

米国連邦政府によるバイオ燃料促進政策の動向¹⁾

堀江 哲也*、有村 俊秀**

I. はじめに

2011年12月にダーバンでCOP17が開かれ、京都議定書の5年延長が取り決められたが、従来どおり、延長された京都議定書への米国の参加はなかった。COP17の結果からも、今後、米国が国際交渉の場で、法的拘束力を持つ温室効果ガス削減目標を掲げることを含めた多国間協定に参加することは難しいと考えられる。また同時に、温室効果ガスの削減目標を持った独自の国内温暖化法案は、米国内ではいまだ成立していない。しかしながら、米国が温暖化対策に対して消極的であることは必ずしもいえない。特に国内で推進されているエネルギー安全保障政策は、温室効果ガスの削減と併せて議論が進められている。特に、エネルギー安全保障政策の根幹を担う再生可能エネルギー促進政策は、温室効果ガスの排出量削減にも繋がる。

本稿では、米国連邦政府が進めている再生可能エネルギー促進政策の内のバイオ燃料促進政策に焦点を当て、その動向を紹介する。2000年代後半より、バイオ燃料は風力発電とともに、米国の再生可能エネルギー供給の中心的な存在となっている。バイオ燃料は植物を原料とするため、再生可能であると同時に、生産から燃焼までの間に排出する二酸化炭素の量が代替燃料であるガソリンやディーゼルよりも少ない。それゆえ、米国の直面するエネルギー安全保障問題と、温暖化問題の両問題の解決への貢献を期待することができるのである。

本稿の構成は以下のようになっている。次節では米国におけるエネルギー供給状況についての外観を行い、全エネルギー供給の中におけるバイオ燃料の位置を把握する。次いで、第Ⅲ節では初期のバイオ燃料生産促進・普及政策を見る。第Ⅳ節では、さらなるバイオ燃料の普及を目指したバイオ燃料使用義務量の設定について述べる。また同時に、2000年代より始まるバイオ燃料の第2世代バイオ燃料と先進バイオ燃料の開発援助政策について述べる。第Ⅴ節では、バイオ燃料促進政策が抱える問題について言及し、第Ⅵで結論を述べる。

II. 米国におけるエネルギー供給状況

まず米国におけるエネルギーの供給状況について概観しよう。図1に示されているように、米国における第1次エネルギー供給源は、主に化石燃料（石油、天然ガス、石炭）である。しかし第1次エネルギーの総供給源に占める化石燃料の割合が次第に低下していることが分かる。2000年には化石燃料は石油、天然ガス、石炭を合わせて、総エネルギー供給量（消費量ベース）は86%あったが、2010年には83%にまで減少している。特に石油は、23%から21%へと割合を低下させている。これは、1980年代から2000年代までの30年間に石油価格の高騰を4回経験した米国政府のエネルギー安全保障政策を反映している。

* 上智大学・環境と貿易研究センター

E-mail : tetsuya.horie@sophia.ac.jp

** 上智大学・経済学部、同・環境と貿易研究センター

まず、第1回目の石油価格の高騰は1980年のイラン・イラク戦争勃発による、第2次オイルショック時の価格高騰である。第2回目の価格高騰は1990年の湾岸戦争による価格の高騰である。第3回目は1999年と2000年のアジア通貨危機によって石油需要の減少した際に、原油の価格下落を回避を目的としてOPECが原油を減産したために生じた価格高騰である。第4回目は2003年から2008年まで続いた価格高騰である。この価格の高騰は3つの要因によるものであった。1つめの要因はイラク戦争であった。2つめの要因は2005年のハリケーン・リタとハリケーン・カトリーナ、および2008年のハリケーン・アイクによるメキシコ湾沿岸における原油精製所への被害である。3つめの要因は中国などの新興国において原油需要が拡大したことであった。この4回目の石油価格の高騰によって、米国は大きな貿易赤字を経験することになった。元来、米国における石油供給量の60%以上は輸入によって賄われている。2007年の石油価格の高騰によって、米国の総石油輸入額は2002年の約3倍の額に当たる3270億ドルに達し、貿易赤字の40%以上が石油の輸入によるものであった（James III Institute for Public Policy of Rice University and Rice University's Department of Civil and Environmental Engineering, 2010）。上記の4回の石油価格の高騰を経験する中で、米国政府はエネルギー安全保障政策として、OPEC諸国への石油供給依存度の低下と、第1次エネルギー供給源としての石油への依存度の低下を目指すようになったのである。石炭については、2000年代全体を通して供給量に占める割合はほぼ一定である。

天然ガスは、化石燃料の中では唯一増加傾向にある。天然ガスによる第1次エネルギー供給量は2007年までは減少傾向にあるが、2007年以降は増加傾向に転じていることが分かる。これは、天然ガスの掘削技術の進歩によるところが大きい。すなわち、水平掘削や水平破碎技術といった費用効率性の高い天然

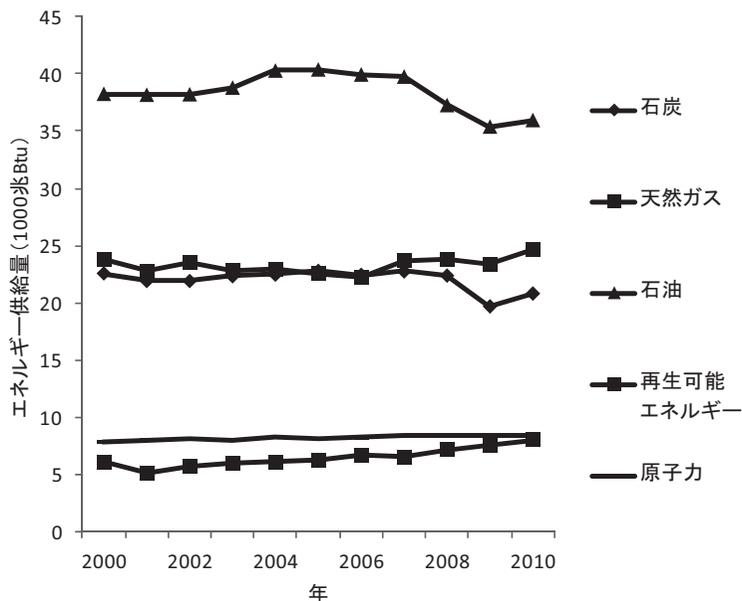


図1 米国における第1次エネルギー供給源（消費量ベース）の変遷（2000-2010）

出所：U. S. Department of Energy, Energy Information Administration（2011）より筆者作成。

ガス掘削技術が使用可能となり、非在来型天然ガス（タイトガス、炭層ガス、シェールガス）の開発が可能になったのである。米国内に天然ガスは存在し、かつ費用効率的なガス掘削が可能となったため、天然ガスは石油よりもより安定した供給が見込まれるのである。また、天然ガスは化石燃料とはいえ、燃焼時に発生させる二酸化炭素量が化石燃料の中で最も低いため、温暖化対策とも整合的なのである。

