



WiseHarbor Spotlight Report

キース・マリンソン (Keith Mallinson) 、2015年8月24日

WEVC 開発には様々な要素技術と洗練された統合化技術、そして業界へのこれら技術ノウハウの提供が必要

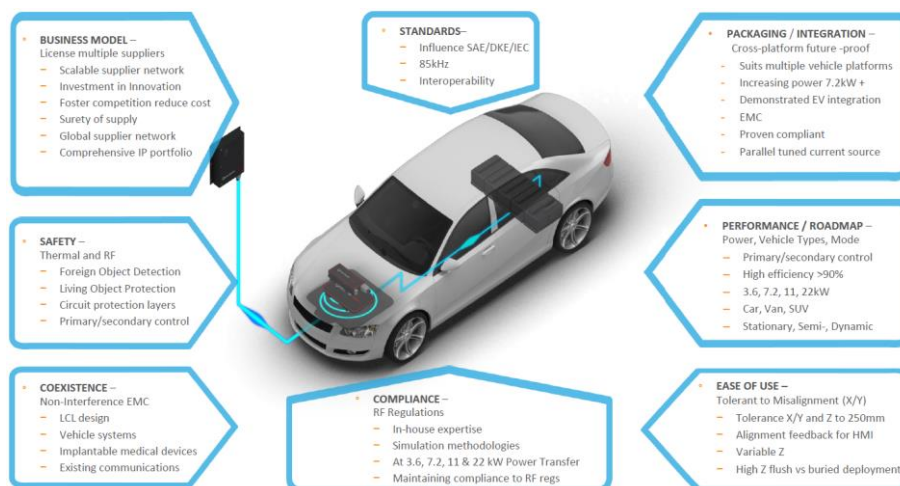
キーポイント：	高性能かつ経済性を兼ね備えたワイヤレス給電システムは、コイル/パッド技術以外にも多くの要素を必要とする。
レポートの焦点：	様々な要素技術とそれらを統合化する技術、そして業界へのこれら技術やノウハウの提供
対象読者：	規格策定への参加者を含む、ティア1サプライヤ及び自動車メーカーのプロダクト・マネージャーおよびエンジニアリング・マネージャー

エグゼクティブサマリー

DD (Double D) コイル技術やバイポーラコイル技術といった最先端のコイル/パッド技術は、電気自動車ワイヤレス給電 (WEVC) に大変有効な技術ですが、ティア1サプライヤや自動車メーカ、消費者から要求される、有効性、経済性、安全性を備えたシステムの構築にはそれ以外にも多くの要素が求められます。規格に適合したさまざまな要素技術またはサブシステムの開発、統合、最適化が必要です。WEVC 技術開発を行う専門企業からのライセンスングをベースにした技術移転は、最小のコストで最高性能が約束されたシステムを実現でき、すべての関係企業にとって最良のアプローチです。

参考資料 1

WEVCの要素、統合、商用および規格適合上の要件



- I. はじめに
- II. WEVC システムとその供給には何が必要か?
- III. WEVC システムの構成要素、統合、規格適合
- IV. WEVC 技術／システムの供給に特化したサードパーティの専門企業
- V. 技術・商業的サポートのワンストップ・ショップ
- VI. 有力な専門企業からのライセンス供与による安定供給

I. はじめに

本レポートは、ワイズハーバーによる WEVC に関する特集レポートの第 2 弾となります。本特集は Qualcomm からの委託で作成されました。今回は各種の補完技術の開発・統合や、ティア 1 サプライヤや自動車メーカーへの技術移転など、サプライヤ間における最適な分業とビジネスモデルの分割を含めたワイヤレス給電のシステムとしての側面に焦点を当てます。第 1 回のレポートでは、抜群の有効性が証明された DD/バイポーラコイル技術など、電磁誘導電力伝送に使用されているコイルやパッドおよび関連技術をめぐる動向について論じました。次回のレポートでは生体保護や異物検出に使われる重要度の高い補助的な安全技術をテーマとして取り上げる予定です。

