

地球温暖化対策を考えるためのエネルギー・シナリオ分析 : 2050年とその後を見据えて

東京大学未来ビジョン研究センター 国際エネルギー分析と政策研究ユニット シンポジウム

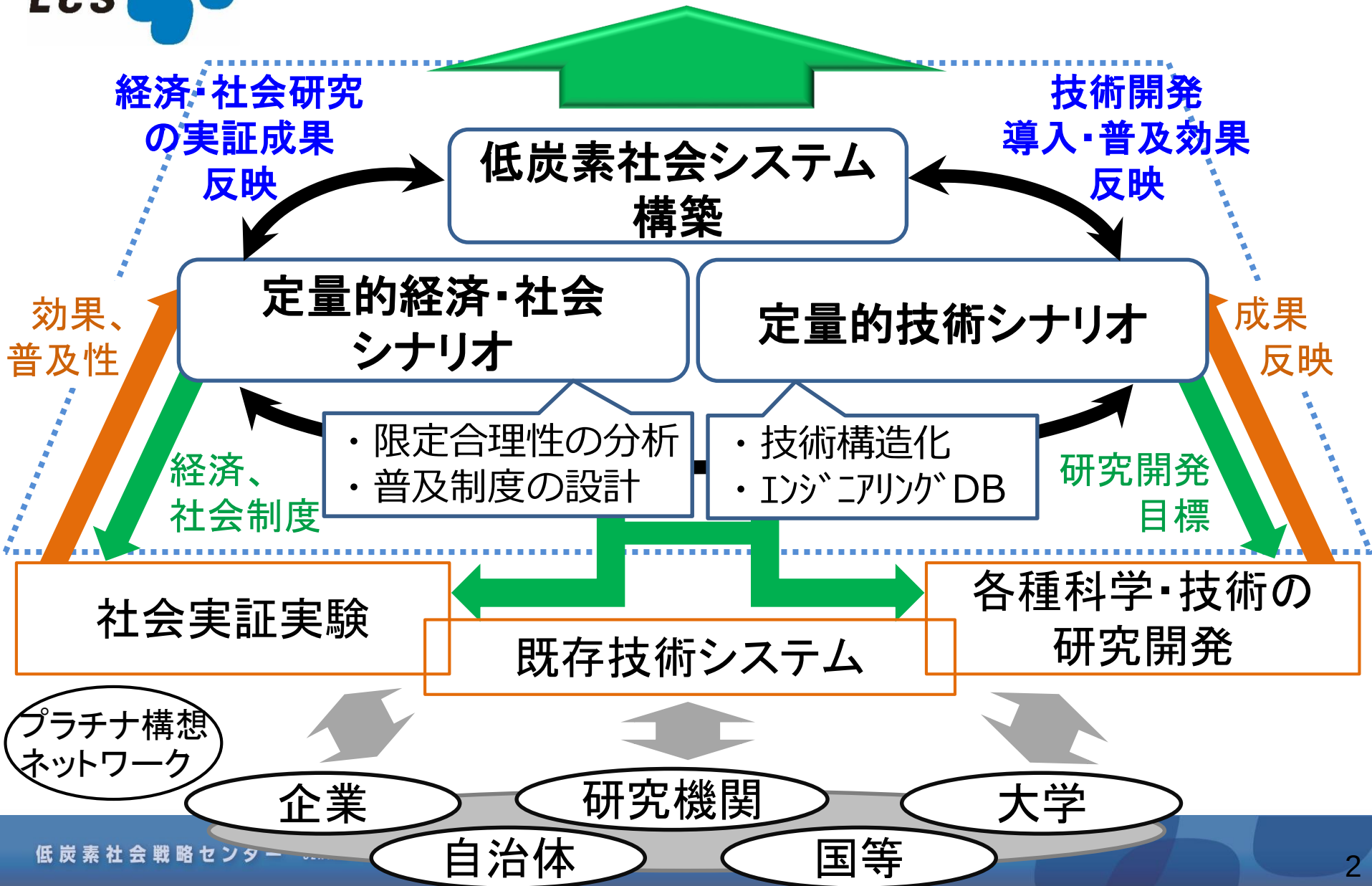
低炭素技術開発の技術・経済性評価と ゼロカーボン電源システムの構築

(国研) 科学技術振興機構
低炭素社会戦略センター (LCS)
主任研究員 井上 智弘

※本発表はLCSの各研究結果と統合評価の結果をまとめている

