

## アメリカ穀物協会「バイオ燃料検討会」報告

## ＜はじめに＞

アメリカ穀物協会日本事務所では、各方面の異なる立場の専門家にご参加いただき、それぞれの立場から、バイオエタノールとはそもそも何なのか、バイオエタノールの製造、利用、恩恵や問題点、周辺の科学、社会との関わりを含めた側面を、基本的なところから見つめなおす試みとして「バイオ燃料検討会」を組織し、2022年7月から検討を行い2023年5月に報告書を公開した。

バイオエタノールについては、多くの人々にとって多様な疑問があることがわかる。これらの疑問への回答を導き出す出発点として、バイオエタノールとは何なのか？その原料や利用、恩恵などを掘り下げていった。本当は何が起こってきたのか？何が問題なのか？どのようにとらえたらよいのか？ひいては、私たちに、また身近なコミュニティや社会より大きな人類全般にとって、バイオエタノールがどのような意味合いを持つのかを解析し、解明しようとしている。

東京大学名誉教授・アジア成長研究所本間正義特別教授と横山伸也東京大学名誉教授を座長として、以下の専門家の先生方に委員として参加していただき、数回の議論を重ねた後に、本報告書をまとめた。まず、第1章では化学工学が専門の横山伸也東京大学名誉教授により、バイオエタノールの化学的な定義や恩恵を解説し、国産のバイオエタノールの生産・利用の可能性や意義を掘り下げていただいた。第2章では国立研究開発法人産業技術総合研究所エネルギー・環境領域領域長補佐の坂西欣也博士から、カーボンニュートラルや気候変動とのバイオエタノールを含むバイオ燃料のかかわりについて解説いただいた。さらに、調査・コンサルティングの専門家である内野尚氏から第3章として、バイオ燃料をメディアはどう報じてきたかを、報道件数や内容の面から解析いただいた。

本検討会では、化学工学、農学、社会科学の専門家の方々だけでなく、生活者の立場からもバイオエタノールの受け止められ方の検討を行った。私たち自身は身近な社会や将来の世代にとってのエネルギーをどうとらえていくのかという視点から、バイオ燃料を第4章と第5章で俯瞰していただいた。第4章ではサイエンスコミュニケーションの専門家であるNPO法人「くらしとバイオプラザ21」常務理事の佐々義子氏から、私たちの生き方の中でのエネルギー問題を浮き彫りにし、バイオエタノールの位置づけを行っていただいた。さらに第5章では見城美枝子青森大学名誉教授から、未来を担う将来世代へのこれからのエネルギーとして、バイオエタノールを含むエネルギーについて、その原料や利用について、私たちのあるべき考え方に光を当てていただいた。第6章では、元毎日新聞記者の小島正美氏より、メディアでの豊富な経験をベースに、「車の燃料としてのエタノールの視点から見て、日本の車と政府の政策がいかに世界の趨勢からかけ離れてきたか」に関する問題点を深堀していただいた。

以上の議論を踏まえて、第7章では経営戦略と国際経済が専門の宮城大学食産業学群副学群長の三石誠司教授からバイオエタノールとその原料であるトウモロコシ、そして日本での生産の可能性について、国家としての日本やそこに暮らす私たち一人ひとりの日

本人として、どのように考えていけばよいのかの道標と、バイオ燃料の位置づけをまとめていただいた。最後に第8章として本間正義教授から、各委員の議論をベースに、日本のエネルギー政策これからの方向とバイオ燃料の意義についての総括をしていただいた。

全体を通じて、多くの議論が、当初の期待と良い意味で異なった。それは、異なる分野の専門家が、異なるアングルからバイオエタノールを出発点とするエネルギー供給や政策のあるべき姿を論じているが、どの議論もすべて、日本でのバイオエタノール生産やその原料の国内生産の意義を強く訴え、その結果、結論と提言が日本の農業生産の活性化に集約されていったことであった。その意味では、当初、議論の焦点として挙げられた「食糧対燃料」の対決の構図が、見事にそれを包み込む農業生産、とりわけ日本の農業生産・政策のあるべき姿が「食糧と燃料」の協調の構図を生み出す効果的な手段の一つであることが導き出された。

