



タッチでつながる世界

TransferJet
ホワイトペーパー
Revision 1.2

September 2015

TransferJet コンソーシアム

はじめに

今日のコンシューマーエレクトロニクスにはコンテンツ再生とコンテンツ作成の二つの世界が存在します。一般的にエンドユーザーはテレビを見たり、音楽を聴いたり、家族の写真を見たりしてマルチメディアコンテンツを楽しむために時間を費やします。また、スマートフォン、デジタルカメラ、ビデオカメラ等の機器を使って、撮影や録画といったプライベートコンテンツの作成にも多くの時間を費やしています。このように昨今のコンシューマーエレクトロニクス機器の発展により、コンテンツ作成は便利で簡単にだれもが経験できるようになりました。しかし一方で、それらのコンテンツの他の機器への転送、特にカメラからスマートフォンなどモバイル機器間でのデータ転送は依然として容易ではなく、コンテンツの作成と利用の間のボトルネックとなっています。例えば、あなたが高性能なレンズ交換式カメラで撮影したとしましょう。その高精細画像を、スマートフォンのインターネット接続を介して出先でタイムリーにSNSなどに投稿するのは決して簡単なことではありません。このようにコンシューマーエレクトロニクス機器間でコンテンツを共有するニーズが高まってきている中で、こうした問題を解決し、コンテンツを機器間で簡単に共有する方法が求められています。本ホワイトペーパーではそのためのソリューションとして**TransferJet**を紹介しています。**TransferJet**はこれまでコンテンツ共有の際に立ちはだかっていた問題を、ハイスピード、低コスト、ハイセキュリティを実現しつつ、直感的で簡単な方法で解決できます。

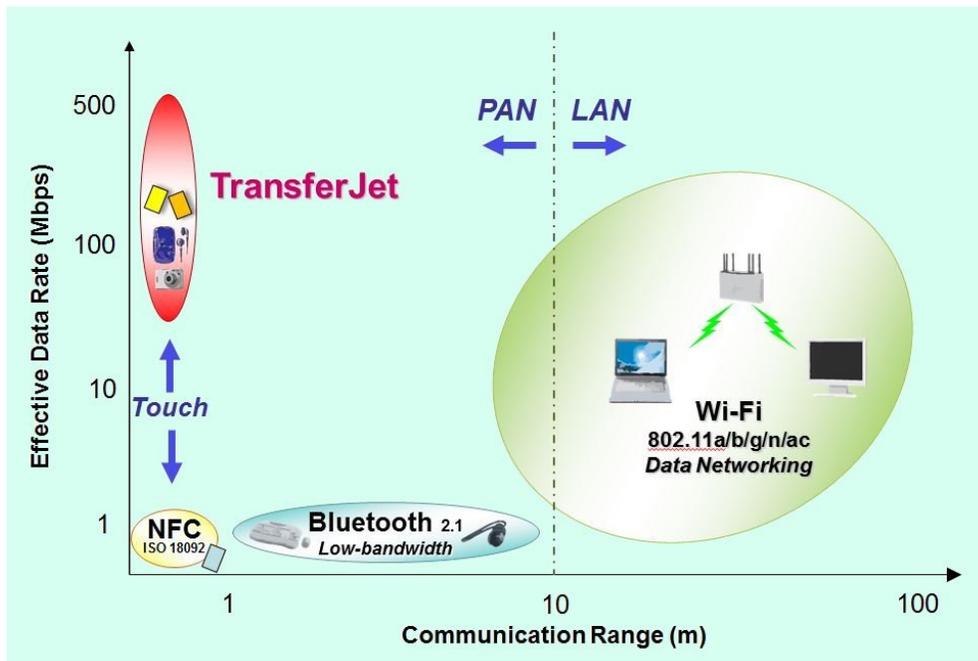


図 1 : TransferJet と他の無線技術のポジショニングの違い

TransferJet 無線技術 は Wi-Fi 以上のスピードと NFC (Near Field Communication)の簡単さを組み合わせた新しい無線技術です。この組み合わせで **TransferJet** はエンドユーザーが単に“タッチ”するだけで転送速度 560Mbps を実現します。

