

平成25年度次世代自動車地域産学官フォーラム事業
技術開発セミナー
～ものづくり技術で拓くモビリティ新産業～

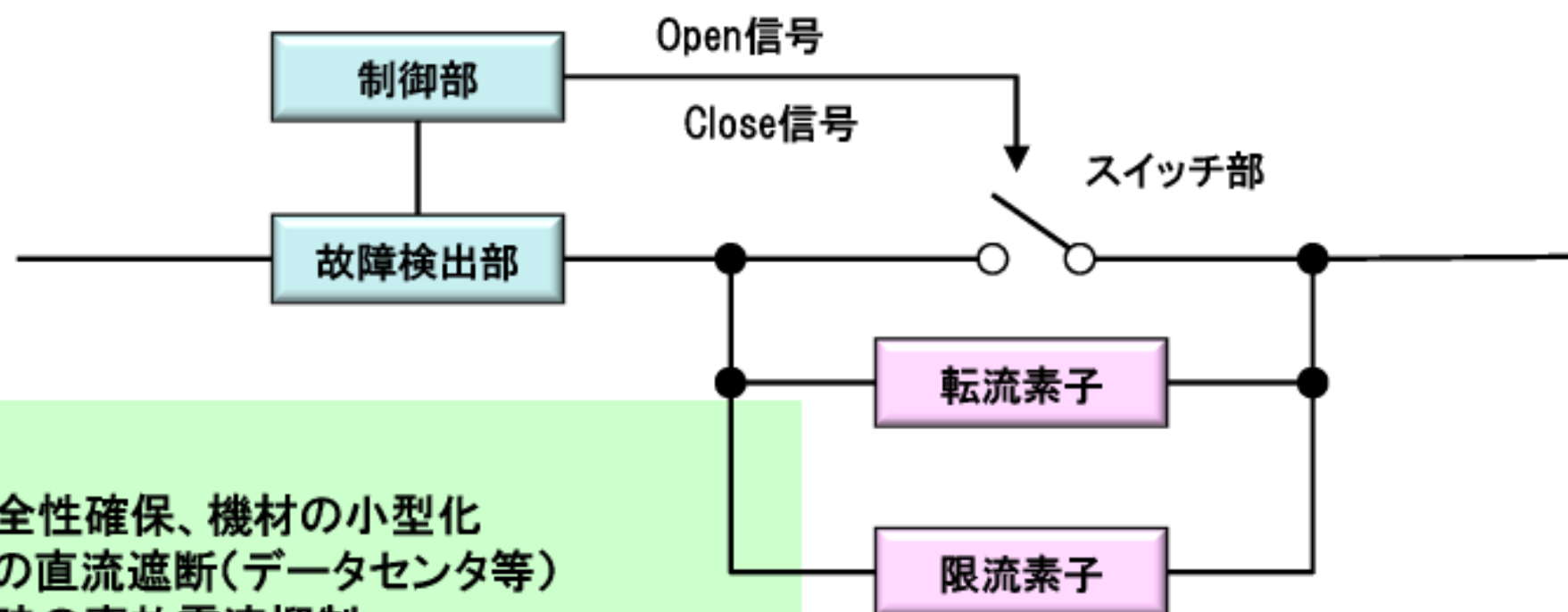
「車載型小型モーター用過電流保護素子の開発」

名古屋大学工学研究科

研究代表者：	マテリアル理工	小橋	眞
発表者：	創造工学センター	石田	順彦

過電流保護素子・限流器とは

常時は低抵抗(インピーダンス)で、異常電流が流れた場合に高抵抗(インピーダンス)を発生する電力機器・素子

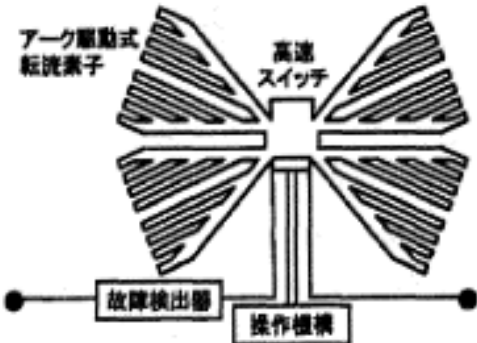
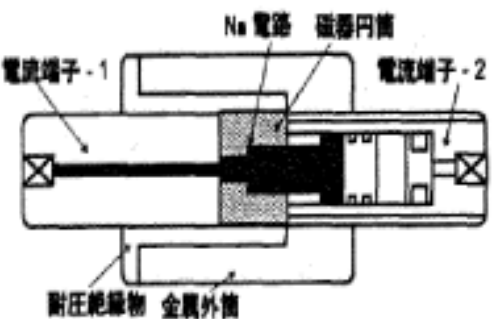
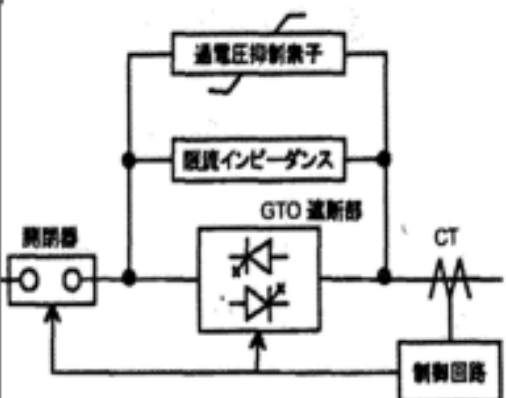


