

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 14 日現在

機関番号：12601
研究種目：基盤研究(A)
研究期間：2011～2014
課題番号：23246049
研究課題名(和文) モータ/キャパシタ/ワイヤレスによる2030年のクルマ社会に関する研究

研究課題名(英文) Car Society in 2030 based on Motor/ Capacitor/ Wireless

研究代表者
堀 洋一 (HORI, YOICHI)
東京大学・新領域創成科学研究科・教授

研究者番号：50165578
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 37,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、リチウムイオン電池一辺倒で進んでいる電気自動車開発に警鐘を發しつつ、「モータ/キャパシタ/ワイヤレス」による「もう一つのクルマ社会」を提案し、そのためのキー技術を10程度に絞り、3年計画でこれを追求したものである。
具体的には、「ワイヤレス」電力伝送によって電力インフラにクルマを接続し、「キャパシタ」にちょこちょこ充電しながら走る電車のようなクルマを開発し、電気自動車の最大の利点である「モータ」の制御性の良さを活かした運動制御によって、安全性の向上とさらなる省エネルギーを実現した。
研究の終盤では、東大柏キャンパスという地の利を活かし、地域交通システムの社会実験を行った。

研究成果の概要(英文)：In this research, while issuing a wake-up call to electric car development that proceeding at a lithium-ion battery full commitment, we proposed the "Another car society" based on "motor / capacitor / wireless", and developed about 10 key technologies during this three-year plan. Specifically, we developed cars which are connected to power system infrastructure by "wireless power transfer", and are driven by frequent or continuous charge to "capacitor" such as electric trains. By utilizing the largest advantages of the electric "motor" in the viewpoint of motion control, we realized a further energy saving and improvement of safety.
In the end of the study, taking advantage of the geographical advantage of the University of Tokyo Kashiwa Campus, social experiment of the regional transportation system was carried out.

研究分野：電気電子工学，制御工学

キーワード：電気自動車 電気モータ キャパシタ ワイヤレス給電 電力インフラ モーション制御 エネルギー効率化 インピーダンス整合

1. 研究開始当初の背景

電気自動車は徐々にその勢力範囲を伸ばし、いまや普通の車になりつつある。電気自動車に関する国際会議 EVS28 が 2015 年 5 月の連休中に韓国で開催され、EVS29 (北米)、EVS30 (ヨーロッパ) を経て、EVS31 を日本で開催するよう要請されている。その場合は申請者が general chair をつとめることになる。(なお EVS28 は横浜開催で申請者は program chair をつとめた。)

電気自動車の最大の問題は航続距離の短さにある。そして、高性能電池を制するものがクルマ社会を制すると言われる。将来のクルマが電気モータで動き、電力インフラにつながることはもう確実であるが、500km を走るエネルギーストレージは必要だろうか。

電気自動車が電力インフラから直接エネルギーをもらって走ることができれば、航続距離とは「電力インフラから離れても安心できる距離」ていどの意味しかもたなくなる。少なくとも都市部では、「ちょこちょこ充電しながら走る電車のようなクルマ」が普通になるだろう。そこでは「電池からキャパシタへ」の移行が起こり、人々を充電という作業から解放する「ワイヤレス給電」が実現される。さらに、クルマが電気モータで走るなら、モータの優れた制御性を生かした「モーション制御」が当たり前のように適用され、クルマの使うエネルギーはさらに少なくなる。

クルマへのエネルギー供給手段と、クルマの使い方とはまったく関係がない。つまり、ワイヤレス給電を利用したキャパシタ電気自動車は、エネルギーを減らし生活を便利にはしても、ライフスタイルを変えるものではない。図に示すように、キャパシタ電気自動車は「オートチャージの Suica」にたとえられ、ワイヤレス給電は「エネルギー版 ETC」ということができる。ワイヤレス給電の伝送効率は、もう電池の充放電効率を上回るレベルに達している。クルマの中は、いまやカーナビや ETC など大変な情報化を遂げており、ナビがなければ走れないドライバも多い。エネルギーだけが外界と隔離され、独立である必要はもはやない。このような、モータ/キャパシタ/ワイヤレスの 3 本立てで、未来のクルマ社会を作れないだろうか考えた。

