

CO2削減策としての バイオマスエネルギー導入戦略

2021年1月29日

NEED（日本環境エネルギー開発株式会社）

澤 一 誠

プロフィール

1980年 三菱商事(株)入社(機械グループ)

2000年以降 バイオマスエネルギー関連の事業開発業務に従事

2016年7月 日本環境エネルギー開発株式会社(NEED)を起業し代表に就任

バイオマスエネルギーのコンサルタントとして企業・団体の顧問として活動
経産省、農水省、文科省、NEDO、JBIC等政府機関、大学、研究機関、民間企業・団体
主催のセミナー、インドネシア、タイ等政府主催海外シンポジウムにて講演を行う。

- ・産総研(経産省)自動車新燃料及びバイオリファイナリー研究センター
の外部評価委員(2007-2014年)
- ・経産省「バイオ燃料の持続可能性基準」検討会委員(2008-2010年)
- ・NEDO「2010年バイオマスエネルギー導入ガイドブック」検討委員
- ・7府省「バイオマス事業化検討チーム」委員(2012年2-6月)
- ・経産省「第2世代バイオ燃料戦略検討会」委員(2013年2-7月)等を歴任
- ・NPO農都会議 バイオマスWG座長(2016-18年)
- ・バイオマス発電事業者協会設立メンバー・副代表理事(2016-18年)
- ・早稲田大学 環境総合研究センター 招聘研究員
- ・2019年4月「東久邇宮国際文化褒賞」授与
- ・2020年3月シードプランニング「2020年版 地球温暖化と石炭火力発電の現状と方向性」監修



2010年以降の日本のエネルギー政策の変遷

2010年 6月 「第3次エネルギー基本計画」(原発・再エネで70%)

2011年 3月 東日本大震災(福島原発事故)

2012年 7月 FIT法(再エネ固定価格買取制度)施行

2014年 4月 「第4次エネルギー基本計画」(再エネ、高効率石炭火力)

2015年 7月 「2030年度エネルギーミックス」発表

2015年12月 COP21 (パリ協定)

2018年 7月 「第5次エネルギー基本計画」(2050年度CO₂ 80%削減)

2019年 1月 ダボス会議での安倍元首相発表(CO₂の資源利用)

2019年 6月 カーボンリサイクル・ロードマップ策定

2020年 1月 「革新的環境イノベーション戦略」発表

2020年 7月 梶山経産大臣「非効率石炭火力フェードアウト方針」表明

2020年10月 菅首相「2050年カーボンニュートラル(ネットゼロ)」宣言

2020年12月 経産省「グリーン成長戦略」発表

(2021年 4~7月「第6次エネルギー基本計画」、11月 COP26@イギリス)

2030年度のエネルギーミックス(電源構成別発電目標)

2030年度のエネルギーミックス(2105年7月決定)

・石油	: 315 億kWh	3%	(2018年度) (7.3%)
・石炭	: 2,810 億kWh	26%	(31.2%)
・LNG	: 2,845 億kWh	27%	(38.4%)
・原子力	: 2,317~2,168億kWh	22~20%	(6.2%)
・再エネ	: 2,366~2,515億kWh	22~24%	(16.9%)
合計	: 10,650 億kWh *	100%	(100%)

(* 省エネ対策により電力需要見込から17%削減して、消費量を9,808億kWhに抑制する前提で試算した発電電力量)

上記再エネの内訳(カッコ内は構成比**)

・太陽光	: 749億kWh	7.0%	(30%)
・風力	: 182億kWh	1.7%	(7%)
・地熱	: 102~113億kWh	1.0~1.1%	(5%)
・水力	: 939~981億kWh	8.8~9.2%	(39%)
・バイオマス	: 394~490億kWh	3.7~4.6%	(19%)
(** 最大導入ケースの場合の比率)			

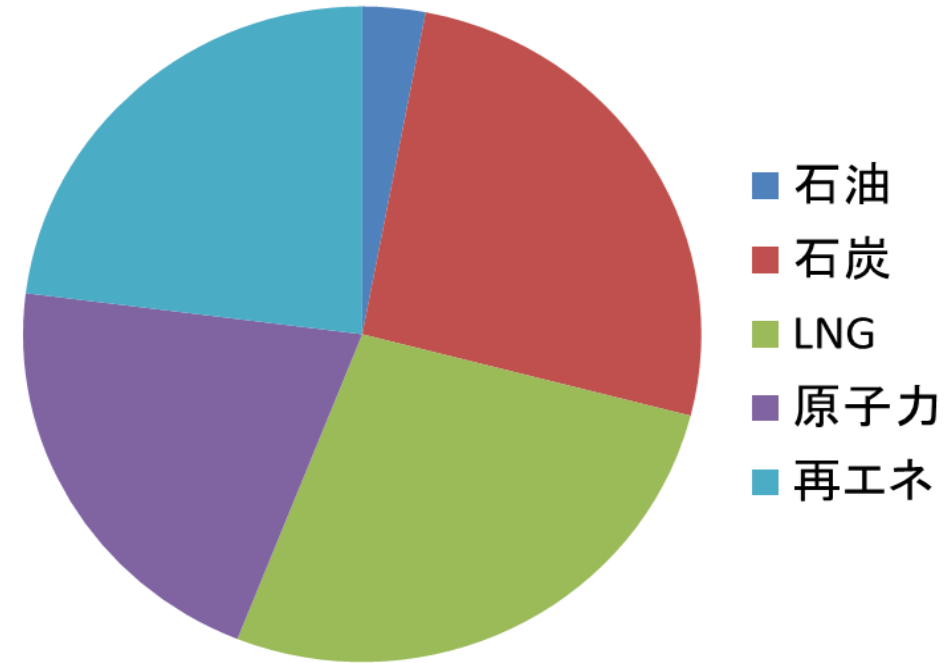
バイオマスの導入目標は全電力の 4.6 % 相当

2030年度CO2削減目標: 2013年度比▲ 26%

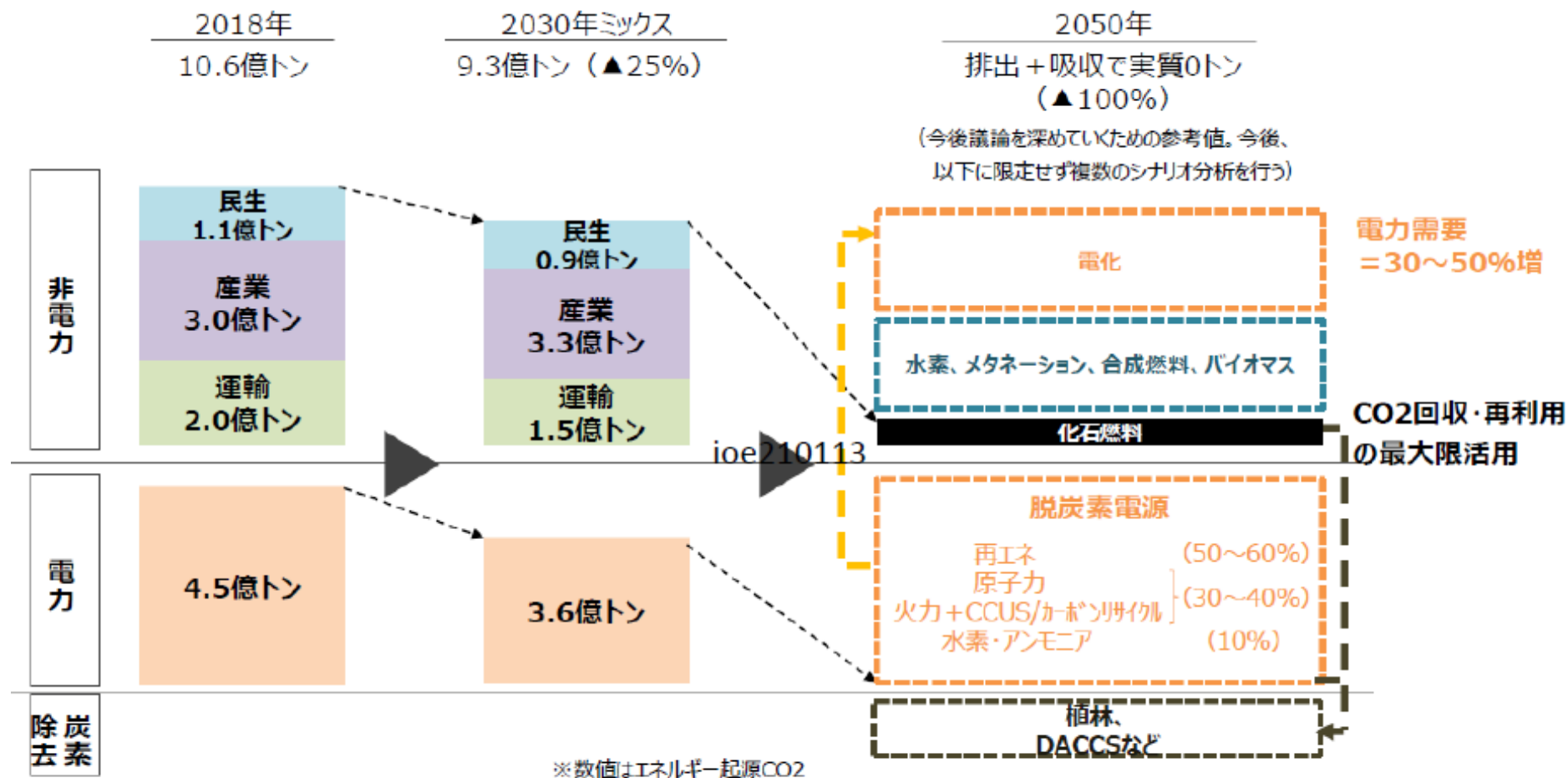
(2013年度の排出量: 12.35億トン/年、内電力は

※ 昨年10月13日から経産省は「エネルギー基本計画」の見直し議論を開始した。

比率



2050年カーボンニュートラルの実現のイメージ



【出典】経済産業省「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」（2020年12月）

本講演で対象とする2つの分野

■ 運輸部門

バイオエタノール(ガソリン代替)

(電動車によるCO₂削減 への追加施策として)

■ 発電部門

バイオマス発電(石炭代替)

(特に既設石炭火力でのバイオマス混焼発電)

エネルギーの評価軸 S + 3 E + 2 E

- **S**afety (安全性)
- **E**nergy Security (供給安定性)
- **E**nvironment (環境適合性)
- **E**conomical Efficiency (経済効率性)
- **E**arnings (収益性/事業性)
- **E**mployment (雇用創出)

■ 運輸部門

バイオエタノール(ガソリン代替)

(電動車によるCO2削減への追加施策として)

日本のCO2排出削減目標(約束草案)

エネルギー起源二酸化炭素の各部門の排出量の目安(単位:百万t-CO₂/年・**非LCAベース**)

	2030年度の各部門の 排出量の目安	2013年度 (2005年度)
エネルギー起源CO ₂	927	1,235 (1,219)
産業部門	401	429 (457)
業務その他部門	168	279 (239)
家庭部門	122	201 (180)
運輸部門	163	225 (240)
エネルギー転換部門	73	101 (104)

出典:地球温暖化対策推進本部、日本の約束草案(2015.7)

日本のCO2削減目標は2030年度迄に308百万t-CO₂ (26%)。
この達成には、**運輸部門**の排出量を2030年度迄に **62百万t-CO₂ (27.4%)** 削減が必要。
この削減目標は**今後大幅な上方修正**が行われることとなる。

乗用車のCO2削減対策（次世代車導入、燃費改善、バイオ燃料）

2018年度における地球温暖化対策計画の進捗状況（2020年3月30日 環境省発表）

	単位		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
対策評価指標 新車販売台数に占める次世代自動車の割合	%	実績	23.2	25.6	32.3	35.8	36.7													
		見込み（上位）								50										70
		見込み（下位）								20										50
対策評価指標 平均保有燃費	km/L	実績	14.7	15.3	16.0	16.6	17.2													
		見込み								18.5										24.8
省エネ量	万 kL	実績	19.9	49.2	85.1	89.7	128.6													
		見込み								283.4										938.9
排出削減量	万 t-CO ₂	実績	53.3	131.5	227.5	239.8	343.0													
		見込み								702.5										2379

2030年度迄に 2,379万t-CO₂/年（2018年度以降 2,089※万t-CO₂/年）の排出削減が必要
 ※2089=2379－（343.0－53.3）

目標達成手段

- ① EVの導入拡大
- ② HV及びPHVの導入拡大
- ③ FCV(燃料電池自動車)の導入拡大
- ④ 従来車の燃費改善
- ⑤ 従来車の燃料(ガソリン)へのバイオエタノールの導入拡大
- ⑥ HV及びPHVの燃料(ガソリン)へのバイオエタノールの導入拡大

2020～2030年の乗用車車種別新車販売台数目標

2020～2030年の乗用車車種別普及目標(新車販売台数に占める割合)(政府目標)

	2020年	2030年
従来車	50～80%	30～50%
次世代自動車	20～50%	50～70%
ハイブリッド自動車	20～30%	30～40%
電気自動車 プラグイン・ハイブリッド自動車	15～20%	20～30%
燃料電池自動車	～1%	～3%
クリーンディーゼル自動車	～5%	5～10%

2030年の電動車導入を
50～70% にするという
十分 野心的な目標

出典:経済産業省「自動車産業戦略 2014」(2014.11)

2020～2030年の乗用車車種別普及見通し(新車販売台数に占める割合)(民間努力ケース)

	2020年	2030年
従来車	80%以上	60～70%
次世代自動車	20%未満	30～40%
ハイブリッド自動車	10～15%	20～30%
電気自動車 プラグイン・ハイブリッド自動車	5～10%	10～20%
燃料電池自動車	僅か	1%
クリーンディーゼル自動車	僅か	～5%

出典:経済産業省「次世代自動車戦略 2010」(2010.4)

次世代自動車及び従来車の保有台数のシナリオ

2030年度における保有台数の見通し

ケース	種類	保有台数		構成比	ケース	種類	保有台数		構成比
基本ケース	EV	137	万台	2%	最大ケース	EV	414	万台	6%
	HV	2,297	万台	35%		HV	2,672	万台	41%
	PHV	137	万台	2%		PHV	414	万台	6%
	FCV	28	万台	0%		FCV	83	万台	1%
	従来車	3,902	万台	60%		従来車	2,918	万台	45%
	合計	6,500	万台	100%		合計	6,500	万台	100%

2019年3月末の保有台数：乗用車台数：6,177万台（2018年度販売台数：437万台、内EV/PHVは1%）
内EV：10.6万台（0.2%）、PHV：12.2万台（0.2%）、HV：883万台（13.5%）
→毎年650万台販売、10年で買替えると仮定すると、2030年度に6,500万台（販売台数が保有台数に及ぼす影響は構成比増加には1/10のインパクト）

基本ケース：現実的な普及を想定したケース。EV/PHVの保有台数が毎年23%ずつ指数関数的に増加した場合（2030年度販売の10% 65万台）と仮定すると2030年度のEV/PHVの保有台数は274万台（乗用車の4.2%）。EV/PHVは同数と仮定。電池用レアメタルの供給可能量も考慮。

最大ケース：最大限の普及を想定したケース。EV/PHV販売台数の割合が2018年度の1%（約4.4万台）から2030年度に20%（130万台）まで直線的に増加すると仮定すると2030年度のEV/PHVの保有台数は828万台（乗用車の12.7%）。EV/PHVは同数と仮定。

CO2排出削減原単位の算出方法(前提)

共通項目

- ・ 電力(又は燃料)のCO2排出係数(370g-CO₂/kWh又は2,320g-CO₂/L)
- ・ 次世代自動車の保有台数(P6記載の通り)
- ・ 従来車の数値 (燃料消費量0.0521L/km = 燃費19.2km/L)
- ・ 従来車の年間走行距離 (8,480km/年・台)

EVの導入拡大 (CO2発生量: 48g-CO2/km)

- ・ 走行距離当たり電力消費量 (0.129kWh/km = 燃費7.75km/kWh) ← 現在0.155kWh/kmから改善
- ・ 1台当たり年間走行距離 (8,480km/年・台)
- ・ 2030年度のゼロエミッション電源44%(再エネ: 22-24%、原子力: 20-22%)

HVとPHVの導入拡大 (CO2発生量: 78g-CO2/km)

- ・ 走行距離当たり燃料消費量 (0.0337L/km=燃費29.7km/L)
- ・ 1台当たり年間走行距離 (8,480km/年・台)

FCVの導入拡大 (CO2発生量: 48g-CO2/km)

- ・ 走行距離当たり水素消費量 (7.87g/km=燃費0.127km/g)
- ・ 1台当たり年間走行距離 (8,480km/年・台)
- ・ 水素のCO2排出係数 (550g-CO₂/Nm³)

参考: EUタクソミー(2025年迄)
50g-CO2/km

従来車の燃費改善 (CO2排出量: 95g-CO2/km@2021年規制)

- ・ 改善後の燃料消費量 (0.0437L/km= 燃費23km/L)

次世代自動車の導入拡大及び従来車の燃費改善による 2030年度のCO₂排出削減量の算定(基本ケース)

CO2排出削減量			対目標量
目標量		2,089 万t-CO2/年	100%
次世代自動車の導入拡大	EV	85 万t-CO2/年	4%
	HV	832 万t-CO2/年	40%
	PHV	50 万t-CO2/年	2%
	FCV	17 万t-CO2/年	1%
	小計	984 万t-CO2/年	47%
従来車の燃費改善		642 万t-CO2/年	31%
小計		1,626 万t-CO2/年	78%
不足量		464 万t-CO2/年	22%

E10導入を加味した2030年度のCO2削減量の算定(基本ケース)

従来車・HV・PHVの全数にE10を導入した場合

CO2排出削減量			対目標量
目標量		2,089 万t-CO2/年	100%
次世代自動車の導入拡大	EV	85 万t-CO2/年	4%
	HV	832 万t-CO2/年	40%
	PHV	50 万t-CO2/年	2%
	FCV	17 万t-CO2/年	1%
	小計	984 万t-CO2/年	47%
従来車の燃費改善		642 万t-CO2/年	31%
バイオエタノール(E10)の導入	従来車	289 万t-CO2/年	14%
	HV	110 万t-CO2/年	5%
	PHV	6 万t-CO2/年	0%
	小計	406 万t-CO2/年	19%
小計		2,031 万t-CO2/年	97%
不足量		58 万t-CO2/年	3%

バイオエタノールの導入必要量は 250万KL/年 (原油換算:150万KL/年)

次世代自動車の導入拡大及び従来車の燃費改善による 2030年度のCO2排出削減量算定(最大ケース)

CO2排出削減量			対目標量
目標量		2,089 万t-CO2/年	100%
次世代自動車の導入拡大	EV	256 万t-CO2/年	12%
	HV	968 万t-CO2/年	46%
	PHV	151 万t-CO2/年	7%
	FCV	51 万t-CO2/年	2%
	小計	1,426 万t-CO2/年	68%
従来車の燃費改善		480 万t-CO2/年	23%
小計		1,906 万t-CO2/年	91%
不足量		183 万t-CO2/年	9%

E10導入を加味した2030年度のCO2削減量の算定(最大ケース)

従来車・HV・PHVの全数の約5割にE10を導入した場合

CO2排出削減量			対目標量
目標量		2,089 万t-CO2/年	100%
次世代自動車の導入拡大	EV	256 万t-CO2/年	12%
	HV	968 万t-CO2/年	46%
	PHV	151 万t-CO2/年	7%
	FCV	51 万t-CO2/年	2%
	小計	1,426 万t-CO2/年	68%
従来車の燃費改善		480 万t-CO2/年	23%
バイオエタノール(E10)の導入	従来車	109 万t-CO2/年	5%
	HV	65 万t-CO2/年	3%
	PHV	10 万t-CO2/年	0%
	小計	183 万t-CO2/年	9%
小計		2,089 万t-CO2/年	100%
不足量		0 万t-CO2/年	0%

CO₂削減コストの算定

CO₂削減コスト算定の前提条件

- ✓ 算定対象期間は2030年度(1年間)とした。
- ✓ 比較対象は現行の従来車。但し、HV・PHVへのE10導入の場合は、ダブルカウントを防ぐ為、CO₂排出削減量の算定方法と同じく、比較対象をE10導入前のHV・PHV(2030年度)とした。
- ✓ CO₂削減コストの分母(CO₂排出削減量)は、2030年度のCO₂の排出削減量(非LCAベース)とした。

CO₂削減コスト算定式

$$\text{CO}_2\text{削減コスト} = \frac{\text{車両購入費用} + \text{燃料費用} + \text{インフラ整備費用}}{\text{CO}_2\text{排出削減量}}$$

CO₂削減コストの試算結果

基本ケース

CO2削減コスト		
次世代自動車の導入拡大	EV	292,010 円/t-CO ₂
	PHV	399,023 円/t-CO ₂
	FCV	325,630 円/t-CO ₂
バイオエタノール(E10)の導入	従来車	34,748 円/t-CO ₂
	HV	34,748 円/t-CO ₂
	PHV	34,748 円/t-CO ₂

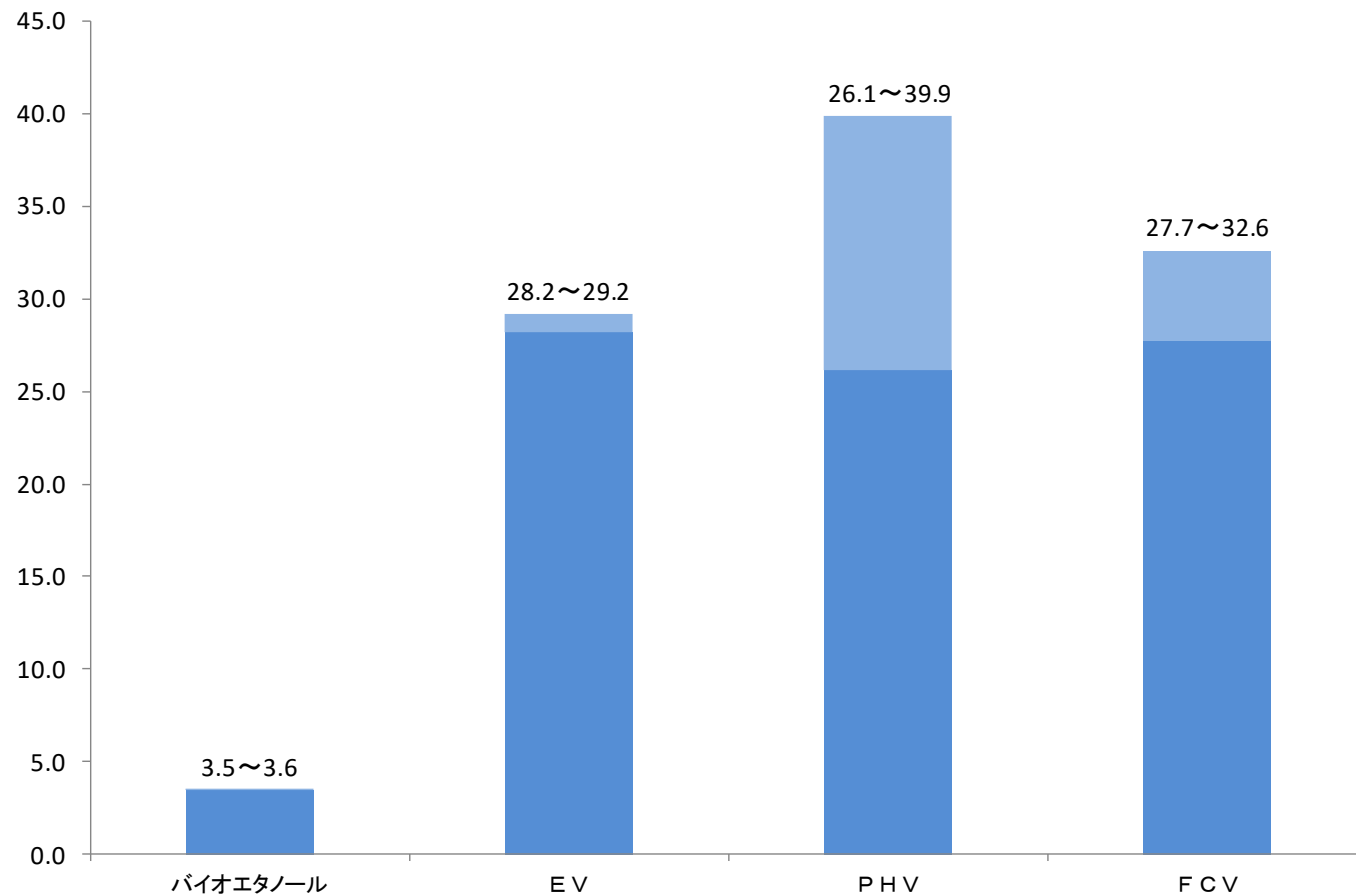
最大ケース

CO2削減コスト		
次世代自動車の導入拡大	EV	282,221 円/t-CO ₂
	PHV	261,456 円/t-CO ₂
	FCV	277,423 円/t-CO ₂
バイオエタノール(E10)の導入	従来車	35,577 円/t-CO ₂
	HV	35,577 円/t-CO ₂
	PHV	35,577 円/t-CO ₂

