

令和2年度産業経済研究委託事業 分野別技術競争力に係る調査

調査報告書

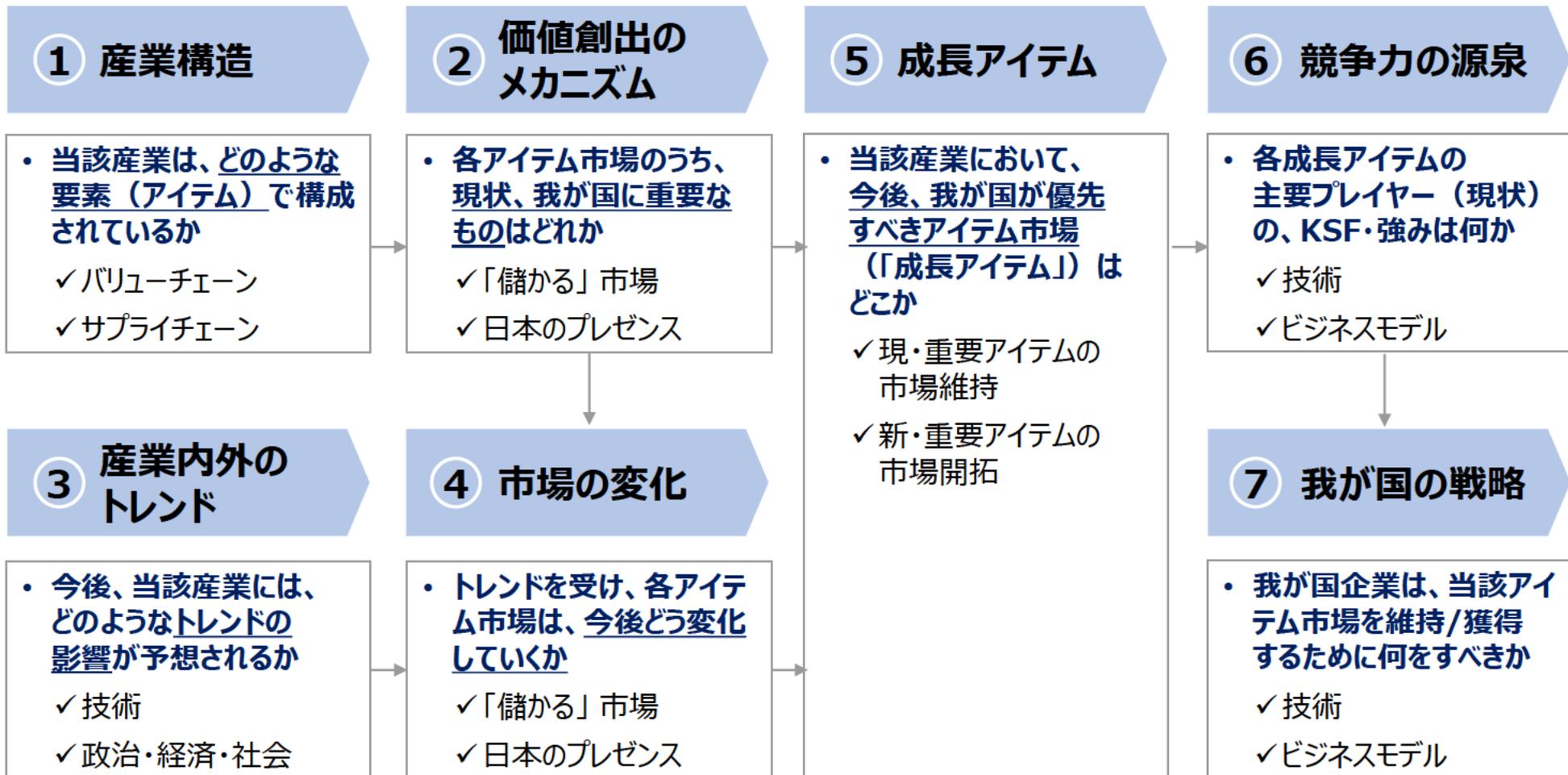
令和3（2021）年2月26日



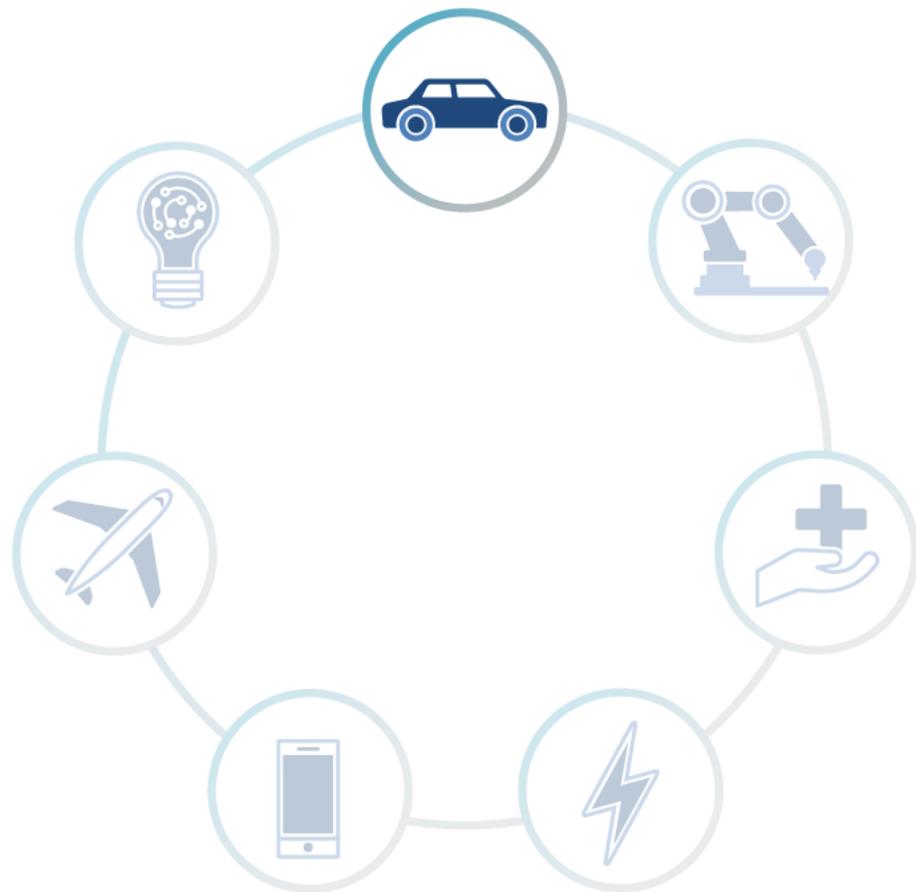
調査報告の構成（論点の流れ）

産業の俯瞰

成長アイテムの深掘り



①自動車・ 自動車部品



自動車・自動車部品



- 自動車部品産業は、自動車（完成車）産業に比肩する規模の利益を生む巨大産業。従来からの大市場アイテムと並び、高成長×高シェアなアイテムも胎動。
- 技術革新のみならず、環境規制やライフスタイル等の社会変化の面からも“CASE”化が加速。部品の世代交代が起こるだけでなく、自動車全体の価値を左右するアーキテクチャが変化。

＜産業構造・市場の現状＞

- 大きく6セグメントで構成される、世界で100兆円規模の産業
- 電池やエアバッグ等、規模の面から重要とされる市場と別に、例えばインバーターなど、高成長・高シェアな重要市場も存在

＜トレンドを踏まえた市場の変化＞

- 技術革新/社会変化の両面から、“CASE”化が加速
- 単に部品の世代交代が起こるだけでなく、自動車全体の価値を左右するアーキテクチャが変化することに留意する必要



順位	市場規模	成長率	日系企業シェア	成長率、シェアとも Top 10 の市場
1位	シートシステム (電動)	リチウムイオン電池	CVT	
2位	HEV/EV駆動システム	車載充電器	インバーター	
3位	鉛電池	ADASシステム (車線維持システム含む)	自動車用次世代二次電池 (ニッケル水素電池)	
4位	リチウムイオン電池	ヘッドアップディスプレイ	モーター (ハイブリッド車用)	
5位	エアバッグ	HEV/EV駆動システム	降圧DC-DCコンバーター	
6位	自動車用ガラス	ナイトビジョンシステム	燃料ポンプ	
7位	カーナビゲーションシステム	降圧DC-DCコンバーター	エンジンECU	
8位	触媒	インバーター	自動車用ガラス	
9位	ADASシステム (車線維持システム含む)	アイドリングストップシステム	HEV/EV駆動システム	
10位	高圧インジェクター	高圧インジェクター	ヘッドアップディスプレイ	

Source : 「平成30年度 日系企業のモト、サービス及びソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集」(NEDO)

CASE化に伴う部品産業変化

個別アイテム市場のポートフォリオ

- **カーエレクトロニクスを中心とした新部品投入**
- **メカニカル部品の相対的な付加価値低下**

部品産業全体のアーキテクチャ

- **自動車部品のアーキテクチャが変化**
- **ICTプレイヤーの参入/コアモジュールの登場**



✓コンピュータ化に伴い、**ソフトウェアやECU**の比重が拡大

✓**ソフト/ハードウェアが分離**
✓**E/Eアーキテクチャが進化**



✓各種**センサー**や**自動運転ECU**がコア部品として拡大

✓センサー類を横断する**センサーフュージョン技術**が重要化



✓相乗りに対応し、**パーソナライズされたインターフェース**

✓統合コックピット等、部品横断の**次世代HMI**が必要となる



✓バッテリー、インバータ、モーター等**電動パワートレイン**が拡大

✓**機電一体化**が進み、パワートレインの外製が拡大

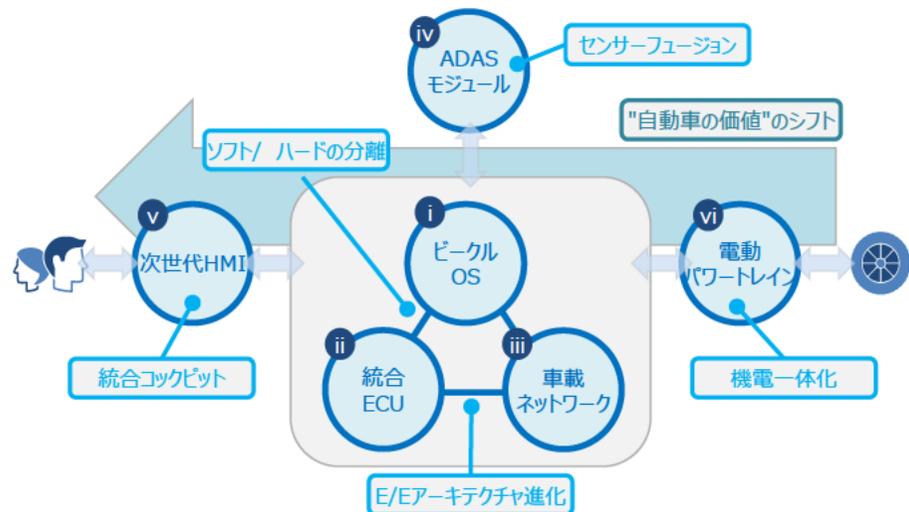
自動車・自動車部品



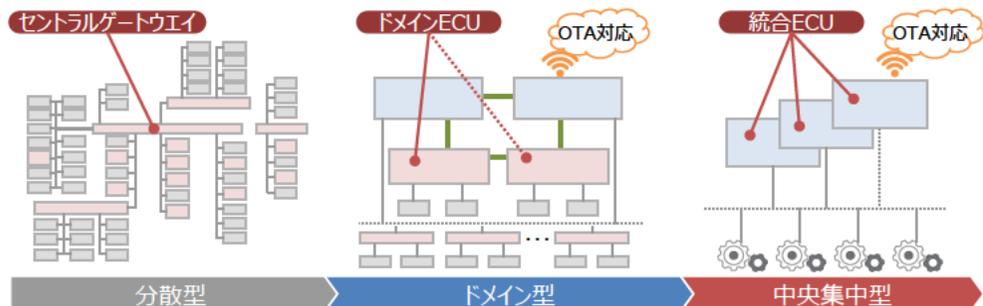
- 高成長×高シェアの有望アイテムと今後の要素技術の中から、6つの成長アイテムを選定

<キーテクノロジー>

- 今後の高成長×高シェアが予想され、かつ、今後の自動車のアーキテクチャ変化に影響を及ぼすアイテムを選定



(例) E/Eアーキテクチャの変化



★ 大手自動車メーカーは2020年前後にドメイン型に移行へ

★ Teslaは実用化済みで、2019年に統合 ECUを導入

★ 大手自動車メーカーの実用化は2025年ごろから

<今後の戦略>

日系企業の戦略

ベークル OS	将来の産業力を左右するOSの開発に向け、国内の体制を強化。自社開発力の強化やサイバーセキュリティの確保の他、アプリベンダーの巻き込みによりソフトウェアの裾野を拡大
統合 ECU	テスラ・ショックを経たE/Eアーキテクチャ変化の加速を見据え、SoCの高機能化を急ぐ必要がある。半導体メーカーやOEMは、その高機能化に対応するため開発を同様に加速
車載ネットワーク	OEMは高速規格の積極採用をECUなどと歩調を合わせ実現する。そのため、ハーネスメーカーはPOF/光通信コネクタなどの機能向上を実現し、また各社10Gbps等の次世代技術開発を実施
ADAS スケジュール	短期的にはフュージョンを前提としたセンサー・ECUのパッケージ化及びコスト削減を実施。一方で、新型センサーの開発により、長期的にはゲームチェンジャーへの対応も実施
次世代 HMI	日系メーカーに強みのあるHMI分野を抑えるため、統合コックピットへの進化やパーソナル化/シンプル化を実現する。そのために、内装メーカーとインフォテックメーカーの合従連衡を促進
電動パワートレイン	イーアクスルの性能向上及びサプライチェーンの最適化による電動パワートレインの強化は必須。その実現には、技術集約・開発体制の確保が必要であり、そのため事業再編・統合を推進

① 産業構造

- 1 自動車部品産業は、自動車（完成車）産業に比肩する規模の利益を生む巨大産業
- 2 従来からの大市場アイテムと並び、高成長×高シェアなアイテムも胎動
- 3 技術トレンドと社会トレンドの両面から、"CASE" 化が進行
- 4 "CASE" 化に伴い、部品の世代交代が起こるだけでなく、自動車全体の価値を左右するアーキテクチャが変化
- 5 高成長×高シェアの有望アイテムと今後の要素技術から、ビークルOS / 統合ECU等、6つの成長アイテムを選定

産業バリューチェーン



● 部品産業の生み出す利益は、自動車（完成車）産業と遜色のない規模



○ Revenue ● EBIT

注： All values for 2016, conventional car rental and taxi companies are not considered. Some supplier business in aftersales
 出所： Merrill Lynch; BCG study (Future of Automotive);

製造サプライチェーン



● 市場規模100兆円・利益7兆円の世界市場は、大きく6つのセグメントで構成



パワートレイン



- ICE: ドライブトレイン
- ICE: トランスミッション
- ICE: ベースエンジン
- 燃料サプライ
- エンジン冷却
- 排気システム
- xEV: 機器 (+パワーエレクトロニクス)
- xEV: バッテリーパック



シャシー&タイヤ



- タイヤ
- ブレーキ
- ステアリング
- サスペンションとアクスル
- ホイール



E/E (電気/電子)



- パワーマネジメント、エンジンマネジメント
- ボディエレクトロニクス
- シャシー, ADAS, ADエレクトロニクス
- コミュニケーション、エンターテインメント
- コネクティビティ、テレマティクス
- セーフティエレクトロニクス



内装



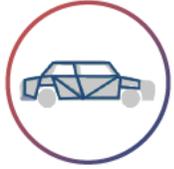
- シート
- コックピット
- パッシブセーフティ
- ドア
- HVAC
- ルーフモジュール
- 内装用照明
- ドライバーコントロールシステム
- インテリアトリム



外装



- ルーフシステム
- ボディーシェルとドア
- フロント/トランク蓋
- フロント/後部
- 外装トリム
- ミラー
- 照明システム
- ロック、掛け金
- 窓、ガラス
- ワイパーシステム



車体構造



- 乗務員用セル
- 前方構造
- 後部構造
- BIW (ボディホワイト)

	パワートレイン	シャシー&タイヤ	E/E (電気/電子)	内装	外装	車体構造
市場規模 (2018) ¹	188 bn	231 bn	116 bn	85 bn	52 bn	282 bn
EBITマージン (2013-18)	6.3%	9.3%	7.4%	5.1%	8.1%	4.7%
EBIT (推計)	12 bn	21 bn	9 bn	4 bn	4 bn	13 bn

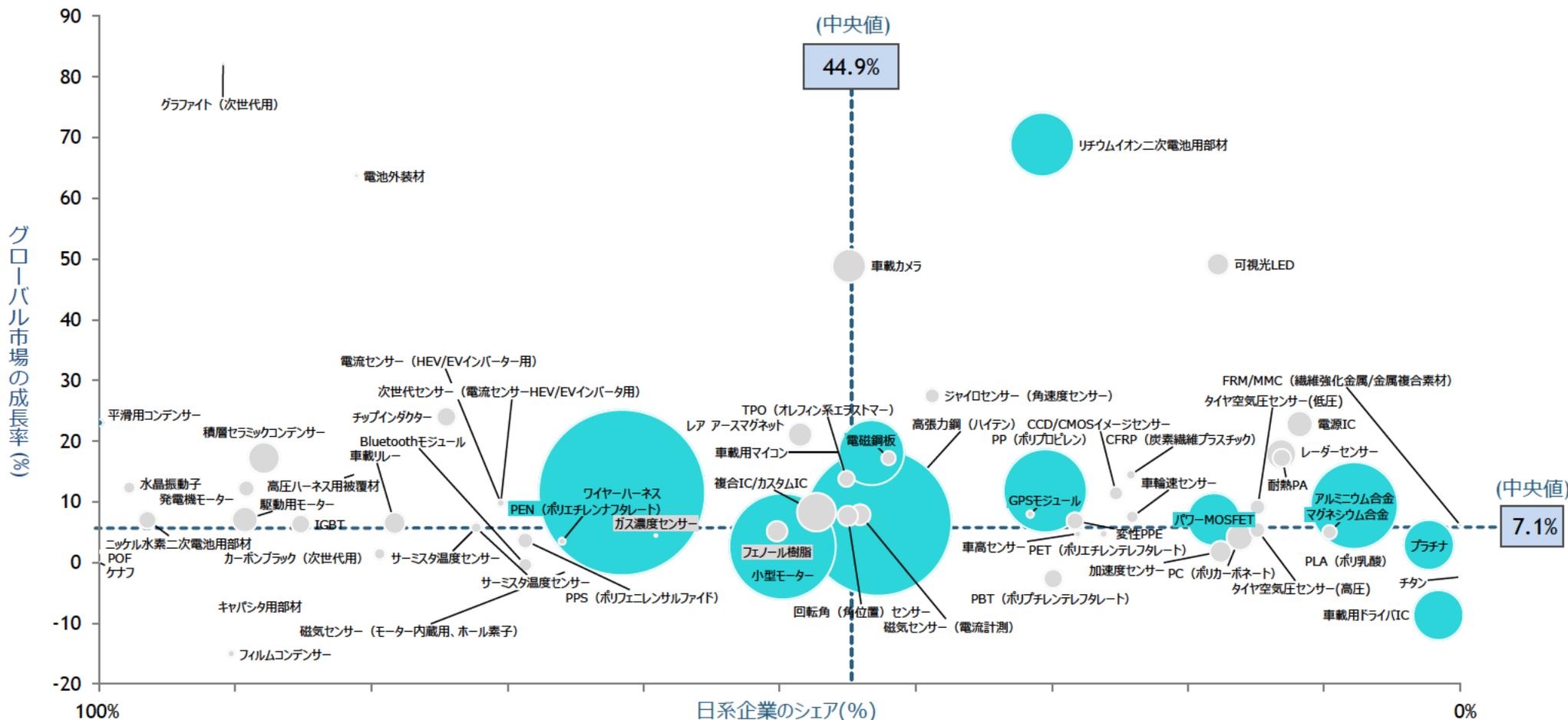
*1: Figures are in USD and are based on the business segment analysis of 184 major automotive suppliers
出所: Annual reports; S&P Capital IQ

② 価値創出のメカニズム

- 1 自動車部品産業は、自動車（完成車）産業に比肩する規模の利益を生む巨大産業
- 2 従来からの大市場アイテムと並び、高成長×高シェアなアイテムも胎動
- 3 技術トレンドと社会トレンドの両面から、“CASE”化が進行
- 4 “CASE”化に伴い、部品の世代交代が起こるだけでなく、自動車全体の価値を左右するアーキテクチャが変化
- 5 高成長×高シェアの有望アイテムと今後の要素技術から、ビークルOS / 統合ECU等、6つの成長アイテムを選定

自動車部品（コンポーネント）プロダクトPPM分析（2017実績ベース）

- コンポーネントでは、一般に、大規模なワイヤーハーネス等が重要市場と見做されている



注) 成長率(縦軸)は2013年から17年までの成長率。日系企業シェア(横軸)は2017年実績値
 出所:「平成30年度 日系企業のモノ、サービス及びソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集」(NEDO)



参考) 各KPI上位アイテム

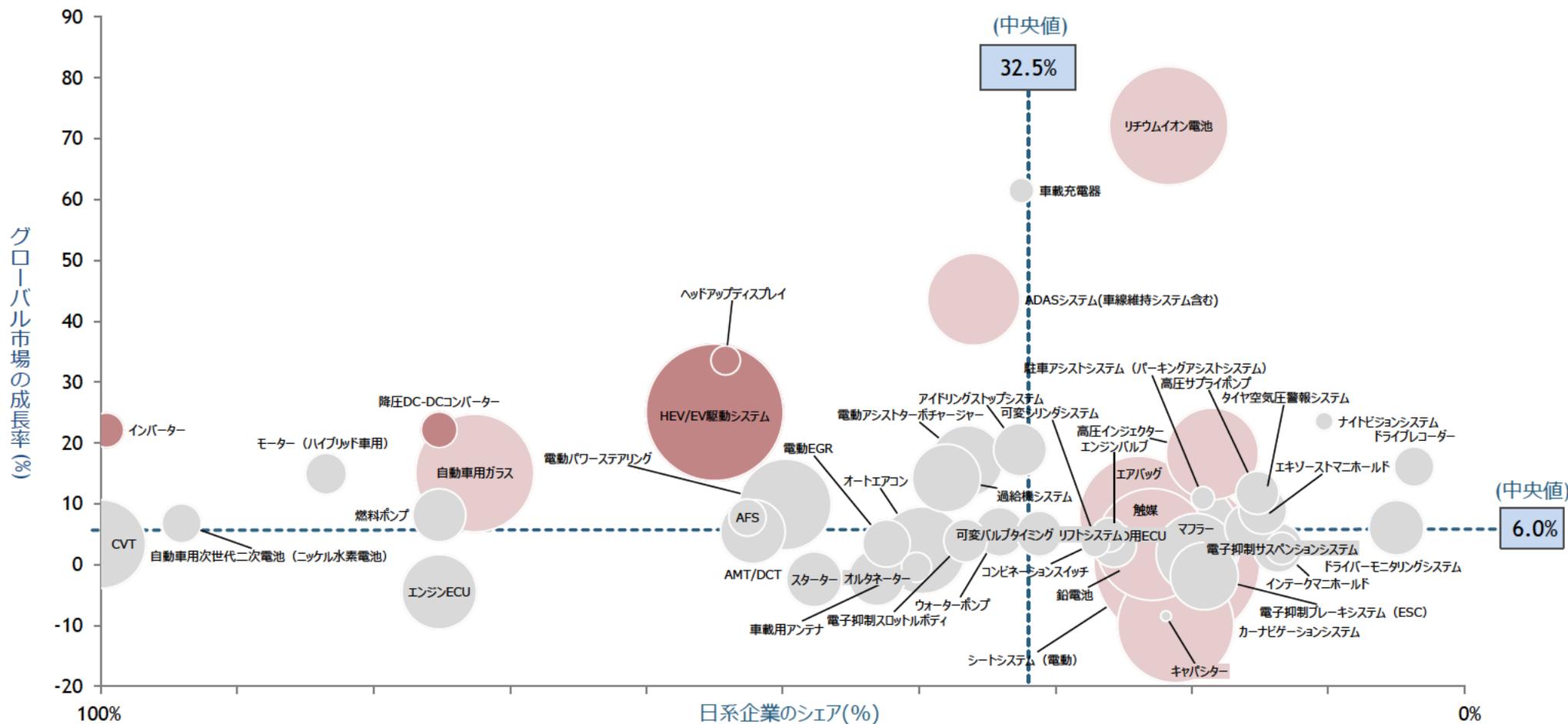
- 一方で、規模は小さいが、市場成長率と日系シェアの双方で十指に入る市場も存在

順位	市場規模	成長率	日系企業シェア
1位	ワイヤーハーネス	グラファイト (次世代用)	平滑用コンデンサー
2位	高張力鋼 (ハイテン)	リチウムイオン二次電池用部材	POF
3位	小型モーター	電池外装材	ケナフ
4位	アルミニウム合金	可視光LED	水晶振動子
5位	PP (ポリプロピレン)	車載カメラ	ニッケル水素二次電池用部材
6位	車載用マイコン	UWBミリ波レーダー	キャパシタ用部材
7位	リチウムイオン二次電池用部材	FeRAM	グラファイト (次世代用)
8位	パワーMOSFET	ジャイロセンサー (角速度センサー)	フィルムコンデンサー
9位	車載用ドライバIC	チップインダクター	駆動用モーター
10位	プラチナ	平滑用コンデンサー	発電機モーター

自動車部品（システム）プロダクトPPM分析（2017実績ベース）



- システムでは、シートシステムや鉛電池、エアバッグの市場が大



注) 成長率(縦軸)は2013年から17年までの成長率。日系企業シェア(横軸)は2017年実績値
 出所:「平成30年度 日系企業のモノ、サービス及びソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集」(NEDO)



参考) 各KPI上位アイテム

- システムレベルでも、市場成長率と日系シェアの双方で十指に入る市場が存在

順位	市場規模	成長率	日系企業シェア
1位	シートシステム (電動)	リチウムイオン電池	CVT
2位	HEV/EV駆動システム	車載充電器	インバーター
3位	鉛電池	ADASシステム(車線維持システム含む)	自動車用次世代二次電池 (ニッケル水素電池)
4位	リチウムイオン電池	ヘッドアップディスプレイ	モーター (ハイブリッド車用)
5位	エアバッグ	HEV/EV駆動システム	降圧DC-DCコンバーター
6位	自動車用ガラス	ナイトビジョンシステム	燃料ポンプ
7位	カーナビゲーションシステム	降圧DC-DCコンバーター	エンジンECU
8位	触媒	インバーター	自動車用ガラス
9位	ADASシステム(車線維持システム含む)	アイドリングストップシステム	HEV/EV駆動システム
10位	高圧インジェクター	高圧インジェクター	ヘッドアップディスプレイ

③ 産業内外の
トレンド

- 1 自動車部品産業は、自動車（完成車）産業に比肩する規模の利益を生む巨大産業
- 2 従来からの大市場アイテムと並び、高成長×高シェアなアイテムも胎動
- 3 技術トレンドと社会トレンドの両面から、"CASE" 化が進行
- 4 "CASE" 化に伴い、部品の世代交代が起こるだけでなく、自動車全体の価値を左右するアーキテクチャが変化
- 5 高成長×高シェアの有望アイテムと今後の要素技術から、ビークルOS / 統合ECU等、6つの成長アイテムを選定

CASE化の進展



- 技術トレンドと社会トレンドの両面から、"CASE" 化が進行

モビリティの未来は...

C



ネットワーク化
(Connected)

2020年の新車の
ほぼ100%を占める

A



自動化
(Autonomous)

2035年の完全自律走行
車は全体の約25%

S



共有化
(Shared)

私有車の役割は減退

E



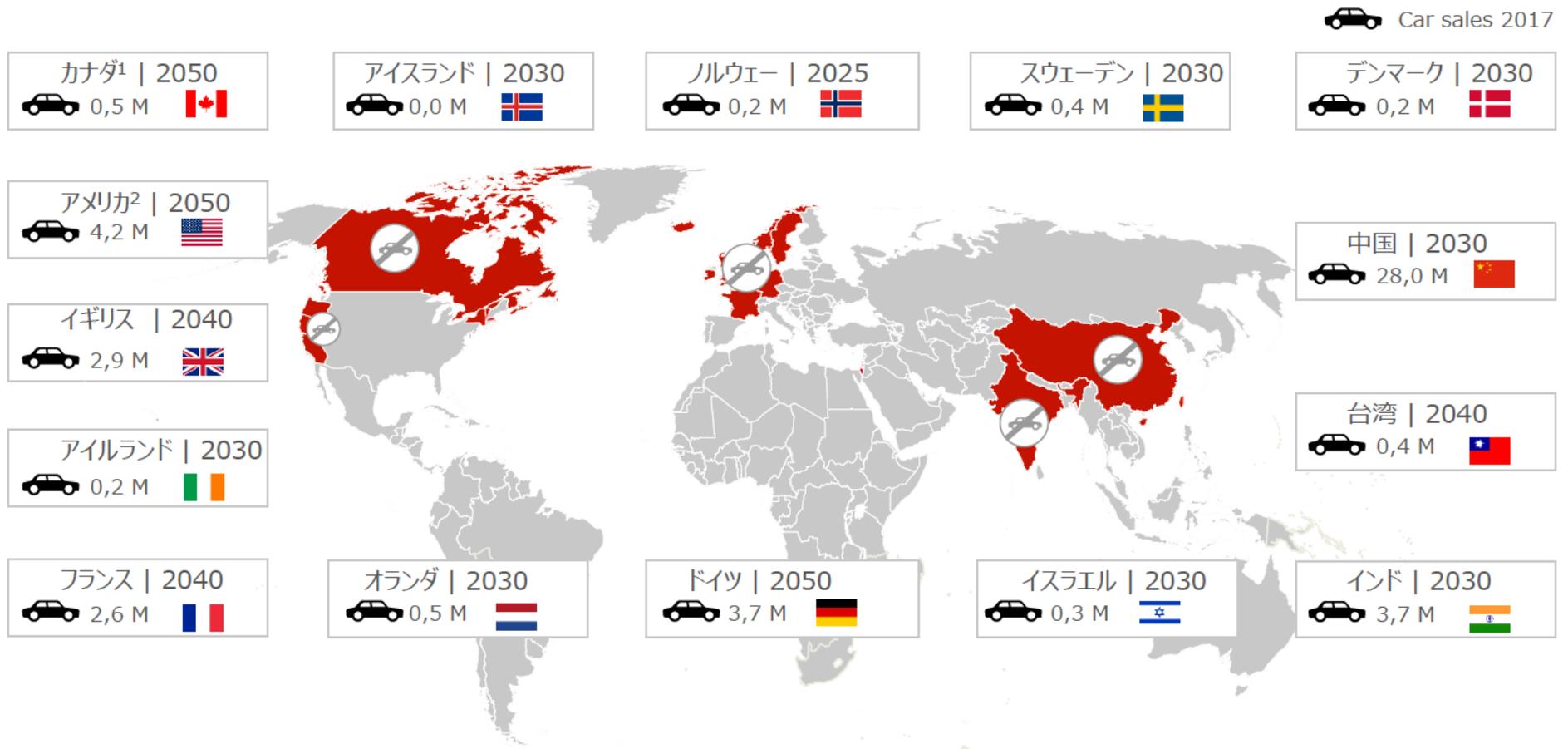
電動化
(Electrified)

200種以上のEV車が
既にOEMsによって
アナウンスされている

ZEV規制・NEV規制の拡大



- ZEV・NEV対応車の販売義務付けにより、強制的なxEVシフトが予想される



1. Québec 2. California, Maryland, Massachusetts, New York, Oregon, Rhode Island, Vermont, Connecticut
Source: Press research

④ 市場の変化

- 1** 自動車部品産業は、自動車（完成車）産業に比肩する規模の利益を生む巨大産業
- 2** 従来からの大市場アイテムと並び、高成長×高シェアなアイテムも胎動
- 3** 技術トレンドと社会トレンドの両面から、"CASE" 化が進行
- 4** "CASE" 化に伴い、部品の世代交代が起こるだけでなく、自動車全体の価値を左右するアーキテクチャが変化
- 5** 高成長×高シェアの有望アイテムと今後の要素技術から、ビークルOS / 統合ECU等、6つの成長アイテムを選定

CASE化に伴う部品産業変化



- 部品世代交代が起こるだけでなく、自動車全体の価値を左右するアーキテクチャが変化

個別アイテム市場のポートフォリオ

部品産業全体のアーキテクチャ

- ・ カーエレクトロニクスを中心とした新部品投入
- ・ メカニカル部品の相対的な付加価値低下

- ・ 自動車部品のアーキテクチャが変化
- ・ ICTプレイヤーの参入/コアモジュールの登場



- ✓ 自動車のコンピュータ化に伴い、ソフトウェアやECUの比重が拡大

- ✓ ソフトウェア / ハードウェアが分離
- ✓ E/Eアーキテクチャが進化し、集中制御化



- ✓ 各種センサーや自動運転ECUがコア部品として拡大

- ✓ センサー類を横断してデータを統合処理するセンサーフュージョン技術が重要化



- ✓ 相乗りに対応し、パーソナライズされたインターフェース

- ✓ 統合コックピット等、複数の部品を横断した次世代HMIが必要となる



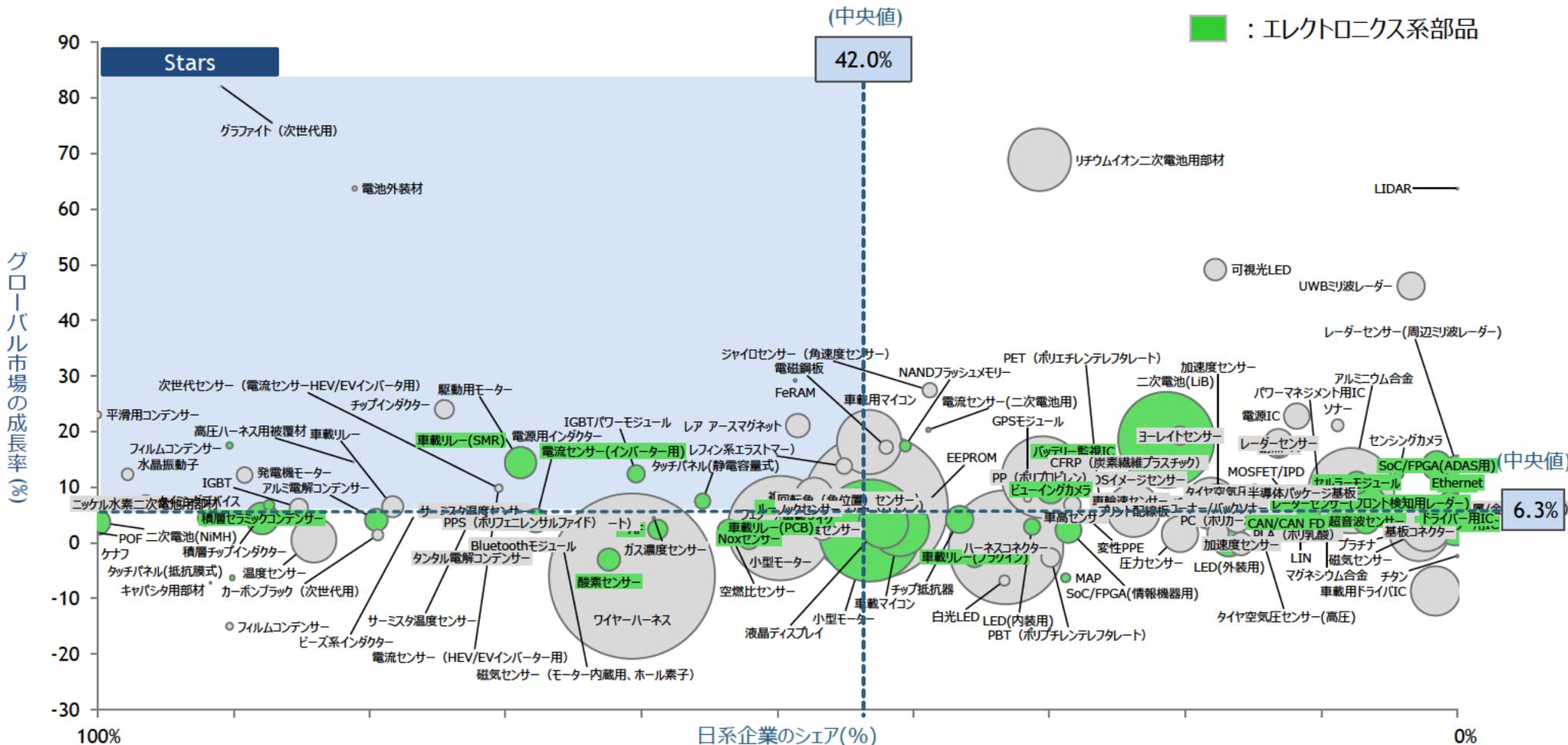
- ✓ 電動化に必要なバッテリー、インバータ、モーター等の電動パワートレインが拡大

- ✓ 機電一体化が進み、パワートレインの外製（サプライヤー発注）が拡大

自動車部品（コンポーネント）プロダクトPPM分析（将来イメージ）



- センサーやECU、電動パワトレ部品等、カーエレクトロニクス分野の成長が予想される



注：成長率（縦軸）は、エレクトロニクス部品では2018-30年の予想成長率、メカニカル部品では2013-17年の成長率。日系企業シェア（横軸）は、2018年実績値
 出所：「車載電装デバイス&コンポーネンツ総調査2020」（富士経済）；「平成30年度 日系企業のモノ、サービス及びソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集」（NEDO）



- 部品産業全体に波及する要素技術として、次のようなラインナップが予想される

部品産業全体のアーキテクチャ

- 自動車部品のアーキテクチャが変化
- ICTプレイヤーの参入/コアモジュールの登場

✓ ソフトウェア / ハードウェアが分離

✓ E/Eアーキテクチャが進化し、集中制御化

✓ センサー類を横断してデータを統合処理する
センサーフュージョン技術が重要化

✓ 統合コックピット等、複数の部品を横断した
次世代HMIが必要となる

✓ 機電一体化が進み、パワートレインの外製
(サプライヤー発注) が拡大

各デバイスの開発・競争力に深く影響を与える要素技術

- 車載通信プロトコル (Ethernet、CAN/CAN-FD、FlexRayなど)
- IVI用車載OS (Linux系、QNX系、Apple CarPlay・Android Auto対応など)
- 3D地図 (自動運転Level2+/Level3以上で必要となる3次元地図データ)
- 始動用リチウムイオンバッテリー

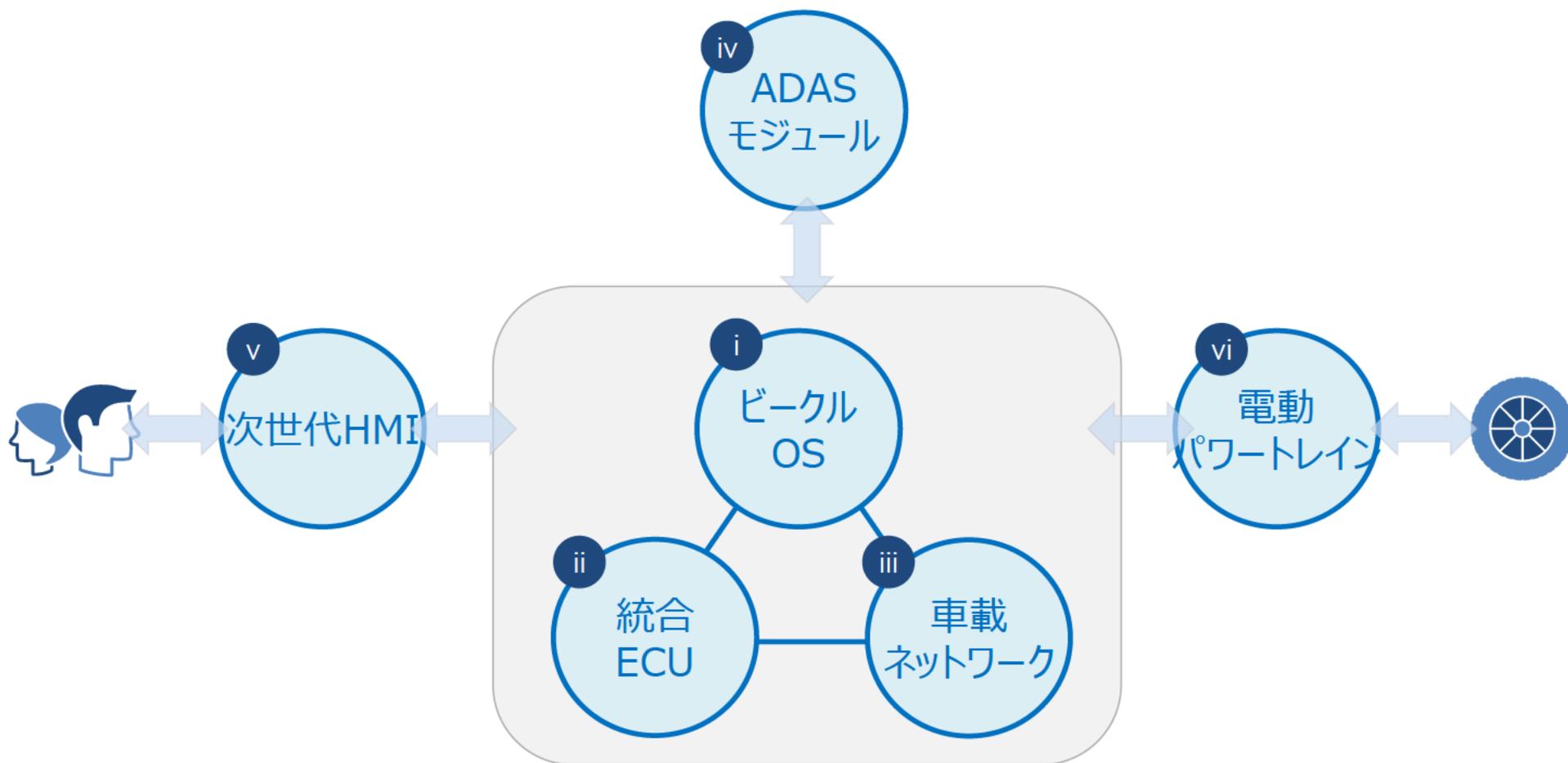
⑤ 成長アイテム

- 1** 自動車部品産業は、自動車（完成車）産業に比肩する規模の利益を生む巨大産業
- 2** 従来からの大市場アイテムと並び、高成長×高シェアなアイテムも胎動
- 3** 技術トレンドと社会トレンドの両面から、“CASE”化が進行
- 4** “CASE”化に伴い、部品の世代交代が起こるだけでなく、自動車全体の価値を左右するアーキテクチャが変化
- 5** 高成長×高シェアの有望アイテムと今後の要素技術から、ビークルOS / 統合ECU等、6つの成長アイテムを選定

成長アイテム (1/2)



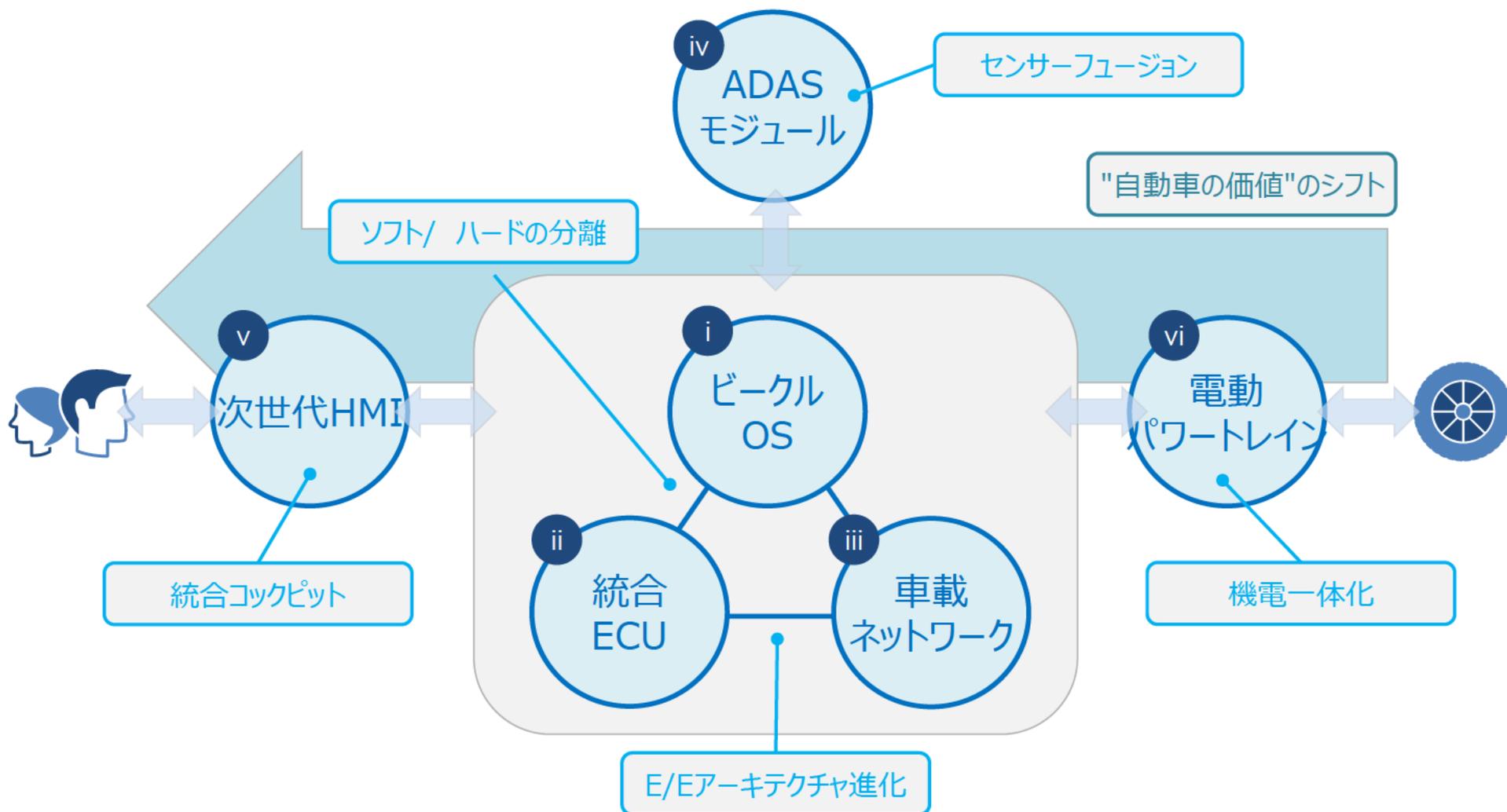
- プロダクトPPMの有望市場、今後のアーキテクチャに及ぼす重要性から、以下を特定



成長アイテム (2/2)



- いずれも、今後の自動車のアーキテクチャの変化に影響を及ぼす、重要アイテム



i ビークルOS

6 競争力の源泉

6 OS開発で競争力を持つためには、ソフトウェア業界のスタンダードに沿った体制が必要

7 将来の産業競争力を左右するOSの開発は、国内にも一定の体制を維持すべき

競争力の源泉



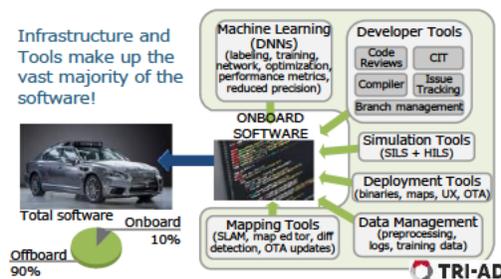
- OS開発で競争力を持つためには、ソフトウェア業界のスタンダードに沿った体制が必要

自社開発力

- GAFAsと対等に戦えるソフトウェアの開発スピードが求められる
 - VWは、ソフトウェア開発の専門組織「Car.Software」を設立
 - TRI-ADは、教育プログラム「Do-jo」でシリコンバレー流の開発を教育
 - アイシン精機は部品横断で開発を担う「電子センター」を設置

アプリベンダーの巻き込み

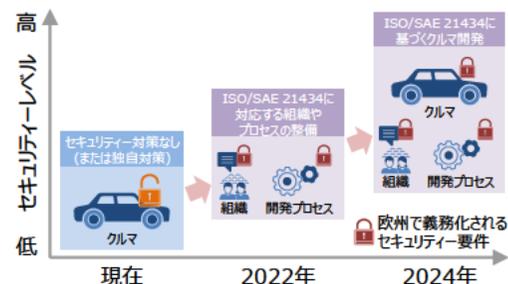
- アプリケーションレイヤーのプレイヤーの陣営化が必要となる
 - 開発PFの充実度が問われる



開発するソフトウェアの9割は車載以外になる

サイバーセキュリティ確保

- 2022年から、欧州市場でサイバーセキュリティ確保が義務化
 - 型式認証に要件が項目が盛り込まれ、対応が必須となる



WP.29に準拠する日本や韓国、ロシアなど50以上の国や地域に広がる

i ビークルOS

6 OS開発で競争力を持つためには、ソフトウェア業界のスタンダードに沿った体制が必要

7 将来の産業競争力を左右するOSの開発は、国内にも一定の体制を維持すべき



- 将来の産業競争力を左右するOSの開発は、国内にも一定の体制を維持すべき

基本的な方向性

- 将来の自動車産業の競争力を左右するOSの開発体制は、国内に保有すべき
 - 情報系・制御系のOSはいずれ融合
 - トヨタはスマートシティ実現に向け、都市版のArene OSの構築も計画中

具体的な施策

- 国内OEM/Tier1に開発体制を維持させつつ、ソフトウェアの裾野を拡大

日系企業の戦略

自社開発力

- 開発組織の立上げ
- 人材の確保

アプリベンダーの巻き込み

- 開発プラットフォームの提供

サイバーセキュリティの確保

- 規格準拠
- 独自のセキュリティ確保策

政府の支援策

SW技術者の育成・確保

- エレクトロニクス業界人材の流動化 / 入国制限緩和

自動車向け開発の促進

- 中小のアプリ開発者に対して、自動車向け参入を支援

サプライヤーの対応支援

- 中小サプライヤを中心に、国際規格への対応を支援

ii 統合ECU（高機能SoC）

6 競争力の源泉

6 統合ECU実現に向け高機能SoCが求められる一方で、新規参入に伴いコスト競争力も重要となる

7 E/Eアーキテクチャ変化は加速が予想され、高機能セグメントの開発・生産体制を整えておくべき

競争力の源泉



- 高機能SoCが求められる一方で、新規参入に伴いコスト競争力も重要となる

統合ECU向け高機能SoCの導入

- 完成車の種類（価格帯）に合わせ、最適なレベルの高機能化が求められている
 - OEMによっては、自ら内製し機能を追求する動きも見られる

高価格帯



- 内製（製造はサムスンに委託）



- NVIDIAを採用

Mercedes-Benz

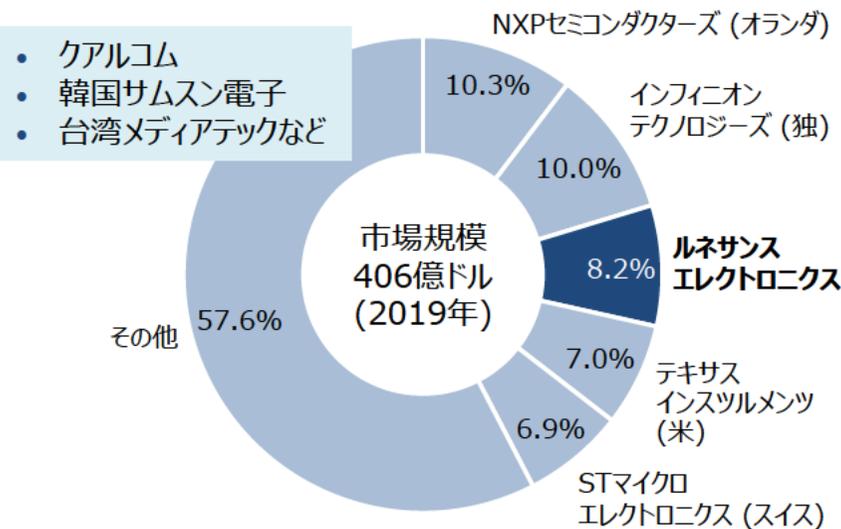
一般



- ルネサスを採用

エレクトロニクス半導体ベンダーの新規参入

- ソフトとハードの分離が進み、簡単にSoCを交換できるようになることから、性能/コスト比の高いSoCの採用が進む。
 - スマートフォンや家電向けの高性能SoCを手がける半導体ベンダーが参入し、「インテル化」する可能性
車載半導体の世界シェア



(注) 英インフォーマの推計を基に作成

ii 統合ECU（高機能SoC）

6 統合ECU実現に向け高機能SoCが求められる一方で、新規参入に伴いコスト競争力も重要となる

7 E/Eアーキテクチャ変化は加速が予想され、高機能セグメントの開発・生産体制を整えておくべき

我が国の戦略（案）



- 変化は加速が予想され、高機能セグメントの開発・生産体制を整えておくべき

基本的な方向性

- テスラ・ショックを経たE/Eアーキテクチャ変化の加速を見据え、SoCの高機能化を急ぐ必要

具体的な施策

- テスラの例と同様、設計・開発はOEM主導体制に委ねることも一案

日系企業の戦略

政府の支援策

半導体メーカーの漸進的開発

- 2025年の集中型移行を目指した開発の継続



—

半導体メーカーの開発加速

- 環境変化を踏まえた急速な高機能化に対応



基礎技術開発の支援

- 緊急性に鑑みて、数年間に限り、関連技術の開発を優遇
 - Cf. トヨタ / デンソーのJV（ミライズ・テクノロジー）設立

OEMの開発加速

- 自らが主導して、急速な高機能化に対応



iii 車載ネットワーク

6 競争力の源泉

6 更なる高速化とハーネス重量軽減に向け、新たな技術開発が進んでいる

7 ハーネス市場のゲームチェンジに備え、サプライヤーの体制を整えておく必要

競争力の源泉



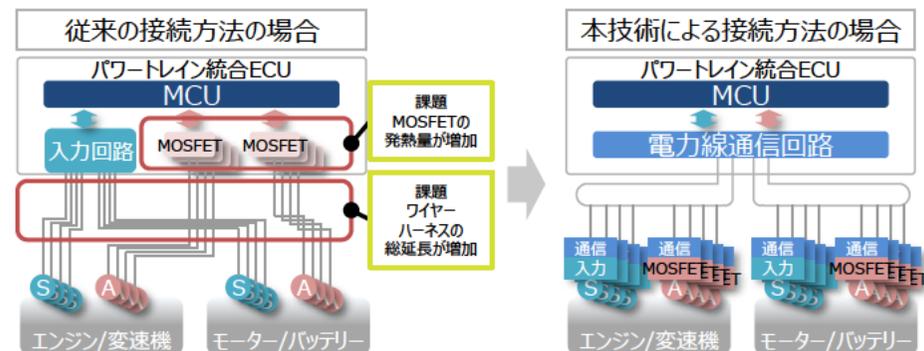
- 更なる高速化とハーネス重量軽減に向け、新たな技術開発が進んでいる

光ファイバーの活用

- ワイヤーハーネスに光ファイバーを用いることで、高速化とEMC問題への対応が両立
 - 光ファイバーイーサネット規格（IEEE 802.3bv）では、伝送速度1Gbps
 - 仕様が定まっていないものの、技術的には10Gbpsの車載データリンクシステムも登場

PLC（電力線通信）

- 車載用の大容量直流PLC（電力線通信）技術で、ワイヤーハーネスの総延長を削減可能
 - 従来の接続方法に比べ、約40%の重量を削減



MCU	マイクロコントローラー（Micro Controller Unit）と呼ばれる、マイクロプロセッサをベースとした制御装置
入力回路	センサーからの情報をMCUとやりとりをする回路
MOSFET	金属（metal）、酸化膜（oxide）、半導体（semiconductor）の3層構造の電気信号の増幅とスイッチングの動作を行うトランジスター
電力線通信回路	MOSFETのスイッチングの電流変化で発生するノイズを回避する回路

S センサー ←→ センサーの信号の流れ A アクチュエーター ←→ アクチュエーターの信号の流れ

iii 車載ネットワーク

6 更なる高速化とハーネス重量軽減に向け、新たな技術開発が進んでいる

7 ハーネス市場のゲームチェンジに備え、サプライヤーの体制を整えておく必要

我が国の戦略（案）



- ハーネス市場のゲームチェンジに備え、サプライヤーの体制を整えておく必要

基本的な方向性

- OEMは、高速規格の積極採用を検討
 - MOST25やMOST150といった光ファイバーを用いる車載ネットワークは、欧州の自動車メーカーに広く採用されているものの、国内自動車メーカーはほとんど採用していない
- 併せて、部品市場の中でも規模が大きなワイヤーハーネスへの影響を注視

具体的な施策

- 国内OEMへ高速仕様への移行を促しつつ、ハーネスメーカーを支援

日系企業の戦略

OEMの高速規格採用

- ECUなどと歩調を合わせ、次世代E/Eに対応する必要



ハーネスメーカーの対応

- POF / 光通信コネクタなどの機能を向上



10Gbps等の次世代技術開発

- 仕様を先取りし、安定かつ高速な次世代方式を開発



政府の支援策

—

基礎技術開発の支援

- 協調領域として、政府も参加し開発

標準化の支援

- マルチギガの標準化はIEEEではなく、提案していく必要

iv ADASモジュール

6 競争力の源泉

- 6 海外のメガサプライヤーは、コスト競争力でシェアを拡大。一方で、センサーフュージョンを不要とする技術も進展
- 7 足元のコスト競争に対応しつつ、長期的なゲームチェンジに備える必要

競争力の源泉 (1/2)



- 海外のメガサプライヤーは、コスト競争力でシェアを拡大
- トヨタ「セーフティ・センス」シリーズでも、一部でコンチネンタルがシェアを獲得

	Safety Sense Cシリーズ	Safety Sense Pシリーズ
搭載時期	2015年3月	2015年8月
搭載車種	カローラアクシオ、アクア等	プリウス、センチュリー等
サプライヤー		 
センサーの種類	レーザーレーダー、車載カメラ(単眼)	ミリ波レーダー、車載カメラ(単眼)
自動ブレーキの対象	先行車のみ	先行車及び歩行者
その他の主要機能	車線逸脱警報	先行車追従、車線維持支援システム

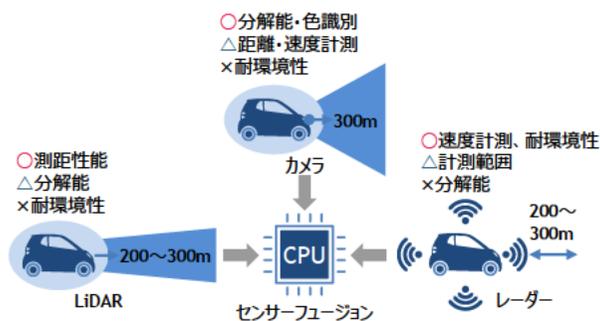
競争力の源泉 (2/2)



- 一方で、センサーフュージョンを軽減する新型センサーを目指した技術開発が進行

新型センサーの方向性

- 3種のセンサーの長所を統合し、フュージョンの処理を軽減



初期の自動運転車向け：一長一短の異種センサーの組合せ



普及期の自動運転車向け：良いとこ取りで統合したセンサー

具体的な施策

- ハーネスメーカーは、既存ハーネス市場のキャッシュカウ化を模索すると同時に、光ファイバー化等のゲームチェンジへの備えを固める必要



- イスラエルベンチャー
- アンテナ面積を仮想的に拡大する技術で、高解像度のミリ波レーダーを実現。LiDAR併用を不要にできる見通し



- 米国ベンチャー
- 汎用のCMOSイメージセンサーを使い、カメラ並みの高分解能の距離画像を得られるLiDARを開発



- 産総研発ベンチャー
- レーダーと同じFMCW方式によるLiDARで、測定距離を500mに延伸。レーダー併用を不要にできる見通し

多くのベンチャー製品は概して技術的な完成度は低いものの、ゲームチェンジには警戒が必要

iv ADASモジュール

6 海外のメガサプライヤーは、コスト競争力でシェアを拡大。
一方で、センサーフュージョンを不要とする技術も進展

7 足元のコスト競争に対応しつつ、長期的なゲームチェンジ
に備える必要

我が国の戦略（案）



- 足元のコスト競争に対応しつつ、長期的なゲームチェンジに備える必要

基本的な方向性

- 短期的には、フュージョンを前提としたセンサー・ECUのパッケージ化 / コスト削減が重要
- 一方で、フュージョンを前提としない新型センサーの登場で、ゲームが変化する可能性
 - LiDARの外販を始めたWaymoなどのプレイヤーも攪乱要因



具体的な施策

- 足元のコスト競争に対応しつつ、長期的なゲームチェンジに備える

日系企業の戦略

個別部品の機能進化

- 解像度の向上等



製品のパッケージ化

- 新たな価値を提供する新技術・製品を開発



新型センサーの開発

- フュージョンを前提としない新型センサーを開発



政府の支援策

—

Tier1/デバイス連携支援

- 各種センサー間の横連携と、Tier1との縦連携を支援

技術開発の支援

- 有望な技術テーマについて、協調領域として開発

V 次世代HMI

6 競争力の源泉

6 HMIの革新とシームレス化に向けて、内装&インフォテインメント等の異業種メーカーが協力

7 日系の内装メーカー / インフォテインメントメーカーを絡めた合従連衡を、更に促していく必要

競争力の源泉 (1/3)



- 「体験のパーソナル化」と「デザインのシンプル化」が、開発の方向性

体験のパーソナル化

- 乗員ひとりひとりがプライバシーを保ち、独立した体験ができる機能
 - MaaSの進展に伴い、車内空間の共用が難しくなる

例：フォルシア「サウンドバブル」のコンセプト

シートに埋め込んだスピーカーで、運転席・助手席で異なる音楽を聴けるようになる

デザインのシンプル化

- ボタンやスイッチを極力排し、シンプルかつ多機能なデザイン
 - 空間を広げ、多様な体験を可能にする必要

例：アディエント「Ai19」のコンセプト

運転席をなくしキャンプファイヤー型で向き合う。
HMIは「手すり」等に集約し、シートと一体化

競争力の源泉 (2/3)



● HMIのシームレス化に向けて、内装&エンターテインメント等の異業種メーカーが協力

内装×エンターテインメント

- 内装メーカーが、エンターテインメントメーカーと連携



Tier1×エンターテインメント・デジタル

- Tier1が、エンターテインメントやデジタル企業と連携





競争力の源泉 (3/3)

- こうした開発協力の一部では、M&Aによる資本変動が伴っている

DENSO TEN

- 2017年、カーナビ大手の旧富士通テンが、デンソー子会社に
(資本構成)
 - 旧：デンソー10%、富士通55%、トヨタ自動車35%
 - 新：デンソー51%、富士通14%、トヨタ自動車35%

Tier1

DENSO



カーナビ

FUJITSU TEN

ECLIPSE

faurecia clarion

- 2019年、カーナビ大手旧クラリオンが、日立子会社から仏フォルシアの100%子会社に
 - フォルシアは、シート/インテリア/排気システムが主力
 - クラリオン傘下で仏・中の同業会社と統合し、「フォルシア・クラリオン・エレクトロニクス」へ

シート

faurecia



カーナビ

clarion

clarion

Panasonic

- 2017年、スペインのフィコサが、パナソニックの子会社に
 - 2015年に資本業務提携し、協業をスタート
 - パナソニック内の1事業部と位置づけ、電子ミラー等を開発

ミラー

FICOSA
AUTOMOTIVE



カーナビ

Panasonic

Strada
S

V 次世代HMI

6 HMIの革新とシームレス化に向けて、内装&インフォテインメント等の異業種メーカーが協力

7 日系の内装メーカー / インフォテインメントメーカーを絡めた合従連衡を、更に促していく必要

我が国の戦略（案）



- 日系の内装メーカー / インフォテインメントメーカーを絡めた連携を、更に促していく必要

基本的な方向性

- 次世代の自動車のバリューを握り、かつ日系メーカーに強みのあるHMI分野は、押さえておくべき市場
- 国内の内装メーカーは、より一段の再編・合理化が可能

具体的な施策

- 内装メーカーとインフォテインメントメーカー間の連携を促していく

日系企業の戦略

統合コックピットへの進化

- メーター/CID/IVIを一体化

パーソナル化 / シンプル化

- 新たな価値を提供する
新技術・製品を開発

内装・デジタル間の連携

- 内外のインフォテインメント
と連携

政府の支援策

道路運送車両法の最適化

- 保安部品であるメーターと
その他の一体化にハードル

実証実験の支援

- 自動運転等を絡めた実験を
サンドボックス等により支援

産業再編の側面支援

- 海外プレイヤーの買収につき、
重要テーマとして支援

vi 電動パワートレイン

6 競争力の源泉

6 複数部品を組み合わせるイーアクスルの開発は複雑化し、膨大なリソースを要する

7 新プレイヤーを含めたTier1サプライヤーに対し、再編等を含めた積極的な支援策を講じるべき

競争力の源泉（1/4）



- 複数部品を組み合わせるイーアクスルの開発は複雑化し、膨大なリソースを要する

開発コストの増大

- 技術の組合せパターンが膨大
 - モーターやインバーターなどの要素技術自体が変革期にある
- 設計時の予測が困難
 - CAEツールでは予期できないノイズや振動が発生（筐体とケースの共振周波数が1点に定まらない等）



主な技術的課題

- 膨大な開発リソースが必要となり、開発力・資本力・製造力が求められる



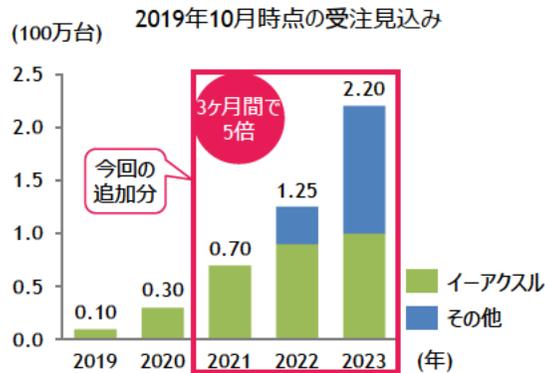
競争力の源泉 (2/4)



● 開発力・製造力を持つプレイヤーが新たに参入し、系列を超えたサプライチェーンを構築

新規参入の拡大

- イーアクスル開発企業は、世界で200社以上
- 内燃エンジンの時代と異なる系列外プレイヤーが、シェアを拡大
 - '19に初量産の日本電産は、駆動用モーター市場シェアを、4%(現)→35%(2030)へ高める目標



日本電産の車載モーター受注
タイコエレクトロニクスジャパンによる
10Gbps車載データシステム

日本電産のKSF



- 日本電産は、開発スピード、小型・軽量化技術、低コスト化を武器に、サプライヤーとして初めて、イーアクスルの市場投入を実現
 - 2019年4月、中国・広汽新能源汽车のEVに搭載

自動車メーカーの関心が高い理由

(1) 開発スピードが速い

- 開発を同社グループ内で完結
- 試験を同時並行で処理

(2) 小型・軽量化に優れる

- モーターの磁気回路設計の工夫
- 冷却方式の工夫

(3) コストが低い

- 高い内製率
- 中国企業を介した調達

競争力の源泉 (3/4)



- 大型部品となるイーアクスルは、研究開発と併せ、サプライチェーン構築の負担も大

企業名

事例詳細

駆動モーター



◎日立オートモティブ電動機システムズ株式会社

- 日立オートモティブシステムズは2016年より、駆動用モーターをケンタッキー州ベリアモーター工場にて生産・納入
 - 地域密着型の顧客サポート体制を拡充することが目的

駆動モーター
/インバーター



- 三菱電機は2019年3月、駆動用モーターとインバーターの製造拠点をチェコに新設することを決定

インバーター



- デンソーは2018年、電動車の研究開発・生産拡大のために米国の新工場での生産能力拡大に10億ドルを追加投資
- 今後も継続的に製造ラインを拡大し、米国OEMからのより多くの受注に対応できる能力を養う計画

競争力の源泉 (4/4)



● 脱・系列のトレンドに押され、Tier1サプライヤー間の事業再編が拡大

業界再編の加速

- Tier1サプライヤー間の事業再編が拡大
 - 規模拡大: 強みのある部品を1社に集約し、開発を加速
 - 意思決定の迅速化: 新規参入に競り負けない事業スピードを確保



vi 電動パワートレイン

6 複数部品を組み合わせるイーアクスルの開発は複雑化し、膨大なリソースを要する

7 新プレイヤーを含めたTier1サプライヤーに対し、再編等を含めた積極的な支援策を講じるべき

我が国の戦略（案）



- 新プレイヤーを含めたTier1サプライヤーに対し、積極的な支援策を講じるべき

基本的な方向性

- 電動パワートレインは、EV時代におけるコア部品となる可能性が高い
 - バッテリーと並び、自動車の基礎的な走行性能を規定
- 情報通信に関わる部品ではないものの、カウンターとしての貿易制限の対象となる可能性あり
 - PM（永久磁石）モーターは、ネオジム磁石に代表されるレアアースを使用
 - 日本電産は、PM / 非PMの両立
 - 日立オートモティブシステムズや三菱電機、商用車向け大型モーターメーカーの澤藤電機は、現在はPMモーターに重点

具体的な施策

- 技術開発と併せ、国内サプライヤーと海外OEMとの取引促進を目指すべき

日系企業の戦略

イーアクスルの性能向上

- 小型・軽量化、高効率化、ノイズ・振動軽減等

サプライチェーンの最適化

- モジュールの大型化に伴い、グローバルな製造体制が変化

事業再編・統合の推進

- 技術の集約、開発体力の確保を推進

政府の支援策

レアアース回避技術の開発支援

- 地政学的なサプライチェーンの確保のため、各社を支援

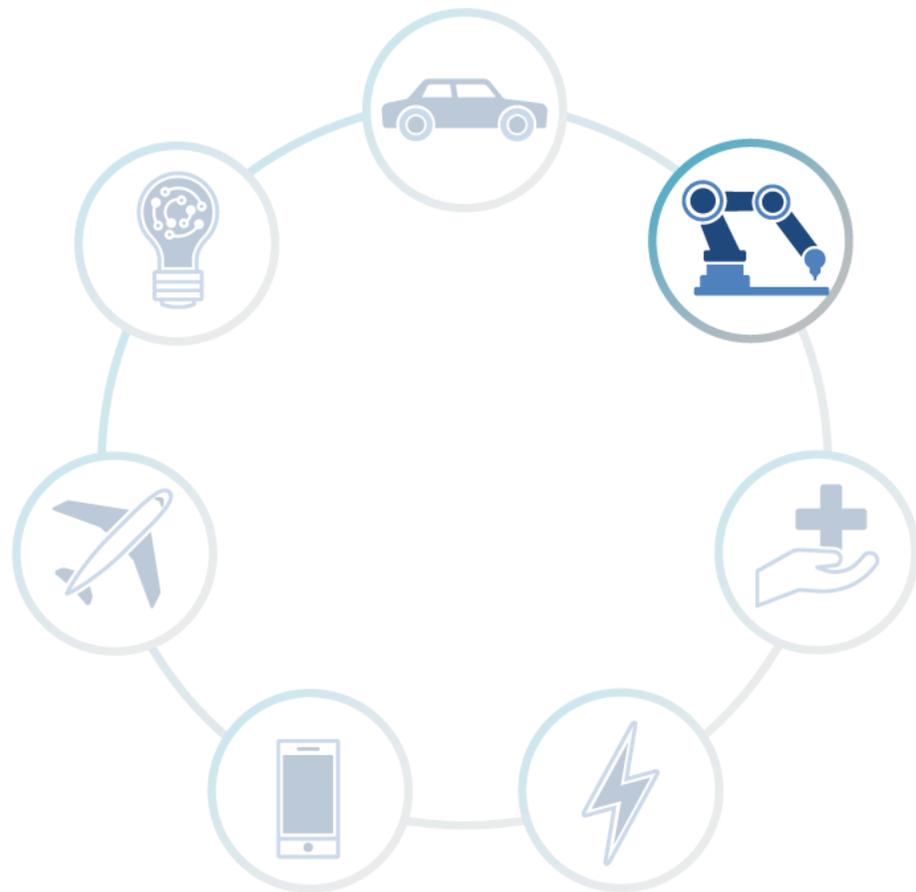
サプライチェーン再編の支援

- コロナ禍に伴う再編支援において、製造の現地化を支援

産業再編の側面支援

- 国内での事業再編に対し、資金・税制等の面から支援

②産業機械・ロボット・ ファクトリー オートメーション



産業機械・ロボット・ファクトリーオートメーション



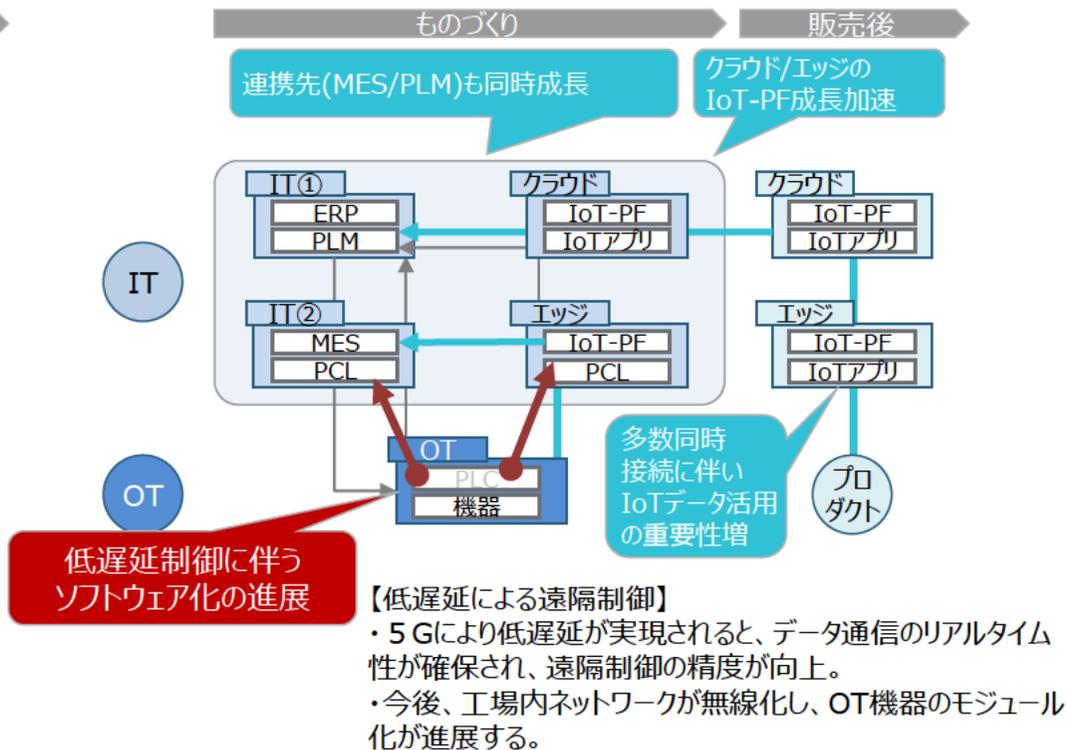
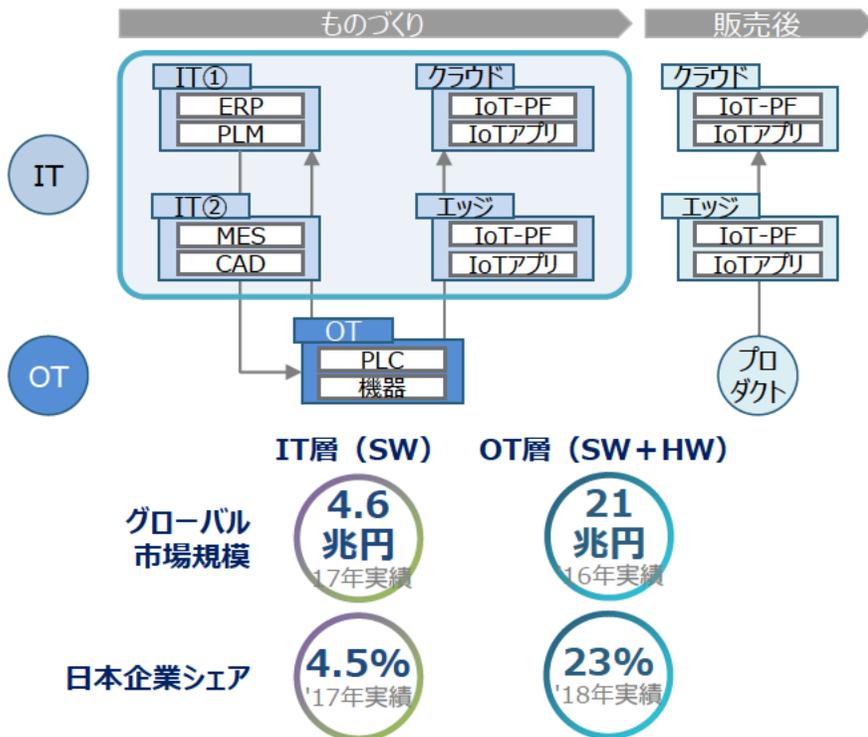
- FA市場は、長年に亘り「IT（情報技術）」/「OT（制御技術）」の二階層で構成。いずれも市場規模は巨大かつ成長基調であるが、OTは比較的成熟化が進行。**日本企業のグローバルなプレゼンスはOT層にあり。**
- 今後、5G通信が工場にも普及。多数同時接続によりIIoT（Industrial IoT）の比重が増す一方で、低遅延制御により「IT/OTの融合」（OT機能のソフトウェア化）が進展。日系企業のプレゼンス低下が懸念される。

<産業構造・市場の現状>

- IT層・OT層の二階層で構成
- IT層・OT層ともにグローバルの市場規模は大きいですが、日本企業のプレゼンスには顕著な差が見られる

<トレンドを踏まえた市場の変化>

- 5Gの多数同時接続により、IIoTの比重が増大
- 5Gの低遅延制御によりOT機能のソフトウェア化が進展し、OT市場における日本企業のプレゼンスが毀損される可能性



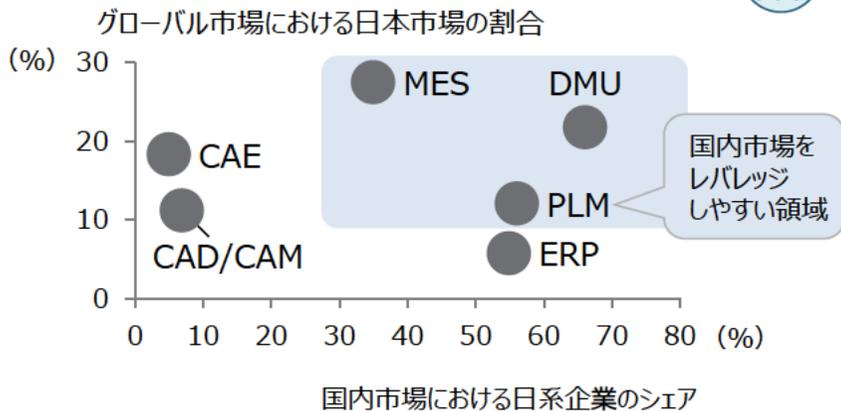
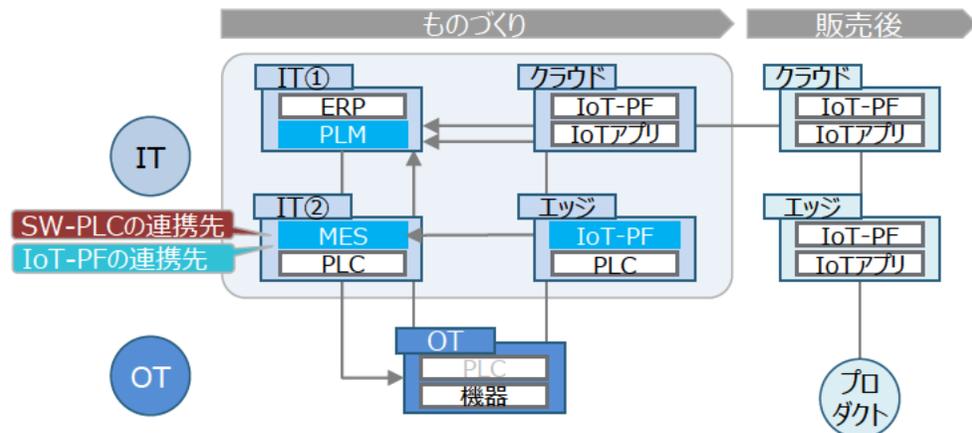
産業機械・ロボット・ファクトリーオートメーション



- 「融合」(IIoTやソフトウェアPLC)の結節点となるMES/PLM/エッジPFを押さえる必要
- 標準化によるOT機器市場のシェア確保を主眼としつつ、国内のMES/エッジPFは極力押さえ垂直統合を推進

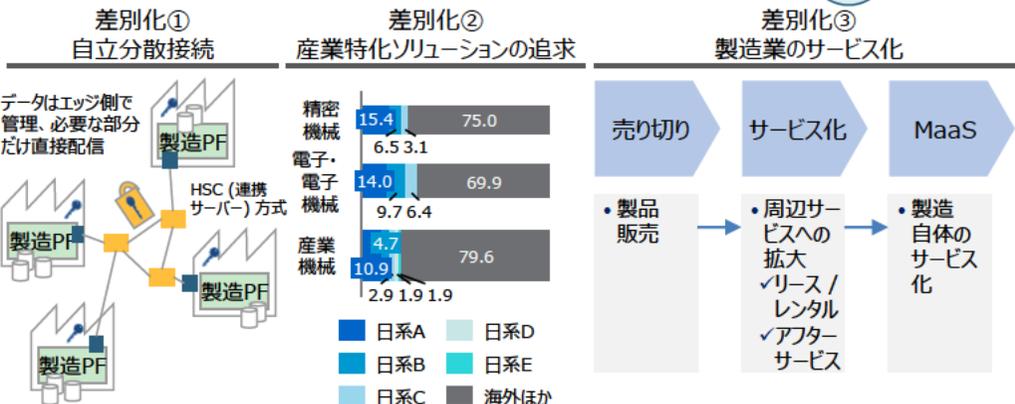
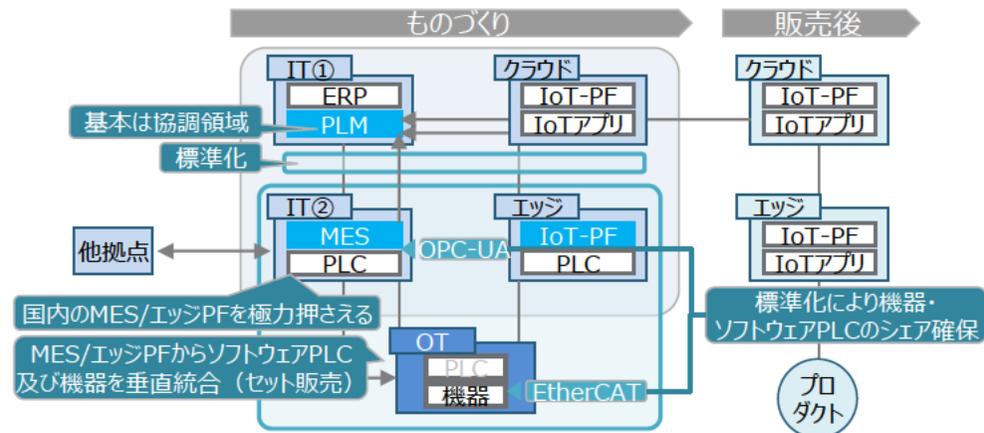
＜キーテクノロジー＞

- MES/PLM/エッジPFは、IIoTやソフトウェアPLCの「受け手」となるポジションにあり、新たなアーキテクチャの鍵となる
- MESやPLMは国内市場が大きく、レバレッジしやすい環境



＜今後の戦略＞

- さらなる標準化により、OT機器市場のプレゼンスを確保
- 同時に、MES/エッジPFの差別化を進めて国内市場を押さえ、ソフトウェアPLC及び機器との垂直統合を推進



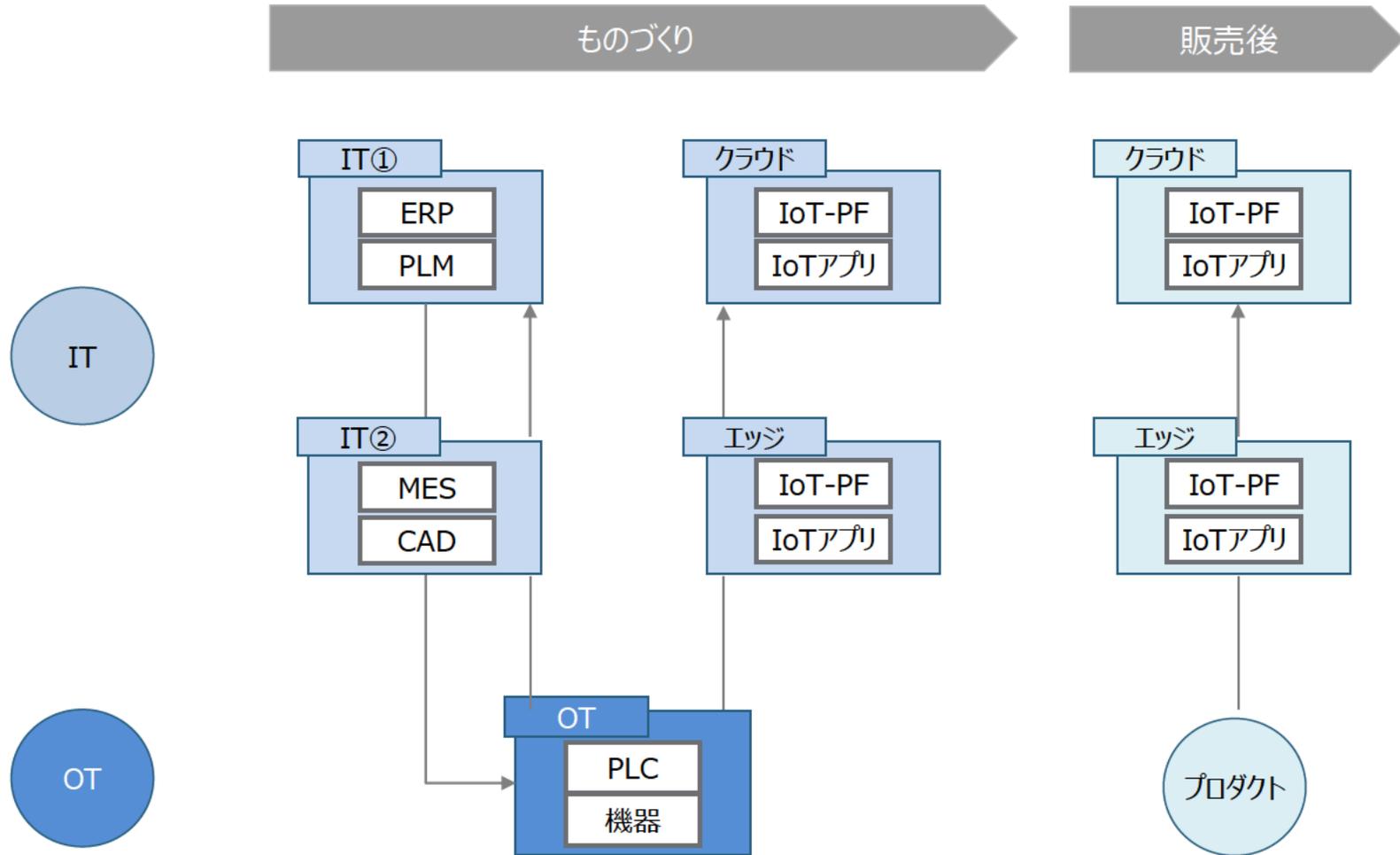
① 産業構造

- 1 FA市場は、長年に亘り、「IT」 / 「OT」 の二階層で構成
- 2 産業機械メーカーがシェアを持つOTが、従来の重点市場
- 3 5Gにより、OTのモジュール化 / IIoTの拡大が進展
- 4 「IT/OTの融合」が進み、OT市場の空洞化が進む懸念
- 5 「融合」の鍵となるMES/PLM/エッジPFを押さえる必要



● 産業バリューチェーン - 全体像

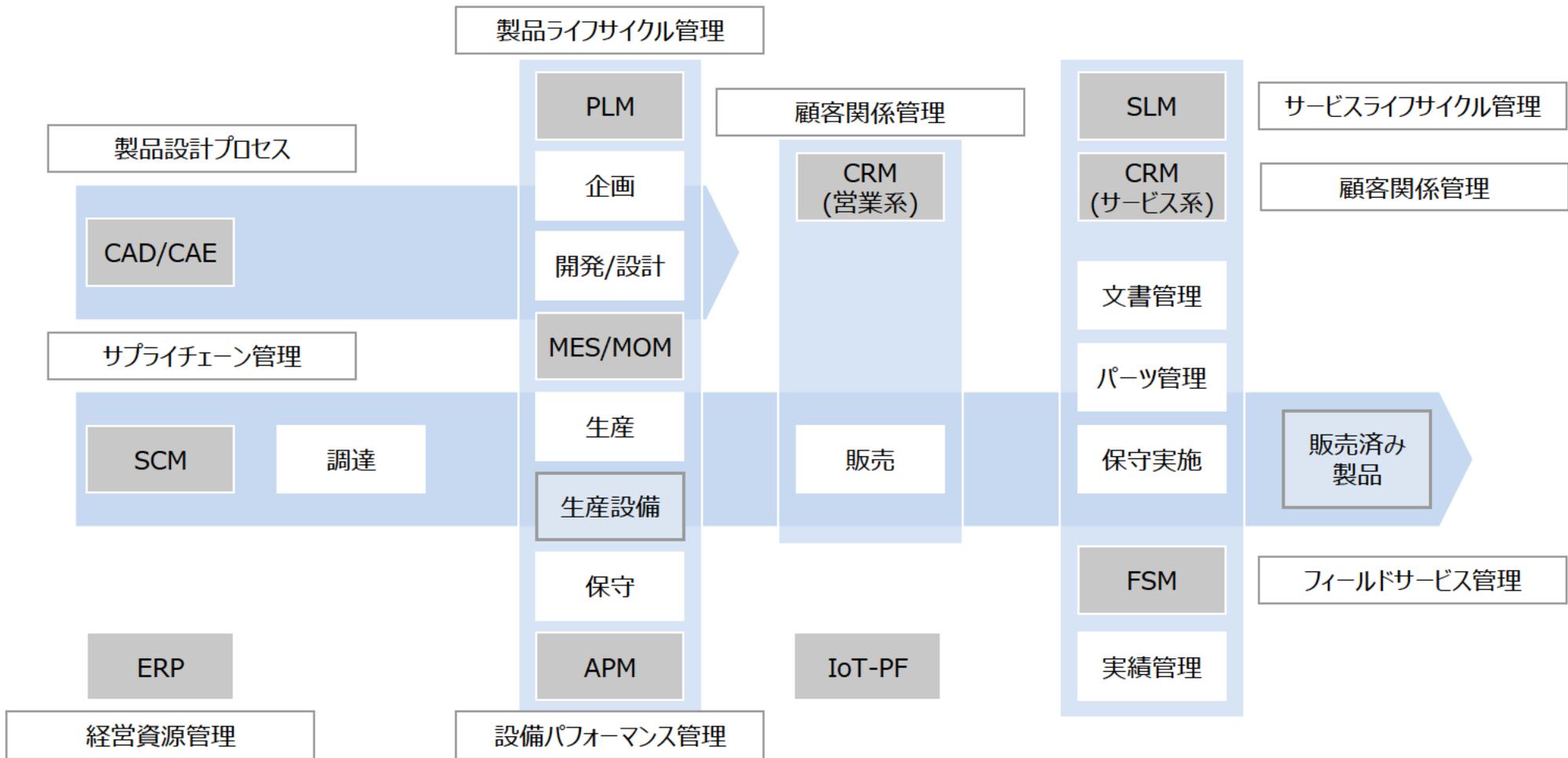
- FA市場は、「IT (情報技術)」 / 「OT (制御技術)」の二階層で構成





IT層の構成 (1/2)

- IT層は、サプライチェーン、エンジニアリングチェーンなどの軸に沿ったソフトウェアで構成





● IT層の構成 (2/2)

- IT層は、サプライチェーン、エンジニアリングチェーンなどの軸に沿ったソフトウェアで構成

ソフトウェア名	日本語表記
ERP (Enterprise Resource Planning)	企業資源計画
PLM (Product Lifecycle Management)	製品ライフサイクル管理
CAD (Computer Aided Design)	コンピュータ支援設計
CAE (Computer Aided Engineering)	コンピュータ支援シミュレーション
SCM (Supply Chain Management)	サプライチェーン管理
MES (Manufacturing Execution System)	製造実行システム
MOM (Manufacturing Operation Management)	製造オペレーション管理
APM (Asset Performance Management)	設備パフォーマンス管理
CMMS (Computerized Maintenance Management System)	設備保全管理システム
EAM (Enterprise Asset Management)	企業資産 (設備) 管理
PAM (Plant Asset Management)	プラント資産管理
CRM (Customer Relationship Management)	顧客関係管理
FSM (Field Service Management)	フィールドサービス管理
SLM (Service Lifecycle Management)	サービスライフサイクル管理



OT層の構成 (FA製品別)

- OT層は21のFA製品群から構成される

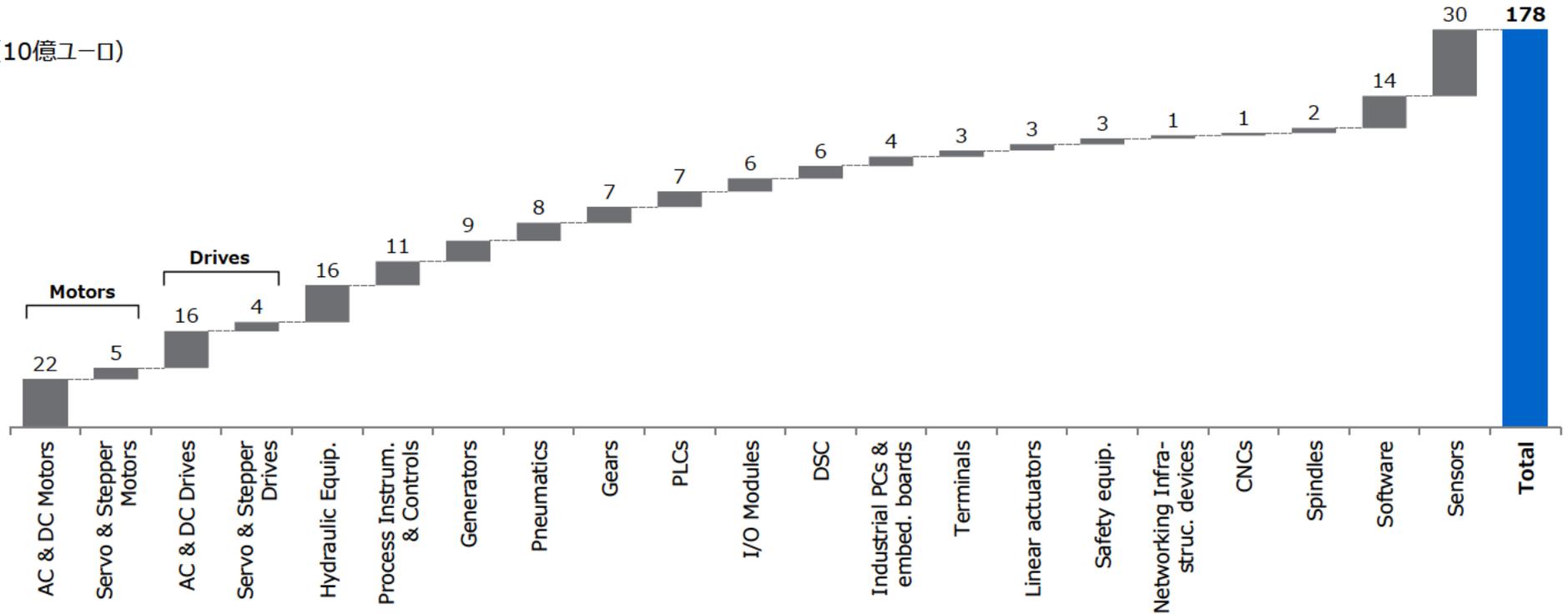
FA製品別OT層のグローバル市場規模の推移 (2018年時点推定)



CAGR '16-'24

(2.5%) (3.6%) (3.3%) (3.5%) (1.9%) (2.4%) (-2.9%) (3.2%) (2.8%) (3.0%) (3.1%) (2.2%) (4.9%) (4.2%) (2.8%) (7.0%) (8.8%) (3.6%) (6.1%) (4.9%) (6.3%) (3.5%)

(10億ユーロ)



