

2. その他活動報告

2-1 展示会

■令和2年度 豊橋市大学研究活動費補助金 成果報告展示会

日時 : 2021年5月7日(金) ~5月13日(木)

展示時間 : 10:00 ~16:00 *土日除く

場所 : 豊橋市役所 東館1階 市民ギャラリー

豊橋市大学研究活動費補助金 研究成果報告展示会において、大平 孝センター長の研究グループが、ポスター展示を通じて市民の皆様に研究成果をご紹介しました。

○パネル展示

『のんほいパーク遊園地内のゴーカートの電動化』

電気・電子情報工学系教授／

未来ビークルシティリサーチセンター長

大平 孝



2-2 大学見学

■地元の小学生が大平研究室を見学しました。

日時 : 2021年11月10日(水)

会場 : 本学 (大平研究室)

豊橋市立天伯小学校2年生40名の子どもたちが、校外学習で「発見したよ、まちのこと」をテーマに本学を訪れました。子どもたちは「大学ってこんなところだよ」研究室や附属図書館を見学しました。

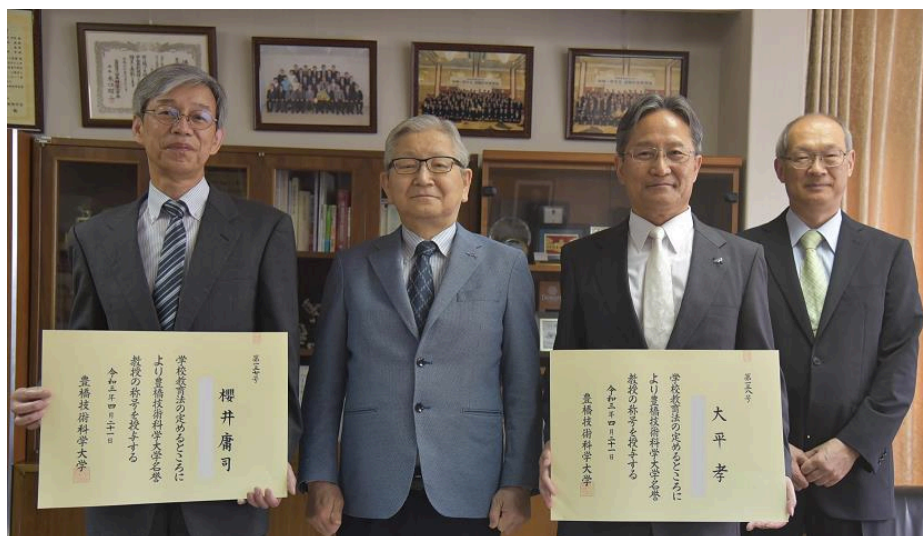
大平研究室では、ワイヤレス走行中給電の紹介として、バッテリーなしで周回コースを走るミニ四駆のデモを実施しました。

子どもたちはバッテリーなしで走るミニ四駆について説明を受け、「どういう構造になっているのかな?」と周回コースの下から装置を覗く姿も見られ、子どもたちはバッテリーなしで軽快に走るミニ四駆に興味深く見入っていました。



2-3 名誉教授

当リサーチセンターの構成員2名に名誉教授の称号が授与されました。5月18日に授与式が行われ、寺嶋一彦学長から名誉教授の称号が授与されるとともに、これまでの本学への功績に対して謝辞が述べられました。



名誉教授 櫻井庸司

名誉教授 大平 孝

2-4 教員の受賞

受賞日	受賞者	賞の名称	表彰団体名	内容
2021.4.21	センター長 大平 孝	名誉教授	豊橋技術科学大学	名誉教授 称号授与
2022.1.24	准教授 松尾幸二郎	感謝状	愛知県警察	研究活動を通じた交通安全への寄与

2-5 各種報道

■新聞

掲載日	報道機関 <新聞社名>		見出し	担当教員
2021.4.7	日刊建設工業 新聞	14面	工期短縮、コスト減も 薄型ワイヤレス給電床 大成建設	センター長 大平 孝
2021.4.10	中日新聞	20面	EV 走りながら充電なるか 豊橋技科大発企業 3月スタート 路面から送電 研究 10月にアイ シンなどと実験	センター長 大平 孝 / 特任助手 阿部晋士
2021.4.25	東日新聞	2面	走行中の電気自動車に給電 豊橋技科大 ベンチャ ー企業を設立 ワイヤレス技術の実証実験へ	特任助手 阿部晋士 / センター長 大平 孝
2021.4.30	東愛知新聞	2面	走行 EV ワイヤレス給電 豊橋技科大がベンチャー 発足 システム実用化へ 今秋には実証実験開始	特任助手 阿部晋士
2021.5.12	東愛知新聞	7面	取り組んだ研究成果紹介 豊橋市内 3 大学の 6 件 市役所市民ギャラリーで展示	センター長 大平 孝
2021.5.22	中日新聞	16面	公用車に衝突防止システム 春日井市、走行データ 活用も	准教授 松尾幸二郎
2021.6.2	東愛知新聞	2面	78 件へ創造研究開発補助金 技科大ワイヤレス給電 の実用化など トライアル型22件 県が次世代産業 支援	特任助手 阿部晋士 / センター長 大平 孝
2021.6.17	日刊水産経済新聞	4面	スマート漁業の効率化へ、水中での給電に成功 / 豊 橋技術大・田村准教授	准教授 田村昌也
2021.6.27	東日新聞	1面	海中ワイヤレス給電実験公開 豊橋技科大研究チー ム 海中常駐ドローン実現へ大きな一歩 魚類養殖 の効率化にも期待	准教授 田村昌也
2021.6.27	東愛知新聞	1面	スマート漁業実現のカギ 水中ドローンのワイヤレ ス給電 システムを豊橋技科大開発 構造など今後 改良へ	准教授 田村昌也
2021.7.18	朝日新聞	25面	先端人 豊橋技科大准教授 田村昌也さん電磁波工学	准教授 田村昌也

掲載日	報道機関 ＜新聞社名＞		見出し	担当教員
2021.8.26	日刊工業新聞	23面	輝け！スタートアップ（88）パワーウェーブ ワイヤレス給電 基幹基盤に	特任助手 阿部晋士/ センター長 大平 孝
2021.9.12	中日新聞	21面	ビッグデータを解析 道路の危険箇所改良 豊橋発 の取り組み 春日井にも広がり	准教授 松尾幸二郎
2021.9.30	東日新聞	3面	非接触給電技術を社会実装 パワーウェーブとアイシン提案/日本総研エコシス テムデザイン支援プログラムに採択	センター長 大平 孝 特任助手/ 阿部晋士
2021.10.6	中日新聞	11面	自由席 日本の文化	准教授 松尾幸二郎
2021.11.5	山梨日日新聞	電子 版	富士登山鉄道 産学官で課題解決	センター長 大平 孝
2021.11.6	山梨日日新聞	7面	電線介さず電力伝送 県産学と協定、開発へ	センター長 大平孝
2021.11.6	東愛知新聞	1面	ワイヤレス電力伝送技術を活用 富士山登山鉄道構 想で連携 豊橋技科大 山梨県などと協定結ぶ	センター長 大平 孝
2021.11.8	時事通信ニュース		カーボンニュートラル時代に向けて、富士ウエーブ (株)が山梨県・国立大学法人豊橋技術科学大学と産 官学連携協定を締結	センター長 大平孝
2021.11.8	中部経済新聞	5面	豊橋で起業体験イベント スタートアップウィーク エンド 来月、経営者ら講師に	特任助手 阿部晋士
2021.11.12	中日新聞	12面	登山鉄道構想で協定 豊橋技科大と山梨県など	センター長 大平 孝
2021.11.12	山梨新報		ワイヤレス電力伝送の実用化へ 県が産学と連携協 定を締結	センター長 大平 孝
2021.11.18	交通毎日新聞	6面	富士ウエーブ 山梨県、豊橋技科大学と官学連携協 定を結ぶ	センター長 大平 孝
2021.12.10	ニッキン	13面	インサイト キーパンソンに聞く＜10＞ ワイヤレス給電を普及	特任助手 阿部晋士
2022.1.15	日本経済新聞	15面	中部発 スタートアップ加速 実れ大学の知 (2) 無 線給電、EV 走行中に パワーウェーブ 工業・商業施設から採用へ	特任助手 阿部晋士
2022.1.29	中日新聞	17面	ワイヤレス給電「実現期待」 今春実証実験知事、協 力を約束	センター長 大平 孝
2022.2.1	日経産業新聞	9面	E V走行中に無線給電、パワーウェーブ、まず私有地 から	センター長 大平 孝

掲載日	報道機関 <新聞社名>		見出し	担当教員
2022.2.9	日刊工業新聞	32面	小型の乗り物に対応 豊橋技科大 アイシンなど ワイヤレス給電技術	センター長 大平 孝

■テレビ報道

報道日	報道機関	見出し	担当教員
2021.11.8	UTY テレビ山梨 (スゴロク)	ワイヤレス給電技術の研究で連携 産学官で協定	センター長 大平 孝
2021.11.28	NHK (ニュース 気象情報)	豊橋技術科学大 富士山 新たな輸送手段 調査・研究へ	センター長 大平 孝
2021.12.16	テレビ愛知	「クルマとミライ」 【大学発！ “非常識” な電気自動車！？】	センター長 大平 孝
2022.2.22	テレビ愛知	「5時スタ」 【電気自動車の未来】	特任助手 阿部晋士

2-6 ラジオによる研究紹介

■FM ラジオ広報「天伯之城 ギカダイ」

放送日	内容	担当教員
2021.10.9	「手の動きから危険を察知！？ ～運転行動のセンシング～」	助教 秋月 拓磨

2-7 社会実験

担当教員	内容	詳細
准教授 松尾幸二郎	ジャパン・トゥエンティワン(株)との3者協定による協働社会実験 (豊橋市) (2018.4.26～2022.3.31)	交通事業者車両に取り付けられているモバイルアイ機器から得られる各種衝突警報を用いて、潜在的事故危険地点を抽出し、予防的観点における交通安全対策の実施を行うための社会実験を実施している
准教授 杉木 直	トランスコスモス(株), MONET Technologies(株), (株)ジーネックス, (株)ドローコンとの5者による協働社会実験 (湖西市) (2021.12.6～2022.1.25)	企業シャトルバスを活用した移動サービスの提供に係る実証実験(企業シャトル BaaS 実証実験)を実施した

2-8 書籍関係

出版日	出版社	執筆者	タイトル
2021.11.29	科学情報 出版株式会社	共著： 稲田亮史 他	リチウムイオン電池・全固体電池の材料技術 ープロセス・評価技術までー

