電源ケーブルが消える日

ワイヤレス給電シンポジウム 2010
―電磁誘導か磁界共鳴か―

Wireless Power Transfer Technology Symposium 2010

■日　時■

2010年3月26日（金）

■会　場■

Learning Square新橋 6F

■主　催■

日経エレクトロニクス

プログラム

10:00〜10:30
電波利用の現状と今後の展望

総務省
総合通信基盤局 電波政策課長
渡辺 克也 氏

10:35〜11:05
ワイヤレス給電が実現する未来社会の姿とは

東京大学
大学院 新領域創成科学研究科 教授
堀 洋一 氏

11:10〜12:00
ワイヤレス給電技術の基本を解説 ―電磁誘導から磁界共鳴まで―

東京大学
大学院 工学研究科 電気工学専攻
居村 岳広 氏

昼休憩

12:50〜13:25
フレキシブル性を高めた共鳴方式による無線給電システムを開発

長野日本無線
取締役 基盤技術本部 本部長 **横井 行雄 氏**
基盤技術本部 研究開発部長 **谷屋 明彦 氏**

13:30〜14:05
壁や床からの充電を可能にする，電界結合方式の非接触給電システム

竹中工務店
技術研究所 先端技術研究部 マテリアルエンジニアリング部門 主任研究員
原川 健一氏

14:10〜14:55
マイクロ波を用いた無線電力伝送 ―ユビキタス電源から宇宙太陽発電まで―

京都大学
生存圏研究所 准教授
篠原 真毅 氏

休憩

15:05〜15:55
電気自動車に向けたワイヤレス給電技術について

昭和飛行機工業
特殊車両統括部 EVP 事業室 技師長
高橋 俊輔 氏

16:00〜17:00
Q&A パネル・ディスカッション：ワイヤレス給電の実用化における課題とは？

【パネリスト】

ソニー
コアデバイス開発本部 高周波伝送・映像システム開発部門 RF・信号処理開発部 統括部長
藤巻 健一 氏

NTT ドコモ
移動機開発部 要素技術開発担当 技術推進担当 担当部長
竹野 和彦 氏

フィリップス エレクトロニクス ジャパン
知的財産・システム標準本部 システム標準部 部長
黒田 直祐 氏

長野日本無線
取締役 基盤技術本部 本部長
横井 行雄 氏

【司会】

日経エレクトロニクス副編集長
蓬田 宏樹

17:00〜17:30
名刺交換会

電気自動車に向けたワイヤレス給電技術について

昭和飛行機工業
特殊車両統括部 EVP 事業室
技師長
高橋 俊輔

※講演では、テキストに収録されていない資料をご紹介することがありますが、それらは、企業や研究機関が公表できないデータを含む資料を、講師の厚意により紹介するものです。予めご了承下さい。

電気自動車に向けた
ワイヤレス給電技術について

昭和飛行機工業株式会社
EVP事業室　　髙橋俊輔

2010年3月26日
ワイヤレス給電2010
Learning Square新橋

Showa Aircraft

講演内容

Showa Aircraft

- ◆ 非接触給電技術概要
- ◆ 最新の電磁誘導式非接触給電システム
- ◆ 展開と課題
- ◆ 走行中給電方式の将来性

Electric Vehicle & Power Department

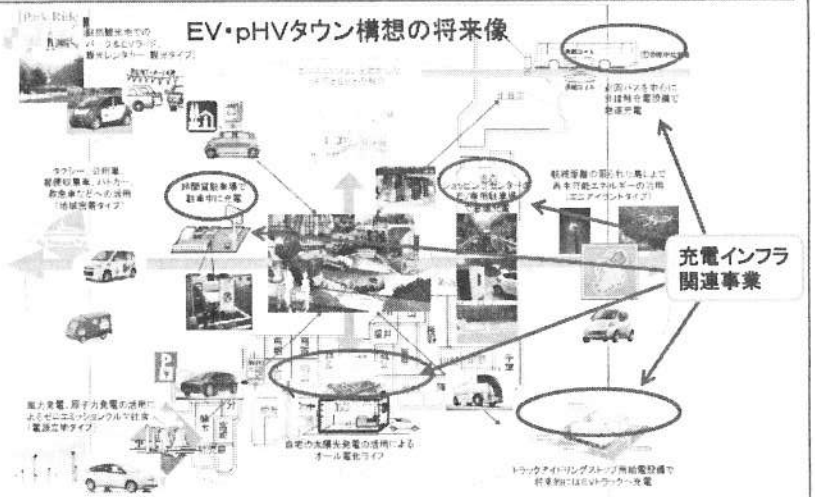
Showa Aircraft

- ◆ 非接触給電技術概要
- ◆ 最新の電磁誘導式非接触給電システム
- ◆ 課題と今後の展開
- ◆ 走行中給電方式の将来性

Electric Vehicle & Power Department

EV・pHVタウン構想における充電インフラ事業

Showa Aircraft



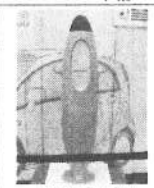
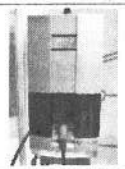
出典：経産省　かながわ電気自動車普及推進協議会資料2008-7-28

Electric Vehicle & Power Department

4

国内の充電装置の例

Showa Aircraft

種類	普通充電	倍速充電	急速充電
充電量	フル充電	フル充電	80%充電
電源電圧	AC100V 単相	AC200V 単相	AC200V 3相
充電装置例	 コネクタは各社各様	 SAE J1772-2009がベースとする矢崎のコネクタ 許容電力:16.8kW 電圧:120-220V 電流:70A 信号:5ピンPLC	SAEなどで標準化されていない矢崎製コネクタ
想定される設置場所	自宅、カーディーラー、コンビニ、病院、商業施設、駐車場等		ガソリンスタンド、高速道路SA、商業施設等
充電時間 航続距離160kmの場合	約 14 時間	約 7 時間	約 30 分
電気料金	昼間 : 約 350 円 、 夜間 : 約 110 円		
設置費用	約 5 万円	約 50 万円	約 600 万円

出典:数字等は経産省 次世代自動車戦略研究会資料2009-11-4より

充電装置の設置例

Showa Aircraft

自宅ガレージ(奥沢ハウス)

東電営業所(品川区)

ショッピングセンター(イオンレイクタウン)

地下駐車場(千代田区日本ビル)

コインパーク(パーク24)

高速道路PA(八潮PA)

ガソリンスタンド(藤沢市)

自動式立体駐車場
(今後の検討課題)

パレットと自動車間は接触式充電
パレットの収容先ではパレットに非接触式充電

接触式充電装置の課題

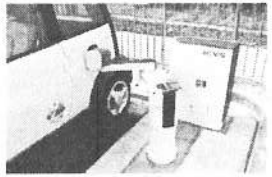
Showa Aircraft

接触式充電装置の課題

・メンテナンスの必要性	接点の汚れ、摩耗
・操作時の安全性	雨天時の防水、地絡、感電対策が必要
・操作の面倒さ	大きくて重いコネクタ操作、手の汚れ

接触式自動充電技術

・接点の簡素化
端子はあるが、触れるだけで認証、
電圧電流設定、充電ON/OFF
・自動化
インフラ側装置が高価でメンテナンスが必要
装置設置のスペースが必要
端子の摩耗

