

※個別企業の情報を扱っているページ等一部スライドについて非公開

# 製造業を巡る現状と課題 今後の政策の方向性

2023年5月

製造産業局

# 1. 製造業を巡る現状

① 現状認識

② 直面する課題

## 2. 製造業DXに向けた政策の方向性

① 製造業におけるDXとビジネスモデルの変化

② 日本の製造業の目指すべき方向性

## 3. Hard-to-abate産業におけるGXの方向性

① カーボンニュートラルの潮流と課題

② 政策の方向性

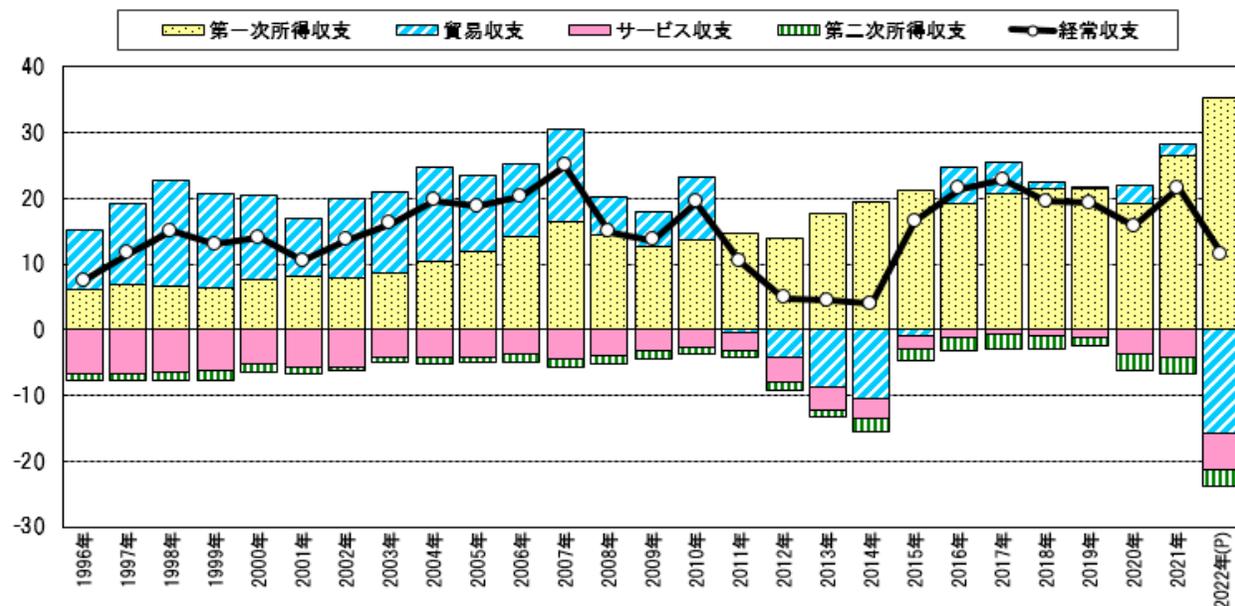
## 4. 経済安全保障を巡る国際情勢と政策の方向性

# マクロ経済の状況

- 2022年は15.7兆円の貿易赤字を記録（比較可能な1996年以降で過去最大）。一方、第1次所得収支は35.3兆円で比較可能な1985年以降で過去最大に。
- 「貿易立国・日本」の姿はもはやなく、海外からの投資収益が経常収支を支えている状況の中、改めて、我が国製造業の「稼ぐ力」の実態を捉え直すことが必要ではないか。
- また、海外現地生産の増加が「空洞化」を招いているとの定説についても検証が必要ではないか。

(単位:兆円)

経常収支の推移



(備考)Pは速報値をあらわす。

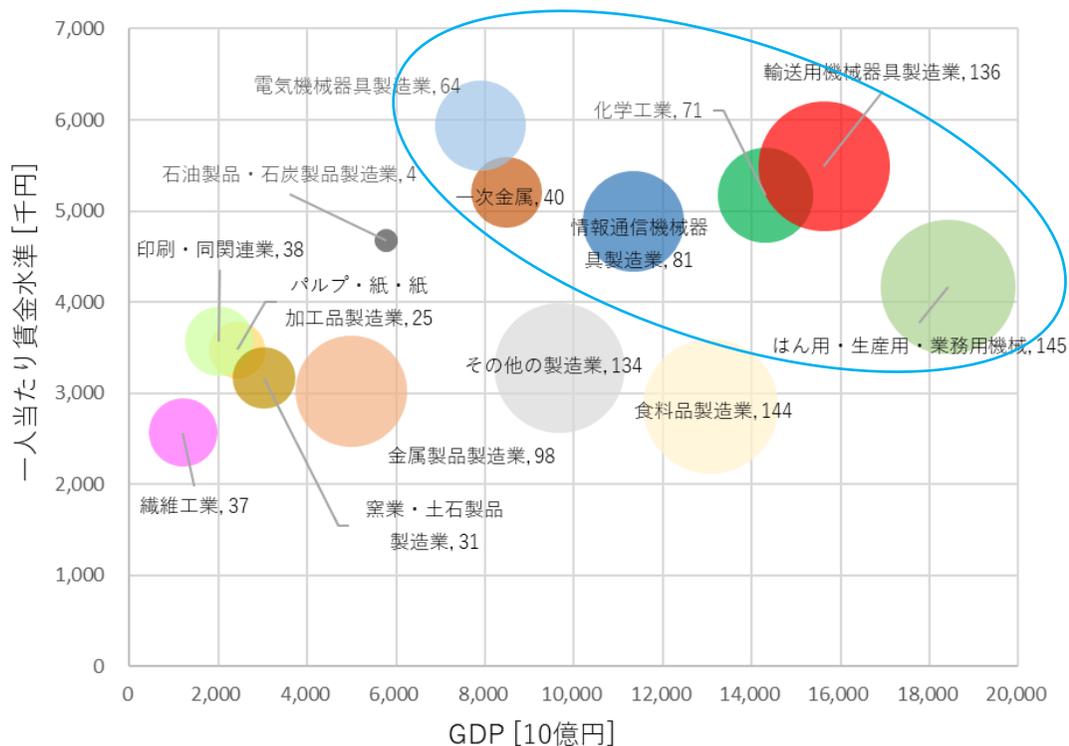
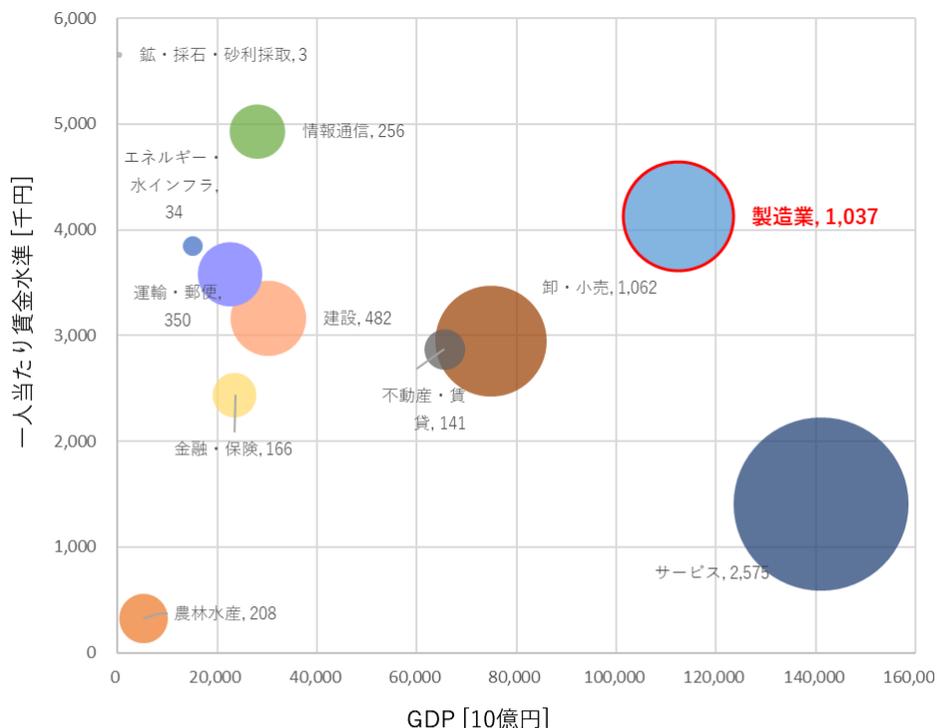
【財務省国際局為替市場課】

国際収支：前年から経常黒字半減 貿易立国・日本、どこへ 貿易赤字15兆円、過去最大（2023/2/9 毎日新聞）

- 日本はかつて、海外から安い原材料を輸入し、付加価値をつけた製品として輸出。貿易黒字が当たり前で、それが経常黒字国としての地位を確立していった。ただ、90年代以降は国際的な物流ネットワークの拡大や現地生産の増加で輸出が伸び悩んだ。
- 統計から透けて見える日本の空洞化をどう防いでいくか。世界経済に不透明感が漂う中で政府の本気度が問われている。

# 我が国産業全体の中での製造業の重要性

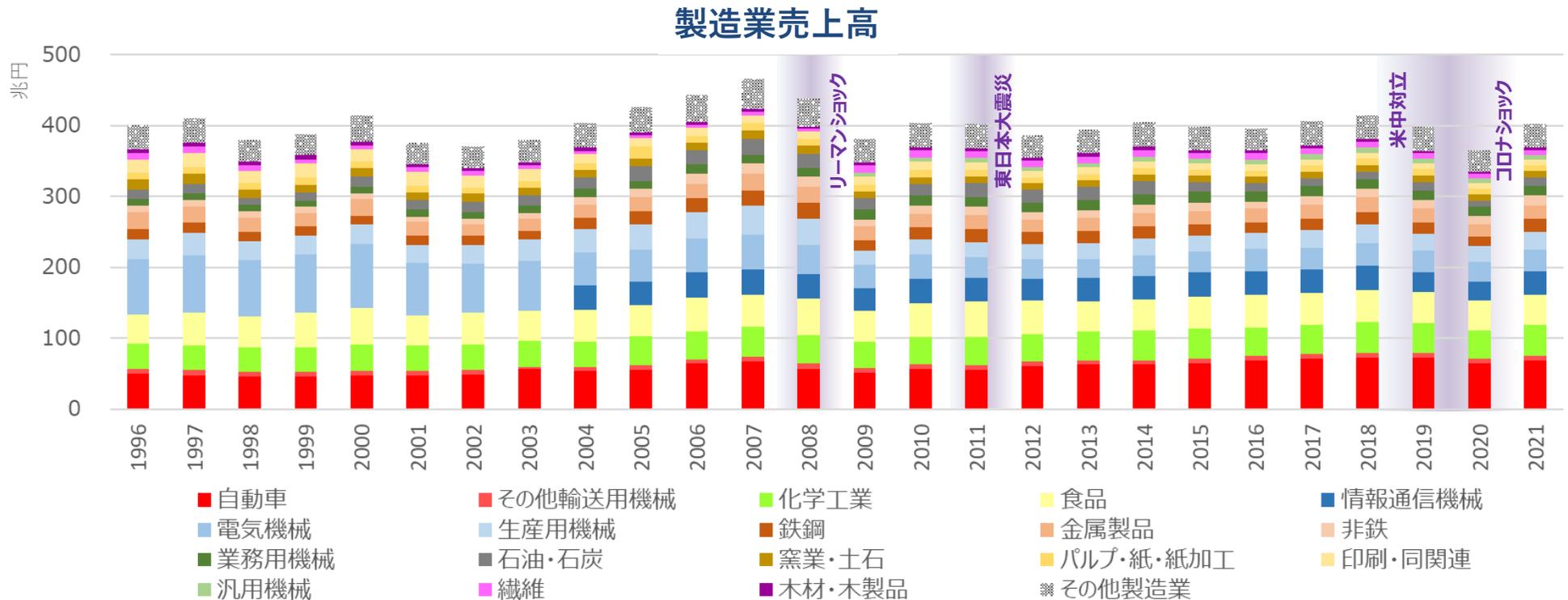
- 製造業の平均賃金水準は全産業の中でも高く、雇用規模が非常に大きい。
- 製造業の中では、輸送用機械、化学、生産用等機械、情報通信機械、電気機械、一次金属の賃金レベルが高く、かつ雇用規模が大きい。



- |         |               |             |                 |             |                 |
|---------|---------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
| ● 製造業   | ● 農林水産        | ● 鉱・採石・砂利採取 | ● 食料品製造業        | ● 繊維工業      | ● パルプ・紙・紙加工品製造業 |
| ● 建設    | ● エネルギー・水インフラ | ● 情報通信      | ● 印刷・同関連業       | ● 化学工業      | ● 石油製品・石炭製品製造業  |
| ● 運輸・郵便 | ● 卸・小売        | ● 不動産・賃貸    | ● 窯業・土石製品製造業    | ● 一次金属      | ● 金属製品製造業       |
| ● 金融・保険 | ● サービス        |             | ● はん用・生産用・業務用機械 | ● 電気機械器具製造業 | ● 情報通信機械器具製造業   |
|         |               |             | ● 輸送用機械器具製造業    | ● その他の製造業   |                 |

# 我が国製造業の売上高の変遷

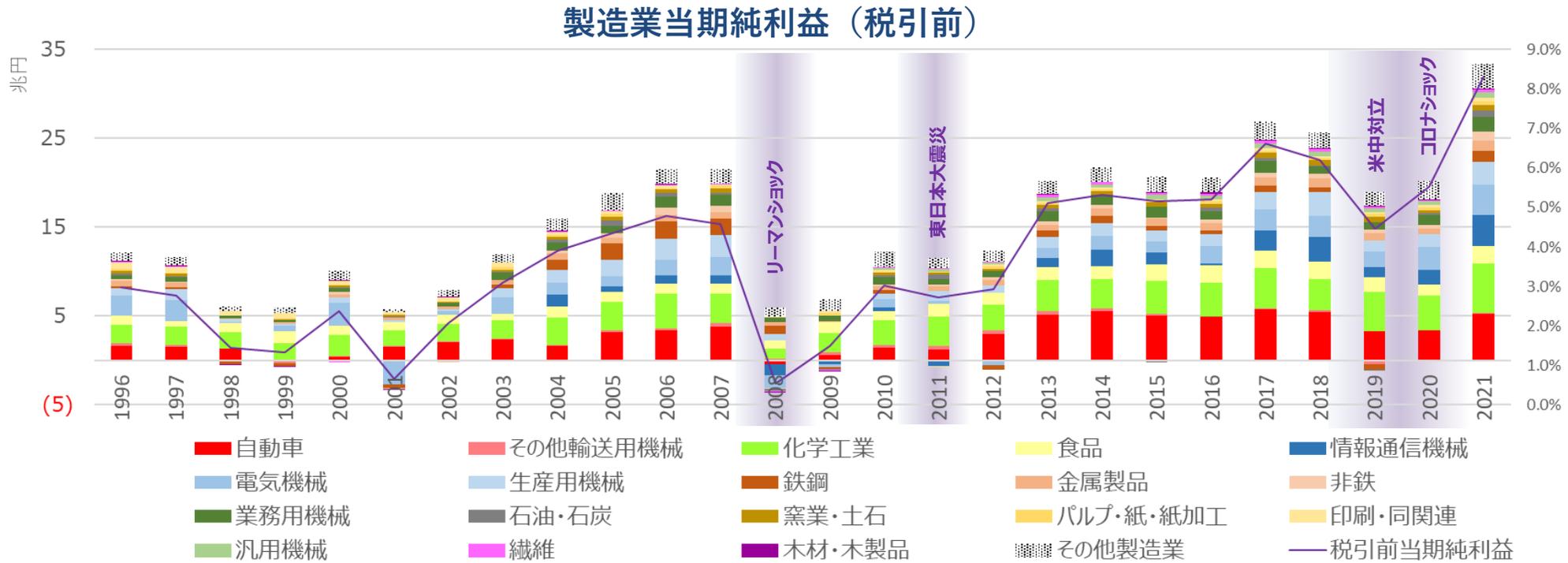
- 過去25年の日本の製造業の売上高は400兆円程度で横ばい。
- 自動車（17%）、化学（11%）、食品（10%）、情報通信機械（8.5%）、電気機械（7.4%）、生産用機械（6.4%）で2/3を占める。



(出所) 法人企業統計から経済産業省作成

# 我が国製造業の純利益の変遷

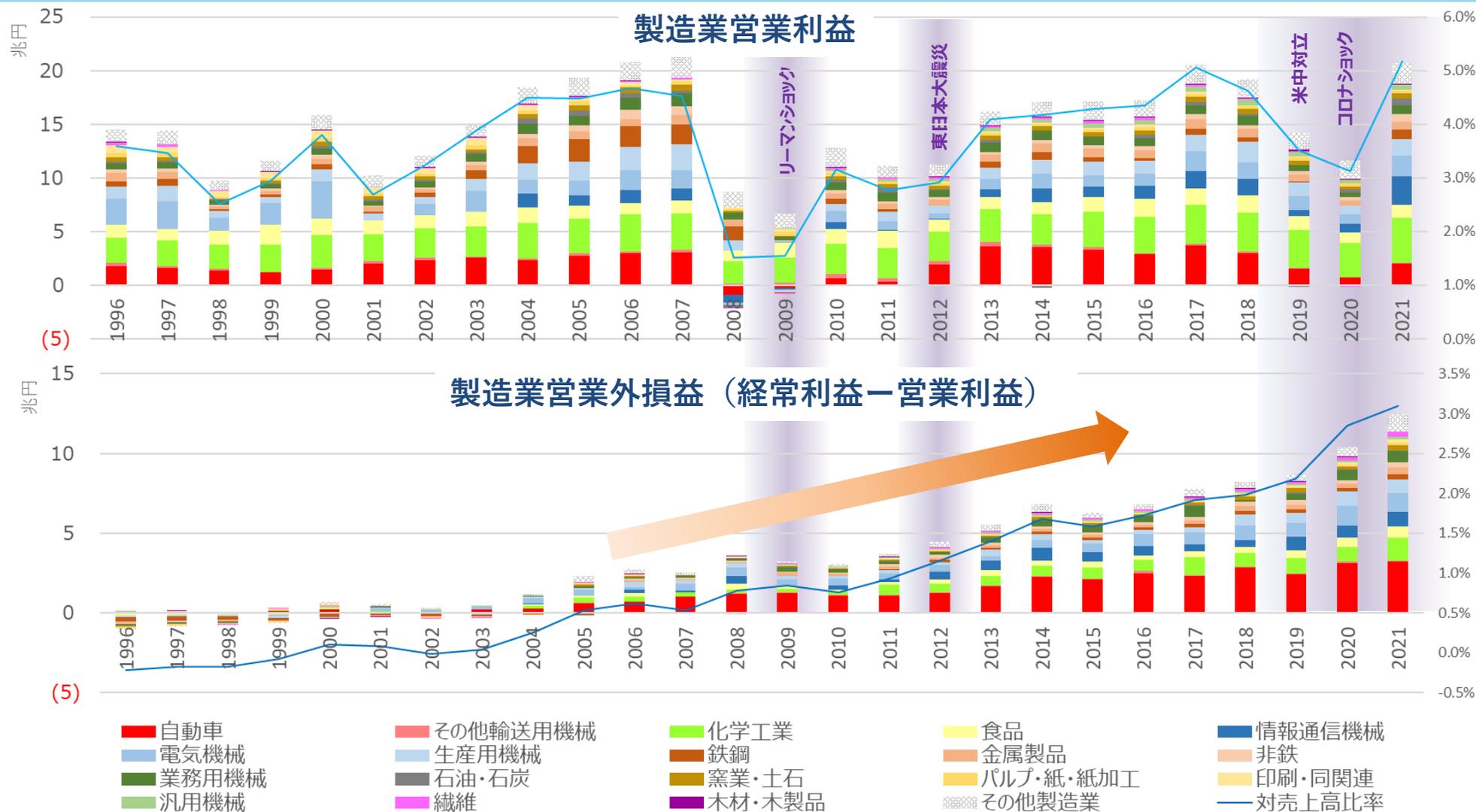
- 純利益はリーマンショックにより大きく減少するも、その後右肩上がりに増加。2014年頃には最高益を更新。その後も最高益更新を継続。売上高純利益率の水準はリーマンショック前後で改善。
- 自動車（16%）、化学（17%）、情報通信機械（11%）、電気機械（10%）、生産機械（8%）が牽引。



（出所）法人企業統計から経済産業省作成

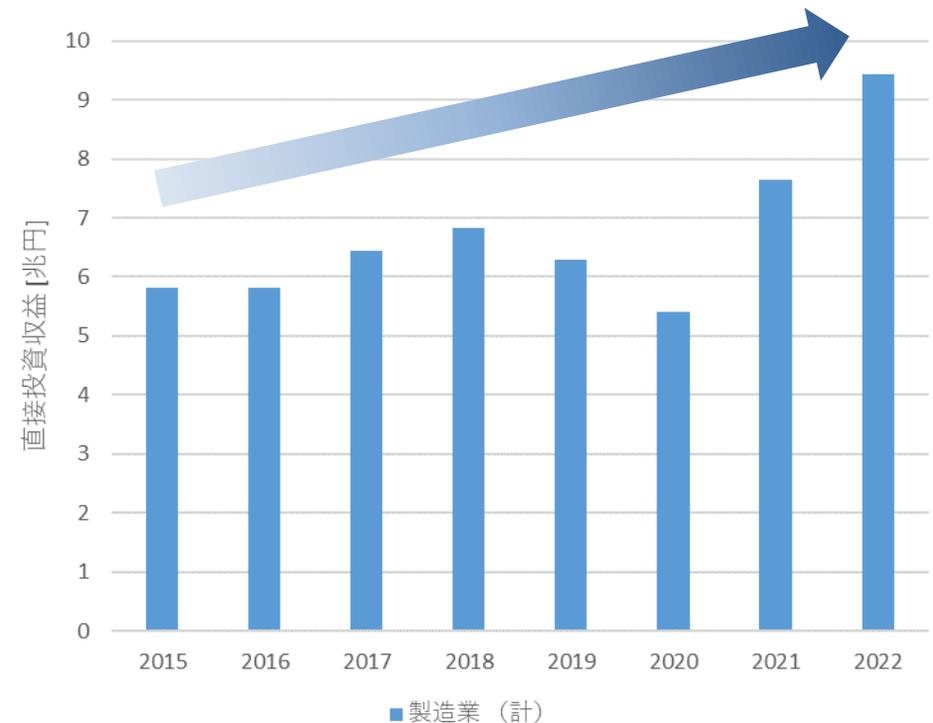
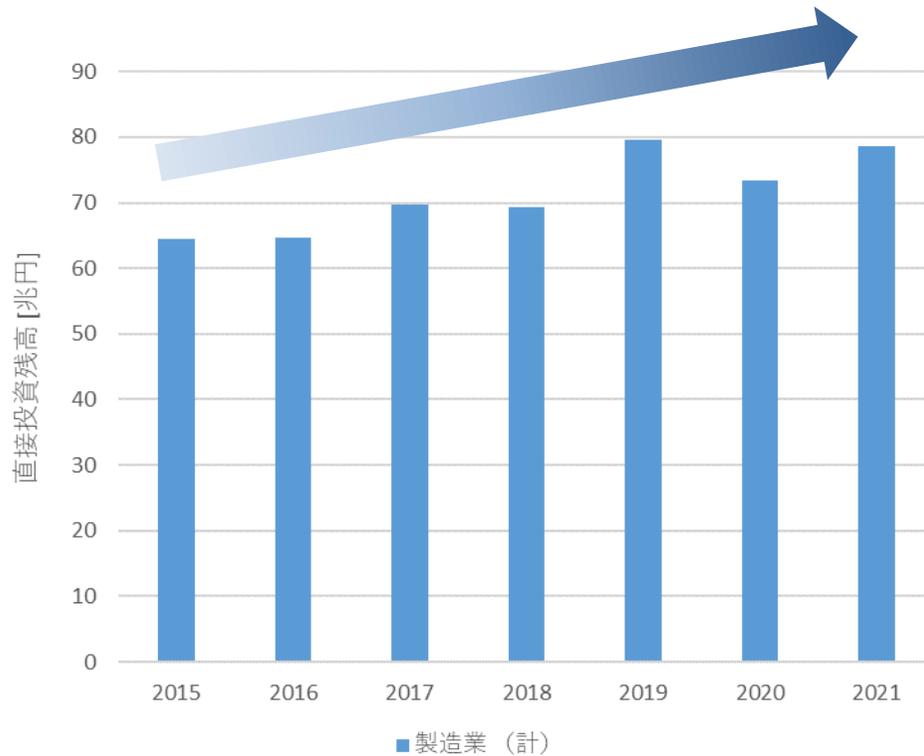
# 我が国製造業の利益の変遷

- 営業利益はリーマンショック前をピークに減少するも、直近では2017年に20.5兆円をマーク。
- 営業外損益は一貫して増加し、コロナも関係なく12.5兆円に（営業利益の6割強）。



# 海外直接投資残高と直接投資収益

- 製造業の海外直接投資残高は、**増加傾向**（2015年65兆円→2021年79兆円）。
- 直接投資収益は2020年にかけて減少に転じるも、**直近2年では過去最高を更新**（2015年5.8兆円→2022年9.4兆円）。
- 直接投資の収益率（直接投資収益÷直接投資残高）は、**10%弱をキープ**。



# 海事調査（海外事業活動基本調査）のサンプルの特性＜説明＞

	法人企業統計	海外事業活動基本調査	カバレッジ
対象	290万社（金融業・保険業 除く製造業・非製造業）	本社 <b>0.7万社</b> （全て現地法人を保有） 現地法人 <b>2.7万社</b>	0.25%
売上高 （2018年度）	製造業 414兆円	製造業本社 <b>224兆円</b> 製造業海外現法 <b>139兆円</b> ※ ※本社からの輸出と現法の売上で一部ダブルカウントあり	<b>54%</b>
経常利益 （2018年度）	製造業 27兆円	製造業本社 <b>13.5兆円</b> ※ 製造業海外現法 <b>6兆円</b> ※売上高（海事）に経常利益率（企業活動基本調査）を乗じることで算出	<b>50%</b>
輸出高 （2018年度）	81兆円 ※貿易統計	<b>78兆円</b>	<b>96%</b>
直接投資収益 （2018年度）	製造業 6.6兆円 ※日銀国際収支関連統計	製造業 <b>5.9兆円</b> ※海外現法からの受取収益	<b>89%</b>

（注）本資料では、2022年12月時点の海事調査のデータを用いている。

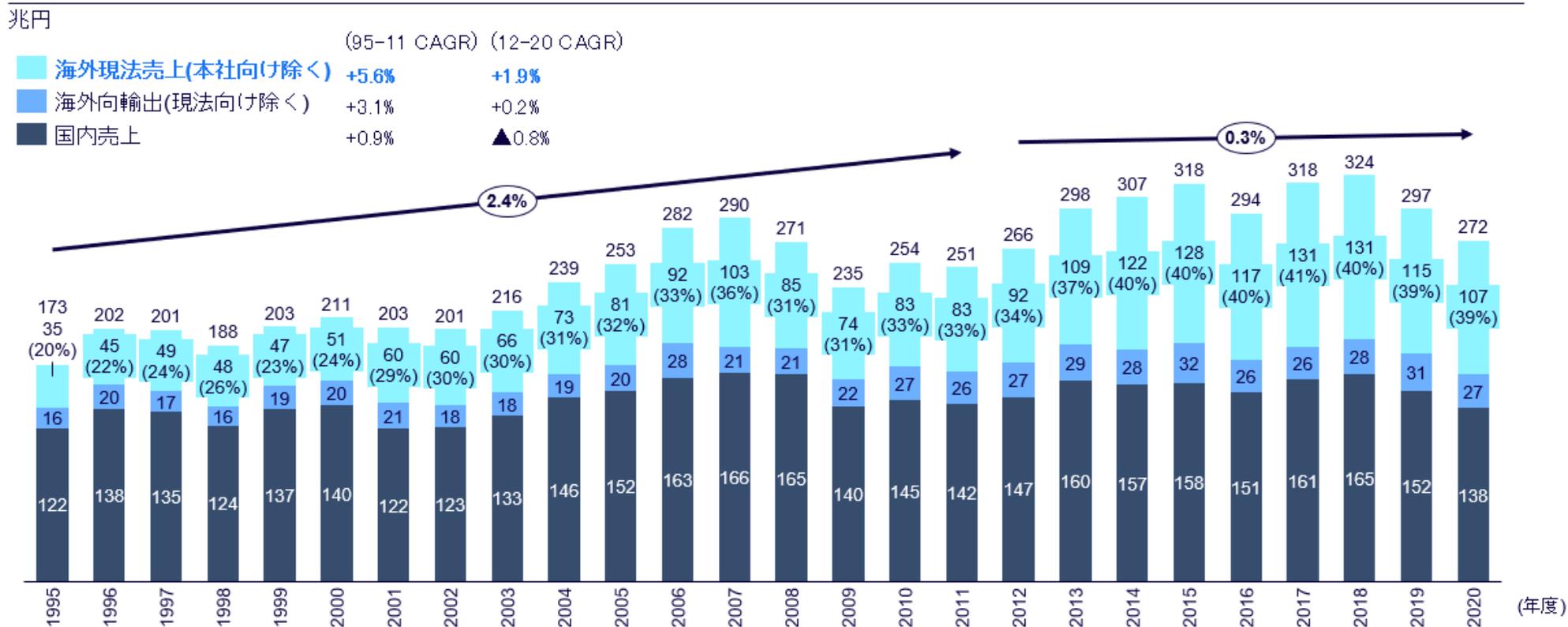
# 日系製造業の国内売上・輸出・海外現法売上

- 日系製造業の売上高(≒連結)は、2012年迄は年率+2.4%で推移し、その後は横ばいに鈍化し約300兆円規模で推移。一貫して、そのけん引役は“海外現法売上”であり、**直近4割超**。

※国内売上（138兆円）は法人企業統計に基づく400兆円の1/3程度、輸出額（27兆円）は貿易統計に基づく85兆円の1/3程度であり、海事のサンプル数との差異によるもの。

※製造業＋情報サービス業

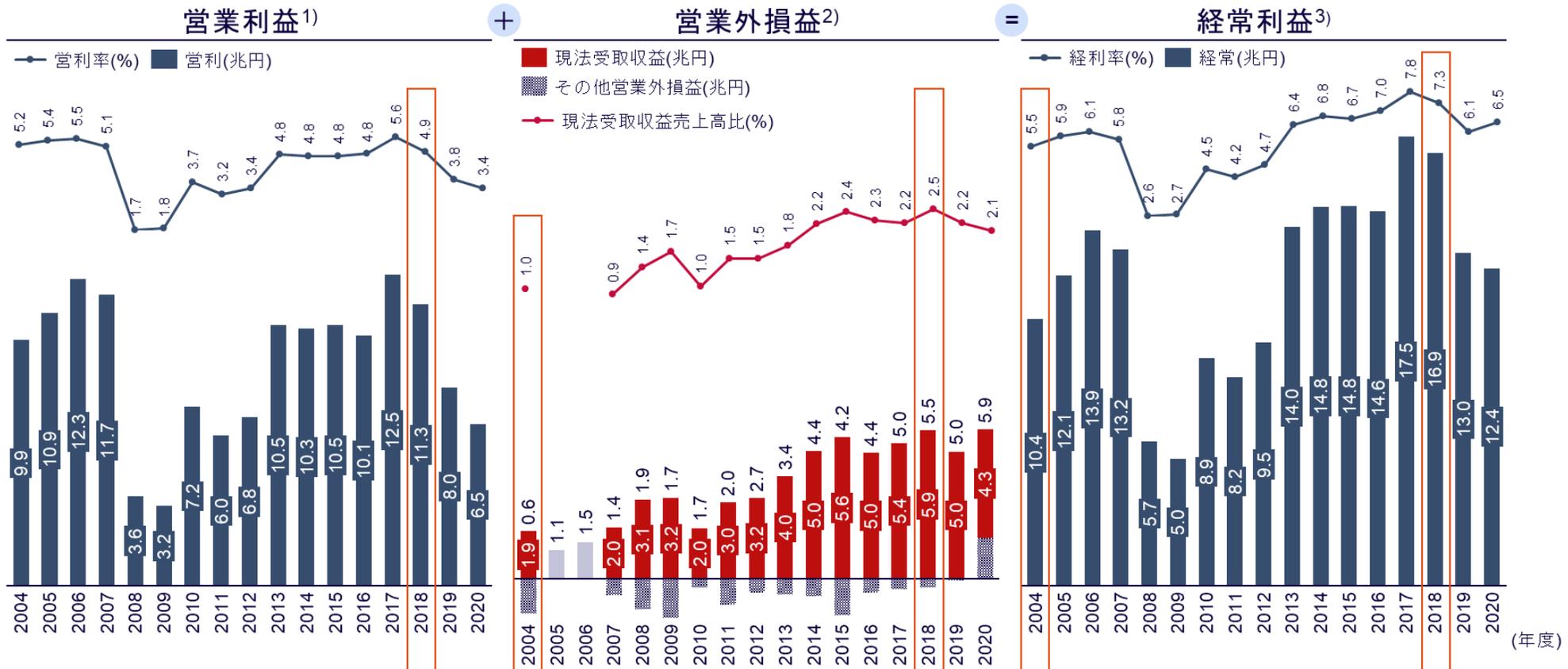
日系製造業売上高(≒連結売上高)



# 日系製造業の国内収益・海外収益

- 経常利益率は、2004年:5.5%(10.4兆円)⇒2018年:7.3%(16.9兆円)に増加。
- 海外受取収益(経常利益内数)の売上高比は、2004年:1.0%(1.9兆円)⇒2018年:2.6%(5.9兆円)に増加。

※製造業+情報サービス



1) 営業利益=売上高(海事)×製造業営業利率(企業活動基本調査)

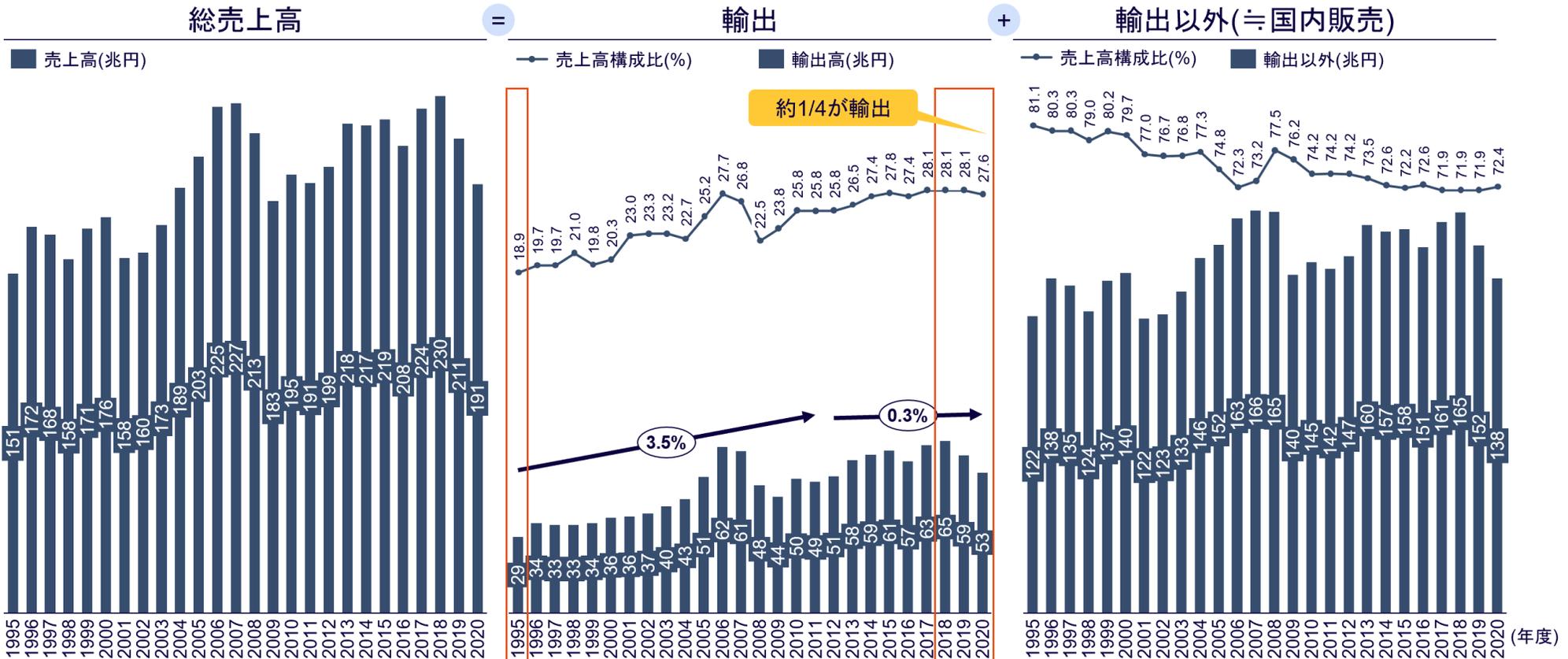
2) 営業外損益=営業利益-経常利益(海事)、その他営業損益=営業外損益-現法受取収益(海事)

(出所) 海事調査、企業活動基本調査からADL作成

# 日系製造業の輸出の状況

- 日本からの輸出はリーマンショック前までに倍増（60兆円規模）。その後伸び悩んでいるが、2018年には過去最高の65兆円をマークし、縮小しているわけではない（**FDIによって輸出が減っているわけではない**）。
- 売上全体に占める国内の割合は継続的に低下。

※製造業+情報サービス



# (参考) 海外直接投資と「空洞化」の因果関係

国内生産や雇用を変動させる要因には直接投資以外の様々な要素があり、計量経済学的アプローチによりエビデンスベースに分析することが必要。

- これまでの実証研究の多くは直接投資の増大が国内雇用の喪失につながっているという主張を支持しておらず、むしろ雇用を創出する効果もあることを示唆。
- 直接投資と輸出は補完関係にあり、直接投資の増大は輸出の拡大につながっている。

先行研究	概要	主な示唆
樋口美雄 (2001) 『雇用と失業の経済学』, 日本経済新聞社	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1991-1998年 / 18,000社</li><li>• 直接投資を行う企業の雇用喪失率が全企業の雇用喪失率 (日本企業の平均的な雇用喪失率) を上回っているかを分析</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <u>海外子会社の売上が増加している企業は国内の雇用者数を増加させている</u></li><li>• 直接投資が国内雇用の削減につながっているとは言えない</li></ul>
早川和伸等 (2010) "A Two-dimensional Analysis of the Impact of Outward FDI on Performance at Home: Evidence from Japanese Manufacturing Firms"	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1992-2004年 / 製造業に属する約 8,000社</li><li>• 直接投資の従業者数と賃金への影響を水平的な直接投資と垂直的な直接投資の違いに注目して分析</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <u>水平的な直接投資・垂直的な直接投資のいずれも、国内の従業者にプラス / または影響がない</u></li></ul>
桜健一・近藤崇史 (2013) 「非製造業の海外進出と国内の雇用創出」	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2000-2009年 / 小売業や建設業と言った非製造業の上場企業</li><li>• 海外進出企業と国内雇用の関係を分析</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <u>海外雇用の比率が高い企業ほど国内雇用の伸びが高い</u></li></ul>
清田・神林 (2013) "Disemployment Caused by Foreign Direct Investment? Multinationals and Japanese Employment," Review of World Economics	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1995-2004年 / 1,400社</li><li>• 直接投資を行っている企業の労働需要がどのような要因で決まっているのかを分析</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <u>日本の国内の労働と代替しているのは海外の労働ではなく、国内の資本</u> (コンピュータ等の財の価格低下)</li></ul>

