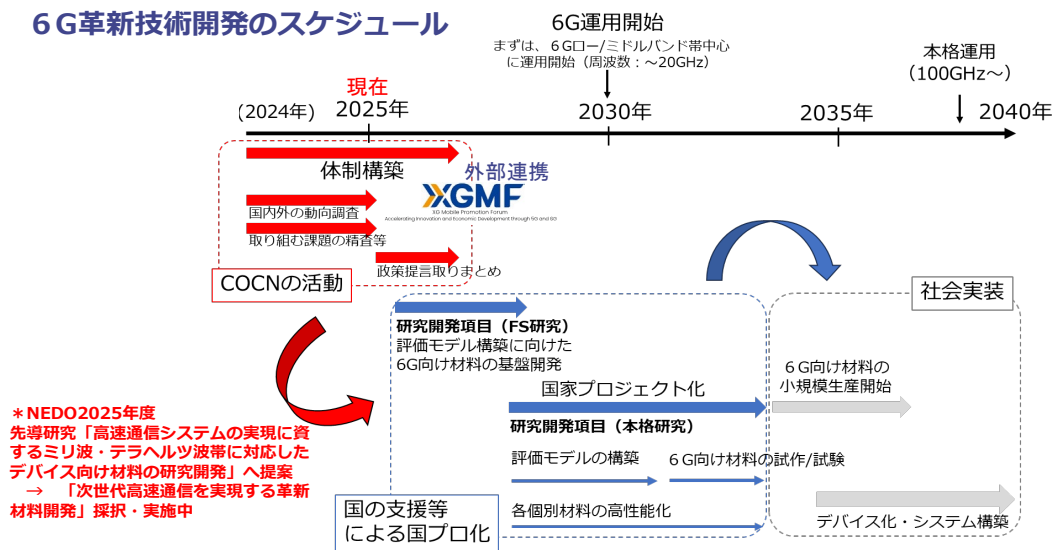


図9 次世代高速通信向け革新技術開発のスケジュール（2025年更新版）

③第一回会議

日 時：2025年1月10日（金）10:00-12:00

場 所：Teams 会議

参加者：

【参画機関】

〔産業技術総合研究所〕 中野隆志，藤代芳伸，三村憲一，鶴田彰宏，嶋村彰紘，阿多誠介，加藤悠人，田丸慎吾，中村壮伸，加藤大，中谷貴之

〔三菱電機株式会社〕 長永隆志，友久伸吾，〔東レ株式会社〕 奥田良治

〔株式会社日本触媒〕 高田亮介

【オブザーバー】

〔株式会社本田技術研究所〕 松村定晴，〔株式会社レゾナック〕 山口健洋，

〔デンカ株式会社〕 溝手範人，五郡大輔

【COCN】

水落隆司（三菱電機株式会社），坂口隆明（三菱電機株式会社），

島田啓一郎（ソニーグループ株式会社），山口雅彦，金枝上敦史（COCN 事務局）

（敬称略・順不同）

【会議の概要】

参画機関・連携状況

- ・ 日本触媒と NICT の新規参画が決定。
- ・ デンカ（1/16 に正式参画）とレゾナックも前向きに検討中。
- ・ COCN と XGMF の連携強化により、川下企業とのコミュニケーション加速を目指す。

技術勉強会・標準化

- 産総研の加藤主任研究員・田丸主任研究員による高周波計測技術に関する勉強会を開催。
- メタサーフェスや高周波信号イメージング装置などの最先端技術を紹介。
- Beyond-5G/6G 対応の計量標準・較正技術ロードマップを共有。
- 試作・評価プラットフォーム整備の重要性を提言としてまとめる方針で合意。

各社の意見（評価・試作環境）

- 社内評価は負担が大きく、産総研などの支援が有用。
- 未踏領域では評価方法の提示が求められる。
- 川上・川下の評価の共通化と双方向コミュニケーションが重要。

プロジェクトの方向性・出口戦略

- 「戦略的不可欠性」をキーワードに、日本の技術力を強調する方針。
- 6Gに限らず、センサや量子コンピュータなど広い視野で材料開発を検討。
- 要素還元主義に陥らず、ニーズに基づいた方向性を重視。

経済安全保障・AI との連携

- 素材分野でも海外勢の脅威があり、AI による特許取得の懸念が存在。
- 日本の強みは「作り上げる力」にあり、MI・AI との協業が重要。
- 材料開発の出口戦略として、産業化プロセスの明確化が必要。

④第二回会議

日 時：2025 年 5 月 21 日（水）15:00-17:00

場 所：産総研臨海副都心センター本館第 1 会議室（4F 412 室）& Teams 会議

参加者：

【参画機関】

[産業技術総合研究所] 中野隆志、三村憲一、嶋村彰紘、阿多誠介、北中佑樹、野村健一、加藤悠人、加藤大、中谷貴之

[三菱電機株式会社] 長永隆志、林宏暁

[情報通信研究機構] 石津健太郎、[株式会社日本触媒] 高田亮介、[デンカ株式会社] 溝手範人、五郡大輔、[株式会社レゾナック] 山口健洋、[早稲田大学] 中川鉄馬、[明治大学] 歌代豊