II. WEVC システムとその供給には何が必要か?

ティア 1 サプライヤは、自動車メーカー向けに高性能で規格に適合した WEVC 製品を開発・製造する上で、最も技術的に進んだコイル技術やパッド技術のみならず、その他にも多くのものを調達し統合する必要があります。DD コイル技術とバイポーラコイル技術など最先端のコイル／パッド技術は、たしかに WEVC に欠かせない根幹となる技術（イネーブラー）ですが、これらの技術はパワーエレクトロニクスやシステム制御といった他のサブシステム技術との統合と最適化が必要です。ティア 1 サプライヤは単に構成要素を供給するだけでなく、完全な WEVC システムを提供する必要があります。これらのシステムは、安全性や電磁干渉に関する規制など、さまざまな国際的な規制に適合しなくてはなりません。また、最高の性能と相互運用性に加え、可能なかぎり互換性が確保されるよう、技術は標準化される必要があります。

高性能で規格に適合した認定済みの技術をパッケージとして漏れなく容易に入手できなくてはならず、それとともに、ティア 1 サプライヤが自動車メーカーの生産モデル設計にシステムとして実装するために必要な技術サポートを提供しなくてはなりません。システム全体のさまざまな機能要素を盛り込んだ、最も競争力のある技術向上ロードマップを提供する継続的な研究開発（R&D）も必要となります。開発計画にはより高い給電電力のほか、従来の静止中給電から、低中速移動中の車両（駅や空港で待っているタクシーなど）への給電、あるいは通常の走行速度で進む車両への給電、いわゆる「ダイナミック給電」へつながる技術でなくてはなりません。また、もし新しい安全要件ができれば、システムはそれにも適合しなくてはなりません。

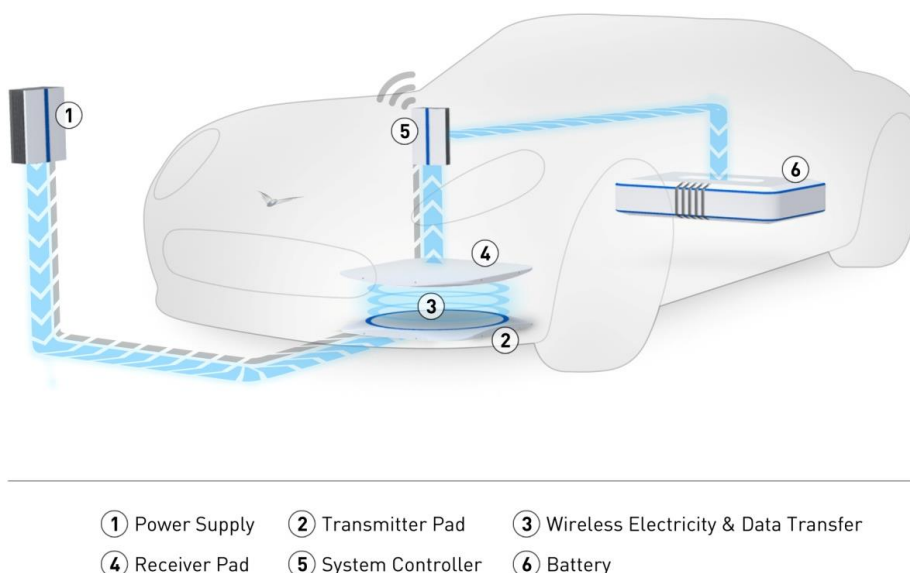
III. WEVC システムの構成要素、統合、規格適合

WEVC システムには必ず、次の概略図に示すように、いくつかの基本的な構成要素があります。インフラ側送電装置(下図の①)は、商用の交流電源から電力を供給され、送電コイル（下図②、ベースパッドともいう）の 1 つまたは複数のコイルで、IPT に必要な高周波磁界(下図③)を発生させます。またメーカーや車種による車高や積載重量の違いや、地面への埋込型、地面と同一平面型、表面設置型などベースパッドの取り

付け形態の違いに起因する Z ギャップ(伝送距離)の差、さらには充電のために自動車
を駐車する際に毎回生じる X/Y 位置ずれへの対応をします。送電側には、ワイヤレス
電力伝送の最適化を行うための電子システムとソフトウェアも搭載されています。電
子システムとして、車載システムとの Wi-Fi データリンク用の通信コントローラとア
ンテナも搭載されています。

