

IEAエネルギーバランス表の概要とこれを応用した産業連関表形式
エネルギー・CO₂物量表の作成手法について^{*1}

An explanation of IEA energy balance table data and conversion
to I/O compatible energy and CO₂ emission data

戒能 一成^{*2*3}

2006年8月

要 旨

世界各国のエネルギー需給とエネルギー起源CO₂の排出を数値モデル化しシミュレーション分析を行うにあたっては、産業連関表形式のエネルギー・CO₂物量表を用いることが有効である。

しかし、一般的に移行経済国や発展途上国において産業連関表形式のエネルギー・CO₂物量表が整備されていることは希であり、シミュレーション分析を行う前に多大の労力を割いて産業連関表とエネルギー関連統計からエネルギー・CO₂物量表を作表しなければならないことが多い。

本稿においては、このような作表作業の円滑化を支援するため、エネルギー関連統計として最も体系的・網羅的に整備されている国際エネルギー機関(IEA)作成のIEAエネルギーバランス表について解説し、IEAエネルギーバランス表と該当国の産業連関表を用いて、任意の国に関する産業連関表形式のエネルギー・CO₂物量表を作表する手法とその問題点と留意点について解説する。

具体的には、日本を事例としてIEAエネルギーバランス表の作表過程自体に対する問題点を明らかにするとともに、インドを事例として発展途上国のIEAエネルギーバランス表を見る際の留意点や産業連関表形式の物量表を試作する際の留意点について解説する。

キーワード: 産業連関分析、エネルギー需給

JEL Classification : C67, Q41

*1 本研究は慶應義塾大学学術フロンティアGlobal Security Research Institute (G-SEC) の成果の一部である。

*2 本稿の内容や試算結果は筆者個人に属するものであり、筆者が所属する独立行政法人経済産業研究所や各国国際機関などの組織の見解を示すものではない。

*3 独立行政法人経済産業研究所研究員 兼 IPCC NGGIP Energy Lead Author / kainou-kazunari@rieti.go.jp

目 次

表 紙

本 文

1. IEAエネルギーバランス表の概要と解説

1-1. IEAエネルギーバランス表の概要

1-2. IEAエネルギーバランス表の部門構造(「行」構造)

1-3. IEAエネルギーバランス表のエネルギー源構造(「列」構造)とCO₂ 排出量の推定

2.. IEAエネルギーバランス表と産業連関表との対応

2-1. IEAエネルギーバランス表の産業連関表形式エネルギー-CO₂ 物量表への組替

2-2. IEAエネルギーバランス表の組替方法

3. 日本とインドを例としたIEAエネルギーバランス表の評価と留意点

3-1. 日本のIEAエネルギーバランス表と総合エネルギー統計の比較による評価

3-2. インドのIEAエネルギーバランス表の留意点

図表・資料

参考文献

1. IEAエネルギーバランス表の概要と解説

1-1. IEAエネルギーバランス表の概要

1-1-1. IEAエネルギーバランス表

IEA^{*4} は、第一次石油危機を契機とした先進国への石油供給不安を背景に、1974年に当時のOECD諸国が設立したエネルギー問題専門の国際機関である。

IEAの加盟条件は、OECD諸国でありかつ前年度の国内石油消費量の90日分以上の石油備蓄を行っていることであり、2006年現在26の先進国が加盟している。

IEAの活動・組織は多岐に亘るが、その重要な機能として国際エネルギー需給の調査分析とエネルギー統計の作成公表が行われている。IEAには、移行経済国や発展途上国は加盟していないが、国際エネルギー需給を調査分析する上でこれらの国を取扱うことは不可欠であるため、IEAではほぼ全世界の国・地域を対象として、1970年代以降のエネルギー統計の作成を行っているところである。

当該エネルギー統計に収録された統計のうち、IEAによる統一的な作成基準の下でエネルギー需給を国別年別に需給表形式で整理した合成統計が、一般に「IEAエネルギーバランス表」と呼称されているものである。

1-1-2. IEAエネルギーバランス表以外の国際エネルギー統計

IEAエネルギーバランス表以外の国際エネルギー統計としては、以下のようなものが存在するが、いずれも速報性・網羅性などにおいて何らかの問題が存在するため、一般的な国際エネルギー統計としてはIEAエネルギーバランス表が広く用いられている。

(1) 国連エネルギー統計: UNSD

国際連合が発行するエネルギー統計であり、215ヶ国・地域の公式なエネルギーの生産・消費を収録している。しかし、多くの移行経済国・発展途上国では統計年次が古く、かつ需給の整理がなされていないため、速報性・正確性において非常に大きな問題がある。

