

インド
バイオエタノール／バイオディーゼル



目次

■ 国の紹介	p.3
■ 温室効果ガス排出状況	p.4
■ エネルギー消費状況全体	p.5
■ 部門別エネルギー消費量	p.6
■ ガソリン及び軽油消費量	p.7
バイオエタノール編	
■ バイオエタノールの普及目標と計画	p.9
■ バイオエタノール導入の背景と普及策	p.10
■ バイオエタノールの生産状況	p.11
バイオディーゼル編	
■ バイオディーゼルの普及目標と計画・経緯	p.13
■ バイオディーゼルの原料	p.14
■ バイオディーゼル原料作物の例	p.15
■ ジャトロファ・プログラム	p.16
■ ジャトロファ・プログラムの活動例	p.17
■ 参考資料	p.18

国紹介

- インドは国土面積**328万7千km²**で、インド亜大陸と呼ばれるほど広大な国土を有している。北部でパキスタン・中国・ネパール、東部でバングラディッシュと国境を接している。
- インドの人口は**10億2,702万人**(01年国勢調査)で、人口増加率1.8% (1990～2000年平均:世銀報告2002)となっている。
- 日本の国土面積37万7,887 km²、人口12,740万人と比べると、インドの国土面積は**日本の約8.7倍**、**人口は日本の約8.1倍**である。

国土面積 328万7,263km²

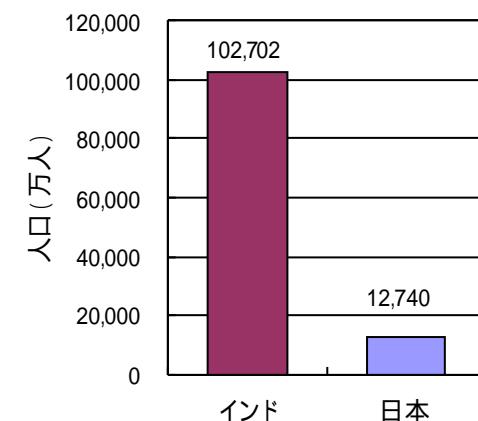
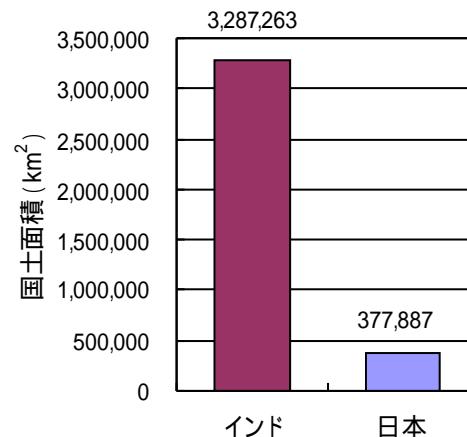
人口 10億2,702万人 (2001年)