上部分に記載の各CAGRのうち青の塗りつぶしは、最も堅調に成長している商品グループ

Note: SWはPLMを含まない

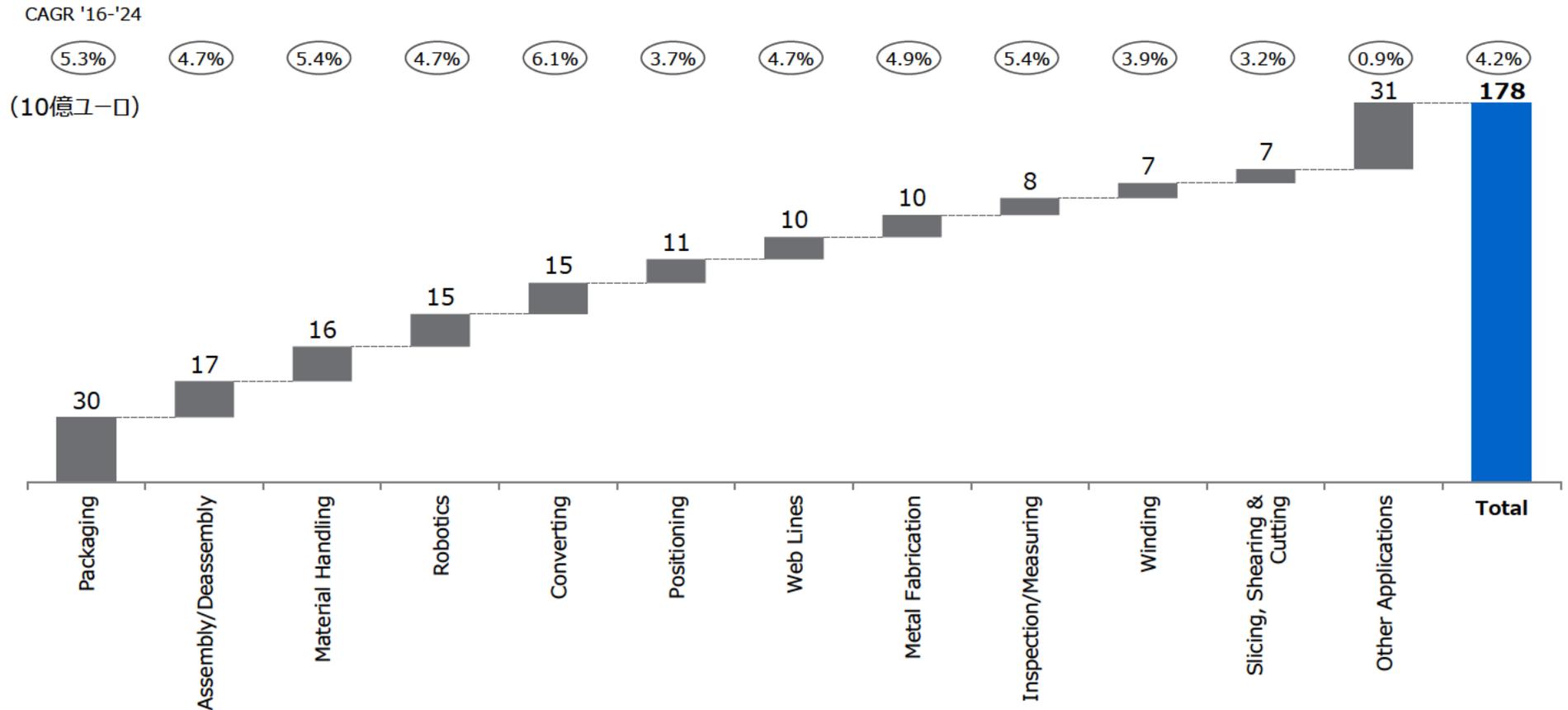
出所: Industrial Automation Equipment IHS 2017; ARC 2016; VDW; Intecho 2012; Markets and Markets 2015; BCC Research 2015; Gartner 2014; BCG分析



OT層の構成 (対象工程別)

- OT層は12種類の工程において使用される

対象工程別OT層のグローバル市場規模の推移 (2018年時点推定)



② 価値創出のメカニズム

- 1 FA市場は、長年に亘り、「IT」 / 「OT」 の二階層で構成
- 2 産業機械メーカーがシェアを持つOTが、従来の重点市場
- 3 5Gにより、OTのモジュール化 / IIoTの拡大が進展
- 4 「IT/OTの融合」が進み、OT市場の空洞化が進む懸念
- 5 「融合」の鍵となるMES/PLM/エッジPFを押さえる必要

IT層・OT層の日系企業プレゼンス（概観）

- IT層・OT層の日系企業のプレゼンスには顕著な差

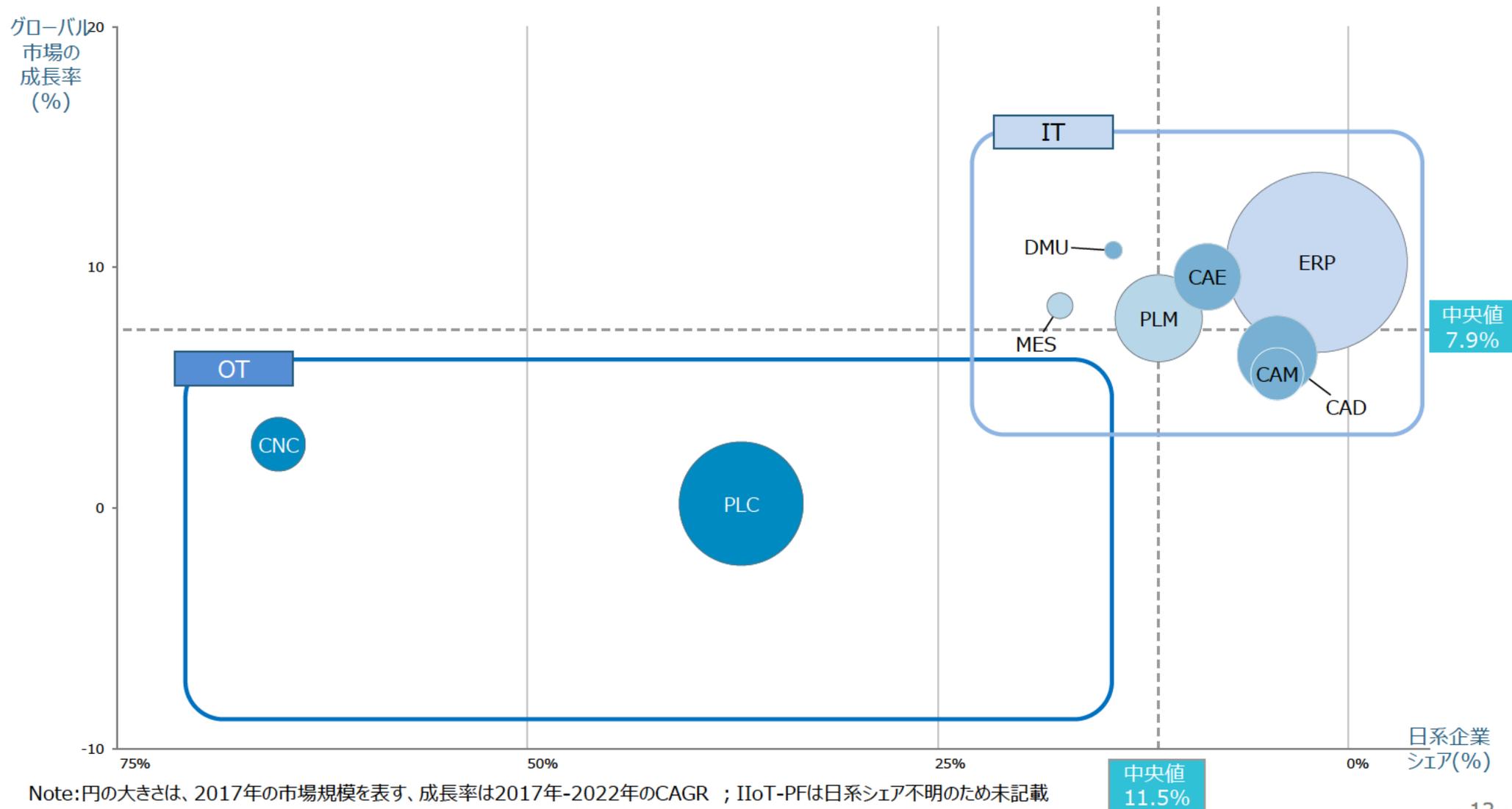


1. 数値はOT層（SW+HW）全体のグローバル市場規模。OT層全体のうち、PLCとCNCのみのグローバル市場規模は1.5兆円

2. 数値はOT層（SW+HW）全体のグローバル市場における日系企業シェア。OT層全体のうち、PLCとCNCのみの日系企業シェアは41.5%

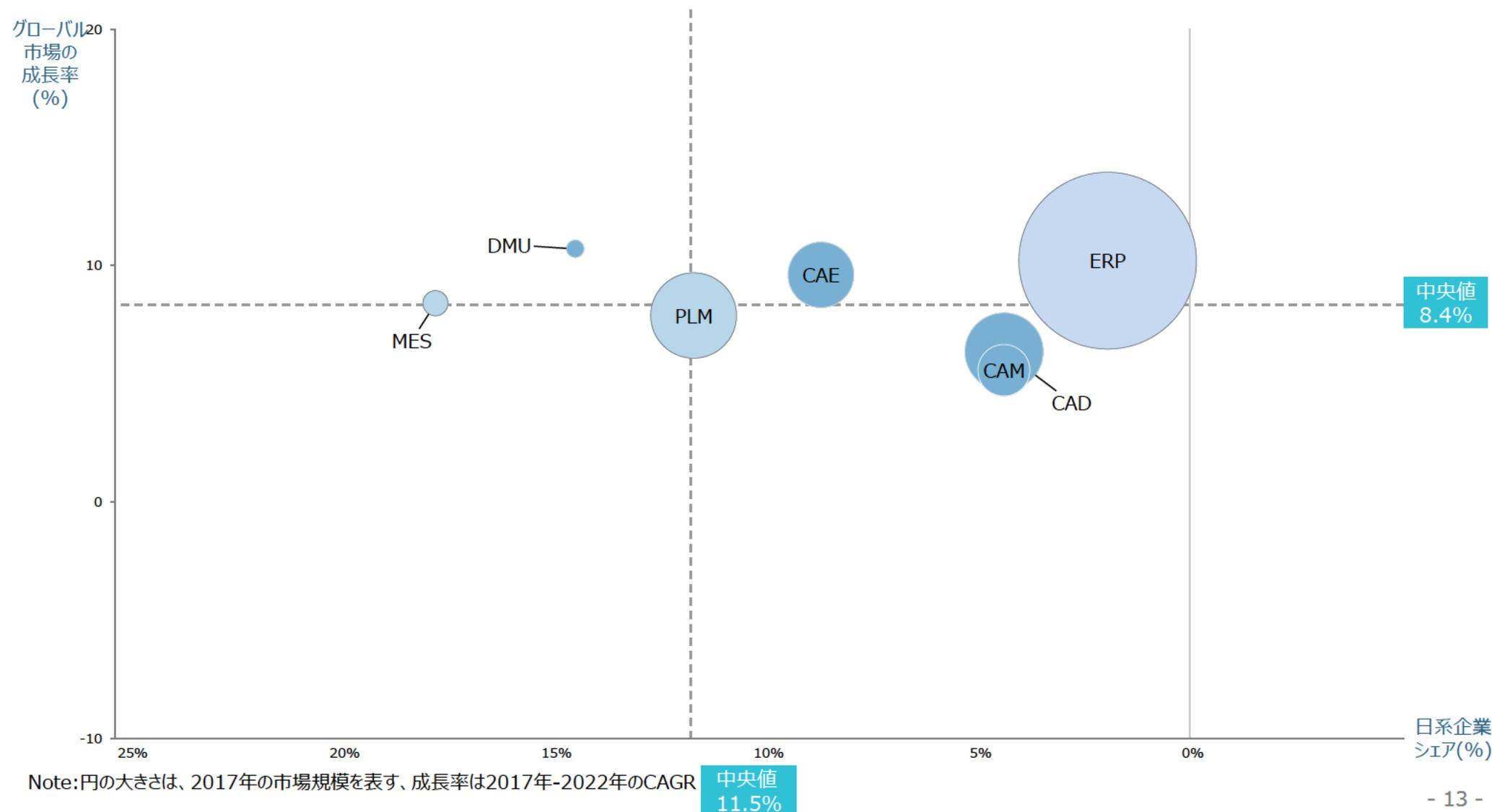
エンジニアリングソフトウェアの製品PPM分析（2017実績ベース）

- キャッシュ・カウ化しつつあるOT市場に対し、IT市場は未だスター化しきれていない



参考) IT層ソフトウェアのプロダクトPPM分析 (2017実績ベース)

- なお、IT層ソフトウェアの中では、MES / PLM等で、比較的シェアが高い



参考) 分析範囲 (個別市場の定義)

- 本調査では10のITソフトウェアのグローバル・国内市場の規模・シェアを分析

		概要	調査範囲 ¹ (製品)	調査範囲 (課金形態)	
IT層	経営資源管理	1 ERP	企業内の人・モノ・金・情報といった経営資源を一元管理することができる基幹業務向けソフトウェア	製造業及びそれ以外を含む全業種が対象 ソフトウェアの売り上げが対象で、サービスは対象外	パッケージ販売のライセンス費用およびカスタム開発費が対象で、スクラッチ及びクラウド販売は対象外
	製品ライフサイクル管理	2 PLM	製品のライフサイクルにおける情報を包括的に管理するソフトウェア	CAD・CAM等を含まない「狭義のPLM」を対象 サービス・保守売上高を含む	パッケージ販売のライセンス費用が対象で、カスタム開発費、スクラッチ及びクラウド販売は対象外
		3 MES	設備や原材料などの数量や状態などをリアルタイムで把握し、生産計画に基づく製造実行および制御を行うシステム		パッケージ販売のライセンス費用およびカスタム開発費が対象で、スクラッチ及びクラウド販売は対象外
		4 CAD	コンピューターを用いた設計/製図支援システム	機械系製品が対象で、電気系製品は対象外 三次元CADが対象で、二次元CADは対象外	パッケージ販売のライセンス費用およびカスタム開発費が対象で、スクラッチ及びクラウド販売は対象外
	製品設計プロセス	5 CAM	CADで作成された形状データをもとに工作機械を操作するための加工プログラム作成システム	機械系製品が対象で、電気系製品は対象外 二次元、三次元CAMの両方が対象	パッケージ販売のライセンス費用およびカスタム開発費が対象で、スクラッチ及びクラウド販売は対象外
		6 CAE	コンピューターを活用した製品の設計/製造/工程設計の事前検証/分析を行うシミュレーションソフト	グローバル市場は構造解析や熱流体解析、樹脂成形解析、鋳造解析などを解析対象とする機械系CAE市場が対象 国内市場は流体解析、構造解析、電磁場解析など、各分野に特化したシステムが提供されているが、全体市場を算出	パッケージ販売のライセンス費用およびカスタム開発費が対象で、スクラッチ及びクラウド販売は対象外
		7 DMU	製品の外見、内部構成などを比較、検討するためのシミュレーションツール	DMUに加えて3次元データファイルの内容を表示するためのツールであるビューワを含む ソフトウェアおよびサービス・保守が対象	
OT層	8 PLC	リレー回路の代替装置として開発された小型コンピュータの一種である制御装置	ハードウェア、ソフトウェアの両方が対象		
	9 CNC	コンピュータによる数値制御装置			
IoT	10 IIoT-PPF	モノづくりで採用されるIIoTプラットフォーム	FA機器メーカーやモノづくり向けのソフトウェアベンダーが提供しているIIoTプラットフォームが対象で、通信・インフラプレーヤーが展開しているエネルギー分野やインフラ分野などは対象外		

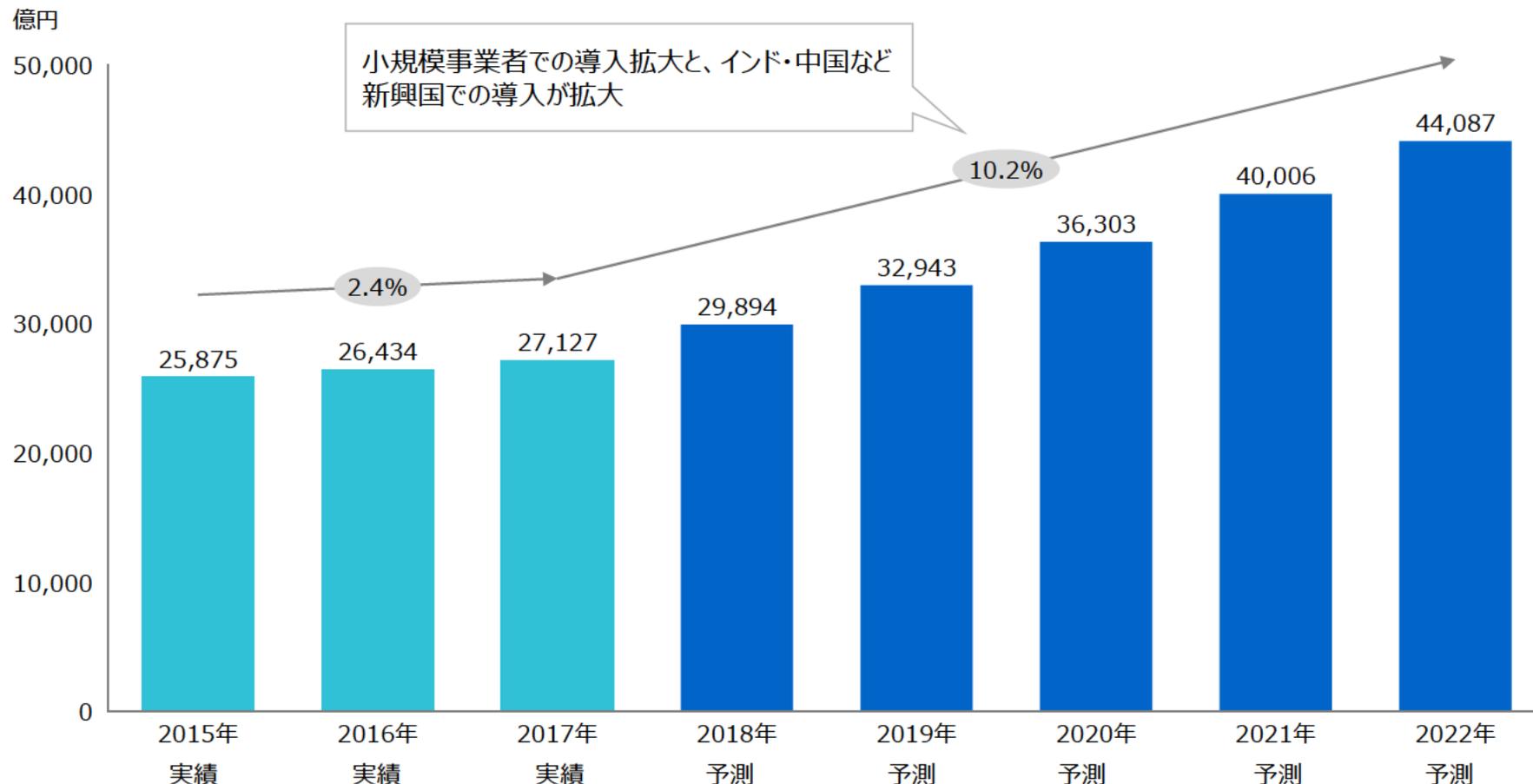
1: 各システム市場シェアにおける「ベンダー」はソフトウェア製品開発元と販売代理店を含む

1 Enterprise Resource Planning (ERP)

ERP) グローバルの市場規模

- 製造工程のデジタル化に伴い、今後も市場は堅調に成長する見通し

ERPのグローバル市場規模（2017年時点推計）^{1,2,3}



1:企業内の人・モノ・金・情報といった経営資源を一元管理することができる基幹業務向けソフトウェア；パッケージ販売のライセンス費用およびカスタム開発費が対象；製造業以外を含む全業種が対象ソフトウェアの売り上げが対象で、サービスは対象外

2:実績値のCAGRはNEDO資料のERPグローバル市場規模実績値から算出。今後の市場規模予測はAllied Market Researchの将来CAGR予測を用いて算出

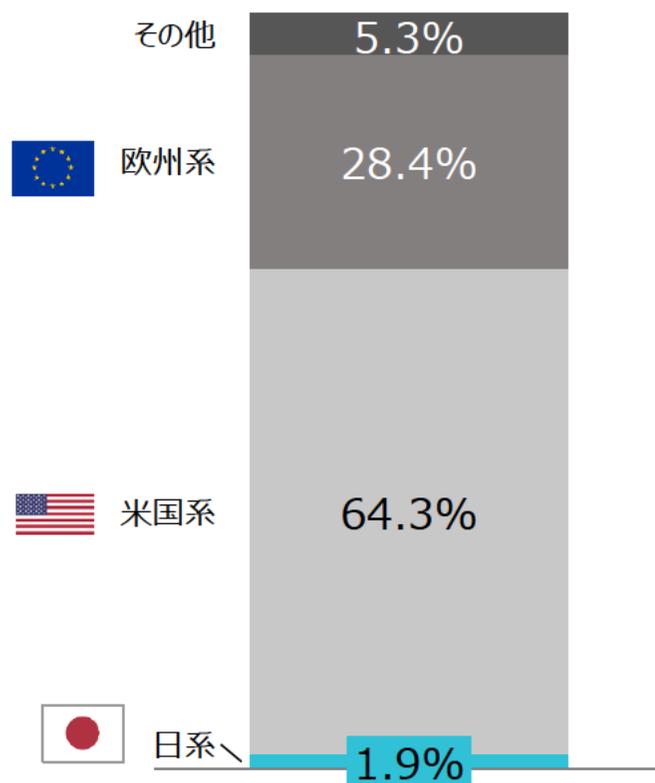
3:為替レートは各年1ドル次のレートを採用：'15=121円、'16=109円、'17=112円、'18=110円、'19=109円、'20-'22=107円

出所：NEDO；Allied Market Research

ERP) グローバル市場シェア

- グローバルな日系企業のプレゼンスは限られ、米国系企業が高いシェアを占める

主要企業のERPグローバル市場シェア
(2017年時点推計；ベンダー国籍別)

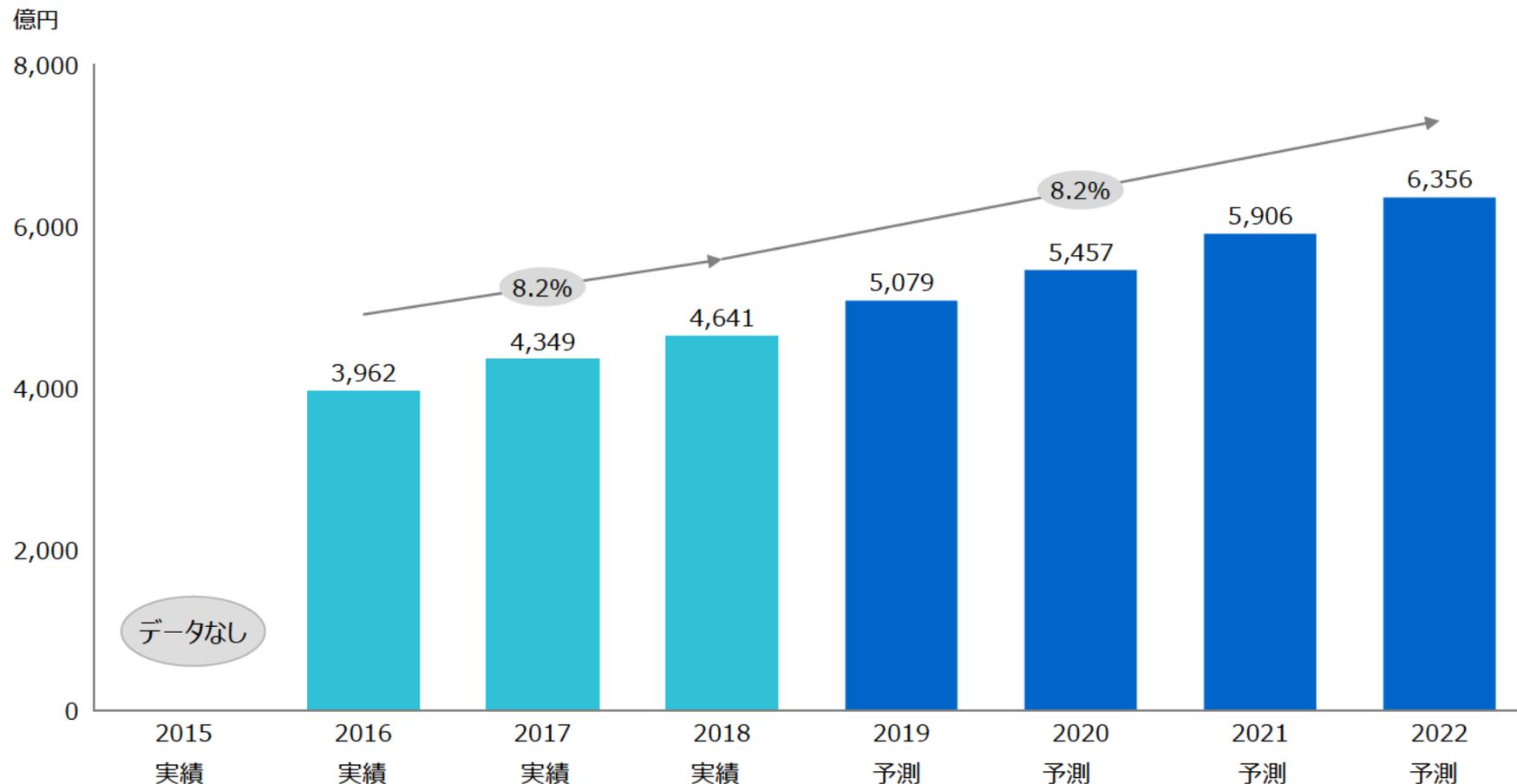


2 Product Lifecycle Management (PLM)

PLM) グローバルの市場規模

- 足元の拡大基調が継続する見通し

PLMのグローバル市場規模の推移（2018年時点推計）^{1,2}



1:製品のライフサイクルにおける情報を包括的に管理するソフトウェア；PDMの市場規模数値を援用；ソフトウェアおよびサービス・保守を含む売上高

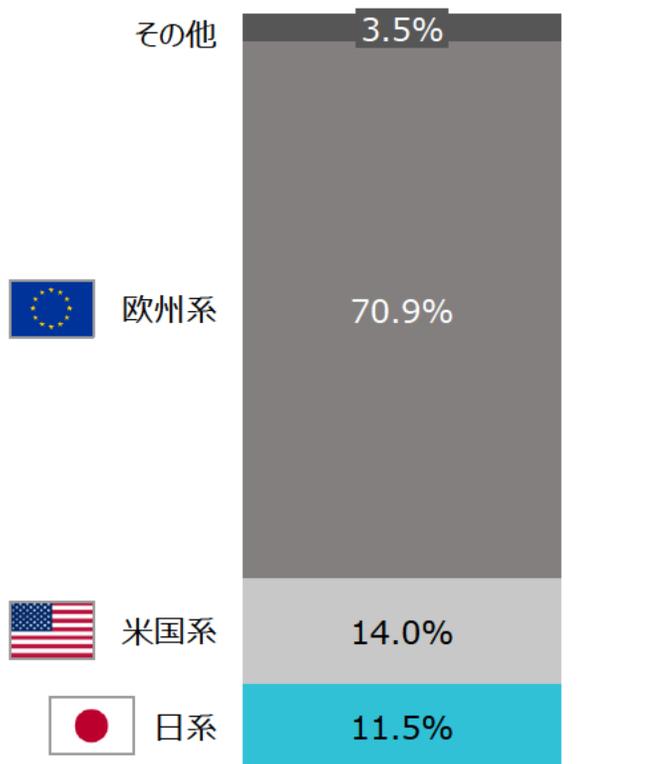
2:為替レートは各年1ドル次のレートを採用：'15=121円、'16=109円、'17=112円、'18=110円、'19=109円、'20-'22=107円

出所：矢野経済

PLM) グローバル市場シェア

- 主要プレイヤーは欧米系で占められ、日本の国籍別シェアは合計で11.5%

主要企業のPLMグローバル市場シェア
(2017年時点推計；ベンダー国籍別)

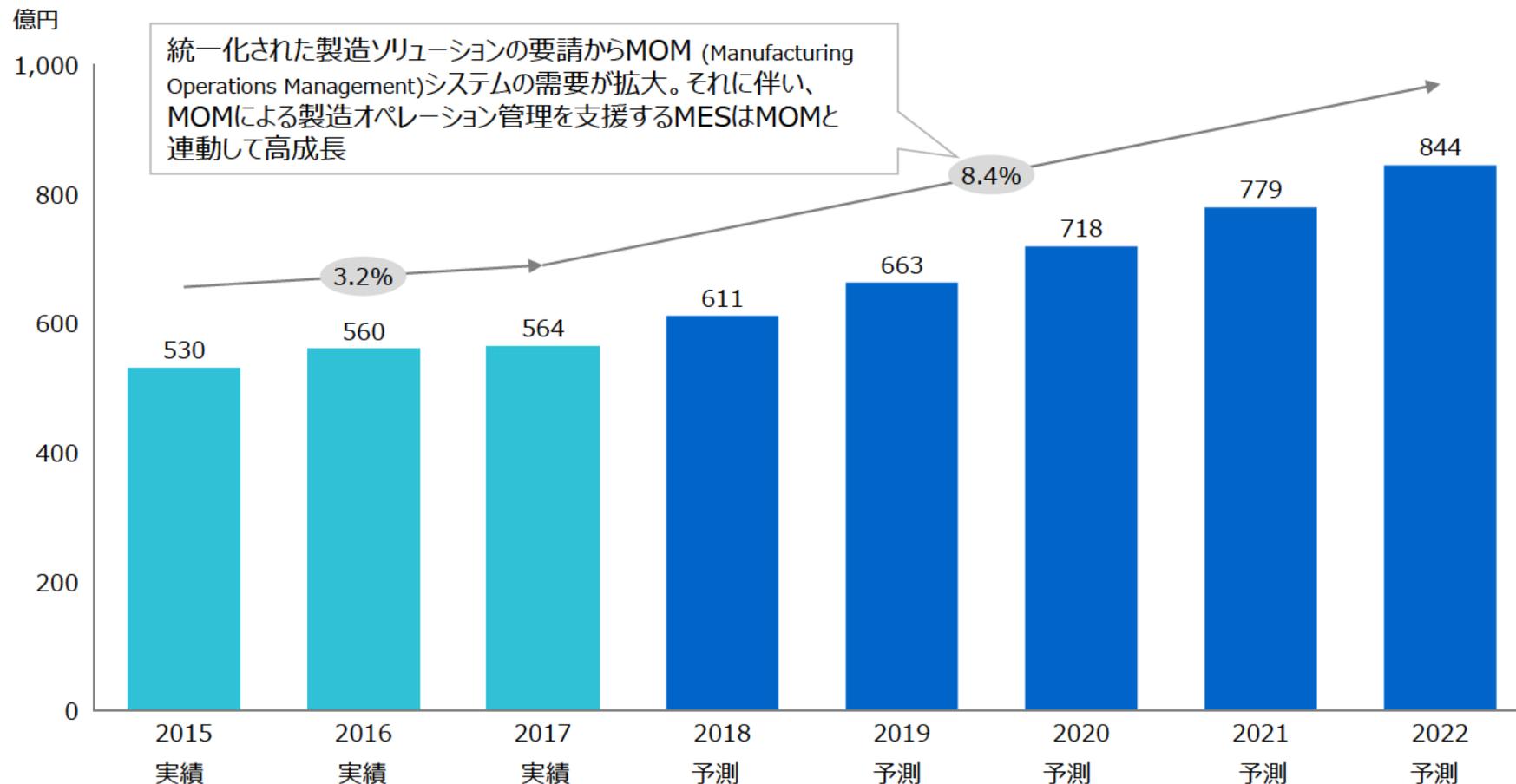


3 Manufacturing Execution System (MES)

MES) グローバルの市場規模

- MESのグローバル市場は成長が加速する見通し

MESのグローバル市場規模の推移 (2017年時点推計) 1,2,3



1:工場などの製造現場で利用され、設備や原材料などの数量や状態などをリアルタイムで把握し、生産計画に基づく製造実行および制御を行うシステム；

市場規模はライセンス費用およびカスタム開発費が対象

2:実績値のCAGRはNEDO資料のMESグローバル市場規模実績値から算出。今後の市場規模予測はAllied Market Researchの将来CAGR予測を用いて算出

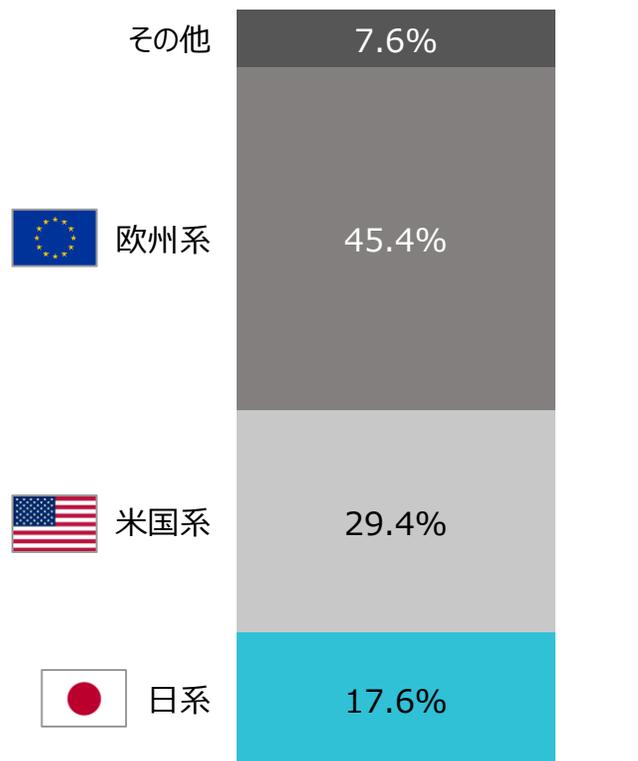
3:為替レートは各年1ドル次のレートを採用：'15=121円、'16=109円、'17=112円、'18=110円、'19=109円、'20-'22=107円

出所：NEDO；Allied Market Research

MES) グローバル市場シェア

- 上位プレイヤーは欧米系が中心。国籍別には、日系が17.6%のシェアを占める

主要企業のMESグローバル市場シェア
(2017年時点推計；ベンダー国籍別)

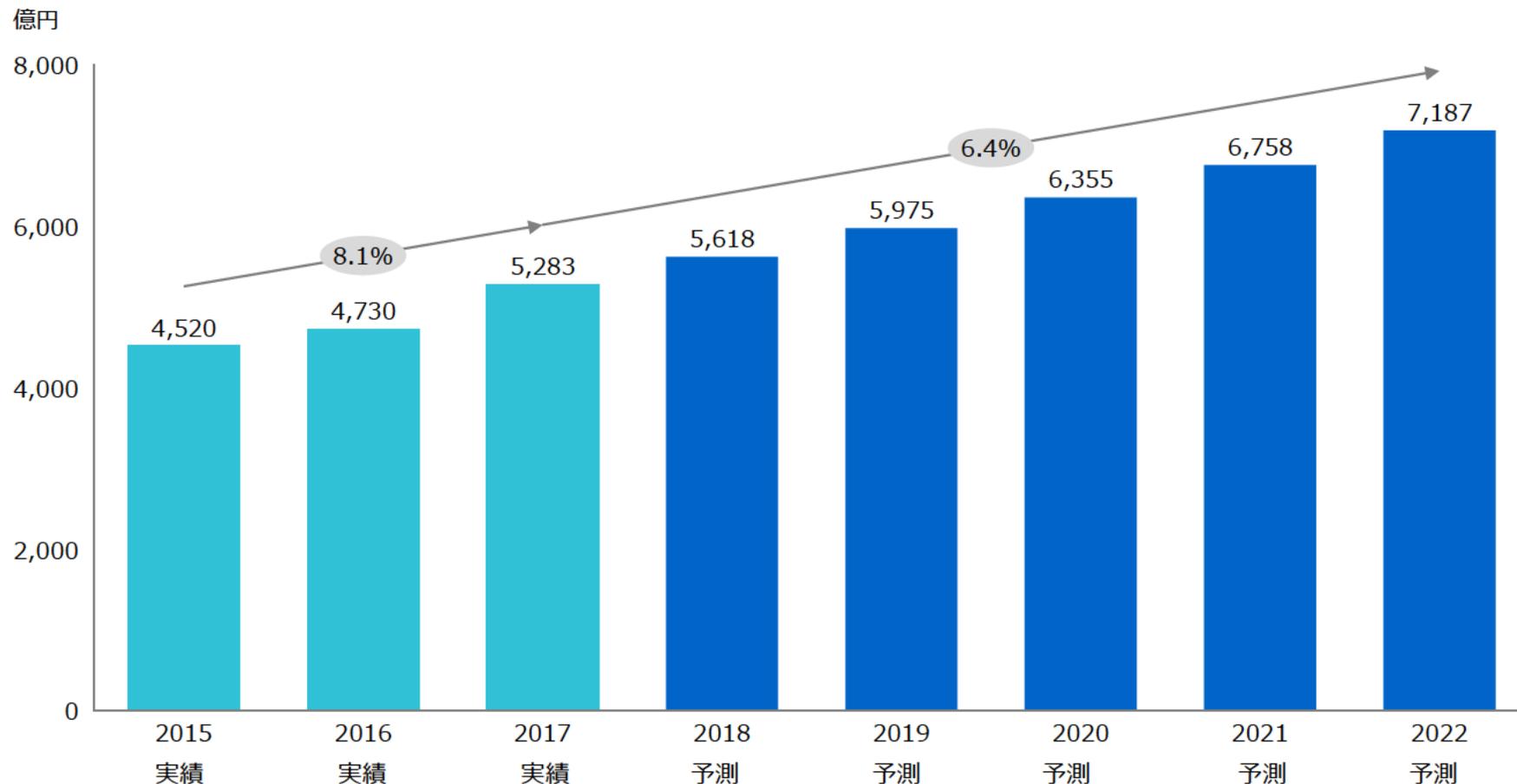


4 Computer-Aided Design (CAD)

CAD) グローバルの市場規模

- CADのグローバル市場は堅調な成長が継続する見通し

CADのグローバル市場規模の推移（2017年時点推計）^{1,2}



1: コンピューターを用いた設計/製図支援システム；機械系製品を対象とし、電気系製品は対象外；自動車産業機械などで多く採用される三次元CADを対象とし、二次元CADは対象外；ライセンス費用およびカスタム開発費が対象

2: 実績値のCAGRはNEDO資料のCADグローバル市場規模実績値から算出。今後の市場規模予測はBIS Researchの将来CAGR予測を用いて算出

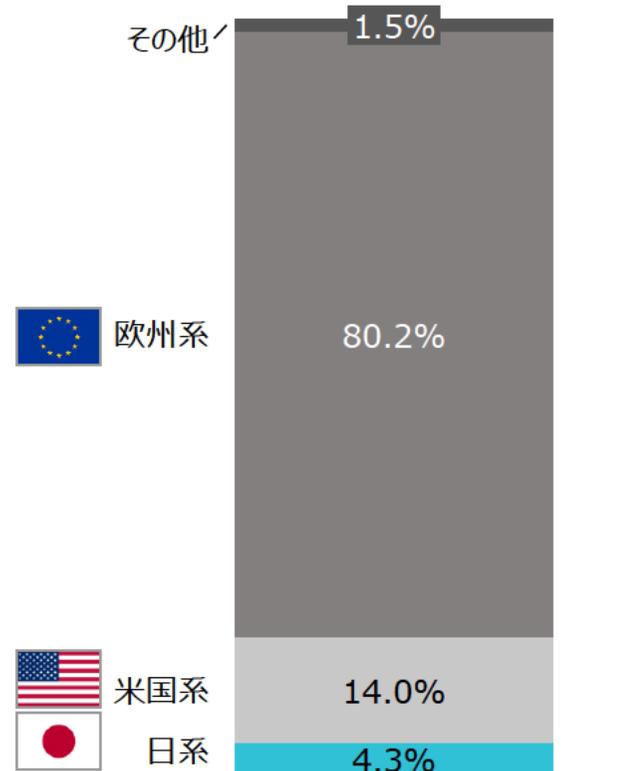
3: 為替レートは各年1ドル次のレートを採用：'15=121円、'16=109円、'17=112円、'18=110円、'19=109円、'20-'22=107円

出所：NEDO；BIS Research

CAD) グローバル市場シェア

- 欧米系のベンダーのプレゼンスが高く、日系プレイヤーが占める割合は低い

主要企業のCADグローバル市場シェア
(2017年推計 ; ベンダー国籍別)

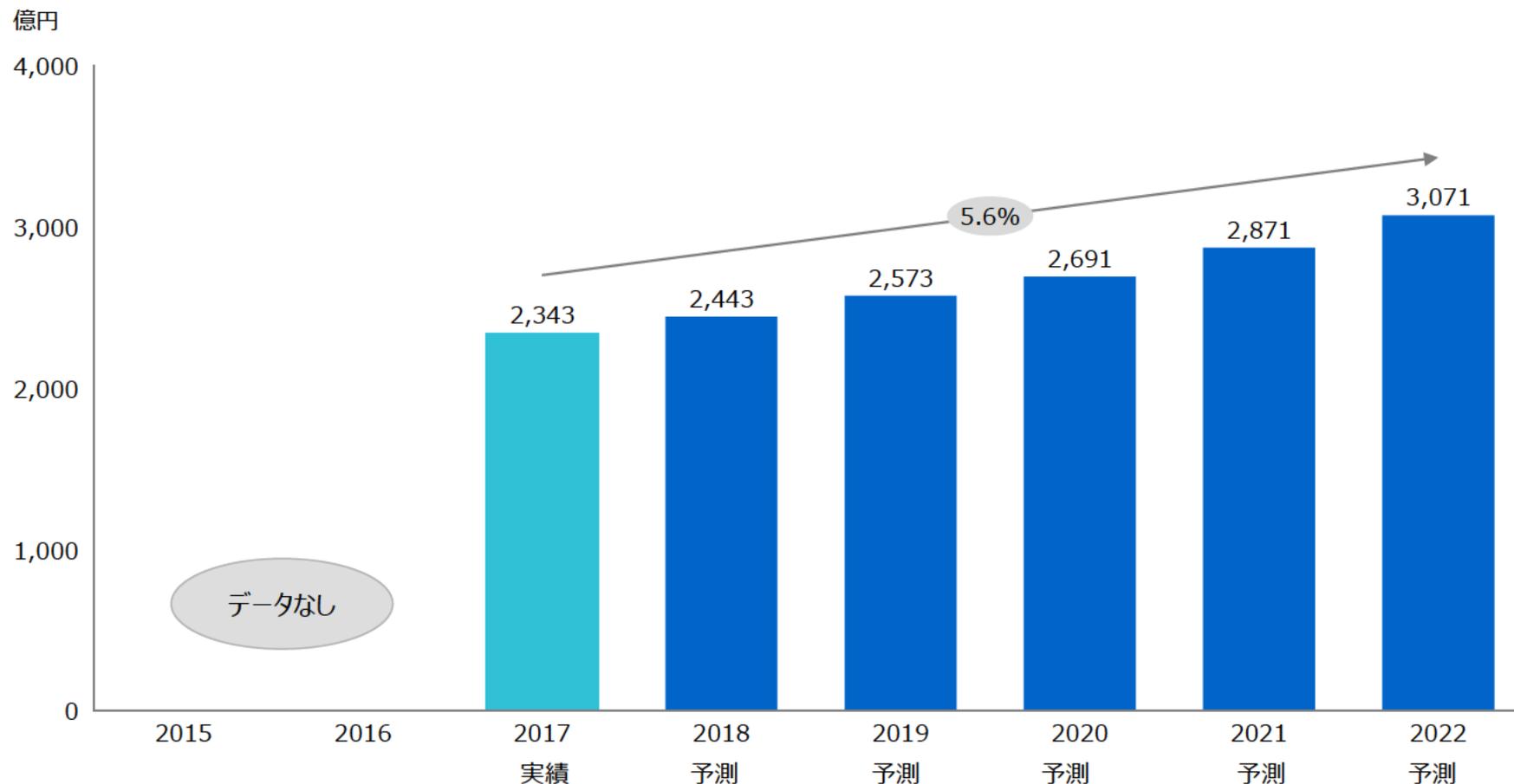


5 **Computer-Aided Manufacturing (CAM)**

CAM) グローバルの市場規模

- CAMのグローバル市場は堅調な成長が継続する見通し

CAMのグローバル市場規模の推移（2017年時点推計）^{1,2}

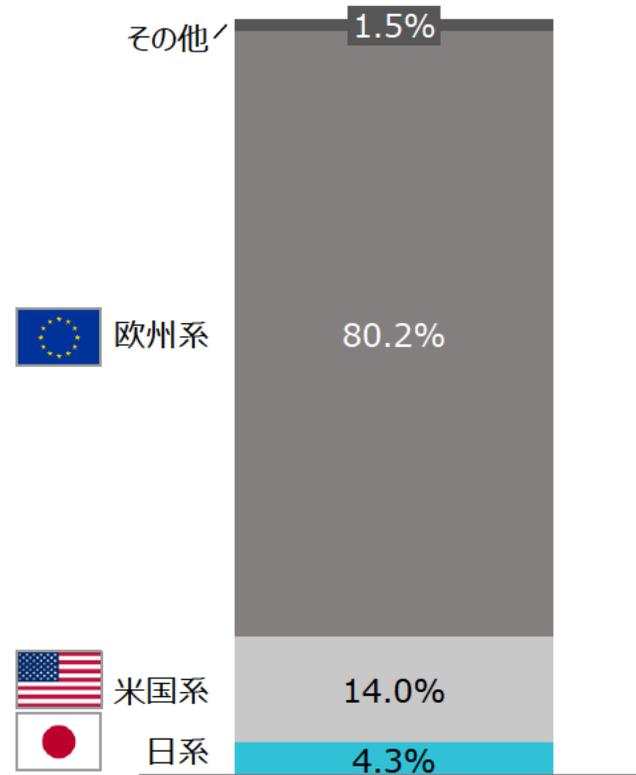


1: CADで作成された形状データをもとに工作機械を操作するための加工プログラム作成システム；二次元および三次元CAMが対象
2: 為替レートは各年1ドル次のレートを採用：'15=121円、'16=109円、'17=112円、'18=110円、'19=109円、'20-'22=107円
出所：Allied Market Research

CAM) グローバル市場シェア

- 海外プレイヤーの市場プレゼンスが高い

主要企業のCAMグローバル市場シェア
(2017年推計 ; ベンダー国籍別) ¹

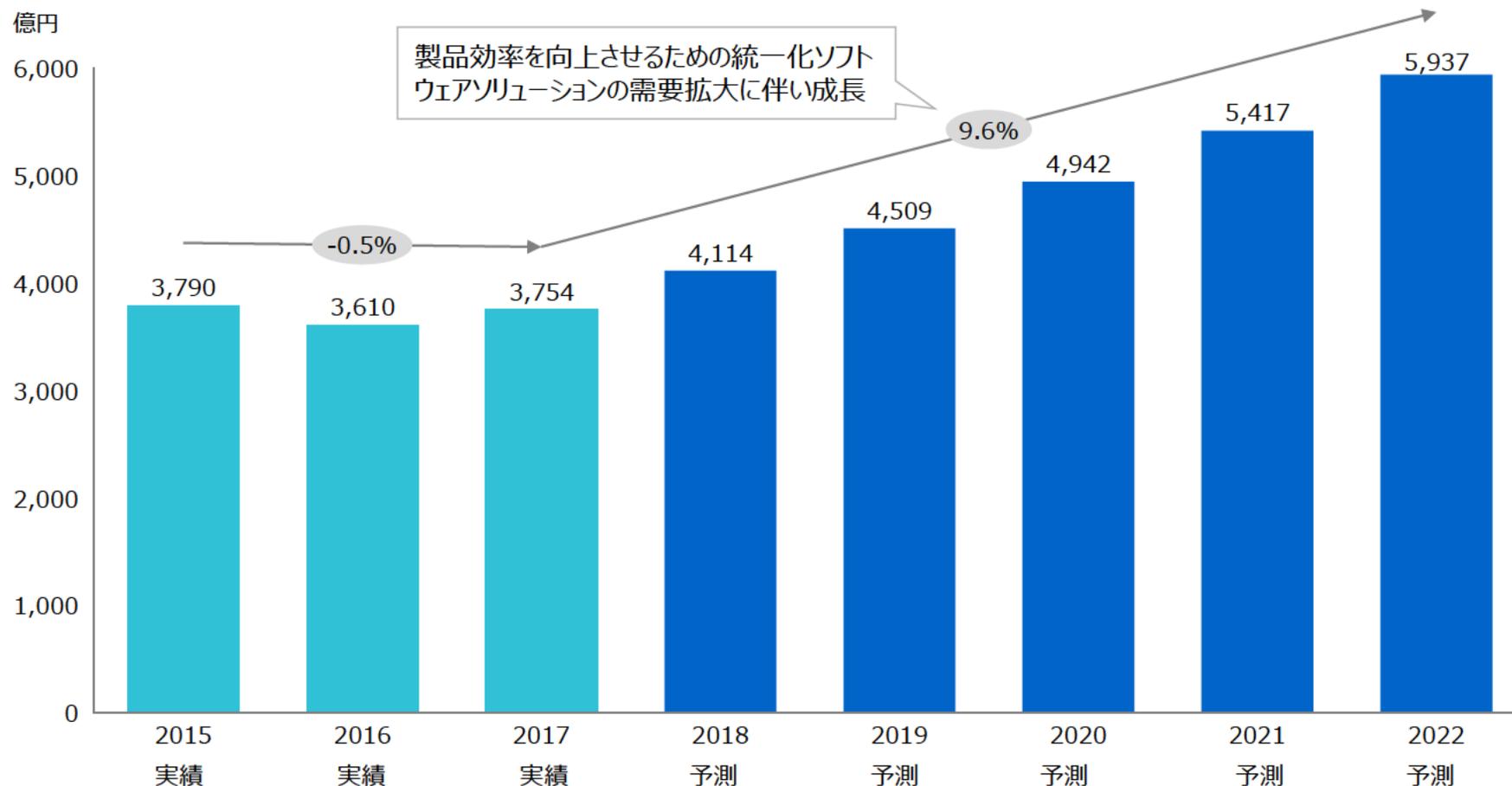


⑥ **Computer-Aided Engineering (CAE)**

CAE) グローバルの市場規模

- CADとの一体化が進み、需要の拡大が予想される

CAEのグローバル市場規模の推移（2017年時点推計）^{1,2,3}



1: コンピューターを活用した製品の設計/製造/工程設計の事前検証/分析を行うシミュレーションソフト；構造解析や熱流体解析、樹脂成形解析、鋳造解析などを解析対象とする機械系CAE市場が対象

2: 実績値のCAGRはNEDO資料のCAEグローバル市場規模実績値から算出。今後の市場規模予測はGrand View Researchの将来CAGR予測を用いて算出

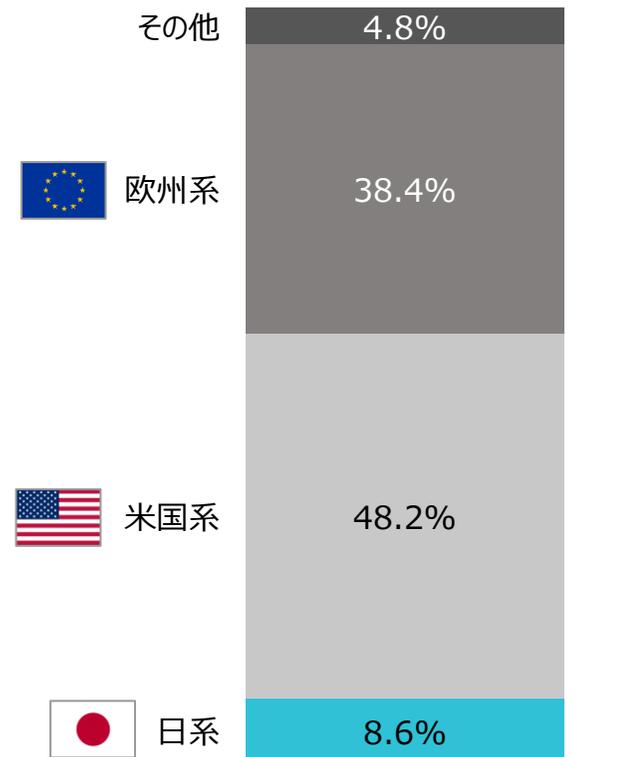
3: 為替レートは各年1ドル次のレートを採用：'15=121円、'16=109円、'17=112円、'18=110円、'19=109円、'20-'22=107円

出所：NEDO；Grand View Research

CAE) グローバル市場シェア

- グローバル市場で日系プレイヤーのプレゼンスは高くない

主要企業のCAEグローバル市場シェア
(2017年時点推計；ベンダー国籍別)

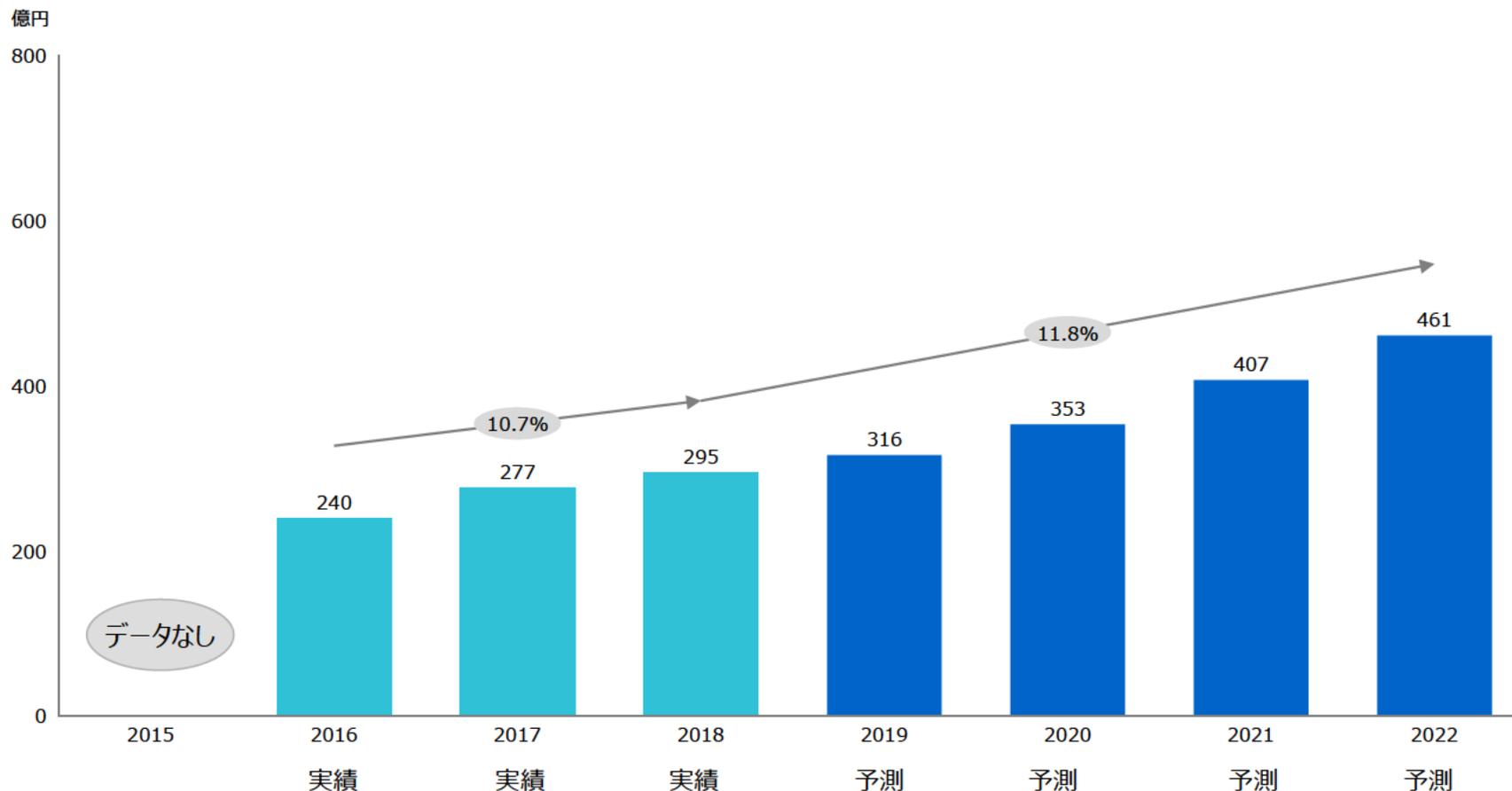


7 Digital Mock-Up (DMU)

DMU) グローバルの市場規模

- DMUのグローバル市場は、小規模ながら、堅調な拡大が続く見通し

DMUのグローバル市場規模の推移（2018年時点推計）^{1,2}



1:製品の外見、内部構成などを比較、検討するためのシミュレーションツール；ビューワを含む市場規模；ソフトウェアおよびサービス・保守を含む売上高

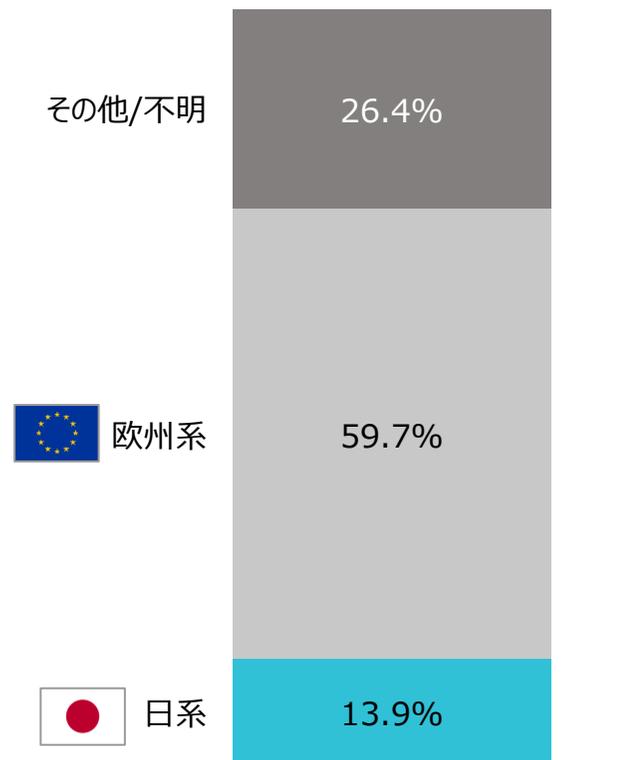
2:為替レートは各年1ドル次のレートを採用：'15=121円、'16=109円、'17=112円、'18=110円、'19=109円、'20-'22=107円

出所：矢野経済

DMU) グローバル市場シェア

- グローバル市場で日系企業がプレゼンスを示し、一定のシェアを占める

主要企業のDMUグローバル市場シェア (ベンダー国籍別) ¹⁾



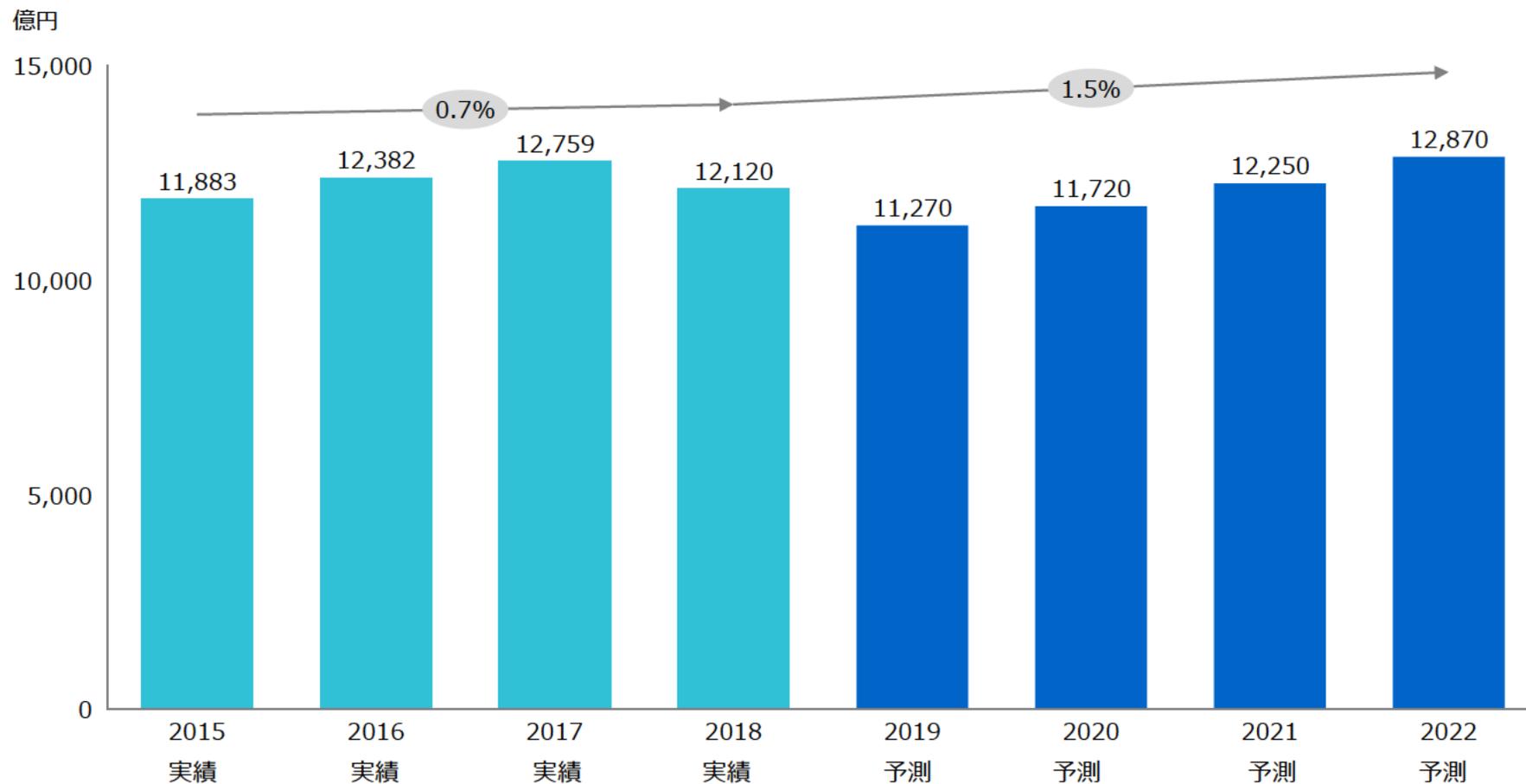
1. 個社別シェアから推計 (NEDOデータに該当項目なし)

8 Programmable Logic Controller (PLC)

PLC) グローバルの市場規模

- グローバル市場は増減があるが、微増していく見通し

PLCのグローバル市場規模の推移（2018年時点推計）¹



1:主に工場などの自動機械の制御使われる、リレー回路の代替装置として開発された制御装置；ソフトウェアおよびハードウェアの両方が対象

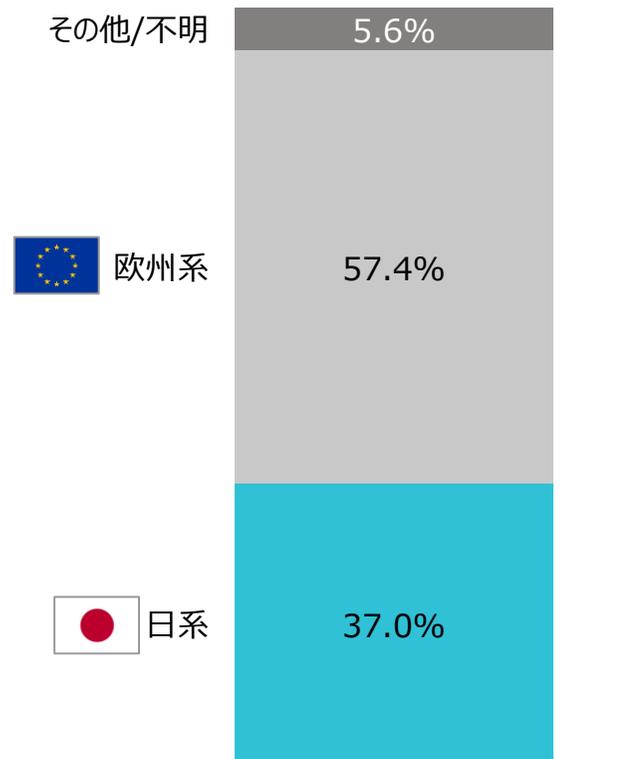
2:為替レートは各年1ドル次のレートを採用：'15=121円、'16=109円、'17=112円、'18=110円、'19=109円、'20-'22=107円

出所：富士経済

PLC) グローバル市場シェア

- グローバル市場では日系プレイヤーが一定のシェアを占める

主要企業のPLCグローバル市場シェア¹ (メーカー国籍別)



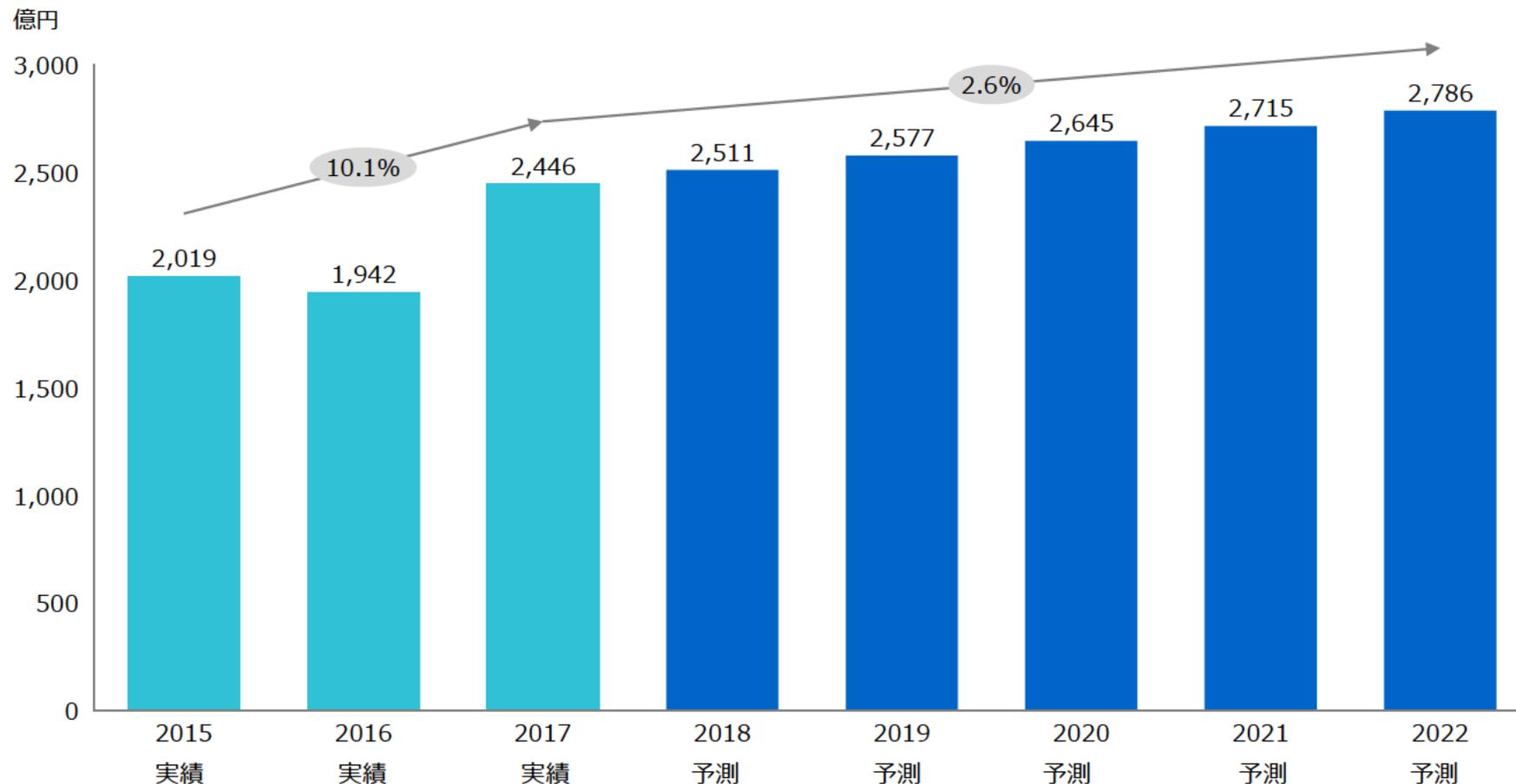
1 : NEDO資料のIoTコントローラ (IoT環境の実現を可能とするWindowsやLinuxOSが搭載可能なPLCおよびPLCのC言語コントローラが対象) の数値を使用 ; ハードウェアのみ対象
出所 : NEDO

9 Computerized Numerical Control (CNC)

CNC) グローバルの市場規模

- CNCのグローバル市場はこれまでの堅調な成長に対し、今後は微増していく見通し

CNCのグローバル市場規模の推移 (2017年時点推計) ^{1,2,3}



1:コンピュータによる数値制御装置

2:実績値のCAGRはNEDO資料の工作機械 (CNC) グローバル市場規模実績値から算出。今後の市場規模予測はAllied Market Researchの将来CAGR予測を用いて算出

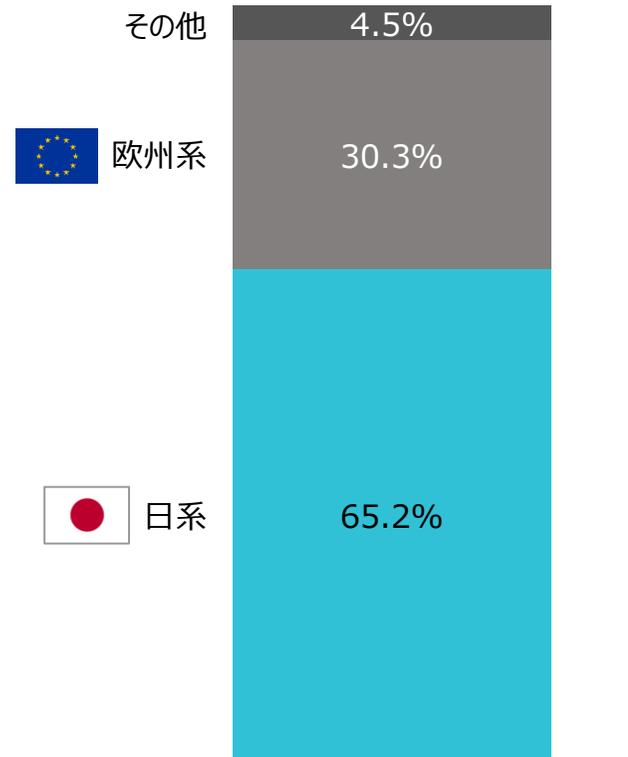
3:為替レートは各年1ドル次のレートを採用: '15=121円、'16=109円、'17=112円、'18=110円、'19=109円、'20-'22=107円

出所: NEDO; Allied Market Research

CNC) グローバル市場シェア

- グローバル市場で日系プレイヤーが高いプレゼンスを占める

主要企業のCNCグローバル市場シェア
(2017年時点推計；ベンダー国籍別)

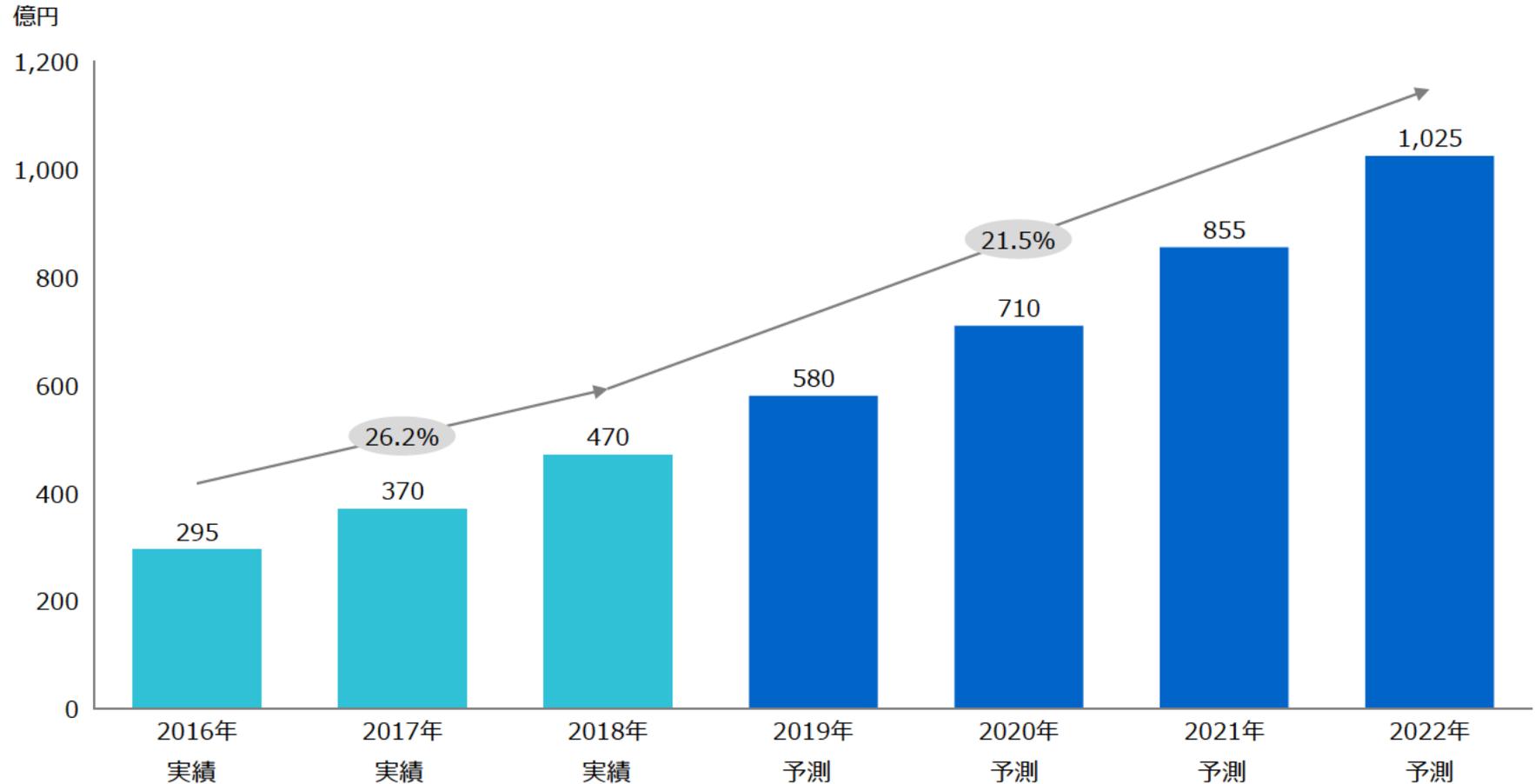


10 Industrial IoT Platform (IIoT-PF)

IIoT-PF) グローバルの市場規模

- グローバル市場規模は堅調に成長する見通し

IIoT-PFのグローバル市場規模（2018年時点推計）¹



¹:モノづくりで採用されるIoTプラットフォーム；FA機器メーカーやモノづくり向けのソフトウェアベンダが提供しているIoTプラットフォームが対象で、通信・インフラプレーヤーが展開しているエネルギー分野やインフラ分野などは対象外

出所：富士経済

③ 産業内外の
トレンド

- 1 FA市場は、長年に亘り、「IT」 / 「OT」 の二階層で構成
- 2 産業機械メーカーがシェアを持つOTが、従来の重点市場
- 3 5Gにより、OTのモジュール化 / IIoTの拡大が進展
- 4 「IT/OTの融合」が進み、OT市場の空洞化が進む懸念
- 5 「融合」の鍵となるMES/PLM/エッジPFを押さえる必要



● 政治・経済・社会トレンド

- コロナを機に加速した経済・社会の変化が、FAへのニーズを高めている



B2B/ B2Cのサプライチェーン維持

コロナの影響

- これまで生産拠点を中国に置く企業が多く、サプライチェーンの途絶に伴い納入遅延等の影響
- サプライチェーン途絶へのリスク対策として、生産拠点や調達先の分散や日本への生産回帰の必要性



FAへのニーズ

- 工場の製造ラインの自動制御のニーズの高まり



経済停滞に伴うコスト削減圧力

- コロナウイルスの感染拡大に伴う外出自粛・消費行動の抑制による経済停滞
- 経済停滞の長期化により、経営維持のためのコスト削減圧力
- 生産減少や生産ライン停止中の原価低減と不良率改善に向けた対策の必要性



- 稼働状況を監視し、効率的に機械を稼働させる必要性の高まり



サーキュラー・エコノミーの実現

- 医薬品や食料品等の分野で、自国優先的な輸出制限措置を講じる国の増加
- 将来の資源争奪、資源価格の変動等への備えとして、エネルギー・資源の有効活用につながるサーキュラーエコノミーの実現が重要に



- 工場設備のエネルギー効率を向上させる必要性の高まり

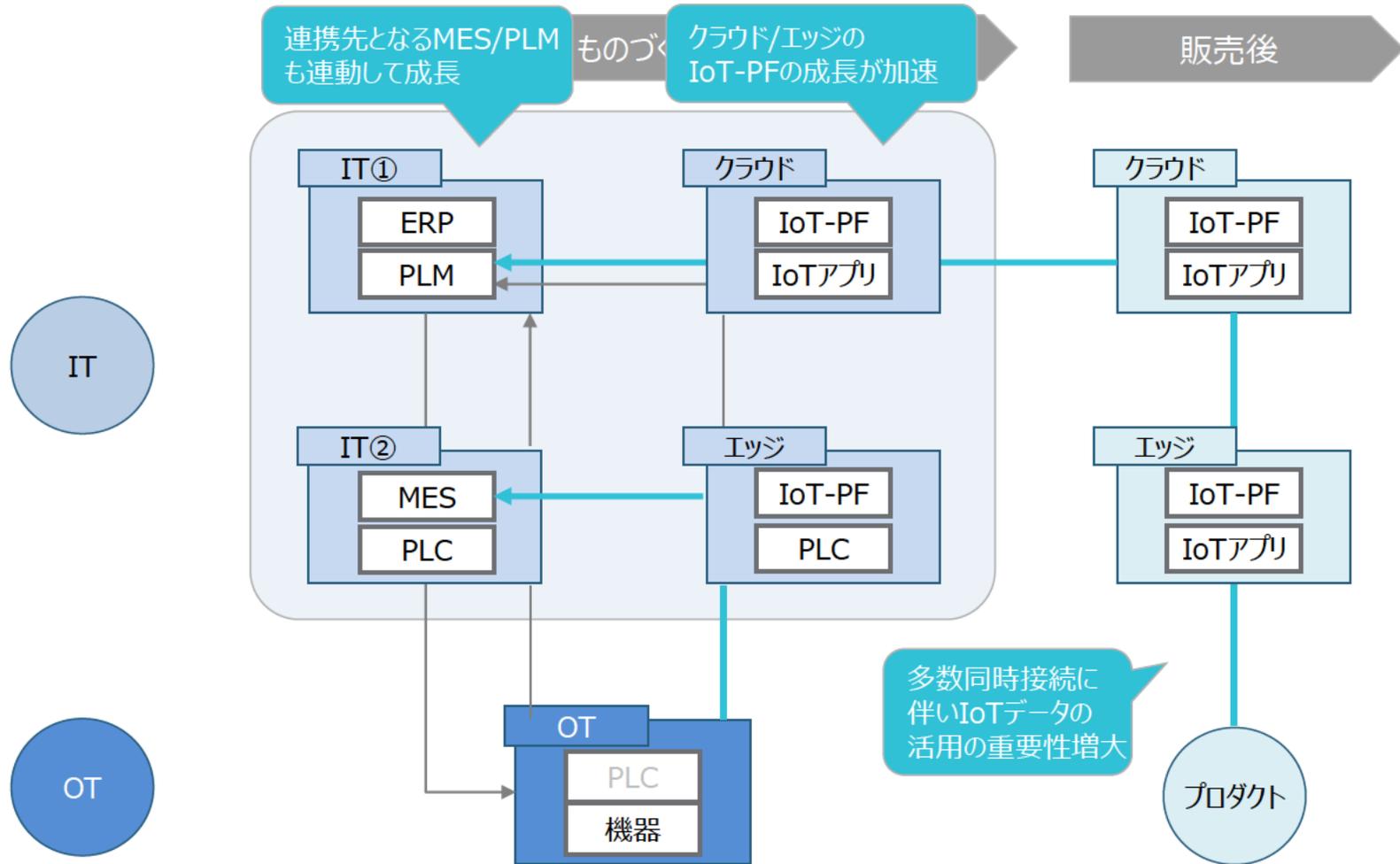
④ 市場の変化

- 1** FA市場は、長年に亘り、「IT」 / 「OT」 の二階層で構成
- 2** 産業機械メーカーがシェアを持つOTが、従来の重点市場
- 3** 5Gにより、OTのモジュール化 / IIoTの拡大が進展
- 4** 「IT/OTの融合」が進み、OT市場の空洞化が進む懸念
- 5** 「融合」の鍵となるMES/PLM/エッジPFを押さえる必要



IIoTの比重拡大

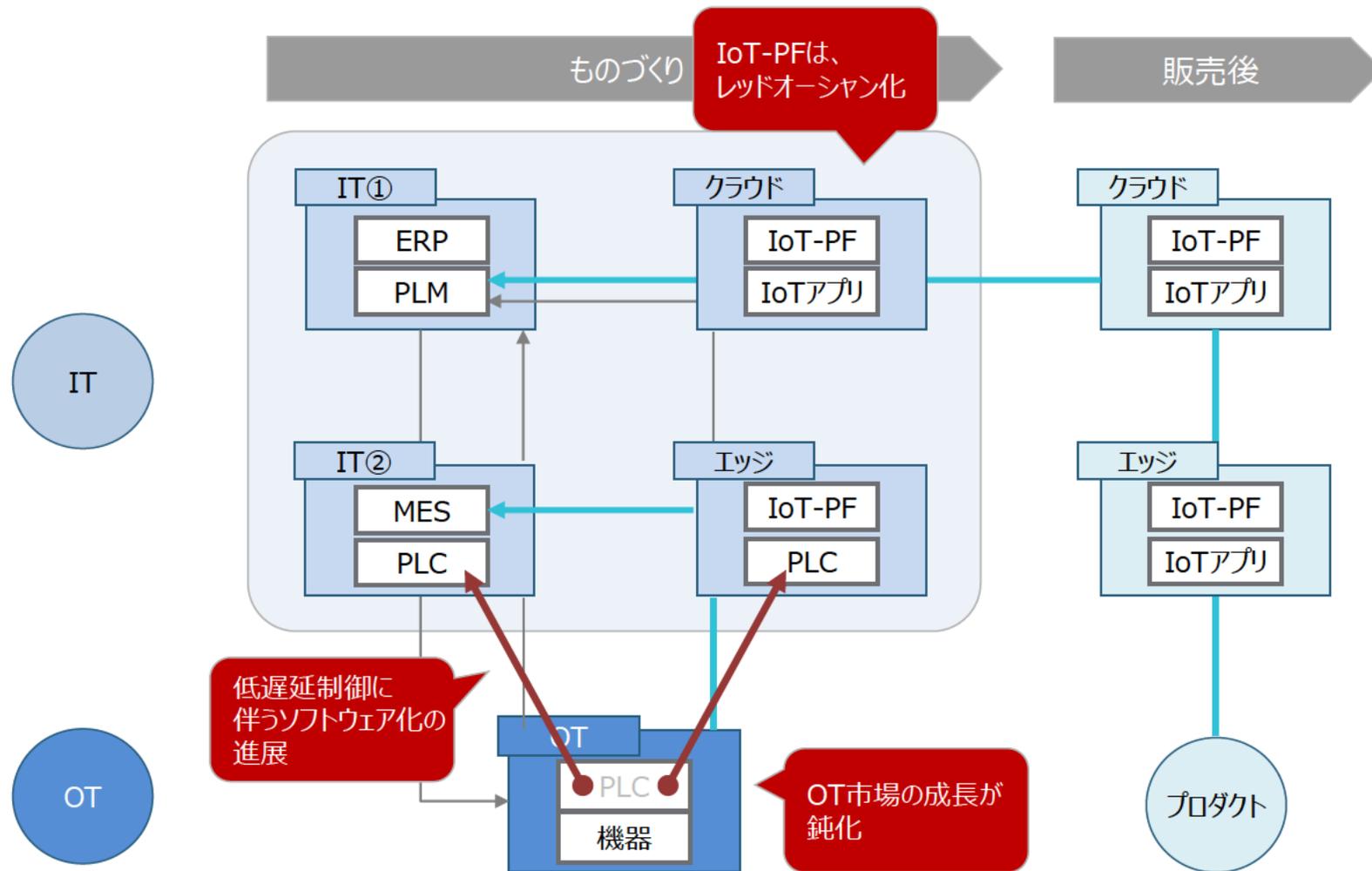
- アーキテクチャ変化の1点目は、IoT-PFを介したデータの比重拡大





IT/OTの融合（遠隔制御化）

- アーキテクチャ変化の2点目は、IT/OTの境界を越えたOT機能のソフトウェア化



- 1** FA市場は、長年に亘り、「IT」 / 「OT」 の二階層で構成
- 2** 産業機械メーカーがシェアを持つOTが、従来の重点市場
- 3** 5Gにより、OTのモジュール化 / IIoTの拡大が進展
- 4** 「IT/OTの融合」が進み、OT市場の空洞化が進む懸念

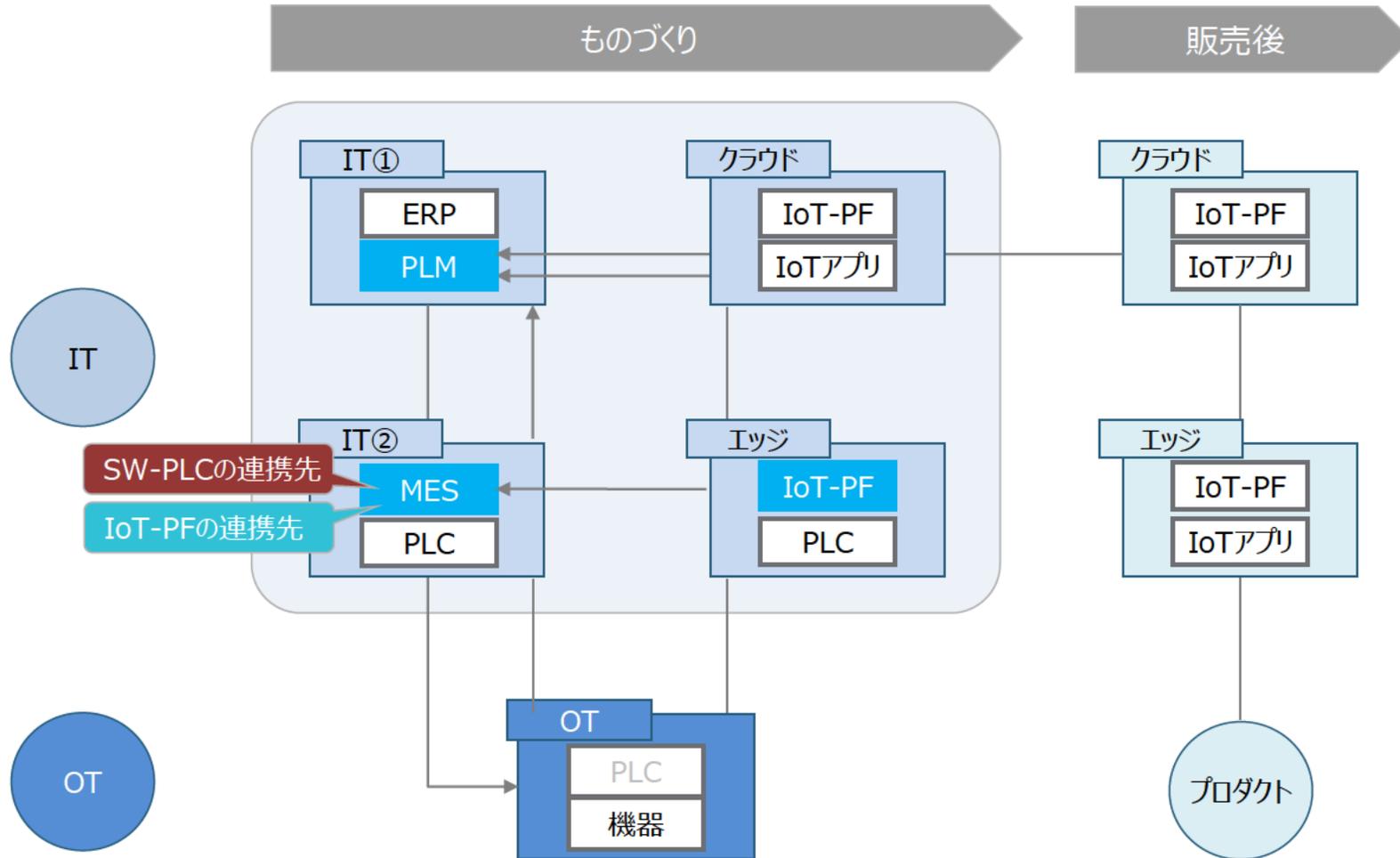
5 成長アイテム

- 5** 「融合」の鍵となるMES/PLM/エッジPFを押さえる必要



成長アイテムの考え方（1/2） - アーキテクチャの鍵

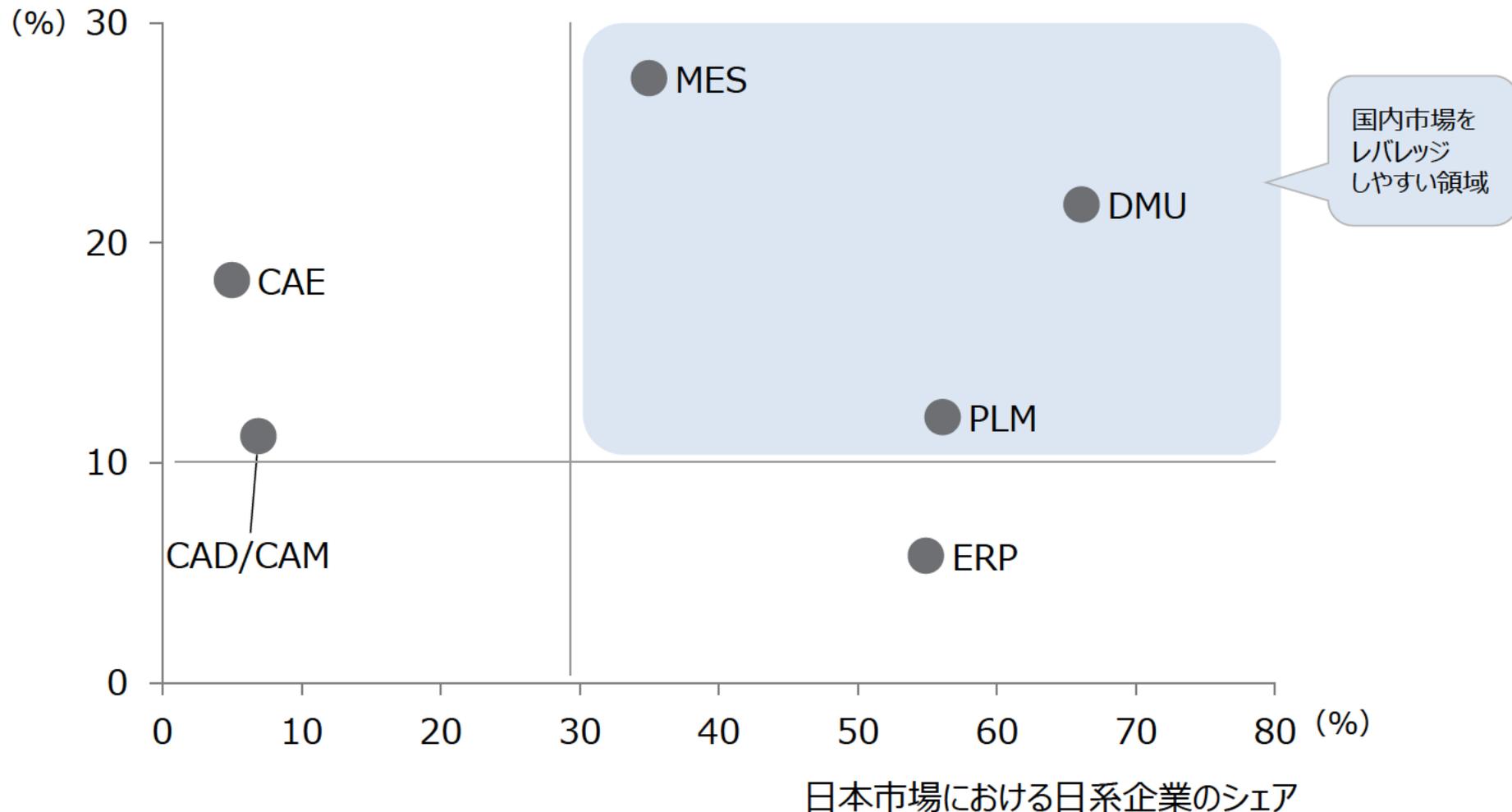
- アーキテクチャ全体の鍵となる、IoTやソフトウェアPLCの「結節点」を押さえる必要



成長アイテムの考え方（2/2） - 国内市場の重要性

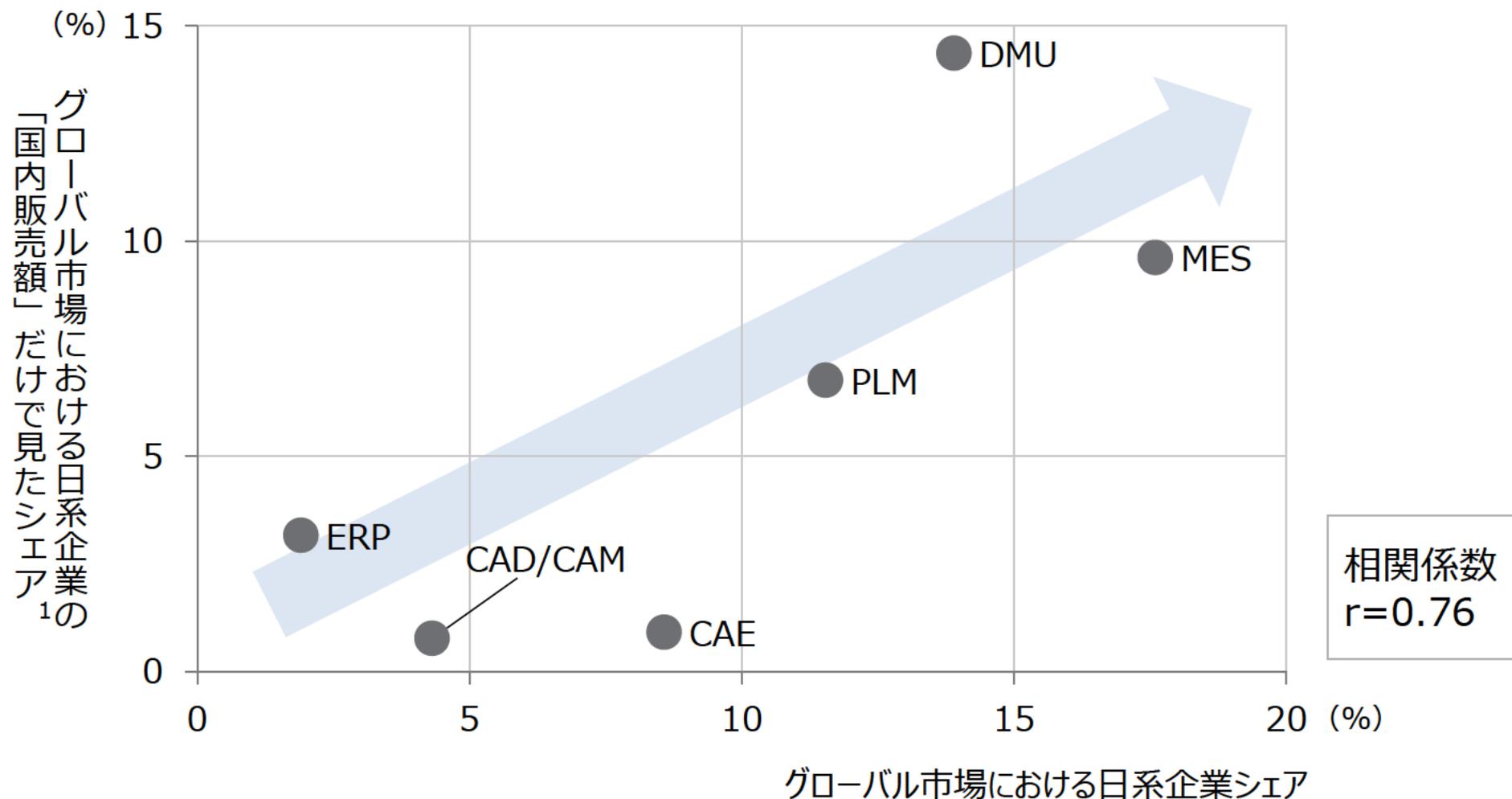
- MESやPLMは、日本国内市場をレバレッジすることで、比較的戦いやすいアイテム