2-9 雑誌関係

出版日	出版社	タイトル
2022.3.15	メディア総研 株式会社	進学したからこそできた念願の研究。“次世代型高性能二次電池”の開発を 目指す



2021年4月23日

大学発ベンチャー 株式会社パワーウェーブ発足
～未来の基幹インフラ「ワイヤレス給電社会」構築を目指して～

<概要>

国立大学法人豊橋技術科学大学における研究開発の成果を生かした大学発ベンチャー認定企業、「株式会社パワーウェーブ」を2021年3月22日に発足させました。脱炭素社会に必要な不可欠となる電気の供給を、移動物体に対してワイヤレスに実現する新しい技術ワイヤレス給電と、その実用化のためのモジュール化とサービス展開を行います。

<詳細>

【サービス内容】

充電ケーブルを接続することなく床や地面、道路からロボットやモビリティ、電気自動車に電気を伝えるワイヤレス給電システムを提供します。電気を送る給電ユニットを商業施設や工場に敷設します。電気を受け取る受電ユニットをモビリティメーカーやロボットメーカーに供給します。それぞれのユニットを共通規格として提供する(モジュール化)ことで、どこでもどんなものでもワイヤレスで充電される「ワイヤレス給電」社会を構築します。

【社会的背景】

地球温暖化・化石燃料の枯渇に代表される地球規模の課題に立ち向かうべく、カーボンニュートラル政策が我が国では推し進められています。CO₂の排出量を減らすため乗り物の電動化が進められています。ガソリンエンジンよりも発電所での発電効率、送電網の伝送効率およびモーターでの変換効率が勝っており、電動化によってCO₂の排出量削減が期待できます。また、発電方法は化石燃料の燃焼による火力発電だけでなく、太陽光や風力を用いた再生可能エネルギーを用いることで更なる排出量の削減も期待できます。

しかし、電動化はなかなか進みません。原因は電気の根本的な性質です。電気は配電網や通信網を代表するように空間的伝搬には優れた特性をもちますが、電池のような時間的伝搬は苦手です。これは石炭やガソリンのような化石燃料とは対照的です。例えば、ガソリンを空間的に伝搬するためにはタンカーやタンクローリーを用いてゆっくり運ぶこととなりますが、時間的に伝搬するためにはただタンクに入れておけばよいです。一方、電池に電気を蓄えて走行する現状の電気自動車では、充電するまでの配電はガソリンよりも優れますが、乗り物にエネルギーを蓄えて走る部分では圧倒的に不利です。そのためバッテリーの課題から電気自動車等の普及がなかなか進みません。

【目指す社会】

そこで、電気を車体に貯めて使うのではなく、使うときに供給して走る走行中給電がこの問題を解決し、電動化を実現するブレークスルーとなるとパワーウェーブ社は考えています。そのために道路や床の下から電力を供給し、走行中に電力を供給します。道路下・

床下から電力を供給するためにワイヤレス給電技術を応用します。

このようにワイヤレス給電技術を利用することで現在大きな課題とされている電気自動車のようなモビリティのエネルギー問題を根本解決し、日本ひいては世界のために貢献できます。

【豊橋技術科学大学における研究開発成果の活用】

豊橋技術科学大学波動工学研究室における研究開発成果「電界結合方式による走行中ワイヤレス給電」を活用し電気自動車やパーソナルモビリティ、サービスロボットへのワイヤレス給電インフラを社会実装します。大学における理論構築・設計法確立・実装技術を活かし新しい電動化社会を創造します。

<今後の展望>

ワイヤレス給電社会実現には3つのステップがあると考えています。それは駐車時に人手を介さずに自動で充電される 1. ワイヤレス停止中充電、決まった経路を走っている間に走行電力および充電電力が供給される 2. ワイヤレス線上走行中給電、そして経路を限定せず床の上どこでもいつでも電力が供給される 3. ワイヤレス面上走行中給電です。最初のステップとして 2021 年 10 月頃に中部国際空港においてパーソナルモビリティおよびロボットに対するワイヤレス給電システムの実証実験^(*)を実施します。その後も給電対象を限定せず AGV や直交ロボットなど様々な電気機械等に実装することで利用の幅を広げ未来の機関インフラを目指していきます。

^(*)愛知県『知の拠点あいち重点研究プロジェクトⅢ』小型ビークルのためのワイヤレス電力伝送システム“』および愛知県『あいちスマートサステナブルシティ共創チャレンジ “空港内で使用するロボットに利用可能である、ワイヤレス給電の社会実装に挑戦”』にて実施。

株式会社パワーウェーブは、豊橋技術科学大学 大学発ベンチャー第3号として認定し、称号の授与式を行いました。

会見当日に、阿部 晋士特任助手より詳細について発表します。



認定授与式の様子

本件に関する連絡先

広報担当：総務課広報係 岡崎・高柳

TEL:0532-44-6506 FAX : 0532-44-1270

Email: kouho@office.tut.ac.jp

大学発ベンチャー株式会社パワーウェーブ発足 ～未来の基幹インフラ「ワイヤレス給電社会」構築を目指して～

豊橋技術科学大学

未来ビークルシティリサーチセンター 特任助手
兼 株式会社パワーウェーブ 代表取締役社長
阿部 晋士

abe.shinji.pe@tut.jp / abe@powerwave.co.jp

国立大学法人
豊橋技術科学大学

本発表の概要

豊橋技術科学大学における研究開発成果
を活用する大学発ベンチャー企業

株式会社パワーウェーブ (豊橋市)

を設立しました。

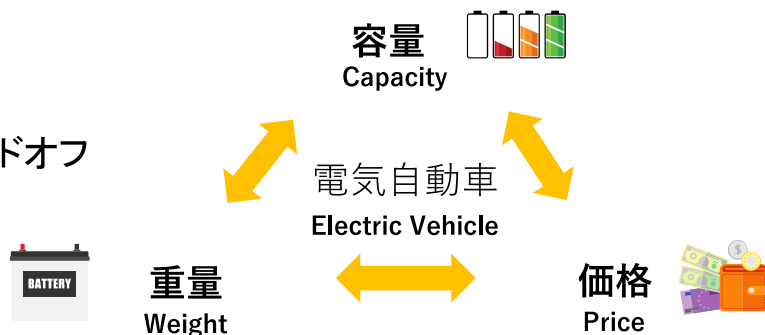
電動化社会を支える基幹インフラ技術
「ワイヤレス給電」の社会実装を押し進めます

社会課題

地球温暖化・化石燃料の枯渇に代表される地球規模の課題に立ち向かうべく、カーボンニュートラル政策が推し進められ、CO2の排出量を減らすため乗り物を中心に電動化等が急速に進もうとしている。しかし

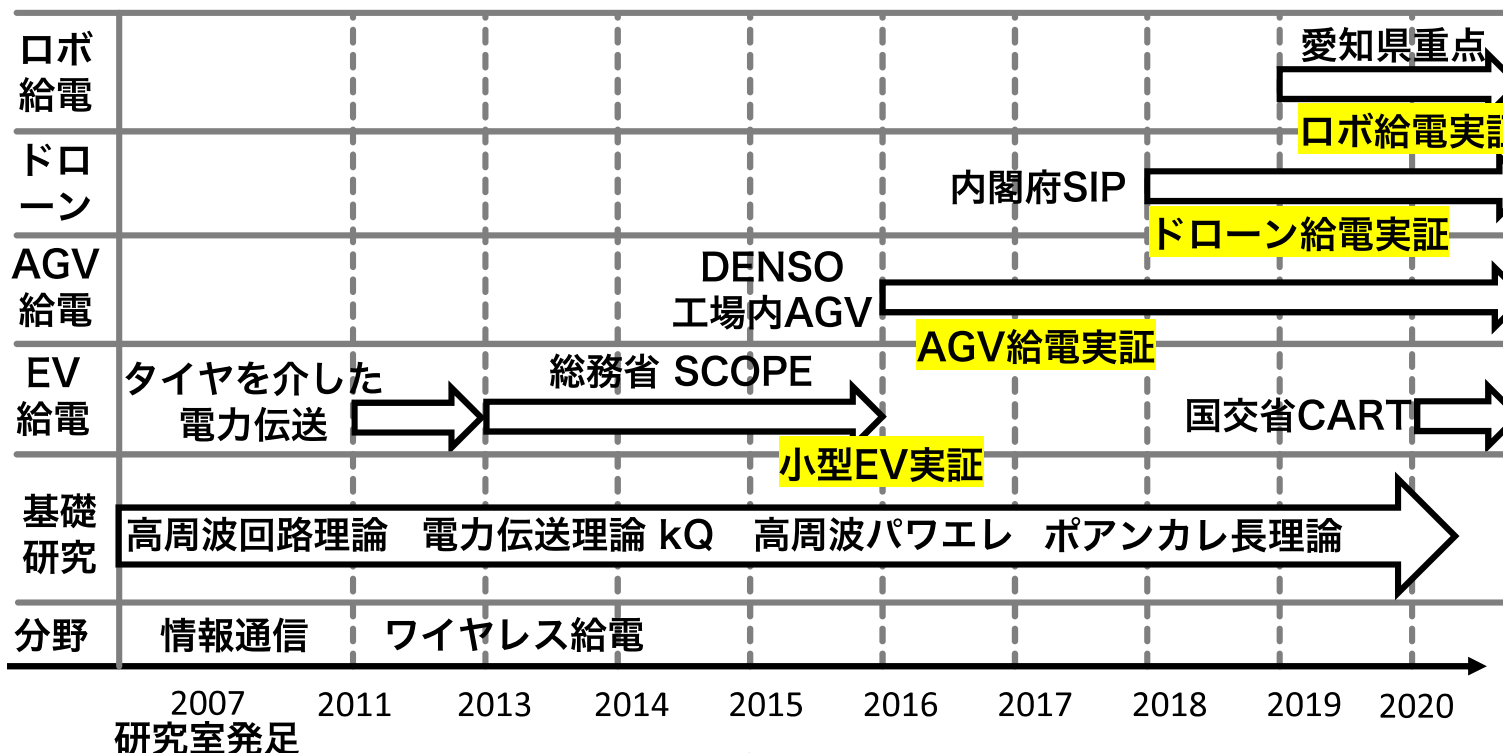
現在の電気自動車普及の障害

バッテリーの重量、価格、容量のトレードオフ



電界結合によるワイヤレス給電がインフラとして確立すれば、将来的には走行中の給電も可能となり脱炭素社会の実現を加速させる日本の技術となる。

設立の背景 (研究室の変遷)



設立の背景 (大学における成果)

