



Tokyo Tech

資料 1

カーボンニュートラルを視野に入れた エネルギーの安定供給

2022年12月22日

東京工業大学 特命教授・名誉教授

柏木 孝夫

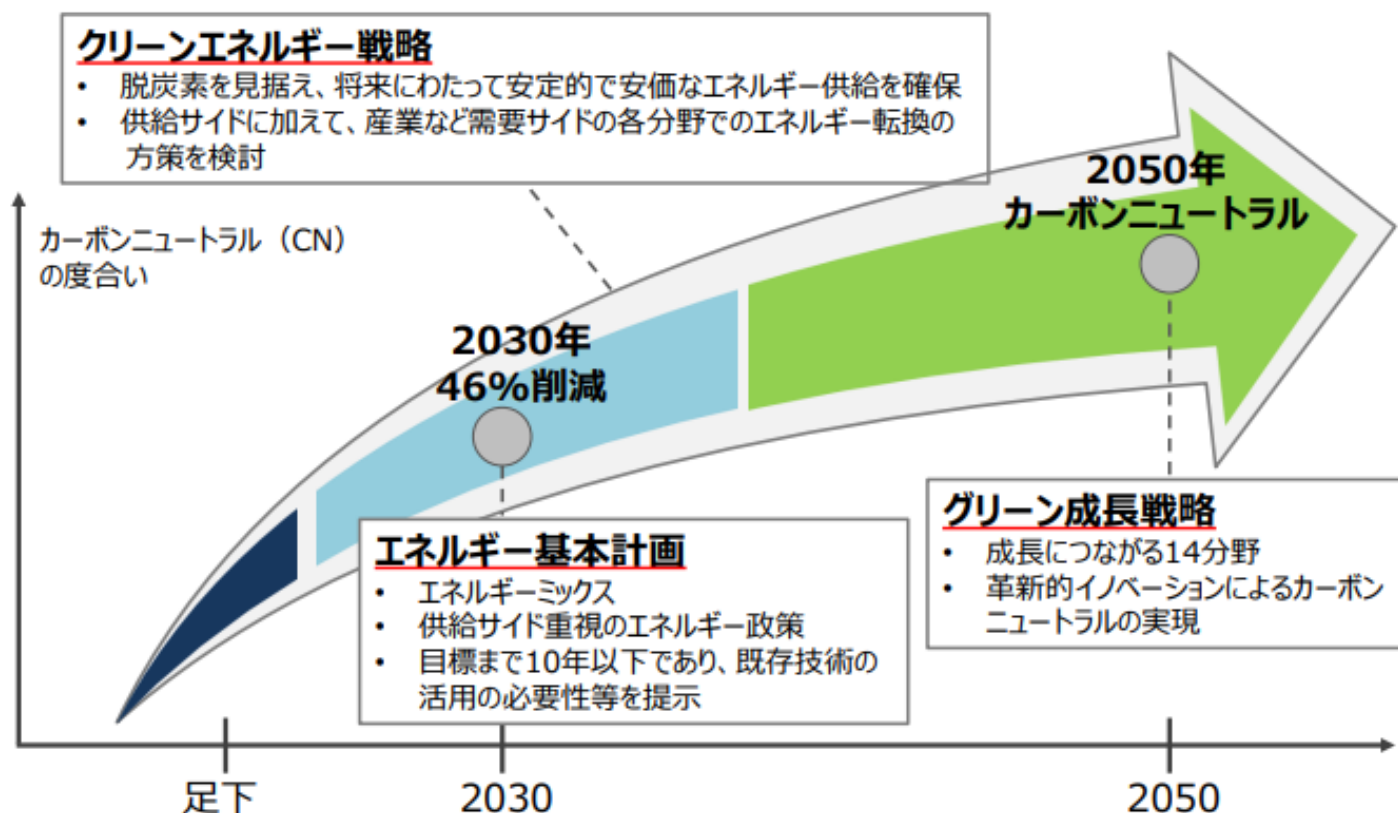
1. カーボンニュートラルが国際潮流になった背景
2. 安定供給とカーボンニュートラルにおける国内外の動向
— 省エネ、電化、水素化 —
3. 我が国が主導してきた水素基本戦略と安定供給に対する
将来展望

