

知_っ得_コラム!

vol.3



再エネの普及に 欠かせない 東工大の研究に 迫る!



知っ得コラム!

2023.09.15

再エネの普及に欠かせない 東工大の研究に迫る!

NEDO イノベーション 出向

知っておけば必ず得する! 最新のビジネストピックスを紹介するコーナー。

今回はNEDOの廣瀬さんが、NEDOと共同講座も開講している東京工業大学の佐野研究室の佐野さんに、再エネ利用時の電力輸送に欠かせない技術・システムの現在地について、お話しを伺いました。

知_っ得_コ 紹介者 私がお紹介します!

PROFILE

廣瀬 圭一さん



国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）
スマートコミュニティ・エネルギーシステム部
主査 博士（工学）
（2017年より出向中）

1992年、NTTに入社。同年設立された株式会社NTTファシリティーズへ。通信装置、直流送電システム等の研究開発を経験し、4年前NEDOに出向。現在はプロジェクトマネジメント業務を主に担当する。

今回お話を伺った方



佐野 憲一朗さん

国立大学法人 東京工業大学
工学院 電気電子系 助教 博士（工学）

2010年、東京工業大学大学院理工学研究科修了。同年、一般財団法人電力中央研究所に入所。2018年より東京工業大学工学院助教を務める。博士（工学）。

CONTENTS

- ✔ 電力系統とパワーエレクトロニクス 分野を融合し、課題を解決
- ✔ 研究には、高機能な実験設備とシミュレータが欠かせない
- ✔ 直流送電技術を通じて、自らの志を叶え、社会に貢献する

電力系統とパワーエレクトロニクス分野 を融合し、課題を解決

洋上風力発電拡大の前に立ちはだかる壁



廣瀬 今日は、NEDOと東京工業大学の佐野研究室のほか2大学（東京都市大学、徳島大学）の共同で実施している、「多用途多端子直流送電システムNEDO特別講座」について、NTTアノードエナジーの社員の皆さんにご紹介したいということで伺いました。よろしくお願いします。

佐野さん はい。どうぞよろしくお願いします。

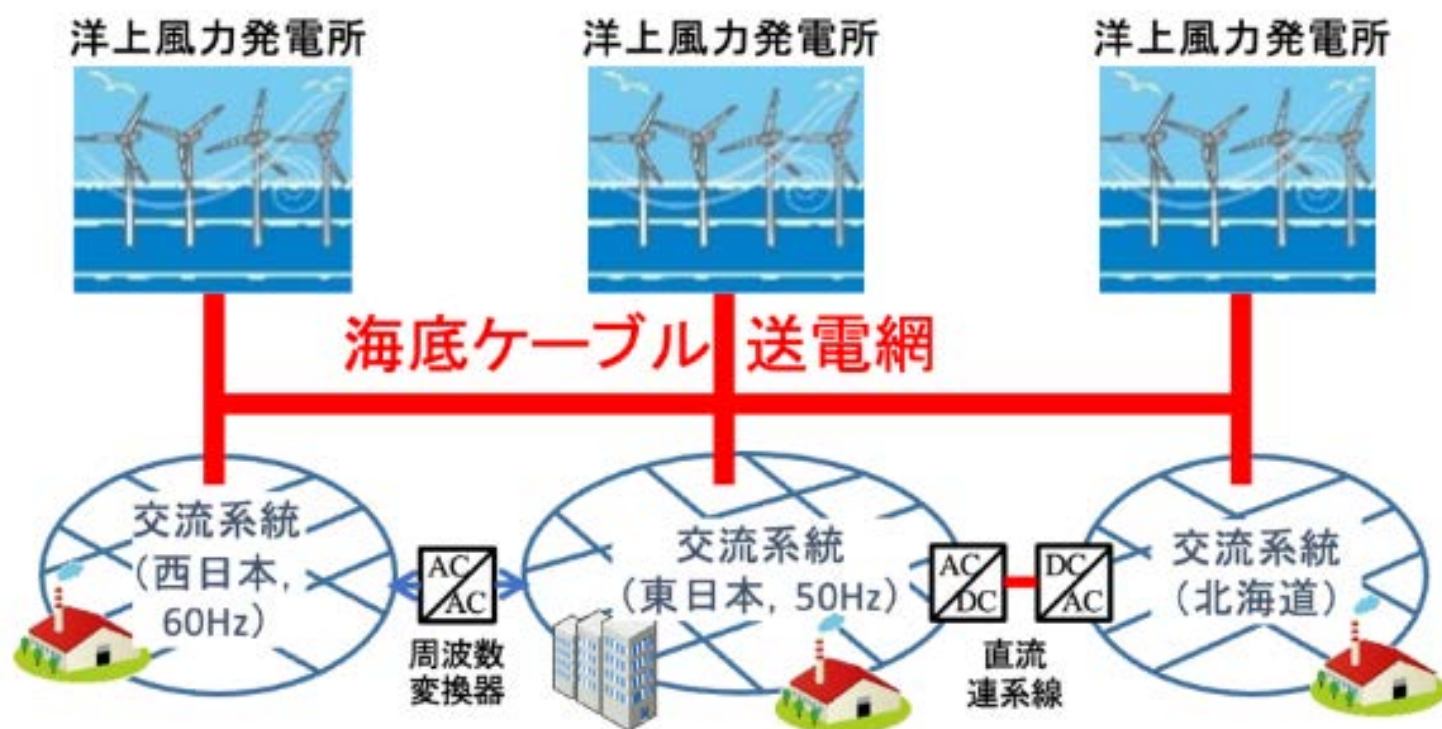
廣瀬 NEDOと佐野研究室が密接に連携を図るようになったのは2021年頃からですね。「NEDO特別講座」のお話を伺う前に、まず、佐野研究室で注力している研究内容について教えていただけますか。