(2) 欧州・APEC域内エネルギー統計など

UN-ECE、APERC、OLADEなど地域経済協力機関が発行する地域別のエネルギー統計であり、各地域内のエネルギー生産・消費を収録している。これらの統計の多くがIEAエネルギーバランス表形式に準拠した需給表形式を用いているが、網羅性に問題がある。

(3) BP統計

BP(British Petroleum)社が公表する石油を中心とした地域別のエネルギー統計であり、各地域別のエネルギー生産・消費を収録している。石油関連の調査においては評価が高いが、単一企業による調査であるため正確性・客観性に問題がある

*4 IEA: International Energy Agency, 国際エネルギー機関

1-1-3. IEAエネルギーバランス表の作成基準

IEAエネルギーバランス表については、その作成基準が書籍・インターネットなどで公開されており、基礎統計と入手先、単位換算、推計処理、国別の注釈・留意事項及び部門定義・エネルギー源別の定義などが明らかにされている。

部門定義・エネルギー源別定義などは次項で詳細に解説することとし、本項ではIEAエネルギーバランス表の基礎である単位換算と推計処理などについて簡単に解説する。

(1) 単位換算 - 真発熱量・総発熱量の混用

IEAエネルギーバランス表では、石炭・石油などのエネルギー源の持つエネルギー量を、標準的な原油 1tの重さに換算し、"toe"⁵ という単位を慣例的に用いて表記している。

エネルギー量の計量においては、エネルギー源の持つ燃焼エネルギー全部を示す「総発熱量」と、燃焼時に水蒸気の潜熱となるため回収困難な部分を控除した「真発熱量⁶」があるが、現在のIEAエネルギーバランス表では石炭・石油・再生可能エネルギーは「真発熱量」、天然ガスやガス状の石炭・石油製品などでは「総発熱量」で換算されている⁷。

IEAでは各国が使用している石炭・石油・天然ガスの国別標準発熱量とエネルギー量を調査し、これを"toe"に換算する作業を行っている。一方、コークスやガソリンなどの石炭製品や石油製品については、各国で用いられている製品の性状がほぼ同じであると仮定し、IEAが設定した国際標準換算値に統一的に換算して推計を行っている。

[表 1-1-3-1(抄). IEAエネルギーバランス表作表時のエネルギー量換算手順⁸]

エネルギー源	基礎統計 (固有単位)	エネルギー量換算		表示単位 (エネルギー単位)
		換算発熱量	発熱量基準	
石炭	t	(各国別発熱量)	真発熱量	toe (真発熱量)
石炭製品(固体・液体)	t, kl	IEA標準発熱量	真発熱量	toe (真発熱量)
原油	bbl, kl	(各国別発熱量)	真発熱量	toe (真発熱量)
石油製品(固体・液体)	kl, t	IEA標準発熱量	真発熱量	toe (真発熱量)
天然ガス・ガス状製品	m3, tcf	(各国別発熱量)	総発熱量	toe (真発熱量)
原子力	kWh	IEA標準発熱量	真発熱量	toe (真発熱量)
再生可能エネルギー	J	IEA標準発熱量	真発熱量	toe (真発熱量)

*5 toe: tonne of oil equivalent, 1 toe = 10⁷ kcal = 41.868 GJ(真発熱量) である。

*6 真発熱量 Net Calorific Value, NCV, 低位発熱量, LHVなどと呼称されることがある。
総発熱量 Gross Calorific Value, GCV, 高位発熱量, HHVなどと呼称されることがある。添字-grossを付する。

*7 日本・アメリカ・カナダなどでは公式統計で「総発熱量」が、EU諸国や移行経済国・発展途上国などでは「真発熱量」が統一的に使用されている。実務上は「真発熱量」が簡単に計測でき便利であるが、高効率機器でエネルギー収支が合わないなど精度上の問題を生じるため、日本では公式統計において統一的に「総発熱量」を用いている。
IEAのように真発熱量・総発熱量を計算の過程で混在させることは、非常に好ましくない措置である。

8 エネルギー量換算は、一見、燃料の重量(t) から原油重量(toe)への単なる重量換算に見えるが、その本質は[エネルギー源別の換算係数][標準原油発熱量(41.868GJ/t)] という標準発熱量へのエネルギー換算である。

(2) 推計処理・遡及処理・国別留意事項

IEAエネルギー統計やエネルギーバランス表の作成過程においては、基礎統計からの数値処理作業の透明性の確保に特段の注意が払われている。

IEAエネルギーバランス表の作表においては、エネルギー源の分類がIEAの定義と適合せず各国固有の分類となっている場合、IEAにおいて分類を整合化させるための推計処理が行われている。

また、政治的・経済的体制の急変に伴い各国の基礎統計が途絶えたり、統計基準の改定により統計値が不連続となったりする場合には、原則として新しい統計の数値に適合するよう遡及処理が行われている。

