

パワーデバイス事業説明

～世界トップレベルのパワーデバイスメーカーとして
省エネのキーデバイスを供給～

2017年11月22日

常務執行役
半導体・デバイス事業本部長
眞田 享

三菱電機株式会社

目次

1. はじめに
2. 事業の位置付けと特長
3. 事業環境
4. 成長目標
5. 差別化戦略
6. 分野別事業戦略
7. 製造戦略
8. まとめ

1. はじめに

当社が目指すべき企業の姿

企業理念

三菱電機グループは、技術、サービス、創造力の向上を図り、
活力とゆとりある社会の実現に貢献する。

【今日的な社会課題】

環境問題

資源・エネルギー問題

【三菱電機グループの取組み】

製品・システム・サービスのグローバル展開

強い事業をより強く

技術シナジー・事業シナジー

「持続可能な社会」の実現

「安心・安全・快適性」の提供

【目指すべき姿】

2020年度までに達成すべき成長目標
連結売上高 5兆円以上
営業利益率 8%以上

豊かな社会の実現に貢献する
「グローバル環境先進企業」

1. はじめに

当社パワーデバイス事業が目指すべき姿

企業理念

三菱電機グループは、技術、サービス、創造力の向上を図り、
活力とゆとりある社会の実現に貢献する。

【今日的な社会課題】

環境問題

資源・エネルギー問題

【三菱電機グループの取組み】

製品・システム・サービスのグローバル展開

強い事業をより強く

技術シナジー・事業シナジー

「持続可能な社会」の実現

「安心・安全・快適性」の提供

【目指すべき姿】

2022年度までに達成すべき成長目標
連結売上高 2,000億円
営業利益率 10%

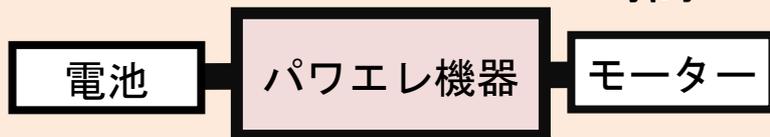
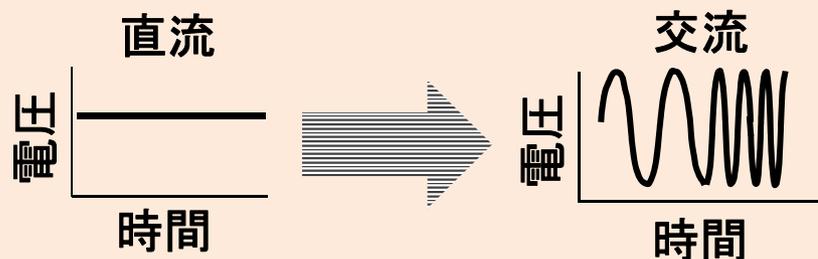
豊かな社会の実現に貢献する
「グローバル環境先進企業」

2. 事業の位置付けと特長

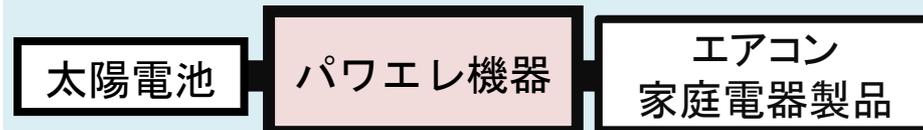
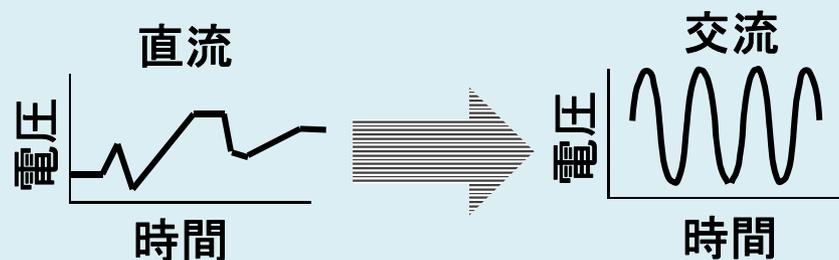
パワーデバイスとは低炭素社会実現のためのキーデバイス

- 電気を直流から交流、交流から直流に変換する、あるいは電圧を高くしたり、低くしたりすることで電力を効率よく制御する半導体デバイス
- 産業用機器、電鉄、電気自動車(EV※)、家庭電器、太陽光発電、風力発電などの電力制御からモーター制御まで幅広い分野に使用される省エネのキーデバイス

モーター駆動用インバーター



太陽光発電用パワーコンディショナー



パワーデバイス

2. 事業の位置付けと特長

当社では成長牽引事業の1つとして位置づけられている

重電システム

- **電力システム**
発電システム、系統変電システム、受配電システム、粒子線治療装置等
- **交通システム**
鉄道車両用インバーター、主電動機、トレインビジョン、鉄道車両用空調装置、車両統合管理システム、列車運行管理システム、信号システム等
- **ビルシステム**
エレベーター、エスカレーター、ビルマネジメントシステム等
- **公共システム**
水環境システム、防災システム等



成長牽引
事業群



情報通信システム

- **宇宙システム**
人工衛星、管制局等
- **防衛システム**
レーダー装置、アンテナ等
- **通信システム**
光通信システム、無線通信システム、衛星通信システム等
- **映像監視システム**
ネットワークカメラシステム
- **ITソリューション**

電子デバイス

- **パワーデバイス**
SiC※1モジュール、IGBT※2モジュール等
- **高周波・光デバイス**
GaN※3高周波デバイス、GaAs※4高周波デバイス、光通信用デバイス等
- **TFT※5液晶モジュール**

家庭電器

- **空調冷熱システム**
ルームエアコン、パッケージエアコン、ビル用マルチエアコン、ロスナイ換気システム、チラー等
- **住宅設備**
スマート電化、照明機器、HEMS等
- **キッチン家電・生活家電**