この報告では、「食糧と燃料」の構図について、「食糧(に使える農作物)を燃料生産に横取りされるのはけしからん」という見方や、「食糧と同様に重要な燃料生産に農作物を利用することに全く問題はない」というもう一方の見方の「対決」ではない、将来に向けた建設的な議論と提言が行われた。そして、今後の日本のバイオエタノールを含むエネルギーの方向性やエネルギー生産とバイオエタノール原料としての農業生産の可能性が示され、食糧生産とエネルギー生産の協調した発展についても議論されたことは大変意義深い。この報告が、政策立案者、産業界、そして最も重要な私たち生活者にとって、将来の農業生産とエネルギー生産の「食糧と燃料」生産への協調に向けたヒントを与えてくれるものになることを期待する。

## ＜バイオ燃料シンポジウムの概要＞

専門家の一人として検討会に参加したくらしとバイオプラザ21の佐々義子氏が、2023年10月3日、札幌大学とアメリカ穀物協会共催により開催した「バイオ燃料検討会」シンポジウム(於 札幌大学)について、ウェブサイト上に概要をまとめて報告している(<https://www.life-bio.or.jp/topics/topics894.html>)ので、ここに再掲させていただく。

「バイオ燃料検討会」シンポジウムでは、色々な立場からバイオ燃料の利用によって日本はカーボンニュートラルを目指せるのかについて話題提供が行われ、参加者全員で意見交換を行いました。参加者は札幌大学地域共創学群経済学系「地方財政論」(担当 武者加苗教授)を学ぶ学生の皆さんでした。冒頭、担当の武者加苗教授より「北海道でカーボンニュートラルをどのように実現していたら良いか」を念頭においてこのフォーラムを進めるという開催趣旨の説明がありました。

## 「エタノールの話」アメリカ穀物協会

日本代表 農学博士 浜本哲郎

エタノールは、酒・調味料のように口に入るものや消毒薬、化学製品の原料として長く利用されてきた。アルコールランプやバイオエタ



札幌大学・アメリカ穀物協会共催「バイオ燃料検討会」シンポジウム会場風景 (2023年10月3日)

ノール暖炉など燃料としても使われている。エタノールの原料は、主にトウモロコシ(ウイスキー、バイオエタノール)、コム(酒、焼酎)、大麦(ビールの原料)などデンプンや糖類を含むもの。トウモロコシには、食用のスイートコーンと、乾燥させて穀粒で収穫する飼料用トウモロコシがある。飼料用トウモロコシのデンプン、米のデンプンからもエタノールは作れる。アメリカではガソリンにバイオエタノールを混ぜて利用し、温室効果ガスの発生を減らしている。今日は米、車を通した脱炭素、バイオエタノールをキーワードに様々な立場から論じる。

## 第1部 パネルディスカッション「バイオ燃料を考える」 「なぜ、バイオ燃料が必要か？」

東京大学名誉教授 横山伸也氏

自動車や飛行機、船は化石燃料を使って二酸化炭素を発生させている。バイオ燃料は光合成をする植物で作られるので、バイオ燃料を混合するとその分、二酸化炭素発生を抑えられたことになる。電気自動車はバッテリーが重く、荷物を余り載せられず、電気が切れると自動車も暖房もとまる。北海道では暖房が切れたら命に関わる大問題。世界ではガソリンにエタノールを1割まぜたE10が使われている。日本ではE17。試算によれば、北海道の耕作放棄地2万ヘクタールから7~8万キロリットルのエタノールができる。これは、日本のガソリンに入っているエタノールの10%にあたる。日本でも飼料用トウモロコシの穀粒からエタノールをつくりエネルギー自給に貢献し、葉や茎は飼料として飼料自給率向上に資することは可能。

