

「昨今の石油事情について」

1 はじめに

筆者の所属する当協会の第3事業部は、防衛省に納入する需品類の「品質証明」を実施することを業務としているが、その中核事業として「航空タービン燃料の品質証明」を当協会の設立以来30年以上実施してきたところである。

今般、航空自衛隊のジェット燃料の燃種変更が予定されており、当事業部が実施してきた「航空タービン燃料の品質証明」事業も燃種変更に伴う検査態勢の変更等が考えられ、当該事業実施へ少なからず影響が有ると予想している。これは、科学技術の進歩発展、経済動向等いわゆる時局の変化に基づくもので、当然の流れなのかもしれない。

このようなこともあって、航空ジェット燃料の燃種に係る石油等全般の動きとして「昨今の石油事情について」紹介して、特に安全保障の観点から、多少の所見を述べてみたいと思う。

ただし、筆者は石油等エネルギーに関して専門家ではなく、記述の多くは他の文献等を参考にしたもので、筆者の誤解、理解不足によるところはご容赦願いたい。

2 わが国のエネルギー事情

(1) 第1次オイルショックまでの状況

世界経済はエネルギー供給の殆どを石油等の化石資源に依存して成り立っているが、わが国においては、エネルギーの自給率は僅か4%（2005年総合エネルギー統計）に過ぎず、食糧の自給率40%（カロリーベース、2014年度）に比し10分の1以下であり、ほとんど無いと言った方が早いかもしれない。

この、供給源を輸入に依存する状態は、明治以降、近代産業の発展とともに化石資源に移行するにつれ、特に石油資源に依存の度合いが大きくなるにつれ顕著になったことで、今に始まったことではない。

太平洋戦争の直接の引き金になったとさえ言われている「A B C D包囲網」による経済封鎖、特に石油等の禁輸措置は、開戦やむなしの決断を許すほど日本にとって致命的なことであったと思われるし、戦後、高度経済成長以降、比較的安価で調達でき、安定的に供給できた石油であるが、第4次中東戦争（1973年、10月）時の第1次オイルショック時に見られたような、「トイ

レットペーパー買占め騒動」など国民のパニック現象ともいえる事態を生起させるなど（ちなみに、第1次オイルショック時の最高値は、WTI 価格で11.65ドル/バレル（【出典】CME Group HP）であり、2014年6月27日現在のWTIの価格は105.74ドル/バレル（【出典】NYMEX期近物））実際の経済に与えた影響よりも、国民に及ぼす心理的影響のほうが重大であったとさえ見える。

(2) 第1次オイルショック以後の政策

このように、わが国における石油等の化石資源を、安定して調達することは国民生活全般に、重大な問題であることは、言をまたない。第一次オイルショック後、次のような政策がとられた。

①「石油の備蓄の確保等に関する法律」（昭和50年12月27日法律第96号）を制定し、石油の備蓄を確保するため時の事情を勘案しつつ、改正を伴いながら継続的に推進している。

②「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」（昭和54年6月22日法律第49号）は、経済的社会的環境に応じた燃料資源の有効な利用の確保に資するため、工場等、輸送、建築物及び機械器具等についてのエネルギーの使用の合理化に関する所要の措置、電気の需要の平準化に関する所要の措置、その他エネルギーの使用の合理化等を総合的に進めるために必要な措置を講ずることを目的としたものであり、これも改正を伴いつつ継続的に推進しているところであり、いまやわが国は、省エネ先進国と言われるほどになった。

③「非化石エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律」（昭和55年5月30日法律第71号）を制定し、石油以外の燃焼の用に供されるもの、石油以外を熱源とする熱、石油以外を熱源とする熱を変換して得られる動力、石油以外から得る動力を変換して得られる電気を、開発及び導入を総合的に推進しようとするものである。

このように、オイルショックを契機に、必要な備蓄を確保し、省エネを推進し、石油に替わるエネルギーの開発を進めてきたところであるが、先にも述べたように、第一次オイルショック時の価格と現在の価格とは、10倍近く現在の価格の方が高いにもかかわらず、国民全般に心理的パニックが生じる気配さえないのは、高値に慣れたきらいもあるが、長年にわたり継続的に上記の政策を実施してきた成果の一端であるかもしれない。

