

電気工学の未来、ここから動き出す。

— パワーアカデミー研究マップ

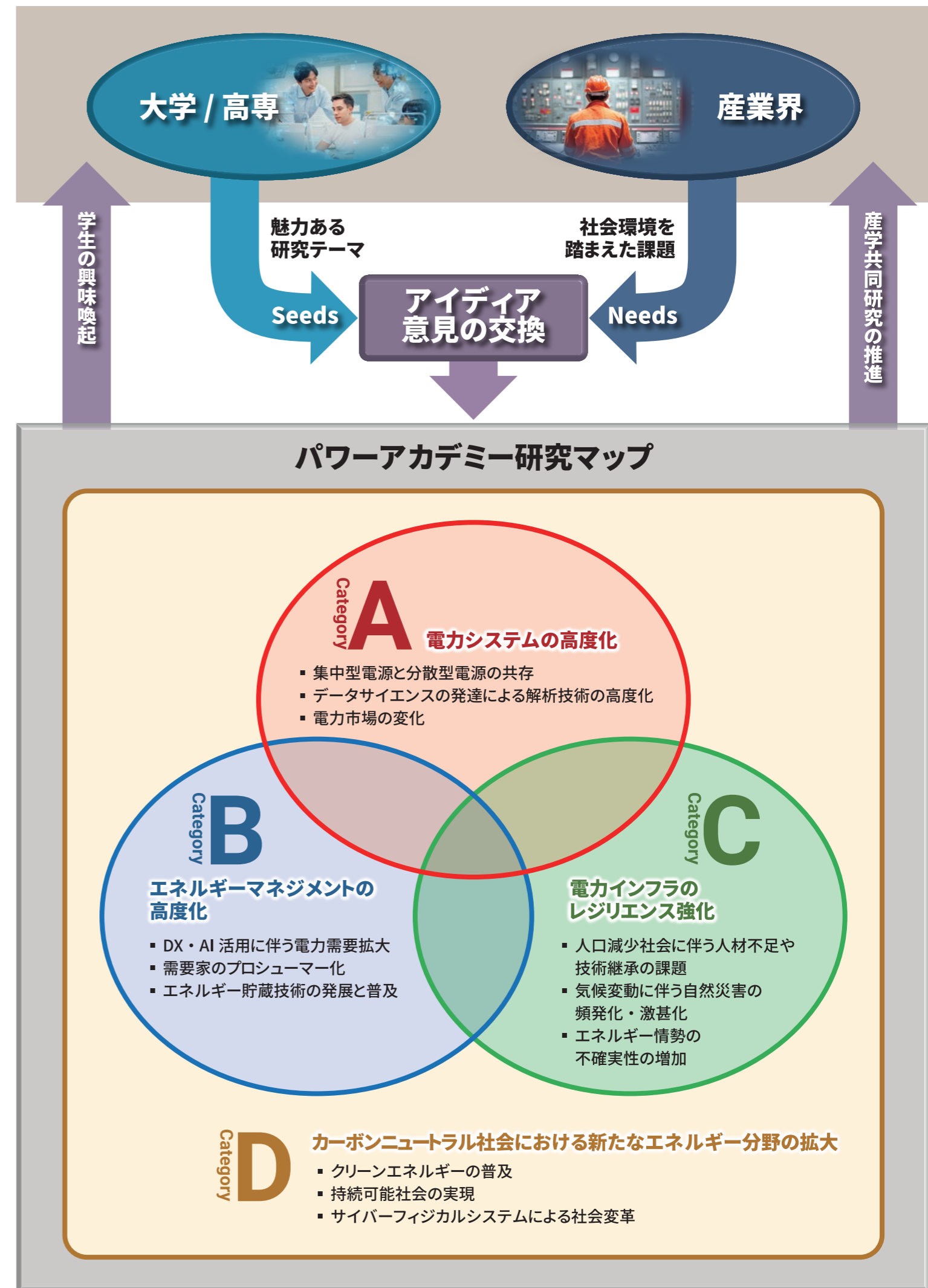