「バイオエタノール〜カーボンニュートラルと気候変動緩和」  
産業技術総合研究所 坂西欣也氏

化石資源に依存しない循環型社会を目指して、未利用の木や草、茎から自動車用燃料を作り出す研究をしてきた。行動経済学にBECC(Behavior, Energy and Climate Change)ということばがある。気候変動を見据えて、省エネ、消費者行動、効果を考える。バイオエタノールで車を走らせ人を幸せにする消費者行動の変容が重要。北海道では木や草を分解して飼料にする方法「北海道法」が開発されている。日本だけでなく東南アジアには膨大な農業残渣があり、これをバイオマスとして利用できないか。日本から技術移転することも考えられる。食料でない繊維を日本で利用することも試みたい。日々のくらしでバイオマスがどのように使えるか考えてほしい。

## 「消費者として私たちにできること」

くらしとバイオプラザ21常務理事 佐々義子氏

消費者の立場からこの検討会に参加し、食料とエネルギーを自給できる国になること、そのためには化石燃料の利用を最小限にすることが重要だと考えるようになった。食料については食品ロス削減をふくめて耕作放棄地を利用するなど農業振興が重要だと感じた。エネルギーについては太陽光発電もあるが植物を利用することがキイだと思った。結論として、遺伝子組換えやゲノム編集を駆使して、耕作放棄地で日本の得意な作物である稲を食料、飼料、バイオエタノールとして使うこと。コミュニケーションを行い、コメバイオエタノールを実現できるように消費者を巻き込むことが重要だと思う。

## 「日本のエネルギー自給と再生エネルギー」

青森大学名誉教授 見城美枝子氏

メディアの仕事を通じて国内外の農業を見て、日本が食料とエネルギーで自給自足できる国になれるようにと強く願っている。2050年に、カーボンニュートラルを実現すると政府は発表した。日本のエネルギー自給率は12.1%で、世界の中の32位。上位のノルウェーのエネルギー自給率は800%、オーストラリアは300%、しかし各国の内訳をみると、再生エネルギーの自給量はそんなに変わらない。日本も再生エネルギー生産が可能になれば自給の道が開けるかもしれないが、日本の農業従事者は122万人でその平均年齢は68.4歳と高い。エネルギー産業としての農業への若者の参入を期待する。北海道には食料だけでなくエネルギー産業としての農業の道がある。農業従事者にはエネルギー産業としてのもう一つの農業を考えていただきたい。また今回、検討会に加わって取材してみると、汚泥はコストが高いという理由で未利用であることや生ごみのプラントはよい実績があり期待できそうだという事も分かった。日本政府は次世代に向け再生エネルギー自給への道を早急に開くべきだ。

## 「ハイブリッド車が日本の車産業を救う可能性はあるか」

元毎日新聞記者 小島正美氏

日本で自動車産業に従事する人は500万人いる。トヨタは世界トップクラスだが、電気自動車の分野では少し遅れているように見える。それを打開する私なりのビジョンを示したい。電気自動車は一見、環境負荷が少ないように見えるが、実は、部品の原料の採掘、車体の製造、バッテリーの製造や廃棄などに多量の化石燃料を使う。リチウムなどの希少金属も使い、その資源は特定の国に偏在している。電気自動車が二酸化炭素を出していないのは走っているときだけだ。しかし、走っているときでも、充電に火力発電の電源を使えば、二酸化炭素を排出することになる。フランスのように7割が原子力発電なら二酸化炭素の発生は少ないが、日本の発電は7~8割が火力なので、充電時でも二酸化炭素の排出量は多い。その結果、短い距離なら、ガソリン自動車のほうが排出する二酸化炭素は少なく