(1) モータ：電気自動車の本当の特長

電気自動車の特長は電気モータの特長そのものであり、(1)トルク応答がエンジンの 2 けた速い、(2)モータは分散配置できる、(3)発生トルクが正確に把握できる、という三つの特長がある。微小なタイヤの空転に対して ms オーダでトルクを垂下させる粘着制御によってタイヤはすべりにくくなり、同じ性能でよければ、幅の狭いタイヤを使って燃費は一気に数倍になる。電気自動車の本当のメリ

ットはこのようなモーション制御にある。

(2) キャパシタ：ちょこちょこ充電するクルマ

500km 走るエネルギーストレージは不要である。電気は起こしたらすぐ使うのがベストであって、たくさん貯めるのは賢くない。ただ、電車のように完全にインフラべったりではクルマの良さを失ってしまうから、数 km~数十 km を走る程度のエネルギーは自前で持ち、頻繁に出し入れする必要がある。そこではパワーにすぐれ、100 万回の充放電が可能なキャパシタが優れている。過去に開発した C-COMS は 30 秒ほどの充電で 10 分以上走る。

(3) ワイヤレス：意外に近い夢の技術

100V~200V、10~15A 程度のコンセントは至るところにあり「ちょこちょこ充電」はその気になればいつでも可能である。そして、これを非接触で行うワイヤレス給電が重要なキー技術となる。磁気共鳴の原理を用いれば、50cm~1m のかなり長い距離を、アンテナ間効率 95%程度で電力伝送できる。さらに、簡単な中継アンテナを用いれば距離は数 m に伸ばすことができるので、走りながらの給電は夢物語ではない。

10kW は当面難しいかも知れないが 1kW の伝送はすぐにでも可能で、既存のコンセントとの相性もよい。電磁障害や人体防護の問題をクリアすることが大きな課題であり、法改正も含めて真剣に検討し、なんとしても近隣諸国の後塵を拝するような屈辱は避けなければならない。

「モータ/キャパシタ/ワイヤレス」の基礎技術は、いずれも日本が世界のトップレベルにある。一方、上海のキャパシタバスは、キャパシタメカ、バス会社、上海市の三者が迅速な意思決定を行ったためである。中国は計画経済的な意思決定と、資本主義に学んだ国内メカの自由競争をうまく使い分け、今日の繁栄を築いている。日本が学ぶべき点は少なくない。いまぐずぐずしている時ではないことは明白である。

2. 研究の目的

「モータ/キャパシタ/ワイヤレスによる 2030 年のクルマ社会に関する研究」と題し、リチウムイオン電池一辺倒で進んでいる内外の電気自動車 (EV) 開発に警鐘を發し、「もう一つのクルマ社会」を提案し、そのための「モータ/キャパシタ/ワイヤレス」の要素技術開発を 10 程度にしぼり、3 年計画でこれを追求することを目的とした。

具体的には、「ワイヤレス」電力伝送によって電力インフラにクルマを接続し、「キャパシタ」にちょこちょこ充電ながら走る電車のようなクルマを開発する。そして、電気自動車の最大の利点である「モータ」の制御性

の良さを活かした運動制御によって、安全性の向上とさらなる省エネルギーを実現する。

リチウムイオン電池のような巨大なエネルギー蓄積デバイスを抱えて走るクルマは、電池のもつさまざまな問題をかかえており、何よりも従来のガソリン車のコンセプトを変えるものではない。研究の終盤では、東大柏キャンパスという地の利を活かし、地域交通システムとしての可能な限りの社会実験を行う。



3. 研究の方法

研究の遂行は、自動車関連会社等からは独立性の高い研究チームで行った。

申請者の社会的立場を利用した適切な情報交換や協力関係は保ちつつも、特定の企業との連携にしばられず、また目先の利益に惑わされない長期的でアカデミックな研究を行い、広く「モータ/キャパシタ/ワイヤレス」にもとづく電気自動車が実現する新しい社会指針を示すことを目的とした。

具体的な研究計画は、大きく(1) モーション制御、(2) キャパシタ利用およびワイヤレス給電に分け、これらのテーマを併行して推進した。初年度は現有する車両を用いてそれぞれの要素技術の研究を行うと同時に、新車両製作を行った。次年度以降に車両を完成させ要素技術を搭載した。