- 従来車・HV・PHVへのE10導入によるCO₂削減コストは3.47～3.56万円/t-CO₂
- この値は、EV(28.2～29.2万円/t-CO₂)、PHV(26.1～39.9万円/t-CO₂)、及びFCV(27.7～32.6万円/t-CO₂)の導入に係るCO₂削減コストに比べて格段に低コスト。

CO₂削減コスト試算結果

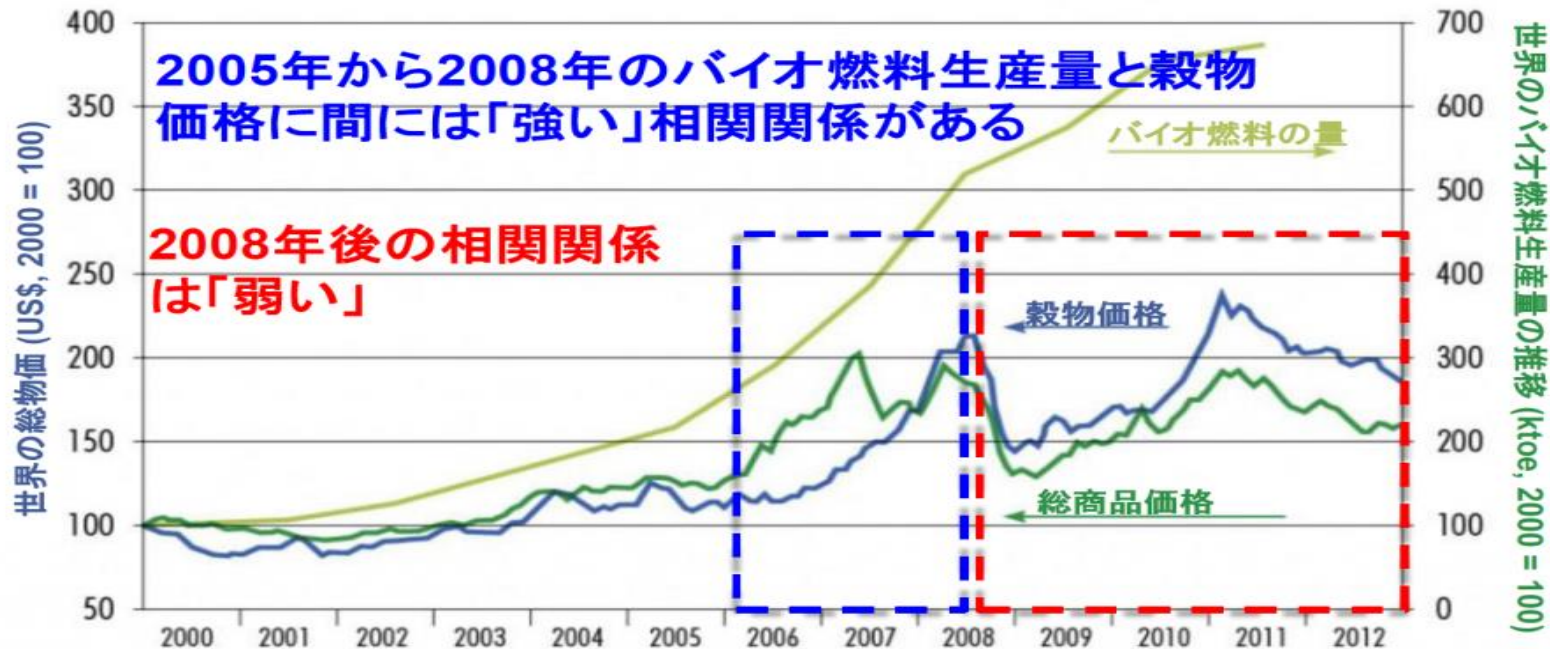
(万円/t-CO₂)



薄いブルーが基本ケース
濃いブルーが最大ケース

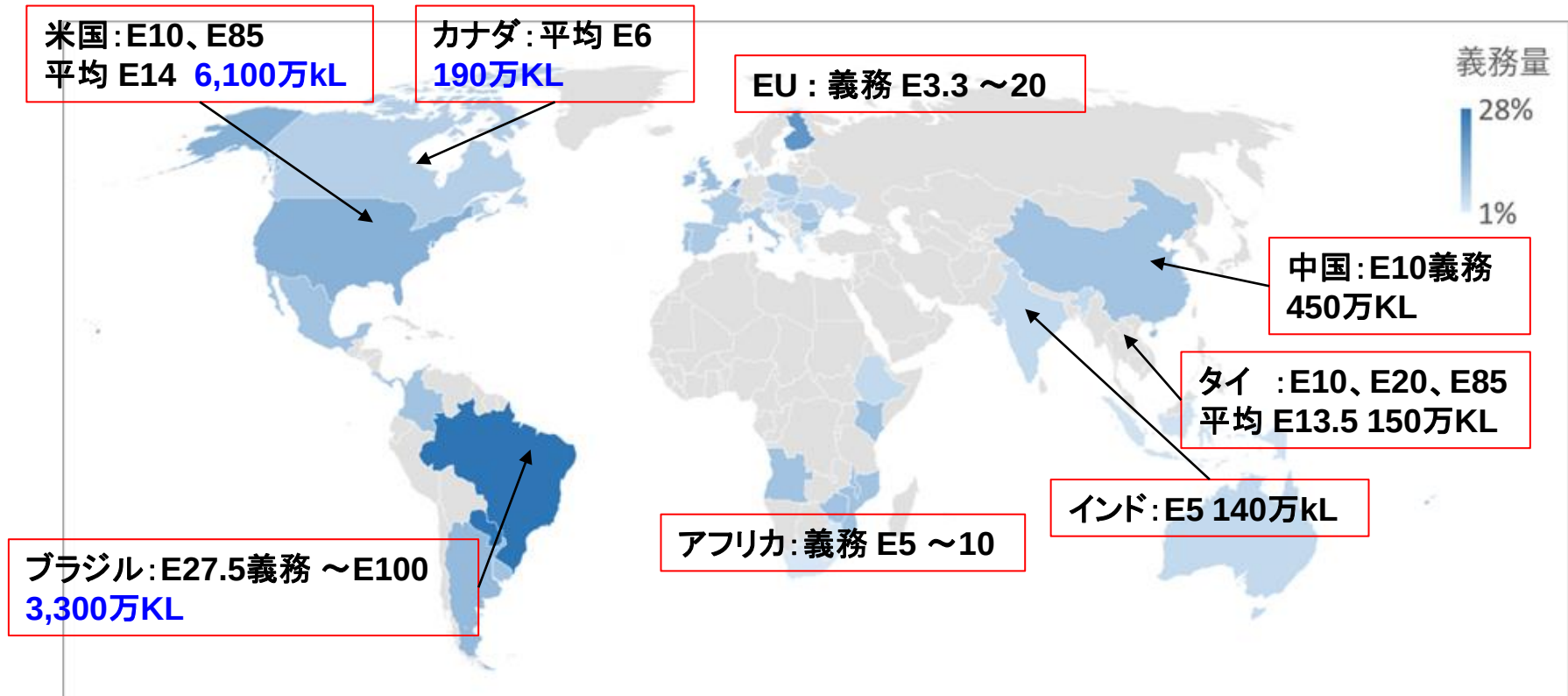
「食料と燃料」の関係についての誤解

- 2008年に食料価格を含め、物価が高騰した
- バイオ燃料がその責めを負った
- 2008年以降、バイオ燃料の生産量は増加したが穀物価格は低下した
- 反証があるにも関わらず、「食料対燃料」という構図は依然として広く認識されている



出典: 石井孝明, バイオエタノール食糧不足と関係ない? - 米国販売意欲 (2016)

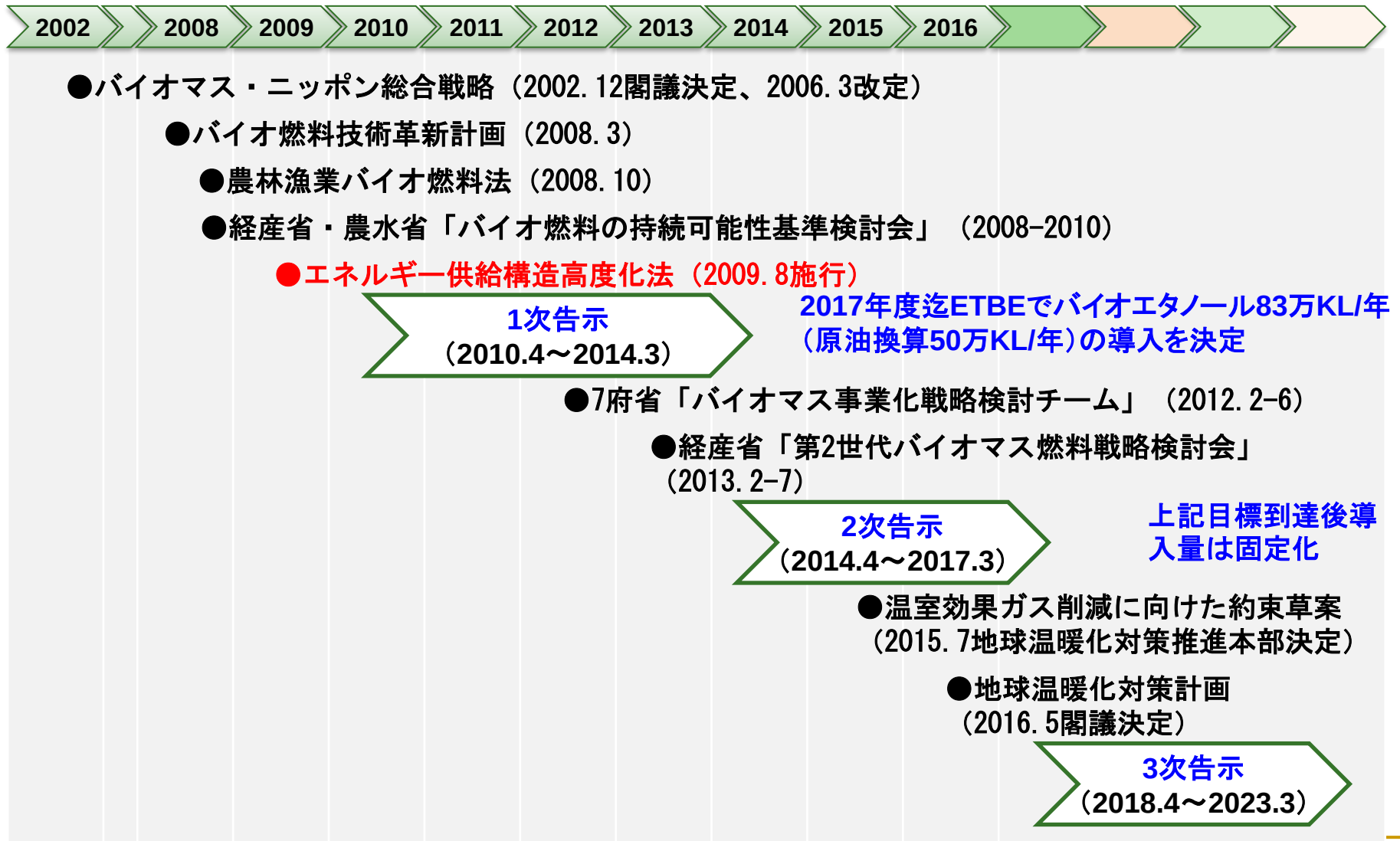
世界のバイオエタノールの導入形態と導入量 (2018)



2018年の世界のバイオエタノール消費量は**1億1,200万kL** (約**6兆円**の市場規模)

出典: Biofuels Digest (2020) および USDA の各種レポートより作成

バイオ燃料政策の変遷

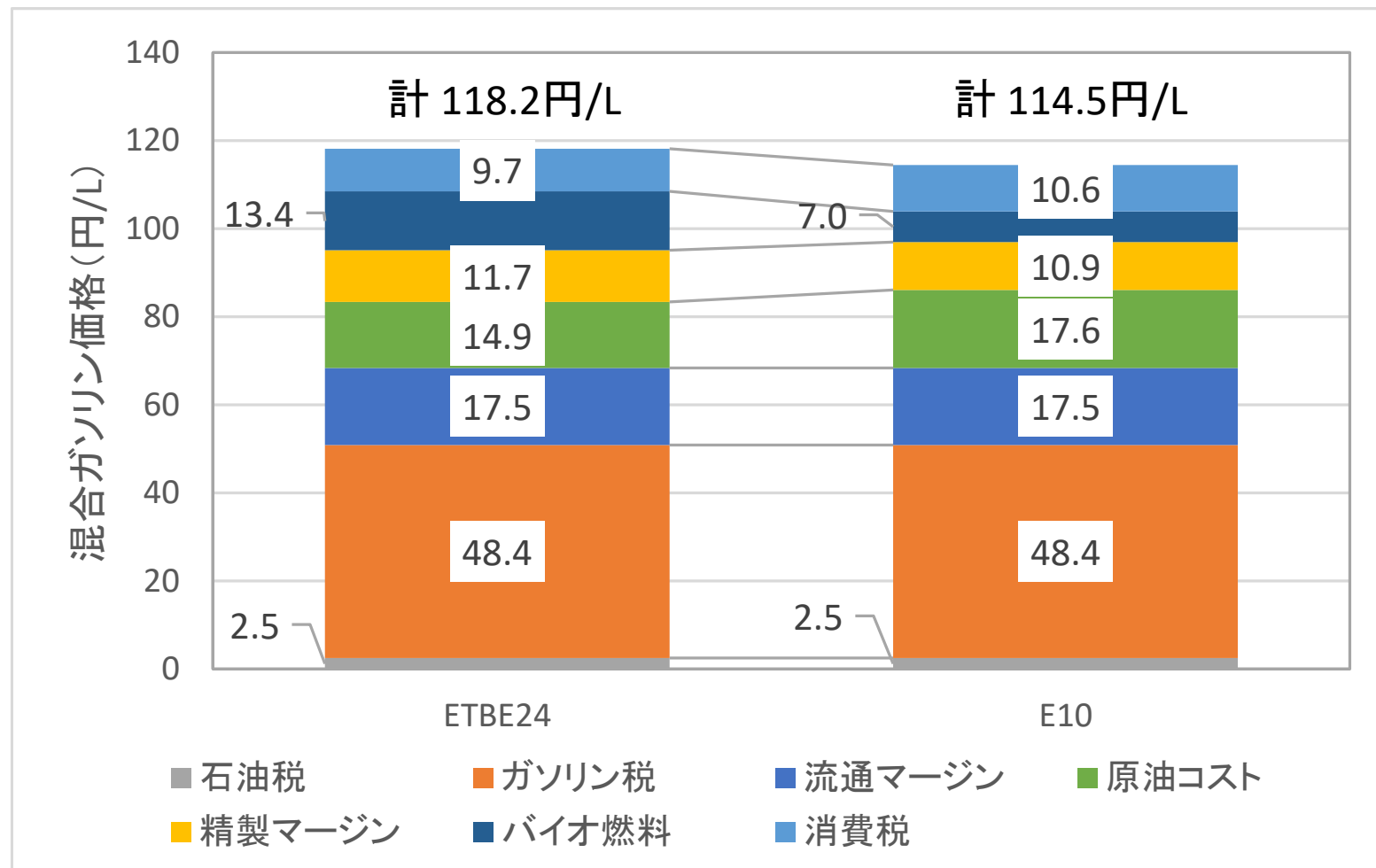


バイオエタノール混合ガソリンの価格算定

バイオエタノール混合ガソリンの価格算定の前提条件

- ✓ レギュラーガソリン価格(ETBEの基材ガソリン): 120円/L
- ✓ サブオクタン(E10の基材ガソリン): 117円/L
- ✓ 輸入エタノール価格: 69.5円/L
- ✓ 輸入ETBE価格: 56.1円/L(原油価格連動)
- ✓ 既にETBE導入のために、混合・貯蔵・輸送・給油に関わるインフラ・サプライチェーンは整備済みのため、追加投資はほとんど必要ない
- ✓ バイオエタノール直接混合もETBE混合も同様のCO₂削減効果とするため、E10に対してETBE24(バイオエタノール10%混合)を比較対象とした

E10 と ETBE 混合ガソリンのコスト比較



混合ガソリンのコストはETBEよりも**E10の方が安価**と試算される。

総 括

- 次世代自動車の導入だけでは、地球温暖化対策計画で定める乗用車のCO₂排出削減目標(2017-2030年度2,089万t-CO₂/年)を達成することは困難である。
- 目標達成に向けた追加施策としては、E10の導入が有効である。
- E10の導入によるCO₂削減コストは3.5～3.6万円/t-CO₂と試算された。これはEV、PHV、FCVの導入によるCO₂削減コスト27.7～39.9万円/t-CO₂と比べて格段に低コスト。
- 10年前(高度化法制定時)からの状況変化によって、食料競合問題の懸念は薄れ、導入方式もE10等直接混合が世界の主流となり、ETBEを採用している国は殆ど無くなった。
- 混合ガソリンのコストはETBEよりもE10の方が安価と試算される。
- 我が国でも技術・法制度・インフラ面で既に環境が整った現状下、運輸部門のCO₂削減対策としてE10の導入を検討すべきである。

■ 発電部門

バイオマス発電（石炭代替）

（特に既設石炭火力でのバイオマス混焼発電）

2030年度のバイオマス発電の導入目標

	2014.11時点実績	2030年度目標 (増加率)	追加設備導入容量
1.未利用間伐材等	3万kW	24万kW (8倍)	+ 21万kW
2.建設資材・廃棄物	33万kW	37万kW (1.1倍)	+ 4万kW
3.一般木材・農業残渣	10万kW	274 ~ 400万kW (27.4~40倍)	+ 264~390万kW
木質バイオマス合計 (上記1~3の合計)	46万kW (32億kWh)	335 ~ 461万kW (7.3~10倍) (220 ~ 310億kWh)	+ 289 ~ 415万kW (+188~278億kWh)
4. バイオガス (メタン)	2万kW	16万kW (8倍)	+14万kW
5. 一般廃棄物等	78万kW	124万kW (1.6倍)	+ 46万kW
6. RPSから移行した分	127 万kW	127万kW	
バイオマス発電合計 (上記1~6の合計)	252万kW (177億kWh)	602 ~ 728 万kW (2.4~2.9倍) (394 ~ 490億kWh)	+349 ~ 475万kW (+217~313億kWh)

バイオマス発電の FIT (Feed In Tariff) 買取価格

2012年7月1日FIT導入。木質バイオマス発電は以下の通り。

買取区分		未利用木材 (1)	一般木材 (2)	廃棄物系 (木質以外)	リサイクル木材
費用	建設費	41万円/kW	41万円/kW	31万円/kW	35万円/kW
	運転維持費(年間)	27千円/kW	27千円/kW	22千円/kW	27千円/kW
IRR (税前)		8%	4%	4%	4%
当初買取価格 (円 / kWh・税抜)		32円	24円	17円	13円
改定		40円 (3)	21円(4) ⇒ 入札 (5)	変更なし	変更なし
買取期間		20年間			

(1) 林地残材

(2) 木質ペレット、PKS等輸入バイオマス燃料を含む(パーム油もこの区分に)

(3) 2016年4月1日以降、2MW未満に適用

(4) 2017年10月1日以降、20MW以上に適用

(5) 2018年4月1日以降、10MW以上の木質バイオマスとパーム油案件に適用

FIT認定・導入状況(2020年6月末時点・2020年10月公表)

【バイオマス発電】

1. FIT認定量 (2020.6) : 8.26 GW
2. FIT認定導入量 : 2.36GW (内混焼: 0.74GW?)
(1.認定量の28%)
3. 2030年目標導入量 : 7.28 GW
4. FIT前導入量 : 2.31GW (内混焼: 1GW?)
(内1.31GWがFIT認定に移行)
5. 2030年FIT導入目標 : 4.97 GW
6. FIT導入容量達成率 : 47 %

2018年度以降のバイオマス発電へのFIT制度

2018年度以降、エネルギー庁は明確な**バイオマス発電導入抑制策**を打出した。

1. 入札制度導入：

2018年度以降、「一般木材」区分の**10MW以上**の木質バイオマス発電とパーム油発電が入札となったが2018年度(200MW)2019年度(120MW)は**落札者なし**。2020年度(120MW)は1,920kW1件が18.5円/kWhで落札。

2. 輸入バイオ燃料の持続可能性基準：

- ・持続可能性証明書：**FSC**、**PEFC** FM/CoC認証、**JIA** SC検証、RSB、GGL
- ・ライフサイクルGHG ・食料との競合(土地利用変化も)

3. 2019年度以降、**石炭混焼**は**新規認定対象外**(既認定案件は対象)。

4. 未稼働案件防止に関する対応：

2021年度以降、**運転開始**期限をFIT認定日から**4年以内**に。既認定案件は**2024年11月**以降に稼働する場合、FIT適用期間(20年間)を短縮。

5. 2022年度から **FIP**(Feed In Premium)に移行(地域活用電源以外)。

「脱・石炭火力」に向けた世界の潮流

石炭火力は世界の4割を占める主要電源だが、2015年12月のCOP21(パリ)を契機に欧州起点の石炭火力離れが急加速

⇒ **Stranded Asset (座礁資産)**が石炭火力の代名詞に！

1. EU主要国はCOP21の直前に石炭火力を廃止する方針を表明。

英国は2025年迄全面閉鎖 (Draxは660MWx3 100%バイオマス転換)

2. 中国とインド(世界の58%)が2016年方針転換。石炭火力抑制政策発表。

⇒これにより世界の石炭火力の新設案件が6割以上減少

3. 2017年11月、英国・カナダ主導でCOP23(ボン)にて“Powering Post Coal Alliance”を発表。28カ国と北米8州が参加。

4. 投資家、金融機関等が石炭火力からのダイベストメント(撤退)を表明。

日本の石炭火力に対する動向

1. 日本の2030年度の石炭火力目標設定 **26%** (2018年度から5.2%減) は消極的過ぎると**国際批判**の的に (COPでは「化石賞」受賞)。
2. 世界的な潮流からSMBC、MUFG、みずほ等メガバンクや保険会社も石炭火力新設案件への新規融資の**引き受けを停止**。
3. 日本の高効率石炭火力**USC**輸出にも批判が集中。IGCCもCO2削減効果は限定的との評価。**国際競争力を有する技術推進戦略が頓挫**。
4. 現在稼働中の石炭火力は **48GW** だが、**昨年7月3日** 梶山経産大臣が「**非効率石炭火力のフェードアウト方針**」を表明。
5. 経産省「**石炭火力検討WG**」等で、昨年8～11月今後の対応に関する基本的な方向性を議論し、今後の政策対応について取り纏めた。

「既設の石炭火力発電所の3R」の検討

- **R**educe : 非効率な老朽石炭火力の段階的な削減
- **R**euse : 既設の石炭火力を(再)利用したバイオマス発電(混焼又は専焼)の推進
- **R**ecycle: カーボンリサイクル(CCUS)

➡ 今後の推進の方向性:

1. 地域分散型電源のネットワークに組み入れる。
(VREの調整電源並びにバイオマス再エネ電源として地域分散電源を構成する要素に活用する)
2. 推進支援制度(インセンティブ、プレミアム)の導入

既設の石炭火力でのバイオマス混焼発電促進の必要性

1. 現行2030年度エネルギーミックス**ゼロエミッション電源**（再エネ＋原発）
44%達成の為に**再エネ24%**上方修正は必至（経済同友会が**40%**、自然エネルギー財団、自治体協議会が**45%**の導入目標を提言）。
2. 今年 2050年度ネットゼロに基づく2030年度の見直しが行われるが、再エネ導入目標が**15%以上**上乗せされる可能性大。又、石炭火力（26%）の下方修正圧力から**石炭火力の代替電源**が必要となる。
3. 係る状況下、バイオマス発電 **7.28GW** を上方修正して更に導入促進を図る必要があるが、専焼案件新設による導入拡大は容易ではない。そこで **既設の石炭火力でバイオマスを混焼**する案件を促進することが**有効な対策**と考えられ、**今後新たな導入促進策**の適用が不可欠。

バイオマス混焼の推進を支援する制度の検討

1. 既に存在する活用可能性のある制度:

- (1) 容量市場: 2円相当/ kWh (平均 9,534円/kW・4年後)
- (2) 非化石価値取引市場: 1.3円/kWh程度 (非化石証書)
- (3) グリーンエネルギー証書: 7円/kWh
- (4) 需給調整市場: 2021年度開始。短期調整力kWh市場
- (5) J-クレジット: 0.9円/kWh (1,888円/CO₂・t 証書・自家消費)

2. 今後の導入検討が期待される制度:

- (1) **カーボンプライシング** (排出権取引、炭素税)
- (2) 石炭火力CO₂排出上限値設定と下回った分の**プレミアム**
(石炭火力 800g-CO₂/kWhに対し、例えば省エネ法自主規制枠の 380g-CO₂/kWhを上限として、下回った分にプレミアムを適用等)

石炭火力でのバイオマス混焼の意義

1. 石炭火力でのCO2削減：

石炭は最も安価で調達余力のある資源だがCO2排出量は最大(LNGの1.6倍)。CO2削減策として、将来はCCS、更に2050年以降はCCUSの可能性もあるが、現時点ではバイオマスの混焼が最も確実且つ合理的な対策。

2. 石炭火力発電所の有効活用と石炭使用量の低減：

既設石炭火力発電所を「座礁資産化」させない為の現実的選択肢としては、石炭をバイオマスで代替(燃料転換)することによって、まずは石炭使用量の低減を図ることが有効である。

3. 再エネ電力の効率的な導入拡大：

再エネ電力の導入をコストミニマムで達成する手段として、既設の石炭火力発電所でバイオマスを混焼することが最も有効。既存設備を活用するので新規設備投資は不要だが、ゼロエミッション電源導入と同じ効果になるので、再エネ発電の効率的導入拡大に繋がる。

石炭火力でバイオマス混焼を推進するにあたっての課題

1. 燃料調達：

2016年5月24日閣議決定の「**森林・林業基本計画**」では**2025年**の木材供給目標を40百万m³、内燃料材を**8百万m³**と定めたが、これで賄える発電容量は**36万kW**相当。従い、2030年度の目標335～461万kWを賄う為には **国内材の供給量を飛躍的に増やす**と共に**輸入材の確保**が不可欠。

(日本は国土の2/3 [2,500万ha] が森林。蓄積量は60億m³ [ドイツ34億m³] で毎年1.8億m³成長。
日本企業の海外植林資産は約50万ha。未利用資源の活用で250万トン/年ペレット製造可能？)

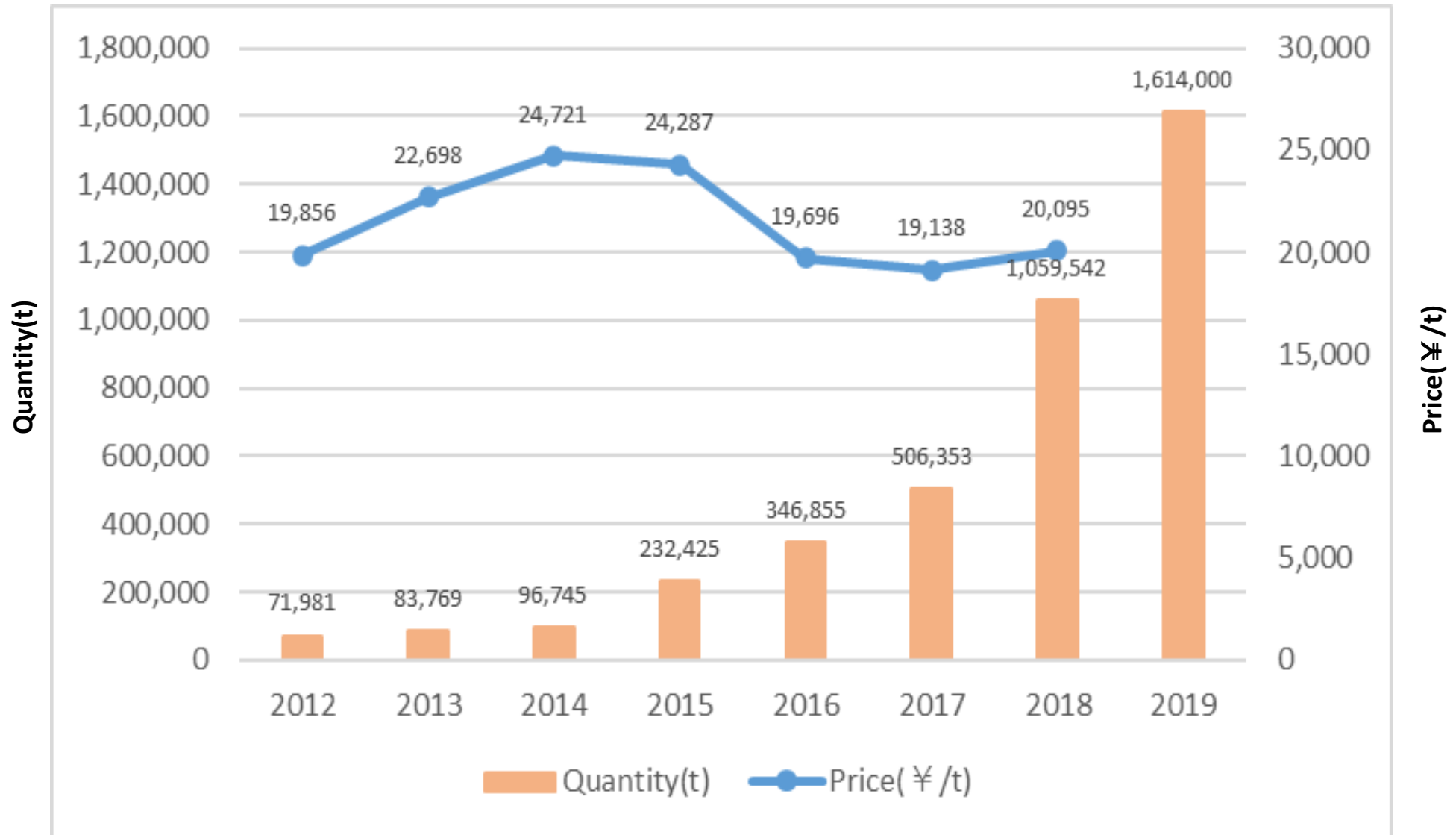
2. 混焼率：

通常 of 微粉炭ボイラーでの混焼率の上限は **3 cal.% (5 w.%)** 程度。

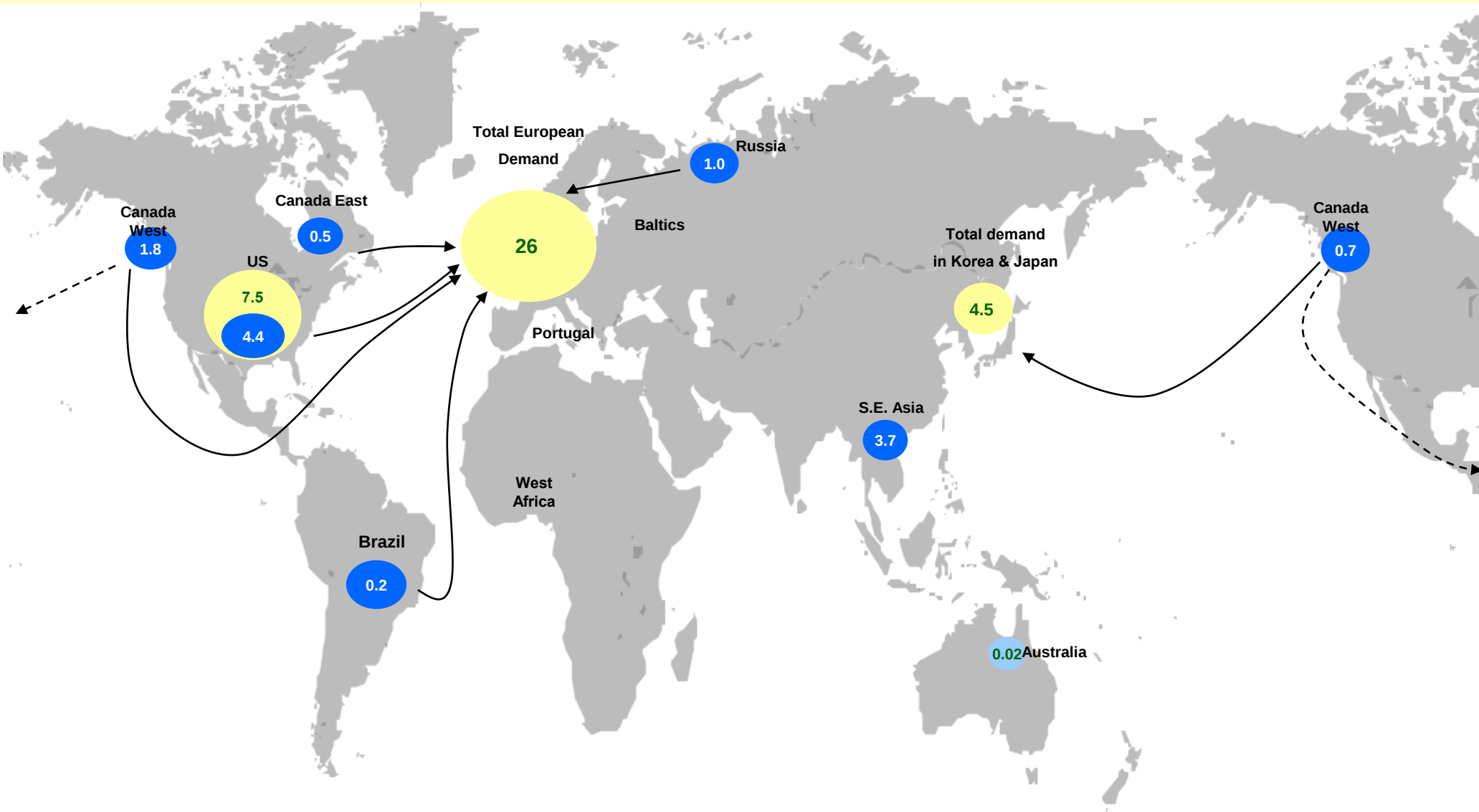
この混焼率を上げる対策には **Torrefied Pellet** への燃料転換 and/or バイオマス専用ミル・バーナー設置等の**ボイラー改造**という方法がある。

⇒ 日本の技術として、**東南アジアへの展開**を図るべき

日本の木質ペレット輸入量・価格の推移



2018年の世界の木質ペレット貿易量

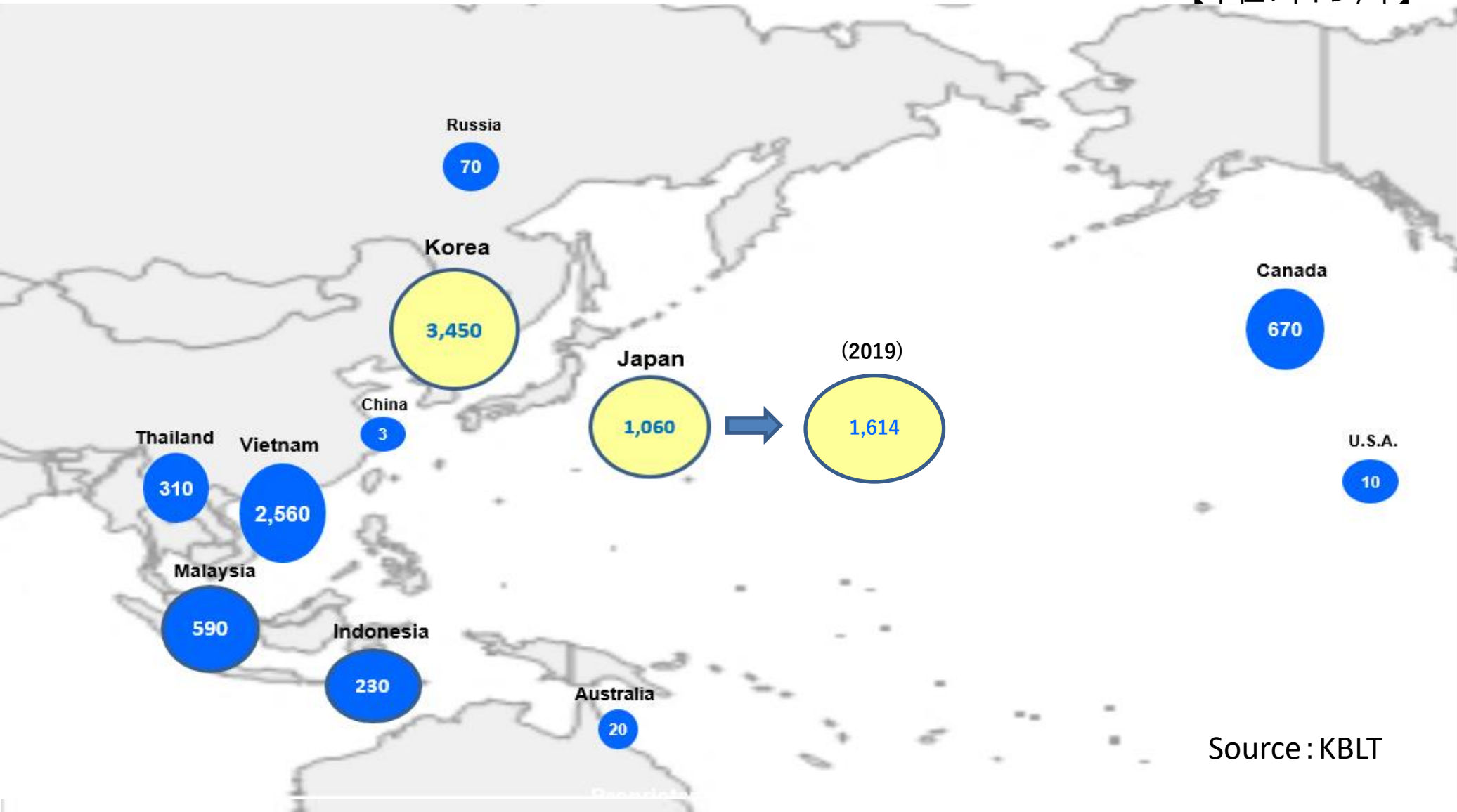


世界の貿易量: **38百万トン/年** (2018)

Source: KBLT

2018年の日本・韓国向け木質ペレット貿易量

【単位: 千トン/年】

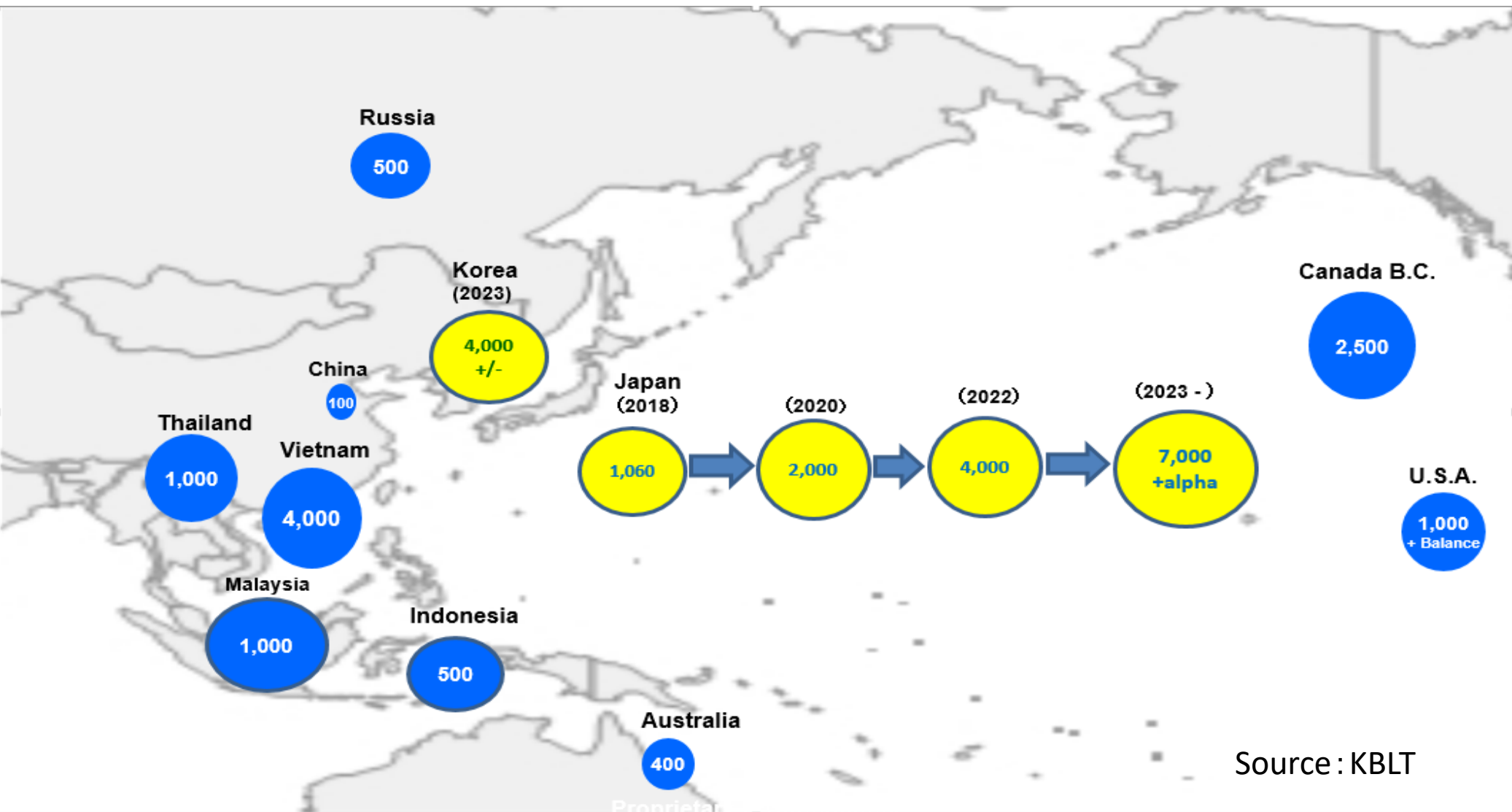


Source: KBLT

日本・韓国向け貿易量: 450万トン/年

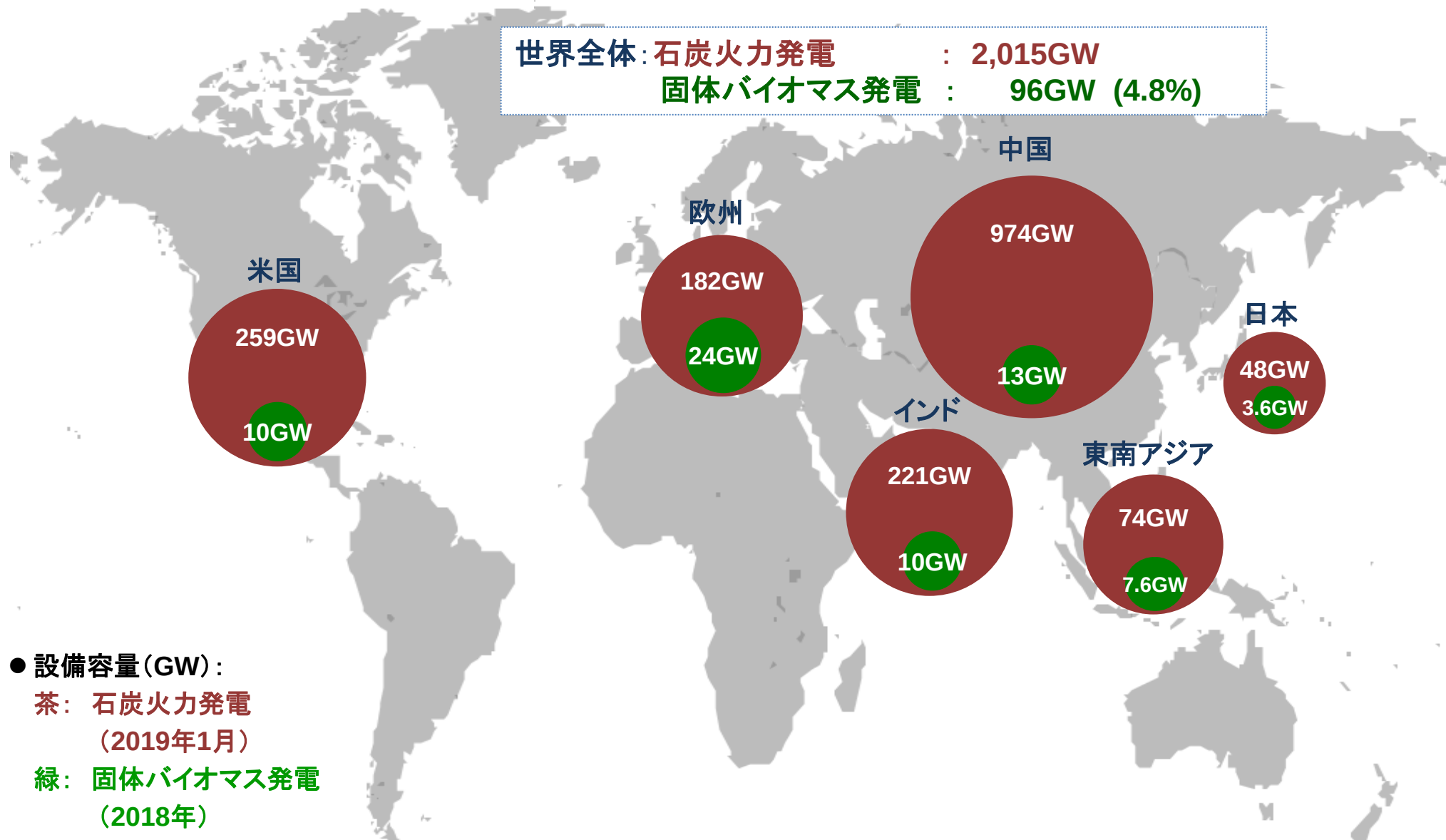
2023年の日本・韓国向け木質ペレット貿易量予測

【Unit : thousand MT】



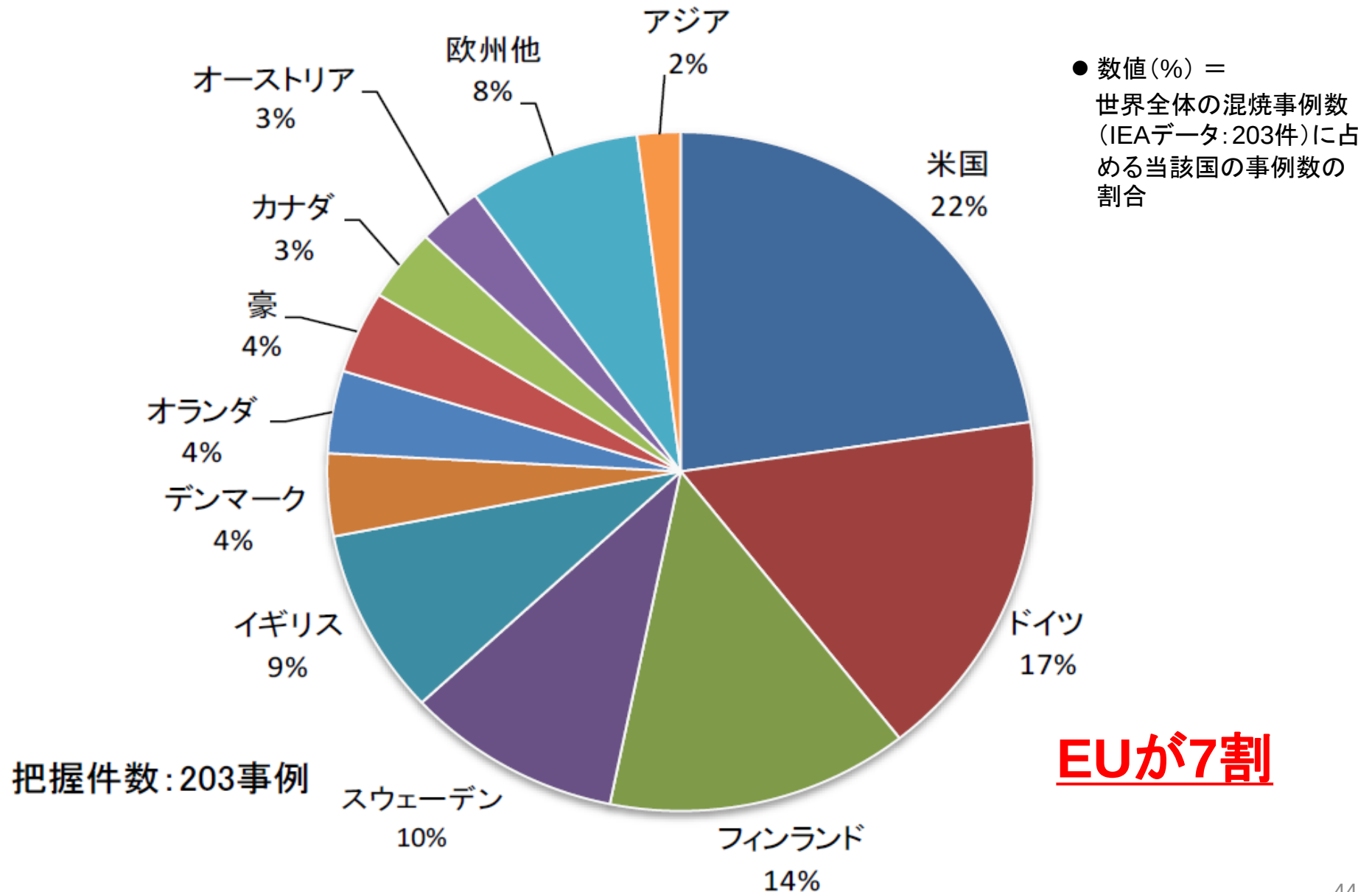
世界の石炭火力発電とバイオマス発電設備容量

世界全体: 石炭火力発電 : 2,015GW
固体バイオマス発電 : 96GW (4.8%)