用途

- ・配電機材の安全性確保、機材の小型化
- ・直流給電系での直流遮断(データセンタ等)
- ・分散電源導入時の事故電流抑制
- ・モータの過負荷, 拘束, 欠相などによる焼損保護など
- ・Liイオン電池の過電流保護
- ・USB等の過電流保護

限流器・限流素子に使われる技術と方式

(1)非超電導 技術

技術と方式	アーク抵抗方式	ナトリウムヒューズ	保護リレー (サーマル・リレー)	半導体利用方式
構造				
原理と特徴	金属部材で発生したアークが拡散する構造を作り、回路にアークなどの抵抗を挿入し、逆電圧を発生させる。	封入された金属ナトリウムの蒸発と凝固を利用して永久ヒューズを構成する。検出機能と限流機能を自分自身でもち、繰り返し使用可。	ヒーター抵抗の電流値が閾値を超すとバイメタルスイッチが主回路を遮断する。	GTOで構成した主遮断部に限流抵抗と過電圧抑制素子を並列に、開閉器を直列に接続している。

出典:

名古屋大学博士論文、2004.3月、「発電機を有する需要家における限流器導入効果に関する研究」、飯岡大輔

限流器・限流素子に使われる技術と方式

(2)超電導技術、PTC技術

技術と方式	超電導体 －変圧器結合型	超電導-整流器方式	超電導体-抵抗型	PTC方式
構造				
原理と特徴	一次側に常伝導コイル,二次側に超電導短絡コイルを用い,二次側の超電導体のS/N転移による抵抗変化を利用。	系統故障時に,交流電流のピーク値が直流バイアス電流を超えるので,故障電流はリアクトルを通り限流される。	故障電流により超電導体に抵抗が発生し、並列抵抗へと転流し、超電導体自身の抵抗と並列抵抗によって過電流を限流する。	素材の非線形V-I特性を利用。

出典:

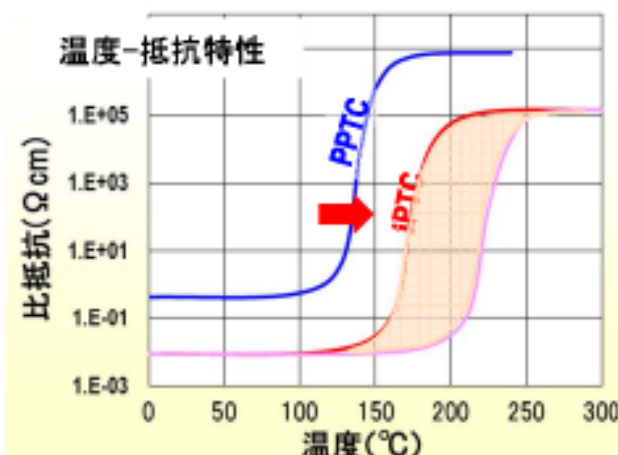
1)名古屋大学博士論文、2004.3月、「発電機を有する需要家における限流器導入効果に関する研究」、飯岡大輔

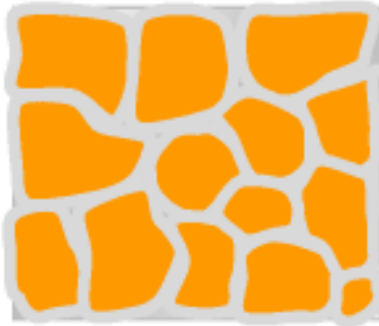
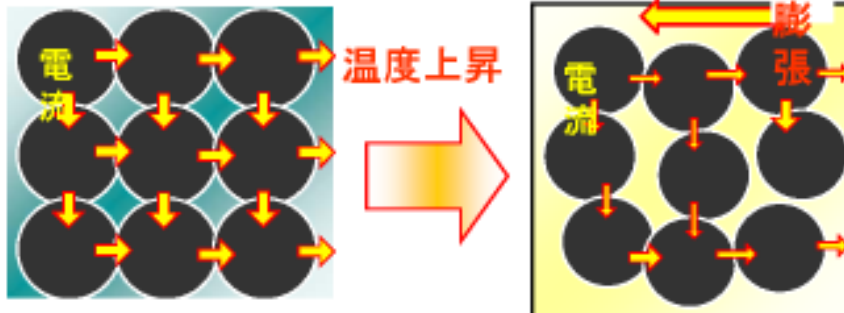
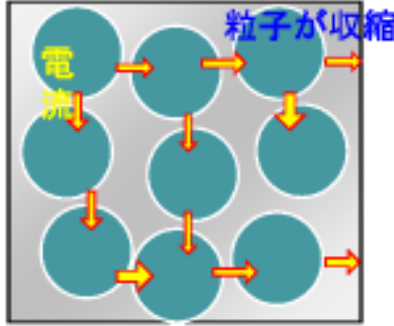
限流器・限流素子に使われる技術と方式

