

マルチクライアント調査報告書

(抜粋編)

次世代高速・大容量伝送市場と対応材料技術展望 2020

-5G 導入から beyond 5G に向けた注目用途の材料変化を読む-

2020年1月17日

(有)カワサキテクノロジー

内容

第1章	はじめに	1
第2章	第5世代移動通信(5G)市場動向	2
2-1	市場概要と注目用途の最新動向	2
2-1-1	市場概要	2
2-1-2	注目用途の最新動向	11
2-2	前回調査の要点および本調査の注目点	19
第3章	5G関連部品の開発動向、材料に対する要求	22
3-1	基地局	22
3-1-1	基地局の構成	22
3-1-2	BBU, RRHの内部構造	25
3-1-3	基地局構成機器の変化	31
3-2	アンテナ	37
3-2-1	基地局アンテナ	39
3-2-2	屋内用基地局用アンテナ	51
3-2-3	移動端末器用アンテナ	57
3-3	半導体(高周波IC)	66
3-4	基板	71
3-4-1	基板構造概要と基本要件特性	71
3-4-2	リジッド基板	77
3-4-3	フレキシブル基板	85
3-5	実装技術	93
3-5-1	Antenna in Package	95
3-5-2	FOWLP, FOPLP(異種チップ搭載)	105
3-5-3	部品内蔵基板	117
3-5-4	RDL、封止材料	120
3-6	導波管	134
3-7	電気コネクタ、ケーブル	135
3-8	光トランシーバー	138
3-9	光ファイバー、光コネクタ	151
第4章	高周波対応低誘電、低誘電正接材料開発動向	162
4-1	プリント基板用樹脂材料の開発動向と技術課題	162
4-1-1	フッ素系	162
4-1-2	ポリフェニレンエーテル(PPE)系	167
4-1-3	炭化水素系(COC(P)系, プタジエン系等)	174

4-1-4	液晶ポリマー	184
4-1-5	ポリイミド	188
4-1-6	その他	191
4-1-7	まとめ	195
4-2	周辺構成材料の開発動向と技術課題	196
4-2-1	(ガラス)クロス	196
4-2-2	フィラー類	204
4-2-3	接着剤(層)	207
第5章	注目要素技術の材料、プロセス開発動向	212
5-1	EMC・ノイズ対策技術	212
5-1-1	電磁波ノイズと対策概要	212
5-1-2	電磁波遮蔽(シールド)による対策	216
5-1-3	電磁波吸収による対策	218
5-1-4	人体に対する電磁波の影響について	225
5-2	熱対策	227
5-2-1	放熱グリース、シート、ベーパーチャンパー	228
5-2-2	シンタリングペースト	234
5-2-3	低誘電、高熱伝導基板材料	241
5-2-4	高密度実装対策	243
第6章	高速・大容量伝送市場規模	245
6-1	基地局投資計画	245
6-2	基地局関連	246
6-2-1	基地局(マクロセル)	246
6-2-2	基地局(スモールセル)	247
6-2-3	基地局向けアンテナ	248
6-2-4	RRH	249
6-2-5	BBU	250
6-2-6	光トランシーバー	251
6-2-7	光ファイバー	252
6-2-8	まとめ	253
6-3	実装基板関連	254
6-3-1	多層プリント配線板(除くビルドアップ)	254
6-3-2	多層プリント配線板(ビルドアップ)	255
6-3-3	サブストレート基板	256
6-3-4	フレキシブル基板	257
6-3-5	銅張積層板(CCL)	258

6-3-6	フレキシブル銅張積層板 (FCCL)	259
6-3-7	リジッド基板用樹脂	260
6-3-8	フレキシブル基板用フィルム	261
6-3-9	ガラスクロス	262
6-3-10	まとめ	263
第7章	総括	265

第1章 はじめに

第5世代移動通信システム「5G」は、動き始めているIoT、自動運転、遠隔医療などの基幹技術であり、あらゆる産業を変革すると期待されている。単に世の中が便利になるだけではなく、各種業界・産業のデジタルトランスフォーメーションを促すと期待されている。

特に日本国内では、人口減少や少子高齢化を背景として、生産性の向上が喫緊の課題である。下に示すが、総務省では「Society5.0時代の地方」を見据えて種々取り組みをしているが、5Gが大前提である。

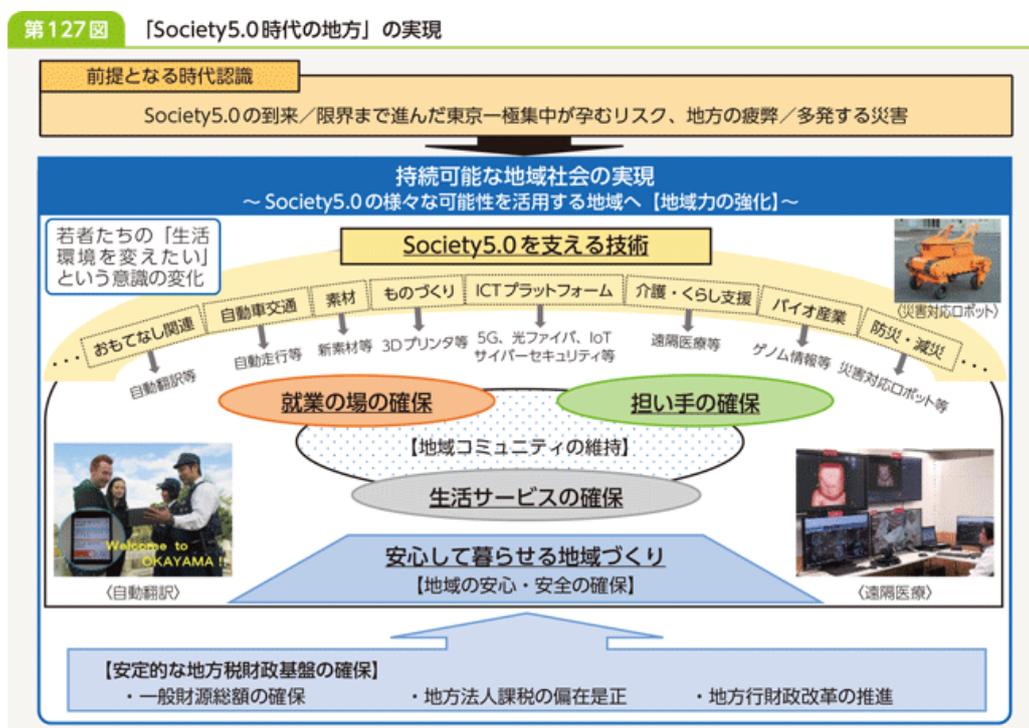


図1 「Society5.0時代の地方」の実現（出典：総務省 HP）

弊社では2018年に5Gに関する第一弾のマルチクライアント調査を実施し、多くの会社様からご賛同いただいた。3年前には材料開発は進めているがまだ動きがないと言っていた方がその調査、取材の中で「材料が足りないどこか紹介してくれ」と聞き、世の中の動きを肌で感じた。前回の調査では高周波基板を中心に行ったが、取材の中で基板以外にも多くの情報が得られた。昨年以降も基板関係は動いているが、今回はその周辺部材についても調査を進めた。