なる。これに対し、燃費のよいハイブリッド車(プリウスなど)なら、短い距離の走行なら電気自動車よりも優等生といえる。そして、カーボンニュートラルのエタノールを燃料にするハイブリッド車なら、確実に電気自動車と互角か、もしかしてもっと優等生だといえそう。おそらく20-30年後には電気自動車が主流になるだろうが、それまではガソリン車やハイブリッド車は主流のままだろう。日本のコメからエタノールを取り出し、それでハイブリッド車が走れば、国産エネルギーの自給にも役立つし、車産業の維持にも寄与できる。海外で電気自動車が推奨されるのは、トヨタの性能のよいハイブリッド車に勝つための戦略のようにも見える。ここ20-30年間は、バイオエタノールで走るガソリン車やハイブリッド車は十分に有効だと思う。

## 「『新製品開発』と『新市場開拓』は車の両輪」

宮城大学 教授 三石誠司氏

穀物貿易、とくにトウモロコシの輸出数量は近い将来ブラジルが米国を上回るであろう。一方、大豆は世界最大の輸出国がブラジル、最大輸入国が中国である。世界の農産物貿易において米国の地位が変化してきている現在、米国が戦略商品としてのトウモロコシをどう活用しているのかをよく理解する必要がある。かつての米国はトウモロコシの8割を家畜飼料にしてきた。しかし、現在では、食品・種子・工業用(アルコール)が国内飼料用需要を上回る。1970年代と比較すればトウモロコシの生産量は倍増したが、輸出量は現在も変わらず、増加分は国内の新市場である工業用需要が吸収している。その工業用需要の8割がエタノール生産用である。これは米国が戦略商品としてのトウモロコシを徹底活用し、新しい市場を作り出したことに他ならない。仮に日本の戦略商品がコメならば、コメの用途を人の食料・飼料用以外にも拡大し、有効活用を徹底して考え、実行すべき。とくにコメの大生産地である北海道ではこうした視点から将来を考えてほしい。

## 「日本のエネルギー政策とこれからの方向」

アジア成長研究所特別教授 東京大学名誉教授 本間正義氏

エネルギー政策基本法と第6次基本計画では「3EとS」を掲げている。3Eは安定供給(Energy Security)、経済効率性(Economic Efficiency)、環境(Environment)への適合、そしてSは安全性(Safety)。化石燃料使用を減らし、再生可能エネルギーを36~38%にできればエネルギー自給率は30%にあがり、二酸化炭素削減率は45%になる。特に自動車用燃料へのバイオエタノールの活用は有効。

### 1. 強調したいのは脱炭素社会を意識すること

脱炭素社会実現のためにカーボンニュートラル(二酸化炭素を排出しても、それを吸収して収支をゼロにする)を進める。また、我々の生活自体をカーボンニュートラルの方向にしていく。

### 2. 電気自動車をトータルで考える

ものごとには様々な切り口がある。ひとつの切り口からだけでなくトータルで考えなければならない。電気自動車は製造する過程で二酸化炭素をガソリン車の2倍排出する。充電する電気は再生可能エネルギーでは賄えず実際は火力発電でつくられている。発電から廃車までのライフサイクルでみないとトータルでの環境への影響はわからない。

### 3. コストベネフィットを考える

電気自動車について考えるとわかりやすいが、政策をうつときにどれだけお金がかかるか、コストをかけてどれだけかのベネフィットが得られるかを市民が精査できなければならない。税金の使われ方を市民がウォッチしていくことが重要。

## 第2部 質疑応答

参加した大学生から多岐にわたって質問が発せられました(●は参加者、オレンジ色はパネリストからの発言)。

### ●世界ではE10なのになぜ日本はE1.7なのか。

タイはサトウキビ、アメリカはトウモロコシの余剰産物を使ってエネルギーにしている。日本には余剰米があるが「食べ物を燃料にできない」意識がある。また、バイオ燃料税制などがあり、石油業界はバイオ燃料を使うと損をする。日本はエタノールにする国産原料がない、ガソリン業界も協力的でない。日本のE1.7のためのエタノールはブラジルから輸入している(坂西)。

