

東芝デバイス&ストレージ株式会社主催 Webセミナー

車載半導体への東芝の取り組み

TOSHIBA

東芝デバイス&ストレージ株式会社

半導体応用技術センター

車載ソリューション応用技術部

2024.10

本日のセミナーについて

車載市場は、電動化や自動化といった、100年に一度の大きな変革に直面しています。

本セミナーでは、当社車載半導体における3つの注力領域、

- Si-MOSFET
- 化合物半導体 (SiC)
- モーター制御IC

の技術動向について紹介します。

また、設計や検証、開発の効率化や品質の向上を実現するシミュレーション技術についても併せて解説します。

Contents

01 イントロダクション

02 車載半導体の注力領域

02-1 Si-MOSFET技術動向

02-2 化合物半導体(SiC)技術動向

02-3 モーター制御IC技術動向

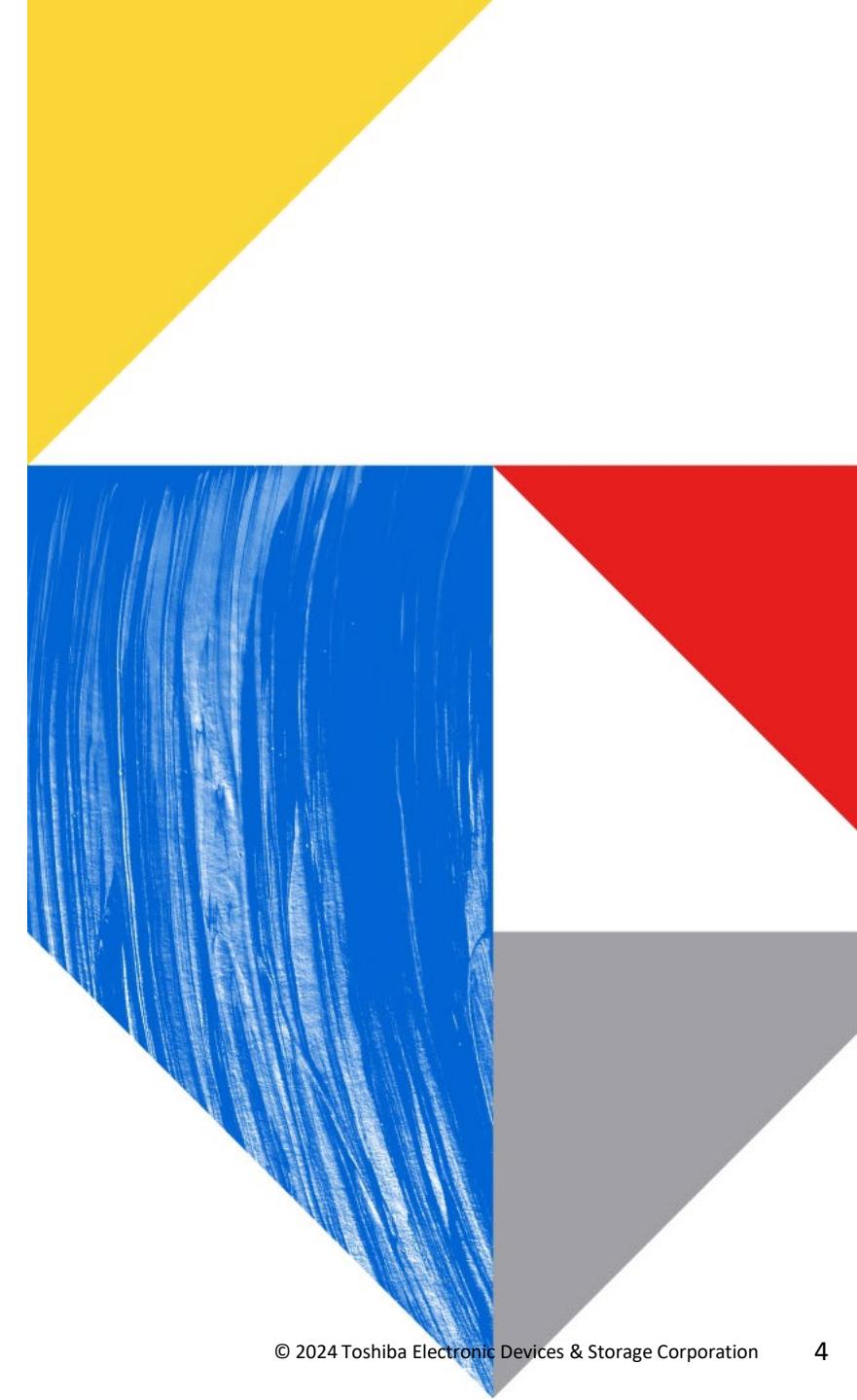
03 MBD

04 まとめ

01

イントロダクション

東芝における東芝デバイス＆ストレージの位置づけ



東芝グループ 組織

(2024年5月)

株式会社 **東芝**

23年度売上高
3兆2,858億円



代表執行役社長
CEO
島田 太郎

Finance

Common R&D

Strategy

R&D Center



デバイス&ストレージ

東芝デバイス&ストレージ
ニューフレアテクノロジー
東芝マテリアル
東芝ホクト電子



エネルギー

東芝エネルギーシステムズ



インフラシステム

東芝インフラシステムズ



デジタル

東芝デジタルソリューションズ



リテール& プリンティング

東芝テック

ビル

東芝エレベータ
東芝ライテック

取り巻く環境と東芝の取り組み

メガトレンド



気候変動
と資源不足



人口構造
の変化



世界の経済力
のシフト



テクノロジー
の進歩

景気変動リスク



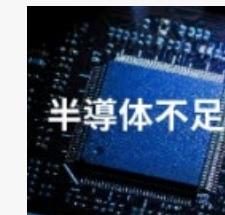
新型コロナ
ウイルス



米中貿易摩擦



原材料費の
値上げ



半導体不足

東芝の取り組み



出典：株式会社東芝、「今後の経営方針について」、2021年5月14日、p12
(https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/corp/irAssets/about/ir/jp/pr/pdf/tpr2020q4_2.pdf)

デジタル/データ事業の成長加速

デジタル技術・データ活用による社会課題の解決

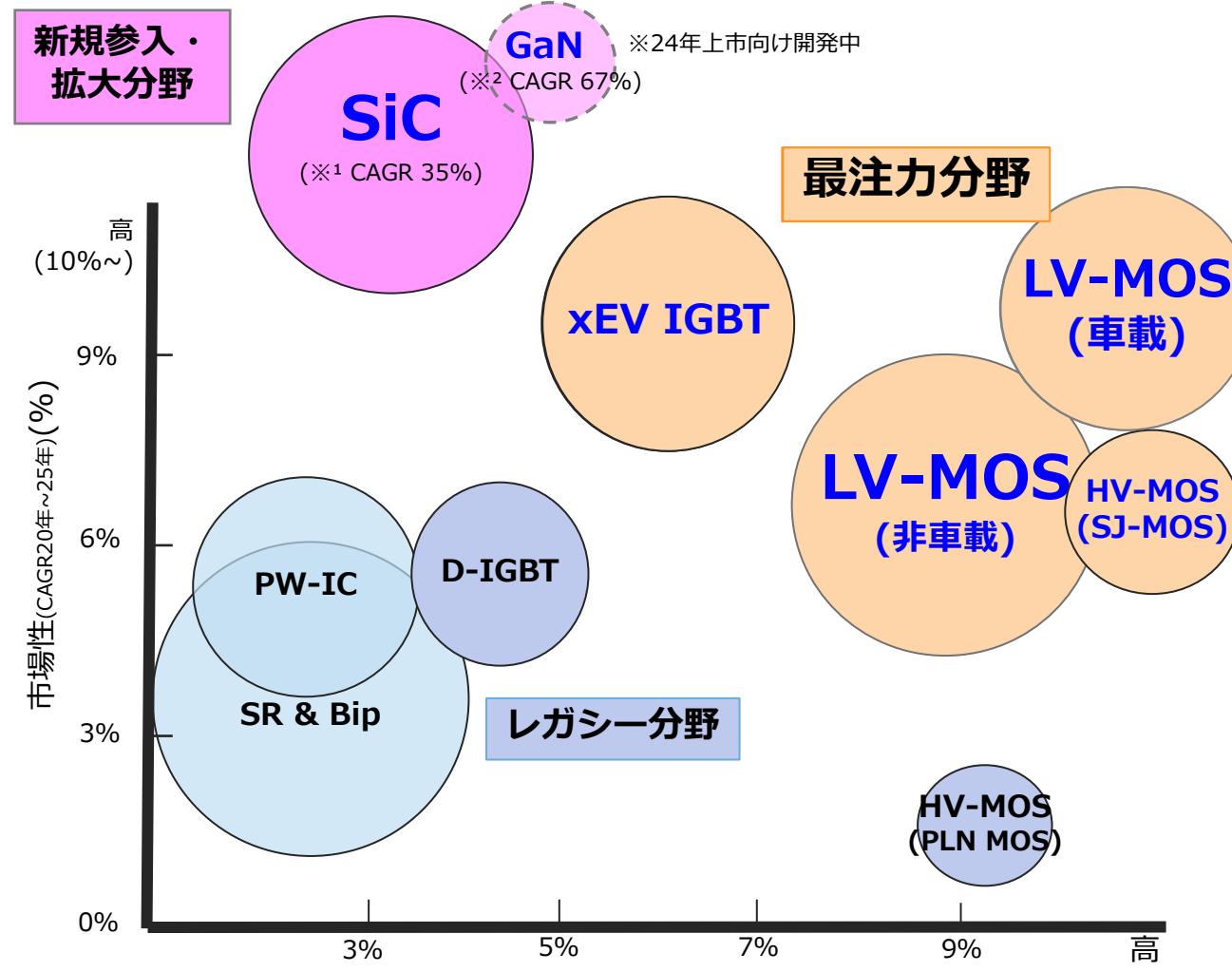


出典：株式会社東芝、「今後の経営方針について」、2021年5月14日、p13
(https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/corp/irAssets/about/ir/jp/pr/pdf/tpr2020q4_2.pdf)

カーボンニュートラルな社会の実現 と 社会のデジタル化の促進に貢献

パワー半導体 事業戦略

カーボンニュートラルの実現へ貢献できる高性能新世代Si-MOSFET・IGBTとSiCを中心に販売拡大を図る



最注力分野： Si-MOSFET

- 車載、産業・サーバーの高伸長市場へ、高性能／高品質製品を投入
最新世代品：LV-MOS 第11世代開発中、SJ-MOS 第6世代拡大中
- 最先端の生産ラインを導入した生産能力の増強
前工程(300mm Fab@加賀東芝)/後工程(東芝姫路 & タイ工場)

新規・拡大分野： WBG (SiC&GaN)

- 高性能の化合物パワー半導体ラインアップ拡大
SiC-MOS & SBD第3世代品リリース、GaN 2024年上市計画
- 車載、サーバー・通信電源、再生エネルギー、産業機器向けを注力拡販

レガシー分野：ハイパワー半導体

- 市場規模の大きいマーケット向け継続ビジネス拡大

東芝デバイス&ストレージの取り組み(1) ~応用分野~

産業や社会に変革をもたらす3つのフィールドに特にフォーカスし、
時代を動かす技術や製品を世界に届ける

社会インフラ/産業向け ソリューション



工場の自動化
再生可能エネルギー
送配電設備
鉄道 など

車載向け ソリューション



環境対応車や安心・安全な
システムを構築

データセンター/サーバー向け ソリューション



クラウドサービスや
SNSデータ保存
高効率電源

製造業の自動化
鉄道や発電・送配電の高効率化
快適なオフィスや生活空間の実現
に貢献

インバーター、バッテリー管理
システムや、モーター制御などに
おいて省電力化・高効率化に貢献

大容量HDDや、電源用パワー半導体
によって高い品質と低消費電力
ソリューションを提供

東芝デバイス&ストレージの取り組み(2) ~商品群~

東芝パワー半導体が機器の省電力化・高効率化・小型化に貢献
カーボンニュートラル実現に向けて製品開発を推進

社会インフラ/産業向けソリューション

- ・ パワー半導体 (MOSFET、SiC など)
- ・ 光デバイス (フォトカプラー など)
- ・ マイクロコントローラー
- ・ モータードライバー
- ・ リニアイメージセンサー
- ・ 半導体製造装置
- ・ サーマルプリントヘッド など

鉄道や発電・送配電の高効率化に貢献

車載向けソリューション

- ・ モータードライバー
- ・ パワー半導体 (MOSFET、IGBT など)
- ・ 車載向けフォトカプラー
- ・ ブリッジIC
- ・ ファインセラミックス など

インバーター、モーター制御などにおいて省電力化・高効率化に貢献

データセンター/サーバー向けソリューション

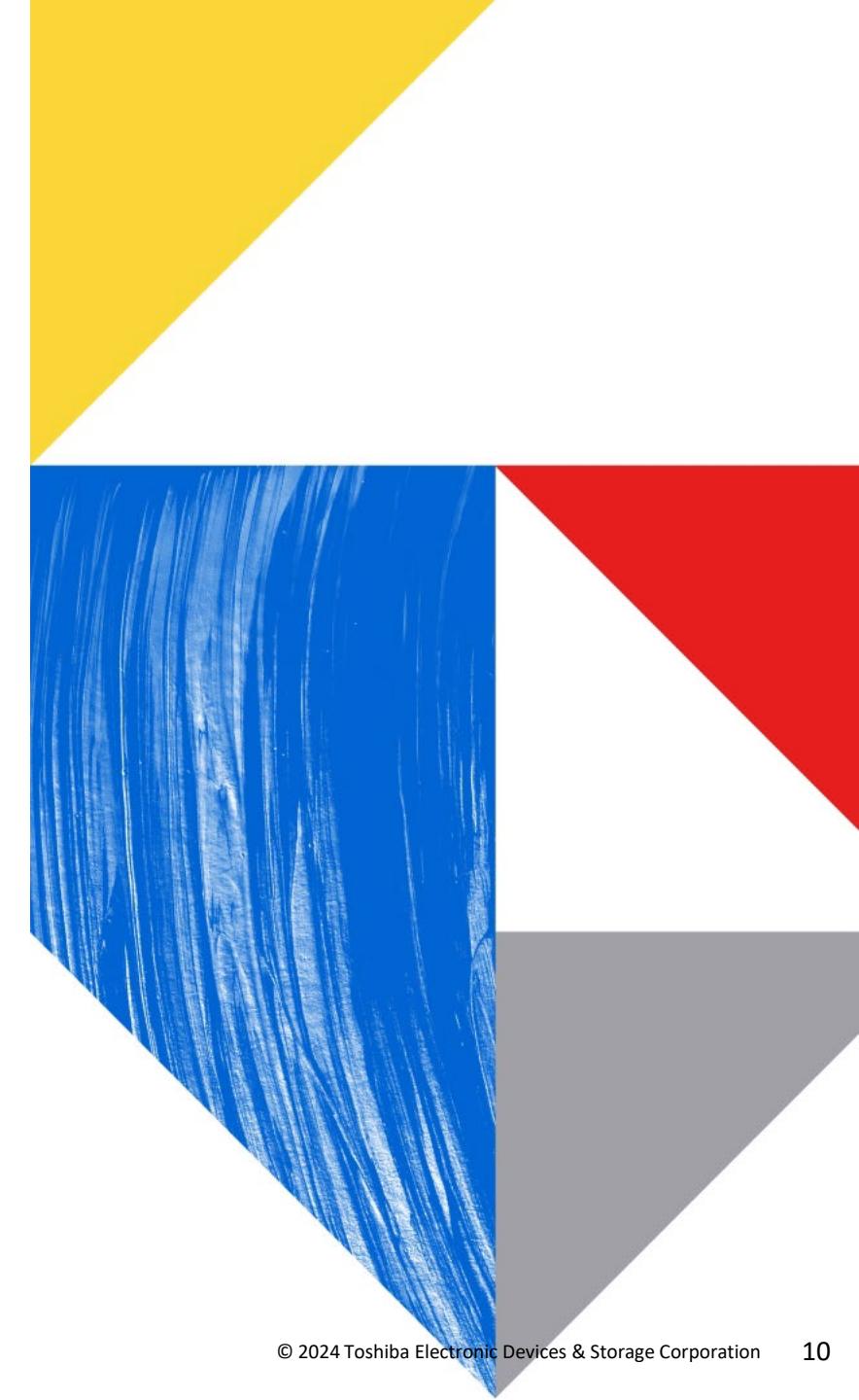
- ・ ニアライン大容量HDD
- ・ 電源用パワー半導体 など

高い品質と低消費電力ソリューションを提供

02

車載半導体の注力領域

ゼロエミッションに向けた社会課題とパワー半導体の貢献
パワー半導体市場
モーター制御IC市場



車載用半導体が注力するテーマ

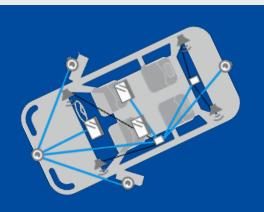


注目アプリ

インフォテイメントシステム



車載Ethernet



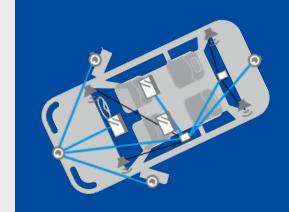
注目アプリ

自動運転・ADAS



注目アプリ

車載Ethernet



注目アプリ

インバーター 電動パワステ



BMS



電動ポンプ



ファン
(空調・電池)



対象製品

車載インターフェースブリッジIC

CXPI通信IC

オーディオパワーアンプIC

ディスプレイコントローラ

対象製品

小信号デバイス (TVS、BRT)

LV-IPD

パワーMOSFET

対象製品

車載インターフェースブリッジIC

小信号デバイス (TVS、BRT)

対象製品

モーター制御IC (MCU内蔵)

