

電流遮断装置及び電流遮断方法

埼玉大学 大学院理工学研究科 数理電子情報部門
助教 稲田 優貴

2021年9月14日

遮断装置(遮断器)の責務



図1 電力系統への落雷

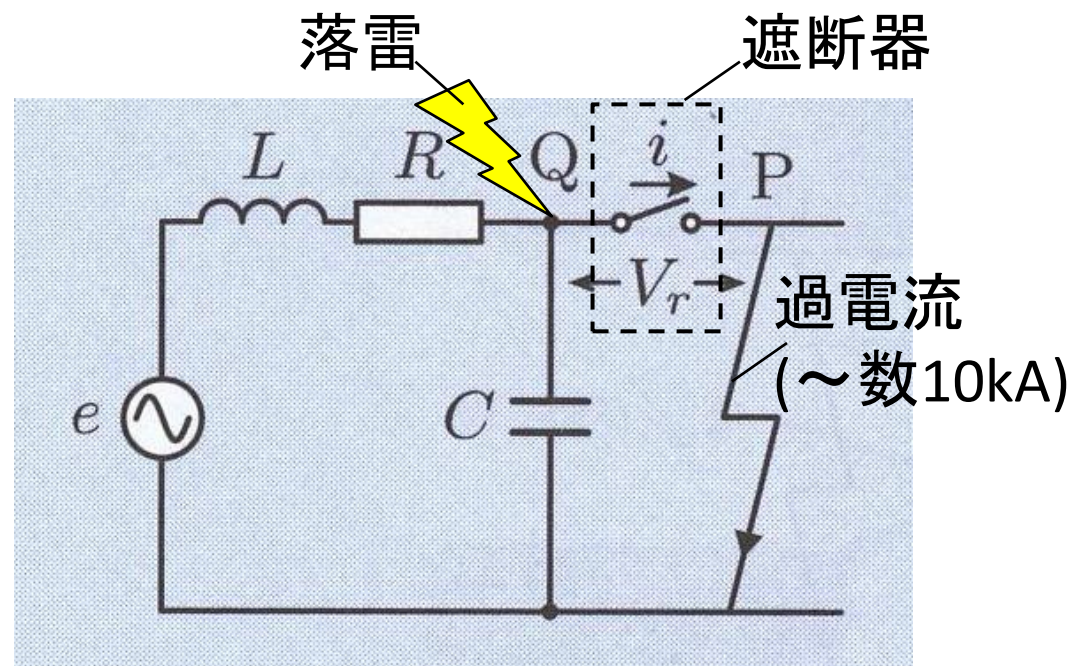
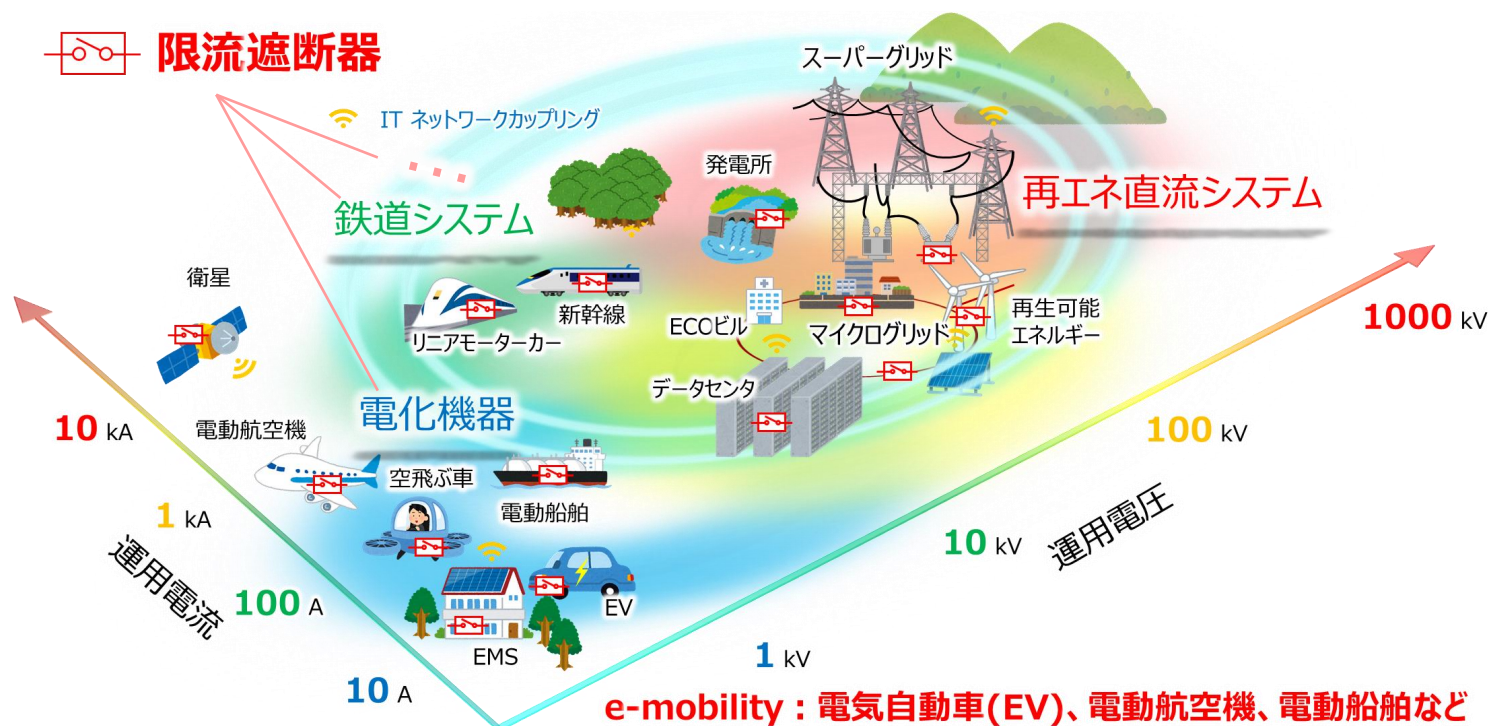