(2) 備蓄と省エネの成果の概要

① 備蓄の確保

現在、石油備蓄と石油ガス備蓄が、それぞれ国の直轄事業としての国家備蓄と民間石油備蓄、民間石油ガス備蓄として実施されており、国家備蓄

は、全国 10 カ所の国家石油備蓄基地と民間石油会社等から借上げたタンクに約 4,796 万 Kℓの原油および石油製品が貯蔵されており、民間備蓄は、備蓄義務のある民間石油会社等により、約 3,610 万 Kℓの原油および石油製品が備蓄されている。

国家備蓄、民間備蓄を合わせた約 8,406 万 Kℓの石油が、備蓄されており、その量を備蓄日数に換算すると約 193 日分(2014(平成 26)年 3 月末現在)となる。

国家石油ガス備蓄基地については、既存設備の有効利用や運營業務の委託等によるコスト削減の観点から、民間 LP ガス輸入基地の隣接地に建設することが決定され、現在全国 5 か所で操業中である。(【出典】独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構ホームページ)

② 省エネ及び代替エネルギーの開発

国内の石油需要は、1999 年をピークに 2020 年には、半減するとの推計もあり(1999 年 246 百万 Kℓ、〈重油、軽油、ジェット燃料、灯油、ナフサ、ガソリン〉、2020 年 133 百万 Kℓ、約 45%減(【出典】石油連盟資料「石油業界の現状とバイオ燃料について」)(*但し、この推計には、福島第一原発事故による原発停止に伴う、火力発電等による所要増は、入っていない。)、国内での石油需要は確実に減少している。

石油需要は経済活動全般に及ぶものであり、生産拠点の海外移転、経済活動そのものの不活発(いわゆる不景気)、経済構造の変化等の影響もあり、減少の全てが、省エネ努力、代替エネルギーの開発、導入によるものとは言えないが、これらの継続的努力の成果の一部であることは間違いないであろう。しかしながら、一次エネルギー供給における石油依存度は低減してきたものの、石油に加え、石炭や天然ガスを含む化石燃料に対する依存度は高い。

このように、着実かつ地道な努力を継続してきたが、石油がわが国の一次エネルギー供給の最大シェアを占める事実には、変わりなく、そして輸入先も、その多くを中東地域に依存する状況も大きく変わっているとは言えない。特に、今後中国、インド等の新興国の経済発展に伴い、2030 年には石油の需要は現在の 1.4 倍に膨れ上がる(「World Energy Outlook 2009」)との予想もあり、価格動向も中東の不安定な政治動向、また、最近では投機マネーの流入等もあって、本来の需要、供給とは別次元で動いている傾向にあり、引き続き、エネルギー政策は、複雑、困難な状況を抱える。

3 米国のシェール革命

石油をはじめとする化石由来の燃料は、有限でありいつかは枯渇するものであると言われ、「後30年」という言葉が数十年にわたり続いてきたような気がするが、探査技術、採掘技術の進歩から、新たな油田等が発見、開発されている。有限であることには間違いはなかろうが、後何十年という単位はあまり説得力がなくなった。

米国では採掘技術の進歩から、シェール層と呼ばれる岩盤に含まれる原油層から、シェールガス、シェールオイル（ガソリンや軽油が取れる割合が高いと言われる軽質油に分類される原油）が産出されることとなった。特に、供給過剰で安くなっているシェールガスより、シェールオイルの開発が増えていると言われる。

シェールオイルの油田開発が進み、米国は原油の輸入大国から輸出国に様変わりしようとしている。（日量ベースで、08年に約500万バレルだった米国全体での原油生産量は14年に800万バレル以上に急増した。これに伴い、07年に1000万バレルだった輸入量は現在800万バレルを下回った。）国際エネルギー機関（IEA）は「米国は15年にも世界最大の産油国になる。」と予測する。（【出典】読売新聞2014年8月17日報道）

