

みずほ産業調査 Vol. 67

「カーボンニュートラルのインパクト

～脱炭素社会に向けたトランジションの中で日本企業が勝ち残るために～」

【クロスセクター領域】パワー半導体 ～xEV・再エネ・省電力化に伴い需要拡大も、供給側に課題が山積～

みずほフィナンシャルグループ
リサーチ&コンサルティングユニット

みずほ銀行 産業調査部

サマリー

- メモリ・CPUといった半導体が電気信号(データ)を取り扱うのに対して、パワー半導体は電気そのものを取り扱う半導体である。電気を使う製品の内部は半導体・電子部品・回路が複雑に入り組んでおり、それぞれに流れる電流の種類(交流・直流)や電圧が異なる。パワー半導体は電気の流れを切り替えたり、電流・電圧を変えたりする役割を担っている。また、これらの機能を制御・管理する半導体も広義のパワー半導体と言える。
- パワー半導体は、単品であるパワーディスクリート、複数個組み合わせたパワーモジュール、電流・電圧や電池を制御・管理するパワーICに大別される。2020年の世界市場規模は434億ドルで、産業、自動車、無線通信、民生、コンピュータ等、幅広い分野で利用されている。分野や用途で使われ方が異なっており、例えば、自動車ではADAS(先進運転支援システム)関連はパワーディスクリート、xEV(電動車)の電池周辺はパワーモジュールが多く使われる。
- パワー半導体は脱炭素化を背景に、自動車のxEVシフトや高機能化が加速、再生エネルギーへのインフラ投資が増えることに加え、様々な機器の電化や高機能化が進み、世界市場規模が2030年には674億ドル(2020年の1.6倍)、2050年には1,143億ドル(同2.6倍)に拡大すると見込まれる。脱炭素化を受けた省電力ニーズの高まりや、電池で駆動する製品の増加を受け、電気の流れや電池の充放電・残量を管理するパワーICの重要性も一層高まるであろう。
- パワーディスクリート・パワーモジュールは、世界売上高のトップ10社に日本企業が5社ランクインしており、比較的日本企業が強い製品群と言える。また、パワーICでは、ルネサスエレクトロニクスがDialog Semiconductorの買収を発表、単純合算で世界第4位に浮上する見通しである。パワー半導体各社は能力増強を積極的に進めている。
- 需要拡大に対し、供給側にはQCDにおける課題が山積している。Q(quality)に関しては電力損失低減(=省エネ)、小型化に加え、シリコン以外の材料を使う次世代パワー半導体ではウェハも含めた歩留まり改善・品質向上が求められる。C(Cost)に関しては、顧客側の価格要求を見据えたコストダウンが必要である。D(Delivery)に関しては、顧客からの品質・価格要求に応えた製品の投入に加え、需要増を見据えた生産能力の増強が求められる。顧客側の施策や自社の案件獲得状況を踏まえた、生産能力・採用プロセス・量産開始時期の見極めと意思決定が重要となろう。

パワー半導体の概要:2020年の世界市場規模は434億ドル(含むパワーIC)

■ パワー半導体は以下の3つに大別される

- パワーディスクリート:ダイオード(注1)、トランジスタ(注2)等の単品
- パワーモジュール:複数のパワーディスクリート、もしくは周辺回路も含めて組み合わせたモジュール
- パワーIC:電流・電圧や電池を制御・管理する半導体(広義のパワー半導体)

