

## 6カ国のエネルギー効率改善ポテンシャル◆

—インドネシア、タイ、フィリピン、ベトナム、インド、南アフリカ—

井上 友幸\* 鈴木 健雄\*\*

### 要 約

エネルギーの効率改善は、地球温暖化対策や石油価格変動への対応として世界的な規模で求められている。そのための第一歩として「エネルギー効率改善のポテンシャル把握」が求められる。エネルギーの効率改善のポテンシャルを測る尺度として「GDPあたりの一次エネルギー供給量」があるが、今回対象とした6カ国（インドネシア、ベトナム、タイ、フィリピン、インド、南ア）について「市場為替レートでのGDPあたりの一次エネルギー供給量」と「購買力平価のGDPあたりの一次エネルギー供給量」を比較するといずれの国も購買力平価の方が日本とのエネルギー原単位の差は小さく出てくる。国全体のGDPあたりのエネルギー消費原単位をみると、市場為替レートのGDPよりも購買力平価のGDPあたりの一次エネルギー供給量の方が、より実態に近い「エネルギー効率の差」を表現していると考えられる。

一方、産業部門別のGDPあたりのエネルギー消費をみると、購買力平価によるGDPは市場為替レートによるGDPよりは差は小さくなるものの、業種によっては日本と各国の産業別エネルギー消費原単位が逆転することがある。産業別に購買力平価によるGDPを使用するときは、より精度の高いデータが求められるものと思われる。試みに生産量あたりのエネルギー消費原単位を計算してもいくつかの製品について同様な現象が見られる。精度の高いデータは生産量や産業別GDPおよび産業別エネルギー消費のバウンダリーを各国共通にすることで得られるものと思われるが、現状のデータは必ずしもバウンダリーが統一されていない。当面の手法として各国のトップランナー的な企業または工場を選定（Bench Mark, Best practice, Best available など）し、そこから得られるデータで、各国のエネルギー消費効率を比較するなど方法も考えられる。

お問い合わせ : report@tky. ieej. or. jp

---

◆ 本報告書は、2008年10月から2009年2月まで、独立行政法人国際協力機構の基礎研究案件として当研究所と東京電力株式会社とで行った「エネルギー効率改善にかかる基礎調査」に基づいている。

\* 戦略・産業ユニット付

\*\*戦略・産業ユニット担任特別補佐（技術）

## 6カ国のエネルギー効率改善ポテンシャル◆

—インドネシア、タイ、フィリピン、ベトナム、インド、南アフリカ—

井上 友幸\* 鈴木 健雄\*\*

### 1. はじめに

日本の省エネまたはエネルギー効率改善の国際協力は、経済産業省、環境省、外務省（国際協力機構：JICA）などで、年々その数を増やしている。中進国あるいは途上国では、エネルギー効率改善対策を地球温暖化対策として扱ったり、自然環境保護の一環として扱うことで、いわゆる「共通だが差異のある責任」を果たそうとしている。ただ、現状では多くの中進国や途上国では、エネルギー効率改善対策をどこからどのように実施してよい判らないといった状況にある。

たとえば、ベトナムでは世界銀行の資金で中小企業の省エネルギー対策促進を提案型で実施しているが、提案する側の中小企業ではどのようにすれば省エネになるのかわからないといった状態である。南アフリカでは、2005年からの電力供給余力の低下から企業の電力消費を2010年までに10%ほど削減するように政府が求めているが（あくまでも自主的に）、企業では、どのようにすれば10%の削減ができるのか判らないと言った意見もある。JICAの国際協力の省エネプロジェクトなどでは、「エネルギー管理士制度」、「ラベリング制度」、「ESCO事業の促進」などが提案され、そのための制度や組織づくりがプロジェクトの調査結果としてまとめられる。このような国際協力のあり方は、現地の省エネ促進担当者に多くの示唆を与えるのは言うまでもないが、これから省エネを行おうとする企業に対しても貴重な情報交換の場を与えることにもなる。また、多くの国では、官民ともに日本の省エネの経験を知ることに関心である。本報告では、これからエネルギー効率改善を行おうとする6か国（インドネシア、タイ、フィリピン、ベトナム、インド、南アフリカ）を対象に、現状のエネルギー消費状況、セクター別エネルギー消費状況、業種別エネルギー消費状況を日本と比較することで、エネルギー消費効率改善の余地を探ることとする。そのことが、今後これらの国で効率的なエネルギー効率改善対策を行う第一歩とも思える。本報告書では、セクター別アプローチとして、各国のエネルギー多消費産業について市場為替によるGDP、購買力平価によるGDP、主要な生産量などでエネルギー消費量を対比することにより、エネルギー消費効率の比較を行い日本との差異を浮き彫りにし、この差をエネルギー効率改善のポテンシャルとすることを試みた。ただ、各国のエネルギーデータおよびセクター別GDPや業種別生産量などのバウンダリー（統計を作成するときの産業分類・製品分類や生産量・販売量などのデータ収集の定義）が統一されていないことや必要なデータが公表されていないことなどもあり、同一基準での比較検討には若干の課題を残している。

◆ 本報告書は、2008年10月から2009年2月まで、独立行政法人国際協力機構の基礎研究案件として当研究所と東京電力株式会社とで行った「エネルギー効率改善にかかる基礎調査」に基づいている。

\* 戦略・産業ユニット付

\*\*戦略・産業ユニット担任特別補佐（技術）

## 2. 各国のエネルギー需給の推移

ここでは、対象国（インドネシア、タイ、フィリピン、ベトナム、インド、南アフリカ）の一次エネルギー、最終エネルギー消費の概況をまとめる。

### 2.1 インドネシアのエネルギー需給<sup>1</sup>

図2-1はインドネシアの一次エネルギー供給量を生産、輸入、輸出等の推移である。2000年から2006年では、生産4.6%、輸入5.7%、輸出6.9%伸びている。近年、国内エネルギー消費の伸びにより輸出の減少が懸念されていたが、2006年までは顕在化していない。

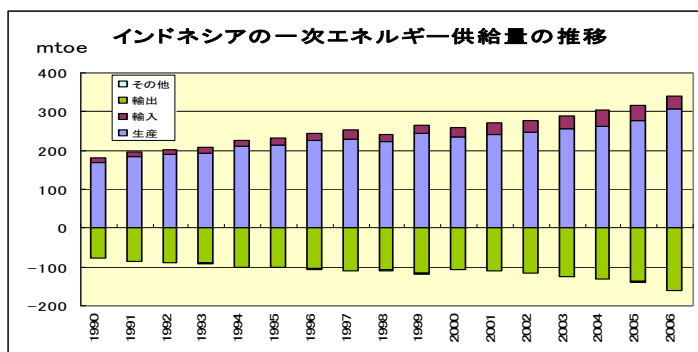


図2-1 インドネシアの一次エネルギー供給量の推移

一次エネルギーの構成は図2-2に構成比は図2-3に示されている。2006年までのインドネシアでは石油の比率が大きく、これまで35%前後のシェアで推移している。一方、天然ガスは1998年には24%まで増えたが、2006年では石炭の比率が上昇したことにより19%に下がっている。その石炭は漸増傾向にあり2006年には16%ほど占めている。特徴的なことはインドネシアでは、地熱エネルギーが3%程利用されていることである。

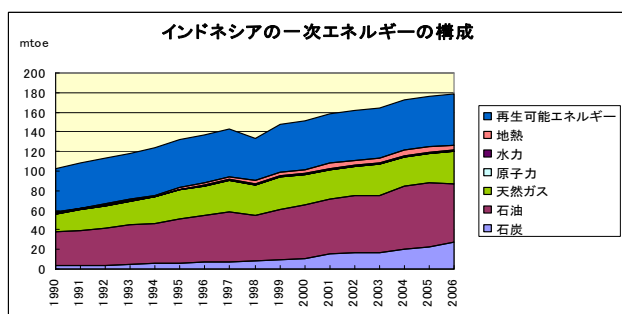


図2-2 インドネシアの一次エネルギー供給

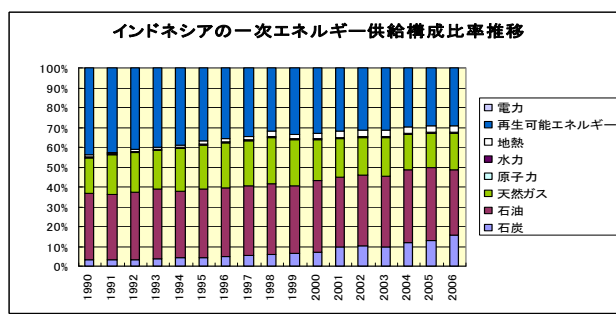


図2-3 インドネシアの一次エネルギー供給構成比

図2-4はインドネシアのセクター別最終エネルギー需要で、インドネシアのセクター別需要は家庭（46%）、運輸（21%）、産業部門（28%）の3つのセクターで大半が占められている。1990年からのセクター別の最終エネルギー需要の伸び率を見ると、商業が9.6%、運輸が5.3%、農業

<sup>1</sup> 本稿における図表のデータは、IEAのエネルギーバランス表を使っている。

が5.2%、産業が4.7%、家庭が1.9%である。この傾向が今後とも継続すると、2025年には産業部門が家庭部門を抜いて最大のエネルギー消費部門になることも考えられる。また、2006年では商業部門は全体の3%に過ぎないが、20年後には大きなシェアを占めるものと思われる。インドネシアの最終エネルギーセクター別構成比は、図2-5に示されている。

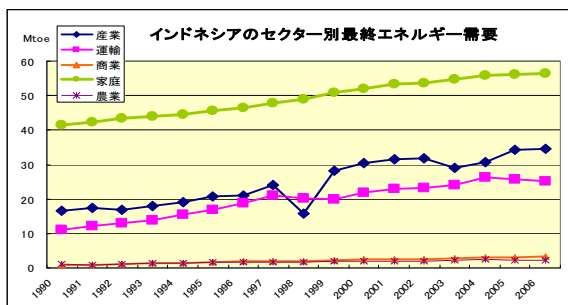


図2-4 インドネシアのセクター別最終エネルギー需要

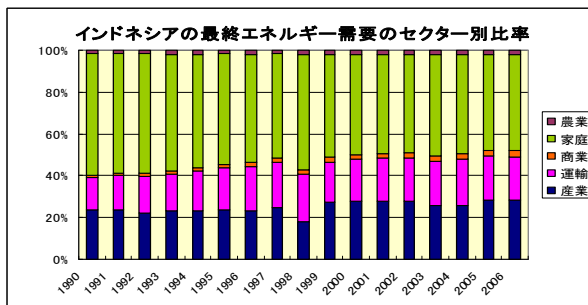


図2-5 インドネシアの最終エネルギー需要の構成比

これまでのセクター別推移では産業部門の構成比は増加傾向にあり、家庭部門は減少傾向で、運輸部門は安定的に推移している。図2-6はインドネシアの産業別最終エネルギー需要の図である。2005年において産業別に大きさの順に最終エネルギー需要を見ると、窯業、繊維、鋳業、鉄鋼、化学、製紙、非鉄となっている。インドネシアのエネルギー多消費産業は、これらの7業種である。

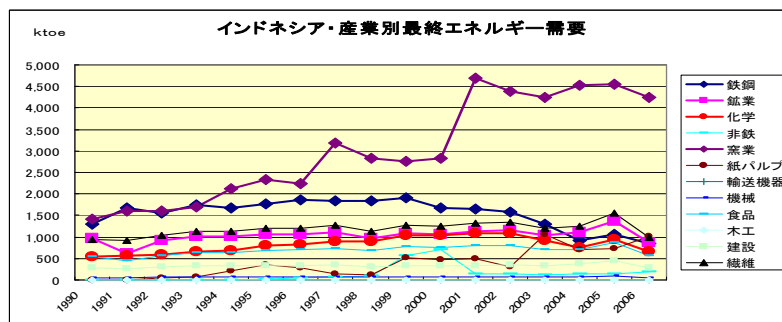


図2-6 インドネシアの産業別最終エネルギー需要

次の表2-1に2005年のインドネシアの産業別付加価値に対するエネルギー消費原単位を主要なエネルギー多消費産業について求めた。エネルギー多消費産業のエネルギー消費原単位は窯業、鉄鋼、製紙、化学の順に大きい。<sup>2</sup>

表2-1 インドネシアのエネルギー消費原単位(2005年)