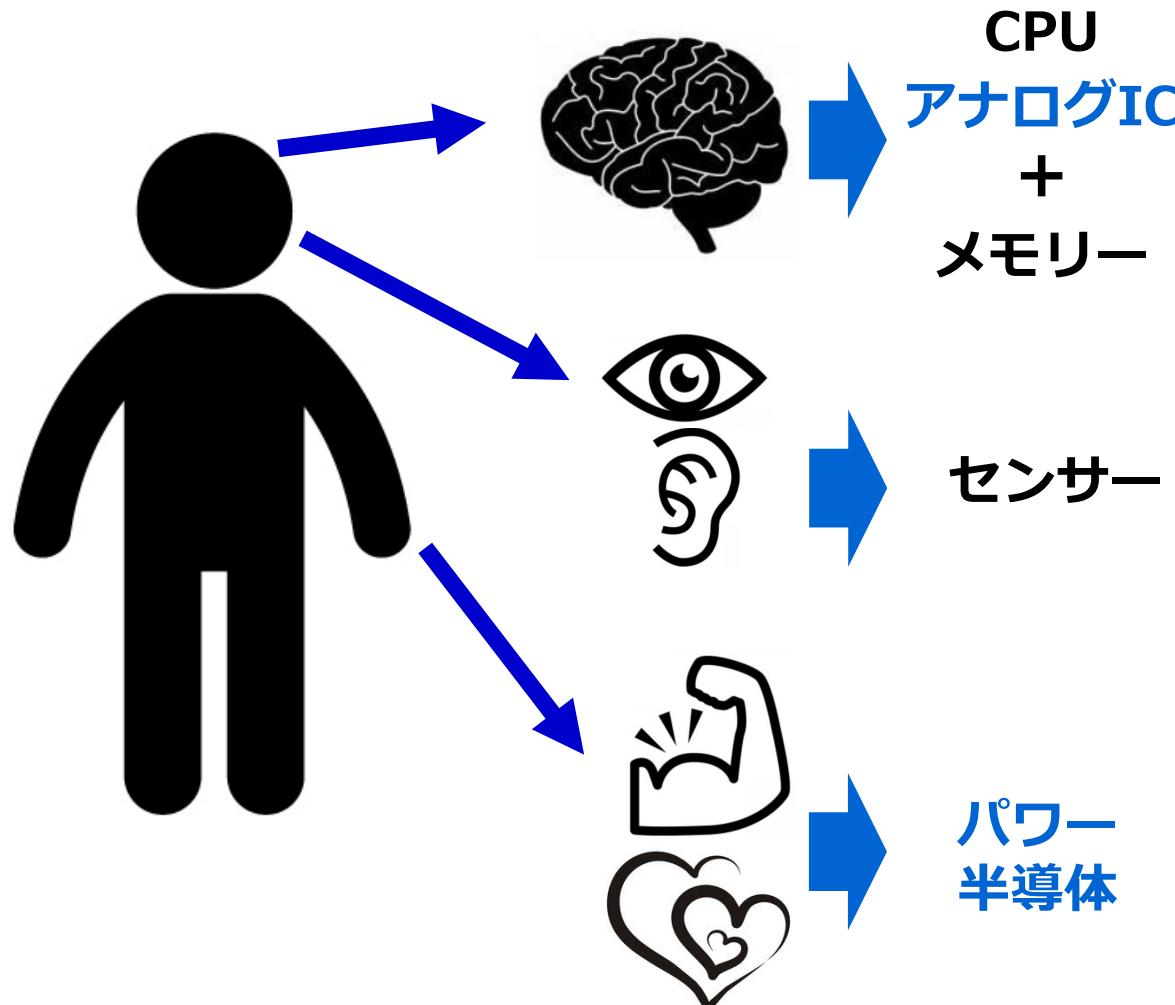
パワーMOSFET

IGBT、SiC

カプラー

車載半導体とは？

人間の体にたとえるなら心臓+筋肉、電力を供給・制御



アナログICの応用が期待される車載分野

車載モーター

小型、高効率化、
車内通信対応、機能安全

電動ポンプ



電動パワステ



利便性向上、車載システムの消費電力削減

パワー半導体の応用が期待される車載分野

xEV

軽量化と
走行距離延長

Si

SiC



走行距離延伸
蓄電池搭載の自由度増加

東芝デバイス&ストレージ 車載モーターアプリケーション 採用及び引合事例

車載パワーデバイス、車載アナログASSPなど様々な用途に採用/引合を頂いています

- ヒートポンプ
 - Stepping motor Driver
 - MOSFET
 - IPD
- ドアミラー
 - Brushed DC Driver
 - MOSFET
 - Small Signal
- 電動パークリングブレーキ (EPB)
 - Brushed DC Driver
 - MOSFET
 - IPD
 - Small Signal

プロワーモーター

	Brushed DC Driver
	MOSFET
	IPD

**ウォーターポンプ
オイルポンプ**

	Brushless DC Driver (Sensor less)
	MOSFET
	IPD
	Small Signal

ダンパー

Brushless DC Driver

MOSFET

Small Signal



HUD

Stepping motor
Driver

MOSFET

Small Signal

パワーハンダード

電子スロットル

Brushed DC
Driver



パワー 半導体

冷却ファン

モード制御

Brushless DC Driver

MOSFET

IPD

EPS

Brushed DC Driver

Brushless DC Driver

MOSFET

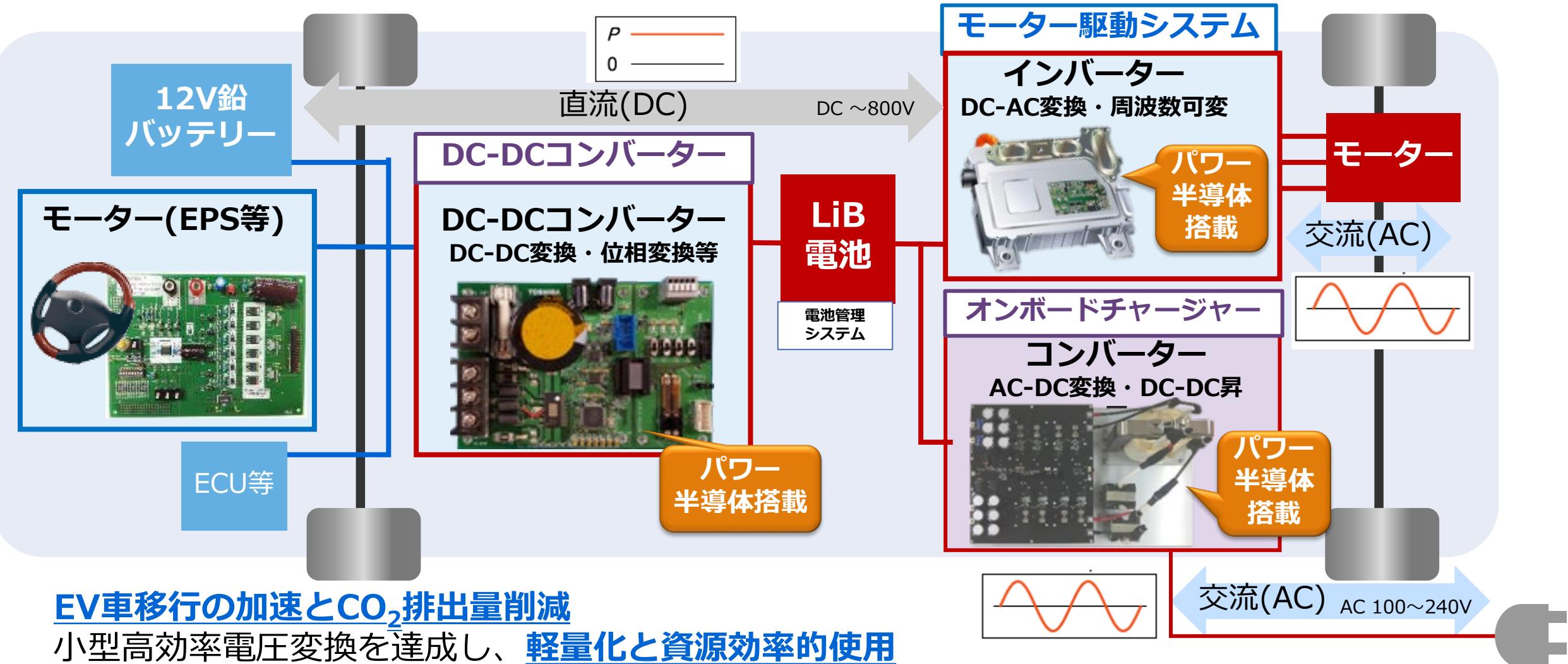
IPD

Small Signal

燃料ポンプ	
—	
DC	Brushless DC Driver (Sensor less)
	MOSFET
	IPD
	Small Signal
ワイパー スライドドア パワーシート	
	Brushed DC Driver
	Brushless DC Driver
	MOSFET
	TVS Diode

東芝デバイス&ストレージ xEV関連アプリケーション 採用及び引合事例

xEVのモーター駆動システムなどで、パワー半導体を多数使用



02-1

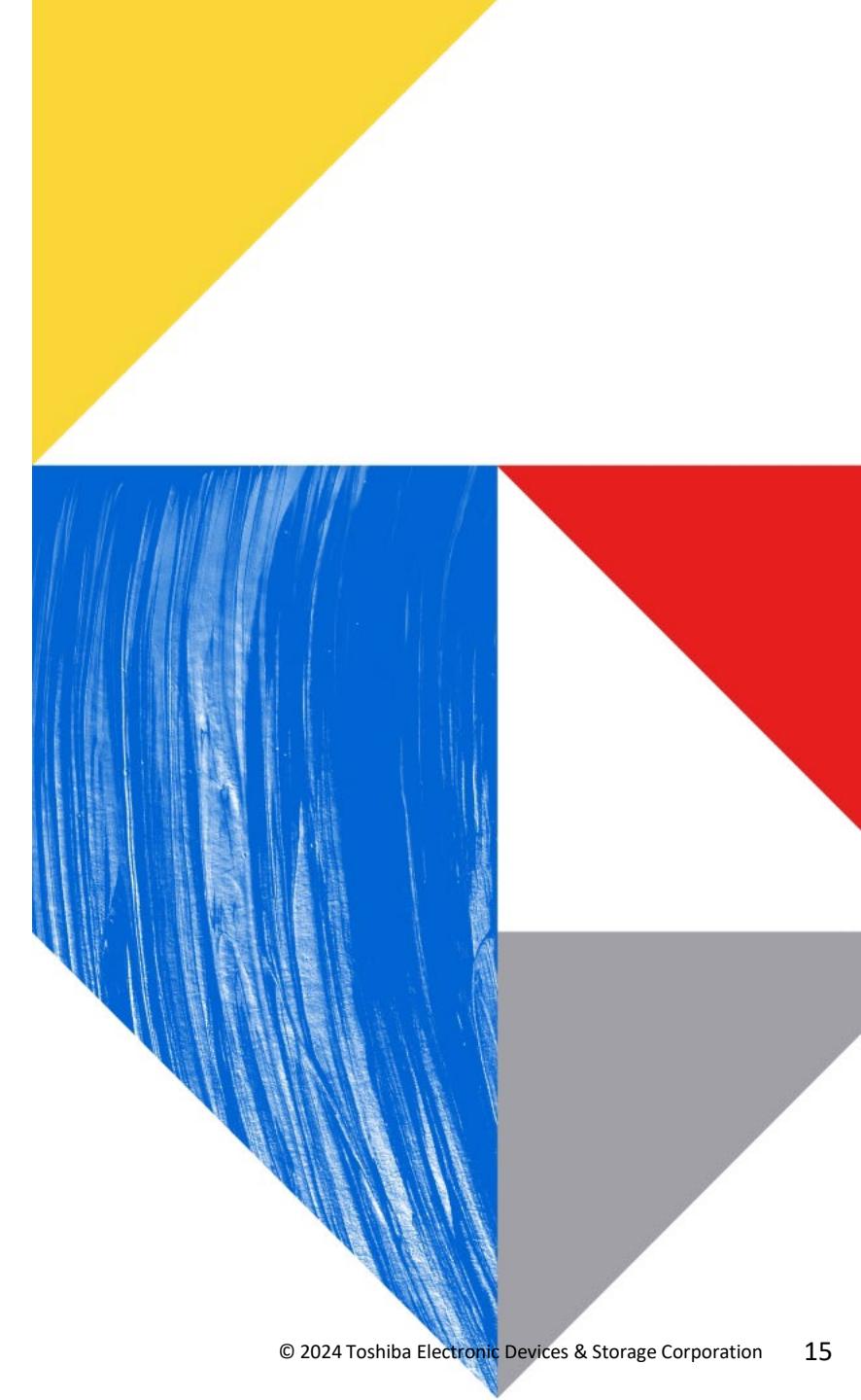
Si-MOSFET技術動向

シリコン系パワー半導体の歴史

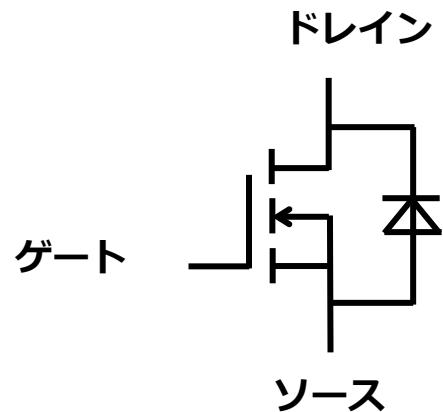
シリコン系パワー半導体

パワーMOSFET

車載用MOSFET及びパッケージ最新開発動向



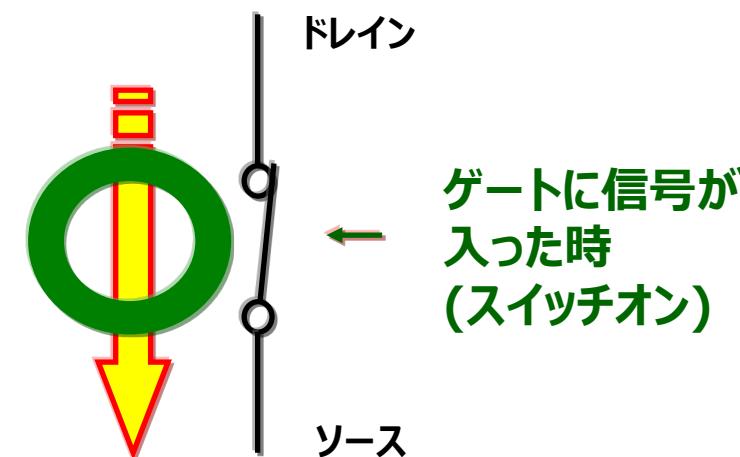
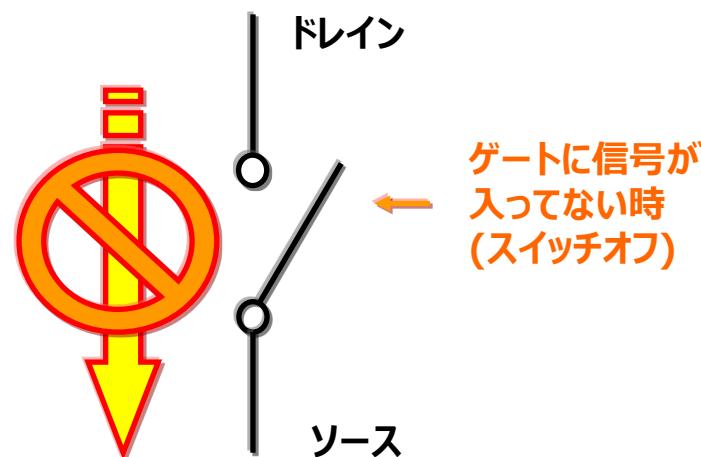
“MOSFET” とは?



