

平成30年度テクノロジーの進歩に伴う
工業用アルコール市場への影響調査
報告書

平成31年3月

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社

◆ ◆ 目次 ◆ ◆

第1章 調査の概略.....	1
1. 調査の目的と基本方針.....	1
2. 調査の進め方.....	4
第2章 国内外の市場動向.....	6
1. エタノール需給の現状と見通し.....	6
2. わが国の用途別需要構造.....	11
3. わが国の工業用アルコール市場分析.....	19
4. わが国の工業用アルコール市場に影響を及ぼす国外要因.....	28
第3章 国内外の技術動向.....	44
1. 国内外における技術動向の整理.....	44
2. ヒアリング調査から特に注目される事例.....	49
第4章 国内工業用アルコール需要の将来見通し.....	56
1. 世界需給にかかる検討の更新.....	56
2. わが国におけるエタノールの将来需要の検討.....	59
第5章 工業用アルコール市場の拡大可能性と課題・対応策の検討.....	67
1. 工業用アルコール市場の拡大可能性.....	67
2. 今後の課題と対応策.....	67

第 1 章 調査の概略

1. 調査の目的と基本方針

(1) 背景と目的

わが国において、工業用アルコール（エタノール）は、化学品関係（化学溶剤等）、生活用品関係（医薬品、化粧品、洗剤等）及び飲食料品関係（みそ、しょうゆ、加工食品、食品防腐剤等）に幅広く利用され、国民生活及び産業活動に不可欠な資材としての機能を有しており、需要は緩やかながら増加傾向にある。一方、そのビジネスモデルについては、発酵アルコールは海外から原料である粗留アルコールを、合成アルコールは原料であるエチレン用ナフサをそれぞれ輸入し、国内で精製・販売するものであり、原料価格、為替動向等いわゆる外的要因によって業績が大きく左右されるという脆弱な構造となっている。

また近年、不透明な中東情勢を受けた原油価格の高騰、また、ブラジルの新たな燃料政策（RenovaBio）の導入等新興国を中心とした燃料としてのエタノール需要の拡大が加速するなどわが国アルコール業界を取り巻く事業環境は厳しくなっており、今後の先行きについては楽観視できない状況になっている。事業環境の悪化は業界の収益の悪化を招き、市場から撤退する事業者が現れ、その結果、規模の縮小という負のスパイラルに陥り、工業用アルコールの安定供給に支障を来す可能性があり、外的要因に極力左右されない強靱な事業構造の確立が求められている。

近年では、石油原料によるプラスチックに替わりエタノールによるプラスチックが製造される技術が確立されつつあるなどテクノロジーの目覚ましい進化は工業用アルコール業界にとっては大きな刺激となり、素材産業の一翼を担うポジションを確保することにより、業界の飛躍的発展につながる可能性がある。

これらの動きを好機と捉え、これまでのわが国工業用アルコール業界のビジネスモデルをレビューしつつ、近年のテクノロジーの進化、他産業との連携の可能性の模索を通じ工業用アルコール市場の拡大可能性を把握する。

(2) 基本的な調査方針

調査を進める上での基本的な方針は下記の通りである。

①国際統計での概要把握に加え、国内統計での詳細分析に取り組む

わが国における「工業用アルコール」に対する考え方は、法律に基づいて厳格に決められている。アルコールは水酸基を持つ炭化水素の総称であるが、本調査における主たる対象は、アルコール事業法に基づく「工業用アルコール」（90 度以上のエタノール）である。わが国では、工業用アルコールのほか、酒税法に基づく「飲用アルコール（お酒）」が法律による規制対象となっている。

これに「燃料用アルコール」を加えた 3 区分が、国際的には多くの場合用いられている。

国際統計上は、これらの区分をまとめた「アルコール」の総量となっているため、用途別、製法別等での統計は民間による推計値を用いる必要がある。ただし、国内のみであれば、規制法の関係から用途別の分析が可能であり、より精緻な検討を行うことができる。

図表 1 わが国におけるアルコールの区分と主要な用途

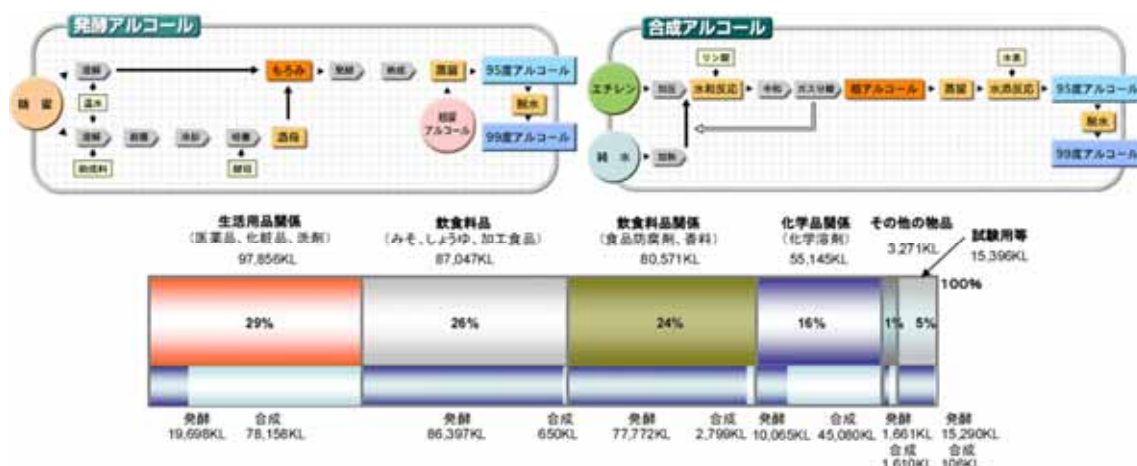
製法別	合成アルコール	発酵アルコール
	エチレンを原料として化学合成反応によって作られたアルコール	でんぷん質原料(トウモロコシ等)や糖質原料(サトウキビ等)を発酵させて作ったアルコール (現在、国内主要メーカーは、海外から粗留アルコールを輸入し、精製を行っている。)
使用用途別	主として化学用 (化粧品・洗剤・医薬品等)	主として食品用 (食品防腐用・香料・試薬等)
規制法別	アルコール事業法(許可制) 90度以上のアルコールが対象 (工業用アルコール)	飲用(お酒) 酒税法(免許制)

資料) 経済産業省「アルコール事業の民営化について」(平成 18 年 11 月 24 日)

②用途別にバリューチェーンの違いを意識して整理する

「工業用アルコール」は製法によって合成アルコールと発酵アルコールに区分される。合成アルコールは生活用品関係や化学品関係など化学工業用途、発酵アルコールは飲食料品や飲食料品関係など食品工業用途に多く用いられている。そのため、合成アルコール製造企業と発酵アルコール製造企業では、下流にあたる許可使用者の顔ぶれも変わってくることに留意が必要である。用途別に成長性を検討し、トレンド要因以外に検討が必要な用途があれば、そのインパクトを検討する。

図表 2 わが国における工業用アルコールの製造方法とその主要用途



資料) 経済産業省「アルコール事業の民営化について」(平成 18 年 11 月 24 日) および日本アルコール販売株式会社資料

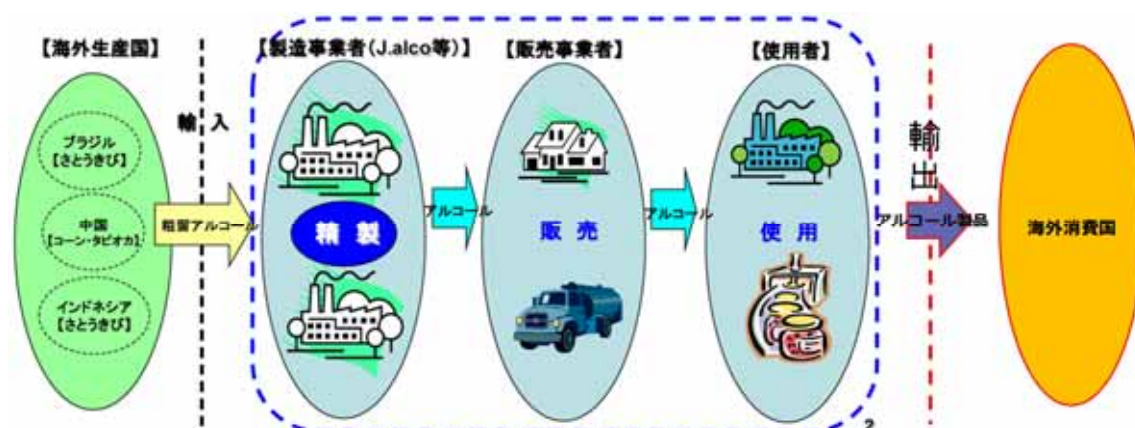
③聞き取りを通じて、需要拡大の可能性について検討する

近年では工業用アルコールを素材として用いて製品を生み出す新しい技術が登場しつつあり、その取り込みによって、エタノール産業は有力な素材産業として新たなポジションを獲得できる可能性がある。また、エタノールにはエコのイメージがあり、その点も含めると、多少のコストを吸収できる可能性もあることから、市場の立ち上げについて、ヒアリング等で確認することで、可能性やそのインパクトを確認する。

わが国の「工業用アルコール」は、海外から輸入した粗留アルコールを、製造事業者が精製、販売事業者を経て、国内の許可使用者が使用するのが、これまでの一般的なビジネスモデルである。現在、食品については輸出拡大が進んでおり、これに加え、経済連携協定において関税が撤廃されることで、主として許可使用者が製造している「アルコール製品」（食品添加物、化粧品、香料等）の海外市場獲得も期待できる。

工業用アルコールは、アルコール事業法によって厳格に流通管理がなされており、アルコール事業者名簿によって、取扱事業者を正確に把握することが可能であることから、特に許可使用者を対象に製品輸出、海外進出の経験や今後の意向を把握する。

図表 3 わが国における工業用アルコールのビジネスモデルと輸出可能性



資料）経済産業省中国経済産業局「工業用アルコールとその制度について」（平成 23 年 2 月）に一部（輸出部分）加筆

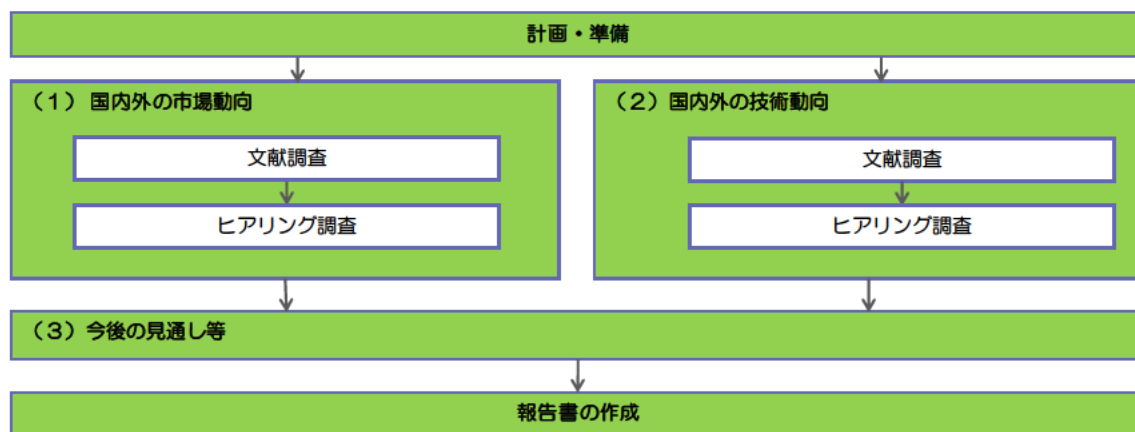
④わが国におけるエタノール需給体制維持に向けた課題

「平成 28 年度エタノールの世界需給に関する調査」で得られた世界的な需給にかかる知見と、エタノールに係る将来見通しを立てる上での知見を生かし、まずは国際統計によってエタノール全体にかかるわが国需給の将来見通しを検討し、数年程度の中期と、トレンドをベースにした 2030 年までの長期について更新する。わが国のエタノールにかかる需給構造は、需要が牽引する需要先導型であることから、需要面を中心に見通しを行い、見いだされた需要拡大要因のインパクトを国内需要に積み込むことで、需要拡大が現実化した場合に国内で生じる需要を見通す。

2. 調査の進め方

目的と基本方針をふまえ、具体的な調査は下記のように進めた。

図表 4 調査の進め方



(1) 国内外の市場動向調査

(2) 国内外の技術動向調査

工業用アルコールの需給にかかる傾向（トレンド）を把握するための市場動向調査と、同じく需給に対して衝撃（インパクト）を与える技術動向調査の双方を並行して進めた。双方の調査方法は、いずれも文献調査とヒアリング調査とした。

①文献調査

工業用アルコールに対するグローバル需給およびわが国の需要に影響を及ぼす因子について文献等から整理し、その関連統計を収集、動向を把握する。わが国におけるアルコールの現状について既往調査や公表統計によって整理し、動向を把握した。グローバルまたは主要国のエタノール需給や想定される影響因子に関するレポート、特に既存の将来推計について可能な範囲で整理し、本業務における推計方法や結果の参考とするとともに、因子抽出等にかかる参考とした。

②ヒアリング調査

わが国工業用アルコールの製造・販売にかかる事業者や海外需給に関わる商社、新しい用途にかかる技術を保有する企業や大学等を対象に、現状と課題及び問題点について説明を受け、その可能性とインパクト規模をとりまとめた。

（３）わが国における工業用アルコール需要にかかる将来見通しの構築

グローバル需給の見通しと、用途別分析から判明した傾向の状況およびヒアリングから想定されたインパクトの程度から、わが国における需要動向の将来見通しを構築した。

（４）国内市場における課題の抽出と対応策の検討

ここまでの検討に基づき、需要拡大のシナリオを解説するとともに、そのための課題を設定する。課題に対して、本業務において得られた知見をふまえ、可能なものについては対応策を検討、提言を行った。

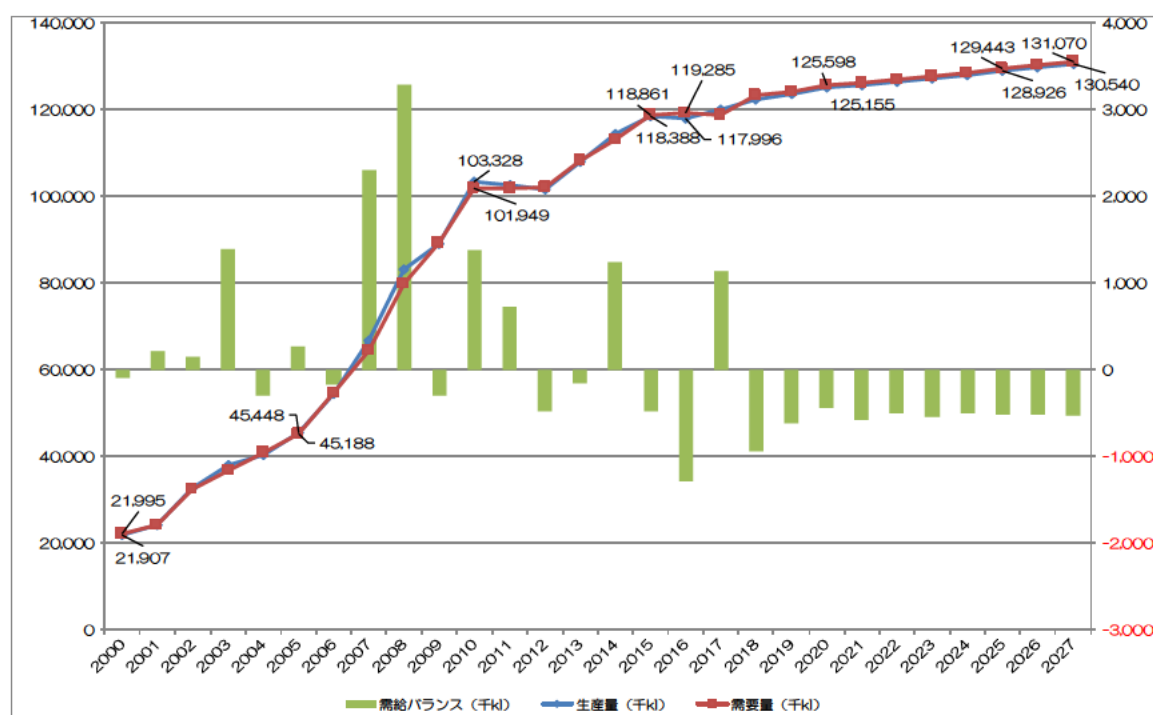
第2章 国内外の市場動向

1. エタノール需給の現状と見通し

世界のエタノール生産量は増加傾向にあり、経済協力開発機構（OECD）と国際連合食糧農業機関（FAO）の調べによると、2016 年には 1.18 億 kl に達している。両機関の見通しによれば、今後はさらに増加して 2025 年には 1.29 億 kl に到達するとなっている。また、需要量も生産量とほぼ一致した動きを示し、2016 年の 1.19 億 kl が 2025 年には 1.29 億 kl となっている。

過去の推移ではやや生産量が多かったが、現在は需要量がやや上回っている。今後は、需要量が生産量を上回るために、両者のバランスはマイナスになる見通しである。需要、生産ともに 2 年前の見通しよりもやや上振れしているが、双方が上振れした結果、2025 年時点でのバランスは均衡に近づいている。

図表 5 世界のエタノール需給の推移とそのバランス



	2010	2015	2016	2020	2025
生産量 (千 kl)	103,328	118,388	117,996	125,660	128,926
需要量 (千 kl)	101,949	118,861	119,285	126,239	129,443
需給バランス (千 kl)	1,379	-472	-1,289	-579	-517

注釈) 2017 年以降は予測値

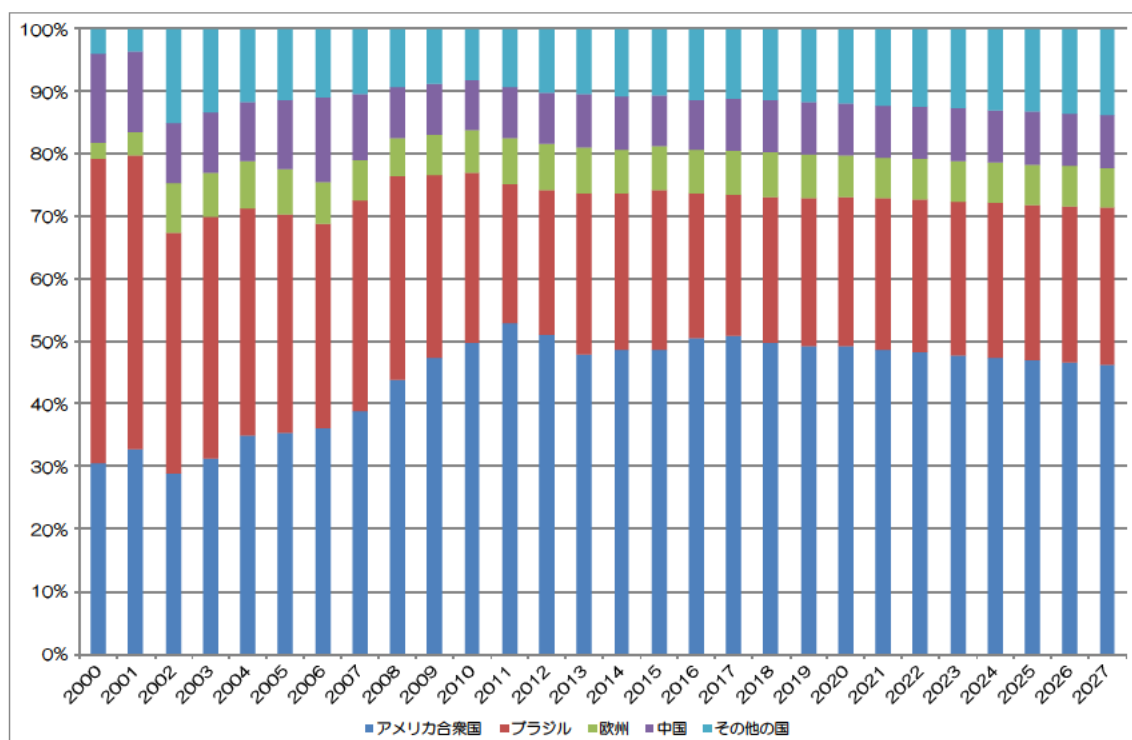
資料) OECD-FAO 「Agricultural Outlook 2018-2027」より作成

(1) 国・地域別のエタノール生産量

2016 年時点の生産量を国・地域別構成で見ると、アメリカ合衆国が 59.5 百万 kl で世界の 50.5%、ブラジルが 29.2 百万 kl で世界の 23.2%を占めている。この 2 ヶ国で世界の 7 割以上、欧州と中国を加えた 4 ヶ国・地域で世界の 9 割近くに達する状況である。

今後は、アメリカ合衆国と欧州の占有率がやや低下し、ブラジル、中国、その他の国々による占有率がやや上昇する見通しとなっている。

図表 6 世界のエタノール生産にかかる国・地域別構成



生産量 (千 kl)	2010	2015	2016	2020	2025
全世界	103,328	118,388	117,996	125,660	128,926
アメリカ合衆国	51,538	57,531	59,532	61,549	60,546
ブラジル	27,571	28,246	29,225	29,853	32,101
欧州	7,116	8,249	8,328	8,441	8,334
中国	8,260	9,665	9,400	10,410	10,866
その他の国	8,452	12,525	13,343	14,902	17,079

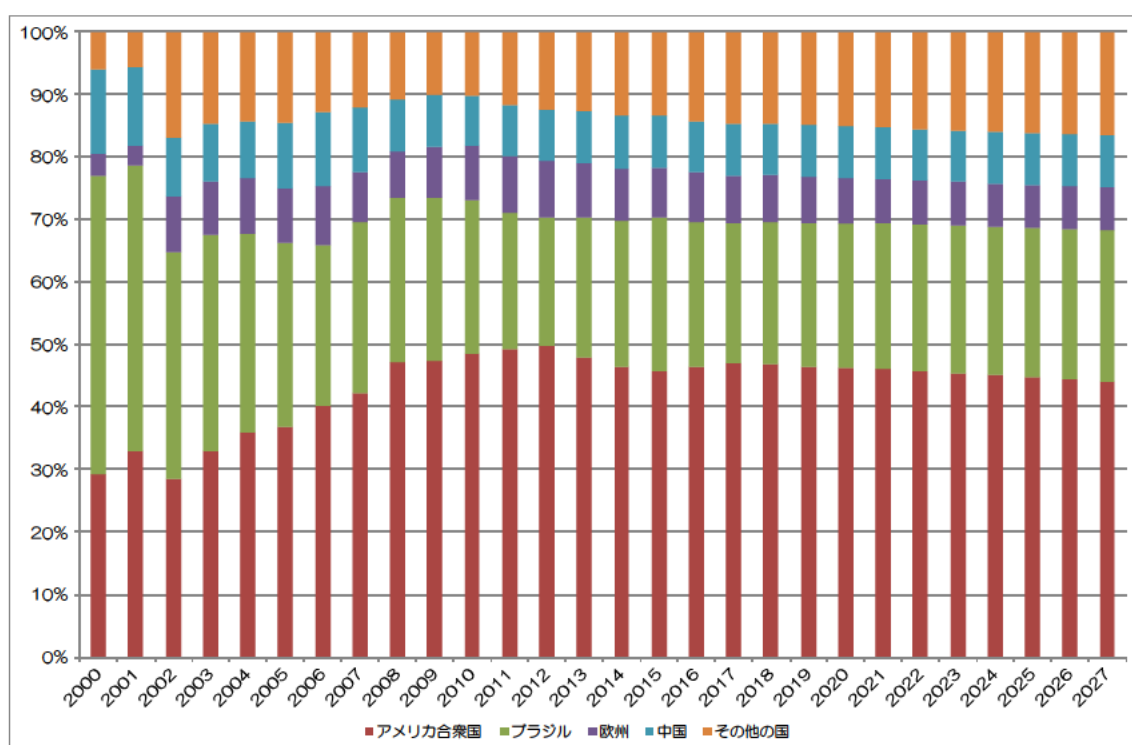
注釈) 2017 年以降は予測値

資料) OECD-FAO 「Agricultural Outlook 2018-2027」より作成

(2) 国・地域別のエタノール需要量

同じく 2016 年時点の需要量を国・地域別構成で見ると、アメリカ合衆国が 55.5 百万 kl で世界の 46.5%、ブラジルが 27.5 百万 kl で世界の 23.0%を占めている。この 2ヶ国で世界の 7 割弱、欧州と中国を加えた 4ヶ国・地域で世界の 9 割近くに達するなど生産量と同様の傾向を示しているが、生産量に比べると、ややその他の国の比率が高い。今後は、アメリカ合衆国と欧州の占有率がやや低下し、ブラジル、中国、およびその他の国々による占有率がやや上昇する見通しとなっている。

図表 7 世界のエタノール需要にかかる国別構成



需要量 (千 kl)	2010	2015	2016	2020	2025
全世界	101,949	118,861	119,285	126,239	129,443
アメリカ合衆国	49,404	54,248	55,450	58,093	57,901
ブラジル	25,175	29,290	27,493	29,113	31,044
欧州	8,769	9,456	9,452	9,103	8,838
中国	8,100	10,000	9,900	10,311	10,763
その他の国	10,502	15,867	16,989	18,978	20,898