(3)PTC技術

Positive Temperature Coefficient device

- オールインワン:
故障検出・転流・限流の全ての機能を素材で実現
- 構造が簡単

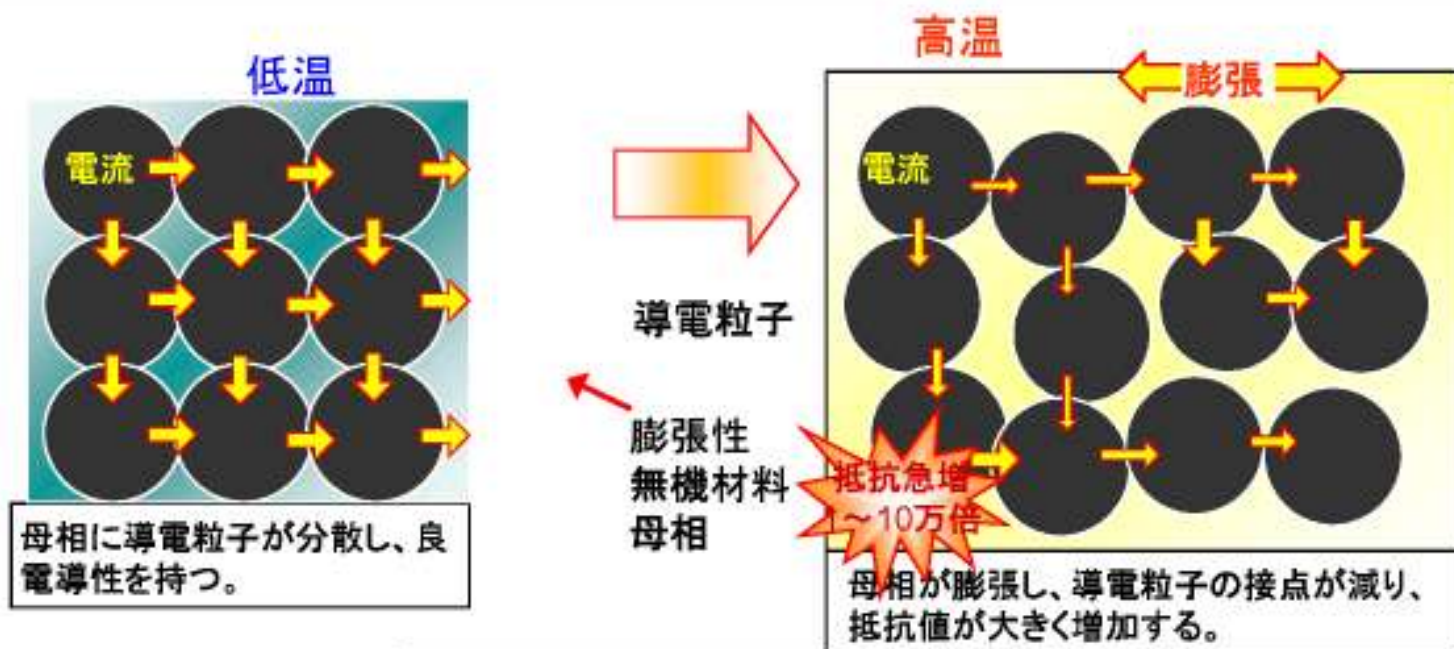


技術と方式	チタバリ系PTC 【実用化】	ポリマーPTC 【実用化】	膨張性セラミックスと 金属粒子複合材料	溶融収縮合金分散 複合材料
構造	 粒子界面の非線形なV-I特性。	 母相の膨張⇒導電粒子の接点減少⇒抵抗値増大	 金属粒子の収縮⇒導電粒子の接点減少⇒抵抗値増大	
原理と特徴	チタバリ系セラミックスの粒子界面に不純物を添加し非線形なV-I特性を付与する。 ・比抵抗>1Ωcm程度 ・高温側でNTC領域有り	母相:架橋ポリマー 導電相:カーボン粒子 ・比抵抗=1Ωcm程度 ・動作温度120～140℃程度	母相:膨張性酸化物 導電相:金属、化合物 ・比抵抗=0.01Ωcm程度	セラミックス母相中にBi等の金属粒子を分散した複合材料で、金属の溶融収縮を利用したPTC ・比抵抗>1Ωcm程度
出典	WO/2010/038770等	特公昭62-50505等	特開平9-180906等	特開平9-320811等