シェールガス、シェールオイルの開発、増産は米国の経済に与える影響も大きく、株価も上昇しており、雇用状況も好転している。このことから、「革命」の呼称にふさわしいが、報道にもあるとおり、米国は第一次オイルショックを受けて1975年に「エネルギー政策・保存法」（ECPA）を制定し、同法により、原油の輸出を原則禁止していたが、米国内の原油在庫が過剰になり輸出禁止の緩和の動きがでてきている。（ちなみに、米国の戦略石油備蓄（SPR）は6億9,600万バレルで世界最大の国家備蓄である。）

わが国は、原油の輸入の8割を中東に依存しており、米国の原油輸出の緩和が現実のものとなれば中東の依存度を低下でき、安全保障上のメリットは大きい。また、シェール層自体は各大陸に分布していると言われるが、わが国では、本年（平成26年）4月に石油資源開発が秋田県由利本荘市の鮎川油ガス田において国内初となるシェールオイルの商業生産を開始したが量は期待できない。

4 国産エネルギーの開発

(1) エネルギー供給構造高度化法について

ア 制定の背景

「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」（平成21年法律第72号。以下「エネルギー供給構造高度化法」という。）は、前述の「石油代替エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律」が制定され、これまで、同法に基

づき石油代替エネルギーの施策が講じられたところであるが、①わが国のエネルギー供給の推移及び各国との比較 ②世界のエネルギー需要の増大 ③資源価格の変動など、エネルギーを巡る情勢を分析し、一次エネルギー源ごとの特性を評価し、エネルギー供給構造高度化の推進の必要性から制定された。(【出典】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の制定の背景及び概要、平成22年11月資源エネルギー庁)

特に、新興国の経済発展による化石燃料の需要の増大、これに伴う価格の高騰または大幅な変動、地球規模の問題である化石燃料の使用に伴って発生する温室効果ガスの削減が強く意識されたものとなっている。ありていに言えば、「金さえ出せば買える時代ではない。」との認識にたって、制定されたものとの感が強い。

イ 概要

この法律は、エネルギー供給事業者に対し、非化石エネルギー源の導入拡大及び化石燃料の高度かつ有効な利用を図るべき誘導的規制措置として制定された。

原子力、太陽光及び風力等の非化石電源の利用、バイオマスの利用及び石油製品や都市ガスの製造工程におけるロスの減少等の取り組みを通じて、電気事業者、ガス事業者及び石油事業者等の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を促進することで、エネルギーの安定的かつ適切な供給の確保を図ることを目的としている。

そのため、「基本方針」を経済産業大臣が策定し、事業者が判断のよりどころとなる目安を示すためのガイドラインとして、事業者の事業ごとに「判断の基準」を示し、一定規模以上のエネルギー供給事業者に対し、「計画の作成及び提出」を求め、判断の基準に照らして取組の状況が著しく不十分な場合には、経済産業大臣は、当該事業者に対し「勧告・命令」を行うこととなっている。

ウ 基本方針

「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基本方針」(平成22年経済産業省告示第160号)によれば、石油供給事業者が講ずべき措置の基本的な事項として示すものを、一部要約してみると、

①エネルギー源の多様化、地球温暖化対策の観点から、バイオマスを原料として製造される輸送用燃料(以下「バイオ燃料」とい言う)を導入する。その際、バイオ燃料は揮発油等のライフサイクルアセスメント(以下

「LCA」という。)での温室効果ガス排出量と比較して一定以上の温室効果ガス排出削減効果があるものとする。

②バイオ燃料を円滑に導入するために、インフラ環境の整備に努めること。

③バイオ燃料のうち、食糧と直接競合せず、生態系への影響も少ない草本、木本等のセルロース又は藻類等を原料として製造されるもの(「次世代バイオ燃料」)の技術開発に努めること。

④バイオ燃料の原料の需給が食糧価格に与える影響を回避できるよう十分に配慮すること。

⑤バイオ燃料を調達する際には、調達するバイオ燃料の生産による原料生産国の生態系への影響を回避すること。

となっており、また、石油供給事業において国の為すこととして、

①LCAでの温室効果ガス排出量について、根拠となるデータ、算出過程等を広く国民に明らかにし、適正に評価し、適宜見直すこと。

②必要に応じて、関係省庁で連携して、国産バイオ燃料の増産及び次世代バイオ燃料の技術開発を促進し、国産バイオ燃料及び次世代バイオ燃料が国民の許容しうる合理的な価格で普及していくよう所要の環境整備に取り組むこと。

