



資源・エネルギー戦略調査会
再生可能エネルギー普及拡大委員会
2016年1月15日

エネルギー自給国家を目指そう 再エネは安い、省エネは儲かる

小宮山 宏

科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター長
プラチナ構想ネットワーク会長

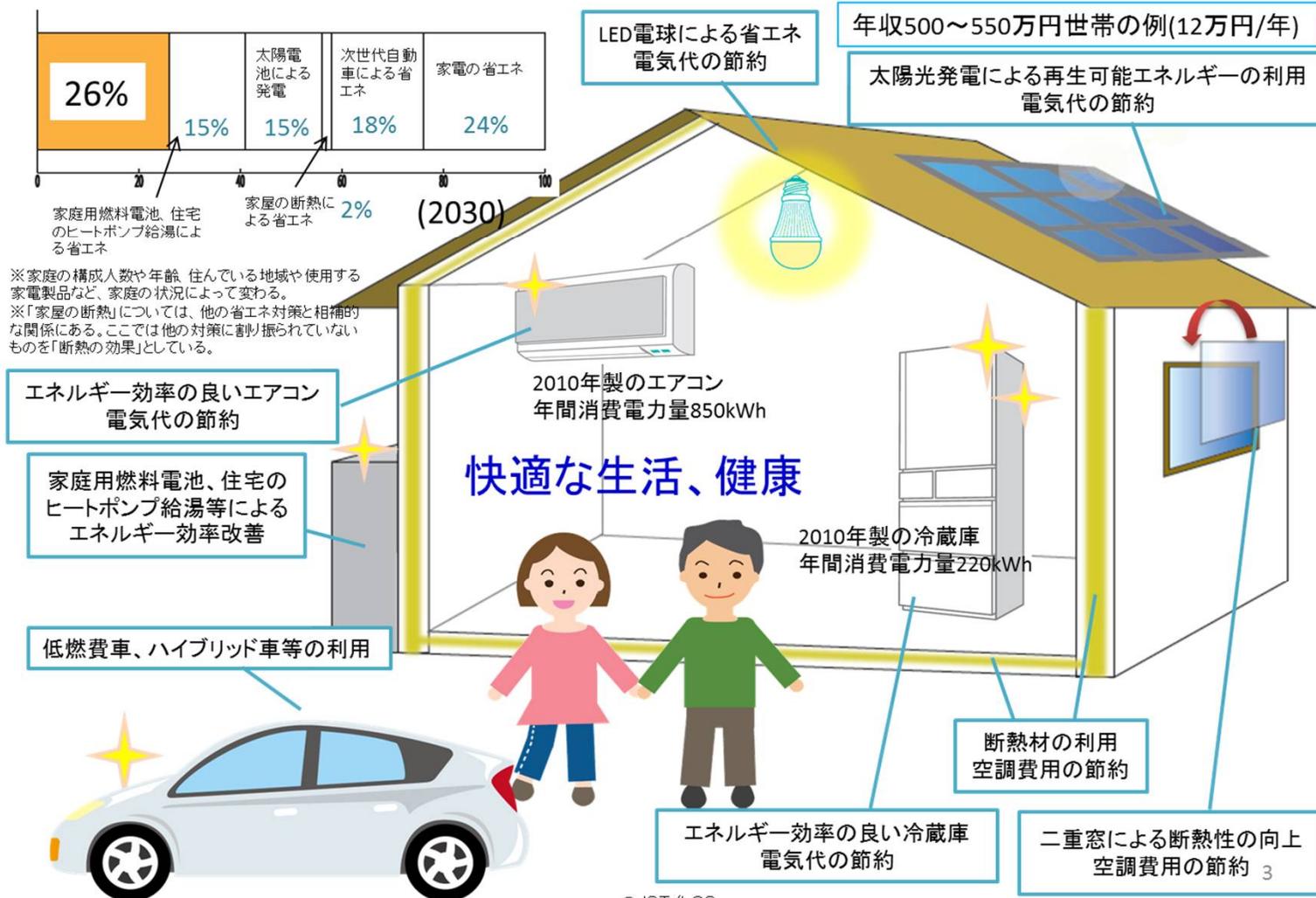
発表内容

1. 再生可能エネルギー(RE)は、現状も今後も一般的理解よりはるかに安価
2030年の予測は、太陽電池 6円/kWh、風力(陸上)8円/kWh
2. 2015年2月3日、4月15日の発表以降も、RE関連の技術進歩は顕著
3. パリ協定は重要で、世界はREイノベーション花盛りの時代を迎えるだろう
日本は劣後する懸念がある
4. 日本は、REによるエネルギー自給国家を目指すべきだ
5. 国は許認可の迅速化、送電網の情報公開・強化などで支援せよ