低炭素社会戦略センターの取組の概要

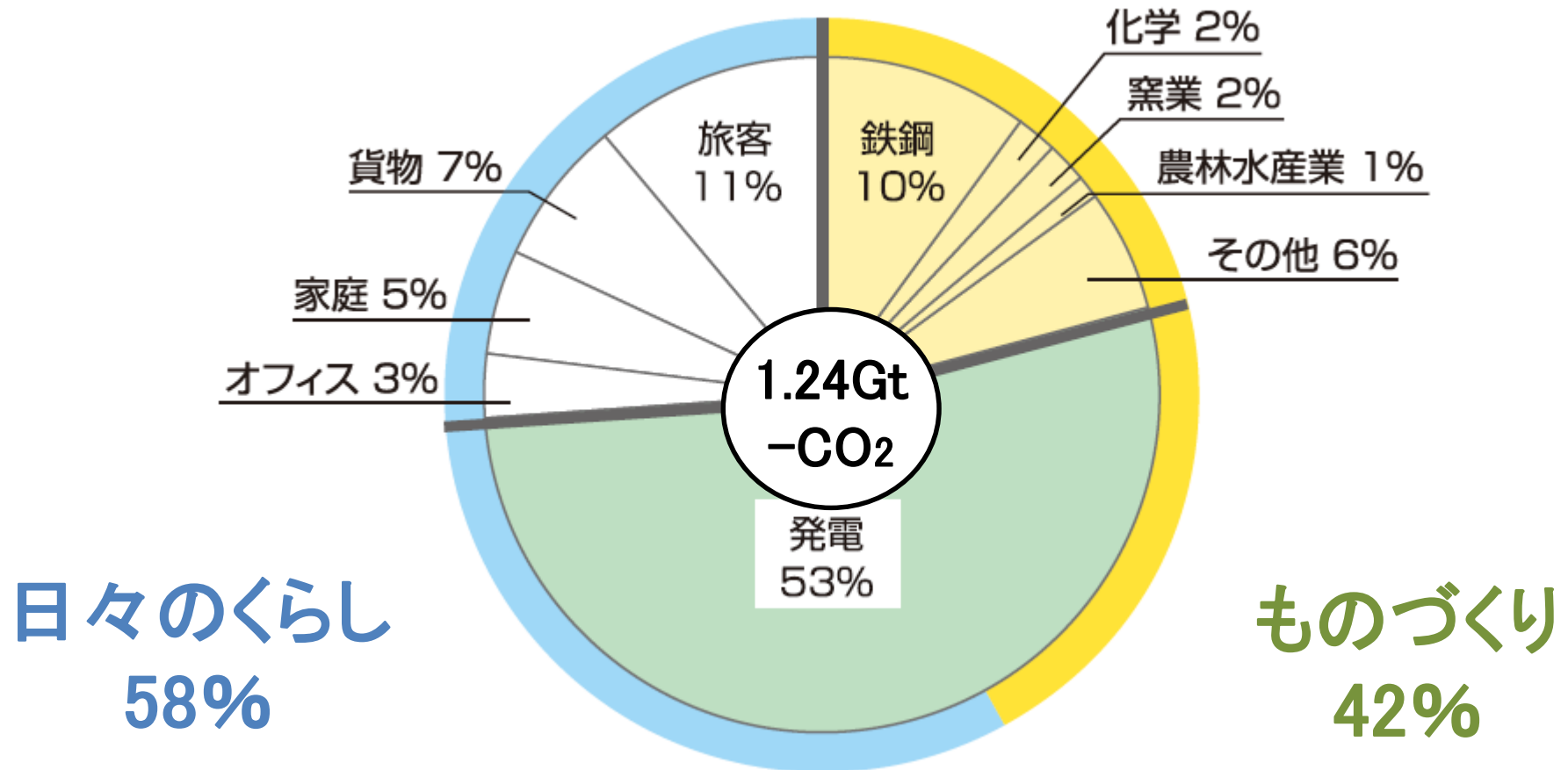
明るく豊かな低炭素社会



「日々の暮らし」と「ものづくり」という視点

CO₂ 排出量 (2013年度)

2050年までに80%削減へ



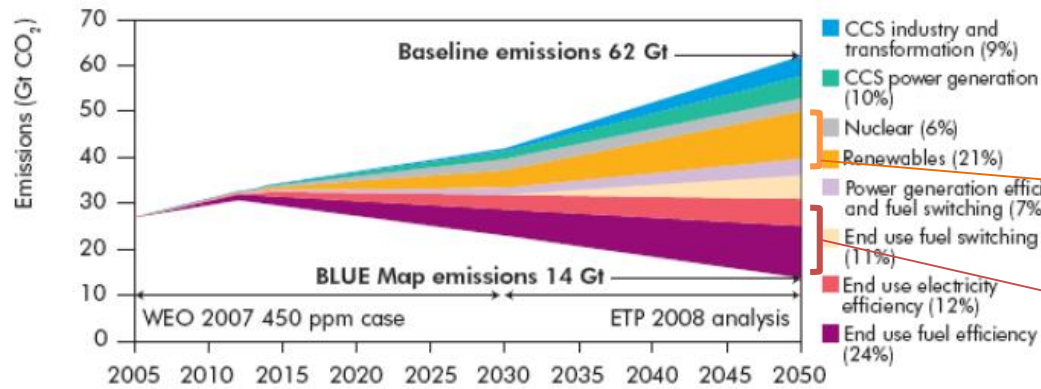
『エネルギー・経済統計要覧 2015年』の部門別CO₂排出データより作成



エネルギーの将来シナリオの変化(IEA)