図2 落雷時における遮断器の動作

★遮断器の責務：自然災害や経年劣化などが原因で発生する過電流をゼロに(遮断)することで、電力設備を故障から守ること。

遮断器の必要性・重要性

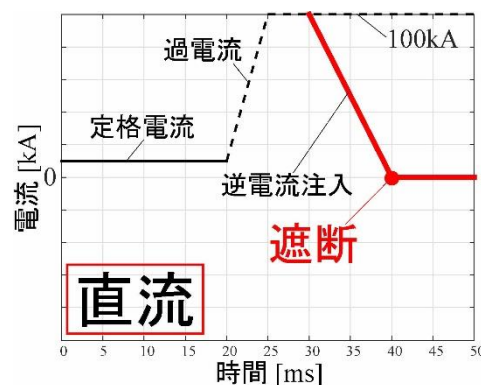
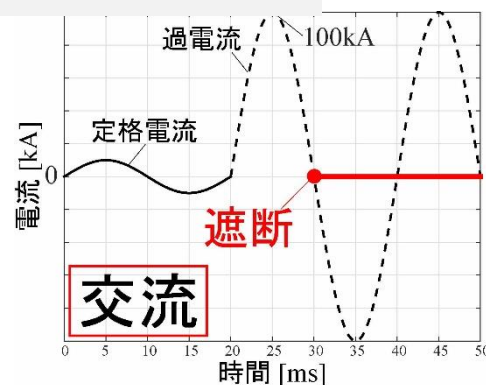
遮断器 = 「電力の安心安全を保証する最後の砦」



