

# 2030年政府案の実現性と 2050年明るいゼロカーボン (ZC)社会

2021.12.3

科学技術振興機構

低炭素社会戦略センター

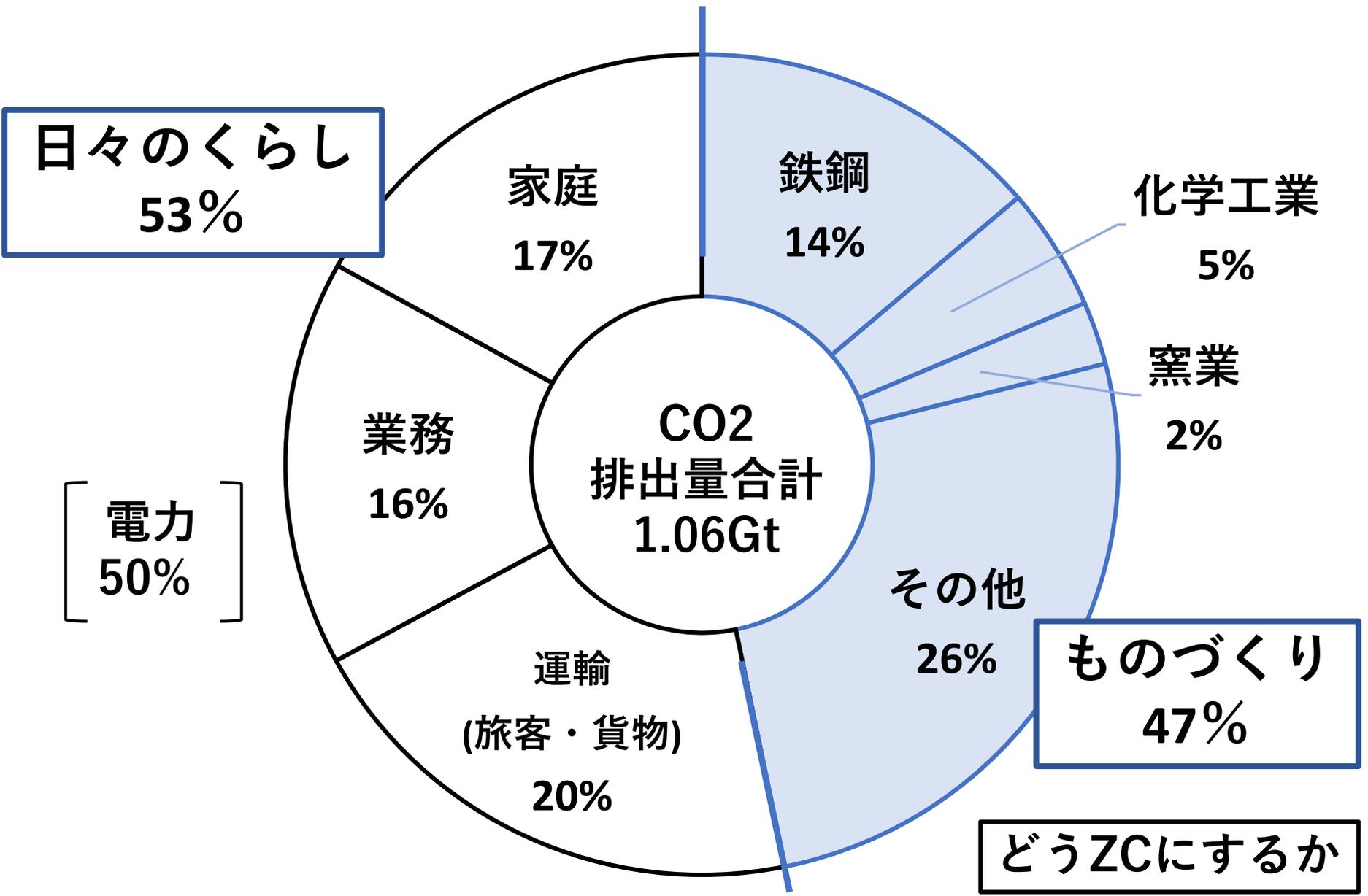
山田興一

# 発表内容

2050年のZC社会の姿と途中段階の2030年でのCO<sub>2</sub>削減率と電源構成、GDP変化、CO<sub>2</sub>排出量

1. 2030年,2050年の電源構成とコスト,CO<sub>2</sub>削減率
2. 自動車、鉄鋼、化学産業等のZC化
3. CC(CO<sub>2</sub> Capture),DAC(Direct Air Capture)コスト
4. 新産業連関分析による2030年、2050年産業構造変化とGDP計算結果