MOSFET は **ドレイン**、**ソース**、**ゲート** の 3 つの端子を持つていて、下記の働きをします。

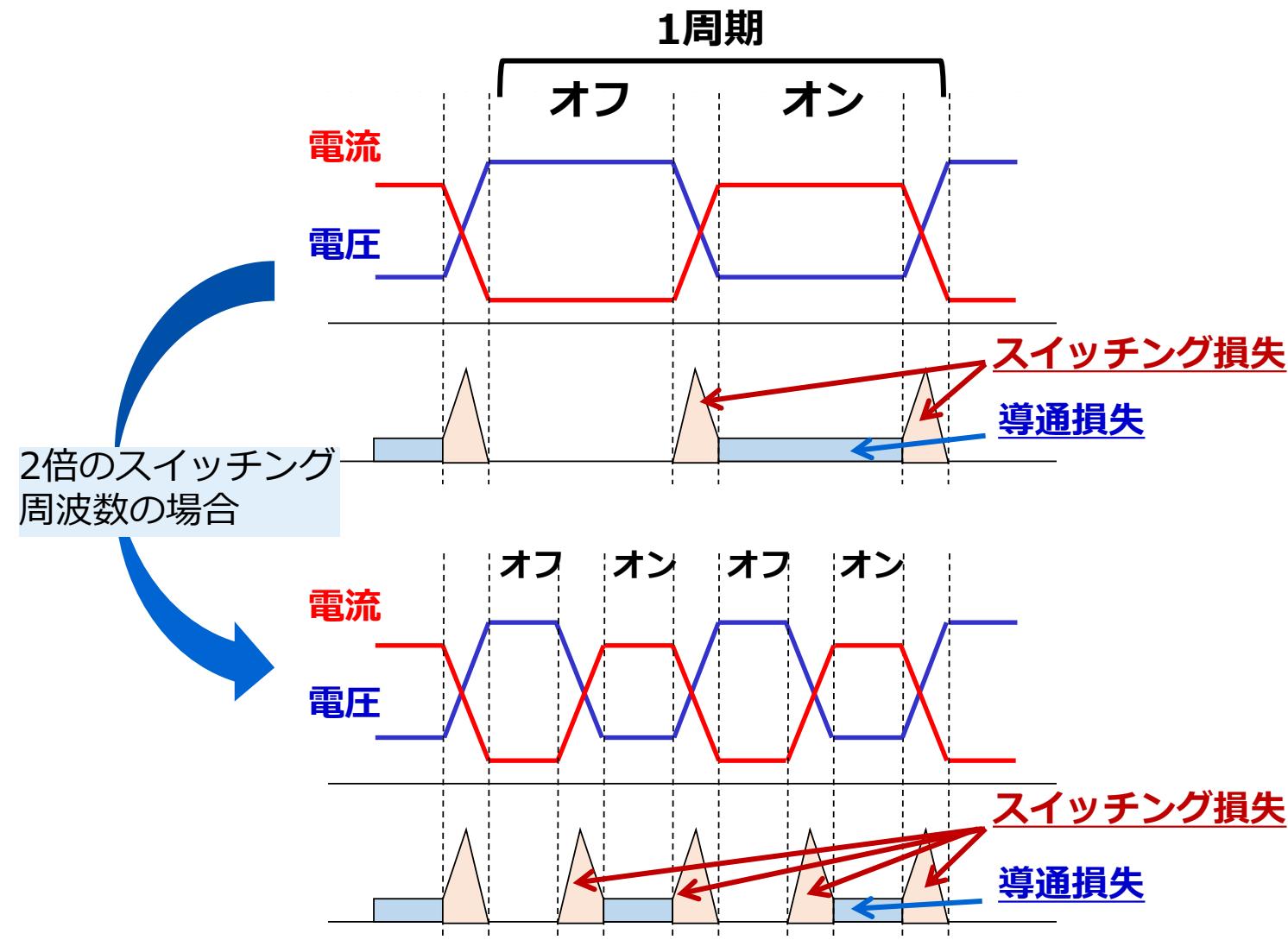


MOSFETを簡単に表すと、**スイッチ**になります。
ゲートに信号を入れると、ドレインとソースが繋がってドレインとソースの間に電流が流れます。



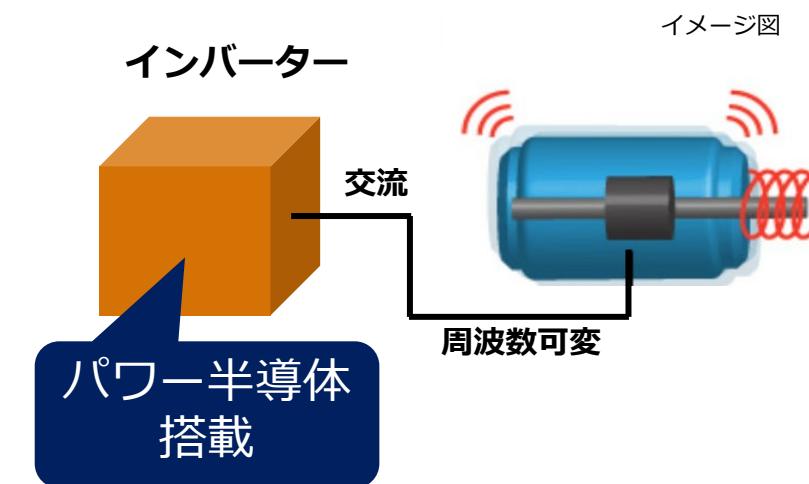
パワー半導体とは？

パワー半導体はシステムの中で高電圧、大電流をオン・オフできる機能を持つ



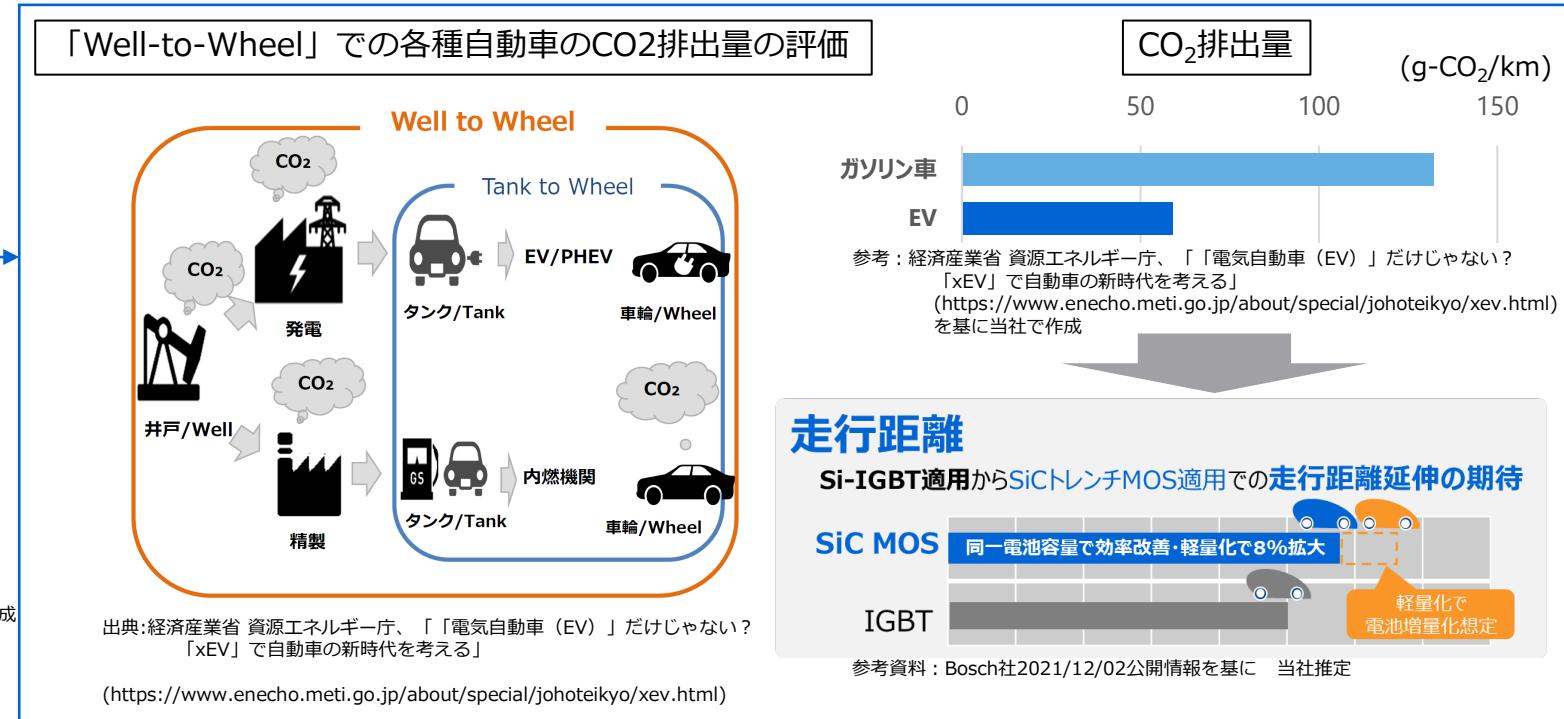
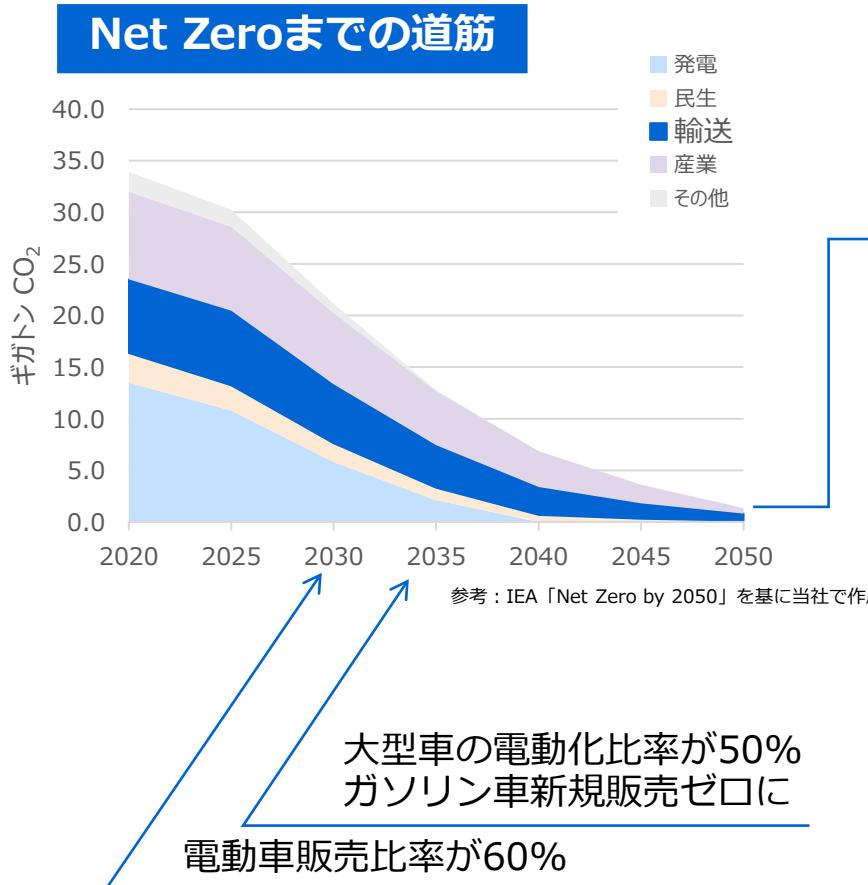
モーター用インバーター機器の内部で左図のようにパワー半導体はオン、オフを高速で行っている。

スイッチング周波数を2倍にすると、きめ細かな制御ができるが、その分スイッチング損失が2倍になるデメリットもある。



ゼロエミッションに向けた社会課題とパワー半導体の貢献

ガソリン車からxEV移行で排ガス低減、長距離走行や充電時間を改善



xEV化による排ガス低減
Si-IGBTからSiCの使用で低消費電力化・軽量化
搭載バッテリーの小型軽量化・容量低減化

LVMOS 車載向け 需要拡大

自動車1台あたりのMOSFET搭載数の増加 (2020 ⇒ 2030、当社推計)

自動運転対応、モーター回転方式の変更、車載バッテリから供給される電圧を各電装品において安定化させる機能等を担い、自動車の電動化の技術変革を支えるデバイスとしての重要度が増大

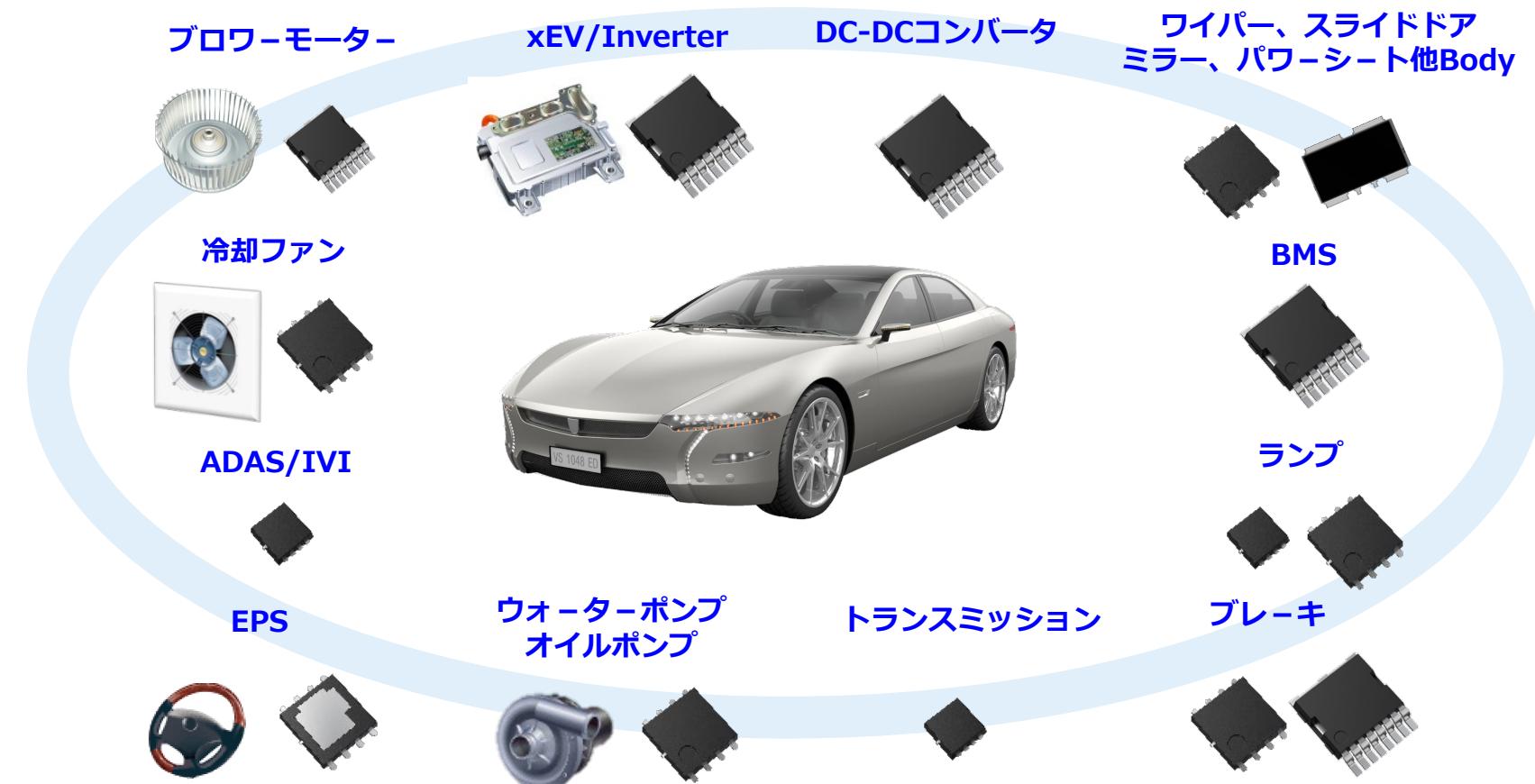
電子制御ユニットECU
(2020 ⇒ 2030 Set/台)

35 ⇒ 48 (約1.4倍)



MOSFET
(2020 ⇒ 2030 pcs/台)

169 ⇒ 267 (約1.6倍)



東芝パワー半導体 製品・技術 推移

60年以上にわたり、世の中の電力高効率化、省エネに貢献

シリコン
メサ型パワー
トランジスター
開発



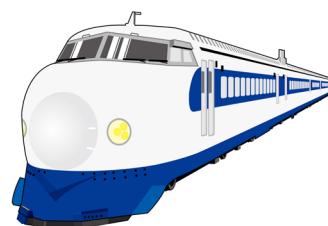
1957

ゲルマニウム
トランジスター・
ダイオード
生産開始



1959

国内高速鉄道に
シリコン整流素子
納入



1963

FET(電界効果
トランジスター)開発



1964

世界初、
IEGT発表^{※1}



1984

世界初、ノンラッチアップ
IGBT発表^{※1}



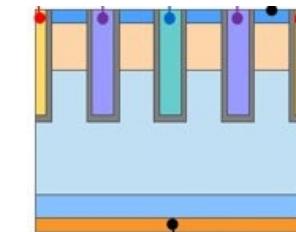
1993

SiCパワー半導体
発表



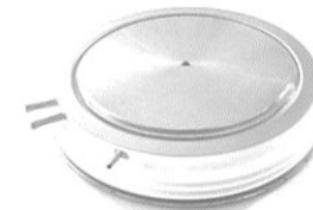
2013

トリプルゲート
IGBT開発



2019

日本初、自励式直流送電
システム向け変換器に
IEGT採用^{※2}

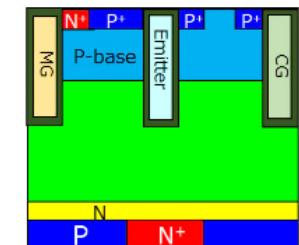


SiC MOSFET
モジュール発売



2022

ダブルゲート
RC-IEGT開発



※1 それぞれ同年に、半導体国際会議(IEDM)において発表

※2 新北海道本州間連系設備について。2019年3月時点、当社調べ。

車載向けパワー半導体：パワーMOSFET (40V~100V)

Si-MOSFET：低Ron-Qgd特性、300mm展開を推進
システムの高効率化へ開発注力

* 300mm展開

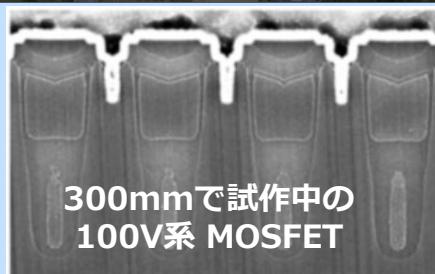
2020 > 2021 > 2022 > 2023 > 2024 > 2025 > 2026 > ~ > 2030

Nチャネル
40V系



第9世代
(12Vバッテリー向け)

Nチャネル
100V系



第9～10世代
(12V～HVバッテリー向け)

Pチャネル
40V系



第6世代
(12Vバッテリー向け)

第11世代

第11世代

第8世代

車載向けパワー半導体：xEV向け Si-IGBTとSiC-MOSFET

Si-IGBT : 750Vに追加して付加価値のあるRC-IGBTと高耐圧1200V系に注力
SiC-MOSFET : インバーターやオンボードチャージャーの小型化に向け開発注力

2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 ~ 2030

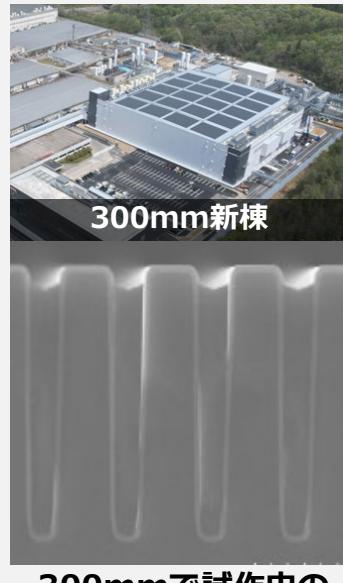
Si-IGBT
(インバーター向け)

低コスト
高生産性

SiC-
MOSFET
小型化
高効率化

750V & 1.2kV

(300mm量産展開)



750V
1.2kV

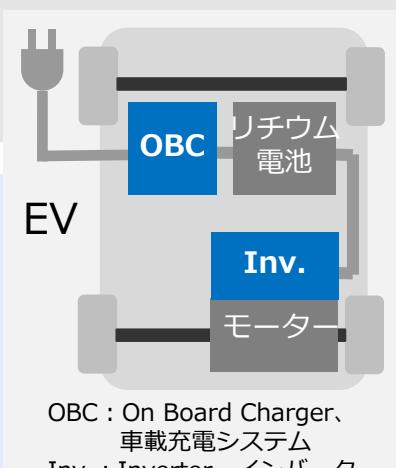
*ダイオード：IGBTと共にインバーターの性能改善に寄与

RC-IGBT : IGBT + ダイオード* 一体型 第一世代

一体型 第二世代

750V

1.2kV



OBC : On Board Charger、
車載充電システム
Inv. : Inverter、インバーター

750V & 1.2kV
(オンボードチャージャー向け)

1.2kV
(インバーター向け)

自動車向けパワー半導体への期待

高性能・小型・高品質要求にお応えできる製品を提供します

期待される性能		Automotive	Consumer
1	動作温度	-40°C~175/200°C	0 °C~85°C
2	要求品質	ゼロデイフェクト	2~3年
3	効率(規制)	燃費/CO2規制	—