【オブザーバー】

[情報通信研究機構] 寶迫巖、高橋和晃、[XGMF] 角埜勝明、

[株式会社本田技術研究所] 松村定晴、[大阪産業技術研究所] 小林靖之、[株式会社 ONBOARD] 大山りか

【COCN】

水落隆司（三菱電機株式会社）、坂口隆明（三菱電機株式会社）、島田啓一郎（ソニーグループ株式会社）、武田安司、金枝上敦史、福岡俊之、白川幸博（COCN 事務局）

（敬称略・順不同）

【会議の概要】

共創活動に関する議論

- サプライチェーン連携の課題：秘密保持・言語・社会実装の壁。
- 国プロでは、技術課題解決だけでなく、社会実装課題の解決が必要。
- 現在は個人ベースの非公式連携、公式活動（XGMF・COCN）で企業を巻き込む必要あり。
- 台湾 ITRI を例に、サプライチェーン連携活動について、国研（産総研・NICT）など中立機関の活用に期待。

XGMF テラヘルツ無線技術 PJ からの話題提供と材料・デバイスに関する議論

技術的課題と現状

- 高周波部品のコストが高く、デバイス化が進まない。
- テラヘルツ波は論文レベルでは進展しているが、市場流通には至っていない。
- ミリ波もかつては同様だったが、現在は市販化されており、テラヘルツも同様の展開が必要。

標準化と材料メーカーの役割

- 標準化は IEEE が主導しており、材料メーカーも議論に参加することでコスト低減の提案が可能。
- COCN では「戦略的不可欠性」の観点から、日本の技術の付加価値創出を議論すべきとの意見。

実装時の技術的課題

- 実装段階で新たな課題が発生：
 - 放熱フィンが大きくなる。
 - 300GHz アンテナにより IC サイズが巨大化など。
- 実装ターゲットに応じて技術的制約が生じる。

材料開発の可能性

- 100GHz 以上でも損失が少ない導体の研究を NEDO 先導研究にて進行中。
- 設計自由度を高める材料開発により、材料側からの提案や発見が期待される。
- 新材料では、原理はあるが歩留まりや量産性に課題が残る。

ユースケースと市場形成

- 通信のユースケースは「今だけ・ここだけ・あなただけ」という未開拓領域に可能性あり。
- 成功例（Wi-Fi）や失敗例から学び、市場創出の仮説構築が重要。

今後の展望

- サブテラヘルツ領域に巨大市場創出の可能性あり。
- 総務省の標準化戦略に通信分野が含まれており、府省懇談会での連携が期待される。
- 標準化戦略連携検討において英語でのリファレンスアーキテクチャ整備も国際連携に有効。

今後の活動予定

- ユースケース・デバイスの講師を招いた勉強会を開催予定。
- 特に実物を見ながら社会実装課題を議論する場をCOCNで設ける。
- XGMFの現場データを活用した議論への参加を呼びかけ。
- 巨大市場創出に向けた仮説構築と産学官連携の方向性を明確化。



図 10 第二回会議(産総研臨海副都心センター)での議論の様子

④第三回会議

日 時：2025 年 7 月 29 日(火)14:00-16:00（現地受付 13:45 頃開始）

場 所：NEC 玉川事業場（神奈川県川崎市） & Teams 会議

参加者：

【参画機関】

〔産業技術総合研究所〕 中野隆志、三村憲一、鶴田彰宏、嶋村彰紘、阿多誠介、北中佑樹、加藤悠人、加藤大、中谷貴之

〔三菱電機株式会社〕 長永隆志、林宏暁

〔情報通信研究機構〕 石津健太郎、〔株式会社日本触媒〕 高田亮介、〔デンカ株式会社〕 五郡大輔、〔株式会社レゾナック〕 山口健洋、〔大阪産業技術研究所〕 小林靖之、〔明治大学〕 歌代豊

【オブザーバー】

〔NEC〕 丹治康紀、桑原俊秀、田和憲明、〔株式会社本田技術研究所〕 豊田裕介、松村定晴、

〔NEDO〕 瀬尾静

【COCN】

水落隆司（三菱電機株式会社）、中村典永（大日本印刷株式会社）、島田啓一郎（ソニーグループ株式会社）、武田安司、金枝上敦史、福岡俊之、白川幸博（COCN 事務局）

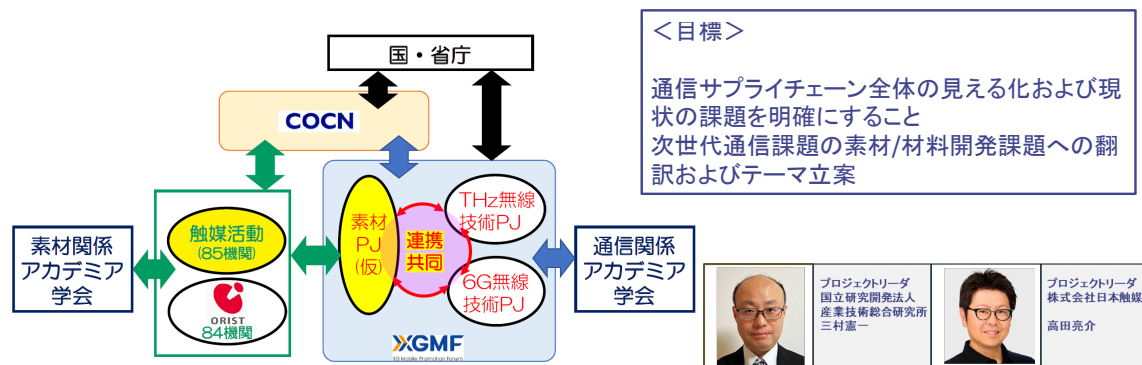
（敬称略・順不同）

【会議の概要】

産総研からの活動報告

- COCN フォーラム対応状況の報告。
- XGMF にて「次世代通信課題×素材/材料プロジェクト」立ち上げ。（図 11）
- 他の COCN 推進テーマ（生成 AI）との連携可能性の紹介。

