
カーボンプライシング×未来 ①どうなる主要業界

みずほ情報総研(株) 環境エネルギー第1部
平山 智樹

2020年12月1日
みずほビジネスイノベーションフォーラム
兼GHGソリューションズ第97回勉強会

【1】 産業部門のゼロエミッションとは・・・

産業部門の足元(2018年)のエネルギー消費・GHG排出構造
産業部門のゼロエミッション化へ向けた排出削減の考え方
素材製造におけるGHG排出

【2】 ゼロエミ化後の社会とそこに至るトランジション① <国際機関の分析>

ゼロエミッションの姿の例(国際研究機関による描写)
ゼロエミッションに向けたトランジションの例(国際研究機関による描写)
既にトランジションの動きが活発化し始めている

【3】 ゼロエミ化後の社会とそこに至るトランジション② <業界分析の例>

ゼロエミッション後の世界に向けた業界・個社の分析例
トランジションに備えた業界・個社向け分析例

菅総理、2050年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロにすることを表明(2020.10.26)

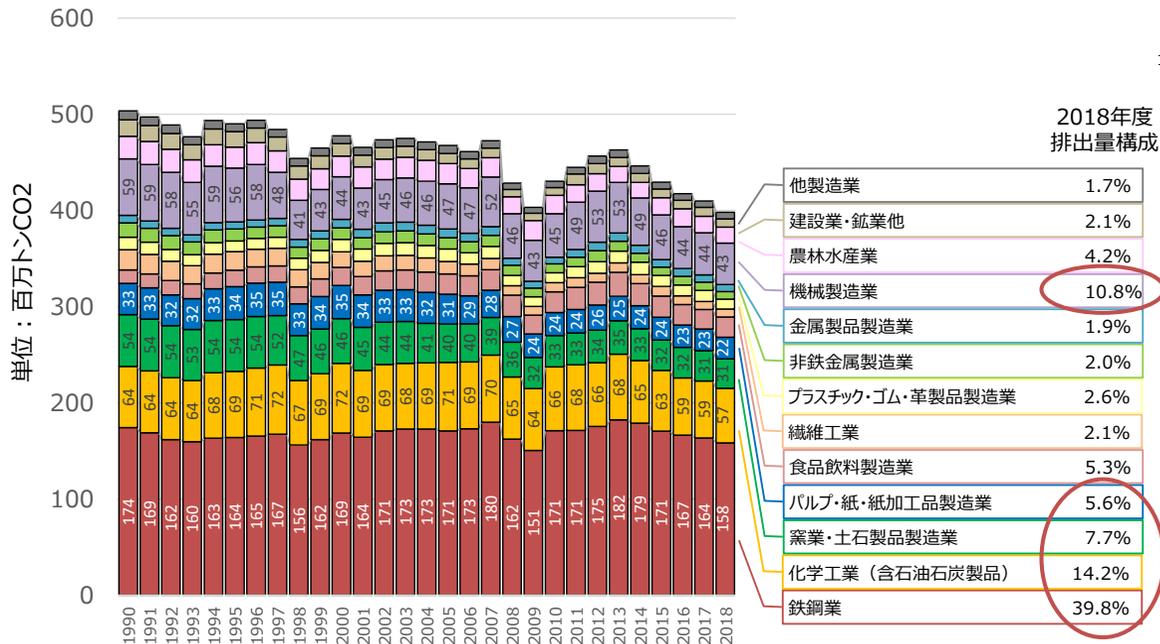
- 菅政権では、成長戦略の柱に経済と環境の好循環を掲げて、グリーン社会の実現に最大限注力してまいります。
- **我が国は、2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします。**
- もはや、温暖化への対応は経済成長の制約ではありません。積極的に温暖化対策を行うことが、産業構造や経済社会の変革をもたらし、大きな成長につながるという発想の転換が必要です。
- 鍵となるのは、次世代型太陽電池、カーボンリサイクルをはじめとした、革新的なイノベーションです。実用化を見据えた研究開発を加速度的に促進します。規制改革などの政策を総動員し、グリーン投資の更なる普及を進めるとともに、脱炭素社会の実現に向けて、国と地方で検討を行う新たな場を創設するなど、総力を挙げて取り組みます。環境関連分野のデジタル化により、効率的、効果的にグリーン化を進めていきます。世界のグリーン産業をけん引し、経済と環境の好循環をつくり出してまいります。
- 省エネルギーを徹底し、再生可能エネルギーを最大限導入するとともに、安全最優先で原子力政策を進めることで、安定的なエネルギー供給を確立します。長年続けてきた石炭火力発電に対する政策を抜本的に転換します。