注釈) 2017 年以降は予測値

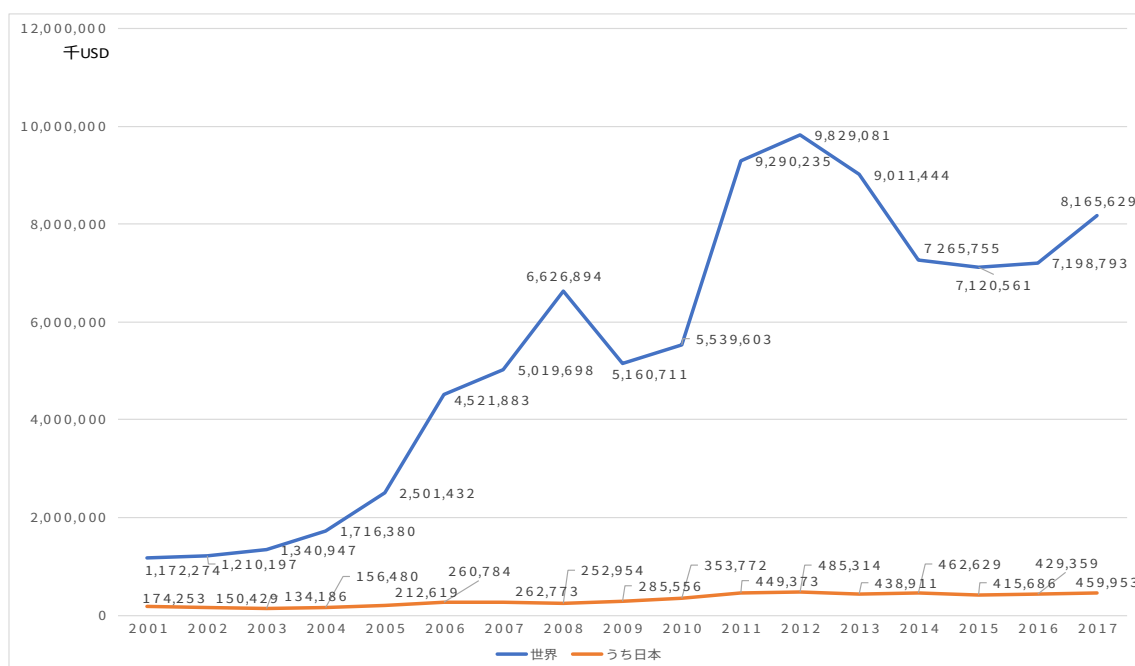
資料) OECD-FAO 「Agricultural Outlook 2018-2027」より作成

(3) 世界のエタノール貿易（輸入）

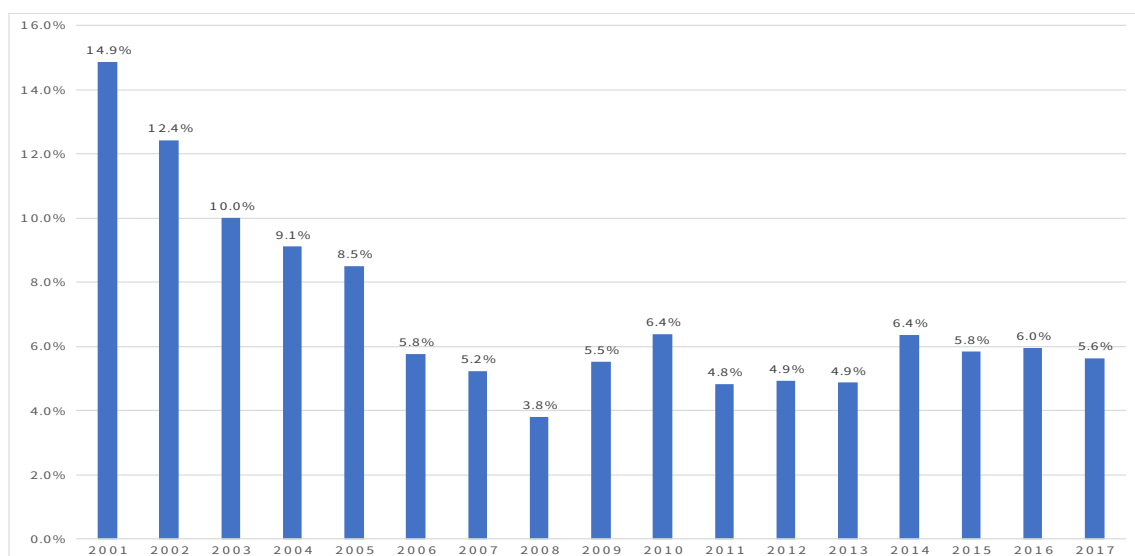
世界のエタノール貿易金額は増減を繰り返しながら増加基調にある。2012 年に 98 億 USD でピークを迎えた後、2015 年にかけて 71 億 USD まで減少したが、以降は再度増加をはじめ、2017 年は 82 億 USD まで回復している。

一方、わが国の輸入金額も年々増加を続けているが、2001 年には 15% を占めていたシェアが、近年は 6 % 前後にとどまっている。

図表 8 世界およびわが国のエタノール輸入金額の推移



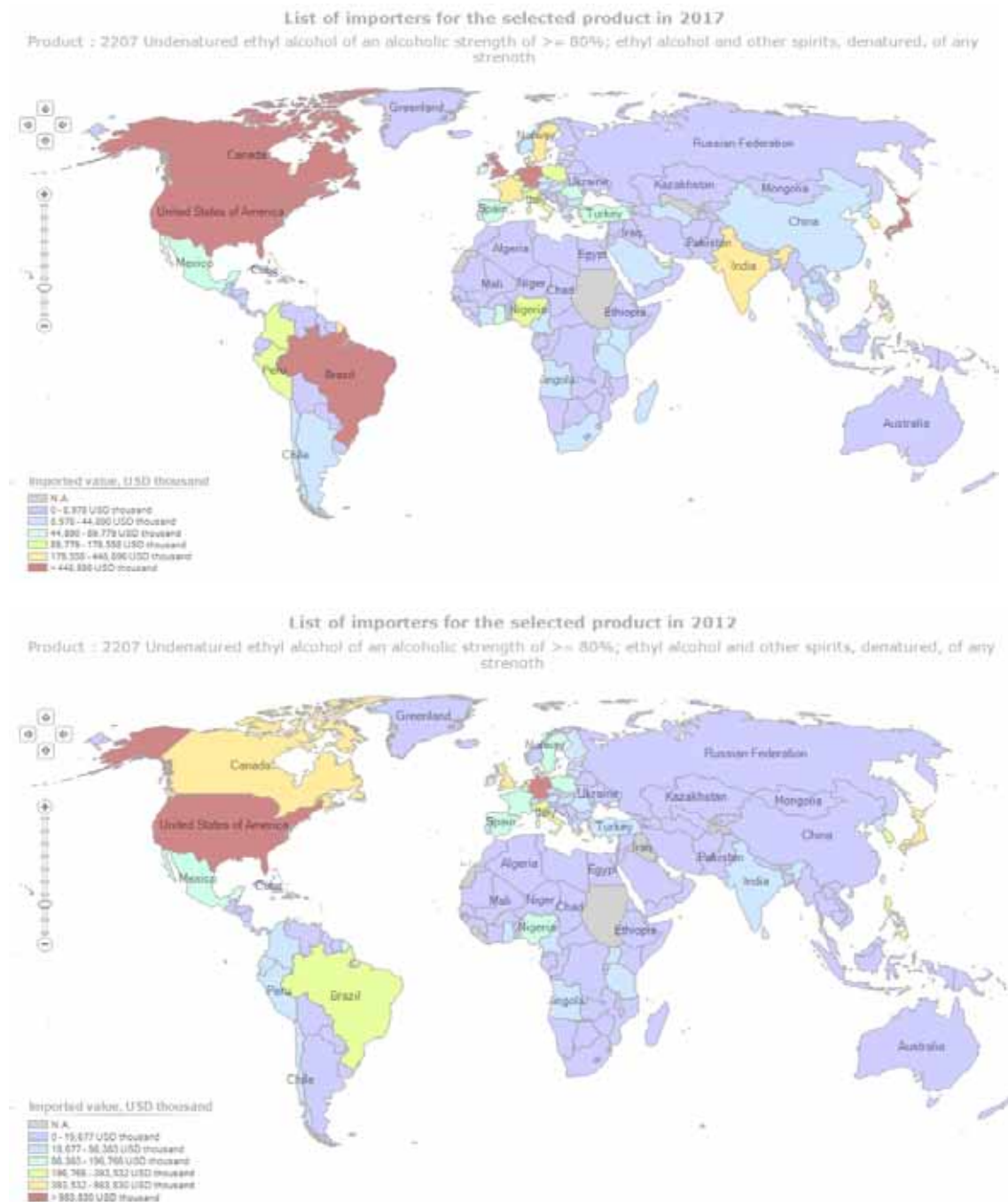
(わが国のシェア)



資料) International Trade Centre より作成

エタノール貿易を国・地域別にみると、生産量が多いアメリカ、ブラジル、中国、欧州がいずれも輸入金額でも上位にあり、それ以外の国では、日本と韓国、インドの輸入金額が大きいことが目立っている。なお、2017 年に最も多くのエタノールを輸入しているのはブラジルであり、急激に輸入量を増やしている。

図表 9 世界の国別エタノール輸入金額（上 2017 年、下 2012 年）



資料) International Trade Centre

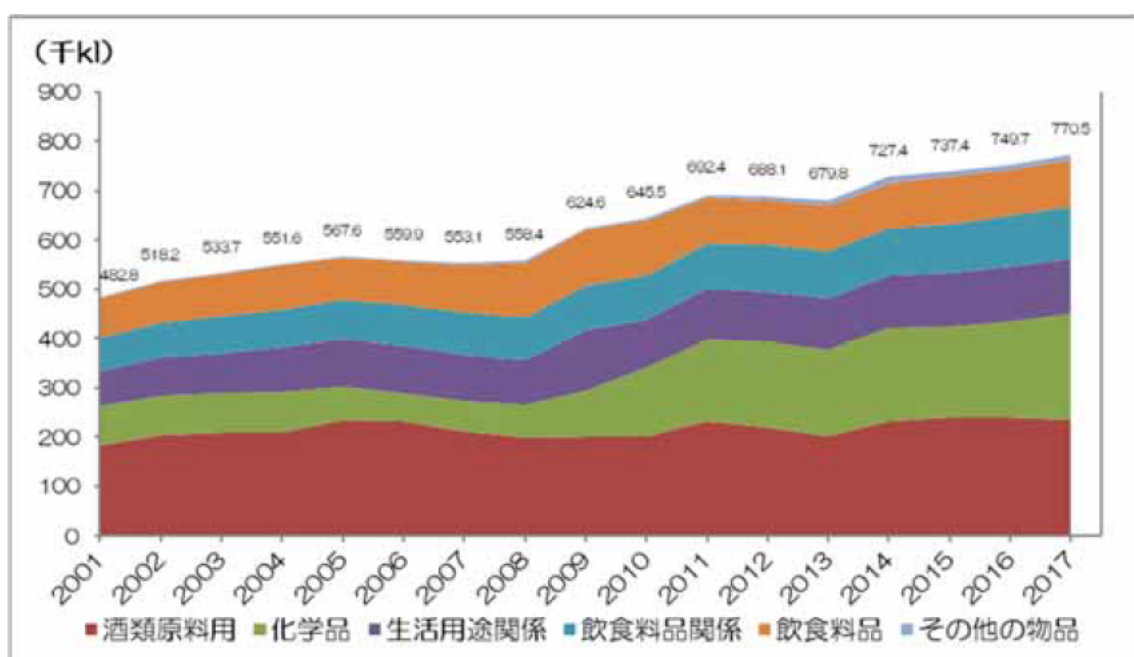
2. わが国の用途別需要構造

わが国における工業用アルコールの消費量は2001年度から2005年度まで緩やかに増加、その後2008年度までほぼ横ばいだったものの、2008年度以降、2011～2013年度を除き、概ね増加傾向にある。

用途別で検討した場合、増加量が多いのは化学品、生活用途関係、飲食料品関係となっている。それ以外の項目はその他の物品を除き、ほぼ微増となっている。特に化学品用途の需要は2017年度には2001年度比で2.7倍以上に増加、全体に占める割合も2001年度の約15%から現在では3割に近づいている。

なお、工業用アルコールの需要拡大を論ずる本調査報告では、酒類原料用を除いた用途（化学品、生活用途関係、飲食料品関係、飲食料品、その他の物品）を議論の対象とする。

図表 10 工業用アルコール消費量の推移（2001～2017年度）



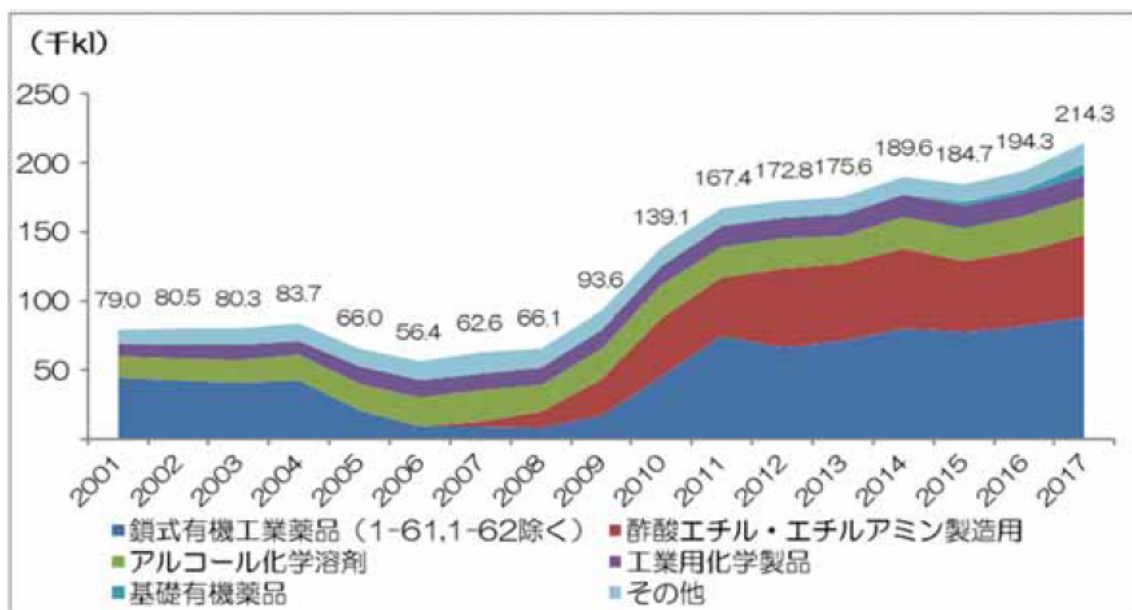
項目 (単位：千 kl)	2001		2011		2017		変化率 (2001-2017)
	量	割合	量	割合	量	割合	
酒類原料用	183.5	38.0%	231.2	33.4%	234.2	30.4%	127.7%
化学品	79.0	16.4%	167.4	24.2%	214.3	27.8%	271.2%
生活用途関係	70.7	14.6%	103.5	15.0%	113.6	14.7%	160.6%
飲食料品関係	67.7	14.0%	91.0	13.1%	106.9	13.9%	157.9%
飲食料品	80.0	16.6%	91.9	13.3%	92.1	11.9%	115.0%
その他の物品	1.8	0.4%	7.4	1.1%	9.3	1.2%	508.0%
合計	482.8	38.0%	692.4	33.4%	770.5	30.4%	159.6%

資料) 経済産業省調べ

(1) 化学品

化学品用途では鎖式有機工業薬品及び酢酸エチル・エチルアミン製造用の需要が最も伸びており、消費量は 2017 年度の時点で 2001 年度比 3 倍以上となっている。また、2017 年度の時点で化学品用途の消費量全体の約 7 割を占めている。鎖式有機工業薬品は、主にバイオマス燃料用の E T B E であり、その用途で需要が拡大していると考えられる。

図表 11 化学品用途の工業用アルコールの消費量の推移 (2001～2017 年度)



項目 (単位：千kl)	2001		2010		2017		変化率 (2001-2017)
	量	割合	量	割合	量	割合	
鎖式有機工業薬品 (1-61,1-62 除く) ¹	45.2	57.2%	45.4	32.7%	88.6	41.3%	196%
酢酸エチル・エチル アミン製造用 ²	—	—	42.5	30.6%	59.0	27.5%	—
アルコール化学溶剤	15.1	19.1%	23.6	17.0%	28.3	13.2%	187%
工業用化学製品	8.8	11.1%	13.9	10.0%	15.2	7.1%	173%
基礎有機薬品	0.02	0.0%	0.11	0.1%	8.4	3.9%	42000%
その他 ³	9.9	12.6%	13.5	9.7%	14.8	6.9%	149%
合計	79.0	100%	139. 1	100%	214. 3	100%	271%

資料) 経済産業省調べ

¹ 2007 年度以前のデータは酢酸エチル・エチルアミン製造用を含む

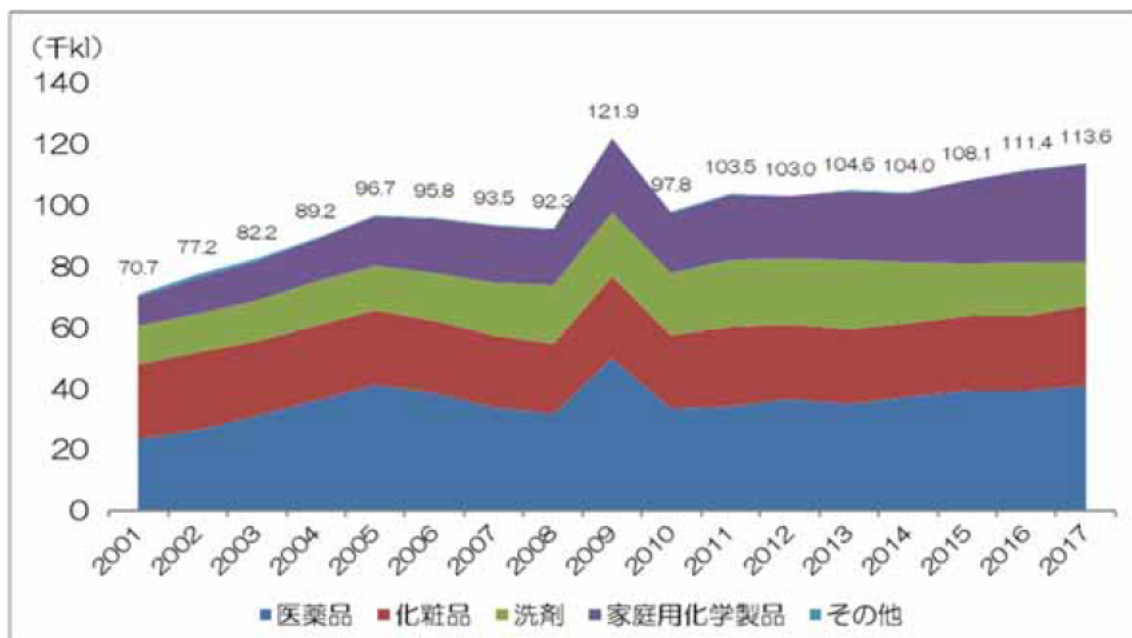
² 酢酸エチル・エチルアミン製造用は 2007 年度以前は鎖式有機工業薬品に計上

³ 「その他」には 5 千 kl 未満の項目 (環式有機工業薬品、塗料、シンナー及び関連製品、合成樹脂及びその他のプラスチック、その他基礎化学製品、農薬、動植物油脂ろう及びその誘導製品、火薬類、染料、配合・混合飼料及び飼料添加物、植物性製造飼・肥料、動物性製造飼・肥料) が含まれる。

(2) 生活用途関係

生活用途関係は全体に市場が拡大しているが、特に医薬品と家庭用化学製品が需要拡大を牽引していると考えられる。

図表 12 生活用途関係の工業用アルコール消費量の推移 (2001～2017 年度)



項目 (単位：千 kl)	2001		2010		2017		変化率 (2001-2017)
	量	割合	量	割合	量	割合	
医薬品 ⁴	23.6	33.4%	33.4	34.2%	40.6	35.8%	171.9%
家庭用化学製品	9.5	13.5%	19.9	20.4%	32.1	28.3%	337.3%
化粧品	24.3	34.4%	23.7	24.3%	26.4	23.2%	108.6%
洗剤 ⁵	12.3	17.5%	20.4	20.9%	14.2	12.5%	115.4%
その他	0.9	1.3%	0.3	0.3%	0.2	0.2%	26.5%
合計	70.7	100%	97.8	100%	113.6	100%	160.6%

資料) 経済産業省調べ

⁴ 医薬品には個々の器官系用医薬品、治療を主目的としない医薬品、代謝性医薬品、神経系及び感覚器官用医薬品、病原生物に対する医薬品、生薬及び漢方処方に基づく医薬品、組織細胞機能用医薬品、動物に使用する医薬品及び関連製品、麻薬が含まれている。

⁵ 洗剤には石けん（シャンプーを除く）、家庭用合成洗剤が含まれている。

①家庭用化学製品

日本標準商品分類によると洗浄剤、ドライクリーニング剤、クレンザーなどが家庭用化学製品と定められている。家庭用の洗剤にエタノールを用いる場合、その配合割合によっては GHS⁶（化学品の分類及び表示に関する世界調和システム）に基づいて製品に危険有害性を表す絵表示のマークをつける必要があることから、使用者はエタノールの使用量を減らそうとする傾向が見られた一方で、エタノールが人体に無害なことから、飲食店等で洗剤用途のエタノール製剤の使用が拡大していることを指摘する有識者もあった。また、全体の 3 割強を占める医薬品については、コンスタントに需要拡大を続けている。

②医薬品

医薬品の内訳をみると、器官系用医薬品（循環器官用薬、呼吸器官用薬、消化器官用薬、ホルモン剤、泌尿生殖器官及び肛門用薬、外皮用薬、歯科口腔用薬など）用途が最も多く、全体の 7 割近くを占めている。エタノールは、医薬品の中間体を製造する際に用いられるほか、外皮用薬の外皮用殺菌消毒剤、カンフルハッカ剤において有効成分として登録されていることから、主に消毒・殺菌用としても使用されていると考えられる。

図表 13 医薬品用途の工業用アルコール消費量及び変化率(2001、2010、2017 年度)

項目 (単位：千 kl)	2001		2010		2017		変化率 (2001-2017)
	量	割合	量	割合	量	割合	
個々の器官系用医薬品	15.0	63.5%	22.4	67.0%	27.0	67.6%	180.1%
治療を主目的としない 医薬品	1.3	5.7%	3.5	10.5%	5.4	13.5%	399.9%
代謝性医薬品	2.5	10.5%	2.4	7.0%	3.4	8.6%	137.9%
神経系及び感覚器官用医 薬品	0.4	1.8%	1.2	3.5%	1.3	3.1%	298.1%
病原生物に対する 医薬品	2.8	11.7%	1.9	5.6%	1.1	2.7%	39.5%
生薬及び漢方処方に 基づく医薬品	0.6	2.7%	0.8	2.5%	0.9	2.3%	147.5%
組織細胞機能用医薬品	0.1	0.5%	0.4	1.1%	0.8	2.0%	609.8%
動物に使用する医薬品及 び関連製品	0.8	3.3%	0.9	2.6%	0.7	1.7%	87.4%
麻薬	0.1	0.4%	0.1	0.2%	0.1	0.2%	69.7%
合計	22.9	100%	32.5	100%	39.9	100%	171.9%

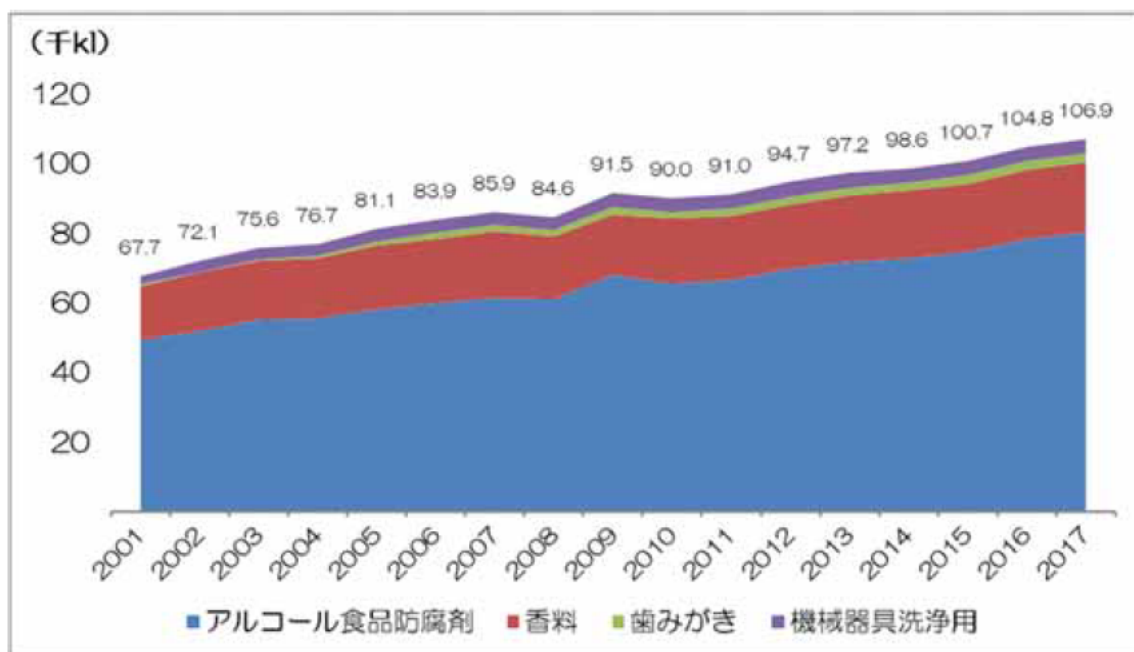
資料) 経済産業省調べ

⁶ 2003 年 7 月に災害防止及び人の健康や環境の保護を目的として、化学品の危険有害性を世界的に統一された一定の基準に従って分類し、絵表示等を用いて分かりやすく表示することを求めた国連勧告。わが国の家庭用洗剤に関しては、日本石鹸洗剤工業会が「家庭用消費者製品における GHS ラベル表示作成ガイドンス」を自主的に導入している。

