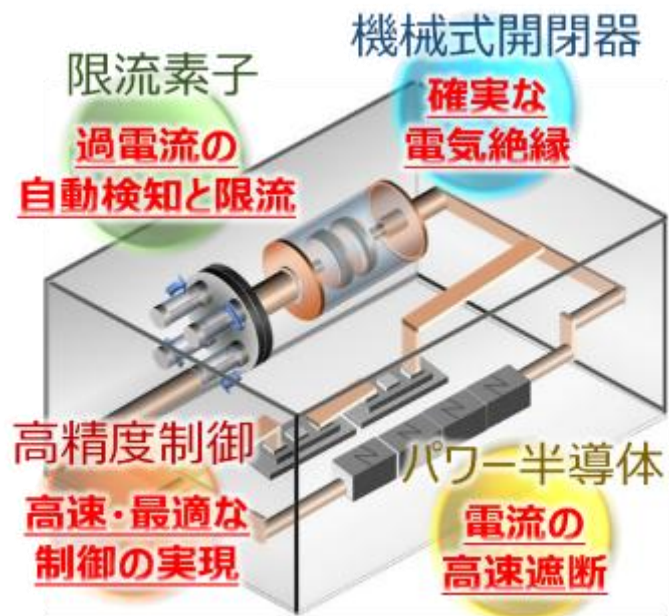


MEET UP CHUBU Vol. 57 モビリティ with Map-Nagoya

未踏チャレンジ

～新型直流遮断器によるeモビリティの安全革命～

あらゆるeモビリティを電氣的な事故から低コストで安全に
保護可能な小型遮断器(保護装置)を紹介します

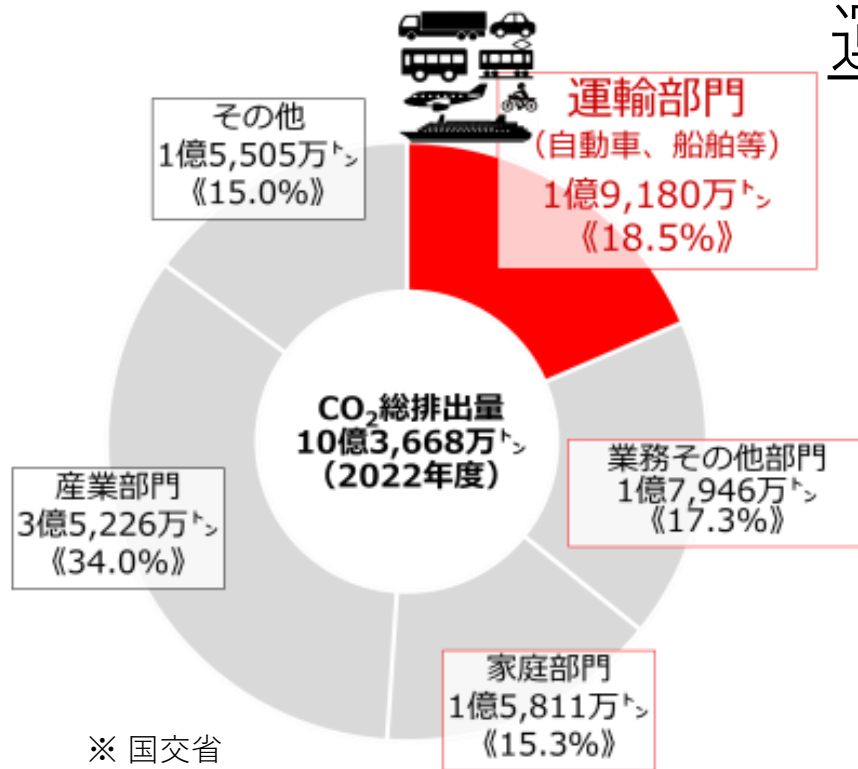


名古屋大学 大学院工学研究科
助教 兒玉 直人
(未踏チャレンジ 副代表)

埼玉大学 大学院理工学研究科
准教授 稲田 優貴
(未踏チャレンジ 代表)

再生可能エネルギーの利用で増加する「直流」設備

運輸部門の脱CO₂のために増加するeモビリティ



eモビリティの普及のためには性能の向上以外にも
「搭乗者の安全性の確保」が至上命題

eモビリティの安全性を脅かす電気事故と電気火災



21年4月17日、米国テキサス州で起きたEVによる事故の経過

時刻	経過時間	経過
21:25	0:00	火災発見
21:36	0:11	消火開始
21:39	0:14	一旦鎮火
22:00	0:35	再燃 、再消火開始
22:15	0:50	火災継続。粉末消火器は効果なし。
0:15	2:50	重機で車をつり上げてバッテリーを 水で直接冷却
3:00	5:50	鎮火
4:36	7:11	事故現場から撤収

- eモビリティの短絡事故などで起こる電気火災は鎮火しにくい！
- 短絡事故などで発生する異常電流を即時に遮断することが必要。

安全のための装置：直流遮断器、リレー、ヒューズ

eモビリティごとに異なる保護設備が使用されている



リレー
(開閉素子)



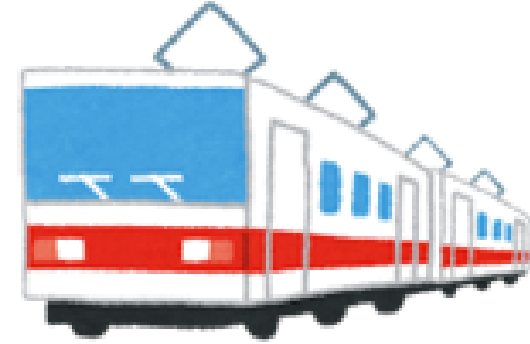
※ Panasonic



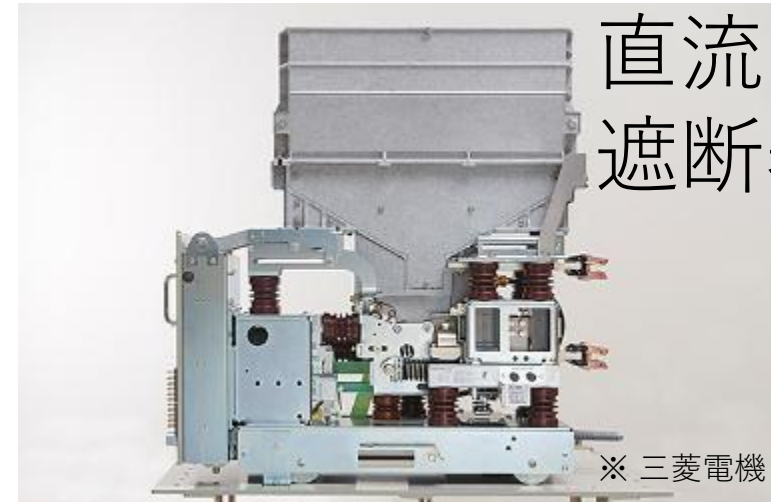
ヒューズ
(限流素子)



※ 太平洋精工



直流高速
遮断器



※ 三菱電機

eモビリティの保護に使い続けるためには深刻な課題が存在

EVや電動化建機の保護の課題

高電圧・大電流遮断への対応させた際の大型化(特にヒューズ)



リレー
(開閉素子)



※ Panasonic

ヒューズ
(限流素子)