佐野さん 東京工業大学 工学院のパワーエレクトロニクス研究室では、洋上風力発電における電力送電時の、安定したエネルギーシステムの実現をめざして、直流送電システムの研究を行っています。再生可能エネルギーの利用拡大に向けて、発電した電力の電力需要地への送電、その際に用いるシステムは必要不可欠です。そのため、本研究は大きな注目を集めています。

みなさんご存知の通り、陸上では鉄塔を用いた送電が行われていますが、こうした送電線を新しく建設することは、環境への影響や合意形成の面から難しくなっています。そこで、海底ケーブルによる送電線の新設が検討されています。

ところが海底ケーブルに、陸上と同じ交流送電方式を使って大量の電力を長距離送電すると、無効電力が発生してケーブル費用が高価になったり、送電できる電力に制約が生じてしまいます。そこで、私たちは海底ケーブルに直流送電方式を使用することを検討しています。直流送電を使えば、同じ径の海底ケーブルを用いても、より多くの電力を送ることができるというメリットがあります。

海底ケーブルによる送電網の構築イメージ



佐野さん しかし現状、実用化に向けて多くの課題が立ちはだかっています。特に、洋上風力発電の大規模導入が進められると、数十kmほど離れた複数の発電地点から電力を集約しなければなりません。またそれらを複数の地点で陸上の電力系統とも接続することになります。つまり、複数地点の間を結ぶ送電ネットワーク（直流系統）を構築する必要が生じます。

現在実用化されている直流送電では、そのほとんどで2地点の間を結ぶ非常にシンプルな構成が使われています。直流送電でネットワークを構築しようとすると、システムのどこかで発生した故障が、全体に波及して大規模な停電を引き起こしかねません。そうした課題を解決するために、どのように故障を極小化して、どのような事後

対応をすれば送電を継続できるかといった研究を行っています。

解決策として我々が注目しているのが、パワーエレクトロニクス技術による電流遮断技術、制御技術を応用したシステムの導入です。これらの技術・システムを用いて、より信頼性の高い直流送電の制御・保護を実現できればと考えています。

