

# 運輸部門における燃料多様化

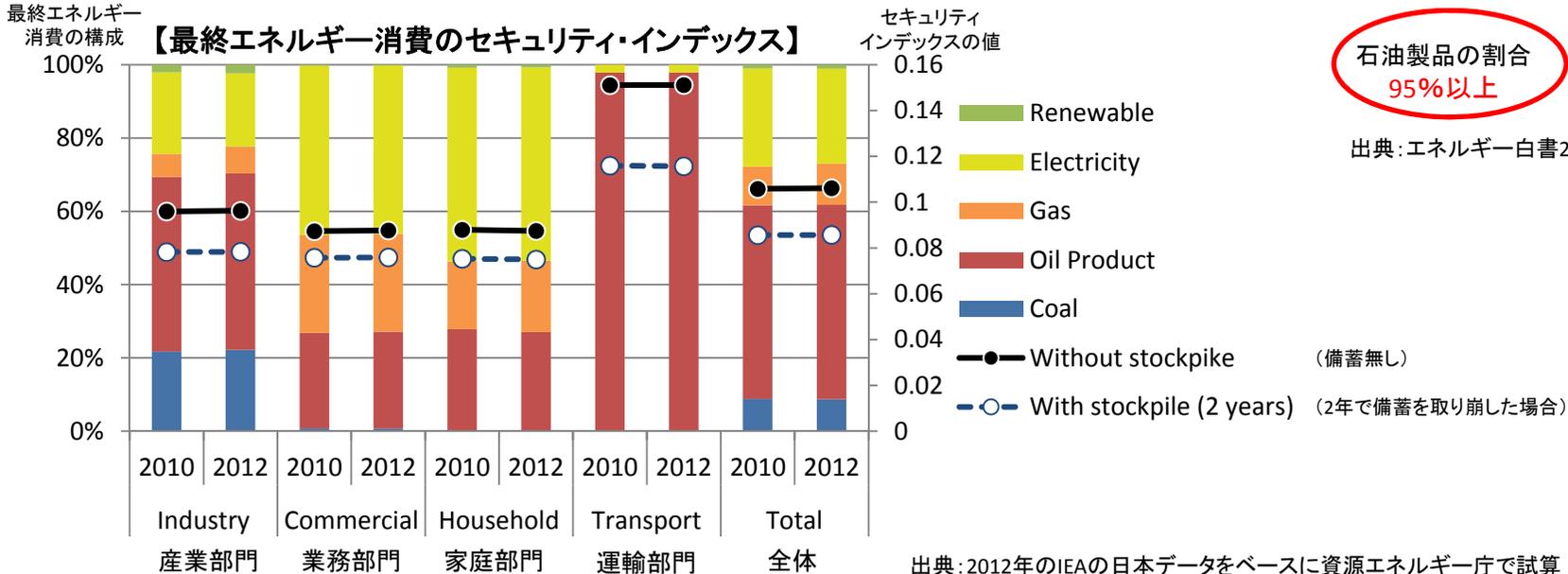
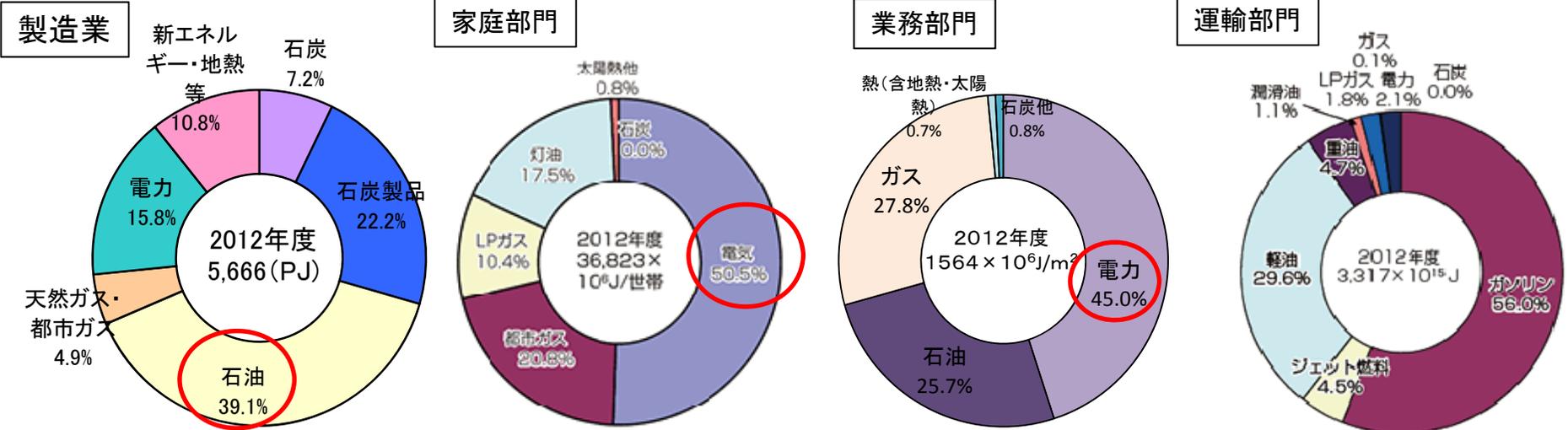
平成27年 5月28日

資源エネルギー庁

資源・燃料部

# 各部門の燃料多様化の現状

- 家庭部門、業務部門では電化が進展しており、5割程度の需要を電気が占める。製造業は燃料転換の中でエネルギーの多様化が進んでいる。一方、運輸部門は次世代自動車の普及等により、燃料の多様化の方向には向かっているものの、石油製品の依存度が高い。
- セキュリティインデックス上も、備蓄を考慮した場合にはリスクが低減されるものの、他の部門と比較して運輸部門は燃料の調達リスクが高くなっている。



石油製品の割合  
95%以上

出典: エネルギー白書2014より

出典: 2012年のIEAの日本データをベースに資源エネルギー庁で試算

# 次世代自動車戦略における政府目標とグローバルな運輸部門の潮流

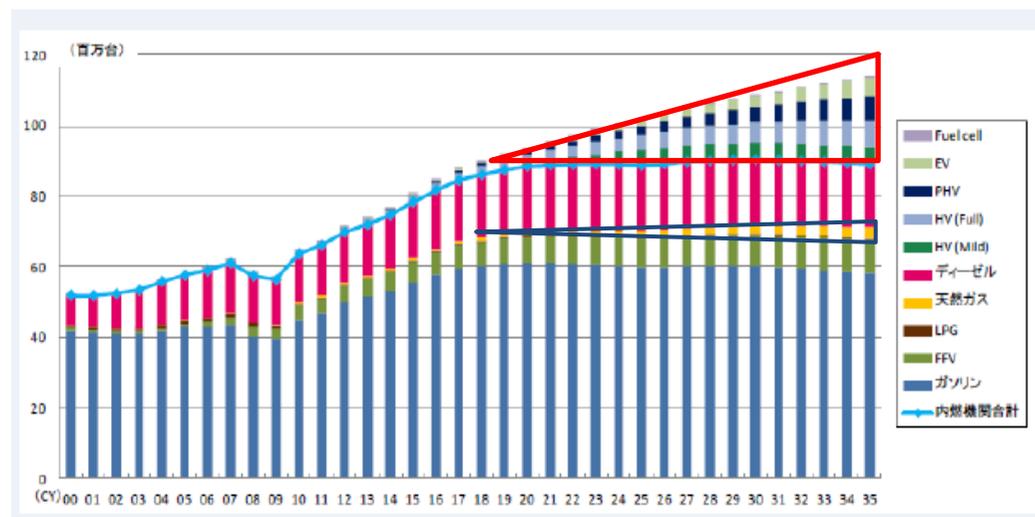
- 次世代自動車戦略2010では我が国における次世代自動車(ハイブリッド、電気、プラグインハイブリッド、燃料電池、クリーンディーゼル自動車)の普及に関する政府目標について示しており、これを着実に達成していくことが運輸部門の燃料多様化の観点からも重要。
- 一方で自動車産業戦略2014で示されたグローバル市場におけるパワートレインの変化としては、上記の次世代自動車に加え、天然ガス自動車の増加が予測されており、エネルギーセキュリティの観点から我が国でもトラック等の緊急時に必要となる車種については、経済性等も加味してその導入可能性を検討することが重要。

＜国内乗用車車種別普及目標(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%

出典:次世代自動車戦略2010

＜グローバル市場におけるパワートレイン別の見通し＞



出典:自動車産業戦略2014 (IHS Global Inc.の予測を元に住商アビーム自動車総合研究所作成)  
※各種施策の効果を加味していないシミュレーション

# 車両の燃料優先供給について

- 被災等の緊急時には緊急車両への優先供給を行うと共に、物資、人の大量移動を可能とする車両に優先的に燃料供給すべきではないか。
- また、特定の燃料供給の途絶を想定し、緊急時に必要とされる車両を中心に燃料利用の多様化を検討することも重要である。