クリーンエネルギー戦略の検討

クリーンエネルギー戦略の位置づけ

1. クリーンエネルギー戦略の検討における主な視座
(5) CESにおける議論の視座

- 2050年カーボンニュートラルや2030年46%削減の実現を目指す中で、将来にわたって安定的で安価なエネルギー供給を確保し、更なる経済成長につなげるため、「点」ではなく「線」で実現可能なパスを描く。



(出所：資源エネルギー庁・産業技術環境局「クリーンエネルギー戦略の策定に向けた検討」(2021年12月16日))

2030年度におけるエネルギー需給の見通しのポイント①

(出所：資源エネルギー庁第6次エネルギー基本計画)

- 今回の見通しは、2030年度の新たな削減目標を踏まえ、徹底した省エネルギーや非化石エネルギーの拡大を進める上での需給両面における様々な課題の克服を野心的に想定した場合に、どのようなエネルギー需給の見通しとなるかを示すもの。
- 今回の野心的な見通しに向けた施策の実施に当たっては、安定供給に支障が出ることのないよう、施策の強度、実施のタイミングなどは十分考慮する必要。(例えば、非化石電源が十分に導入される前の段階で、直ちに化石電源の抑制策を講じることになれば、電力の安定供給に支障が生じかねない。)

		(2019年 ⇒ 旧ミックス)	2030年度ミックス (野心的な見通し)			
省エネ		(1,655万kl ⇒ 5,030万kl)	6,200万kl			
最終エネルギー消費 (省エネ前)		(35,000万kl ⇒ 37,700万kl)	35,000万kl			
電源構成	再エネ	(18% ⇒ 22~24%)	36~38%* ※現在取り組んでいる再生可能エネルギーの研究開発の成果の活用・実装が進んだ場合には、38%以上の高みを目指す。			
	発電電力量: 10,650億kWh ⇒ 約9,340 億kWh程度					
	水素・アンモニア	(0% ⇒ 0%)		1%	(再エネの内訳)	
	原子力	(6% ⇒ 20~22%)		20~22%	太陽光 14~16%	
	LNG	(37% ⇒ 27%)		20%	風力 5%	
	石炭	(32% ⇒ 26%)		19%	地熱 1%	
	石油等	(7% ⇒ 3%)		2%	水力 11%	
				バイオマス 5%		
(+ 非エネルギー起源ガス・吸収源)						
温室効果ガス削減割合		(14% ⇒ 26%)	46%	更に50%の高みを目指す		

安定的なエネルギー需給構造の確立を図るためのエネルギーの使用の合理化等に関する法律等の一部を改正する法律案

エネルギーの使用の合理化等に関する法律（省エネ法）

省エネ法の主な見直し事項

① 使用の合理化の対象の拡大【エネルギーの定義の見直し】

- 「エネルギー」の定義を拡大し、非化石エネルギーを含む全てのエネルギーの使用の合理化を求める枠組みに見直す。
- 電気の一次エネルギー換算係数は、全国一律の全電源平均係数を基本とする。

② 非化石エネルギーへの転換に関する措置【新設】

- 特定事業者等に対し、非化石エネルギーへの転換に関する中長期計画及び非化石エネルギー利用状況等の定期報告の提出を求める。
- 系統経由で購入・調達した電気の評価は、小売電気事業者別の非化石電源比率を反映する。