世界初EVバッテリーレス走行

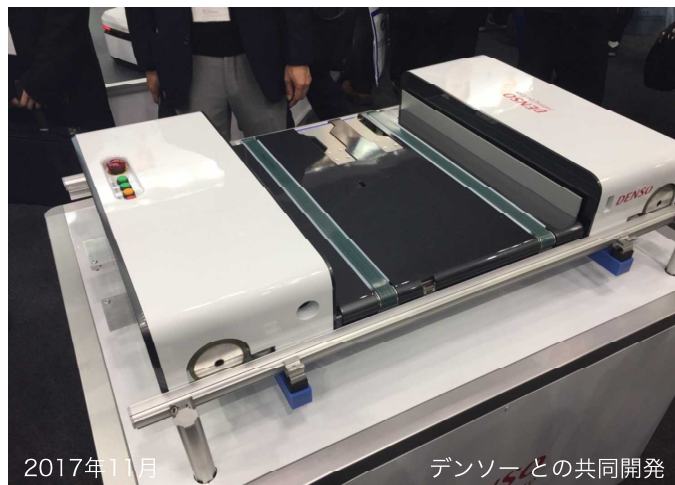


2016年3月

大成建設との共同開発

EVバッテリーレス走行
総務省認可 13.56MHz 5kW

世界初電界結合AGV走行中給電



2017年11月

デンソーとの共同開発

工場内用AGV社会実装
総務省認可 6.78 MHz 400W

設立の背景 (大学における成果)

ドローン着陸時自動充電



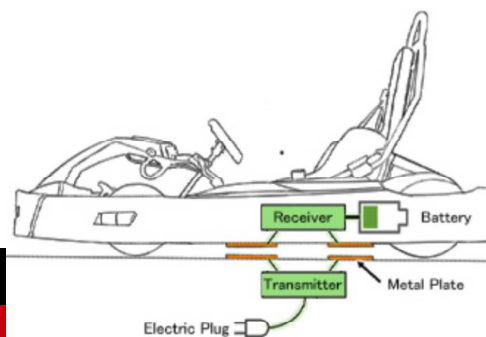
小型ロボット平面上給電



小型ビークル・ロボットのためのワイヤレス電力伝送システム
～波動パワーインフラ！床面が電源になる日～

資料提供：豊橋技術科学大学・KER

方式：電界結合方式
周波数：MHz帯
※ 本研究は知の拠点あいち重点研究プロジェクトの支援によって行われています



設立の背景 (各種支援)



知の拠点重点研究プロジェクト III期 | 愛知県・科学技術交流財団
<http://www.astf-kha.jp/project/>

東海広域5大学 **ベンチャー起業支援**



豊橋創業塾 | 豊橋商工会議所
<http://143.125.249.204/keiei/keiei-shikin/sogyojuku/index.html>



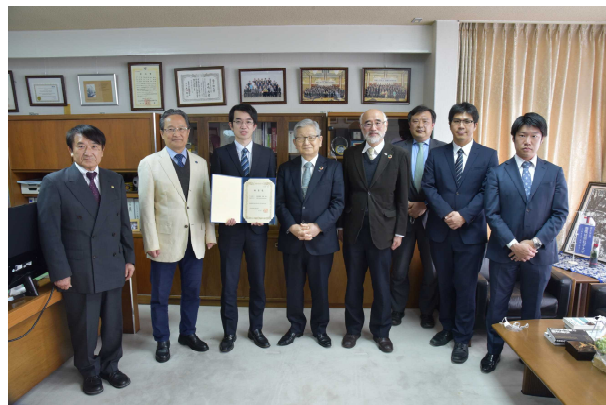
MUSASHI Innovation Lab. CLUE | 武蔵精密工業株式会社
<http://www.musashi.co.jp/clue/>

大学発ベンチャー認定

国立大学法人豊橋技術科学大学 (学長: 寺嶋一彦)は本学の研究成果に基づいて起業した株式会社パワーウェーブに対して2021年4月15日に 豊橋技術科学大学 大学発ベンチャー 第3号 に認定しました。



称号記授与の様子



認定授与式の様子

波動の力で未来をつくる



事業説明資料

株式会社パワーウェーブ

2021.4.20

1. 会社概要

国立学校法人豊橋技術科学大学の大学発ベンチャーとして、これまでの研究内容を元に

ワイヤレス電力伝送技術をシーズとした 未来の基幹インフラの構築を目指す

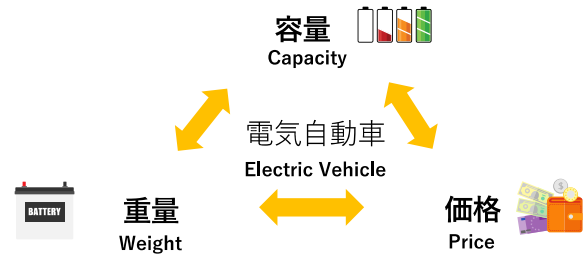
会社名：株式会社パワーウェーブ / Power Wave Co.,Ltd
住 所：愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 豊橋技術科学大学内
設 立：2021年3月22日 (大学発ベンチャー認定/2021.4.15)

2. 社会課題

地球温暖化・化石燃料の枯渇に代表される地球規模の課題に立ち向かうべく、カーボンニュートラル政策が推し進められ、CO2の排出量を減らすため乗り物を中心に電動化等が急速に進もうとしている。しかし

現在の電気自動車普及の障害

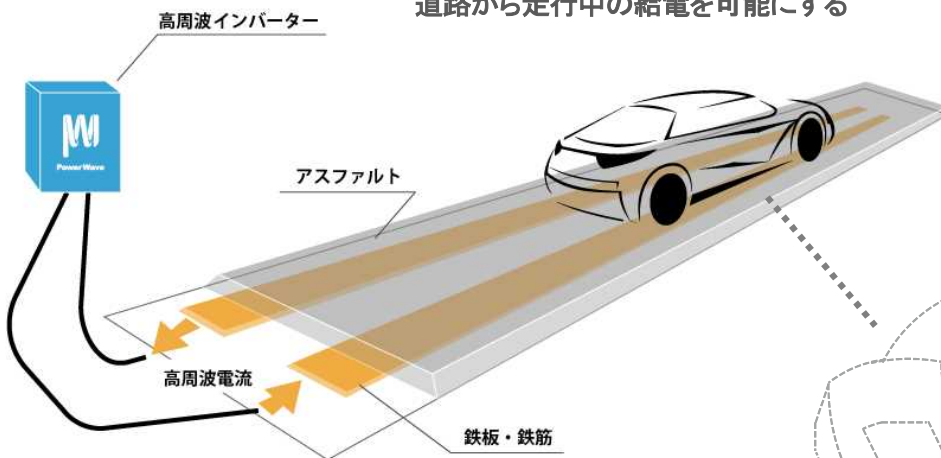
バッテリーの重量、価格、容量のトレードオフ



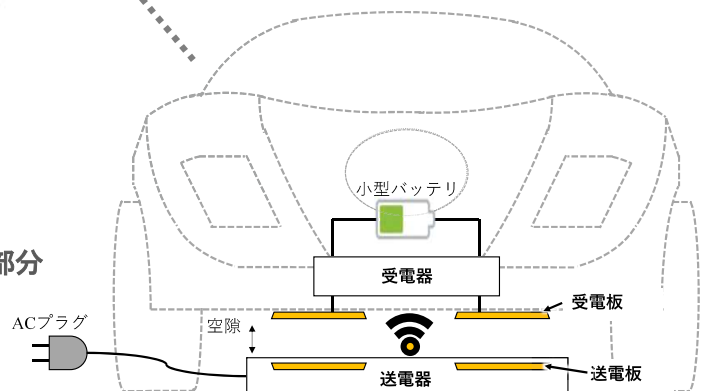
電界結合によるワイヤレス給電がインフラとして確立すれば、将来的には走行中の給電も可能となり脱炭素社会の実現を加速させる日本の技術となる。

3. 技術

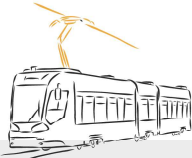


道路から走行中の給電を可能にする



モビリティの給電部分

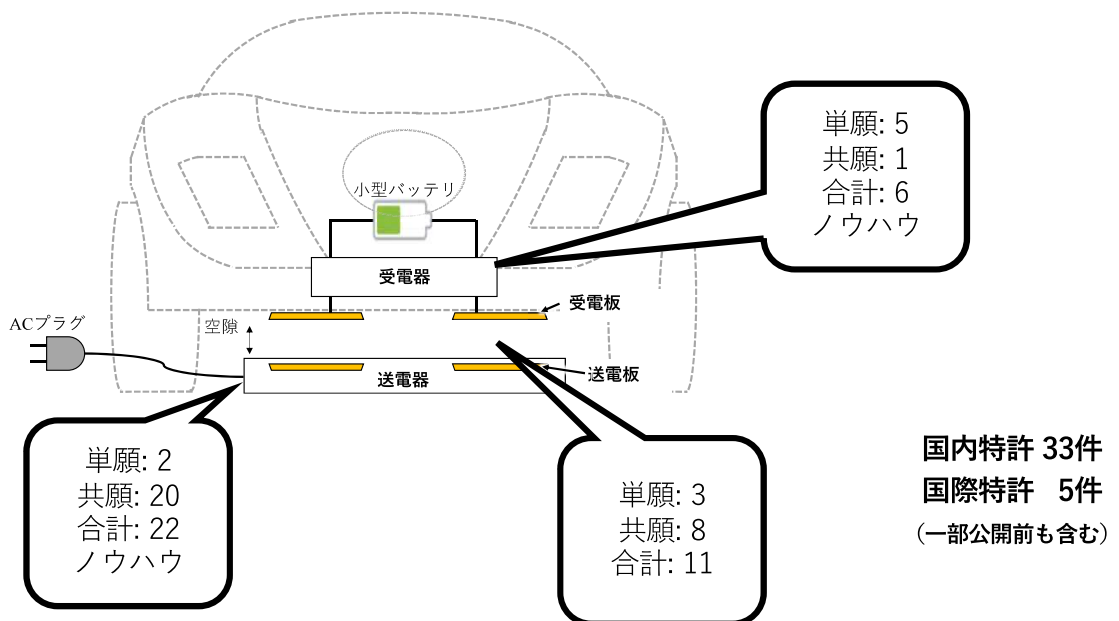


3. 技術

			
エネルギー	伝導電流	磁界結合	電界結合
周波数帯	Hz	kHz	MHz
漏洩電磁界	不要	中 △	小 ◎
給電可能範囲	導電線上	定点	直線上
インフラコスト	有線の限界	フェライト必要	電源コストが主
給電対象順応	×	△	◎