これらは、科学技術振興機構・低炭素社会戦略センター(LCS)による「確実性の高い技術進歩を見込んだ評価」に基づいた結論である。資料請求等はLCSに御連絡ください

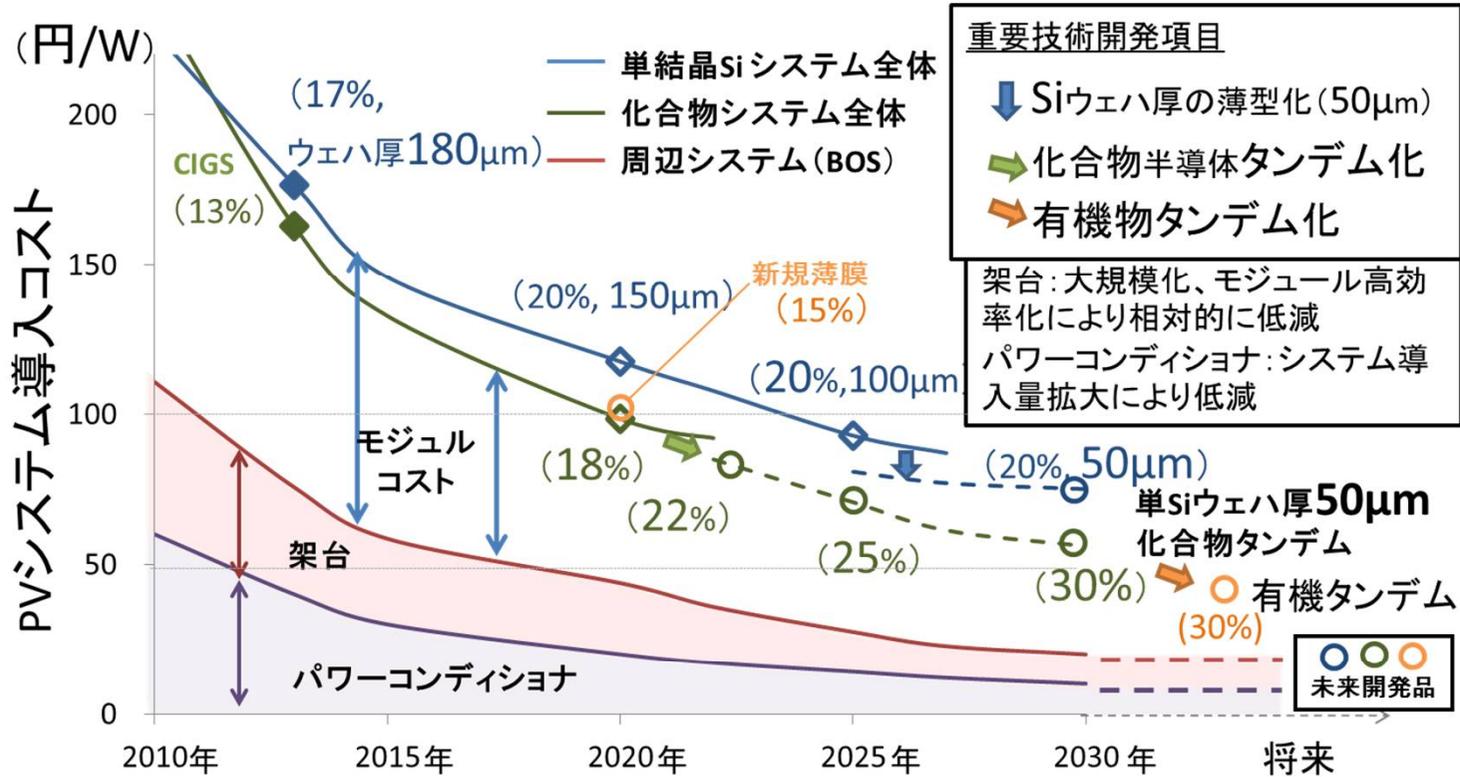
単価上昇しても、負担は減少し、初期投資も回収できる

省エネ対策で家庭のエネルギー使用量は1/4になる



確実性の高い技術進歩に基づく近未来予測

太陽光発電システム原価の展望



PVシステム原価の展望 (円/W)

	現状	2020年	2030年	新PV
モジュール	80	50	40	20
BOS	80	50	20	20
システム全体	160	100	60	40

技術評価に基づいたコストとポテンシャル

再生可能エネルギーは安価かつ量も十分ある

	コスト(円/kWh)		発電ポテンシャル (TWh/y)
	現在	2030年	
太陽光	24	6	>400
風力(陸上)	16	8	>500
地熱	25	<25	60
小水力	30	15	70
バイオガス※	16(13)	13(10)	35
バイオマス(樹木)	31(8)	12(4)	40

変動型

安定型

() 数値は燃料費

年間電力消費: 1000TWh

バイオガス※ : 下水処理・食品残渣からのメタン(5 × 10⁹m³/y)
(0.1, 0.05t-乾体/人・y)

さらに変わった: クリーンなエネルギーが安い時代が来る

	コスト(円/kWh)		発電ポテンシャル (TWh/y)	
	現在	2030年		
太陽光	16	6	>400	変動型
風力(陸上)	16	8	>500	
地熱	12	<12	70※ ¹ , 500※ ²	安定型
小水力	30(12* ³)	<12	70	
バイオガス※	25(15)	13(5)	20	
バイオマス(樹木)	31(8)	12(4)	40	