より安定した直流送電システムの実現をめざす

廣瀬 信頼性の高い直流送電の制御・保護の実現に向けて、具体的にどのような研究が必要なのでしょうか。

佐野さん これらの課題を解決する、「直流電流の遮断」「連鎖的な波及の防止」の研究を行っています。

まず「直流電流の遮断」については、多くの研究機関で直流遮断器の開発が進められていますが、私共は交直変換器を用いた遮断方法を研究しています。

これまで、電流を強制的に切るスイッチの役割を果たす、直流遮断器の開発が進められてきました。しかし、直流遮断器を使用すると電力遮断後にサージ※や振動が発生してしまい、それらへの対策が必要となります。そこで、直流と交流を変換することを目的に作られた交直変換器と呼ばれる装置を用いた遮断方法を研究しています。交直変換器は柔軟に電流を制御できることから、サージを発生させることなく、よりスムーズな電流の遮断が可能になります。また、交直変換器で電流を遮断できれば、直流遮断器を置き換えることが可能になるため、低コスト化にもつながります。

※サージ：電気系統などに対して、異常に高い電圧が瞬間的に発生する現象

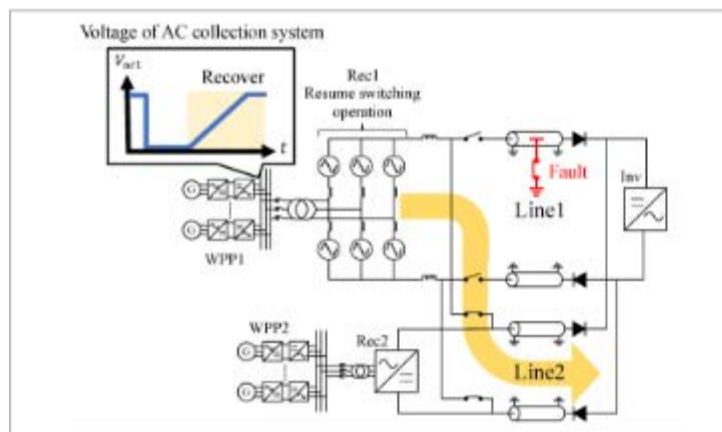


「連鎖的な波及の防止」は、事故が発生した場合も、発電・送電を継続するための研究です。従来は、送電線で事故が起こった後一時的に発電機を停止し、送電線の復旧後に再起動する必要がありました。しかし、交直変換器の制御と、断路器による回路の切り替えをうまく連携させれば、発電機の運転を維持したまま送電経路の再構築が可能になります。そうして発電機の停止時間を短縮できれば、陸上の交流系統への悪影響を抑えることができます。