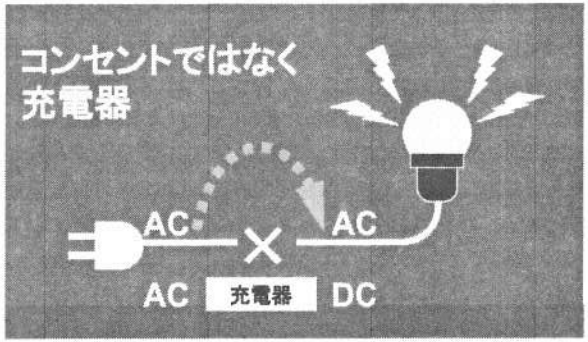

ICVS-シティパル 自動充電ターミナル

非接触式自動充電
・操作が不要でメンテナンスコストも少ない
・雨天時も安全

非接触給電とは

Showa Aircraft

電磁誘導や電波を利用して、離れた場所へワイヤレスで給電する技術

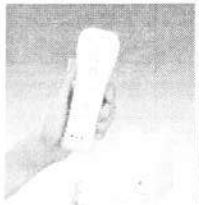


非接触電力伝送方式
- ①電磁誘導方式
- ②電波方式(マイクロ波など)
- ③磁気共鳴方式

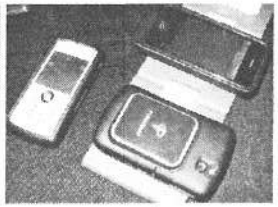
電磁誘導方式

Showa Aircraft

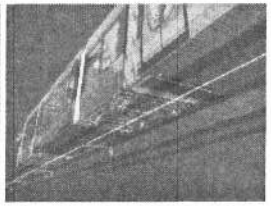
- 19世紀のファラデーやヘンリーの時代に発見された電磁誘導(トランス)の原理を利用
  コイル間に発生する電磁誘導を利用して給電する方式
- 近距離(数mm～数十cm)で微小電力から100kW以上の大電力まで効率良く(90%以上も可能)伝送
- 給電方式としては給電コイル上に静止して行うチャージ方式と給電ライン上を移動しながら行うレール方式がある



Wiiリモコン



Powermat社の
携帯への給電



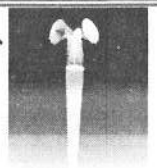
ボンバルディア社の発表例
電車への250kW(2009年)

出典:各社HPの写真より

電波方式

Showa Aircraft

- マイクロ波などの電波をアンテナで受信し、整流回路で直接交流に変換する方式
- 電波のビームを絞ることで、長距離大電力伝送も可能

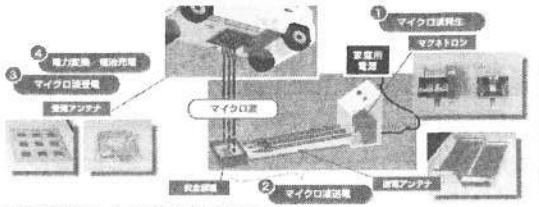


太陽光発電衛星
(SPS)

無燃料飛行機への給電
(1992年京都大学)

電気自動車への応用

- 2009年2月のENEX2009に三菱重工業が展示
- 現状、出力1kW、効率38%
- 地上側に電磁波遮断システムが必要

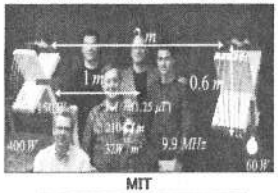


出典:各社HPの写真より

共鳴方式

Showa Aircraft

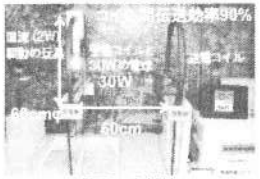
- 2007年6月米MITのMarin Soljacic教授の研究グループが発表
- 共振回路同士の共鳴現象を利用，2mの距離で60W送電伝送効率は40～45%
- 磁界だけでなく電界共鳴方式も発表されている
- 基本原理は新しくはないものの、給電方式としては新たな方式



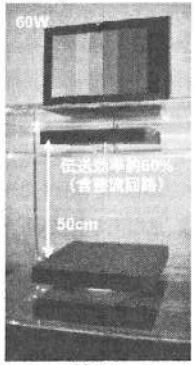
MIT

ネバダ・ライトニング研究所

インテル



長野日本無線

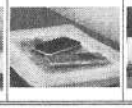


ソニー

出典:各社HPの写真より

非接触電力伝送方式の比較

Showa Aircraft

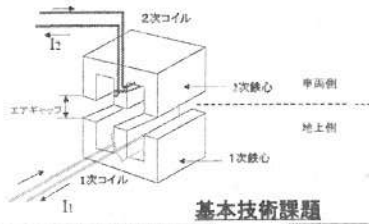
方式	磁場結合共鳴方式 Magnetic Resonance Power Transfer						共振式		マイクロ波無線式 Microwave Power Transfer		電磁誘導方式 Electromagnetic Inductive Power transfer	
開発会社	MIT(米国)		INTEL(米国)		QUALCOMM(米国)		ネバダ・ライトニング研究所(米国)		三菱重工業他		昭和飛行機工業	
モデル名	WiTricity		Wireless Resonant Energy Link (WREL)		eZONE						Inductive Power Supply (IPS)	
伝送電力	60W	△	60W	△	2.5W	×	800W	○	1kW	○	30kW	◎
ギャップ	2m	◎	1m	◎	20～30cm	○	5m	◎	12.5cm	△	10cm	△
効率	40%@2m 96%@0.75m	△	75%	○	40%	△	22.27%	×	38%	×	92%	◎
コイルサイズ	60cmφ×20cm								6cm×9cm×10cm (?) 5本		84.7cm×84.7cm × 3.3cm	
サイズ/出力	942ℓ/kW	×							2.7ℓ/kW	○	0.70ℓ/kW	◎
周波数	9.90MHz	○			13.56MHz	○			2.45GHz	△	22kHz	○
発表年月	2007年6月		2008年6月		2009年2月		2008年12月		2009年2月		2007年10月	
開発状況	開発中		開発中		実証中		開発中		開発中		実証中	
画像												

現時点で実用化されているのは電磁誘導方式のみ

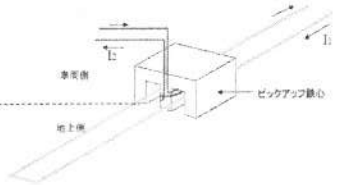
出典:各社HPの写真より

電磁誘導方式の原理と基本技術課題 Showa Aircraft

チャージシステム(静止式)の原理



レールシステム(移動式)の原理



基本技術課題

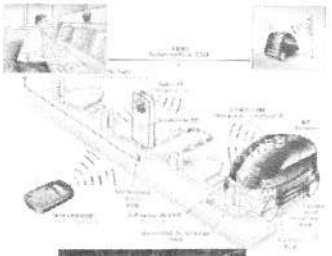
高周波数使用10kHz~30kHz → 商用周波数トランスに比べて鉄心質量が2桁軽量化できる