エネルギー安全保障政策と温暖化対策が進み、石油と石炭への依存が低下する中、注目を浴びたのが再生可能エネルギーであった。図1に示されているとおり、再生可能エネルギーは化石燃料の減少とは対照的に増加傾向にあり、供給源に占める割合も2000年から2010年までの間に6%から8%へと増加している。この再生可能エネルギーの供給量の伸びを牽引したエネルギー供給源は、バイオ燃料と風力である²⁾。

図2は、2000年から2010年までの再生可能エネルギーの構成の変遷を示している。2000年には再生可能エネルギーの主な供給源は水力と木質ペレット³⁾であった。しかし、その後2010年までの間に、水力による第1次エネルギー供給量は2800兆Btuから2500兆Btuまで（再生可能エネルギー供給量に占める割合は46%から31%まで）減少している。同様に、木質ペレットによるエネルギー供給量は、2300兆Btuから2000兆Btuまで（再生可能エネルギー供給量に占める割合は37%から25%まで）減少している。一方で、バイオ燃料と風力によるエネルギー供給量が増加している。バイオ燃料は2000年では200兆Btuであったが、2010年には1900兆Btuまで（再生可能エネルギー供給量に占める割合は4%から23%まで）、風力は100兆Btuであったが1000兆Btuまで（再生可能エネルギー供給量に占める割合は1%から11%まで）増加した。また太陽光による供給量の伸びは小さく、70兆Btuから100兆Btuまで供給量を増加させるに留まっている。

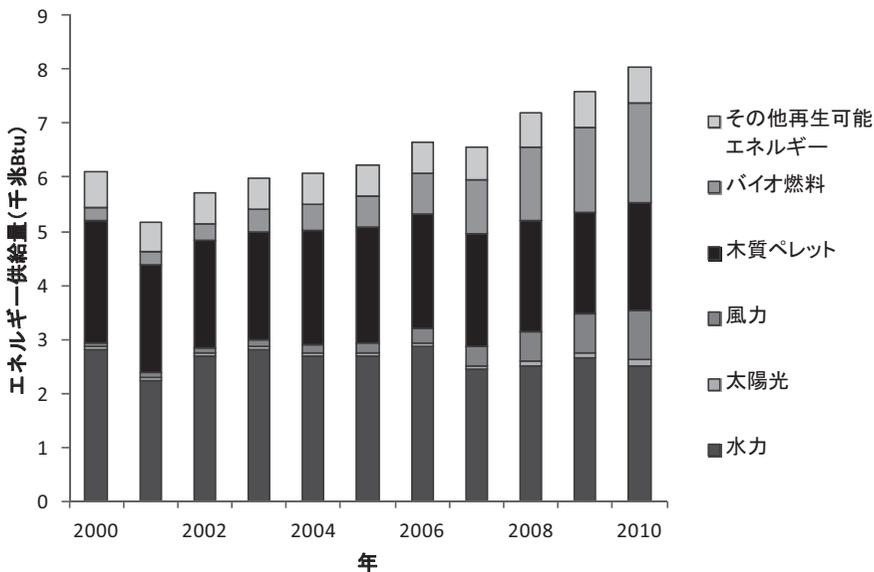


図2 再生可能エネルギーの構成（消費量ベース）の変化

出所：U. S. Department of Energy, Energy Information Administration (2011) より筆者作成。

III. 連邦政府による初期の生産・普及促進政策

前節で述べたバイオ燃料による供給量の増加は、連邦政府による積極的な生産・普及促進政策によるところが大きい。本節では、米国の連邦レベルで進められているバイオ燃料促進政策について考察をすることにしよう。バイオ燃料促進政策は、エネルギー安全保障と温暖化対策がその背景にある。そこで、まずバイオ燃料は、化石燃料に対して持つ2つの利点について考えることにしよう。まず、第1の利点に化石燃料は枯渇資源であるのに対し、バイオ燃料は再生可能資源であるということが挙げられる。第2の利点はバイオ燃料の燃焼は、大気中の二酸化炭素を増加させない可能性があるという点である。バイオ燃料の原料は植物であり、植物はその組織を組成する際に二酸化炭素を大気から吸収する。バイオ燃料の燃焼時には、原料である植物が吸収した二酸化炭素を大気に放出することとなるため、バイオ燃料の燃焼は、大気へ新たな二酸化炭素を追加しない可能性があるのである。さらに原料となる植物の育て方によっては、大気中の二酸化炭素を削減する可能性すらある。原料となる植物が死に土壤と混ざり合うと、組織内に固定した炭素は地中に蓄積される。たとえば後述する第2世代バイオ燃料の原料として使用される植物は、その体の3分の2以上が根であり地中に埋まっている。原料として伐採された後に地中に残る根が枯死し、土壤に混ざり合うと、大気より吸収され組織内に固定された炭素は、地中に蓄積されるのである。以上の2つの利点から、バイオ燃料促進政策はエネルギー問題対策と温暖化対策に貢献する1つの政策手段となり得るのである（Tilman ほか, 2006）。

図3は、米国におけるバイオ燃料の総生産量の推移を示している。バイオ燃料には、バイオエタノールとバイオディーゼルの2種類がある。バイオエタノールはガソリンの代替燃料であり、主にトウモロコシ、麦、テンサイ、芋を原料としている。バイオディーゼルはディーゼルの代替物であり、大豆、菜種、やし、ひまわりを原料としている。米国において、バイオエタノールとバイオディーゼルの主要な原料はそれぞれトウモロコシと大豆である。図3から分かるように、米国ではバイオディーゼルと比べて、バイオエタノールの生産が圧倒的に進んでいる。バイオエタノールは、1980年代、90年代を通じて徐々に生産量を増加させているが、2000年代に入ると急激に生産量を増加させていることが分かる。一方で、バイオディーゼルは、2000年半ばになりようやく生産量が増加し始めるが、2009年と2010年には生産量は減少傾向に転じている。これらのバイオエタノールとバイオディーゼルの生産量の動きは、米国におけるバイオ燃料促進政策、石油価格の高騰、およびトウモロコシや大豆といったバイオ燃料の原料の価格の高騰を反映したものとなっている。以下では、米国におけるバイオ燃料促進政策の変遷を見ていくことにしよう。