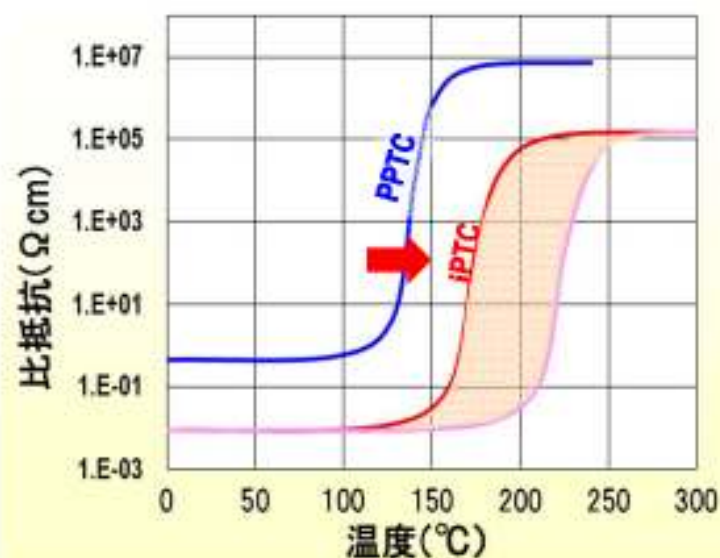
無機PTC素子の概要とポリマーPTCとの違い

(膨張性セラミックスと金属粒子複合材料: iPTC :inorganic PTC)