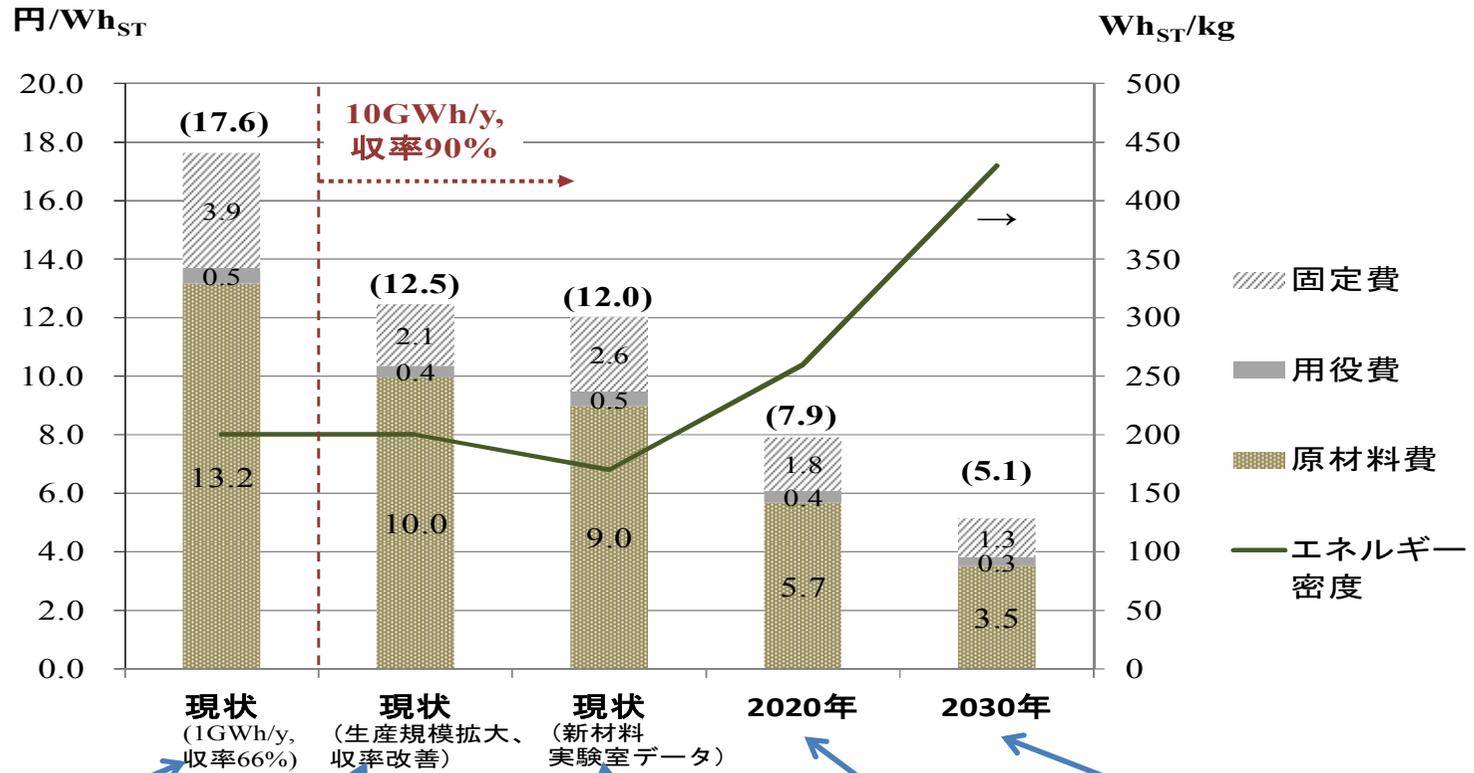
() 数値は燃料費 ※1: 熱水系 150°C以上 ※2: 高温岩体 300°C以上 ※3 現在実装中のデータ

参考: 年間電力消費: 約1000TWh

LNG火力 13.7円/kWh (2014年) ⇒ 13.4円/kWh (2030年) 原子力 10.1円/kWh ~ (2014年, 2030年)

(資源エネルギー庁推計値 総合資源エネルギー調査会発電コスト検証ワーキンググループ(第6回会合: 平成27年4月資料))

変動吸収用の蓄電池は非常に安くなる：テスラの衝撃



蓄電池システムのコスト構造分析シナリオ

正極材/負極材 →LiCoO ₂ /黒鉛	正極材/負極材 →Co-doped Li ₂ O/SiO	正極材/負極材 →Co-doped Li ₂ O/SiO	正極材/負極材 →Co-doped Li ₂ O/SiO +正極・負極の 微細構造製造技術 開発が必要	正極材/負極材 →Co-doped Li ₂ O/SiO +正極・負極の 微細構造製造技術 開発が必要
------------------------------------	---	---	---	---

国際的な木材生産性なら5分の1になり十分安価 木質バイオマスエネルギー

表1. 木材需給の現在と将来(自給率70%)

	現在 [百万t]	2030~2050年 [百万t]
木材需要量	36	36
国内生産量	10	25
木材チップ	3.6	6.5
間伐材		22

2030~2050年の
木質バイオマスエネルギー

発熱量 = 5.7×10^{11} [MJ /y]
電力量 = 40 [TWh/y]
(日本の電力消費量の4%)

表2. 下川町の林業(現在)