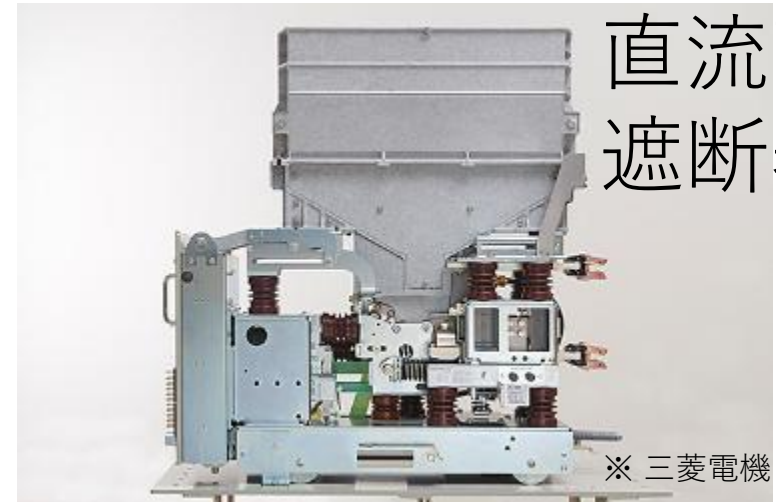
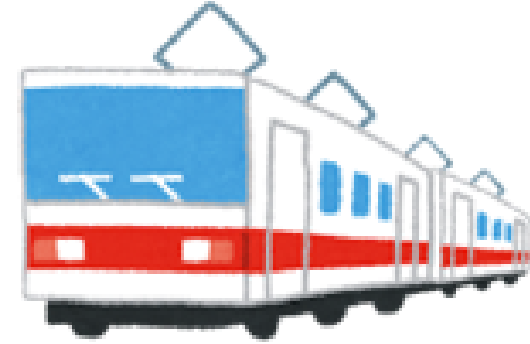
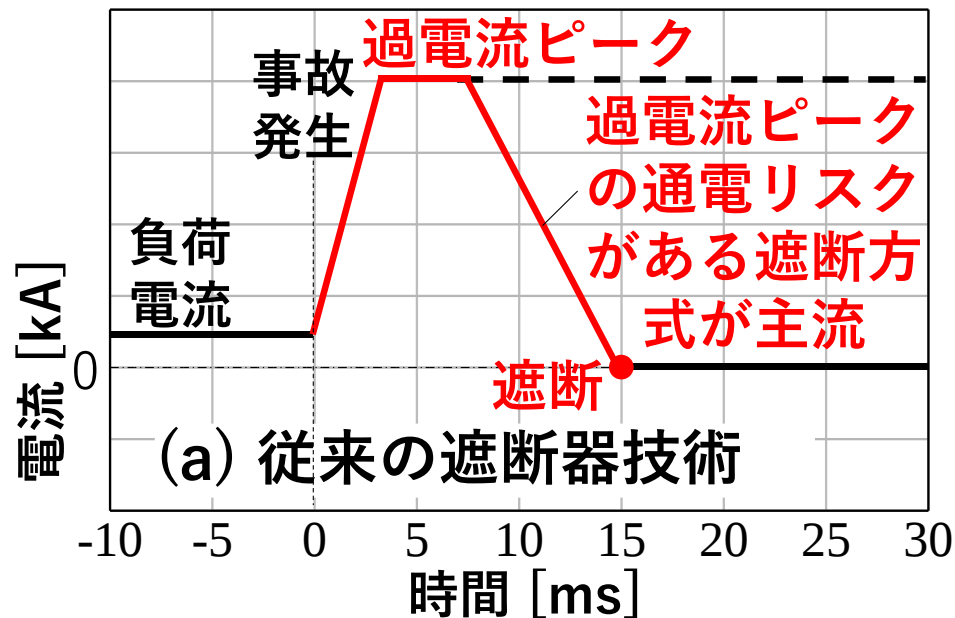
※ 太平洋精工



保護機器の大型化に伴いeモビリティの
電源ユニットやインバータユニットも大型化

電気鉄道の保護の課題

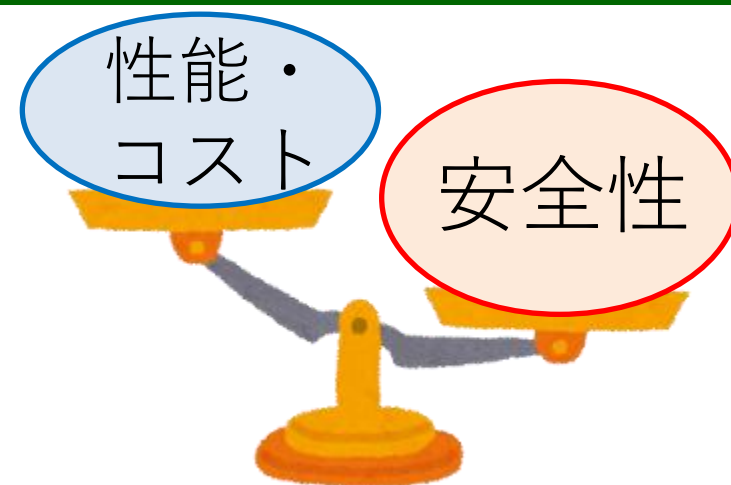
異常電流を遮断する過程で異常電流のピークの通電リスクがある



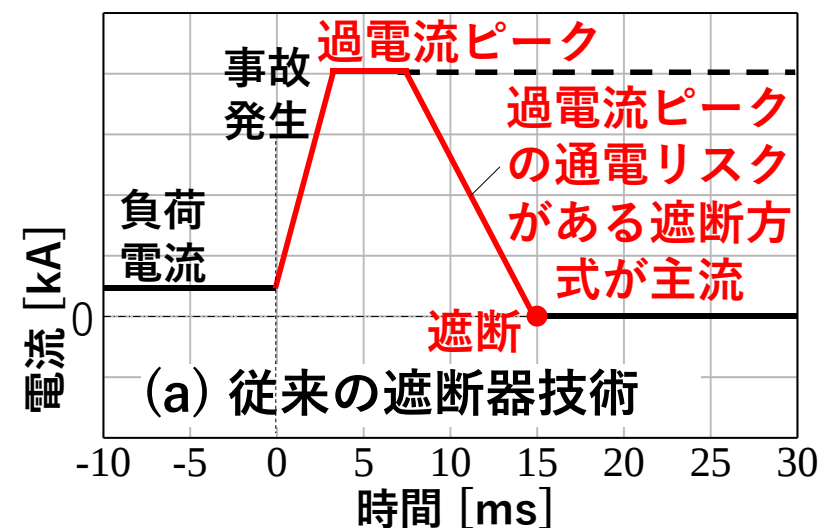
異常電流ピーク通電に対する余剰設計が保護される設備に必要。
(保護される設備の高コスト化・大型化)

eモビリティの電気事故対策の問題

① eモビリティを運用するうえでの
「性能・コスト」と「安全性」が
トレードオフの関係。



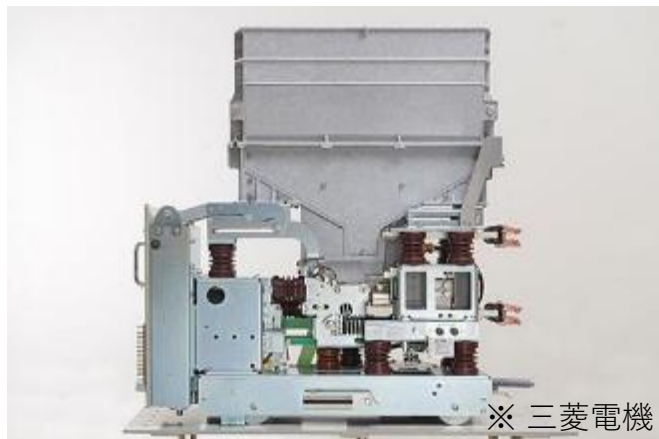
② eモビリティへの異常電流ピーク
(通常電流の10倍以上)の通電リスク
をゼロにできる直流遮断器が無い。



これらの問題を解決することで安全性を更に高めたうえで
eモビリティの性能向上・コスト低減が可能

電気回路の保護機器が得意なことと苦手なこと

遮断器・開閉器



限流素子
(ヒューズ)