	エネルギー消費(ktoe)	GDP(百万\$)	原単位(toe/1000\$)
鉄鋼	1,052	2,067	0.509
化学	954	13,204	0.072
窯業	4,554	3,888	1.171
非鉄	133	2,183	0.061
紙	732	6,422	0.114
食品	876	16,035	0.055

出典:エネルギー消費:IEA データベース GDP:ARCレポート 2007.12 より付加価値を推定

<sup>2</sup> 6か国ともに産業別エネルギー消費には電力消費を含んでいない。IEA統計では産業別エネルギー消費データでは、電力消費を産業別には展開していない。

## 2.2 タイのエネルギー需給

図 2-7 はタイの一次エネルギー供給量を生産、輸入、輸出等の推移を示している。タイは輸入量が輸出量の5倍以上あり、これまでもエネルギー輸入国であった。

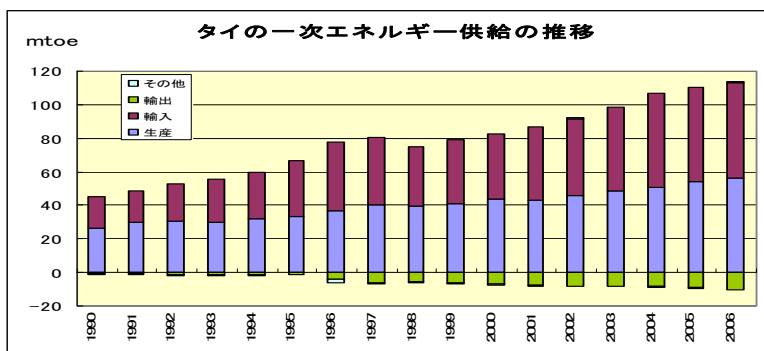


図 2-7 タイの一次エネルギー供給の推移

一次エネルギーの構成は図 2-8、構成比は図 2-9 に示されているが、2006 年のタイは、石油 44%、ガス 26%で合計すると一次エネルギーの 70%を占めている。次いで再生可能エネルギー17%、石炭 12%となっている。この数年、この構成比はほとんど動いていない。

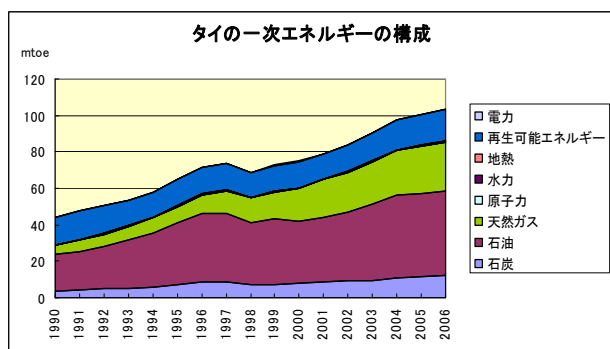


図 2-8 タイの一次エネルギーの供給<sup>3</sup>

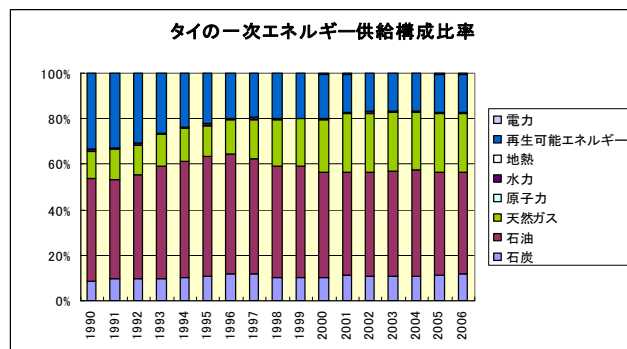


図 2-9 タイの一次エネルギー供給構成比

図 2-10 はタイのセクター別最終エネルギー需要の推移である。2006 年においてタイでは最終エネルギー需要のうち産業部門は 38%、運輸 35%、家庭が 16%を占めている。商業部門はわずか 6%で、農業部門は 5%程度である。1990 年から 2006 年までの 16 年間の平均伸び率は、産業は 6.4%、運輸は 4.3%、商業は 7.9%、家庭は 1.5%、農業は 3.9%で商業部門の伸びが高い。タイでは産業部門と運輸部門の消費割合が高く、商業部門では消費割合は小さいものの伸び率は大きい。現状で推移すると、今後は商業部門の消費比率が大きくなり、商業部門でのエネルギー効率改善対策も重要になってくる。

<sup>3</sup> 化石燃料から発電される電力は本来一次エネルギーではないが、このような電力が輸入される場合は、当該国では一次エネルギーとして計上される。

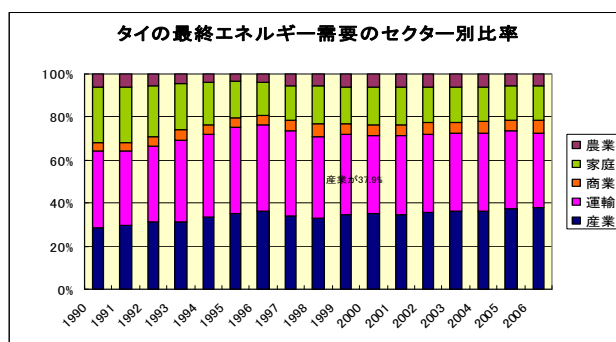
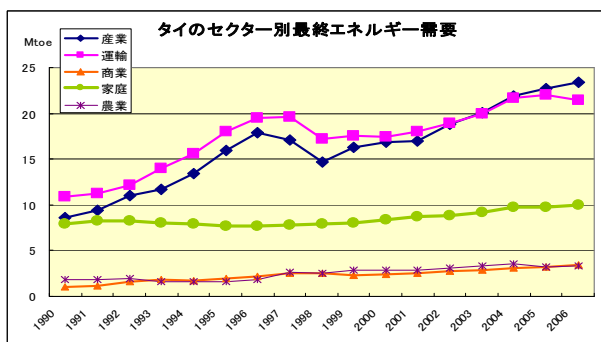


図 2-10 タイのセクター別最終エネルギー需要

図 2-11 タイの最終エネルギー需要の構成比

図 2-12 はタイの産業別最終エネルギー需要の推移である。2006 年の最終エネルギー需要は、窯業、化学、食品、機械、繊維、鉄鋼部門などで需要が大きい。タイのエネルギー多消費産業は、これらの業種である。

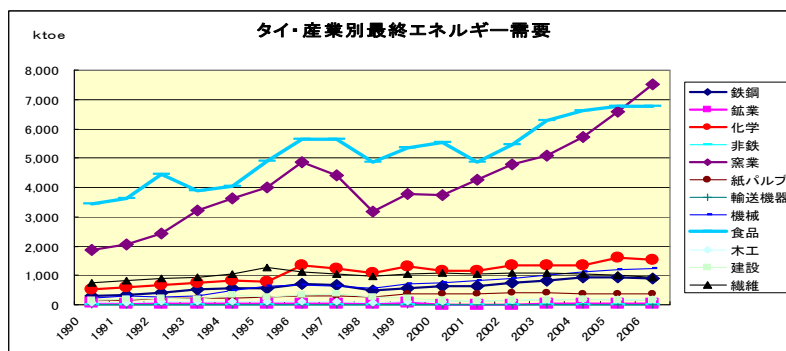


図 2-12 タイの産業別最終エネルギー需要

次の表は 2004 年のタイの主要なエネルギー多消費産業の産業別付加価値に対するエネルギー消費原単位を示している。タイのエネルギー消費原単位は窯業、鉄鋼、食品の順に大きい。

表 2-2 タイのエネルギー消費原単位 (2004 年)<sup>4</sup>

	エネルギー消費(ktoe)	GDP(百万 \$)	原単位(toe/1000\$)
鉄鋼	927	685	1.353
化学	1,338	5,873	0.228
窯業	5,727	2,464	2.324
非鉄	0	1,666	0.000
紙	391	1,457	0.268
食品	6,613	10,582	0.625

出典: エネルギー消費: IEA データベース  
GDP: JETRO 統計集(06/07)

<sup>4</sup> 非鉄産業ではエネルギー消費が 0 となっているのは、統計分類上の問題と思われる。

### 2.3 フィリピンのエネルギー需給

図2-13はフィリピンの一次エネルギー供給量を生産、輸入、輸出等の推移を示している。フィリピンでは、近年国内エネルギーの生産量が徐々に増え、輸入を上回っている。国内産の天然ガスや地熱の利用が貢献している。

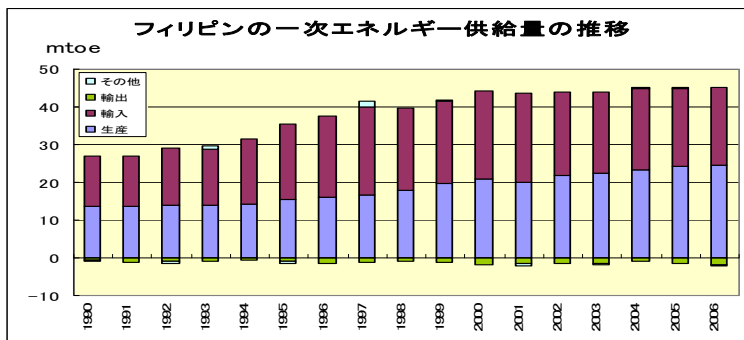


図2-13 フィリピンの一次エネルギー供給量の推移

一次エネルギーの構成は図2-14、構成比は図2-15に示されている。国産の天然ガスは1994年から供給を開始して、2002年には重要なエネルギー源になっている。石油は徐々に減少気味で、逆に石炭は増加している。フィリピンの特徴としては、地熱の比率が約10%と高いことである。

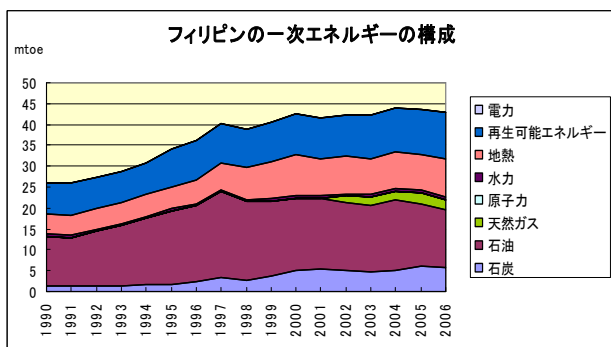


図2-14 フィリピンの一次エネルギーの構成

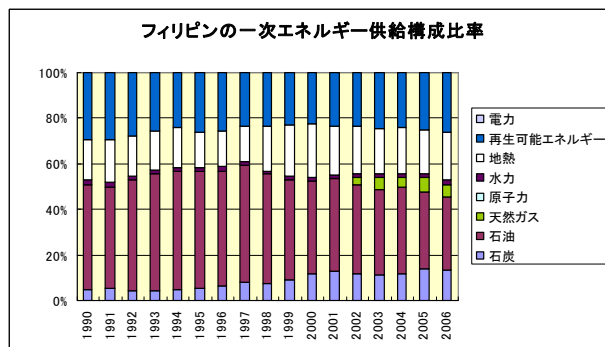


図2-15 フィリピンの一次エネルギー供給構成比

図2-16はフィリピンのセクター別最終エネルギー需要の推移である。2006年におけるフィリピンでは産業部門が35%、運輸部門が33%、家庭部門が23%、商業部門が7%、農業部門が1%程度となっている。一方、1990年から2006年までの16年間のセクター別伸び率は、産業部門5.2%、運輸部門7.4%、商業部門7.7%、家庭部門1.8%、農業部門はマイナス8.1%である。現状の推移で行くと、近々運輸部門が産業部門を超えて、最大のエネルギー消費部門になると思える。農業部門は、マイナス8.1%であるが、1994年に大きく減少したものの2004年からはほぼ横ばいで推移している。<sup>5</sup>

<sup>5</sup> 1994年以降、フィリピンの農業部門で消費されていた石油製品の一部が商業・公共サービス部門に移されたことにより農業部門でのエネルギー消費が1994年以前と比較すると減少しているように見える。ここで重要なことは、1994-2004年間農業部門でのエネルギー消費が増えていないということである。