期待1

高温動作

期待2

高品質

期待3

低損失化
小型軽量化

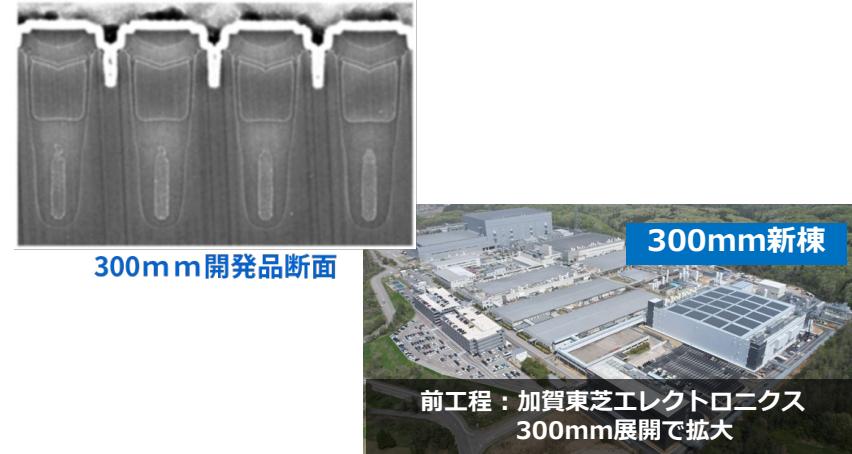
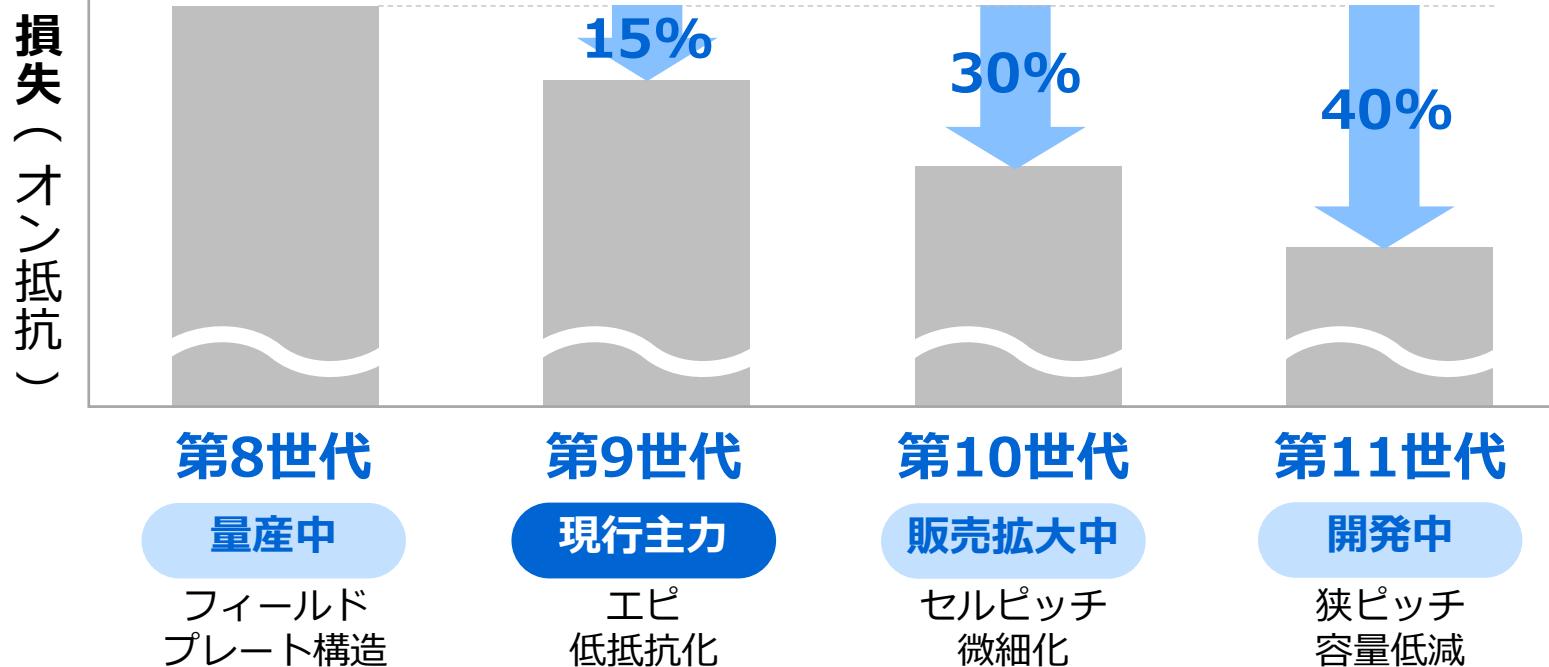


パワー半導体：低耐圧MOSFET

グローバル競争力の高い新製品を続々と市場投入

- 世界トップクラス^{※1}の高性能：低いオン抵抗とスイッチング損失

オン抵抗低減率 (第8世代品比：100V製品)



- 車載、産業、民生向けのアプリケーションをカバー (20V~650Vをラインナップ)
- 製品開発の強化により製品ラインナップの増強 (パッケージや特性仕様)
- 前工程：300mm展開、後工程：タイ工場展開、姫路工場の新棟建設により生産能力倍増

※1: 80V系MOSFET、オン抵抗×スイッチング特性 性能指標 (Ron×Qoss) において (2022年1月時点当社調べ)

低耐圧MOSFET “U-MOSシリーズ” ベンチマーク

さらなる微細化とセル設計の最適化を進め、より使いやすくより高性能な製品を実現

U-MOSシリーズの他社ベンチマークと開発目標

第10世代

- ✓ 微細化とセルデザイン最適化による
 $R_{DS(ON)}$ — Q_{oss} トレードオフ性能の改善
- ✓ $T_{ch}=175^{\circ}\text{C}$ 保証

第11世代

- ✓ さらなるセル設計の最適化による
 $R_{DS(ON)}$ — Q_{oss} トレードオフ性能の追求
- ✓ $T_{ch}=175^{\circ}\text{C}$ 保証

Ron x Qoss x Qrr

2023年2月、当社社内試験による評価結果に基づく推定値を含む
 $V_{DSS}=100\text{V}$ / SOP Advance相当パッケージサイズ製品における比較

X社 第3世代

第8世代

X社 第5世代

第10世代

X社 第6世代

第11世代(HSD)

42%

62%

低耐圧MOSFET “U-MOSシリーズ” の特長

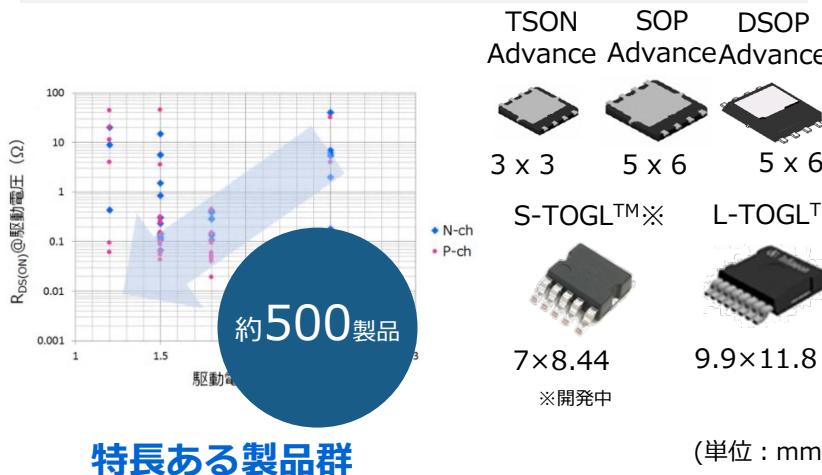
省エネ家電、高速通信インフラの拡大、自動車の燃費向上・電動化など
MOSFETは様々な用途で人々の暮らしに貢献

最新世代U-MOSX業界トップレベルの低オン抵抗、高速スイッチング性能※
を低耐圧、高耐圧双方で達成し、商品化しています

※ U-MOS-X : 2022年5月現在、80V系MOSFETの $R_{DS(ON)}^{\max}$ - Q_{oss} トレードオフとして、当社調べ

幅広いラインアップ

- ・幅広い使用電圧をカバー
- ・様々な用途に対応するパッケージ群



豊富なパッケージ

使いやすさ

- ・低ノイズ特性
- ・高温動作保証

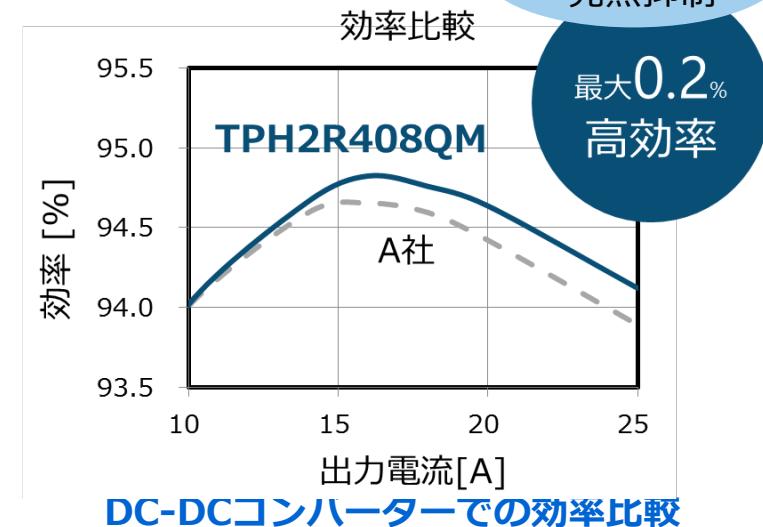


低スパイク性能 & 低リンギング特性

高効率動作 (省エネ性能)

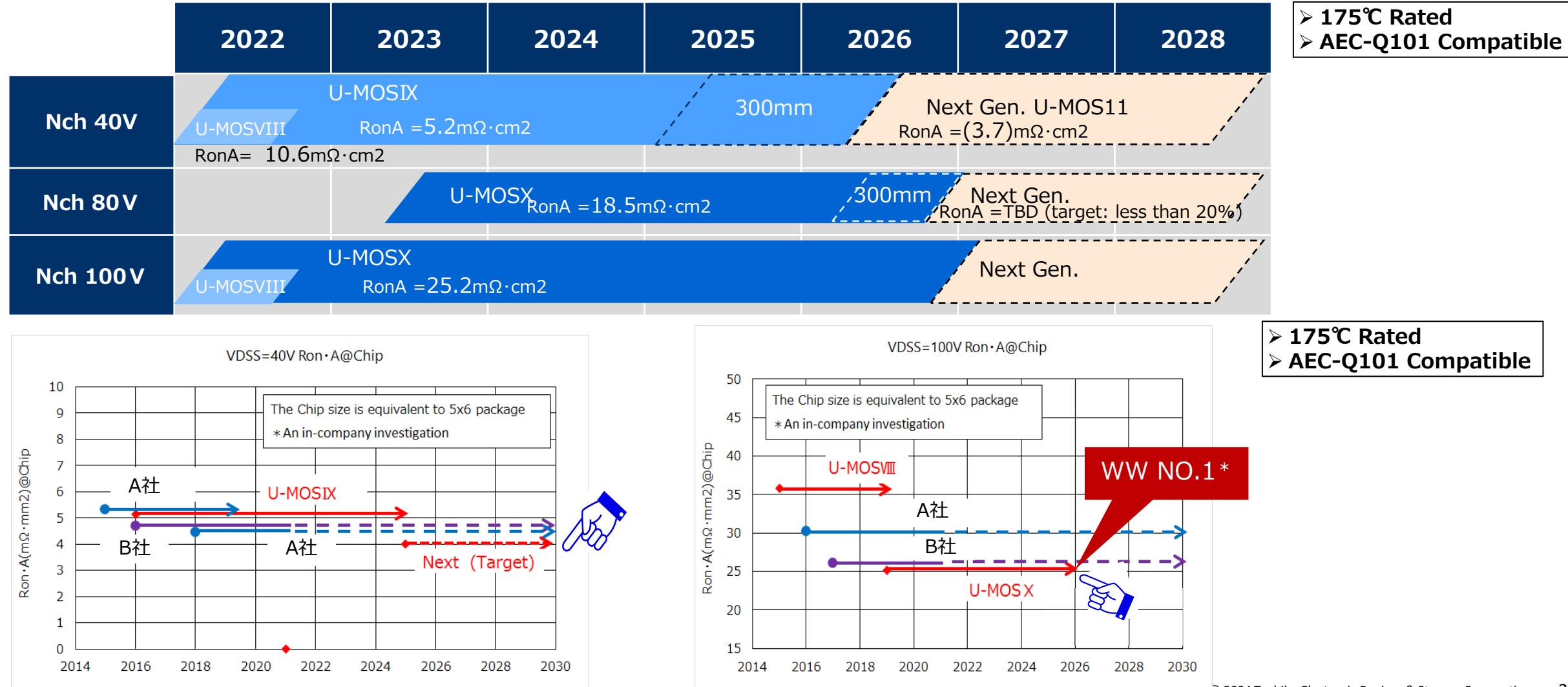
- ・省エネを実現
- ・機器の発熱を低減

温度にして 2 °C の
発熱抑制



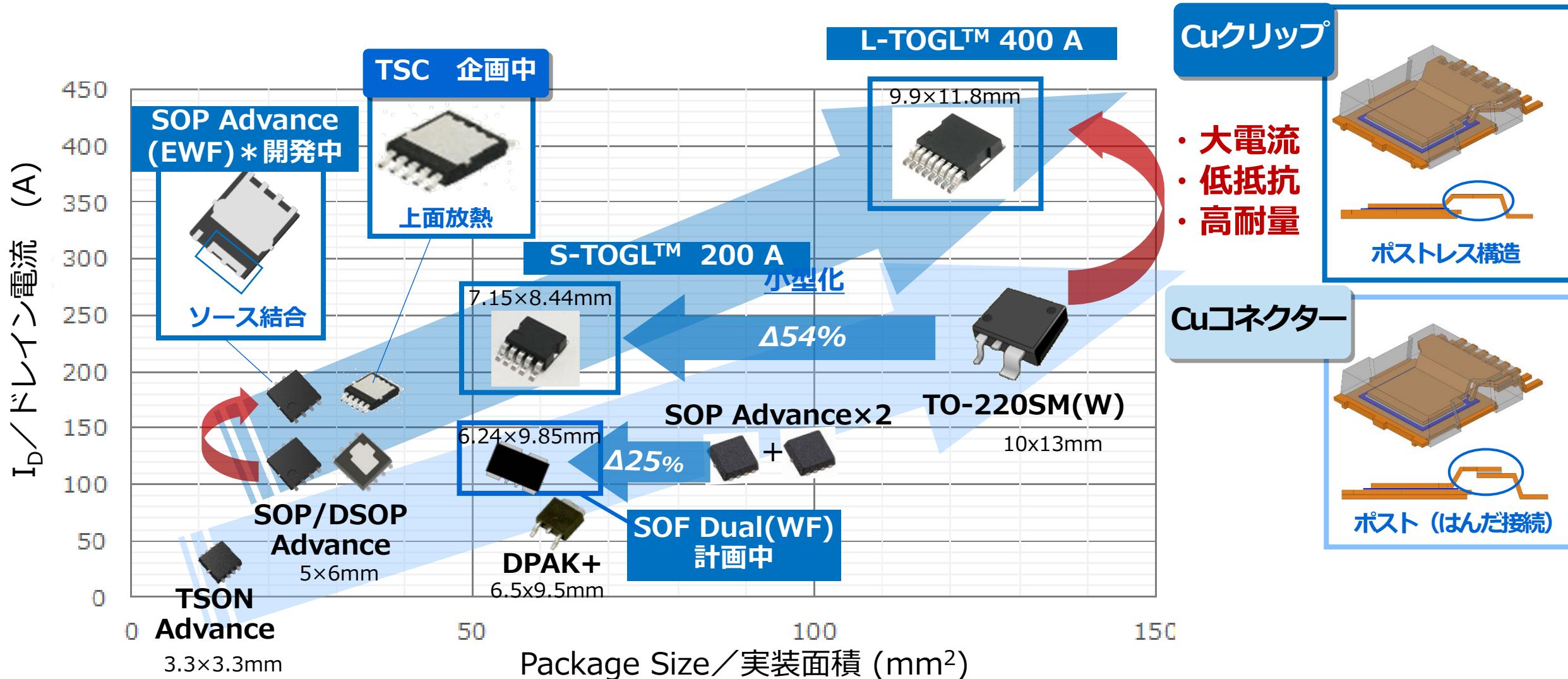
車載向け Nch40V, 80V, 100V系MOSFETの開発動向

微細加工技術を駆使し継続的にオン抵抗の低減、次世代で世界トップクラスの低オン抵抗を実現*



車載用MOSFET パッケージ開発ロードマップ

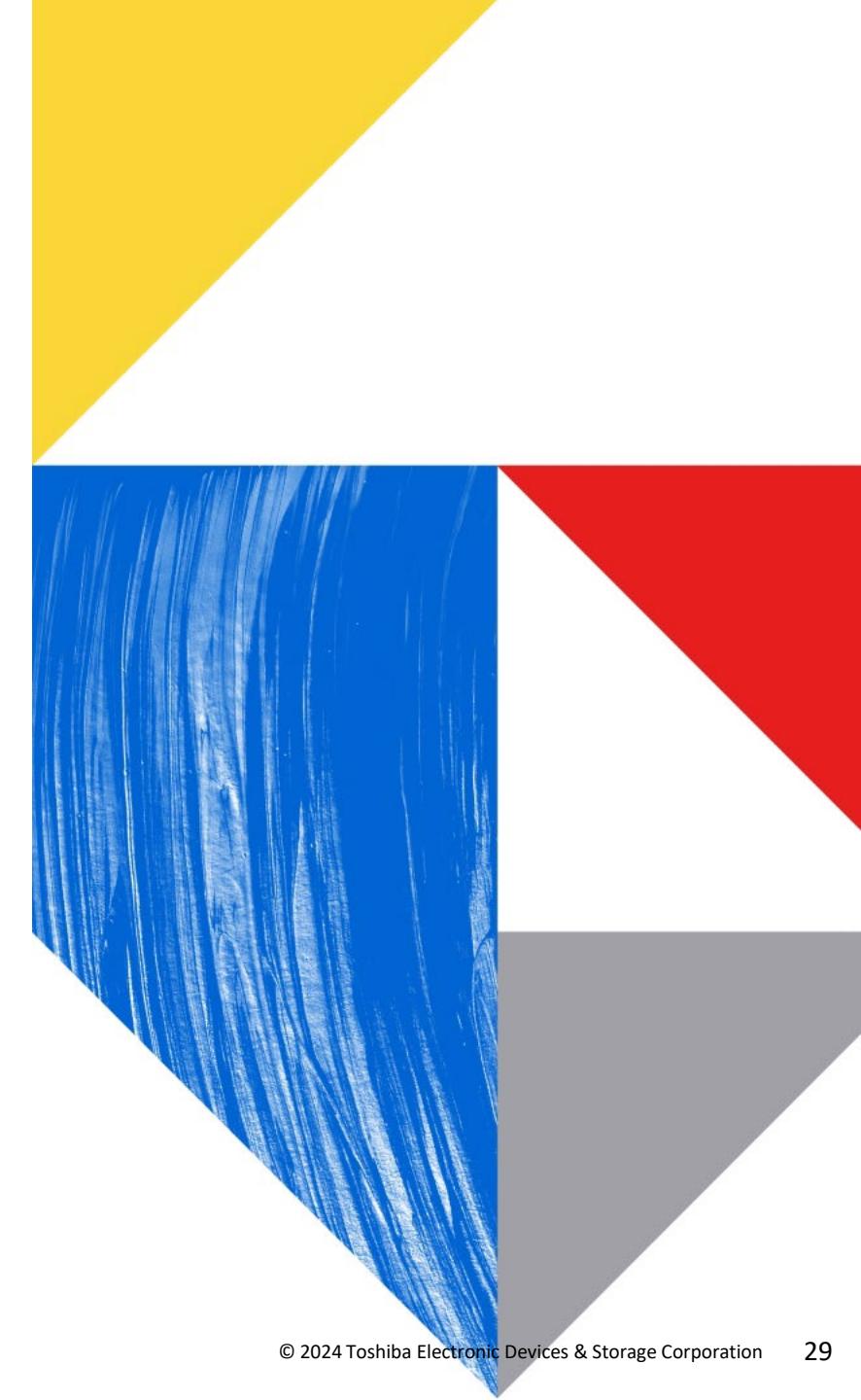
「大電流&低オン抵抗チップ」 + 「低抵抗パッケージ」 の開発により電流密度をup



