

第3部 ブラジルのバイオディーゼル混合率引き上げが世界大豆・大豆製品需給に与える影響

小泉 達治

1. はじめに

ブラジル連邦政府は、農村地域開発、エネルギーおよび環境問題への対応から、国家バイオ燃料生産プログラム（PMPB）を2004年から開始し、バイオディーゼル生産・普及を進めている。2005年1月には、北東部・北部の農村地域における雇用増加、環境問題およびエネルギー問題への対応を目的として、法律11,097に基づき、自動車用ディーゼルに対して、バイオディーゼル2%混合を2008年1月から義務付けた。その後、2008年7月からは3%混合を義務付け、2009年7月から4%混合、2010年1月から5%混合を義務付けることが決定され、バイオディーゼル混合義務は前倒しで実施されている。さらに、連邦政府では、2013年以降、混合率を現行の5%から上昇させることを検討している。こうしたブラジルにおけるバイオディーゼル混合率の上昇は、世界第2位の大豆生産国、輸出国であるブラジルの大豆需給のみならず、世界大豆・大豆製品需給にも影響を与えることが見込まれる。

世界のバイオディーゼル生産量は、2005年の3,438千トンから2009年には14,625千トンに増加している（第1表）。最大の生産国はEU27であり、2009年の生産量は7,888千トンである。また、2009年における米国の生産量は1,870千トンであり、ブラジルの生産量は1,351千トンである。ただし、ブラジルの生産量は、2005年の1,000トンから2009年の1,351千トンと他の国・地域に比べて急拡大していることがわかる。

また、世界のバイオディーゼル向け大豆油使用量は、2005年の33,572千トンから2009年の37,187千トンに増加しており、大豆油需要量に占めるバイオディーゼル使用量の割合は、2005年の4.8%から2009年の11.9%に拡大している（第2表）。生産量を各国・地域別にみていくと、2009年におけるバイオディーゼル向け大豆油需要量は、米国が1,304千トン、ブラジルが1,204千トン、EU27が1,200千トンとなっている。この中でも、ブラジルのバイオディーゼル向け大豆油使用量は、2005年の1,000トンから2009年の1,204千トンと急拡大している。ブラジルのバイオディーゼル需要量は今後も拡大を続けること

が見込まれ、世界に占める生産量の増加やバイオディーゼル向け大豆油使用量が増加していくことが見込まれる。

これまで、ブラジルのバイオディーゼル政策に関しては、Hall, Matos, et al (2009) は、ブラジルのバイオディーゼル政策と社会燃料スタンプ制度について調査・分析を行った。

これにより、社会燃料スタンプ制度と政策の課題を明らかにした。Silva, Perez and Oliveira (2008) は、ブラジルのバイオディーゼル生産・流通システムについての分析を行うことにより、ブラジルの生産・流通構造を定性的に明らかにした。Koizumi and Ohga (2008) はブラジルのバイオディーゼル政策の拡大が国際大豆・大豆製品需給に与える影響について、部分均衡需給予測モデルを開発・使用し、分析を行った。これにより、ブラジルのバイオディーゼル政策の拡大が国際大豆・大豆製品需給に与える影響を明らかにした。Hertel and Birur (2010) は、米国と EU27 のバイオ燃料義務目標が、世界の農産物需給や土地利用変化に与える影響について、一般均衡需給予測モデルを用いて影響試算を行った。これにより、バイオ燃料義務目標が世界の農地利用や農産物貿易に与える影響を明らかにした。FAPRI (2010) および OECD-FAO (2010) は、世界および米国のバイオ燃料需給予測を行った。さらに、USDA(2010)は米国のバイオディーゼル向け大豆油需要量の予測を行った。これらの機関による予測では、主要国における 10 年後のバイオ燃料需給予測を行った。

しかし、上記の研究のうち、ブラジルのバイオディーゼル需給を内生変数として、混合率上昇がブラジルおよび世界のバイオディーゼル需給に与える影響、世界の大豆・大豆製品需給に与える影響についての研究は行われていない。前述のとおり、FAPRI (2010) および OECD-FAO (2010) は世界のバイオディーゼル需給予測を行い、USDA(2010) は米国的大豆油由来のバイオディーゼル需給予測を行った。しかし、FAPRI (2010)、OECD-FAO(2010)および USDA (2010) の予測では、使用した関数やパラメータ等のモデル構造および推計方法を一切、公表していない。そして、バイオディーゼル需給についても内生変数であるか否かは明らかにしていない。また、Koizumi and Ohga (2008) は、ブラジルのバイオディーゼル政策を対象として、国際大豆・大豆製品需給に与える影響試算を行ったが、この研究では、ブラジルのバイオディーゼル需給は外生変数として取り扱った。しかし、バイオディーゼル生産コストのうち原料代である植物油等は全体の 80%以上を占めており、バイオディーゼル生産を決定する重要な要因となっている。

このため、本研究では、大豆油価格水準を反映したバイオディーゼル純収益を供給関数

に導入するとともに、需要量，輸入量，輸出量および期末在庫量も内生化した「世界バイオディーゼル需給予測モデル」を開発するとともに、このモデルが既に開発した「世界大豆・大豆製品需給予測モデル」ともリンクした統合モデルシステムを構築した。本研究は、こうしたバイオディーゼル需給を内生化したモデルとこれにリンクした世界大豆・大豆製品需給予測モデルにより、ブラジルのバイオディーゼル混合率上昇が、世界バイオディーゼル需給，世界大豆，大豆製品需給に与える影響試算を行うことを目的としている。

第1表 世界のバイオディーゼル生産量の推移

	(1,000MT)				
	2005年	2006	2007	2008	2009
EU27	2,861	4,591	5,778	7,468	7,888
米国	392	820	1,701	2,694	1,870
ブラジル	1	61	356	1,027	1,351
アルゼンチン	20	30	250	800	1,300
マレーシア	0	50	100	190	240
インドネシア	10	50	245	230	350
その他世界	154	324	494	1,281	1,625
世界合計	3,438	5,926	8,924	13,691	14,625

資料：F.O.Licht（2010）および Ministério de Minas e Energia（2009）より作成。

第2表 世界のバイオディーゼル向け大豆油使用量の推移

	単位	2005年	2006	2007	2008	2009
バイオディーゼル使用比率 ((2)/(1)) %		4.8	7.1	8.4	10.6	11.9
世界大豆油需要量 (1)	1,000トン	33,572	35,501	37,730	35,879	37,817
バイオディーゼル使用量 (2)	1,000トン	1,619	2,514	3,179	3,819	4,483
EU27	1,000トン	750	900	870	1,100	1,200
ブラジル	1,000トン	1	54	317	916	1,204
米国	1,000トン	851	1,542	1,812	1,063	1,304
アルゼンチン	1,000トン	18	17	180	740	775

資料：F.O.Licht（2010），Agra FNP（2010）および Ministério de Minas e Energia（2010）より作成。

2. ブラジルのバイオディーゼル政策について

ブラジルでは、第1次石油危機によるエネルギー供給不足の問題とこれが与える経済的影響から1970年代から科学研究院（IPT）が中心となり、植物油からのバイオディーゼルを開発するための研究・開発を行ってきた。その後も、代替エネルギーとして自動車への植物油バイオディーゼル活用促進を目的とした国家計画(OVEG Projects)が1983年に発表された。しかし、当時、ブラジルではエネルギー対策としてサトウキビを原料とするバイオエタノールを活用したプロアルコール(PROALCOOL)政策に重点が置かれていたため、この国家バイオディーゼル計画は進展しなかった。その後、地球温暖化への関心の高

まりと共に燃料としてのバイオディーゼル活用の重要性が欧州を中心に世界レベルで認識されるようになったことを契機として、2003年6月に、バイオディーゼル約150万klの生産促進を目標とする国家計画をブラジル政府は発表した⁽¹⁾。

そして、2005年1月には環境問題およびエネルギー問題への対応や北東部・北部の農村地域における雇用増加を目的として、法律11,097に基づき、自動車用ディーゼル燃料にバイオディーゼルの2008年1月から2%混合を義務付け、そして、2013年度から5%混合を義務付けることが定められた。その後、2008年7月からは3%混合を義務付け、2009年7月から4%混合を義務付けることが決定されたように、バイオディーゼル混合義務は前倒しで実施されている。さらに2005年4月には、法律11,116に基づき、北部・北東部および半乾燥地帯の小規模農家への優遇税制が開始されることとなった。

ブラジル政府は2005年10月に農産物の再生可能エネルギーの利活用促進のため、「アグロエネルギー国家計画」(The National Plan of Agroenergia)を発表した。この中でもバイオエタノールと並びバイオディーゼルの重要性が強調され、バイオディーゼルについては、生産能力の向上目標や研究開発の推進等が盛り込まれた。

ブラジルでは、2007年時点で33.9百万klのディーゼルが輸送用燃料として消費されている(Ministério de Minas e Energia 2009)。政府では、小規模な農家が生産するバイオディーゼル原料作物の買い取りを促進するため、「社会燃料スタンプ制度」を導入し、バイオディーゼル生産企業に優遇措置を与えている。この「社会燃料スタンプ制度」取得には、①東北地域の半乾燥地帯で50%、北部/中西部で10%、南東部/南部で30%以上の原料を小農から購入。②農家との間で、契約期間、購入額、契約金額修正方法、原料の引き渡し方法、契約者間のセーフガード、契約に携わった農家グループ代表者の明記、代表者による同意の明示を含んだ契約を締結すること、③契約農家に技術支援を行うことを全て満たす必要がある⁽²⁾。

ブラジル連邦政府では法律(11,097)制定時にヒマをバイオディーゼルの主要原料作物として、北東部を中心にヒマの生産拡大を図ることを計画した。ブラジルでは北東部と南東部との経済格差が問題となっており、国民総生産の55.2%を南東部が占めるのに対して、北東部は13.8%であり、北東部の1人当たり所得は南東部の33.7%に過ぎない(IBGE 2009)。ブラジル政府はバイオディーゼル計画の推進により、国内の経済格差是正を図ることを目的としていた。しかし、ヒマはバイーア州を中心とする北東部が主産地(全国の95.6%)であり、北東部の半乾燥地帯において、主として零細農家によって栽培されている作物である。ブラジル政府としては、中長期的には北東部を中心とするヒマをバイオデ