	生産量 [t/ha]	収入 [円/t]	コスト [円/t]
主伐	75	17,000	34,000
間伐	65	8,000	8,000

<目標>

主伐のコストを1/2: 17,000円/t
間伐のコストを1/2: 4,000円/t

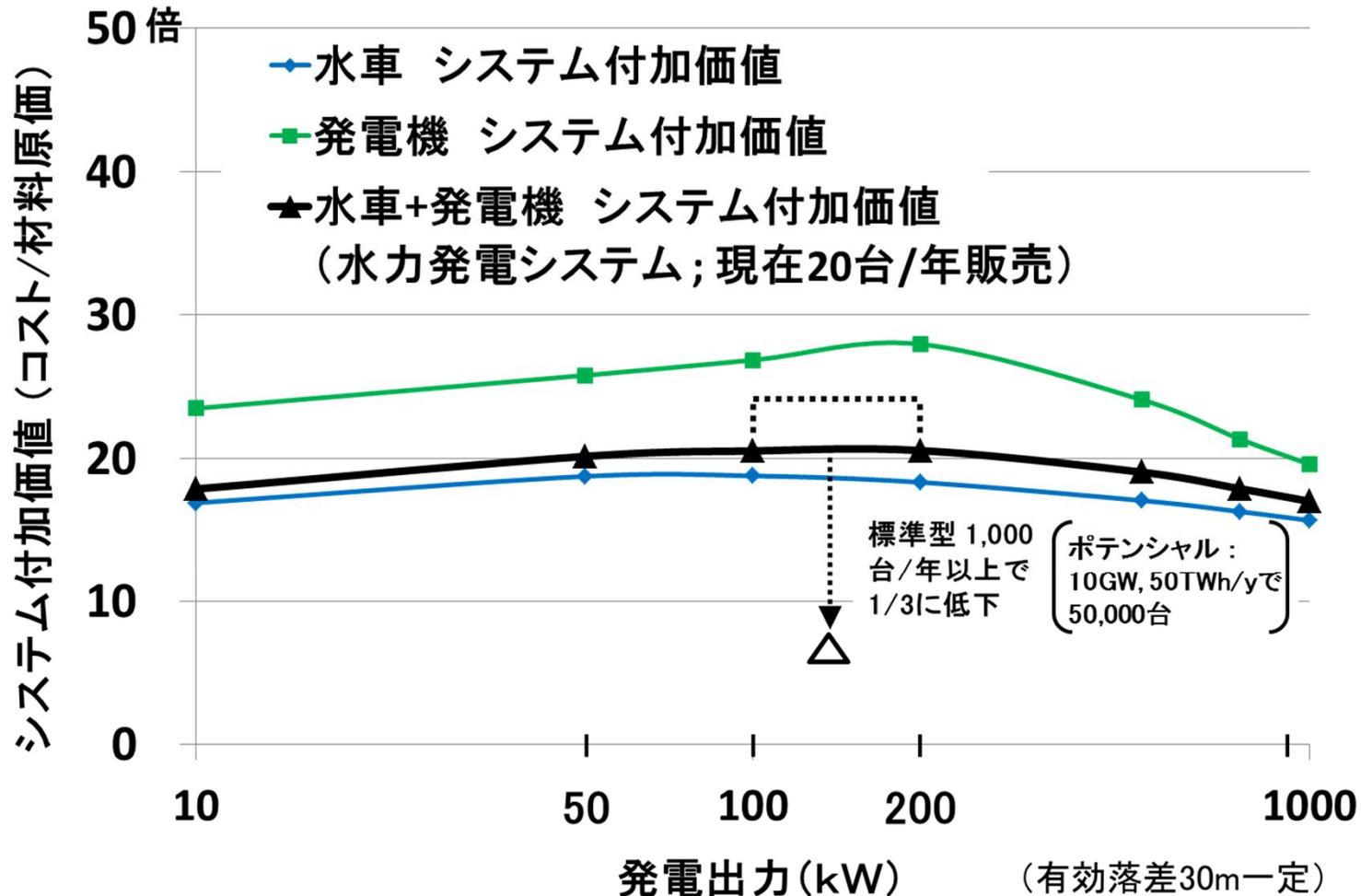
表3. 価格(現在)

