

第1章 エコ電力研究センターの組織・活動・設備

1-1 エコ電力研究センターの組織と活動

1-1-1 本学における位置づけ（構成組織）

法人名：名古屋電気学園(法人番号 231012)

大学名：愛知工業大学

社会連携研究プロジェクトの主体となる組織名：次世代型電力供給システムコンソシアム

当該研究組織の代表者：（氏名）雪田 和人 （職）教授 （所属）工学部電気学科

当該研究組織で連携して実施するプロジェクト名：

- ・愛知工業大学教育・研究特別助成 分野横断型研究
「2050 年ゼロカーボン社会を目指した都市計画の基礎検討」
「エネルギー需要科学を考慮した電力需要に関する基礎研究」
- ・愛知工業大学総合技術研究所プロジェクト共同研究 A
「電流スイッチの開発」

1-1-2 スタッフ構成およびスタッフの研究分野

当センターにおける研究員の構成は、次世代電力供給システムを開発するため、電気工学、電力工学、電力系統工学、高電圧工学を専門にする研究者から IT、ICT などの情報工学、経営学を専門とする研究者で構成している

後藤 泰之：電力システムへの再生可能エネルギーによる発電システムの導入方法に関する研究

雪田 和人：直流／交流マイクロ・スマートグリッドに関する研究

村瀬 洋：ガス遮断器における部分放電に関する研究

鳥井 昭宏：電力機器の運用管理、故障検出を目指したマイクロマシンの応用に関する研究

箕輪 昌幸：電力機器に関する耐雷対策に関する研究

七原 俊也：再生可能エネルギーの大量導入における電力系統の運用・制御手法に関する研究

河路 友也：エネルギーマネジメントの開発とデータ活用に関する研究

武田 美恵：再生可能エネルギーの環境アセスメントに関する研究

水野 勝教：再生可能エネルギーの発電量予測手法に関する研究

後藤 時政：行動経済学を考慮したエネルギー消費に関する研究

合田 忠弘：同期発電機の安定性に関する研究

徳田 憲昭：都市部におけるエネルギーマネジメントに関する研究

平松 大典：大容量発電機のシミュレーション手法および実験手法に関する研究

1-1-3 令和4年度活動目標

エコ電力研究センターは再生可能エネルギーによる発電システムと蓄電システムの高効率活用および省エネルギーシステムの構築を目指し研究活動を実施する。

本年度においては、昨年度まで実施していた愛知県 知の拠点あいち重点研究プロジェクト「直流スマートファクトリー構築のための変換器の開発」の研究成果を発展させる予定である。さらに、学内での分野横断型研究「エネルギー需要科学を考慮した電力需要に関する基礎研究」と「2050年ゼロカーボン社会を目指した都市計画の基礎検討」や国内外の大学、企業との連携も視野に入れて活動を実施する。

1-1-4 主な研究活動

<国内会議>

- 電子情報通信学会 電子通信エネルギー技術研究会 2022年5月
- 電子情報通信学会 半導体電力変換研究会 2022年7月
- 2022年電気学会 電子・情報・システム部門大会 2022年8月
- 2022年電気学会産業応用部門大会 2022年8月
- 令和四年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 2022年8月
- 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会 2022年8月
- 2022年（第40回）電気設備学会全国大会 2022年9月
- 2022年電子情報通信学会ソサイエティ大会 2022年9月
- 令和4年電気学会 電力・エネルギー部門大会 2022年9月
- 新エネルギー・環境技術研究会 2022年9月
- 2022年度（令和4年度）日本太陽エネルギー学会研究発表会 2022年11月
- 第44回風力エネルギー利用シンポジウム 2022年12月
- 2022年（第4回）電気設備学会学生研究発表会 2022年12月
- 電気学会 電力系統技術研究会 2023年1月
- 電子情報通信学会 電子通信エネルギー技術研究会 2023年1月
- 空気調和・衛生工学会中部支部 第24回学術研究発表会 2023年3月
- 令和5年 電気学会全国大会 2023年3月