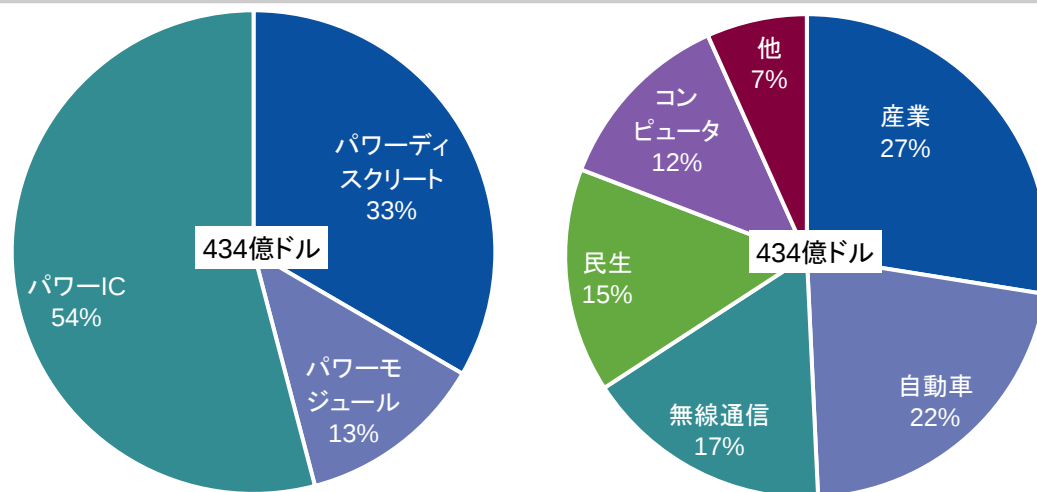
■ パワー半導体の分野別構成

- 産業、自動車、無線通信、民生、コンピュータ等、幅広い分野で利用されており、特定分野に偏らないことが特徴

■ 搭載されるパワー半導体の種類や個数は機器・用途によって異なる

- 自動車では、ADAS関連はパワーディスクリート、xEVの電池周辺はパワーモジュールが多く使われる
- より高圧・大電流を扱う機器にはパワーモジュールが搭載される傾向

パワー半導体の2020年売上構成比(左:製品別、右:分野別)



(注1)ダイオード:一方向にのみ電流を流す半導体

(注2)トランジスタ:電気信号を増幅したり、回路を切り替えたり(スイッチング)する半導体

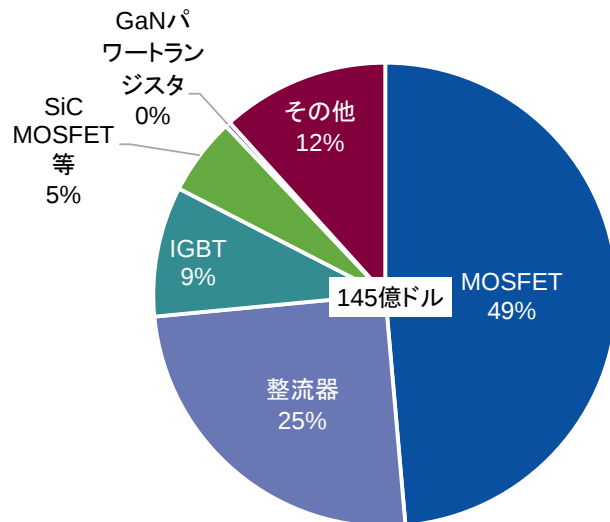
(出所) OMDIA等より、みずほ銀行産業調査部作成

各製品の標準的な搭載個数(除くパワーIC)

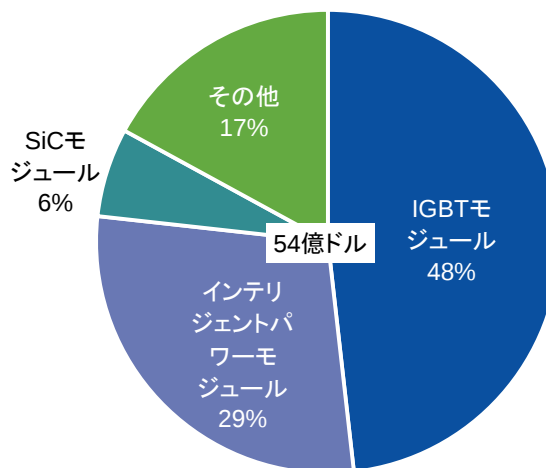
分野	製品名	(個)			
		ダイオード	トランジスタ	その他	パワーモジュール
産業	スポット溶接ロボット	10~22	2~6		1~3
	鉄道車両				6~12
	無停電電源装置	4~14	8~20		1~6
自動車	ステアリング制御システム		2~8		
	ADAS/自動運転システム	2~20	2~4		
	xEV駆動用インバータ	6~11			1~3
	xEV用DC-DCコンバータ	2~16	6~18		
無線通信	スマートフォン	1	1		
民生	液晶テレビ	3~9	1~3		
	ルームエアコン	2~8			
	電子レンジ	5	2	3	
	洗濯機		13	4~10	
コンピュータ	ノートパソコン	3~9	1~3		
	サーバ	8~28	8~26		
その他	太陽光発電用パワーコンディショナ				1~8
	風力発電システム				3~12
	家庭用燃料電池	2			3~12