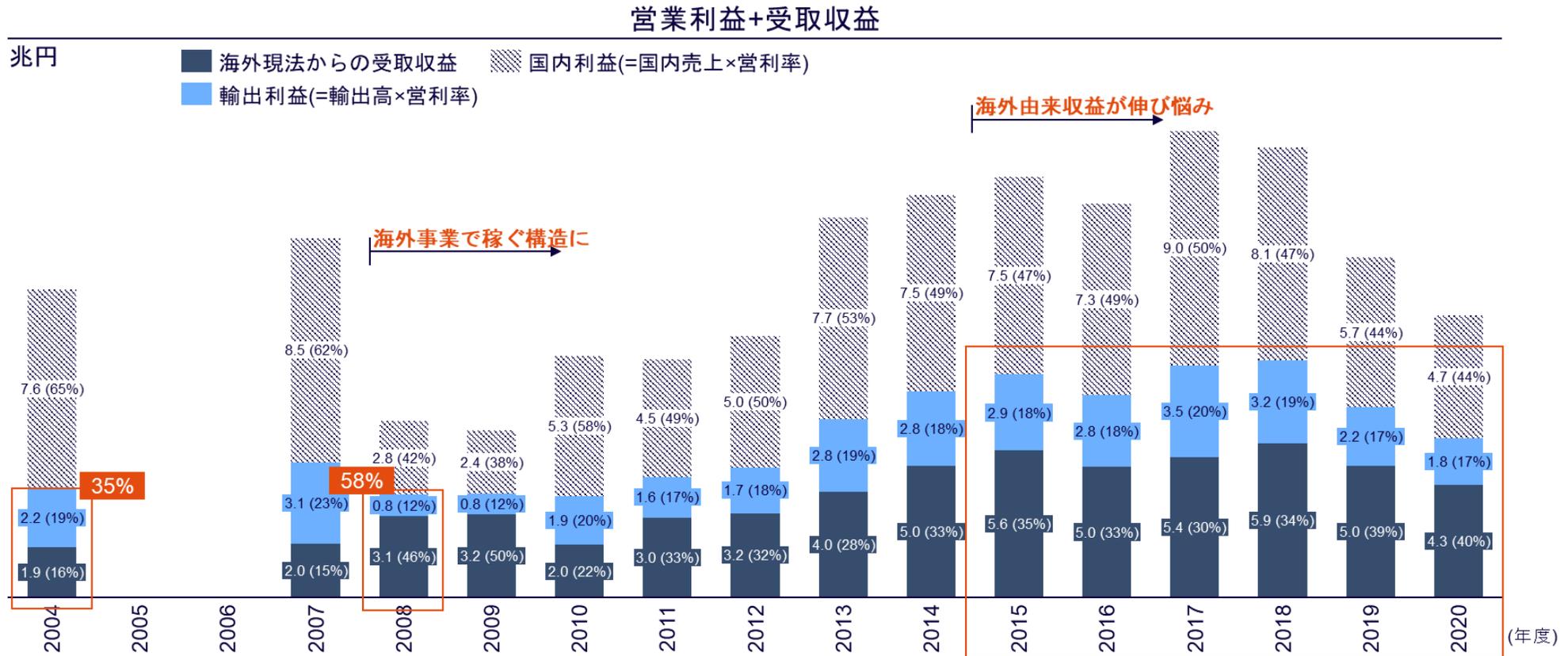
# (参考) 海外直接投資と「空洞化」の因果関係

先行研究	概要	主な示唆
<p><a href="#">深尾京司・天野倫文 (1998)</a> 「<a href="#">対外直接投資と製造業の空洞化</a>」, 『<a href="#">経済研究</a>』</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造業による対外直接投資が国内生産 (GDP成長率) に与える影響を分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造業全体では資源・市場獲得を目的としたプラスの効果は輸出代替・逆輸入を目的としたマイナスの効果を上回り、<b><u>国内生産にプラスの影響があった</u></b></li> </ul>
<p>山下・深尾 (2010) "Expansion abroad and jobs at home: Evidence from Japanese multinational enterprises"</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1991-2002年／他国籍製造業</li> <li>日本の親会社と海外子会社の雇用者数の時系列データを分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b><u>海外従業者数と国内従業者数には、統計的に有意な負の関係が見られない</u></b> (FDIと国内雇用増の相関関係も見られた)</li> </ul>
<p><a href="#">伊藤恵子・田中鮎夢 (2014)</a> "The Impact of Multinationals' Overseas Expansion on Employment at Suppliers at Home: New evidence from firm-level transaction relationship data for Japan"</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1998-2007年／製造業14,000社</li> <li>海外進出企業に製品を供給している国内企業について、納入先の海外生産活動、納入元の国内雇用のデータを分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b><u>納入先の海外活動が深化するほど、納入元の海外非進出企業の国内雇用の成長率は高い傾向</u></b></li> <li>納入元の国内企業の内部では、製造部門よりも<b><u>本社機能部門で雇用が増加</u></b></li> </ul>
<p>キース・ヘッド (2001) "Overseas Investment and Firm Exports"</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1966-1990年／932社</li> <li>直接投資と輸出の関係を回帰分析によって分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全体では<b><u>直接投資と輸出は有意なプラスの相関を示している</u></b></li> <li>最終財生産企業 (中間財を生産しないような企業) に限定した場合、<b><u>直接投資と輸出の間には代替的な関係が存在</u></b></li> </ul>
<p>浦田秀次郎・清田耕造等 (2008) "Reconsidering the Backward Vertical Linkage of Foreign Affiliates: Evidence from Japanese Multinationals"</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1994-2002年／製造業・商業に属する約20,000社</li> <li>直接投資と輸出の伸びの関係性を回帰分析によって分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b><u>直接投資を行っている企業はそうでない企業に比べて輸出の伸びが有意に大きい</u></b></li> <li>直接投資を行う企業が輸出を拡大するという効果は全体の2割強であり、<b><u>既に輸出をしている企業が新たに直接投資を開始する効果が8割近くに上る</u></b></li> </ul>

# 国内市場vs海外市場

- 経常利益全体に占める海外比率（海外輸出+受取収益）は、2004年:35%（4.1兆円）  
⇒2008年:58%(3.9兆円)。以降、過半を海外で稼ぐ構造に。

※製造業+情報サービス



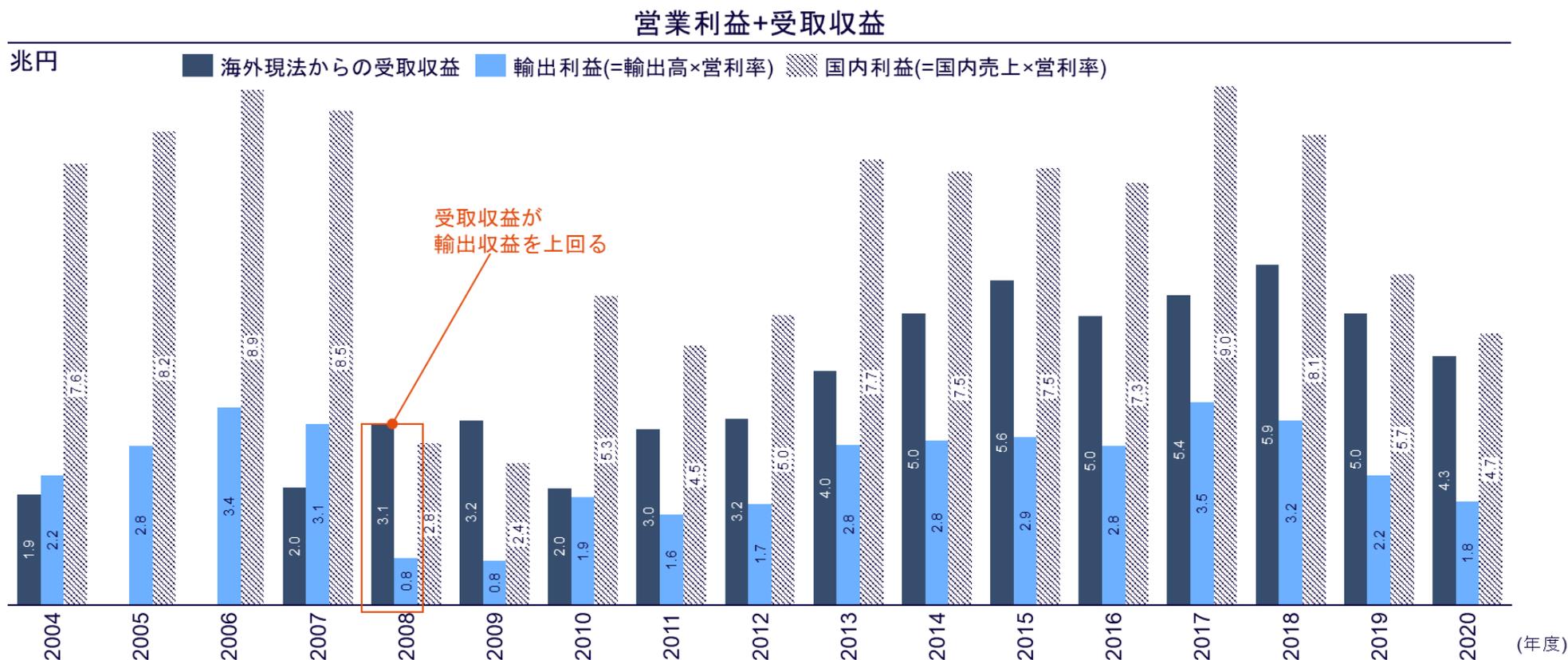
- 1) 輸出利益 = 輸出高 × 全社営利率で算出
- 2) 国内利益 = 国内売上高 × 全社営利率で算出

(出所) 海事調査、企業活動基本調査からADL作成

# 輸出vs直接投資

- “海外現法からの受取収益”は、2008年に、“輸出から産出される営業利益”を上回り、以後そのトレンドは継続。外貨獲得の手段は輸出からFDIで稼ぐモデルへ移行。

※製造業+情報サービス



- 1) 輸出利益 = 輸出高 × 全社営利率で算出
- 2) 国内利益 = 国内売上高 × 全社営利率で算出

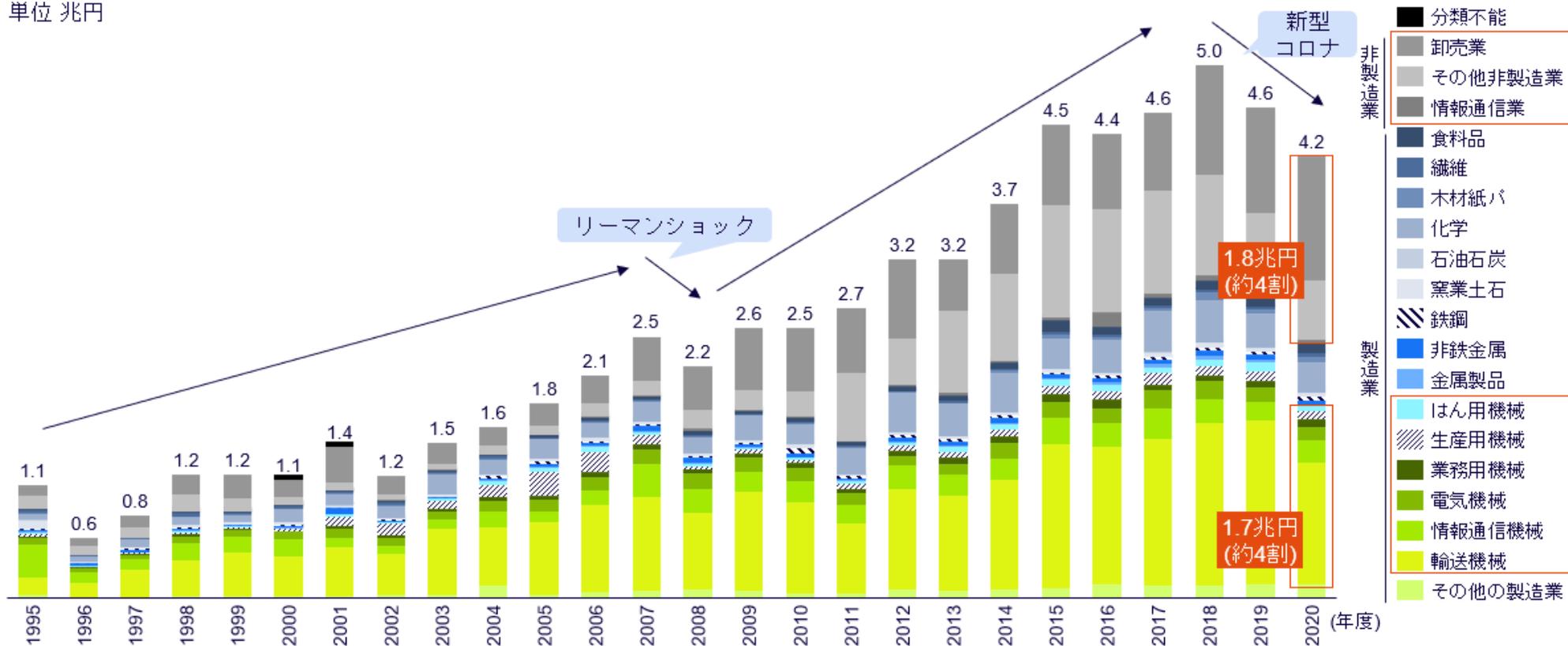
(出所) 海事調査、企業活動基本調査からADL作成

# 海外現地法人からの国内還流

- 配当金やロイヤリティ等の日本向け支払いは、リーマンショック、コロナショックはあるものの、**一貫して増加傾向**で推移。
- 輸送機械を中心とする機械製造、卸売を中心とする非製造業が、全体の8割を占める。

日本向け支払い (配当金、ロイヤリティ、借入金利息、技術指導料等)

単位 兆円

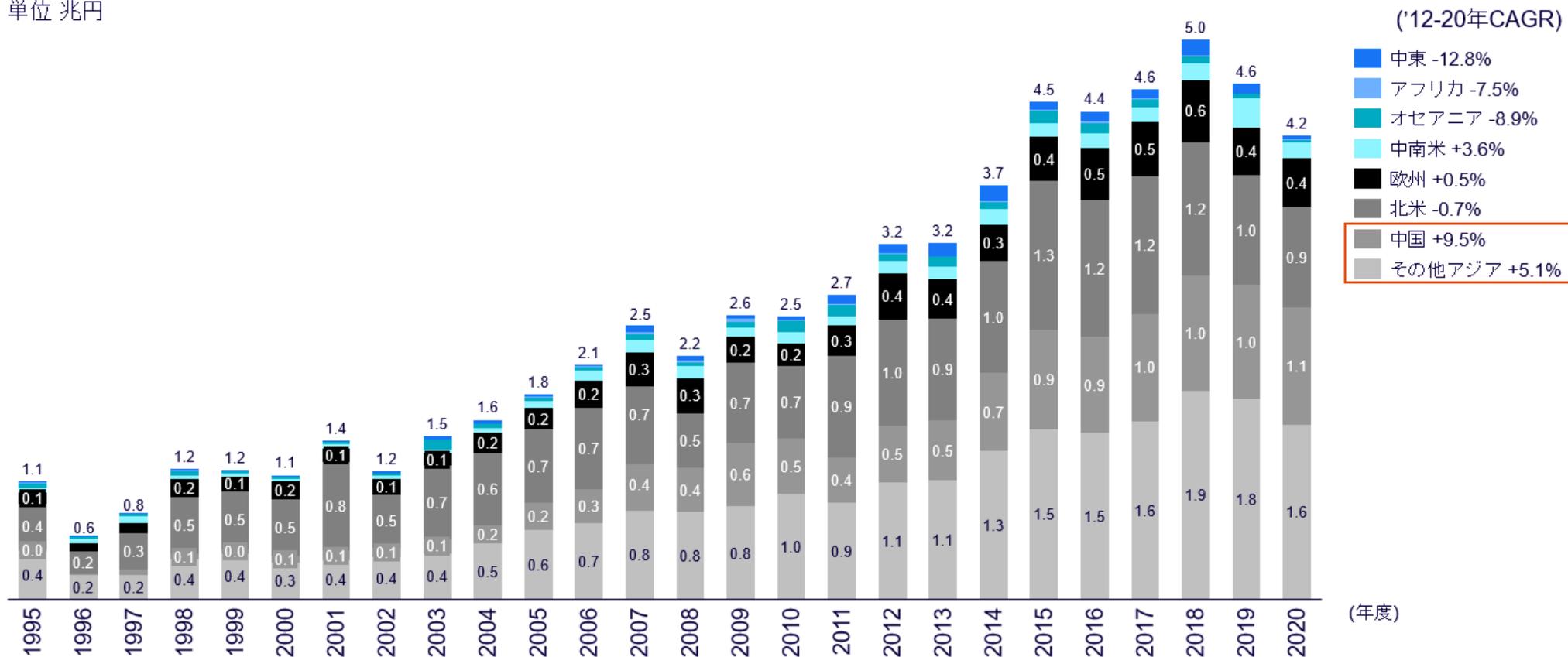


# 海外現地法人からの国内還流（地域別）

- 日本向け支払いは、北米、中国、その他アジアで75%を占める。中国・その他アジアからの利益還流が大きく増加。

日本向け支払い（配当金、ロイヤリティ、借入金利息、技術指導料等）

単位 兆円



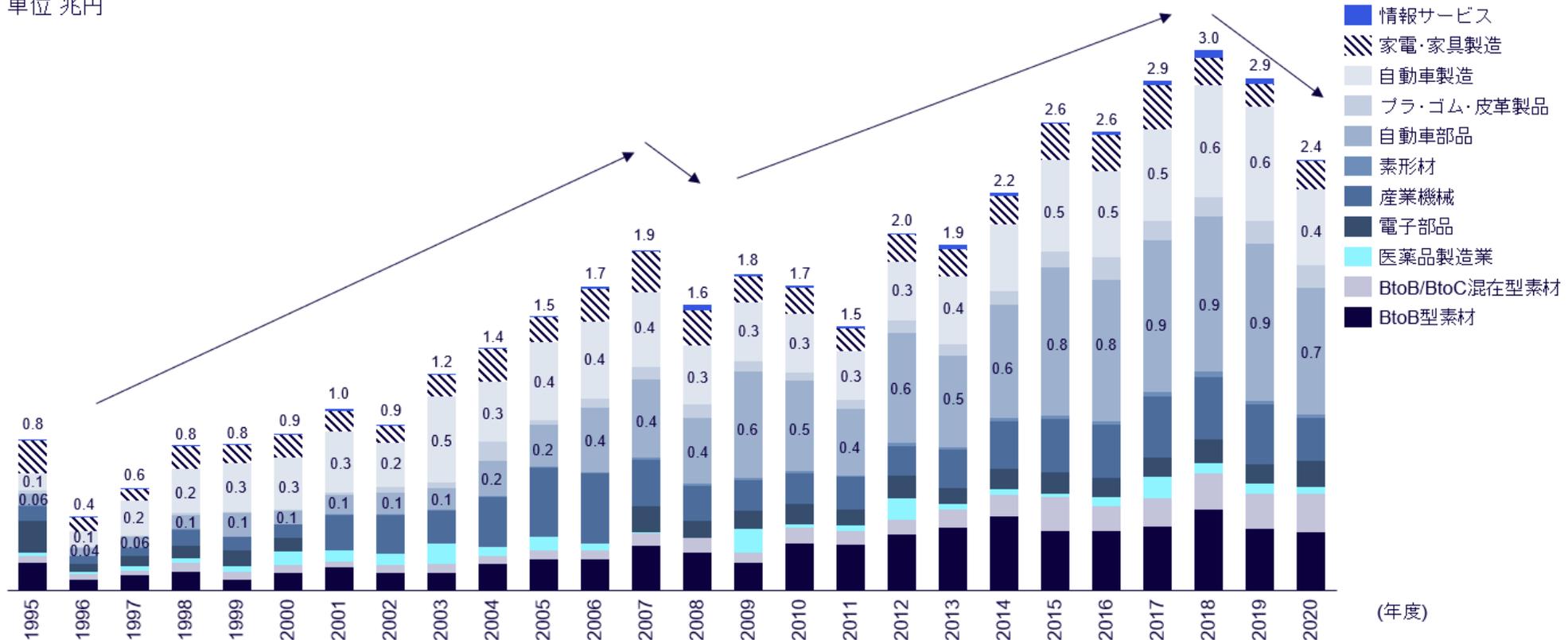
(出所) 海事調査からSADL作成

# 海外現地法人からの国内還流（業種別）

- 配当金やロイヤリティ等の日本向け支払いは、リーマンショック、コロナショックはあるものの、一貫して増加傾向で推移。
- 自動車・自動車部品の割合が50%程度を占める。

日本向け支払い（配当金、ロイヤリティ、借入金利息、技術指導料等）

単位 兆円

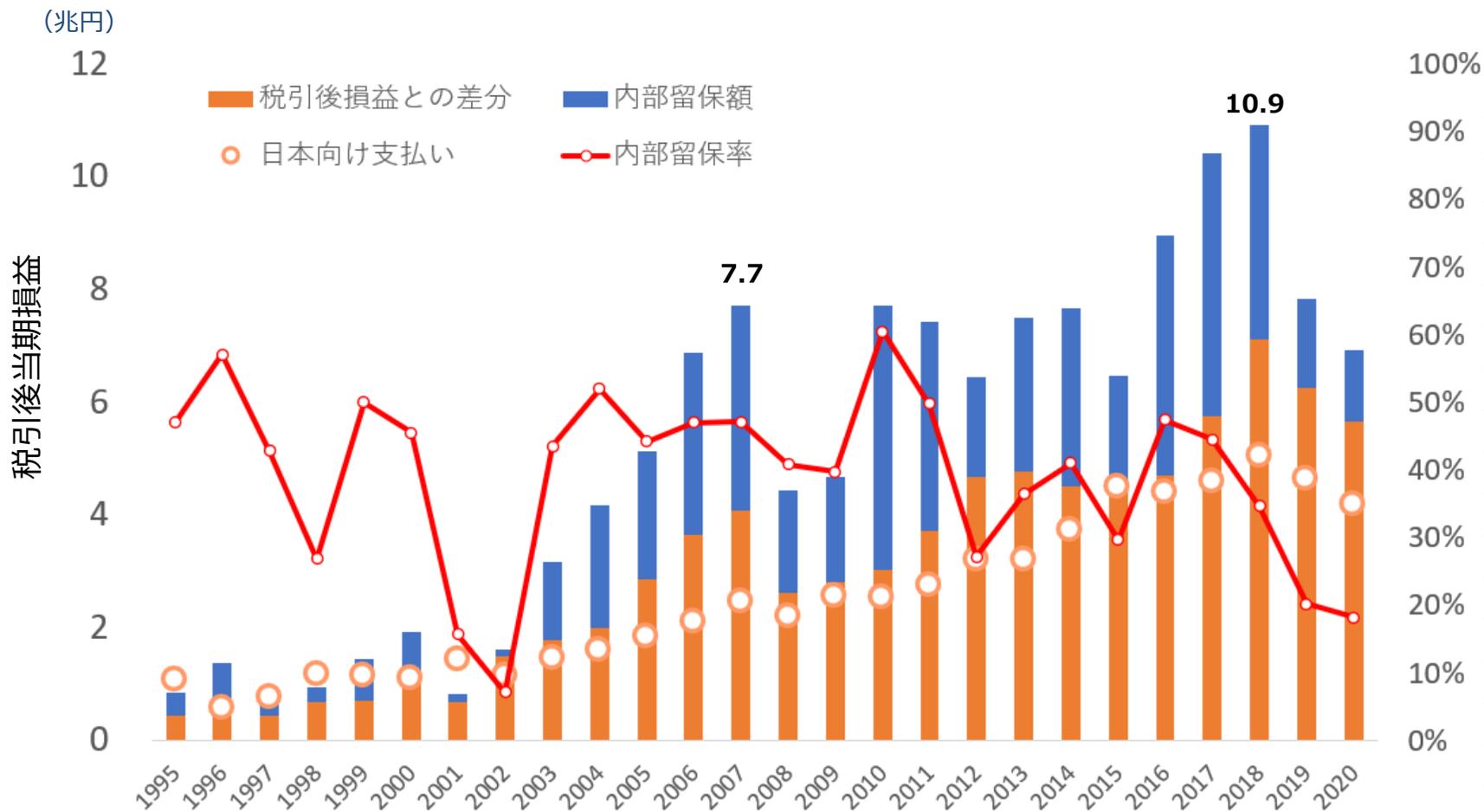


（出所）海事調査からADL作成

# 海外現地法人における税引後当期損益と内部留保

- 海外現法における税引後当期損益は概ね右肩上がりに増加。
- 内部留保は概ね2-4兆円、20-50%程度で推移。

海外現法の税引後当期損益と内部留保

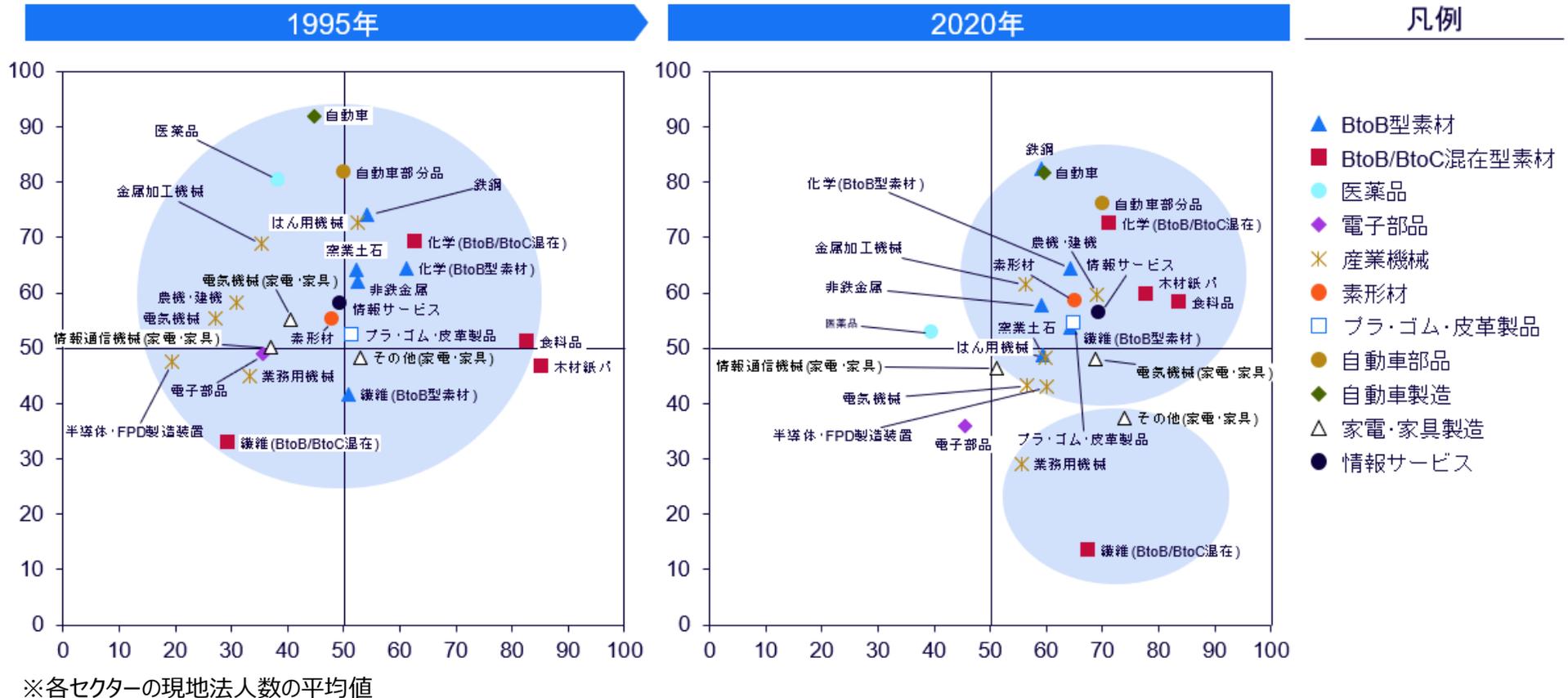




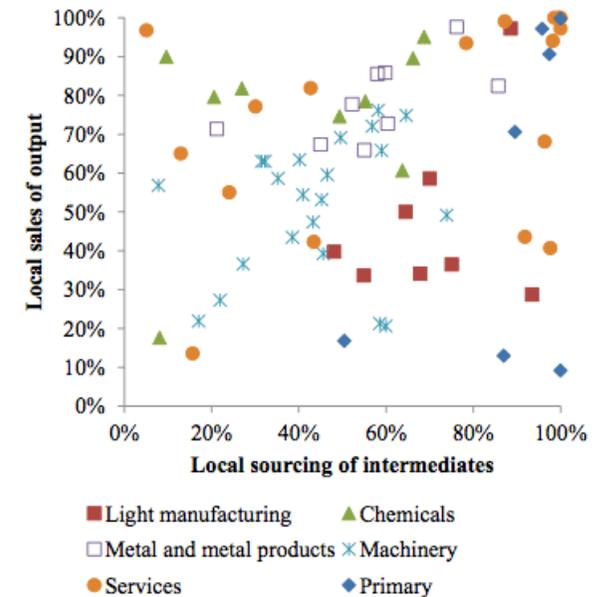
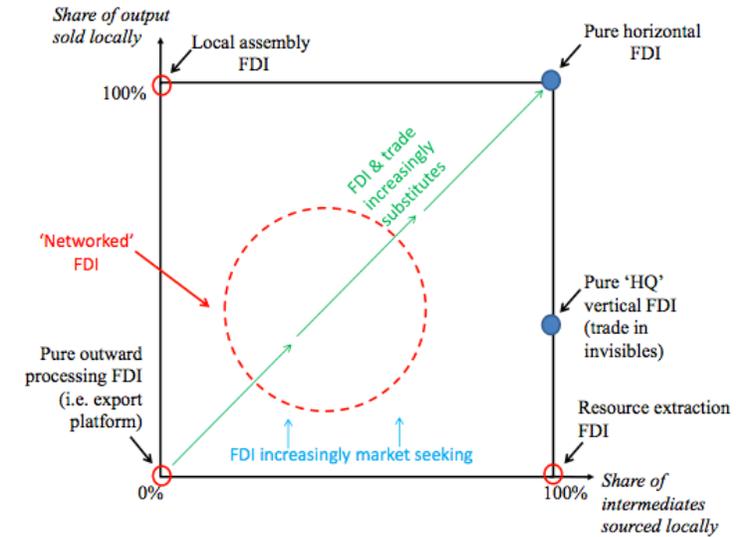
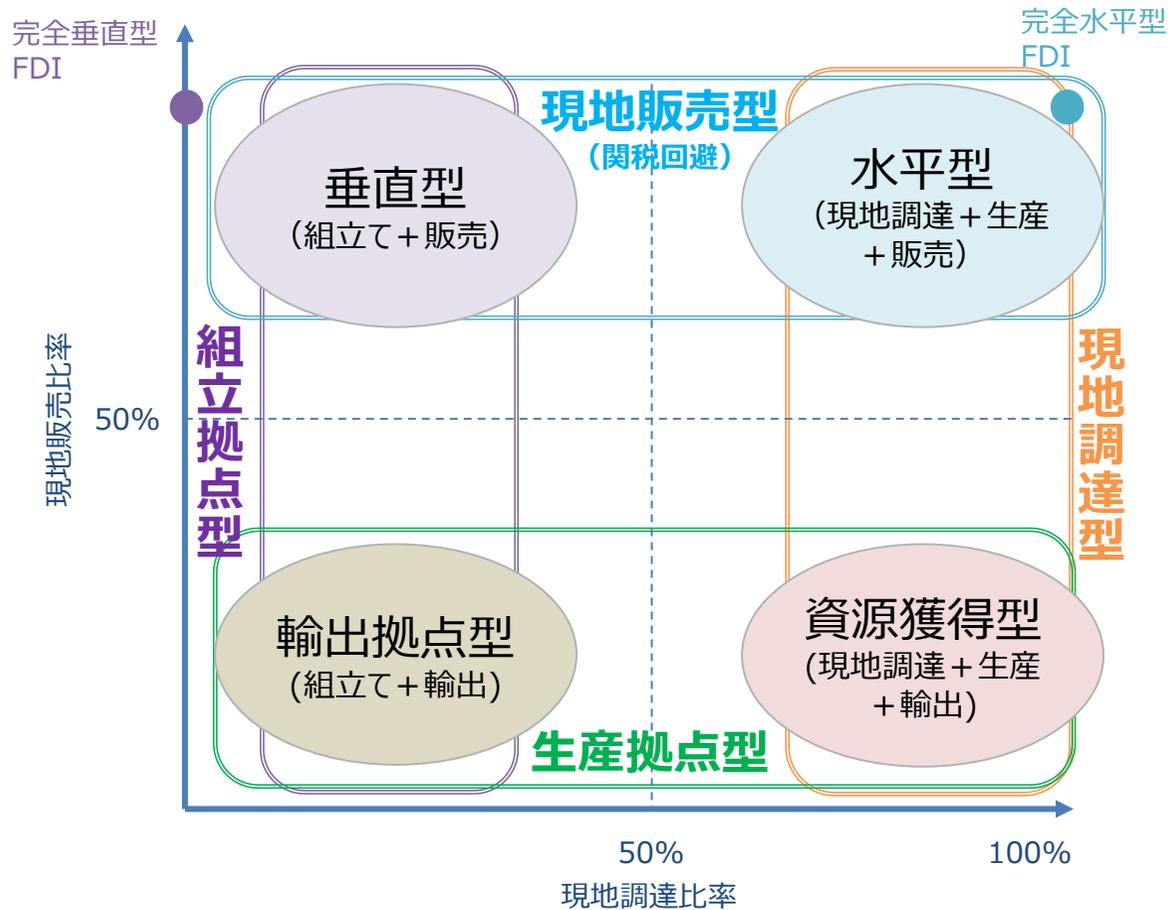
# 海外現地法人の機能の推移

- 過去25年間で、我が国製造業の海外拠点は、現地調達・第三国輸出へとシフト。現地販売比率は大きくは変わらず5～6割程度。
- 繊維、業務用機械等の一部業種は、逆輸入を含む第三国向け輸出のビジネスモデルへとシフト。

縦軸：現地販売比率(%)、横軸：現地調達比率(%)、※各業種における現地調達比率・現地販売比率の単純平均値



# (参考) 海外現地法人の機能の変遷 (FDIの類型定義)



(出所) Baldwin and Okubo (2012), "Networked FDI: Sales and sourcing patterns of Japanese foreign affiliates", RIETI

# 前提となる認識

## 日系製造業の稼ぐ力の現状

- 近年、日系企業（製造業／非製造業共に）の海外進出は右肩上がりで進展（総売上高、従業員数、設備投資額、経常利益、etc）。国内での稼ぎがこの四半世紀の間横ばいの中、海外での稼ぎ・その還流によって高収益構造を実現していると考えられる。  
※製造業の営業利益20兆円に対し営業外損益（海外からの受取収益等）は13兆円の規模。経常利益全体に占める海外比率（輸出+海外からの受取収益）は、1996年:30%⇒2008年:50%⇒2016年:53%まで増加。
- この動きは国内市場の成熟化・縮小と、新興国市場の成長の双方に伴う圧力による必然的な帰結と考えられる。

## 輸出 or 海外直接投資（FDI）

- もともと日本の貿易依存度は低く（米欧中いずれも低い）、完成した経済圏。貿易立国と言われた20世紀よりも直近の方が輸出額はむしろ増えている（29兆円：1995年→65兆円：2018）。
- 輸出と海外直接投資（FDI）はいずれも伸びているものの、経済のグローバル化やデジタル化を背景として、①EPAの進展等を通じて現地への進出に伴う立ち上げ・オペレーションコストの低減、②コスト競争の激化(ロジスティクスコスト)、③スピーディな現地ニーズの汲み取り・製品への反映・オンタイムでの製品供給の必要性の高まり（日本に居ては現地ニーズは把握できない）、④ビジネススピードの加速を実現するデジタル化などの要素により、国際分業が進展し、「国内で生産し、海外に輸出する」という貿易輸出モデルから、より「現地で生産し、現地で販売する」という現地生産モデルへと比重が移ったと考えられる。  
※海事調査ベースでも製造業の輸出は四半世紀で倍増（29兆円：1995年→65兆円：2018年）した一方、海外からの受取収益の伸びが著しく、2008年には海外現法からの受取収益が上回り、この構造が現在まで継続。

# 前提となる認識

## 空洞化？

- 海外直接投資（FDI）の増加による空洞化を裏付ける定量的な分析はない。むしろ、国内のGDPや雇用にプラスの影響を与えているエビデンスも示されている。

## 国内投資の対象

- 今後のCFPの影響の高まりはダメ押しとなり、国内で安価かつ安定的なゼロエミ電源・燃料が利用できない限り、特に鉄や化学等のエネルギー多消費型のコモディティについては国内での産業基盤の維持が困難になる可能性。
- 国内での生産基盤の維持には、国内市場の大きさが必要。海外市場をターゲットとしながら国内に生産基盤を持つことはビジネスの観点からは合理的ではない場合が多いと考えられる。
- 「現地化」の圧力は差別化が難しいコモディティであるほど強いと考えられる。逆に単価が高く、技術的な差別化が可能な工作機械や医薬品等においては国内生産・輸出型のビジネスモデルを一定程度残すことができるのではないかと。

## アジア経済圏の重要性

- アジア市場が今後の成長セクターであることは間違いなく、アジア経済圏での日本企業のプレゼンスを高めていくことが必要。シーメンスやBASF等は欧州経済圏を中心にグローバル企業として活動しているが、近年では積極的にアジア市場を獲りにきている（アフリカ市場開拓も進めている）。

# 前提となる認識

## CNの影響

- グリーンプロダクト向けの市場は既存市場とは分離（環境価値を価格転嫁し、消費者が受け入れていかなければグリーン経済には移行しない）。当面の間は2つの市場が両立。ゼロエミ燃料・電力の供給コスト・安定性が立地競争力を左右。
- ライフサイクル全体でのCO2排出量を抑制する観点から、地産地消は一層加速する可能性が高い。

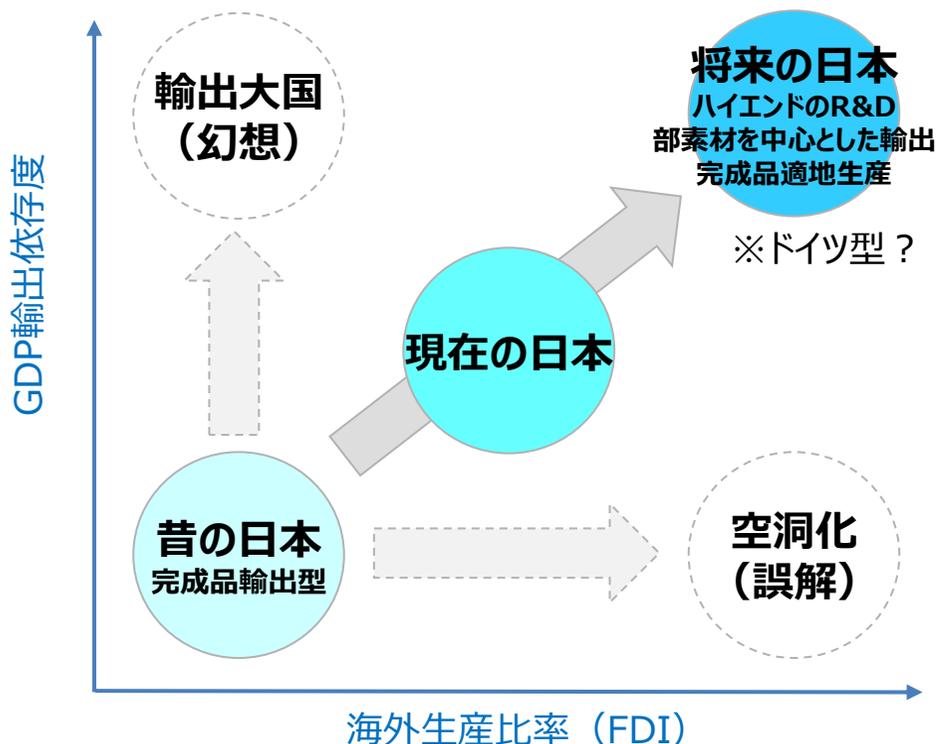
## 経済安全保障の観点

- 国際情勢の不安定化により経済安全保障の重要性は今後ますます高まる。同時に、機微技術を守りながらもしたたかにビジネスをグローバルに展開し、稼いでいくことが必要。
- まずは特定重要物資を中心に、国内における生産基盤の確保・強化、有志国でのサプライチェーン協力を進めていくべき。
- 外為法や不競法等も踏まえつつ、機微技術管理をはじめとする経済安全保障の観点から、国内に残す／現地生産を進めるの判断を是々非々で行うことができないなければならない。

# 前提となる認識

## 基本的方向性

- 今後も海外市場を獲得していくことが不可避であるとすれば、輸出もFDIも伸ばすべき（特に経常収支を支えている所得収支が折れると円の信用も失い、我が国は極めて厳しい状況に追い込まれるおそれ）。ビジネスのグローバル展開を通じて利益を上げ、R&Dや設備に投資し、競争力を維持し続けることによって、結果として国内の生産性や雇用の維持にもつなげていくことが可能。
- グローバルバリューチェーンの中で無視できないポジションを獲得することが重要。ノウハウ化等によって技術的優位性を維持することのできる完成品の設計、中核部品・原料、生産機械等のマザー工場としての生産機能やR&D機能を国内に残していく。完成品は需要地近接で生産。



- モジュール化・デジタル化が進展した結果、どこでもモノが作れるため日本だけで作って売るといった状況は作れない（輸出大国の幻想）。
- 製造業のas a service化の進展により、「モノの輸出」という概念自体が陳腐化（例：ダイキンの業務用空調のサブスクリプション）
- 今後の成長セクターの中心であるアジア経済圏を取り込んで成長を目指す（欧州におけるドイツ）。
- 更なる海外市場獲得には真のグローバル企業化が必要な段階に到達。
- 中小企業の淘汰・スケールアップは不可欠。生産性は、国内市場依存 < 輸出 < FDI。
- 人口減少化においても自動化を進めればper capitaでの生産性・所得は増やせる。

# 1. 製造業を巡る現状

① 現状認識

② 直面する課題

## 2. 製造業DXに向けた政策の方向性

① 製造業におけるDXとビジネスモデルの変化

② 日本の製造業の目指すべき方向性

## 3. Hard-to-abate産業におけるGXの方向性

① カーボンニュートラルの潮流と課題

② 政策の方向性

## 4. 経済安全保障を巡る国際情勢と政策の方向性

# 海外現地法人の進出時期

- 日系製造業における進出ピーク時期は、中国が2000年台前半、新興国（タイ、ベトナム等）が2010年台前半。
- 2010年代後半は、進出件数が減少しており、海外展開の勢いに陰りが見える。