緊急車両の数は、全四輪車数(約7600万台)の0.08%程度。

車種	保有台数 (千台)	年間総走行距離 (百万km)	主な燃料	年間総燃料消費量 (各数量単位)	7日分の燃料消費量	
緊急車両	救急自動車	6 ※1	116 ※5	ガソリン	38,667kℓ ※5	742kℓ
	消防ポンプ自動車	17 ※1	34 ※6	軽油	34,000kℓ ※6	652kℓ
	警察用車両【白バイ除く】	34 ※7	612 ※8	ガソリン	61,200kℓ ※8	1,174kℓ
公共交通	バス	226 ※2	6,027 ※4	軽油	1,637,869kℓ ※4	31,411kℓ
	タクシー (乗用車の内数)	243 ※3	10,069 ※4	L P G	1,006,939t ※4	19,311t
トラック	普通車【大型トラック】	2,267 ※2	54,585 ※4	ガソリン	226,478kℓ ※4	4,343kℓ
				軽油	14,377,426kℓ ※4	275,731kℓ
	小型四輪車【小型トラック】	3,673 ※2	46,360 ※4	ガソリン	2,465,436kℓ ※4	47,282kℓ
				軽油	2,537,953kℓ ※4	48,673kℓ
軽四輪車	8,896 ※2	76,684 ※4	ガソリン	6,258,197kℓ ※4	120,020kℓ	
乗用車	普通車	17,294 ※2	168,580 ※4	ガソリン	17,815,854kℓ ※4	341,674kℓ
				軽油	596,624kℓ ※4	11,442kℓ
	小型車	22,869 ※2	192,915 ※4	ガソリン	16,602,281kℓ ※4	318,400kℓ
				軽油	332,977kℓ ※4	6,386kℓ
軽四輪車	19,258 ※2	151,305 ※4	ガソリン	11,533,256kℓ ※4	221,186kℓ	

※1：消防庁「消防白書」（平成25年版）

※2：国土省「自動車輸送統計調査」（平成24年12月分）

※3：日本自動車会議所「数字でみる自動車」（平成26年版）

※4：国土省「自動車燃料消費量統計年報」（平成24年度分）。なお、主な燃料以外の燃料を利用する車両については考慮していない。

※5：救急自動車の燃費を3km/ℓ（関東学園大学「太田市における救急サービスについて」（平成24年度））、年間出動回数を約580万回（消防庁「消防白書」（平成25年版））、一回の出動距離を20kmと仮定し試算。

※6：消防ポンプ自動車の燃費を1km/ℓ（関東学園大学「太田市における救急サービスについて」（平成24年度））、年間燃料消費量を約2,000ℓ/台（海老名市「災害時における燃料備蓄計画」（平成24年11月））と仮定し試算。

※7：警察用車両数（白バイ含む）を約42,500台（警察庁「警察白書」（平成25年版））、白バイ数を約8,500台（警察用車両数に占める白バイの割合を約20%（警察庁「警察白書」（昭和51年版））と仮定し試算。

※8：警察用車両（白バイ除く）の燃費を10km/ℓ、年間走行距離を18,000km（秋田県警HP）と仮定し試算。

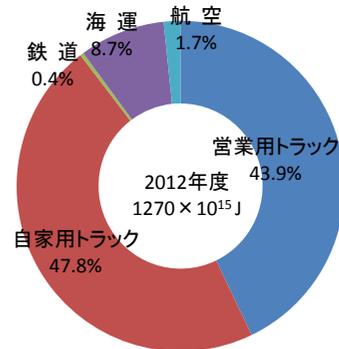
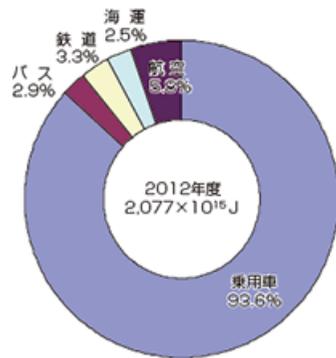
# 運輸部門の燃料多様化

■ 現在運輸部門の96%は石油燃料を消費。引き続き石油は重要なエネルギー源であるが、被災時における輸送用燃料の途絶が生じた場合に備え、地域ごとのインフラ整備状況も加味しながら、特に緊急時に活躍する車両(トラックやバス等)を中心に、多様なエネルギー利用構造を構築することが重要。

## 運輸部門の内訳

旅客部門  
62.6%

貨物部門  
37.4%



乗用車	: 58.6%
トラック・バス	: 36.1%
海運	: 4.8%
航空	: 4.2%
鉄道	: 2.2%

※エネルギー白書より作成、内訳誤差のため、合計100%になっていない。

## 既存燃料の活用

### 【ガソリン・軽油】

運輸部門を支える重要なエネルギー。インフラも既に整っている。



ガソリン車



ディーゼルトラック

### 【LPガス】

タクシー用を中心にインフラが既に整っている。



LPガス自動車



LPガストラック

### 【天然ガス】

燃料種多様化の観点から利用。今後、長距離トラック等でLNG利用の可能性有。



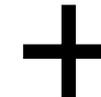
CNG自動車



CNGトラック



LNGトラック



## 次世代自動車の普及

### 【電気】

現在急速に充電器の整備が進んでいる。



電気自動車

電気バス



### 【水素】

4大都市圏(東京、名古屋、大阪、福岡)を中心に2014年市場投入。



燃料電池自動車

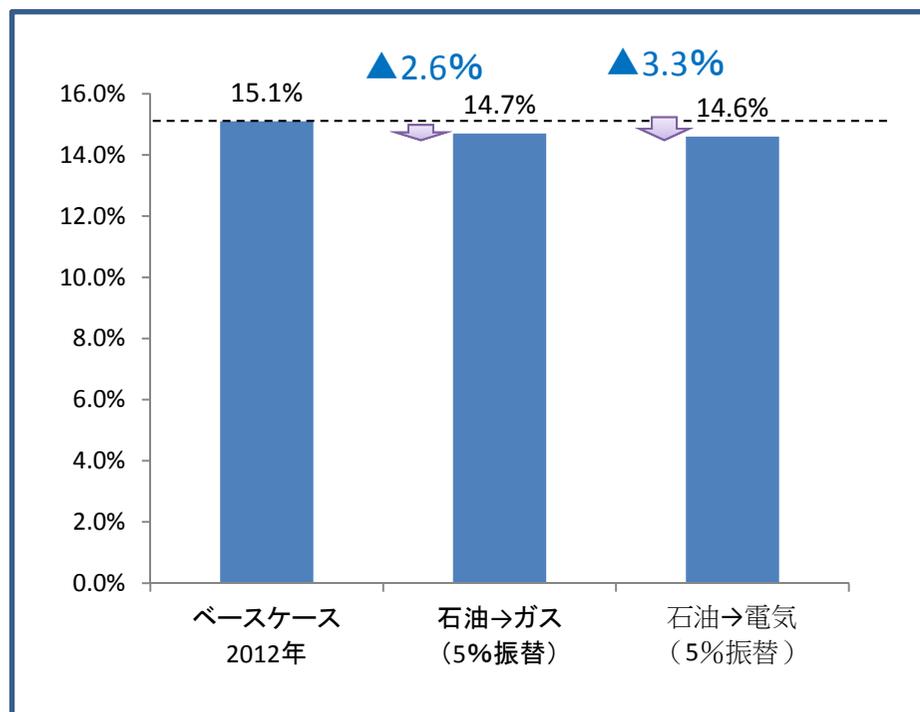
燃料電池バス



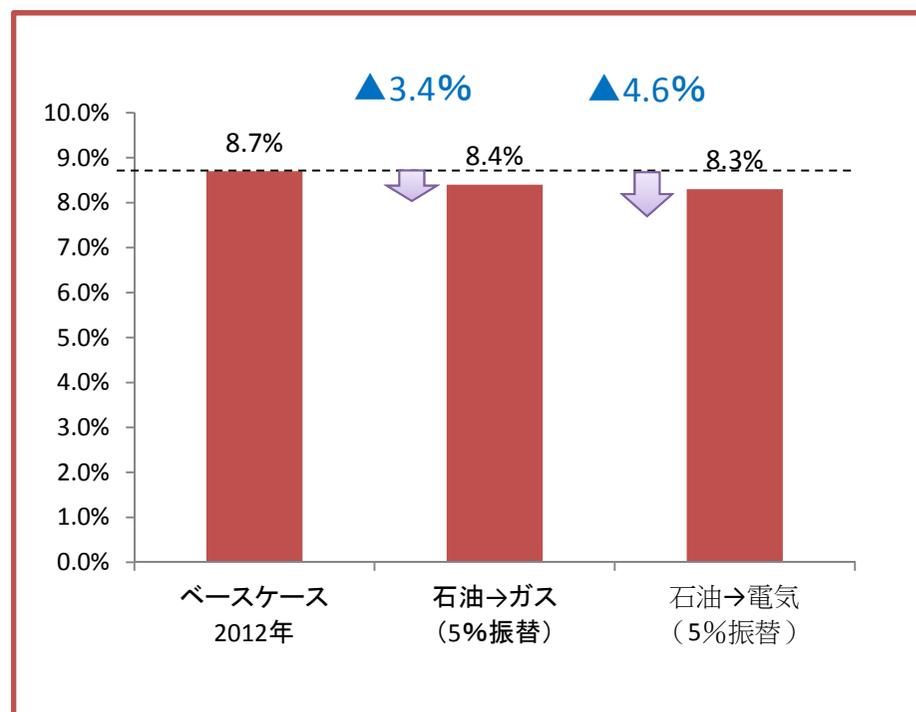
# 運輸部門における非石油系燃料導入の感度分析

- 運輸部門の最終エネルギー消費割合について石油をガスに5%振り替えた場合と電気に5%振り替えた場合のセキュリティインデックスを計算。いずれもベースより減少が見られた。
- 家庭部門でも同様の計算を行い、同様のセキュリティ改善効果が見られた。