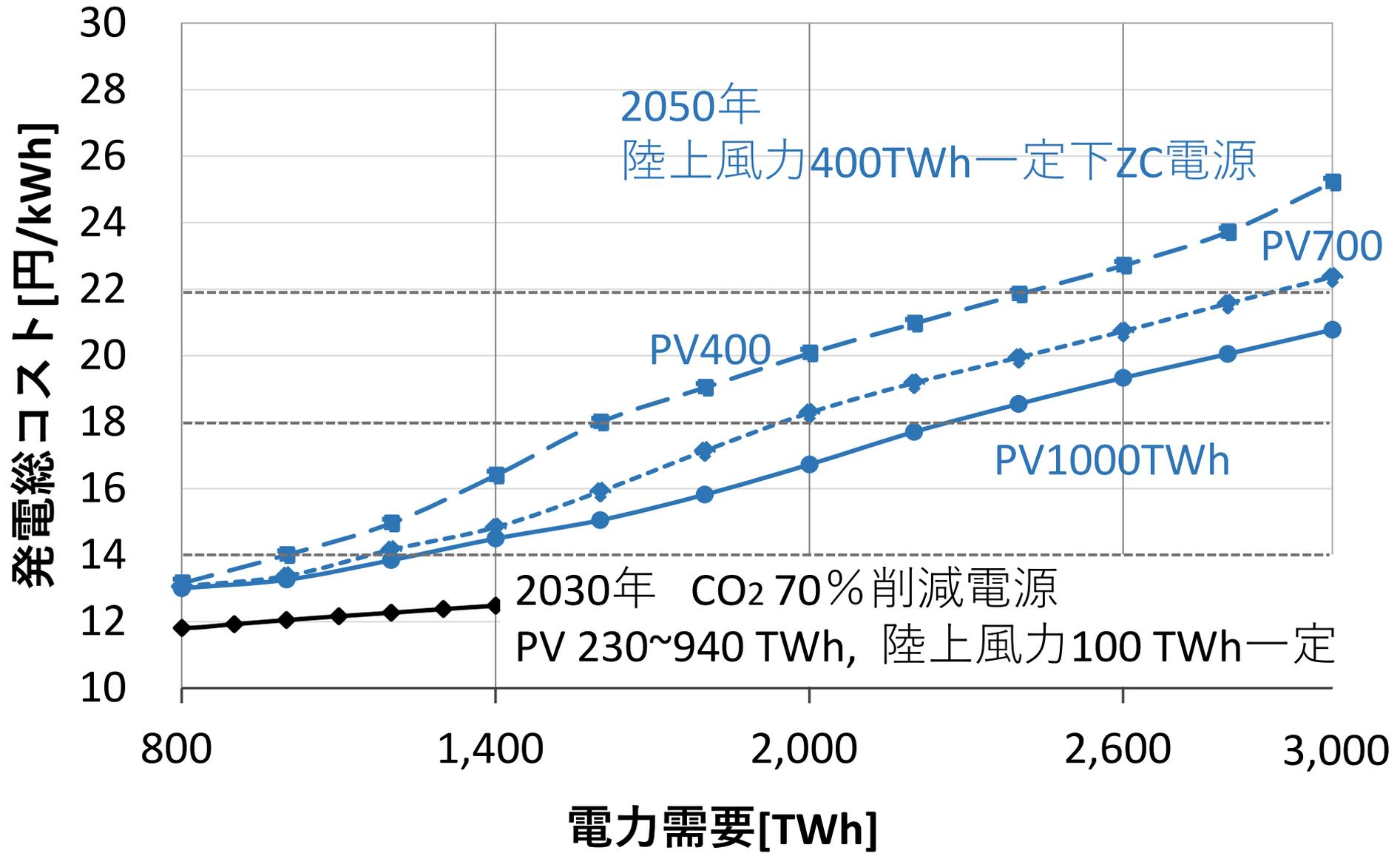
# 部門別二酸化炭素排出量 (2019)