ディーゼルの主原料とすることを計画していたが、2008年からの計画開始には供給量を満たすだけの原料を確保できないため、急遽、2005年9月に中西部・南部・南東部から全国の77%のバイオディーゼルを供給することを発表した（Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 2005）。これらの地域ではバイオディーゼル供給量を確保できる対象農産物は現時点では大豆油しかないため、バイオディーゼル計画は大豆を主原料とした体制となっている⁽³⁾。ブラジル動力鉱山省によると、2009年のバイオディーゼル需要量は1.32百万トン、生産量は1.35百万トンであり（第3表）、バイオディーゼルの原料のうち、85%を大豆油、残りの10～15%を動物油、綿実油から生産している⁽⁴⁾。しかし、こうした状況において、大豆油の使用配分では、バイオディーゼルと食用油向け等との間で新たな競合関係を生じさせる可能性がある。

ブラジルは世界の大豆輸出シェアを1990年代以降、急速に拡大しており、2010/11年度では32.0%と米国（同年44.2%）と並ぶ世界最大の大豆輸出国である（USDA-FAS 2010）。このように、ブラジルは米国と並んで世界の大豆供給を担う重要な国へと変わりつつある。国際大豆需給動向をみると、大豆需要は中国における旺盛な搾油需要を中心に増加傾向にあり、大豆生産が需要量増加に対応できるかが、今後の国際大豆需給動向の鍵を握る。

以上のように、中国の需要増加に対応していくためにはブラジルの供給増加が不可欠であり、今後、世界の大豆供給基地としてブラジルに生産拡大の期待が高まっている状況下、大豆油がバイオディーゼルの主原料となり、食用以外に使用されることは、国際大豆油価格上昇を通じて世界大豆需給にも大きな影響を与えることが考えられる。

第3表 ブラジルにおけるバイオディーゼル需給の推移

	(単位:トン)				
	2005年	2006	2007	2008	2009
生産量	648	60,741	355,923	1,027,401	1,351,232
輸入量	4,199	3,405	3,214	4,436	3,521
需要量	3,320	61,033	356,902	951,315	1,320,423
輸出量	1,527	3,114	2,235	1,297	1,761
期末在庫量	0	0	0	79,225	111,796

資料：Ministério de Minas e Energia（2009）より作成。

3. 「世界バイオディーゼル需給予測モデル」の構造

(1) 「世界バイオディーゼル需給予測モデル」とリンクモデル

「世界バイオディーゼル需給予測モデル」は、世界主要国・地域における農業政策、エネルギー政策、環境政策に基づくバイオディーゼル政策が、世界バイオディーゼル需給に与える影響を試算するために開発した部分均衡動学的モデルである。また、「世界バイオディーゼル需給予測モデル」と既に開発した「世界大豆、大豆製品需予測モデル」をリンクさせることにより、世界のバイオディーゼル政策が世界バイオディーゼル需給のみならず世界の大豆・大豆製品需給に与える影響試算を行うことができる。「世界バイオディーゼル需給予測モデル」は、世界主要国・地域であるブラジル、米国、EU27、アルゼンチン、インドネシア、マレーシア、その他世界の世界 7 カ国・地域を対象としている。「世界バイオディーゼル需給予測モデル」の特徴は、バイオディーゼル純収益が、供給関数に大きな影響を与える点である。また、バイオディーゼル純収益で使用する大豆油価格は、「世界大豆・大豆製品需給予測モデル」から算出されている。各国・地域におけるバイオディーゼル向け大豆油需要量を通じて、「世界バイオディーゼル需給予測モデル」は「世界大豆・大豆製品需給予測モデル」とリンクしている。

「世界バイオディーゼル需給予測モデル」の基本的構造は、第 1 図のように、各国・地域の市場が、生産量、需要量、輸出量、輸入量および期末在庫量から構成されており、それぞれ 2014/15 年度に向けた予測を行う。本モデルで使用しているパラメータ、変数、パラメータ推計式については、附属 1 および 3 を参照されたい。本モデルにおいて、大豆油を原料としたバイオディーゼル生産における純収益は、米国およびブラジルにおいて導入されている。バイオディーゼル生産関数では、純収益は重要な説明変数であり、国内バイオディーゼル価格、グリセリン価格の合計である収入から、国内大豆油価格およびその他のコストの合計である支出の差として算出される。

ブラジルにおけるバイオディーゼル市場データは、ブラジル動力鉱山省（Ministério de Minas e Energia）（2009）を使用した。また、米国、EU27、アルゼンチン、インドネシア、マレーシアおよびその他世界についてのバイオディーゼル需給データについては、F.O.Licht（2010）を使用した。予測の基準年は 2008/09 年度であり、2014/15 年度までのバイオディーゼル需給について予測を行う。

「世界大豆・大豆製品需給予測モデル」は、世界のバイオディーゼル政策が世界大豆・大豆油・大豆ミール需給に与える影響を分析するために筆者が開発したモデルである。このモデルは、世界大豆、大豆油、大豆ミールを対象とした部分均衡需給予測モデルであり、世界 7 カ国・地域（ブラジル、米国、アルゼンチン、中国、EU27、日本、その他世界）を対象としている。各国・地域の大豆・大豆製品需給は、生産量、1 人当たり需要量、輸

入量、輸出量および期末在庫量の関数から算出される仕組みになっている。「世界大豆・大豆製品需給予測モデル」の構造方程式、パラメータ推計値、パラメータ推計式、国際需給均衡および価格伝達性といった詳細については、小泉（2009）を参照していただきたい。世界大豆・大豆油・大豆ミール需給予測モデルの基準年は 2008/09 年度（2007/08～2009/10 年度の 3 年平均）であり、2014/15 年度までの生産量、需要量、輸入量、輸出量、期末在庫量および価格について予測を行う。

（２） 世界バイオディーゼル需給予測モデルの構造

バイオディーゼル部門は、生産量、1 人当たり需要量、輸入量、輸出量および期末在庫量の方程式から構成されている。本モデルにおいて、 t 値や決定係数の水準は決して高くはないこと、バイオディーゼル部門は、2005 年以降になってその市場が拡大したため、各パラメータ推計に際してのサンプル数が限られているといった点は、十分に認識している。

ただし、本モデルは政策シミュレーションモデルであり、ベースライン需給予測を行った上で、政策的なシナリオを設定した上で需給への影響度を計測することを目的としており、符号条件を満たし、パラメータの値が妥当と判断されるものを選択した⁽⁵⁾。さらに、各パラメータ推計に当たり、定数項は推計したが、本モデルには適用しなかった。しかし、その代替として、予測初年度である 2009/10 年度のみに適用されるカリブレーション値を用いている。カリブレーション値は、予測初年度である 2009/10 年度の値をブラジルについては Ministério de Minas e Energia（2009）、その他の国・地域については F.O.Licht（2009）発表の最新暫定推計値に合わせるために計測し、2009/10 年度のみに適用した。定数項の代替として、カリブレーション値を入れることにより、モデルの予測精度が向上すると考えた結果、定数項の代わりにカリブレーション値を採用した。

バイオディーゼル生産は、大豆油由来、植物油由来（菜種油由来、パーム油由来）およびその他の植物油由来のバイオディーゼル生産量から構成されている。ブラジルおよび米国の大豆油由来のバイオディーゼル生産量においては、バイオディーゼル生産純収益および技術変化率を説明変数としている。バイオディーゼル生産純収益は、収入から支出の差として算出される。収入は、国内バイオディーゼル価格と副産物である国内グリセリン価格の合計から算出され、支出は、国内大豆油価格と可変コストの合計から算出される。また、EU27、アルゼンチンにおける大豆油由来のバイオディーゼル生産量は、国内バイオディーゼル価格と国内大豆油価格との価格比および技術変化率の関数として決定される。

大豆油以外の原料から生産されるバイオディーゼル生産量は、国内バイオディーゼル価格と原料となる国内植物油価格比の関数として決定される。さらに、その他の植物油由来のバイオディーゼル生産量は、国内バイオディーゼル価格の関数として決定される。

$$QPBD F_{rt} = QPBD FSOY_{rt} + QPBD FOIL_{rt} + QPBD FOT_{rt}$$

$$\ln (QPBD FSOY_{rt} / QPBD FSOY_{r,t-1}) = a1 * \ln (NETR_{rt} / NETR_{r,t-1}) + a2 * \ln (TECH_{rt} / TECH_{r,t-1}) + a3$$

$$NTTR_{rt} = (DBDFP_{rt} + GYP_{rt}) - (DSOYP_{rt} + OPC_{rt})$$

$$\ln (QPBD SOY_{rt} / QPBD FSOY_{r,t-1}) = a4 * \ln ((DBDFP_{rt} / DOP_{rt}) / (DBDFP_{r,t-1} / DOP_{r,t-1})) + a5 * \ln (TECH_{rt} / TECH_{r,t-1}) + a6$$

$$\ln (QPBD FOT_{rt} / QPBD FOT_{r,t-1}) = a7 * \ln (DBDFP_{rt} / DBDFP_{r,t-1}) + a8$$

ただし、 $QPBD F$ はバイオディーゼル生産量、 $QPBD FSOY$ は大豆油由来のバイオディーゼル生産量、 $QPBD FOIL$ は植物油由来のバイオディーゼル生産量、 $QPBD FOT$ はその他の原料由来のバイオディーゼル生産量、 $NETR$ はバイオディーゼル純収益、 $TECH$ は技術変化率、 $DBDFP$ は国内バイオディーゼル価格、 GYP は国内グリセリン価格、 $DSOYP$ は国内大豆油価格、 OPC はバイオディーゼル生産における可変コスト、 DOP は国内植物油価格、 r は国・地域、 t は各自系列を表す。 $a1, a2, a4, a5, a7$ はパラメータ、 $a3, a6, a8$ は予測初年度である 2009/10 年度のみに適用されるカリブレーション値を表す。バイオディーゼル需要量は、国内バイオディーゼル価格、国内ディーゼル価格もしくは国際原油価格の関数として決定される。

$$\ln (QCBDF_{rt} / QCBDF_{r,t-1}) = a9 * \ln (DBDFP_{rt} / DBDFP_{r,t-1}) + a10 * \ln (DP_{rt} / DP_{r,t-1}) + a11 * \ln (WCP_t / WCP_{t-1}) + a12$$

