

運輸部門CO2削減追加施策としての バイオエタノール(E10)導入の提案 (第6次エネルギー基本計画の目標に基づく試算)

2021年10月30日

NEED (日本環境エネルギー開発株式会社)

澤 一 誠

日本のCO2排出削減目標（最新）

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)

	2013年度 実績	2019年度 実績 (2013年度比)	2030年度の 目標・目安 ²¹ (2013年度比)
温室効果ガス排出量・吸収量	1,408	1,166 ²² (▲17%)	760 (▲46% ²³)
エネルギー起源二酸化炭素	1,235	1,029 (▲17%)	677 (▲45%)
産業部門	463	384 (▲17%)	289 (▲38%)
業務その他部門	238	193 (▲19%)	116 (▲51%)
家庭部門	208	159 (▲23%)	70 (▲66%)
運輸部門	224	206 (▲8%)	146 (▲35%)
エネルギー転換部門 ²⁴	106	89.3 (▲16%)	56 (▲47%)

出典:地球温暖化対策計画(案)(2021.9.3パブリックコメント版)

「第6次エネルギー基本計画」の新たな2030年度CO2削減目標である46%達成の 위해서는 運輸部門の排出量を2030年度迄に78(224-146)百万t-CO₂(35%)削減することが必要。

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 迄の地球温暖化対策計画の進捗状況(2021年3月29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	38.4														
		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	17.9														
		見込み									18.5											24.8
省エネルギー	万 kL	実績	19.9	49.2	85.1	89.7	128.6	165.4														
		見込み									283.4											938.9
排出削減量	万 t-CO2	実績	53.3	131.5	227.5	239.8	343.0	440.8														
		見込み									702.5											(旧目標値) 2379

乗用車のCO2削減対策（次世代車導入、燃費改善、バイオ燃

地球温暖化対策計画(案)における「次世代自動車^料の普及、燃費改善等」の目標

具体的な対策	各主体ごとの対策	国の施策	地方公共団体が実施することが期待される施策例	対策評価指標及び対策効果						
				対策評価指標	省エネ見込量	排出削減見込量	省エネ見込量及び排出削減見込量の積算時に見込んだ前提			
次世代自動車の普及、燃費改善	<ul style="list-style-type: none"> 製造事業者、輸入事業者等：燃費の優れた自動車の開発、生産、販売、輸入 販売事業者：燃費の優れた自動車の積極的な販売 消費者：燃費の優れた自動車の導入 	<ul style="list-style-type: none"> 次世代自動車の率先導入・導入支援 燃費の優れたディーゼル貨物車等の導入支援 インフラ整備支援 税制上の優遇措置 トプランナー基準による自動車の燃費改善 自動車の燃費性能に係る評価・公表制度及び車体表示を通じた消費者への燃費情報の提供等 次世代自動車の性能向上に係る技術開発・実用化支援 財政投融資制度上の優遇措置 	<ul style="list-style-type: none"> 普及啓発 次世代自動車の率先導入・導入支援 インフラ整備 	新車販売台数に占める次世代自動車の割合(%)	(万kL)	(万t-CO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> 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)：2030年度の数値は「日本再興戦略」改訂2015-未来への投資・生産性革命-(平成27年6月30日閣議決定)に基づくもの 省エネ量は、対策を講じた場合の平均保有燃費値に基づくエネルギー消費量と対策を行わなかった場合の平均保有燃費値に基づくエネルギー消費量の差から算出 自動車単体対策の省エネ量は、2012年度からの対策の進捗による省エネ量であり、排出削減量は当該省エネ量に基づいて計算 			
				2013年度	23.2					
				2025年度	-					
				2030年度	50~70	2013年度		19.9	2013年度	53.3
				平均保有燃費(km/L)						
				2013年度	14.7	2025年度		-	2025年度	-
				2025年度	-	2030年度		990	2030年度	2,674
2030年度	24.8									

出典：地球温暖化対策計画(案) (2021.9.3パブリックコメント版)

2030年度のCO2排出削減見込量 2,674万t-CO₂/年達成の為に
2019年度以降で更に 2,287※万t-CO₂/年のCO2削減対策が必要。

※2,287 = 2,674 - (440.8(前頁参照) - 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年新車導入目標として
次世代自動車を50～70%
その内EV・PHVを20～30%
にするという高すぎる目標設定
を政府が行なっていたことから
今回もこの数字を採用した

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	172 万台	3%	最大ケース	EV	450 万台	7%
	HV	2,297 万台	35%		HV	2,672 万台	41%
	PHV	172 万台	3%		PHV	450 万台	7%
	FCV	28 万台	0%		FCV	83 万台	1%
	従来車	3,832 万台	59%		従来車	2,845 万台	44%
	合計	6,500 万台	100%		合計	6,500 万台	100%