パワー
半導体遮断器



得意な
こと

電気絶縁

大きな電流の
抑制(限流)・
異常電流検知

小さな電流
の遮断

苦手な
こと

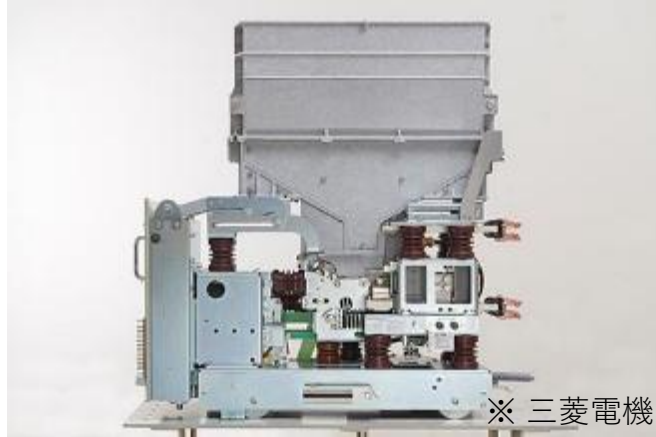
素早い動作

電流の遮断や
電気絶縁

大きな電流
の抑制や遮断

なぜeモビリティの保護の問題が起こるのか

遮断器・開閉器



限流素子
(ヒューズ)