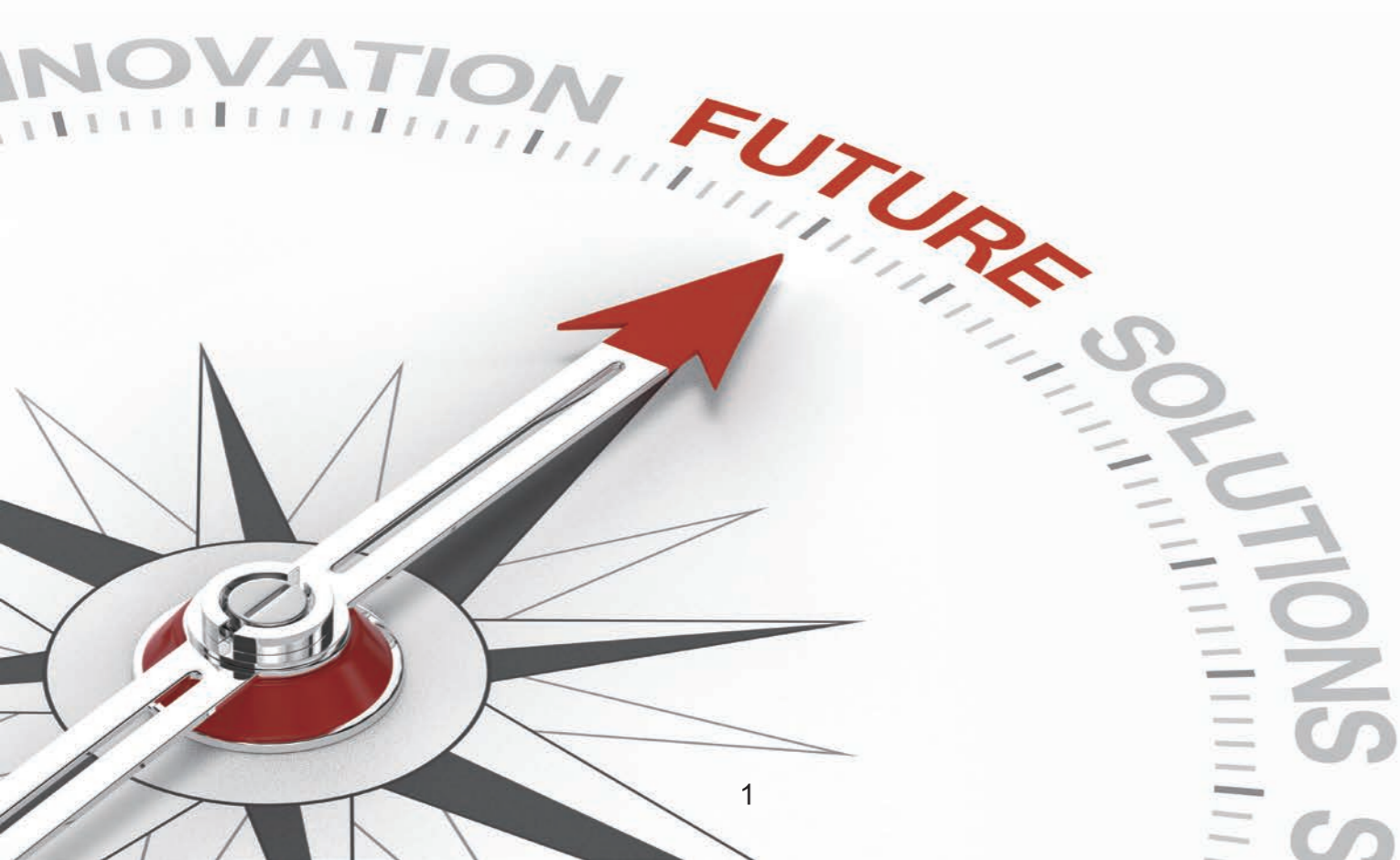
「パワーアカデミー研究マップ」は、カーボンニュートラル時代に求められる電気工学の技術と、大学・高専で進む最先端の研究テーマをつなぐ“未来案内図”です。

