

# バイオエタノールの環境・社会・社会的貢献 報告書

平成28年8月

アメリカ穀物協会

## 講演1 「世界のエタノールの概要」

アメリカ穀物協会エタノールプロモーション担当マネジャー

アシュレー・コング P1

## 講演2 「日本向け輸出米国産トウモロコシエタノールの温室効果ガスに関するライフサイクル分析」

イリノイ大学シカゴ校・エネルギーリソース・センター

ステファン・ミュラー博士

ライフサイクルアソシエイツ

ステファン・ウナッシュ氏 P6

## 講演3 「地方創生と将来の低炭素社会のための持続可能なエタノール燃料」

国連「すべての人のための持続可能なエネルギー」(SE4ALL)

ジェラード・J・オストハイマー博士 P18



アメリカ穀物協会は2016年5月18日にホテルオークラ東京にて「バイオエタノールの環境・経済・社会的貢献」ワークショップを開催した。米国から4名の講演者が来日し、米国産トウモロコシバイオエタノールの温室ガス排出削減効果やバイオエタノールの環境面、経済面、社会面での貢献について講演した。

\* \* \* \*

はじめに、アメリカ穀物協会ワシントンDC本部のエタノールプロモーション担当マネージャーであるアシュレー・コングが世界のエタノール市場の概要とアメリカの市場の背景について講演した。講演ではトウモロコシの今後10年の見通し、世界と米国のトウモロコシとエタノールの生産量や使用量及び輸出入量、世界のエネルギー需要とバイオ燃料の温室ガス削減効果から、エタノールを含めたバイオ燃料が注目されていることについて述べられた。

続いて、イリノイ大学シカゴ校・エネルギーリソース・センターのステファン・ミューラー博士とライフ・サイクル・アソシエイツのステファン・ウナッシュ氏が登壇し、「日本向け輸出米国産トウモロコシエタノールの温室効果ガスに関するライフサイクル分析」と題して共同で講演を行った。

日本政府の要件を米国産トウモロコシエタノールが満たすのかどうかライフサイクルアプローチのレビューと、「境界モデル」とコンセプトについてCO<sub>2</sub>削減を可能にする米国のエタノールプラントの最先端技術を考慮に入れて検討した。また、エタノールを製造する工程で生産されたCO<sub>2</sub>を飲料用の炭酸ガスや石油採掘に利用すること、もう一つの併産物であるジスチラーズグレイン（DDG）の利用方法を工夫することによる炭素の排出量の削減についても述べた。トウモロコシをエタノールに転換するライフサイクルの温室ガス排出削減分析について、生産段階や工場でのエネルギーインプット、日本に輸出する場合の輸送と流通、併産物利用などに分けて分析し図表と共に説明が行われた。そして米国のエタノール生産量をまとめ、ヨーロッパの基準よりも厳しい日本の温室ガス削減の要件に見合うエタノールの供給に問題がないかどうかを考察している。また、持続可能性を評価するために、新しいソフトウェアを使用してNASAの衛星写真データを利用すると、過去と現在の農地利用の変遷を見比べてバイオ燃料の原料作物が森林を伐採して作られたものではないことも証明できる。この2人の講演の直後には会場から多数の質問が寄せられ、講演内容に対する参加者の非常に高い関心が見られた。

最後に国連の「すべての人のための持続可能なエネルギー」（SE4ALL）のジェラルド・オストハイマー博士が低炭素社会の実現に向けての、輸送の脱炭素化、バイオ燃料と食糧安全保障との関連に関する誤解の解消について講演を行った。オストハイマー博士は低炭素社会の実現に向けて不可欠とされているバイオ燃料の活用がアフリカやアジアの国々では遅れているが、もしアジアで安定したエタノール需要が生み出されれば農業への投資の刺激と食料の安全保障の向上につながると述べた。さらにバイオエネルギーが持続可能ではないという固定観念と、「食料対燃料」という誤解を生じたきっかけを説明しトウモロコシの価格の推移とエタノール生産量を対比させ反証を説明した。

この冊子は4名の講演の内容を使用された図表と共に一冊にまとめたものである。

注記：本冊子は、平成 28 年 5 月に東京でアメリカ穀物協会主催で開催された「バイオエタノールの環境・社会・社会的貢献」セミナーの内容を和文にて要約したものです。記述については最大限の注意を払い正確さを期していますが、保証するものではありません。ご不明な点などございましたら、アメリカ穀物協会日本事務所までお尋ねください。また、各数値は平成 28 年 5 月現在のものです。



会場の様子

# 講演 1 「世界のエタノールの概要」

アメリカ穀物協会エタノールプロモーション担当マネジャー  
アシュレー・コング

ここでは、世界のエタノール市場の概要とアメリカの市場の背景について概要を述べる。

環境負荷の低減において、エタノールを含めたバイオ燃料が注目されてきているが、アメリカ穀物協会でも、その世界9か所にある事務所を活動拠点として、エタノールの輸出促進活動を進めている。

## ■ トウモロコシの今後 10 年の見通し



過去のトウモロコシの生産量は、図1にあるように、米国以外の地域で、2000年代半ばから非常に急速に増加してきている。さらに、2000年代半ばから米国での生産の伸びが加速し、また米国以外の国での生産も引き続き増加を続けている。今日では、米国以外で生産されるトウモロコシの量は、米国でエタノール用に使われるトウモロコシの量以上になってきている。今後の世界のトウモロコシ需給にはいくつかの要因が影響を及ぼすと考えられる。まず、途上国における中間層の世帯数は、経済成長に伴って増加が続き、その人たちが肉を食べようになり、食肉需要が増えることによってトウモロコシの需要を下支えしていくと予想される。2023年での中間層世帯数は世界で10億を

超えると考えられているが、その増加分は主に途上国で見られ、途上国における中間層の増加は2023年までに92%、一方で途上国での増加は11%程度と予測されている。一方で、世界のトウモロコシ市場での競争は、今後も激化が予想されるが(図2)、バイオ技術をはじめとする農業技術の進歩によって、南米の競合国は収量を向上させるとともに、短期栽培種のトウモロコシによる二期作が可能になってきていることもその要因である。

図 1

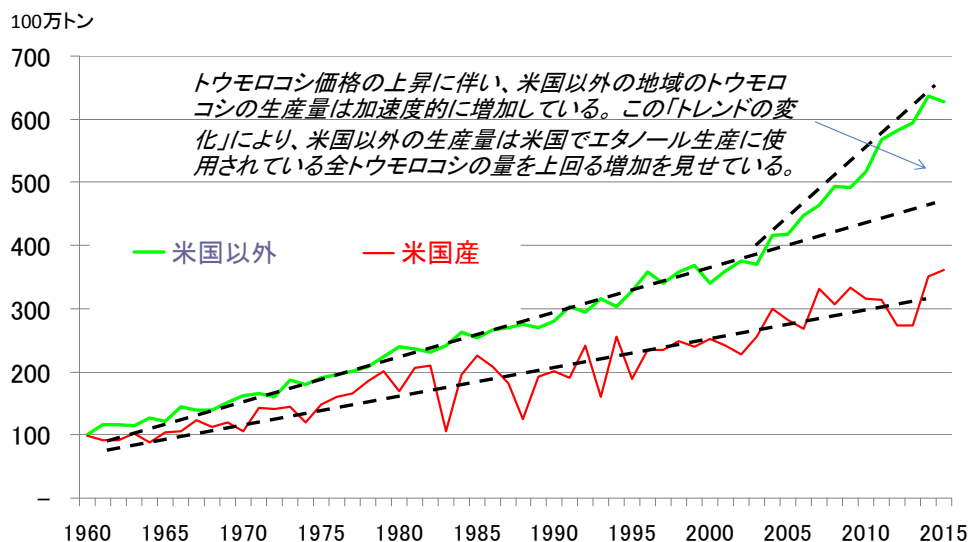
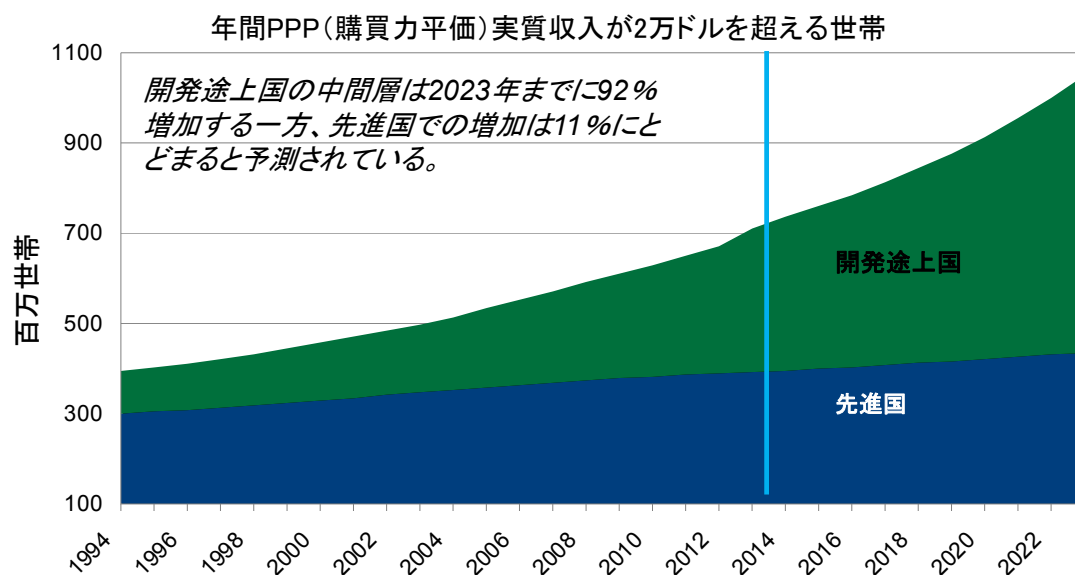


図 2

主に増加するのは開発途上国、特にアジアの国々である

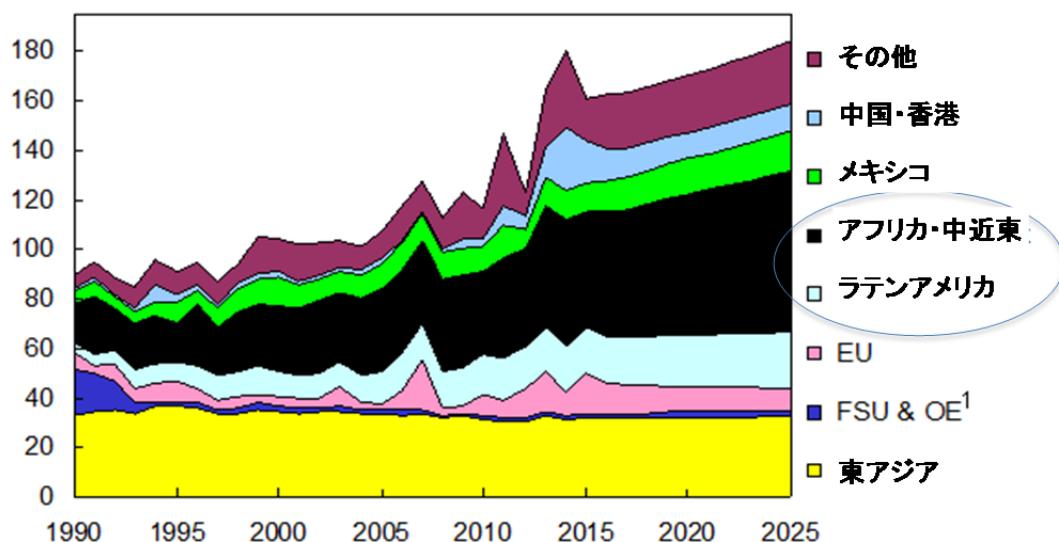


主にトウモロコシで構成される粗粒穀物の輸入は、今後10年間で、主にアフリカ、中東、ラテンアメリカで増加すると予想されている(図3)。輸出では、今後も米国が最大のシェアを維持して世界をリードしていくと考えられており、旧ソ連の国々とブラジル、アルゼンチンと続く予想されている(図4)。