参考資料 2

WEVCシステムの構成要素



受電用パッド(上図④、車両側パッドともいう)は、送電用パッドとの電磁誘導結合によつて電力の供給を受けます。システム・コントローラ部(上図⑤)には、車両のパワーエレクトロニクス、Wi-Fi 通信機能、二次側電力伝送最適化ソフトウェアなどが搭載されています。また、通信機能と最適化ソフトウェアは、二次側制御、一次側・二次側コントローラ間での協調制御、電圧制御やバッテリー(上図⑥)への電力フロー制御(バッテリー管理システムを含む)を可能にします。

下掲のシステム図に WEVC の電氣的・電子的機能をさらに詳しく示します。DD 技術やバイポーラ技術といったコイル、パッド技術など各種の技術が開発され、それに関連するパワーエレクトロニクス、インピーダンス整合、通信、制御でも広範な技術開発が行われています。実際、表に示した 11 の機能分類すべてで特筆すべき革新的技術があります。

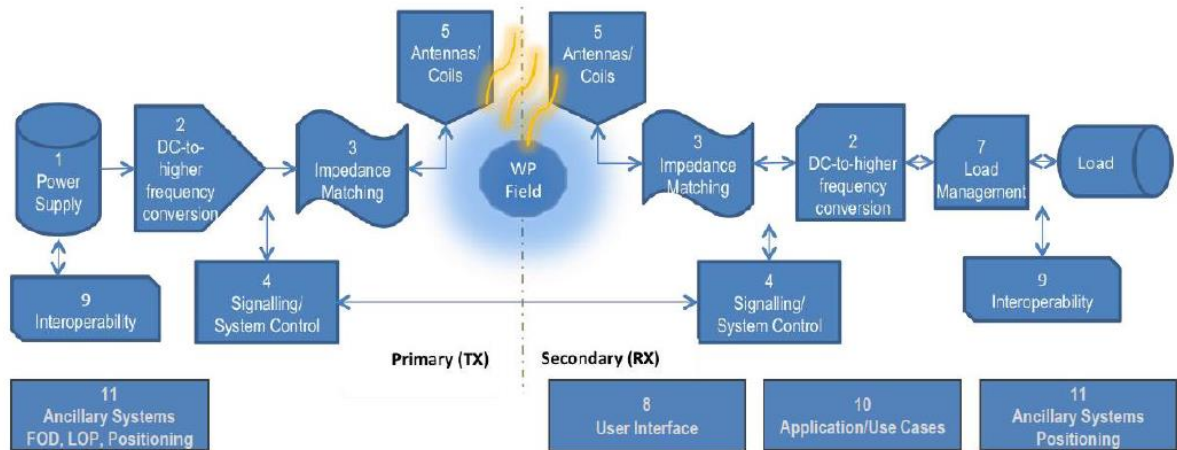
これは開発に数十年を要したもののばかりです。大学における数十名規模の博士課程の学生や博士研究員による研究と、商用化前の本格的な実証試験、そして近年になって数件の商用実装が行われました。すべての機能要素が、それ単独の性能と、要素間の連携を伴ったシステム全体の性能を最大限に高めるべく広範な技術開発の対象となります。これにはワイヤレス電力伝送の理論的研究、ソフトウェア・シミュレーション、実験室での試験、試作品や製品リファレンスデザインの開発などが含まれます。また、11 分類すべての技術が、米国や欧州、日本、韓国、中国における何百件もの特許の対象となっています。それに加えてハードウェア設計やソフトウェア・モデル、ノウハウにも広範な知的財産が存在します。

バスで行われたいくつかの小規模な商用実装に続いて、実証に必要とされる機能要件が満たされた試作品と、ハードウェアおよびソフトウェア・モデルを含むリファレンスデザインが開発されました。リファレンスデザインは構成要素とシステムの実証済みの実装であり、量産市場向けの製品設計・製造のために追加の開発作業を行えば、

ティア 1 サプライヤが容易に短時間で採用できるものです。具体的な製品実装には、メーカー間でのハードウェアおよびソフトウェア・プラットフォームについてのメーカー間で異なる採用実績（プロセッサ・アーキテクチャやプログラミング言語など）、自社の差別化方針、自動車用製品に課される厳格な性能、品質、信頼性面の要件などが反映されることとなります。