<国際会議>

- ICSMARTGRID 2022 (10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMARTGRID) 2022年6月
- ICEE2022 (the International Council on Electrical Engineering Conference 2022) 2022年7月
- ICRERA2022 (International Conference On Renewable Energy Research And Applications) 2022年9月

- PVSEC-33 (33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference)
..... 2022 年 11 月
- GRE2022 (GRAND RENEWABLE ENERGY 2022) 2022 年 12 月
- IEEJ P & ES-IEEE PES Thailand Joint Symposium 2023 -Advanced Technology in
Power Systems-..... 2023 年 3 月

1-1-5 令和 4 年度事業成果

エコ電力研究センターでは、2030 年の日本政府が提案しているカーボンフリーのエネルギー供給社会を目指し、再生可能エネルギーによる発電システムや蓄電システムの利活用および省エネルギーシステムの構築を目指し研究活動を実施した。今年度はまず、昨年度終了した愛知県知の拠点あいち重点プロジェクト「直流スマートファクトリー実現に向けた変換器の開発」の研究成果を基盤とし、この研究内容をさらに進めるために研究活動を実施した。具体的には、このプロジェクトにて開発して交流／直流変換装置の社会実装、シリコンカーバイド(SiC)を用いた DC/DC 変換器の拡張、直流 PLC の実システムへの導入に関して多面的に研究を実施した。

また、今年度新たに豊田市役所との共同研究により、モビリティの電化に伴う温暖化ガスの削減について検討した。この研究はガソリン車を電気自動車に変更した際における二酸化炭素削減量について基礎的な検討を学内の巡回に使用している軽トラを電気自動車に移行することにより実施した。

つぎに、愛知工業大学総合技術研究所プロジェクト共同研究「電流スイッチの開発」との連携により、直流高電圧における遮断技術に関して、半導体を用いた開閉器や直流スイッチ技術の開発について基礎的な実験を実施した。この研究に関しては、開発する直流スイッチの社会実装や遮断する電圧を高圧化する予定である。

さらに直流技術の社会実装を目指して、総合技術研究所分野横断型研究「2050 年ゼロカーボン社会を目指した都市計画の基礎検討」とも連携し、都市部における省エネ化および再生可能エネルギーの活用についても研究を実施した。特に省エネ化と再エネの有効利用については、基礎的な内容について検討した。

再生可能エネルギーの主力電源である風力発電については、永久磁石を用いた発電機が発生するノイズに関して、音と電気信号の関係性について新しい法則性を示すことができた。

国際規格への貢献は、国際電気標準化会議 (IEC) 電力システムのアセスメント (TC8 JWG11)、低圧直流委員会 (SyC LVDC) のワーキンググループミーティングにおいて、

直流技術における電力品質や電圧の規格値を議論するために、本センターにおける実証結果の一部を提供している。

加えて、総合技術研究所分野横断型研究「エネルギー需要科学を考慮した電力需要に関する基礎研究と連携し、学内に二酸化炭素メータを設置し、講義室、実験室、研究室における使用人数と空調機器の消費エネルギー（電気、ガス）の関係性について重点的に検討した。この研究は、行動経済学に基づいた動機付け行動制御に応用することを目的として実施した。特に今年度は、ナッジ理論の一つである“デフォルト効果”について研究した。

広報活動では、「第 17 回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム（RE2023）」に出展し、研究成果を広く公表した。

最後に、エコ電力研究センター建屋を新築移転し、実験設備への電力容量、負荷容量を増強させ、電力系統の実験・配電実験に関しての高度化と拡張を図った。

1-1-6 令和 5 年度計画

令和 5 年度は令和 4 年度に引き続き、キャンパス内を実証試験とした再生可能エネルギーの利活用、省エネ推進方法などについて推進し、「2050 年ゼロカーボン社会を目指した都市計画の基礎検討」や国内外の産官学との連携を視野に入れた活動を実施する。

また、2050 年に向けたゼロカーボン社会を目指し、再生可能エネルギーによる発電システム、蓄電システムの利活用および省エネの新しいシステムの開発および構築を目指した多面的な研究活動も実施する予定である。