我々は直接部材を製造する立場ではないが、本レポートがそのような立場の方に参考になり、結果として社会貢献をできたならば幸いである。

第2章 第5世代移動通信（5G）市場動向

2-1 市場概要と注目用途の最新動向

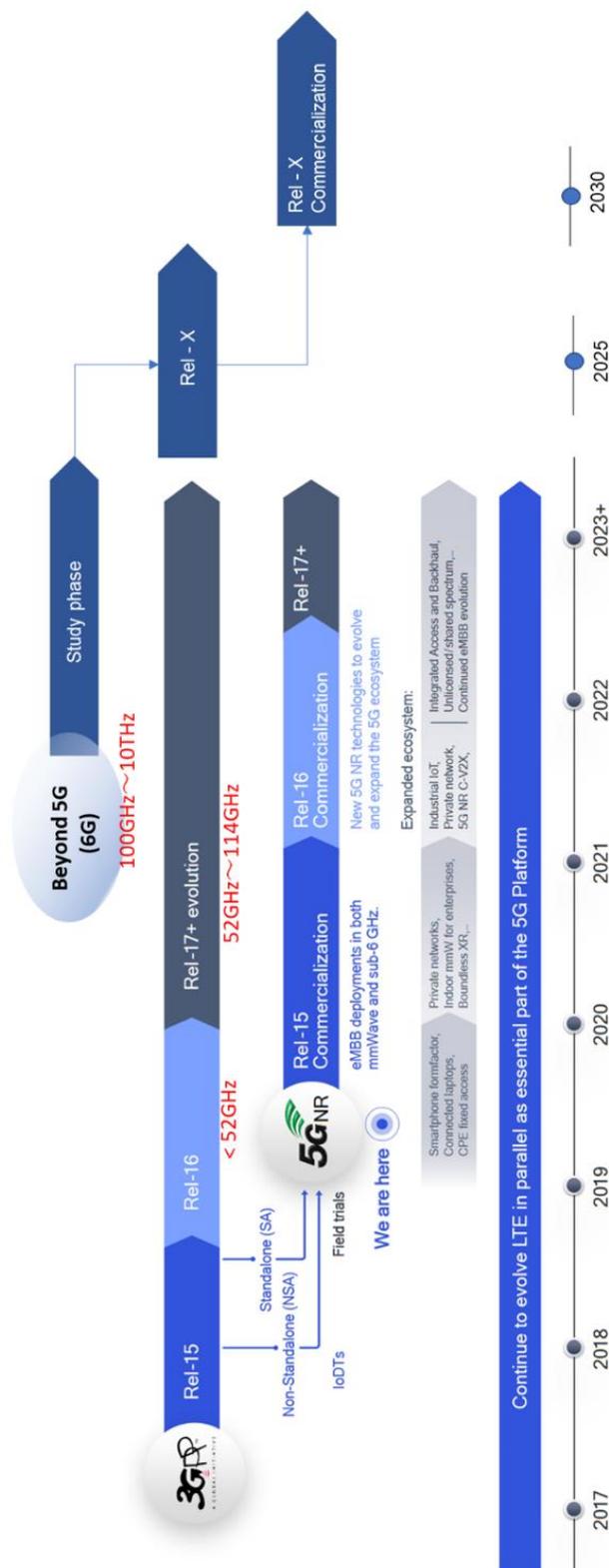


図 2-1-8 5G の商用サービス展開および Beyond 5G のロードマップ

(出典：IEEE 5G Summit April 2019 Qualcomm Technologies 発表資料に KTR が加筆)

第3章 5G 関連部品の開発動向、材料に対する要求

本章ではまず、基地局の構成について説明したのち、各部品の動向について説明し、必要とされる材料について説明する。

3-1 基地局

3-1-1 基地局の構成

無線基地局にはアンテナと信号処理を行うベースバンド部（BBU: Baseband Unit）と電波の送受信など無線信号を扱う無線アンテナ部（RRH: Remote Radio Head）とそれぞれを接続するケーブルと電源が必要となる。

下図に基地局（マクロセル）の例を示す。5G用のBBUだけでなく、2,3,4G用のBBUも備えている。また、バックアップ用の電池も備えている。RRHについては後述するが、アンテナとの一体構造となっている。

2. 5G BASE STATION (Sub 6 GHz)

Minimum modification.