首都 デリー

人種 インド・アーリア族、
ドラビダ族、モンゴロイド族等

言語 連邦公用語はヒンドゥー語、
他に公認言語が17ある

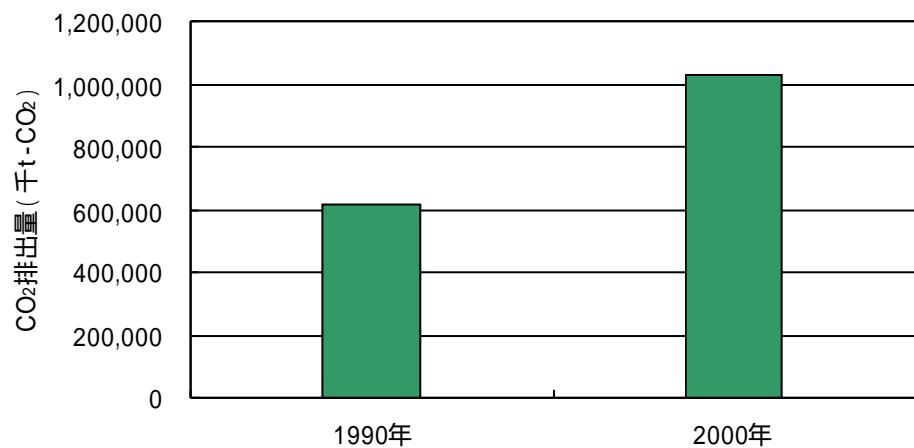
宗教 ヒンドゥー教徒 (82.7%)、
イスラム教徒 (11.2%) 他



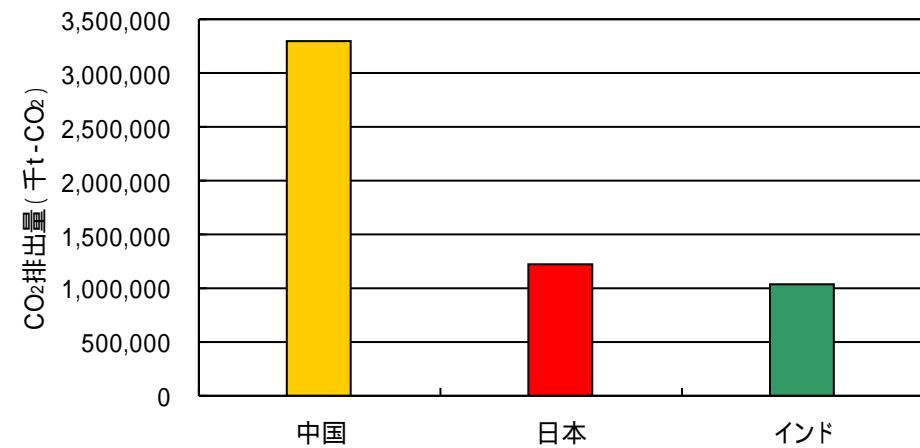
温室効果ガス排出状況

- インドの2000年のCO₂排出量は**10億3千万t-CO₂**である。1990年のCO₂排出量は6億1千6百万t-CO₂であったが、この10年間で67%増加している。(年平均5.3%増)。
- なお、インドのCO₂排出量は、アジアでは中国、日本に次いで**第3位**である。

	1990年	2000年
CO ₂ 排出量 (千t-CO ₂)	616,000	1,030,333
1990年比 (%)		167.3



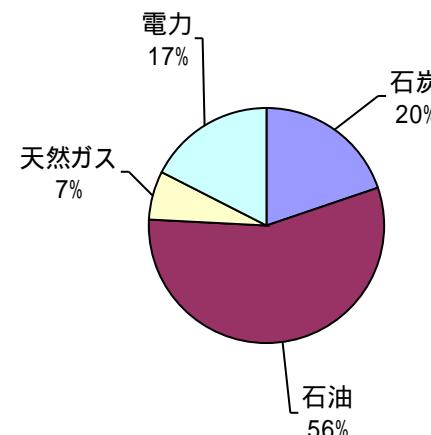
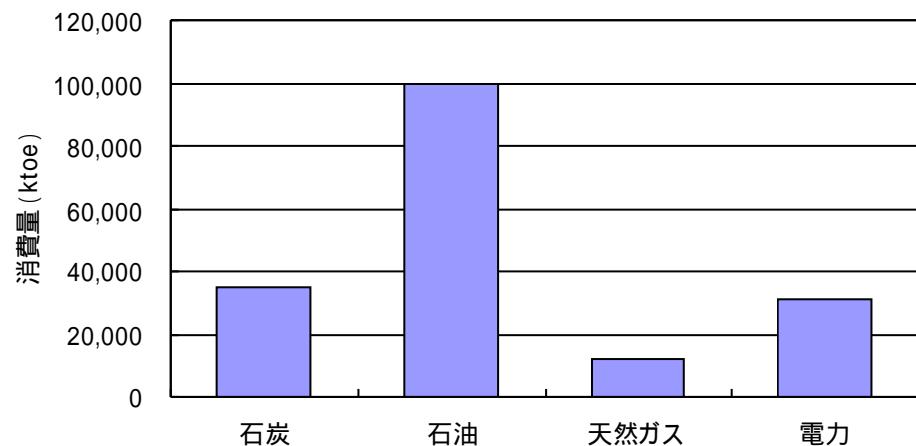
	中国	日本	インド
2000年 CO ₂ 排出量 (千t-CO ₂)	3,300,000	1,213,667	1,030,333