バイオエタノールが政府の注目を集めたきっかけは、1970年から始まった米国におけるガソリンの無鉛化対策と1973年に起きた第1次石油危機による原油価格の高騰であった。1963年に大気汚染防止のために制定された大気浄化法（Clean Air Act of 1963 : CAA 1963）は、1970年に改正された際（Clean Air Act of 1970 : CAA 1970）に、ガソリンに添加されている鉛化合物に対する規制が含まれた。鉛化合物は、ガソリンのエンジン内でのノッキングを抑えるためのオクタン価上昇剤として、ガソリンへ添加されてきたものであった。鉛化合物を代替するオクタン価上昇剤であるバイオエタノールは、第1次オイルショック以降、国内の石油依存度を低下させるためのガソリンの代替燃料としても注目をされはじめていた。そこで、連邦政府は1977年にCAA 1970が改正された際（Clean Air Act of 1977 : CAA 1977）に、バイオエタノールのガソリンへの容積比10%の混合（このような混合比率の混合ガソリンはE10と呼ばれる）を認めたのであった。

さらに、カーター政権の下で1978年エネルギー税法（Energy Tax Act : ETA）により、E10に対して、

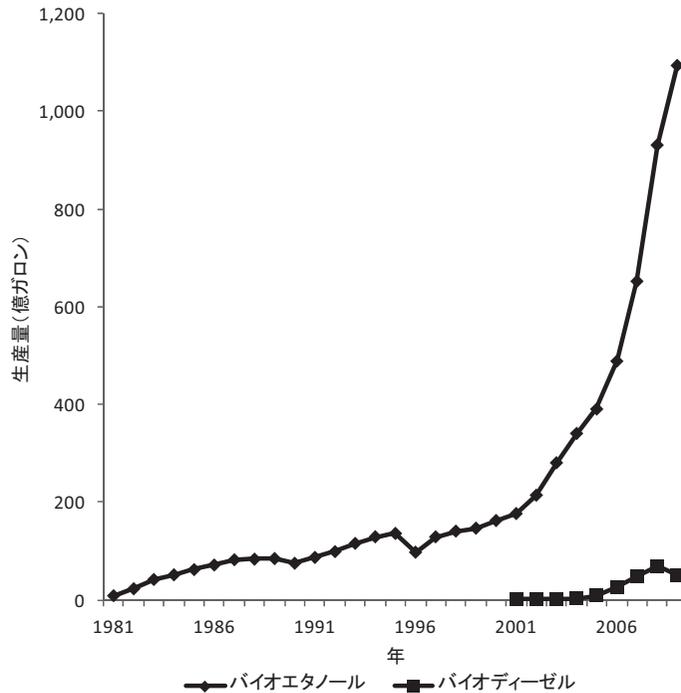


図3 バイオエタノールとバイオディーゼルの生産量 (1981-2010)

出所：U. S. Department of Energy, Energy Information Administration (2011) より筆者作成。

4セント/ガロン（すなわちバイオエタノール1ガロンの混合につき40セントの連邦ガソリン物品税）の連邦ガソリン物品税を減免することが決定された。これは米国初のバイオ燃料促進政策であり、米国においてバイオ燃料産業が本格的に始まるきっかけとなった（Tyner, 2008）。1980年には、原油超過利得税法（Crude Oil Windfall Profit Tax Act）によってバイオエタノールとガソリンを混合するガソリン混合業者への課税控除が成立した。さらに1980年エネルギー安全保障法（The Energy Security Act of 1980）の下で、米国内の石油や天然ガスの代替エネルギー生産の促進を目指し、米国政府により米国合成燃料公社（the United States Synthetic Fuels Corporation：SFC）が設立された（ただし、SFCは、5年後の1985年には石油価格の下落に伴い、プロジェクトの経済性と米国の財政赤字の解消のため、解体されることになる）。1982年の陸上輸送援助法（Surface Transportation Assistant Act）では、バイオエタノールに対する連邦ガソリン物品税の控除額が40セント/ガロンから50セント/ガロンへと引き上げられた。その後、1984年税改革法（Tax Reform Act of 1984）ではさらに控除額が60セント/ガロンへと引き上げられた。

バイオエタノールの精製と混合が促進される中、バイオエタノールとガソリンの混合燃料を使用が可能な車の開発も、政府によって促進されたのであった。1988年代替自動車燃料法（the Alternative Motor Fuels Act of 1988：AMFA）では、企業平均燃費基準（Corporate Average Fuel Efficiency：CAFE）の改訂に際し、代替・混合燃料自動車の生産を行う自動車製造会社に対する優遇措置が追加された。1970年代の石油危機以降、自動車の燃費上昇に米国政府は注目されていた。そこで、米国内で販売される1978年

以降のモデルの自動車とトラックについて、米国政府は各年の平均燃費基準を定めた。自動車製造会社は自社製の自動車とトラックについて、年間平均燃費を算出し、その平均燃費が政府の定めた基準に達しない場合、罰金が課されるのである。1988年AMFAが追加した優遇措置とは、混合燃料自動車に1ガロンあたり最高1.2マイル/ガロンの排出クレジットを供与するというものであった。これは、混合燃料自動車インセンティブ（Incentive for Dual-Fueled Vehicles）と呼ばれる。このクレジットを受けることにより、自動車製造会社は罰則を回避することができるため、混合燃料自動車の製造へのインセンティブが生まれるのである。2004年に、この混合燃料自動車インセンティブは、2008年までの延長が決定した（Yacobucci, 2010）。