図 3

### 世界の粗粒穀物輸入

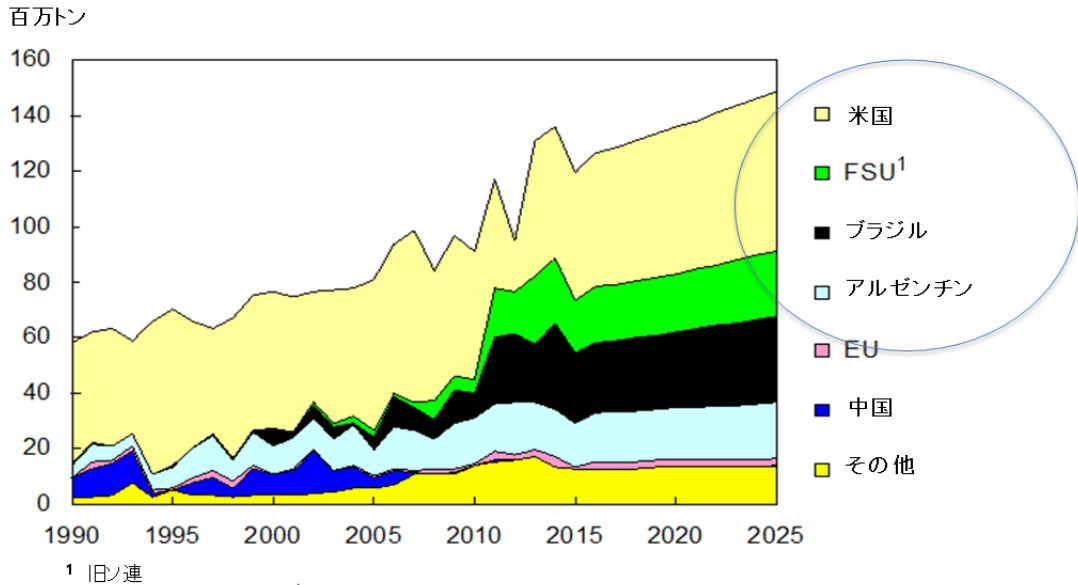
百万トン



<sup>1</sup> 旧ソ連諸国および他の欧州諸国; 1999年まで、チェコ共和国、エストニア、ハンガリー、ラトビア、リトアニア、マルタ、ポーランド、スロバキア、スロベニアを含む。

図 4

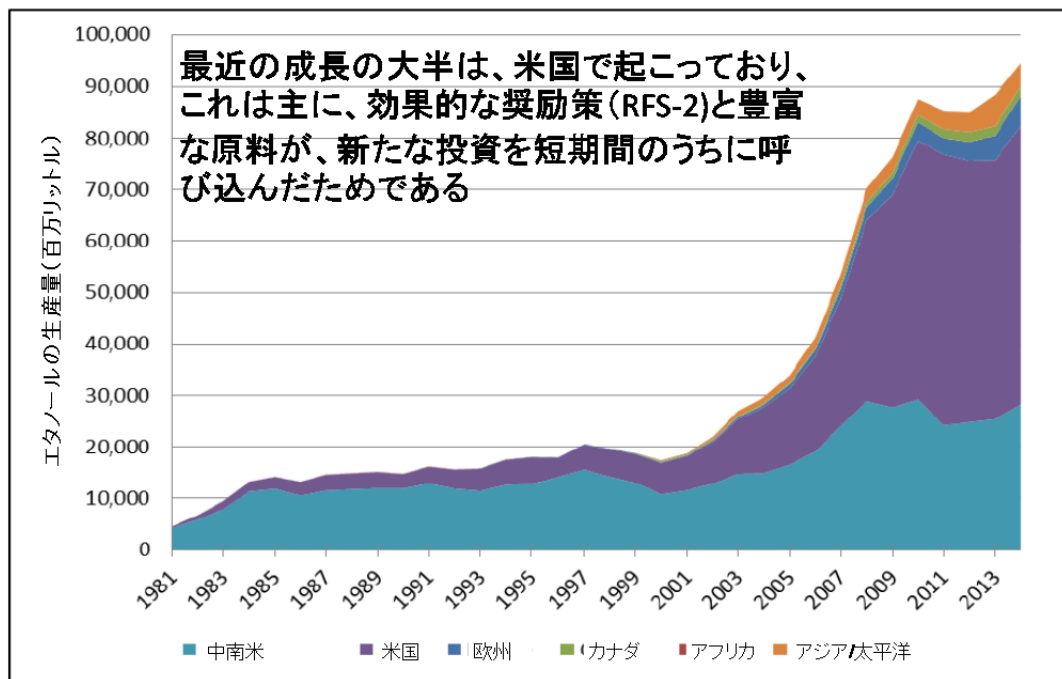
**世界のトウモロコシ輸出**



**■世界のエタノールの概要-生産量、使用量、および輸出入量**

図5に示す通り、2014年の世界のエタノール生産は1,000億リットルに迫っており、この成長の大半は米国で起こっている。これは主に効果的な奨励策の実施、原料が豊富であるということ、そして新たな投資が短期間に行われてきたことを理由としている。世界のエタノールの使用量を、現在と2024年とを比較してみると、アジア太平洋地域が、最も急速にガソリンの消費量が増えている地域であると同時に、エタノールの混合割合や量は、世界で最も少ない地域であると予想されている。今後、

図 5



Sources: US EIA, Eurostat, FO Lichts.

アジア太平洋地域において、ガソリンへのエタノール混合が要件になってくると、エタノールの使用量が増えていくと予想される。図6に示す通り、世界のエタノールの貿易量は20億ガロン（74億リットル）に到達しているが、大部分を米国が占めている。図7は、貿易を金額と量で示しているが、両方とも世界の輸出に占める米国からの輸出の割合は約45%である。一方でブラジルは30%である。輸出量は近年、継続的に増加をしてきており、2014年1年で米国は21億ドル相当を輸出した。これにより、現在ではブラジルを抜いて、アメリカが最大の輸出国になっている。図8の中の赤い棒グラフは、2006年の輸出額を示しており、緑色の部分は、2006年から2014年までの輸出の増減を示している。これからわかるように、米国からの輸出は大きく増大した一方で、ブラジルの輸出は大きく減少し、ほかの各国からの輸出も減少している。

図6

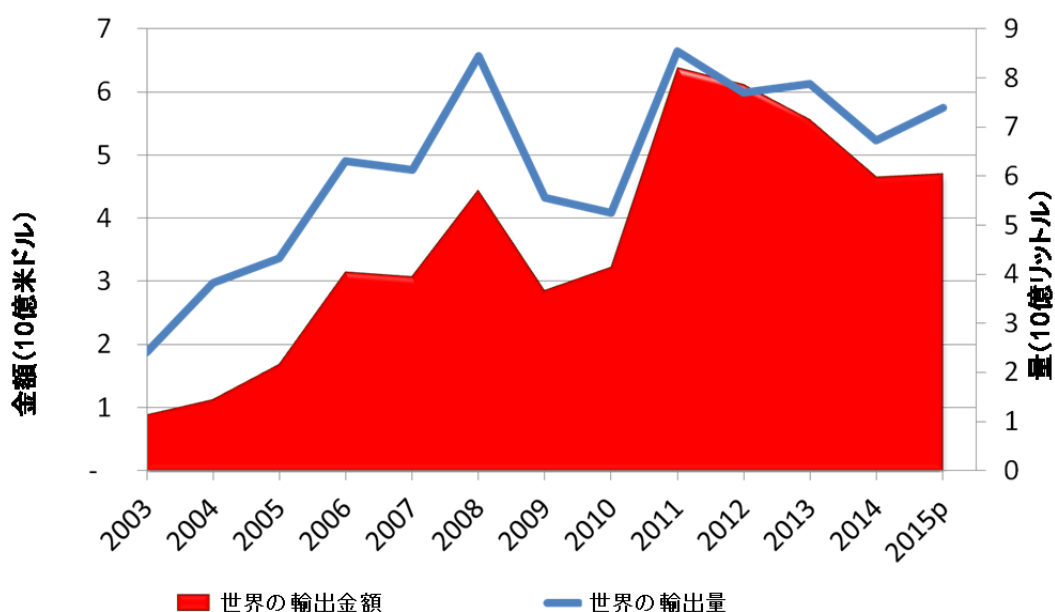


図7

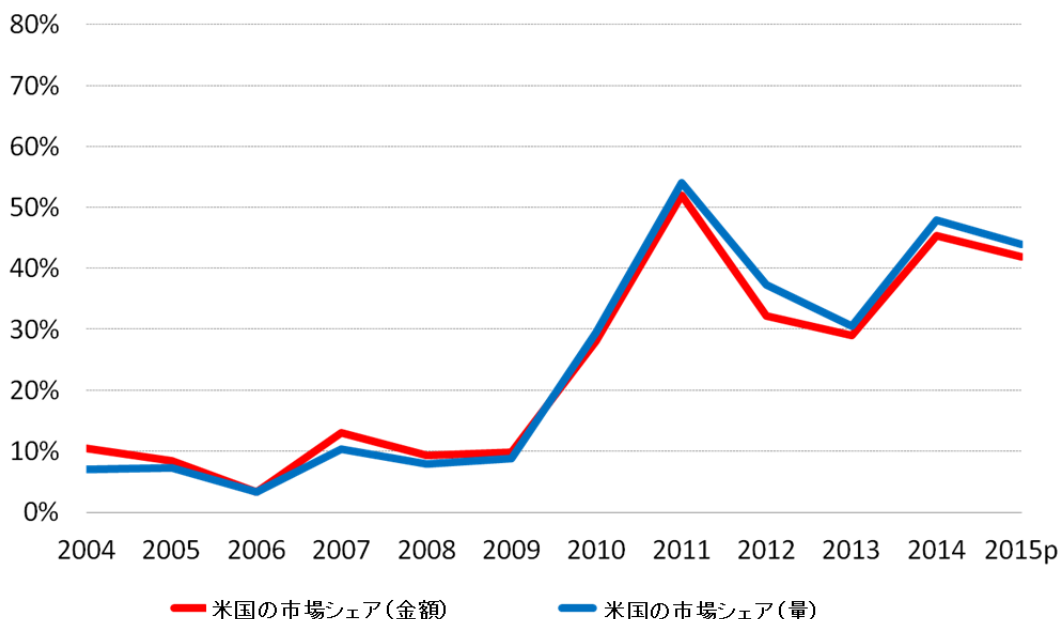
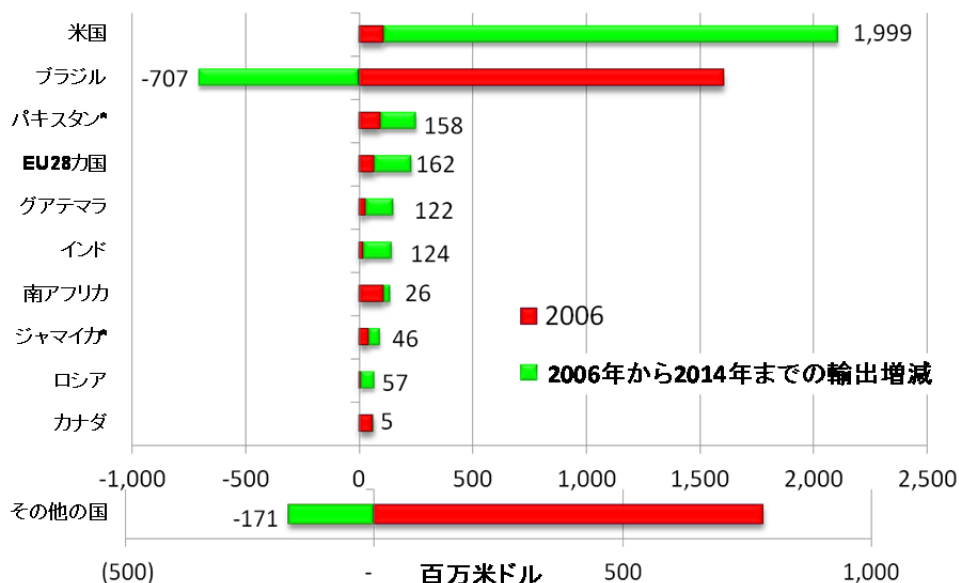




