

経済産業省 委託事業

バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等 に関する検討会

中間とりまとめ(概要)

2010年3月

バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会

目次

- 我が国におけるバイオ燃料持続可能性基準等の検討開始の背景 p.2
- 検討体制と各WGにおける検討内容 p.3
- バイオ燃料の持続可能性基準の国際動向 p.4
- LCAでのGHG排出量 p.8
- 食料競合問題 p.29
- 生物多様性等 p.39
- 供給安定性・経済性 p.47

我が国におけるバイオ燃料持続可能性基準等の検討開始の背景

○バイオ燃料は近年、温暖化対策の一環として各国で導入が進められている。バイオ燃料は京都議定書において、カーボンニュートラルとして扱われており、その導入は地球温暖化対策の観点や運輸部門の石油依存度の低減を図る観点からも有効な手段の一つとして考えられている。

○他方、EUの再生可能エネルギー指令、英国のRTFO (Renewable Transport Fuel Obligation ※1)、米国のRFS (Renewable Fuel Standard ※2) 等の制度や、GBEP (※3) やISO等の国際的な枠組みにおいて、温室効果ガスの削減効果の評価、森林破壊や食料との競合問題等を含むバイオ燃料の持続可能性について議論が進行している。

※1 英国の再生可能燃料導入義務制度。燃料供給事業者に一定の持続可能性基準を満たすバイオ燃料の導入を義務付けるもの。2010年に燃料供給量の5%の導入を義務付けている。

※2 米国の再生可能燃料導入義務制度。燃料供給事業者に一定の持続可能性基準を満たすバイオ燃料の導入を義務付けるもの。2000年以降の導入目標量を定めた2007年の改訂制度をRFS2と呼ぶことがある。2022年に360億ガロンの導入を目標としている。

※3 グローバル・バイオエネルギー・パートナーシップ: 2005年のグレンイーグルズサミットにおいて、G8+5首脳が立ち上げに合意し、2006年5月に設立。事務局はFAO(国連食糧農業機関)内に設置。

○本検討ではこうした背景を踏まえ、我が国におけるバイオ燃料の導入に当たっての持続可能性基準に係る各種検討を行い、今後、「エネルギー供給構造高度化法」の基本方針・判断基準を策定する上で基盤となる科学的な事実及びそこから導かれる基本的な考え方をとりまとめることを目的とする。

検討体制と各WGにおける検討内容

持続可能性基準の検討にあたっては、有識者、関連事業者及び経産省、農水省、環境省からなる「バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会」を設置。さらに分野別に4分野のWGを設置。本中間とりまとめについても、3省が協力してまとめたものである。

「バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会」

GHG排出量評価WG

【座長】横山 伸也 東京大学大学院農学生命科学研究科 教授
GHG排出に係るLCA手法、デフォルト値等を検討

食料競合評価WG

【座長】鈴木 宣弘 東京大学大学院農学生命科学研究科 教授
バイオ燃料と食料競合との関わり、影響回避のための方策について検討

生物多様性等評価WG

【座長】磯崎 博司 明治学院大学法学部 教授
バイオ燃料による生物多様性問題、社会問題の回避のための方策について検討

経済性・供給安定性評価WG

【座長】河原 勇人 出光興産(株)経営企画部政策室 政策課長
バイオ燃料の経済性、供給安定性、総括シナリオの考え方について検討

【検討会 メンバー】

横山 伸也 東京大学大学院農学生命科学研究科 教授 【座長】
石谷 久 東京大学 名誉教授
磯崎 博司 明治学院大学法学部 教授
大西 茂志 全国農業協同組合連合会 営農総合対策部長
後藤 一郎 バイオマス燃料供給有限責任事業組合 事務局長
斎藤 健一郎 新日本石油株式会社 研究開発本部 研究開発企画部 部長
坂西 欣也 (独)産業技術総合研究所 バイオマス研究センターバイオマス研究センター長
澤 一誠 三菱商事(株) 新エネルギー事業 第二ユニット シニアマネージャー
鈴木 宣弘 東京大学大学院農学生命科学研究科 教授
泊 みゆき NPO法人 バイオマス産業社会ネットワーク 理事長
富山 俊男 出光興産株式会社 環境安全部 地球環境室 室長付
茂木 和久 社団法人 日本自動車工業会 燃料潤滑油部会 部会長

【オブザーバー】

農林水産省 大臣官房環境バイオマス政策課

環境省 地球環境局 地球温暖化対策課

経済産業省 資源エネルギー庁 新エネルギー対策課

経済産業省 資源エネルギー庁 資源・燃料部政策課

石油連盟 企画部
財団法人 石油産業活性化センター
独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー技術開発部 バイオマスグループ

バイオ燃料の持続可能性基準の国際動向

バイオ燃料の持続可能性に関する国際的議論(1)

• 学術的レポート

- バイオ燃料のライフサイクルでのエネルギー収支や温室効果ガス排出の評価は、各国で気候変動対策としてのバイオ燃料の可能性に注目され始めた1990年代後半から注目。2000年代半ばからはケーススタディ間の比較・レビューを行った研究や、ライフサイクル評価ツールを用いて多数の原料・プロセス等を比較した研究も多数発表 (IEA, Biofuels for Transport —an International Perspective, 2004 等)。
- その他の環境、社会影響についても、ブラジルや東南アジアにおける輸出用バイオ燃料への期待の高まりを受け、主に原料生産による地域環境や労働条件の悪化について国連機関やNGOのレポートが指摘。また、2007年頃からの食糧価格の高騰の一因としても、バイオ燃料の影響が指摘されている。
- 個別の環境・社会影響の研究報告を受け、バイオ燃料持続可能性に関する基準の提言が為された下記のような研究報告書が、研究機関やNGOなどから発表。

機関	報告書名	公表年	概要
オランダ	Criteria for sustainable biomass production	2006	オランダの現環境相Jacqueline Cramer氏を中心として検討された試験的基準。
WWFドイツ	Sustainability Standards for Bioenergy	2006	持続可能基準自体の提示に加え、EUとしての法的枠組の必要性を述べている。
IFEU	Criteria for a Sustainable Use of Bioenergy on a Global Scale	2008	ハイデルブルグエネルギー・環境研究所(IFEU)が環境省から受託したプロジェクト”Criteria for a Sustainable Use of Bioenergy on a Global Scale”の成果。
Roundtable on Sustainable Biofuels	Global principles and criteria for sustainable biofuels production Version Zero	2008	スイス連邦工科大学(EPFL)が主催する自主的ラウンドテーブルが2008年8月に取りまとめた、バイオ燃料に対する基準の第ゼロ次ドラフト。現在は第一次ドラフトが公表。
ERIA	Sustainable Biomass Utilisation Vision in east Asia	2007	東アジアのバイオマス活用について、環境、経済、社会の3側面の指標から評価したもの。
バイオマス産業社会ネットワーク他	「持続可能性に配慮した輸送用バイオ燃料に関する共同提言」	2007	国内の主要NGOが国内政府に対して共同発表した、持続可能性に配慮した輸送用バイオ燃料利用に関する提言。

欧米でのバイオ燃料の持続可能性基準の策定

各国における検討

- 前述の国際的懸念の流れ等を受け、各国においてバイオ燃料の持続可能性を担保する制度が検討。

検討主体・制度名	概要
EU再生可能エネルギー指令	2009年6月に発効。2010年までに輸送燃料の5.75%、2020年までに10%をバイオ燃料及び再生可能エネルギーとするという目標に加え、当該目標達成に使用することができるバイオ燃料の持続可能性基準を制定。
英国Renewable Portfolio Standard	2008年4月より輸送用燃料供給事業者に対しバイオ燃料導入を義務付け。この一環として、供給したバイオ燃料の原料や温室効果ガス排出量等の情報も報告を義務化。
米国Energy Independence and Security Act of 2007	ライフサイクルで基準以上の温室効果ガス削減量があるバイオ燃料のみを、2010年以降のRFS2(改訂再生可能燃料導入義務, Renewable Fuel Standard)制度の対象とすることを規定。
米国カリフォルニア州 Low Carbon Fuel Standard	運輸部門からのGHG排出原単位を、ライフサイクルを考慮した上で10%低減させることを目標。2008年末より施行。
ブラジル Brazilian Program for Biofuels Certification	Inmetro(度量衡工業品質規格化研究所)を中心に、バイオ燃料の認証制度について2007年7月に検討開始

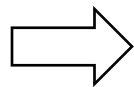
- 先行するEU、英国等では、LCAでの温室効果ガス削減効果、生物多様性、食料競合等の項目を基準として策定

			EU: 再生可能エネルギー導入促進指令	英国: RTFO	米国: RFS2
個別のバイオ燃料に求められる基準	環境	LCAの温室効果ガス削減効果	・2017年以降は 50%削減 (2017年までは35%削減)	・2010年以降は 50%削減	・セルロース系(先進型)バイオ燃料は 50~60%削減 (既存のトウモロコシ由来のエタノールについては20%削減)
		生物多様性への影響	・生物多様性が高い、消失懸念のある土地での原料生産を禁止	・現地法の遵守 ・生物多様性の高い土地での原料生産を禁止	—
		その他環境	・EU域内の生産についてはEUの農業規制、環境規制に準拠	・水資源の適切な利用 ・大気汚染につながる焼畑・廃棄物焼却を行っていない	—
	社会	—	・労働者の権利保護 ・土地所有権の確保等	—	
政府が監視する項目(食料競合など)			欧州委員会が2年毎に、バイオ燃料原料の需要増が、食料価格・原料生産地での社会影響について調査	個別事業者の範疇を超えた間接影響については、再生可能燃料機構が、モニタリング・分析	規制事前評価の実施、間接影響(食料・飼料価格等)についても事後評価

バイオ燃料の持続可能性に関する国際的議論(3)

• 国際的枠組み

- Global BioEnergy Partnership (GBEP) : 2005年7月のグレンイーグルズサミットでのイタリアのベルルスコーニ首相の提案を受け、バイオエネルギーの持続的発展を図ることを目的として、2006年5月11年に設立。具体的な検討は「温室効果ガス方法論タスクフォース」、「持続可能性タスクフォース」で実施。
- CEN (欧州標準化委員会) : オランダの提案により、欧州統一規格化のための技術委員会 (CEN/TC 383) を2008年2月に設置して規格原案の検討を開始。最終的な規格発行は2011年5月を予定。
- ISO : 2008年10月のブラジルの標準化組織ABNTとドイツ標準化組織DINのバイオ燃料の持続可能性に関する共同提案が各国投票で採択され、現在プロジェクト委員会設置に向けた手続きが進行中。2009年6月には予備会合がドイツで開催され、プロジェクト委員会のタイトルとスコープについて合意。



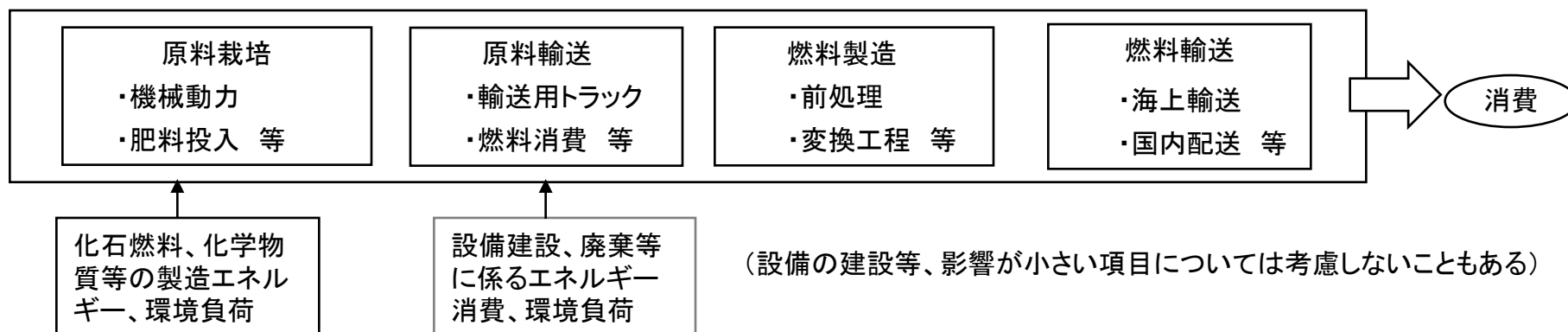
我が国としても、バイオ燃料導入を推進しているところであるが、バイオ燃料導入に係る持続可能性基準等に関する検討会においては、既に制度化が進んでいるEUの再生可能エネルギー指令、英国のRTFO等を踏まえ、①LCAでのGHG削減効果、②食料競合問題、③生物多様性等の影響、④供給安定性・経済性について、検討を行うこととした。

また、並行してGBEPでの検討に参画し、国際的な動向との協調を図っていくこととした。

LCAでのGHG排出量

- LCA (Life Cycle Assessment) とは、ある製品やサービスのライフサイクル(生産・使用・廃棄)の環境影響(必要とするエネルギー・素材資源量や発生する環境負荷(大気排出物であれば二酸化炭素、SO_x、NO_xなど)を、その生産に必要な原料や設備の製造や廃棄までを考慮して、評価する手法である。
- バイオ燃料のCO₂排出量に関するLCAでは、原料の栽培から最終的な燃料利用に至るまで、生産から消費までの一貫したCO₂排出量を評価する。

バイオ燃料の製造から消費までの工程例



燃料製造工程における算定方法例

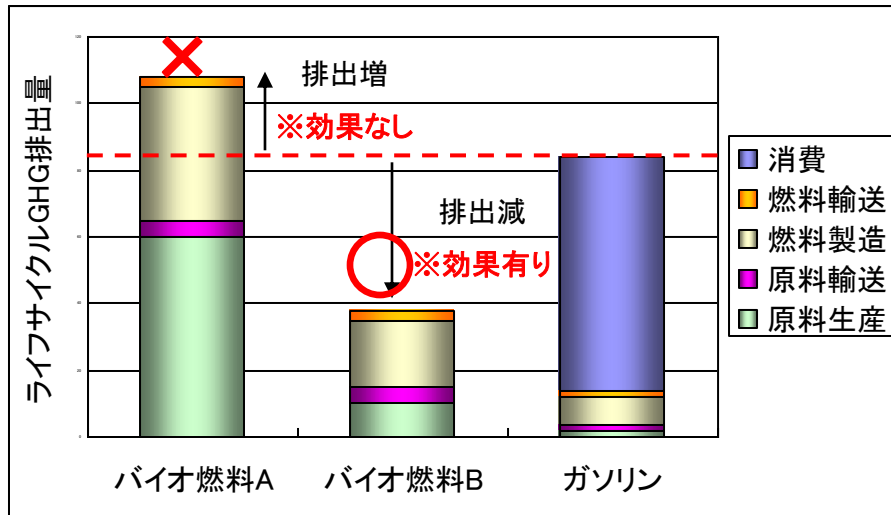
燃料製造に伴うGHG排出(年間あたり)

= 電力消費に伴うGHG排出 + 燃料消費に伴うGHG排出
+ 工業用水消費に伴うGHG排出 + NaOH消費に伴うGHG排出

= 電力量[MWh/年] × 排出係数[tCO₂/MWh] + 燃料消費量[kL/年] × 排出係数[tCO₂/kL]
+ 工業用水量[kt/年] × 排出係数[tCO₂/kt] + NaOH量[t/年] × 排出係数[tCO₂/t]

LCAを用いた評価

- 温暖化対策としての利用意義に鑑みると、バイオ燃料のライフサイクルGHG排出量(化石燃料に対する削減率)は、バイオ燃料の持続可能性に関する基準の中でも最も重要なものの一つ。
- 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。
- 今後、バイオ燃料の使用を温暖化対策として義務付けるのであれば、その使用しているバイオ燃料がGHG削減効果を有することを検証することは不可欠。
- EU再生可能エネルギー指令、英国RTFO (Renewable Transportation Fuel Obligation)、米国RFS等の制度においても、バイオ燃料のライフサイクルGHG排出量の評価を義務付け、化石燃料に対する削減率の要件を設けている。



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。

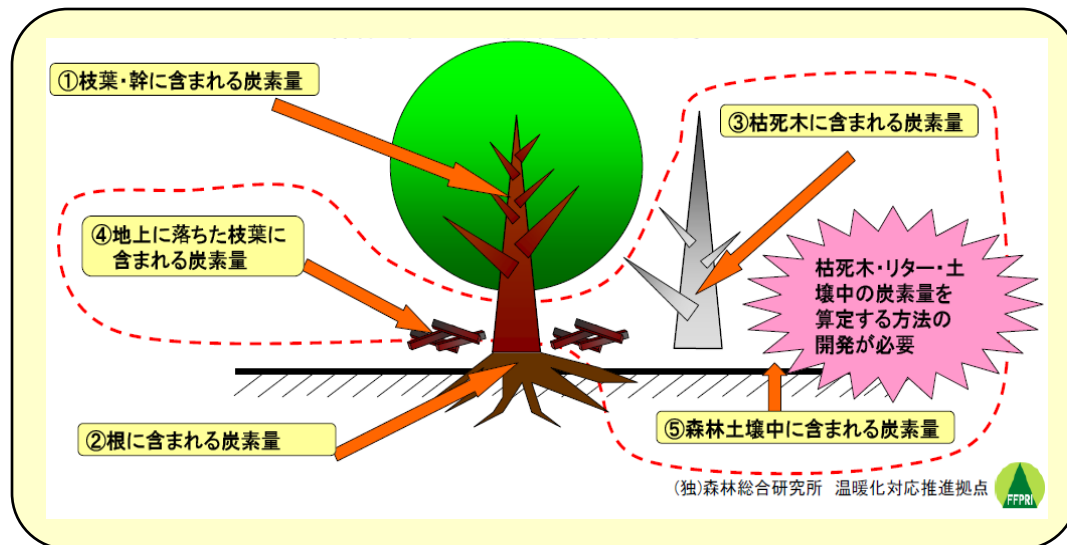
	バイオ燃料	ガソリン
原料生産	原料栽培	原油採掘
原料輸送	原料輸送	原油輸送
燃料製造	バイオ燃料製造	原油精製
燃料輸送	バイオ燃料輸送	ガソリン輸送
消費	0(カーボンフリー)	ガソリン消費