1990年の連邦予算削減一括法（Omnibus Budget Reconciliation Act）では、ガソリン物品税控除額がバイオエタノール1ガロン当たり60セントから54セントへと低下した。その一方で、1990年大気浄化法（Clean Air Acts Ammendants）の改正により、一酸化炭素やオゾンの基準値が達成できない地域には、燃料への含酸素添加を義務付けた。これにより、バイオエタノールとメチル・ターシャリー・ブチル・エーテル（Methyl Tertiary-Butyl Ether：MTBE）の、ガソリン添加剤としての需要は大きく拡大した。ただし、後に、地下を通るパイプのひび割れより漏れ出し、地下水を汚染したMTBEに発癌性があることが確かめられたため、使用禁止となっている（Maryland Department of the Environment. Air and Radiation Management Administration, 2006）。

1992年エネルギー政策法（Energy Policy Act of 1992：EPact 1992）では、1988年AMFA以来の代替燃料車製造を促進する規制を新たに設置した。すなわち1992年EPACTは、連邦事業者および連邦政府に対し、1996年までに新たに購入する車の25%は代替燃料自動車とすることを要請したのである。さらに州の事業者および州政府と運行事業者に対して、購入する自動車の一部は代替燃料車とすることを要請したのであった。さらに、代替燃料車、電気自動車、ハイブリッド車を購入した場合には、税控除が行われることとしたのである。

1998年の21世紀に向けての効率輸送法（Transportation Efficiency Act of the 21st Century）では、2000年に期限切れとなるバイオエタノールへの税制優遇措置が、2007年まで延長されたのであった。しかし、それまで続いた54セント/ガロンのガソリン物品税控除額は、2001年、2003年、2005年の3回に分けて1セントずつ減額されることとなり、2007年の時点では51セント/ガロンにまで減額されたのであった（Tyner, 2008）。

IV. バイオ燃料促進政策の変化

2000年代に入り、1978年より連邦政府によって積極的に進められてきたバイオ燃料促進政策は、大きく変化する。2000年代半ばより政府の注目するバイオ燃料が次第に、食糧を原料としたバイオ燃料からセルロース系のバイオ燃料や先進バイオ燃料へと転換していくのである。食糧用の農作物を原材料とするバイオ燃料（コーンエタノールや大豆ディーゼル）は第1世代バイオ燃料と呼ばれる。一方、セルロース系のバイオ燃料は、第2世代バイオ燃料と呼ばれる。セルロース系バイオ燃料の原料は、スイッチグラス、麦わら、雑種ポプラ、トウモロコシの茎などである。スイッチグラスは、北米の平原に生える多年生熱帯牧草であり、特に手入れを必要としない植物である。麦わらやトウモロコシの茎は、麦やトウモロコシの収穫後に得られ、また雑種ポプラは休耕地に植栽を行うことができる。先進バイオ燃料は、コーンスターチを原料とせずに生産されるバイオ燃料のことを指す。ただしこれはEPAによる定義ではあるが、実際には先進バイオ燃料であるためには、「食糧と競合しない」という要請が暗に付け加えられている（Scott, 2010）。それゆえ、大豆ディーゼルは、EPAの定義では先進的バイオ燃料に区分されるが、実際には大豆

ディーゼルが先進的バイオ燃料に区分されることはなく、むしろ第1世代バイオ燃料の1つと考えられるのである。先進バイオ燃料には、動物性油脂、廃油、藻から製造したバイオディーゼル等が含まれる。第1世代バイオ燃料生産の問題点として、バイオ燃料生産増加が与える食糧価格への影響が挙げられる。図4は1978年から2010年までのトウモロコシと大豆の価格の変遷を示している。2006年まではトウモロコシと大豆の価格はともに、ある一定の変動を見せるものの、大きな変動を見せてはいない。しかし2000年代後半に入り石油価格が長期的に高騰し、バイオ燃料生産が費用の面において、ガソリンやディーゼルと比較して競争的になった。そのため米国内においてバイオエタノールとバイオディーゼルの生産が活発になるのに連動するように、2006年よりトウモロコシと大豆の両価格とも急騰したのである。トウモロコシと大豆はともに、バイオ燃料の原料であると共に食用または家畜のえさとして用いられる。それゆえ、トウモロコシと大豆の価格の高騰は、家計の消費する食品の価格の高騰にも繋がる可能性がある(Harrison, 2009)。一方で、第2世代バイオ燃料や先進バイオ燃料の原料の特徴として、食糧と競合しないことが挙げられる。それゆえ第1世代の欠陥を補う新たなバイオ燃料の原料として期待されているのである(Tilmanほか, 2006)^{4), 5)}。

食品価格の価格高騰を未然に防止するために、政府は第2世代バイオ燃料の開発を支援する政策とバイオ燃料の原料生産を促進する政策(供給量を増加させることによって食品とバイオ燃料の競合を

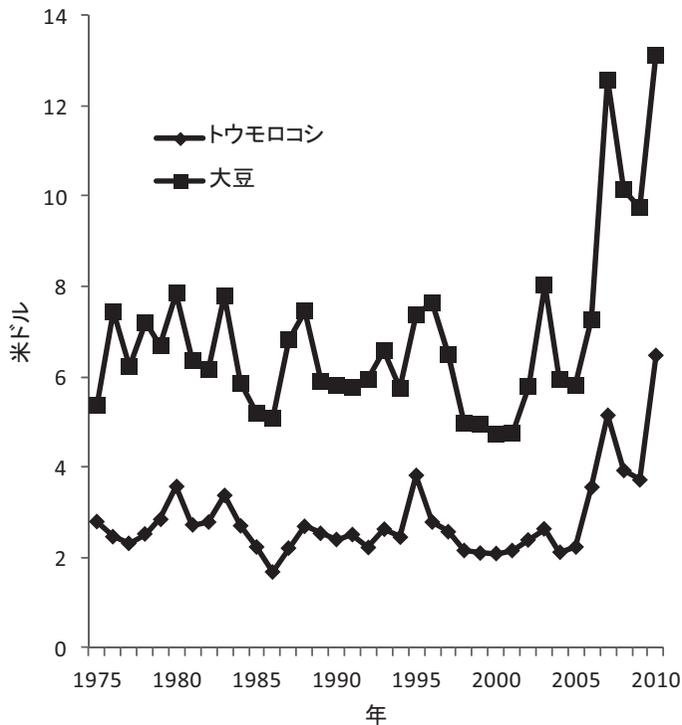


図4 トウモロコシ・大豆価格(1975-2010)