図 8

2014年、米国は21億ドル相当を輸出し、ブラジルを抜き世界最大の輸出国となった



2016年5月時点では、米国のガルフからの輸出エタノール価格は1リットルあたり0.4から0.6ドルであり、ブラジル産のエタノールのサントスでの価格よりも低く、ガソリンの価格とほぼ同等である。ただし、2016年5月時点ではアメリカのエタノール製造企業の営業粗利益は非常に少ない状況にある。2016年5月時点、米国の中国への輸出が非常に大幅に増加をしているが、この傾向が今後も継続するかどうかは疑問である。トウモロコシの生産とエタノールの生産の技術の向上により、米国は今後、5年から10年間、輸出が継続して増加しても、それに対応する生産能力を十分に備えていて、世界市場の需要の動向によっては、さらなる増産も可能な状況にある。

最近ではバイオ燃料の特性が世界的に大きな注目を浴びると同時に、その温室ガス削減効果についての議論が行われているが、一方で、石油やガスの温室ガス排出の特性については、あまり注目が集まっていない。バイオ燃料と石油燃料、化石燃料の温室ガスの特性を比較する場合には、やはり新しく生産されるようになった石油やガスの生産による排出ガスの特性について注目をする必要があると思われるが、この新しく生産されている石油燃料の炭素強度を見ると、これまで想定されていたよりも大きいということがわかっている。

■エネルギー需要、炭素排出およびバイオ燃料の将来

世界のエネルギー需要、特に輸送燃料に対する需要が今後も増大し続け、新興市場においては中間層世帯が増加し、自動車をも所有するようになり、それに伴って走行距離も急激に増加していくということが予想される。エネルギーミックスも世界的に見ると大きく今後10年で変わる。石炭の役割は小さくなり、輸送分野でも発電用としても再生可能エネルギーの原料が増加していくと予想される。一方で、石油やガスの利用は、現状維持であろうと思われる。このような変化により、炭素排出の増加率は急速に低下をしていくと予想されるが、よりよい政策を今後導入していくということにより、バイオ燃料の役割を大幅に増加させて、輸送燃料の炭素強度のさらなる低減を図るべきであろう。

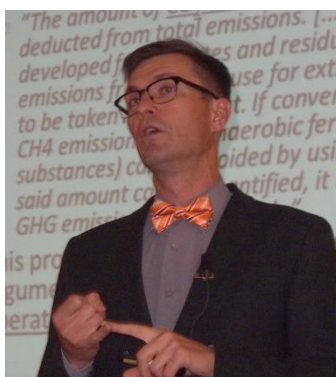
---

## 講演 2 「日本向け輸出米国産トウモロコシエタノールの温室効果ガスに関するライフサイクル分析」

イリノイ大学シカゴ校・エネルギーリソース・センター  
ステファン・ミューラー博士  
ライフサイクルアソシエイツ  
ステファン・ウナッシュ氏

---

### ■日本におけるライフサイクルアプローチのレビュー：境界モデルと状況モデル



日本政府の「非化石エネルギー資源の使用に関する石油精製業者の判断の基準」に基づき、米国産トウモロコシから生産されたエタノールがこの要件を満たすかどうか、そのライフサイクルアプローチのレビューと、モデルの境界、そのコンセプトについて、米国のバイオエタノール生産に近年導入されるようになった先端的な技術を考慮に入れて検討した。エタノールの最終的な排出量の削減下限は、当該基準の中でガソリンの温室効果ガス (GHG) 排出量とされている 1 メガジュールあたり 81.7 グラム CO<sub>2</sub> 等量の 50% と定められている。この基準はヨーロッパの要件と極めてよく似ており、モデリングについてもよく似ていると感じている。一方で、米国のエタノール生産事業者は、2010 年から 2011 年にかけて大量のエタノールをヨーロッパ向けに輸出したことから、ヨーロッパにおける持続可能要件を理解している。ところで、ヨーロッパのガイドラインでは、GHG の削減要件を 35% と定めているのに対し、日本ではヨーロッパよりは厳しいベースラインから 50% 削減と定めている。



米国産バイオエタノールの中で、ヨーロッパ向け輸出の基準を満たすものは、持続可能性、農業資材投入レベル、生産工程等について ISCC のような、国際持続可能性と炭素認証という認証を受けている。また、部分的な量的認証、すなわち分容積の認証を受けることが可能である。すなわち、一定の栽培に関する基準を満たすことが認証されたトウモロコシの調達の割合に応じて、当該工場からの持続可能なエタノールの量を認証することが可能である。さて、この温室効果ガスの排出については、様々なライフサイクルモデルが使われている。米国では米国エネルギー省が開発した GREET と呼ばれるモデルを使用している。この GREET は、カリフォルニア州で炭素燃料基準、ならびにこの環境保護庁の再生可能燃料基準、ならびにヨーロッパ向けの基準にも適用されている。さらに、このモデルは、米国の生産の向上、効率性向上であるとか、あるいは最新のエコ技術等の評価にも使われている。

日本の要件では、回収、隔離された CO<sub>2</sub> の量、または転換された CO<sub>2</sub> の量は、総排出量から差し引くことができると定めている。米国の食品の市場では、利用される CO<sub>2</sub> の 40% が、エタノール生産工程の発酵から出る CO<sub>2</sub> であると言われている。また、エタノール工場では、バイオディーゼル油の原料

として使われているコーン油も生産されており、石油ベースの燃料の置換となっている。この置換された量が、置換モデルとして活用される。ヨーロッパでは、エタノール工場での CO<sub>2</sub> の固定、隔離からのクレジット、あるいは CO<sub>2</sub> を処分して精算をするということのクレジットが認められているように、ライフサイクルモデルの中で、これらの併産物をクレジットとして活用していくことになる。たとえば、あるエタノール工場で CO<sub>2</sub> を回収することによるクレジットを、もし、このプラントで CO<sub>2</sub> を隔離することができなければその分の CO<sub>2</sub> を製造するために必要なディーゼル油の量を考慮する。

直接的な土地利用の変更について、日本の要件は、いわゆる直接的な土地利用の変更から生じた排出量の変更を認めている。例えば、森林を伐採して、その木からバイオ燃料をつくるということは何策ではない。なぜならば、これは結果的に大気中の炭素を増やしてしまうことになるからである。しかし、耕作をしない不耕起農法を行って、例えば、毎年トウモロコシを連作していくことにより、土壌に炭素を隔離するということが可能になる。米国エネルギー省 Argonne 国立研究所では、Carbon capture として、いわゆるこのような炭素の固定、隔離から生ずる炭素の変化を計算できるようにしている。今回のモデルでは、トウモロコシ生産から生じる炭素クレジットをモデルの中に入れている。

すなわち、バイオ燃料のモデルの中で、日本の要件のなかで定められている炭素の隔離をクレジットとして活用することができるが、それを数式にまとめたものが図9である。また、図10のチャートに示すように、農業のインプット（資材投入）があり、トウモロコシが栽培され、そのトウモロコシを原料にエタノールが製造される際に図10で下に伸びる3本の矢で示したジスチラーズグレインウィズシロップ、トウモロコシ油、炭酸ガスが併産物として作られる。ジスチラーズグレインは家畜飼料となるが、もし、それを使わなければ、トウモロコシなどの他の原料が必要になるので、それらを置換していると考えられる。トウモロコシ油からはバイオディーゼルが作られるが、石油を使ってデ

図9

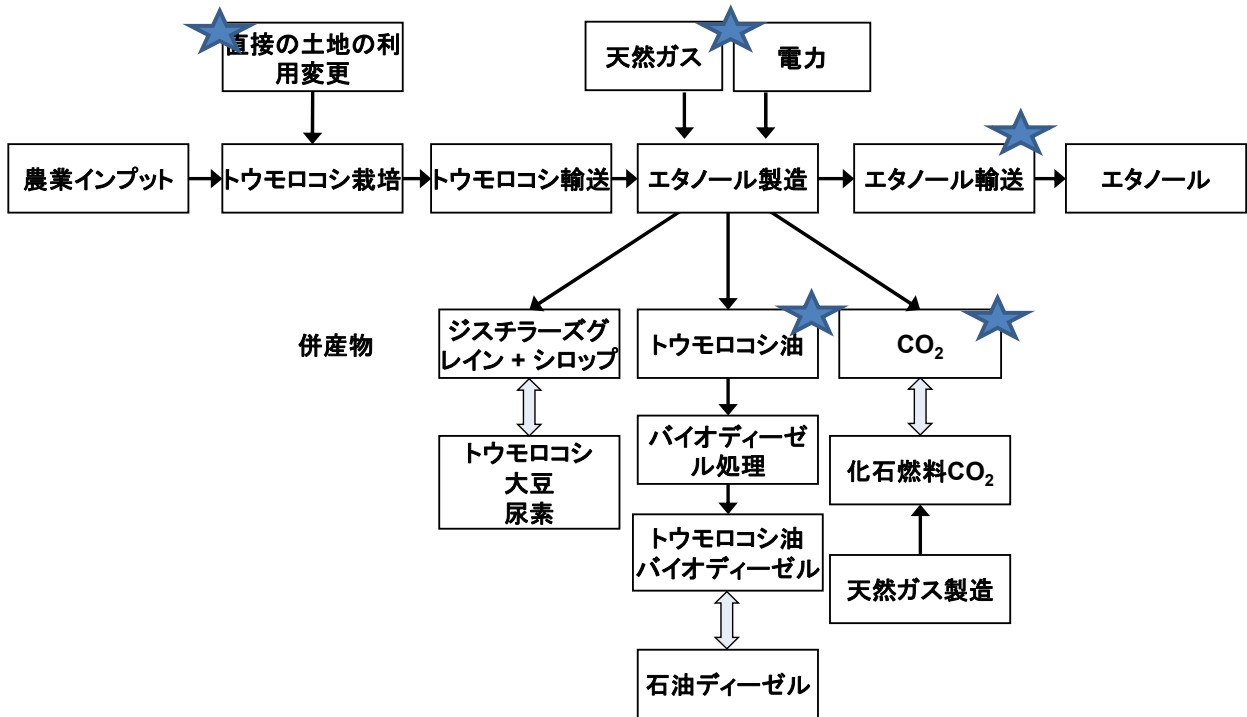
## 排出カテゴリー

$$E = e_1 + e_{ec} + e_p + e_{td} + e_u - e_{ccs} - e_{ccr}$$

- E: 燃料使用による総排出量
- e<sub>1</sub>: 直接の土地利用の変更を原因とする炭素貯蔵変化からの排出量
- e<sub>ec</sub>: 原材料の栽培または抽出による排出量
- e<sub>p</sub>: 燃料製造による排出量
- e<sub>td</sub>: 輸送および流通による排出量
- e<sub>u</sub>: 燃料使用による排出量
- e<sub>ccs</sub>: 炭素回収および分離による排出量削減分
- e<sub>ccr</sub>: 炭素回収および置換による排出量削減分  
(バイオマスから排出されたCO<sub>2</sub>の回収分は化石燃料由来CO<sub>2</sub>を置換する材料として用いられている)

図 10

## システム境界



ディーゼルを作る分をトウモロコシ油を使ったディーゼル油が置換しているということになる。また炭酸ガスについて、これがなければ、化石燃料を使ってつくることになるので、これもエタノール工場です置換していることになる。

Argonne 研究所の GREET モデルは、最新の生産方法に対応し、この併産物のクレジットを適切にディプレースメント、すなわち置換という概念で利用することができる。もし、追加的な土壌における炭素隔離、固定というものが行われているのであれば、直接的な土地利用の活用も考えることができ、これらの持続可能性を検証することが可能である。

### ■CO<sub>2</sub>削減を可能にする米国産エタノールプラントの最先端テクノロジー

近年、新しい技術が開発され、現在のエタノール生産の効率性が得られるようになった。コーンエタノール工場では、わずかな量ではあるがトウモロコシ油が生産され、家畜飼料やバイオディーゼルの業界に販売される。図 11 に示すように、バイオディーゼル製造の原材料の 14%がトウモロコシ油である。米国のエタノール工場の 80%がトウモロコシ油の分離をしている。