パワー
半導体遮断器



得意な

電気絶縁

大きな電流の

抑制(限流)・

小さな電流

一つの保護機器に不得意な役割まで担わせていることが原因

苦手な
こと

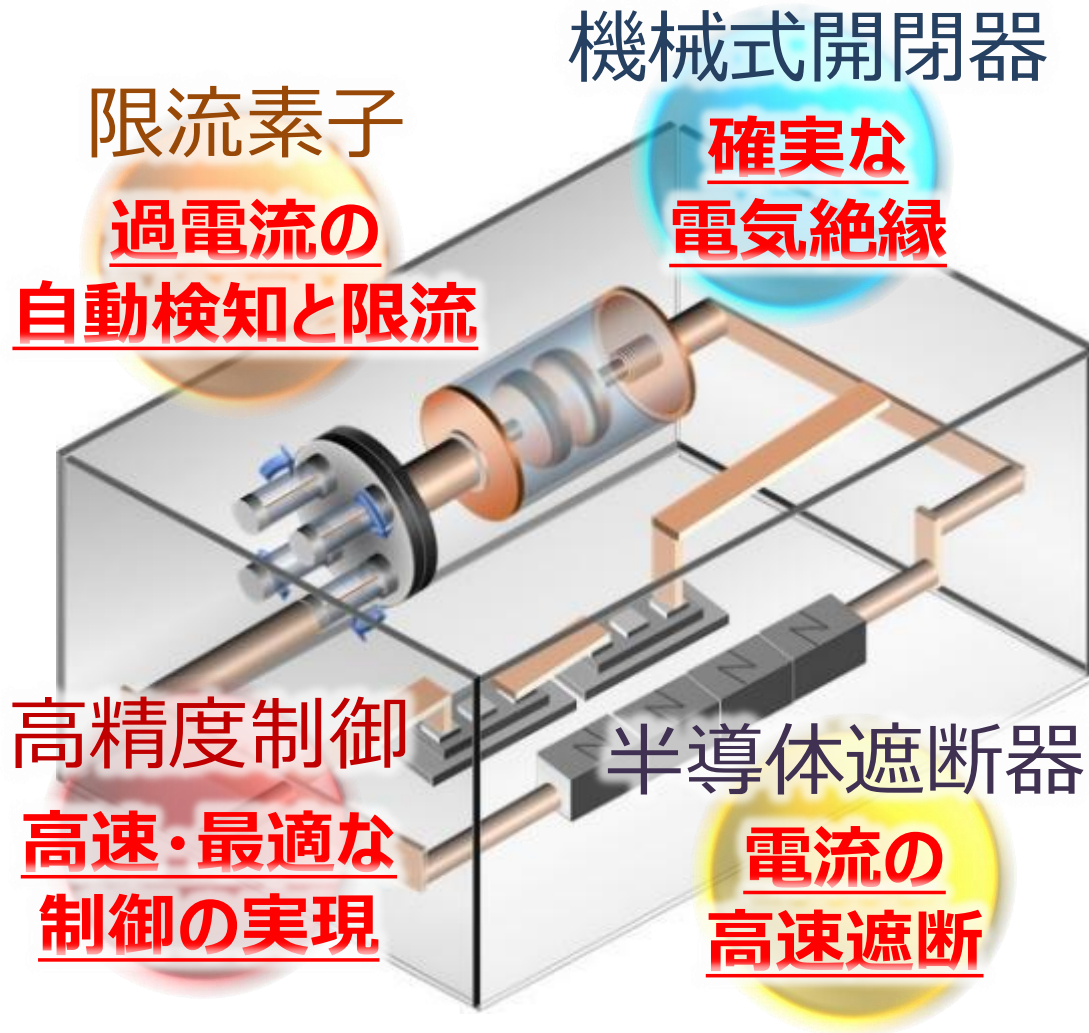
素早い動作

電流の遮断や
電気絶縁

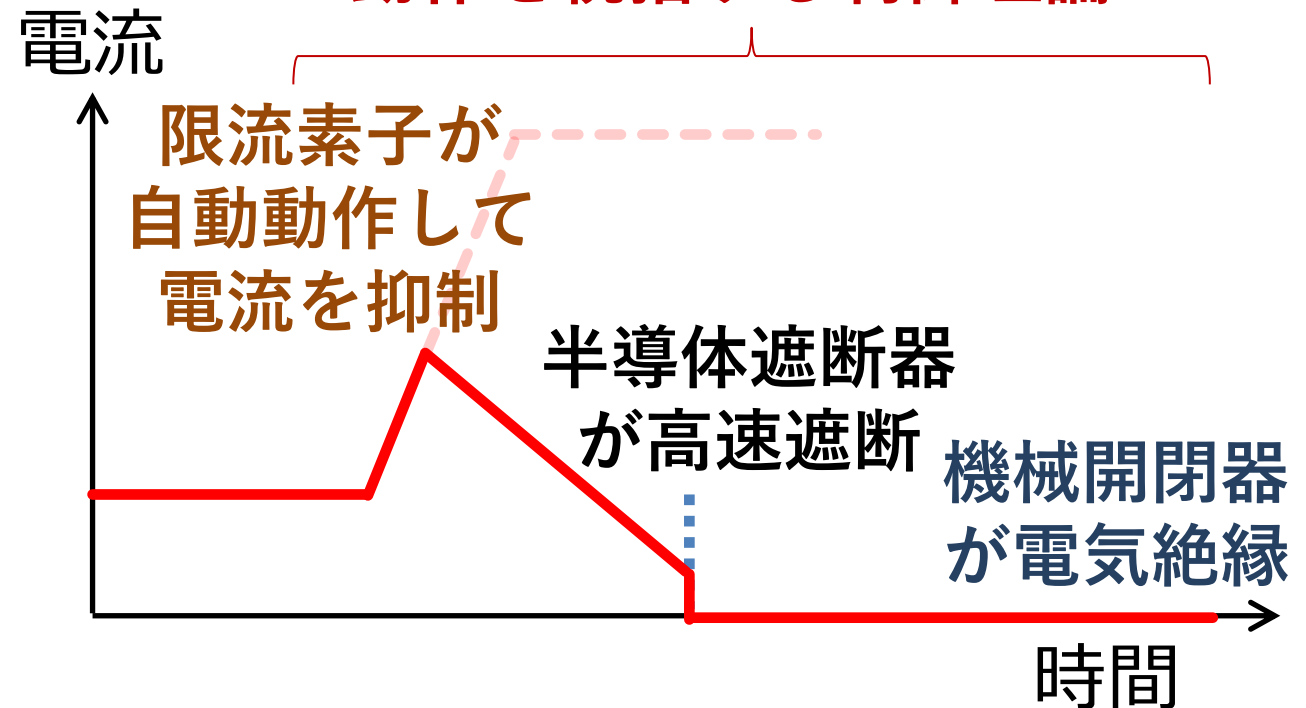
大きな電流
の抑制や遮断

我々が提案するソリューション