具体的な研究方法については次項の研究成果と重なるのでまとめて記すこととする。

4. 研究成果

(1) 電気モータの高い制御性を生かした運動制御技術(藤本&堀)

1. 電気自動車の走行安全性を向上させる研究: 運転者が危険回避のために急な操舵を行ったときや、カーブが多い山道で路面が一部凍結していたような場合には、横滑りやスピンの発生して事故に至る。この時には4輪のうちの1輪が過負荷状態、すなわち最大摩擦力を発生してしまっている状態になることが知られている。このような場合に車両の姿

勢を安定化させる技術として、前後輪操舵システムや直接ヨーモーメント制御が開発されている。これをさらに進展させ、アクティブ前後輪操舵機構や四輪にインホイールモータを搭載した四輪独立駆動車では、前後、左右、ヨーの平面3自由度の運動に対して、前後輪操舵角と四輪制駆動力の操作量に冗長性がある。加減速による荷重変動を検出して最大摩擦力を計算し、4輪の負荷率を均等化させる制駆動力と横力を最適配分する制御系を構築した。

2. 運転者にとっての操舵性・乗り心地を向上させる研究: 小型車を実際に高速道路で運転する場合、車両の軽さや横風外乱による小型車固有の不安定性から、大型トラックが隣の車線を通ったときなど運転者は大きな恐怖を感じ、電気自動車に乗り換える最大の障壁は「乗り心地への不安」が大きな要因になっている。そこで、インホイールモータの左右駆動力差とアクティブ操舵により、横風などの外乱を抑圧する制御系を提案した。これにより、運転者は外乱に対して修正操舵を行う必要がなくなり、乗り心地は大きく改善する。また、乗り心地を決めるもう一つの大きな運動にピッチング挙動がある。この運動はとくに制動時に発生するが、熟練した運転者は減速度を微妙に調整をして、大きなピッチング振動を防いでいる。申請者らは、これまでインホイールモータの力行・回生制御により、この振動を防ぐ制御を開発したが、制動距離が長くなってしまいう問題があった。そこで今回は、タイヤの粘着状態を決定するスリップ率を緻密に制御することによって、ピッチング振動を抑えつつ、制動距離を必要最低限にとどめる新しい制御系を開発した。

3. キャパシタ電気自動車の航続距離を延長させる研究: キャパシタは、パワー密度や寿命の面など、バッテリーに比べて大きな優位性を持っているが、エネルギー密度は大きくなく、航続距離(電力インフラから離れられる距離)が長く取れないという問題がある。そこで、複数のモータを搭載する電気自動車を前提とし、モータ設計により異なる効率特性を各モータにもたせ、荷重変動を考慮した上で、スリップ率を緻密に制御することにより、各モータの速度およびトルク配分比を積極的に制御して、最高総合効率での走行を実現する手法を開発した。キャパシタから各インバータに供給する電圧を、昇降圧チョップにより最高効率になるよう制御している。

(2) 電気自動車への電磁共鳴方式によるワイヤレス充電(居村&堀)

1. 最大効率追従制御システムに関する研究: 電磁共鳴方式では、停車位置が所定の位置からずれてしまったEVへの給電に対しても、非対称アンテナを使用する事により高効

率のワイヤレス充電をする事が可能である。しかしながら、理論上の最大効率まで引き上げるためには、インピーダンスマッチングによる最大効率追従制御が必要である。インピーダンスマッチングによる理論上の最大効率の実現に関しては、理論証明と実証実験まで行なったが、制御の組み込みまでには至っていなかったが、ここでは実際に実現してみせた。

2. kHz アンテナの大電力かつ超小型化に関する研究：電磁共鳴方式の電力伝送は現在のところ MHz の技術として認知されているが、申請者らは kHz でも同様の原理で動作できることを示している。周波数を下げることにより、スイッチング電源を動作出来る範囲に入り、システム全体としての効率は大きく上がる。一方で、動作周波数が低いのでアンテナが大型化するのを避けられない。ここでは、オープン型アンテナとショート型アンテナの共振周波数調整法を提示し、線路長や動作周波数の最適化、放射損の低減対策を行い、超小型アンテナを実現した。kHz アンテナの小型化が可能になると、kHz 動作のアンテナによる電気自動車以外の家電などへの応用が可能となり、MHz システムに比べコストが大幅に下がるため、多くの期待が寄せられている。