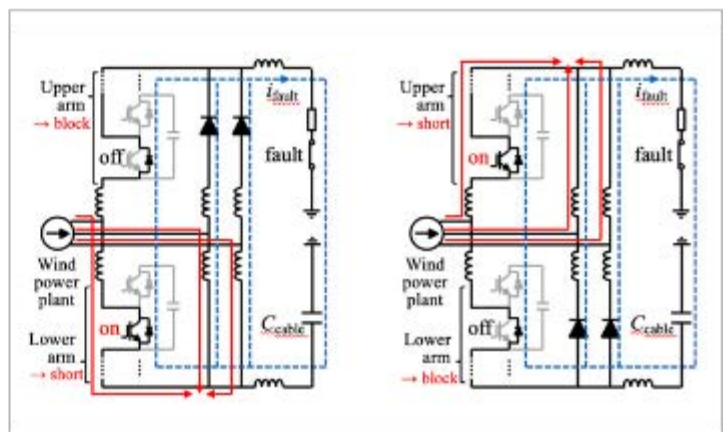
私たちはその実用化をめざし、その方法やメカニズムを研究しています。


これらの研究や技術開発を通じて、洋上風力発電に係る技術の確立、ひいては洋上風力発電の実用化をめざしています。

「連鎖的な波及の防止」の研究 送電経路の再構築手法



「直流電流の遮断」の研究 直流事故電流を遮断する変換器制御





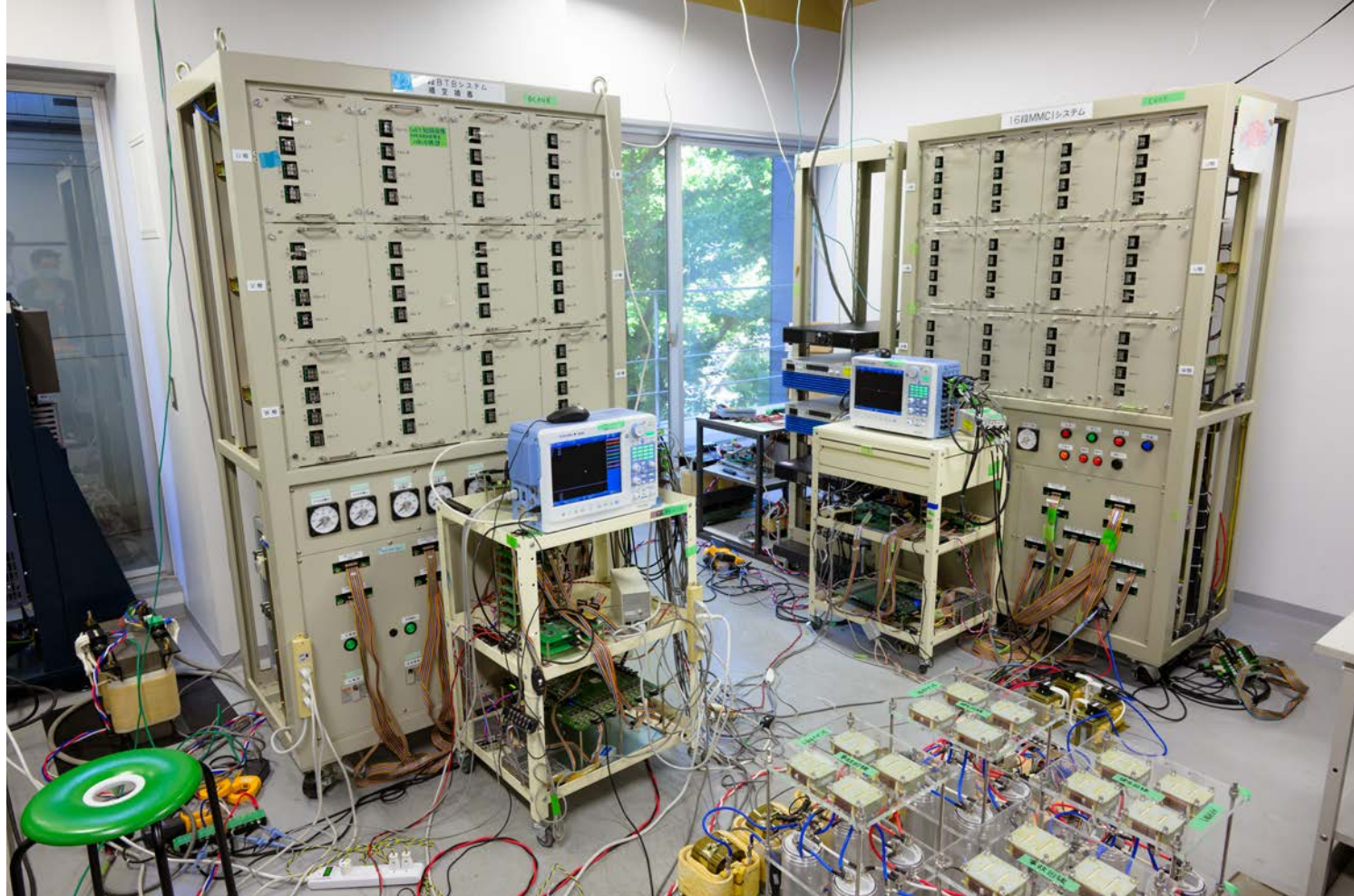
研究には、
**高機能な実験設備と
シミュレータが欠かせない**

実際の設備を模した実験設備で検証

廣瀬 それらの研究はどのような設備を活用して進めているのでしょうか？

佐野さん そうして実用化に向けた課題を解決するために、当研究室では実験設備として、独自に構築した直流系統のミニモデルを整備しました。直流系統ミニモデルは、洋上風力発電で発電した電力を直流に変換し、送電する部分を模した10万分の1スケールの設備です。一連の動作を通して、事故発生時に開発した制御方法が有効に動作できるか検証を行っています。

心臓部である交直変換器は、かつてパワーエレクトロニクス研究室に在籍し、コンバータ装置の研究を行っていた教員より引き継いだものです。交直変換器以外の設備は、現在のような形になるまで研究室のメンバーとともに構築を進めてきました。当初は小規模なシステムから検証を初め、現在では4台の交直変換器がある直流系統の検証をできるようになりました。また多くの実験装置は研究室で独自に設計したものですので、将来の研究の進展に応じて回路や変換器・遮断器等の拡張が可能です。



洋上風力発電を模した直流ミニモデル

交流系統は、リアルタイムシュミレータを通じて検証

佐野さん 加えて、今後の直流送電システムには、単に送電することに留まらず、陸上の交流系統を助ける様々な制御が求められるようになるでしょう。そうした制御を検証するため、交流系統も含めた検証も行っています。その際に用いられるのが、リアルタイムシミュレータと呼ばれる、コンピュータ上でも実機と同じ速さで対象物の挙動を再現できる交流系統の模擬設備です。直流系統ミニモデルとリアルタイムシミュレータによる交流系統の模擬設備とを接続して、直流系統側の動きが、交流系統にどのような影響を及ぼすのか、また逆に交流系統の動きが直流系統側にもたらす影響は何か、といったことを観測します。