参考資料 3

WEVCシステムの電氣的・電子的機能図



1	電源装置	電源装置
2	直流-高周波変換	増幅と電圧変換
3	インピーダンス整合	チューニング、スイッチング入出回路
4	シグナリング/システム制御	インバンド、アウトオブバンド
5	アンテナ/コイル	リピータ
6	ワイヤレス電力フィールド	均一性、干渉軽減、放射、安全性
7	負荷管理	負荷/バッテリーに電力を伝送または遮断
8	ユーザインターフェイス	ユーザインターフェイス
9	互換性	他のソリューション（有線など）との接続性
10	用途/使用事例	公共の場での充電など
11	補助システム	異物検出、生体保護、位置合わせ

技術の開発は、さまざまな規制に適合するとともに、共通の国際規格の策定を牽引すべく進められます。この中には WEVC の安全確保や電磁干渉の最小化、技術的パフォーマンスの最大化、また、円形型車両側パッドとバイポーラ・ベースパッドとの共用といった各種パッド間の互換性確保などが含まれます。関連する規格策定組織は国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）や SAE、ISO、IEC などがあります。

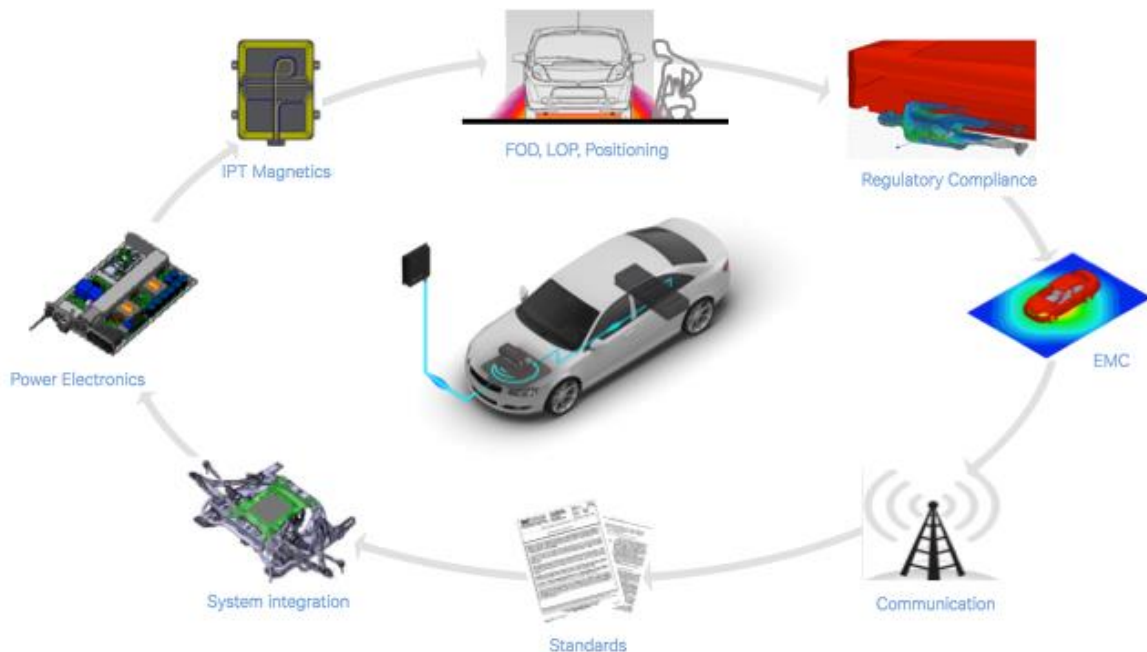
IV. WEVC 技術／システムの供給に特化したサードパーティの専門企業

WEVC の飛躍的進歩は、技術開発や規格策定、安全性や電磁干渉に適用される規制への適合に必要な技術とスケールメリットを備えた専門企業が中心となって達成されました。先に詳述した中核能力に加えて、完全な WEVC システムには、規格適合や標準化の技術的・非技術的側面を含む、さまざまなサブシステムが、技術サポートとともに