短所	長所
コアの鉄損増加により損失増加	コアをフェライトにする
インピーダンス増加により送電が困難	送電路をコンデンサ共振とする
表皮効果によりケーブルの抵抗が増加して損失増加	従来のリッツ線等の高周波用ケーブルの改善
既知の表皮効果以外の抵抗要因による損失増加	近接効果、電流密度均一効果など新たな各種対策を施した高周波用ケーブルの使用

EV用非接触給電システムの歴史 Showa Aircraft

1. PATH(Partners for Advanced Transit and Highways)プロジェクト
   - 1980年代、アメリカ、EV用の非接触式充電システムとして最初のもの
   - 道路に埋めたケーブルからの高周波電磁誘導で走行中の車両に充電するシステム
   - 実験は成功したものの漏れ磁束が大きく実用には至らなかった

2. Tulip(Transport Urbain, Individuel et Public)計画
   - 1995年、フランス
   - PSA(プジョー/シトロエングループ)が発案した電磁誘導式の非接触式充電
   - 出力が小さく満充電に4時間が必要でやはり電磁波漏洩がひどかった

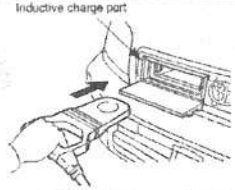


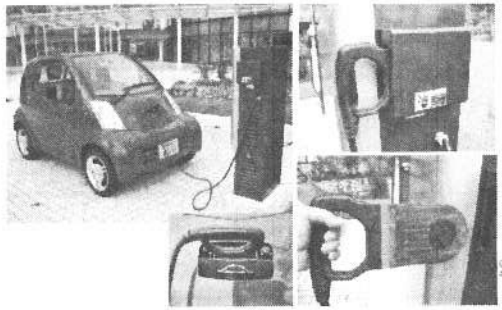
3. Praxiteleシステム
   - 1997年、フランス
   - 公共交通運営受託会社の一つCGEA社およびルノー社
   - パリ郊外のサンカンタン・イヴリーヌ市で実験
   - 構造は床下につけた低周波トランスによる非接触充電
   - 効率が悪く車両の位置決めが難しいという課題が克服できず運用は中止

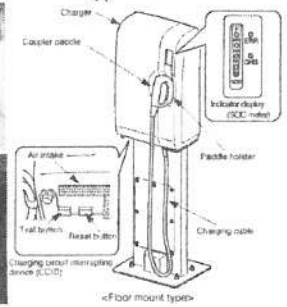
出典:カースタイリング別冊NCV21

製品化されたEV用非接触給電システム① Showa Aircraft

米国GMが開発したMagne Charge
- パドル型電磁誘導式充電器
- 米国では2000年には1000台以上が導入
- 1993年に豊田自動織機にて国産化
- 入力単相200V、最大出力が6kWと容量が小さい
- 対象車の満充電に2時間必要
- コネクション操作が必要で広く普及しなかった



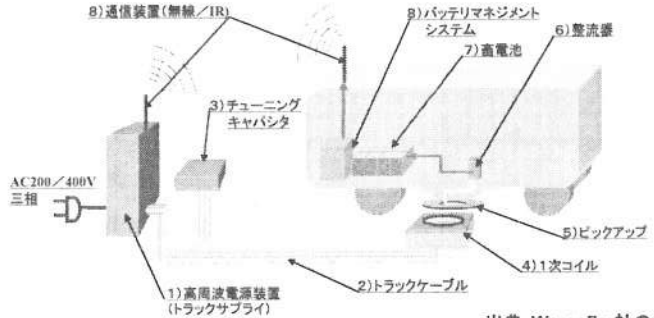




出典:「TOYOTA TCG2000 Inductive Charger for RAV4L Owner's Manual」

製品化されたEV用非接触給電システム② Showa Aircraft

ドイツWampfler社製のIPT
- 大電力で地上コイルに跨るだけで容易に充電できる
- 欧州ではトリノやジェノバのEVバス用として数十台が採用
- 日本でも4台が採用された
- 入力3相400V、最大出力30kW
- 車両サイズに比較して相対的に大きい、重い、効率が悪い、高価である等の大きな改善課題が存在

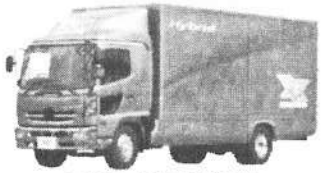


出典:Wampfler社のカタログより

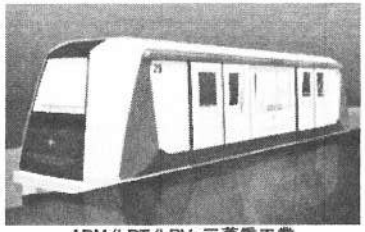
IPTチャージシステム　国内実施例

Showa Aircraft

IPTバス：日野自動車
（羽田/洞爺湖/上高地/晴海で試験運用）



IPTトラック：国土交通省
（コンセプトカー）



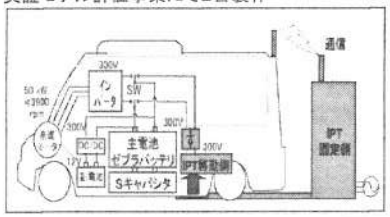
APM/LRT/LRV：三菱重工業
（試験用／写真はイメージ）

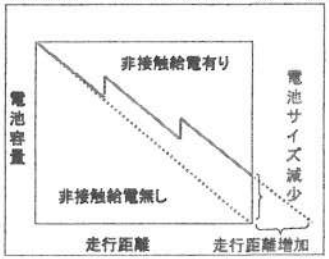
先進電動バス：早稲田大学
一部の写真：各社HPより入手

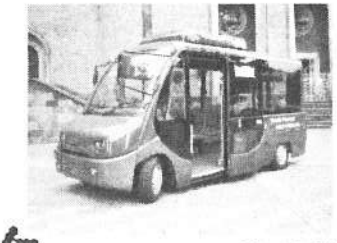
先進電動マイクロバス

Showa Aircraft

平成16～17年度　NEDO民生部門等地球温暖化対策
実証モデル評価事業にて2台製作







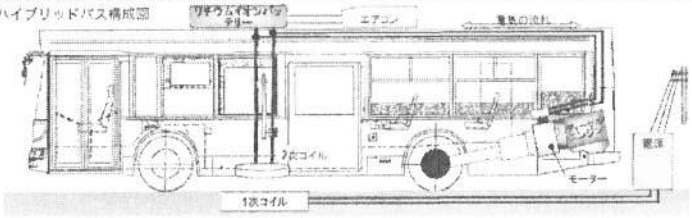
電池搭載量の最小限化による短航続距離の問題は
安全で操作が容易な非接触充電により
充電回数を増やすことで対処

	WEB－1
主電池	ZEBRA電池　18．9kWh
補助電池	キャパシタ　170Wh
非接触給電システム	有り　海外製30kW
推進電動機	水冷PM同期　50kW