③ 電気需要最適化に関する措置【電気需要平準化規定の見直し】

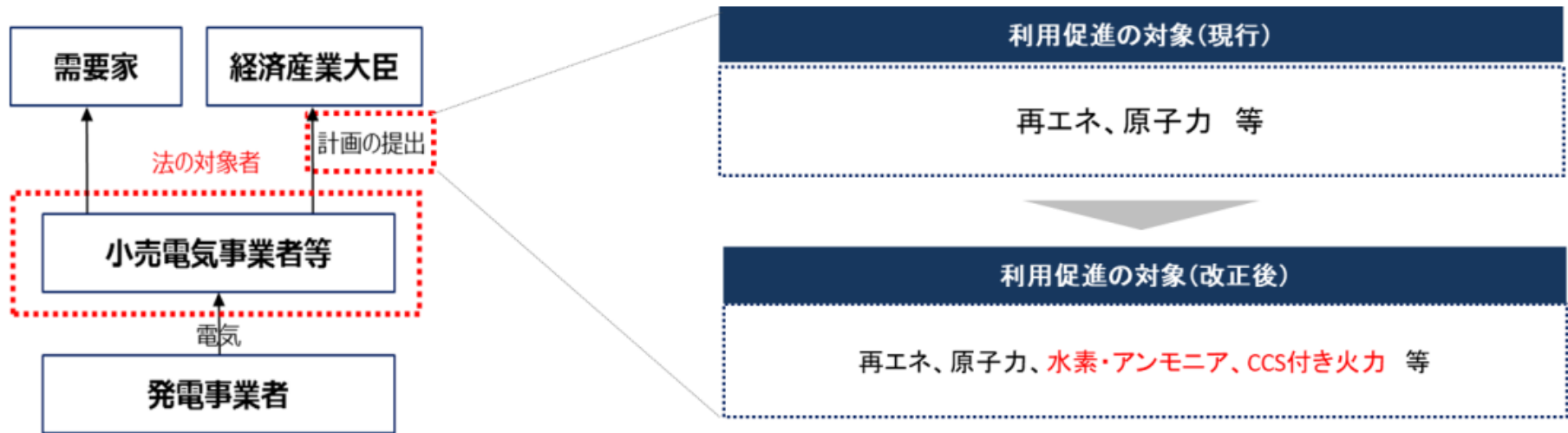
- 電気の需給状況に応じて「上げDR」・「下げDR」を促すため、電気の一次エネルギー換算係数の設定などにより、再エネ出力制御時への需要シフトや需給逼迫時の需要減少を促す枠組みを構築する。
- 電気事業者に対し、電気需要最適化に資する料金体系等の整備を促す枠組みを構築する。（現行の需要平準化に資する料金体系の整備に関する計画の作成等の義務の見直し）
- エネルギー消費機器（トップランナー機器）等への電気需要最適化に係る性能の向上の努力義務（現行の需要平準化に資する性能の向上の見直し）

（出所：資源エネルギー庁「今後の省エネ法について」（2021年12月24日））

安定的なエネルギー需給構造の確立を図るためのエネルギーの使用の合理化等に関する法律等の一部を改正する法律案

(参考) 取組例②：エネルギー供給構造高度化法改正案

- 高度化法改正案では、エネルギー供給事業者に対して水素・アンモニアの利用を促進するため、それらを高度化法上の非化石エネルギー源として位置付け、エネルギー供給事業者に水素・アンモニアを含めた非化石エネルギー源の利用に関する計画の作成を求める等することとしている。



(出所：資源エネルギー庁「水素・アンモニアを取り巻く現状と今後の検討の方向性」(2022年3月29日))

安定的なエネルギー需給構造の確立を図るためのエネルギーの使用の合理化等に関する法律等の一部を改正する法律案

(参考) 取組例① : JOGMEC法改正案

- JOGMEC法及び高度化法を含む「安定的なエネルギー需給構造の確立を図るためのエネルギーの使用の合理化等に関する法律等の一部を改正する法律案」を今国会に提出予定。
- JOGMEC法改正案では、JOGMECの機能に新たに**国内/海外での水素・アンモニアの製造・貯蔵等への出資や債務保証**を追加することで、事業者が**大規模なプラント投資等をする際のリスクの低減**を目指す。