さらに、トウモロコシの穀粒中にデンプン分解酵素を導入した Enogen と呼ばれるトウモロコシがあり、エタノール生産効率を上げている。2016 年 5 月時点では、18 のエタノール工場がこの製品が使われており、エタノールの収量の増加をもたらし、エネルギーの使用量、投入量も減少させている。

また CO<sub>2</sub> の市場としては、飲料炭酸水があるが、そこで使われる CO<sub>2</sub> の 40%がエタノールプラントから供給されているほか、石油掘削業界での石油の増進回収法に使われている。この EOR、Enhanced Oil Recovery、増進石油回収法は、CO<sub>2</sub> を地中に注入して、地中の石油を、それを注入しなければならない

場合よりも多く回収することができるという方法である。

もう一つの併産物であるジスチラーズグレイン(DDG)はトウモロコシのエタノール発酵粕(ミール)で、乾燥して、あるいはウェットで飼料会社に搬入して利用される。この場合、乾燥をせずにウェットのままの、ウェットジスチラーズグレインを直接、牛を育てているような飼育場に導入することができれば、非常にコストダウンになり、実際ネブラスカ州の工場で行われている。ほかにこの DDG の使い道としては、分解装置に使うということが可能であり、バイオガスとしてかなりのエネルギーを発生することができる。

最後に、直接の土地利用の変更については、土壌で二酸化炭素を隔離、あるいは閉じ込めることによって、大幅に CO<sub>2</sub> の排出量を減らすことが可能である。作物を栽培する農地をトウモロコシだけを生産する手法に変更することによって、土壌中に保持される炭素を変化させることができることが研究で示されている。土壌中の炭素が増えていくことが示されれば、それをクレジットとして活用することが可能であろう。実際に、種々の作物を栽培していた農地をトウモロコシのみの栽培に変えていくと、土壌中の二酸化炭素のストック、すなわち炭素ストックが増えることが示されている。米国エネルギー省の統計によると、トウモロコシの連作により平均 13.7 グラム CO<sub>2</sub>/メガジュールの炭素の低減ができることが示されている。

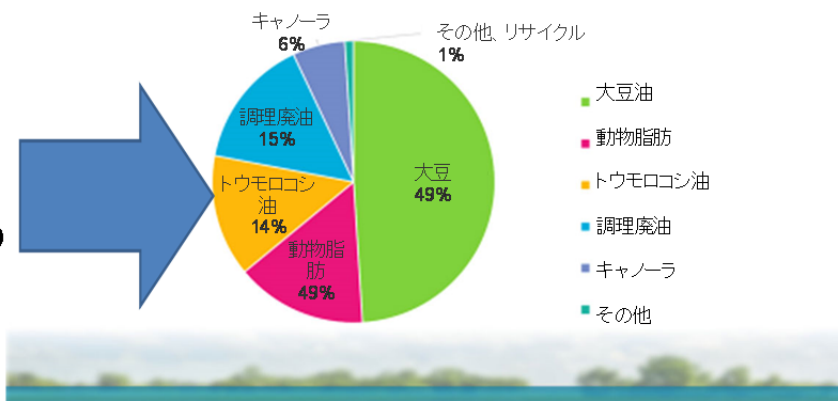
図 11

## バイオディーゼル向けトウモロコシ油

- エタノールプラントで分離されたトウモロコシ油はバイオディーゼル製造の原材料となる
- 2大消費分野
  - 動物飼料市場への販売
  - 石油主体ディーゼル燃料の代替



2015年バイオマス主体ディーゼルの原材料



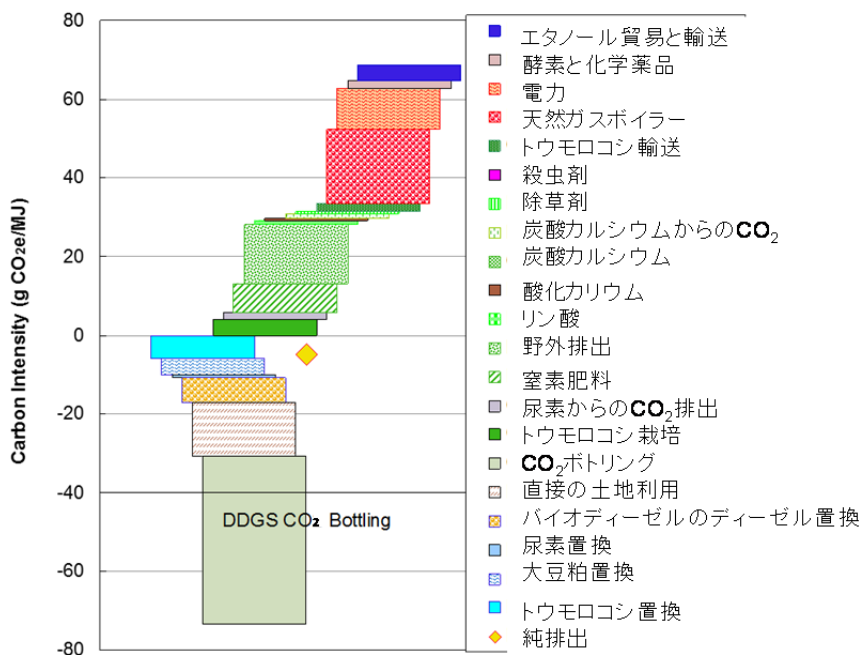
### ■ライフサイクルの温室ガス排出削減分析

図 12 はトウモロコシをエタノールに転換するライフサイクルのステージ、コンポーネントを示している。例えば、農業生産からの窒素酸化物の排出量から始まり、トウモロコシからエタノールを生産するステップ、エタノール工場のエネルギーインプット、また日本に輸出をする場合であれば、日本への輸送と流通、そして中央近辺に示している家畜飼料原料としての DDG、バイオディーゼルの原料としてのトウモロコシ油、直接土地利用、CO<sub>2</sub> の飲料への利用などに分けて分析している。それらの分析値から、正味の排出量が図中のダイヤモンド印として示されている。

図 12

## イラスト化した例： GREET LCA排出ステップとライフサイクルステージ

GREETは、燃料パスウェイに沿った詳細な排出プロファイルを、各投入資材別に持っている。



エタノールの輸送については、例えば、ブラジルから日本に輸出する際には、様々な経路があるが、多くの場合は、ヒューストンに輸送されてETBEに変換され、パナマ運河を通過して日本に輸送されるであろう（図 13）。米国産のトウモロコシバイオエタノールも、同様にヒューストンを経由しての輸送と、鉄道により太平洋岸まで運ばれる多少短い経路も可能であろう（図 14）。

図 13

## ブラジルからの輸送

サトウキビエタノールのブラジルの港湾へのトラックとその後の日本への船舶による輸送(11,300海里)



図 14

## 米国からの輸送

トウモロコシエタノールの米国港湾への鉄道輸送(1750マイル)とその後の日本への船舶による輸送(4,300海里)



トウモロコシバイオエタノールの生産過程については、いくつかのモデルインプットのシナリオに分けた。ベースケースとしては、トウモロコシ油をバイオディーゼルに、乾燥とウェットの DGS を混合して使っている工場としている。次のケースはネブラスカ州などでよく見られるもので、ウェット DGS として利用し、デンプン分解酵素を導入した Enogen を使用している。また、CO<sub>2</sub> を飲料用と石油回収に利用している場合、そして、ウェット DGS を嫌気性分解してバイオガスを生産しているケースに分けている。

それぞれのケースに関して、エネルギーインプットを米国単位と国際単位である SI Unit でそれぞれ表 1 と表 2 に示している。それぞれのケースについて、天然ガス、電力の投入については技術によって異なるが、同じ量の DGS、ならびにトウモロコシ油を生産している。Enogen を使用した場合は、エタノールの歩留まりが高くなる一方、DGS の生産は少し低くなる。エタノール生産の際に CO<sub>2</sub> を回収しているケースでは、エタノールの約半量の炭素が回収されている。

表 1

## エネルギーインプット(米国単位)

ケース名		基本ケース	高効率ケース	CO <sub>2</sub> ボトルン グケース	CO <sub>2</sub> EORケ ース	分解装置 ケース
シナリオ		乾燥ジスチ ラーズグレ イン	ウェット・ジス チラーズグレ イン	乾燥/ウェッ ト・ジスチラ ーズグレイ ン	ウェット・ジス チラーズグレ イン	ジスチラ ーズグレイ ン 少量
		トウモロコシ 油BD	トウモロコシ 油BD	トウモロコシ 油BD	トウモロコシ 油BD	トウモロコシ 油BD
			Enogenメン ブレ	CO <sub>2</sub> ボトル	CO <sub>2</sub> EOR	嫌気性 分解装置
天然ガス	Btu/gal	24,500	16,328	21,000	16,328	3,000
電力	kWh/gal	0.742	0.6	1.35	2	1
DGS	lb/gal	4.98	4.76	4.98	4.98	2.49
トウモロコシ油	lb/bu	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
CO <sub>2</sub>	kg/gal	0	0	-2.3	-2.3	0
収率		2.8	3	2.8	2.8	2.8

表 2

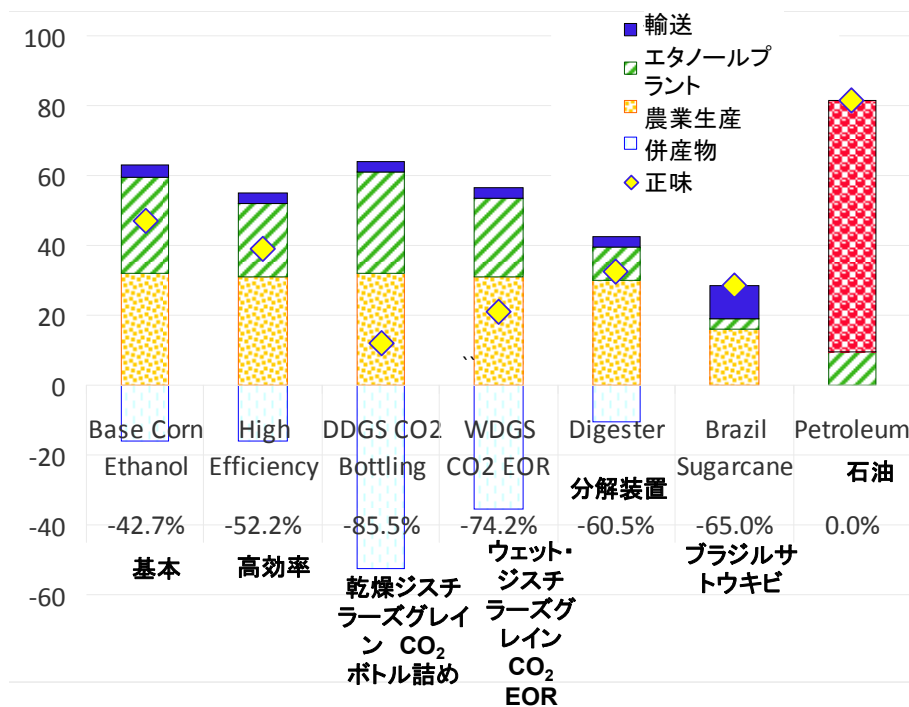
## エネルギーインプット(SI単位)

ケース名		基本ケース	高効率ケース	CO <sub>2</sub> ボトル ン グケース	CO <sub>2</sub> EORケ ース	分解装置 ケース
シナリオ		乾燥ジスチ ラーズグレイ ン	ウェット・ジス チラーズグレイ ン	乾燥/ウェッ ト・ジスチラー ズグレイ ン	ウェット・ジス チラーズグレイ ン	ジスチラーズ グレイ ン少 量
		トウモロコシ 油BD	トウモロコシ 油BD	トウモロコシ 油BD	トウモロコシ 油BD	トウモロコシ 油BD
			Enogenメン ブレ ン	CO <sub>2</sub> ボトル	CO <sub>2</sub> EOR	嫌気性 分解装置
天然ガス	MJ/L	6.83	4.55	5.85	4.55	0.84
電力	kWh/L	0.20	0.15	0.36	0.53	0.26
DGS	kg/L	0.65	0.58	0.60	0.60	0.30
トウモロコシ油	kg/L	0.34	0.36	0.34	0.34	0.34
CO <sub>2</sub>	kg/L	0	0	-0.61	-0.61	0
収率	L/kg	0.029	0.031	0.029	0.029	0.029