(出典) 首相官邸(2020)「第二三回国会における菅内閣総理大臣所信表明演説」

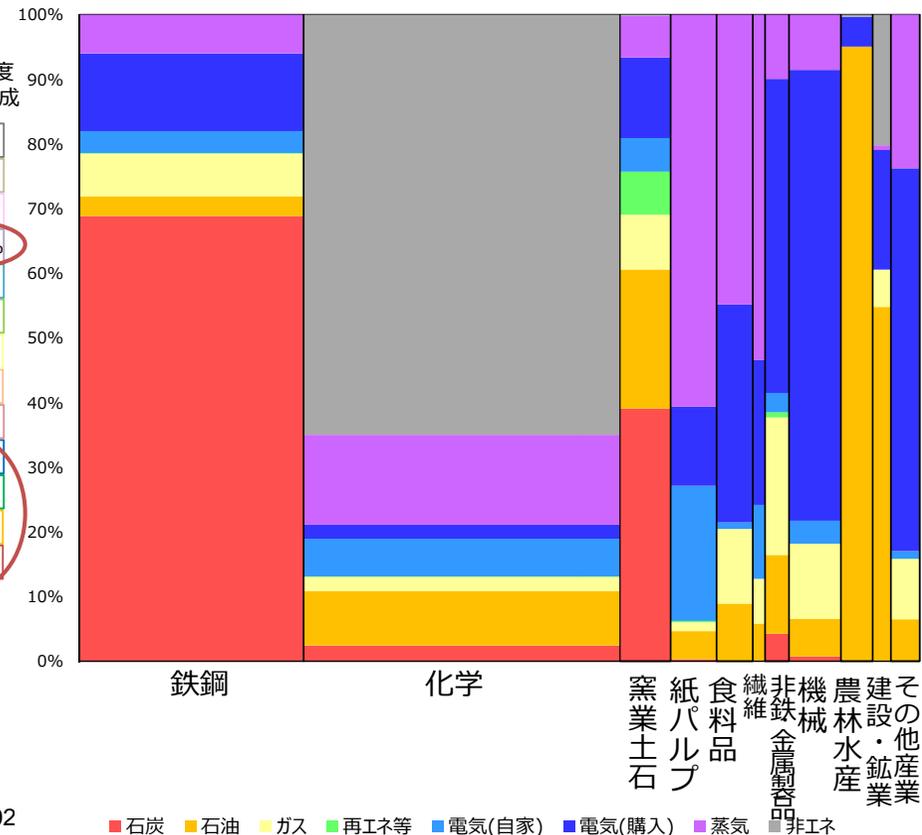
産業部門の足元(2018年)のエネルギー消費・GHG排出構造

- 産業部門のCO2排出量は1990年度から逡減傾向、近年も2013年度をピークに減少推移。
- 産業部門の最終エネルギー消費量において、鉄鋼、化学、紙パルプ、窯業土石の4部門で全体の約8割を占める。鉄鋼・窯業土石は石炭、機械産業は電力、化学・紙パルプ・繊維・食料品は蒸気の割合が高い。

図：日本の産業部門エネ起CO2排出量の推移



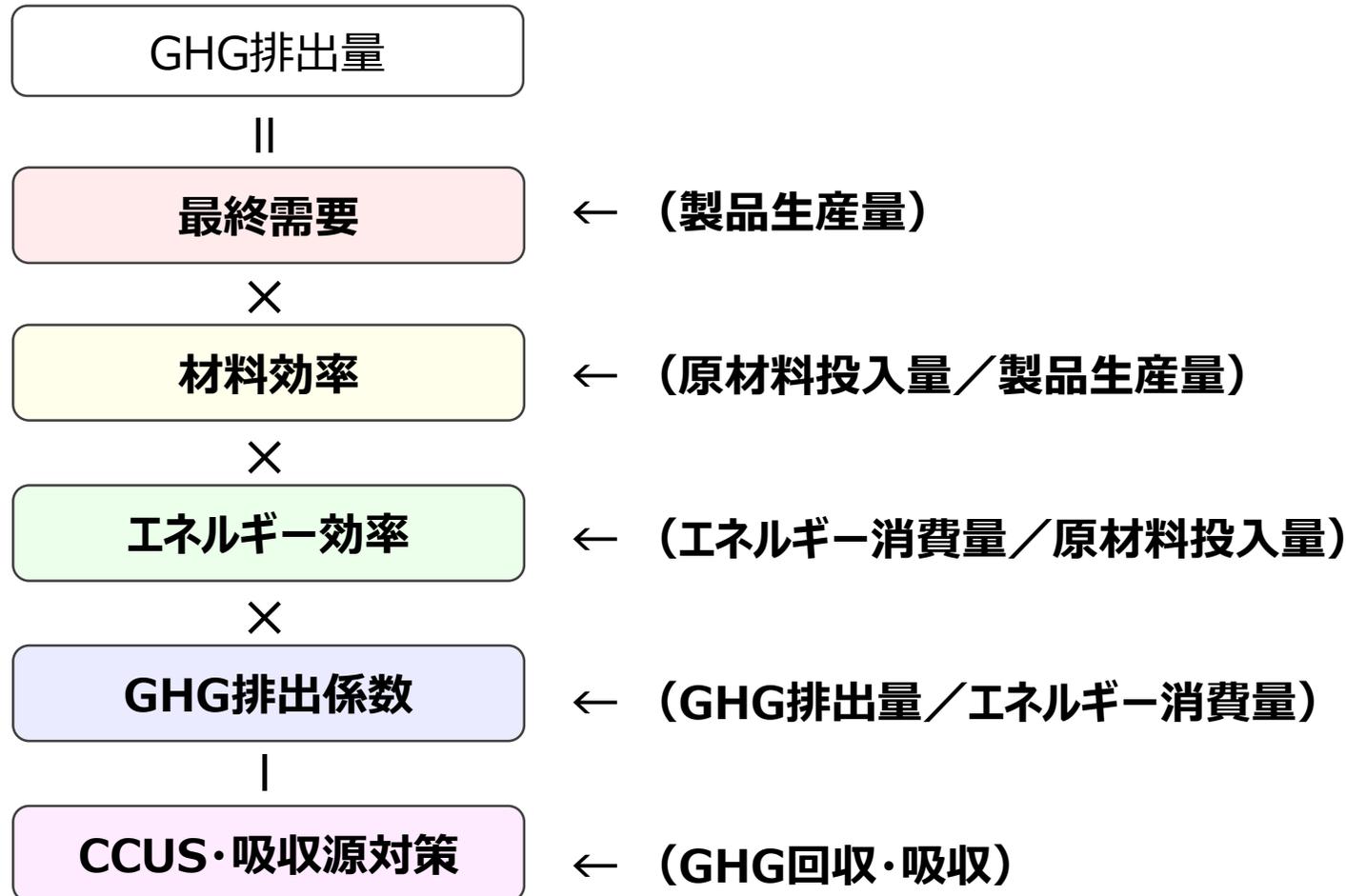
図：日本の産業部門最終エネルギーの部門別構造(2018)