産業メカトロニクス

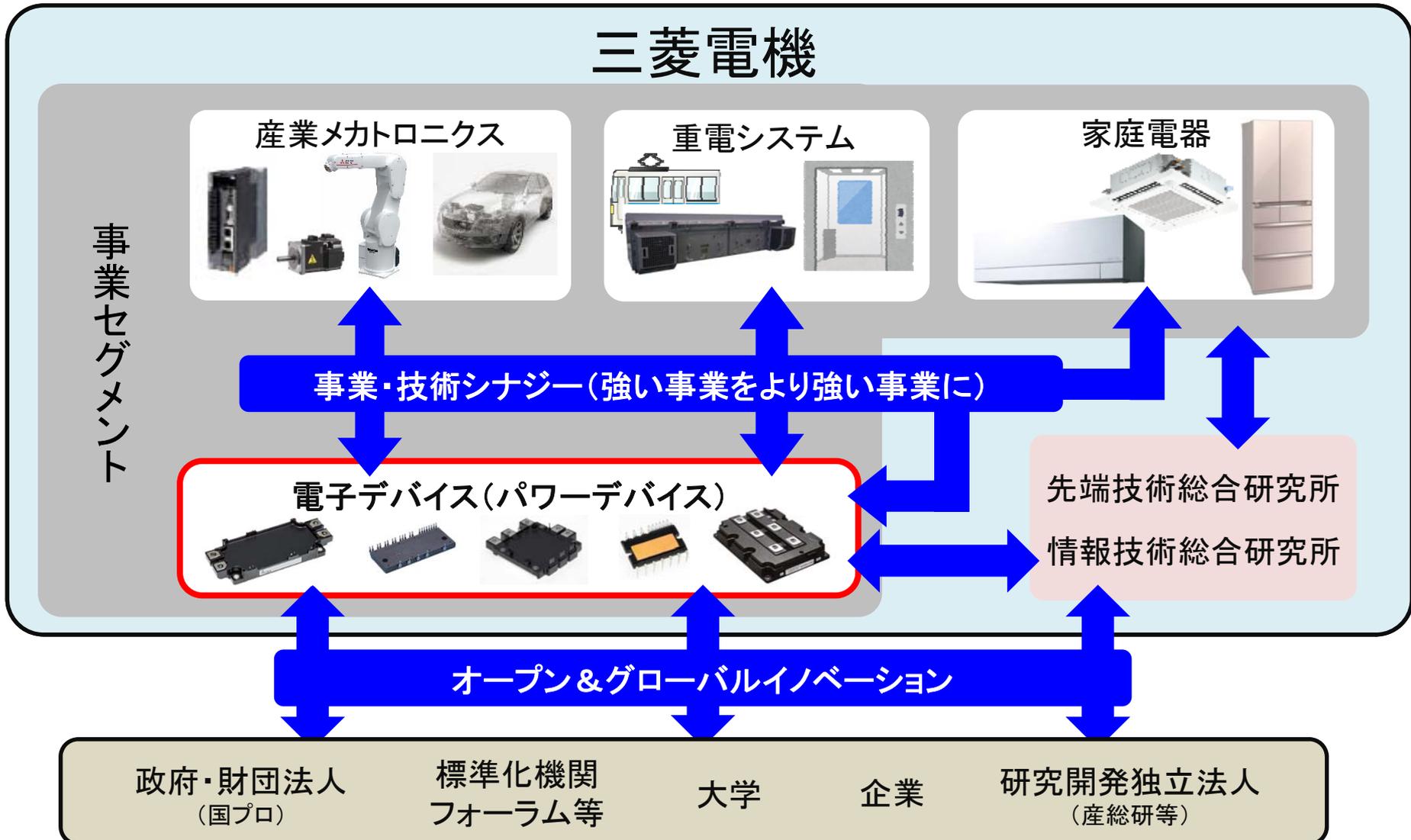
- **FAシステム**
シーケンサ、ACサーボ、数値制御装置、産業用ロボット、レーザー加工機、配製機器等
- **自動車機器**
スタータ、オルタネータ、カーマルチメディア、EPS用デバイス、電動パワートレインシステム等



※1 SiC: Silicon Carbide ※2 IGBT: Insulated Gate Bipolar Transistor ※3 GaN: Gallium Nitride
※4 GaAs: Gallium Arsenide ※5 TFT: Thin Film Transistor

2. 事業の位置付けと特長

強みは社内事業・技術シナジーとオープン&グローバルイノベーション

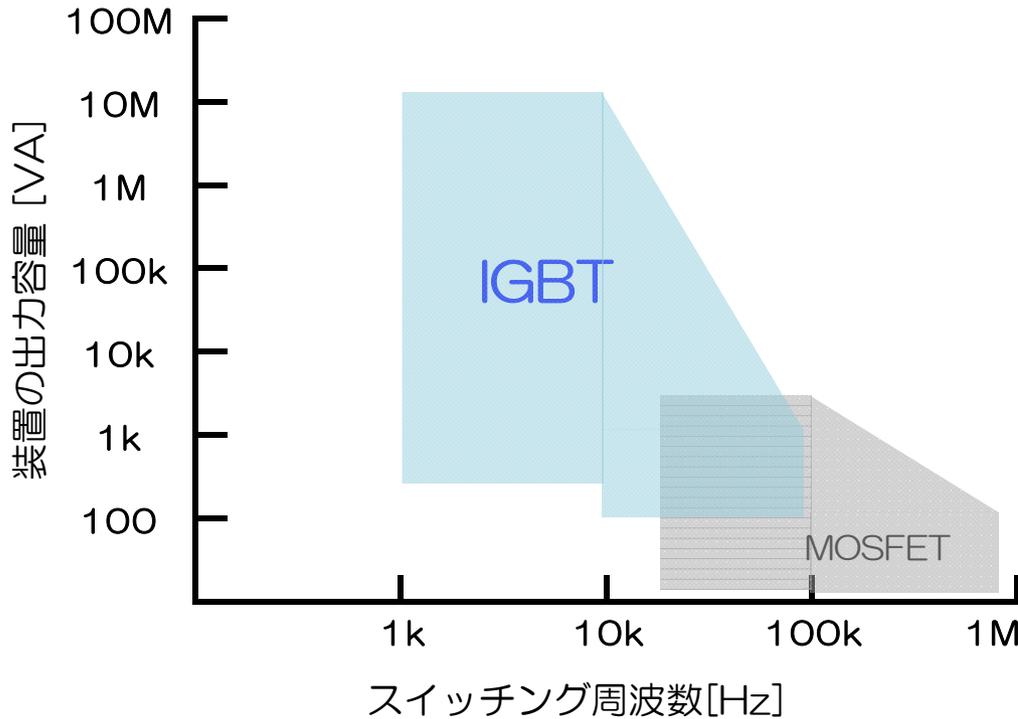


2. 事業の位置付けと特長

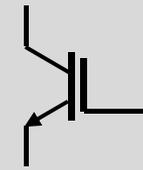
当社の注力領域はIGBTとモジュール

IGBTとMOSFET※

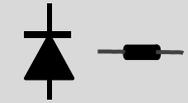
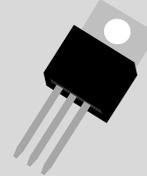
パワーデバイスの適用領域