JOGMEC法改正の方向性案



水素分野における戦略等の策定状況・各種目標について

(出所：経済産業省)

- 日本は世界で初めての水素基本戦略を2017年12月に策定。EU、ドイツ、オランダなど各国も、昨年以降、水素戦略策定の動きが加速化するなど、水素関連の取組を強化。
- 2020年10月の菅総理(当時)のCN宣言を受け、グリーン成長戦略でも重点分野の一つに位置づけ。需給一体での取組により、導入量の拡大と供給コストの低減を目指す。

国内外の情勢変化、戦略策定の状況

2017年12月
水素基本戦略策定

2019～2020年
各国水素戦略策定
及び、経済対策で
水素に注力

2020年10月
菅総理(当時)
による2050年
CN宣言

2020年12月
グリーン成長戦略策定
(水素の位置付)

2021年
第6次エネ基閣議決定、
水素基本戦略見直し
を見据えた検討

グリーン成長戦略における量及びコストの目標

□ **年間導入量***：発電・産業・運輸などの分野で幅広く利用

現在(約200万t) → 2030年(最大300万t) → 2050年(2000万t程度)

※水素以外にも直接燃焼を行うアンモニア等の導入量(水素換算)も含む数字。

□ **コスト**：長期的には化石燃料と同等程度の水準を実現

現在(100円/Nm³*) → 2030年(30円/Nm³) → 2050年(20円/Nm³以下)

※ 1Nm³=0.0899kg

6次エネルギー基本計画において設定した新たな定量目標

2030年の電源構成のうち、**1%**程度を水素・アンモニアとすることを目指す。

(参考) 水素に係る海外動向

(出所：経済産業省)

7

- EUやドイツやオランダ、豪州など多くの国で水素の国家戦略が策定されるなど、世界中で取組が本格化。
- 脱炭素化が困難な商用車（HDV）や産業分野での水素利用や、水素発電の導入、水素輸入に向けたサプライチェーンの検討等の動きが進展。

ドイツ

- 2020年6月に国家水素戦略を策定。国内再エネ水素製造能力の目標を設定（2030年5GW等）。
- 2020年6月3日に採択した経済対策において、国内の水素技術の市場創出に70億ユーロ、国際パートナーシップ構築に20億ユーロの助成を予定。
- 水電解による水素製造設備に対して、再エネ賦課金を免除。加えて、再エネ由来水素等の大規模輸入に向けたサプライチェーン構築事業（H2 Global）を実施予定。
- 大型FCトラック向けの水素充填インフラ構築を支援。

米国

- 新車販売の一定割合をZEVとする規制の下、カリフォルニア中心にFCVの導入が進展（8000台超）。2024年からは商用車もZEV規制適用開始。
- ユタ州のでグリーン水素を活用した大型水素発電プロジェクトを計画。2025年に水素混焼率30%、2045年に100%専焼運転を目指す。（三菱重工がガスタービン設備を受注）
- ロサンゼルス港のゼロエミッション化に向けた構想の一環で、大型輸送セクターでの水素利用の検討が進む。
- DOEは大型FCトラックの開発を支援。
- 2022年2月に地域クリーン水素ハブや、クリーン水電解プログラムなどに総額約100億ドルを拠出することを発表

EU

- 2020年7月に水素戦略を発表。
- 2030年までに電解水素の製造能力を40GWを目指す。
- 暫定的に、低炭素水素(化石+CCUS)も活用を志向するが、長期的には再エネ水素のみを「クリーン水素」と定義。
- 水素パイプラインの整備に必要な制度改革に着手。
- 官民連携によるクリーン水素アライアンスを立ち上げ。
- 輸送分野では、HDVでの水素利用を重視。