グローバル市場における日本市場の割合



参考) IT層における国内市場の重要性

- IT層の日系グローバルシェアは、国内市場の重みに相関



1. 「グローバル市場における日本市場の割合」(前ページ縦軸) × 「日本市場における日系企業のシェア」(前ページ横軸) の値

MES/PLM/エッジPF

6 競争力の源泉

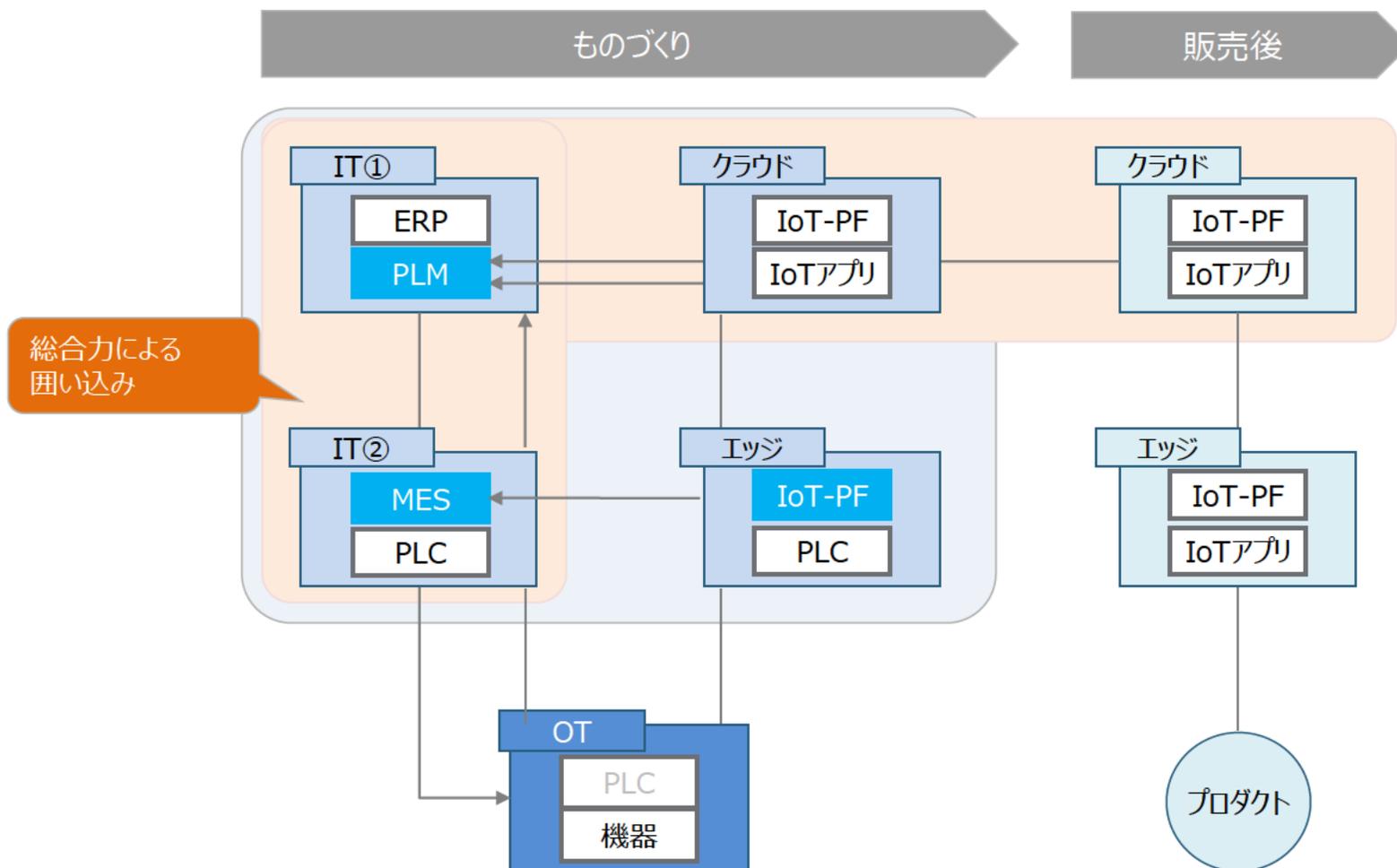
6 海外勢は、PLMとIoT-PFを絡めた総合力で困り込み

7 日本は、標準化によるOT機器市場の確保を主眼としつつ、国内のMES/エッジPFは極力押さえ、垂直統合を図る

ビジネスモデル – PLM / MES / IoT-PFの一体提供



- 海外勢は、PLMとIoT-PFを絡めた総合力で囲い込み



その他の要因 – 総合化

- シーメンスは、統合ポートフォリオ「Xcelerator」により、総合化を加速

Xceleratorによる総合化の加速

2019年9月、Siemens PLM Software から Siemens Digital Industries Software への社名変更を発表

- 産業用ソフトウェアの幅広いポートフォリオ提供に向けた変更
- Xceleratorを中心に位置づけ、総合化を加速

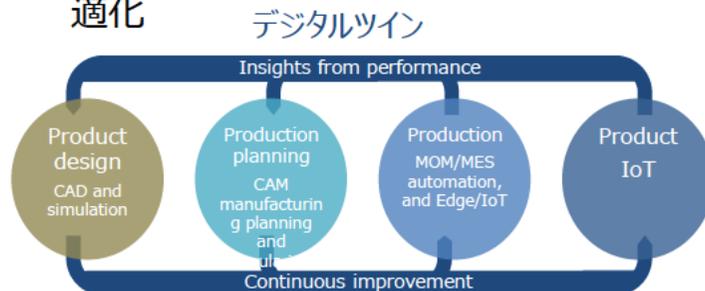


パッケージ提供

- 同社ソフトウェア、サービス、アプリケーション開発PFを1つに統合したポートフォリオとして、Xceleratorを展開
- エンジニアリングツール群(3DCAD, PLM, シミュレーションツール等)と、2018年に買収した「Mendix」を統合し、設計から製造までの自動化を実現

Comprehensive Digital Twinの実現

- 設計、プランニング、製造、製品のパフォーマンスに関する情報をクローズドループで連携するデジタルツインの構築
- クローズドな意思決定プロセスを回すことで、製品設計と製造活動の双方を継続的に最適化



その他の要因 – 提携による総合化

- PTC/Rockwellは資本提携を通じ、IoT-PFとMESを統合

PTCとRockwellの提携によるIoT-PFとMESの統合

2018年6月、PTCとRockwellは戦略的資本提携を発表

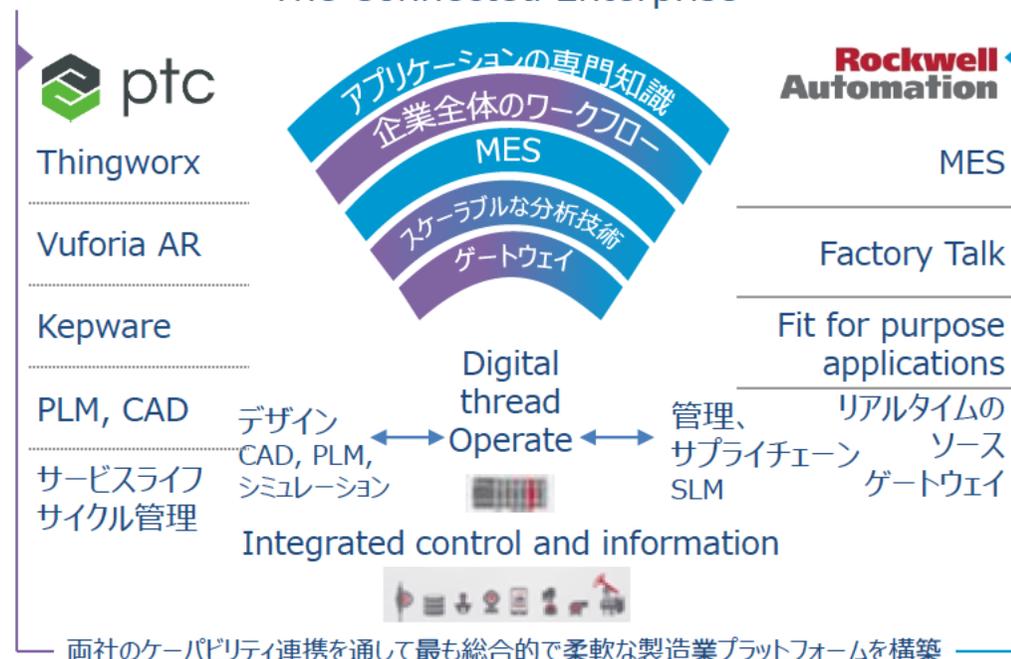
- 制御機器等OTに強みを持つRockwell AutomationとITに強みを持つPTCがスマートファクトリー分野で提携を組み、統合情報ソリューションを展開
- 提携によりRockwellはPTCの株式を10億米ドルを取得



複合製品Factory Talk Innovation SuiteではIoT-PFとMESを統合し、統合情報ソリューションを提供

- PTCのIoT-PF「Thingworx」とRockwellのMES「FactoryTalk」の統合
- 2社の製品連携を通して生産性の向上、プラント効率の向上、運営リスクの低減、システム連携の向上を実現

The Connected Enterprise



その他の要因 – 提携による総合化

- ダッソーは、ABBのハード技術と、自社のPLMを結び付け

2019年2月、ダッソーはABBとの グローバルパートナーシップ 締結を発表

- ダッソーは自社PLMとABBのハード技術を結び付けることで、E2Eのデジタルポートフォリオを提供
- 提携はFA/ロボティクス、スマートビルディング、プロセス産業の3領域に注力し、顧客企業のPLM、製造、運用管理の柔軟性、生産性を向上



2社の得意領域を組み合わせたデジタルポートフォリオの展開

デジタルポートフォリオを通してPLMからアセットヘルスまで網羅する サービス提供

- ABBでデジタルソリューションを展開する部門であるABB Abilityは制御装置やロボットをはじめとしたハード技術に強みを持っており、200以上の製品/サービスを展開
- 提携では、システムを一貫して最適化するデジタルツインとロボットによる自動化を組み合わせることで、工場の変化に迅速に対応できる仕組みを構築
- これにより、稼働スピードを維持しつつ、製造する製品を柔軟に変更して生産することを実現



成長アイテム

MES/PLM/エッジPF

6 海外勢は、PLMとIoT-PFを絡めた総合力で囲い込み

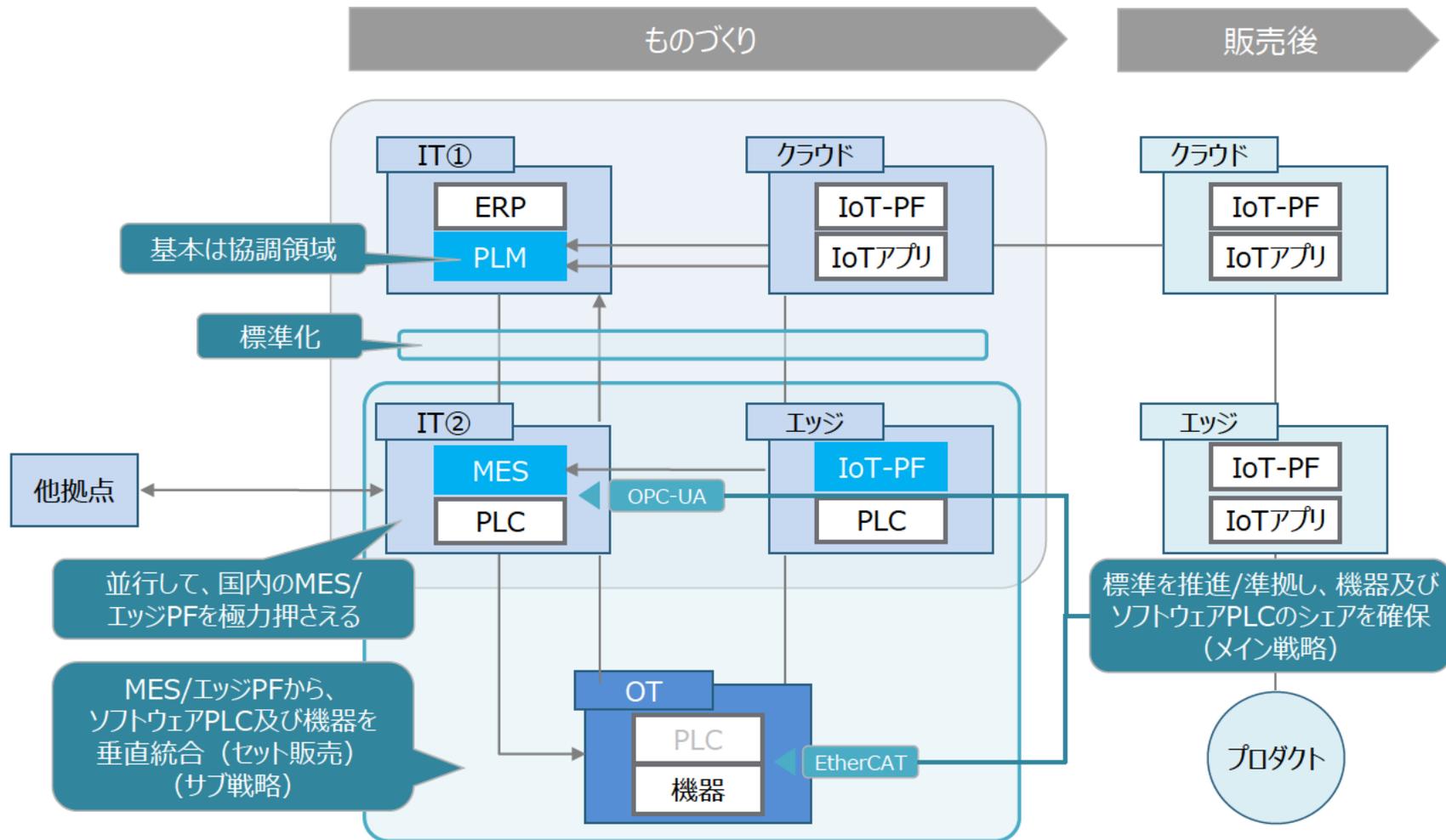
7 日本は、標準化によるOT機器市場の確保を主眼としつつ、国内のMES/エッジPFは極力押さえ、垂直統合を図る

7 我が国の戦略



MES / エッジPFによる垂直統合

- 標準化によるOT機器市場確保を主眼としつつ、国内のMES/エッジPFは極力押さえる



標準化の推進



- 標準化推進/準拠は積極的に進め、オープン市場でOT層のシェアを確保することが基本

Edgecrossコンソーシアム

日本のOT分野大手各社主導で、FAとITをつなげる日本初の
エッジコンピューティング領域のソフトウェアPF

内容

エッジコンピューティング技術を使ってFAとITを連携 = 海外主要プレイヤーを含めた実行層との連携を担保

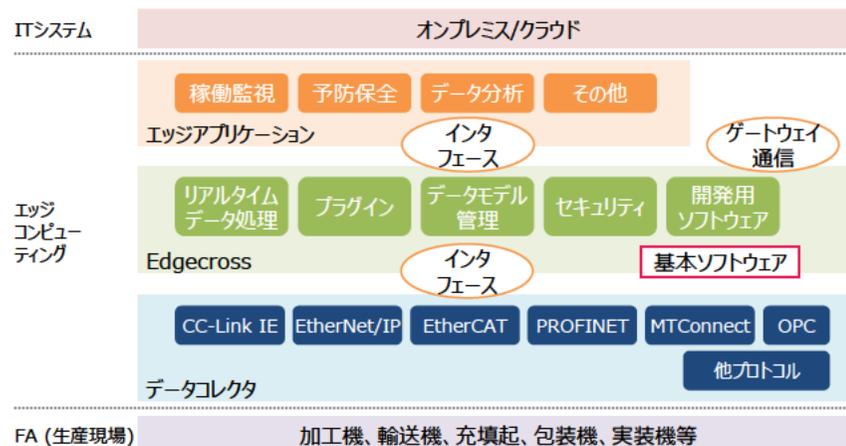
通信規格やIFの差異を吸収してデータ連携を容易化すると同時に、データを階層化して管理することでこれまで困難だったデータの標準化と業務プロセスに応じたITシステムによるデータ抽出が可能に

参加企業

幹事企業：アドバンテック、オムロン、NEC、日本IBM、日本オラクル、日立製作所、三菱電機

加入企業：インテル、シーメンス、富士電機、AWS Japan、日本製鋼所、富士通など200社以上

アーキテクチャと特徴



特徴

- 一次処理によるデータ量の削減
- リアルタイム性の向上
- ローカル処理に伴うセキュリティーの確保

MES/エッジPFの差別化（1/3）

- MES/エッジPFの差別化要素のひとつとして、高機能な多拠点連携が考えられる

概要

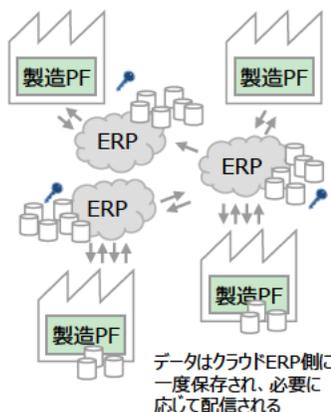
- 立案年月：2018年3月
- 主体：
Connected Industries
大臣懇談会
ものづくり・ロボティクス分科会
- 目的：
デジタル化における日本の製造業の
フレームワークを示し、それを実現
する上での課題とその解決策を提示
- システムの概要：
生産現場のデータをエッジ側で管理
し、エッジ領域の管理部門が中核と
なって工場間、企業間の連携を図る
システム

コンセプトのポイント

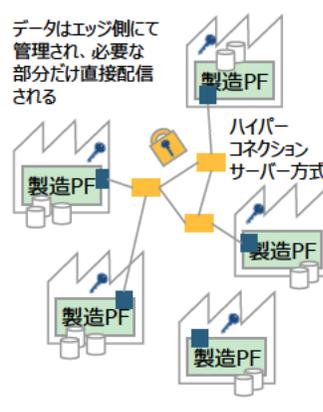
- 「エッジ/フォグを自律分散型で接続」 ⊗ 「産業全体の連携の在り方」

製造PFのダイレクト相互連携

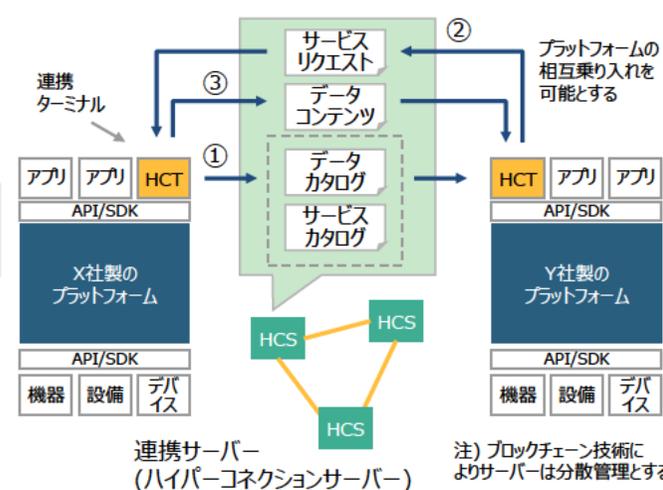
階層制御型



自律分散型

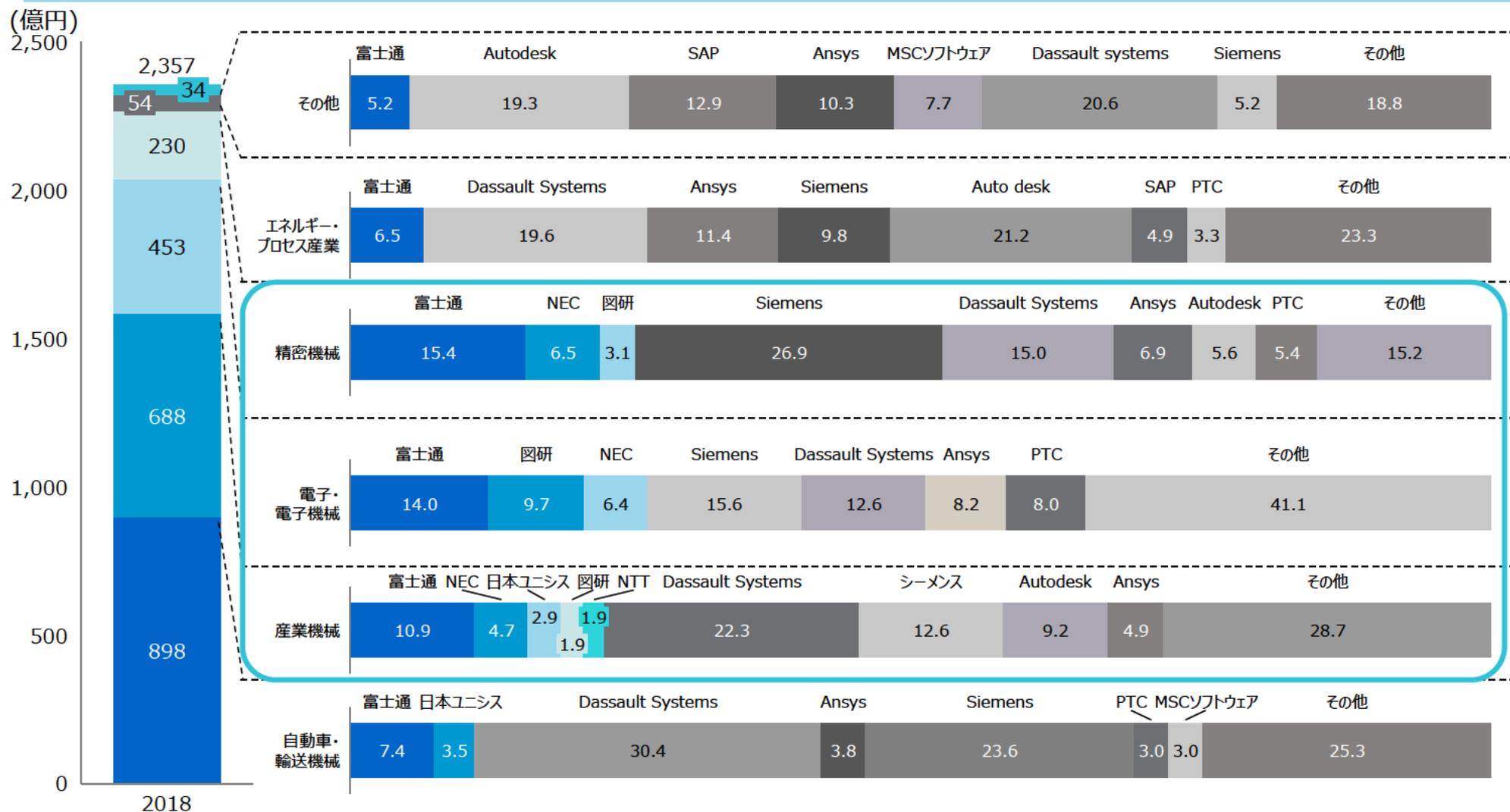


連携フレームワーク



MES/エッジPFの差別化（2/3） - PLM関連システム国内シェア（分野別）

- 日系ソフトウェアが強い産業に特化した分野別ソリューションの追求も、差別化要素



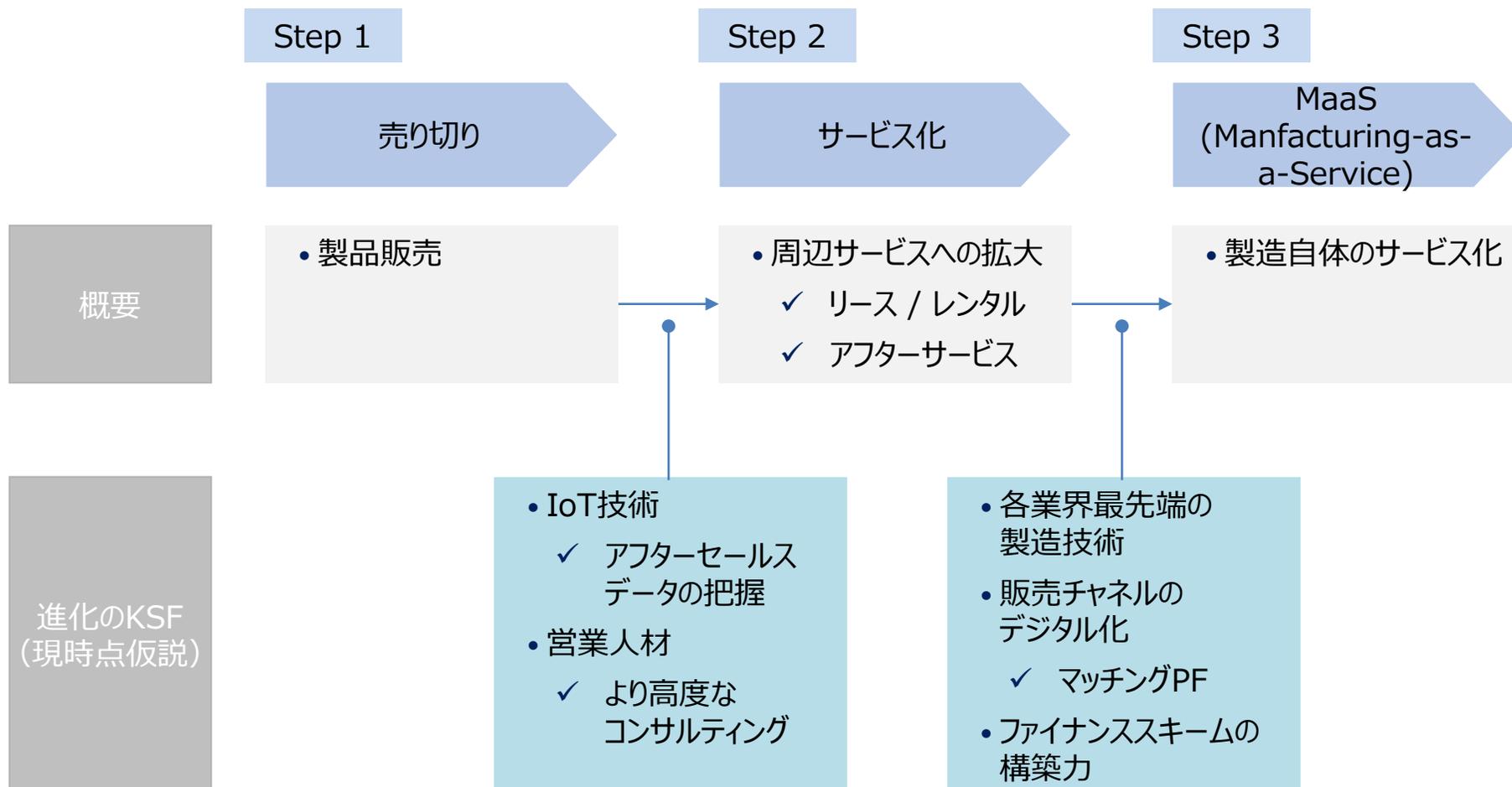
1: PLM関連ITシステムはCAD/CAM/CAE/ビューワ/DMU/PDM/デジタルファクトリーで構成されると定義

2: CAD/CAM/CAEについてはSWGに使用した数値を使用。その他は矢野経済の数値

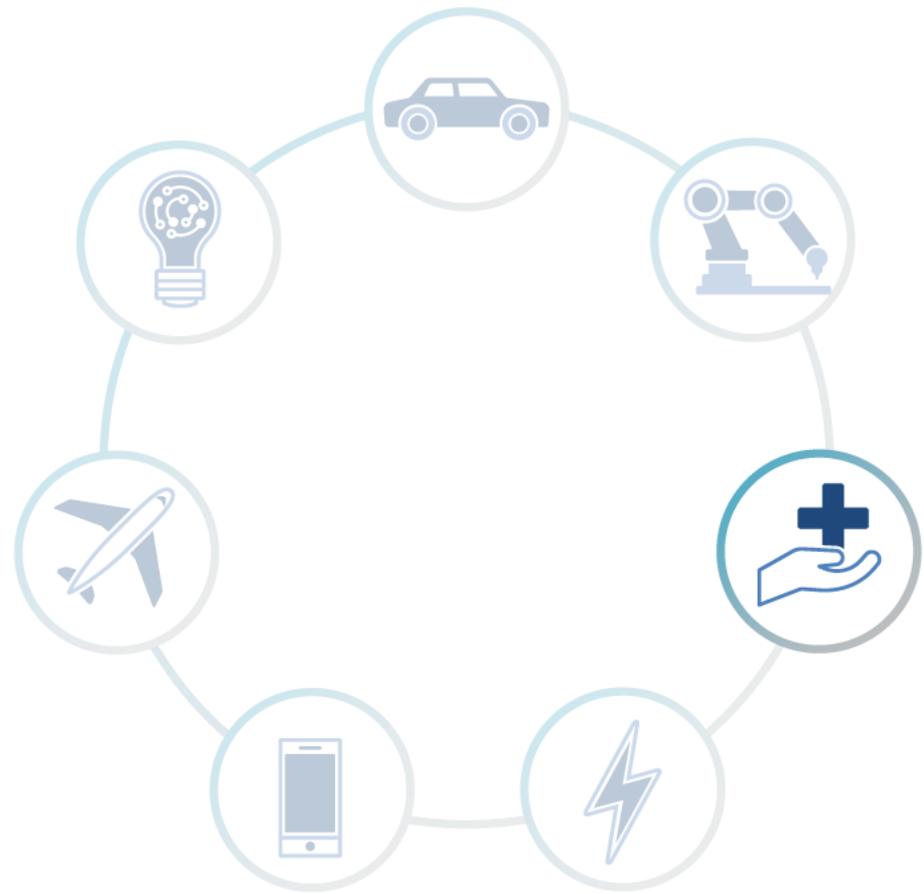
出所: 矢野経済

MES/エッジPFの差別化（3/3）

- OT層との垂直統合に際しては、より深い「MaaS（製造サービス化）」の追求が有効



③ヘルスケア

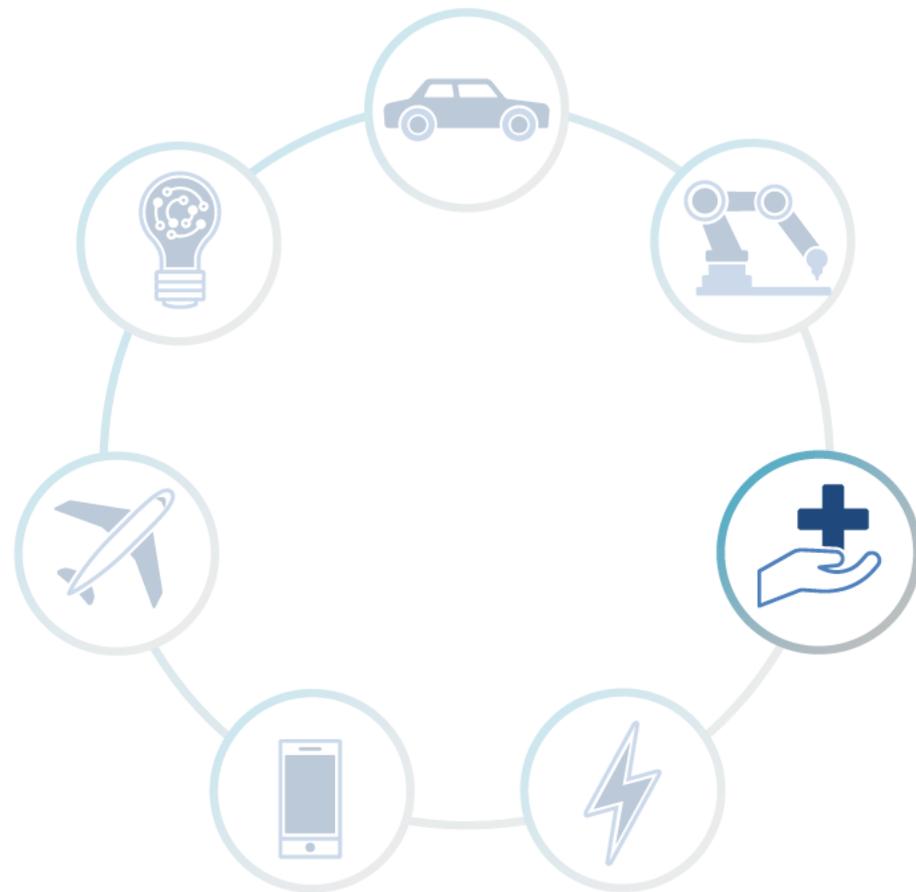


③ヘルスケア

- デジタルヘルス

- 製薬

- 福祉ロボット





ヘルスケア（デジタルヘルス）

- 各領域に大手・スタートアップ含む多様なプレイヤーが存在。特に遠隔診療で強みを持つ日本企業あり。
- AIを活用した診療の効率化ニーズの拡大に加え、コロナの影響により遠隔診療・ウェアラブルデバイスの活用が拡大し、市場が大きく成長する見込み。

＜産業構造・市場の現状＞

- サービスに加え、それを支えるデバイス、システム、AIがエコシステムを構成。大手・スタートアップ含む多様なプレイヤーが存在。
- 遠隔診療領域においては、国内勢で、良好な実績を示すプレイヤーも存在。

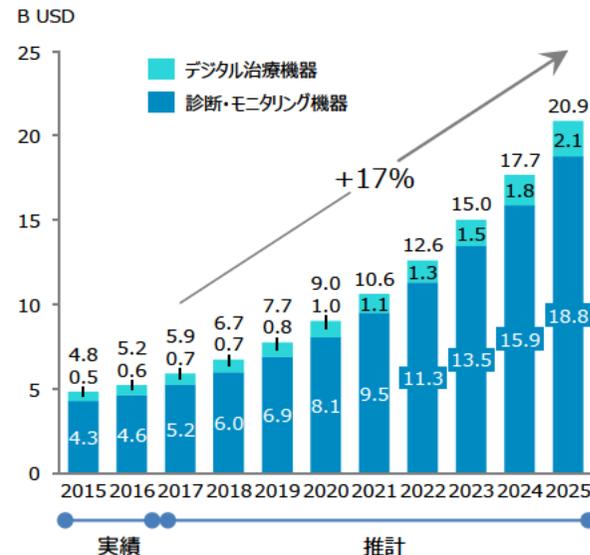
＜トレンドを踏まえた市場の変化＞

- デジタルヘルスは市場として全体的に未成熟であり、今後の伸長の余地は大きい。
- その中でも、コロナの影響により、遠隔診療に係る画像診断（AI）およびウェアラブルデバイス市場が大きく成長する見通し。

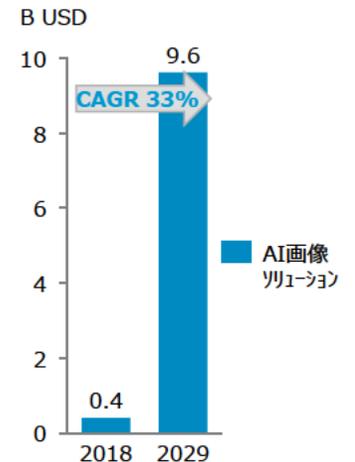
デジタルヘルス領域の国内/海外プレイヤー（例）

	啓蒙/予防	診察予約	診療/診断	治療	予後/モニタリング	支払い
サービス	NetDoktor MEDLEY	Doctolib MEDLEY	Teladoc babylon KRY DOCTOR NET	Pill Pack DocMorris	mySugr	HealthAG MEDLEY
デバイス	Apple	FITBIT (Google) Xiaomi	Garmin	Huawei	Phillips	Samsung オムロン
システム	Microsoft	Alphabet	FUJITSU	MEDLEY	NOBORI Real-time innovation platform	
AI	画像解析 GE Siemens Google Phillips Infervision LPIBEL FUJIFILM DOCTOR NET					
	その他（音声認識/自然言語処理等） NUANCE M*Modal babylon 言語 P K S H A					

ウェアラブルデバイス市場規模の推移



AI画像ソリューション市場規模の推移





ヘルスケア（デジタルヘルス）

- 画像診断（AI）領域については、**人材・エンジンの自前主義からの脱却**、および、**医療水準が高い諸外国への横展開を見据えた製品開発**を今後の戦略の核とすべき。
- ウェアラブルデバイス領域については、医療関係者や保険者も巻き込んだエコシステムの構築が重要。

<キーテクノロジー>

考え方

- **画像診断（AI）は市場成長率やトレンドより有望**
 - ✓ 年30%成長で29年には100億ドル程度に到達見込み
 - ✓ コロナの影響等で、遠隔診療サービスへのニーズ拡大
 - ✓ 日本でも目先数年でAI診断の本格活用が進む可能性
- **ウェアラブルデバイスも市場の伸びとトレンドを踏まえ要注視**
 - ✓ ウェアラブルは年平均17-28%成長
 - ✓ ウェアラブルはコロナの予防・発見にも応用されている現状

<競争力の源泉>

- 画像診断（AI）：製品化に向けた開発にあたり、優秀な人材と、良質で大量な画像データの確保が重要。



優秀なエンジニアの確保により
低コスト・高水準な開発を実現



大量の良質なデータにより
エンジンを商用化水準まで高度化

- ウェアラブルデバイス：クリニカルアウトカムの明確化と、マネタイゼーションモデルの構築が重要

<今後の戦略①：画像診断（AI）>

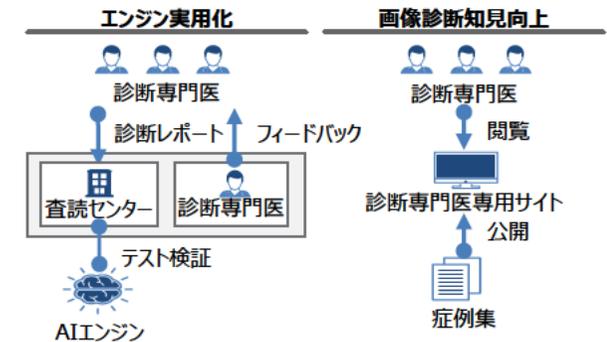
- 海外のエンジニアを採用し、迅速に人材を確保する必要。
- 国内の画像データ保有者と海外のエンジン開発企業の協業により、商用化に向けた技術水準向上を推進すべき。

海外人材の勧誘



- オンライン選考
- 出展無料¥FREE
- 海外とのコネクション形成
- 海外現地面接スペース

AIエンジン強化のための協働（DOCTOR NET社事例）



<今後の戦略②：ウェアラブルデバイス>

- 医療関係者や保険者も巻き込んだエコシステム構築が重要。
 - ✓ 海外事例等を参考に、国内でのモデル化を推進すべき。



呼吸補助器を中心に、ユーザへの明確な効果の創出と測定データを医療関係者で共有するエコシステムを構築し、競合優位性を

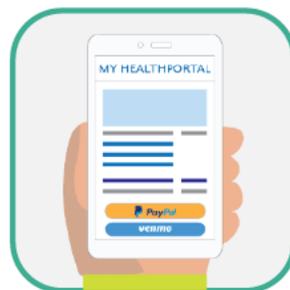
1 産業構造

- 1 ユーザへのサービスに加え、それを支えるデバイス、システム、AIでエコシステムが構成
- 2 ヘルスケア業界のデジタル化の成熟度は他分野と比べて低水準
各領域において大手・スタートアップ含む多様なプレイヤーが存在
- 3 AIを活用した診療の効率化ニーズの拡大に加え、コロナの影響により遠隔診療・ウェアラブルデバイスの活用が拡大する傾向
- 4 デジタルヘルスが全体的に進展する中、特に遠隔診療に係る画像診断（AI）およびウェアラブルデバイス市場が大きく成長する見通し
- 5 画像診断（AI）技術とウェアラブルデバイスが有望な成長アイテム

● 産業バリューチェーン

- デジタルヘルスの進捗により患者の行動が変化するカスタマージャーニー領域は、啓蒙/予防、診察予約、診療/診断、治療、予後/モニタリング、支払いの6つに分類

啓蒙/予防	診察予約	診療/診断	治療	予後/モニタリング	支払い
健康的なライフスタイルを実現するために健康関連情報を探す	異変を感じ、医療機関への受診予約をする	医師に診察してもらう	治療/投薬される	状態モニタリング	診療/治療への支払い
情報提供のためのインターネットページや患者のポータルサイト (e.g., NetDoktor)	個々の医師のソリューションやプラットフォームプロバイダー (e.g., Doctolib)	仮想的な診療プラットフォームプロバイダー (e.g., Allianz myHealth)	オンライン薬局 (e.g., DocMorris) 特定の疾患に対するデジタル治療プロバイダー (e.g., Tinnitracks)	カスタマイズされたリマインドやアラートを送るスマートモニタリングツール (e.g., mySugr)	実務プロセスのためのプラットフォームプロバイダー (e.g., Health AG)



● 産業バリューチェーン 全体像イメージ

- 本調査では、サービスレイヤーに加え、それを支えるデバイス、システム、AIの4つのレイヤーでエコシステムを整理



② 価値創出のメカニズム

- 1 ユーザへのサービスに加え、それを支えるデバイス、システム、AIでエコシステムが構成
- 2 ヘルスケア業界のデジタル化の成熟度は他分野と比べて低水準
各領域において大手・スタートアップ含む多様なプレイヤーが存在
- 3 AIを活用した診療の効率化ニーズの拡大に加え、コロナの影響により遠隔診療・ウェアラブルデバイスの活用が拡大する傾向
- 4 デジタルヘルスが全体的に進展する中、特に遠隔診療に係る画像診断（AI）およびウェアラブルデバイス市場が大きく成長する見通し
- 5 画像診断（AI）技術とウェアラブルデバイスが有望な成長アイテム

● 日本企業の強み 国内／海外プレイヤー例

- 各領域において大手・スタートアップ含む多様なプレイヤーが存在

	啓蒙/予防	診察予約	診療/診断	治療	予後/モニタリング	支払い	
サービス	 	 	    	 		 	
デバイス	Apple	FITBIT (Google) Xiaomi	Garmin	Huawei	Phillips	Samsung オムロン	
システム		Microsoft	Alphabet	FUJITSU	MEDLEY	NOBORI Medical information platform	
AI	画像解析						
	GE	Siemens	Google	Phillips	Infervision	LPIXEL	FUJIFILM Value from Innovation
その他 (音声認識/自然言語処理等)			NUANCE	m*Modal	babylon	IBM	P K S H A TECHNOLOGY

● 日本企業の強み 遠隔診療サービス

● 良好な実績を見せているスタートアップが国内外に存在

海外のプレイヤーの例



- 2013年設立
- 売上\$2M (2017)
- \$85M 調達 (シリーズA、B)
- マネタイズモデル
 - 月額サブスクリプション
 - 都度支払い
- サービス
 - 開業医とのバーチャルコンサルテーション
 - 医師、看護師、セラピストを含む専門の医療専門家のチームへのテキスト、メッセージ、画像、映像による問い合わせ



- 2014年設立
- 売上 €10M (2017, 2016: €1.5M)
- €79M 調達
- マネタイズモデル:
 - 20歳未満、85歳以上：無料
 - 上記以外：訪問あたりSEK250 (約 €25)
- サービス
 - 医師、精神科医へのビデオ診療
 - 好きなときに好きな場所で受診可能
 - 医学的なアドバイスや処方箋、リファラルを受けられる

日本のプレイヤーの例



- 2009年設立
- 売上536百万円 (2019年、医療プラットフォーム部門¹)
- マネタイズモデル (オンライン診療) :
 - 医療機関からのシステム利用料 (月額10,000円)
 - サービス利用料 (オンライン診療経由の決済額に対して3.45%)
- サービス
 - 好きな場所でスマホを起動してオンライン診療 (ビデオチャット) を受診
 - 診察時間になったら医師から診察開始通知を受信することも可能
 - (アプリにクレジットカードを登録することで、待ち時間なく会計完了)

1. オンライン診療に加え、クラウド電子カルテも包含
出所： ; 企業HP; Crunchbase; アニュアルレポート

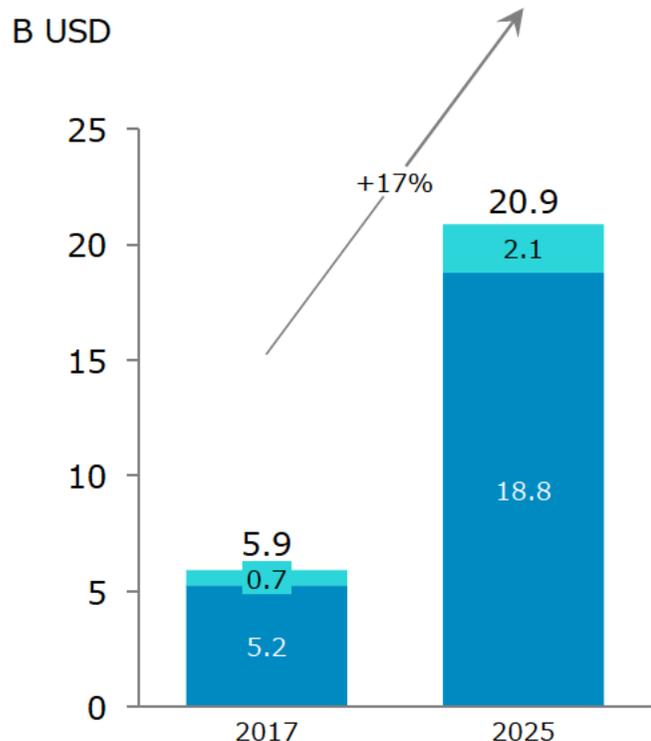
③ 産業内外の トレンド

- 1 ユーザへのサービスに加え、それを支えるデバイス、システム、AIでエコシステムが構成**
- 2 ヘルスケア業界のデジタル化の成熟度は他分野と比べて低水準
各領域において大手・スタートアップ含む多様なプレイヤーが存在**
- 3 AIを活用した診療の効率化ニーズの拡大に加え、コロナの影響により遠隔診療・ウェアラブルデバイスの活用が拡大する傾向**
- 4 デジタルヘルスが全体的に進展する中、特に遠隔診療に係る画像診断（AI）およびウェアラブルデバイス市場が大きく成長する見通し**
- 5 画像診断（AI）技術とウェアラブルデバイスが有望な成長アイテム**

政治・経済・社会トレンド コロナ関連のウェアラブルデバイス活用例

- コロナの予防や発見に関する、ウェアラブルデバイスの研究や開発が世界各国で実施されており、ウェアラブルデバイスの浸透が加速化する可能性

これまでもウェアラブルデバイス市場は
年平均2桁以上の成長率で拡大する見通し



■ デジタル治療機器
■ 診断・モニタリング機器

ウェアラブルデバイスを活用したコロナの
予防・発見・追跡に関する研究・施策が実施されている

予防

- 米スタンフォード大学が、Apple Watchなどのウェアラブルデバイスを使用した、コロナへの感染予測に関する研究に着手
- 日本の株式会社大倉が、リストバンド型のウェアラブル端末で検温、クラウドへの記録が可能となる教育機関向け体温測定システム「HESTA Smart Band」の予約受付を開始

発見

- 世界の研究者がガーミンのスマートウォッチを活用したコロナの特定・管理に関する研究を実施
- NWUが新型コロナ患者に早期警告する喉装着型ウェアラブルを開発
- Fitbitが北米ユーザーを対象に新型コロナ早期検知の研究を開始
- ドイツ政府、スマートウォッチで新型コロナ感染かどうかを判別して地域を把握するアプリを配布

追跡

- シンガポール政府は5月、新型コロナウイルスの接触追跡に役立つウェアラブルデバイスを提供する計画を発表
- Estimoteが新型コロナ接触者を追跡するウェアラブル端末を発表

⋮

政治・経済・社会トレンド 医療分野におけるAI活用のトレンド

- 各国政府は、医療分野におけるAI活用に対する施策やルール整備を実施
- AIの中でも、特に画像解析分野の研究・開発が注力されている傾向

医療分野のAI活用における政府の姿勢/現状



日本

22年までにAI医療を取り入れたモデル病院を10病院建設する計画

医師不足の救済策として18年からの5年間でAI医療分野に1億ドルを投資



中国

2030年までに、医療分野含む7つの主要分野に対して、少なくとも70億ドルの投資を計画

Baidu、Alibaba、TencentがAI戦略を主導する企業に選抜されており、特にTencentは医療画像用のAIプログラムの開発に焦点を当てる



米国

FDAは新しいデータに随時適応するAI製品に関する枠組みを策定中



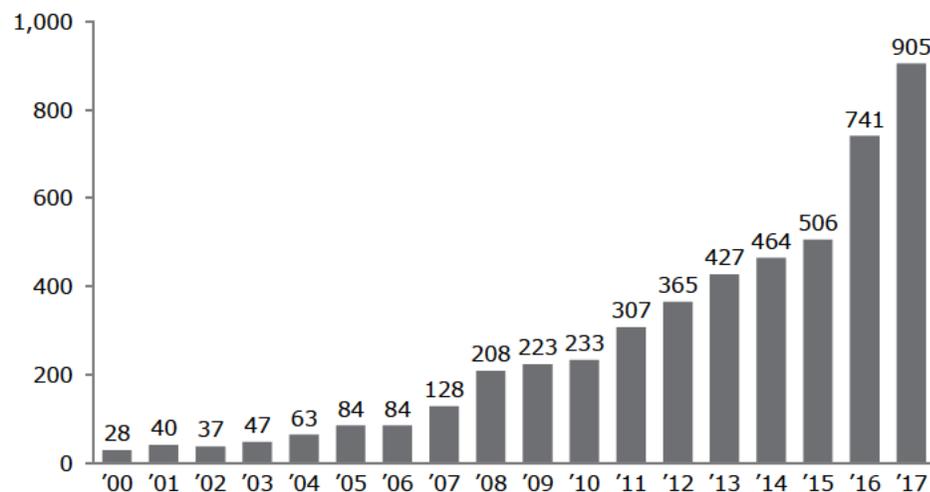
EU

AIソフトウェアを個別の医療機器として再分類し、個別のリスク評価を義務づける内容が盛り込まれるとみられる新しい規制を導入する計画

医療用画像解析分野に関する研究開発のトレンド

AIの中でも、特に画像解析分野の研究・開発が注力されている傾向

- 資金豊富な91の医療系AIスタートアップ企業のうち、画像診断分野の企業が最も多く、全体の29%
- 画像診断分野のスタートアップ企業が調達した資金は合わせて約15億ドル
- AIを利用した医療画像に関する学術記事数も増加傾向

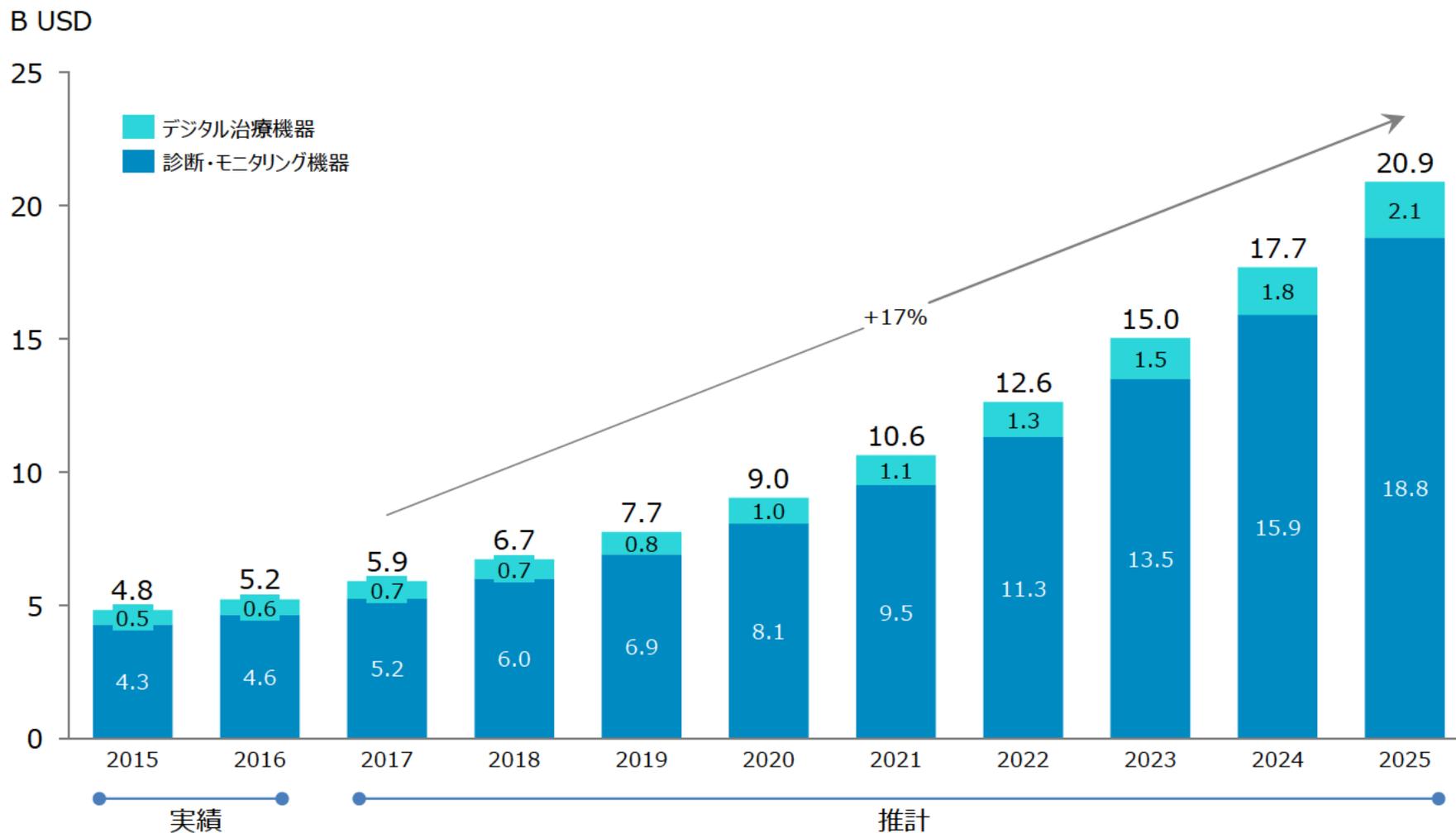


④ 市場の変化

- 1 ユーザへのサービスに加え、それを支えるデバイス、システム、AIでエコシステムが構成**
- 2 ヘルスケア業界のデジタル化の成熟度は他分野と比べて低水準
各領域において大手・スタートアップ含む多様なプレイヤーが存在**
- 3 AIを活用した診療の効率化ニーズの拡大に加え、コロナの影響により遠隔診療・ウェアラブルデバイスの活用が拡大する傾向**
- 4 デジタルヘルスが全体的に進展する中、特に遠隔診療に係る画像診断（AI）およびウェアラブルデバイス市場が大きく成長する見通し**
- 5 画像診断（AI）技術とウェアラブルデバイスが有望な成長アイテム**

● 市場の魅力度 ウェアラブルデバイス市場

- 年平均17%で成長し、23年には15B、25年には20BUSD規模に到達する見通し



● 市場の魅力度 AIの活用（画像診断の例）

- 各国AIを活用した医療画像解析には厳格な規制を設ける一方、ニーズは増加傾向
- グローバルの市場規模は29年までに約100億ドル市場となる見込み

医療用画像診断の市場の傾向

各国、AIを活用した医療画像解析には厳格な規制を設定

- 米国FDAは、新しいデータに随時適応するAI製品については規制プロセスを未定義（現状、補助ツールとして承認）
- 中国では、適応アルゴリズムを備えたAI対応の医療画像ソフトウェアはクラス3（高リスク）に分類され、その安全性と有効性評価のテストと臨床試験が義務付けられている。商用化に必要なライセンスを取得するまでには約2年を要し、高額な費用（約400万元または＝約57万ドル）も必要
- 日本では、診断機能が組み込まれたソフトウェアは独立した医療機器として分類されており、医薬品医療機器総合機構医薬品医療機器局による個別の厳格な承認プロセスの対象となる
- EUは、2020年5月以降、ソフトウェア医療機器に関する規定を含む新しい規制を導入する。これには、高リスクとみなされるAIソフトウェアを個別の医療機器として再分類し、個別のリスク評価を義務づける内容が盛り込まれるとみられている

規制により
現状の
浸透率は
低水準

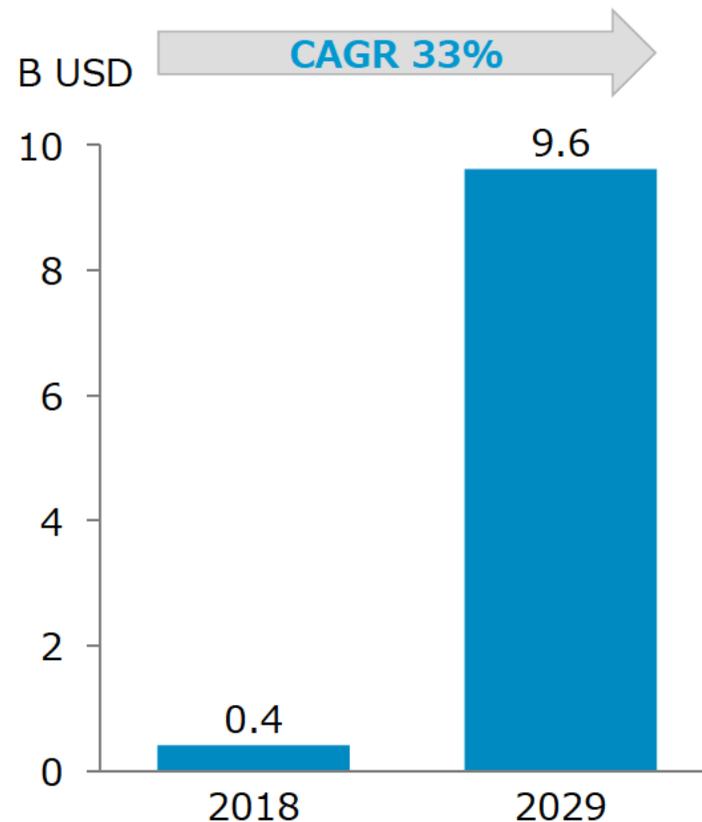
医療システムへの負荷の増加や専門医不足が、AI画像診断の需要を牽引

- 大量の画像データの診断を、迅速かつ高精度に実施することが求められており、放射線科医の作業負荷が増加傾向
- 上記現状も踏まえ、診断の速度、就業時間の削減、結果の精度の向上に対して期待が寄せられている

AI導入の
ニーズは
大きい

グローバルのAI画像ソリューション市場の規模

（BIS Researchによる推計）



- 1 ユーザへのサービスに加え、それを支えるデバイス、システム、AIでエコシステムが構成**
- 2 ヘルスケア業界のデジタル化の成熟度は他分野と比べて低水準
各領域において大手・スタートアップ含む多様なプレイヤーが存在**
- 3 AIを活用した診療の効率化ニーズの拡大に加え、コロナの影響により遠隔診療・ウェアラブルデバイスの活用が拡大する傾向**
- 4 デジタルヘルスが全体的に進展する中、特に遠隔診療に係る画像診断（AI）およびウェアラブルデバイス市場が大きく成長する見通し**

5 成長アイテム

- 5 画像診断（AI）技術とウェアラブルデバイスが有望な成長アイテム**

画像診断（AI）

6 競争力の源泉

6 製品化に向けた画像解析エンジンの高度化を進める上で、優秀な人材と、良質で大量な画像データの確保が重要

7 人材・エンジンの自前主義からの脱却と、医療水準が高い諸外国への横展開を見据えた製品開発

● 技術

- 日本は基礎研究のフェーズでは諸外国に出遅れており、商用化における戦いが重要
- 上記に対し、優秀な人材確保と良質かつ大量の画像データが重要

A. 基礎研究

B. 商用化のための研究開発

現状

主要なエンジンについては、海外プレイヤーは基礎研究をほぼ終えており、既にコモディティ化している
中国・イスラエル・米国等に対し、日本は出遅れている

グローバルで見てもまだ競争状況であり、製品化の研究開発は、**各国で争っているステータス**で日本も参画可能

主なKSF

主要な¹画像診断AIエンジンの開発 **済**

優秀なエンジニアと教師データの確保

- 優秀なエンジニアを抱えなければ、低質かつ高コストのエンジン開発に陥る
- また、活用可能なデータ量も基礎研究の差別化要因

商用の画像診断AIエンジンの開発

優秀なエンジニアと良質な教師データの確保

- 優秀なエンジニアは基礎研究と同様に重要
- 加えて、商用化水準までの高度化を進める上では、現地の人、質の良い画像データが重要

非主要な¹画像診断AIエンジンの開発

低コストで日々の診療から教師データを得られるインフラの構築

- エンジン構築のためにデータを整備するのは大変なため、コストを掛けずに自然と開発される仕組みの構築が重要

● 商用化のための研究開発

- 商用の画像診断AIエンジンの開発においては、優秀なエンジニアの獲得と、現地の良質な教師データの確保が肝要

優秀なエンジニアの獲得

エンジンの低コスト化・高水準化にはスキルの高い優秀なエンジニアの獲得が重要

- 基礎研究で日本が海外プレイヤーから遅れを取った主要因はエンジニアの量・質の差



- 米国帰りのエンジニアや北京大学のコンピュータ・サイエンス専攻の学生を多数保有¹
- 海外のプレイヤーの方が相対的に高質・低コストなエンジン開発を実現



教師データの確保

エンジンを各国地域において商用化水準まで高度化する上では、下記2点が重要



現地の人の
画像データ確保



良質な
画像データ確保

1. エキスパートの見解であり、正式な公表データではない
出所：エキスパートインタビュー

画像診断（AI）

6 製品化に向けた画像解析エンジンの高度化を進める上で、優秀な人材と、良質で大量な画像データの確保が重要

7 我が国の戦略

7 人材・エンジンの自前主義からの脱却と、医療水準が高い諸外国への横展開を見据えた製品開発

● 人材

- 海外の優秀なエンジニア候補を日本に誘致し、採用することで人材の自前主義から脱却することが望ましい見立て

人材確保の方針

自前主義からの脱却が望ましい

- (海外勢が基礎研究で先行している中) 日本の企業が国内で、1からエンジニアを育てて補完する時間はない
- 少子化で学生も減少する中、日本国内で育てよう、という発想は困難

具体的には、**海外の優秀な学生を日本に誘致する仕掛け**を作り、人材確保を進めるのが良い見立て

- 例えば、インド工科大学の優秀な学生と日系企業をマッチングする取組みは好事例

人材確保の取組み例



オンライン選考

オンライン選考、
海外から直接
高度外国人材を
採用可能

日本にいながら海外の優秀な学生を直接採用可能

- オンラインでの採用活動方法、外国人採用・活用方法に関するアドバイス等を実施

出展無料 ¥FREE

出展料・システム
使用料が無料

単独出展と比較して、採用活動費を抑制可能

- 経済産業省が費用負担するため、出展費のみならず、オンライン企業説明会システム、および、ジョブフェア専用応募者管理システムが無料で使用可能

海外との コネクション 形成

海外現地大学と
のコネクション形成
が可能

各企業と海外現地大学との「オンライン交流会」を実施

- 現地大学とオンラインで中継を結び、キャリアセンター職員や学生との交流機会を提供
- 海外現地で直接に交流を図りたい企業には、現地でのアテンド等もサポート

海外現地面接 スペース

海外渡航の際の
面接スペースが
利用可能

海外現地の面接スペースを利用可能

- 最終選考等、海外現地にて参加者との面会を希望する企業に提供

● エンジンの技術力向上に向けた協働事例

- 遠隔診療サービスを提供するDOCTOR NETは、コロナに係る画像診断の品質向上を目的としたInfervisionとのプロジェクトの契約を締結

提携概要

提携公表日：2020年3月

目的：

新型コロナウイルス感染症に係る画像診断の品質向上

- DOCTORNETは契約医療機関から、新型肺炎疑いの症例に係る遠隔画像診断支援サービスの依頼を受けている状況
- 今後の患者数増加により、同様の依頼が大幅に増加する可能性
- 上記踏まえ、新型肺炎に係る画像診断の品質向上を目的としたInfervisionとの取組みを開始

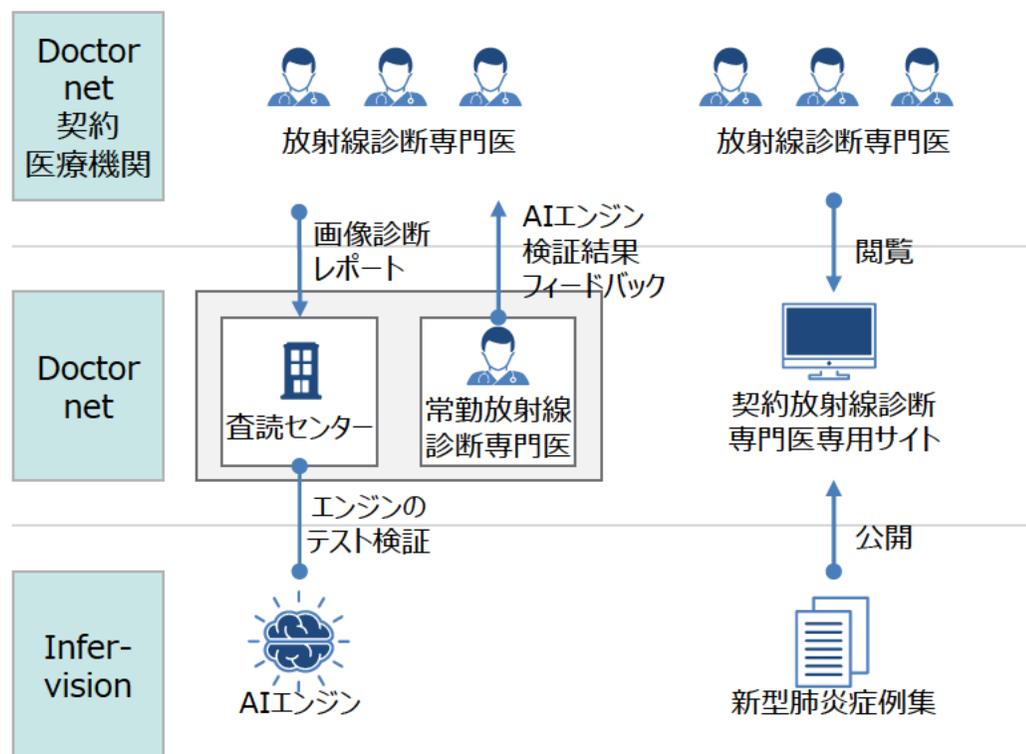
取組概要：

1. 新型肺炎画像の診断支援エンジン実用化に向けた取組み
2. 日本における新型肺炎の画像診断知見向上に向けた取組み

取組みイメージ¹

① エンジン実用化

② 画像診断知見向上



1. DOCTOR NET記事よりBCGにて作成

出所：；DOCTOR NETリリース

ウェアラブルデバイス

6 競争力の源泉

6 クリニカルアウトカムの明確化とマネタイゼーションモデルの構築が重要

7 民間保険や医療従事者も巻き込んだエコシステムの構築

ウェアラブルデバイス

6 クリニカルアウトカムの明確化とマネタイゼーションモデルの構築が重要

7 我が国の戦略

7 民間保険や医療従事者も巻き込んだエコシステムの構築

我が国の戦略

- 既存のヘルスケアのデジタル施策の取組みとも連携しつつ、地方自治体を巻き込んだ実証実験を進めていくのがよいのではないかと

主な検討論点と方向性仮説

何に対して 施策を 打つか	予防・対処 したい 対象疾患	まずは 明確な効果創出が可能な個別疾患、三次予防領域 <ul style="list-style-type: none">● 糖尿病や認知症等、打ち手の効果が定量的に示しやすい領域 将来的には、 複数の疾患領域や二次予防領域へ拡大 <ul style="list-style-type: none">● スケーラビリティの観点で、対象疾患を広げる必要
どのように 実現 するのか	マーケット の 広げ方	初期的には国内の産業基盤を構築し、その後海外展開を画策 (ただし、疾患領域によっては海外から展開するスキームも検討の余地有り)
	エコ システムの 組み方	有志のコンソーシアム 構築によるデータ連携PFの展開 <ul style="list-style-type: none">● 領域ごと（食・血圧 等）に縦割りで最適化されている企業を横連携させ、健康関連データを一元化● AppleやGoogle等のプラットフォーマーに対し連合軍として対抗メーカーに加え、保険会社等の医療関係プレイヤーの参画を促進
	データの 集め方	データの抽出・活用に積極的な/抵抗感の少ないユーザ層 の開拓 <ul style="list-style-type: none">● ある疾病から回復した患者等、健康感度の高いセグメント● 自発的な健康・予防行動を実施しているセグメント 等

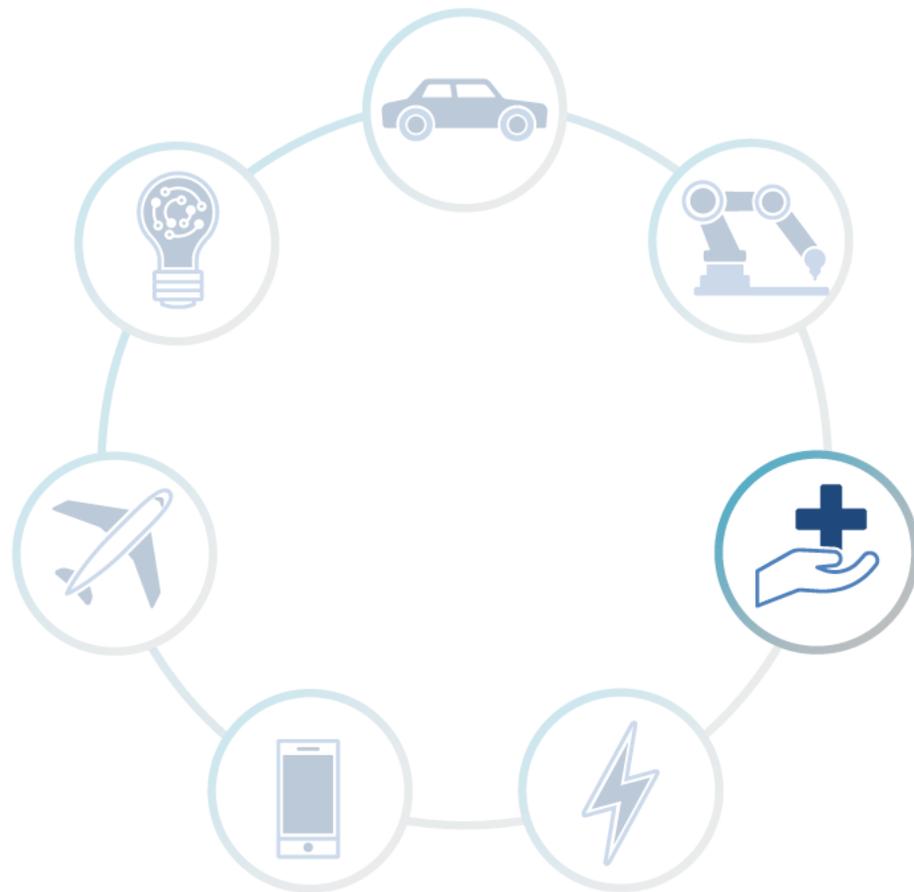
具体的な実施施策案

既存の取組みとも連携しつつ、国内で地方自治体を巻き込んだ実証実験を進めていくべき

- 内閣府におけるヘルスケア分野でのPFS推進との連携
- ヘルスケアベンチャー育成施策との連動
 - ビジネスコンテスト
 - イノベーションハブ 等
- 特定の地方自治体・ユーザを対象にしたトライアル 等

③ヘルスケア

- デジタルヘルス
- 製薬
- 福祉ロボット





ヘルスケア（製薬）

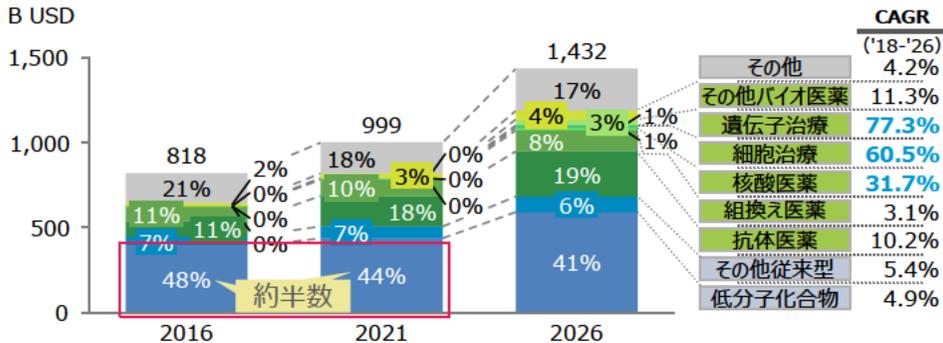
- 従来型の低分子医薬品が市場の約半分を占める一方、バイオ医薬品がシェアを拡大。
- バイオ医薬品の中では、世界では遺伝子治療領域の研究・投資が活性化（日本は細胞に投資）。

<産業構造・市場の現状>

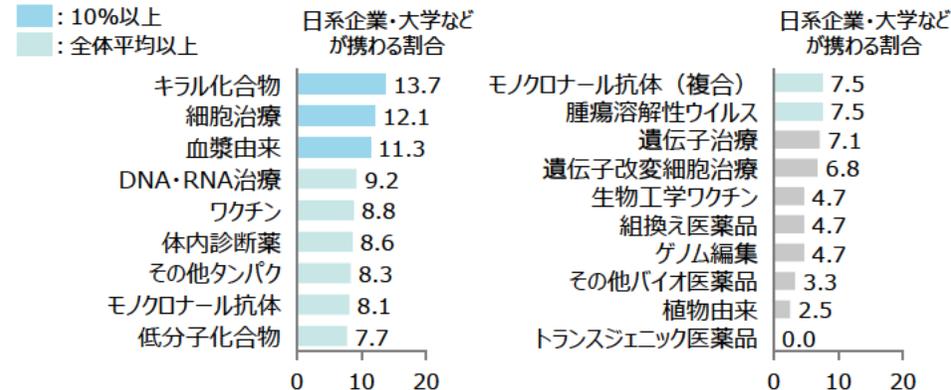
- 低分子化合物を中心とした従来型の創薬が市場の約半数を占めるものの、抗体医薬等のバイオ医薬品もシェアを拡大
- バイオ医薬品の中では、細胞治療で、日系の企業・大学が関わっている比率が高い

※細胞治療とは、自身/他社の細胞を用いた従来の薬物療法とは異なる治療法

モダリティ別の世界市場規模推移



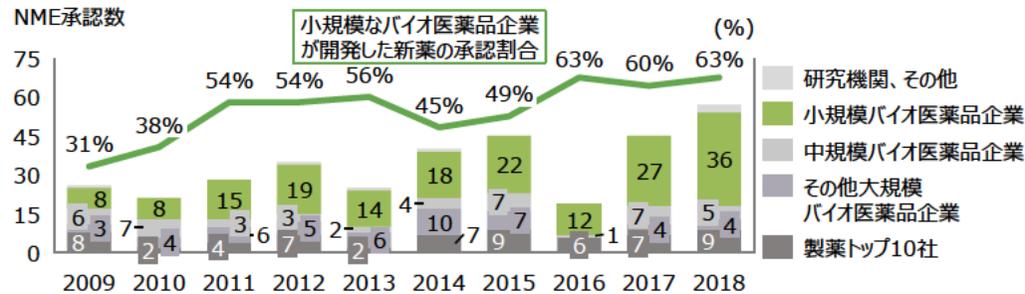
モダリティ別の日系プレイヤープレゼンス (%)



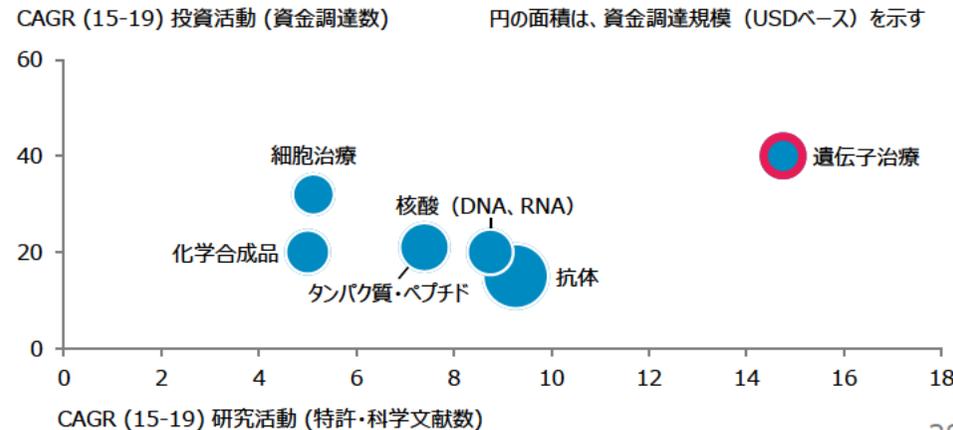
<トレンドを踏まえた市場の変化>

- 新薬開発全体に占めるベンチャー系企業の割合は増加傾向
- 世界で遺伝子に投資・研究が集まる中、日本は細胞に投資

開発元別の医薬品承認数



世界の投資・研究活動伸び率





ヘルスケア（製薬）

- 高成長が見込まれる遺伝子治療領域と、規模の大きい低分子医薬品から成長アイテムを選定。
- バイオベンチャーの成否を左右する物質特許の取得で、日系プレイヤーは海外勢に劣後。
バイオベンチャーとアカデミアが提携し、優良な基礎研究を特許取得可能な水準まで引き上げる取組みが重要。

<キーテクノロジー>

- 市場トレンドや日本企業の強みを踏まえ注力領域を選定

<今後の戦略>

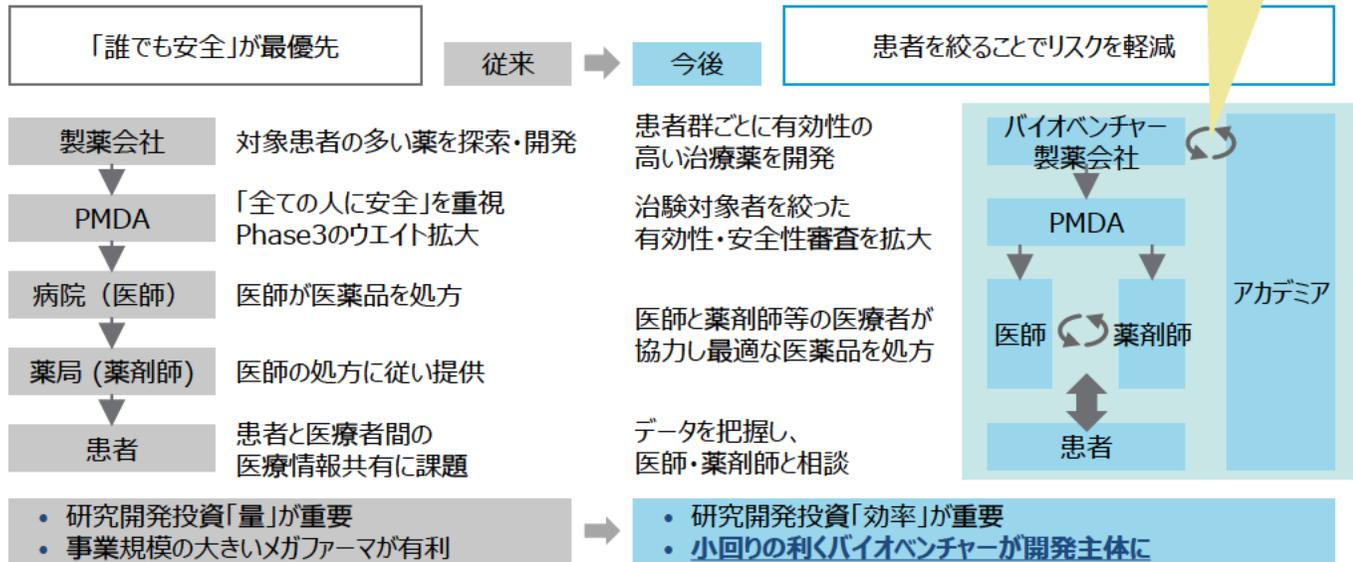
- 物質特許の取得で、日系プレイヤーは海外勢に劣後
- バイオベンチャー/アカデミアが連携し、基礎技術を物質特許へ引き上げることが重要

特許の種の発見と育成（バイオベンチャーとアカデミアの連携）

- バイオベンチャーが積極的にアカデミアと連携し、優秀な学者との共同研究を実施
- 上記を通じて特許の種を育て、物質特許を多く取得

考え方

- **遺伝子治療領域は有望な成長アイテムの見立て**
 - ✓ グローバルで投資活動、研究活動が活性化
 - ✓ 現状市場は小さいが、年70%超（～26年）の成長見通し
- **次世代低分子も有望なアイテムの一つである見立て**
 - ✓ 低分子医薬品は今後も市場の中心アイテムとなる見通し
 - ✓ 化学合成品であるため、スケーラビリティが高い
 - ✓ 日系に強みのあるモデルも存在（キラル創薬¹⁾等）



1. 「キラル創薬」とは、合成医薬品のうち、従来から一般的なアキラルな低分子化合物によるものではなく、キラル性を持つ化合物による医薬品の開発を指す

① 産業構造

- 1 R&D、製造、販売のバリューチェーンに対して、事業領域の範囲や特性により、大きく4種の企業群が存在**
- 2 低分子医薬品が市場の約半数を占有
欧米の大手製薬が市場を牽引、日系のプレゼンスは限定的**
- 3 創薬R&Dにおけるバイオベンチャーの重要性が高まる傾向**
- 4 低分子医薬品が中心で有り続ける一方で、
遺伝子治療領域の研究・投資が活性化**
- 5 バイオベンチャーによる創薬（特に低分子と遺伝子治療）が
有望な成長アイテム**

● 産業バリューチェーン

- 製薬市場関連企業は4つのタイプに分かれている

製薬会社

受託会社

総合型



ジェネリック型



特化型



● 産業バリューチェーン

- R&D、製造、販売のバリューチェーンで構成
- 企業種により、バリューチェーンの役割や重要度が異なる

		主なプロダクト・サービス	R&D	製造	販売
製薬会社	総合型	既存の治療法より優れた特性を提供することを目的とした新しい革新的な薬	創薬から臨床開発まで、ほとんどすべてのR&Dプロセスに関与 有望な候補者を特定し、有効性/安全性を実証する専門家	独占性と製品の高いマージンにより、効率の重要性は低い API生産やロジスティクスなどの特定の要素は、主に外部委託	マーケティング・販売の専門家 訓練された多数の医療担当者が医師に売り込み
	ジェネリック型	独占権が消えた既存の医薬品の低コストのコピー	リバースエンジニアリングおよび既存薬と同等の品質の保証に焦点	コスト競争力の観点で製造効率が重要 多くの場合、低コストの拠点（インド、中国など）で製造	価格ベースの競争であり、薬は既に認知されているため、営業力の必要性は限定的
	特化型	専門分野に焦点を当てた新しい治療法（NMEまたは既存の分子）	研究や発見より、開発に重点 パイプラインポートフォリオは買収に基づいて構築されることが多い	費用対効果等の観点で、CMOに強く依存	小規模だが、特定の疾患に関する専門知識が豊富
受託会社		上記の企業の既存のサービスをサポート/改善するためのサービス	CROがR&Dの様々な要素を実施する技術的および地域的な専門性、スケール、能力を提供	CMOが、大手企業が製造を外部委託するオプションを提供	CSOが、より大きなSOVを必要とするバイオ医薬品企業に営業力を提供

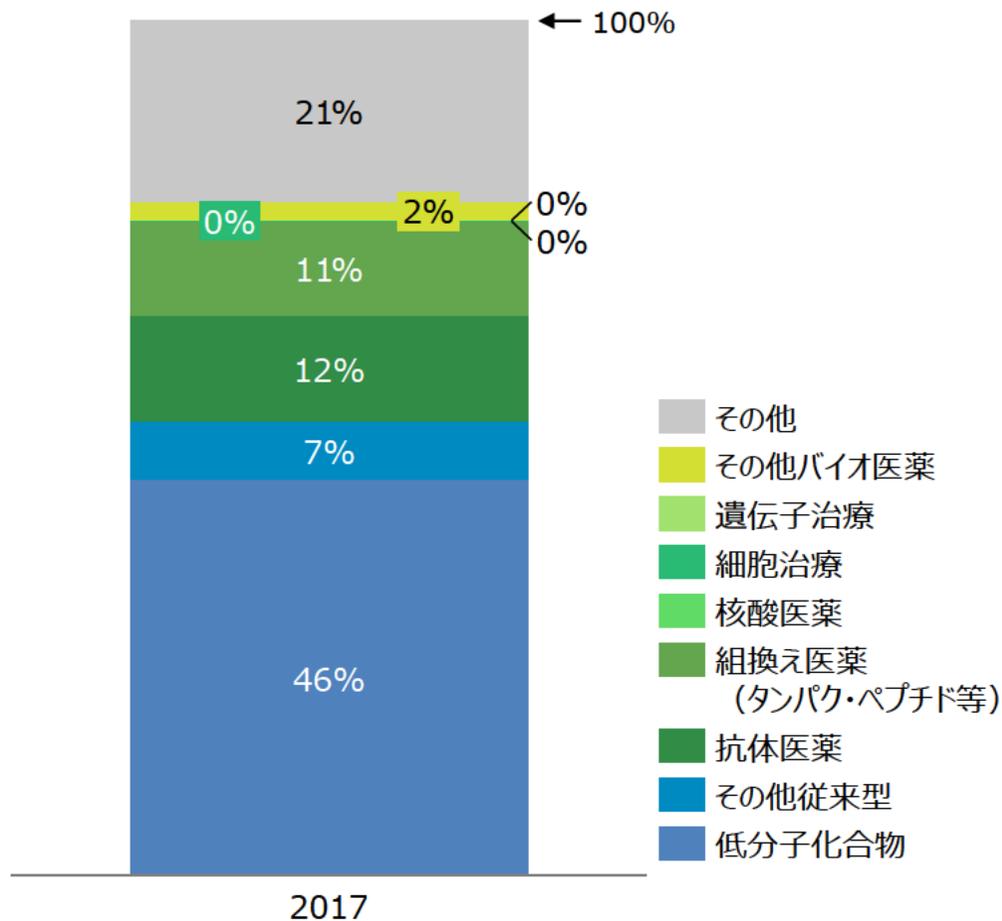
注釈：API = 原薬（active pharmaceutical ingredient），CRO = 医薬品開発受託機関（contract research organization），CMO = 医薬品製造受託機関（contract manufacturing organization），CSO = 医薬品営業マーケティング受託機関（contract sales organization）

② 価値創出のメカニズム

- 1 R&D、製造、販売のバリューチェーンに対して、事業領域の範囲や特性により、大きく4種の企業群が存在**
- 2 低分子医薬品が市場の約半数を占有
欧米の大手製薬が市場を牽引、日系のプレゼンスは限定的**
- 3 創薬R&Dにおけるバイオベンチャーの重要性が高まる傾向**
- 4 低分子医薬品が中心で有り続ける一方で、遺伝子治療領域の研究・投資が活性化**
- 5 バイオベンチャーによる創薬（特に低分子と遺伝子治療）が有望な成長アイテム**

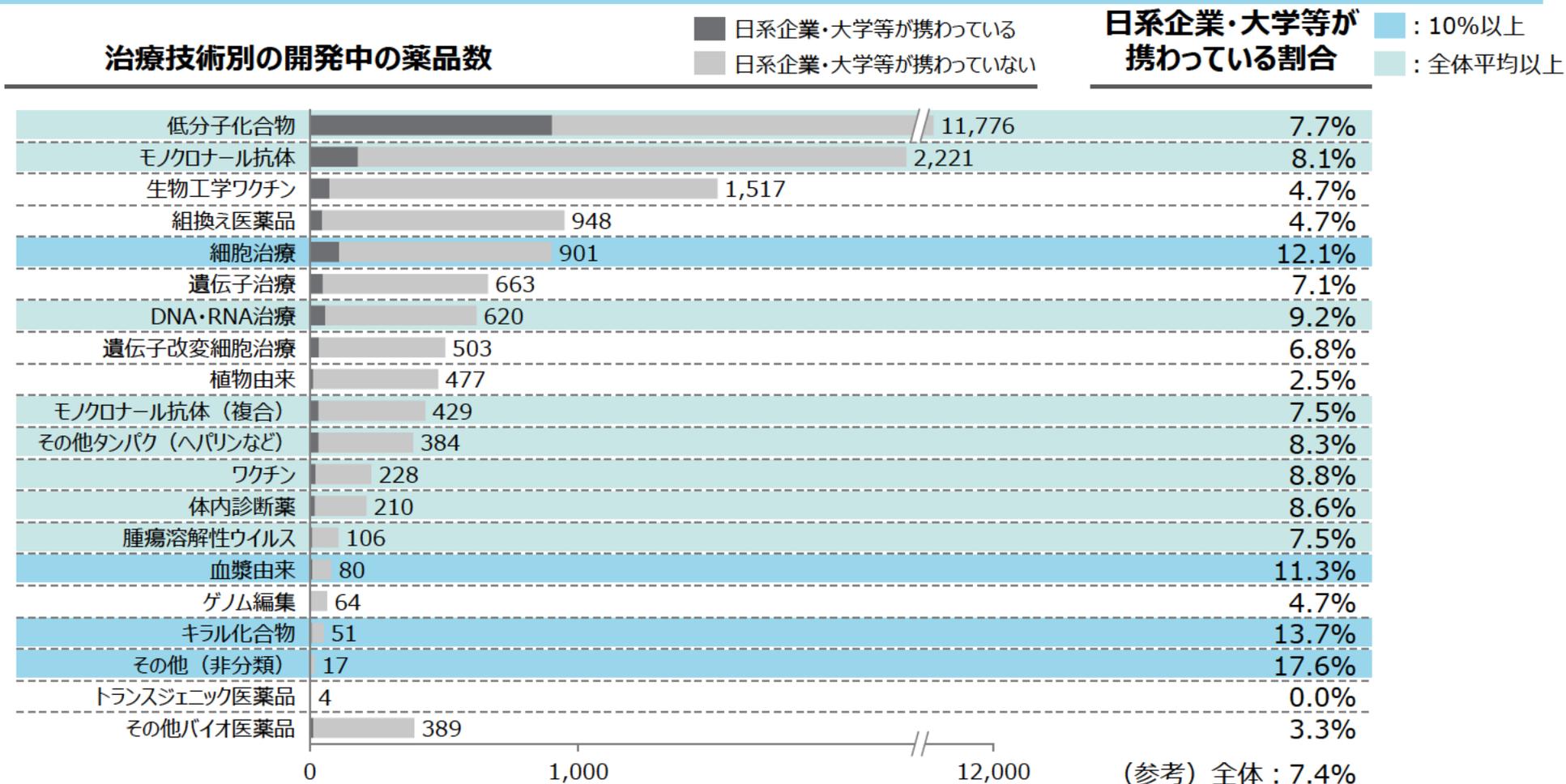
● 市場の魅力度 モダリティ別の市場規模

- 低分子化合物による医薬品が46%と約半数



● 日本企業の強み 治療技術ごとの日系プレイヤーのプレゼンス

- 細胞療法はパイプラインが多く日本のプレイヤーが開発に携わっている割合も高い
- 規模は小さいもののキラル化学や血漿由来療法も日系の携わっている割合が高い



注釈：ジェネリックやOTCは除く医薬品。開発中とは、Research project, Pre-clinical, Phase 1/2/3, およびFiledのステータスの医薬品を指す

出所：EvaluatePharma (Accessed on 2020 June 24)

③ 産業内外の トレンド

- 1 R&D、製造、販売のバリューチェーンに対して、
事業領域の範囲や特性により、大きく4種の企業群が存在**
- 2 低分子医薬品が市場の約半数を占有
欧米の大手製薬が市場を牽引、日系のプレゼンスは限定的**
- 3 創薬R&Dにおけるバイオベンチャーの重要性が高まる傾向**
- 4 低分子医薬品が中心で有り続ける一方で、
遺伝子治療領域の研究・投資が活性化**
- 5 バイオベンチャーによる創薬（特に低分子と遺伝子治療）が
有望な成長アイテム**

● 技術トレンド 近年の医薬品開発の概略

- 低分子以降の新たな医薬材料の探索はベンチャー企業が主役

近代以降の医薬品などの開発の概略

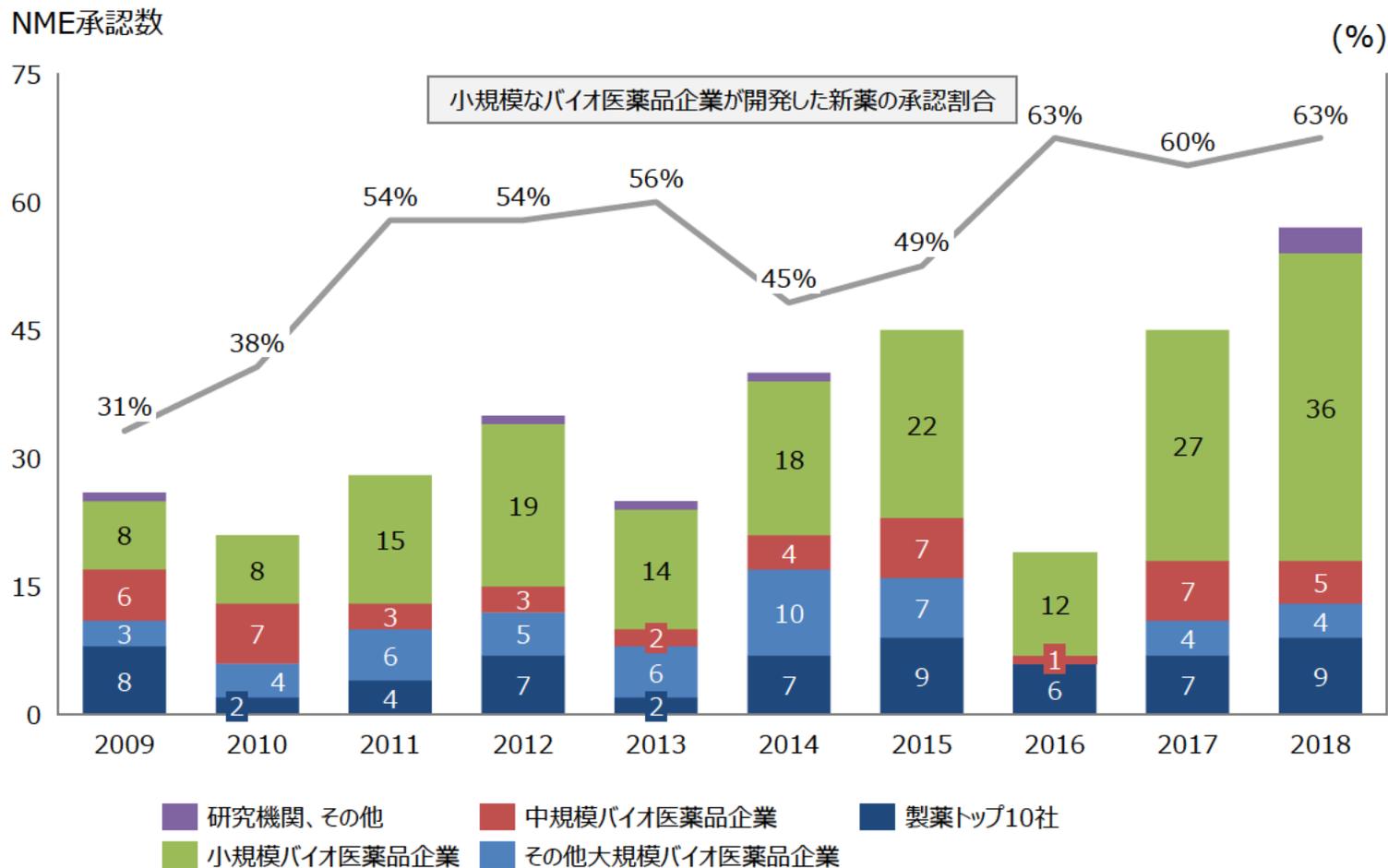
治療技術	現在の市場	最初の代表的医薬品とプレーヤー (初めて比較的普及したもの/今後急速に普及されるもの)			
		1990年	1990年	1990年	
 化学合成品 (低分子化合物)	～50兆円	1990年	アスピリン (1899年)	バイエル社	
 バイオ医薬品 (タンパク・ペプチド)	～10兆円	↓ 現在	インスリン (1982年)	イーライリリー社	ジェネンテック社
 バイオ医薬品 (抗体)	～10兆円		トラスツズマブ (2001年)	ジェネンテック社	
 環状ペプチド医薬 (特殊環状ペプチド)	～1,000億円		～シクロスポリン (1983年)	ノバルティス社 (天然物由来)	ペプチドリーム社 (人工設計/Phase1)
 核酸医薬 (DNA/RNA)	～10億円		Exondys51 (2016年)	Sarepta社	
 再生・細胞医薬 (培養細胞)	～500億円		Kymriah/Yescarta (2017年)	ノバルティス社	Kite社 (Gilead社が買収)
 遺伝子治療 (DNA)	～10億円		Luxturna (2018年予定)	Spark社	

□ : ベンチャー企業

低分子以降の
新たな医薬材料の
探索はベンチャー企業
が主役

● 技術トレンド 開発元別の医薬品承認数

- 新薬開発全体に占める、ベンチャー系の企業による開発の割合は増加傾向



*「薬剤の開発元」は、薬剤を発見した、もしくは最初に臨床開発に取り組んだ企業を指す

注釈：多くの新薬はもともと大学や研究機関で発見され、その後バイオ医薬品企業へ移されて初期もしくは追加開発が行われる。本調査では、企業への受け渡しが臨床前開発よりも後に行われた場合にのみ発見した大学や研究機関を「開発元」と記載

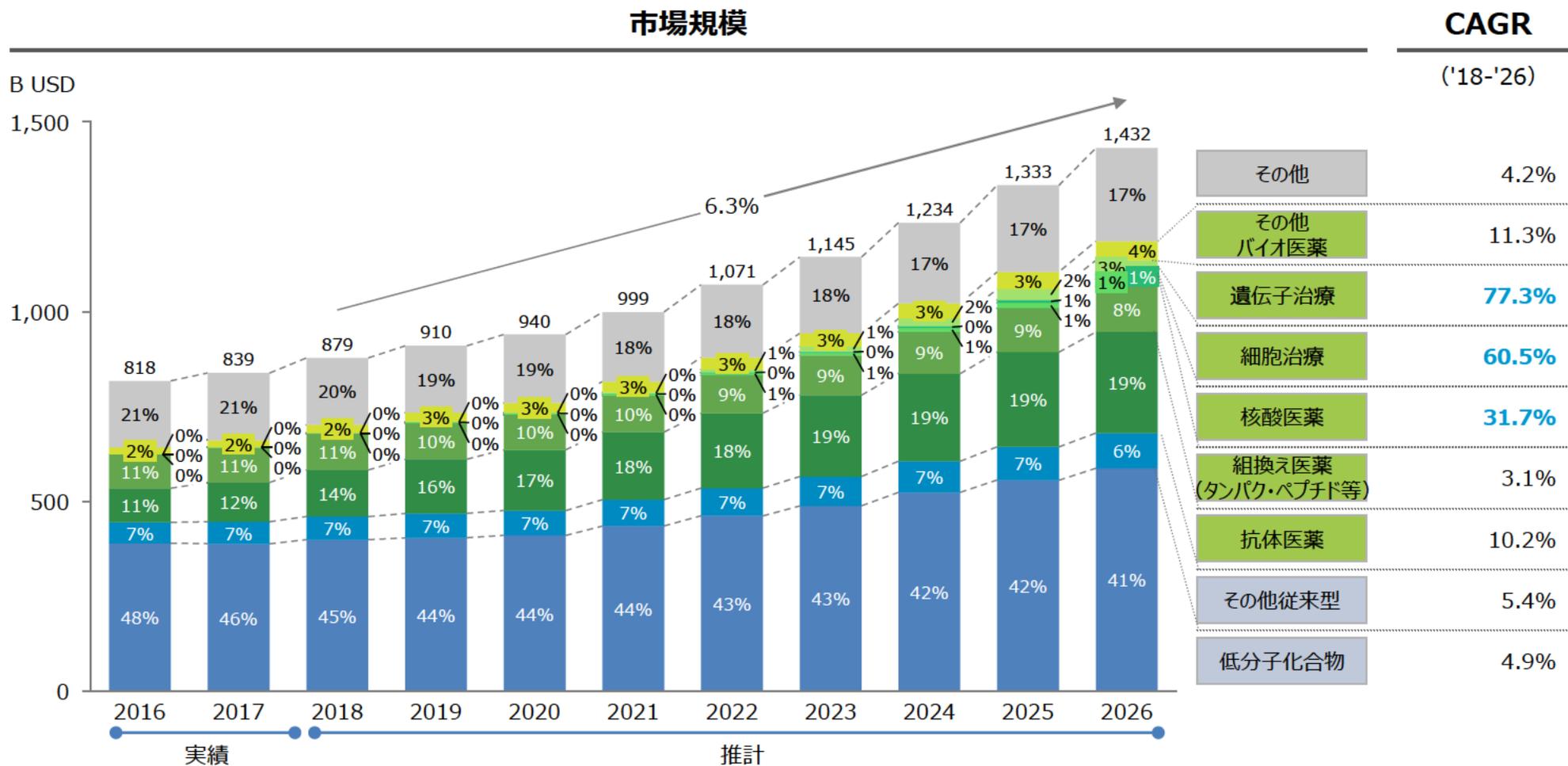
注釈：「製薬トップ10社」：製薬領域の売り上げで世界のトップ10社を指す。「その他大規模バイオ医薬品企業」：世界市場で売上が11位から30位のバイオ医薬品企業。「中規模バイオ医薬品企業」：基本的に1億ドルから10億ドルの、売り上げが大きい企業。「小規模バイオ医薬品企業」：上記以外の小規模バイオ医薬品企業
 出所：HBM New Drug Approval Report 2019