③・・・以下略
などを示している。

エ 判断基準

「非化石エネルギー源の利用に関する石油精製業者の判断の基準」(平成22年経済産業省告示第242号)において、石油精製業者が非化石エネルギー源の利用の実施方法として揮発油にバイオエタノールを混和して自動車用の燃料として利用するものとし、目標総計は、以下のとおり示している。

2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
21万 Kℓ	21万 Kℓ	26万 Kℓ	32万 Kℓ	38万 Kℓ	44万 Kℓ	50万 Kℓ

(単位は原油換算量(万Kℓ))

そのほか、実施方法、計画の提出、目標達成の手段、バイオエタノール価格高騰時の措置及びGHG(Green House Gas、温室効果ガス)排出量の算定及び削減の基準について示されているが、ここでは省略する。

(なお、「エネルギー供給構造高度化法」は、制定以降数次の改正が実施さ

れており、告示についても改正または改正の検討を実施中である。）

(2) 石油各社の取り組み

石油連盟資料「石油業界のバイオ燃料への取組みと持続可能性等の課題について」（2012年7月、石油連盟）の資料によれば、

①2007年4月より、バイオガソリン（バイオETBE配合*）の試験販売を開始し、2010・2011年度原油換算21万Kℓのバイオ燃料の導入目標は完全達成した。

②2008年7月にはバイオエタノールの長期安定調達のため、ブラジルで、経産大臣と開発商工大臣の立会いの下で購入に関する覚書を締結した。2009年9月からは国内（北海道）で生産されたバイオエタノールの引き取りを開始した。（2012年度以降、3万Kℓ/年の引取予定）

③エネルギー供給構造高度化法における非化石エネルギー（バイオエタノール）の導入目標を達成すべく、2017年度には、原油換算50万Kℓの導入拡大に取り組む。

④導入拡大にあっては、LCAでの温室効果ガス削減効果（ガソリン対比50%以上）、食料競合や生物多様性など持続可能性基準を遵守するとともに、消費者の安全・安心を確保するため、引き続きバイオETBE方式による利用を進めて行く。（*バイオガソリンとは、バイオエタノールと石油系ガス（イソブテン）の合成により製造されるバイオETBEを配合したガソリンのことをいう。大気環境に悪影響を及ぼさないこと、車の安全性や実用性能を損なわないことに鑑み、このバイオETBEを配合したガソリンの導入を進めている。バイオETBEとは「エチル・ターシャリー・ブチル・エーテル」の略称で、バイオエタノールと石油系ガスであるイソブテンを合成して製造される物質である。ETBEは水分や蒸気圧の管理が必要なエタノールよりも、ガソリンになじんだ性質を持っており、ガソリンに7%程度まで混合しても自動車の性能に影響がないことが確認されている。）

以上のように着実な取り組みが述べられているが、反面重要な問題点として以下の事項を指摘している。

①LCAの温室効果ガス削減効果

- ・LCAの温室効果ガス（GHG）削減効果の高いエタノールは限定的。高度化法において導入された基準（GHG削減効果50%以上）を満たすのはブラジルの既存農地から生産されたサトウキビを原料としたエタノールのみで、量的拡大はほぼ不可能であること。
- ・欧州では、LCA評価に「間接的土地利用変化」*による影響を加える動きが有り、今後バイオ燃料の導入目標（2020年に10%など）の

政策等が大きく変更される可能性があること。（*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が別の土地で生産されることに伴う土地転換の影響）

②供給安定性

- ・バイオ燃料の導入の積極的な欧米では、地球温暖化対策よりも国内農業振興とエネルギーセキュリティ確保を目的としているため、自国内での生産消費（国内消費）が原則であること。