2019年3月末保有台数: 6,177万台 [EV:10.6万台 (0.2%)、PHV:12.2万台 (0.2%)、HV:883万台 (13.5%)
 (2018年度の新車販売台数は436万台で買替年数は14年強。内EV・PHVは1%)
 → 2030年度の保有台数を6,500万台と想定

基本ケース: EVとPHVの2030年度の新車販売比率を20%(86万台)と仮定。
 これで2030年度の保有台数は343万台(乗用車の5.3%)となり、EVとPHVは同数と仮定。
 (毎年25%づつ指数関数的に増加する想定だがレアメタル供給可能量も考慮すると可成野心的な数字)

最大ケース: EVとPHVの2030年度の新車販売比率を30%(131万台)と仮定。
 これで2030年度の保有台数は900万台(乗用車の13.9%)となり、EVとPHVは同数と仮定。
 (2018年度販売比率1%から2030年度30%迄直線的に増加すると想定。又、次世代自動車の政府目標
 最大値を前提に試算した。従い、名実共に最大限の想定であり、現実問題としては達成が困難な数字)

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:32g-CO2/km)

- 走行距離当たり電力消費量(0.129kWh/km = 燃費7.74km/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59%(再エネ:36-38%、原子力:20-22%)(電力のCO2排出係数:250g-CO2/kWh)

HVとPHVの導入拡大(CO2発生量:HV:78g-CO2/km)

- 走行距離当たり燃料消費量(HV: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:101g-CO2/km)

- 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)

CO ₂ 排出削減量		対目標量
目標量		2,287 万t-CO ₂ /年
次世代自動車の導入拡大	EV	129 万t-CO ₂ /年
	HV	832 万t-CO ₂ /年
	PHV	64 万t-CO ₂ /年
	FCV	17 万t-CO ₂ /年
	小計	1,042 万t-CO ₂ /年
従来車の燃費改善		630 万t-CO ₂ /年
小計		1,673 万t-CO ₂ /年
不足量		614 万t-CO ₂ /年

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		2,287 万t-CO2/年 100%
次世代自動車の導入拡大	EV	129 万t-CO2/年 6%
	HV	832 万t-CO2/年 36%
	PHV	64 万t-CO2/年 3%
	FCV	17 万t-CO2/年 1%
	小計	1,042 万t-CO2/年 46%
従来車の燃費改善		630 万t-CO2/年 28%
バイオエタノール(E10)の導入	従来車	284 万t-CO2/年 12%
	HV	110 万t-CO2/年 5%
	PHV	8 万t-CO2/年 0%
	小計	402 万t-CO2/年 18%
小計		2,075 万t-CO2/年 91%
不足量		212 万t-CO2/年 9%

バイオエタノールの導入必要量は **247万KL/年** (原油換算:151万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		2,287 万t-CO2/年	100%
次世代自動車 の導入拡大	EV	338 万t-CO2/年	15%
	HV	968 万t-CO2/年	42%
	PHV	168 万t-CO2/年	7%
	FCV	51 万t-CO2/年	2%
	小計	1,525 万t-CO2/年	67%
従来車の燃費改善		468 万t-CO2/年	20%
小計		1,993 万t-CO2/年	87%
不足量		293 万t-CO2/年	13%

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の全数にE10を導入した場合

CO2排出削減量		対目標量
目標量		2,287 万t-CO2/年
次世代自動車の導入拡大	EV	338 万t-CO2/年
	HV	968 万t-CO2/年
	PHV	168 万t-CO2/年
	FCV	51 万t-CO2/年
	小計	1,525 万t-CO2/年
従来車の燃費改善		468 万t-CO2/年
バイオエタノール(E10)の導入	従来車	211 万t-CO2/年
	HV	128 万t-CO2/年
	PHV	21 万t-CO2/年
	小計	359 万t-CO2/年
小計		2,353 万t-CO2/年
不足量		-66 万t-CO2/年

バイオエタノールの導入必要量は **221万KL/年** (原油換算:135万KL/年)