- 設備容量 (GW):
 - 茶: 石炭火力発電 (2019年1月)
 - 緑: 固体バイオマス発電 (2018年)

世界の石炭火力バイオマス混焼発電の国別件数比率



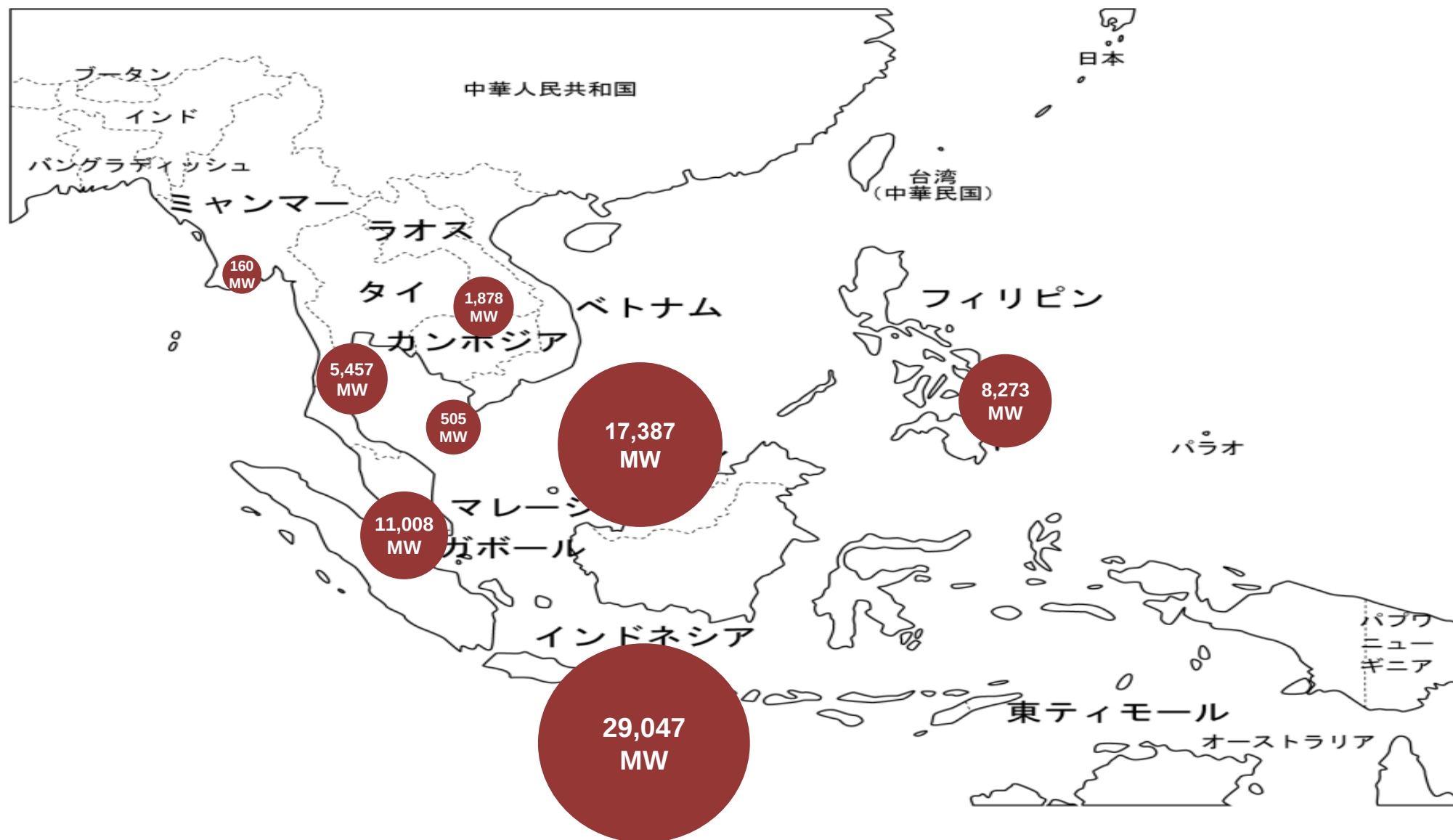
将来のBECCSへの布石としてのバイオマス発電

BECCS (Bio-Energy with Carbon Capture and Storage)

* 2014年3月IPCC第5次評価報告書で紹介されたコンセプト。バイオマスはカーボン・ニュートラルなので、バイオマスの燃焼によって排出されたCO₂はゼロカウントとなるが、これを捕捉して貯蔵することで排出しなければ、その分は更にCO₂を削減したと見做され**カーボン・ネガティブ** (マイナス)となる。2050年以降のIPCCネガティブエミッションシナリオの切り札と位置付けられている。

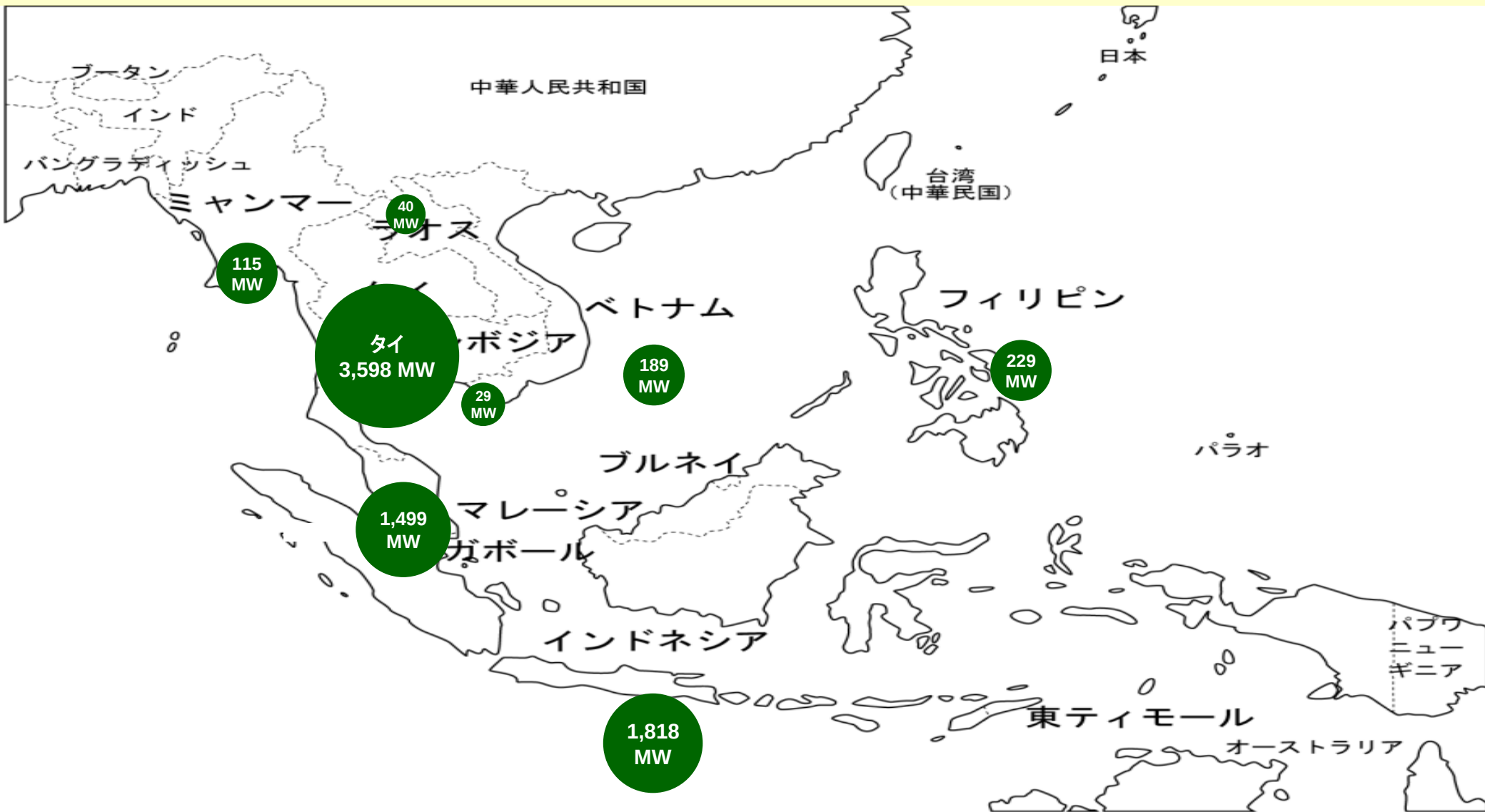
即ち、バイオマスの混焼を行なっている石炭火力発電所に将来**CCS**を設置すれば、石炭分のCO₂排出がゼロになるばかりか**バイオマス分は更にマイナス**になるという効果が期待出来る。

東南アジアの石炭火力発電



総設備容量： 74GW

東南アジアのバイオマス専焼発電(直接燃焼)



総設備容量: **7.6GW** (石炭火力の10.3%)

東南アジアの石炭・バイオマス混焼発電のポテンシャル

(単位: MW)

地域	国	石炭火力: 現状	3%混焼	10%混焼	20%混焼
東南アジア	インドネシア	29,047	871	2,905	5,809
	ベトナム	17,387	522	1,739	3,477
	マレーシア	11,008	330	1,101	2,202
	フィリピン	8,273	248	827	1,655
	タイ	5,457	164	546	1,091
	ラオス	1,878	56	188	376
	カンボジア	505	15	51	101
	ミャンマー	160	5	16	32
	合 計	73,715	2,211	7,372	14,743

石炭火力の設備容量は **74GW**。一方、**バイオマス専焼**発電の設備容量は**7.6GW**。

従い、既設の石炭火力で**10%混焼**すればバイオマス発電設備容量は**2倍**に、**20%混焼**で**3倍**になる計算。

三菱パワーのバイオマス混焼への取組み

三菱パワーは、**インドネシア**の火力発電所等におけるバイオマス燃料の混焼普及に向けた政策提言について、国営電力PLNグループおよび国立バンドン工科大学（ITB）との産学共同により策定することで合意し、覚書に調印したと発表した。

インドネシアに存在する豊富なバイオマス資源の有効利用に向け、多数の火力発電所を運営するPLNグループの協力を得ながら、適切なバイオマス燃料の選定および燃焼評価、ならびに設備改造検討や経済性評価などを中心に行う計画。

同社の国内研究での技術検討試験結果や、ITBが中心となって進める同国内における政策分析および市場調査結果などに基づき、最適なバイオマス燃料やPLNグループが運営する発電所等からのパイロット施設選定を含め、同国における**バイオマス混焼普及**のロードマップを策定する。

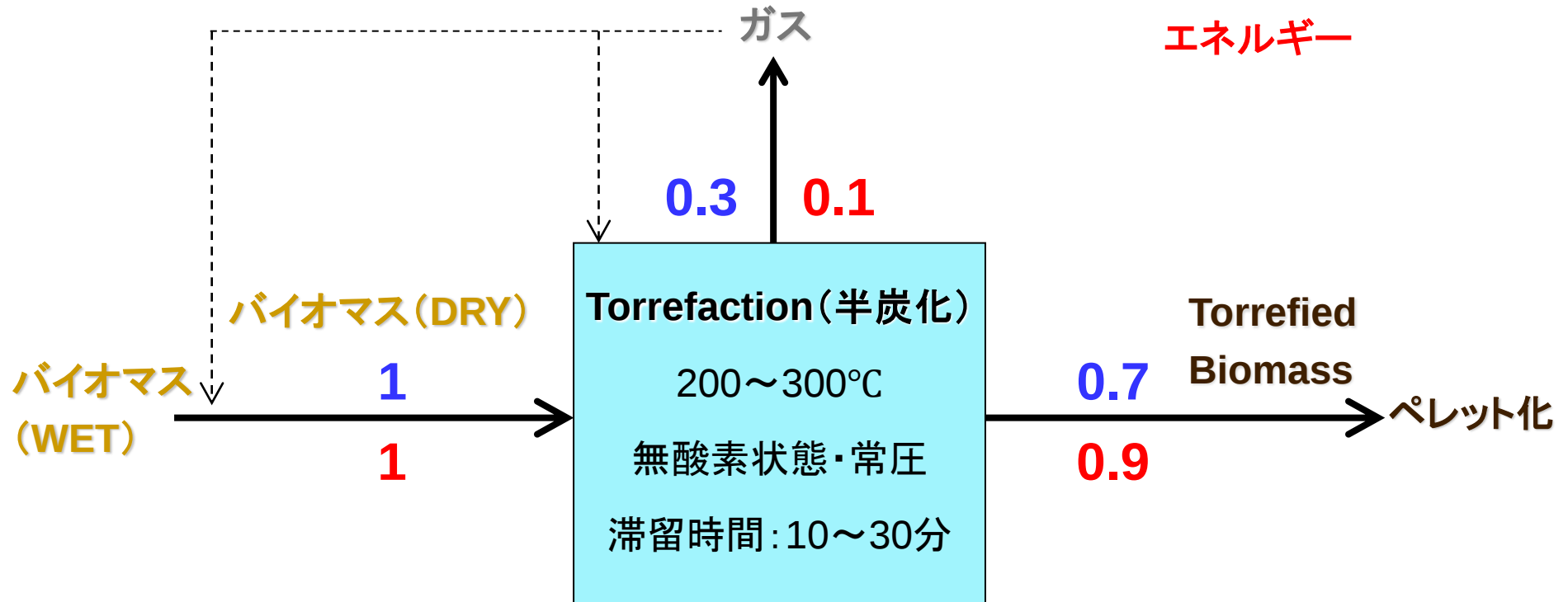


出典：三菱パワー株式会社2020.10.15付プレスリリースより

インドネシアの石炭火力発電所

Torrefaction (半炭化)とは？

—中低温領域*でのバイオマス熱分解—



エネルギー密度 (MJ/kg) (重量当たり) $1 \frac{0.9}{0.7} = 1.3$

Torrefied Pellet のメリット

1. 良好な粉砕性 → 石炭への混焼率大幅UP (3% ⇒ 30%以上)
2. 高エネルギー密度 → 輸送・貯蔵効率の向上
(発熱量: ペレットの1.3倍) (チップの3倍、ペレットの1.5倍の効率)
3. 疎水性、非発酵性 → 耐水性、自然発火防止
⇨ 石炭に準ずるハンドリング性
(新たな貯蔵設備への投資は原則不要)
4. 原料の多様化 → 林業残渣、農業残渣等未利用資源
混合バイオマス原料の使用
⇨ 生産量の拡大によるコストダウン

アジアと連携したバイオマス発電事業のコンセプト

”Asia Biomass Community”の形成

官民連携によるパートナーシップの強化

■政府レベル:

- ◆ 政府間スキームの適用 (**JCM**、**JBIC**、**ODA**)
- ◆ 木質バイオマス証明(合法性、トレーサビリティ)

■民間レベル:

現地企業との合併による事業展開

相手国との連携による
共同プロジェクトの展開
開発輸入型 ⇒ 地産地消型
(Phase-1) (Phase-2)

木質原料

木質ペレット
製造事業

バイオマス
発電事業

資 金

技 術

バイオマス
発電事業

アジアと連携したバイオマス発電事業展開Phase-1(開発輸入型)

アジアでの
木質ペレット製造事業
(現地企業とのJV)



木質ペレット



将来は **Torrefaction** (半炭化) へ

東南アジアのJCM署名国
● ベトナム、ラオス、**インドネシア**、カンボ
ジア、メキシコ、ミャンマー、**タイ**
フィリピン



日本での
木質バイオマス発電所事業
(専焼、混焼)



東南アジアからの林業人材の受入れと我が国林業技術の移転

東南アジアの林業人材の日本への受入

東南アジア



東南アジアでの実地研修



日本



日本での実地研修

日本から東南アジアへの林業技術移転

(IoT、ドローン、林業機械等)



アジアと連携したバイオマス発電事業展開Phase-2(アジア地産地消型)

アジアでの
木質ペレット製造事業
(現地企業とのJV)



木質ペレット

JCMを活用したアジアでの
木質バイオマス発電事業(現地
企業とのJV)



東南アジアのJCM署名国
● ベトナム、ラオス、インドネシ
ア、カンボジア、メキシコ、ミ
ャンマー、タイ、フィリピン



➡ 将来は **Torrefaction** (半炭化) へ

持続可能なバイオマスインダストリー(アジアモデル)の構築

バイオマスプランテーション



新規需要に対応した次世代農・林業

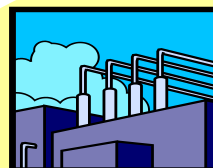
1. ODA等を活用した農業資源の増産

- 農地開発・灌漑設備
- 品種改良(収率の向上)
- 機械化(栽培、集荷)
- 施肥管理技術
- 輸送インフラの整備
- 農業開発FUND(農民への資金提供)

2. 現地企業による契約栽培スキーム

原料の安定確保・カスケード利用

バイオマスリファイナリー

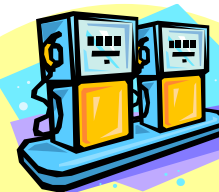


バイオマス複合産業の展開

- バイオエタノール(⇒セルロース)
- バイオペレット(⇒Torrefaction)
- バイオジェット燃料
(既存リファイナリー併設)
- BDF (⇒高品質化)
- バイオマス発電
- バイオケミカル、マテリアル
- 飼料、肥料等の製造

Co-Location・Co-Production

マーケット



産業規模の安定消費市場の創出

- 日本への輸出(開発輸入)
- 現地市場での消費(地産地消)
- 第三国への輸出

前提条件

- 安定販売数量(長期契約等)
- 安定販売価格(原料リンク等)

安定的な製品販売先の確保

Risk と Return が見合うSustainableなサプライチェーンの構築

2020年版 地球温暖化と石炭火力発電の現状と方向性

～バイオマス混焼による再生可能エネルギーの導入拡大～

<シード・プランニングの専門マーケティング資料>

2020 年版
地球温暖化と石炭火力発電の
現状と方向性

～バイオマス混焼による再生可能エネルギーの導入拡大～



以下の項目に対する有識者・業界関係者からのヒアリング調査に基づく現状分析と今後の方向性の提言：

1. 脱石炭火力に関する国内外の動向
2. 日本の石炭火力の動向
3. 日本の石炭火力に対するCO2削減技術
4. 日本のバイオマス発電の動向
5. 石炭火力発電におけるバイオマス混焼
6. カーボンリサイクルへのロードマップ
7. 日本が今後進むべき方向性

発刊日 2020年3月23日 ページ数 A4 214ページ

監修 日本環境エネルギー開発株式会社 澤 一誠

価格 書籍版:198,000円(税込)、PDF (CD-ROM) 版:198,000円(税込)、
書籍+PDF セット版:231,000円(税込)

購入お申し込み→ <http://store.seedplanning.co.jp/item/10640.html>

ご清聴頂き有難う御座いました。

NEED (日本環境エネルギー開発株式会社)

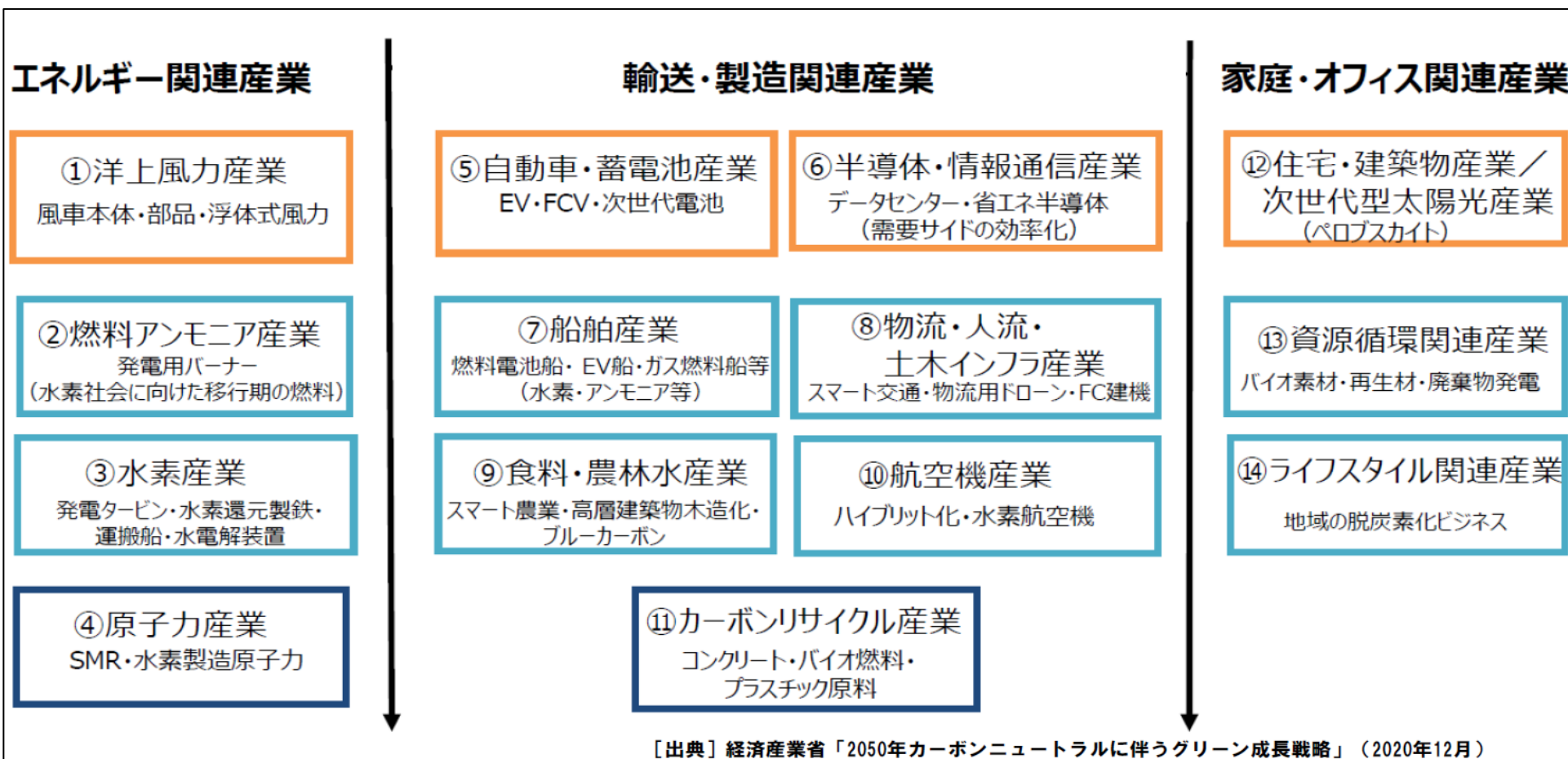
HP: <http://need.co.jp>

(**HP内Document**に本講演の元となった**報告書**を掲載)