地域・国

製造業現法の設立・資本参加時期

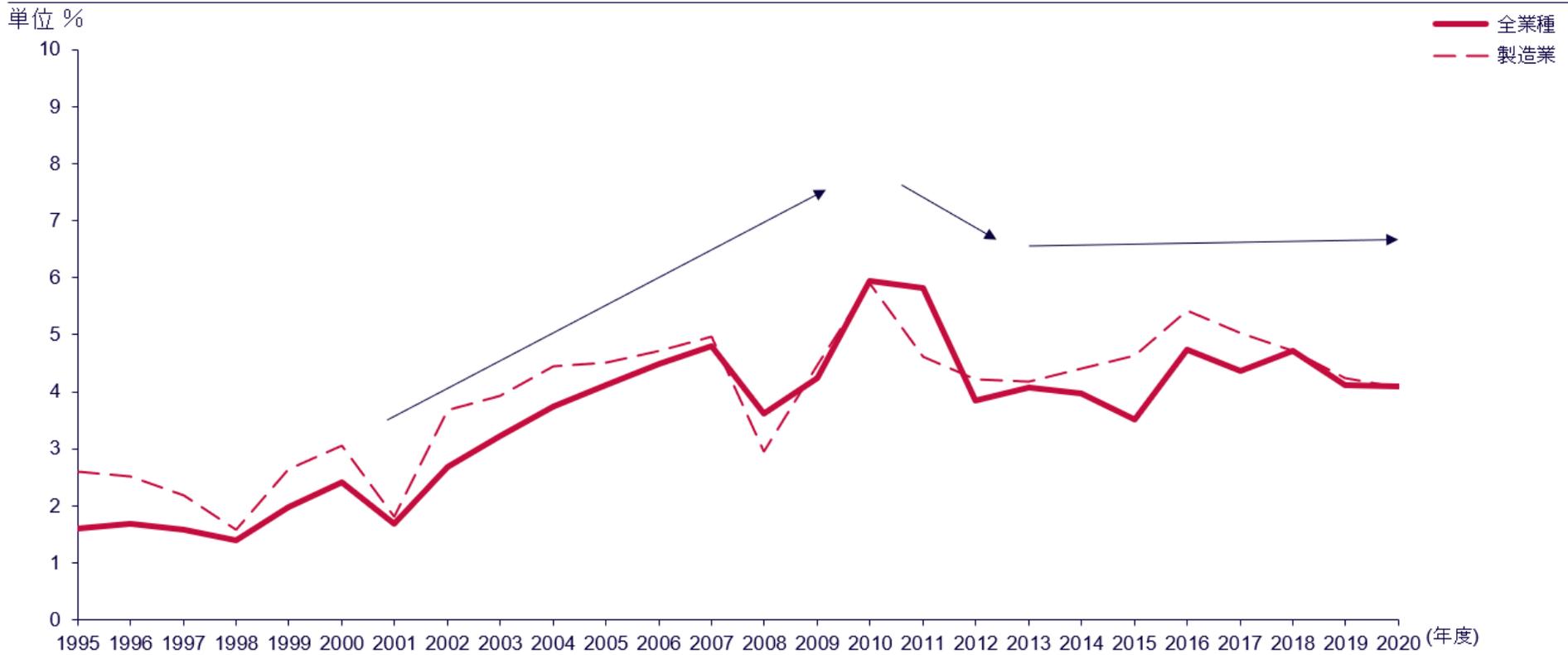
■・・・各国における進出ピーク時期

地域・国		合計	1991~1995	1996~2000	2001~2005	2006~2010	2011~2015	2016~2020
1	中国	3,592	590	312	1,384	592	555	159
2	その他アジア	1,077	155	169	205	171	324	53
3	その他アジア	679	37	55	115	173	217	82
4	北米	668	105	120	141	102	119	81
5	その他アジア	571	105	116	70	44	203	33
6	その他アジア	283	10	31	21	74	120	27
7	その他アジア	261	70	73	27	18	49	24
8	その他アジア	258	91	49	32	15	52	19
9	その他アジア	226	25	41	43	37	54	26
10	中南米	195	14	11	11	24	106	29
11	その他アジア	193	31	43	37	23	43	16
12	その他アジア	142	50	29	43	11	5	4
13	欧州	102	22	29	11	14	10	16
13	欧州	102	15	9	17	20	25	16
15	その他アジア	95	18	19	14	15	19	10
16	中南米	92	7	18	8	20	35	4
17	欧州	73	9	17	17	9	14	7
18	欧州	49	1	4	25	8	7	4
19	北米	46	7	6	5	11	10	7
20	欧州	41	6	9	5	4	9	8

# 海外現法の利益率の推移

- 海外現法の利益率は、2001年代以降から上昇し、直近は4%内外で推移。
- 2010年代に入り、経常利益の拡大に対して利益率は伸び悩んでいる。

売上高経常利益率



(出所) 海事調査からADL作成

# 主要メーカーの海外売上比率×利益率

- 我が国主要メーカーは海外売上比率が50%超がほとんど。
- 海外売上比率が高い企業の利益率はばらつきが大きい。  
→ 海外市場獲得を利益につなげられている企業とそうでない企業との差が拡大。

個別企業の情報を含むため  
非公開

# 直面する課題と今後検討すべき論点（1 / 2）

## 1. 直面する課題

- 日本の製造業は、これまでFDI・輸出を通じた海外市場の獲得をレバレッジに純利益を拡大してきた。
- 一方、コロナ以前から海外由来収益は伸び悩みつつある状況。その要因は何か。

## 2. 要因（仮説）

- 日本企業の本格的な海外展開（海外現法売上が3割超）が進展してきたのは2000年代以降だが、海外現法の機能の進化（現地調達・生産化）も相まって、真にグローバルなビジネス展開に必要な経営が求められるフェーズに到達してきていると考えられる。
- 一方で、日本では「小さな本社」を美とする傾向が依然として残っており、経営方針が事業部が任せであり、海外現法についても人依存・駐在員任せであることが指摘されている<sup>1)</sup>。「日本にグローバル企業はない」とも言われる<sup>2)</sup>。

1) 「なぜ日本企業は真のグローバル化ができないのか」（田口芳昭, 2015）

2) 「ワールドクラスの経営」（日置圭介他, 2020）

## 3. 検討すべき論点

- 今後も海外市場の獲得を拡大し、経常収支を支えていくためには、グローバルなビジネスを効率的・最適に展開できる経営を実現していく必要がある。
- 例えば以下の4つの課題について、米欧トップ企業の経営も参照しつつ、検討を深めていくことが必要。
  - ① グローバルガバナンスの実現
  - ② 業務標準化・デジタル化（基幹系／IT）
  - ③ スマートマニュファクチャリングの実現／現場データの活用（OT、IT×OT）
  - ④ 効率的なサプライチェーンマネジメント／デジタルケイレッツ

# 直面する課題と今後検討すべき論点（2 / 2）

## ① グローバルガバナンスの実現

（現状）小さな本社、強い現場、人依存、エンティティベースによる各地域任せのガバナンス。

→ 機能を軸（CxO）に、グローバルに最適な形での機能配置を通じた統制。

## ② 業務標準化・デジタル化（基幹系／IT）

（現状）駐在員に依存したマネジメント。各事業・地域独自の業務・システム。

→ 事業や地域横断的にパフォーマンスを評価するためのオントロジー、業務の標準化。そのためのIT投資。

## ③ スマートマニュファクチャリングの実現／現場データの活用（OT、IT×OT）

（現状）個別最適化された一部の製造自動化にとどまり、工場全体やサプライチェーンと連動したデジタル化（データ統合・マネジメント・トレーサビリティ）には至っていない。全体アーキテクチャからデジタル化を実現するイネーブラ（SAP, Siemens, Rockwell等）も国内には不在。

→ 個社内の経営リソースの配分を最適化するための、全体アーキテクチャー設計と、イネーブラへの投資。

## ④ 効率的なサプライチェーンマネジメント／デジタルケイレッツ

（現状）海外現法設立やM&A等を通じて海外進出に邁進した結果、サプライチェーンの複雑性がボトルネック化。

→ サプライチェーン戦略を全社的な経営戦略と密接に統合。複雑性を適正なレベルに管理。

※BASFでは、世界6箇所の統合生産拠点（フェアブント）を中核として、副産物の利用を含め、資源・エネルギーの効率的利用、廃棄物の最小化等を実現。多種多様な製品を生産する各部門のバックエンドで発生するプロセスを高度に標準化する一方で、顧客接点ではカスタマイズを進行。

（現状）企業内でもバラバラな個別システム／データがレガシー化。ましてや企業間のデータ連携はこれから。

→ サプライチェーン・バリューチェーンでの価値を最大化するため、系列から「デジタルケイレッツ」へ。

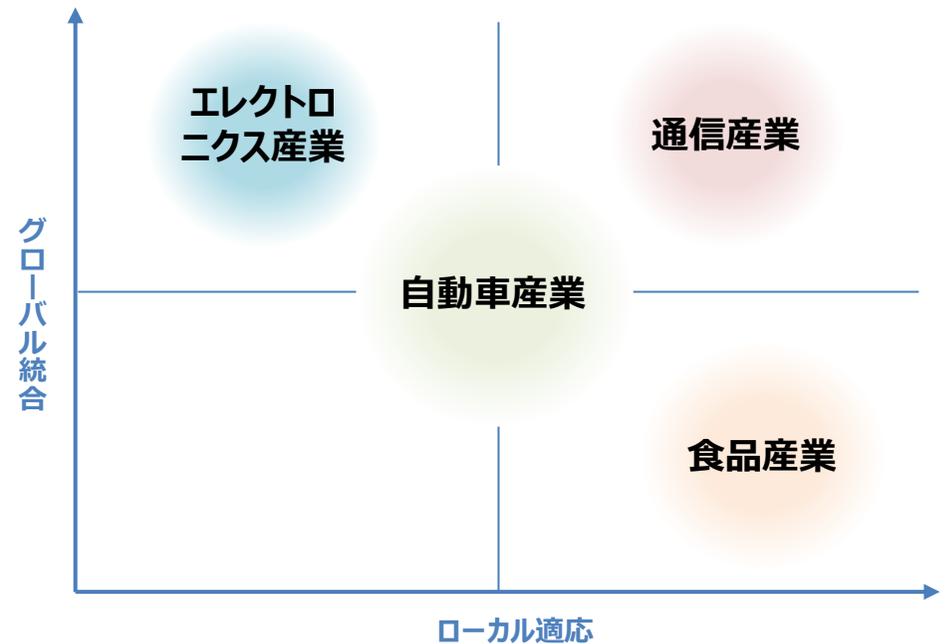
# (参考) グローバル統合とローカル適応 (I-Rフレームワーク)

- バーレットとゴシャルは、グローバル企業を4つのタイプに分類 (I-Rフレームワーク※)。
- トップレベルのグローバル企業はグローバル統合とローカル適応のベストミックスを追求。

※Integration-Responsiveness Framework



	インターナショナル	マルチナショナル	グローバル	トランスナショナル
能力と組織力の構成	能力の源泉、中核部は中央、他は分散させる	資産や能力は分散され、国ごとに自給、自律している	経営資源や人材は本国に集中、その成果は世界規模で活用する	資産、能力は分散し、かつ相互依存的であり、またそれぞれが専門化している
海外オペレーションの役割	親会社の能力を適応させ活用する	現地の機会を感知し、活動する	親会社の戦略を実行する	それぞれ差別化した形でオペレーションに貢献、世界的経営に統合する
知識の開発と普及	知識は中央が開発し、海外の組織単位に移転する	知識は各組織単位で開発し、保有する	知識は中央が開発し、保有する	知識は中央、各組織が共同で開発し、世界中で共有する



1990年頃の分析では、食品産業はマルチナショナル、家電業界はグローバル、通信業界はトランスナショナル、自動車産業はそれぞれの軸が中程度と分析されていた。

# (参考) グローバル統合とローカル適応を両立するオペレーション

- Unilever<sup>1)</sup>、Nestle<sup>2)</sup>は、グローバル・リージョナル組織を通じたローカル支援を通じて、各国オペレーションの合理化・効率化に向けた取組を2000年代前半から進めてきた。

- 1) Unileverは、2005年に“One unilever”戦略を打ち出し、それまで過度に分権化・重複していた機能を地域単位で集約・業務標準化。
- 2) Nestleは、2001年から“GLOBE”プログラムを立ち上げ、IFRSに対応したグローバル統一システムを整備。グローバルに業務を標準化。

各社の商品戦略・オペレーションの比較 (仮説)

		Unilever	Nestle	日系企業	
商品戦略		共通化	ローカライズ	ローカライズ	
オペレーション	ローカルの権限	✓	✓✓	✓✓	言うなれば 現場の力
	グローバル・リージョンによる支援	✓✓	✓	?	組織の力

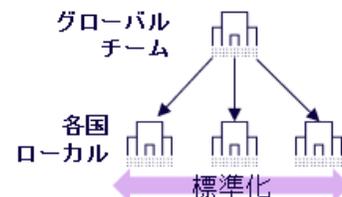
程度の違いはあれど両社ともにグローバル・リージョンがローカルのオペレーションを支援

現場の力を活かしたローカライズが日系企業の強みである一方、組織の力によるローカル支援に取り組み余地がある

各国オペレーションの標準化・共通化

Unilever、Nestleは、グローバル・リージョナル組織による各国オペレーションを標準化・共通化

**オペレーションの標準化**  
上位層で開発・蓄積された知見・仕組みの各国展開 (グローバル組織が主)



**オペレーションの共通化**  
各国に分散している機能の上位層への集約 (リージョン組織が主)



例) 地域分散している間接業務機能(人事等)の集約、共通ICT基盤構築による販売・在庫管理機能の一元化

グローバル・リージョナル組織が各国オペレーションの標準化・共通化の要

# 1. 製造業を巡る現状

- ① 現状認識
- ② 直面する課題

# 2. 製造業DXに向けた政策の方向性

- ① 製造業におけるDXとビジネスモデルの変化
- ② 日本の製造業の目指すべき方向性

# 3. Hard-to-abate産業におけるGXの方向性

- ① カーボンニュートラルの潮流と課題
- ② 政策の方向性

# 4. 経済安全保障を巡る国際情勢と政策の方向性



# 各ビジネスモデルの概要・強みの源泉

- デジタルによる構造変化が進む中で、外部化は加速している。

## i 系列を軸としたモノづくり

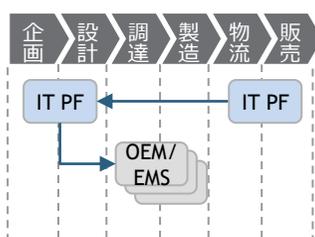
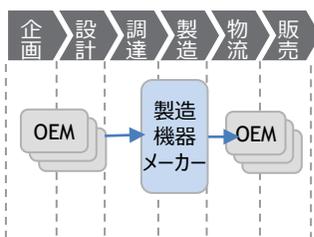
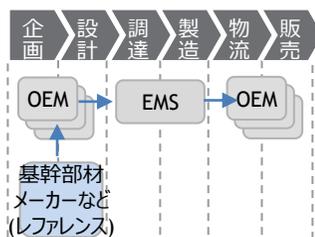
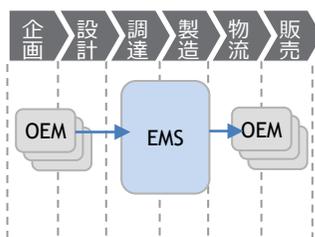
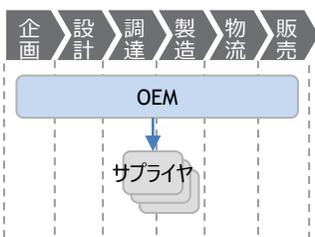
## ii モノづくりのアウトソース化

## iii レファレンスを軸としたモノづくり

## iv デジタル化されたモノづくり

## v データプレーヤーの製造業化

イメージ  
図



## SCモデル概要

メーカー・OEMが企画・設計・製造までコアコンピタンスを保有し、サプライヤ・取引先をコントロールしながら、全体を統制

メーカーから、製造の機能がEMSなどのプレーヤーに外だしされ、水平分業化が進む

レファレンス・規格に基づくモノづくりが進み、設計機能が一部メーカー等に切り出され、もう一段の水平分業化が進む

製造工程のデジタル化が進み、機器メーカーがノウハウをSW化することで、複数企業・工場にプロセスが複製・横展開される

顧客データを保有するプレーヤーが、企画・設計機能まで進出し、OEMやEMSが製造を請け負う

## 強みの源泉

企業・グループ関係を軸とした企画・設計・製造一体の垂直統合型の運営

規模・スケールを生かした、製造における品質・コストの優位性

技術的専門性を生かした、設計プロセスの標準化による、機能の優位性及び、設計コスト低減

製造機器メーカーが保有するノウハウに基づく、デジタルでの高度な製造工程の実現

データPFが保有する顧客データに基づく、データドリブンでの高度な製品企画・マーケティングの実現

# 製造プロセスのサービス産業化

- 近年、製造プロセス※を標準化・デジタル化し、クラウド技術を活用し、ブラックボックス化した上で、サービスとして、他社展開する企業（以下、製造業系サービス事業者）が出現。

※原材料や部品を加工し、製品を作るための一連の工程や手順のこと。具体的には、製品設計、生産技術設計、製造管理、設備の運用・保守、エネルギー管理など。

- 移転・コピーが容易な標準化・デジタル化した製造プロセスを、成長ポテンシャルが高い新興国に効率よく展開することで、長期安定的な利用料収入の獲得が狙い。

## 製造業とサービス業の比較

	クラウド型製造ノウハウ 提供サービス	(参考) 消費者向けプラットフォームサービス
経済効果	製造拠点の高速展開 カイゼン活動 アセットパフォーマンス管理 ...	ターゲット広告 シェアリングエコノミー ソーシャル広告 リアルタイム健康診断 ...
サービスの提供企業	Siemens、Bosch ...	Google、Airbnb、Facebook、Uber、DriveNow ...
活用データ	工場の各種センサーや製造設備からのデータ	検索データ 閲覧データ 個人情報 書き込みデータ ...

# (参考) 製造プロセスのサービス産業化

- サービス産業においては、破壊的な価格とUXの向上を通じて、クラウドサービスを持つプラットフォーマーによる長期間に渡る優位が構築されている。
- 製造業においても、製造業系サービス事業者のプレゼンスは高まっている。また、これまで大規模な設備投資を必要とするオンプレミス型が主流だったが、安価なクラウド型も登場しており、導入の障壁が低くなっている。
- 製造業系サービス事業者の多くが、顧客の価値向上（カスタマーサクセス）を掲げ、リソースを割いている。顧客との接点を持つことで、ニーズを汲み取り更なるソリューション改善に繋げ、チャーン回避やアップセル（顧客単価向上）へ繋げることが狙い。

## サービス産業におけるプラットフォーマーの訴求力

音楽	クラウド以前	クラウド以降	ソフトウェア	オンプレミス型	クラウド型
所有権	アルバム	なし：リース／サブスク	価格	200万ドル	月2000～ドル
価格	1ドル／曲	0.01ドル／曲	ハードウェア	サーバー ネットワーク ストレージ	サブスクに含まれる
数量	15曲	数100万曲	ハードウェア 価格	200万ドル	サブスクに含まれる
ハードウェア 価格	ステレオ、大型スピーカー	スマートフォン、PC	導入にかかる期間	9～24ヶ月	0～6ヶ月
場所	家／室内	どこでも	場所	オフィス	どこでも

## 製造業系サービス事業者の戦略

米系サービス事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現場にソリューションを導入できる人材：カスタマーサクセス担当が不足。積極的に採用していきたい。</li> <li>・日本の市場には、ポテンシャルを感じており、リソースを割きたい。</li> </ul>
欧州系サービス事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グローバルでは、カスタマーサクセスに関連した求人数はグローバルで1930件（2022年3月16日時点、以下同）。</li> <li>・日本法人においても、コンサルティング事業部を昨夏に立ち上げ。</li> </ul>

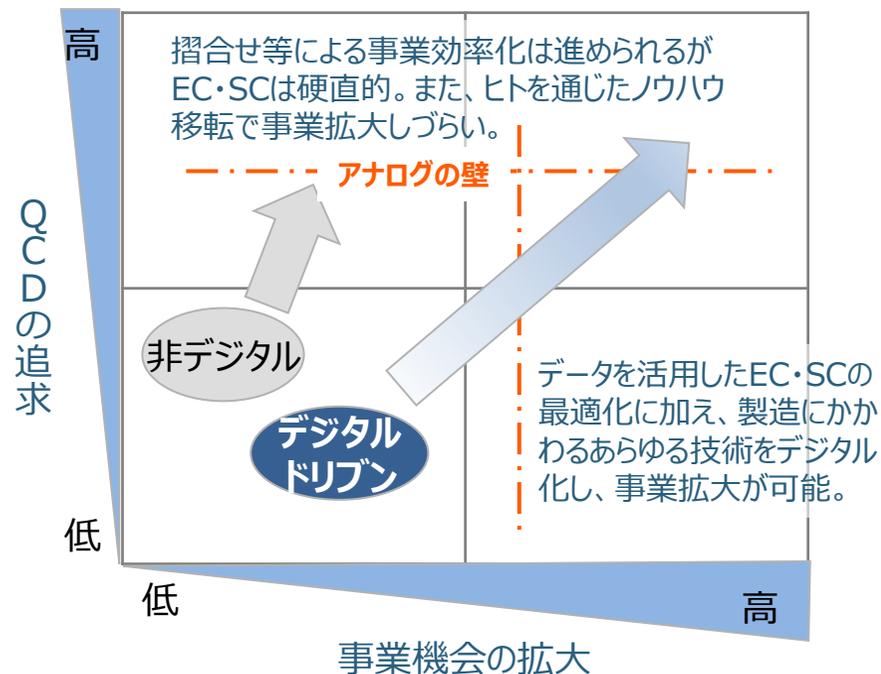
# 製造業DXの必要性

- 製造業におけるDXは、個社が提供する付加価値のQCD向上（①エンジニアリングチェーン/ECの最適化、②サプライチェーン/SCの最適化）と事業機会の拡大（③N倍による規模拡大と④サービス化・プラットフォーム化）を可能にする。

	個社	産業
QCDの追求	<p><b>EC最適化</b> 設計、生産、保守等のECをデジタルで繋ぎ、QCDを向上させる (例) Siemens×製造事業者</p> <p><b>SC最適化</b> 調達、生産、販売等のSCをデジタルで繋ぎ、QCDを向上させる (例) Li&amp;Fung×小売事業者</p>	<p><b>EC最適化</b> <b>SC最適化</b> 個社の枠を超え、デジタルを産業大で繋ぐことで、QCDを向上させる (例) カテナX×自動車産業</p>
事業機会の拡大	<p><b>規模拡大</b> デジタル化された製造に関わる技術を活用することで、事業規模拡大をスピーディに行う (例) Siemens×Biontech</p> <p><b>サービス化／プラットフォーム化</b> 製造にかかわる技術を標準化・デジタル化し、サービス事業として他社展開する (例) Siemens×Vinfast</p>	-

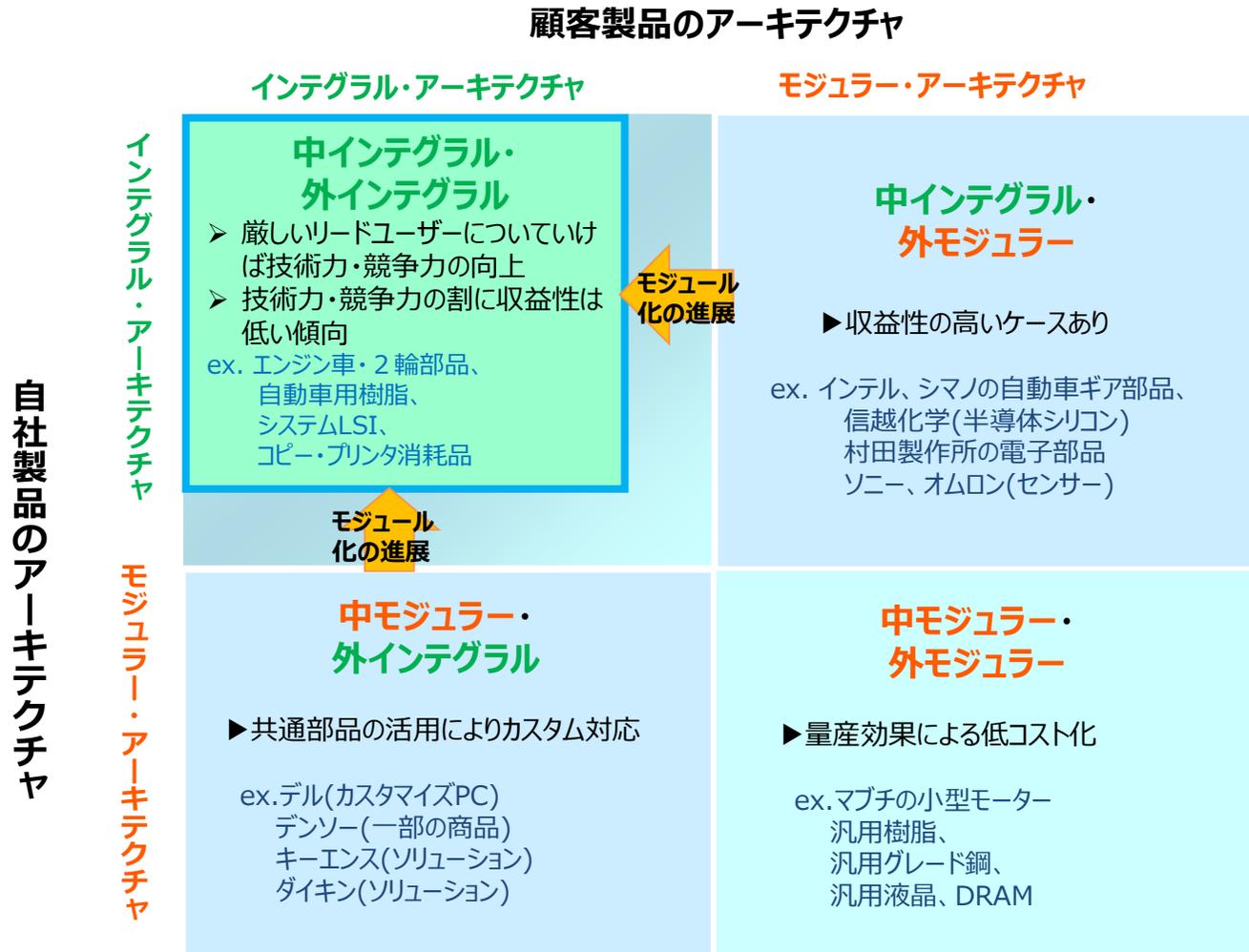
## デジタルによる事業効率化・事業拡大

- デジタルドリブンでの事業効率化が図られる
- オペレーションのノウハウを標準化・デジタル化することで、移転・コピーが容易、迅速に行うことができる。



# 標準化・デジタル化の進展と、製品・製造プロセスに与える影響

- 標準化・デジタル化の進展により、製品・製造プロセスのモジュール化が進む。その結果、これまで我が国が競争優位である、すり合わせを中心としたインテグラルの領域は狭まっている。



# 事例①：EC最適化

- シーメンスのIndustry4.0のモデル工場である、アンベルク工場では、2018年までの28年間で、生産スペースや人員がほぼ変わらない中で、生産性は約13.5倍に向上、不良品件数が1／60以下に。
- 本質は、デジタル上で工程や製品データを分析することができるため、高速でPDCAを回すことができ、生産性向上や品質向上に即座に繋がること。

## シーメンス アンベルク工場

### <概要>

- ドイツのバイエルン州アンベルク市、1989年設立
- SIMATIC PLC（コントローラー）などの電子機器を製造
- シーメンスのデジタル技術、AI、クラウド、Industrial Edge等適用

### <定量的な効果>

- バリューチェーンの75%を自動化、作業現場のデジタル比は100%
- 世界の60,000社の顧客に、24時間体制で出荷
- 製品種類を増加しつつ、市場投入期間を迅速化
  - ✓ 年間5,000回の作業計画変更に対応
  - ✓ 1製品あたり1秒の速度、年間1700万のSIMATIC製品生産
- マスカスタマイゼーション、変化する市場に柔軟に対応
  - ✓ 1日350回の生産変更で1,200種の製品に対応
  - ✓ 99.5%以上の出荷精度で24時間出荷に対応
- 最高の品質で顧客に対し完璧を期す
  - ✓ 1日に5000万の工程・製品データを分析
  - ✓ 自動X線検査、エッジコンピューティングとAIで予知保全
  - ✓ 99.999%の製品品質



## 事例②：SC最適化

- Volkswagen社は、**software-driven** automobile companyへの変革を掲げる。SCにおいても、マイクロソフトやアマゾンと連携し、**122の工場、30000の施設、1500のサプライヤー全てをクラウドに接続し**、生産性と利便性を向上。
- 利豊（Li&Fung）社は、小売・アパレルが活用するプラットフォーム事業を展開。**23,000工場をネットワーク化**し、サプライチェーンに係る業務を全てワンストップで行うことができるシステムを保有。

### Li&Fung社によるプラットフォームサービス

#### ■欧米の小売・アパレルブランドが活用するグローバルな製造プラットフォームサービス

- 40カ国2万3000の工場をネットワーク化
- 素材・商品企画開発、サンプル作成、調達、生産能力予約、計画発注、進捗管理、配送管理までをフルにクラウドサービスで提供
- 背景に標準化(資材属性の分類の標準化：中国語⇔英語)
- 業務プラットフォームは、利豊(Li&Fung:香港の大手商社)他がエージェントサービスを提供

#### コンセプト

全プロダクトライフサイクル（PLM+SCM）における外部企業とのコミュニケーションの円滑化

#### 主な機能

PDM（社内システムとのインターフェース）・工場の監査・検索結果照会（監査会社が評価）・リバースオークション（アパレルが仕様を提示し工場が回答）・工場キャパシティ予約・管理・発注・生産・原料調達進捗管理・ASN（事前出荷情報通知）/SCM（出荷カートン・マーキング）・物流進捗管理（物流業者とのシステムインターフェース）

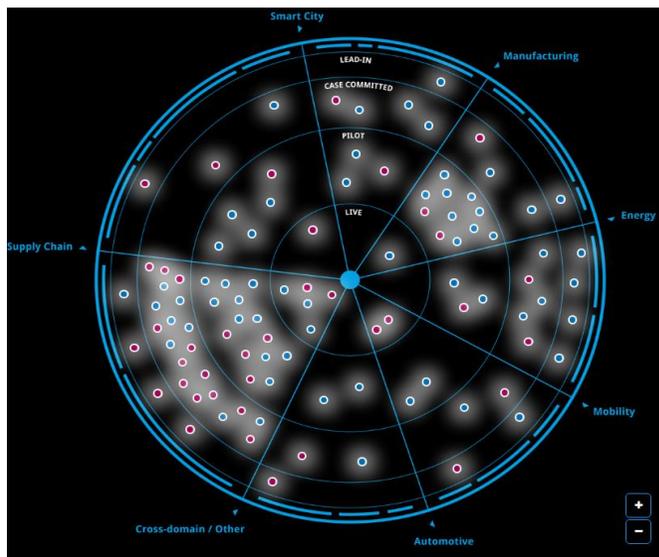
#### 利用実績

- アパレル・小売り：Abercrombie&Fitch, Coach, Gap, JCPenny, Li&Fung Trading, Victoria's Secret, New Balance, Nordstorm, Timberland, TommyHilfiger等
- 工場：40カ国、2万3000の工場

# 事例③：EC・SC最適化

- 欧州を中心に、オープンで柔軟な企業間のデータ連携に向けたデータスペースの構想が進む。データスペースの実装により、産業規模で、EC・SCの最適化を目指す取組。
- モビリティ分野のデータスペースであるCatena-Xは、品質管理やSC高度化などに取り組むことを目的に、2021年に設立。ソリューション開発者向けの共通開発キット（Tractus-X）やマーケットプレイス（Confinity-X等）を整備し、自律的・継続的に発展するデータスペースを目指す。

## データスペース全体像と製造業関連の事例



企業間のデータ連携に関する世界の取組をまとめた、「データスペースレーダー」（IDSA※作成）によると、2023年5月時点で、約100個のデータスペースが確認されている。

※International Data Spaces Association  
 ※Manufacturing、Energy、Mobility、Automotive、Supply Chain、Smart City、Cross-domainの7分野に分けマッピング。中心に近いほど、データスペースとの成熟度が高い。

### 製造業関連のデータスペースの例

Mobility Data Space	車両製造業者からライドシェアリングサービス、公共交通運営者やナビソフトウェア企業、研究機関、バイクシェアリング企業等を含むモビリティセクターに焦点を当てたプロジェクト。最適・安全・持続可能な交通オプションの選択を可能にするサービスが既に展開されている。
Smart Connected Supplier Network	ハイテク製造サプライチェーンにおける製造中小企業と、そのサプライヤー向けのデータ共有を想定。多品種少量、複雑性の高い領域にフォーカスし、工場を越えたコミュニケーションの促進とサプライチェーンの透明性等を図る。

## Catena-Xで実装予定のソリューション

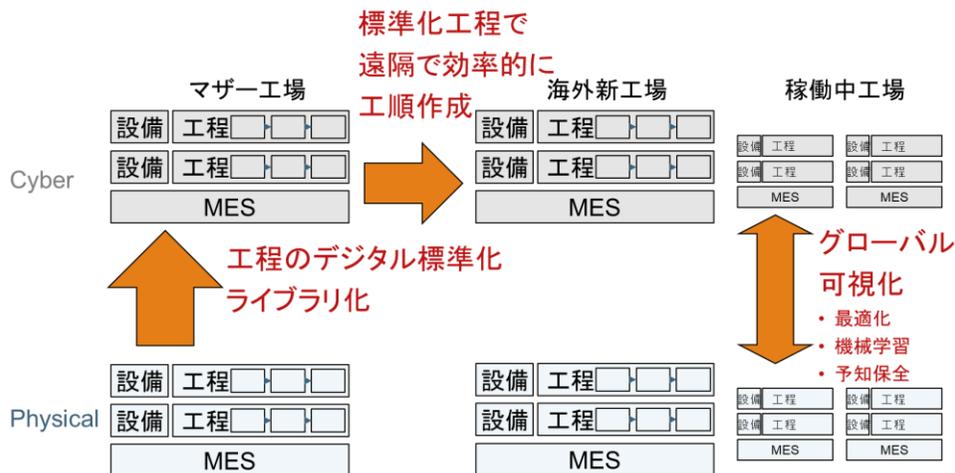
- 品質管理**
  - リアルタイム&コラボレーション品質管理
- ロジスティクス**
  - モジュール生産（シェアードサービス）
  - データとモデルを中心とした開発・運用支援（デジタルツイン）
- メンテナンス**
  - マニユファクチャリング・アズ・ア・サービス（シェアード・サービス）
  - リアルタイム制御とシミュレーション（シェアードサービス）
- サプライチェーンマネジメント**
  - 需要と能力の管理
  - ハードウェア・ソフトウェア部品のトレーサビリティ（サプライチェーン法（人権保護関係）への対応）
  - ビジネスパートナーのデータベース
- 持続可能性**
  - 持続可能性（CO<sub>2</sub>排出量の可視化、証明、社会的基準の遵守）
  - 循環型経済（CO<sub>2</sub>排出量の最小化）

# 事例④：標準化・デジタル化による生産拡大

- 標準化・デジタル化の進展により、生産拠点の立ち上げ・拡大のスピードが増加。
- これまで日本の製造業に多く見られた工場の全体設計から生産設備の調達まですべて自社でまかなう垂直統合型のやり方から、ラインビルダー等を活用した水平分業型へのシフトが加速。欧米や新興国企業は、ラインビルダーを活用することによるコア技術の流出よりも「ラインビルダーを活用しないリスク」を重視。

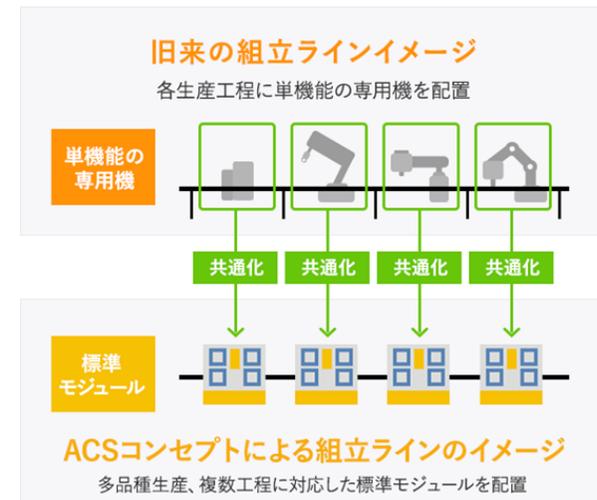
## BioNTechによる工場の急速立ち上げ

- 米ファイザー社と共同で新型コロナワクチンの製造を行っていたBioNTech社は、生産体制の拡充に向け、ドイツ国内に新工場を設立。
- この際に、Siemens社の支援を受け、既存工場の設備・工程・生産管理を標準化・デジタル化し、新工場に移転。これにより、遠隔で効率的に工順を作成し、迅速な工場の立ち上げを実現。従来は1年を要するところ、約5か月で稼働。



## 平田機工による製造ラインの生産

- ラインビルダー国内最大手の平田機工は、ACSコンセプトと呼ばれる標準モジュール等、コアとなる製造ソリューションである生産設備を徹底的に競争力を高めるとともに、それらを標準化して効率的なスケールアウトを両立。
- 自動車生産関連、半導体生産、産業用ロボット、家電組立、物流倉庫設備、医療・理化学機器まで、幅広い製造ラインを手がけており、顧客（OEM）の生産拡大に大きく寄与。

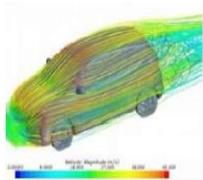
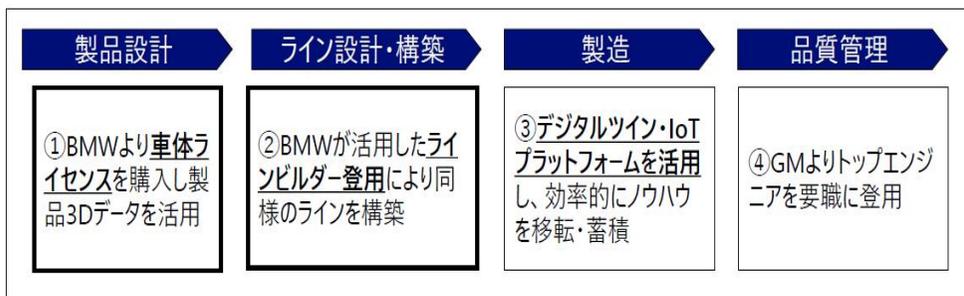


# 事例⑤：サービス化・プラットフォーム化

- 標準化・デジタル化の進展により、製品設計のみならず、生産ライン設計や現場のオペレーションも形式知化。これらの生産機能を外部に提供するビジネスも登場するなど、水平分業が進展。
- デジタル技術の調達やイネーブラー※の活用により製造業に参入する障壁が下がり、「製造業の民主化」が進展。 ※ここでは「あるコア技術やデバイスを持っており、新たな社会システムを構築する上で不可欠な企業」（NRI,2019）を意味する。

## Vinfastによる自動車完成品ビジネスへの参入

- Vinfast（ベトナム）は、BMWから車体ライセンスを購入し、BMWが活用したラインビルダーを活用し、同様の生産ラインを構築。創業21か月で工場を稼働。
- 同社の目標は東南アジアトップの自動車メーカーになり、2025年までに年間50万台を製造する計画。



## Capgeminiによる生産技術コンサルティング

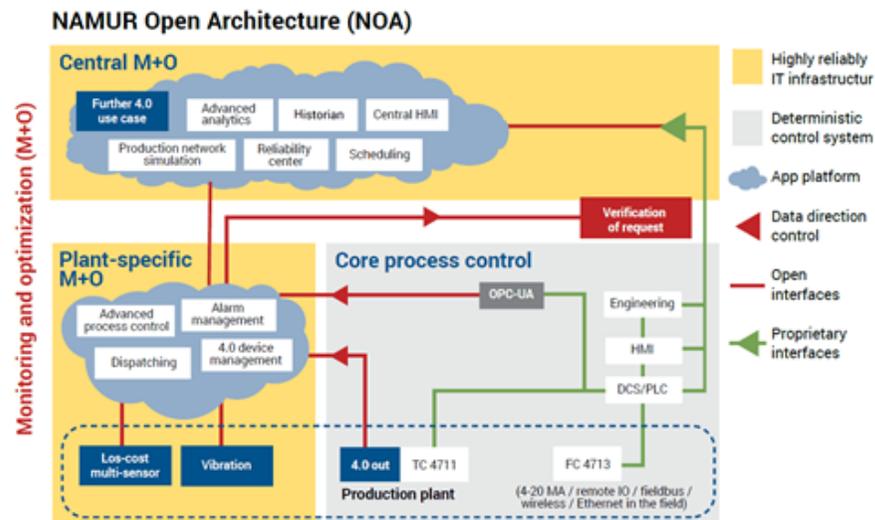
- 製造事業者の生産技術のコンサルティングを行う事業者も存在。
- 仏コンサルティング会社のCapgeminiは、自動車や重工等製造業向けコンサルティング事業を展開。
- 例えば、自動車大手メーカーA社は、工場における部品生産ラインの複雑化に伴い、品質の確保が課題となっていた。
- A社に対し、Capgeminiは以下の施策を提案、実行。
  - 生産プロセスを継続的に監視・制御するためのデータマイニングおよび予測分析ソリューションを導入
  - 製造プロセスを通して製品毎に収集されたデータレコードとそれらのデータ関係性の分析を支援
  - プロセス上の変数がある一定の閾値を超えた場合、迅速にエラーを出し、且つ、製造プロセスを制御することを可能とし、エラー発生前にシリンダーヘッドの欠陥の予防する仕組みを導入
- これにより、コア部品の生産性が25%向上した。

# 事例⑥：サービス化・プラットフォーム化

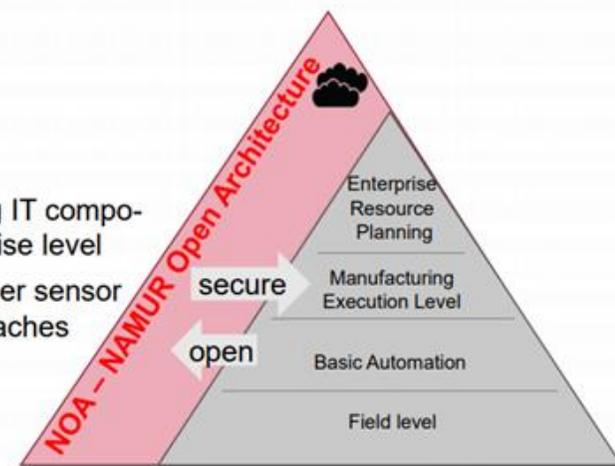
- 「製造業の民主化」は、アゼンブリ系だけでなく、これまで製造方法が相対的に秘匿されていたプロセス系においても進展するものとみられる。