	単価 [円/t]	発熱量 [MJ/kg]	発熱量当たり の価格[円/MJ]
石炭	8,800	26.6	0.33
木質バイオマス	8,000	15.6	0.51

主伐コスト1/2達成を木質
バイオマスの価格1/2につ
なげる。
木質バイオマス価格は石炭
の価格の80% (0.26円/MJ)
になる。

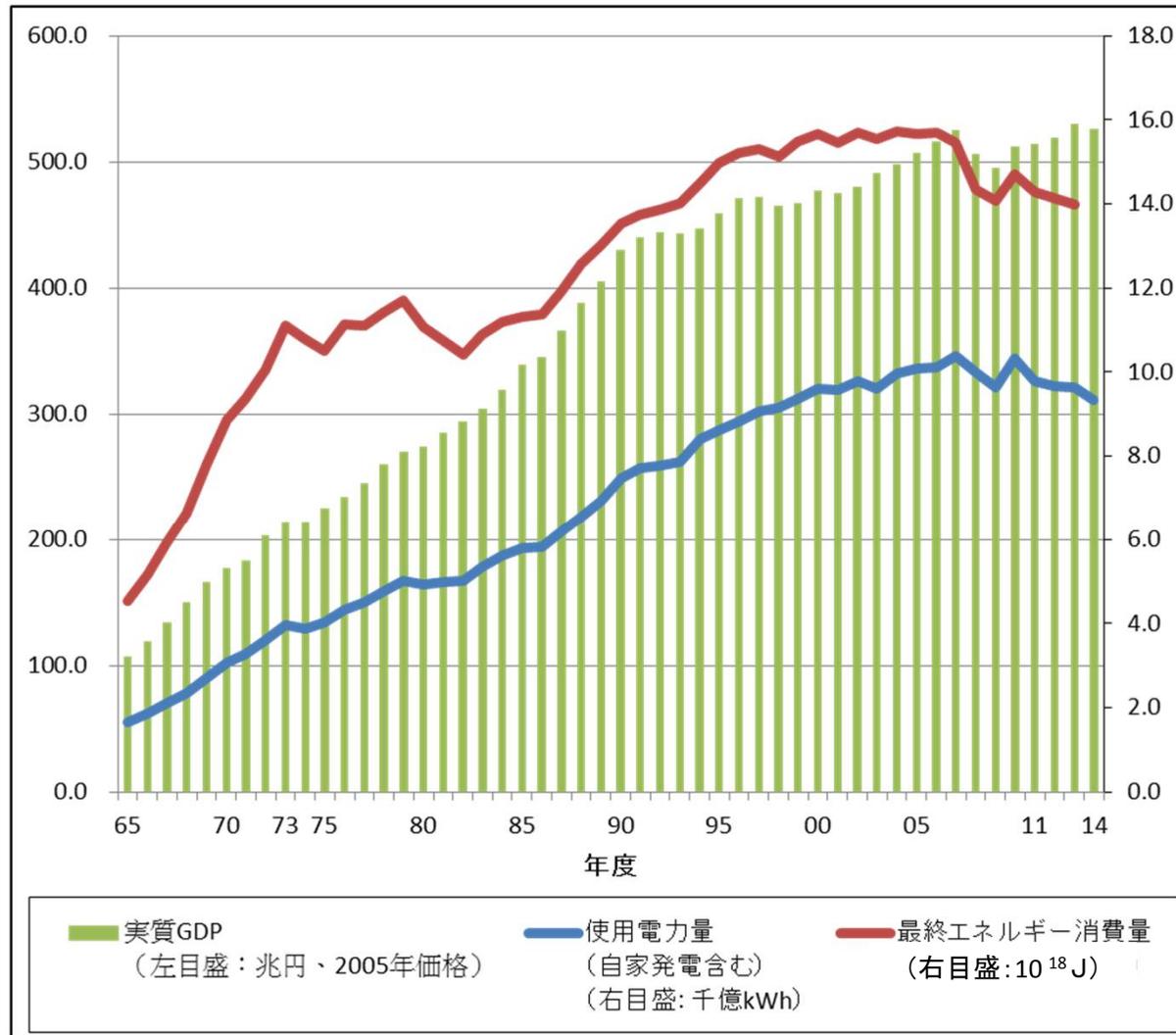
製造合理化と規模の拡大で低価格化

水力発電システムの付加価値と最大出力の関係





エネルギー消費は減っている



(最終エネルギー消費量データとGDPデータ出所)エネルギー白書2013年度(資源エネ庁)をもとに、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、内閣府「国民経済計算」を踏まえてデータ追加

(使用電力量データ出所)一般電気事業者10社計+自家発電、電気事業60年の統計(電気事業連合会)、資源エネルギー庁「電力調査統計」より作成

(注)使用電力量は一般電気事業者10社計+自家発電量。2014年の自家発電量は、ピーク時(2002年)からのトレンドによる外挿値を用いた推計値。

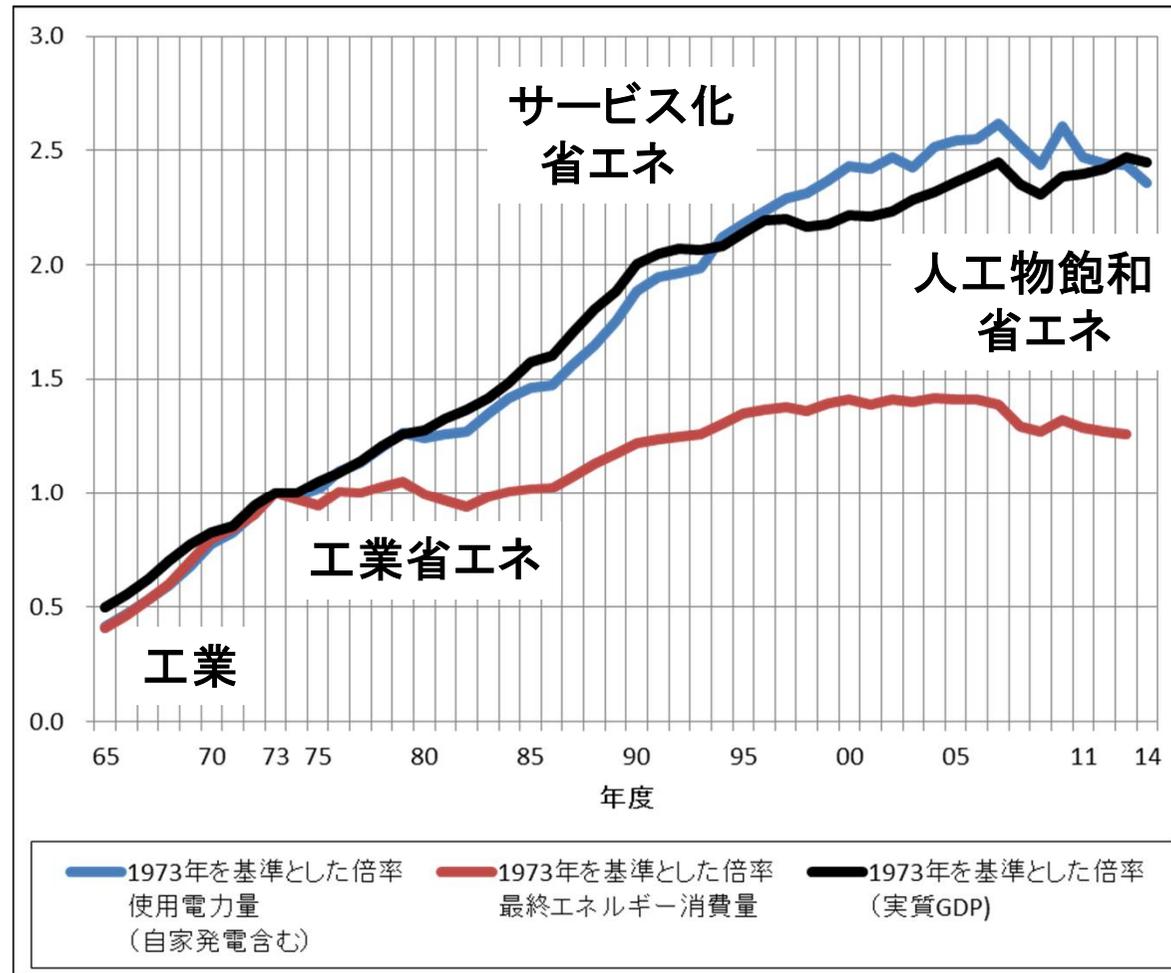
2015年11.2%(2010年比)減少、省エネはまだまだ進む 電力使用量は減少傾向