作動メカニズム

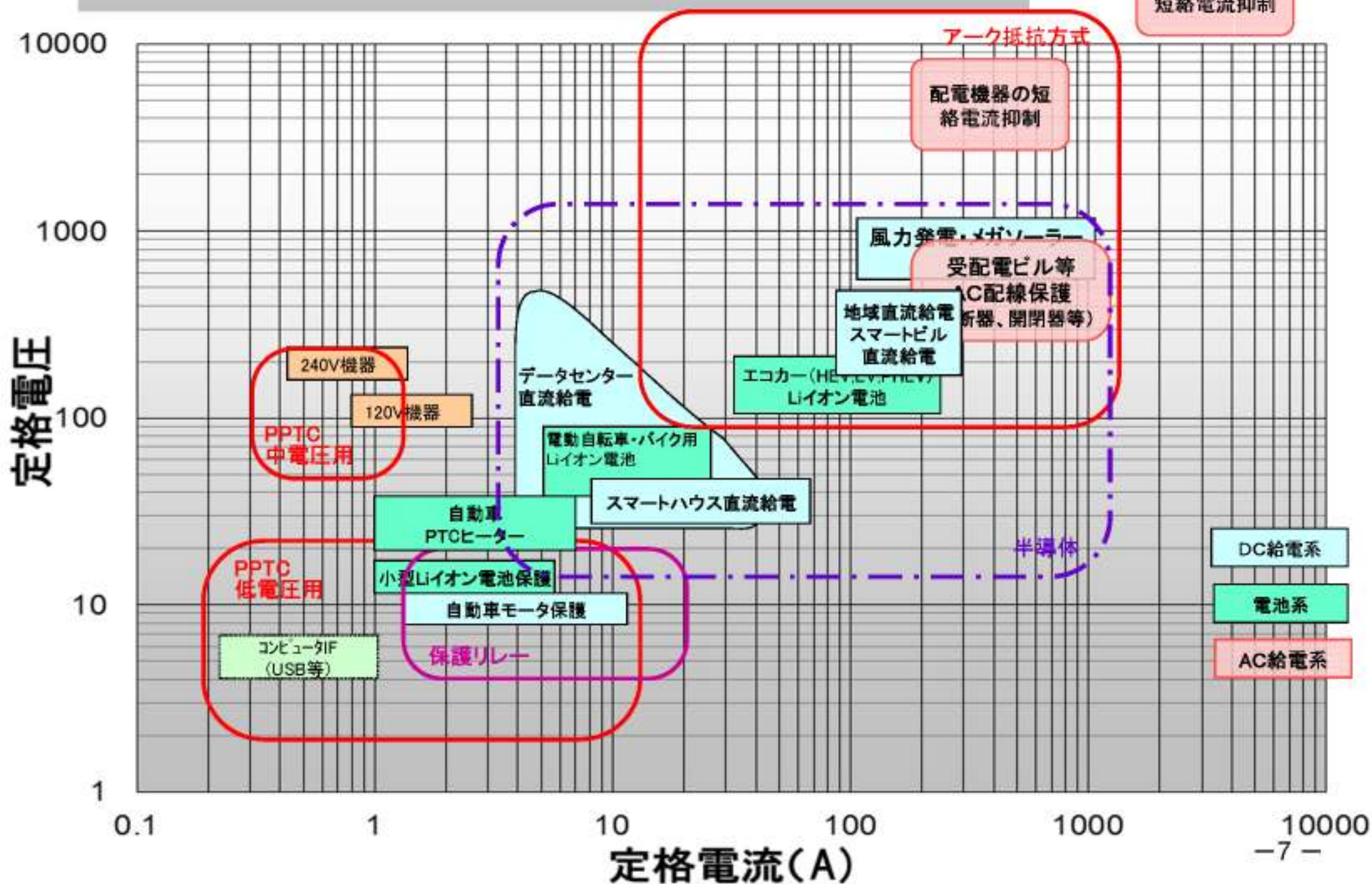


温度-抵抗特性



	母相	導電粒子	特徴
iPTC	膨張性セラミックス: 二酸化ケイ素、カーネギ アイト等	金属ケイ化物、 金属等	◎不燃性 ◎良電導($0.01\Omega\text{cm}$ 程度以上) ・動作温度 $160\sim 300^{\circ}\text{C}$ ◎定格電流大きい(20A 以上可能)
ポリマー PTC (PPTC)	ポリエチレン	カーボン	△可燃性 △抵抗高い($1\Omega\text{cm}$ 程度以上) ・動作温度 $120\sim 140^{\circ}\text{C}$ △定格電流 15A 程度以下 △ポリエチレンの耐熱温度で制約

限流器の応用分野と定格条件の概念図



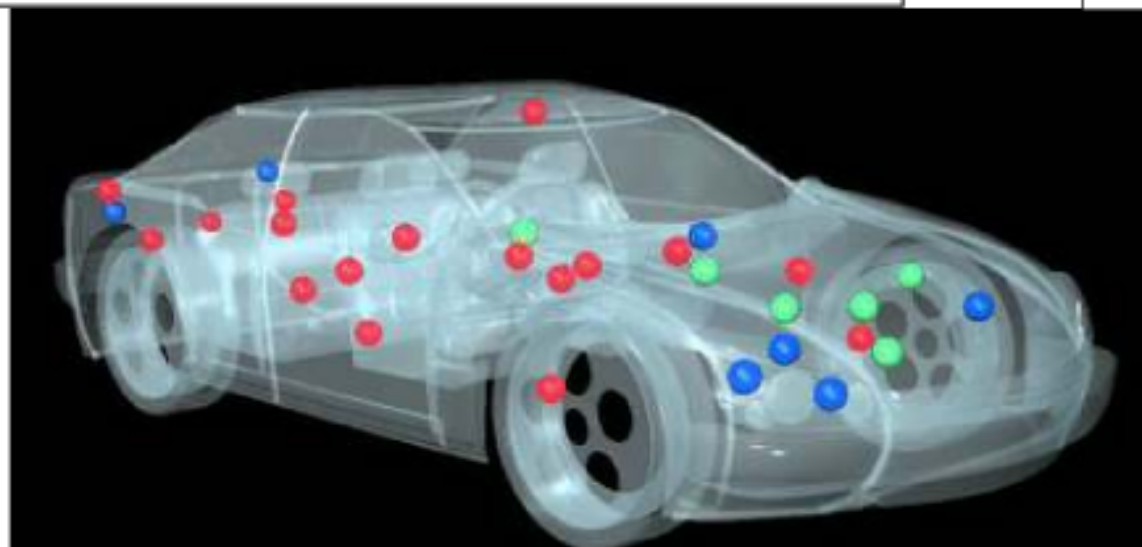
用途1. 車載用小型モーター保護

- コスト面でブラシ付きDCモーターが使われる。
- 定格電流は2A～15A
- ロックする前提で使われるモーターのため、PPTCまたは保護リレーによる保護が必須



iPTCへの強いニーズ:

- 小型化(モーターハウジング内蔵)
- 温度特性(平坦なPTC外気温依存性)
- 大電流対応型



シートベルト



パワーシート



ドアロック



格納式ミラー

ドアロック

パワーウィンドウ

室内ミラー駆動

サンルーフ開閉

荷室ドア開閉

ステアリングロック

エアコンダンパー

ドアクローザー

3点セット

シートベルトプリテンショナー

パワーシート

シートハイト調整

オートクルーズ

ヘッドランプ光軸調整

パーキングブレーキ

用途2. PTCヒーター

有鉛チタバリPTCの市場

- 温風用PTCヒーター
- 衣類乾燥用ヒーター
- 食器乾燥機用ヒーター
- 洗濯機用ヒーター
- 自動車用暖房ヒーター



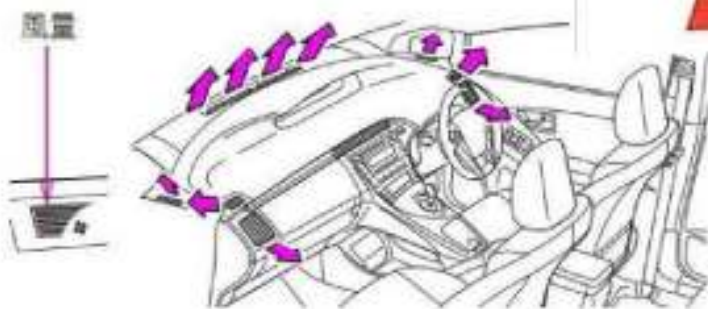
- 動作点 200°C 以上のPTC材料は有鉛チタバリ系のみ(ROHS規制の例外)
- PPTCは 150°C 以上では使えない(熱安定性)



iPTCへのニーズ:

- iPTCは新たな高温型無鉛ヒーター材料となる
- 課題は 200°C 以上で長期間安定な電極接合構造

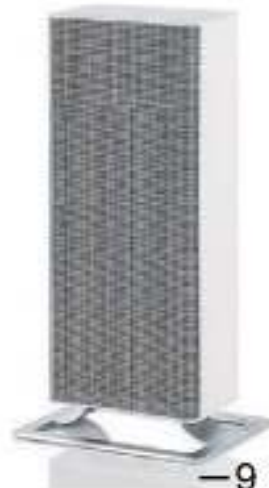
HEV等自動車用暖房ヒーター



洗濯機
(乾燥機能付き)



温風ヒーター



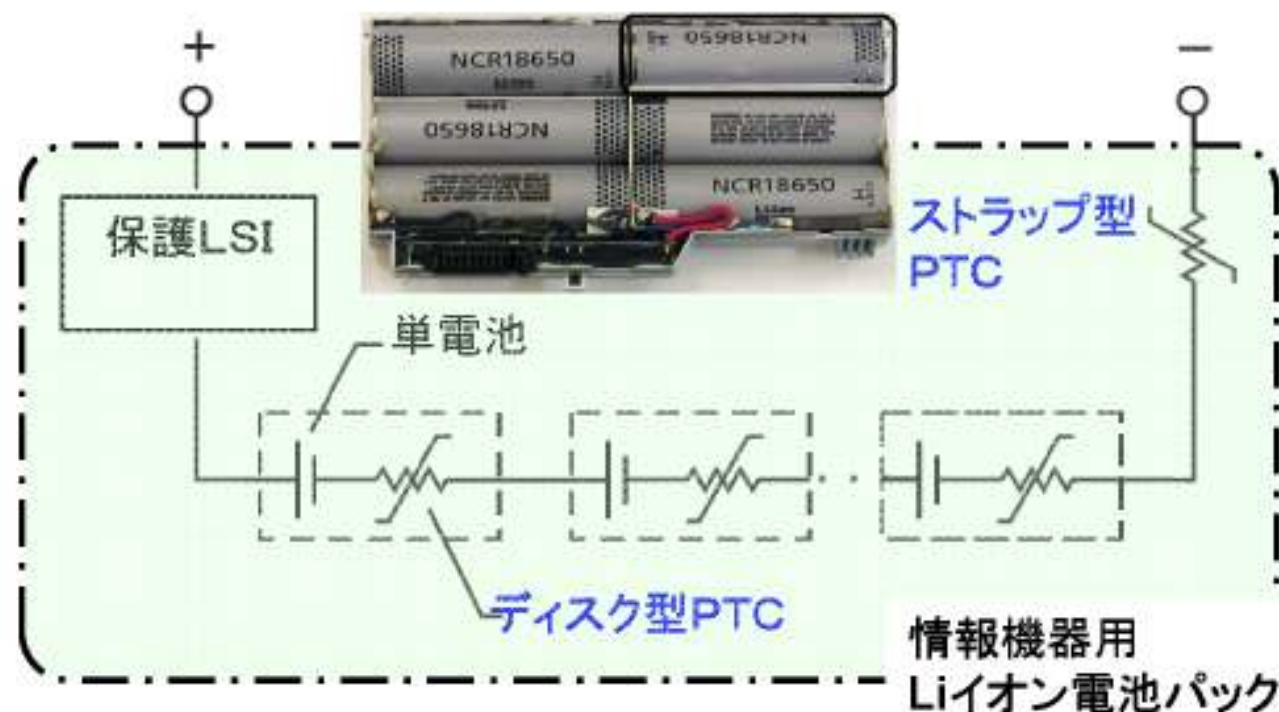
用途3. Liイオン電池での過電流保護

- Liイオン電池は短絡電流が大きく、有機溶剤を含むため、短絡事故保護が必須である。
- 製造工程・輸送中での事故防止、安全確保のために、セル内部にDISC型PTCを内蔵し、外部短絡から電池パックを保護するためにストラップ型PTCが組込まれている。
- 大型Liイオン電池も同様の安全対策が必要である。