- 6G 材料開発に関する 2025 年度 NEDO 先導研究の採択報告。



活動内容

- 川上から川下まで、サプライチェーンの各レイヤーのキーマンと議論を行い、サプライチェーンの全体/各レイヤーの課題の明確化を行う
- 上記結果から、日本の通信サプライチェーンの課題や戦略、方針を議論する
- 上記課題を素材/材料に翻訳することで、具体的な素材/材料開発方針を提案する
- 本PJ含むXGMFと、XGMF外の素材系コンソーシアムや団体との連携、共同開催

図 11 XGMF「次世代通信課題×素材/材料プロジェクト」の概要

NEC から高周波アンテナデバイスに関する話題提供・実機見学

技術構成・設計に関する質疑

- 配線伝送はチップ直前まで導波路を使用。
- 基板組込み導波管で低損失化できれば、スタッキング厚の削減が可能。
- 集積化により熱が溜まりやすく、パッケージ設計が課題。
- 応用分野は基地局アンテナを想定。

社会実装・許認可に関する議論

- 固定式反射板は認可不要だが、可動式は認可が必要で取得に時間がかかる。
- 他電波との干渉回避が認可取得の条件。
- 総務省との連携による許認可簡略化の提言が望まれる。

実装課題と素材開発の視点

- モバイル用途では発熱・放熱・サイズの課題が大きい。
- 近距離・大容量通信向けのユースケースが鍵。
- 設計に必要な物理量は $\tan\delta$ などの周波数依存性があるが、設計上は限定的。
- 製品レベルでは吸水率・線膨張係数などの安定性が重要。
- COCN では、製造時に注意すべきパラメータの整理・提言が有効。
- IC とデバイスの距離調整による発熱対策も検討対象。
- 温度特性は屋外基地局用途では重要、周波数特性は試作で確認可能。
- デバイス企業として、難燃性は規格に準拠すればよいとの認識。

評価方法と材料選定

- 材料特性だけでなく、銅箔ラフネス・加工精度など複合要因が影響。
- 素材メーカーは必要性能の把握精度の向上が重要。
- 材料採用にはプリント基板メーカーの扱いが条件。デバイス企業はプリント基板メー

カーが扱っていないればわざわざ採用しない。

- ・ 「この材料がないと作れない」状況であれば採用可能性が高まる。

今後の活動予定

- ・ 次回会議では生成 AI テーマとの連携を議論予定。
- ・ 提言のタイミング（2 年で完了か、3 年目に延長か）を検討。
- ・ デバイスの許認可に関して省庁への提言も視野に。



図 12 第 3 回会議の様子(NEC にて実機見学中)

4. 提言に向けた課題の整理と中間報告

最初の提案で掲げた以下の内容に

沿って、これまでの議論を通して、提言に向けた課題の整理として中間報告をまとめる。

- ① 利用周波数帯を見据えたモデルデバイスの検討、必要なデバイス・材料スペック、それらを製造するための技術の精査
- ② 国内外の次世代通信における研究開発動向や、6G 新規参入が見込まれる産業・企業等の調査
- ③ 戦略的不可欠性を担保するため、材料・デバイス・通信システムの各視点から開発すべき技術の洗い出し
- ④ 評価方法の標準化等に関する議論

-
- ① 利用周波数帯を見据えたモデルデバイスの検討、必要なデバイス・材料スペック、それらを製造するための技術の精査

技術的・設計的観点からの提言

- ・ モデルデバイス設計には、実用化で課題となってくる、発熱、放熱・サイズ・集積化などの課題を踏まえた仕様定義が必要。
- ・ 材料スペックとしては誘電率、熱伝導率だけでなく、実社会での稼働で必要となる、吸水率・線膨張係数・難燃性・温度依存性などの物性値の精度と安定性が重要。
- ・ 製造技術の観点では、高周波対応の加工精度・銅箔ラフネスなど、実機試作による評価が不可欠であり、材料単体ではなくデバイスとしての性能確認が必要。

※基板メーカーなどへの聞き取り調査、意見交換を実施予定

コンセプト・応用展開に関する提言

- ・ 利用周波数帯の活用にあたっては、「今だけ・ここだけ・あなただけ」という日本独自の無線通信利用コンセプトの確立が重要。

- Beyond 5G 社会を構成する先端技術として、テラヘルツ無線技術等を活用したデジタルツインサービスの研究開発を推進すべき。

※ユースケース、具体例、仮説の明示など、議論を進める。

研究開発・装置面の課題と提言

- 産総研が中心となって開始された NEDO 先導研究では、**基板・導体・接合・反射板用の革新材料**の開発が進行中。
- 今後はこれに加えて、**遮蔽材料**も重要な技術要素として位置づけるべき。
- 高周波評価に不可欠な**ベクトル・ネットワーク・アナライザ**の**国産製造が困難**である点は、国内技術基盤の強化に向けた課題として認識し、対応策を検討する必要がある。
- サプライチェーン全体で協調領域のオープンイノベーション開発が必須であり、下記に示す研究開発の推進・拠点の整備が急務と考えられる。