出所: U. S. Department of Agriculture. Economic Research Service の提供データより、筆者作成。

緩和する政策)を打ち出していった。まず、2000年バイオマス研究開発法(The Biomass Research and Development Act of 2000)の下で、バイオマス研究開発委員会が設立された。この委員会は、省庁間のバイオマス研究開発活動を統合的に管理し、民間企業、政府機関、および大学機関への補助金助成、委託契約、その他の財政支援によってバイオマスの研究開発や実証を促進を行った。2002年農業法(the 2002 Farm Bill)の下では、バイオ燃料精製事業拡大プログラムや、バイオ燃料原料生産促進プログラムや、バイオ燃料生産と使用を促進を目指した農家や地域コミュニティを対象とした教育プログラムが展開されたのであった。

2004年に入り、ブッシュ政権の下で成立された2004年米国雇用創出法(The American Job Creation Act of 2004)では、これまで続けられてきたガソリン物品税控除や課税控除が廃止され、容量エタノール物品税額控除(Volumetric Ethanol Excise Tax Credit: VEETC)が導入された。VEETCでは、ガソリン・バイオエタノール混合業者に対して、ガソリン物品税をある一定額(51セント/ガロン)控除されることとなった。さらに、小規模バイオエタノール工場に対し、所得税控除措置もとられた。これは、バイオエタノールの生産量が6000万ガロン以下の小規模工場に対し、毎年生産量の内、1500万ガロンに対しては連邦所得税から10セント/ガロンを控除するというものであった。ただし、2008年食糧・保全・エネルギー法(Food, Conservation, Energy Act of 2008)では、ガソリン・バイオエタノール混合業者に対するガソリン物品税控除額は45セント/ガロンへ減額された。EIAの報告によると、連邦政府は、2007年には課税控除(Tax Credit)の内32億円をガソリン・バイオエタノール混合業者に対して投資した。すなわち、2005年EPactによってバイオエネルギー促進のために設置された資金の内76%が、2007年には、車両用の燃料市場におけるバイオエタノールのために、ガソリン混合業者に分配されたことになるのである(United States Department of Energy, 2009; United States Department of Energy. Energy Information Administration Office, 2008)。

VEETCは、2005年エネルギー政策法(The Energy Policy Act of 2005: EPact 2005)によって2010年まで延長された。さらに、2005年EPactは、VEETCの対象をバイオディーゼルにまで広げた。バイオディーゼル精製業者が、農業生産物を原料に用いた場合にはバイオディーゼルの1ガロン精製につき1ドルの税控除を受け、廃油を原料に用いた場合には50セントの税控除を受けるといったものであった。VEETCはバイオ燃料が米国産か外国産に関わらずに適応されたが、このころには、54セント/ガロンの輸入関税が輸入されたバイオエタノールに対して貸されていた。これは、輸入バイオエタノールに対して適応されるVEETCを相殺することを目的とした関税であった。この関税措置が導入された背景には、主にトウモロコシを原料とする米国産バイオエタノールは、サトウキビを原料とするブラジル産エタノールと比べ、原料費が割高であることが挙げられる。この関税は2007年10月に廃止される予定であったが、この関税は、今なお廃止されずに続いている。

2001年に起きた同時多発テロやその後の湾岸戦争からのエネルギー安全保障への懸念と、後に2004年から始まった(その後2008年まで続く)原油価格急騰から、ブッシュ政権は、2005年エネルギー政策法(Energy Policy Act of 2005: EPact 2005)に基づき、環境保護局(Environmental Protection Agency: EPA)に、再生可能燃料基準(Renewable Fuel Standard: RFS)の開発と施行を命じた。RFSは、バイオ燃料の使用を義務化し、2012年までに米国内で販売される自動車用の石油燃料に対するバイオ燃料の混合量が、75億ガロンに達しなければならないと規定した。しかし前述のように、バイオ燃料の供給増は食糧価格の高騰に繋がる。このことを懸念した米国政府は、2005年EPactにおいて、セルロースバイオ燃料や先進バイオ燃料の製造技術のさらなる開発援助を政府は行った。500億ドル以上の資金を投じ、ガソリンやディーゼルに対して費用面において競争力があるセルロース系バイオ燃料や先進バイオ燃料を精製する技

術の開発と使用を促進したのであった。

ブッシュ政権は2007年には、「Twenty in Ten」と呼ばれる10年で米国のガソリン消費量を20%削減するという目標を掲げた。また、2007年12月に制定されたエネルギー自立・安全保障法（Energy Independence and Security Act: EISA）⁶⁾に基づき、2010年7月より新たに適応され再生可能燃料基準(RFS-2)ではバイオ燃料を混合したガソリンの使用義務量が2005年のRFSよりもさらに高く設定された。すなわち、2022年までに達成されるべきバイオ燃料の使用義務量は、従来の使用義務量の約5倍の360億ガロンへと増大されたのであった。RFS-2の特徴は、2006年より始まったトウモロコシや大豆の価格の急騰を受け、第2世代バイオ燃料と先進バイオ燃料の使用義務が新たに導入され、従来の食糧を原料としたバイオ燃料の使用義務量が抑えられたことである。バイオ燃料使用義務量（360億ガロン）の内の160億ガロンは第2世代バイオ燃料によって、50億ガロンは先進バイオ燃料によって賄われなければならないと規定されたのであった。また、RFS-2では、2008年から2015年までの間、政府がバイオ燃料生産促進政策として投入する年間5億ドルの資金は、先進バイオ燃料の生産に対して投入されることとなった。また、RFS-2と同様の政策のトレンドが2007年農業法（The 2007 Farm Bill）にも見られる。2007年農業法では、トウモロコシを原料としたバイオエタノールへの税控除が51セント/ガロンから45セント/ガロンへと減額された。その一方で、セルロース系バイオエタノールに対して1.01ドル/ガロン税控除が初導入されたのであった。

上記のような政策の流れは2009年のオバマ大統領の景気対策（Economic Stimulus Package: ESP）にも継承された。まず先進バイオ燃料の精製とその副産物、熱、および電力の生産を統合的に行う、実験段階の先進バイオ燃料精製設備に対し、4億8000万ドルの資金援助を行われることとなったのである。さらに、1億7650万ドルの資金が既存のバイオ燃料精製業者への補助金として投入されたのであった。さらに、2011年12月31日には、VEETCが期限を迎えたが、更新されることはなかったのである（United States Department of Energy, 2011）。