1-2 エコ電力研究センターの設備

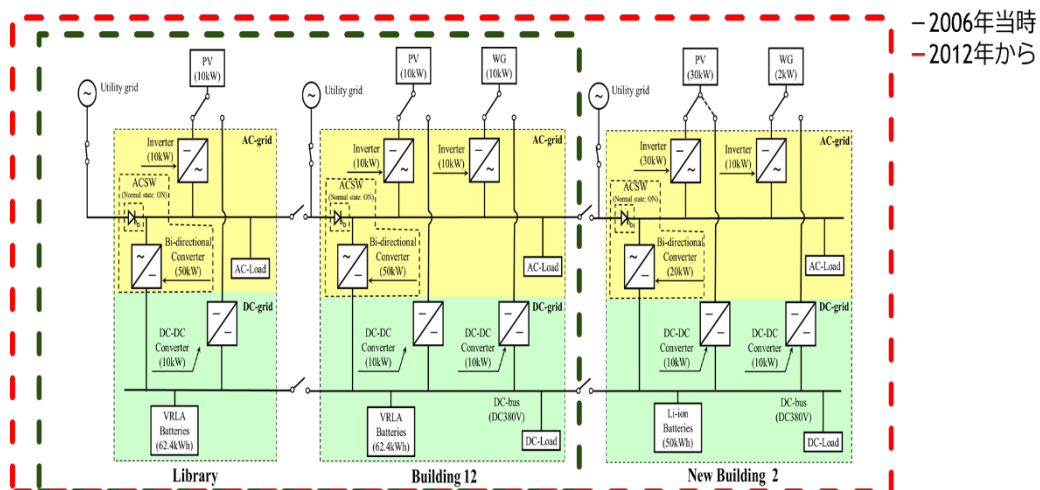
研究施設の名称：エコ電力研究センター

(愛知県豊田市八草町八千草 1247 愛知工業大学内)

エコ電力研究センターは、キャンパス内に講義・実験棟、図書館の3棟からなるマイクロ・スマートグリッドシステム、新2号館1階にモニター室などを保有している。図に示すように、本システムは交流系統と直流系統を有している。



キャンパス内に構築したマイクロ・スマートグリッド



構成線図

1-2-1 学内設備詳細

○新2号館の設備

・太陽光発電装置



屋上の太陽光パネル

新2号館屋上に40kW DCの太陽光発電装置を導入している。この装置の系統連系装置（PCS）は、山洋電気製を導入し、10kWごとにシステムを組んでいる。このためPCSは4種類の異なる機種を導入し特徴比較が可能である。さらに、20kWを直流連系とし20kWを交流連系など系統構成の変更が可能となっている。

太陽光パネルは京セラ製、傾斜角度は約10度である。

・風力発電装置



垂直軸型風力発電装置

新2号館屋上に導入した垂直軸型風力発電装置である。垂直軸であるため羽と支柱の金切り音がなく、静音であるという特徴がある。さらに起動特性を向上するために5枚ばねとした。この風力発電システムは屋上に設置したため、防振対策として3次元対応のダンパーを導入している。これにより風力発電の回転時の振動を抑制している。

この風力発電の定格は2kWであり、系統連系装置は山洋電気製を使用しており、このシステムも交流連系と直流連系を可能とした装置である。

小形風力発電装置はエネルギープロダクト製である。

・蓄電装置



リチウムイオン電池装置

新2号館1階のモニター室にリチウムイオン電池を導入している。容量は50kVAであり太陽光発電装置、風力発電装置の出力変動対策、電力需要のピークカット、ピークシフト、事業継続計画（BCP）対応としても対応できる。

電池本体は新神戸電機製、蓄電池マネジメントシステムは日立化成製である。

・グリッド管理装置



グリッド管理装置(20kVA)

新2号館を用いたマイクログリッドの実験を実施するため、グリッド管理装置を導入している。容量としては20kVAであるため供給範囲が限定されるが、新2号館のマイクログリッドを実現できている。

この装置は、系統連系運転—自立運転を無瞬断にて実施することが可能であるため、新2号館1階、一部フロアの事業継続(BCP)対策にも活用している。参考までに全国の避難所や電気自動車給電システムの一部にも使用され、現在100台程度販売されている。