年度	ピーク電力[GW]			発受電電 力量[TWh]
	夏季最大	冬季最大	年間最小	
2010	176(8/23)	156(1/31)	115(5/13)	988
2011	155(8/10)	154(2/ 2)	107(5/31)	937
2012	154(7/27)	144(1/18)	107(5/11)	924
2013	158(8/ 9)	148(2/14)	106(5/17)	923
2014	151(7/25)	145(2/ 9)	104(5/23)	894
2015	151(8/ 7)			877
<u>2015</u> 2010	-14.2%	-7.1% (2014との比較)	-9.6% (2014との比較)	-11.2%

注. 2015年度の発受電電力量は、2014年12月から2015年11月までの1年間のデータ

(GW = 10億W, TWh = 1兆Wh)

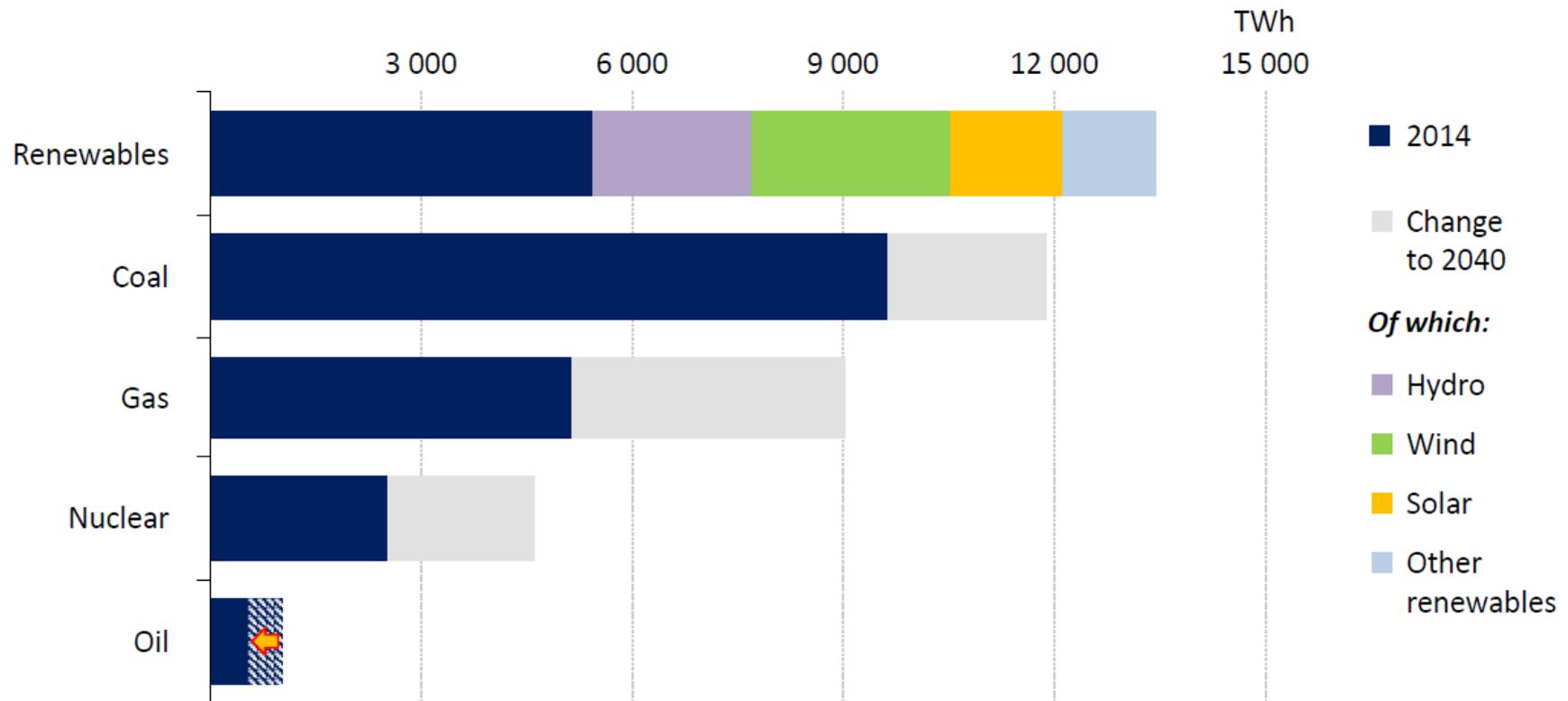
知の構造化：GDP150%増、エネルギー25%



(最終エネルギー消費量データとGDPデータ出所)エネルギー白書2013年度(資源エネルギー庁)をもとに、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、内閣府「国民経済計算」を踏まえてデータ追加し、1973年の値を1.0として算出
 (使用電力量データ出所)一般電気事業者10社計+自家発電、電気事業60年の統計(電気事業連合会)、資源エネルギー庁「電力調査統計」より作成し、1973年の値を1.0として算出
 (注)使用電力量は一般電気事業者10社計+自家発電量。2014年の自家発電量は、ピーク時(2002年)からのトレンドによる外挿値を用いた推計値。

