

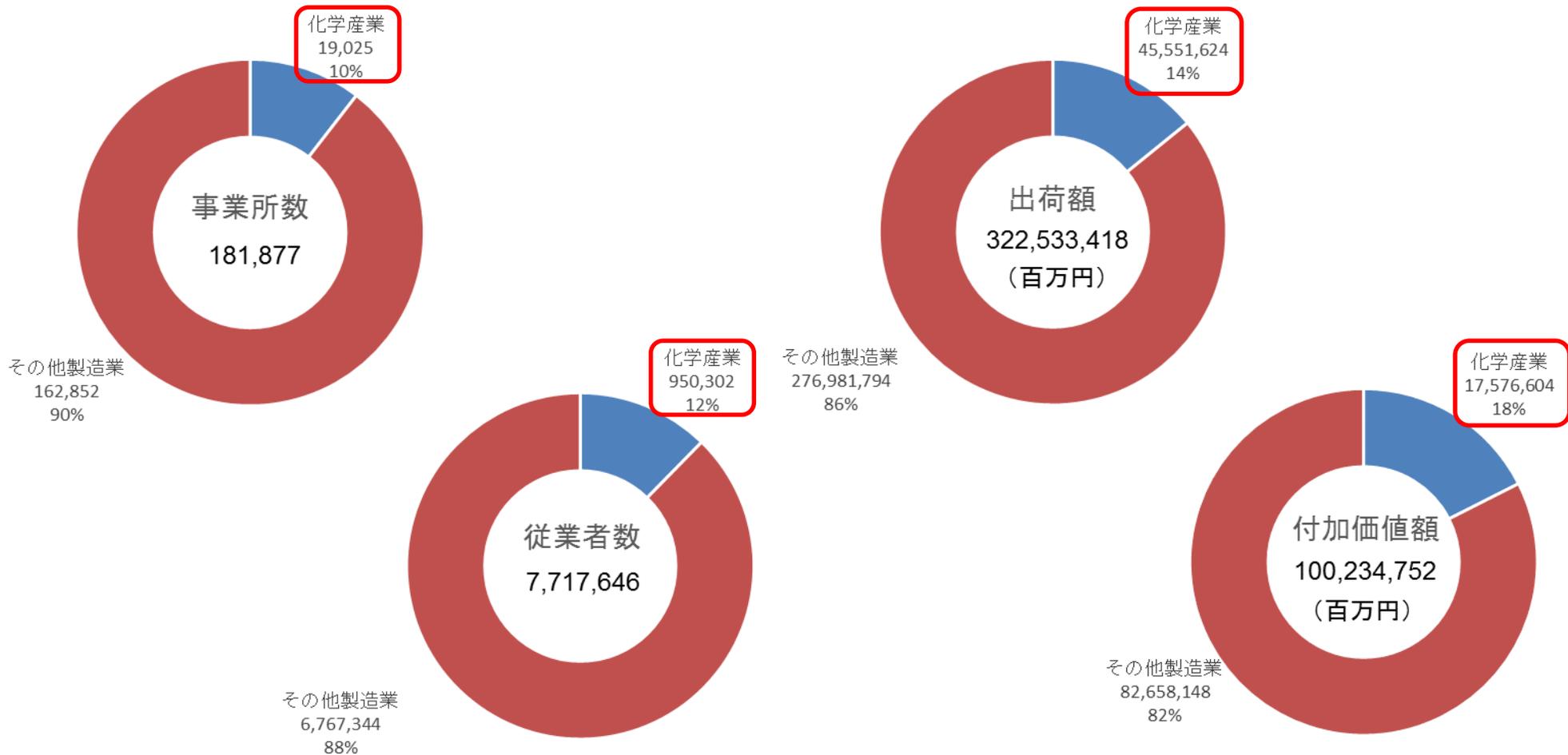
化学産業の現状と課題

製造産業局素材産業課
令和3年12月21日

- 1. 日本経済における化学産業の役割**
2. 環境変化（化学産業変革の要請）
3. 各国の戦略

GDP / 雇用に占める化学産業の位置づけ

- 化学産業は、事業所数（約2万）、従業員数（約95万人）、製品出荷額（約46兆円）、付加価値額（約18兆円） でみても 製造業全体の1割強 を占め、経済や雇用を語る上でも欠くことのできない産業。



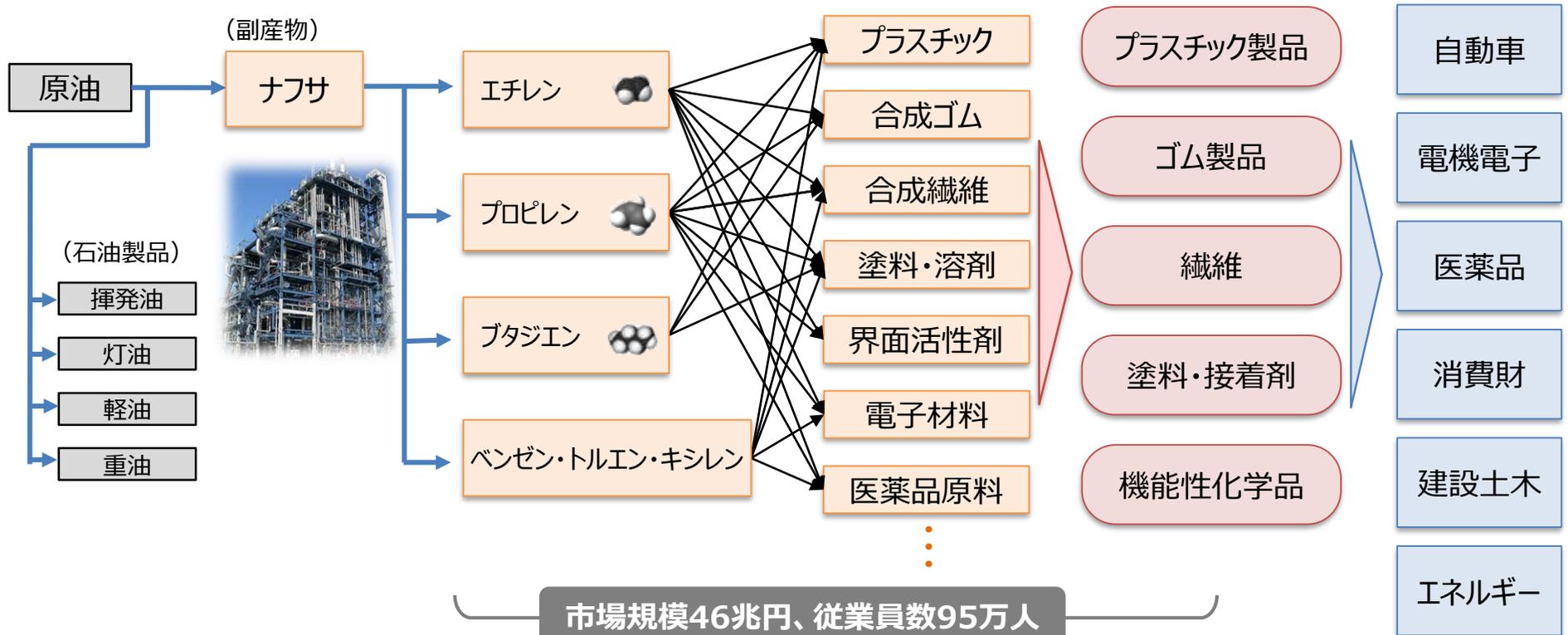
<出典> 2020年産業別統計表（概要版）より経済産業省作成

（注）化学産業は、日本標準産業分類の製造業のうち、①化学工業、プラスチック製品製造業、ゴム製品製造業（化学産業）の合計

化学産業の「連産品」によるサプライチェーンへの素材供給

- 原油精製の副産物の「ナフサ」を原料とするサプライチェーンを中心に、ポリエチレン等の汎用品から半導体素材等の最先端素材まで、自動車や医療など幅広く産業を下支えしている。
- 一つの工程で同時に複数の製品が生産される「連産品」により製造されていくことも化学産業の大きな特徴。一つの工程の変化がその製品のみならず、下流の他の製品に影響を与える構図。

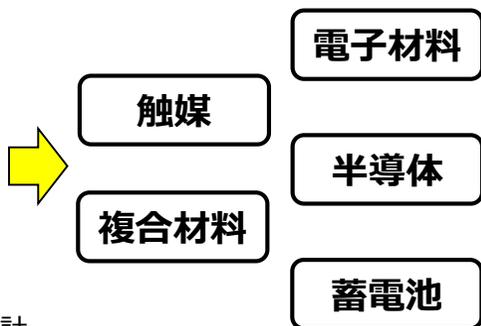
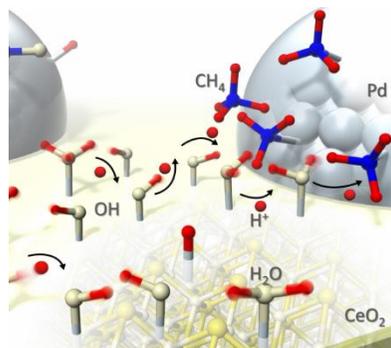
石油化学工業の構造



化学分野が牽引するイノベーション

- グローバル市場獲得に向けて、**自己の優れた技術に着目**し、発展させる形でイノベーションを起こし、**革新・先端素材におけるシェアを拡充**。
- **モビリティや半導体等のエレクトロニクスに加え、今後、異業種・異材料分野の協業により、益々拡大が見込まれるヘルスケア、医療福祉機器、バイオ製品等での更なる展開**が期待。

<日本の強み>



<日本のノーベル化学賞（一部）>

1981	福井 謙一	化学反応過程の理論的研究
2000	白川 英樹	導電性高分子の発見と発展
2001	野依 良治	キラル触媒による不斉反応の研究
2010	根岸 英一 鈴木 章	有機合成におけるパラジウム触媒クロスカップリング反応の開発
2019	吉野 彰	リチウムイオン電池の開発

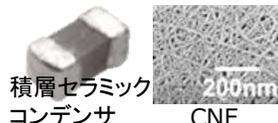
<世界トップの競争力を有する革新素材（例）>



<出典> 富士経済「炭素繊維複合材料（CFRP/CFRTP）関連技術・用途市場の展望2021」より経済産業省作成

その他の革新素材（ファインセラミックス、セルロースナノファイバーなど）

- ✓ ファインセラミックス：化学組成、結晶構造、製造工程等が精密に制御された、主として非金属の無機物質。
- ✓ セルロースナノファイバー（CNF）：化学的・機械処理により木材から得られる直径数～数十nmの繊維状物質。



1. 日本経済における化学産業の役割
2. **環境変化（化学産業変革の要請）**
3. 各国の戦略

2 - 1. グローバル競争環境の変化

日本の化学産業の国際競争におけるポジション

- 化学産業における世界的な再編の中、日本企業の占める立ち位置は大きく変化。トップ層の売上高が飛躍的に拡大する中で、日本企業は、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15の推移＞

2000年

	会社名	国	売上高(化学)
1	BASF	独	30.7
2	Du Pont	米	28.4
3	Dow	米	23.0
4	Exxonmobil Chemical	米	21.5
5	Bayer	独	19.3
6	Total Fina	仏	19.2
7	Degussa	独	15.6
8	Royal Dutch Shell	英・蘭	15.2
9	ICI	英	11.7
10	BP	英	11.2
11	Akzonobel	蘭	9.4
12	住友化学	日	9.3
13	三菱化学	日	8.9
14	三井化学	日	8.7
15	HUNTSMAN	米	8.0

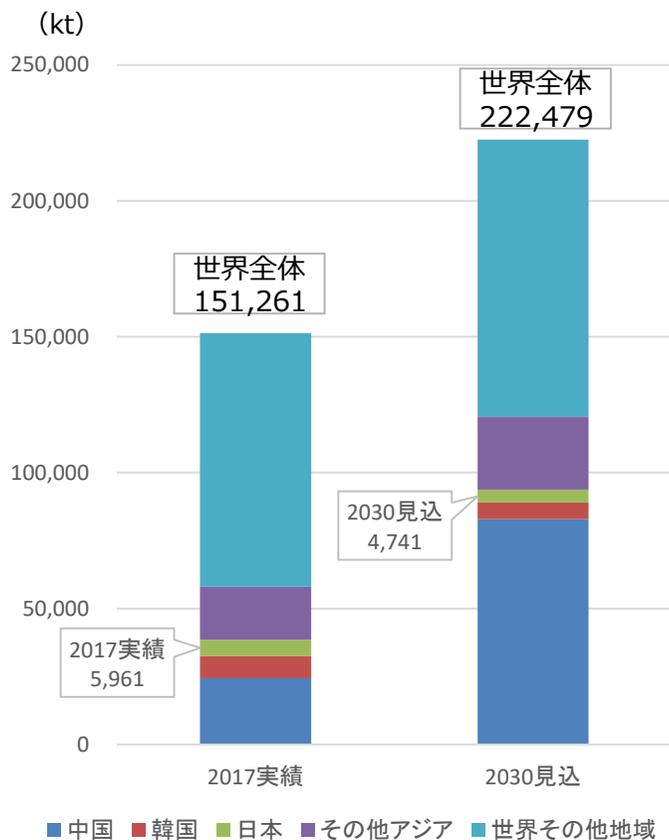
2020年

	会社名	国	売上高(化学)
1	BASF	独	67.5
2	Sinopec	中	46.7
3	Dow	米	38.5
4	Ineos	英	31.3
5	Sabic	サウジ	28.8
6	Formosa Plastics	台	27.7
7	LG Chem	韓	25.5
8	三菱ケミカル	日	25.3
9	Linde	英	24.4
10	LyondellBasell	蘭	23.4
11	Exxonmobil Chemical	米	23.1
12	Air Liquide	仏	23.1
13	Petro China	中	21.8
14	Du Pont	米	20.4
15	Hengli Petrochemical	中	17.3