また、同時に大電力利用を前提としたアンテナを設計する。従来のアンテナは小電力使用が前提であったため、耐電圧、耐電流に関しての検討はされていないが、大電力時にはアンテナ線間の絶縁破壊が問題となる。電磁共鳴アンテナは、分布定数的に動作しているため、アンテナ線における電流電圧の分布が一様ではなく、アンテナ設計、線材、アンテナ成型材を工夫する必要がある。ここでは、大電力に耐えうるアンテナの体系的な設計方法の基礎を確立した。

平成 24 年度以降は、初年度に購入し基礎試験やインターフェース・制御回路製作を終えたインバータとインホイールモータを搭載した電気自動車を製作した。さらに、電気モータの高い制御性を生かして、安全性・快適性・航続距離を改善することができる制御系を、実際に試作車に搭載した。

3. インピーダンス変動を考慮したシステムに関する研究：インピーダンスの変動に関しては、インピーダンスマッチング回路である程度は対応できるが、電磁共鳴は鋭い共振ピークを持つため、電源側や負荷側の構成を考慮した設計が必要となる。電源側に一般的なインバータを使用するだけでは、安定的に電力を供給することはできないが、電磁共鳴向け電源として、安定化機構や制御機能を備えたインバータ電源を開発した。負荷側にはパワーコントロール兼効率のコントロールが

できる機構を備え、送受両側から制御することにより、インピーダンス変動が生じて、所望電力で動作できるシステムを提案し、その実現可能性を示した。

4. エアギャップの推定：電磁共鳴型ワイヤレス電力伝送においては、電流電圧の振幅・位相・周波数の情報から、負荷や結合係数を推定することができ、最大効率化や車の駐車ナビゲーションシステムに利用できる。ここでは従来の周波数掃引方式にかわる新たな推定手法を開発した。本技術は、電池やキャパシタを介さずにワイヤレス給電で直接モータを駆動し、究極的な省エネルギーを達成できるダイレクトドライブワイヤレス給電技術を確立する際にも必須となる技術である（この技術は別途開発中であるがここでは詳述しない）。

5. 電磁共鳴式通信とセンサ利用：電磁共鳴は電力伝送と同時に通信を行なうことができるため、車体の識別や車両の情報の伝送が可能となり、別途無線通信用の系統が必要ない。また過充電などの事故の防止モニタリングにも有用である。さらに、電磁共鳴では送受信アンテナの距離によって電源から見たインピーダンスが大きく変化する性質を使用し、閾値処理することによって電源の ON、OFF に利用し、電力を無駄なく給電することが可能となった。

6. 漏洩電磁波低減技術の開発：法律的な束縛、および人体保護・EMC の観点から、漏洩電磁波を極力抑える必要がある。とくに、kW 級の大電力を送る際は、少しの漏洩電磁波が大きな影響を及ぼす可能性があり、その対策がより一層重要となる。電磁共鳴においてはアンテナ設計段階で漏洩の少ない構造にするが、それだけでは十分な対策とは言えない。フェライトなどをアンテナ設計に活かす事で不要な電磁波を抑える技術を開発した。

以上のように、それぞれの項目において、所期の予定通り、実車による走行実験を含む大きな成果を上げることができた。また、この過程を通じて、柏キャンパス内に走行実験路を整備し、新しいガレージも完成し、その後の研究にも大いに役立っている。

なお、本研究は世の中への啓蒙活動も視野に入れていたが、「モータ／キャパシタ／ワイヤレスによって描く未来のクルマ社会」のように題する招待講演を数多く行い、その目的を達成できたと言える。

新しい科研費について

最後に、本研究の成果を踏まえた「その後」の状況、つまり新しい科研費の獲得について言及しておく。平成 27 年度より 3 年計画で「電気自動車の走行中ワイヤレス給電に関