日本ではE10対応車を輸出しており、日本はE10車を製造できるのだから、日本の余剰米を利用してバイオエタノールを作ってガソリンに混ぜてもらいたい(横山)。

### ●バイオ燃料の欠点はなにか。

E100の車はガソリン車に比べて8割くらいしか走れない。その結果、燃費が低くなる。日本はE3までしか認めていない。エタノールは水を吸うのが問題。今の日本の車でE3までは走れる。ガソリンが値上がりしているのでエタノールを入れると安くできるメリットがある。耕作放棄地で米をつくってエタノールにすれば役に立つと思う(坂西)。

### ●アメリカはトウモロコシ以外の穀物でエタノールを作っているか。ワタは?

大豆や綿からは油をとる。トウモロコシの栽培技術が向上し余剰穀物を抱えたのでその消費マーケットとしてエタノールをつくった(三石)。

2000年、バイオマスジャパンでは日本中でバイオエタノールを使う動きがあった。てんぷら油からバイオ燃料をつくらうなどの政策が打ち出されたこともあった。

### ●カーボンニュートラルのための稲作で農家は食べていかれるのか。どのようにサポートしていくのか。日本の生産物が無駄にならないような政策を国や自治体で進めるべきだと思う。

コメからバイオエタノールを作る試みは日本にもあった。当時はコストが高かったので実用化できなかった。

ホクレンのビートから砂糖を作る工場で「くず小麦」でエタノールを作ろうとしたが、原料が足りなくて、よいコムギを使うことになりコストがあわなかった。稲わらも使おうとしたが原料が足りなかった。経済的に採算があえばやりたい人はいるはず(北海道大学名誉教授松田先生)。

国産トウモロコシで不足している餌をまかない、余剰でバイオエタノールにすればいい。

### ●バイオエタノールはデンプンからつくれるのなら、ジャガイモエタノールをつくらないのはなぜか。

東南アジアではキャッサバを使っている。ジャガイモのデンプンから成型した「チップスター」というスナックが製造されているくらいだから、ジャガイモも利用も考えられるのではないかと。

日本ではジャガイモは食料・飼料で使いつくされ、燃料に回すほど余剰作物がない。何を最優先にするのか。グレードの低い作物を燃料にする。食物で使えればそれでいい。何に使えば儲けにつながるか。米が余り、土地が放棄されているなら、それを利用する。耕作をやめた人には慣れている米をつくってもらうのがいい(三石)。

## <バイオ燃料検討会の提言>

2023年4月に公表された「バイオ燃料検討会」の報告書(<https://grainsjp.org/report/eth-sympo-20230602/>)では、専

門家の一人であるアジア成長研究所特別教授、東京大学名誉教授本間正義氏からまとめとしての提言が行われたので、ここに掲載する。

バイオ燃料検討会では、再生可能エネルギーやカーボンニュートラルの理解を深めるとともに、人間にとってのエネルギーのあり方やライフスタイルにも言及し、地球の限られた資源を持続可能的に利用するための社会のあり方を含め議論してきた。ここに検討会で議論となった主要な5つの論点を挙げ、検討会として以下の提言を行う。

**論点1:** 検討の過程で明らかになったことは、エネルギーのあり方に関する一般向けの情報の少なさと、技術者・研究者および政策担当者と一般市民の間の溝の深さである。エネルギー問題は人々の生き方を問う問題であるが、その議論の場がなく報道も技術論に偏る傾向がある。その点の是正つまりエネルギーを生活から考える場を増やさなければならない。