V. 再生可能燃料使用義務量の達成を阻む壁

ここまで述べたように、バイオ燃料の普及促進を目指し、2011年には13億9500万ガロン、2012年には15億2000万ガロンといったように、RFS-2によって高い使用義務量が設定されている。しかし、米国ではこれらの使用義務量は達成が難しいのではないかという指摘がなされている。本節では、使用義務量の達成を阻む要因を、制度とインフラの2つの面から考える。

まず、制度が生む問題を見ることにしよう。1977年大気浄化法（Clean Air Act of 1977: CAA 1977）によって、通常のガソリン車が使用することができる混合燃料は、バイオエタノールの場合であれば、ガソリンへの混合比率の上限が10%に設定されている。CAA 1977以降は許容混合比率の上限は引き上げられていない。それゆえ、従来のガソリン車は、上限10%を超える混合ガソリンを使用することができないのである。しかしその一方で、米国内のすべてのガソリン車においてE10を使用しても、目標の使用義務量には達成することはできないのではないかという懸念が出ている。この問題は、ブレンドの壁（Blend Wall）と呼ばれている（Yacobucci, 2010）。

このようなブレンドの壁を越えるために、2009年にオバマ政権の下で、従来の先進バイオ燃料促進政策にさらなる修正が加えられた。景気対策（Economic Stimulus Package: ESP）では、先進バイオ燃料に関する基礎研究に対して1億1000万ドルが投入され、E10よりも高い割合の混合燃料が与える、従来のガソリン車のエンジンへの影響に関する研究に対して2億ドルが投入されることとなったのである。2010年10月13日には研究成果が反映され、2007年以降モデルの車両（全体の18%）に対して、E15（バイ

オエタノール 15%、ガソリン 85%の混合燃料) の使用が EPA によって認められたのであった (Milbourn, 2010)。つづく 2011 年 1 月 21 日には、2001 年から 2006 年モデルの車 (全体の 36%) についても E15 の使用が認められたのである。これは 2009 年 3 月にはバイオ燃料産業団体であるグロス・エネジー (Growth Energy) と 54 のバイオエタノール製造業者によって、EPA へ提出されていた、E15 の使用許可要請に呼応する政策決定でもあった。また、EPA は、上記のような E15 の限定的な使用許可を認めるとともに、2000 年以前モデルの車両への E15 の使用を防止するためのラベルも導入した。ただし、この EPA の発表以降 (2011 年 12 月現在)、2000 年以前モデルへの E15 の使用は、依然として認められていない (United States Environmental Protection Agency, 2011)。

ブレンドの壁に加えてインフラの壁も指摘されている。図 5 に見られるように、バイオエタノールの生産の生産容量には地域差がある。図 5 (a) は 2011 年 1 月現在のバイオエタノールの、地域別の生産容量を示している。図 5 (b) は米国の石油行政保護区 (Petroleum Administration for Defense Districts, PADDs) と州の対応を示した図である。米国本土は、PADD1 (東海岸地域)、PADD2 (中西部地域)、PADD3 (メキシコ湾岸地域)、PADD4 (ロッキー山脈地域)、PADD5 (西海岸地域) の 5 つの石油行政保護区に分けられている。米国におけるバイオエタノールの総生産容量は年間 136 億ガロン (88.8 万バレル/日) であるが、その内の 12.4 億ガロン (80.7 万バレル/日) が PADD2 に設置されていることが分かる。これは、総生産容量の 91%にも当たる。このような生産容量の地域偏在は、いわゆるコーンベルト地帯が存在する中西部地域において安価に原料を得られるという地理的な要因に主に起因している。

バイオエタノールの生産地が中西部地域に集中している一方で、米国におけるバイオエタノールの大量消費地は東海岸地域と西海岸地域である。このようなバイオエタノールの大量生産地と大消費地が大きい

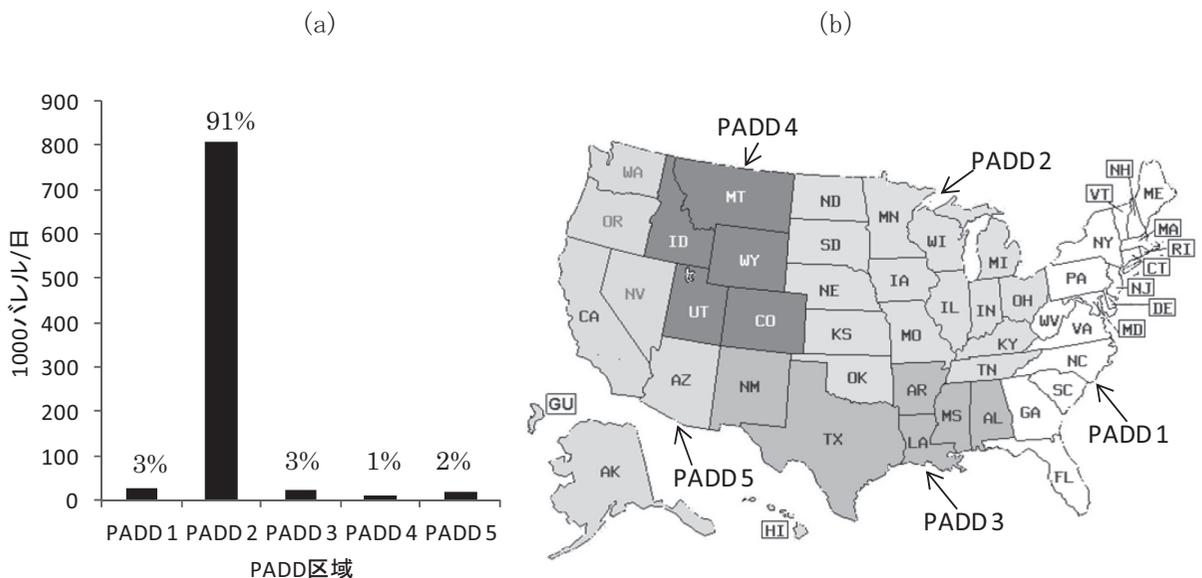


図5 バイオエタノール生産容量の地域分布

出所：U. S. Department of Energy, Energy Information Administration (2011) より筆者作成。

く離れていることは、バイオ混合燃料の生産、流通、および消費の拡大への大きな阻害要因となる。バイオ燃料は中西部地域にはバイオエタノール専用のパイプラインが存在しない。そのため、バイオエタノールは中西部地域と東・西海岸地域の間は、トラック、鉄道および船舶によってを使って輸送されてきた (Wilson, 2010)。しかし、この輸送手段では輸送費がかさみ、バイオエタノールのガソリンに対する競争力を喪失させる。この問題を克服するために、2009年に成立した米国再生・再投資法 (The American Recovery and Reinvestment Act of 2009: ARRA) では、パイプライン等のインフラ整備に対する税額控除措置等が認められたのであった (Melendez ほか, 2009)。