- ・わが国で2020年までに導入量を大幅に拡大しようとするれば、バイオエタノールの供給はブラジル一国に限られ、セキュリティ上の問題となる可能性があること。

- ・2011年、これまでエタノールの最大供給国であったブラジルは、天候不順によるサトウキビの不作などにより、生産量・純輸出量は大幅に減少したこと。

③食糧競合（ランドラッシュ含む）の回避

- ・2008年の小麦など食料価格高騰の要因のひとつに、バイオ燃料の利用拡大があったと言われ、食料供給を脅かすことがないように、バイオ燃料の原料には、廃棄物や未利用バイオマスの利用を推進することが求められていること。

- ・バイオ燃料・食料の増産により、多くの途上国において、大規模な開発、あるいは開発名目のもと、土地の買い上げや囲い込みが進行していること。（ランドラッシュ）

④次世代バイオとバイオマス資源の最適利用

- ・石油各社は、食料供給に影響を与えることもなく、さらにLCAの温暖効果ガス削減効果が高いセルロース原料からの次世代バイオ生産技術の開発を積極的に行っていること。

- ・2018年以降のバイオ燃料の導入は、数値目標ありきではなく、持続可能性の確保に加えて、次世代バイオの実用化・国産化への道筋がついた段階で検討すべきであること。

- ・バイオマス資源を燃料利用するだけでなく、資源の効率的利用・GHG削減効果の観点から、熱や電気の発生源として利用するなど、バイオマス資源の最適利用も検討すること。

以上のような指摘は、まったく妥当なものであり、言い換えれば「以前は「石油代替エネルギー」として、液化天然ガス、石炭、原子力等輸入源の多角化を推進し、今度は地球温暖化対策として「非化石エネルギー」としてバイオ燃料への導入を促しているが、エタノールでは輸入にたよる実

態は変わらず、食料危機と言う問題も引き起こしかねない、そして今、最も可能性の高い次世代バイオ燃料の開発（国産）には事業者ごとに目標を定めるのではなく、エネルギートータルとして考えるべき。」との指摘であろう。

(3) 福島第一原発事故の影響

次世代バイオ燃料の紹介の前に、福島第一原発事故の影響について少しだけ触れておく必要がある。

事故の影響で、現在全ての原発は停止しており、わが国のエネルギー政策に重大な影響を与えている。全原発の即時全面停止の主張には、現実を考えると直ちにくみするものではないが、では、従来のように再稼働し、また、今後その比率を増加して行けるかは、国民世論を二分する議論となることが予想される。

原子力発電はCO₂を排出しない、地球温暖化対策の重要な柱（原料を輸入に依存する点では石油等と同じ。）であったが、現在、その稼働停止に伴い電力の不足を火力発電の焚き増しにより補っている。

太陽光、風力、中小水力、バイオマス、地熱発電等自然エネルギー等の利用では、現状まったく不足するし、緊急対応としての火力発電の焚き増しにも設備の老朽化等限界があると言われている。いずれにせよ、それに係る燃料費（LNG、石油、石炭）の増加は、2011年度実績、2.3兆円、12年度実績、3.1兆円、13年度推計、3.8兆円と言われている。（【出典】「エネルギーコストと経済影響について」（平成25年度8月、総合資源エネルギー調査会資料））

原発再稼働の是非、時期、規模等の問題は、わが国の経済なかんずく国のありかたを問う問題になるかもしれない、冷静かつ現実を見据えた議論が必要で、感情的、ヒステリックな主張は、国の土台を危うくしかねない。原発停止の影響で、化石エネルギーの輸入を増加しなければならない状況は、地球温暖化対策、エネルギーの輸入依存の対策とは、逆の方向であるが、緊急の処置としてはやむを得ない。逆に非化石エネルギーの開発への強い後押しと、国民一丸となって、導入を促進する契機となることが強く望まれる。

(4) 次世代バイオ燃料（藻類バイオマスエネルギー）の概要

ア バイオマスとは

バイオマスとは、元来は「生物現存量」を意味する。生態活動に伴って生成するもの、または生態学の分野で植物、微生物体の有機物を物量換算した量を表す言葉であったが、石油ショック以降は「エネルギー源としての生物資源」の意味を含むようになった。