④ 市場の変化

- 1 R&D、製造、販売のバリューチェーンに対して、事業領域の範囲や特性により、大きく4種の企業群が存在**
- 2 低分子医薬品が市場の約半数を占有
欧米の大手製薬が市場を牽引、日系のプレゼンスは限定的**
- 3 創薬R&Dにおけるバイオベンチャーの重要性が高まる傾向**
- 4 低分子医薬品が中心で有り続ける一方で、遺伝子治療領域の研究・投資が活性化**
- 5 バイオベンチャーによる創薬（特に低分子と遺伝子治療）が有望な成長アイテム**

● 市場の魅力度 モダリティ別の市場規模

- 伸び率の観点では、バイオ医薬品（細胞・核酸・遺伝子治療分野）が高い
- 一方で規模の観点では、化学合成品が依然として中心であり続ける見通し

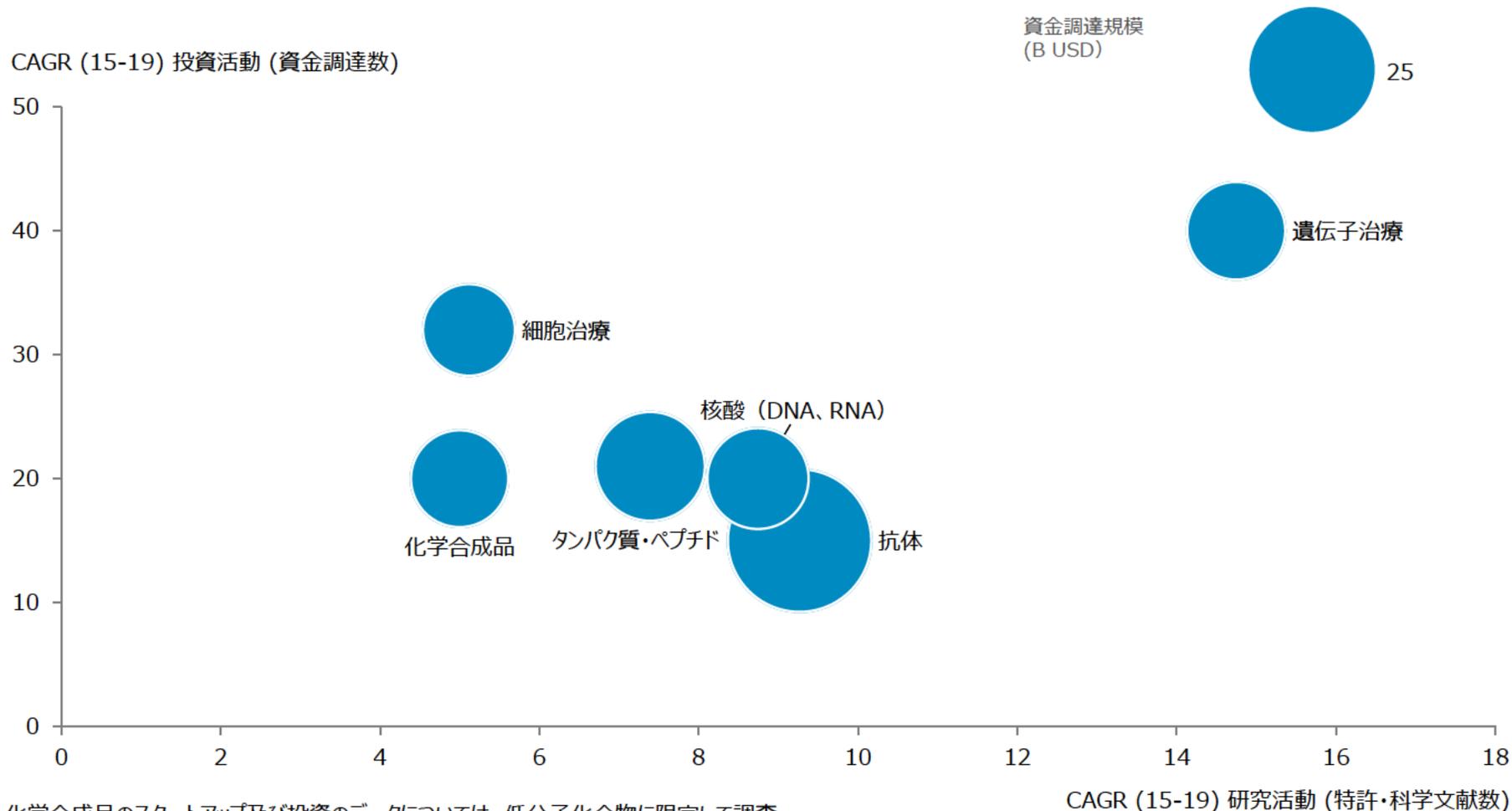


注釈：処方箋医薬品および一般用医薬品（OTC）の売上、出所が異なるため他のページと市場規模は一致しない
出所：EvaluatePharma

● 市場の魅力度 中長期的な技術動向の見通し（世界）



- 遺伝子治療領域が、投資活動・研究活動の両軸において高い成長率を示しており、有望なアイテム領域である可能性



注釈：化学合成品のスタートアップ及び投資のデータについては、低分子化合物に限定して調査

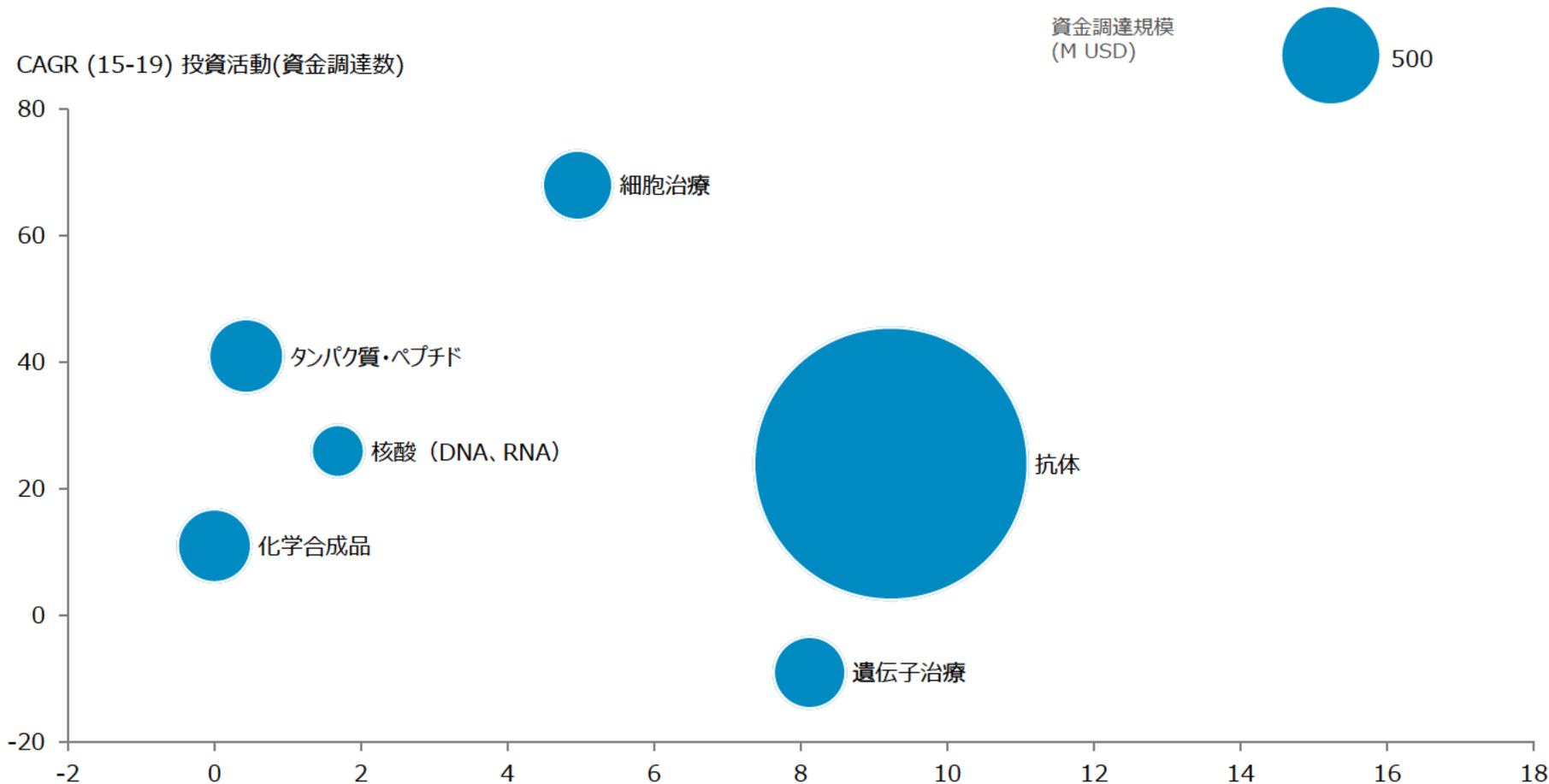
VC/民間投資の額は公開金額に基づく。VC/民間投資の数は非公開取引も考慮。直近5年のVC/民間投資データ (date-to-date)

出所：特許 - Derwent Innovation, 科学文献 - Web of Science, スタートアップ・VC 資金調達/民間投資 - Quid (Capital IQ, Crunchbaseよりデータ抽出);

● 日本企業の強み 中長期的な技術動向の見通し（日本）



- 日本においては、細胞治療領域の投資活動が活性化している傾向



注釈：化学合成品のスタートアップ及び投資のデータについては、低分子化合物に限定して調査

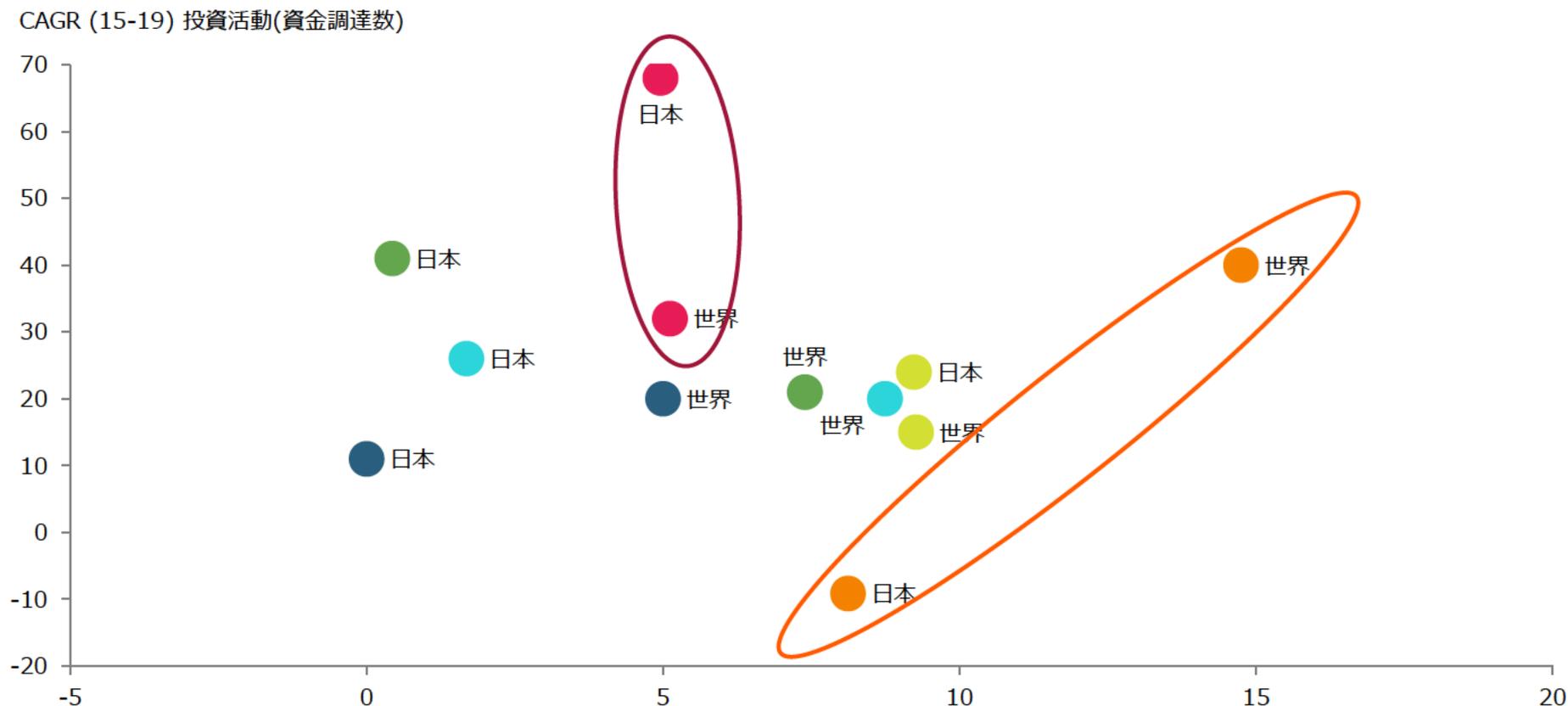
VC/民間投資の額は公開金額に基づく。VC/民間投資の数は非公開取引も考慮。直近5年のVC/民間投資データ (date-to-date)

出所：特許 - Derwent Innovation, 科学文献 - Web of Science, スタートアップ・VC 資金調達/民間投資 - Quid (Capital IQ、Crunchbaseよりデータ抽出);

● 日本企業の強み 中長期的な技術動向の見通し（日本vs世界）

- 日本は世界と比較して、遺伝子治療領域の投資・研究の活性度が低い
- 一方で、細胞治療領域への投資の成長率は、世界と比較して高い傾向

● 化学合成品 ● 抗体 ● プロテイン・ペプチド ● 核酸（DNA、RNA） ● 細胞治療 ● 遺伝子治療



注釈：化学合成品のスタートアップ及び投資のデータについては、低分子化合物に限定して調査

VC/民間投資の額は公開金額に基づく。VC/民間投資の数は非公開取引も考慮。直近5年のVC/民間投資データ (date-to-date)

出所：特許 - Derwent Innovation, 科学文献 - Web of Science, スタートアップ・VC 資金調達/民間投資 - Quid (Capital IQ、Crunchbaseよりデータ抽出);

5 成長アイテム

- 1 R&D、製造、販売のバリューチェーンに対して、事業領域の範囲や特性により、大きく4種の企業群が存在
- 2 低分子医薬品が市場の約半数を占有
欧米の大手製薬が市場を牽引、日系のプレゼンスは限定的
- 3 創薬R&Dにおけるバイオベンチャーの重要性が高まる傾向
- 4 低分子医薬品が中心で有り続ける一方で、
遺伝子治療領域の研究・投資が活性化
- 5 バイオベンチャーによる創薬（特に低分子と遺伝子治療）が有望な成長アイテム

創薬技術 (低分子・遺伝子治療)

6 競争力の源泉

- 6 物質特許の取得が肝要**
加えて、医薬品開発の期間短縮や効率化の技術力が重要
- 7 優良な基礎研究の育成を通じた、積極的な物質特許取得の推進と、「モノ・人・金」が集まるエコシステムの構築**

● 物質特許の取得に関する現状

- いかにも多くの物質特許を取得し、大手製薬会社に売却できるかがバイオベンチャーのKSF
- 物質特許取得については、現状日系プレイヤーは海外勢に劣後

	アカデミア	バイオベンチャー	大手製薬企業
主な役割 (イメージ)	基礎研究 <ul style="list-style-type: none">● 物質特許技術の手前の基礎技術や周辺技術の研究● (独自で特許取得に必要なデータを揃えることは困難)	物質特許の取得・大手への売却 <ul style="list-style-type: none">● 優良な基礎研究技術を見つけ、創薬のシーズまで育成し特許を取得● 上記の特許を大手製薬企業に売却	物質特許の買収・育成
現状	日本にも強みのある領域 <ul style="list-style-type: none">● 優良な基礎研究を行っている研究者は日本にも多く存在	海外勢が積極的で、日本勢は劣後 <ul style="list-style-type: none">● 海外は、基礎研究と物質特許取得のGAPが小さく、積極的● 日本は、一定度の基礎研究が育つまで待つ産業文化	海外勢が強い

日本にも優良な基礎研究があるにも関わらず、物質特許を海外勢に取られている状況

創薬技術 (低分子・遺伝子治療)

6 物質特許の取得が肝要
加えて、医薬品開発の期間短縮や効率化の技術力が重要

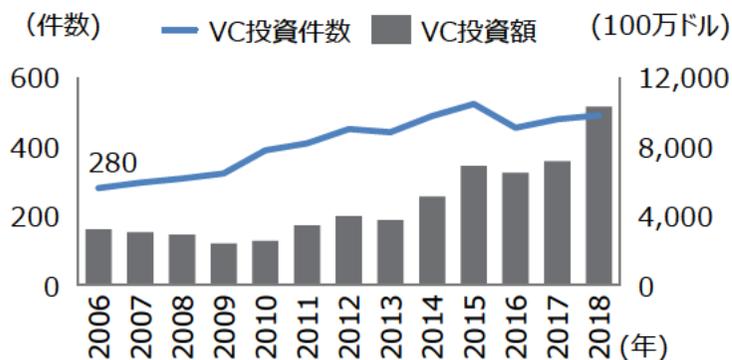
7 優良な基礎研究の育成を通じた、積極的な物質特許取得の推進と、「モノ・人・金」が集まるエコシステムの構築

● ボストンのバイオテッククラスター事例

● ボストンは関連プレイヤーの誘致により、世界最大規模のバイオテッククラスターに成長

VC投資額は拡大し、ヘルスケア関連が中心

ボストン地域のVC投資額の推移



2018年のVC投資額の大型10案件

企業名	事業内容	金額 (億ドル)
モデルナ	がん免疫治療メッセンジャーRNA医薬品の開発	6.2
ケンブリッジ・モバイル・テレマティクス	運転行動分析	5.0
リル・セピオ・バイオ	新薬発見エンジン	4.0
ディポーテッド・ヘルス	医療保険サービス	3.0
インテリド・アグリカルチャー	農業向けの技術を開発	2.5
WuXi ネクストコード	遺伝子情報プラットフォーム	2.0
TCR2セピオ・バイオ	がん治療におけるT細胞療法の開発	1.2
サークル	仮想通貨技術	1.1
データロボット	機械学習の自動化	1.0
ルビウス・セピオ・バイオ	赤血球治療薬の開発	1.0

起業家支援の環境が充実していることに加え、州政府もイノベーションを後押し

世界最大級のイノベーションハブ"ケンブリッジ・イノベーション・センター(CIC)"が存在

- CICには700社以上の企業が入居（スタートアップ、大企業、投資を行うVC等）
- 「Thursday Gathering（木曜日の集い）」で、大企業やスタートアップ、投資家、支援機関の関係者、研究者など多様な参加者が集まり、イノベーター同士の交流を促進

マサチューセッツ州によるライフサイエンス分野への支援強化の取り組みが大きく寄与

プログラム	プログラム概要/特徴
ライフサイエンス・イニシアチブ	<ul style="list-style-type: none"> • 生命科学分野を中心に据えた産業振興政策イニシアチブ • スタートアップの資金調達支援や税制優遇措置、研究助成プログラムの提供、研究施設やアクセラレーターなどのインフラ整備などを実施 • 19年以降も、5年間にわたって5億ドルを追加投入する計画を発表
デジタルヘルス・イニシアチブ	<ul style="list-style-type: none"> • マサチューセッツ州のヘルスケアデジタル化促進産学官連携イニシアチブ • ビジネスマッチングサイトを構築し、見込み顧客情報や企業プロフィールのほか、業界ニュースやイベント・ワークショップ情報などを閲覧できるようにすることで、起業家に顧客開拓などの事業支援を行うための新たな拠点を形成すること、その他、企業支援ネットワークの拡大のためにさまざまな施策を講じることなどを目標とする

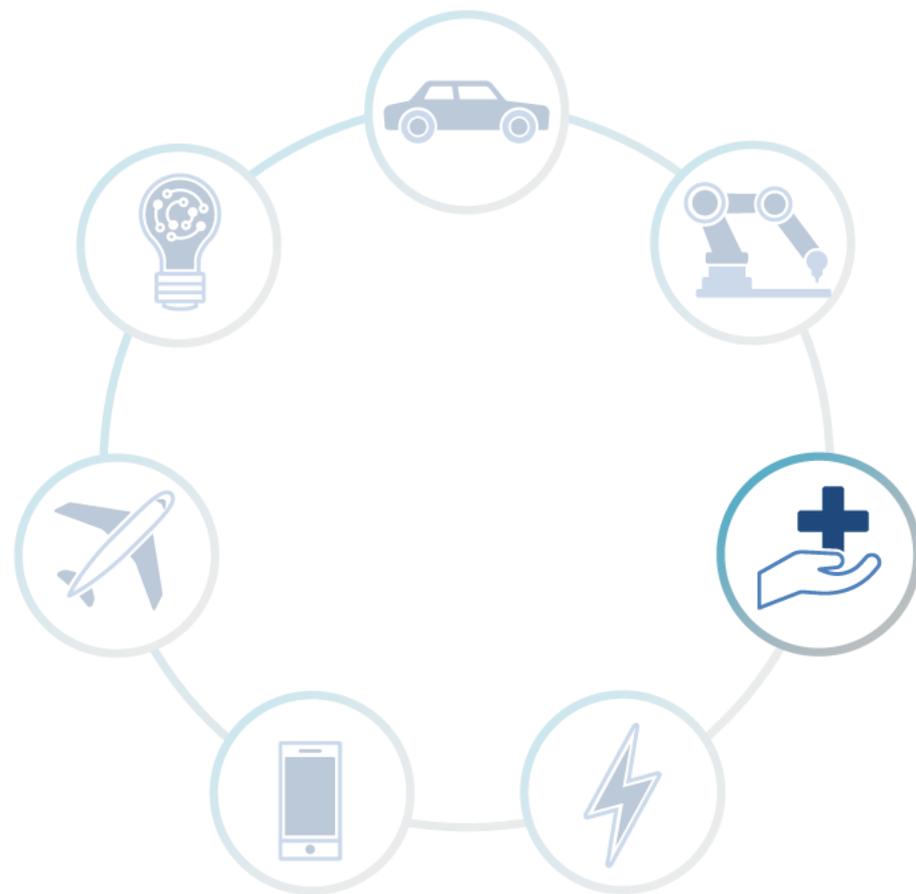
エコシステム構築は必ず「モノ」が起点
 いい「モノ」があれば、優秀な「人」が目をつけて
 集まり、「資金」が集まるという仕組み



日系バイオベンチャー
役員

③ヘルスケア

- デジタルヘルス
- 製薬
- 福祉ロボット





ヘルスケア（福祉ロボット）

- 福祉関連機器のうち、市場規模の大きい「福祉用具」領域では、海外勢が主力。一方、「福祉ロボット」分野では、市場規模は限られるものの、日系プレイヤーのプレゼンスが高い。
- コロナ等による在宅介護へのシフトやロボット活用のニーズ増も後押しし、ロボット領域は年2桁成長の見込み。

＜産業構造・市場の現状＞

- 一般福祉用具の世界市場では、R&DやM&Aを進める欧米メーカーが主要プレイヤー。
- 福祉ロボットでは、リハビリ支援や精神的支援で、日系メーカーのプレゼンスが高い。

福祉関連機器の主なプレイヤー

一般福祉用具	福祉ロボット		
	リハビリ支援	リハビリ支援	看護業務支援
		SONY	
		SoftBank	
		ASUS	
		intuition robotics	
		SAMSUNG	

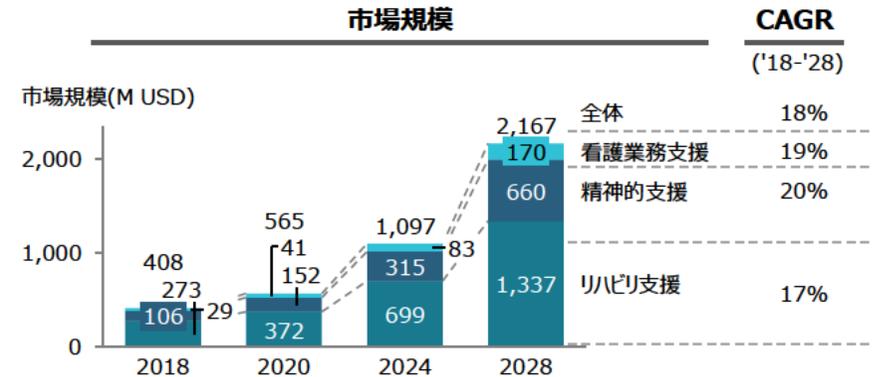
＜トレンドを踏まえた市場の変化＞

- コロナによる在宅介護へのシフトやロボット活用のニーズ拡大。
- ロボット分野は年2桁成長見込み。特に精神的支援領域、看護業務支援領域への期待度は高い。

コロナ禍を受けた介護施設でのロボットニーズ拡大

接触や感染リスクが伴う行為・状況の例	新型コロナ感染拡大でロボット活用が進む可能性
食事 ・複数人が1組となって、食事の介助を受ける現状	ロボットの活用 医療・介護分野において、これまでは、ほとんど接触で対応してきたが、コロナ禍を受けて、非接触での対応が進むと予想（NEDO） ・自動搬送ロボット ・遠隔ロボットでの検査等
入浴 ・着替えや入浴のため、複数の介護士で1人の入所者を介助 ・上記作業は、週に数回、1日に数十回実施	
感染予防の不徹底 ・認知機能の低下が見られる高齢者は、マスクや手洗いなど、感染予防を徹底することも困難	

福祉ロボットの機器タイプ別市場規模推移（予測）





ヘルスケア（福祉ロボット）

- 今後の拡大が見込まれる福祉ロボット市場のうち、コロナ影響を含む市場トレンドや日系企業の強みを踏まえ、特に**精神的支援ロボット**と、**看護業務支援ロボット**に着目。なお、移動・移乗介助機器についても、市場規模や成長率、トヨタ等の日系大手が取り組んでいること等を踏まえ、要注視。
- 今後の戦略としては、官民で連携し、コロナ後のユーザーニーズを踏まえた福祉ロボットの活用を包括的なソリューションとして再構築し、海外展開に向けたサービスとしてデザインすることが考えられる。

<キーテクノロジー>

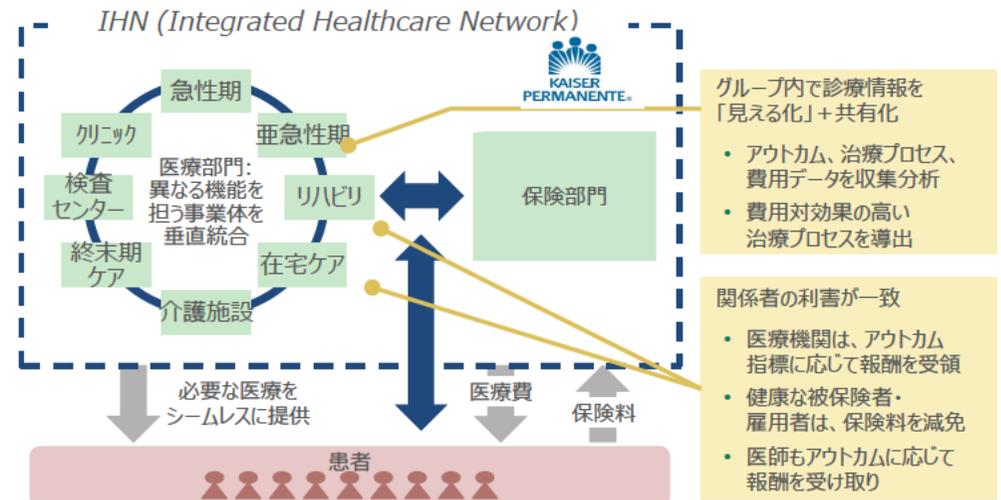
考え方

- **精神的支援ロボット**
 - ✓ コロナによる認知症対策ニーズの高まりが、市場を後押し
 - ✓ 市場は拡大傾向で、特にコミュニケーションは日系に強み
- **看護業務支援ロボット**
 - ✓ 介護士不足やコロナの影響により、ニーズ拡大の見通し
 - ✓ 市場規模は拡大傾向
- **移動・移乗介助機器**
 - ✓ 規模は大きく成長市場だが、成長率が相対的に低い
 - ✓ 日系大手が取り組む領域のため、動向は要注視

<今後の戦略>

- 官民で連携し、健康づくり・介護・医療が連動する場（地域包括ケア等）をモデルに、コロナ後のユーザーニーズを踏まえた福祉ロボット活用シーンを洗い出すことが重要。
- 上記を活かし、福祉ロボットの活用を包括的なソリューションとして再構築し、海外展開に向けたサービスとしてデザインすることが考えられる。

(参考) 米国のIHNの取組事例 : Kaiser Permanente



① 産業構造

- 1 福祉用具・ロボットの製品化、流通／利用から市場が構成**
- 2 福祉用具は市場規模が大きいですが、海外勢が主力
ロボット分野においては日系プレイヤーのプレゼンスが高い**
- 3 コロナ等により、在宅介護へのシフトやロボット活用の
ニーズが拡大する傾向**
- 4 ロボット分野は年2桁成長の見込みで、特に精神的支援と
看護業務支援ロボットへの期待度は高い
移動・移乗介助は規模は大きいですが、成長率は相対的に低い**
- 5 精神的支援ロボット、看護業務支援ロボットが有望な見立て
移動・移乗介助も動向を要注視**

● 産業バリューチェーン 福祉用具

- 福祉用具（高齢者・障害者向けのサポート機器）を下記4つに分類

A コミュニケーションサポート機器

- 補聴器
- 発信（話す・書く）補助機器
- 視覚補助・読書補助機器



B 移動・移乗支援機器

- モビリティスクーター
- 車椅子
- 移乗サポート機器
- 歩行器
- 松葉杖・杖
- その他



C 生活補助家具

- 医療用ベッド
- リクライニングチェア
- 手すり・バー
- ドア開閉装置
- その他



D 浴室・トイレの安全サポート機器

- オストミー製品
- ポータブルトイレ
- シャワーチェア
- その他



● 産業バリューチェーン 福祉ロボット

- 福祉ロボットは機器の使用方法に応じて大きく、「リハビリ支援」、「精神的支援」、「看護業務支援」の3つに分類

福祉ロボットの種類	定義/市場概要
リハビリ支援	<p>主に、個人の身体的な健康のサポートや回復のために利用されるロボット</p> <ul style="list-style-type: none">• ウェアラブルのエクソスケルトン等、支援もしくは治療のために使われる製品• 主に、神経系の障害のために設計された製品 <p>部分的または完全な麻痺の発生につながる脳卒中の数が多く、需要が高まっていることに加え、下肢／上肢に関連する障害の人口増により、市場は拡大傾向</p>
精神的支援	<p>高齢者介護等で利用される、精神的支援ロボット</p> <ul style="list-style-type: none">• 認知症やアルツハイマー病に罹り、服薬のタイミングやその他必要なリマインダー等も含め、高度なケアが必要な高齢患者向けのロボット• また他の年齢層においても、主に人間関係構築の難しさに直面している方に対し、パートナーとしての位置づけで利用されるロボット
看護業務支援	<p>病院等での、看護師・介護士の無駄なタスクや非患者関連の仕事を支援するロボット</p> <ul style="list-style-type: none">• 病院のメンテナンス、物資の収集など

② 価値創出のメカニズム

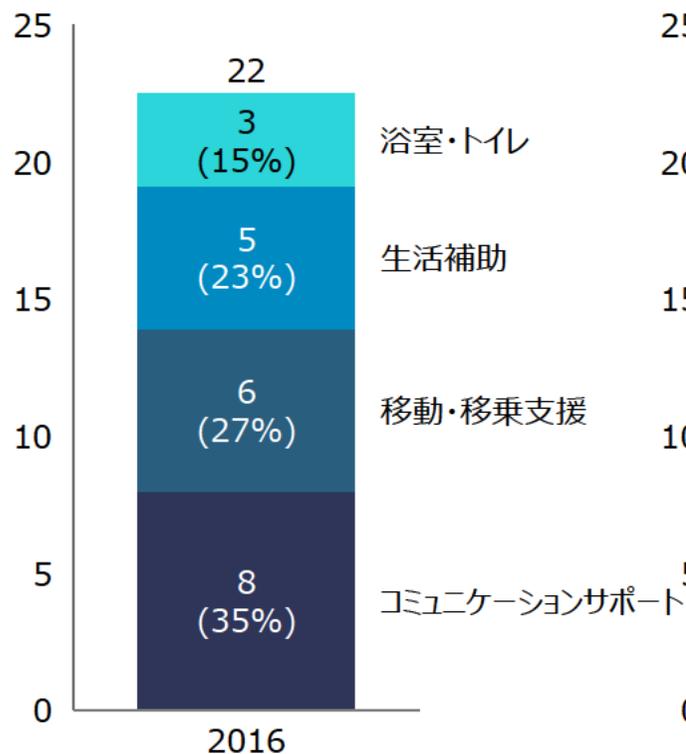
- 1 福祉用具・ロボットの製品化、流通／利用から市場が構成**
- 2 福祉用具は市場規模が大きい、海外勢が主力
ロボット分野においては日系プレイヤーのプレゼンスが高い**
- 3 コロナ等により、在宅介護へのシフトやロボット活用のニーズが拡大する傾向**
- 4 ロボット分野は年2桁成長の見込みで、特に精神的支援と看護業務支援ロボットへの期待度は高い
移動・移乗介助は規模は大きい、成長率は相対的に低い**
- 5 精神的支援ロボット、看護業務支援ロボットが有望な見立て
移動・移乗介助も動向を要注視**

● 市場の魅力度 福祉用具

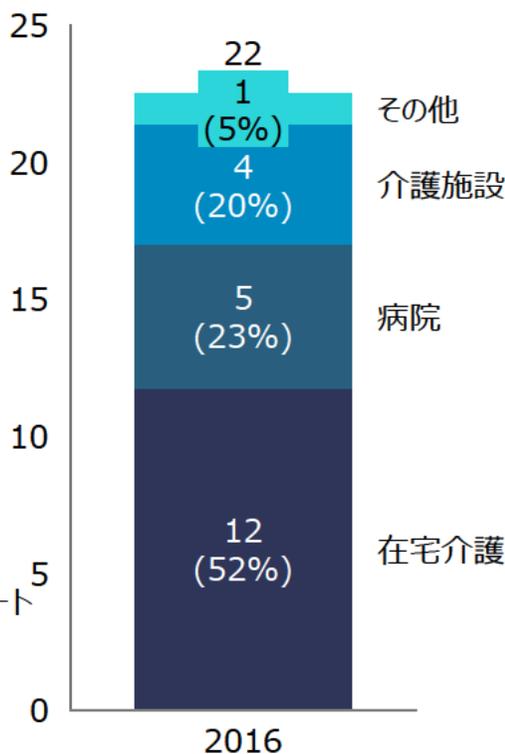
- プロダクト別ではコミュニケーションサポート機器の市場が 8B USDで最も大きい
- エンドユーザとしては、ホームケア領域が12B USDと最大

B USD

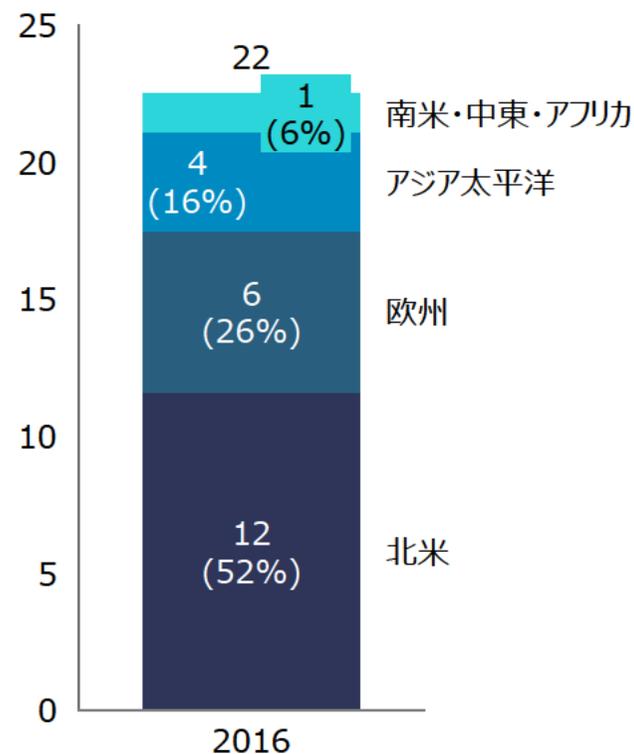
プロダクト別



エンドユーザ別



地域別



● 日本企業の強み 福祉用具の主なプレイヤー

- SonovaやWilliam Demant等の欧米メーカーが、研究開発や買収等を実施し、福祉市場の主要なプレイヤーとなっている

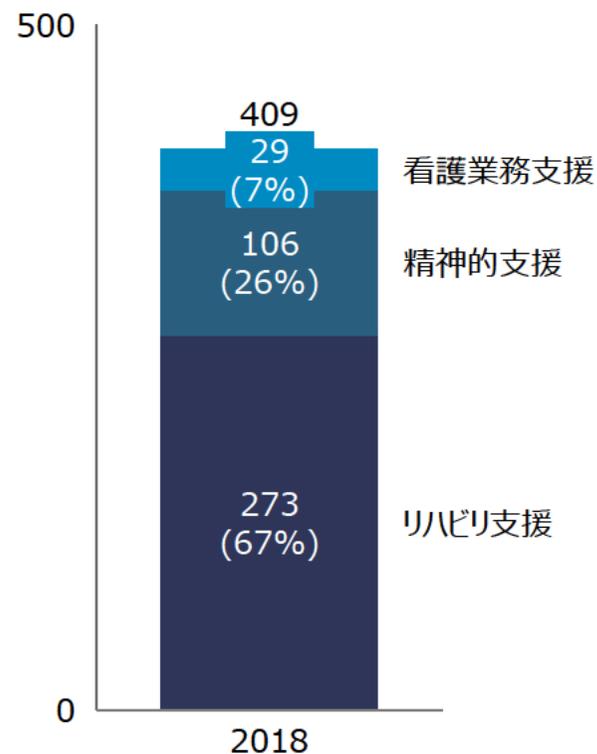
企業例	概要/動向	ブランド/製品例
	<p>難聴に対するソリューション提供を主に行う、福祉用具市場のリーディング企業</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 補聴器、人工内耳などの幅広い福祉関連の技術を保有 ● 補聴器事業の拡大に向けた買収や合併も実施 (2014年、革新的な聴覚補助装置を製造・販売するComfort Audio i Halmstad AB (スウェーデン) を買収) 	<ul style="list-style-type: none"> ● フォナック ● ユニロン ● ハンザトーン ● アドバンスト・バイオニクス 等
	<p>多様な製品ポートフォリオと強力なブランドイメージを持つ、主要プレイヤー</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 補聴器とパーソナルコミュニケーションに関連する器具の開発と製造に注力 ● 人気のあるヒアリングブランドにより、市場での存在感を維持 	<ul style="list-style-type: none"> ● Oticon ● Bernafon ● Sonic 等
	<p>アクティブなライフスタイルを促進する在宅/介護医療の革新的な製品製造・流通を行うリーディング企業</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 技術の研究開発への莫大な投資や、企業買収も実施 (2014年、リハビリに使用するためのスタンディング支援デバイスメーカーのAltimate Medical, Inc.を買収) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 介護ベッド "Carroll CS" ● 電動車椅子 等
	<p>世界有数の補聴器メーカーの一つで、120カ国以上にサービスを提供</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 競争力の維持とポートフォリオ改善のためのパートナーシップを実施 (2015年、Audibene GmbHと戦略的パートナーシップと投資契約を締結) 	<ul style="list-style-type: none"> ● シーメンス ● オーディオ・サービス ● Rexton ● A&M等

● 市場の魅力度 福祉ロボット

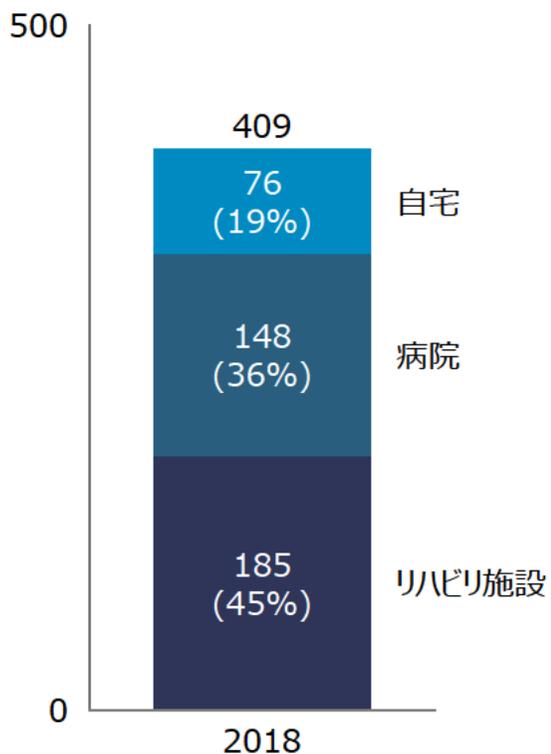
- プロダクト別ではリハビリ支援が最大で約270M USD
- エンドユーザとしては、リハビリ施設における利用が約190M USDと最大

M USD

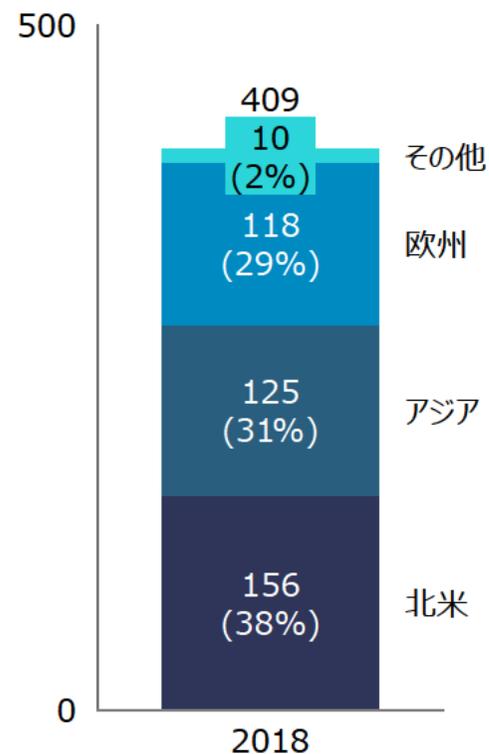
プロダクト別



エンドユーザ別



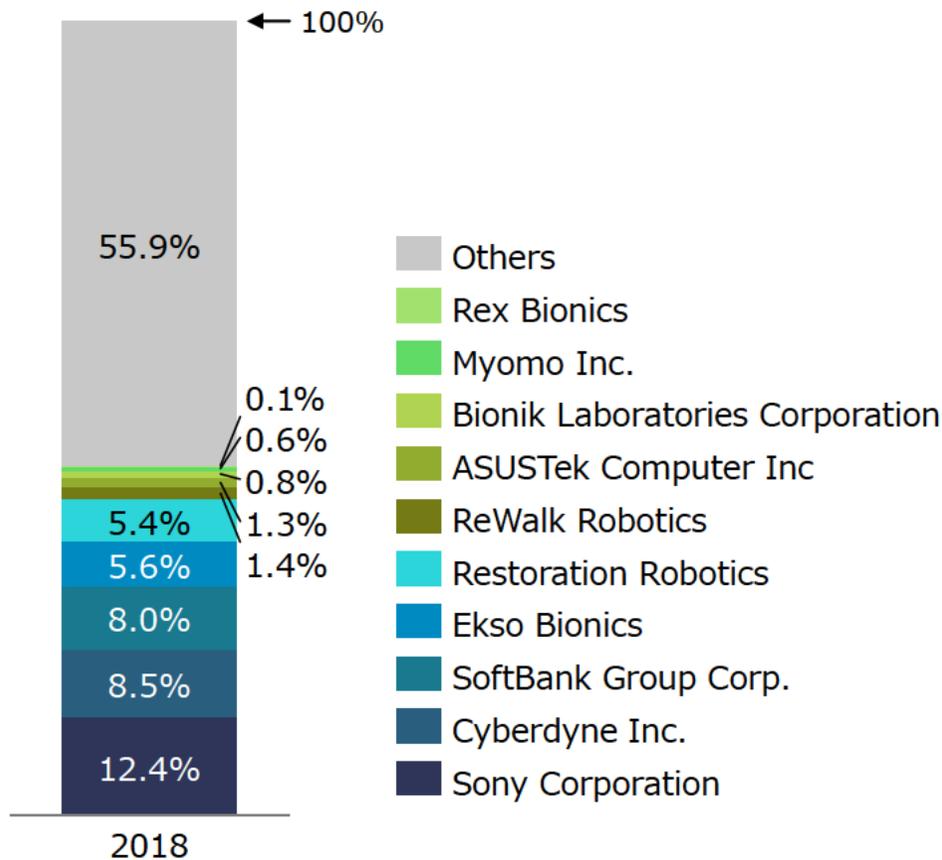
地域別



● 日本企業の強み 福祉ロボットの企業別シェア

- Sony、Cyberdyne、SoftbankがTop3を占める

福祉ロボット市場の企業シェア



プレイヤー概況

Sonyが、犬型ロボット「aibo」の売上に起因し、市場の12%のシェアを保有しトップに位置づけている。

次いで、Cyberdyne、Softbankがそれぞれ、市場の8.5%、8.0%のシェアを保有しており、日系プレイヤーがロボティクス市場のTop3を占有

Ekso Bionics Holdings Inc. やRestoration Roboticsもまた、ロボティクス市場において一定のマーケットシェアを保有

③ 産業内外の
トレンド

- 1** 福祉用具・ロボットの製品化、流通／利用から市場が構成
- 2** 福祉用具は市場規模が大きい、海外勢が主力
ロボット分野においては日系プレイヤーのプレゼンスが高い
- 3** コロナ等により、在宅介護へのシフトやロボット活用の
ニーズが拡大する傾向
- 4** ロボット分野は年2桁成長の見込みで、特に精神的支援と
看護業務支援ロボットへの期待度は高い
移動・移乗介助は規模は大きい、成長率は相対的に低い
- 5** 精神的支援ロボット、看護業務支援ロボットが有望な見立て
移動・移乗介助も動向を要注視

● 政治・経済・社会トレンド

● 施設介護から在宅介護へのシフトが、より強く進む見通し

在宅介護へのニーズは従来より存在



利用者

60%
以上

終末期の療養が必要になったときは「自宅で療養したい」

40%
超

介護が必要になっても「自宅での介護」希望



国

- 介護施設や介護職員の不足により、介護の場を施設から在宅へと移すことを重視
- 2025年までに「地域包括ケアシステム」を全国的に導入することを目指す

在宅介護へのシフトがより強く進む可能性

コロナ禍では、否応なしに在宅介護を選ぶしか道がなくなっている現状
感染が拡大する地域の施設では、入所者に帰宅を促す動きも存在

医療と介護にかかる財政負担を減らす観点から、国も制度調整をして在宅介護を促している。施設から自宅へと介護の場が移っていく流れは、今後ますます強くなっていくでしょう



ケアタウン総合研究所
代表 高室氏

● 政治・経済・社会トレンド

- 介護施設においては、完全な非接触環境で感染リスクを下げて運営することが困難
- コロナへの対応のため、介護現場におけるロボットの活用が期待される

接触や感染リスクが伴う行為・状況の例



食事

- 複数人が1組となって、食事の介助を受ける現状



入浴

- 着替えや入浴のため、複数の介護士で1人の入所者を介助
- 上記作業は、週に数回、1日に数十回実施



感染予防の不徹底

- 認知機能の低下が見られる高齢者は、マスクや手洗いなど、感染予防を徹底することも困難

新型コロナ感染拡大でロボット活用が進む可能性



ロボットの活用

医療・介護分野において、これまでは、ほとんど接触で対応してきたが、コロナ禍を受けて、非接触での対応が進むと予想（NEDO）

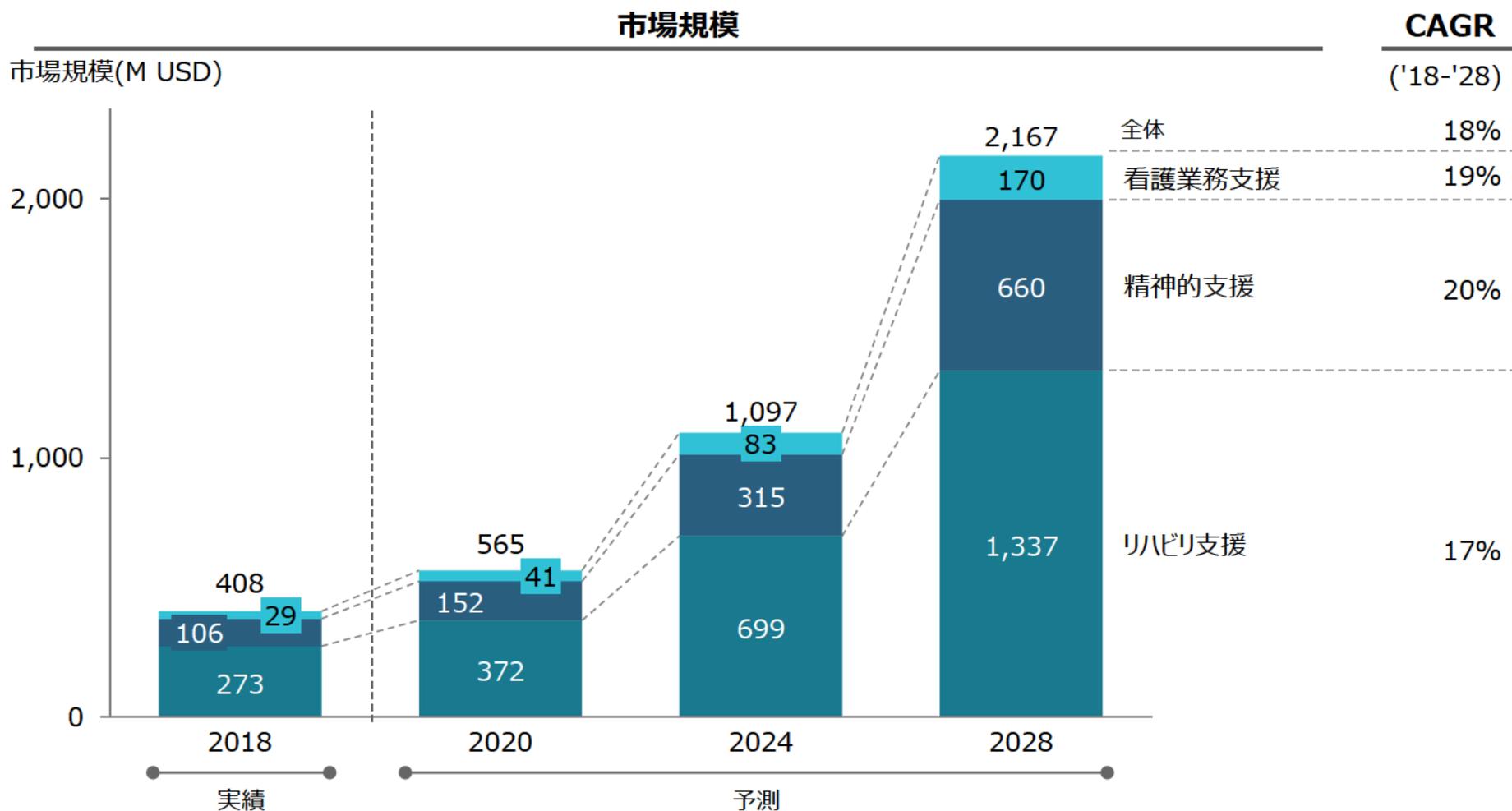
- 自動搬送ロボット
- 遠隔ロボットでの検査 等

④ 市場の変化

- 1** 福祉用具・ロボットの製品化、流通／利用から市場が構成
- 2** 福祉用具は市場規模が大きいですが、海外勢が主力
ロボット分野においては日系プレイヤーのプレゼンスが高い
- 3** コロナ等により、在宅介護へのシフトやロボット活用の
ニーズが拡大する傾向
- 4** ロボット分野は年2桁成長の見込みで、特に精神的支援と
看護業務支援ロボットへの期待度は高い
移動・移乗介助は規模は大きいですが、成長率は相対的に低い
- 5** 精神的支援ロボット、看護業務支援ロボットが有望な見立て
移動・移乗介助も動向を要注視

● 市場の魅力度 福祉ロボット：機器タイプ別

- 福祉ロボット市場は年平均約18%で成長し、2028年時点で約2,170M USDに到達する見通し



● 市場の魅力度 プロダクト別の今後の普及度合いの見立て

- リハビリ支援機器（パワースーツ等）は、介護領域での普及は限定的の見立て
- 一方で、精神的支援ロボや看護業務支援領域はニーズが大きく、今後普及する見通し

福祉ロボットの種類

福祉市場における今後の普及度合いの見立て

リハビリ支援

普及度合いは
限定的

パワースーツはユーザビリティの観点から大きくは普及しないと思われる

- 介護者が、必要な業務のたびに脱着しなければいけないのが不便
- 在宅の場合はコスト面の課題も有りスムーズには浸透しない見立て

サイバーダインのプロダクトはどちらかという医療・リハビリ領域での取組み

精神的支援

普及する
見通し

コロナの影響も踏まえ、コミュニケーションロボットのニーズは拡大する見通し

- 家に籠もり外に出る心理的な障壁があるため、認知症の加速が懸念されることは往々にしてある
- 人が傾聴するのも限度があるため、これまでは手を放して話を切ってしまうこともあったが、今後は代替用のAIを活用したコミュニケーションツール（ロボット）が開発されるトレンドは存在

看護業務支援

条件付きで
普及する
見通し

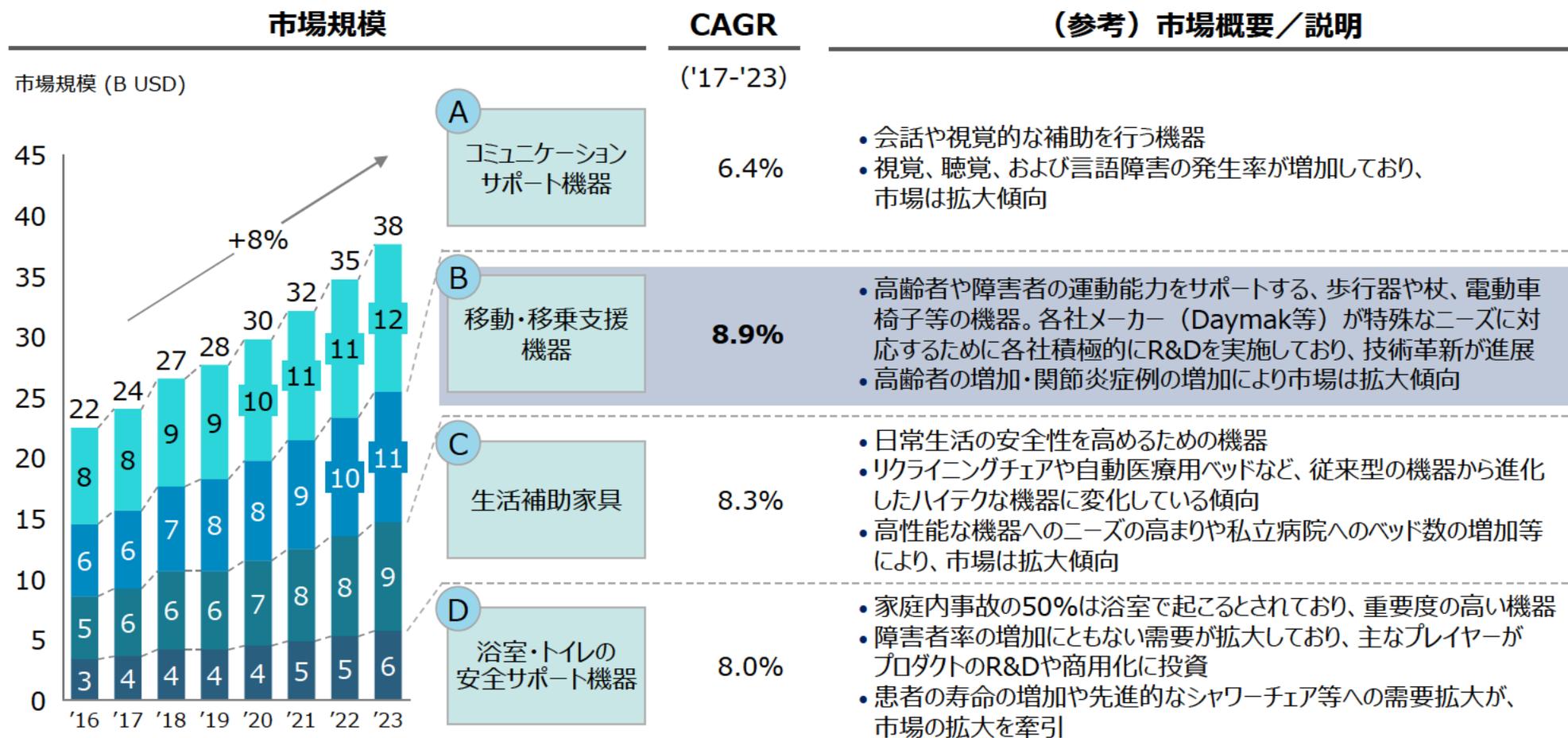
コロナの影響も踏まえ、条件付きではあるが搬送ロボットの活躍は期待されている

- 配薬は、ヒューマンエラー防止の観点でも期待されており、コロナで加速する可能性（但し、薬の飲み込み確認までロボットが担える世界にならない限り、全自動は困難）
- 配膳においても、人の手を介して配膳することがサービスの一つのため、階移動などをロボットに任せ、最後は人の手で配膳する、という利用のされ方になる見立て

その他、ケアプラン作成のAIは、介護士の補助ツールとして利用が進む可能性

● 市場の魅力度 福祉用具：プロダクト種別全体像

- 市場全体が年平均約8%で成長し、2023年には38 BUSD規模になる見通し
- 移動・移乗支援は年平均約9%で伸び、2023年には11 BUSD規模に到達する想定



5 成長アイテム

- 1 福祉用具・ロボットの製品化、流通／利用から市場が構成**
- 2 福祉用具は市場規模が大きい、海外勢が主力
ロボット分野においては日系プレイヤーのプレゼンスが高い**
- 3 コロナ等により、在宅介護へのシフトやロボット活用の
ニーズが拡大する傾向**
- 4 ロボット分野は年2桁成長の見込みで、特に精神的支援と
看護業務支援ロボットへの期待度は高い
移動・移乗介助は規模は大きい、成長率は相対的に低い**
- 5 精神的支援ロボット、看護業務支援ロボットが有望な見立て
移動・移乗介助も動向を要注視**

看護業務支援ロボット

6 競争力の源泉

6 看護師・介護士の効率性・安全性を高める技術水準の向上と、人とロボットの適切な役割分担

7 要介護者のジャーニーを踏まえた福祉ロボット
介護エコシステムの実証事業の実施・参画

● 自動搬送ロボット

- Moxiは、棚から物を取り出して患者に届ける一連の業務を、自立して運行可能
- 日本の介護において一足飛びの全自動化は難しく、適切な役割分担が重要



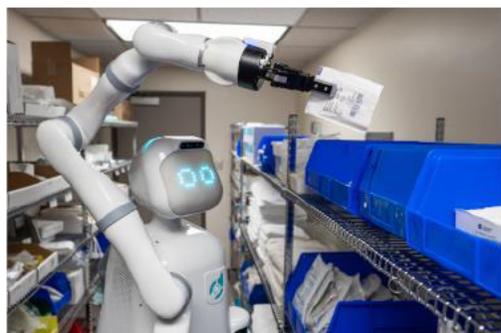
看護師支援ロボット「Moxi」

概要 ・特徴

棚から物を取り出して病室に届ける一連の業務を、
自立して運行可能というユニークな特徴を持つロボット

- "コロナに対応するために、Moxiをリソースとして利用するための最適な方法を見つけようと、顧客である病院と協力している"
- "これまで通り搬送タスクは必要だが、加えて人々への感染リスク軽減のためのユースケースを特定するために協業している"
-Diligent CEO Andrea Thomaz

プロダクト イメージ



日本の介護分野における適応

コロナの影響もあり搬送ロボットへの期待は高まっているが、業務の全自動化は困難

- 配薬は、高齢者が薬を飲み込んだことまで確認できるようにならないと、全自動化は困難
- 配膳も、人の手を介して行うのが介護の重要なサービスの一つ

介護士の効率性を上げるようにロボットと人が連携して業務を行うような使われ方になる見立て

- 配膳の階の移動をロボットに任せ、最後は人の手で運搬する等

看護業務支援ロボット

6 看護師・介護士の効率性・安全性を高める技術水準の向上と、人とロボットの適切な役割分担

7 我が国の戦略

7 要介護者のジャーニーを踏まえた福祉ロボット
介護エコシステムの実証事業の実施・参画

● 今後の検討アプローチ

- コロナ等の直近の潮流を踏まえた課題とソリューションの再検討・議論を実施し、海外展開を前提とした国内実証事業を推進すべき

介護・医療領域の主な課題とソリューション例

検討アプローチ（案）

		介護	医療
在宅	主なニーズ/課題	自立性・健康状態の維持 <ul style="list-style-type: none"> 身体的な自立・健康の維持 精神的な自立・健康の維持 	自立性・健康状態の維持 感染症リスク
	ソリューション案	自立支援・健康予防 <ul style="list-style-type: none"> 自立支援機器（装着・非装着） コミュニケーションロボット等 専門家による検診 <ul style="list-style-type: none"> 認知症度の定期検診等 	自立支援・健康予防 <ul style="list-style-type: none"> 自立支援機器（装着・非装着） 専門家による非接触の診療・診断 <ul style="list-style-type: none"> 遠隔医療システム
施設	主なニーズ/課題	介護業務従事者の負担軽減と感染症リスク <ul style="list-style-type: none"> マンパワー不足 介助業務の肉体的な負担 対面業務による感染症集団感染 	医療従事者の負担軽減と感染症リスク <ul style="list-style-type: none"> マンパワー不足 対面業務による感染症集団感染
	ソリューション案	非接触下におけるマンパワーの補充、業務サポート <ul style="list-style-type: none"> 自動搬送ロボット パワースーツ 遠隔見守り機器 ケアプラン策定支援AI 	非接触下におけるマンパワーの補充、業務サポート <ul style="list-style-type: none"> 院内遠隔コミュニケーションシステム 自動搬送ロボット

コロナ等の直近の潮流を踏まえ、機会領域を再検討・議論

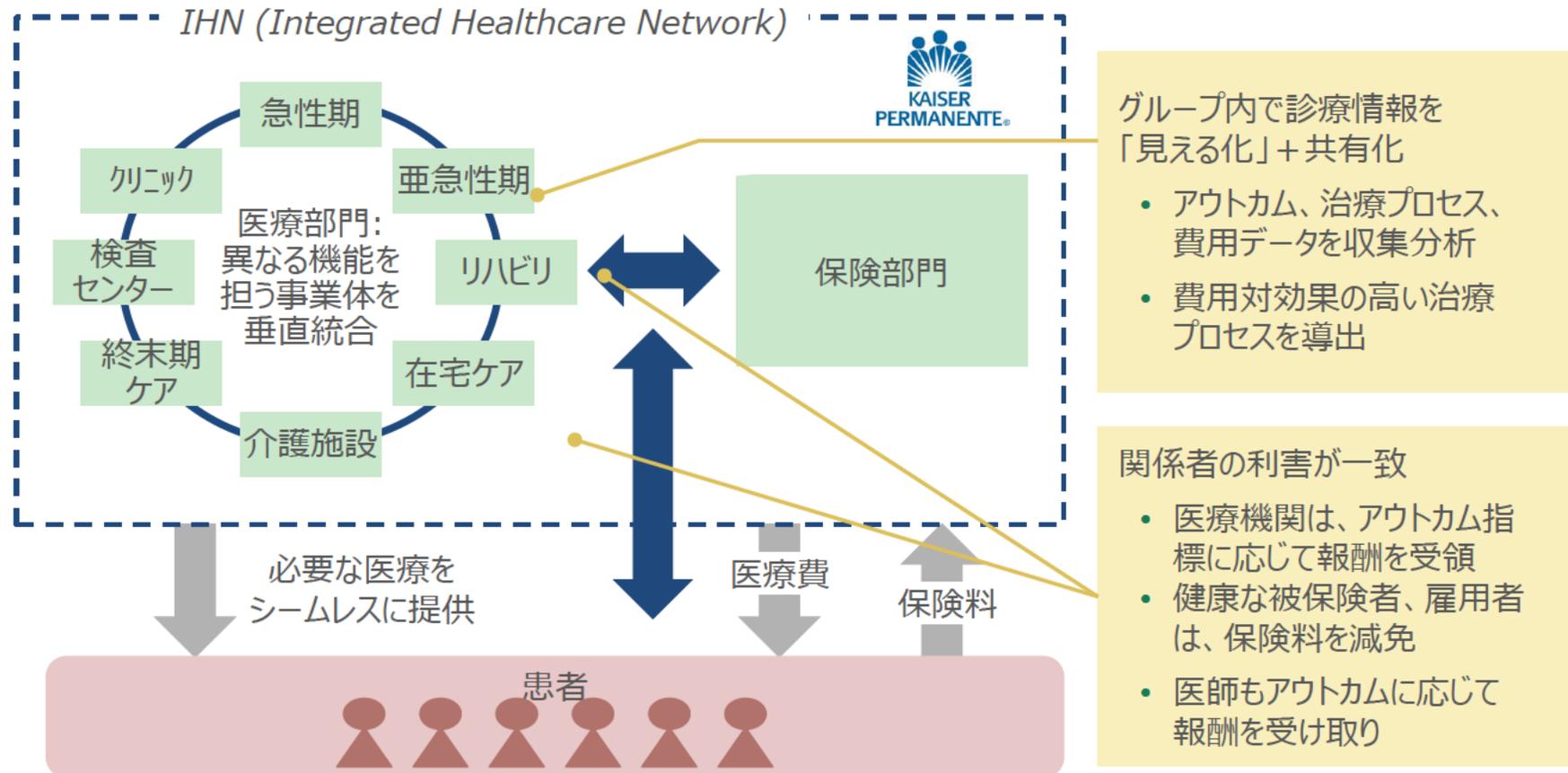
- コロナを踏まえ、あらためて注目すべき大きなポイントはどこに存在するか
- 日本の強みを活かすことができるソリューション領域はどこか
- 実現を阻む外的要因はどこにあるか（国内外の規制や保険制度等）

上記踏まえ、国内での実証事業を進めつつ海外展開の具体的な戦略・施策を検討

- 日本は少子高齢化が先行しており、福祉・介護領域では先進的で、実証を進めるのに適した環境となっている

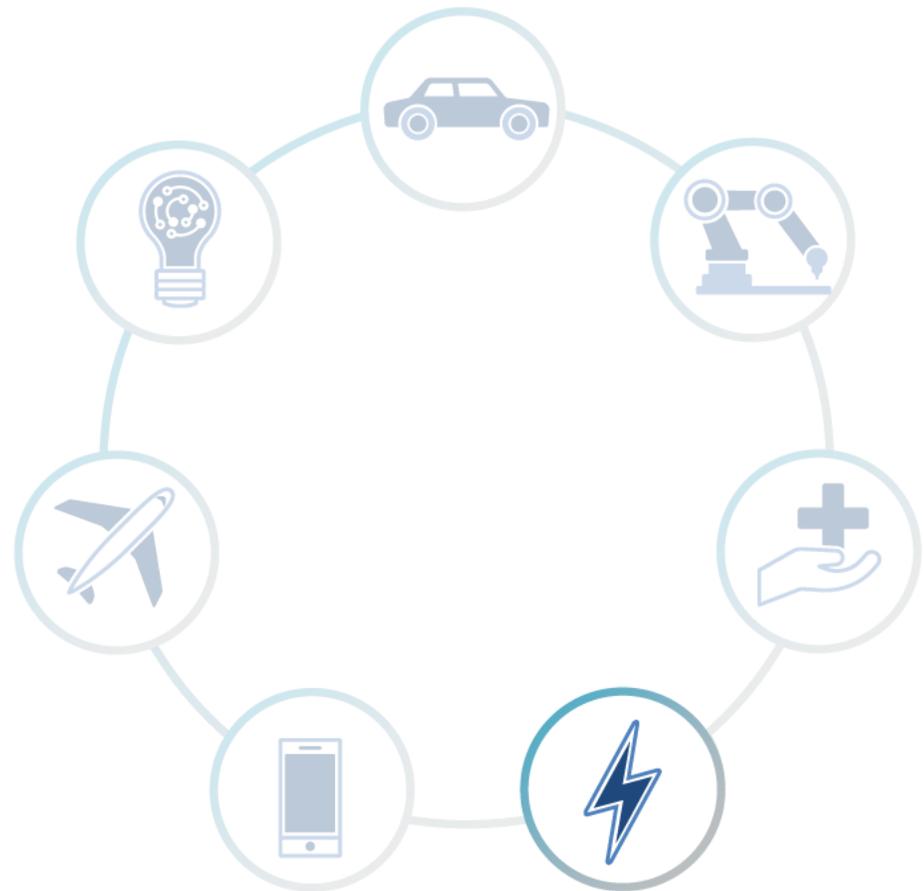
(参考) 米国のIHNの取組事例 : Kaiser Permanente

- 米国の医療機関は、IHN/ACO¹を一步進め、関係者利害の一致を目指している
- 日本においても地域包括ケアは取り組まれているが、浸透度は限定的



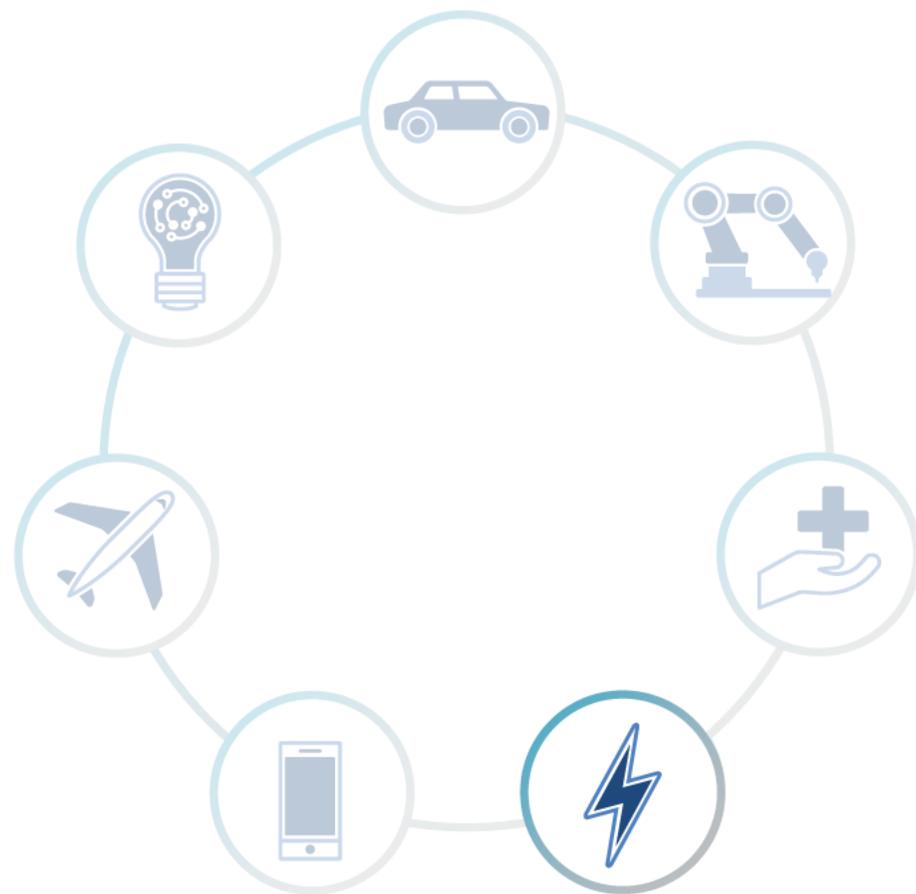
日本国内にて地域包括ケアの取り組みが行われているものの、浸透度は限定的

④ エネルギー



④ エネルギー

- 太陽電池
- 風力発電
- 蓄電池





エネルギー（太陽電池）

- グローバルな製造業（素材・モジュール）と、ローカライズされたサービス市場（設置・運用・管理）から構成。最大市場であるモジュール市場は、中国企業の躍進に伴うスケール競争で「儲かりづらい」市場へ変貌。
- 次世代技術の開発が進むとともに、国際情勢の変化から、グローバルサプライチェーンに再編の兆しが発生。次世代太陽電池市場は今後の拡大が見込まれ、かつ技術による差別化で「儲かる」市場となる余地がある。

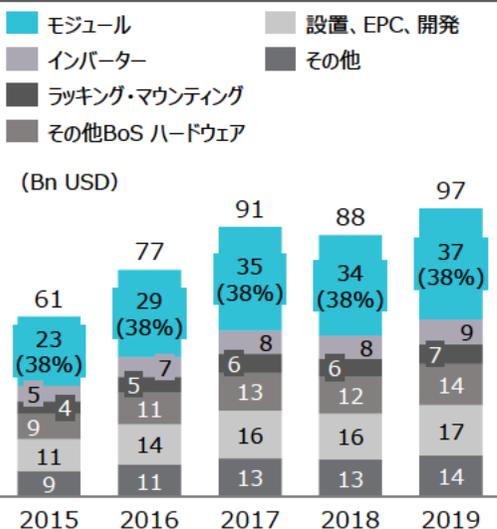
<産業構造・市場の現状>

- モジュール製造を核に、川上・川下に産業が拡大。また製造サプライチェーンは素材、ウェハー、セル、モジュールに分業。
- 市場規模970億ドルうち、中国勢が圧倒的なモジュール市場が約4割。モジュール価格は'10年比約85%低下し、今後も低下が続く見通し。日系企業はモジュール製造事業を縮小。

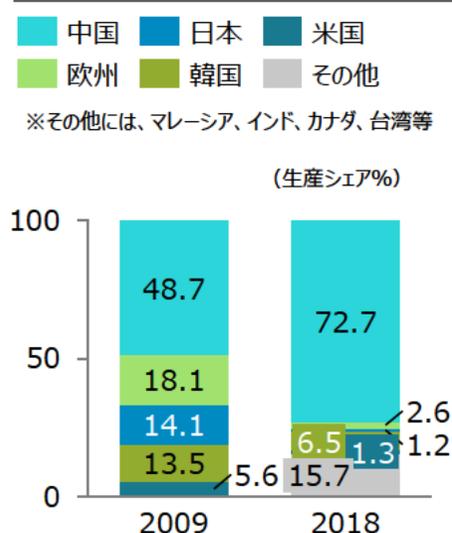
<トレンドを踏まえた市場の変化>

- エネルギー安全保障の観点から、米中間で摩擦が発生。グローバルサプライチェーンの分散が進む可能性。
- 従来型電池が微増にとどまる一方、次世代電池は新たな利用シーンの開拓により市場拡大を牽引。日系企業は、発電効率の向上や低コスト化で先行できる可能性。

太陽電池の世界市場の規模



太陽電池モジュール生産シェア



"Bulk Power System"で中国からの電力関連製品の調達を禁止

概要	2020年5月1日付で、米国の電気事業者が敵対国企業から、 基幹電力システム (Bulk-Power System) に関する製品を調達・使用することを禁止する大統領令を发出
目的	特定機器及びベンダーを「事前認定済み」として承認するための基準を策定し、同12月17日に公表 中国やロシア等の企業によりセキュリティ上の脅威となるソフトウェアを組み込まれる等のリスクから米国の基幹電力システムを保護することが目的 ・分散型の太陽光発電システムについても、個人情報を取り扱う点等が懸念される可能性

技術分野	主要参入企業
有機薄膜	・ 三菱化学、住友化学、ENEOS、Heliatek(独) 等
ペロブスカイト	・ パナソニック、東芝、積水化学、Oxford PV (英)等
タンデム型/ Ⅲ-V族系	・ 東芝、シャープ、Amonix(米)、Soitec(仏) 等
量子ドット	・ 花王、Quantum Materials(米) 等



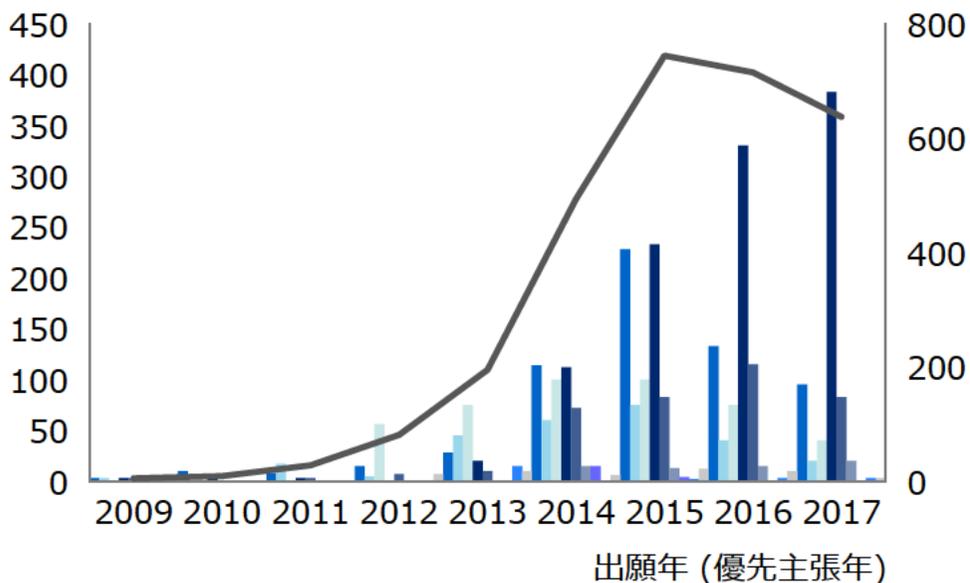
エネルギー（太陽電池）

- 特に、技術開発で日系企業のプレゼンスが高い「ペロブスカイト太陽電池」を成長アイテムとして選定。
- 我が国に生産拠点を設けつつ、高度な製造技術の流出を防止するための対策を検討すべき。

<キーテクノロジー>

- ペロブスカイト太陽電池では、我が国が2000年代後半にも技術革新を継続し、世界を先導。
 - ペロブスカイト太陽電池では、特許数で日本企業に強み
 - 日本の化学品企業が、ファインケミカルや基質で研究を進める
 - NEDOが各種企業と協業し、製造プロセス技術開発を実施

出願人国籍（地域）別出願件数推移



- 日本国籍 ■ 中国国籍 ■ オーストラリア国籍 — 合計
- 米国籍 ■ 韓国国籍 ■ インド国籍
- 欧州国籍 ■ 台湾籍 ■ その他

<今後の戦略>

- 使用される有機化合物の生成や管理、塗布技術等で、高度なプロセス技術が必要。



- 我が国に生産拠点を設けつつ、高度な製造技術の流出を防止するための対策を検討すべき。

フィルム型太陽電池	<p>化学品製造技術に優れた国で、一括生産することが効率的</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 特にフィルム型太陽電池の場合は軽量の製品であり、輸送費への懸念が少ない <p>→我が国に拠点を設け、グローバルに輸出することも選択肢</p>
建材一体型	<p>消費地に近い場所に配置することが必要</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 製品が重くなるため、輸送費の面で現地製造が有利 ● 顧客毎にカスタマイズするため、現地ニーズを吸い上げながらの製造が可能になる <p>→国内市場向けの出荷を想定し、我が国にも拠点を設けるべき</p>

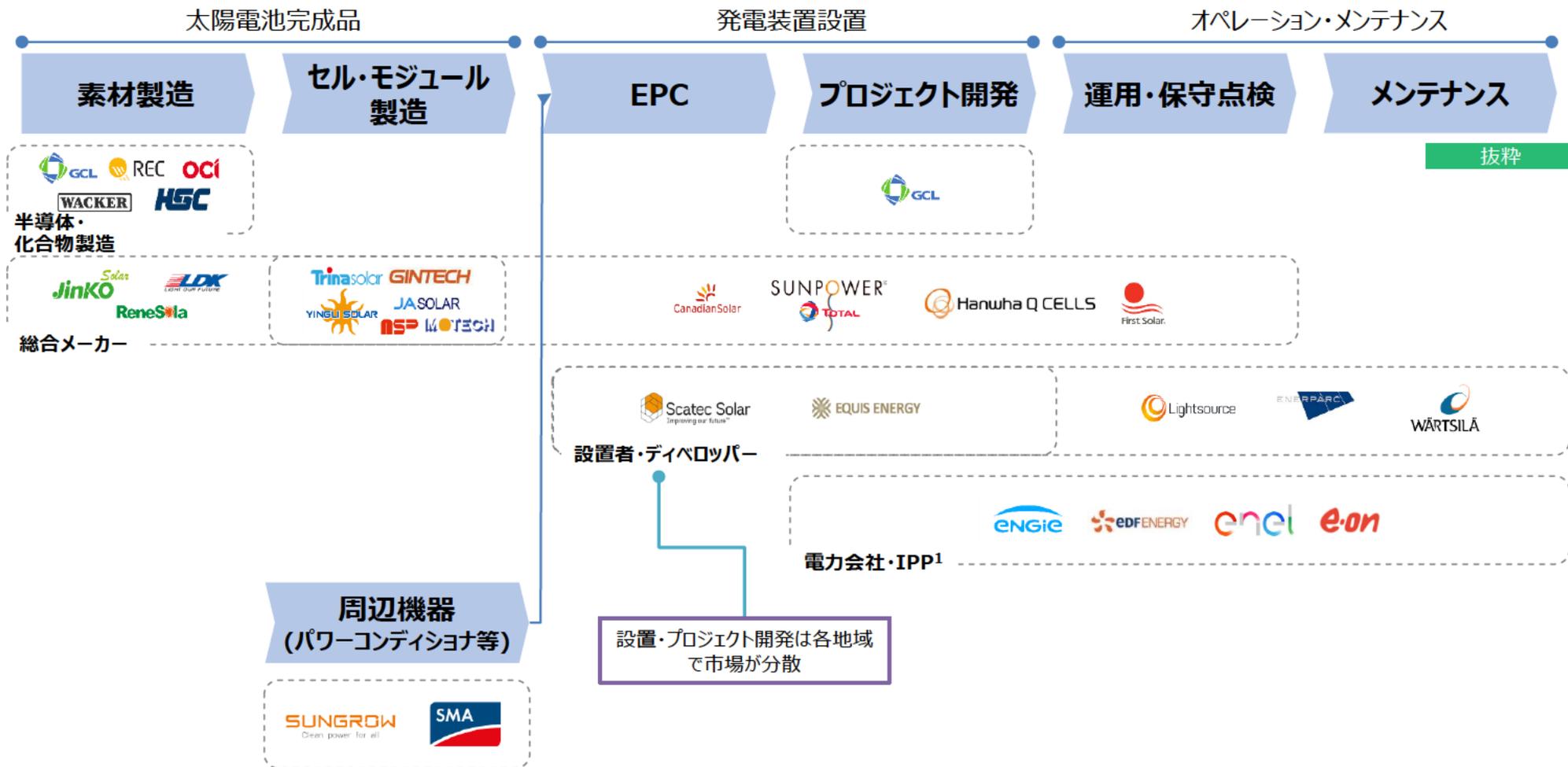


1 産業構造

- 1 グローバルな製造業（素材・モジュール）と、ローカライズされたサービス市場（設置・運用・管理）から構成
- 2 最大市場であるモジュール市場は、中国企業の躍進に伴うスケール競争で「儲かりづらい」市場へ変貌
- 3 次世代技術の開発が進むとともに、国際情勢の変化から、グローバルサプライチェーンに再編の兆しが生まれている
- 4 次世代太陽電池の市場は今後の拡大が見込まれ、かつ、技術による差別化で「儲かる」市場となる余地がある
- 5 特に、技術開発で日系企業のプレゼンスが高い「ペロブスカイト太陽電池」を成長アイテムとして選定

● 産業バリューチェーン

● モジュール製造を核に、川上・川下に産業が拡大



● 製造サプライチェーン

- 素材(シリコンブロック)、ウェハー、セル、モジュールの各製造工程に分業
- 半導体基板を用いるため、製造工程の構造は、半導体産業と類似





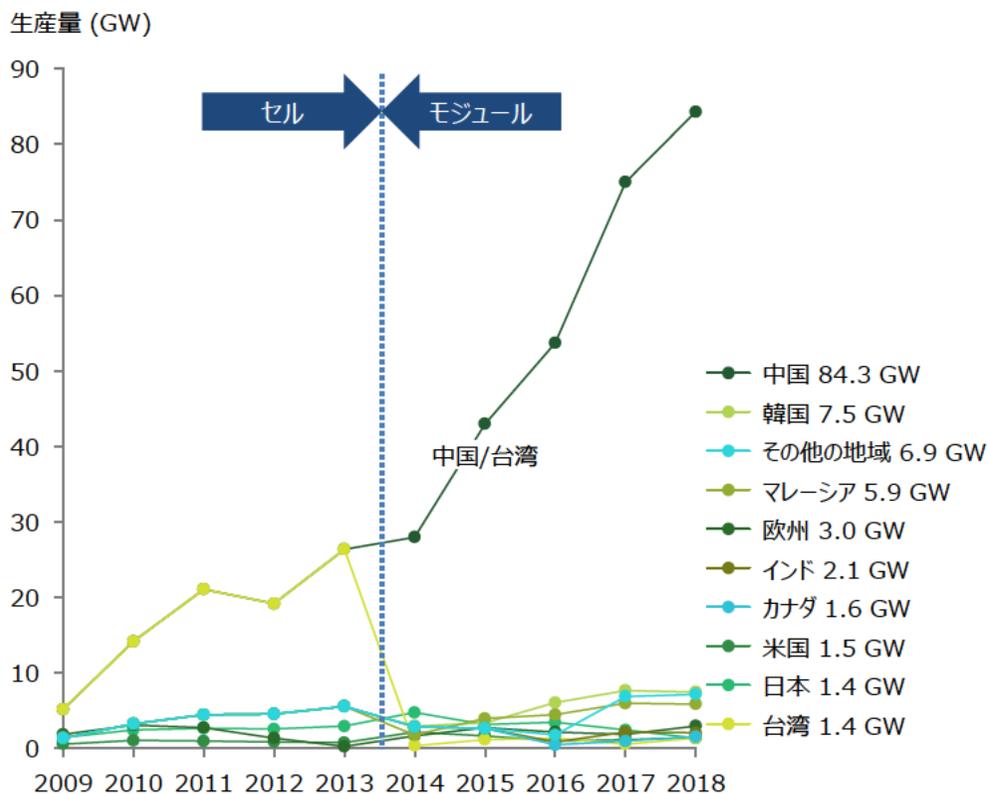
② 価値創出のメカニズム

- 1** グローバルな製造業（素材・モジュール）と、ローカライズされたサービス市場（設置・運用・管理）から構成
- 2** 最大市場であるモジュール市場は、中国企業の躍進に伴うスケール競争で「儲かりづらい」市場へ変貌
- 3** 次世代技術の開発が進むとともに、国際情勢の変化から、グローバルサプライチェーンに再編の兆しが生まれている
- 4** 次世代太陽電池の市場は今後の拡大が見込まれ、かつ、技術による差別化で「儲かる」市場となる余地がある
- 5** 特に、技術開発で日系企業のプレゼンスが高い「ペロブスカイト太陽電池」を成長アイテムとして選定

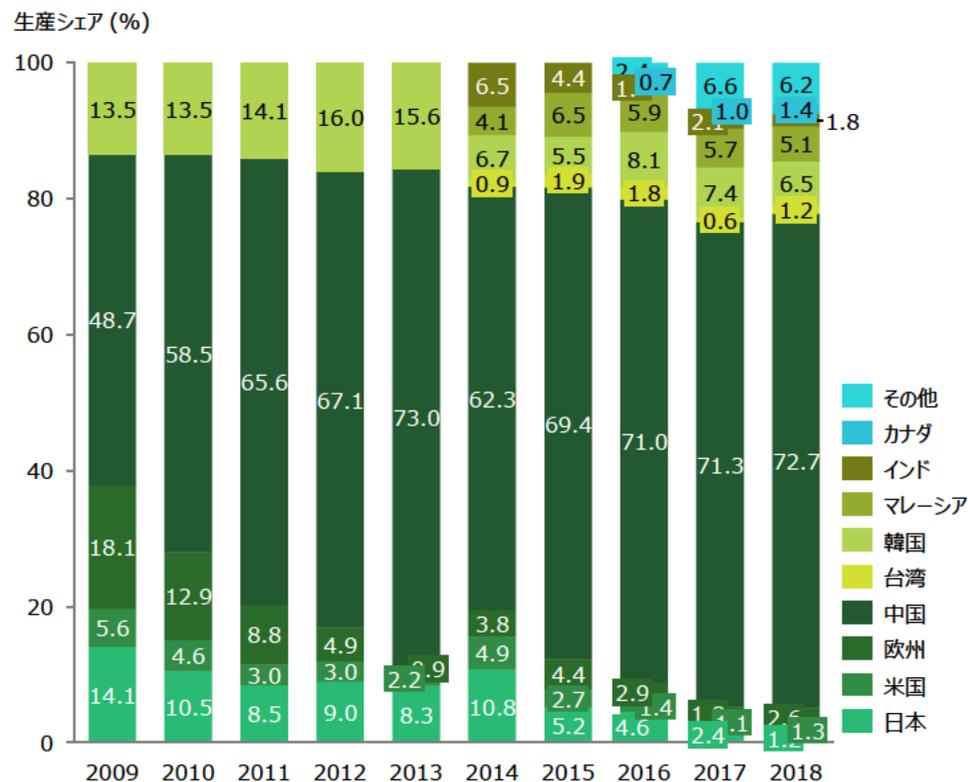
● 日本企業の強み – モジュール生産量の推移・シェア

● モジュール製造では、中国勢が近年大幅に生産量を拡大し、圧倒的なシェアを誇る

世界市場における国・地域別太陽電池生産量



世界市場における太陽電池モジュール生産シェア

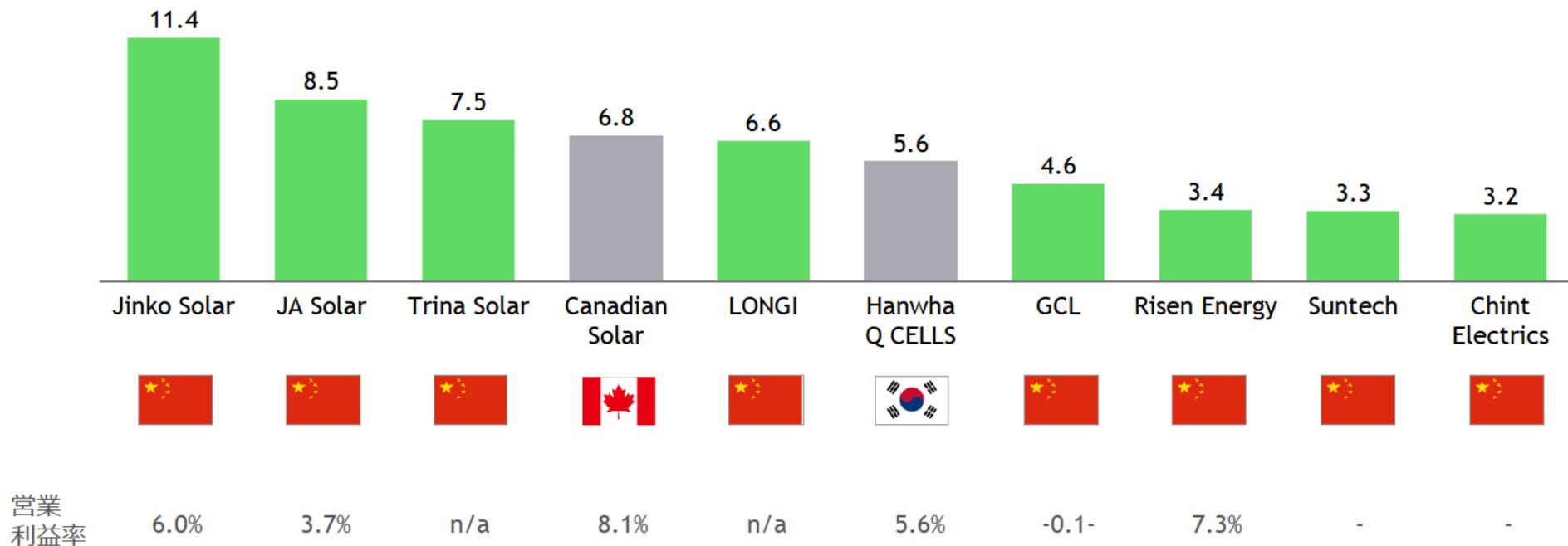


1. 2013年までは太陽電池セル生産量、2014年からは太陽電池モジュール生産量で集計； 2. その他の地域＝2013年まではカナダ、インド、マレーシア、韓国を含む。2014年・2015年はカナダ、インドを含む

● (参考) 主要モジュール製造プレイヤーの出荷量

- 主要なモジュールプレイヤーの顔ぶれは、ほぼ中国系企業

太陽電池モジュール出荷量 (GW, 2018年)





③ 産業内外の トレンド

- 1** グローバルな製造業（素材・モジュール）と、ローカライズされたサービス市場（設置・運用・管理）から構成
- 2** 最大市場であるモジュール市場は、中国企業の躍進に伴うスケール競争で「儲かりづらい」市場へ変貌
- 3** 次世代技術の開発が進むとともに、国際情勢の変化から、グローバルサプライチェーンに再編の兆しが生まれている
- 4** 次世代太陽電池の市場は今後の拡大が見込まれ、かつ、技術による差別化で「儲かる」市場となる余地がある
- 5** 特に、技術開発で日系企業のプレゼンスが高い「ペロブスカイト太陽電池」を成長アイテムとして選定

● 技術トレンド – 次世代太陽電池

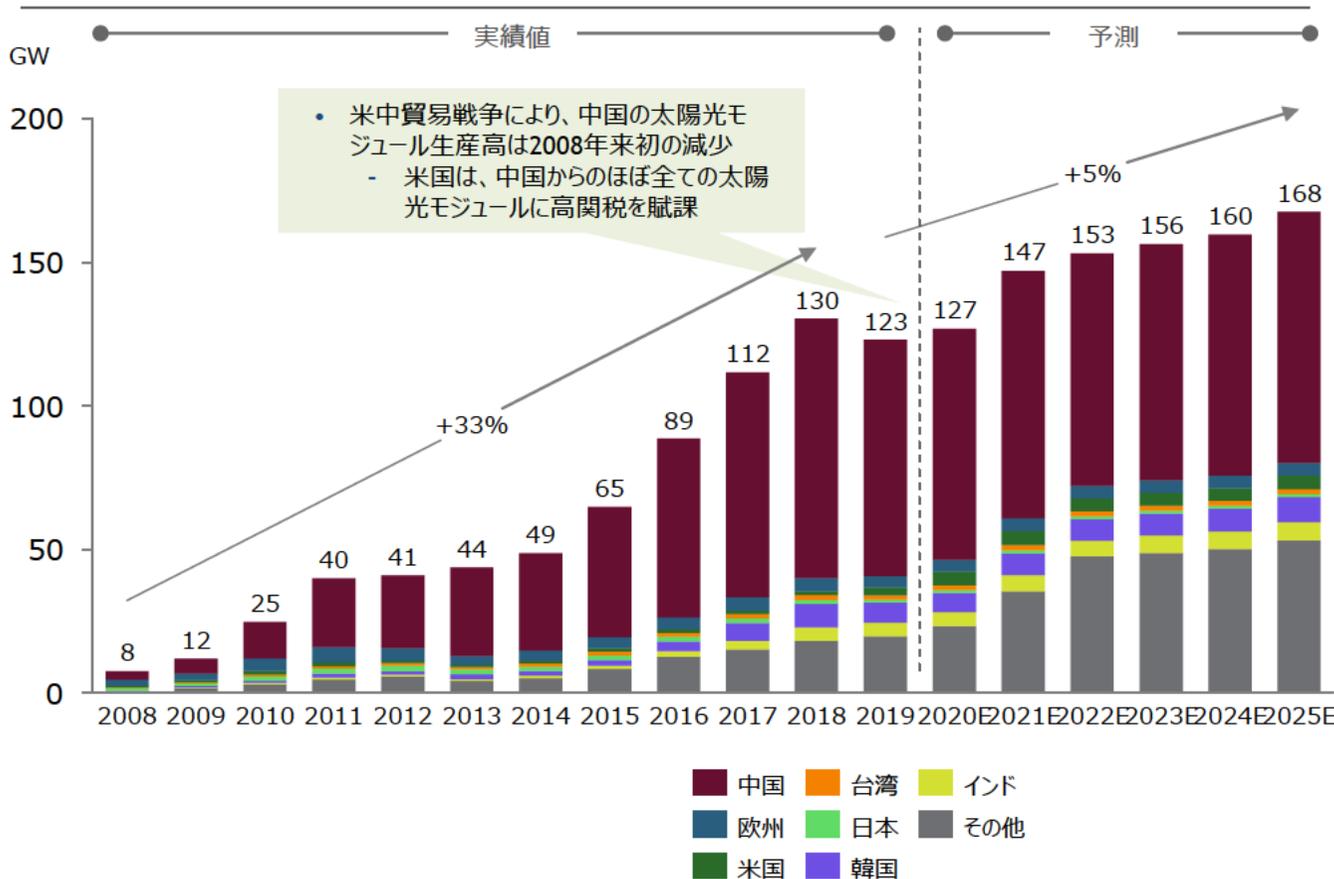
- 発電効率の劇的向上や低コスト化、設置場所の柔軟化を実現する新技術開発が進展しており、日本の化学メーカー等が研究開発に参画