### <提言1>「脱炭素に向けた社会的ネットワーク構築」

脱炭素に向けて、人々はどのように生活様式を変えていけばいいか、節水や節電、食品ロス等の具体的取り組みの輪を広げるために、幅広い社会的ネットワークを構築する。

**論点2:** エネルギーの転換は温室効果ガス(GHG)の増加を抑制するためであり、その方策には太陽光、風力、地熱等様々な方法があるが、輸送部門におけるエネルギーには電気や水素の活用が期待がかかる。一方、それらの生産過程では二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の排出が避けられず、また、コストやインフラ整備の問題が残り、しばらくは低炭素のバイオエタノールの利用を推進する必要がある。そのために、未使用の森林資源や農業残渣、食物残渣等の活用とCO<sub>2</sub>吸収速度の大きい植物の育種などの研究開発が必要である。

### <提言2>「バイオエタノールの原料となる素材の研究・利用の拡大」

バイオエタノールの原料となる植物の生産性向上のための研究開発投資を推進し、一方で、食物残渣や廃油利用を効率的に行うためのシステムを確立する。



バイオエタノール7%混合ガソリンを販売するガソリンスタンド  
(中川物産株式会社、愛知県半田市)

**論点3:** 自動車用燃料として、海外ではバイオエタノールをガソリンに直接10%混合するE10が普及しており、国によっては85%混合(E85)の燃料で走っている自動車もある。しかし、日本では直接混

合すると不具合が起きるとの懸念から、ブタンを異性化させたイソブテンとエタノールを混ぜて製造するエチルターシャリブチルエーテル(ETBE)の形で導入されており、エタノールの利用率は1.7%に過ぎない。日本車でも海外ではE10対応の自動車が走っており、国内でもE10またはそれ以上の混合率でエタノールを活用すべきである。

### <提言3>「自動車用燃料のエタノール利用におけるE10の実現」

日本での自動車用燃料のエタノール利用において少なくとも10%の混合(E10)を推奨することで、エタノール利用率を向上させる。

**論点4:** 現時点の日本では、エタノールの原料の生産は全く行われていない。そのため当面は、広く供給可能な海外からの輸入で賄い利用を進展させるのが妥当である。しかし、エネルギー自給率の向上のためには、エタノールも国産原料で賄うことが望ましい。日本各地の耕作されていない40万haを超える農地(耕作放棄地)を活用し、原料生産を行うことが可能である。たとえば、40万haの耕作放棄地に10トン/haの高収量品種米を導入すれば200万kL近いエタノールが生産できる。これは日本ですべての自動車用燃料にE10を導入したときに必要となるバイオエタノールの約40%に相当する。農地の維持と有効活用は食料安全保障の観点からも重要である。

### <提言4>「コメを原料とするバイオエタノールの国内生産」

耕作放棄地等を活用し、高収量品種の導入等でコメの生産コストを削減、さらに流通インフラ等を整備し、コメを原料とする国内でのエタノール生産を推進する。

**論点5:** 脱炭素社会は、単にエネルギーの節約や二酸化炭素を出さない技術開発だけでは実現しない。我々の生活のあり方を見直し、将来世代にわたる人類の生き方を問題としなければならない。資源が有限であることの認識とその活用に知恵を絞るためには、幼い頃からの教育が重要である。脱炭素と調和するライフスタイルは教育を通じて浸透する。人々は社会が持続可能となる生活様式に変えていくことが求められるが、その基盤となる世代を超えて脱炭素社会の意義を理解するための教育に力を注がなければならない。

### <提言5>「脱炭素社会を目指した意識改革と教育の充実」

脱炭素社会に向けて、人間社会を持続可能にするような生活様式に切り替える必要があるが、そのために、世代を超えて脱炭素の意義を理解し実践する教育体制を整える。

ネットワークに関するご意見、  
ご感想をお寄せ下さい。



**U.S. GRAINS** アメリカ穀物協会  
**COUNCIL**

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目2番20号  
第3虎の門電気ビル11階

Tel: 03-6206-1041 Fax: 03-6205-4960

E-mail: [Japan@grains.org](mailto:Japan@grains.org)

本部ホームページ(英語): <https://www.grains.org>  
日本事務所ホームページ(日本語): <https://grainsjp.org/>