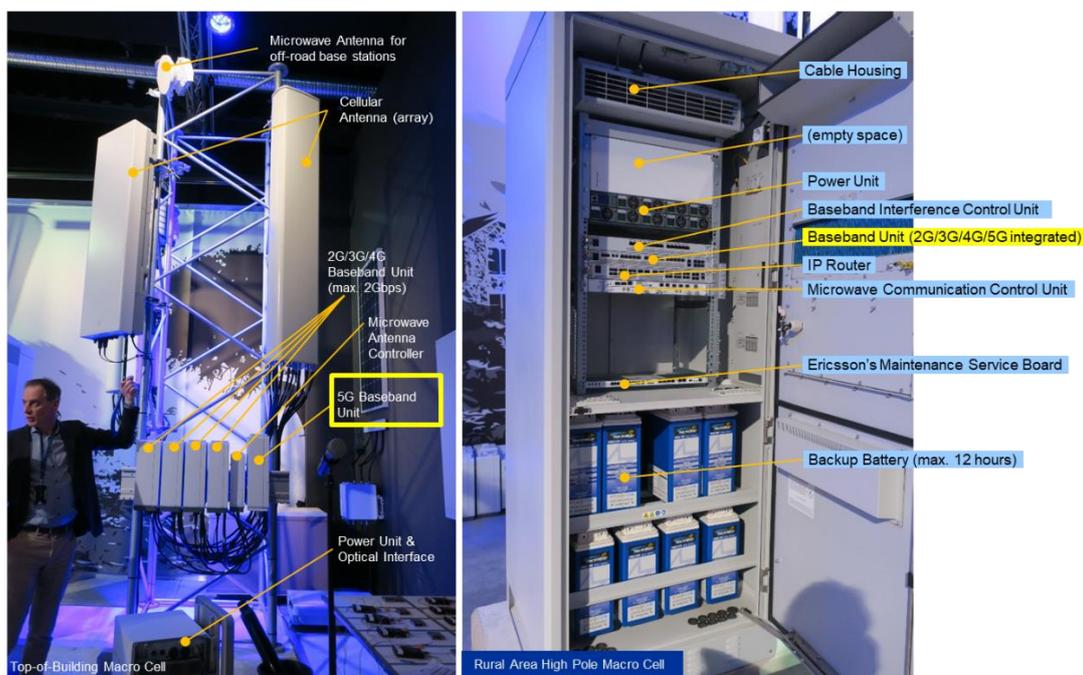


図 3-1-1 基地局（マクロセル）の構成例（出典：2019/4/25 KTR セミナー
フォーマルハウト・テクノ・ソリューションズ 柏尾氏資料）

3-1-3 基地局構成機器の変化

これまで3.6GHz以下を利用していた4Gよりも高周波帯であるサブ6GHz、28GHz帯を利用する5Gの電波は通信できる距離が短くなる。したがって、4Gの周波数帯でエリアを広く確保しながら、必要に応じて5G用の周波数を利用する方法が取られる。なお、28GHz帯の電波到達距離は200mとされている。また電波の直進性も高く、障害物に対して弱い弱点もある。



図 3-1-6 5G、4G での電波到達イメージ (出典 : au HP)

このような状況から5Gではスモールセルと呼ばれる小型基地局が多く設置されることになる。スモールセルはマイクロ、ピコ、フェムトセルと分類され、出力、大きさなどが異なる。また、通信の約8割が屋内で発生すると言われており、スモールセルは屋内競技場、駅、空港といった環境下で、場所を選ばずフレキシブルに設置することができる。ほかにも基地局を設置する通信キャリアのネットワーク運営コストを削減できるメリットもある。

3-2-3 移動端末器用アンテナ

スマートフォン (Sub6 対応)

4G の iPhone 7 から液晶ポリマー (LCP) 製の FPC が用いられていた。iPhoneX では回路だけでなくアンテナ基板にも LCP 製 FPC が採用された。村田製作所では「メトロサーク」の商標で LCP 製多層基板を提供している。従来のリジッド基板と比較すると、接着が不要で、熱圧着 1 回で完成する特徴がある。又、12 層の多層構造でありながら、FPC 基板のような屈曲性があるのも特徴である。

iPhoneX では LCP 製 FPC 基板はメインボード外にあり、基板の端から端末のアンテナに信号を中継している。そのパーツの写真を図 3-2-23 に載せる。アンテナパターンは見られないが、おそらくダイポール或いはそれに準じたアンテナパターンと推定される。

iPhone11 や 12 でも LCP 製 FPC 基板が用いられると推定され、Sub6 用アンテナ材料として LCP 製 FPC 基板の増加が予想される。

LCP 製 FPC 基板の競合になるのが変性ポリイミド (MPI) 基板である。従来のポリイミド (PI) は耐熱で難燃であるが、誘電率と誘電正接が高く、吸水量も多いために高周波用 FPC には使用できなかった。誘電特性と吸水を改善した MPI が近年開発されており、Sub6 の高周波周波数帯通信基盤として採用されている。



図 3-2-23 LCP 製 FPC 基板のアンテナパーツ

(出典：フォーマルハウト・テクノ・ソリューションズ資料)

5G 用アンテナのまとめ

上述の各種アンテナの用途とアンテナのタイプを表 3-2-3 に纏めた。Sub6 までのマイクロ波を用いた通信はダイポールアンテナが主に用いられる。28GHz 帯以上のミリ波通信になるとパッチを並べたアレーアンテナになり、ミリ波の放射方向を変動させる用途ではフェーズドアレーアンテナを用いる。又、ミリ波通信の場合は、信号ロスを出るだけ少なくする目的でアンテナと RFIC を直接接続してモジュール化をしている。

表 3-2-3 5G に関連する各種アンテナ用途とアンテナのタイプ (KTR まとめ)

アンテナの用途	設置場所／使い方	アンテナのタイプ
携帯電話基地局	屋外	ダイポールアンテナ
Sub6 スモールセル用アンテナ	屋外	ダイポールアンテナ
28GHz 帯通信用基地局アンテナ	屋外	(超) 多素子アンテナ アレーアンテナ
Sub6 屋内基地局用アンテナ	屋内	ダイポールアンテナ
60GHz 帯通信用アンテナ	屋外／屋内	パッチアレーアンテナ
Sub6 端末用アンテナ	携帯	ダイポールアンテナ
28GHz 帯端末用アンテナ	携帯	パッチアレーアンテナ フェーズドアレーアンテナ
ミリ波レーダー用アンテナ	車載	フェーズドアレーアンテナ

3-4-3 フレキシブル基板

フレキシブル基板の絶縁材には、ほぼポリイミド(PI)フィルム、ワニスが使われてきた。しかし、高周波信号の伝送に際しては、PI樹脂による伝送信号の損失が顕著になり、高周波・高速伝送用途には使用できないという課題が顕在化してきた。

したがって、上記課題の解決のために、液晶ポリマー(LCP)を使ったフレキシブル基板が展開されてきている経緯がある。LCPは比較的高い信頼性のもと、高周波帯域の信号による高速伝送を低い損失で行うことができる。誘電率(Dk)は、周波数が110GHz程度までほとんど変わらず、3.0前後である。誘電損(Df)についても約0.002であり、周波数が110GHzの場合でも0.003前後を保って良好な値である。その上、吸湿性が低い、熱膨張係数が小さいといった長所も多い。現在は、LCPが高周波用フレキシブル基板の絶縁材料の主流になってきている状況である。

表 3-4-3 フレキシブル基板の特性比較

	高周波 伝送損失	可とう性	サイズ 安定性	耐吸湿性	耐熱性	銅箔との 密着性	コスト
従来型ポリイミド(PI) FCCL	×	×	×	×	○	◎	○
変性ポリイミド(MPI) FCCL	○	△	△	○	△	○	△
液晶ポリマー(LCP) FCCL	◎	○	○	◎	×	△	×