4. ライセンス

豊橋技術科学大学 パワーウェーブ利用特許
日本の独自技術として、利用シーンの幅を拡大させていく



5. 有用性

電気を活用できるメリット以外に

①充電作業の手間 軽減

バッテリー交換や給電機械の接続が不要なうえ、24時間の稼働機械は動きづつけることが可能
スケーラビリティのボトルネックを解消

②有線での消耗・故障リスク 軽減

コネクタが無いいため、抜き差し消耗やそれに伴う故障などもなくなる

③バッテリー容量 軽減

経常的な給電が可能のため、大量の電気を蓄電する必要がなくなり、搭載バッテリーの容量が小さくなる、もしくは無くなる

④複数の機器に給電可能

対象の機器を認識し、供給電力をコントロールすることで異なる複数のロボット・モビリティにも同時に給電が可能となる

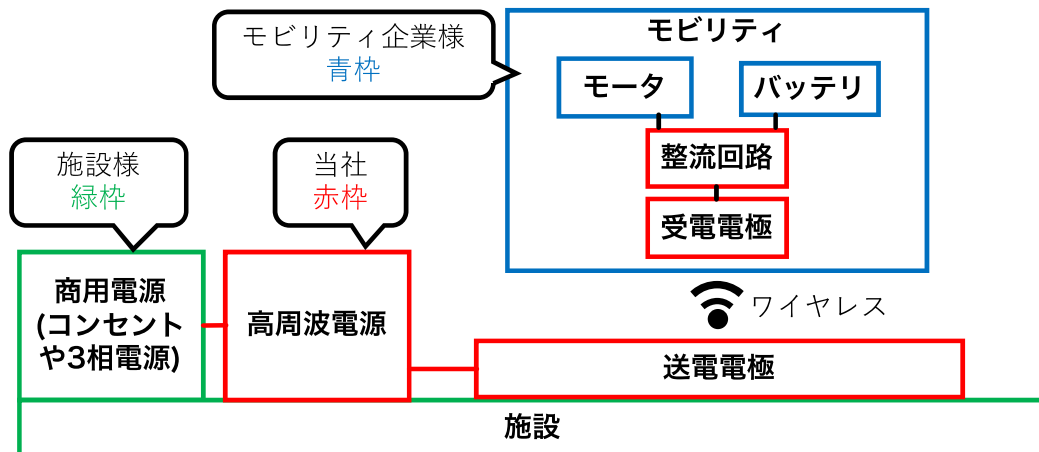
⑤既存モビリティへの簡単な搭載が可能

モビリティへの搭載機材がコンパクトかつ柔軟設計が可能のため、既存のモビリティの外観を大きく変更しない

6. ビジネスモデル

この分野での研究内容や特許を基礎に

赤枠の装置開発を進め、複数の場所での供給とモビリティへの搭載を進める。



7. 実用化モデル

2021年10月 中部国際空港にて、アイシンの次世代パーソナルモビリティ(ILY-Ai)のワイヤレス給電の実証がスタート



AISIN

×

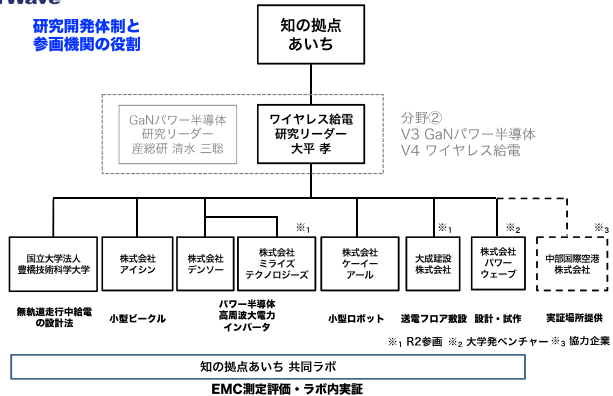


PowerWave

研究開発体制と
参画機関の役割

×

centrainr

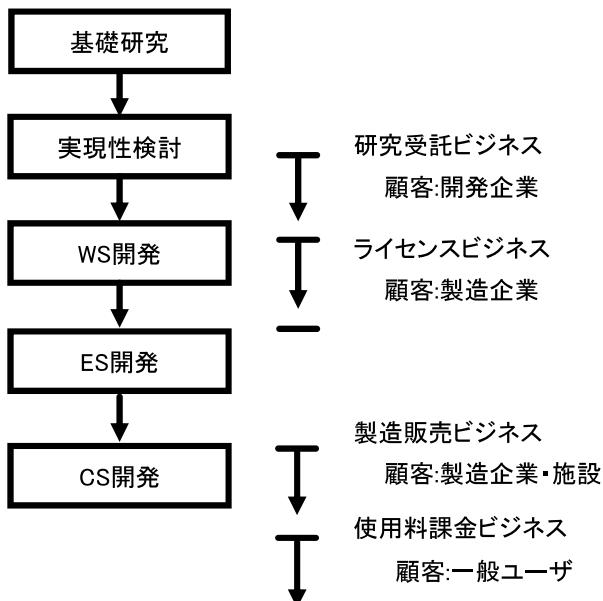


他、「あいち・常滑スーパーシティ構想」の実現に向けた提案書に「主要な事業者の候補」として掲載
<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/kikaku/supercity-aichi-tokoname-20210415.html>

8. 今後の展開

社内の開発能力に応じたマネタイズ方法を取り、ワイヤレス給電のモジュール化を目処に自社にて製造販売を行う。

■ 社内開発能力



■ 直近スケジュール

- 2021年 4月 民間企業と研究開始
- 2021年10月 一般モビリティにて実証
- 2022年 1月 民間企業とライセンス開始予定
- 2022年 6月 一般モビリティにてサービス開始予定

WS : Working Sample (動作モデル) 機能を果たす
 ES : Engineering Sample (実用モデル) 認証通過
 CS : Commercial Sample (販売モデル) 量産販売





2021年6月25日

海水が導線に！？ 海の中のワイヤレス給電
～スマート漁業に向けた水中に常駐できるドローンを目指して～

<概要>

豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系 田村昌也准教授、村井宏輔氏（博士前期課程修了）らの研究チームが、4枚の超薄型平板電極を用いた送受電器で海中でのワイヤレス給電と情報通信に成功しました。ワイヤレス給電の世界では、海水は非常に損失の大きな誘電体としてふるまうため、電界結合方式では実現が難しく、磁界結合方式でしかワイヤレス給電は実現できないとされてきました。今回、海水の高周波特性に注目して第3の方式となる導電性結合方式を考案し、高効率給電を実現する送受電器を開発しました。

<詳細>

日本の漁業従事者は年々減少しており、高齢化が進んでいます。その要因の一つとして人の手に頼らざるを得ない高負荷作業の過多が挙げられます。これを改善するため、養殖網の清掃ロボットなど自動化が進められています。今後は、水質や環境管理、魚の生育チェックなどすべてをロボットで管理できるよう海中に常駐するロボット、いわゆる水中ドローンの開発が期待されます。しかし、ドローンはバッテリー駆動のため、充電のために何度も海中から引き上げ、充電して潜航させるという作業を繰り返す必要があります。また、水中で収集したデータも同時に回収する必要があります。そこで、給電ステーションを介した海中でのワイヤレス給電と情報通信（図1）の技術開発がキーとなります。特に、このようなドローンは軽量であるため、重量の増加や体積の増加が浮力制御や姿勢制御を困難にさせるため、軽量かつ省スペースで実現できる技術が必須となります。そこで、田村昌也准教授らの研究チームは海中でも高効率ワイヤレス給電を実現する新方式の送受電器を開発しました。

ワイヤレス給電の効率は送受電器間の結合係数 k と周辺環境の影響も含めた送受電器の損失を表す Q 値の積である kQ 積に依存します。 k は1に近いほど、 Q 値は高いほど効率が向上します。しかし、海水のような高い導電性をもつ誘電体では高周波電流が流れてしまい、 k と Q 値に切り分けて議論することは困難です。ただ kQ 積が高いほど効率が向上するという原理は不変であることから、 kQ 積という視点で海水の導電性に注目した等価回路から効率を向上させるためのキーとなるパラメータを明らかにしました。そこから kQ 積が最大値を示す設計理論を確立し、送受電器の設計を行いました。これにより図2に示すように広帯域にわたって送電距離2 cmで94.5%、15 cmで85%以上のRF-RF給電効率を実現しました。1 kWの電力を送電距離2 cmで送電しても効率90%以上を維持できます。さらに、広帯域で高効率を維持できるため高速通信も実現できます。開発した送受電器を用いてキャパシタを充電し、その充電電力で駆動したカメラモジュールから動画を同じ送受電器を介してリアルタイムで通信することにも成功しました。今回の通信速度は約90Mbps

ですが、さらなる高速化も可能です。給電ステーションに着底することを想定して行った小型水中ドローンへの給電・通信実験にも成功しました(図3)。このときのドローンに搭載する受電器と電力系回路を合わせた重量は約 270 g と非常に軽量です。

<開発秘話>

研究チームのリーダーである田村昌也准教授は、「イオンが豊富な海水は、低損失で高周波電流が流れると予想していました。淡水でのワイヤレス給電を研究している際に、水の塩分濃度が変化すると給電効率がどのように変化するかを解析していたとき、濃度が上昇すると数%まで低下した効率が、ある濃度から回復して 20% くらいの値を保つという現象に出会いました。これが予想を裏付ける証拠だと確信し、この結果を詳しく調べて明らかにした送受電器の等価回路から動作理論を構築しました。そして、その理論をもとに送受電器構造を設計し、試作・測定を行ったところ、海水中で給電効率 90%以上という結果を得ました。大きな電力を加えた際に海水下で起きる電極表面の化学変化を防ぐため、絶縁コーティングを施した状態でも 90%以上の効率を実現できたことに驚きました。」

<今後の展望>

研究チームは、本研究成果により水中ドローンの設計を大幅に変更することなく海水中での通信・充電が可能となり、運用効率の飛躍的向上に貢献できると考えています。開発した送受電器は非常にシンプル、かつ軽量であるため、水中ドローンの重量増加を最小限に抑えることができます。最終的には、陸上ですべてを管理できる水中ドローンシステムの開発に貢献していきたいと考えています。本研究成果は今後も論文や学会等で発表していく予定です。

<外部資金情報>

本研究成果の一部は、日本学術振興会 科学研究費助成事業 (18K04262) の支援のもとで行われました。

<論文情報>

Masaya Tamura, Kousuke Murai, Marimo Matsumoto, “Design of Conductive Coupler for Underwater Wireless Power and Data Transfer,” IEEE Transaction on Microwave Theory and Techniques, vol. 69, no. 1, pp.1161-1175, Jan. 2021, doi: 10.1109/TMTT.2020.3041245.