どうZCにするか

参考：・EDMC/エネルギー・経済統計要覧2021年版

# 発電総コストと電力需要



# 発電構成と発電量コスト

年		2030	2030	2050	2050	2050	2050
CO2削減率		70%	70%	90%	90%	100%	100%
電力需要		1,000	1,200	1,200	2,000	1,200	2,000
発電量 [TWh]	原子力	0	0	0	0	0	0
	石炭	0	0	0	0	0	0
	LNG	383	383	128	128	0	0
	水力	130	130	140	140	140	140
	太陽光	464	703	557	1,000	745	1000
	風力	100	100	400	400	400	400
	洋上風力	0	0	0	468	0	837
	地熱	12	12	112	112	112	112
	バイオマス	10	10	30	31	31	31
	合計	1,099	1,339	1,366	2,278	1,428	2,520
利用量 [TWh]	蓄電池	166	307	229	341	294	234
	揚水	1	1	35	271	126	321
	水素	0	0	0.28	0.88	8	32
発電コスト、円/kWh		12.1	12.3	11.7	13.7	13.9	16.7

# 太陽光発電可能量と発電施設面積地域分布

## 全国発電可能量と施設面積

	発電可能量 (TWh/年)	発電施設面積 (km <sup>2</sup> )
2020年	230(実質)	9,800
2030年	640	27,000
2040年	920	39,000
2050年	1,000	43,000

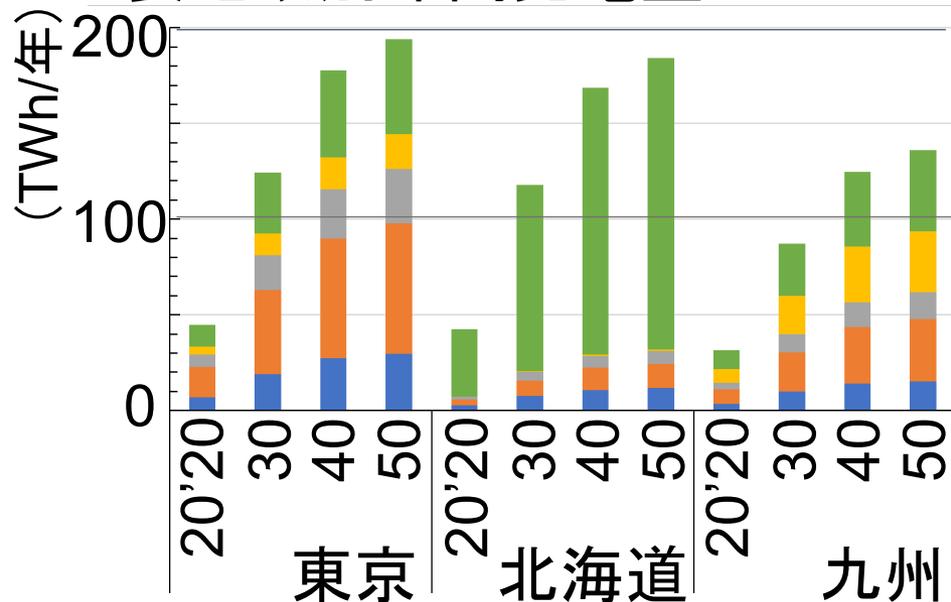
## 2050年主要地域年間 発電可能量 (TWh)

東京	190
北海道	180
九州	140
中部	130
東北	130

全国合計  
1,000TWh

## 地域は10大電力会社管区

## 主要地域別年間発電量



- : 営農地 (耕地のうち畑の50%と再生農地)
- : 荒廃農地 (もとは農地で再生不可能な土地、悪条件の15%は除く)
- : 空き家整備地 (耐震性能を満たさない老朽家屋の跡地の50%)
- : 住宅屋根
- : 住宅以外屋根等 (公共建物、工場、倉庫、商業施設等)