ただし、 $QCBDF$ はバイオディーゼル需要量、 $DBDFP$ は国内バイオディーゼル価格、 DP は国内ディーゼル価格、 WCP は国際原油価格、 $a9-a11$ はパラメータ、 $a12$ は予測初年度である 2009/10 年度のバイオディーゼル需要量のみに適用されるカリブレーション値を表す。ブラジルおよび米国におけるバイオディーゼル輸出量は、国内バイオディーゼル価格と国際バイオディーゼル価格 (Central Europe FOB biodiesel price) の関数として決定される。

また、EU27 および期末在庫量におけるバイオディーゼル輸出量は、国際バイオディーゼル価格 (Central Europe FOB biodiesel price) を関数として決定される。さらに、アルゼンチン、インドネシアおよびマレーシアにおけるバイオディーゼル輸出量は、生産量、輸入量および 1 期前の期末在庫量の合計から需要量と当期の期末在庫量の差である定義式

により，決定される。

$$\ln (EXBDF_{xt}/EXBDF_{x,t-1}) = a13 * \ln (DBDFP_{xt}/DBDFP_{x,t-1}) + a14 * \ln (WBDFP_{xt}/WBDFP_{x,t-1}) + a15$$

$$EXBDF_{xt} = QPBDP_{xt} + IMBDF_{xt} + QPBDP_{xt} - QCBDF_{xt} - (ESBDF_{xt} - ESBDF_{x,t-1})$$

ただし， $EXBDF$ はバイオディーゼル輸出量， $WBDFP$ は国際バイオディーゼル価格， $IMBDF$ はバイオディーゼル輸入量， $ESBDF$ はバイオディーゼル期末在庫量， $a13$ - $a14$ はパラメータ， $a15$ は予測初年度である 2009/10 年度のバイオディーゼル輸出量のみ適用されるカリブレーション値である。

ブラジル，米国，アルゼンチン，インドネシア，マレーシアにおけるバイオディーゼル輸入量は，国内バイオディーゼル価格および国際バイオディーゼル価格の関数として決定される。また，EU27 およびその他世界におけるバイオディーゼル輸入量は，需要量，輸出量，当期の期末在庫量の合計から，生産量と 1 期前の期末在庫量の差である定義式により，算出される。

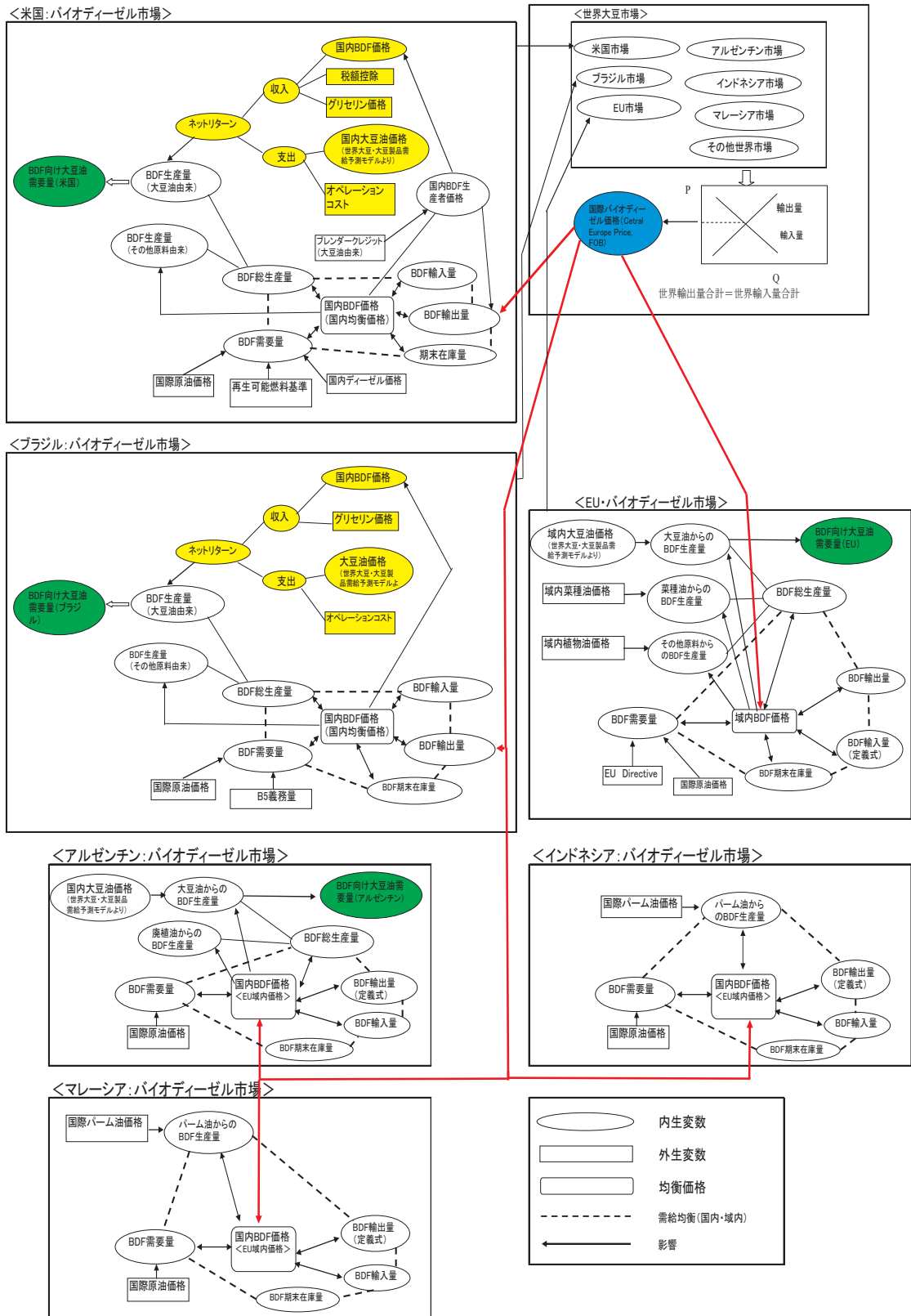
$$\ln (IMBDF_{xt}/IMBDF_{x,t-1}) = a16 * \ln (DBDFP_{xt}/DBDFP_{x,t-1}) + a17 * \ln (WBDFP_{xt}/WBDFP_{x,t-1}) + a18$$

$$IMBDF_{xt} = QCBDF_{xt} + EXBDF_{xt} - QPBDP_{xt} + (ESBDF_{xt} - ESBDF_{x,t-1})$$

ただし， $a16$ - $a17$ はパラメータ， $a18$ は予測初年度である 2009/10 年度のバイオディーゼル輸入量のみ適用されるカリブレーション値である。バイオディーゼル期末在庫量は，国内バイオディーゼル価格の関数として算出される。

$$\ln (ESBDF_{xt}/ESBDF_{x,t-1}) = a19 * \ln (DBDFP_{xt}/DBDFP_{x,t-1})$$

ただし， $a19$ はパラメータを表す。



第1図 世界バイオディーゼル需給予測モデルの構造

(3) 国際需給均衡と価格伝達性

バイオディーゼル市場では、各予測年において、世界全輸出量と全輸入量を決定し、全輸出量が全輸入量と等しくなるように需給均衡価格である国際バイオディーゼル価格 (Central Europe FOB biodiesel price) ⁽⁶⁾ が、ガウスザイデル法により算出される。

$$\sum EXBDF_{r,t} = \sum IMBDF_{r,t}$$

ただし、 $EXBDF$ はバイオディーゼル輸出量、 $IMBDF$ はバイオディーゼル輸入量、 r は国・地域、 t は時系列変化である。また、ブラジルにおけるバイオディーゼル市場でも、国内の生産量と輸入量の合計量が輸出量と需要量の合計量に等しくなるように需給均衡価格である国内バイオディーゼル価格 (Biodiesel Auction Price) ⁽⁷⁾ が、ガウスザイデル法により算出される。

$$BRQPBD F_t + BRIMBDF_t + BRESBDF_t = BRQCBDF_t + BREXBDF_t + BRESBDF_t$$

ただし、 $BRQPBD F$ はブラジルのバイオディーゼル生産量、 $BRIMBDF$ はブラジルのバイオディーゼル輸入量、 $BRESBDF$ はブラジルのバイオディーゼル期末在庫量、 $BRQCBDF$ は

ブラジルのバイオディーゼル需要量、 $BREXBDF$ はブラジルのバイオディーゼル輸出量である。さらに、米国におけるバイオディーゼル市場でも、国内の生産量と輸入量の合計量が輸出量と需要量の合計量に等しくなるように需給均衡価格である国内バイオディーゼル価格 (US biodiesel Rack price) が、ガウスザイデル法により算出される。

$$USQPBD F_t + USIMBDF_t + USESBDF_t = USQCBDF_t + USEXBDF_t + USESBDF_t$$

ただし、 $USQPBD F$ は米国バイオディーゼル生産量、 $USIMBDF$ は米国バイオディーゼル輸入量、 $USESBDF$ は米国バイオディーゼル期末在庫量、 $USQCBDF$ は米国バイオディーゼル需要量、 $USEXBDF$ は米国バイオディーゼル輸出量である。アルゼンチン、インドネシアおよびマレーシアにおける国内バイオディーゼル価格は、以下のように国際バイオディーゼル価格にリンクしている。

$$DBDFP_{r,t} = WBDFP_t * (1 + TS_{r,t})$$

ただし、 $DBDFP$ はアルゼンチン、インドネシアおよびマレーシアにおける国内バイオディーゼル価格、 $WBDFP$ は国際バイオディーゼル価格、 TS はバイオディーゼルの従価関税である。

4. ベースライン予測と代替シナリオの前提条件

(1) ベースライン予測

ベースライン予測では、予測期間中、対象国・地域において現行の経済政策、農業政策およびバイオ燃料政策が全ての国・地域において継続するとともに、平年並みの天候やこれまでの技術変化率が予測期間中も継続することを前提としている。外生変数としての国際原油価格データについては、2008/09年度の99.6US\$/バレルから2014/15年度の95.2US\$/バレルへと推移することを予測している米国エネルギー省のAnnual Energy Outlook 2010 (DOE-EIA 2010)におけるReference price (中位価格)を使用した。外生的な農産物価格および畜産物生産量データは、FAPRI(2010), OECD-FAO (2010) およびUSDA (2010)を使用した。全ての国・地域における人口データについては国連人口予測のうち中位推計(United Nations (2008))を使用した。GDPについてはOECD-FAO (2010)による経済予測値を利用した。また予測期間中、新たなWTO農業交渉の進捗はベースライン予測では見込んでおらず、マーケットアクセス条件にも進捗がみられないことを見込んでいる。外生変数の詳細データについては、附属2の第30表を参照されたい。