そうして直流系統の実験設備と交流系統のシミュレータの2つの設備を用いてデータを取得し、直流系統・交流系統の相互作用の検証を行っています。これらはNEDOからの受託事業※としてポスドク研究員（博士研究員）と実施をしています。

※NEDO受託事業である「直流系統ミニモデル設備とリアルタイムシュミレータの連成解析の研究」部分

また、主な研究対象である直流系統はスケールダウンした試験機を用いて実験を行っていますが、交流系統側に関しては解析技術が十分に確立していることからシミュレータを用いることで問題なく検証できると考えています。そのように実験で検証する部分を絞り込むことで検証に要する時間を短縮できます。



交流系統を模したリアルタイムシミュレータとシミュレーションを行うコンピュータ



学生の興味を引き立てる!? 電気系統×パワーエレ分野の融合

本研究が注目を集めているもう一つの理由として、直流送電技術は電力系統工学の一部ですが、佐野さんの研究分野であるパワーエレクトロニクス分野の「制御技術」を応用しているという点が挙げられま

す。直流送電の実用化に向けて、パワーエレクトロニクス分野の応用による研究、データの計測には、大きな期待が寄せられています。

また、電力系統の研究者は主にシミュレーションを通じて研究を行う一方、パワーエレクトロニクス分野の研究者は実験を行うことが多いと言われています。両分野が融合した本研究は実験・シミュレーションのどちらも用いるため、「どちらも学びたい」という思いで所属を決めた学生も多いそうです。



佐野研究室は、奥側に実験設備が並び、手前にシミュレーションを行う機材が置かれている

直流送電技術を通じて、
自らの志を叶え、社会に貢献する

直流送電技術との出会い

廣瀬 佐野さんがこの分野の研究をすることになったきっかけや今後の展望について教えてください。

佐野さん こうして現在、直流送電技術とパワーエレクトロニクス分野を融合させて、直流送電における遮断技術等の研究をしていますが、そもそも私の専攻はパワーエレクトロニクスで学生時代は電力変換回路を研究していました。東工大に入学して学士3年から博士課程まで同分野の研究室に所属し、その後、実際の産業に携わりたいという思いから、電力中央研究所（以下、電中研）に入所。電気自動車など電気の利用者側の新たな用途に技術を応用させる研究を行っていました。