“タッチ” モデル

さて **TransferJet 無線技術** はどのようにしてこれらを実現できたのでしょうか。その鍵はユーザー操作の“タッチ”モデルにあります。タッチは自然な動作で、ユーザーはただタッチするだけで思ったことが実現できます。例えば、日本の鉄道は駅の改札口にチケットの代わりに IC カードをタッチすることで決済可能なシステムを導入しています。このシステムは、非常に短期間で広く普及しました。改札口を歩きながら決済用の IC カードや対応した携帯電話をカードリーダーにタッチすれば、1 秒もかからないうちに電車賃が支払われます。今ではほとんどの人が毎日、改札ではタッチで支払いをして通りぬけるのが当たり前となっており、タクシー、バスなどの他の交通機関やお店での支払いなどでも利用されています。このようにタッチはとても自然で直観的な動作のため非常にわかりやすいユーザーインターフェースなのです。だからこそ **TransferJet 無線技術** は同じタッチの動作を用い、更にハイパフォーマンスのインターフェースとして高速データ転送も実現します。

ユースケース

このようにタッチとスピードの強力な組み合わせにより、**TransferJet 無線技術**



図 2: カメラをタッチするだけでデジタル写真をテレビに表示

はスマートフォン、タブレット PC、デジタルカメラ、ビデオカメラ、テレビ、ゲーム製品、プリンターなどのコンシューマーエレクトロニクス機器間で大容量データファイル（静止画、動画など）の高速転送を実現可能にします。一回のタッチでデータが高速で送信されるほか、送信するデータや受信データの保存先、処理方法を選択するようなユーザーインタラクションも考えられます。ユーザーからすれば、**TransferJet 無線技術** は様々な製品を瞬時につなぐタッチ駆動のユニバーサルインターフェースともいえるか

もしれません。例えば家庭ではカメラをテレビやビデオレコーダーに接続した

TransferJet パッドにタッチするだけで、デジタル写真をテレビに映すことができます。カメラ内の高精細な画像をスマートフォンやタブレット PC にタッチして転送し、タイムリーな画像を SNS に投稿することも可能になります。また、ビデオレコーダーで録画した番組をスマートフォンにタッチして持ち出し、通勤や通学の時間に楽しむといったこともできます。



図 3: モバイル機器間データ転送



図 4: デジタルサイネージをモバイル機器でタッチするだけでコンテンツをダウンロード



図 5: モバイル機器で KIOSK パネルをタッチして音楽ファイルを試聴／ダウンロード

使いやすさのおかげで従来のユースケースが発展し、また新しい可能性も広がります。例えば、公共の場所に設置したデジタルサイネージやデジタル KIOSK の **TransferJet** パッドにスマートフォンやタブレット PC をタッチすることで、クーポンや映画の予告、サウンドクリップなどを入手することも可能になりますし、テーマパークのエンタランスで電子マップやイベントスケジュールをダウンロードするといったことも考えられます。

また、**TransferJet** 無線技術は非接触型なのでコネクタピンにまつわる腐食、屈曲、破損といった従来のリスクがありません。これらの特徴を活かせる用途としては、デジタル写真のプリント KIOSK や街角の情報 KIOSK といったコンシューマー用途だけでなく、工作機械、製造現場、運輸、クリーンルームや医療といった高度な信頼性や耐久性が求められる用途にも最適です。

仕様

このように **TransferJet** 無線技術のユニークな特性は多くのアプリケーションに適用可能です。ここではその特性の技術的詳細を掘り下げて説明します。**TransferJet** 無線技術では最大 560Mbps、実効スループットで 375Mbps の高速データ転送が可能です。また、通信可能な距離は最大でも数センチ、接続形態(ネットワークトポロジー)は常に 1 対 1 (point-to-point) となります。この距離と接続形態が、システムを大いにシンプルにしているのです。距離が短いので、-70 dBm/MHz 以下の非常に小さな送信電力で近距離無線信号が操作できます。そして point-to-point のトポロジーなので、ネットワークの設定や管理が大幅に簡素化されます。また、誘導電磁界の近接場には偏波特性がありませんので、2 つの機器を厳密な精度で向き合わせなくても問題なく接続することが出