エネルギーの安定供給、再エネの導入拡大、デジタル化、電力インフラの強靱化——産業界が抱えるリアルな課題と、アカデミアの自由な発想を結び合わせることで、「次に挑むべき研究」のヒントを見つけることができます。

このマップは、国の関係機関、大学関係者、そして社会に向けて、電気工学がカーボンニュートラル社会の実現に貢献する姿勢を示すツールでもあります。企業と大学、さらに大学同士をつなぎ、新たな研究プロジェクトや共同研究のきっかけを生み出します。

2007年の Version 1 から進化を続け、最新版の Version 4.0 では内容をさらにアップデート。これからも産学が協力して、使いやすく、学びや発見につながるツールへと育てていきます。

電気工学の未来、ここから動き出す。
あなたの研究が、その一歩をつくれます。



電力システムの高度化

20 世紀における電力システムは電源の大容量化・送電線の高電圧化といった、大型・集中化を軸に技術発展を遂げてきた。一方で、カーボンニュートラル社会の実現に向けて、近年は再生可能エネルギーなどの分散型電源の大量導入が進展している。こうした変化の中で、従来の集中型システムと分散型電源システムの調和を図りつつ、電力システムの安定性を確保し、運用を高度化していくことが、今後の電力システムにおける重要な課題となっている。

前提となる社会環境

集中型電源と分散型電源の共存

データサイエンスの発達による解析技術の高度化

電力市場の変化

社会環境を踏まえた課題

A-1 遠距離大容量送電と地産地消のベストミックス

A-2 出力変動電源・非同期電源の増大に向けた電力調整技術の確立

A-3 電力市場を活用した経済かつ柔軟で安定した電力供給の実現

研究項目

- 長距離大容量送電技術の向上
- 小型・省スペース送電設備の高効率利用技術の開発
- 電力システムの運用・制御の高度化
- 電力システムの安定性・電力品質の確保
- 先進的スマートグリッド技術の開発
- エネルギーミックスの最適化
- 電力取引増加に対応する解析・評価手法の開発



技術キーワード

直流送配電機器、送変電機器、発電機器制御技術、直流遮断器、直流開閉器、DC/AC コンバータ、交直変換器制御技術、系統制御技術
超電導線材、超電導機器 (SMES、変圧器、限流器)、超電導ケーブル

確率的・統計的処理を用いた系統解析・系統運用・系統制御技術、配電系統電圧制御手法、次世代電圧制御技術、電力品質評価技術、系統構成機器、事故時の系統安定化技術、系統復旧操作支援技術

PCS、系統用蓄電池、同期調相機、フライホイール、疑似慣性、グリッドフォーミング、短絡容量

スマートグリッド、マイクログリッド、リアルタイム系統監視・制御システム、オンライン状態推定・予防制御システム、ICT 技術、高速通信技術、IoT

場評価取引量・価格変動予測手法、系統計画・運用計画手法、設備投資リスク・シミュレーション手法、VPP、P2P 取引

エネルギーマネジメントの高度化

再生可能エネルギーの大量導入に伴い、電力需要家は単なる消費者から、自ら電力を生産するプロシューマへと変化し、電力エネルギーシステムを構成する重要な主体となりつつある。また、DX や AI の進展によりエネルギー需要のさらなる拡大が見込まれる中、供給側の整備だけでなく、需給一体の視点から高効率なエネルギーマネジメントが不可欠となっている。

前提となる社会環境

DX・AI 活用に伴う電力需要拡大

需要家のプロシューマ化

エネルギー貯蔵技術の発展と普及

社会環境を踏まえた課題

B-1 DX 社会に向けた確実なエネルギー供給

B-2 発電側・需要側が一体となった電力管理

B-3 需要側の電力供給の信頼性・電力品質の確保

研究項目

- 高機能・高効率発電技術の開発
- エネルギー・ストレージ技術の高度化・最適化
- 分散型エネルギーリソースの更なる活用
- セクターカップリングによるエネルギーマネジメントシステムの高度化
- 電力品質管理の高度化



技術キーワード

核融合発電、小型モジュール原子炉、次世代太陽光発電、宇宙太陽光発電、水素・アンモニア発電、高効率ガスタービン、超臨界 CO2 サイクル発電、営農発電

高エネルギー密度・長寿命・低コストバッテリー、熱エネルギー貯蔵、揚水発電、電力貯蔵システム、燃料電池

デマンドレスポンス制御技術、セクターカップリング、ICT、IoT、ビッグデータ、AI、需給予測手法、エネルギー需給最適化制御技術、ブロックチェーン、電力市場、アグリゲータ、需要家サービス、スマートメータデータ

xEMS、スマートホーム、省エネ効果検証、ZEB/ZEH、直流給電、無停電電源装置

電力インフラのレジリエンス強化

気候変動の影響により自然災害が激甚化・頻発化する中、災害対策の高度化や早期復旧手法の確立により、電力インフラのレジリエンスを強化することが求められている。また、高度経済成長期に整備された電力設備の老朽化が進む一方で、人口減少社会においては、設備診断や保守技術の継承が大きな課題となっている。これらの課題に対応するためには、DX や AI を活用したスマート保安技術の確立が不可欠である。