## BASFによるプロセス標準化

- NAMURオープンアーキテクチャ（NOA）は、プラントや資産の監視、最適化のために生産データを簡単かつ安全に使用できるようにすることを目的とした構想。
- 独大手化学メーカーのBASFは生産プロセスの自動化モジュールの標準化を目指す団体であるNAMURに所属。プラントの生産やメンテナンス等の技術の標準化を目指し、非競争領域の技術を切り出し、外販を狙う戦略であると見られる。
- メンバーに日本企業は入っていない（アジアでは中国企業は8社、シンガポールは1社参加）。



- Additive to existing structures
- Open for new approaches within Industrie 4.0
- Based on existing standards
- Simple integration of fast changing IT components from field level up to enterprise level
- Significant improvements of cost per sensor due to open and integrative approaches
- No risk of availability and safety of installed base



## NAMUR Open Architecture (NOA)

Open monitoring and optimization with NOA

# 1. 製造業を巡る現状

- ① 現状認識
- ② 直面する課題

# 2. 製造業DXに向けた政策の方向性

- ① 製造業におけるDXとビジネスモデルの変化
- ② **日本の製造業の目指すべき方向性**

# 3. Hard-to-abate産業におけるGXの方向性

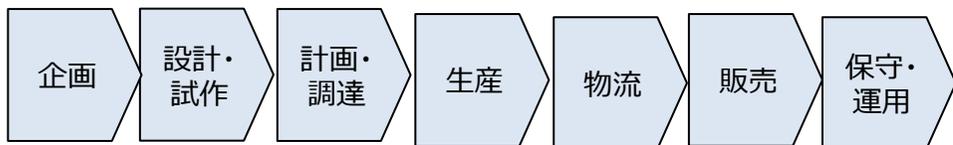
- ① カーボンニュートラルの潮流と課題
- ② 政策の方向性

# 4. 経済安全保障を巡る国際情勢と政策の方向性

# 製造ソリューションとビジネスモデル改革

- 製造業の競争力強化に向けては、標準化・デジタル化され、相互に接続可能な製造プロセスの導入と、それに対応するビジネスモデルの改革が必要。

## 製造ソリューション



## ビジネスモデル変革の具体例

工程	具体例	効果
企画	データに基づく意志決定支援	顧客データを活用したマスカスタマイゼーションによる売上げ拡大
設計・試作	製品ライフサイクル全体を考慮した設計・試作	ライフサイクル全体での価値（稼働率向上、環境配慮等）の向上、試作の効率化
計画・調達	生産計画の最適化	サプライチェーンマネジメント、在庫の適正化によるコスト削減
生産	資源投入の最適化	製造ラインの最適化、最小化によるコスト削減
物流	物流の最適化・把握	品質トレーサビリティの確保による品質管理、物流の最適化による納期短縮、コスト削減
販売	顧客接点の構築	消費者の購買データの収集・分析・企画への活用
保守・運用	能動的なメンテナンス	予兆保全による稼働時間の向上

# (参考) 製造ソリューションの提供者

分類	機能名	概要	主なソリューション提供者(例)
全体戦略	1 全体アーキテクチャー設計	個別システム間の繋りを設計 (相互運用性・ガバナンスの確保)	Siemens (独)、Dassault Systèmes (仏) など
	2 統合資源管理(ERPなど)	「会計」「人事」「生産」「物流」「販売」などの基幹となる業務を統合し、効率化、情報の一元化を図る機能	SAP(独)、Oracle(米)、Intuit(米)、Infor(米) など
	3 サプライチェーン統合計画	SCにおける調達・物流・生産の一連の計画策定を支援する機能	Blue Yonder(米)、Kinaxis(米)、E2Open(米)、SAP(独)など
	4 複数領域が関係し合うシステムの開発設計 (MBSE)	システムエンジニアリングの考え方に基づきライフサイクル全体を全体最適目線でモデルベースで開発設計する機能	MathWorks、 <b>図研</b> など
現場マネジメント・現場	5 QCDのリアルタイムで正確な把握／最適化	経営、製造現場の、生産から販売までの各工程のデータを集約し、生産工程を最適化する機能	Siemens(独)、Rockwell automation(米)、PTC Honeywell(米)、ABB(瑞)、 <b>アズビル</b> 、 <b>横河電機</b> など
	6 顧客データを活用した製品・サービス企画	顧客から得られたデータを元に、製品・サービスの企画を行う機能	Salesforce (米)、Google (米) など
	7 設計・製造の形式知化／標準化	設計、調達、製造のプロセスをデータ化し、形式知化する機能	Siemens(独)、Rockwell automation(米)、PTC Honeywell(米)、ABB(瑞)、 <b>アズビル</b> 、 <b>横河電機</b> など
	8 製品管理(PLMなど)	製品ライフサイクル全体 (企画・開発、生産、調達、販売、保守) に渡る製品・技術情報を集約するシステム	SAP(独)、Oracle(米)、Autodesk(米)、Siemens(独)、PTC(米)など
	9 設計支援(CADなど)	コンピューターによる設計支援機能	Siemens(独)、PTC(米)、Dassault Systèmes (仏) など
	10 製造管理(MESなど)	製造工程の把握や管理、作業員への指示や支援などを行う製造実行機能	Siemens(独)、Rockwell automation(米)、PTC Honeywell(米)、ABB(瑞)、 <b>アズビル</b> 、 <b>横河電機</b> など
	11 フルターンキー (ラインビルディング)	製造ライン・工場の構想設計、工程設計、調達、インテグレーション、据付・試運転、従業員トレーニング等をワンストップで提供	<b>平田機工</b> 、 <b>ヒロテック</b> 、Durr (独)、 <b>日立</b> (旧JR Automation) など
	12 機器制御・監視システム(PLC、SCADAなど)	製造機器や製造ラインの制御に使われるコントローラや、稼働監視の機能	Siemens(独)、GE(米)、ABB(瑞)、Rockwell automation(米)、 <b>三菱電機</b> など
	13 コネクテッドな製造機器	デジタルで繋がれた製造機能	<b>安川電機</b> 、 <b>FUNAC</b> 、ABB(独)、Kuka(独・中)
	14 物流管理	配車・配送計画、倉庫への貨物、資材、商品の出入庫管理や、生産拠点や物流拠点で「モノの移動」を行う機能	Blue Yonder(米)、Blujay(米)、E2Open(米)、SAP(独)など
	15 顧客接点による新規需要創造や継続的な改良	顧客 (製造業) のビジネスモデル変革 (サービス化、ライフサイクル全体のサポート) を支援する営業機能、カスタマーサクセス型 (バリューベスト) 契約	Siemens(独)、PTC(米)、Dassault Systèmes (仏) など
	16 メンテナンスシステム	保守・点検・アフターサービス等を行う機能	GE Digital (米)、AWS (米)、Microsoft (米)、PTC (米)、Siemens (独)、 <b>三菱電機</b> など

## 三品産業の現状と課題

- 規制圧力がある医薬品以外の化粧品、食品は人手作業が多く標準化が遅れているため、業務負荷が大きく改革が進まないとともに品質トラブルなど大事故による経営破綻のリスクが存在。一方、中堅中小企業が多くMES等システム導入の投資余力は脆弱。

個別企業の情報を含むため  
非公開

# 化学産業の現状と課題

- 化学産業は大手メーカーを中心にMESの導入が進むなどソフトウェア投資は進みつつあるが、装置のインターフェースが整備されていない等OTデータ取得が課題。
- また、工場毎の導入になっており、工場間連携や製造プロセスの横串での標準化・統合が進みづらいといったガバナンス上の課題や国際規格準拠の遅れなどが存在。

– 海外プレイヤーの標準化のフレームワーク（NAMUR/MTP等）対応との彼我の差が存在※

※注：MTP の国際標準（IEC）化にあたって、日本国内での審議を行う SC65E/WG14 国内委員会の構成はサプライヤー企業が中心であり、ユーザー企業からの参加者はいない状況

（出所 横河電機株式会社黒川晋平 『MTP の標準化の動向と横河電機の取り組み』 第50回石油・石油化学討論会より引用）

個別企業の情報を含むため  
非公開

# 輸送用機械業界の現状と課題

- 独自の現場カイゼン活動が活発（現場の変化が激しい）であるがゆえに、標準化が遅れ、システムが繋がらない。
  - 「自分の所は特殊だから」といって、普遍や標準を最初から拒否するメンタリティが強い。
  - 異口同音に、「だからパッケージなんかそのままでは使えない」に落ち着く。
- Tier2以下はMESが入っていないケースも多く、グローバルな事業拡大の律速になっている。

個別企業の情報を含むため  
非公開

# 共通する課題①：最新工場がない／マザー工場を残せない

- 国内での設備投資が進まず、古い生産設備のまま現場のオペレーションの工夫でやりくりしてきた結果、最新の生産技術が日本にない、という指摘が多い。日本の高い技術力／現場力があることが、新たな設備投資をせずとも設計開発・生産を可能としてきたが、技術が属人化し、最新の設備導入を実施しない背景だと指摘もある。
- 熟練技能者の高齢化や設備の老朽化の中で、持続可能ではないという指摘もある。

## コメント

アカデミア

マザー工場 = 開発 + コア部素材 + 量産技術。製品開発機能だけでは国内には残らない。マザー工場は国内、量産は海外だと、海外工場におけるコストダウン効果による利益配分が海外に落ちるため、国内還流されない。生産技術を国内に残しておく必要あり。

機械

日本の工場は30年前に作られているので非効率。他国に移植しても生産性が低い。製造自体のアップデートがされないとまずい状況であり、out-of-date。中印が持つフルオートメーションの工場の技術は国内に無い。

電機

日本に最先端の工場を作ろうとしているが、今となっては 人材は中国が一番優秀であり、自動化という意味ではマレーシアが習熟していることから、それらの良いところを逆輸入しながら日本の東海地域の最先端工場に反映する、という形になっている。

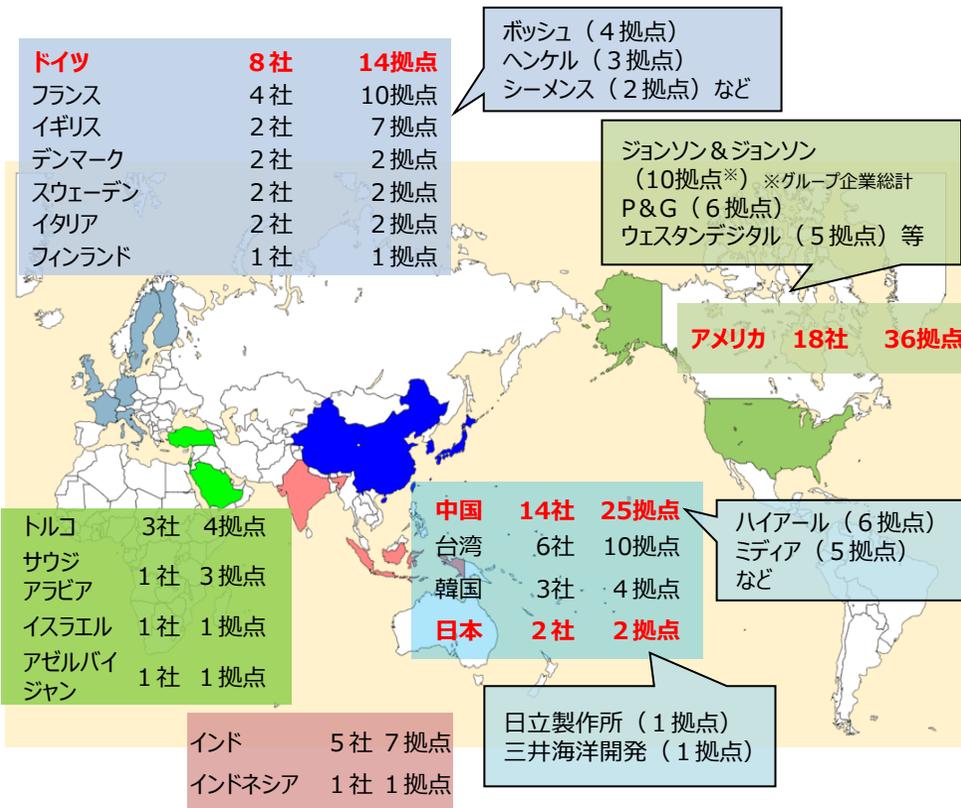
SIer

一般的に考えて、日本に工場を作るメリットがない。昔は日本のメーカーはノウハウがあったが、日本に生産技術は無くなってしまった。海外シフトした結果、ものづくりの強みが劣化した企業もある。一方で 工場生産が肝であることを欧米メーカーは承知をした上で、長年生産技術の投資・買収をしてきた。

# (参考) 工場に関する評価・価値軸の潮流 (WEF/Global Lighthouse)

- 世界経済フォーラムは、世界最先端工場「Global Lighthouse」を選出しており、132拠点のうち日本企業は2拠点にとどまる。
- 選出されている工場は、最新のデジタル技術を活用したECやSCの高度化によるQCDの向上に加え、人材育成やエネルギーマネジメント等の観点を含む、持続可能性も評価されている。

## Global Lighthouse選出状況※ (本社所在国別)



## 選出に当たって重視される審査ポイント

インパクト	製造プロセスや製品等の高度化に大きなインパクトを達成しているか
ユースケース	複数の4IRのテクノロジーを活用・統合し、ユースケースを創出しているか
イネーブラー	4IRの活用戦略、IoTのアーキテクチャ、労働力の巻き込み・活用や能力開発などの複数要素をうまく統合・活用しているか
テクノロジープラットフォーム	革新的でスケラブルなテクノロジープラットフォームであるか

※4IRテクノロジーは、人間の生活・仕事に根本的な変化をもたらす技術革新を可能とする先端的な技術を差し、例えば、ビッグデータ、IoT、AI、ロボットの活用等である。(4IR=第四次産業革命)

## 選出工場の実績と効果

ハイアール  
【中国・家電メーカー】

- 冷蔵庫の生産工場において、注文内容をリアルタイムで製造工程に反映させる高度なデジタルプラットフォーム「COSMOPlat」を開発。
- 柔軟に製造工程を組み換えるマス・カスタマイゼーションを実現した。

- ビッグデータの活用により、市場調査に要する時間を85%削減
- AIによる工程最適化により、エネルギー消費量を37%削減
- ロボットの連結と自動化により、組立効率を52%向上

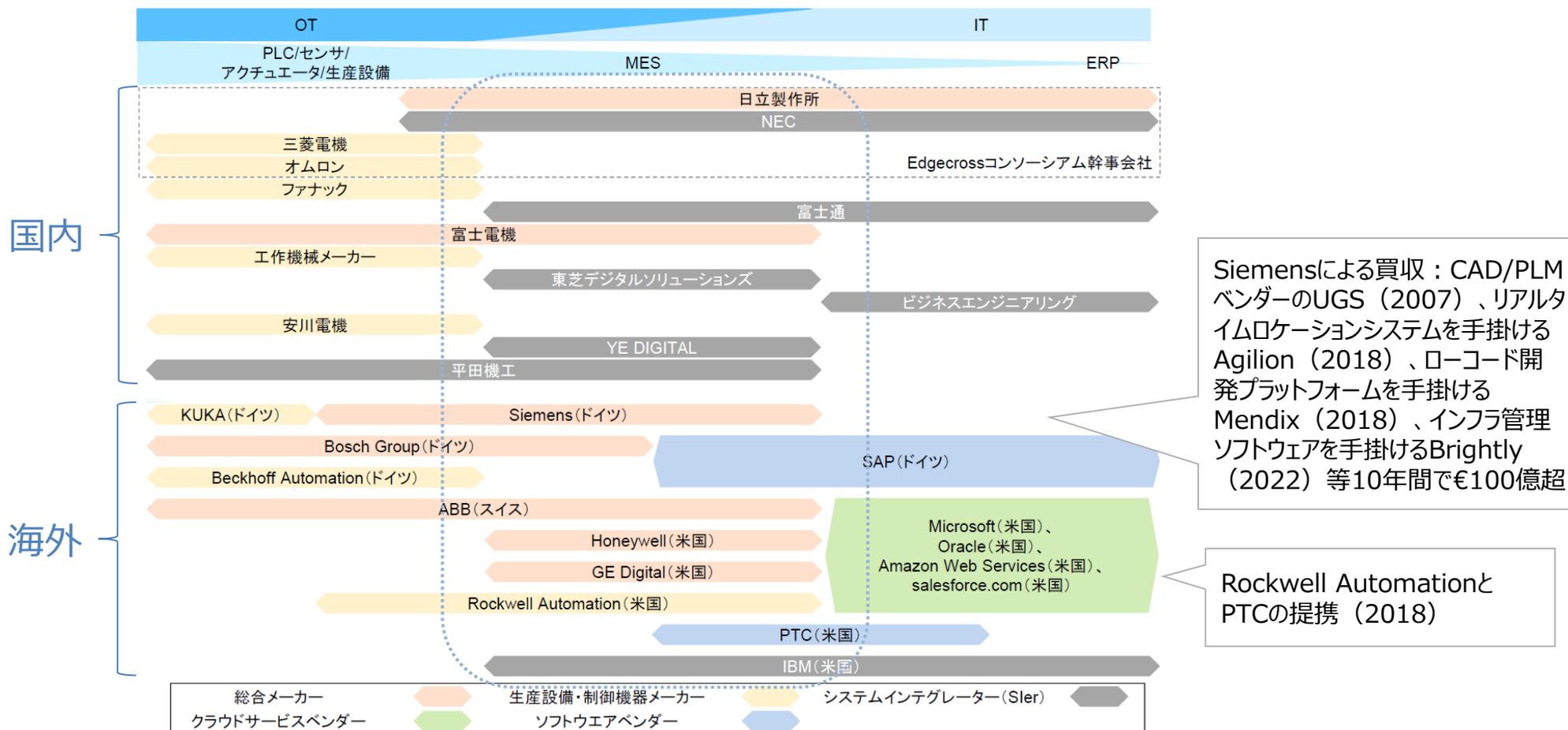
ボッシュ  
【ドイツ・自動車部品メーカー】

- 全世界に点在する工場の機械やデバイスをネットワークで連結することで、生産や物流計画の管理、機械の状態の把握等を一本化。
- 全社的な全社的な全体最適化に成功した。

- 物流システムの統合により、生産リードタイムを36%削減
- 設備に生じる異常の事前検知により、メンテナンスコストを25%削減
- エネルギーマネジメントの実現により、消費電力を18%削減

## 共通する課題②：OT/IT連携の不足

- 経営層と現場がつながり、需要変動への迅速な対応と品質監理を実現するとともに、経営戦略に即したリアルタイム性の高い生産管理を実施するためには、ITとOTの連携が不可欠。
- 日系企業がOTまたはITのどちらかを得意とする一方、欧米企業はOT・ITの連携を進めている。

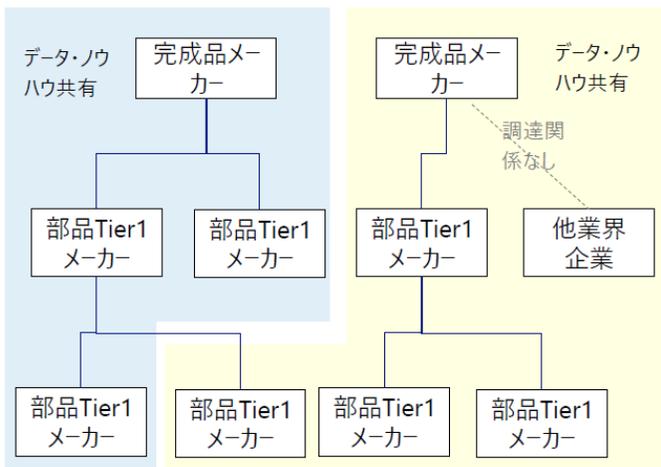


# 共通する課題③：サプライチェーンの見える化・ダイナミック化

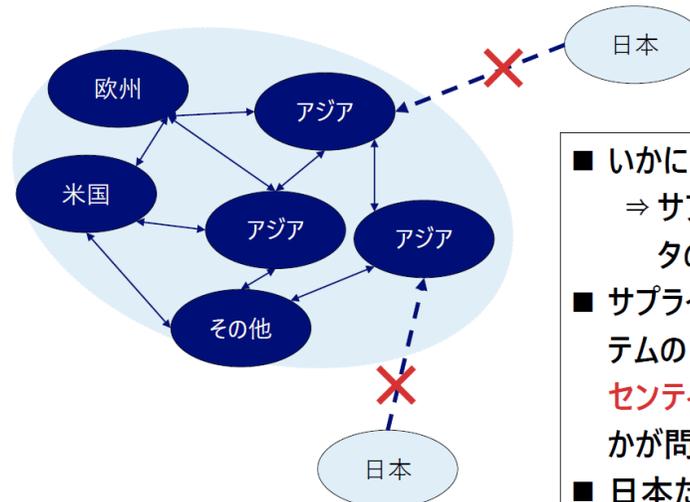
- 日本の製造業の取引関係はケイレッツやグループ会社間で固定的（※平時においては高い生産性を発揮）。
- マス・カスタマイゼーションや製造のサービス化が進展する中で、顧客のニーズにスピーディに応えていく、あるいは災害等の有事において調達先を動的に変えていくためには、個社やグループを超えたデータ共有を通じた最適化を図っていくことが必要。
- SDGsの観点から、チェーン全体でCO2排出量や人権保護等の情報を把握していくことも必要。
- 将来的には、データ連携の仕組みが整っていないならば、サプライチェーンから断絶されるおそれあり。

## デジタルケイレッツの世界

本業でのビジネスでの関係性に関わらず、データを接続し、それぞれの強み（ノウハウ・アプリ）を持ち寄り、競争力強化を図る緩やかなデジタルケイレッツ型連携に変わってきている



## サプライチェーンから断絶されるリスク



- いかにデータを繋いだかが価値  
⇒ サプライチェーン企業やデータの取り合い
- サプライチェーンやデータエコシステムの「仲間」になってもらラインセンティブ・メリットを提示できるかが問われる
- 日本だけデータ共有の仕組みが整っていないと…？

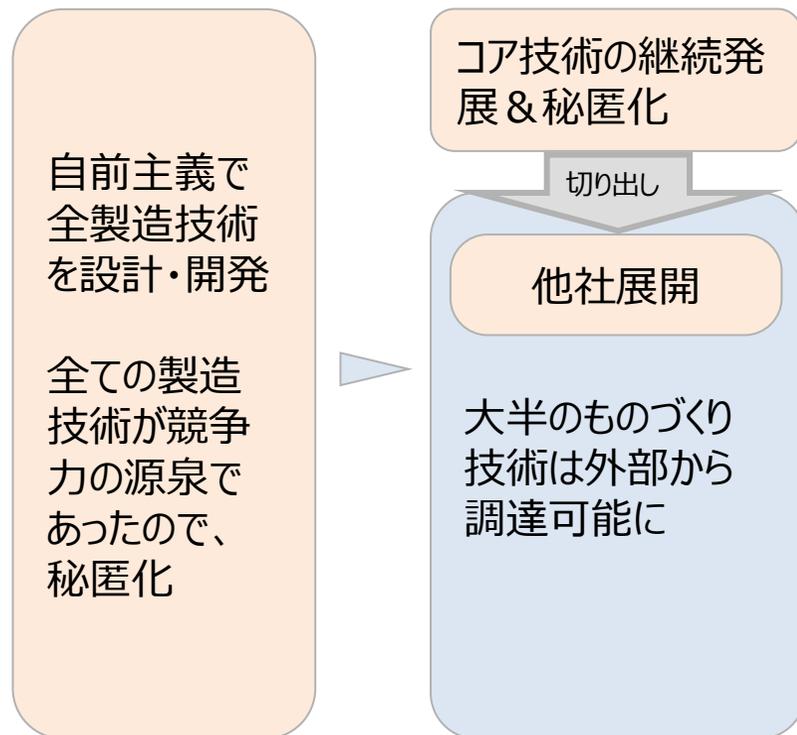
# 日本の製造業の強みと目指すべき方向性

- **現場力**、すなわち高度かつ複雑なものづくり技術や熟練技能者、それにより生産される競争力が高い製品が日本の製造業を支えている。
- 大半のものづくり技術が外部から調達できるようになる中、**非コア領域は外部調達を必要に応じて活用しつつ、コア領域に経営リソースを割き、ものづくり技術の継続発展**を行い、その中で切り出すことができるものは**他社展開**する事業も求められるのではないか。
- 競争力が高い製品と、高い現場力を標準化・デジタル化した**日本式ものづくりプロセス**の両輪で、製造業の競争力向上を目指す。

- 有識者A
- 例えば、日本企業が得意としてきたマイクロ秒単位の生産性向上や、バラツキのほとんどない高精度など、限界までモノづくりの品質や効率にこだわってきた領域などが挙げられる。
  - 現場や熟練技能者の動きはデジタル化が「しづらい」領域こそ、デジタル化をしたときの競争力は高い。
  - ものづくり技術を調達する企業は、組み合わせだけで作れない領域を、発展させる能力が劣る。

- 有識者B
- 「徹底的な改善、自動化技術を突き詰めていく」というのはありだろう。日本の強みを突き詰めたときに、生産技術が浮かび上がるのは分かる。他国は、改善の意識は薄い。

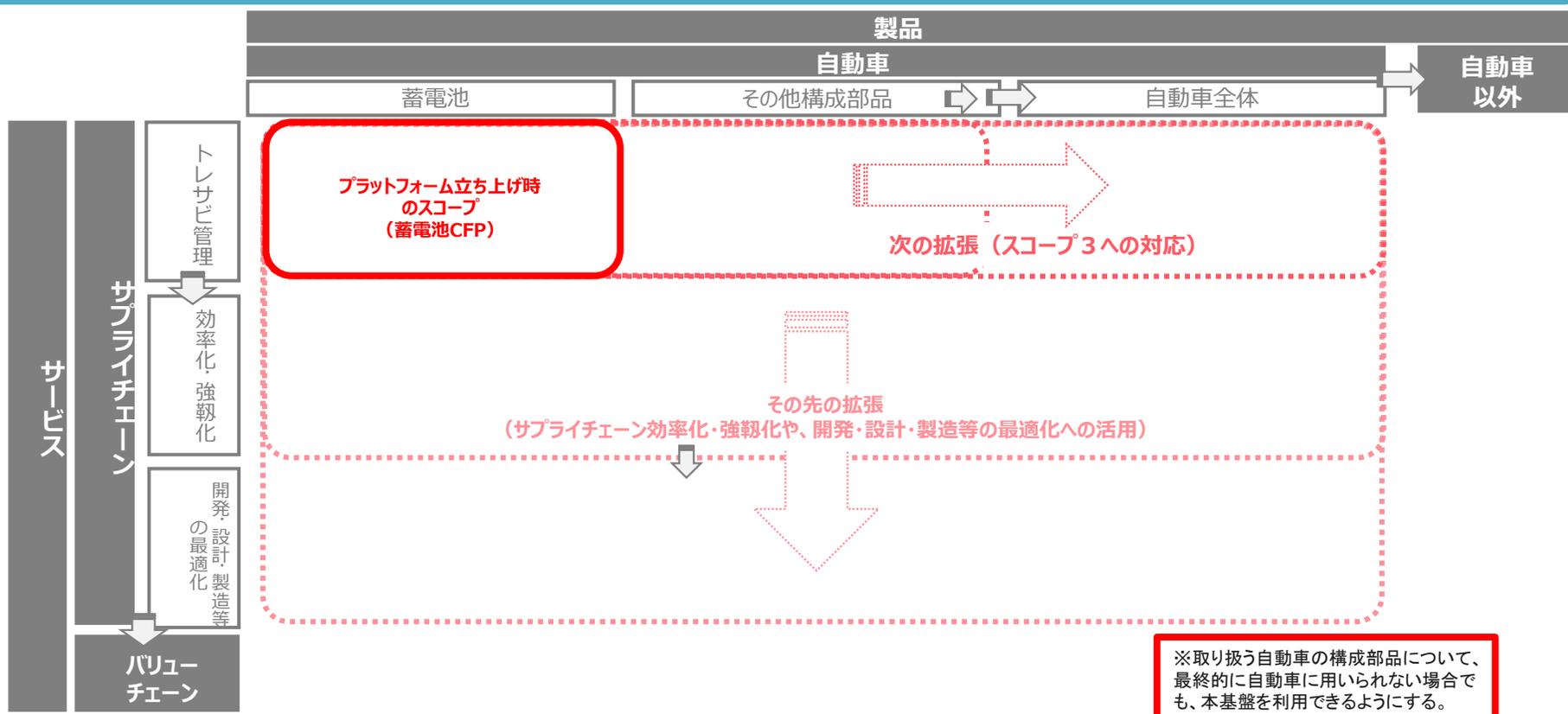
- 有識者C
- 生産モデルを自前で作り出すことは非常に上手い。ただ、それをクローズドにしたので、グローバルにスケールアウトすることができなかった。反対にそのモデルを言語化し、他産業に敷衍することができたのが、ドイツである。



# サプライチェーンの見える化・ダイナミック化に向けた取組

- サプライチェーンの最適化には、企業の枠を越えて、必要なデータの共有が不可欠。
- 日本でも、産業横断でのデータの共有・活用を通じて、サプライチェーンの全体最適を図るデータ連携のプラットフォームの確立に向けた取組が進んでいる。
- 特に重点的に取り組む分野として自動車を設定して、先行して蓄電池におけるサプライチェーン上のカーボンフットプリントの把握や、デューデリジェンスを目的とするトレーサビリティ管理の具体化を進めている。
- また、データ連携プラットフォームと接続可能な、マーケットプレイスの具体化の検討も必要。

## 蓄電池、自動車分野でのデータ連携の動き



# 政策の方向性（案）

- これまで、DX投資喚起策（DX税制、ものづくり補助金等）を中心に、製造業DXを進める。
- これに加え、イネーブラーの育成と、目的意識を揃えた共通基盤の整備が必要。

	これまで	政策の方向性（案）
DX投資の促進	製造事業者のDX投資の喚起	製造事業者のDX投資が進まないという課題に対して、税制や補助金等により、需要を喚起
	製造業DXの指針・評価指標の作成	製造業DXの指針や評価指標がなく、投資意欲を十分に喚起できない、または投資分散が起きていることが課題
イネーブラーの育成	製造業系サービス事業者の育成	設計・製造技術、ノウハウ等の外販・コンサルを検討する製造事業者も存在するが、資金やデジタル技術等のリソース不足やコア技術との切り分けが課題
	製造業DX技術インテグレーターの育成	欧米では、規模が大きい生産技術の一括請負事業者（ラインビルダー）の存在により、生産技術の底上げがあるが、日本では成長産業になっていないことが課題
共通基盤の整備	企業間のデータ連携の進展	欧州は、自動車を中心に、産業大でのSC最適化の構想が進んでいる。一方で、企業を超えたデータ連携が進展しないことが課題。
	標準化の進展	欧州は、戦略的なデジタール戦略を展開し、域内企業の事業発展に繋げる。更に、製造ソリューションやデータ連携の手法等についても、標準化を進展。
	人材育成	製造業現場を熟知するIT人材が不足。企業価値向上を念頭に置いた上で、全体最適を図ることが必要。

引き続き、DX税制やものづくり補助金等を通して、需要サイドを喚起（※DX税制は下記イネーブラーの育成にも寄与）

・産学官で連携し、戦略的なDX投資のユースケース等を含む製造業DXの指針・評価指標を作成

・製造技術とIT技術のマッチング支援やリソースプール整備  
 ・知財や意匠等のコア技術の秘匿化に関する知見の蓄積等、サービス事業に展開する上での手引き書の作成  
 ・サービス系事業者プラットフォームの立ち上げ

・製造業DX技術を持つ業種への支援  
 ・非コア技術の標準化の支援  
 ・海外への販路拡大を支援

・データ連携の意義・メリットの再定義  
 ・アーリーアダプター間でのユースケース作り  
 ・ASEAN等海外とのユースケース作り

・製造ソリューションに関する標準化戦略の策定  
 ・RRI等の民間組織の標準化活動の支援  
 ・東アジア・アセアン経済研究センター（ERIA）等との連携

・リスキリング  
 ・製造業の魅力の向上による、テック系人材の呼び込み

# (参考) 欧米の製造産業政策

- 欧米ともに、長期展望を示した上で、先端製造技術に投資。
- 欧州は、産業大でのSCの最適化を官のイニシアティブのもとで実施。

区分	具体的な要素	欧州	米国
横断的取り組み	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 下記要素を包含する取り組み</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 欧州データ戦略・デジタル戦略・新産業戦略等で製造業以外も含めた大方針を策定</li> <li>• 下記観点のほとんどをカバーする取り組みを目的としたEU内での製造業パートナーシップとしてMade in Europeを整備</li> <li>• ドイツではMade with Germanyを提唱</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 米国製造業の再活性化と国内サプライチェーンの強靱化をトピックシューとした予算教書を受け、商務省等の各省庁が方針を策定</li> <li>• NSTC内のSubcommittee on Advanced Manufacturingでは、(1)先進製造技術の開発と導入 (2)先進製造業の人材育成 (3) サプライチェーンとエコシステムのレジリエンスの構築の3つを柱とする</li> </ul>
計画管理 (本社)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 全体アーキテクチャ設計</li> <li>• 計画連携とサプライチェーン統合計画</li> <li>• トータルリソースマネジメント</li> <li>• MBSEと自律学習・インテリジェント化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 欧州新産業戦略等にてグローバルサプライチェーンの強靱化 (EU外への依存改善含む) やグリーンへの移行について定義</li> </ul>	
現場マネジメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>• データ統合・マネジメントとトレサビ</li> <li>• 設計・製造の形式知化と継承支援</li> <li>• 製品・設計監理 (PLM・MBD)</li> <li>• 工場全体の制御システム高度化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 欧州データ戦略でのData Space構想に基づき、Manufacturing-XはDataSpace Industrie 4.0を検討</li> <li>• Horizon Europe (約955億ユーロ) やEIT Manufacturing等の取り組みにおいてAdvanced Manufacturingや製造エコシステム等の個別テーマの検討プログラムを実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 商務省 (DOC)、国防総省 (DOD)、エネルギー省 (DOE) はManufacturing USA (約4.25億ドル) を通じてAdvanced Manufacturingに関する各種研究テーマへの投資を実施</li> <li>• Manufacturing USAに属するインスティテュートを通じた共同研究により最新技術の開発を行っている</li> </ul>
現場	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設計支援ツール (CAD、XR)</li> <li>• 製造実績のモニタリング (4Mとの紐づけ)</li> <li>• 自動化・フルターンキー (ラインビルディング)</li> </ul>		
基盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 契約・知財マネジメント</li> <li>• 標準化とファイナンス</li> <li>• 人材バンク・マッチング</li> <li>• データ連携基盤</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 標準化領域では欧州標準化戦略を策定し、優先領域を定義</li> <li>• 欧州デジタル戦略やデジタルコンパスにおいて、デジタルスキルの目標を定義。欧州スキルアジェンダやDigital Education Action Planにより具体的な行動計画やフレームワークを策定</li> <li>• ミッテルシュタント・デジタルやLNI4.0等で中小企業のスキルアップを目的とした取り組みを実施</li> <li>• EIT Manufacturingのskills.move!による教育・認定、ESCOによるマッチングを実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 全米に展開する官民パートナーシップであるMEPでは特に中小企業向けに現在利用可能なテクノロジーの活用やビジネス事例の開発・適用等の取り組みを実施</li> </ul>

# (参考) 中国の製造産業政策

- 500以上のスマート製造パイロット工場の建設など、先端製造技術とその普及に注力。

■ 主要な目標として、①転換とアップグレードの推進、②供給能力の増強、③基盤の構築の3つの観点で言及している。

- ①：一定規模以上の製造業の企業の70%は基本的にデジタル化とネットワーク化を実現し、業界の発展を牽引する500以上のスマート製造パイロット工場を建設する。製造業の企業の生産効率、製品良品率、エネルギー資源の利用率等を顕著に向上させ、スマート製造能力の成熟度レベルを明らかに向上させる。
- ②：スマート製造の設備と産業用アプリケーションの技術レベルと市場競争力を顕著に向上させ、市場満足度はそれぞれ70%、50%を超える。専門レベルが高く、サービス能力が高いスマート製造システムのソリューションプロバイダを150社以上育成する。
- ③：スマート製造のイノベーションキャリアと公共サービスプラットフォームを建設する。スマート製造の発展に適した標準体系とネットワークインフラを構築し、200以上の国家、業界標準の制定と改定を完了させ、業界と地域に影響力があるインダストリアル・インターネットプラットフォームを120以上構築する。

■ 重点ミッションの1つめは「システムイノベーションを加速し、新しい動的エネルギーを強化、融合、発展させる」。

- 鍵となり中核となる技術的テーマを強化する。設計、生産、管理、サービス等の製造における全プロセスに焦点を当て、設計シミュレーション、ハイブリッドモデル、連携の最適化等の基礎技術を確立し、応用付加製造、超精密加工等の先進プロセス技術を研究開発し、スマート検知、ニューマン・ロボット・コラボレーション、サプライチェーンのコラボレーション等のジェネリック・テクノロジーを攻略し、人工知能、5G、ビッグデータ、エッジコンピューティング等の産業分野における適応技術を研究開発する。
- システム集積の技術開発を加速させる。設備、ユニット、職場、工場等の製造キャリアに目を向け、製造設備、生産過程における関連のデータ辞書と情報モデルを構築し、生産過程における通用のデータ統合とプラットフォームや分野の業務を超えた相互接続技術を研究開発する。産業チェーンとサプライチェーンに目を向け、企業を超えた多重情報源の相互作用とチェーン全体での連携の最適化技術を開発する。製造における全過程に目を向け、スマート製造システムの計画と設計、モデルのシミュレーション、分析の最適化等の技術を獲得する。
- 新しいイノベーションネットワークの建設を推進する。鍵となるプロセス、工作機械、デジタルツイン、工業スマート等の重点分野を中心として、業界のトップ企業が大学、研究所、川上や川下の企業と連携し、製造業のイノベーションキャリアを建築することを支持する。研究開発機関のイノベーション発展メカニズムを奨励し、デジタル共有とプラットフォームの共同建設を強化し、共同でのイノベーションを発展させる。産業化を推進し、建設の段取りを促進し、イノベーション成果の移転と転化を加速させる。試験や検証のプラットフォームを建設し、スマート製造設備とシステムの普及と応用を加速させる。

# 1. 製造業を巡る現状

- ① 現状認識
- ② 直面する課題

# 2. 製造業DXに向けた政策の方向性

- ① 製造業におけるDXとビジネスモデルの変化
- ② 日本の製造業の目指すべき方向性

# 3. Hard-to-abate産業におけるGXの方向性

- ① カーボンニュートラルの潮流と課題
- ② 政策の方向性

# 4. 経済安全保障を巡る国際情勢と政策の方向性

# 世界における脱炭素（GX）に向けた潮流

- 世界では、CN（カーボンニュートラル）目標を表明する国・地域が急増し、そのGDP総計は世界全体の約90%を占める。
- ロシアによるウクライナ侵略やそれによる燃油高騰によってもこうした流れは停滞せず、既に欧米をはじめとして、排出削減と経済成長をともに実現するGX（グリーントランスフォーメーション）に向けた大規模な投資競争が激化。