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。

バイオ燃料のLCAにおける「土地利用変化」の考え方 ①

- 植物は光合成によってCO₂を吸収し、有機物の形態で炭素を葉・枝・幹・根に固定する。また、落葉や枯死などにより土壌へ還元された有機物(炭素)は、微生物の呼吸などを通してCO₂として大気に放出されるが、一部は土壌中に残存する。
- 植物や土壌中の炭素ストック量は土地利用の形態により異なる。IPCCのガイドライン(2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)では、森林、農地、草地、湿地、開発地等のカテゴリーにおいて、下図に示す炭素プール中の炭素ストック量の算定方法を定めている。
- バイオ燃料の原料栽培において、森林や草地から農地への転換が生じ、炭素ストック量に変動があった場合、バイオ燃料の生産に伴うCO₂排出として計上する必要がある。
 - バイオ燃料用原料の生産拡大方策の一つとして、新規農地開発がある。実際、東南アジア等ではバイオディーゼル原料となるパーム椰子プランテーションの開発において森林伐採が多発したとの指摘もある。
 - 炭素排出は土地利用変化におきた時点で生ずるが、その後長期にわたりバイオ燃料の原料栽培が可能である。従って、EU指令や英国RTFOでは、森林又は草地から農地への土地利用変化が生じた場合、土地利用変化に伴う地上・地中の炭素ストック変化を20年に均等配分して計上することとしている。

(計算例)

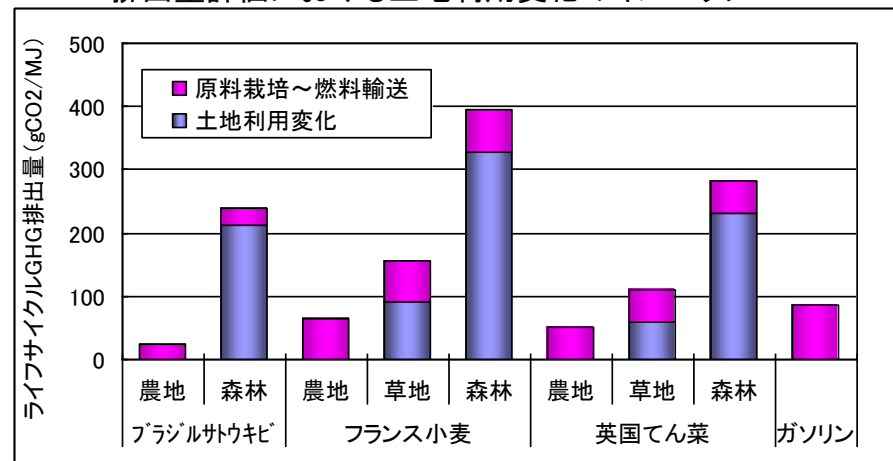


バイオ燃料のLCAにおける「土地利用変化」の考え方 ②

- 土地利用変化に伴うGHG排出量は、原料栽培～燃料製造工程の排出と比べ、大幅に大きくなる可能性がある。従って、バイオ燃料のGHG削減効果の評価において極めて大きな影響を与え得る。
- 土地利用変化の種類は、直接的土地利用変化と間接的土地利用変化が存在。
 - 直接的土地利用変化: バイオ燃料用作物生産のための森林、草地等から農地への土地転換
 - 間接的土地利用変化: バイオ燃料用作物の生産により当該土地で従来生産されていた作物等が別の土地で生産されることに伴う土地転換
- 間接的土地利用変化については、因果関係の立証や影響の定量化には困難が伴う。
 - EU指令や英国RTFOでは、上記理由により間接的土地利用変化は政府の監視事項とし、当面は事業者単位での考慮は不要としている。(他方、カリフォルニア州のLow Carbon Fuel Standardでは、モデル分析により間接的土地利用変化も含めたGHG排出量进行评估しようとしている。※)

※間接的土地利用変化を考慮するカリフォルニア方式＝バイオ燃料にとって不利とは限らない。草地や森林を農地に転換する場合、EU指令や英国RTFOの計算では多量の排出増となるが、米国方式ではモデル分析により影響が平準化されるため、削減目標を達成できる可能性もある。
- 制度の遡及的適用を回避するため、EU指令、英国RTFOとも制度施行後の直接的土地利用変化のみ考慮。

◆英国RTFOにおけるバイオ燃料のライフサイクルGHG排出量評価における土地利用変化のインパクト



LCAでのGHG排出量の算定方法の検討

- バイオ燃料のライフサイクルGHG排出量の算定においては、算定対象とする温室効果ガスや算定対象範囲の設定方法、各工程において算定すべき項目等、算定方法を定める必要がある。
- 本検討会（GHG排出量評価WG）では、EU指令や英国RTFO、我が国の「バイオ燃料技術革新計画」等を参考に、我が国としての算定方法を検討。詳細については次ページ以降を参照。
- EU指令、英国RTFOとの主な違い及びその理由は以下の通り。
 - CH₄、N₂Oの温暖化係数：EU指令及び英国RTFOではIPCC 2006ガイドラインを参照して設定されているが、我が国においては事業者の混乱を防止するため、京都議定書や温室効果ガス排出量の算定・報告・公表制度で用いられている値を用いることとする。
 - 副産物へのアロケーション方法（※）：EU指令では熱量按分、英国RTFOでは代替法又は価格按分が用いられるが、アロケーション方法は様々な方法があり、副産物によって適当な方法が異なる。我が国においてはバイオ燃料技術革新計画の提言に従い、「プロセスを細分化して副産物の環境負荷を個別に評価出来るように心がける。機械的な配分が不可避な場合、出来る限り合理的に説明できる方法を採用し、その方法と理由を明記する」こととする。注）アロケーション：バイオ燃料の製造プロセスで、有用な副産物が発生する場合（エタノールの場合、サトウキビのバガスや発酵残渣（飼料代替等）等が副産物として発生する）において、バイオ燃料と副産物でエネルギー投入量と環境負荷を分割すること。

副産物へのアロケーション方法の例

方法	概要	特徴
重量按分法	バイオ燃料及び副産物の重量比によるアロケーション	算定方法は単純だが、その他の方式と比して説得力や妥当性に欠く。
熱量按分法	バイオ燃料及び副産物の熱量比によるアロケーション	副産物がエネルギー源である場合には有用。ただし、副産物がマテリアル利用されるものである場合には、副産物の保有エネルギーはあまり意味をなさない。
市場価値按分法	バイオ燃料及び副産物の市場価値比によるアロケーション	市場価値は様々な外的要因によって変化しうるため、一貫性のある評価が困難。
代替法	副産物が代替する物質の製造エネルギー／GHG排出によるアロケーション	副産物がマテリアル利用されるものであった場合には特に有用だが、算定方法が複雑となる。
プロセス細分化	プロセスを細分化して副産物の環境負荷を個別に評価	最も実態を表す方法と考えられるが、算定方法が複雑となる。

LCAでのGHG排出量の算定方法に用いる設定項目 ①

算定対象ガス	<ul style="list-style-type: none"> 算定すべき温室効果ガスの種類はCO₂、CH₄、N₂Oとする。CH₄、N₂Oの温暖化係数はそれぞれ21、310とする。 CH₄についてはバイオマスの燃料に伴う排出及び有機物の発酵による排出、N₂Oについては肥料の製造、施肥に伴う排出について考慮する。
バウンダリ(※)	<ul style="list-style-type: none"> <u>直接的土地利用変化、原料栽培、原料収集、燃料製造、燃料輸送(製油所まで)の各工程を算定対象とする。</u>ガソリン混合段階における排出については今後の検討課題として認識した上で当面は考慮しない。 間接的土地利用変化、リーケージ(※)については当面の間政府の監視項目とし、事業者による算定は不要とする。
土地利用変化に関する算定方法	<ul style="list-style-type: none"> 湿地や泥炭地、高密度森林での原料栽培は禁止。 <u>森林又は草地が農地へ転換された場合、直接的土地利用変化に伴う地上・地中の炭素ストック変化を20年に均等配分して計上する。</u> 土地利用変化が生じたとは、「エネルギー供給構造高度化法」バイオ燃料 基本方針・判断基準に係る施行日前の状態から変更があった場合と定義する。 荒廃地や汚染地、放棄地で原料栽培された場合一定のボーナスを付与し、バイオ燃料のGHG排出量から控除可能とする。
原料栽培に関する算定方法	<ul style="list-style-type: none"> 使用したエネルギー起源のCO₂、バイオマスの燃焼に伴うCH₄・N₂O、廃棄物等の処理に伴うCO₂・CH₄、殺虫剤等の化学物質の製造・調達に伴うCO₂、肥料の製造・施肥に伴うCO₂・N₂Oの排出を計上。 廃棄物を原料とする場合、<u>原料の収集に要したエネルギー起源のCO₂のみを計上する。</u>また、回避されるGHG排出(例:メタン発酵の防止)の量が立証できる場合、削減として考慮することが可能。 化石燃料、電力の排出係数については、<u>ライフサイクル排出量を考慮した値</u>を用いる。(以下同様)

LCAでのGHG排出量の算定に用いる設定項目 ②

<p>燃料製造に関する算定方法</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 使用したエネルギー起源のCO₂、<u>バイオマスの燃焼に伴うCH₄・N₂O</u>、廃棄物等の処理に伴うCO₂、CH₄及び触媒等の化学物質の製造・調達に伴うCO₂の排出を計上。 • 発生したCO₂を回収・隔離している場合、排出量から控除可能。
<p>原料輸送、燃料輸送に関する算定方法</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>原料、燃料の輸送や貯蔵、中間処理に要した化石燃料や電力・熱等のエネルギー起源のCO₂を計上する。</u> • 他貨物と共同で輸送されている場合、<u>当該輸送機関が消費したエネルギーを重量で按分し、自らの排出とする。</u> • <u>復路便のエネルギー消費についても考慮する。</u>
<p>アロケーション方法</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>副産物が発生した場合、プロセスを細分化して副産物の環境負荷を個別に評価する。機械的な配分が不可避な場合、出来る限り合理的に説明できる方法を採用し、その方法と理由を明記する。</u> • 副産物とは、自らエネルギー又はマテリアル利用するもの、及び他者に有償で販売したものと定義する。
<p>化石燃料との比較方法</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ライフサイクル温室効果ガス排出量の削減率は、次式により計算する。なお、バイオエタノールはガソリン、バイオディーゼルは軽油を比較対象の化石燃料とする。 <p style="text-align: center;">削減率 = (EF - EB) / EF</p> <p style="text-align: center;">EF: 比較対象となる化石燃料のライフサイクル温室効果ガス排出量</p> <p style="text-align: center;">EB: バイオ燃料のライフサイクル温室効果ガス排出量</p> <ul style="list-style-type: none"> • ガソリンのライフサイクル温室効果ガス排出量は81.7gCO₂eq/MJとする。

注)

バウンダリ: LCA評価の対象となる算定対象範囲(境界)。

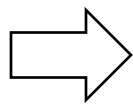
リーケージ: 廃棄物系資源をバイオ燃料用原料に利用することで他のエネルギー・マテリアル用途を阻害してしまうことにより生ずる環境負荷(GHG排出増)。

アロケーション: バイオ燃料の製造プロセスで、有用な副産物が発生する場合(エタノールの場合、サトウキビのバガスや発酵残渣(飼料代替等)等が副産物として発生する)において、バイオ燃料と副産物でエネルギー投入量と環境負荷を分割すること。

- バイオ燃料利用がGHG削減対策となるためには、ライフサイクルのGHG排出量が代替する化石燃料と比べて小さくなる必要がある。具体的には、ガソリンのGHG排出量の81.7g-CO₂/MJ(※)を下回らなければ、バイオ燃料がCO₂削減に寄与しているとはいえない。

※「石油製品油種別LCI作成と石油製品環境影響評価調査報告書」(平成11年度財団法人石油産業活性化センター「)による数値」

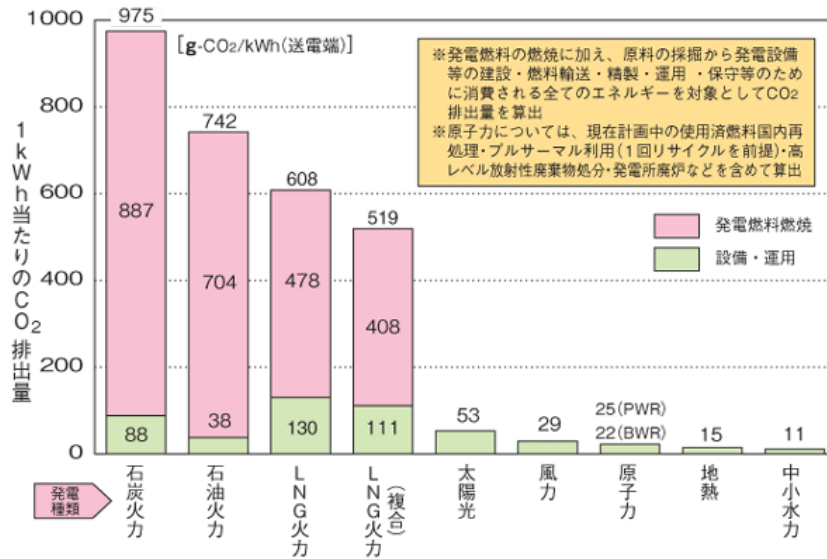
- バイオ燃料に求めるべきLCAでのGHG排出量の削減水準(対化石燃料)については、以下の視点から検討することが重要。
 - 他のバイオマスのエネルギー利用形態(例えばボイラーでの発電利用等)の効率と競合しうるレベル
 - : 今後、バイオ燃料の導入拡大を図る上では、食料との競合を回避可能な草木のセルロース系バイオ燃料が重要な役割を果たすと考えられる。この点、原料の草木を小規模なバイオマス専焼発電用に利用した場合一般的な発電効率である20%と同水準のGHG削減効果を達成するためには、バイオ燃料はガソリン比50%程度の削減水準が必要となる。
 - EU、米国等の先行国の水準との整合性
 - : 欧米の先行制度等における削減水準の動向
 - EU指令: 全てのバイオ燃料について2017年以降は50%削減。(2017年までは35%削減)
 - 英国RTFO: 事業者毎の加重平均値として2010年以降は50%削減。(2009年までは40%削減)
 - 米国RFS: セルロース系(先進型)バイオ燃料は50~60%削減。(既存のトウモロコシ由来エタノール等は20%削減)
 - バイオ燃料の生産技術・生産動向
 - 我が国では、セルロース系バイオ燃料の生産技術開発シナリオである「バイオ燃料技術革新計画」やNEDO「セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業」等において、化石エネルギー収支を2以上、CO₂削減水準を5割以上(対ガソリン)という目標を提示



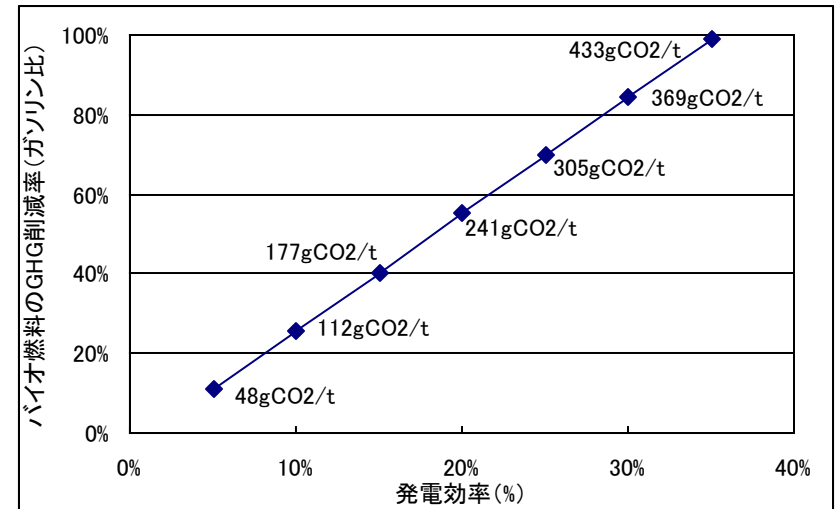
バイオマスの有効利用という観点からは、どの時点で達成するかは時期については検討が必要であるものの、LCAでのGHG排出量の削減水準として50%程度が一つの目安となる数値ではないか。

(参考) バイオマスの小規模発電利用との比較

- バイオマスはバイオ燃料以外にも発電等、他のエネルギー利用形態が可能であり、より効率性の高い利用方法を選択することが重要である。従って、バイオ燃料をGHG削減対策と位置付けるためには、他の技術と比較して遜色ない程度の削減効果が求められる。
- 比較的小規模なバイオマス専焼発電(発電効率20%)による系統電力代替と同水準のGHG削減効果を実現するためには、バイオ燃料はガソリン比50%の削減の達成が必要。