	従来の遮断器	本研究の限流遮断器
汎用性	×	○
サイズ	△	○
コスト	×	○
遮断性能 (直流の過電流(〜100kA)が切れるか)	×	○

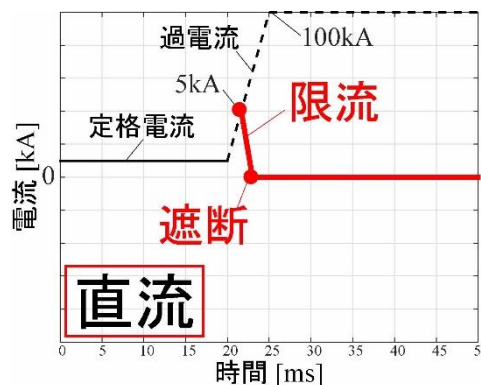
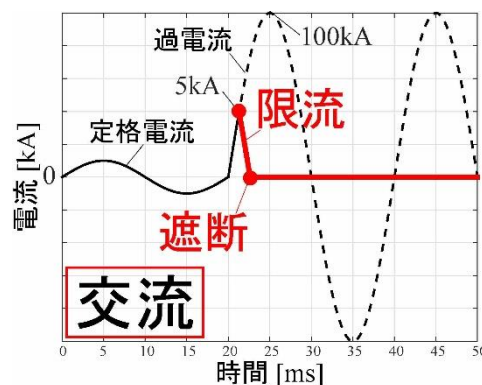
従来方式と本方式の比較