技術分野	主要参入企業	概要	実用化状況		
従来型	①シリコン系 (単結晶・多結晶・薄膜)	<ul style="list-style-type: none"> 国内企業：パナソニック、シャープ、京セラ、カネカ等 海外企業：Sun Power(米), JA solar(中), LG electronics(韓)等 	<p>最も歴史が長く、現在でもセル生産量全体の97%超を占める主流技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 単結晶：量産レベルでの変換効率が20～24%と高く信頼性も高いが、高コスト 多結晶：変換効率は単結晶よりも低いが、低コストで製造可能 薄膜：大面積で量産が可能だが、変換効率が10%程度と効率が低いのが課題 	実用化済み	
	②化合物系 (CIS・CIGS・CdTe)	<ul style="list-style-type: none"> 参入企業は限定的 - CIS・CIGSの本格量産企業はソーラーフロンティア1社 - CdTeは米First Solar・中国企業数社のみ少量生産 	<p>①より低コストだが、量産レベルでは変換効率約15%程度 (研究では約23%確認)</p> <ul style="list-style-type: none"> CIS：多結晶に比べ少ない材料で生産でき低コスト。更なる低価格化余地が期待 CIGS：薄膜の中でも高い変換効率を誇り、国際的な研究開発協力体制が構築される一方、製造工程の複雑さから本格量産への取組は限定的 CdTe：高温時の出力低下が少ないが有毒のCdを含むため、プレイヤーは限定的 	実用化済み	
次世代型	③有機薄膜	<ul style="list-style-type: none"> 三菱化学、住友化学、ENEOS、Heliatek(独)等 	<p>現段階では変換効率12%に留まるが、印刷機で原材料を塗布して作製することから、低コスト化・デザイン性が期待</p>	<div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;"> <p>従来型(シリコン系)のサプライチェーンの再構築につながる可能性</p> <ul style="list-style-type: none"> 特に上流工程 </div>	研究段階
	④ペロブスカイト	<ul style="list-style-type: none"> パナソニック、東芝、積水化学、Oxford PV(英)等 	<p>研究レベルでは米国研究所が変換効率24.2%を達成、耐久性等の技術的課題は残るが、実用化されれば軽量・柔軟な素材から、壁や窓にも設置可能に</p>		研究段階
	⑤タンデム型 /Ⅲ-V族系	<ul style="list-style-type: none"> 東芝、シャープ、Amonix(米)、Soitec(仏)等 	<p>複数のpn接合(タンデムは2接合)を作ることにより変換効率を高める。特にInGaP/(In)GaAs/Geの3接合太陽電池は30%以上を達成、シリコン系よりも高効率技術として期待</p>		研究段階 (一部は宇宙用として実用化)
	⑥量子ドット	<ul style="list-style-type: none"> 花王、Quantum Materials(米)等 	<p>理論上他の技術よりも変換効率が高く、最新の研究では75%越えの可能性。第三世代の電池として期待されているが、実用化に向けては安定性等の技術的課題が多い</p>		研究段階

政治・経済・社会トレンド – 太陽光モジュール国別生産量推移

● 中国への一極集中から、グローバルサプライチェーンの分散が進む見通し

各国生産の太陽光モジュール



国別年平均成長率

	2008-18	2019-25	落差
中国	+41%	+1%	↓
欧州	+8%	+2%	↘
米国	+9%	+9%	→
台湾	+29%	+2%	↘
日本	+4%	-1%	↘
韓国	+49%	+4%	↓
インド	+34%	+5%	↘
その他	+42%	+18%	↘



- 1** グローバルな製造業（素材・モジュール）と、ローカライズされたサービス市場（設置・運用・管理）から構成
- 2** 最大市場であるモジュール市場は、中国企業の躍進に伴うスケール競争で「儲かりづらい」市場へ変貌
- 3** 次世代技術の開発が進むとともに、国際情勢の変化から、グローバルサプライチェーンに再編の兆しが生まれている
- 4** 次世代太陽電池の市場は今後の拡大が見込まれ、かつ、技術による差別化で「儲かる」市場となる余地がある
- 5** 特に、技術開発で日系企業のプレゼンスが高い「ペロブスカイト太陽電池」を成長アイテムとして選定

④ 市場の変化

● 日本企業の強み – 次世代太陽電池（再掲）

● 日系企業に技術の蓄積があり、発電効率の向上や低コスト化で先行できる可能性

技術分野	主要参加企業	概要	実用化状況
従来型	<p>①シリコン系 (単結晶・多結晶・薄膜)</p> <ul style="list-style-type: none"> 国内企業：パナソニック、シャープ、京セラ、カネカ等 海外企業：Sun Power(米), JA solar(中), LG electronics(韓) 等 	<p>最も歴史が長く、現在でもセル生産量全体の97%超を占める主流技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 単結晶：量産レベルでの変換効率が20～24%と高く信頼性も高いが、高コスト 多結晶：変換効率は単結晶よりも低いが、低コストで製造可能 薄膜：大面積で量産が可能だが、変換効率が10%程度と効率が低いのが課題 	実用化済み
	<p>②化合物系 (CIS・CIGS・CdTe)</p> <ul style="list-style-type: none"> 参加企業は限定的 - CIS・CIGSの本格量産企業はソーラーフロンティア1社 - CdTeは米First Solar・中国企業数社のみ少量生産 	<p>①より低コストだが、量産レベルでは変換効率約15%程度 (研究では約23%確認)</p> <ul style="list-style-type: none"> CIS：多結晶に比べ少ない材料で生産でき低コスト。更なる低価格化余地が期待 CIGS：薄膜の中でも高い変換効率を誇り、国際的な研究開発協力体制が構築される一方、製造工程の複雑さから本格量産への取組は限定的 CdTe：高温時の出力低下が少ないが有毒のCdを含むため、プレイヤーは限定的 	実用化済み
次世代型	<p>③有機薄膜</p> <ul style="list-style-type: none"> 三菱化学、住友化学、ENEOS、Heliatek(独) 等 	<p>現段階では変換効率12%に留まるが、印刷機で原材料を塗布して作製することから、低コスト化・デザイン性が期待</p>	研究段階
	<p>④ペロブスカイト</p> <ul style="list-style-type: none"> パナソニック、東芝、積水化学、Oxford PV (英)等 	<p>研究レベルでは米国研究所が変換効率24.2%を達成、耐久性等の技術的課題は残るが、実用化されれば軽量・柔軟な素材から、壁や窓にも設置可能に</p>	研究段階
	<p>⑤タンデム型 / III-V 族系</p> <ul style="list-style-type: none"> 東芝、シャープ、Amonix(米)、Soitec(仏) 等 	<p>複数のpn接合(タンデムは2接合)を作ることにより変換効率を高める。特にInGaP/ (In) GaAs/Geの3接合太陽電池は30%以上を達成、シリコン系よりも高効率技術として期待</p>	研究段階 (一部は宇宙用として実用化)
	<p>⑥量子ドット</p> <ul style="list-style-type: none"> 花王、Quantum Materials(米) 等 	<p>理論上他の技術よりも変換効率が高く、最新の研究では75%越えの可能性。第三世代の電池として期待されているが、実用化に向けては安定性等の技術的課題が多い</p>	研究段階

従来型(シリコン系)のサプライチェーンの再構築につながる可能性

- 特に上流工程



- 1** グローバルな製造業（素材・モジュール）と、ローカライズされたサービス市場（設置・運用・管理）から構成
- 2** 最大市場であるモジュール市場は、中国企業の躍進に伴うスケール競争で「儲かりづらい」市場へ変貌
- 3** 次世代技術の開発が進むとともに、国際情勢の変化から、グローバルサプライチェーンに再編の兆しが生まれている
- 4** 次世代太陽電池の市場は今後の拡大が見込まれ、かつ、技術による差別化で「儲かる」市場となる余地がある
- 5** 特に、技術開発で日系企業のプレゼンスが高い「ペロブスカイト太陽電池」を成長アイテムとして選定

5 成長アイテム

次世代太陽電池の変換効率ランキング

● ペロブスカイト太陽電池では、我が国が2010年代後半にも技術革新を継続

有機薄膜太陽電池の変換効率の進歩 (2019年6月現在)

年月	開発機関	国名	変換効率 (%)	面積 (cm ²)	Voc (V)	Jsc (mA/cm ²)	FF (%)	測定機関	備考
19. 5	江南理工大学 (SCUT)	中国	16.4	0.04137 (da)	0.8468	25.46	76.3	NREL ²⁾	-
19. 5	香港科技大学 (HKUST)	香港	16.4	0.0394 (da)	0.8621	26.17	72.7	Newport ²⁾	-
18. 11	華南理工大学/中南大学 (SCUT-CSU)	中国	15.6	0.4113 (da)	0.8381	25.03	74.5	NREL ²⁾	-
18. 4	ミシガン州立大学	米国	15.0	≦1	-	-	-	-	タンデム
18. 8	Raynergy Tek	台湾	13.3	0.054 (ac), 0.0293 (ap)	-	-	-	Newport ²⁾	デバイス面積 (25mm x 25 mm)、ガラス基板
16. 2	Heliatek	ドイツ	13.2	1.37	-	-	-	FhG-CSP	タンデム、プラスチックフィルム基板
18. 7 発表	UCLA	米国	12.6	0.0548	0.88	21.55	66.3	Newport	-
18. 2	中国科学院化学研究所 高分子物理 化学国家重点研究室 (PPC/CAS)	中国	12.3	0.0900 (da)	0.887	18.83	73.5	Newport	-
18. 10 発表	フリードリヒ アレクサンダー 大学エランゲン=ニュルンベルク (FAU)/華南理工大学 (SCUT)	ドイツ/ 中国	12.3	1	-	-	-	-	-
17. 2	Phillips 66	米国	12.1	0.0407 (ap)	0.815	20.27	73.5	Newport	-
13. 1	Heliatek	ドイツ	12.0	1.1	-	-	-	SGS	不透明
15. 5	香港科技大学 (HKUST)	香港	11.5	0.0429 (ap)	0.7907	19.74	73.5	Newport	-
18. 11 発表	京都大学	日本	11.5	-	-	-	-	-	-
18. 7 発表	UCLA	米国	11.5	-	-	-	-	-	タンデム
15. 10	東芝	日本	11.2	0.992 (da)	0.78	19.3	74.2	AIST ²⁾	-
12. 10	三菱化学	日本	11.1	0.159 (ap)	0.867	17.81	72.2	AIST ²⁾	-
14. 9	東芝	日本	11.0	0.993 (da)	0.793	19.4	71.4	AIST ²⁾	-
12. 1	UCLA/住友化学	米国/ 日本	10.6	0.103(ap)	1.5306	10.08	68.5	NREL ²⁾	タンデム
11. 10	三菱化学	日本	10.0	1.021(ap)	0.899	16.75	66.1	AIST ²⁾	-
15. 2	東芝	日本	9.7	26.14 (da)	0.806	16.47	73.2	AIST ²⁾	8セル直列
14. 8	東芝	日本	9.5	25.05 (da)	0.789	17.01	70.9	AIST ²⁾	4セル直列、サブモジュール
14. 2	東芝	日本	9.1	25.04 (da)	0.794	17.06	67.5	AIST ²⁾	4セル直列、サブモジュール
13. 8	東芝	日本	8.5	25.02 (da)	0.8	15.81	67.3	AIST ²⁾	4セル直列、サブモジュール
10. 10	Heliatek	ドイツ	8.3	1.087(ap)	1.733	8.03	59.5	FhG-ISE ²⁾	2セル直列、タンデム
10. 11	Konarka Technologies	米国	8.3	1.031(ap)	0.816	14.46	70.2	NREL ²⁾	-

日本による有機薄膜のリードは、'10年代前半中心

ペロブスカイト太陽電池 (セル) の変換効率の進歩 (2019年6月現在)

年月	開発機関	国名	変換効率 (%)	面積 (cm ²)	Voc (V)	Jsc (mA/cm ²)	FF (%)	測定機関	備考
19. 1	韓国化学技術研究所 (KRICT)/マサチューセッツ 工科大学 (MIT)	韓国/米国	24.23	0.0955 (ap)	1.1948	24.16	84	Newport	-
18. 9	中国科学院半导体研究所 (ISCAS)	中国	23.7	0.0739 (ap)	1.1697	25.4	79.8	Newport	-
18. 7 発表	ISCAS	中国	23.3	-	-	-	-	-	-
17. 7	KRICT	韓国	22.7	0.0935 (ap)	1.144	24.92	79.6	Newport (NREL)	-
16. 3	KRICT/蔚山科学技術 大学校 (UNIST)/漢陽大学	韓国	22.1	0.0946 (ap)	1.105	24.97	80.3	Newport (NREL) ²⁾	-
18. 4 発表	パナソニック	日本	21.8	-	1.24	-	-	-	-
16. 11	パナソニック/EPFL	日本/スイス	21.6	0.16	-	-	-	-	-
18. 10 発表	桐蔭横浜大学	日本	21.3	-	-	-	-	-	低温プロセス
15. 12 発表	EPFL	スイス	21.02	-	-	-	-	Newport ²⁾	-
18. 7 発表	オックスフォード大学	英国	20.9	-	1.21	-	-	-	ヘテロ接合型、SSGプロセス
17. 7	KRICT	韓国	20.9	0.991 (da)	1.125	24.92	74.5	Newport	-
18. 6	パナソニック	日本	20.8	0.997(da)	1.116	23.82	78.2	AIST ²⁾	-
17. 11 発表	東京大学	日本	20.5	0.18	1.21	-	-	-	カリウム添加、希少金属不使用
14. 11	KRICT	韓国	20.1	0.0955 (ap)	1.059	24.65	77	Newport ²⁾	-
19. 4 発表	京都大学/ブラスコート	日本	19.8	-	1.08	-	-	-	フィルム基板
16. 3	KRICT/UNIST/漢陽大学	韓国	19.7	0.9917 (da)	1.104	24.67	72.3	Newport (NREL) ²⁾	-
16. 2	EPFL	スイス	19.6	1	1.143	22.6	76	Newport ²⁾	真空せん光溶液プロセス (VASP)
18. 10 発表	積水化学工業	日本	19.6	-	-	-	-	-	ガラス基板
17. 2	トロント大学	カナダ	19.5	1	-	-	-	-	低温プロセス (電子輸送層)
17. 5 発表	物質 材料研究機構 (NIMS)	日本	19.2	1	-	-	-	-	-
19. 5 発表	中国科学院深圳先端技術 研究院 (CAS-SIAT)	中国	19	-	-	-	-	-	マイカ (雲母) 基板
15. 10	NIMS	日本	18.21	1.022 (da)	1.081	21.95	78.4	AIST ²⁾	-
14. 4	KRICT	韓国	17.9	0.0937 (ap)	1.1142	21.8	73.6	Newport ²⁾	-
18. 10 発表	リコー	日本	15	-	-	-	-	-	-
16. 10	東芝	日本	14.2	1	-	-	-	-	ガラス
13. 5	EPFL	スイス	14.1	0.2090 (ap)	1.007	21.34	65.7	Newport ²⁾	-
17. 発表	Saule Technologies	ポーランド	9.2	1	0.91	15.31	65.8	-	インクジェット印刷

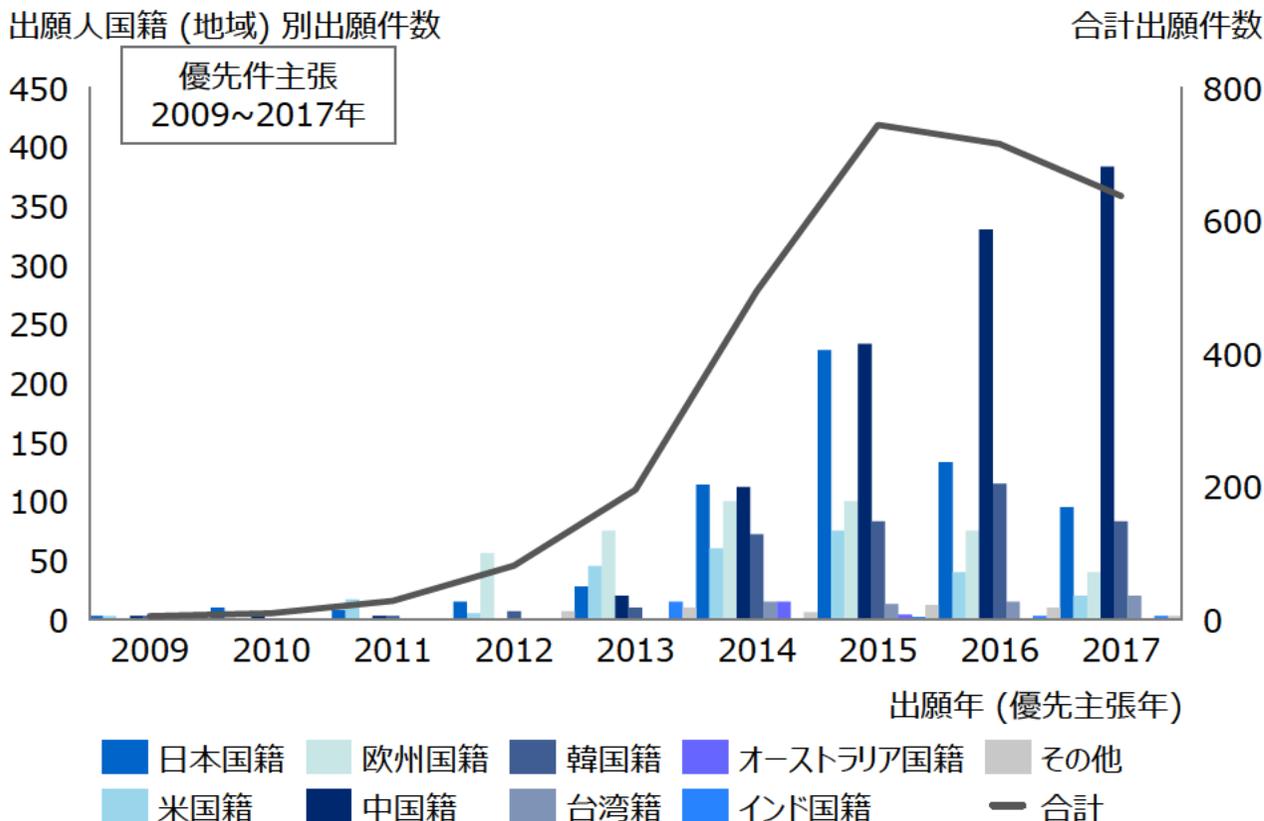
ペロブスカイトでは '10年代後半も 革新

1. (ap): Aperture area, (t): Total area, (da): Designated illumination area, (ac) Active Area; 2. IEC60904-3, Ed. 2, 2008 による測定 出所: "Solar Cell Efficiency Tables (Version 44-54)", Progress in Photovoltaics, 各社資料

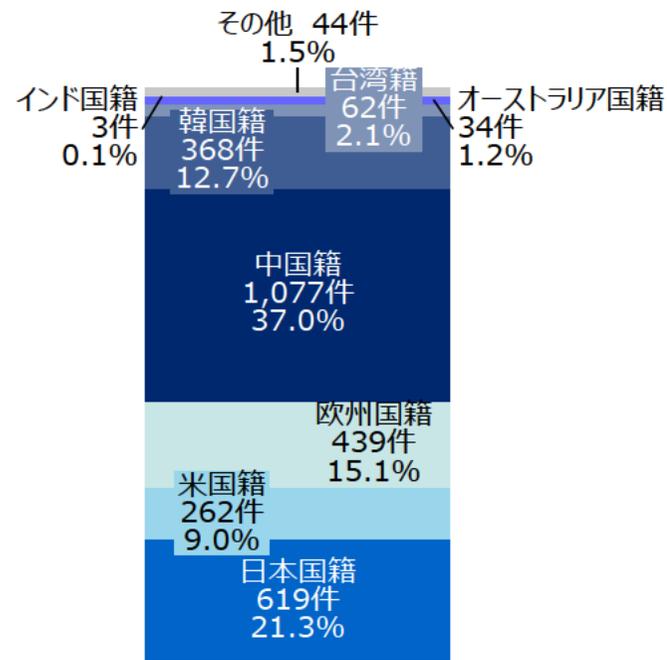
ペロブスカイト太陽電池開発動向 特許出願件数

- 日本は長い間研究を行っており、特許数も多い

出願人国籍（地域）の出願件数 推移



出願人国籍別の出願内訳



Note: 2016年以降はデータベース収録の遅れ、PCT出願の各国以降のずれ等で全出願データを反映していない可能性がある

出所: 特許庁「令和元年度大分野別出願動向調査 - 一般分野 - ニーズ即応型の技術動向調査」テーマ名: 「ペロブスカイト太陽電池」



成長アイテム

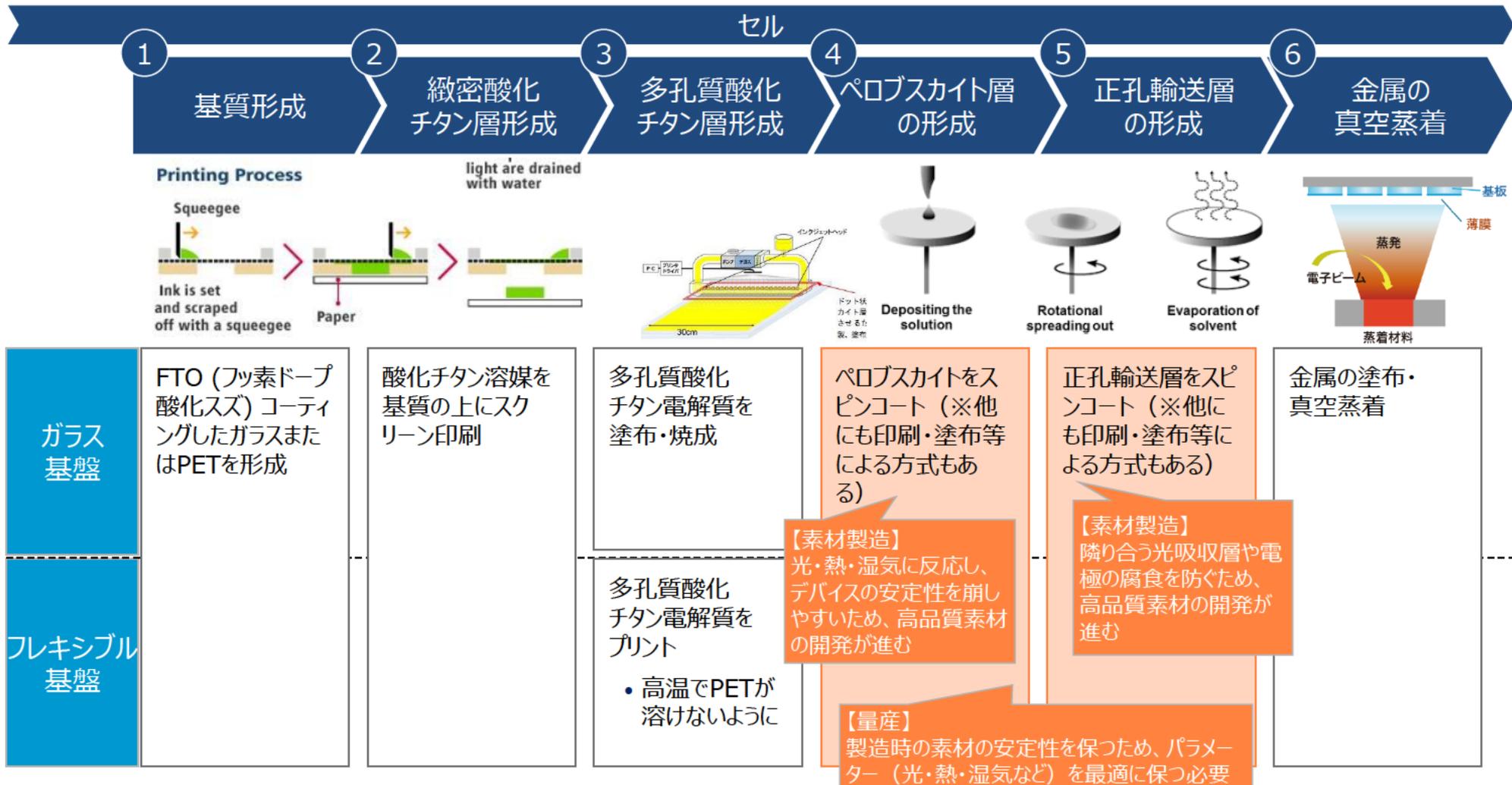
ペロブスカイト太陽電池

6 競争力の源泉

- 6 素材技術・製造技術と併せ、小型電池ではスケールメリット、建材一体型ではカスタマイズ対応力が競争力を左右
- 7 技術流出防止・国内サプライチェーン構築を確保しつつ、機器・サービス統合による国内市場の守りを固める必要

● 技術 - ペロブスカイト太陽電池のセル製造

- セル製造では、有機化合物の生成や管理、塗布技術等で高度なプロセス技術が必要



● ビジネスモデル - サプライチェーン配置の考え方

- 輸送費が低いフィルム型太陽電池は、グローバル拠点での一括生産にフィット
- 建材一体型は、各消費地でカスタマイズ性を重視したサプライチェーンが構築される

ペロブスカイト太陽電池製造の特徴

カスタマイズ製造

- 特に建材等では顧客の提示する規格に合わせ調整

化学合成・製造技術が重要

- サプライチェーンの中で、素材に大きな価値
- ターンキーでないため、化学素材や製造環境の細かいチューニングノウハウが必要

大きな労働力を要さない

- 製造プロセスの自動化が見込まれる

電気使用量が少ない

- 製造プロセスに要する時間が、相対的に短い
- 塗布が中心で多くの電力を必要とする工程が少ない

製品別のサプライチェーン配置

フィルム型 太陽電池

化学品製造技術に優れた国で、一括生産することが効率的

- 特にフィルム型太陽電池の場合は軽量の製品であり、輸送費への懸念が少ない

→我が国に拠点を設け、グローバルに輸出することも選択肢

建材 一体型

消費地に近い場所に配置することが必要

- 製品が重くなるため、輸送費の面で現地製造が有利
- 顧客毎にカスタマイズするため、現地ニーズを吸い上げながらの製造が可能になる

→国内市場向けの出荷を想定し、我が国にも拠点を設けるべき



成長アイテム

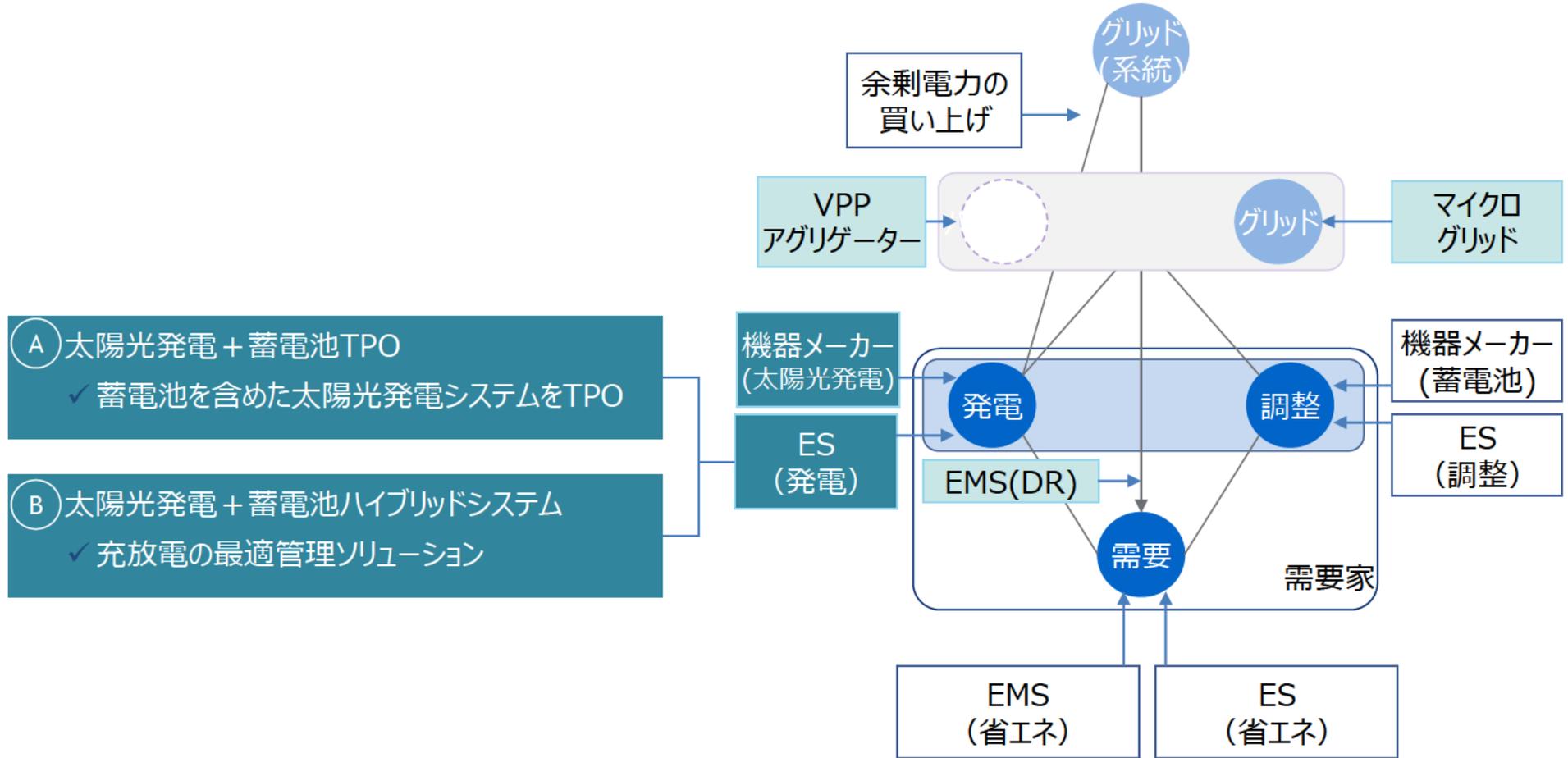
ペロブスカイト太陽電池

- 6 素材技術・製造技術と併せ、小型電池ではスケールメリット、建材一体型ではカスタマイズ対応力が競争力を左右
- 7 技術流出防止・国内サプライチェーン構築を確保しつつ、機器・サービス統合による国内市場の守りを固める必要

7 我が国の戦略

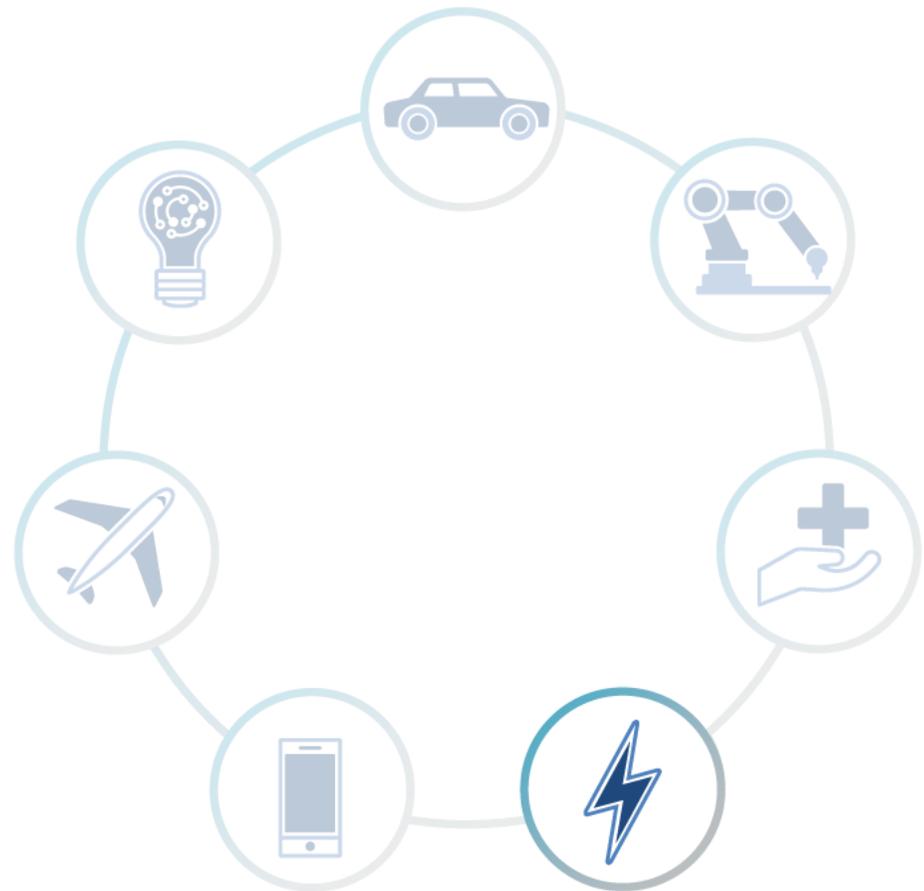
● その他の要因 - 太陽電池とエネルギーサービス

- 日本国内市場では、サービス市場のプレイヤーとの連携・垂直統合でロックインを進める戦略を支援



④ エネルギー

- 太陽電池
- 風力発電
- 蓄電池





エネルギー（風力発電）

- 国内ニーズが高く技術が蓄積しやすい「浮体」と、ライフサイクルコスト軽減に繋がる「高機能部品」に注目。
- 浮体では外資系の持つ先進技術の取込み、高機能部品では国内勢の経営効率改善も重要となる。

＜キーテクノロジー＞

- 日本の海域では、洋上風力の設置ポテンシャルが高い。特に「浮体」については、国際的に技術が未確立。
- ブレード、ベアリング、ギアボックス、発電機は、大型/軽量化・耐久性向上に直結する上に、再調達に時間がかかる部品。

＜今後の戦略＞

- 浮体では、日本海域で外資を含めた先進技術を実証しつつ、中長期的には、官民で環境を整え内製・国産化を図るべき。
- 高機能部品では、素材、センサー等の技術課題対応と併せ、航空機業界と類似したサプライヤー集約の可能性にも留意。

主な重要コンポーネント

研究開発の目的



- 大型化に伴う高剛性化
- 重量低減によるLogisticsコストの低減
- 重量低減でベアリング荷重低減



- 高トルクに対する耐久性・耐強度の向上
- サイズ低減によるナセルサイズ/重量の低減

主な重要コンポーネント

研究開発の目的

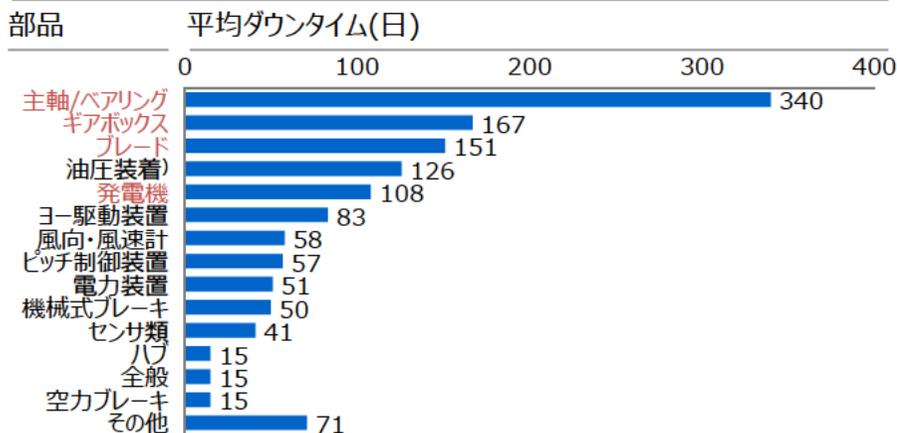


- 高トルクに対する耐久性・耐強度の向上
- サイズ低減によるナセルサイズ/重量の低減



- サイズ低減でのナセルサイズ低減
- ローター・ステーター間の空隙機械公差の確保
- 効率維持・故障抑制を狙う冷却方式

調達が長期化するキーコンポーネント



戦略概要

活性化した周辺産業

	部品製造	タービン製造	PJ開発	EPC	運用・保守点検
政府主導					
オランダ	✓		✓	✓	✓
台湾	✓				
事業者主導					
スペイン	✓		✓	✓	✓



素材革新による
軽量化・高強度化



「ダイレクトドライブ方式」への対応



センサーによる
タービンの異常検知



超電導発電機による
小型化・軽量化



① 産業構造

- 1 風力発電機（タービン）を組み立てるOEMが、バリューチェーン全体を押さえるハブとなる構図**
- 2 日系企業はサプライヤーが中心。高収益な運用・保守市場にアクセスできるOEMは、我が国には不在**
- 3 技術革新により、洋上風力の設置ポテンシャルが増大。国内でも、洋上風力拡大に向けた環境整備が進展**
- 4 陸上風力が定着する一方で、洋上風力が市場を拡大。ただし、発電コスト引下げが従来以上に強く求められる**
- 5 国内で特にニーズが高く技術が蓄積しやすい「浮体」と、ライフサイクルコストの軽減に繋がる「高機能部品」に注目**

産業バリューチェーン – 風力発電

- 風力発電機（タービン）を組み立てる重工メーカーが川下のサービスも垂直統合し、幅広いバリューチェーンを担う

部品製造

風力タービン製造

EPC・据付/設置

プロジェクト開発

保守・運営

風力サービス
・メンテナンス

風力OEM



EPC
請負業者



ディベロッパー



ユーティリティ





② 価値創出のメカニズム

- 1 風力発電機（タービン）を組み立てるOEMが、バリューチェーン全体を押さえるハブとなる構図**
- 2 日系企業はサプライヤーが中心。高収益な運用・保守市場にアクセスできるOEMは、我が国には不在**
- 3 技術革新により、洋上風力の設置ポテンシャルが増大。国内でも、洋上風力拡大に向けた環境整備が進展**
- 4 陸上風力が定着する一方で、洋上風力が市場を拡大。ただし、発電コスト引下げが従来以上に強く求められる**
- 5 国内で特にニーズが高く技術が蓄積しやすい「浮体」と、ライフサイクルコストの軽減に繋がる「高機能部品」に注目**

日本企業の強み – 部品サプライヤー

- サプライヤーとしては、素材技術等を活かした高機能製品で日系企業が存在感

風力関連部品の差別化要素

主な差別化要素

差別化実現のための研究開発の方向性

ブレード	<ul style="list-style-type: none"> 大型化に伴う高剛性化 重量低減によるLogisticsコストの低減 重量低減によるベアリング荷重低減 	<ul style="list-style-type: none"> 炭素繊維の一部使用 <ul style="list-style-type: none"> - ガラス繊維と比較して20-30%軽量（但し、コストは10倍程度） ガラス繊維の高機能化 フッ素系塗料の活用による耐衝撃性向上
発電機	<ul style="list-style-type: none"> サイズ低減によるナセルサイズの低減 ローター・ステーター間の空隙機械公差の確保 効率維持・故障抑制のための冷却方式 	<ul style="list-style-type: none"> 超電導による小型・軽量化 取付構造の変更
ギアボックス	<ul style="list-style-type: none"> 高トルクに対する耐久性・耐強度の向上（交換不要にすることによる運用・保守点検コスト低減） サイズ低減によるナセルサイズ/重量の低減 	<ul style="list-style-type: none"> 熱処理、材料の変更 形状の変更
ベアリング	<ul style="list-style-type: none"> 高トルクに対する耐久性・耐強度の向上（交換不要にすることによる運用・保守点検コスト低減） サイズ低減によるナセルサイズ/重量の低減 	<ul style="list-style-type: none"> 熱処理、材料の変更 タービン環境に合わせた給脂のためのモニタリング方式 従来のローラーベアリングとは別方式の適用

風力発電における技術革新例

カップ積層型カーボンナノチューブ

- 16倍の耐衝撃性と68倍の耐摩耗性、高い防錆性も持ち、ブレード・タワーの塗料として活用が期待
- NEDOの支援を受け、量産技術を開発中



GSI Creos

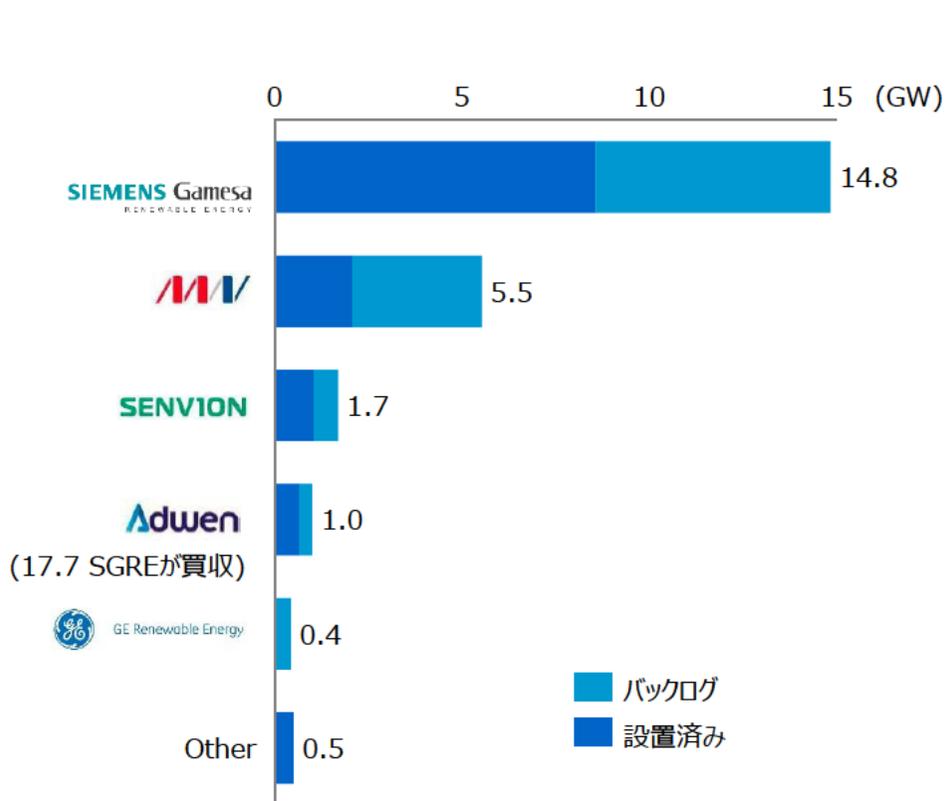
SiCパワー半導体

- 変換器の電力損失低減と小型軽量化を実現
 - 変換器セルの体積を21%、重量を14%低減
- NEDOのPJとして技術検証が完了



日本企業の強み – 風力タービン（洋上、2017）

- 洋上風力タービン市場では、Siemens Gamesa / MHI Vestasが二強



市場シェア(2017/5)		最大容量
設置済み	含バックログ	
66%	62%	8.0MW (2022に10MWを 実用化予定)
16%	23%	9.5MW (2020に10MWを 実用化予定)
5%	4%	6.0MW (2019-20に10+MWの 試作機完成予定)
8%	7%	8.0MW
0%	2%	6.0MW (2021に12MWを 実用化予定)
4%	2%	—

今後、タービンの大型化が進捗し、Siemens Gamesa, MHI Vestasの寡占が続く見込み



③ 産業内外の トレンド

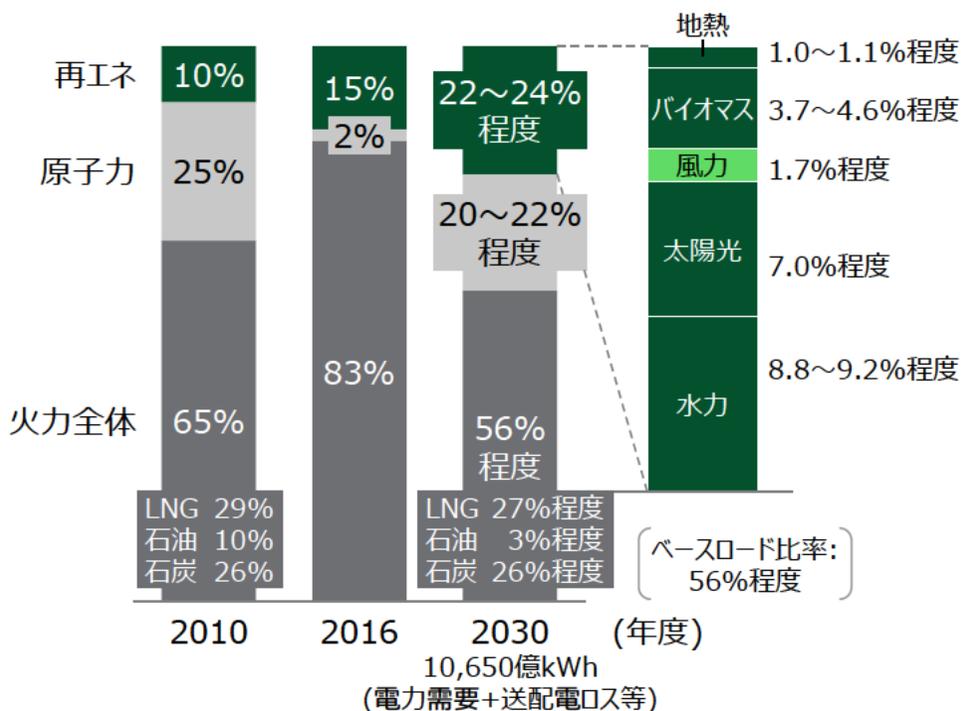
- 1** 風力発電機（タービン）を組み立てるOEMが、バリューチェーン全体を押さえるハブとなる構図
- 2** 日系企業はサプライヤーが中心。高収益な運用・保守市場にアクセスできるOEMは、我が国には不在
- 3** 技術革新により、洋上風力の設置ポテンシャルが増大。国内でも、洋上風力拡大に向けた環境整備が進展
- 4** 陸上風力が定着する一方で、洋上風力が市場を拡大。ただし、発電コスト引下げが従来以上に強く求められる
- 5** 国内で特にニーズが高く技術が蓄積しやすい「浮体」と、ライフサイクルコストの軽減に繋がる「高機能部品」に注目

政治・経済・社会トレンドーエネルギー基本計画での洋上風力の位置づけ

- 再生可能エネルギーの主力電源化に伴い、2030年には風力がエネルギーミックスの1.7%を占める想定（エネルギー基本計画）

風力発電の位置づけ

- 再生可能エネルギーを「主力電源」として打出し
- 2030年には全体の1.7%程度を風力発電が占める想定



洋上風力の位置づけ

位置づけ

「陸上風力の導入可能な適地が限定的な我が国において、**洋上風力発電の導入拡大は不可欠**」

政策の方向性

「欧州の洋上風力発電に関する取組も参考にしつつ、**地域との共生を図る海域利用のルール整備や系統制約、基地港湾への対応、関連手続きの迅速化と価格入札も組み合わせた洋上風力発電の導入促進策を講じていく**」

「着床式洋上風力の低コスト化に向けた実証や開発支援を行うとともに、**浮体式洋上風力についても、技術の開発や実証を通じた安全性・信頼性・経済性の評価を行う。**」

● 政治・経済・社会トレンドー再エネ海域利用法

- 海域の占有や漁業者等との利害調整について、新たな法的スキームを導入（再エネ海域利用法（2019年4月施行））

これまでの課題

海域の占有に関する統一的なルールがない

- 海域の大半を占める一般海域において、海域利用の統一ルールが不在
 - 都道府県の占有許可は通常3~5年と短期
- 中長期な事業予見の可能性が低く資金調達が困難



再エネ海域利用法での対応

国が洋上風力発電事業を実施可能な促進区域を指定し、公募を行って事業者を選定、長期占有を可能とする制度を創設

- FIT期間とその前後に必要な工事期間を合わせ、十分な占有期間を担保し、事業の安定性を担保

先行利用者との調整の枠組みが不明確

- 海運や漁業などの地域の先行利用者との調整に係る枠組みが存在しない



- 関係者間の協議の場である協議会を設置し、地元調整を円滑化
- 区域指定の際、関係省庁とも議論し、他の交易との整合性を確認
- 事業者の予見可能性を向上し、負担を軽減合わせ、十分な占有期間を担保し、事業の安定性を担保

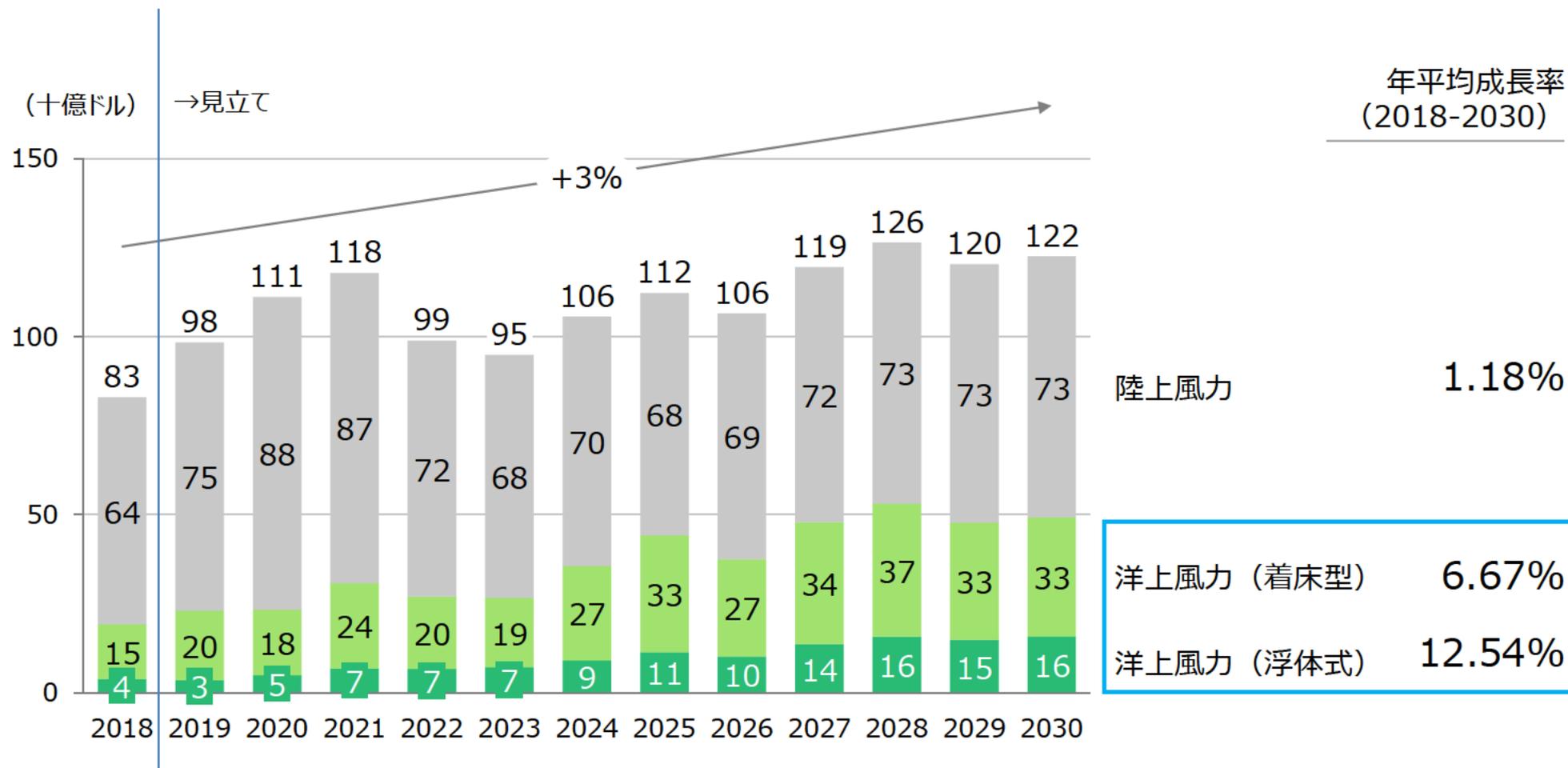


- 1** 風力発電機（タービン）を組み立てるOEMが、バリューチェーン全体を押さえるハブとなる構図
- 2** 日系企業はサプライヤーが中心。高収益な運用・保守市場にアクセスできるOEMは、我が国には不在
- 3** 技術革新により、洋上風力の設置ポテンシャルが増大。国内でも、洋上風力拡大に向けた環境整備が進展
- 4** 陸上風力が定着する一方で、洋上風力が市場を拡大。ただし、発電コスト引下げが従来以上に強く求められる
- 5** 国内で特にニーズが高く技術が蓄積しやすい「浮体」と、ライフサイクルコストの軽減に繋がる「高機能部品」に注目

④ 市場の変化

● 市場の魅力度 – 風力発電の市場規模

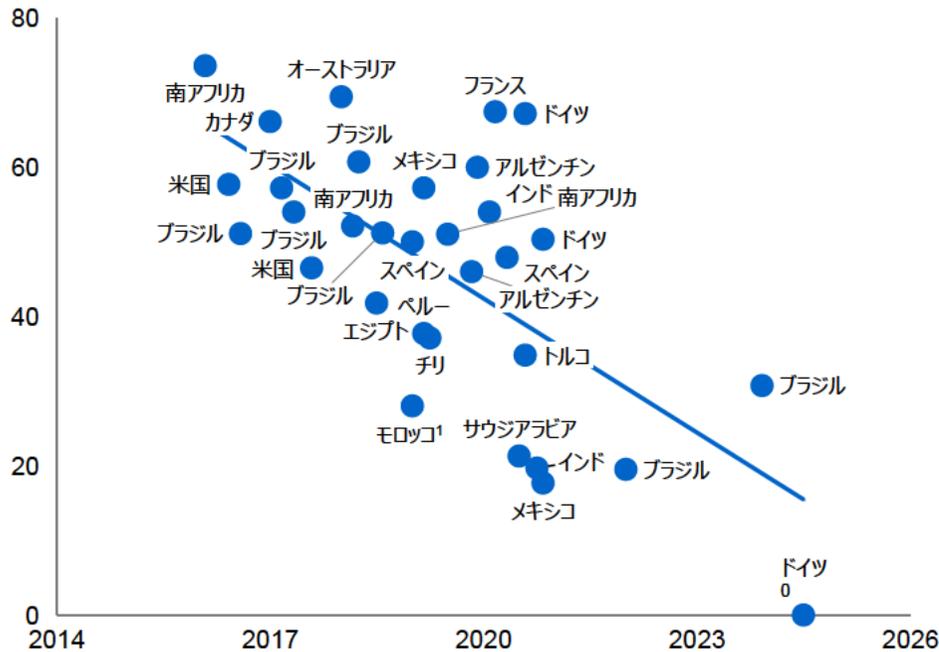
- 陸上風力が定着する一方で、洋上風力が市場を拡大



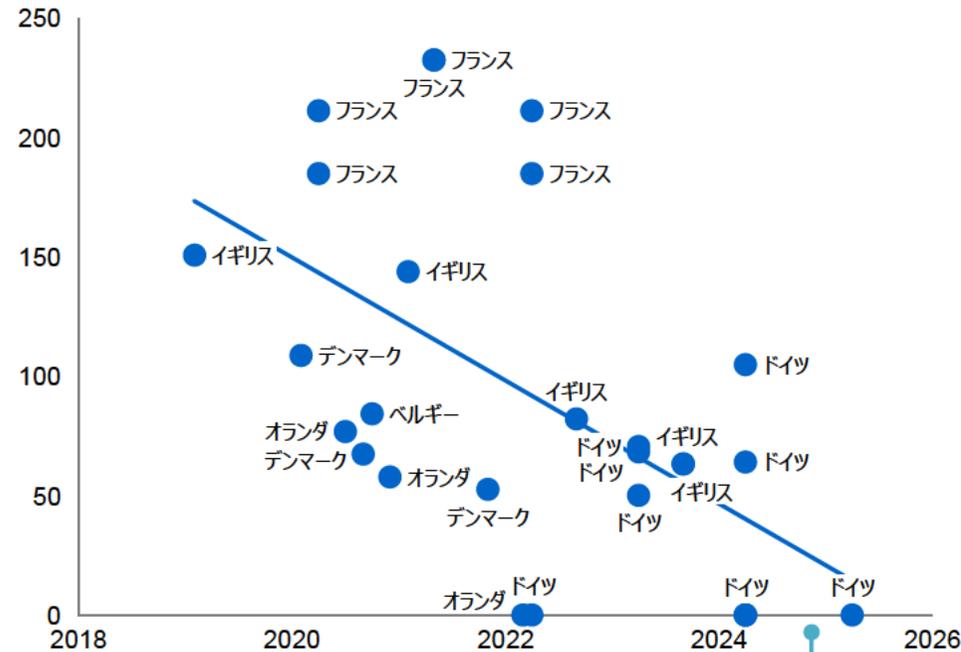
● (参考) 風力発電取引価格の推移

● 発電コスト引き下げに伴い、各国で、風力発電電力の取引価格も下落

陸上風力取引価格(\$/MWh)



洋上風力取引価格(\$/MWh)



近年のドイツとオランダの入札には政府補助(i.e., 保証価格)を放棄し、競売価格\$0/MWhに設定する案件がある

Note: 表記の価格は予測営業運転開始日(COD)ごとの再エネの発表済み長期報酬契約価格; CODの月は変動の可能性あり; 米国の値は税額控除を除いて推測; 値は額面上のUSDを使用
出所: 記事検索;



- 1 風力発電機（タービン）を組み立てるOEMが、バリューチェーン全体を押さえるハブとなる構図**
- 2 日系企業はサプライヤーが中心。高収益な運用・保守市場にアクセスできるOEMは、我が国には不在**
- 3 技術革新により、洋上風力の設置ポテンシャルが増大。国内でも、洋上風力拡大に向けた環境整備が進展**
- 4 陸上風力が定着する一方で、洋上風力が市場を拡大。ただし、発電コスト引下げが従来以上に強く求められる**
- 5 国内で特にニーズが高く技術が蓄積しやすい「浮体」と、ライフサイクルコストの軽減に繋がる「高機能部品」に注目**

5 成長アイテム

高機能部品に向けた技術開発

- 以下の4部品は、大型化・軽量化・耐久性向上といった基礎パフォーマンスに直結

主な重要 コンポーネント

ブレード



研究開発の目的

大型化に伴う高剛性化
重量低減によるLogisticsコストの低減

- ・ 製造プラントでのクレーン容量、
運搬用船舶

重量低減によるベアリング荷重低減

研究開発の方向性

- ・ CFRP(炭素繊維)の一部使用
 - CFRPはGFRP(ガラス繊維)の10倍程度
のコストだが、20~30%軽量
- ・ GFRP(ガラス繊維)の高機能化
- ・ フッ素系塗料の活用による耐衝撃性向上

ベアリング



高トルクに対する耐久性・耐強度の向上

- ・ ライフタイムに渡り交換不要にすることによる
運用・保守点検コスト低減

サイズ低減によるナセルサイズ/重量の低減

- ・ ナセル重量がクレーン容量を規定し、船舶
コストに影響

- ・ 熱処理、材料の変更
- ・ タービン環境に合わせた給脂のための
モニタリング方式
- ・ 従来のローラーベアリングから、別方式
(Fluid Bearing, Sliding Bearing等)の
適用

ギアボックス



高トルクに対する耐久性・耐強度の向上

- ・ ライフタイムに渡り交換不要にすることによる
運用・保守点検コスト低減
- ・ 現状は10MW向けが最大(Winergy)

サイズ低減によるナセルサイズ/重量の低減

- ・ 熱処理、材料の変更
- ・ 形状の変更
- ・ (Siemens/GEでは、増速機自体が不要な
Direct Drive方式を採用)

発電機



サイズ低減によるナセルサイズの低減
ローター・ステーター間の空隙機械公差の確保

- ・ 運転時の振動が大きくなる中で、
空隙を5mmに保つ必要

効率維持・故障抑制のための冷却方式

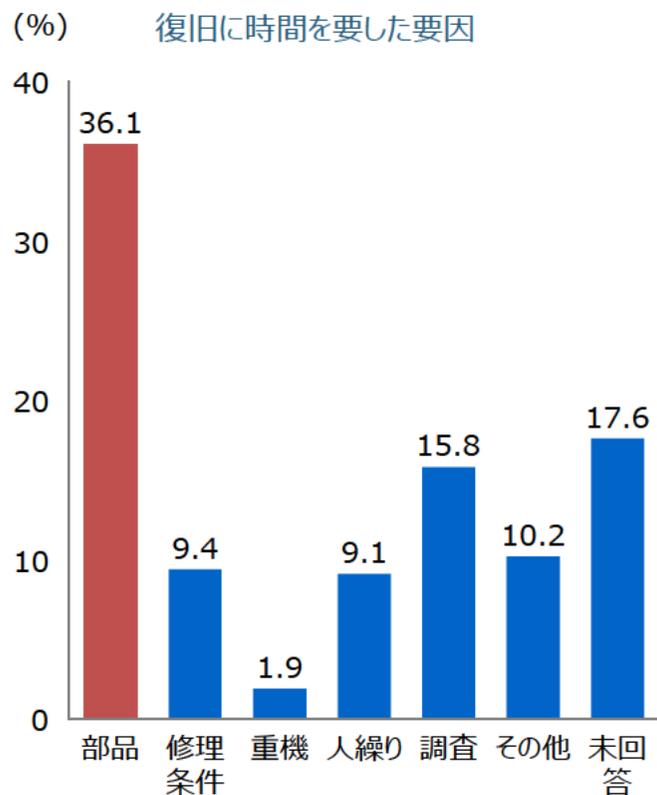
- ・ 超電導による小型・軽量化
- ・ 取付構造の変更

"技術的な大型化
の限界は見えてな
い一方、現実的な
コストで製造・運搬
するための研究開
発にはチャレンジが
存在"
(Siemens 元
CFO)

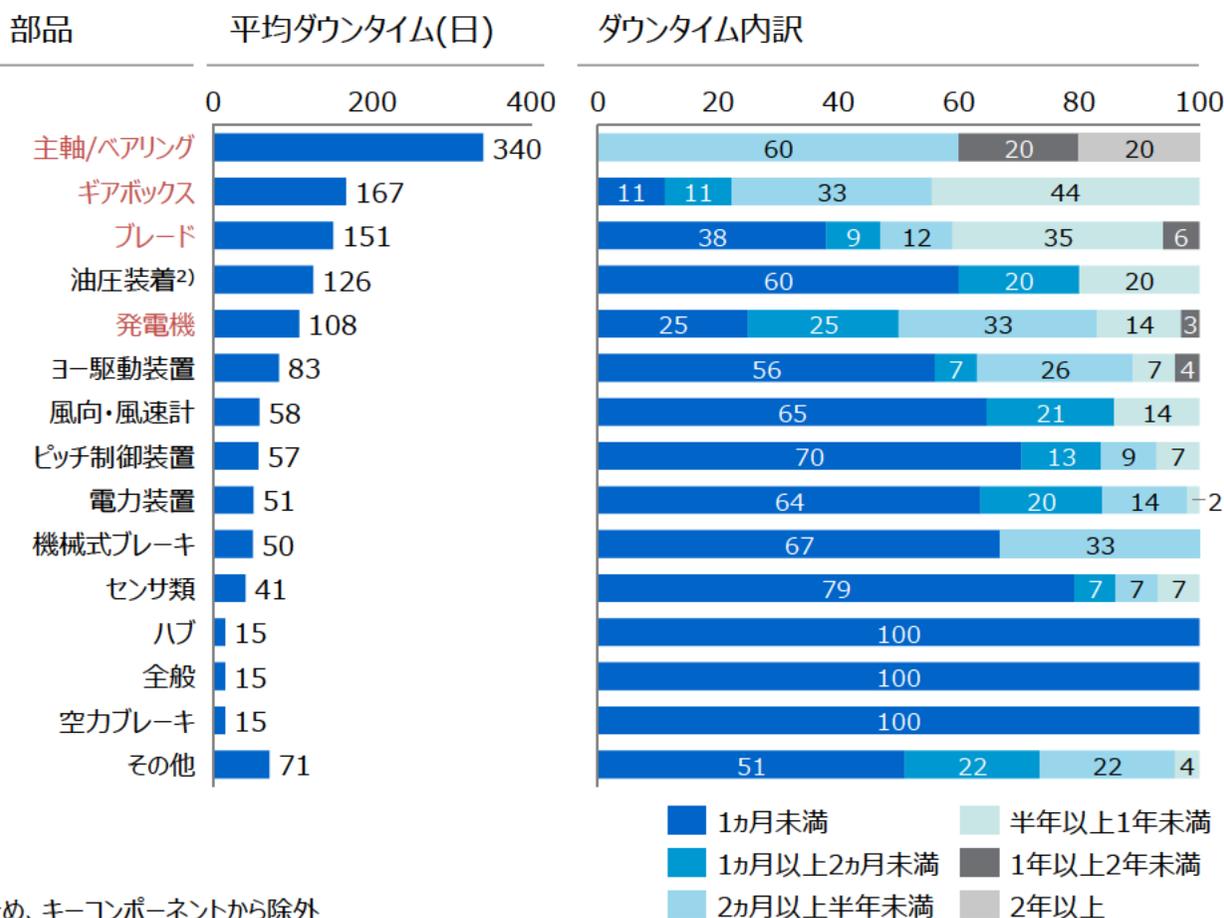
故障部品調達に伴う稼働率の低下

- 故障時の調達に時間がかかり、ダウンタイム長期化・稼働率低下を招きやすい部品でもある

ダウンタイム長期化は部品調達が要因



調達が長期化するキーコンポーネント¹⁾



1. 全部品の故障件数のうち、該当部品が占める割合;

2. 油圧装置は、故障時でも1ヶ月未満で復旧できるケースが大半であるため、キーコンポーネントから除外

出所：NEDO「スマートメンテナンス技術研究開発(分析)(リスク解析等)平成26年度国内風力運用実態調査中間報告」



成長アイテム

高機能部品 (ブレード、ベアリング、ギアボックス、発電機)

6 競争力の源泉

- 6 素材や設計の革新と併せ、センサーによる故障予知等の周辺技術取り込みが部品の高機能化を実現している
- 7 個別の技術開発を促すとともに、サプライヤーの集約・協業など、持続的な開発投資を可能とする体制も重要

● 技術面 – ブレード

● タービンの大型化に伴う、ブレード構成素材の軽量化・高強度化が重要

タービンの大型化に伴い軽量・高強度な素材の革新が重要

炭素繊維強化プラスチック(CFRP)活用

強度や弾性率の高さから、ブレードの剛性を決める中心部の桁材に使用

- 大型ブレードでは回転時や風力のたわみでブレードが支柱に当たり破損するリスクが存在

ガラス繊維強化プラスチック(GFRP)の強化

耐久性等の特徴から30年程前からブレードに使用

- 海水などで腐食しにくいほど安定した素材
- 鋼の1/4の重さで、建設費・日数が少ない
- 30年程メンテナンスが不要

今後は、CFRPとの併用で、ブレードの表面への使用が見込まれる

フッ素系塗料の活用

長期間の耐久性を誇る防食技術を活用した塗料のブレード表面への使用が期待

- 洋上風力では塩害による腐食が問題になる一方で、使用期間の塗料の塗り替えが難しい

特にCFRPでは、コスト面で有利な種類LTの拡大が重要

風力発電においては、幅広い用途とコスト面で有利なCFRPの「ラージトウ(LT)」の技術面向上による競争率強化が重要

- CFRPは、フィラメントの束(トウ)の数により、航空機に使われる「レギュラートウ(RT)」と、一般産業に使われる「ラージトウ(LT)」に大別
- 中国が攻勢を強めており、日系企業は強度や耐久性の向上、取り扱い性の改善を急ピッチで進める必要

東レ(業界トップ)は、買収によりRTからLTの製造にシフトし、大きく投資

- 元々、ボーイングと1兆円を超える炭素繊維複合材料の供給契約を結び物性の高いRTのみで事業展開してきた
- しかし、産業用途の炭素繊維の急拡大により、LT製造会社を買収し、汎用品にまで商材を広げる戦略へと事業方針を転換
- 2013年に580億円で傘下に収めた米ゾルテックで唯一LTを生産しており、20年までに数百億円を投資し、生産能力の倍増を図る

三菱レイヨン(業界3位)を傘下に持つ三菱ケミカルホールディングス(HD)の越智仁社長はLTが主力になる展望を明かす

- 「LTの生産拡大への投資は続ける。将来はLTが主力になるのではないかと」

● 技術面 – ベアリング

- タービン稼働率向上のための異常検知では、ベアリングが鍵となる

SKF (スウェーデン)

「SKF Insight」では、センサーをベアリングに搭載し、無線通信機を介してデータを収集することで、ベアリングの状態を分析して異常を診断

- 振動センサーや加速度センサー、温度センサーをベアリング内部に搭載、あるいはベアリング搭載製品に外付けし、このセンサーから無線通信を介してデータを収集
- ベアリングの中に、センサーと2.4GHz帯を利用する産業用無線方式であるWirelessHARTの無線機を搭載。WirelessHARTを介して送られてくるデータをコンセントレーターと呼ばれる機器で受け、これを移動体通信（GPRS）経由でセンター設備に送る。
- ベアリングの回転で発電し、これでセンサーを駆動するため、電池や外部電源は不要

「SKF Insightによって高価なベアリングが壊れる前に検知して対処できるので、製品を長持ちさせることが可能」(説明員)

NTN (日本)

CMS「Wind Doctor®」では、軸受と歯車付近に取り付けたセンサからデータを収集、蓄積、解析して異常兆候を把握し、不具合部位を特定

- この情報を基に、ブレード早期交換などメンテナンスをタイムリーに実施できることで、大きな故障を未然に防止し、設備の安定稼働を実現する。

実際に、国内の風力発電で異常を感知し、対処したために発電機械の逸失を最小限に留めることに貢献

- 2016年北海道で、増速機の異常を感知・確認し、発電出力を抑制しながら運転を継続する間に、増速機の交換作業に向けた準備を実施し、修理は夏場に短期間で実施



成長アイテム

高機能部品 (ブレード、ベアリング、ギアボックス、発電機)

6 素材や設計の革新と併せ、センサーによる故障予知等の周辺技術取り込みが部品の高機能化を実現している

7 個別の技術開発を促すとともに、サプライヤーの集約・協業など、持続的な開発投資を可能とする体制も重要

7 我が国の戦略



成長アイテム

浮体

6 競争力の源泉

- 6 従来の浮体構造に捉われない、低コストで安定した浮体を構築する技術が開発されている
- 7 一大市場となる日本海域で外資を含めた先進技術を「実証」しつつ、中長期的な内製・国産化を図るべき

● 技術面 – 浮体式洋上風力

● 基礎の素材、係留の手法などで革新が進み、新たな製品の市場化が進行

コンクリート製浮体基礎を使い低コスト化を見込む技術が進展

仏・イデオル社はコンクリート式浮体基礎の特許「Damping Pool®（ダンピングプール®）」を保有し、技術を開発・提供

- イデオル社は、技術的・経済的に実現可能な浮体式洋上風力発電向け浮体基礎の開発を目的に、2010年に設立
- 特許技術は、従来型の浮体式基盤構造よりも小型で、製造コストと設置コストが低いことが特徴
 - 製造から設置までのコストは水深35メートル以上の着床式と同等
- 鉄筋コンクリート素材のため、発電所の設置現場の近くで簡単に製造することが可能

日本でも、JERA、仏政府系投資会社との3社で新会社設立に向け基本合意を結んでおり、浮体式のノウハウ蓄積を加速

- 2020年内を目途に設立する予定、投資額は今後詰める

その他、ウインドフロートやワイヤ支持などで革新技术が続く

技術	概要
ウインドフロート	<ul style="list-style-type: none">• 3つの円筒形の基盤をトライアングルの形で連結する仕組み• 円筒の部分の構造は中空なので、そこに注入する水量の調節で、波や風の量に対応• 洋上での安定性に優れており、ポルトガル沖等で開発のほか、解体修理の対応も実施
ワイヤ支持	<ul style="list-style-type: none">• 浮体と風車タワー頂部をワイヤーでつないで強度・剛性を確保し、軽量化する技術• Super Compact Driveによる軽量ナセルとPC製の浮体脚部により、軽量・低重心の構造
タレットを用いた一点係留	<ul style="list-style-type: none">• 巨大なベアリングで構成される回転機構（タレット）により、係留システムと浮体の間を自在に回転できるように保持し、浮体・風車を受動的に風向に合わせることで、浮体が波や潮流から受ける荷重を低減する技術



成長アイテム

浮体

6 従来の浮体構造に捉われない、低コストで安定した浮体を構築する技術が開発されている

7 一大市場となる日本海域で外資を含めた先進技術を「実証」しつつ、中長期的な内製・国産化を図るべき

7 我が国の戦略

技術 — 先進技術の導入・開発

- 国内での風力発電拡大のため、海外勢と協力体制を組成して先進技術を導入
- 一方、今後の成長の鍵となるコア技術は、国内での開発が必要

1 海外勢とのオープンな協力・JV組成

先進技術面で協力するため、より先進的な取り組みを行う海外勢ともオープンな協力を実施することが望ましい

浮体式技術
獲得に向けた
新会社設立
(JERA)

JERAは、仏・イデオル社、仏政府系投資会社との3社で新会社設立に向け基本合意を結んでおり、浮体式のノウハウ蓄積を加速

- イデオル社は、技術的・経済的に実現可能な浮体式洋上風力発電向け浮体基礎の開発を目的に、2010年に設立
- イデオル社はコンクリート式浮体基礎の特許「Damping Pool® (ダンピングプール®)」保有

洋上風力発電の
導入に向け
合併会社設立
(自然電力)

自然電力とカナダのNorthland Power社は合併会社を設立し、千葉県内における洋上風力発電事業に共に取り組んでいくと発表

- 両社は出資比率50%ずつの合併会社「千葉洋上風力」を設立
- 千葉県において、合計約600MW (メガワット)の事業を進める

⋮

2 コア技術の国内開発

今後の技術進展で重要な技術は国内で技術開発が必要
政府から必要な技術開発及び支援を提示することで、各社の研究開発の推進を促すことが出来る

洋上風力発電等の導入拡大に向けた研究開発事業
令和2年度概算要求額 **85.0億円 (73.3億円)**

産業内容

事業目的・概要

- 洋上風力発電は、世界的にコストの低減と導入拡大が急速に進んでいます。陸上風力発電の導入可能な適地が限定的な我が国において、洋上風力発電の導入拡大は不可欠です。
- 一方、我が国における洋上風力発電の主力電源化を図る上では、諸外国と比べて高い発電コスト、低調な設備利用率、自然条件に関する情報の不足、日本の気象・海象条件に適した洋上特有の技術課題、国内事業者における実績の不足など、様々な課題を解決していくことが必要です。
- さらに再エネ海域利用法の制定により、今後我が国における洋上風力発電の導入拡大が見込まれる中で、関連産業の競争力強化を図り、もって低コストかつ強靱なエネルギー供給体制を構築することが重要です。
- 本事業では、こうした課題を解決するため、以下の技術開発を行います。
 - ①次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究
 - ②洋上ウインドファーム開発支援事業
 - ③洋上風力発電低コスト施工技術開発
 - ④風車運用・維持管理技術高度化研究開発
 - ⑤風車部品高度化技術研究開発
- これらの研究開発を実施することにより、我が国の洋上風力発電の更なる導入拡大、低コストかつ安定的な再生エネルギーの供給、風力関連産業の競争力強化等に貢献します。

成果目標

- 令和4年度までに、本事業を通じて、我が国の気象・海象条件に適した洋上風力発電に関する技術・システム等 (11件) を確立し、2030年のエネルギーミックスの実現に貢献します。

条件 (対象者、対象行為、補助率等)

交付金 国 → 民間企業等

委託・補助 (1/2)

事業イメージ

①次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究

低コスト浮体式洋上風力発電の実証等を実施します。

- 水深50m~100mにおける低コスト浮体式洋上風力発電システムの実証
- 風車・浮体・タワーを一体化した軽量化浮体式洋上風力発電システムの実証 ※委託

②洋上ウインドファーム開発支援事業

洋上風力発電事業の実施のために必要な基礎調査等を実施します。

※港湾区域；補助 (1/2)、一般海域；委託

③洋上風力発電低コスト施工技術開発

我が国の海底地形・地盤に適した洋上風力発電設備の基礎構築、施工技術等の実証を行います。

※補助 (1/2)

④風車運用・維持管理技術高度化研究開発

AI等を活用した風車稼働率向上支援システムの設計・構築と効果の検証を行います。 ※委託

⑤風車部品高度化技術研究開発

我が国の気象条件等に適し、かつコスト競争力を有すると見込まれる風車部品について、国内に設置される洋上風車への搭載率向上等に資する技術開発を行います。

※補助 (1/2)

● その他の要因 – サプライヤー育成環境の整備

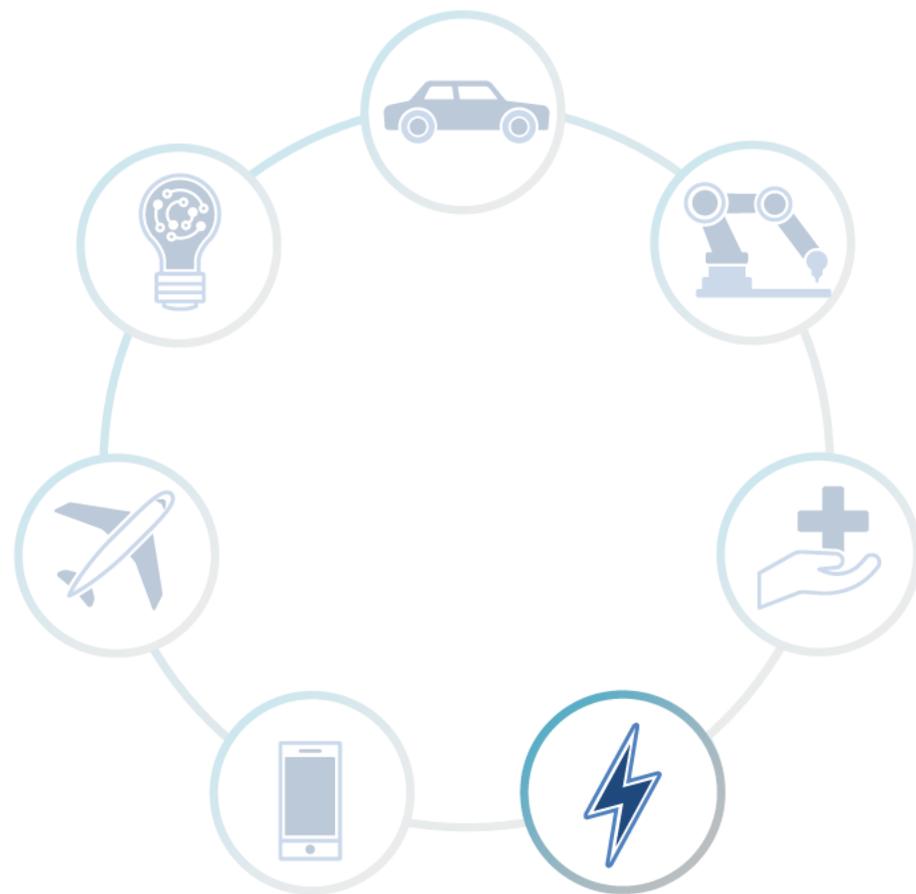
- オランダや台湾は政府、スペインは電力事業者が主導し、部品等の周辺産業を活性化

		戦略概要	活性化した周辺産業				
			部品製造	タービン製造	PJ開発	EPC	運用・保守点検
政府 主導	オランダ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 政府が洋上風力関連の規制や金融支援を打ち出す ● 関連産業で国内プレイヤーを世界レベルの企業群へと活性化 	✓	✓	✓	✓	✓
	台湾 	<ul style="list-style-type: none"> ● 政府は対外的に洋上風力導入目標を掲げOEMや事業会社を誘致 ● 国内部品調達率を設定し、地元メーカーを支援 	✓				
事業者 主導	スペイン 	<ul style="list-style-type: none"> ● 電力会社が積極的に洋上風力プロジェクトに参画 ● 地元企業から関連部品を調達し、国内産業育成を支援 	✓	✓	✓	✓	✓

我が国でも、官民で対策を講じ、国内の部品サプライヤーが参画しやすい環境を形成していく必要

④ エネルギー

- 太陽電池
- 風力発電
- 蓄電池



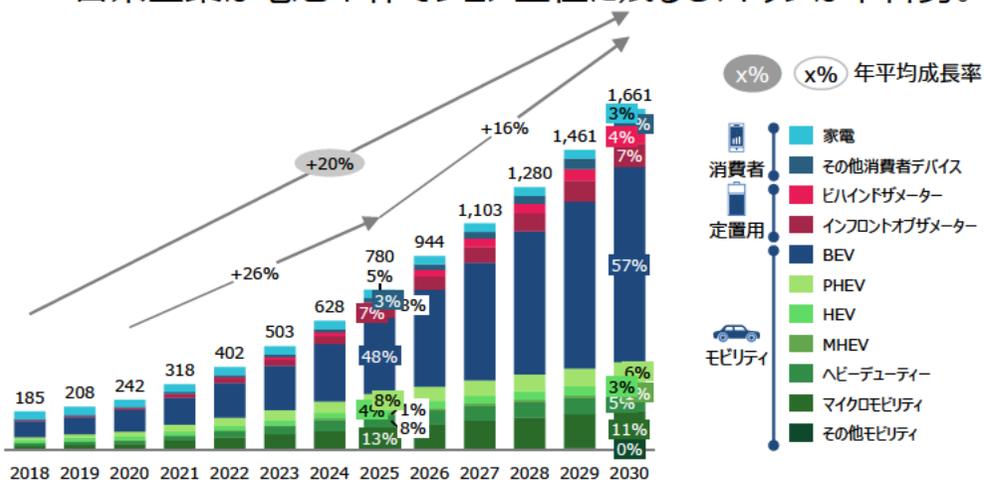
エネルギー（蓄電池）



- 蓄電池本体 / 蓄電システムの二段階の製造市場と、設置・保守等のサービス市場が利益を分け合う構造。蓄電池本体市場は拡大が続くものの、グローバルな生産集約が進み、中国・韓国勢が大きくシェアを拡大。
- 車両電動化 / 再エネ調整力確保のニーズが高まる中、液体リチウムイオン電池に代わる次世代技術の開発が進む。次世代蓄電池の研究開発で我が国は先行し、拡大が見込まれる新たな市場を取り込める可能性。

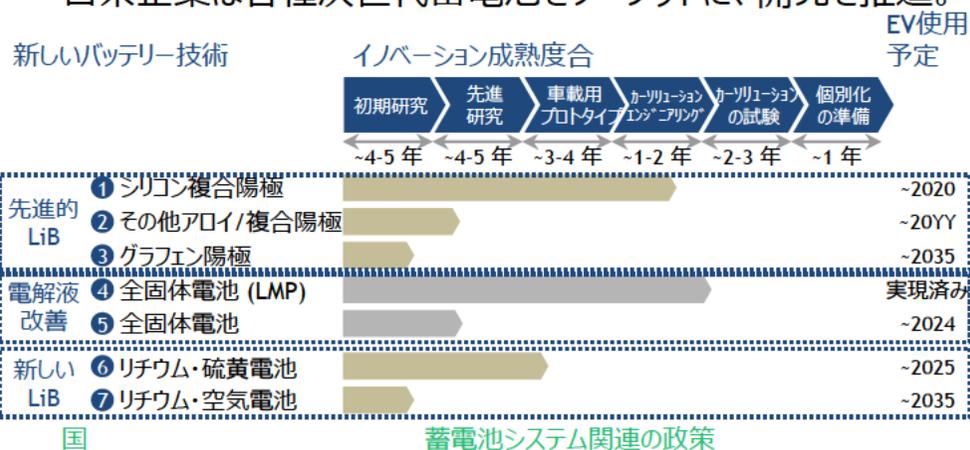
<産業構造・市場の現状>

- 車載用/定置用が異なるバリューチェーンを展開。今後は、車載用がボリューム拡大を牽引し、市場全体を上げる見通し。
- 日系企業は電池本体でシェア上位に残るも、トップは中韓勢。



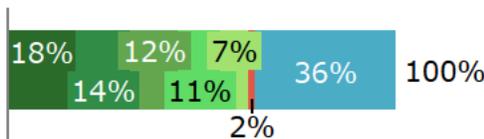
<トレンドを踏まえた市場の変化>

- 再エネ対応のため各国が導入を拡大。次世代技術として、リチウムシリコンや全固体電池等の新しい技術の開発が進む。
- 日系企業は各種次世代蓄電池をターゲットに、開発を推進。

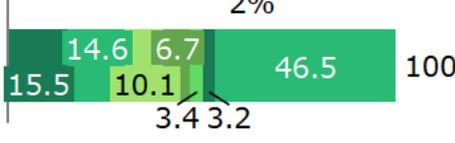


国	義務	R&D支援	税制優遇	補助金
ドイツ		✓	(N/A)	✓ (ローカルレベルに限定)
イギリス	(N/A)	✓	✓	(N/A)
フランス		✓	(N/A)	
アメリカ	✓ (州レベルに限定)	✓	✓	✓ (州レベルに限定)
中国		✓		(N/A)
日本	(N/A)	✓	(N/A)	✓

ESS Liイオン電池市場シェア (2017年容量%)



車載用電池市場世界シェア (2017年出荷量%)



- Samsung SDI
- BYD
- LG化学
- パナソニック
- 村田製作所
- CATL
- その他
- CATL
- パナソニック
- BYD
- LG化学
- サムスンSDI
- オートモーティブ
- その他

エネルギー（蓄電池）

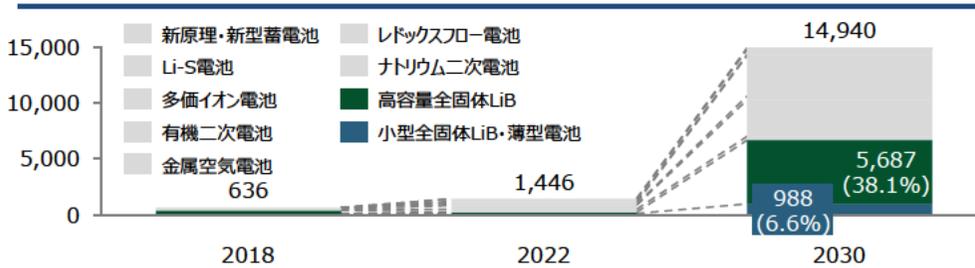


- 技術優位性・市場の有望度が特に高い「全固体電池」を、成長アイテムとして選定。
- 対LiBの強みである容量・安全性をさらに磨くとともに、関連市場と連携・統合したサービスモデル構築が必要。

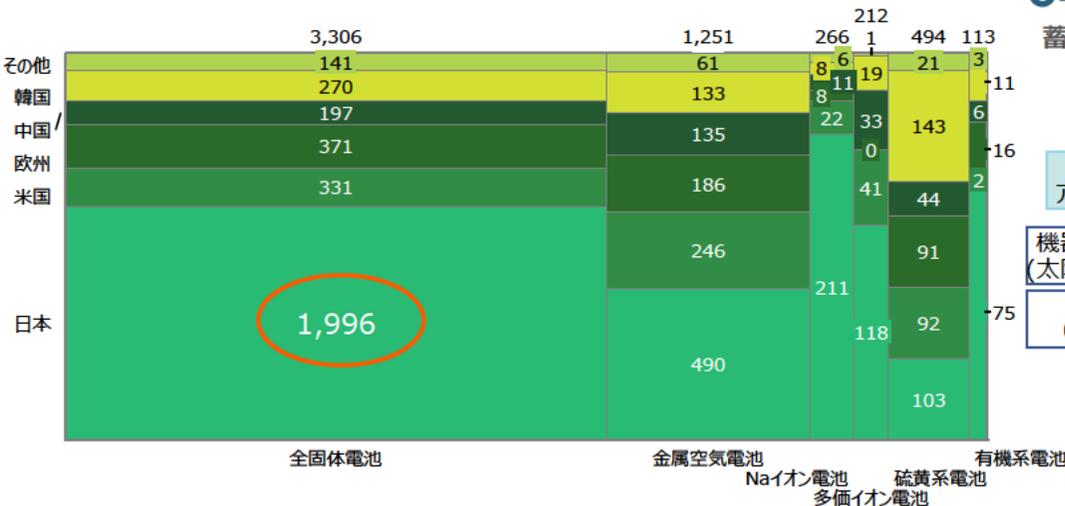
＜キーテクノロジー＞

- 次世代蓄電池の中でも、全固体電池は市場の拡大をリード
- 日系企業の全固体電池開発は、既に実用化フェーズ

種類別蓄電池の市場規模見込み（億円）



出願人国籍別特許出願件数（次世代蓄電池）（2014年）



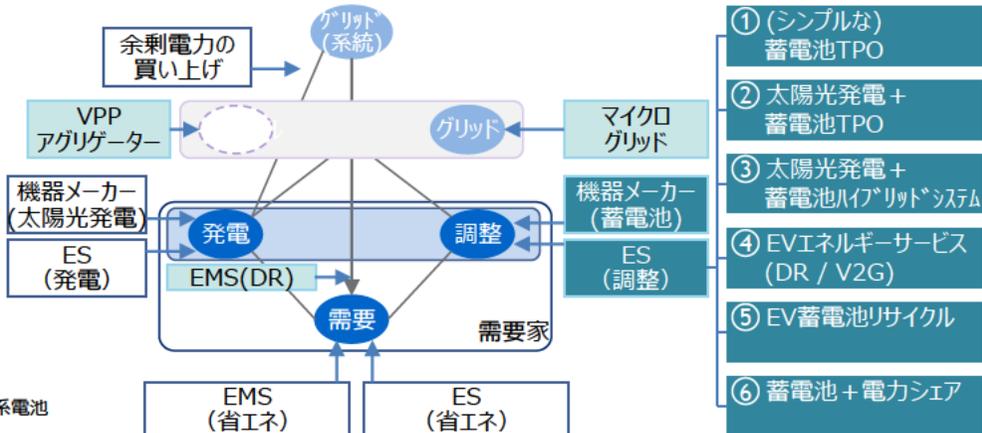
＜今後の戦略＞

- 対LiBの強みである容量・安全性をさらに磨く研究開発を推進。
- 同時に、関連市場と連携・統合したサービスモデル構築が必要。

次世代電池 技術別性能評価

評価軸	従来のLiB	先進的なLiB	全固体電池	
			全固体電池(LMP)	全固体電池(無機電解質)
1 ポリウム パフォーマンス	200-600 Wh/L @ cell	~800 Wh/L @ cell	500-600 Wh/L @ cell	450 Wh/L @ cell
2 ウェイト パフォーマンス	200 Wh/kg @ cell	300-350 Wh/kg @ cell	金属アーク溶接棒を 使わない限り、LiBと同じ	従来のLiBの1.5-2 倍
3 オペレーション温度	ごく小さなパフォーマンス の低下 (<0 °C)	TBA	室温以下では 限られた性能	TBA
4 応答時間	あらゆる装置にとって十分 な時間	TBA	TBA	TBA
5 充放電率	素早い充電が実証されている が、5-10C内でのみ実証	素早い充電が実証されている が、5-10C内でのみ実証	導電率が低く、限定的	LiBより高い見込み
6 充放電サイクル	3,000+ 70% cap.	3,000+ 70% cap.	TBA	500+ 75% cap.
7 安全性	発火や酸が漏れる リスクあり	発火や酸が漏れる リスクあり	発火や酸が漏れる リスクは低い	発火や酸が漏れる リスクは低い
8 コスト	20YY年に 65USD/kWh	TBA	TBA	20YY年に 100USD/kWh

蓄電池・関連市場のビジネスモデル





1 産業構造

- 1 蓄電池本体 / 蓄電システムの二段階の製造市場と、設置・保守等のサービス市場が利益を分け合う構造**
- 2 蓄電池本体市場は拡大が続くものの、グローバルな生産集約が進み、中国・韓国勢が大きくシェアを拡大**
- 3 車両電動化 / 再エネ調整力確保のニーズが高まる中、液体リチウムイオン電池に代わる次世代技術の開発が進む**
- 4 次世代蓄電池の研究開発で我が国は先行。拡大が見込まれる新たな市場を取り込める可能性**
- 5 なかでも、技術優位性・市場の有望度が特に高い「全固体電池」を、成長アイテムとして選定**

● 定置用蓄電池：バリューチェーン・製造サプライチェーン

- 定置用のバリューチェーンは、蓄電池本体、蓄電システム、サービスの各市場で構成



利益プール	\$238			\$70	\$52	\$146	\$183	\$178	N/A
収益率	5.5%			5.6%	11.9%	7.8%	9.5%	7.9%	N/A

原材料の入手	安全にエネルギーを最大化するための新たな化学物質とセルコンポーネントを開発	セルコンポーネントの取得と製造、およびセルへの組み立て	セルを集積しモジュール / パック化 バッテリーマネージメントシステム (BMS) を組合せ	パワーコンディショナハードウェアの製造	効率的なピークシフトに必要なソフトウェアの開発	ソフトウェアおよびハードウェアを用いた定置型バッテリーシステム製品への組み立て	顧客ニーズに基づいた販売、プロジェクトの組成、およびソリューションのカスタマイズ	現地取付、及びC&I顧客への引き渡し	定置式バッテリーのメンテナンスとサービス (例: 交換)
--------	---------------------------------------	-----------------------------	---	---------------------	-------------------------	---	--	--------------------	------------------------------

● 車載用蓄電池：バリューチェーン・製造サプライチェーン

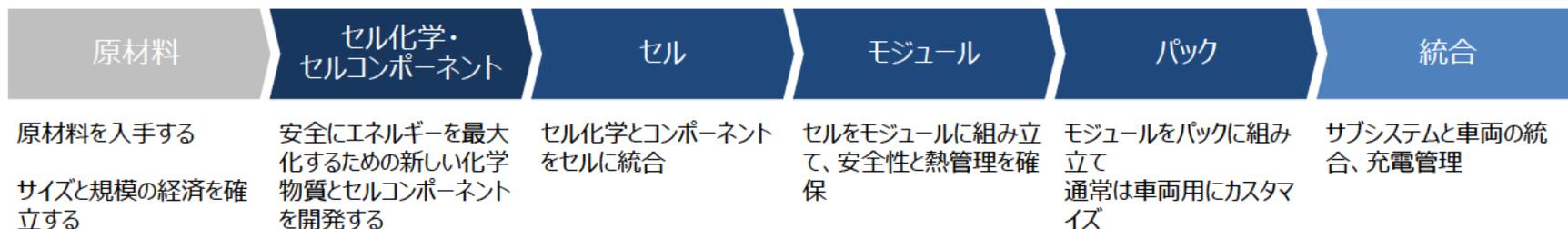
- 車載用では、蓄電池本体を部品として納入した後、完成車メーカーが車両へ統合

バッテリー製造のスコープ

~78%

~12%

~10%



プレイヤー
(抜粋)



 バッテリー生産のコストシェア

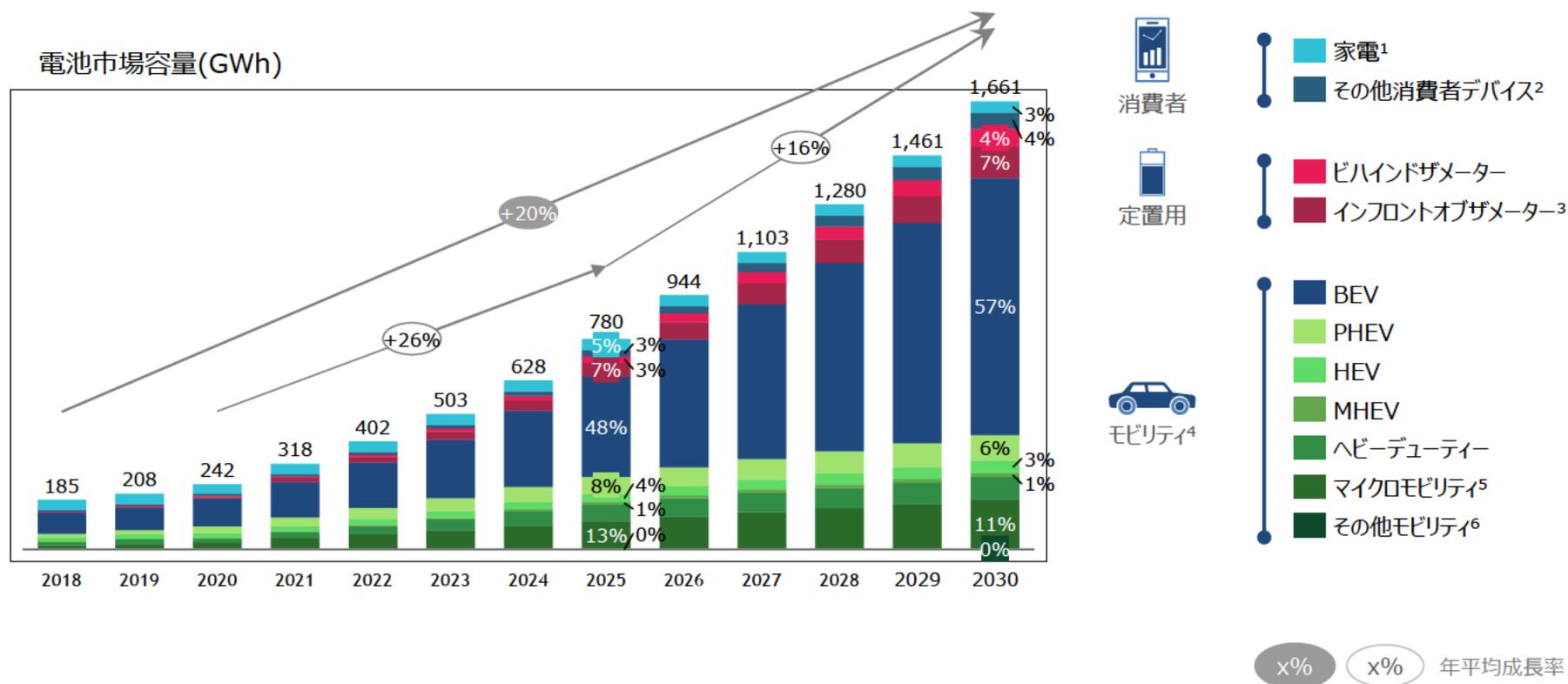


② 価値創出のメカニズム

- 1** 蓄電池本体 / 蓄電システムの二段階の製造市場と、設置・保守等のサービス市場が利益を分け合う構造
- 2** 蓄電池本体市場は拡大が続くものの、グローバルな生産集約が進み、中国・韓国勢が大きくシェアを拡大
- 3** 車両電動化 / 再エネ調整力確保のニーズが高まる中、液体リチウムイオン電池に代わる次世代技術の開発が進む
- 4** 次世代蓄電池の研究開発で我が国は先行。拡大が見込まれる新たな市場を取り込める可能性
- 5** なかでも、技術優位性・市場の有望度が特に高い「全固体電池」を、成長アイテムとして選定