電源別ライフサイクルGHG排出量

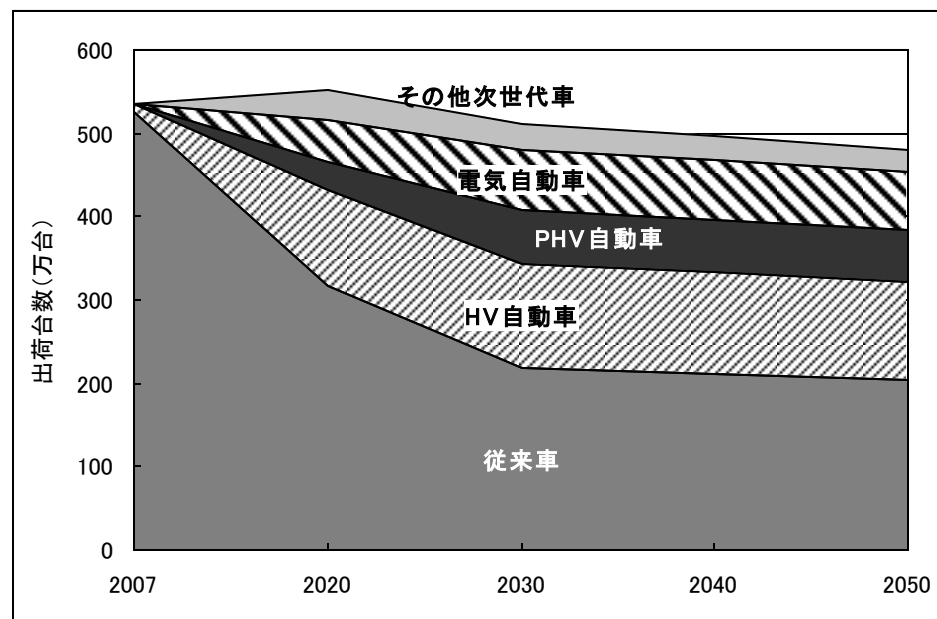


同水準のGHG削減効果を実現するバイオマス発電効率と
バイオ燃料のGHG削減水準

(数値はバイオマス1tあたりのGHG削減効果)

(参考)環境対策としてバイオ燃料を輸送用燃料に利用する理由

- 電気自動車、ハイブリッド自動車(HV)やプラグインハイブリッド自動(PHV)等の次世代自動車の割合は、2030年に出荷台数の約半数を占めるとの予測がある(環境省試算)。
- そのうち、電気自動車は2020年に出荷ベースで1割、2030年に出荷ベースで1割から2割程度とされている。
- そのため、当面は従来車に加え、ハイブリッド自動車(HV)及びプラグインハイブリッド自動車(PHV)が出荷台数の多くを占めることとなるが、これらの自動車はいずれもガソリンを使用する車であり、PHV以外はエネルギー源としてガソリンを主体としている。
- よって、これら自動車の環境対策としてはガソリンをバイオ燃料に代替する方法が一つの方法である。



電気自動車等の普及イメージ

出典)2007年実績:自動車工業会資料、2020~2050年予測:環境省 次世代自動車普及戦略

デフォルト値の設定について ①

○デフォルト値設定の目的

- EU、英国等ではバイオ燃料のライフサイクルGHG排出量の算定に際する事業者負担を軽減するため、利用可能性のある原料・生産工程・輸送等が異なる個別のバイオ燃料毎に、政府が事業者が採用可能な削減水準をデフォルト値として定めている。
- これは、計算式や結果を提示することにより、事業者に対してバイオ燃料生産プラントの設計改善への反映等の目標とすることも可能。

○デフォルト値の使用方法

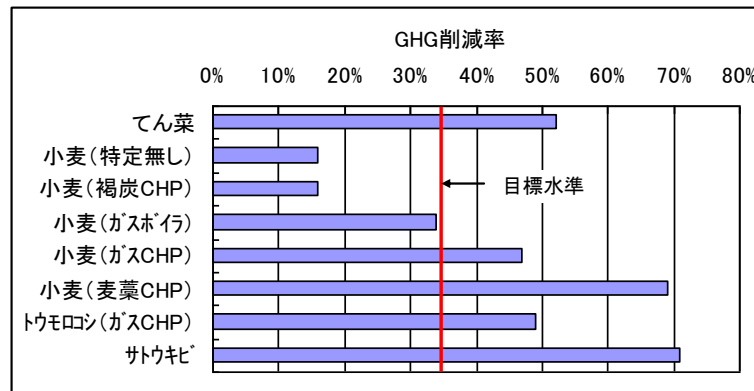
【削減水準との兼ね合い】

- デフォルト値が削減水準目標を上回る場合、当該バイオ燃料は「導入目標に計上可能なバイオ燃料」と位置付けられる。
- デフォルト値が削減水準目標を下回る場合、当該バイオ燃料を導入目標に計上したい場合には、自らGHG排出量を算定して削減目標を上回ることを立証することが必要。

【立証すべき項目】

- デフォルト値が用意されている場合、事業者は自分が調達するバイオ燃料が当該区分に該当することのみを立証すればよく、個別にGHG排出量を算定することは不要。
- デフォルト値を用いない場合は自ら各工程のGHG排出量を試算し、その妥当性を立証する必要があるが、必ずしも全ての工程が自らの管理下にないため、多大な負担となる可能性が高い。

◆EU指令におけるデフォルト値の例



- じゃがいものデフォルト値は削減水準を上回るため、デフォルト値が活用でき、自らによる算定は不要。
- 小麦(ガスボイラ)は削減水準を下回るため、デフォルト値を採用できず、自身のプロセスのGHG排出量を算定し、削減目標を上回ることを立証することが必要。
- 小麦を原料とするエタノールの場合、ガスCHPを利用していればデフォルト値が活用できるが、当該事実を立証することが必要。(できなければ「特定無し」と見なされてしまう)

デフォルト値の設定について ②

デフォルト値の設定方針

公正な評価のために、客観的なデータ等により、実態を適正に踏まえた値とする。

- 本来のデフォルト値の位置づけから判断すると、技術開発段階や実証段階の値を適用することは適切ではないと考えられる。

不確実性が存在する場合は、保守的な値とする。

設定区分は適合性の立証が困難となるほどに細かく、かつ粗くならないように配慮する。

- 細かい場合は当該デフォルト値を採用する際、適合性の立証が困難となる。粗い場合はそこに含まれるバイオ燃料形態が幅広くなり、デフォルト値としての代表性が失われる。

新たなデータの収集状況、技術開発の進展等を踏まえ、デフォルト値については、今後、適宜、改定する。

デフォルト値の検討対象

- エネルギー供給構造高度化法の義務対象となる石油供給事業者により当面の導入が想定し得るバイオ燃料(エタノール)として以下を抽出し、検討を行った。なお、次頁の表において、今後我が国において導入が見込まれるバイオ燃料については、今後、デフォルト値の設定の検討を順次行っていく予定。
 - 海外産:ブラジル産サトウキビ由来エタノール
 - 国産:米由来エタノール(含むMA米)、規格外小麦由来エタノール、てん菜由来エタノール、建設廃材由来エタノール、廃糖蜜由来エタノール

デフォルト値の設定について ③

○我が国においてデフォルト値の検討を行う予定のバイオ燃料一覧(左)と、EU指令において定められたデフォルト値一覧(右、参考)を示す。我が国における国内の原料作物、調達先(輸送)、加工方法により同じ原料であっても、EU指令とは設定する値が異なることが考えられる。

我が国において検討予定のバイオ燃料(NEDO事業)

	原料	バイオ燃料	生産地域
短・中期的に導入が期待されるバイオ燃料	サトウキビ	エタノール	ブラジル
	多収量米	エタノール	国内
	規格外小麦	エタノール	国内
	余剰てん菜	エタノール	国内
	建設廃材	エタノール	国内
	廃糖蜜	エタノール	国内
	パーム油原料	BDF、BHD	東南アジア
	廃食用油原料	BDF、BHD	国産
	菜種油	BDF、BHD	欧州
	大豆油	BDF、BHD	北南米
	一般廃棄物	エタノール	国内
	キャッサバ	エタノール	タイ
	サトウキビ	エタノール	インド
	ジャトロファ	BDF BHD	各地
ココナッツ	BDF BHD	東南アジア	
長期的に導入が期待されるバイオ燃料	麦わら・稲わら	エタノール	国内
	林地残材、未利用古紙	エタノール	国内
	バガス	エタノール	ブラジル
	木材	エタノール等	各地
	多収量草本植物	エタノール	各地
	早生広葉樹	エタノール	各地
	黒液	エタノール	国内
	藻	エタノール/BTL	各地

(参考)EU指令におけるデフォルト値(土地利用変化除く)

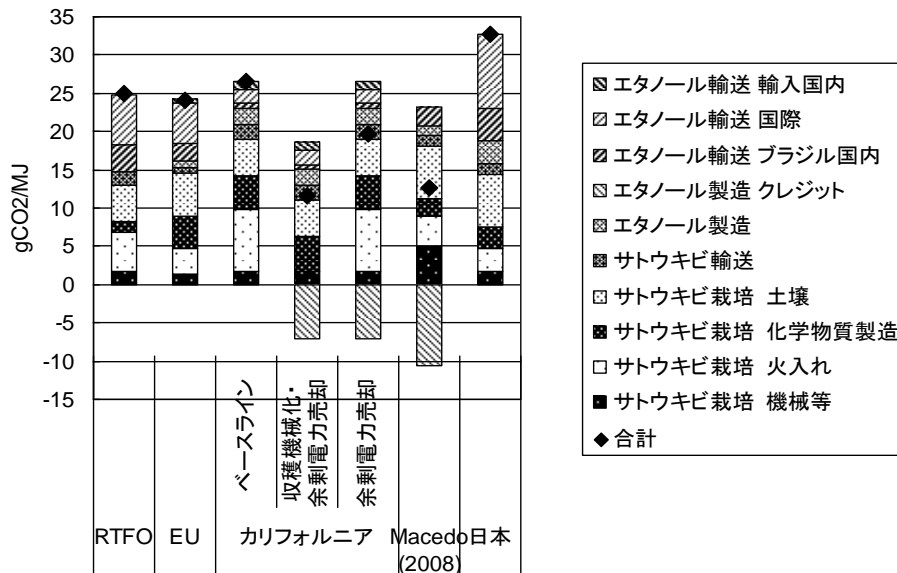
バイオ燃料	原料	プロセス	デフォルト排出量 (gCO ₂ e/MJ)					
			栽培	加工	輸送	計	削減率	
従来型	エタノール	テンサイ	12	26	2	40	52%	
		小麦	特定無し	23	2	45	70	16%
			褐炭CHP			45	70	16%
			天然ガスボイラ			30	55	34%
			天然ガスCHP			19	44	47%
			麦藁CHP			1	26	69%
		トウモロコシ(域内生産)	20	21	2	43	49%	
		サトウキビ	14	1	9	24	71%	
		ETBEの再生可能資源部分	—	エタノール生産過程で使用された値と同一				
		TAAEの再生可能資源部分	—	エタノール生産過程で使用された値と同一				
	BDF	菜種油	—	29	22	1	52	38%
		ヒマワリ油	—	18	22	1	41	51%
		大豆油	—	19	26	13	58	31%
			特定無し					
パーム油		—	14	18	5	37	56%	
		搾油時メタン回収						18
廃食用油、動物性油	—	0	13	1	14	83%		
水素化BDF	菜種油	—	30	13	1	44	47%	
	ヒマワリ油	—	18	13	1	32	62%	
	パーム油	—	15	42	5	62	26%	
		搾油時メタン回収						9
純粋菜種油	—	30	5	1	36	57%		
バイオガス	一般廃棄物	—	0	20	3	23	73%	
	湿潤糞尿	—	0	11	5	16	81%	
	乾燥糞尿	—	0	11	4	15	82%	
先進型	エタノール	麦藁	3	7	2	13	85%	
		廃木材	—	1	4	22	74%	
			栽培木材	6	17	2	25	70%
	FT合成油	廃木材	1	0	3	4	95%	
		栽培木材	4	0	2	6	93%	
	DME	廃木材	1	0	4	5	95%	
		栽培木材	5	0	2	7	92%	
	メタノール	廃木材	1	0	4	5	94%	
		栽培木材	5	0	2	7	85%	
	MTBEの再生可能資源部分	—	メタノール生産過程で使用されたものと同じ					

注) 網掛けは本検討会において、現時点でのデフォルト値/参考値の試算を行ったもの

ブラジル産サトウキビ由来エタノールのデフォルト値(土地利用変化無し)

- ブラジル産サトウキビ由来エタノールのデフォルト値を定めるにあたっては、主要な既存評価結果を比較・分析・検証を行い、また日本独自の数値(エタノールのブラジルからの輸送等)を踏まえ我が国としてのデフォルト値を設定した。
 - 英国RTFOのデフォルト値
 - EU指令のデフォルト値のベースとなったCONCAWE等の共同研究
 - カリフォルニアLow Carbon Fuel Standardのデフォルト値
 - ブラジルのカンピナス大学の研究者Macedoによる試算結果
- なお、ブラジル産サトウキビ由来エタノールのデフォルト値は、土地利用変化の有無による影響が大きいいため、土地利用変化の有無を分けて検討を行った。
- 試算結果(土地利用変化無し)は以下の通り。十分保守的な値と考えられるため、デフォルト値として採択することが可能。(図と表を以下に示す)

ブラジル産サトウキビ由来エタノールのGHG排出量の試算結果 (図版)



ブラジル産サトウキビ由来エタノールのGHG排出量の試算結果 (表版)

		GHG排出量		GHG排出量 [gCO2/MJ]
原料栽培	化学物質製造	4.96	kgCO2/t-cane	2.7
	土壌(施肥)	12.6	kgCO2/t-cane	6.9
	火入れ	5.49	kgCO2/t-cane	3.0
	機械	3.21	kgCO2/t-cane	1.8
	合計			
サトウキビ輸送		2.79	kgCO2/t-cane	1.5
エタノール製造	バガス	3.59	kgCO2/t-cane	2.0
	化学物質製造	21.2	kgCO2/kL	1.0
	余剰電力クレジット	0		0
エタノール輸送	ブラジル国内	111.3	kgCO2/t	4.2
	国際	259.8	kgCO2/t	9.7
合計				32.7 (対ガソリン比 60%削減)

ブラジル産サトウキビ由来エタノールのデフォルト値(土地利用変化あり)

○2006IPCCガイドラインに準拠して算定。

- IPCCでは土地利用形態を森林、草地、農地、居住地、湿地、その他の6種類に分類しており、実現性等を鑑み森林及び草地からの転換について試算。

○サトウキビ畑の炭素ストック算定において、単年性作物(Long-term cultivated)の係数を用いるか、多年生作物(Perennial/tree crops)の係数を用いるかによって、GHG排出量が異なる。

- IPCCでは、Perennial/tree cropsについて、フルーツ、ナッツ、コーヒー、カカオ等の樹木が例示されており、約7年毎に植え替えを行うサトウキビはそぐわないと考えられる。
- 本検討会を通じて実施した専門家へのヒアリングからは、上記の理由から、サトウキビをPerennial/tree cropsに分類することは困難であるとされている。また、我が国の農業専門家によれば、国際的には十分な実証データがない場合には保守的なデフォルト値を使う傾向があるため、サトウキビはLong-term cultivatedに分類される可能性が高いとの意見。

サトウキビを単年生と整理することとする。(多年生も参照値として試算。)デフォルト値としては単年性作物の係数を用いた場合の値を採用。

土地利用変化に関するデフォルト値

		GHG排出量 (g-CO ₂ /MJ)
土地利用変化なし(既存農地)		0
土地利用 変化あり	草地からの転換	55.5
	森林からの転換	242.1

(ガソリンのGHG排出量 81.7 g-CO₂/MJ)

国産バイオ燃料の検討 ①

- 国産バイオ燃料のライフサイクルGHG排出量試算値は、RTFOの先行事例における算定方法等を参考に、我が国独自の計算を行ったものである。
- 試算値に当たっては、我が国の実プラントデータを活用する際は、開発レベル(実証プラント／事業化プラント)や規模、その他特殊要因等を考慮し、一般的に適用可能な値であることを確認した上で利用する方針とした。
- 実際に国内バイオ燃料のCO₂排出量を計算すると、国産バイオ燃料についてはまだ実証段階でありプラント等が小規模であること、デフォルト値設定に足るサンプルデータも十分存在するとは言い難いこと、プラント固有の操業形態があることなど、デフォルト値の根拠としてはいくつかの課題があることが分かった。
- このため、本検討においては、国産値についてはデフォルト値ではなく参考値として提示することとした。
- 今回、参考値として国内バイオ燃料のCO₂排出量を算出したことで実態が把握でき、今後の取組の方向性が示せるものと考えられる。