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

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

CO₂削減コストの試算結果

基本ケース

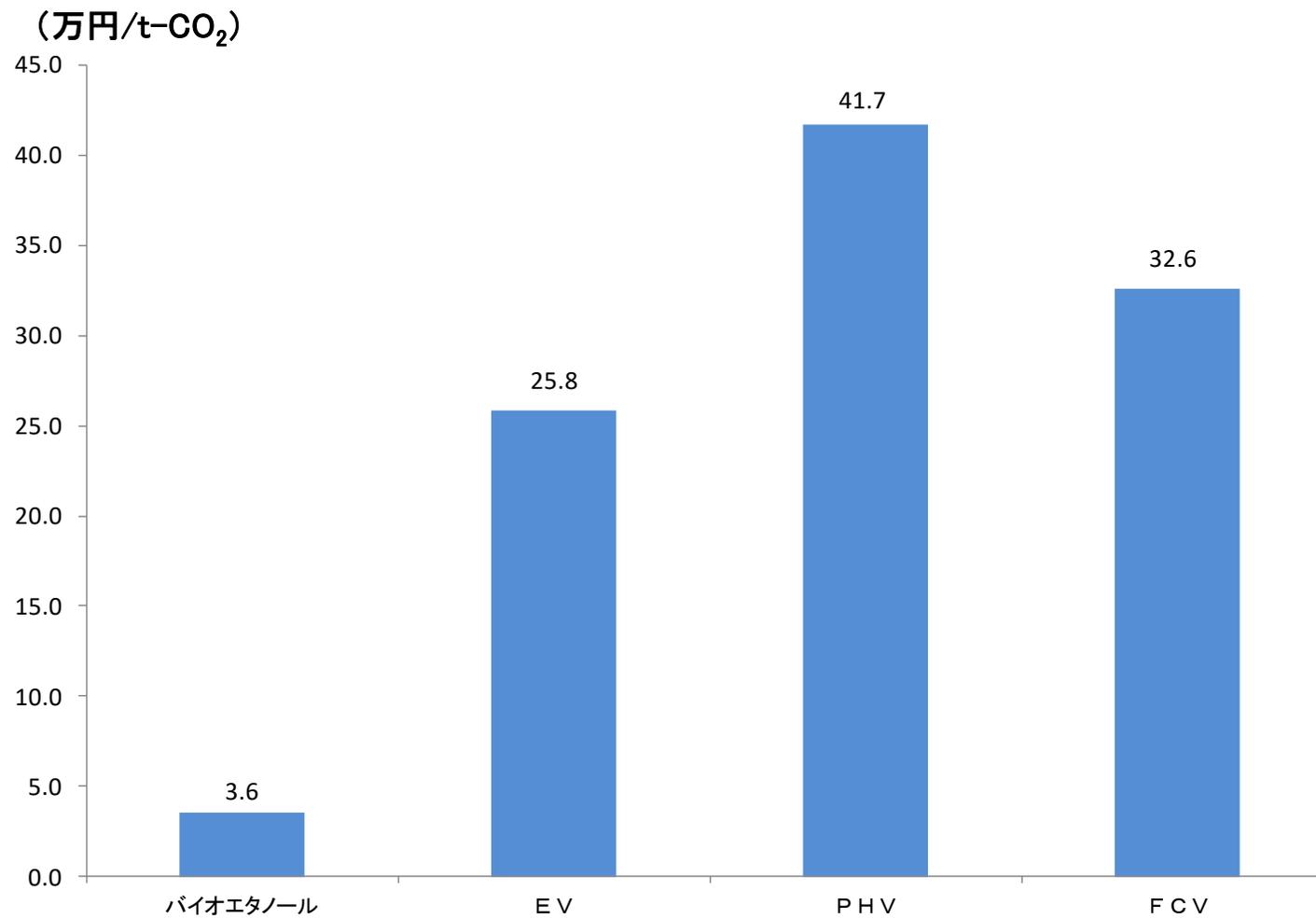
CO2削減コスト		
次世代自動車の導入拡大	EV	258,231 円/t-CO2
	PHV	417,154 円/t-CO2
	FCV	325,630 円/t-CO2
バイオエタノール(E10)の導入	従来車	34,811 円/t-CO2
	HV	34,811 円/t-CO2
	PHV	34,811 円/t-CO2

最大ケース

CO2削減コスト		
次世代自動車の導入拡大	EV	199,709 円/t-CO2
	PHV	147,878 円/t-CO2
	FCV	277,423 円/t-CO2
バイオエタノール(E10)の導入	従来車	35,660 円/t-CO2
	HV	35,660 円/t-CO2
	PHV	35,660 円/t-CO2

- 従来車・HV・PHVへのE10導入によるCO₂削減コストは3.48～**3.57万円/t-CO₂**
- EV(20.0～25.8万円/t-CO₂)、PHV(14.8～41.7万円/t-CO₂)、FCV(27.7～32.6万円/t-CO₂)
次世代自動車に有利となる**最大ケース**と比較しても、導入に係るCO₂削減コスト試算結果は次頁のグラフの通り**E10の方が格段に低コスト**となる。