パワー半導体の製品別売上構成(2020年)

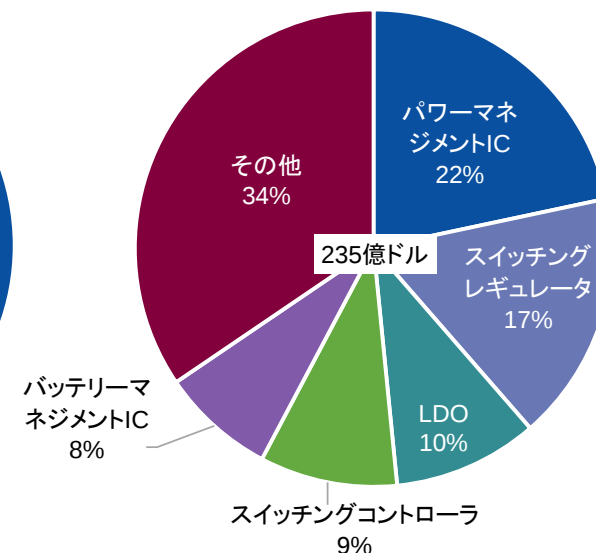
<パワーディスクリート>



<パワーモジュール>



<パワーIC>



(出所) OMDIAより、みずほ銀行産業調査部作成

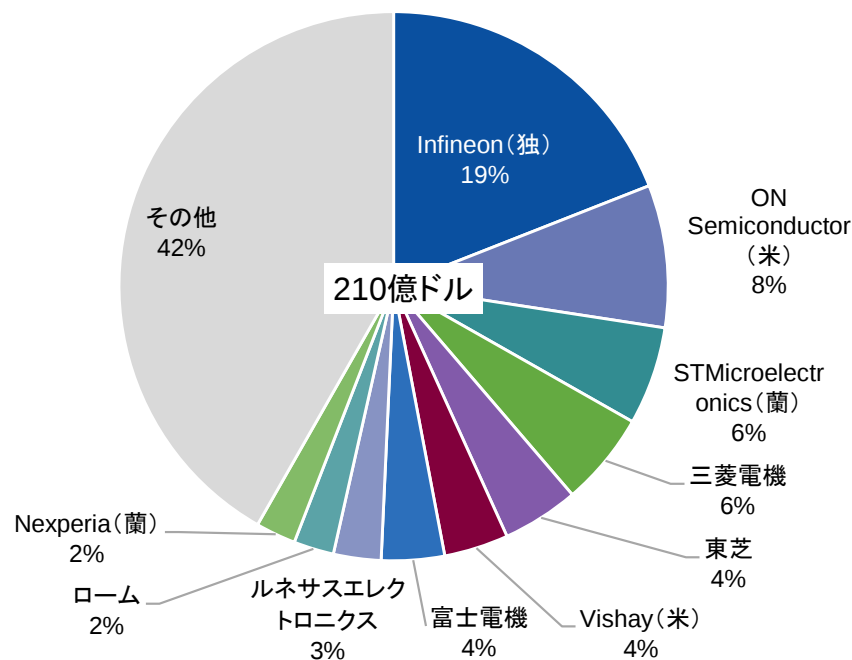
製品名	概要
MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor)	金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ。電圧を掛けるとスイッチがオンになる半導体で、動作速度が速い
IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)	絶縁ゲートバイポーラトランジスタ。電圧を掛けるとスイッチがオンになる半導体で、大電流に適する
整流器 (Rectifier)	電流を一方向だけに流す半導体で、交流を直流に変換する際に用いられる
IGBTモジュール	IGBTを複数個組み合わせたモジュール
インテリジェントパワーモジュール	IGBTやMOSFETと制御回路・保護回路を組み合わせたモジュール
パワーマネジメントIC	電気の流れを管理するIC(集積回路)
スイッチングレギュレータ	交流を直流に変換したり(AC-DC)、直流を異なる電圧の直流に変換したり(DC-DC)する半導体
LDO (Low Drop Out)	入力電圧と出力電圧の差が小さくても電流を変換できる半導体
バッテリーマネジメントIC	電池の充放電・残量管理・保護を担うIC
SiC(炭化シリコン)パワー半導体	SiCを材料にしたパワー半導体で、次世代高圧・大電流用途(モータ駆動等)に適する
GaN(窒化ガリウム)パワー半導体	GaNを材料にしたパワー半導体で、小型・高周波用途(電源等)に適する