バイオマスを用いた燃料は「バイオ燃料」とよばれ、バイオマスから得られるエネルギーを「バイオエネルギー」、または「バイオマスエネルギー」と言う。

バイオマスが燃焼することにより、放出されるCO₂は、生物の成長過程で光合成によって大気中から吸収されたCO₂であり、大気中のCO₂濃度の上昇に影響しないカーボンニュートラルなエネルギー源である。

微細藻類は、一般に水中に存在する顕微鏡サイズの藻でその多くは植物と同様に太陽光を利用し、CO₂を固定して炭水化物を合成する光合成を行い、代謝産物としてオイルを産生する。

微細藻類によるバイオ燃料は、植物由来のバイオ燃料に比べて、桁違いに生産効率が高く、またトウモロコシなどのように食品利用との競合しないため、次世代バイオ燃料として大変注目されている。

イ 藻類バイオマスの特徴

- ①藻類のオイルの潜在的生産能力は、油脂植物の数十～数百倍
- ②生産に要する面積が少ない。
- ③食料と競合しない。
- ④生産に耕作地は不要（休耕地は活用）
- ⑤石油の完全代替となる炭化水素を生産する種が存在

ウ オイルを産出する主な藻類

○ボトリオコッカス

ボトリオコッカスは、炭化水素のオイルを産生することで知られている。オイルは細胞外マトリックスに豊富に含有されているほか、細胞内に油滴の形で存在している。代表的な炭化水素の1つに、ボトリオコッセンがあり、石油や石炭の代替資源として有望視されている。

ボトリオコッカスは倍加時間が3日以上と、増殖が遅い代わりに、炭化水素含有量は細胞乾燥重量の6割以上にも達する。現在、耕作放棄地を用いた大量培養の研究や、排水を利用した培地の開発が進められている。理論上は、必要な耕作面積、得られるオイル収量ともに、大豆やトウモロコシなどの陸上作物よりも効率面ではるかに優れているため、カーボンニュートラルな再生可能エネルギー資源として期待されている。

神戸大学で開発された「榎本藻」もボトリオコッカスで、(株) IHI、(有) ジーン・アンド・ジーンテクノロジー、(株) ネオ・モルガン研究所によって設立された IHI NeoG Algae 合同会社で実用化に向けた開発が進められている。

○オーランチオキトリウム

オーランチオキトリウムは、海産ないし汽水産の単細胞微生物で、光合成をせず、有機物を吸収して従属栄養で増殖する。コンブやワカメなどの褐藻類や珪藻類などの不等毛植物に近いラビリンチュラ類やブレツボカビ科に属することから、従属栄養藻類とよばれる。栄養細胞は直径約 5 μ m から 20 μ m 程度のほぼ球形で、運動性はない。培養条件によっては 2 本の鞭毛で泳ぐ、遊走子を形成することがある。

一般に、オーランチオキトリウムは増殖が速く（倍加時間が 2 時間を切る報告もある。）、また、高い脂質生産能をもっている。乾燥重量あたりの総脂質含量が 7 割を超す例もある。多くは、DHA（ドコサヘキサエン酸）などの高度不飽和脂肪酸を産生することが知られているが、近年、炭化水素スクアレンを乾燥重量あたり 20%（従来種の数百倍）以上産生する株が筑波大学渡邊教授の研究グループによって発見された。

スクアレンは、健康サプリメント、医薬品、化粧品に利用されるほか、バイオ燃料やプラスチックなどの化学製品の原料としても利用可能であることから、大量培養の研究が進められている。

○シュードコリスティス

5 μ m 程度の緑色単細胞植物で、デンソーの藏野博士らが（株）海洋バイオテクノロジー研究所時代に温泉地から単離した。光合成により CO₂ を吸収して増殖し、トリグリセリドを蓄積するが、少量の軽油相当の炭化水素も含有する。窒素飢餓条件でトリグリセリドを細胞内に蓄積する。