さらに、同一国内で複数の公的統計が存在する場合の措置、基礎統計を切替えたりした場合の措置などについて、毎年の公表時に国別留意事項として情報開示されている。

1-2. IEAエネルギーバランス表の部門構造(「行」構造)

1-2-1. IEAエネルギーバランス表の部門構造概観

IEAエネルギーバランス表では、エネルギー源別のエネルギー需給の流れを、表の上から下に向かって「行」方向に一次エネルギー供給、エネルギー転換、最終エネルギー消費の3段階で示すことにより表現し、「列」方向に石炭・天然ガスなどのエネルギー源を区別して表現している⁹。

産業連関表との関係で考えた場合、IEAエネルギーバランス表の「行」方向の個々の部門は国際標準産業分類(ISIC¹⁰)と関連づけられているが、エネルギー需給の流れを表現する上で都合を優先しているため、殆どの場合複数のISIC項目とエネルギーバランス表の部門が「多対一対応」の関係になっている。

また、大部分の産業部門のエネルギー消費は、最終エネルギー消費の産業またはその他部門(民生部門)の内数として計上されているが、電力・石油精製などエネルギー関連産業が消費したエネルギーや、自家発電に使用したエネルギーはエネルギー転換部門に合算されて計上されており、各産業部門や家計部門で輸送用に使用されたエネルギー消費は、運輸部門に集計されて計上されている。

このため、IEAエネルギーバランス表を産業連関表形式のエネルギーCO₂物量表に変換するためにはかなり複雑な変換作業が必要である。

本項では、IEAエネルギーバランス表を産業連関表形式のエネルギーCO₂物量表に変換する際の基礎となる、IEAエネルギーバランス表の「行」方向の部門について解説する。

*9 一般的な産業連関表の作表では、表の「行」方向が投入元で「列」方向が産出先であり、財貨の流れは左から右へと表現されるため、エネルギーバランス表では縦横が逆であると考えればよい。

*10 International Standard Industrial Classification of All Economic Activities, Series M, No.4/Rev.3 (1990)

1-2-2. 一次エネルギー供給部門: Primary Energy Supply

IEAエネルギーバランス表の一次エネルギー供給部門では、生産・輸入・在庫取崩など最終消費側から見て供給となる場合が正号、輸出・在庫積増など控除となる場合が負号として表現されている。

1 国内生産 Production

(国内生産部門の概要)

領土内・領海内における化石エネルギーの採掘や、原子力発電・再生可能エネルギーの発生などをエネルギー量に換算して表現する部門である。

(国内生産における鉱山自家消費の区分計上)

IEAエネルギーバランス表においては、国により化石エネルギーの採掘のため鉱山・油田・ガス田で石炭・原油・天然ガスなどを自ら生産しその場で消費した分について、国内生産とは見なさずエネルギー需給から控除されて鉱山・油田・ガス田外へ搬出されたエネルギーのみを計上している場合と、国内生産の一部と見なし「その場で消費された分」を「鉱山自家消費」としてエネルギー転換部門の#17 自家消費に計上している場合がある。

大規模な産炭国・産油ガス国ではこれらの「鉱山自家消費」の区分計上の有無に特に注意が必要である。

(国内生産における非化石エネルギーの一次エネルギー換算)

原子力発電・再生可能エネルギーについては、電力・熱などの形で得られたエネルギー量を一次エネルギー換算^{*11}した値を計上していることに注意が必要である。

2 輸入 Imports

3 輸出 Exports

4 国際船用輸送燃料 International Marine Bunkers

(輸出入等部門の概要)

他国から領土・領海内に移送されたエネルギー(輸入)や、特定の相手国の領土・領海に移送されたエネルギー(輸出)、公海上で使用する船舶輸送燃料(国際船用輸送燃料)など、領土・領海の境界を通過して行われるエネルギーの出入を表現する部門である。

国際航空輸送燃料については、最終エネルギー消費の運輸部門のうち#35 国際航空輸送に計上されている^{*12}。

(国際パイプライン・送電網による通過エネルギーの扱い)

国際パイプラインや国際送電網を経由した天然ガスや電力の通過輸送については、通過分を含めて入ってきた分は全部を輸入、出ていった分は全部を輸出として相殺せずに計上する。

5 在庫変動 Stock change

*11 原子力発電・再生可能エネルギーの一次換算についてはエネルギー源の解説の電力部分を参照ありたい。

*12 欧州などで見られる国際輸送トラックについては、国内・国際の識別が困難であるとの理由から慣行上給油地の国内消費と見なされ輸出入等には計上されていない。

(在庫変動部門の概要)