CO₂削減コスト試算結果



全て最大値

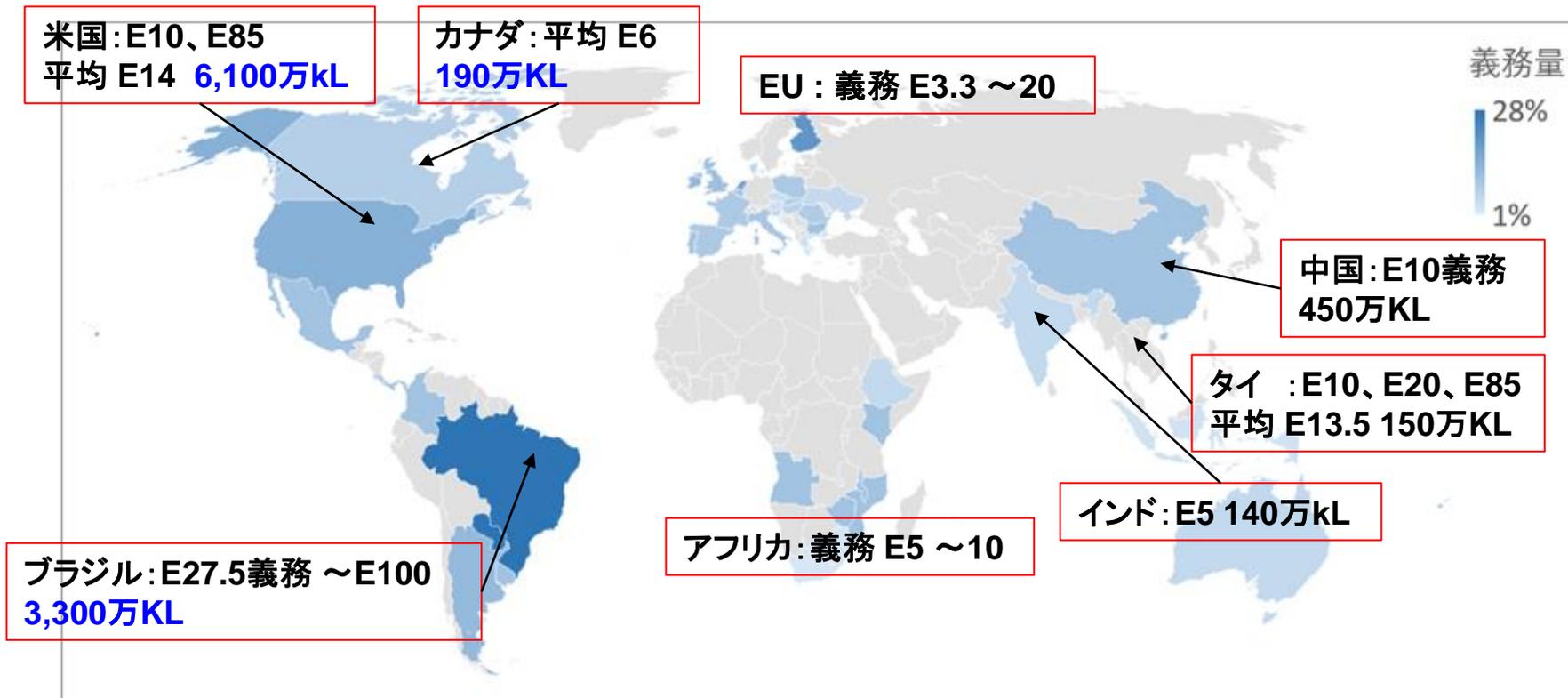
「食料と燃料」の関係についての誤解

- 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
- 反証があるにもかかわらず、「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

2002

2008

2009

2010

2011

2012

2013

2014

2015

2016

●バイオマス・ニッポン総合戦略（2002. 12閣議決定、2006. 3改定）

●バイオ燃料技術革新計画（2008. 3）

●農林漁業バイオ燃料法（2008. 10）

●経産省・農水省「バイオ燃料の持続可能性基準検討会」（2008-2010）

●エネルギー供給構造高度化法（2009. 8施行）

1次告示
(2010.4~2014.3)

2017年度迄ETBEでバイオエタノール83万KL/年
(原油換算50万KL/年)の導入を決定

●7府省「バイオマス事業化戦略検討チーム」（2012. 2-6）

●経産省「第2世代バイオマス燃料戦略検討会」
(2013. 2-7)

2次告示
(2014.4~2017.3)

上記目標到達後導
入量は固定化

●温室効果ガス削減に向けた約束草案
(2015. 7地球温暖化対策推進本部決定)