### 運輸部門の感度分析



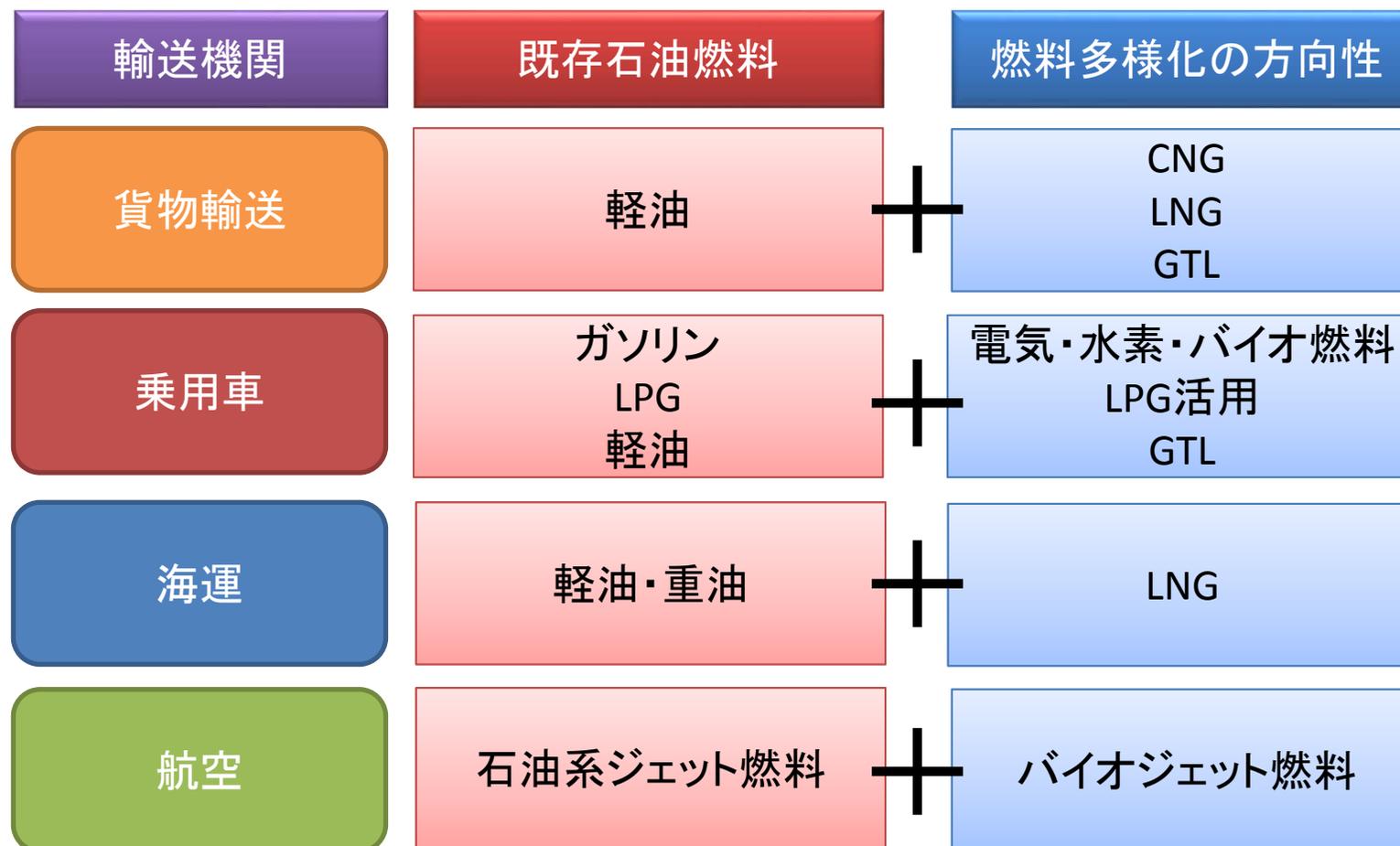
### (参考) 家庭部門の感度分析



※調達国の分布は変わらないと想定。備蓄の効果は考慮していない。

## 各輸送機関における燃料多様化の方向性

- 各輸送機関の主要燃料は現在主に石油製品でまかなわれており、引き続き重要なエネルギー。
- 一方でエネルギーセキュリティの観点からは燃料の多様化を図って行くことも重要であるものの、輸送機関によって利用できる燃料は異なる。



# ＜貨物車両、船舶＞ LNGの活用について

## LNGトラック導入の意義

- 運輸部門の中でも特にトラックは貨物総輸送量の9割を占めており、国民生活・産業に直結する貨物を輸送。しかしながら現在の主要燃料である石油の中東依存度は極めて高い状況。他方、天然ガスは調達の分散化が進んでおり、燃料としての天然ガスの利用は運輸部門のセキュリティの向上に大きく貢献。
- また、天然ガス車は、従来の石油燃料を使用する車に比べてCO2排出量を2割程度の抑制できる見込み。さらに、燃料費について天然ガスは軽油と比べ概ね3割程度割安。
- なお、LNGトラックはCNGトラックに比べ①一回の充填での航続距離が長い(倍程度)、②スタンドの設置箇所が少なく済む(全国で10~20ヶ所程度)、③充填時間が短時間、④タンク容量が小さいため、より多くの積載が可能。
- 他方、車体価格についてはディーゼルトラックよりも割高(規格標準化や量産効果などにより低減の可能性あり)。インフラについては、新規の整備コストは10~20ヶ所程度で25~50億円程度の費用によって十分なインフラが整備できる可能性がある(既存のCNG設備も活用可)。

### 燃料種別トラックの比較

	LNGトラック	CNGトラック	ディーゼルトラック
燃料の中東依存度	30%(さらに低下する見込み)		87%
CO2排出量 (Well-to-Wheel)	79 ~ 87%		100%(基準)
燃料費	CNGと同程度見込み	76円/L(軽油換算) (2013年7月~2014年実績)	109円/L (2012~2014年実績)
航続距離	1000 km以上	500~600 km	1000 km以上
充填所	未整備 (新規整備に一ヶ所2億円程度必要。)	300カ所	34,706カ所
充填時間	5~10分程度	20~30分程度	5~10分程度

出所:「平成26年度石油産業体制等調査研究(昨今の国際情勢等を踏まえた天然ガス利用拡大に関する調査)」等より

## 我が国でのLNGトラック普及に向けた課題

- 天然ガス自動車、特にLNGトラックの普及には、①車両価格の低減、②燃費改善、③燃料価格の低減、④インフラ整備が必要。
- 軽油との価格差については、概ね25～30%程度の価格差がLNGトラックの普及には必要とされている。燃料価格は市場の需給によって調整されるため政策介入の余地は大きいとは言えないが、今後原油リンクではない米国産のLNGなどの輸入や供給源を多角化することにより、軽油とLNGとの価格差が広がり、普及の促進につながる可能性がある。
- また、車両価格については海外事例をみても一般にディーゼルトラックに比べ、LNGトラックの方が高価であるものの今後、燃料タンクの規格標準化による安価な外国製のLNG燃料タンクの導入や量産効果などにより低減されていく可能性がある。
- LNGスタンドについても、全国に10～20ヶ所程度で普及が可能と見込まれ、加えて既存のCNGスタンドの改良で対応できる場合もあることから比較的低コストで整備できる可能性がある。(一般高圧ガス保安規則ではCNGスタンドとの一体型であればタンクの地下埋設をせずとも低コストでスタンドが設置出来る)。

### LNGトラック普及に向けた主な諸課題と対応策

課題	必要な対応策
LNGトラック価格の低減	①搭載タンクの規格標準化による安価な外国製のLNG燃料タンクの導入、②量産効果による車両価格の低減
LNGトラックの燃費の改善	超高効率天然ガスエンジンの開発・導入によるディーゼル車並みの燃費の実現(CNGトラック用のエンジンで培った技術をLNGトラックへも転用することが可能)。
天然ガス価格の低減	①北米からのLNG調達など供給源の多角化等によるガス価格の低減、②ガス卸の戦略的価格設定
インフラ(LNGスタンド)の整備	①関連規制の緩和、②既存の天然ガススタンドの機能拡充によるLNGスタンド設置費用の低減。(都市間輸送用途のトラックのみに絞って考えれば、普及に必要なLNGステーションは10～20箇所、総額25～50億円程度の費用によって十分なインフラが整備できる可能性がある)

# 世界のLNGトラック導入状況

- 海外では**経済性、環境性能の観点から、CNGトラック、LNGトラックの導入・普及が進んでいる。**
- 中国では、**大気汚染対策のため2000年代から天然ガス自動車の導入を促進**（LNGトラックは「優先類」と分類し、強く普及を後押し）。**LNGスタンドは1730箇所（含むCNG、LNG併設スタンド）設置され、約17万台のLNGトラックが普及している**（CNGトラックは約280万台）。
- 米国では、2011年オバマ大統領発表した「Blue Print For A Secure Energy Future」において**天然ガスの運送用分野での使用拡大する方針を明記**。**LNGスタンドが71箇所設置され、大型LNGトラックが約3500台普及している。**



米国で投入されている大型LNG自動車

## 中国

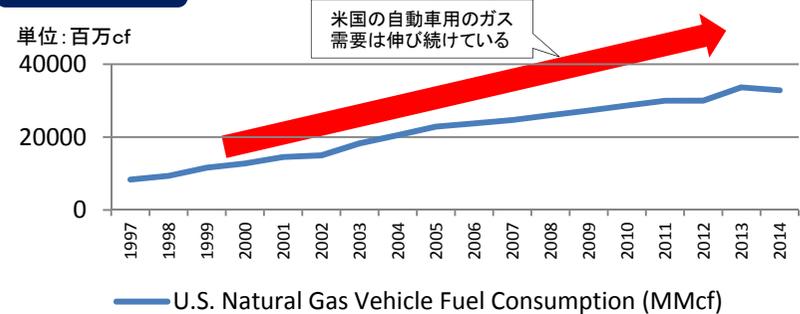
中国の小型LNG基地の普及状況



37の小型LNGプラントが稼働。現在5080箇所の天然ガススタンドが存在し、そのうちLNGスタンドは1730箇所（L-CNGスタンドを含む）となっている。（2013年現在）