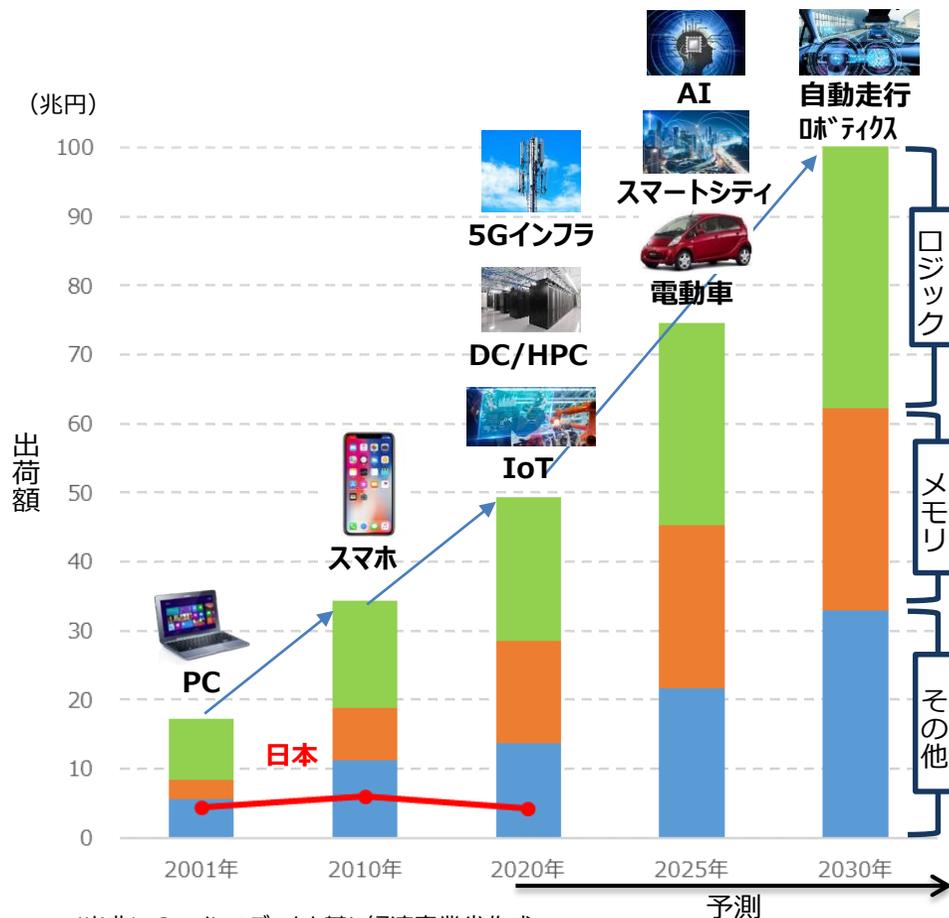
グローバル需要の変化

- 基礎化学品について、世界需要は順調に伸長する見込み。
- 半導体（機能性化学品）についても、2030年には市場規模100兆円に達する見込み。

<エチレン需要量見通し>



<世界の半導体市場>



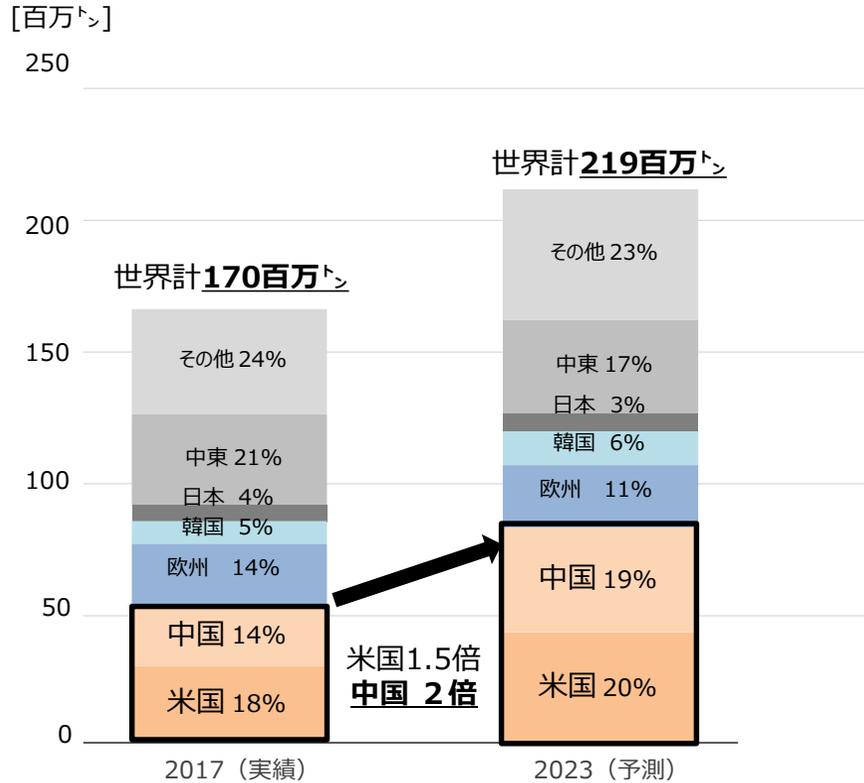
<出典> 経済産業省素材産業課「世界の石油化学製品の今後の需給動向」

<出典> Omdiaのデータを基に経済産業省作成

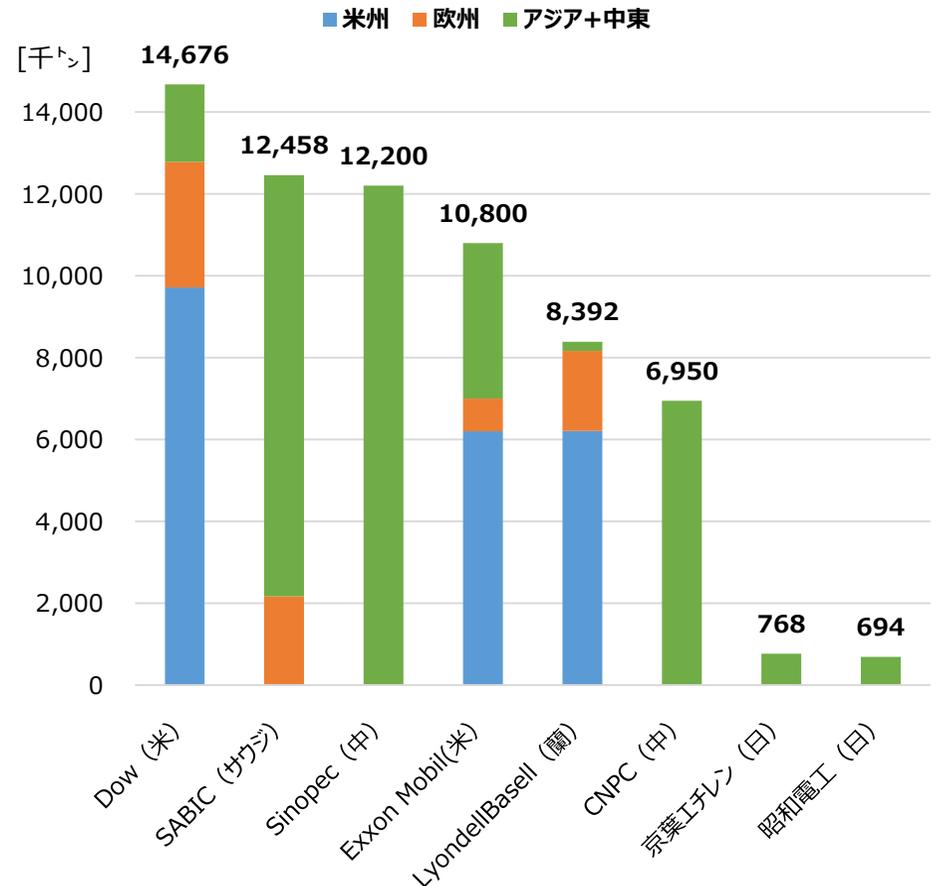
化学産業における米国・中国の存在

- 世界のエチレンの生産環境は、2023年には、2017年比で米国が1.5倍・中国が2倍の供給能力へと拡大し、世界に占める割合も増加。
- エチレンの供給能力について、日本企業は世界トップ層の規模感とは大きく異なる。

<エチレン供給能力の実績・予測>



<グローバルエチレン生産能力>

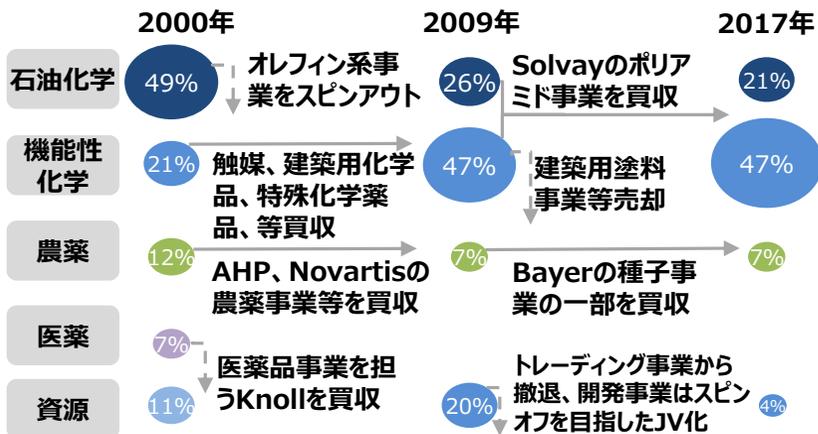


海外トップ勢による機能性化学品への事業集中 / 基礎石化集約の流れ

- 世界最大の**BASF**は、売上高を維持しつつ、石油化学から機能性化学へのシフトを実現。
- **LyondellBasell**は規模の経済を追求し、基礎石化のトップクラスの生産効率を実現。

BASFの戦略 (機能性化学への集中)

BASFの事業別売上高構成比の推移

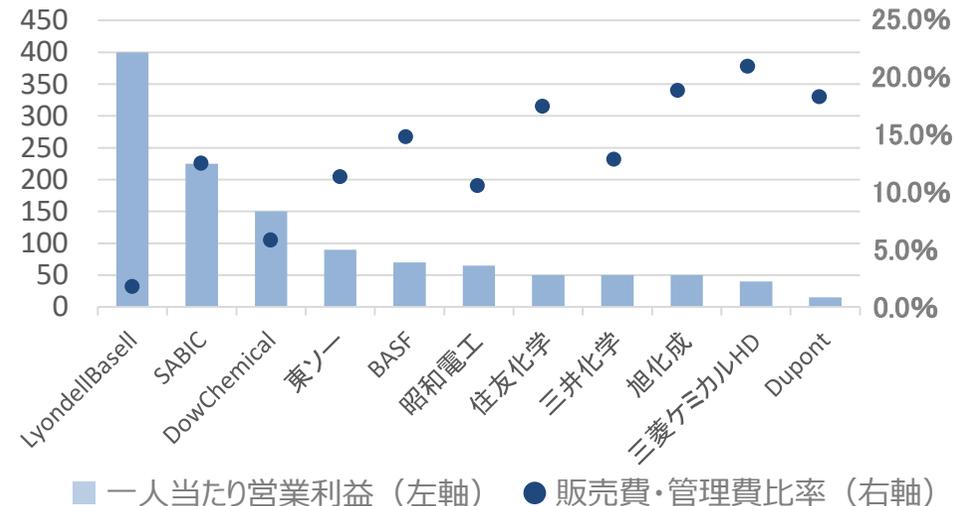


- ① ライフサイエンス領域の選択と集中
- ② 汎用石化からの脱力、機能性強化
- ③ 石油化学、機能性化学の取捨選択
- ④ 農薬再編への追従、資源からの脱力

◇ BASFは、Shellと合併で設立した石化専門企業の売却等を通じて、汎用石油化学プレーヤーとの直接競争を回避。
 ◇ 一方、機能性化学事業について、触媒メーカー大手の米・独企業、特殊化学薬品のスイス企業等の大型買収を通じて機能性化学事業の拡大を図った。