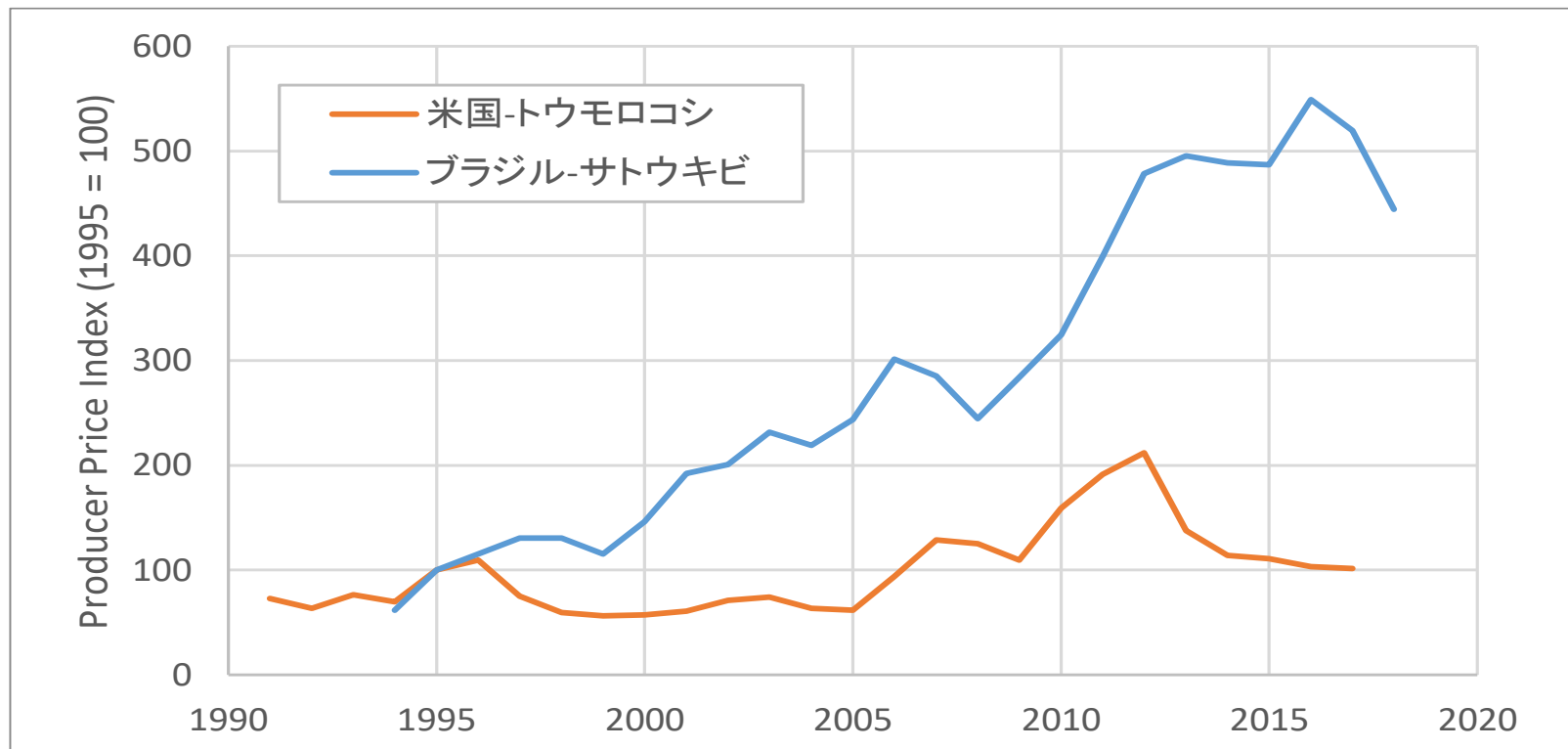
■ 参考資料

グリーン成長戦略対象産業・14分野

目的：国際競争力（経済・産業・雇用）の強化政策と地球温暖化対策



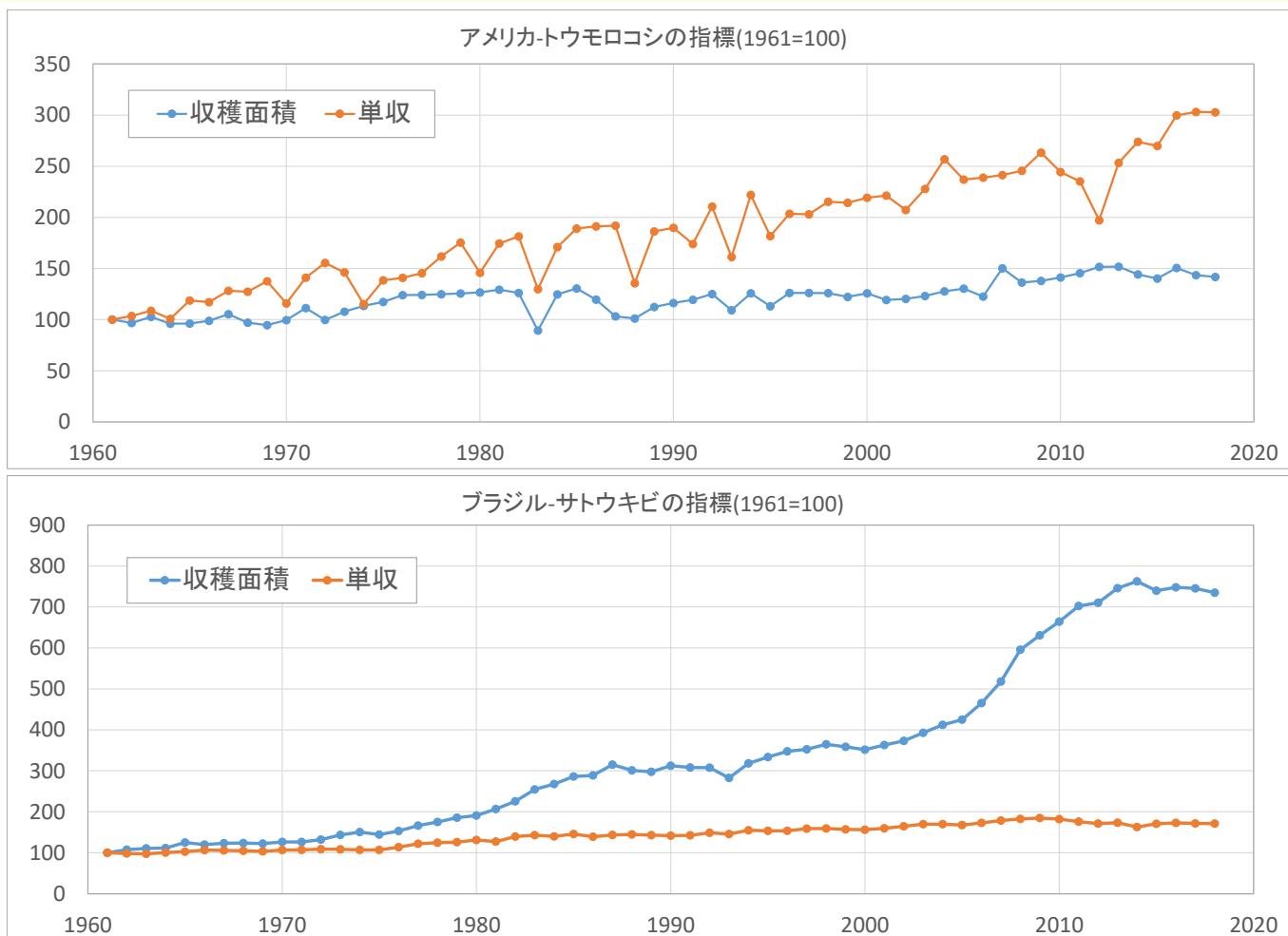
バイオエタノール原料の生産者価格推移



アメリカのトウモロコシとブラジルのサトウキビの生産者価格インデックス(1995年=100とする)の推移

出典: FAOSTAT

バイオエタノール原料の収量及び収穫面積推移



アメリカのトウモロコシ及びブラジルのサトウキビ生産における作付面積
と単収の推移(1961年の値を100として正規化)

出典: FAOSTAT

E10による燃料品質への影響調査結果

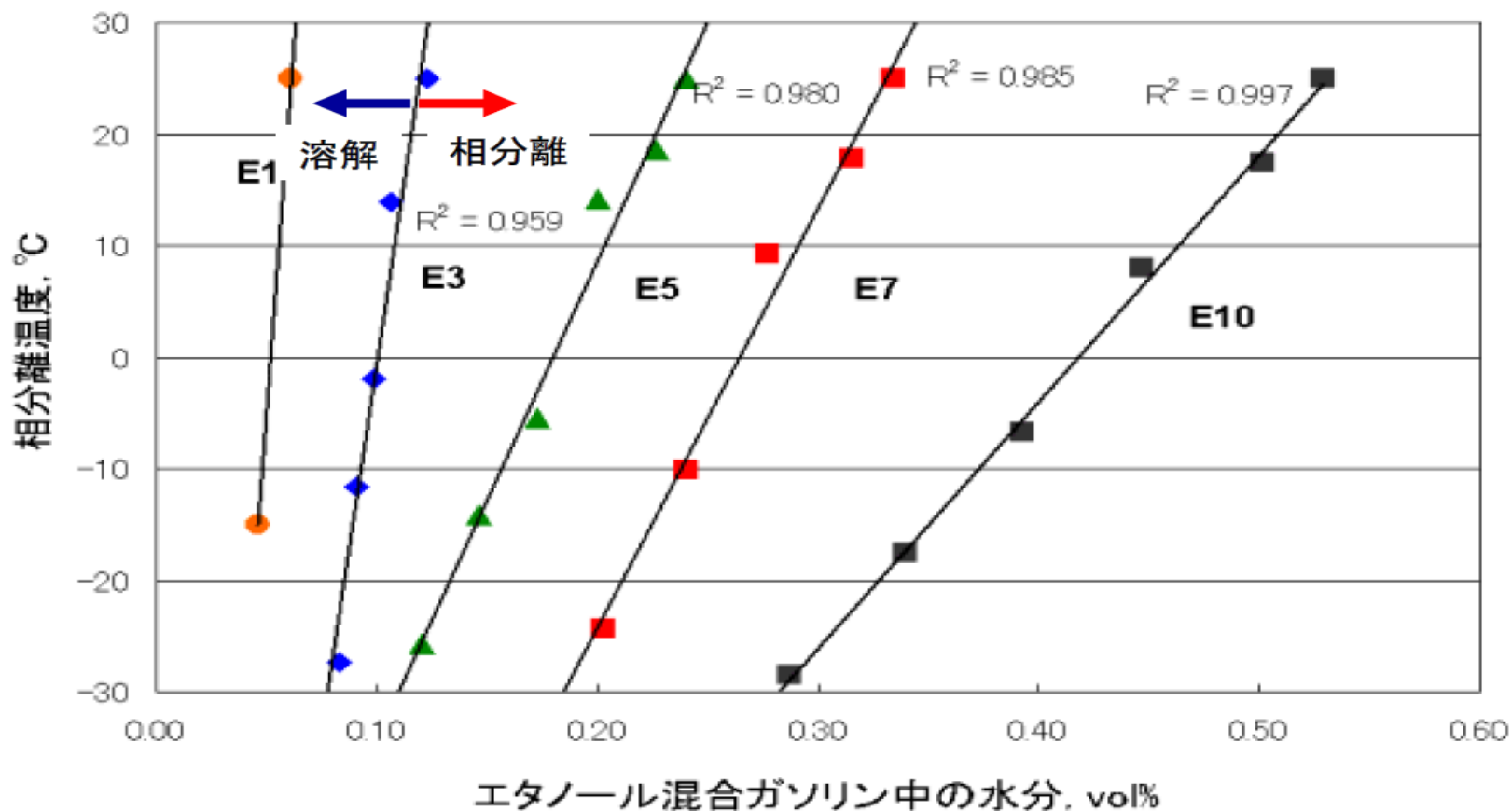
燃料品質	エタノール10% 混合による燃料 品質への影響	研究項目	調査結果
蒸留性状 50% 留出温度	10℃程度低下	①排出ガス、燃費/CO ₂ への影響調査 ②運転性能への影響調査 ・T50(高温側)の影響の把握 ・T50(低温側)の影響の把握	T50のJIS上限域(110℃)で車によりE10の影響が見られた。 T50下限域を含め、それ以外の範囲ではT50によるE10の影響は見られなかった。
蒸気圧 (RVP)	7kPa程度増加 (高温の蒸発量 増加)	③車両蒸発ガスへの影響調査 ・透過の影響把握(駐停車時) ・高温での蒸発量増加の影響把握(運転時)	本WGで実施した供試車両では、E10の顕著な影響は見られなかった。
材料適合性 (ゴム)	ゴム材の透過		(先行研究WGで実施した車両でE10のHSL+DBLへの影響は見られた)
保存安定性 (金属、ゴム、樹脂)	金属腐食 ゴム材、樹脂 の膨潤	④材料による燃料性状への影響調査	ゴム材によりE10の方が燃料中のガム値増加が見られた。 金属による燃料品質への影響はE0とE10で差は見られなかった。

日本市場にある既販車を用いた試験では、E10の影響が見られた場合があった。
E10導入時には、これらの影響に注意を払う必要がある。

出典：JATOP第2回成果発表会 ガソリン車バイオ燃料WG研究報告(2012)

その後、バイオ燃料導入拡大の観点から、**E10** 対応ガソリン車の燃料として用いるガソリンについては、エタノールを10 vol%以下、酸素分3.7 質量%とするように、**2012年4月に品質確保法強制規格**に注記が加えられた。

エタノール混合ガソリンへの水分の影響(相分離)

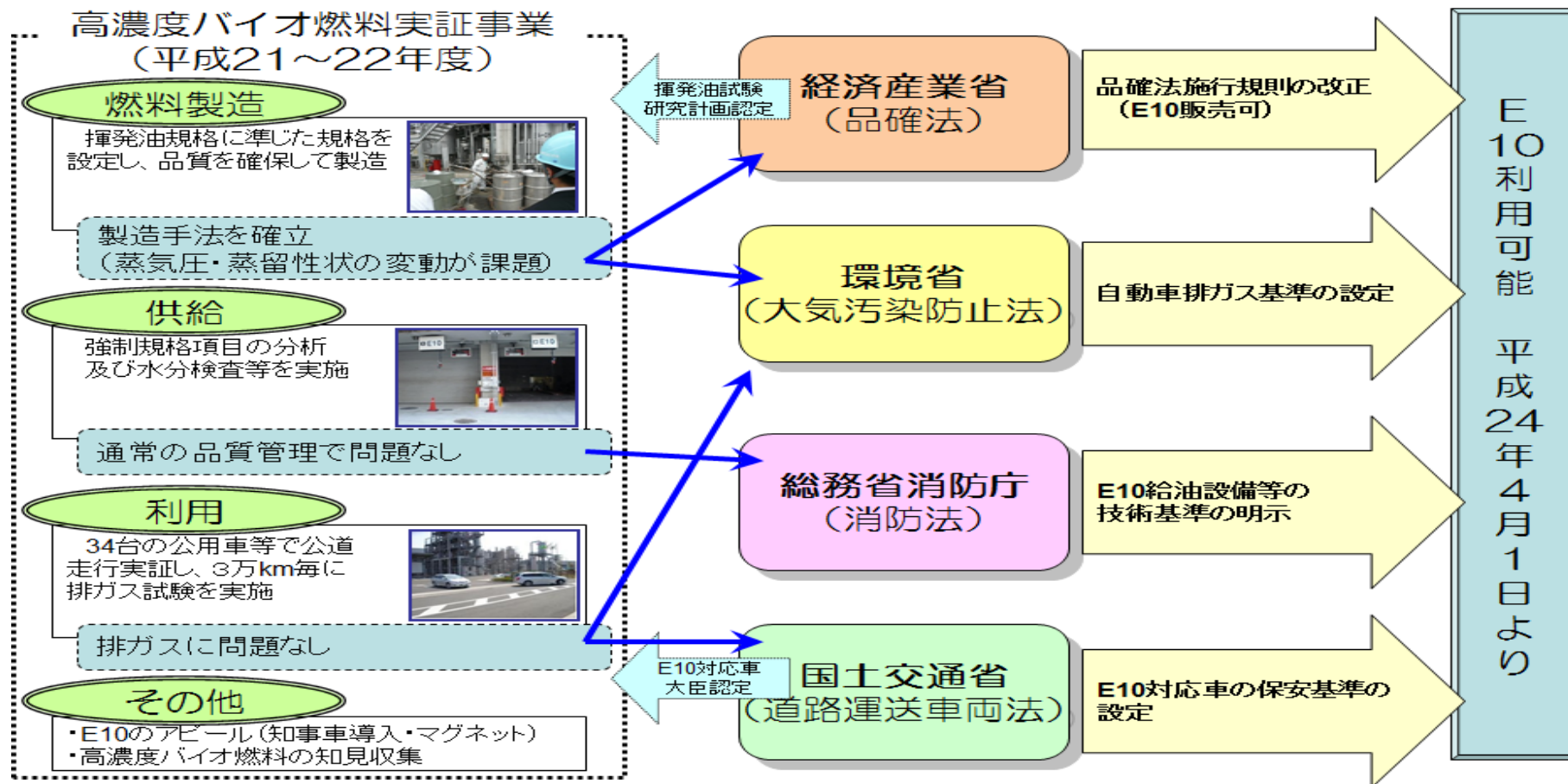


出典: 涌嶋恭司, クリーン新規燃料技術に関する課題 (2004)

E3では相分離を考慮する必要があるが E10では相分離は起こりにくい。

E10利用のための法整備状況

高濃度バイオ燃料実証事業とE10利用のための法整備

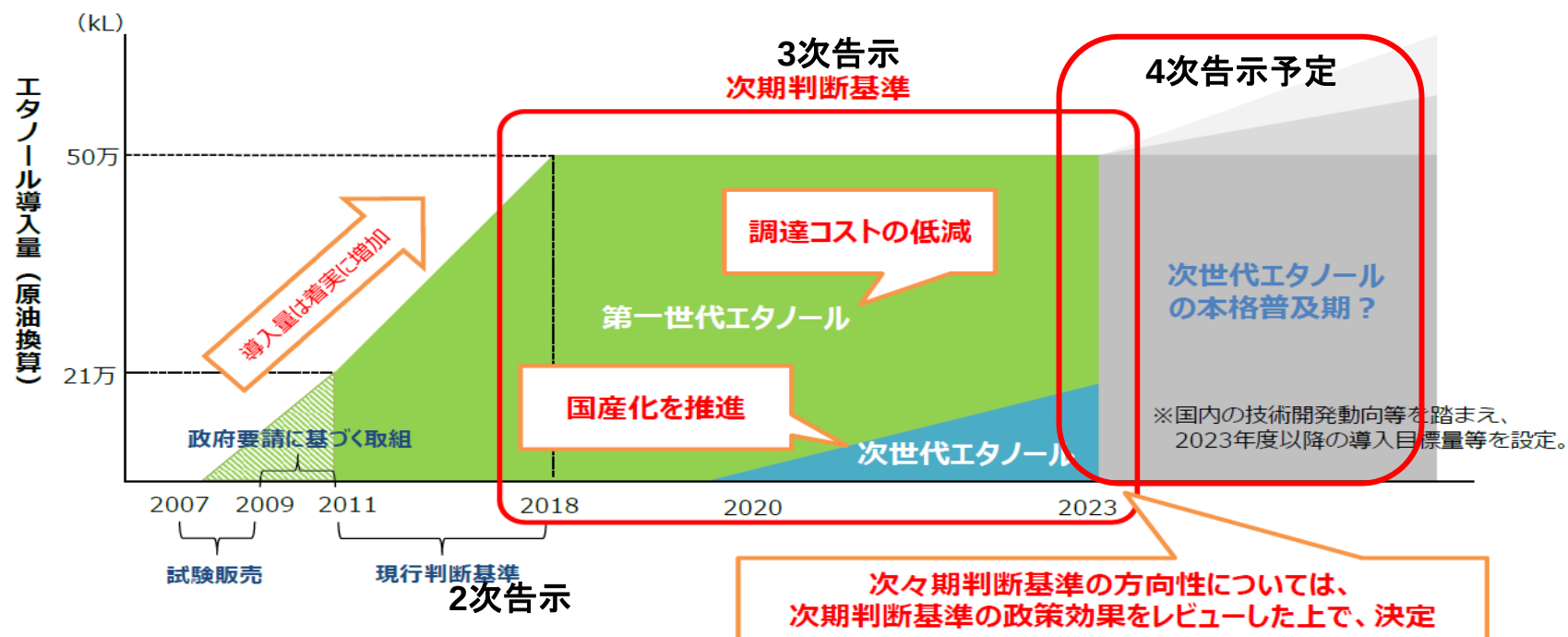


出典:大阪府, E10利用のための法整備(2012年4月省令改正)

エネルギー供給構造高度化法によるバイオ燃料導入目標

- 「3E」の観点から、我が国にとって、コスト効率的・環境効率的なバイオエタノール（国産・次世代）の本格導入のための体制構築を最優先の政策課題とし、次期告示期間は「移行期」と位置付け。
- 50万kL／年（原油換算）の目標は維持することとし、告示期間については、国際的な需給の見通しや、次世代エタノールの商用生産に向けた研究開発の動向等を考慮し、5年間とする。

バイオ燃料の導入に向けた今後の道筋（イメージ）



出典：資源エネルギー庁，次期判断基準のあり方に関する考え方（2018）

バイオマス発電特有のメリットと課題

メリット:

1. 石炭火力発電の代替としてベースロード電源の一翼を担い得る。
⇒ VRE (太陽光、風力発電)のバックアップ電源にもなり得る。
Carbon Free Regulator (ゼロエミ調整電源)としての役割
2. 設備利用率の高い安定電源である。
(バイオマス: 80%、太陽光: 13%、風力: 20%)
3. 太陽光や風力と違い、バイオマス発電は燃料を輸送することが可能。
⇒ 必ずしも原料立地に発電設備を建設する必要はない。

課題:

バイオマスの国内調達には限りがあり、長期安定調達が容易ではない。
⇒ 2030年のバイオマス発電導入目標達成の観点から、国内材の補完として海外材を導入することが不可欠。