また、ブラジルのバイオディーゼル政策については、2008/09年度からバイオディーゼル3%混合義務化を開始し、2009/10年度からバイオディーゼル4%混合義務化を開始、2010/11年度から2014/15年度にかけて、バイオディーゼル5%混合義務化が継続することを前提とする。米国のバイオディーゼル政策については、2013/14年度から2014/15年度にかけて、10億ガロンの「再生可能燃料基準」(RFS)が適用されるとともに、1.0US\$/ガロンのブレンダークレジットも適用されることを前提とする。

(2) 代替シナリオ

前述のように、ベースライン予測では、ブラジル連邦政府は、2010/11年度から2014/15年度までに、バイオディーゼル5%混合義務化が適用されることを前提とした。法律11,097では、2008年1月からバイオディーゼル2%混合義務化を開始し、2013年からバイオディーゼル5%混合義務化を開始することが定められたものの、実際には、ブラジル連邦政府は、バイオディーゼル混合の義務化を前倒して進めている。つまり、ブラジル連邦政府は、2008年1月からバイオディーゼル3%混合義務化、2009年7月からバイオデ

ディーゼル 4%混合義務化、そして、2010 年 1 月からバイオディーゼル 5%混合義務化を進めている。

ブラジルでは、2010 年においては、国内での 5%混合義務に対応できるだけのバイオディーゼル生産能力を有している。さらに、バイオディーゼル産業は、将来的に生産能力の拡大を計画している。このため、ブラジル連邦政府では、2013 年以降に、バイオディーゼル混合率を引き上げること検討している。なお、ブラジルのバイオディーゼル事業者団体は、都市部におけるバイオディーゼル混合率を 2015 年から 20%に引き上げること連邦政府に対して要求している。ただし、バイオディーゼル混合率を 20%に引き上げた場合における税制控除の財源確保の問題や原料供給力の問題、そして 20%混合に対するディーゼル・エンジンへの技術的対応等の問題から、ブラジル連邦政府では、この 20%混合要求に対しては、慎重に対応していく方針である。実際に、ブラジル連邦政府は、今後、高濃度のバイオディーゼル混合率よりも現行よりわずかに高い混合率の設定を検討している。具体的には、大統領府を中心に 2013 年以降、バイオディーゼル 7%混合義務化を検討している⁽⁸⁾。このため、ベースライン予測に対して、ブラジル連邦政府が 2013/14 年度から B7 の混合義務化を進めることを代替シナリオとして設定する。2013/14 年度からのバイオディーゼル 7%混合義務化の推進により、バイオディーゼル需要量は、2013/14 年度には 2,168 千 kℓ、2014/15 年度には 3,183 千 kℓに増加することが予測される（第 4 表）。

第 4 表 ブラジルにおけるバイオディーゼル需要量予測

	(1000kℓ)		
	2008/09年度	2013/14	2014/15
バイオディーゼル需要量（シナリオ）	—	2,168	3,183
バイオディーゼル需要量（ベースライン）	1,081	1,657	1,723

資料：バイオディーゼル需要量については、Ministério de Minas e Energia（2009）および DOE-EIA（2010）から推計。

5. ブラジルのバイオディーゼル混合率増加が世界バイオディーゼル、大豆、大豆製品需給に与える影響

（1） 2014/15 年度における世界バイオディーゼル、大豆、大豆需給予測（ベースライン予測）

前述のようなベースライン予測の前提条件により、世界バイオディーゼル需要量は、

2008/09年度から2014/15年度にかけて年平均5.2%増加することが予測される(第5表)。米国では、再生可能燃料基準の達成から、バイオディーゼル需要量は、年平均13.5%増加する。また、ブラジルは、2010/11年度からバイオディーゼル5%混合義務化を進めるため、予測期間中、ブラジルのバイオディーゼル需要量は同8.0%増加する。さらに、EU27でも着実にバイオ燃料需要量が増大し、予測期間中、年平均、3.3%増加することが予測される。

世界のバイオディーゼル生産量は、2008/09年度から2014/15年度にかけて、年平均4.0%増加することが予測される(第6表)。ブラジルのバイオディーゼル生産量は、同6.6%増加する。そのうち、大豆油由来のバイオディーゼル生産量は、年平均で6.6%増加、その他の原料由来は同7.0%増加する。なお、2014/15年度におけるブラジルの大豆油由来のバイオディーゼル生産は全体の生産量の88.8%を占めることになる(第7表)。

米国のバイオディーゼル生産量は、予測期間中年平均8.0%増加することが予測される。そのうち、大豆油由来のバイオディーゼル生産量は、予測期間中、10.7%増加する。なお、2014/15年度における大豆油由来のバイオディーゼル生産量は、59.2%を占める。また、EU27のバイオディーゼル生産量は、予測期間中、年平均2.6%増加する。EU27の2014/15年度における菜種油由来のバイオディーゼル生産量は、全体の75.6%を占めており、大豆油由来のバイオディーゼル生産量は全体の12.2%程度となることが予測される。

世界のバイオディーゼル輸出量は、2008/09年度から2014/15年度にかけて、年平均0.6%増加することが予測される(第8表)。最大の輸出国である米国の輸出量は、年平均0.8%減少する。また、アルゼンチンの輸出量は、年平均5.0%増加し、ブラジルの輸出量は3.1%増加する。世界のバイオディーゼル輸入量は、2008/09年度から2014/15年度にかけて、年平均1.3%増加する(第9表)。最大の輸入国であるEU27のバイオディーゼル輸入量は、今後も増大し、年平均3.6%増加することが予測される。このため、国際バイオディーゼル価格は、2008/09年度の0.8ユーロ/ℓから2014/15年度には1.4ユーロ/ℓに上昇することが予測される。ブラジル国内のバイオディーゼル価格(Auction Price)は、2008/09年度の2.7リアル/klから2014/15年度には4.3リアル/klに上昇する。米国のバイオディーゼル価格(Rack Price)は、2008/09年度の3.5US\$/ガロンから2014/15年度には5.1US\$/ガロンに上昇することが予測される。

つぎに、世界大豆・大豆製品需給についてみていきたい。世界の大豆生産量および需要量は、2008/09年度から2014/15年度にかけて、年平均2.5%増加することが予測される(第10表および第11表)。世界の大豆輸出货量および輸入量は、年平均2.1%増加する(第

12 表および第 13 表)。国際大豆価格は、2008/09 年度の 3.9US\$/ブッシェルから 2014/15 年度の 4.9 US\$/ブッシェルに上昇する。ブラジル大豆生産量は、予測期間中、年平均 4.5%増加し、収穫面積は、同 3.9%増加する。米国大豆生産量は、予測期間中、0.4%増加するものの、輸出量は 3.3%減少する。2011/12 年度以降、ブラジルは世界最大の大豆輸出国となり、2014/15 年度における世界全体に占めるシェアは、46.9%となる。また、アルゼンチン大豆輸出量は、年平均 4.3%増加する。なお、大豆の需要量および輸入量の増加に最も寄与しているのは中国である。このため、国際大豆価格 (Illinois Processor)⁹⁾は、2008/09 年度の 3.9US\$/トンから 2014/15 年度の 4.9 US\$/トンに上昇することが予測される。

世界大豆搾油量は、2008/09 年度から 2014/15 年度にかけて、年平均 2.7%増加することが予測される (第 14 表)。また、世界大豆油需要量および生産量は、予測期間中、2.9%増加する (第 15 表および第 16 表)。世界大豆油需要量および生産量増加には、中国における需要量および生産量増加が最も寄与している。世界大豆油輸入量は、年平均で 2.7%増加、世界大豆油輸出量は予測期間中、2.5%増加する (第 17 表および第 18 表)。国際大豆油価格 (Crude Decatur) は、2008/09 年度の 32.2US\$/トンから 2014/15 年度には 48.4 US\$/トンに上昇することが予測される。

世界大豆ミール生産量および需要量は、2008/09 年度から 2014/15 年度にかけて、年平均 2.6%増加する (第 19 表および第 20 表)。世界大豆ミール需要量および生産量増加には中国の需要量・生産量増加が最も寄与している。世界大豆ミール輸入量は予測期間中、年平均 3.3%増加、世界大豆ミール輸出量は年平均 3.1%増加する (第 21 表および第 22 表)。このため、国際大豆ミール価格 (48% Protein Decatur) は、2008/09 年度の 331.2US\$/トンから 2014/15 年度には 348.5 US\$/トンに上昇することが予測される。

第5表 世界バイオディーゼル需要量

	(kℓ)			Growth Ratio (2008/09- 2014/15)
	2008/09年度	2011/12	2014/15	
世界	14,583,968	17,049,403	19,717,828	5.2%
米国	1,700,592	2,492,473	3,644,413	13.5%
ブラジル	1,080,694	1,501,492	1,718,127	8.0%
EU27	10,150,160	11,228,070	12,362,033	3.3%
アルゼンチン	68,160	79,822	90,337	4.8%
インドネシア	19,312	19,007	18,701	-0.5%
マレーシア	6,816	7,047	7,466	1.5%

出所: F.O.Licht (2010)、Ministério de Minas e Energia (2010)、筆者推計 (2011/12、

第6表 世界バイオディーゼル生産量

	(kℓ)			Growth Ratio (2008/09- 2014/15)
	2008/09年度	2011/12	2014/15	
世界	15,552,408	17,009,610	19,692,583	4.0%
米国	3,060,384	3,743,585	4,844,468	8.0%
ブラジル	1,167,128	1,494,862	1,714,064	6.6%
EU27	8,483,648	8,822,119	9,924,457	2.6%
アルゼンチン	908,800	968,739	1,141,030	3.9%
インドネシア	261,280	271,641	292,560	1.9%
マレーシア	215,840	224,519	240,433	1.8%