【AI・秘匿計算を用いたインフォマティクスによる研究開発の加速】

- 材料開発の加速には、AI を活用した**マテリアルズ・インフォマティクス (MI)**、**プロセス・インフォマティクス (PI)** の導入が有効。
- 特に、競合企業が協調領域で共同研究を行うためには、**データの秘匿性を担保する技術が必要**。前述の NEDO 先導研究でも秘匿計算に基づく複数企業間でのデータ連結を推進中。
- 産総研は、**秘匿計算技術とベイズ最適化を組み合わせた材料探索アプリ**を開発し、**物性データを他者に知られずに共有・活用できる環境**を開発中
(https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2024/pr20241224/pr20241224.html)
- 秘匿計算では、データを無意味化して分散保管し、復元せずに計算を行うなど、**情報漏洩リスクを極限まで低減**。企業間での**データ共用の心理的・技術的ハードルが低下**し、**協調領域での研究開発が加速**。
- 実際に、複数企業が**ネガティブデータ**（性能が低い材料情報）を秘匿共有することで、**探索効率が大幅に向上**することが実証されている。
- 今後は、このような**秘匿計算プラットフォーム**を産業界全体で活用できるよう整備・普及を進めることが、日本の材料開発競争力強化に直結する。
- COCN 別テーマ、「生成 AI による社会受容性のあるサステナブルなエンジニアリングの実現」との連携を構築する

【メタマテリアル等の革新材料開発の推進】

- 6G 時代の通信性能を最大限に引き出すには、従来以上に高度な電子材料が不可欠であり、特に**低誘電率・低損失・高熱伝導性**を兼ね備えた革新材料の開発が求められている。
- 特にメタマテリアルは、**波長以下の微細構造を設計**することで、自然界に存在しない物性を実現する人工材料であり、**高周波伝導・放熱・反射・遮蔽・静音**など多様

な機能を持つ次世代材料として注目されている

(https://www.mitsui.com/mgssi/ja/report/detail/_icsFiles/afieldfile/2023/01/17/2301report_3.pdf)。

- メタマテリアルの開発には、材料科学・微細加工・計算科学・計測技術などの融合が必要であり、単一企業では対応が困難なため、産学官連携による開発拠点の整備が不可欠。
- 日本学術振興会のメタマテリアル委員会では、異業種・異分野の企業が連携し、産業応用に向けた技術と方向性を議論する場を構築しており、こうした枠組みを活用した拠点形成と人材育成が重要。(https://www.jsps.go.jp/j-renkei_suishin/j-soc/list/r062.html)
- 6G に向けた材料開発は、社会実装を見据えた長期的な技術基盤の構築が求められ、民間企業との連携を通じて、デバイスメーカーが本格的に取り組める環境整備が急務であると考えられる。
- これらの拠点では、評価・試作・標準化・知財戦略までを一体的に支援する体制が望ましく、日本の素材産業の強みを活かした国際競争力の確保につながる。

② 国内外の次世代通信における研究開発動向・産業動向

- AI と通信の融合が加速：RAN（無線アクセスネットワーク）やエッジコンピューティング領域で AI 活用が進展。
- 5G/IoT の拡張：社会基盤・産業用途・店舗などへの展開が進み、プライベートネットワークや分散処理が注目。
- スタートアップの台頭：欧州発企業が AI・5G を活用した新規ビジネスモデルで日本市場進出を志向。
- 展示空間の進化：没入型体験・ブランド演出が主流に。来場者数・出展社数ともに増加傾向。
- 素材・部品の国際分布：
 - セラミック・電子部品：日本が世界トップシェア。
 - 半導体：米・韓が主導、日本は一部で存在感。
 - PCB・コネクタ：中・台・韓が中心。
 - 通信モジュール：上位 5 社のうち 4 社が中国系。

③ 戦略的不可欠性を担保するための技術抽出

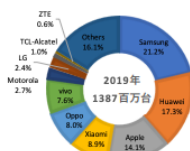
- ABF（Ajinomoto Build-up Film）：世界シェアほぼ 100%を占める戦略素材。
- 樹脂・セラミックス：安定供給が不可欠な素材領域。
- 材料スペックのみで戦略的不可欠性を出すのは難しい。日本独自のすり合わせ技術、評価、標準等の合わせ技で世界と戦うべき。

Beyond 5Gでの活用が期待されるミリ波帯、テラヘルツ帯の活用に伴い、 セル基地局や電子部品のマーケットの拡大が予想される

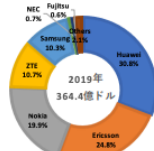
世界マーケットにおけるシェア構造

スマートフォン、マクロセル基地局

スマートフォンは過去10年でシェアを構成する企業が大きく入れ替わっている一方、マクロ基地局についてはシェアには変化があるものの企業の顔触れは大きくは変わっていない。



スマートフォン (台数ベース)



マクロセル基地局 (出荷金額ベース)

Beyond 5Gではより高い周波数帯の活用に伴い、
セル基地局のマーケット拡大が見込まれる。

電子部品

高周波帯の活用により、重要電子部品数が増加することが予想される。高いシェアを獲得できれば、大量生産によるコストダウンを図ることができる可能性がある。

スマートフォン関連部品	概要	世界シェア (出荷数量ベース)			
		1	2	3	4
チップ組込セラミックコンデンサ (MLCC)	電子回路の中で電圧を制御する部品	村田製作所 約40%	Samsung EMI (韓) 約20%	村田製作所 約20%	村田製作所 約10%
表面実装 (SMD) フィルタ	無線通信の周波数を調整する部品	村田製作所 約50%	村田製作所 約30%	村田製作所 約10%	村田製作所 約10%
セラミック共振子	デジタル回路のクロック発振源等に使用	村田製作所 約75%	村田製作所 約10%	村田製作所 約10%	村田製作所 約5%
無線LANモジュール	携帯端末等に付ける無線LANモジュール	村田製作所 50~60%	村田製作所 約10%	村田製作所 約10%	村田製作所 約10%
Bluetoothモジュール	携帯端末等に付けるモジュール	村田製作所 50%	村田製作所 約10%	村田製作所 約10%	村田製作所 約10%
インダクタ	携帯端末等に使用する部品	村田製作所 25~30%	村田製作所 約10%	村田製作所 約10%	村田製作所 約10%
カメラ・アクチュエーター	カメラのオートフォーカスや手ブレ補正等に使用	アルプスアルパイン 70~80%	アルプスアルパイン 約10%	アルプスアルパイン 約10%	アルプスアルパイン 約10%
CMOSイメージセンサ	スマートフォンのカメラ等で使用	ソニー 50%	Samsung (韓) 24%	Omnivision (米) 14%	TDK 約10%
リチウムイオン二次電池	携帯端末等に使用する電池	TDK 40~50%	Samsung SDI (韓) 30%	LG Chem (韓) 10~20%	村田製作所 約10%