02-2

化合物半導体(SiC)技術動向

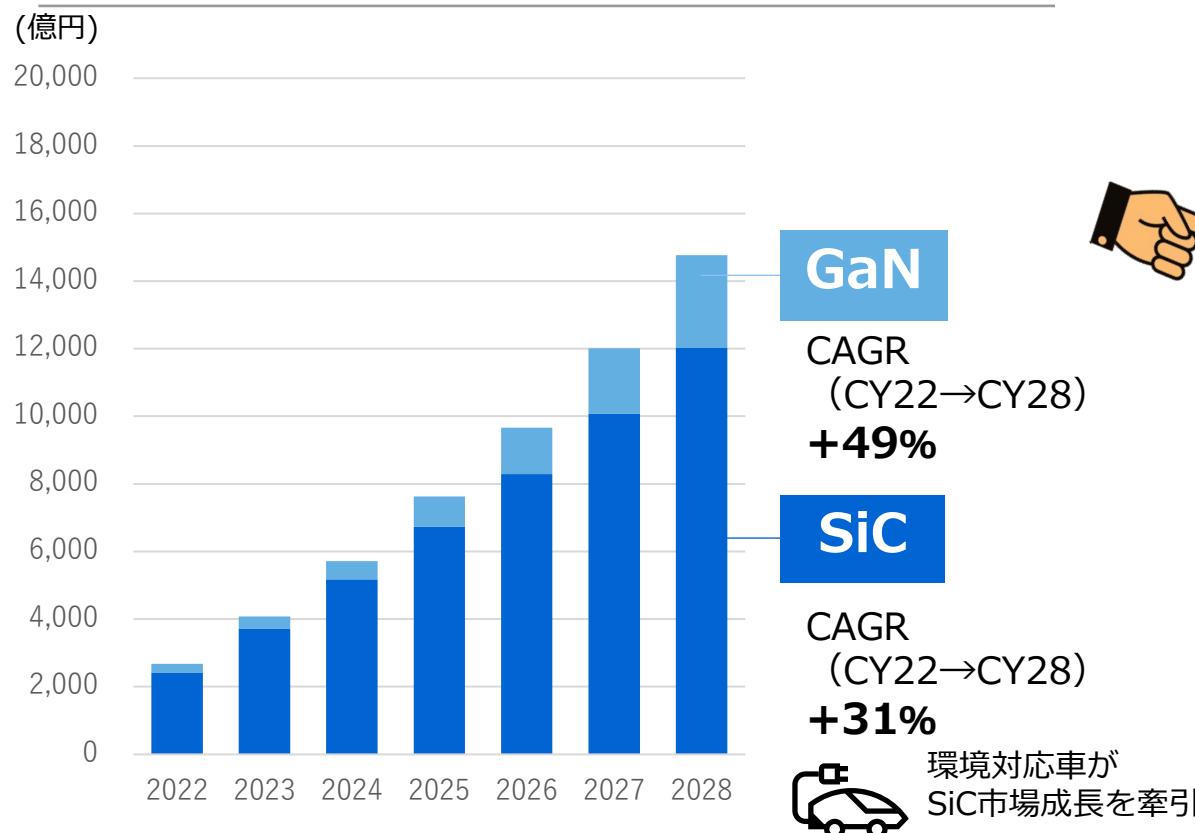
化合物半導体への取り組み
パワー半導体の種類と特徴
化合物の特徴
SiC半導体



化合物半導体（SiC/GaN）への取り組み

東芝グループで培ってきた技術・資産を活かし、カーボンニュートラルの実現に貢献

SiC/GaN市場予測



参考: Yole Intelligence、"Power GaN 2023 report – Power SiC 2023 report"を基に当社にて予測(1USD=135円として換算)

SiC/GaN応用分野と当社の取り組み



SiC 鉄道



走行電力削減・軽量化

SiC xEV



軽量化と走行距離延長

SiC 洋上風力発電



変換ロス低減と軽量化貢献

SiC データセンター



大容量/コンパクト化

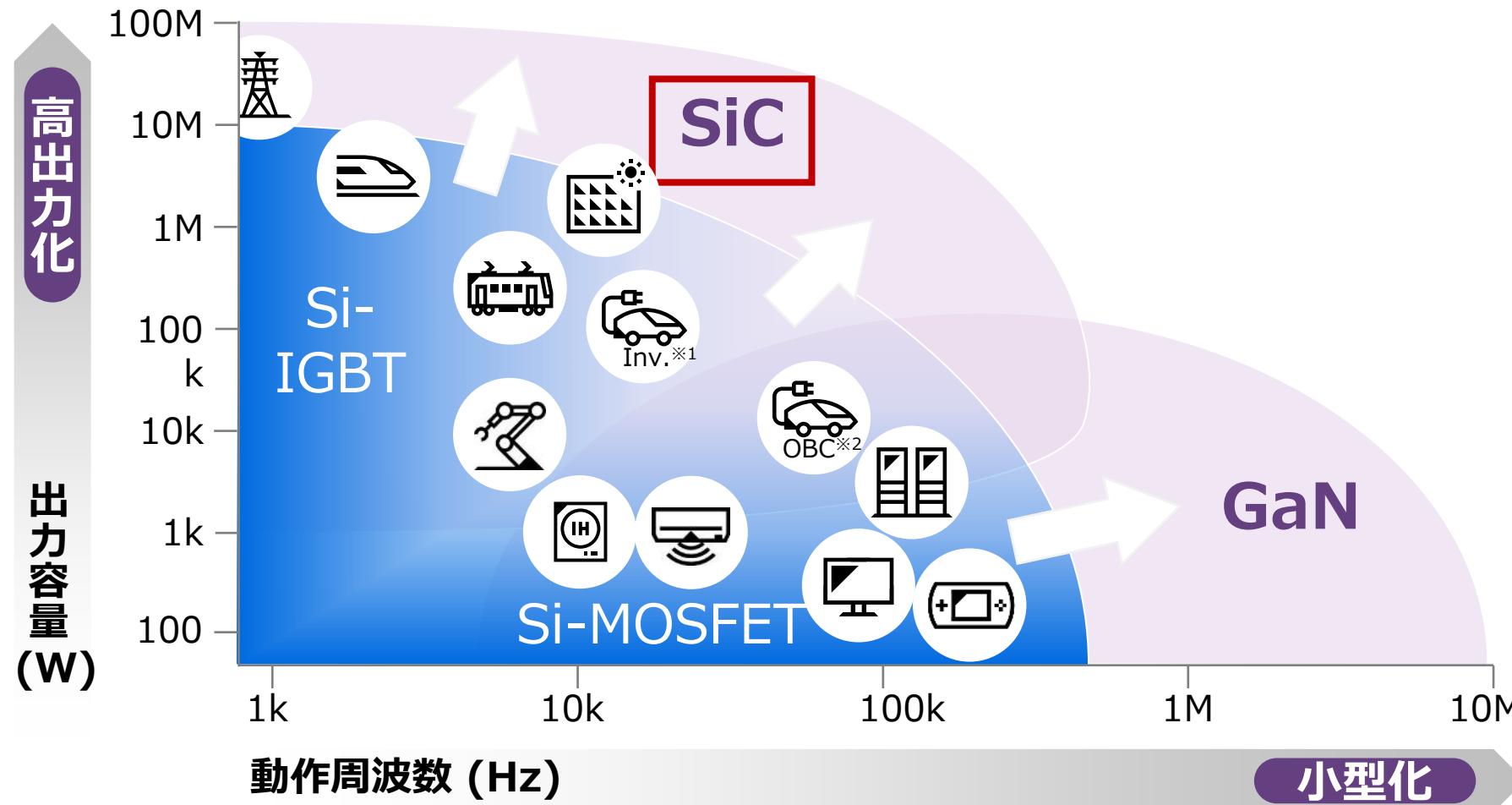
GaN 建設条件緩和

建設条件緩和

- ✓ **車載市場** : BEV化促進に伴い、PCU、OBCなどの小型化、高効率化のためにSiC搭載が進む
- ✓ **電源市場** : BEV化促進に伴い、EV充電スタンドの増設、5G普及に伴うデータセンター増設、それぞれの高効率化のためにSiC搭載電源が普及する
- ✓ **産業アプリケーション** : 電鉄の高効率化、再生可能エネルギー用途(PV/ESS、風力発電など)でSiC搭載が促進

パワー半導体の種類と特徴

現在の主力デバイスはSiのMOSFETとIGBT
高出力、高効率、小型化が実現できる化合物半導体（SiC,GaN）が拡大

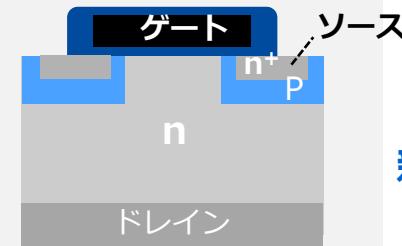


SiC半導体：高度な技術基盤を活用し事業領域を拡大

3kV以上の高耐圧（鉄道等）向け技術をベースに車載市場、再エネや送配電市場へも展開

3.3kV鉄道向けモジュール

（生産中）



新技術開発

SiC MOSモジュールの採用により、電力損失低減・小型化を実現（対IGBTモジュール）

高電圧・大電流に耐える欠陥制御技術

デバイス構造

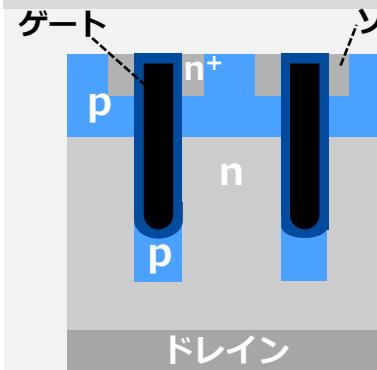
テスト技術

上記技術をベースに事業分野拡大

650V, 1.2kV: MOSFET(単体)

電源等の産業用途向けに2021年より新製品のサンプル出荷を開始。さらに車載向け製品を開発

~1.2kV：車載向け 高品質・高信頼デバイス

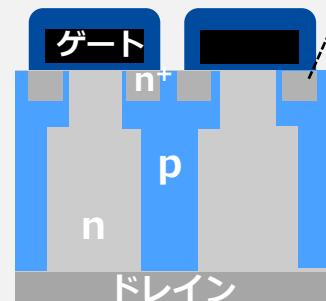


トレンチ構造導入による高性能化で電力損失のさらなる低減を見込む



オンボードチャージャー インバーター

3.3kV以上：スーパージャンクション構造導入で高耐圧、低損失化；再エネ、送配電（HVDC）分野等へ展開



スーパージャンクション構造導入による高性能化で電力損失の更なる低減を見込む



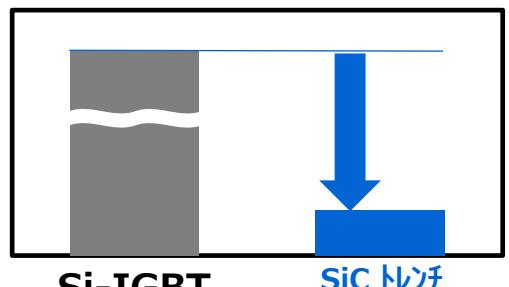
SiC半導体の応用例 ~車載インバーター~

SiC適用で消費電力低減、インバーターの小型・軽量化、SiC化でCO₂排出量低減
EV搭載バッテリーの容量低減（軽量化）でも、低損失のSiC適用で走行距離延伸

SiC導入による電力削減量と小型化

消費電力

IGBT vs SiC 電力損失低減

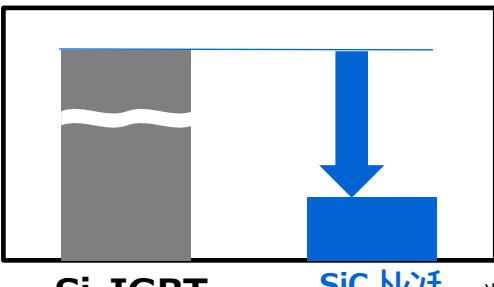


Si-IGBT

SiC トレンチ MOS
当社
製品比

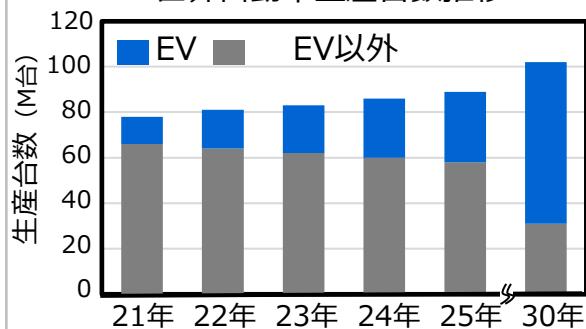
装置小型化

IGBT vs SiC インバーターサイズ



Si-IGBT

SiC トレンチ MOS
当社
製品比



参考 : Strategy Analytics, "Automotive Semiconductor Demand Forecast 2019 to 2028"

Gartner, "Automotive Semiconductor Market Briefing(January 2022)"

矢野経済研究所, 「2022 車載モータ市場の最新動向と将来展望」

富士キメラ総研, 「車載電装デバイス&コンポーネンツ総調査(上巻)」を基に当社推定

EV走行距離での効果

EV: Electric Vehicle

Si-IGBT適用からSiCトレンチMOS適用での走行距離延伸の期待

SiC MOS



IGBT

参考資料 : Bosch社2021/12/02公開情報を基に 当社推定

低消費電力化・軽量化の更なる効果

- SiCトレンチMOS採用により、電力量削減
- 排ガス低減
- EVの家庭用蓄電池利用(Vehicle to Home)で省エネ可能
- 軽量化による様々な効果、メリット

補足電池搭載・制動距離縮小・デザイン自由度改善

車載向けパワー半導体：xEV向け Si-IGBTとSiC-MOSFET

Si-IGBT：750Vに追加して付加価値のあるRC-IGBTと高耐圧1200V系に注力
SiC-MOSFET：インバーターやオンボードチャージャーの小型化に向け開発注力

2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 ~ 2030

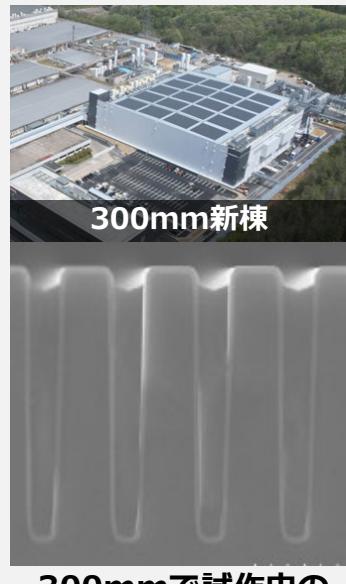
Si-IGBT
(インバーター向け)

低コスト
高生産性

SiC-MOSFET
小型化
高効率化

750V & 1.2kV

(300mm量産展開)



750V
1.2kV

RC-IGBT : IGBT + ダイオード* 一体型 第一世代

*ダイオード：IGBTと共にインバーターの性能改善に寄与

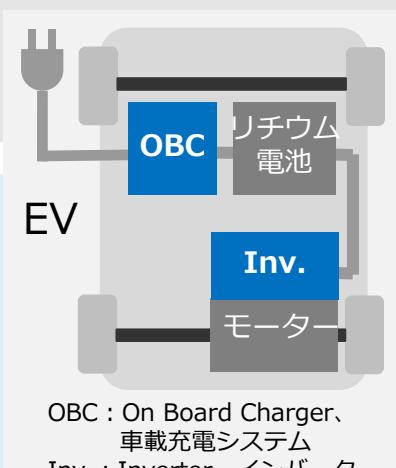
一体型 第二世代

750V

1.2kV

750V & 1.2kV
(オンボードチャージャー向け)

1.2kV
(インバーター向け)



OBC : On Board Charger、
車載充電システム
Inv. : Inverter、インバーター

東芝製 第5世代SiC MOSFETの特長

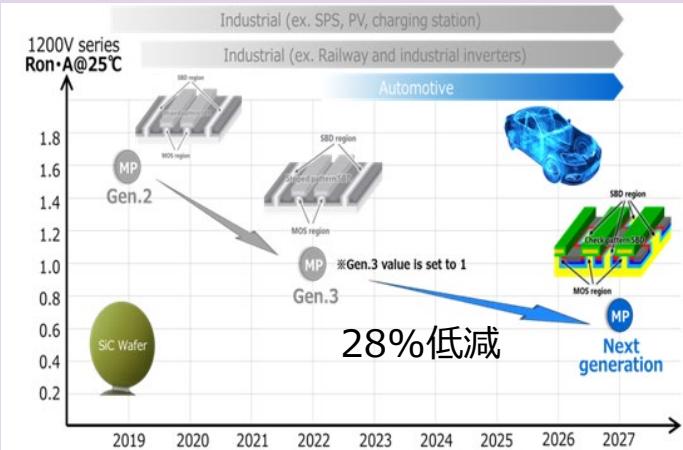
微細化技術とセル構造の最適化により、使いやすく低損失なSiC MOSFETを実現