ディスクリート

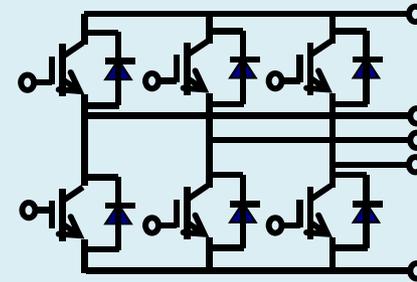


IGBT



ダイオード

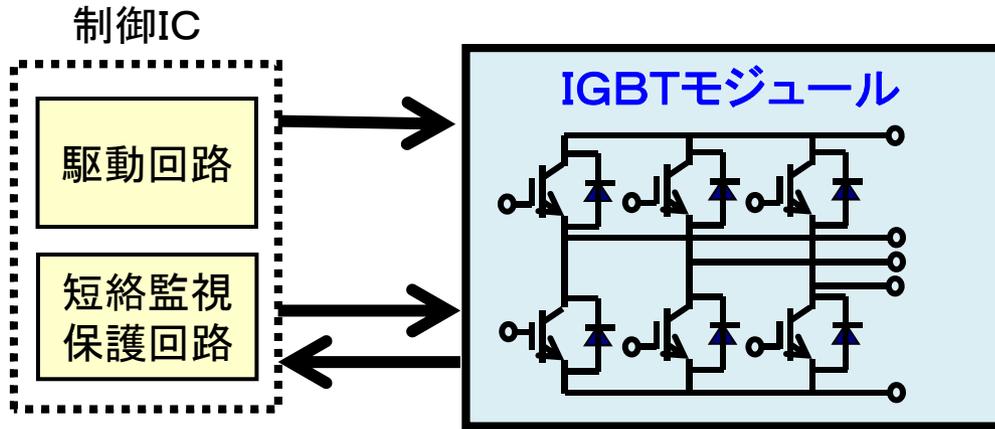
IGBTモジュール



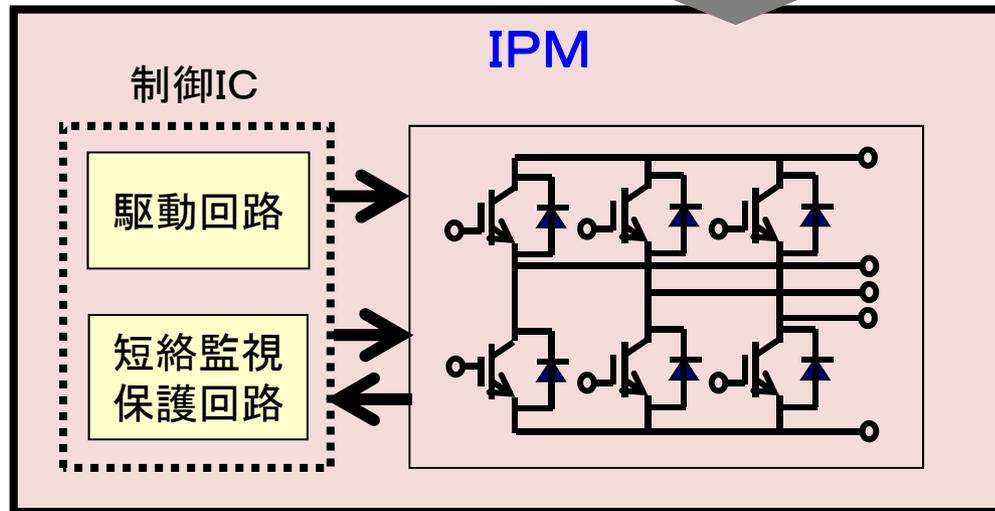
複数のIGBTとダイオードを一つのパッケージに収めた複合型パワーデバイス。

2. 事業の位置付けと特長

世界No1.シェア※1 IPM※2に注力



パッケージ



パッケージ



※1 2017年11月当社調べ ※2 IPM: Intelligent Power Module

2. 事業の位置付けと特長

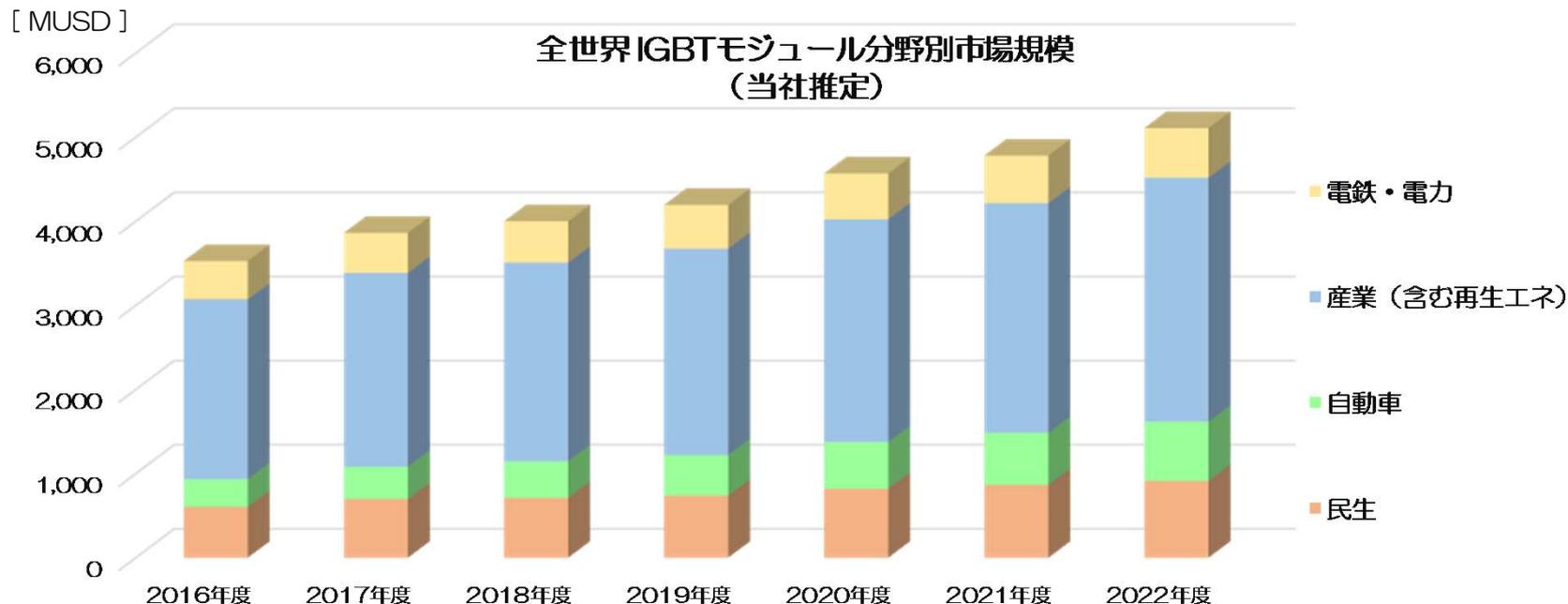
注力市場は4分野 幅広いアプリケーションに貢献

応用分野	応用例	IGBTモジュール		IPM		ディスクリート
		ケースタイプ	一般	ケースタイプ	DIPタイプ	
民生	 <p>エアコン 洗濯機 冷蔵庫 ファンモーター</p>					
産業 (再生エネ含)	 <p>インバータ ACサーボ ロボット 太陽光発電 パワコン 風力発電</p>				 	
電鉄・電力	 <p>電鉄 モータ駆動 直流送電</p>					
自動車	 <p>EV・HEV※2</p>					

※1 HV: High Voltage ※2 HEV: Hybrid Electric Vehicle

3. 事業環境

市場年平均成長率は6%程度



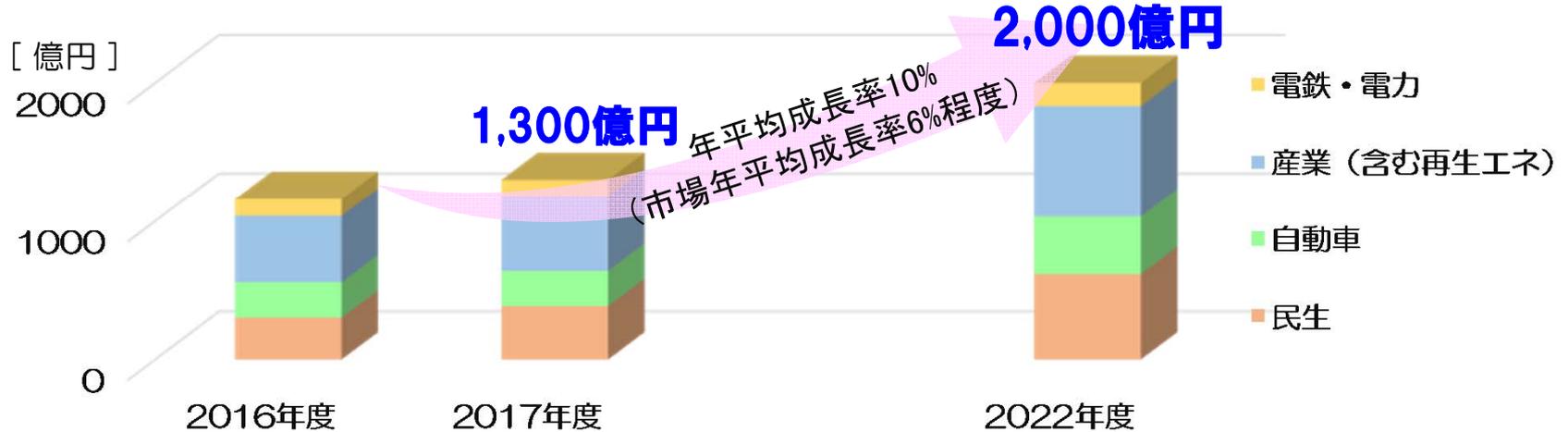
パワーデバイス市場拡大の背景

- 民生： 白物家電(エアコン・冷蔵庫・洗濯機他)市場の拡大、インバーター化進展により伸長
- 自動車： 環境規制強化に伴う車両の電動化加速により高成長
- 産業： 省エネ・省人化を目的とした自動化設備投資、モーターへの環境規制強化等により
(再生エネ含む) FA市場を中心に拡大
- 各国の再生可能エネルギー(太陽光・風力発電)市場拡大に伴い成長
- 電鉄・電力：人口増・都市化等を背景に電鉄車両市場は緩やかに成長