(出典)資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」より作成

産業部門のゼロエミッション化に向けた排出削減の考え方①茅恒等式

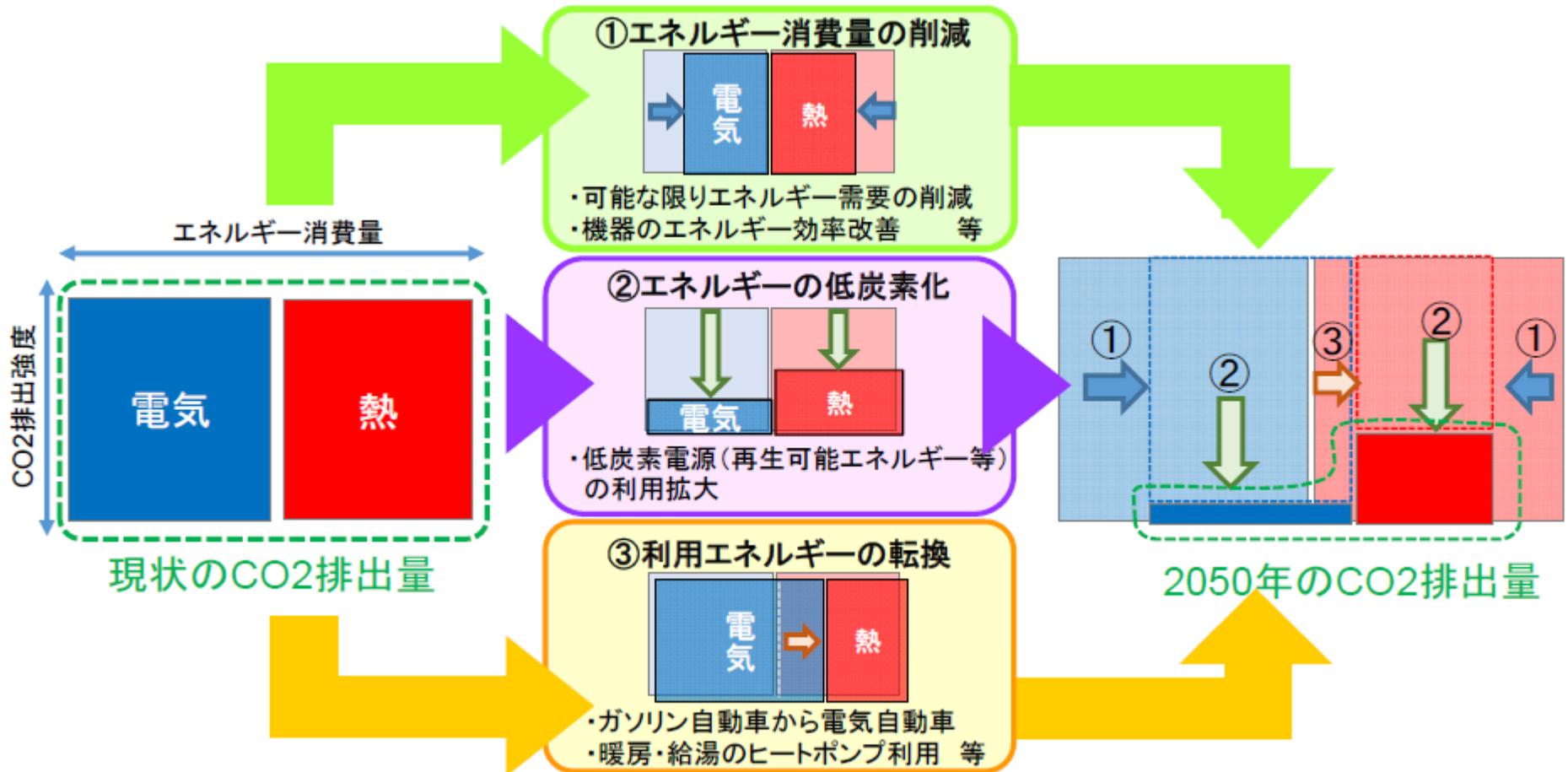
■ 産業部門における排出量は、製品の生産量に乘じる形で、「材料効率」「エネルギー効率」「GHG排出係数」に分解すると理解しやすい。特に排出削減対策を考えるときは、「CCUS・吸収源対策」を減じることで”ネットゼロ”へ向けた排出量の評価を行うことが可能。