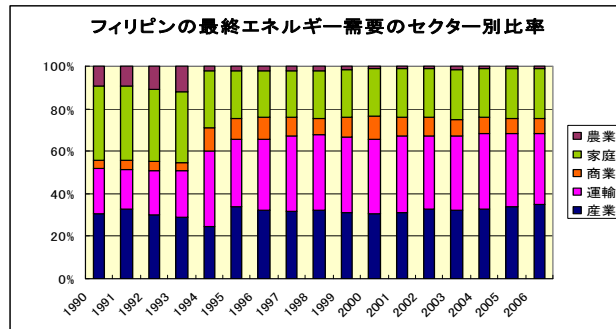
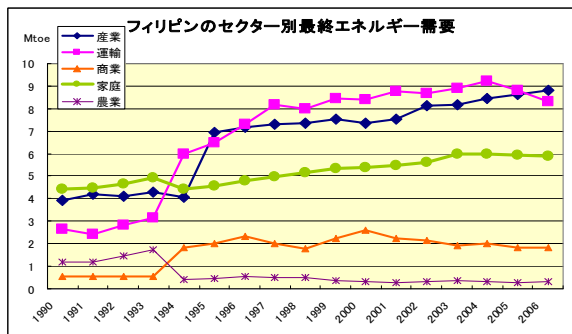


図 2-16 フィリピンのセクター別エネルギー需要

図 2-17 フィリピンの最終エネルギー需要構成比

図 2-18 はフィリピンの産業別最終エネルギー需要の推移である。2006 年において最終エネルギー需要の大きさの順を見ると、窯業が大きく、次いで食品、鉄鋼、化学、機械となっている。フィリピンのエネルギー多消費産業は、これらの業種である。

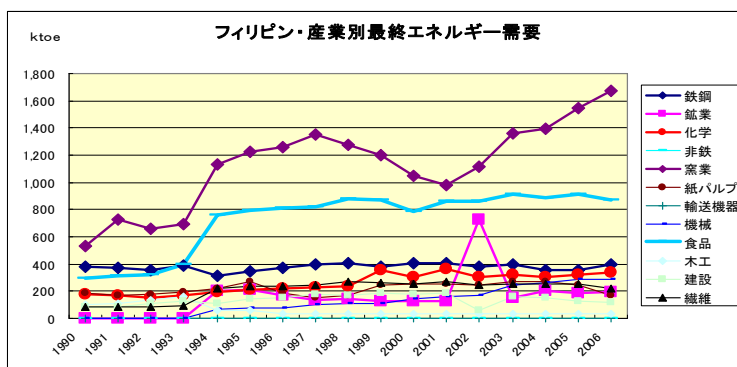


図 2-18 フィリピンの産業別最終エネルギー需要

下表は 2005 年のフィリピンの主要なエネルギー多消費産業の産業別付加価値に対するエネルギー消費原単位を示している。フィリピンのエネルギー消費原単位は窯業、製紙、鉄鋼の順位大きい。フィリピンの特徴として食品産業のエネルギー消費原単位は小さいが、エネルギー消費量は相対的に大きい。エネルギー効率改善の対象産業として取り上げるが、どうかは個別に考える必要がある。

表 2-3 フィリピンのエネルギー消費原単位 (2005 年)<sup>6</sup>

	エネルギー消費(ktoe)	GDP(百万 \$)	原単位(toe/1000\$)
鉄鋼	351	586	0.599
化学	318	1,695	0.188
窯業	1,550	519	2.986
非鉄	0	394	0.000
紙	247	302	0.817
食品	913	11,754	0.078

出典: エネルギー消費: IEA データベース  
GDP: フィリピン Year Book 2008

<sup>6</sup> 非鉄がエネルギー0になっているのはタイと同く、統計分類上の問題と思われる。



## 2.4 ベトナムのエネルギー需給

図2-19はベトナムの一次エネルギー供給量を生産、輸入、輸出等の推移を示している。ベトナムでは1990年から2006年の間、総供給量は増大しているが、これは石炭の国内生産が増加したため、増産された石炭は、国内消費と輸出に向けられている。また、国内における軽油やガソリンの伸びに対応して石油製品の輸入の増加なども同時に起きている。(2009年以降は、同国初の製油所の稼働が開始し、国内で石油製品の生産が始まった。)

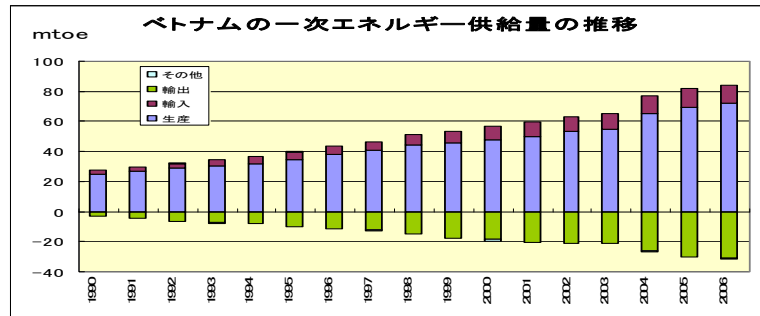


図2-19 ベトナムの一次エネルギー供給量の推移

一次エネルギーの構成は図2-20、構成比率は図2-21に示されている。ベトナムの農村や村落地域の家庭では、今でも薪炭が主なエネルギー源<sup>7</sup>である。薪炭の比率は、1990年では全体の80%であったが、2006年では50%で家庭での煮炊きに利用されている。1990年以降化石燃料の利用は増えているが、特に2004年以降は天然ガス(火力発電と肥料工場向け)の利用が増加している。ベトナムには、2009年2月より第1製油所が稼働しているが、2006年時点では石油精製プラントは稼働していないので、石油精製部門でのエネルギー消費はない。電力部門や都市ガス部門などの転換部門でのエネルギー消費またはロス<sup>7</sup>は15%ほどで、残りの85%が最終消費部門での消費である。

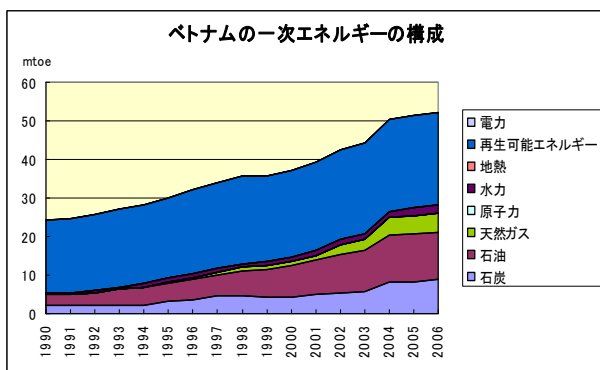


図2-20 ベトナムの一次エネルギーの構成

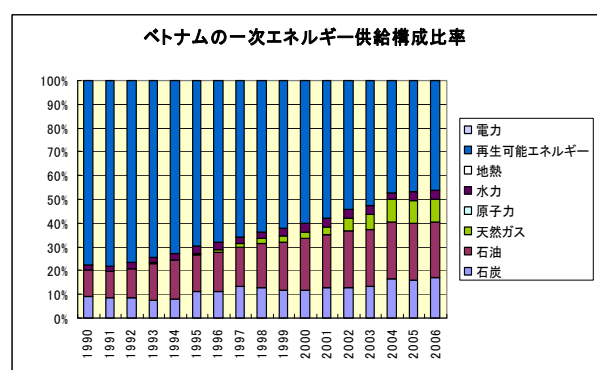


図2-21 ベトナムの一次エネルギー供給構成比率

図2-22はベトナムのセクター別最終エネルギー需要の推移である。図2-23はベトナムの最終エネルギー需要のセクター別消費比率を示している。2006年におけるベトナムのエネルギー消費

<sup>7</sup> 統計上は再生可能エネルギーや非商業エネルギー等として分類される。

の構成比は家庭部門が59%、産業21%、運輸が15%、商業が4%、農業が約1%となっている。1990年から2006年までのセクター別エネルギー消費平均伸び率は、産業は11.4%、運輸は10.5%、商業は10.9%、家庭は2.3%、農業は5.0%である。今後この伸び率で推移すると、2019年ごろには産業部門が家庭部門を超えて最大のエネルギー消費部門になる可能性がある。他国と異なりベトナムでは農業部門のエネルギー消費が5%伸びていることである。これは、ベトナムの農業が、コーヒーや米など換金作物が多く、輸出品として奨励されているという背景がある。ベトナムは、現在、経済の成長期にあり、電力不足などから産業や運輸部門のエネルギー効率改善が求められている。

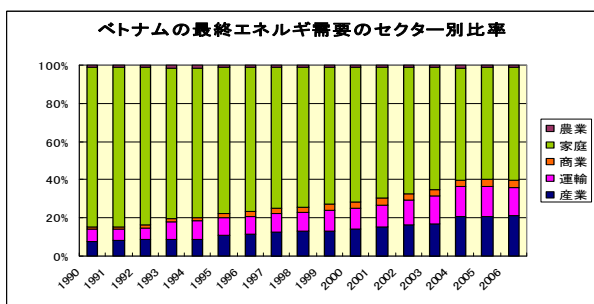
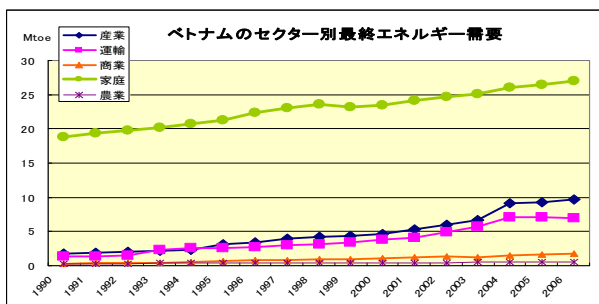


図 2-22 ベトナムのセクター別最終エネルギー需要

図 2-23 ベトナムの最終エネルギー需要構成比

図 2-24 はベトナムの産業別最終エネルギー需要の推移である。ベトナムでは窯業で消費するエネルギーが他の産業に比して大きく、鉄鋼、化学、紙パルプは、窯業と比較するとエネルギー消費量は少ない。

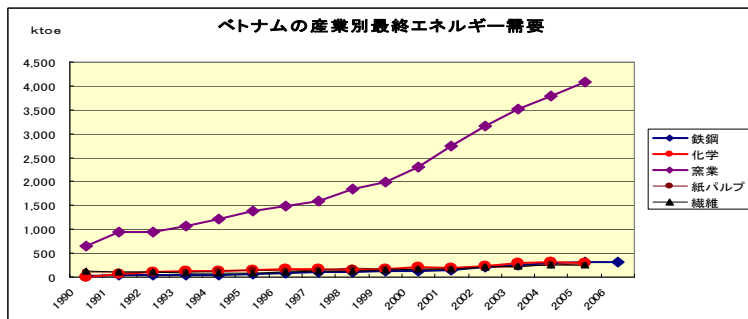


図 2-24 ベトナムの産業別最終エネルギー需要

出典 ベトナムエネルギーマスタープラン策定調査、2007年 JICA

2005年のベトナムの主要なエネルギー多消費産業の付加価値に対するエネルギー消費原単位は、窯業、製紙、鉄鋼、化学の順位大きい。特徴として、他の国に比較して窯業のエネルギー原単位は比較的小さい。

表 2-4 ベトナムのエネルギー消費原単位(2005年)

	エネルギー消費(ktoe)	GDP(百万\$)	原単位(toe/1000\$)
鉄鋼	359	538	0.667
化学	302	1,013	0.298
窯業	1,396	1,662	0.840
紙	271	358	0.757

出典: エネルギー消費: 「ベトナム国家エネルギーマスタープラン調査」  
GDP: 2006年版ベトナム統計年鑑(日越貿易会編)

## 2.5 インドのエネルギー需給

図2-25はインドの一次エネルギー供給量を生産、輸入、輸出等の推移を示している。インドではエネルギー需要の拡大とともに、エネルギー供給における国産エネルギーの割合は1990年の90%から、2006年には80%に低下している。そのため輸入量は大きく輸出量を上回まっている。輸出は、国内石油製品の需給バランスをとるため余剰石油製品を輸出している。

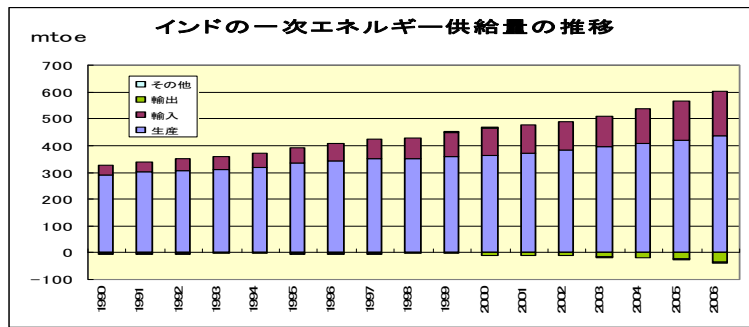


図2-25 インドの一次エネルギー供給量の推移

一次エネルギーの構成は図2-26、構成比率は図2-27に示されている。インドでは石炭、薪炭、石油が主要な一次エネルギーとして利用されている。そのほか、天然ガスが6%、原子力からの電力が1%ほど供給されている。インドでは一次エネルギーの総消費量は伸びており、2006年では発電所で約20%、同様に石油精製部門で約2%の一次エネルギーが消費されている。また、最終消費部門では、67%の一次エネルギーを消費している。