(出所) 各種資料より、みずほ銀行産業調査部作成

メーカーランキング①: パワーディスクリート・パワーモジュール

- パワーディスクリート・パワーモジュールは売上高トップ5社で市場の4割、トップ10社で市場の6割を占める(2019年)
 - Infineon(独)が世界首位(世界売上高シェア19%)で、第2位のON Semiconductor(米)の倍以上のシェアを持つ
- 一方、売上高トップ10に日本企業が5社ランクインしており、半導体市場の中では比較的日本企業が強い製品群
 - 日本の上位企業5社の合算シェアは19%
- どの製品形態で提供するかは企業の戦略や顧客ニーズによって異なる
 - 東芝・ルネサス・ロームはパワーディスクリート中心、三菱電機と富士電機はパワーモジュール中心

パワーディスクリート・パワーモジュールの2019年のメーカー別売上高シェア(左)、メーカー別・製品別売上高(右)



(百万ドル)

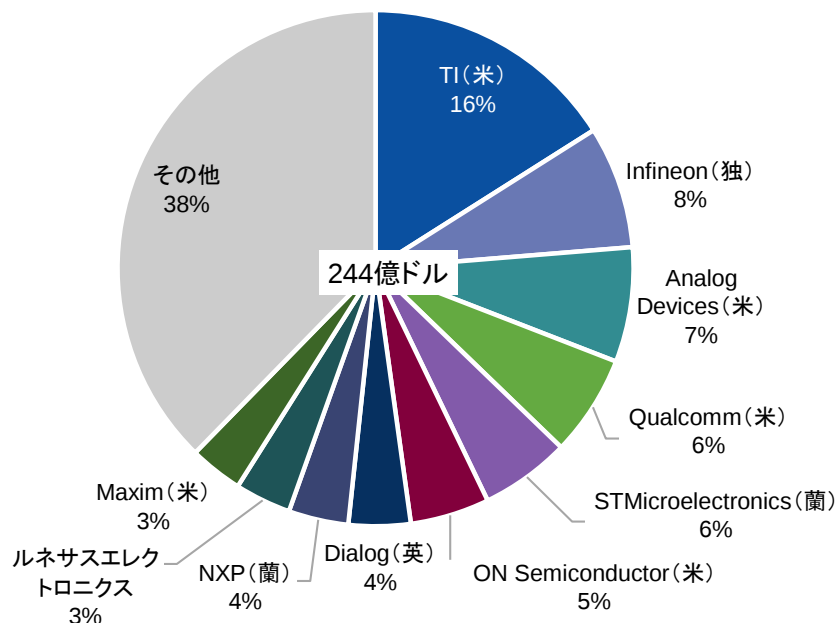
		合計	パワー ディスクリート	パワー モジュール
1	Infineon(独)	3,996	2,527	1,470
2	ON Semiconductor(米)	1,762	1,425	337
3	STMicroelectronics(蘭)	1,214	1,176	38
4	三菱電機	1,157	194	963
5	東芝	946	862	84
6	Vishay(米)	795	773	22
7	富士電機	779	290	489
8	ルネサスエレクトロニクス	588	588	0
9	ローム	497	428	69
10	Nexperia(蘭)	496	496	0
	その他	8,764	6,524	2,240
合計		20,995	15,283	5,713