バイオマス発電事業者協会 (BPA)について

一般社団法人バイオマス発電事業者協会

BPA 一般社団法人
バイオマス発電事業者協会

設立：2016年11月22日（2020年10月現在：会員数113）

目的：バイオマス発電事業の促進とバイオマス産業の健全な発展を図り、持続可能な循環型社会の構築と地球環境保全の推進に寄与すること

会 員



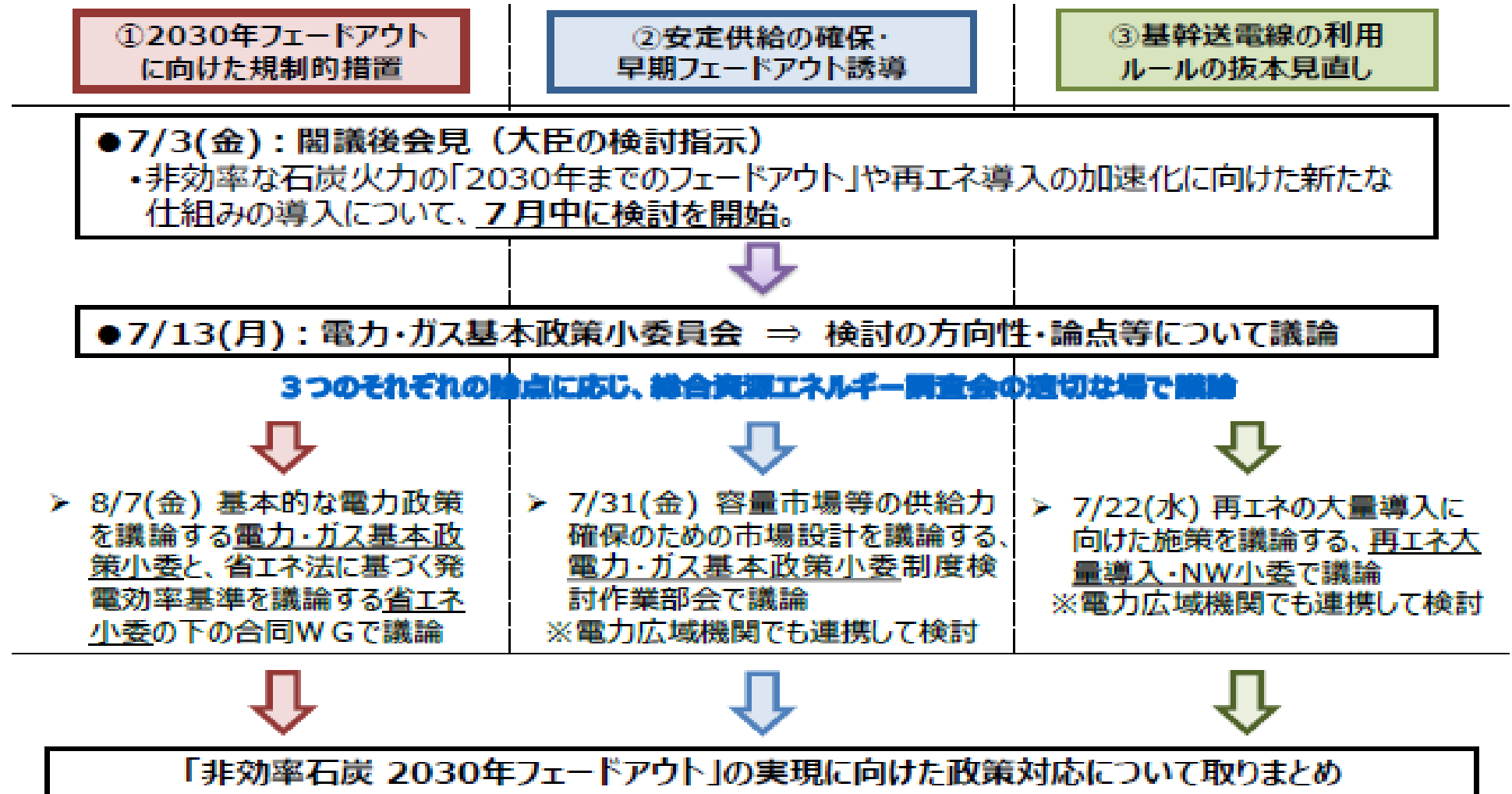
新規にバイオマス専焼発電事業を推進する為の要件

新規にバイオマス専焼発電事業をFITで推進する為には以下の様な**要件**を整える必要がある。

1. **持続可能な燃料の長期安定調達**（品質、数量、価格）
2. 電力系統連系接続
3. 発電所建設を担う信頼に足るEPCコントラクター
4. 適切な事業用地（工業用水、周辺環境、許認可等）
5. 燃料の輸送・貯蔵等のロジスティック
6. **プロジェクトファイナンス**等による資金調達

（50MW規模の案件を推進する為には200億円超の資金調達が必要になるので、上記1～5に沿ってプロファイ組成に不可欠な条件を整備した上で銀行との交渉に臨む必要がある）

非効率石炭フェードアウト・再エネ主力電源化に向けた検討の場及びスケジュール



4

国内石炭火力による発電量の内訳

国内石炭火力の内訳

総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会
第26回電力・ガス基本政策小委員会 資料3 一部追記

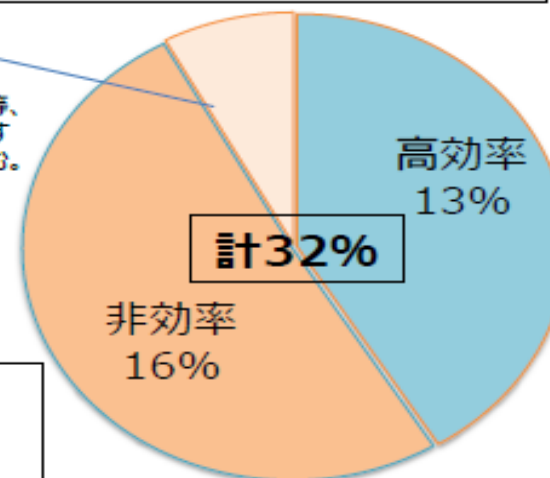
- 足下の石炭火力比率は32%（うち非効率石炭は16%）。一方、エネルギーミックスにおける2030年度の石炭火力比率は26%。
- 今後、建設中の最新鋭の石炭火力の運転開始も見込まれる中、エネルギーミックスの達成には、非効率石炭火力による発電をできる限りゼロに近づけていく必要。

石炭火力発電による発電量の内訳（推計）
（全発電量に占める割合）

計約3,300億kWh（2018年度）

自家発自家消費分※
3%

※ 専ら自家消費をしている、設備容量が小さい等、電気事業法に規定する発電事業者が保有する特定発電用電気工作物ではないものを含む。



◆ 石炭ガス化複合発電 (IGCC)
発電効率46～50%程度

◆ 超々臨界圧 (USC)
発電効率41～43%程度 計26基※

今後、建設中の最新鋭石炭火力の運転開始により、高効率石炭火力による発電比率が約20%となる可能性

◆ 亜臨界圧 (SUB-C)
発電効率38%以下

◆ 超臨界圧 (SC)
発電効率38～40%程度 計114基※

⇒ 非効率石炭火力による発電を削減するため、新たな措置を検討

※ 電気事業法に基づく発電事業者に対して、石炭火力発電所（電気事業法に規定する発電事業者が保有する特定発電用電気工作物）について、経済産業省においてその発電方式を確認し集計。

※ 「エネルギー基本計画」においては、非効率な石炭火力は超臨界以下とされており、その整理に沿って分類している。

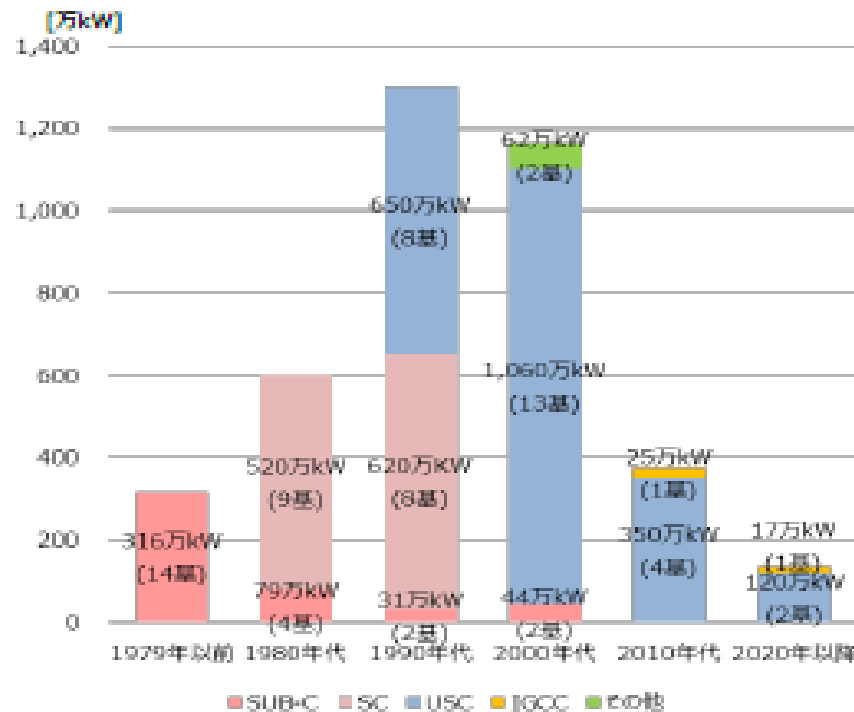
13

石炭火力発電事業者の内訳と運転開始時期

大手電力

(70基 約3,900万kW)

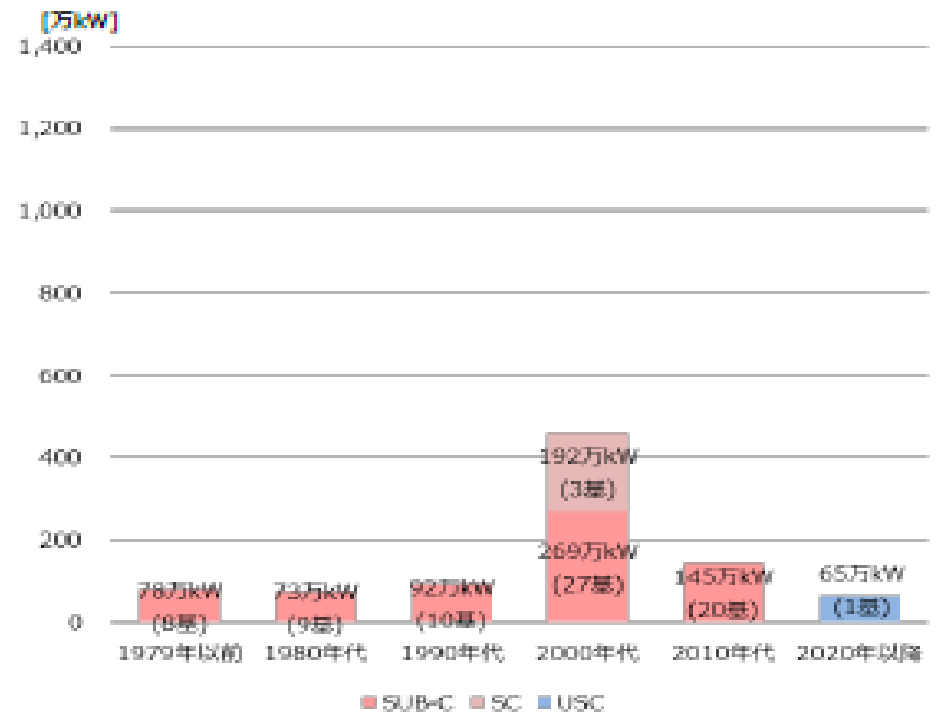
- 2000年以降、基本的に高効率石炭火力（USC以上）のみを建設。
- 地理的要因等により非効率石炭火力を建設している沖縄等への安定供給上の配慮が必要。



その他事業者

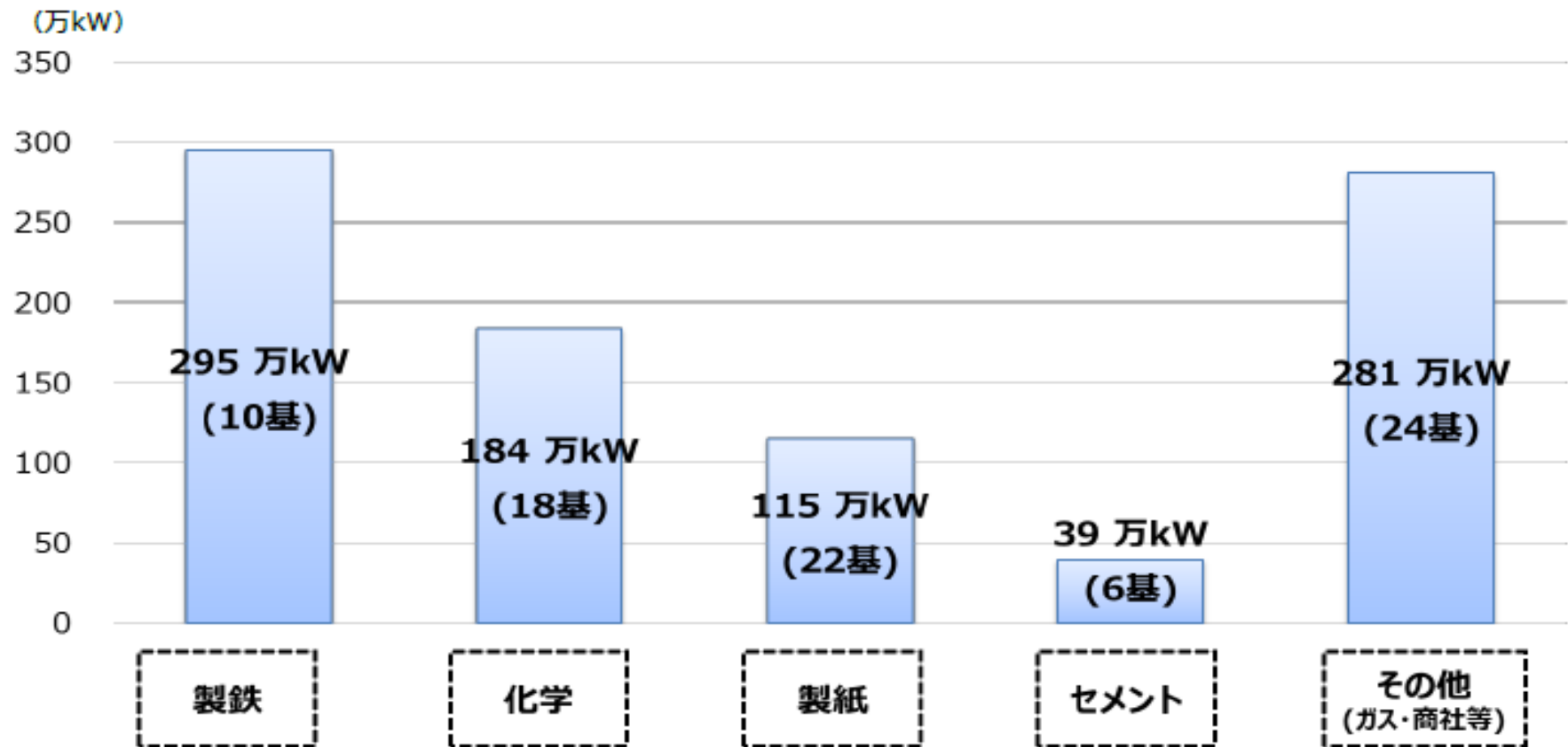
(80基 約900万kW)

- 2000年代以降に建設された非効率石炭火力（SC以下）が多い。
- 他者への販売目的でなく、自社内での使用を目的とすることが一般的。



業種別の石炭火力保有状況

- 製造業界では、「製鉄」「化学」「製紙」「セメント」の4業種が石炭火力を多く保有。



合計 : 80基 900万kW

出典: 資源エネルギー庁 2020.08.07 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会
石炭火力検討ワーキンググループ

自家発自家消費分に対する現行の規制

- 火力ベンチマーク目標（A指標、B指標）は、発電事業者であって年間1,500kL以上のエネルギーを使用した事業者を対象にしている。
- 製造業等で専ら自家発自家消費等を行っている石炭火力は火力ベンチマーク目標の対象外だが、年間1,500kL以上のエネルギーを使用した事業者については、エネルギー多消費者として①毎年度のエネルギー使用原単位の改善（5年度間平均年1%の努力目標） ②各業種におけるベンチマーク目標の達成が求められている。

【事業者毎にかかる規制内容】

対象事業者 (年間1,500kL以上のエネルギーを使用)	省エネ法上の電力供給業としての 火力発電効率のベンチマーク (A指標+B指標)	省エネ法上のエネルギー多消費事業者としての①努力目標②各業種ベンチマーク※1
(1) 電力供給業 (基本的に売電のみ)	○	○
(2) 電力供給業+製造業等 (売電+自家消費※2)	○	○
(3) 製造業等 (専ら自家発自家消費等※3)	×	○

※1：例えば、製造業では製造プロセス全体での省エネ目標達成に向けた過程の中で、生産活動と一体不可分の自家発設備（石炭火力）への対策も含まれている。
 ※2：売電が一定割合以上である等、発電事業の用に供する発電設備（電気事業法に規定する特定発電用電気工作物）。
 ※3：専ら自家消費をしている、主に自家消費の用に供する発電設備で売電は一定割合以下である等、電気事業法に規定する特定発電用電気工作物ではないもの。

20

省エネ法における発電効率の算出方法(混焼等)

【参考】省エネ法における発電効率の算出方法（混焼及び熱利用の扱い）

① バイオマス燃料及び副生物混焼の扱い

◆ 混焼を行った場合の発電効率の算出方法

発電効率の算出にあたり、発電専用設備に投入するエネルギー量（分母）からバイオマス燃料・副生物のエネルギー量を除外することが可能。

バイオマス燃料や副生物を混焼する場合の「省エネ法における発電効率」の算出方法

発電専用設備から得られる電力エネルギー量

発電専用設備に投入するエネルギー量 — 発電専用設備に投入するバイオマス燃料・副生物のエネルギー量

※設備を新設する際は、バイオマス燃料又は副生物のエネルギー量を控除しない設計効率に基づいて評価している。

② コージェネレーションの扱い

◆ 電気と熱の両方を発生させる場合の発電効率の算出方法

発電効率の算出にあたり、発電専用設備から得られる電力エネルギー量（分子）に発電専用設備から得られる熱エネルギー量のうち熱として活用されるものを加えることが可能。

電気と熱の両方を発生させる場合の「省エネ法における効率」の算出方法

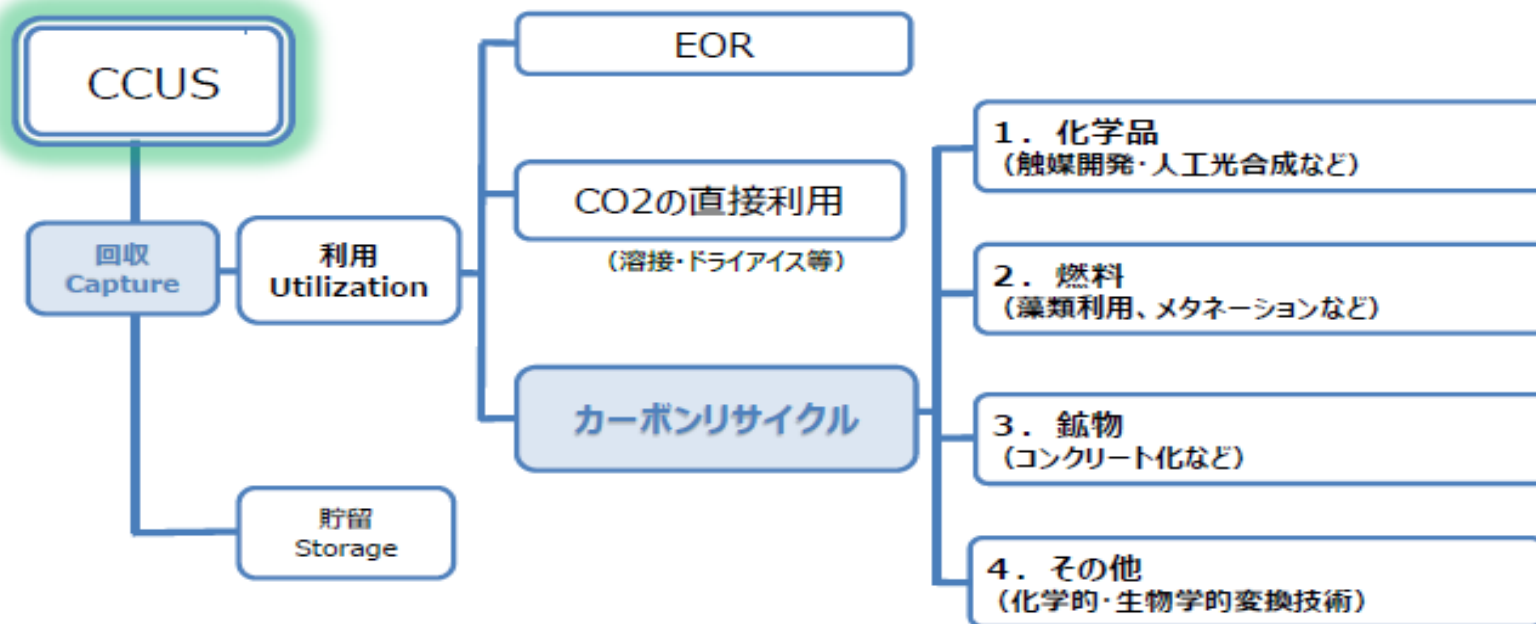
発電専用設備から得られる電力エネルギー量 + 発電専用設備から得られる熱エネルギー量のうち熱として活用されるもの

発電専用設備に投入するエネルギー量

CCUS/カーボンリサイクルについて

- 石炭を含む化石燃料を徹底的に効率的に利用した上で、**最終的に発生するCO2**については、**CCUS/カーボンリサイクル**などの技術開発や実証を進めることが重要。
- CO2を資源として再利用するカーボンリサイクルの実証研究拠点の整備、世界の産学官連携の下での研究開発を推進。