(3) 飲食料品関係

全体の 7 割を占めるアルコール食品防腐剤用途が、飲食料品関係の需要を牽引している。

図表 14 飲食料品関係の工業用アルコール消費量の推移(2001～2017 年度)



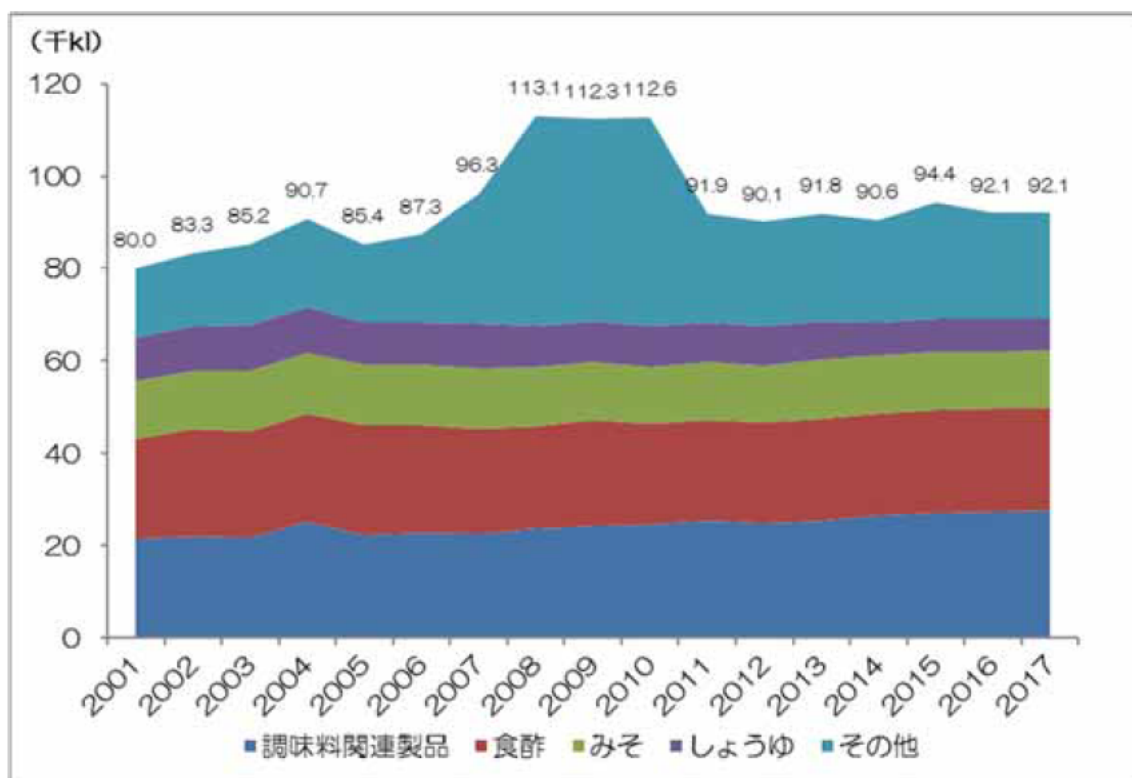
項目 (単位：千kl)	2001		2010		2017		変化率 (2001-2017)
	量	割合	量	割合	量	割合	
アルコール食品防腐剤	49.2	72.7%	65.3	72.6%	80.2	75.0%	163.0%
香料	15.5	22.8%	18.7	20.7%	19.9	18.6%	128.9%
菌みがき	0.6	0.9%	2.0	2.2%	2.7	2.5%	452.5%
機械器具洗浄用	2.5	3.6%	4.0	4.4%	4.1	3.9%	166.6%
合計	67.7	100%	90.0	100%	106.9	100%	157.9%

資料) 経済産業省調べ

(4) 飲食料品

飲食料品については、調味料関連製品が飲食料品の 3 割近くを占め、次いで食酢が 2.5 割、みそが 1 割程度となっている。

図表 15 飲食料品の工業用アルコール消費量の推移(2001～2017 年度)



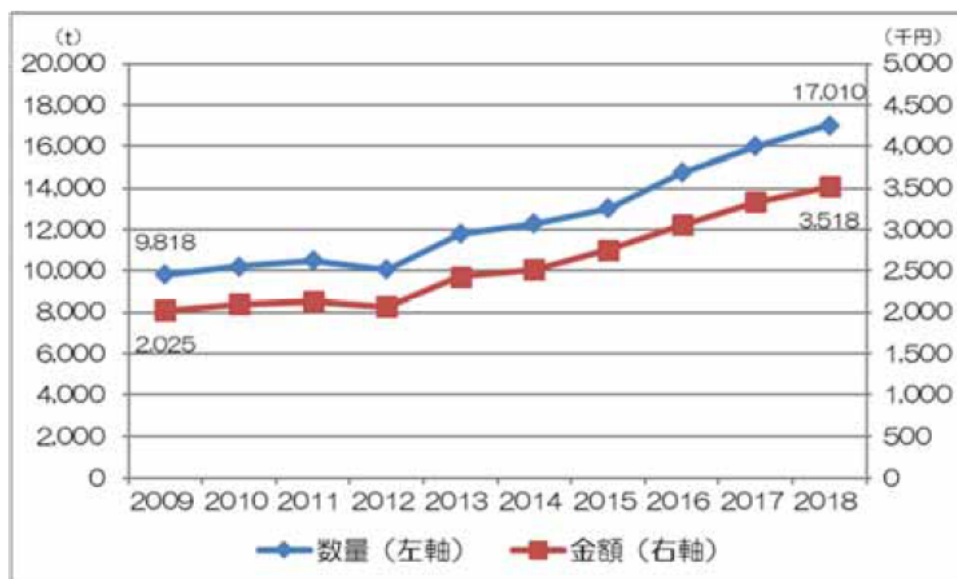
項目 (単位：千kl)	2001		2010		2017		変化率 (2001-2017)
	量	割合	量	割合	量	割合	
調味料関連製品	21.5	26.9%	24.5	21.8%	27.5	29.9%	127.9%
食酢	21.7	27.1%	21.8	19.4%	22.1	24.0%	102.0%
みそ	12.4	15.5%	12.3	10.9%	12.5	13.6%	101.0%
しょうゆ	9.5	11.9%	8.9	7.9%	7.1	7.7%	74.6%
その他	15.0	18.7%	45.1	40.1%	22.9	24.8%	152.8%
合計	80.0	100%	112.6	100%	92.1	100%	115.0%

資料) 経済産業省調べ

みそ・しょうゆの海外輸出

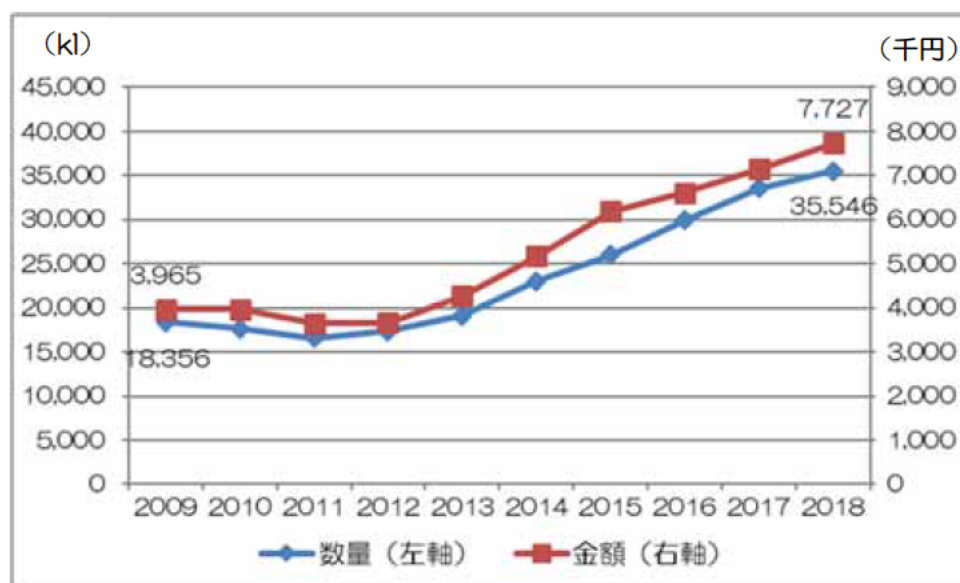
近年は、わが国の農林水産物等輸出拡大政策に伴って、みそやしょうゆなどの調味料の海外への輸出量が増えている。2018 年（暦年ベース）時点で輸出量及び輸出金額をみると、みそは 2009 年比で 170%に増加、しょうゆは 190%に増加している。これらの調味料の新たな市場拡大に伴い、エタノール使用の総量も増加する可能性があるが、そもそもの量が小さいため、全体の工業用アルコール市場に及ぼす影響は小さいものとなっている。

図表 16 みその輸出数量・金額の推移



資料) 財務省「貿易統計」より作成

図表 17 しょうゆの輸出数量・金額の推移



資料) 財務省「貿易統計」より作成

（５）近年の用途別需要構造からみた工業用アルコールの需要拡大可能性

わが国の工業用アルコールの消費量は 2017 年度には 2001 年度比で 1.6 倍に拡大している。最も拡大している化学品用途では、鎖式有機工業薬品のバイオマス燃料用途需要が拡大を牽引している。

生活用途関係では洗剤などの家庭用化学製品用途、飲食料品関係ではアルコール食品防腐剤で消費量が拡大しており、飲食料品では和食の海外進出に伴い、みそやしょうゆの材料として工業用アルコールの消費量が拡大する可能性があるが、いずれの分野も、化学品用途に比べると量が小さいため、全体の需要拡大に与える影響は小さいものとなっている。

以上より、わが国の工業用アルコール市場のトレンドとしては、今後も緩やかに拡大を続けるものの、この多くは燃料用途の拡大に伴うものであり、それ以外の分野で工業用アルコール市場を拡大していくには、新市場創出などのインパクトが求められると考えられる。

3. わが国の工業用アルコール市場分析

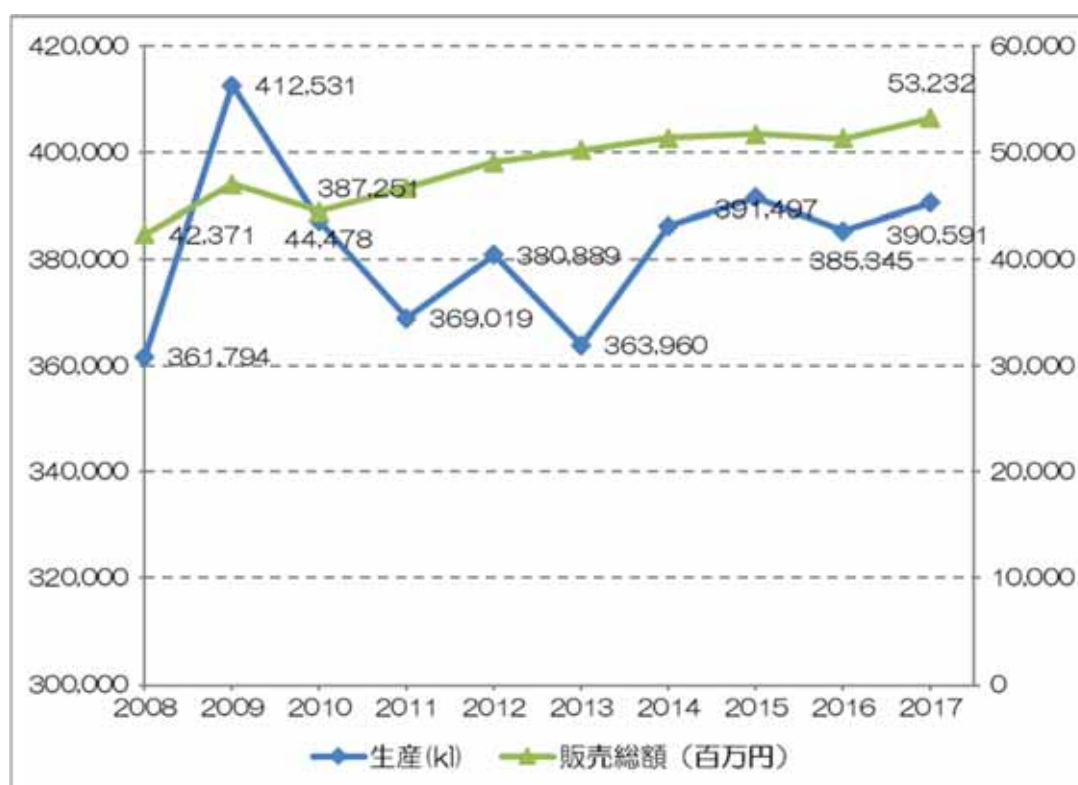
本章ではわが国の工業用アルコール市場の分析を行う。まず市場規模などわが国の工業用アルコールの市場規模を概観した上で、工業用アルコールの製造品出荷額、付加価値の推移、及び他の製造業との付加価値の比較を行う。

(1) 市場規模

①生産と販売の規模

一般社団法人アルコール協会が発表している統計によると、日本国内の工業用アルコール生産量⁷は多少の変動はあるものの、35 万 kl から 40 万 kl 前後で推移している。販売価格は過去 10 年の間に緩やかな上昇を続け、2017 年度時点で約 532 億円の市場規模となっている。

図表 18 国内の工業用アルコール生産と販売総額の推移（2008～2017 年度）



資料) 一般社団法人アルコール協会統計資料より作成

⁷ 95%換算のエチルアルコールを指す。

販売量については、2009 年度に 2008 年度比で大幅に増加したものの、2010 年度にふたたび大幅に減少、その後は 2013 年度、2016 年度に減少しているものの堅調に増加しており、2017 年度時点で約 39 万 kl と過去 10 年間で最も多い販売量となっている。

また、販売単価については、2009 年度に 2008 年度の約 134 円から約 127 円に下落、その後 2013 年度まで単価は改善し、現在は 136 円/L 前後で推移している。

図表 19 国内の工業用アルコール販売と販売価格の推移（2008～2017 年度）



資料）一般社団法人アルコール協会統計資料より作成

②原料価格との連動状況

近年、エタノールのバイオマス燃料への使用が進むにつれ、アメリカ合衆国やブラジルでは特にエタノール価格が原油価格に連動しはじめていとされるが、わが国の工業用アルコール販売価格と原油価格の推移を比較すると、2008、2009 年頃の価格の動きは一致しているものの、2010 年頃からの動きは異なっている。

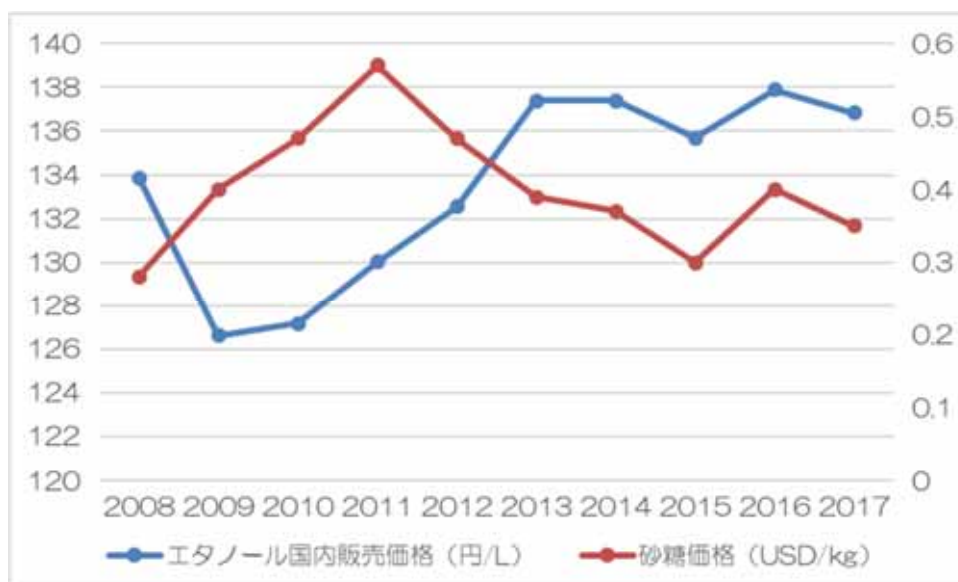
国内で消費される工業用アルコールの原料は 9 割以上が輸入であり、その過半をブラジル産が占めている。ブラジルでは、砂糖価格の推移によってサトウキビからのエタノール生産量を決定しているため、砂糖価格が上がれば砂糖の生産量が増加し、相対的にエタノール生産量が減少することになり、エタノールの価格も上昇する。そのため、国内の工業用アルコール販売価格は、原油価格よりもむしろ、砂糖価格と連動しやすい構造になっている。

図表 20 エタノールの国内販売価格と原油価格の推移



資料) 一般社団法人アルコール協会統計資料、世界銀行統計より作成

図表 21 エタノールの国内販売価格と砂糖価格の推移



資料) 一般社団法人アルコール協会統計資料、世界銀行統計より作成

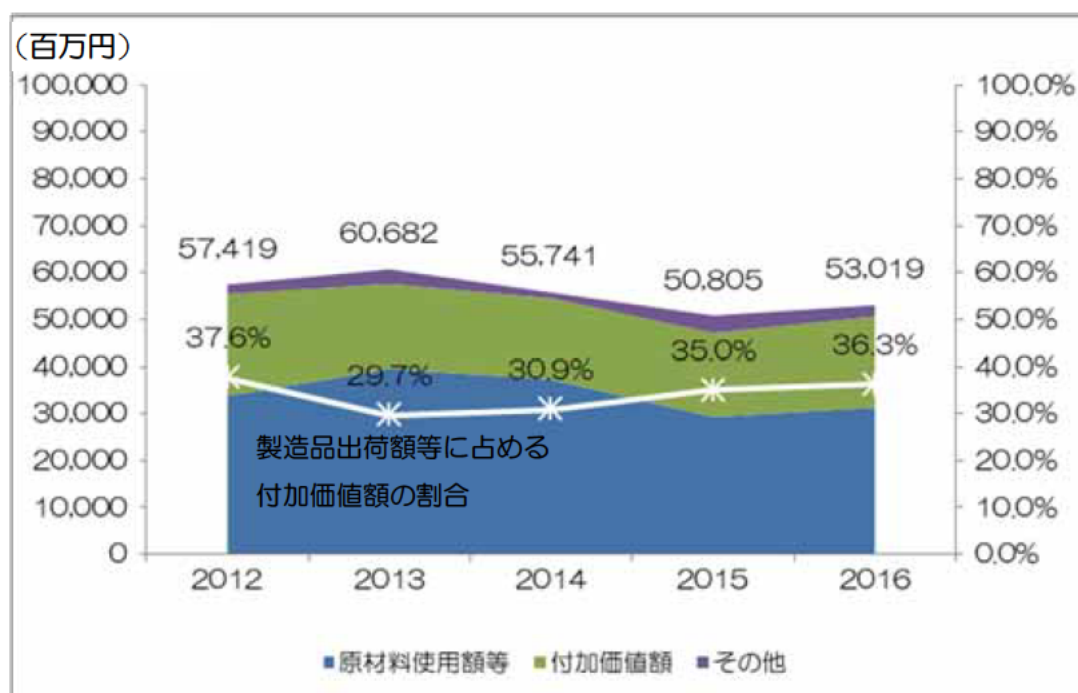
(2) バリューチェーンにおける国内の工業用アルコールの付加価値

①製造過程における付加価値

1) 発酵アルコールの製造状況

発酵アルコール製造業が含まれると考えられる発酵工業⁸については、製造品出荷額が2013 年を境に緩やかに下落しているが、2016 年には回復に転じた。一方で、製造品出荷額等に占める付加価値額の割合は、2013 年に一度下落した後回復基調となり、2016 年時点で2012 年の水準近くまで再び上昇している。

図表 22 発酵工業における製造品出荷額等、原材料使用額等、付加価値額の推移



資料) 経済産業省「工業統計」より作成

2) 合成アルコールの製造状況

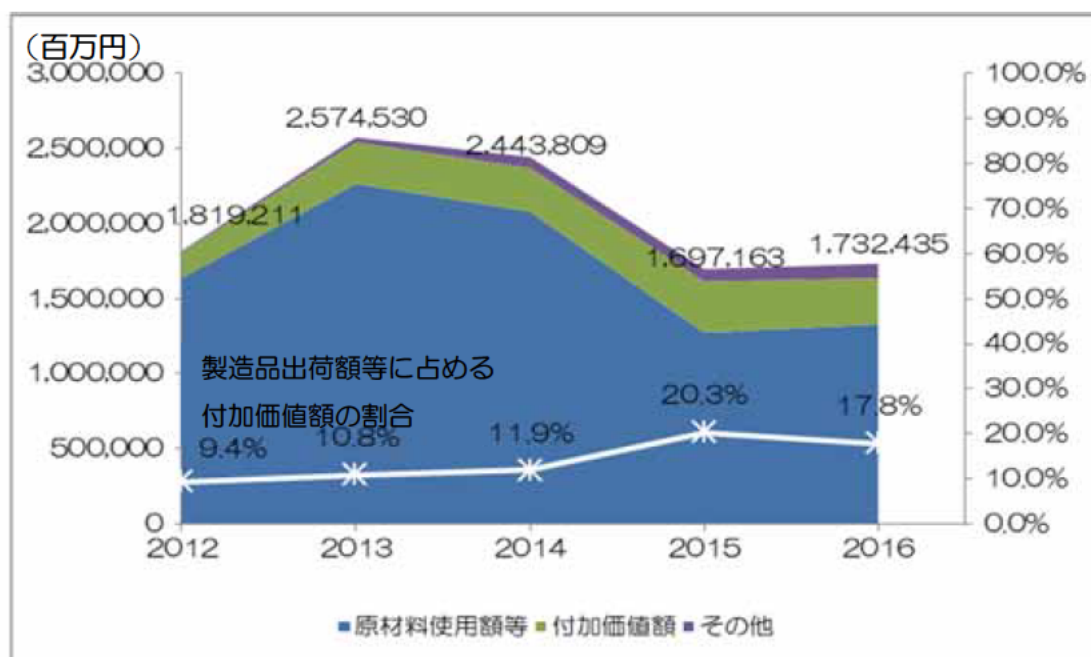
合成アルコール製造業が含まれる石油化学系基礎製品(一貫して生産される誘導品を含む)⁹の製造品出荷額等は2015 年に一度大きく減少しているものの、2016 年には再び回復に転じている。また、製造品出荷額等に占める付加価値額の割合は2015 年まで上昇を続け、2016 年の時点で2012 年比+8%の17.8%となっている。

石油化学系基礎製品の項目に含まれる製造品目は合成アルコールのみではないものの、発酵アルコールに対し、製品の付加価値が低い可能性がある。

⁸ 発酵工業にはエチルアルコール(95%換算)、バイオエタノール、その他の発酵製品(乳酸、石油たんぱく、くえん酸(発酵法によるもの))が含まれる。

⁹ エチレン、プロピレン、ブタン、ブチレン(ナフサ分解によるもの)、純ベンゾール(石油系)、純トルオール(石油系)、純キシロール(石油系)、芳香族混合溶剤が含まれ、必ずしも合成法のアルコールのみではない。