図 13 通信業界のマーケットトレンド (出典: Beyond 5G 推進コンソーシアム ホワイトペーパー 3.0 版より抜粋)

④ 評価方法の標準化に関する議論

- **通信規格は 3GPP が中心**：日本からの積極的な発信と同時に、国際的に受け入れられる規格策定が必要。
- **秘匿計算の標準化**：重要パラメータの抽出と標準化により、公正性と先行者利益の両立が可能であり、国策として有効と考えられる。
- **測定モジュールの整備**：一例としてベクトル・ネットワーク・アナライザ (VNA) の国産化は喫緊の課題。
- **評価・デバイス試作プラットフォームの整備**：高周波計測に於いては測定法の標準化がなされておらず、今後早期に測定法の標準化を図ることが重要。
- **許認可に関する課題**：定置型のデバイスなどでも認可が下りるまでの時間が非常に長い。安全性などの考慮は必要だが、欧米・アジア諸国の速度感に合わせた検討をすべき。

上記の観点を中心にした議論をさらに深めていくが、日本のモノづくりの強みを活かしつつサプライチェーンの連携強化の展開を目指すアクションプランとして、(i)重要素材の供給安定化、(ii)日本独自のすり合わせ技術・評価・標準化の組み合わせによる差別化、(iii)秘匿計算や AI を活用した協調領域の研究開発の加速が挙げられる。また(iv)評価方法の標準化、(v)測定装置 (特に VNA) の国産化、(vi)許認可制度の簡略化や迅速化など、制度面の整備に集約し、国への提言として最終報告書にまとめていくこととする。

【別添】

開発に取り組むべき具体的な技術の例示

これまで開催した計 3 回の会議を通じ、超安全な社会の実現に向けた次世代高速通信ならびに周辺応用のために必要な、取り組むべき技術における具体例について、公開できる範囲においてまとめた。これらは一例であるが、今後の議論によって取り組むべき技術の調査や深堀を進める。

1. 100GHz 超における革新的低損失材料開発

大容量・高速化において、100GHz 以上の高周波領域を使用する必要が出てくるが、ノイズが課題となるため、それを抑えるために低誘電率かつ低損失な基板材料や、低損失な導体材料が必要となる。これはノイズだけでなく、限りあるエネルギーを効率よく使用することにもつながるため、通信のエネルギー問題の一端を担う重要な技術となる。例えば、産総研において、基板材料として、ポリマーとセラミックスのコンポジット材料（S. Ata et al., ACS Omega, 2023, 8, 9379-9384）に対して、空孔を導入することにより、低誘電率と低損失を兼ね備えた材料の開発に取り組んでおり、初期的な成果が得られている（図 12、Nanotech2024 産総研発表資料より抜粋）。

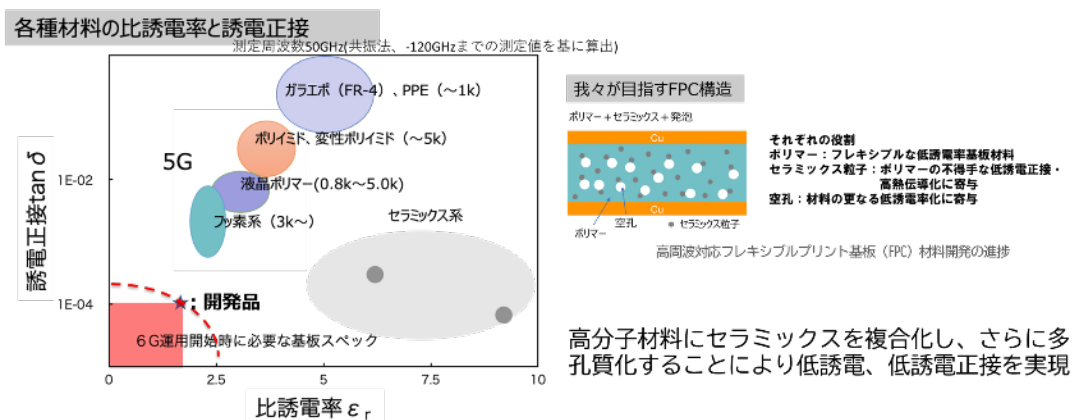


図 14 産総研で開発している低誘電率・低損失誘電体基板

また、導体材料においては、高周波の交流電流を流す場合、電磁誘導により流したい方向とは逆向き電流が導体内に発生することにより電流が打ち消され、導体表面にしか電流が流れない「表皮効果」と呼ばれる物理現象により損失が非常に大きくなってしまいう問題がある。これに対して、磁性体と導体を積層させ、磁性体の負の透磁率を利用することにより、高周波電流が流れた際に発生する磁場をキャンセルさせることで導体内部に電流を流すことのできる「メタコンダクター」技術を産総研では取り組んでいる（図 13、Nanotech2024 産総研発表資料より抜粋）。メタコンダクターの技術自体は以前から報告されているものの、動作周波数が数 GHz 程度と低いため、100GHz 以上の動作に向けた検討を進めている。