LyondellBasellの戦略 (規模の経済の追求)

(千USD) 売上高販管比率、及び一人当たりの営業利益 (2017年)

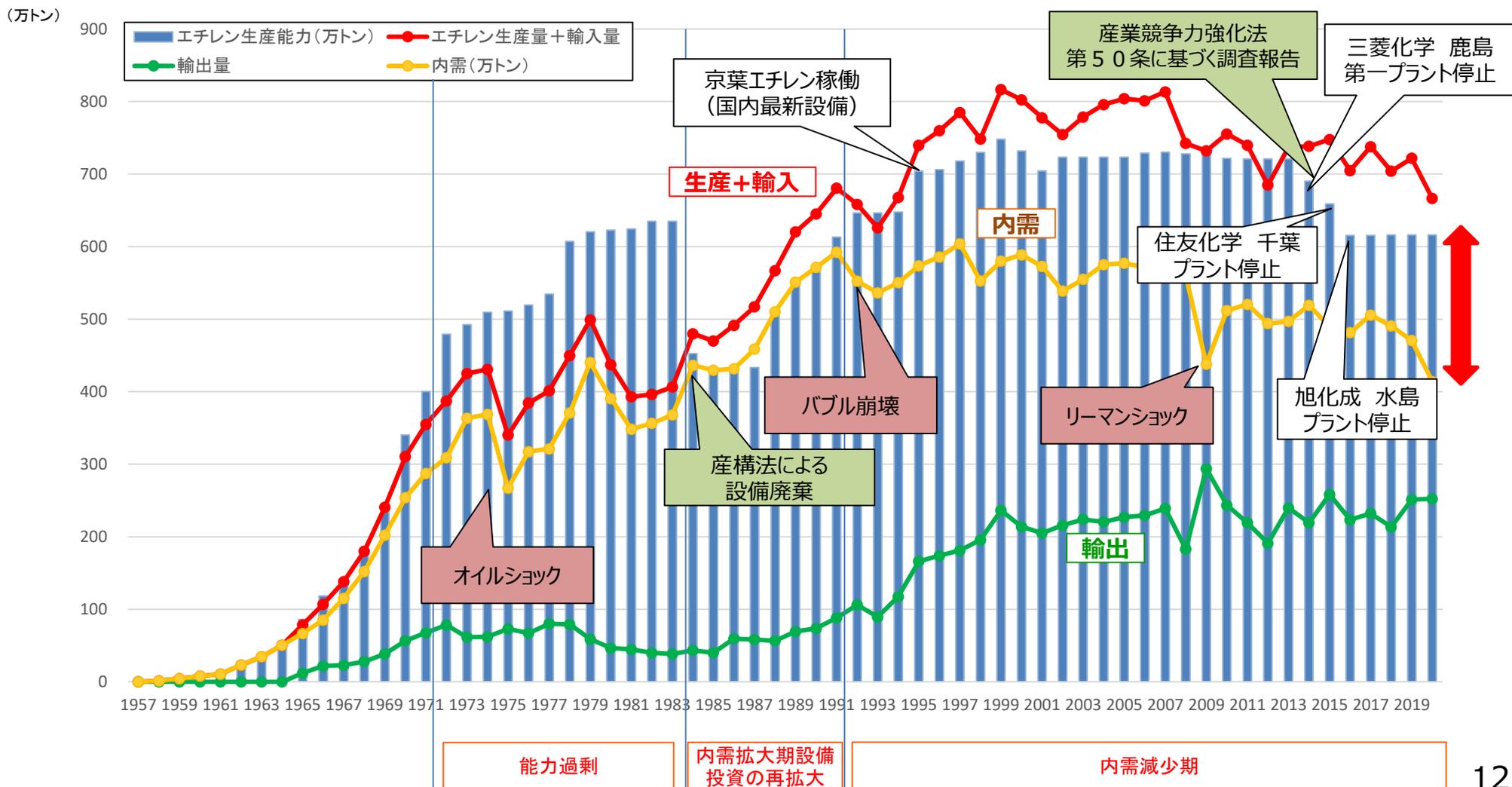


◇ LyondellBasellは、独BASF、蘭Shell、独Hoechstのポリオレフィン事業の集約によって結成されたBasellを2007年に、米国最大のエチレンメーカーであったLyondell Chemical が買収し、誕生。
 ◇ 規模の経済性に加え、原料立地の優位性（シェールガスの活用）、労働生産性の向上を実現し、汎用石油化学の領域で高い一人当たり営業利益を誇っている。

2 - 2. 基礎化学品を巡る国内環境変化

エチレン生産能力の推移

- 大胆な構造調整を行った80年代初頭以降、バブル期に向けて再度生産能力は拡張。
- バブル崩壊後、緩やかに内需と生産能力との乖離が拡大。2010年以降、一部プラントが廃止されたが、現在もなお内需と生産能力との乖離は継続。



日本の石油化学コンビナートとエチレン生産能力

- 現状、生産能力が内需を超過しているという点は、1980年代の状況と類似。既に一定程度、集約が進展しているが更なる効率化も期待される。

全国合計		
	1980年	2020年
生産能力	622.7	616.2
企業数	15	9
基数	18	12

周南			
1980年		2020年	
出光石油化学	38.0	出光興産	62.3
計	38.0	計	62.3

大分			
1980年		2020年	
昭和電工	54.1	昭和電工	61.8
計	54.1	計	61.8

新居浜			
1980年		2020年	
住友化学	7.5	—	—
計	0	計	0

岩国			
1980年		2020年	
三井石油化学	17.9	—	—
計	17.9	計	0

水島			
1980年		2020年	
三菱化成	6.3	AMEC	49.3
水島エチレン	36.0		
山陽エチレン	39.0		
計	81.3	計	49.3

大阪			
1980年		2020年	
大阪石油化学	32.0	三井化学	45.5
計	32.0	計	45.5

四日市			
1980年		2020年	
三菱油化	34.5	—	—
新大協和石油化学	32.0	東ソー	49.3
計	76.5	計	49.3

鹿島			
1980年		2020年	
三菱油化	33.0	三菱ケミカル	48.5
計	33.0	計	48.5

千葉			
1980年		2020年	
丸善石油化学	39.5	丸善石油化学	48.0
—	—	京葉エチレン	69.0
三井化学	14.3	三井化学	0
浮島石油化学	45.0		55.3
—	—	出光興産	37.4
住友化学	33.0	住友化学	0
計	131.8	計	209.7

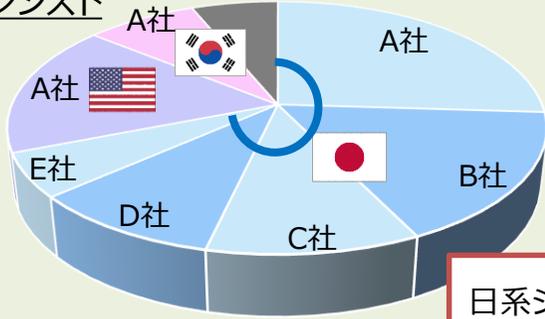
川崎			
1980年		2020年	
日本石油化学	12.2	ENEOS	40.4
東燃石油化学	44.7		49.1
浮島石油化学	30.0	—	—
計	86.9	計	89.5

2 - 3. 機能性化学品を巡る環境変化

機能性化学品の一例(半導体材料・蓄電池材料におけるシェアの一例)

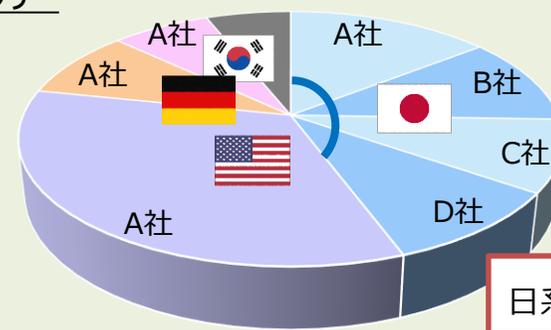
半導体素材

フォトレジスト



日系シェア約**70%**

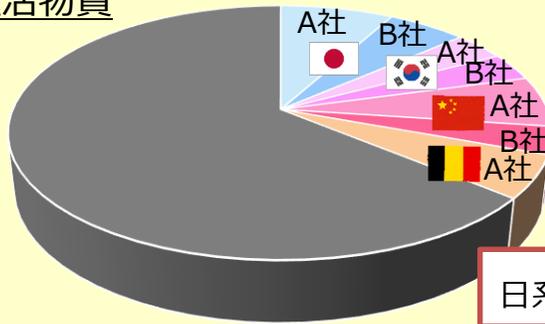
CMPスラリー



日系シェア約**45%**

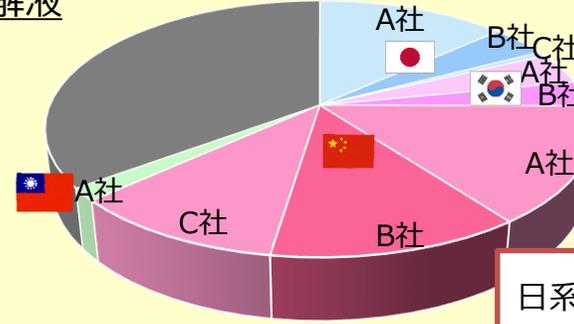
リチウムイオン電池素材

正極活物質



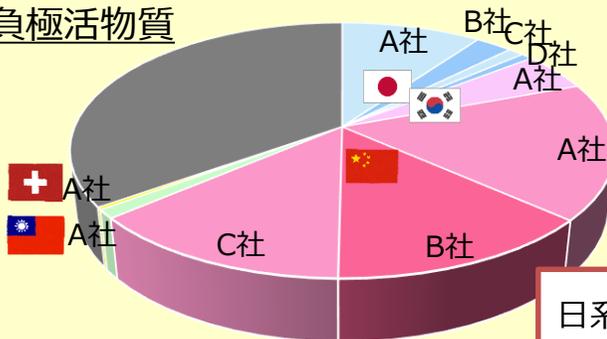
日系シェア約**15%**

電解液



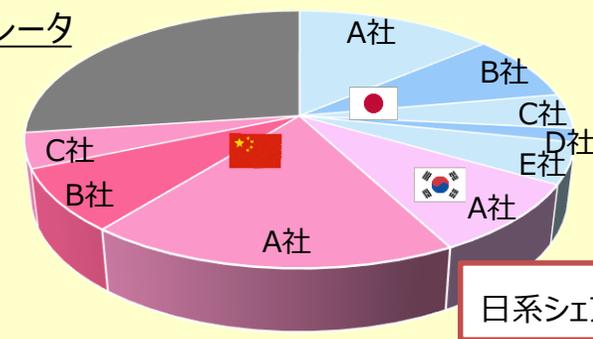
日系シェア約**20%**

負極活物質



日系シェア約**15%**

セパレータ



日系シェア約**30%**

イノベーションの重要性

- 我が国は、長年の技術蓄積をベースに、出口企業からの厳しい要求やすり合わせ等を通じて、技術力を高めてきた。
- 今後のCN時代に向けても拡大していくことが見込まれる機能性材料市場において、高い技術力に更に磨きをかけ、世界のトップを維持しながら、グローバル市場獲得に向けて取組を加速させることが必要。

▶ 重要開発分野の例

電池材料開発

- 2050CN実現のためにはEV普及がマスト、そのためには内燃機関並の航続距離を可能とする容量と安全性の確保が必須。
- 液LIBの次に主軸となるのは全固体電池。早期に市場に投入し、国際的な競争優位性を有することが重要。
- 素材産業を含めた日本の蓄電池産業全体の活性化を図るため、引き続き、固体電解質とこれに対応した極部材等の材料開発のための共通基盤技術開発が必要。

半導体材料開発

- デジタル化や通信技術の発展に伴い、半導体性能(処理速度、消費電力等)の継続的な向上が求められている。
- ムーアの法則にしたがった配線の微細化は限界を迎えており、さらなる性能向上のためにパッケージング技術(3D実装)が注目されており、特に再配線層の微細化が求められている。
- 当該微細化には新規の加工プロセスの導入が必要、同時に新規プロセスに対応した新素材開発も必要。

ベンチャー企業の活用

- 近年、革新的なデジタル技術をコアにしたベンチャー企業が注目されるなど、取組の遅れていた素材産業においても、ベンチャー企業の育成が徐々に進むとともに、それらを積極的に活用する企業の動きが活発化。

素材系ベンチャー企業の例



マイクロ波化学株式会社

(大阪府, '07年創立, 資本金22.9億円)

- マイクロ波化学プロセスの研究開発及びエンジニアリング
- マイクロ波化学プロセスを活用した製品製造における合併事業、ライセンス事業
- マイクロ波化学プロセスを活用した製品の製造・販売