フランス

- 2020年9月に水素戦略を改訂。
- 2030年までに電解装置6.5GWの設置を目指す。
- 水素の生産に使用する電力としては、再生可能エネルギーおよび原子力発電由来の電力を想定。
- 産業に加え、FCトラックが水素活用先の優先項目に。

中国

- 2020年に業界団体(中国汽车工程学会)が、野心的なFCVの普及目標を策定(2030年100万台)。
- 商用車中心に、約9000台が導入済(21年末)。また、水素ステーション数は世界最大の178箇所(22年1月)
- 燃料電池等のサプライチェーン整備を目的とし、中央政府がモデル都市(5都市群)を選定し、FCV等の技術開発・普及状況に応じて奨励金を与える政策を実施中

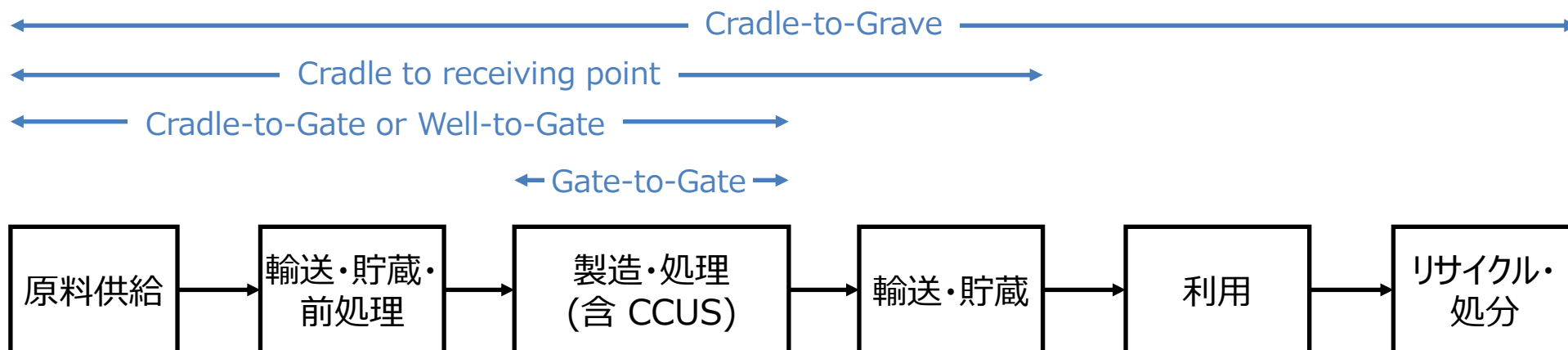
2

(参考) 諸外国検討事例における支援対象・CO2閾値の設定

- 各国の支援制度では製造源や排出されるCO2排出量で閾値を設定し、支援対象を限定する方向。

	英国 (低炭素水素ビジネスモデル 等)	ドイツ (H2 Global)	米国 (地域水素ハブ)
支援対象 (製造源、場所)	<ul style="list-style-type: none"> 天然ガス、再エネ 等 国内製造 	<ul style="list-style-type: none"> 再エネ 海外製造・輸入 	<ul style="list-style-type: none"> 天然ガス、再エネ、原子力 等 国内製造
CO2閾値 ・境界線	<ul style="list-style-type: none"> 15~20g-CO2/MJ-LHV (1.8~2.4kg-CO2/kg-H2) Well-to-Gate 	<ul style="list-style-type: none"> 現時点では示されず 	<ul style="list-style-type: none"> 2kg-CO2/kg-H2 Gate-to-Gate
備考	<ul style="list-style-type: none"> 閾値は2022年前半に公開予定 将来的な閾値厳格化の可能性 	アンモニア、メタノール、合成燃料の形での輸入を想定	<ul style="list-style-type: none"> 技術開発・実証を目的とする予算 将来的な閾値厳格化の可能性