これらの技術を様々な材料系やデバイス開発へ展開させていくことにより、応用シーンにおける使い分けなどが可能になると考えている。

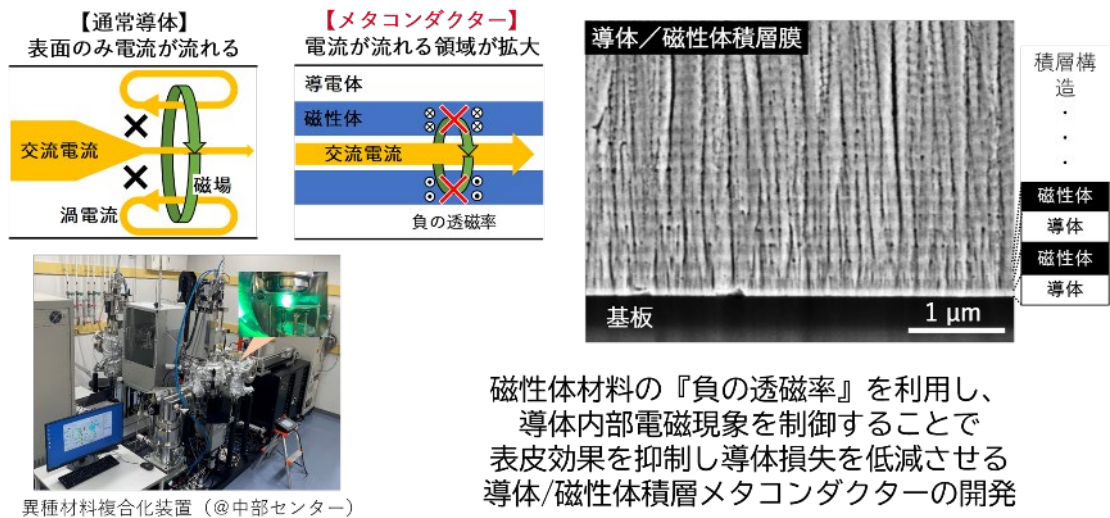


図 15 産総研で開発している低損失導体「メタコンダクター」

2. 超平滑な導体・基板の接合技術

現在使われている導体は銅が主体であるが、1にて説明した表皮効果の表面しか流れない現象に起因して、回路を形成するうえで基板と導体の界面粗さは信号経路の伸長を招き、伝送損失の著しい増大が問題となる。そのため、導体/基板界面をできるだけ平滑にする必要があるが、平滑な界面では接着強度が低下するため、デバイス応用が難しくなるという課題を有している。産総研では、平滑なフッ素樹脂の表面への金属有機酸塩コーティングと光反応を組み合わせた技術により、高強度な接合界面を実現する技術を開発している。このような技術の進展により 100GHz 超の実用化に資する回路形成が可能となると期待される。(図 14、産総研プレスリリース、「つるつるなフッ素樹脂にがっちり接着」、2023/09/28、

https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2023/pr20230928/pr20230928.html)

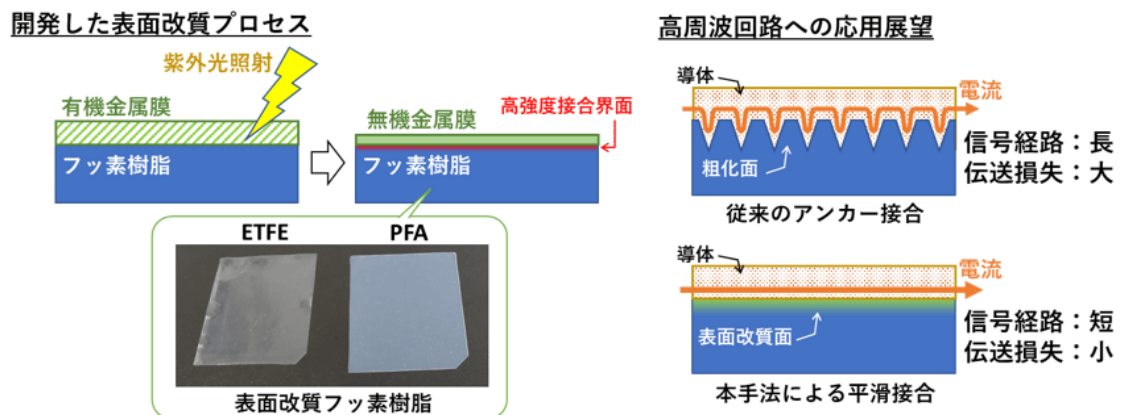


図 16 産総研で開発したフッ素樹脂の表面改質プロセスによる平滑接合技術

3. 100GHz 超における精密な評価技術の開発

材料・デバイス開発するうえで、精密かつ正確な評価技術の開発は重要である。前章の第1回会議の資料にも記載したが、産総研では、情報通信研究機構と共同で「Byond-5G/6Gを支える計量標準・校正技術ロードマップ」を発表し、評価技術の更なる高度化を進めている。例えば、平衡型円板共振器法の開発によりマイクロ波帯からミリ波帯までの超広帯域で計測できる測定方法を開発してきている（図15、産総研プレスリリース、「ミリ波帯高速無線通信の拡大を牽引する材料計測技術を開発」、2019/01/17、Y. Kato et al., IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2019, 68, 1796-1805 他）。材料・デバイス開発において、評価技術は表裏一体で欠かせないため、更なる高度化・実用化が重要となる。