Masaya Tamura, Yasumasa Naka, Kousuke Murai, Takuma Nakata, “Design of a Capacitive Wireless Power Transfer System for Operation in Fresh Water,” IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques, vol. 66, no. 12, pp.5873-5884, Dec. 2018, doi: 10.1109/TMTT.2018.2875960.

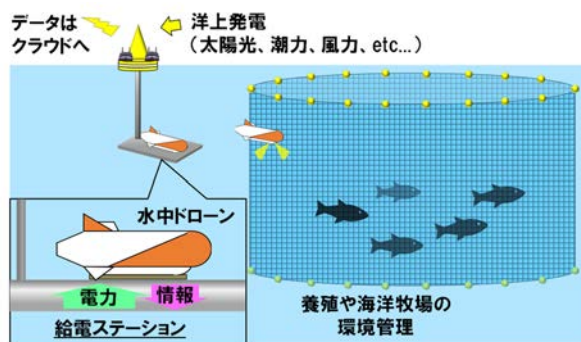


図1：海中でのワイヤレス給電システムの一例

水中ドローンが給電ステーションに着底し、バッテリーの充電と収集した情報の通信を行う。

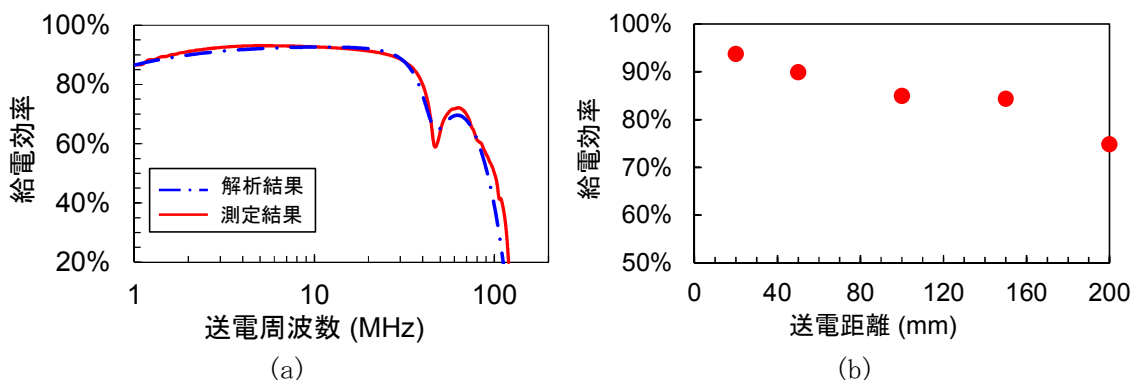


図2：海水中での給電効率

(a)送電距離 2 cm における周波数特性 (b)送電周波数 6.78 MHz における送電距離特性

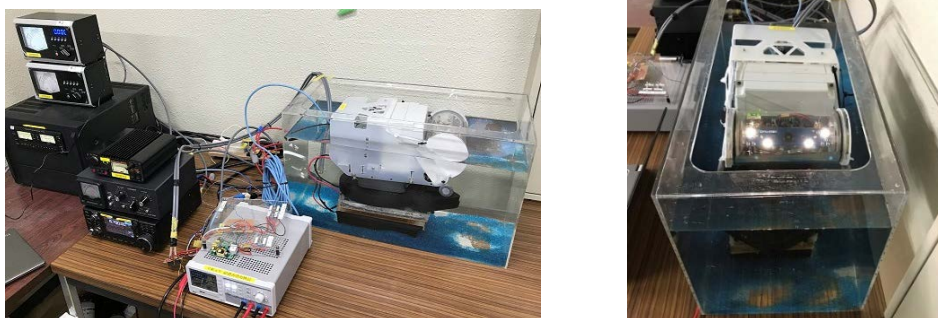


図3：給電ステーションに着底した水中ドローンへの給電実験

(受電器構造が分かるようにドローンの外へ配置)

会見当日に、田村准教授より詳細を説明し会見後水中ワイヤレス給電のデモンストレーションを行います。

本件に関する連絡先

広報担当：総務課広報係 岡崎・高柳 [TEL:0532-44-6506](tel:0532-44-6506)

Mail: kouho@ffice.tut.ac.jp

海水が導線に！？ 海の中のワイヤレス給電

豊橋技術科学大学 大学院工学研究科

電気・電子情報工学専攻

准教授 田村 昌也

e-mail: tamura.masaya.yd@tut.jp

国立大学法人
豊橋技術科学大学



本研究の概要

スマート漁業化に向けた 水中に常駐できるドローンを目指して

海水の高周波特性に注目した新しい給電方式を考案しました。
4枚の超薄型平板電極を用いた送受電器で

- ◆ 海水中でのワイヤレス給電（送電距離 2 cmで効率 94.5%）
- ◆ 情報通信（送電距離 2 cmで約100 Mbps）
- ◆ 電力システムの軽量化（受電器と合わせた重量 270 g）

に成功しました。

高効率かつ非常に軽量であることから、水中ドローンの設計を大幅に変更することなく海水中での通信・充電が可能となります。

水中ドローンによる養殖業や海洋環境の自動管理に貢献できます。16

- 漁業就業者の減少
 - 高齢化が進行
- ⇒ 人の手に頼る高負荷作業が多い



資料：農林水産省「漁業センサス」（平成15（2003）年、20（2008）年、25（2013）年及び30（2018）年）及び「漁業就業動向調査」（平成26（2014）～29（2017）年）

資料：農林水産省「漁業センサス」及び「漁業就業動向調査」に基づき水産庁で作成

漁業就業者の推移

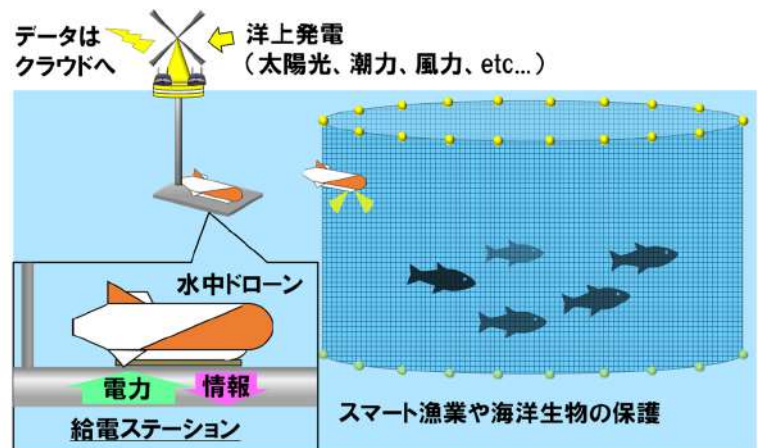
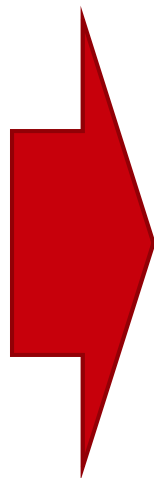
水産庁、「令和元年度 水産の動向」 令和元年度水産白書

将来の漁業就業者の見通し

水産庁、「平成30年度水産の動向」 平成30年度水産白書

作業負担の軽減が急務

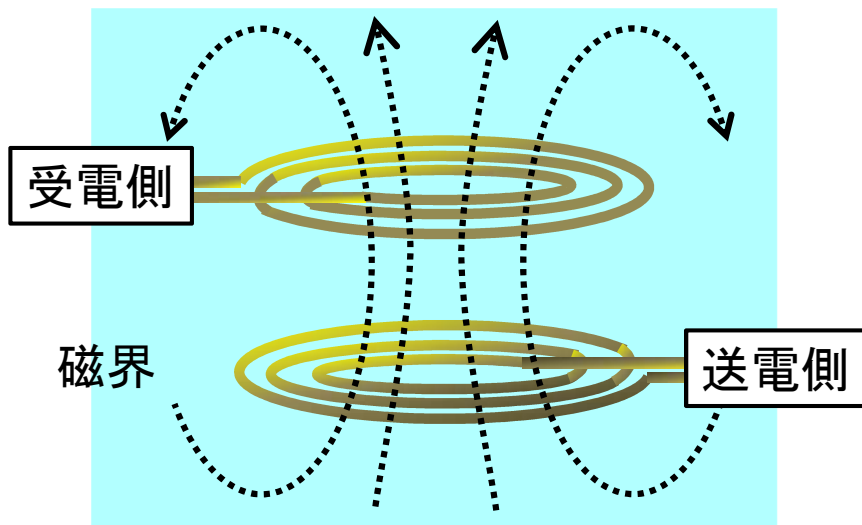
- 水質や環境管理、生育状態を完全自動化



農林水産省、「農林水産業等へのロボット技術導入の推進について」
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/robot/dai1/siryou3-3.pdf>

海中での充電と情報通信が必須

- 置くだけ充電の原理を利用



自動車で



オフィスで

<https://www.wirelesspowerconsortium.com/markets/case-studies/qi-in-cars.html>
<https://www.wirelesspowerconsortium.com/markets/case-studies/qi-in-offices.html>

コイルによる磁界を使って電力を伝送(磁界方式WPT)

国立大学法人
豊橋技術科学大学

海中でのワイヤレス充電は磁界を使った給電方式が主流

利点

- 着底せずに給電が可能

欠点

- 送受電器を囲う磁性体構造が必要
運用時に破損の恐れあり
- ドローンの総重量・体積が大幅に増加
(径の大きい環状コイル、遮蔽金属、磁性体構造など)
浮力制御・姿勢制御の再設計が必要

新しい給電技術の開発

従来技術 電磁界を使った給電



提案技術 海水を流れる高周波電流を使った給電

- 等価回路による設計理論を構築
- 広帯域に高効率を達成できる送受電器を設計
- 厚さ 18 μm の平板電極で送受電器を構造化
- 着底時の衝撃緩和に用いるクッション構造を利用