国内での1次コイル設置例

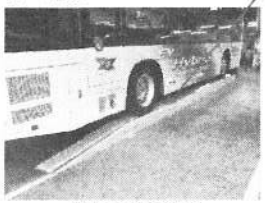
Showa Aircraft

●IPTハイブリッドバス構成図

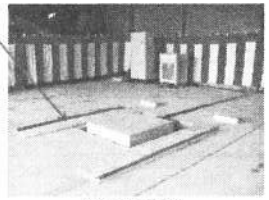


●1次コイルの設置

ギャップと位置合わせ用のガイド



地上置き斜板式
（羽田／深川営業所）



埋め込み式
（洞爺湖サミット留寿都）

Showa Aircraft

◇非接触給電技術概要

◆最新の電磁誘導式非接触給電システム

◇課題と今後の展開

◇走行中給電方式の将来性

海外非接触給電システムの問題点

Showa Aircraft

サイズが大きく重い	省エネ効果が少ない
伝送効率が悪い	搭載性が良くない
コアギャップが小	メンテ性が良くない
通信規格が異なる	製造コストが高い
高価／ユーロ高	普及の妨げになる

高性能・低コスト非接触給電システム(IPS)の開発

IPS：Inductive Power Supply

平成17～18年度　NEDOエネルギー有効利用基盤技術先導研究にて開発
平成19～20年度　NEDO実用化研究にて開発

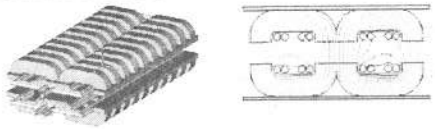
対策①　磁芯形状
対策②　ケーブル
対策③　電源システム
対策④　通信システム

対策①　磁心形状

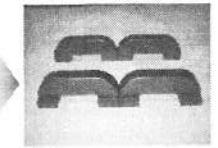
Showa Aircraft

海外製と同じE型と独自のF型で比較

E字コア角型方式

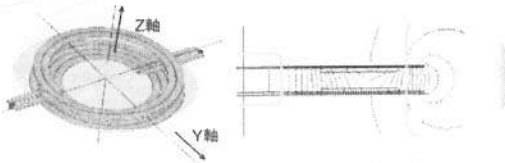


海外製はE型コア



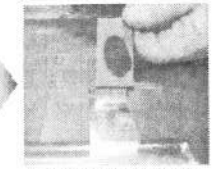
開発したE字コア　2種類

平面コア丸型方式



(a) 磁心構造　　(b) 磁束形状

IPSはF型コア



平板状コアの貼り付け

対策①　磁心形状による比較表

Showa Aircraft

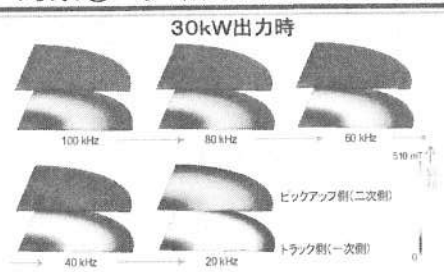
	E字コア角型方式	平面コア丸型方式
結合係数	○	◎
コイル厚さ	△	◎
平面積	○	△
コアギャップ	△	◎
効率	◎	◎
コスト	△	◎
磁芯構造／出力対応	出力毎に専用型が必要	汎用平板の数で出力対応

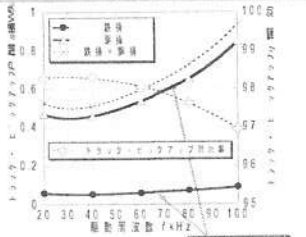
結合係数、コイル厚さ、コアギャップ、コストの点で平面コア丸形方式を採用

対策①　駆動周波数と磁束密度分布の関係

Showa Aircraft

30kW出力時





鉄損に比べ銅損が支配的

20kHz～100kHzの周波数領域において磁気飽和(約510mT)は生じない

20kHz～40kHzの範囲に設定する事が有効

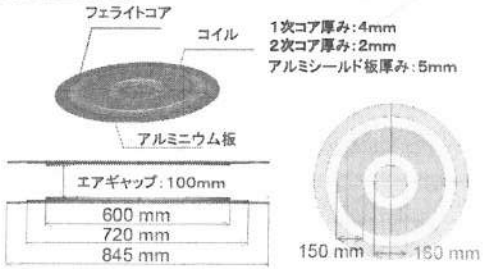
作動周波数を大容量型IGBTのほぼ限界付近である20kHz程度とする

同様のシミュレーションをコアの中心部のくり抜き径、コア厚さなどで検討

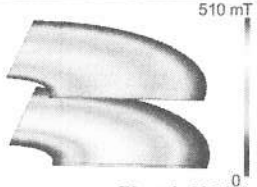
対策① 最適一次・二次コイル形状

Showa Aircraft

最適一次・二次コイル形状



最適一次・二次コイルの磁束密度強度分布(30kW出力時)



定格出力時において，コアの磁気飽和は発生していない

対策② ケーブルの性質

Showa Aircraft

導体抵抗　直流　：使用する導体材料の導電率と断面積によって決まる
交流(とくに高周波)：表皮効果、近接効果、渦電流損等によって上昇

①表皮効果
導体を流れる電流は周波数が上がるにつれて導体の表面に集まろうとする性質がある
導体内部の高周波電流は表面からの距離が増すと指数関数的に減少、その割合は1/e
導体表面の電流振幅に対し、電流振幅が1/eになる距離を表皮の厚さ(深さ)δ とすると

$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu \sigma}}$　ここで ω：角周波数(2π f)、
μ：透磁率(真空中では$4\pi \times 10^{-7}$H/m
σ：導体の導電率、f：周波数(Hz)

銅の場合、$\sigma = 5.8 \times 10^{7}$S/m　なので 上式は

$\delta = \frac{0.066}{\sqrt{f}}$　即ち 50Hzでは δ＝9mm だが 20kHzではδ＝0.5mm

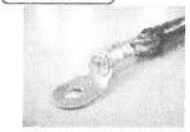
電流が導体表面に集まって導体の中心部に電流が流れないと、
導体の有効断面積が小さくなって導体抵抗が増加する
表皮効果を減少させるため線を細く本数を増やしたリッツ線で、撚線の
各素線を絶縁(通常ポリウレタン焼付)して導体の表面積を大きくする

②近接効果
隣り合った導体に流れる電流方向が同一の場合は互いに電流は
離れ、電流方向が逆の場合には互いに近づいて流れる性質がある
このように電流の流れが不均一になると導体抵抗は大きくなる

対策② 対策ケーブルの開発

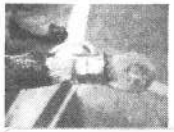
Showa Aircraft

表皮効果



海外製70sq リッツ線
0.25φ x1,440本撚り
外径18mm

開発41sqリッツ線
0.1φ x5,250本撚り
外径9.9mm

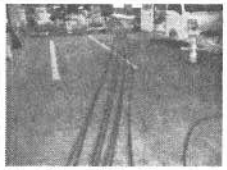


開発80sqリッツ線
0.1φ x10,290本撚り
外径13.8mm

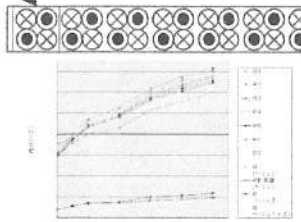
近接効果

リッツ線のフラット化

7分割し、上下左右でペア線化



リッツケーブル 11sqx7本



0.1φ x5,250本撚りにすることで、100kHzでIPTケーブルの50%以下を達成、10,290本撚りにしても顕著な効果は見られない

7分割し、配置を工夫することで、海外製ケーブルの38%以下を達成

対策④ 従来の通信システムの課題

Showa Aircraft

地上電源装置とバッテリーマネジメントシステムとの通信

通信情報
・通電可否 ON／OFF
・電力量 kW
・電源状態 CC／CV

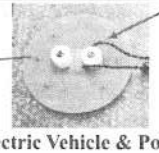
小電力無線
赤外線通信

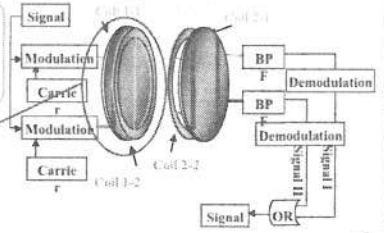
課題

外来ノイズによる通信障害
通信帯域が限定される
アンテナの取り付け位置に制限

Dual modulation方式

近傍磁界通信
コイル中央部の強磁界中で使用可能な特殊アンテナ
データ通信機能(max100kbpm、双方向通信機能も可能)
近接センサー機能(100～200mm)
コイル内部にビルトイン(車載のコンパクト化と耐環境性)