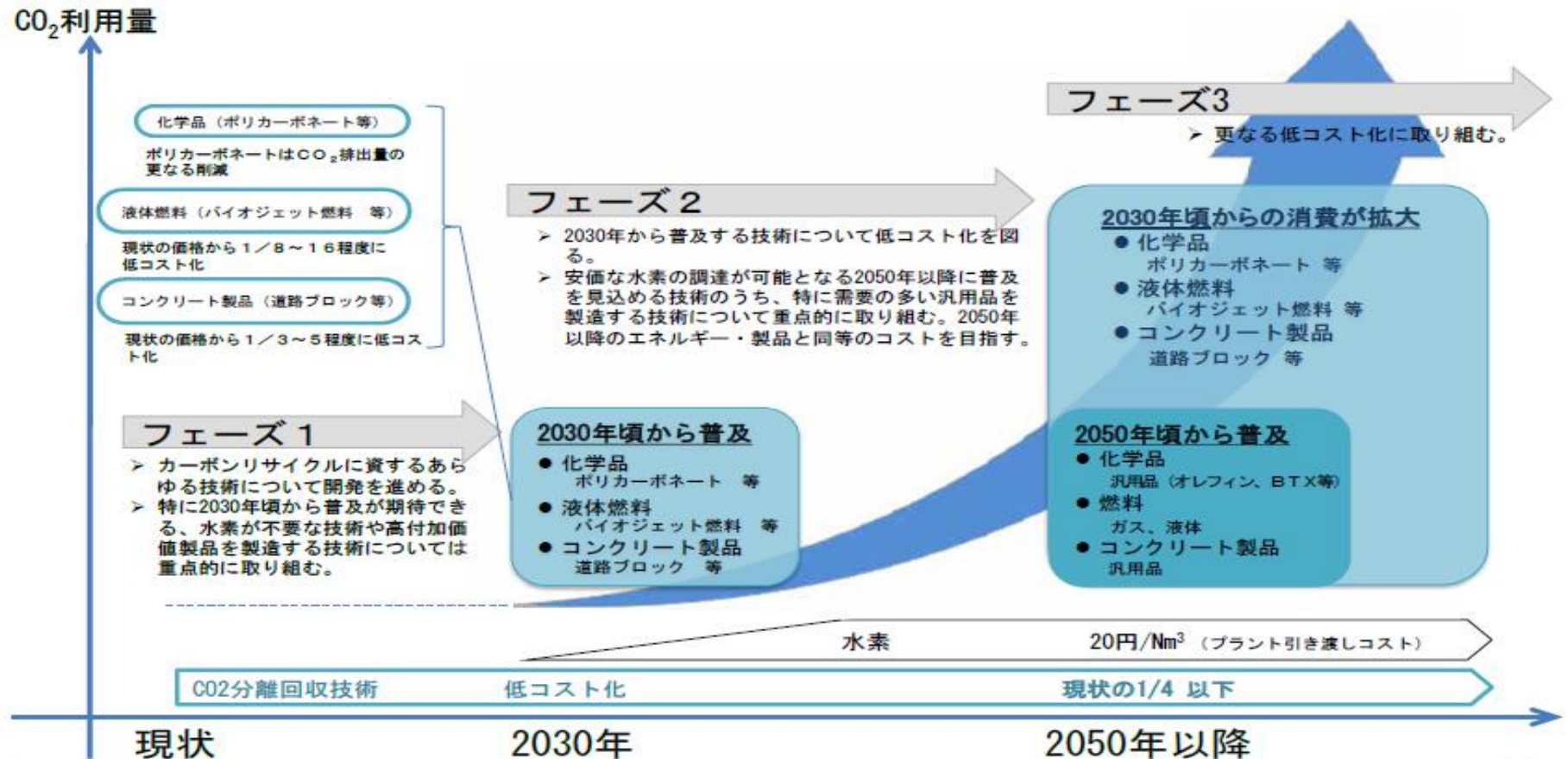
◆CCUS/カーボンリサイクルの概要



10

カーボンリサイクル技術ロードマップ

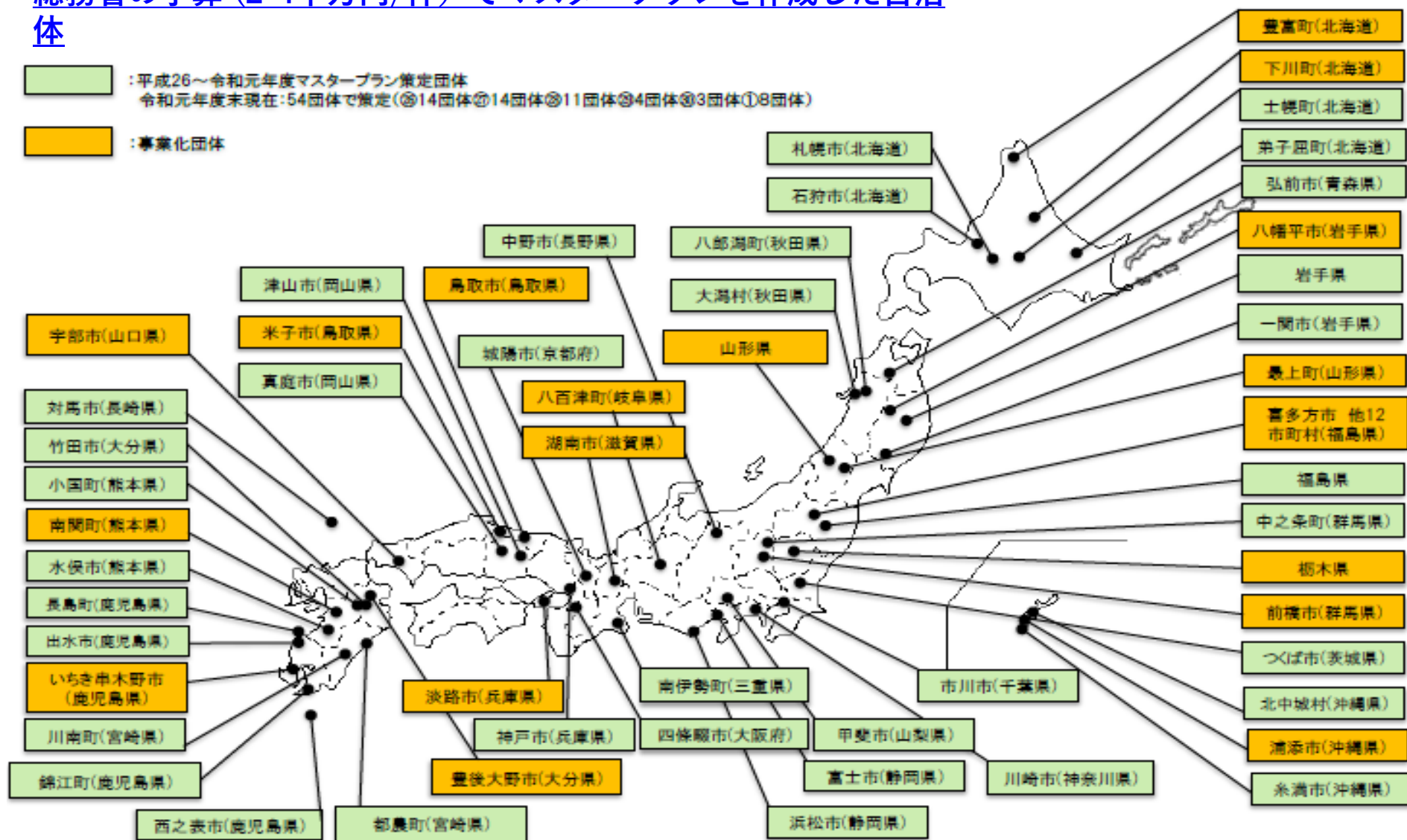
安倍元首相が世界経済フォーラム(ダボス会議)で発表後、2019年2月エネ庁内にカーボンリサイクル室が設置され、6月にロードマップを策定。水素等と共に本年1月発表の「革新的環境イノベーション戦略」の中心テーマに。尚、昨年9月25日、本年10月13日には産官学国際会議が開催された。



<見直し>カーボンリサイクル産官学国際会議などを通じて得られた国際的な技術の状況や新しい提案を踏まえて柔軟に技術の追加をおこなうとともに、5年を目安として、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略(仮称)(案)」の改訂等の動きを見つつ、必要に応じて見直す。

分散型エネルギーインフラプロジェクト

総務省の予算（2-4千万円/件）でマスタープランを作成した自治体



容量市場について

- 容量市場は、発電事業者の投資回収の予見性を高め、再生可能エネルギーの主力電源化を実現するために必要な調整力の確保や、中長期的な供給力不足に対処することを目的として創設された。

□ 容量市場を創設：kWベース＝固定費（維持費等）

- ✓ 4年後に確実に発電できる電源（kW）に対価を支払うための仕組み
- ✓ 発電事業者の投資回収の予見性を確保

➡ 安定供給上必要な電源の休廃止を防止し、国全体で必要な電源投資を確保

※先行して自由化を進めた米英等において既に導入済。

2020年7月に第1回オークションを開催

- ✓ 実施者：電力広域機関
- ✓ 調達期間：4年後の1年間（第1回では2024年度）
- ✓ 原資：小売事業者から、年間最大需要時の販売電力量シェアで回収

容量市場のオークション結果とその背景(構造的要因)

- 約定価格 : 14,137円/kW (入札上限)

- 経過措置価格 : 8,199円/kW

※経過措置：2010年度以前に建設された電源（約8割）の受取額は、約定価格の58%と設定

- 総平均価格 : 9,534円/kW

➔ 背景に、日本全体で4年後に確実に稼働できる供給力の不足 (※落札率97%)

(考えられる要因 (例))

- ・需給ひっ迫時に備えた経年火力の存在
- ・先行き不透明な中での火力の新設投資の見送り
- ・経年火力の維持管理における高コスト構造
- ・市場における競争圧力の弱さ
- ・卸電力市場価格の下落



今後、エネルギー基本計画の見直しの議論にあわせ、
電力・ガス基本政策小委員会等において議論

(参考：欧米各国の価格水準)

- イギリス：1,000～3,000円/kW/年、アメリカ (PJM)：3,000～7,000円/kW/年
- フランス：1,000～2,000円/kW/年

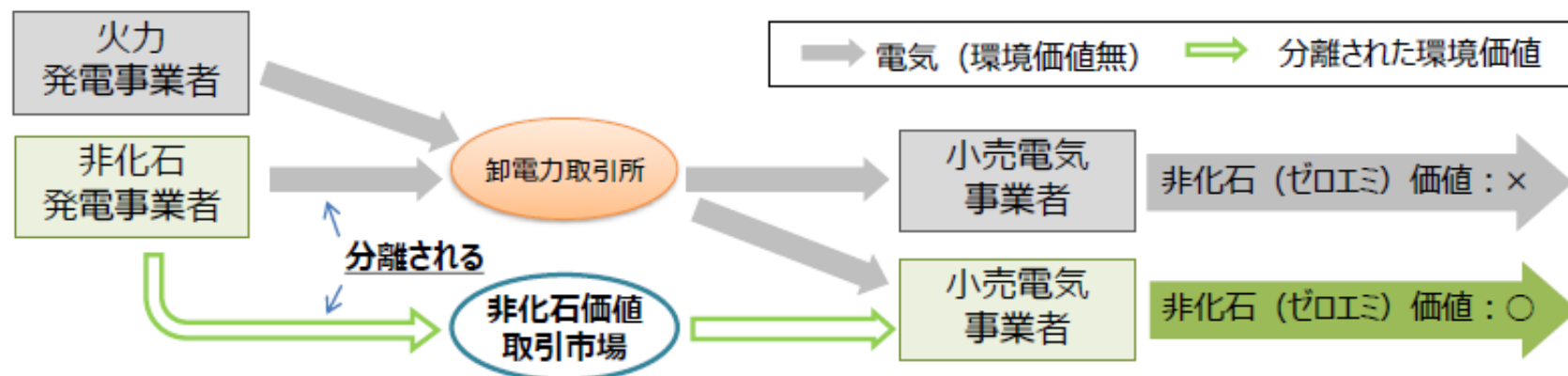
非化石価値取引市場について

- 小売電気事業者による高度化法※¹の目標達成(2030年度 非化石電源比率44%)を促すため、非化石電源（再エネ、原子力等）に由来する電気の非化石価値を証書化し取引する非化石価値取引市場を創設。
- 市場創設により、非化石電源からの調達機会が限られていた新規参入者にとっても、非化石証書を購入することで目標達成が可能となる※²。
- 2018年5月よりFIT電源に由来する非化石証書の取引が実施されており、2020年4月より、FIT以外の非化石電源（大型水力、原子力等）も含め、全非化石電源に由来する非化石価値が証書化されている※³。

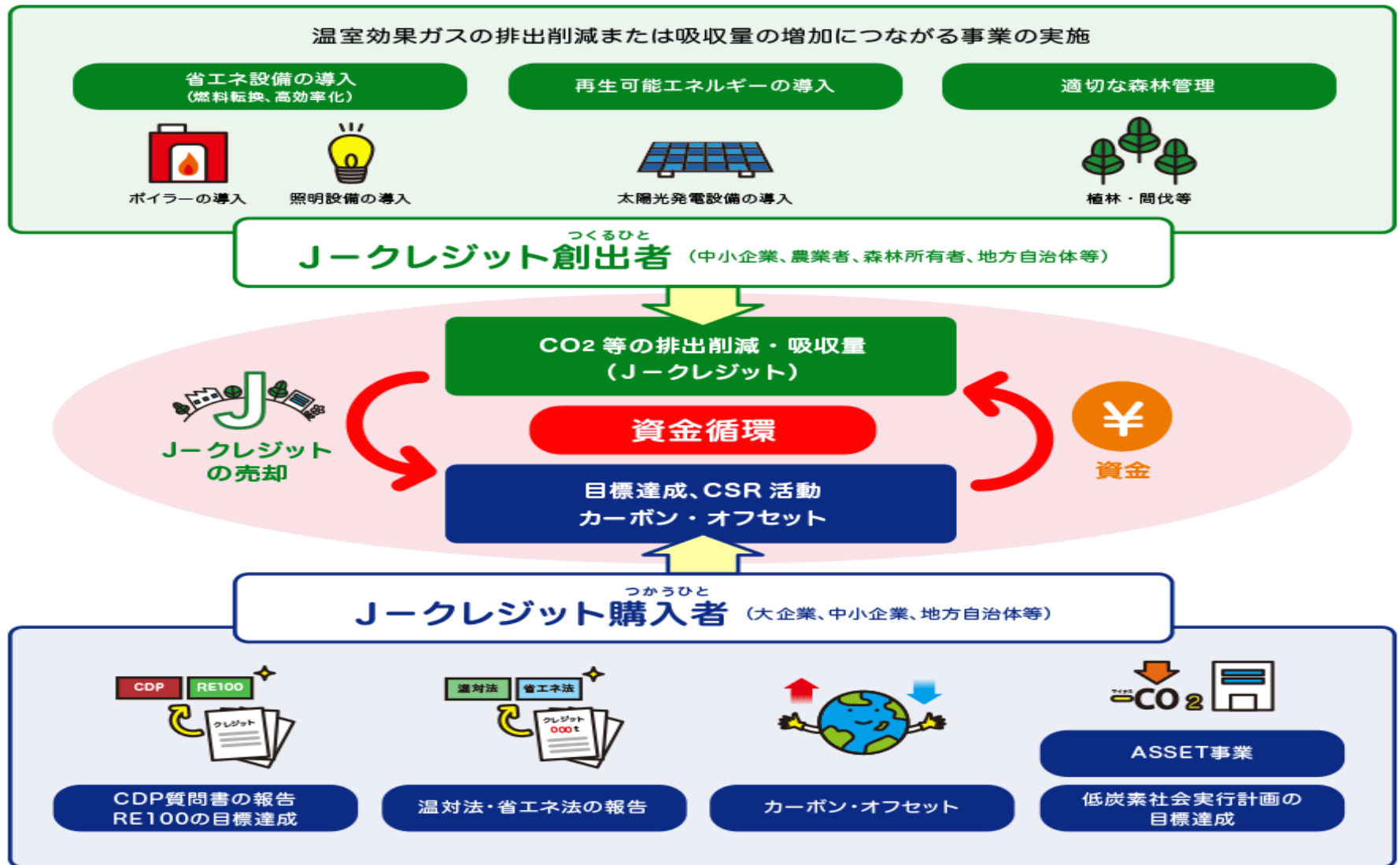
※¹ エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律

※² 非化石証書の導入は、再エネ等の非化石電源への投資等の促進や、環境負荷の低い電気の使用を希望する需要家の選択肢拡大（例：RE100）にも資する。

※³ FIT以外(非FIT非化石証書)の初回オークションの取引期間2020年11月5日より開始予定。



J-クレジットについて

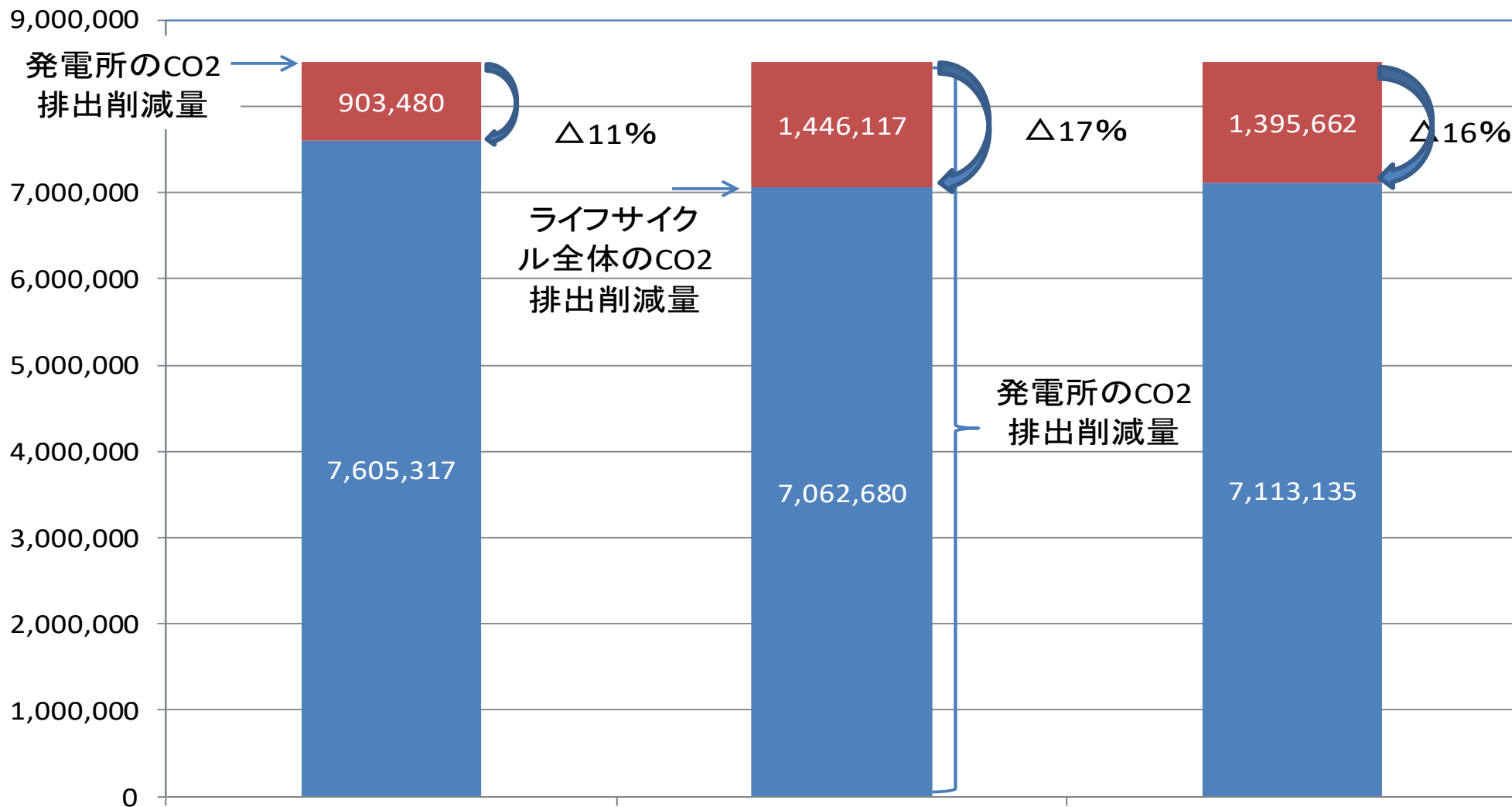


海外産／国産ペレットのLCA-CO2削減量の比較

石炭火力に比べたCO2排出削減量(t-CO2/年)

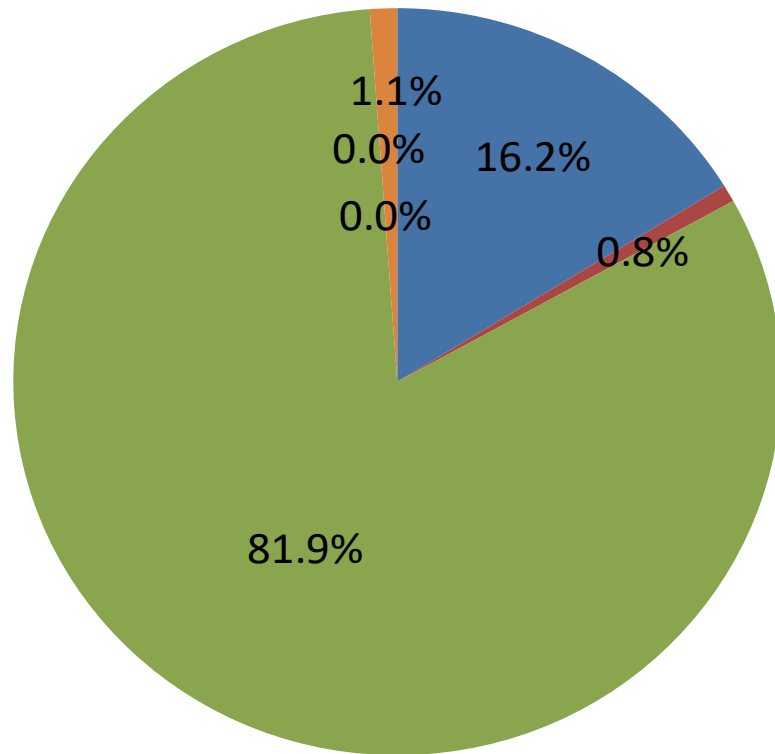
■ ライフサイクル全体における削減量

■ 発電所以外の工程における増加量

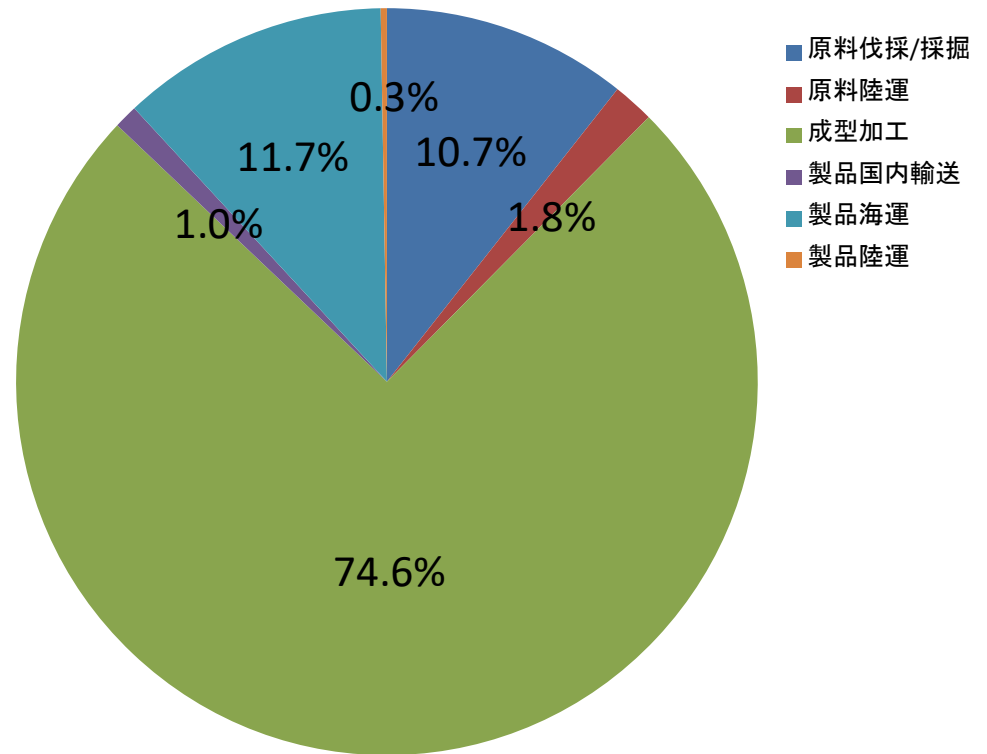


海外産／国産ペレットのLCA-CO2発生量の比較

国産材



インドネシア材



- 原料伐採/採掘
- 原料陸運
- 成型加工
- 製品国内輸送
- 製品海運
- 製品陸運

Torrefied Pelletとは？

1. Torrefied Pellets製造工程



2. Torrefied Pelletsの耐水性



出典:ECN

Torrefied Pelletの組成(木質チップ、木質ペレットとの比較)

項目(単位)	木質チップ	木質ペレット	Torrefied Pellet
含水率(%)	35%	10%	3%
重量当たりのエネルギー密度 LHV (MJ/kg)	10.5 (67%)	15.6 (100%)	19.9 (128%)
かさ比重(kg/m ³)	475	650	750
体積当たりのエネルギー かさ密度 (GJ/m ³)	5.0	10.1	14.9
輸送効率(比率%)	△ (50%)	○ (100%)	◎ (150%)
貯蔵・ハンドリング性	○	△	◎
粉碎性	△	○	◎