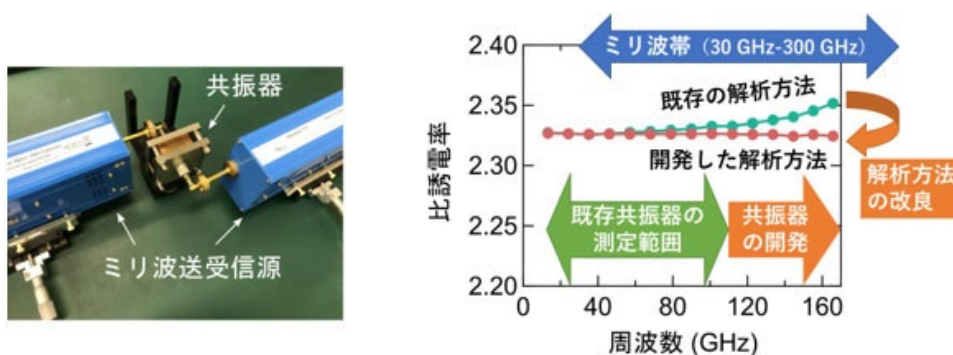


図17 産総研で開発した高周波帯域の材料物性評価技術

4. 通信カバレッジ拡大に向けたメタサーフェス技術の開発

高周波通信の普及について、重要な周辺技術としてカバレッジ拡大に向けた伝搬路制御技術がある。これは、高周波の遮蔽に弱いという特性により無線通信の品質が劣化しやすいという課題を解決するために必須技術であると考えられる。伝搬路制御技術の一つとして、移動端末に対してカバレッジを最適化させる Reconfigurable Intelligent Surface (RIS) を含めたメタサーフェス反射板技術が考案されている（図16、NTT「メタサーフェスによる伝搬路制御技術の考案と実証」、<https://www.rd.ntt/as/history/wireless/wi0518.html>）。

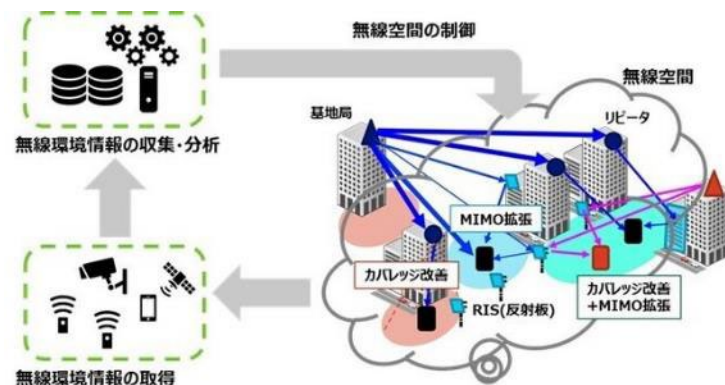


図 18 伝搬路制御技術とメタサーフェス反射板の応用想定(NTT HP より引用)

メタサーフェス反射板については様々な方式で開発が進められているが、産総研でも大阪大学と共同で開発した 140GHz の周波数において特定方向に異常反射を示すメタサーフェス反射板や（図 17、Y. Kato et al., IEEE Access, 2021, 9, 157512-157521）、メタサーフェス反射板のテラヘルツ帯評価装置も開発しており（図 18、Y. Kato et al., IEEE Access, 2023, 11, 139295-139305）、反射板自体の開発だけでなく反射特性についての評価・実証についての技術開発においても注力している。これらの技術は、高周波帯の通信の実装に対して確実に必要な技術として考えられる。

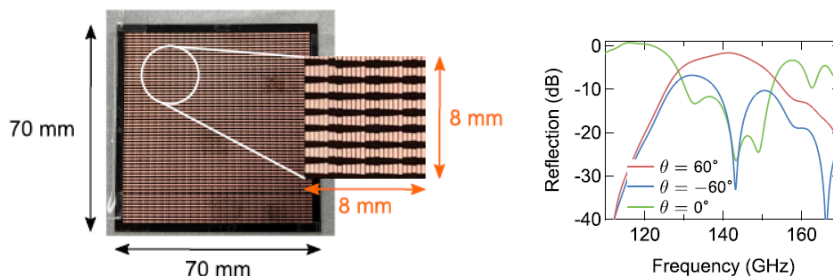


図 19 産総研と大阪大学が開発したメタサーフェス反射板の構造と反射特性評価結果

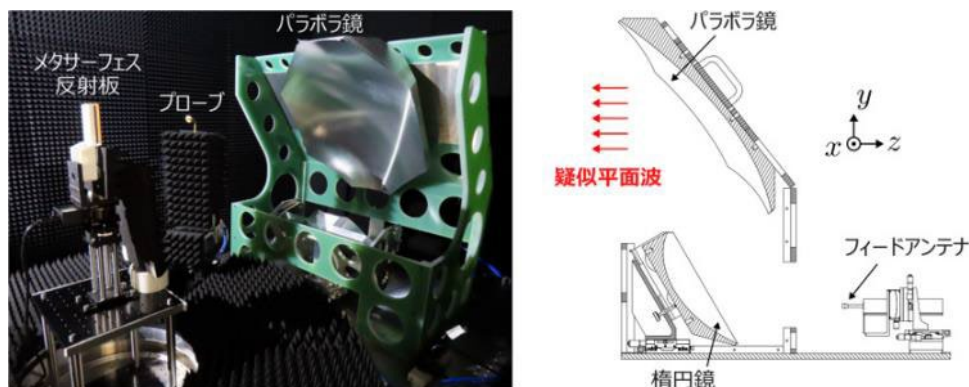


図 20 産総研と TDK、大阪大学が開発したメタサーフェス反射板の反射特性評価装置

次世代高速通信を実現する技術マップについて図 19 にまとめた。非常に多岐にわたる技術が

存在することがわかり、それぞれ単独の開発では実装・普及が進まないと考えられるため、各フェーズの連携が非常に重要となる。産総研は材料・デバイス・評価を中心に広くシーズ技術を有しており、多くの企業との連携・コンソーシアム化などを進めることで、材料～デバイスの設計・試作・評価を可能とする共通基盤プラットフォーム構築の基板となるポテンシャルを有している。