NEDO要求仕様に対する開発成果

Showa Aircraft

出力　:30kw
周波数:22kHz

	効率 [%]	2次側ピックアップ 重量 [kg]	2次側ピックアップ 寸法 [mm]	コイル間ギャップ [mm]
海外製品の性能	86 ⇩	70 ⇩	短径 875 長径 1025 厚さ 61	50 ⇩
IPSの性能	92 目標値 (92)	35 目標値 (35)	短径 847 長径 847 厚さ 33	100 目標値 (50)

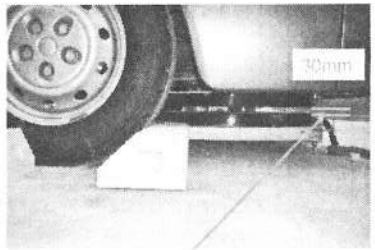
Electric Vehicle & Power Department

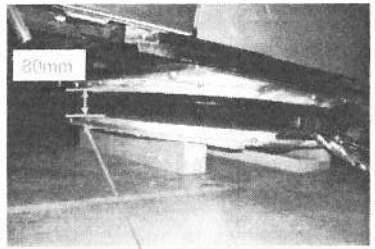
IPSの搭載試験

Showa Aircraft

WEB－1に搭載されている海外製非接触給電システムIPTを取り外し、開発したIPSを搭載、充電その他の試験を実施した

顧客のためニーリング中のバス





海外製IPTによるギャップの様子

IPSによるギャップの様子

Electric Vehicle & Power Department

平成20年度奈良公園交通社会実験ルート

Showa Aircraft

電気バス（WEB-I）＋IPS：早大 ＋ 電気バス（三菱ローザ）＋接触式充電器：北陸電力

平成20年11月8日～11月10日実施

奈良県電気バス走行ルート

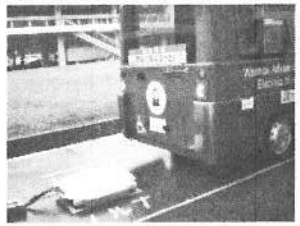
奈良市電気バス走行ルート

Electric Vehicle & Power Department

奈良公園社会実験での充電状況

Showa Aircraft

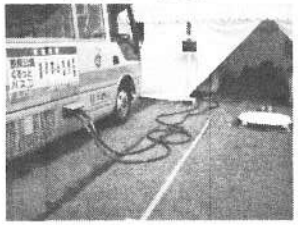
非接触充電での充電準備で1次コイルに接近



接触充電での充電準備でケーブル接続

非接触充電での充電状況

接触充電での充電状況



Electric Vehicle & Power Department

平成21年度奈良公園交通社会実験 Showa Aircraft

1周6km30分の奈良公園山道で使用する電力量を充電ポイント2ヶ所の合計7分間で充電する

出典：奈良県のちらしより

H21年度奈良公園社会実験 Showa Aircraft

奈良県庁と春日大社での非接触充電の様子

1次コイル

キャパシタボックス

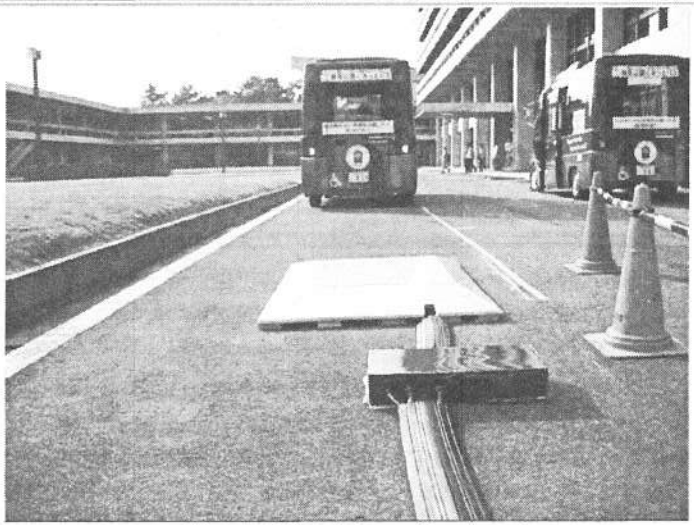
奈良県庁での運転間隔調整時間のうち6分間を使って非接触充電

後進でコイル上に進入して充電

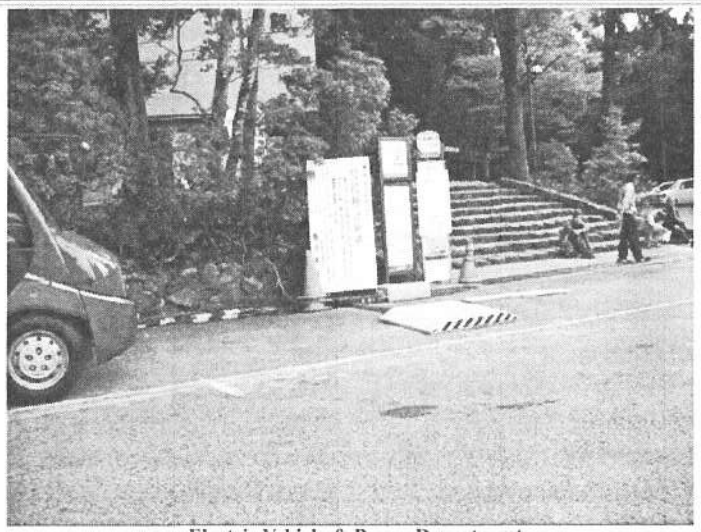
春日大社での乗降時間の1分間を使って非接触充電

前進でコイル上に進入して充電

非接触充電@奈良県庁(動画：*20sec.*) Showa Aircraft

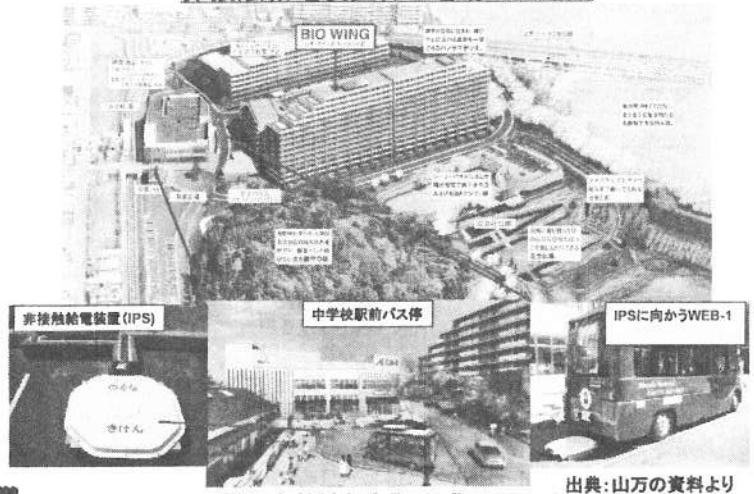


非接触充電@春日大社(動画：*35sec.*) Showa Aircraft



ユーカリが丘(住宅地)での交通社会実験 Showa Aircraft

非接触給電装置付き電動バス運用



出典:山万の資料より

ユーカリが丘社会実験の概要イメージ Showa Aircraft