する基礎研究」と題する科研費を採択していただいた。すなわち、走行中の電気自動車に非接触で直接エネルギー供給を行うための、現実的なシステム（例えば、地上側の送電設備はきわめて簡単でなければならない等）に関する確固たる基盤技術の開発を目的としている。

わざわざ基礎研究という理由は、走行中ワイヤレス給電システムの実現は容易ではなく、少なくとも東京オリンピックまでに将来を見通せる技術が見えていればもう十分である、という認識のためである。走行中ワイヤレス給電にはどのような方式が適しているのかさえ明確になっていないが、おそらく磁界共振結合方式の改良を基本とし、インピーダンスインバータなどの理論を駆使して、地上設備を簡単にする真に実用的な方策を開発して行くことになる。3年をかけてその基礎理論から将来を見通せる応用技術までをしっかりと築き、そのためのデモンストレーション設備を柏キャンパス内の実験走行路に製作して、その将来性を実証する。

今年度に終了した「モータ/キャパシタ/ワイヤレスによる2030年のクルマ社会に関する研究」の研究過程を通じて、電気自動車への「走行中ワイヤレス給電」は「停車中ワイヤレス給電」の延長ではとうてい実現不可能でまったく異なる技術が必要であるということ、あらためて認識するに至った。停車中のワイヤレス給電装置を並べただけでは、決してまともな走行中ワイヤレス給電にはならない。限られたスペースでのデモンストレーションが目的なら、それでもよいが、それは一種のまやかしである。真に将来につながる走行中ワイヤレス給電については、最適な方式はもとより制御方法に至ってはほとんど明らかになっていない。

たとえば、東京から大阪までの高速道路において、あるいは、津々浦々の県道などにおいて走行中ワイヤレス給電を実現するには、長距離かつ劣悪な環境に設置することになる地上側設備は恐ろしく簡単で低コストのものにしなければならない。クルマ側から電力伝送制御に関する情報を受けて、地上の送電設備が電力を調整したりするような仕組みは実用性がないだろう。複数台のクルマがひっきりなしに通行する道路においては、ほぼ一定電圧の鉄道架線、あるいは、家庭のコンセントぐらいの簡便な仕組みでないと、とても使いものにならないであろう。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計47件)すべて査読有

①Kanghyun Nam, H. Fujimoto, Y. Hori: Design of an Adaptive Sliding Mode Controller for Robust Yaw Stabilization of In-Wheel-Motor-Driven Electric

Vehicles, International Journal of Vehicle Design, Vol. 67, No. 1, pp. 98-113 (2015)

②Vissuta Jiwariyavej, Takehiro Imura, Yoichi Hori: Coupling Coefficients Estimation of Wireless Power Transfer System via Magnetic Resonant Coupling using Information from Either Side of the System, IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, Vol. 3, No. 1, pp. 191-200 (2015)

③Koh Kim Ean, Beh Teck Chuan, Takehiro Imura, Yoichi Hori: Impedance Matching and Power Division using Impedance Inverter for Wireless Power Transfer via Magnetic Resonant Coupling, IEEE Transactions on Industrial Applications, Vol. 50, No. 3, pp. 2061-2070 (2014)

④居村岳広: 磁界共振結合を用いたワイヤレス電力伝送におけるクロスカップリングキャンセリング法の提案, 電気学会論文誌D, Vol. 134, No. 5, pp. 564-574 (2014)

⑤居村岳広: 磁界共振結合を用いた複数負荷への一括ワイヤレス給電に関する研究, 電気学会論文誌D, Vol. 134, No. 6, pp. 625-633 (2014)

⑥K. Nam, H. Fujimoto and Y. Hori: Advanced Motion Control of Electric Vehicles Based on Robust Lateral Tire Force Control via Active Front Steering, IEEE/ASME Transaction on Mechatronics, Vol.19, pp.289-299 (2014)

⑦Yafei Wang, Binh Minh Nguyen, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori: Multi-rate Estimation and Control of Body Slip Angle for Electric Vehicles based on on-board vision system, IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.61, pp.1133-1143 (2014)