10年間でCO2排出量目標値は低下、再エネへの期待も増加

2008年の
シナリオ

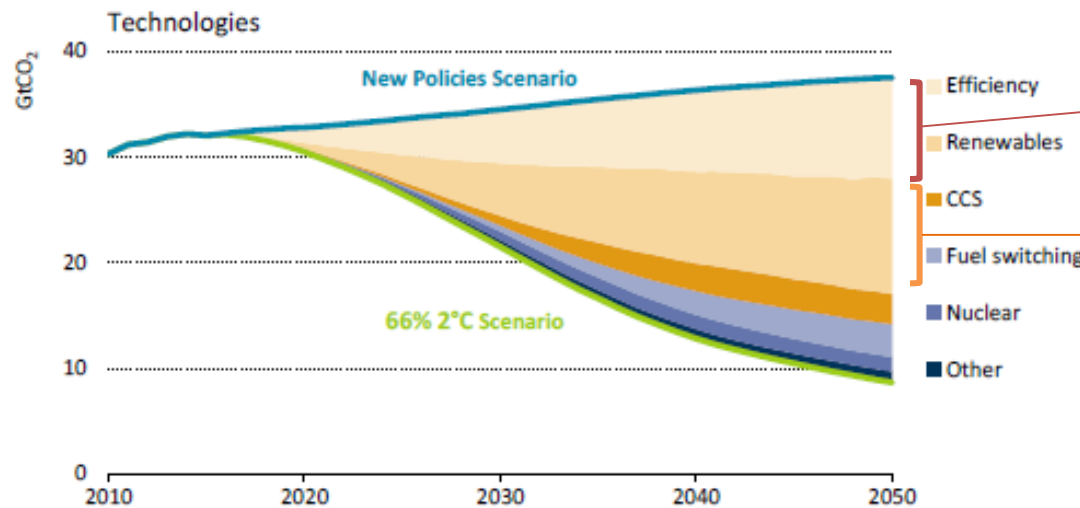


貢献度合い

再エネ21%

省エネ36%

2017年の
シナリオ



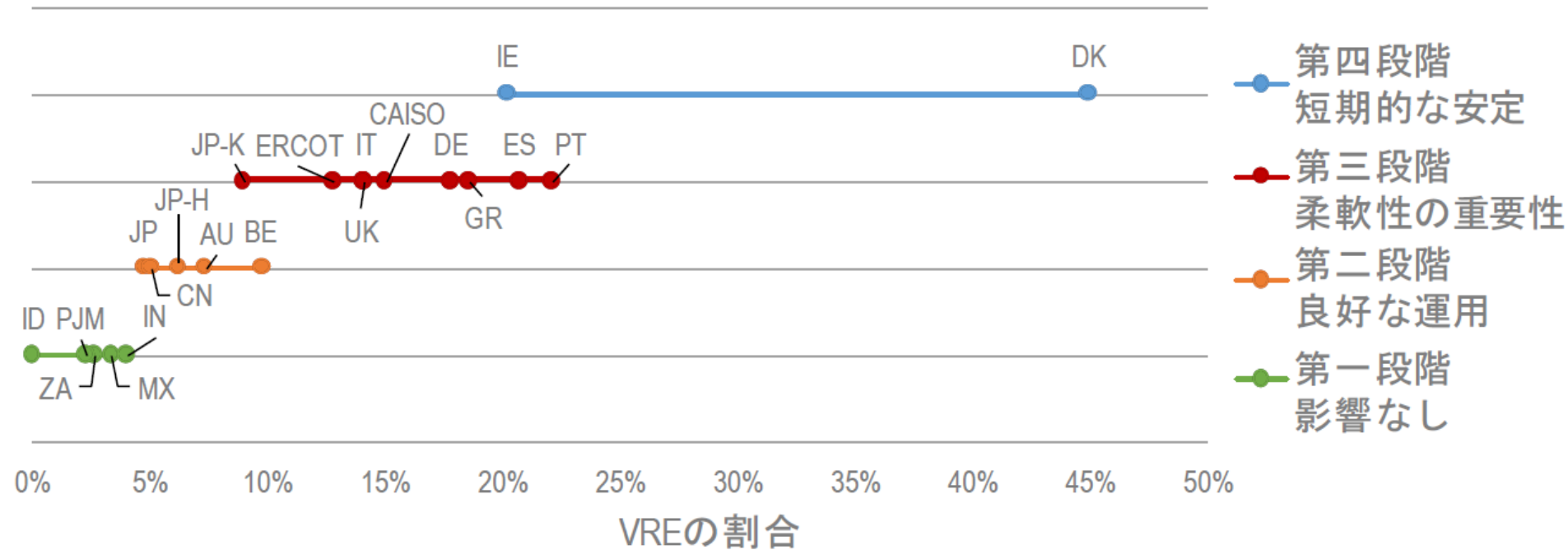
省エネ37%

再エネ36%

Source: IEA Energy Technology Perspectives 2008, Tracking Clean Energy Progress 2017



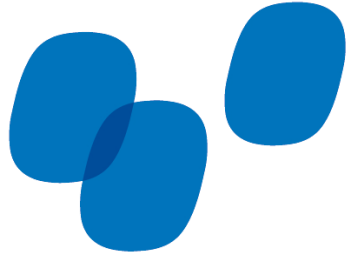
各国の年間VRE発電電力シェアと統合段階との対応



注: AT = Austria; AU = Australia; BR = Brazil; CL = Chile; CN = China; DE = Germany; DK = Denmark; ES = Spain; GR = Greece; ID = Indonesia; IE = Ireland; IN = India; IT = Italy; JP = Japan; JP-H = Hokkaido (Japan); JP-K = Kyushu (Japan); MX = Mexico; NZ = New Zealand; PT = Portugal; SE = Sweden; UK = the United Kingdom; ZA = South Africa. PJM, CAISO and ERCOT are US energy markets.

出典: Adapted from IEA (2017a), *Renewable 2017*

IEA 2018, System Integration of renewables / 邦訳: NEDO



定量的技術シナリオと LCS電源構成モデル

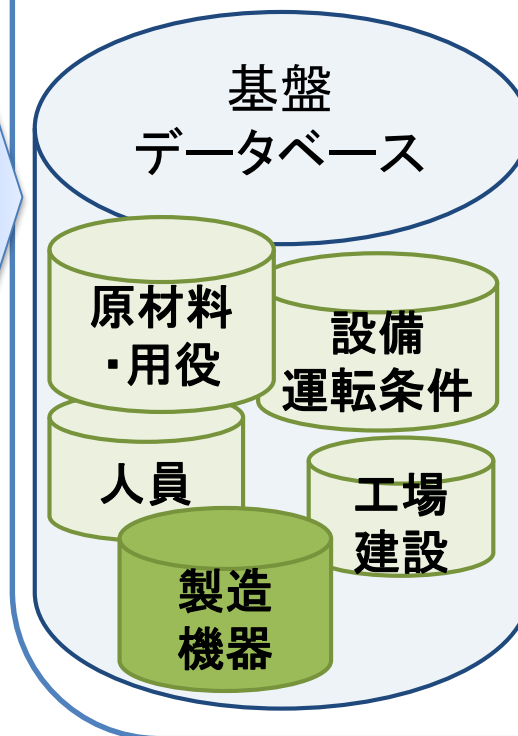


LCS定量的技術シナリオの構築と活用

構造化された 低炭素技術の知識

性能指標の評価
製品のシステム設計
製品・形状設計
物質合成・製造プロセス
微細構造設計
材料設計・物性制御
原理解明・新原理提案

低炭素技術設計・評価プラットフォーム



技術水準・設計条件
プロセス設計

設計・評価システム

**コスト、環境負荷
等の指標**

定量的技術シナリオ

フィードバック

社会・経済シナリオ
技術開発戦略

定量的技術
シナリオの比較

科学・技術
ロードマップ

LCS技術シナリオ の構築

総発電量 シナリオ

CO₂排出量 削減目標

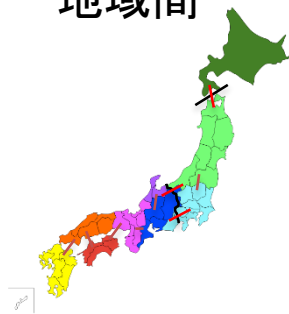
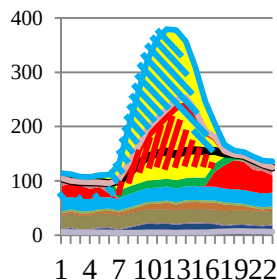
技術指標の設定
(建設費、設備利用率、
運用係数)

需要
曲線

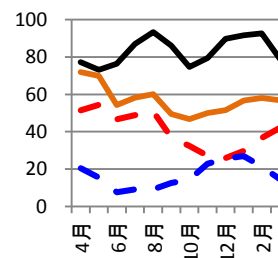
制約条件の設定

LCS電源構成モデル(総コスト最小化)

需給バランス 地域間



季節間



設備制約
(設備容量、出力変化率)

変動制約
(予備率、LFC、慣性力)

送電制約
(送電線容量、送電ロス)

蓄電システム制約
(揚水、蓄電池、水素)

地域制約条件
(立地条件、気象条件)