主な削減対策
高機能素材 建築の長寿命化
省エネ 廃熱利用
バイオマス利用 再エネ電力+電化 CO2フリー水素
CCUS・植林 クレジット・証書

産業部門のゼロエミッション化に向けた排出削減の考え方②電化の重要性

- 産業での高温熱やプロセス起源GHGの削減は困難。電力の排出係数はそれらに比して対策が容易であるため、産業部門全体でのGHG排出削減には、再エネで電力が賄われるという前提の下、可能な部分は全て電化を行っていく必要がある。



(出典)環境省(2017)「長期低炭素ビジョン」

ゼロエMISSIONの姿の例(国際研究機関による描写)

- ゼロエMISSION経済の分析事例においては、素材産業、船舶、航空分野以外で電化が進む。一部電化の難しい素材産業では、水素とCCS付き化石燃料を、輸送部門では水素と合成燃料を利用している。

投影のみ

ゼロエミッションの産業部門の姿の例(国際研究機関による描写)

- 産業部門では、理論上、部分的あるいは完全な脱炭素化を実現できる技術が存在するとされる。

投影のみ

ゼロエミッションに向けたトランジションの例①(国際研究機関による描写)

- 2050年にネットゼロエミッションを達成する経路では、石炭火力発電とそれに関連するCO2排出量が大幅に削減され、最も効率の悪い石炭火力発電所の使用は2030年までに退役する。

投影のみ

ゼロエミッションに向けたトランジションの例②(国際研究機関による描写)

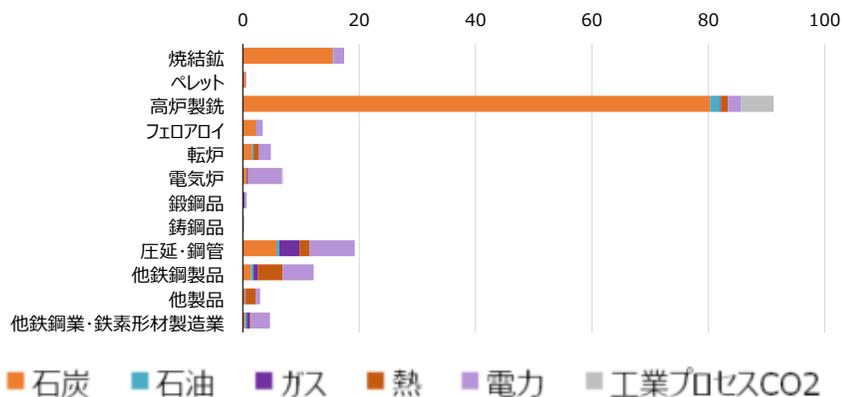
- 2050年にネットゼロエミッションを達成する経路では、2030年時点で産業部門で使われる熱需要の約4分の1は電気と低炭素な燃料(化石以外)で賄われている。

投影のみ

ゼロエミッション後の世界に向けた業界・個社の分析例①鉄鋼業の例

■ ①業界・個社のエネルギー利用・排出構造特性の把握しつつ、②BaUを想定し、③そこからコスト情報にも鑑みた対策技術の積み上げによる削減パスの描写を行うことが望ましい。