## 期限付きCNを表明する国地域の急増

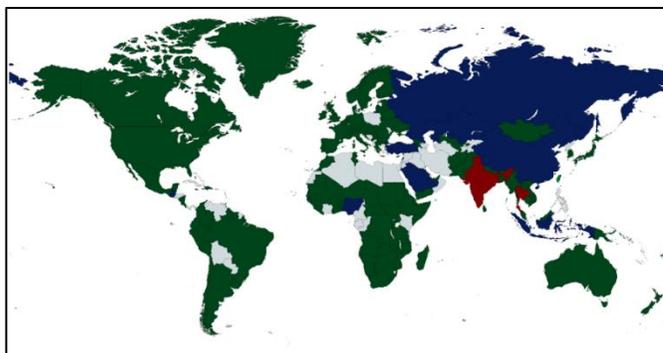
COP25  
終了時（2019）

- 期限付きCNを表明する国地域は121、世界GDPの約26%を占める

2023年5月

- 期限付きCNを表明する国地域は158、世界GDPの約94%を占める

（参考）CN表明国地域（2023年5月）



- 2050年まで
- 2060年まで
- 2070年まで

（出所） UNFCCC NDC Registry、World Bank databaseを基に作成

## 諸外国によるGX投資支援（例）

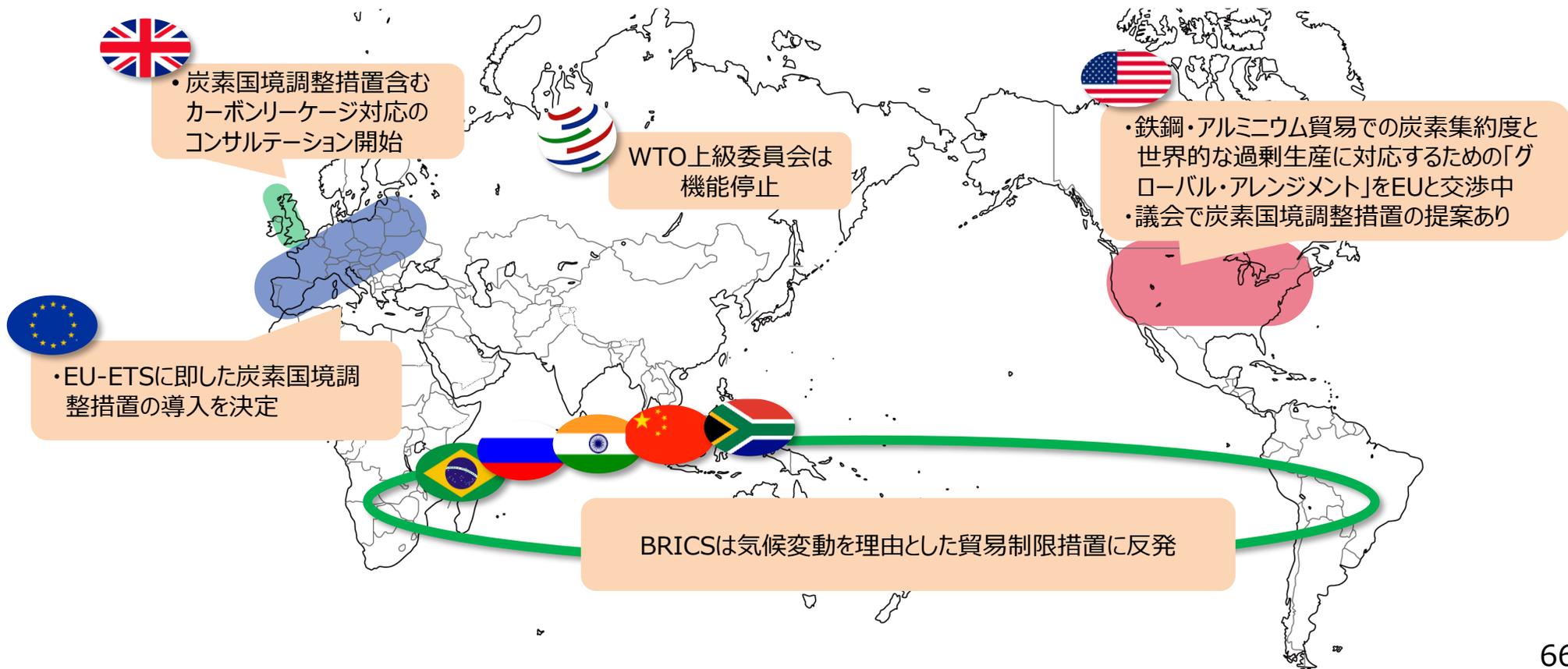
国	支援期間	政府支援等
EU 2020.1.14 投資計画公表	10年間	官民で <b>約146兆円</b> (約1兆€)
※2023年2月1日には、「資金へのアクセス迅速化」など4つの柱からなる「 <b>グリーンディール産業計画</b> 」を発表。		
ドイツ 2020.6.3 経済対策公表	2年間を中心	<b>約7兆円</b> (約500億€)
フランス 2020.9.3 経済対策公表	2年間	<b>約4兆円</b> (約300億€)
英国 2021.10.19 戦略公表	8年間	<b>約4兆円</b> (約260億£)
米国 2022.8.16 法律成立（インフレ抑制法）	10年間	<b>約49兆円</b> (約3,690億\$)
※多排出産業への支援（補助金・政府調達）には <b>約1.2兆円</b> （約90億\$）規模		

（出所） 各国政府公表資料を基に作成。

※換算レートは1\$ = 133円、1€ = 146円等（基準外国為替相場・裁定外国為替相場（2023年6月分適用））

# 気候変動対策と貿易措置の国際的状況

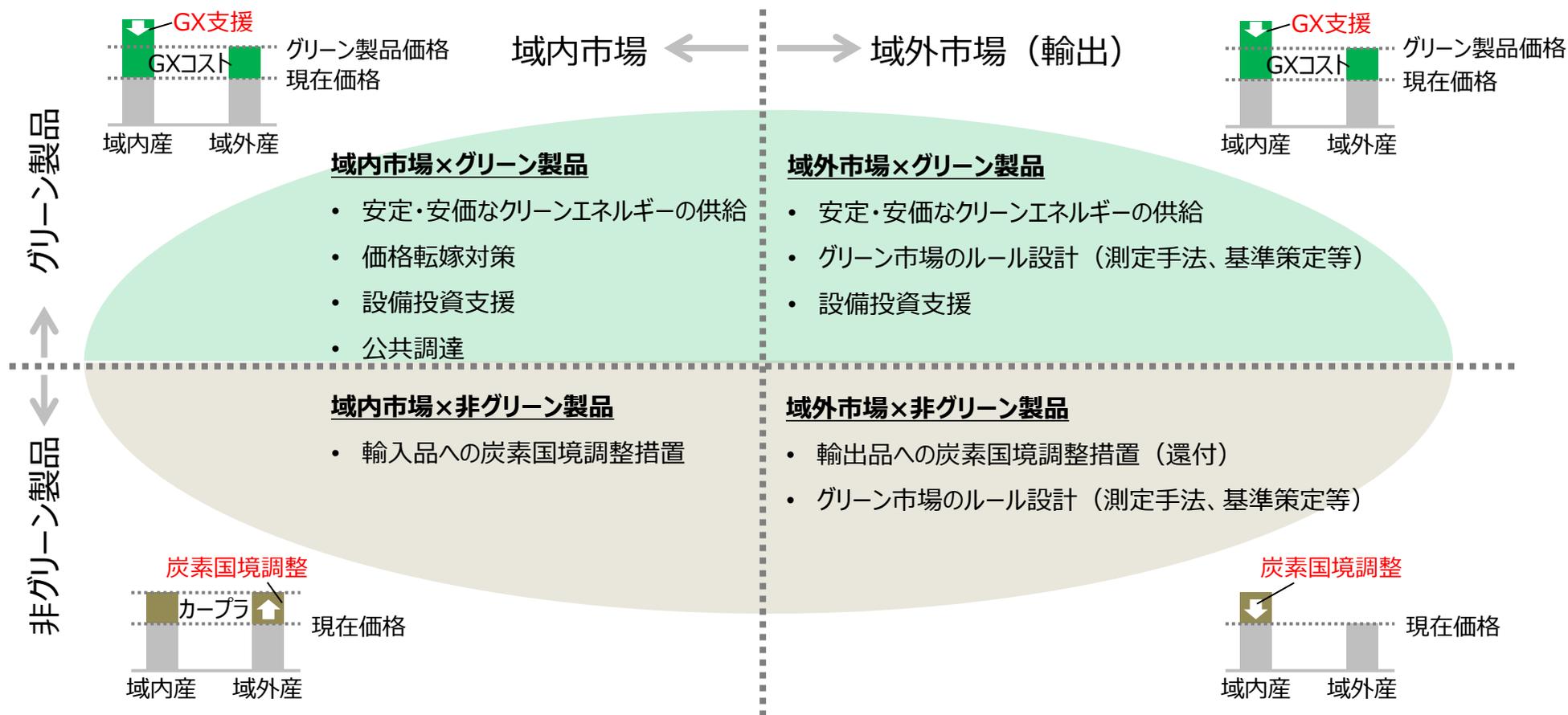
- 気候変動対策に対する各国の「野心」にばらつきがある中で、カーボンリーケージ防止及びレベルプレーイングフィールド確保等のための貿易措置がとられつつある。
- BRICSは、気候変動を理由としたいかなる貿易制限措置にも既に反対を表明。
- 大規模な投資競争も相まって、気候変動を軸にブロック化の様相を呈している状況。



# GX移行期における競争戦略と政策支援

- GX移行期では、グリーン市場と非グリーン市場が同時に存在する中で、それぞれの市場に適した支援・ルール設計が進んでいる。

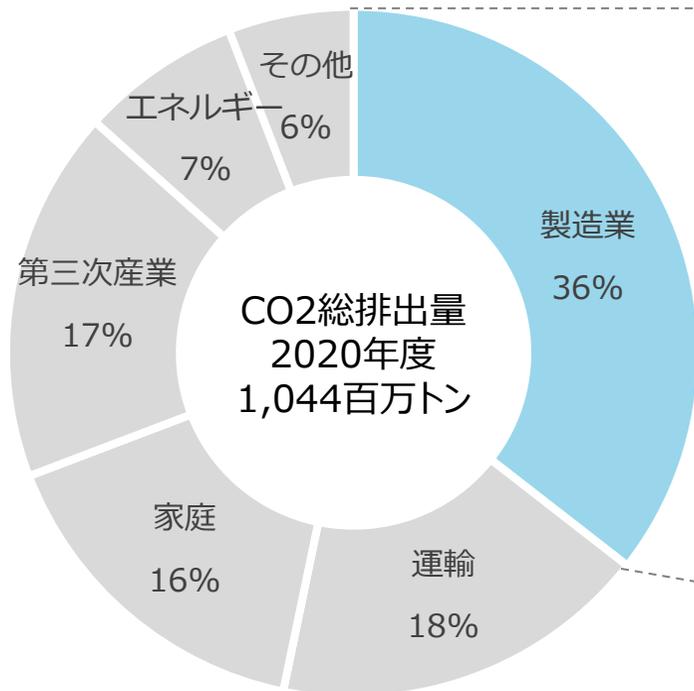
## GX移行期における競争戦略と政策支援（例）



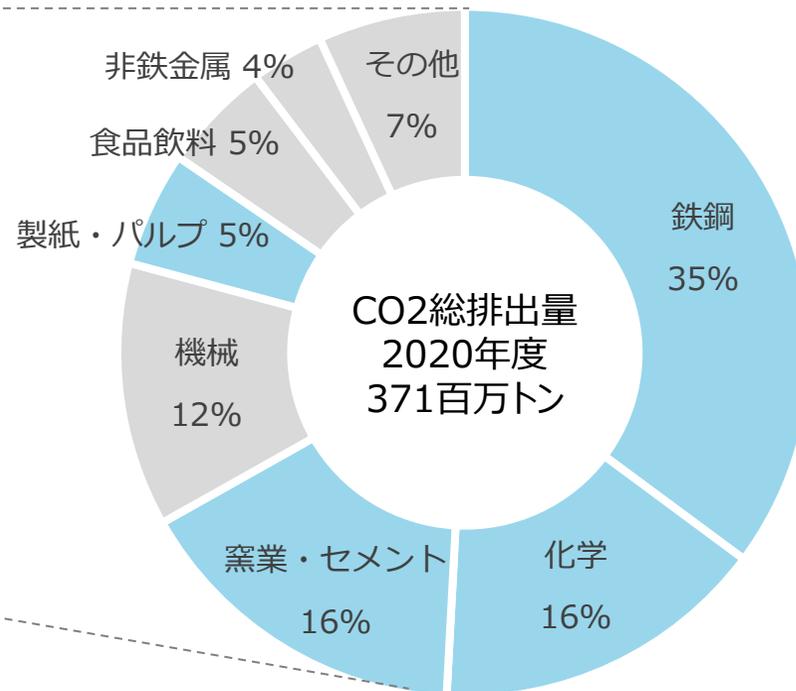
# 日本の製造業のCO2排出の現状

- 我が国のCO2排出のうち、製造業が占める割合は36%と最も高い。
- 製造業からのCO2排出のうち、素材産業（鉄鋼、化学、窯業・セメント、紙・パルプ業）で約7割を占める。

国内部門別CO2排出量<sup>1, 2</sup>



製造業の業界別CO2排出量<sup>3</sup>



1: CO2の部門別排出量【電気・熱配分後】データを使用

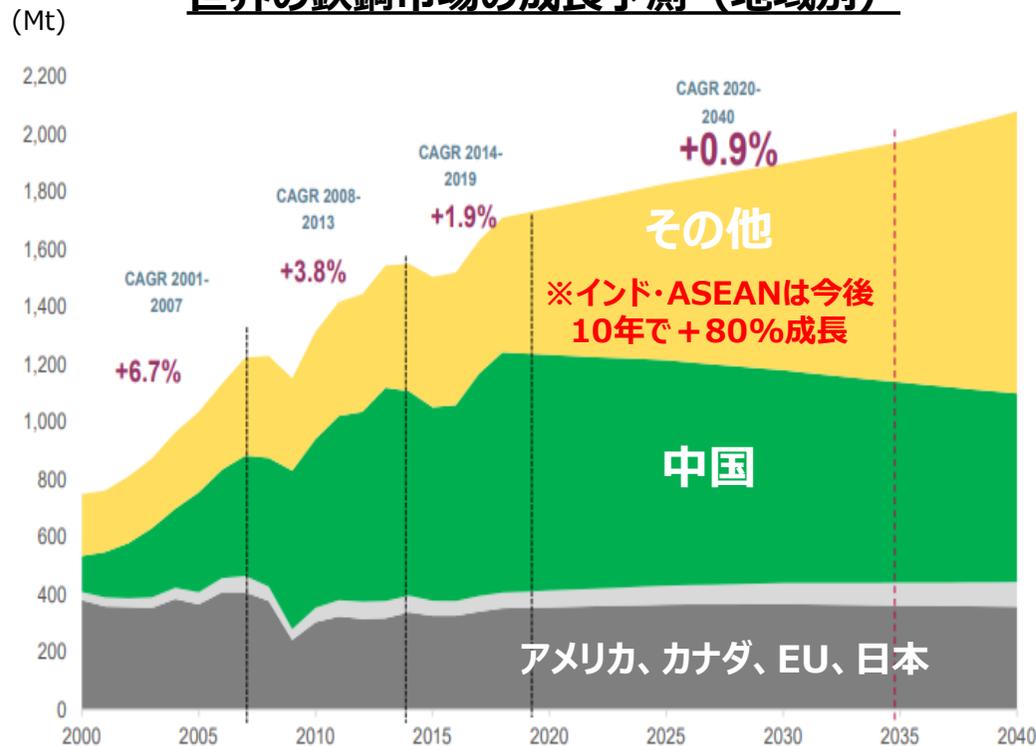
2: 製造業部門は、「エネルギー起源/産業/製造業」と「非エネルギー起源/工業プロセス及び製品の使用」の合算値

3: 化学部門は、「エネルギー起源/化学（含石油石炭製品）」と「非エネルギー起源/化学産業」の合算値、窯業セメント部門は、「エネルギー起源/窯業・土石製品（セメント焼成等）」と「非エネルギー起源/鉱物産業」の合算値

# 鉄鋼業の今後の市場見通しと各国動向

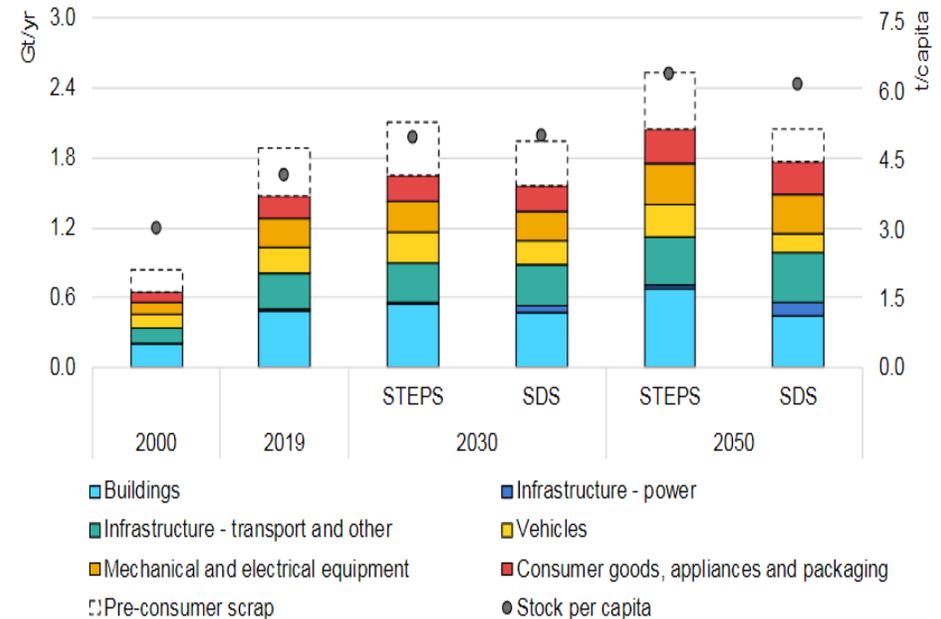
- 直近20年は中国の経済発展が世界の鉄鋼需要を牽引してきたが、今後20年は、インド・東南アジア等が成長の中心になる見込み。
- ただし、軽量素材への置換や製品寿命の延伸等のマイナス影響もあり、鉄鋼市場全体は微増に留まる可能性。環境規制が強まれば、さらに量的成長は抑制されるため、生産プロセスにおけるCO2削減の環境価値への転換等による高付加価値化の追求が必要。

## 世界の鉄鋼市場の成長予測（地域別）



Source: worldsteel, SRO and MTF, steel demand finished steel

## 世界の鉄鋼市場の成長予測（製品別）



(Source) IEA (Iron and Steel Technology Roadmap)

※STEPS = Stated Policies Scenario, SDS = Sustainable Development Scenario

# グリーンスチール市場の勃興

- IEA の報告書※によると、ニア・ゼロ・エミッションの一次鋼市場は、2030 年までに世界で 1 億トン（世界粗鋼生産の約5%）まで成長する可能性があるとされている。
- 各国大手鉄鋼メーカーは、製造時のCO<sub>2</sub>排出量を従来の鋼材より大幅に削減した低CO<sub>2</sub>鋼材（グリーンスチール）の提供を開始。

※IEA Net Zero Scenarioにおける見通し <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel>

## 日本製鉄 “NSCarbolex Neutral™”

・電炉によるCO<sub>2</sub>排出量削減効果など、製造プロセスの変革・改善等によって実際に削減したCO<sub>2</sub>排出量の総量を把握し、任意の製品に振り当てる。

## 神戸製鋼 “Kobenable Steel”

・鉄鉱石の一部を「HBI（還元鉄を押し固めたもの）」に置き換える事で使用するコークスを減らし、CO<sub>2</sub>排出量を削減させ、その削減効果を環境価値として、低CO<sub>2</sub>鋼材に対して割り当てる。

(出所) 神戸製鋼HP

【低CO<sub>2</sub>高炉鋼材“Kobenable Steel”の種類】

商品名	トン当たりのCO <sub>2</sub> 排出量の削減率（従来比※5）
Kobenable Premier	100%
Kobenable Half	50%

## JFEスチール “JGreeX™”

・CO<sub>2</sub>排出削減技術により創出した削減量を、「マスバランス方式」を適用して特定の鋼材に割り当てることで、鉄鋼製造プロセスにおけるCO<sub>2</sub>排出量を大幅に削減。

## アルセロール・ミittal “XCarb™”

・水素を含む排ガスを回収し、高炉に投入することで石炭の使用量を削減する技術や、石炭の代わりとなるバイオコークスを製造する技術等による削減効果を、「Xカーブグリーンスチール証明書」として発行。

## ティッセンクルップ “Bluemint®”

・鉄鉱石の一部を「HBI」に置き換える事で使用するコークスを減らし、CO<sub>2</sub>排出量を削減させ、その削減効果を環境価値として、低CO<sub>2</sub>鋼材に対して割り当てる。  
・2023年より、米フォードへの供給開始も予定か。

## SSAB “HYBRIT”

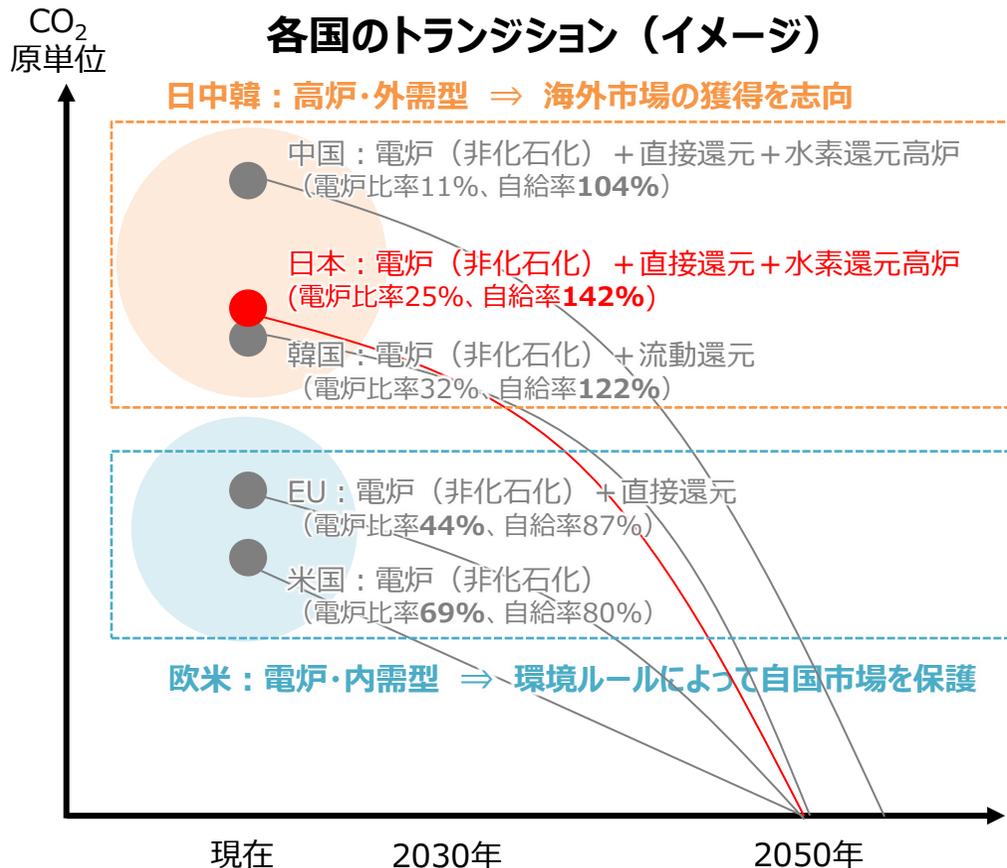
・試験プラントにおいて再生可能エネルギー由来の水素で還元したグリーンスチールを用いて、世界初の車を製造したことを発表。  
・2025年にも年産能力130万tのデモプラントを立ち上げ、2026年には商業生産開始を目指す。

## U.S.スチール “verdeX®”

・最大90%スクラップ鉄を活用し、従来の1/4のCO<sub>2</sub>排出量で、同等の高張力鋼を生産可能。生産は、同社が2021年に買収したスタートアップ「Big River Steel」が行う。  
・General Motors（GM）への供給を発表、2023年中の出荷を予定。

# 日本の鉄鋼業のポジションと今後のグローバル競争

- 中国・欧米等は国を挙げて、製鉄プロセスの脱炭素化支援を加速しており、研究開発のみならず、電炉転換等の設備投資競争が激化。
- しかし、欧米は、電炉主体で、最低限の資源を確保して環境ルールで国内市場を保護しようとするのに対して、日本・中国・韓国は、高炉主体で、資源に制約がある中で輸出競争力の維持・拡大を模索。日本としては、欧米モデルも参考として着実に脱炭素転換を進めつつ、アジア市場を狙う中国・韓国勢とのグリーンスチール市場創造に向けた開発競争で1歩リードすることが重要。



## 【中国（世界市場シェア53%）の取組】

- ・宝武鋼鉄は、政府系金融機関と共同で**8,500億円規模の基金を造成し、水素還元高炉を研究開発**。併せて、2022-23年には計**155万t規模の直接還元炉（天然ガス）**を稼働予定。

## 【EU（世界市場シェア11%）の取組】

- ・アルセロールミタル・ティッセンクルップ・SSAB・H2グリーンスチール各社は、2025年頃に**100-200万t規模の直接還元炉（水素）**を稼働予定。
- ・EU・独政府は、**数十～200億円程度を支援（1/2補助等）**。

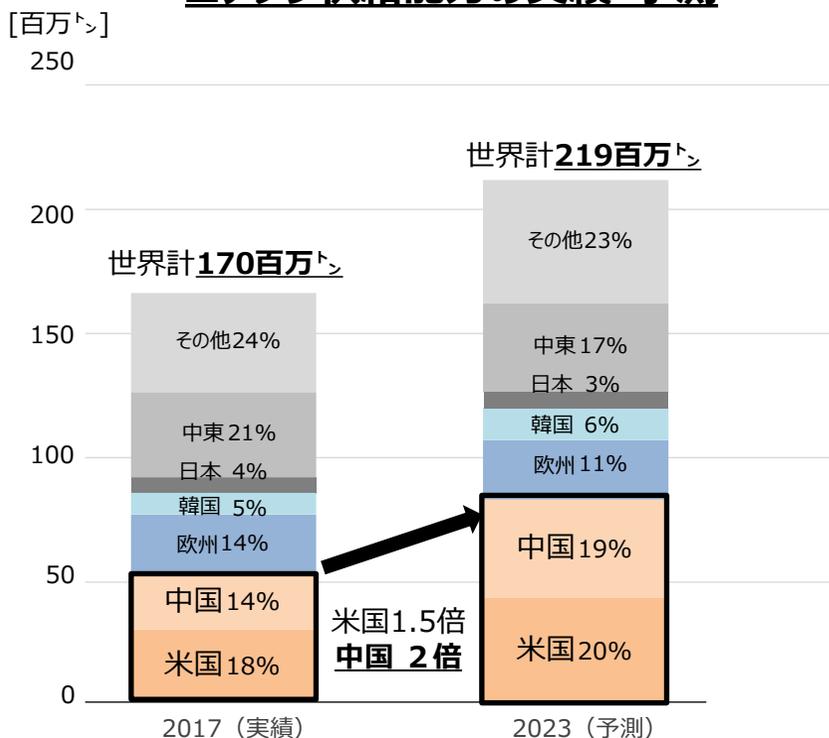
## 【米国・カナダ（世界市場シェア5%）の取組】

- ・USスチール（米国）は、2024年に**300万t規模の電炉転換**を推進。米国政府は、**インフレ削減法により、多排出産業向けに7,000億円以上の設備投資支援**を予定。
- ・AMDファスコ（カナダ）は、2026年に**250万t規模の直接還元炉（天然ガス）・電炉**を建設。**カナダ政府が400億円、州政府が500億円超を支援（1/2補助）**予定。

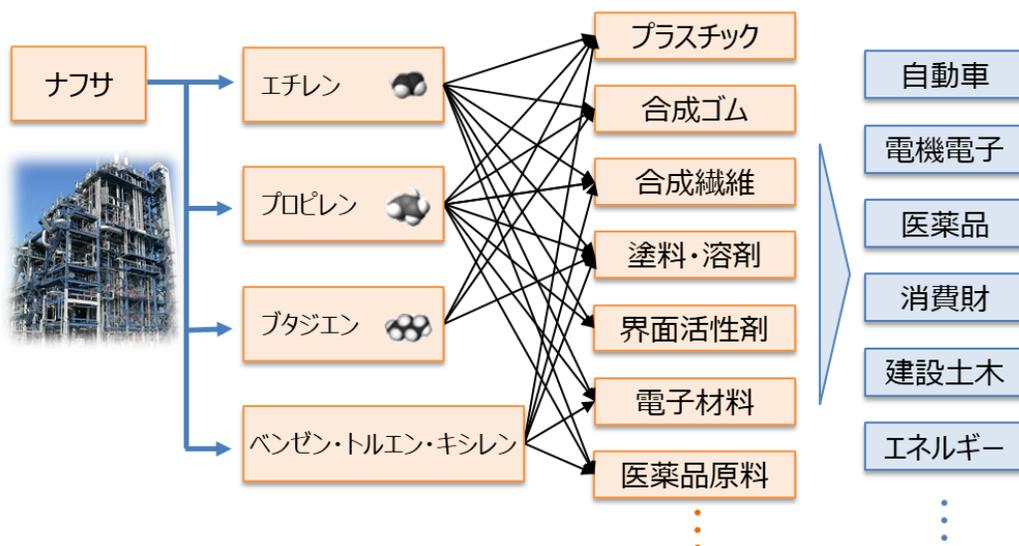
# 化学産業の今後の市場見通しと各国動向

- 価格競争が中心となる基礎化学品の供給能力が中国を中心に拡張されると同時に、高付加価値である機能性化学品シフトへの動きもあり、グローバル競争は一層厳しさを増す。
- 日本が高シェアを誇る機能性化学品の製造には、基礎化学品が必要。国内での製造基盤を失えば、中国などから高値で基礎化学品を仕入れる構図となり、機能性化学品の国際競争力低下を招くため、国内で必要な製造基盤は維持しつつ、CNへ移行することが重要。

## エチレン供給能力の実績・予測



## 石油化学工業の構造



- ✓ 自動車部品や電気電子産業等への素材供給を通じて、最終製品を下支え

# 日本の化学産業におけるポジションとトップ企業の動向

- 海外トップメーカーであるBASF（独）は売上高を飛躍的に拡大（2000年比2倍以上）。海外大手メーカーと連携した実証事業を進めるなど、新技術の早期確立がグリーンマテリアル市場のカギを握る。
- 世界トップ10に日本企業は入っておらず、我が国で最も売上高の大きい三菱ケミカルは、規模を追求する戦略から一線を画す方向へ。

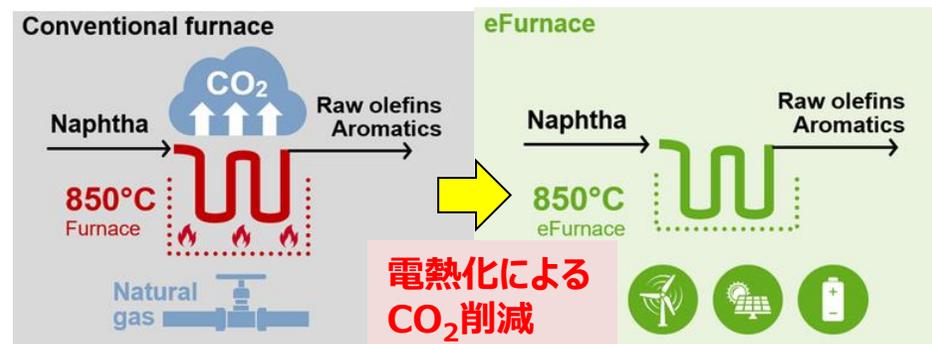
## 世界の化学企業・売上高トップ10（2021年）

	会社名	国	売上高(化学)
1	BASF	独	93.0
2	Sinopec	中	65.8
3	Dow	米	55.0
4	Sabir	サウジ	43.2
5	Formosa Plastics	台	43.2
6	Ineos	英	39.9
7	PetroChina	中	39.7
8	LyondellBasell	蘭	39.0
9	LG Chem	韓	37.3
10	ExxonMobil	米	36.9
-	三菱ケミカル	日	30.7

(出所) C&EN "C&EN's Global Top 50 survey ※単位: \$ billion

## 海外大手メーカーの動向

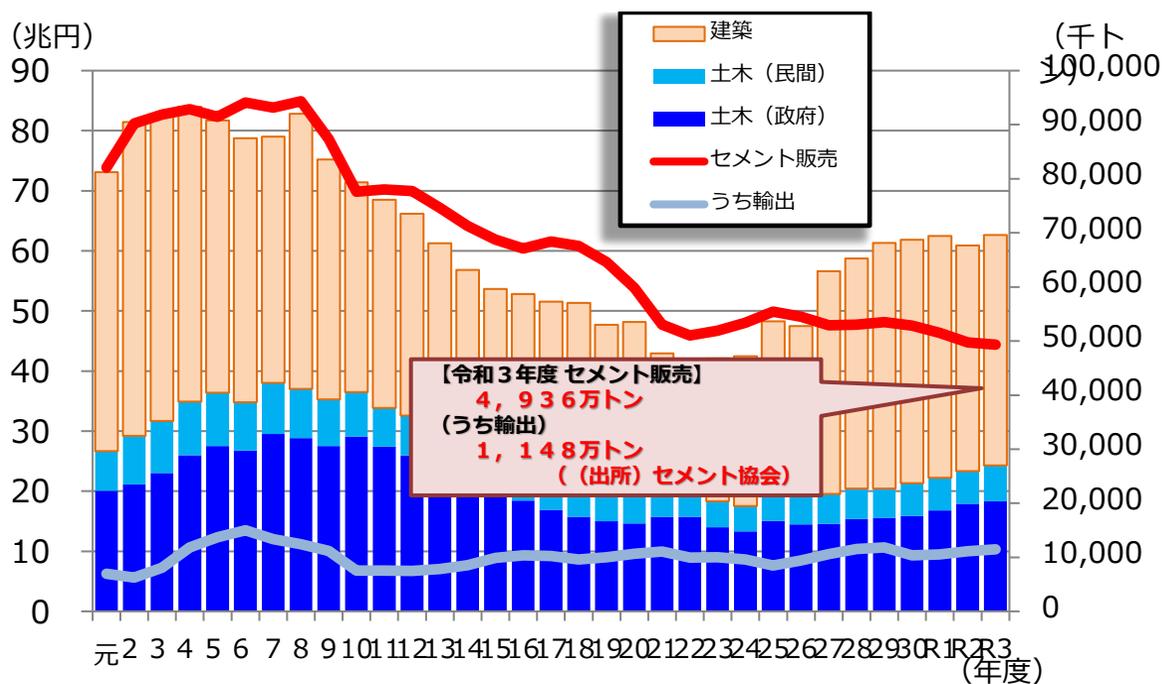
- BASF（独）、SABIC（サウジ）、リンデ（英）の3社は「電気加熱式スチームクラッカー」の大規模実証プラントの建設を開始。本クラッカーでは、従来に比べ、CO2排出量を90%以上削減できる見込みであり、2023年の実証プラントの稼働を目指す。
- その他は省エネ投資やケミカルリサイクル等とCCUの組み合わせの対応を検討中。



# セメント産業の現状

- セメント産業は、原料である石灰石を加熱することで脱炭酸反応による原料由来CO<sub>2</sub>排出とその加熱に必要なエネルギー由来のCO<sub>2</sub>排出によって、鉄鋼、化学に次いで排出量が多い産業。
- ピーク時から需要は減少しているものの、セメント1トンに対して約500kgの廃棄物を利用することによる社会貢献に加えて、国土強靱化等の観点からも引き続き需要が見込まれるため、原料由来とエネルギー由来双方の対策が必要。

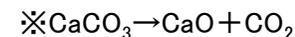
## <建設投資額とセメント販売量の推移>



(出所) 国土交通省建設投資見通し、セメントハンドブック（（一社）セメント協会）より経済産業省作成

## <セメント製造行程からのCO<sub>2</sub>排出>

石灰石由来(脱炭酸※)



約6割

エネルギー由来  
(化石エネルギー・電力消費)

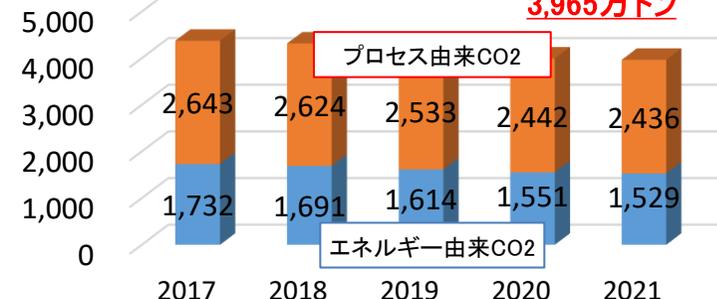


約4割

CO<sub>2</sub>  
排出

## CO<sub>2</sub>排出量(排出源別) 2021年度CO<sub>2</sub>排出量

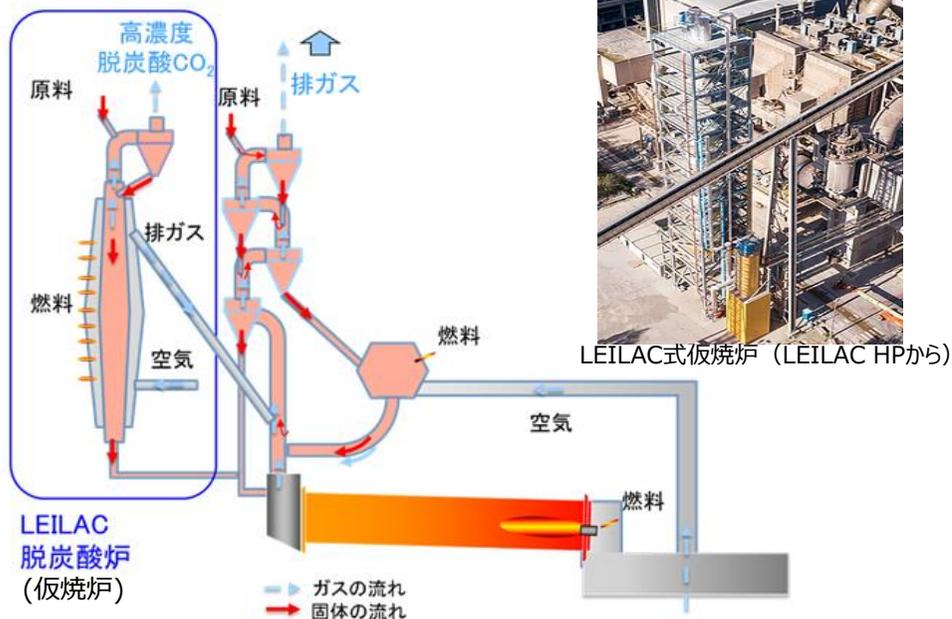
3,965万トン



# セメント産業の各国技術開発動向と競争環境

- 世界主要メーカーが参画する「LEILACプロジェクト」では仮焼炉で石灰石を間接的に加熱し、プロセス由来CO<sub>2</sub>を回収する技術実証に着手。高濃度のCO<sub>2</sub>回収が可能だが、設備の大規模化が課題。
- HeidelbergCement は2030年を目標にスウェーデンの工場での脱炭素化を発表。プロセス由来CO<sub>2</sub>は化学吸収法で回収・圧縮冷却して海底貯蔵(CCS)する計画。ただし、CO<sub>2</sub>回収エネルギーがセメント生産用エネルギーの5倍と推計。さらに海底貯蔵コストの考慮も必要。
- CO<sub>2</sub>貯留を広く廉価で行うことが現状難しい日本においては、回収したCO<sub>2</sub>を再利用する循環型のCCUSが現実的。また、日本の技術を世界に展開していくためには、上記のような設備の大規模化、回収コスト等の課題を早期に解決し社会実装することが重要。

## LEILACによる燃焼方法



## ■ LEILACプロジェクト

- EU Horizon2020の資金支援を受け、HeidelbergCement (独)、CEMEX(墨)、CALIX(米)等の世界主要メーカーが参画。
  - LEILAC I (2016~2020年) 25,000トン-CO<sub>2</sub>/年  
※石灰石由来CO<sub>2</sub>の5%相当を回収。
  - LEILAC II (2020~2024年) 100,000トン-CO<sub>2</sub>/年  
※石灰石由来CO<sub>2</sub>の20%相当を回収。
- LEILAC IIは間接加熱方式の仮焼炉を4本並列で設置。

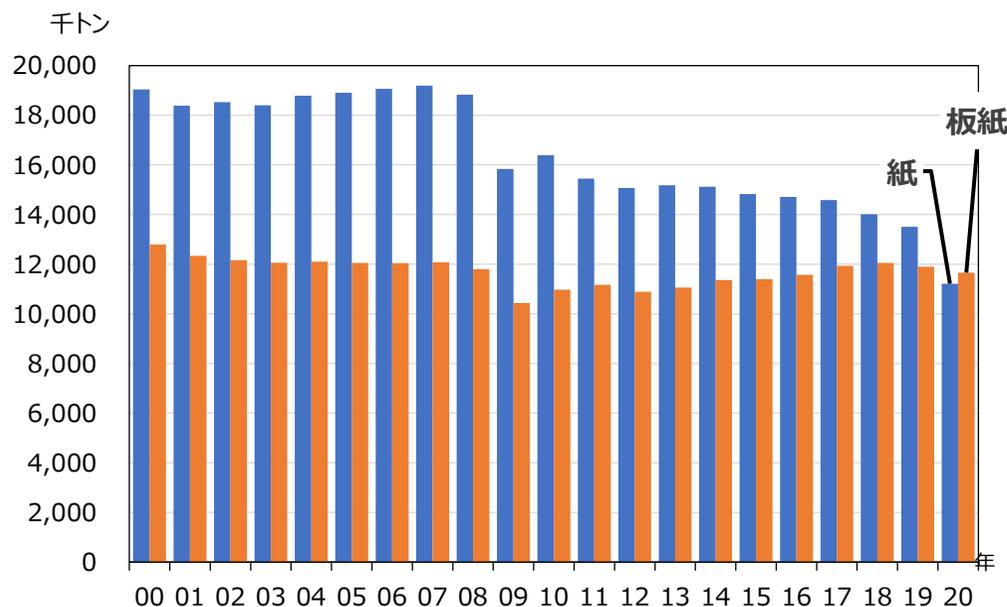
## ■ NORCEMプロジェクト

- スウェーデンエネルギー庁とノルウェー-CLIMITによる共同出資プロジェクト。Norcem社のセメントプラント等からCO<sub>2</sub>を回収。
  - CO<sub>2</sub>回収エネルギー 3.0GJ/t ※1
  - セメント生産 0.6GJ/t ※2
- ※1「CO<sub>2</sub> Capture, Use, and Storage in the Cement Industry: State of the Art and Expectations」(著者Marta G. Plaza, Sergio Martínez, and Fernando Rubiera)
- ※2「セメントハンドブック」(セメント協会)の電力量を基に算定