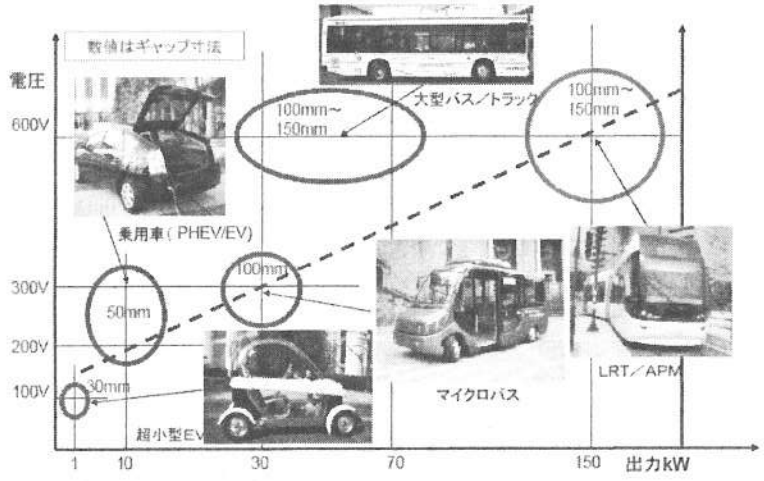
電動車両を活用したまちづくりのイメージ　平成21年4月～6月実施 平成22年4月～5月実施予定

新交通システム(ユーカリが丘線)を中心とした、環境的に持続可能な交通(Environmentally Sustainable Trausport)システムの実現には、住民の電動車両活用が大いに期待されます

出典:山万・JR北海道資料より

- ◇ 非接触給電技術概要
- ◇ 最新の電磁誘導式非接触給電システム
- ◆ 展開と課題
- ◇ 走行中給電方式の将来性

IPS開発成果と実用化開発展開 Showa Aircraft

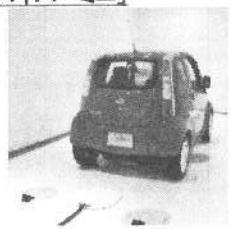


小型EV用10kW搭載

Showa Aircraft

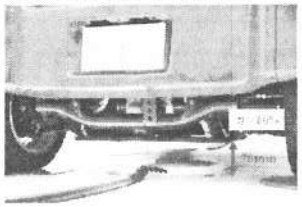
非接触充電システム搭載「ハイパーミニ」

パドル型非接触給電中のハイパーミニ



床上に設置した 10kW型IPS

概略系統図



出典：日産自動車「先進技術説明会＆試乗会 2009」日経BPのHPより 2009-7-28

Electric Vehicle & Power Department

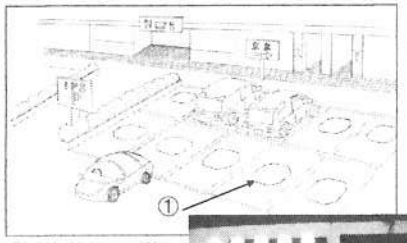
48

中距離用電磁誘導システムの開発

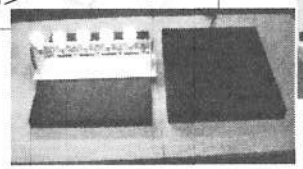
Showa Aircraft

サービスエリア駐車場利用イメージ図
新開発コイルによる中距離静止型

給電コイルと受電コイルが水平方向に100mm程度ずれても充電効率が高いシステムを構築

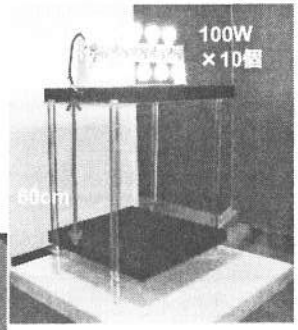


①地中埋め込み型
非接触給電装置
（送電側）



60cm離して1kW送電中の写真

実験室レベルではピーク5kW、連続3kWを実現している



水平方向に100mm程度ずれても充電効率が高いシステムを開発中

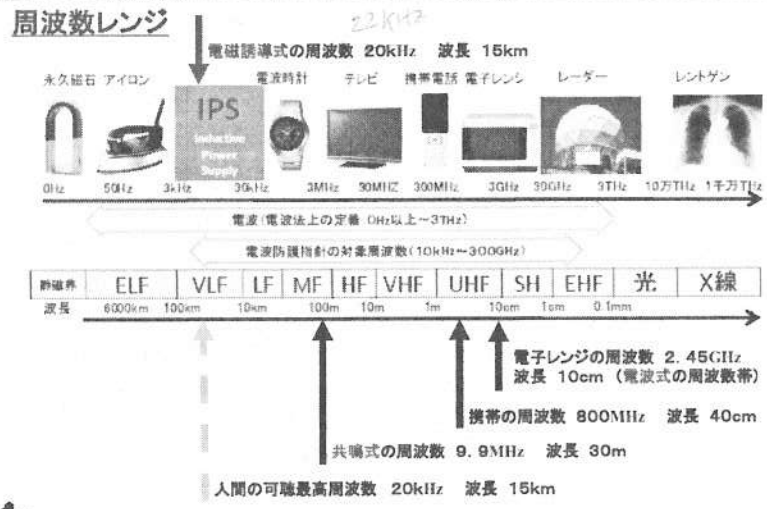
Electric Vehicle & Power Department

49

非接触給電システムの健康への影響度

Showa Aircraft

周波数レンジ



Electric Vehicle & Power Department

50

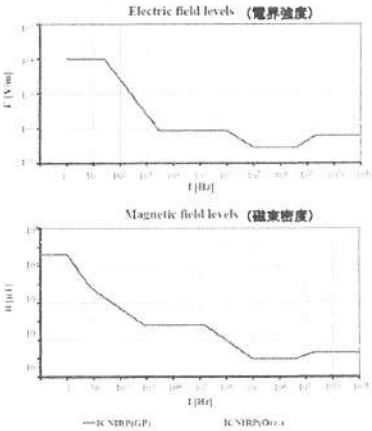
電磁界に対する人体防護

Showa Aircraft

人体に影響を及ぼさない電磁波の強さの指針が出されている

- 総務省電波防護指針
  - 1990年 答申(10kHz-300GHz)
  - 1997年 局所吸収指針の追加
    ICNIRPとの整合が強まった
- 国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）のガイドライン
  - 1994年 静磁界防護指針
  - 1998年 時間変動する電界、磁界、電磁界防護指針0-300GHz
  - 1999年 欧州理事会勧告
    （公衆曝露を対象）
  - 2004年 EU指令(職業曝露を対象)
  - WHOはガイドラインにもとづきリスク管理することを推奨