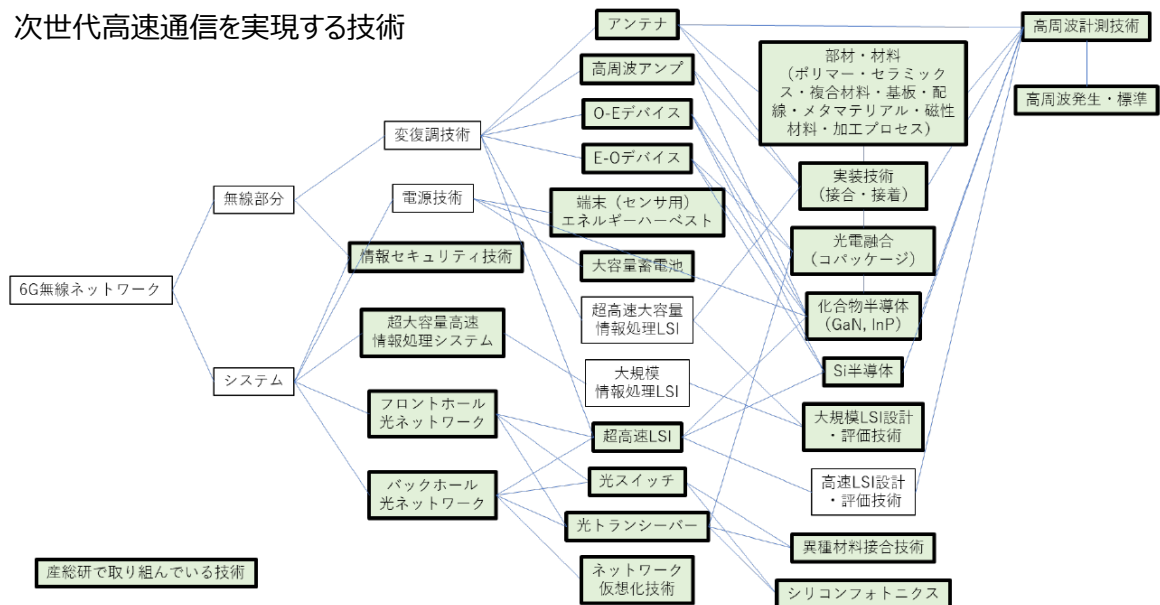


図 21 次世代高速通信を実現する技術マップ

NEDO 先導研究プログラム「次世代高速通信を実現する革新材料開発」概要

多数の素材メーカー、デバイスメーカー、国研、公設試、大学による産学連携体制を構築し、大手通信企業やモジュールメーカーなどへのヒアリングやコメントなどを求めながら、評価・試作プラットフォームの早期構築に向けた課題抽出について、サプライチェーンの横連携・縦連携の両者を意識した開発を行う。2025FY~2027FY 実施予定。

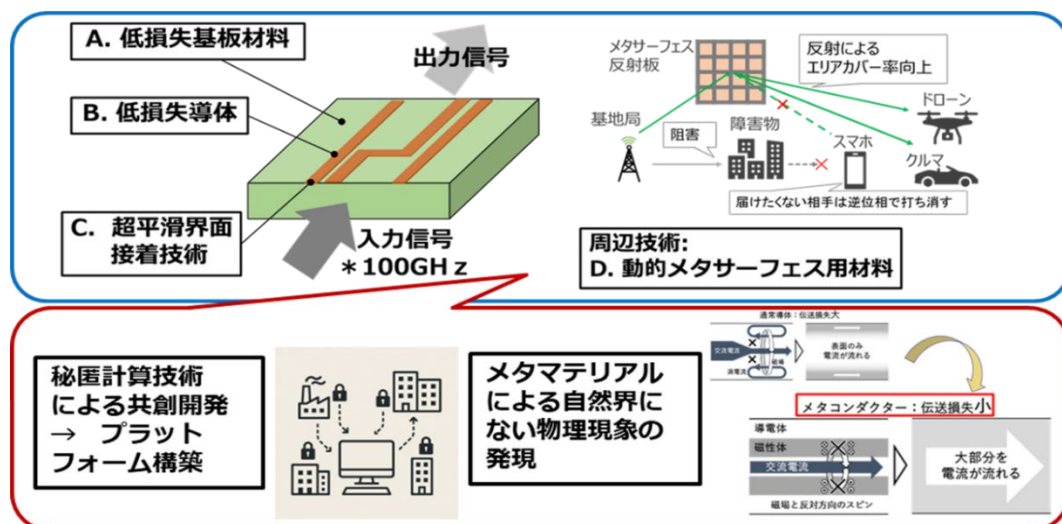


図 22 NEDO 先導研究プログラム「次世代高速通信を実現する革新材料開発」

一般社団法人 産業競争力懇談会（COCN）

〒100-0011 東京都千代田区内幸町 2-2-1

日本プレスセンタービル 6階

Tel : 03-5510-6931 Fax : 03-5510-6932

E-mail : jimukyoku@cocn.jp

URL : <http://www.cocn.jp/>

事務局長 武田安司