領土内・領海内における生産・転換・消費各部門の在庫変動を表現する部門である。

IEAエネルギーバランス表では最終消費側を正号として考えるため、在庫積増は負号、在庫取崩は正号で表現されている。

本項目には一般の流通在庫の変動の他、石油などの政府備蓄、精油所・発電所などの新設・廃止に伴う間接的な在庫の変動が表現されている。

(在庫変動の網羅的調査の不可能性と統計誤差)

一般に、在庫変動を完全に統計調査することは困難であり、捕捉できなかった在庫変動は殆どの場合統計誤差の要因の一つとなっている。

6 一次エネルギー国内供給 Total Primary Energy Supply (TPES)

(一次エネルギー国内供給部門の概要)

定義により #1 生産から #5 在庫変動までの合計を国内供給として計上する。

1-2-3. エネルギー転換部門-1 振替・誤差: Energy Transformation Sector-1

7 品種振替 Transfers

(品種振替部門の概要)

エネルギー源間での転用や混合による品種の振替など、燃焼・化学変化操作などを伴わない「名義上の」エネルギー転換を表現する部門である。

具体的には、NGL・コンデンセートや軽質原油の化学原料への転用、廃潤滑油の濾過再生による燃料利用、精製半製品の精製用原油への混合利用などが計上されている。

8 統計誤差 Statistical Differences

(統計誤差部門の概要)

一次エネルギー国内供給と、最終エネルギー消費とエネルギー転換の合計量の差異をエネルギー源毎に表現する部門である。IEAエネルギーバランス表では、最終消費側を重視する原則から、統計誤差はエネルギー転換部門の内数として表現されている。

(統計誤差の発生原因)

統計誤差の原因としては、基礎統計自体が内包する不整合、捕捉されていない在庫変動、エネルギー源の不適切な分類・集計、さらに移行経済国・発展途上国においては密輸や不正行為(盗電・盗油、違法採掘)など様々な原因が考えられる。

(統計誤差の水準と評価方法)

現状において、エネルギー源毎の統計誤差は先進国で2～3%、移行経済国・発展途上国では5～10%の水準にあるが、あまり改善は進んでいない。

統計誤差の評価においては、エネルギー源別の誤差を集計した合計値は誤差が相殺・相乗し実際のエネルギー需給の再現精度を正しく表現していないため、エネルギー源別の誤差を不確実性と見なし、これを合成した指標を用いて評価する必要がある。

1-2-4. エネルギー転換部門-2 発電・熱発生: Energy Transformation Sector-2

9 発電 Electricity Plants

(発電部門の概要)

電力のみを目的としたエネルギー転換を表現する部門である。

発電のため投入したエネルギー源が負号、発生した電力が正号で表現されており、両者の合計値が発電に伴うエネルギー転換損失を表している。

(発電と送配電損失等の区分計上)

本部門では、発電のみに関するエネルギー投入・産出を計上し、所内用動力などの自家消費や送配電損失は #17 自家消費や #18 送配損失 に別途区分し計上する。

(発電の電気事業者と自家発電の非分離)

本項目では、電気事業者(ISIC-E-40 の内数)による発電と、製造業などによる自家発電とは必ずしも識別されていないことに注意が必要であり、産業連関表から発電へのエネルギー源別の投入に関する金額単位での情報が得られる場合、これを用いてエネルギー源別の投入内訳を推計することが必要である。

#10 コージェネレーション Combined Heat and Power Plants: CHP

(コージェネレーション部門の概要)

電力と熱発生を同時に行うことを目的としたエネルギー転換を表現する部門である。

投入したエネルギー源が負号、発生した電力・熱(蒸気・温水など)が正号で表現されており、両者の合計値がコージェネレーションのエネルギー転換損失を表している。

(コージェネレーションの電気事業者等と自家発電・発熱の非分離)

#9 発電同様、電気事業者・熱供給事業者(ともにISIC-E-40 の内数)による発電・熱発生と、製造業などによる自家発電・自家熱発生が必ずしも識別されていない場合があることに注意が必要である。

(コージェネレーションの自家消費部分の非計上)

コージェネレーションの多くは自社の工場・事業所内への電力・熱の供給を目的として設置されているが、本項目で電力・熱の産出として計上するのは、当該事業者が外部に供給した電力・熱だけであり、自家消費分はエネルギー転換損失と同じと見なされ、エネルギー産出には計上されていない場合があることに注意が必要^{*13}である。

現在普及しているガスタービンやディーゼルエンジンなど大部分のコージェネレーションは総合転換効率が 50 ~ 60 %であり、エネルギーバランス表上で本項目の見掛効率がこれを著しく下回る場合には当該「自家消費の非計上」分を逆推計する必要がある。