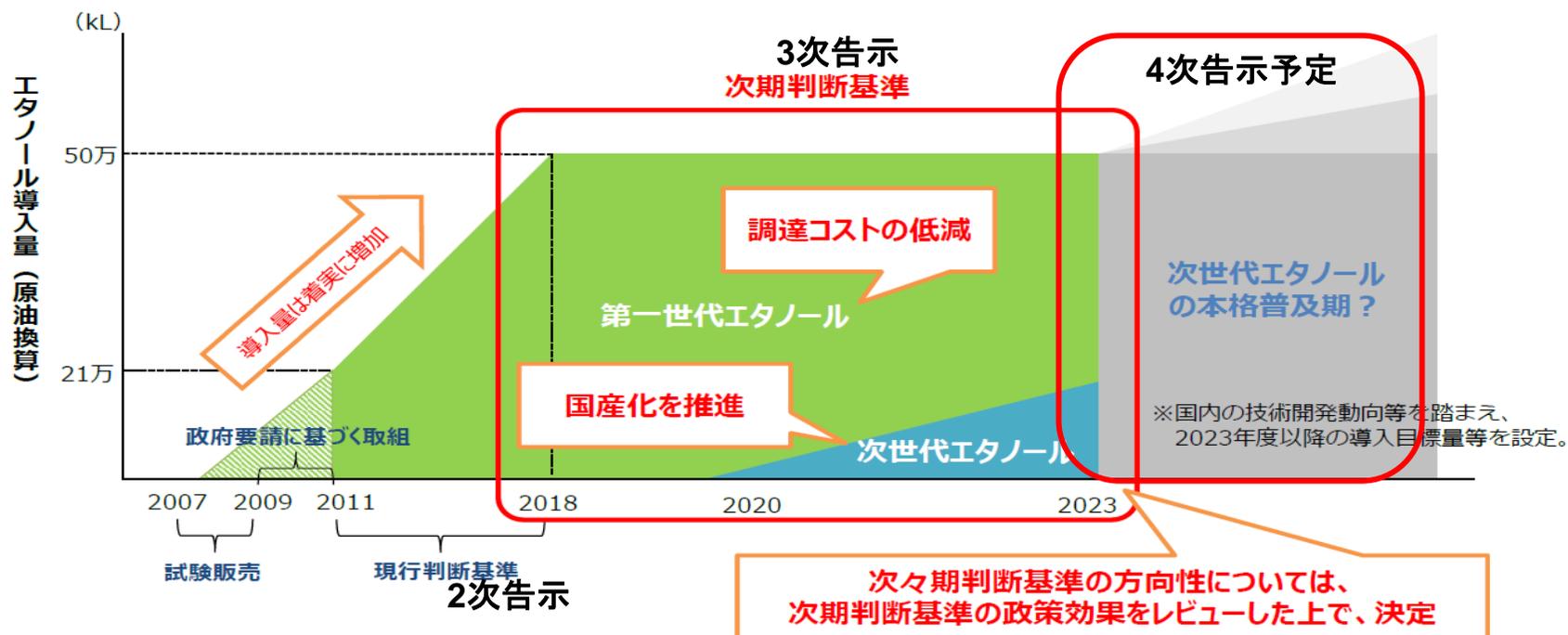
●地球温暖化対策計画
(2016. 5閣議決定)

3次告示
(2018.4~2023.3)