エネルギー消費状況全体

- インドは世界第6位のエネルギー消費国である。2000年のインドの最終消費におけるエネルギー消費量は**178,000石油換算キロトン(ktoe)**である。最も消費されているのが**石油で、全体の56%**を占めている。なお、インドは、**原油の約70%を海外からの輸入**に依存している。

	石炭	石油	天然ガス	電力	合計
消費量(ktoe)	35,000	100,000	12,000	31,000	178,000
構成比(%)	20	56	7	17	

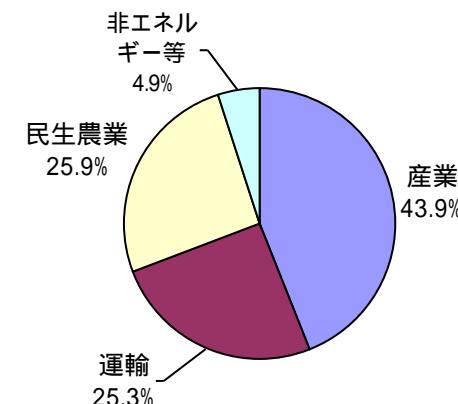
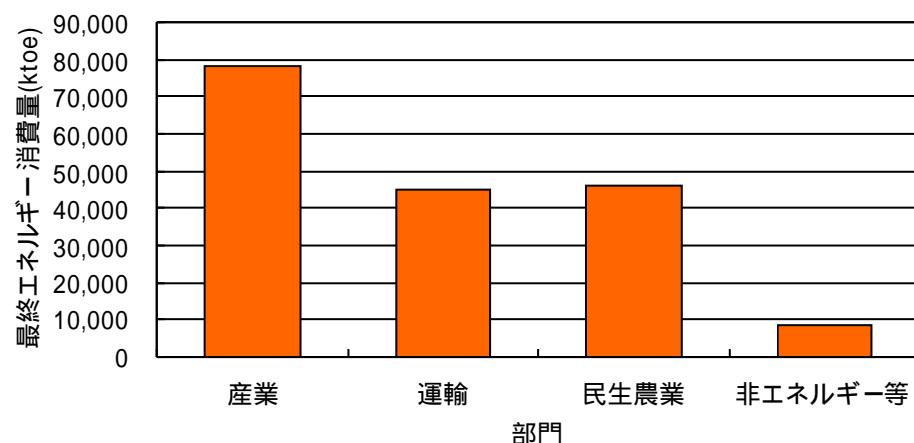


2000年のインドの最終消費におけるエネルギー種別消費量

部門別エネルギー消費量

- 2000年のインドの部門別エネルギー消費量は、**産業部門が最も多く、全体の43.9%を占める78,000ktoeを消費**している。運輸部門と民生農業部門の消費量はほぼ同等で、それぞれが全体の約25%を消費している。

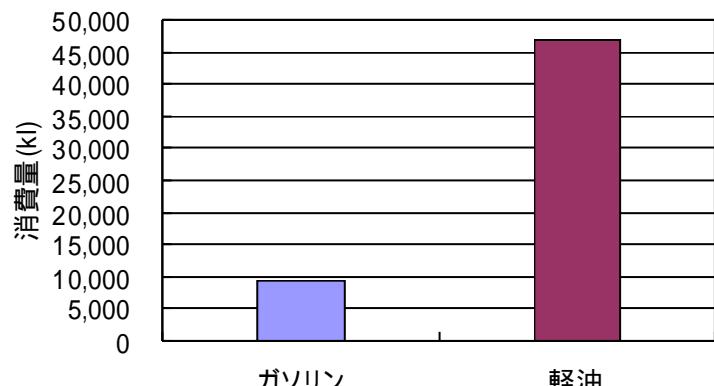
	最終エネルギー消費量 (ktoe)	構成比 (%)
産業	78,000	43.9
運輸	45,000	25.3
民生農業	46,000	25.9
非エネルギー等	8,700	4.9
合計	177,700	