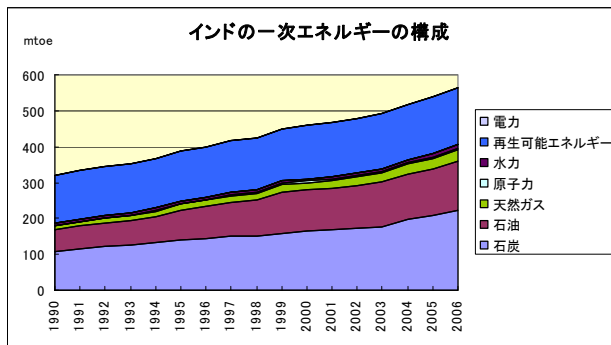


図2-26 インドの一次エネルギーの構成

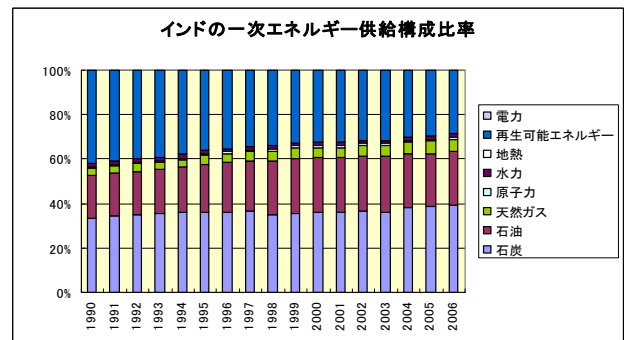


図2-27 インド一次エネルギー供給構成比率

図2-28はインドのセクター別最終エネルギー需要の推移である。2006年におけるインドでは、家庭部門が48%、産業部門が33%、運輸部門が12%、商業部門が4%、農業部門が4%程度となっている。インドの特徴的なことは農業が商業を上回っていることで、この現象は対象国の中ではインドだけである。1990年から2006年までのセクター別エネルギー消費伸び率は産業部門では2.8%、運輸部門は2.0%、商業部門は1.8%、家庭部門は1.6%、農業部門は6.1%である。最近ではインド経済の成長が高く、産業部門や運輸部門での成長が予想され、これら部門のエネルギー効率改善が必要になってくるものと思われる。図2-29はインドの最終エネルギー需要のセクター別消費構成比の推移を示している。

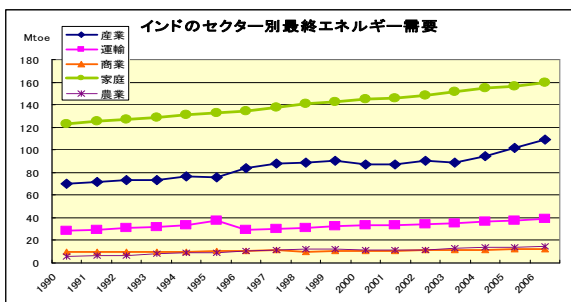


図 2-28 インドのセクター別最終エネルギー需要

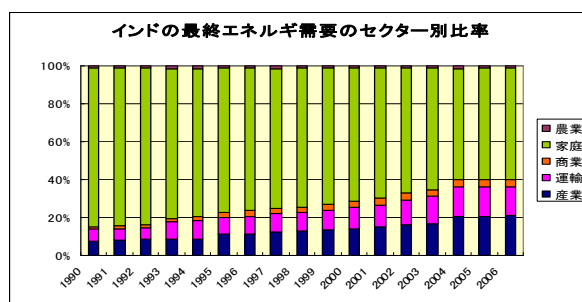


図 2-29 インドの最終エネルギー需要構成比

図 2-30 はインドの産業別最終エネルギー需要の推移である。2006 年において、最終エネルギー需要の大きさの順を見ると、鉄鋼が大きく、次いで窯業、食品、化学、繊維になっている。インドのエネルギー多消費産業はこれらの業種である。

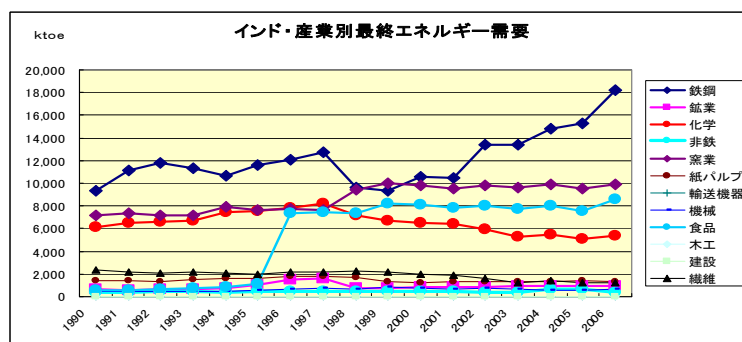


図 2-30 インドの産業別最終エネルギー需要

下表は 2005 年のインドの主要なエネルギー多消費産業の付加価値に対するエネルギー消費原単位を示している。この表より、インドのエネルギー消費原単位は窯業が他を圧して大きく、次いで鉄鋼、製紙となっている。

表 2-5 インドのエネルギー消費原単位 (2005 年)

	エネルギー消費(ktoe)	GDP(百万 \$)	原単位(toe/1000\$)
鉄鋼	15,287	16,200	0.944
化学	5,109	36,030	0.142
窯業	9,517	3,520	2.704
非鉄	1,295	8,499	0.152
紙	1,422	2,335	0.609
食品	7,566	19,350	0.391

出典: エネルギー消費:「ベトナム国家エネルギーマスタープラン調査」より  
GDP: Statistical Outline of India 2007-2008

## 2.6 南アフリカのエネルギー需給

図 2-31 は南アの一次エネルギー供給量を生産、輸入、輸出等の推移を示している。南アでは、国内での石炭生産は大きい、石油・ガスの生産量は少ない。輸出の大半は石炭であり石油と天然ガスは輸入している。南アのエネルギー供給の特徴は、歴史的な経緯もあって石炭や輸入天然ガスから液化して石油製品と同等の合成油を生産していることである。国策として今後とも全石油製品の30%程度を合成油で供給するとしている。

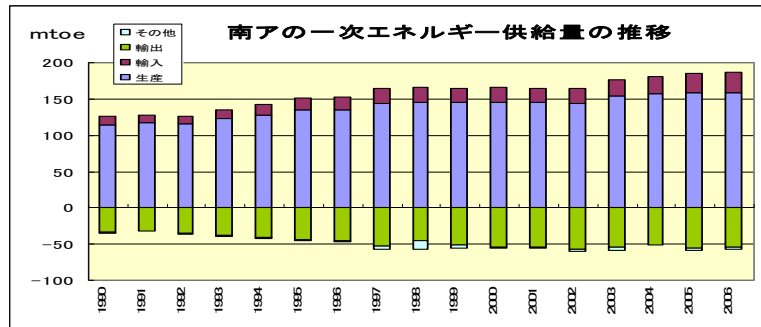


図 2-31 南アの一次エネルギー供給量の推移

一次エネルギーの構成は図 2-32、構成比は図 2-33 に示されている。この両図を見ると南アの一次エネルギーの構成は石炭の比率が大きく 70%ほどを占めている。その他は石油、薪炭などである。また、一次エネルギーの中に占める割合は小さいものの原子力発電が稼動していて、将来は、国産ウランを使った原子力発電の増設計画もあったが、建設費の高騰で計画の延期が出ている。

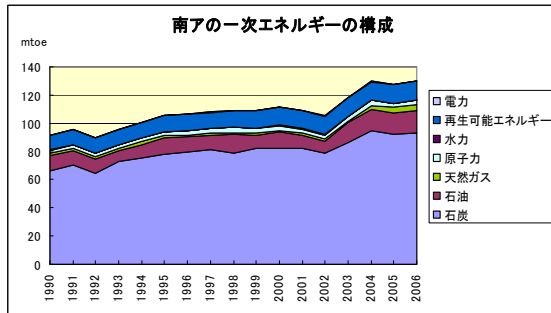


図 2-32 南アの一次エネルギーの構成

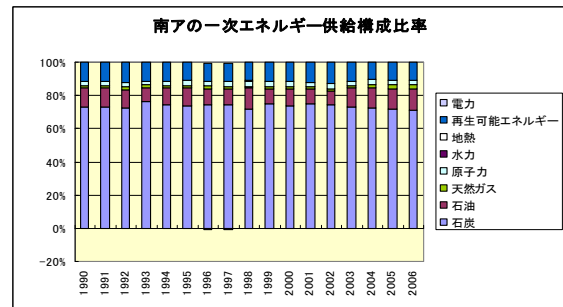


図 2-33 南アの一次エネルギー供給構成比率

図 2-34 は南アのセクター別最終エネルギー需要の推移である。2006 年における南アでは産業部門 37%、運輸部門 27%、家庭 26%、商業部門 7%、農業部門約 3%となっている。1990 年から 2006 年までのセクター別エネルギー消費の平均伸び率は産業部門では 0.1%、運輸部門は 2.7%、商業部門は 4.0%、家庭部門は 2.6%、農業部門は 1.8%である。今後、現状で推移すると、2019 年には運輸部門が最大の最終エネルギー消費部門になる可能性もある。

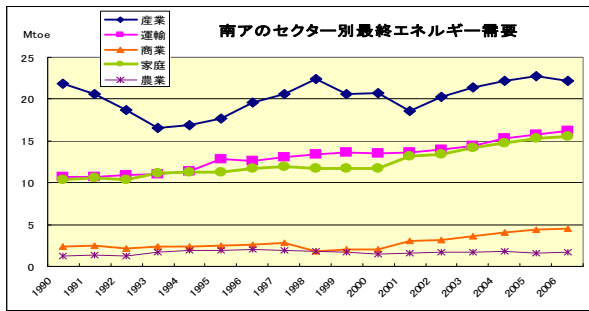


図 2-34 南アのセクター別最終エネルギー需要

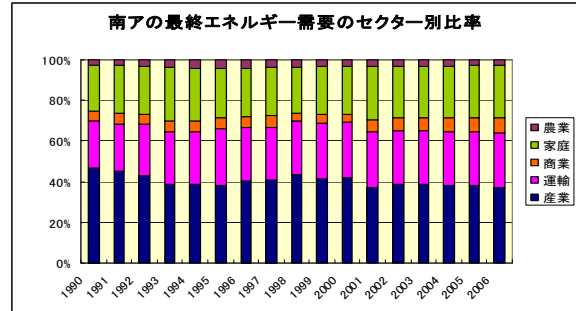


図 2-35 南アの最終エネルギー需要の構成比

2006年において、産業別に最終エネルギー需要の大きさの順を見ると、鉄鋼、鋳業が大きく、次いで化学、非鉄、窯業になっている。このことから南アのエネルギー多消費産業は、これら5業種となる。

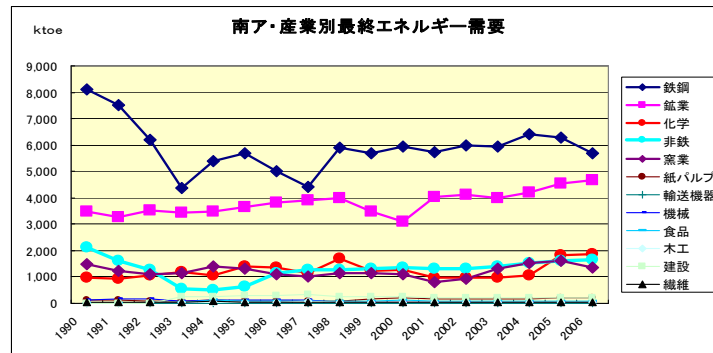


図 2-36 南アの産業別最終エネルギー需要

次の表2-6は2005年の南アの主要なエネルギー多消費産業の付加価値に対するエネルギー消費原単位を示している。エネルギー消費原単位は鉄鋼、窯業、非鉄、化学などが大きい。

表 2-6 南アのエネルギー消費原単位 (2005年)