IPTCへのニーズ:

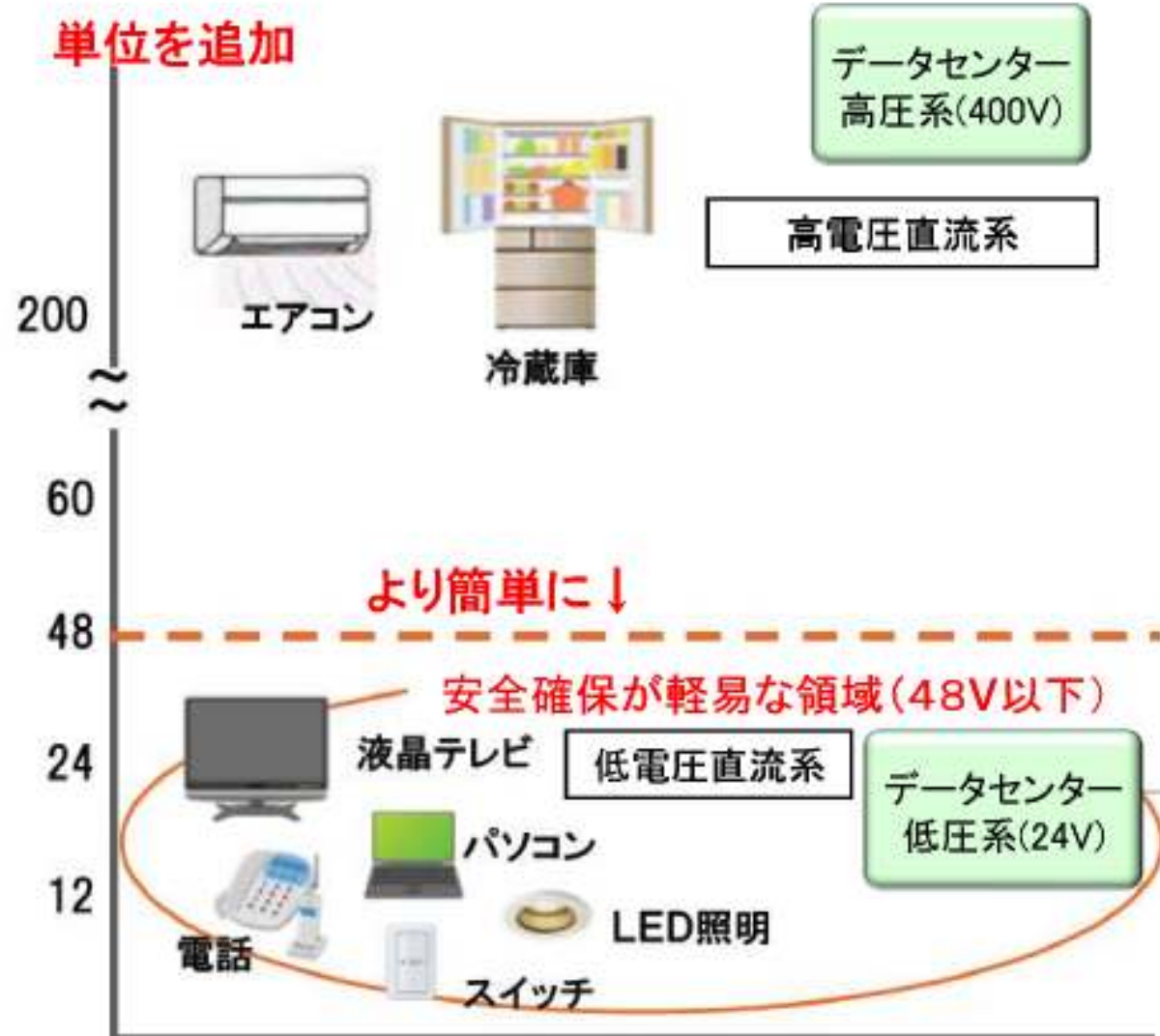
- 不燃性
- 温度特性
- 大電流対応型
- 溶剤への安定性
(特にLiポリマー電池)