この装置は山洋電気製であり、愛知工業大学、NTTファシリティーズ、山洋電気の3社にて開発した。

・照明制御



研究室内の例

新2号館の各研究室、講義室には、LED照明制御のために、照明センサーが導入されている。このセンサーにより昼間と夜間で明るさを制御できる。

LED照明と照明センサーはパナソニック製である。



(a)昼間



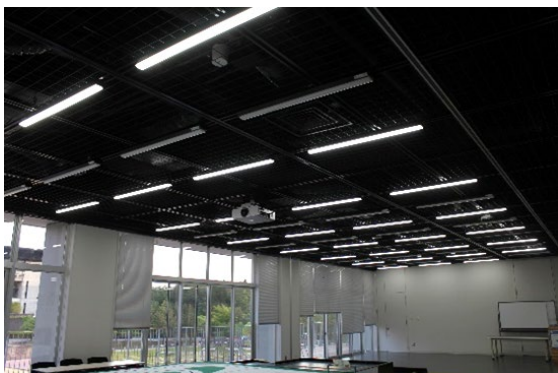
(b)夜間

LED照明の例

左が昼間、右が夜間の照明の状態である。昼間は夜間と比べると照度が低いことがわかる。

この制御を利活用することにより、省エネ効果に貢献できる可能性がある。

・ 直流給配電システム



新 2 号館1階に導入した直流 LED 照明

新 2 号館には直流給電システムを導入している。特に直流負荷として LED 照明設備を導入した。

さらに、直流給電対応の液晶テレビや冷蔵庫、空調設備をモニター室に導入し実用化に向けた研究に取り組んでいる。

LED 照明は、東芝ライテック製であり、施工は NTT ファシリティーズである。



(a)直流スイッチ



(b)直流コンセント

直流スイッチとコンセント

直流給電用として直流スイッチ、直流用コンセントも試験運用している。

スイッチは河村電器産業製、コンセントは NTT ファシリティーズ製である。

・ 電気自動車の給電装置



新 2 号館前での EV 給電の実験風景

新 2 号館入口に、電気自動車の給電装置の端子を導入している。この端子は直流給電用と交流給電用の二種類を導入している。

また、EV と新 2 号館での電力需給ができるよう設備導入している。

給電装置は、椿本チェーン製である。

○12 号館の設備
・太陽光システム



単結晶型太陽光パネル

12 号館屋上には 2 種類の太陽光発電装置を導入している。一つは単結晶型であり、もうひとつは多結晶型である。

単結晶は傾斜角度を 30 度としている。発電容量は各々 10kWDC である。

系統連系装置は山洋電気製である。ここで発電した電力は、図書館に給電している。太陽光パネルはシャープ製である。



多結晶型太陽光発電パネル

多結晶型太陽光発電装置の発電容量は 10 kW である。電力は主に 12 号館に供給している。

系統連系装置は山洋電気製、太陽光パネルは京セラ製である。

・気象観測装置



日射量と分光計測器

12 号館屋上には太陽光発電装置の性能評価を実施するために気象観測装置を導入している。具体的には、日射量計、傾斜日射量計、直達日射量計、高速日射量計分光計を設置している。

気象観測装置は栄弘精機製である。



3 次元風速計



気圧計



雨量計



雲量計

気象観測装置

- ・ 12 号館電気室



分電盤

12 号館電気室には、直流系統と交流系統を切替えるために分電盤を導入している。この分電盤は中立電機製で本プロジェクトのために特別に設計製作されている。

また、本学の自家用発電所の連系制御も可能なように 12 号館の電力需要量を学内の自家用発電所に送信し、負荷追従が可能であり、分電盤は各配線を計測できるよう考慮している。

- ・ 図書館の設備



水力発電の研究をするために、クロスフロー型のマイクロ水力発電装置を旧ボイラー室の屋根を水槽としてシステムを構築した。水の落差から最大発電量が 500W 程度となっている。