発電システム
設備容量

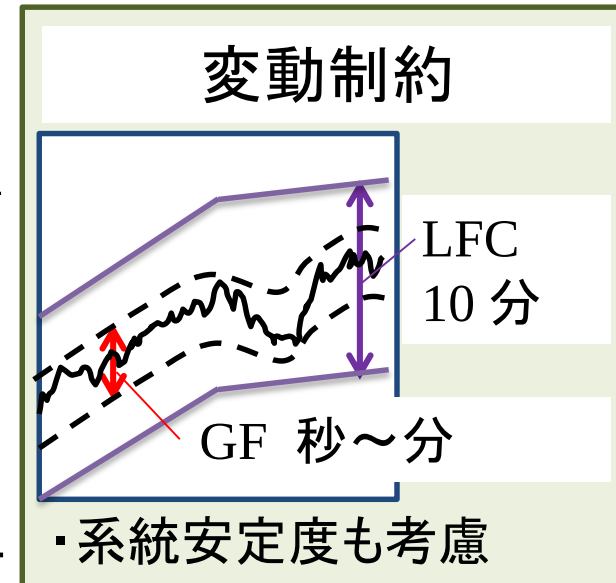
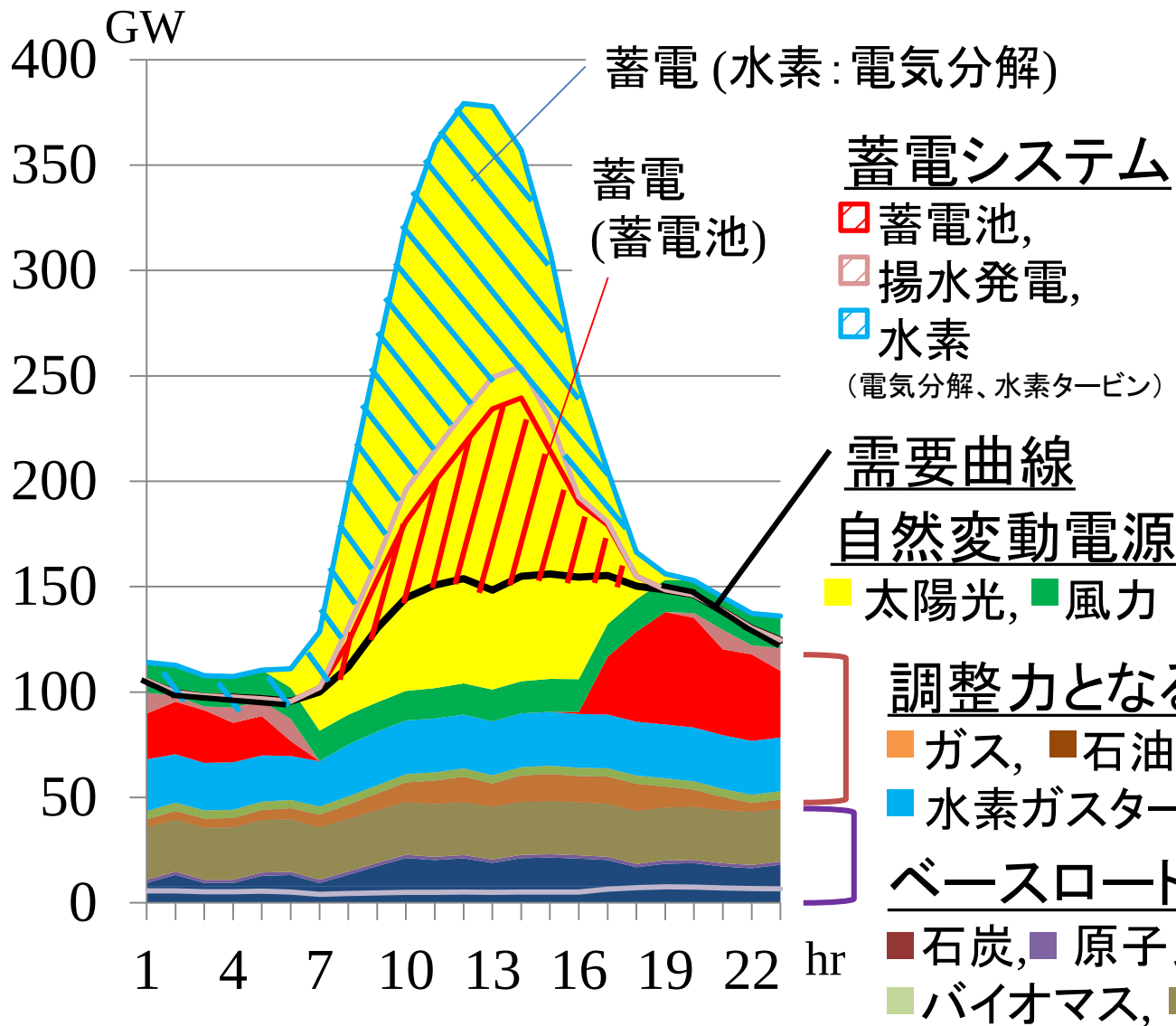
蓄電システム
設備容量