IEAも気がついた

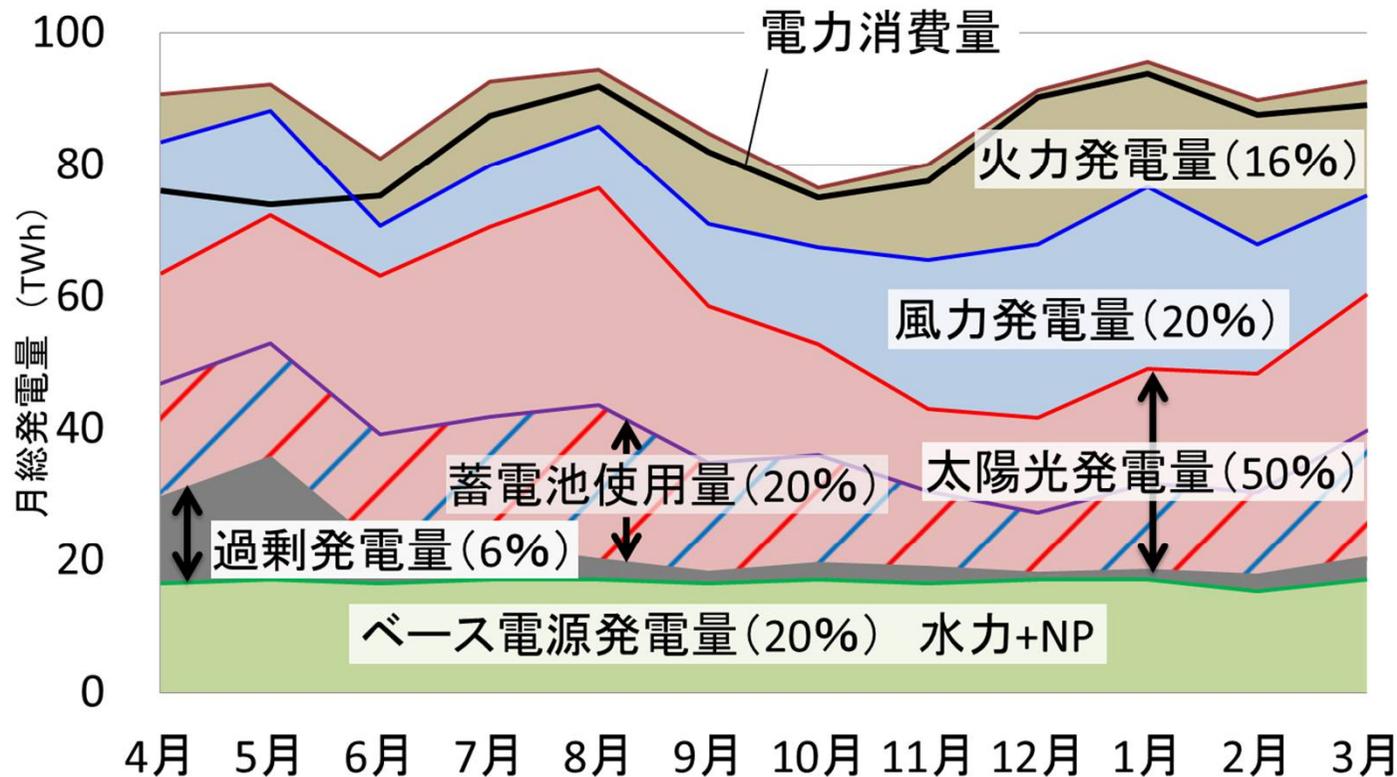
エネルギー資源別世界の電力供給



Source: World Energy Outlook 2015

日本は太陽光と風力と蓄電池を主力とする

ケース「将来②」太陽光50%・風力20% 導入における全国の発電量



ケース「将来②」ではRE導入ポテンシャルの最大まで導入を仮定。太陽光発電量(50%)、風力発電量(20%)の時間変動を考慮。(カッコ内は年間総発電量比)

再生可能エネルギーモデルは安い

再生可能エネルギー大規模導入例

電源構成		ケース	2030年	2050年①	2050年②	2050年③	2050年④
			PV+WP 9%	PV+WP40%	PV+WP70%	PV+WP70%	RE 90%
発電 量 (TWh/年) (受電端)	太陽光 (PV)		47	200	500	500	600
	風力 (WP)		44	200	200	200	200
	水力		90	100	100	100	100
	その他RE		0	0	0	100	100
	原子力		100	100	100	100	0
	火力 [稼働率]		720 [54%]	406 [48%]	155 [18%]	85 [10%]	106 [12%]
	合計		1001	1006	1055	1085	1106
蓄電池 (GWh _{ST})			9	280	1500	1500	1500
発電コスト (円/kWh) (蓄電池コスト)			9.8 (蓄 0.01)	9.1 (蓄 0.1)	9.9 (蓄 0.7)	10.5 (蓄 0.7)	10.6 (蓄 0.7)
CO ₂ 排出量 (g-CO ₂ /kWh) (2005年比)			516 (111%)	235 (50%)	104 (22%)	67 (15%)	78 (17%)