(出所) OMDIAより、みずほ銀行産業調査部作成

メーカーランキング②: パワーIC

- パワーICは売上高トップ5社で市場の4割、トップ10社で市場の6割を占めており、寡占度合いはパワーディスクリート・パワーモジュールと類似(2019年)
- 但し、2020年・2021年に実施された2つの買収により、売上高トップ5社が市場の半分を占める寡占市場に
 - TI(米)が世界首位(世界売上高シェア16%)で、Maximを買収したAnalog Devices(米)が続く(単純合算)
 - 2021年2月、ルネサスエレクトロニクスは無線通信向けに強いDialog Semiconductor(英)の買収を発表
パワーICの売上高が倍増、単純合算で世界シェア第4位に浮上する見通し

パワーICの2019年のメーカーシェア(左)、メーカー別・製品別売上高(右)



		(百万ドル)
	パワーIC	
1	TI(米)	3,911
	Analog Devices + Maxim	2,573
2	Infineon(独)	1,873
	ルネサスエレクトロニクス + Dialog	1,807
3	Analog Devices(米)	1,756
4	Qualcomm(米)	1,543
5	STMicroelectronics(蘭)	1,373
6	ON Semiconductor(米)	1,212
7	Dialog(英)	947
8	NXP(蘭)	918
9	ルネサスエレクトロニクス	859
10	Maxim(米)	817
	その他	9,197
合計		24,409

(注1) ルネサスエレクトロニクスにはIDTを含む。ルネサスエレクトロニクスは2021年2月、Dialogを買収すると発表

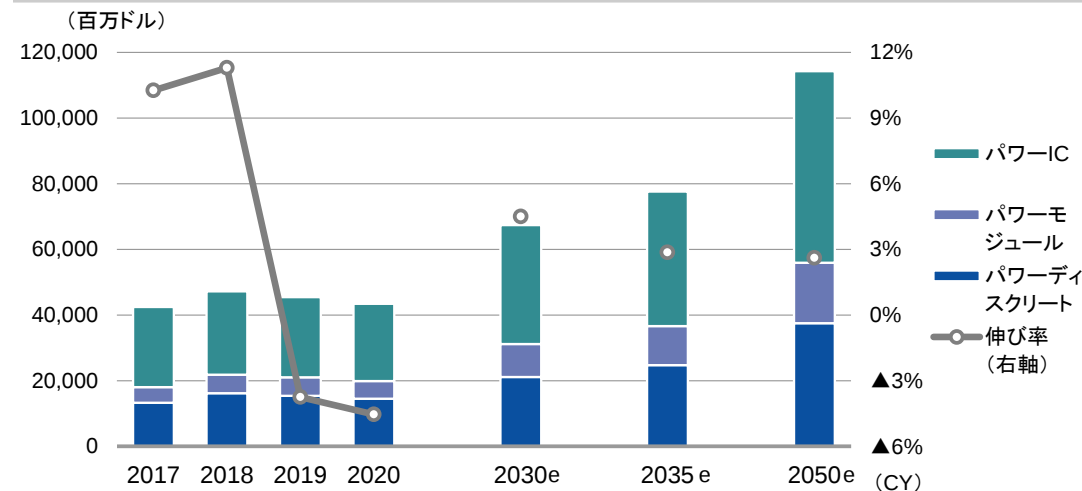
(注2) Analog Devicesは2020年7月、Maximを買収すると発表