このケース別のライフサイクル分析の結果を、土地利用の変更を考慮しない場合を図 15 に、土地利用の変更を考慮した場合を図 16 に示す。ベースとして、石油の値を 1 メガジュールあたり 81.7 グラムとして、その値と比較している。最終的に期待される削減量を数値で示し、さらにその内訳を農業、エタノール工場、輸送ならびに直接の土地利用に分けた。図 15 の土地利用の変更を考慮しない場合は、まず、Enogen のケースでは、エネルギーの投入量は低いが歩留まりが若干高いことから、最終的

図 15

## 81.7 g/MJ 石油の基本事例 – 土地利用クレジットのない場合

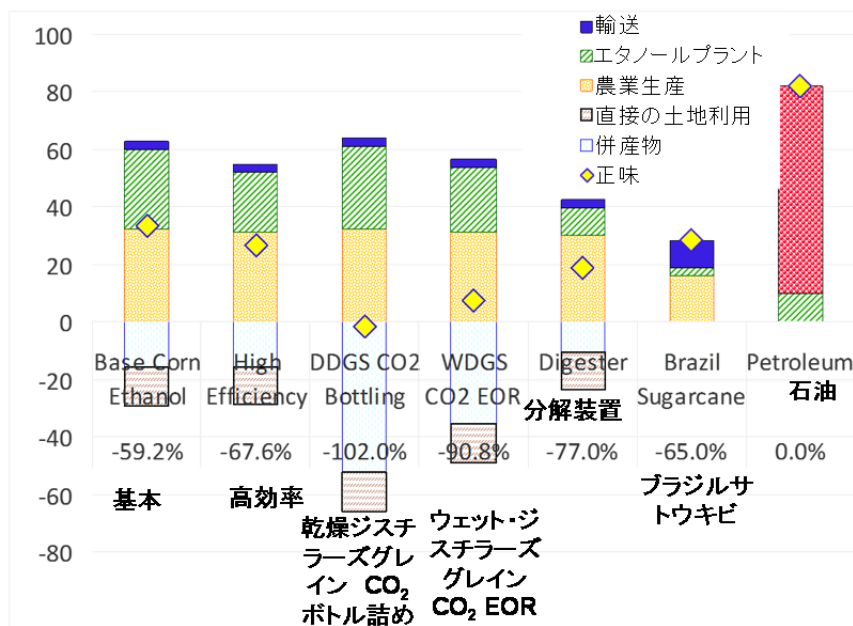




には削減率はマイナス 52.2%となる。CO<sub>2</sub>の回収を行った場合にはさらに削減率が高くなり、DGS を嫌気性分解した場合には、マイナス 60.5%とさらに削減率が高くなる。今回の計算値は、かなり保守的な計算値であり、ほかの分析方法を使用した場合では、削減率の数値はさらに高くなると考えられる。さらに直接的な土地利用からのクレジットを考慮した場合は（図 16）、すべてのケースにおいて削減量が 50%を超えている。

図 16

## 81.7 g/MJ 石油の基本事例 — 土地利用クレジットのある場合



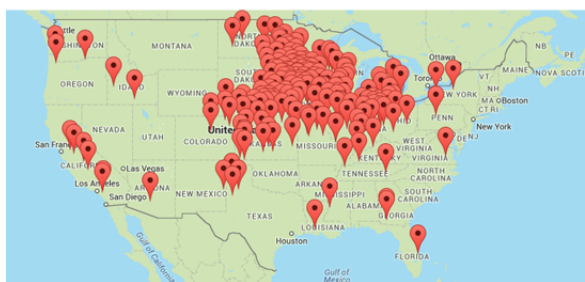
### ■日本の基準に見合うエタノール総量

現在、全米で 203 の大規模エタノール工場が操業しており、アイオワ州には 42、ネブラスカ州には 26、ミネソタ州には 21、イリノイ州には 15 立地している（図 17）。一工場平均の生産規模は 7,400 万ガロン（約 3 億リットル）である。

これまで紹介した先端技術を使っている工場をそれぞれにグループとしてまとめることにより、日本の温室ガス削減の要求要件を満たすエタノールの供給が可能になると考えられる。表 3 の炭素回収と直接的土地利用の変更を考慮しない場合でも、米国産トウモロコシバイオエタノールとして、日本の要求要件を満たすものというのが 38 億ガロン（143 億リットル）に上る。また、土壌における炭素の固定を考慮すると、米国産トウモロコシバイオエタノールとして、61 億ガロン（231 億リットル）分が日本の要求条件を満たすことになる。さらに併産物から得られるクレジットや石油製品が使われるであろう場合の置換によるクレジットを考慮に入れると、日本の要件を満たすトウモロコシバイオエタノールの供給に問題はないと考えられる。

図 17

## 米国のエタノール生産



再生可能燃料協会: エタノール・バイオリファイナリーの所在地  
<http://www.ethanolrfa.org/resources/biorefinery-locations/>

プラント能力の単純平均  
 年7,400万ガロン  
 \* 複数の原材料を使用するプラントは除外

州	生産量合計 (MGY)	プラント数
アイオワ	3937	42
ネブラスカ	2081	26
ミネソタ	1169	21
イリノイ	1597	15
サウスダコタ	1032	15
インディアナ	1163	14
カンザス	447	11
ウィスコンシン	537	9
オハイオ	528	7
ミズーリ	256	6
ミシガン	273	5
ノースダコタ	465	5
カリフォルニア	215	4
テキサス	390	4
コロラド	122	3
ニューヨーク	169	2
オレゴン	40	2
テネシー	225	2
アリゾナ	50	1
ジョージア	120	1
アイダホ	60	1
ケンタッキー	33	1
ミシシッピ	54	1
ノースカロライナ	0	1
ニューメキシコ	0	1
ペンシルバニア	110	1
バージニア	0	1
ワイオミング	10	1
総計	15083	203

再生可能燃料協会のデータ(再分析実施)

表 3

## 日本の基準に見合う量

			50%GHG削減を満たしているプラントー直接土地利用クレジットがある場合	50%GHG削減を満たしているプラントー直接土地利用クレジットがない場合
基本プラント：乾燥ジスチラーズグレイ	バイオディーゼルトウモロコシ油		30	0
ウェット・ジスチラーズグレイ	バイオディーゼルトウモロコシ油	Enogen/効率改善	10	10
乾燥/ウェット・ジスチラーズグレイ	バイオディーゼルトウモロコシ油	CO <sub>2</sub> 食品市場	35	35
ウェット・ジスチラーズグレイ	バイオディーゼルトウモロコシ油	CO <sub>2</sub> EOR	5	5
ジスチラーズグレイ少量	バイオディーゼルトウモロコシ油	嫌気性分解装置	2	2
	プラント数合計量 (ガロン)		82 6,068,000,000	52 3,848,000,000

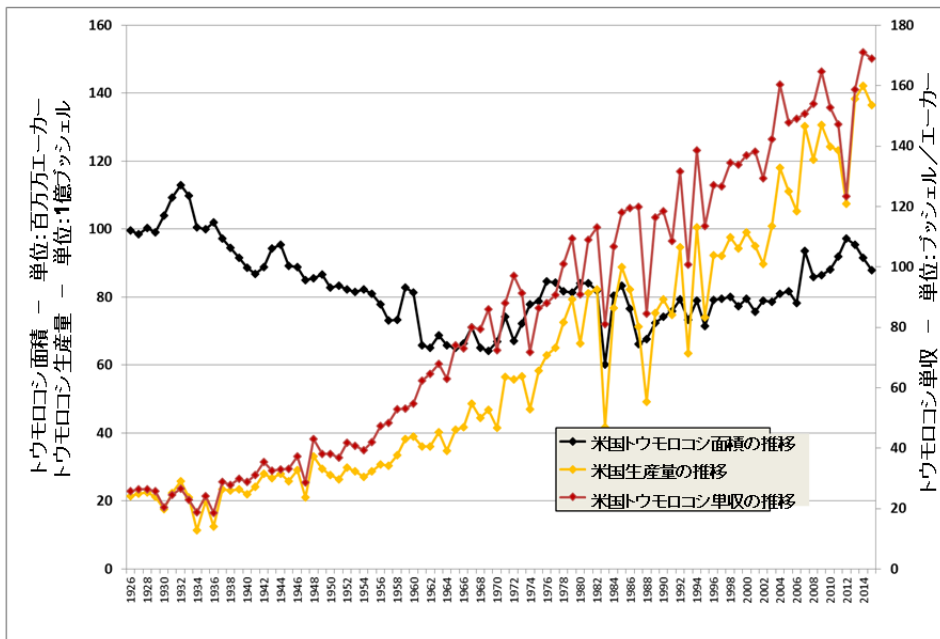
### ■持続可能性

図 18 に示すように、米国でのトウモロコシの収量は継続して増加している（黄色）が、この増加は黒色の線で示されているトウモロコシの作付面積が変わらないのに対して、単位面積当たりの収量（赤色）が上昇していることによっている。作付面積が変わらないこと、すなわち、新たに開墾してトウモロコシ生産を行うようになったのではないことは、衛星から得られるデータを使って検証することが可能である。たとえば図 19 の衛星写真データは GRAS (Global Risk Assessment Services) のツールであり、ドイツ、あるいは EU での認証に利用される NASA のデータである。この画像から 2006 年と

2014年の同一の地域で、木が伐採された土地、栽培農作物が変わった農地などの情報が得られる。エタノール工場では、このような衛星画像を認証の際に必要なデータとして用いて、世界的な認証を受けるといことも可能になる。このような衛星写真を使うことによって、バイオ燃料の原料作物が、森林を伐採してつくられているのではないことを確認できる。