国産バイオ燃料の検討 ②

○国産バイオ燃料のライフサイクルGHG排出量参考値結果(左)と、算定方針(右)を以下に示す。

国産バイオ燃料のライフサイクルGHG排出量参考値

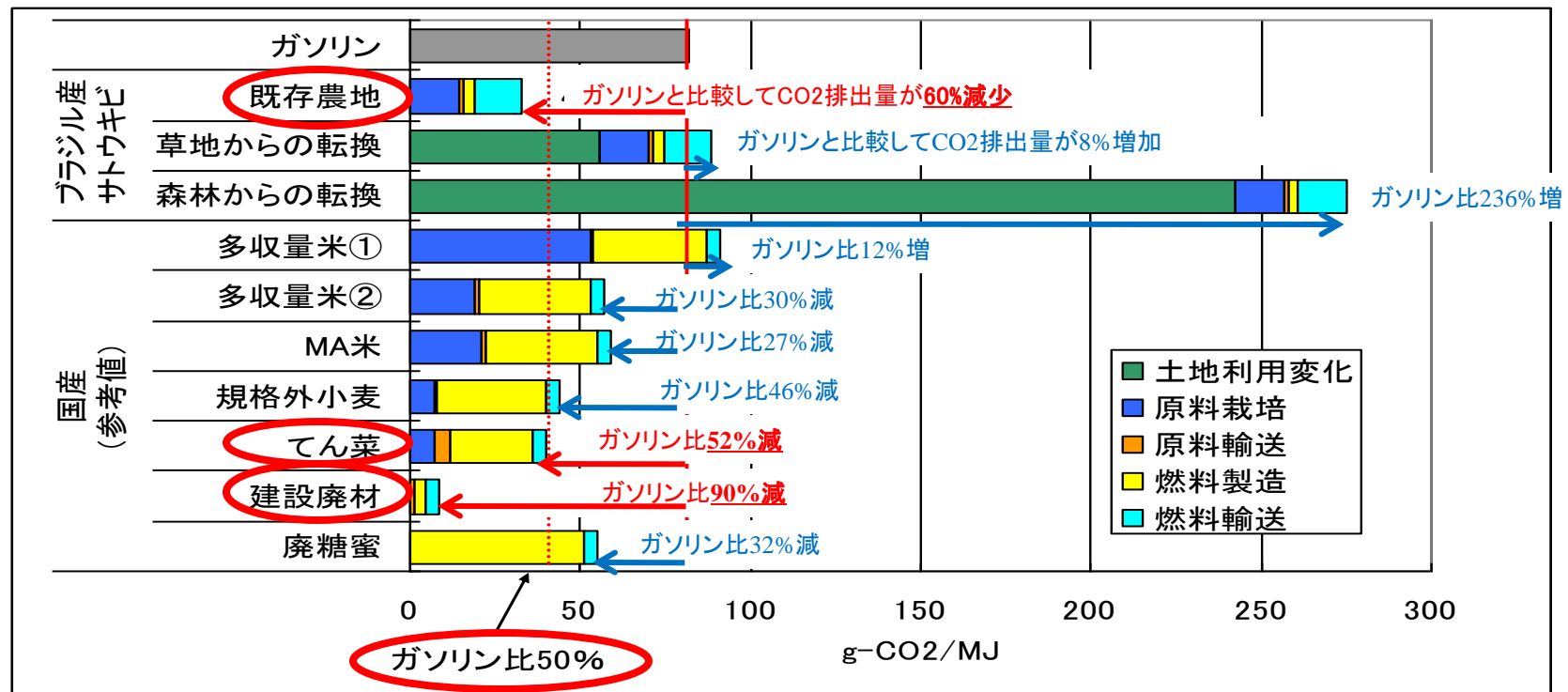
原料	原料栽培	原料輸送	燃料製造	燃料輸送	計	ガソリン比 (削減率)
多収量米① (水管理状態の変化を伴う水田)	53	1	33	4	91	112% (-12%)
多収量米② (水管理状態の変化を伴わない水田)	19	1	33	4	57	70% (30%)
MA米	21	1	33	4	60	73% (27%)
規格外小麦	7	1	32	4	44	54% (46%)
てん菜	7	5	24	4	39	48% (52%)
建設廃材	0	1	3	4	8	10% (90%)
廃糖蜜	0	0	51	4	55	68% (32%)

国産バイオ燃料のライフサイクルGHG排出量の算定方針(エタノール)

原料	算定方針			
	原料栽培	原料輸送	燃料製造	燃料輸送
多収量米	生産統計等より単収や肥料投入量、燃料消費量等を把握し、「多収量」や「規格外」等の補正を行い排出量を算定。	収集距離や収集形態、燃費を想定し、排出量を算定。	国内プラントについてデータ収集に努め、算定。	輸送距離や輸送形態、燃費を想定し、排出量を算定。
規格外小麦				
てん菜				
建築廃材等				
廃糖蜜	廃棄物利用のため算定不要。	発生地点近傍での燃料製造が想定されるため算定不要。		

ブラジル産エタノールのデフォルト値及び国産エタノールの参考値

- ブラジル産サトウキビ由来エタノールは、土地利用変化を伴わない場合には、50%を上回る削減効果がある。他方、現時点で得られるデータに基づく、ブラジルにおいて草地をさとうきび畑に変えるという新規農地開拓を伴う場合は、土地利用変化による影響により、ガソリンよりもCO2排出量が多いと試算された。
- 国産バイオエタノールは、てん菜と建設廃材を原料と場合は50%を上回る削減効果がある。水管理状況の変化を伴わない多収量米は30%、廃糖蜜は32%の削減効果がある。



注1) 多収量米①は水管理状況の変化を伴う水田、多収量米②は水管理状況の変化を伴わない水田で栽培した場合の試算結果

注2) ガソリンのライフサイクルGHG排出量は81.7gCO2/MJと想定

注3) 地産地消型利用の場合、燃料輸送工程の排出は0となる。

判断基準における削減率を定めるにあたって

～諸外国における配慮事項～

EU指令

- 既存バイオ燃料製造プラントは、削減水準の遵守が2013年3月まで免除(2013年4月から適用)。指令発表後に新設されたプラントは即時適用。
- 2017年以降の目標(既設50%/新設60%)について遅くとも2014年までに、技術開発動向等を踏まえ上記基準の妥当性を評価し、必要に応じて見直し。

英国RTFO

- 全てのバイオ燃料について、GHG削減水準を含む持続可能性基準の遵守は2011年4月より義務付け。それまでは報告のみ(「不明」との報告も可)。
- 現状では努力目標期間である2010/11年までの目標しか定められていない。

米国RFS

- 従来型バイオ燃料(=トウモロコシ由来エタノール)については20%の削減水準に留める(先進型は50～60%の削減水準)
- 削減水準を満たすバイオ燃料の調達が困難と判断された場合には、EPAは削減水準を最大で10%緩和することが可能(例:従来型バイオ燃料の場合20%→10%)

我が国においても、削減水準を満たすバイオ燃料供給や研究開発動向等を踏まえ、削減効果の水準を設定する際には所用の措置(削減率の段階的な引き上げ等)を講じることを検討することも必要と考えられる。

我が国におけるバイオ燃料のLCAでのGHG削減効果に対する考え方(総括)

算定方法

- EU指令や英国RTFO等を参考に、我が国としての算定方法を検討。主な違いはCH₄、N₂Oの温暖化係数、及び副産物へのアロケーション方法。

バイオ燃料に求める削減水準

- 他のバイオマスエネルギー利用形態との比較やEU、米国等の国際水準との整合性を鑑み、将来的な目標値として50%程度が適切と考えられる。
- ただし、その達成時期やそれまでの経過措置については、目標水準を満たすバイオ燃料の安定調達可能性やバイオ燃料利用の多面的意義等に鑑み、引き続きの検討が必要。

デフォルト値の設定

- ブラジル産サトウキビ由来エタノールについては、以下の通りデフォルト値を設定。ただし、土地利用変化(特に草地→農地)については現状のデータでは不確実性があり、引き続きの検討が必要。

		土地利用変化	原料栽培	原料輸送	燃料製造	燃料輸送	計	削減率
土地利用変化なし(既存農地)		0	14.4	1.5	3.0	13.9	32.7	60%
土地利用変化あり	草地からの転換	55.5	14.4	1.5	3.0	13.9	88.2	-8%
	森林からの転換	242.1	14.4	1.5	3.0	13.9	274.8	-236%

- 国産バイオ燃料についてはまだ実証段階であり、デフォルト値設定に足るサンプルデータも十分存在するとは言い難いため、主要なものについてデフォルト値ではなく参考値として提示。

食料競合問題

背景

2007年頃の食料価格高騰を背景に、バイオ燃料導入促進による食料競合の問題が社会的に指摘されている。

食料の安定供給を確保する観点から国内・国際的に受容性の高い形でバイオ燃料導入を推進するため、バイオ燃料生産と食料等との競合に関して配慮すべき事項についての検討を行った。

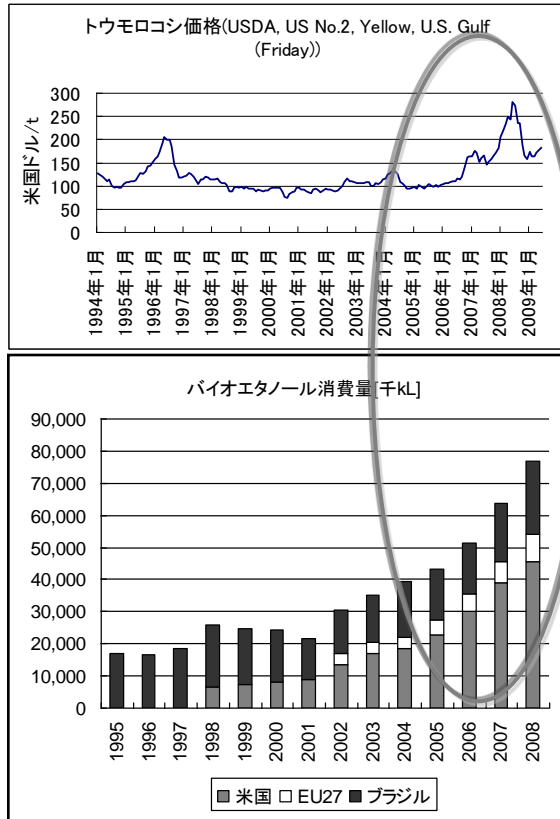
主な検討課題

- ・バイオ燃料と食料等との競合に関し、どのような問題が指摘・評価されているか。
- ・問題を回避するために、諸外国ではどのような対応が行われているか。
- ・我が国のバイオ燃料導入形態に即して、我が国が実施すべき対応は何か。

バイオ燃料と食料との競合を検討する必要性(1)

- 2007年頃からの食料価格高騰を背景に、バイオ燃料導入により穀物等の需給が逼迫し、トウモロコシ価格や大豆価格等の高騰の一因となっているのではないかという見方が広がった。
- 例えば2007年末には米国が2020年に360億ガロンのバイオ燃料導入目標を定めたが、米国では農業振興策のひとつとしてトウモロコシ原料を原料とするバイオ燃料生産を押し進め、導入量が拡大している。このような食料となる作物をバイオ燃料に利用することが、食料価格の高騰を招く主要因ではないかとの批判が生じた。

トウモロコシ価格とバイオエタノール導入量



出典)FAOSTAT, OECDstat

バイオ燃料原料別の競合の可能性(例)

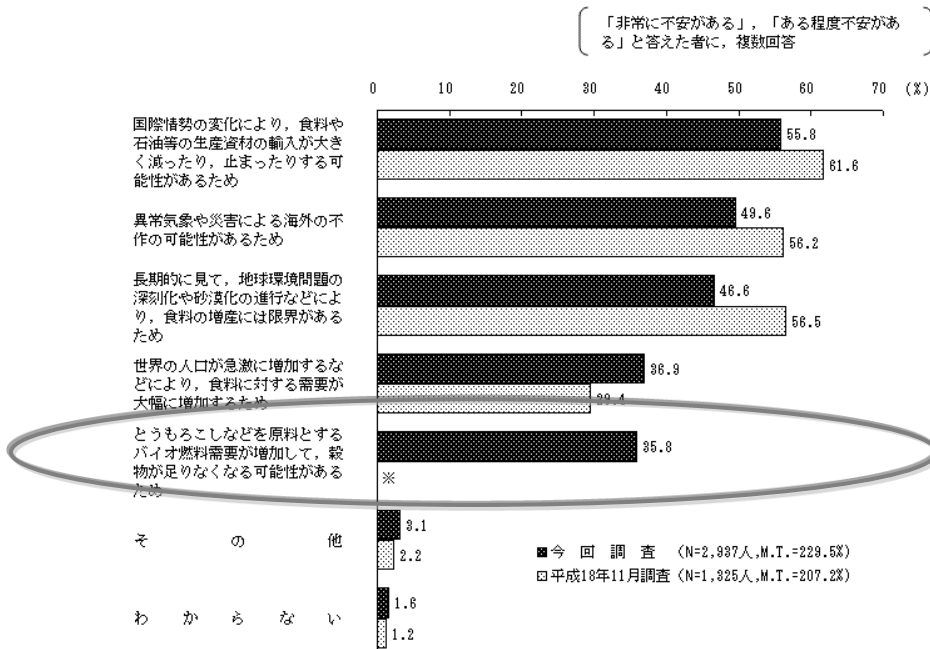
調達形態	原料	バイオ燃料	国産/輸入	競合の可能性がある用途
副産物・廃棄物、余剰農産物の利用	廃糖蜜	エタノール	国産原料、ブラジル・インド等からの輸入	食品添加物原料
	バガス	エタノール	ブラジル、インド等からの輸入	直接エネルギー利用
	てん菜・規格外小麦等	エタノール	国産原料	飼料
	稲わら	エタノール	国産原料	飼料、敷料、堆肥、鋤き込み
	林地残材・製材廃材・建設廃材	エタノール	国産原料	マテリアル、直接エネルギー利用
	一般廃棄物、おから	エタノール	国産原料	飼料、直接エネルギー利用
	廃食用油	BDF (FAME/BHD)	国産原料	飼料、油脂化学工業原料
バイオ燃料生産を目的とした原料の生産	サトウキビ	エタノール	国産原料、ブラジル・インド等からの輸入	食品原料
	キャッサバ	エタノール	タイ等からの輸入	食品原料
	スイートソルガム	エタノール	東南アジア等からの輸入	食品添加物原料、飼料
	多収量米等	エタノール	国産原料	飼料
	エリアンサス等の資源作物(開発段階)	エタノール	東南アジア、アフリカ等からの輸入	(新規生産のみ)
	菜種	BDF (FAME/BHD)	国産原料	食品原料
	パーム油	BDF (FAME/BHD)	マレーシア、インドネシア等からの輸入	食品原料、油脂化学工業原料
	ジャトロファ(開発段階)	BDF (FAME/BHD)	東南アジア、アフリカ等からの輸入	(新規生産のみ)

バイオ燃料と食料との競合を検討する必要性(2)

- 2008年末から国内でも身近な食料品価格が値上げされ、国内のNGO・学術団体やマスコミも、同時期にバイオ燃料と食料競合の懸念を頻繁に言及した。バイオ燃料と食料との競合に関する国内の消費者の関心も集まった。
- 国際的枠組み(GBEP)でも、「食料安全保障」がバイオエネルギー利用に当たって配慮すべき持続可能性基準のひとつとして合意された。
- 国内・国際的に受容性の高い形でバイオ燃料導入を推進するためには、食料等との競合への配慮が必要である。

「将来の食料輸入に対する不安の理由」の国内世論調査

出典)内閣府「食料・農業・農村の役割に関する世論調査」(2008年10月)



GBEPによるバイオエネルギーの持続可能性基準

バスケット	基準
環境	1.温室効果ガス排出量
	2.土地生産力・生態系
	3.土地利用変化(間接を含む)
	4.大気質
	5.水の利用可能性、利用効率、質
	6.生物多様性
経済	1.資源利用可能性
	2.バイオエネルギー生産における資源利用効率
	3.経済振興
	4.バイオエネルギーの経済的実現可能性・競争力
	5.技術へのアクセス、技術的能力
社会	1.食料安全保障
	2.土地、水、その他資源へのアクセス
	3.労働条件
	4.地域社会発展
	5.エネルギーへのアクセス
	6.健康・安全
エネルギー安全保障	1.エネルギー安全保障

バイオ燃料と食料等競合の構造

○バイオ燃料の生産・利用が食料等に与える影響は、以下に分類される。

◆ バイオ燃料導入による総合的な影響

例：農作物価格・食料等価格の上昇、食料用農地面積の減少、飢餓問題の深刻化

- 個々のバイオ燃料事業ではなく、マクロ的に引き起こされる問題である。
- 食料価格はマクロ的な競合を評価するための代表的な指標となる。

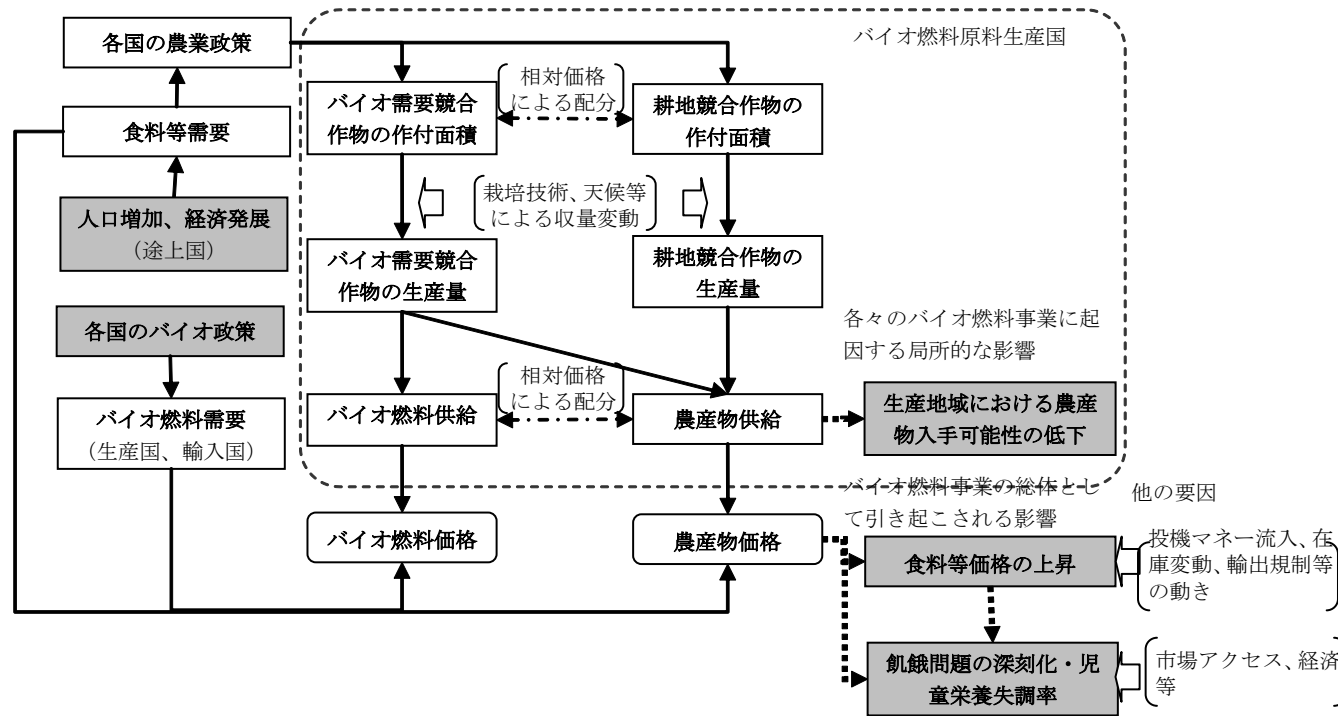
◆ 各々のバイオ燃料生産事業に起因する局所的な影響

例：地域住民の自給農作物の生産減少、地域での既存利用形態(稲わらの飼料利用など)への影響

- 個々のバイオ燃料事業者が配慮すべき問題である。

◆ 食料価格を食料競合の指標とした理由

- ・食料競合が発生しているかについては、世界への食料供給量と満足度をみるのも一例であるが、これらについては定量的な指標としては不適切である。このため、以下のフロー図からも様々な要因が最終的には食料価格に直結していることから、今回の検討としては、食料競合が起こっているかどうかの判断指標として市場の食料価格の変動をみることとする。