● 市場の魅力度 – 蓄電池グローバル市場規模の推移

- 車載用がボリューム拡大を牽引し、引き続き、年率20%を超える急速な市場拡大が見込まれる

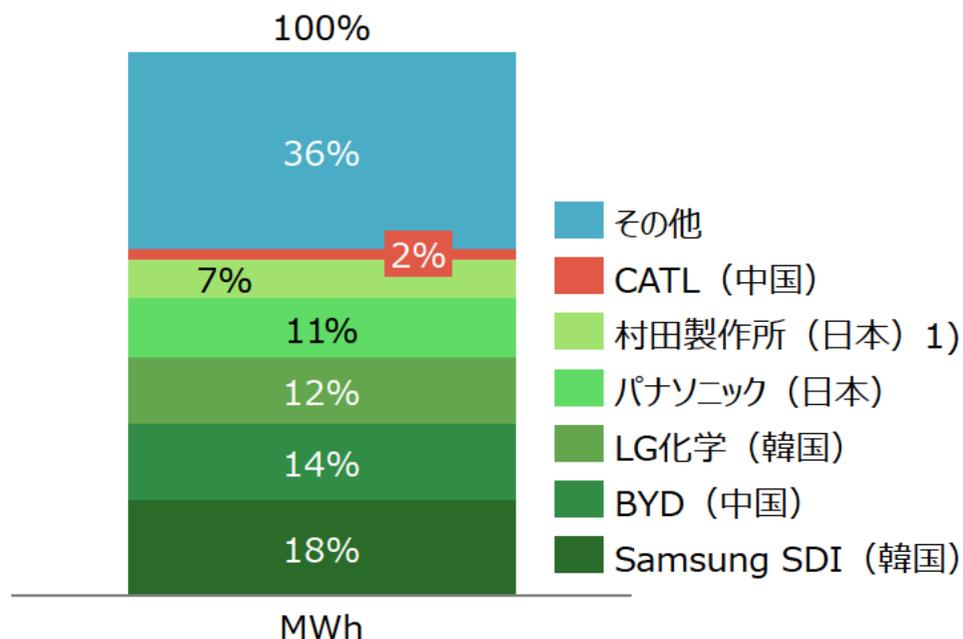


1. 携帯電話、ラップトップ 2. 動力工具、園芸工具、ドローン、運搬、その他の携帯機器 3. オフグリッドアプリケーション用のバッテリーも含む 4. BEV、PHEV、HEV、MHEVには、乗用車および小型商用車を含む 5. 電動スクーター、電動自転車、電動キック、2輪車、3輪車 6. 船舶、航空
 出所: BCG 2019パワートレインの見通しTCO分析, BCG 定置用蓄電池市場モデル, CairnERA

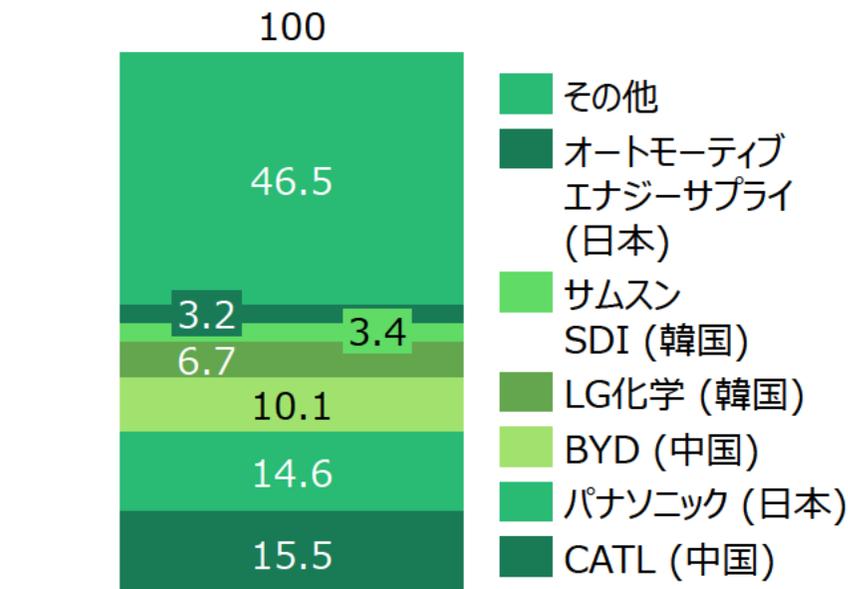
b 日本企業の競争力 – 定置用電池/車載用電池の市場シェア

- 日系企業は、定置用・車載用ともに電池本体シェアの上位に位置するものの、シェアトップは中国・韓国企業に押さえられている

ESSリチウムイオン電池市場シェア
(2017年、容量ベース)



車載用電池市場世界シェア
(2017年、出荷量ベース、%)



1. 2017年9月、ソニーから村田製作所に事業売却
出所：富士経済

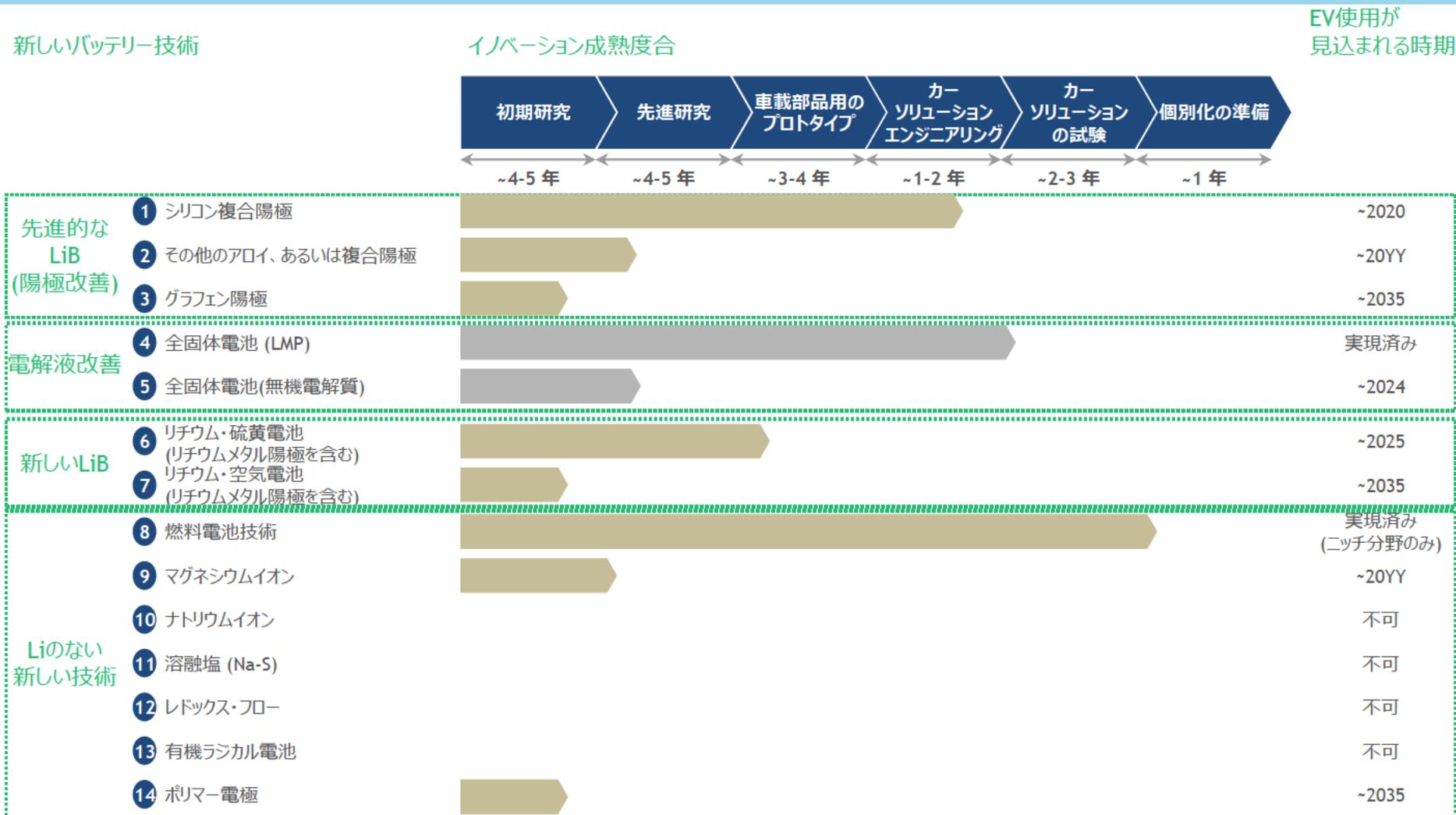


③ 産業内外の トレンド

- 1** 蓄電池本体 / 蓄電システムの二段階の製造市場と、設置・保守等のサービス市場が利益を分け合う構造
- 2** 蓄電池本体市場は拡大が続くものの、グローバルな生産集約が進み、中国・韓国勢が大きくシェアを拡大
- 3** 車両電動化 / 再エネ調整力確保のニーズが高まる中、液体リチウムイオン電池に代わる次世代技術の開発が進む
- 4** 次世代蓄電池の研究開発で我が国は先行。拡大が見込まれる新たな市場を取り込める可能性
- 5** なかでも、技術優位性・市場の有望度が特に高い「全固体電池」を、成長アイテムとして選定

技術トレンド – 次世代電池技術と各技術の成熟度

次世代蓄電池技術として、リチウムシリコンや全固体電池等の新しい技術の開発が進む



政治・経済・社会トレンド – 蓄電池に関連する政策

- 再生可能エネルギー導入に向け調整力が必要となる中、各国が蓄電池導入を促進

国	再生可能発電に関する主な目標	ESS関連の政策				
		義務	R&D支援	税制優遇	補助金	
 ドイツ	再生可能発電 (原子力以外) により、2050年までに供給の80%以上を獲得する見通し	<div style="border: 1px dashed black; width: 100px; height: 100px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">(N/A)</div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">✓</div>	(N/A)	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; background-color: #90EE90;">✓</div> (ローカルレベルに限定)	
 イギリス	低炭素発電 (再生可能&原子力) により、2050年までに供給の80%以上を獲得する見通し		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">✓</div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">✓</div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">✓</div>	<div style="border: 1px dashed black; width: 100px; height: 100px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">(N/A)</div>
 フランス	再生可能発電の割合を消費の32%まで拡大し、2030年までに40%まで拡大		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">✓</div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">✓</div>	(N/A)	
 アメリカ	(連邦政府による明確な目標提示なし)	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; background-color: #90EE90;">✓</div> (州レベルに限定)	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">✓</div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">✓</div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; background-color: #90EE90;">✓</div> (州レベルに限定)	
 中国	非燃料発電の発電量を720GWにまで拡大し、総発電量を2020年までに2,000TWhまで拡大	<div style="border: 1px dashed black; width: 100px; height: 100px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">(N/A)</div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">✓</div>	<div style="border: 1px dashed black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">(N/A)</div>	(N/A)	
 日本	FY2030年までに再生可能発電の割合を22-24%にまで拡大		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">✓</div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">✓</div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">✓</div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">✓</div>

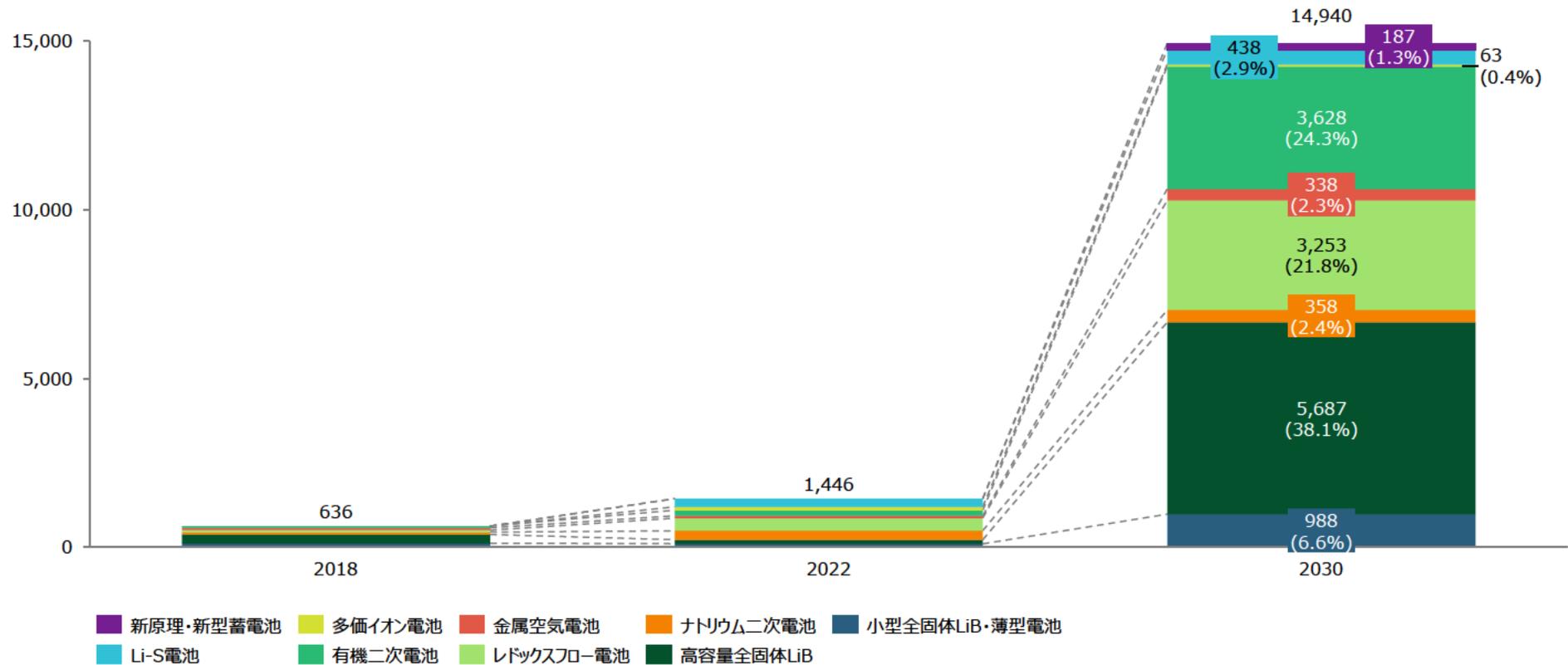


4 市場の変化

- 1** 蓄電池本体 / 蓄電システムの二段階の製造市場と、設置・保守等のサービス市場が利益を分け合う構造
- 2** 蓄電池本体市場は拡大が続くものの、グローバルな生産集約が進み、中国・韓国勢が大きくシェアを拡大
- 3** 車両電動化 / 再エネ調整力確保のニーズが高まる中、液体リチウムイオン電池に代わる次世代技術の開発が進む
- 4** 次世代蓄電池の研究開発で我が国は先行。拡大が見込まれる新たな市場を取り込める可能性
- 5** なかでも、技術優位性・市場の有望度が特に高い「全固体電池」を、成長アイテムとして選定

● 市場の魅力度 – 次世代電池種別 市場規模見立て

- 次世代蓄電池は、今後、本格的な実用化に伴い、市場の急拡大が見込まれる



● 日本企業の強み – 日本企業による次世代蓄電池開発取り組み

● 日系企業は、各種次世代蓄電池をターゲットに、積極的に開発を推進

技術分野	主な開発主体	概要	実用化状況	'30年世界市場規模予測
高容量全固体電池 (全固体LiB)	東工大・トヨタ、パナソニック、オハラ、NEDO(日)、CATL(中)、(仏)	可燃性の電解液を使わず 安全性が高い 、 高容量化・低コスト化が可能 車載用や定置用に適する	'20~後半以降 実車搭載	5687億円
有機二次電池	海外研究機関 イーメックス社(日)	LiBの正極に用いられる金属酸化物系の活物質を有機物に置き換え、 安全性が高い LiBだけでなくキャパシター用途の置き換えも目指す	数年後	3628億円
レドックスフロー電池	住友電気、ギャラクシー、阪大(日) 海外企業	電解液をポンプ循環させるという独自の仕組み、 耐久性あり 、 柔軟に大容量化可能 大型定置型として特に再生可能エネルギー発電との系統連系に適する	実用化済	3253億円
小型全固体電池 (全固体LiB)・ 薄形電池	STマイクロエレクトロニクス(スイス)、 サムスン・LG(韓)、FDK、TDK、 スター・エレクトロニクス(日)	可燃性の電解液を使わず 安全性が高い 高機能カードやセンサー端末に適する	実用化済	988億円
Li-S電池	OXIX Energy(英)、海外研究機関、 ADEKA、ルネシス/東京炭素工業、 東電、住友ゴム(日)	硫黄系活物質を使う正極とLi金属等の高容量負極を組み合わせ、 大容量化可 電気自動車(EV)などの車載用や定置型大容量電池に適する	'20年頃~	438億円
ナトリウム二次電池	日本ガイシ、東大、京大(日)	ナトリウムイオンを伝導種とする二次電池、 リチウム資源希少時の代替として注目 中型から大型の定置用に適する	実用化済	358億円
金属空気電池	NantEnergy(米)、VARTA(独)、 古河電池、富士色素、NIMS(日)	Li, Al, Mgその他の金属を活物質として使う負極と空気中酸素を取り込んで活物質 として使う正極を組み合わせ、 大容量化が可能 ボタン電池~定置用まで既存電池の幅広い用途への適用を目指す	一部金属で 実用化 (ボタン電池)	338億円
新原理・新型電池	海外研究機関、 CONNEX SYSTEMS社、リコー、 PJP Eye(日)	既存の二次電池とは蓄電原理が異なる電池や、既存の電池に特長的な改良 (高機能、新機能、新構造)を加えた電池、LiBの置換を目指す 電動アシスト自転車などの電動モビリティ機器から市場化が始まる見込み	'20年前半 以降	187億円
多価イオン電池	海外研究機関 富士フィルム、SAITEC(日)	Mg, Caなどの多価イオンを用い、 大容量化が可能 、 LiBの知見も活用可 先行するラミネート型ではIoTセンサーなどの小型アプリケーション用途を想定	'23年頃~	63億円



- 1** 蓄電池本体 / 蓄電システムの二段階の製造市場と、設置・保守等のサービス市場が利益を分け合う構造
- 2** 蓄電池本体市場は拡大が続くものの、グローバルな生産集約が進み、中国・韓国勢が大きくシェアを拡大
- 3** 車両電動化 / 再エネ調整力確保のニーズが高まる中、液体リチウムイオン電池に代わる次世代技術の開発が進む
- 4** 次世代蓄電池の研究開発で我が国は先行。拡大が見込まれる新たな市場を取り込める可能性
- 5** なかでも、技術優位性・市場の有望度が特に高い「全固体電池」を、成長アイテムとして選定

5 成長アイテム

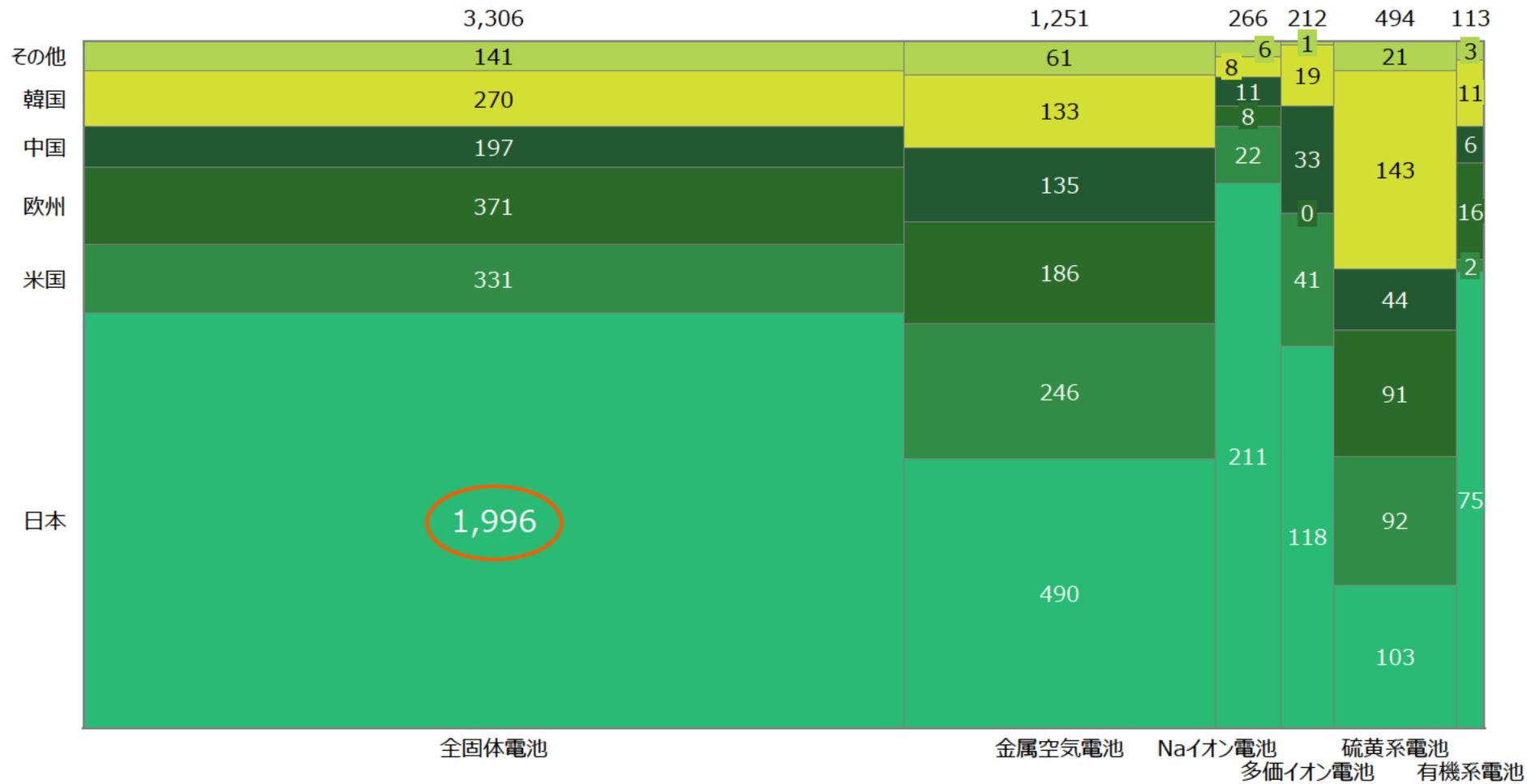
日本の主な全固体電池開発企業の動向

- 日系企業の全固体電池開発は、既に実用化フェーズに入っている

企業	材料・プロセス	製品化時期	用途
トヨタ自動車	電解質に硫化物系	20年代早期	車載
村田製作所	積層セラミックコンデンサー技術を応用	19年	ウェアラブル機器、スマホ、車載
TDK	セラミックス層を積層	18年	IoT、リアルタイムクロック、Bluetoothビーコン
日立造船	電解質に硫化物系	18年	産業、宇宙、車載
三井金属	電解質にアルジロダイト型硫化物	20年以降	定置用電源、車載
出光興産	電解質に硫化リチウム、正極材にコバルト酸リチウム、負極材に黒鉛	—	携帯・民生用機器、定置用電源、車載
オハラ	電解質に固体酸化物系無機材料「LICGC」	19年	定置用電源、車載
Charge CCCV (C4V)	—	19年4-6月	車載
イリカ・テクノロジーズ	正極材にコバルト酸リチウム、負極材にアモルファスシリコン	16年	IoT、センサーネットワーク、ウェアラブル機器

出願人国籍別特許出願件数（次世代蓄電池）

- これに伴い、特に全固体電池では、他国を大きく上回る特許を取得





成長アイテム

全固体電池

6 競争力の源泉

6 安定化や大容量化を実現する技術革新と並行し、
関連市場と連携・統合したサービスモデルが進化

7 基礎技術の研究開発を促すと同時に、定置用・車載用・
太陽光発電等を横断したサービスの育成が必要

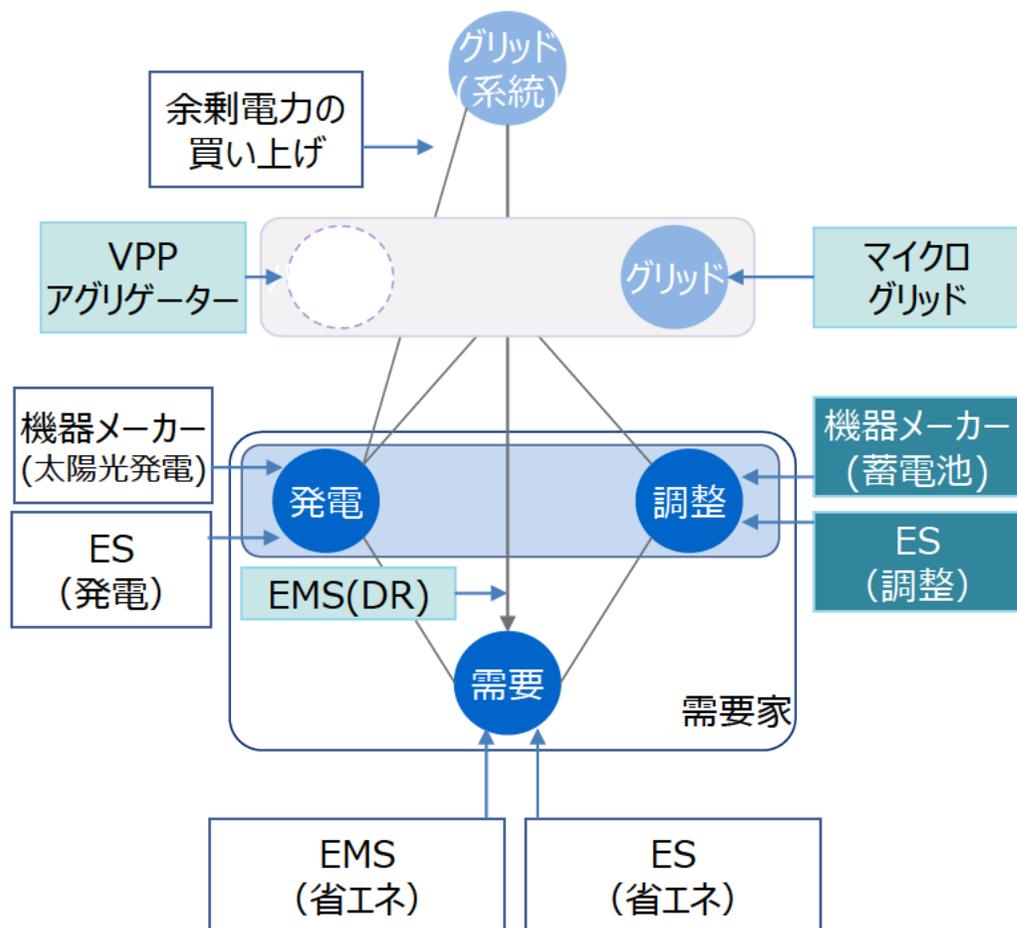
● 技術面 – (参考) 次世代電池 技術別性能評価

- 容量や安全性は既存電池との差別化要因であり、市場の拡大に直結

評価軸	従来のLiB		全固体電池	
	従来	先進的	全固体電池(LMP)	全固体電池(無機電解質)
1 ポリウム・パフォーマンス	200-600 Wh/L @ cell	-800 Wh/L @ cell	500-600 Wh/L @ cell	450 Wh/L @ cell
2 ウェイト・パフォーマンス	200 Wh/kg @ cell	300-350 Wh/kg @ cell	金属アーク溶接棒を使わない限り、LiBと同じ	従来のLiBの1.5-2倍
3 オペレーション温度	ごく小さなパフォーマンスの低下 (<0 °C)	TBA	室温以下では限られた性能	TBA
4 応答時間	あらゆる装置にとって十分な時間	TBA	TBA	TBA
5 充放電率	素早い充電が実証されているが、5-10C内でのみ実証	素早い充電が実証されているが、5-10C内でのみ実証	導電率が低く、限定的	LiBより高い見込み
6 充放電サイクル	3,000+ 70% cap.	3,000+ 70% cap.	TBA	500+ 75% cap.
7 安全性	発火や酸が漏れるリスクあり	発火や酸が漏れるリスクあり	発火や酸が漏れるリスクは低い	発火や酸が漏れるリスクは低い
8 コスト	20YY年に65USD/kWh	TBA	TBA	20YY年に100USD/kWh

● ビジネスモデル面 – 従来型の市場から新市場への変化

- 諸外国を中心に、蓄電池と関連市場を連携・統合したサービスモデルが進化



- ① (シンプルな) 蓄電池TPO
✓ 蓄電池システムのリース、メンテナンス、運用
- ② 太陽光発電 + 蓄電池TPO
✓ 蓄電池を含めた太陽光発電システムをTPO
- ③ 太陽光発電 + 蓄電池ハイブリッドシステム
✓ 充放電の最適管理ソリューション
- ④ EVエネルギーサービス (DR / V2G)
✓ EV向けの充電遅延や逆潮流サービス
- ⑤ EV蓄電池リサイクル
✓ EV用蓄電池を、住宅用定置向けに転用
- ⑥ 蓄電池 + 電力シェア
✓ 蓄電池ユーザー間での余剰電力の共有



成長アイテム

全固体電池

6 安定化や大容量化を実現する技術革新と並行し、
関連市場と連携・統合したサービスモデルが進化

7 基礎技術の研究開発を促すと同時に、定置用・車載用・
太陽光発電等を横断したサービスの育成が必要

7 我が国の戦略

● 技術面 – 技術開発トレンド

- 全固体電池では、更なる安定化や小型化に向けた研究開発が進められている

電解質の化学安定化による安全性向上

実用化に向けて、固体電解質材料の技術研究を実施

- 全固体電池に使用される固体電解質は従来の有機電解液よりも化学安定性が高いため、発火や液漏れの危険性がなく安全性が高い
- 固体電解質材料には液体電解質と同等以上のイオン伝導率が必要で、材料の技術研究が行われている

研究開発を実施している団体・取り組みの例：

東北大学

リチウム超イオン電導材料を開発していると発表

- リチウムを利用した電池の負極に高い安定性を示す材料で、全固体電池に用いることで電池を高性能化
- 今後、イオン伝導率をさらに高めた材料の開発に取り組む予定

トヨタ・東工大

従来の液体有機電解質と同等のイオン伝導率を持つLGPSを発見

- LGPS素材を用いた全固体電池は、多様な温度下で安定した充放電が可能
- 今後は量産などの製造技術の課題に着手

小型化とエネルギー密度向上による大容量化

熱耐性の強化と、材料の自由度向上によって、液体リチウムと同じ容量で、容積を半分～1/3にできる可能性

- 全固体電池は熱への耐性が強く、熱の発生自体を抑えることが出来るため、冷却装置が不要になり、容積を削減
 - 全固体電池の構造上、セル間を流れる電流は断面積の大きい経路を流れるため、発生する熱が少ない
 - 従来型では、急速充電時や高速走行時に発生する熱を逃がすために冷却装置を搭載
- 正極や負極に使う材料が自由になることで、リチウムイオンの蓄積が増え、大容量化
 - 例えば、硫黄系の材料を負極に使用すると、同じ重量で5～10倍のリチウムイオンを蓄えることが可能

● ビジネスモデル面 – 日本における蓄電池関連取り組み：中国プレイヤーのサービス展開

- 外資系の蓄電池メーカーは、車載用の定置用転換等のサービスを展開予定

背景

EVは政府の重点分野として、補助金を活用して国内外に低コストで普及

- 中国政府は15年以降ハイテク産業の育成策「中国製造2025」でEVや再生エネを重点分野に位置づけ
- 政府の補助金を生かし、低コストを武器に中国国外でも攻勢をかける

近年は国内や米国市場が落ちこみ、日本市場で販売を拡大したい考え

- 中国では補助金減額によりEV販売が落ち込み、据え置き型への転用で収益確保を図る
- 米国の対中制裁関税でLi-ion電池が対象に

中国蓄電池プレイヤーによる日本でのサービス展開

初期的見立て



- EV向けリチウムイオン電池を応用した定置用蓄電池を、21年から工場・ビル・発電施設向けに日本で販売予定
- 加えて、**EVバスで使い劣化した蓄電池を据え置き型に再利用する仕組み**も検討

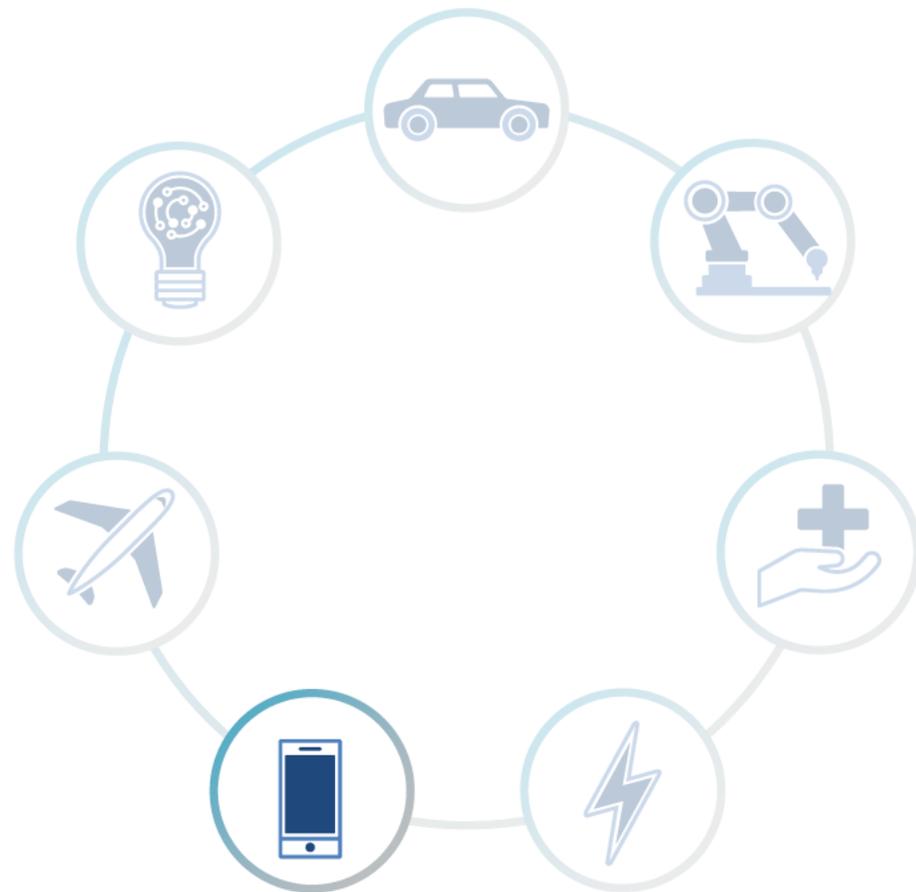


- **太陽光関連企業と組み**、住宅・産業向けの蓄電池を20年に日本で発売予定
- 価格を他社製品の半分に抑えて競争力を発揮
- 車載用で17年に首位



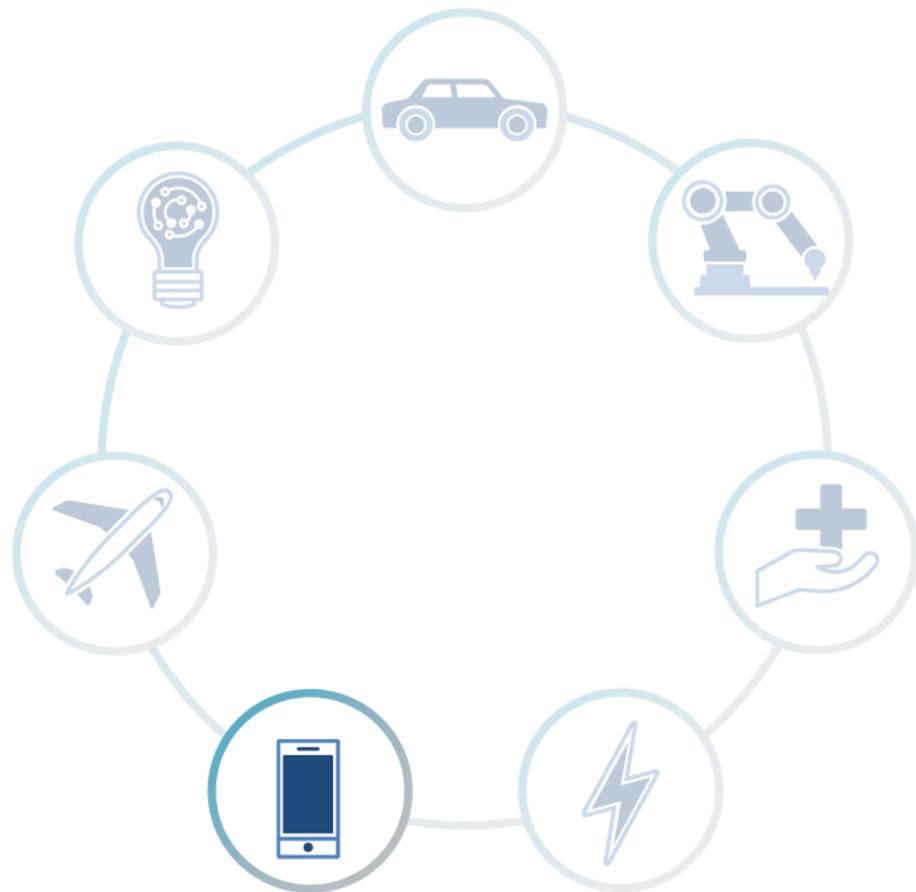
- 法人向け定置型蓄電池事業に20年度内に参入予定
- **中古EV用電池を積極利用**して価格を抑えたうえで、高い品質と安全性を確保し他社と差別化を図る
- 車載の定置用転用による再利用システムが確立すれば、EV下取り価格が上がり、新車販売を後押しする効果を期待

⑤エレクトロニクス



⑤エレクトロニクス

- 半導体製造装置
- 半導体材料
- 通信機器部品



エレクトロニクス（半導体製造装置）

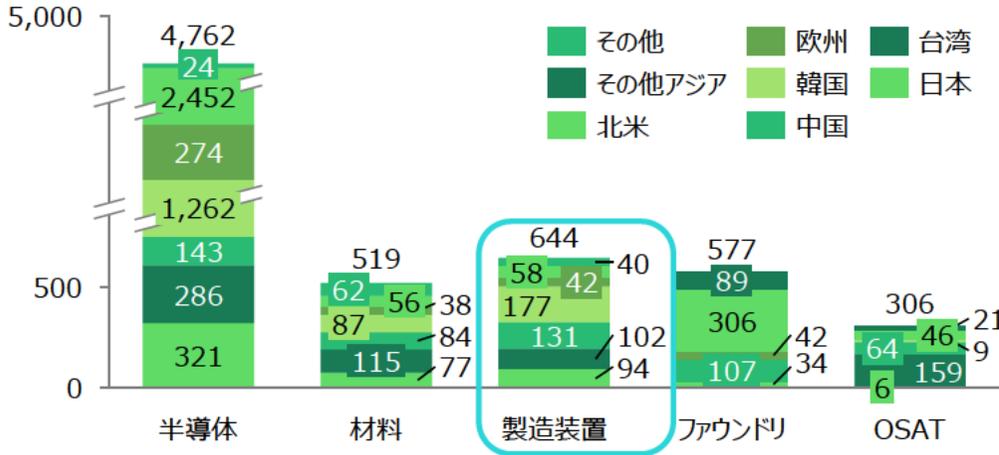


- 半導体製造装置産業は、製造工程に応じ細分化。足元の市場規模とシェアで、重要市場が認識されている。
- 一方、微細化・集積化に伴う世代交代と各国の政策動向次第では、関連装置のシェアが急変する可能性も。

<産業構造・市場の現状>

- 製造プロセスに対応して細分化された個別装置市場が集積。
- 足下の市場規模とシェアから、絶縁膜エッチング等、日系企業にとっての重要市場が認識されている。

半導体関連産業の地域別市場規模（億米ドル）



順位	市場規模	成長率	日系企業シェア
1位	ArF深紫外線液浸装置	プラズマCVD装置	ラッシング装置
2位	絶縁膜エッチング装置	メタルエッチング装置	コータ装置
3位	プラズマCVD装置	常圧/SACVD装置	ダイシングソー
4位	ゲートエッチング装置	絶縁膜エッチング装置	バックグラインダ
5位	枚葉式洗浄装置	熱電発電モジュール	フローピング装置
6位	ウェハ検査装置	RTP装置	ウェハグラインダ
7位	メタルエッチング装置	キュア装置	縦型酸化拡散炉
8位	コータ/デベロッパ	ドライ/蒸気洗浄装置	電子ビームマスク直描装置
9位	スパッタ	オートモールドプレス	コータ/デベロッパ
10位	縦型CVD装置	整合器	縦型CVD装置

■ 市場規模・日系シェアが大きい装置 ■ 市場規模は大きいが日系シェアが小さい装置

<トレンドを踏まえた市場の変化>

- 微細化・集積化の技術開発 / 経済安全保障政策が進展
- 微細化・3次元化の進展に伴い、関連装置の成長が加速。
各国が産業支援を強める中、日系シェアが急落する可能性も。

技術トレンド	想定される影響	成長が期待される製造装置市場
EUVリソグラフィの進展	<ul style="list-style-type: none"> ● EUV露光では、パターン線幅の制御や微小異物抑制の技術難易度が上がる ● 専用のフォトマスク、検査装置が必要 ● テスト工程も複雑化、重要度が増す ● マルチパターニングでより一層の微細化が進展 	<ul style="list-style-type: none"> ● コータ/デベロッパ ● マスクレチクル検査装置 ● メモリテスト装置 ● SOC&Logicテスト装置 ● (絶縁膜エッチング装置)
トランジスタのGAA構造への変化	<ul style="list-style-type: none"> ● 配線層表面を正確極薄にエッチングする必要 ● 一部でGeが残渣として残留するが、洗浄により取り除く必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> ● 絶縁膜エッチング装置 ● 枚葉式洗浄装置
3D NANDの高層化	<ul style="list-style-type: none"> ● 積層したメモリセルを垂直に貫通するメモリホールは超高アスペクト比となる ● 兆個単位のメモリホールの形成、成膜 	<ul style="list-style-type: none"> ● 縦型CVD装置 ● (絶縁膜エッチング装置)

中・韓・台は半導体製造装置/材料産業に注力、米も業界全体を支援

国・地域	重視する分野	内容
中国	● 製造装置/材料	<ul style="list-style-type: none"> ● 2019年から政府系ファンド「国家集成电路産業投資基金」第2期を開始 ● 川上産業（材料、製造装置）を重要視
韓国	● 半導体産業 ● 製造装置/材料	<ul style="list-style-type: none"> ● 産業全体を体系的に支援 ● 製造装置/材料分野の競争力強化に向けて特別措置法施行
台湾	● 製造装置/材料	<ul style="list-style-type: none"> ● 製造装置、材料分野に資金を投入し、半導体サプライチェーンの国内完結を目指す
米国	● 半導体産業	<ul style="list-style-type: none"> ● 産業全体に資金を投入し、設備投資や研究開発を支援

エレクトロニクス（半導体製造装置）



- 世代交代で市場転換が予想されるコータ/デベロッパ、エッチング、CVD市場を、成長アイテムとして選定。
- 個々の技術水準の確保と併せ、開発体力の確保に向けた仕掛け・支援を講じていく必要がある。

＜キーテクノロジー＞

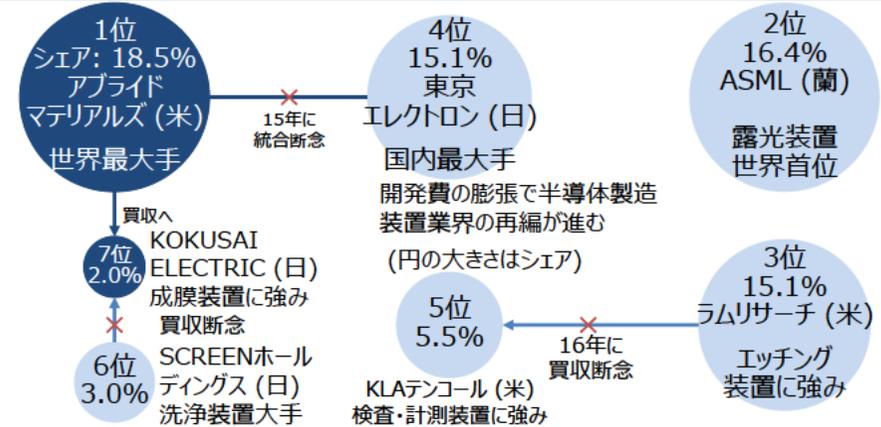
- 市場規模、市場成長率、日系企業の現状シェアがありながら、装置の世代交代等大きな転換が予想されるアイテムを特定。

成長アイテム	アイテム概要	技術トレンド
1 コータ/ デベロッパ	<ul style="list-style-type: none"> ● 露光前にウェハを高速回転させながらフォトレジストを均一に塗布し、露光後にパターン現像を行う装置 ● 東京エレクトロンがEUV用にセッティングされたコータ/デベロッパを販売、シェア100% 	EUV リソグラ フィの 進展
2 エッチング 装置	<ul style="list-style-type: none"> ● 薄膜の形状を化学腐食、蝕刻加工する装置で、東京エレクトロンが世界シェア30% ● EUVによる微細化の進展で成長が期待され、3次元集積化の多層構造のエッチング、3DNAND高密度化におけるメモリホールのエッチングでの技術進展が要求される 	EUV リソグラ フィの進 展 トランジ スタの GAA 構造へ の変化 3D NAND の高層 化
3 CVD 装置	<ul style="list-style-type: none"> ● 薄膜形成装置の一つで、半導体の表面に10nmから1000nm程度の薄い膜を堆積する装置 ● 縦型CVD装置市場で東京エレクトロンがシェア40% 	3D NAND の高層 化

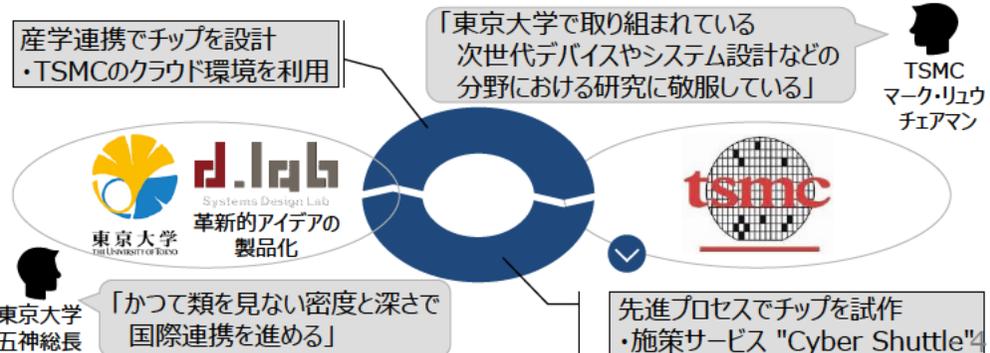
＜今後の戦略＞

- 競争力の源泉：個々の技術水準と併せ、開発体力の確保が持続成長の鍵。各社は、体力確保のため再編・買収を加速。

半導体製造装置業界の再編



- 我が国の戦略：体力を補完するための仕掛け・支援が重要となる。学術機関等を経由したファウンドリ等との協業も一案



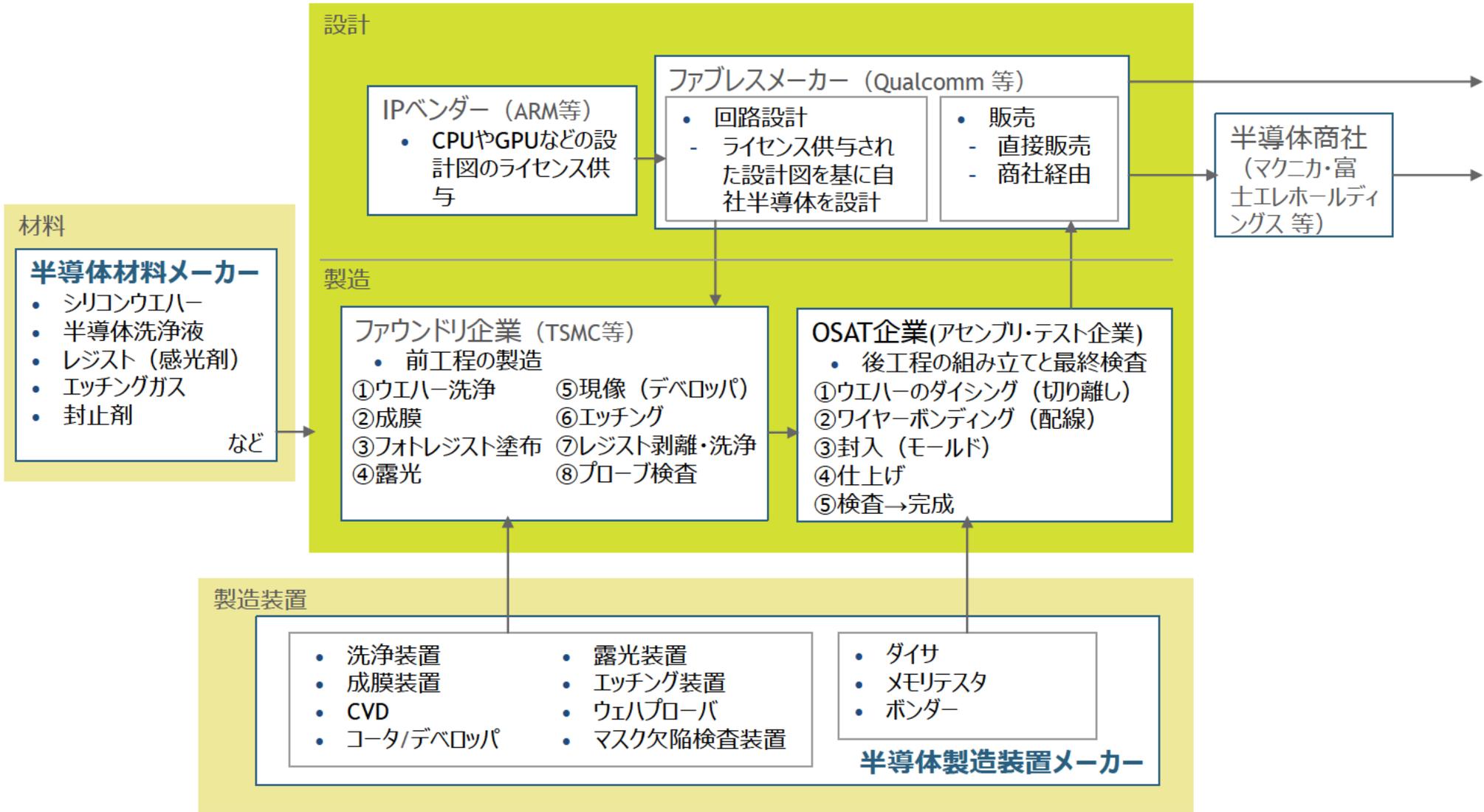
① 産業構造

- 1 製造プロセスに対応し細分化された個別装置市場が集積**
- 2 足元の規模とシェアでは、エッチング装置等の市場が重要**
- 3 微細化・集積化の技術動向 / 経済安全保障の政策動向が、今後の競争力を左右**
- 4 技術開発の進展に伴い、関連製造装置の成長が加速**
- 5 3アイテム（コータ/デベロッパ、エッチング、CVD）市場を、成長アイテムとして選定**



● 産業バリューチェーン

● コアとなる半導体製造業は、設計/製造等の機能別に分業化が進展



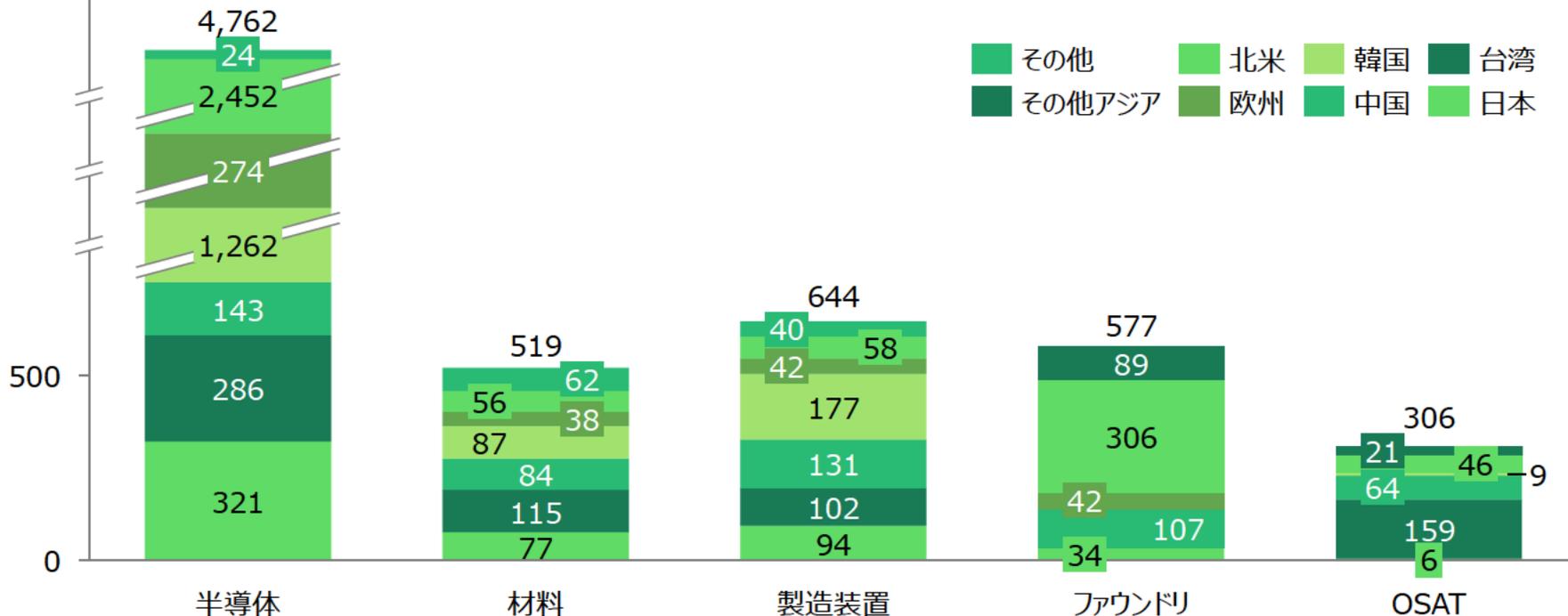
出所：経済産業省資料、ファイナンシャルスターを基にBCG作成

産業バリューチェーン



● 半導体関連産業の地域別市場規模

(億米ドル) 5,000



営業利益率

Intel 33.0%
Samsung 12.0%

信越化学工業 26.3%

東京エレクトロ 21.0%
レーザーテック 27.6%
ASML 41.5%

TSMC 46.0%

Amkor 5.7%

日系シェア

7.0%

14.8%
フォトレジスト 92.2%
シリコンウエハー 57.0%
マスクブランクス 90%
GaN 85%以上

14.6%
コータ/デベロッパ 92%
メモリ・テスト 58%

5.9%

2%

② 価値創出のメカニズム

- 1 製造プロセスに対応し細分化された個別装置市場が集積**
- 2 足元の規模とシェアでは、エッチング装置等の市場が重要**
- 3 微細化・集積化の技術動向 / 経済安全保障の政策動向が、今後の競争力を左右**
- 4 技術開発の進展に伴い、関連製造装置の成長が加速**
- 5 3アイテム（コータ/デベロッパ、エッチング、CVD）市場を、成長アイテムとして選定**



参考) 指標ごとの上位アイテム

- 指標からは、エッチング装置やCVD装置が有望

順位	市場規模	成長率	日系企業シェア
1位	ArFIキシマレーザ液浸装置	プラズマCVD装置	ラッピング装置
2位	絶縁膜エッチング装置	メタルエッチング装置	コータ装置
3位	プラズマCVD装置	常圧/SACVD装置	ダイシングソー
4位	ゲートエッチング装置	絶縁膜エッチング装置	バックグラインダ
5位	枚葉式洗浄装置	熱電発電モジュール	プロービング装置
6位	ウェハ検査装置	RTP装置	ウェハーグラインダ
7位	メタルエッチング装置	キュア装置	縦型酸化拡散炉
8位	コータ/デベロッパ	ドライ/蒸気洗浄装置	電子ビームマスク直描装置
9位	スパッタ	オートモールドプレス	コータ/デベロッパ
10位	縦型CVD装置	整合器	縦型CVD装置

市場規模・日系シェアが大きい装置
 市場規模は大きいが日系シェアが小さい装置

③ 産業内外の
トレンド

- 1 製造プロセスに対応し細分化された個別装置市場が集積
- 2 足元の規模とシェアでは、エッチング装置等の市場が重要
- 3 微細化・集積化の技術動向 / 経済安全保障の政策動向が、今後の競争力を左右
- 4 技術開発の進展に伴い、関連製造装置の成長が加速
- 5 3アイテム（コータ/デベロッパ、エッチング、CVD）市場を、成長アイテムとして選定



● 技術 – EUVリソグラフィの進展

● 半導体ロジックやDRAMのさらなる微細化はEUV露光技術が牽引

短い波長の光を用いて微細な加工を実現するEUV（極端紫外線）露光技術は今後も進展

- 3nm世代の半導体ロジックまでは、現行のEUV露光技術の改良により対応可能
 - 多重露光技術（マルチパターニング）で対応
- 3nm世代、2nm世代、1.4nm世代は「次世代」EUV露光技術が牽引
 - 光学系の開口率（NA）が現行世代比較して高い（0.55）
- 露光技術における解像度（ハーフピッチ）は露光の波長に比例し、NAに反比例
 - NAを高くするとハーフピッチが短くなり、微細化が進展する

		波長 (nm)	開口率 (NA)	解像度 (ハーフピッチ)	スループット (wph)	対応する ロジック世代
現行 EUV	シングル露光	13.5	0.33	19nm	130枚	10/7nm
	ダブル露光	13.5	0.33	16nm	70枚	7/5nm
	トリプル露光	13.5	0.33	12nm	40枚	5/3nm
「次世代」EUV		13.5	0.55	12nm	170枚	5/3nm

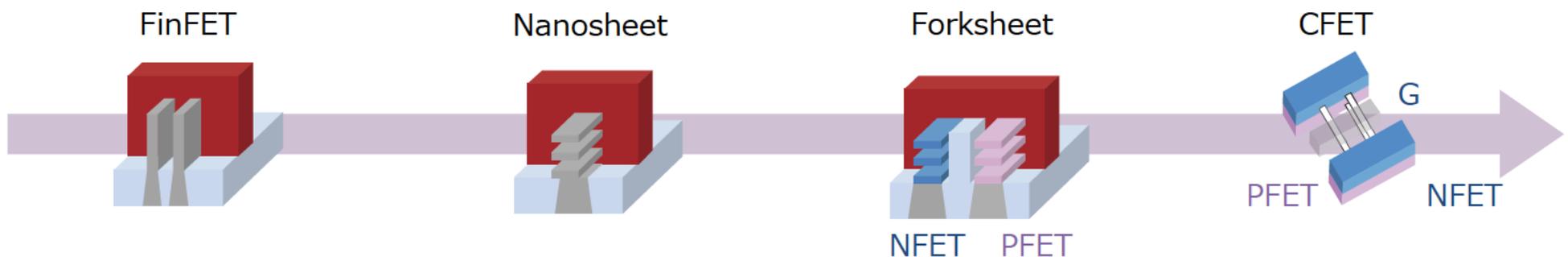


技術 - GAA構造トランジスタへの進化

● 微細化の進展により、トランジスタの構造も変化



<p>【構造】</p> <ul style="list-style-type: none"> ヒレ (Fin) 状のゲート構造 <p>【内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> 現在最先端 構造を工夫し微細化対応 <ul style="list-style-type: none"> - Finの数を増加 - ソース・ドレインがFinを貫通する構造 	<p>【構造】</p> <ul style="list-style-type: none"> Fin状のゲートがソース・ドレインを360度覆う構造 埋め込み電源線 (BPR) 構造採用 <p>【内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ショートチャネル効果の抑制 リーク電流抑制 トランジスタ駆動能力の向上 	<p>【構造】</p> <ul style="list-style-type: none"> n型とp型のナノシートを絶縁層を挟んで近接して積層 <p>【内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> チップ裏面にパワーディストリビューションネットワーク (PDN) を設置 埋め込み電源線 (BPR) へ効率よくパワー供給を行う 	<p>【構造】</p> <ul style="list-style-type: none"> n型FETとp型FETを上下に組み合わせて1つのゲートを共有 <p>【内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> シリコンダイの製造コスト低下 スタンダードセルとメモリSRAMセルの専有面積50%拡大が可能
--	--	---	--



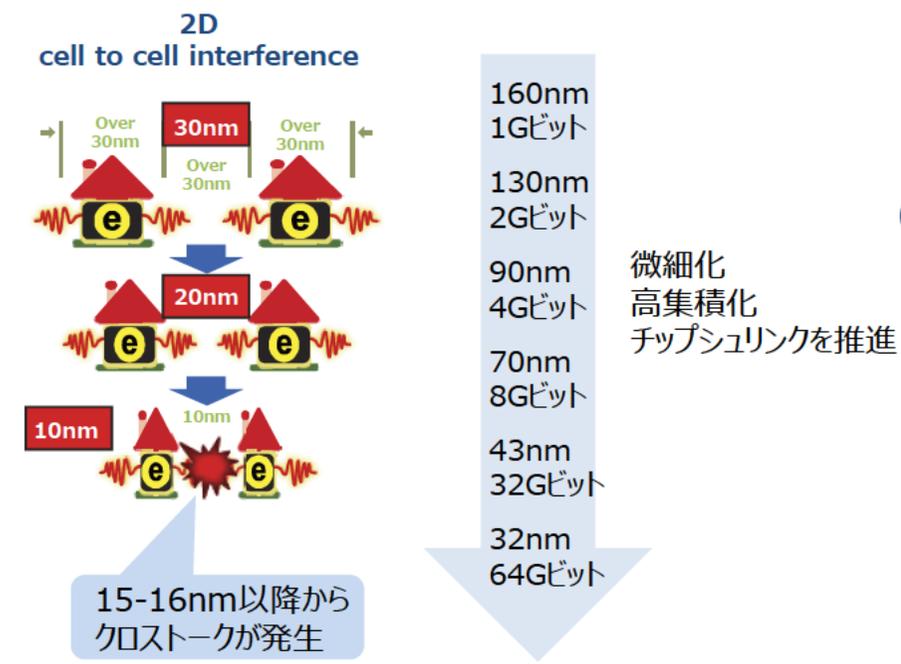


技術 - 3D NANDの高層化

● メモリセルの3次元積層が進み、NANDの記憶密度が向上

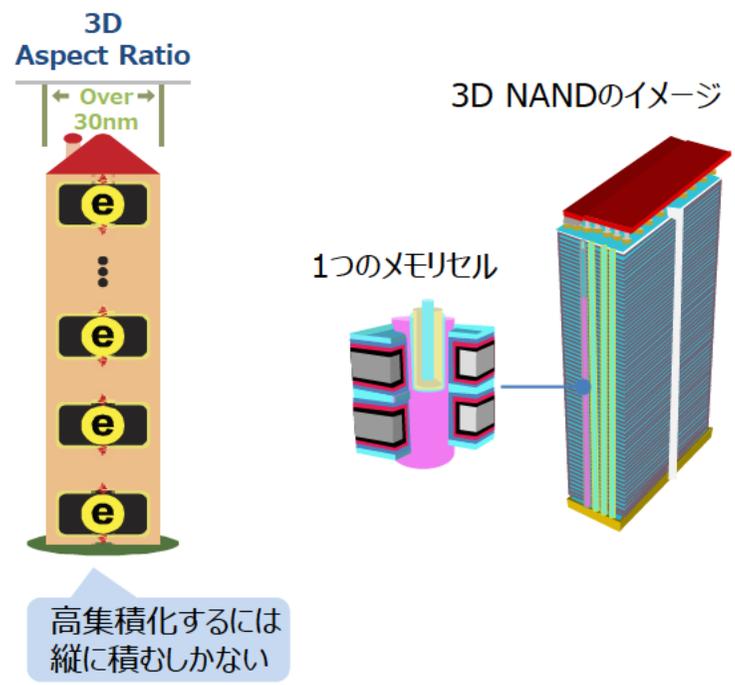
メモリセルの微細化は16~15nmで障害が発生

- NANDは、チップの微細化やメモリセル間隔の縮小により高集積化
- メモリセルの加工寸法が16~15nmを下回るとセル同士が接近しすぎ、干渉し合う「クロストーク」問題が発生
- メモリセル間を詰めないセルの微細化やチップの高集積化はほぼ不可能



さらなる高集積化のため、3次元に積層 (3D NAND)

- メモリセルを縦方向に積層し、セル間に一定の距離を保つことでクロストークを回避
- メモリは微細化せず、メモリーメーカーが縦方向に何層積層するかを競争
- 現在の最先端は96層
 - Samsungは96層を一括で積み上げている
 - 他社は48層を2つ積層





● 経済安全保障の強化

- 一方、各国による産業支援策は、中長期の相対的な競争力に大きく影響

中・韓・台は半導体製造装置/材料産業に注力、米も業界全体を支援

国・地域	重視する分野	内容
中国	<ul style="list-style-type: none">● 製造装置/材料	<ul style="list-style-type: none">● 2019年から政府系ファンド「国家集成电路産業投資基金」第2期を開始● 川上産業（材料、製造装置）を重要視
韓国	<ul style="list-style-type: none">● 半導体産業● 製造装置/材料	<ul style="list-style-type: none">● 産業全体を体系的に支援● 製造装置/材料分野の競争力強化に向けて特別措置法施行
台湾	<ul style="list-style-type: none">● 製造装置/材料	<ul style="list-style-type: none">● 製造装置、材料分野に資金を投入し、半導体サプライチェーンの国内完結を目指す
米国	<ul style="list-style-type: none">● 半導体産業	<ul style="list-style-type: none">● 産業全体に資金を投入し、設備投資や研究開発を支援

④ 市場の変化

- 1** 製造プロセスに対応し細分化された個別装置市場が集積
- 2** 足元の規模とシェアでは、エッチング装置等の市場が重要
- 3** 微細化・集積化の技術動向 / 経済安全保障の政策動向が、今後の競争力を左右
- 4** 技術開発の進展に伴い、関連製造装置の成長が加速
- 5** 3アイテム（コータ/デベロッパ、エッチング、CVD）市場を、成長アイテムとして選定



● 市場の魅力度

● 微細化・集積化の進展に伴い、関連する製造装置の成長が加速

	技術トレンド	想定される影響	成長が期待される製造装置市場
1	EUVリソグラフィの進展	<ul style="list-style-type: none"> • EUV露光では、回路線幅が7nm以下となり、対応するパターン線幅の制御や微小異物抑制の技術難易度が上がる • EUVの短い波長に対応して表面がより滑らかで異物混入が低い専用のフォトマスクが必要 • それに伴い、検査装置も専用のものが必要 • 微細化で半導体の基板設計が複雑になりテスト工程も複雑化、重要度が増す • 現行のEUV露光はマルチパターンングでより一層の微細化が進展 	<ul style="list-style-type: none"> • コータ/デベロッパ • マスク/レチクル検査装置 • メモリテスト装置 • SOC & Logicテスト装置 • (絶縁膜エッチング装置)
2	トランジスタのGAA構造への変化	<ul style="list-style-type: none"> • 配線層表面を正確に極薄（10nm程度）にエッチングする必要がある • GAA特有の問題として、Si/SiGe多層積層構造のSiGe層をエッチングで除去する際にGeが残渣として残留 • それを洗浄により取り除く必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> • 絶縁膜エッチング装置 • 枚葉式洗浄装置
3	3D NANDの高層化	<ul style="list-style-type: none"> • 積層したメモリセルを垂直に貫通するメモリホールは超高アスペクト比（穴の開口と深度の比）となる • 兆個単位のメモリホールの形成、その内壁に成膜する高難度の技術が必要 	<ul style="list-style-type: none"> • 縦型CVD装置 • (絶縁膜エッチング装置)

- 1** 製造プロセスに対応し細分化された個別装置市場が集積
- 2** 足元の規模とシェアでは、エッチング装置等の市場が重要
- 3** 微細化・集積化の技術動向 / 経済安全保障の政策動向が、今後の競争力を左右
- 4** 技術開発の進展に伴い、関連製造装置の成長が加速
- 5** 3アイテム（コータ/デベロッパ、エッチング、CVD）市場を、成長アイテムとして選定

5 成長アイテム



成長アイテム

● このうち、市場規模、技術転換等の重要性が認められる市場を優先

成長アイテム	アイテム概要	技術トレンド		
<p>1 コータ/デベロッパ</p>	<ul style="list-style-type: none"> 露光前にウェハを高速回転させながらフォトレジストを均一に塗布し、露光後にパターン現像を行う装置 東京エレクトロンがEUV用にセッティングされたコータ/デベロッパを販売、シェア100% 	EUVリソグラフィの進展		
<p>2 エッチング装置</p>	<ul style="list-style-type: none"> 化学反応を使って、薄膜の形状を化学腐食、蝕刻加工する装置で、東京エレクトロンが世界シェア30% EUVによる微細化の進展で成長が期待され、3次元集積化の多層構造のエッチング、3DNAND高密度化におけるメモリホールのエッチングでの技術進展が要求される 	EUVリソグラフィの進展	トランジスタのGAA構造への変化	3D NANDの高層化
<p>3 CVD装置</p>	<ul style="list-style-type: none"> 薄膜形成装置の一つで、半導体の表面に10nmから1000nm程度の薄い膜を堆積する装置 <ul style="list-style-type: none"> 薄膜の原料に化学反応をさせる手段として、熱、プラズマなどが利用される 縦型CVD装置市場で東京エレクトロンがシェア40% 	3D NANDの高層化		

成長アイテム

コータ/デベロッパ、エッチング、CVD

⑥ 競争力の源泉

6 個々の技術水準と併せ、開発体力の確保がKSF

7 開発体力を補完するための仕掛け・支援が重要となる



● 技術

● それぞれの成長アイテムで、鍵となる技術が存在

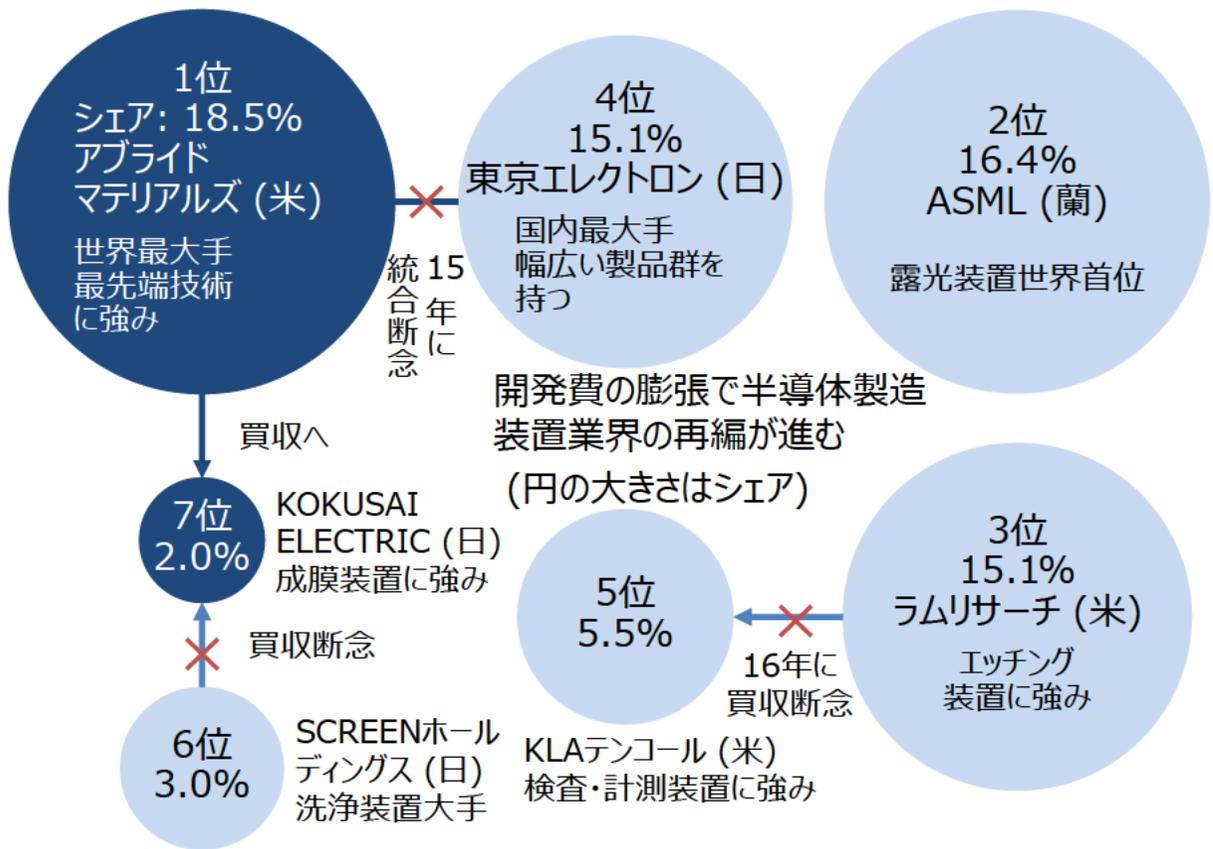
	コータ/デベロッパ	エッチング装置	CVD装置
EUVリソグラフィの進展	<p>オーバーレイ計測精度の向上</p> <ul style="list-style-type: none"> 回路パターンの上下の位置ずれを抑制 計測誤差が大きくさらなる微細化への対応が困難であり、精度の向上が必要 		
トランジスタのGAA構造への変化		<p>原子層レベルの加工精度の実現</p> <ul style="list-style-type: none"> 同時進行する反応を個別の反応として制御する技術が必要 <ul style="list-style-type: none"> エッチャント吸着/イオン入射・反応生成物の脱離 高精度制御のため時間変調技術やサイクル処理適用の進化 	
3D NANDの高層化		<p>超高アスペクト比メモリホールを形成する高速エッチング技術</p> <ul style="list-style-type: none"> アスペクト比の50以上のメモリホールを兆個単位で形成 均一かつ垂直に形成するため、深部でのエッチング速度高速化のイノベーション必須 	<p>原子層単位の膜厚制御</p> <ul style="list-style-type: none"> 1兆個を超える高アスペクト比のメモリホールの内壁を成膜 <ul style="list-style-type: none"> それぞれ厚さ2-3nmの窒化膜や酸化膜を3層形成



● ビジネスモデル

● 開発費の増大に伴い、業界の再編・買収が推進

半導体製造装置業界の再編



KOKUSAI社の買収

2019年、米アプライド社が、KOKUSAI ELECTRICを買収

- アプライド社は、米KKRからKOKUSAIの全株式を取得
 - ✓ 薄膜形成装置のAMATと絶縁膜装置のKOKUSAIで、補完シナジーを狙う
 - ✓ AMATは、13年に東京エレクトロンと経営統合を発表 (実現せず)
- 日本のSCREEN社は、価格面から買収を断念

(注) 順位は半導体製造装置 (後工程は除く) の販売額のランキング、米ガートナー調べ

成長アイテム

コータ/デベロッパ、エッチング、CVD

6 個々の技術水準と併せ、開発体力の確保がKSF

7 開発体力を補完するための仕掛け・支援が重要となる

7 我が国の戦略



その他の要因

● 3D NAND市場では、デバイスメーカーと製造装置メーカーの協業の進展が必要

デバイスメーカー

3D NAND製造の課題

- エッチングやCVDの装置が高価
- 装置は世代の切替ごとに入れ替えが必要
- パーツや関節材料が非効率

製造装置メーカーと協力し、最適なデバイス構造や加工条件を模索



コストの削減が図れ、市場拡大得られた利益で設備投資実施

製造装置メーカー

課題を克服でき、高性能・高効率な装置の実現が求められる

- 超高アスペクト比の加工の際、深部ではエッチング速度が低下など
- 克服するには大きなイノベーションが必要



生産効率向上
製造装置の需要拡大



東芝メモリ社長

装置・材料の生産効率が向上すれば、メモリメーカーはコスト削減が図れる。そうすれば市場はさらに拡大し、設備投資も増える。メモリメーカーと装置・材料メーカーの双方が潤うWin-Winのパートナーシップ、スーパーサイクルを生み出していきたい



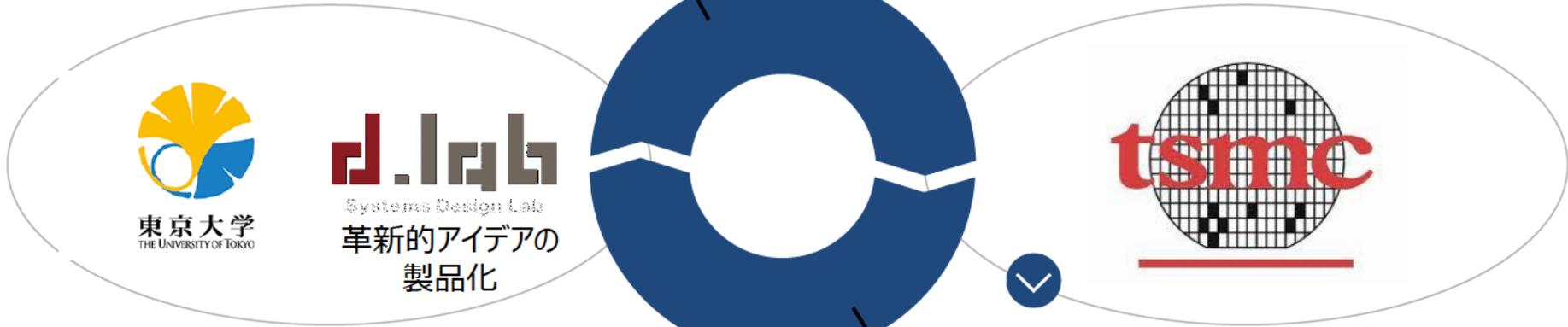
● その他の要因

- 学術機関等を経由したファウンドリ等とのネットワーク強化を推進
- 例として、東大とTSMCは、先進半導体のアライアンスを構築

産学連携でチップを設計
・TSMCのクラウド環境を利用

「東京大学で取り組まれている
次世代デバイスやシステム設計などの
分野における研究に敬服している」

TSMC
マーク・リュウ
チエアマン



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

S.D.Lab
Systems Design Lab
革新的アイデアの
製品化

tsmc

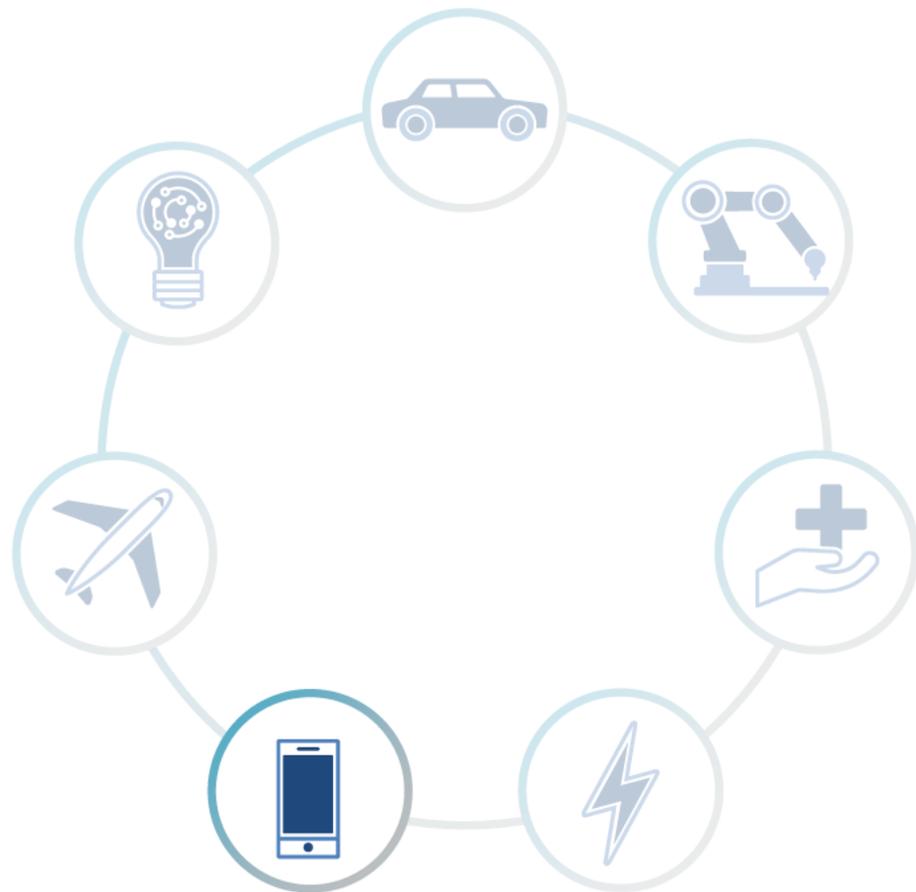
東京大学
五神総長

「かつて類を見ない密度と深さで
国際連携を進める」

先進プロセスでチップを試作
・施策サービス "Cyber Shuttle"

⑤エレクトロニクス

- 半導体製造装置
- 半導体材料
- 通信機器部品





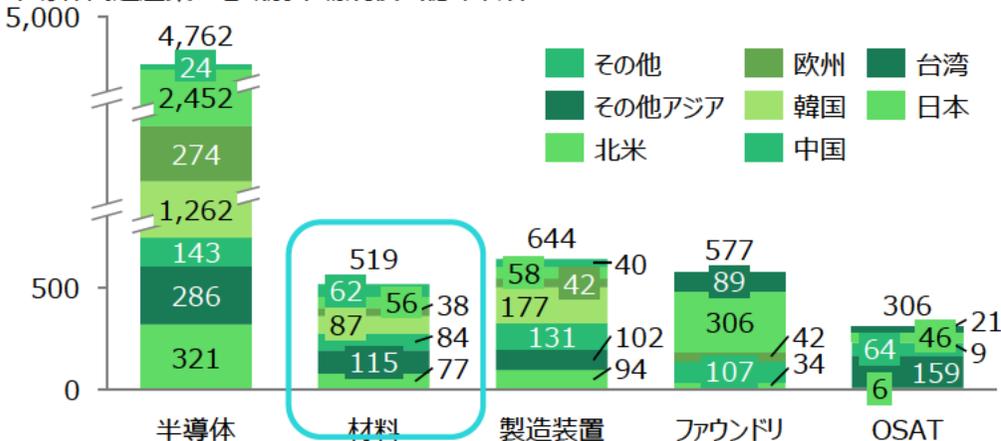
エレクトロニクス（半導体材料）

- 半導体材料産業は、高利益率・高シェアの重要産業。グローバル市場規模が大きく、日本企業のシェアも高い、ウェハー等の市場が重要。
- 高性能パワー半導体等の関連材料市場は、成長が見込まれ、日系企業も高い技術水準を保持。

<産業構造・市場の現状>

- 半導体材料産業は、高利益率・高シェアの重要産業。
- 個別市場の中では、多層プリント配線板等の市場規模が大。日系企業は、このうちシリコンウェハ等でプレゼンスを確保。

半導体関連産業の地域別市場規模（億米ドル）

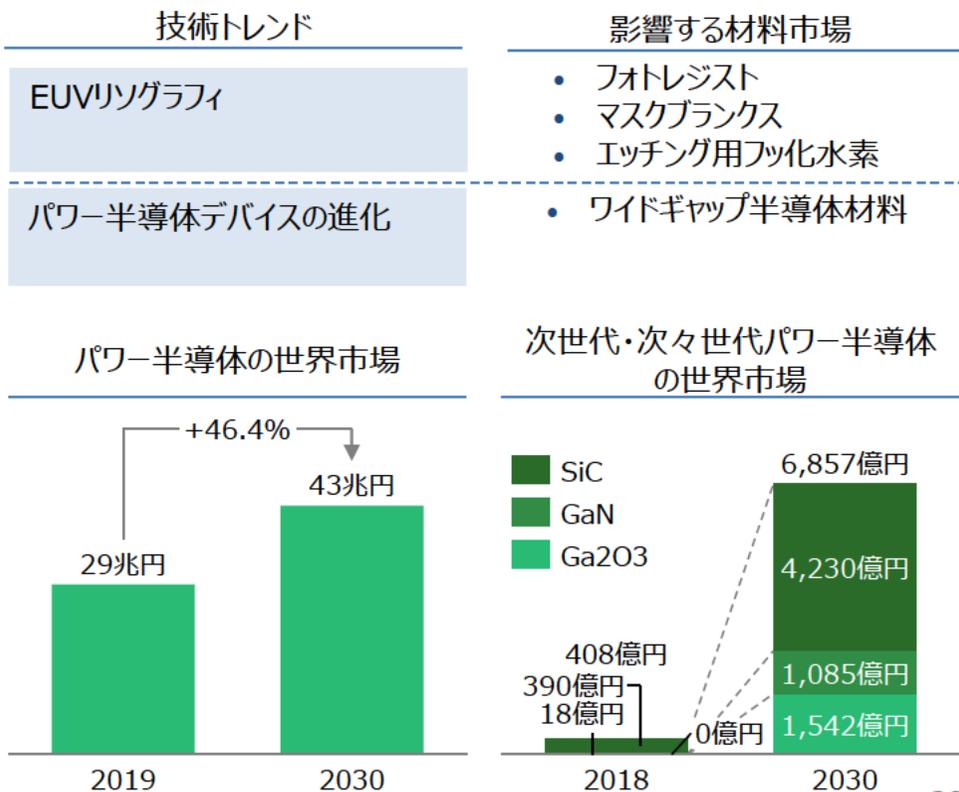


順位	市場規模	成長率	日系企業シェア
1位	多層プリント配線板	バッファコート膜	バッファコート膜
2位	ルネラルプリント配線板	フォトレジスト (KrF)	LTウェハ
3位	シリコンウェハ	シリコンウェハ	ニオブ電解コンデンサ
4位	銅張積層板	同軸コネクタ	半導体リレー
5位	セラミックコンデンサ	電解銅箔	基板用液晶ポリマーフィルム
6位	電解銅箔	ビルドアップ基板	同軸コネクタ
7位	アルミ電解コンデンサ	銅張積層板	プリント基板用コネクタ
8位	基板 (ペースタイプ)	セラミックコンデンサ	丸形コネクタ
9位	基板 (全層タイプ)	アルミ電解コンデンサ	角型コネクタ
10位	IGBT	丸形コネクタ	圧延銅箔

■ 市場規模・日系シェアが大きい装置 ■ 市場規模は大きいが日系シェアが小さい装置

<トレンドを踏まえた市場の変化>

- EUVリソグラフィの浸透やEV・分散電源の需要拡大に伴い、微細デバイスや高性能パワー半導体への需要が拡大。
- 関連する材料市場では、日本企業が高い技術水準を維持。



エレクトロニクス（半導体材料）



- 「守り」の既存市場としてフォトレジスト、「攻め」の新規市場として酸化ガリウムを、成長アイテムとして選定。
- 競争力確保には共同開発体制が重要であり、特にフォトレジストの国内体制については再検討が必要。

<キーテクノロジー>

考え方

- フォトレジストは、プロダクトPPMで「Star」に区分され、今後も成長を加速
 - ✓ グローバル市場成長率/日系企業のシェアから地合いが有望
 - ✓ 日系企業のシェアが極めて高く、戦略的なプロダクトとして重要
- 酸化ガリウムは、いまだ市場が立ち上がっておらずプロダクトPPMには現れていないものの、先行投資に値する
 - ✓ デバイスや基盤の研究開発で、日本が圧倒的に先行
 - ✓ 製造コストがシリコン水準にまで低下し、一気に普及の可能性

<今後の戦略>

- 競争力の源泉：共同開発体制が競争力確保の鍵。
海外勢は、越境共同開発で、レジストのイノベーションを企図

imec
国際研究機関「imec」
●次世代エレクトロニクス技術のR&D実施

KMLABSTM
LEADING IN ULTRAFAST
米レーザー専門企業「KMLabs」
●超高速レーザー技術のリーディングカンパニー

ATTO ~Lab
設立目的：次世代EUVシステム向けのレジスト開発推進
研究分野：
● 複合材料やプロセスの時間分解のスケール特性評価
● 技術ロードマップをはるかに上回るリソグラフィ形状のイメージング
● EUVフォトン吸収とそれに続く電離プロセスの研究
● 高NAイメージングと競う干渉イメージング

imec 共同設立
主任科学員

サブライヤーとの協業によって新材料を開発し、次のレベルまで前進していくことにより、放射線化学の詳細について学ぶことができる。取組の中から新技術が生み出される可能性がある。

- 我が国の戦略：酸化ガリウム開発では、国内のJVが機能。
フォトレジストの国内開発体制について、再度検討すべき

先端ナノプロセス基盤開発センター概要



設立：2011年1月
● 国内の半導体デバイスメーカー、マスク関連メーカー、レジスト関連メーカー11社の出資により設立
解散：2019年3月
設立目的：
● EUVL基盤技術開発プロジェクトの推進
● マスク技術とレジスト技術の課題解決
研究内容：
● EUVマスク検査・レジスト材料技術等の研究
● ナルレベルの欠陥の改善・制御の研究

後継となる体制を検討

- ① 「オールジャパン」ではなく競合することで技術力を向上
 - 酸化ガリウムの開発はそれぞれ独自に研究開発

タムラ製作所 NICT 東京農工大学 など FLOSFIA 京都大学 デンソー JSR など

 - 競合同士の無理な異趣同舟を避ける

JSR tok Shin-Etsu 住友化学 FUJIFILM
- ② 連携する海外勢の取捨選択を徹底し技術流出を防ぐ
 - ノバルクリスタルテクノロジーは海外からの参画を米国勢に限定/EIDECはオープンイノベーションを徹底した連携開発体制

成長アイテム	アイテム概要	技術トレンド
1 フォトレジスト	<ul style="list-style-type: none"> ● 樹脂、感光材、添加剤、溶剤を主成分とする混合物（調剤） ● 感光性を有するため、フォトマスクを用いて露光・現像を行うことにより、ウェハ表面に画像層のパターンを形成する ● 高度な計算のもと、特定の樹脂に対して強酸性の有機酸で特定の拡散度を持つ感光剤を組み合わせる 	<p>日系5社で市場シェア90%以上</p> <ul style="list-style-type: none"> ● JSR ● 東京応化工業 ● 信越化学工業、 ● 住友化学 ● 富士フイルム
2 酸化ガリウム (Ga2O3)	<ul style="list-style-type: none"> ● 高耐圧のパワーデバイスなどの新分野への応用が期待できる半導体材料 ● ワイドギャップ半導体として本格的な利用が進むシリコンカーバイド (SiC) や窒化ガリウム (GaN) よりも大きなバンドギャップを有する ● 溶液法による大型単結晶の成長や高品質なエピタキシャル薄膜の成長の技術が急速に進展しつつある材料 	<p>ノバルクリスタルテクノロジー</p> <ul style="list-style-type: none"> ● NICTとタムラ製作所から生まれたベンチャー <p>FLOSFIA</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 京都大学発ベンチャー

① 産業構造

省略
(製造装置と共通)

- 1 半導体材料産業は、高利益率・高シェアの重要産業**
- 2 足元の規模とシェアからは、ウエハ等の市場が重要**
- 3 微細デバイスや高性能パワー半導体への需要が拡大**
- 4 今後、関連する材料市場では、高い成長が見込まれる**
- 5 レジスト及び酸化ガリウムを、成長アイテムとして選定**

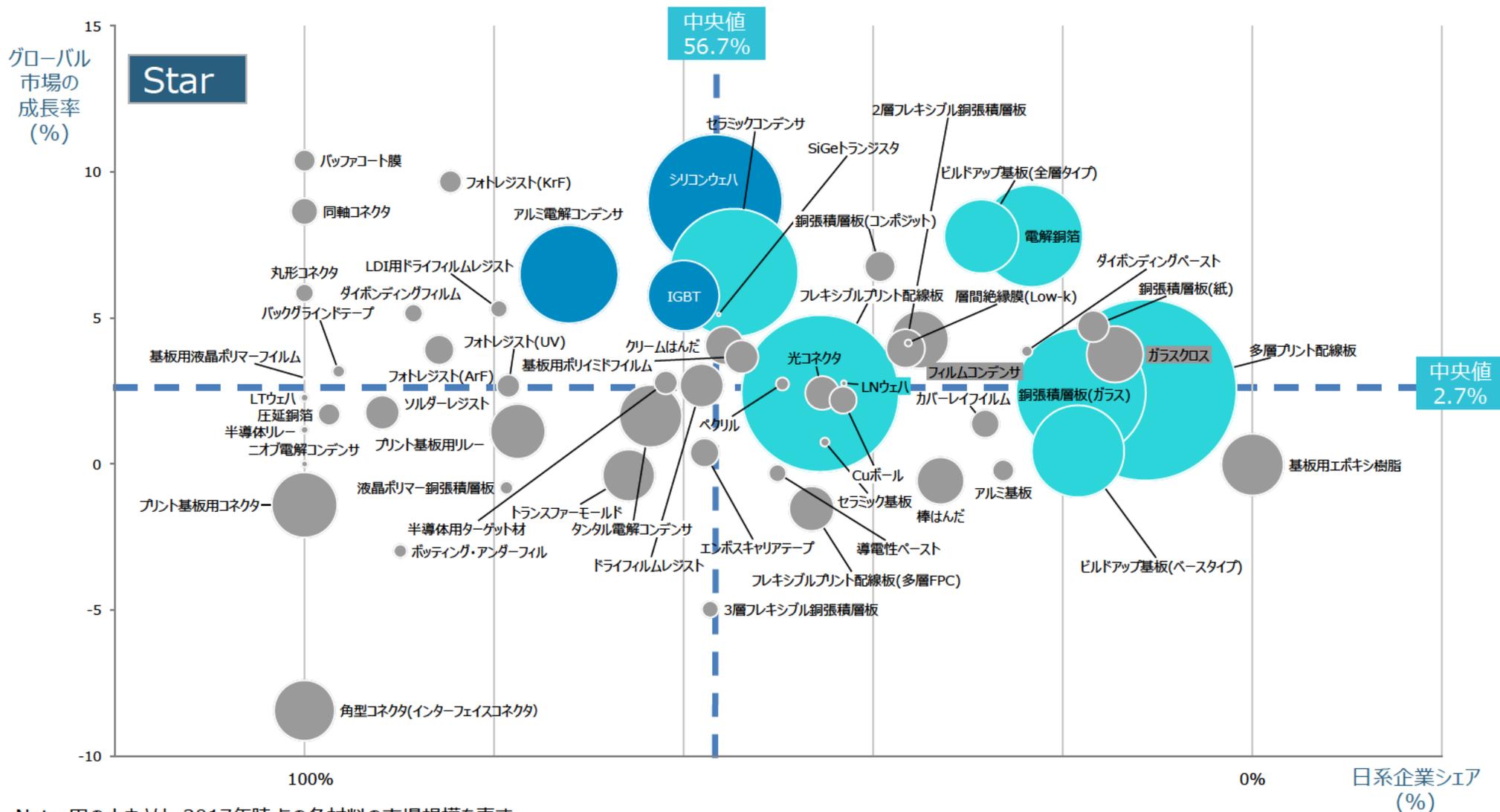
② 価値創出のメカニズム

- 1 半導体材料産業は、高利益率・高シェアの重要産業**
- 2 足元の規模とシェアからは、ウエハ等の市場が重要**
- 3 微細デバイスや高性能パワー半導体への需要が拡大**
- 4 今後、関連する材料市場では、高い成長が見込まれる**
- 5 レジスト及び酸化ガリウムを、成長アイテムとして選定**

半導体材料プロダクトPPM分析 (2017実績ベース)