## 米国

米国の自動車用ガス需要



米国のLNGスタンド設置状況



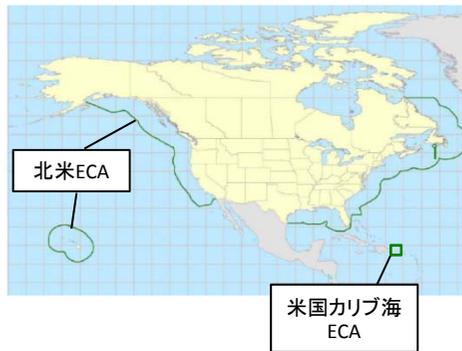
出所: 米エネルギー情報局、Volvo Trucks、JOGMEC、Natural & bio Gas Vehicle Associationなど

# 世界のLNG燃料船導入状況

- 海運分野では、国際海事機関(IMO)が定める**環境規制対応のため、LNGも燃料として活用できるデュアル燃料船の導入**が始まっている。特に、先行的に厳格なSOx、NOx排出規制が導入されている欧州や北米の海域では、既にLNG燃料船が普及しつつある。現在57隻(LNG運搬船除く)が就航。75隻が新造中。
- 日本でも、一部の海事関連企業は、経済性も踏まえた有用な環境規制対応策としてLNG燃料船に注目しており、2015年、LNG運搬船を除くと**初めてのLNG燃料船となるタグボートが竣工する**予定。

## 国際海事機関(IMO)が定める排出規制海域(ECA)

北米・米国カリブ海ECA (NOx、SOx)

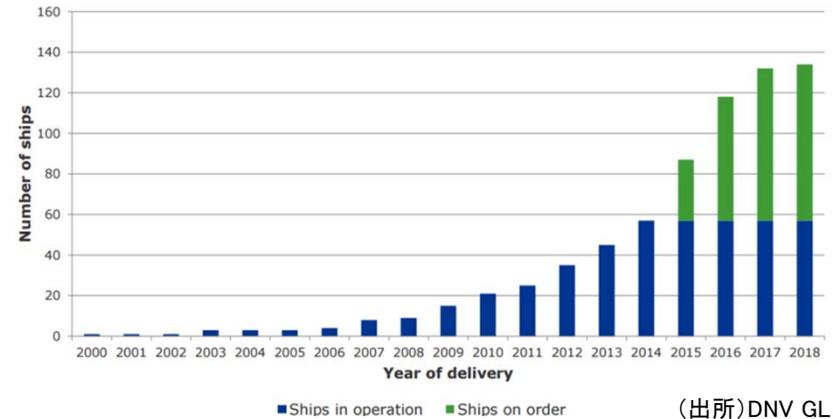


北海・バルト海ECA (SOx)



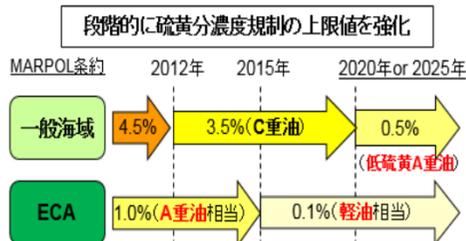
## LNG燃料船の普及状況

Development of LNG fuelled fleet

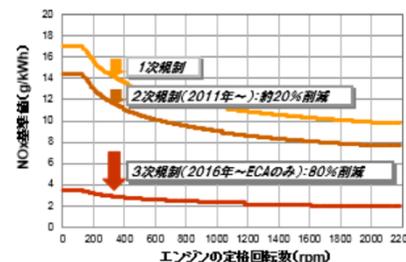


## NOx、SOx排出規制の見通し

### SOx規制



### NOx規制



## LNG燃料で航行する日本初のタグボート



日本郵船が建造を決定。2015年竣工予定。LNGを燃料として使用することで、重油使用時と比較してCO2排出量を約30%、NOx排出量を約80%、SOx排出量を100%削減可能と見込む。

＜乗用車＞  
LPG自動車の活用について

# LPガス自動車の現状

- LPガス自動車は、燃料費がガソリンと比べ安いことから、**主にタクシー用として利用され、全国に約24万台（登録自動車の約0.5%）、供給拠点となるオートガススタンドは1,574ヶ所存在するなど、全国に供給網が整備されている。**また、簡易スタンドを設置することで、需要家側にも容易に供給拠点を整備することが可能。
- 近年は、**全体的なタクシーの減車傾向、ガソリンハイブリッド等との競合により減少傾向。**タクシー以外の用途については、**ベースとなるガソリン自動車にLPG燃料タンク等を設置するため、追加の設備費や改造に掛かる人件費として約50万円かかる**こと等により普及が進んでいないが、東日本大震災以降、緊急時に備えた運輸用エネルギーの多様化の観点から再評価されている。
- また**北米シェール由来のLPガス輸入も進んでおり、エネルギーセキュリティも向上している。**

## LPガス自動車登録台数の推移

	21年	22年	23年	24年	25年	(構成)
タクシー	229,064	211,443	204,176	198,252	192,788	83.2%
自家用	14,910	13,705	12,758	11,787	10,790	4.6%
貨物	21,812	20,764	19,892	18,957	17,884	7.7%
特殊※	11,480	11,166	10,830	10,470	10,200	4.4%
バス	171	172	174	181	184	0.1%
合計	277,437	257,250	247,830	239,647	231,846	-

出展：（一財）自動車検査登録情報協会「自動車保有車両数」 ※教習車・フォークリフト等

## <発売が予定されている車種>

### LPGハイブリッド



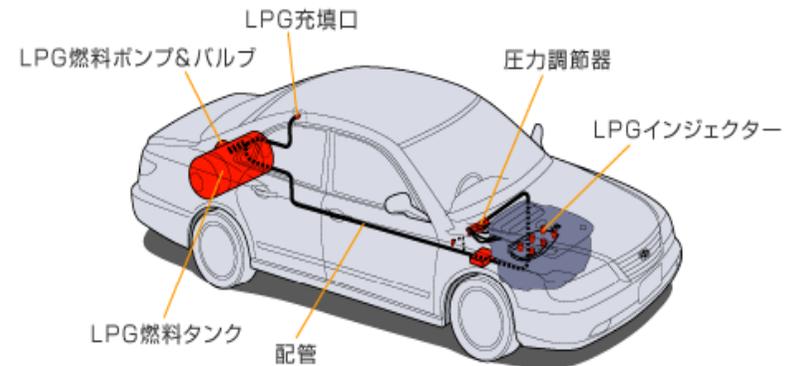
<2013年東京モーターショー出展>

### LPGバイフューエル



<2015年7月下旬発売予定>

## LPガス自動車の構造



## LPガス自動車・ガソリン自動車 経済性(試算)

	LPガス自動車	ガソリン車
(1) 燃料価格	83.6円	141.0円
(2) 燃費	11.4km/L	19.0km/L
(3) Km単価	7.3円	7.4円
(4) 車体価格差	約50,000円	
(5) 損益分岐点	500,000km	
(参考) 走行可能距離	1,026km(90L)	969km(51L)

※同一車種のカタログ値を元に試算。

# LPガス自動車の普及の課題

## <技術・コスト面の課題>

	家庭用乗用車	商用車	トラック(ディーゼル車)
コスト	既存のガソリン車を改造した場合、50万円程度の改造コストが必要。	既存のガソリン車を改造した場合、50万円程度の改造コストが必要。	LPガス仕様のディーゼル車がなく単純比較できないが、熱量当たりで比較した場合LPGの方が不利
技術	新車種・エンジンの開発の継続。	新車種・エンジンの開発の継続。	LPガス(プロパン、ブタン)は、発火温度が高く不適(ガソリンと同様)

## <LPガス自動車 普及に向けた対応策>

【課題1】既存のガソリン車を改造した場合、**少なくとも50万円程度の改造コスト**が必要。

→LPガスの流通価格の透明化(店頭価格の表示、輸入価格等の反映)、米国産シェールガス等の調達多角化等による価格の低廉化や、改造費の低減に向けた業界の取組を促す等により損益分岐点を低下させて行くことが必要。

【課題2】LPガス自動車の新車種の開発の継続

→車種開発には継続的に一定の出荷台数が必要であるなか、**LPGバイフューエル車(日産)、LPGハイブリッド(トヨタ)等の発売が予定されるなど、新たな車種の開発も進んでいる。**  
こうした動きを元に**引き続き、LPガス自動車の活用を図っていく。**

## (参考) 震災時に活躍したLPガス自動車

- 東日本大震災の発生直後、東北・関東の被災地域において、製油所の被災による生産量の減少と需要家のパニックに起因する買い溜め等により主要な自動車燃料であるガソリンと軽油の一時的な供給不安が発生し、特に支援物資等を運搬する物流部門に対し大きな影響を与えた。
- 一方、LPガスを燃料とするLPガス自動車については、燃料の供給が相対的に安定しており、タクシーや配送車等にも特に支障なく供給を継続することができたため、大きな混乱は起こらなかった。
- 輸送用燃料を特定の燃料だけに依存することは、災害時のセキュリティにとっても大きな不安定要因となる。いざという時に備え、自動車用燃料の分散化が必要。