#11 熱発生 Heat Plants

*13 日本の製造業ではコージェネレーションは広く普及しているが、諸外国と異なりボイラー・蒸気タービンとコージェネレーションが単体で使用されることはむしろ例外であり、これらが組合わされたシステムとして相補的に運用されているため、数値モデルを用いてエネルギー需給を自家発電と蒸気発生に完全に分離推計している。

このため、日本についてはIEA統計のコージェネレーションには何も計上されていない。

(熱発生部門の概要)

熱発生のみを目的としたエネルギー転換を表現する部門である。

熱発生のため投入したエネルギー源が負号、発生した熱(蒸気・温水・冷水など)が正号で表現されており、両者の合計値が熱発生に伴うエネルギー転換損失を表している。

(熱発生と送配熱損失等の区分計上)

本部門では、熱発生のみに関するエネルギー投入・産出を計上し、所内用動力などの自家消費や送配熱損失は #17 自家消費や #18 送配損失 に区分し計上する。

(熱発生の熱供給事業者と自家熱発生の非分離)

#9 発電同様、熱供給事業者(ISIC-E-40 の内数)による熱発生と、製造業などによる自家熱発生とが必ずしも識別されていない場合があることに注意が必要である。

1-2-5. エネルギー転換部門-3 石油・石炭製品・ガス製造: Energy Transformation Sector-3

#12 ガス製造 Gas Works

(ガス製造部門の概要)

石炭・石油などから可燃性ガスを製造するエネルギー転換を表現する部門である。

ガス製造は、ISIC-E-40(電力・都市ガス・熱供給)の内数に該当する。

ガス製造のため投入したエネルギー源が負号、発生したガスが正号で表現されており、両者の合計値がガス製造に伴うエネルギー転換損失を表している。

産出したガスの末端需要家への配送に伴う損失は#18 送配損失 に計上する。

(天然ガスとの混合計上)

諸外国の多くでは、天然ガスをパイプラインを介して都市ガスとして直接供給しており、天然ガスと都市ガスの区別がない^{*14} ことに注意が必要である。

#13 石油精製 Petroleum Refineries

(石油精製部門の概要)

石油精製による石油製品の製造に伴うエネルギー転換を表現する部門である。

石油精製は、ISIC-D-23(石炭・石油製品・核燃料製造)の内数に該当する。

石油精製のため投入した原油などのエネルギー源が負号、発生したガソリンなどの石油製品が正号で表現されており、両者の合計値がエネルギー転換損失を表している。

(石油精製の自家消費燃料の区分計上)

石油精製の際に原油などの加熱・分解のため製油所ガス・重油などの石油製品を製油所内で消費する場合については、#17 自家消費に区分して計上する。

但し、移行経済国・発展途上国では、殆どの場合自家消費の統計値が得られない

*14 現状のIEA加盟先進国 26 ヶ国のうち、都市ガスの主たるエネルギー源をガス田からの(国際)パイプラインではなくLNG供給により賄っている国は、日本・韓国の2ヶ国だけである。

め、IEAでは自家消費率を 5 % (重油 2.5 %、製油所ガス 2.5 %) ^{*15} として推計している。
(石油精製の合計欄と誤差)

石油精製の工程の大部分が密閉された装置配管内での蒸留・分解処理であることを考えれば、石油精製に伴うエネルギー損失は原理的に非常に小さく、投入エネルギー量の 1 % 程度の負値でなければならないと考えられる ^{*16}。

しかし、現実のIEAエネルギーバランス表上では、原油や石油製品の投入量・産出量に関する基礎統計の誤差、特に自家消費分の区分計上の不徹底などにより、あるいはIEAが設定した標準発熱量への換算時の誤差により、合計欄が正号の「エネルギーの湧出状態」となったり、異常に大きな損失が計上されたりする場合がある。

#14 石炭製品製造 Coal Transformation

(石炭製品製造部門の概要)

原料炭の乾留によるコークス製造、原料炭からの高炉ガス・転炉ガス生成など、石炭を原料とする製品の製造に伴うエネルギー転換を表現する部門である。

石炭製品製造は、コークスの製造についてはISIC-D-23(石炭・石油製品・核燃料製造)の内数であり、原料炭などからの高炉ガス・転炉ガス生成は製鉄業に固有のエネルギー転換でありISIC-D-27(一次金属製造)の内数に該当する。

石炭製品製造のため投入した原料炭などが負号、産出したコークスや高炉ガスなどの石炭製品が正号で表現されており、両者の合計値がエネルギー転換損失を表している。

(石炭製品の自家消費燃料の区分計上)