参考：ライフサイクルでのCO2排出量算定の境界線 (Boundary)



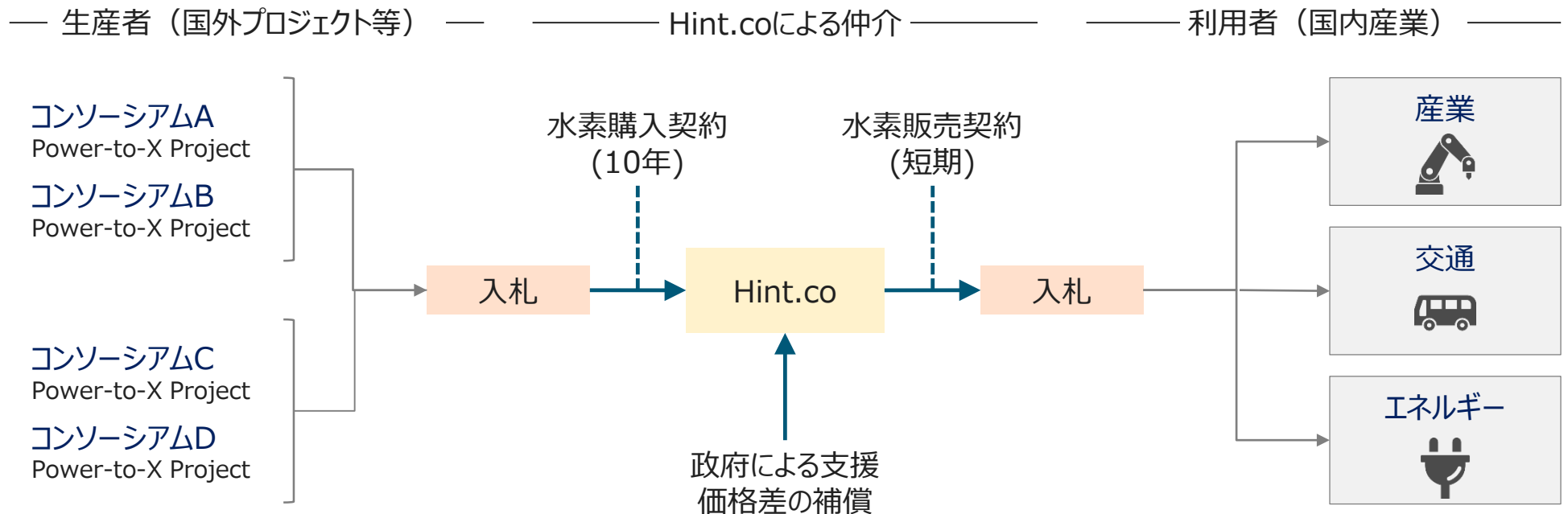
需要創出の課題解決に向けたヒント

ドイツ H2 Global



- ドイツでは、脱炭素社会実現には国外でのPower-to-X（水素等）製造および輸入が不可欠、との認識のもと、連邦経済エネルギー省（BMWi）が中心となり、国外生産者と国内利用者との間で、リスク低減を図る取り組みを発表
- 仲介組織のHint.co（Hydrogen Intermediate Company）は、財団（H2 Global Foundation）の子会社として設立。財団はドイツ国内企業（大手企業16社）により設立（2021年6月に設立済）