ガソリン及び軽油消費量

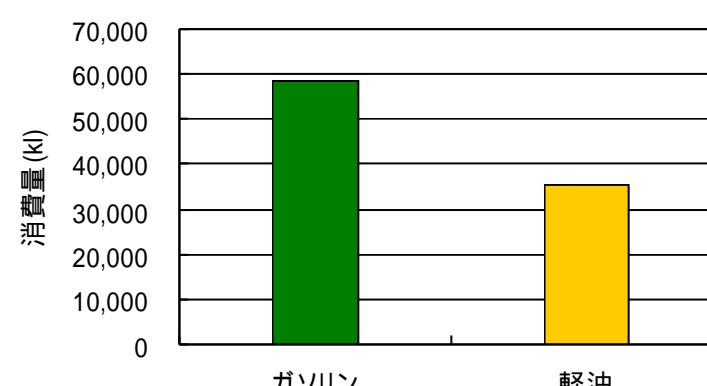
- 2000年のインドのガソリン消費量は944万7千キロリットル、軽油は4,693万9千キロリットルである。軽油消費量の方がガソリンより大きく、軽油はガソリンの約5倍消費されている。従って、大気汚染物質や資源の海外依存低減などの観点から、軽油消費量の削減の方が急務となっている。
- インドのガソリン・軽油価格は、ガソリンが36.8ルピー(約88円)/リットル、軽油が24.2ルピー(約58円)/リットルとなっており、軽油の方が安い。そのため自動車用燃料としての軽油の需要が多くなっていると考えられる。(1ルピー = 2.4円で換算)
- 日本では、軽油の価格がガソリンより安いにもかかわらず、軽油の消費量はガソリンよりも少なくなっている。

	消費量 (千kl)	構成比 (%)
ガソリン	9,447	16.8
軽油	46,939	83.2
合計	56,386	



2000年におけるインドのガソリン・軽油消費量

	消費量 (千kl)	構成比 (%)
ガソリン	58,360	62.2
軽油	35,493	37.8
合計	93,853	



2000年における日本のガソリン・軽油消費量

バイオエタノール編

■バイオエタノール編

バイオエタノールの普及目標と計画

■ 普及目標

2004年時点で、**バイオエタノール5%混合ガソリン(E5)**が8つの州、3つの政府直轄領で供給されており、今後**インド全土へ供給地域を拡大し、最終的にはエタノール含有量を10%(E10)まで引き上げること**を目指している。

■ 普及計画とその進捗

バイオエタノールは、**3段階のフェーズ**を経て、インド全土への普及が進められている。

フェーズ1は、2003年1月に開始され、当初目標は国内9州及び4つの政府直轄領でE5を導入する予定であったが、やや普及が遅れている。これは、無水化処理施設増設やエタノールとガソリンを混合する設備の整備が遅れているためのようである。

なお、2003年10月からはフェーズ2が開始され、フェーズ1で限定されていた供給地域を全国に拡大する目標を掲げており、更にフェーズ3では、インド全土で供給されるE5のエタノール含有率をE10に向上させることとしている。

フェーズ	実施期間	対象地域	エタノール混合率(%)
フェーズ1	2003年1月	9州、4直轄領	5
フェーズ2	2003年10月	インド全土	5
フェーズ3	未定	インド全土	10

バイオエタノール導入の背景・普及策

■ 背景

インドにおけるエタノール利用の主な目的は**原油代替・農業保護・環境対策**である。特に原油代替については、現存の輸入依存度が約7割であることから、最も重要な課題となっている。