図表 23 石油化学系基礎製品製造業における製造品出荷額等、原材料使用額等、
付加価値額の推移



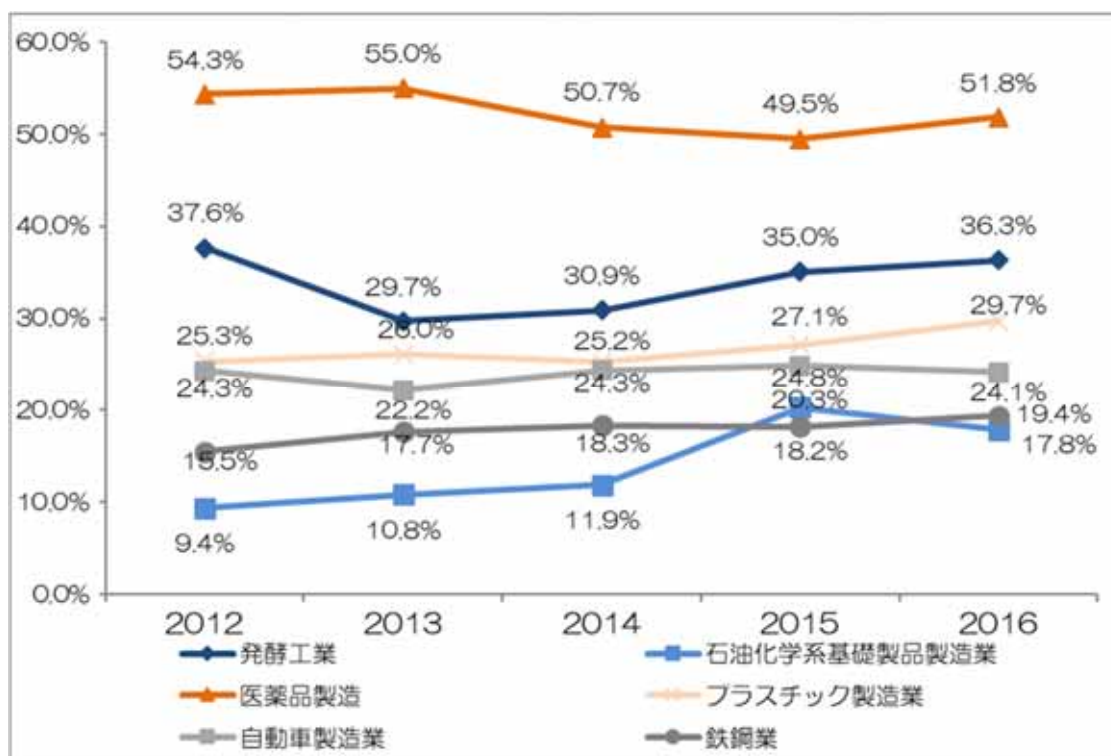
資料) 経済産業省「工業統計」より作成

3) 他の工業との比較

化学業界の中でも市場規模が特に大きい医薬品、プラスチック、また、わが国の主要産業である自動車製造業、鉄鋼業と比較すると、発酵工業における付加価値率は、その割合が約5割を占める医薬品製造業よりは低いものの、プラスチック製造業よりは高い。また、自動車製造や鉄鋼業などの重工業に比しても高くなっている。一方、合成アルコールが含まれる石油化学系基礎製品製造業は、付加価値の割合が低い自動車産業や鉄鋼業よりも、さらにその割合が低くなっている。この2つの産業区分は、厳密には発酵アルコール製造業と合成アルコール製造業に一致するものではないが、発酵アルコールの方が合成アルコールよりも付加価値率は高くなっている可能性を示している。

その理由の一つとして、発酵工業の市場規模が、石油化学系基礎製品の約30分の1とかなり小さいことがある。そのため、発酵工業は規模の経済が効きにくく、高コストな構造になっていることから、見かけとして付加価値が高くなっている可能性がある。今後、発酵工業においても市場規模が拡大し、規模の経済が効いてくるならば、見かけの付加価値率は低下するものの、コストの低廉化によって付加価値額は増加するため、実質的な業界規模の拡大につながると考えられる。

図表 24 工業用アルコールの製造品出荷額等に占める付加価値額の割合



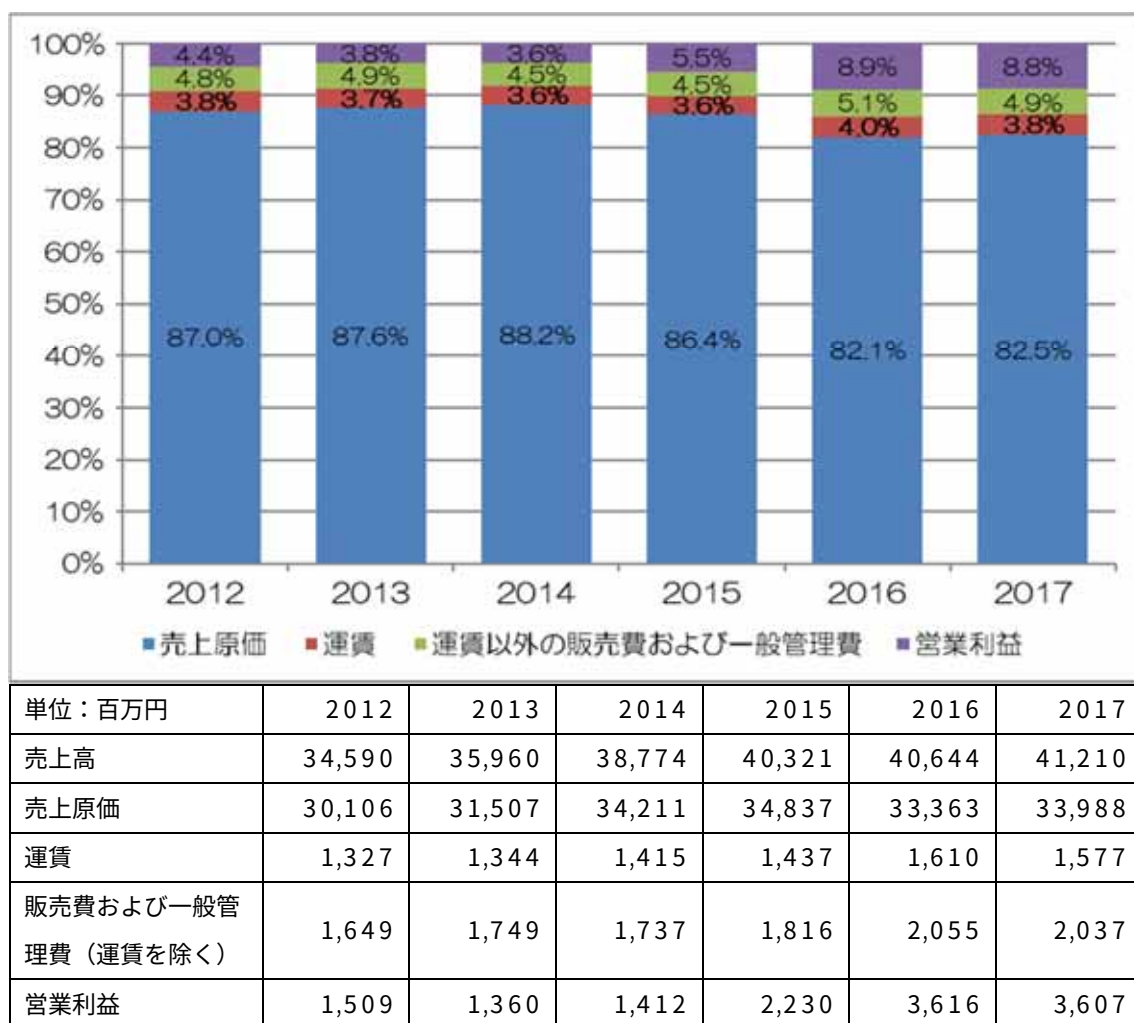
資料) 経済産業省「工業統計」より作成

②流通におけるコスト及びその他のコスト

工業用アルコールの販売にかかる物流およびその他のコストを算出するにあたっては、日本国内で工業用アルコールの販売を行っている企業の財務情報を参照した。

対象企業の有価証券報告書から、損益計算書を用いて売上高を構成する項目を整理したところ、売上高の中でも売上原価が約 80%を占め、物流コストである運賃は 3%台後半となっている。また、運賃を除く、販売費および一般管理費（従業員への給与・賞与等）は全体の 5%近くを占めている。直近 5 年では 2012～2013 年までは売上原価が 87～88%、販売費および一般管理費、および利益を合計したマージンが 13%であったが、2015 年以降は売上原価が占める割合が低下、それに伴い利益率が増加し、2016 年、2017 年では 80%弱の売上原価に対して、マージンが 20%近くまで上昇している。

図表 25 対象企業の売上構造



注釈）財務情報（会計年度：4月1日～翌年3月31日）は単体決算書の情報を採用

③バリューチェーンにおける国内の工業用アルコールの付加価値

以上を踏まえ、工業用アルコールのバリューチェーン全体における付加価値を以下のように仮定した。製造過程における付加価値は、発酵アルコールおよび合成アルコールのいずれも 2017 年の値を採用した。一方、物流および販売の付加価値は過去 5 年間で変動幅が大きいことから、マージンの割合が最小であった 2014 年および最大となった 2016 年の値をそれぞれ採用した。これらの付加価値については、発酵、合成に関わらず、工業用アルコールの物流・販売において当てはまると考えられる。

図表 26 工業用アルコールのバリューチェーンにおける付加価値

	原料	製造		物流 ¹⁰	販売 ¹¹
発酵	-	36.3%	最低値 (2014)	3.8%	8.1%
			最大値 (2016)	4.0%	14.0%
合成	-	17.8%	最低値 (2014)	3.8%	8.1%
			最大値 (2016)	4.0%	14.0%

資料) 各種情報より作成

原料を 100 とした時の付加価値を計算すると以下の通りとなる。原料に対する最終的な付加価値は発酵アルコールにおいては最小で約 50%、最大で約 60%、合成アルコールにおいては最小で約 30%、最大で 40%になるとの試算を得た。

図表 27 工業用アルコールのバリューチェーンにおける付加価値の推移



¹⁰ 物流の付加価値率は製造後のコストに対するもの

¹¹ 販売の付加価値率は製造後のコストに対するもの

(3) わが国における工業用アルコールにかかるバリューチェーンの特徴

わが国の工業用アルコール生産量は多少の変動はあるものの、35 万 kl から 40 万 kl 前後で推移、市場規模は過去 10 年の間に緩やかながら拡大し、2017 年時点で約 532 億円の市場規模となっている。

販売量についても近年は堅調に増加している。容量あたりの販売単価は、2009 年に大幅に下落した後は、2013 年まで回復し、現在は 136 円/l 前後で価格が安定している。アメリカ合衆国やブラジルではエタノールが主に燃料用途として使用されることから、エタノール価格はガソリン価格と連動しているが、日本では特に近年はそのような連動は見られない。

日本の工業用アルコール市場のバリューチェーンにおける付加価値については、製造過程においては、発酵アルコール製造業の方が、合成アルコールよりも付加価値が高い可能性がある。また、製造後の物流、販売による付加価値は、それぞれ 4 % 程度、8 ~14 % 程度であり、原料から製造、販売に至るまでの付加価値は、発酵アルコールで約 50 ~60 %、合成アルコールで約 30 ~40 %との試算を得た。発酵アルコールの製造コストが合成アルコールを上回る理由として、市場規模が挙げられる。石油化学系基礎製品の市場規模は、合成アルコール以外も含まれているものの、発酵工業の市場規模の約 30 倍である。発酵アルコールについては市場規模が小さいため付加価値を高くせざるを得ない状況にあると考えられる。発酵工業においても、今より市場規模が拡大すれば、付加価値率は低下するが付加価値額は上昇し、業界の維持が容易になると考えられる。

4. わが国の工業用アルコール市場に影響を及ぼす国外要因

わが国の工業用アルコール市場に影響を及ぼす国外要因について分析を行う。まず、世界全体でのエタノール市場を俯瞰し、特にどの用途でのエタノールの使用が世界市場、日本国内市場の需給に影響を及ぼすかを明らかにする。

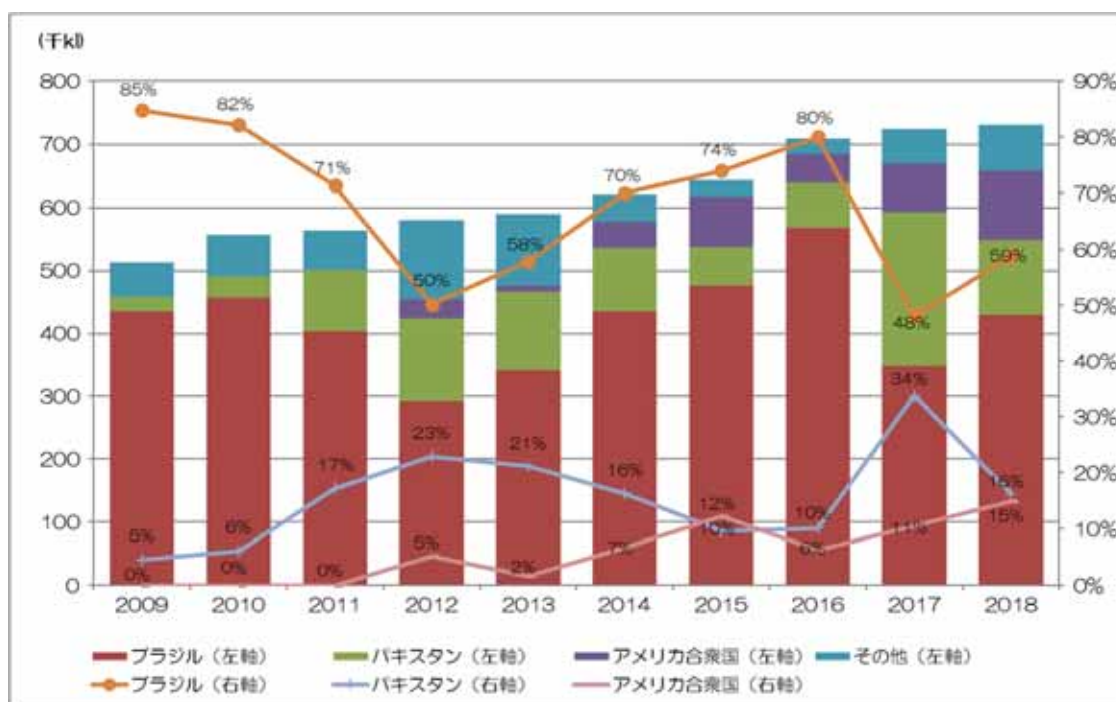
次に、需要と供給の観点から世界市場、日本市場への影響力を特に有する国を抽出し、各国の政策、社会情勢等の影響要因を特定する。

(1) わが国の工業用アルコール市場に影響のある国の特定

わが国で消費される工業用アルコールの原料は9割以上が輸入となっている。そのため、輸入元の国・地域、あるいは輸入元が同じである国・地域の動向が、特にわが国工業用アルコール市場に大きな影響を及ぼし得ると考えられる。

わが国では総輸入量に対してブラジルからの輸入の割合が最も高く、年によって大きな差があるものの2017年を除き過半を占めて推移している。アメリカ合衆国からの輸入割合も概ね増加傾向にあるものの、ブラジルの影響が最も強いと考えられる。また近年はパキスタンからの輸入量も増加しており、2009年、2010年は輸入割合が1割未満であったところ、特に2017年には34%まで上昇した。ブラジルとパキスタンからのエタノールの輸入量の割合は対照的な動きをしており、パキスタンからの輸入は、ブラジルからの輸入の調整弁的な役割を果たしていると考えられる。

図表 28 日本のエタノール輸入元推移及び全体に占める割合



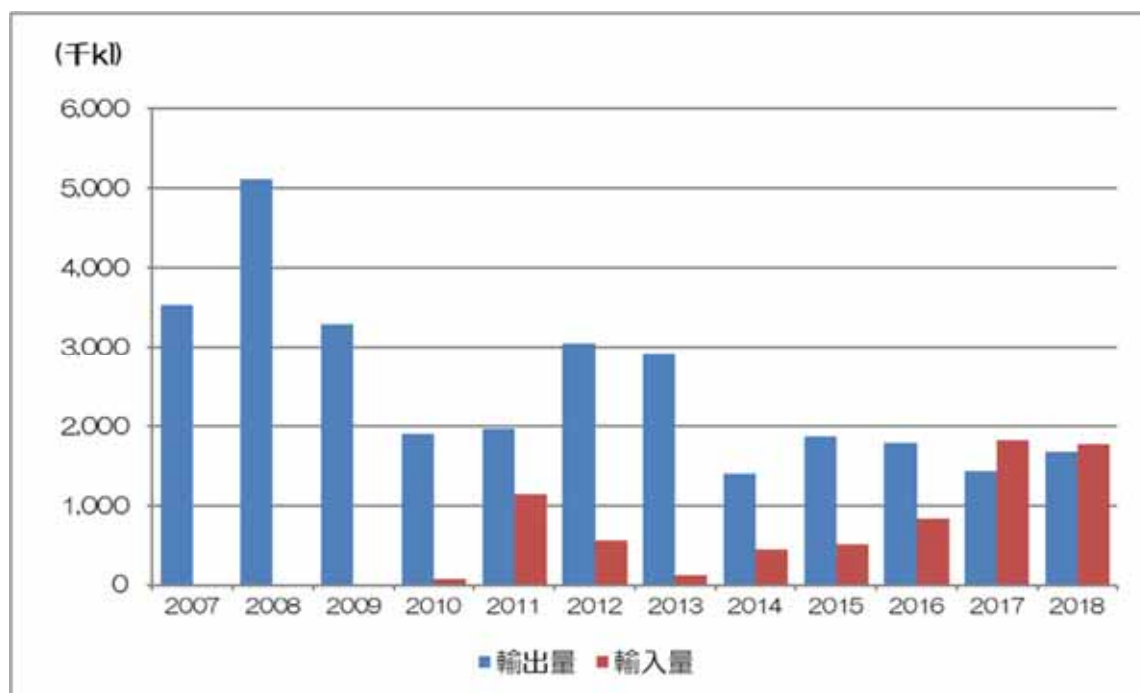
注釈) 左軸は輸入量を、右軸は全体に占める割合を示す。

資料) International Trade Centre より作成

①ブラジル

最大輸入元であるブラジルは、世界でもアメリカ合衆国に次ぐエタノール生産国となっている。しかし、近年では輸入量が増加する一方で輸出量が減少し、純輸出国から純輸入国に転じている。ブラジルのエタノールの輸出動向は、将来の調達の観点からも今後注視が必要であるといえる。

図表 29 ブラジルのエタノール輸出入量推移

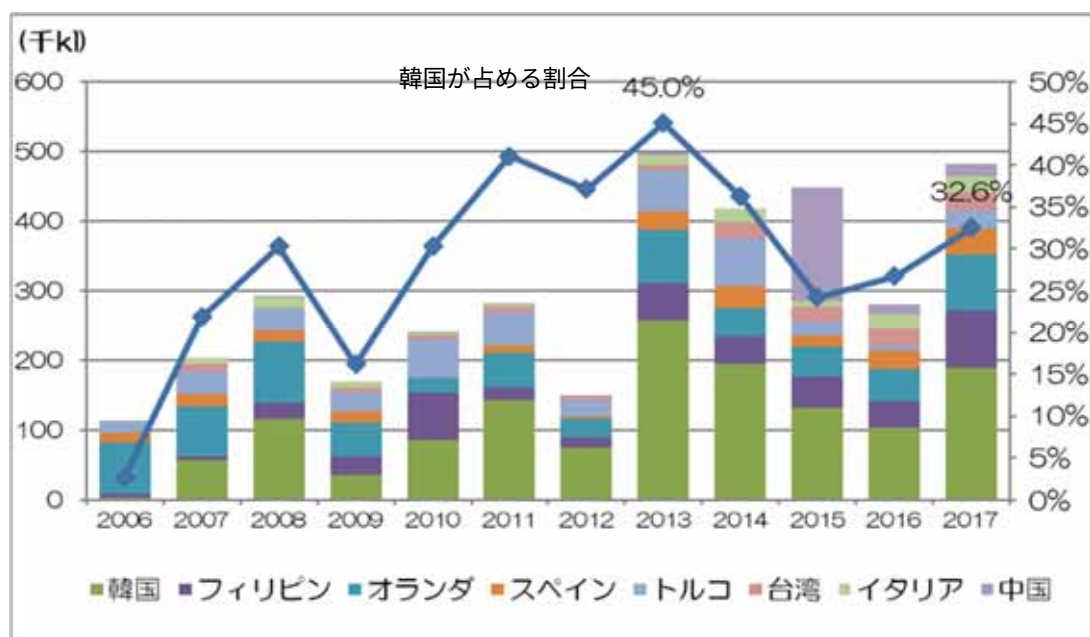


資料) International Trade Centre より作成

②パキスタン

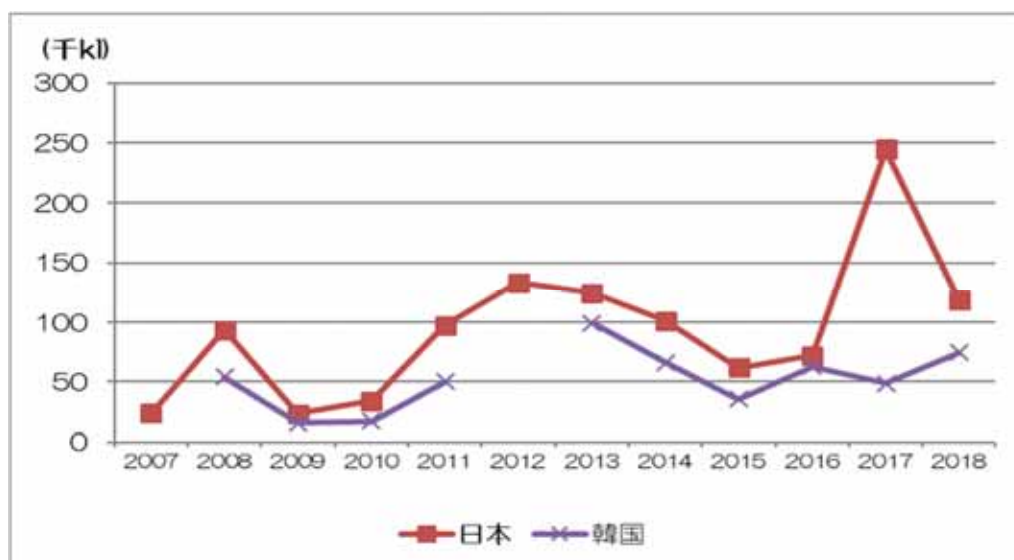
ブラジルに次ぐ日本のエタノール輸入元であるパキスタンでは、韓国が最大の輸出先となっている。しかし、輸入量では韓国よりもわが国がパキスタンからエタノールを輸入している。これは韓国への輸出分に日本向け輸出分が含まれているためである。

図表 30 パキスタンの国別エタノール輸出量推移



資料) International Trade Centre より作成

図表 31 パキスタンからのエタノール輸入量推移



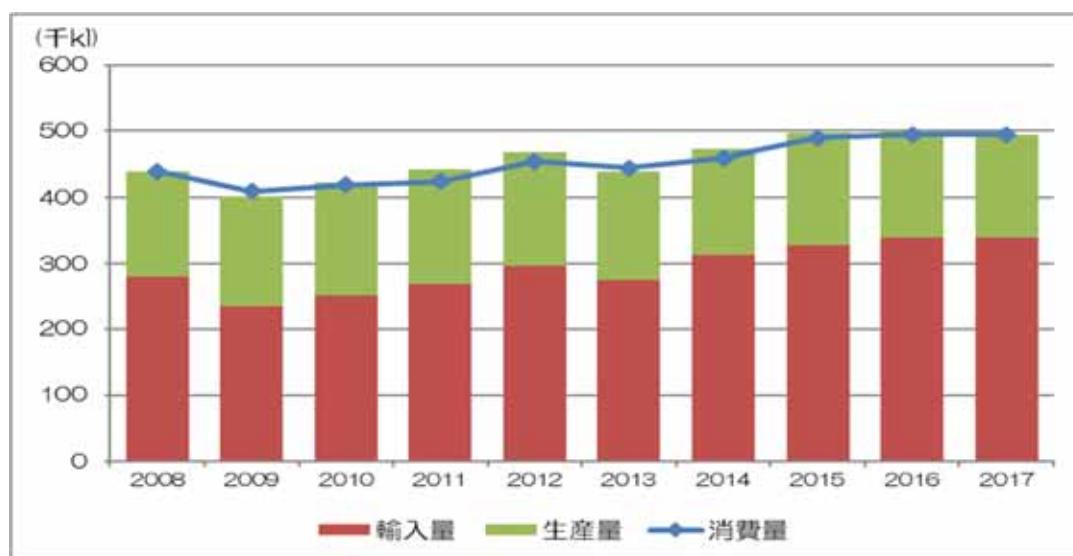
注釈) 2012 年は量ベースのデータが得られなかったため除外した。

資料) International Trade Centre より作成

③韓国

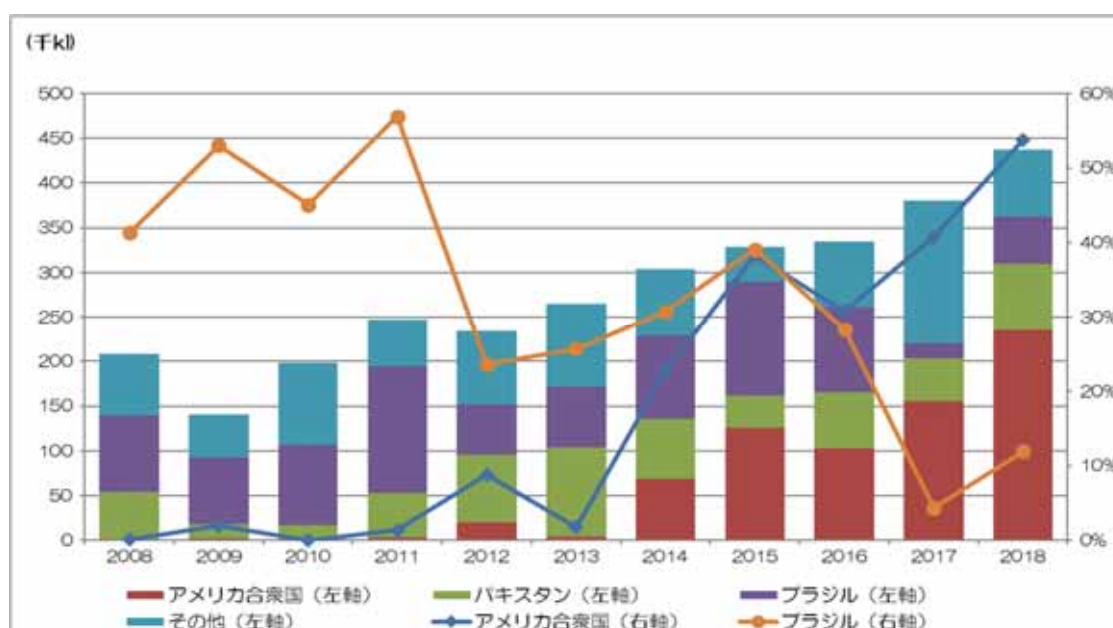
韓国は、わが国と同様、輸入によってエタノールを調達しており、以前はわが国と同様にブラジルからの輸入量が多かったが、近年はアメリカ合衆国からの輸入量を増加させている。韓国では遺伝子組み換え作物由来エタノールに対する抵抗が少ない、との指摘があり、今後この傾向は続くと考えられる。そのため、わが国と韓国では調達元が異なっていることから、エタノール調達の観点からは直接的な競合関係は薄れてきている。