# 紙・パルプ産業の現状

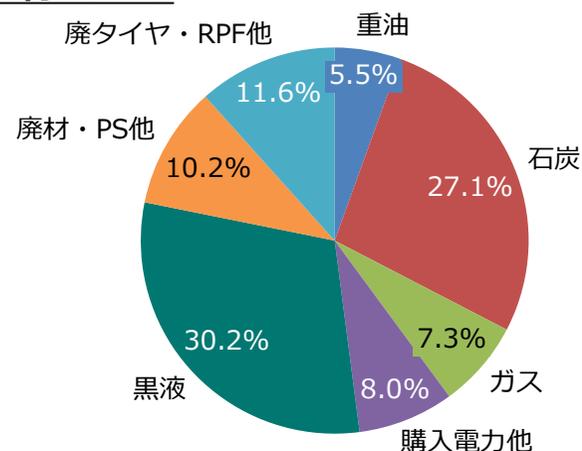
- 製紙業についても化学産業・セメント産業同様にCO<sub>2</sub>多排出産業である。
- デジタル化の進展等に伴い、生産量は年々減少傾向にあるが、製造時の乾燥工程等において大量のエネルギーを利用。パルプ製造時に生じる黒液を回収し燃料利用しているが、次いで、石炭や重油等の化石燃料使用が多い。
- 自家発比率が他産業に比べて高く、燃料転換が急務。

＜紙・板紙の生産量推移＞



＜紙パ産業のエネルギー種別消費量（2020年）＞

合計：約437PJ



＜紙パ産業のエネルギー消費内訳（2020年）＞

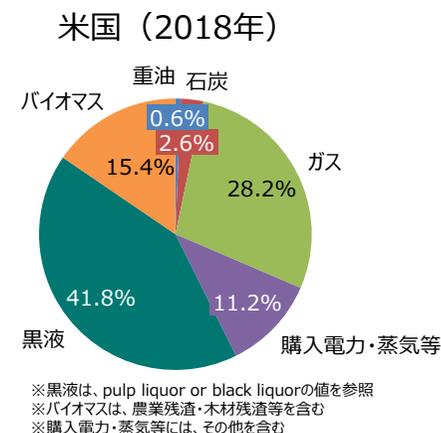
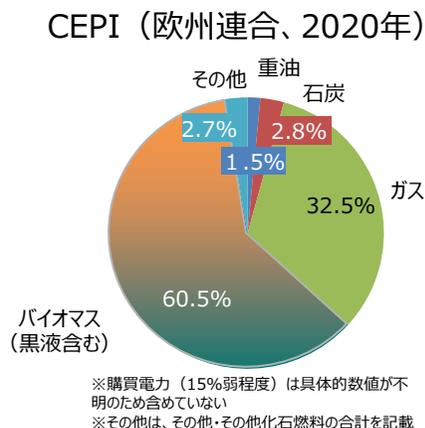
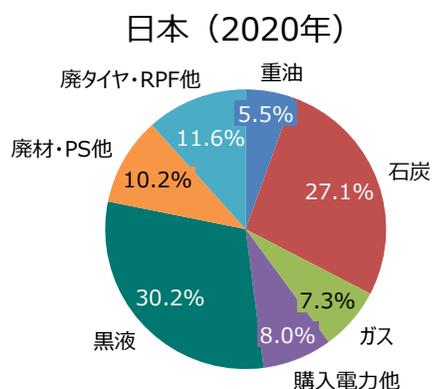


熱 ② : ① 電気

# 紙・パルプ産業の各国動向

- 欧米の製紙工場は、豊富な森林資源から安価なパルプを大量に生産することで、大量の黒液を得るとともに、バイオマス燃料も安価に入手可能であることから、これらを最大限活用。
- 原料が木質資源であることから、エネルギー由来のCO2対策がメインであり、主メーカーはクリーンな燃料への転換などの取組を進めることとしている。

## 世界の紙・パルプ産業のエネルギー構成



## 世界の主な製紙企業の動向

- 毎年1%のエネルギー効率化を実現するとともに、木材ベースのバイオマスの活用やコスト効率的な水素発電の使用、原子力を含むCO2フリーエネルギー由来の電力の購入により、2030年までに2015年比で65%の排出削減を実現する（フィンランド企業）
- LED電力、バイオマスボイラーの最新設備の導入等に加え、再生可能エネルギー電力への転換やWaste to Energy、嫌気性ガスタービンなどの導入により2030年までに2019年比40%削減、2050年ネットゼロを目指す（英国企業）
- 省エネルギーの実践とともに、2025年末までにDongguan地域にあるすべてのボイラーを石炭からガス火力ボイラーに代替することで、2060年カーボンニュートラルとの国の目標実現に対応する（中国企業）

# グリーン市場の創出（民間需要・公共需要創出）

- 海外では、環境価値の高い製品の初期需要創出・市場創出に向けた取組が加速。民間、公共の双方で「早期市場創出」に焦点をあてた取組が進んでいる。

## First Movers Coalition

- COP26において、ケリー特使とWEFが、2050年までにネット・ゼロを達成するために必要な重要技術の早期市場創出に向け、世界の主要グローバル企業が購入をコミットする民間のプラットフォームとして立ち上げ。アップル、アマゾンなど82社が参加（2023年5月現在）。
- 鉄鋼、セメント・コンクリート、アルミニウム、化学品、海運、航空、トラック輸送、CDR（二酸化炭素除去）が対象。
- ビル・ゲイツ氏が創始者となり、ジェフ・ベゾス氏やマイケル・ブルームバーグ氏などが出資するフレックスルー・エナジーが、削減が困難な分野におけるインパクトのあるプロジェクトに資金を提供。



立ち上げには、バイデン大統領、フォンデアライエン欧州委員長、ビル・ゲイツ氏などが参加

## New Buy Clean Actions

- 2022年9月に米国は“New Buy Clean Actions”を**発表し、排出量の少ない鉄鋼、コンクリート、アスファルト、ガラス**を優先的に購入することを表明。

### 対象

- 鉄鋼、コンクリート、アスファルト、板ガラス（連邦政府が調達する建設資材の98%を占める）

### 概要

- 州政府と連携し、公共調達連邦政府が資金提供するプロジェクトにおいて、低炭素建設資材の利用を拡大
- 規模を拡大
  - カリフォルニア州、コロラド州、オレゴン州でBuy Clean法が成立済み(2022/9時点)
  - さらに5州が法制化を検討中
- サプライヤーの報告を通じてデータの透明性を高め、米国の製造業者が排出量を追跡・削減できる制度を整備
- クリーンな建設資材の連邦調達を促進するためのパイロットプログラムを立ち上げ

## Industrial Deep Decarbonization Initiative

- 鉄鋼、セメント/コンクリートについて、低炭素排出材料の需要創出に取り組む官民コアリション。英国・インドが主導。日本もCOP27において参加を表明。
- 各国政府は、国の状況に応じて、4つの項目からなる「グリーン公共調達プレッジ」にコミットすることが可能

# EUの炭素国境調整措置（CBAM）

- EUは、域外諸国からのセメント、アルミ、肥料、電力、鉄鋼、水素等の輸入について、製品当たり炭素排出量に基づく証書の購入（=輸入課金）を求める炭素国境調整措置（CBAM）の導入を決定。
- 2023年10月1日から、製品単位あたり排出量や原産国で支払われた炭素価格等の情報を報告※する義務が開始。実際の課金は、EU-ETSにおける無償割当廃止のスピードに併せて、2026年から2034年にかけて段階的に導入されていく。 ※報告内容は、運用開始に向けて、対象範囲の見直しや排出量算定方法を発展させるために活用される想定。
- 法案は欧州議会及びEU理事会の承認を経て、本年5月、官報に掲載され、施行済み。



## 1. 対象産業

- セメント、アルミ、肥料、電力、水素、鉄鋼、限られた下流製品（ネジやボルトなど）等

## 2. 課金について（2026年～段階的に導入、2034年以降本格稼働）

- EUへの輸入品につき、製品単位あたりの炭素排出量に基づき、CBAM証書の購入（=輸入課金）が必要

$$\text{輸入課金} = \text{CBAM証書価格 (P/CO2-ton)} \times \text{製品単位当たり排出量 (CO2-ton/Q)} \times \text{製品輸入量 (Q)}$$

証書価格：	<ul style="list-style-type: none"> <li>①前週におけるEU-ETSの全入札の平均終値</li> <li>②<u>EU域外で支払われた炭素価格 (tax or emission allowances)</u> をCBAM証書価格から控除可</li> </ul>
製品単位当たり排出量：	<ul style="list-style-type: none"> <li>①排出範囲：<u>直接排出とある特定の条件下での間接排出</u>含む。</li> <li>②排出量：実際の製品排出量 ※デフォルト値の利用：各国毎に輸出国の信用できるデータがない場合等、実際の数値が取得できない場合はデフォルト値を各輸出国の平均排出原単位を活用し、<u>産品ごとに設定可能（ただし電力除く）</u>。</li> </ul>

# 鉄鋼・アルミニウム グローバルアレンジメント（米EU間）

- 米国は、非市場的な過剰生産能力及び炭素強度の双方に対応する鉄鋼及びアルミニウムに関するアレンジメントをEUに提案。2023年10月までに完了させることを目指す。

## 米EU共同声明（2021年10月31日）

### 「市場志向条件を回復し、炭素強度に対処するための鉄鋼・アルミニウムに関するグローバルアレンジメント」

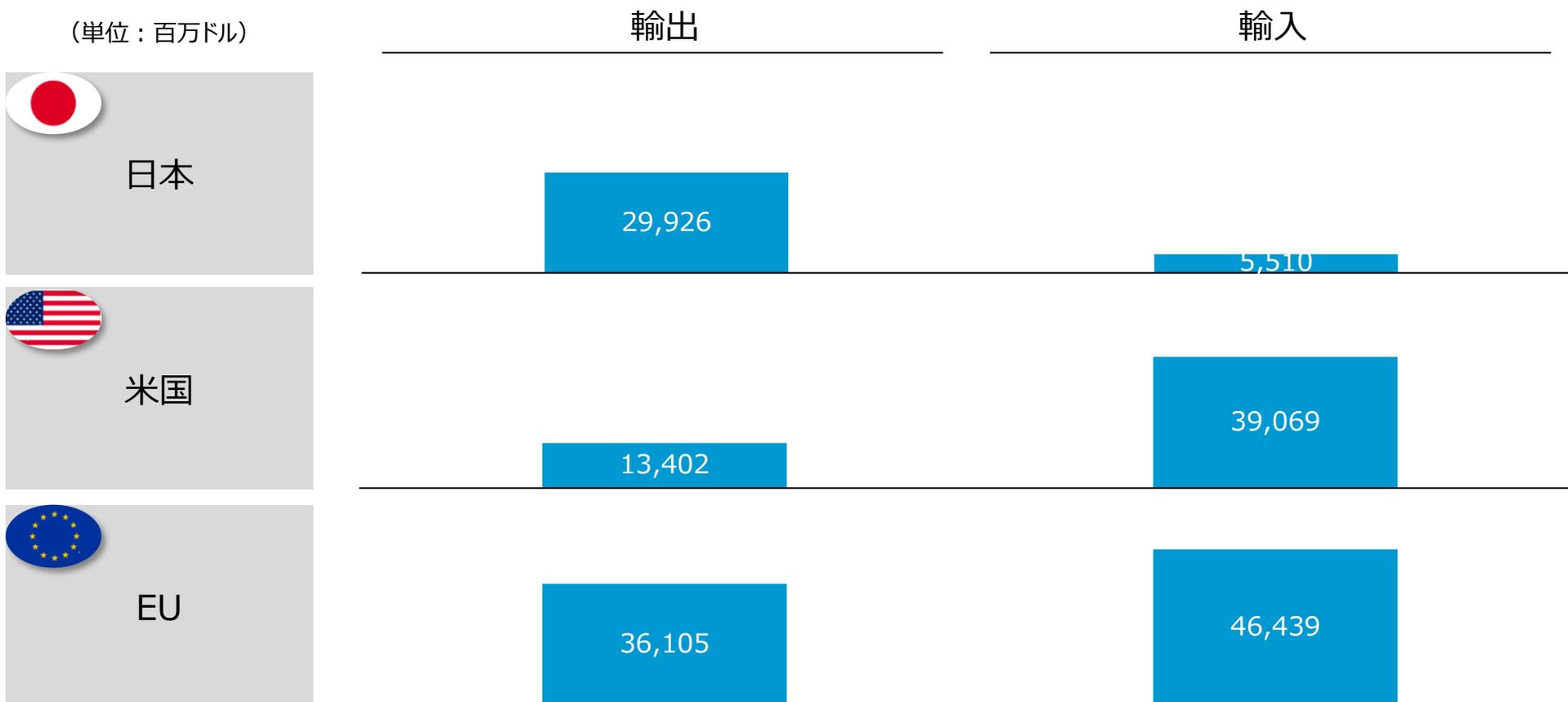
- 鉄鋼・アルミニウムの製造は、世界的に見ても最も炭素排出量が多いものの一つである。過剰な生産能力は不必要な温室効果ガスの排出を生み、高排出製品の価格を下落させ、低排出生産のための競争力のあるソリューションの開発と規模拡大を妨げる。
- 鉄鋼とアルミニウムの貿易を持続可能なものとするためには、生産者と消費者は、世界の非市場的な過剰生産能力と産業の炭素強度の両方に対処する必要がある。（中略）
- EUと米国は、志を同じくする国がこの取り決めに参加し、市場志向の条件を回復させ、生産様式を問わず鉄鋼・アルミニウムの炭素強度の削減を支援するという目標の達成に貢献するよう呼びかける。
- EUと米国は、2年以内に取り決めにに関する交渉を終了させることを目指す。
- 国際的な義務及び今後数年間に共同で策定される可能性のあるルールを含む多国間ルールとの整合性を確保しつつ、取決めの各参加者は以下の行動をとることとなる。
  - (ii) 低炭素原単位の基準を満たさない非参加者の市場アクセスを制限（※(i),(iii)~(vi)略）
- 両者の協力を強化し、持続可能な鉄鋼・アルミニウムに関する世界的な取り決めにに関する交渉を円滑化するため、EUと米国は技術作業部会を設置することに合意する。
- EUと米国は、作業部会を通じて、特に鉄鋼とアルミニウムの炭素原単位の計算方法について協議し、関連データを共有する予定である。

# 各国・地域の鋼材輸出入動向

- 日本・米国・EUにおける鋼材の輸出入動向は以下の通り。日本は大幅な輸出超過。

2022年 鋼材輸出入動向（金額ベース）

（単位：百万ドル）



# 経済合理性の観点から見た炭素国境調整措置

- 経済合理性に則れば、EU炭素国境調整措置導入を契機に、**報復関税合戦になる可能性**。

<米国> 鉄鋼製品の輸出量<輸入量 ⇒ 炭素国境調整措置実施のメリットが大きく、報復による悪影響も小さい。

<日本> 鉄鋼製品の輸出量>>輸入量 ⇒ 日本からの輸出に対する報復の悪影響が大きい。

<中国> EU単独または日米EUにより炭素国境調整措置が実施されるならば、報復関税を実施する方が利得が大きい。

## RITEの世界エネルギー経済モデルを用いた欧州CBAM導入影響（鉄鋼製品対象）

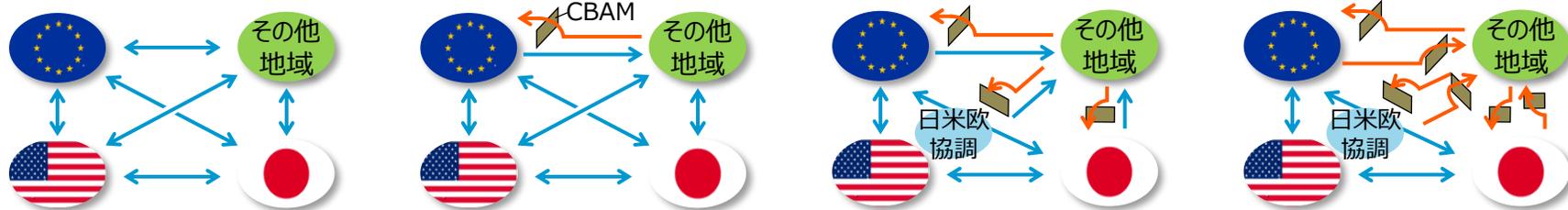
ケース①  
日米EUのみ削減対策  
(その他地域は対策せず)

ケース②  
欧単独CBAM発動

ケース③  
日米欧CBAM発動

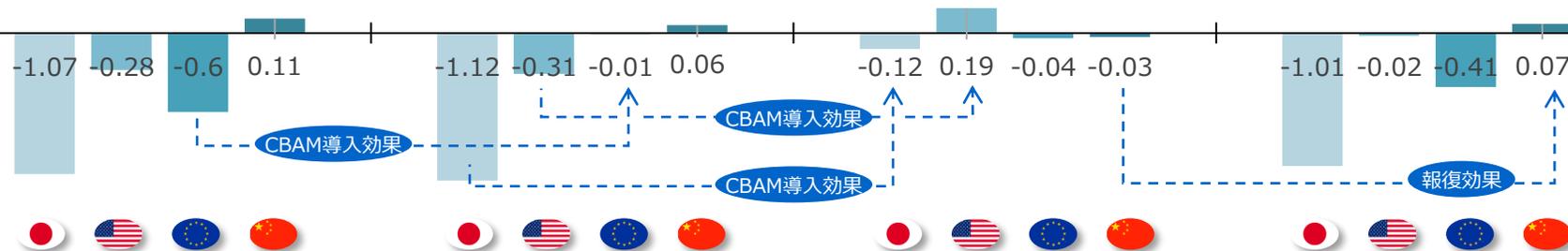
ケース④  
ケース③に対し  
その他地域報復

概要



\*CBAM発動と同時に輸出還付も実施する前提

鉄鋼生産量の増減 (%)



### 【試算前提】

- 削減対策を行う国の炭素価格は2020年32\$/tCO<sub>2</sub>を想定、非削減対策国の炭素価格は0\$/tCO<sub>2</sub>。
- CBAMは、非削減対策国に32\$/tCO<sub>2</sub>の炭素関税を課し、輸出時には32\$/tCO<sub>2</sub>のリベート。
- 報復関税は、CBAMと同率の炭素関税（32\$/tCO<sub>2</sub>）を課する。

(出所) 経済産業省 世界全体でのカーボンニュートラル実現のための経済的手法等のあり方に関する研究会、地球環境産業技術研究機構 (RITE) 「国境炭素調整に関する分析－鉄鋼製品を事例として－」  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/energy\\_environment/carbon\\_neutral\\_jitsugen/pdf/002\\_01\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/carbon_neutral_jitsugen/pdf/002_01_00.pdf)  
 (2021/3/1) を基に作成

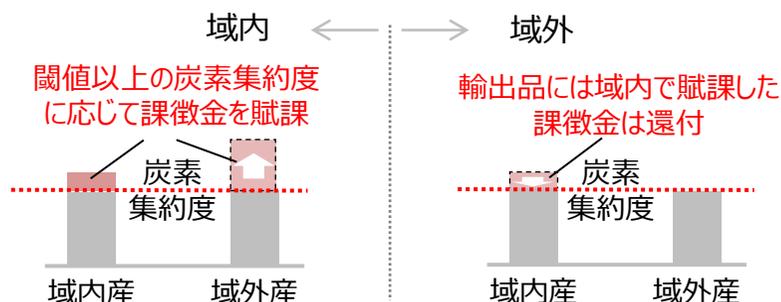
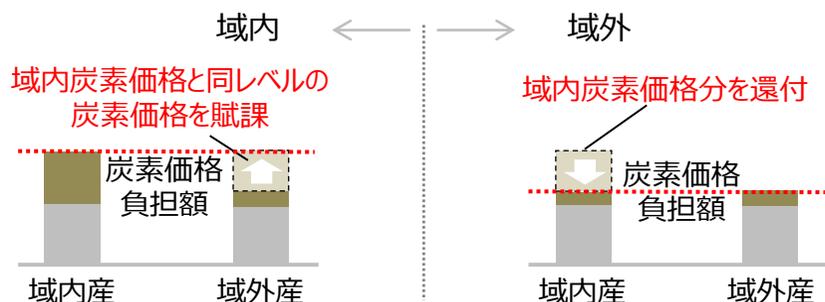
# 炭素国境調整措置の類型

- カーボンリーケージを防止しつつ、競争上のレベルプレイングフィールドを確保するための炭素国境調整措置の在り方は、政策強度としてのカーボンプライスの違いに着目するか、政策の結果としての炭素集約度に着目するかで、設計は異なりうる。

## カーボンプライスベース

## 炭素集約度ベース

### 概念図



### 考え方

- ✓ 炭素集約度に応じて、域内で課せられている炭素価格と同等の炭素価格を賦課（原産国で課された炭素価格は控除）。

- ✓ 一定の閾値（ベンチマーク）よりも高い炭素集約度を持つ製品に対して課徴金もしくは関税を賦課。

### 課題例

- ✓ 各国の限界削減費用に応じて、必要な炭素価格は異なる（元々、限界削減費用が高い国に必要な炭素価格は低い）。
- ✓ 規制等の暗示的な炭素価格はどのように計測するか。
- ✓ 国によって炭素集約度の計測手法が異なる。

- ✓ ベンチマークとなる閾値はどのように設定するか。
- ✓ 課徴金はどのレベルに設定するか。
- ✓ 国によって炭素集約度の計測手法が異なる。

## (参考) 日本の炭素国境調整措置に関する基本的な考え方

- 日本は、2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（2021年6月18日策定）で以下の「炭素国境調整措置に関する基本的な考え方」を記載。
- 炭素国境調整措置は、国内の気候変動対策を進めていく際に、他国の気候変動対策との強度の差異に起因する競争上の不公平を防止し、カーボンリーケージが生じることを防止するためのものである。輸入品に対し炭素排出量に応じて水際で負担を求めるか、輸出品に対し水際で負担分の還付を行う、または、その両方を行う制度である。
- 日本は、対話等を通じて、主要排出国及び新興国がその能力に応じた排出削減に取り組むよう国際社会を促していくことが基本である。よって、炭素国境調整措置については、その導入自体が目的であるべきではなく、国際的な貿易上の悪影響を回避しつつ、新興国を含む世界各国が実効性のある気候変動対策に取り組む誘因とするもの炭素国境調整措置について、諸外国の検討状況や議論の動向を注視しつつ、国内の成長に資するカーボンプライシングの検討と平行しながら、以下の対応でなければならない。
- 炭素国境調整措置について、諸外国の検討状況や議論の動向を注視しつつ、国内の成長に資するカーボンプライシングの検討と平行しながら、以下の対応を進める。
  - ① 炭素国境調整措置は、WTOルールと整合的な制度設計であることが前提であり、諸外国の検討状況も注視しながら対応について検討する。
  - ② 製品単位あたりの炭素排出量について、正確性と実施可能性の観点からバランスのとれた、国際的に信頼性の高い計測／評価手法の国際的なルール策定・適用を主導する（例：ISOの策定）。また、各国が有する関連するデータの透明性を確保することを促す。
  - ③ 日本及び炭素国境調整措置を導入する国において、対象となる製品に生じている炭素コストを検証する。
  - ④ 炭素国境調整措置導入の妥当性やその制度のあり方について、カーボンリーケージ防止や公平な競争条件確保の観点から立場を同じくする国々と連携して対応する。

# CN時代を見据えた企業の立地戦略

- CN時代に適合する最適な事業環境にあわせて、企業は立地を選択することとなる。
- 最大手化学メーカーのBASF（独）は、エネルギー価格高騰等を理由として、ドイツ国内の統合生産拠点における複数の工場の閉鎖を発表し、低排出化学品生産拠点に発展させる意向。また、一部製品について、欧州域内の顧客には、米国やアジア地域から供給としている。

## CN時代を見据えた企業の立地戦略の例（独BASF）

- BASFブルーダーミュラー会長は、欧州を中心とした具体的なコスト削減策や、ルートヴィヒスハーフェンのフェアブント（統合生産拠点）における生産構造の最適化を発表。
  - 「欧州の競争力は、過度な規制、緩慢で官僚的な許認可プロセス、そしてとりわけ、大半の生産におけるコスト高により、ますます低下している。こうした要因により、他地域に比べ欧州市場における成長は鈍化。さらに、エネルギー価格の高騰は、欧州における収益性と競争力にさらなる影響をもたらしている。」（BASF同会長）
- 同社は、ルートヴィヒスハーフェンを欧州随一の低排出化学品生産拠点に発展させる意向。同拠点において、再生可能エネルギーの供給量のさらなる確保を目指す。今後は、ヒートポンプやよるクリーンな蒸気の製造や、水電解による水素製造など、CO2を排出しない新技術も導入する計画。
- ドイツ国内の工場閉鎖に伴い、一部の製品については、欧州域外より供給することを表明。
  - 今回の生産構造最適化のうち、TDI工場、DNTおよびTDA向け前駆体工場<sup>1)</sup>の閉鎖による、欧州域内における供給不足を補うため、欧州域内顧客には、米国ルイジアナ州ガイスマー、韓国麗水、中国上海など、BASFのグローバル生産ネットワークから、引き続きTDIを安定的に供給としている。

1) TDI=トリレンジイソシアネート、DNT=ジニトロトルエン、TDA=トレイレンジアミン

# 1. 製造業を巡る現状

- ① 現状認識
- ② 直面する課題

# 2. 製造業DXに向けた政策の方向性

- ① 製造業におけるDXとビジネスモデルの変化
- ② 日本の製造業の目指すべき方向性

# 3. Hard-to-abate産業におけるGXの方向性

- ① カーボンニュートラルの潮流と課題
- ② 政策の方向性

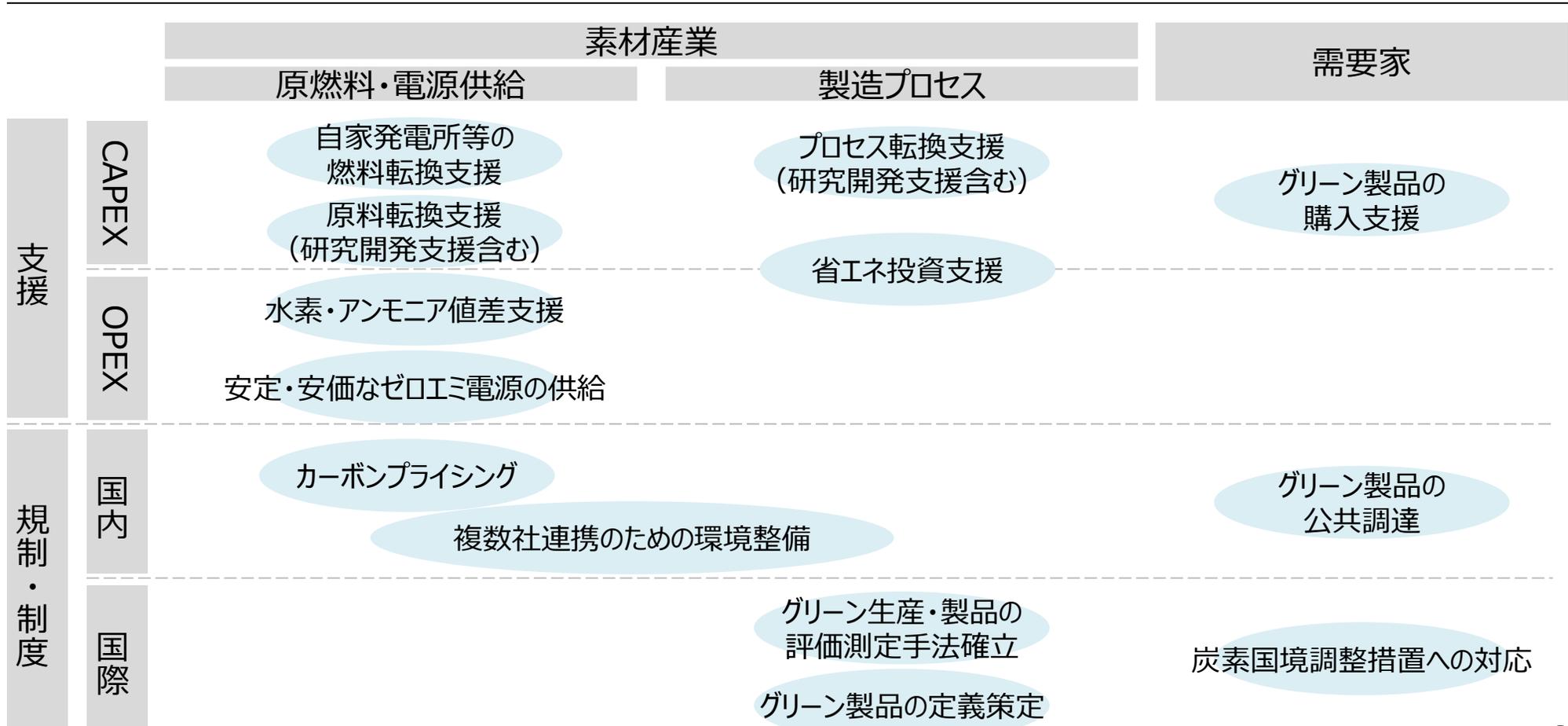
# 4. 経済安全保障を巡る国際情勢と政策の方向性

# 5. 参考資料

# 素材（鉄鋼・化学・セメント・紙パ）産業GXに向けた取組の方向性

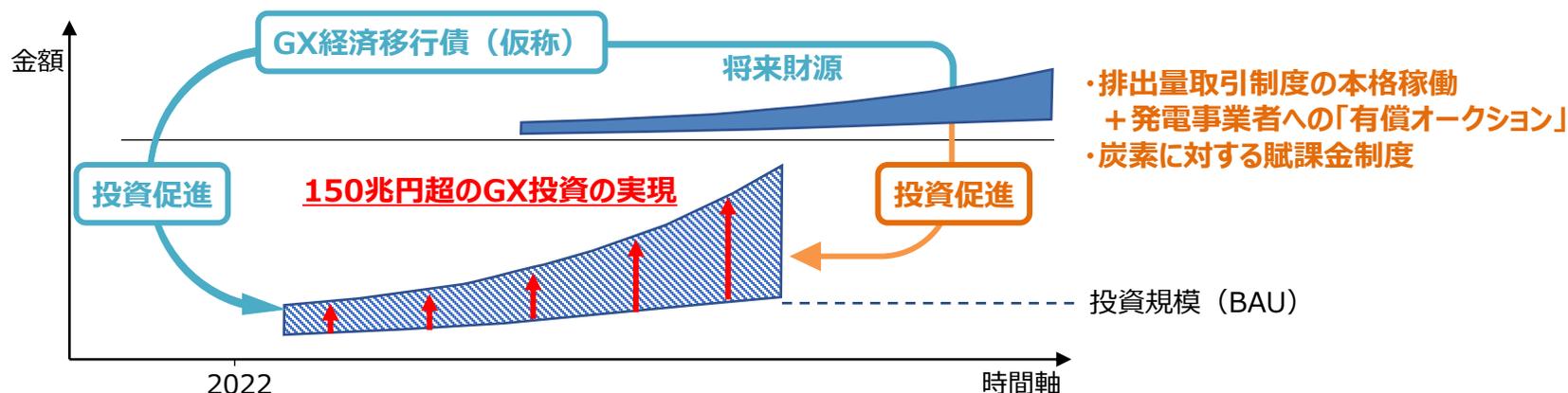
- 素材産業のGX実現には、自社のプロセス転換に加え、安定かつ安価な脱炭素原料・燃料・電源の供給や、需要サイドにおけるグリーン製品市場の創出など、規制・支援一体型の取組が必要。

## 素材（鉄鋼・化学・セメント・紙パ）産業GXに向けた取組の方向性



# GX実現に向けた基本方針（総論）

- エネルギー安定供給の再構築を行うため、クリーンエネルギーの最大限活用などを行う。
  - 再エネ：再エネ導入拡大のため、系統整備計画を策定。今後10年で過去10年に比べ8倍の投資
  - 原子力：廃止決定した炉の次世代革新炉への建て替え。運転期間 40年 + 20年 + 停止期間
- 2050年カーボンニュートラル実現と産業競争力強化・経済成長を共に達成していくため、20兆円の政府の先行投資支援を行い、今後10年間に150兆円超の官民投資を実現。
- このGX投資を進めていくため、『成長志向型カーボンプライシング構想』を速やかに具体化・実行。
  1. 「GX経済移行債」を発行し、大胆な先行投資を実施（今後10年間に20兆円規模）
  2. カーボンプライシングの導入による投資インセンティブ
    - ① 多排出産業において排出量取引制度の本格稼働【2026年度～】  
+ 発電事業者へ段階的に有償オークションを導入【2033年度～】
    - ② 化石燃料輸入事業者に対し、炭素賦課金制度の導入【2028年度～】
  3. 官民連携での金融支援の強化



# 素材（鉄鋼・化学・セメント・紙パ）産業GXの方向性

第3回GX実行会議資料より抜粋  
(令和4年12月14日)

2030

2040

2050

～2025年頃

～2030年

2030年代

2040年代

## 目標・戦略

▲ケミカル処理量 27万t  
バイオマス プラ6万t

2050年カーボンニュートラルを見据え、複数の選択肢を追求し、国際情勢を見極めつつ、今後成長する市場を獲得

CN社会実現に向け、業種間の垣根を越えた連携によるCNコンビナート実現

▲ 1000万トン超のグリーンスチール市場を創出

グリーンマテリアル市場の早期確立

▲ ケミカルリサイクル処理量150万t → 250万t

炭素循環・脱炭素型製造プロセス確立に向けた研究開発・事業環境整備

▲ バイオマスプラ最大200万t（マイルストーン）  
▲ 炭素循環型製造プロセス技術（アンモニア燃焼型ナフサクラッカーやCO<sub>2</sub>吸収型セメント製造プロセス）を確立

## GX投資

炭素循環・脱炭素

### 構造転換投資

（高炉から電炉への生産体制の転換（電炉設備、電力インフラ、スクラップヤード等）  
水素還元製鉄の技術（COURSE50設備等）、還元鉄製造設備  
CO<sub>2</sub>由来化学品製造設備、アンモニア燃焼型ナフサクラッカー  
CO<sub>2</sub>回収型セメント製造設備、製紙工場のバイオリファイナリー転換投資 等）

約7兆円～

→今後10年間で  
**約8兆円～**の投資を実施

※オペレーションコストについてもクリーンエネルギーの利用等により別途費用が発生

### エネルギー転換・低減投資

（石炭自家発電所等の燃料転換、製鉄プロセスの効率化・非化石化、省エネ設備等）

研究開発（水素還元製鉄、CO<sub>2</sub>由来化学品製造、ケミカルリサイクル、バイオリファイナリー等）

約1兆円～

技術の実証・導入

## 規制・制度

エネルギー利用

省エネ法の「非化石エネルギー転換目標」による燃料・原料転換促進

国際競争力のある価格での安定した電力調達  
（省エネ法による電気需要の最適化促進・上げDRを円滑化する電力料金の適用 等）

2030年以降

▲ GXに向けた製造プロセスの導入  
（既存の生産設備の転換投資は、国際競争や技術革新の状況を踏まえて判断）

公共調達

公共調達基準の見直しによるグリーンマテリアルの政府調達促進

再編・統合

グリーン社会の実現に向けた「連携・協働」の考え方の明確化  
制度的枠組み等を活用した、設備適正化のための市場分析の実施

## 国際戦略

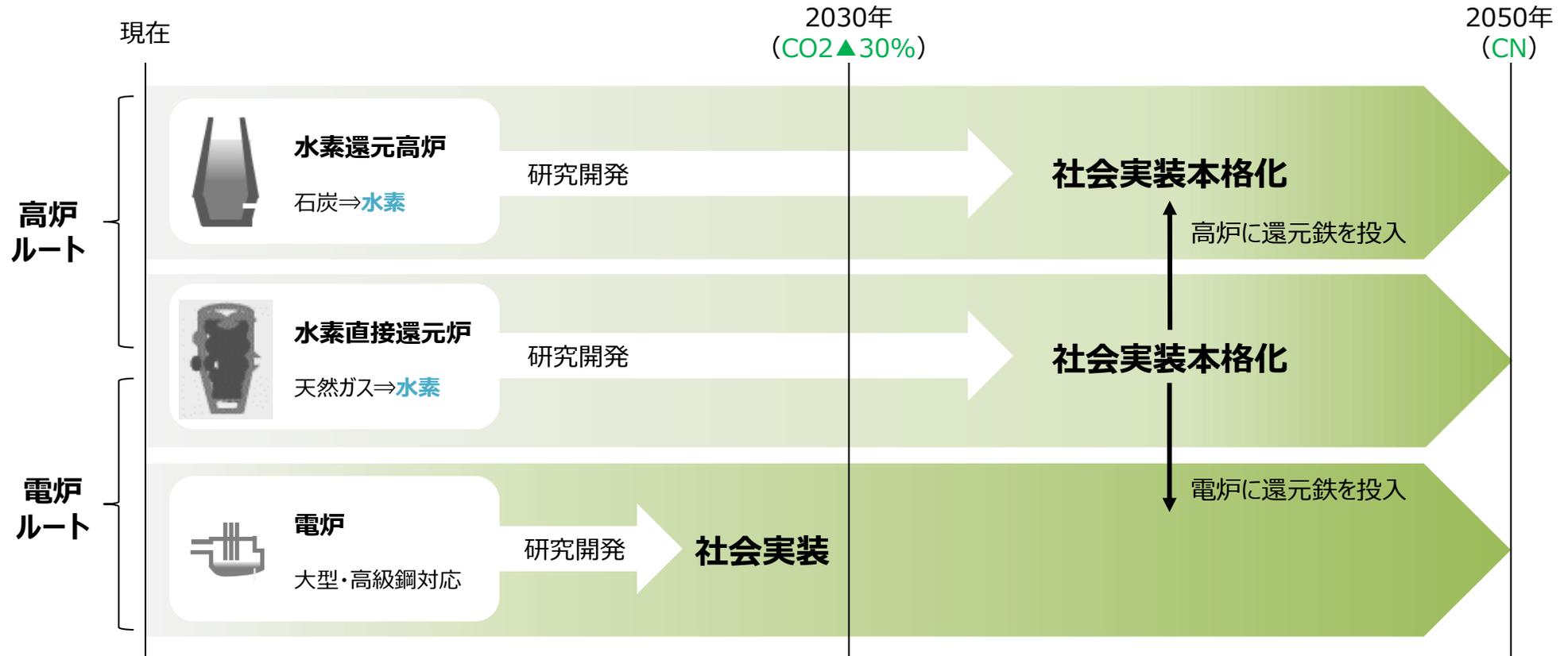
世界のグリーンマテリアル市場を日本が率先して創造できるような基盤の確立  
（例：電炉・高炉双方の脱炭素化が評価される測定方法と定義の確立やグリーンケミカル等のマスバランス方式の利用環境整備、これらの基盤となる国際的データ収集やグローバル市場獲得に向けた標準化 等）

2030年以降

▲ 例）セメント分野では、全世界に普及した日本式NSPキルンの成功に倣い、新技術のライセンスや標準化による世界進出を狙う

# 鉄鋼業の脱炭素化に向けた生産プロセス転換

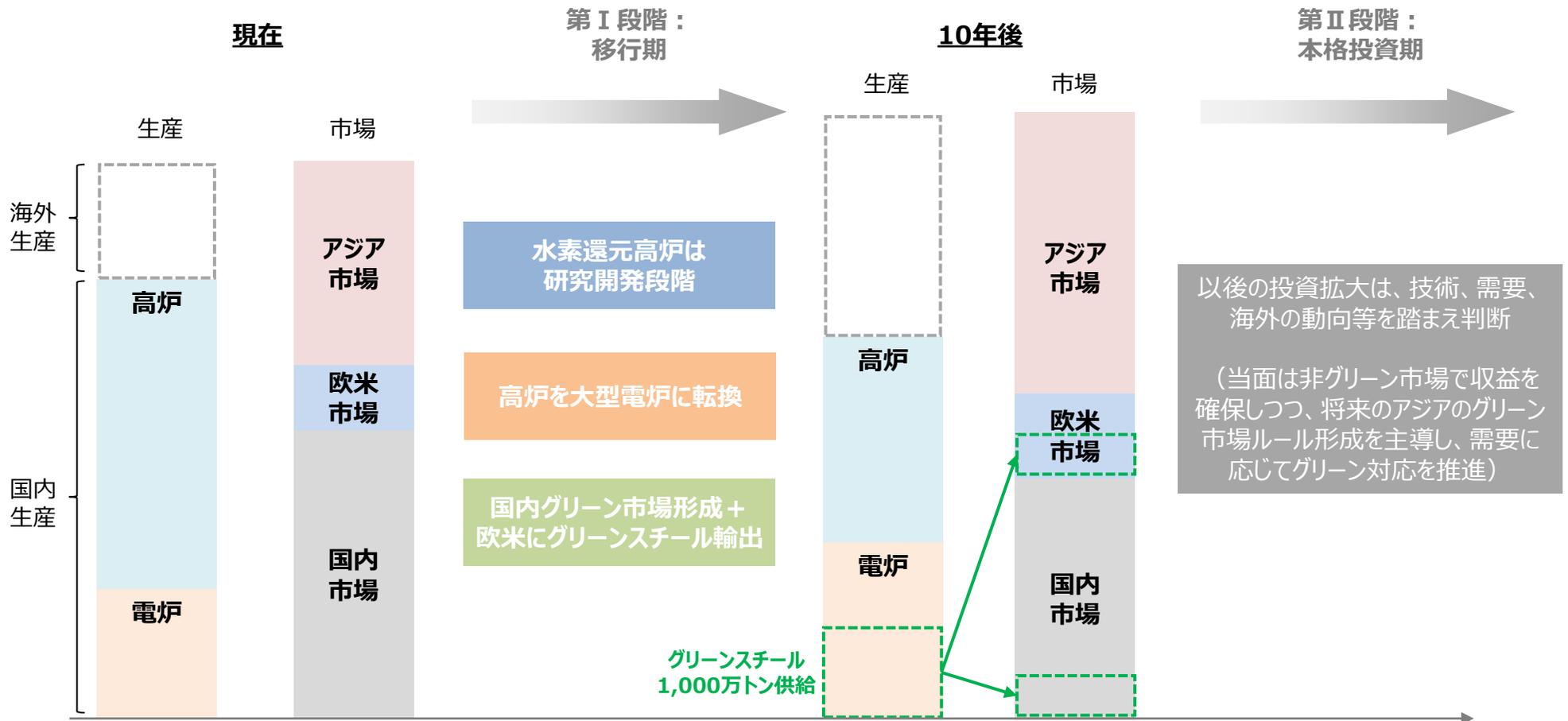
- 産業の脱炭素化は、排出の4割を占める最大の排出セクターである鉄鋼産業の構造転換無くして実現は不可能。
- 抜本的な対策は、水素還元製鉄。研究開発を加速し、国際競争に勝ち抜く。
- しかし、その実現には時間を要するため、足下の対策として、高炉から電炉への転換も進める。