### ■ 配送に活躍するLPガストラック



LPガス自動車の配送車や業務車を保有する事業者では、震災直後から業務を遂行することができた。

### ■ 活躍する盛岡のタクシー

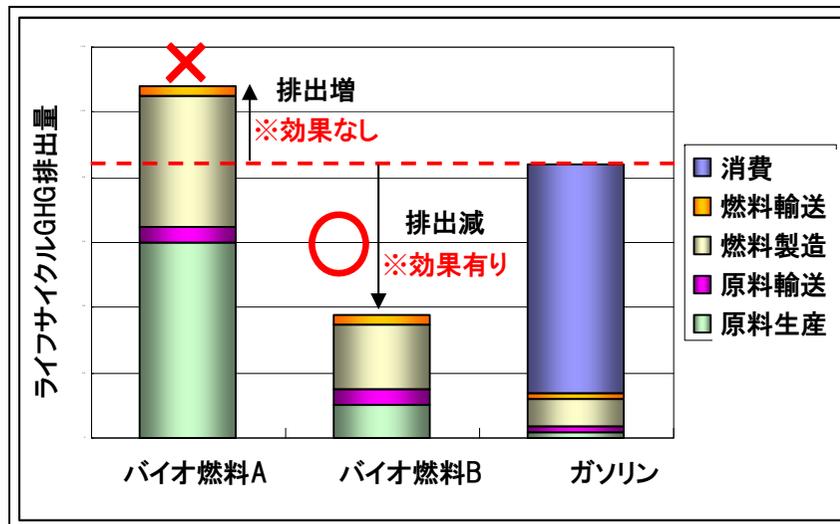


岩手県では、タクシー事業者・LPガス事業者が自ら支援物資を集め、タクシーで宮古市まで往復200kmの道のりを無給油で運搬した。

＜乗用車＞  
バイオ燃料の導入について

# バイオ燃料の導入意義

- 国際的には、バイオ燃料の導入意義として①地球温暖化対策、②エネルギーセキュリティー、③国内農業振興・産業振興が挙げられる。国によりバイオ燃料政策の政策目的で重視するものは異なる。
- バイオ燃料は、燃焼時のCO2排出はカーボンニュートラル性に鑑みゼロと見なせるが、原料の栽培や燃料製造時等にも温室効果ガス(以下GHG)が発生する。従って、ライフサイクルでのGHG排出を計算し、代替する化石燃料のライフサイクルにおけるGHG排出量と比較して小さくなければ、温暖化対策にはなり得ない。
- エネルギーセキュリティーの観点では、バイオ燃料は運輸部門の化石燃料への依存度の低減、エネルギー源の多様化等に資する有効な手段の一つである。ただし、供給安定性の確保のためには国産や開発輸入の比率を高める必要がある。また、価格面でも需要側が利用可能なレベルでのコスト低減は必要である。
- 農業振興の観点では、原料栽培農家や加工事業者に新たな事業機会を与える可能性もあるが、バイオ燃料の急速な導入拡大が食糧競合等を招き、農業振興にかえってマイナスに働く可能性も存在する点に留意が必要である。
- 特に藻類等の次世代バイオ燃料はCO2を吸収することにより培養が促進され、ライフサイクルでもCO2削減の効果が期待され、食糧競合も生じないため、今後の活用が期待される。
- 加えて、微細藻類については下水の浄化等にも利用可能。ニュージーランドでは実用化も進んでいる。



ライフサイクルGHG排出量の比較例

バイオ燃料、ガソリンの各工程における排出要因は以下の通り。

	バイオ燃料	ガソリン
原料生産	原料栽培	原油採掘
原料輸送	原料輸送	原油輸送
燃料製造	バイオ燃料製造	原油精製
燃料輸送	バイオ燃料輸送	ガソリン輸送
消費	0(カーボンフリー)	ガソリン消費

左のグラフでは、GHG削減効果を有するバイオ燃料はバイオ燃料Bのみ。

# エネルギー供給構造高度化法の概要

- 平成21年7月に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(エネルギー供給構造高度化法)が成立した。石油精製事業者に対しては、以下に示す非化石エネルギー源の利用目標等が定められおり、バイオエタノールについては、石油精製事業者の利用目標を課している。
- 我が国の自動車燃料用バイオエタノール導入量の98%はブラジルからの輸入である一方で、バイオ燃料導入に積極的な国は自給率が高い。

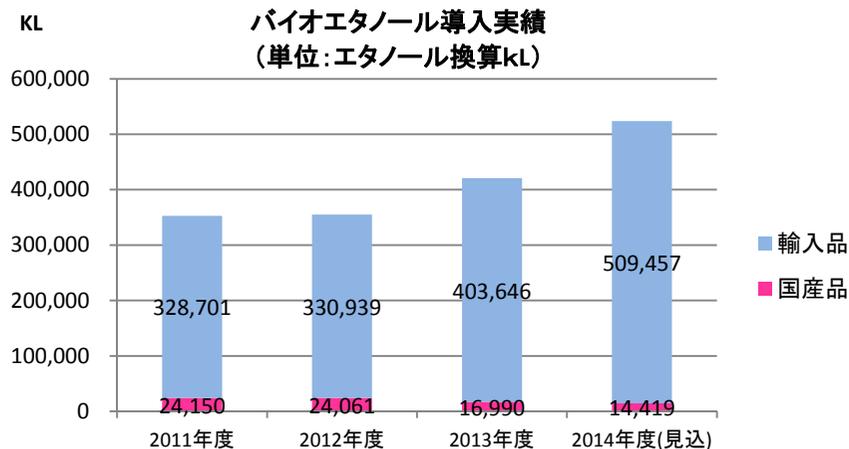
## ＜石油精製事業者に対する利用目標の詳細＞

- 前事業年度において供給する揮発油(ガソリン)の量が60万kl以上である石油精製事業者に対し、一定量のバイオ燃料利用目標を課す。
- 2011年度から2017年度までの7年間について石油精製業者によるバイオエタノールの利用目標量の総計は以下のとおり。
- 中長期的な視点での、セルロース・藻類等を原料として製造される次世代バイオ燃料の技術開発を推奨。  
(次世代バイオ燃料を導入した場合、2倍の量を導入したものととしてカウント。)

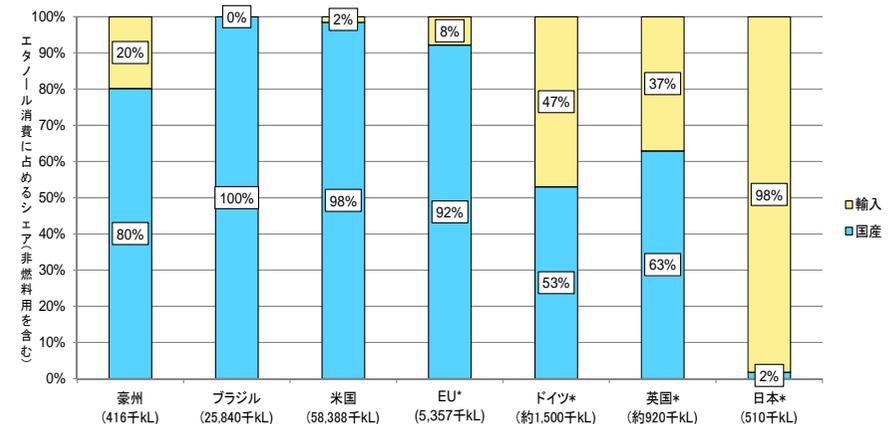
## 石油精製業者によるバイオエタノールの利用の目標量の総計 (単位:原油換算KL)

年度	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
目標量	210,000	210,000	260,000	320,000	380,000	440,000	500,000
導入実績	214,480	215,484	255,320	-	-	-	-

\*2013年度の数値が目標量を下回っているが、過年度からのバンキングがあるため、未達ではない。



## 諸外国のバイオ燃料自給率比較



出典:ドイツ・英国は2013年のデータ(Eurostat)、日本は2014年度のデータ(高度化法導入量及び国内製造実績)、左記以外は2014年のデータ(OECD/FAO統計)  
\*EU、ドイツ、英国、日本は燃料用のみ。EU、ドイツと英国の消費量はTOE単位で示されていたものを1TOE=1/0.51KLで換算。

# 国産バイオエタノールの現状(エタノール製造プラント)

- 国内に存在するバイオエタノール製造プラント(1,000kL/年以上)は現状5件。
  - ✓ 北海道バイオエタノール株式会社、オエノンホールディングス株式会社、JA全農新潟:農水省「バイオ燃料(バイオエタノール)実証実施地区」事業に採択
  - ✓ 株式会社DINS堺:環境省「エコ燃料実用化地域システム実証事業」に採択
  - ✓ 日本アルコール産業株式会社出水工場:環境省「沖縄バイオ燃料本格普及事業」に採択
- ブラジル、米国等のエタノール製造プラントの規模は数十万kL/年であり、国内プラントは1桁以上小さい規模に留まる。
- 国内のエタノール生産量は年間1万kL程度であり、我が国の自給率は1%程度(2014年)。
- また、国内生産のバイオエタノールは十分なコスト低減が図れず、苦しい状況が続いており、我が国では農業振興としてのバイオ燃料推進は厳しい状況。

## 株式会社DINS堺

- 設置場所:大阪府堺市
- 施設能力:1,400kL/年
- 原料:廃材

## JA全農新潟

- 設置場所:新潟県新潟市
- 施設能力:1,000kL/年
- 原料:非食用米
- 製造コスト:654円/l  
(平成24年度実績)