	エネルギー消費(ktoe)	GDP(百万\$)	原単位(toe/1000\$)
鉄鋼	5,675	3,213	1.766
化学	1,848	4,347	0.425
窯業	1,358	1,270	1.070
非鉄	1,651	3,518	0.469
紙	205	2,956	0.069
食品	89	6,996	0.013

出典:エネルギー消費:IEA データベース、GDP:アフリカ開発銀行

### 3. 6か国のエネルギーバランス比較

#### 3.1 GDPあたりの一次エネルギーの供給量比較

表3-1、図3-1は本稿で対象にした6カ国および日本のGDPを市場での為替レートでドルに交換したときのGDPあたりの一次エネルギーの供給量の推移の比較を示している。1990年から2006年間では、日本のGDPあたりのエネルギー供給量は、ほとんど変化なく推移しているがタイは平均0.9%増加していて、2004年をピークにその後はわずかではあるが減少に転じている。その他の国では、ベトナムがマイナス2.5%、インドがマイナス2.5%、インドネシアがマイナス0.9%、フィリピンがマイナス0.6%、南アがマイナス0.4%で減少している。期間別では、インドネシア、ベトナム、インド、南アで2000年以降の減少幅が大きい。これは経済の拡大とともにGDPに対するエネルギー消費原単位が小さくなっていることを示している。<sup>8</sup>

表3-1 日本と6カ国のGDPあたりの一次エネルギー供給量の推移 (toe/100万ドル 2000年価格)

	インドネシア	タイ	フィリピン	ベトナム	インド	南ア	日本
1990	940	550	470	1,620	1,190	820	108
1991	910	550	460	1,550	1,220	870	105
1992	890	550	490	1,490	1,210	830	107
1993	870	530	500	1,450	1,180	880	107
1994	840	530	520	1,390	1,140	890	112
1995	830	540	540	1,350	1,120	910	113
1996	800	560	540	1,320	1,070	880	112
1997	800	590	570	1,290	1,070	870	112
1998	850	610	560	1,290	1,030	870	112
1999	940	620	570	1,230	1,020	860	114
2000	920	610	560	1,190	1,000	840	113
2001	930	630	540	1,180	960	800	111
2002	900	640	520	1,190	950	740	111
2003	880	640	500	1,150	900	810	108
2004	880	650	490	1,220	880	840	109
2005	850	640	460	1,150	830	790	106
2006	820	630	430	1,080	800	770	104

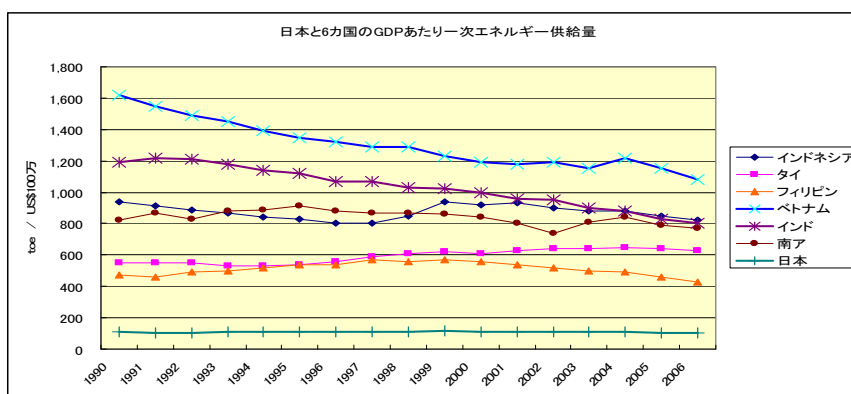


図3-1 日本と6カ国のGDPあたりの一次エネルギーの供給量の推移

<sup>8</sup> 薪炭を含めたGDP原単位は、薪炭の割合が大きい発展途上国では、原単位が大きく計算される。また、経済の発展とともに薪炭の割合が小さくなるので、結果として、発展途上国ではGDP原単位は年々小さくなる。インド、ベトナムなどはこの過程にあると見られる。ちなみに弊研究所の「エネルギーアウトック」では、再生可能エネルギーを除いて計算している。



### 3.2 購買力平価での GDP あたりの一次エネルギーの供給量比較

次に購買力平価 (Purchasing Power Parity) での為替レートによる実質 GDP あたりの一次エネルギー供給量を分析する。このとき用いられる購買力平価為替は、以下の表の通りである。

表 3-2 市場為替レートと購買力平価為替レート対応表

Countries	Exchange	Unit	2000	2001	2002	2003	2004	2005
インドネシア	Market	Rupiah / US\$	8,422	10,261	9,311	8,577	8,939	9,705
	PPP		2,320				2,917	3,220
タイ	Market	baht / US\$	40.1	44.4	43.0	41.5	40.2	40.2
	PPP		12.7				12.6	12.7
フィリピン	Market	Peso / US\$	44.2	51.0	51.6	54.2	56.0	55.1
	PPP		11.0				12.3	12.7
ベトナム	Market	Don / US\$	14,168	14,725	15,280	15,510	15,746	15,859
	PPP		2,790				3,120	3,282
インド	Market	Rupee / US\$	44.9	47.2	48.6	46.6	45.3	44.1
	PPP		8.8				9.3	9.4
南アフリカ	Market	Rand / US\$	6.93	8.61	10.54	7.56	6.45	6.35
	PPP		2.27					2.50
日本	Market	Yen / US\$	108	122	125	116	108	110
	PPP		151				131	125

出典:市場為替レート: IFS 購買力平価為替レート: Currency / International US\$ by world Bank

表 3-3 は各国の 2005 年における購買力平価の実質 GDP あたりの一次エネルギー供給量を示している。この表の最右列に示す購買力平価の実質 GDP あたりの一次エネルギー供給量の方が、市場為替レートで換算した GDP あたりの一次エネルギー供給量より、日本と各国の差は小さくなっている。(図 3-2 参照) たとえば、市場為替レートの実質 GDP (右から 2 列目に示す) を見たとき、最も日本との差が大きいベトナムは 10 倍あるが、購買力平価では (最右列) わずか 1.5 倍である。南アについても市場為替レートでは 7.5 倍であるが、購買力平価では 1.7 倍の GDP あたりの一次エネルギー供給量である。南アと日本の GDP あたりの一次エネルギー供給量の格差を見たとき、実質 GDP よりも購買力平価の GDP あたりの一次エネルギー供給量の方が感覚として近い。一方、フィリピンのように購買力平価で計算すると GDP あたりの一次エネルギー供給量が日本より小さくなる。これは購買力平価表示がフィリピンの実態と現してはいないと考えるべきで、フィリピンのエネルギー消費効率が日本より優位であるとは考えられない。

表 3-3 購買力平価の GDP あたりの一次エネルギー供給量

	市場為替レート 実質 GDP (10 億 US\$) at 2000	PPPベース 実質 GDP (10 億 US\$) 2000 基準	一次エネ ルギー供給量 (ktoe)	一次エネ ルギー供給量 対市場為替 レート GDP 原 単位	一次エネ ルギー 供給量対 PPP ベース GDP 原 単位 (toe/mill.US\$)
インドネシア	208	754	175,989	847	233
タイ	157	496	100,648	641	203
フィリピン	94	380	43,639	462	115
ベトナム	45	227	51,292	1,146	226
インド	644	3,362	538,103	835	160
南ア	161	491	127,637	794	260
日本	4,978	3,554	528,384	106	149



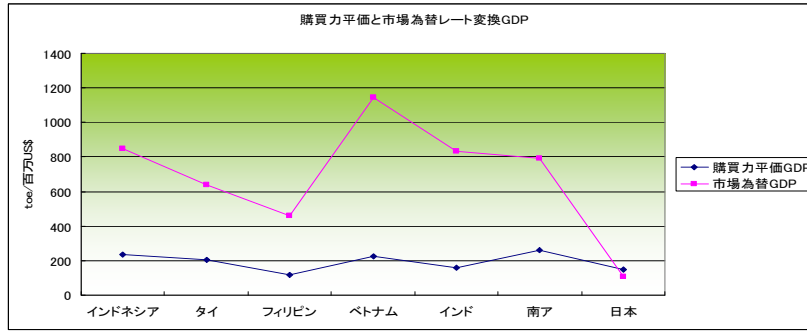


図 3-2 購買力平価と市場為替レートで変換した各国 GDP

上表では、日本を除く 6 カ国はすべて購買力平価の一次エネルギー供給量は市場為替レートと比較して小さくなるが、日本だけは大きくなる。これは 6 カ国の購買力平価の為替レートが市場為替レートより高くなっている（購買力平価の方がドル安）が、日本だけは購買力平価は市場為替レートより円安（購買力平価の方がドル高）に振れているためである。詳細な検討を行う必要があるが、6 カ国間の国全体としての GDP あたりの一次エネルギー供給量の比較では、実質 GDP より購買力平価による GDP の方が実態をよく表現していると思われる。

#### 4 セクター別最終エネルギー需要の比較

##### 4.1 セクター別最終エネルギー需要

表 4-1、図 4-1 は 2006 年における日本と 6 カ国のセクター別最終エネルギー需要の表と図である。<sup>9</sup>

表 4-1 日本と 6 カ国のセクター別最終エネルギー需要 (2006 年, ktoe)

	産業	運輸	商業	家庭	農業
インドネシア	34,586	25,223	3,443	56,364	2,222
タイ	23,345	21,473	3,486	10,017	3,342
フィリピン	8,826	8,327	1,807	5,878	302
ベトナム	9,627	6,933	1,738	27,057	530
インド	109,048	39,045	12,478	159,319	14,271
南ア	22,233	16,267	4,474	15,548	1,690
日本	101,987	91,129	67,736	48,574	2,675

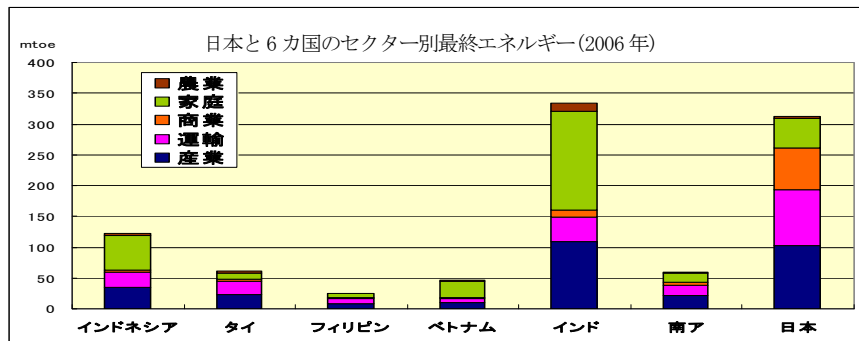


図 4-1 日本と 6 カ国のセクター別最終エネルギー(2006 年)

<sup>9</sup> インドの家庭部門の消費量が多いのは、再生可能エネルギーが 80%ほど占めているためである。

セクター別の最終エネルギーの比率を示したのが図4-2である。

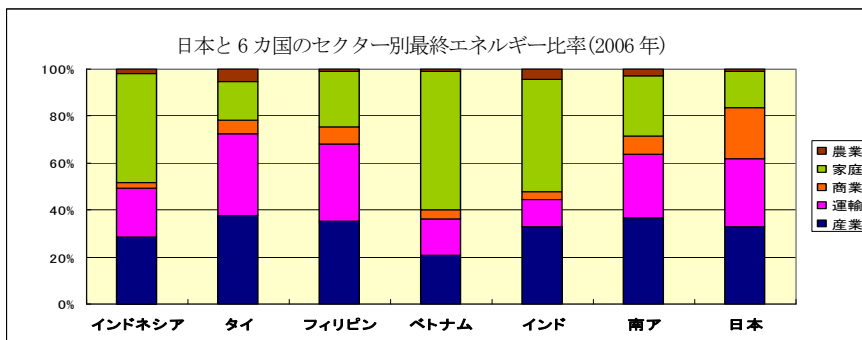


図4-2 日本と6カ国のセクター別最終エネルギー比率(2006年)

図4-2において、日本は農業部門でのエネルギー消費が小さい(1%以下)が、他の部門の部門の占める割合は、産業、運輸、商業、家庭、それぞれ33%、29%、22%、16%と大きな差がない。セクター別最終エネルギー消費比率別に各国を分類すると、「日本、南ア、タイ、フィリピン」と「インドネシア、ベトナム、インド」の2つのグループに分けることができる。前者は、各セクターが均等にエネルギーを消費していて、エネルギー効率改善においては、すべてのセクターでの効率改善が求められるグループで、後者は、産業部門や運輸部門が成長期にあるものの相対的には家庭部門でのエネルギー消費の割合が50~60%高く、将来、産業部門や運輸部門でのエネルギーの消費割合が増加するグループである。つまり、後者のグループでは、直近では家庭部門でのエネルギー効率改善は効果があるが、長期的には産業部門や運輸部門でのエネルギー効率改善が求められるグループである。<sup>10</sup>