IBTC(国際トレファクション協議会)について

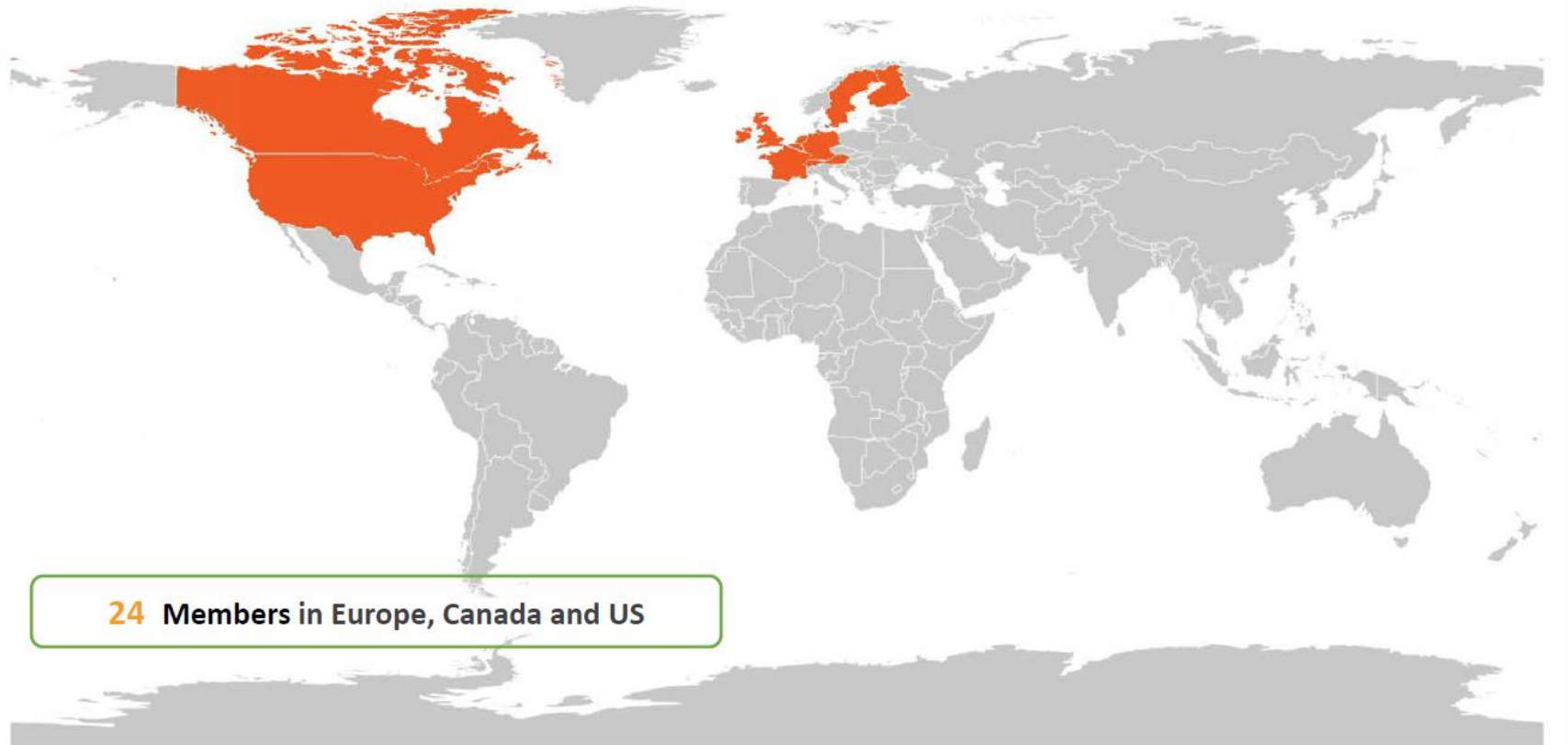
IBTC network

Combining efforts where advantageous



INTERNATIONAL BIOMASS
TORREFACTION COUNCIL

A NETWORK OF
BIOENERGY EUROPE



www.ibtc.bioenergyeurope.org

IBTC メンバー企業 24社

IBTC Full Members



IBTC Developing and Associated Members



欧米のトレファクション開発企業の状況(1)

Location	Status	Commissioning	Name plate capacity	Intended NCV	Product form factor
Austria	Project in Operation	Since 2013	8.000 tonnes/year	22-23 MJ/kg	Briquette 70mm diameter
Belgium	Project in Operation	Pelletizing industrial scale expected in 2022	powder 30.000 tons/year pellets 150 kg /hour	powder 22-28 MJ/kg pellets 21 MJ/kg	Powder (full production) Pellets (only for test purposes)
Croatia	Project in permitting phase	2020	4.500 tonnes/year 1.000 kW electricity	C _{st} 90-98%	Charcoal 150mm
Estonia	Project Under construction	Q4 2020	157.000 tonnes/year	21 GJ NCV Dry	Pellet
Finland	Project in final negotiation	2023	60.000 tonnes/year	22-23 MJ/kg	Briquette 70mm diameter
Germany	Project in Operation	Since 2016	3.000 tonnes/year	C _{st} 90-98%	Charcoal 150mm
Ireland	Project in Operation		10.500 tonnes/year	n.a.	n.a.
Portugal	Project in Operation (not yet at full capacity)	Q4 2020	120.000 tonnes Black Pellets 80.000 tonnes White Pellets	18-22 MJ/kg	Pellet
Portugal	Project Under construction	2020	100.000 tonnes	22 GJ	Woodchips Pellet
UK	Project in Operation		30.000 tonnes/year	21 GJ NCV Dry	Pellet
Russia	Project in permitting phase	Q4 2021	2 x 40.000 metric tonnes/year	21-25 MJ/kg	Pellet

欧米のトレファクション開発企業の状況(2)

Location	Status	Commissioning	Name plate capacity	Intended NCV	Product form factor
Canada (BC)	Project in permitting phase	Q1 2021	100.000 tonnes	21 MJ/kg	Pellet
Canada (Qc)	Project in Operation	2016	15.000 tonnes	21 MJ/kg	Pellet
US	Project in Operation	2012	75.000 tonnes/year	25-50 GJ/MT	Pellet
US	Project in permitting phase	2022	400.000 tonnes/year	25 - 30 GJ/MT	Pellet
US (Louisiana)	Project in Operation	2017	16.000 tonnes/year	19 MJ/kg	Pellet, briquette
US (Oregon)	Project in Operation	2019	90.000 tonnes/year	21-22,5 MJ/kg	Pellet, briquette
US	Project Under construction	Q3 2021	125.000 tonnes/year	30 MJ/kg	Pellet, briquette
US (Oregon)	Project Under construction	n.a.	100.000 tonnes/year	n.a.	Softwood TorrB® torrefied biomass briquette
Indonesia	Project in final negotiation	Q1 2021	80.000 tonnes	21 MJ/kg	Pellet, briquette
Thailand	Project in developments	Q3 2020	15.000 tonnes	20 GJ	Pellet
Ethiopia	Project in final negotiation	2023	60.000 tonnes/year	22-23 MJ/kg	Briquette 70mm diameter

宇部興産株式会社のトレファクションへの取組み

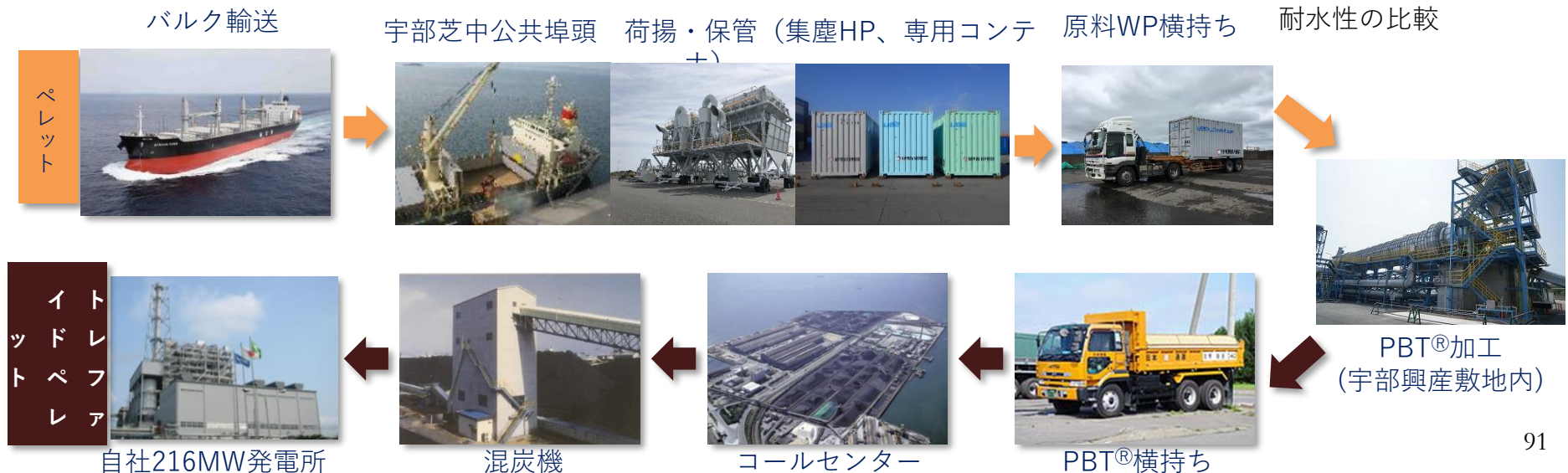
1. トレファイドペレットとは？

- (1) 木質バイオマスを低酸素濃度雰囲気において比較的低温で焙煎して得られる固体燃料
- (2) 耐水性や石炭との混合粉碎性を大幅に改善している
- (3) 一般的な木質バイオマスを石炭と混焼するには専用のハンドリング設備が不可欠だったがトレファイドペレットは石炭同等のハンドリング特性を有しているため、混焼が容易で専用のハンドリング設備は不要となる

2. 設備の概要

- (1) 実証目的：事業化に向けた実証（生産、石炭との混合保管、輸送、粉碎、混焼等）
- (2) 立地場所：山口県宇部市沖の山コールセンター隣接工
- (3) 生産能力：6万ト/年
- (4) 運開時期：2019年12月
- (5) 原料：輸入木質ペレット(カナダ産)

3. 原料輸入から発電所までの流れ



日本製紙株式会社のトレファクションへの取組み

同社は、2016年、同社のタイ国パートナーのSCGパッケージング社フィブラス事業部門会社と共同研究開発契約を締結し、タイにおいてトレファクション技術を用いた新規木質バイオマス燃料の開発を開始。

実証テストを通じて、トレファイドペレットの設備設計、製造技術、微粉炭ボイラーでの操業条件を確立。



トレファイドペレットの実証設備（タイ）



トレファイドペレット

出光興産株式会社のトレファクションへの取組み

タイでのBlack Pellet 製造事業



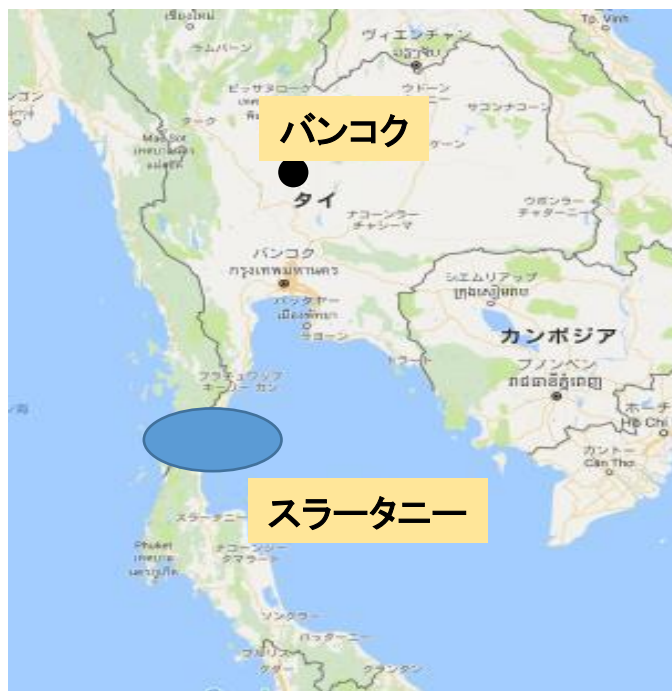
生産者：地元企業とのジョイントベンチャー（設立予定）

場所：スラータニー

使用木材：ゴムの木

生産：デモプラントによるサンプル製造を開始

需要家によるサンプルペレットの評価後、商業プラントへの投資判断を行う



- 地元パートナーと原料の安定調達の仕組みを構築
- 安定収入をもたらすことにより現地経済成長に貢献



出光興産株式会社のトレファクションへの取組み

オーストラリアでのBlack Pellet 製造事業



生産者：出光オーストラリアリソース（本社：ブリスベン）

場所：エンシャム石炭鉱山（場所：クイーンズランド州、権益85%）

使用木材：ソルガム

生産：ソルガムの植生試験及び木質ペレット化試験を開始

2020年後半には木質ペレットのブラックペレット化試験を予定



- クイーンズランド州政府から補助金として2万豪ドルを受託
- エネルギー源の多様化とベストミックスの構築により、日本のエネルギーセキュリティへの貢献と再生可能エネルギー普及を推進



アジア・バイオマス・トレファクション協議会(ABTC)構想

背景

- ・トレファクションに対する内外での関心の高まり
- ・石炭火力のCO2削減の必要性

目的

- ・トレファクションに関する**情報共有**
 - ・技術開発動向、・市場動向、・関連政策動向、
 - ・支援制度(JCM関連等)
- ・トレファイド・ペレット(トレファクション技術による半炭化ペレット、以下“TP”と略す)の**標準化**

事業内容

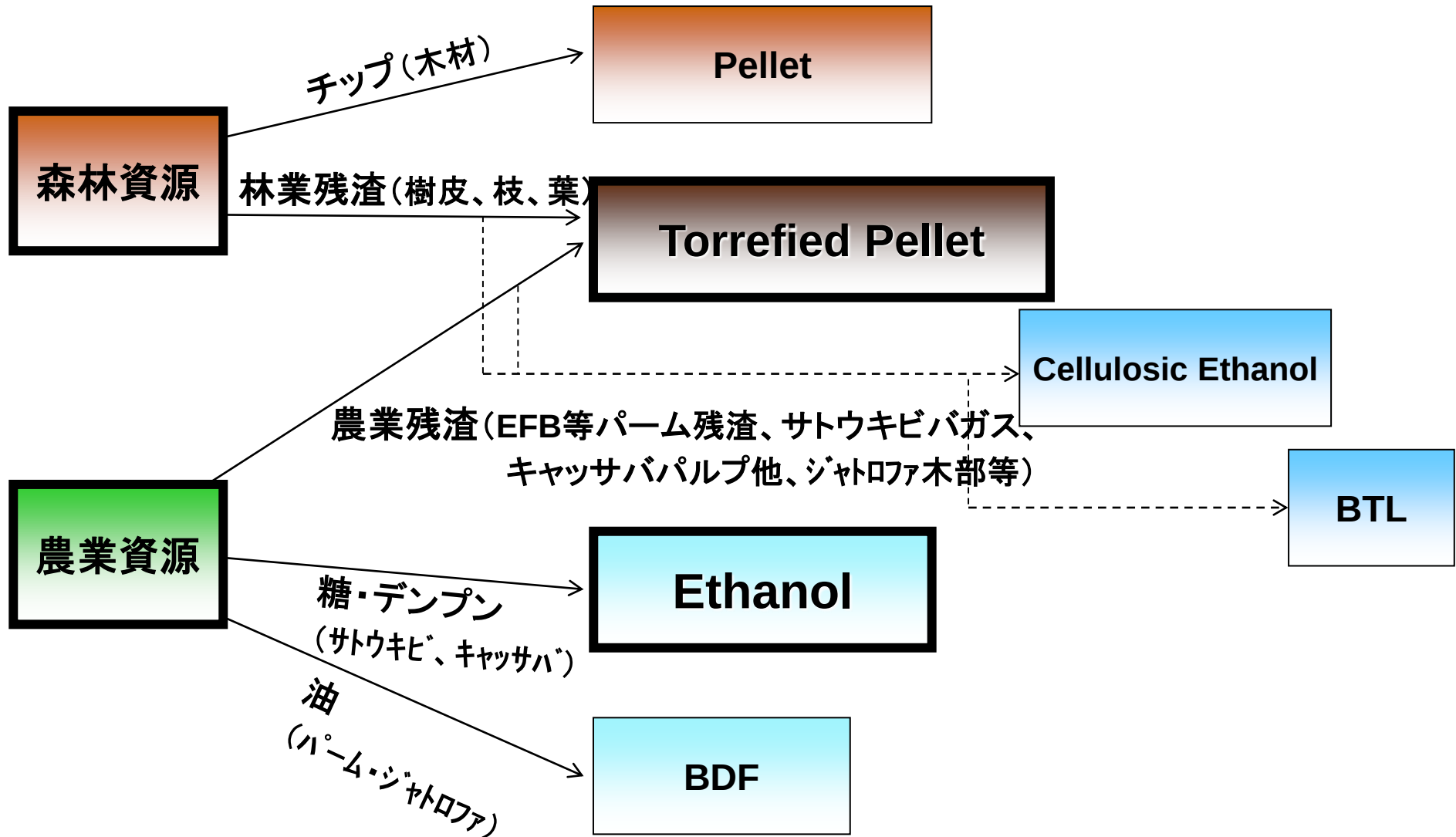
石炭代替としての木質ペレットの本格普及を図る為に、TPの導入を促進する。

- ① **アジアの既設石炭火力**発電所(主に日本製設備)でのバイオマス混焼/専焼発電を推進する。
[石炭火力のStranded Asset(座礁資産)化の回避策並びにコスト・コンペティティブなCO2削減策として]
- ② アジアにおける日本のインフラ輸出促進のため**JCMスキーム**を活用して、TPによる**混焼/専焼発電プロジェクト**を推進する。
- ③ 将来は**BECCS**(Bio-Energy with Carbon Capture and Storage)も視野に入れる。

参加者(案)

- 日本のトレファクション技術開発企業:
現在日本企業10社以上がTP製造プロセスの開発に取り組んでいるが、いよいよ商業ベースでの稼働が見込める段階まで来ている。
- **石炭火力保有企業(電力、IPP、自家発)**:
電力会社、製紙会社、石油会社、セメント会社、化学会社、エンジニアリング会社等
- 石炭火力・バイオマス発電設備関連企業
- 公益法人
 - ・ JCOAL、産総研、日本工学アカデミー(EAJ)
- 欧米のトレファクション協会IBTC(International Biomass Torrefaction Council)との連携
- アジア諸国(タイ、ベトナム、インドネシア、マレーシア、ミャンマー等)での展開
- 大学: 九大、東大、神戸大、早大等
- 関係省庁: 経産省、環境省、農水省、外務省

Torrefied Pellet による複合プロジェクトの展開



日本の林業関連支援制度の現状

1. 森林環境税・森林環境譲与税の創設(2017年12月閣議決定)

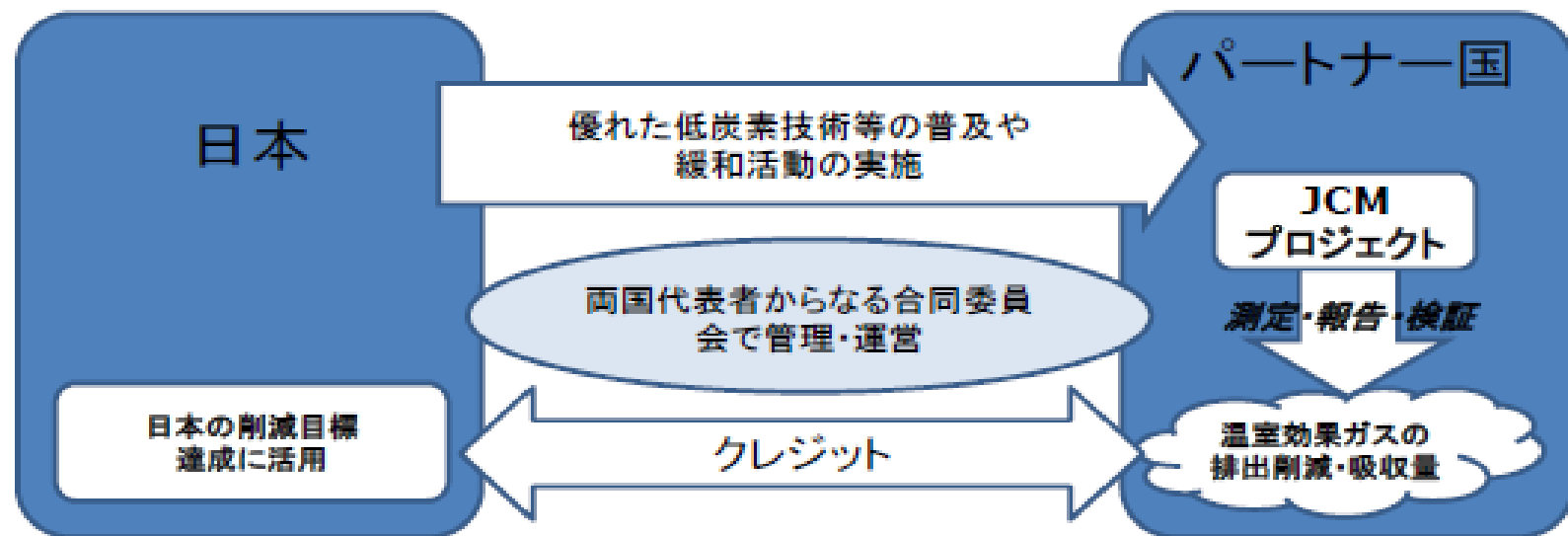
- (1) **森林環境税**: 2024年度から1人 1,000円(年額)を国税として徴収。
- (2) **森林環境譲与税**: (1)を財源に2019年度から国から地方自治体に譲与。
- (3) 使途: 森林整備(**路網整備**等)、間伐や人材育成・担い手の確保、木材利用促進。

2. 外国人材受入れに関する状況

- (1) 林業は危険度の高い産業という認識の下、現行の外国人人材(技能実習生)の受入れ在留期間は1年間(技能実習1号)と規定されている。
- (2) 愛媛県が平成29年度から毎年度5名ずつベトナム人の林業実習生を受け入れる。
- (3) 2019年4月5日付林政ニュース記事によると、
 - ① **林業への外国人人材受入れ拡大**に対応する為、全森連・日林協等の7団体が4月5日に「林業技能向上センター」を発足。
 - ② 同センターが「林業版技能検定制度」が実施する予定で、現行の在留期間1年から3年間(技能実習2号)に移行する道が拓ける。

JCMの概要

- 優れた低炭素技術・製品・システム・サービス・インフラの普及や緩和活動の実施を加速し、途上国の持続可能な開発に貢献。
- 温室効果ガス排出削減・吸収への我が国の貢献を定量的に評価するとともに、我が国の削減目標の達成に活用。
- 地球規模での温室効果ガス排出削減・吸収行動を促進することにより、国連気候変動枠組条約の究極的な目的の達成に貢献。



JCMのパートナー国

日本は、2011年から開発途上国とJCMに関する協議を行ってきており、モンゴル、パングラデシュ、エチオピア、ケニア、モルディブ、ベトナム、ラオス、インドネシア、コスタリカ、パラオ、カンボジア、メキシコ、サウジアラビア、チリ、ミャンマー、タイ、フィリピンとJCMを構築。



【モンゴル】
2013年1月8日
(ウランバートル)



【パングラデシュ】
2013年3月19日
(ダッカ)



【エチオピア】
2013年5月27日
(アジスアベバ)



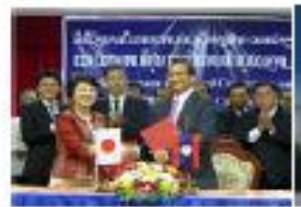
【ケニア】
2013年6月12日
(ナイロビ)



【モルディブ】
2013年6月29日
(沖縄)



【ベトナム】
2013年7月2日
(ハノイ)



【ラオス】
2013年8月7日
(ピエンチャン)



【インドネシア】
2013年8月26日
(ジャカルタ)



【コスタリカ】
2013年12月9日
(東京)



【パラオ】
2014年1月13日
(ゲルムド)



【カンボジア】
2014年4月11日
(プノンペン)



【メキシコ】
2014年7月25日
(メキシコシティ)



【サウジアラビア】
2015年5月13日



【チリ】
2015年5月26日
(サンティアゴ)



【ミャンマー】
2015年9月16日
(ネピドー)



【タイ】
2015年11月19日
(東京)



【フィリピン】
2017年1月12日
(マニラ)