## 北海道バイオエタノール株式会社

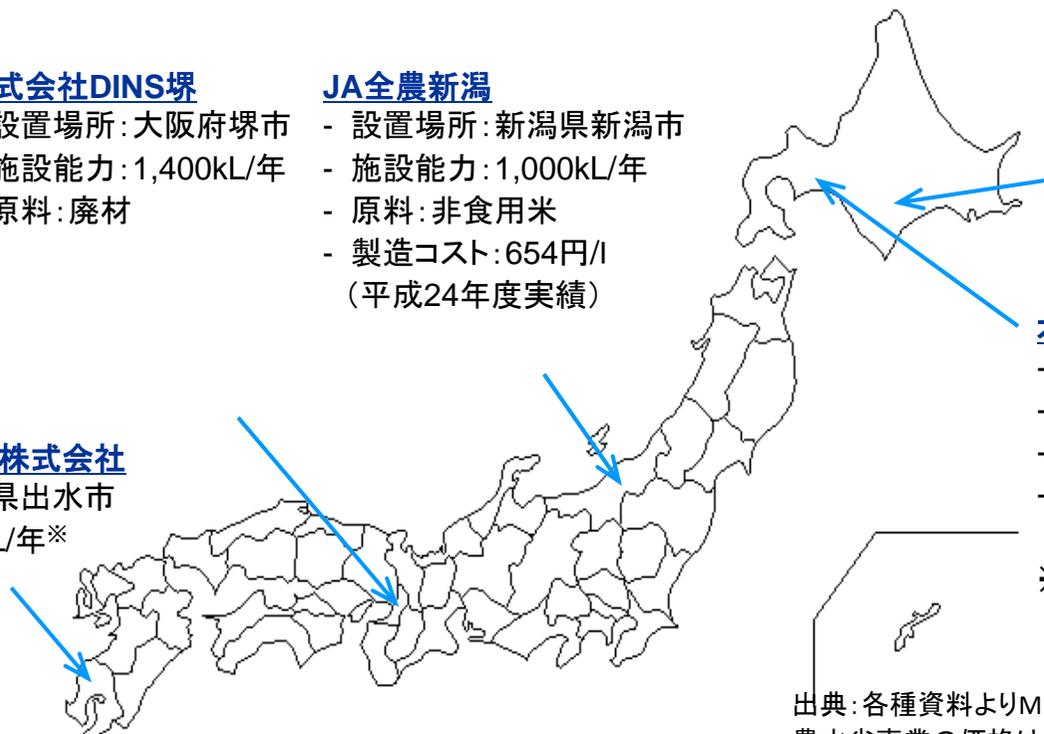
- 設置場所:北海道上川郡清水町
- 施設能力:1.5万kL/年
- 原料:余剰てん菜、規格外小麦
- 製造コスト:204円/l  
(平成24年度実績)

## オエノンホールディングス株式会社

- 設置場所:北海道苫小牧市
  - 施設能力:1.5万kL/年
  - 原料:非食用米
  - 製造コスト:196円/l  
(平成24年度実績)
- ※事業は今年度限りで終了予定。

## 日本アルコール産業株式会社

- 設置場所:鹿児島県出水市
- 施設能力:1,000kL/年※
- 原料:糖蜜



出典:各種資料よりMRI作成

農水省事業の価格は「バイオ燃料生産拠点確立事業検証委員会報告書」(平成26年5月9日)より

※燃料用としての生産規模

## 我が国の次世代バイオ燃料技術開発の取組について

- 第1世代のバイオ燃料については食糧との競合が懸念されるため、我が国では、次世代バイオ燃料(第2、第3世代)の商用化に向けた低コスト化等の技術開発に取り組んでいる。

### <サトウキビ・トウモロコシ等(第1世代バイオ燃料)>

- 原料の糖から、発酵技術を用いてエタノールを生産する。ブラジルを中心にした市場が形成され、既に世界で流通している。その一方で、原料が食物であり、食糧との競合が懸念される。

### <木質・草本(第2世代バイオ燃料)>

- 木や草などのセルロース系バイオマス为原料に、発酵技術を用いてエタノールを生産する。2020年頃の市場確立を目標に、現在、食糧競合や環境影響を引き起こさないバイオ燃料の一貫生産システムの確立を実施している。

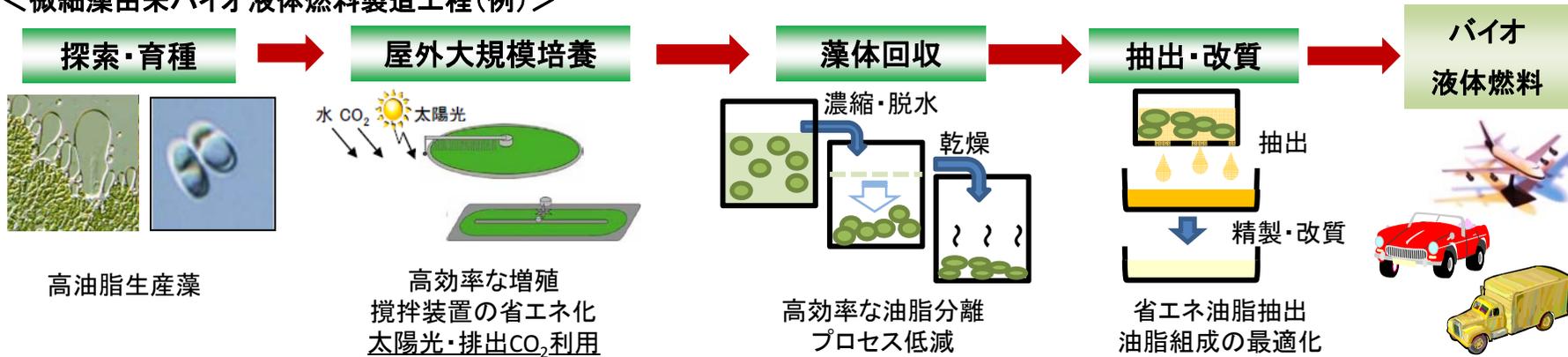
### <微細藻類等(第3世代バイオ燃料)>

- 過去に培ってきた発酵技術の応用は、喫緊のバイオ燃料製造に対して有効であるが、さらなるエネルギーセキュリティを確保し、2025~2030年頃の市場拡大を目指すべく、油分を生成する微細藻類を活用したり、原料をくまなく活用できるBTL技術を用いた、高効率かつ高収量なバイオ燃料製造技術の開発を実施している。

# 藻類・BTLの技術開発(第3世代バイオ燃料)

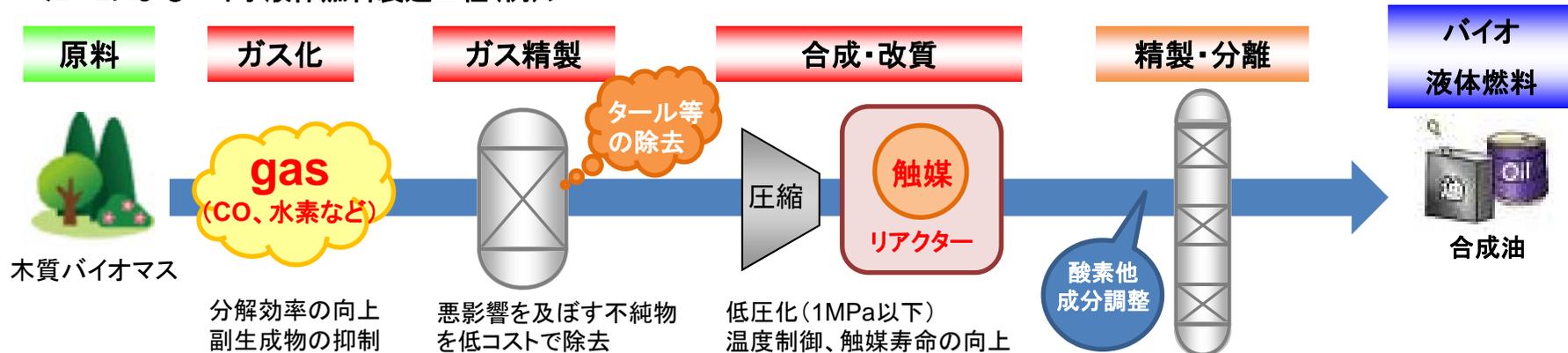
○微細藻由来バイオ燃料製造技術では、「探索、育種」は液体燃料収率向上を図るために、「培養、回収、抽出」は藻種に適した技術を確認するために必要であり、これら各要素技術は、微細藻由来バイオ燃料の導入普及に当たって、克服しなければならない課題である。