● 個社の排出構造の把握



● 適用可能技術の把握

業種	省エネ対策	導入実績 (FY2012)	導入・普及見通し (FY2030)	省エネ量(万kWh)		概要	
				うち電力	うち燃料		
鉄鋼業	電力需要設備効率の改善	-	粗鋼生産量あたり電力消費2005年比3%改善	43.0	43.0	製鉄所で電力を消費する設備について、高効率な設備に更新する(酸素アプト高効率化更新、3t-7tAC化、送風機・ファン・ポンプ 動力削減対策、高効率照明の導入、電動機・変圧器の高効率化更新等)。	
	廃アスファルトの製鉄所でのリサイクル拡大	廃アス利用量 42万t	廃アス利用量 100万t	49.4	-	容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律(平成7年法律第112号)に基づき回収された廃アスファルト等をコークス炉で熱分解することにより有効活用を回り、石炭の使用量を削減する。	
	次世代コークス製造技術 (SCOPE21) の導入	-	1基	9基	41.6	36.0	コークス製造アスにおいて、石灰事前処理工程を導入することによりコークス製造に係る1kg当り消費量を削減する。
	発電効率の改善	共火: 16% 自家発: 14%	共火: 84% 自家発: 82%	40.3	-	自家発電(自家発)及び共同火力(共火)における発電設備を高効率な設備に更新する。	
	省エネ対策設備の増強	例 低圧損TRT 82% 高効率CDQ 93% 低圧蒸気回収 95%	-	100%	80.8	-	高炉炉頂圧の圧力回収発電 (TRT)、コークス炉における顕熱回収 (CDQ) といった廃熱活用等の省エネ設備の増強を図る。
	革新的製鉄アス(2100-アス)の導入	0基	5基	19.4	-	19.4	低品位石炭と低品位鉄鉱石を原料とした革新的なコークス還元剤(2100-アス)を用い、高炉内還元反応の高速化・低温化することで、高炉操業アスのCO2消費を約10%削減する。
	環境調和型製鉄アス(COURSE50)の導入	0基	1基	5.4	-	-	製鉄アスにおいて、高炉ガスCO2分離回収、未利用中低温熱回収、コークス改良、水素増幅、鉄鉱石水素還元といった技術を統合しCO2排出量を抑制する革新的製鉄アス。
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

● ゼロエミ化ポートフォリオの描写

投影のみ

GHG排出量

||

最終需要 ← (製品生産量)

×

材料効率 ← (原材料投入量 / 製品生産量)

×

エネルギー効率

← (エネルギー消費量 / 原材料投入量)

×

GHG排出係数

← (GHG排出量 / エネルギー消費量)

|

CCUS・吸収源対策

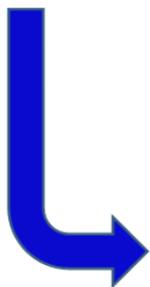
← (GHG回収・吸収)

(出典)資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」「長期エネルギー需給見通し関連資料」、International Energy Agency「Energy Technology Perspectives 2020」より作成

ゼロエミッション後の世界に向けた業界・個社の分析例②化学工業の例

■ ①業界・個社のエネルギー利用・排出構造特性の把握しつつ、②BaUを想定し、③そこからコスト情報にも鑑みた対策技術の積み上げによる削減パスの描写を行うことが望ましい。

● 個社の排出・構造の把握

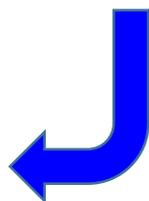


● ゼロエミ化ポートフォリオの描写

投影のみ

● 適用可能技術の把握

業種	省エネ対策	導入実績 (FY2012)	導入・普及見通し (FY2030)	省エネ量 (万kL)		概要	
				うち電力	うち燃料		
化学工業	石油化学の省エネルギー技術の導入	36%	100%	7.1	-	7.1	分解炉等でF10を生産する石油化学分野において、世界最高水準であるBPT (Best Practice Technologies) の普及により、F10 ¹⁾ -効率を向上。
	その他化学製品の省エネルギー技術の導入	苛性ソーダ、蒸気発生施設 20% その他化学の効率向上 40%	100%	59.7	8.8	43.6	石油化学以外の化学分野において、BPTの普及や排出F10 ¹⁾ の回収技術、設備・機器効率の改善、F10 ¹⁾ 合理化等による省エネルギーを達成する。
	膜による蒸留の省エネルギー技術の導入	0%	4%	12.4	-	12.4	蒸留に代わり分離膜技術を導入することにより、蒸留塔における処理F10 ¹⁾ の大幅な削減を図る技術。
	二酸化炭素原料化技術の導入	0基	1基	0.5	-	0.5	二酸化炭素等を原料にF10 ¹⁾ の原料等基礎化学品を製造する省エネルギー。
	非可食性植物由来原料による化学品製造技術の導入	0基	1基	2.9	-	2.9	非可食性F10 ¹⁾ 原料から機能性及びコストの両面で競争力のある化学品を一気通貫で製造する省エネルギー。
	微生物触媒による副産物廃水処理技術の導入	0%	10%	1.4	1.4	-	工場廃水を対象として、発電しながら廃水処理を行う技術。
	密閉型植物工場の導入	0%	20%	5.4	5.4	-	植物機能を活用した生産効率の高い省F10 ¹⁾ ・物質型生産技術を確立。
	高効率空調の導入	-	-	29.0	15.1	13.5	工場内の空調に関して、燃焼式、トートアップ式の空調機の高効率化を図る。(APF 2012→2030年度) 吸収式冷凍機1.35→1.4、ガス・トートアップ2.16→2.85、HP式空調機4.56→6
	産業HP (加温・乾燥) の導入	0%	9.3%	87.9	-19.9	107.8	食品製造業等で行われている加温・乾燥F10 ¹⁾ について、その熱を高効率のトートアップで供給する。
	産業用照明の導入	6%	ほぼ100%	108.0	0	108.0	LED・有機EL等の高効率照明を用いた、高輝度な照明技術により省F10 ¹⁾ を図る。
業種横断	低炭素工業炉の導入	24%	46%	290.6	70.8	219.8	従来の工業炉に比較して熱効率が向上した工業炉を導入。
	産業用LEDの導入	0%	47%	166.0	0	166.0	トートアップ制度への追加等により性能向上を図る。
	高性能LEDの導入	14%	71%	173.3	0	173.3	従来のLEDと比較して熱効率が向上したLEDを導入。
	コージェネレーションの導入	503億kWh	1030億kWh	302.2	-	-	業種横断的にコージェネレーションの導入を拡大し、LED代替等により一次F10 ¹⁾ 消費の削減を図る。家庭用燃料電池は家庭部門の高効率給湯器の導入として計上。
	∴	∴	∴	∴	∴	∴	