従来方式



過電流のピーク後に遮断
⇒ 故障リスクが大

本方式



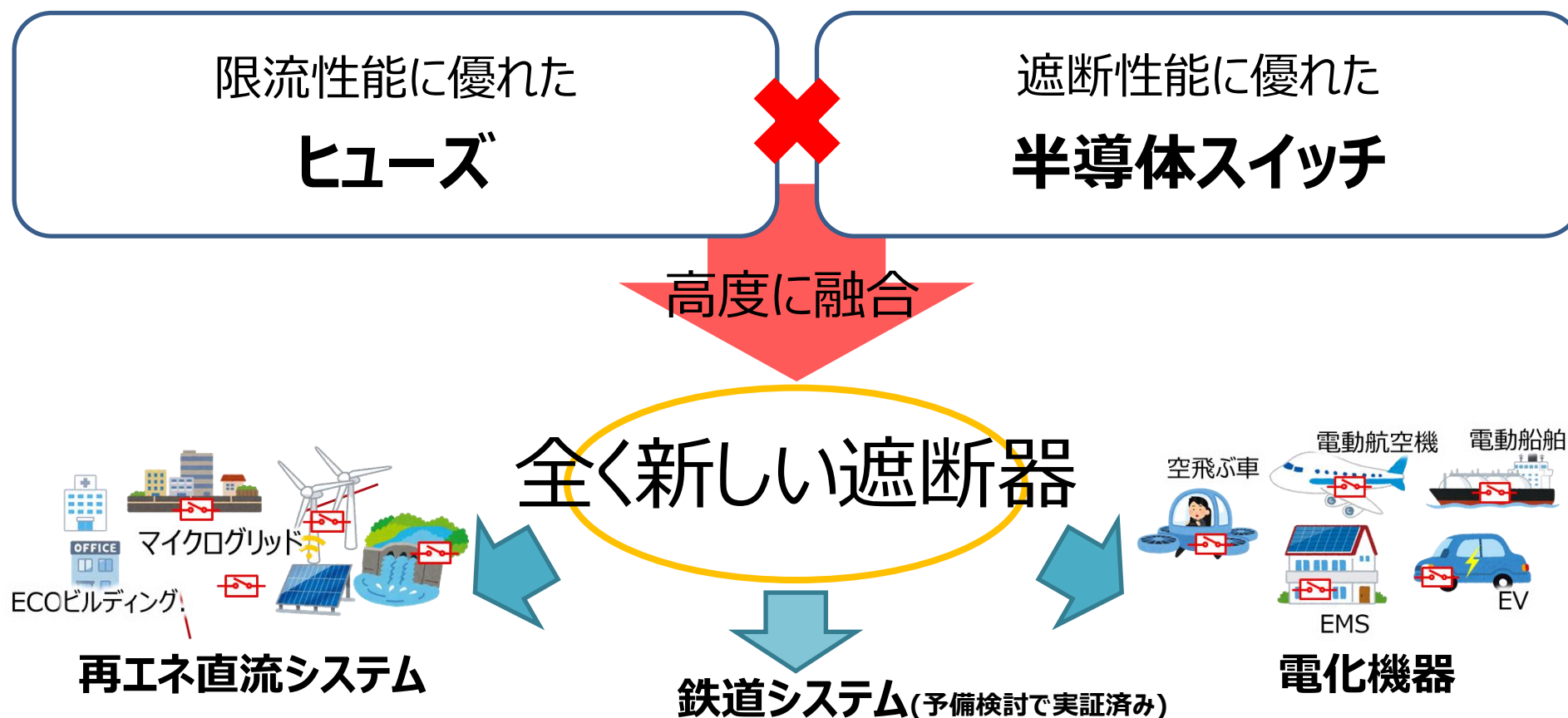
過電流を即座に限流し遮断
⇒ 故障リスクが小



電力システム・電化機器の堅牢性と安全性が著しく向上

本方式の構成

	利点	欠点
ヒューズ	限流効果が大	遮断動作に難
半導体	遮断動作の再現性が高い	通電損失が大

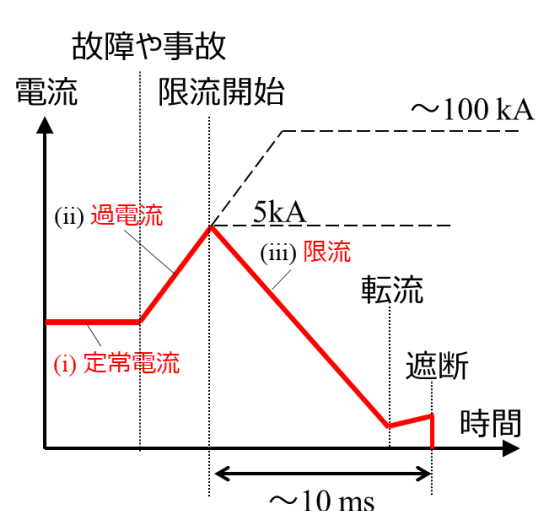


本方式の遮断原理

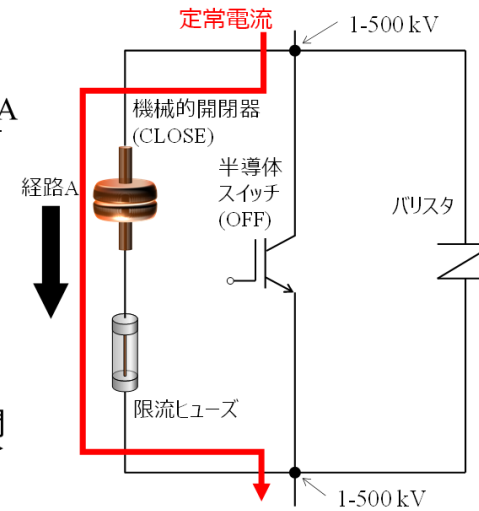
・半導体の発熱(ON抵抗)なし
→ 冷却器フリー

・過電流を抑制して遮断
→ 電流負荷の大幅低減

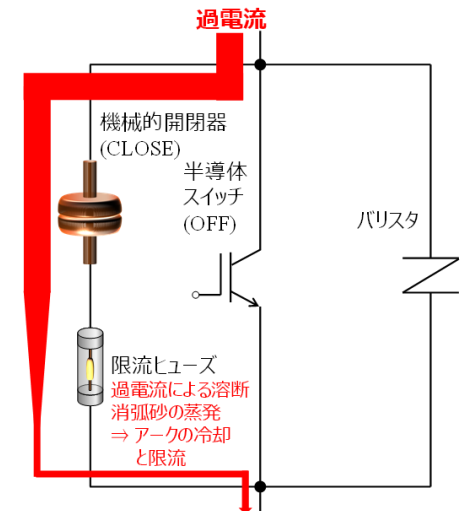