取組例 ; 三井化学との共同実証

- マイクロ波技術を用いて、これまでリサイクルが難しかったポリプロピレンを主成分とする混合プラスチックであるASR (自動車シュレッダーダスト) やバスタブや自動車部品などに使用されるSMC (熱硬化性シートモールディングコンパウンド) などの廃プラスチックを、直接原料モノマーにケミカルリサイクルする技術の実用化を目指した取組を開始。
- '21年度内にマイクロ波化学のベンチ設備での検証を行い、今後本格検討を進め、早期に実証試験を開始する予定。

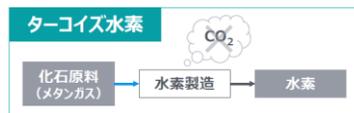
取組例 ; 三菱ケミカルとの共同実証

- 自動車のランブカバー、水族館の水槽、飛沫感染防止用アクリル樹脂版などに用いられるアクリル樹脂を分解し、原料へと戻す実証実験を進める。
- マイクロ波を用いるプロセスにより、分解設備の小型化や省エネ化などを実現させる。
- 同原料から製造されたアクリル樹脂は、石化資源を原料とした従来品よりもCO2排出量を70%削減できると見込む。
- '24年の商用稼働を目指し、アクリル樹脂のリサイクル工場の建設を検討。

取組例 ; 住友化学との共同実証

- マイクロ波電化プロセスと固体触媒を組み合わせたCO₂を排出しないプロセスにてメタンから水素製造を開発。

マイクロ波化学(株)HPより引用



日本材料技研株式会社

(東京都, '15年設立, 資本金0.5億円)

- 事業内容としては、①化学品等の開発・製造・販売、②オープンイノベーションに関連するコンサルティング、③ベンチャーファンド運営。
- 大企業や大学が保有する休眠特許をライセンスにより導入し、外注生産で量産。
- 他のスタートアップにも出資し事業開発を支援。

MIベンダー

- 株式会社Transition State Technology  高速計算機とAIを用いた受託研究、フロー合成の合成経路探索ツール開発など
- MI-6株式会社  MIを活用した材料開発の研究開発、コンサルティング、プロジェクトマネジメントなど
- 株式会社Preferred Computational Chemistry  ENEOSとPreferred Networksが開発した、超高速な汎用原子レベルシミュレーションソフトMatlantisをSaaS提供



ユニバーサルマテリアルズ インキュベーター株式会社

(東京都, '15年設立, 運用ファンド総額195億円)

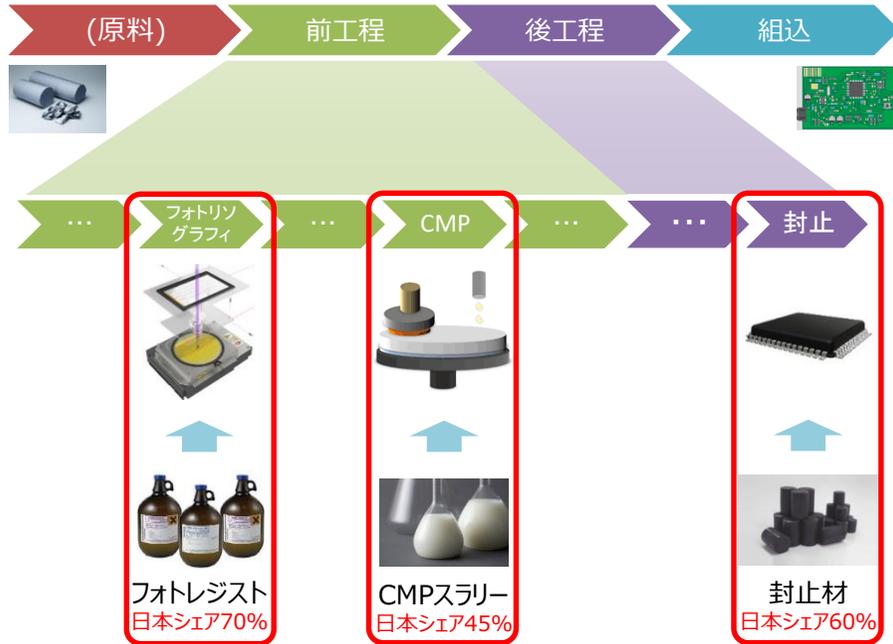
- 事業目的としては、①素材・化学産業における新事業創出プラットフォームの確立、②日本の次世代有望素材・化学分野シーズの発掘&産業界連動型の事業化支援を事業目的とする素材・化学分野特化型ベンチャーキャピタル。
- こうした目的の下、大学、研究機関等～ベンチャー企業～大企業間を有機的に繋ぐ役割を担う。
- 主な実績として、つばめBHB株式会社 (アンモニアオンサイト製造を目指す東京工業大学発ベンチャー) を'17年に設立。

2 - 4. 立地戦略を巡る環境変化

地域ブロック圏ごとのサプライチェーン構築

- 各国で地域ブロック圏毎のサプライチェーン構築の動きがある中、半導体素材など最先端かつサプライチェーンの基幹技術に関し、経済安全保障的観点も踏まえた、立地戦略の構築が必要。
- また、平時は付加価値が低く、生産拠点を他国に移した物資についても、供給不安が産業に広く影響する場合もあり、機動的な対応が必要。

半導体の製造プロセス(抜粋)



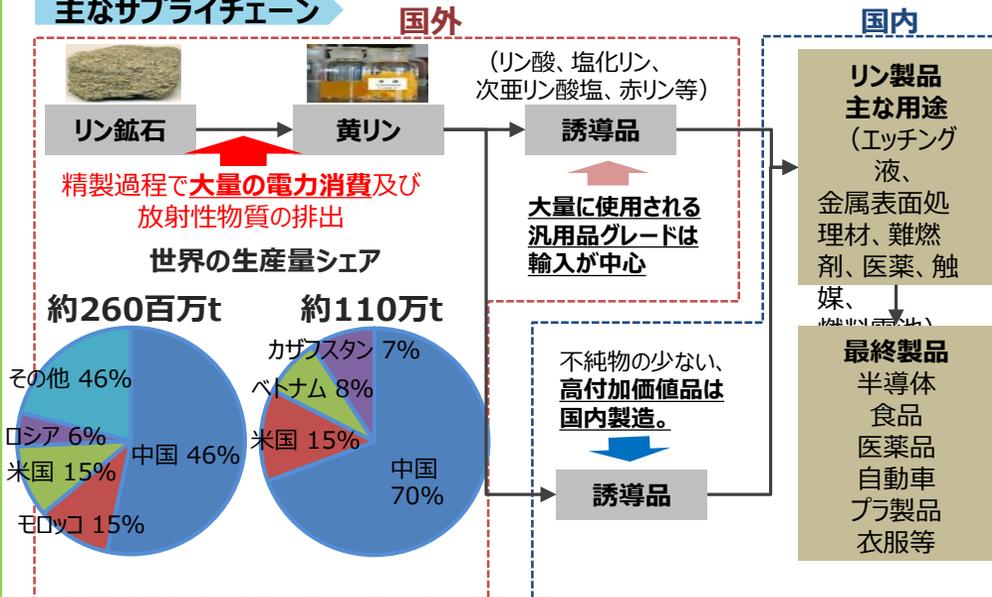
半導体製造に不可欠な素材は日本企業シェアが高いものが多いが、半導体メーカーの大半が海外勢のなか、各国とも上流産業の誘致を強めており、技術漏洩を防止しつつ、サプライチェーンを構築することが重要。

リンのサプライチェーンについて

リンについて

- ・リンは一定の腐食性、一定の不揮発性を持ち、取り扱いやすい物質。
- ・農業では肥料、工業ではエッチング液や金属表面処理材等で幅広く使用。

主なサプライチェーン



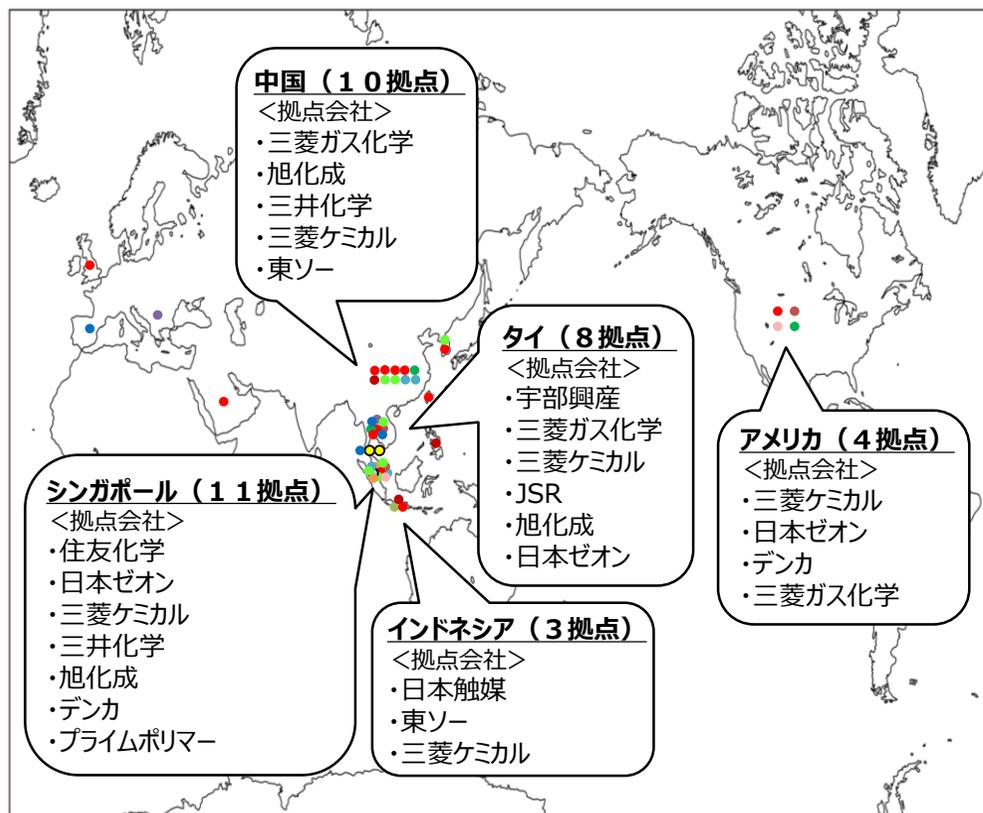
今後の対応策

- ・誘導品の調達先多元化や、国内での廃リン回収・リサイクルによる新たなサプライチェーンの形成を目指す。産学連携等による研究開発など。

化学メーカーの海外展開

- 国内の基礎石油化学品の内需縮小の流れの中、特定の誘導品を対象に、アジア圏を中心として生産拠点を保持し、シェアの確保を狙う動き。
- なお、最先端技術を用いる化学品については、国内生産を基軸として輸出により稼ぐ方向性。

<日本の化学産業における主要な海外生産拠点>



●住友化学 ●三井化学 ●JSR ●日本触媒 ●日本ゼオン ●三菱ケミカル
 ●出光興産 ●旭化成 ●デンカ ●宇部興産 ●東ソー ●三菱ガス化学 ●プライムポリマー

<個社事例>

三菱ケミカル

- ◇自動車のランプカバー、水族館の水槽などに用いられるアクリル板等の原料となるMMAについて、三菱ケミカルは米国など世界の成長市場11拠点にて生産。
- ◇安価で、かつ青酸を副生しない独自の製造技術を持ち、40%の高い世界シェアを誇る。