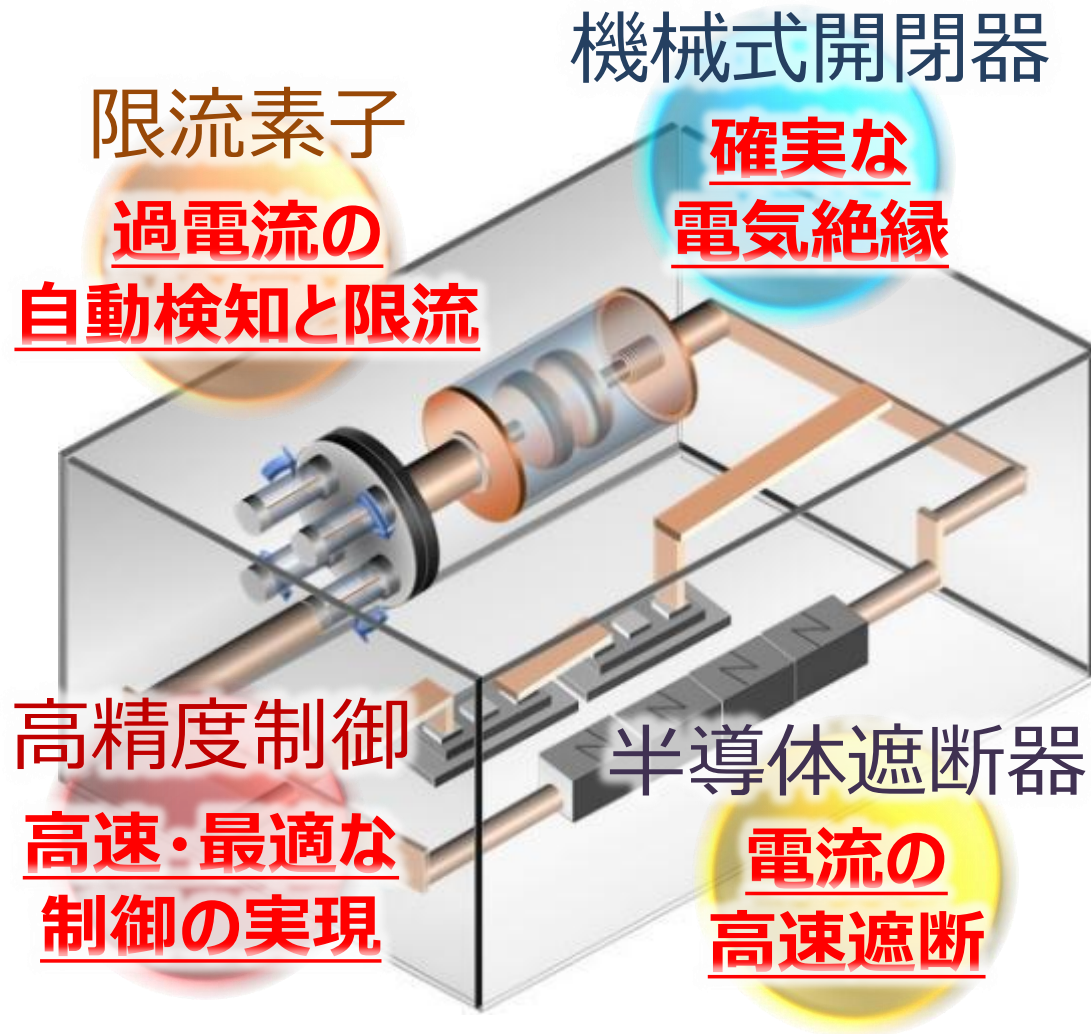
各保護機器の得意なことだけを
を生かして連携する
一つのデバイスとして統合。



動作を統括する制御理論

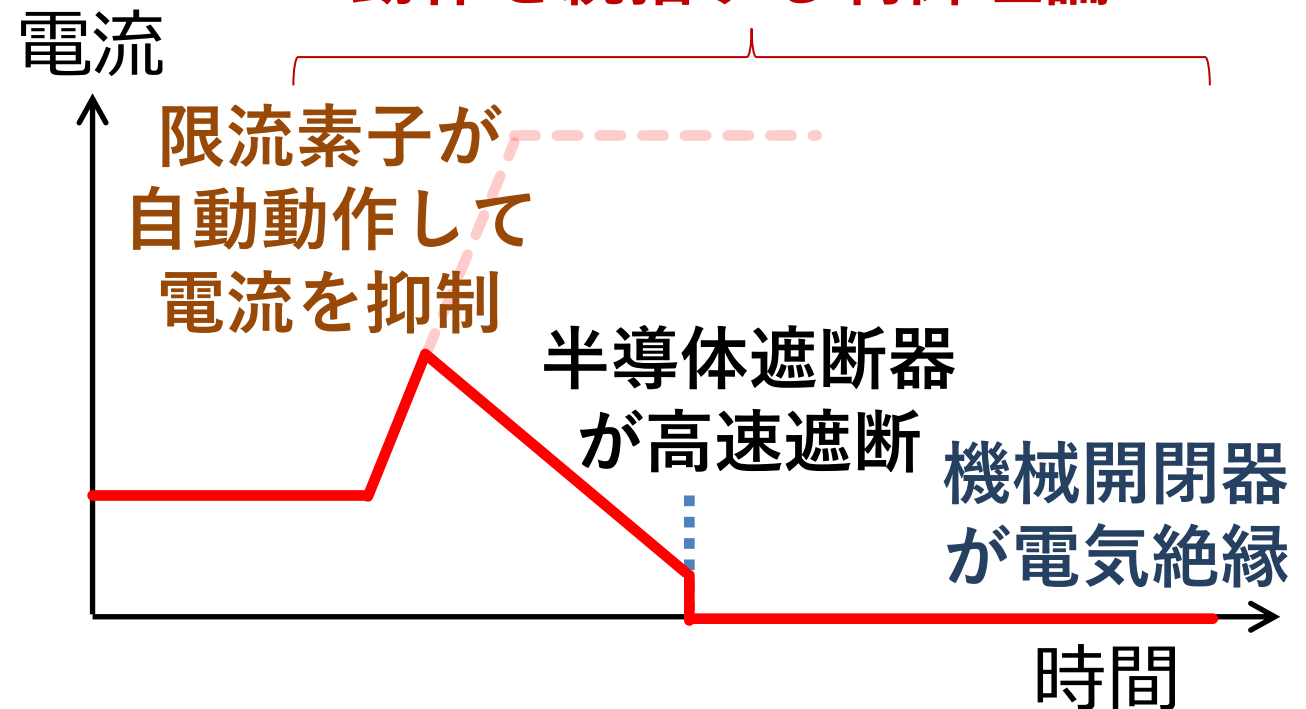


特徴：事故電流を即座に促成

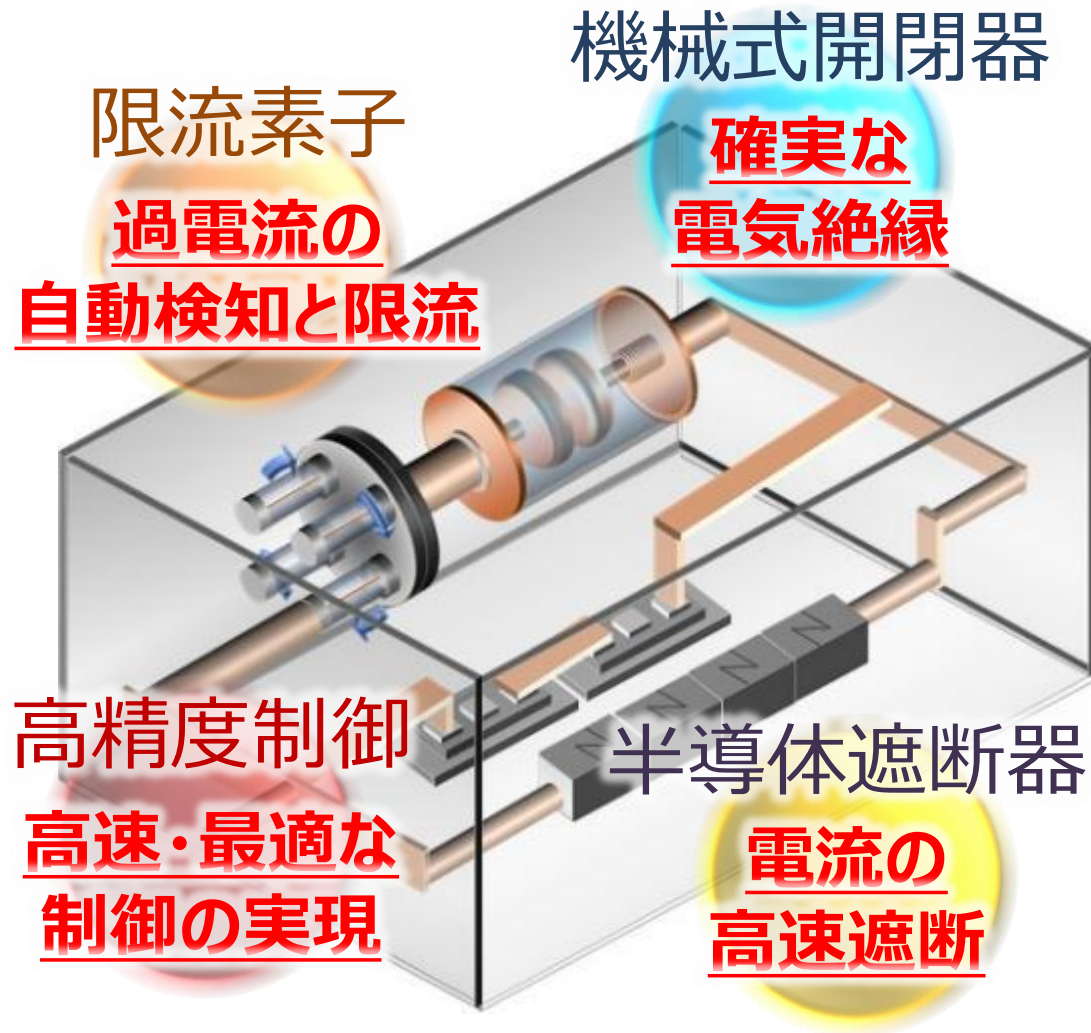


限流素子が異常電流を
自動検知して即座に抑制
(完全なセンサーレス動作)