×：やや悪い
△：一般的(普通)
○：やや良い
◎：非常に良い

(出典：LEK Consulting 資料を KTR で加筆・修正)

その一方で、LCP基板にも懸念点がある。その成型プロセスの歩留まりを含めたコスト面で課題がある。更には、はんだリフロー耐熱に関しては、そのTgの関係から懸念点として挙げられている。

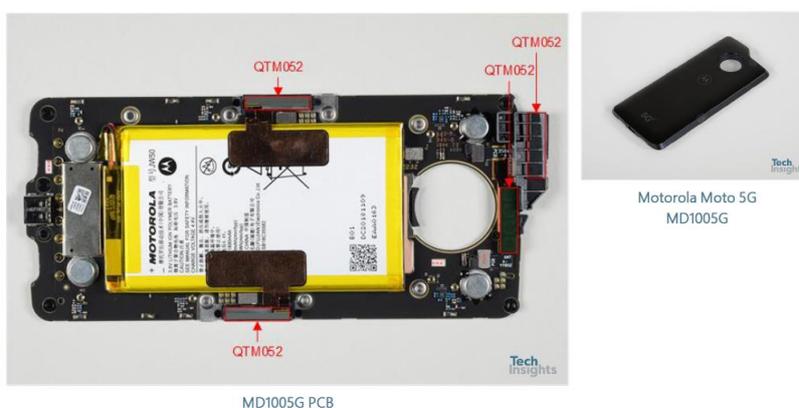
上記のLCP系の懸念点を解消する代替策として、変性ポリイミド(Modified Polyimide：MPI)が、各社で開発されてきている。

3-5-1 Antenna in Package

5G の商用サービスは始まったが、準ミリ波(28GHz)を使っているのは今のところアメリカだけである、最初に準ミリ波に対応した機種は Motorola 製のスマートフォン moto z3 で、準ミリ波 5G NR に対応する Qualcomm 製の RF モジュール QTM052 が 4 か所搭載されている。手に電話機を持っていても通信できる設計となっている。

Motorola Moto Mod 5G (Verizon) Teardown

We first saw the QTM052 – four of them - on a MD1005G PCB, inside the Motorola Moto 5G.



7 All content © 2019. Techinsights Inc. All rights reserved.

Tech Insights

図 3-5-2 Motorola 製 5G 対応スマホへの RF モジュール QTM052 搭載箇所
(出典：Techinsights 資料)

QTM052 は 5G 無線トランシーバー、電源管理 IC、RF フロントエンド、フェーズドアンテナアレイを搭載している。Qualcomm Snapdragon X50 5G モデムと組み合わせることで 5G NR に対応可能となる。

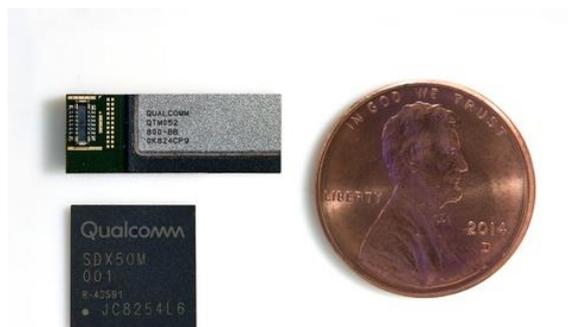


図 3-5-3 Qualcomm 製 RF モジュール QTM052 (上)

(出典：<https://k-tai.watch.impress.co.jp/docs/news/1134452.html>)

3-5-2 FOWLP、FOPLP (異種チップ搭載)

FOWLP (Fanout Wafer level Package) に関して、2016 年秋に販売された iPhone7 で TSMC の inFO が採用されたことで有機基板業界に激震が走った。有機基板がなくなりウエハプロセスでその代用を行ったからである。本プロセスは他にもファンアウト構造による多ピン対応、再配置配線構造を備え、パッケージの外形寸法が極めて薄く、電気的な特性に優れている、放熱特性が良好であるなど種々のメリットがあり拡大されている。

TSMC の inFO の前にインフィニオンが高周波デバイス用に eWLB を展開し、現在も eWLB を用いたモノリシックマイクロ波集積回路 (MMIC: monolithic microwave integrated circuit) をリリースしている。

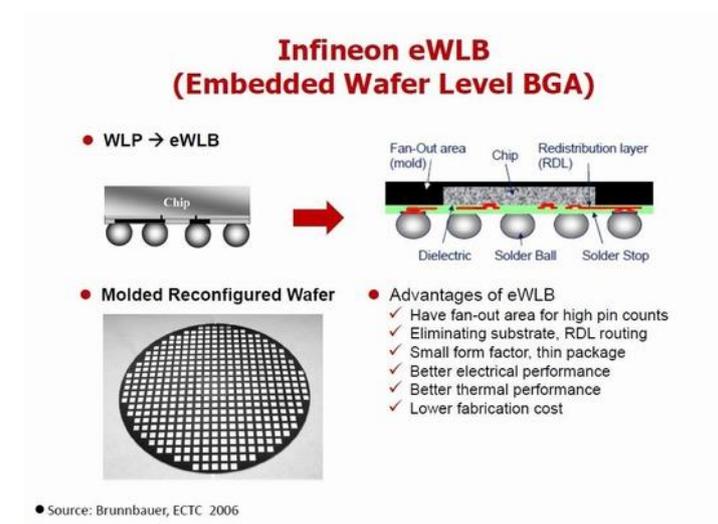


図 3-5-17 eWLB パッケージ

(出典: <https://eetimes.jp/ee/articles/1705/15/news019.html>)



ミリ波MMIC (トランシーバ24~86GHz)

概要

詳細

技術資料他

ボード

サポート

ミリ波MMIC (トランシーバ24~86GHz) サブカテゴリー

> mmW Backhaul and Fronthaul

- RF (高周波) はインフィニオンの全製品の基礎となるテクノロジーであり、今後ますます重要になるでしょう (Dr. ラインハルト・プロス、インフィニオンテクノロジーズCEO、ヨーロッパマイクロウェーブウィーク2013年10月での基調講演より)
- インフィニオンのミリ波/マイクロ波RFトランシーバのフォーカスアプリケーションは、車載用レーダー (例: 24GHzでの死角検出や77GHzでのACCレーダー) および産業用レーダー (例: 24GHzでのスマート照明用センサ)、さらに、ポイント・ツー・ポイントの基地局接続による無線バックホール通信 (例: Vバンド60GHzやEバンド70/80GHzのバックホールリンク) などで
- インフィニオンは、集積度を高めてPCB面積の最小化を実現するために、社内開発のSiGe (シリコンゲルマニウム) テクノロジーを使って、24、60、70、80 GHzのトランシーバを開発してきました。eWLB (組み込み型ウエハレベルボールグリッドアレイ) プラスチックパッケージは、標準的SMT (表面実装技術) の生産設備を使うのと比べると、ミリ波周波数領域のような先進的なシステムでは、全体コストの低減において大きな差を生み出します