スキーム概要

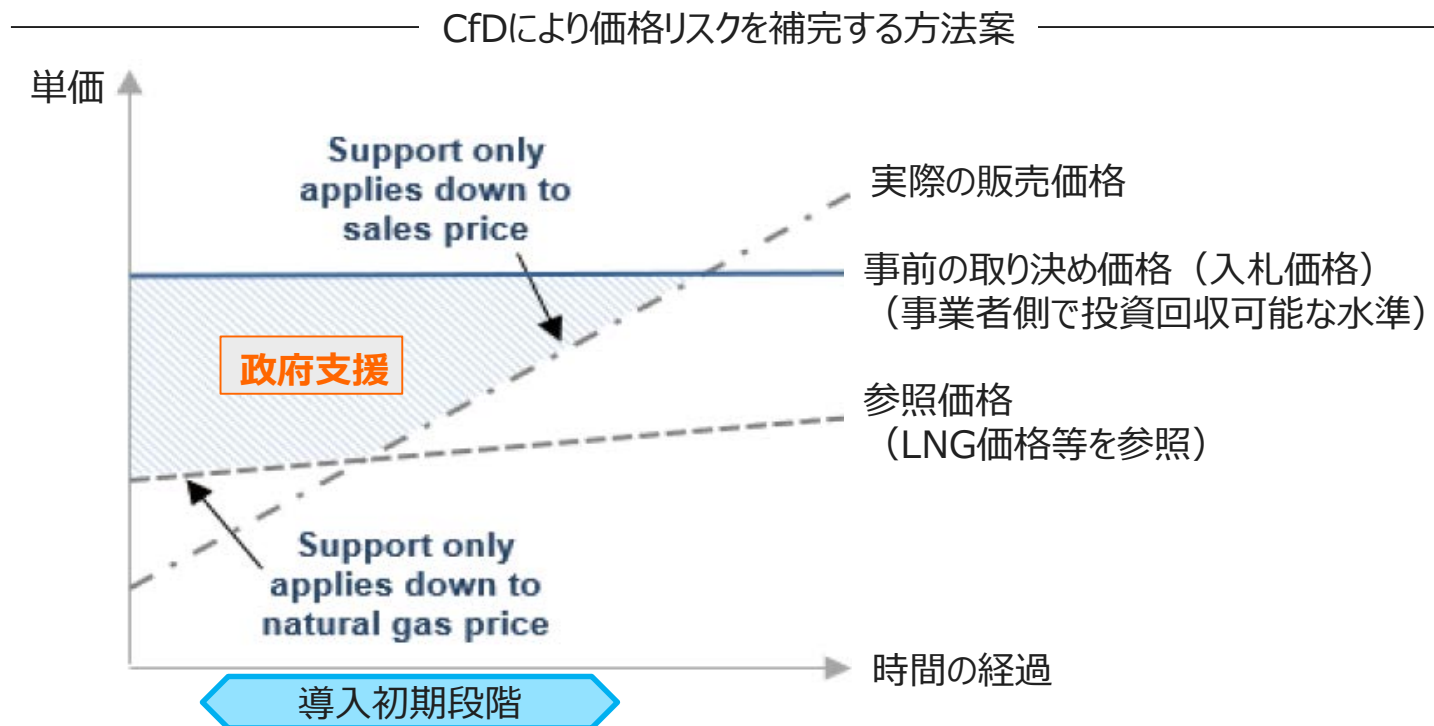


英国 Low Carbon Hydrogen Business Model②



導入初期段階の支援 ～価格～

- 英国での再エネ等で用いられる差額決済契約(CfD : Contract for Difference)により、価格リスクを補完する方法を検討
- 導入当初、実際の販売価格では採算が確保できないため、事前の取り決め価格（入札価格）との差分に対し政府支援を実施（ただし、LNG価格等に基づく参照価格を下限とする）
- また、現状案では、建設リスクは開発事業者が、技術リスクは生産者が、負うこととしている



備考：英国 ビジネス・エネルギー・産業戦略省 (Department for Business, Energy and Industrial Strategy, BEIS)
“Low Carbon Hydrogen Business Model: consultation on a business model for low carbon hydrogen” (2021年10月25日)を基にDBJ作成