バイオ燃料生産が食料価格へ与える影響の分析手法

- 「バイオ燃料事業の総体として引き起こされる影響」の代表的な指標は食料価格である。世界でも、食料価格にバイオ燃料が与える影響について様々な分析が行われている(次頁)。
- 食料価格を決定する要因として、バイオ燃料導入以外にも以下の表で示す様々な要素があり、要素間の相互影響もある。バイオ燃料生産が食料価格へ与える影響を定量化するには、これらの要因を分解していなければならない。

短期／周期的要因	天候による収量減少 穀物在庫の減少 輸出規制 投機的要因
長期／構造的要因	食料・飼料需要の増加 バイオ燃料生産 燃料価格の上昇 低調な農業部門投資

- これらの要因が食料価格へ与える将来の影響を分析する手法として、「一般均衡モデル」と「部分均衡モデル」がある。ただし、それぞれについて一長一短があり、今後、予測能力を高めるためのさらなる研究が必要とも指摘されている。(世界的にも分析モデルが確立していない状況)

	一般均衡モデル	部分均衡モデル
概要	経済全体の需給調整が行われた後の最終的な状況(例えば2020年頃の状況)を分析する	需給調整が行われる範囲を限定して分析する
結果の傾向	価格への影響は比較的小さく評価される	価格への影響は比較的大きく評価される

バイオ燃料生産が食料価格へ与える影響の分析事例

- 過去の食料価格にバイオ燃料が与えた影響や、将来の食料価格にバイオ燃料が与える影響として、モデル分析等による分析結果が出されている。
- バイオ燃料が食料価格に何らかの影響を与えるという見方は一致するものの、定量的な比較は現状の知見においては困難である。

	文献	主な結論
過去の実績分析	世界銀行“Rising food prices: Policy options and World Bank response”, 2008※1	<ul style="list-style-type: none"> ・2004～2007年の世界トウモロコシ生産増加量のほぼ全てが、米国のバイオ燃料生産に起因するものである。 ・エネルギー・肥料価格上昇に直接起因するのは、食料価格上昇の15%のみである。
	IMF“Commodity Prices and Global Inflation, Remarks At the Council on Foreign Relations”, 2008	<ul style="list-style-type: none"> ・バイオ燃料需要増加がとうもろこし価格上昇の70%、大豆価格上昇の40%に寄与した。
	米国農務省経済研究所“Statement of Joseph Glauber, Chief Economist”, 2008	<ul style="list-style-type: none"> ・トウモロコシと大豆の食料価格上昇の原因は、バイオ燃料生産増加にあるが、輸出増加や天候も原因である。 ・2007年半ばからの食料価格45%上昇のうち、バイオ燃料による影響は3%である。
将来の影響評価	国際食糧政策機構(IFPRI)“The World Food Situation: New Driving Forces and Required Actions”, 2007	<ul style="list-style-type: none"> ・現在計画・予想されているバイオ燃料生産が実現した場合、2020年の価格上昇率は、小麦8.3%、油糧種子18.1%、トウモロコシ26.3%等である。
	農林水産政策研究所「2018年における世界の食料需給見通し」, 2009	<ul style="list-style-type: none"> ・2007～08年の耕種作物の価格の急激な高騰は収束。 ・とうもろこし価格は、人口増加・飼料用需要増加・バイオ燃料原料用需要の増大の影響で、高い水準・上昇基調で推移。これにより、小麦・米・大豆の価格も強含みで推移。
	国連食糧農業機関(FAO)“The state of food and agriculture”, 2008	<ul style="list-style-type: none"> ・2007年のバイオ生産が続く場合と比較して、2010年に、バイオ燃料の生産が30%増加した場合の食料価格の上昇影響を試算。 ・砂糖価格は約26%、トウモロコシ価格は約11%上昇する。
	GTAP Biofuels for all? Understanding the Global Impacts of Multinational Mandates”, 2008	<ul style="list-style-type: none"> ・EUのバイオ燃料導入政策により、2006～2015年、ブラジルの対EU油脂種子作物の輸出額は12億400万ドル増加するが、食料(粗粒穀物と油脂種子除く)の合計輸出額は7億7,500万ドル減少。

世界のバイオ燃料と食料との競合に対する制度

○欧米諸国でもバイオ燃料導入が食料需給に与える影響を監視することを、バイオ燃料導入促進制度の中に盛り込んでいる(下表)。EUでは、「影響が発覚したときに適切な措置をとる必要がある」と規定している。

制度	報告者	規定	備考
EU指令	国	<ul style="list-style-type: none"> 欧州委員会が2年毎(最初の報告は2012年)に、(特に発展途上国の国民にとっての)手ごろな価格での食料調達可能性について欧州議会・連合理事会に報告。 影響が発覚した場合には欧州委員会は適切な措置をとる必要がある。 	土地利用の権利、国際労働期間条約の遵守、生物多様性関連条約の遵守についても同じ扱い。
	事業者	規定無し	各国制度において規定が設けられる可能性はある。
英国 RTFO	国	再生可能燃料機構(RFA)が食料に与える影響についてモニターし、毎年英国議会へ報告。	間接的土地利用変化も同じ扱い。
	事業者	義務なし	
米国RFS	国	National Academy of Scienceが食料・飼料等へ与える影響について制度施行後18ヶ月以内に報告。	国内の諸産業への影響評価が中心。
	事業者	義務なし	

○制度を導入するに当たっての影響評価でも、食料価格に与える影響等が分析されている。

	レポート	概要
EU	欧州委員会(農業・農村開発総局) “The impact of a minimum 10% obligation for biofuel use in the EU-27 in 2020 on agricultural markets”, 2007	<ul style="list-style-type: none"> 2020年にEU全体の輸送用燃料消費に占めるバイオ燃料の割合を10%としたときの影響を評価。 穀物消費の18%がバイオエタノールの原料に使用されるが、穀物価格は長期的には2006年から3~6%の増加に止まると分析。
英国	再生可能燃料機構(RFA), “The Gallagher Review”, 2008年7月	<ul style="list-style-type: none"> 英国RTFO制度(バイオ燃料導入義務)による間接影響を評価。 食料価格への影響は必ずしも大きくないという評価結果。ただし、その他の土地利用変化等の影響を鑑みると、導入義務率を引き下げるべきと提言し、英国政府はこれを受け入れた。

バイオ燃料の影響評価・分析と政策へのフィードバック事例－英国

○将来の食料競合等への評価事例

英国の行政機関:再生可能燃料機構(RFA)は、運輸大臣の要請により、議長Ed Gallagher氏を中心とした有識者によるバイオ燃料導入の間接的影響評価を行い、報告書”The Gallagher Review”を2008年7月に公表した。本報告書では、バイオ燃料の生産に伴う、間接的土地利用変化による生物多様性・温室効果ガス固定・地域における土地権利への影響に加え、食料価格高騰や貧困層の食料安全保障への影響を分析している。

○本報告書では、既存研究事例等をもとにバイオ燃料の生産に伴う影響評価を行い、英国のバイオ燃料政策に対する提言を行った。それを受けた政府はバイオ燃料導入目標引き下げを実施。

- ・ 直接土地利用変化とGHG削減効果
- ・ 間接土地利用変化、それによる生物多様性・GHG排出・農業生産・森林面積等への影響
- ・ 食料価格高騰や貧困層の食料安全保障への影響 など

→我が国でも、このような政策影響評価・フィードバックの仕組みの確立が必要である。一方で、食料競合の要因は直接的要因、間接的要因様々である。このため、国は、必要に応じて、有識者等を含む専門家も交えて要因毎に対応状況を分析・評価したうえで対応策を講じることが必要ではないか。

提言	内容	政府の反応
導入目標の引き下げ	現在のRTFOの2008年の目標は維持されるべきだが、RTFOの導入義務は年0.5%の増加率に下げ、最大でも2013/14に5%と変更されるべき。	提言を受け、バイオ燃料導入目標引き下げが行われた。
事業者が提出する「炭素・持続可能性報告」の強化	「炭素・持続可能性報告(C&Sレポート)」は休閑地や限界耕作地を考慮し、また、企業に対する間接的な土地利用変化を引き起こしていないことが証明されている原料の利用比率目標を設定するよう、改定すべき。また、その目標はできる限り早く義務化されるべき。	報告の強化は行われなかったが、引き続き英国はEU指令の枠組で、間接土地利用変化への言及についての検討を行っている。

我が国における食料競合回避の考え方（総括）

基本的な方向

- 食料等の競合問題は国際的な食料価格の高騰に加え、生産地域における局所的な問題、バイオ燃料とは離れた投資要因まで多岐にわたる。また、バイオ燃料の原料生産においては、食料としての生産の継続性も考えなければいけない。
- 食料競合問題の要因が過去の事例をみても特定困難であること、分析モデルが確立していないこと、要因毎に国レベルでの対処策を講じなくてはならないこと、事業者だけの判断で食料競合問題を追求することは困難であることから、以下の点について国が適切に調査、評価、管理を行い対処を行うことが重要。
 - ①国内及び発展途上国等における消費者が購入できる食料の価格及び量
 - ②国内における飼料・肥料の価格及び量
 - ③バイオ燃料の原料生産地域における局所的な住民の食料・飼料等の価格及び量

国と事業者の役割

[国の役割]

- バイオ燃料の導入拡大が食料価格及び供給量へどのような影響をあたえるかについて、定期的に評価を行い、その結果に応じた適切な対処を行う。
 - このために、食料競合の要因の分析だけではなく、食料競合を事前に回避することにも用いられる分析手法・分析モデルを今後確立していくことも必要である。
 - エネルギー政策の観点、農業政策の観点、環境対策の観点などについて多様な学識経験者からの評価を踏まえつつ関係省庁間で協議・調整を行う。
 - 諸外国、国際機関による議論の動向も注視する。
- 中長期的には、食料と直接競合しないセルロース系を原料とする第二世代バイオ燃料の技術開発及び導入を推進する。

[事業者の役割]

- 燃料供給事業者は、国が上記の評価を行う際に必要な情報（我が国に導入されたバイオ燃料の原料、産地等の情報等）の提供に協力する。

生物多様性等

生物多様性問題に係る検討事項

背景

バイオ燃料の生産が生物多様性に与える影響は、主に2008年前後より、当時パームオイルの生産を拡大させていたマレーシアなどの東南アジア諸国において、環境NGOや報道機関により指摘され、国際的な注目を集めるに至った。

ここでは、バイオ燃料生産が生物多様性や社会影響に与える影響に関して配慮すべき事項についての検討を行った。なお、社会影響の側面については、海外諸国の先行事例等に鑑み、労働問題、土地利用に係る権利に焦点を当てた。

主な検討課題

- バイオ燃料の生産が原料産地の環境・社会に与えるとされる影響は多岐に渡り、基準策定に際しては、我が国が採用すべき基準の選定を行う必要があると考えられるが、どのような基準を採用すべきか。
- 既存の農業等に適用される基準をバイオ燃料にも適用するというメタスタンダード・アプローチのもと、既存の法規制や国際基準等を採用する際に判断基準となる原則は、どのように策定すべきか。
- ある法規制や国際基準等を採用した場合、生産国であるブラジルやタイにおいて、どの程度運用可能であるか。
- 労働、土地所有等について、メタスタンダード・アプローチのもと、既存の法規制や国際基準等を採用する際に判断基準となる原則は、どのように策定すべきか。また、原則に照合した場合、労働、土地所有等に関する既存の法規制や国際基準等のうち、どれを採用するのが適当か。

海外諸国における生物多様性の保全、社会的影響に対する扱い

【生物多様性※等に対する影響を検討する背景】

- バイオ燃料の生産や製造が地域の環境(生物多様性等)・社会(労働問題、土地所有問題等)に与える影響は、持続可能性の一要素としてEU指令、英国RTFO等の先行事例において言及されている。基本的には国が監視する事項とされている。生物多様性の高い土地での生産禁止も検討されているものの運用可能であるかの課題も存在。

※生物多様性とは、生態系、種および遺伝子のレベルにおいて、多様な生物がお互いにつながりを持ち、存在している状態を指す。生物多様性は、人類を含む全ての生命の存在基盤となっているのと同時に、私達に豊かな生活や多様な文化をもたらしている。近年、地球上の種の絶滅スピードは顕著に加速しており、生物多様性の保全の必要性が世界的に認識されている。

- 例)EU指令 ・「生物多様性の高い草地」におけるバイオ燃料生産を禁止
・欧州委員会の「報告」項目の中に、「土地利用」と「労働」が掲げられている。

【運用状況(運用に係る課題)】

(EU)

- 生物多様性に関しては、①法規制等により保護地域として指定された地域、②一定の条件を満たす原生林・未開発林、生物多様性の高い草地でのバイオ燃料原料の禁止が規定されている。しかし、WTO自由貿易ルールへの抵触の懸念、「生物多様性の高い草地」等の定義が定められていない等の理由があるため、実務的な運用可能性は低い。
- 社会的影響として、土地利用と労働を掲げているが、事業者への義務規定はない。

(英国)

- 国全体の目標として、環境基準に適合する原料の比率を2008年度に30%～2010年度に80%とすることが掲げられている。しかし、生物多様性を含む、環境基準を充たすことは、現時点では事業者にとっての義務ではないため、2008年度の実績は24%に留まっている。
- 社会的影響として、土地利用と労働を掲げているが、国として目標を定めておらず、事業者への義務規定もない。

(参考)EUにおける生物多様性等に関する基準

- 欧州では、2008年12月に採択された再生可能エネルギー導入促進指令(EU指令)において、バイオ燃料導入目標とバイオ燃料の持続可能性基準を定めている。基準のうち、生物多様性に関する基準のみ義務となっている。(環境・社会基準は義務ではない)例)EU指令「生物多様性の高い草地」におけるバイオ燃料生産を禁止
- 本基準の策定に際しては、①WTO自由貿易ルールへの抵触の懸念、②「生物多様性の高い草地」などの定義が定められていないことに伴う基準の不透明さが指摘されている。

表 欧州指令における生物多様性に関する基準

対象	基準種類	内容
事業者	義務基準	<ul style="list-style-type: none"> • 本指令において用いるバイオ燃料は、その原料が生物多様性の高い土地で、生産されてはならない。事業者は、この条件を満たしていることを、立証しなければならない。生物多様性の高い土地とは、2008年1月以降に下記の条件を一つでも満たすもの。 <ul style="list-style-type: none"> (a)人的活動がなく自然生態系への人為的影響が無い原生林・未開発森林 (b)(i) 法規制により保護地域に指定された地域 (ii) 国際協定により承認、もしくは国際自然保護連合(IUCN)等の国際機関によりリストアップされた希少な、脅かされた、或いは絶滅の恐れのある生態系ないし種の保護のための地域 <ul style="list-style-type: none"> ※原料調達が自然保護目的に抵触しない場合、(b)地域での生産は認められる。 (c)(i) 生物多様性の高い自然草地 (ii) 生物多様性の高い非自然草地(non natural grassland)多様な生物種が生息し、人為的介入がなければ草地が消滅する土地を指す。但し、原料調達が草地の維持に不可欠と立証された場合、同土地での生産は認められる。 <ul style="list-style-type: none"> ※(c)に該当する草地の決定について、欧州委員会は詳細を決定予定。
	検証	<ul style="list-style-type: none"> •事業者は、生物多様性に関する持続可能性基準を充たしていることを立証し、検証を受けなければならない。
欧州委員会	報告	<ul style="list-style-type: none"> • 欧州委員会は、生物多様性に関する条約(カルタヘナ議定書、ワシントン条約)について、生産国が当該条約に批准、施行しているかに関して、2年毎に欧州議会と理事会に報告する。最初の報告は、2012年までに行う。
		<ul style="list-style-type: none"> • 欧州委員会は、加盟国政府ならびに欧州で消費されるバイオ燃料原料の重要な産出国となっている第三国において、本指令に定める生物多様性の持続可能性基準を達成するためにどのような国内施策が採られているかについて、2年毎に欧州委員会と理事会に対して報告する。最初の報告は、2012年までに行う。
	協定締結	<ul style="list-style-type: none"> • 欧州委員会は、生物多様性に関する持続可能性基準の遵守についての二国間・多国間協定の締結に努める。協定が締結された場合、協定の締結をもって基準遵守とみなすことができる。
	自主的基準	<ul style="list-style-type: none"> • 欧州委員会は、自主的な国家/国際的基準を指定し、この基準の認証取得をして、生物多様性に関する持続可能性基準の遵守とみなすことができる。これらの基準は信頼性、透明性、独立した監査について一定の基準を充たしていなければならない。