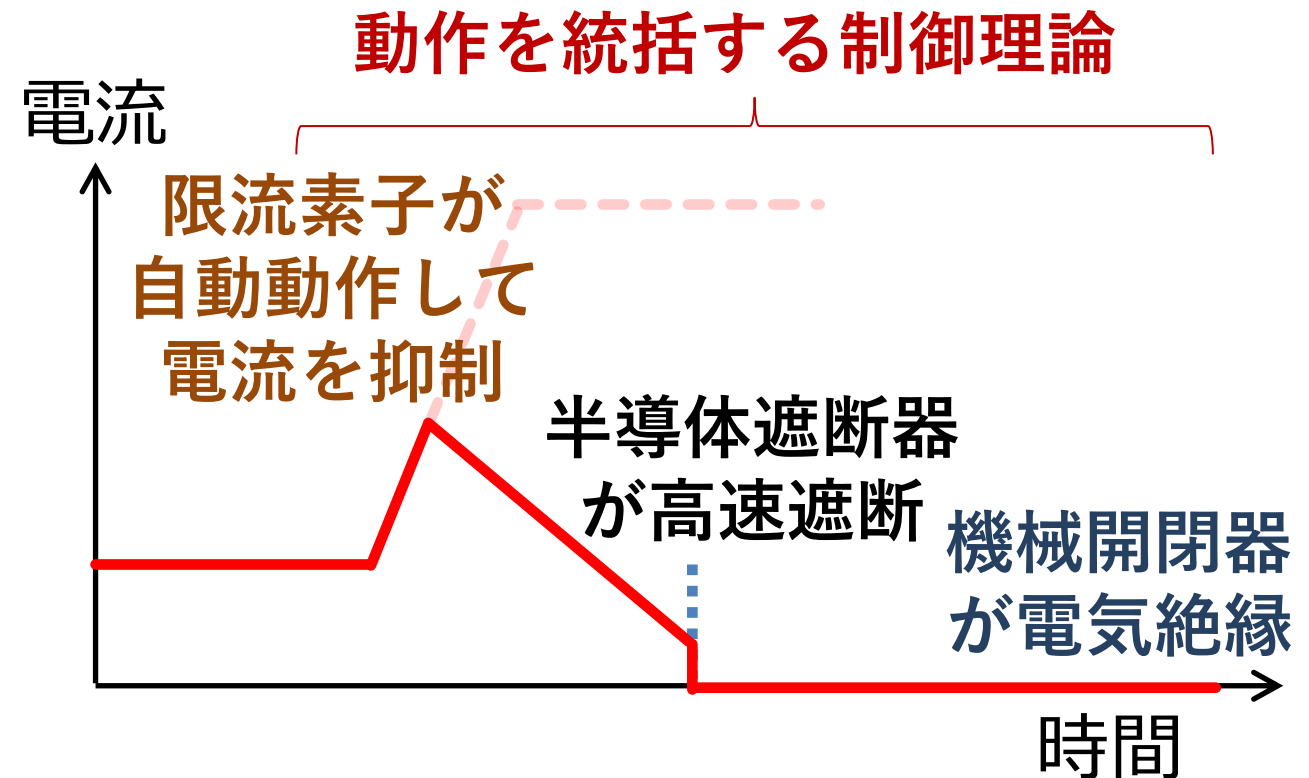
動作を統括する制御理論



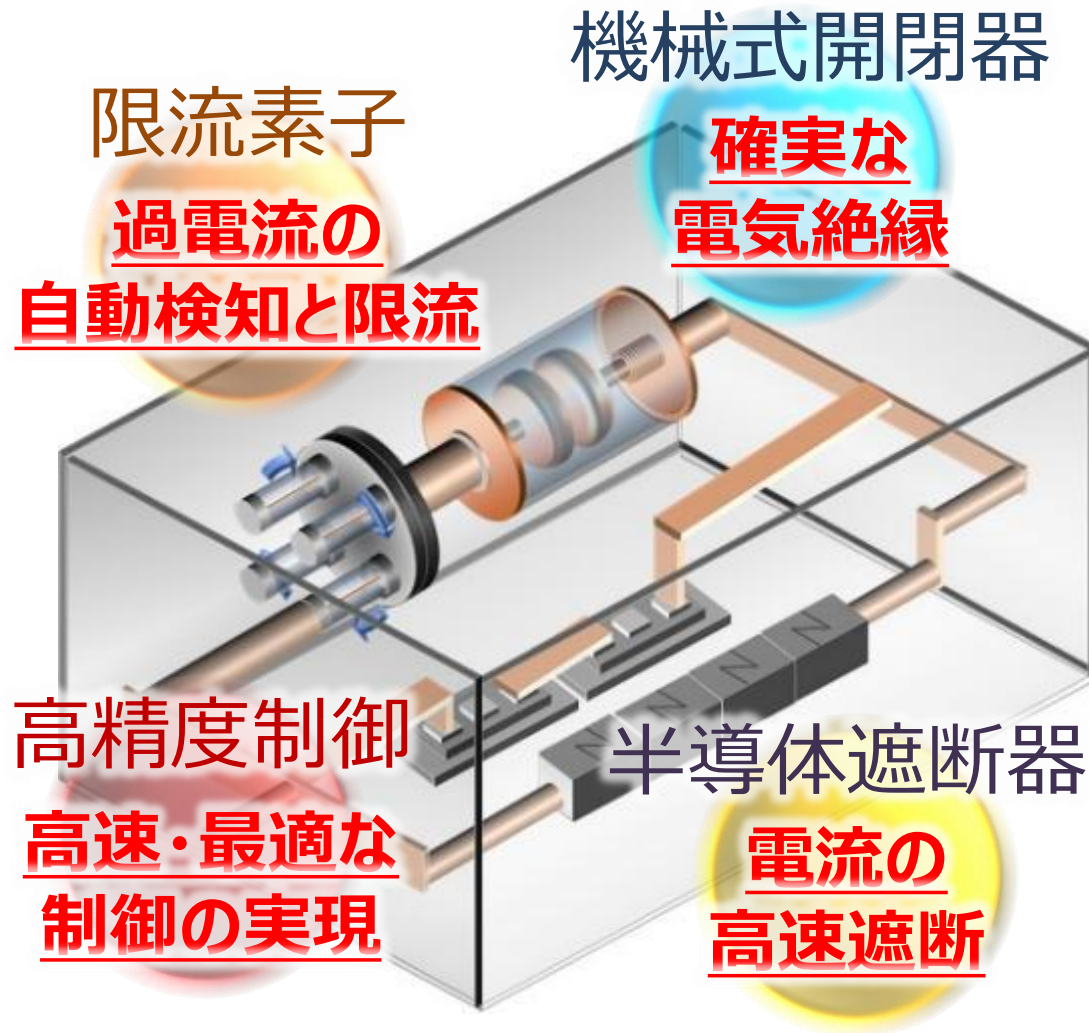
特徴：「限流させて遮断する」シンプルなコンセプト



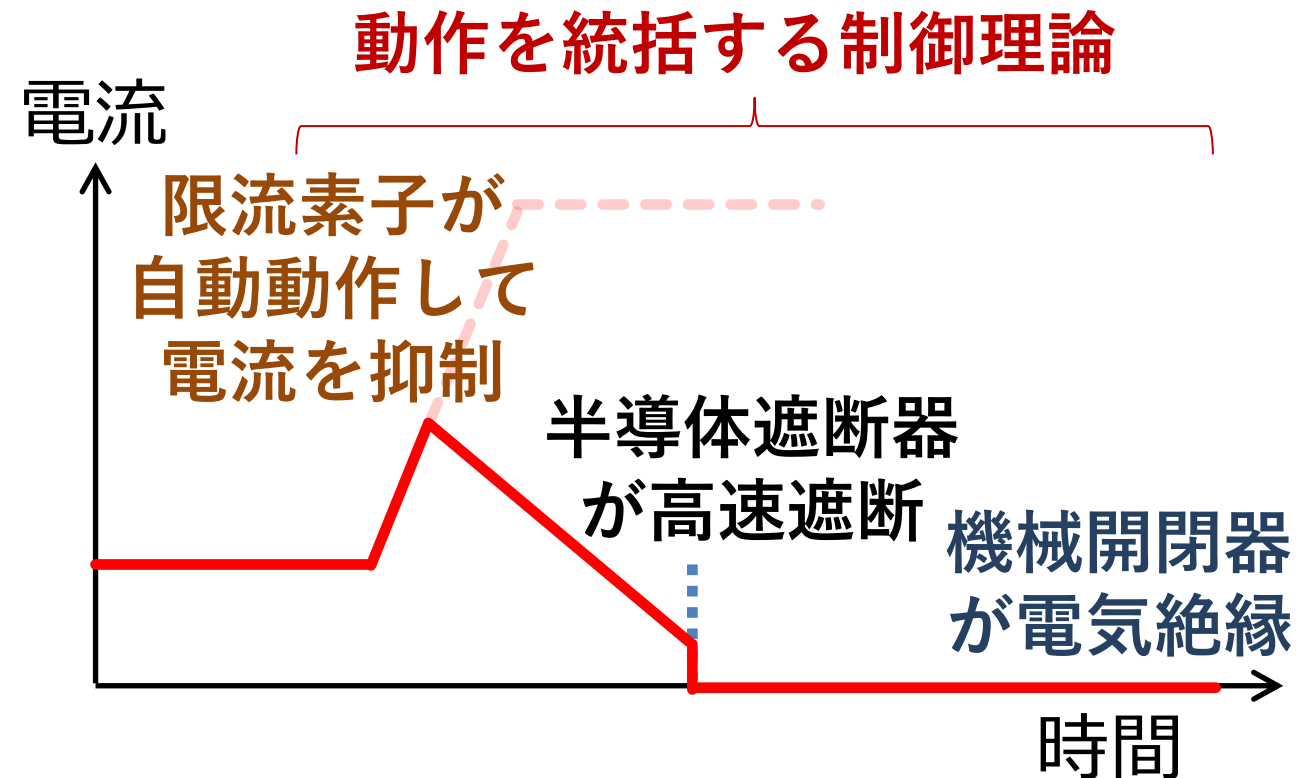
用途に合わせた柔軟な
設計が可能



特徴：小型・軽量・低コスト



各保護機器を一つの機能だけに特化させることで小型・軽量化（後ほど例を紹介）



未踏チャレンジで新しい研究チームを結成

兒玉 直人
名古屋大学
(限流、絶縁)



限流素子
過電流の
自動検知と限流

機械式開閉器
確実な
電気絶縁



中野 裕介
金沢大学
(絶縁)

稲田 優貴
埼玉大学
(遮断器)



新トポロジ
全てを統合する
新しい遮断原理

大西 亘
東京大学
(精密制御)



高精度制御
高速・最適な
制御の実現

半導体遮断器
電流の
高速遮断



全 俊豪
青山学院大
(パワエレ)

未踏チャレンジの支援の下で様々な技術要素を開発

新しい限流材料
の開発

限流素子
過電流の
自動検知と限流

機械式開閉器
確実な
電気絶縁

電気絶縁材
の絶縁特性の
理論計算

EVや電気鉄道への適用を
想定した技術実証試験

新トポロジー
全てを統合する
新しい遮断原理

半導体遮断器

電流の
高速遮断

高速遮断を行う
半導体遮断部の
制御方法

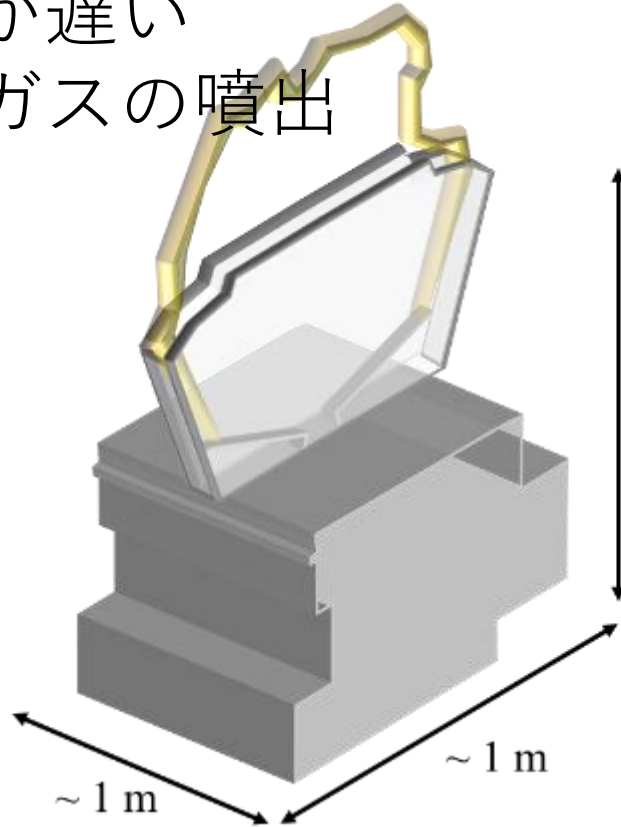
瞬停を防止する
超高速制御方式
の考案

高精度制御
高速・最適な
制御の実現

活用例：電気鉄道システムの保護(DC 1.5 kV/5.6 kA)