・機械的開閉器
→ ヒューズの低い絶縁性能を補償



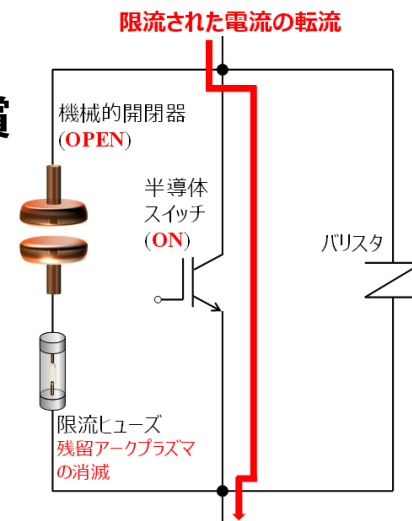
(a) 動作シーケンス



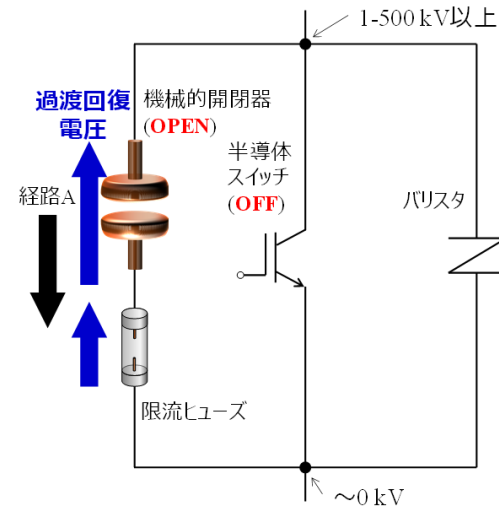
(b) 定常電流通電動作



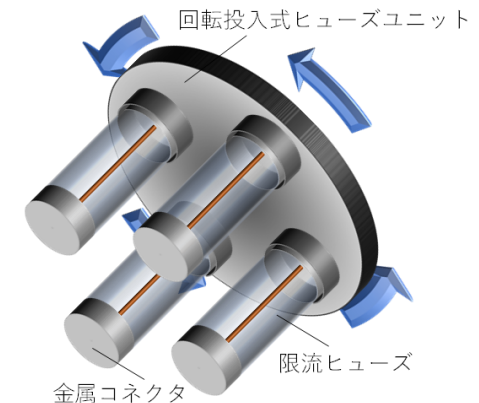
(c) 過電流通電と限流



(d) 限流後の小電流の転流



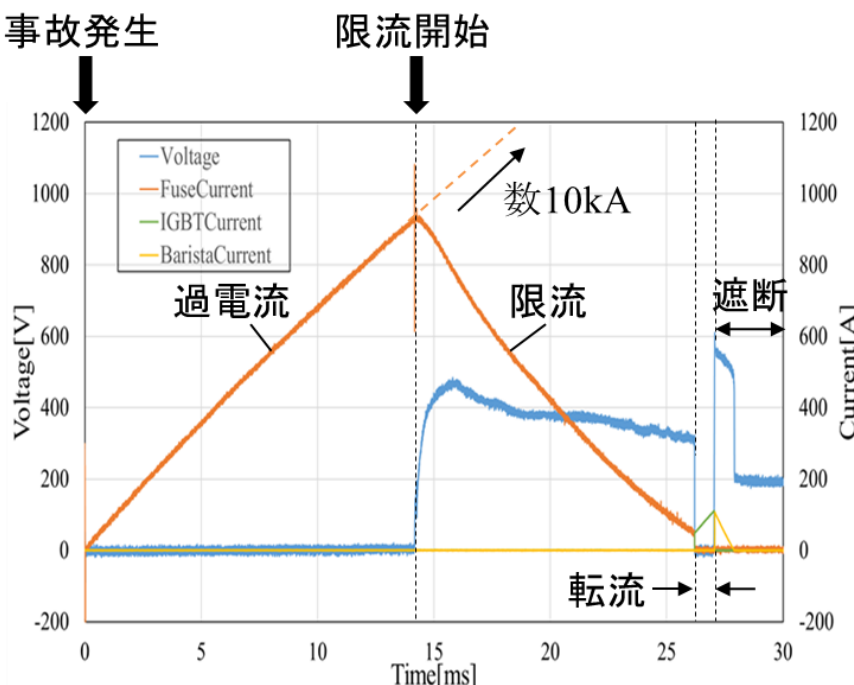
(e) 過渡回復電圧からの保護



(f) ヒューズの自動交換

S. Zen, Y. Inada, W. Ohnishi *et al.*, "Prototype Current-Limiting Hybrid DC Circuit Breaker Incorporating a Fuse and a Semiconductor Device," *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 36, no. 4, pp. 2231–2233, Aug. 2021.

試作機による概念実証

	既存の鉄道向け直流遮断器	試作した限流遮断器
概観	 1.1 m 0.8 m 0.94 m 三菱 JH 形直流高速度遮断器	 事故発生 限流開始 数10kA 過電流 限流 遮断 転流 Voltage[V] Current[A] Time[ms]
サイズ・価格	約0.83 m ³ (約300 kg)・500万円	約0.015 m ³ (約4 kg)・5万円
遮断時間	約13 ms	約12 ms