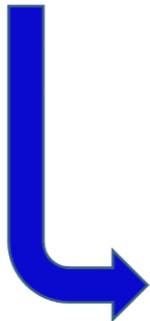
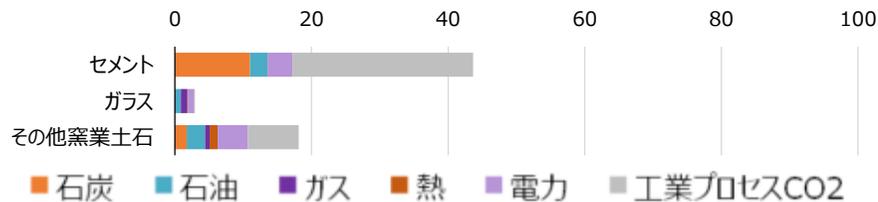


(出典) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」「長期エネルギー需給見通し関連資料」、International Energy Agency「Energy Technology Perspectives 2020」より作成

ゼロエミッション後の世界に向けた業界・個社の分析例③窯業土石業の例

■ ①業界・個社のエネルギー利用・排出構造特性の把握しつつ、②BaUを想定し、③そこからコスト情報にも鑑みた対策技術の積み上げによる削減パスの描写を行うことが望ましい。

●個社の排出構造の把握

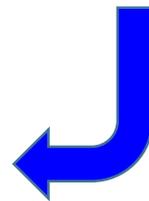


●ゼロエミ化ポートフォリオの描写

投影のみ

●適用可能技術の把握

業種	省エネ対策	導入実績 (FY2012)	導入・普及見通し (FY2030)	省エネ量 (万kL)		概要	
				うち電力	うち燃料		
窯業・土石製品製造業	従来型省エネ技術の導入 排熱発電 IPFC-ム式炉 IPFC-ム式炉 モーター改修 壁型石灰石	-	-	2.1	0.8	1.3	従来効率を向上させる設備、IPFC-ム式炉、排熱発電の導入等の「トップサイクリング」の最大導入に努める。
	熱交換器-代替廃棄物(炭アツ等)利用技術の導入	熱交換器-代替廃棄物使用量 166万t	熱交換器-代替廃棄物使用量 168万t	1.3	-0.1	1.4	従来の設備を用いて熱交換器-代替として廃棄物を利用する技術。
	革新的セメント製造プロセスの導入	0%	50%	15.1	-	15.1	セメント製造プロセスで最も省エネを消費するセメントの焼成工程において、焼成温度低下等を可能とする革新的な製造プロセス技術。
	ガラス溶融プロセスの導入	0%	5.4%	5.0	-0.6	5.6	ガラス溶融プロセスによる高温を利用し、同時にガラス原料をガラス化する事で効率的にガラスを気中で溶融し、省エネを図るプロセス技術。
業種横断	高効率空調の導入	-	-	29.0	15.1	13.5	工場内の空調に関して、燃焼式、ヒートポンプ式の空調機の高効率化を図る。(APF 2012→2030年度) 吸収式冷凍機1.35→1.4、ヒートポンプ2.16→2.85、HP式空調機4.56→6
	産業HP(加温・乾燥)の導入	0%	9.3%	87.9	-19.9	107.8	食料品製造業等で行われている加温・乾燥プロセスについて、その熱を高効率のヒートポンプで供給する。
	産業用照明の導入	6%	ほぼ100%	108.0	108.0	-	LED・有機EL等の高効率照明を用いた、高輝度な照明技術により省エネを図る。
	低炭素工業炉の導入	24%	46%	290.6	70.8	219.8	従来の工業炉と比較して熱効率向上した工業炉を導入。
	産業用モーターの導入	0%	47%	166.0	166.0	-	トランスformer-制度への追加等により性能向上を図る。
	高性能モーターの導入	14%	71%	173.3	-	-	従来のモーターと比較して熱効率向上したモーターを導入。
	CCU/CDRの導入	503億kWh	1030億kWh	302.2	-	-	業種横断的にCCU/CDRの導入を拡大し、代替燃料等により一次エネルギー消費の削減を図る。家庭用燃料電池は家庭部門の「高効率給湯器の導入」より計上。