## 4.2 セクター別 GDP 当たりの最終エネルギー消費の比較

### 4.2.1 産業部門

表4-2、図4-3は日本と6カ国の産業部門のGDP当たりの最終エネルギー消費量の推移を示している。

表4-2 産業部門のGDPあたりの最終エネルギー消費(toe/100万ドル 2000年価格)

	インドネシア	タイ	フィリピン	ベトナム	インド	南アフリカ	日本
1990	378	293	202	504	501	548	64
1991	356	283	221	500	512	534	62
1992	332	311	224	432	501	501	61
1993	332	286	229	406	473	442	62
1994	320	300	209	390	459	440	64
1995	311	325	347	485	432	436	64
1996	282	345	336	465	439	468	63
1997	303	338	327	468	452	482	64
1998	224	330	337	462	436	529	63
1999	412	339	343	427	438	473	69
2000	401	327	299	406	410	441	70
2001	393	321	308	414	395	387	70
2002	410	336	317	437	406	411	72
2003	360	326	304	439	377	423	71
2004	351	337	296	546	359	422	70
2005	357	330		503	357	403	68
2006	336	318				370	68

<sup>10</sup> ただ、このグループ分けも家庭部門で使われている再生可能エネルギーを含めるか含めないかということで、現下のテーマが違ってくる。インドでは、すでに産業部門でのエネルギー効率化が求められており、日本や南アのようなグループに属するとも見られる。

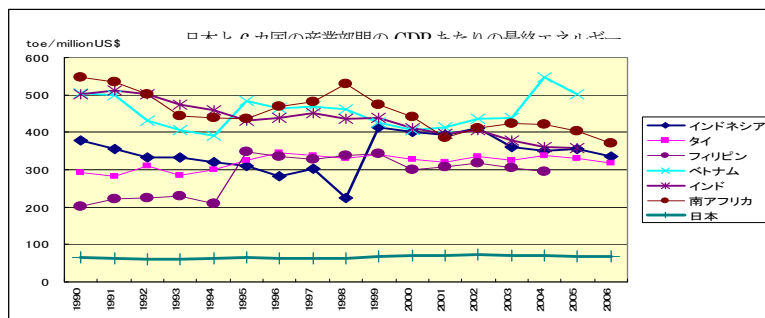


図 4-3 日本と 6 カ国の産業部門の GDP あたりの最終エネルギー消費

これらの図表より、日本は安定的に低いエネルギー消費効率（対 GDP）となっていて、産業界でのエネルギー消費効率が優れていることを示している。6 カ国の中ではフィリピン、タイ、インドネシア、インド、南アの順で産業部門のエネルギー消費効率はよいが、日本との比較で見るとエネルギー効率改善の余地（ポテンシャル）は十分にある。

#### 4.2.2 運輸部門

表 4-3、図 4-4 は日本と 6 カ国の運輸部門の GDP 当たりの最終エネルギー消費量の推移を示している。日本の運輸部門は、産業部門と同じように安定的に推移しており、他国より運輸部門 GDP に対するエネルギー消費量は小さい。南アとインドはほぼ同等で日本の 2 倍ほど、他の 4 カ国は（フィリピン、タイ、インドネシア、ベトナム）、日本の 7~12 倍で大幅にエネルギー消費効率は低い。これは、これら 4 カ国での運輸部門の付加価値が小さいためで、その原因のひとつが、輸送料金の安さによるものと考えられる。

表 4-3 日本と 6 カ国運輸部門の GDP あたりの最終エネルギー消費 (toe/100 万ドル、2000 年価格)

	インドネシア	タイ	フィリピン	ベトナム	インド	南アフリカ	日本
1990	1,545	1,920	956	2,720	1,202	646	291
1991	1,492	1,839	747	2,253	1,240	637	300
1992	1,444	1,808	892	2,062	1,192	652	309
1993	1,435	1,843	1,036	3,077	1,136	651	317
1994	1,472	1,905	2,043	3,161	1,097	652	331
1995	1,574	2,070	2,223	2,846	1,110	705	331
1996	1,680	2,075	2,379	2,974	802	653	319
1997	1,899	2,000	2,392	2,869	759	644	322
1998	2,378	1,964	2,203	2,930	743	647	329
1999	2,528	1,853	2,209	3,053	740	622	307
2000	2,821	1,763	1,864	3,075	706	602	300
2001	2,919	1,724	1,668	3,028	653	559	323
2002	2,475	1,734	1,538	3,537	634	539	294
2003	2,190	1,829	1,450	3,689	594	535	288
2004	2,144	1,902	1,345	4,041	546	549	287
2005	1,909	1,923		3,610	499	514	284
2006	1,657	1,794				490	279

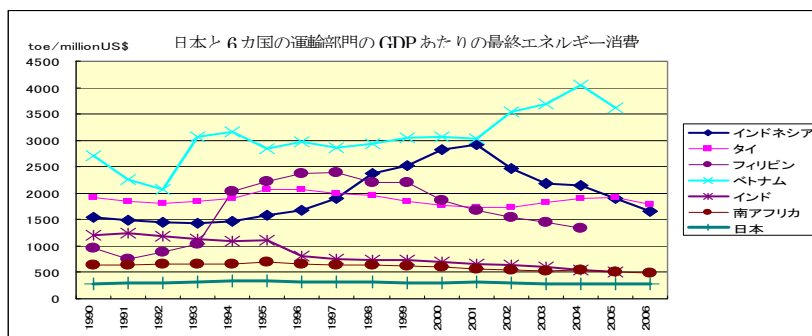


図 4-4 日本と 6 カ国の運輸部門の GDP あたりの最終エネルギー消費

### 4.2.3 商業部門

表4-4、図4-5は日本と6カ国の商業部門のGDP当たりの最終エネルギー消費量の推移を示しているが、商業部門についても日本は安定している。2004年には、インドとインドネシアがほぼ同等で2位、次いで南ア、タイ、フィリピン、ベトナムとなっている。一方、経年ではインドネシア、南ア、タイ、ベトナムは上昇傾向（エネルギー消費効率としては低下）にあり、これらの国のエネルギー消費効率改善が求められる。

表4-4 日本と6カ国商業部門のGDPあたりの最終エネルギー消費(toe/100万ドル、2000年価格)

	インドネシア	タイ	フィリピン	ベトナム	インド	南アフリカ	日本
1990	22.3	48.7	38.4	97.5	109.1	48.4	22.1
1991	24.5	54.0	38.2	96.7	112.6	48.8	21.3
1992	27.8	61.8	39.0	82.3	105.9	48.8	21.3
1993	30.7	57.2	38.4	96.6	96.4	49.0	21.9
1994	32.0	49.5	121.2	93.5	97.4	50.1	22.1
1995	31.6	52.9	123.3	104.2	90.1	51.7	23.1
1996	36.2	56.8	132.1	131.2	86.1	53.8	22.2
1997	37.2	65.0	103.8	112.1	84.8	55.0	21.7
1998	49.0	77.4	88.4	124.5	65.1	55.5	22.9
1999	51.0	68.1	109.4	129.0	64.0	57.5	21.4
2000	49.5	69.8	121.6	142.6	60.8	59.4	22.2
2001	50.5	72.5	102.9	156.6	57.8	61.4	21.7
2002	48.5	77.4	97.1	152.3	57.2	63.4	22.8
2003	48.8	79.5	84.4	130.3	56.4	65.9	22.1
2004	51.8	80.1	83.9	154.4	51.1	68.4	22.2
2005	53.4	80.8		156.0	50.3	73.7	22.1
2006	55.9	84.6				78.4	21.7

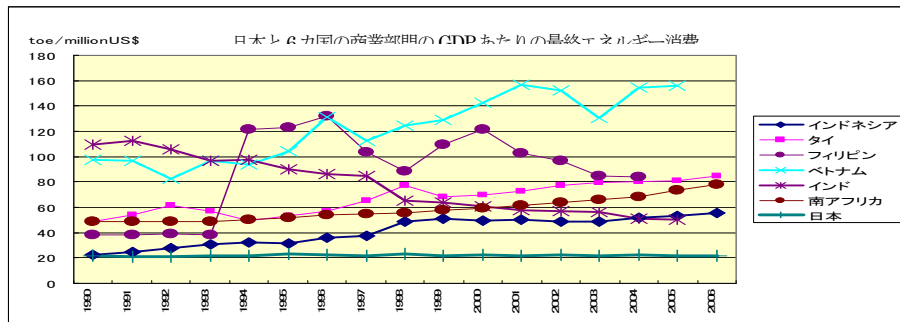


図4-5 日本と6カ国の商業部門のGDPあたりの最終エネルギー消費

### 4.2.4 家庭部門

家庭部門はGDPあたりではなく一人当たりのエネルギー消費量を比較する。表4-5、図4-6は日本と6カ国の家庭部門の1000人当たりの最終エネルギー消費量の推移を示している。<sup>11</sup>

日本の一人当たりのエネルギー消費量は多く、次いで南ア、ベトナム、インドネシア、タイ、インド、フィリピンとなっている。いずれの国も変動は大きくなく、安定しているが全体的に上昇方向（エネルギー消費効率は低下）である。家庭部門でのエネルギー消費量は、先進国でも伸び率は小さいものの経済の成長段階に関係なく消費が伸び続けるといった特徴がある。

<sup>11</sup> 発展途上国の場合、家庭部門でのエネルギー消費は、再生可能エネルギーの割合は多いという特徴がある。

表 4-5 日本と6カ国の家庭部門の一人あたりの最終エネルギー消費 (toe/1000人)

	インドネシア	タイ	フィリピン	ベトナム	インド	南アフリカ	日本
1990	231.8	141.9	72.7	284.5	147.3	294.7	307.4
1991	232.4	146.5	71.9	287.3	146.8	294.7	313.2
1992	232.3	143.5	73.0	288.8	146.2	280.9	325.7
1993	232.7	138.1	75.5	290.7	144.8	298.6	341.4
1994	232.9	133.9	66.2	293.3	144.5	293.9	342.4
1995	234.4	129.2	66.7	295.5	143.9	289.1	360.9
1996	235.6	127.2	68.5	306.1	142.9	291.6	361.6
1997	240.5	129.4	69.4	309.3	143.3	291.5	360.1
1998	242.7	128.7	70.1	313.3	143.6	279.3	363.2
1999	249.8	130.2	71.3	303.4	143.1	272.5	372.5
2000	252.7	134.7	69.8	302.5	142.4	265.7	383.1
2001	255.2	138.4	70.0	305.9	141.1	294.4	371.8
2002	253.8	140.6	69.9	309.1	141.3	296.7	384.4
2003	255.4	143.4	73.3	310.0	141.5	309.2	372.6
2004	257.8	152.5	71.7	317.6	142.6	318.8	377.6
2005	254.8	150.9		317.6	142.3	326.2	392.7
2006	253.8	153.6				328.1	380.2

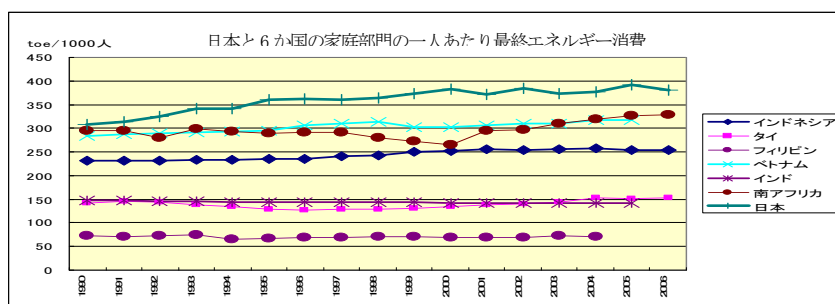


図 4-6 日本と6カ国の家庭部門の一人あたりの最終エネルギー消費

#### 4.2.5 購買力平価の GDP あたりの最終エネルギー消費原単位

本項では、購買力平価の GDP あたりのセクター別最終エネルギー消費について分析する。以下に、2005年のデータを用いて、日本と6カ国についての購買力平価による GDP あたりセクター別最終エネルギー消費量を比較を試みた。表 4-6 は市場為替レート GDP あたり最終エネルギー消費原単位で、表 4-7 は、セクター別購買力平価の GDP あたりの最終エネルギー消費である。