バイオ燃料の大量生産地と大量消費地の乖離を解消すべく、インフラ整備が積極的に進められる一方で、米国は既にエタノール利用の飽和点に達しているという指摘もされている。2022年までのすべての年において RFS-2 で定めた使用義務量を達成するには、E85 (バイオエタノール 85%、ガソリン 15%の混合燃料) のような、バイオ燃料との混合率の高い混合燃料を使用することができる、フレックス燃料車 (Fuel Flex Vehicle: FFV) の普及が必要である。また同時にそのような高い混合燃料を供給する給油所の整備が必要とされている。しかし、Tyner ほか (2010) は、必要とされる FFV と E85 給油所を 2022 年までに確保することは難しく、バイオ燃料の使用量は多くとも 2010 年の使用義務量に相当する 130 億ガロンを超えることはないという研究成果を発表している。

VI. おわりに

本稿では米国における連邦政府によるバイオ燃料促進政策の変遷を紹介した。1970年代より始まる4回の石油価格の高騰を経験した米国は、1980年よりエネルギー安全保障を目的に、石油の代替燃料となるバイオ燃料の政策促進と普及を進める政策を開始した。2000年までは、ガソリン物品税控除やガソリン混合業者やガソリン精製業者への課税控除が、政策の中心であった。また、自動車製造会社へは、バイオ燃料混合燃料を使用することが可能な車を販売することを促進させるために、CAFE 規制を改訂したのであった。

2000年代に入ると、2003年から2008年まで続く長期的な石油価格の高騰を経験した米国は、RFSを導入し、2022年までの各年におけるバイオ燃料の使用義務量を設定したのであった。これにより、さらなるバイオ燃料の普及を目指したのである。しかしながら、トウモロコシや大豆といった食糧を原料とするバイオ燃料である第1世代バイオ燃料の生産および普及の拡大は、食糧価格の高騰へ繋がる可能性がある。この懸念に対応するために、米国政府はバイオ燃料の生産・普及政策と同時に、食糧とは競合しない第2世代バイオ燃料と先進バイオ燃料の開発への財政的な援助を始めるのであった。さらには、RFS-2では、以前に導入したバイオ燃料の使用義務量を増大させるとともに、その内訳を変更した。すなわち、第2世代と先進バイオ燃料の使用義務量の使用義務量も設定し、その合計量は第1世代バイオ燃料よりも高い数値に設定されたのであった。

このようにバイオ燃料の使用義務量が設定されたことにより、バイオ燃料のさらなる生産の増大と普及が期待される一方で、使用義務量を達成することが可能ではないという指摘もされている。大気浄化法によって許される従来のガソリン車が使用できる混合燃料は、バイオエタノールは10%、ガソリン90%のE10までであった。しかし、米国に存在するすべてのガソリン車がE10を使用したとしても、2011年のバイオ燃料使用義務量を達成することはできない。これはブレンドの壁と呼ばれる。このブレンドの壁を超えるために、米国政府は、E10よりも高い混合率の混合燃料が従来のガソリン車のエンジンへ与える影響を実験するプロジェクトに多額の資金を投じた。その結果、2001年以降のモデルの車にE15を用いることが許されたのであった。しかし、これだけでは、ブレンドの壁を超えることは難しいという指摘が

されている。ブレンドの壁を超えるためには、E85のような高混合率の混合燃料を使用することができるFFVの普及と、そのような混合燃料を供給する給油所の増設がなければならない。しかしながら、今の米国の経済状況を考えると、FFVのさらなる普及と高混合率の混合燃料の増設は容易ではないと考えられるのである。

本稿では連邦政府の政策に焦点を当てて、バイオ燃料促進政策の変遷を紹介した。しかし、米国では州政府の力も連邦政府と同様に強い。そのため、州政府のバイオ燃料促進政策が各州のバイオ燃料産業や農業へ与えた影響をみることも重要であろう。また、土地や気候の条件が異なる州の間における、政策の地域的な差異を考察することも興味深い。これらは、別の稿をもって改めて考察することにしよう。

温暖化政策について、国際的な協力の枠組みは徐々に整備されようとしてはいるが、温室効果ガス削減に関する法的拘束力を持つ多国間協定を締結することは、ますます難しくなっている。それゆえ、今後は、各国政府の独自に行う温暖化政策がさらに重要となるであろう。温室効果削減にも効果が期待できる、米国におけるバイオ燃料促進政策を含めたエネルギー政策も、これからさらに重要性を増していくと考えられる。

注

- 1) 本稿の執筆にあたって、環境省環境研究総合推進費 E-0901「気候変動の国際枠組み交渉に対する主要国の政策決定に関する研究」と三井物産環境基金 R08-B021の助成を受けている。
- 2) 米国における風力促進政策の詳細については、有村・堀江(2011)が詳しい。また、有村(刊行予定)には、その他の再生可能エネルギー政策や省エネ政策の動向についても詳細に説明されている。
- 3) 木質ペレットとは、おがくず、木くず、および廃材といった破砕物を高圧力で固めた固形燃料である。
- 4) 第1世代バイオ燃料の原料はトウモロコシや大豆といった肥料を多投された肥沃な土地で育てられた単一作物であるのに対し、第2世代バイオ燃料の原料は、農地としての質は低く、多種の植物が育つ土地から収穫ができる作物であることが、特徴的である。
- 5) 原料の面での食品との競合の回避の他にも第2世代バイオ燃料を使用する利点はある。すなわち、第2世代バイオ燃料は、第1世代バイオ燃料よりも、(1)純エネルギーバランス率(Net Energy Balance Ratio)が高く大量生産に適し、(2)製造時と燃焼時の環境負荷(二酸化炭素排出量、使用された肥料の栄養分(窒素とリン)や農薬の流出量)が小さく、(3)費用の面でガソリンやディーゼルに対する競争力があるという利点がある(Hillほか, 2006; Tilmanほか, 2006)。
- 6) 2007年エネルギー法とも呼ばれる。