来ます。スペクトルは 4.48 GHz を中心とし、560MHz の帯域幅を占有しています。この周波数帯で、かつ転送電力が非常に低いため、日本、ヨーロッパ、アメリカをはじめとする多くの国で利用することが可能です。またエラーの訂正やパケットの認識・再送を含むロバストなプロトコルを持っていることも、**TransferJet** 無線技術の特徴です。これらすべての特性が、複雑さや干渉を最小限にしているのです。加えて、低送信電力と point-to-point のトポロジーが消費電力を抑える働きをします。それぞれの **TransferJet** 機器は、他の機器が自分の通信距離範囲に入ってきたときにのみ相手を検出します。他の機器が検出されたとき以外は送信しないので余計な電力を使いません。これもタッチモデルの利点です。

中心周波数	4.48 GHz 帯
送信電力	欧州等規制の電力密度 -70 dBm/MHz（平均電力）を満たし、日本国内においては微弱無線局の規定を満足すること
通信速度	560 Mbps (max)/375 Mbps（実効スループット） 無線環境に応じてシステムが通信速度を調節できる
接続距離	数センチ
トポロジー	1-to-1（point-to-point）
アンテナ要素	誘導電場カプラ

図 6: TransferJet 仕様

通信距離

数センチという短距離は一見、不利なように思われます。しかしタッチモデルと組み合わせることにより大きな強みになります。低消費電力についてはすでに言及した通りです。また近距離伝送なら、Wi-Fi や Bluetooth のような長距離伝送時に生じるようなマルチパスのフェーディングやシャドーイングもありません。そのため複雑なイコライザや OFDM のような高度な信号方式がなくても非常に高い接続信頼性があり、コストと消費電力の最小化にもつながります。しかし最大の利点は、それぞれの **TransferJet** 機器が、通信距離内に入って来た他の **TransferJet** 機器をみつけることができる点です。距離が短いので、プロトコルは通信可能な機器があると認識でき、ユーザーは発見したその機器との接続を承認するだけでよいのです。たったそれだけで、プロトコルが二つの機器を繋げます。接続が確立すれば、アプリケーション側でファイル転送、ユ

ユーザーへのクエリ、ファイルメニューの表示などの次のステップに進みます。そうした意味では、TransferJet ワールドでのタッチ動作は USB のケーブルのプラグを差すのと似ています。TransferJet は USB ケーブルの使いやすさをケーブルなしで提供している、と言えるかもしれません。ほかの無線プロトコルと同様、機器側は検索、発見、選択、認証、接続、転送といった必要な段階を踏んで処理をします。しかし TransferJet 機器はこうした段階をひとまとめにして、タッチの動作ですませしてしまうところがユニークなのです。

カプラ

ただこうした操作をこれほど短距離に納めるのはそれほど簡単ではありません。二つの TransferJet 機器が接触（近接）していなければ、なにも起こらず、互いを検出することさえしません。これは、できるだけ遠くに信号を放射するよう設計されている従来の標準的なアンテナでは非常に難しいタスクです。この振る舞いをよく理解するために、下記の正弦波電流で励起した微小なダイポールによる電磁場の方程式を考えましょう。