後者の数値は、前者に比して全般に小さく、各国間の差も小さい。また前者において、日本の値はいずれの国よりも小さなエネルギー消費原単位となっている(フィリピンの農業部門を除く)が、後者では、日本の位置は各部門さまざまである。

表 4-6 市場為替レート GDP あたりの最終エネルギー消費 (ktoe/10 億ドル)

	産業	運輸	商業	農業	合計
インドネシア	357	1,909	53	86	642
タイ	330	1,923	81	200	439
フィリピン	296	1,345	84	22	281
ベトナム	503	3,610	156	58	1,009
インドネシア	357	499	50	119	560
南ア	403	514	74	377	399
日本	68	284	22	38	71

表 4-7 購買力平価 GDP あたりの最終エネルギー消費 (ktoe/10 億ドル)

	産業	運輸	商業	農業	合計
インドネシア	100	524	14	24	177
タイ	112	607	23	63	139
フィリピン	78	317	18	5	70
ベトナム	108	713	27	11	199
インドネシア	113	89	9	21	107
南ア	183	327	17	123	131
日本	110	420	31	56	100

たとえば、後者（表 4-7）における産業部門をみると、フィリピンは、日本よりエネルギー消費原単位は小さく示され、フィリピンの産業部門は日本のそれよりエネルギー消費効率がよいとも受け取れる。しかし、実態は、フィリピンにはエネルギー多消費型の産業がほとんどないため、エネルギー効率以前の話しとして、日本よりエネルギー消費量が小さいことに由来する結果とも解釈できる。これについては詳しい分析がさらに必要であるが、市場為替レートと購買力平価による GDP あたりのエネルギー消費効率の差異分析を試みると以下のとおりである。

購買力平価では、エネルギーによって生み出される生産物の価値が、実際の市場の評価ではなく、購買力平価という「どこの国でも同等のサービスが受けられるように設定された為替レート」を基準にしているため、日本の高付加価値産業の優位性が評価されない。つまり、エネルギー多消費産業の高い付加価値が考慮されない形でエネルギー消費原単位が計算される。そのため、日本のエネルギー消費原単位は高く算出される。

このようにエネルギー消費がどの程度の付加価値を生み出しているかを加味した計算が、市場為替レートで決定された GDP で、これらを見捨てた形で計算されたのが購買力平価による為替レートの GDP である。このことが上表 4-7 のようにエネルギー消費効率の日本の位置付けを変えることになる。エネルギー消費効率改善は、一義的には「物理的なエネルギー消費効率を改善すること」であるが、市場為替レートにせよ購買力平価の為替レートにせよ GDP あたりのエネルギー消費原単位は、必ずしも物理的なエネルギー消費原単位を示さず、「経済的なエネルギー消費原単位」を指している。また、日本のように産業が高度化すればするほど、高付加価値型産業になり GDP あたりのエネルギー消費原単位は、物理的なエネルギー消費原単位と乖離してゆくものと考えられる。ただ、購買力平価による為替レートは、物理的原単位と GDP 原単位の差を緩和する方向にあることは上表 4-7 から読み取れる。

本来、国際競争力は業種ごとに異なり、市場為替レートも業種ごとに設定されれば、正確な GDP あたりのエネルギー消費効率が計算できるが、業種ごとの為替レートは近代社会になってからはどこの国でも設定していない。購買力平価による為替レートは、市場為替レートよりはエネルギー消費効率などを計算する場合には、ゆがみを緩和するものの、各国との差が小さくなった分だけ、業種によっては順位が逆転することもあり、より精度の高いデータが求められあることになる。現段階では、正確な購買力平価による GDP によって業種別に比較できるほどのデータの精度ではないものと思われる。これは各国の経済、および（より精緻な定義と統一性に基づく）エネルギーデータのバウンダリーが必ずしも統一されていないことやエネルギーデータそのものの精度が高くないなどの理由によるものである。<sup>12</sup>

## 5. 業種別エネルギー消費効率

### 5.1 業種別 GDP と消費エネルギーのバウンダリー

ここではエネルギー消費効率の定義は業種別 GDP あたりのエネルギー消費量とする。この定義によるエネルギー消費効率を計算するためには業種別 GDP とエネルギー消費量のデータが必要である。エネルギー消費量は世界各国のデータが統一的に IEA のデータベースで公表されている。この中でセクター別（エネルギー転換部門、農業、工業、運輸、商業、家庭など）のデータ

<sup>12</sup> 以上の分析では、再生可能エネルギーを含めているが、発展途上国では再生可能エネルギーの割合が高く、データの信頼性、再生可能エネルギーの利用方法など商業エネルギーと同列に議論することは難しいところがある。

はあるものの業種別（鉄鋼、非鉄金属、窯業、化学、製紙など）データとなると、国によっては掲載されていない場合がある。

たとえば、ベトナムでは製造業全体のエネルギー消費量はあるが業種別のデータはない。また、タイとフィリピンは、鉄鋼、窯業、化学、製紙などのデータはあるが、非鉄部門のデータはない。一方、業種別 GDP は各国が公表しているデータをもとにして推計を行うが、もととなる業種の分類は国によって異なる。そのため、GDP の業種とエネルギー消費量の業種が完全には対応していない。

次の表は IEA、および各国の業種別 GDP の分類を示している。ここでは主要なエネルギー多消費産業として鉄鋼、窯業、化学、食品、非鉄を選択している。この表で見てわかるように、窯業、化学は、ほぼエネルギー消費と GDP の産業部門が対応しているが、鉄鋼部門として鉄鋼・Basic metal を範疇とし、非鉄金属部門としては、非鉄金属・金属製品・Fabricated metal の合計を範疇とし、食品部門は、食品・飲料・たばこの合計を範疇としている。このことからエネルギー消費の業種分類と GDP の業種分類が、必ずしも一致しているとは言えない。

また、タイ・フィリピン・日本・インドの食品部門のエネルギー消費は、食品・飲料・タバコのすべてを含んでいるが、インドネシアは、食品部門には食品・飲料が含まれているが、タバコは独立した部門になっている。南アのタバコは「その他部門」に入っている。これらを食品部門として見るには、個別を合計することで、ある程度は共通した食品部門とすることができる。またインドでは金属製品と一般機械が一緒になっているので、これは非鉄の中に分類する。

表5-1 エネルギー消費と GDP の業種の分類

	エネルギー消費分類	GDP分類						
	IEA	インドネシア	タイ	フィリピン	ベトナム	インド	南A	日本
食品								
飲料	○	○	○	○	○	○	○	○
たばこ		○	○	○	○	○		○
繊維・繊維		○	○	○	○	○		○
ガゼット・衣類	○	○	○	○	○			○
皮革製品、靴		○	○	○	○			○
木・合板(家具を除く)	○	○	○	○	○	○	○	○
紙・紙製品	○	○	○	○	○	○	○	○
印刷・出版		○	○	○	○	○	○	○
石油・同製品		○	○	○	○		○	○
石炭								
基礎化学品							○	
その他の化学品							○	
化学・同製品	○	○	○	○	○	○		○
ゴム・プラスチック		○	○		○	○		
ゴム				○			○	○
プラスチック							○	○
窯業	○	○	○	○	○	○	○	○
鉄鋼	○	○	○	○	○	○	○	○
basic metal		○	○	○	○	○		
非鉄金属	○						○	○
金属製品							○	○
Fabricated metal		○	○	○	○	○	○	○
一般機械		○	○	○	○			○
会計・計算機			○		○			○
電気機械			○	○		○	○	
ラジオ・TV/通信機器・電子部品・デバイス		○	○		○		○	○
精密機械・特殊機械		○	○		○			○
自動車組み立て・修理					○			
自動車・トレーラー		○						
その他輸送機器	○	○	○	○	○	○	○	○
輸送用機械								
家具・その他		○						
家具			○	○	○	○	○	○
リサイクル					○			
たばこ・宝石・その他							○	
その他	○		○	○		○		○



次に分母となる GDP は、すべて名目 GDP をドル換算して推算を行っている。今回は、時系列分析に主眼があるのではなく、各国のクロスセクション分析に重点があるため、直近の名目値をドル換算することで比較をおこなう。GDP あたりのエネルギー消費量は、実態的なエネルギー消費効率を計算するには適切ではない場合もあると思われるが、現実にはエネルギー消費や生成物の生産量データの精度の問題もあり、エネルギー消費効率を計算するには、GDP あたりのエネルギー消費原単位となる。以下では、GDP あたりのエネルギー消費原単位とともに、可能な範囲で生産量当たりのエネルギー消費原単位を計算し比較分析をおこなう。

## 5.2 業種別エネルギー消費効率の比較

日本と6カ国のエネルギー消費の原単位を表でまとめたのが次の表 5-2 である。またこの表を国別にグラフ化したのが図 5-1 と図 5-2 である。

表 5-2 日本と6カ国のエネルギー消費原単位比較表 (toe/1000ドル)

	鉄鋼	化学	窯業	非鉄	紙	食品
インドネシア	0.509	0.072	1.171	0.061	0.114	0.055
タイ	1.353	0.228	2.324	0.000	0.268	0.625
フィリピン	0.599	0.188	2.986	0.000	0.817	0.078
ベトナム	0.572	0.297	2.454		0.710	
インド	0.944	0.142	2.704	0.152	0.609	0.391
南ア	1.766	0.425	1.070	0.469	0.069	0.013
日本	0.446	0.160	0.295	0.031	0.196	0.044

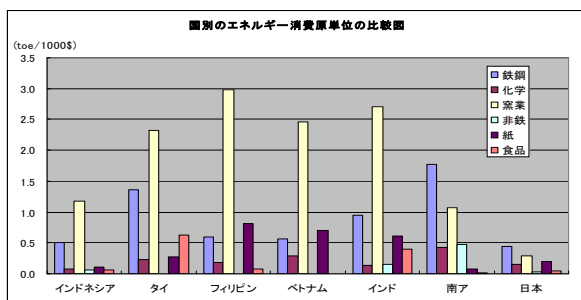


図 5-1 国別のエネルギー消費原単位

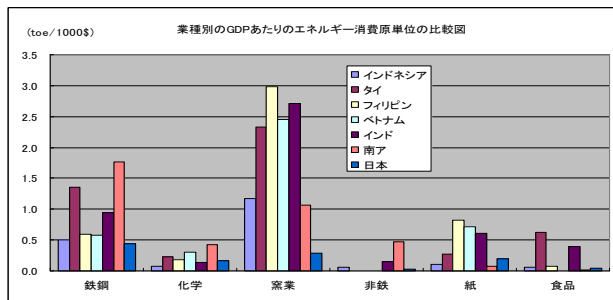


図 5-2 業種別の GDP あたりのエネルギー消費原単位

この2つの図より南ア、日本、インドネシアを除くアジア4カ国では窯業の原単位が大きいことがわかる。特にフィリピン、タイ、ベトナムの順で大きい。次に大きいのが鉄鋼で、南アが日本の3倍、タイが日本の2.5倍ほど大きく、ついでインドが日本の2.0倍、ベトナムが日本の1.4倍と続いている。窯業と鉄鋼に続くのが、製紙、化学であるが、GDP に対するエネルギー消費割合は、窯業や鉄鋼と比較すると各段に小さい。また、食品はタイとインドが、非鉄は南アが目立つ程度である。日本はいずれの業種でも全体的にエネルギー消費割合は小さくエネルギー消費効率がよいことがわかる。鉄鋼、窯業、非鉄では一番効率がよく、化学はインドネシアが、製紙ではインドネシアと南アが、食品では南アが、それぞれ日本の GDP に対するエネルギー消費効率より良い。インドネシアの化学と製紙部門が日本よりも効率がよくなっているが、これが本当に当産業のエネルギー消費効率の差なのか、統計データの不都合によるものなのか、今後の精査が求められよう。