- 規模が大きな個別材料市場のうち、日系企業は、シリコンウェア等でプレゼンスを確保



Note: 円の大きさは、2017年時点の各材料の市場規模を表す



参考) 指標ごとの上位アイテム

- 指標からは、シリコンウェハやアルミ電解コンデンサ、IGBTが有望

順位	市場規模	成長率	日系企業シェア
1位	多層プリント配線板	バッファコート膜	バッファコート膜
2位	フレキシブルプリント配線板	フォトレジスト (KrF)	LTウェハ
3位	シリコンウェハ	シリコンウェハ	ニオブ電解コンデンサ
4位	銅張積層板 (ガラス)	同軸コネクタ	半導体リレー
5位	セラミックコンデンサ	電解銅箔	基板用液晶ポリマーフィルム
6位	電解銅箔	ビルドアップ基板 (全層タイプ)	同軸コネクタ
7位	アルミ電解コンデンサ	銅張積層板 (コンポジット)	プリント基板用コネクタ
8位	ビルドアップ基板 (ベースタイプ)	セラミックコンデンサ	丸形コネクタ
9位	ビルドアップ基板 (全層タイプ)	アルミ電解コンデンサ	角型コネクタ (インターフェイスコネクタ)
10位	IGBT	丸形コネクタ	圧延銅箔

市場規模・日系シェアが大きい材料
 市場規模は大きいですが日系シェアが小さい材料

③ 産業内外の
トレンド

- 1 半導体材料産業は、高利益率・高シェアの重要産業
- 2 足元の規模とシェアからは、ウエハ等の市場が重要
- 3 微細デバイスや高性能パワー半導体への需要が拡大
- 4 今後、関連する材料市場では、高い成長が見込まれる
- 5 レジスト及び酸化ガリウムを、成長アイテムとして選定



技術トレンド

- 微細デバイスや高性能パワー半導体への需要が拡大

技術トレンド

概要

1

EUVリソグラフィ

EUV露光装置の登場で、鈍化傾向にあった微細化技術の進展が加速

- 2019年に大手ファウンドリのTSMCがEUVリソグラフィを導入し、7nmのロジック量産を開始
- 5Gの普及で更なる微細化の需要が高まる見通し
 - 2020年に5nm、2022-2023年には3nmの量産がはじまる見通し
- 現行及び次世代のEUV露光技術に合わせた材料開発が進む

2

パワー半導体デバイスの進化

EVに搭載されるパワー半導体デバイスの高電圧化が進展

- EVの欠点である長い充電時間を短くするため、搭載されるインバーターの高電圧化が求められる。
 - 高電圧化により駆動モーターの小型軽量化と高出力が実現できる
 - 車両の動力性能の向上
 - 高電圧化により電流を抑え、充電ケーブルの発熱量減少が可能

航空機電動化の進展

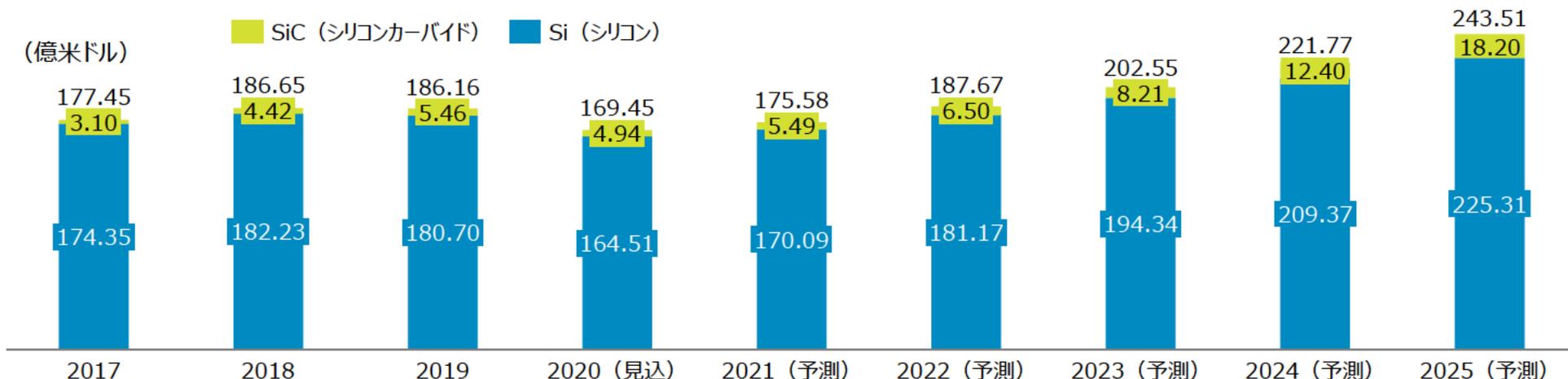
- モーター駆動用のインバータを含めた電力密度性能が必要
 - それを実現する半導体として次世代材料とその応用技術が注目されている



● コロナ禍の影響（パワー半導体）

● コロナ後もパワー半導体市場は拡大するものの、ペースは鈍化

パワー半導体 需要分野	コロナの影響	2021年以降の市場動向予測
情報通信	<ul style="list-style-type: none"> 減少幅は比較的小さい 	<ul style="list-style-type: none"> データセンター、5G基地局への設備投資が活発化し増加基調、パワー半導体市場を押し上げる <ul style="list-style-type: none"> 5G基地局はMOSFETやダイオードの搭載金額が4Gの数倍
民生	<ul style="list-style-type: none"> 減少幅は比較的小さい 	<ul style="list-style-type: none"> 2022年には市場が回復 2023年からは成長推移
産業	<ul style="list-style-type: none"> 影響は少ない 	<ul style="list-style-type: none"> 2022年には市場が回復 2023年からは成長推移
自動車	<ul style="list-style-type: none"> 自動車メーカーの工場の稼働停止が影響し大きく落ち込む 	<ul style="list-style-type: none"> 2023年頃までは小幅な増加にとどまる見込み <ul style="list-style-type: none"> 日本や中国の新車販売台数回復は早い その他地域での成長が低迷



④ 市場の変化

- 1 半導体材料産業は、高利益率・高シェアの重要産業**
- 2 足元の規模とシェアからは、ウエハ等の市場が重要**
- 3 微細デバイスや高性能パワー半導体への需要が拡大**
- 4 今後、関連する材料市場では、高い成長が見込まれる**
- 5 レジスト及び酸化ガリウムを、成長アイテムとして選定**



● 市場の魅力度

- ニーズの変化に伴い、関連する材料市場の成長が加速

技術トレンド

影響する材料市場

1

EUVリソグラフィ

- フォトレジスト
 - 解像度/感度/ラフネスのトレードオフを解消するEUVに最適なレジスト材は開発されていない
 - 欧米や日本の企業が開発に取り組んでいる
- マスクブランクス
 - 低膨張ガラス基板に複数の膜を積層したフォトマスクの原版
 - EUVでは露光の光源波長が13.5nmと短くなり、マスクブランクス表面の平坦度や異物などの欠点は従来の1/10以下の水準が求められる
- エッチング用フッ化水素
 - EUVリソグラフィにより微細化が進展するほど、より高純度のものが必要
 - 主流の10N (99.9999999%) からさらにグレードアップの可能性
 - 高純度フッ化水素の使用により収率向上、製品の品質担保が可能
 - 低純度のフッ化水素はラインの稼働にも影響を及ぼす可能性

2

パワー半導体デバイスの進化

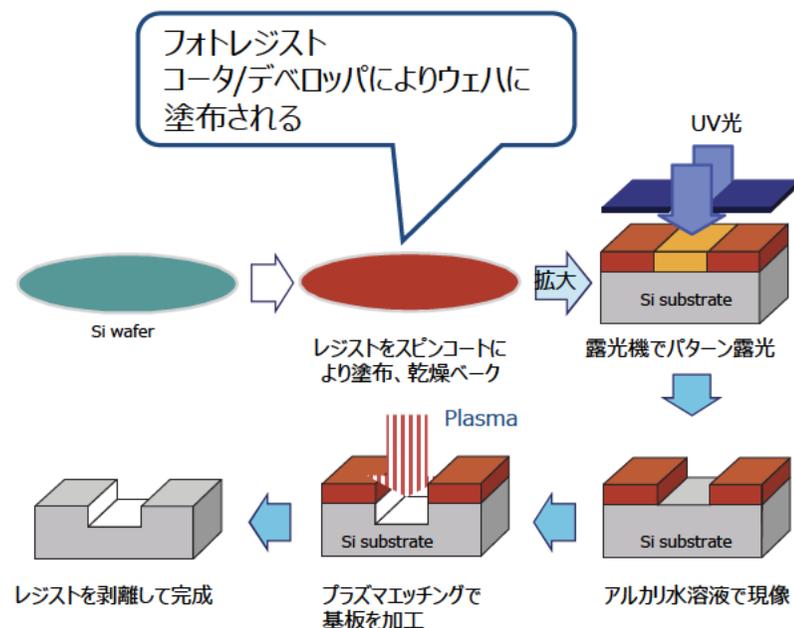
- ワイドギャップ半導体材料
 - 従来パワーデバイス素子の材料として用いられていたシリコンの物性限界によりこれ以上のエネルギー損失の低減は難しい
 - ワイドギャップ半導体の利用による高効率化が期待される
 - 次世代のワイドギャップ半導体材料としてSiC/GaNの実用化が進展
 - SiC/GaNを上回る性能を持つ次々世代のワイドギャップ半導体材料Ga2O3の開発が進む



参考) フォトレジストの特性

- EUVリソグラフィでの微細化の進展には、新規レジストの開発が求められる

項目	内容
フォトレジスト概要	<ul style="list-style-type: none"> ウエハ上に回路パターンを露光する際に使用する薬剤 光に反応してエッチングに耐える性能を持つ ポリマー・感光剤・溶剤が主成分の液状の化学薬剤
要求特性	塗布性 <ul style="list-style-type: none"> シリコンウエハに均一な膜を形成 スピン塗布で成膜する際の膜厚は数百nm～数μm
	感光性 <ul style="list-style-type: none"> 光を受けた部分が化学反応しポリマーの極性や分子量を変えることで現像選択制を付加 露光波長の光に感応し、適度な透明性が必要
	パターン形成能 <ul style="list-style-type: none"> 光で化学反応した部分を選択的に除去（または残留）し、光のイメージ通りのパターンを形成 露光部が溶けるポジ型レジスト、未露光部が溶けるネガ型レジストがある
	エッチング耐性 <ul style="list-style-type: none"> 基板をエッチングする際にレジスト残留部分のエッチングを防ぐ機能

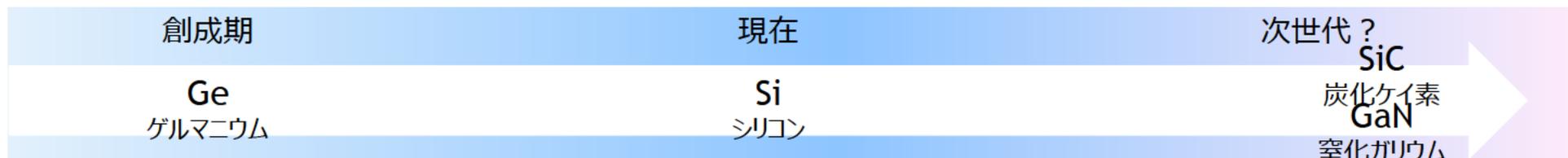




参考) ワイドギャップ半導体材料の特性

- 酸化ガリウムは性能指数が極めて高く、「究極のパワーデバイス」と呼ばれている

シリコンから次世代・次々世代材料へと変化



パワー半導体の材料とデバイスの特性比較

	シリコン (Si)	炭化ケイ素 (4H-SiC)	窒化ガリウム (GaN)	酸化ガリウム (β-Ga ₂ O ₃)
高耐圧デバイス	量産中	量産中	開発中	研究段階
中耐圧デバイス	量産中	量産中	量産中	開発段階
デバイスのオン抵抗	やや高い	低い	低い	極めて低い
低周波損失の性能指数 (BEOMの相対値)	1	500	900	3000 (極めて高い)
絶縁破壊電界 (MV/cm)	0.3	2.8	3.5	8 (推定値)
熱伝導率 (W/(cm・K))	1.5	4.9	2	0.1~0.3 (低い)
基板 (ウエハ) コスト	極めて低い	高い	極めて高い (GaN基板)	低い (研究段階)
バンドギャップ (eV)	1.1	3.3	3.4	4.8~4.9
縦型デバイス	量産中	量産中	開発中 (やや難しい)	開発段階 (十分に可能)

- 1** 半導体材料産業は、高利益率・高シェアの重要産業
- 2** 足元の規模とシェアからは、ウエハ等の市場が重要
- 3** 微細デバイスや高性能パワー半導体への需要が拡大
- 4** 今後、関連する材料市場では、高い成長が見込まれる

5 成長アイテム

- 5** フォトレジスト及び酸化ガリウムを、成長アイテムとして選定



成長アイテム

- 材料市場では、次世代技術に対応した材料の開発、実用化の需要が高まる

成長アイテム	アイテム概要	主な日系プレイヤー
1 フォトレジスト	<ul style="list-style-type: none">● 樹脂、感光材、添加剤、溶剤を主成分とする混合物（調剤）● 感光性を有するため、フォトマスクを用いて露光・現像を行うことにより、ウェハ表面に画像層のパターンを形成する● 高度な計算のもと、特定の樹脂に対して強酸性の有機酸で特定の拡散度を持つ感光剤を組み合わせる製造される	<ul style="list-style-type: none">● 日系5社で市場シェア90%以上<ul style="list-style-type: none">- JSR- 東京応化工業- 信越化学工業、- 住友化学- 富士フイルム
2 酸化ガリウム (Ga ₂ O ₃)	<ul style="list-style-type: none">● 高耐圧のパワーデバイスなどの新分野への応用が期待できる半導体材料● ワイドギャップ半導体として本格的な利用が進む炭化ケイ素 (SiC) や窒化ガリウム (GaN) よりも大きなバンドギャップを有する● 溶液法による大型単結晶の成長や高品質なエピタキシャル薄膜の成長の技術が急速に進展しつつある材料	<ul style="list-style-type: none">● ノベルクリスタルテクノロジー<ul style="list-style-type: none">- NICTとタムラ製作所から生まれたベンチャー● FLOSFIA<ul style="list-style-type: none">- 京都大学発ベンチャー

フォトレジスト、酸化ガリウム

⑥ 競争力の源泉

6 いずれの材料でも、共同開発体制が競争力確保の鍵

7 フォトレジストの国内開発体制について、再度検討すべき



● フォトレジスト

● 世界の主要プレイヤーが株主に連なる米Inpriaなど、新興勢が勢いを増している

企業/協業体	開発中のレジスト	内容
Inpria (米) 〔 • 半導体材料ベンチャー • TSMCやAMAT傘下の投資会社、TOK、JSRなどが出資 〕	<ul style="list-style-type: none"> 有機金属酸化物レジスト 	<ul style="list-style-type: none"> 酸化スズのナノクラスターで構成 <ul style="list-style-type: none"> - ポリマーベースのレジストより少量で、EUV光をより多く吸収するように調整 - ポリマーより粒子が小さく解像度の向上が可能
Lam Research (米) ASML (蘭) imec (ベルギー)	<ul style="list-style-type: none"> ドライレジスト 	<ul style="list-style-type: none"> オールドライプロセスを開発 低線量照射と高解像度を同時に実現 <ul style="list-style-type: none"> - 生産性向上、露光プロセスウインドウの拡大につながる レジスト使用量も液状に比べて1/5-1/10に削減
imec (ベルギー) ASML (蘭)	<ul style="list-style-type: none"> 金属酸化物レジスト (MOR) と化学増幅型レジスト (CAR) を用いたプロセスを研究中 次世代レジスト材料としてどちらを選択するかは未定 	<ul style="list-style-type: none"> EUV単一露光による24nmピッチのL/S¹⁾のパターニングに成功 <ul style="list-style-type: none"> - 3nm技術ノードプロセスのFEOL²⁾に対応するBEOL³⁾ MOR及びCARでパターニングが可能と確認
日本企業	<ul style="list-style-type: none"> 詳細非公表 	<ul style="list-style-type: none"> 詳細非公表 大手レジストメーカーにおける研究開発や、大学・研究機関との連携による開発の取組もある JSRや東京応化は米Inpriaに出資

*1:ライン&スペース; 2:トランジスタ形成; 3:バックエンド多層配線
出所:日経BP; マイナビニュース; エキスパートインタビュー



● フォトレジスト

● 海外勢は、国境を越えた共同開発で、レジストのイノベーションを企図

Inpria (米国) 概要

米国では、大学発の有力ベンチャーがレジスト開発で躍進

- 設立** : 2007
: 米国オレゴン州
: オレゴン州立大学化学部から分離独立したベンチャー企業
- 製品** : EUVリソグラフィ向けフォトレジストなどの半導体材料
: 酸化スズのナノクラスターで構成される有機金属酸化物レジスト
- 関連企業** : Applied Ventures、TSMCなど
出資金額例
 - 2350万米ドル (2017年)
 - 3100万米ドル (2020年)
 : 半導体産業からオブザーバーとして参加
 - SK Hynix、Intel Capital、JSR Micro、Applied Materials、TOK

主な出資企業

デバイス製造/材料の名だたるプレイヤーが、同社に出資

- 米国
 - Applied Ventures (Applied Materials)
 - Interl Capital (Intel)
- 日本
 - JSR
 - 東京応化工業
- 台湾
 - TSMC Partners (TSMC)
 - ※2020年のみ
- 韓国
 - SK Hynix ※2020年のみ
 - Samsung Venture Investment
- フランス
 - Air Liquide Venture Capital ALIAD



● フォトレジスト

● 海外勢は、国境を越えた共同開発で、レジストのイノベーションを企図



国際研究機関「imec」

- 次世代エレクトロニクス技術のR&Dに取り組む
 - リソグラフィ技術
 - 太陽電池技術
 - 有機エレクトロニクス技術



米レーザー専門企業「KMLabs」

- 最先端超高速レーザー技術のリーディングカンパニー
- 2015年にIntelの投資部門Intelキャピタル等から出資を確保
 - 次世代EUVリソグラフィ関連

共同設立



設立目的：次世代EUVシステム向けのレジスト開発推進

研究分野：

- 複合材料やプロセスの時間分解ナノスケール特性評価
 - フォトレジスト放射線化学
 - 2D材料
 - ナノ構造システムやデバイス
 - 新興の量子材料
- 技術ロードマップをはるかに上回るリソグラフィ形状のイメージング
- EUVフォトン吸収とそれに続く電離プロセスの研究
 - アト秒からピコ秒の時間領域の材料の分子や量子の動力学の評価
 - 新しいリソグラフィ材料と仮想の開発に道を開くと期待
- 高NAイメージングと競う干渉イメージング
 - 高NAパターニング・エコシステムのジャンプスタート開発のための計画
 - レジスト物理学と化学の知見を材料科学の限界まで広げる



imec
主任科学研究員

サプライヤーとの協業によって新材料を開発し、次のレベルまで前進していくことにより、放射線化学の詳細について学ぶことができる。取組の中から新技術が生み出される可能性がある。



● 酸化ガリウム (Ga2O3)

● 酸化ガリウムの研究は日本が先行するも、世界で研究事例が増加中

IWGO (酸化ガリウム国際ワークショップ) における研究発表数

	第1回 (2015年)	第2回 (2017)	第3回 (2019) ※口頭講演のみ
日本	<ul style="list-style-type: none"> 佐賀大学 NICT/タムラ製作所×2 NICT/タムラ製作所/東京農工大/リンショーピング大学 (スウェーデン) 	<ul style="list-style-type: none"> 不二越機械工業/信州大 ノバルクリスタルテクノロジー/タムラ製作所 タムラ製作所/米海軍研究所 三菱電機/東京工業大 信州大/不二越機械工業/トヨタ自動車 	<ul style="list-style-type: none"> ノバルクリスタルテクノロジー NICT 高知工科大
米国	<ul style="list-style-type: none"> 米海軍研究所 オーバーン大学 	<ul style="list-style-type: none"> 米海軍研究所/ノースロップ・グラマン/ライト州立大 オハイオ州立大 AFRL/KBRwyle/ジョージ・メイソン大 コーネル大 タムラ製作所/米海軍研究所 	<ul style="list-style-type: none"> オハイオ州立大×2 KBRwyle コーネル大
欧州	<ul style="list-style-type: none"> ライプツィヒ大学 (独) 	<ul style="list-style-type: none"> フェルディナンド・ブラウン高周波技術研究所 (独) 	<ul style="list-style-type: none"> フェルディナンド・ブラウン高周波技術研究所 (独)
その他アジア	<ul style="list-style-type: none"> - 	<ul style="list-style-type: none"> 韓国海洋大学 山東大学 (中) 	<ul style="list-style-type: none"> -



酸化ガリウム (Ga2O3)

● 酸化ガリウムの開発では、国内の共同開発JVが機能

企業名	概要	研究開発内容
ノベルクリスタルテクノロジー 	設立 : 2015年6月30日 所在地 : 埼玉県 資本金 : 4億9692万5千円(2020.6.30) 主な出資機関: タムラ製作所、旭硝子 など 主要製品 : β -Ga2O3ウエハ、 β -Ga2O3基板 研究開発の主な提携先: 情報通信研究機構 (NICT)、タムラ製作所、東京農工大学、米国コーネル大学 など	安定相のB相での高品質なバルク単結晶ウエハの実現に重点 <ul style="list-style-type: none"> 既に長方形のエピタキシャル基板や直径2インチのエピタキシャルウエハなどを研究開発用に販売中 ハライド気相成長法¹を応用した独自の酸化ガリウム膜形成技術・評価手法を開発、酸化ガリウム膜中の結晶欠陥の低減に成功 <ul style="list-style-type: none"> 酸化ガリウムパワーデバイスのリーク電流が大幅減少、大型阻止の製造が可能になる さらなる結晶欠陥の低減に注力、数100A級の酸化ガリウムパワーデバイスの早期実現に取り組む
FLOSFIA 	設立 : 2011年3月30日 所在地 : 京都府 資本金 : 34億852万円 (2020.7.7) (資本準備金等含む) 主な出資機関: デンソー、三菱重工、JSR など 主要製品 : α -Ga2O3ウエハのショットキーバリアダイオード (サンプル出荷中) 研究の主な提携先: 京都大学、高知工科大学、熊本大学、デンソー、三菱重工 など	準安定相の α 相を採用し、独自開発の成膜技術で基板レスのパワーデバイス実現を目指す <ul style="list-style-type: none"> 京都大学の藤田教授らが開発したミストCVD法により、サファイア基盤表面に比較的高い品質のα相酸化ガリウム薄膜の成長を発見 サファイア基盤を代替基板としてα相酸化ガリウム結晶をエピタキシャル成長させ、サファイア基板を外して電極を形成することでパワーデバイスを作成 <ul style="list-style-type: none"> サファイア基板は再利用可能で製造コストを低減

*1:化学気相成長法の一つ。原料ガスにハライドを用いる
 出所:PC Watch; ノベルクリスタルテクノロジー; FLOSFIA



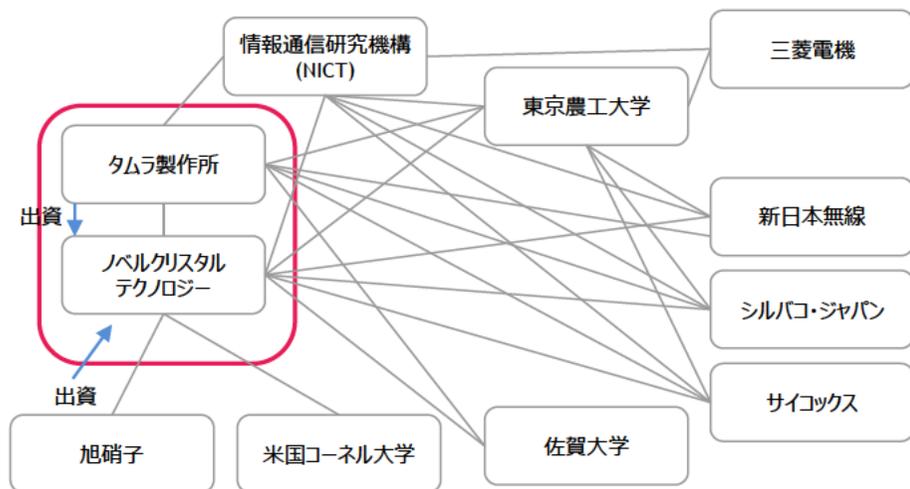
● 酸化ガリウム (Ga2O3)

● 酸化ガリウムの開発では、国内の共同開発JVが機能

ノベルクリスタルテクノロジーの例

- NICT、東京農工大学、タムラ製作所の研究チームが酸化ガリウムエピウェハを開発
- 研究成果を事業化し、研究開発用として大学・研究機関・メーカーなどへ供給

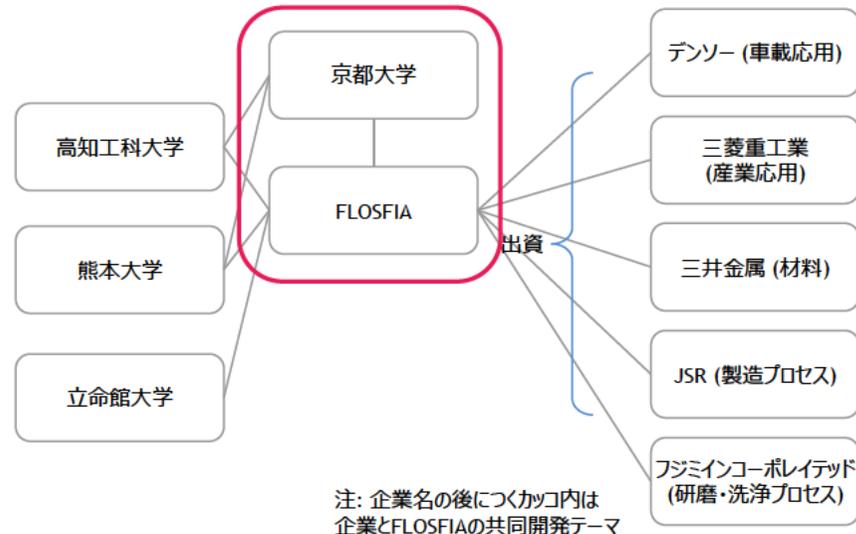
ノベルクリスタルテクノロジーと関連する主な企業と大学、研究機関



FLOSFIAの例

- 京都大学発の成膜技術 (ミストCVD法) を独自に発展
- ミストCVD法を用いた基板レスパワーデバイスの開発に注力

FLOSFIAと関連する主な大学と企業



成長アイテム

フォトレジスト、酸化ガリウム

6 いずれの材料でも、共同開発体制が競争力確保の鍵

7 フォトレジストの国内開発体制について、再度検討すべき

7 我が国の戦略



● フォトレジスト

● EIDECでの共同研究終了後、後継体制が必要ではないか

先端ナノプロセス基盤開発センター(EIDEC)概要



- 設立：2011年1月
 - 国内の半導体デバイスメーカー、マスク関連メーカー、レジスト関連メーカー11社の出資により設立¹⁾
- 解散：2019年3月²⁾
- 設立目的：
 - EUVL基盤技術開発プロジェクトの推進
 - EUVLシステムにおける基盤技術であるマスク技術とレジスト技術の課題解決
- 研究内容：
 - EUVマスク検査・レジスト材料技術等の研究² (2011-15年、NEDOとの共同研究事業を核とした国家プロジェクト)
 - デバイスの設計・製造で問題となるナノレベルの欠陥の改善・制御の研究(2016年、NEDOの委託事業)



後継となる体制を検討

- 1 「オールジャパン」ではなく競合することで技術力を向上
 - 酸化ガリウムの開発はそれぞれ独自に研究開発

 タムラ製作所
NICT
東京農工大学 など

 京都大学
デンソー
JSR など

 - 競合同士の無理な呉越同舟を避ける






- 2 連携する海外勢の取捨選択を徹底し技術流出を防ぐ
 - ノベルクリスタルテクノロジーは海外からの参画を米国勢に限定
 - コーネル大学
 - シルバコジャパン (米Silvaco, Inc.の日本法人)
 - EIDECはオープンイノベーションを徹底した連携開発体制
 - 参画した海外半導体企業4社が研究者を派遣
 - 技術成果を自社に持ち帰ることに成功

1. 2011~2015の間の旧社名は、「EUVL基盤開発センター」
 2. 全てのプログラムの終了に伴い解散
 出所:マイナビニュース;



● 酸化ガリウム (Ga2O3)

● 酸化ガリウムを用いたパワーデバイスの早期実用化で日本企業のプレゼンスを維持

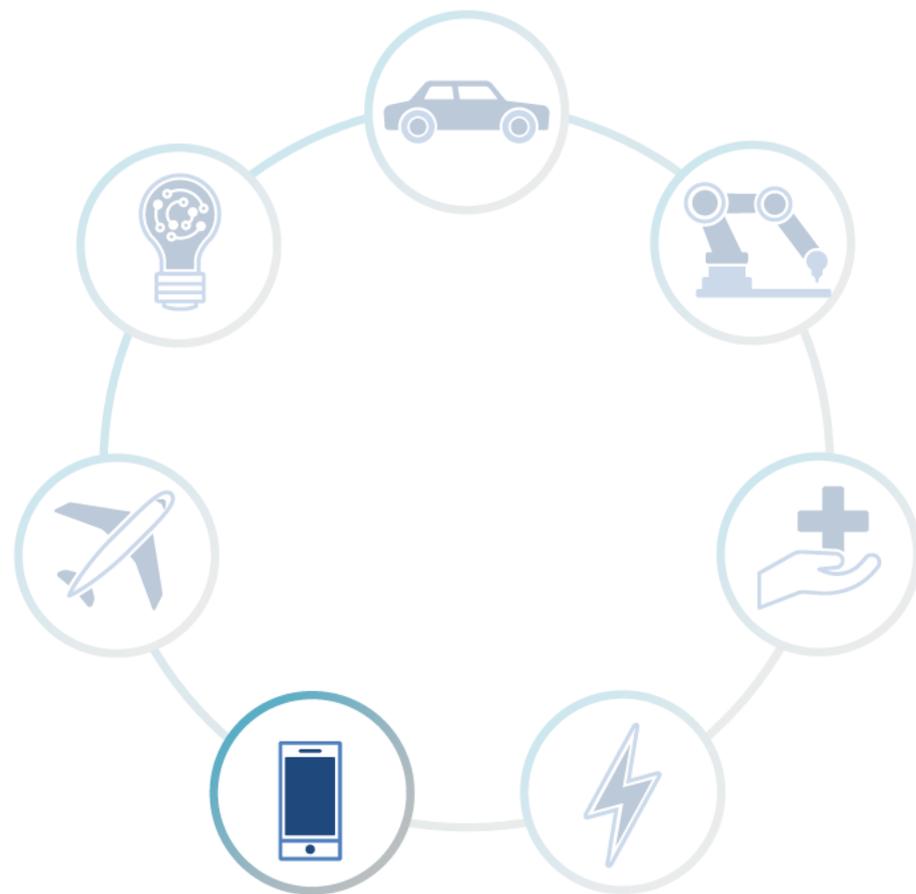
酸化ガリウムパワーデバイスの開発状況と課題

パワーデバイスの種類		開発状況	課題
ショットキー バリアダイ オード	β-Ga2O3	<ul style="list-style-type: none"> 1kVを超える耐圧の実証を実施 <ul style="list-style-type: none"> - 小面積の電極で1.6kVの耐圧実証 - 低抵抗化のために電極面積を直径500μmとした場合は250VとなるがFP¹⁾の導入が効果的 	<ul style="list-style-type: none"> 結晶中の欠陥によって制約される耐圧特性の向上 逆方向電圧印加時のリーク電流の抑制 <ul style="list-style-type: none"> - エピタキシャル中の転位密度と相関して増大 - 転位方向を考慮したデバイス結晶面の選択が重要
	α-Ga2O3	<ul style="list-style-type: none"> FLOSFIAより汎用パッケージに実装された製品発表 高耐圧で安価が大きな利点 動作時の放熱問題はTi/Au金属層ボンディングを採用 	<ul style="list-style-type: none"> 逆方向電圧印加時のリーク電流抑制が課題 <ul style="list-style-type: none"> - ヘテロエピタキシー由来の欠陥の低減 - 剥離プロセスに伴い導入された表面欠陥の不活性化のための酸化膜堆積技術が重要
MOSFET	β-Ga2O3 ウェハ上の 横型 MOSFET	<ul style="list-style-type: none"> 動作実証は駆動電流が10~100mA程度の小さな範囲に留まる ノーマリーオン²⁾状態での実証が行われており、パワーデバイス応用上は好ましくない 	<ul style="list-style-type: none"> チャンネル層の結晶成長技術とプロセス制御によるチャンネル高品質化と界面欠陥の低減 ノーマリーオフ動作のためのチャンネル構造の工夫の進展
	α-Ga2O3 ウェハ上の 縦型 MOSFET	<ul style="list-style-type: none"> 上部にソース電極、裏面にドレイン電極の形成可能 厚さ方向の耐圧設計を行う上で有利チャンネルとなるエピタキシャル層にトレンチ構造を加工する試みもあるが、動作実証の実施事例は少ない 	<ul style="list-style-type: none"> 酸化ガリウムではp型が得られない問題があり、オフ状態でのリーク電流が多く残ることが課題 高耐圧、低抵抗な動作へ向けたデバイス構造やプロセスの進展が必要
	α-Ga2O3 を用いた MOSFET	<ul style="list-style-type: none"> 縦型構造の形成が難しいため横型の試作段階 p型半導体の酸化イリジウムをチャンネル層として導入した横型MOSFETによって反転送形成によるノーマリーオフ型の動作が実証された 	<ul style="list-style-type: none"> 酸化ガリウムはn型伝導しか示さない <ul style="list-style-type: none"> - p型の伝導を示すワイドギャップ半導体がほとんどない - p型ワイドギャップ半導体の材料探索が必要

*1:フィールドプレート; ゲート電圧がゼロのときにソースとドレインが通電するオン状態、ゲート電圧印加時の空乏層の広がり電流を遮断する動作

⑤エレクトロニクス

- 半導体製造装置
- 半導体材料
- 通信機器部品



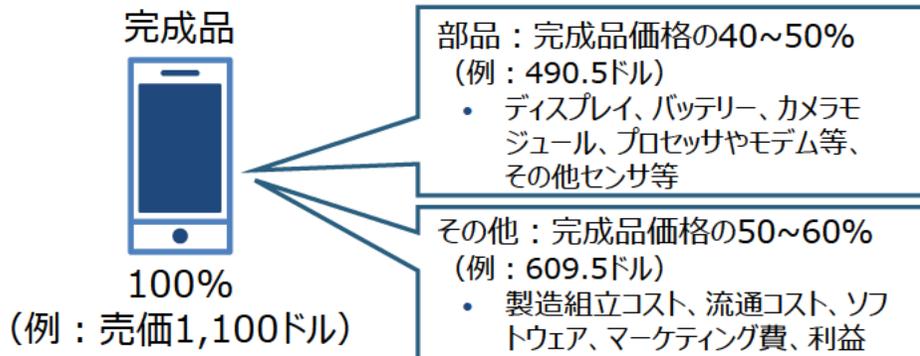
エレクトロニクス（通信機器部品）



- 通信機器部品は、完成品市場の約半分に達する一大産業。足元では、フラッシュメモリ等の市場が重要。
- コロナによりペースを落としつつも、5Gへの端末シフトが進行。5G端末の拡大に伴い関連部品の成長が加速。

<産業構造・市場の現状>

- 部品産業は、完成品産業の約半分の規模に達する市場。細分化された市場で多くの企業に関連し、利益率も高い。
- 個別部品市場の中では、メモリやプロセッサ等の規模が大。日系企業は、このうちフラッシュメモリ等でプレゼンスを確保。



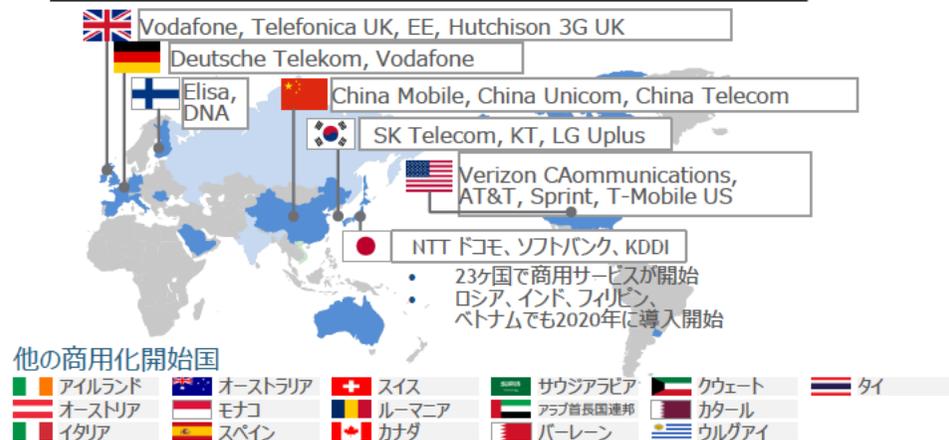
順位	市場規模	成長率	日系企業シェア
1位	ブロードバンドプロセッサ	有機ELディスプレイ	アイソレータ
2位	メインディスプレイ	レンズユニット	TCXO/水晶振動子
3位	Mobile DRAM	非接触通信IC	SAWデバイス
4位	フラッシュメモリ	Mobile DRAM	AF/ズーム用アクチュエータ
5位	カメラモジュール	フラッシュメモリ	ガラス基板
6位	中型TFT	パワーアンプ	イメージングナルプロセッサ
7位	有機ELディスプレイ	スピーカー	積層セラミックコンデンサ
8位	電子コンパス	チップ抵抗器	フレキシブルプリント配線板
9位	アプリケーションプロセッサ	中型TFT	RFモジュール
10位	フレキシブルプリント配線板	カメラモジュール	LEDドライバIC

■ 市場規模・日系シェアが大きい装置

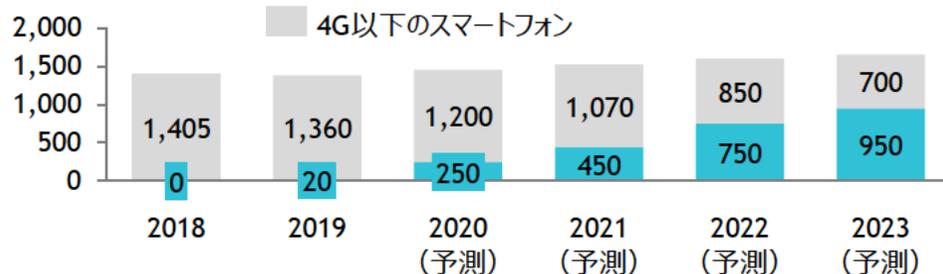
■ 市場規模は大きいが日系シェアが小さい装置

<トレンドを踏まえた市場の変化>

- 個人消費の落込みにより端末移行が遅れる可能性はあるものの、5Gインフラ整備は概ね予定通り進行。
- スマホ1台当たりの搭載部品数が伸び、部品市場が拡大。特に、RFフロントエンドの高密度化に需要が高まる。



出荷台数(100万台)



エレクトロニクス（通信機器部品）



- 5G関連部品であるRFモジュール/MLCC/FPCを、成長アイテムとして選定。
- 設計モジュール化と企業再編によるアーキテクチャ変更が進んでおり、個社の開発を越えた事業戦略が必要。

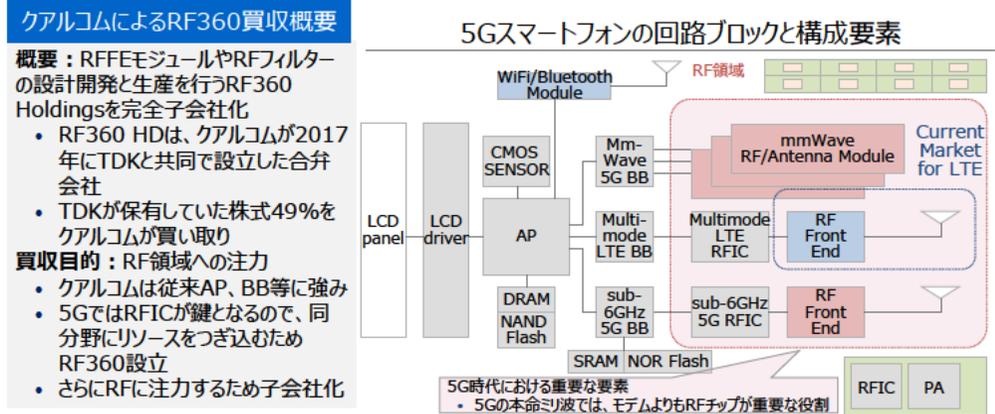
＜キーテクノロジー＞

- RFフロントエンドの高密度化に寄与する小型化 / 三次元化のための重要部品を、成長アイテムとして選定。

成長アイテム	アイテム概要	技術トレンド
1 RFモジュール	<ul style="list-style-type: none"> ● 通信を必要とするモバイル機器のRFフロントエンド部分に搭載 ● 機器内における省スペース化、設計簡素化、低コスト化などを目的に、様々な組み合わせでスイッチやフィルター、デュプレクサー、PA、LNAなどはモジュール化 ● ハイエンドスマートフォン1台に搭載されるモジュール個数が増加しており、モジュールタイプも多様化 	<ul style="list-style-type: none"> ● Skyworks シェア35% ● Qorvo シェア29.5% ● 村田製作所 シェア22.7% <p>(出荷金額ベース)</p>
2 MLCC (積層セラミックコンデンサ)	<ul style="list-style-type: none"> ● 酸化チタンやチタン酸バリウムなどの誘電体と電極を多数積み重ねたチップタイプのセラミックコンデンサ ● 小型化や大容量化のニーズの強い部品であり、ハイエンドスマートフォンに約900~1,100個搭載される ● 村田製作所が0201部品（容量0.1μF）の量産開始を発表している（2019.12） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 村田製作所 シェア40% ● Samsung Electro-Mechanics シェア20% ● 太陽誘電 シェア10~15% ● TDK シェア5~10% ● YAGEO シェア5%
3 FPC (フレキシブルプリント配線板)	<ul style="list-style-type: none"> ● ポリイミドやLCPなどの絶縁樹脂フィルムと銅箔を張り合わせたFCCLに回路を形成した基板 ● 層構造は、片面版・両面版・多層版に分類される ● 片面は高屈曲性や低価格が求められる用途で採用/両面は複雑な回路形成や、両面に部品実装が可能/3層以上は、積層した構造で設計自由度が高い 	<ul style="list-style-type: none"> ● Zhen Ding Technology シェア20.7% ● 日本メクトロン シェア20% ● DSBJ シェア10.5% ● Flexium シェア6.2% ● フジクラ シェア8.1% ● 住友電工 シェア6.6%

＜今後の戦略＞

- 競争力の源泉：コア部品を押さえるため、モジュール化と企業再編によるアーキテクチャ変更が進展。



- 我が国の戦略：個社の技術開発に加え、アーキテクチャ変更を踏まえた合従・連衡の事業戦略が必要。

海外大手企業の動向

半導体最大手クアルコムはモジュール化を進展

- 2019年にRF360を完全子会社化したことで通信部品を含めたパッケージ提供を実現
- これにより、スマホを超えて5G活用を検討中の企業を顧客として獲得する可能性

SAWフィルターや通信モジュールで先行する村田製作所への脅威

- 5Gスマホの多くにクアルコム/RF360品が利用
- RF360の完全子会社化により、クアルコムが勢力を強める可能性があり、海外大手のモジュール化に対する戦略を定める必要

日本企業の戦略的方向性

戦略オプション	内容
1 競争陣営を構築	<p>技術的な優位性を示し、海外大手と競合していく陣営を構築</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 5Gは電波の直進性が高いため、これまで以上に通信部品が機器の性能に直結
2 協力体制の構築	<p>モジュール化を展開する海外大手のサプライヤーとして協力</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 日系企業が納入する通信部品を、海外大手がモジュール化

1 産業構造

- 1 通信機器部品は、完成品市場の約半分に達する一大産業
- 2 足元の規模とシェアからは、フラッシュメモリ等の市場が重要
- 3 コロナによりペースを落としつつも、5Gへの端末シフトが進行
- 4 5G対応端末の拡大に伴い、関連部品の成長が加速
- 5 RFモジュール/MLCC/FPCを、成長アイテムとして選定



● 通信機器部品産業のプレイヤー

● 機器サプライチェーンの中でも、部品は幅が広く、特に多くの企業に関連

移動体通信の関連業界

タッチパネル・液晶パネル・バックライト

ベースフィルム DuPont Teijin Films LED TOYODA GOSEI	反射フィルム DuPont Teijin Films 3M 導光板 MITSUBISHI RAYON CO., LTD. 住友化学	液晶パネル製造 Japan Display Inc. SHARP SAMSUNG	偏光板 住友化学 Nitto LG Chem ディスプレイガラス vanStrate AGC 日本電気硝子	ガラス基板 日本電気硝子 AGC	粘着フィルム 3M LINTEC Nitto Hitachi Chemical MITSUBISHI PLASTICS	導電膜付きフィルム Nitto SEKISUI oike JSR
---	---	--	--	---------------------------------------	---	---

多層基板・カメラ

プロセッサ NVIDIA QUALCOMM SAMSUNG フラッシュメモリー TOSHIBA SAMSUNG SanDisk	SAWフィルター TAIYO YUDEN muRata TDK コイル muRata TDK	セラミックコンデンサー muRata TDK TAIYO YUDEN SAMSUNG	無線LANモジュール ST muRata DRAM Micron SK hynix SAMSUNG	水晶振動子 NDK EPSON RIVER KYOCERA KDS DASHINKU CORP.	レンズ ZEON maxell パワーアンプ muRata 電磁波シールドフィルム TATSUTA	電子コンパス YAMAHA AsahiKASEI AICHI STEEL CMOSセンサー SONY SAMSUNG TOSHIBA	基盤 MEIKO CMK IBIDEN TAMURA Panasonic
--	--	---	---	---	--	---	--

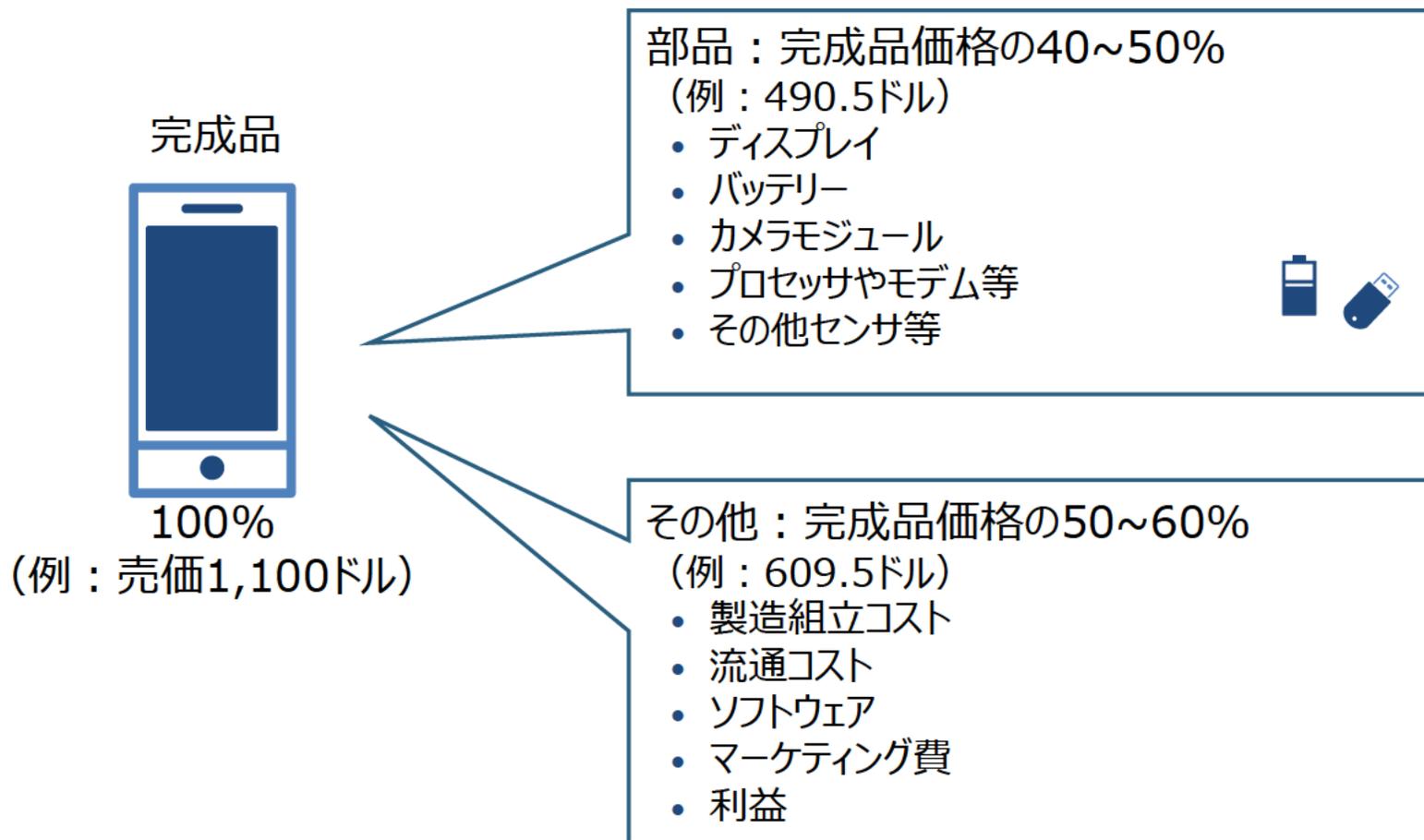
その他

コネクター SMK HOSIDEN 航空電子 SUZUKI HRS Panasonic	リチウムイオン電池 SONY TDK maxell	小型スイッチ Panasonic ALPS SAMSUNG SDI SAMSUNG	バイプレーター Nidec -All for dreams 日本電産セイムツ株式会社 Nidec -All for dreams 日本電産コビル株式会社
--	---	--	---



● 通信機器部品産業の規模

- 通信機器部品は、完成品市場の約半分に達する一大産業





通信機器部品産業の利益率

- 営業利益率で二桁台に届く、強い収益構造を誇る

社名	売上高	営業利益	2015年3月期 当期純利益
京セラ	15,265 (5.5) 16,000 (4.8)	934 (▼22.5) 1,600 (71.3)	1,158 (30.6) 1,200 (3.6)
TDK	10,825 (10.0) 11,800 (9.0)	724 (97.9) 950 (31.1)	494 (3.0倍) 650 (31.5)
村田製作所	10,435 (23.2) 11,600 (11.2)	2,145 (70.4) 2,500 (16.5)	1,677 (80.0) 1,830 (9.1)
日本電産	10,283 (17.5) 11,500 (11.8)	1,112 (31.1) 1,300 (16.9)	762 (35.4) 900 (18.1)
日東電工	8,252 (10.1) 8,700 (5.4)	1,067 (47.2) 1,200 (12.4)	778 (50.1) 887 (13.9)
アルプス電気	7,486 (9.4) 7,670 (2.5)	535 (87.6) 545 (1.8)	347 (2.4倍) 365 (5.1)
ローム	3,627 (9.6) 3,880 (7.0)	388 (64.2) 420 (8.2)	452 (41.1) 300 (▼33.8)
イビデン	3,180 (2.5) 3,300 (3.7)	260 (11.1) 270 (3.7)	191 (9.3) 185 (▼3.2)
太陽誘電	2,270 (9.1) 2,440 (7.4)	131 (15.8) 190 (44.5)	109 (56.2) 120 (9.9)
日本航空電子工業	1,911 (19.6) 2,030 (6.2)	258 (56.6) 270 (4.4)	157 (48.4) 170 (7.8)
ファスター電機	1,891 (12.8) 1,900 (0.5)	97 (61.9) 100 (2.6)	48 (2.1倍) 50 (2.9)
サンケン電気	1,607 (11.3) 1,720 (7.0)	111 (44.0) 130 (16.1)	79 (57.9) 81 (2.0)
ミツミ電機	1,530 (▼2.7) 1,750 (14.3)	9 (51.2) 50 (5.3倍)	38 (18.5) 30 (▼21.6)
ホシデン	1,482 (▼27.7) 1,750 (18.1)	▼28 (-) 17 (-)	1 (-) 8 (6.6倍)
新光電気工業	1,428 (1.7) 1,513 (5.9)	45 (▼50.8) 118 (2.6倍)	64 (▼30.8) 78 (21.1)
ヒロセ電機	1,257 (0.6) 1,310 (4.2)	325 (▼1.3) 355 (8.9)	229 (2.3) 245 (6.8)
日本ケミコン	1,233 (8.3) 1,250 (1.3)	51 (3.8) 62 (21.0)	53 (61.7) 54 (0.7)
新電元工業	1,082 (3.5) 1,090 (0.7)	76 (▼32.2) 95 (23.8)	52 (▼56.7) 63 (19.9)

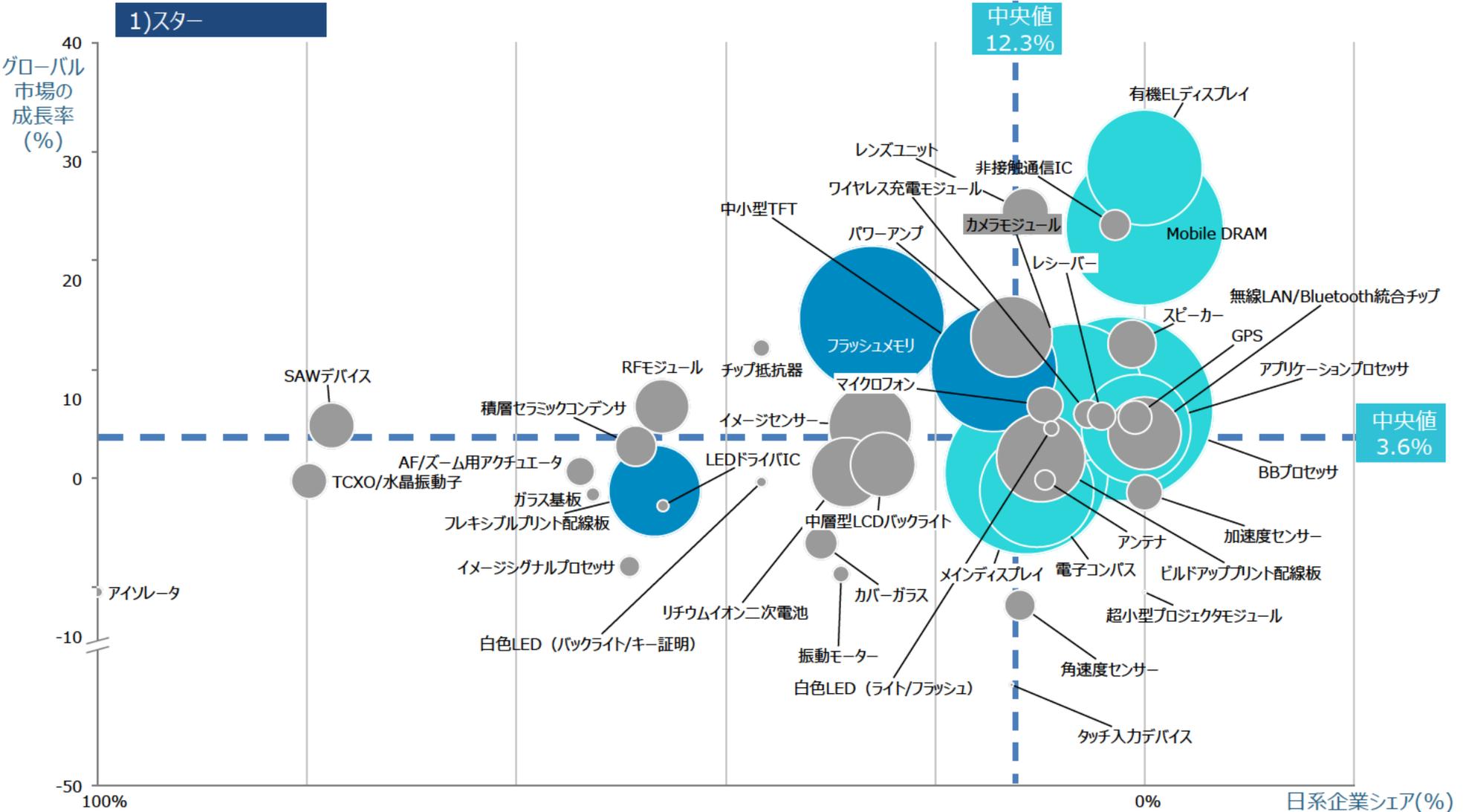
② 価値創出のメカニズム

- 1 通信機器部品は、完成品市場の約半分に達する一大産業**
- 2 足元の規模とシェアからは、フラッシュメモリ等の市場が重要**
- 3 コロナによりペースを落としつつも、5Gへの端末シフトが進行**
- 4 5G対応端末の拡大に伴い、関連部品の成長が加速**
- 5 RFモジュール/MLCC/FPCを、成長アイテムとして選定**

通信機器部品プロダクトPPM分析 (2017実績ベース)



- 規模が大きな個別装置市場のうち、日系企業は、フラッシュメモリ等でプレゼンスを確保



Note: 円の大きさは、2017年の市場規模を表す、成長率は'17-'23のCAGR (ペーパーチャンパー、ノイズ抑制シート、LTCC基板については、2018年の市場規模、'18-'23のCAGR)



参考) 指標ごとの上位アイテム

- 指標からは、フラッシュメモリやフレキシブルプリント配線板が有望

順位	市場規模	成長率	日系企業シェア
1位	ブロードバンドプロセッサ	有機ELディスプレイ	アイソレータ
2位	メインディスプレイ	レンズユニット	TCXO/水晶振動子
3位	Mobile DRAM	非接触通信IC	SAWデバイス
4位	フラッシュメモリ	Mobile DRAM	AF/ズーム用アクチュエータ
5位	カメラモジュール	フラッシュメモリ	ガラス基板
6位	中型TFT	パワーアンプ	イメージシグナルプロセッサ
7位	有機ELディスプレイ	スピーカー	積層セラミックコンデンサ
8位	電子コンパス	チップ抵抗器	フレキシブルプリント配線板
9位	アプリケーションプロセッサ	中型TFT	RFモジュール
10位	フレキシブルプリント配線板	カメラモジュール	LEDドライバIC

■ 市場規模・日系シェアが大きい部品
■ 市場規模は大きいが日系シェアが小さい部品

③ 産業内外の
トレンド

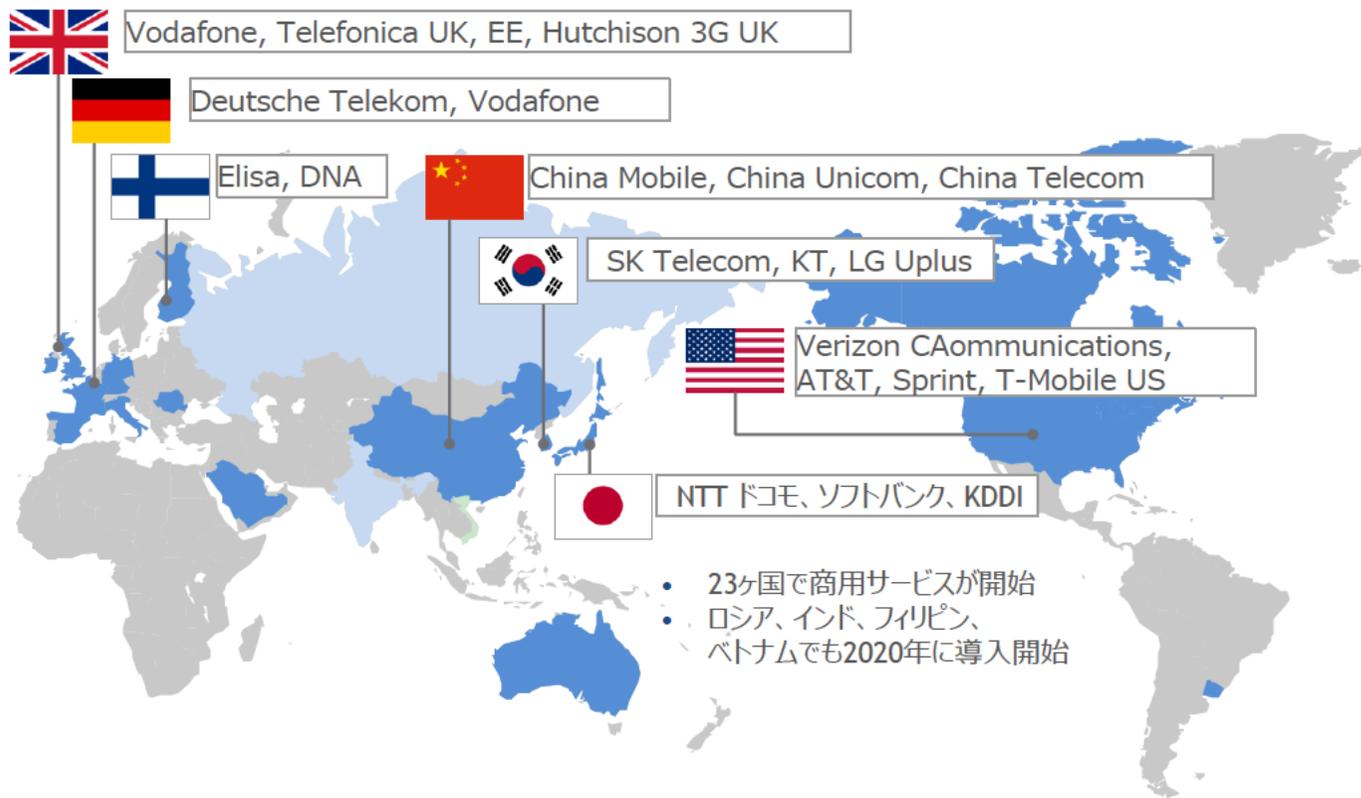
- 1** 通信機器部品は、完成品市場の約半分に達する一大産業
- 2** 足元の規模とシェアからは、RFモジュール等の市場が重要
- 3** コロナによりペースを落としつつも、5Gへの端末シフトが進行
- 4** 5G対応端末の拡大に伴い、関連部品の成長が加速
- 5** RFモジュール/MLCC/FPCを、成長アイテムとして選定



5G通信網の拡大

世界的に、5G通信網の商用化がスタート

世界における5G商用化の状況



他の商用化開始国

	アイルランド		オーストラリア		スイス		サウジアラビア		クウェート		タイ
	オーストリア		モナコ		ルーマニア		アラブ首長国連邦		カタール		
	イタリア		スペイン		カナダ		バーレーン		ウルグアイ		



● 技術トレンド

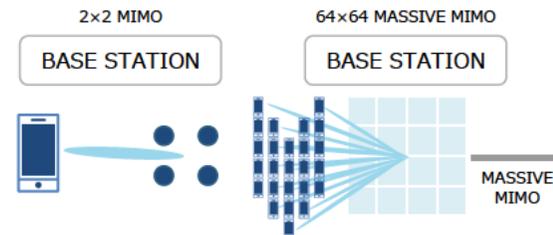
● 5Gでは、通信速度向上のため、様々な通信技術を活用

技術

技術内容

MIMO (Multi-Input Multi-Output)

- Massive MIMOでは、従来のアンテナ本数とは大きく異なり最大約4000本の圧倒的なアンテナ数により高度なビームフォーミングや空間多重などの技術を実現し、ひとりひとりに専用の電波を割り当てることで、例えば、通信速度が遅くなりがちだった駅や繁華街などの人が多く集まる場所でも快適なモバイル通信を実現



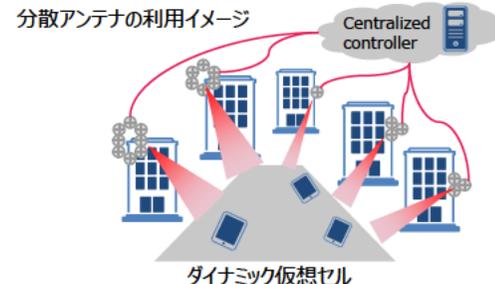
キャリアアグリゲーション

- 複数の異なる周波数帯の電波を束ねて、1つの通信回線としてデータの送受信を行う技術。従来のLTEでは連続した20MHzの帯域幅までしか利用できなかったが、キャリアアグリゲーションの技術を使い複数の帯域を合計して、100MHzまでの帯域幅を利用することが可能。帯域幅を広げることで、より高速なデータ通信が可能に



超高密度分散アンテナ技術

- 多数の分散アンテナの協調伝送アルゴリズムにより、端末の位置に応じて仮想セルを構築するダイナミック仮想セル制御技術を確認し、端末の受信電力を向上させ、エリア内の大容量化を実現



④ 市場の変化

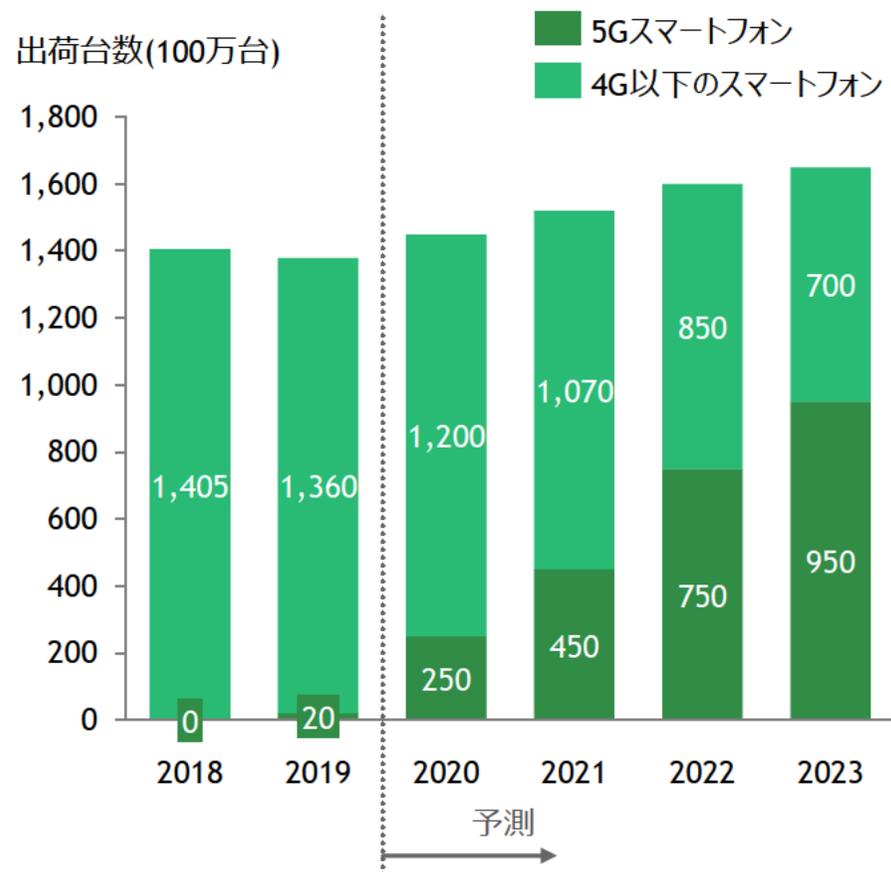
- 1** 通信機器部品は、完成品市場の約半分に達する一大産業
- 2** 足元の規模とシェアからは、RFモジュール等の市場が重要
- 3** コロナによりペースを落としつつも、5Gへの端末シフトが進行
- 4** 5G対応端末の拡大に伴い、関連部品の成長が加速
- 5** RFモジュール/MLCC/FPCを、成長アイテムとして選定



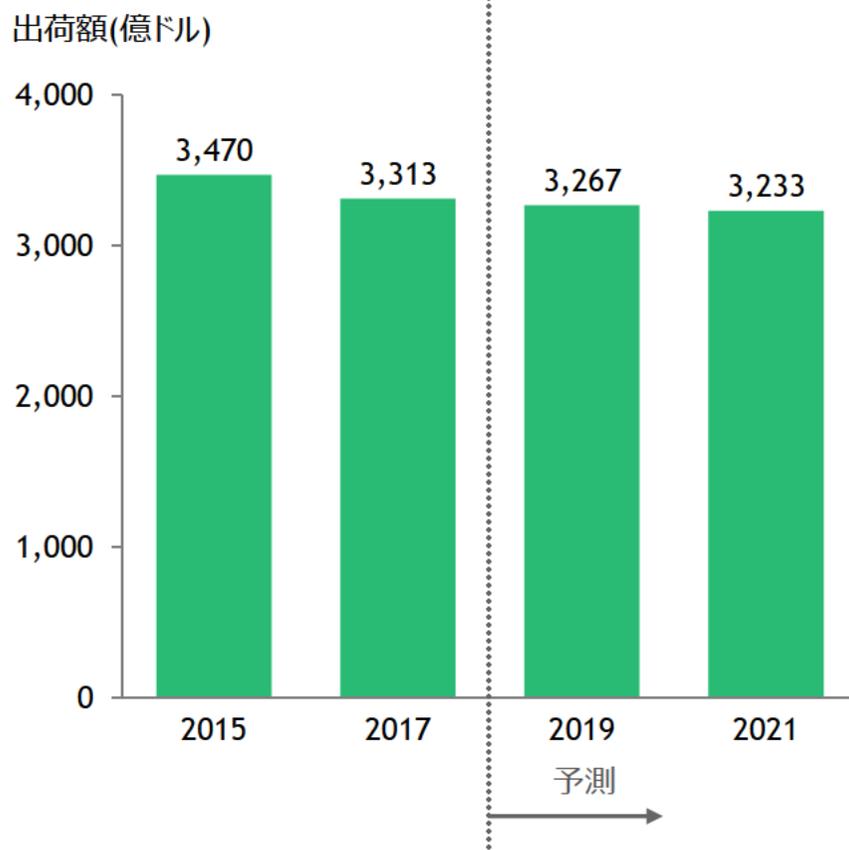
● 市場の魅力度 – 市場規模

- 完成品の出荷台数は伸びるものの、単価の下落から市場規模は飽和・縮小の傾向

スマートフォンのグローバル出荷台数



スマートフォンのグローバル市場規模





● 市場の魅力度 – 市場規模

- 一方で、スマートフォン 1 台当たりの搭載部品数が増加

	ローエンド ¹⁾	ミッドレンジ ²⁾	ハイエンド ³⁾
チップ積層セラミックコンデンサ (うち超小型品)	200~400個 100~200個	300~500個 200~400個	550~900個 350~650個
SAWデバイス (うちデュプレクサ) (うちマルチプレクサ)	9~12個 0~4個	12~20個 4~7個	20~40個 7~13個 0~2個
RFインダクタ	20個	40~50個	100個
WiFiモジュール			

*1 :ローエンドはシングルキャリア、LTE 2:ミッドレンジはマルチキャリア、LTE 3:ハイエンドは、マルチキャリア、LTE-Advances (キャリアアグリゲーション)



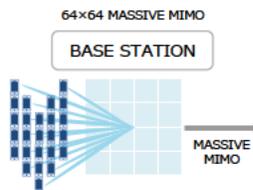
● 市場の魅力度

● スマホ部品の中でも、通信機能を司る部品で市場が拡大

技術トレンド

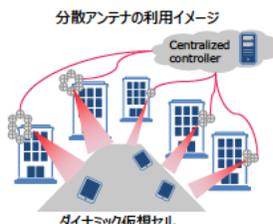
MIMO(Multi-Input Multi-Output)

- 最大約4000本のアンテナ数により高度なビームフォーミングや空間多重技術を実現
- ひとりひとりに専用の電波を割り当て快適な通信を実現



超高密度分散アンテナ技術

- 分散アンテナの協調伝送アルゴリズムで、端末位置に応じて仮想セル構築しダイナミック仮想セル制御技術を確立
- 端末の受信電力を向上させ、エリア内の大容量化を実現



キャリアアグリゲーション

- 複数の周波数帯域の電波を束ねて、1つの通信回線としてデータの送受信を行う技術
- 帯域幅を広げることにより、より高速なデータ通信が可能



求められる技術

アンテナモジュールの増設

- モジュール自体にアンテナを形成するAiP (Antenna in Package) が採用
- 5Gでは、4G向けアンテナに追加して5G向けのアンテナモジュールを3~4個増設
- より高周波対応のフレキシブル基板やコネクタが必要



高密度実装

- 実装周りはさらに小型化する必要が生じる
- 部品の外形寸法が0.25mm × 0.125mm × 0.125mmの「0201部品」の採用開始
- 5Gスマートフォンでは2枚の基板を重ねて実装する「2階建て基板」が一般化

成長が期待できる部品

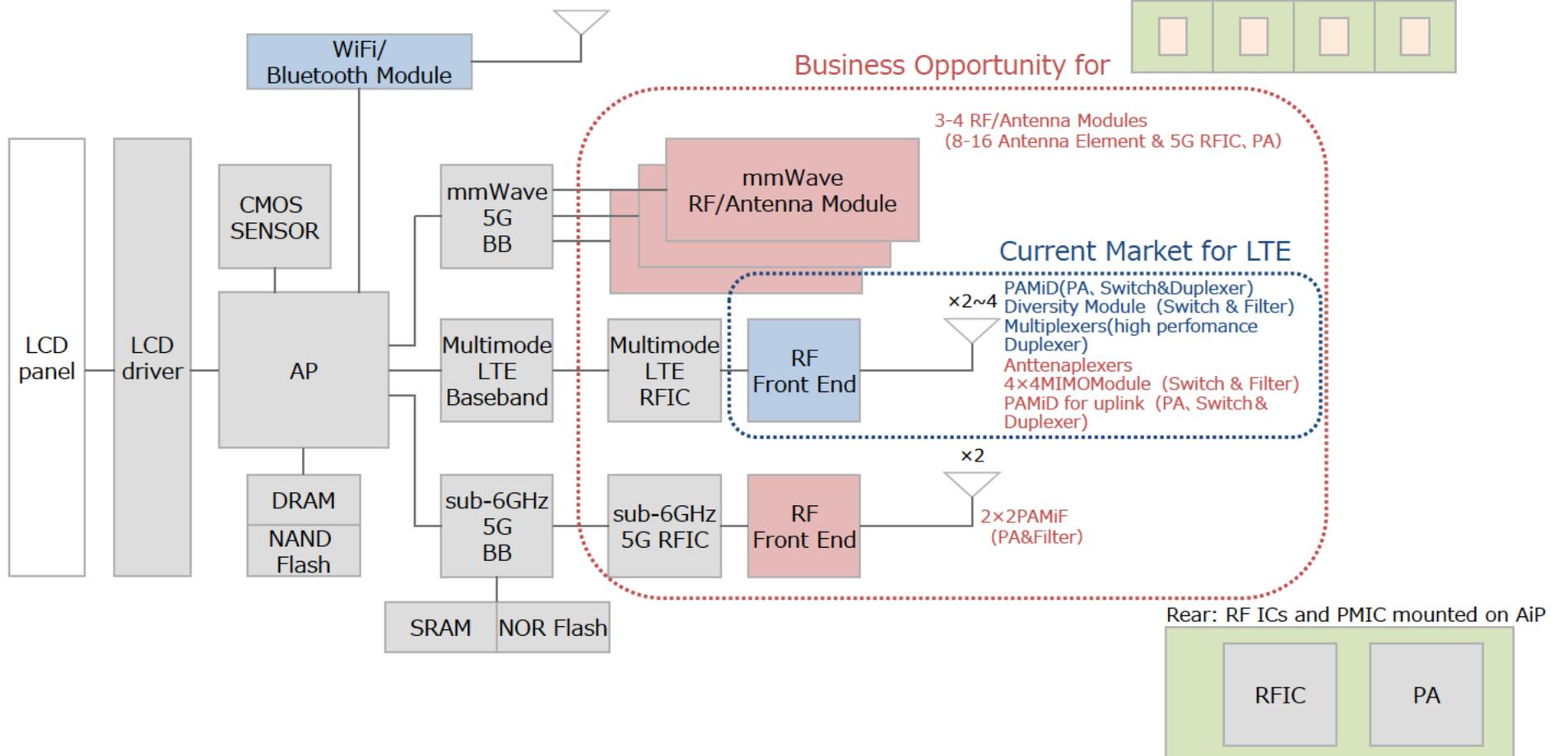
- モバイル機器用アンテナ
- SAWデバイス・BAWデバイス・次世代フィルター
- モバイル機器用パワーアンプ
- モバイル機器用ローノイズアンプ
- モバイル機器用RFモジュール
- ベースバンドプロセッサ
- アプリケーションプロセッサ
- LPWA
- ペーパーチャンバー
- ノイズ抑制シート
- ビルドアッププリント配線板
- LTCC基板
- フレキシブルプリント配線板



参考) 5Gスマートフォンの部品構成

- 結果、5G導入に伴う部品の革新は、RFフロントエンド（アンテナ周り）に集中

Circuit Block of 5G Smartphone



1 通信機器部品は、完成品市場の約半分に達する一大産業

2 足元の規模とシェアからは、RFモジュール等の市場が重要

3 コロナによりペースを落としつつも、5Gへの端末シフトが進行

4 5G対応端末の拡大に伴い、関連部品の成長が加速

5 成長アイテム

5 RFモジュール/MLCC/FPCを、成長アイテムとして選定



成長アイテム

● 小型化や三次元化の要求が高まる部品が成長アイテム

成長アイテム

アイテム概要

主なプレイヤー

1

RFモジュール

- 通信を必要とするモバイル機器のRFフロントエンド部分に搭載
- 機器内における省スペース化、設計簡素化、低コスト化などを目的に、様々な組み合わせでスイッチやフィルター、デュプレクサー、PA、LNAなどをモジュール化されている
- ハイエンドスマートフォン1台に搭載されるモジュール個数が増加しており、モジュールタイプも多様化

- Skyworks シェア35%
- Qorvo シェア29.5%
- 村田製作所 シェア22.7%

(出荷金額ベース)

2

MLCC (積層セラミックコンデンサ)

- 酸化チタンやチタン酸バリウムなどの誘電体と電極を多数積み重ねたチップタイプのセラミックコンデンサ
- 小型化や大容量化のニーズの強い部品であり、ハイエンドスマートフォンに約900~1,100個搭載される
- 村田製作所が0201部品（容量0.1 μ F）の量産開始を発表している（2019.12）

- 村田製作所 シェア40%
- Samsung Electro-Mechanics シェア20%
- 太陽誘電 シェア10~15%
- TDK シェア5~10%
- YAGEO シェア5%

3

FPC (フレキシブルプリント配線板)

- ポリイミドやLCPなどの絶縁樹脂フィルムと銅箔を張り合わせたFCCLに回路を形成した基板
- 層構造は、片面版・両面版・多層版に分類される
 - 片面は高屈曲性や低価格が求められる用途で採用
 - 両面は複雑な回路形成や、両面に部品実装が可能
 - 3層以上は、片面や両面を積層した構造で設計自由度が高い

- Zhen Ding Technology シェア20.7%
- 日本メクトロン シェア20%
- DSBJ シェア10.5%
- Flexium シェア6.2%
- フジクラ シェア8.1%
- 住友電気工業 シェア6.6%

5G関連部品 (RFモジュール、MLCC、FPC)

6 競争力の源泉

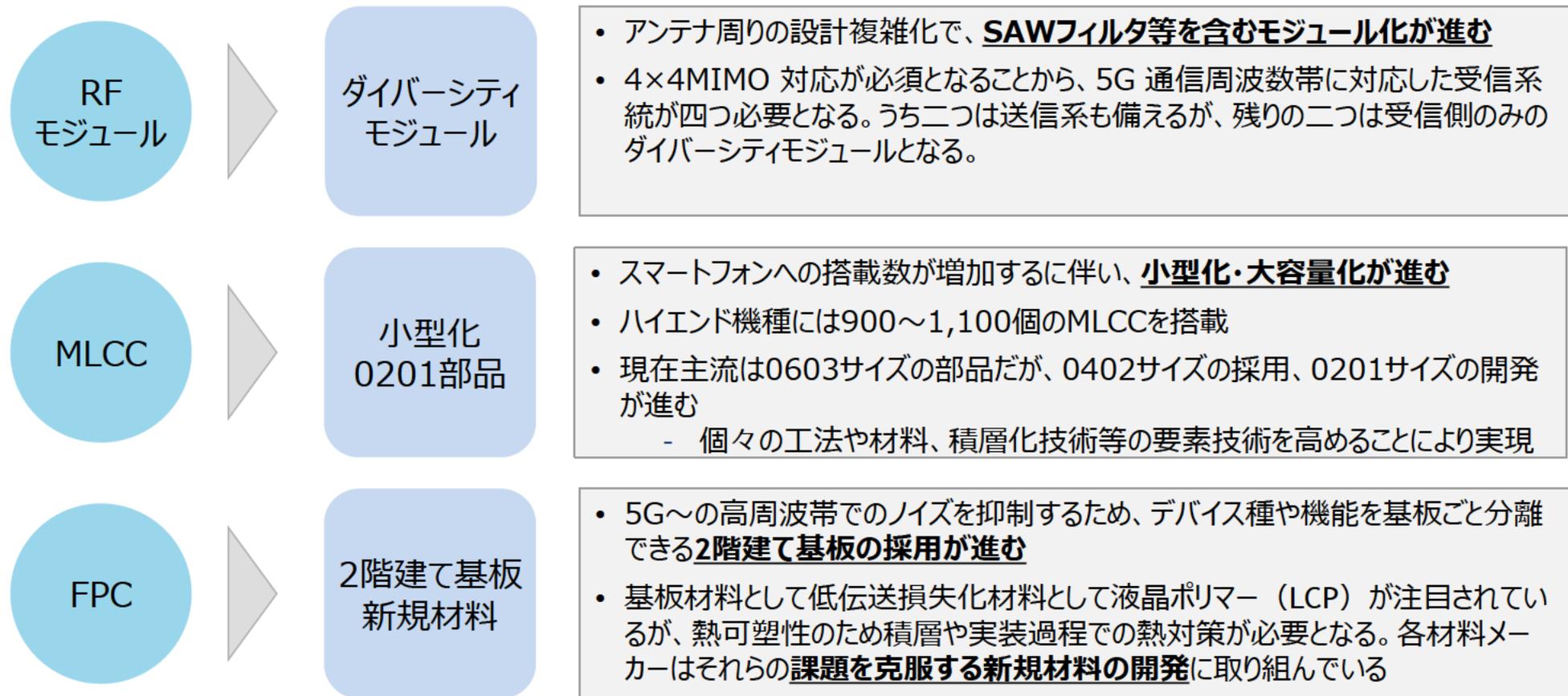
6 コア部品を押さえるため、モジュール化と企業再編によるアーキテクチャ変更が進展

7 個社の技術開発に加え、アーキテクチャ変更を踏まえた合従・連衡の事業戦略が必要



● 技術

● 先行プレイヤーは、5G環境に対応した新たな設計・素材の導入を推進





● ビジネスモデル –クアルコムによるRF360の買収事例

- クアルコムは5G時代の有望領域であるRFに注力するため、フロントエンド（RFFE）モジュールやRFフィルターの設計開発と生産を行うRF360 Holdingsを完全子会社

クアルコムによるRF360買収概要

概要：

RFFEモジュールやRFフィルターの設計開発と生産を行うRF360 Holdingsを完全子会社

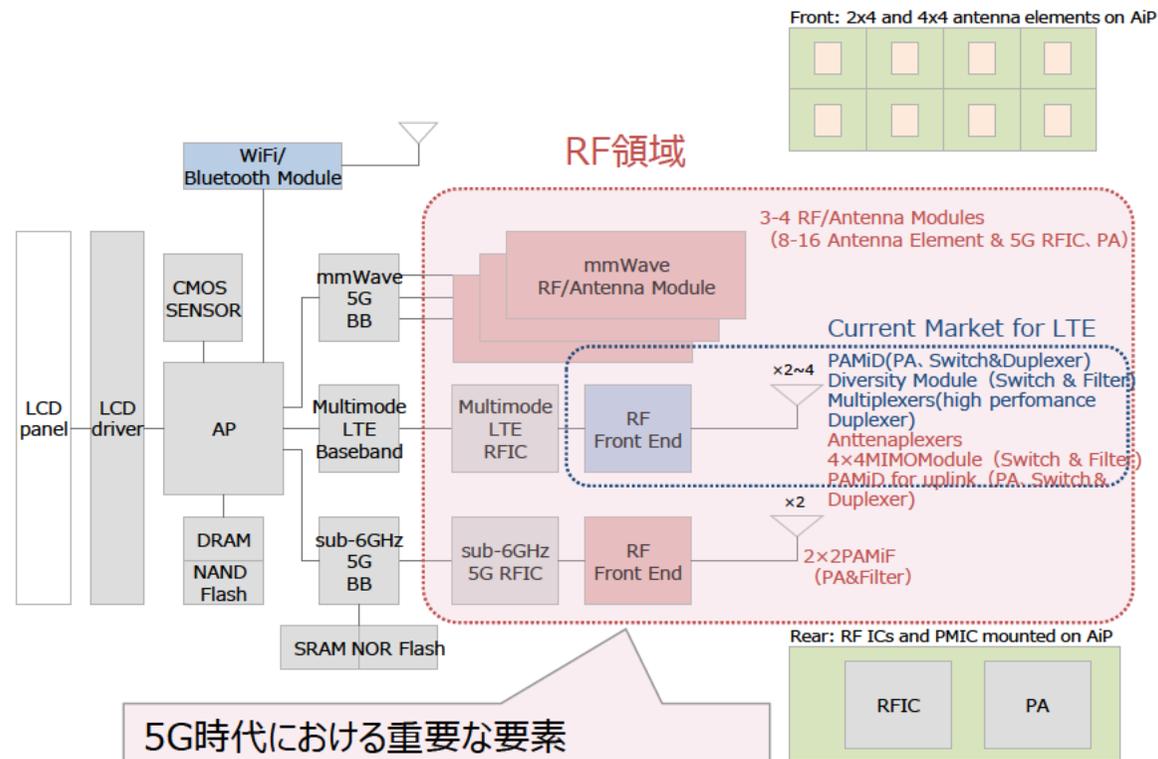
- RF360 Holdingsは、クアルコムが2017年にTDKと共同で設立した合併会社
- TDKが保有していた株式49%をクアルコムが買い取り

買収目的：

5G時代に鍵となるRF領域への注力

- クアルコムは従来AP（アプリケーション・プロセッサ）、BB（ベースバンド・プロセッサ）等に強みを保有
- 一方で5GではRFICこそが鍵となるため、この分野に開発リソースをつぎ込むため、RF360を設立
- 今後さらにRFに注力するため、子会社化

5Gスマートフォンの回路ブロックと構成要素



5G時代における重要な要素

- 5Gの本命ミリ波では、モデムよりもRFチップが重要な役割を果たす

成長アイテム

5G関連部品 (RFモジュール、シート、基盤)

6 コア部品を押さえるため、モジュール化と企業再編によるアーキテクチャ変更が進展

7 個社の技術開発に加え、アーキテクチャ変更を踏まえた合従・連衡の事業戦略が必要

7 我が国の戦略



● ビジネスモデル

● モジュール化を進める海外大手に対し、スタンスを定める必要

海外大手企業の動向

半導体最大手のクアルコムはモジュール化を進展

- 2019年にRF360を完全子会社化したことで、半導体に加えてSAWフィルターやアンテナなどの通信部品を含めたパッケージ提供が可能に
- これにより、スマホを超えて5G活用を検討中の企業を顧客として獲得する可能性



SAWフィルターや通信モジュールで先行する村田製作所への脅威

- 現在の5G対応スマホの多くにクアルコムの半導体とRF360の通信部品が使用されている
- RF360の完全子会社化により、今後クアルコムがさらに勢力を強める可能性
- 海外大手のモジュール化に対する戦略を定める必要



日本企業の戦略的方向性

戦略オプション

内容

1

競争陣営を構築

技術的な優位性を示し、海外大手と競争していく陣営を構築

- 5Gは電波の直進性が高いため、これまで以上に通信部品が機器の性能に直結

2

協力体制の構築

モジュール化を展開する海外大手のサプライヤーとして協力

- 日系企業が納入する通信部品を、海外大手がモジュール化

● ビジネスモデル



● 競合する陣営を構築するためには、提携のほか、M&Aによる事業拡大が必要となりそう

電子部品 (買収企業の主力事業別M&Aの事例)

コンデンサ

年	買収企業名	国籍	買収ターゲット名	国籍
2016	村田製作所	日本	プライマテック	日本
2016	村田製作所	日本	IPDiA	フランス
2016	EPCOS	ドイツ	Tronics	フランス
2017	TDK	日本	Invensense	アメリカ
2017	村田製作所	日本	ソニー (電池事業)	日本
2018	Yageo	台湾	Pulse Electronics	アメリカ

コネクタ

2016	TE Connectivity	スイス	Creganna Medical Group	アイルランド
2016	Amphenol	アメリカ	All Systems Broadband	アメリカ
2016	Amphenol	アメリカ	FCI Asia Pte Ltd	シンガポール
2017	TE Connectivity	スイス	Hirschmann Car Group SAS	ドイツ
2017	TE Connectivity	スイス	Deutsch Group SAS	フランス
2017	Amphenol	アメリカ	Intelligente Sensorensysteme Dresden GmbH	ドイツ
2018	TE Connectivity	スイス	ABB 端子事業	スイス

モーター

2016	日本電産	日本	E.C.E.S.r.l	イタリア
2016	日本電産	日本	Canton Elevator, Inc	アメリカ
2017	日本電産	日本	Emerson Electricモータ、発電機、及びドライブ事業	フランス/イギリス
2017	日本電産	日本	Vamco Internationl	アメリカ
2017	日本電産	日本	LGB Elettropompe S.r.l.	イタリア
2017	日本電産	日本	Secop Group	ドイツ
2017	日本電産	日本	SV Probe	シンガポール
2017	日本電産	日本	DriveXpert GmbH	ドイツ
2018	日本電産	日本	Genmark Automation	アメリカ
2018	日本電産	日本	CIMA S.P.A	イタリア
2018	日本電産	日本	MS Graessner GmbH	ドイツ
2018	日本電産	XX	Chaun-Choung Technology	台湾

⑥ 航空機



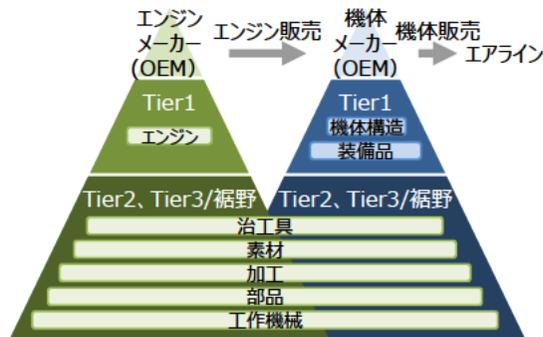
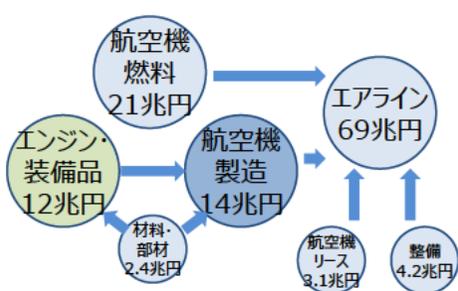
航空機



- 日系メーカーは、エンジン・機体のTier1が中心。グローバル市場規模が大きく、日本企業のシェアが比較的高い胴体・主翼等が重要とされる。
- コロナ禍による落込みの中でも、脱炭素化のトレンドは継続。長期的には、非連続な技術革新に備える必要。

<産業構造・市場の現状>

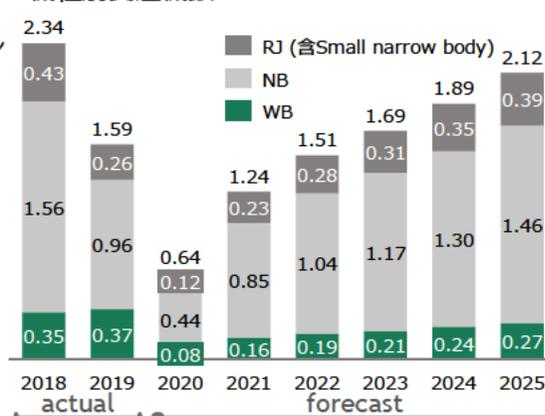
- 「機体」と「エンジン」が、二極のピラミッド構造を構成。日系企業は、Tier1サプライヤーとして一定のシェアを確保。
- 個別部品市場の中では、胴体等の市場規模が大。日系企業は、このうち中央翼等でプレゼンスを確保。



<トレンドを踏まえた市場の変化>

- コロナ禍により、受注機数の回復には数年を要する見込み。こうした中でも、脱炭素化に積極的な国では圧力が継続。
- 「エンジン→電動推進系」等の非連続な技術革新で、長期的には、従来型部品に成熟・縮小の危機。

機種別受注機数



CORSIA (ICAOイニシアティブ)の3ターゲット

- 短期**
 - 2009-2020年で毎年1.5%効率向上
 - 2020年以降、カーボンニュートラルな成長
- 長期**
 - 2050年までに2005年時点と比較し50%のCO₂純排出量

1 コア対策
新たな機体技術の導入によって効率性に影響を与える



プラットフォーム (航空力学と軽量化)

2 エコシステム対策
機体技術を維持したまま、飛行を効率化



燃料



航空交通とフライト管理



オフセット純排出量へのインパクトのみ

順位	市場規模	成長率	日系企業シェア
1位	胴体セクション	HUD	旅客娯楽システム
2位	フェアリング	中央翼	炭素繊維(CFRP)
3位	主翼	LCD ディスプレイ	中央翼
4位	フェアリング	ウォータータンク	ラバトリー
5位	コンプレッサ	オールハット、ストウエッジ	フェアリング
6位	尾翼	胴体セクション	タイヤ
7位	ファスナー (類)	主翼	ギャレー
8位	中央翼	与圧・空調システム	胴体セクション
9位	ナセル	炭素繊維(CFRP)	タービンブレード
10位	補助翼/エルロン	軽金属(アルミ/チタン合金)	主翼

■ 市場規模・日系シェアが大きい装置 ■ 市場規模は大きいが日系シェアが小さい装置

航空機

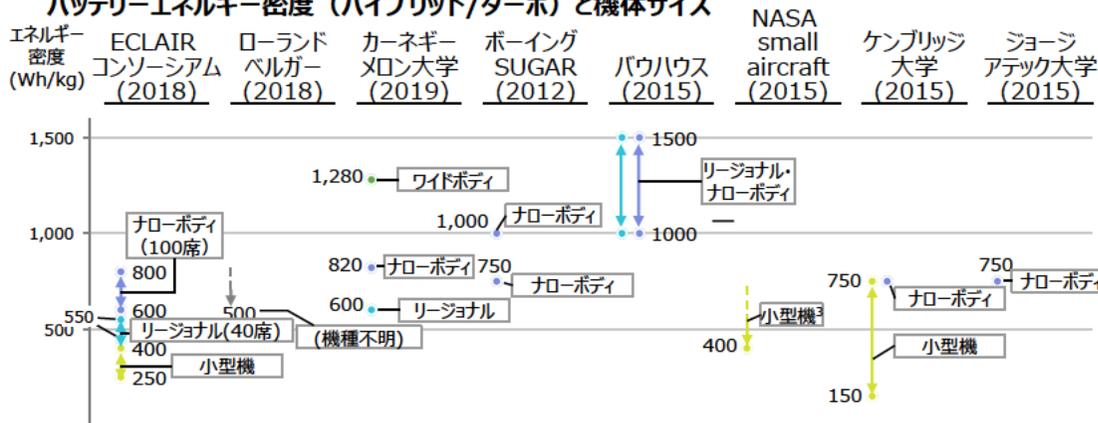


- 電動化のコアになる3推進系アイテム市場（バッテリー/モーター/インバータ）を、成長アイテムとして選定。
- リージョナル機の電動化に必要な水準を目標に開発を進めつつ、企業の開発体力自体にも目配りする必要。

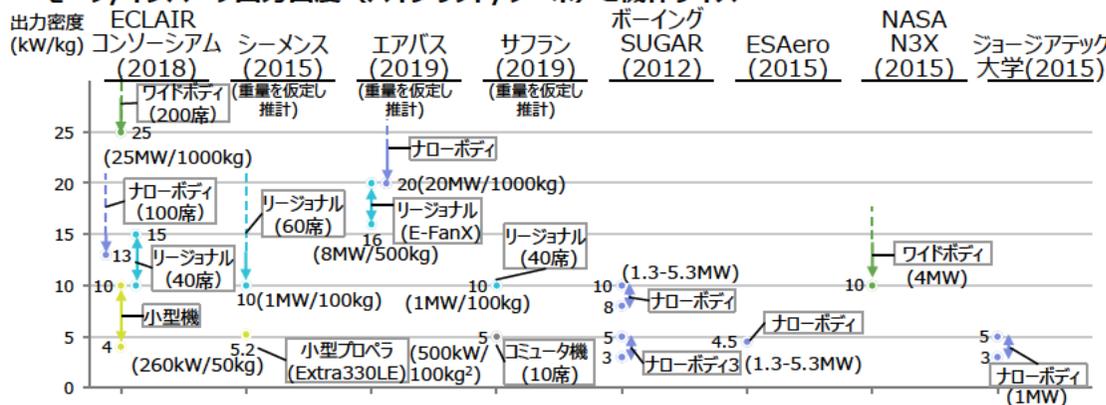
<キーテクノロジー>

- 電動化のコアになる3アイテム（バッテリー/モーター/インバータ）については、国内外の企業、団体、研究機関が開発を推進中。

バッテリーエネルギー密度（ハイブリッド/ターボ）と機体サイズ



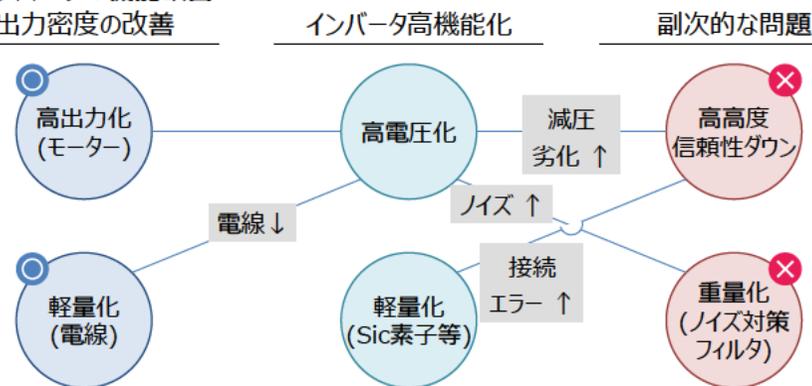
モーター/インバータ出力密度（ハイブリッド/ターボ）と機体サイズ



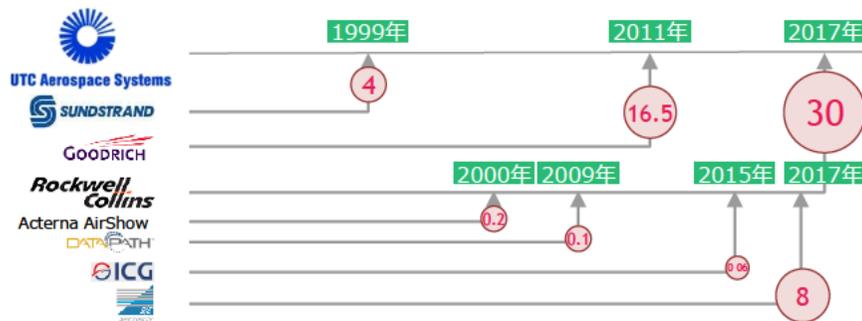
<今後の戦略>

- まずは、リージョナル機の電動化を目標に開発を推進。
- 海外では、Tier1統合で巨大な「メガサプライヤー」が出現。国内でも、事業再編による開発力向上を検討すべき。