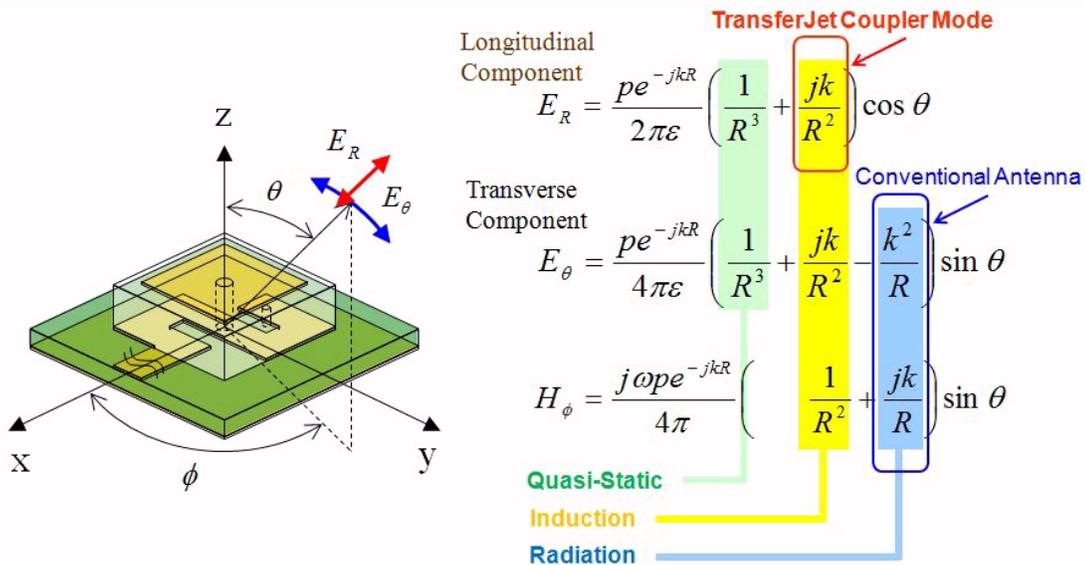


図 7: TransferJet カプラの設計および微小ダイポールによる電磁場の方程式

上記方程式の変数は下記のとおりです。

- R = ダイポールからの距離 (m)
- K = $\omega\sqrt{\mu\epsilon}$ 平面波の角波数
- p = QL (Q はピーク電荷、L はダイポールの長さ)
- ω = 正弦波の角周波数 (ラジアン/秒)
- ϵ = 電波媒質の誘電率 (空気中)
- μ = 電波媒質の透磁率 (空気中)

信号の遠方電界の電界強度は距離に反比例して変化します。一方近電界の成分は距離の二乗に反比例します。そのため距離がのびるにしたがい近電界は遠方電界よりも急激に減衰します。遠方電界の直交 E 要素および H 要素はワイヤレス通信では一般的な従来の TEM 波（Transverse Electro-Magnetic 波）を形成します。一方、近電界は、有効電力は放射せず近接領域に誘導的に電力を蓄えます。誘導電力は相手の **TransferJet** カプラが近電界にきたときだけ消費されます。一方近電界は距離に対して縦方向の成分を含みます。この成分には偏波特性がないため、ユーザーが 2 つの機器を前述のように合わせるのが簡単になる点が重要です。

これらの要素が結びつき、ユニークな **TransferJet** カプラが誕生しました。カプラの設計を微小ダイポール解析に基づく座標系に重ねて図 7 に示しました。

このカプラは従来のアンテナとは違い、遠方電界成分を抑え、近電界信号を増幅するよう設計されました。これにより、近距離では高い利得により安定した通信を行う一方で、離れると受信電力が急激に減衰することにより、タッチすると通信が瞬時に行われ、離すと確実に通信が終了するというユーザーの使い勝手を実現できました。