受電器と電力系統回路で約270gを実現

国立大学法人
豊橋技術科学大学

動作原理

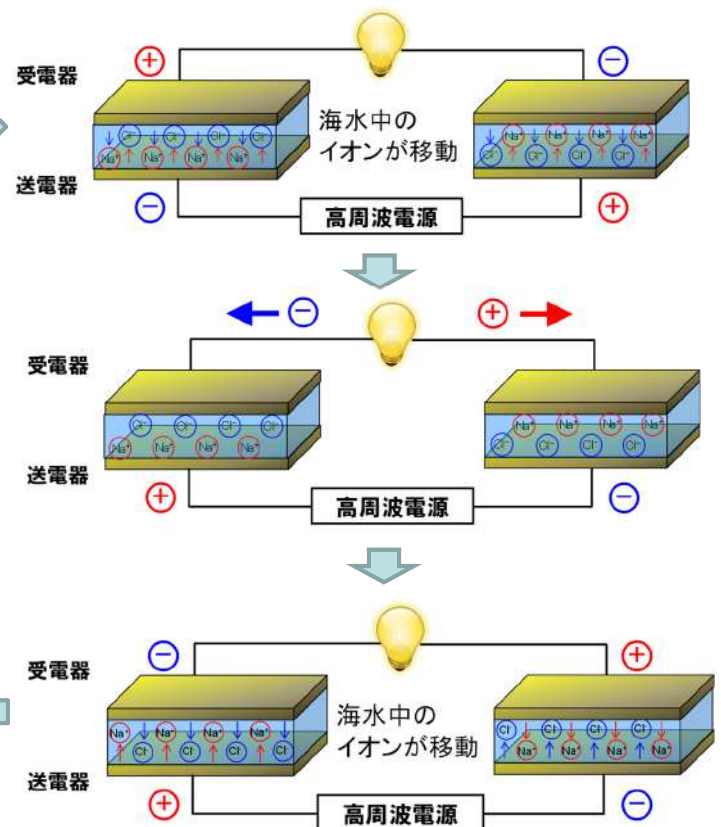
海水はイオン (Na^+ , Cl^- など) が豊富で絶縁体ではない



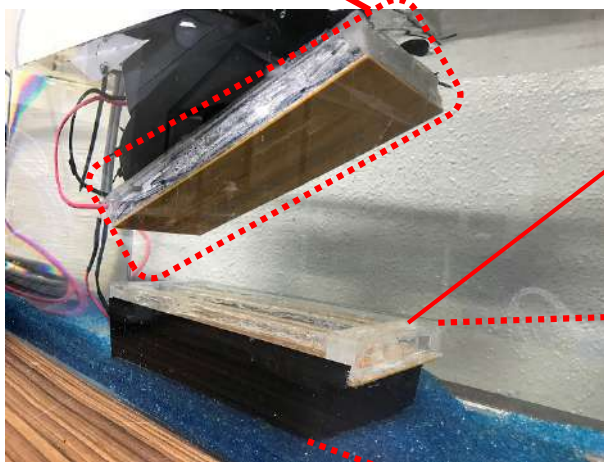
イオンの移動により高周波電流 (変位電流) が流れる

【原理】

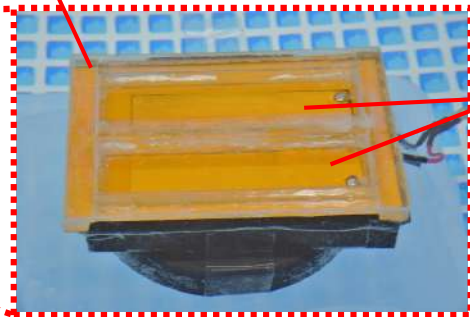
- ① 高周波電圧を送電器に加える
- ② 送電器から電磁界が発生
- ③ 送受電器間のイオンが移動
- ④ 受電器に対となる電荷が発生
- ⑤ 電荷量の変化から電力を取り出す



受電側(受電と情報通信に対応)



クッションダンパーで
電極上の海水と外側の海水を分離



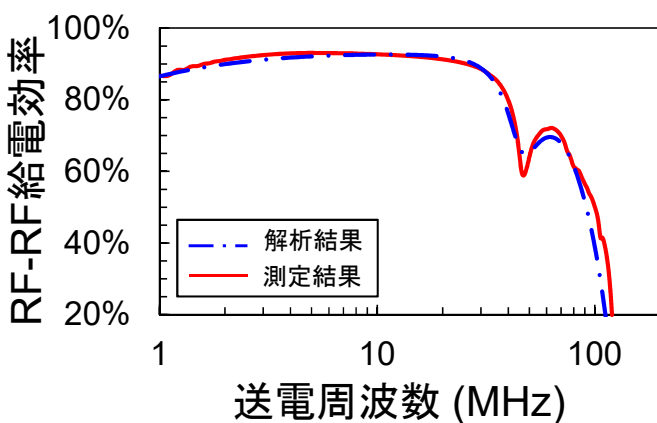
電極

給電ステーション
(送電と情報通信に対応)

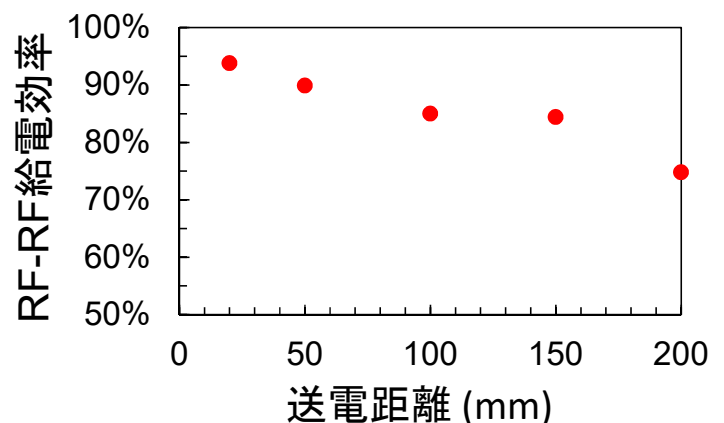
受電器と電力系統回路で約270gを実現

ワイヤレス給電

- 送電距離 **2 cm** でRF-RF効率 **94.5%**を達成
- 送電距離 **15 cm** までRF-RF効率 **85%以上**を維持
- **1 kW**送電でもRF-RF効率 **93%以上**を維持



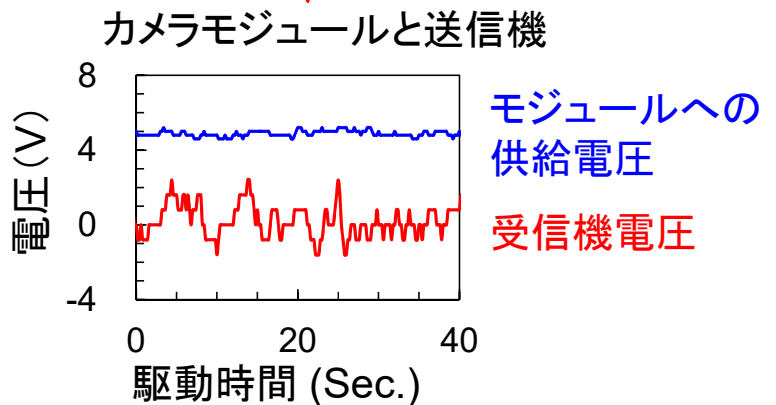
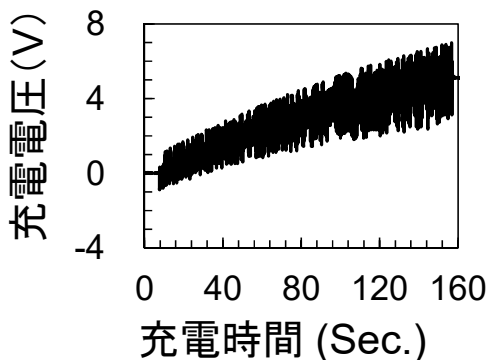
送電周波数と効率の関係



送電距離と効率の関係 20

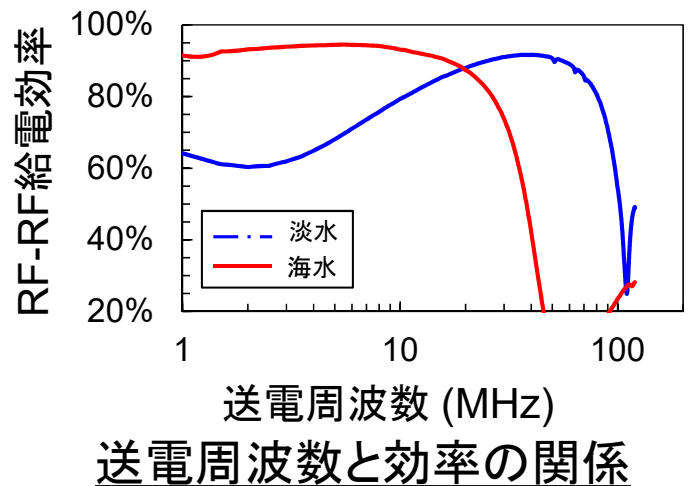
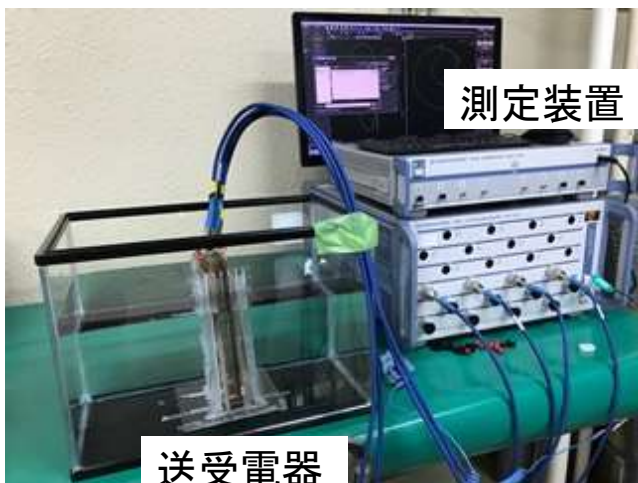
ワイヤレス通信

- 通信帯域幅 **28 MHz**を実現し、約**100 Mbps**を達成



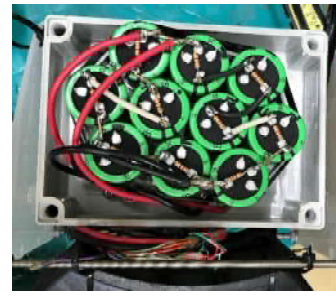
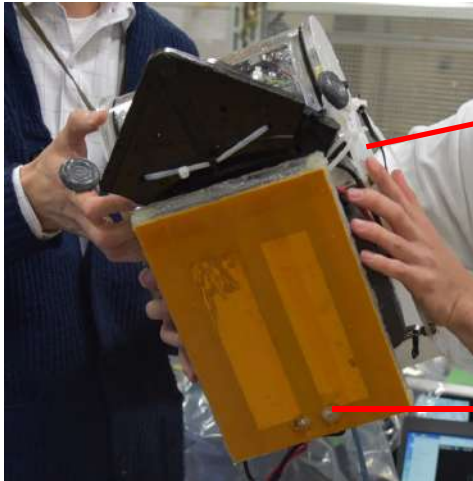
ワイヤレス給電

- 海水: 送電距離 **2 cm** でRF-RF効率 **94.5%**を達成
- 淡水: 送電距離 **2 cm** までRF-RF効率 **91.7%**を維持