# 電解水素製造と水素発電

## 電解水素アルカリ隔膜製造法

## 水素発電

### 前提条件

電力料金	¥ /kWh	15
CO2排出量	g-CO2/kWh	10

原料単価	¥ /MJ	7.0
------	-------	-----

電解プラント能力	MW	350
	10MWユニット*35基	
水素製造量	トン/年	55,000

発電能力	MW(Gross)	124
	水素55,000t/y, 効率0.53	
年間発電量	GWh/年	953

変動費	¥ /MJ	6.5
固定費		0.5
水素製造コスト合計		7.0

変動費	¥ /kWh	49.1
固定費		1.7
発電コスト合計		50.8

CO2排出量	g-CO2/MJ	4.6
--------	----------	-----

CO2排出量	g-CO2/kWh	35
--------	-----------	----

電解水素利用 水素FC車は5円/kmで経済性あり

# 自動車部門のCO<sub>2</sub>排出量と電力使用量比較

年度		2018			2030			2050		
カテゴリー		台数 (M台)	CO <sub>2</sub> (Mt)	電力 (TWh)	台数 (M台)	CO <sub>2</sub> (Mt)	電力 (TWh)	台数 (M台)	CO <sub>2</sub> (Mt)	電力 (TWh)
乗用車	ICE	54.5	93.2		26.7	39.6				
	HV	7.8	12.1		20.0	21.8				
	PHV	0.1	0.1		4.9	2.2	1.9			
	EV	0.1		0.1	4.8		7.5	44		26
トラック	ICE	14.9	76.6		11.5	55.0				
	HV	0.0	0.0		2.6	5.6				
	EV	0		0	0.3	0.0	6.3	12		25
バス	ICE	0.2	4.1		0.2	2.7	0			
	HV	0.0	0.0		0	0.3				
	EV	0.0		0	0	0.0	0.7	0.2		2.7
合計		78	186	0.1	71	127	16	57	0	54
販売金額 / 台数 (兆円 / 百万台)		101 / 5.2			116 / 4.2			147 / 3.4		

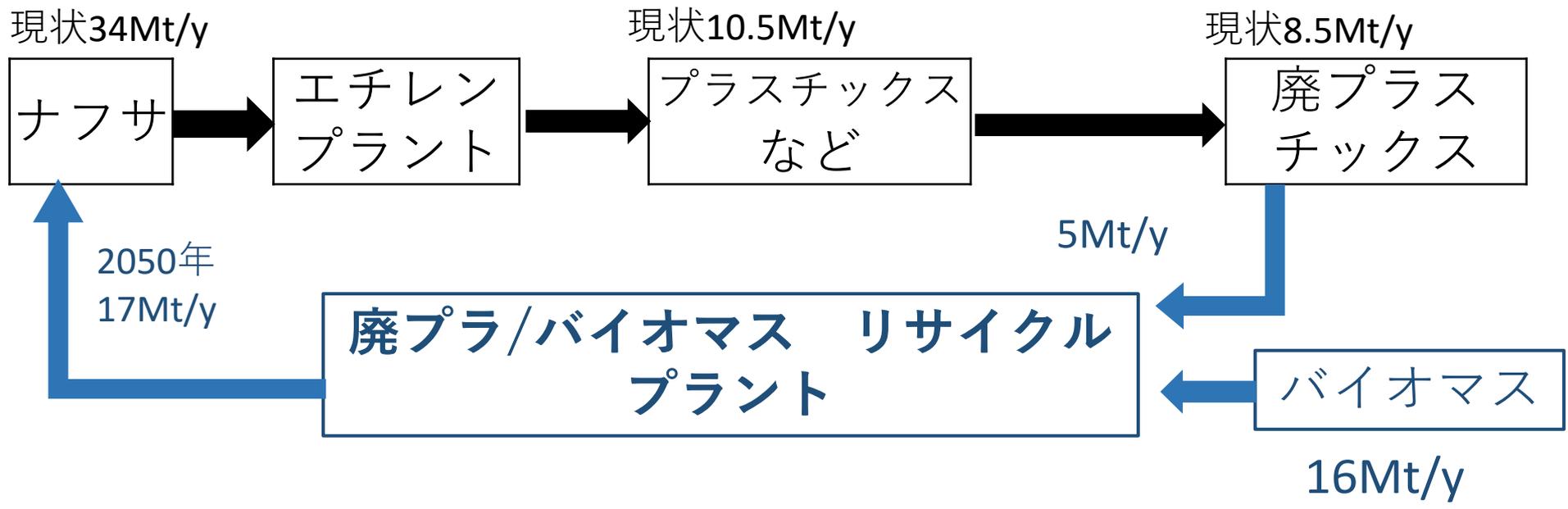
CO<sub>2</sub>削減率2030年34%.2050年100%,台数減、高機能化で売り上げ増(過去実績)