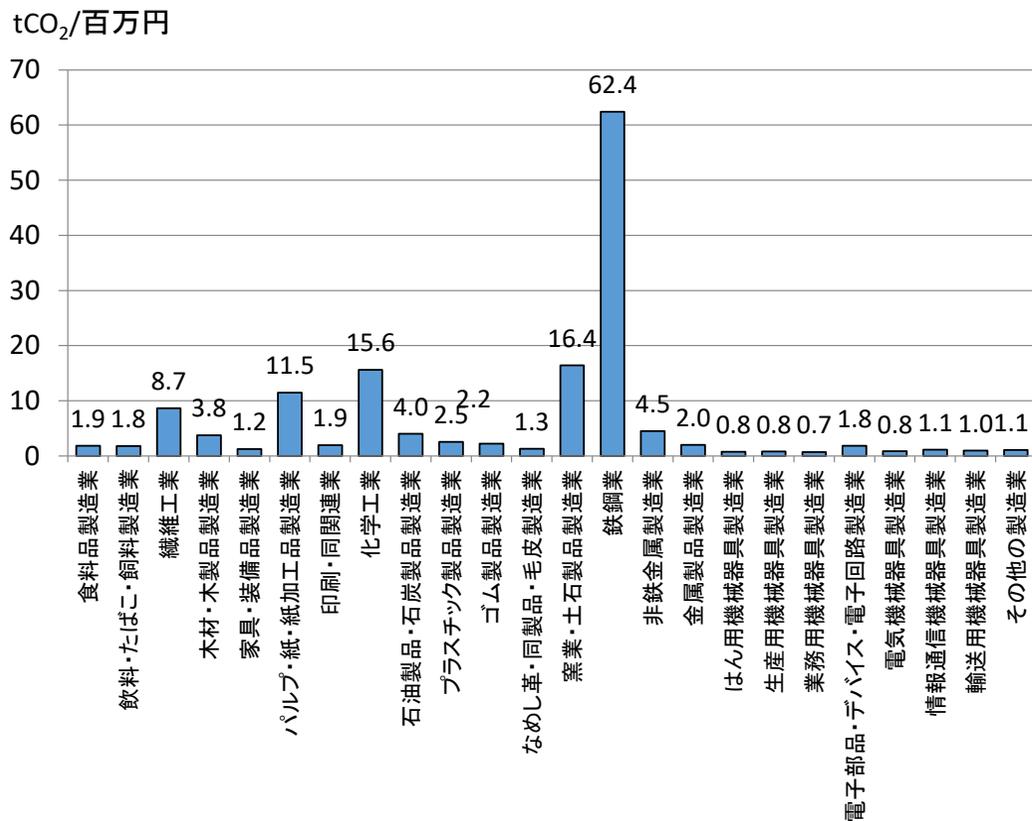


(出典) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」「長期エネルギー需給見通し関連資料」、温室効果ガスインベントリオフィス「日本の温室効果ガス排出量データ」、International Energy Agency「Energy Technology Perspectives 2020」より作成

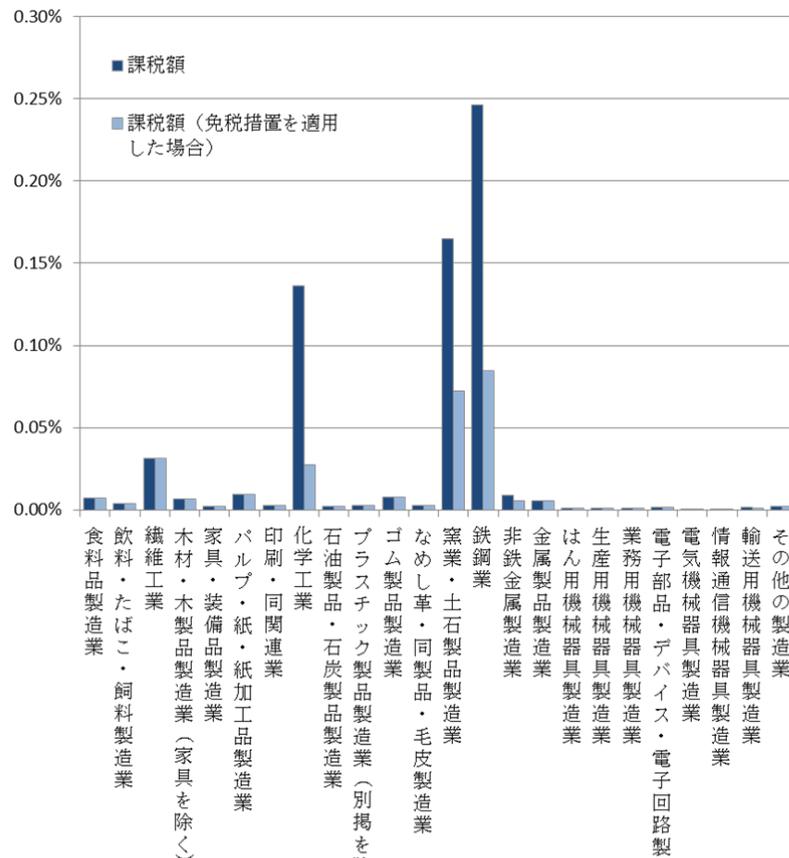
トランジションに備えた業界・個社向け分析例①カーボンプライシングによる影響(直接)