石炭製品製造の際に、発生したコークス炉ガスのコークス炉の乾留用熱源への利用や、高炉ガスの高炉付属設備での燃料利用などは、#17 自家消費に区分して計上する。

但し、#12 石油精製同様に多くの場合自家消費の正確な統計値は得られない ^{*17} ため、石炭製品製造の合計欄が時に異常に大きな損失を示す原因となっている。

(石炭製品製造の合計欄と誤差)

石炭製品製造工程の大部分を占めるコークス製造は密閉された装置内での乾留操作であり、原料炭から高炉ガス・転炉ガスへのエネルギー転換損失は通常計上されないことを考えれば、石炭製品製造に伴うエネルギー損失は原理的に小さく、投入エネルギー量の数%程度の負値でなければならないと考えられる ^{*18}。

*15 日本の総合エネルギー統計によれば、石油精製部門(30 製油所、合計能力約 480 万bbl/d)で実際に観察された 1990 ~ 2004 年度の平均自家消費率は-3.5 % (標準偏差 0.1 %) の水準であり、90 % が製油所ガスである。

*16 日本の総合エネルギー統計によれば、石油精製部門(30 製油所、合計能力約 480 万bbl/d)で実際に観察された 1990 ~ 2004 年度の平均転換損失率は-1.1 % (標準偏差 0.4 %) の水準である。

*17 日本の総合エネルギー統計によれば、コークス炉(35 基、合計能力年産約 9000 万t)で実際に観察された 1990 ~ 2004 年度の平均自家消費率は-5.1 % (標準偏差 0.2 %) の水準である。

*18 日本の総合エネルギー統計によれば、コークス炉(35 基、合計能力年産約 9000 万t) で実際に観察された 1990 ~ 2004 年度の平均転換損失率は-4.3 % (標準偏差 0.8 %) の水準である。

しかし、#13 石油精製同様、現実のIEAエネルギーバランス表上では、原料炭やコークスの投入量・産出量に関する基礎統計の誤差、特に自家消費分の区分計上の不徹底などにより、合計欄が正号の「エネルギーの湧出状態」となったり、異常に大きな損失が計上されたりする場合がある。

#15 液体燃料製造 Liquefaction

(液体燃料製造部門の概要)

石炭液化、天然ガス液化(Gas To Liquid: GTL)など、固体・気体からの液体燃料の合成・製造に伴うエネルギー転換を表現する部門である。

液体燃料製造は、ISIC-D-23(石炭・石油製品・核燃料製造)の内数である。

具体的には、南アフリカ共和国などでの石炭液化、GTL技術を用いた天然ガスからの合成燃料製造などの本格的な化学的分解・合成工程による液体燃料の製造が本部門に該当し、オイルサンド・オイルシェールからの石油抽出や瀝青質混合物のエマルジョン化など簡易な工程による液体燃料の製造は本部門に含まない。

#16 他エネルギー転換 Other Transformation

(他エネルギー転換部門の概要)

他エネルギー転換部門は、#7 品種振替、#9 発電～#15 液体燃料製造のいずれにも該当しないエネルギー転換を表現する部門である。

具体的には、木炭の製造、石油化学におけるリターンナフサや副生燃料の生成などが該当する。

1-2-6. エネルギー転換部門-4 自家消費・送配損失: Energy Transformation Sector-4

#17 自家消費 Own use

(自家消費部門の概要)

発電に伴う発電所内消費^{*19}、石油精製時の原油加熱用燃料消費、石炭製品製造時の乾留用石炭ガス消費など、エネルギー転換に伴う加熱・圧送・(工場内)搬送などのエネルギー消費を表現する部門である。消費されたエネルギーは負号で表現されている。

電力・熱・都市ガスなどの送電・配送に伴う損失は#18 送配損失に計上する。

(転換自家消費)

転換自家消費とは、#7 品種振替、#9 発電、#10 コージェネレーション、#11 熱発生、#12 ガス製造、#13 石油精製、#14 石炭製品製造、#15 液体燃料製造、#16 他エネルギー転換などに伴う自家消費である。これらは、ISIC-E-40(電気・都市ガス・熱供給)、ISIC-D-23(石炭・石油製品・核燃料製造)の内数に該当する。

(鉱山自家消費)

炭鉱・油田・天然ガス田など# 1 国内生産に伴う「鉱山自家消費」が判明する場合、本

*19 電力の自家消費には、揚水発電所における揚水用動力損失が含まれている場合がある。

項目に計上する。これらは、ISIC-C-10(石炭鉱業・褐炭泥炭鉱業)、ISIC-C-11(石油・天然ガス鉱業)、ISIC-C-12(核燃料鉱業)に該当する。

#18 送配損失 Distribution and transmission losses

(送配損失部門の概要)