インド政府産業省は**バイオエタノール導入の目的や効果**を次のようにまとめている。

石油輸入低減による**エネルギー供給安定性**の向上

余剰サトウキビの需要開拓による**農業収入の増大と多様化**

サトウキビ収入の増加による**零細サトウキビ農家の救済**

雇用機会の増加

オクタン価向上剤として使用されている**鉛の代替**

ガソリン代替による**CO₂排出量の削減**

■ 普及策

インドでは、エタノール混合ガソリンに対する**課税を軽減**して、ガソリンとの価格差低減を図っている。

ガソリン1Lに課せられる物品税6ルピー/L(約14.4円/L)が、E5では0.3ルピー/L(0.7円/L)軽減され、5.7ルピー/L(13.7円/L)にされている。

エタノールとガソリンの価格差は物品税相当(6ルピー)であり、エタノールに物品税が課税されなければ、ガソリン価格(税込み)とほぼ同等になる。

E5の0.3ルピー減税は、6ルピーにエタノール混合割合である5%を乗じたものである。

バイオエタノールの生産状況

■ バイオエタノールの原料

インドでは、**廃糖蜜**をエタノールの原料にしている。サトウキビ(ケインジュース)を原料に、直接エタノールを製造している例は少ない。廃棄物の有効利用という観点から、廃糖蜜が主力の原料として使われていると考えられる。

■ 2001年のバイオエタノール生産量

年	砂糖生産量 (千t)	糖蜜生産量 (千t)	エタノール生産量 (千kL)
1999-2000	18,200	7,380	1,380
2000-2001	18,000	7,715	1,443
2001 - 2002	18,511	8,067	1,509

2001年のエタノール生産量は1,509千kLである。これに対して、E5をインド全土に普及させるのに必要なエタノールは780千kLであり、現在の生産量の約半分に相当する。また、将来のE10全土普及には1,570千kLのエタノールを必要とするため、原料を廃糖蜜に限定している限り、従来のエタノール需要と燃料用エタノール需要の双方を満たすことはできない。従って、**インド政府は今後、サトウキビを増産、サトウキビから直接エタノールを生産することになる。**

インド国内には約300の醸造所があり、設備容量は約320万kLである。2001年のエタノール生産量150万kLから、設備稼働率はおよそ50%である。ガソリン混合用エタノールには無水エタノールが使用されるため、既存の含水エタノール製造設備に無水化処理装置を増設する工事が進められている。

■バイオディーゼル編

バイオディーゼルの普及目標と計画・経緯

■ 普及目標

バイオディーゼルは、今後の普及として「**2005年1月までに、政府直轄領の1割程度の地域に
対して、バイオディーゼル5%混合軽油(B5)を普及させる**」ことが計画されている。しかし、2004年時点では原料不足のためB5は生産・供給されていない。

■ 普及計画

2005年～2007年は**デモンストレーションフェーズ**、2007年～2010年は**供給エリアの拡大と生産・流通設備の拡充**、2011年～2012年にかけて**需要要求を満たす**という**3つのステップ**を想定している。

■ 経緯

インドでは、軽油の消費量が**ガソリンの約5倍**である。現在、軽油の需要は4千万トンに達し、そのうちの75%が輸送用エネルギーとして消費されている。軽油は、国内の全エネルギー消費でみても、全体の40%を占める大きなエネルギー源であるが、**原油輸入低減と大気汚染防止の観点から、軽油の消費抑制が急務となっている。**とくに、デリーなどの都市部では、ディーゼル車両の排気ガスによる大気汚染が深刻化している。このような背景から、**バイオディーゼルが軽油代替及び大気汚染解消の有効策として検討**されてきた。

バイオディーゼル混合軽油の普及はまだ始まっていないが、国や民間企業、大学などの研究機関の協力により、これまでディーゼル発電機用、ディーゼル機関車用、公共バス用の燃料としてバイオディーゼルが試験導入されている。

インドのバイオディーゼルで特徴的なのは、ほとんどの国で大豆や菜種油、パーム油といった食用油を原料に使っているのに対して、**インドではヒマシ油などの非食用油を原料に採用**していることである。

バイオディーゼルの原料

■ バイオディーゼル原料として非食用油を採用

インドは食用油の輸入国であるため、国内の食用油をバイオディーゼル原料にすることはできない。そこで、**非食用の植物油を原料にする計画**を進めている。現在、原料の候補となっているのは、国内に自生する次の7種類の植物である。