4. 成長目標

2022年度 連結売上高 2,000億円 営業利益率10%

パワーデバイス事業売上高目標



成長戦略

注力分野毎の事業戦略を展開し、市場の伸び(6%)を上回る10%の成長を目指す

民生： 市場ニーズ(省エネ高機能化と低コスト化)のバランスを取りながら、製品ラインアップを強化し圧倒的No.1を目指す

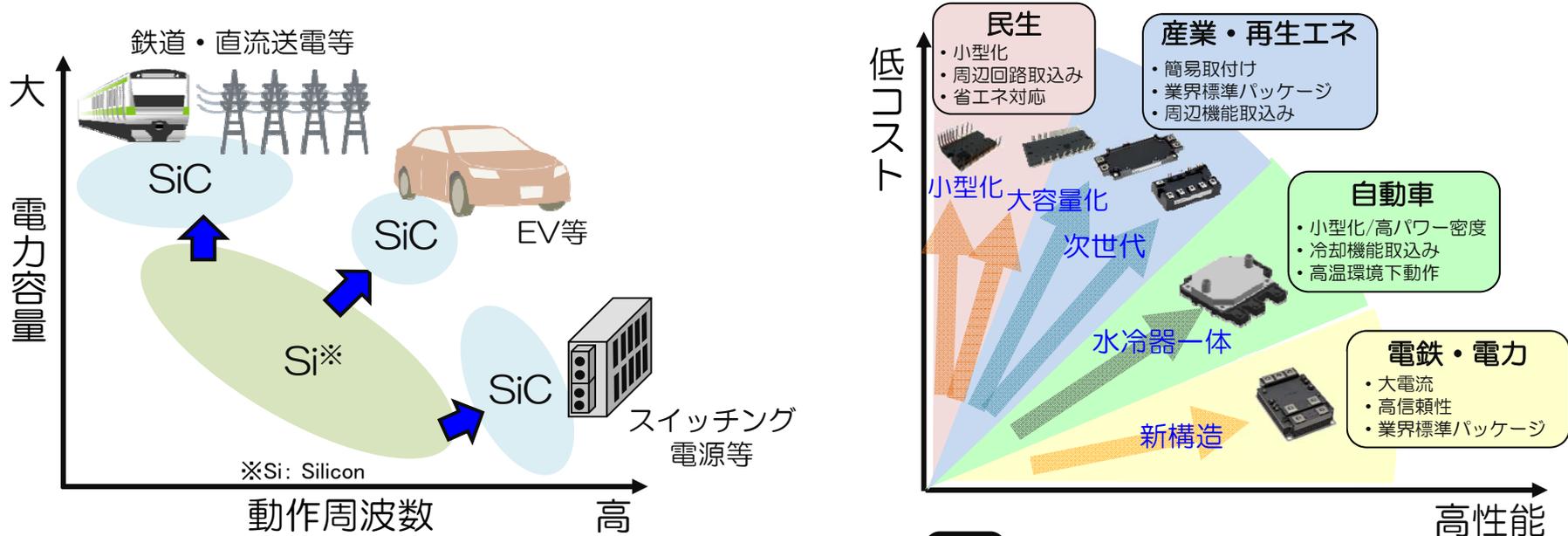
自動車： 電動化の変革期を捉えてグローバルに大きく成長する

産業： パワーデバイス事業最大の市場であり、競争力ある製品投入によりシェアアップを目指す
(再生エネ含む)

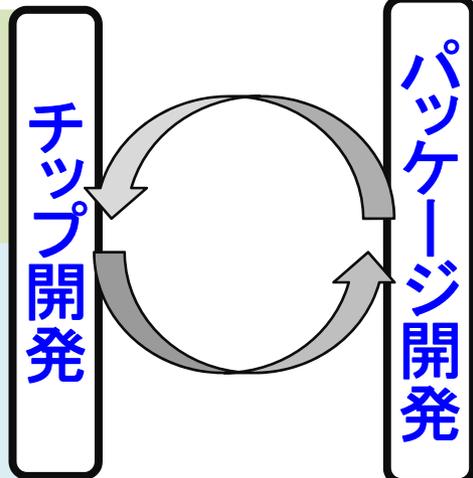
電鉄・電力： 市場成長率は高くないが高品質・高信頼性が要求される社会インフラ分野であり、高付加価値化を追求し、トップグループを堅持する

5. 差別化戦略

高効率パワー素子(以下チップ)開発と
市場ニーズにマッチしたパッケージ開発が差別化の両輪



- Si: 性能とコストの両立**
- ・低い電力損失
 - ・広範な用途へ対応
 - ・高い信頼性
- SiC: 高付加価値用途へ展開**
- ・低い電力損失 (Si比70%減)
 - ・高周波スイッチング (100kHz級)
 - ・高温度動作 (200°C級)

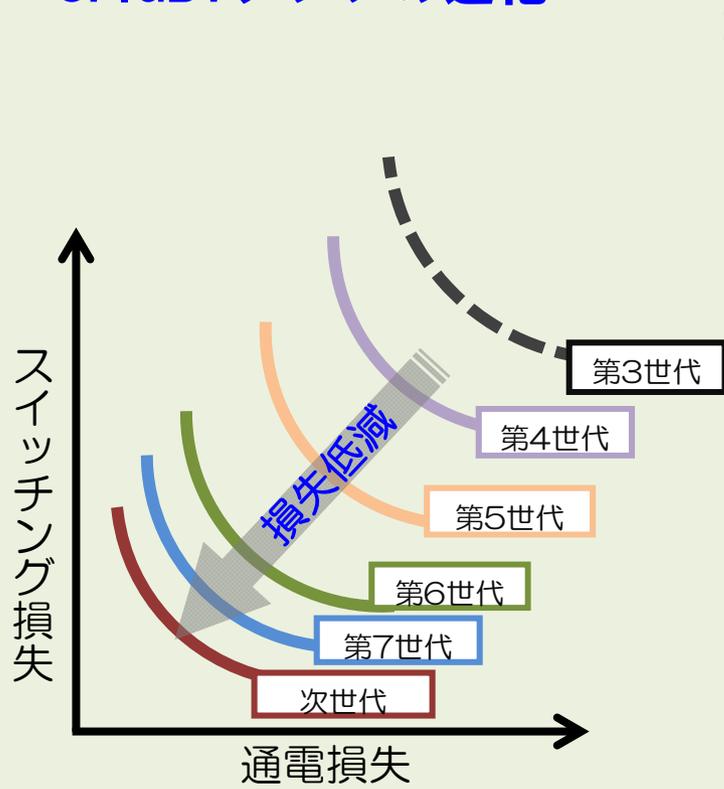


- 小型化**
- ・高電流密度パッケージ
 - ・高放熱基板
- 長寿命化**
- ・熱サイクル時の低応力構造
 - ・高耐熱材料(接合材、封止材)
- 高機能化**
- ・放熱器一体化
 - ・周辺回路取り込み