⑧前田健太, 藤本博志, 堀 洋一: タイヤ横すべりを考慮した限界スリップ率推定に基づく電気自動車の駆動力制御, 計測自動制御学会論文集, Vol.60, No.3, pp.259-265 (2014)

⑨Kenta Maeda, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori: Four-wheel Driving-force Distribution Method for Instantaneous or Split Slippery Roads for Electric Vehicle, Automatika - Journal for Control, Measurement, Electronics, Computing and Communications, KoREMA, Vol.54, No.1, pp.103-113 (2013)

⑩K. Nam, S. Oh, H. Fujimoto and Y. Hori: Estimation of Sideslip and Roll Angles of Electric Vehicles Using Lateral Tire Force Sensors Through RLS and Kalman Filter Approaches, IEEE Transaction on Industrial Electronics, Vol.60, No.3, pp.988-1000 (2013)

⑪T. C. Beh, M. Kato, T. Imura, S. Oh, and Y. Hori: Automated Impedance Matching System for Robust Wireless Power Transfer via Magnetic Resonance Coupling, IEEE Transaction on Industrial Electronics, Vol.60, pp.3689-3698 (2013)

⑫Binh Minh Nguyen, Yafei Wang, Hiroshi Fujimoto, Yoichi Hori: Lateral Stability Control of Electric Vehicle Based on Disturbance Accommodating Kalman Filter using the Integration of Single Antenna GPS Receiver and Yaw Rate Sensor, Journal of Electrical Engineering & Technology, Vol.8, pp.899-910 (2013)

⑬R. Minaki and Y. Hori: Driver-Friendly Motion Control Based on Electric Power Steering and In-Wheel Motors on Electric Vehicle, International Journal of Vehicle Autonomous Systems, Inter-science Publishers, Vol.11, pp.245-260 (2013)

⑭Tadashi Takano, Takehiro Imura, Midori Okumura:

A Partially Driven Array Antenna Backed by a Reflector with a Reduction in the Number of Driven Elements by Up to 67%, IEICE Transactions on Communications, Vol.E96-B, No.11, pp.2883-2890 (2013)

⑮居村岳広, 堀 洋一: ワイヤレス電力伝送と電気自動車により実現される未来の交通社会, 通信ソサイエティマガジン(B-plus) 解説論文, 第 25 号, pp.19-24 (2013)

⑯居村岳広: ワイヤレス給電技術の基礎理論と中継給電, 分離技術 小特集, Vol.43, No.4, pp.29-33 (2013)

⑰居村岳広: ワイヤレス給電の紹介とロボットへの適応の一考察, ロボット (日本ロボット工業会) 特集, Vol.214, pp.28-32 (2013)

⑱角谷勇人, 藤本博志: 前後輪横滑り角と左右トルク配分に基づく電気自動車の航続距離延長制御システム, 電気学会論文誌 D, Vol.132, No.3, pp.308-314 (2012)

⑲Jia-Sheng Hu, Dejun Yin, Yoichi Hori, and Feng-Rung Hu: A New MTTE Methodology for Electric Vehicle Traction Control, IEEE Industry Applications Magazine, Vol.18, No.2, pp.23-31 (2012)

⑳K. Nam, H. Fujimoto and Y. Hori: Lateral Stability Control of In-Wheel-Motor-Driven Electric Vehicles Based on Sideslip Angle Estimation Using Lateral Tire Force Sensors, IEEE Transaction on Vehicular Technology, Vol.61, No.5, pp.1972-1985 (2012)

㉑ Yafei Wang, Binh Minh Nguyen, Palakon Kotchapanompote, Hiroshi Fujimoto and Yoichi Hori: Image-Processing-Based State Estimation for Vehicle Lateral Control using Multi-rate Kalman Filter, Recent Patents on Signal Processing, Bentham Science Publishers, Vol.2, No.2, pp.140-148 (2012)

㉒K. Nam, S. Oh, H. Fujimoto, and Y. Hori: Robust yaw stability control for electric vehicles based on active front steering control through steer by wire system, International Journal of Automotive Technology, KSAE, Vol.13, No.7, pp.1169-1176 (2012)

㉓皆木 亮, 星野 洋, 堀 洋一: 運転者の反力制御に基づくアクティブ前輪操舵の実験的検証, 電気学会論文誌 D, Vol.132, No.8, pp.778-787 (2012)