インバータの機能改善



メガサプライヤーの誕生（単位：B\$）



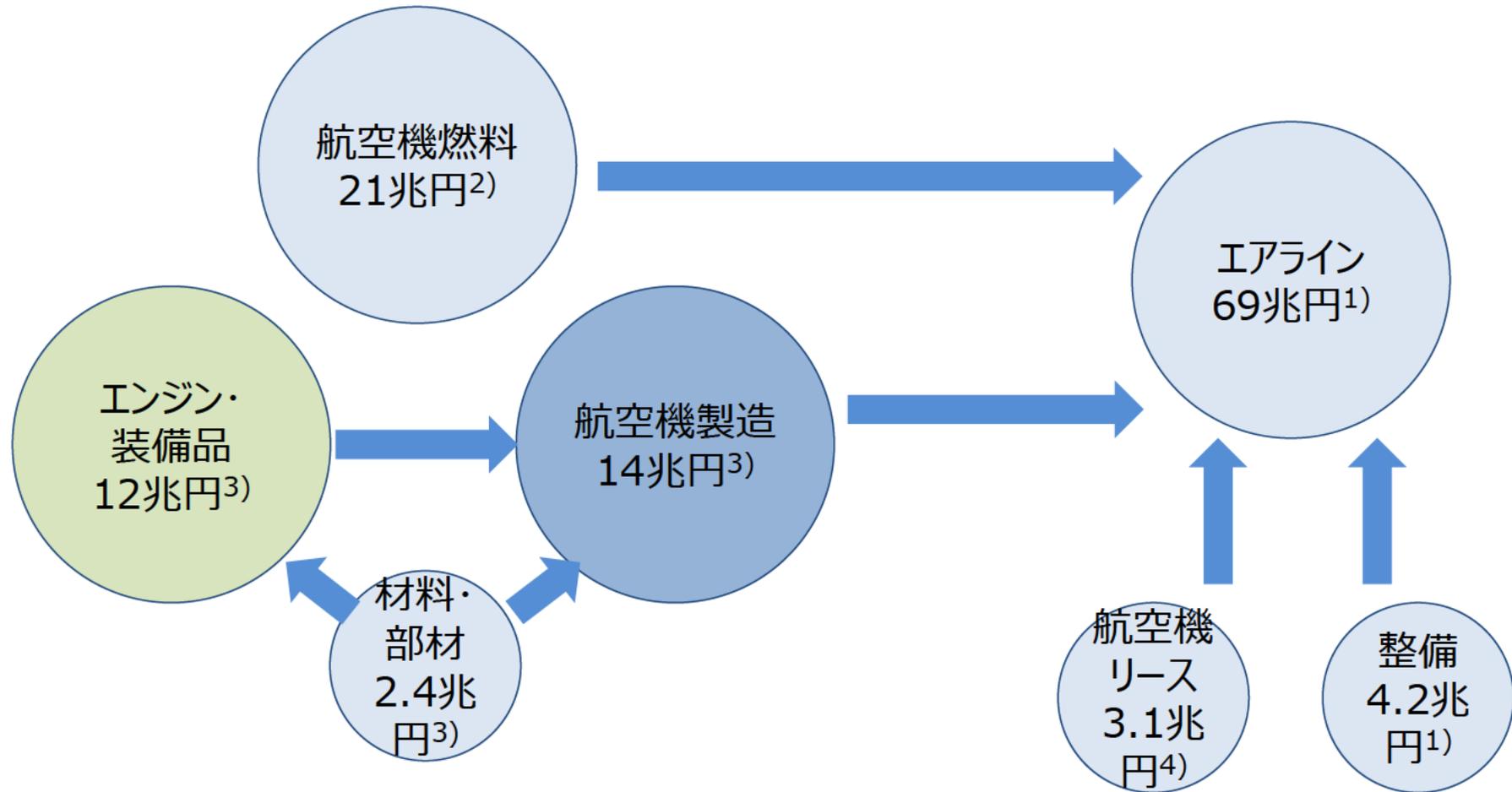
① 産業構造

- 1 日系航空機メーカーは、エンジン・機体のTier1を中心に事業を展開**
- 2 足元の市場規模・日系企業シェアからは、胴体・主翼等の機体構造部品が重要**
- 3 コロナ禍による受注機数の落ち込みの中、脱炭素化のトレンドも継続**
- 4 脱炭素化に向けた非連続な技術革新で、2035年を境に、従来市場になかった新たな部品が実用化**
- 5 電動化のコアになる3 推進系アイテム市場（バッテリー/モーター/インバータ）を、成長アイテムとして選定**



● 産業バリューチェーン – 市場規模

- 機体製造、エンジン製造のほか、リースやMROの独立市場で構成



1. 主要企業の売上高合計 (2012年)、Airline businessより; 2. 主要航空企業の燃料支出合計 (推計) (2012年)、IATAより; 3. 主要企業の売上高合計 (2010年)、現代航空論より; 4. 主要企業の保有機材価値 (2013年末現在: Airline businessより)

注: 1ドル=110円で換算

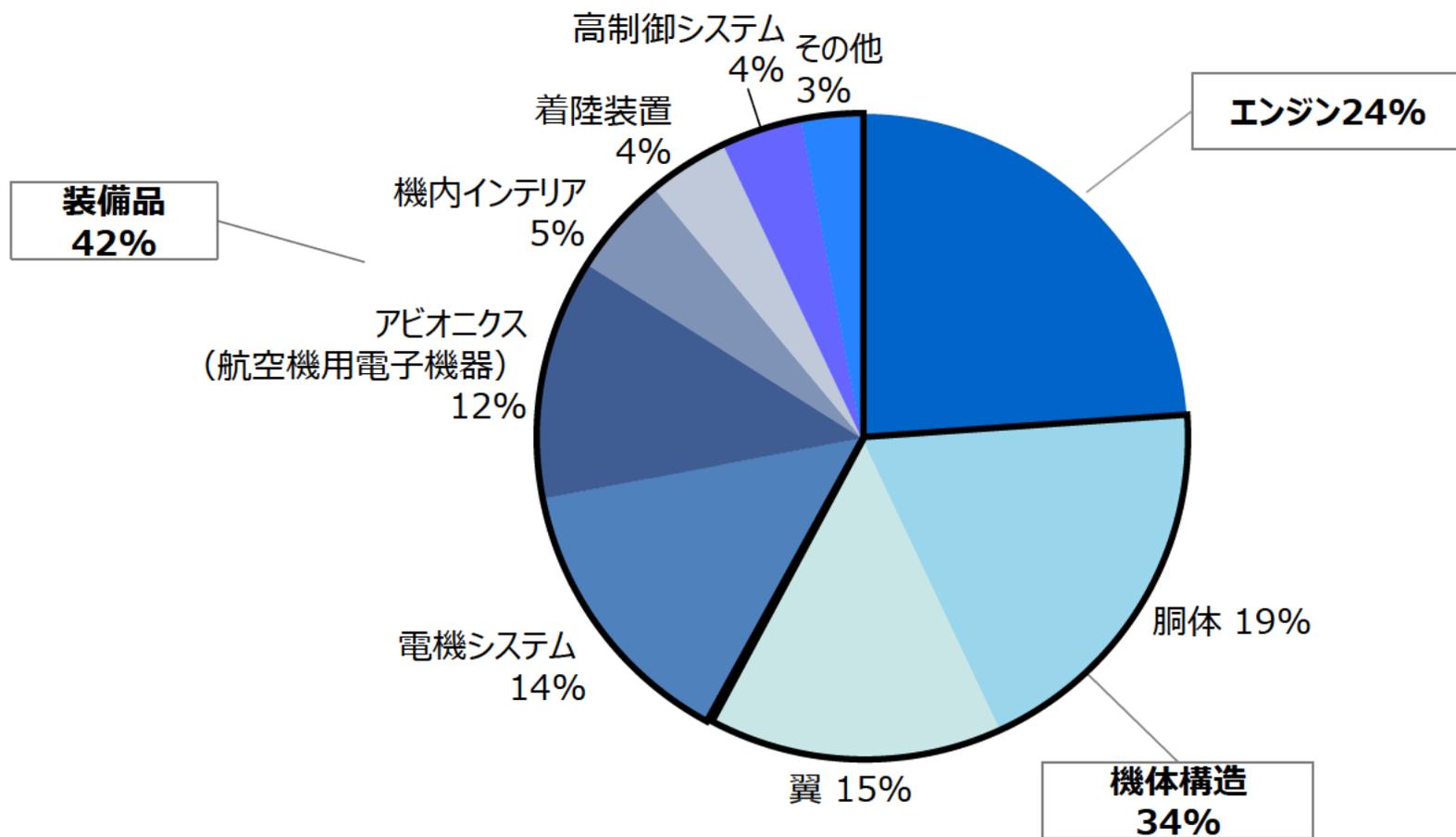
出所: 東京大学 "提言「航空イノベーションに向けて」" (2014.09)



産業バリューチェーン – 利益規模

- 航空機の付加価値は、エンジンで2割 / 機体で3割 / 装備品で4割を占める

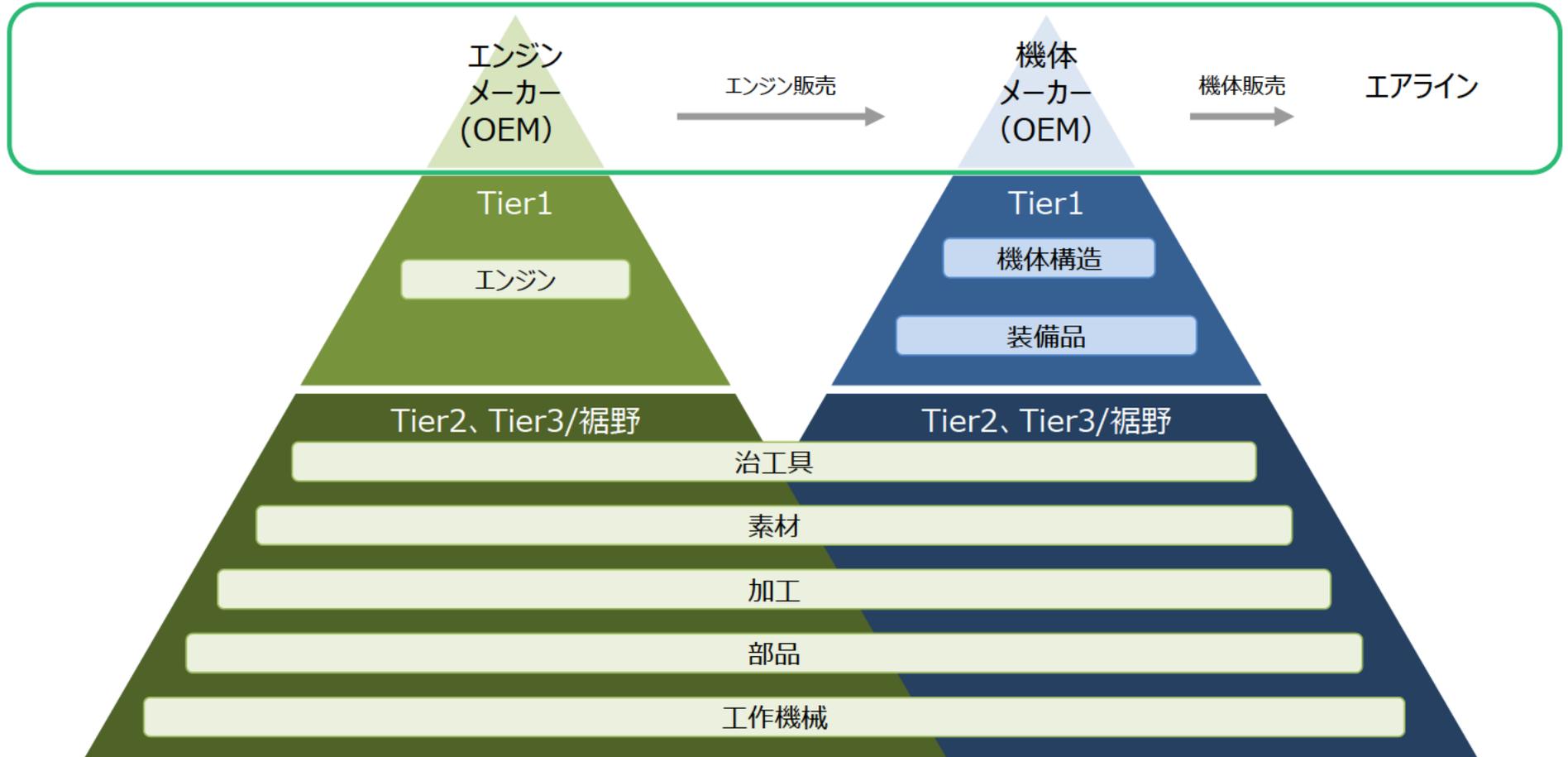
航空機の価値構成





● 製造サプライチェーン – 完成品メーカー

- 「機体」と「エンジン」が、二極のピラミッド構造を構成





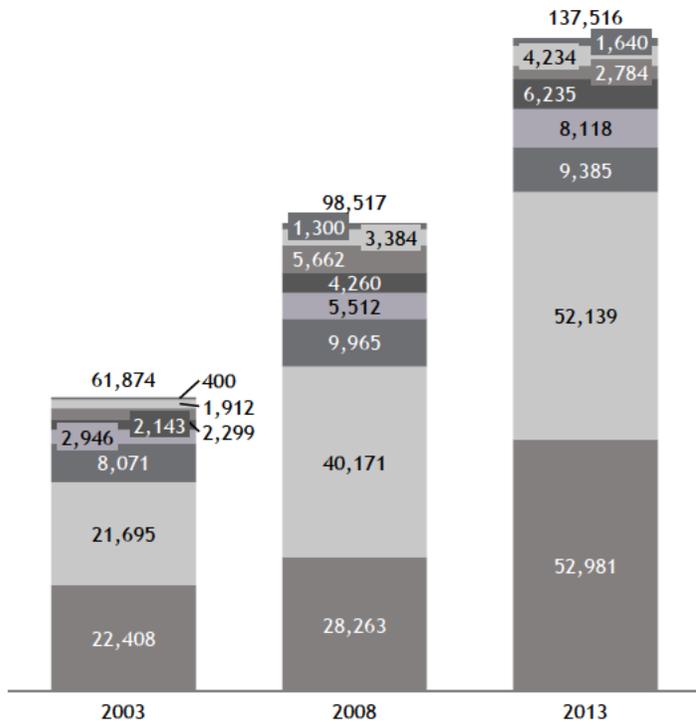
参考) 完成品 (機体・エンジン) の主要メーカー

- 二極に位置する完成品メーカー (OEM) は、欧米企業が中心

民間航空機/航空エンジン/装備品 売上高ランキング

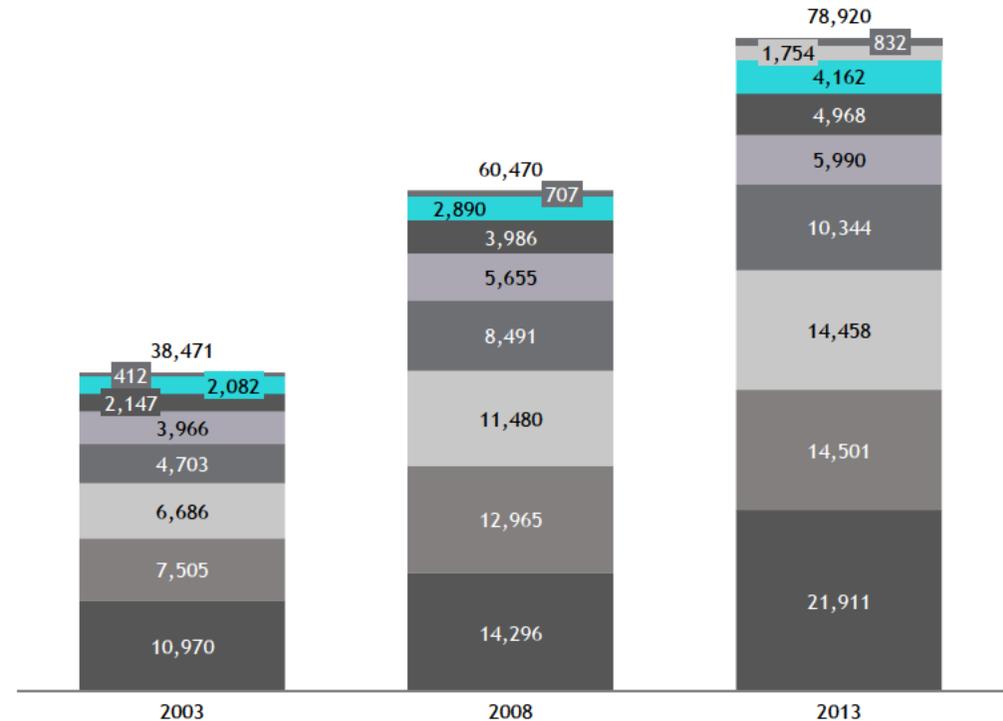
民間航空機 (Civil Aircraft)

- Boeing
- Airbus (excl ATR)
- Bombardier
- Gulfstream
- Embraer
- Cessna
- Dassault Aviation
- ATR



航空エンジン/装備品 (Engines and Components)

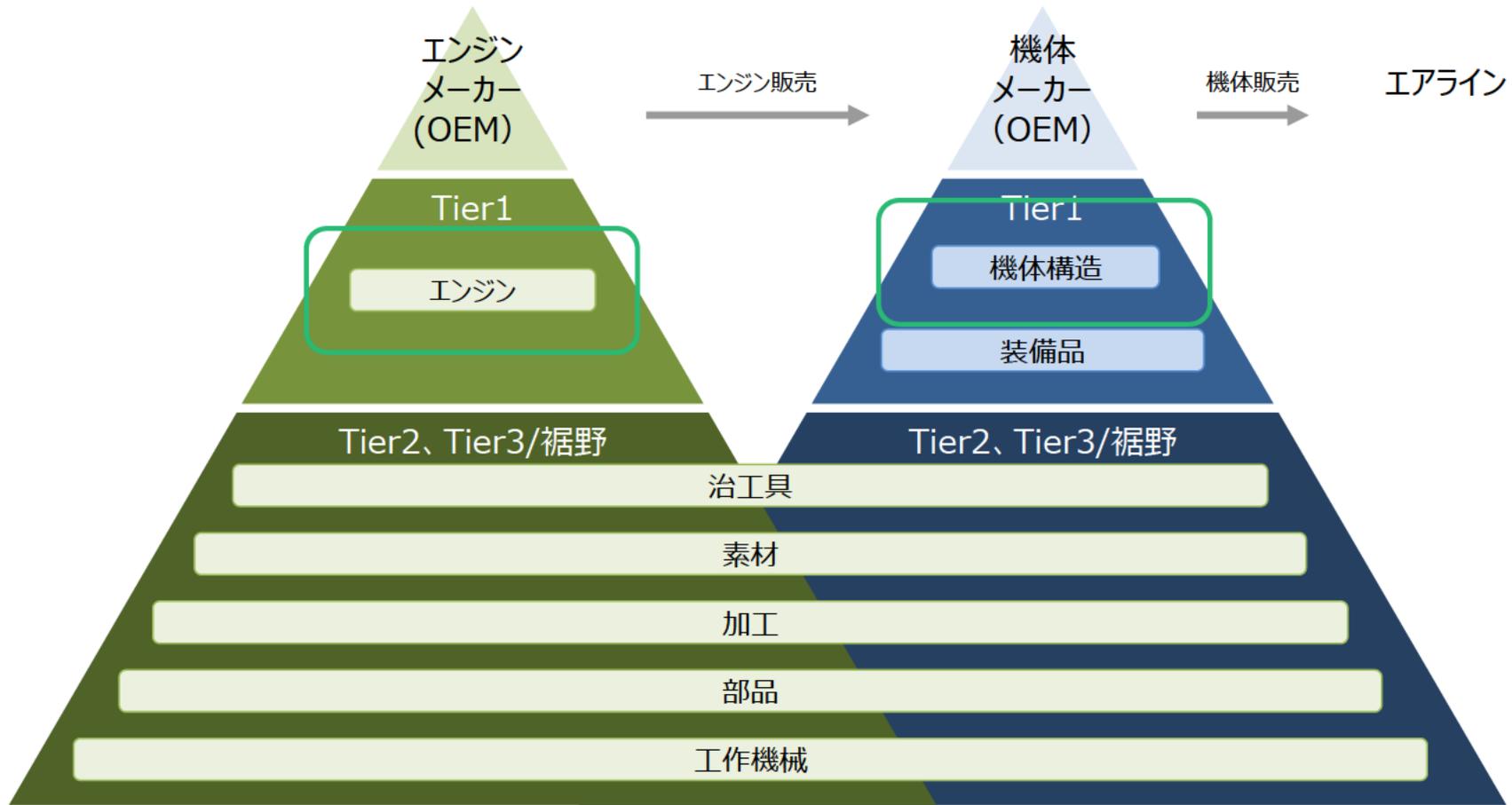
- GE Aviation
- United Technologies
- Rolls-Royce
- Safran
- Honeywell
- MTU Aero Engines
- IHI
- GKN
- ITP





● 製造サプライチェーン – Tier1 (エンジン・機体)

- 機体とエンジンそれぞれのTier1サプライヤーとしては、日系企業が一定のシェアを保持

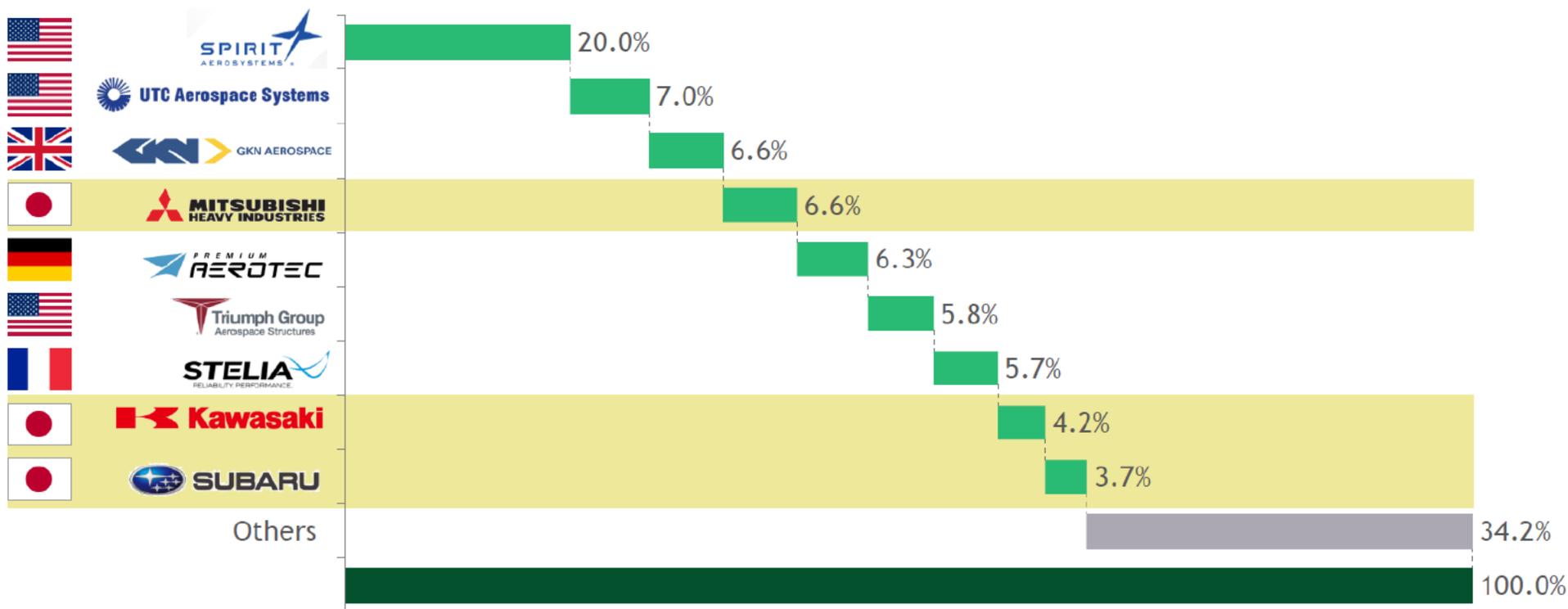


参考) 機体構造 : グローバル市場シェア (2017年)



- 機体構造の市場シェアでは、複数の日系企業が上位にランクイン

※機体OEM(Boeing, Airbus等)を除く航空機体構造体市場シェア

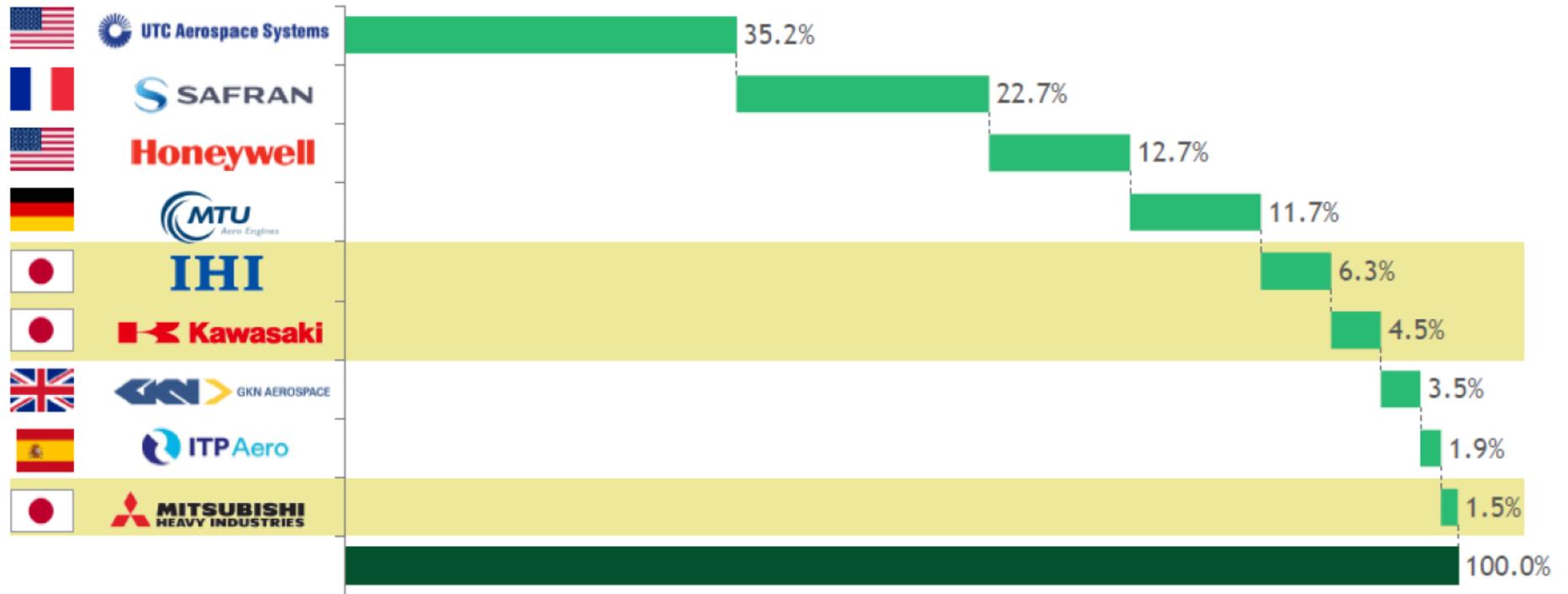


参考) エンジン : グローバル市場シェア (2017年)



- エンジンでも、複数の日系企業がランクイン

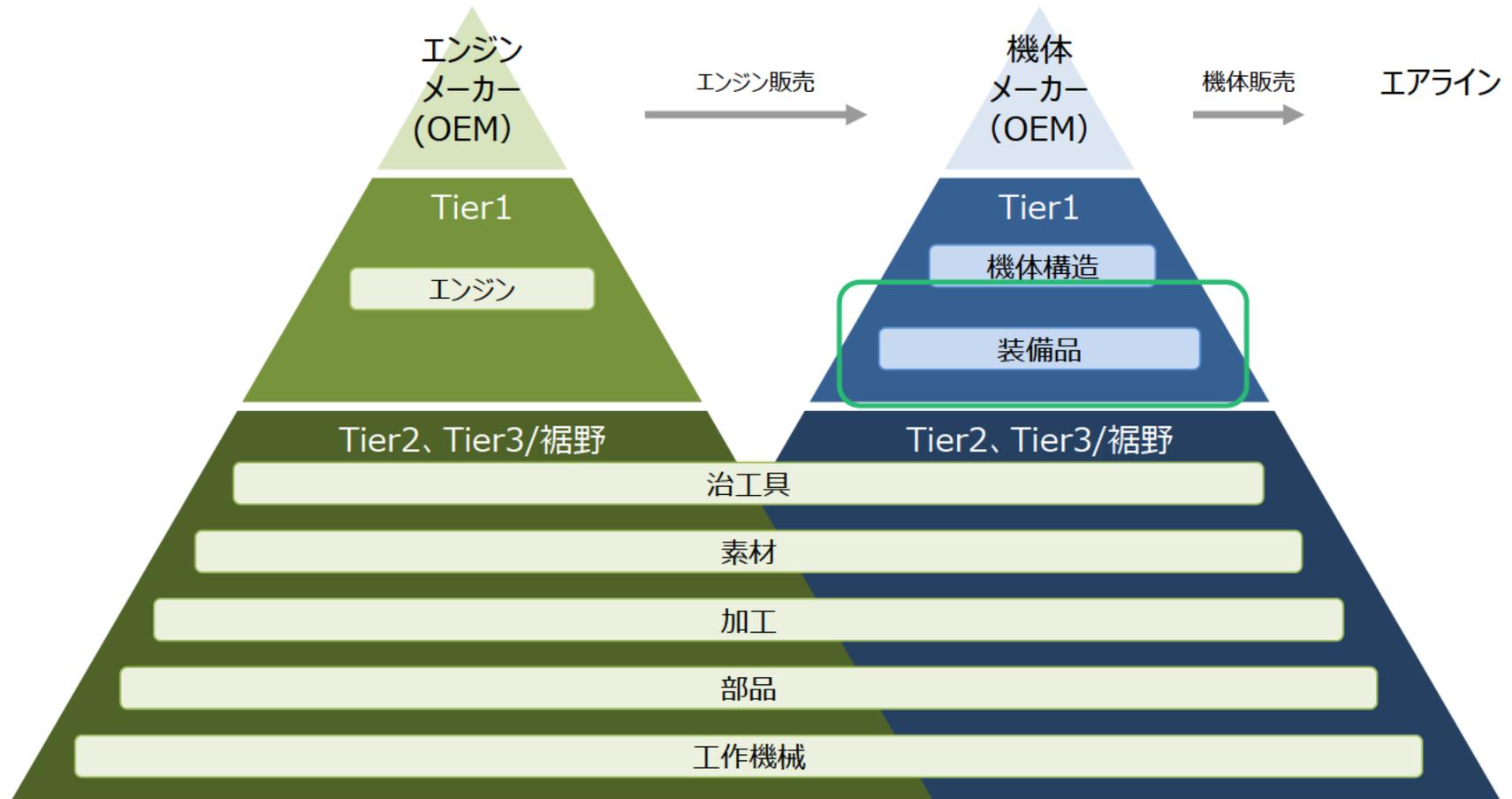
※エンジンOEM(GE, RR, P&W)を除く航空機エンジン部品市場シェア





● 製造サプライチェーン – Tier1 (装備品)

- 一方、装備品については、日本発のTier1の数は限定的

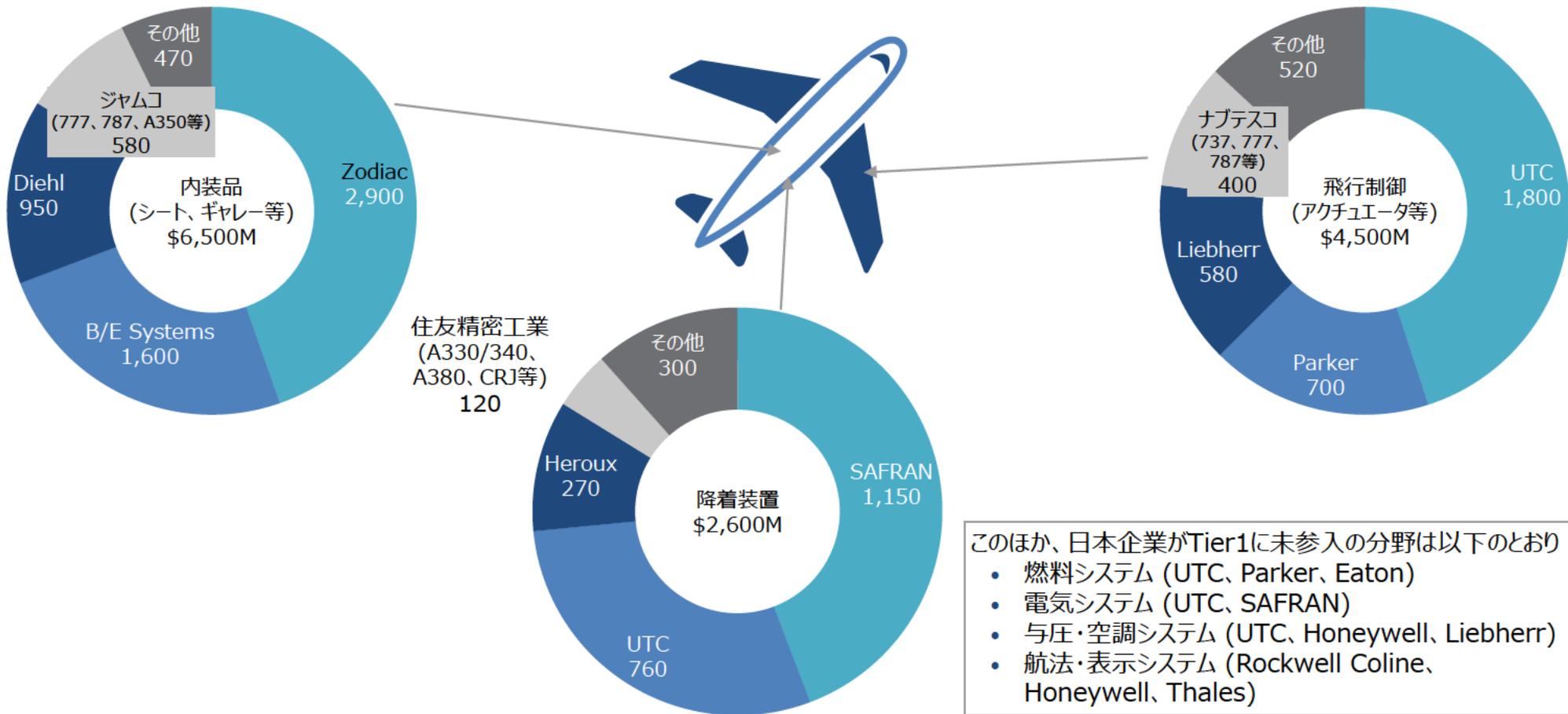




参考) 装備品Tier1市場のシェア

- 装備品市場では、欧米のTier1のグローバルシェアが高い

世界の装備品市場



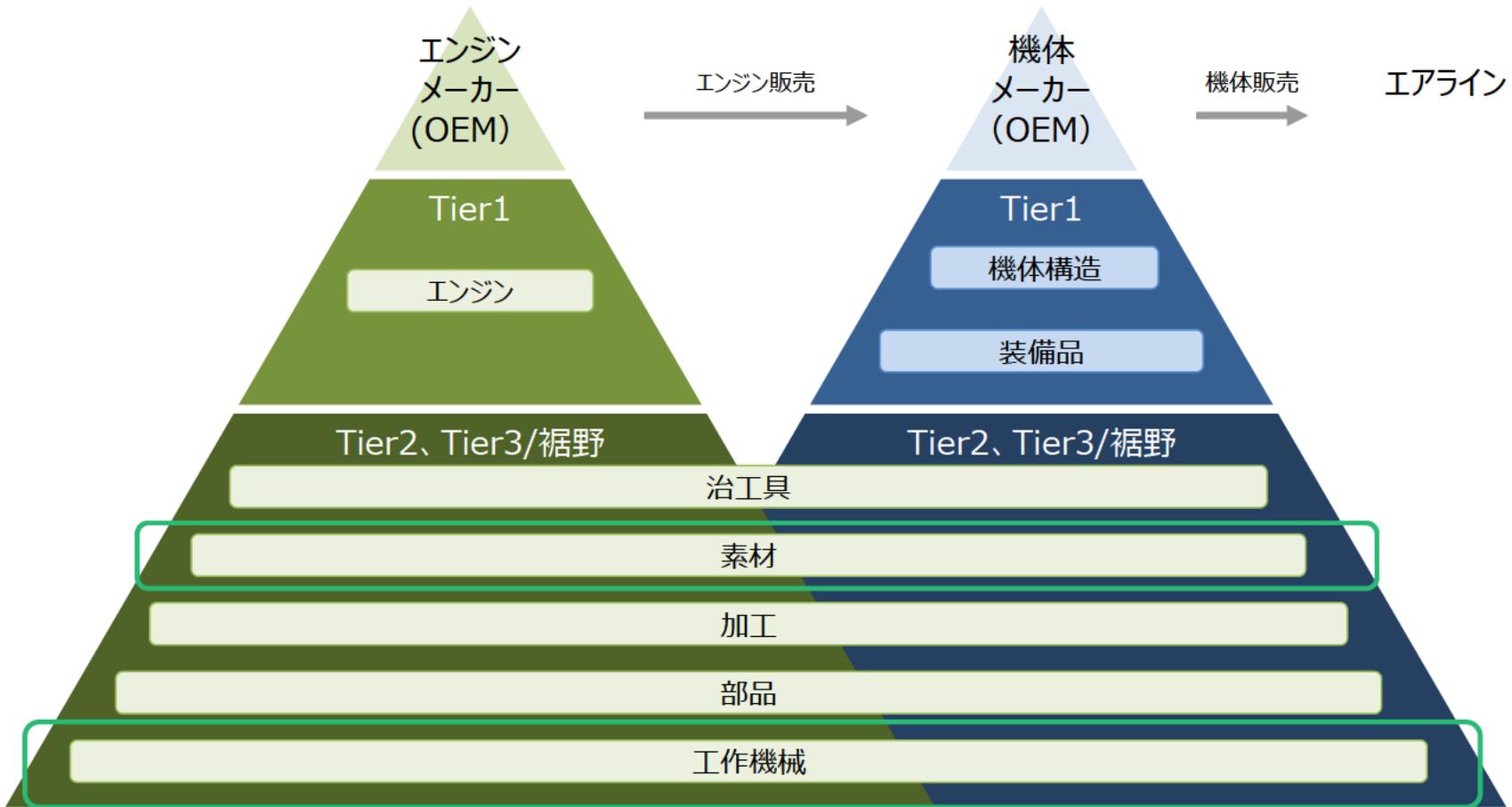
このほか、日本企業がTier1に未参入の分野は以下のとおり

- 燃料システム (UTC、Parker、Eaton)
- 電気システム (UTC、SAFRAN)
- 与圧・空調システム (UTC、Honeywell、Liebherr)
- 航法・表示システム (Rockwell Coline、Honeywell、Thales)



● 製造サプライチェーン – 素材・工作機械

● 近年プレゼンスが高まったのが、「素材」・「工作機械」の市場

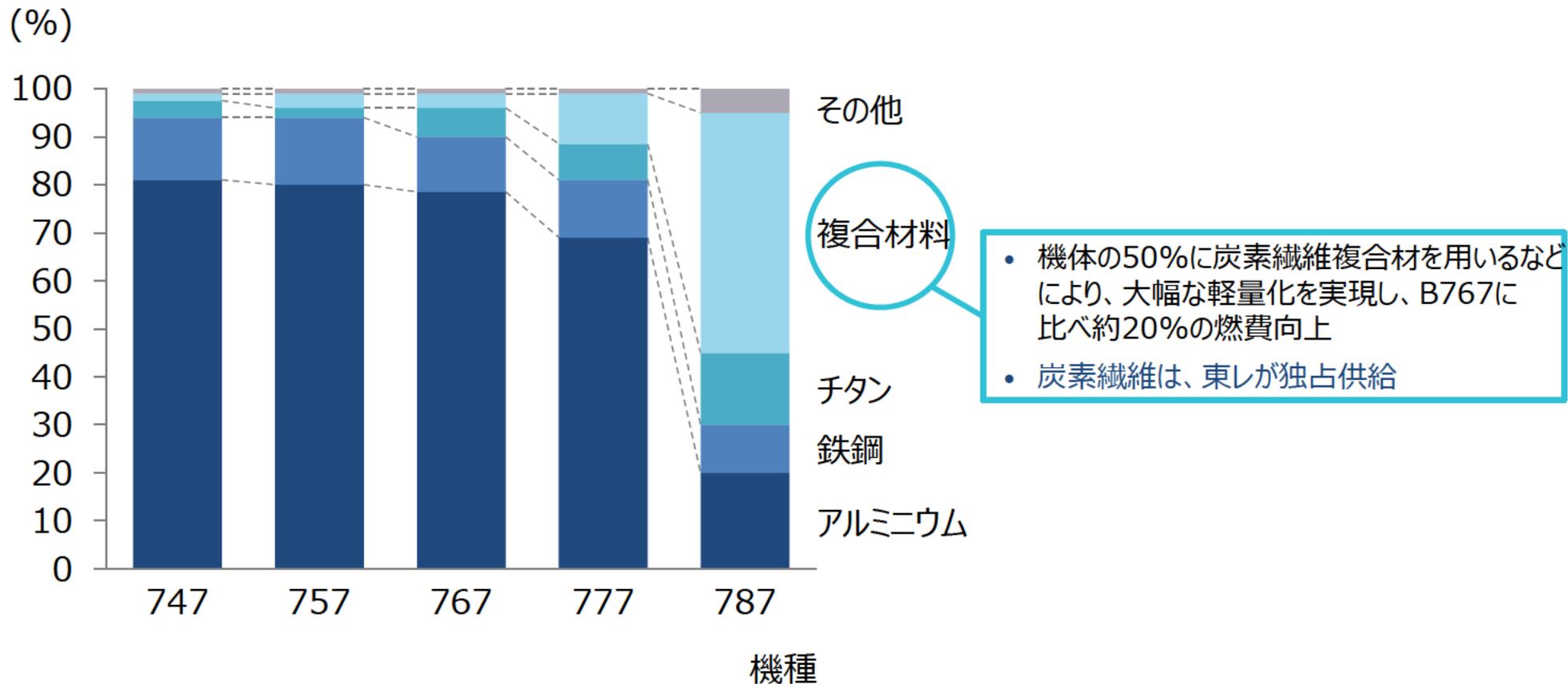




参考) 複合材料の使用拡大

- 複合材料の使用が拡大。素材とともに、工作機械にも新たな性能が求められる

ボーイングの航空機における構造材の変遷

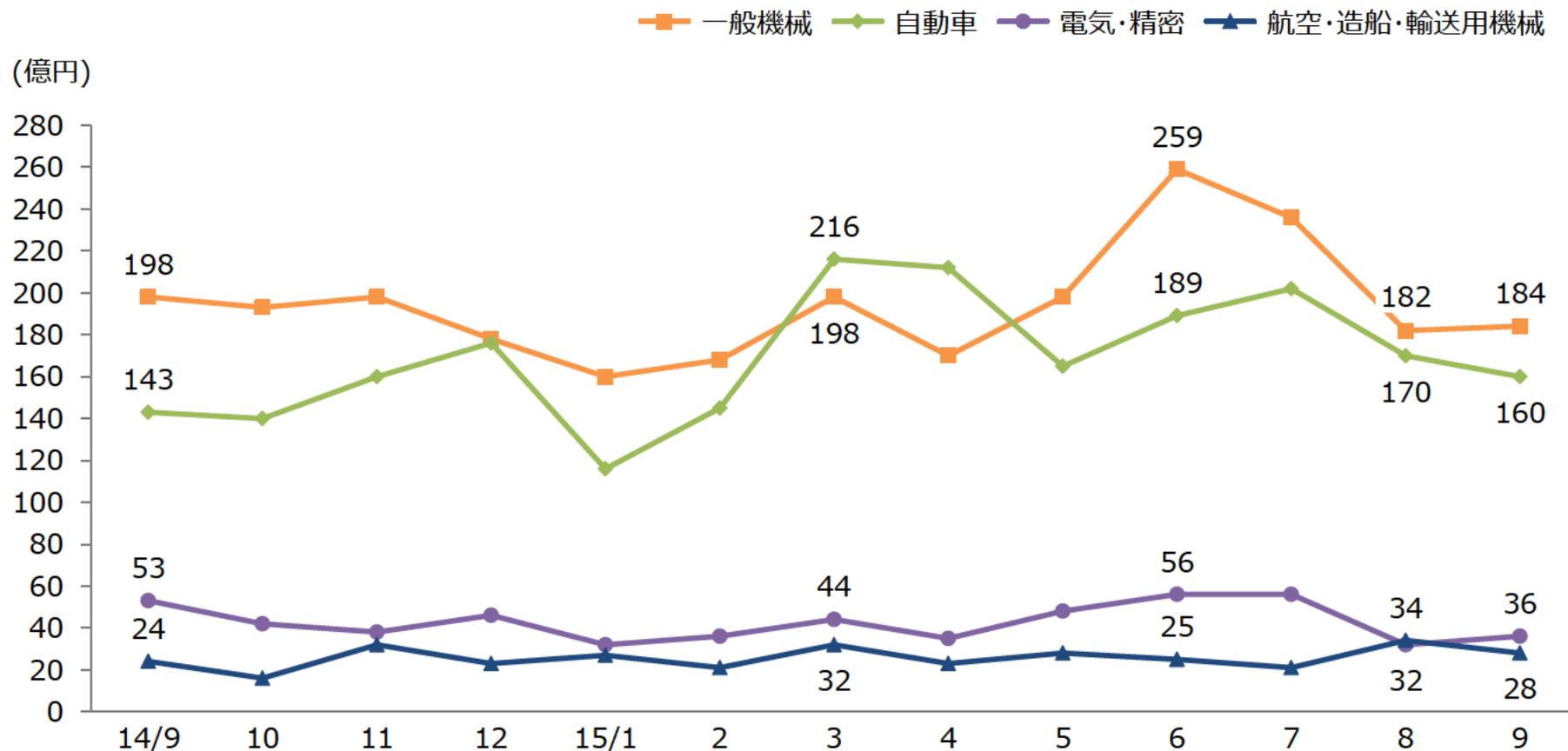


参考) 工作機械の受注比率



- 工作機械メーカーは、自動車産業向けの兼業（売上構成の1～2割が航空）が多い

工作機械の業種別受注額推移



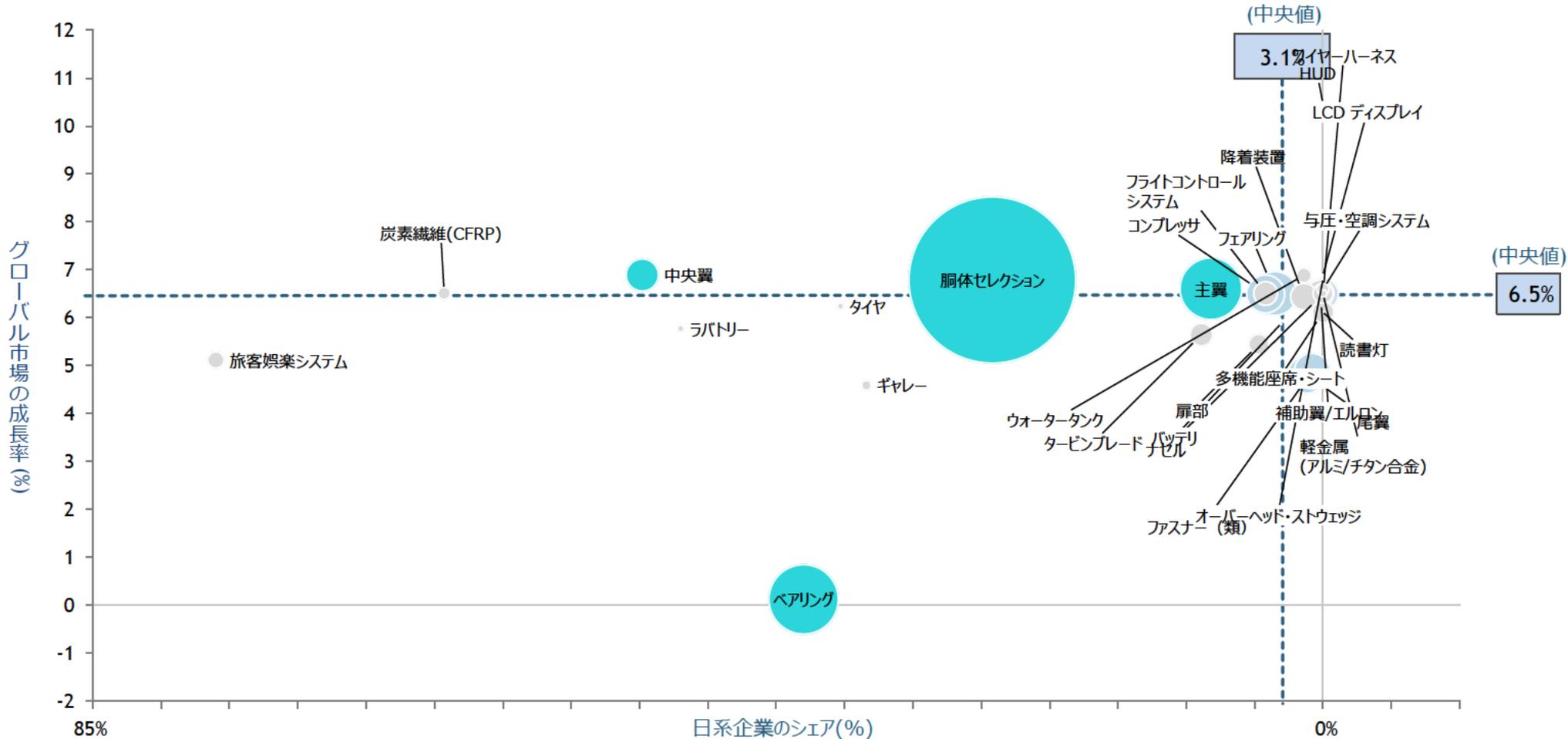
② 価値創出のメカニズム

- 1 日系航空機メーカーは、エンジン・機体のTier1を中心に事業を展開
- 2 足元の市場規模・日系企業シェアからは、胴体・主翼等の機体構造部品が重要
- 3 コロナ禍による受注機数の落ち込みの中、脱炭素化のトレンドも継続
- 4 脱炭素化に向けた非連続な技術革新で、2035年を境に、従来市場になかった新たな部品が実用化
- 5 電動化のコアになる3 推進系アイテム市場（バッテリー/モーター/インバータ）を、成長アイテムとして選定



航空機部品プロダクトPPM分析（既存プロダクト）

- 規模が大きな部品のうち、日系企業は、胴体等でプレゼンスを確保



注：成長率（縦軸）は、2015-32年の予想成長率。日系企業シェア（横軸）は2017年実績値

出所：「航空宇宙関連市場の現状と将来展望 2016」(富士経済); 「平成30年度 日系企業のモノ、サービス及びソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集」(NEDO)



参考) 各KPI上位アイテム

- 市場規模トップ10のうち日系企業のシェアが高いものは、胴体、ベアリング、主翼等

順位	市場規模	成長率	日系企業シェア
1位	胴体セクション	HUD	旅客娯楽システム
2位	ベアリング	中央翼	炭素繊維(CFRP)
3位	主翼	LCD ディスプレイ	中央翼
4位	フェアリング	ウォータータンク	ラバトリー
5位	コンプレッサ	オーバーヘッド・ストウェッジ	ベアリング
6位	尾翼	胴体セクション	タイヤ
7位	ファスナー (類)	主翼	ギャレー
8位	中央翼	与圧・空調システム	胴体セクション
9位	ナセル	炭素繊維(CFRP)	タービンブレード
10位	補助翼/エルロン	軽金属 (アルミ/チタン合金)	主翼

■ 市場規模・日系シェアが大きい装置
 ■ 市場規模は大きいが日系シェアが小さい装置

③ 産業内外の
トレンド

- 1 日系航空機メーカーは、エンジン・機体のTier1を中心に事業を展開
- 2 足元の市場規模・日系企業シェアからは、胴体・主翼等の機体構造部品が重要
- 3 コロナ禍による受注機数の落ち込みの中、脱炭素化のトレンドも継続
- 4 脱炭素化に向けた非連続な技術革新で、2035年を境に、従来市場になかった新たな部品が実用化
- 5 電動化のコアになる3 推進系アイテム市場（バッテリー/モーター/インバータ）を、成長アイテムとして選定



● 技術トレンド

● 電動化、コネクティビティ、自動運転等の技術革新が進展



電動化

スタートアップや独立企業により、小型機やUAT向けの電動航空機が100近く開発されている

タイムライン：
UAT向けには5-10年、大型商用機向けには少なくとも20年以上先

排出量の削減、ノイズの軽減、価格の低下、安全性の向上

主な課題：バッテリーの大きさ/電力密度



新素材

機体構造の総重量に占める複合材割合が増加 (737: ~4%, A350: ~50%)

新たな素材技術（熱可塑性樹脂、樹脂注入プロセス）も存在するものの、シェアは停滞の見込み：

- 想定よりも、金属と比較してコストと重量抑制が低い（新合金、機械加工、成形技術）
- 金属レジスト（新合金、機械加工、成形技術）
- FML¹ は金属と複合材を組み合わせる



コネクティビティ

新世代航空機（350や787）は古いモデルの50倍のデータを生成

コネクティビティによる多数の影響：

- 飛行操作（飛行中の燃料消費量の管理、飛行計画の調整等）
- メンテナンスの最適化（予防保全）



自動飛行

「3人のパイロットから2人のパイロットに移行するのに20年以上かかった。パイロットを1人にするのにも同等の時間がかかるだろう。ましてやパイロットなしでの飛行は遠い道のりだろう」（エキスパート）

タイムライン

- 今日：高度なアビオニクス
- 2025-2035：単一パイロット運用（SPO）
- ~2050：パイロットレス航空機



アーバン・エア・モビリティ (UAM)

eVTOL技術は今後10年間で実現可能になる（電動化、自律化等）

技術的ではない側面で多くの課題解決が必要：

- 安全性・規制
- 認証
- ノイズ許容
- 都市交通管理（UTM）
- インフラ
- 製造：A&D業界は開発途上（量産）

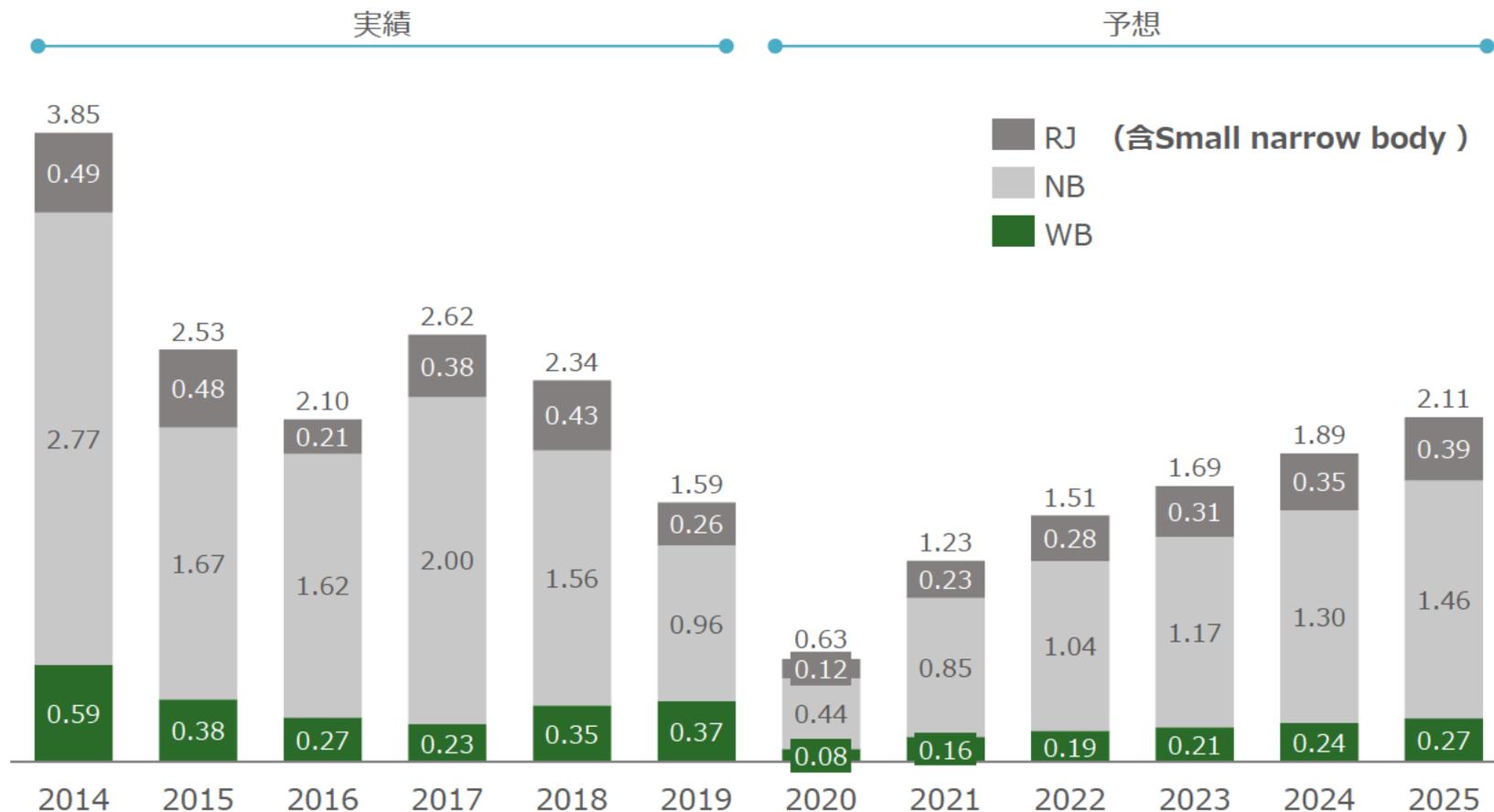
*1:Fibre metal laminates



政治・経済トレンド – 機種別オーダー数の予測

- コロナ禍による受注減は、短距離向けのリージョナルジェットから回復する見込み

世界の機種別受注機数の推移（千機）





● 政治・経済トレンド – 脱炭素化の圧力 (1/2)

● ICAOイニシアティブ "CORSA¹⁾" が、航空業界の脱炭素化について自主規制を規定

CORSIA の3ターゲット

短期



2009-2020年で毎年1.5% 効率向上



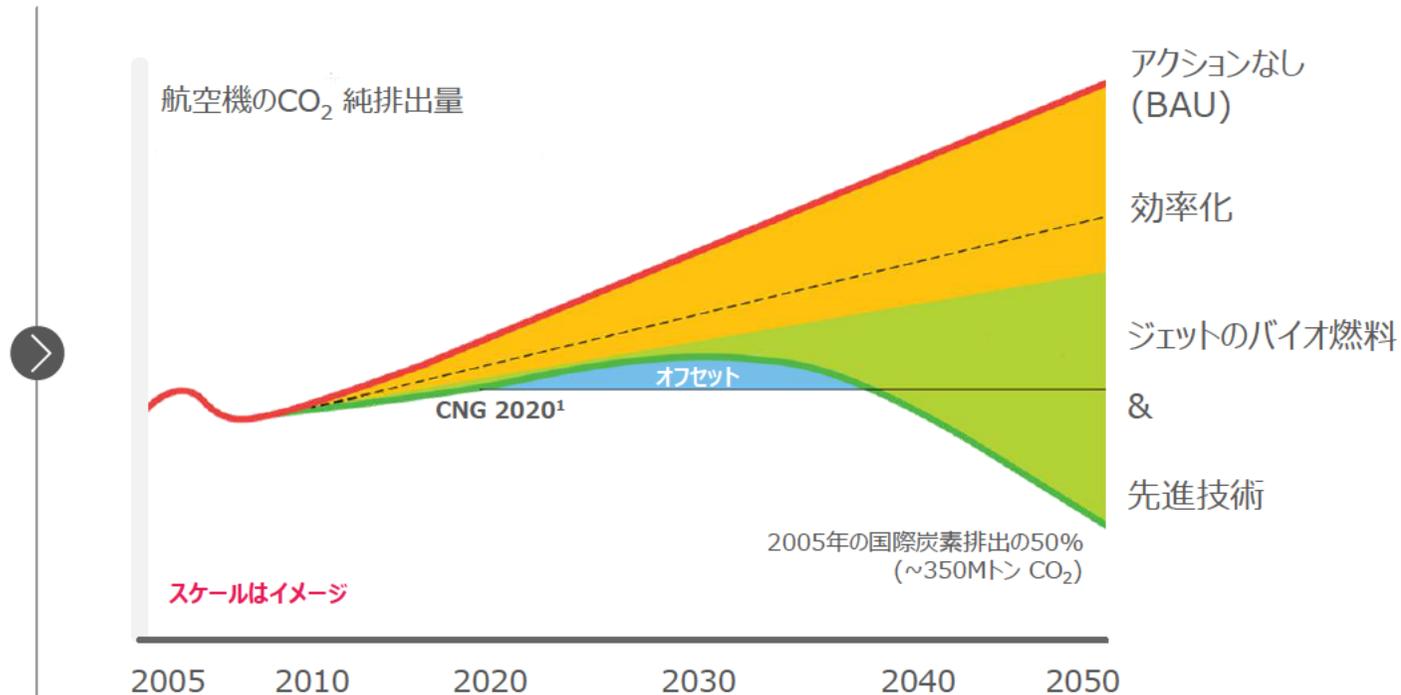
2020年以降、カーボンニュートラルな成長

長期



2050年までに、2005年時点と比較して50%のCO₂ 純排出量

ロードマップ (イメージ)



1. CORSIA: Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation。CO₂排出量の増加を伴わない国際航空の成長スキームとして、2016年のICAO（国際民間航空機関）総会で採択。2021～26年は参加国の自発的な参加をベースに、2027根に甲は一部途上国を除きすべての国にカーボンオフセットが義務付けられる。

出所：CORSIA 2050 target, 50% reduction in net emissions from 2005 levels (~300 Mt CO₂) Source: CORSIA; ICAO; IATA



● 政治・経済トレンド – 脱炭素化の圧力 (2/2)

- 脱炭素化推進のためには、機体の軽量化・推進系の電化がコアとなる

1 | コア対策
新たな機体技術の導入によって効率性に影響を与える



プラットフォーム
(航空力学と軽量化)



推進系の革新

2 | エコシステム対策
機体技術を維持したまま、飛行を効率化



燃料



航空交通と
フライト管理



オフセット

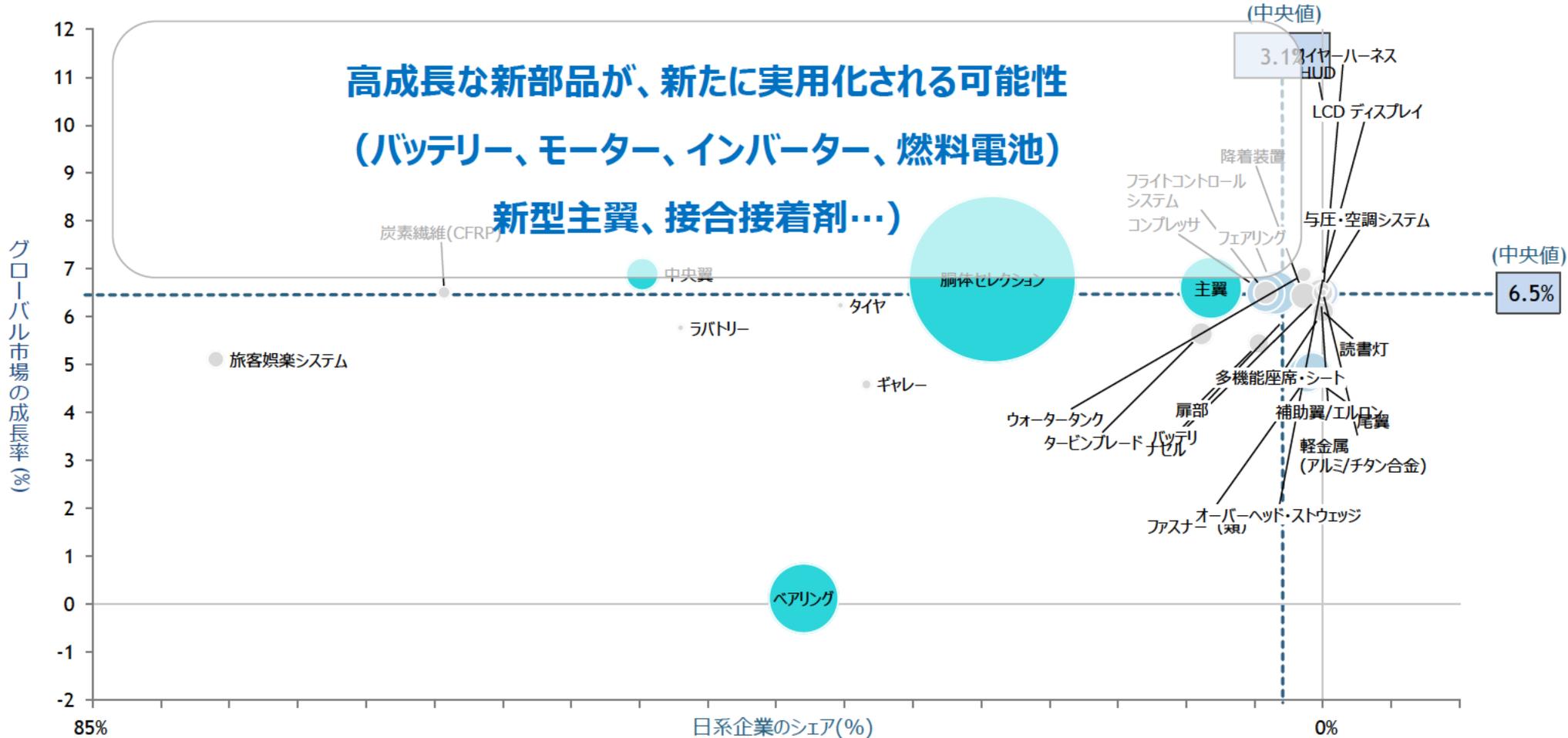
純排出量への
インパクトのみ

④ 市場の変化

- 1** 日系航空機メーカーは、エンジン・機体のTier1を中心に事業を展開
- 2** 足元の市場規模・日系企業シェアからは、胴体・主翼等の機体構造部品が重要
- 3** コロナ禍による受注機数の落ち込みの中、脱炭素化のトレンドも継続
- 4** 脱炭素化に向けた非連続な技術革新で、2035年を境に、従来市場になかった新たな部品が実用化
- 5** 電動化のコアになる3推進系アイテム市場（バッテリー/モーター/インバータ）を、成長アイテムとして選定

航空機部品プロダクトPPM分析（新規プロダクトの追加（イメージ））

- 非連続な技術革新により、2035年を境に、従来市場になかった新たな部品が実用化

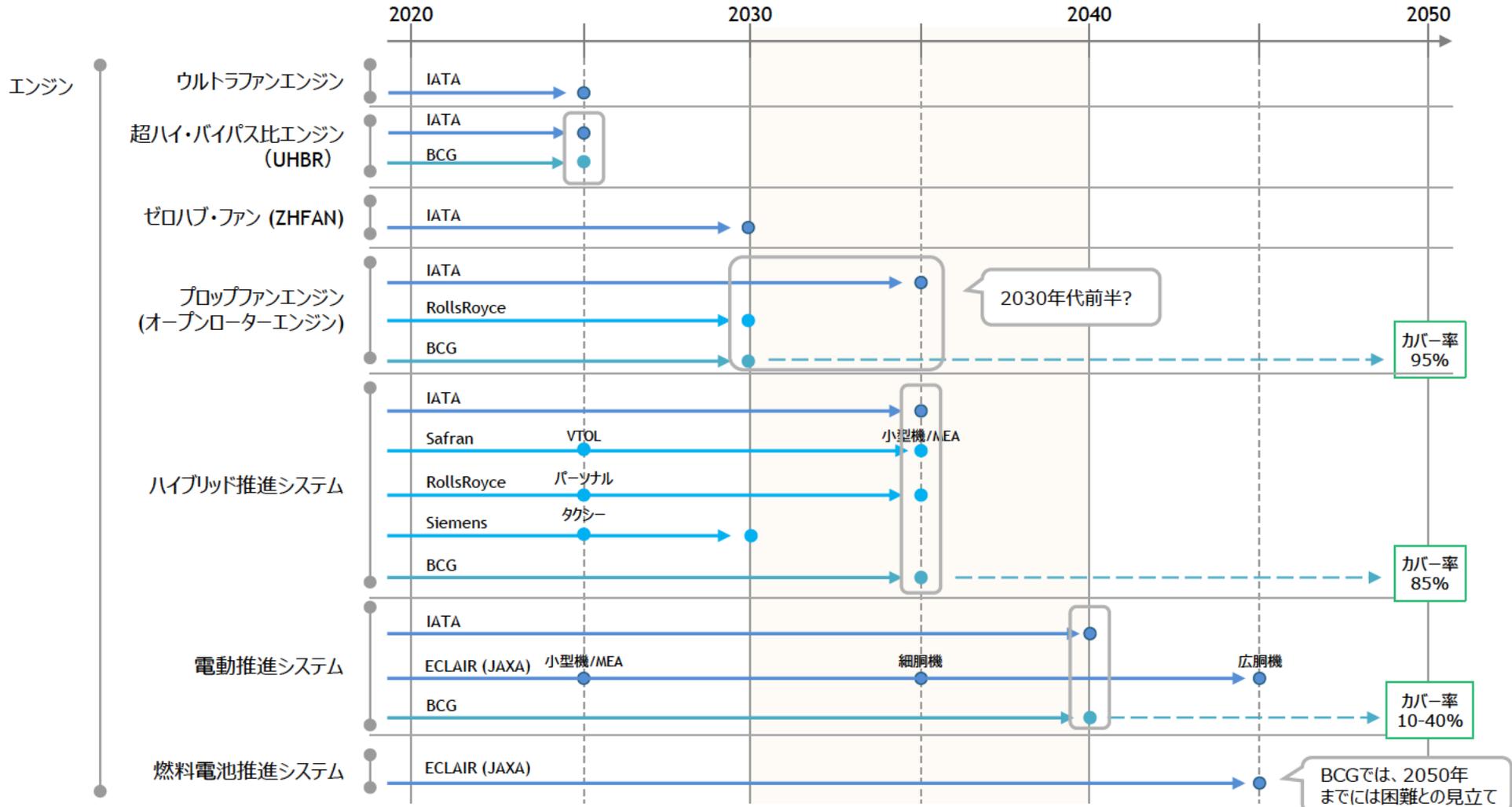


注：成長率（縦軸）は、2015-32年の予想成長率。日系企業シェア（横軸）は2017年実績値

出所：「航空宇宙関連市場の現状と将来展望 2016」(富士経済)；「平成30年度 日系企業のモノ、サービス及びソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集」(NEDO)

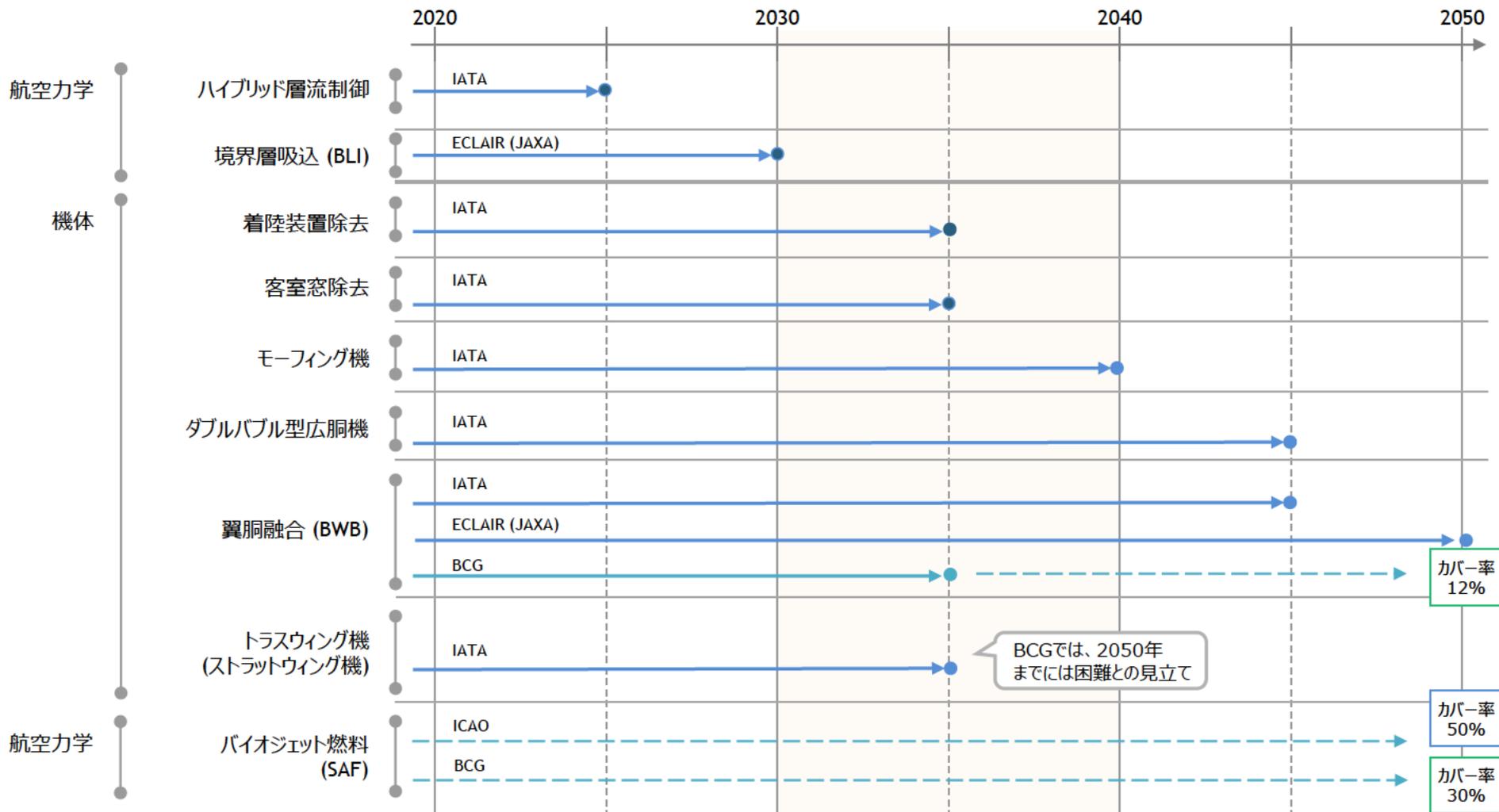
要素技術ロードマップ (1/2)

- エンジンでは、2035年前後の電動化が大きな節目となる



要素技術ロードマップ° (2/2)

- 2035年以降、燃料効率向上のために機体構造や使用燃料が大きく変わる見込み



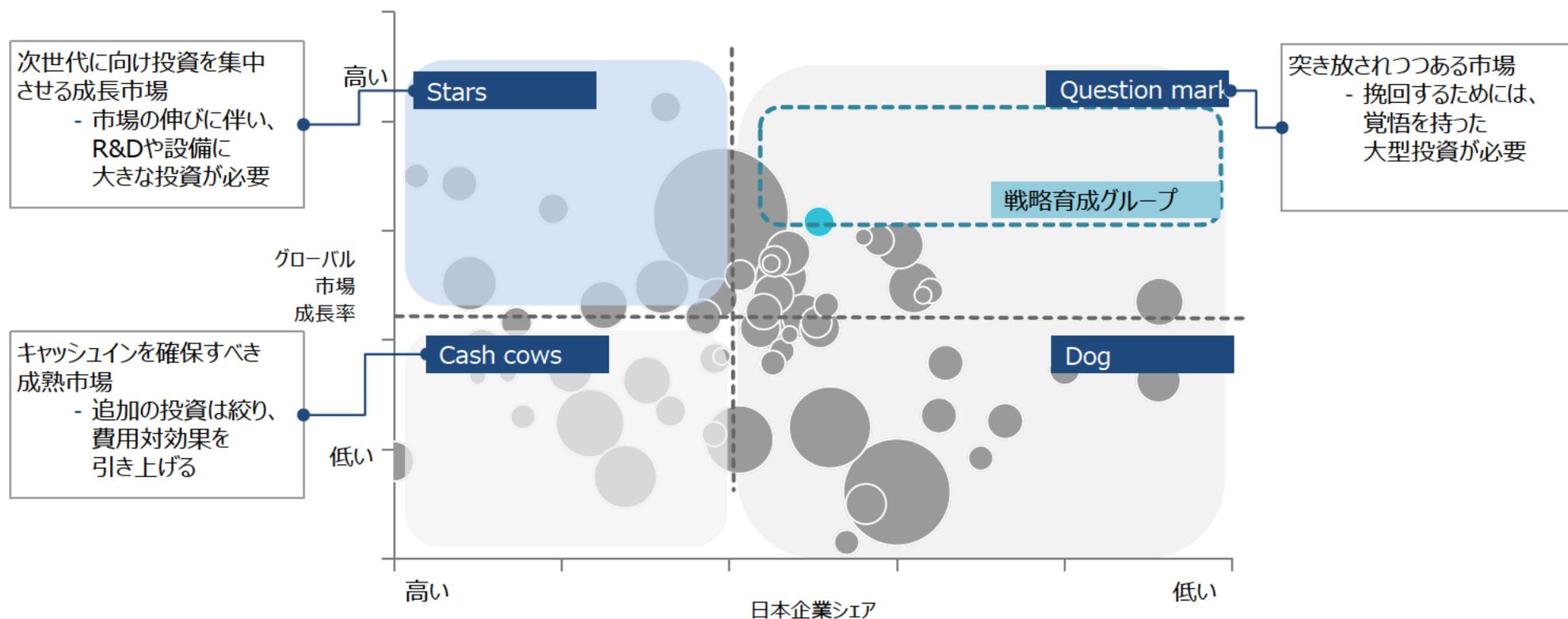
- 1** 日系航空機メーカーは、エンジン・機体のTier1を中心に事業を展開
- 2** 足元の市場規模・日系企業シェアからは、胴体・主翼等の機体構造部品が重要
- 3** コロナ禍による受注機数の落ち込みの中、脱炭素化のトレンドも継続
- 4** 脱炭素化に向けた非連続な技術革新で、2035年を境に、従来市場になかった新たな部品が実用化
- 5** 電動化のコアになる3 推進系アイテム市場（バッテリー/モーター/インバータ）を、成長アイテムとして選定

5 成長アイテム

プロダクトPPMからの示唆

- 「Star」に該当する機体構造系アイテムを成長アイテムとするのが、本来の考え方
- 一方で、機体構造系アイテムは、自律的に順当に成長するものと予想される

ターゲットとすべき産業グループ



自動車業界からの示唆

- 新たに市場に投入される推進系アイテムは、どの国がシェアを取るか予断を許さない状況

EVのモーター / インバーター

- モジュール化による「電動アクスル」にいち早く対応した日本電産が、シェアを拡大

Nidec

EVのバッテリー

- 低コスト化で先行する中国CATLが、各国で大きなシェアを拡大

CATL



航空機の電動化でも、構造変化を見越した戦略的準備が必要

バッテリー・モーター・インバーター

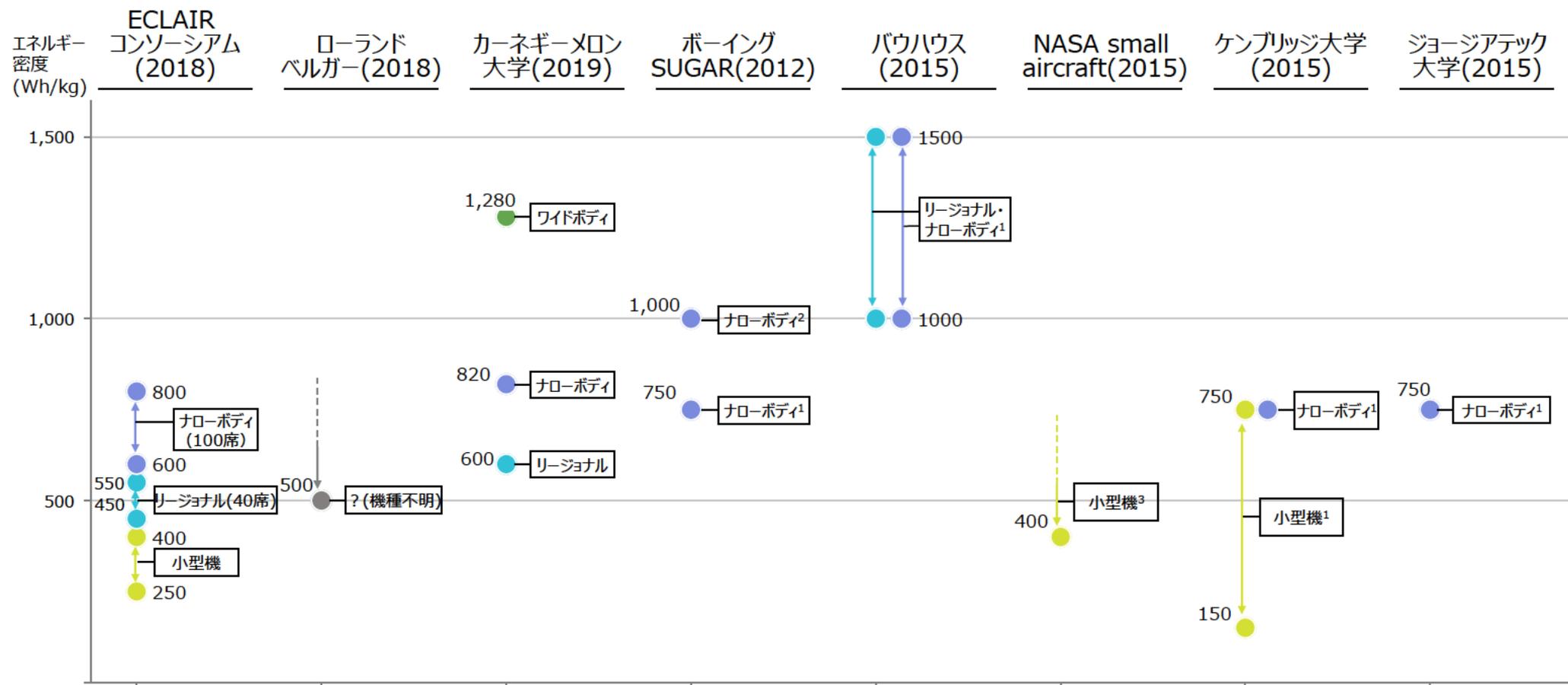
6 競争力の源泉

- 6 バッテリーで500Wh/kg、モーター・インバーターで10kW/kgが、リージョナル機電動化の目安
- 7 上記水準を目指して開発を続けるとともに、企業内に開発体力を蓄えるための事業再編が有効



● バッテリーエネルギー密度（ハイブリッド/ターボ）と機体サイズ

● 事業者・研究機関により推計には幅がある。リージョナル機で500Wh/kgがひとつの目安

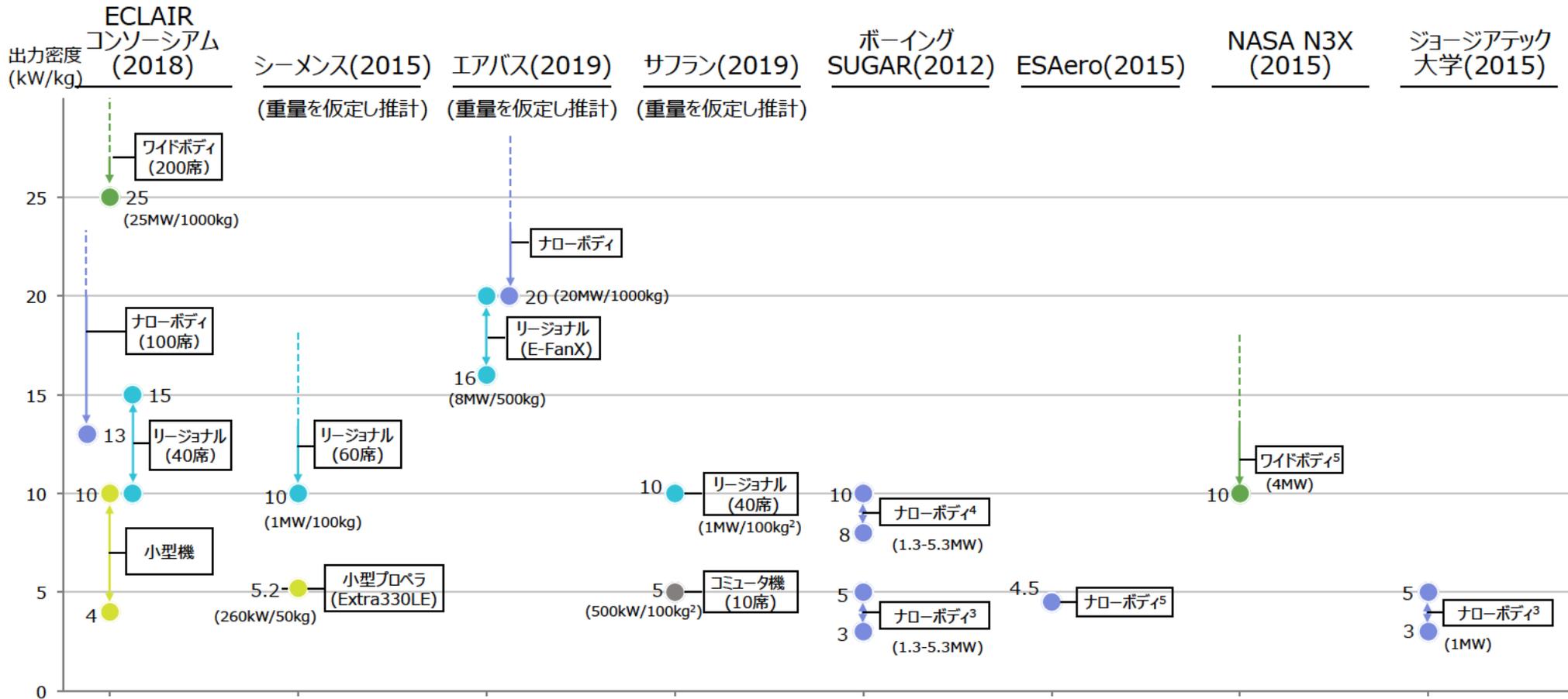


注) 各事業者・研究機関が公表する、「各機種（機体サイズ）の電動化に必要なバッテリーのエネルギー密度の水準（推定値・目標値）」を記載
 1：パラレルハイブリッド式；2：パラレルハイブリッド式（燃料電池、超電導、極低温燃料、BLI、プロップファン）；3：全電動航空機
 出所：各機関公表資料（別紙参照）



● モータ/インバータ出力密度（ハイブリッド/ターボ）と機体サイズ

● 推計により幅があるものの、リージョナル機で10kW/kgがひとつの目安



注) 各事業者・研究機関が公表する、「各機種（機体サイズ）の電動化に必要なモータ/インバータの出力密度の水準（推定値・目標値）」を記載

1：機体重量は、ジョージアテックデータの数値から推測；2：シーメンス記載の機体重量から推測；3：パラレルハイブリッド式；

4：パラレルハイブリッド式（燃料電池、超電導、極低温燃料、BLI、プロップファン）；5：ターボエレクトリック方式

出所：各機関公表資料（別紙参照）



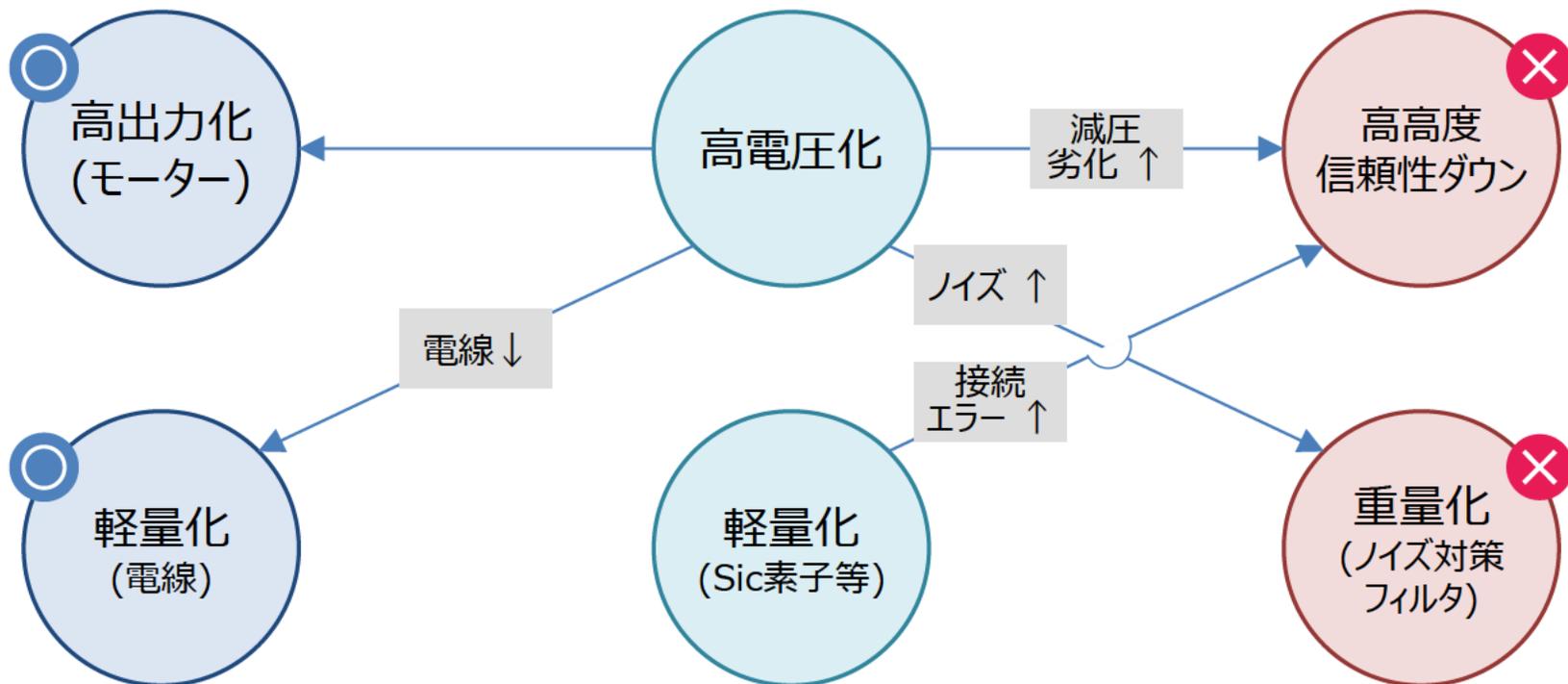
インバータの機能改善

- インバータの高電圧化に伴うトレードオフの解消が鍵

出力密度の改善

インバータ高機能化

副次的な問題



バッテリー・モーター・インバーター

6 バッテリーで500Wh/kg、モーター・インバーターで10kW/kgが、リージョナル機電動化の目安

7 上記水準を目指して開発を続けるとともに、企業内に開発体力を蓄えるための事業再編が有効



● 技術

- 代替技術がある分野では、取引先ニーズの把握を重視
- 完成品メーカーとの共同研究で、方向性・時間軸の「ズレ」を回避

- ボーイングとの間で、将来航空機に必要な技術について日本企業との協力を加速中。同社と経産省の間で覚書を締結、電動化・次世代複合材等に関して日本企業とのマッチングや共同技術開発を支援。
- 仏政府との間では、エアバス及びサフラン（装備品(機能部品・システム等))の大手Tier 1)と日本企業の協力促進のための覚書を締結。装備品の新規参入を目指し、マッチングや共同技術開発を支援。

◆ ボーイング社

- 2019年1月、経済産業省とボーイング社は「電動化」「低コスト高レートな複合材」「製造自動化」における協力強化に合意。
- 2019年7月、複合材・電動航空機関連技術ワークショップを開催（日本企業約20社約80人が参加）



経済産業省とボーイングの
協力強化合意の様子(2019.1)



電動航空機関連技術
ワークショップの様子(2019.7)

◆ エアバス社

- 2017年3月、経済産業省と仏航空総局は、日本企業とエアバス社のビジネス拡大を目指し、協力覚書に署名。
- 2019年9月、日本企業とエアバス社の第4回ワークショップを開催。

◆ サフラン社

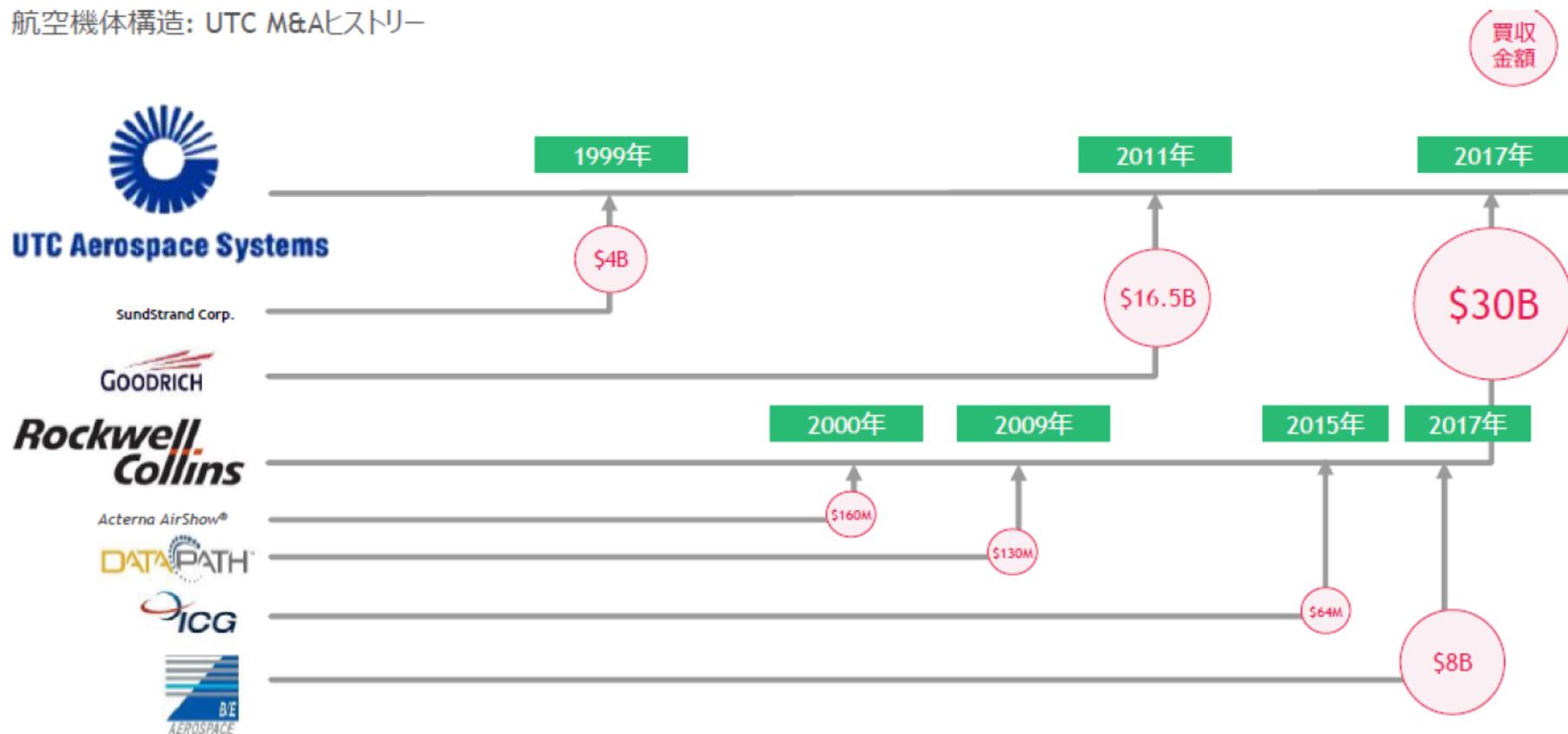
- 2019年6月、経済産業省と仏航空総局は、日本企業とサフラン社のビジネス拡大を目指し、協力覚書に署名。
- 2019年9月、日本企業とサフラン社の第1回ワークショップを開催。



● メガサプライヤーの誕生

- コスト競争力の確保のため、Tier1の統合で巨大な「メガサプライヤー」が出現

航空機体構造: UTC M&Aヒストリー





● メガサプライヤーの誕生

- コスト競争力の確保のため、Tier1の統合で巨大な「メガサプライヤー」が出現

航空機エンジン: Safran M&Aヒストリー