図 3-5-18 eWLB を用いたミリ波 MMIC (出典: インフィニオン HP)

3-8 光トランシーバー

光トランシーバーは、電気信号と光を相互変換する光送受信機で、光通信において重要な役割を果たしているデバイスである。送信側で電気信号を取り込んで光信号に変換し、光信号を光ファイバー内へ伝送する。また、受信側で受けた光信号を電気信号に変換もできる。光トランシーバーは、単一のデバイスで送受信ともに可能となっている。



図 3-8-1 光トランシーバーの例（出典：Finisar HP）

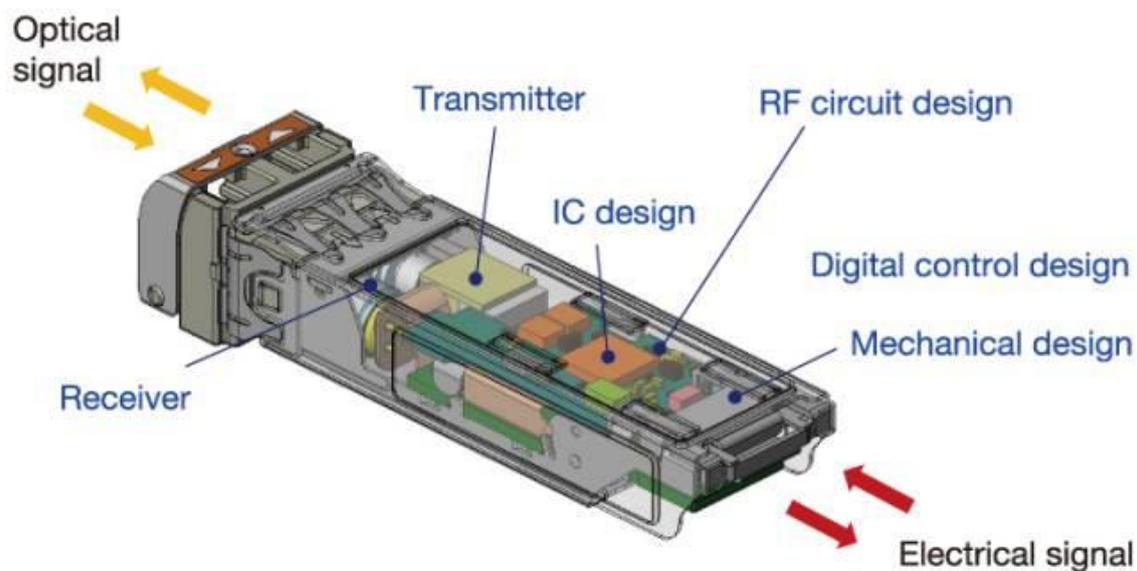


図 3-8-2 光トランシーバーの構造（出典：<https://medium.com/@Gigalight/the-structure-and-principle-of-the-optical-transceiver-fea20a8187ca>）

単一波長のDFBは長距離・大容量に向いているがコア径8 μm のシングルモードファイバーで使用されるため、位置合わせ精度が厳しくレンズには一般にガラスが使用されるが、VCSELは主に50 μm もしくは62.5 μm のマルチモードで使用されるため低コストの樹脂レンズが使用される場合がある。

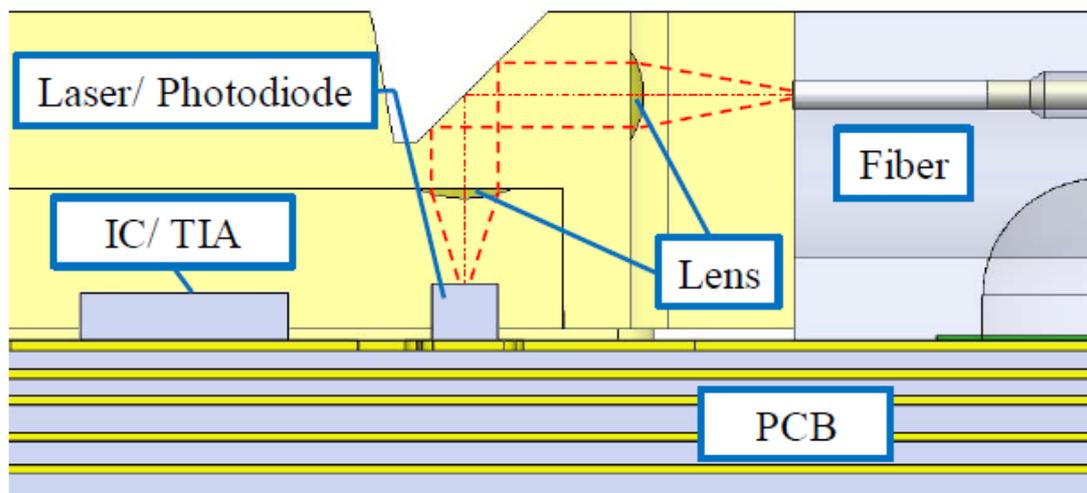


図 3-8-10 VCSEL 構造のイメージ (出典 : ECTC 2019 住友電工発表資料)