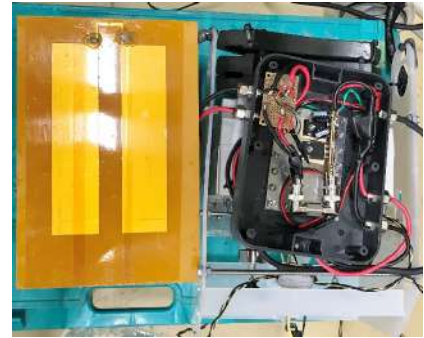


淡水・海水とも同じ送受電器で効率90%以上 21

開発した電力系統

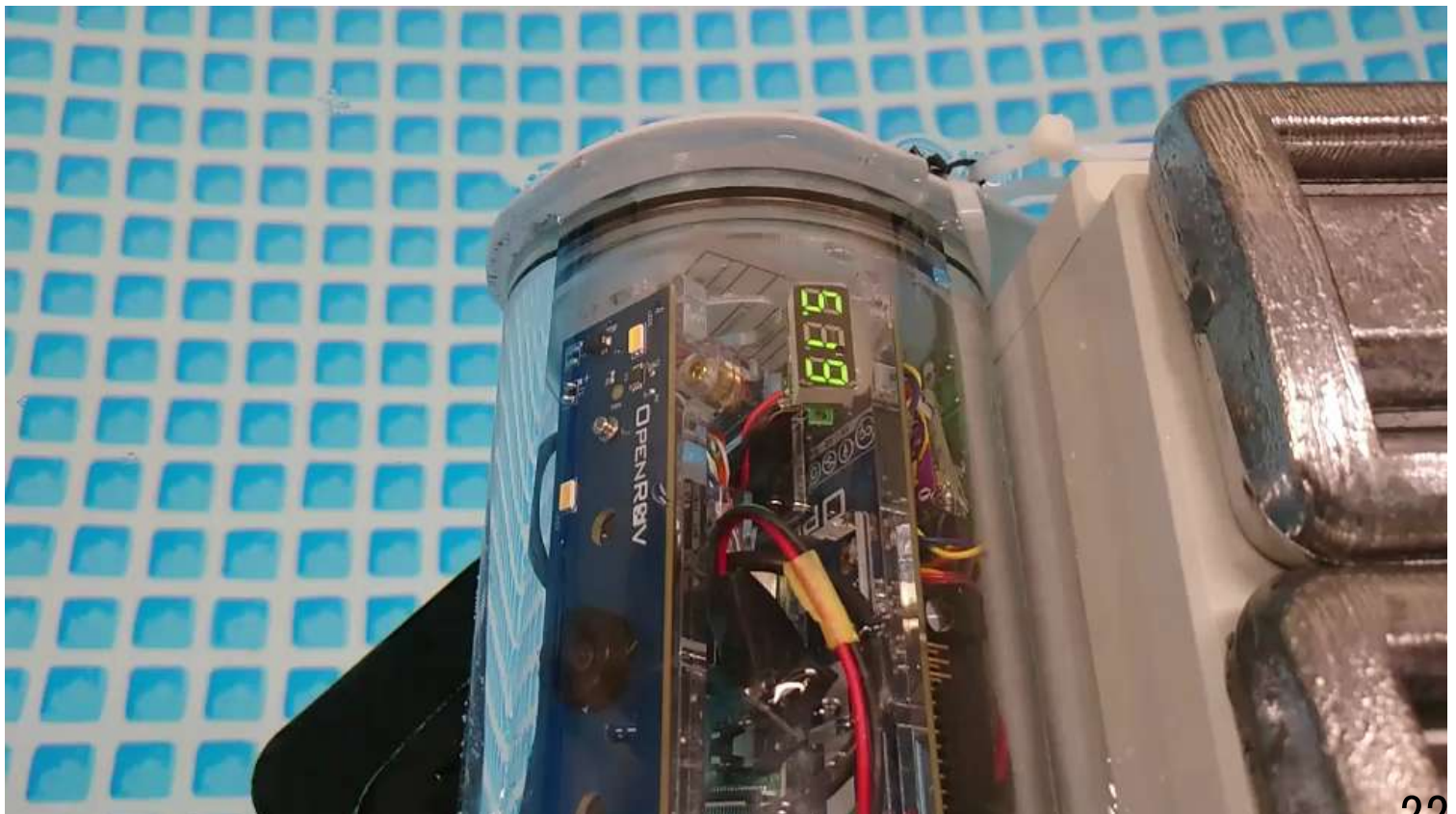


コンデンサ(デモ用バッテリー)



受電器
+ 電力系統回路

受電器構造が確認できるように
ドローン外部へ実装
(総重量 270 g)



- ・ 水中ドローン内部への受電器実装
- ・ 受電器内蔵に合わせた送電器構造の改良
- ・ 給電ステーション用高周波電源の開発
- ・ 実環境下での運用試験と対策

本技術に関する知的財産権

- ・ 発明の名称 : 水中無線電力伝送システム
- ・ 出願番号 : 特願2019-097264
- ・ 出願日 : 2019.5.24
- ・ 出願人 : 豊橋技術科学大学
- ・ 発明者 : 田村昌也、村井宏輔、仲泰正

お問合せ先:

研究推進アドミニストレーションセンター

Phone: 0532 - 44 - 6975

FAX: 0532 - 44 - 6980

E-mail: tut-sangaku@rac.tut.ac.jp

担当: 白川正知

・ 論文

Masaya Tamura, Kousuke Murai, Marimo Matsumoto, “Design of Conductive Coupler for Underwater Wireless Power and Data Transfer,” *IEEE Transaction on Microwave Theory and Techniques*, vol. 69, no. 1, pp.1161–1175, Jan. 2021, doi: 10.1109/TMTT.2020.3041245.

Masaya Tamura, Yasumasa Naka, Kousuke Murai, Takuma Nakata, “Design of a Capacitive Wireless Power Transfer System for Operation in Fresh Water,” *IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques*, vol. 66, no. 12, pp.5873–5884, Dec. 2018, doi: 10.1109/TMTT.2018.2875960.

・ 謝辞

本研究成果の一部は、日本学術振興会 科学研究費助成事業(18K04262)の支援のもとで行われました。



2021年9月27日

豊橋技術科学大学発ベンチャー「株式会社パワーウェーブ」提案プロジェクトが「エコシステムデザイン支援プログラム」に採択されました。

～人とロボット・モビリティの共存を可能にする「非接触給電技術」の社会実装支援を開始～

<概要>

国立大学法人豊橋技術科学大学における研究開発の成果を活用した大学発ベンチャー認定企業「株式会社パワーウェーブ」と、「株式会社アイシン」の提案するプロジェクトが、「エコシステムデザイン支援プログラム」に採択されました。

「エコシステムデザイン支援プログラム」はニューノーマル社会に対応する新たなエコシステム構築への取組みに対し、株式会社日本総合研究所（本社：東京都品川区、代表取締役社長：谷崎勝教、以下「日本総研」）が支援するプログラムです。

<詳細>

【プロジェクト名称】

人と共存可能な電界結合式2次元平面自由軌道の非接触給電技術を機軸としたエコシステム社会実装支援（以下「本プロジェクト」）

【本プロジェクトの概要】

本学発の非接触給電技術を活用したロボット・モビリティやインフラの製造・設置から運用までビジネス面でのエコシステムづくりとロボット・モビリティと人との共存について、「ヒューマンセンタードデザイン」の視点からの検討を行う予定です。また、本プロジェクトでは、非接触給電技術をビジネスモデル仮説に落とし込む構想策定について、「JRI Tech Design」ソリューションによる支援が行われます。

本プロジェクトにおける、エコシステム実装までの検討プロセスが日本総研のホームページ上で公開されます。第1回目は、2021年度下期に、以降順次公開される予定です。

【非接触給電技術について】

コロナ後のニューノーマル社会では、人を介さず自動で走行し、配達・宅配するロボットをはじめとした、各種サービスロボットやモビリティ導入促進が想定されます。そのことは、歩道はもちろん、施設の内外を問わず、人とロボット・モビリティが同じ場所で行き交う社会が来ることを意味します。その際に課題となるのは、「稼働中のロボット・モビリティの自律的充電」と「安全性に基づいたロボット・モビリティと人との共存」です。

本プロジェクトで社会実装支援を行う「電界結合式2次元平面自由軌道の非接触給電技術」（以下「本技術」）は、ロボット・モビリティに搭載した受電器と、地平上に設置した送電器をワイヤレスで接続させ、非接触で給電するものです。送電器の電源として一般のコンセントが使用できるため、設置の自由度が高いことも特徴です。ロボット・モビリティには走行中に非接触で給電できるため、ドックに戻って長時間の充電をさせる必要はなくなり、休みなく稼働させ続けることが可能となります。

また、従来の非接触給電技術で課題とされている人や金属が近づいた時の発熱を、本技

術では極めて小さくできます。さらに、強い磁場も発生しません。

このように、本技術は、従来から期待されている「稼働中のロボット・モビリティへの充電」と「ロボット・モビリティと人との共存」に大きく貢献します。

本件に関する連絡先

広報担当：総務課広報係 岡崎・高柳

TEL:0532-44-6506 FAX : 0532-44-1270

Email: kouho@office.tut.ac.jp

令和3年11月5日
山梨県産業労働部成長産業推進課
課長 若月 衛
電話 055-223-1565 (内線 4600)
豊橋技術科学大学広報担当
高柳・岡崎
電話 0532-44-6506

報道関係者各位

「国立大学法人豊橋技術科学大学と富士ウェーブ株式会社、 山梨県との連携の推進に関する協定」の締結について

山梨県、国立大学法人豊橋技術科学大学及び富士ウェーブ株式会社は、カーボンニュートラル時代における学術及び科学技術の発展を通じた山梨県の産業振興の推進を目的に、三者間による連携協定を締結することとなりました。この協定締結を契機に、今後の発展が見込まれるワイヤレス電力伝送技術分野の研究開発等に係る連携協力を進めることとしています。