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）



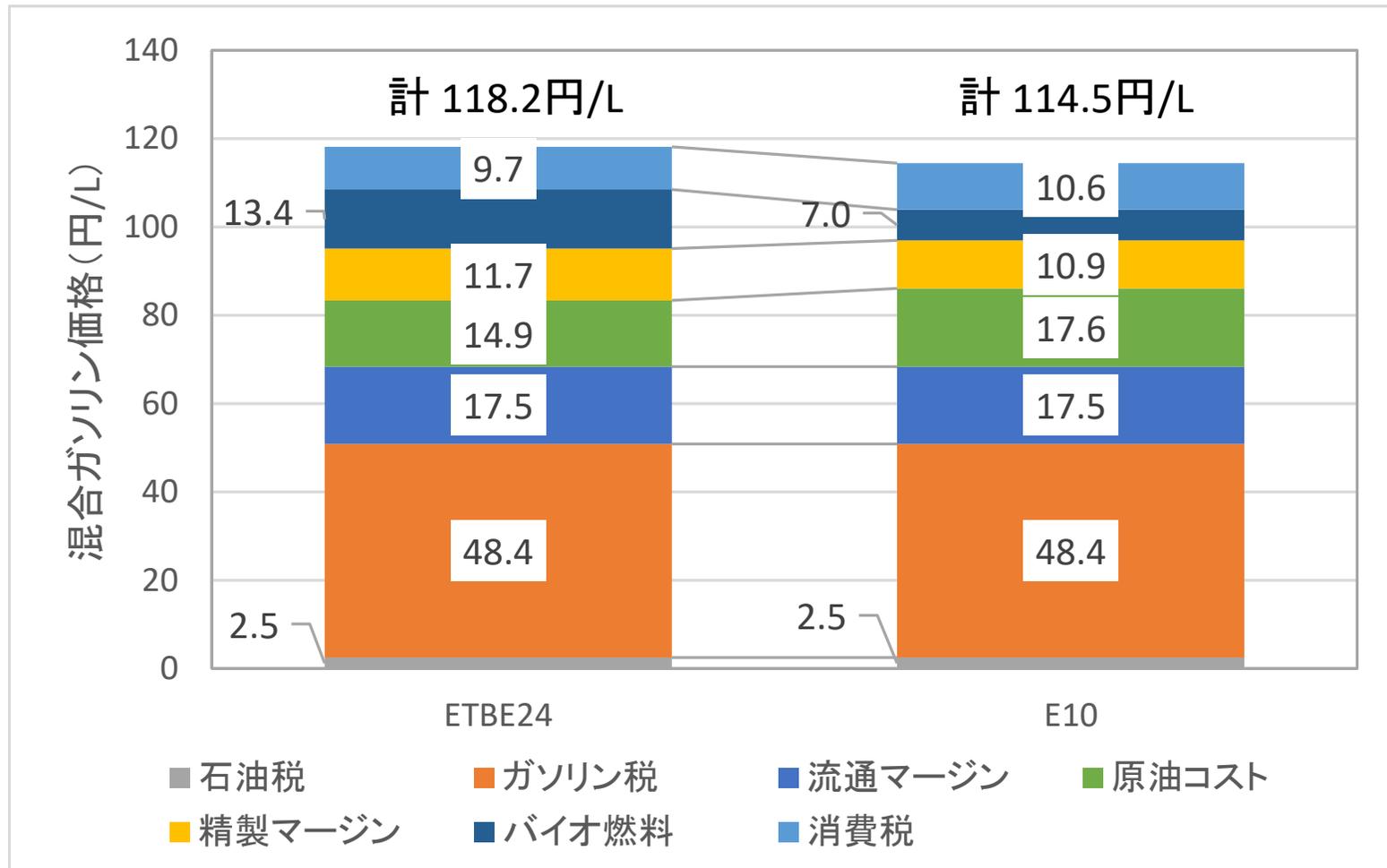
出典：資源エネルギー庁，次期判断基準のあり方に関する考え方（2018）

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

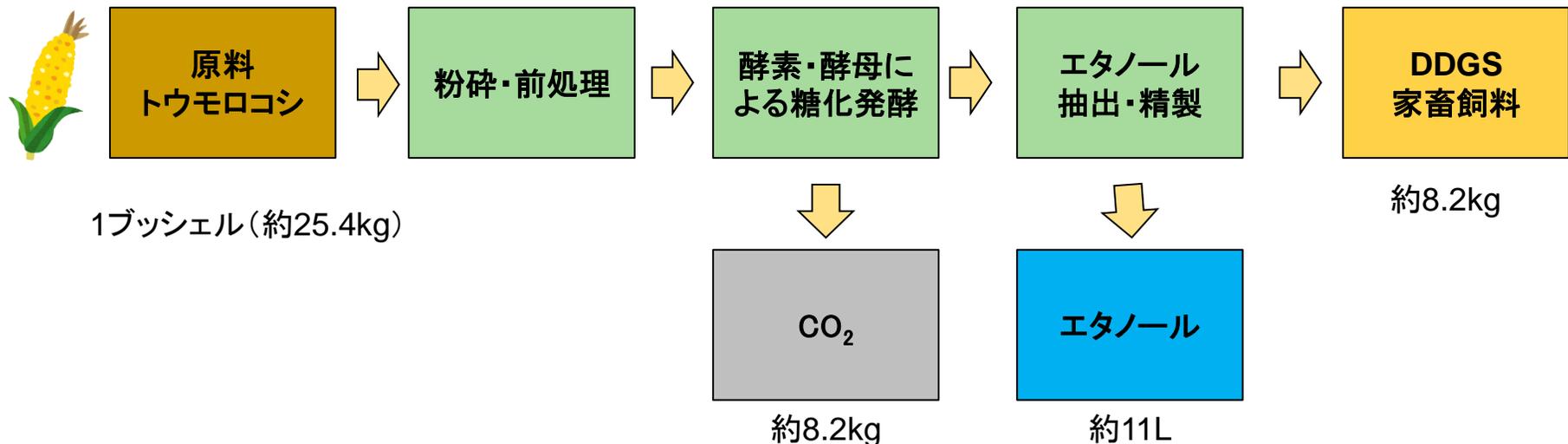
E10 と ETBE 混合ガソリンのコスト比較