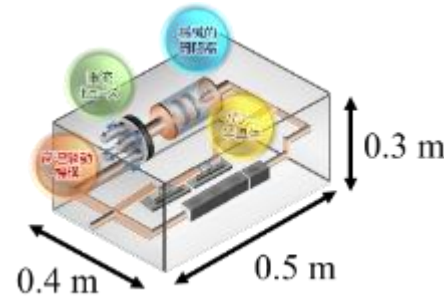
【従来の方式】

初動が遅い
高温ガスの噴出

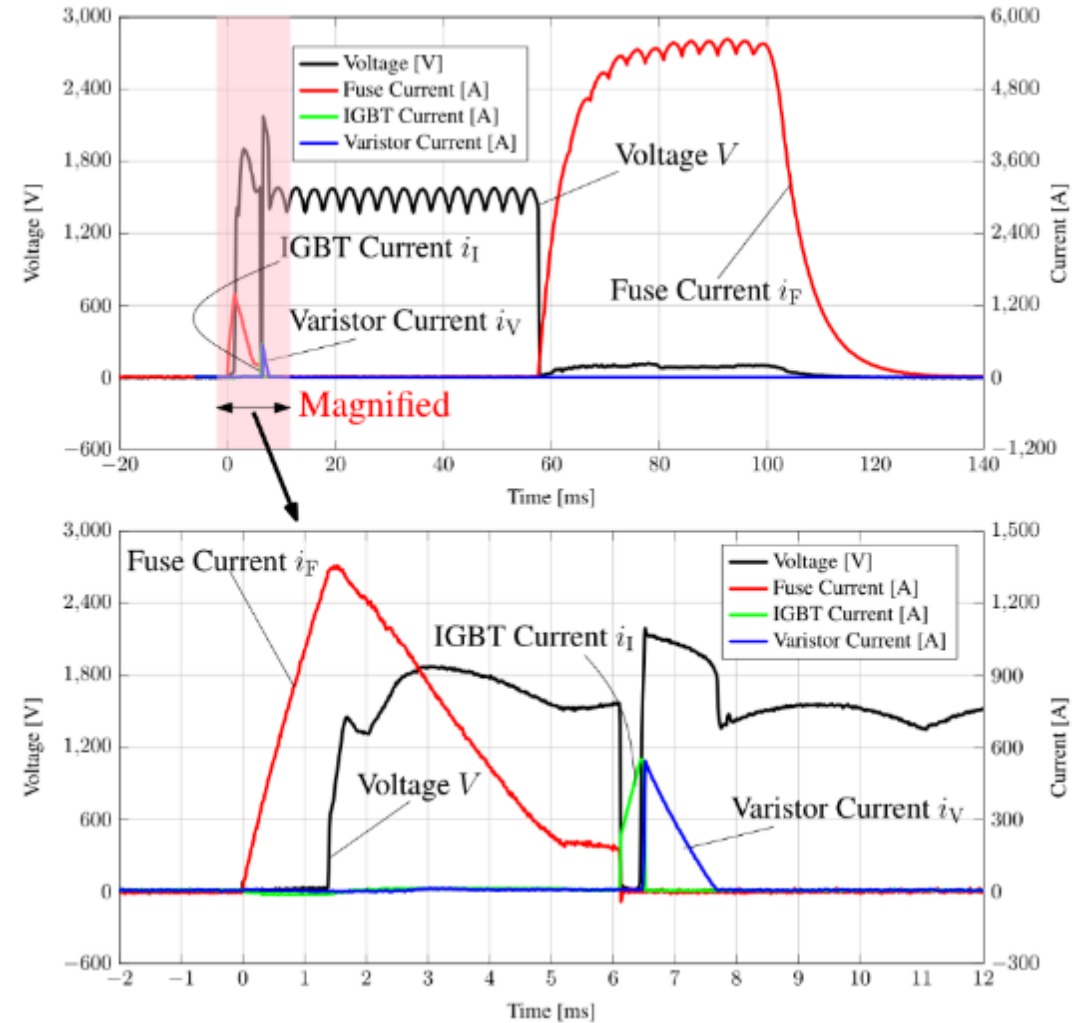


- 0.8 m³/約500 万円
- 約13 msで遮断

【開発した遮断器】

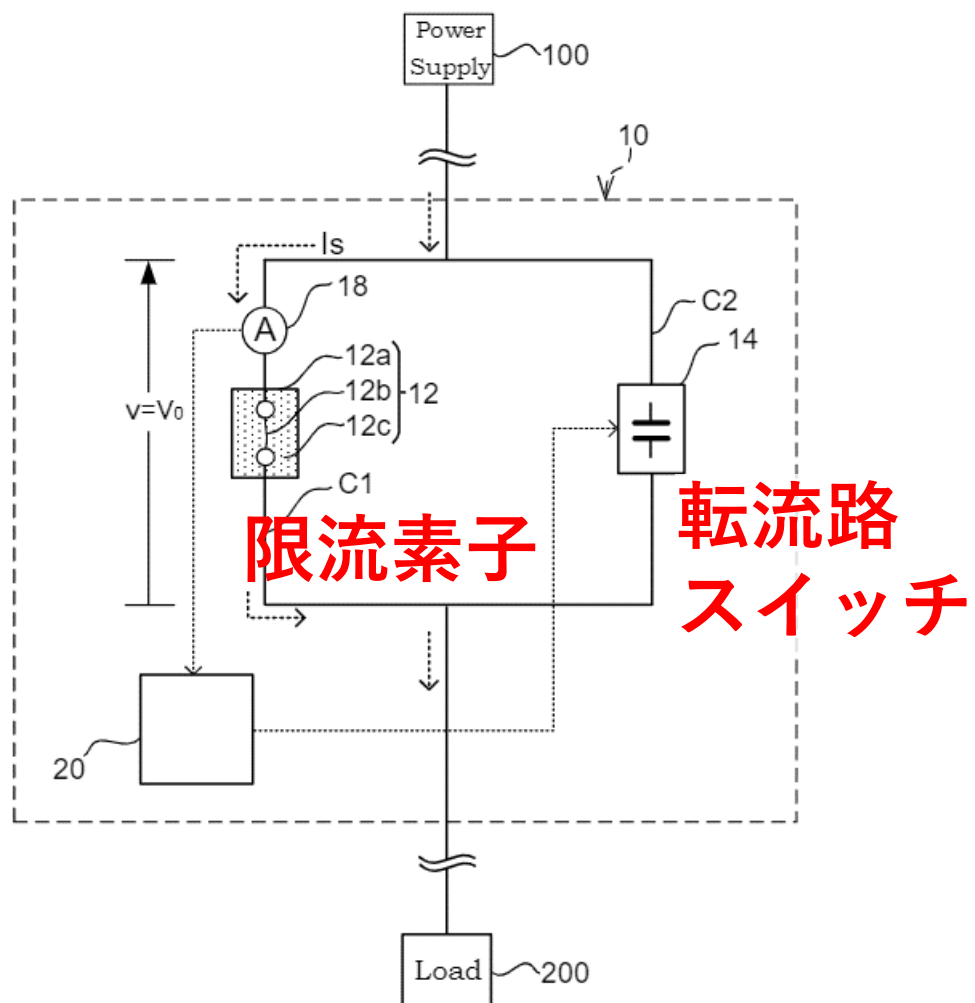


- 0.06 m³/約50 万円
- 約8 msで遮断



電力負荷を従来の4%に削減・大幅な低コスト化に成功

基幹技術は既に国際特許を出願・成立済み



「限流して遮断する」の基本要素
のみで国際特許を申請

(同様の動作機構を有する全ての研究・
開発に影響する**超広範囲で強力な特許**)