旭化成

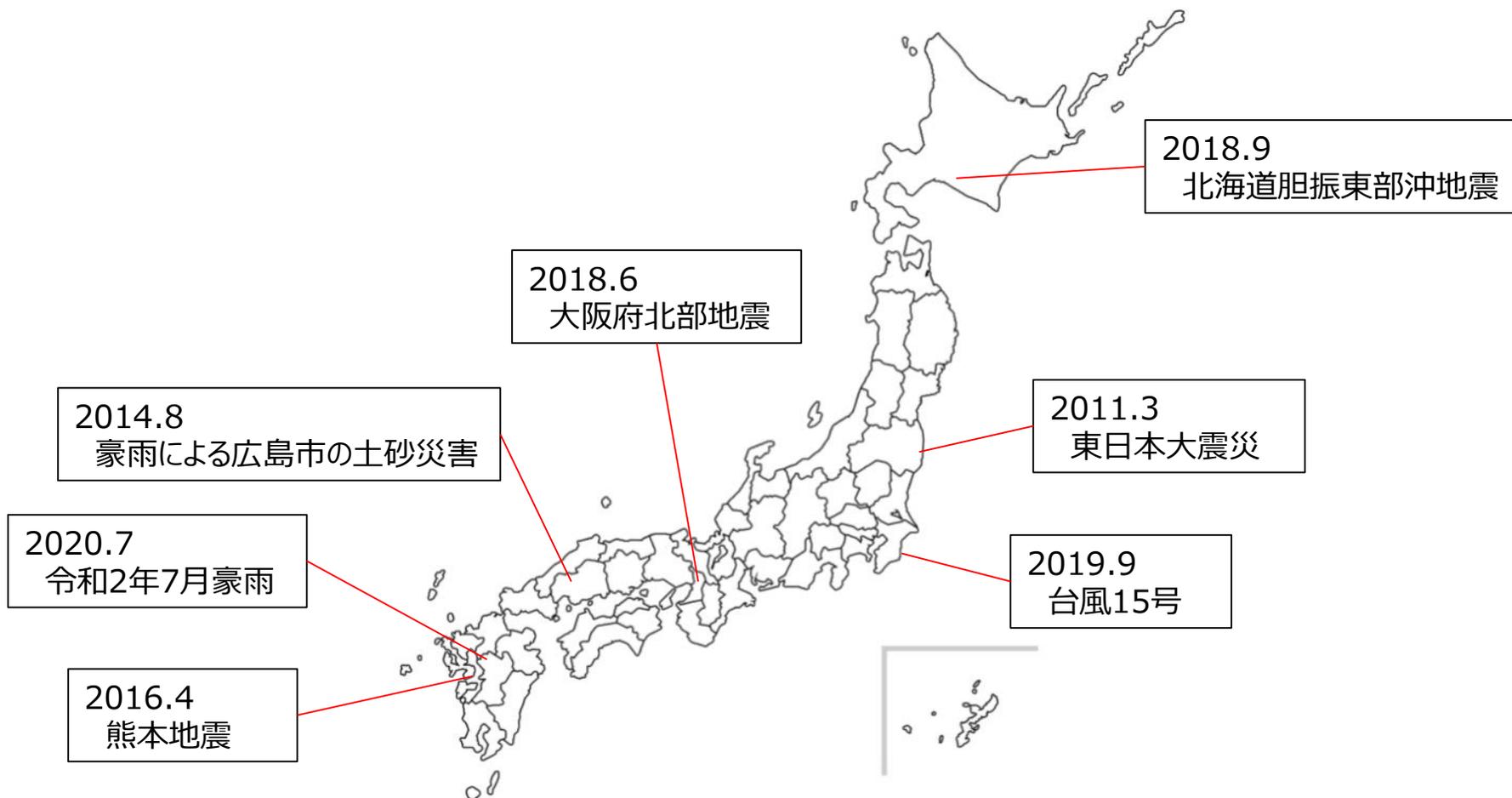
- ◇毒性の強いホスゲンを用いず、CO₂を用いて高純度・高品質なポリカーボネートを製造する技術を開発（2002年）。
- ◇現在、本製造技術をアジアを中心とした5カ国6社にライセンス展開中。

三井化学

- ◇主に自動車バンパー用材料に用いられるポリプロピレンコンパウンドについて、各種原料の調合に高い技術を持つ。自動車メーカーの海外進出に併せて米国などで拠点拡大を進め、世界シェア21%、第2位を誇る。

国産リスク顕在化

- 昨今の度重なる自然災害や新型コロナウイルス感染症の世界的感染拡大によるサプライチェーンの寸断など、生産拠点の複線化の必要性、原材料の海外依存の是正の必要性が顕在化。
- 化学メーカーからの供給が滞ることによる社会経済への影響は大きい。



2 - 5. デジタル・人材を巡る環境変化

デジタルトランスフォーメーション（材料研究）

- これまでの経験や勘を中心とした材料開発のノウハウや高い技術力を生かし、計算科学や情報科学などデジタル人材を獲得・活用し、材料開発を加速する。 そのための基盤整備と人材育成を併せて推進。

材料開発

▶ 従来

原料
触媒



- ① 分離・精製が必要
➔ 長時間化
- ② 毒性物質等発生
➔ コスト高・規制対応

課題

● 開発速度の限界

● 国内製造の限界

プロセスのDX化（MI・AIの活用）

▶ 今後



- ① 単一工程の組合せを最適設計
➔ 短時間化
- ② 毒性物質等回避
➔ コスト安・規制クリア

➔ マテリアルズ・インフォマティクス(MI)を駆使して、開発期間を大幅に短縮化。生産工程の低コスト化を実現し、国内回帰を促す。

人材育成

▶ 従来



取組例) 化学業界は、奨学金制度（10年で100名超を支援）や「デジタル」×「化学」の実践講座（所要約7日間の1講座を6回開催し、のべ610名が受講）などを自主的に開設。

- × 地道な実験
- × 手作業でのデータ整理

課題

● 経験と勘に基づく革新素材開発の限界

DX人材の育成

▶ 今後



AI活用人材

- 大量データの自動解析
- モデルを作って物性予測

デジタルオペレーター人材

- 工場の生産効率を高める
- 高度オペレーター人材

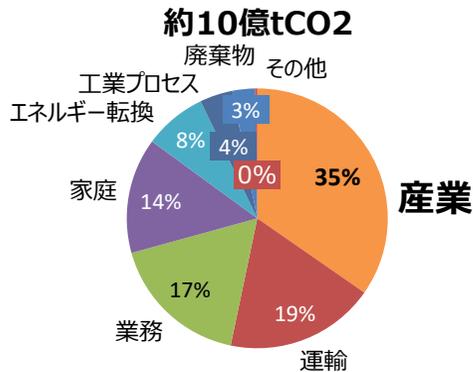
➔ 各企業内部の人材育成と併せ、業界大でのデジタル人材の育成の動きを加速する。

2 - 6. 地球温暖化対策を巡る環境変化

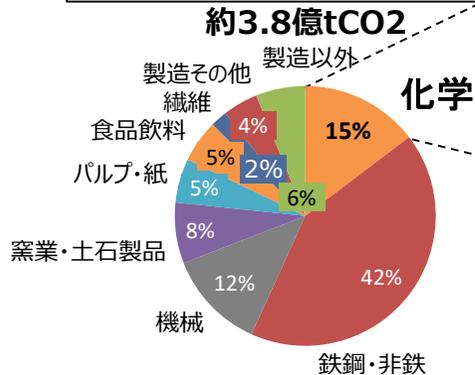
化学産業におけるCO2排出量

- 2019年度の我が国のCO2排出のうち、**産業部門のCO2排出は35%**。
- このうち、**約15%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**。
- **化学産業ではエネルギー排出に加え、ナフサ等の原料利用による潜在的な排出も存在**。

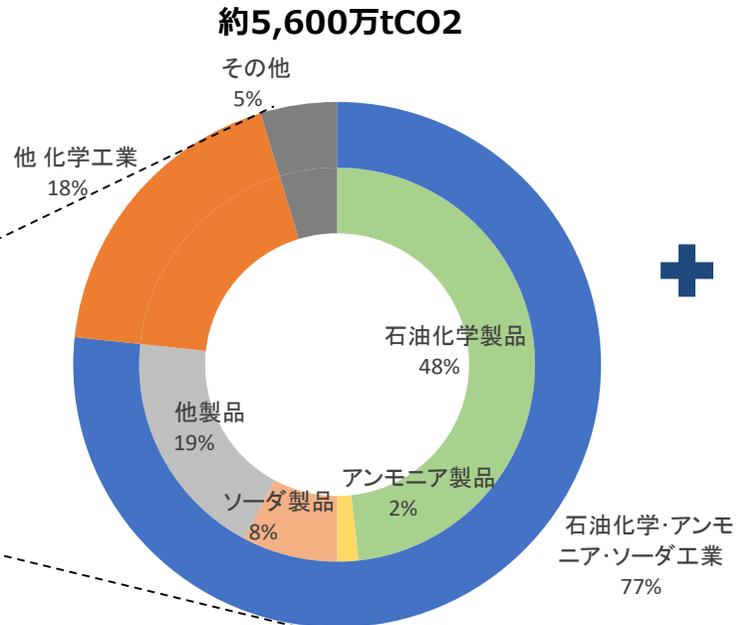
我が国全体（2019年度）



産業部門（2019年度）



化学工業排出内訳（2019年度）



プラ・ゴム製品など

- プラ製品製造業やゴム製品製造業は、標準産業分類上は化学工業に含まれないが、広義の化学工業として扱われる場合がある。
- プラ・ゴム製品製造業は合計で約**1,000万tCO2**を排出している。

非エネルギー排出

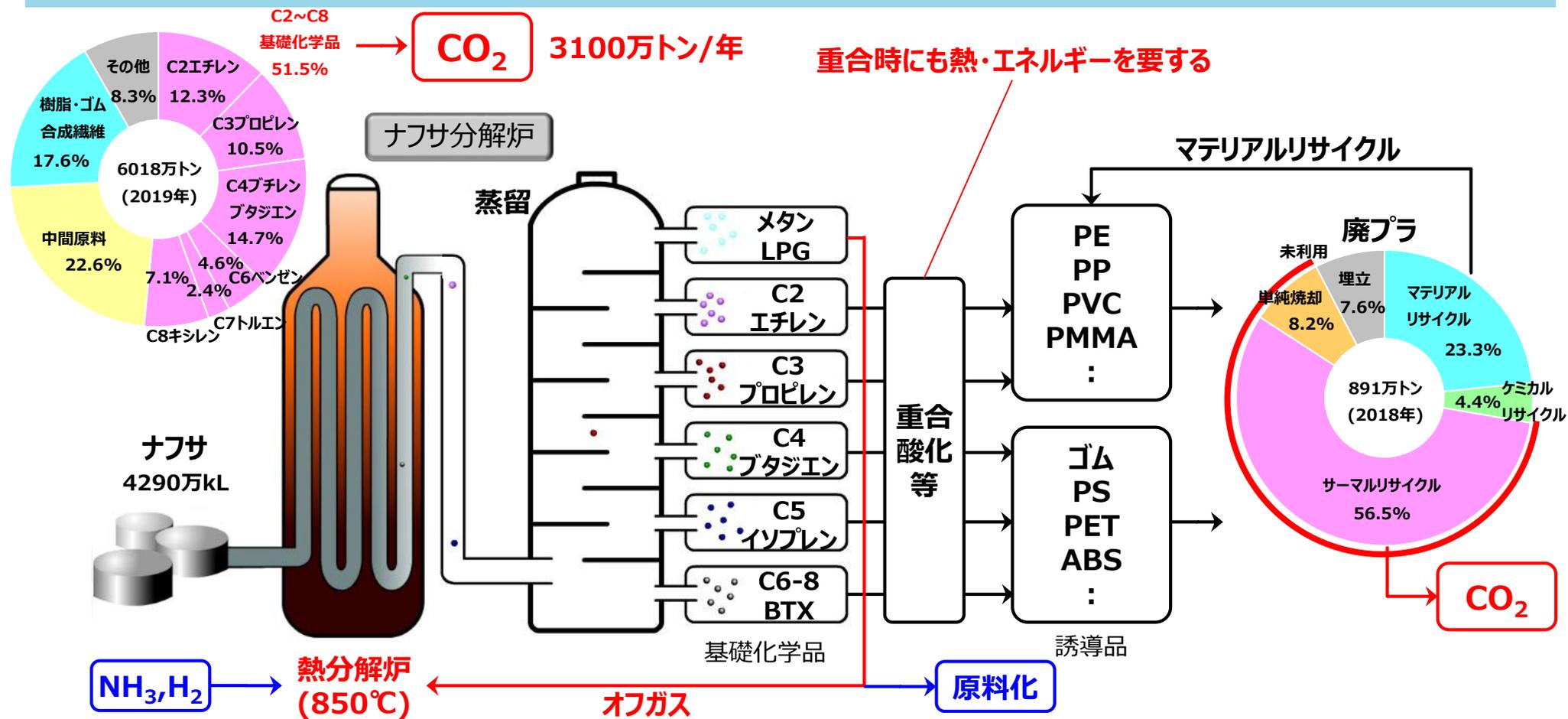
- 石油化学の原料として、**ナフサを年間約4,300万KL**利用。
- 利用先製品が焼却された場合などにのみ排出されるため、**潜在的な排出**といえる。
- 例として、プラスチックの焼却により、年間約**1,600万t**のCO2が排出されている。

<出典> 国立研究開発法人国立環境研究所「日本の温室効果ガス排出量データ」（2019年度確報値）

<出典> 経済産業省「総合エネルギー統計」（2019年度確報値）

化学産業（石油化学）における製造プロセス

- ナフサ分解炉では、基礎化学品の他、メタン等のオフガスが得られるため、850℃にするための熱源として利用されているが、このオフガスがCO2排出源になっているため、熱源のカーボンニュートラル化、及びオフガスの原料化に取り組む必要。
- また、化学産業全体での排出削減にも貢献するケミカルリサイクルなどによる資源循環も重要。