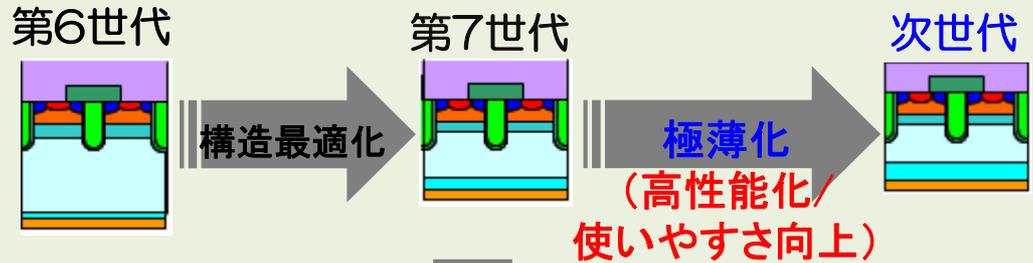
5. 差別化戦略（Si IGBTチップ）

Siデバイスとしての極限性能を引き出し差別化

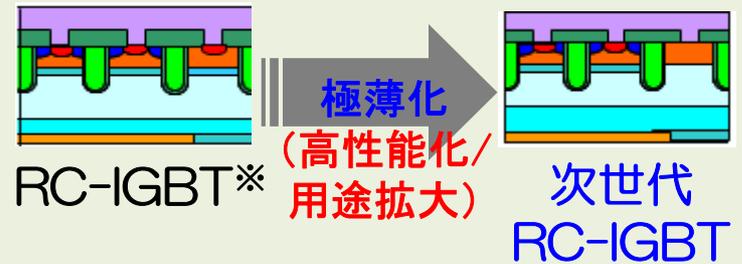
Si IGBTチップの進化



IGBTチップ（1200V産業用）



IGBTとダイオードを
1チップ化し組立性を向上
(機能融合)



*RC-IGBT: Reverse Conducting-IGBT

5. 差別化戦略 (SiC)

SiC適用実績No.1※1

- 社内に強いパワエレ機器事業を保有、社内シナジーを活かし実績で先行
- 黎明(れいめい)期からモジュール化を志向、全分野向け製品群にSiCを適用

世界初
搭載

SiC適用鉄道車両用
インバーターの製品化
(2011年10月)



鉄道



東海道新幹線向け
フルSiCパワーモジュール
適用主回路システムを開発
(2015年6月発表)

世界初
搭載



産業

世界初
搭載



数値制御装置(CNC)
ドライブユニット発売
(2012年12月発売)



開発中

世界初
搭載

高速エレベーターの
制御装置を開発
(2013年2月発表)



自動車

業界
最小



開発中

フルSiCパワーモジュール搭載
HEV用超小型インバーター
を開発 (2017年3月発表)



エネルギー

業界
最高

太陽光発電システム向け
パワーコンディショナーで
国内業界最高電力変換効率を
実証 (2011年1月発表)



業界
最高

フルSiC-IPM搭載
国内住宅用太陽光発電向け
パワーコンディショナー発売
(2015年1月発売)



民生

世界初
搭載



SiC搭載インバーター
エアコン「霧ヶ峰」発売
(2010年10月発売)



業界初
搭載

フルSiC DIPIPM™搭載
パッケージエアコン
「スリムエアコン」を発売
(2016年5月発売)

※1 2017年11月時点、および世界初搭載/業界最小/業界最高等は各々の広報発表時点での当社調べ。
※2 DIPIPM:三菱電機株式会社の登録商標

各製品や開発は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の
委託研究の成果の一部を活用しています。

5. 差別化戦略（SiCチップ）

更なる高性能化・低コスト化を目指し開発推進

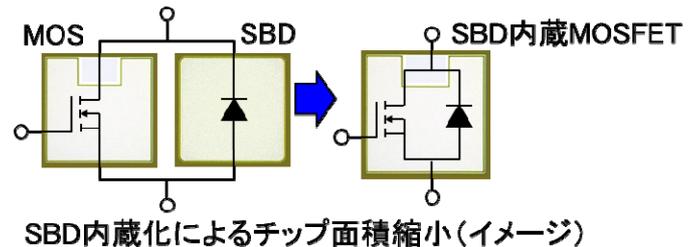
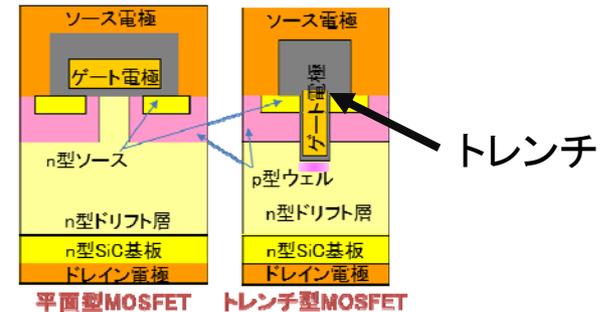
SiCチップの特長

項目	Si	SiC	顧客メリット	適合する用途
電力損失	1	1/3	高効率・高出力化・省エネ	EV・エアコン・電鉄・直流送電
高温動作	175°C	T _j > 200°C	省放熱フィン	EV・特殊インバーター
高速スイッチ	30KHz	F _c > 100KHz	高効率・小型化	電源・非接触給電

SiCチップの進化

- **トレンチ型MOSFET ⇒ 小型化・低損失・高信頼性**
 - ・ゲートを深さ方向に掘った溝(トレンチ)の側壁に配置しセル密度を向上、微細化とあわせて業界トップの低損失を狙う
 - ・信頼性向上のため、独自の電界緩和構造を採用
- **SBD※内蔵MOSFET ⇒ 小型化・低コスト**
 - ・MOSにSBDを内蔵することでチップを小型化する当社独自技術。特に高耐压デバイスに有効で、3.3kVでは約0.6倍の面積となる

MOSFET構造の比較説明



将来への布石として、SiC-IGBT(現在はMOSFET)に加え、縦型GaNや酸化ガリウムなどの新材料パワーデバイスの研究開発を推進

※SBD: Schottky Barrier Diode

6. 分野別事業戦略（民生分野）

成長戦略

市場ニーズ（省エネ高機能化と低コスト化）のバランスを取りながら、製品ラインアップを強化し圧倒的No.1を目指す

- 今後インバーター化率の伸長が見込まれる洗濯機（17年：19%→22年：62%）、冷蔵庫（17年：18%→22年：40%）を新規攻略
＜低コスト化＞
- 小容量ファンモーター市場に新規参入＜低コスト化＞
- 既存のRAC/PAC※はインバーター化（17年→22年：約2倍）が進む新興国市場を順次開拓 ＜低コスト化＞
- 高級機市場にはSiC製品を投入
＜省エネ高機能化＞