前提となる社会環境

人口減少社会に伴う
人材不足や技術継承の課題

気候変動に伴う
自然災害の頻発化・激甚化

エネルギー情勢の
不確実性の増加

社会環境を踏まえた課題

C-1 スマート保安技術の確立

C-2 電力システムの
強靱化・信頼性向上

C-3 エネルギーセキュリティの
確保

研究項目

- 事故未然防止のための設備診断・監視技術の高度化
- 信頼性とライフサイクルコストを考慮した設備の構築・保守手法の確立
- 自然災害対策・事故復旧手法の高度化
- 新たな高機能絶縁技術・消弧方式の開発
- 高効率・高性能・多機能な機器の開発



技術キーワード

作業用ロボット、ドローン、センサ、非破壊検査技術、IoT、ビッグデータ、分析プラットフォーム、AI、故障予兆診断、設備計画手法（アセットマネジメント）、デジタルツイン、サイバーセキュリティ、次世代スマートメーター、NILM 技術

雷害保護システム、電磁界計測、塩害・雪害対策、過酷事象対策、災害情報のリアルタイム共有化、系統保護機器、事故点評定、事故復旧手法
低ノイズ化、高調波電流抑制、インバータサージ対策

放電・絶縁破壊、プラズマ、代替絶縁ガス、直流アーク遮断、ハイブリッド DC 遮断器

傾斜機能材料（FGM）、ナノコンポジット材料、電気絶縁診断技術、高精度余寿命評価手法

電力変換器、次世代半導体デバイス、アクチュエーター、ケーブルの長径化、変圧器の容量最適化、高性能電動機

カーボンニュートラル社会における 新たなエネルギー分野の拡大

2050年のカーボンニュートラル社会の実現に向けては、温室効果ガス排出量の大幅な削減が不可欠である。そのためには、電源の脱炭素化や需要側の電化促進に加え、水素・アンモニア・CCUSなどの新たなエネルギー技術の導入と、産業部門や運輸部門との連携が求められる。こうした取り組みを加速するためには、従来の電気工学分野にとどまらず、関連領域を含めた分野横断的な研究を推進し、エネルギー分野全体の革新的拡大を図ることが重要である。

前提となる社会環境

クリーンエネルギーの普及

持続可能社会の実現

サイバーフィジカルシステムによる
社会変革

社会環境を踏まえた課題

D-1 CO₂フリー電源の主電源化

D-2 電化推進による産業・
運輸部門の脱炭素化

D-3 環境負荷低減技術の導入

D-4 イノベーション促進による
エネルギー分野の拡大

研究項目

- CO₂フリー電源の高効率利用技術の開発
- CO₂フリー電源の安定的・経済的な利用技術の開発
- 水素・アンモニア等の製造・利用技術の開発
- 熱源の脱炭素化・熱損失の改善技術の開発
- 電気エネルギーを活用する新技術の創出
- 運輸部門の電化拡大に向けた新技術の開発
- 環境負荷低減のための電力機器開発
- CNに向けた革新的技術の開発



技術キーワード

太陽光発電、風力発電、海洋エネルギー、水力発電、地熱発電、バイオマス発電、廃棄物発電、環境調和非化石発電、水素製造・利用技術、合成燃料、廃熱回収・利用技術、エナジーハーベスティング技術

出力把握・予測手法、次世代直流給配電システム、再エネ機器の安全性、余寿命評価方法、CN を実現する社会制度・市場設計、カーボンクレジット、排出量取引

蓄熱式ヒートポンプ、COP 効率、寒冷地対応機器、蒸気製造技術、エレクトロヒート

省エネ・リサイクル技術、無線送電技術、省エネルギー照明・光源、環境保全技術、医療機器応用技術

電気自動車、電動航空機、電動船舶、直流鉄道、電動建設機械、充電インフラ、次世代交通システム、自動運転技術、走行中給電

SF6代替技術、環境調和型電力機器、絶縁材料、植物油、マテリアルリサイクル、DC の冷却技術

人工知能、機械学習、量子コンピューティング、生命工学、高性能材料、CCUS、Power-to-X、Power-to-Fuel、スマート農業、マイクロ波送電、DAC、CO₂分離・回収技術、貯蔵技術、カーボンリサイクル、次世代通信技術、炭素固定化