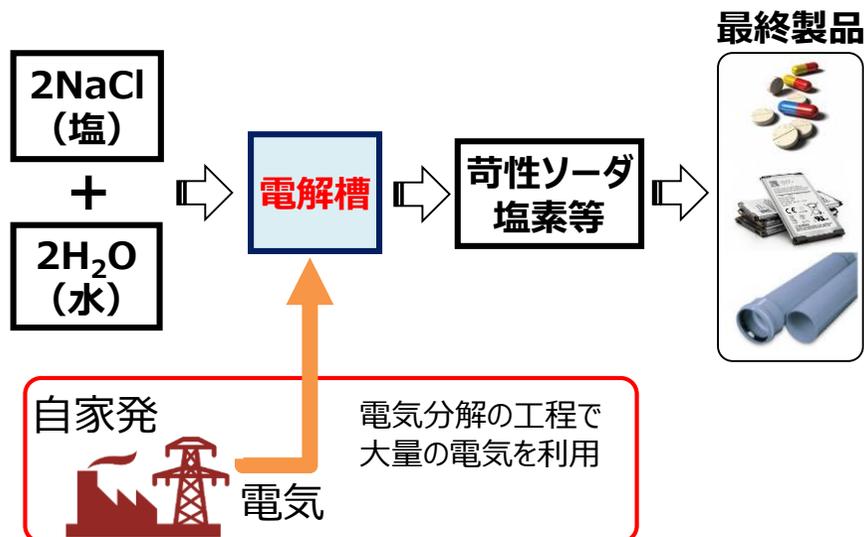


<出典> : (左図) 「化学品ハンドブック2020」国内生産量に「IDEA v.2.3」CO₂排出原単位を掛けて石油精製時のCO₂排出量を差し引いて算出
 (右図) プラスチック循環利用協会 プラスチックリサイクルの基礎知識2020 一般廃プラスチックの排出係数2.77kg-CO₂/kg-廃プラから算出

化学産業（苛性ソーダ）における製造プロセス

- 苛性ソーダはEV車用などリチウムイオン電池の正極材（材料前駆体）の製造における中和剤に使われており、今後、世界的なEV市場活性化・本格普及のフェーズにおいて正極材メーカーでの中和剤として需要が高まることが見込まれる。
- 同製品は、付加価値額に占めるエネルギーコストの割合が極めて高い（製造原価の約5割が電気代）。そのため、エネルギー課税に大きな影響を受けやすいビジネスモデル。
- ソーダ工業はエネルギーコストが企業競争力に直結するため、自家発電による電力消費が使用電力全体の7割を超え、製造業全体平均の2割を大きく超えている。

<苛性ソーダ生成における電気分解>



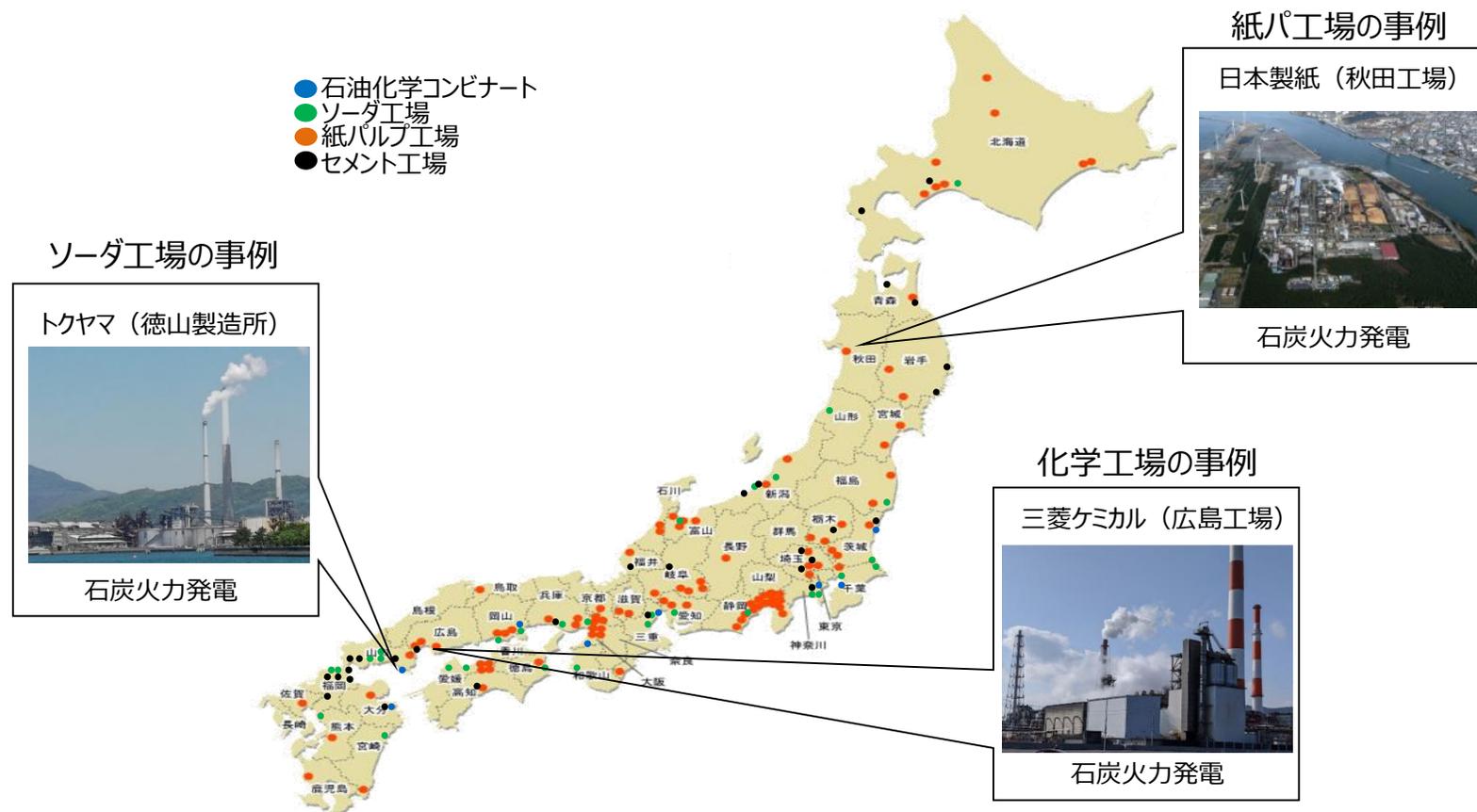
<電力消費量、買電・自家発電比率の推移>



<出典>ソーダ工業ガイドブック2020（日本ソーダ工業会）より

基礎素材産業の自家発電所

- 電力多消費産業である基礎素材産業は、系統電力からの購入ではなく自家発電所を保有し、さらに安価な燃料である石炭を幅広く活用。
- 「製鉄」「化学」「製紙」「セメント」の4業種だけで石炭火力が約60事業所。



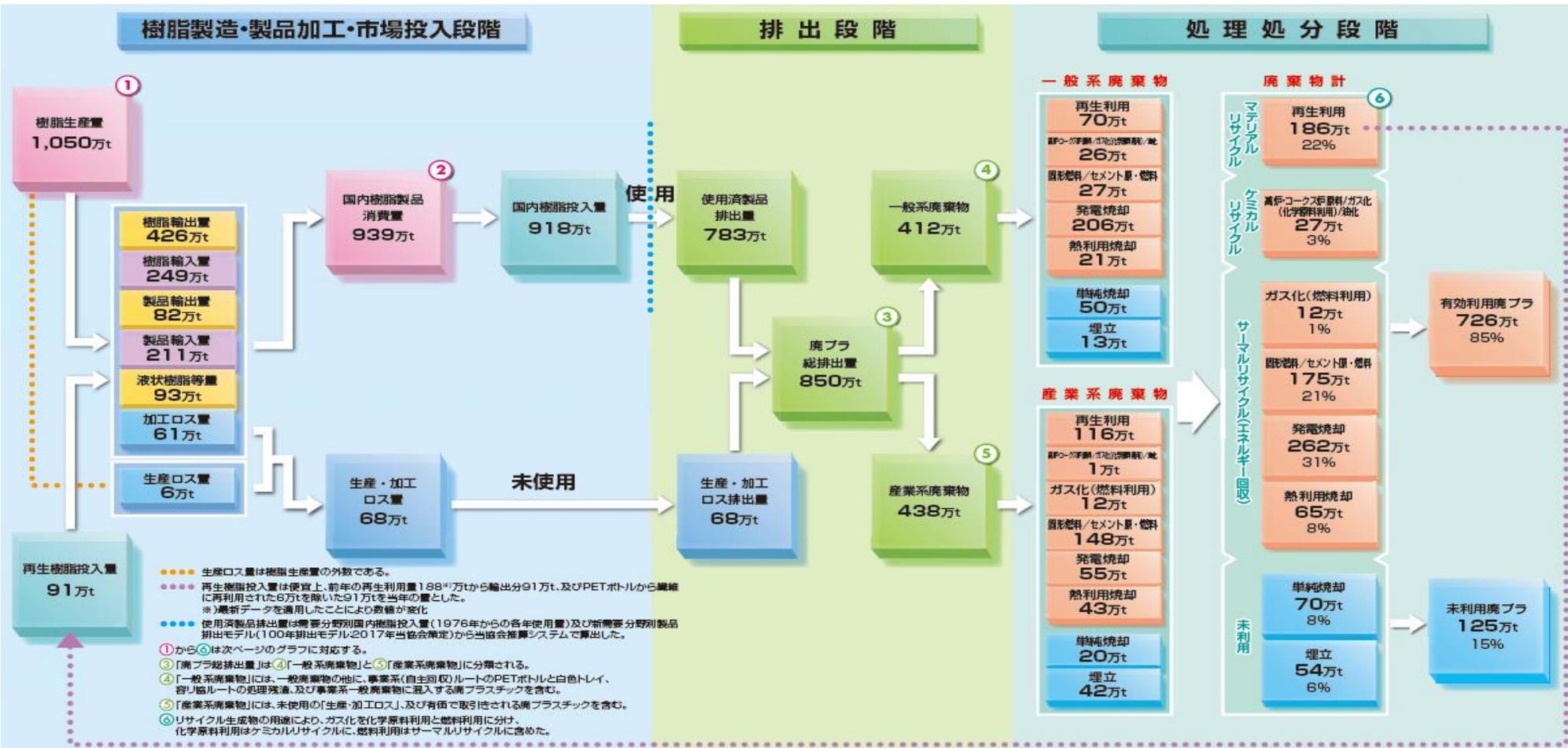
燃料転換の手法について

- 石炭から想定される主な転換先は① **LNG**、② **バイオマス（混焼も含む）**。ただし、石炭と比べて燃料費増に伴うコスト負担などが課題であり、従来の経営判断では進みにくい。
- 規制的手法により燃料転換を押し進めても、**投資分のコストアップにより競争力を失う可能性**。最悪の場合、**海外移転などの国内産業の基盤が失われる恐れ**。

燃料転換先	燃料費	CO2排出量	特長	課題
LNG	6.4円/kwh	476g/kwh	<ul style="list-style-type: none"> ・CO2排出量が他の化石燃料と比べて少ない。 ・将来的に水素燃料等の非化石燃料に置換できる可能性。 	<ul style="list-style-type: none"> ・LNGを低温保管するためのタンクや発電設備までの配管など、インフラ整備費が多額。 ・CN燃料ではない。
バイオマス	21円/kwh	0g/kwh	<ul style="list-style-type: none"> ・CO2排出量実質ゼロ ・石炭火力への混焼が可能であり、既存設備の活用が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料コストが非常に高い。 ・伐採から燃料輸送までを含め、新たな燃料供給体制の確保
石炭	4.4円/kwh	864g/kwh	<ul style="list-style-type: none"> ・低価格 	<ul style="list-style-type: none"> ・CO2多排出

プラスチックのマテリアルフロー

- 年間850万トン排出される廃プラスチックの内、**412万トン(48%)が一般系廃棄物、438万トン(52%)が産業系廃棄物。**
- いずれもサーマルリサイクルされている割合が高いが、**一般系廃棄物は発電焼却、産業系廃棄物はセメント原・燃料利用**されている量が多い。

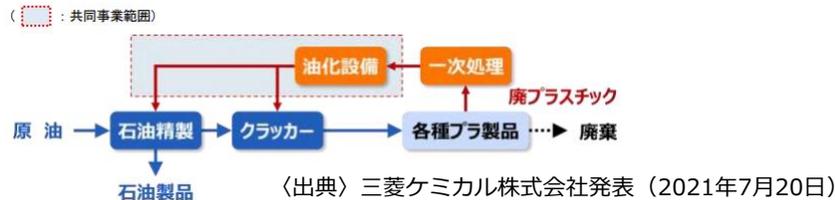


(参考) ケミカルリサイクルの取組事例

- ①三菱ケミカル株式会社とENEOS株式会社：廃プラスチック→石油化学原料(2021年7月発表)
- ②出光興産株式会社と環境エネルギー株式会社：廃プラスチック→石油化学原料(2021年5月発表)
- ③東洋スチレン：廃ポリスチレン→ポリスチレン原料(2020年4月発表)