燃料

送電設備

電力システム総コスト、CO₂排出量

電源構成モデル



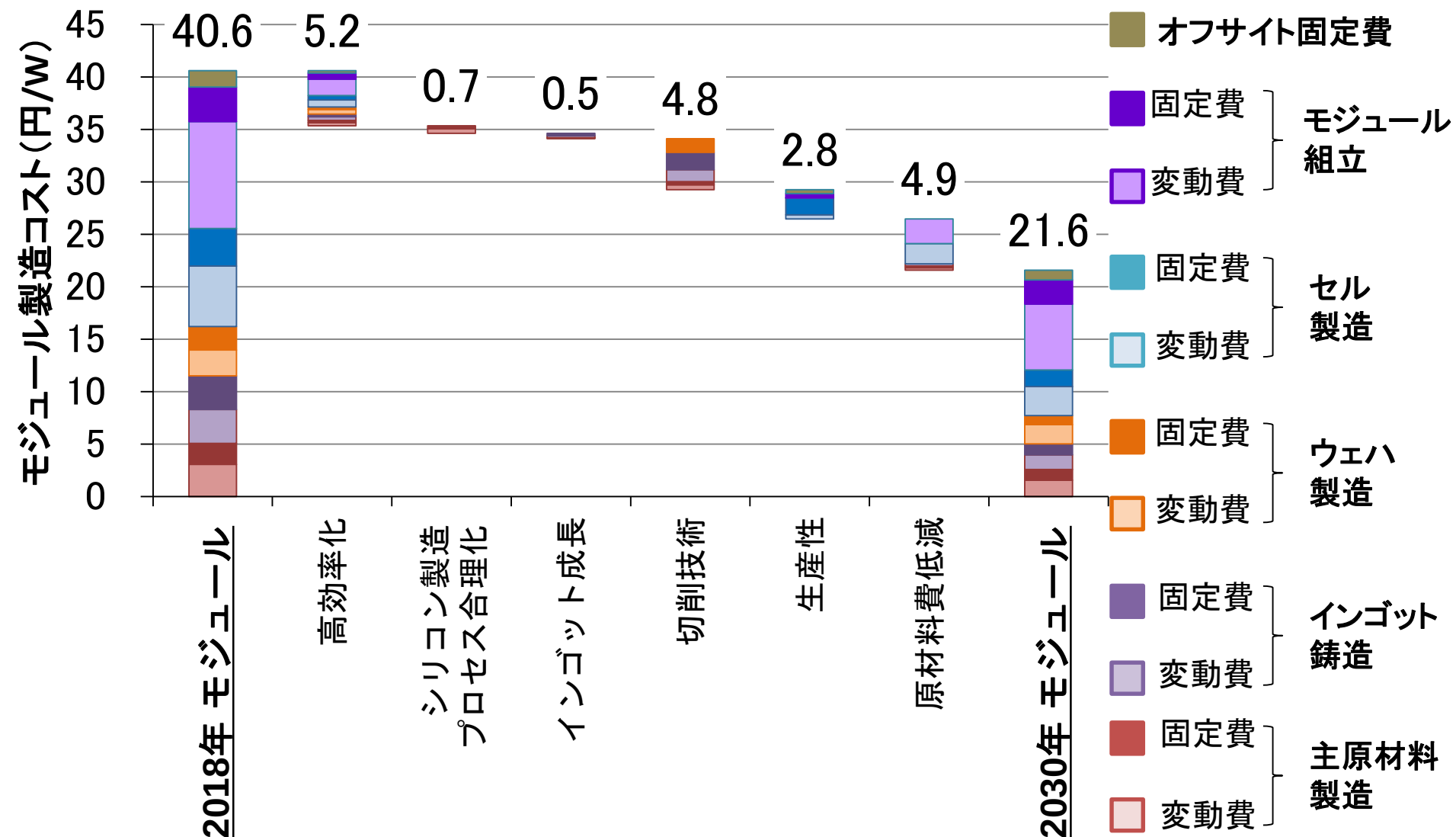
LFC: 負荷変動制御
GF: ガバナフリー制御

(2050年シナリオ、全国、夏季平日の時間出力例)

太陽光電池モジュール(Si)の製造コスト

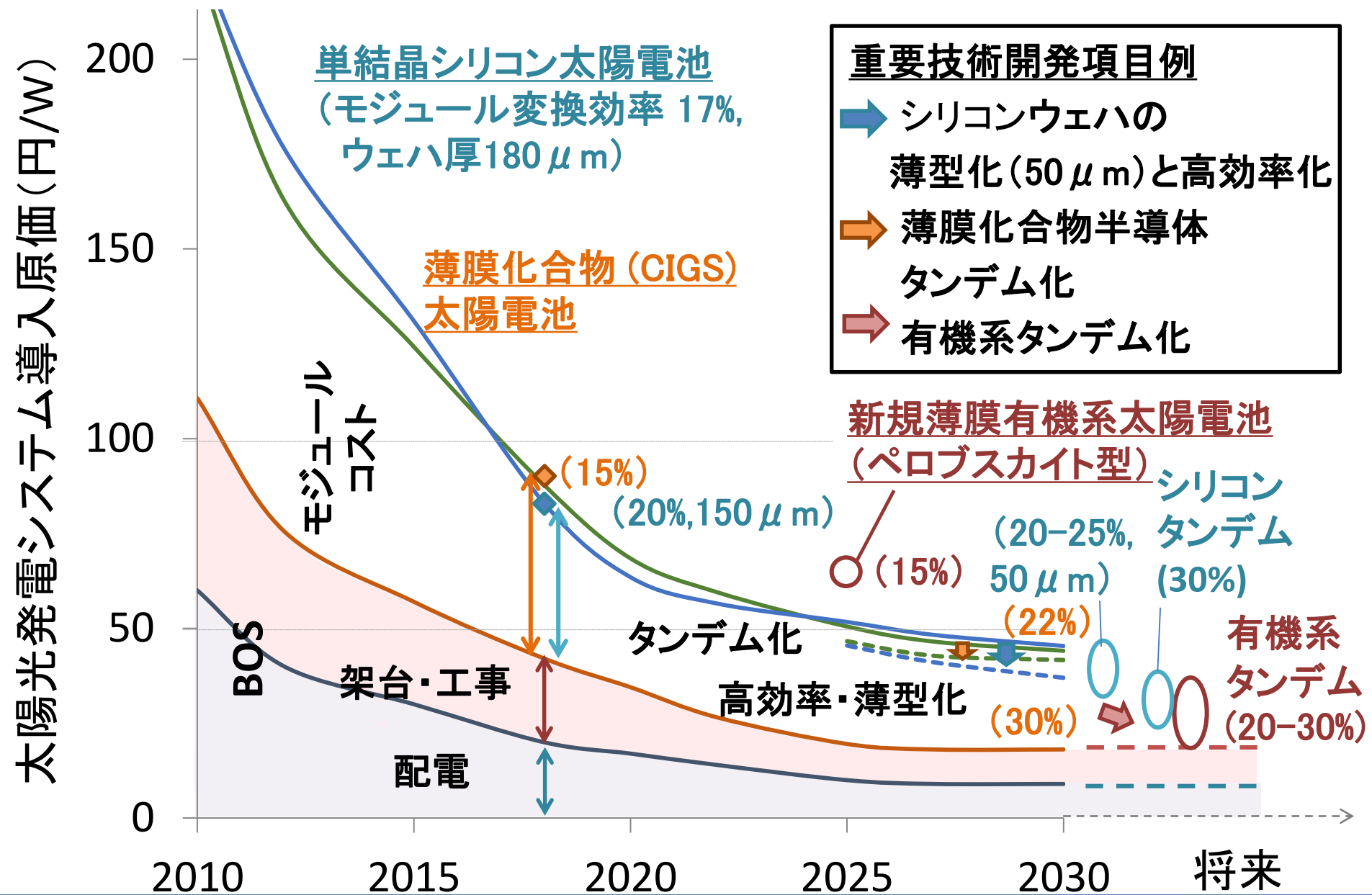
(9 円/kWh)

(4 円/kWh) (発電コスト)



太陽光発電システムの発展と原価の展望(2018年改訂版)