(参考)英国における生物多様性等に関する基準

- 英国RTFOでは、環境・社会影響の基準としてメタスタンダード・アプローチ※を採用している。
- 生物多様性については、下表のメタ原則が定められている。また、メタスタンダード・アプローチにより使用が可能な既存の認証基準として、8つの制度(持続可能なパーム油のための円卓会議、森林管理協議会等)が認められている。
- 生物多様性を含む、環境基準を充たすことは、現時点では事業者にとっての義務ではない。国全体の目標として、環境基準に適合する原料の比率を2008年度に30%～2010年度に80%とすることが掲げられている(社会基準に関しては目標なし)。しかし、2008年度の実績は24%に留まっている。
→この理由は、メタ原則に即して認定される既存の環境基準が少ないためである。例えばブラジルからのバイオエタノールについては、適用できる基準がない。ブラジル国内で策定が検討されている持続可能性基準も運用には至っていない。
※メタスタンダード・アプローチとは、RTFOにおける原則(メタ原則)の遵守を、既存の持続可能性認証基準における認証の取得に代えることができるとする方法である。

表 英国RTFOにおける生物多様性のメタ原則

クライテリア	指標
生産地とその周辺地域における、バイオマス生産に係る国内法・規則を遵守していること	<ul style="list-style-type: none"> ・下記に関する国内・地方法遵守の証明 <ul style="list-style-type: none"> ○環境影響評価(EIA) ○土地所有と土地利用権 ○森林と植林管理 ○保護地区 ○自然と野生動物保護 ○土地利用計画 ・事業者は、下記を証明する必要がある。 <ul style="list-style-type: none"> ○関連する国内・地方法を理解していること ○遵守していること ○法律改正を理解していること
2005年11月30日以降に生物多様性の高い土地を転換していないこと	<ul style="list-style-type: none"> ・公示された土地(gazetted areas)で生産を行っていないことの証明 ・保護価値の高い地域で生産を行っていないことの証明 ・その他、いかなる生物多様性の高い土地で生産を行っていないことの証明
貴重で生存が脅かされる、もしくは絶滅の危機にある種と、保存価値の高い生物が、生産地に存在、もしくは生産により影響を受ける可能性がある場合、それらの種や生物が特定され、管理計画や操業において保全が考慮されていること	<ul style="list-style-type: none"> ・生産地とその周辺の、貴重で生存が脅かされる、もしくは絶滅の危機にある種(定住、渡りなど全てを含む)と保存価値の高い生物の状態について記録すること ・上記の種や生物への損害あるいは妨害を避けるための管理計画を記録し実施すること

使用が認められている認証制度
Linking Environment and Farming Marque (LEAF)
持続可能なパーム油のための円卓会議(RSPO)
Sustainable Agriculture Network/Rainforest Alliance (SAN/RA)
Basel criteria for soy (Basel)
森林管理協議会(FSC)
Assured Combinable Crops Scheme (ACCS)
Genesis Quality Assurance(Genesis QA)
Round Table on Responsible Soy (RTRS)

海外事例からの示唆と我が国における考え方

海外事例からの示唆

- EU指令や英国RTFOでは、生産国の国内法で規定されていない項目についても、それぞれの枠組において規定している。
 - 例)EU指令 「生物多様性の高い」草地でのバイオ燃料原料を生産していないこと
 - 英国RTFO「生物多様性の高い」土地を転換していないこと
 - ※「生物多様性の高い」土地とは、国際条約あるいは生産国の国内法により指定された区域を除いては、どこの地域が該当するのか、一概に定義されるものではない。
- 他方、欧州の制度では、運用に際していくつかの問題が指摘されている。
 - 規定内容の詳細が未定であり、実務的な運用可能性が低い。
 - 国際自由貿易のルールに抵触する恐れがある。(生産国の反発)
 - 英国RTFOでは、既存の持続可能性認証基準(FSCなど)の取得を、同制度における遵守手段として認める仕組みを採用しているが、既存の基準が数少なく浸透していないため、遵守率が低くなるという結果を招いている。



我が国における考え方

- 日本の法体系上、生産国の環境・社会影響を鑑みて、その国の国内法以上の基準を要求することは、一般的ではない。
- むしろ将来的に、下記のような国際協力・二国間協力等の枠組を通じて、持続可能なバイオ燃料生産を支援することが重要ではないか。
 - 国際的な持続可能性認証基準策定に積極的に参画する。
 - 生産国における認証基準の普及や法ガバナンス強化のためにキャパシティ・ビルディング等の支援を行う。

我が国における生物多様性等の問題回避の考え方

(1) 基本的な方向

- ・国際的に確立した基準がない中では、生産国の既存制度を前提とすることを基本方針とした。

(2) 国と事業者の役割

[国の役割]

- ・ バイオ燃料導入の促進にあたって、国はバイオ燃料の生産が生産地の環境・社会に与える影響に配慮し、これらの影響に対する研究機関等の調査結果や国際的な世論の動向についてモニタリングをする。
- ・ 重大な問題が生じた場合には、国は関係省庁と連携し、総合的に分析・評価を行い、必要な措置を講じる。
- ・ (将来的な取組として)バイオ燃料の供給量確保にあたっては、将来的に国が国際協力・二国間協力等を通じて、生産国における認証制度の普及や法ガバナンス強化、キャパシティ・ビルディング等を支援し、相互に利益ある関係構築に努めるという可能性もあり得る。

[事業者の役割]

- ・ 事業者は生産国の国内法を遵守して原料の生産、燃料の製造を行っている事業者から調達を行う。具体的には、「調達先が生産国の国内法に違反しているか否か」を、通常知りえる範囲の情報の確認(契約段階での調達先への確認および報道等の一般情報による確認等)をせずに購入することがないように契約を締結する。
- ・ 環境影響・社会影響の全てを包括する場合、カバーすべき国内法は広範囲となるため、我が国としては遵守すべき生産国の個別の国内法は特定しない。但し、最低限、下記に関する国内法規制を遵守すべきものとする。
 - ▼保護区の指定等、生物多様性保護に関する法規制
 - ▼大気、水、土壌等、環境保全に関する法規制
 - ▼労働に関する法規制
 - ▼土地利用に関する法規制
- ・ スポット契約等で調達しており、原料のトレーサビリティの確保が難しい場合、事業者はその旨を報告する。

【将来的な取扱】

- ・ 生産国にてバイオ燃料に関する認証制度が普及する、又はバイオ燃料に関する国際的な認証基準が確立した場合には、認証取得した燃料の調達を奨励する。
- ・ スポット市場においてトレーサビリティが確立された場合には、スポット契約により調達する燃料に関しても、環境・社会影響への配慮を求める。

(参考)生物多様性に関するブラジルの国内関連法規

- 一例として、ブラジルにおける主たる国内法規制は、下記のようなものがある。この他、各州レベルにおける法規制がある。

項目	法規制	内容
保護区の指定	Federal Law 4.771/65	永久保護地区(Permanent Preservation Area)および法的保護区域(Legal Reserve Area)を制定する。PPAは、公共の用途として連邦政府に認められた場合を除き、使用されてはならない。
森林の使用	Federal Law 4.771/65	PPA以外の土地(森林、二次群系、その他の植生)で、森林を原料として利用する場合には、連邦もしくは州の環境省より許可を得なければならない。森林を原料として大規模に利用する企業は、私有林を供給先としなければならない。
	Normative Instruction IBAMA112/2006	原生の森林生産物/副生産物の輸送および保存に際し、Forestal Origin Document(DOF)の取得を義務付ける。森林生産物/副産物を購入する事業者は、供給元より有効なDOFを取得しなければならない。
保護種	Federal Law 9985/2000他	自然保全ユニットに関する国家システム(the National System of Nature Conservation Units)を設立する。
遺伝子組み換え作物	CONAMA Resolution305/2002	遺伝子組み換え作物(GMO)とその派生物の利用および開発に関して環境影響評価を行わなければならない。
	IBAMANormInstruction24/2002	GMOの利用を一時的に登録するための、主要な環境影響調査方法を指定。
先住民の権利	Federal Law 6.001/73他	先住民の法規制
	State Decree1.141/94他	先住民コミュニティのために環境保護、健康保護および支援を定める法律
操業許可(環境影響評価)	Federal Law 6.938/81	汚染あるいは環境影響をもたらすと想定される対象事業(有害物質の製造/輸送/取引、鉱物の生産、ガソリンスタンド等)に係る建設、導入、拡大等に際し、環境許可の取得を義務付け。原則として州の許可が必要。
大気汚染	CONAMA Resolution05/89他	排出基準として定める。州が排出基準のモニタリングおよび地域のゾーニングを行う。
	IBAMA Ordinance 94-N/98	農林業の野焼きに関する規制。IBAMAによる許認可制とする。
水資源	Federal Law 9.433/97他	水使用許可等について策定。National Water Agencyが管轄機関。
土壌、地下水水質	ブラジル憲法	水資源を分類し、それぞれの水質基準を策定。土壌と地下水水質の関する法規制は存在しない。問題が生じた場合には、ブラジル憲法の「国民の安全な環境を教授し、汚染により引き起こされる災害から保護される権利」に則り訴え可能。
騒音	State Decree 1.141/94他	産業施設からの騒音上限を設定。
廃棄物	Ordinance MINTER 53/79他	有害・産業廃棄物を含む廃棄物の処分、最終処理方法について規定。州の許可を伴わない廃棄物の野焼きの禁止。
有害物質	Federal Decree3665/2000他	アスベストを含む有害物質の取り扱いについて規定。
労働者の安全就業環境	Federal Law 6514/77他	労働省令として、労働者の安全についての規定全般を設ける。特に危険な可能性のある労働環境(建築現場、工場、輸送等)については、別途規定を設ける。
社会保障	Federal Decree 3.048/99	社会保障に関する規定を定める。人権に関する国家プログラムの策定。人種や肌の色による差別の禁止。
搾取の禁止	Federal Law3.365/41他	農業労働従事者に関する規定
児童労働	ONU Convention 1989 他	子供の権利条約に関する規定。
障害	Federal Law 10.048/00 他	特別なニーズを有する労働者への配慮を規定。障害をもつ労働者の団結権、交渉権を司法上保障。

供給安定性・経済性

供給安定性に係る検討事項

背景

我が国におけるエネルギーの供給のうち、化石燃料がその8割以上を占めており、そのほとんどを海外に依存している。エネルギー源の多様化に寄与するという観点からもバイオマスを原料とするバイオ燃料は、有効な手段の一つであり、日本でのバイオ燃料を考える上で、供給安定は重要な視点となる。

また、バイオ燃料を導入する主要国の大半が国産を主体としているのに対し、日本は国産バイオ燃料の供給力に乏しい現状にある。

このような日本の特殊性を踏まえ、バイオ燃料の供給安定性を確保する方策、経済性を確立させる方策にも焦点を当てた。また、GHG削減水準、食料競合、生物多様性等により構成される持続可能性基準に適合する供給可能量、供給力向上のための課題について検討した。

主な検討課題

GHG削減水準、食料競合回避等に適合するバイオ燃料供給量

- ブラジル産バイオエタノール
- 国産、準国産バイオエタノール
- バイオ燃料の経済性(政策支援の必要性)
- 供給安定性確保のための課題
 - 国内における取組み
 - 海外における取組み

バイオ燃料の供給安定性を検討する際の視点

- ①GHG削減効果
- ②食料競合、生物多様性等
- ③エネルギー源多様化
- ④経済性
- ⑤我が国の地球温暖化対策との関係性

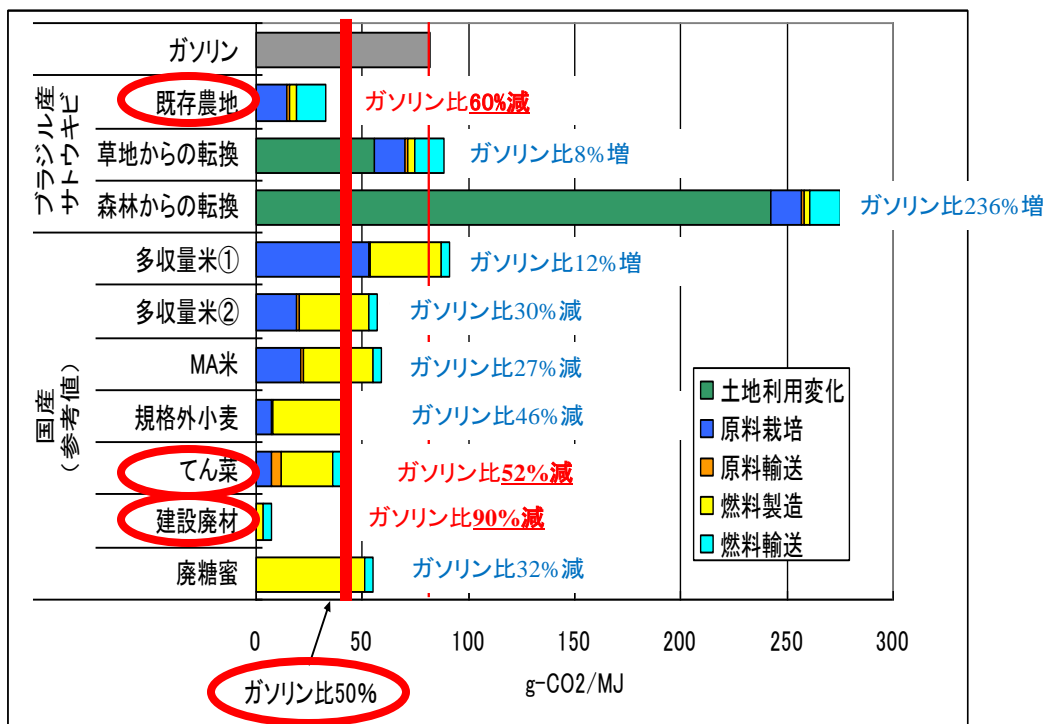
GHG削減効果、食料競合等の視点から吟味

GHG削減効果の視点

現時点では、GHG削減率が50%に達するものには限りがある。

GHG削減率50%を達成可能なものは、ブラジル産(既存農地で生産される原料を利用する場合)等、極わずか。

各バイオ燃料のデフォルト値(ブラジル産)および参考値(国産)
(日本における現時点での試算)



食料との競合問題

穀物系バイオ燃料の原料生産に伴う食料生産への影響(農地の競合の問題)を踏まえつつ、供給可能性を考えていくことが重要である。

例えば、他作物農地からの転換による新規農地の利用については、食料競合の恐れが懸念される。

生物多様性の視点

生物多様性への取組状況等を踏まえつつ、供給可能性を考えていくことが重要である。

<ブラジルでの取組事例>

環境保全への対応の強化を図るため、ブラジルは、サトウキビに関する国家アグロエコロジー・ゾーニング(National Agro-Ecological Zoning for Sugarcane, ZAE Cana)制度を創設し、生態系の保全への対応の強化を図りつつある。