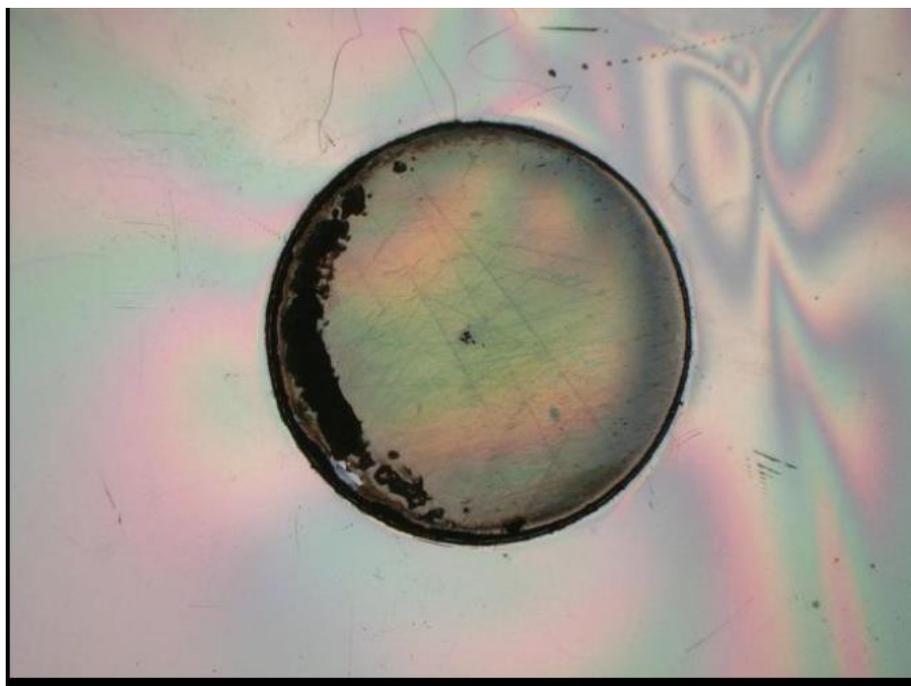


図 3-8-11 樹脂レンズのイメージ (出典 : ECTC 2019 住友電工発表資料)

第4章 高周波対応低誘電、低誘電正接材料開発動向

4-1 プリント基板用樹脂材料の開発動向と技術課題

候補となる低誘電率・低誘電正接材料の特徴については、2章でも述べたとおり、2018年の関連報告書で記述した。ただし、その後の1年余りで、関連材料の市場環境も大きく動いている。ここでは、基本となる材料技術課題と新たに顕在化してきた状況も含めてまとめる。

4-1-1 フッ素系

基板材料として用いられるフッ素系樹脂の代表としてPTFE（ポリテトラフルオロエチレン）が挙げられる。主なプラスチック材料の中では、最も誘電率および誘電正接が低い材料系であることが知られている。

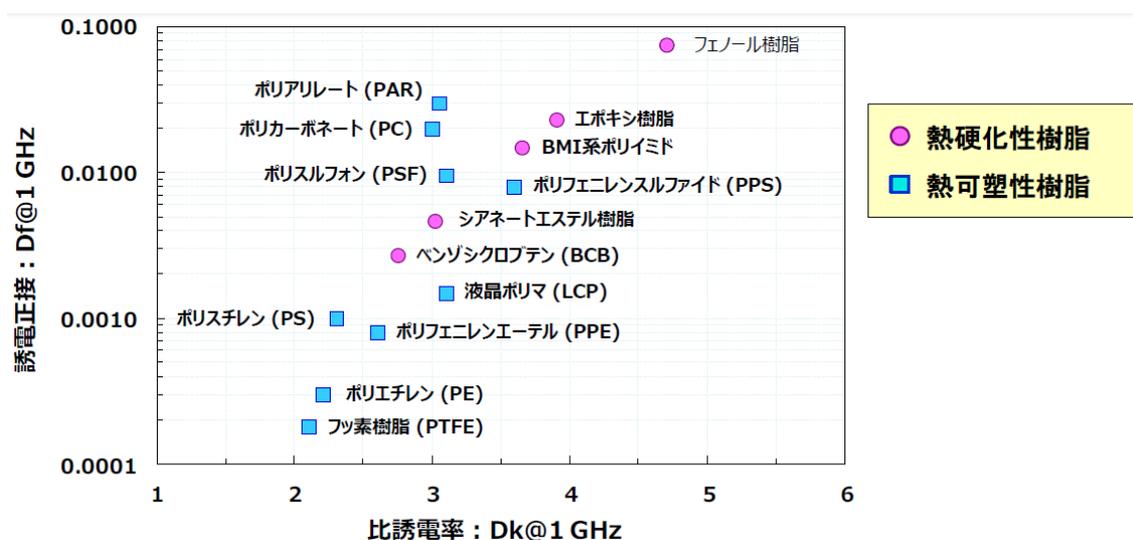


図 4-1-1 主な基板樹脂材料の誘電特性比較

(出典：S&T 出版主催「車載ミリ波レーダー/対応材料最前線」日立化成発表資料)

そしてこの特長を生かして、既に高周波アンテナ基板として展開されている。最も特徴的なものとして、ロジャースの R03000 シリーズがある。PTFE とセラミックフィラーの組み合わせで、低 $\tan \delta$ および ϵ 可変の基板を銅張積層板として提供しており、ミリ波レーダー用アンテナの「デファクト」と言われている。

5-1-2 電磁波遮蔽（シールド）による対策

EMC・ノイズ対策は、基本的にはそれぞれのモジュールにおける回路設計者があらかじめ実施する。したがって、理想的には部品あるいは製品として組み立て後も設計通りに EMC・ノイズ対策がしっかり行われているので、後付けの電磁波遮蔽あるいは電磁波吸収の対策は必要ないということになる。

しかし、実際は、部品・製品となる過程でどうしても発生してしまう事象であるというのは周知のとおりである。したがって、あくまで対策部品であるので、できるだけ低コストで簡易に対策を実施したいというのが開発者の意図となる。製品によるが、3割が対策部品はなしで製品化できるが、残りの7割は何かしかの EMC・ノイズ対策が必要であるというのが、関係者の声としてある。

上記のバックグラウンドを考慮すると、電磁波遮蔽対策と電磁波吸収（ノイズ抑制）対策は、前者が主で、後者が従ということになる。なぜなら、前者のほうが低コストでより簡易に対策できる場合が多いからである。電磁波遮蔽対策を実施して、どうしても問題になる場合に電磁波吸収（ノイズ抑制）対策をおこなうというのが通例である。