図 18

### トウモロコシエタノールの持続可能性は 大幅な単収増に後押しされる

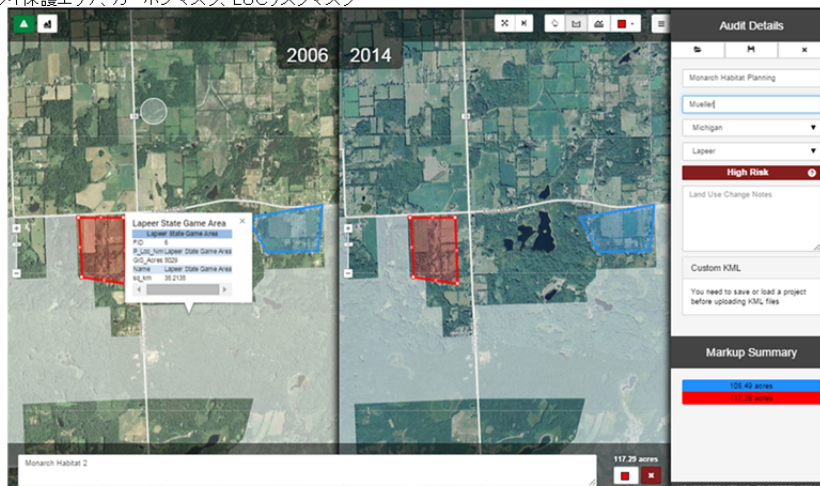


出典: Ron Alverson

図 19

### 持続可能性評価のための新しいソフトウェア: 米国国内LUC分析のためのグローバルリスク評価 サービス (GRAS) ツール

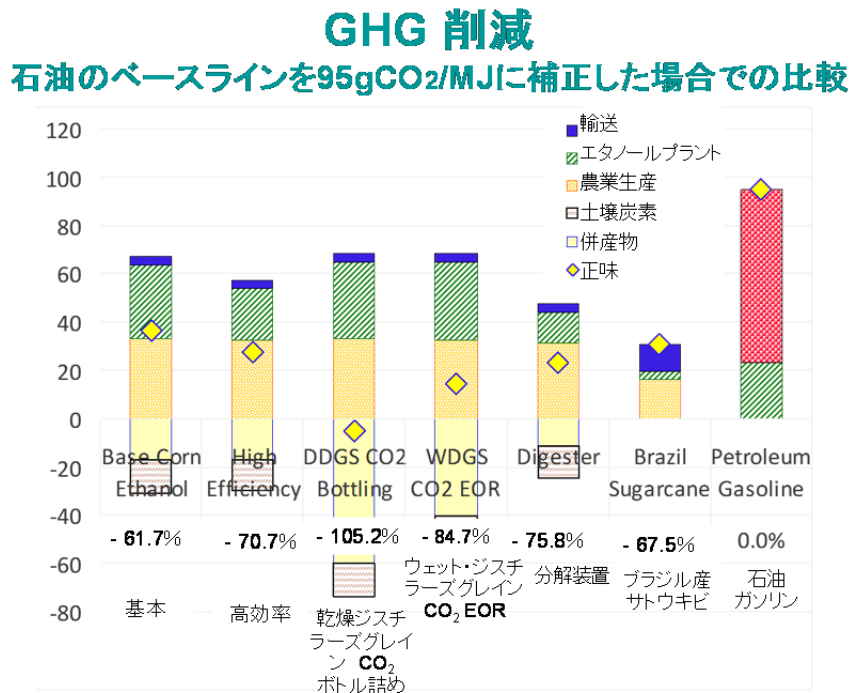
- 森林開拓地で原料が栽培されていない; 大規模の完成された栽培地の利用を検証
- 米国産トウモロコシ/大豆飼料原料に適用
- NAIP画像の使用 (1.2m 解像度)
- 直接比較用として2008年より前の画像と現在の画像を並べて表示
- オーバーレイ保護エリア、カーボンマスク、LUCリスクマスク



## ■補正された石油ベースラインでの数値

日本の石油のベースラインは81.7であるが、精製補正を加えた場合は95グラムであると考えている。図15のグラフを81.7の代わりに95をベースラインとして用いたグラフを図20に示す。図15のベースラインを使ったものとほとんど変わらず、米国産のエタノールの場合には、温室ガスの削減効果というのが、ややよくなっている。

図20



## 【質疑応答】

ステファン・ミュラー博士とステファン・ウナッシュ氏の講演に関する来場者からの質問と、それに対する回答

質問：トウモロコシの連作によって炭素を土壌中に隔離できるということだが、その連作によって将来のトウモロコシの収率が落ちるのではないかな？

回答：トウモロコシの連作により、確かに将来収量が落ちるという可能性があるため、考慮しなければならない点である。米国での温暖化ガス排出量を左右する農業活動の一環であるトウモロコシ生産の際に、土壌のCO<sub>2</sub>の蓄積が増えるということは、排出量の低減に寄与する。

質問：エタノールをつくる段階で出てくるCO<sub>2</sub>を回収して、それから石油掘削や飲料用の炭酸ガスに使うためには、炭酸ガス製品化工場の近隣にエタノール工場を建てる必要があると考えられるが、そのような立地条件は、米国ではまだ多く存在するのかな？

回答：炭酸ガスを製品化、利用する施設とCO<sub>2</sub>を回収プラントは、とても隣接しているか、短いパイプラインでつながっている場合が少なくない。

質問：試算結果の数値を見ると、ブラジルのサトウキビ原料エタノールよりも削減数値が高いものも

見受けられるが、このサトウキビ原料エタノールを米国 RFS2 でのアドバンスドのエタノールに置き換えるという動きは米国内にあるか？

回答：その通りである。ただし、過去5年くらいの中に多くのエタノール工場が、バイオディーゼル用のトウモロコシ油の利用、CO<sub>2</sub>の利用、Enogen といった新しい技術を積極的に導入してきており、温室ガス排出に大きなプラスの効果が出てきている。現在の法律では、トウモロコシのデンプン起源のエタノールはアドバンスド・エタノールではないとなっているが、多くの工場が温室ガス排出削減の要件を満たしていると思われ、法律を変える必要があると考えている。

質問：図 15 に、ケース別の石油に対する CO<sub>2</sub>削減が示されているが、非常に成績のいいものがある。これは各ケースのパスウェイごとにそれぞれ評価をされたものだと理解するが、たとえば、アメリカの RFS2 でパスウェイごとに決められているデフォルト値がこのような手法で決まったとすると、個々のプラントごとのばらつきはどの程度なのか？パスウェイごとに平均的なものはこの程度になるということであると思うが、ばらつきの幅、偏差値などがどの程度なのか？

回答：たとえば飲料用の CO<sub>2</sub>の生産のケースでは、標準的な工場で商業製品を製造するために投入されるエネルギーの量を基準にして考える。そして、エタノール工場で CO<sub>2</sub>をつくる時に、追加的に必要なエネルギー投入量と比較する。ベースは標準的な工場でのエネルギー投入量となる。エネルギーの要件として用いている 24,000Btu という数値は3年前にイリノイ州のシカゴ大学で行った調査結果を基にした、そのような工場の平均値である。Btu 数としては、この数値をはるかに下回っている工場も存在する。ウェット DGS のシナリオは、ネブラスカ州にある認証を受けた工場がカリフォルニア州に出荷するためのカリフォルニア低炭素基準を満たしたものの、すなわちカリフォルニア州に出荷している工場のデータである。それを基にして効率性を計算している。

質問：2010 年から 2011 年にかけて、アメリカのエタノールが大量にヨーロッパに輸出されて、22、もしくは 23 の工場で ISCC の認定を受けたと理解している。その際には Argonne の GREET モデルで CO<sub>2</sub>が計算をされて輸出をされたのであれば、その Argonne モデルが、RED に計算法として認定されたのか？たとえば、日本がこの Argonne モデルで計算されたものを輸入したとした場合に、Argonne モデルを用いて算出された炭素強度 (CO<sub>2</sub>/メガジュール) が米国の公的機関から認証を受けることは可能か？

回答：ISCC、Roundtable、Sustainable Bio Energy のような公的に認められている組織が認証、担保することが必要になると思われる。たとえば ISCC の場合には 100 力国で活動しているが、それぞれの地域や国において認証、確立されている同様な組織による認証によって確認が可能になると考えられる。

米国のエタノール工場の場合には、温室効果ガスの排出量を 5 カ所で確認している。たとえば農業活動による排出、エタノール工場からの排出などを確認して計算している。ヨーロッパに輸出する場合には、ヨーロッパ向けのバイオベースのモデルを使った。計算法に用いた資料をまとめて検査官あるいは査察官に提出し、実際にどのようなインプットが投入されたのか、計算のモデルは何だったのかということを確認したうえで承認されて初めてエタノールのヨーロッパへの輸出ができるようになっている。この際の検査官は、ISCC や Roundtable のような認証機関の検査官や、それらの認証機関が作成したプロトコルに基づいてトレーニングされた査察官である。

# 講演3 「地方創生と将来の低炭素社会のための持続可能なエタノール燃料」

国連「すべての人のための持続可能なエネルギー」(SE4ALL)  
ジェラード・J・オストハイマー博士

## ■ バイオ燃料の低炭素社会への貢献



持続可能な開発と低炭素の未来を実現するためには、世界各地で様々な再生可能な炭素を生産する、あるいは炭素の低い燃料を提供することが必要であると考えられる。米国やブラジルなどの国では、すでに低炭素社会の実現に貢献することが可能であるが、東南アジア、南アジア、アフリカ諸国も将来の低炭素社会実現に貢献可能であろう。

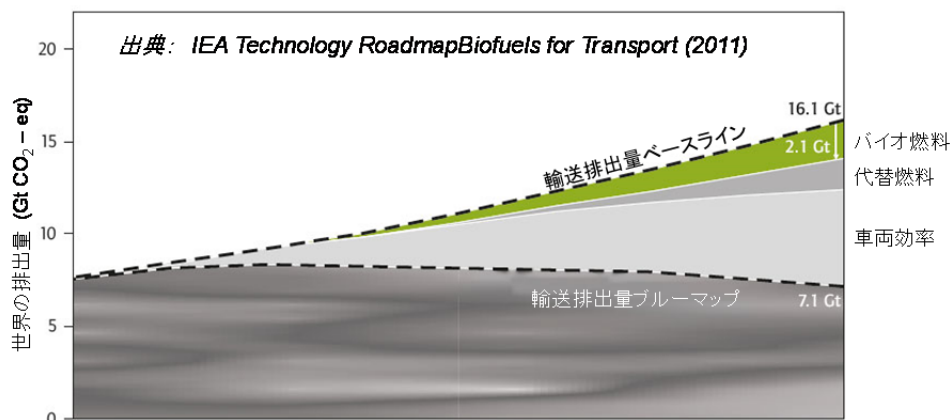
その一環として、輸送の脱炭素化にはバイオ燃料が必要であるが、残念ながらバイオ燃料と食糧安全保障との関係に関する誤解がバイオ燃料の使用を増やす際の障害になっている。この点については種々の国際機関において、持続可能なバイオ燃料の生産量、あるいは使用量を増やすためのツールをつくっている。国際エネルギー機関(IEA)は、

地球温暖化を摂氏2度未満に抑えるためには、持続可能なバイオ燃料の活用が必要だと報告している(図21)。

図 21

### 国際エネルギー機関

地球温暖化を2°C未満に抑えるためには、持続可能なバイオ燃料を用いて輸送分野からの排出量を削減することが必要である



注: モーダルシフト(ここには含まれていない)が1.8 Gt CO<sub>2</sub>-eqの追加的排出量削減に貢献する可能性がある。

- ・ 効率改善が輸送による排出量の削減には欠かせない。
- ・ バイオ燃料により2050年には世界の輸送排出量を2.1 Gt CO<sub>2</sub>-eq. 削減できる可能性がある。
- ・ こうした削減を達成するために、すべてのバイオ燃料は大幅なライフサイクルGHG排出量の削減につながるものでなければならない。

2011年にIEAは運輸部門でのバイオ燃料の増加へのロードマップを作製した(図22)。2050年までの時間を横軸に、運輸部門でのバイオ燃料供給量を縦軸にとっているが、バイオ燃料として、バイオメタン、バイオジェット、バイオディーゼルや様々な種類のエタノールの発展が見込まれている。IEAでは、2050年までには燃料の25%はバイオ燃料にすべきであり、エタノールの貢献が期待されるとしている。しかし実際には、その普及は運輸部門における気温上昇2度未満という目標を達成するために期待されていた速度では進んでいない。輸送の分野の温室ガス削減については、残念ながらパリ合意には含まれておらず、個別の国次第とされている。電気自動車なども一つの役割を果たすと考えられるが、今後40年を考えると、やはり再生可能エネルギーの活用は不可欠であろう。