### 5.3 業種別生産量あたりの消費原単位

本項では生産量あたりのエネルギー消費原単位について検討するため、実態をよく表すと考えられる主要製品の単品の生産量あたりのエネルギー消費を分析する。

IEAは物理的な指標を利用する方が経済的な要素を含む指標よりも望ましいとしている。それはこの物理的な指標は価格の変動の影響を受けず、直接にこのプロセスに関連しており、エネルギー効率改善のポテンシャルを分析するには適しているからである。しかし、この指標の問題は主要製品単品の生産量のデータの入手が容易ではないこと、仮に入手しえてもそれに要したエネルギー消費量までは入手困難である。IEAのデータベースを利用する限りエネルギー消費量のデータは業種単位となるが、ただ、一業種で広範な製品を製造している場合が多く、特定の製品のエネルギー消費量の中には、その生産活動とは関係のないエネルギーが使われているケースもある。たとえば、鉄鋼業で、副産品としての化学品を併産しているケース、窯業のセメント・ガラスのように異質の製品が生産されているケース、化学部門のように、多岐に渡る生産品の内で石油化学品と薬品が混在するケースなどである。したがって、製品の生産量やエネルギー消費量を厳密に定義、分類してデータを収集するには、生産会社の中に入り込みデータを入手する必要がある。中進国や途上国では、この種のデータを記録していない企業もあり、たとえ記録していても公開されることは期待できない。本報告では、各国の業種ごとの主要製品生産量をもってその業種の生産量全体とし、その業種で使用したエネルギー消費量を生産に要したエネルギーと仮定してエネルギー消費効率の指標とする。<sup>13</sup>

#### 5.3.1 鉄鋼

次の図5-3は2006年における鉄鋼業における鉄鋼生産量あたりのエネルギー消費原単位を示している。

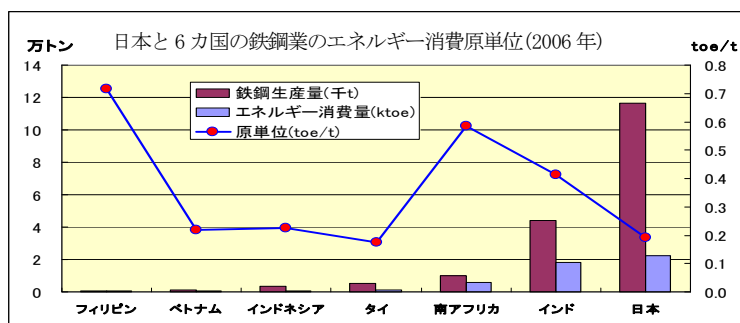


図5-3 日本と6カ国の鉄鋼業のエネルギー消費原単位比較

出典：鉄鋼生産量：鉄鋼統計要覧2006

エネルギー消費：IEAデータベース

これらの図より鉄鋼を比較的大規模に生産しているのは日本、インド、南アの3国で、南アは日本の約3倍、インドは約2倍となっている。鉄鋼生産量当たりのエネルギー消費効率は、日本(0.2toe/トン)、インド(0.4toe/トン)、南ア(0.6toe/トン)の順位で優位であり、インドは、日本の2倍、南アは日本の3倍である。

<sup>13</sup> ここではエネルギー多消費産業を対象としているが、IEAの統計では、産業部門での買電による電力消費は、産業別エネルギー消費に含まれていない。

### 5.3.2 セメント

次の図はセメントの生産量、エネルギー消費量、原単位を示している。この図を見ると、インド以外は、0.1~0.16toe/トンの範囲で、タイ、日本、フィリピン、ベトナムなどほとんど同じエネルギー消費効率である。ただ、なぜインドが他の国よりエネルギー消費原単位が良いのかは不明で、生産量データや製品分類の違いによるものとも思われる。<sup>14</sup>

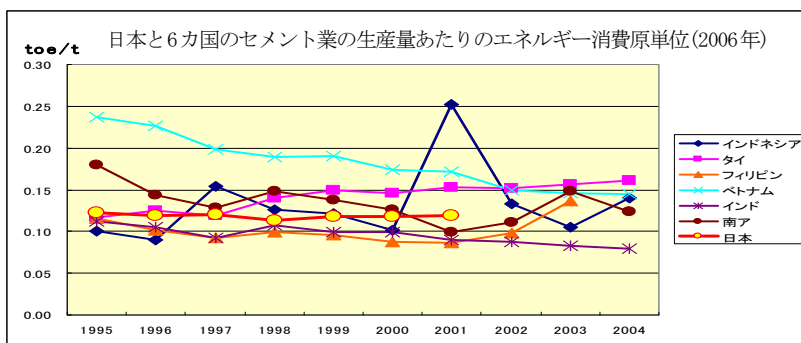


図 5-4 日本と6カ国のセメント業の生産量あたりのエネルギー消費原単位比較

出典:生産量 Statistical Year Book Fifty First Issue 2008 by United Nations  
 エネルギー消費量: IEA データベース、ベトナムは「ベトナムエネルギーマスタープラン策定調査」より

### 5.3.3 製紙

次の図は紙の生産量、エネルギー消費量、原単位を示している。この図では、インドと日本のエネルギー消費原単位が高めに突出している。その理由として、製紙法の違い、生産される紙の質の違い、紙の生産量とエネルギー消費量が一致していないなどが指摘できるが、定量的に議論することは現段階では難しい。

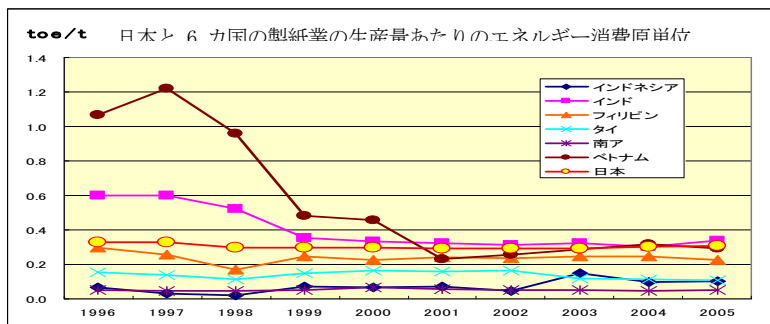


図 5-5 日本と6カ国の製紙業の生産量あたりのエネルギー消費原単位比較

## 6. まとめ

### 6.1 各国のGDPあたりの一次エネルギー供給について

各国のGDPあたりの一次エネルギーの供給量は、1990年と2006年を比較すると日本はほとんど変動なく横這いで推移しているが、タイは多少増加、その他の国（ベトナム、インド、イン

<sup>14</sup> 日本セメント連盟の分析では、2000年データであるが、インドのセメント部門の効率は、日本より効率が悪く出ている。これはIEA統計と日本セメント連盟とのデータバリエーションの違いと思われる。

ドネシア、フィリピン、南ア)では減少している。(図 3-1) 特に、インドネシア、ベトナム、インド、南アの2000年以降の減少幅が大きい。これは経済の拡大とともにGDPに対するエネルギー原単位が小さくなっていること、すなわち、これらの国では、エネルギーの効率的な消費がすでに始まっていると思われる。各国の2005年における購買力平価のGDPあたりの一次エネルギー供給量は市場為替レートでのGDPより日本との差は小さくなる、国全体あるいはエネルギー全体でGDPあたりのエネルギー消費原単位をみると、市場為替レートでのGDPよりも購買力平価のGDPあたりの一次エネルギー供給量の方が実態に近いものと思われる。

## 6.2 セクター別最終エネルギー需要について

産業部門のGDPあたりの最終エネルギー消費効率をみると(表 4-2 参照)、6カ国の中ではフィリピン、タイ、インドネシア、インド、南アの順でエネルギー消費効率はよいが、日本との比較で見ると、これらの国々と日本の水準との間には乖離があり、エネルギー効率改善の余地(ポテンシャル)は十分にあると言えよう。運輸部門では、日本は、産業部門と同じように低い水準、すなわち、高効率の水準で安定的に推移しており、他国より運輸部門GDPに対するエネルギー消費量は小さい。南アとインドはほぼ同等で日本の2倍、他の4カ国は(フィリピン、タイ、インドネシア、ベトナム)、日本の7~12倍でエネルギー消費効率は悪い。(これは、これら4カ国での輸送料金の安さによる当該部門でのGDPの低さによるものとも考えられる。)商業部門についても日本は安定(1990年以降一定レベルで推移している)しているが、2004年にはインドとインドネシアがほぼ同等で2位、次いで南ア、タイ、フィリピン、ベトナムとなっている。一方、経年ではインドネシア、南ア、タイ、ベトナムは上昇傾向(エネルギー消費効率としては低下)にあり、これらの国のエネルギー消費効率改善が求められる。

しかし、家庭部門でのエネルギー消費量は、先進国でも経済の成長段階に関係なく消費が伸び続けるといった特徴がある。したがって、家庭部門でのエネルギー利用のあり方や効率改善の観点からは、一層の啓蒙活動が必要となる。

GDPあたりのエネルギー消費原単位は、日本のように産業が高度化すればするほど、高付加価値型産業になりGDPあたりのエネルギー消費原単位は、物理的なエネルギー消費原単位と乖離してゆく。そして、購買力平価による為替レートは、物理的原単位とGDP原単位の差を緩和する方向にある。購買力平価による為替レートは、市場為替レートよりはエネルギー消費効率などを計算する場合には、ゆがみを解消するものの、各国との差が小さくなった分だけ、業種によっては順位が逆転することもあり、より精度の高いデータが求められる。現段階では、購買力平価による為替レートから導き出されたGDPによって業種別に正確に比較できるほどのデータの精度ではない。

## 6.3 業種別エネルギー消費効率について

今回の分析では、鉄鋼業、窯業(セメント)、製紙部門の生産量当たりのエネルギー消費量において、日本と各国との定量的な位置関係を明確にすることはできなかった。これは生産量、エネルギー消費のデータの信頼性の問題から来るものと思われる。エネルギー効率化を検討するため、指標として業界ごとのGDPあたりのエネルギー消費原単位あるいは生産量当たりのエネルギー

消費原単位を計算することは、既存のデータでは正確に把握できない。正確なエネルギー消費原単位を検討するには、各国のトップランナー的な企業または工場を選定（Bench Mark、Best practice、Best available など）し、そこから得られたデータで各国のエネルギー消費効率を比較することなどが必要と思える。また、業界全体としてエネルギー消費効率を検討するのであれば、その業界の企業に精度の高いデータ提出などを義務づける必要がある。<sup>15</sup>

#### 6.4 日本の貢献について

省エネあるいはエネルギー効率改善というテーマの国際協力は「資金を出せばよい」というわけではなく、また、「被援助国に省エネルギーの制度、法律、組織を作ればよい」というものでもない。これらがエネルギー効率化の中核をなすことは明らかであるが、最終的には企業レベルで活用可能な「技術の移転」を行うことである。一つの例として、ベトナムのホーチミン市の「ホーチミン省エネルギーセンター」では、省エネルギー研修と ESCO 事業を行っている。しかも、これらは 10 年以上かけて日本の省エネルギー関係者が技術指導したものである。同センターは、企業の経営、新技術の導入、海外の情報の紹介など多岐に亘って、現地企業の発展に貢献している。このようなセンターの育成と同時にエネルギー効率改善への企業努力の発揚が、国際協力の最終的な目的とも思える。

発展途上国や中進国の省エネルギー担当者は、「エネルギー管理システム」と「ESCO 事業」に特に関心が高い。そのため、国際協力の現場では、エネルギー管理士制度の導入方法や ESCO 事業のビジネスモデルについての質問が多い。しかも、彼らは日本が省エネ技術について進んだ国であることは知りつつ、世界のエネルギー管理システムや ESCO 事業の動向についても感心がある。日本のエネルギー効率改善の国際協力としては、これまで以上にグローバルな情報の発信とその内容の向上が求められて行くものと思われる。

以上

お問い合わせ：report@tky.ieej.or.jp

---

<sup>15</sup> 「クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップ」(APP) では、8つの分野別タスクフォース (TF) が設置され、それぞれ策定したアクションプランをもとに協力活動を進めている。8つの分野は①よりクリーンな化石燃料 TF、②再生可能エネルギーと分散型電源 TF、③発電及び送電 TF、④鉄鋼 TF、⑤アルミニウム TF、⑥セメント TF、⑦石炭鉱業 TF、⑧建物及び電気機器 TF である。このうち日本が鉄鋼 TF とセメント TF の議長国を務めている。一方、2005 年のグレンイーグルズ・サミットで合意された「気候変動・クリーンエネルギー及び持続可能な開発に関するグレンイーグルズ行動計画」に基づいてセクター別のエネルギー効率の向上などを進める取り組みもある。分野は多岐にわたるが、産業分野や火力発電分野における途上国を含めたエネルギー効率の評価、建物・電気機器、自動車における各国の省エネ基準のレビュー、政策のベストプラクティスの評価など、APP と重なる分野が多い。