低RonA

- 新構造にて低RonAを実現
新構造はSBDの配置を工夫して当社Gen3.に対して、RonAを約28%低減

各世代別RonA(当社比較)

※Gen3を1とした場合のRonA比較

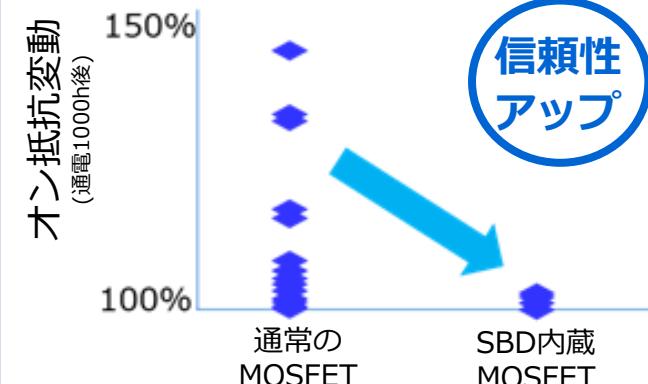


RonA : 性能指數(オン抵抗×面積)
SBD : Schottky Barrier Diode

SBD内蔵

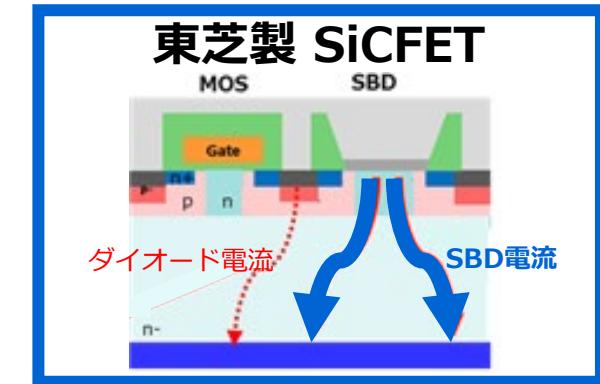
- SBD内蔵にて低 V_F を実現
東芝: $V_F=1.35$ typ.
競合他社: $V_F=3.2\sim4.6V$ typ.
- 新構造にて更なる高信頼性を確保
オン抵抗変動を大幅に抑制

オン抵抗変動 (当社比較)

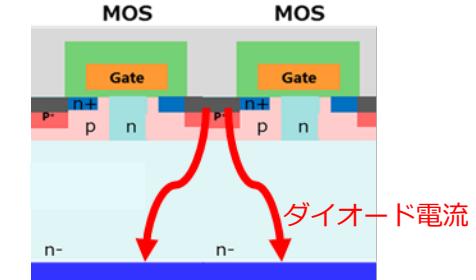


■ 結晶欠陥の成長を抑制する built-in SBD構造

ボディダイオードに通電するときSBD電流に主に流れる為、SiC結晶を劣化させるダイオード電流を抑制



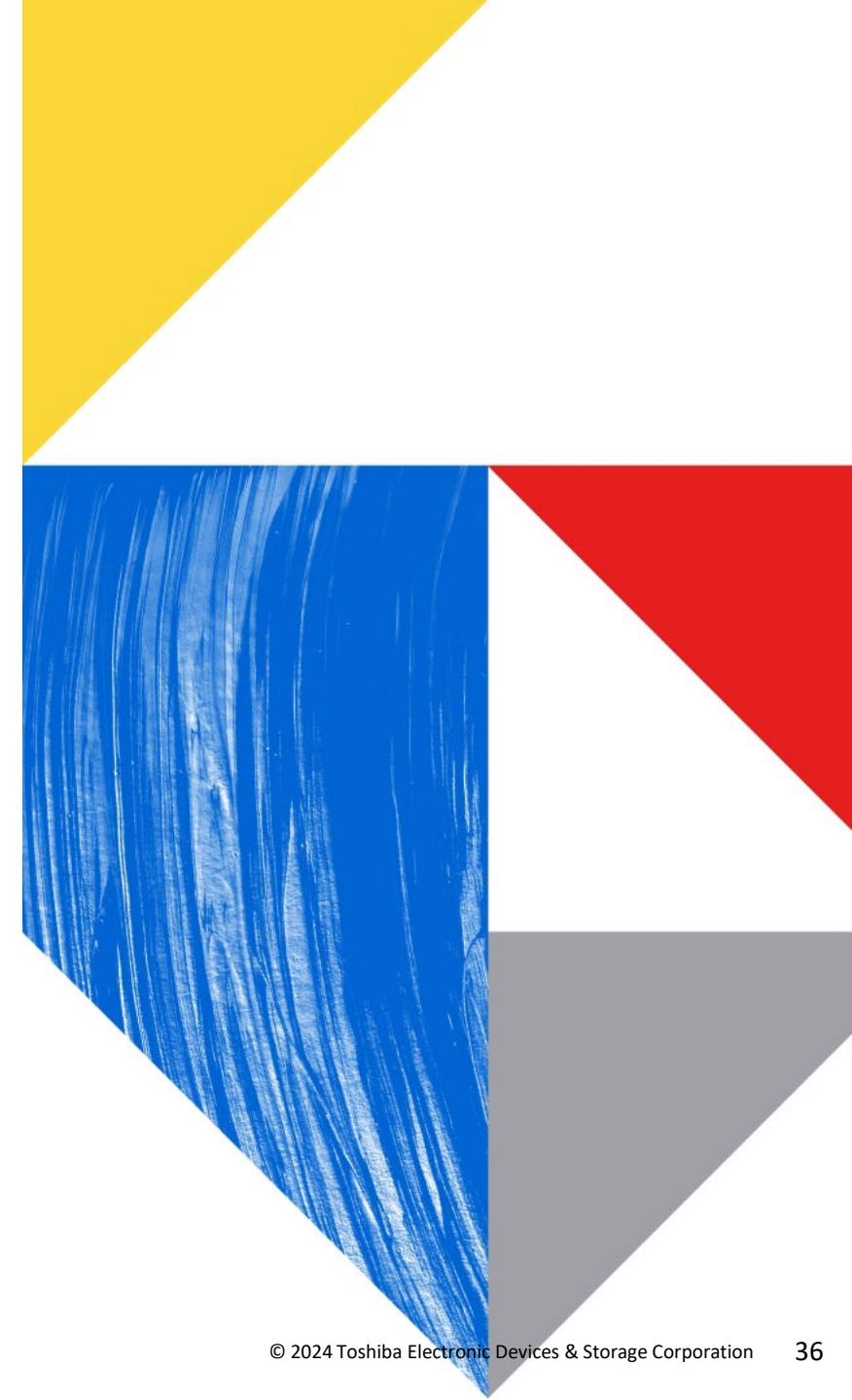
一般的なSiCFET



02-3

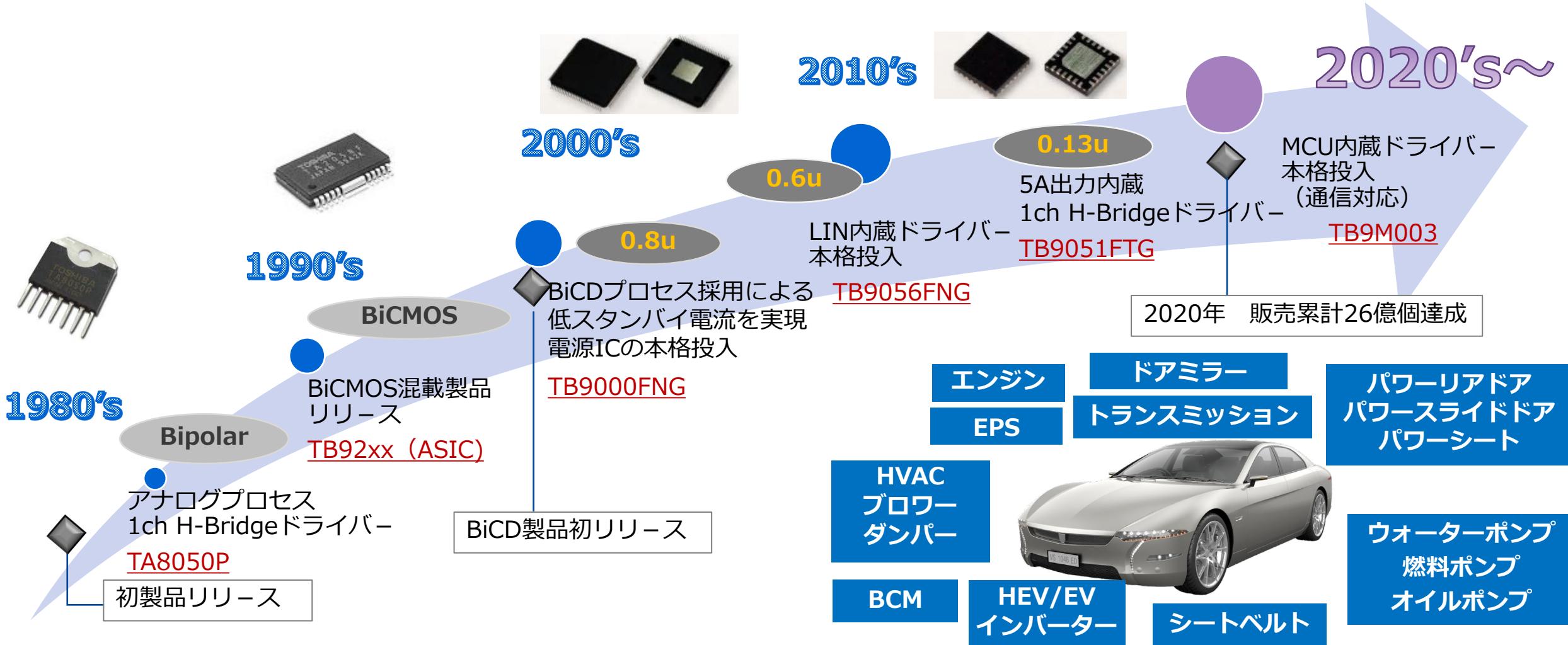
モーター制御IC技術動向

モーター制御ICの歴史
SmartMCD™の概要



車載アナログICへの取り組み

車載アナログICは46年間で26億個の量産実績、特にモーター用途は継続的に注力

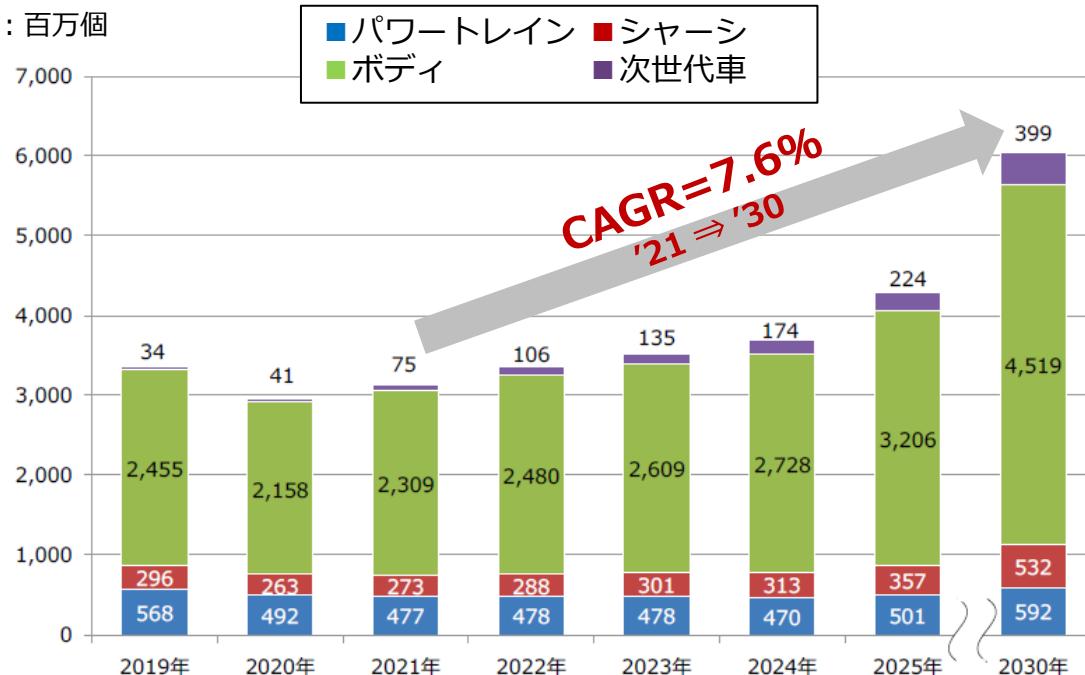


車載モーター市場トレンドと東芝の取り組み

伸長する車載用モーター市場に対して、対応していく

◆車載用モーター市場推移（生産台数、WW） ◆市場ニーズと東芝の取り組み

単位：百万個



出展：矢野経済研究所 https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/2455

- 車載モーター総数はCAGR = 7.6%で伸長
- 各領域とも伸長し、伸長率は次世代車が最大
- ボディ系アプリでの用途が最大規模

高機能化

小型化

機能安全
対応

- 低振動・低騒音を実現したモーター用ICを提供

- システム小型化、放熱対策のコスト低減に貢献

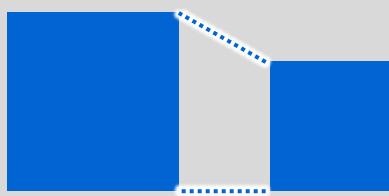
- ASICで蓄積したKnow Howを活用し、要求レベルの高いアプリに対応

車載モーター制御用LSI SmartMCD™の特長

車載モーター用途を追求した、アナログ機能+マイコン統合ICを開発中

1 システムの小型化に最適なソリューション

MCUおよびその周辺部（ゲートドライバー、電源、センサレス制御）を1チップ化することにより、システムの小型化や部品点数の低減が可能になります

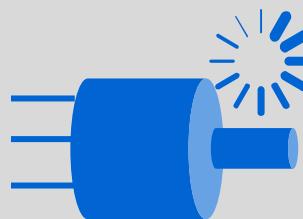


小型化

2 様々なモーター制御アプリに最適

MCUによる制御やPMDなどの組み合わせにより、様々なアプリケーションに対しての効率的なモーター制御が可能。また一部製品についてはベクトル制御エンジンにより、CPU負荷が更に低減され低消費電力化にも貢献します

PMD
(Programmable Motor Driver)
Vector Engine



3 ソフトウェア開発負荷低減

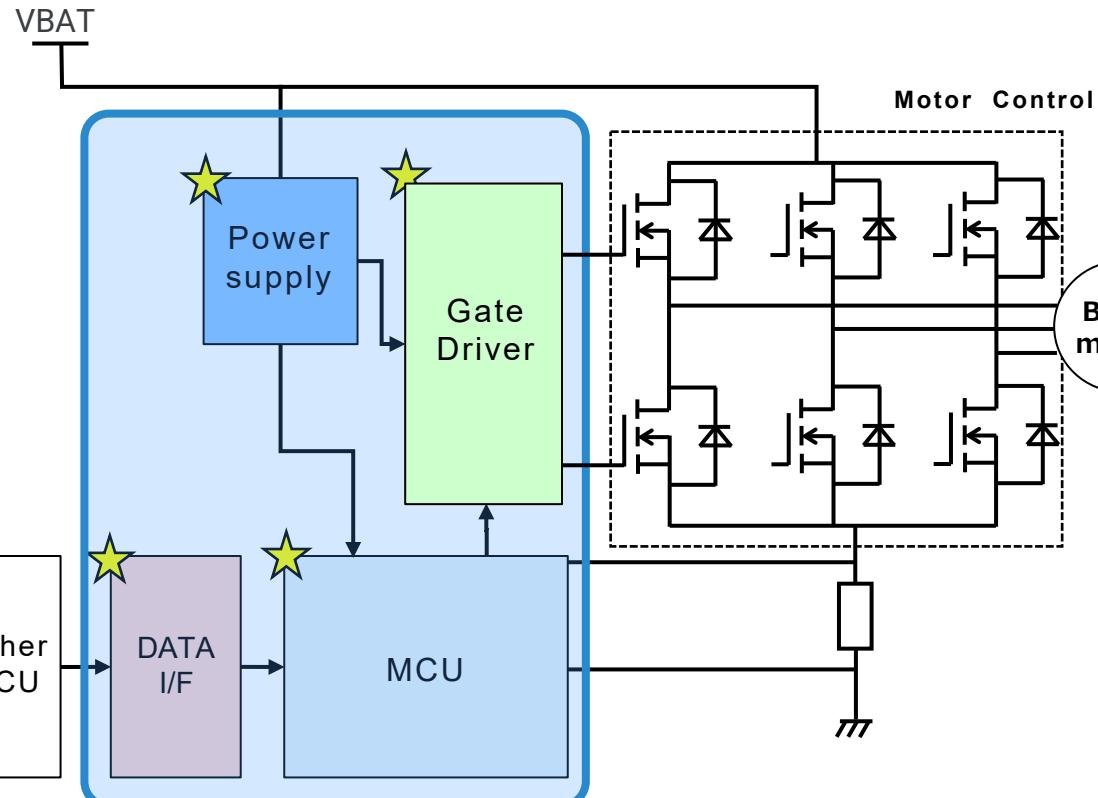
オフロードエンジンにて、独自アルゴリズムに基づくベクトル制御モデルの提供。
またソースコード自動生成ツールなども提供