出所: F.O.Licht (2010)、Ministério de Minas e Energia (2010)、筆者推計 (2011/12、

第7表 世界バイオディーゼル原料別生産量

	(kℓ)			Growth Ratio (2008/09- 2014/15)
	2008/09年度	2011/12	2014/15	
ブラジルバイオディーゼル生産量	1,167,128	1,494,862	1,714,064	6.6%
大豆油由来	1,039,911	1,324,198	1,522,786	6.6%
その他の原料由来	127,217	170,665	191,277	7.0%
米国バイオディーゼル生産量	3,060,384	3,743,583	4,844,468	8.0%
大豆油由来	1,554,675	2,109,402	2,868,289	10.7%
その他の原料由来	1,505,709	1,634,181	1,976,179	4.6%
EU27バイオディーゼル生産量	8,483,648	8,822,116	9,924,457	2.6%
大豆油由来	1,221,982	1,200,343	1,213,271	-0.1%
菜種油由来	6,039,683	6,446,480	7,510,260	3.7%
その他の原料由来	1,221,982	1,175,292	1,200,926	-0.3%
アルゼンチンバイオディーゼル生産量	908,800	968,738	1,141,030	3.9%
大豆油由来	908,432	968,357	1,140,625	3.9%
廃植油由来	368.3	381	405	1.6%
マレーシアバイオディーゼル生産量	215,840.0	224,518.5	240,433.2	1.8%
パーム油由来	215,840.0	224,518.6	240,433.2	1.8%
インドネシアバイオディーゼル生産量	261,280.0	271,640.5	292,560.2	1.9%
パーム油由来	261,280.0	271,640.5	292,560.2	1.9%

出所: F.O.Licht (2010)、Ministério de Minas e Energia (2010)、筆者推計 (2011/12、

第8表 世界バイオディーゼル輸出量

	(kℓ)			Growth Ratio (2008/09- 2014/15)
	2008/09年度	2011/12	2014/15	
世界	4,045,296	4,028,110	4,193,396	0.6%
米国	2,552,592	2,480,490	2,433,605	-0.8%
ブラジル	1,473	1,567	1,766	3.1%
EU27	68,160	71,148	76,654	2.0%
アルゼンチン	783,840	886,765	1,049,056	5.0%
インドネシア	318,080	251,747	273,080	-2.5%
マレーシア	206,752	217,889	233,247	2.0%

出所: F.O.Licht (2010)、Ministério de Minas e Energia (2010)、筆者推計 (2011/12、

第9表 世界バイオディーゼル輸入量

	(kℓ)			Growth Ratio (2008/09- 2014/15)
	2008/09年度	2011/12	2014/15	
世界	3,877,168	4,028,076	4,193,396	1.3%
米国	1,192,800	1,227,488	1,232,207	0.5%
ブラジル	5,039	5,277	5,288	0.8%
EU27	2,022,080	2,458,295	2,501,491	3.6%
アルゼンチン	0	0	0	-
インドネシア	0	0	0	-
マレーシア	0	0	0	-

出所: F.O.Licht (2010)、Ministério de Minas e Energia (2010)、筆者推計 (2011/12、

第10表 世界大豆生産量

(1,000トン)				
	2008/09	2011/12	2014/15	年平均増加率 (2008/09-2014/15)
世界	230,325.0	246,972.5	268,186.0	2.5%
ブラジル	62,267.0	73,862.8	83,913.3	4.5%
米国	81,675.0	82,120.8	83,464.8	0.4%
中国	14,680.0	15,386.7	16,426.1	1.8%
アルゼンチン	44,067.0	47,147.0	53,613.4	3.4%
日本	238.0	248.0	258.4	1.1%
EU27	742.0	780.3	820.4	1.4%

出所: USDA-FAS (2010)、筆者推計(2009/10～2014/15)。

第11表 世界大豆需要量

(1,000トン)				
	2008/09	2011/12	2014/15	年平均増加率 (2008/09-2014/15)
世界	228,857.0	246,934.4	267,510.4	2.5%
ブラジル	34,945.0	38,448.9	41,949.8	2.9%
米国	50,153.0	53,428.5	56,426.9	1.8%
中国	53,021.0	58,882.2	67,105.7	3.8%
アルゼンチン	35,150.0	38,834.9	42,810.2	3.2%
日本	3,935.0	4,132.7	4,270.8	1.2%
EU27	14,656.0	14,676.2	14,591.8	-0.2%

出所: USDA-FAS (2010)、筆者推計(2009/10～2014/15)。

第12表 世界大豆輸入量

(1,000トン)				
	2008/09	2011/12	2014/15	年平均増加率 (2008/09-2014/15)
世界	79,522.0	82,153.4	89,294.0	2.1%
ブラジル	126.0	126.8	129.5	0.6%
米国	346.0	355.2	365.5	0.9%
中国	41,638.0	43,747.9	51,139.0	3.8%
アルゼンチン	1,413.0	915.5	914.5	-3.9%
日本	3,670.0	3,881.6	4,015.5	1.2%
EU27	13,779.0	13,906.0	13,805.7	-0.2%

出所: USDA-FAS (2010)、筆者推計(2009/10～2014/15)。

第13表 世界大豆輸出力

(1,000トン)				
	2008/09	2011/12	2014/15	年平均増加率 (2008/09-2014/15)
世界	80,721.0	82,153.4	89,294.0	2.1%
ブラジル	27,900.0	35,616.0	41,957.1	5.9%
米国	35,354.0	29,017.0	27,336.8	-3.3%
中国	368.0	384.5	398.2	1.3%
アルゼンチン	8,975.0	8,891.9	11,310.9	4.3%
日本	0.0	0.0	0.0	0.0%
EU27	30.0	32.7	34.4	2.0%

出所: USDA-FAS (2010)、筆者推計(2009/10～2014/15)。

第14表 世界大豆搾油量

(1,000トン)				
	2008/09	2011/12	2014/15	年平均増加率 (2008/09-2014/15)
世界	200,451.0	217,350.1	236,596.5	2.7%
ブラジル	32,042.0	35,516.1	38,954.5	3.1%
米国	47,177.0	50,534.5	53,551.8	1.9%
中国	42,611.0	47,554.8	54,773.8	4.0%
アルゼンチン	33,560.0	37,299.9	41,300.4	3.4%
日本	2,639.0	2,753.6	2,847.6	1.1%
EU27	13,410.0	13,444.4	13,340.9	-0.3%

出所: USDA-FAS (2010)、筆者推計(2009/10～2014/15)。

第15表 世界大豆油生産量

(1,000トン)				
	2008/09	2011/12	2014/15	年平均増加率 (2008/09-2014/15)
世界	37,146.0	40,546.0	44,425.5	2.9%
ブラジル	6,147.0	6,615.2	7,044.6	2.1%
米国	8,885.0	9,759.9	10,606.2	2.8%
中国	7,595.0	8,669.8	10,213.9	4.8%
アルゼンチン	6,404.0	7,008.6	7,641.4	2.9%
日本	482.0	500.6	515.2	1.0%
EU27	2,410.0	2,422.3	2,409.7	-0.2%

出所: USDA-FAS (2010)、筆者推計(2009/10～2014/15)。

第16表 世界大豆油需要量

(1,000トン)				
	2008/09	2011/12	2014/15	年平均増加率 (2008/09-2014/15)
世界	37,222.0	40,568.9	44,411.3	2.9%
ブラジル	4,358.0	4,624.8	4,906.2	2.2%
米国	7,699.0	8,343.6	9,340.9	2.4%
中国	9,866.0	10,882.7	11,931.0	3.3%
アルゼンチン	1,442.0	1,513.8	1,682.2	3.4%
日本	538.0	541.3	546.3	0.3%
EU27	2,862.0	2,908.6	2,972.0	0.8%

出所: USDA-FAS (2010)、筆者推計(2009/10～2014/15)。

第17表 世界大豆油輸入量

(1,000トン)

	2008/09	2011/12	2014/15	年平均増加率 (2008/09-2014/15)
世界	9,382.0	10,510.7	11,001.5	2.7%
ブラジル	41.0	41.9	43.0	0.8%
米国	39.0	37.8	38.0	-0.1%
中国	2,374.0	2,308.2	1,826.0	-4.2%
アルゼンチン	0.0	0.0	0.0	-
日本	44.0	40.2	30.9	-6.7%
EU27	761.0	835.5	930.4	3.9%

出所: USDA-FAS (2010)、筆者推計(2009/10～2014/15)。

第18表 世界大豆油輸出量

(1,000トン)

	2008/09	2011/12	2014/15	年平均増加率 (2008/09-2014/15)
世界	9,616.0	10,510.7	11,001.5	2.5%
ブラジル	1,851.0	2,035.1	2,180.1	1.8%
米国	1,263.0	1,460.8	1,295.2	4.4%
中国	88.0	98.7	107.2	3.0%
アルゼンチン	5,054.0	5,494.0	5,956.0	2.5%
日本	0.0	0.0	0.0	-
EU27	327.0	352.2	369.3	1.8%

出所: USDA-FAS (2010)、筆者推計(2009/10～2014/15)。

第19表 世界大豆ミール生産量

(1,000トン)

	2008/09	2011/12	2014/15	年平均増加率 (2008/09-2014/15)
世界	157,428.0	170,123.0	184,648.4	2.6%
ブラジル	24,833.0	27,560.6	30,286.7	3.2%
米国	37,048.0	39,606.8	41,889.3	1.9%
中国	33,724.0	37,549.5	43,149.5	3.9%
アルゼンチン	26,186.0	29,230.2	32,505.4	3.5%
日本	2,026.0	2,102.5	2,162.5	0.9%
EU27	10,565.0	10,597.1	10,518.0	-0.2%

出所: USDA-FAS (2010)、筆者推計(2009/10～2014/15)。

第20表 世界大豆ミール需要量

(1,000トン)

	2008/09	2011/12	2014/15	年平均増加率 (2008/09-2014/15)
世界	156,470.0	170,052.1	184,561.4	2.6%
ブラジル	12,499.0	13,756.5	14,848.4	2.7%
米国	28,418.0	29,255.9	30,959.4	1.6%
中国	32,780.0	37,301.0	42,376.4	4.2%
アルゼンチン	658.0	753.1	833.5	3.7%
日本	3,887.0	4,001.0	4,079.5	0.7%
EU27	32,747.0	34,216.7	35,495.6	1.3%

出所: USDA-FAS (2010)、筆者推計(2009/10～2014/15)。

第21表 世界大豆ミール輸入量

(1,000トン)