(出所) OMDIAより、みずほ銀行産業調査部作成

パワー半導体の長期市場予測：市場規模は今後10年間で1.6倍、30年間で2.6倍に

- 2020年に434億ドルであった世界市場規模は、2030年には674億ドル、2050年には1,143億ドルに拡大すると見込む
— 2020年～2030年の年平均成長率は4.5%、2030年～2050年の年平均成長率は2.7%と予測
- 脱炭素化の流れを背景に、自動車のxEVシフトや高機能化が加速、再生エネルギーへのインフラ投資も増加
- 産業・民生分野等においても機器の電化や高機能化が進み、パワー半導体の搭載個数が増える見込み
— 電気を使う製品の内部は半導体・電子部品・回路が複雑に入り組んでおり、それぞれに流れる電流の種類(交流・直流)や電圧も異なるため、機器が高機能化するにつれて、搭載されるパワー半導体は増加
- 省電力ニーズの高まりや電池で駆動する製品の増加に伴って、パワーICの重要性も一層高まる
— スマホでは、パワーマネジメントICが電気の流れ、バッテリーマネージメントICが電池の充放電・残量等を管理
— 限りある電池容量の効果的な活用、電池の延命には、電池の充放電・残量の管理が非常に重要

パワー半導体の長期世界市場予測



(注1) 2030年以降の伸び率は直前予想年と当該予想年の間の年平均成長率を表示(例: 2030年: 2020年～2030年)

(注2) 2030年以降はみずほ銀行産業調査部予測

(出所) OMDIAより、みずほ銀行産業調査部作成

パワー半導体メーカー各社は能力増強に積極的

- パワー半導体メーカー大手各社は、それぞれの手法で能力増強に取り組む
 - ON Semiconductor(米)、三菱電機は他社工場を取得
 - Infineon(独)、ロームは既存工場に隣接する新棟を建設
 - 東芝、富士電機は、既存工場への設備投資等で能力増強を進める見込み
 - 能力増強計画の策定は、需要拡大への対応だけでなく、今後の供給体制を顧客にアピールする上でも重要
- パワー半導体メーカーの能力増強の計画例**

手法	社名	投資金額	概要
取得他社工場の	ON Semiconductor(米)	4.3億ドル (約450億円)	■ 2019年4月、グローバル・ファウンドリーズが有する300mmウェハ生産工場の取得契約を締結 ■ 大量生産に向けたMOSFETとIGBTの製造キャパシティを確保 ■ 2022年末に所有権の完全譲渡がなされる予定
	三菱電機	約200億円	■ 2020年6月、シャープの福山事業所の一部土地及び建屋等を取得する計画を発表 ■ 46,500㎡規模の新工場は2021年11月の稼働開始を予定
の既存棟工場建設で	Infineon(独)	約16億ユーロ (約2,000億円)	■ 2018年5月、オーストリアフィラッハ市の既存工場に60,000㎡規模の新棟建設を発表 ■ 当初予定の2021年内の稼働より前倒しとなる2021年9月末に稼働する計画を発表
	ローム	約4,000億円 (半導体全体)	■ 2021年5月、2025年度までに半導体に4,000億円を投じる中期経営計画を発表 ■ ローム・アポロ(福岡)の筑後工場に2019年より建設されている新棟は2020年12月に竣工。2022年1月の稼働開始を予定
等の既存設備工場投資へ	東芝	約1,000億円	■ 2023年度までに加賀東芝エレクトロニクス(石川県)等で生産能力を5割増やす見込み ■ 既存工場での300mmウェハ対応製造ラインの導入計画も並行推進
	富士電機	約1,200億円	■ 2018年、次期中期経営計画(2019～2023年度)を発表。中計期間中の全社設備投資費用の55%相当をパワー半導体含む電子デバイス事業に充てる ■ 2021年度はパワー半導体に前年度比2倍の410億円を投資し、生産増強を図る

(出所)各社IR資料等より、みずほ銀行産業調査部作成

経済産業省の補助金制度でもパワー半導体案件が採択された

- 経済産業省はサプライチェーンの強靱化を図るための国内投資促進事業費補助金に関し、146件の採択事業を決定
- 半導体関連は4案件あり、うち2件がパワー半導体の設備投資案件