参考文献

- [1] 有村俊秀「アメリカの環境政策：温暖化対策を中心にして」地主敏樹・村山裕三・加藤一誠編著『アメリカ経済論』ミネルバ出版、刊行予定。
- [2] 有村俊秀・堀江哲也「米国：エネルギー技術政策と気候変動政策」亀山康子・高村ゆかり編著『気候変動と国際協調—京都議定書と多国間協調の行方—』210-235、慈学社、2011。
- [3] Harrison, R. W. "The Food versus Fuel Debate: Implications for Consumers." *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 41(2), 493-500, 2009.
- [4] Hill, J., E. Nelson, D. Tilman, S. Polasky, and D. Tiffany "Environmental, Economic, and Energetic

- Costs and Benefits of Biodiesel and Ethanol Biofuels.” *Proceedings of National Academy of Science*, 103, 11206-11210, 2006.
- [5] James III Institute for Public Policy of Rice University and Rice University’s Department of Civil and Environmental Engineering. *Fundamentals of a Sustainable U.S. Biofuels Policy*, 2010.
- [6] Koplow, D. “State and Federal Subsidies to Biofuels: Magnitude and Options for Redirection.” *International Journal of Biotechnology*, 11(1-2), 92-126, 2009.
- [7] Maryland Department of the Environment. Air and Radiation Management Administration “Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE) and Clean Gasoline Alternatives.” *Report to the Senate Education, Health, and Environmental Affairs Committee and the House Environmental Matters Committee*, 2006.
- [8] Melendez, M., K. Moriarty and W. Dafoe “Status and Issues for Ethanol (E85) in the United States.” *A Discussion Paper for Clean Cities Coalitions and Stakeholders to Develop Strategies for the Future*, Energy Efficiency & Renewable Energy, Department of Energy, 2009.
- [9] Milbourn, C. “EPA Grants E15 Waiver for Newer Vehicles/A New Label for E15 is Being Proposed to Help Ensure Consumers Use the Correct Fuel.” *News Releases By Date*, October 13th 2010. Retrieved from <http://yosemite.epa.gov/opa/admpress.nsf/0/BF822DDBEC29C0DC852577BB005BAC0F>
- [10] National Renewable Energy Laboratory “The Impact of Ethanol Blending on U.S. Gasoline Price” *Subcontract Report*, NREL/SR-670-44517, 2008.
- [11] Scott, D. “Biodiesel: America’s Advanced Biofuel.” National Biodiesel Board. 2010. Retrieved from http://www.biodiesel.org/resources/sustainability/pdfs/Advance_Biofuel_Webinar_20100827.pdf
- [12] Tilman D., T. J. Hill and C. Lehman “Carbon-Negative Biofuels from Low-Input High-Diversity Grassland Biomass.” *Science*, 314, 1598-1600, 2006.
- [13] Tyner W. E., F. Taheripour “Renewable energy policy alternatives for the future.” *American Journal of Agricultural Economics*, 89(5), 1303-1310, 2007.
- [14] Tyner W. E. “The US Ethanol and Biofuels Boom: Its Origins, Current Status, and Future Prospects.” *BioScience*, 58(7), 646-654, 2008.
- [15] Tyner W. E., J. Dooley and D. Viteri “Alternative Pathways for Fulfilling the RFS Mandate.” *American Journal of Agricultural Economics*, 93(2), 465-472, 2010.
- [16] United States Department of Agriculture. Economic Research Service. *Average Price and Counter-Cyclical Payment Rate for Corn, Soybeans, and Wheat Data Sets*. Retrieved from <http://www.ers.usda.gov/Data/PriceForecast/>
- [17] United States Department of Energy “U. S. Billion-Ton Update: Biomass Supply for a Bioenergy and Bioproducts Industry.” R. D. Perlack and B. J. Stokes (Leads), ORNL/TM-2011/224. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, 2011.
- [18] United States Department of Energy “Volumetric Ethanol Excise Tax Credit (VEETC)” Energy Efficiency & Renewable Energy, Alternative Fuels & Vehicles Data Center Alternative Fuels & State Incentives & Laws, Updated June 15th 2011. Retrieved from <http://www.afdc.energy.gov/afdc/laws/law/US/399>
- [19] United States Department of Energy. Energy Information Administration. *Biofuels in the U. S. Transportation Sector*, 2007.
- [20] United States Department of Energy. Energy Information Administration. *Federal Financial*

- Interventions and Subsidies in Energy Markets 2007*, April 9, 2008. Retrieved from <http://www.eia.doe.gov/oiaf/servicerpt/subsidy2/index.html>
- [21] United States Department of Energy. Energy Information Administration. *Annual Energy Review 2010*, 2011.
- [22] United States Department of Energy. Office of Energy Efficiency & Renewable Energy “DOE to Invest \$786.5 Million in Recovery Act Funds in Biofuels.” news release, May 6. 2009. Retrieved from http://www1.eere.energy.gov/biomass/news_detail.html?news_id=12490
- [23] United States Environmental Protection Agency. *Renewable Fuel Standard Program (RFS2) Regulatory Impact Analysis* 2010.
- [24] United States Environmental Protection Agency “E15 (a blend of gasoline and ethanol).” November 7th 2011. Retrieved from <http://www.epa.gov/otaq/regs/fuels/additive/e15/>
- [25] U. S. Federal Register. “Regulation of Fuels and Fuel Additives: July 20, 2011 Renewable Fuel Standards.” *Federal Register*, 75(138),42238-68, 2010.
- [26] Yacobucci, B. D. “Alternative Fuels and Advanced Technology Vehicles: Issues in Congress.” *CRS Report for Congress*, Congressional Research Service, 7-5700, R40168, 2010.
- [27] White House. 2011. March. *Blueprint For A Secure Energy Future*.
- [28] Wilson, G. “Emerging Issues About Biofuels Under EPA’s Emergency Response Program.” Power Point Presentation at 13th Annual OSC Readiness Training Program, February 1-4, 2010 Orlando, Florida, 2010. Retrieved from http://www.ttemidev.com/oscAdmin2010/conference/materials/350/01_OSC%20Biofuels%202010_wilson.pdf