ICNIRPの参考レベル

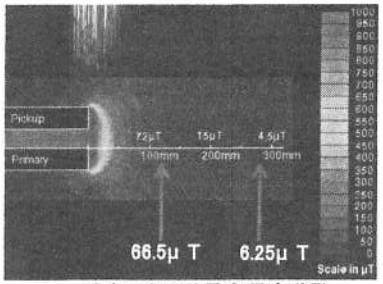


Electric Vehicle & Power Department

51

チャージシステムの距離的影響

Showa Aircraft



r=1 m地点における最大漏洩磁界
(30kW・20kHzでのシミュレーション)

実際の電磁界計測結果

心臓ペースメーカの最大許容磁束密度

周波数	磁束密度
15kHz	88.7μ T
20kHz	66.5μ T

基準値(μ T)	バス車内	バス車外
防護指針／91.5	1.5	4.5
ICNIRP／6.25		

条件: 距離0.5m ギャップ80mm 位置ずれ60mmにて

電波法の課題

Showa Aircraft

1.法的規制値

・電波法第100条2項と電波法施行規則第45条3項に規定されている
無線設備及び前号の設備以外の設備であって **10kHz** 以上の高周波電流を利用するもののうち、総務省令で定めるもので **50W** を超えるもの
に該当するため、各地の総合通信局に許可申請を提出して許可を受ける必要がある

・無線設備65条2項に規定されている下記数値を満足している必要がある

450kHz以下の使用周波数の輻射の電界強度は、
100m電界規制値＝ 1mV/m 以下、かつ高周波出力が
500W以下の場合 30m電界規制値＝ 1mV/m 以下

500W以上の場合 30m電界規制値＝$\sqrt{\frac{P}{500}}$ mV/m 以下 （Pは装置の出力W）

2.設置許可不要設備←― ★普及には型式確認等を取得して許可不要となる必要がある

・通信設備以外の高周波利用設備であって、その高周波エネルギが**50W以下**のもの
・**型式指定** ： 予め総務大臣から技術基準に適合していることの指定を受けた設備
超音波洗浄機、超音波加工機、超音波ウェルダー、電磁誘導加熱を利用した文書複写印刷機械、無電極放電ランプなど
・**型式確認** ： 製造事業者等が機器の型式について技術的条件に適合していることの確認を自ら行い、総務大臣へ届け出た設備
電子レンジ、電磁誘導加熱式調理器

道路上設置の課題

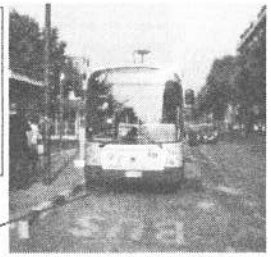
Showa Aircraft

1.法的規制
道路に一定の施設を設置して継続して道路を占有することは、道路法第32条に規定されている(国交省)
また道路の使用許可は道路交通法第77条に規定されている(総務省)

2.許可申請
道路に施設を設け継続的に使用するには所轄警察署と道路管理者に許可申請を提出して許可を受ける必要がある

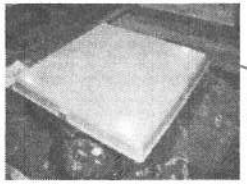
★道路上設置のための各種道路要件規定が無く、法的整備が待たれる

海外実施例でも
・バスベイ
・専用道路
の状況である



バスの下にコイルが地中設置されている

開発中の地中設置型1次側コイル

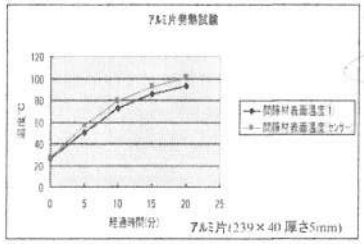


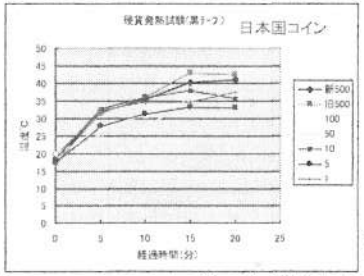
地上面と面一になるように地中にコイルを埋め込む

出典:Electric & Hybrid Vehicle Technology July 2009より

チャージシステムの異物挟み込みの影響度

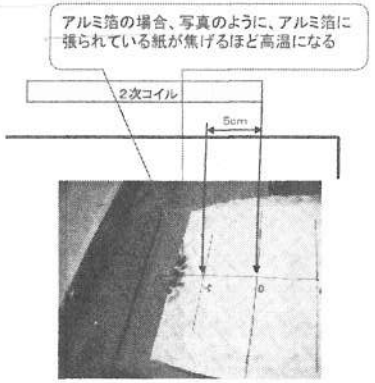
Showa Aircraft





・**異物侵入対策**
コイル空間に金属があると誘導電力で加熱される大出力の装置では注意が必要

アルミ箔の場合、写真のように、アルミ箔に張られている紙が焦げるほど高温になる



誘導加熱装置やIH調理器と同じ注意が必要

海外でのEV用充電器の標準化

Showa Aircraft

IEC TC69 WG4
(IEC61851-1, -21, 22)

電気自動車用コンダクティブ充電システム
一般要求事項、車両側要件、充電ステーション

コンダクティブ充電が対象

インダクティブ充電を対象とした標準化の必要性がある

IEC 61980-1、-2

電気自動車用インダクティブ充電システム
2003年にドラフトとしてCD発行

需要が無くストップ
2009年9月の会議でも議題に上がらず

無線特有の追加事項が無いか？
- EMC
- 高周波仕様

車両の形式認証に関わる部分の明確化

国際的な展開も考慮した標準化戦略の立案が必要

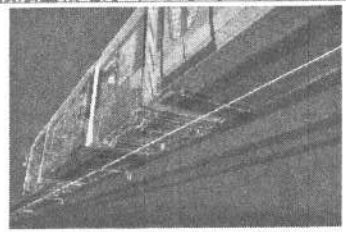
ディファクトスタンダード ⟶ 国際標準？

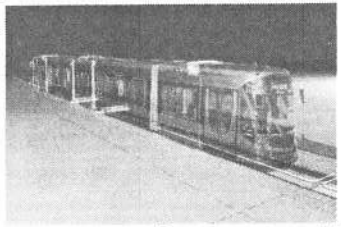
- ◆ 非接触給電技術概要
- ◆ 最新の電磁誘導式非接触給電システム
- ◆ 課題と今後の展開
- ◆ 走行中給電方式の将来性

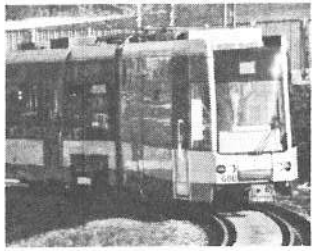
BOMBARDIER／VAHLEの走行給電システム

Showa Aircraft

非接触型給電方式によるトラムオペレーションシステム「PRIMOVE technology」を発表
(2009年1月22日)