## <微細藻由来バイオ液体燃料製造工程(例)>

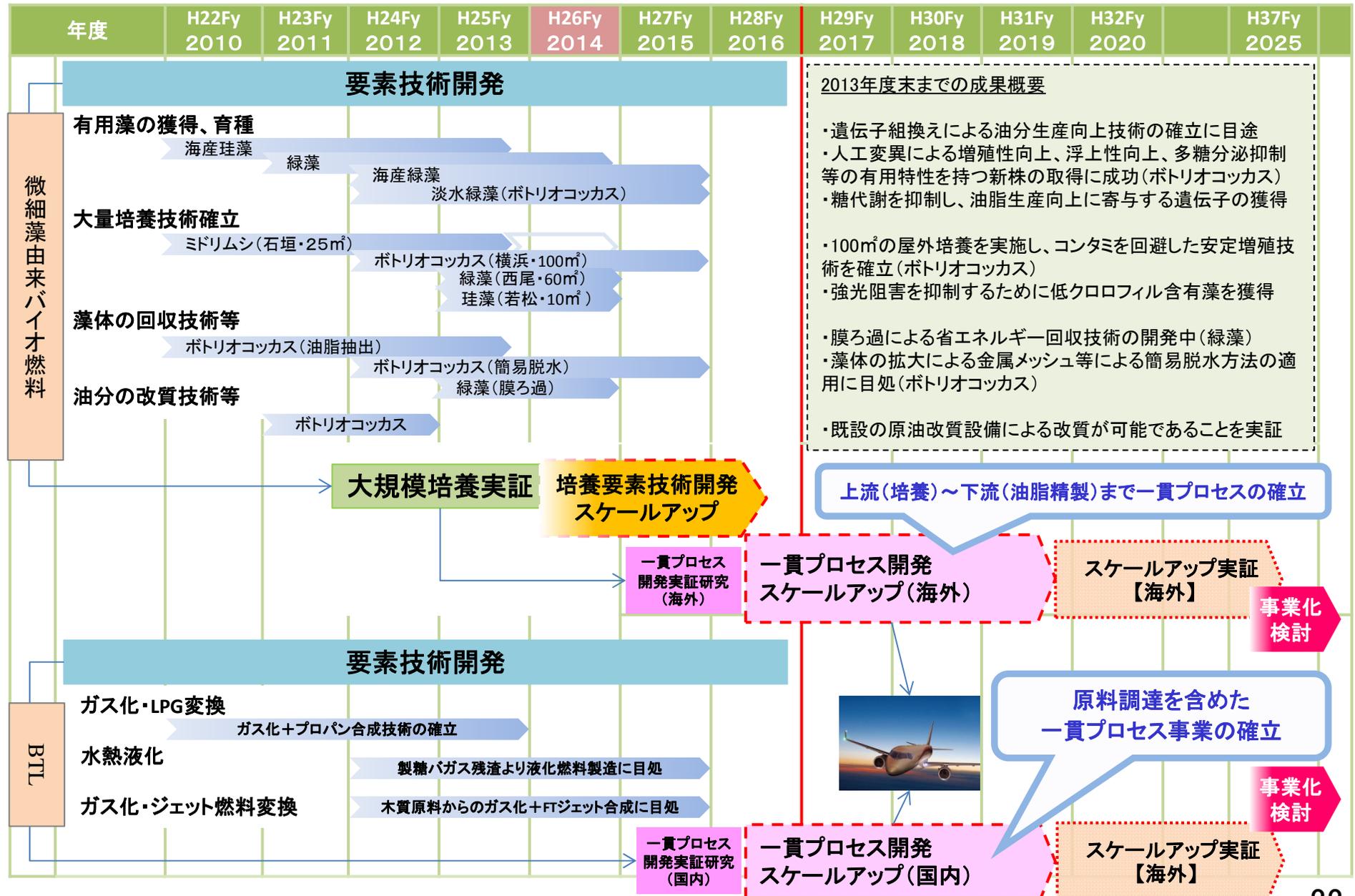


○BTLによるバイオ燃料製造技術では、「ガス精製」は合成・改質に悪影響を及ぼす不純物を低コストで除去し液体燃料収率の向上を図るために、「合成・改質(リアクター)」は高効率化によってエネルギー効率の向上を図るために必要であり、BTLによる液体燃料を導入普及させるに当たって、克服しなければならない課題である。

## <BTLによるバイオ液体燃料製造工程(例)>

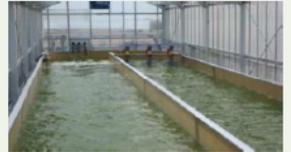


# 第3世代バイオ燃料事業のロードマップ -これまでの実施概要と今後(事業化)-



# 微細藻類燃料の開発状況

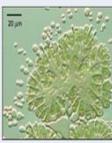
- 微細藻類の研究開発については、様々な藻類の種類で研究開発が行われており、今後大規模化による大量生産が期待されている。
- 福島では復興の観点から土着の藻類を利用した燃料生産に関するラボレベルでの研究開発がなされている。

戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業				
主要事業者	I H I	J-POWER	DENSO	D I C
共同実施者	ちとせ研究所・神戸大	東京農工大・日揮	中央大・クボタ・出光興産	神戸大・基礎生物学研究所
微細藻株	<b>ボトリオコッカス</b> 油分(炭化水素)を体外分泌し、保持する特徴を有する藻。増殖能力の高い株を獲得済みであり、更なる改良も実施。 	<b>珪藻</b> 海洋珪藻オイル成分の分布がシンプル。細胞の付着性がない。自己凝集性がある。 	<b>シュードココミクサ</b> 日本国内の温泉から発見された藻類。酸性条件下で生育可能であり、野外培養に有利。 	<b>クラミドモナス</b> 海産性モデル緑藻の <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> の近縁種 
目的代替油	ジェット燃料	ジェット燃料	ジェット燃料・ディーゼル	ジェット燃料
開発段階	<b>応用研究 ~ 商用実証へ</b> 鹿児島市に国内最大級(1500㎡)屋外培養設備を構築し、プレ実証試験を開始 	<b>基礎~応用研究(中期)</b> 大型培養槽(円型10㎡、20基:福岡県)により、藻類の連続培養試験を実施中 	<b>基礎~応用研究(中期)</b> 60㎡培養槽(レースウェイ型:愛知県)における、藻類の試験培養を実施中 	<b>基礎~応用研究(中期)</b> 25㎡屋外レースウェイ培養槽を設置(米国)、屋外培養を実施中 
研究開発の概要	屋外大規模培養実証を実施中 商用スケールに向けた課題抽出 海外での培養適性評価試験の実施 発電所等の排CO2の有効利用検討 等	屋外培養条件の確立、育種 屋外における半連続培養等の最適化 遺伝子組換えによる育種技術の確立 耐寒性株併用による周年培養の検討	屋外培養条件の確立、育種 屋外における培養条件の最適化 遺伝子組換え株の商用利用手法確立 藻の省エネ、低コスト回収技術開発	屋外培養条件の確立、育種 屋外における培養条件の最適化 遺伝子組換えによる育種技術確立 代謝解析による油分向上技術検討
研究開発支援状況	24年度からNEDO事業(戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業)にて実施。	25年度からNEDO事業(戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業)にて実施。	23年度からNEDO事業(戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業)にて実施(中央大と)。25年度から別のNEDO事業実施(中央大、クボタ、出光興産と)	24年度からNEDO事業(戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業)にて実施。

(参考)  
**福島再生可能エネルギー次世代技術研究開発事業**

藻類産業創成コンソーシアム

筑波大

土着藻類  


ジェット燃料等

基礎研究  


福島県内に存在する再生可能エネルギー資源(土着藻類)を活用し、次世代の技術開発を実施。

25年度~27年度まで上記事業を実施。

# CO<sub>2</sub>有効利用の技術開発とバイオ燃料生産

- 微細藻類についてはCO<sub>2</sub>を吸収することにより培養が促進されるため、燃料生産とCO<sub>2</sub>削減両方に寄与する。
- 火力発電所から排出されるCO<sub>2</sub>を有効利用すれば、石炭火力発電所などの低炭素化にも貢献することが期待される。(CCU技術)
- 火力発電所と隣接した地域に微細藻類の培養槽を設けることで効率的な微細藻燃料の生産が可能となる。



## (まとめ)我が国におけるバイオ燃料導入の意義と今後の方向性

- 我が国では第一世代バイオ燃料の原料確保や生産コスト低減を図ることが難しく、これまでの取組の結果として農業振興の目的を達成することが困難であることが分かってきた。よって我が国のバイオ燃料導入の目的としては、温室効果ガス削減、エネルギーセキュリティの向上が主要な目的となると考えられる。
- 欧米においては、食糧競合などの持続可能性の問題から、第一世代から次世代バイオ燃料へのシフトを目指している。
- 運輸部門での温室効果ガス削減手段としてのバイオ燃料導入は引き続き重要であり、エネルギー基本計画にも記載の通り、こうした持続可能性や国際的な動向を踏まえつつ、引き続き導入を継続していくことが重要である。
- 一方で、我が国の現在のバイオ燃料導入状況を考えた場合、9割以上をブラジルからの輸入に依存しており、バイオ燃料の調達構造は依然として脆弱である。今後、我が国事業者による次世代バイオ燃料の国内生産や開発輸入を進めることが期待される。



- エネルギー供給構造高度化法の告示による石油精製事業者のバイオ燃料導入目標は、平成29年度(2017年度)をもって終了するが、平成30年度(2018年度)以降のバイオ燃料導入については上記のような方向性を踏まえて検討していくことが重要。
- また、現在技術確立に向けて取り組まれている次世代バイオ燃料の研究開発を着実に進め、我が国の運輸部門における温室効果ガス削減、エネルギーセキュリティの向上につなげていく。