図 22

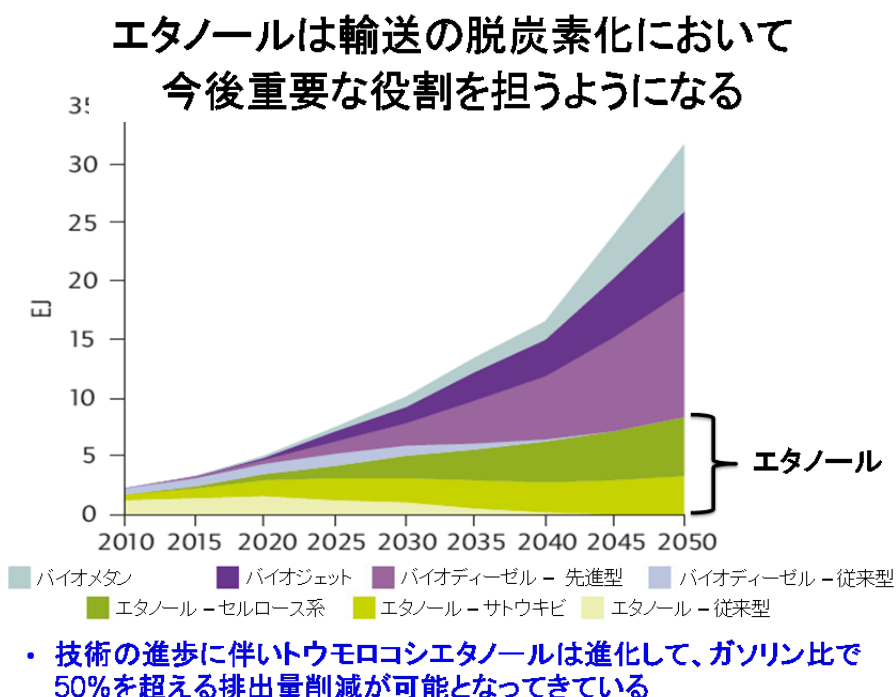
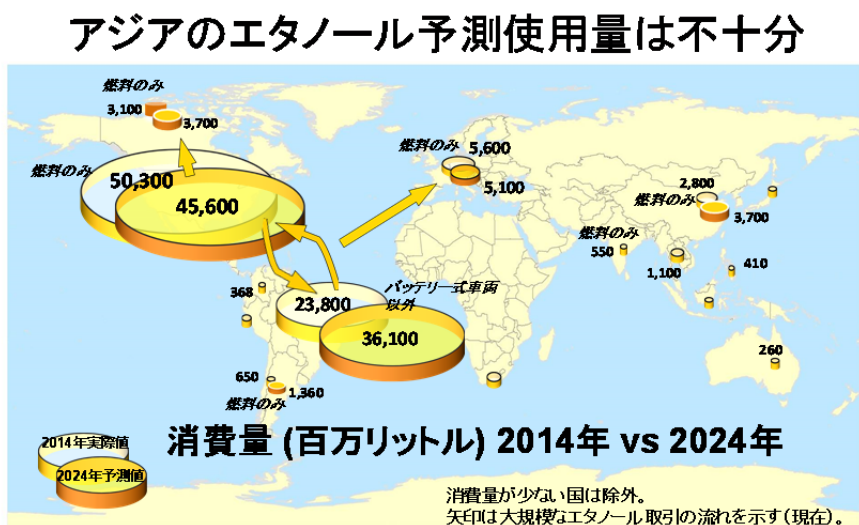


図 23



アフリカやアジアでエタノールの使用が伸びなければ、以下の機会の喪失につながる

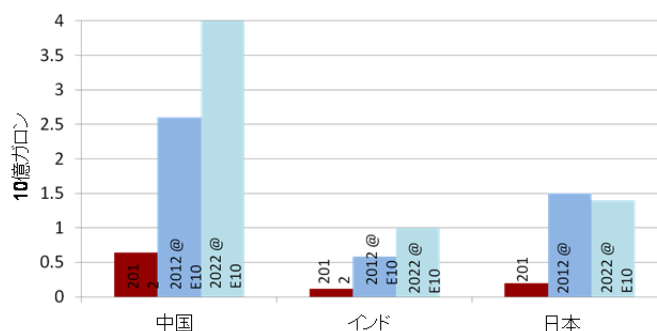
- 輸送分野の脱炭素化
- 農業分野での地域投資の増加

図 23 の世界地図は 2014 年のエタノール使用量と 2024 年の予測を表しているが、アフリカとアジアは、残念ながらその導入の速度は速くなっていない。アフリカやアジアでのエタノール使用量が伸びていかなければ、輸送分野の脱炭素化の機会を失うことになる。そしてさらに重要なのは、これらの地域での農業分野での投資が伸びていかないことになってしまうであろう。

図 24 は、アジアでガソリンへの 10%エタノール混合（E10）が導入された際には 200 から 250 億リットルのエタノールの量が必要となることを示している。このようなアジアで安定したエタノール需要を生み出すことができれば、アジアの農業への投資が刺激されることになる。そしてそれは、とりもなおさず、食糧の安全保障を向上させるということになる。しかし、そのバイオエネルギーの展開には、様々な障壁がある。まず安定したよりよい政策が必要であり、金融システムの改善、そして持続的なサプライチェーンも欠かすことができない。

図 24

アジアのE10化には200~250億リットルのエタノールが必要



アジアで安定したエタノール需要があればアジアの農業への投資が刺激され、その結果、単収が増加し、食糧安全保障を向上させることになる

### ■「食糧対燃料」という障壁

一番大きな障壁は、実は概念的なところに存在する。その概念とはバイオエネルギーが持続可能ではないという固定観念であり、食糧と燃料の関係についての誤解である。この誤解の発生は 2008 年にコモディティ価格が上昇したところにさかのぼる。当時、石油をはじめ、様々な金属、農業資材、農作物にいたるまで価格が急騰した。エタノールの生産も当時増えており、経済計量的な分析から、トウモロコシをはじめとする穀物の価格高騰と非常に強い相関関係があるとされた。この分析は非常に限られたデータに基づいたものであったにもかかわらず、その分析を基にして、人々はバイオ燃料の利用を増やすとトウモロコシの価格が高騰すると考えるようになった。

しかし、2016 年の段階で、それ以来 8 年間のデータも含めて穀物価格の推移とバイオ燃料生産の関係を地球規模で見ると（図 25）、バイオ燃料の量は増え続けているのに対し、穀物や商品の価格は、ビジネスサイクルや景気によって変動してきている。この結果からは、バイオ燃料の利用が増えると食物の価格が高騰するという相関関係については疑問を持たざるを得ない。しかしながら、多くの人たちが 2008 年当時のことのみを考えていて、その後の変化というものに目を向けていない。批判的な立場を取っている人たちは、やはり世界の貧困層を苦しめているのは、食糧とエタノール間の直

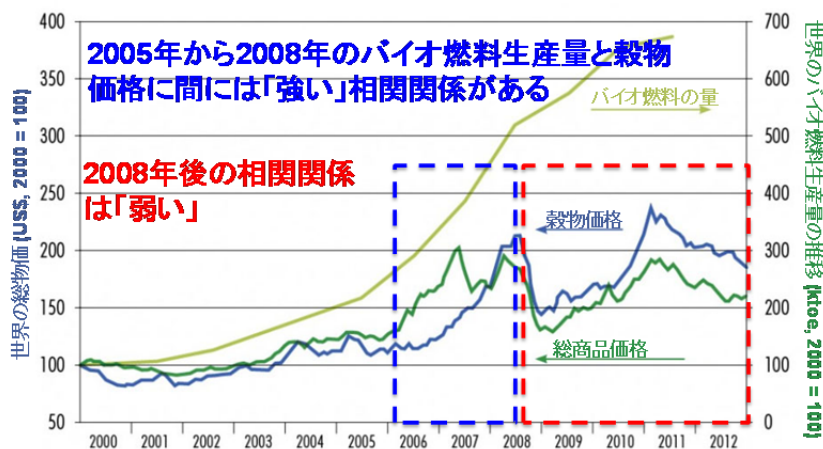


接な競合であると思い込んでいる。しかし、エタノールが食糧との競合が真であるためには、世界全体の食糧の量が限られているということと、世界の穀物価格によって、貧しい人々の食糧の供給が左右されるという2つの条件がそろわなければならないのである。

図 25

### 「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



世界食糧プログラム（World Food Program）によると、世界の総人口である 70 億人を食べさせるだけの十分な食糧が生産されており、飢餓の原因は世界の食糧不足ではないとしている。しかし残念ながら、世界の 8 人に 1 人の人が飢餓の状態にある。その飢餓の上位 6 つの原因は、貧困、農業への投資不足、気象と気候、戦争と強制退去、不安定な市場、食品の浪費である。バイオエタノールの安定的なマーケットが世界的につくられるならば、この原因の一つである農業への投資を促進することになる。たとえば、ブラジルでは 1970 年代に Pro-Alcool というアルコール生産奨励プログラムが始まった。当時、ブラジルは食糧輸入国であったが、現在では、アメリカと同じように食料を輸出している。実はこの変化にはブラジルにおける農業研究に日本の資金的な貢献があるのだが、その便益は何年もたってから実際に目に見えるかたちで現れてきた。その一方で、安定的なエタノール生産政策によって需要が生まれ、その需要によって、農業生産が向上したと同時に農業投資も増えていった。それが安定的なさらなる農業の発展につながったのである。

同じことが、米国でも起きたといえる。長期的に見ると、トウモロコシの実質価格は安くなってきている（図 26）。1980 年代のトウモロコシ価格はかなり低く、米国のトウモロコシ農家の存在を脅かしていた。2008 年に中国の需要増が、また 2013 年に米国の干ばつによって、価格が上がったのがグラフからわかる。しかし、その後トウモロコシの価格は長期的な下降線に戻ってきている。世界的なトウモロコシの供給量は需要に対して非常に柔軟な対応を見せ、高騰時には 1 ブッシェルあたり 8 ドルであったトウモロコシ価格も 4 ドル以下に下がってきている（図 27）。

図 26

## トウモロコシ価格は下降傾向： 地球規模では需給は見合っている 1908年-2024年にわたる長期間のトウモロコシ実質価格

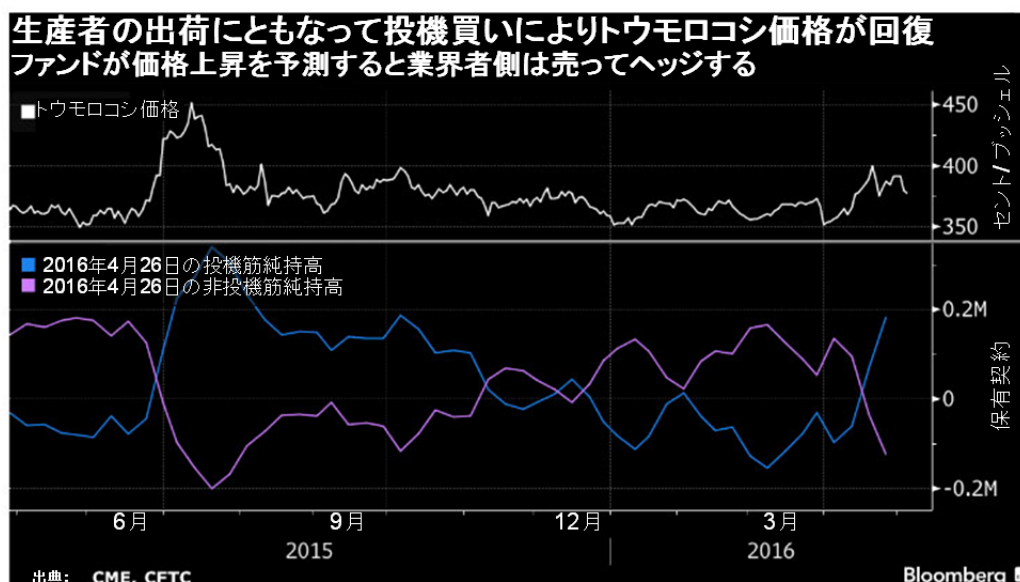


注: ガルフでの米国イエロー #2 トウモロコシの価格を粗粒穀物の世界市場価格の基準として用いた。この価格は1960年の月別データとして世界銀行のデータセットに記録されている価格である。月別価格は9月-8月を1年とするトウモロコシ市場年度を採用して年間平均に換算した。1908年～59年の間は、この一連のデータはUSDAのデータベースQuickStatsから得られる「トウモロコシ 価格」の相対変化を用いて拡張した。名目価格は連邦銀行によって発表される消費者価格を用いて引き下げた。  
(www.minneapolisfed.org/community\_education/teacher/calc/nist1800.cfm)

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888933228870>

図 27

## 2016年のトウモロコシの価格は1ブッシェル当たり\$3.50 から \$4.00 の間で推移しているが、エタノール生産量は これまでと変わらず高い水準にある



エタノール生産に利用されるトウモロコシの量はアメリカで近年増産されている量に匹敵している。図 28 は横軸に時間、それから縦軸にトウモロコシの生産量を表している。白い点線は、再生可能燃料