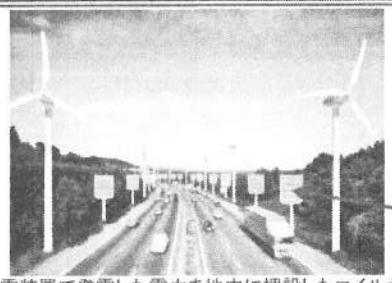
電磁誘導式非接触給電システムのPRIMOVE技術と、車上の電気二重層キャパシタに回生を行うMITRAC energy saver技術と合わせてエネルギー消費量を30%軽減

地上のコイルは編成長より短い区間に区切られ車両が上に来た時にだけ電流を流すPRIMOVE技術で電磁波の影響を最小限化（磁束密度はEU基準に適合）
インフラコストも架線の1.5倍程度に抑えることが可能

出典：EcofriendのHP,「UITP Vienna 2009」および
http://www.rp-online.de/wissen/technik/Die-erste-Strassenbahn-ohne-Oberleitung_aid_664137.html

アウトバーンでの走行中給電の未来図

Showa Aircraft



CO2フィルター

風力発電装置で発電した電力を地中に埋設したコイルから電気自動車の車底に設置したコイルに電磁誘導で送電する

- ・走行速度 ： 時速100 km
- ・周波数 ： 60 kHz～80 kHz
- ・出力 ： 3 kW／10 kW
- ・効率 ： 90%以上
- ・ギャップ ： 10～15cm
- ・磁束密度 ： 500μT以下

小さすぎる小型車クラスなら時速100kmで走行可能

電磁防護上何らかの対策が必要

出典：VDI nachrichten（ドイツ技術者協会新聞）18.09.2009
Institution of Mechanical Engineers, www.imeche.org

KAISTの走行中給電①

Showa Aircraft

「KAIST korean electric vehicle project」 Designboomのサイトより 2009年8月15日

＊ オンラインEV概念図

KAIST(korea advanced institute of science and technology 韓国科学技術院)が
2009/8/13に電磁誘導方式によるOLEV (online electric vehicle)のデモ走行実施
・1cmギャップで80%、12cmギャップで60%の効率

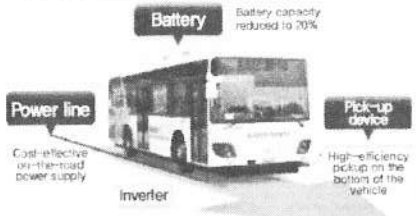
Electric Vehicle & Power Department

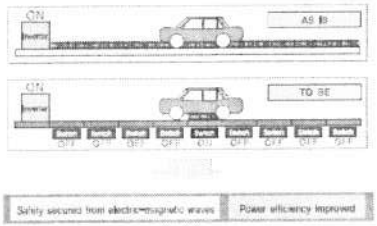
62

KAISTの走行中給電②

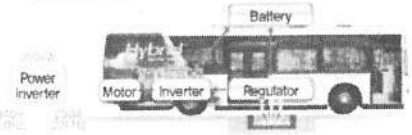
Showa Aircraft

オンライン電気バス基本概念図





電池を1/5容量に縮小



運行予定
2009年11月 ソウル公園でデモ走行
2011年 市内のバス専用車路にこのバスを導入予定

高周波電源ラインのスイッチング化により
電力と電磁放射の軽減を計画

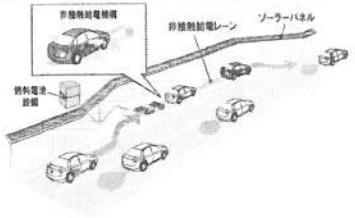
出典:http://eews.kaist.ac.kr/test/MHOLEV/D S20OLEV%20Brochure.pdf

Electric Vehicle & Power Department

63

壁面給電と路面給電の比較

Showa Aircraft



壁面給電			路面給電	
給電面	コイルギャップ	コイル長さ	メリット	デメリット
壁面	1m～	比較的短い	設置性が良い 大型車両向け	距離変化が大きい ⇒車両に自動調整機能が必要
路面	0．2～0．5m	比較的長い	距離変化が小さい 乗用車両向け	道路要件を満たすコイルが必要 路面メンテナンス性が課題 軌道逸脱で充電不可 ⇒自動運転の必要性

レピータコイルを水平型とし路肩に埋め込むことで、
壁面給電で大ギャップの電力伝送が可能

出典:NE他

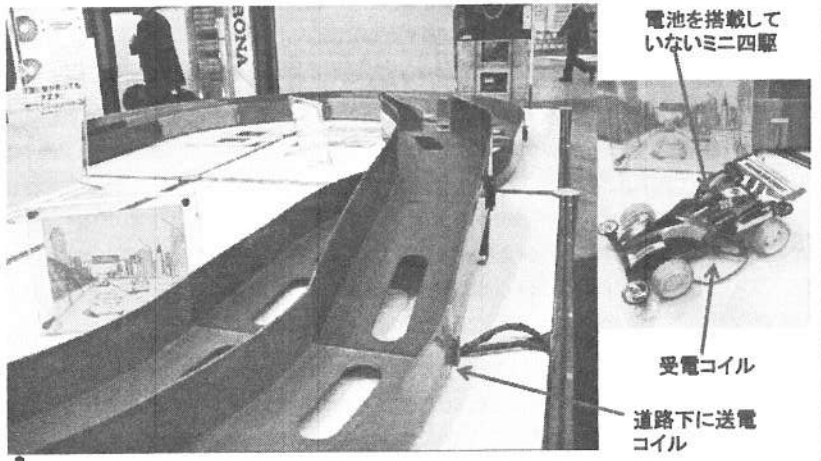
Electric Vehicle & Power Department

66

走行中給電のデモ(動画:30sec.)

Showa Aircraft

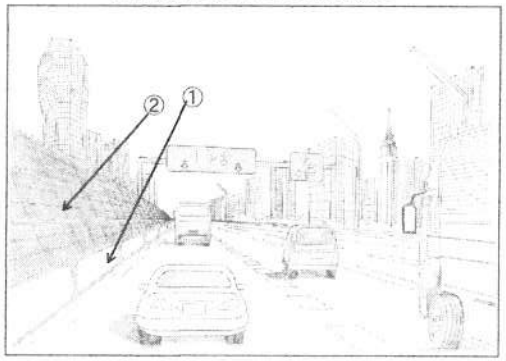
ENEX2010でのデモ走行風景(H22-2-10～2-12)



Electric Vehicle & Power Department

磁界共鳴式による走行中充電の将来像 Showa Aircraft

走行中給電イメージ図
磁気共鳴式コイルによる移動型



①壁面取り付け型非接触給電装置（送電側）
②太陽電池パネル搭載防音壁

走行中給電の課題

- **電波法**
  近傍界では電磁波とならないとしても遠方界での挙動が不明
- **電磁防護**
  コイル間で共鳴しない人体への安全性の担保が必要
- **距離と共振周波数**
  波長と距離とコイルサイズが一定の比になるため共振周波数の調整が必要
- **効率**
  距離が大きくなると効率が悪い
- **コスト**
  初期費用および課金と言ったシステムの費用が大
- **等々**

2030年以降に実現か

ご清聴を感謝いたします

昭和飛行機工業株式会社 EVP事業室
高橋俊輔 s-takahashi@showa-aircraft.co.jp