- Neem (Azadirachta India)
- Karanj (Pongamia pinnata)
- Meswak (Salvadora species)
- Mahua (Madhuca India)
- Rubber (Hevea species)
- Castor (Ricinus communis ; ヒマシ油)
- Jatropha (Jatropha curcas)

■ 非食用油を原料にするメリット

- 油分含有量が多く、油の品質が良い
- 資源投入が少ない(肥料、農薬を投入量が小さい)
- 成長が早く収穫が安定している
- 自生(野生)しているので容易に入手でき、現在最も適用性が高い

人口の70%が農村地帯で暮らし、農民の多くが自然降雨型の農業に依存していることから、バイオディーゼル原料作物が農村にとって新たな収入源になることも期待されている。

バイオディーゼル原料作物の例

■ Meswak (*Salvadora species*)の実と樹木



■ Mahua (*Madhuca India*)の実と樹木



ジャトロファ・プログラム (Jatropha Program)

■ ジャトロファ・プログラムとは

ジャトロファ (*Jatropha Curcas*) は、インド国内で豊富に自生し、乾燥地帯のやせた土地でも生育する植物であるため、バイオディーゼル燃料用の原料植物として最も注目されている。ジャトロファ・プログラムと呼ばれるさまざまな取組みがインド国内で展開されている。



ジャトロファ (*Jatropha Curcas*) の樹木と実

ジャトロファ・プログラムの活動例

■ 活動例

ジャトロファ・プログラムは、2003年ごろから開始され、そのきっかけとなったのがダイムラー・クライスラー社(ドイツ)による支援といわれている。

- ▶ 2003年11月より、ダイムラー・クライスラー社の支援によるドイツ、インド共同のジャトロファ・プロジェクトが開始された。5年の期間で、ジャトロファの栽培からバイオディーゼル生産まで幅広く研究する予定。ドイツ側からはHohenheim大学が、インド側からはIndian Central Salt & Marine Chemicals Research Instituteがプロジェクトの中心的役割を担っている。ダイムラー・クライスラー社は、資金援助ならびに技術者の派遣と試験車両の提供を行う。
- ▶ タミルナドゥ州(Tamilnadu)ではジャトロファを15万ヘクタールに植樹して、バイオディーゼルを生産するジャトロファ・プロジェクトが計画されている。
- ▶ インド鉄道では、鉄道軌道2,500キロメートルの両側にジャトロファを植樹して、ディーゼル機関車用軽油の10%をジャトロファ製バイオディーゼルにする計画を立てている。

また、国立植物学研究所(National Botanical Research Institute)では、ジャトロファの生産性(単位耕地面積当たりの生産量、樹木1本当たりの生産量)、土壤への影響や肥料投入量などが研究されている。とくに、ジャトロファは雑草ともいえる植物なので、そのジャトロファを何百万本も植樹した場合の環境への影響や、正味エネルギー収支(Net Energy Balance)がどの程度良好なのかを慎重に見極める研究が行われる予定である。

参考資料

- (財)日本エネルギー経済研究所、“アジア/世界エネルギー・アウトロック”(2004)
- (財) 地球環境センター、“温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査 インドにおける廃糖蜜等からのエタノール燃料の製造に関する調査”(2003)
- A.K.Das, B.Minj,”Gasohol for sustainable development”, Ministry of Industry, Government of India (2002)
- Hari M. Behl, “Biodeisel in India”, National Botanical Research Institute, Pacific Ethanol & Biodiesel Conference (2004)
- KC Velappan, “Rice Bran Oil Biodiesel: An alternative fuel for surface transportation”, Department of Chemical Engineering, CLRI (2004)
- Greg Pahl, “Biodiesel”, Chelsea Green Publishing Company (2004)
- Ministry of Non-Conventional Energy Sources
<http://mnes.nic.in/>
- Indian Renewable Energy Development Agency Limited
<http://www.iredaltd.com/>
- Petroleum Conservation Research Association
<http://www.pcra.org/index.html>
- Jatropha Web
<http://www.jatropha.net/>