当社の強みと特長

トランスファーマールド技術を活かしたDIPIPM

高い品質と豊富な製品ラインアップ

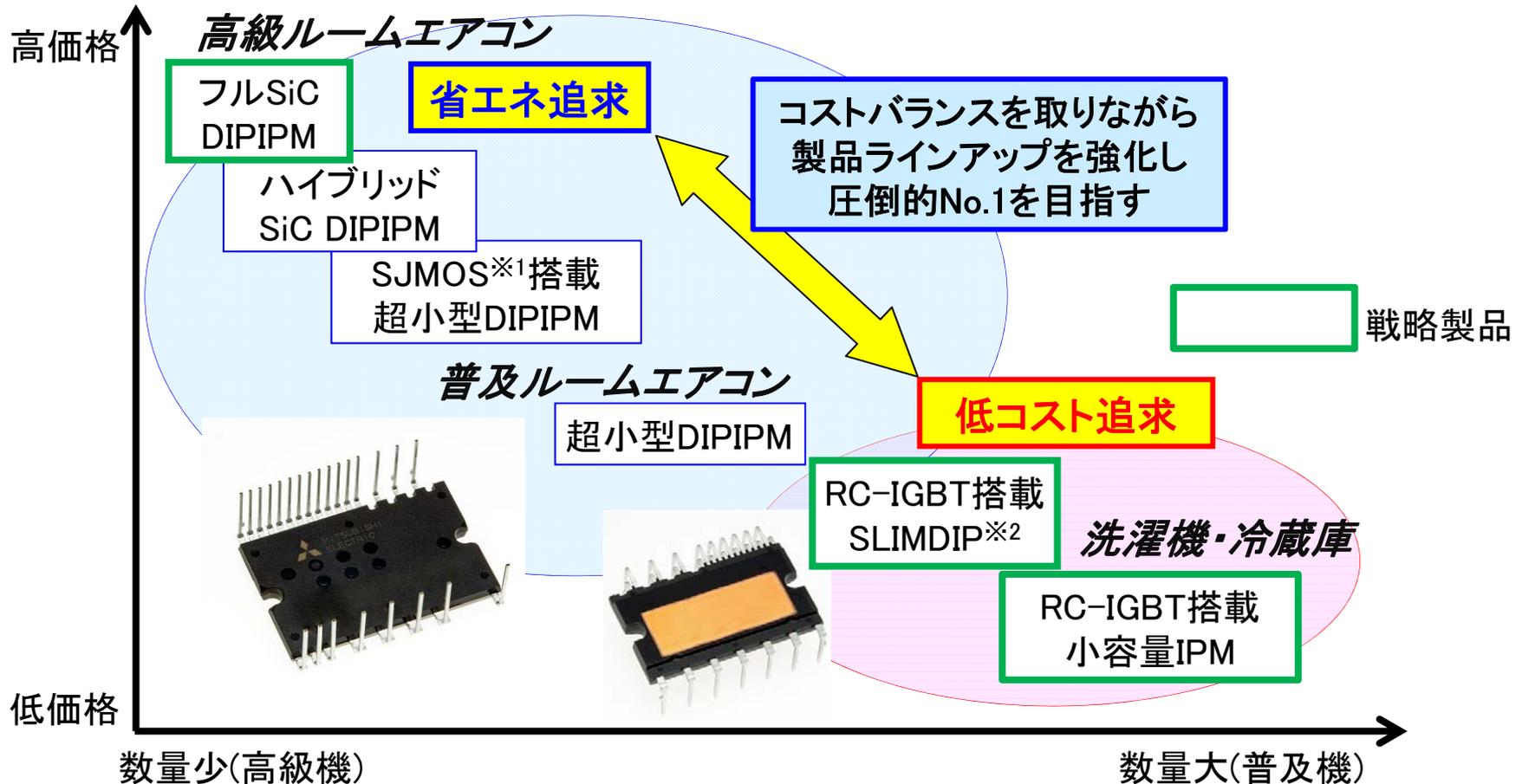
民生分野シェアNo.1を支える応用技術力と顧客サポート力

世界No.1の生産能力と安定供給サポート力

6. 分野別事業戦略（民生分野）

製品戦略

- 高機能化: SiC搭載製品の拡大と低損失化
- 低コスト化: RC-IGBTチップの適用と低コストパッケージの適用



※1 SJMOS: Super Junction MOSFET ※2 SLIMDIP: 三菱電機株式会社の登録商標

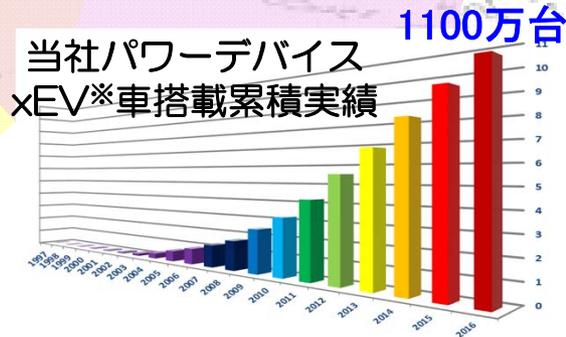
6. 分野別事業戦略（自動車分野）

顧客ニーズに合わせた
各種ソリューションの提案力
(チップ、モジュール)

当社の 強みと特長

高い品質、応用技術力と
顧客サポート力

EV市場の黎明期から培った
豊富なノウハウと高い市場実績



成長戦略

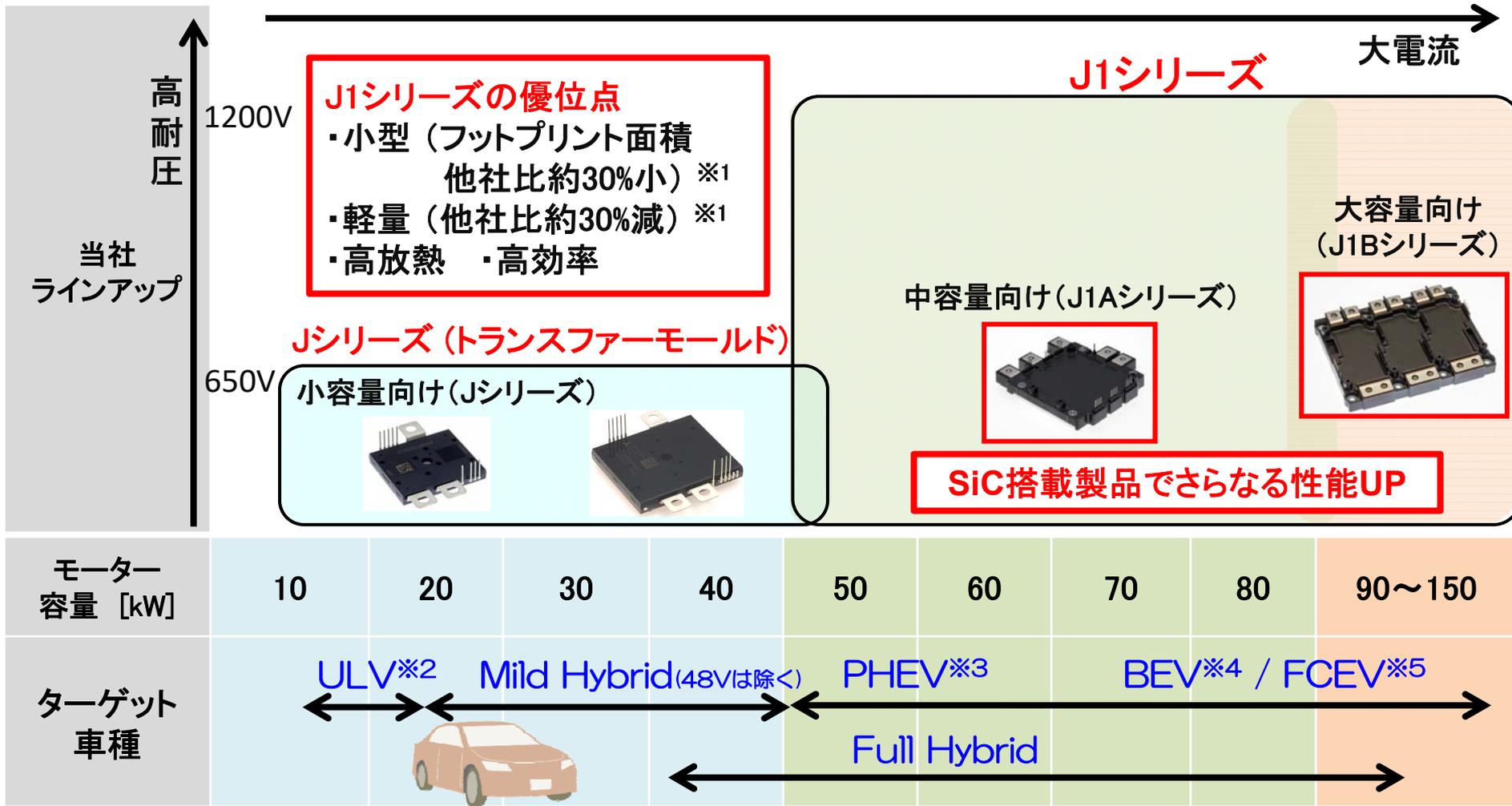
電動化の変革期を捉えてグローバルに大きく成長する

- 従来の国内偏重から海外市場に注力
- カスタム品から標準品の開発・投入へ
- 標準モジュール(J/J1シリーズ)のグローバル展開
- チップの高性能化
 - Si: IGBTとRC-IGBTの高性能化
 - SiC: 6インチ化、トレンチ化