SmartMCD™の概要①：システムの小型化に貢献

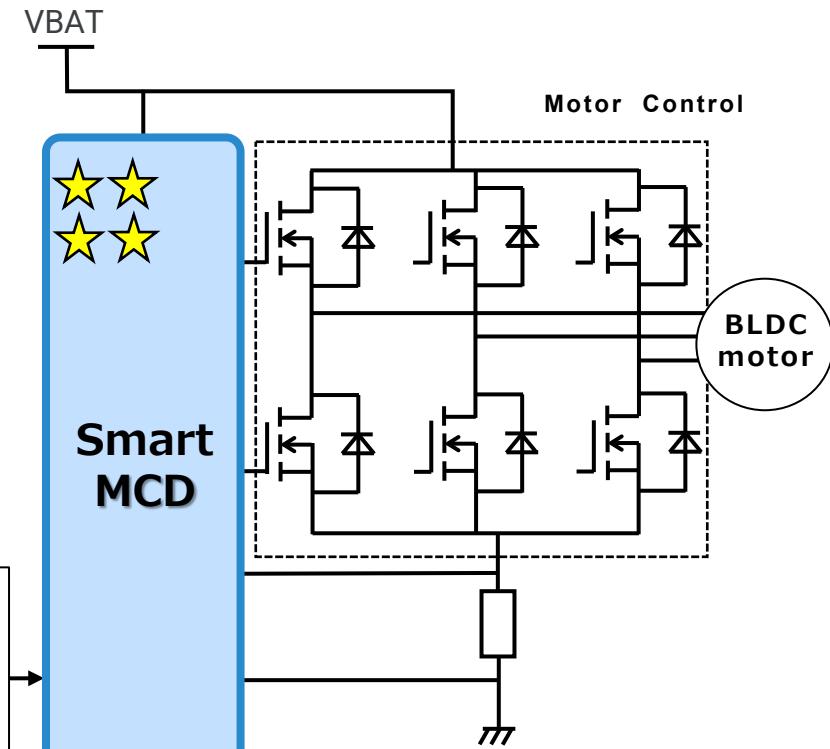
MCU含めシステムインテグレーションされたインテリジェントなMCD IC

従来システム



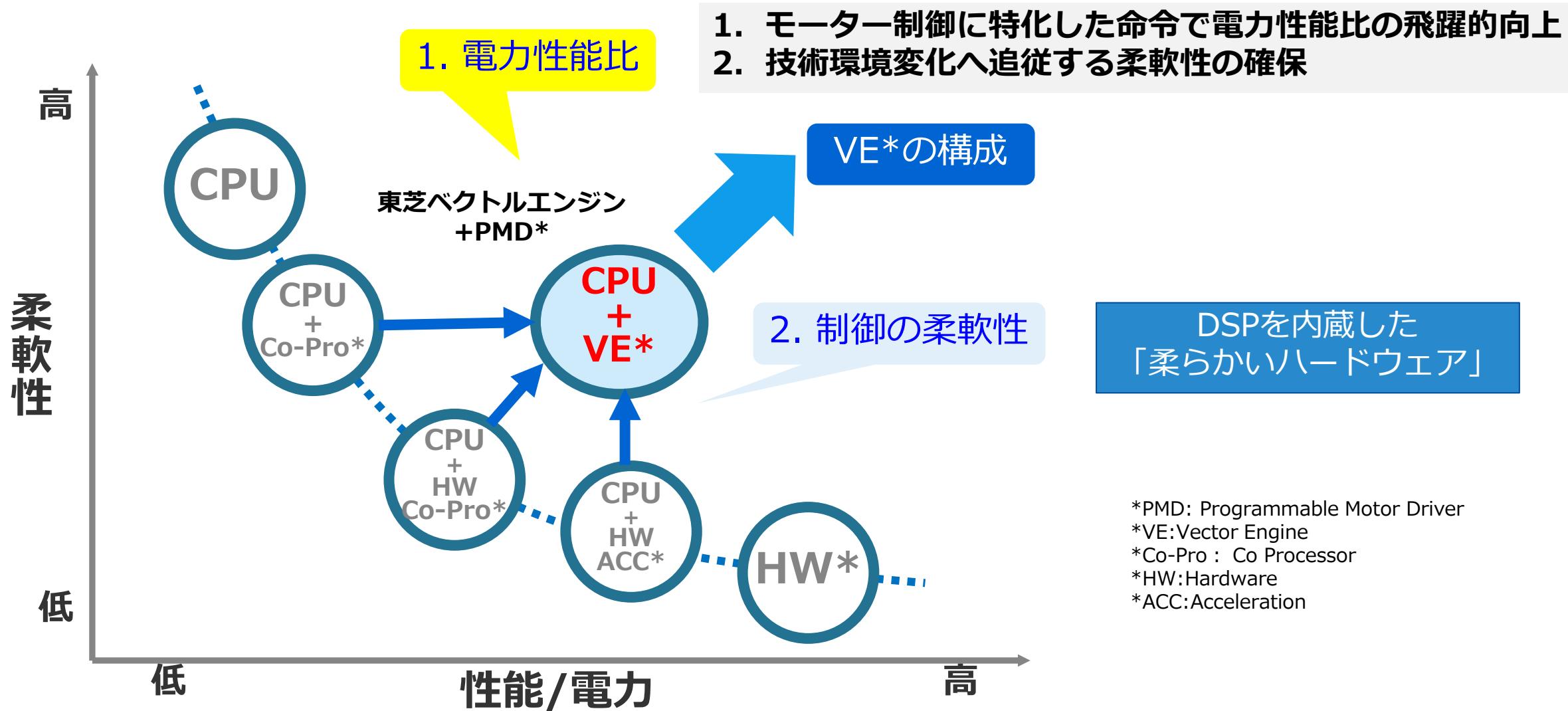
1-chip

1チップソリューション



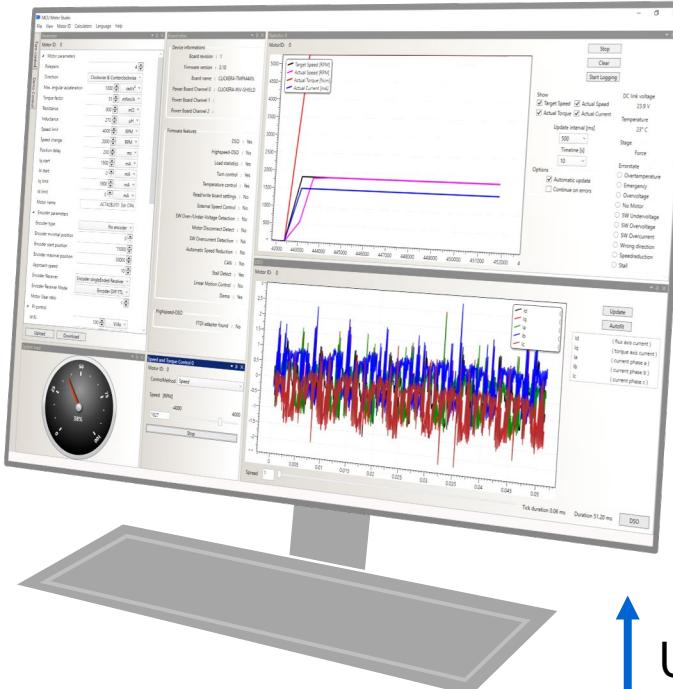
SmartMCD™の概要②：東芝オフロードエンジン（ベクトルエンジン）

ベクトルエンジンによるモータ制御の効率向上が可能



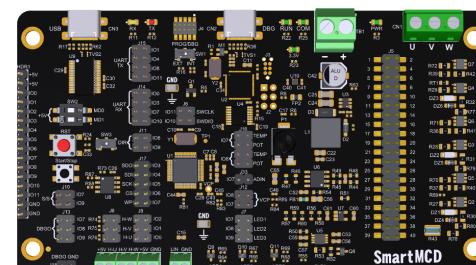
SmartMCD™の概要③：ソフトウェア開発環境

リファレンスボード&リファレンスソフトの活用で開発効率向上



コマンド
プロトコル
モータースタート
モータストップ
スピード切り替え
回転数確認
パラメータセッティング
モータ状態確認
など

USB/
CMSIS-DAP



モーターコントロール サンプルアプリケーション

Motor Control

Sensorless FOC*

Protection/
Recovery

Speed
Control

Current
Detection

Position
Estimation

Advanced
Control

Peripheral Access Layer (PAL)

Code Flash

Peripheral Driver

WDT*

ADC*

UART*

CAPT*

Timer

LIN*

Motor Drivers

VE*

PMD*

ADC*

ENC*

TB9M003FG リファレンスボード

*FOC: Field Oriented Control
*PMD: Programmable Motor Driver

*VE:Vector Engine

*WDT:Watch Dog Timer

*ADC:Analog-to-Digital Conversion

*CAPT:Caputure Timer

*UART:Universal Asynchronous Receiver/Transmitter

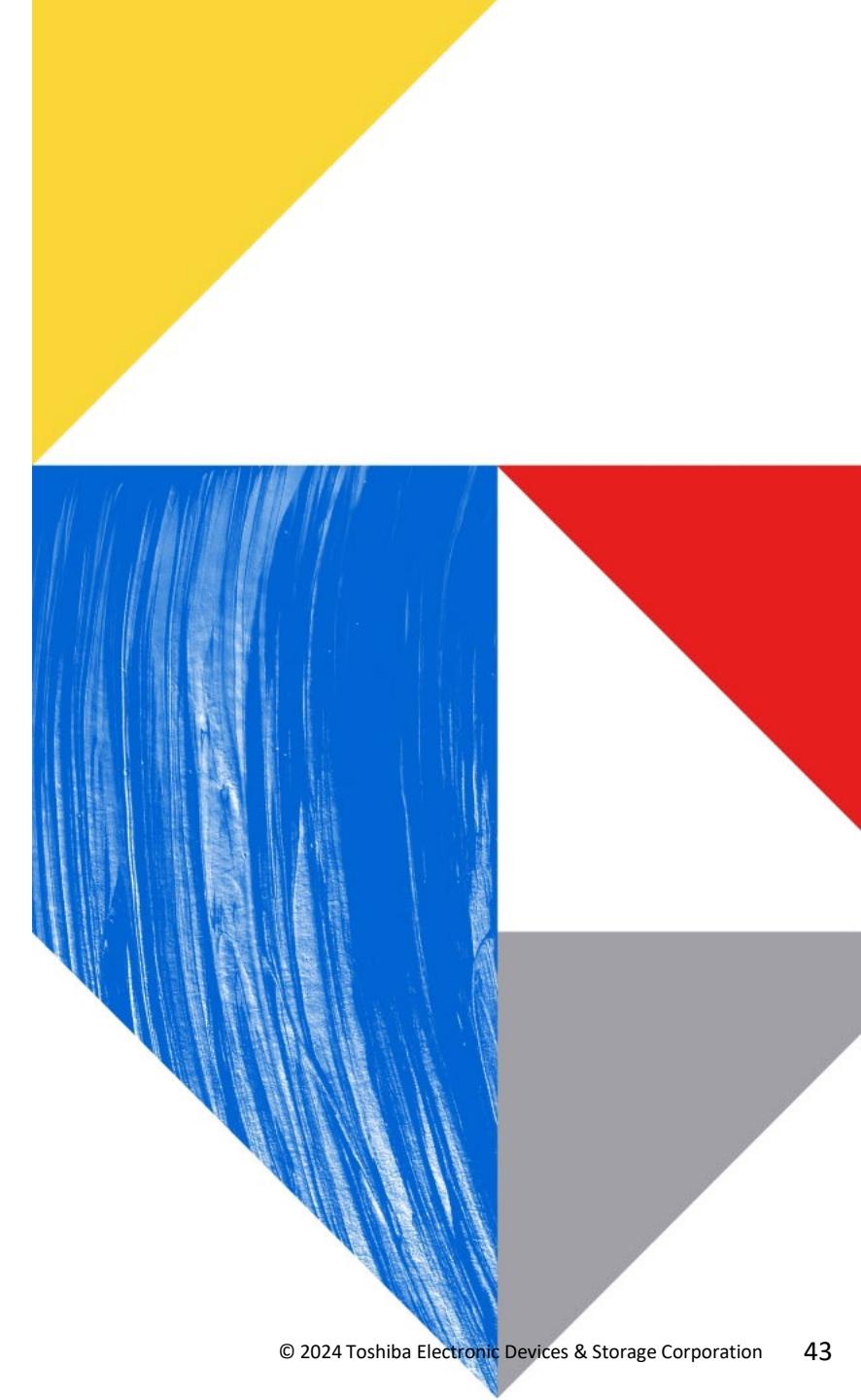
*LIN:Local Interconnect Network

*ENC : Encoder

03

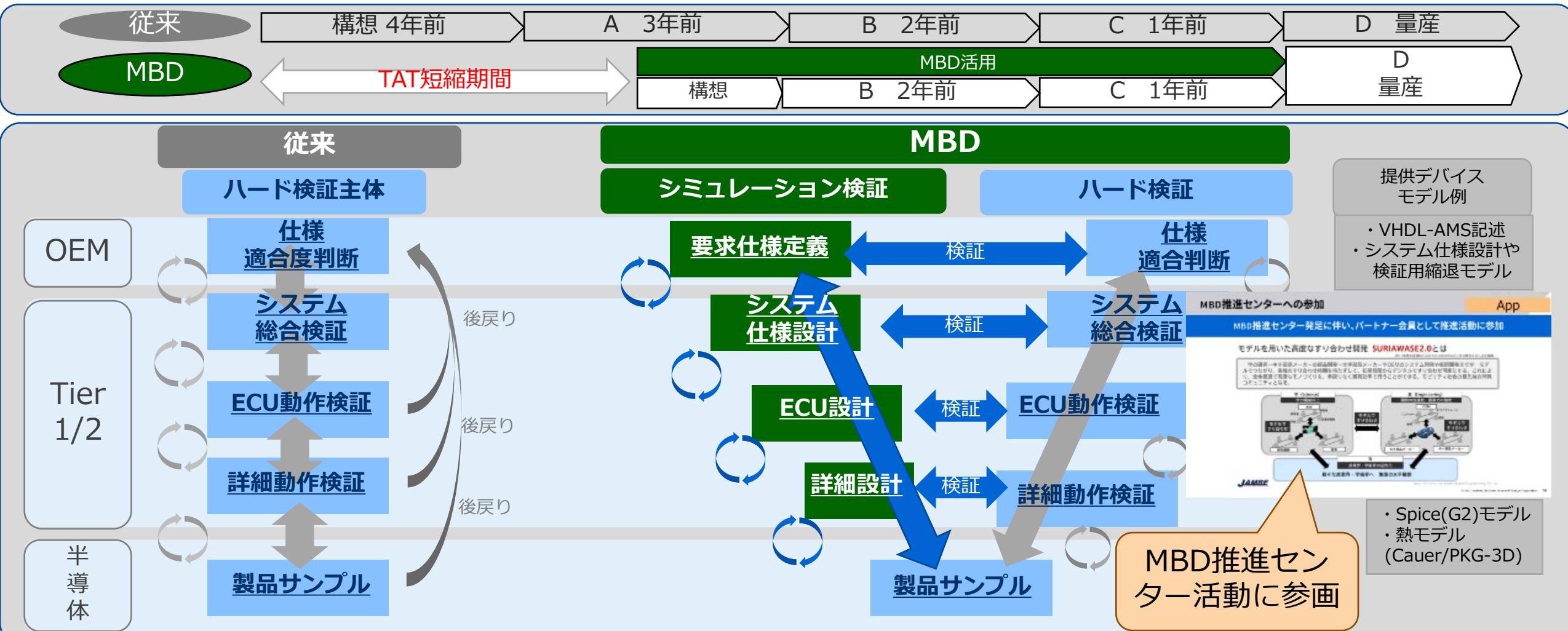
MBD (Model Based Development)

顧客シミュレーションMBD動向
熱シミュレーション技術



車載MBDのイメージ

フロントローディングに対応する電気モデル・熱モデル整備が重要に

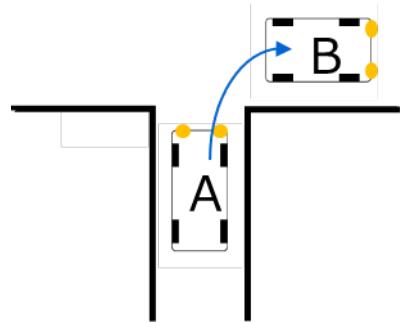


MBD (Model Based Development) 向け 車載用パワー半導体の熱・ノイズシミュレーション技術 Accu-ROM™

MBD手法による高速・高精度な熱・ノイズシミュレーション技術を構築、
Ansys® TwinBuilder™へ組込み

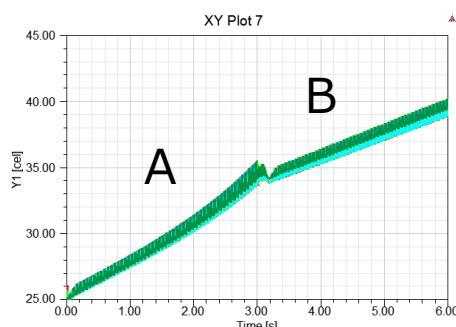
Accu-ROM™ (Accurate Reduced-Order Modeling : 精度保持縮退モデリング) 技術

■電動パワステ(EPS)プラントシミュレーション (例: 右折)