# グローバル市場獲得に向けた鉄鋼業の成長戦略

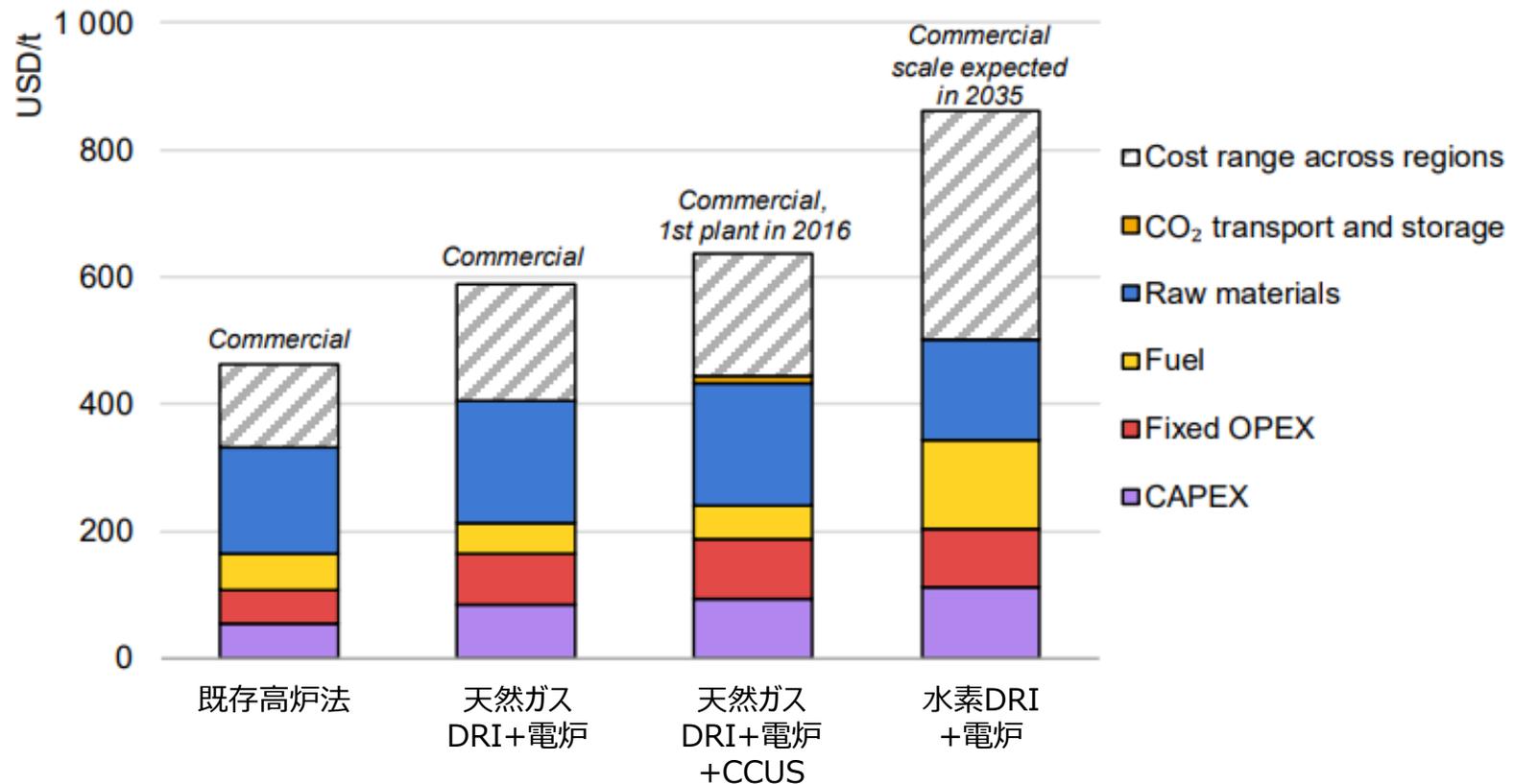
- 大規模な政府支援や国境調整措置等を展開する欧米のグリーン市場と、アジア等の非グリーン市場のデカップリングが進展。
- 日本企業は、欧米及び国内市場向けに高級鋼を中心としたグリーン鋼供給体制の構築とともに、海外生産拠点の拡大含め、成長するアジアの非グリーン市場に向けた取組も並行。



## (参考) 脱炭素化技術を利用した鉄鋼製造コスト比較

- 鉄鋼業においては、脱炭素化により、製造コストが増大し、地域によっては、既存製法に比べ、2倍近くのコストがかかる可能性もあり。

脱炭素化技術を利用した鉄鋼製造コスト比較

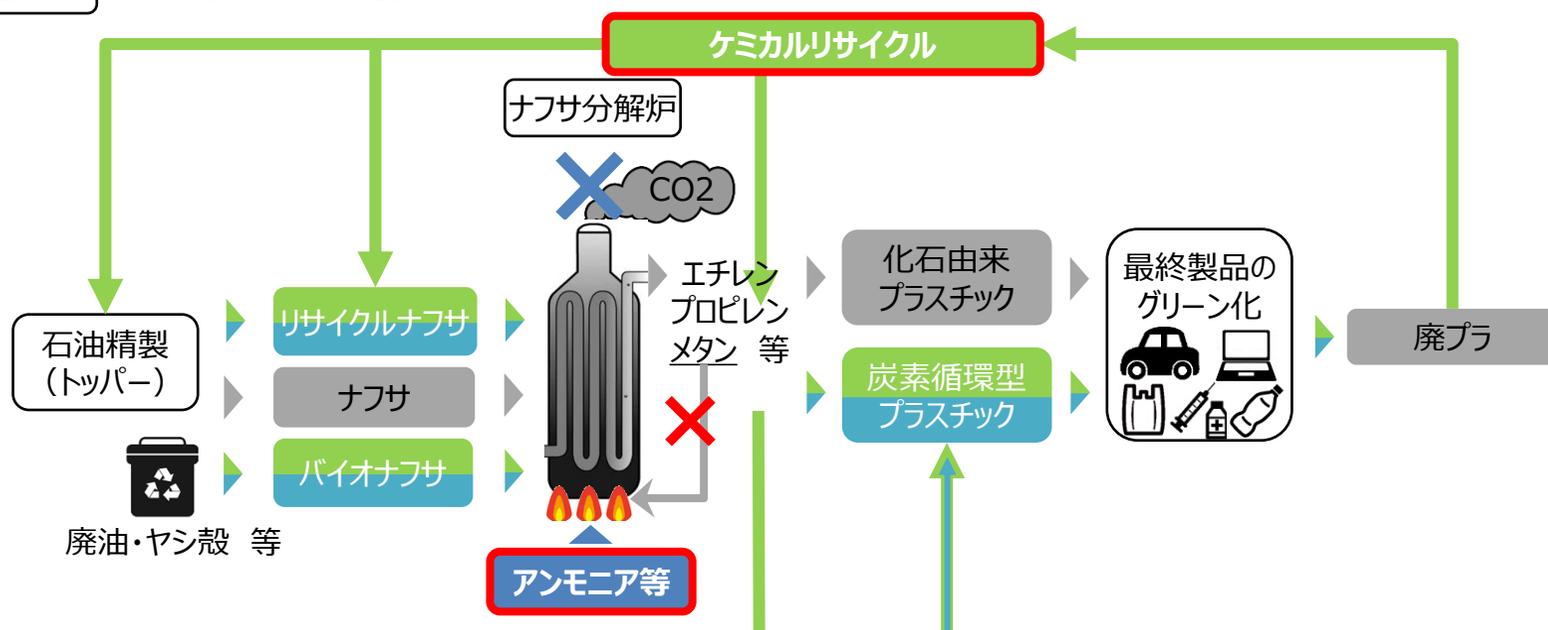


# 化学産業の脱炭素化に向けた生産プロセス転換

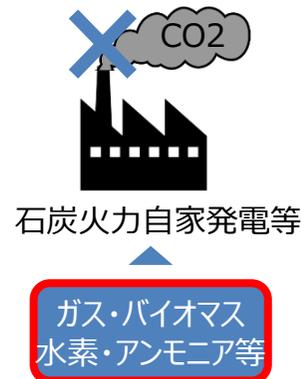
- ナフサ分解炉のCN化と石油由来製品に依存しない次世代の化学品製造設備の社会実装、炭素循環を支えるケミカルリサイクルの導入・拡大を一体的に進め、CO<sub>2</sub>多排出産業の汚名を返上し、CO<sub>2</sub>から化学品を製造する、炭素循環のプロ集団として、持続型社会を支える産業に転換する。

既存プロセス

ナフサからプラスチックを製造

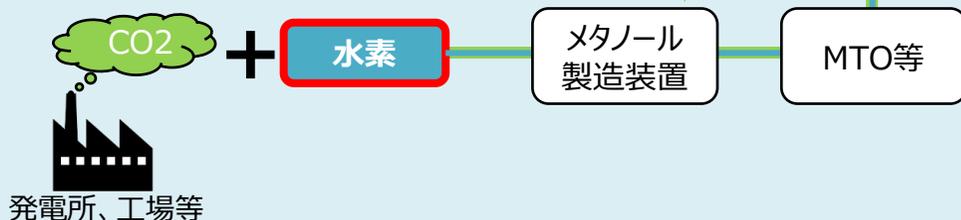


【炭素循環】  
【燃料転換】  
【原料転換】



次世代プロセス

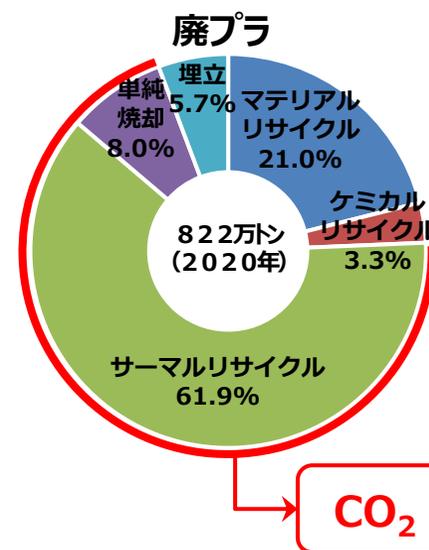
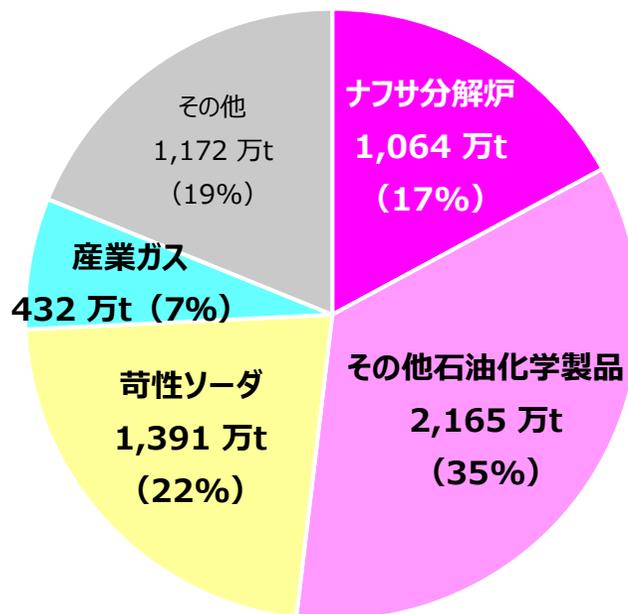
ナフサ以外のものからプラスチックを製造



# (参考) 化学産業のCO2排出量

- 2020年度の我が国のCO2排出のうち、製造業のCO2排出は36%。このうち、16%を占める化学産業においては、CO2排出量の削減は喫緊の課題。
- 化学産業から排出されるCO2の約半分がナフサを分解して基礎化学品を製造する過程に起因。また、廃プラの約9割がリサイクルされているが、このうち約6割が熱源利用され最終的にはCO2として排出。

化学産業エネルギー由来の排出内訳  
(2020年度)  
約6,200万tCO2



CO<sub>2</sub>

約1600万トン/年

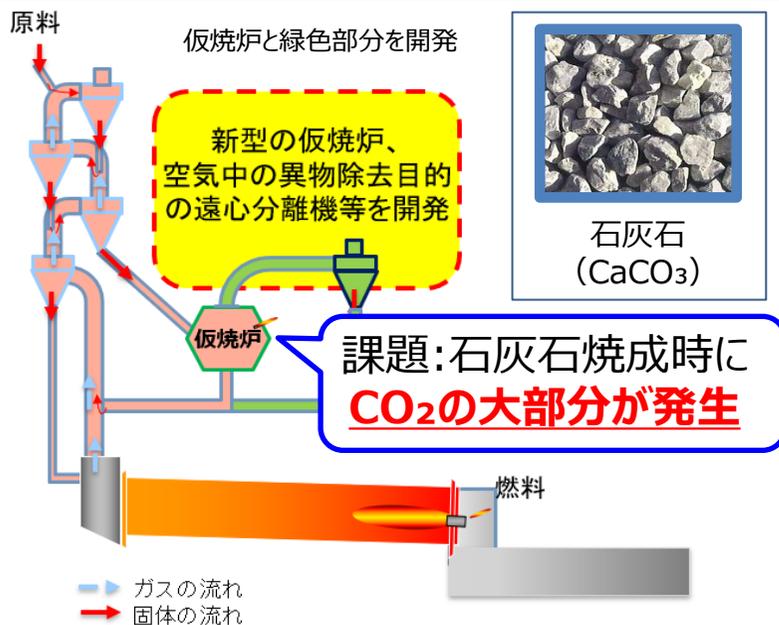
(出所) (左図) 省エネポータルサイト「特定事業者等のエネルギー種類別のエネルギー使用量」などを基に作成

(右図) プラスチック循環利用協会 プラスチックリサイクルの基礎知識2020 一般廃プラスチックの排出係数2.77kg-CO2/kg-廃プラから算出

# セメント産業の脱炭素化に向けた生産プロセス転換

- セメントは代替が利かず、今後もインフラ整備等において唯一無二の製品。また、国内産業廃棄物の約5%を受け入れるなど、社会機能維持にも欠かせない重要な産業を確立してきた。他方、重量当たりの付加価値は低く、基本的には各国で地産地消。
- GXに向けては、石炭火力自家発電所等の燃料転換に加えて、必然的に排出される原料由来CO2は回収するしかない状況で、その技術開発を鋭意進め、早期に社会実装することが必要。

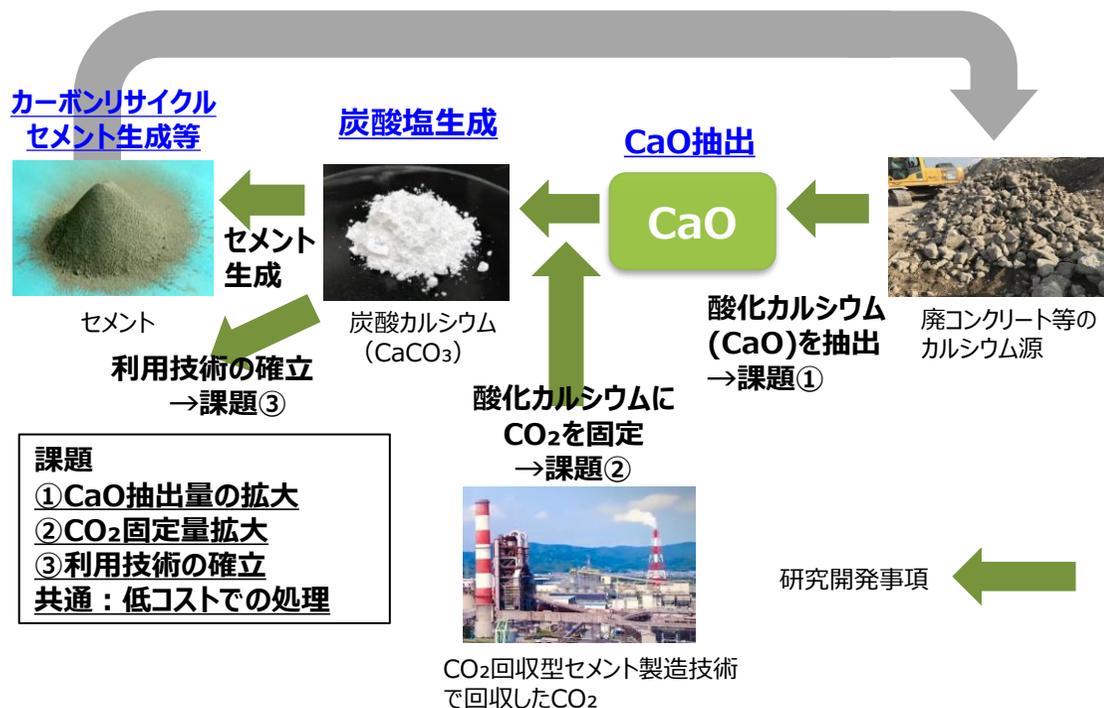
## 製造プロセスにおけるCO2回収



(参考) NSPキルン：予熱機と仮焼炉で原料を予熱する究極の省エネ型のキルン（焼成炉）。日本発のキルンであり、現在の世界デファクト。今後開発する新方式で世界デファクトを目指す。

(出所) 各種公開情報を基に試算

## CO2や廃棄物等をリサイクルしたセメント製造等技術

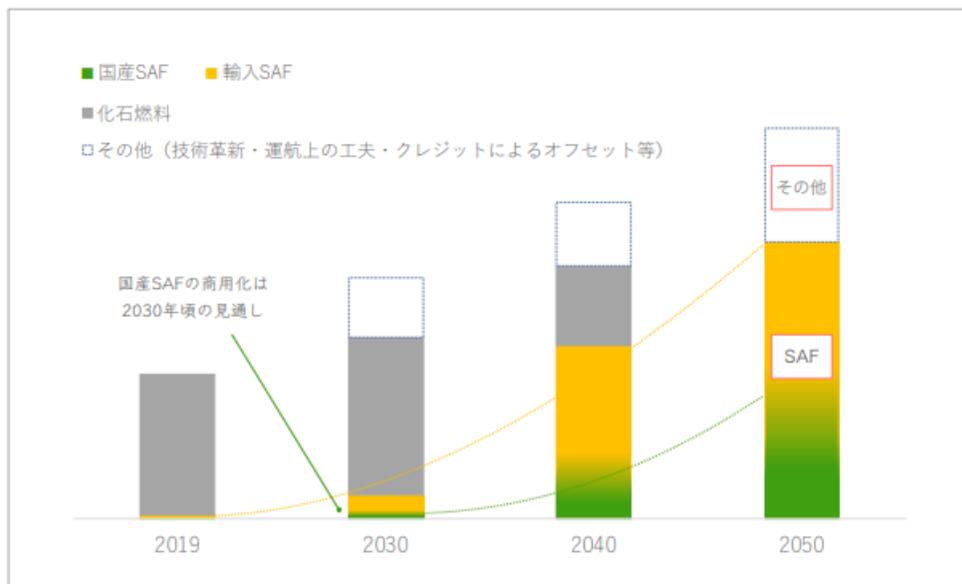


# 紙・パルプ産業の脱炭素化に向けた生産プロセス転換

- デジタル化の進展などにより洋紙の需要が減少する一方、他産業のGXの進展に伴いパルプから製造可能なバイオエタノール・CNF等の製品の市場は今後大幅に拡大する見込み。この市場を取り込むことが、紙パ産業の成長に加えて、他産業のCO2削減にも大きく貢献する。
- 素材メーカーの中でも自家発比率が高い紙パ産業は、エネルギーの低炭素化と木質由来の化学製品原料の製造・供給等に向けたバイオリファイナリーに取り組む。

## 日本国内でのSAF需要見込み

2050年日本国内のSAF必要量2,300万kL



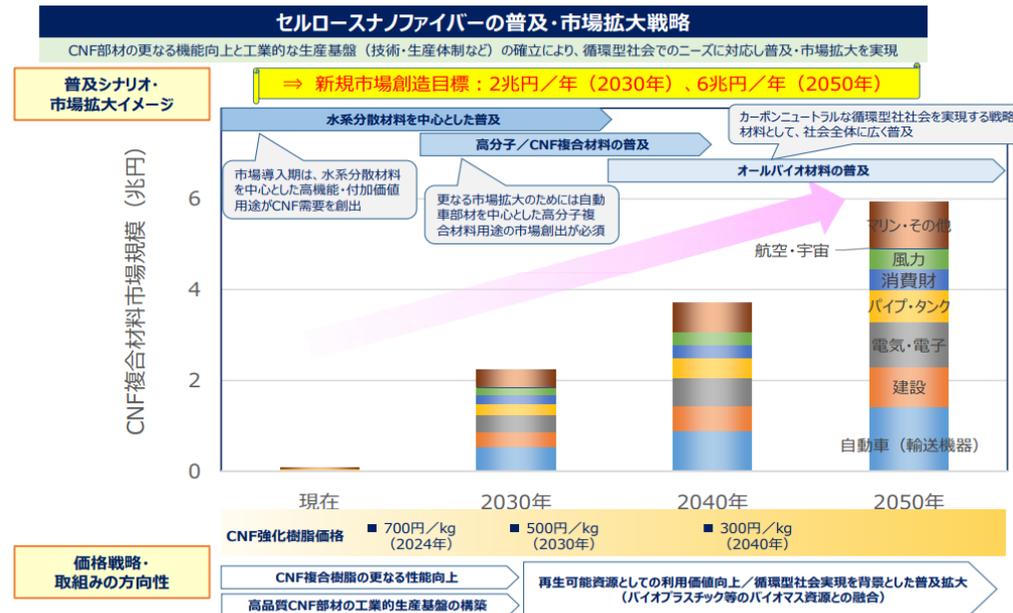
\*1) 試算前提

- 1) ATAG waypoint 2050 2nd edition による2050年の航空需要見通しをもとに日本で必要となる燃油搭載量を試算。
- 2) ATAG waypoint 2050 2nd edition シナリオ2 / F3を前提に、2050年のCO2排出量の71%をSAFで削減。
- 3) 2050年のSAFのライフサイクルにおけるCO2削減率は90%と推定。

(出所) ANA JAL共同レポート

## 世界のCNF需要見込み

2050年世界のCNF市場見込400万t\*



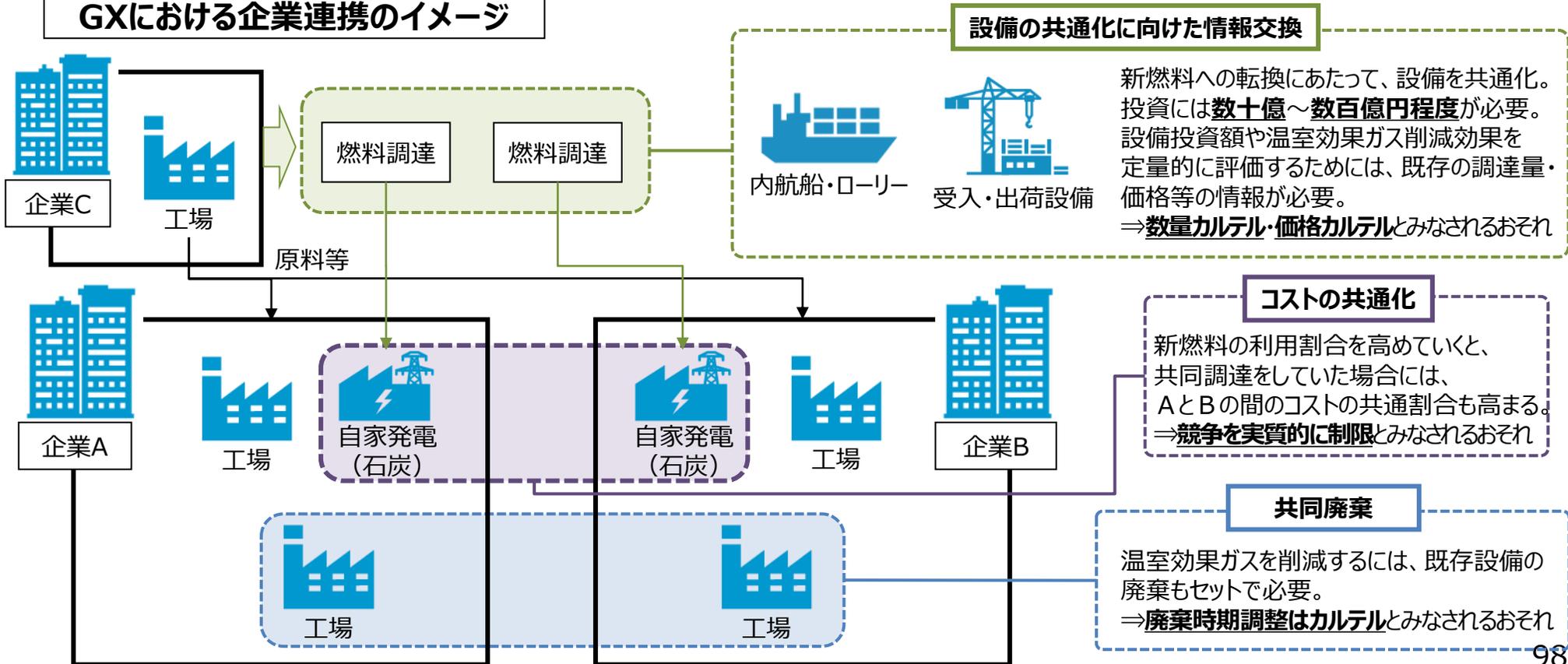
出典 【NEDO・2019年度成果報告書】セルロースナノファイバーの市場及び技術動向調査

\*NEDOの成果報告を元に素材課で推計

# GXにおける複数社連携による生産性向上・国際競争力強化の取組

- 部素材産業など、地域の雇用や経済を支える産業が、生産性の向上・国際競争力の強化により、更なる雇用の創出・経済の成長を実現していくことが重要。
- GXにおける取組では、設備・燃料などについて、既存の産業構造からの大転換が必要。その際、経済合理性・温室効果ガス削減効果を最大化するためには、複数社による連携が不可欠。
- 他方、独禁法抵触をおそれるあまり、データに基づく深い議論ができず、検討が進まない実態が存在。グリーン社会実現に向けた事業環境整備は引き続き必要。

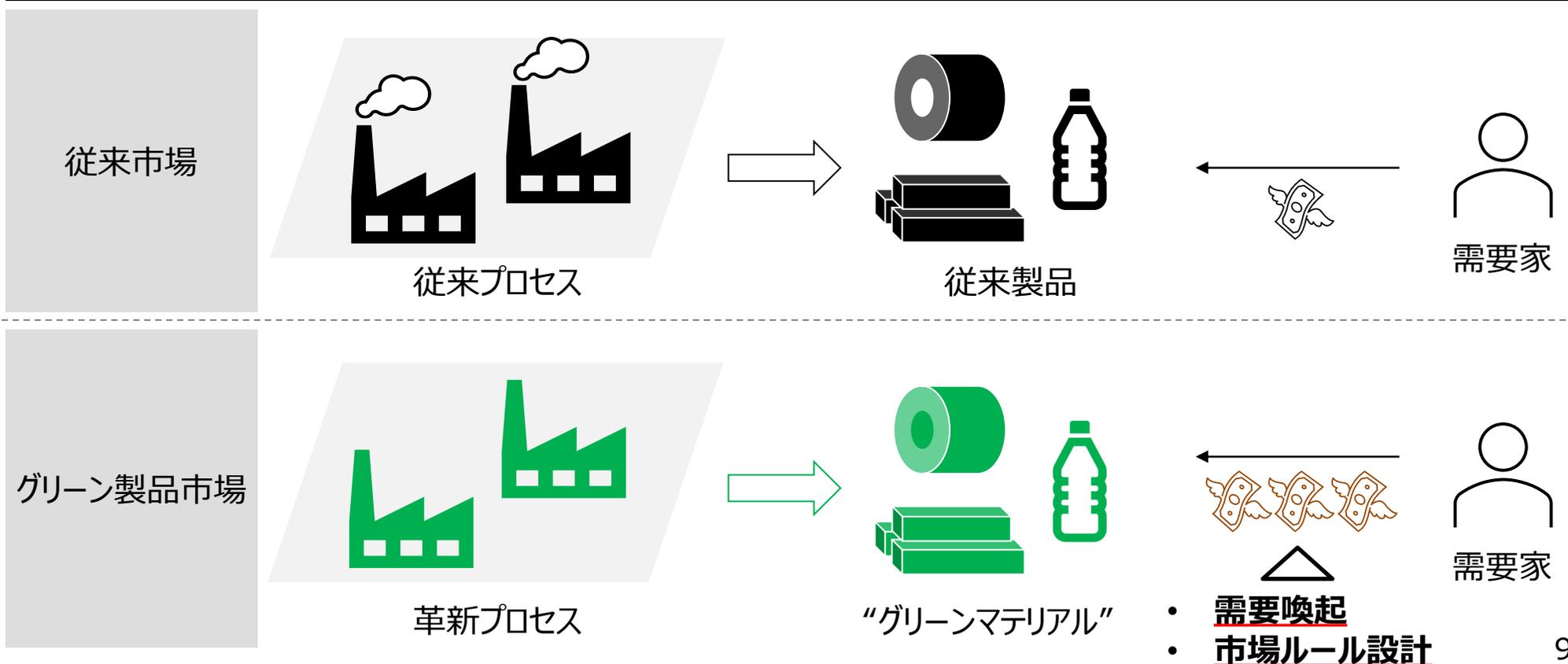
## GXにおける企業連携のイメージ



# グリーン製品市場の創出（総論）

- 鉄鋼、化学等の素材産業においては、GXの実現に向けて、水素還元製鉄やケミカルリサイクルをはじめとした革新的な脱炭素技術に対し、莫大な投資が必要となる。したがって、それらによって生み出された「グリーンマテリアル」に対して適正な対価が支払われる必要。
- このような中、グリーン製品市場の創出に向けて、政府としても積極的に、需要喚起や市場ルール設計を実施していくべきではないか。

## グリーン製品市場の創出



# グリーン製品市場の創出（評価測定手法、定義）

- 企業の削減努力で生み出された製品が、市場で正当に評価されるよう、炭素集約度の評価手法やグリーンな製品の定義などを国際的に確立することが必要。
- G7、G20、ASEAN、AZEC、IPEFなどのそれぞれの国際フォーラの活用方策を検討し、対応していく必要。

## 国際展開上の課題

## 国際戦略

### グリーン鉄

グリーンスチールの生産オプションは複数存在する（電炉への転換、高炉脱炭素化 等）が、その供給量はいまだ限られている。そうした中でも、グリーンスチール市場創出に向けた議論（炭素集約度の評価方法・グリーンスチール定義等の策定）が国際的に開始されつつある。



世界のグリーンスチール市場を日本が率先して創造できるような基盤の確立（例：電炉・高炉各々の脱炭素化が評価される測定方法と定義の確立（マスバランス方式など）、基盤となる国際的データ収集 等）

### グリーンケミカル

日本企業に強みのある機能性化学品のグリーン化に関する環境価値を評価する制度（マスバランス方式など）が必要



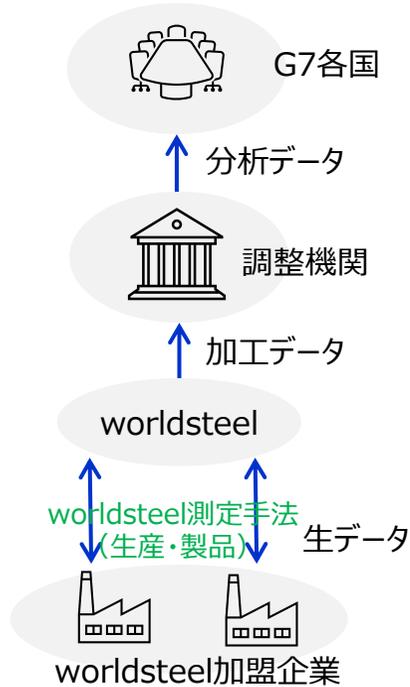
国内市場だけでなく、海外市場でも利用可能な形でのマスバランス方式などを活用した製品の評価制度の確立

# 鉄鋼生産・製品の排出の「グローバル・データ・コレクション・フレームワーク」

- 2023年G7において、議長国日本の主導で、グリーン鉄市場創出の基盤となる鋼生産・製品の排出の「グローバル・データ・コレクション・フレームワーク」実施に向けた作業開始に合意。
- 既存の5つの主要な測定手法を特定した上で、「ネットゼロ測定原則」を指針として、5つの測定手法を相互運用可能とするための改訂作業を実施。また、「ネットゼロのデータ収集原則」に従って、データ収集を実施。

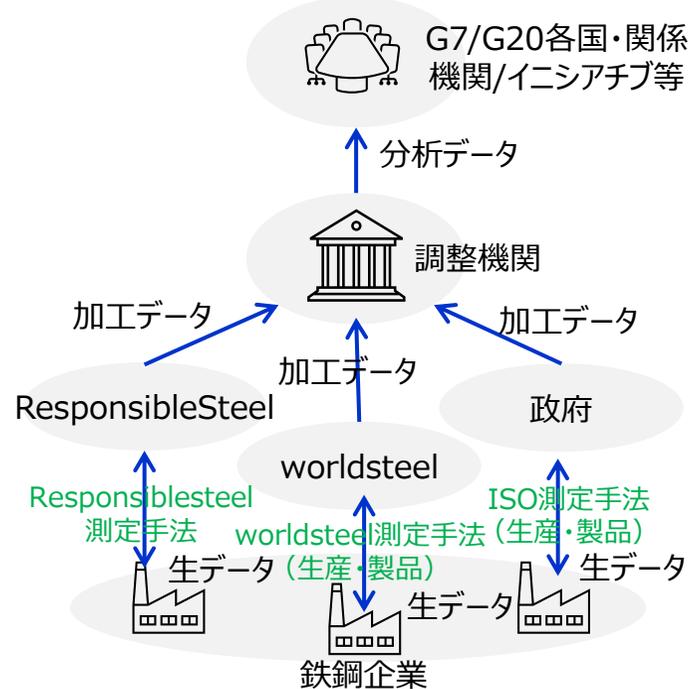
## 「グローバル・データ・コレクション・フレームワーク」完成に向けたステップ（IEAレポート）

### 初期段階（2023-2024）



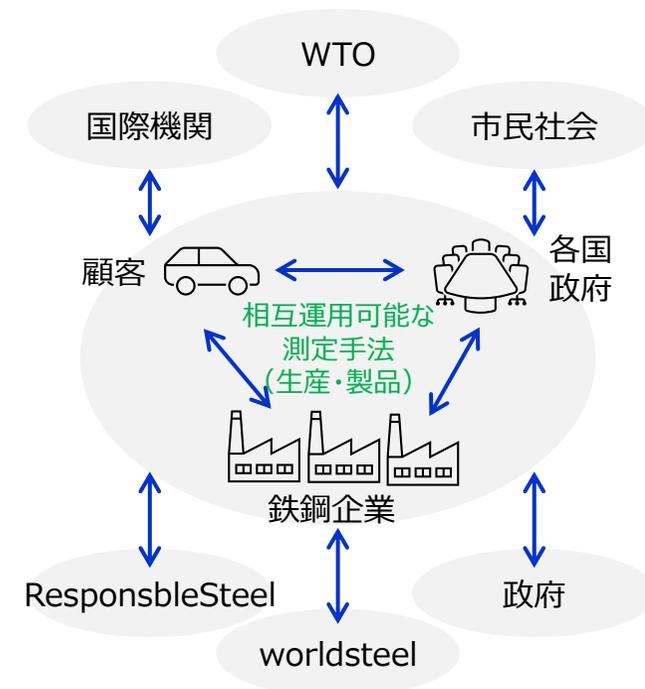
既存のWorldsteelのデータ収集枠組を活用。（企業に、加工されたデータを調整機関に提供する希望を確認。）

### 中間段階（2024-2025）



5つの主要な測定方法のいずれかを使用してデータを報告しつつ、5つの測定手法を相互運用可能とする改訂作業を実施。

### 最終段階（2025-）

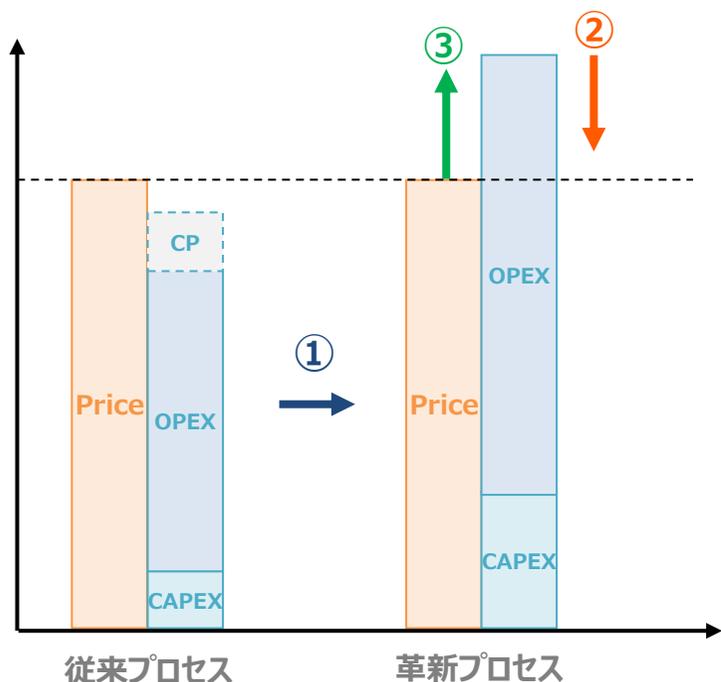


相互運用可能となった測定手法が、トラッキング、ベンチマーク、政策実施のためのデータ作成に使用される。

# Hard-to-Abate産業の支援の方向性（案）

- 多排出産業（Hard-to-Abate産業）は、GI基金等により、生産プロセス転換の技術開発を進めているところ、今後、社会実装を進めるには、技術リスクのみならず、CAPEX・OPEX双方での大幅なコスト増、環境価値獲得に必要な市場ルール・制度の不透明性等、極めて大きな市場リスクに晒されることになる。
- これら課題が解決され、グリーン市場が形成されるには長い時間を要するが、投資に着手しなければ国際競争に劣後するため、市場形成までの間の事業を支える政府支援が必要ではないか。

生産プロセス転換によるコスト増（イメージ）



支援策に関する論点

## 論点①：技術開発の加速化

海外諸国でも大規模な政策支援が展開され、技術開発競争が激化する中で、我が国が技術面で世界をリードできるよう、グリーンイノベーション基金等による技術開発を加速化するべく、必要に応じて、支援を拡充すべきではないか。

## 論点②：生産プロセス転換に伴うコスト増の緩和

脱炭素化に必要な原料・燃料転換によってCAPEX・OPEXの双方が大幅に増加する見込みだが、環境価値以外の製品性能は不変であるため、直ちに価格転換は困難。企業による生産プロセス転換等の意思決定を後押しするため、転嫁不能なコスト増分に対する補助等の支援策が必要ではないか。

## 論点③：グリーン製品の市場ルール整備

上記支援策は未来永劫継続できるものではなく、革新プロセスによるグリーン製品に対して環境価値を支払うことが出来るような市場ルール・制度整備を進めるべきではないか。（例：環境価値の見える化、サプライチェーン全体での価格転嫁の仕組み、最終消費財の購入に対する規制やインセンティブの検討）

# 1.製造業を巡る現状

- ① 現状認識
- ② 直面する課題

# 2.製造業DXに向けた政策の方向性

- ① 製造業におけるDXとビジネスモデルの変化
- ② 日本の製造業の目指すべき方向性

# 3.Hard-to-abate産業におけるGXの方向性

- ① カーボンニュートラルの潮流と課題
- ② 政策の方向性

# 4.経済安全保障を巡る国際情勢と政策の方向性

# 戦略的自律性・不可欠性の確保

- サプライチェーン上の重要技術・物資：国家間の相互依存関係の中で、資源制約や技術的な代替不可能性等を要因として、サプライチェーン上の要所（チョークポイント）となる技術・物資が存在。国家・国民の安全に大きく影響。

想定される  
脅威・リスク

- ① 機微技術が特定国に渡ることによる**軍事的脅威**（狭義の安全保障）  
軍事装備品など外為法上のリスト規制対象技術 等
- ② 軍民融合等の特異な国家資本主義体制に基づく措置により、公正な競争を経ずに安全保障に関する優位性・産業基盤が失われるリスク（経済安全保障）  
例：先端半導体、高度無線・通信機器、人工衛星、  
航空機、無人航空機（ドローン）、工作機械・産業用ロボット 等
- ③ 製造・供給能力が特定国に集中することによるサプライチェーン依存リスク（経済安全保障：医療、資源・エネルギー含む）  
例：汎用半導体、レアアース・レアメタル、電池、医薬品 等
- ④ 国民生活・経済にとって重要な基幹インフラを適正・安定的に運営するための機能（一部又は全て）を懸念国に依存するリスク（経済安全保障）  
例：通信、電力・ガス、銀行・クレジット、交通、医療 等

# 経済安全保障推進法に基づく取組

## ① サプライチェーンの強靱化

- 国民の生存、国民生活・経済に大きな影響のある物資の安定供給の確保を図るため、特定重要物資の指定、民間事業者の計画の認定・支援措置、特別の対策としての政府による取組等を措置。