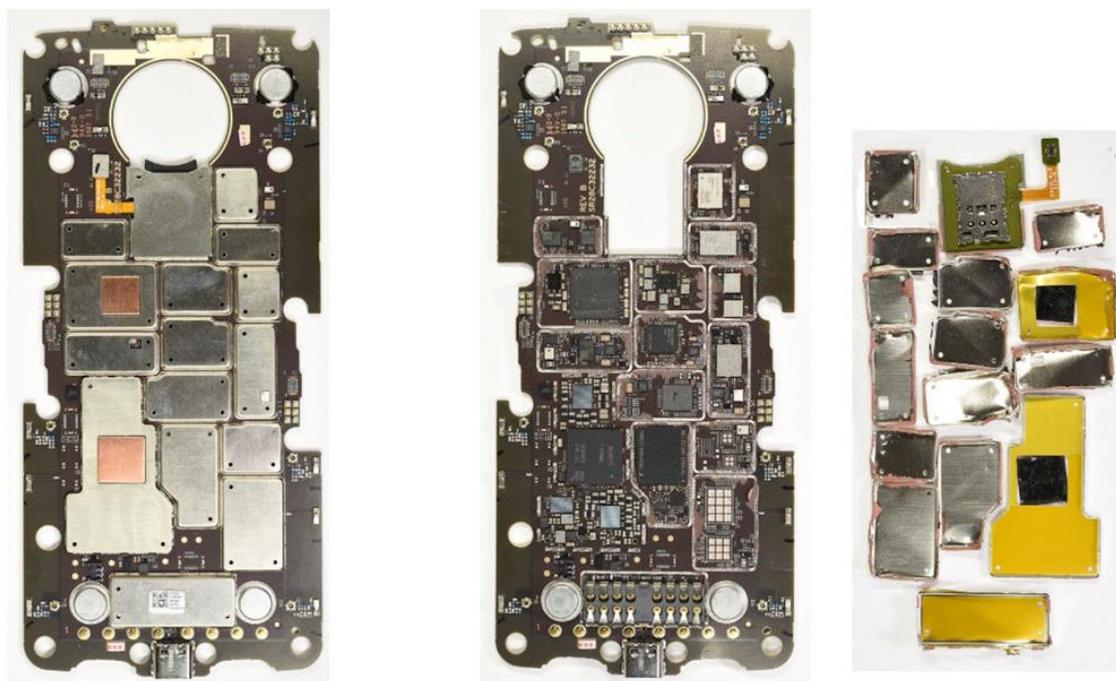


図 5-1-5 モトローラ製 5G 対応スマートフォンのメイン基板における電磁波シールド対策
(出典：<https://tech.nikkeibp.co.jp/atcl/nxt/column/18/00009/00037/?P=5>)

5-2-1 放熱グリース、シート、ベーパーチャンバー

以下に基地局構成部品である BBU、RRH の分解写真を再度示すが、放熱グリースがいたるところに貼付されている。防水シールのため密封構造でファンなどは使用されていない。

放熱グリースが貼付されている IC は高周波用のものだけでなく CPU、DRAM、マイコンなど可能な限り応用されている。



図 5-2-1 RRH、BBU(Nokia Siemens Flexi WCDMA 2100MHz base station)の内部構造
(出典：<http://kaizerpowerelectronics.dk/teardown>)

パワーデバイスにおいては絶縁系の熱伝導の検討が活発に行われており、開発の焦点は窒化ホウ素の実用化である。下図は各単体の熱伝導率であるが、実用化しているものは $10\text{W/m}^{\circ}\text{C}$ 強である。

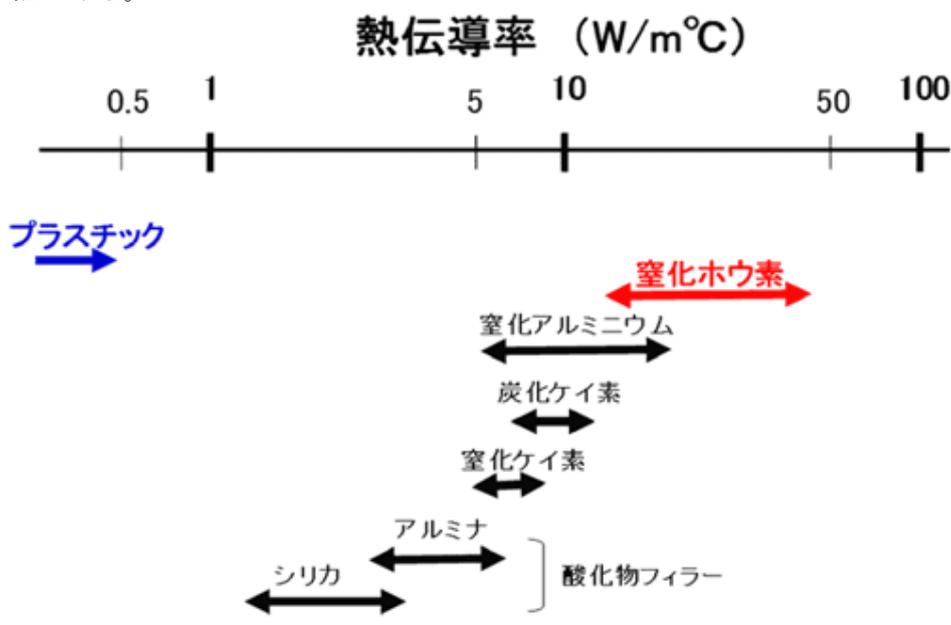


図 5-2-2 絶縁系フィラーの熱伝導率 (出典：
https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2008/pr20081015/pr20081015.html)

第6章 高速・大容量伝送市場規模

6-1 基地局投資計画

以下、2019年4月に総務省が発表した第5世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設計画の認定に係る審査結果より日本における各キャリアの投資計画を示す。4社合わせると基地局設備への投資額合計は2019～2024年合計で1兆3147億円/90,810局となっている。

表 6-1-1 日本における 5G 向け基地局投資計画（出典：総務省）

NTTドコモ	KDDI/沖縄セルラー電話	ソフトバンク	楽天モバイル
1 設備投資額[※] ・特定基地局の基地局設備への投資額 【3.7GHz帯及び4.5GHz帯】 約5,260億円 【28GHz帯】 約1,340億円 ・交換設備及び伝送路設備への投資額 約1,350億円 <small>※2019年度～2024年度までの累計額</small>	1 設備投資額[※] ・特定基地局の基地局設備への投資額 【3.7GHz帯及び4.5GHz帯】 約3,341億円 【28GHz帯】 約387億円 ・交換設備及び伝送路設備への投資額 約939億円 <small>※2019年度～2024年度までの累計額</small>	1 設備投資額[※] ・特定基地局の基地局設備への投資額 【3.7GHz帯及び4.5GHz帯】 約1,016億円 【28GHz帯】 約205億円 ・交換設備及び伝送路設備への投資額 約840億円 <small>※2019年度～2024年度までの累計額</small>	1 設備投資額[※] ・特定基地局の基地局設備への投資額 【3.7GHz帯及び4.5GHz帯】 約1,496億円 [※] 【28GHz帯】 約822億円 [※] <small>注：共通の投資額として720億円が重複計上</small> ・交換設備及び伝送路設備への投資額 約348億円 <small>※2019年度～2024年度までの累計額</small>