2019年5月31日



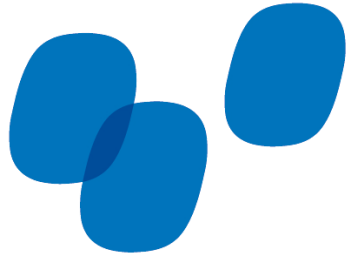


再生可能エネルギー技術シナリオ

	設備利 用率※1	発電コスト [円/kWh]			導入ポテ ンシャル (TWh/y)
ケース (技術水準 基準年)		A: 現状 (2015年 技術)	B: 技術進 展(2020年 技術)	C: 技術革 新(2030年 技術)	
太陽光	11%	16.0	9.5	5.7	>650
風力	23%	14.1	10.2	8.4	>500
地熱	70%	12.5	12.5	8.0	60
HDR地熱※2	70%	-	-	6.9	>100
バイオマス	70%	33.6	10.9	10.9	40
水力	54%	10.8	10.8	10.8	>30(追加)
蓄電池設備費※3		19 [円/Wh]	10 [円/Wh]	6 [円/Wh]	

※1 設備利用率は基準値。※2 HDR: 高温岩体地熱発電。※3 蓄電池は設備費。インバータは別に計算。

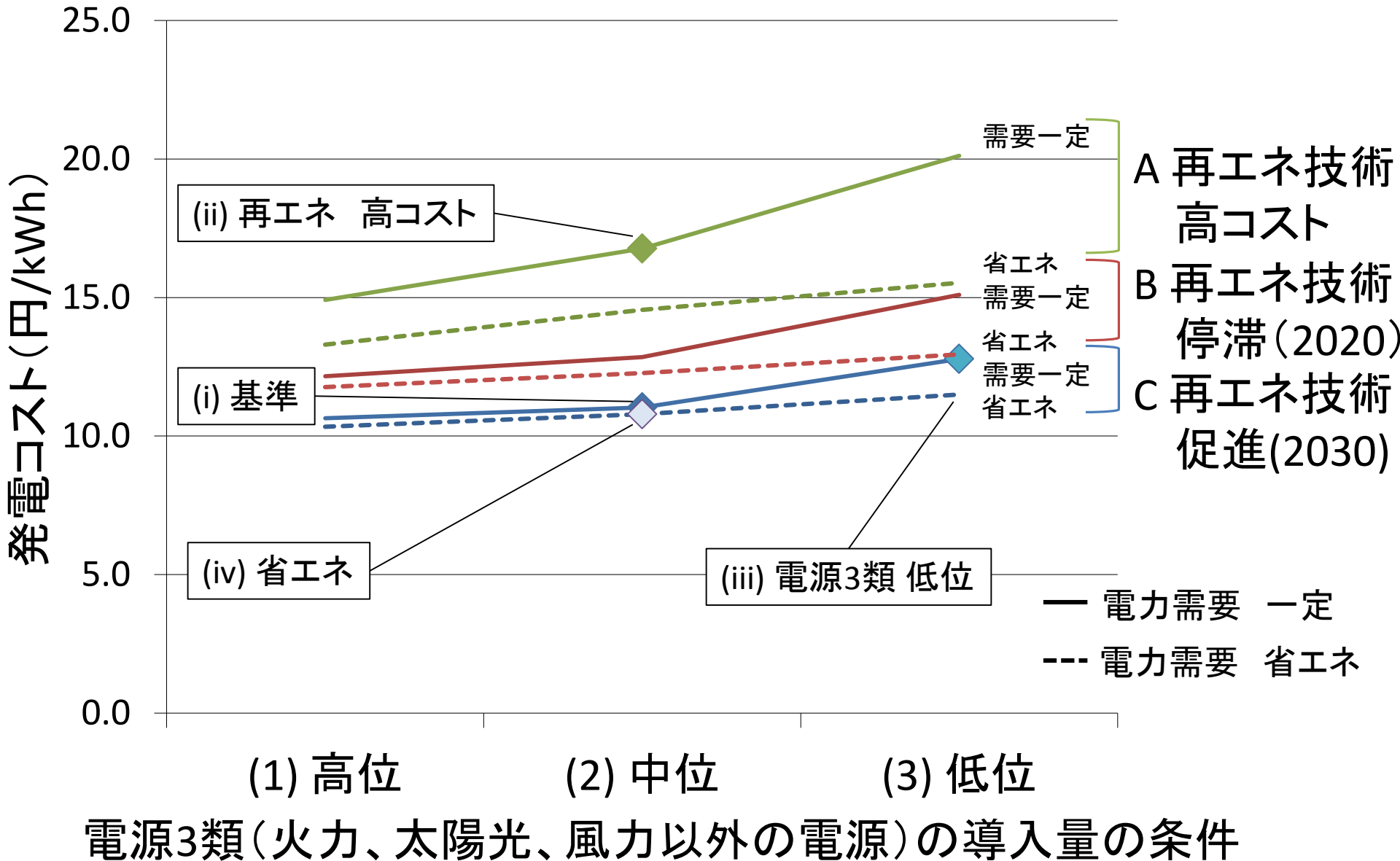
参考) イノベーション政策立案のための提案書 FY2016-PP-10, FY2018-PP-16, FY2017-PP-01, FY2016-PP-04, FY2017-PP-02, FY2015-PP-02