6. 分野別事業戦略（自動車分野）

標準モジュールの製品戦略

➤ 市場要求に合わせた製品ラインアップの拡充（高耐圧、大電流化）



※1 2017年11月当社調べ

※2 ULV: Ultra Light Vehicle ※3 PHEV: Plug-in Hybrid Electric Vehicle
 ※4 BEV: Battery Electric Vehicle ※5 FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle

6. 分野別事業戦略（産業（再生エネ含む）分野）

国内ユーザーとともに
産業市場黎明期から
培ってきた豊富な
ノウハウと市場実績

当社の 強みと特長

第7世代チップと
新パッケージ技術を
適用した競争優位な
製品ラインアップ

高い品質、応用技術力と
顧客サポート

成長戦略

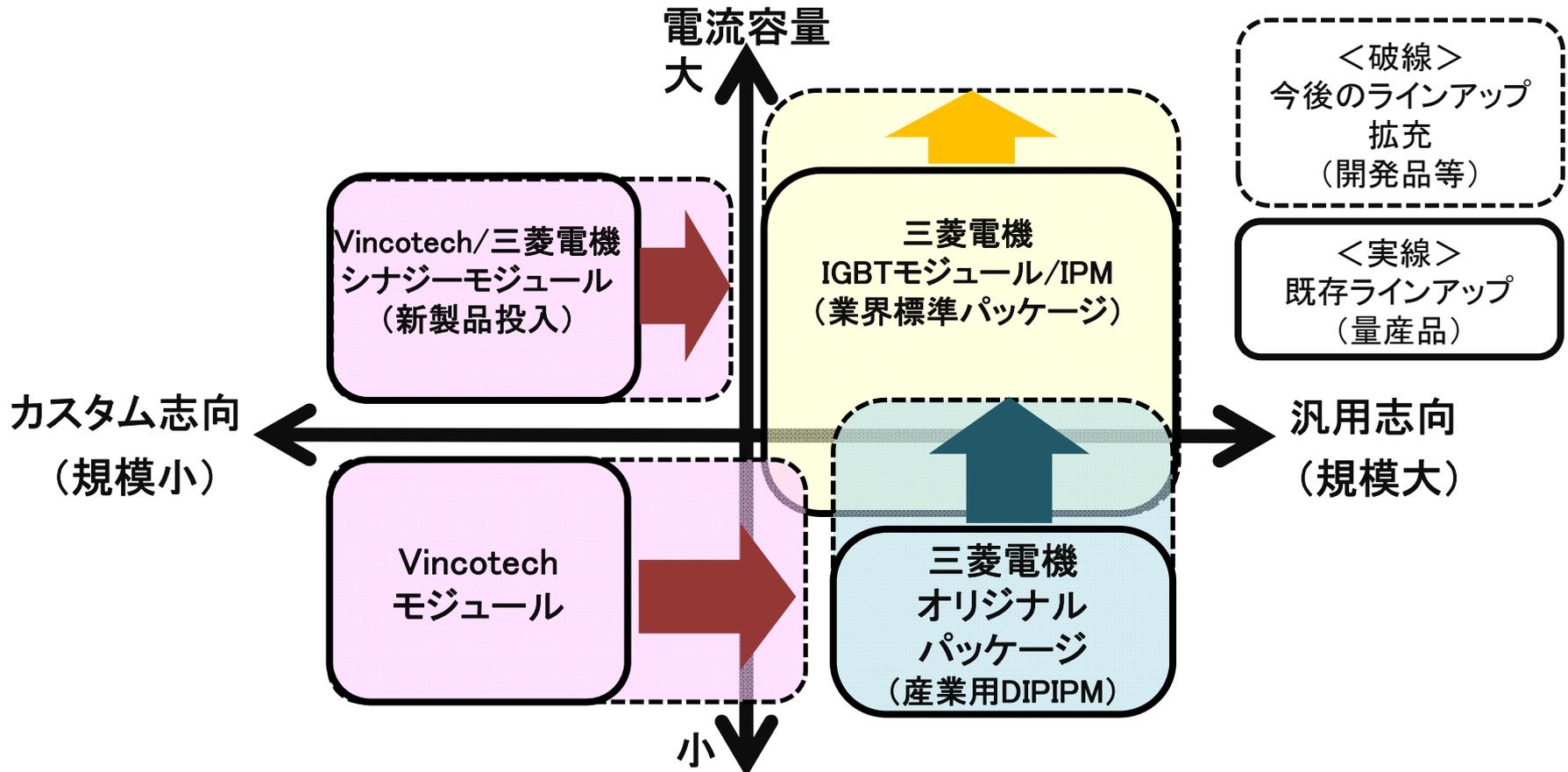
パワーデバイス事業の最大の市場で
あり、競争力ある製品投入によりシェア
アップを目指す

- 高シェアの国内市場は堅持しつつ、
欧州市場、中国市場を重点攻略
- 新市場として、蓄電・充電・EVバスに
注力
- 業界標準パッケージに加えて当社
オリジナルパッケージ戦略を拡充
展開
- 更なるインテリジェント化（IoT*用途）
- 当社グループVincotech社（独）との
製品開発連携とシナジーの創出

6. 分野別事業戦略（産業（再生エネ含む）分野）

製品戦略

- 中・大容量は業界標準パッケージを拡充し、更に大容量化する
- 小容量は民生市場で先行するDIPIPMのオリジナルパッケージを拡充し、低コスト・高品質を追及
- Vincotech社には当社中・大容量の技術を移植し、カスタム製品市場を攻略する



6. 分野別事業戦略（電鉄・電力分野）

社会インフラとして要求
される高い信頼性

当社の
強みと特長

高耐圧分野での
圧倒的実績とノウハウ

高耐圧SiCモジュール製品の
量産実績No1※

成長戦略

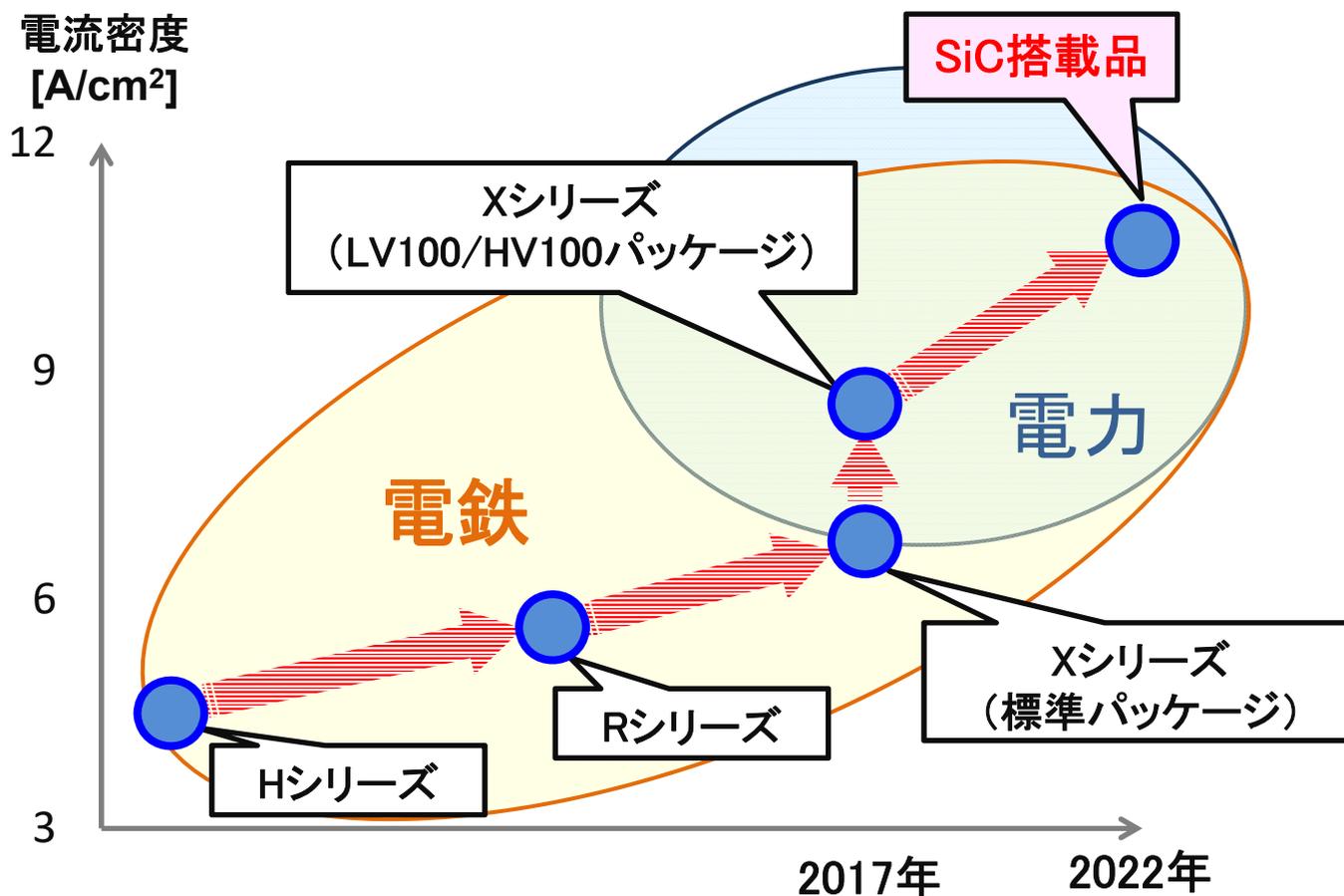
市場成長率は低いが高品質・高信頼性が要求される社会インフラ分野であり、高付加価値化を追求し、トップグループを堅持する