セキュリティ

TransferJet 無線技術は、近接の 1 対 1 でやりとりする技術ではありませんが、そうは言ってもワイヤレスネットワークです。セキュリティは問題ないのでしょうか？これはまさにキーポイントとなる質問です。Wi-Fi や *Bluetooth* のようなワイヤレスネットワークには、権限のない受信機が個人情報にアクセスできないようにするために、リンク層に組み込まれている広範囲かつ複雑な暗号化技術があります。Ethernet や USB のような有線ソリューションでは物理的にアクセスを制限することが可能ですが、長距離のネットワークではそれが出来ないため、そのようなリンク層での暗号化は必須なのです。セキュリティの観点では、**TransferJet** 無線技術は物理的なケーブルに近いともいえます。そのため **TransferJet** 無線技術にはあえてリンク層に暗号化を組み込んでいません。ある程度の距離があれば、攻撃者が **TransferJet** 機器間の接続にアクセスすることはかなり難しいのです。**TransferJet** 無線技術は信号レベル、放射距離、どこをとっても制限されるよう設計されています。そこで、リンク層のセキュリティを除くことにより、消費電力とコストを削減し、ユーザーにとっての複雑さも大幅に解消されます。しかし接続形態にかかわらずファイル転送時にファイルのインテグリティを保護する必要のあるアプリケーションもあるため、アプリケーション層に暗号化を追加することはできます。**TransferJet** 無線技術はそういったアプリケーションレベルのセキュリティにも完全に互換性があ

ります。それぞれの機器は個別の ID(ユニーク ID)を持っているので、接続しようとするどんな機器でも識別することができます。つまり **TransferJet** 無線技術 なら、タッチのシンプルさと有線接続のセキュリティ、その両方の世界を最高のかたちで実現できるのです。

プロトコルスタック

TransferJet 無線技術のプロトコルは下記 3 点の基本的原則のもと、動作します。

- 1) point-to-point : 接続は常に point-to-point です。multi-point トポロジーには対応していません。
- 2) 対称性 : すべての機器は接続要求を送信または受信できます。
- 3) 後方互換性 : プロトコルは既存のレガシーアーキテクチャと可能な限り後方互換性を持ちます。

TransferJet 無線技術はこの原則を実行するために 3 つの階層—Protocol Conversion Layer (PCL)、Connection Layer (CNL)、Physical layer (PHY)—を図 8 のとおり定義しています。

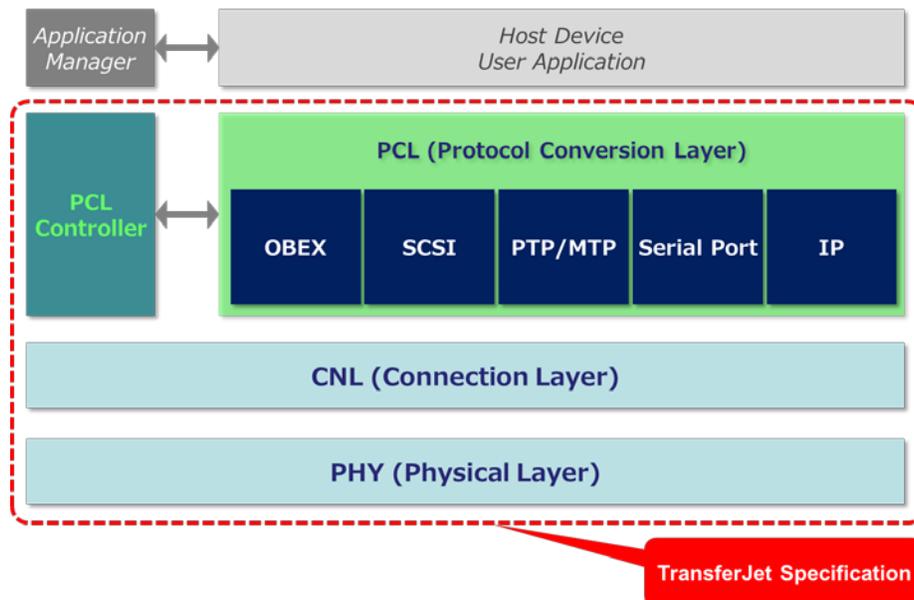


図 8 : TransferJet スタック構造

物理層 (PHY) は実際の無線通信を実行します。この層はデジタル情報を **TransferJet** カプラへの通信に適した RF 信号に変換します。

接続層 (CNL) は接続とデータ配信を管理します。接続管理においては、CNL は通信相手となる **TransferJet** 機器との接続を確立したり、切断したりといっ