大型Liイオン電池
パック

用途4. 直流給電システムの保護

↑(将来の)直流給電



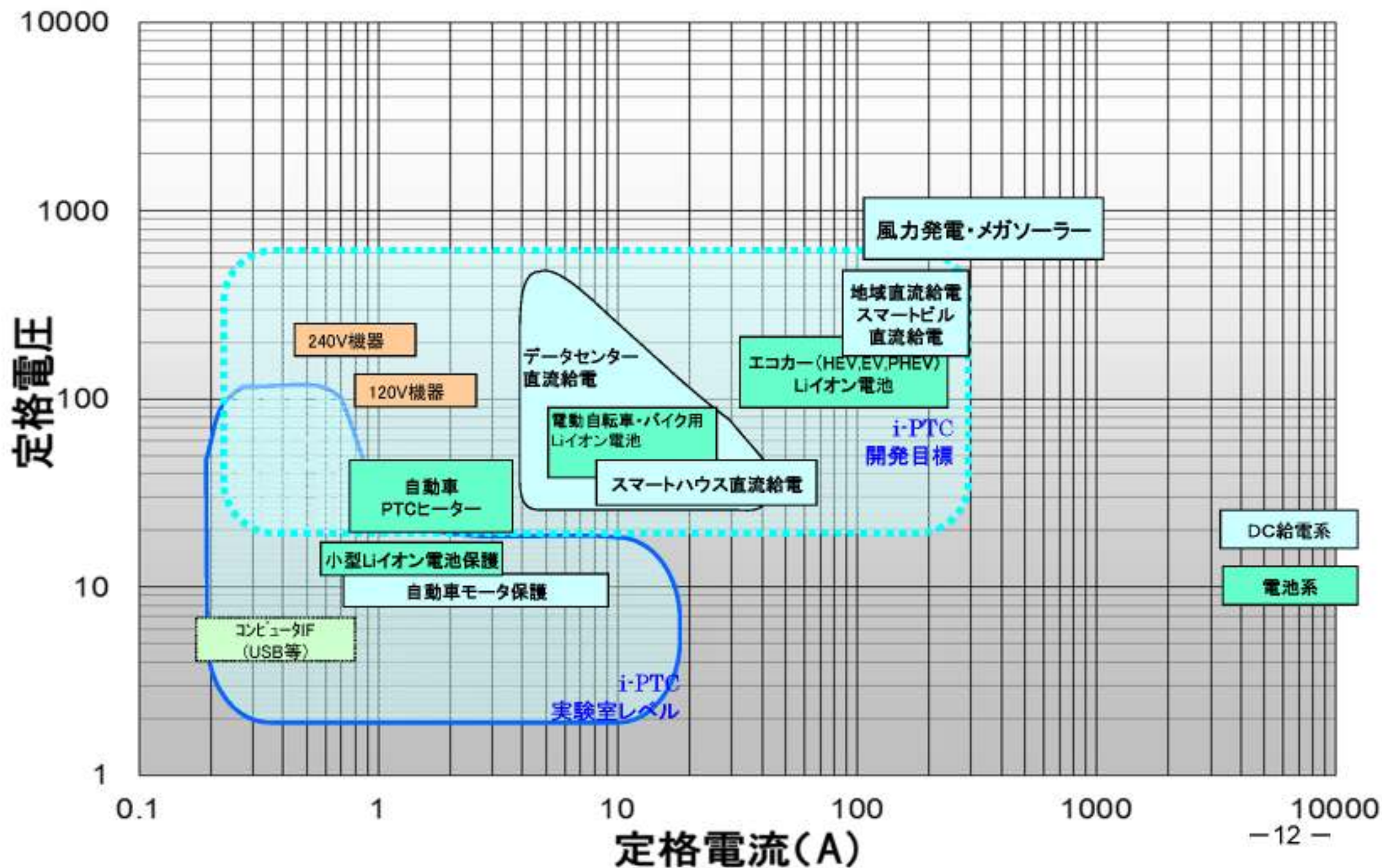
- 直流給電では、電流の開閉を行う部分で続流アーク消弧対策が必要。
- プラグ、ブレーカー部分に磁場冷却型の消弧モジュールが組み込まれている。
- 特に48V超の高電圧系では安全対策が必要



低抵抗のIPTCによる、自己限流型アーク消弧固体素子のニーズがある。
(アーク抵抗より低抵抗率で不燃性を利用)



iPTC限流素子を利用した製品開発



「車載型小型モーター用過電流保護素子の開発」

まとめ

1. PTC型限流器に応用可能性のある無機材料のみから成る低抵抗PTC材料を見出した。(従来より2桁 低抵抗)
2. 定格電流 30A(3cm²素子)を実証した。
3. 定格電流 100A級の可能性を見出した。
4. 直流機器分野で大電流の限流技術へのニーズが存在することを見出した。(大型電池、独立電源、直流給電など)
5. 公的助成制度を活用し、実用化に向けた開発を進める。