に必要となります。たとえば、ワイヤレス給電のエアギャップ（空隙）を介した通信とシステム制御にはワイヤレスデータ通信も必要です。これにはオープン規格の Wi-Fi 技術がたいへん適しています。高周波磁界が発生している中でも、車内のさまざまなシステムに対する電磁両立性（EMC）が確保されなければなりません。また安全で商用化可能な WEVC には、安全上の問題が検知された際に充電を遮断し、自動車の所有者に注意喚起を行う、補助的な異物検出（FOD）システムと生体保護（LOP）システムの搭載も必要です。FOD システムは、充電パッド間に入り込んだ金属や磁性物体が発熱する恐れがある場合にそれを検出します。LOP システムは主として、電磁放射の最大人体被曝に関する ICNIRP の要件に適合を目的するもので、近くで遊んでいる子供など、人間に危害が及ぶのを防止し、それとともにペット等の保護も行います。FOD システムと LOP システム、およびこれらの安全要件については、本シリーズの次回の特集レポートで詳細に検討します。

参考資料 4

WEVC における技術、システム統合、標準化、規格適合



また、安全性（電磁放射を含む）に関する国際規制への適合を達成、または維持することや、最良の技術の選定により互換性に関する規格に寄与することも、大がかりな取り組みとなります。すべての WEVC 機器メーカーがあらゆることを自社で行うのは極めて非効率です。

これらの技術開発とそれを支える活動は技術開発に特化した専門企業によって行われてきたため、極めて効率的でした。WEVC は主として電気電子工学と自動車業界のノウハウが要求される比較的新しい分野です。従って基盤技術とハードウェア/ソフトウェア・モデル等のノウハウが、量産市場向け製品を生産するさまざまなティア 1 サプライヤや自動車メーカーの間で積極的に共有できることは、非常に効率的で理にかなっています。WEVC を実験室で動作させることと、実際に車両に組み込んでバッテリーを充電することとは、まったく別のことです。後者の能力や経験を有する企業はほとんど存在しません。ソフトウェアによる最適化など、下流における多くの電氣的・機械的な統合が要求されます。また、これらの技術開発に特化した専門企業は、新興の WEVC 市場のために大きなコストと商業的リスクを負担しています。

V. 技術・商用サポートのワンストップ・ショップ

様々な WEVC 技術を漏れなくまとめて、規制に適合した統合済みの完全なパッケージを「ワンストップ・ショップ」として、ティア 1 メーカーに提供することは、非常に効率的です。そうすることで、生産に向けて商用製品に実装された際に、すべての要素がシステムとしてうまく動作するという安心感が得られます。これはより垂直統合型の供給と比べてたいへんコスト効率に優れています。技術やリファレンスデザイン、専門ノウハウなどの WEVC 技術が、規制適合や標準化の対応力とともに、ティア 1 サプライヤや自動車メーカーの間で共通プラットフォームとして極めて広く共有できます。すべてのティア 1 サプライヤが、すでに確立している技術を一から開発し直さなくても、既存の技術やリファレンスデザインを商用製品の開発に容易に適用、採用することができます。また、技術移転プロセスによるスタッフ研修や関連文書といったノウハウの提供も可能です。

自動車業界では、業界の外部から技術（システム全体の場合もある）を採用し、数社のティア 1 サプライヤや自動車メーカーの間で共有することがしばしば必要になると認識されています。このことは最新の事例では、ドイツの大手自動車メーカー 3 社、アウディ、BMW、ダイムラーからなるコンソーシアムによるノキアの地図部門「HERE」の買収によって実証されています。¹ HERE の製品やサービス、車内その他さまざまな場所における情報通信、エンタテインメント分野に幅広い戦略的野心を抱いているグーグルやアップルといった競合企業の製品やサービスは、自動車業界においてますます重要になっています。

WEVC システム技術開発の専門会社は、世界最高の技術や WEVC ソリューションを最も効果的に概念化し開発することができます。また、必要な場合にはティア 1 サプライヤや自動車メーカーの製品実装や差別化のためにカスタマイズ設計の支援を行います。並行して数社ないしは多数の顧客に対応する上でのスケールメリットを確保してクラス最高のワイヤレス電力伝送システムの提供をすることができます。生産に先立つ試作品の製造・試験に関するシステム開発会社のノウハウは、ティア 1 サプライヤや自動車メーカーによる量産市場向け製品開発・生産作業に活用できる理想的な成果物です。