マイクロ水車はシンフォニアテクノロジー製である。

マイクロ水力発電装置

- ・ 蓄電装置



設置している鉛蓄電池

図書館の旧ボイラー室に、鉛蓄電池 120kWh を導入している。電池は 12V50Ah を 24 直列 4 並列のユニット 2 セットで構成している。

鉛蓄電池は、エナジーウィズ製である。

○総合技術研究所前の設備

・直流スマートファクトリ実験装置



直流スマートファクトリ実験装置

総合研究所前に設置した直流スマートファクトリ実験装置は垂直軸型風力発電 10kW、EV 給電装置、次世代半導体を用いた DC/DC 変換装置、特殊多相化変圧器、直流負荷機器などから構成している。これらは 12 号館とも専用配電線で連系している。

デザインは建築学科の武田美恵先生で、4 台の構成は春夏秋冬のサインとなっており、本学の特徴を示している。



直流負荷機器の例

また、実験装置に導入した直流負荷機器は、LED 照明、冷蔵庫、空調機器、液晶テレビ、ブローアなどである。保護装置として、DC 分電盤なども導入している

○エコ電力研究センターの設備

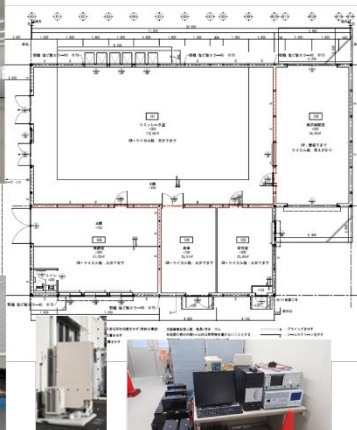


外観

センター内部



シミュレータ室



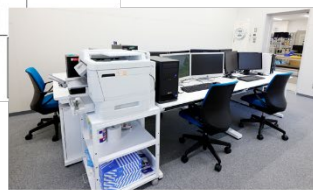
風洞実験室



直流給配電・EV給電実験室



大型MG実験装置・
蓄電池再生実験室



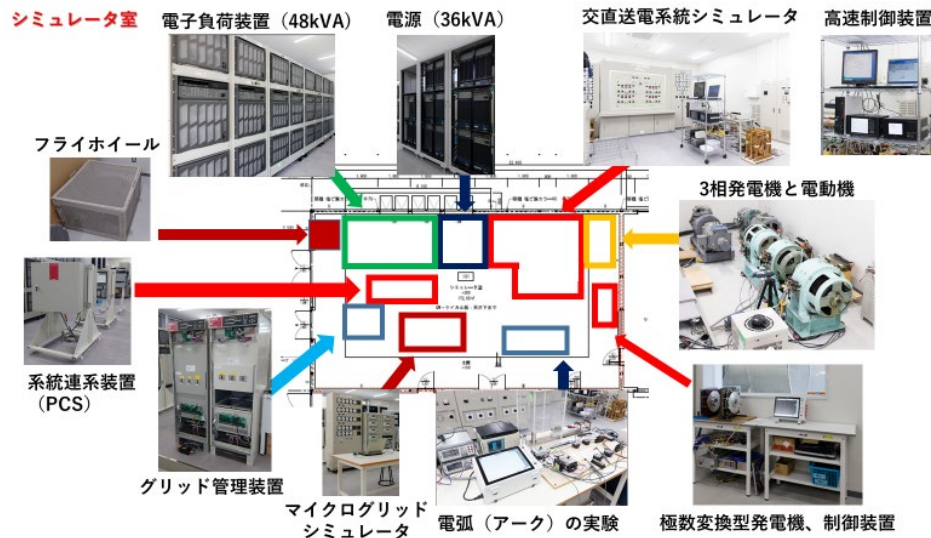
データ解析の部屋

内部

新エコ電力研究センター

- ・送電系統シミュレータ室

交直送電系統シミュレータ、発電機の自動電圧調整器、調速機を制御する DSP を用いた高速制御装置、3 相の電動機と発電機、30kVA－90 秒のフライホイール、系統連系装置、電子負荷、安定化電源、グリッド管理装置、マイクログリッドシミュレータ、電弧の実験装置などから構成している。これらの装置の組み合わせにより、電力系統および配電系統の実験が可能となっている。