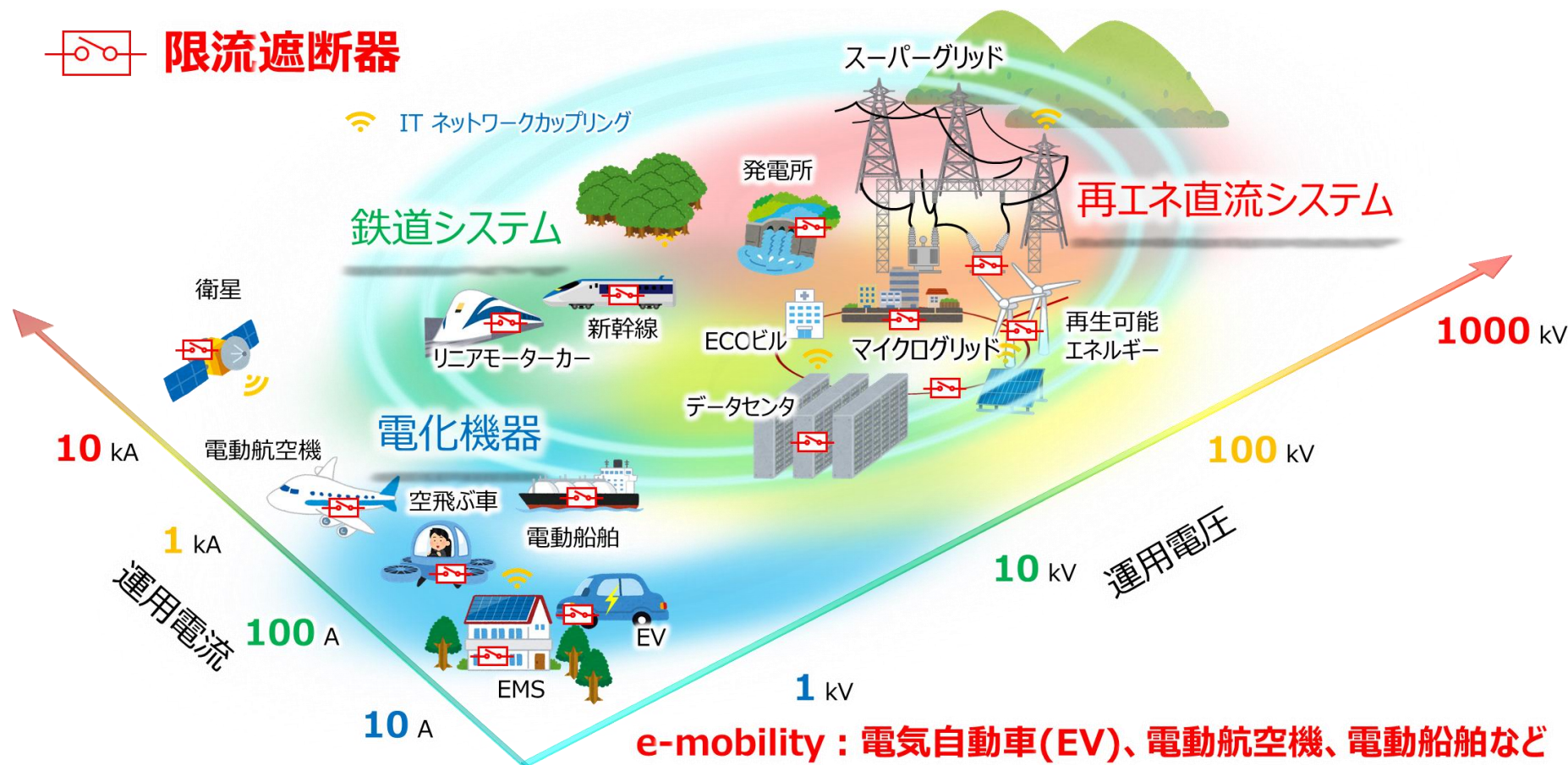
サイズと価格が
約1/100以下

JSTの支援で海外出願済み 出願番号：PCT/JP2020/034978 (2020-09-15 出願済)

想定される用途

- 過電流からの保護が必要となる電力システムや電化機器

 限流遮断器



想定される用途

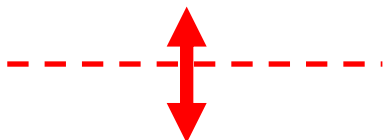
- 過電流からの保護が必要となる電力システムや電化機器

適用事例：・データセンター

・エレクトロモビリティ

(ハイブリッド車、電気自動車、電動航空機、電動船舶、電気鉄道)

～1kV以下



～10kV以上

・電力の送配電システム(直流も交流も)

実用化に向けた課題

- 現在、機械的開閉器を伴わない本遮断器については概念実証済み。つまり、運用電圧が～1kV以下であれば、本遮断器を早期実装できる可能性が高い。
- 今後、機械的開閉器との協調動作を実現することで、適用範囲を～10kV以上の運用電圧にも拡大したい。

企業への期待

- 運用電圧が～1kV以下であるデータセンターやエレクトロモビリティへの適用を所望する場合には、遮断仕様を明確化したうえで、運用上の問題点の洗い出しや適用可能性検証など、段階的な共同研究を希望。
- 運用電圧が～10kV以上となる送配電システムへの適用を所望する場合には、機械的開閉器との協調動作といった要素技術開発も含め、中長期的なビジョンでの共同研究を希望。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : CURRENT
INTERRUPTION DEVICE AND
CURRENT INTERRUPTION METHOD
- 国際出願番号 : PCT/JP2020/034978
- 出願人 : 埼玉大学、東京工業大学、
東京大学
- 発明者 : 稲田優貴、山納康、前山光
明、全俊豪、大西亘

産学連携の経歴

- 2009年-2011年 電気メーカーA社と共同研究実施
- 2011年-現在 電気メーカーB社と共同研究実施
- 2012年-2015年 電力会社C社と共同研究実施
- 2015年- 電気メーカーD社と共同研究実施
- 2018年- 半導体メーカーE社と共同研究実施
- 2019年- 電力機器メーカーF社と共同研究実施
- 2020年-2021年 自動車メーカーG社と共同研究実施
- 2020年-2024年 JSTさきがけ事業に採択

お問い合わせ先

〒338-8570

埼玉県さいたま市桜区下大久保255

国立大学法人 埼玉大学

オープンイノベーションセンター
産学官連携推進部門

TEL : 048-858-3849

FAX : 048-858-9419

E-mail : coic-sangaku@ml.saitama-u.ac.jp