	2008/09	2011/12	2014/15	年平均増加率 (2008/09-2014/15)
世界	52,939.0	60,467.5	66,071.4	3.3%
ブラジル	128.0	131.8	135.7	1.0%
米国	112.0	115.3	118.2	0.9%
中国	156.0	802.7	220.8	19.7%
アルゼンチン	0.0	0.0	0.0	-
日本	1,836.0	1,897.4	1,917.0	0.6%
EU27	22,451.0	24,066.3	25,438.0	2.0%

出所: USDA-FAS (2010)、筆者推計(2009/10～2014/15)。

第22表 世界大豆ミール輸出量

(1,000トン)

	2008/09	2011/12	2014/15	年平均増加率 (2008/09-2014/15)
世界	54,265.0	60,467.5	66,071.4	3.1%
ブラジル	12,399.0	13,887.3	15,525.9	3.7%
米国	8,754.0	10,466.7	11,047.4	2.7%
中国	1,100.0	1,051.3	993.9	-1.8%
アルゼンチン	25,605.0	28,447.1	31,636.7	3.5%
日本	0.0	0.0	0.0	-
EU27	434.0	450.6	460.8	0.9%

出所: USDA-FAS (2010)、筆者推計(2009/10～2014/15)。

(2) ブラジルのバイオディーゼル混合率引き上げが世界バイオディーゼル、大豆、大豆製品需給への影響

ブラジル連邦政府が、2013/14 年度からバイオディーゼル混合率を 5%から 7%に引き上げるというシナリオ予測の結果、ベースライン予測と比べて 2014/15 年度におけるブラジルのバイオディーゼル需要量は 56.9%増加、生産量は 58.6%増加することが予測された⁽¹⁰⁾ (第 23 表)。また、ブラジルのバイオディーゼル輸出量は、2014/15 年度において、18.7%減少する。この結果、2014/15 年度におけるブラジル国内のバイオディーゼル価格(Auction 平均価格)は、64.5%上昇することが予測された (第 24 表)。

また、シナリオ予測の結果、2014/15 年度におけるブラジル的大豆油需要量は、ベースライン予測に比べて 13.4%上昇、生産量は 0.7%増加することが予測された (第 25 表)。ブラジルにおける大豆油需要量増大に伴う大豆油価格上昇は、ブラジルをはじめ主要国における大豆油生産量増加を促すことになる。このため、世界の大豆搾油量は、2014/15 年度において、0.5%増加する。また、世界主要国における大豆油輸出量は増加するものの、ブラジルの輸出量は 27.9%減少する。このため、同年度における世界の大豆油輸出量は 2.5%減少することが予測された。また、中国の大豆油輸入量は、9.4%減少、日本的大豆油輸入量は 14.9%減少、EU27 の大豆油輸入量は 3.9%減少する。このため、2014/15 年度における世界の大豆油輸入量は、2.5%減少することが予測された。この結果、国際大豆油価格は 2014/15 年度に 5.4%上昇することが予測された (第 26 表)。

つぎに、シナリオ予測の結果、ベースライン予測に比べて 2014/15 年度におけるブラジルの大豆ミール生産量は、0.7%増加し、米国の生産量は 0.8%増加することが予測された (第 27 表)。このため、世界の大豆ミール生産量は 0.5%増加する。これは、前述のように大豆油価格上昇に伴う搾油量増大に起因している。また、ブラジルの大豆ミール輸出量は、1.1%増加、米国の大豆ミール輸出量は、2.4%増加する。このため、世界の大豆ミール輸出量は、2014/15 年度に 1.0%増加することが予測された。大豆ミール価格の下落は、大豆ミールの輸入量増加を促すため、中国の大豆ミール輸入量は 17.9%増加し、EU27 の輸入量は 0.5%増加する。このため、世界大豆ミール輸入量は、2014/15 年度に 1.0%増加する。この結果、2014/15 年度における国際大豆ミール価格は、2.7%下落することが予測された (第 26 表)。

さらに、大豆需給への影響についてみていきたい。シナリオ予測の結果、ベースライン予測に比べて 2014/15 年度におけるブラジルの大豆需要量は、バイオディーゼル向け需要

量の増加から、0.6%増加し、世界の大豆需要量は0.5%増加することが予測された（第28表）。ブラジルの大豆生産量は、2014/15年度に0.5%増加し、米国の生産量は0.2%増加するため、世界の大豆生産量は0.5%増加する。2014/15年度におけるブラジルの大豆輸出量はバイオディーゼル向け需要量増加のため、0.1%減少する。また、米国ではバイオディーゼル需要量の増加率が生産量の増加率を上回るため、米国の大豆輸出量は1.1%減少する。このため、アルゼンチンにおける大豆輸出量は0.5%増加するものの、世界の大豆輸出量は0.1%減少することが予測された。

中国の大豆輸入量は、0.4%減少する一方、日本の大豆輸入量は0.4%増加する。これは、日本は、搾油製造能力が高く、大豆油価格上昇率が大豆価格上昇率を上回るため、比較的価格上昇率の低い大豆を選択する傾向にあるためである。このため、世界の大豆輸入量は、0.1%減少する。結果として、2014/15年度における国際大豆価格は3.5%上昇することが予測された。

ブラジルでは、前述のとおり、バイオディーゼル価格上昇率が大豆油価格上昇率を上回るため、ブラジルのバイオディーゼル生産量は58.6%増加することが予測された（第23表）。一方、米国およびアルゼンチンでは、国内大豆油価格上昇率が、国内バイオディーゼル価格上昇率を上回るため、バイオディーゼル生産に関する純収益はベースライン予測に比べて減少することになる。この結果として、2014/15年度における米国のバイオディーゼル生産量はベースライン予測に比べて0.8%減少、アルゼンチンのバイオディーゼル生産量は2.3%減少する。このため、世界のバイオディーゼル生産量は、4.7%増加することが予測された。

シナリオ予測の結果、前述のように、ブラジルのバイオディーゼル需要量は、2014/15年度において56.9%増加することが予測された。一方、ブラジルの需要量増加に伴う各国におけるバイオディーゼル価格の上昇により、米国のバイオディーゼル需要量は1.2%減少、EU27のバイオディーゼル需要量は0.1%減少する。このため、2014/15年度における世界のバイオディーゼル需要量は4.7%増加することが予測された。

国際バイオディーゼル価格の上昇により、米国のバイオディーゼル輸出量は0.1%増加、アルゼンチンのバイオディーゼル輸出量は2.4%増加することが予測された。一方、ブラジルでは、国内バイオディーゼル価格上昇率が国際バイオディーゼル価格上昇率を上回るため、ブラジルのバイオディーゼル製造業者は、国際市場よりも国内市場により多くのバイオディーゼルの供給する。このため、ブラジルのバイオディーゼル輸出量は、18.7%減少する。そして、世界のバイオディーゼル輸出量は、0.6%減少する。この結果、2014/15

年度における国際バイオディーゼル価格（Central Europe FOB Price）は、ベースライン予測に比べて、1.2%上昇し、米国のバイオディーゼル価格は2.6%上昇することが予測された（第24表）。

第23表 バイオディーゼル需給への影響（シナリオ／ベースライン）

	2014/15
世界生産量	4.7%
ブラジル	58.6%
米国	-0.8%
アルゼンチン	-2.3%
世界需要量	4.7%
ブラジル	56.9%
米国	-1.2%
EU27	-0.1%
世界輸出量	-0.6%
ブラジル	-18.7%
米国	0.1%
アルゼンチン	2.4%
世界輸入量	-0.6%
ブラジル	-0.6%
米国	-0.3%
EU27	-0.7%

第24表 バイオディーゼル価格への影響（シナリオ／ベースライン）

	2014/15
ブラジル国内バイオディーゼル価格 (Auctions Average Price)	64.5%
国際バイオディーゼル価格 (Central Europe FOB Price)	1.2%
米国国内バイオディーゼル価格 (Rack Price)	2.6%

第25表 世界大豆油需給への影響（シナリオ／ベースライン：2014/15年度）

	世界	ブラジル	米国	中国	アルゼンチン	日本	EU27
需要量	0.5%	13.4%	-1.4%	-1.2%	-1.5%	-0.7%	-0.8%
搾油量	0.5%	0.7%	0.8%	0.2%	0.7%	0.7%	0.8%
生産量	0.5%	0.7%	0.8%	0.2%	0.7%	0.7%	0.8%
輸出量	-2.5%	-27.9%	16.1%	1.9%	1.4%	-	1.6%
輸入量	-2.5%	-0.2%	-1.3%	-9.4%	-	-14.9%	-3.9%

第26表 世界およびブラジルの大豆、大豆油、大豆ミール需給への影響
（シナリオ／ベースライン：2014/15年度）

	シナリオ/ベースライン
国際大豆価格	3.5%
国際大豆油価格	5.4%
国際大豆ミール価格	-2.7%
ブラジル国内大豆価格	2.9%
ブラジル国内大豆油価格	4.3%
ブラジル国内大豆ミール価格	-2.2%

第27表 世界大豆ミール需給への影響（シナリオ／ベースライン：2014/15年度）

	世界	ブラジル	米国	中国	アルゼンチン	日本	EU27
需要量	0.5%	0.3%	0.3%	0.4%	0.7%	0.8%	0.6%
生産量	0.5%	0.7%	0.8%	0.2%	0.7%	0.7%	0.8%
輸出量	1.0%	1.1%	2.4%	0.1%	0.7%	-	0.3%
輸入量	1.0%	0.1%	0.3%	17.9%	-	1.0%	0.5%

第 28 表 世界大豆需給への影響（シナリオ／ベースライン：2014/15 年度）

	世界	ブラジル	米国	中国	アルゼンチン	日本	EU27
需要量	0.5%	0.6%	0.8%	0.2%	0.7%	0.4%	0.6%
生産量	0.5%	0.5%	0.2%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%
輸出量	-0.1%	-0.1%	-1.1%	0.3%	0.5%	-	1.9%
輸入量	-0.1%	-0.5%	-0.1%	-0.4%	-0.1%	0.4%	0.7%