- 工業統計表を用いて、産業別の単位付加価値額当たりCO2排出量と、地球温暖化対策のための税の税率(289円/トンCO2)を課税した場合の、各業種の生産額に占める税負担額を試算。
- 炭素税を課した場合、鉄鋼業や窯業の課税額が、他の業種と比較して高い。しかし、免税措置を講じることにより、影響を軽減することが可能である。

図：産業別の単位付加価値額当たりCO2排出量比較



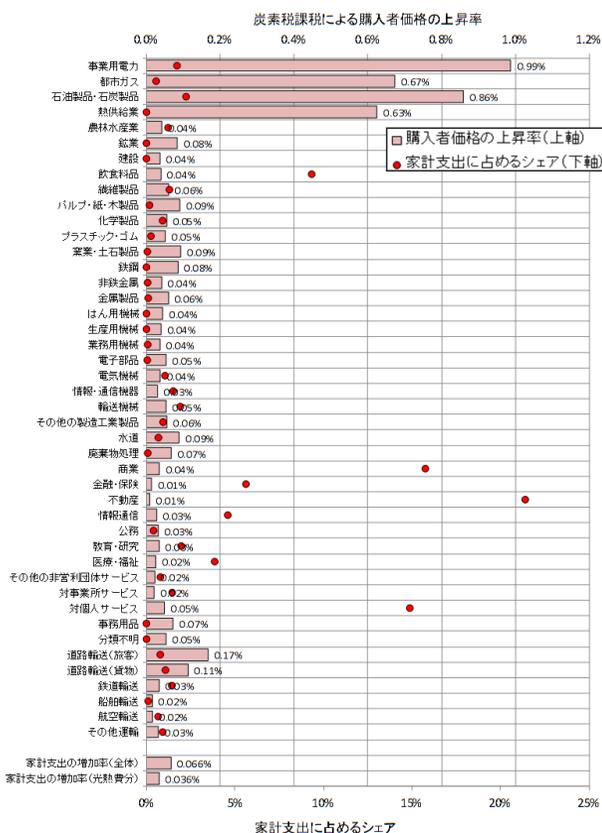
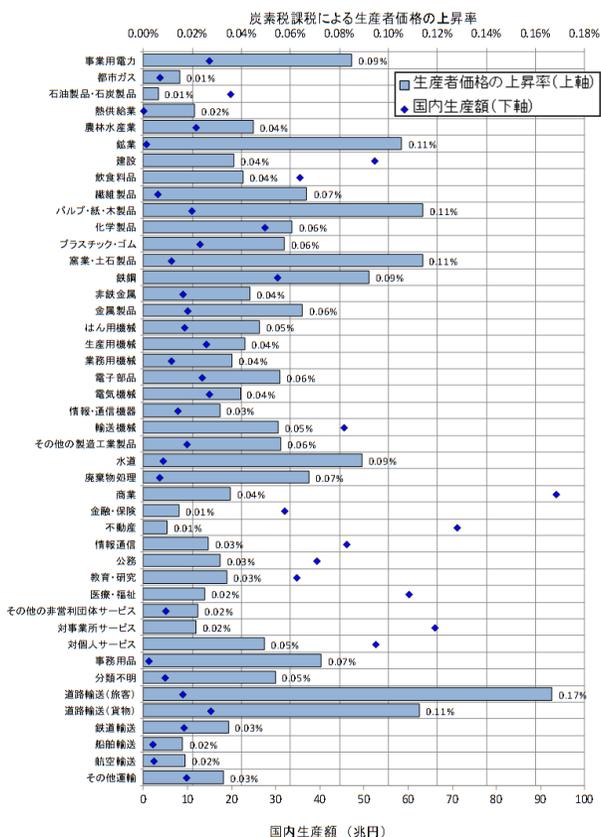
図：業種別の炭素価格の対生産額比率



(出典) 経済産業省「工業統計表『産業編』」(平成26年度)、
経済産業省「総合エネルギー統計」(平成26年度)より作成。

トランジションに備えた業界・個社向け分析例②カーボンプライシングによる影響(波及)

- 産業連関表(2011)に基づく均衡価格モデルを用いて、炭素価格(ここでは289円/tCO₂)各部門における生産者価格(生産者が生産費に利潤を加えて決定する価格)および購入者価格(生産者価格に販売・輸送に掛かるマージン額を加算した額)の上昇率を分析。
- 炭素価格下の生産者価格(左)の上昇率は、道路輸送と製造業部門が大きい。購入者価格の上昇率(右)は、光熱費に相当するエネルギー転換部門で大きい。



(出典)総務省「平成23年(2011年)産業連関表(確報)」、資源エネルギー庁「2013年度以降適用する標準発熱量・炭素排出係数一覧表」、環境省「環境省 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」、環境省「電気事業者別排出係数一覧」より推計。

ご清聴、ありがとうございました

みずほ情報総研株式会社

環境エネルギー第1部

平山 智樹

tomoki.hirayama@mizuho-ir.co.jp

本資料に掲載されているあらゆる内容の無断転載・複製を禁じます。本資料に掲載されている情報には、著作者の掲載許可を得ていないものも含まれている可能性があります。お取扱いにはご注意ください。