【参考】規制・支援一体型促進策の政府支援イメージ

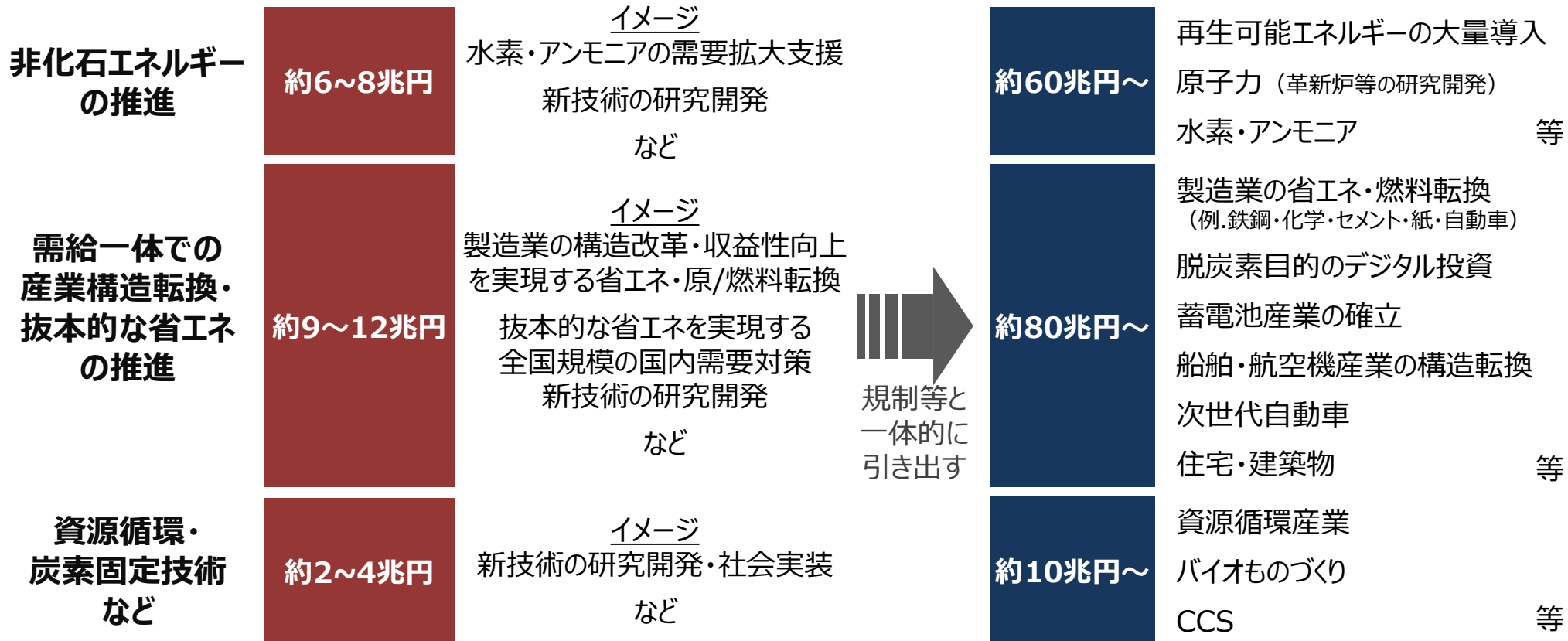
- 各分野が持つ事業リスクや事業環境に応じて、適切な規制・支援を一体的に措置することで、民間企業の投資を引き出し、150兆円超の官民投資を目指す。
- 世界規模のGX投資競争が展開される中、我が国は、諸外国における投資支援の動向やこれまでの支援の実績なども踏まえつつ、必要十分な規模・期間の政府支援を行う。20兆円規模の支援については、今後具体的な事業内容の進捗などを踏まえて必要な見直しを行う。

今後10年間の政府支援額 イメージ

約20兆円規模

今後10年間の官民投資額全体

150兆円超



今後10年を見据えたロードマップの全体像（案）

（出所：経済産業省）

12

2050



今後10年間で150兆円超の官民投資

IoE (Internet of Energy)社会のイメージ