# 鉄鋼生産量とCO<sub>2</sub>排出量の変化

年度 量 品種	2013		2030		2050	
	生産量 (Mt)	CO <sub>2</sub> 排出量 (Mt)	生産量 (Mt)	CO <sub>2</sub> 排出量 (Mt)	生産量 (Mt)	CO <sub>2</sub> 排出量 (Mt)
高炉・転炉品	86	185 <small>2.15t-CO<sub>2</sub>/t-鉄</small>	48	95 <small>(1.98t-CO<sub>2</sub>/t-鉄) 92%減</small>	20	30 <small>(1.5t-CO<sub>2</sub>/t-鉄)</small>
電炉品	25	15	32	7	50	3
合計	111	200 <b>(基準)</b>	80	109 <b>(45%減)</b>	70	33 <b>(70%減)</b>

電力CO<sub>2</sub>原単位は2030年70%減、2050年100%減になる。  
 2050年CO<sub>2</sub>排出量0にするためのCC+DACCS費用は  
 4,000円/t-鉄鋼と低い。

# プラスチック循環利用によるZC化 (2050年)



**リサイクルナフサ費用: 34¥/kgナフサ**  
 (現状ナフサ価格: 40 - 60¥/kg)

- 廃プラリサイクル工場が10プラント, プラスチック用バイオマス16Mt/y必要
  - ナイロン・ポリエステルなど生産にバイオマス10Mt/y必要
- ⇒ 2050年 化学産業CO<sub>2</sub>排出量3Mt/y(現在の5%)

# 国内外CCS/DACS コストとCO<sub>2</sub>排出量ケーススタディ

ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
国内立地・国内貯留(1,000km)		海外立地・海外貯留(11,000km)	
DACS	CC+DACS	DACS	CC+DACS

¥/kg-CO<sub>2</sub>

CO <sub>2</sub> 捕集	35	7	25	4
CO <sub>2</sub> 輸送	2	2	0	0
CO <sub>2</sub> 注入	0.1	0.1	0.1	0.1
合計	37	9	25	4

g-CO<sub>2</sub>/kg-CO<sub>2</sub>

CO <sub>2</sub> 捕集	11	0.4	11	0.4
CO <sub>2</sub> 輸送	26	26	0	0
CO <sub>2</sub> 注入	0.05	0.05	0.05	0.05
合計	37	26	11	0.5