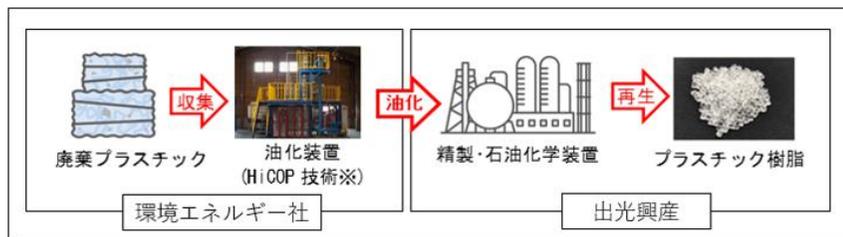
①三菱ケミカル株式会社、ENEOS株式会社

茨城県鹿島地区の石油精製および石油化学事業の更なる連携強化の一環として、プラスチックケミカルリサイクルの事業化を検討。高温高压の超臨界水の中でプラスチックを分解し、石油由来原料と同等の品質を持つリサイクル生成油を得る。リサイクル生成油は、両社の既存設備にて原料として使用され、石油製品やプラスチックへと再製品化。



②出光興産株式会社、環境エネルギー株式会社

環境エネルギー社によって油化された廃プラスチックを出光興産社千葉事業所(千葉県市原市)の精製・石油化学設備で精製・分解・再合成し、新たにプラスチックとして再資源化。原油精製からプラスチック製造までを一貫して行っている強みを活かす。

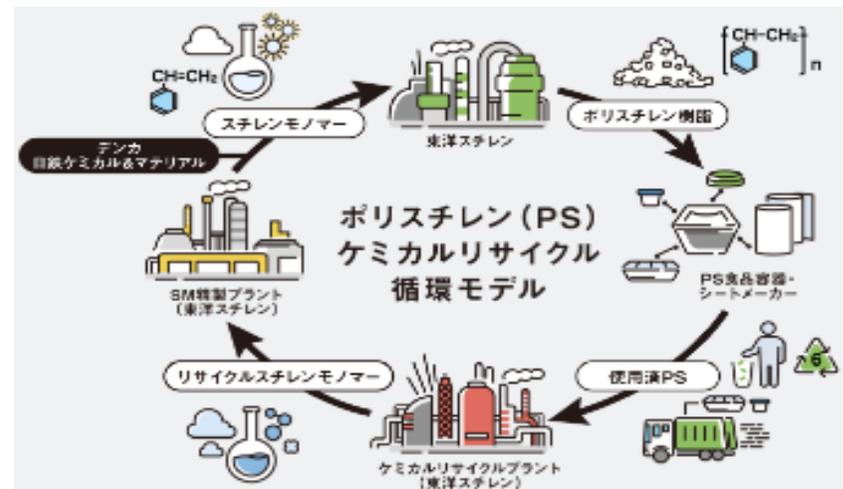


※HiCOP (ハイコップ) 技術: 触媒による接触分解方式
(出典) 出光興産株式会社発表 (2021年5月7日)

③東洋スチレン株式会社

ポリスチレン (PS) を熱分解し、その原料であるスチレンモノマー (SM) へと再生する実証設備の建設を検討。使用済みPSの回収については地元の千葉県市原市と連携し、地域と一体での資源循環実現を目指す(※)。

※令和3年度SDGs未来都市 及び
令和3年度自治体SDGsモデル事業に選定



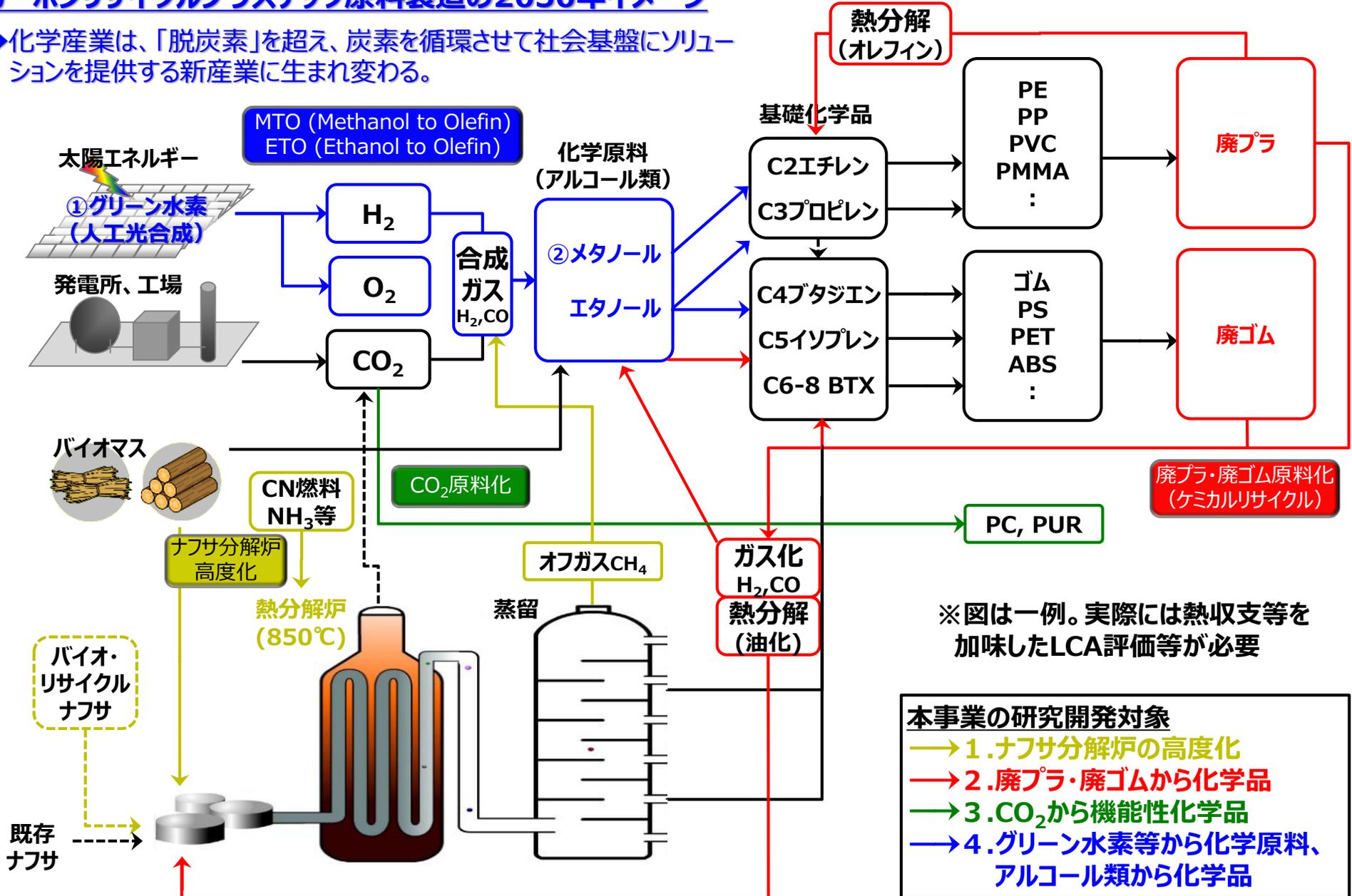
(出典) 東洋スチレン株式会社発表 (2020年4月13日)

1. 日本経済における化学産業の役割
2. 環境変化（化学産業変革の要請）
3. 各国の戦略

日本の温暖化対策（カーボンニュートラル対応の生産プロセス）

カーボンリサイクルプラスチック原料製造の2050年イメージ

→化学産業は、「脱炭素」を超え、炭素を循環させて社会基盤にソリューションを提供する新産業に生まれ変わる。

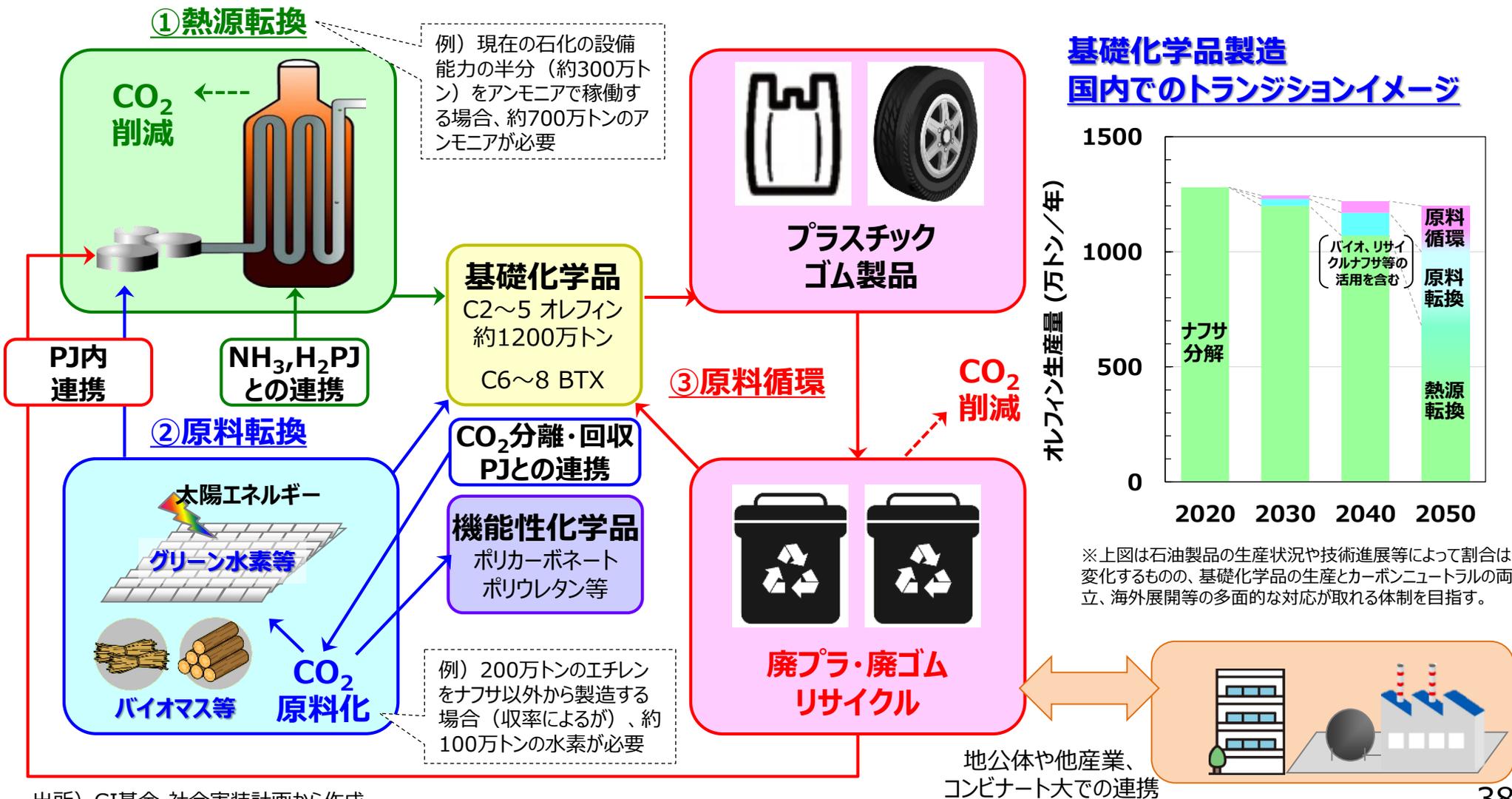


※図は一例。実際には熱収支等を加味したLCA評価等が必要

- 本事業の研究開発対象
- 1. ナフサ分解炉の高度化
 - 2. 廃プラ・廃ゴムから化学品
 - 3. CO₂から機能性化学品
 - 4. グリーン水素等から化学原料、アルコール類から化学品

2050年に向けた生産方式の転換のイメージ

- 石油化学産業については、①熱源転換、②原料転換、③原料循環、による国内でのカーボンニュートラル化を目指す。その際、サーキュラーエコノミー推進の観点から地方自治体や他産業との連携も不可欠であるほか、排ガスの回収などCCUSの活用も行っていく必要がある。