送電に伴う電力損失、都市ガスや熱の末端需要家への配送に伴う損失、石炭の鉄道・船舶輸送に伴う損失(輸送機関用燃料消費)など、鉱山やエネルギー転換工場から最終消費部門へのエネルギーの輸送に要したエネルギーを計上する部門である。

石油・天然ガスなどのパイプライン輸送に伴うエネルギー消費は、最終エネルギー消費の運輸部門のうち#39 パイプライン輸送に計上する。

(事故・不法行為損失の計上)

発展途上国・移行経済国においては、エネルギー輸送時の事故、盗電・盗炭などの不法行為による輸送時の損失が内数として計上され、異常に大きな送配損失が計上されている場合がある。先進国における送配損失の実績値は、最も損失の大きい電力の送電損失でも10%程度である。

1-2-7. 最終エネルギー消費 Final consumption

#19 最終エネルギー消費計 Total final consumption

(最終エネルギー消費の概要)

#20 産業部門 ~ #52 その他部門非エネルギー利用の最終エネルギー消費各部門を重複なく合計した値を計上する部門である。

最終エネルギー消費部門では、消費量を正号で表現する。

#20 ~ #33 産業部門 Industry sector

(産業部門の概要)

産業部門とは、製造業・建設業・鉱業(エネルギー鉱業を除く)など農林水産業を除く第一次・第二次産業の最終エネルギー消費を計上する部門である。

各産業部門が行う自家発電・自家熱発生は#9 ~ #11 に区分計上されている。

各産業部門が行う輸送用エネルギー消費は#34 ~ #41 に区分計上されている。

各産業部門エネルギー消費のうち、原料用消費は#50 に区分計上されている。

産業部門については、当該国の基礎統計上で製造業の内訳が細分化されていない場合、内訳分類が判明する部分だけを該当する内訳部門に計上し、他はまとめて#33 他製造業に計上されていることがある。

(産業部門の内訳とISIC分類との対応関係)

#20 産業部門合計 Total Industry (#21 ~ #33 合計)

#21 鉄鋼業 Iron and steel

- ISIC-D-27 のうち 271, 2731 の内数

#22 化学・石油化学工業 Chemical and petrochemical

- ISIC-D-24 の内数 (但しリターンナフサや副生燃料は#16 に含む)

#23 非鉄金属工業 Non-ferrous metals

- ISIC-D-27 のうち 272, 2732 の内数
- #24 ガラス・陶磁器・セメントなど非金属鉱物工業 Non-metallic minerals
 - ISIC-D-26 の内数
- #25 輸送用機械工業 Transport equipment
 - ISIC-D-34, -35 の内数
- #26 金属製品・一般電気機械工業 Machinery
 - ISIC-D-28,-29,-30,-31-32 の内数
- #27 金属鉱業・砕石業 Mining excluding fuels and quarrying
 - ISIC-C-13,-14 の内数
- #28 食料品・タバコ工業 Food and tobacco
 - ISIC-D-15,-16 の内数
- #29 紙パ・印刷工業 Paper, pulp and printing
 - ISIC-D-21,-22 の内数
- #30 木製品工業 Wood and wood products except pulp and paper
 - ISIC-D-20 の内数
- #31 建設業 Construction
 - ISIC-F-45 の内数
- #32 繊維・皮革工業 Textile and leather
 - ISIC-D-17,-18,-19 の内数
- #33 他製造業 Non-specified
 - ISIC-D-25(ゴム・プラスチック),-33(精密・医療・光学機械),-36(家具工業),-37(リサイクル工業) の内数、及び内訳分類が不明の場合の製造業エネルギー消費
- #34 ~ #41 運輸部門 Transport sector

(運輸部門の概要)

運輸部門とは、企業・家計を問わず行われる輸送用エネルギー消費を計上する部門である。IEAエネルギーバランス表では、国際船用輸送に伴うエネルギー消費については、#4 国際船用輸送燃料に区分計上するが、国際航空輸送については本項目に計上する。

本部門においては、ISIC-I-60(陸上輸送),-61(海上輸送),-62(航空輸送)など運輸業のエネルギー消費と、企業・家計の自家輸送分が合算して計上されている。

移動体であっても漁船、軍艦・軍用機など輸送を行わない移動体のエネルギー消費については、本項目に計上せず、#46 漁業、#47 他部門の内数として区分計上する。

(運輸部門の内訳とISIC分類との対応関係)

#34 運輸部門合計	Total Transport	(#35 ~ #41 合計)
#35 国際航空輸送	International aviation	ISIC-I-62 の内数 ^{*20}
#36 国内航空輸送	Domestic aviation	ISIC-I-62 の内数 と自家輸送の合計