現在、窒素欠乏下で油が溜まるメカニズムを分子レベルで解明中で、（株）デンソー、慶応大学、中央大学などで研究が進められている。

（【出典】一般社団法人 藻類産業創生コンソーシアムホームページ）

エ 藻類バイオマスの研究の一例

上記のような、種々の藻類の発見等により、藻類バイオマスの研究は確実に進捗しており、筆者が特に注目するのは、2013年に「戦略的イニシアティブ（S）『藻類バイオマス・エネルギーシステム研究拠点』として認定された、筑波大学での研究、開発である。

本拠点は、藻類バイオマス研究発展のため、各プロジェクトの円滑な遂行や国際・産学官・地域連携の推進を行うもので、「つくば国際戦略総合特区『藻類バイオマスの実用化』実証フィールド」、「東北復興のためのクリーンエネルギー研究開発推進事業『微細藻類のエネルギー利用に関する研究開発』」、及び企業との共同研究、受託研究を実施する「藻類産業創生コンソーシアム」そして海外の大学・研究機関との連携を推進している。

ここで、研究されているのは、ボトリオコッカスとオーランチオキトリ

ウムの2種類の藻類を複合的に活用するハイブリッド・システムである。研究の細部は省略するが、このシステムの一部を取り入れた実証実験は、国内ですでに行われている。筑波大学のあるつくば市では「つくば国際戦略総合特区」の試みとして、2012年度より、藻類の屋外大量培養技術の確立に向けた実証実験が進められている。また、宮城県丸森町に近い仙台市の南蒲生浄化センターでは、2013年5月から筑波大学、東北大学、仙台市の共同で、オーランチオキトリウムから炭化水素を得るための「藻類バイオマス実証実験」が始まった。

このハイブリッド・システムを耕作放棄地などで利活用して藻を増殖すれば、将来日本が産油国となることも理論上は可能となる。有機物や窒素・リン等藻類の栄養となる資源の賦存量が十分あると仮定すると、日本の休耕田のわずか5%、琵琶湖の3分の1の広さがあれば、日本の年間エネルギー輸入量を賄うことができるという。そして何よりこの藻類バイオエネルギーの大きなメリットは、石油代替エネルギーであるので、既存の石油インフラがそのまま使用できることで、水素ステーションなどをわざわざ造らなくてすむし、プラスチックなど石油製品も生産できるものである。（本研究の中心的人物として研究を推進しているのは、筑波大学生命環境系・渡邊信教授である。）

年間エネルギーの全てを賄うか、どうかは今後の進展次第であろうが、すでに実験室レベルの話ではなく現実の段階であり、近い将来非常に期待できる事業とみており、産、官、学を挙げての一層の推進を期待するものである。

5 将来の非化石エネルギーの動向について

わが国では、現在までエネルギーの多くを化石エネルギーそして海外からの輸入に頼ってきた。原子力も原料であるウランを輸入していることには変わりはない。現在、福島第一原子力発電所事故の影響で、輸入量は増大している。

米国のシェール革命で、シェールガス（またはオイル）の輸入、また、ロシアからの天然ガスの輸入等、調達源の多角化等検討、推進がはかられているが、「他国の事情に負うところが大きい。」ことも否定できない。

現在、自国で非化石エネルギーの生産にも努力を継続しているが、太陽光、風力、地熱、潮力等の自然エネルギーによる発電は、可能性は秘めているとは言え、国土狭隘で地積を得ることが困難という宿命的問題と自然破壊、他産業への影響等もう一段の技術的、経済的ブレイク・スルーが必要と思える。

藻類によるバイオ燃料は、特に自国での生産は、石油類似品そのものを作ろうとするもので、石油代替エネルギーであり、地球温暖化対策に適したカーボンニュートラルなエネルギーである。

欧米では、バイオ燃料研究・開発はわが国より進んでいると言われ、特に、シェールオイルの開発、増産で近い将来原油輸出国になろうかとする状況の中で、米国防省は空軍で2016年までに使う燃料の半分をバイオ燃料に置き換えるという目標を立て、海軍、陸軍でも同様に具体的目標があるという。（【出典】無限大WEB渡邊教授）

これは、地球温暖化対策に熱心であることもさることながら、将来にわたって、航空機の燃料として、有用かつ有効であるとの証左ではないか。つまり、まだ、航空機には水素、電池、その他ガス等の他エネルギーでは、技術的に代替できないとの判断ではなかろうか。