日本における調達国・原料の分散化

【基本的考え方】

供給安定性上のリスクを最小限にするためには、特定の国や原料に偏るべきではなく、国や原料のバランスを取りながら導入を図ることが重要。

【今後の方向性】

特定の国だけに依存することはエネルギー源多様化の観点から問題であり、我が国におけるバイオエタノールの自給率を他国同様に高める必要がある。

【目指すべき姿】

エネルギー源の多様化の観点から、5割程度の自給率を確保することを目指すのが一つの方向ではないか。

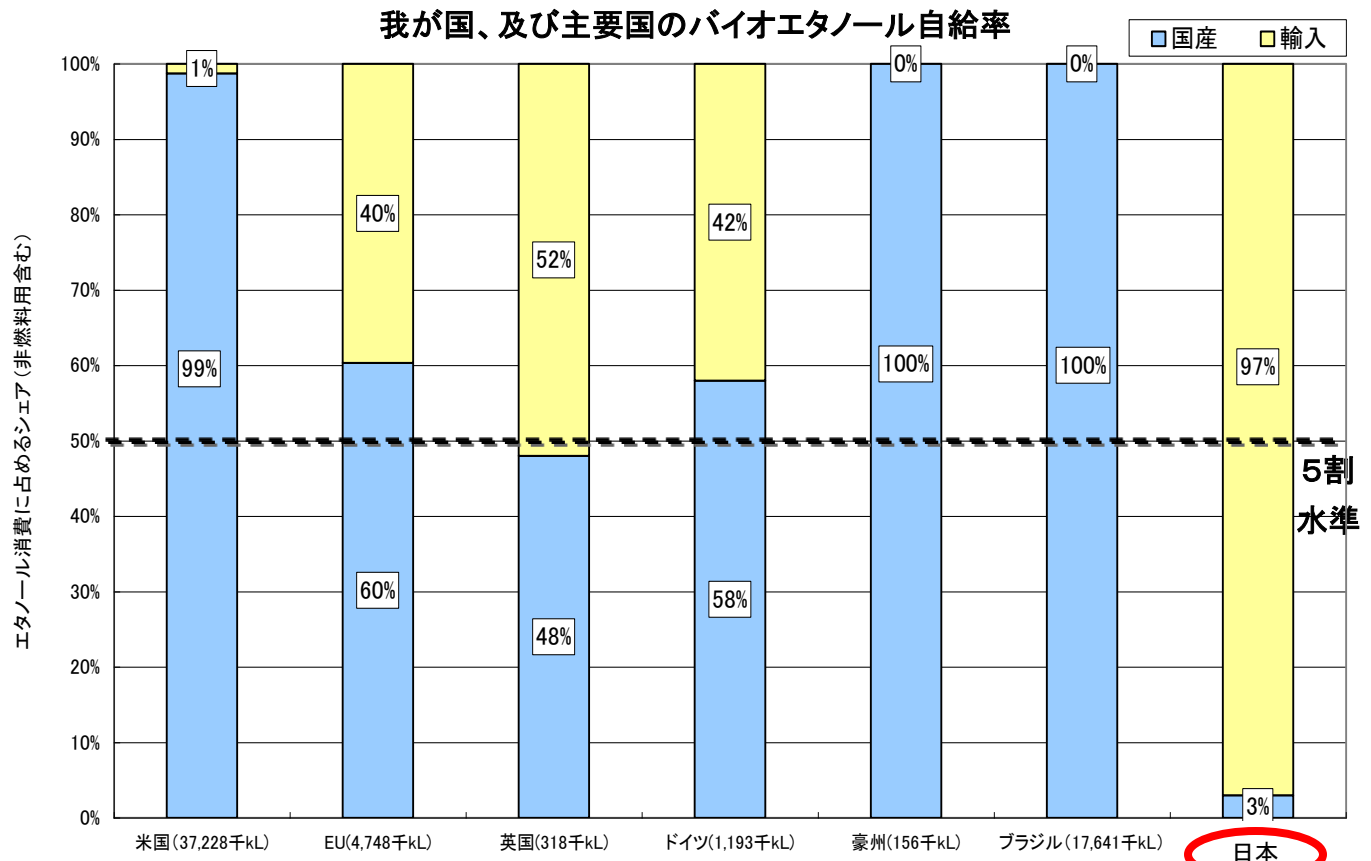
この場合の自給率は、国産と準国産(開発輸入)を併せて考えるべき。

【諸外国の現状】

- 欧米、ブラジルを中心に、バイオ燃料が導入されている。これらの国々では、その供給の太宗は国産となっている。
- 最も国産の比率が低い英国でも、5割程度は国産による供給となっている。

【日本の現状】

- 日本のバイオエタノール自給率は3%。



()内の数値は、2008年(日本のみ2007年)燃料用エタノールの消費量。出典(日本以外): OECD-FAO Agricultural Outlook 2008-2017

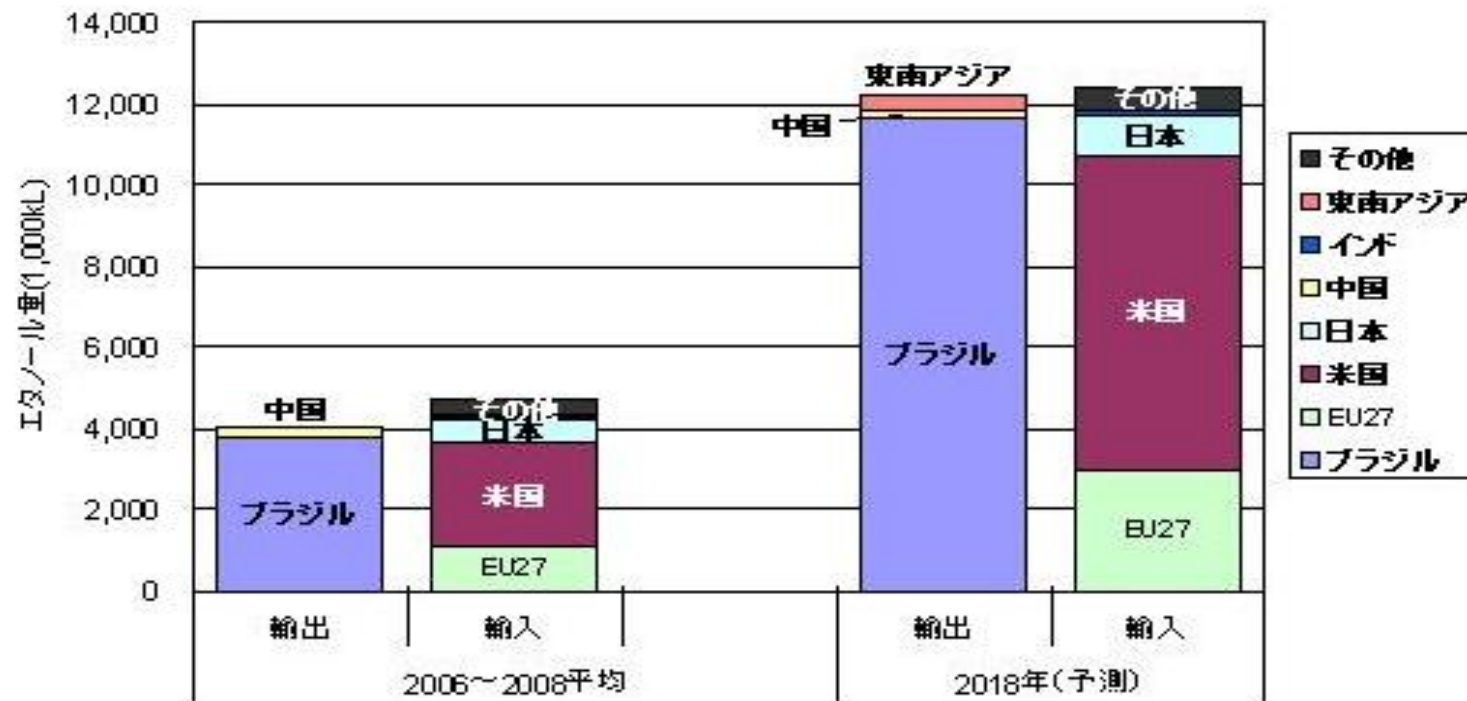
国産/輸入の比率は、全エタノールにおける割合。出典: 米、EU、豪、ブラジルはOECD-FAO、英、ドイツはOECD-FAOにてデータが得られないため、F.O.Lichtより作成。

日本のデータは全て、資源エネルギー庁調べ。

世界のエタノールの供給構造

- 世界のエタノールの輸出市場においては、ブラジルがそのほとんどを占めているのが現状である。
- OECD-FAOの予測によれば、2018年には、ブラジルの輸出量は現状の4百万klから12百万kl程度に増加するとされているものの、米国等による輸入量も大幅に増加するとされており、我が国の調達可能量には限界がある。
- また、ブラジル政府は国家アグロエコロジー・ゾーニング(ZAE)を創設し、生態系の保全にも配慮した上でバイオ燃料を生産可能な土地として約63百万ha(現状の7.8倍に相当)を確保可能であるとしているものの、新規開墾であるため土地利用変化によるCO2削減効果について分析が必要である。

世界の需給(現状と予測)



燃料用以外エタノールを含む。出典:OECD-FAO “Agricultural Outlook 2009-2018”

○ブラジルにおけるサトウキビ作付可能面積

- 環境保全への対応の強化を図るため、ブラジルは、サトウキビに関する国家アグロエコロジー・ゾーニング (National Agro-Ecological Zoning for Sugarcane, ZAE Cana) 制度を発表 (行政指令6921号、2009年9月17日付)した。同指令は、サトウキビの新規作付に適する土地を示したもので、発表日より発効している。生態系の保全への対応の強化、国際的な批判をかわす狙いがあるものと考えられる。
- ZAEで作付可能と見込まれる面積は、約63百万haであり、現在のサトウキビの面積(2008年の収穫面積:814万ha)の約7.8倍に相当し、生産量は確保できる可能性があるものの、土地利用変化を考慮した場合、CO2排出削減効果は悪化する部分が相当程度存在すると見込まれる。

第1段階: 排除すべき土地の特定

サトウキビ生産を行うべきではない土地として、傾斜が12%以上の土地(機械化が困難であるため)、アマゾンバイオーム/パンタナルバイオーム/Alto Paraguai流域、環境保護地域、マングローブ、植林地帯などの土地が特定され、検討の対象から除かれた。

第2段階: 最適地の特定

第1段階から残った土地について、気候、土壌、土地利用の3つの基準を用いて、最適地であるか否かの検証が行われた。

指標① 気候(4つの条件を軸に、5段階に区分し評価)

指標② 土壌(6つの軸より評価し、好ましい、普通、かろうじて適正、不適正に分類)

指標③ 土地利用(「現在、牧草地として利用されている土地」「現在、農牧地として利用されている土地」「現在、農地として利用されている土地」に区分)

Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar
Áreas aptas por classes de aptidão no Brasil



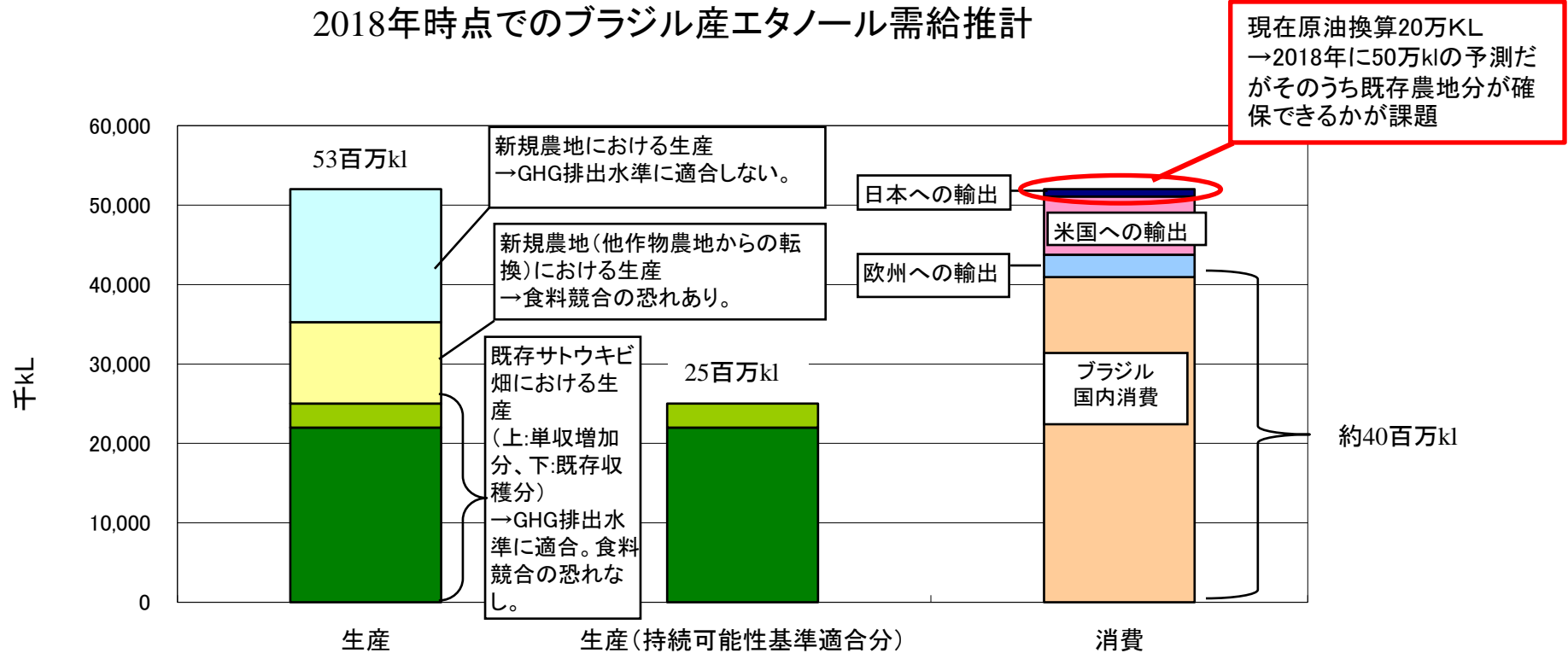
表出典: 行政指令6921号(2009年9月17日付)を基に作成。

地図出典: ブラジル農務省(2009) Documentos 110, Zoneamento Agroecológico da Cana de Acucar

ブラジル産エタノールの供給可能性

- OECD-FAOの予測によれば、2018年のブラジルにおけるバイオエタノールの生産量(国内+輸出)は約53百万klになるとされている。他方、LCAでのCO2削減効果が50%以上であること、食料競合を引き起こさない等の持続可能性基準を満たす量を試算すると、約25百万klとなる。
- ブラジルの国内消費量は、2018年に約40百万klとなり、持続可能性基準を満たす量を大幅に上回る。そのため、我が国が持続可能性基準を満たすものをどの程度調達可能かについては慎重な検討が必要である。

2018年時点でのブラジル産エタノール需給推計



- ①ブラジルの生産、消費(輸出を含む) 総量については、FAO Agriculture Outlook2009-2018を参照。
- ②単収増については年率1.3%の向上を想定。
- ③残りの供給増は新規農地開発でまかなうと想定。
- ④新規農地開発の牧草地と農地の比率については、牧草地:62%、農地:38%とした。
- ⑤輸出の日米比率については、FAO Agriculture Outlook 2009-2018の予測値より推計。

国産バイオエタノールの生産量

○現在、我が国では全国各地でバイオエタノール実証事業が実施されている。
これらのうち、比較的製造規模が大きい事業は、北海道バイオエタノールの1.5万kL/年、オエノンホールディングスの1.5万kL/年である。

①北海道清水町（北海道バイオエタノール㈱）【農林水産省】
・規格外小麦、てん菜からの燃料用エタノール製造、利用モデル実証

②北海道十勝地区（財）十勝振興機構等）
【農林水産省、経済産業省、環境省】
・規格外小麦、とうもろこし等からの燃料用エタノール製造とE3実証

③北海道苫小牧市（オエノンホールディングス㈱）【農林水産省】
・米からの燃料用エタノール製造、利用モデル実証

④山形県新庄市（新庄市）【農林水産省】
・ソルガム（ころりゃん）からの燃料用エタノール製造とE3実証

⑤新潟県新潟市（JA全農）【農林水産省】
・米からの燃料用エタノール製造、利用モデル実証

⑥長野県信濃町
（東京大学、総合環境研究所、信濃町）
【文部科学省】
・稲わら・もみ殻、飼料米からエタノール製造とE3等実証

⑦静岡県静岡市（静岡油化工業）【経済産業省】
・おから等からエタノール製造とE3等実証

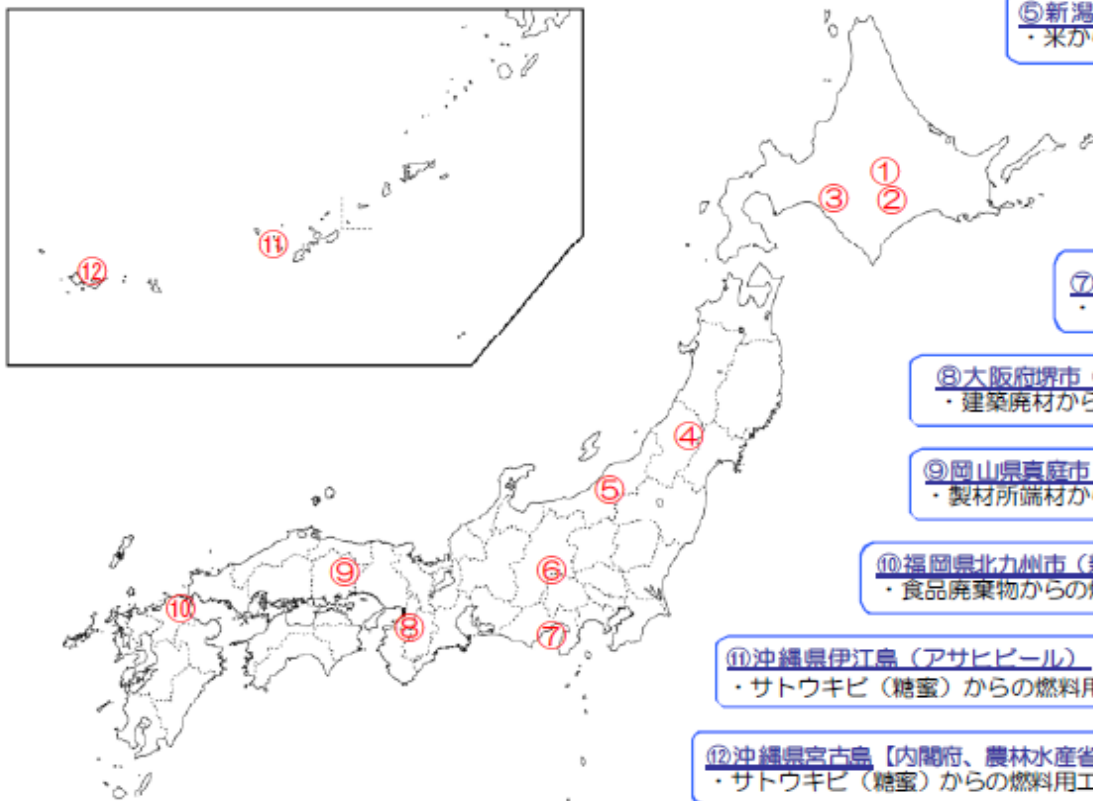
⑧大阪府堺市（大成建設、丸紅、大阪府等）【環境省】
・建築廃材からの燃料用エタノール製造とE3実証