転機となったのは、東日本大震災です。火力発電の持続可能性、原子力発電の安全性が問われ、再生可能エネルギーに注目が集まっていたことから、電中研内で直流送電システムの研究部隊が改めて整備されました。それにより、私も直流送電システムを研究することに。そもそも私が所属していたチームは、元々直流送電システムの研究を行っていました。しかし、東日本大震災以前は、日の目を浴びることが少なく分野転換が行われたのですが、震災を経て再び転換を図ることになりました。



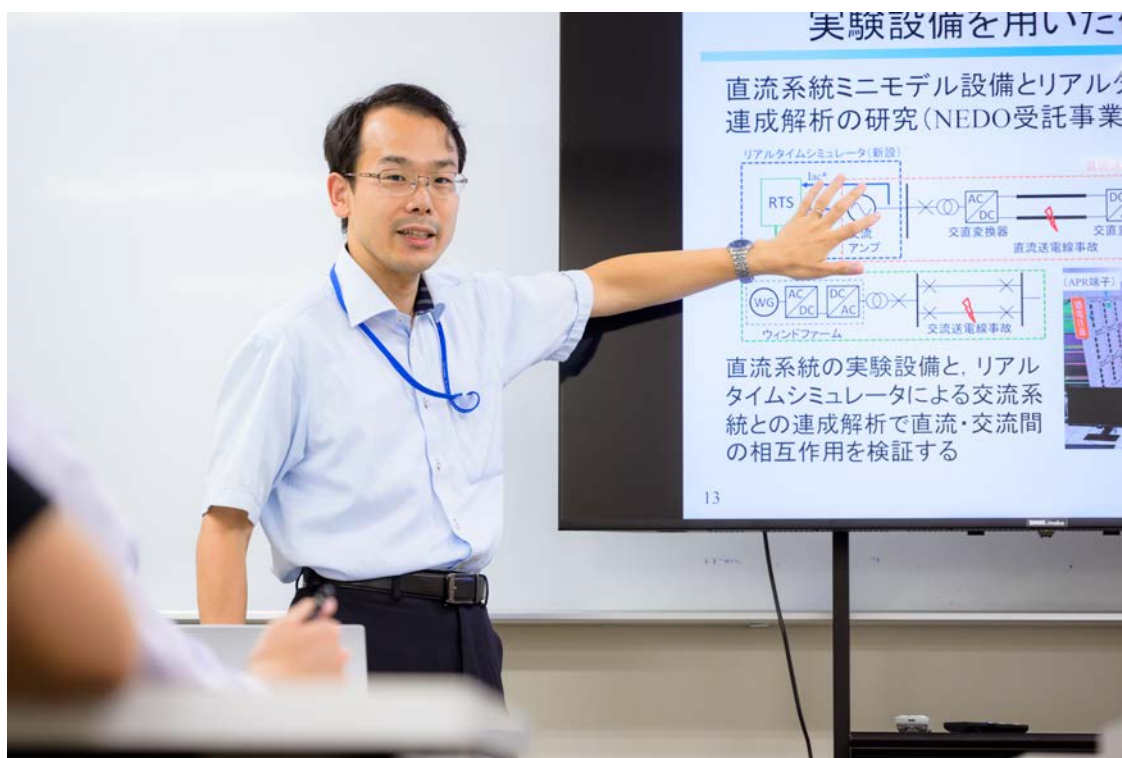
とはいえ、私が直流送電システムの研究に携わるようになった2010年代は、ドイツで洋上風力発電用に直流送電の利用が始まり話題になっていました。海域が広い日本でも有効な手段になるのではないかと期待して研究を始めましたが、震災直後の電気事業では目前で解決すべき課題が山積しており、洋上風力の利用は遠い将来の研究