**モビリティ産業が強い
アメリカ、ドイツ、中国、
フランスなどで特許成立済み**

海外市場に展開し、日本が主導権を握る基盤も整備が完了

活用例：電気自動車の回路保護 (DC 1.7 kV/10 kA)

【ヒューズ】



※ 太平洋精工

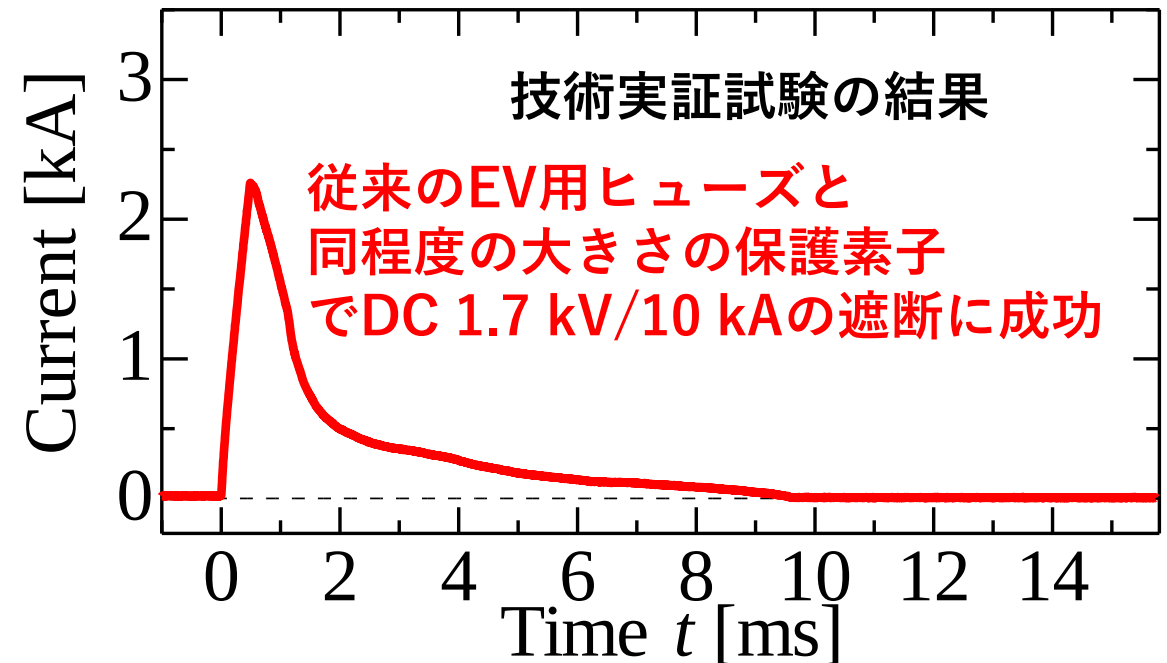
ヒューズとは
異なる保護素子
との独自の連携

センサーレスで全自動の異常電流
遮断・絶縁動作を可能とする
新しい遮断器トポロジー

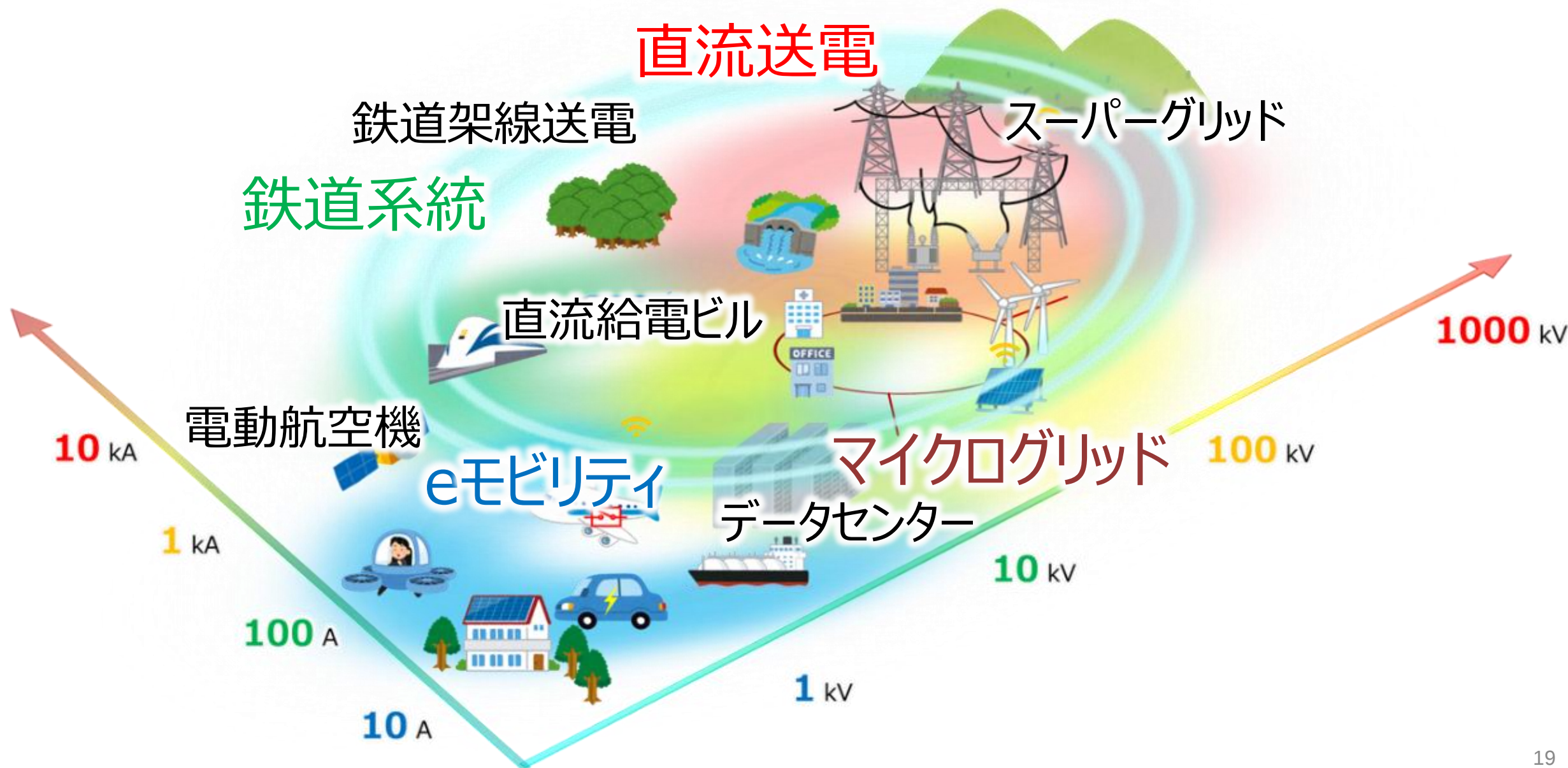


センサーレスで全自動の
遮断を行う新EV保護装置

(Flyingモビリティにも適用可)



eモビリティの保護以外にも適用可能な技術です



ぜひ、意見交換をさせてください

【eモビリティ】

性能を損なわずに安全な保護を可能とする
小型・軽量の直流遮断器をお探しの方

【電気鉄道】

落雷や短絡故障からの被害をさらに小さく
抑えて事故復旧を早める技術をお探しの方

【電力システム】

事故・自然災害に対してレジリエントな
電力システム・省エネビル(ZEB)を構築
する技術をお探しの方

未踏チャレンジには非常に様々な場面で助けて頂きました

① 新しい研究チーム発足の足掛かり

未踏チャレンジの支援体制の下で現在の5人での研究開発体制をスタートできました。

② 研究者とは異なる目線での出口戦略に対する意見の提案

こちらの進捗状態や希望に合わせて様々な路線での出口戦略を提案頂いています。

③ 多方面へのコネクションづくりへのアドバイス

研究者・企業の方問わず様々な方が関わるイベントへの参加を提案頂き、アドバイスを頂きました。