補助金概要

概要

- 本補助事業は、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、国内のサプライチェーンの脆弱性が顕在化したことから、①生産拠点の集中度が高い製品・部素材、②国民が健康な生活を営む上で重要な製品・部素材に関し、国内の生産拠点等の整備を進めることにより、円滑な供給を確保するなど、サプライチェーンの強靱化を図ることを目的とし、工場の新設や設備の導入を支援するもの。

採択内容

- 2020年5月22日から7月22日の締切りまでに1,670件、約1兆7,640億円の応募があり、146件・約2,478億円を採択。
- 海外における生産拠点の集中度が高く、かつ、サプライチェーンの途絶によるリスクが大きい重要な製品・部素材や、国による緊急調達等の対象物資や医療提供体制の確保のために必要となる物資を採択
 - ①生産拠点の集中度が高い製品・部素材(56件)
⇒半導体・航空機・車載用電池、レアメタル、ディスプレイ等
 - ②国民が健康な生活を営む上で重要な製品・部素材
⇒消毒用アルコール、マスク、医療用ガウン、手袋(医療従事者用)等

半導体関連の採択事業(抜粋。赤枠がパワー半導体)

補助事業者名	業種/製品・部素材名	事業実施場所
東芝デバイス&ストレージ(株) 加賀東芝エレクトロニクス(株)	電子デバイス製造業/ 半導体	石川県
ユナイテッド・セミコンダクター・ジャパン(株)	電子デバイス製造業/ 半導体	三重県
マイクロンメモリジャパン (同)	電子デバイス製造業/ 半導体	広島県
三菱電機(株)	電子デバイス製造業/ 半導体	広島県

(出所)経済産業省ホームページより、みずほ銀行産業調査部作成

品質向上やコストダウン、顧客ニーズを踏まえた製品投入・能力増強が重要に

- パワー半導体の需要拡大が見込まれる一方、供給側にはいわゆるQCDにおける課題が山積
- コストについては、xEVは電池・周辺回路の搭載に伴い、1台当たりの搭載個数は大幅に増加、搭載金額もガソリン車の1.5倍～2倍に
 - 電力損失低減・小型化の要望に加え、パワー半導体への値下げ圧力が高まると予想される
- 製品供給に関しては、パワー半導体メーカー各社とも生産能力増強に努めるも、タイトな需給状況が継続
 - パワー半導体の製造には特殊な生産工程が要求されるため、供給できる半導体メーカーが限られる（高耐圧プロセス: 高い電圧に耐えうる回路形成技術）
- 旺盛な需要に供給が追いつかないという構造要因のため、需給タイト感の短期的な解消は難しいと考えられる
 - 能力増強計画の策定は、今後の供給体制を顧客にアピールする上で必要不可欠
 - 一方、実際の能力増強に向けては、顧客側の施策（採用機種拡大・xEV比率引き上げ等）や自社の案件獲得状況・確度を踏まえた、生産能力・採用プロセス（線幅、ウェハ口径等）・量産開始時期の見極めと意思決定が重要