た点を担います。データ配信においては、データのペイロードを伝送するパケットを提供し、それらのパケットが相手方のデバイスに無事に配信されたことを確認します。Protocol Conversion Layer (PCL) は既存のインターフェース規格 (SCSI や OBEX など) を変換する担当です。このようにして、たとえばステーションナリ機器はアプリケーション層のソフトウェアの修正なしに、モバイル機器のデータにアクセスできます。2015 年 6 月現在、PCL としては OBEX、SCSI (SD over SCSI を含む)、PTP/MTP、Serial Port、TCP-IP が規格化されています。

規制

TransferJet 機器は無線信号により通信するので、利用する国での規制に従う必要があります。TransferJet 無線技術は日本、韓国、EU、米国、中国などの明確な規制がある地域では、屋内・屋外どちらの利用も法規を遵守しています。代表的な国での規制状況を以下の図に示します。

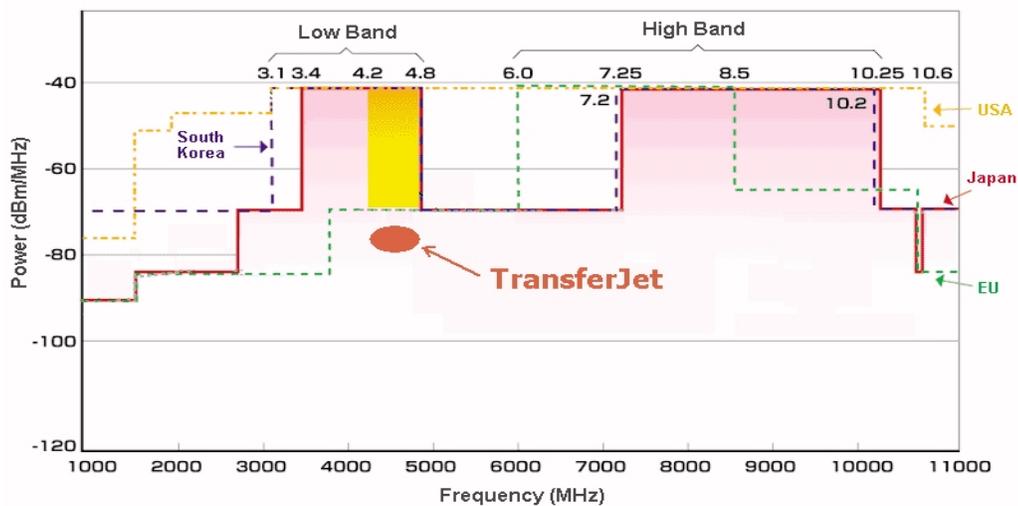


図 9：UWB 規制概要

TransferJet コンソーシアム

この技術はエンドユーザーに大きなメリットをもたらします。しかしデータ転送においてユースケースを定義しトランザクションを完了するには、必ず 2 つの TransferJet 機器が必要となります。そのため市場で普及させるためには TransferJet 無線技術が多様な製品に導入され、その互換性が保証されなけれ

ばなりません。このように、規格策定や相互接続検証、普及促進活動を行うことがコンソーシアムの目的です（www.transferjet.org/ja）。

コンソーシアムの会員には、Adopter と Promoter の 2 種類があります。Adopter はコンソーシアムのライセンサーとして **TransferJet** 無線技術に関する各種の技術規格書やロゴ規定に関する文書入手し、規格に準拠した製品の開発・製造・販売等を行うことができます。Promoter は、規格書の作成やコンソーシアム全体の運営活動を行います。規格書ではプロトコル、アーキテクチャ、ユースケース、テスト方法、認証プログラム、トレードマーク等が規定されています。

現在 **TransferJet** 規格は、ISO/IEC17568 として国際標準化も完了しました。



図 10：ブランドロゴ



図 11：シンボルロゴ



図 12：ターゲットポイントロゴ



TransferJet および **TransferJet** ロゴは、一般社団法人 TransferJet コンソーシアムがライセンスしている商標です。

Wi-Fi は Wi-Fi Alliance の登録商標または商標です。

Bluetooth[®] は、Bluetooth SIG, Inc. が所有する登録商標です。