- 最新のSiテクノロジーを活用した製品展開(Xシリーズ:初の第7世代8インチチップを搭載し且つ最新構造パッケージを採用)
- 高耐圧低損失なSiCモジュールの製品展開(3.3kV、1.7kV)
- 鉄道用途は今後も堅調需要が期待される中国、インド市場を継続攻略
- 今度拡大が見込める直流送電用途に注力(対象地域: 欧州、北米、中国)

6. 分野別事業戦略（電鉄・電力分野）

製品戦略

➤ 他社を上回る電流密度を高めた製品で電鉄・電力市場への適用を拡大

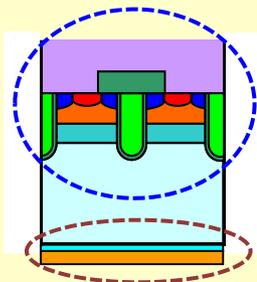


7. 製造戦略（ウエハ製造）

- 差別化のカギとなる高付加価値プロセスは自社工場に囲い込み、投資を継続（Siウエハ裏面加工とSiCウエハ）
- 汎用技術中心のSiウエハ表面加工は生産委託先（外ファブ）を最大限活用し、自社投資を抑制しながら能力を拡大
- IoTを活用し、徹底した生産性改善を推進
- BCP※への対応として生産の複線化を推進

ウエハ工程

表面加工



裏面加工※

※ウエハ裏面を研削後に電極等を形成するパワーデバイス特有の工程

熊本（合志市）：マザー工場
ウエハ表面・裏面加工（SiC含む）



兵庫（伊丹市）
Si ウエハ裏面加工



福岡（福岡市）
SiC ウエハ（4インチ）
表面・裏面加工

国内 生産委託
Si ウエハ
表面加工

海外 生産委託
（検討中）
Si ウエハ
表面加工

7. 製造戦略（組立・検査）

- グローバルな視点から地産地消を基本に生産体制を整備
- IoTを活用し、徹底した生産性改善を推進
- BCPへの対応として生産の複線化を推進
- 検査技術はノウハウとして内部に囲い込み高度化

組立・検査工程

福岡（福岡市・糸島市）：
マザー工場
自動車・電鉄・民生用製品



兵庫（丹波市・豊岡市）
産業用製品



中国（合肥市・上海市※）
民生用製品



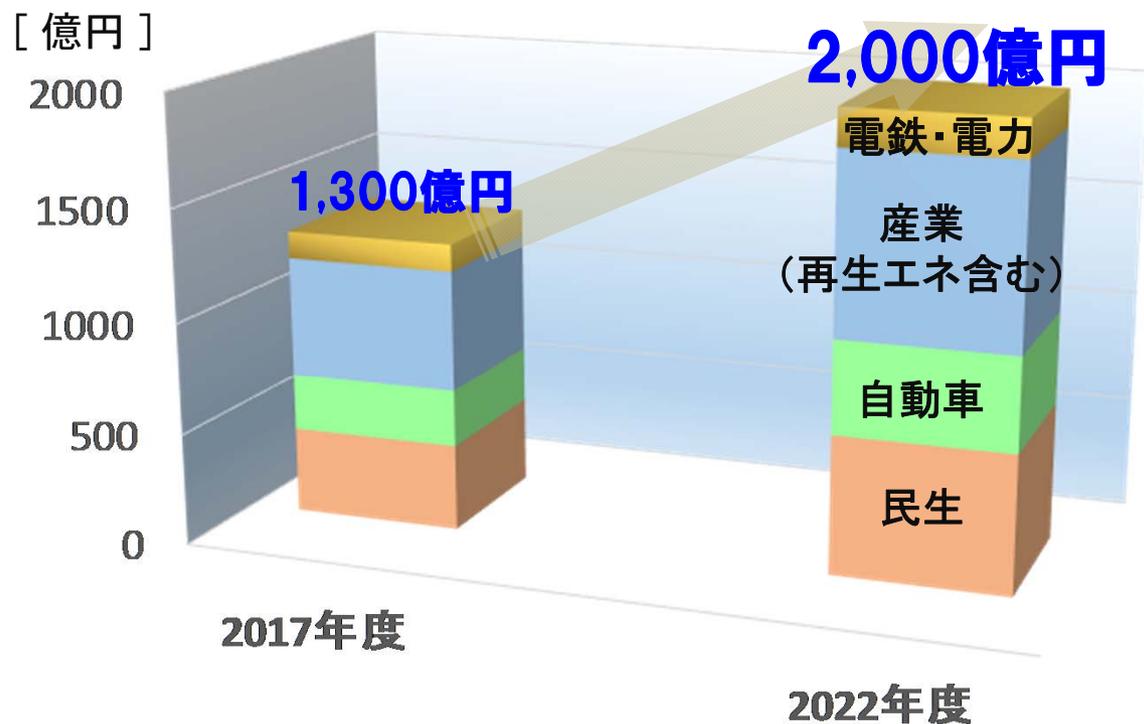
※上海市は生産委託

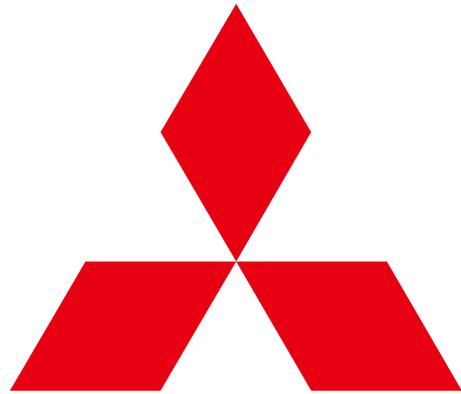
ハンガリー（Vincotech社）
産業用製品



8. まとめ

成長目標“2022年度”
連結売上高 2,000億円
営業利益率 10%
海外比率 60%





**MITSUBISHI
ELECTRIC**

Changes for the Better