WEVC 技術および補助技術の発展から、実にさまざまな種類の知的財産が生まれました。先述のとおり、上記 11 種類の機能要素における知的財産の多くは特許取得済みです。加えて、WEVC システムの製造に必要な方法とプロセスに関する知的財産についても特許取得済みであり、その他の重要な知的財産もあります。また、システムの動作や最適化のためのハードウェア/ソフトウェアのリファレンスデザインなどの作成からも相当量の著作権保護物が発生します。さらに、価値のある技術ノウハウやその他のノウハウも開発されています。メーカーは権利侵害や無駄な重複作業を回避するために、これを利用する必要があります。

また、他の車載システムと同様、WEVC の需要開拓では商標やブランドも重要です。たとえば、エンタテインメントのポーズ、ナビゲーションの TomTom や HERE などは、提供される技術や製品、サービスの特定分野の補完的性質とともに追加的価値を自動車メーカーのブランドにもたらしめます。多くの自動車メーカーが市場に参画している中、潜在市場全体で展開される広告やスポーツ・スポンサーシップなどの商標やブランド、マーケティング・イニシアティブと連動させながら、WEVC の基本的需要を、自動車メーカーから消費者による購買につながるよう喚起することは経済的に効率的です。そうすることで、自動車メーカーの製品需要は WEVC 技術の専門サプライヤのマーケティング・プログラムによって大きく刺激されます。

¹ <http://fortune.com/2015/07/21/nokia-maps-here-german-cars/>

VI. 有力な専門企業からのライセンス供与による安定供給

研究開発（R&D）の成果を継続的に確保しながら、技術を利用し、リスクを軽減する極めて効果的な方法は、公正で合理的かつ非差別的な条件に基づく技術ライセンスングを利用することです。これにより関係企業すべてが、開発や試作品試験において最も優れていると証明された技術を採用できます。広範な R&D を展開し、技術移転によって豊富な経験をもつ確かな技術プロバイダーからライセンス供与を受けることで、ティア 1 サプライヤや自動車メーカーは最も高性能な WEVC 技術を最小限の技術的・商業的リスクで入手して利用できます。また、後者にとっては、知的財産を攻守に使用できることも重要です。WEVC 技術開発の専門会社／ライセンサーは、必要であれば WEVC に関わる全ての技術にアクセスできる自由度、また様々な要求にこたえる汎用性を兼ね備えたソリューションを保証する立場にあります。また同時に競合他社による技術の不正利用に伴う権利侵害に対して防衛します。

自動車製造においては安定供給が必要不可欠です。これはティア 1 サプライヤの WEVC システムを新しい車両に統合するための、数年間に及ぶ自動車メーカーの設計サイクルを通じて顧客と協力していくのに十分な規模、資源の多様性、財務力を備えた技術開発専門サプライヤを選定することで達成できます。

このアプローチはすべての関係企業に極めて有効です。すなわち、ティア 1 サプライヤと自動車メーカーは、最も高性能で、規格に適合した技術を低コストで可能なかぎり迅速に取得しつつ、自社が最も得意とする分野に注力することができます。規制適合や規格、マーケティングに関して、R&D および関連の商用サポートが外注ベースで得られます。これはティア 1 サプライヤや自動車メーカーが提供する WEVC 製品およびソリューションの製品差別化と両立します。それどころか、リファレンスデザインを修正、改良することで必要なだけ自由に製品差別化を行えます。また、ライセンス方式は、自動車メーカーが供給の多様性を要求する場合に第 2、第 3 のティア 1 調達先確保を可能にする理想的な手段ともなります。

関連文献

Wireless Charging Ready for Burgeoning Mass Market in EVs（急拡大する EV 量産市場への用意ができたワイヤレス給電）.ワイズハーバー特集レポート、Keith Mallinson, 2015 年 8 月 18 日
<http://www.wiseharbor.com/pdfs/WiseHarbor%20Spotlight%20Report%201%20Efficacy%202015Aug18.pdf>