5. 結論

ブラジル連邦政府は、北東部・北部の農村地域開発、エネルギーおよび環境問題への対応から、国家バイオ燃料生産プログラム（PMPB）を 2004 年から開始し、バイオディーゼル生産・普及を進めている。ブラジルでは、今後、バイオディーゼル生産能力を拡大するとともに、2013 年以降に、バイオディーゼル混合率の引き上げを検討している。なお、ブラジルのバイオディーゼル事業者団体は、都市部におけるバイオディーゼル混合率を 2015 年から 20%に引き上げることを連邦政府に対して要求している。ただし、バイオディーゼル混合率を 20%に引き上げた場合における税制控除の財源確保の問題や原料供給力の問題、そして 20%混合に対するディーゼル・エンジンへの対応等から、ブラジル連邦政府では、この 20%混合要求に対しては、慎重に対応していく方針である。こうした観点から、ブラジル連邦政府は、今後、高濃度のバイオディーゼル混合率よりも現行よりわずかに高い混合率を検討しており、具体的には、大統領府を中心に 2013 年以降、バイオディーゼル 7%混合の義務化を検討している。このため、ベースライン予測である 2010/11 年度から 2014/15 年度にかけてバイオディーゼル 5%混合義務化を実施するベースライン予測に比べて、ブラジル連邦政府が 2013/14 年度から、バイオディーゼル 7%混合義務化を進めることを代替シナリオとして設定した。

本研究では、ブラジルにおけるバイオディーゼル混合率上昇が世界バイオディーゼル需給、大豆および大豆製品需給に与える影響について、新規に開発した「世界バイオディーゼル需給予測モデル」を用いて、分析を行った。なお、本モデルは、バイオディーゼル向け大豆油需要量を通じて、「世界大豆・大豆製品モデル」にリンクしている。ブラジルがバイオディーゼル混合率 5%の義務化を行うといった現行のバイオ燃料・エネルギー・農業政策が今後も継続すること等を前提としたベースライン予測に対して、ブラジル連邦政府が 2013/14 年度からバイオディーゼル 7%混合を行うというシナリオ予測を行った。この結果、国際バイオディーゼル価格、国際大豆油価格、国際大豆価格が上昇することが予測された。こうした国際大豆油価格の上昇は、主要国・地域における搾油量の増加を促した

め、世界の大豆ミール生産量および輸出量は増加することになった。その結果として、国際大豆ミール価格は下落することが予測された。このように、本研究による分析の結果、ブラジルにおけるバイオディーゼル混合率上昇は世界バイオディーゼル需給、世界大豆・大豆製品需給にそれぞれ異なる影響を与えることがわかった。

また、ブラジルにおけるバイオディーゼル混合率上昇により、ブラジルにおけるバイオディーゼル生産は拡大することが予測された。しかし、ブラジルにおけるバイオディーゼル混合率引上げに起因する大豆油価格上昇は、大豆油を主原料にしてバイオディーゼを生産している米国やアルゼンチンにおけるバイオディーゼル生産量の減少を促すことになった。一方、畜産業界にとっては、大豆ミール価格の下落は、生産コストの低減や畜産生産量の増大に寄与することが考えられる。また、大豆・大豆製品輸入国では、価格上昇率が比較的高い大豆油よりも相対的に低い大豆を輸入することにより大豆油価格上昇の影響を緩和することが見込まれる。

このように、ブラジルにおけるバイオディーゼル混合率上昇の結果として、ブラジルのバイオディーゼル産業、大豆、大豆油生産国および輸出国そして畜産業界は、利益を受けるものと見込まれるが、大豆油および大豆輸入国・地域には不利益が生じることが考えられる。このように、本研究は、ブラジルにおけるバイオディーゼル混合率の上昇は、ブラジルでは生産量が増加するものの、ブラジル以外の国ではバイオディーゼル生産量が増加せず、国際大豆油価格および国際大豆価格は上昇するものの、国際大豆ミール価格は下落するように、必ずしも、食料需給に悪影響を与えるものではないという結果を導き出した。

本研究において、バイオディーゼル部門は、2005年以降になってその市場が拡大したため、各パラメータ推計に際してのサンプル数が限られていることへの対応については、今後の重要な課題である。また、本研究では信頼できるデータの制約から、EU27、アルゼンチン、インドネシアおよびマレーシアにおけるバイオディーゼル生産における純収益を世界バイオディーゼル需給予測モデルに組み込んでいなかったが、これらの国における純収益をモデルに組み込むことが今後の課題である。また、バイオディーゼル政策が、国際畜産物需給に与える影響について新たに部分均衡需給予測モデルを用いて分析することも今後の課題である。

注 (1) ブラジルのバイオ燃料政策についての詳細については、小泉 (2009) を参照されたい。

(2) 社会燃料スタンプ制度についての詳細な情報については、小泉 (2009) を参照されたい。

(3) ブラジルにおけるバイオディーゼル原料の比較については、小泉 (2006) を参照されたい。

(4) ブラジル鉱山動力省からのヒアリング結果 (2010 年 3 月, 2010 年 12 月)。

- (5) 各パラメータについては、第 29 表を参照されたい。
- (6) 世界最大のバイオディーゼル生産国である EU における最も代表的なバイオディーゼル価格。
- (7) ブラジルにおけるバイオディーゼル取引におけるオークション価格。
- (8) 鉱山動力省、農牧供給省へのインタビュー結果（2010 年 3 月，2010 年 12 月）。
- (9) 国際大豆取引において最も代表的な国際指標価格。
- (10) 「世界バイオディーゼル需給予測モデル」および「世界大豆・大豆製品需給予測モデル」は逐次決定モデルであるため、シナリオを設定した 2013/14 年度から 1 年後の影響をみるために、2014/15 年度の影響度を示した。

[引用文献]

- Agra FNP(2010) *Agricultural 2010, Anuario da Agricultura Brasileira*, Agra FNP.
- DOE-EIA (U.S. Department of Energy, Energy Information Administration) (2010) *Annual Energy Outlook 2010*, <http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/pdf/issues.pdf>.
- F.O.Licht (2010). *F.O.Licht World Ethanol & Biofuels Report, Vol. 7, No 18*, F.O.Licht.
- FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute)(2010) *FAPRI 2010, U.S. and World Agricultural Outlook*, FAPRI Staff Report, 10-ESR1.
- Hall, J. S.Matos, L.Severino, and N.Beltarao (2009) “Brazilian biofuels and social exclusion: established and concentrated ethanol versus emerging and dispersed biodiesel”, *Journal of Cleaner Production*, Vol.17, pp.77-85.
- IBGE(2009) *Contas Regionais do Brasil*, IBGE.
- Hertel T.W., W.E.Tyner and D.K.Biur (2010) “The Global Impacts of Biofuel Mandates”, *The Energy Journal*, Vol.31, pp 75-100.
- 小泉達治（2006）「ブラジルにおけるバイオディーゼル計画の実態と課題」、『2006 年度日本農業経済学会論文集』、375-382 ページ。
- 小泉達治（2009）『バイオ燃料と食料需給－エネルギーと食料の競合を超えて』、農林統計協会、86-92 ページ。
- Koizumi, T. Ohga, K (2008) “Impacts of the Brazilian Biodiesel Program on the World Soybean and Soybean Products Market: An Econometric Simulation Approach”. *The Japanese Journal of Rural Economics*, Vol.10, pp12-32.
- Ministério da Agricultura (2005) Pecuária e Abastecimento. *Biodiesel in Brazil*, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Ministério de Minas e Energia (2009) *Brazilian Energy Balance 2008*, Ministério de Minas e Energia.
- Ministério de Minas e Energia (2010) *Boletm Mensal Dos Combustiveis Renovaveis*, Ministério de Minas e Energia.
- OECD-FAO(2010) *OECD-FAO Agricultural Outlook 2010-2019*, OECD-FAO.
- Silva, J.A.G., R. Perez, and R.O.Oliveira (2008) “Analysis, Design and Implementation of Biodiesel Projects in Brazil”, *Paper prepared for presentation at the 110 th EAAE Seminar, Austria*.

United Nations (UN)(2008) *World Population Prospects: The 2008 Revision Population Database; 2008*. <http://esa.un.org/unpp/>. (2010.11).

USDA-FAS (Foreign Agricultural Service, U.S. Department of Agriculture)(2010)*Price Supply & Distribution Views*, USDA-FAS, <http://www.fas.usda.gov/psd/intro.asp>. (2010.11)

USDA (U.S. Department of Agriculture)(2010) *USDA Baseline Projections to 2019*.OCE-2010-1.

附属資料 1

第 29 表 パラメータ

弾性値	被説明変数	説明変数	ブラジル	米国	アルゼンチン	EU27	マレーシア	インドネシア	その他世界
a1	大豆由来のバイオディーゼル生産量	バイオディーゼル生産によるネットリターン	0.2127	0.543	0.5197	0.1488	-	-	-
a2	大豆由来のバイオディーゼル生産量	技術変化率	0.1889	0.8544	0.8296	0.1036	-	-	-
a3	大豆由来のバイオディーゼル生産量	カリブレーション値	12,460	518	30,373	0	-	-	-
a4	大豆以外の植物油からのバイオディーゼル生産量	国内バイオディーゼル価格および植物油価格比	-	-	-	0.1197	0.4310	0.1189	-
a5	大豆以外の植物油からのバイオディーゼル生産量	技術変化率	-	-	-	0.2633	-	-	-
a6	大豆以外の植物油からのバイオディーゼル生産量	カリブレーション値	-	-	-	171,723	0	4,847	-
a7	バイオディーゼル生産量(その他原料由来)	国内バイオディーゼル価格	0.8499	0.7589	0.26657	0.1197	-	-	0.1480
a8	バイオディーゼル生産量(その他原料由来)	カリブレーション値	0	21,649	0	0	-	-	0
a9	バイオディーゼル需要量	国内バイオディーゼル価格	-0.2039	-0.6356	-0.1362	-0.0475	-0.0521	-0.0672	-0.1368
a10	バイオディーゼル需要量	国内ディーゼル価格	-	0.2355	-	-	-	-	-
a11	バイオディーゼル需要量	国際原油価格	0.8783	-	0.6639	0.2139	0.2526	0.7229	-
a12	バイオディーゼル需要量	カリブレーション値	193,307	134,081	5,221	341,934	0	0	0
a13	バイオディーゼル輸出量	国内バイオディーゼル価格	-0.5629	-0.1457	-	0.3256	-	-	-
a14	バイオディーゼル輸出量	国際バイオディーゼル価格	0.1029	0.2779	-	-	-	-	0.2675
a15	バイオディーゼル輸出量	カリブレーション値	62	-30,071	-	3	-	-	0
a16	バイオディーゼル輸入量	国内バイオディーゼル価格	0.1489	-	-	-	-	-	-
a17	バイオディーゼル輸入量	国際バイオディーゼル価格	-0.0879	-0.2556	-	-	-	-	-
a18	バイオディーゼル輸入量	カリブレーション値	21	24,179	-	-	-	-	-
a19	バイオディーゼル期末在庫量	国内バイオディーゼル価格	-0.2123	-0.2521	-0.3606	-0.2168	-0.2489	-0.2538	-0.2197
TS	バイオディーゼル輸入価格	従価関税	-	-	0.178	-	0	0	-