## ② 基幹インフラの安全性・信頼性の確保

- 外部から行われる役務の安定的な提供を妨害する行為の手段として使用されることを防止するため、重要設備の導入・維持管理等の委託の事前審査、勧告・命令等を措置。

## ③ 先端的な重要技術に関する官民協力

- 先端的な重要技術の研究開発の促進とその成果の適切な活用のため、資金支援、官民伴走支援のための協議会設置、調査研究業務の委託（シンクタンク）等を措置。

## ④ 特許出願の非公開

- 安全保障上機微な発明の特許出願について、公開や流出を防止するとともに、安全保障を損なわずに特許法上の権利を得られるようにするため、保全指定をして公開を留保する仕組み、外国出願制限等を措置。

経済産業省として、

- **半導体、クラウド、蓄電池、永久磁石、工作機械・産業用ロボット、航空機部素材、重要鉱物、天然ガス**を特定重要物資として指定（2022年12月閣議決定）。
- R4年度補正予算により、**9,582億円**を措置（経済環境変化に応じた重要物資サプライチェーン強靱化支援事業）。  
**生産基盤の整備、供給源の多様化、備蓄、生産技術の導入・開発・改良、代替物資の開発**等の安定供給確保を図るための取組に対し、必要な支援を行う。

- R3補正予算・R4補正予算により、**5,000億円**を措置（**Kプロ**：経済安全保障重要技術育成プログラム）。AIや量子など革新的かつ進展が早い技術が出現する中、世界の動向を見据えて迅速かつ機動的に**技術を育成**する。
- **通信衛星コンステレーション、小型多波長赤外線センサ、ドローン、航空機エンジン、極超音速システム、次世代蓄電池**等の分野について研究開発構想を策定済み。

# 経産省関連の特定重要物資と令和4年度補正予算額

物資	予算額	主な支援策
半導体	3,686億円	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ パワー半導体の製造能力強化</li> <li>・ シリコンウェハの製造能力強化</li> <li>・ 半導体原料の供給基盤強化</li> </ul>
クラウド	200億円	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 基盤クラウドの生産技術の開発</li> <li>・ 次世代基盤クラウドの生産基盤整備</li> </ul>
蓄電池	3,316億円	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 蓄電池・蓄電システムの製造能力強化</li> <li>・ 蓄電池材料・部材の製造能力強化</li> </ul>
永久磁石	253億円	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ レアアース磁石の製造能力強化</li> <li>・ レアアース原料リサイクル技術の開発・導入</li> <li>・ レアアースフリー磁石の開発</li> </ul>
工作機械・産業用ロボット	416億円	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高性能CNCシステムの製造能力強化</li> <li>・ 産業用ロボット向け機器の製造能力強化</li> </ul>
航空機部品	417億円	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 大型鍛造品の製造能力強化</li> <li>・ CMCの製造能力強化</li> <li>・ 炭素繊維の製造能力強化</li> </ul>
重要鉱物	1,058億円	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ レアアース・バッテリーメタルの探鉱、鉱山開発、製錬能力強化、技術開発</li> </ul>
LNG	236億円	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 民間企業の調達支援を通じた安定的なLNG供給体制の確保</li> </ul>
計	9,582億円	—

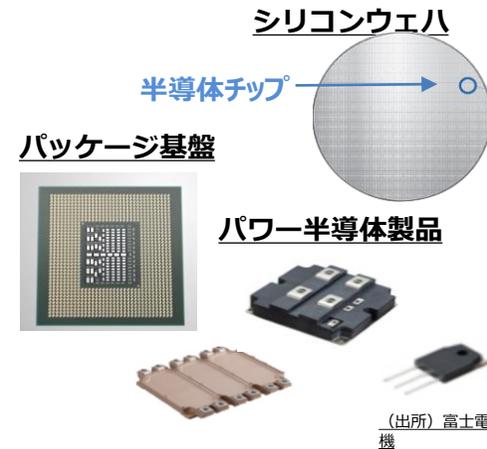
# 半導体の重要性

- 半導体は、あらゆる製品に組み込まれ、国民生活や産業に不可欠な存在であるとともに、デジタル社会及びグリーン社会を支える重要な基盤であり、今後も市場は大きく拡大する見込み。半導体の供給不足が主要産業に影響を及ぼす中、国内の半導体の安定的な供給体制の構築は、経済安全保障の観点からも喫緊の課題。諸外国は、異次元の半導体支援策を講じている。
- 世界市場における日本企業のシェアは低下し続けており、また原料については、黄リン・誘導品や希ガス等、海外に大きく依存する物資も存在。今後、更に外部依存が進むおそれがあり、早急に措置を講ずることが必要。

## 他国の取組

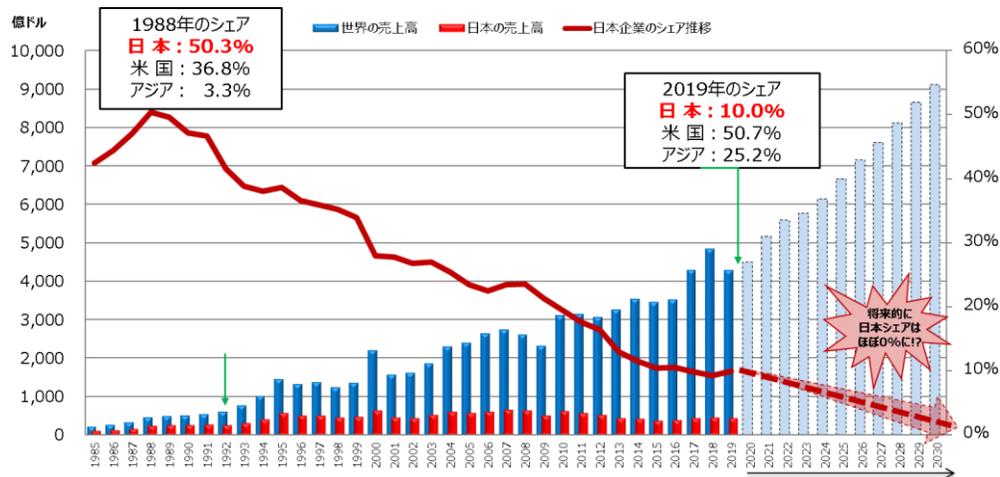
国・地域	産業支援策等
米国	2022年8月に「The CHIPS and Science Act of 2022」が成立。半導体関連投資等の支援が可能な基金を含め、 <b>5年間で計527億ドル</b> の資金提供。加えて、設備投資に対する <b>25%の減税</b> 等が措置される。
欧州	半導体の域内生産拡大や研究開発強化を図る「 <b>欧州半導体法案</b> 」を発表。2030年までに <b>累計430億ユーロ</b> 規模の官民ファンド創設を計画。
中国	「 <b>国家集成电路産業投資基金</b> 」により <b>3千億元超</b> を調達、半導体関連技術の設備投資等を支援。

(出所) 各国政府HP等

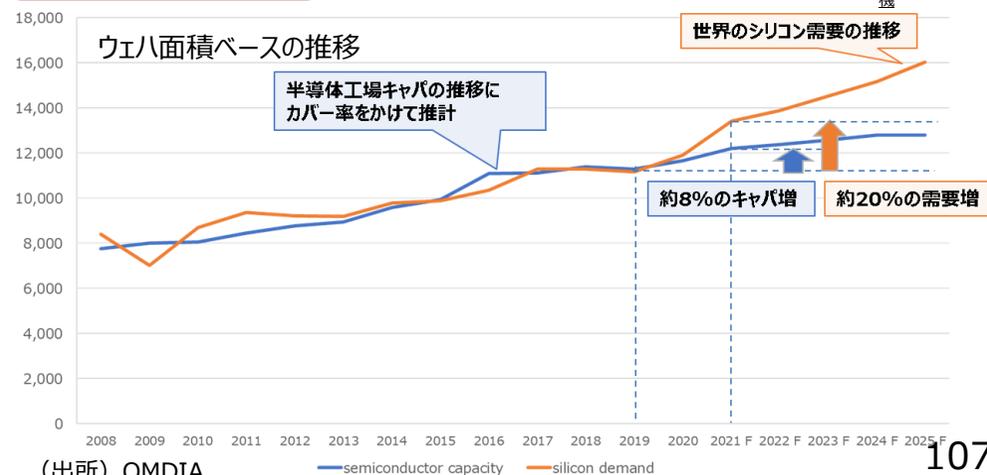


(出所) 富士電機

## 日本の半導体産業の国際的なシェアの低下

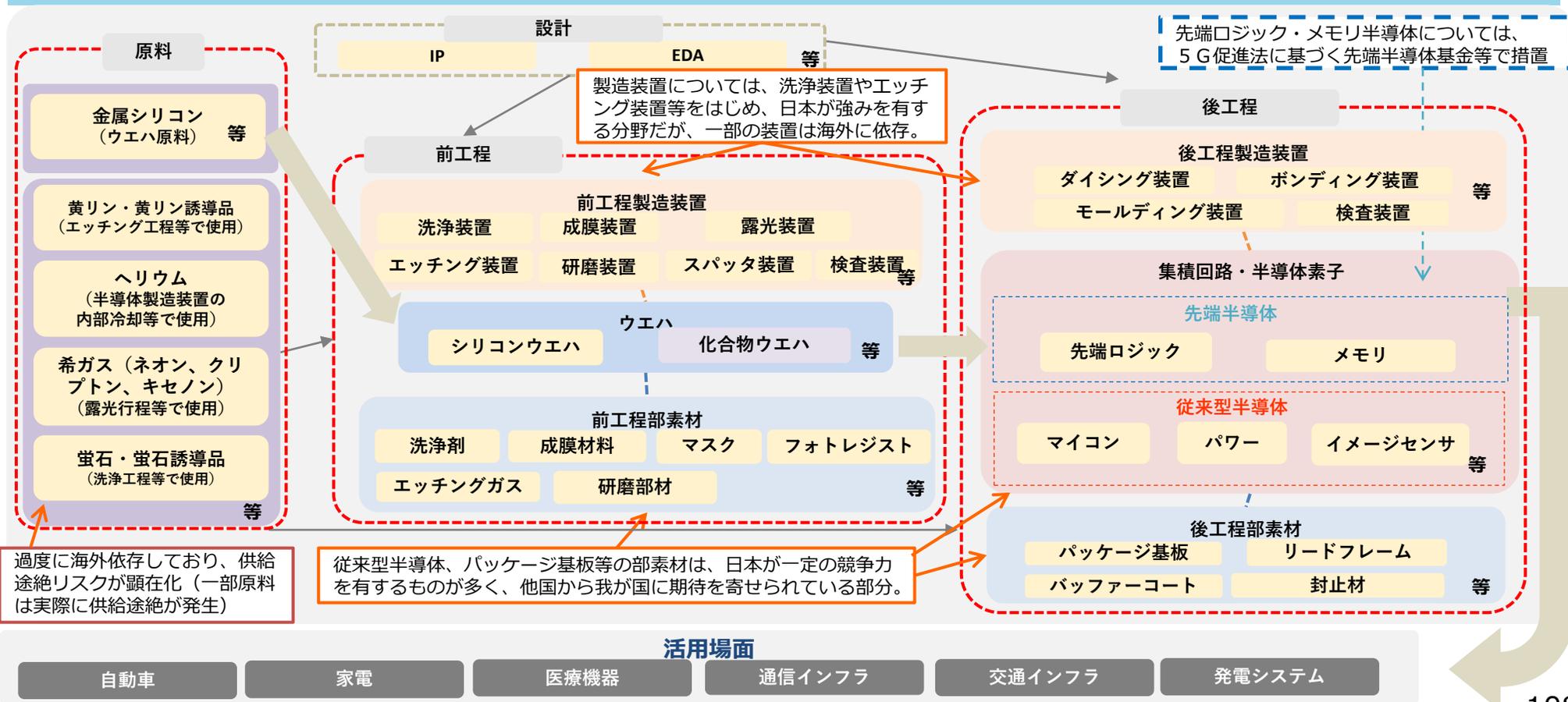


## 半導体需要動向



# 半導体のサプライチェーン上の課題

- 諸外国が戦略的な積極投資を行う中、日本企業のシェアは低下。先端半導体を海外に依存するほか、製造装置・原料についても海外に大きく依存する物資も存在。従来型半導体や製造装置・部素材等、我が国が一定の強みを有する物資についてもシェアが低下するリスク。
- 5G促進法に基づく先端半導体の生産施設の整備・生産支援やポスト5G基金による次世代半導体に関する研究開発の支援とともに、経済安保推進法により、従来型半導体、半導体のサプライチェーンを構成する製造装置・部素材及び原料について、国内製造基盤の強化の取組が必要。



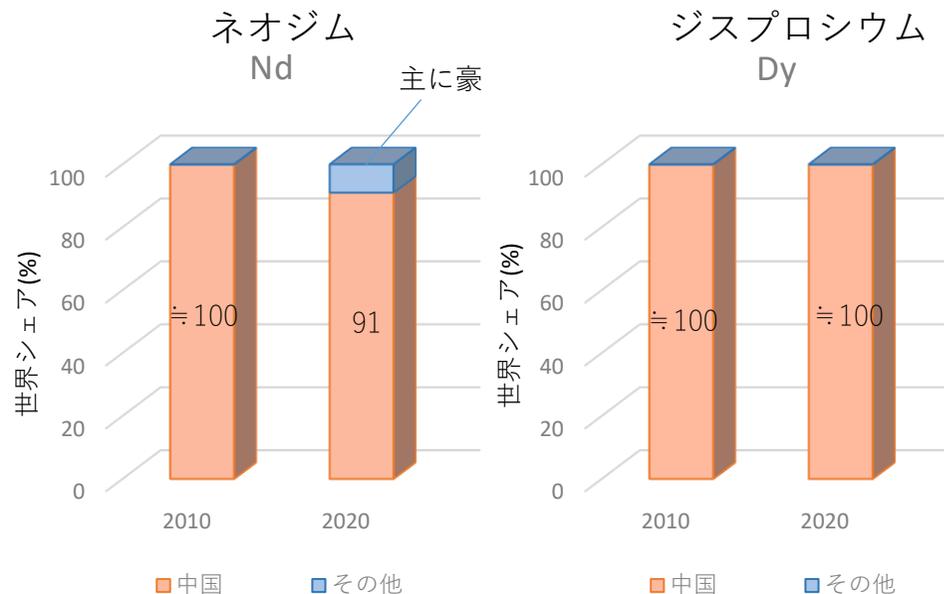
# 永久磁石の重要性

- 電化・デジタル化の進展に伴い、半導体（脳）、電池（心臓）とともに重要な要素を握るのがモーター（筋肉）であり、その性能を決定付けるのが永久磁石。電動車や発電機、家電、軍事用途まで幅広い用途で用いられ、今後も市場が成長する見通し。
- 日本企業のシェアが低下（23%(2013)→15%(2021)）する中、外部依存が更に高まる見込み。また、レアース原料のうち一部の種類は全量外部に依存。
- 国内安定供給確保への対応に加え、中国が磁石関連技術の禁止・制限する動きが見られる等、安全保障上の関心が高く、経済安全保障の観点からも、早急に措置を講ずることが必要。

## 日本企業のネオジム磁石の世界シェア推移

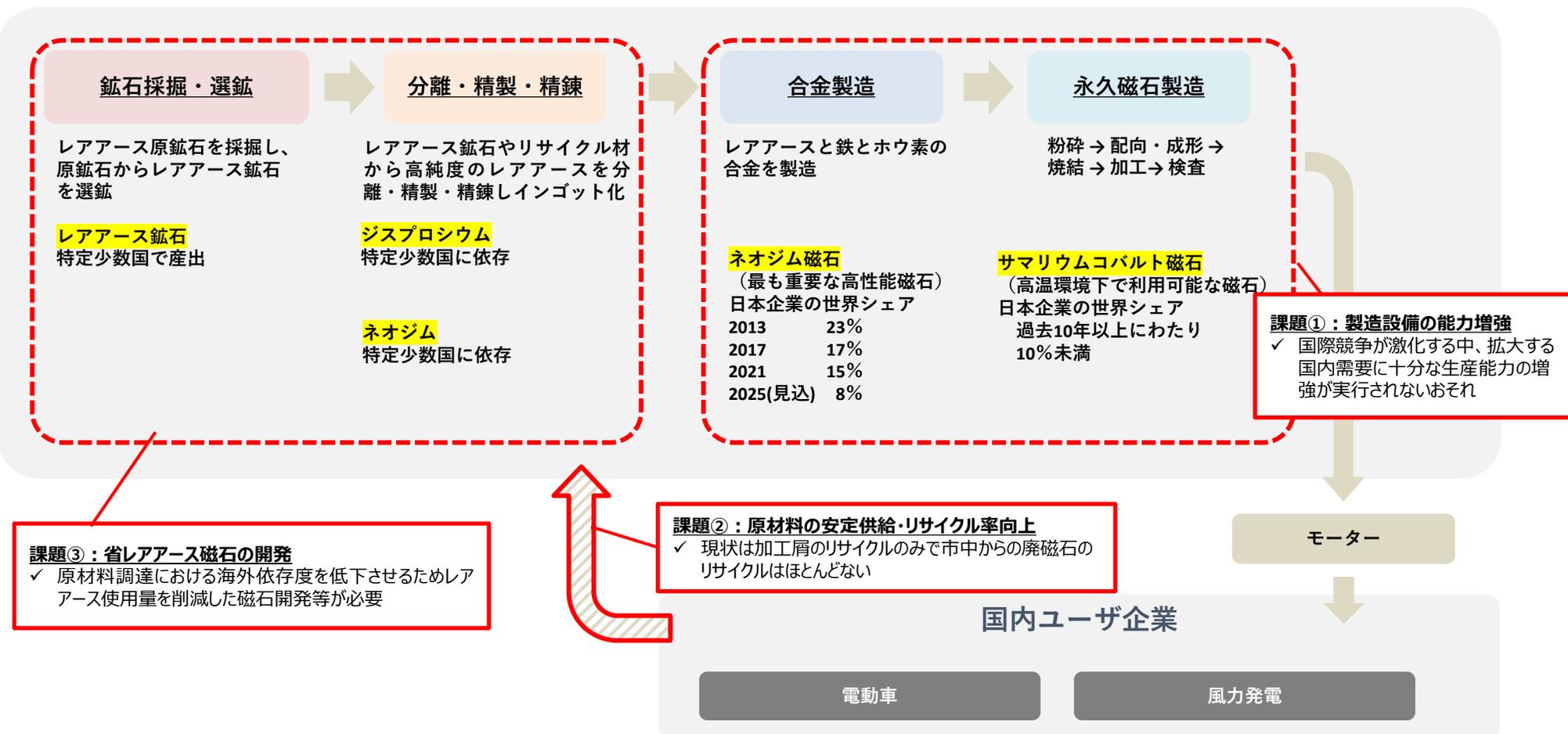


## レアース原料の世界シェア



# 永久磁石のサプライチェーン上の課題

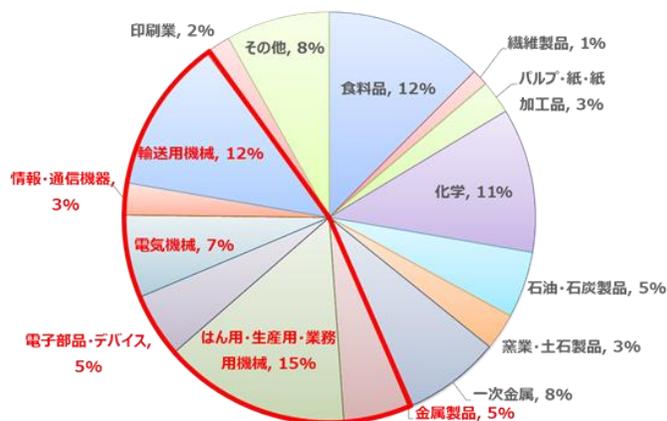
- 永久磁石は、原材料を海外に依存し、製造能力が中国と日本の2カ国に偏っている中、日本企業の世界シェアが下がっていること、市中からの廃磁石のリサイクルが進んでいないことなどが課題となっている。
- 永久磁石の国内安定供給を確保するため、ネオジム磁石の製造能力強化、リサイクル技術の開発・導入、省レアアース磁石の開発といった取組を進めることが必要。



# 工作機械・産業用ロボットの重要性

- 工作機械・産業用ロボットは幅広い製造プロセスを担う物資であり、製造業に不可欠な事業基盤。
- 足元では日本メーカーは高い国際競争力を有し、安定供給を実現している。他方、DXやCN等のメガトレンドを踏まえて拡大するニーズへの対応が、今後の国際競争力の維持・強化、ひいては安定供給確保のカギ。
- 安全保障の観点からも重要な物資であり、我が国としても将来にわたる安定供給の確保に向けて、競争力確保のための措置を早急に講ずることが必要。

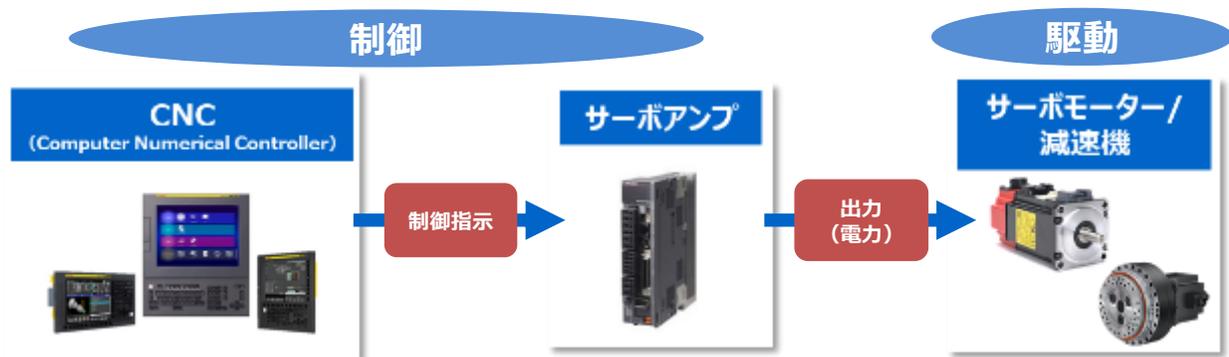
## 幅広い製造事業者に寄与



(出所) 内閣府 2020年度国民経済計算 (名目GDP)

- GDPベースで我が国製造業の約5割の生産プロセスで活用されており、不可欠な事業基盤。

## 制御関連機器の概要



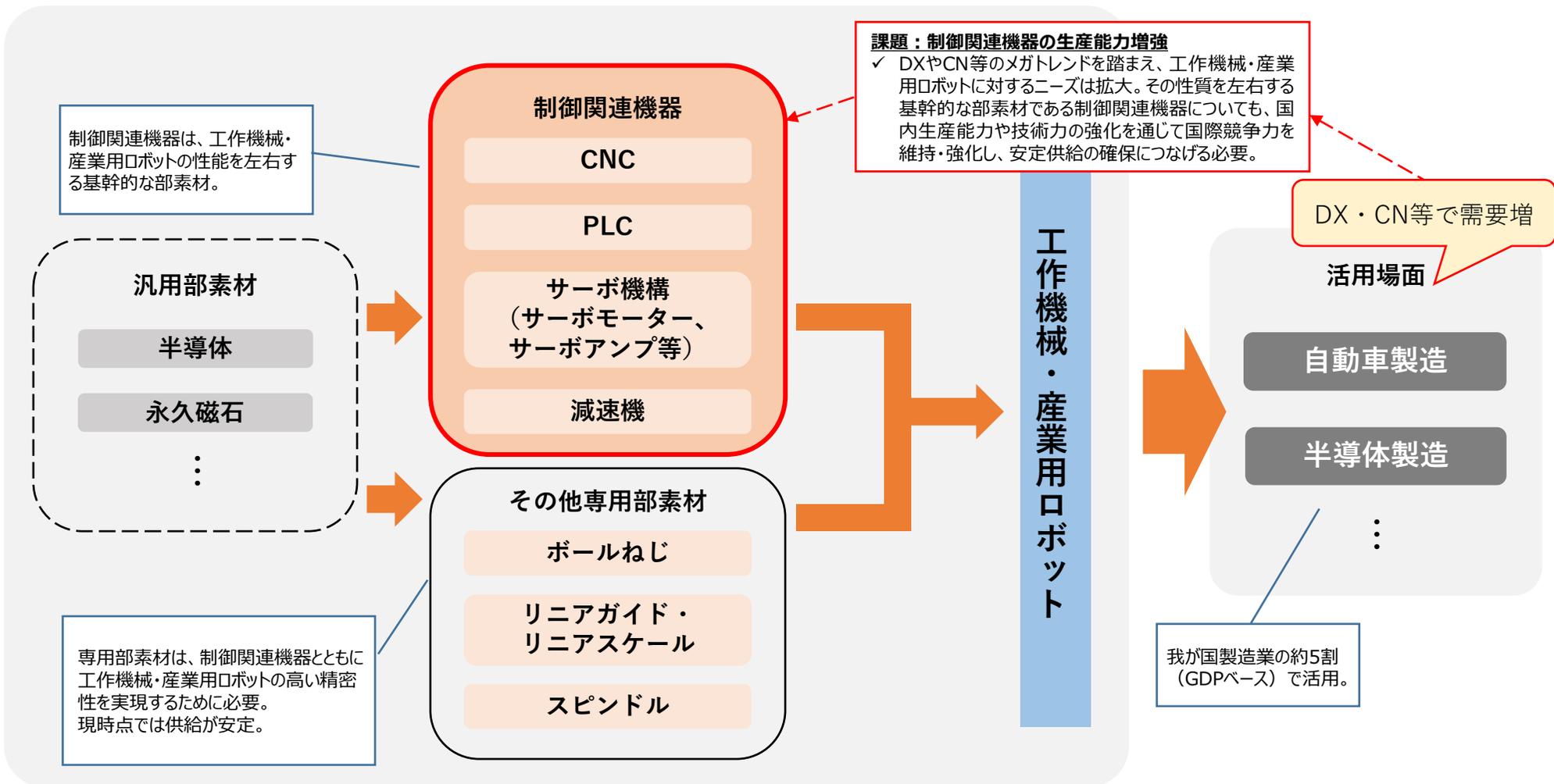
- 工作機械や産業用ロボットがとるべき動作を数値情報に換算し、制御指示を行う。

- 供給された電力を、制御指示通りに駆動するために必要な出力に変換する。

- 【サーボモーター】出力を受け、実際に駆動する。
- 【減速機】より大きなトルク(力)を生み出す。

# 工作機械・産業用ロボットのサプライチェーン上の課題

- DXやCN等のメガトレンドを受け、これまで以上に高精度な加工や特殊用途、自動化に対応した**制御関連機器の需要が顕在化**。係る**国内生産能力や技術力の強化**を通じて**国際競争力の維持・強化**を図ることで、将来にわたる**我が国製造業の事業基盤（工作機械・産業用ロボット）の海外依存リスクの低減**につなげる。

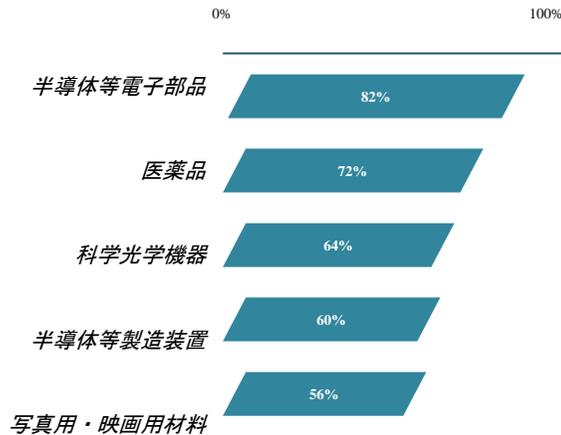


# 航空機部品の重要性

- 国内外の物流・移動手手段として国民生活・経済活動が広く依拠する航空機の正常・安全な運航を確保するためには、航空機部素材の安定供給確保が必要不可欠。
- このため、特に、①日本が強みを有し、日本からの供給が重要な役割を果たすものであり、②現下の国際情勢に鑑み、日本に強く安定供給の役割が求められているもので、外部への依存が高まるおそれがあるものなど、経済安全保障の観点から重要な航空機部素材について、早急に措置を講ずることが必要。

## 航空機の重要性

我が国の国際貿易における航空輸送の比率（金額ベース）

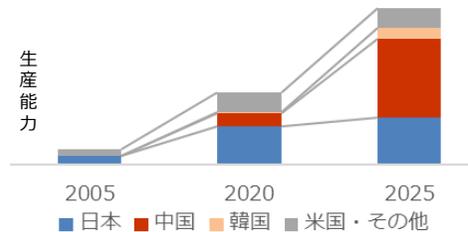


(出所) 通商白書2020をもとに経済産業省作成

## 外部依存リスク

これまで、主要機体メーカー向け航空機用チタン材の約半分程度の供給を特定の海外企業が担っていた。

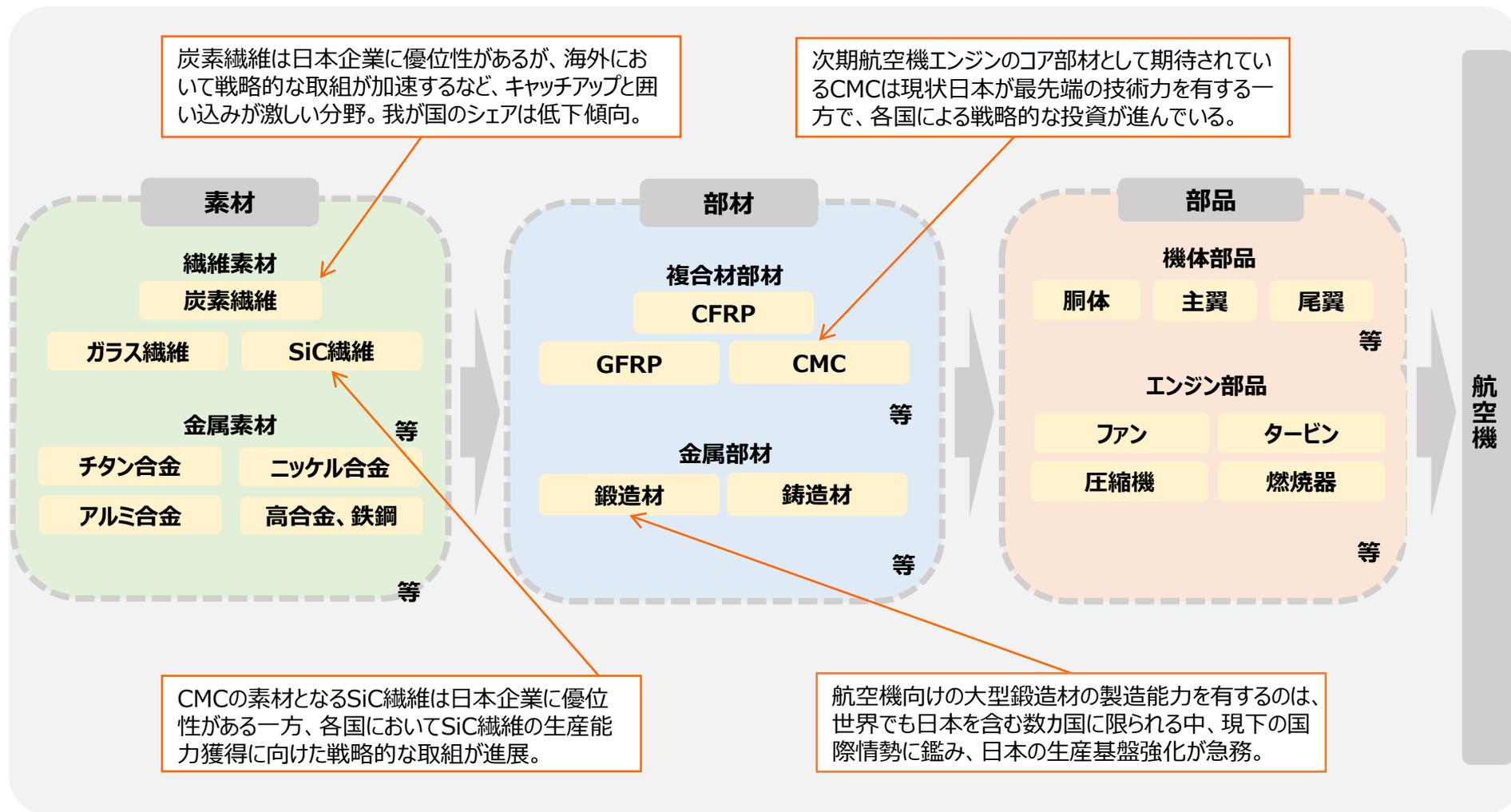
米欧主力機は日本製炭素繊維を使用。各国は炭素繊維の生産能力を2020年から5年間で大きく拡大する見通し。



次期エンジンの重要部材として搭載が見込まれるCMC（セラミック複合材）については、現状日本が競争力を有するが、海外企業による囲い込みが加速。

# 航空機部品のサプライチェーン上の課題

- 足下では、航空機の重要構造材となる**大型鍛造品、炭素繊維**、及び次期エンジンの重要部材として期待される**CMC（セラミック複合材）**等のサプライチェーン強化に必要な設備投資等の取組を行うことで、国内における生産基盤の強化を図る。



# 中国による磁石関係技術の禁輸・規制

- 2022年12月に公表された中国輸出禁止・輸出制限技術リスト（対外貿易法及び技術輸出入管理条例に基づき制定される技術輸出の規制リスト）の改訂案では、太陽光パネルシリコン製造技術（中国が世界シェア97%）が含まれているほか、遺伝子解析・編集などの遺伝子技術の新規掲載が多い。
- レアース関連は、今回の改訂案では輸出禁止から輸出制限に緩和されているものもある一方、一部で輸出禁止対象が強化されたり、輸出制限部分にも、規制要件として新たに「希土類の採掘、選鉱、製錬技術」が追加されるなど、全体としては強化の方向。



中国世界シェア  
日本の依存度

リスト改訂案

イオン吸着型レアース浸出技術  
(禁止→規制)

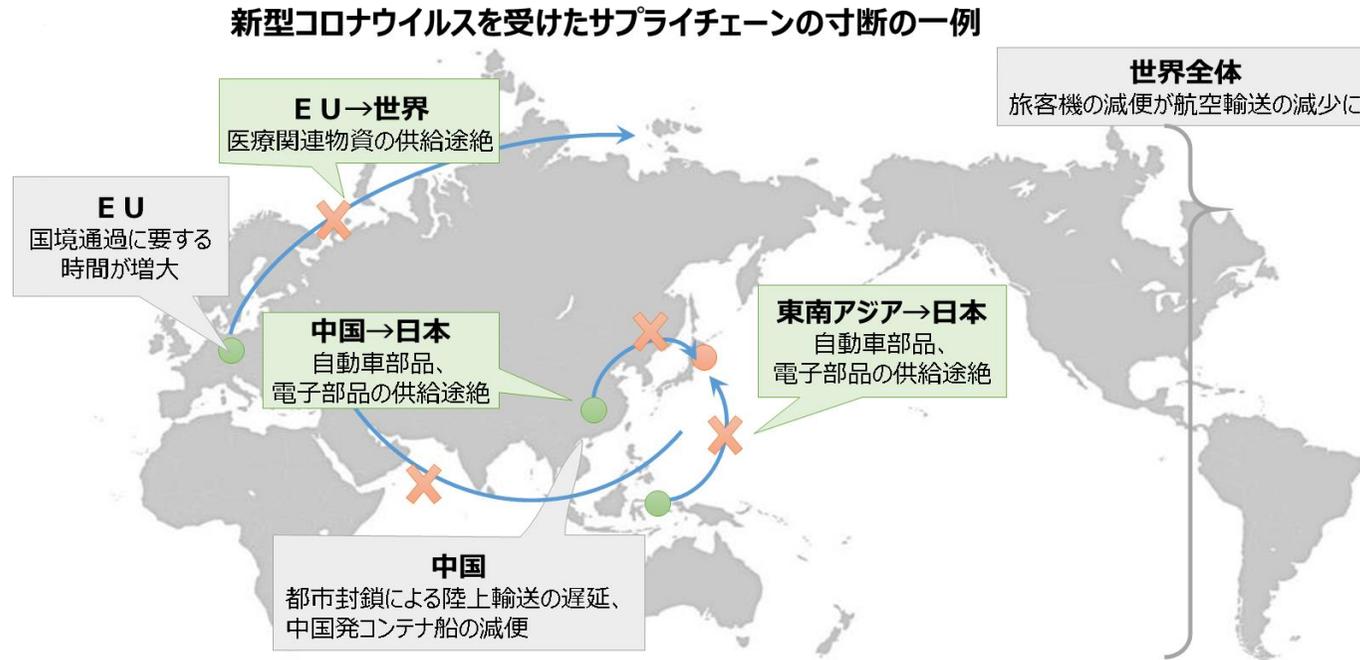
希土類精錬・加工・利用技術の一部 (禁止)  
レアース抽出剤の合成プロセス及び処方  
(禁止→規制)

金属材料レアース添加技術  
(禁止→規制)  
レアース金属及び合金材料の製造技術 (禁止)

サマリウムコバルト・ネオジム鉄ホウ素・セリウム磁石の製造技術、レアースホウ酸カルシウムの製造技術  
(新規追加：禁止)

# 重要物資の安定供給/製造基盤の確保

- グローバルサプライチェーンは、新型コロナウイルス感染症の拡大、ロシアによるウクライナ侵略により世界各地で寸断し、様々な物資の供給途絶リスクが顕在化。



## ● 2021年に生じた部素材不足の例

部素材	用途例	主な要因
半導体	電子機器	足下で半導体需要が高まっていることに加え、自然災害や事故による生産の減少
ハーネス	給湯器	アジア諸国のロックダウン施策
尿素	AdBlue®	中国政府による尿素的輸出規制

# 外国による技術獲得戦略の高度化と技術流出リスクの高まり

- 外国から企業やアカデミアの技術が狙われるリスクのパターンは、大きく3つに分類：①サイバー攻撃、②スパイ工作、③経済・学術活動を通じたもの。
  - 技術獲得戦略も高度化しており、政府調達や国家標準等の制度的アプローチのほか、企業買収（Tier1, Tier2をターゲット）、ターゲット技術の明確化が強化されている。
- 必ずしも“安全保障”関連や機微技術でないが、日本の産業競争力を支える技術については、制度的な対応を要検討。

1

## サイバー攻撃による技術流出

国内外で政府機関や重要インフラ事業者などを標的としたサイバー攻撃が激しさを増しています。あらゆる産業でDX（デジタルトランスフォーメーション）が進むにつれ、サイバー攻撃や不正アクセスによって、直接的に情報を窃取される危険性も増えています。



2

## スパイ工作による技術流出

サイバー上のリスクだけではなく、人を通じた情報の窃取にも備えなければなりません。こうしたパターンでは、外国が企業などの情報にアクセスしやすくなるよう、スパイとなる者を仕立てて情報を盗ませるといったケースに注意が必要です。



3

## 経済・学術活動を通じた技術流出

経済活動がグローバル化し、また、研究活動のオープン化・国際化が進展する中で、合併や企業の買収、共同研究など、それ自体は合法的な経済・学術活動についても、これを隠れ蓑にすることにより情報が狙われるリスクが存在します。



平成28年から翌年にかけて、住所、氏名などを偽って日本のレンタルサーバの契約に必要な会員登録を行ったとして、令和3年、警視庁が中国共産党員の男を検挙しました。この事件の捜査を通じ、航空宇宙関連組織に対するサイバー攻撃が、中国人民解放軍を背景に持つ可能性が高いサイバー攻撃集団によって実行されたものと結論付けられました。他にも、同一の攻撃集団が関与している可能性が高いサイバー攻撃が、約200の国内企業などに対して実行されていたことが把握されました。

外国政府機関職員は、日本の先端技術を有する企業の複数の職員に対し、帰宅途中を見計らって声を掛け、道を尋ねる口実で接近しました。後日個人的に会おうと酒席へ誘い出していました。

国内のある大学では、情報の流出防止に関する“輸出管理条項”を盛り込んだ上で、外国の大学と人材交流プログラムを締結しました。その後、先方から既存の合意書を再作成したいとの要望があったことから内容を確認したところ、新しい案文では“輸出管理条項”が何の説明もなく削除されていました。

# 防衛力の抜本強化

- 防衛生産・技術基盤を担う防衛産業は我が国の防衛力そのもの。
- 撤退が相次ぐ中、①適正利益の確保等による事業の魅力化、②デュアルユースも含めた先端技術の育成、③防衛装備移転の制度見直し等を通じて、防衛産業基盤の強化を図る。

## 防衛3文書（R4年12月閣議決定）における方針

### ※防衛産業関連部分

#### ①防衛生産基盤の強化

- 適正な利益確保のための新たな利益率算定方式の導入による事業の魅力化
- サプライチェーン全体を含む基盤の強化、新規参入促進の施策推進、**国自身が製造設備等を保有する形態の検討**

#### ②防衛技術基盤の強化

- 防衛産業や非防衛産業の技術を早期装備化につなげる取組を積極的に推進
- **我が国主導の国際共同開発、民生先端技術を積極活用するための枠組み構築**

#### ③防衛装備移転の推進

- **防衛装備移転三原則や運用指針を始めとする制度の見直し**について検討
- 官民一体となった防衛装備移転の推進のため、**基金を創設し企業支援**

(出所) 国家防衛戦略

## 財源論

※防衛費約43兆円（R5～9年度）への追加財源

- 歳出改革
- 決算剰余金活用
- 税外収入（防衛力強化資金）
- 税制措置 **等**
  - **法人税**：税率4～4.5%の新たな付加税
  - **所得税**：当分の間、税率1%の新たな付加税を課す（復興特別所得税▲1%）
  - **たばこ税**：3円／1本相当の引上げ

※施行は令和6年以降の適切な時期

(出所) 令和5年度税制改正の大綱  
令和5年度防衛関係予算のポイント（財務省）18