締結式につきましては、次のとおり行います。

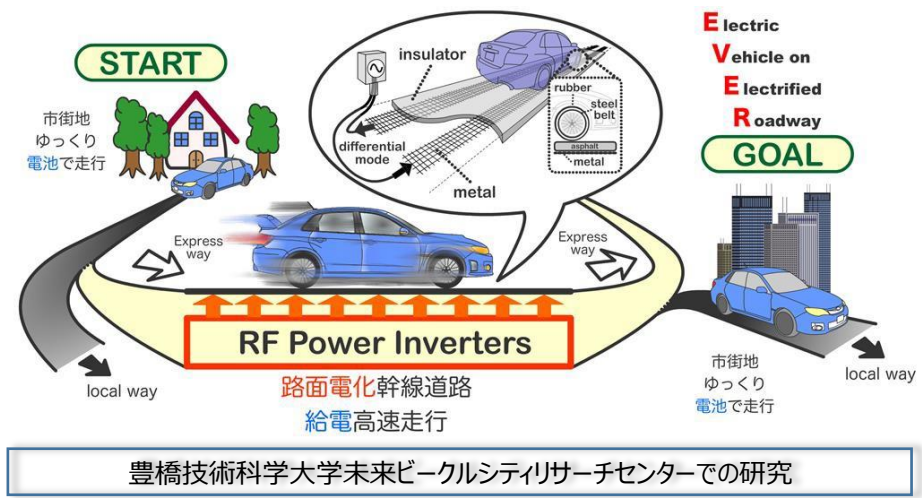
○協定締結式内容

- 1 日 時 令和3年11月5日（金）午後2時～
- 2 場 所 山梨県庁 本館2階 特別会議室
- 3 内 容 山梨県、豊橋技術科学大学、富士ウェーブ(株)の三者による協定の締結、写真撮影、共同記者会見
- 4 出席者 山梨県知事、豊橋技術科学大学学長(オンライン出席)、富士ウェーブ(株)代表取締役

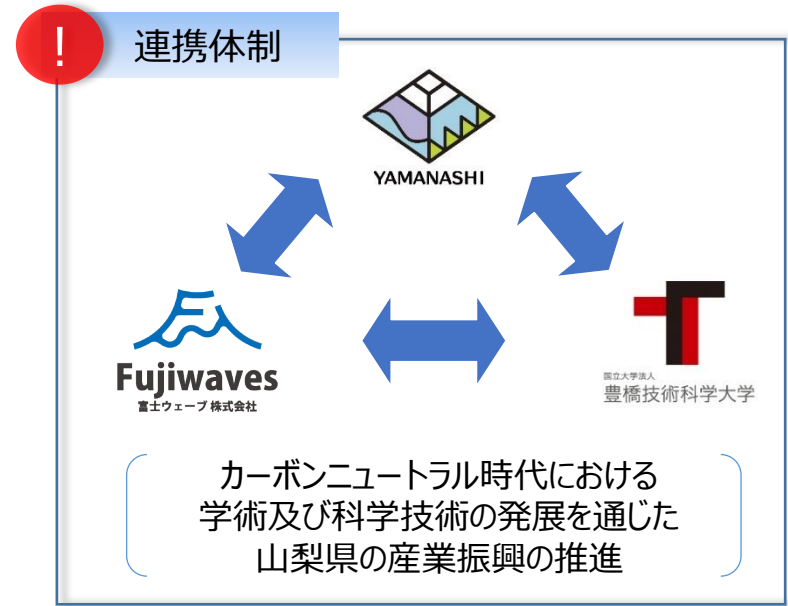
国立大学法人豊橋技術科学大学と富士ウェーブ株式会社、 山梨県との連携の推進に関する協定の締結について



- ！ 背景**
- ✓ 先端技術として高い将来性
 - ✓ 高い技術を持つ富士ウェーブの県内立地
 - ✓ 先端技術を活用した産業活性化への期待
 - ✓ 富士山登山鉄道の要素技術として期待
- ！ ワイヤレス電力伝送技術のユースケース**
- ✓ 小型電気機器（スマートフォン）・医療機器
 - ✓ モビリティ（EV・電動アシスト自転車）等



連携協定の枠組



- ！ 連携・協力内容**
- 01 ワイヤレス電力伝送技術の最新情報の共有
 - ✓ 技術開発・国際標準化に係る最新動向の共有
 - 02 ワイヤレス電力伝送技術の研究開発の推進
 - ✓ 県内での研究開発、実証実験の実施
 - 03 ワイヤレス電力伝送技術の普及促進
 - ✓ 県内開催のセミナー等への講師派遣
 - 04 地域の諸課題の解決
 - ✓ 富士山登山鉄道構想の技術的課題の解決

2022年1月20日（木）
愛知県経済産業局産業部産業科学技術課
科学技術グループ
担当 伊藤、谷川、松崎
内線 3409、3384、3382
ダイヤル 052-954-6351

知の拠点あいち重点研究プロジェクトⅢ期 「近未来自動車技術開発プロジェクト（ワイヤレス給電）」 の参画企業が研究成果を報告するため知事を表敬訪問します

愛知県と公益財団法人科学技術交流財団では、産学行政連携の研究開発プロジェクト「知の拠点あいち重点研究プロジェクトⅢ期^{※1}」を2019年度から実施しています。

この度、「近未来自動車技術開発プロジェクト^{※2}」の「小型ビークルのためのワイヤレス電力伝送システム^{※3}」について、豊橋技術科学大学の^{おおひらたかし}大平孝名誉教授及び株式会社パワーウェーブの^{あべしんじ}阿部晋士代表取締役社長始め参画企業3社が、研究成果の報告のため知事を表敬訪問しますので、お知らせします。

1 日時

2022年1月28日（金）午前10時50分から午前11時5分まで

2 場所

愛知県公館

3 訪問者（敬称略）

国立大学法人豊橋技術科学大学	名誉教授	^{おおひら} 大平 ^{たかし} 孝
株式会社パワーウェーブ	代表取締役社長	^{あべ} 阿部 ^{しんじ} 晋士
株式会社アイシン	イノベーションセンター統括室 室長	^{あいきょう} 相京 ^{ひでゆき} 秀幸
大成建設株式会社	常務執行役員 技術センター長	^{ながしま} 長島 ^{いちろう} 一郎
公益財団法人科学技術交流財団	専務理事兼事務局長	^{かとう} 加藤 ^{じゅんじ} 淳二

4 次第

（1）研究成果報告

ワイヤレス給電の様子を動画で見させていただきます。また、成果物として薄型送電電極を設置した床の試作品（30 cm×100 cm）をお見せします。

（2）知事からの感想・意見

（3）意見交換

（4）記念撮影

5 研究成果

電動式の小型ビークルやロボットが屋内や人の近くで活躍することが期待されます。しかし、バッテリーを搭載する必要があり、その重量や充電の手間と時間が普及の妨げとなっています。この問題を抜本的に打開するブレイクスルー技術として、位置や向きによらず、床上のどこでもいつでも充電できる2次元ワイヤレス給電技術を開発しました（図）。

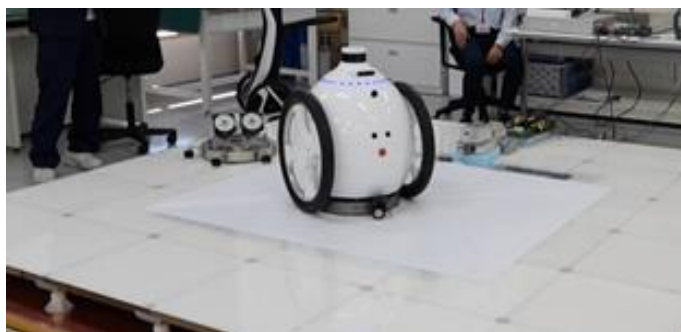


図 小型ビークルロボットのワイヤレス給電風景

【用語説明】

※1 知の拠点あいち重点研究プロジェクト

付加価値の高いモノづくりを支援する研究開発拠点「知の拠点あいち」を中核に大学等の研究シーズを活用したオープンイノベーションにより、県内主要産業が有する課題を解決し、新技術の開発・実用化や新たなサービスの提供を目指す産学行政の共同研究開発プロジェクト。2011年度から2015年度まで「重点研究プロジェクトⅠ期」、2016年度から2018年度まで「重点研究プロジェクトⅡ期」を実施し、2019年度からは「重点研究プロジェクトⅢ期」を実施。

「重点研究プロジェクトⅢ期」の概要

実施期間	2019年度から2021年度まで
参画機関	19大学 12研究開発機関等 106社（うち中小企業68社） （2021年12月末時点）
プロジェクト名	・近未来自動車技術開発プロジェクト（プロジェクトV） ・先進的AI・IoT・ビッグデータ活用技術開発プロジェクト（プロジェクトI） ・革新的モノづくり技術開発プロジェクト（プロジェクトM）

※2 近未来自動車技術開発プロジェクト（プロジェクトV）

概要	自動車の電動化、情報化、知能化及びMaaSといった100年に1度の大変革期に対応するため、高性能なインバータやモータ等の開発を進めるとともに、自動運転の実現と先進プローブデータを活用した交通安全に貢献する技術開発に取り組むプロジェクト。
分野テーマ	① 航空機電動化に向けた高電力密度インバータ設計手法の確立と実証

研究テーマ	② 高性能モータコア・変速ギア製造のための革新的生産技術開発 ③ GaN パワーデバイスの高性能化と高機能電源回路の開発 ④ <u>小型ビークルのためのワイヤレス電力伝送システム</u> ⑤ 熱/電気バッテリーで構築するエネルギーマネジメント技術 ⑥ ヒトに優しい遠隔運転要素技術の開発とシステム化 ⑦ 日本初の自動運転モビリティによるサービス実用化に向けた技術研究開発 ⑧ 先進プローブデータ活用型交通安全管理システムの開発
参画機関	8 大学 4 研究開発機関等 37 企業（うち中小企業 20 社） (2021 年 12 月末時点)

※3 小型ビークルのためのワイヤレス電力伝送システム

研究リーダー	豊橋技術科学大学 名誉教授 大平 孝 氏
事業化リーダー	株式会社アイシン 相京 秀幸 氏
内容	<p>電動ロボットおよび電動ビークルはバッテリーを搭載する必要があり、その重量や充電の手間と時間が普及の妨げとなっている。今後ロボット技術が向上してもこれまでの有線充電では普及台数が頭打ちになってしまう。そこで、ワイヤレス技術を用いる自動充電システムの開発により、愛知県のロボット技術の公共社会普及のブレークスルーを起こす。</p>
参加機関	<p>〔企業〕 <u>株式会社パワーウェーブ（豊橋市）</u>、<u>株式会社アイシン（刈谷市）</u>、<u>大成建設株式会社（東京都新宿区）</u>、<u>株式会社デンソー（刈谷市）</u>、<u>株式会社ケーイーアール（豊川市）</u>、<u>株式会社ミライズテクノロジーズ（日進市）</u></p> <p>〔大学〕 <u>豊橋技術科学大学</u></p> <p>〔公的研究機関〕 <u>公益財団法人科学技術交流財団</u>、<u>あいち産業科学技術総合センター</u></p>

・ 下線は今回訪問する企業等

<p>本件に関する連絡先</p> <p>広報担当：総務課広報係 岡崎・高柳</p> <p>TEL:0532-44-6506 FAX：0532-44-1270</p> <p>Email: kouho@office.tut.ac.jp</p>