附属資料2 ベースライン予測

第30表 外生変数

	単位	出展	2008/09年度	2014/15 (予測)
GDP実質経済成長率(ブラジル)	2008/09=1	OECD-FAO(2010)	1.0	1.1
GDP実質経済成長率(米国)	2008/09=1	USDA(2010)	1.0	1.1
GDP実質経済成長率(アルゼンチン)	2008/09=1	OECD-FAO(2010)	1.0	1.3
GDP実質経済成長率(EU27)	2008/09=1	OECD-FAO(2010)	1.0	1.1
GDP実質経済成長率(中国)	2008/09=1	OECD-FAO(2010)	1.0	1.7
GDP実質経済成長率(日本)	2008/09=1	OECD-FAO(2010)	1.0	1.1
国際原油価格	Dollar/barrel	Reference price, Imported low-sulfur, light crude oil, U.S.Department of Energy, Annual Energy Outlook 2010, (2010)	99.6	95.2
グリセリン価格(ブラジル)	R\$/ℓ	Agra FNP (2010)	0.014	0.014
グリセリン価格(米国)	US\$/gallon	FAPRI (2010)	0.029	0.029
バイオディーゼル生産におけるその他可変費用(ブラジル)	R\$/ℓ	Agra FNP (2010)	0.274	0.274
バイオディーゼル生産におけるその他可変費用(米国)	US\$/gallon	FAPRI (2010)	0.552	0.552
国内とうもろこし価格(ブラジル)	2008/09=1	OECD-FAO(2010)	1.0	1.369
国内米価格(ブラジル)	2008/09=1	OECD-FAO(2010)	1.0	1.252
国際菜種価格	US\$/ton	FOB Hamburg, FAPRI (2010)	868	1,045
国際パーム油価格	US\$/ton	CIF Rotterdam Price, FAPRI	696	824
国際ピーナッツ価格	US\$/ton	US Runners 40/50 CIF Rotterdam, FAPRI (2010)	1,204	1,209
鶏肉生産量(ブラジル)	Thousand tons	FAPRI (2010)	11,143	11,759
国内とうもろこし価格(米国)	US\$/ton	No.2. Yellow Corn, US f.o.b. Gulf port, FAPRI(2010)	163	175
鶏肉生産量(米国)	Million lbs	USDA(2010)	36,511	37,893
鶏肉生産量(アルゼンチン)	Thousand tons	FAPRI (2010)	1,500	1,688
鶏肉生産量(中国)	Thousand tons	FAPRI (2010)	12,100	13,654
豚肉生産量(中国)	Thousand tons	FAPRI (2010)	48,500	54,808
鶏肉生産量(日本)	Thousand tons	FAPRI (2010)	1,260	1,274
鶏肉生産量(EU27)	Thousand tons	FAPRI (2010)	8,620	8,895

第31表 内生変数

	単位	出展	2008/09年度	2014/15 (予測)
国内バイオディーゼル価格(ブラジル)	R\$/kℓ	Biodiesel Auction Price, Brazil	2.7	4.3
国際バイオディーゼル価格	Euro/ℓ	Central Europe FOB Price	0.8	1.4
国内バイオディーゼル価格(米国)	US\$/Gallon	Biodiesel Rack Price, US	3.5	5.1
国際大豆価格	US\$/Bushel	No1.yellow, Illinois processor	3.9	4.9
国際大豆油価格	US cents/lb	Crude Decatur	32.2	48.4
国際大豆ミール価格	US\$/ton	48% protein Decatur	331.2	348.5
国内大豆価格(ブラジル)	R\$/ton, Deflated	CONAB/GEPAV/GEAME, FNP(2010)	528.6	674.9
国内大豆油価格(ブラジル)	R\$/ton, Deflated	CONAB/GEPAV/GEAME, FNP(2010)	2,850.0	3,900.0
国内大豆ミール価格(ブラジル)	R\$/ton, Deflated	CONAB/GEPAV/GEAME, FNP(2010)	486.2	509.3

附属3 主要パラメータ推計式

大豆油由来のバイオディーゼル生産量（米国）

$$\begin{aligned} \ln(QPBDFOY_t / QPBDFOY_{t-1}) &= 7.2824 + 0.5430 * \ln(NETr_t / NETr_{t-1}) \\ &\quad (12.7882)(5.5019) \\ &\quad + 0.8544 * \ln(TECH_t / TECH_{t-1}) \\ &\quad (10.3457) \\ R^2 &= 0.9759, \bar{R}^2 = 0.9593, n=6 \text{ (From 2003 to 2008), DW}=1.8318 \end{aligned}$$

大豆油由来のバイオディーゼル生産量（ブラジル）

$$\begin{aligned} \ln(QPBDFOY_t / QPBDFOY_{t-1}) &= 13.2508 + 0.2127 * \ln(NETr_t / NETr_{t-1}) \\ &\quad (19.8384)(5.9891) \\ &\quad + 0.1889 * \ln(TECH_t / TECH_{t-1}) \\ &\quad (1.2443) \\ R^2 &= 0.9975, \bar{R}^2 = 0.9923, n=5 \text{ (From 2005 to 2009), DW}=3.3507 \end{aligned}$$

大豆油由来のバイオディーゼル生産量（アルゼンチン）

$$\begin{aligned} \ln(QPBDFOY_t / QPBDFOY_{t-1}) &= 8.0612 + 0.5197 * \ln((DBDFP_t / DOP_t) / \\ &\quad (8.3754) (0.4079) \\ &\quad (DBDFP_{t-1} / DOP_{t-1}) + 0.8296 * \ln(TECH_t / TECH_{t-1}) \\ &\quad (1.9194) \\ R^2 &= 0.9014, \bar{R}^2 = 0.8027, n=5 \text{ (From 2005 to 2009), DW}=2.6196 \end{aligned}$$

大豆油由来のバイオディーゼル生産量（EU27）

$$\begin{aligned} \ln(QPBDFOY_t / QPBDFOY_{t-1}) &= 6.5525 + 0.1488 * \ln((DBDFP_t / DOP_t) / \\ &\quad (111.8700) (1.6520) \\ &\quad (DBDFP_{t-1} / DOP_{t-1}) + 0.1036 * \ln(TECH_t / TECH_{t-1}) \\ &\quad (5.9334) \\ R^2 &= 0.9629, \bar{R}^2 = 0.9259, n=5 \text{ (From 2005 to 2009), DW}=2.9894 \end{aligned}$$

菜種油由来のバイオディーゼル生産量（EU27）

$$\begin{aligned} \ln(QPBDFOIL_t / QPBDFOIL_{t-1}) &= 6.0516 + 0.1197 * \ln((DBDFP_t / DOP_t) / \\ &\quad (70.9413) (1.1221) \\ &\quad (DBDFP_{t-1} / DOP_{t-1}) + 0.2633 * \ln(TECH_t / TECH_{t-1}) \\ &\quad (9.3139) \\ R^2 &= 0.9864, \bar{R}^2 = 0.9727, n=5 \text{ (From 2005 to 2009), DW}=2.6318 \end{aligned}$$

その他の原料由来のバイオディーゼル生産量（ブラジル）

$$\ln(QPBDFOFOT_t / QPBDFOFOT_{t-1}) = 0.6618 + 0.8499 \ln(DBDFP_t / DBDFP_{t-1})$$

$$(0.5152) (2.7078)$$

$$R^2=0.9327, \bar{R}^2=0.7981, n=5 \text{ (From 2005 to 2009), DW}=2.3700$$

パーム油由来のバイオディーゼル生産量（マレーシア）

$$\ln(QPBDFOIL_t / QPBDFOIL_{t-1}) = 10.7295 + 0.4310 \ln((DBDFP_t / DOP_t) /$$

$$(56.7863) (-2.0789)$$

$$(DBDFP_{t-1} / DOP_{t-1}))$$

$$R^2=0.9856, \bar{R}^2=0.9568, n=5 \text{ (From 2005 to 2009), DW}=2.6097$$

バイオディーゼル需要量（米国）

$$\ln(QCBDF_t / QCBDF_{t-1}) = 5.1790 - 0.6356 \ln(DBDFP_t / DBDFP_{t-1}) + 0.2355 \ln(DP_t /$$

$$(16.5109) (-1.1187) \quad (3.3962)$$

$$DP_{t-1})$$

$$R^2=0.9318, \bar{R}^2=0.7273, n=6 \text{ (From 2004 to 2009), DW}=2.4985$$

バイオディーゼル需要量（EU27）

$$\ln(QCBDF_t / QCBDF_{t-1}) = 8.3378 - 0.0475 \ln(DBDFP_t / DBDFP_{t-1}) + 0.2139 \ln$$

$$(85.8693) (-0.1566) \quad (5.5094)$$

$$(WCP_t / WCP_{t-1})$$

$$R^2=0.9645, \bar{R}^2=0.9289, n=5 \text{ (From 2005 to 2009), DW}=1.7435$$

バイオディーゼル輸出量（ブラジル）

$$\ln(EXBDF_t / EXBDF_{t-1}) = 7.5416 - 0.5629 \ln(DBDFP_t / DBDFP_{t-1})$$

$$(25.1479) (-2.1951)$$

$$+ 0.1029 \ln(WBDFP_t / WBDFP_{t-1})$$

$$(0.9465)$$

$$R^2=0.7285, \bar{R}^2=0.4571, n=5 \text{ (From 2005 to 2009), DW}=2.9413$$

バイオディーゼル輸入量（ブラジル）

$$\ln(IMBDF_t / IMBDF_{t-1}) = 8.5276 + 0.1489 \ln(DBDFP_t / DBDFP_{t-1})$$

$$(162.6802) (6.1300)$$

$$- 0.0879 \ln(WBDFP_t / WBDFP_{t-1})$$

$$(-4.6232)$$

$$R^2=0.9499, \bar{R}^2=0.8999, n=5 \text{ (From 2005 to 2009), DW}=1.4401$$

（註）各弾性値の下の部分には t 値が記載されている。