⑨岡山県真庭市（三井造船）【経済産業省】
・製材所端材からの燃料用エタノール製造実証

⑩福岡県北九州市（新日鐵ツヅリガ）【経済産業省、環境省】
・食品廃棄物からの燃料用エタノール製造実証

⑪沖縄県伊江島（アサヒビール）【農林水産省、経済産業省、環境省、内閣府】
・サトウキビ（糖蜜）からの燃料用エタノール製造とE3実証

⑫沖縄県宮古島【内閣府、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省、消防庁】
・サトウキビ（糖蜜）からの燃料用エタノール製造実証とE3大規模実証



2020年における我が国の国産・準国産のセルロース系エタノール等の生産可能量(試算)

バイオマス賦存量

- セルロース系原料については、食料との競合はないものの、飼料や工業原料等としての利用が進められている。
- したがって、バイオ燃料の原料への仕向け可能量については、原料の生産量に加え、他用途への仕向け量を考慮することが必要。
- 「バイオ燃料技術革新計画」におけるバイオマス・ニッポンケースでは、技術的な課題を解決しつつ、半径30km圏内からバイオマスを収集し、年産約1.5万klの設備を整備することにより100円/Lを実現するシナリオを検討。
- 当該シナリオを前提に考えると、17t/km²の密度でバイオマスが賦存していることが必要。
- 以上を踏まえ、セルロース系バイオエタノール61万kl、糖・でんぷん系エタノール5万kl、バイオディーゼル6万klにより、**国産バイオ燃料の生産量は72万kl(原油換算約40万kl)と試算される。**

	2020年頃の発生量(A)	現行の既存用途の活用量(B)	A-B	活用可能量(試算値)
草本系	1,006万t	221万t (飼料、敷料、たい肥)	785万t	364万t
木質系	1,008万t	746万t (製紙原料等)	262万t	247万t

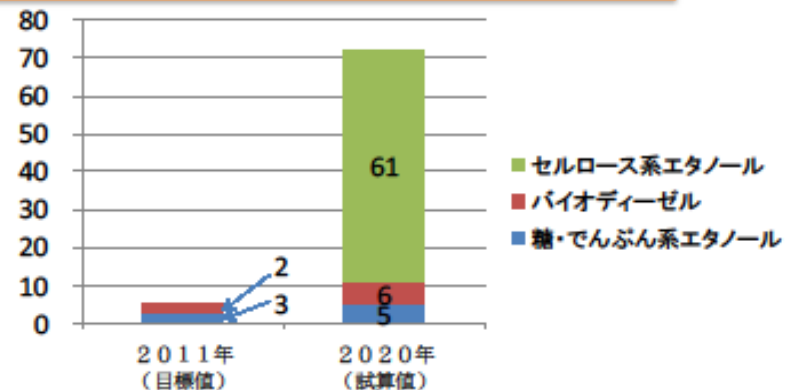
2020年のセルロース系バイオエタノールの生産見込量
61万kl

- ・技術展望、バイオマスの賦存量から2020年におけるセルロース系バイオ燃料の生産見込量を試算。
- ・工程表、技術革新計画を踏まえ、経済性が確保できる生産コストの実現を前提に試算。
- ・具体的には、セルロース系バイオエタノールの低コスト製造技術体系の確立が見込まれる2015年から、本格的な生産が開始するものとして試算。

・糖・でんぷん質を原料とするバイオエタノールについては、工程表においては2030年度の生産見込量は5万klと見込んでおり、2020年においても同程度の生産量が見込まれる。

・バイオディーゼル燃料については、製造技術的には概ね確立されており、徐々に生産が拡大している状況。2011年度の目標量は2万kl程度と見込まれており、工程表で見込んでいる数値の中間値(15万kl)まで直線的に増加するものとして試算。

2020年の国産液体バイオ燃料の生産見込量は72万kl
(うちセルロース系バイオエタノール61万kl)

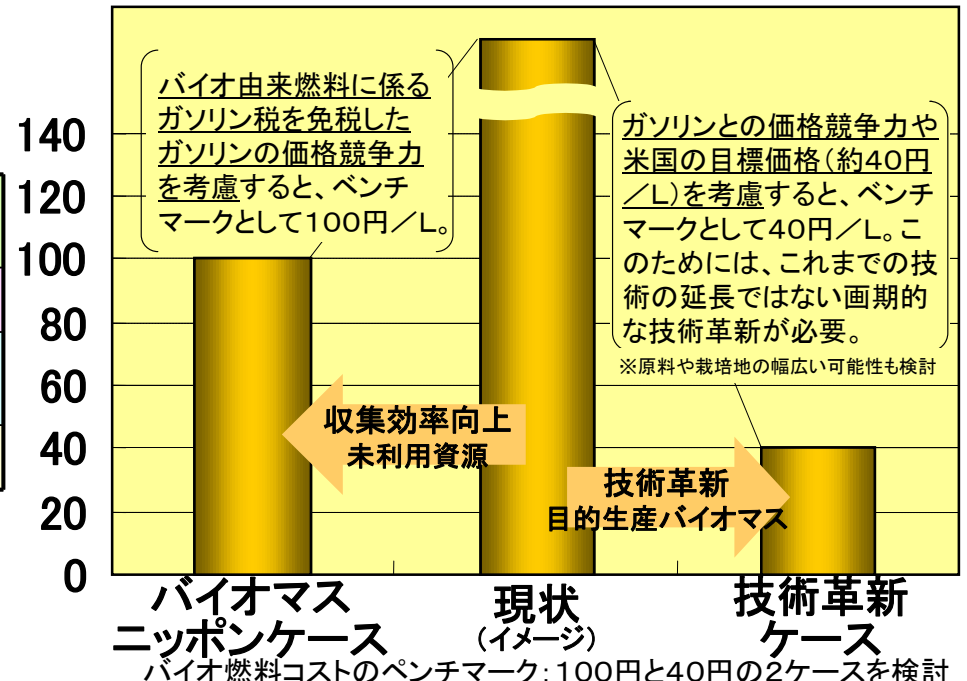


(参考) バイオ燃料技術革新計画

○①供給安定性・経済性、②食料との競合、③持続可能な生産・利用といった中長期的課題を克服するために、産学官の「バイオ燃料技術革新協議会」を農水省と連携して設立し、セルロース系(草・木)の次世代のエタノール生産の具体的な目標、技術開発、ロードマップ等を内容とする「バイオ燃料技術革新計画」を平成20年3月に策定。

○「バイオ燃料技術革新計画」は、①国内の現存する農林業から発生するものを主体とした原料(稲わらや林地残材の残渣等)による「バイオマス・ニッポンケース」(主に農水省が主導)と、②エネルギー政策の観点からガソリン価格との競争力や米国等の開発計画を勘案し、多量に生産が可能な国内外の資源作物を利用し、抜本的な技術革新を目指していく「技術革新ケース」(主に当省が主導)の双方を内容としている。

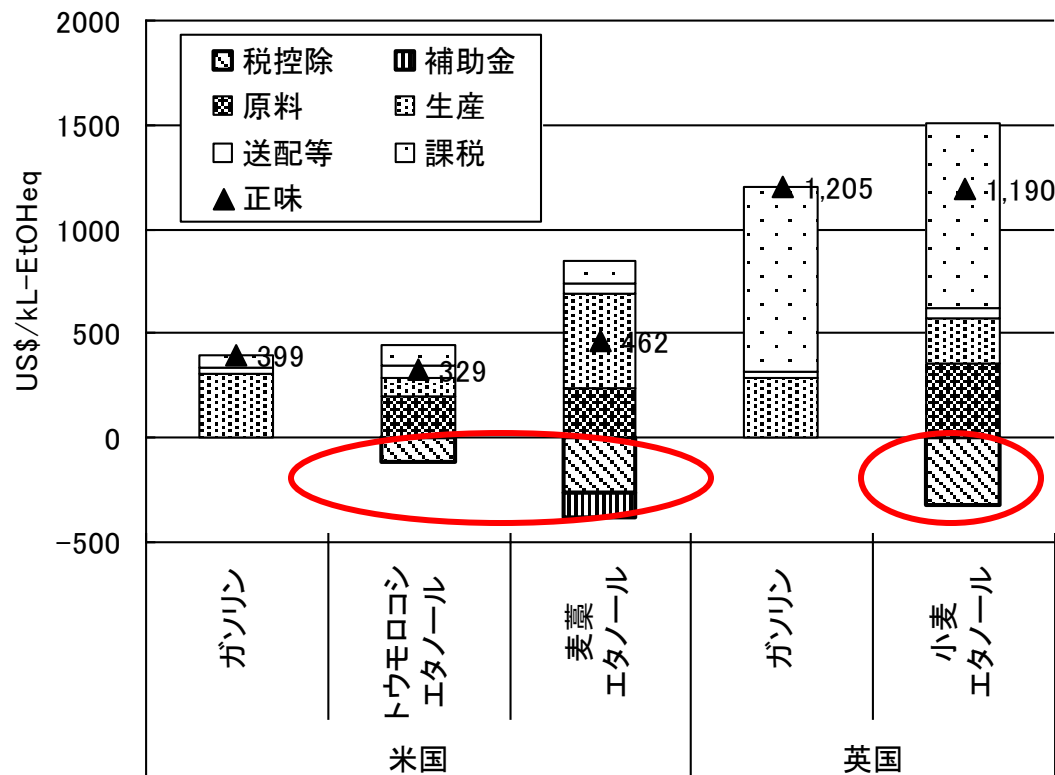
バイオ燃料技術革新協議会	
委員長 : 鮫島 正浩 東京大学大学院農学生命科学研究科教授 副委員長 : 松村 幾敏 新日本石油㈱ 常務取締役執行役員	
バイオマス原料WG	リーダー: 片山 秀策 (独)農業・食品産業技術総合研究機構 バイオマス研究センター長
エタノール製造技術WG	リーダー: 鮫島 正浩 東京大学大学院農学生命科学研究科教授
システム・LCAWG	リーダー: 坂西 欣也 (独)産業技術総合研究 バイオマス研究センター長
バイオリファイナリー連携WG	リーダー: 岩本 正和 東京工業大学 資源化学研究所副所長 教授
オブザーバー参加: 内閣府、環境省、新エネルギー・産業技術総合開発機構 事務局: 新エネルギー財団	



バイオ燃料技術革新協議会の検討体制: 経済省と農水省が連携し原料生産からエタノール変換等の検討の対象とした。

欧米のガソリン価格と各種バイオエタノール価格のコスト比較

- ガソリン価格と比較した場合、バイオエタノールに関しては、ガソリンに比べ割高となっているのが実情。
- 欧米等では、割高なバイオ燃料の栽培・製造コストに対し、税制優遇や補助金等を付与することによって、バイオ燃料価格をガソリン価格と競合しうるレベルに引き下げている。



(税控除と補助金の内容)

○米国のエタノールには物品税 0.45\$/galの控除、セルロース系エタノールにはこれを含め 1.01\$/galの控除。また、セルロース系エタノールには原料半額補助。

○英国のエタノールは0.20£/Lの炭化水素税控除。

税控除・補助金

*ガソリン価格は、エタノールとの発熱量比21.2:34.6でエタノールに換算している。

*ガソリン価格は、原油価格60\$/bbl水準(2006年)。IEA, "Energy Prices and Taxes", 2006より。

*米国トウモロコシエタノール、英国(EU)小麦エタノールの生産コストは、OECD "Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels"(2006)による、2004年時点のコスト。

*米国麦藁エタノールの生産コストは、DOE EERE "Biomass Multi-Year Program Plan", July 2009による、2008年時点技術のコスト。

今後のバイオ燃料供給確保に向けた課題

国産、準国産エタノールの供給可能性(利点と課題の整理)

- 今後、特定の一国だけに依存することはエネルギー源多様化の観点から問題であり、我が国におけるバイオエタノールの自給率を他国同様に高めていく上で、国産や準国産のエタノールが重要。
- 現状の国産、準国産バイオエタノールについては多くの課題が挙げられる。

区 分	利 点	課 題
国産農産物系 エタノール	<ul style="list-style-type: none"> ■ エネルギー源の多様化の観点等から重要。 ■ 余剰作物の有効利用。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 現時点では、原料生産段階でのGHG排出量が多いが、荒廃地の有効利用等により、GHG排出量の削減を図ることが必要。 ■ 現時点では、製造設備の規模が小さいためエネルギー効率に課題があるが、今後生産量の拡大を図るなどして、エネルギー効率の改善を図ることが必要。 ■ 現時点では、GHG削減率(50%程度)の基準を満たす段階には至っていないものが多いが、燃料用製造設備の技術的發展により、GHG削減率の向上を図ることが必要。
準国産農産物系 エタノール	<ul style="list-style-type: none"> ■ エネルギー源の多様化の観点等から重要。 ■ 継続的な技術開発の推進。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 食料競合問題の回避のため、セルロース系エタノールの製造技術の促進が必要。 ■ 原料生産段階でのGHG排出量が多い可能性があるが、セルロース系エタノールの供給量を一定規模で確保するなど、GHG排出量の低減を図ることが必要。 ■ 供給力のある地域の確保をするため、アジア等の現地政府や供給プレイヤーと連携を図ることも必要。 ■ GHG削減率(50%程度)の基準を満たしていない可能性があるが、継続的な技術開発の推進によりGHG削減率の向上を図ることが必要。
国産・準国産 セルロース系 エタノール	<ul style="list-style-type: none"> ■ GHG削減率が高く、食料と競合しない。(国産セルロース系エタノールの研究開発目標はGHG削減率50%) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ セルロース系エタノールの製造技術は現状、研究開発段階。今後、国際的にも優位と言われる日本の技術を引き続き向上していくことが必要。 ■ 技術が確立した場合でも原料の調達やコスト面で課題があるが、現地政府と連携・技術協力を行うなどして、必要な取組を行うことが必要。

今後のバイオ燃料導入に向けた課題に対する主な意見

	国内における取組	海外における取組
GHG	<ul style="list-style-type: none"> ●国内プラントは実証段階かつ小規模であり、エネルギー効率に課題があり、製造段階のGHG排出が大きい。 →・プラントのエネルギー効率の向上(設備改良、規模拡大) ●目的生産バイオマスは、原料栽培段階のGHG排出が大きい。 →・多収米の生産性の向上 <ul style="list-style-type: none"> ・栽培の粗放化等による投入エネルギーの削減(多収量品種の開発、栽培技術の開発など中長期的な取組) 	<ul style="list-style-type: none"> ●ブラジルでの既存農地以外での開発(草地開発等)は50%のGHG削減水準を満たさない。但し、土地利用変化による影響評価の精度向上が課題。 ●アジア等における開発輸入の取組を進める際には、LCAで50%のGHG削減水準を満たすように開発を進める(=セルロース系技術の展開)ことが必要。 →・土地利用/栽培の実態を踏えた科学的データ蓄積、影響評価精度向上 <ul style="list-style-type: none"> ・ブラジル国内の認証制度構築の支援・活用等、土地利用変化が行われていないバイオ燃料を区別する仕組みの導入 ・プラントの改良 ・土地利用変化を伴わない原料・国からの調達(第2世代開発輸入を含む)
食料競合・生物多様性等	<ul style="list-style-type: none"> ●食料自給率の向上が政策課題となっている中で、食料や飼料生産との競合を避けること。また、国際情勢を注視した生物多様性への取組が必要。 →・耕作放棄地を活用した米等の原料生産 <ul style="list-style-type: none"> ・セルロース系技術の早期開発(例 研究開発の加速化と事業化段階での取り組みの支援) ・国産セルロース系の安価な原料供給体制の確立(原料生産/収集対策、生産性高い資源作物開発、栽培技術の確立) ・世界最高レベルの技術力の維持(研究開発の加速化と事業化段階での取り組みの支援) 	<ul style="list-style-type: none"> ●既存農地の転用においては、食料生産への影響が懸念される。特に世界の人口増に伴う食料増、新興国での所得増に伴う畜産物需要の増加が見込まれる中で、食料や飼料との競合を避けること。また、新規農地開発においては生物多様性等への影響に配慮する必要がある。 →・荒地等の農業生産に適さない土地での原料栽培(生産性が低く、コスト高となる可能性がある。荒地等で栽培可能な品種開発、栽培技術の確立など中長期的な取組が必要となる。) ・セルロース系バイオ燃料技術の早期開発(開発輸入)
経済性	<ul style="list-style-type: none"> ●生産コストが割高。数十万klのプラントが主流の海外プラントと比較して、国内プラントは～1.5万klと小規模。 →・生産規模及び市場の拡大を図る。また、小規模・高効率・低コストのプラント開発。 	<ul style="list-style-type: none"> ●ガソリン価格に比べバイオエタノール価格は割高。 →・生産コストに占める割合の高い原料コストの削減努力。 <ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物系資源(セルロース)を活用する技術が確立すれば、約80円/Lでの製造も可能。(バイオ燃料技術革新計画での目標は40円/L)
政策	<ul style="list-style-type: none"> ●ポスト京都議定書 	<ul style="list-style-type: none"> ●欧米、アジア諸国など諸外国でのバイオ燃料の導入政策が強化された場合には、バイオ燃料の市場を奪い合う構造に陥る恐れ。 →・セルロース系の促進、廃棄物系資源の有効利用、供給先確保
エネルギーセキュリティー	<ul style="list-style-type: none"> ●2020年、国産と輸入の割合(50:50)の実現 →・セルロース系及び国産バイオ燃料の促進 ●ブラジル1ヶ国依存の回避 →・セルロース系の促進、アジア等の供給力ある国との連携 	<ul style="list-style-type: none"> ●天候等による不作時、自国のバイオ燃料需要や食料用途を優先し、バイオ燃料の輸出量が減少する恐れ。 →・供給元の地域、原料の多様化。特に、開発輸入による調達先拡大が有効。但し、農業分野でのリスクなど様々な事業リスク対応などが必要。 ・セルロース系の促進、廃棄物系資源の有効利用