㉔前田健太, 藤本博志, 堀 洋一: 瞬間低 μ 路での駆動力維持を目的としたインホイールモータ搭載電気自動車の前後輪駆動力配分法, 機械学会論文集 C 編, Vol.78, No.794, pp.3383-3392 (2012)

㉕居村岳広: 電池システム技術「電気自動車・電車へのエネルギーストレージ応用」, オーム社, pp.251-264 (2012)

㉖居村岳広: 電磁共鳴の原理と漏洩電磁界の簡易検証, 電磁環境工学情報 EMC, No.292, pp.57-67 (2012)

㉗安藤直樹, 藤本博志: 電気自動車の後輪独立制御駆動力配分とアクティブ前後輪操舵を用いたヨーレート制御, 電気学会論文誌 D, Vol.131, No.4, pp.616-623 (2011)

㉘吉村雅貴, 藤本博志: インホイールモータを搭載した電気自動車の駆動トルク制御法, 電気学会論文誌 D, Vol.131, No.5, pp.721-728 (2011)

㉙Takehiro Imura and Yoichi Hori: Maximizing Air Gap and Efficiency of Magnetic Resonant Coupling for Wireless Power Transfer Using Equivalent Circuit and Neumann Formula, IEEE Trans. on Industrial Electronics, Vol.58, No.10, pp.4746-4752 (2011)

㉚居村岳広: 磁界共振結合のワイヤレス電力伝送

における中継アンテナの等価回路化, 電気学会論文誌 D, Vol.131, No.12, pp.1373-1382 (2011)

【学会発表】(計 229 件)

①Yoichi Hori: Looking at Cars 100 Years in the Future -Motor/ Capacitor/ Wireless-, Annual Meeting of the 2014 Taiwan Energy Science and Engineering Association (TEA2014), 2014.10.2, Tainan (Taiwan) (2014)

②Yoichi Hori: Looking at Cars 100 Years in the Future - Motor/Capacitor/Wireless -, ICAC2013, 2013.5.27-30, 基調講演, Cosmosquare Hotel and Congress (Osaka) (2013)

③堀 洋一: ワイヤレス給電技術が生み出す新たなクルマ社会, 平成 25 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 招待講演, 2013.9.21-22, 金沢大学角間キャンパス (金沢) (2013)

④Yoichi Hori: Looking at Cars 100 Years in the Future - Motor/Capacitor/Wireless -, ICEMS 2013, 基調講演, 2013.10.26-29, Busan (Korea) (2013)

⑤藤本博志: 電気自動車の新しい制御技術, 日本機械学会 No.13-6, 第 22 回交通・物流部門大会, 招待講演, 2013.12.10-12, 東京大学生産技術研究所 (東京) (2013)

⑥Yoichi Hori: Another EV Society based on Motor/Capacitor/Wireless, KI International Workshop 2011.9.26-28, KAIST, Daejeon (Korea) (2011)

【図書】(計 7 件)

①居村岳広: 科学情報出版株式会社, 電界磁界結合型ワイヤレス給電技術—電磁誘導・共鳴送電の理論と応用— (3 章 5 節), 総ページ数 417 (2014)

②堀 洋一 (編集委員長): 自動車技術ハンドブック 第 10 分冊 設計 (EV, ハイブリッド) 編, 全 438 ページ, 自動車技術会, ISBN978-4-904056-42-4 (2011)

【産業財産権】

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

【その他】

日本語:

<http://hflab.k.u-tokyo.ac.jp/ja/index.html>

英語:

<http://hflab.k.u-tokyo.ac.jp/index.html>

6. 研究組織

(1)研究代表者

堀 洋一 (HORI, Yoichi)

東京大学大学院新領域創成科学研究科・教授
研究者番号: 50165578

(2)研究分担者

藤本博志 (FUJIMOTO, Hiroshi)

東京大学大学院新領域創成科学研究科・准教授

研究者番号: 20313033

居村岳広 (IMURA, Takehiro)

東京大学大学院新領域創成科学研究科・助教
研究者番号: 3059193

(3)連携研究者

なし