QCDにおいてパワー半導体が抱える課題

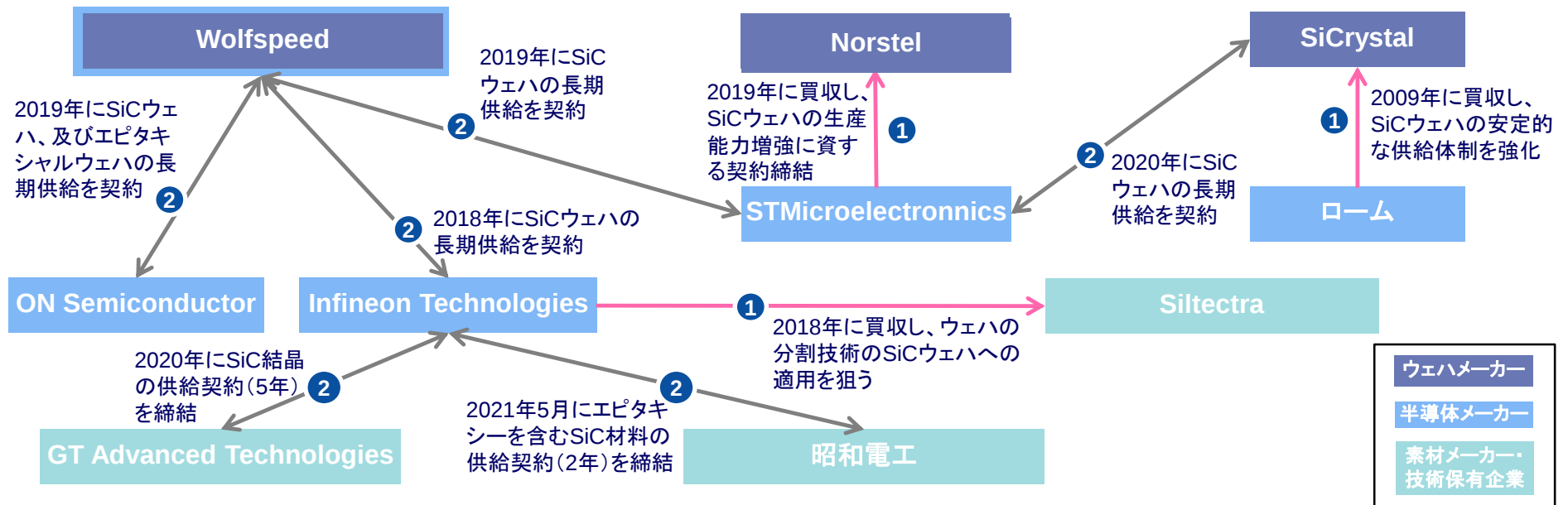
	Q (quality: 品質)	C (Cost: コスト)	D (Delivery: 製品供給)
課題	■ 電力損失低減（＝省エネ） ■ 小型化 ■ 次世代パワー半導体（SiC、GaN）ではウェハも含めた歩留まり改善・品質向上（次ページ参照）	■ 顧客側の価格要求を見据えたコストダウン ■ 特に次世代パワー半導体は、従来品からの置き換え促進に向けて更なるコストダウンが必要	■ 顧客からの品質・コスト要求に応えた製品の投入 ■ 需要増を見据えた、生産能力の増強

（出所）みずほ銀行産業調査部作成

(参考)SiCではウェハレベルからの取り組みが重要に

- SiCを用いたパワー半導体は普及に向けてコストダウンと性能向上が求められており、課題の1つがSiCウェハ
 - SiCウェハはシリコンウェハに比べ非常に硬く、大口径化が難しいため、歩留まりが低く、結果としてコスト高
 - SiCウェハは表面に結晶欠陥が入りやすいため、表面加工(エピタキシャル加工)・新材料の開発が進められている
- SiCウェハは歩留まりが低く、プレーヤーも限られている
 - 半導体メーカーはウェハの安定調達等に向け、ウェハメーカー等の買収(①)、長期供給契約の締結(②)を実施
 - ②の長期供給契約は競合他社及びそのグループ企業と締結するケースも多く、安定調達の重要性の高さがうかがえる

SiCにおける半導体メーカーとウェハメーカーの主要なM&A・長期供給契約(抜粋)



(注)Wolfspeedは世界第2位のSiCパワーモジュールメーカーであると同時に、世界最大のSiCウェハメーカー
(出所)各種資料より、みずほ銀行産業調査部作成

© 2021 株式会社みずほ銀行

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、特定の取引の勧誘・取次ぎ等を強制するものではありません。また、本資料はみずほフィナンシャルグループ各社との取引を前提とするものではありません。

本資料は、当行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、当行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。

本資料の著作権は当行に属し、本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他の如何なる手段において複製すること、②当行の書面による許可なくして再配布することを禁じます。