図表 32 韓国のエタノールの消費量、生産量、輸入量推移



資料) OECD-FAO 「Agricultural Outlook 2018-2027」より作成

図表 33 韓国のエタノール国別輸入量推移



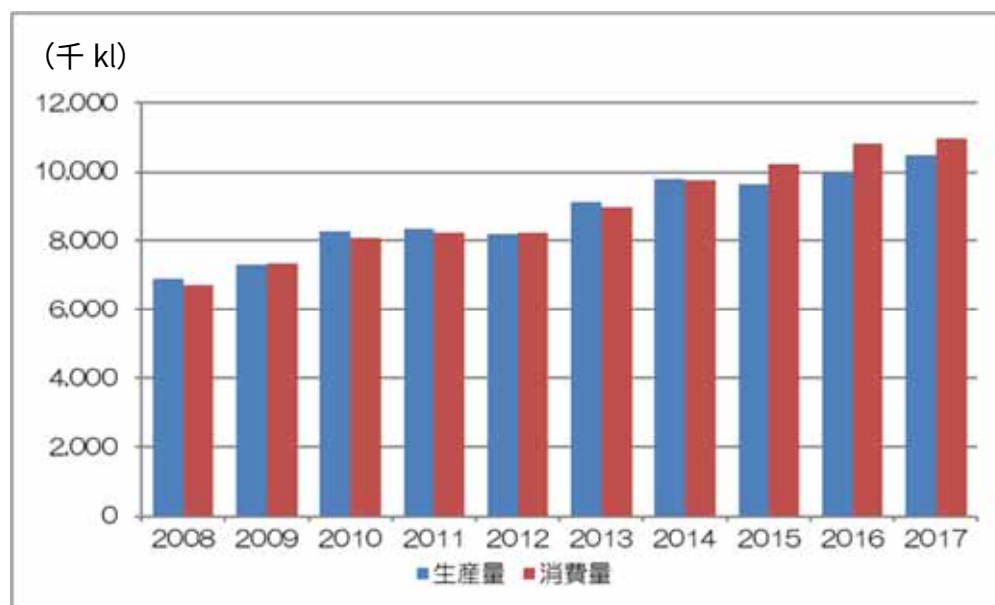
注釈) 左軸は輸入量を、右軸は全体に占める割合を示す。

資料) International Trade Centre より作成

④中国

中国はアメリカ合衆国、ブラジルに次いで世界で 3 番目にエタノールの消費量が多い国である。近年の需要増加に対して、生産設備が追いついておらず、輸入国となっている。

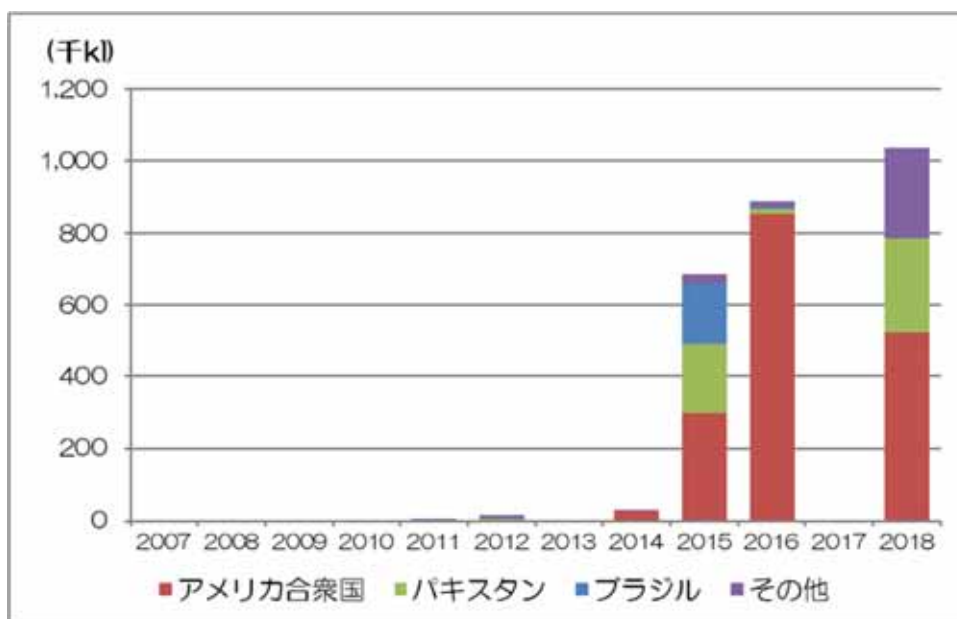
図表 34 中国のエタノール生産量及び消費量推移



資料) OECD-FAO 「Agricultural Outlook 2018-2027」より作成

また、中国は 2013 年以降、エタノールの輸入量を増加させており、その主な輸入元はアメリカ合衆国、ブラジル、パキスタンとなっている。近年ではアメリカ合衆国・中国間の貿易摩擦により、中国がアメリカ合衆国からのエタノール輸入を避け、パキスタンからの輸入を増やしている傾向を指摘する有識者もいた。アメリカ合衆国と中国間の貿易摩擦が長期化すれば、中国のパキスタンからのエタノール輸入量がさらに増加する可能性がある。2018 年の時点で、中国のパキスタン産エタノールの輸入量 26 万 3 千 kl は、日本のパキスタン産の輸入量の 11 万 8 千 kl を上回っているが、もし今後も中国のエタノール輸入量が引き続き増加するか横ばいで、調達先がアメリカ合衆国からパキスタンに置き換わるとした場合、2018 年の輸入の内訳で試算するとアメリカ合衆国産とパキスタン産の輸入量の合計は 78 万 4 千 kl で、同年の日本のパキスタンからのエタノール輸入量の 7 倍近くとなり、日本のパキスタンからのエタノールの調達に大きな影響を及ぼす可能性がある。

図表 35 中国の国別エタノール輸入量推移



注釈) 2017 年は量ベースのデータが得られなかったため除外した。

資料) International Trade Centre より作成

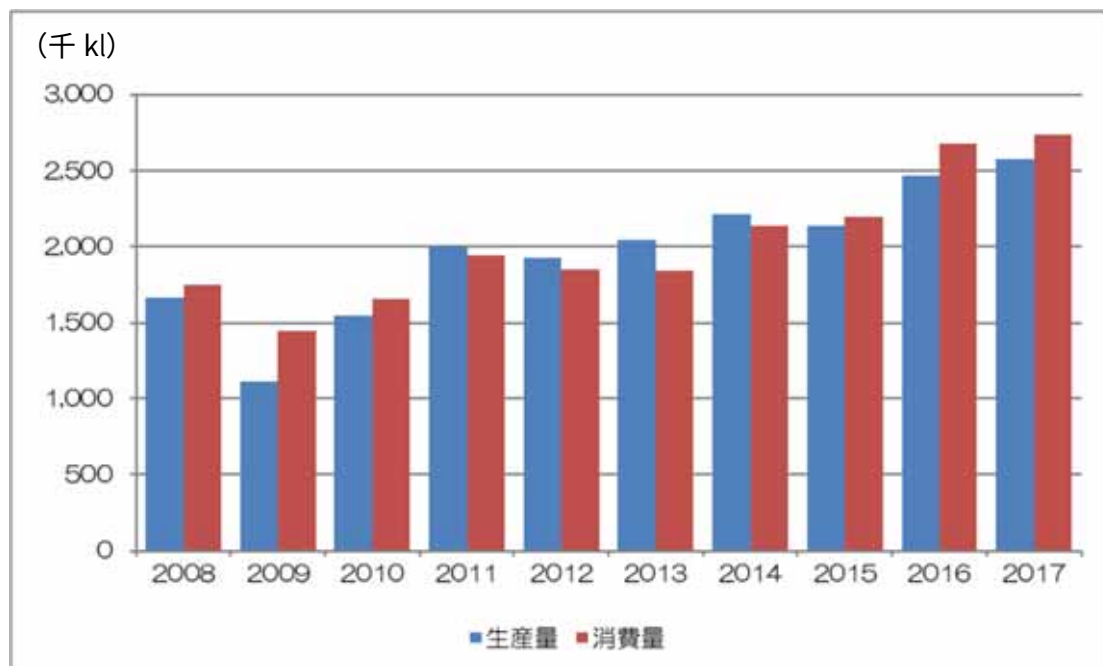
⑤インド

インドは人口増加、経済成長に伴い、エタノールの消費量が拡大しており、2017 年の時点で 10 年前の 2008 年比で約 1.5 倍となっている。インドは砂糖生産大国でエタノールの生産力も有しているが、2015 年以降はエタノール消費量が生産量を上回る状況にある。そのため、エタノール輸入量が 2014 年から急速に拡大し、2017 年時点では 2013 年比で 13 倍以上となっている。特に 2016 年、2017 年については、生産量も拡大しているものの、さらなる輸入量の拡大という傾向が見られる。

輸入量が増加した 2014 年以降は主にアメリカ合衆国から輸入しているが、2009 年までは主にブラジルから輸入しており、インド企業は、自国と同じサトウキビ由来のブラジル産エタノールの方が、アメリカ合衆国産よりも望ましいと考えている。すなわち、品質的な観点からは、ブラジル、アメリカ合衆国両国のエタノールが同程度の価格帯となった場合、一斉にブラジル産に切り替わる可能性がある¹²。インドの 2017 年のアメリカ合衆国からのエタノール輸入量は 43 万 5 千 kl であるが、同年にわが国がブラジルから輸入したエタノール量は 38 万 4 千 kl であり、インドのエタノール輸入量が今後も増加し、インドのエタノール調達先がアメリカ合衆国からブラジルに置き換わった場合、エタノール調達上の競合となる可能性がある。

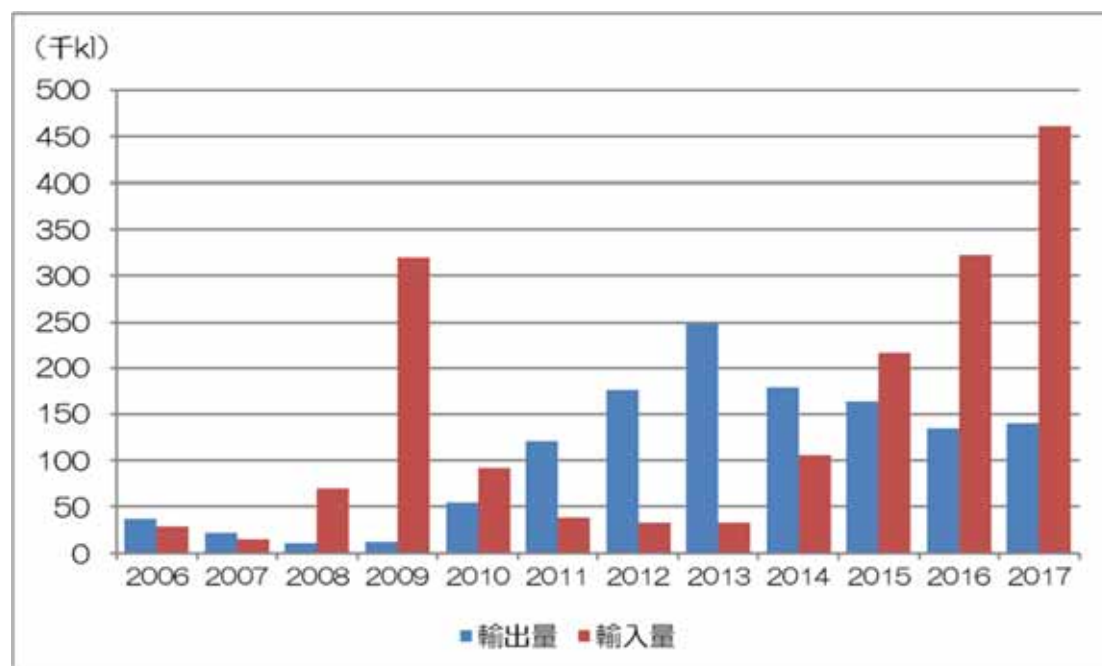
¹² 経済産業省「平成 30 年度インドにおけるエタノール需給動向に関する調査」

図表 36 インドのエタノール生産量及び消費量推移



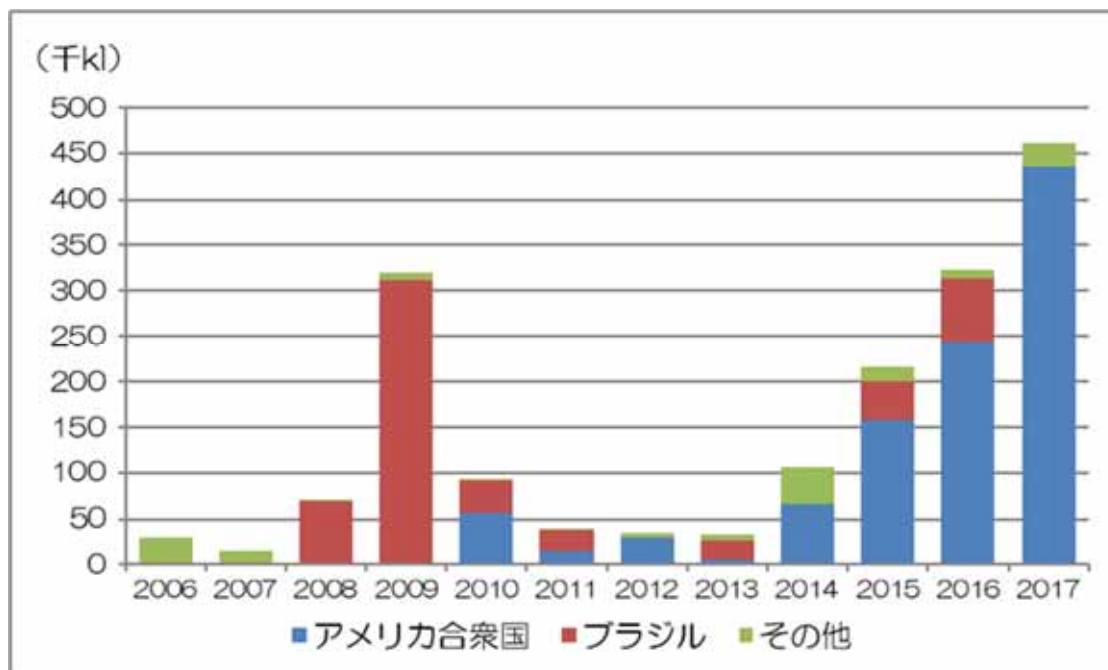
資料) OECD-FAO 「Agricultural Outlook 2018-2027」より作成

図表 37 インドのエタノール輸出入量推移



資料) International Trade Centre より作成

図表 38 インドのエタノール輸入元別輸入量推移



資料) International Trade Centre より作成

⑥わが国のエタノール需給に影響が大きな国・地域

以上より、日本の需給に影響を及ぼし得る国については以下のようにまとめられる。

日本のエタノール輸入元を見ると、総輸入量に対してブラジルからの輸入の割合が最も高く、近年はパキスタンがブラジルからのエタノール調達の調整弁の役割を果たしている。またアメリカ合衆国からの輸入割合も増加傾向にあるが、ブラジルからの日本への供給量が、日本がどの国からエタノール調達するかに影響を及ぼしていることから、日本へのエタノールの供給の観点ではブラジルの動向が最も高い影響を与えているといえる。

次に、エタノールの競合となり得る国について、中国では現在アメリカ合衆国からの輸入量が最も高いが、現在のアメリカ合衆国と中国間の貿易摩擦が長期化すれば、中国のパキスタンからのエタノール輸入量がさらに増加し、日本のパキスタンからのエタノールの調達に大きな影響を及ぼす可能性がある。また、インドも現在のエタノール輸入は主にアメリカ合衆国から行っているが、国内企業はブラジル産が好まれる傾向があり、価格の変化によりインドのエタノール調達先がアメリカ合衆国からブラジルに置き換わった場合、日本のエタノール調達上の競合となる可能性がある。一方、韓国はアメリカ合衆国産エタノールを主に輸入し、ブラジル産やパキスタン産に切り替える動向も見られないことから、日本のエタノール調達の観点からは競合関係にはならないと言える。

これらをまとめると以下の通りとなる。

図表 39 日本への工業用アルコール市場に影響を及ぼす国

	供給（日本のエタノールの調達元）	需要（エタノールの調達の際に日本の競合となりうる）
影響大	ブラジル	中国、インド
影響小	アメリカ合衆国、パキスタン	韓国

この中でも日本への影響が特に大きい、ブラジル、中国、インドの影響要因について具体的に見ていく。

(2) 各国の影響要因

① ブラジル

1) 特徴

ブラジルにおけるエタノール産業は、ポルトガルの植民地時代から続く砂糖産業の発展とともに成長し、国家主導による生産・普及が進められてきた¹³。1973 年のオイルショックを機に、ブラジルはサトウキビを原料とするバイオエタノール燃料の生産・利用を促進するプロアルコール（ProAlcohol）政策を導入し、国策としてエタノールを燃料用途に使用した¹⁴。

ブラジルではエタノール先進国として、再生可能エネルギーとしての燃料用エタノールの活用が進んでいる。燃料としてのエタノールの使い方は2通りあり、無水エタノールをガソリンに 20-27%の割合で混合し、エタノール混合ガソリンとして使用する方やガソリンとエタノールなど2種類以上の燃料で走行が可能な FFV (flexible-fuel vehicle/フレックス車) 向けにそのまま使用する方法である。これら燃料用途エタノールの需要が高まった背景には、消費者のガソリン高騰によるエタノール燃料へのシフト、政府によるエタノール優遇制度、ブラジルにおける自動車保有率の上昇（低所得者層への拡大）、FFV の販売開始等が考えられる。¹⁵

2) エタノール需要の拡大

a) RenovaBio 政策

テメル大統領政権下の 2017 年、ガソリンへの無水エタノールの最低混合率を、2022 年までに 30%、2030 年までに 40%へ引き上げることなどが盛り込まれた RenovaBio が成立した。2019 年 1 月よりボルソナロ政権が発足したが、同政権でも RenovaBio 政策は継続することが明言されている。今後も漸進的に燃料に使用される工業用アルコールの量が増加することから、ブラジル国内での消費量も非常に多くなることが予想される。

ブラジルのエネルギー研究公社（EPE）では燃料用のエタノールの消費量は 2017 年時点の約 2,800 万 kl から 2030 年までに 4,400 万 kl に増加すると試算している。¹⁶

3) エタノール需要の減少

ブラジルのガソリン価格は、国営石油会社であるペトロbras(Petrobras)が政府方針に従って決定している¹⁷。ガソリン価格が低下すると、燃料用エタノールの価格競争力が失われてしまうため、今後、原油価格が下落すれば、燃料用エタノールの使用量が減少し、輸出余力が高まる可能性がある。

¹³ 経済産業省「平成26年度主要エタノール生産国（ブラジル）における企業動向等に関する調査」

¹⁴ 同上

¹⁵ 同上

¹⁶ F. O. Licht

¹⁷ 経済産業省「平成 26 年度主要エタノール生産国（ブラジル）における企業動向等に関する調査」

4) エタノール生産量の減少

サトウキビを原料とするブラジルのエタノール工場は、砂糖工場と併設されていることが多い。サトウキビは収穫後すぐに搾汁に加工する必要があることから、収穫地と加工地は近隣でなければならない。エタノール工場がサトウキビの圃場に隣接していることは、エタノール工場の特徴の一つである¹⁸。

サトウキビの収穫が少ないとエタノールの生産量も減少し、よりエタノールの輸入量が増加する。

5) エタノール生産量の増加

エタノールの国内の需要の高まりと輸入増加に対して、ブラジル政府も国内の生産能力を高めるための政策を実施している。政府系金融機関である社会経済開発銀行(BNDES)では、エタノール生産の拡大を目指し、特別枠融資 ProRenova プログラムを行い、燃料用エタノール増産を目的とした、サトウキビ畑の拡張や再建を行なう際に活用できるクレジットラインを提供している。2017 年には合計 15 億レアルが割り当てられた。

②中国

1) 特徴

a) 原料政策

中国では発酵エタノールが主に使用されている。中国国内で生産されるエタノールの原料は主にトウモロコシであり、全体の約 70% を占める。それ以外にはキャッサバが全体の 25% 程度を占めている。中国では 90 年代まで主要穀物の保護政策があり、トウモロコシ増産の影響で在庫が増加した。2001 年、政府はこの在庫を減らす目的で、生産企業への優遇税制や燃料用エタノールの価格規定を含む燃料用エタノールの生産促進策を開始した¹⁹。

2000 年代半ばには中国国内のエタノール生産量は 100 万 t となり、エタノール生産拡大に伴って当初の目的であった劣化した備蓄用のトウモロコシの量も減少、通常のトウモロコシもエタノール生産に用いられるようになった。その後、トウモロコシそのものの生産量が減少したことから、中国政府は 2008 年にはトウモロコシの臨時備蓄制度を導入、トウモロコシの生産が盛んな中国北東部の 4 省（黒竜江省、吉林省、遼寧省、内モンゴル自治区）において、生産者の収入を保証するために政府が生産されたトウモロコシを事前に設定した価格で買い取った。政府の買取価格は 2014 年まで毎年上昇したため、トウモロコシ由来のエタノールの生産コストが上昇、エタノールの価格も上昇した²⁰。この経緯からも分かるように、中国ではエタノールそのものに関する政策以外にも原料に関する政策がエタノールの価格や生産量に大きな影響を及ぼす。

¹⁸ 経済産業省「平成 26 年度主要エタノール生産国（ブラジル）における企業動向等に関する調査」

¹⁹ 経済産業省「平成 28 年度中国におけるエタノール需給動向に関する調査」

²⁰ 同上

b) 輸入市場

2015 年には中国のエタノール輸入量が大きく増加、2014 年の 2 万 4 千 kl から 25 倍以上の約 68 万 kl となった。急激な輸入増加の理由としては、国外のエタノールとの価格差が挙げられる。前述の通り、2008 年に導入されたトウモロコシの臨時備蓄制度により、2014 年まで価格は上昇し、それに伴いエタノール価格も上昇した。一方で 2015 年には原油価格の大幅な下落に伴い、国外ではアメリカ合衆国産のエタノールを中心に価格が大きく下落したことから、中国と国外のエタノールの価格差が拡大した。中国政府が、試験的に 2014 年末からエタノールの輸入を認めたことから輸入量が増加した。このように、中国のエタノールの輸入動向は国内外のエタノールの価格差に大きく影響を受ける²¹。

2) エタノール需要の拡大

中国では国家発展改革委員会、国家能源局など 15 部門が 2017 年に「バイオエタノールの生産拡大と自動車用エタノール混合ガソリンの普及に関する実施案」を発表した。実施案では、2018 年に北京市、天津市、河北省を含む 15 都市・省での E10 普及策を開始し、2020 年までに全国での自動車用エタノール混合ガソリンの使用を推進するとしている。需要の拡大については、様々な予測があるものの、全国に E10 が導入される 2020 年時点で、1,200 ～1,300 万 t の燃料用エタノール需要の発生が指摘されている²²。

3) エタノール生産量の増加

中国政府は、エタノール生産の拡大を目指し、エタノール製造業者へ補助金を支給している。中国政府は食料安全保障の観点から 2012 年以降エタノール製造に対するトウモロコシの使用を制限しているため、キャッサバやスイートソルガムからエタノールを製造する事業者に対して補助金を支給している。

また、既述の「バイオエタノールの生産拡大と自動車用エタノール混合ガソリンの普及に関する実施案」の中でも、エタノールの生産量の増加に言及しており、2025 年までにセルロース系エタノールの大規模生産の実現を目指すとしている。国家能源局は燃料エタノールの生産量は現在の約 290 万 t から 2020 年までに 400 万 t に達するとしている。しかし、前述の通り、仮に 2020 年に中国全土で E10 が導入された場合は、800～900 万 t 程度の需要過多が生じ、不足分についてのエタノール輸入量が拡大する可能性がある。