また、中国においても野村證券により以下予想がされている。中国ではChina Tower など設備を担う会社が設立されているが、仕様決定はキャリアの提出する要求仕様書に基づきキャリアによる意思がはたらくとのことであった。

表 6-1-2 中国における 5G 向け基地局設置数予想（出典：野村證券）

図表 12: 中国の通信 3 社の 5G 基地局設置数の野村予想（19 年 9 月 12 日付け）

	2019F	2020F	2021F	2022F	2023F	2024F	2025F
単位:千局							
China Mobile							
マクロセル	70	350	800	1,350	1,700	1,900	2,050
スモールセル	140	700	1,600	2,700	3,400	3,800	4,100
China Unicom							
マクロセル	40	171	391	660	831	929	1,002
スモールセル	80	342	782	1,320	1,662	1,858	2,004
China Telecom							
マクロセル	40	257	587	990	1,247	1,393	1,503
スモールセル	80	513	1,173	1,980	2,493	2,787	3,007
合計							
マクロセル	150	778	1,778	3,000	3,778	4,222	4,556
純増							
マクロセル	150	628	1,000	1,222	778	444	333

出所: 野村

第7章 総括

以下、5G 関連部品動向を示す。

表 7-1 5G 関連部品動向 (KTR まとめ)

手法	状況
基地局	数十GHz帯の高い周波数の電波は減衰し易く、電波の到達距離が短くなることにより、基地局(特にスモールセル)が増加する。また、アンテナと無線信号を扱うRRHの距離を短くする一方、データ処理を行うBBUは集約化の動きがある。また、光通信の需要が高まってくる。
アンテナ	基地局増加に伴いアンテナの数も増加する。また、電波の到達距離が短くなるので電波を広範囲に放射するのではなく、電波のエネルギーを集中した指向性をもってそれぞれの端末に照射する方式が採用されていく。
半導体(高周波IC)	SiからGaAs、GaNなどへの動きがある
基板	リジッド向けでは、実用化されたPPE、PTFEだけでなく種々低誘電の開発が進められている。フレキシ向けでは、高周波向けでPIからLCPに一部取って代わったが、Modified PIで一部巻き返した。更に準ミリ波に向けてLCPが採用増の見込み。
実装技術	回路長を短くするために、FOWLPなど新規実装技術の開発が積極的に進められている。それに伴い封止材、再配線材料なども低誘電化の開発が進められている。
導波管	現状では製造コストが高く使用は限定的だが、低コスト化を視野に入れ開発は進められていくと予想される。
電気コネクタ、ケーブル	同軸ケーブルが使用され、絶縁体としてPEとともにPTFEが使用されている。今後拡大すると見込まれる。
光トランシーバー	光通信の増加とともに伸長すると予想される。高速化、遠距離化だけでなく、中速域、中距離域のニーズもあり、VCSEL対応の技術動向も注目される。
光ファイバー、コネクタ	光通信の増加とともに伸長すると予想される。樹脂ファイバーについては今のところ大きな拡大は見込めない。

次に、基板材料を中心に 5G 関連材料動向を示す。

表 7-2 5G 関連材料動向 (KTR まとめ)

手法	状況	
樹脂	フッ素系	誘電特性の優位性をベースに欠点克服を各社模索中。ハイエンドでのプレゼンスはあるが他材料系の浸食が懸念される。
	PPE	高周波対応のリジッド基板材としての存在感は大きい。先端品ロジャースの牙城を崩す勢いであり、後発の参入メーカーも出てきている。
	マレイミド系	パッケージ基板向けは、スマートフォンの飽和感はあるものの高周波向けサブストレートへの展開も期待される状況にある。
	炭化水素系	COPIは既に燃硬化タイプが基板に適用され、高耐熱の熱可塑COC(P)も開発中である。ブタジエン系材料は、既にロジャース材に適用。今後も周辺材料は検討される。
	PS	誘電特性の特長からアンテナドーム関連には既に展開され、基板材料へも検討が始まっている。
	LCP	村田「MetroCirc」を中心として市場拡大傾向が続く。生産課題を克服するとともにクラレ中心に他メーカーも参入。MPIとの市場の取り合いが激化。
	ポリイミド	MPIIにより、高周波市場でも存在感が復活。FCC市場での実績をベースにLCP陣営との競争が続く。5Gの更なる高周波化で生き残れるかが鍵。
	エポキシ系	高周波用途でも未だにエポキシ信仰はある。ハイエンドは不可能であるが、その下の階層でどれだけ市場を食っていけるかが鍵。
(ガラス)クロス	低誘電ガラスクロスへの供給が逼迫する中、ネクストNE含め日東紡中心に積極展開が図られている。樹脂系クロスも動きもある。	
フィルタ	無機材料	低熱線膨張係数と放熱特性の付与に向け積極展開が各社図られている。また、ポーラスシリカの導入による低誘電率化の方向も可能性としてはある。
	有機材料	低誘電率LCPフィルタ導入による低誘電化の開発事例あり。他にLCPパウダーによる等方性LCPフィルム展開も検討されている。
導電材	これまで、銅表面を粗化し樹脂とのアンカー効果により接着性を上げるアプローチを行っていたが、銅表面の粗化は高周波用途では不利となり、化学的強度を各社検討接合材であるんだを見直す動きもある。	

《 調査企画担当 》

次世代高速・大容量伝送市場と対応材料技術展望 2020
-5G 導入から beyond 5G に向けた注目用途の材料変化を読む-

2020年1月17日発行

頒価：450,000 円（税別）KTR コンサル会員価格

500,000 円（税別）非会員

(有) カワサキテクノロジーリサーチ

調査企画プロジェクトチーム

代表 川崎 徹

担当 斉藤隆幸、福島功太郎、芹澤 肇

[連絡先]

〒541-0047

大阪市中央区淡路町4丁目3番8号 TAIRIN ビル6F

(有) カワサキテクノロジーリサーチ

TEL：06（6232）1055

FAX：06（6232）1056

Email：ktr@kawasaki-tr.com

《 無断での複写複製を禁ず 》