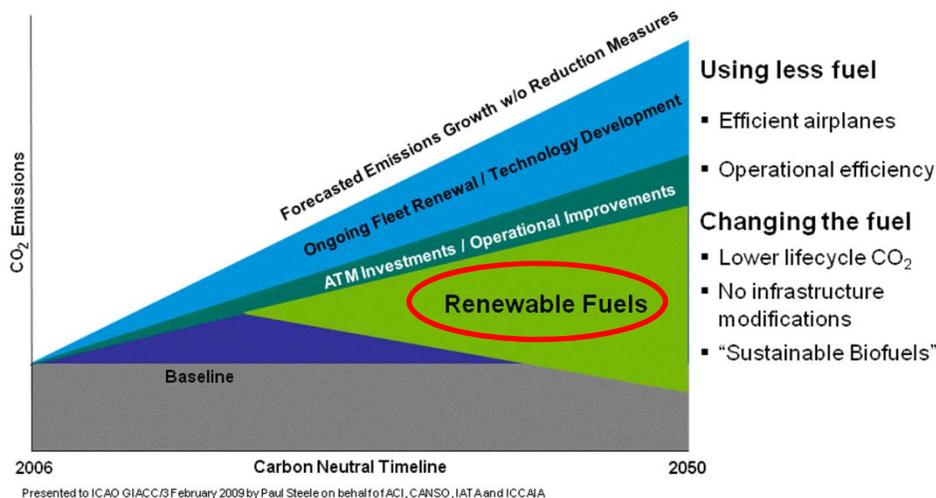
# <航空> バイオジェット燃料の導入について

# 最近のバイオジェット燃料を取り巻く環境

- 近年、航空部門におけるバイオジェット燃料へのニーズが国際的に高まっている。これは、国連の専門機関ICAOの低炭素化促進に向けた目標の策定や、これに対応した国際的な民間航空団体IATAにおける行動計画策定の動きを契機としている。
- 世界的な航空輸送需要の増加が見込まれる中で、ICAOは、2020年以降CO2排出を頭打ちにする目標を策定しており、IATAはこれを踏まえ2020年までに世界平均年1.5%燃費効率改善、2050年までに2005年比CO2排出量50%削減という目標を掲げている。目標達成は、バイオジェット燃料が導入されなければ困難と見られている。
- 世界各国でもバイオジェット燃料導入に向けた動きがあるとともに、我が国でも、民間航空事業者を中心とする会議体「次世代航空機燃料イニシアティブ」が発足しており、サプライチェーン構築に向けた課題を検討してきている。今後政府としてもバイオジェット燃料の導入体制の整備を検討していく。

## ICAOの2050年迄のCO2削減取組みの方向性

- 温室効果ガス削減においてバイオジェット燃料が今後重要な役割を果たすことが期待されている。



## 海外エアラインのビジネスフライトでの実績

- 欧米を中心に商用でもバイオジェット燃料の利用が開始。ブラジルでは2014年ワールドカップにおいて商用飛行を実施。

Carrier	Aircraft	Flight path	Date	Feedstock (Supplier)
KLM	B737	Amsterdam - Paris	22 June 2011	Used cooking oil (SkyNRG)
Lufthansa	A321	Hamburg - Frankfurt	15 July 2011	Mix of feedstocks (Neste Oil)
AIRFRANCE	A321	Toulouse - Paris	13 October 2011	Used cooking oil (SkyNRG)
UNITED	737-800	Houston - Chicago	7 November 2011	Algae (Solazyme)
GOL Linha aérea inteligentes	737	Multiple destinations in Brazil	June / July 2014	Inedible corn oil and used cooking oil (Honeywell UOP)
Lufthansa	A320	Frankfurt - Berlin	15 September 2014	Farnesane sugar-based fuel (Amyris Total)
FINNAIR	A330	Helsinki - New York	23 September 2014	Used cooking oil (SkyNRG)

# バイオジェット燃料活用に向けた日本の航空会社の取り組み

○我が国では、JALの試験飛行を皮切りにANAとNCAが空輸飛行でバイオジェット燃料を利用している。

## 本邦航空会社の飛行実績



航空会社	日本航空(JAL)	全日本空輸(ANA)	日本貨物航空(NCA)
飛行形態	試験飛行	空輸飛行	空輸飛行
使用機材	Boeing 747-300	Boeing 787-8	Boeing 747-8F
エンジン	Pratt & Whitney JT-9D	Rolls-Royce Trent1000	General Electric GENx-2B
バイオジェット燃料の原材料	Camelina, jatropha, algae	Used Cooking Oil	Used Cooking Oil
実施日	Jan 30, 2009	Apr 16, 2012	Aug 02, 2012
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 仙台上空を試験飛行</li> <li>✓ 航空法第11条但し書きの適用</li> <li>✓ 4発のうち1発にバイオジェット燃料を50%混合</li> <li>✓ 着陸後、De-Fuelのうえ燃料タンクを洗浄</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ エバレット～羽田間の空輸飛行</li> <li>✓ 2発のうち1発にバイオジェット燃料を15%混合</li> <li>✓ B787導入プログラムの一環としてANAとBoeing社が協働</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ エバレット～成田間の空輸飛行</li> <li>✓ 4発のうち1発にバイオジェット燃料を15%混合</li> <li>✓ バイオ燃料使用における燃料ハンドリング、機体システムおよびエンジンに対する影響を技術的に検証</li> </ul>

## バイオジェット燃料利用に当たり検討すべきポイント

- バイオジェット燃料の利用に当たっては、以下のようなポイントについて検討する必要有り。
- 今後国土交通省とも連携し2020年のオリンピックでの利用なども見据えてバイオジェット燃料の導入体制を検討していく。

### ①フライトの規模感

→導入当初の規模感はどの程度とするか。

### ②燃料を供給する空港

→①との関連でどの空港を利用するのか。

### ③燃料のサプライチェーン・規格等の整備

→①②との関連で、どのような供給体制が必要か。供給に関連する規格等の改定は必要か。

### ④フライトに利用する機体

→PR性も考え、国産航空機での搭載を目指すか。

### ⑤バイオジェット燃料調達方法

→国産バイオジェット燃料のみか、海外のバイオジェット燃料も利用するか。燃料の規格はどうするか。

### ⑥国産バイオジェット燃料の供給に向けた取り組み

→⑤との関連で今後国産バイオジェット燃料がどの程度確保出来る見通しか。研究開発はどのように進めるべきか。

＜軽油代替＞  
GTLの活用の可能性について

# GTLとは

- GTL(FT合成油)は、天然ガス等を原料として、軽油・灯油・ナフサ等が連産品として製造される合成炭化水素(常温で液体)。
- 自動車燃料として、GTL軽油はセタン価が高く、利用時にノッキングが少なくなるということや、既存の軽油供給インフラが使用可能であるといったこと等といった特徴があり、ガス価格が油価に比べて大幅に安価であればディーゼル自動車用燃料(軽油代替)として期待される。ただし、我が国のガス価格はそれほど安価ではないため、これまで、我が国で商業ベースで自動車燃料として利用された実績はない。

## <GTL製造プロセス>



注)IEAの見通しによれば、2030年における全世界的なGTLの供給総量は約1億3000万kl/年。GTL軽油の得率を60%とすると、GTL軽油の供給総量は約7800万kl/年

## 1. GTLの評価

- ①安定供給面：長期的には、一次エネルギー源の多様化に資する可能性がある。
- ②環境面：硫黄分や芳香族分を含まないため、石油系軽油と比較して燃焼時におけるNO<sub>x</sub>、PM等は少ないが、石油系軽油がサルファーフリーとなれば、環境面において優位性は小さい。CO<sub>2</sub>排出量は、LCAベースではGTLの方が低下するとの試算もある。
- ③経済面：製造等のコスト高が問題
  - GTLは天然ガス等を合成して製造される液体燃料であるため、現在の技術レベルでは、製造コストが高くなる。このため、流通量や供給量制約等を勘案すると、現状では原油系軽油と比較し、コスト高と考えられる。将来、技術進歩や原油と比べた天然ガスの相対価格の低下等により、車両の改造が不要であることから、優位性を持つてくる可能性もあり。なお、硫黄分、芳香族分を含まないことから、潤滑性やシール性について対策が必要であるが、既に解決可能な課題となっている。

## 2. 今後の課題

- 普及を進めるためには、製造コスト・エネルギー低減のための技術開発等が重要。
- 欧州のように、乗用車のディーゼル車導入が進み、軽油需要が拡大すれば、軽油代替のGTL需要が拡大する可能性もある。

# 国際的なGTL技術プロジェクト動向

## 1) 国際的なGTL技術プロジェクト動向

Sasol及びShellが産ガス国の国内消費向けにGTLの商業生産を行っている。

プロセス名称	技術の完成度	プラントの規模	生産されたGTLの主な用途
Sasol (南ア)	商業機稼働中	Oryx(カタール) 34,000B/D(稼働中) EGTL(ナイジェリア) 34,000B/D(建設/試運転中) OLTIN YO'L(ウズベキスタン) 37,000B/D(延期) Lake Charles(米国) 96,000B/D(延期)	・輸送用燃料(航空燃料、ディーゼル燃料) ・化学原料用(エチレン、高級潤滑剤、 食品シール剤、化粧品(経口摂取用途も可))
Shell (蘭)	商業機稼働中	Bintulu(マレーシア) 14,700B/D(稼働中) Pearl(カタール) 70,000B/D(稼働中) Pearl(カタール) 70,000B/D(稼働中)	同上
JAPAN-GTL (日本)	実証研究終了	トルクメニスタン(調整中)	
GTL F1 (南ア)	セミコマーシャル終了	セミコマーシャル機(南ア) 1,000B/D	
Eni (伊)-IFP/Axens (仏)	パイロット研究中	パイロット機(伊) 20B/D	
Compact GTL (英)	パイロット研究中	パイロット機(伯) 20B/D	
Velocys (米)	パイロット研究中	パイロット機(伯) 6B/D	

## 2) 商業プラント計画に際しての課題

GTLの商業化のためには、数千バレル/日以上で経済性が見込まれることが必要。そのためには、ガス価格が油価に比べて大幅に安価であることが必要。また、GTL製造コスト及びプラント建設費低減が課題(必要な油/ガス価格差は縮小)。