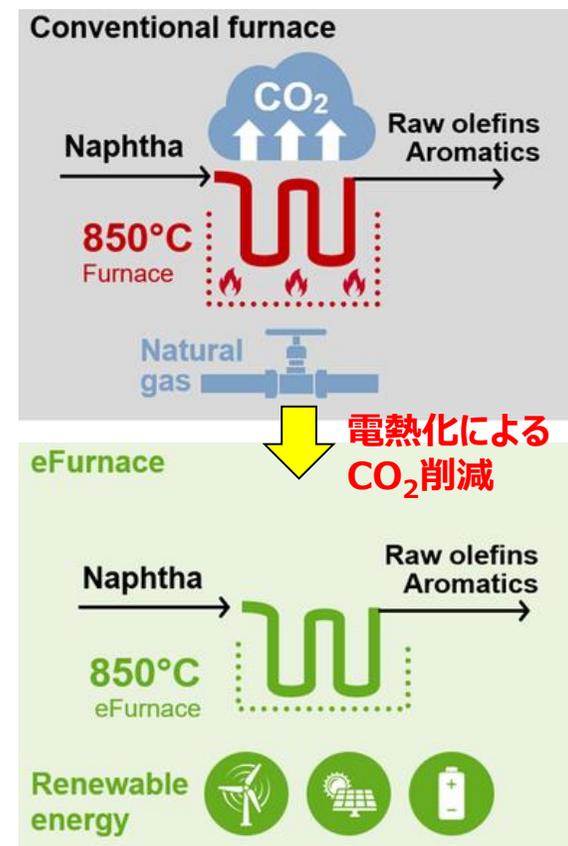
世界の大手石油化学メーカーの動向

- 世界大手化学メーカーでも、カーボンニュートラル実現に向けた取組が進んでいる。
- 欧米では、安価な再エネ電力をナフサ分解炉の熱源として用いる電熱化や触媒等の利用によるCO₂削減が検討されている。

<世界の各社のカーボンニュートラルに向けた取組>

社名	C N実現に向けた取組例
B A S F (独)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 電気加熱式蒸気クラッカー（電化）による化学品製造 ➢ 水電解法・メタン熱分解法によるCO₂フリーな水素製造 ➢ 風力発電プロジェクトへの投資 ➢ CCS
DOW Chemical (米)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 流動接触脱水素化クラッカー（発熱触媒利用による省エネ装置）による化学品製造 ➢ 再エネの利用促進
INEOS (英)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ クリーン水素燃料の開発 ➢ 炭化水素原料をバイオ原料へ転換
LG Chemical (韓)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 100%再エネ導入 ➢ CCUS（ナフサクラッカー維持）
SINOPEC (中)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ クリーンエネルギー開発（天然ガス、バイオマスなど） ➢ CCUS（石炭化学を維持。メタンガスを回収）

<独BASFのナフサ分解炉>



<出典> 各社プレスリリース等により経済産業省作成

BASFホームページより

(参考) 生産プロセス転換の支援

CO₂等を用いたプラスチック原料製造技術開発 (GI基金事業：上限1,262億円)

- プラスチック原料のほとんどは石油精製で得られるナフサ由来。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エチレン、プロピレン等の基礎化学品を製造する過程で発生。
- 廃プラスチックの約84%がリサイクルされているが、この内約57%がゴミ焼却発電等の熱源として利用 (サーマルリサイクル) され、最終的にはCO₂として排出されているため、抜本的な対策が必要。

【研究開発項目 1】

熱源のカーボンフリー化によるナフサ分解炉の高度化技術の開発

- 現行はナフサ分解炉から発生するオフガス(メタン等)が熱源。
- 本事業では、ナフサ分解炉の熱源をカーボンフリーであるアンモニアに転換する世界初の技術を開発する。**【CO₂排出の7割程度削減を目指す】**



約850℃でナフサ熱分解している炉の熱源をアンモニアに転換

【研究開発項目 2】

廃プラ・廃ゴムからの化学品製造技術の開発

- 廃プラ・廃ゴムからエチレン、プロピレン等のプラスチック原料を製造する技術を確立。
- 収率60～80%で製造し、さらに製造時に排出するCO₂も従来の半分程度を目指す。**【CO₂排出の半減程度削減を目指す】**



廃プラ熱分解油 (プラスチック原料)

【研究開発項目 3】

CO₂からの機能性化学品製造技術の開発

- ポリカーボネートやポリウレタン等の機能性化学品は水素を必要とせずCO₂から合成が原理的に可能。
- 電気・光学・力学特性等の機能性向上にも取り組む。**【CO₂原料化を目指す】**



高機能ポリカーボネート (カメラレンズ)

【研究開発項目 4】

アルコール類からの化学品製造技術の開発 **【グリーン水素とCO₂から製造】**

- メタノール等からエチレン、プロピレン等のオレフィンを製造(MTO)する触媒収率を向上(80～90%)。
- 人工光合成については、高い変換効率と優れた量産性が両立できる光触媒を開発し、実用化を目指す。



MTO実証



光触媒パネルの大規模実証

自家発電設備の燃料転換の支援

基礎素材産業の低炭素化投資促進に向けた設計・実証事業

令和3年度補正予算案額 61.0億円

事業の内容

事業目的・概要

- 日本のCO₂排出量のうち、約 1 / 4 を基礎素材産業（鉄鋼業、化学工業、窯業・土石業、パルプ・紙・紙加工業）からの排出が占めており、こうした基礎素材産業の脱炭素化に向けた対策が急務です。
- 基礎素材産業からのCO₂排出は、製造プロセス及びエネルギー利用による二つの排出源があり、カーボンニュートラル化に向けては、この二つの対策に取り組む必要があります。
- このため、CO₂排出に関する2030年度の政府目標も踏まえ、緊急的な対策として、①基礎素材産業各社が保有する石炭等火力自家発電所の燃料転換、②製鉄用設備の低炭素化改修に向けた事業実施可能性調査に係る費用の一部を補助します。

成果目標

- FS調査については、燃料転換等に向けた詳細設計等の次の段階に進むことを目指します。

条件（対象者、対象行為、補助率等）



事業イメージ

事業実施可能性調査支援事業

- エネルギー多消費産業である基礎素材産業各社が実施する石炭等火力自家発電所の燃料転換やCO₂排出量の多い製鉄用設備（高炉・コークス炉等）の低炭素化改修（廃プラの利活用や電気炉化など）に向けた事業実施可能性調査（実証・設計含む）に係る費用の一部を補助します。

＜燃料転換等に向けたFS調査＞

- 燃料の転換、廃プラ等の利活用による影響、効果等の検証・実証
 - 低炭素設備の導入による効果の検証・実証
 - 燃料転換等後のランニングコスト等の試算
 - 燃料転換等に向けた設備の詳細設計
- 等



【燃料転換イメージ】



例) 高炉（石炭を使って鉄鉱石を鉄に変える炉）において、廃プラを利活用することで石炭・コークスの使用量を抑制

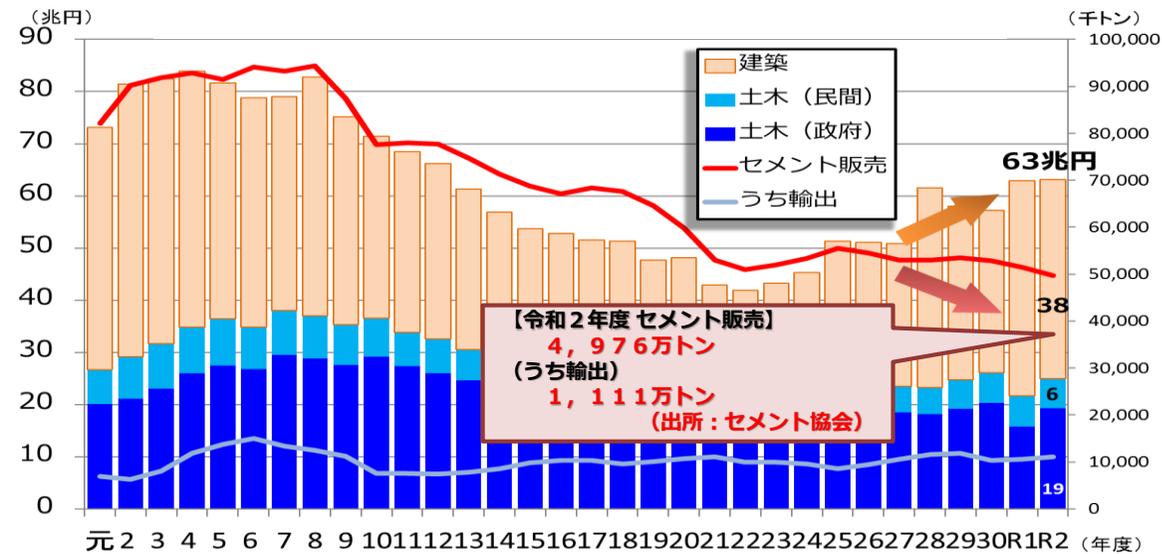
【製鉄用設備の低炭素化改修イメージ】

(参考) セメント産業及び紙パ産業の 現状と課題

セメント産業におけるカーボンニュートラル

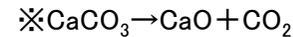
- セメント産業についても、原料である石灰石を加熱することによる脱炭酸反応によるCO₂排出とその加熱に必要なエネルギー由来のCO₂排出によって、化学に次いで排出量が多い産業。
- ピーク時から需要は減少しているものの、廃棄物受入による社会貢献に加えて、国土強靱化等の観点からも引き続き需要が見込まれるため、原料由来とエネルギー由来のCO₂対策が求められている。

<建設投資額とセメント販売量の推移>



<セメント製造行程からのCO₂排出>

石灰石由来(脱炭酸※)



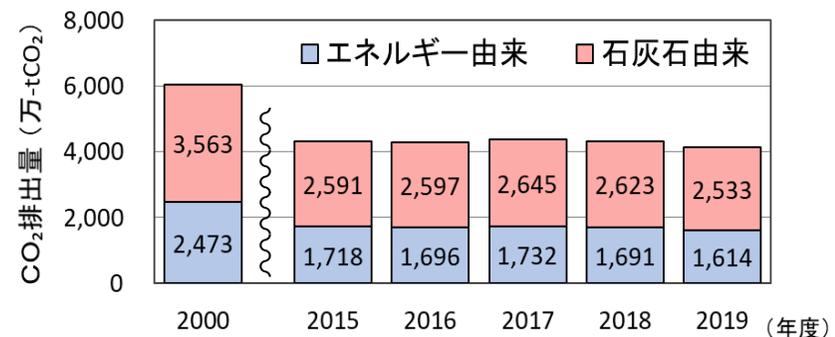
約6割

エネルギー由来
(化石エネルギー・電力消費)



約4割

CO₂排出



(参考) セメント産業の生産プロセス転換の支援

CO₂を用いたコンクリート等製造技術開発 (GI基金事業：上限208.4億円)

- セメントの原料は石灰石や粘土など。主な原料である石灰石 (CaCO₃)は、脱炭酸反応により、CO₂が必然的に発生。
- 石灰石由来のCO₂を全量近く回収するCO₂回収型セメント製造プロセス (※)を開発するとともに、回収したCO₂を炭酸塩として活用する技術開発も併せて行う。【※プレヒーター内で発生するCO₂の80%以上を回収することを目標】

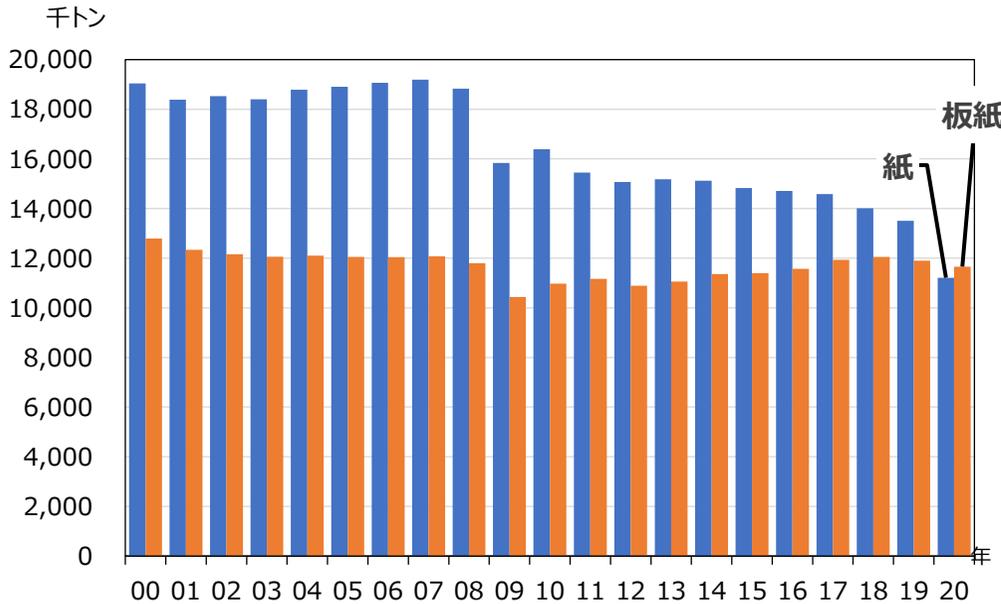
<CO₂回収型セメント製造プロセス>



紙パ産業におけるカーボンニュートラル

- 製紙業についても化学産業同様にCO₂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必要とするため対策が必要。
- また、今後の更なるデジタル化の進展に伴う、新たな市場獲得に向けた取組も重要。

＜紙・板紙の生産量推移＞



＜紙・パルプ製造工程でのエネルギー消費量＞