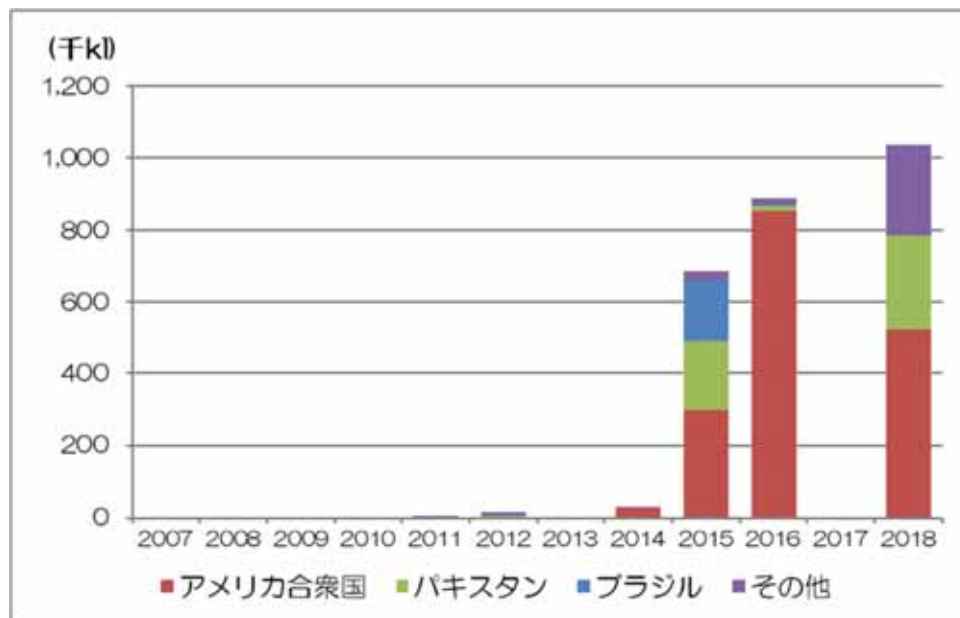
²¹ 経済産業省「平成 28 年度中国におけるエタノール需給動向に関する調査」

²² <http://www.chyxx.com/industry/201901/710869.html>

4) エタノールの輸入の動き

既述の通り、中国のエタノールの輸入動向は、国内の需要と供給の差のみならず、国内外のエタノールの価格差に大きく影響を受ける。2015 年及び 2016 年の国別の輸入内訳で特にアメリカ合衆国からの輸入が多かったのは、アメリカ合衆国産のエタノールの価格が中国にとって相対的に安かったことが要因であると考えられるが、2018 年にはパキスタンからの輸入量も増加している。今回の調査では、現在のアメリカ合衆国と中国間の貿易摩擦により、アメリカ合衆国産エタノールの輸出に高い関税がかけられているため、今後、中国ではアメリカ合衆国からのエタノールの輸入が減少し、代わりにパキスタンからのエタノールの輸入量が増加し、同じくパキスタンからエタノールを輸入している日本が中国に買い負けてしまう可能性を指摘する有識者もある。

図表 40 （再掲）中国の国別エタノール輸入量推移



注釈) 2017 年は量ベースのデータが得られなかったため除外した。

資料) International Trade Centre より作成

③インド

1)特徴

インドは人口増加、経済成長、さらにエタノール配合プログラム（Ethanol Blending Program、E B P）の導入により、エタノールの消費量が拡大している。E B Pは、砂糖の生産量が世界最大のインドにおいて、原油輸入量の削減及び国の食料安全保障上重要である砂糖業界の保護を目的として、2003 年から導入されたものである。政府が当初目標として掲げた 2008 年までの全国での E 5 の導入の目標には及ばなかったものの、2015 年 12 月～2016 年 11 月には E B P の達成率 4.3%になる²³など、混合ガソリンの使用率が高まっている。そのため、2017 年時点でインドのエタノールの消費量（270 万 kl）のうち、125 万 kl が燃料用途となっている²⁴。

工業用アルコールが燃料用途に比べて安いこと、燃料用途のアルコール輸入が禁止されているのに対し、工業用アルコールには特に輸入制限がないことから²⁵、国内生産分は燃料用途に優先使用され、工業用について国内生産分で賄えない分を輸入で補填している。

2)エタノール需要の拡大

現在、E B P は 2022 年までにエタノールの燃料への混合率を 20%にするように政策目標を定めている²⁶が、達成には遠く及ばない状況である。しかし、現在も E B P を推進しており、エタノール混合ガソリンの生産を 4 年で 3 倍にする計画について言及している。今後、エタノール混合ガソリンの生産量が増加すると、国内のエタノール生産分に占める燃料用途の使用の割合が高くなり、燃料用途の需要拡大に押し出される形で工業用アルコールはこれまで以上に国外からエタノールを調達する必要がある。つまり、工業用途でのアルコールの輸入量が拡大する可能性がある。例えば、混合率が 10%まで上昇した場合、330 万 kl のエタノールが必要となる。

3)エタノール生産量の増加

a) エタノールの原料の拡大

これまでインド政府は、燃料用途のエタノールは国内生産において、砂糖の精製の際に生じる副産物である糖蜜の中でも特定の等級（C モラセス）からのみ生産を認めていたが、2018 年 6 月、食品加工産業省は、近年のサトウキビの豊作に伴う、砂糖の余剰生産および価格下落への対応策として、B モラセスまたはサトウキビ汁からの直接のアルコール生産を許可した²⁷。また、合わせて精糖業者に対し総額 444 億ルピア（約 3.5 億円）の長期低利貸

²³ 経済産業省「平成 30 年度インドにおけるエタノール需給動向に関する調査」

²⁴ USDA「Biofuels Annual 2018（GAIN REPORT）」

²⁵ 経済産業省「平成 30 年度インドにおけるエタノール需給動向に関する調査」

²⁶ 同上

²⁷

<https://economictimes.indiatimes.com/news/economy/agriculture/government-notifies-ethanol-making-directly-from-sugarcane-juice-b-molasses/articleshow/65161412.cms>

付および 1 年間のモラトリアム期間を含む 5 年間で総額 133.2 億ルピア（約 1 億円）利子補給を実施することを発表した²⁸。

B モラセスおよびサトウキビ汁全量が砂糖生産からエタノール生産に使われるわけではないため、具体的にエタノールの生産量にどれくらい影響を及ぼすかは未知数であるが、インド国内の試算では砂糖の生産百万 t 分に対してエタノール 6 万 kl 分になるとされる²⁹。

b) 次世代エタノールの開発

インド政府では次世代エタノールの実用化に尽力しており、Department of Biotechnology (DBT), Ministry of Science and Technology は 2012 年に、“The Biotechnology Road Map Vision 2020” を発表し、2020 年までにバイオマス燃料のガソリンへの混合率 20%を達成すること、農業廃棄物や木質バイオマスを原料とする次世代エタノールを商業的に実現可能な状態にすること等を目標として掲げている³⁰。しかし、セルロース系の次世代エタノールについては、世界全体でもまだ実用化されていないことから、インドにおいても実用化には時間を要すると考えられる。

4) エタノールの輸入の動き

これまで見てきた通り、近年インド政府は燃料用途のエタノール需要の増加に対応するために、生産能力を増加させているが、依然需要の方が生産量を上回っている状況であり、2017 年時点で輸入量は 2013 年比で 15 倍以上となるなど年々増加傾向にある。

また、既述の通り、インドでは現在アメリカ合衆国からのエタノールの輸入が中心となっており、一見するとアメリカ合衆国からのエタノールの輸入がほとんどない日本にとっては調達上の脅威にならない。しかし、エタノールを輸入するインドの化学メーカーは、自国と同じサトウキビ由来のブラジル産のエタノールの方がアメリカ合衆国産よりも望ましいと考えている³¹という。つまり、アメリカ合衆国産およびブラジル産のエタノールが同程度の価格帯となった場合、インドではブラジル産に切り替え、今後もインドのエタノール輸入量が増加する場合には、現在日本がブラジルから輸入しているのと同程度かそれ以上の量のエタノールをブラジルから輸入する可能性がある。

²⁸ <http://www.indiansugar.com/NewsDetails.aspx?nid=36051>

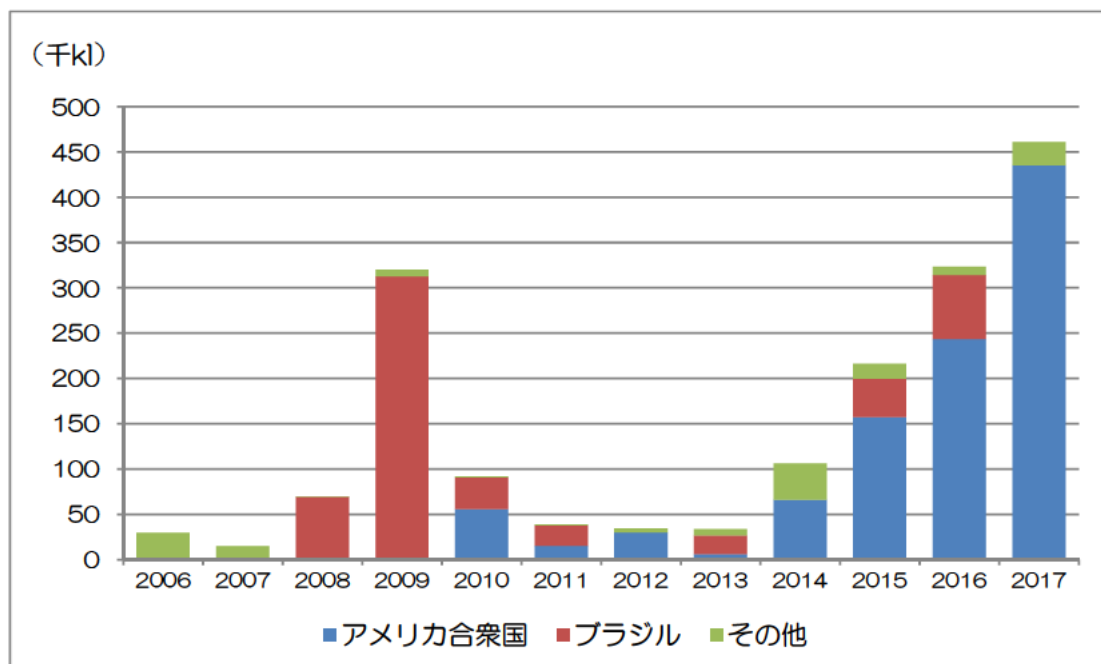
²⁹

https://www.jmfl.com/docs/default-source/default-document-library/india-sugar-sector-report_oct18.pdf?sfvrsn=0

³⁰ 経済産業省「平成 30 年度インドにおけるエタノール需給動向に関する調査」

³¹ 同上

図表 41 （再掲）インドのエタノール輸入元別輸入量推移



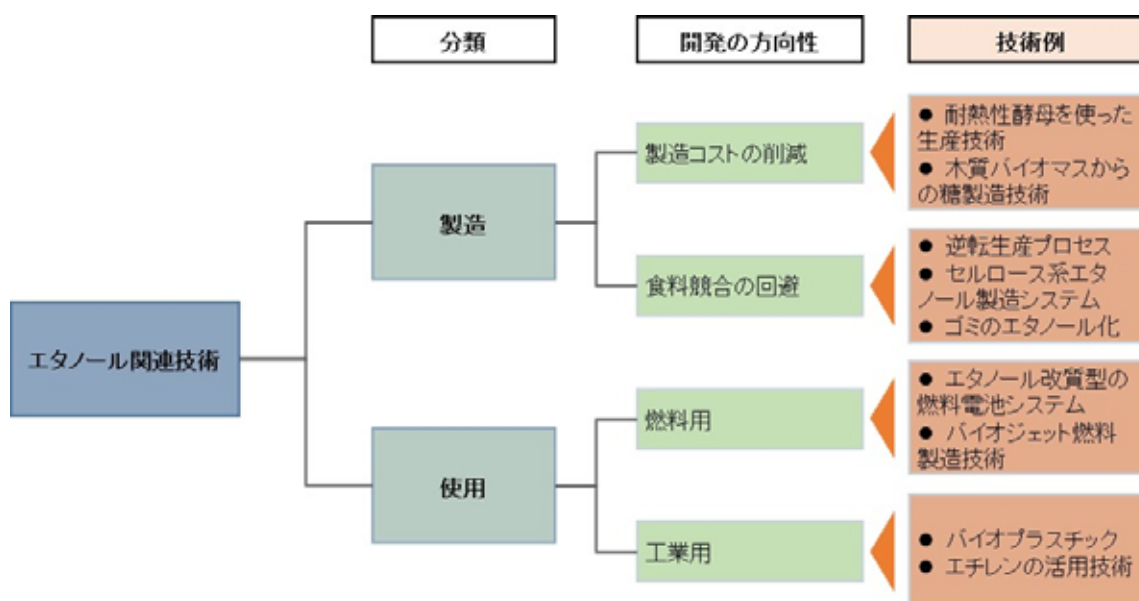
資料) International Trade Centre より作成

第 3 章 国内外の技術動向

1. 国内外における技術動向の整理

エタノール関連技術は大きく製造技術と使用技術の 2 種類に分類できる。近年、エタノール関連技術の開発の方向性と技術例は下表に示す通りである。

図表 42 エタノール関連技術の開発の方向性



(1) エタノールの製造に係る技術

① 製造コストの削減に係る技術

1) 耐熱性酵母を使用した製造技術

山口大学が 50℃になっても生存できる耐熱性酵母「クルイベロミセス・マーキシアヌス」を 2000 年代に発見した。2007 年、山口大学と磐田化学工業株式会社が NEDO の委託を受け、「耐熱性酵母による低コスト化発酵技術の研究開発」を共同で行うことになった。その後、サッポロホールディングス株式会社が加わり、耐熱性酵母による燃料用バイオエタノール製造技術の実証事業「キャッサバパルプからのバイオエタノール製造技術実証事業(タイ)」をタイで展開した。

NEDO のニュースリリース³²によれば、上記の製造技術の有用性が実証実験で確認されたため、サッポロホールディングス株式会社とタイ企業の Innotech Green Energy Company Limited が 2017 年 1 月 9 日にコンサルティング契約を締結し、キャッサバパルプを用いたバイオエタノール製造プラントの世界初となる実用化に向けた事業性評価を開始した。なお、PTG Energy Public Company Limited³³によれば、キャッサバパルプを用

³² NEDO「世界初、キャッサバパルプを用いたバイオエタノール製造プラント実用化へ」(2017)

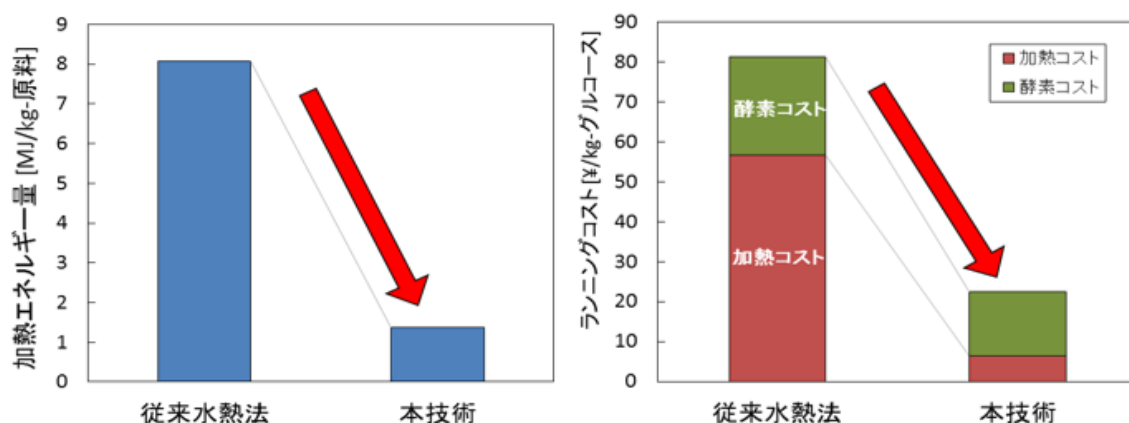
³³ Innotech Green Energy Company Limited の親会社である。

いたバイオエタノール製造について検討した結果、製造設備に係るメンテナンスコストが高いこともあり、現段階で同製造技術は商用化に適さないとの結論に至った。³⁴

2) 木質バイオマスからの糖製造技術

2019 年 1 月 11 日、国立研究開発法人産業技術総合研究所は、「木質バイオマス（広葉樹）からの糖製造の水使用量を削減すると同時に、糖化率を大幅に改善する技術を開発した」³⁵ことを発表した。同発表によれば、新技術を使用することで、加熱エネルギー量を 80%以上、主要なランニングコストを 70%以上削減することができる。今後、同研究所は新技術で製造した糖を使用し、エタノール発酵や化成品合成を行う予定である。

図表 43 新技術による加熱エネルギー量と主要ランニングコストの削減効果



注釈) 主要なランニングコストとして、水熱処理の加熱コスト（熱単価：2.1 円/MJ）と酵素を調達するコスト（酵素単価：300 円/kg）を試算した。MJ とは熱量の単位であるメガジュールを指している。

資料) 国立研究開発法人産業技術総合研究所「木質バイオマスからの糖製造コストを大きく削減」（2019）

②食料競合の回避に関する製造技術

1) 逆転生産プロセス

アサヒグループホールディングス株式会社と独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センターが 2011 年に共同で開発した。砂糖とバイオエタノールの生産順序を逆転させ、最初にエタノールを製造することで、砂糖収率の向上に寄与する。

2) セルロース系エタノール製造システム

NEDO の「セルロース系エタノール生産システム総合開発実証事業」では、王子ホールディングス株式会社および JXTG エネルギー株式会社が、海外のパルプ工場に木本原料の

³⁴ PTG Energy Public Company Limited ホームページ

(<http://investor.ptgenenergy.co.th/en/corporate-information/company-history>)

³⁵ 国立研究開発法人産業技術総合研究所「木質バイオマスからの糖製造コストを大きく削減」（2019）

パイロットプラントを併設し、セルロース系エタノールの製造・運搬に関する実証事業を実施している。また、同じ NEDO の事業の枠組みで、株式会社 Biomaterial in Tokyo、コスモ石油株式会社および三友プラントサービス株式会社が共同で、廃パルプ、廃菌床やコーヒー粕等の多様な原料から、セルロース系エタノールを製造するパイロットプラントを建設し、実証事業を展開している。

3) ごみのエタノール化

2017 年 12 月、積水化学工業株式会社と LanzaTech 社（アメリカ合衆国）が、ごみを分別することなくガス化した上、微生物によりエタノールに変換する技術を開発したことを発表した³⁶。同発表によれば、積水化学工業株式会社がごみ処理施設を有するオリックス資源循環株式会社の協力を得て、パイロットプラントを建設し、2014 年より 3 年間の開発を経て、高い製造効率でごみのエタノール化に成功した。

（2）エタノールの使用に係る技術

①燃料用

1) エタノール改質型の燃料電池システム

2016 年、日産自動車株式会社がバイオエタノールから発電した電気で走行する燃料電池システム「e-Bio Fuel-Cell」の技術を発表した。まだ開発段階にあるが、高効率、クリーン、燃料供給のしやすさといった特徴を有するシステムである。

2) バイオジェット燃料製造技術

イソブタノール・エタノールからの炭化水素変換によるバイオジェット燃料製造技術が開発されている。同技術は、「広くバイオマスを原料とし、アルコール製造とこれに続く炭化水素合成の 2 段階によりバイオジェット燃料を製造する」³⁷ものである。

³⁶ 積水化学工業株式会社「“ごみ”を“エタノール”に変換する世界初の革新的生産技術を確立」（2017）

³⁷ 2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会に向けたバイオジェット燃料の導入までの道筋検討委員会「2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会へのバイオジェット燃料の導入に向けたアクションプラン」（2016）

図表 44 アルコールをジェット燃料に変換するプロセス（ATJ）



資料) 2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会に向けたバイオジェット燃料の導入までの道筋検討委員会「2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会へのバイオジェット燃料の導入に向けたアクションプラン」(2016)

②工業用

1) バイオプラスチック

豊田通商株式会社の働きかけおよび支援により、ブラジルの **Braskem** 社はバイオポリエチレンの製造に関するプロジェクトを開始し、2007 年にバイオポリエチレンの製造に成功した。2011 年、**Braskem** 社は世界ではじめてバイオポリエチレンの商業生産を開始した。豊田通商株式会社は **Braskem** 社からバイオポリエチレンを輸入し、日本国内においてレジ袋、ゴミ袋や包装容器などに使用している。

2) エチレンの活用技術

エタノールからエチレンを生成することができるため、エチレンの活用はエタノールの消費拡大につながる可能性がある。例えば、化学メーカー **BASF** は 2019 年 1 月にエチレンと CO_2 からアクリル酸ナトリウムを生成する方法を発表し、2030 年までの実用化を目指している。

アクリル酸ナトリウムはおむつや衛生用品に広く使用されている高吸水性樹脂の重要な出発原料である。上記の技術が実用化すれば、おむつや衛生用品に対する高い需要を満たすとともに CO_2 の削減に寄与できる。エチレンはナフサ由来のものが中心であるが、発酵エタノールからエチレンを生成すれば、環境に優しいという付加価値がさらに高まる。

3) 再生可能原料の使用を促進する手法

BASF は、既存設備で再生可能原料を使用する手法「バイオマスバランス・アプローチ」を第三者認証機関とともに開発した。詳細は後述するが、同手法を採用することにより、従

来に比べて比較的低いコストで再生可能原料を使用することができる。エタノールにおいても同様の手法を導入することで需要拡大を図ることが可能と考えられる。

2. ヒアリング調査から特に注目される事例

文献調査およびエタノール業界の主要プレイヤー（製造事業者、許可使用者、商社）に対するヒアリング調査の結果をふまえ、以下に示す 3 事例は将来的にエタノールの需給に大きな影響を与える可能性があると考えられる。

（1）積水化学

積水化学工業株式会社では、エタノール製造の新技术として、ごみを分別することなくエタノールに変換する技術を開発した。従来のエタノールの製造は、糖を含む植物をアルコール発酵、またはセルロースを含む植物を糖化した後にアルコール発酵する方法、化石燃料由来のエチレンを合成することによって製造する方法の 2 種類が主流だが、積水化学工業株式会社が開発したこの技術は上記の 2 つとは異なる新しい製造方法である。

①製造方法

ごみからのエタノール製造はごみの「ガス化」という技術を利用し、微生物によるガス発酵によってガスからエタノールを生産する。現在のごみ焼却炉では燃え残りがないように酸素を過剰に供給しているが、この技術では、ごみ焼却の際にあえて酸素の供給量を抑え、二酸化炭素ではなく一酸化炭素と水素で構成されるガスを発生させ、それを微生物が発酵することでエタノールに変換する。

ごみについては、炭素が含まれるいわゆる「可燃ごみ」であれば、すべてエタノール製造の対象となる。

②社会的意義

同社のエタノール製造技術は特に以下の点において特徴的である。

1) より環境に配慮したごみの焼却の実現

可燃ごみのガス化を行った場合、ごみ中の炭素分のうち 5～6 割は一酸化炭素となり、残りが二酸化炭素となる。同社によれば、ガス化のためには約 4 割は二酸化炭素になってしまうが、それでも従来のごみ焼却方法よりも 5～6 割の二酸化炭素の削減を達成できる。また、同社の技術の特徴として、微生物によるガス発酵の場合、管理も常温、常圧で問題がなく、管理プロセスにおいても既存の方法と比較すると、エネルギーを必要としないことが挙げられる。

2) 資源としてのごみの活用

従来、エタノールの原料は、特に発酵エタノールについては、糖を含むトウモロコシやサトウキビなど、食用とされてきた植物であったことから、バイオエタノールの製造については、食料資源と工業資源の競合が問題視されてきた。

既述の通り、同社の技術では、「ごみ」をまるごと “エタノール” に変換する³⁸。日本で 1 年間に排出される可燃ごみのエネルギー量は、「カロリー換算で約 200 兆 kcal にも達し」、「この量は日本でプラスチック素材を生産するのに用いられる化石資源（年間約 3,000 万 t、約 150 兆 kcal）に比べて十分に大きな量であるにもかかわらず、その再利用は一部に留まり、多くは焼却・埋立処分されているのが現状³⁹」である。

つまり同社の技術は、原料の問題というエタノール製造側の問題と活用されずに焼却・埋立処分されているごみの問題の両面を解消できうるものである。

同社によると、近年は米のバイオ系、化学系ベンチャー企業もごみをトウモロコシ、サトウキビに代わる重要資源として着目し、ごみを活用したビジネスを進めているとのことであった。

③課題

同社の技術で製造したエタノールは環境に配慮した製品であると言えるが、環境への配慮の一つの指標であるカーボンフットプリントの考え方は、植物由来か石油由来かの二分法に基づいており、現状では、プラスチックごみも含まれる可燃性ごみ由来のエタノールは半量しか炭素排出権が認められないという認証の壁が存在している。近年では、環境問題に特に高い関心を示している欧州でカーボンフットプリントに対し、従来の植物由来、石油由来に加えて、「廃棄物由来」も認めようという動きが出てきているが、認証問題は企業一社で対応できるものではない。

④結論

同社の技術は、既述の通り、エタノールの供給元の多様化及び既存の資源の活用という観点からも、既存の問題への解決策を提供可能なものである。日本国内のごみ資源の活用のみならず、将来的にはインドネシアなどの島嶼国においても島内ごとにごみからエタノールを製造し、エネルギー源を賄うことも可能となるなど、エネルギー問題の解決策となり得としている。ごみを資源として捉える発想は、日本にある家電製品等の大量の廃棄物からレアメタルの回収を目指す都市鉱山に近く、同社のプレスリリースでも「ごみからエタノールを生産する本技術は、まさに“ごみ”を“都市油田”に替える技術ともいえる」としている⁴⁰。