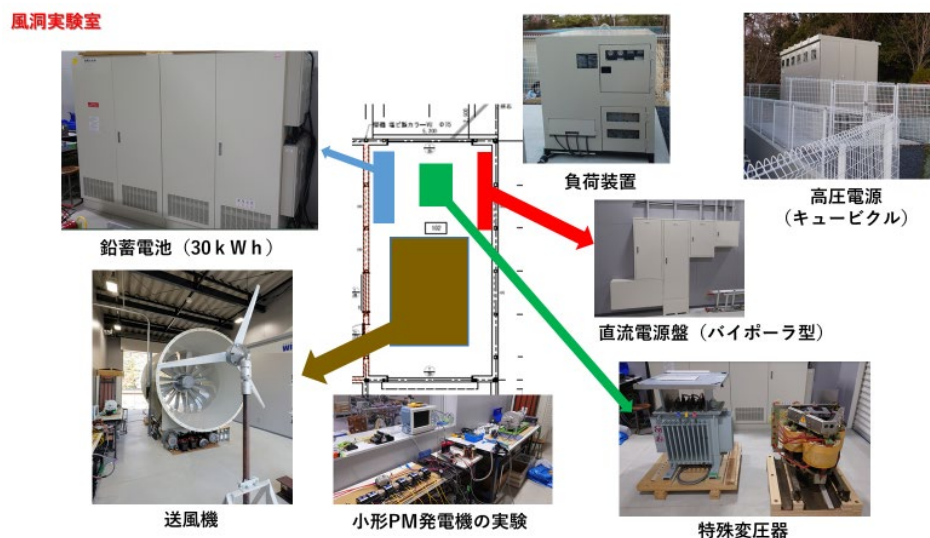


送電系統シミュレータ室

- ・風洞実験室

300kW の交流負荷装置、鉛蓄電池 30kWh、特殊変圧器、小型 PM 発電機、大型送風機から構成している。大型送風機は時速 90km の風速を出力することができる。

また、屋外に設置した高圧電源装置から直流分電盤に直流電力として 1500VDC、100A を給電できるものとしている。



風洞実験室の設備

・直流給配電-給電装置開発室

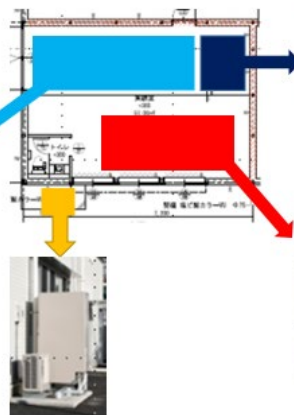
ここではEV用給電装置の開発、次世代半導体を用いた電力変換装置、特殊巻線型変圧器の開発を実施している。

屋外にはエコ給湯器も導入し、電気エネルギーを電力として蓄えるだけでなく熱エネルギーとしても蓄える実験が可能である。

直流給配電：
給電装置開発



次世代給電システムの開発
(V2X)



エコ給湯



特殊変圧器の開発



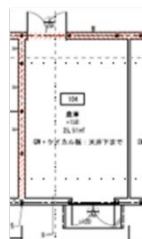
電力変換装置の開発

直流給配電・EV 給電装置の開発室

・大型 MG 実験装置-蓄電池再生技術室

ここでは鉛蓄電池の再生と、同期発電機のミニモデルを用いた実験が可能となっている。特に、ミニモデルに関しては回転子巻線を2つに分類したスプリットワイヤー方式を活用する予定である。

大型MG実験装置：
蓄電池再生技術室

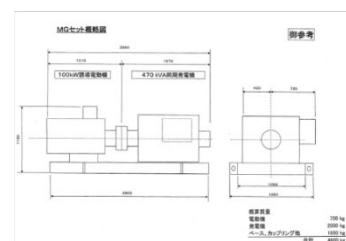
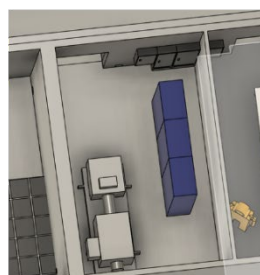


蓄電池再生試験

次世代発電機の実施

200MVAの発電機のミニモデルを
導入予定

470kVAの実験用発電機



大型 MG 実験装置-鉛蓄電池再生技術室