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。

e-fuel原料としてのバイオエタノール副産物CO₂の活用

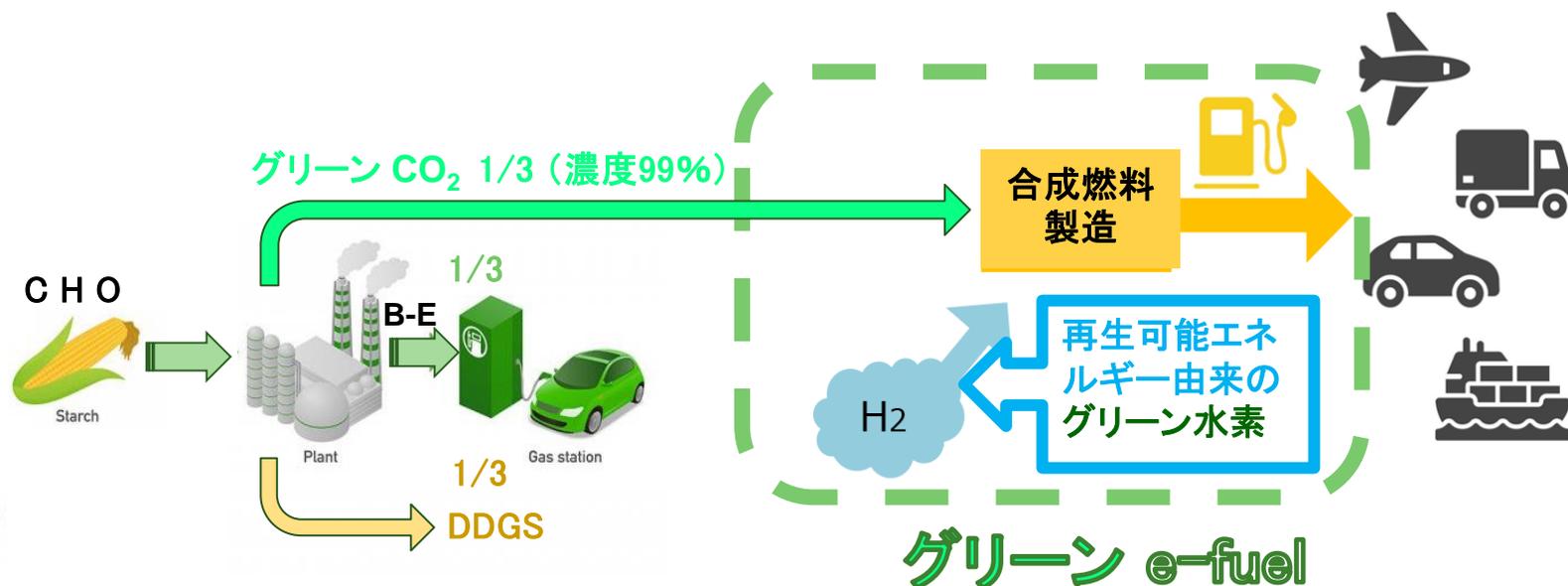
- エタノールは、トウモロコシに含まれる澱粉を糖化・発酵・蒸留して生産され、澱粉以外の栄養（脂肪、蛋白質、繊維、ミネラル、ビタミンなど）は 家畜飼料のDDGSに濃縮される。発酵工程では エタノール + 家畜飼料DDGS + CO₂ が約 1/3 ずつ生産される。