と考えられていました。

2018年に東工大に戻り、パワーエレクトロニクス分野の助教として着任しました。

学生たちに思いを届ける

佐野さん ただ、電中研の研究者から東工大の助教になり、立場が変わっても、本質的な志は変わっていません。その志とは、電気を用いた技術・システムで環境課題を解決し、社会貢献を果たすことです。この学生時代から思い描いていた夢を実現するため、地球の環境・エネルギー問題に貢献しうる「洋上風力発電用直流送電」を今も研究しています。むしろ、助教になったことで、その思いを学生たちにも届けられるようになりました。「同じ思いを持つ学生が増えてほしい」「多くの学生にパワエレ分野、電力システムに興味を持ってもらいたい」と考えながら、皆さんと日々コミュニケーションを図っています。



今後は、現在の研究テーマである「直流電流の遮断」「連鎖的な波及の防止」において、成果となる計測データや論文を発表し、各企業・研究室などに関心を持っていただきたいと思います。そして、企業と大学で知見を共有したり、共に研究に取り組んだりする場を創出していきたいです。

もちろん、さらなる導入ハードル低下を目的とした低コスト化、事故検知技術の向上にも取り組むほか、「多用途多端子化」「ネットワーク化」など将来の拡張性といった技術の確立にも貢献していきます。

一方、そうしたビジョン実現の足掛かりとなる共同事業はすでにいくつも始まっています。

私たち佐野研究室も参加しているNEDOによる「多端子直流送電システムの制御保護技術の開発事業」をはじめ

め、事業への積極的な参加を通じて、企業、組織の垣根を越えた連携を実現し、一歩ずつ技術の確立、実用化に向けて進んでいきます。



棟内の電力は自給自足!?

佐野研究室を始め、パワーエレクトロニクス研究室が入る東京工業大学 大岡山キャンパス環境エネルギーイノベーション棟は、たくさんの太陽電池パネルが設置されています。その数は約4570枚！総発電容量は約650kWにのぼり、棟内で消費する電力をほぼ自給自足できるエネルギーシステムが導入されています。



大岡山キャンパス内でも特殊な施設。

キャンパス沿いを走る東急目黒・大井町線車内からも様子がうかがえる

次回は、NEDOと東工大 佐野研究室や他の大学・企業が連携している
「NEDO特別講座」についてご紹介します！





いいね 6

コメント

名前

コメントを送る



関連記事



知っ得コラム！
再エネの普及に欠かせない 東工大の研究に迫る！

NEDO イノベーション 出向

2023.09.15

6



知っ得コラム！
2023.7.20 「最新の電力制度動向に関する勉強会」の様態を公開

NTTアノードエナジー 勉強会

2023.07.25

17



知っ得コラム！
2023.7.7 「電力制度に関する勉強会」の様態を公開

NTTアノードエナジー 勉強会

2023.07.13

31



めざせ、再エネの
主力電源化！
そのカギを握る
現場に潜入

知っ得コラム！

めざせ、再エネの主力電源化！そのカギを握る現場に潜入

NEDO イノベーション 出向

2023.03.31

28



NEDOは
どんな機関なの？

知っ得コラム！

出向社員も活躍中！ NEDOってどんなところ？

NEDO イノベーション 出向

2023.03.07

54



電力・エネルギー
お役立ち情報

～環境エネルギー政策の
現状と課題 第三回～
(経営企画部渉外室
田中良さん)

知っ得コラム！

環境エネルギー政策の現状と課題
第三回日本の潜在的な資源エネルギーとサーキュラーエコノミー

再生可能エネルギー

脱炭素・エネルギー

2022.10.26

5



Energy Station

Top Message

Anode Way

全社の浸透活動
各組織の浸透活動
浸透ツール
策定までの道のり

Business

知っ得コラム！
Green Story
オシゴト図鑑

Community

Energy Spot
AEトピックス
シャインのよりどころ
届け、ひとふで社員リレー
大宮アルディージャ観戦記

Information

AE Hot News
共通情報

特集