年間電力消費量を1000TWhとする。2030年は、LFCに蓄電池を用いたケース。2050年は負荷平準用に蓄電池を用いたケース。LFC・ガバナフリー制御の考慮が必要。火力は天然ガスが主。* REは導入ポテンシャルの最大まで導入を仮定、コストは2030年試算値を用い、蓄電池の寿命を10年、蓄電ロスを10%とした。
本試算による2005年の電力コスト 11円/kWh、CO₂排出量 465g-CO₂/kWh

EV5M台で500GWh

トヨタ環境チャレンジ2050の意義

小宮山のビジョン2050

人工物の飽和

エネルギー効率

再生可能エネルギー

都市鉱山

走行中のCO₂90%削減

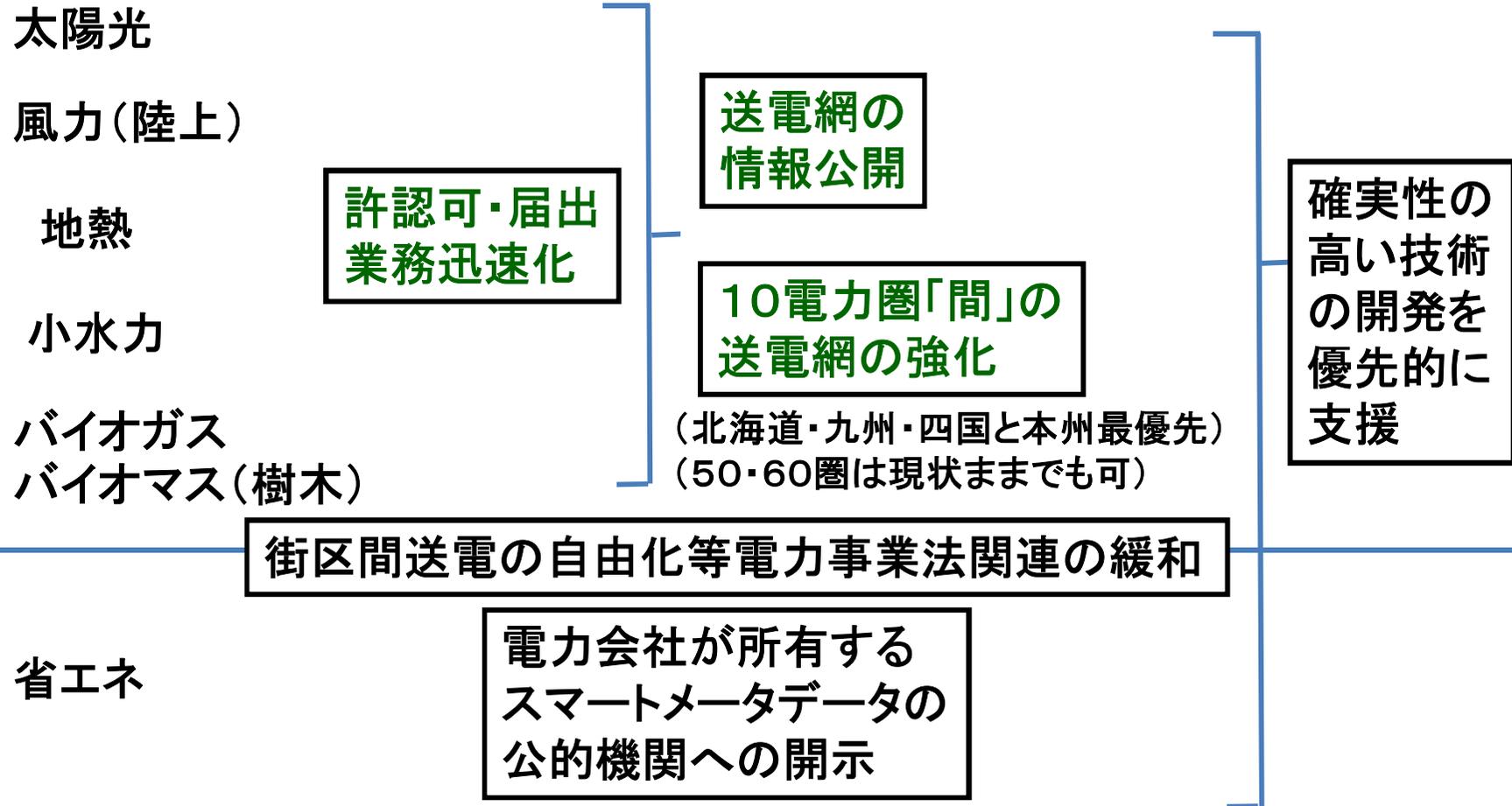
工場からのCO₂排出ゼロ

クルマからクルマを作る

日本の学が提唱し
企業が宣言した
国はどうする？

再生可能エネルギー、省エネルギー推進の方策

基本的に民間が進めやすい体制を作ること



結 言

- 再生可能エネルギーのコスト競争力は高まっており、今後もさらに高まる。2030年には、例えば太陽光発電は6円/kWhと予測され、最も安い電源になる
- 開発途上にある洋上風力を除外しても、国内に、経済的に成立する開発可能量が十分ある
- 蓄電池は安価になり、2050年電力コストへの負担は0.7円/kWh
- 日本は、再生可能エネルギーと蓄電池の安価なシステムによる**エネルギー自給国家**を目指すべきである
- 国は、許認可の迅速化(風力、水力、地熱など特にひどい)、送電網の公開(抑制の条件だろう)・強化(特に北海道・四国・九州と本州の間)を行え