基準 2 (RF2) が実施された時点を示している。また黒の点線より下のトウモロコシはエタノール以外の利用、すなわち輸出用、飼料用、食品用、種子用のトウモロコシに相当している。つまり、エタノール生産へのトウモロコシの使用は増えた一方、それ以外に利用されるトウモロコシの量は変化なく、さらに、エタノール生産に利用されたトウモロコシ 3 分の 1 は、DDG として家畜飼料の市場に戻ってくる。つまり、トウモロコシからエタノールを生産する政策が実施される以前から、食料として利用されるトウモロコシの生産量は十分にあったということになる。

図 28

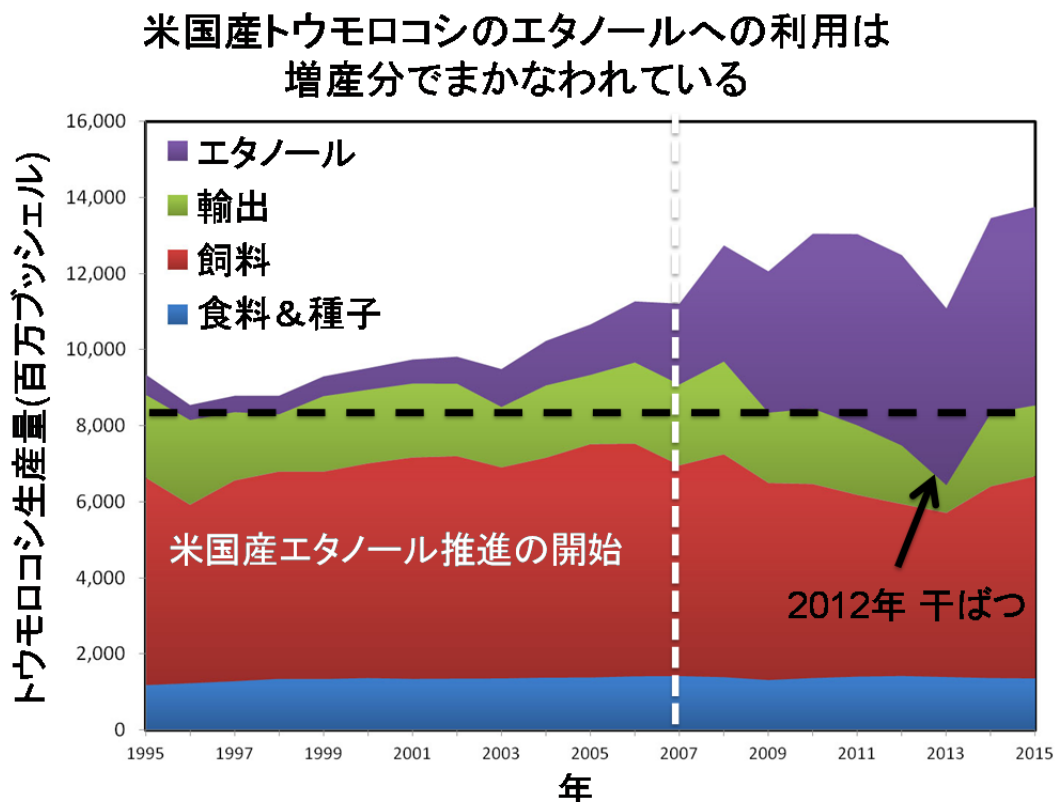


図 29 に、農業と農業技術への投資によるトウモロコシの収量、単収の増加を示す。2016 年現在では、トウモロコシの単収は 1 エーカーあたり約 160 ブッシェルであるが、途上国では、1 エーカーあたり 20 から 60 ブッシェルである。このように途上国での単収が低い原因の一つは、穀物価格の下落のために農業に対する投資意欲の低下であろう。すなわち、低価格のトウモロコシがふんだんに得られたため、たとえばアフリカでの農業への投資意欲がそがれてしまった。

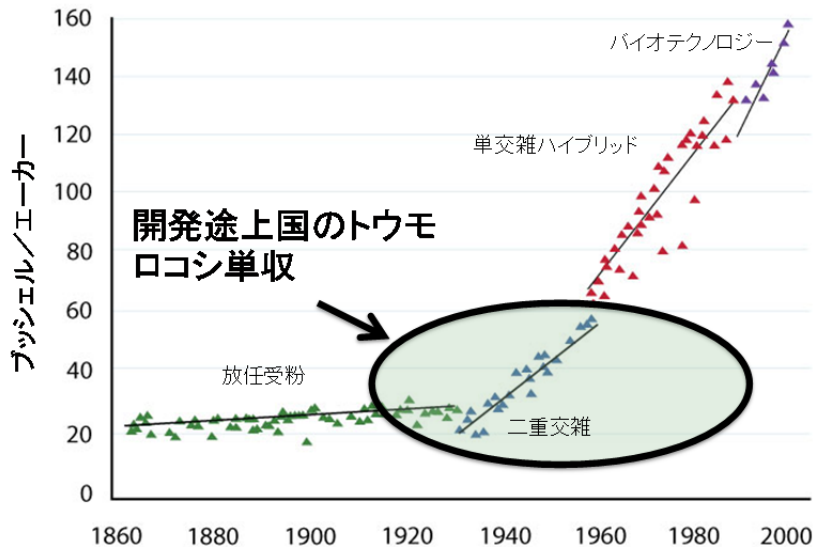
#### ■ バイオ燃料推進のための種々の国際的グループ

最近、バイオエネルギーならびに持続可能性に関して、SCOPE というグループが最新のデータを発表した。数十人の研究者が関わったという非常に大がかりな研究であるが、投資の増大によって農業を支えることにより、食糧の生産量は増え、また、バイオエネルギーが促進されることにより、世界の所得が増えるであろうと述べている。一方、国連の食糧農業機関 (FAO) は、バイオエネルギーが食糧安全保障に及ぼす影響について調査をしている。FAO は食糧安全保障に責任を持つ世界的な機関で

あるが、その調査の結論としては、バイオエネルギーは良いか悪いかを簡単に言えるものではない、つまり、どのように生産されるのかによってその善悪は違ってくるという結論を出した。

図 29

## 投資によって毎年の米国産トウモロコシの単収が増加する



- **開発途上国ではトウモロコシと砂糖の単収が伸び悩む;**
- **投資と農業技術改善が必要;さらに**
- **バイオ燃料用としての安定した需要は、リスク回避のための投資となるであろう**

世界バイオエネルギーパートナーシップ (Global Bioenergy Partnership、GBEP) という、バイオエネルギーの持続可能な生産と使用を促進するグループもある。GBEP は、ISCC や RSB といった民間企業や専門家の集まりではなく、政府の機関や国際機関をまとめるグループで、バイオエネルギーの持続可能な生産についての合意を導いている。

RSB や ISCC というグループはプロジェクトのレベルで作業をするのに対し、GBEP は国家レベルで作業をする。GBEP で設定した指標は基準になるものではなく、長期間の測定結果によって、持続可能な開発の道その国が歩んでいるのか、あるいは、そこから遠ざかってしまっているのかということを示すことができるような指標であり、各国がバイオエネルギーを持続可能な手法で生産をすることができるように支援するための技術的なツールキットである。もちろん、国によっては、バイオエネルギーを生産すべきではないという国もあると思われるが、多くの国には十分な土地があって、十分な水があり、そのような国ではバイオエネルギーを生産することが可能であり、生産するべきであると考慮される。

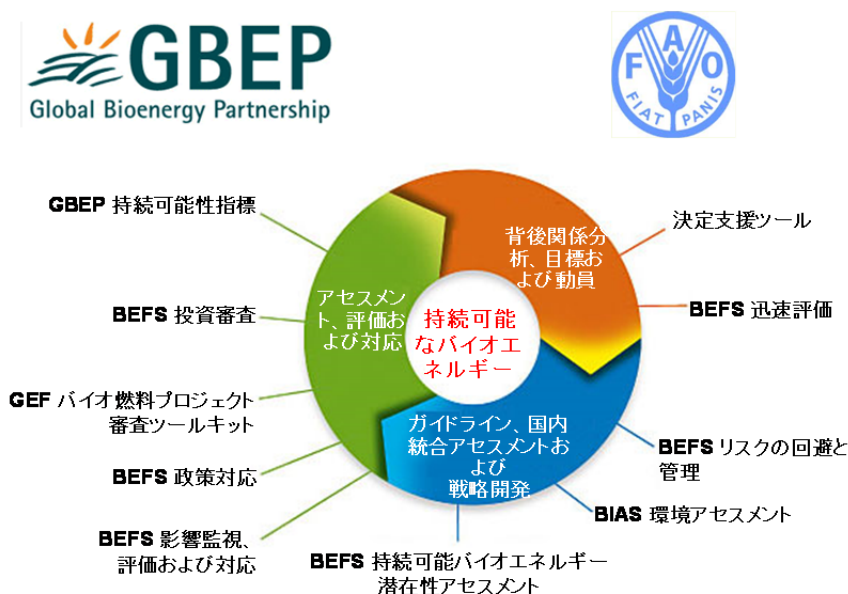
GBEP と FAO で開発された支援ツールは、持続可能なバイオエネルギー生産と使用を実現するための支援するために使われる (図 30)。たとえば、意思決定の支援ツール、食糧安全保障の迅速評価ツール、プロジェクトのスクリーニング、投資案件のスクリーニングのためのツールも含まれている。これらのツールにより、バイオエネルギーに関するリスクを低減し、機会を強化する政府や事業所を支

援することが可能となっている。バイオ燃料は、それ自体が良いもの、あるいは悪いものと断言することはできず、問題はそうした燃料を管理する方法である。

図 30

## 持続可能性支援ツール

- 2008年以降、国際的な機関やグループはリサーチを実施し、持続可能なバイオエネルギー生産と使用を支援するためのツールを開発した



米国では、持続可能性という言葉はあまり使われず、コンサーベーション、保全、効率、ベストプラクティスなどの言葉が使われることが多い。しかし 150 年間にわたって培われた農業に関する知識やベストプラクティスを基礎に、非常に速いスピードでトウモロコシからのエタノール生産を増やすことができてきた。そしてそれによって、食糧の安全保障にマイナスの影響を与えるということはなかった。

米国においては、ガソリンに混合しなければならないトウモロコシエタノールの量を、最高値という任意の上限値を設定することにより、リソース（トウモロコシ）の利用量を任意で決定し、制限してきた。これは国際的な食糧安全保障にマイナスの影響を与えないということを目的にしており、その結果として現在、トウモロコシの値段がブッシェルあたり 3 ドル 50 セントになっているといえる。

Sustainable Energy for All というプログラムは、官民の協力の強化を促進するグループである。航空会社の KLM、国連財団、Bloomberg、そしてデンマークの企業の Novozymes などの企業や団体によって資金提供されていて、知識の共有、政策や持続可能性の支援と展開の支援を通じて、「万人のための持続可能なエネルギー」という目標の達成を目指している。具体的には、再生可能エネルギーの現在の使用量や生産量からの倍増のための、地球規模で持続可能なバイオエネルギーの生産を目指している。

## ■エタノールの自国生産と輸入

気候変動を考えた場合、アジアで非常に活発なエタノール市場が作られることが、世界規模でのプラスになる。米国で生産されているエタノールは、そのような市場を創生するための触媒になり得ると思われる。各地域において、エタノールを自国で自らが生産する能力が構築されていくことが本来の姿であるが、それには5年から15年は必要であると思われる。その成長期に米国のエタノールを導入し、ガソリンへの混合に関する経験を積み、バイオ燃料の利用に対する市民の信頼を確保すること可能であろう。さらの、バイオ燃料の利用に必要なインフラについての理解も深まるとと思われる。日本においても低炭素の燃料を使うということを促進するうえでの触媒に米国産エタノールはなり得るであろう。エネルギー供給について、日本には現在、中東からの石油を含めいくつかのオプションがあるが、種々の問題がある地域で起こった際のリスク分散として、米国のバイオ燃料の輸入を考えることも可能であろう。

バイオエタノールの環境・社会・社会的貢献 報告書

平成28年 8 月

アメリカ穀物協会