コスト算出の主な前提条件 1.NG: 国内1.5¥/MJ, 海外0.35¥/MJ

2.電力単価: 国内12¥/kWh, 海外6¥/kWh

# CO<sub>2</sub>分離・回収法



貯留地必須

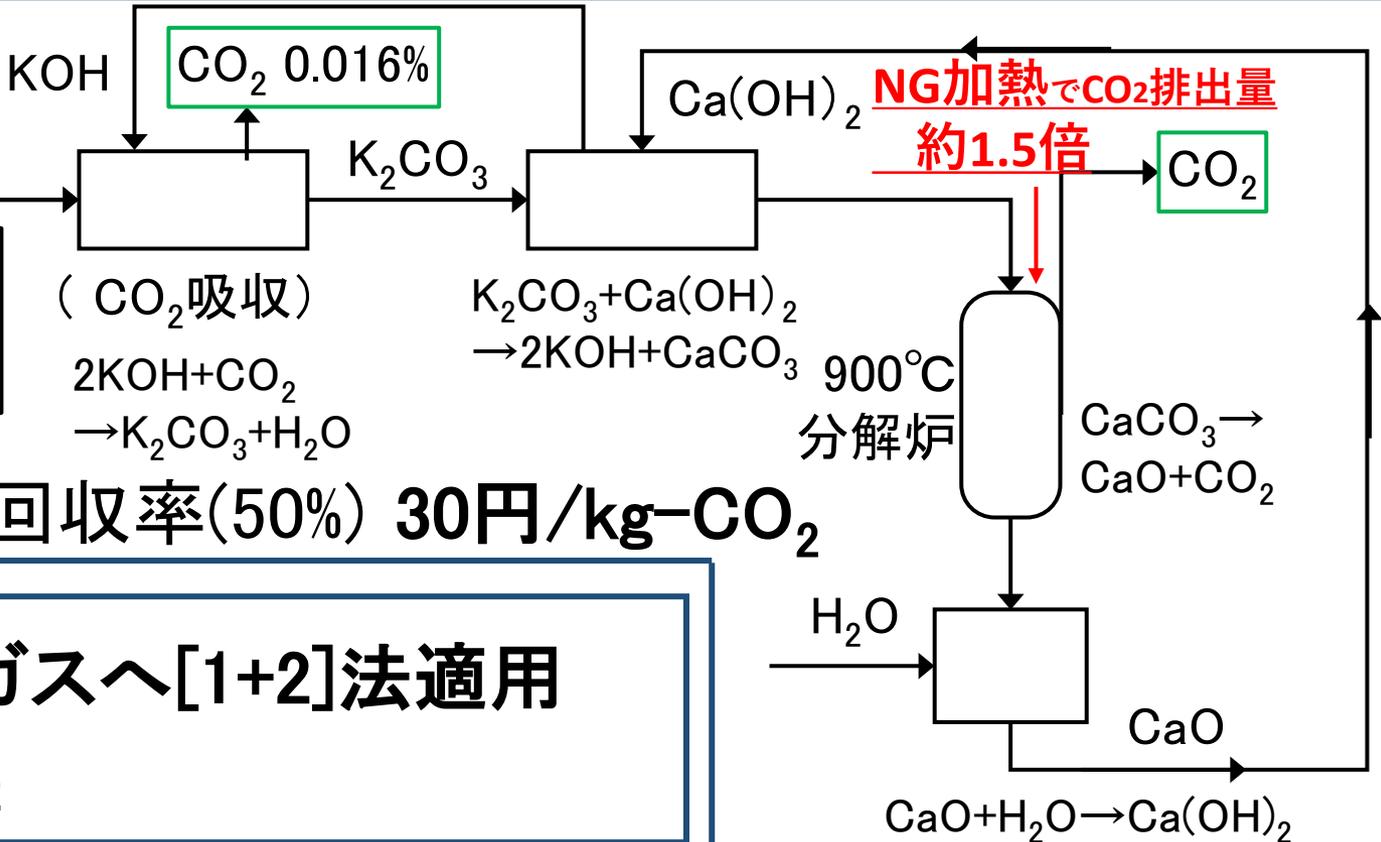
## 1. 通常法 CO<sub>2</sub>回収率(80~99%) 3円/kg-CO<sub>2</sub>

Carbon Eng.社(加)

(1の流量200  
倍でコスト  
10倍)

CO <sub>2</sub>	0.04%
O <sub>2</sub>	23%
N <sub>2</sub>	75%

空気



## 2. DAC法:CO<sub>2</sub>回収率(50%) 30円/kg-CO<sub>2</sub>

## 3. ボイラー排ガスへ[1+2]法適用 7円/kg-CO<sub>2</sub>

## CO<sub>2</sub>分離・回収法(CCS,DAC国内実施)

- 1 CCS:**発電所排ガス (CO<sub>2</sub>濃度10-15%) から90%以上アミン法等で分離回収、コストは **3 円/kg- CO<sub>2</sub>**
- 2 DAC:** 空気中 (CO<sub>2</sub>濃度400PPM, CCSの 1 /250以下の濃度から 強アルカ液等で分離回収、コストは**30円/ kg- CO<sub>2</sub>**
- 発電所排ガスから **1,2法を組み合わせ**て一貫分離回収コスト **7 円/kg- CO<sub>2</sub>、輸送費 2 円/ kg- CO<sub>2</sub>(南大東島)**