（２）日産自動車

日産自動車株式会社は、2016 年、バイオエタノールから発電した電気で走行する燃料電池システム「e-Bio Fuel-Cell」の技術を発表した。地球温暖化が進む中、同社はクリーンなエネルギー源としてバイオエタノールに着目し、e-Bio Fuel-Cell を開発することに至った。

³⁸ 積水化学工業株式会社「“ごみ”を“エタノール”に変換する世界初の革新的生産技術を確立」（2017）

³⁹ 同上

⁴⁰ 積水化学工業株式会社「“ごみ”を“エタノール”に変換する世界初の革新的生産技術を確立」（2017）

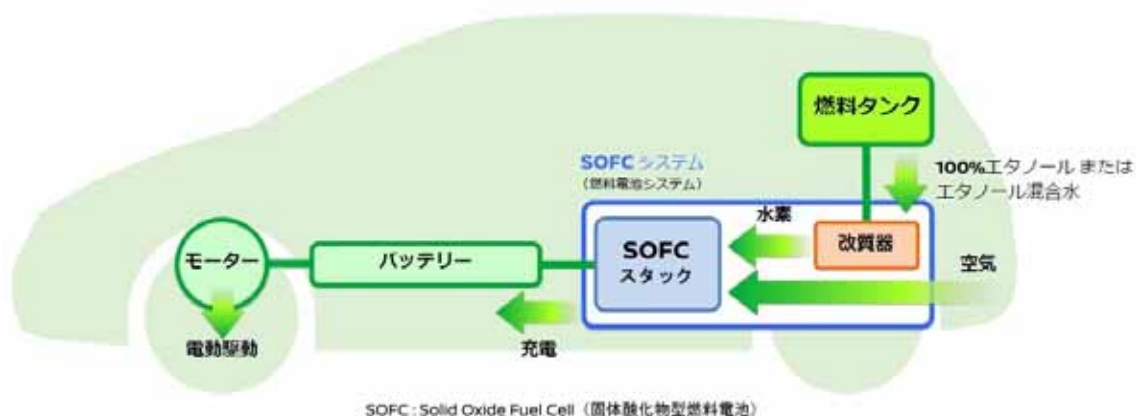
①e-Bio Fuel-Cell の特徴

e-Bio Fuel-Cell は、エタノールの他にも天然ガス等の多様な燃料と酸素の反応を利用して高効率に発電する固体酸化物型燃料電池（SOFC）を発電装置としたシステムである。そのコンセプトは「高効率」、「クリーン」、「燃料供給のしやすさ」である。

1) 高効率

e-Bio Fuel-Cell の作動原理についてみると、まずは車両のタンクに補給されたバイオエタノール（100%バイオエタノールまたはエタノール混合水）を改質して水素を生成する。改質水素と空気中の酸素から SOFC（固体酸化物形燃料電池）スタックで発電する。発電した電力を車載バッテリーへ供給し、モーターで駆動する。発電時の排熱を改質に再利用するため、高効率なシステムである。日産自動車株式会社によれば、e-Bio Fuel-Cell のシステム効率の理論値は 60%であり、内燃機関の 20%を大きく上回っている。

図表 45 e-Bio Fuel-Cell の作動原理

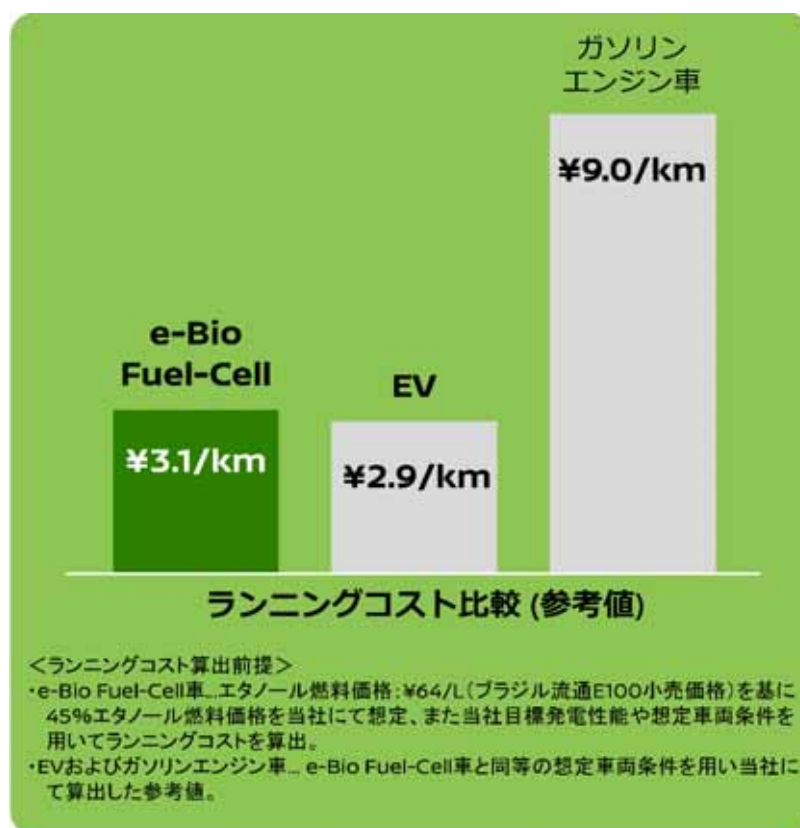


資料) 日産自動車株式会社「ニッサンインテリジェントパワー e-Bio Fuel-Cell」

高効率なシステムであるため、e-Bio Fuel-Cell を搭載した自動車は EV 車と同水準の低ランニングコストを実現しながら、ガソリンエンジン車並みに長い航続距離を確保することが可能である。

2016 年 8 月、2016 年リオデジャネイロオリンピック・パラリンピック競技大会の開催に合わせて同社が発表した e-Bio Fuel-Cell のプロトタイプでは、航続距離が 600km 以上となっている。

図表 46 e-Bio Fuel-Cell 車のランニングコスト



資料) 日産自動車株式会社「ニッサンインテリジェントパワー—e-Bio Fuel-Cell—」

2) クリーン

e-Bio Fuel-Cell 車が走行時に排出する CO₂ が、バイオエタノールの原料となるサトウキビの成長過程で吸収する CO₂ と相殺されることにより、大気中の CO₂ の増加をゼロに近づけることができる。

3) 燃料供給のしやすさ

通常の EV 車に比べ、e-Bio Fuel-Cell 車はエネルギーの充填時間が短いという特徴を持つ。24 時間フル稼働も可能であるため、配送車、タクシー、バスなどの業務用途に向いている。また、エネルギー源となるエタノール混合水はエタノール含有量が 45%であり、ガソリンに比べて安全性が高いため、輸送が簡単であり、かつ大規模なインフラ投資を必要としない。

②普及にあたっての課題

現在、e-Bio Fuel-Cell のエネルギー源となるエタノール混合水の自動車用燃料としての

取り扱いを明確に定めた制度がないため、関連の制度整備が必要である。また、食料と競合しないバイオエタノールを安く調達できるかどうかは e-Bio Fuel-Cell の普及に大きく影響するもう 1 つの要素である。

③工業用アルコール市場への影響

e-Bio Fuel-Cell は安いランニングコスト、燃料供給時間の短さおよび環境に優しいという強みを持っているため、今後商用化できれば、ガソリンエンジン車からの乗り換え需要が期待できる。e-Bio Fuel-Cell 車が普及することで、バイオエタノールの燃料用需要が大きく増加すると考えられる。

(3) BASF

BASF は、「We create chemistry for a sustainable future (持続可能な将来のために私たちは化学でいい関係をつくります)」を企業目的として掲げている中、環境保護に積極的に取り組んでいる。その一環として、生産工程に再生可能原料を使用する革新的手法「バイオマスバランス・アプローチ」を開発し、2013 年頃から推進している。

①バイオマスバランス・アプローチの概要

バイオマスバランス・アプローチは BASF がドイツの第三者認証機関である TÜV SÜD (テュフズード)社と共同で開発した。環境だけでなく、社会的責任も考慮した認証である。バイオマスバランス・アプローチのコンセプトは既存の国際規格にないが、再生可能原料の定義や使用等はほとんど国際規格に準拠している。

バイオマスバランス・アプローチでは、化学品生産の第一段階で化石資源由来の原料とともに有機廃棄物や植物油由来のバイオナフサやバイオガスなどの再生可能原料を使用する。その後、第三者機関から認証された方法で算出した再生可能原料の使用量を、製品に割り当てる。

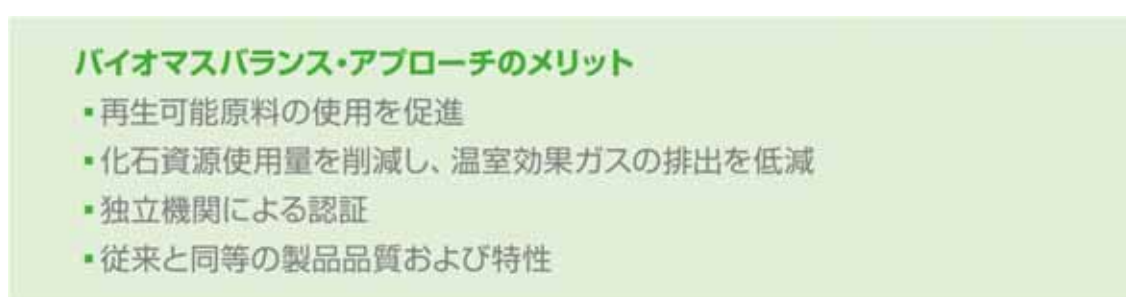
図表 47 バイオマスバランス・アプローチのイメージ



資料) BASF ジャパン株式会社「BASF のバイオマスバランス・アプローチ」

通常、100%バイオマス由来の化学品を製造するには新たなプラントを建設する必要があるため、企業にとってのコスト負担が非常に大きい。バイオマスバランス・アプローチを採用する場合、既存設備を使用することで、再生可能原料の使用にかかるコストを低減することができるため、より多くの企業による再生可能原料の使用を促進することが期待できる。これは結果的に温室効果ガスの排出量の低減に貢献する。また、独立機関による認証を受けることで、取組に対する社会からの信頼を得られる。さらに、生産プロセスを変更することがなく、再生可能原料の使用が可能になるため、従来と同等の製品品質及び特性を確保することができる。

図表 48 バイオマスバランス・アプローチのメリット



資料) BASF ジャパン株式会社「BASF のバイオマスバランス・アプローチ」

②工業用アルコール市場への影響

この仕組みの本質は、独立機関による認証制度を導入することで、再生可能原料の使用を

促進できることにある。同じ再生可能原料由来の発酵エタノールにおいても、このアイデアを活用して認証制度を整備することで、これまで高価であるために、積極的な利用に二の足が踏まれていた価格面の課題が緩和され、環境問題への意識が高い企業や団体等を中心に、発酵用エタノールの利用が促進される可能性が指摘できる。

近年、一定規模以上の自治体において環境対策の観点から家庭ごみ指定袋に発酵エタノール由来のバイオポリエチレンを採用する事例がみられる。前述の認証制度を導入した場合、従来に比べて低いコストでバイオポリエチレンの使用による環境保護をアピールすることが可能となるため、バイオポリエチレンを混合した家庭ごみ指定袋を使用する自治体が増加すると期待できる。

第 4 章 国内工業用アルコール需要の将来見通し

調査結果をふまえ、わが国の工業用アルコール（エタノール）に係る需要について、将来見通しを検討する。

1. 世界需給にかかる検討の更新

わが国の工業用アルコールの需要に対する供給確保の側面からは、世界的な需給バランスについても確認する必要があるため、世界的な需給動向をふまえ、経済産業省「平成 28 年度エタノールの世界需給に関する調査」（以下、世界需給調査）における見通しの更新を図る。

（1）需要と供給の連動性

OECD-FAO Agricultural Outlook における実績値（2000 年～2016 年）について、全世界での供給量と需要量の相関係数をみると 0.996 であり、この 2 つの系列はほぼ一致した動きを示している。なお、世界需給調査の際に有識者から得られた、各国・地域ともに自らの需要に応じて生産、供給を行っているとの知見から、前年の需要に対して翌年の供給が連動する可能性を鑑みて 1 期ずれの相関係数も確認したが、こちらは 0.741 にとどまった。このことから、現在でも、エタノールの需給は非常に短い期間、少なくとも当該年度のうちには調整されていると考えられる。

（2）推計において考慮すべき要因

対象とする系列は年次統計であることから、影響要因のうち 1 年以内の短期間で変わってしまう要因については、影響をみることができない。また、本年度は各国で環境政策にかかる詳細な情報収集を行っていないことから、本調査における推計では、長期的な傾向（トレンド）をながめるための推計を試みる。

より長期的に影響が顕在化すると考えられる各国の人口増加、経済成長による影響については、当面は発展途上国の成長によるものと考えられるため、現在の構造が変化しないという前提において、傾向（トレンド）を維持しつつ成長していくものと考えられる。

（3）長期的推計における考え方

①推計の基本手法

長期での推計を想定した場合、用いることのできる手法は、傾向（トレンド）成分を軸としたもの、具体的には数学的推計法の範囲にとどまる。本調査では、過去の傾向に基づいて増加率を設定し、推計を行うこととする。

②全世界における長期的推計の設定の考え方

OECD-FAO の予測期間も参考としつつ、長期の検討範囲は 10 年程度とし、2030 年までとする。

増加傾向が変化した 2010 年以降の、過去 6 年 7 期での推移をみると、その平均増加率は供給 4%、需要 4%であり、4 年 3 期ではいずれも 5%でほぼ同等となっている。このように、供給も需要も安定的な増加率で推移しており、いずれも同程度の水準と考えられることから、最新の 4 年 3 期での増加率を初期値として、徐々に増加率が低下していくように設定する。

各年単位では変動が大きいことから、3 年移動平均によって円滑化を行った上で、2008 年の増加率移動平均値である生産量 18%、需要量 22%を基準として 2014 年に増加率移動平均値がほぼ同等の 5%になるような数値を求めると、ほぼ 0.8 乗となった。

(4) 長期的推計の試行

①増加率の設定

検討した通り、2014 年の 3 期移動平均を初期値として、0.8 乗していくことで 10 年先となる 2030 年まで各年増加率を設定した。この設定では生産量、需要量ともに 2025 年以降はほぼ横ばいとなる。

図表 49 全世界のエタノール需要と供給の対前年比将来成長率の設定

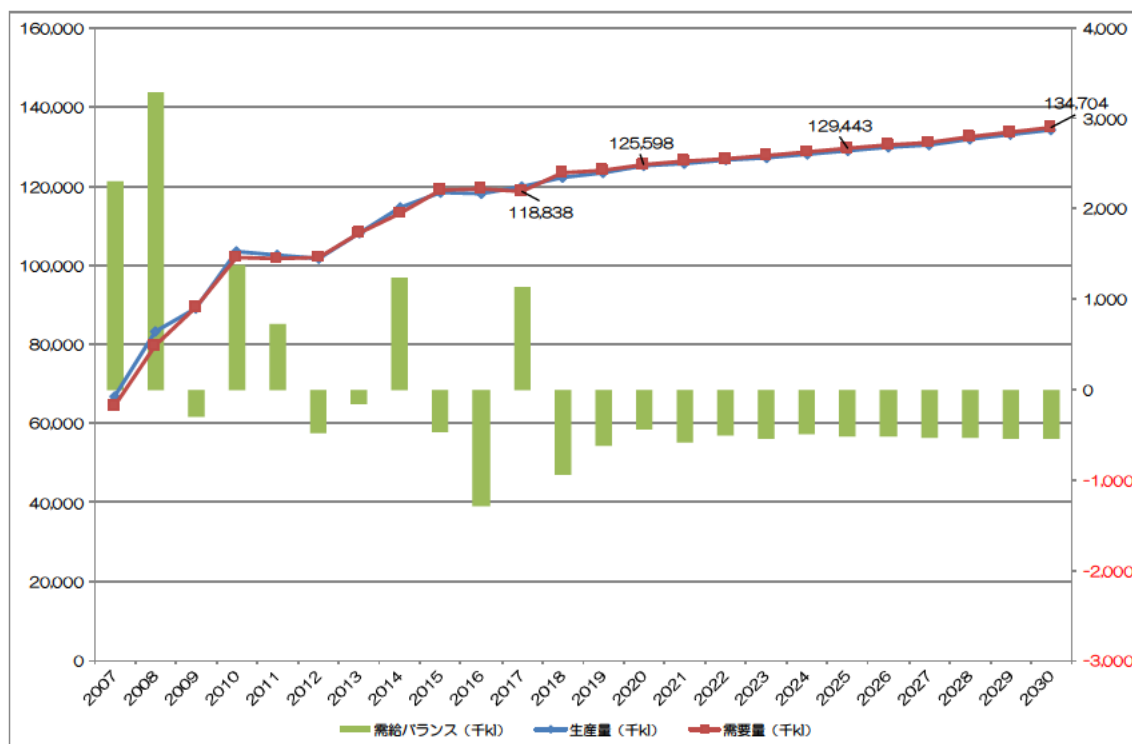
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
生産量	1.05	1.04	1.03	1.02	1.02	1.02
需要量	1.05	1.04	1.03	1.02	1.02	1.02
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
生産量	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
需要量	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00

注釈) 精緻には 2014 年の生産量増加率は 1.049276、需要量増加率は 1.048902 である。有効数字の関係で以後も全く同じ数値に見えるが、実際には微妙に異なっている。

②数学的推計法による将来推計の試行と、OECD-FAO推計の差異

設定した将来成長率を用いて、全世界における将来エタノール需要について推計を行った。

図表 50 全世界のエタノール需要と供給の将来推計結果



資料) OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025 をベースに推計

この結果をみると、2030年には需要量が1.34億klに達する。OECD-FAOの推計では生産量1.28億kl、需要量1.29億klであり、ほぼ同様の推移、水準となっているが、やや今回で調査による推計値の方が大きい。今回の推計はいわゆる趨勢推計にあたるものなので、OECD-FAOの推計は、近年の動向に比べると、やや生産も需要も伸び悩むという設定に基づいていることがわかる。

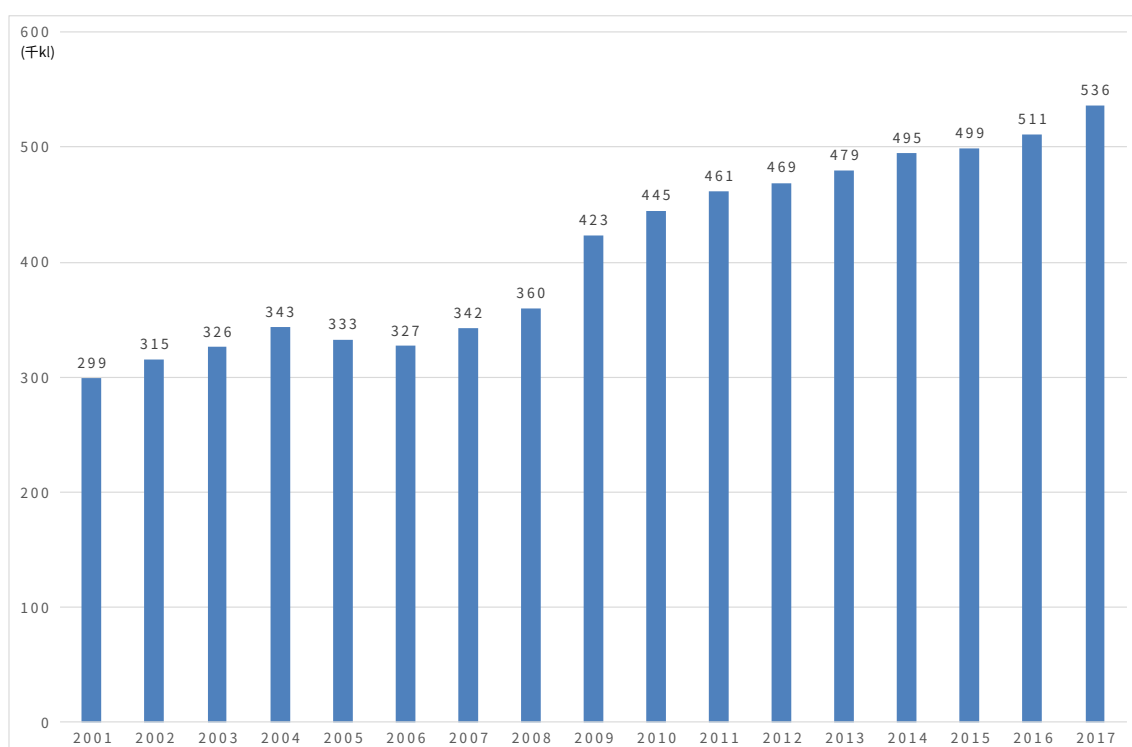
2. わが国におけるエタノールの将来需要の検討

わが国におけるエタノールの将来需要について、同様の手法で推計を行う。ここで検討する将来需要の対象は、酒類原料用を除いた工業用アルコールとする。

(1) 需要の推移

わが国におけるエタノール需要は、平成 18（2006）年前後に一度伸び止まったものの、平成 21（2009）年に急増することで、元来の成長曲線に回復しているとみられる。その成長速度は 2001 年～2017 年の 17 年 16 期でみると年平均 3.8%の増加となっている。

図表 51 わが国のエタノール需要の推移（2001～2017 年度）



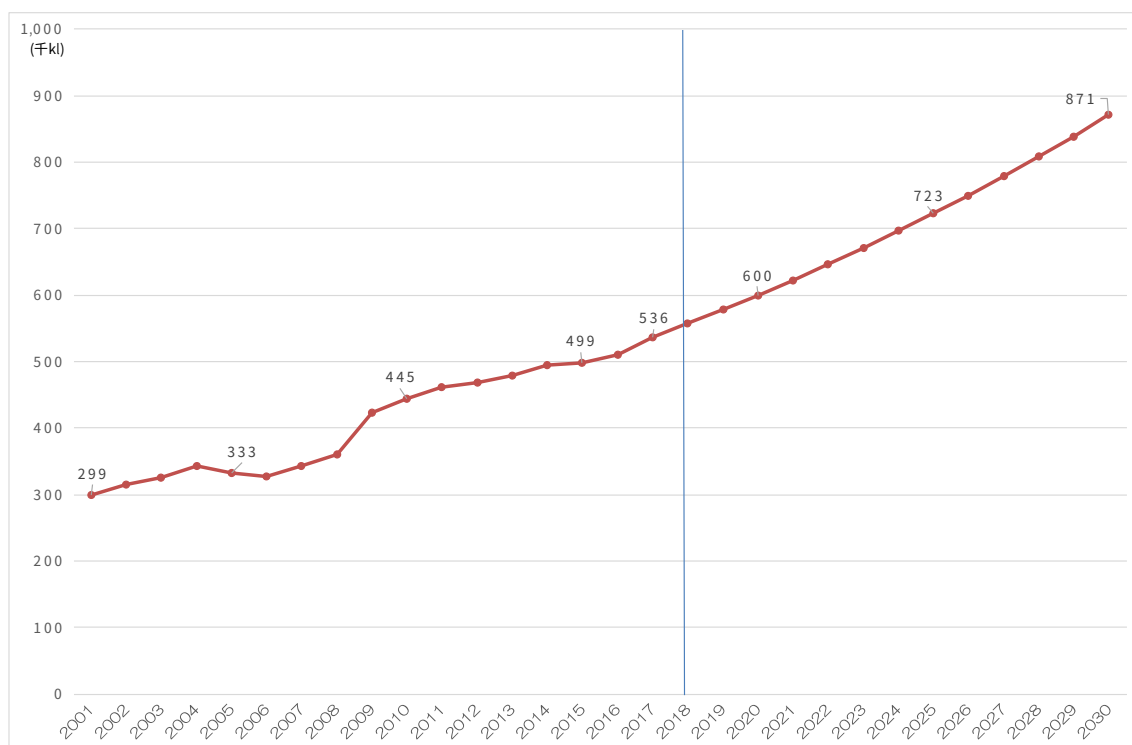
資料) 経済産業省資料より作成

(2) 傾向（トレンド）に基づいた将来推計

①総量

過去 16 年間でエタノール需要は安定して拡大していることから、当面は同様の速度（年平均 3.8%）で増加するものと見込む⁴¹と、目標年次を 2030 年とした場合の推計値は 871 千 kl に達する。