ゼロカーボン電源システム実現のための 課題

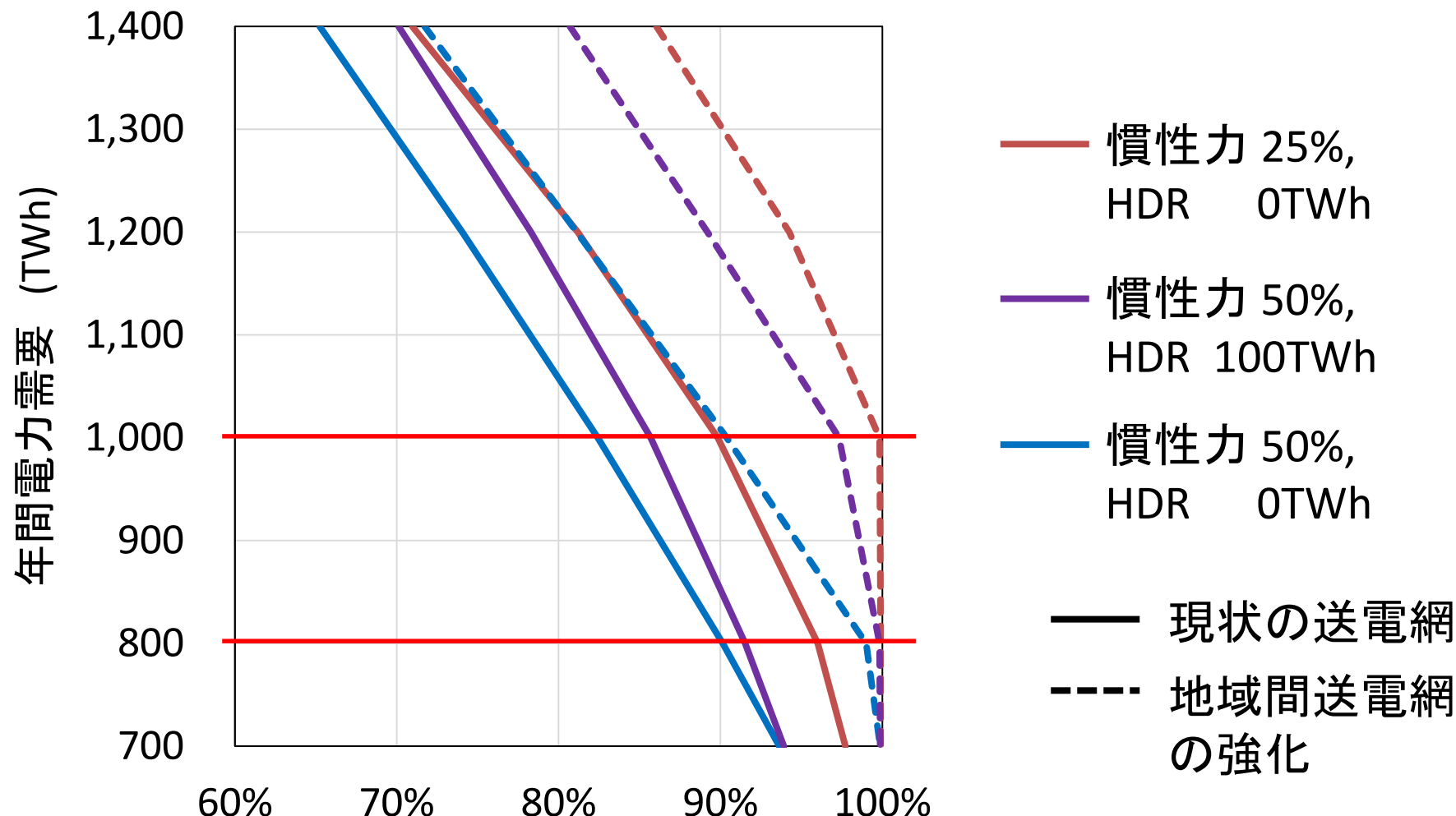
—LCS電源構成モデルを用いた分析結果—

2050年80%削減のシナリオ



CO₂排出削減ポテンシャルと電力需要

— 慣性力制約の電力需要とCO₂削減量に与える影響 —

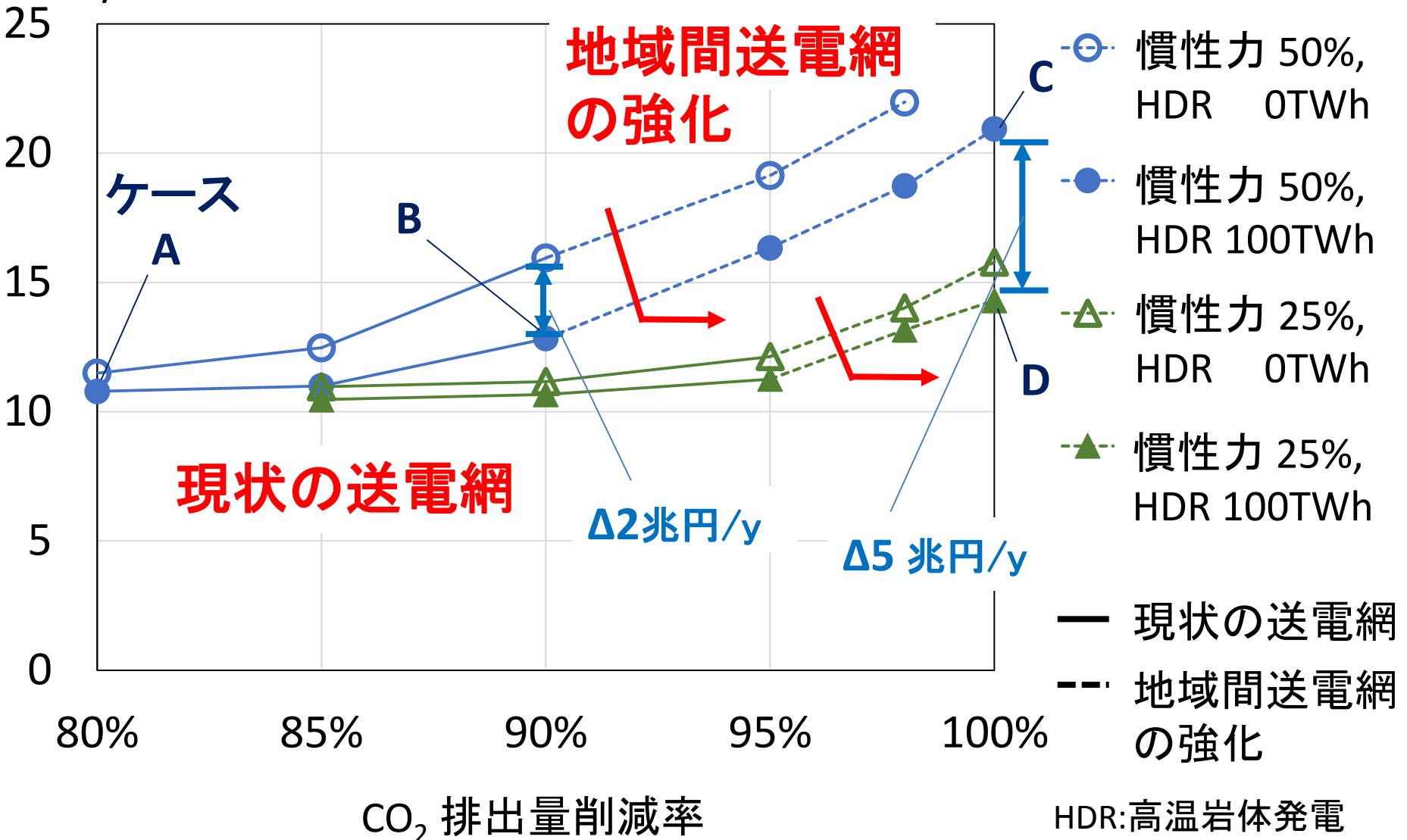


CO₂排出量削減率の最大削減ポテンシャル(2013年比)