(海外分離・回収、貯留実施でコストは国内の**0.5倍**,日本から依頼で実施コストは**2倍**程度か)

# 2030年の産業構造→産業連関分析へ

部 門	内 容
電力	発電のCO <sub>2</sub> 削減 70%、供給量1200TWh
鉄鋼	転炉粗鋼48Mt(77Mt)、電炉粗鋼32Mt(21Mt) 鋼材輸出ゼロ ( )内は2015年の数値
化学	省エネ8%
自動車	乗用車販売 ICE:0.5倍 EV,HV:2.1倍 トラックバス販売 ICE:0.7倍 EV,HV:0→0.9兆円 家計ガソリン:0.75倍 内生部門ガソリン:0.77倍
情報産業	電力需要8倍、ソフトウェア4倍
機械製品	汎用機械・生産用機械の輸出1.1倍
医療	家計と政府の支出64兆円(←45兆円)
電化	30%電化普及、電気機器の省エネ10%
建築	雇用者所得・営業余剰1.1倍
訪日客	宿泊・飲食サービスの直接輸出2倍

# 2030年のGDP、電力需要、CO<sub>2</sub>排出量の計算結果

	2015年(基準)	2030年
GDP(兆円)	533	595
輸出(兆円)	87	94
輸入(兆円)	102	102
電力需要(TWh)	1,000	1,185
CO <sub>2</sub> 排出量(Mt-CO <sub>2</sub> )	1,227	740
CO <sub>2</sub> 削減率(%)	6.3	43.5

CO<sub>2</sub>削減率は2013年排出量1,310Mtに対する比率である。

# 2050年の産業構造

部 門	内 容
電力	発電のCO2削減 100%、供給量2,000~3,000TWh
鉄鋼	転炉粗鋼22Mt(77Mt)、電炉粗鋼50Mt(21Mt) 鋼材輸出ゼロ ( )内は2015年の数値
化学	省エネ8%・完全リサイクル
自動車	乗用車販売 ICE:ゼロ EV,HV:3.6倍 トラックバス販売 ICE:ゼロ EV,HV:0→5.3兆円 家計ガソリン:ゼロ 内生部門ガソリン:ゼロ倍
情報産業	電力需要20倍、ソフトウェア 7~30倍
機械製品	汎用機械・生産用機械の輸出1.3倍
医療	家計と政府の支出102兆円(←45兆円)
電化	100%電化普及、電気機器の省エネ30%
建築	雇用者所得・営業余剰1.4倍、セメント生産半減
訪日客	宿泊・飲食サービスの直接輸出14倍

# 2050年のGDP、電力需要、CO<sub>2</sub>排出量の計算結果

	2015年(基準)	2050年	2050年DAC
GDP(兆円)	533	777	778
輸出(兆円)	87	163	163
輸入(兆円)	102	120	120
電力需要(TWh)	1,000	2,000	2,000
CO <sub>2</sub> 排出量(Mt-CO <sub>2</sub> )	1,227	26	0
CO <sub>2</sub> 削減率(%)	6.3	98.0	100

- CO<sub>2</sub>削減率は2013年排出量1,310Mtに対する比率である。
- 2050年にIT関連産業拡大などを見込んで、電力総需要が3,000TWhとした場合、GDPは1,040兆円になる。

# まとめ

日本は2050年に明るいZC社会を迎える可能性がある。

そのための必要項目：

1. 各産業の発展の見通し明確化・国際競争力強化具体化
2. 電源関連産業の国際的発展可能な分野明確化
3. IT関連産業の発展
4. 国内林業の合理化と資源の有効利用
5. 自動車産業競争力持続
6. 化学産業リサイクル強化
7. 技術開発と共に新しい社会、経済、哲学が必要