- トウモロコシからバイオエタノールを製造する課程で発生するグリーンCO₂は e-fuel（水素とCO₂の合成燃料）製造におけるCO₂のソースとして利用可能

バイオエタノールとe-fuelの併産プロセス

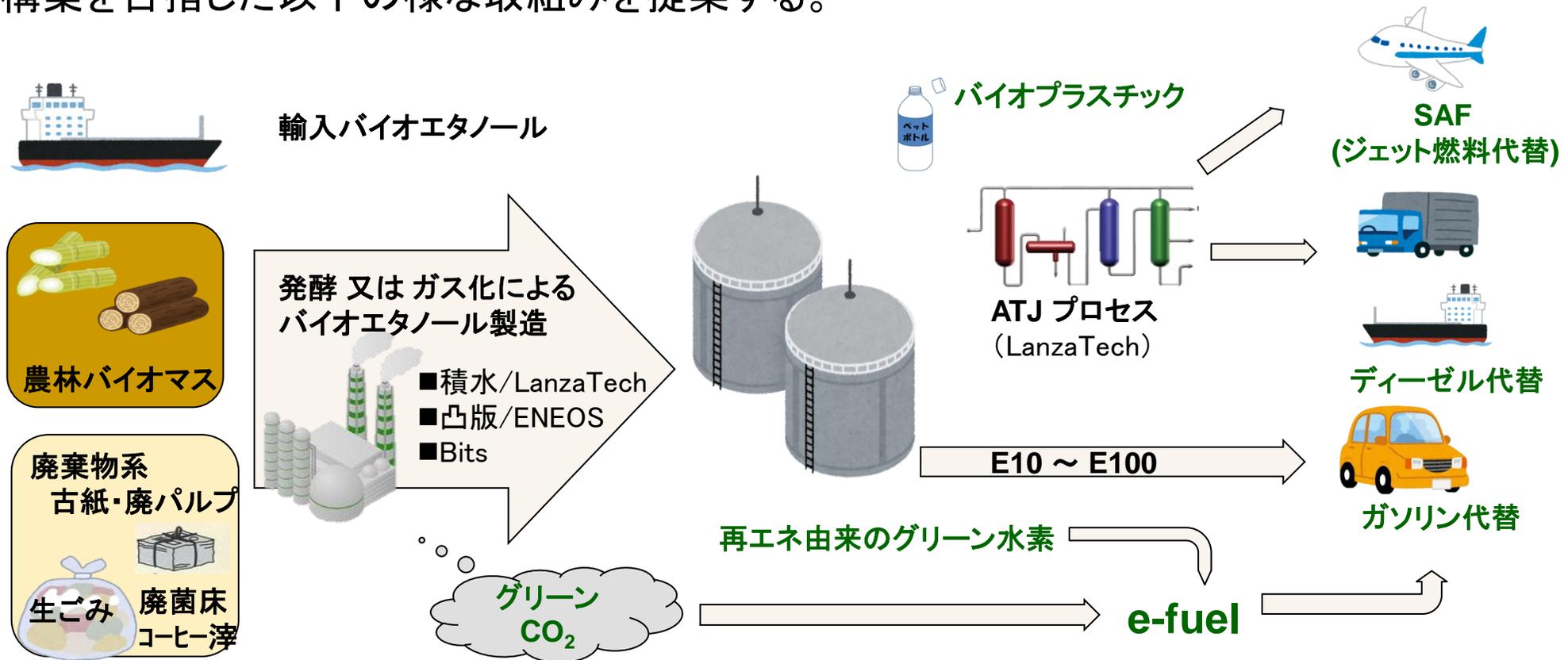
- 再生可能エネルギーによって製造されるグリーン水素とグリーンCO₂の合成燃料として、100%カーボンニュートラルなグリーン e-fuel が製造可能



- バイオエタノールはe-fuelと混合が可能で混合燃料は100%カーボンニュートラルな燃料となる。従い、e-fuelの技術開発段階でE10等バイオエタノールを先行導入すればe-fuelを導入する為の環境整備に繋がる。

バイオエタノールプラットフォーム (ATJ/e-fuel等)

日本国内でバイオエタノール製造時に発生する **グリーンCO₂** を活用した **e-fuel** の製造、SAF (ATJ)、バイオプラスチック等の併産による「**バイオエタノールプラットフォーム**」の構築を目指した以下の様な取組みを提案する。



総括

- 次世代自動車の普及を拡大して保有車両の代替を促進するだけでは2030年度の乗用車CO₂削減目標(2,674万t-CO₂/年)を達成することは困難。従い、これを補完する追加施策として、エンジン搭載の、従来車、HV、PHVの燃料として、E10を導入することが極めて有効な手段となる。
- CO₂削減コストは、E10が3.6万円/t-CO₂、EV、PHV、FCV がそれぞれ25.8、41.7、32.6万円 /t-CO₂と試算されるので、E10が格段に低コスト。
- 高度化法制定時の10年前からの状況変化で、食料競合の懸念は薄れ、導入方式も直接混合が世界標準となりETBE方式は日本のみとなった。又、コスト的にもE10はETBEより安価なのでE10の採用を検討すべき。
- e-fuel普及の為にE10導入は有効でe-fuel、SAF(ATJ)、バイオケミカル等を併産するバイオエタノールプラットフォームの構築が有効である。
- 日本も、技術・法制度・インフラ面で既に導入環境が整っている現状下、運輸部門のCO₂削減追加施策としてE10導入を検討すべきである。