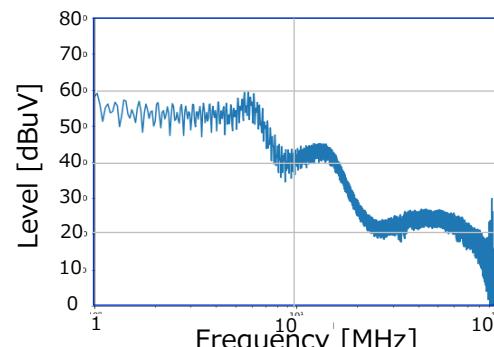


シナリオ
電動パワステ (右折)
ハンドル右へ 3秒
ハンドル戻し 3秒

熱シミュレーション結果



ノイズシミュレーション結果



最適なFETと駆動条件を選定

■Accu-ROM™技術 (モデル縮退技術) の効果

6秒間のシステム動作

■縮退無し

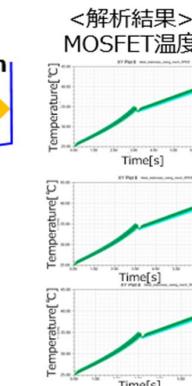
<解析時間>
32h51min

■STEP①
(メカモデルのみ)縮退

11h06min

■STEP①②
(メカモデル+MOSFET)縮退

3h27min



約33h→3.5h

Acc-ROM™技術による
シミュレーション結果に差なく、
時間の大幅短縮を実現

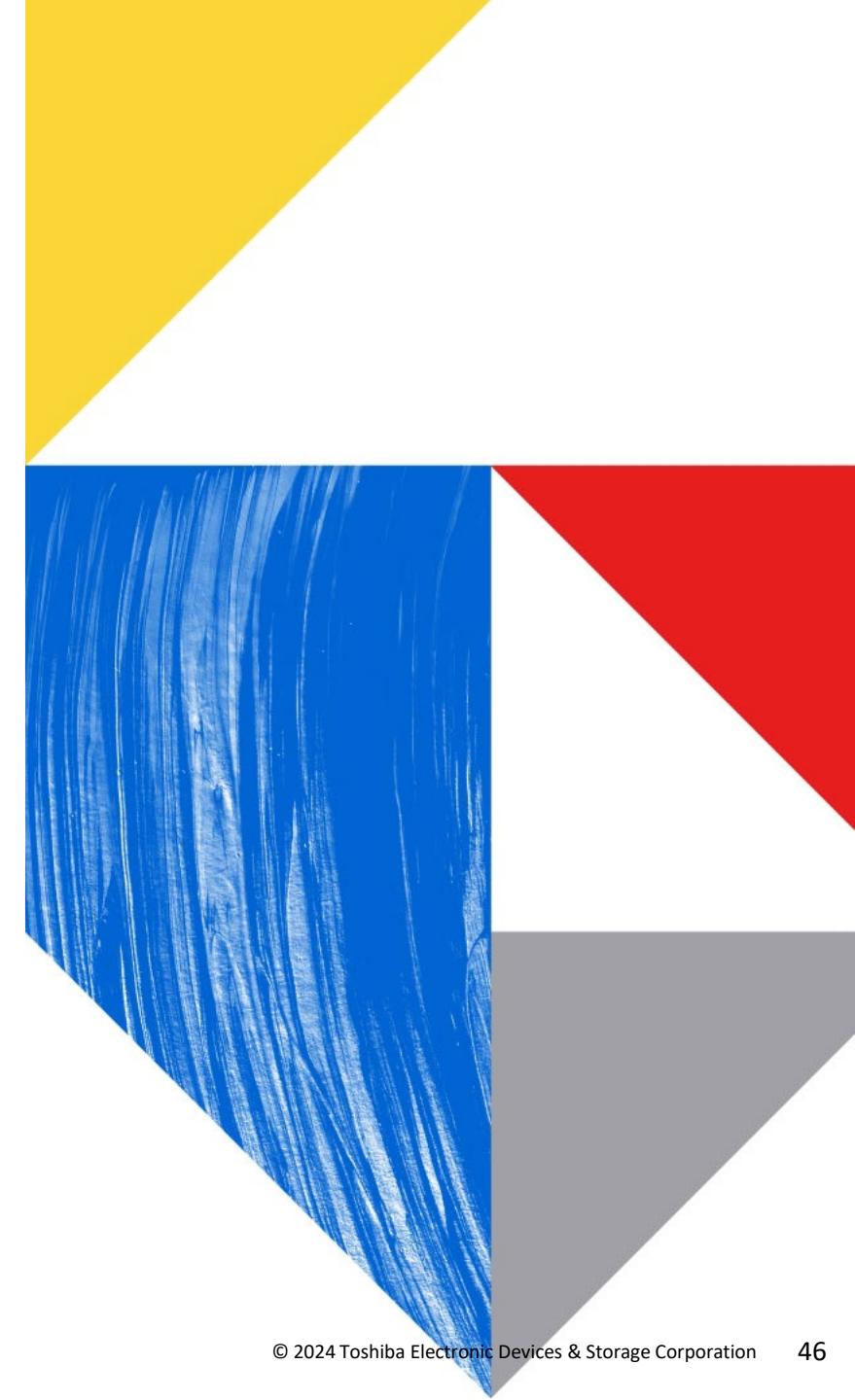
■Ansys® TwinBuilder™へ組み込み



ツールへ組込

04

まとめ



カーボンニュートラル実現に向けた取り組み

当社は経済産業省から「ゼロエミ・チャレンジ企業」に選定されました
NEDO GI基金にてSiC/GaNプロジェクトに採択されています

ゼロエミ・チャレンジ企業

経済産業省「ゼロエミ・チャレンジ企業」への選定について

2021年10月14日
東芝デバイス&ストレージ株式会社

当社は、経済産業省から「ゼロエミ・チャレンジ企業」に選定され、TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures) サミット2021で発表されました。

「ゼロエミ・チャレンジ」とは、経済産業省が一般社団法人日本経済団体連合会（経団連）や国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）と連携し、カーボンニュートラルの実現に向けたイノベーションの取組に挑戦する企業をリスト化し、投資家などに活用可能な情報を提供するプロジェクトです。同省が当該企業を「ゼロエミ・チャレンジ企業」と位置づけ、2020年度から公表しています。

当社では、NEDOから「省エネエレクトロニクスの製造量最大化に向けた技術開発事業」を受託し、大口径インテリジェント・シリコンパワー半導体の開発を推進しています。この取り組みが評価され、今回の「ゼロエミ・チャレンジ企業」への選定に至りました。

当社は今後も、省エネルギー性能に優れた半導体製品を開発し、カーボンニュートラルの実現に貢献していきます。

ゼロエミッションロゴ



野心的な計画を策定し
次世代パワー半導体の開発や電力機器への実装に向けた動きを加速

SiCモジュール

NEDO「グリーンイノベーション基金事業／次世代デジタルインフラの構築」プロジェクトに採択
～次世代高耐圧電力変換器向けSiCモジュールの開発について～

2022年3月2日
東芝デバイス&ストレージ株式会社
東芝エネルギーシステムズ株式会社

東芝デバイス&ストレージ株式会社（以下、東芝デバイス&ストレージ）および東芝エネルギーシステムズ株式会社（以下、東芝エネルギーシステムズ）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「グリーンイノベーション基金事業／次世代デジタルインフラの構築」プロジェクトにおいて、次世代パワー半導体デバイス製造技術開発事業（以下「本事業」）にテーマ名「次世代高耐圧電力変換器向けSiCモジュールの開発」で応募し、このたび採択を受けました。

電力業界では、大規模災害への備えや再生可能エネルギー導入の拡大などから、異なる地域間で電力転送のニーズが高まっています。このような中、遠距離の送電を行際の損失が比較的小ない、交流の電力を一度直流に変換して送電する高圧直流送電システム（HVDC）の導入が増えており、今後も拡大が見込まれています。

電力を供給・制御する役目を担った半導体は、HVDCやさまざまな電気機器の省エネルギー化やカーボンニュートラルの実現に不可欠なデバイスであり、自動車の電動化や産業機器の小型化などを背景に、今後も確実な需要拡大が見込まれています。中でも、SiC（炭化ケイ素）デバイスはその高耐圧性と低損失性から採用試験が期待されているデバイスの一つですが、その普及のために性能・コスト・品質のトレードオフを改善する必要があります。

本事業では、2022年度～2024年度に、より効率的な直流送電機器の「パワー半導体の開発を進み、SiCデバイスを用いた電力変換器PoC（概念実証）検証による実用化を目指す」という開発目標を達成する予定です。

東芝デバイス&ストレージは、「次世代SiCデバイス開発」と「高耐圧直流送電パワーハーモニクンなどの構造を実現したデバイス開発」を行います。具体的には、性能・コスト・品質のトレードオフを引き出す小型・軽量な高耐圧高放熱パワーハーモニクンの開発を行います。

一方、東芝エネルギーシステムズは、東芝デバイス&ストレージが開発したSiCモジュールを用いて「電力変換器PoC検証」を行います。これは、電力変換器としての性能を確認するため、変換器を試作し、変換損失の高精度な測定等を行うものです。

東芝グループは、事業を通じて、SDGs（持続可能な開発目標）の達成に貢献することを目指しています。本採択を通じて、次世代のパワー半導体の開発や電力機器への実装に向けた動きを加速し、省エネルギー社会やカーボンニュートラルの実現に貢献していきます。

GaNパワーデバイス

NEDO「グリーンイノベーション基金事業／次世代デジタルインフラの構築」プロジェクトに採択
～次世代高電力密度産業用電源向けGaNパワーデバイスの開発について～

2022年3月2日
東芝デバイス&ストレージ株式会社

当社は、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「グリーンイノベーション基金事業／次世代デジタルインフラの構築」プロジェクトにおいて、次世代パワー半導体デバイス製造技術開発事業（以下「本事業」）にテーマ名「次世代高電力密度産業用電源（サーバー・テレコム・FA等）向けGaNパワーデバイスの開発」で応募し、このたび採択を受けました。

データ社会の高度化の進展により、データセンターのサーバー、テレコム、AV機器、FA機器、モバイル機器などあらゆる電子機器に採用されているスイッチング電源の台数が増大し、2024年には世界で80億台以上の出荷が見込まれています。（注）これに伴い、高効率で低消費電力な環境に配慮したスイッチング電源、より小型・軽量・利便性の高いスマート電源への期待が大きくなっています。

現在のスイッチング電源では主にSiC（シリコン）パワーデバイスが使われていますが、同デバイスでは電力密度の向上が頭打ちとなっており、優れたオシドリ抗と高周波特性能を兼ね持つGaN（窒化ガリウム）パワーデバイスを用いることで、機器の低損失化や高出力化、さらには冷却ユニット削減や高周波スイッチングによる小型化といったブレーカーが実現されています。

本事業では、2022年度～2024年度に、当社が高品質・低コスト化のためのエビタチャーチャル成長技術や、新構造GaN-FET（電界効果トランジスター）及び周辺回路の開発を行い、Siワーファーデバイスのみの使いやすさを備えたMHzスイッチングが可能なGaNパワーデバイスを開発します。国内大手電源メーカーと連携し、本事業で開発したデバイスを用いて産業用スイッチング電源応用の検証を行い、スイッチング電源市場の要求を満たすGaNパワーデバイスを早期に市場に提供できるよう努めます。

当社では、本事業を通じて、SDGs（持続可能な開発目標）の達成に貢献することを目指しています。今回の採択を機に、次世代のパワー半導体の開発や電力機器への実装に向けた動きを加速し、省エネルギー社会やカーボンニュートラルの実現に貢献していきます。

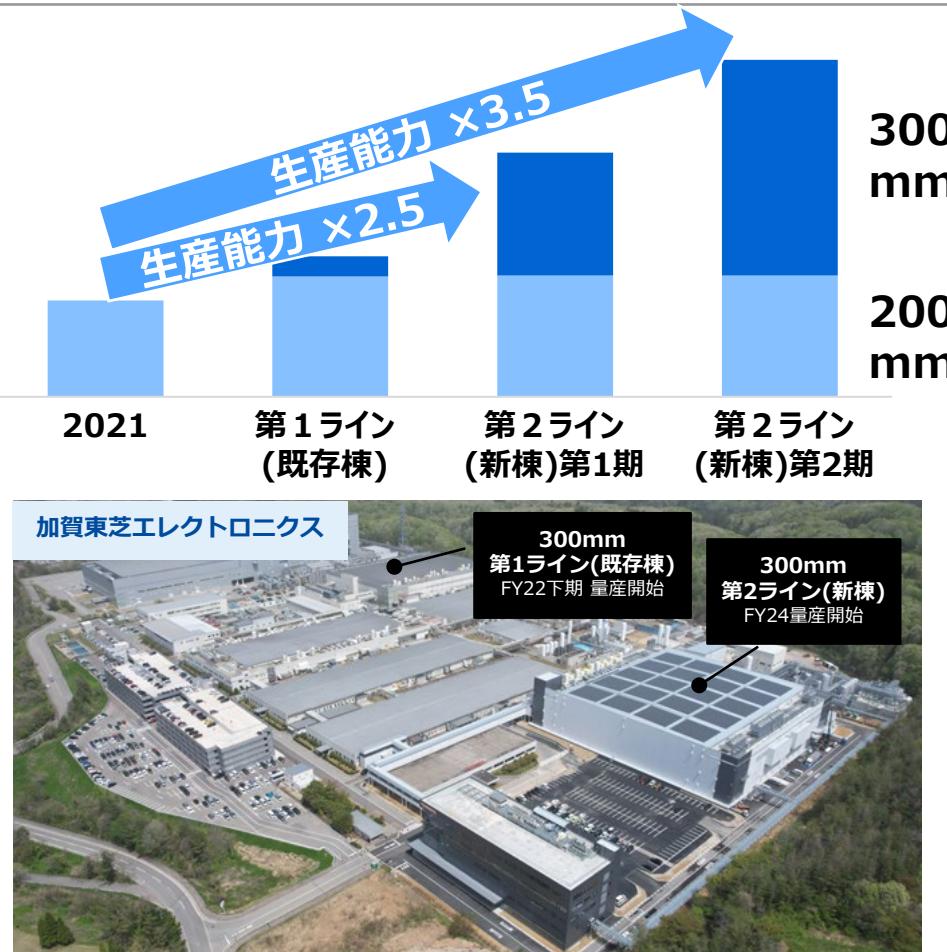
優れた熱特性により、ハイパワーでの高出力・高効率化が求められる機器への応用

高周波スイッチングにより、
kWクラスでの高効率・小型化が求められる機器への応用

パワー半導体の安定供給に向けて

設備投資を倍増^{※1}させ、国内初^{※2}のパワー半導体用300mmラインを構築・量産化

シリコンパワー半導体 生産キャパシティ^{※3}



300mmライン導入による生産戦略

第1ライン

既存建屋活用による技術確立と早期量産寄与

- ✓ 加賀東芝^{※4}の既存クリーンルームにおいて、22年度下期より300mmラインが稼働開始

第2ライン

新棟建設による生産能力拡大、生産性向上

- ✓ 加賀東芝^{※4}に300mmクリーンルーム製造棟の新設を決定
 - FY24から量産開始予定
 - 300mmライン専用設計による生産効率の追求
 - 再生可能エネルギー利用100%を実現

※1: 半導体事業 FY16～20 → FY21～25の5年累計

※2: 2022年2月時点、当社調べ

※3: 200mm及び300mmライン能力 (200mmウエハー換算)

※4: 加賀東芝エレクトロニクス(株)

まとめ

100年に一度の大変革している車載市場

これまで長年市場を支えてきたパワー半導体やアナログASSP製品などを展開

グリーン&デジタル社会では、エネルギーの有効活用が大きな社会課題

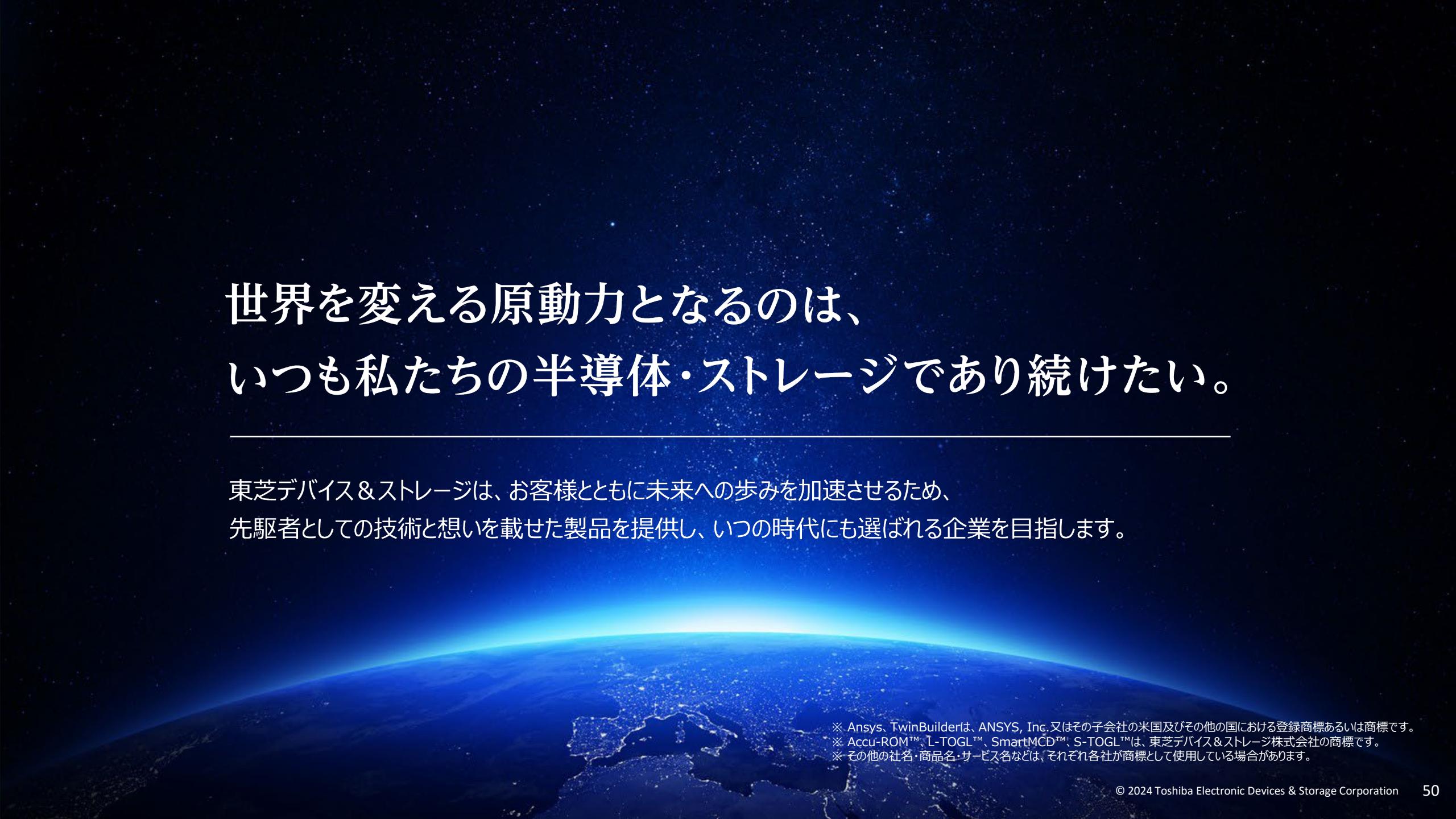
パワー半導体は、電化・電装化が進む車載インフラを支えるキーパーツ

電動化により拡大していく車載モーター市場は、小型化、高機能化要求が強い

MCUとMCDを一体化したアナログASSPをひとつのソリューションとして提案



電動化により拡大していく車載モーター市場に対して
パワー半導体とモーター制御ICでソリューション提案を行い、カーボンニュートラルな社会
の実現し、変革期の自動車業界に新たな価値を創造する



世界を変える原動力となるのは、
いつも私たちの半導体・ストレージであり続けたい。

東芝デバイス&ストレージは、お客様とともに未来への歩みを加速させるため、
先駆者としての技術と想いを載せた製品を提供し、いつの時代にも選ばれる企業を目指します。

※ Ansys、TwinBuilderは、ANSYS, Inc.又はその子会社の米国及びその他の国における登録商標あるいは商標です。
※ Accu-ROM™、L-TOGL™、SmartMCD™、S-TOGL™は、東芝デバイス&ストレージ株式会社の商標です。
※ 他の社名・商品名・サービス名などは、それぞれ各社が商標として使用している場合があります。