図表 52 トrendに応じたわが国のエタノール将来需要（2001～2030 年度）



資料) 経済産業省資料より作成

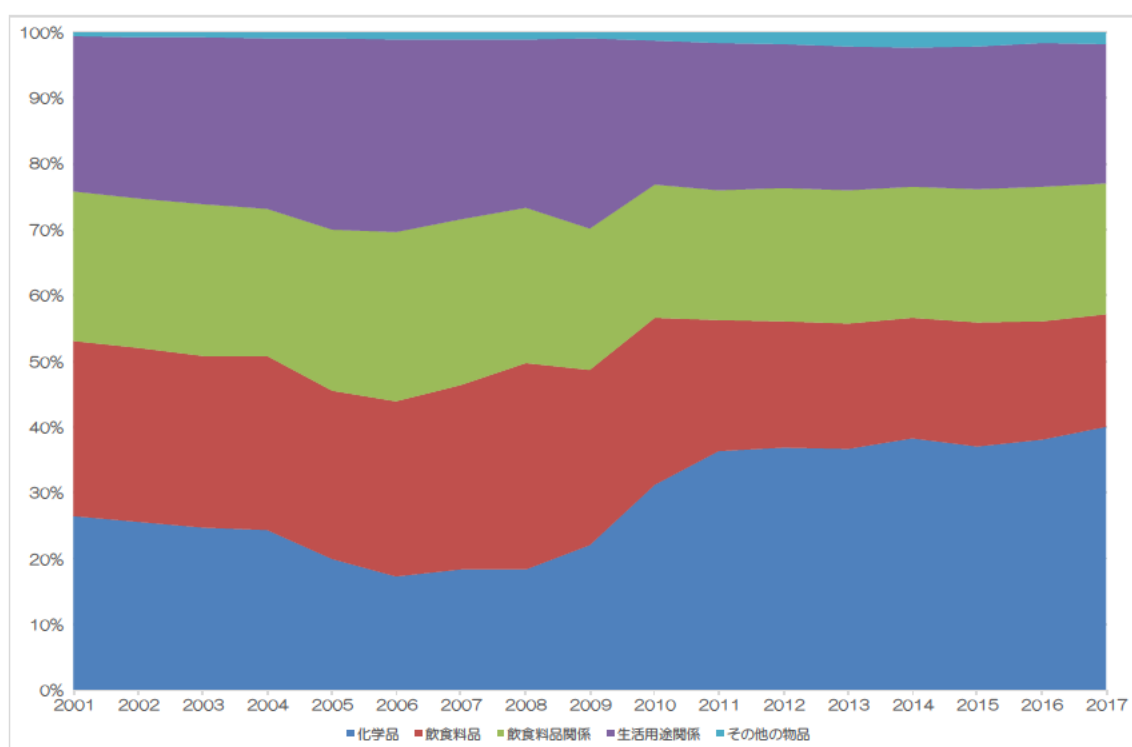
⁴¹ 平成 23 年度から平成 29 年度にかけての増加量には、エネルギー供給構造高度化法で義務化された ETBE 用バイオエタノールによる増加量が含まれているが、今後は導入目標が横ばいで設定されるため、平成 30 年度以降はその効果がなくなり、成長率を引き下げる可能性がある。当該期間の鎖式有機工業薬品（1-61,1-62 除く）は 14 千 kl 程度（成長率設定期間で均すと年間約 9 百 kl 程度、年増加率で 0.2% 相当）の増加であり、3.8% の成長率を 3.6% に低下させる程度の影響がありえる。しかし、実際の平成 23 年度から平成 29 年度の鎖式有機工業薬品（1-61,1-62 除く）の数値には増減がみられたり、エネルギー供給構造高度化法以前がより成長率が高かったりするなど、ETBE 用バイオエタノールの義務的利用量が横ばいになることによる、エタノール全体の需要への直接的な影響の大きさについては不明瞭な点もあり、本推計では 3.8% の成長率をそのまま用いることとした。

②用途別

わが国の用途別エタノール需要の用途別シェアは、2010 年頃から安定した推移を示しており、化学品が緩やかに上昇（1.7%ポイント）し、その分、飲食料品が緩やかに下降（-2.4%ポイント）しているなか、飲食料品関係、生活用途関係の 2 用途はほぼ横ばい（±1%ポイント以内、量としては全体の伸びと同程度の伸びと考えられる）で、その他は量が少ないために不安定な推移となっている。

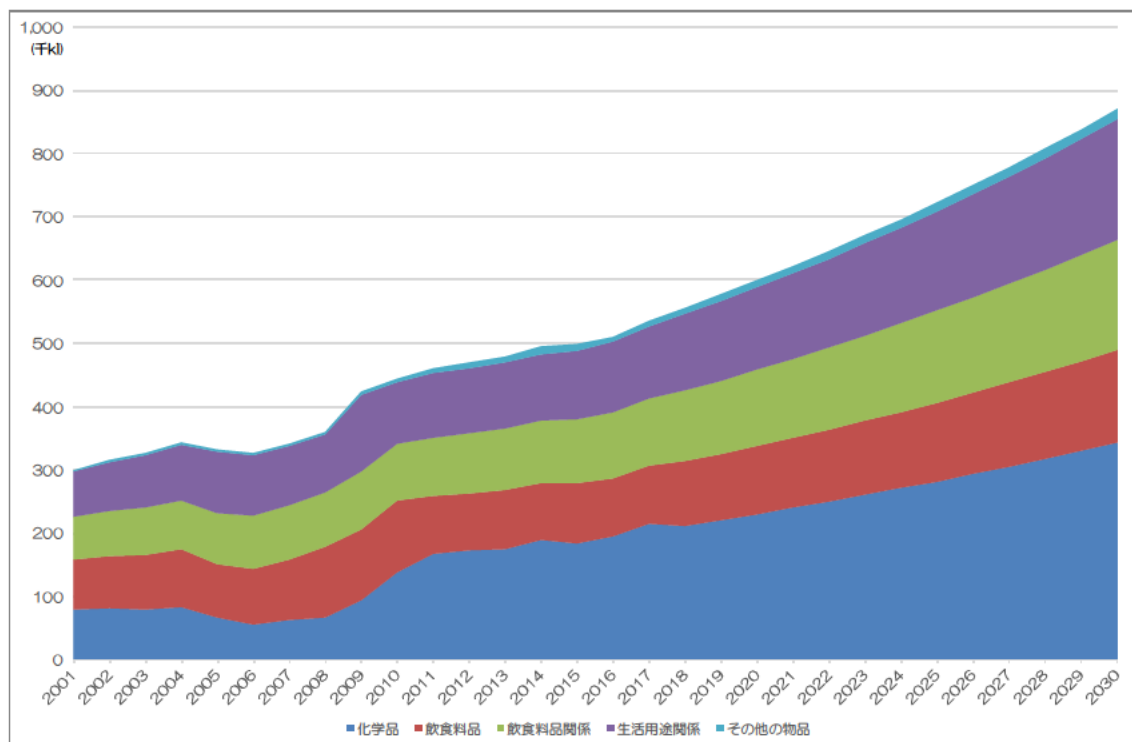
この点をふまえ、化学品はシェアを年に 1%ポイント上昇させ、飲食料品は同じだけシェアを下降させるなか、そのほか 3 用途はほぼ現状のシェアを維持するものとして将来シェアを設定した。

図表 53 わが国の用途別エタノール需要のシェア推移（2001～2017 年度）



資料) 経済産業省資料より作成

図表 54 わが国の用途別エタノール需要の将来推計（2001～2030 年度）



単位：1	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
化学品	214,349,308	211,349,456	220,769,753	230,333,796	240,677,762	250,124,115	261,232,004
飲食品	92,070,039	101,855,377	104,326,356	107,105,060	109,572,450	113,423,856	116,118,593
飲食品関係	106,906,092	111,940,383	116,190,362	120,601,698	125,180,517	129,933,177	134,866,279
生活用途関係	113,612,765	120,821,225	125,408,378	130,169,690	135,111,771	140,241,486	145,565,958
その他の物品	9,336,835	10,669,059	11,074,125	11,494,571	11,930,979	12,383,956	12,854,131
合計	536,275,039	556,635,500	577,768,976	599,704,814	622,473,479	646,106,589	670,636,964
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
化学品	272,071,831	281,479,033	293,235,414	305,367,544	317,918,017	330,813,756	344,294,071
飲食品	119,605,430	125,068,824	128,747,623	132,636,693	136,715,687	141,080,777	145,516,624
飲食品関係	139,986,673	145,301,470	150,818,052	156,544,078	162,487,502	168,656,576	175,059,868
生活用途関係	151,092,581	156,829,030	162,783,272	168,963,576	175,378,523	182,037,024	188,948,324
その他の物品	13,342,156	13,848,711	14,374,497	14,920,246	15,486,715	16,074,690	16,684,989
合計	696,098,671	722,527,069	749,958,859	778,432,136	807,986,443	838,662,823	870,503,875

資料）経済産業省資料より作成

(3) 増加要因（インパクト）を積み込んだ将来推計

本業務において実施した聞き取り調査において、将来的に新規市場を開拓して需要を産み出す可能性がある新規技術が 3 つ把握された。その技術革新によって産み出される需要規模とその時期は下記のように整理された。

その合計値から、推計の目標年次である 2030 年には、この 3 つの技術によって 57,778kl の新規需要が産み出されると見通される。

図表 55 想定される新規需要（2019～2030 年度、単位：kl）

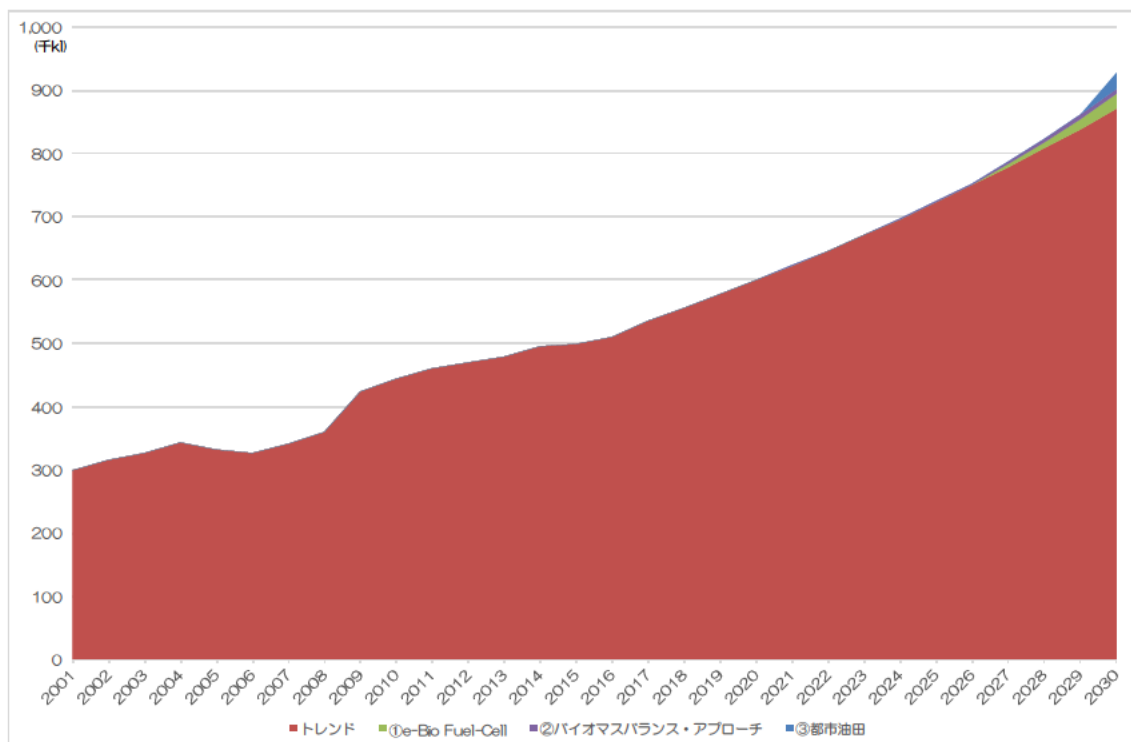
年度	2019	2020	2021	2022	2023	2024
①						
②						
③	359	359	359	359	359	605
合計	359	359	359	359	359	605
年度	2025	2026	2027	2028	2029	2030
①						26,800
②			5,003	10,387	16,694	23,561
③	1,554	1,932	3,198	4,551	5,980	7,417
合計	1,554	1,932	8,201	14,938	22,674	57,778

注釈) ①都市油田、②e-Bio Fuel-Cell、③バイオマスバランス・アプローチ

傾向（トレンド）から推計された将来需要に対して、この新規需要を積み上げて、可能性のある将来需要の拡大状況を見通したところ、2030 年には 928,282kl に達すると見込まれる。これは、トレンドだけで推計した 870,504kl に対して、需要は 6.6% 上振れする結果となった。

また、この①、②、③はいずれも化学品に属する新規需要として用途別需要も算出した。

図表 56 想定される新規需要を組み込んだわが国の将来需要（2001～2030 年度）



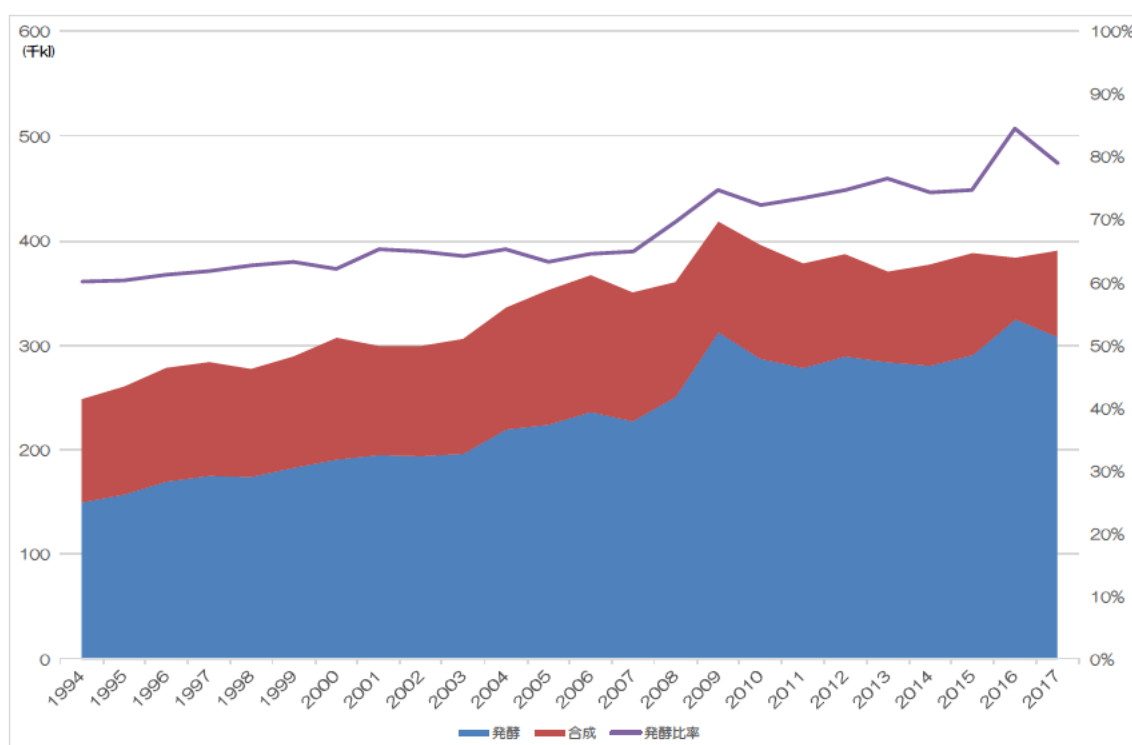
（単位：l）	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
化学品	214,349,308	211,349,456	221,128,753	230,692,796	241,036,762	250,483,115	261,591,004
飲食品	92,070,039	101,855,377	104,326,356	107,105,060	109,572,450	113,423,856	116,118,593
飲食品関係	106,906,092	111,940,383	116,190,362	120,601,698	125,180,517	129,933,177	134,866,279
生活用途関係	113,612,765	120,821,225	125,408,378	130,169,690	135,111,771	140,241,486	145,565,958
その他の物品	9,336,835	10,669,059	11,074,125	11,494,571	11,930,979	12,383,956	12,854,131
合計	536,275,039	556,635,500	578,127,976	600,063,814	622,832,479	646,465,589	670,995,964
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
化学品	272,676,831	283,033,033	295,167,414	313,568,544	332,856,017	353,487,756	402,072,071
飲食品	119,605,430	125,068,824	128,747,623	132,636,693	136,715,687	141,080,777	145,516,624
飲食品関係	139,986,673	145,301,470	150,818,052	156,544,078	162,487,502	168,656,576	175,059,868
生活用途関係	151,092,581	156,829,030	162,783,272	168,963,576	175,378,523	182,037,024	188,948,324
その他の物品	13,342,156	13,848,711	14,374,497	14,920,246	15,486,715	16,074,690	16,684,989
合計	696,703,671	724,081,069	751,890,859	786,633,136	822,924,443	861,336,823	928,281,875

資料）経済産業省資料より作成

（４）需要に占める発酵アルコール及び合成アルコールの割合

平成 19（2007 年）頃まで工業用アルコールのうち発酵アルコールが占める割合は 60% 台で推移していたが、平成 20（2008）年頃に数年間で 75% 程度まで上昇した。その後は再びほぼ横ばいで推移していたが、平成 28（2016）年度に合成アルコールの供給が逼迫したことから、需要の一部が発酵アルコールに切り替わったことで、一時的に 85% まで上昇した。その一部はそのまま発酵アルコールを利用していることが、合成アルコール製造事業者へのヒアリングにおいても確認されており、平成 29（2017）年時点でも発酵アルコールの占める比率は 80% 程度を維持している状況にある。

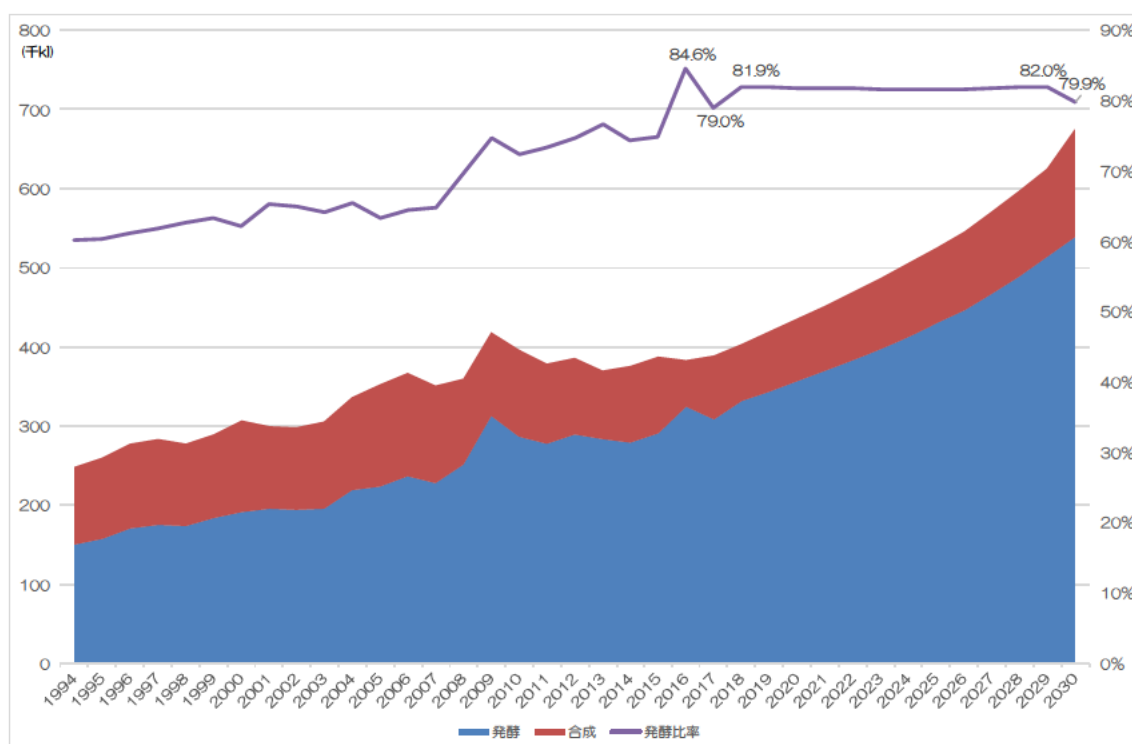
図表 57 わが国における発酵および合成アルコール製造量の推移（1994～2017 年度）



資料）経済産業省資料より作成

用途のうち、「飲食料品」「飲食料品関係」「その他」の 3 区分においては、ほぼ全量で発酵アルコールが用いられてきた一方、「化学品」「生活用途関係」の 2 区分においては、合成アルコールも多く用いられていた。これらの点をふまえ、平成 29 年時点での統計値を用いて前記 3 区分の全量を発酵に割り当て、後記 2 区分のうちトレンド部分の按分値を設定することで、全体の 8 割が発酵アルコール、2 割が合成アルコールとなるように按分値を設定（0.302、すなわち、後記 2 区分のトレンド部分のうち 30.2%が合成アルコールで充当される）した。また、新規需要のうち都市油田については合成アルコール、そのほかはいずれも発酵アルコールを利用するものとして、発酵および合成アルコールの需要について将来値を求めたところ、発酵アルコールの占める比率は、徐々に上昇していき 2029 年には 82.0%に達するが、2030 年には都市油田による製造量が合成アルコールとして計上されるため、79.9%に低下する。

図表 58 発酵および合成アルコールの将来製造量見通し（1994～2030 年度）



資料) 経済産業省資料より作成

第5章 工業用アルコール市場の拡大可能性と課題・対応策の検討

工業用アルコール市場の拡大可能性に関する事実を整理し、その現実化に向けた課題や対応策について整理した。

1. 工業用アルコール市場の拡大可能性

工業用アルコール市場は緩やかな拡大基調にあるが、何らかの特定品目が牽引する様子はみてとれず、トレンドとしては全体に拡大しつつある状況である。一方で、大幅な需要拡大につながる可能性がある新規技術がいくつかあるため、これらをうまく結実させることで、一層の市場拡大も期待できる。

(1) 統計・文献調査より

統計・文献調査の結果、工業用アルコール市場の拡大については、下記のような事項が判明した。

- わが国における工業用アルコールの消費量は、おおむね緩やかな増加傾向にあり、トレンドとしては拡大基調にある。
- 用途別にみると、いずれの区分も絶対値は増加しているが、シェアを見ると、化学品が緩やかに上昇した分、飲食料品が緩やかに下降する関係を示しており、化学品の成長速度が比較的大きいことがわかる。

(2) ヒアリング調査より

ヒアリング調査の結果、工業用アルコール市場の拡大について、トレンドを上回る可能性があるインパクトが3点抽出された。

- 化学メーカーによる廃棄物由来のエタノール製造技術
(主として、バイオプラスチックとして利用される)
- 自動車メーカーによるバイオエタノールの燃料利用技術
(主として、自動車燃料として利用される)
- 第三者認証制度を活用したバイオエタノールの導入促進
(主として、環境意識の高い企業にさまざまな目的で利用される)

2. 今後の課題と対応策

工業用アルコール市場に対して、トレンド的側面とインパクト的側面から検討を加え、推計値を算出したが、そのそれぞれについて、課題と対応策を整理した。

(1) トレンド的側面への課題と対応策

- トレンド的側面からは、全体的に緩やかに拡大が続けているが、国内市場の拡大を牽引するような力強い需要が存在しないことが課題となっている。当面は少子高齢化に伴って医療や福祉関係についての安定的な需要増加が見込まれる一方で、人口減少に伴い、中長期的には需要拡大が止まる可能性も考えられる。対応策として海外市場の拡大への対応が考えられるが、工業用アルコールについては、原料となる粗留アルコールを輸入するというわが国の産業構造上、大きな利益を獲得することは難しくなっている。
- エタノールに対して、過度に危険性の認識が広がりつつあり、本来は問題のない利用に対しても、ユーザーが利用を見送る傾向が現れ始めている。エタノールの安全性について、広く知らせていく必要がある。また、危険物として可搬性に課題があることもあり、物流や保管において難度が高くなっており、この点についても大きな課題となっている。

(2) インパクト的側面への課題と対応策

① 廃棄物由来のエタノール製造技術

- インパクト的側面からは、都市油田とも称される廃棄物由来エタノールによる効果が最も大きい。ただし、この廃棄物由来エタノールは、現時点では全量が植物由来とは認められないことから、二酸化炭素排出の観点からは、環境にやさしいというイメージをうまく付与できるかどうか課題となっている。
- 廃棄物由来エタノールについては、既存の製法と異なることから、他の製法で製造されたエタノールとは区別した上での輸送、配送が求められている。そのため、廃棄物由来のエタノールを扱う場合、他の原料や製法由来のエタノールとのコンタミを避けるために、物流システムの強化が必要となる。

② バイオエタノールの燃料利用技術

- 自動車向けの燃料利用も大きな効果が見込まれている。この場合、エタノール濃度が濃いほど有利であるところ、一定以上の濃度があると危険物扱いとなるなど、取り扱いの難しさが課題となっている。
- また、わが国においては新技術であるが故に、これまでの枠組に当てはめることができず、税制はじめ国や地方の制度においてどのように扱うかが不明瞭なことから、実証実験を行うことにすら、手間と時間が掛かっている。

③ 第三者認証制度を活用したバイオエタノールの導入促進

- バイオエタノールの製造技術のヒアリングにおいては、とにかくそのコストの高さが指摘されており、経済原理のなかでは利用が困難とされている。

- 第三者認証制度を整備することで、原料の全てがバイオエタノール由来でなくとも、混合したバイオエタノールの数量を製品等に割り当てることで、利用者に対し購買コストを低減しつつ、環境にやさしい印象を与えることが可能である。インパクトとしては必ずしも大きくないかもしれないが、応用可能な対象は幅広く、経済原理の中で利用可能な価格帯までの低廉化をソフト的に進められる可能性がある。
- 一般に第三者認証ビジネスは、海外認証機関が積極的であり、今回の調査でも海外の認証機関による取組が観測された。ただし、海外認証機関はわが国企業になじみがないため、わが国認証機関においても同様の取組が進めば、国内の各企業の取組も加速することが期待される。