HDR:高温岩体発電

電力コスト(慣性力制限, HDRの影響)

円/kWh 電力需要 800TWh

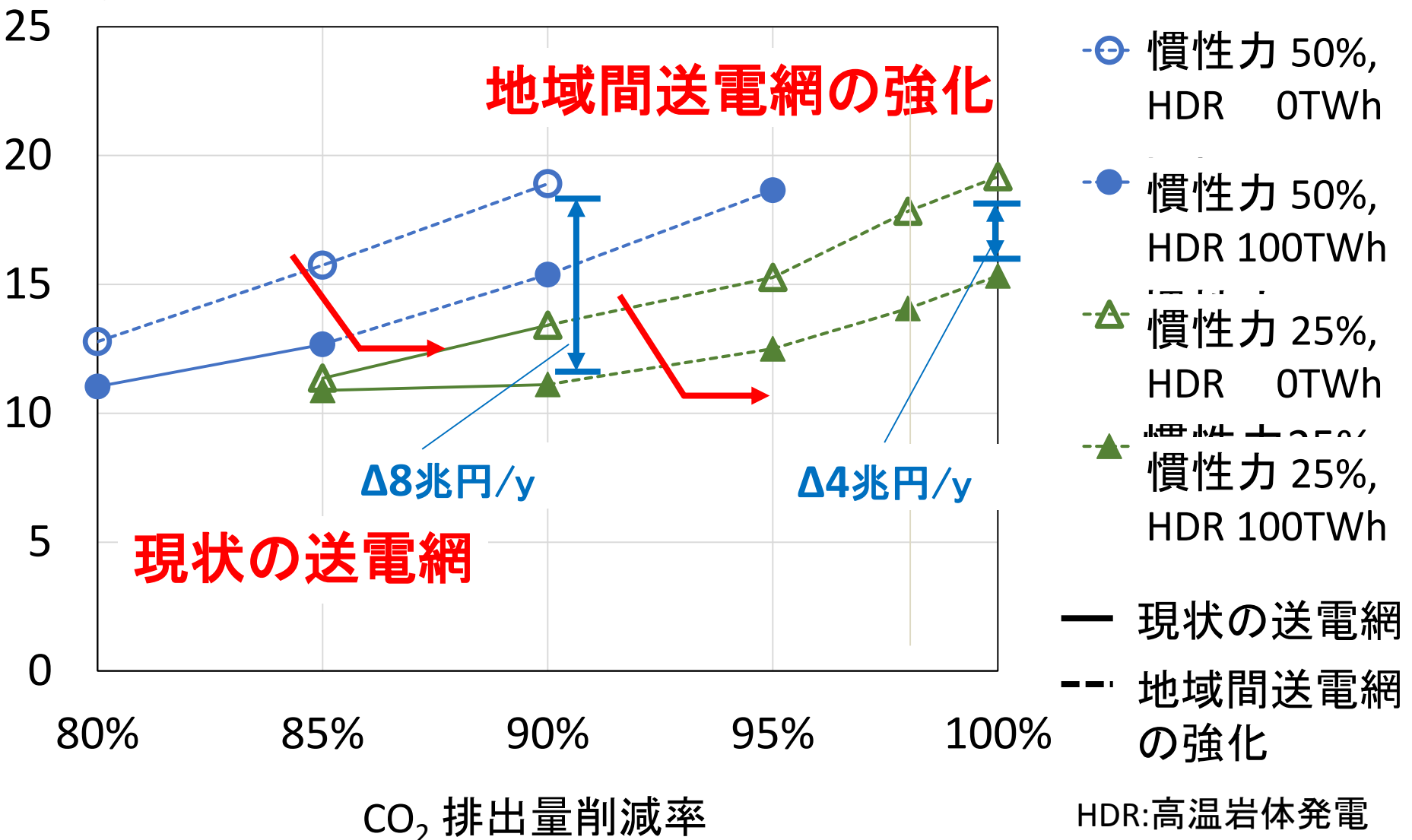


ゼロカーボンに向けた発電コスト(電力需要800TWh/y、原子力ゼロ)

ケース		A	B	C	D
計算条件	CO ₂ 排出量削減率	80%	90%	100%	100%
	高温岩体地熱(HDR)	なし	あり	あり	あり
	地域間送電網強化	現状	現状	強化	強化
	慣性力供給制約	50%	50%	50%	25%
計算結果	発電量 [TWh/y]	石炭	16	0	0
		LNG	277	159	0
		太陽光	327	412	692
		風力	77	141	460
		地熱	12	112	112
		バイオマス	31	31	31
		水力	130	130	130
		総発電量	870	985	1,425
	発電コスト [円/kWh]		11.5	12.5	20.7
	水素 利用量 [TWh/y]		0	43	186
	蓄電池 利用量 [TWh/y]		135	173	322
	蓄電池 設備容量 [GWh]		451	591	1,061
					656

電力コスト(慣性力制限, HDRの影響)

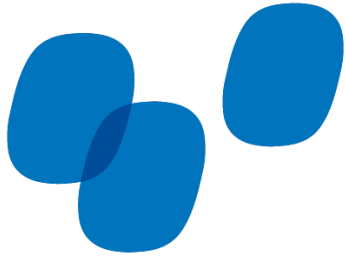
円/kWh 電力需要 1000TWh





まとめ

- 経済的かつ系統安定化を考慮した低炭素電源システムの実現へ。太陽光発電(300~600GW)、風力発電(50~200GW)と蓄電池システム(400~700GWh)の導入が必要となり、大規模な普及に向けた政策支援も
- 特にCO₂排出量90%以上削減するには、送電網の強化に加え、慣性力の供給制約による発電コストへの影響が大きく、系統安定化のための新しい技術開発が必要。(高温岩体地熱発電等)
- 電力需要の低炭素電源システム実現に対する影響が大きい。将来の産業構造の変革も含めた電力需要の総合的評価が必要であり、様々な将来像に対する技術評価を進めていく必要がある。
- 定量的技術シナリオを用いた統合評価の活用。新技術、科学的根拠も常に見直して先端の思考を。
- 難しいシナリオへの挑戦。限界を超える思考へ



御清聴ありがとうございました

本日の発表内容の技術に関連する資料

低炭素電源システム、太陽光発電、蓄電池、風力発電、地熱発電、水素、等の各技術 など

低炭素社会戦略センターHP > 提案書

<https://www.jst.go.jp/lcs/proposals/index.html>