John T. Boys and Grant A. Covic. "The Inductive Power Transfer Story at the University of Auckland." IEEE Circuits and Systems Magazine, 2015 年第 2 四半期
<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=7110451&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel7%2F7384%2F7110439%2F07110451.pdf%3Farnumber%3D7110451>

WiseHarbor について

2006 年に設立された WiseHarbor は、ワイヤレス／通信技術市場の業界アナリスト、専門コンサルタントです。WiseHarbor は多数の大企業やグローバル企業を顧客に擁しています。技術や商業、規制面のさまざまな課題に関して業界誌や業界団体向けに頻繁に記事を発表しています。商業・財務分析や専門家証人としての証言などの案件を扱っています。

[図表]

参考資料 1

BUSINESS MODEL	ビジネスモデルー
	複数のサプライヤにライセンス供与
	- 拡張可能なサプライヤ・ネットワーク
	- イノベーションへの投資
	- 競争促進とコスト削減
	- 安定供給
	- グローバルなサプライヤ・ネットワーク
	- 包括的な IP ポートフォリオ
SAFETY	安全性ー
	過熱、RF
	- 異物検出
	- 生体保護
	- 回路保護レイヤ
	- 一次側・二次側制御
COEXISTENCE	共存ー
	EMC (電磁干渉)
	- LCL トポロジー
	- 車体システム
	- 埋め込み医療機器 (IMD)
	- 既存のワイヤレスサービスまたは製品
COMPLIANCE	規制適合性ー
	RF 規制
	- 社内ノウハウ
	- シミュレーション手法
	- 3.6、7.2、11、22kW の電力伝送
	- 継続的な RF 規制への適合性維持

EASE OF USE	使いやすさー
	位置ずれ (XY) への許容度
	- 250mm までの Z ギャップ許容度
	- 位置ずれ情報のドライバーへのフィードバック (HMI)
	- 様々な車高(送電距離)
	- 送電側埋込型 vs 地面据置型と高い車高の組合せ
STANDARDS	規格ー
	- SAE/DKE/IEC へ貢献
	- 85kHz
	- 互換性
PACKAGING/INTEGRATION	パッケージング/車載性ー
	クロスプラットフォーム、将来への保証
	- 各種車両プラットフォームに適合
	- 7.2kW 以上の高い出力に対応
	- EV への車載性
	- EMC
	- 実証済みの規格適合性
	- 並列同調された電流源
PERFORMANCE/ROADMAP	パフォーマンス/ロードマップー
	パワー、車種、モード
	- 一次側・二次側制御
	- 90%を超える高い効率
	- 3.6、7.2、11、22kW
	- 自動車、バン、SUV
	- 停止型、低中速、高速移動車両への給電

参考資料 2

1 電源装置

2 送電用パッド

3 電力とデータのワイヤレス伝送

4 受電用パッド

5 システム・コントローラ

6 バッテリ

参考資料 3

	Primary (TX)	一次側 (送電)
1	Power Supply	電源装置
2	DC-to-higher frequency conversion	直流-高周波変換
3	Impedance Matching	インピーダンス整合
4	Signaling/system control	シグナリング/システム制御
5	Antennas/ Coils	アンテナ/コイル
9	Interoperability	互換性
11	Ancillary systems FOD, LOP, Positioning	補助システム FOD、LOP、位置合わせ
	WP Field	ワイヤレス電力場
	Secondary (RX)	二次側 (受電)
5	Antennas/ Coils	アンテナ/コイル
3	Impedance Matching	インピーダンス整合
2	DC-to-higher frequency conversion	直流-高周波変換
7	Load Management	負荷制御
	Load	負荷
4	Signaling/system control	シグナリング/システム制御
9	Interoperability	互換性
8	User Interface	ユーザインターフェイス
10	Application/Use cases	用途/使用事例
11	Ancillary systems Positioning	補助システム 位置合わせ

参考資料 4

IPT Magnetics	IPT 用磁気回路
FOD, LOP, Positioning	FOD、LOP、位置合わせ
Regulatory Compliance	規制適合
EMC	電磁環境適合性
Communication	通信
Standards	規格・標準

System Integration	システム車載技術
Power Electronics	パワーエレクトロニクス