民間においても、世界の航空機数は今後20年で倍増し3万5千機になる見通しで、ジェット燃料は原油の精製過程で一定の比率（原油の油性にもよるが、JP-4で15～20%程度）しか生産できないことから、さらに、価格は高騰すると見込こまれ、航空機向けでは、ボーイング社やエアバス社（日本では伊藤忠商事）が中心となり、農家、製油会社、航空会社、行政などからなる生産プロジェクトを各地で設立し、世界中の空港にバイオ燃料が備蓄されるシステム作りを目指している。（【出典】日本経済新聞 電子版 2014年8月7日）

石油元売り各社でも、JX日鉱日石エネルギーでは、ミドリムシを原料としたバイオ燃料を共同研究、2018年事業化、2020年量産化を目指しており、出光興産でもペトロベトナムグループと共同でジャトロファという植物の種子を原料としたバイオ燃料の事業化を目指している。石油会社以外では、前述したように、IHIやデンソーでも事業化、量産化を目指している。

このように、航空燃料の世界では、バイオ燃料の導入は、喫緊の事項となっているが、わが国では、エネルギー供給構造高度化法の「判断基準」において、石油供給事業者には自動車用燃料としての、揮発油にバイオエタノールを混和して自動車用の燃料として利用を推進することを求めている。

自動車用燃料（ガソリン）は、国内消費分として航空燃料の10倍以上、まさしく桁違いであり、これを抑制しようとするのが、本命中の本命であろうが、自動車は、水素を原料とする「燃料電池」により走行するもの、「電気」で走行するもの及び現有のハイブリッド車等があり、（もちろんバイオガソリンもある。）電気、水素でその性能拡大を競っている。ま

た、そのための補給基地（ステーション）の整備も誰が、どのように進めて行くのかの問題もあり、石油供給事業者としては、今一步積極的に踏み込みにくい状況と考えられる。石油供給事業者として、最もバイオ化を推進すべきは、航空燃料ではないか。

6 おわりに

平成26年の夏も全国各地で、想定外のゲリラ豪雨に見舞われ被害が続出した。これも地球温暖化の影響とするのは短兵急すぎるが、この地球温暖化防止対策のためのCO₂排出抑制は、全世界での課題として、深刻な問題となっている。福島第一原発事故による石油、ガス等の消費が拡大しているが、非常時の処置であって、いつまでも許されるとは思えない。特に先進国であるわが国の責任は重い。

非化石エネルギーへの転換は、国をあげての重要事業であり、地球温暖化防止対策及び安全保障の面からも、防衛省、航空自衛隊も積極的にコミットしてもらいたいと願うものである。少なくとも、平時練成訓練で使用する燃料は、自国生産のバイオ燃料で賄えるようになれば、石油備蓄と相まって抑止力は一層向上する。研究、開発、導入で最もネックになるのは、コストの問題で、量産化し商業ベースにのるまでは強力な政府としての後押しが必要である。安全保障に直接かかわるコストは、単なる経済面からの計算とは異なるはずである。

参考資料等

「石油業界の現状とバイオ燃料について」（2010年8月12日）石油連盟

「エネルギー供給構造高度化法」に基づく石油精製業者向け告示改正について（資料）（平成26年）資源エネルギー庁、資源・燃料部

「エネルギーコストと経済影響について」（平成25年8月）総合資源エネルギー調査会資料

「渡邊信研究室、藻類バイオマスエネルギーの実用化」

(<http://www.algae-baiomass-tsukuba.jp/watanabe-kaya-lab/02project/index.html>)

「藻類バイオマスとは 藻類産業創生コンソーシアム」

(http://algae-consortium.jp/about_algaebiomass)

「藻類が日本を産油国にする」

(<http://www.mugendai-web.jp/archives/339>)

「石油業界のバイオ燃料への取組みと持続可能性等の課題について」(2012年7月) 石油連盟

「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の制定の背景及び概要」(平成22年11月) 資源エネルギー庁 総合政策課編

「バイオ燃料は環境・エネルギー問題に有効か?」(松田 智・静岡大学工学部)

その他新聞報道等