*20 各国のエネルギー起源CO2 排出量を推計するには、#35 国際航空輸送の控除に注意しなければならない。本項目の本来の定義では、たとえば日本の旅客機がムンバイからデリー経由で大阪へ向かう場合、ムンバイ-デリー間の輸送に伴うエネルギー消費はインドの国内航空輸送として区分し#36 に区分計上しなければならないが、多くの発展途上国では航空機の国籍と給油量のみを統計として用いているため、この場合でいうムンバイでの給油量全量が#35 に計上されており、#35 の一部に国内航空輸送分が混在してしまっている実態にある。

国際船舶輸送の場合、一般に国際線の船舶を使って国内港湾間のみ輸送を行うことは少ないが、航空機の世界では「外国エアラインしか就航していない国内線」が発展途上国を中心に無数に存在している実態にある。

このため、本来、#35 国際航空輸送は #4 国際船用輸送燃料同様に輸出入の一種として一次エネルギー供給へ移すことが適当なのであるが、IEAエネルギーバランス表では慣行上運輸部門に計上されている。

#37 道路輸送	Road	ISIC-I-60 の内数 と自家輸送の合計
#38 鉄道輸送	Rail	ISIC-I-60 の内数 と自家輸送の合計
#39 パイプライン輸送	Pipeline transport	ISIC-I-60 の内数 と自家輸送の合計
#40 内航海運輸送	Domestic navigation	ISIC-I-61 の内数 と自家輸送の合計
#41 他輸送	Non-specified	(ISIC-I-60 ~ 62 の内数 と自家輸送の合計)

#42 ~ #47 その他部門 Other sector

(その他部門の概要)

その他部門とは、家計部門、農林水産業と第三次産業の最終エネルギー消費を計上する部門である。

その他部門の自家発電・自家熱発生は# 9 ~ #11 に区分計上されている。

その他部門の輸送用エネルギー消費は#34 ~ #41 に区分計上されている。

その他部門での原料用消費・非エネルギー消費は#50 に区分計上されている。

農林水産業や第三次産業のエネルギー消費は、多くの発展途上国・移行経済国では家計のエネルギー消費と不可分なことが多いため、このような特殊な部門区分^{*21}とされている。実際に、発展途上国や移行経済国では農林水産業と家計部門、第三次産業と家計部門が分離できない場合が多く、分離できない分の全量が#43 家計に計上されている。

また、軍艦・軍用機など安全保障上の理由から秘匿とされるエネルギー消費については、#47 分類不明・秘匿に計上されている。

(その他部門の内訳とISIC分類との対応関係)

#42 その他部門合計 Total other sector (#43 ~ #47 合計)

#43 家計 Residential

#44 第三次産業 Commercial and Public services

以下の第三次産業の合計(輸送用エネルギー消費を除く)

- ISIC-E-41(上水道業)
- ISIC-G-50 ~ G-52(卸小売業・自動車等修理業),
- ISIC-H-55(旅館・飲食店業),
- ISIC-I-63(運輸付帯サービス業), -I-64(情報通信・郵便業),
- ISIC-J-65 ~ 67(金融保険業),
- ISIC-K-70 ~ 74(不動産・リース・ソフトウェア・研究開発対企業サービス業),
- ISIC-L-75(政府・政府サービス業),
- ISIC-M-80(教育サービス業),
- ISIC-N-85(医療保健サービス業),
- ISIC-O-90(廃棄物・下水処理業), -O-91(各種団体), -O-92(娯楽スポーツサービス業), -O-93(他に分類されないサービス業)
- ISIC-P-95(雇用者を持つ個人事業(農林水産業・製造業・運輸業を除く))
- ISIC-Q-99(国際機関・団体)

#45 農林業 Agriculture/forestry - ISIC-A-01, -A-02

#46 水産業 Fishing - ISIC-A-05

#47 分類不明・秘匿 Non-specified consumption

*21 日本の総合エネルギー統計では、国際産業分類を念頭に、農林水産業は産業部門の一部とし、家計部門・第三次産業部門及び分類不明(業務他部門)からなる民生部門を設けて分類している。

#48 ~ #52 非エネルギー利用部門 Non-energy use

(非エネルギー利用部門の概要)

非エネルギー利用部門とは、エネルギー転換の各部門、最終エネルギー消費の各部門において、プラスチックや薬品の原材料用など、エネルギーとしての用途以外にエネルギー源が利用された場合に、当該非エネルギー利用された量を計上する部門である。

具体的には、石油化学原料用や肥料原料用ナフサ・LPGやコールタール、建材用アスファルト、自動車・船舶用潤滑油、爆薬用軽油、包装材用パラフィンなどが該当する。

2004 年度以降のIEAエネルギーバランス表においては、過去の分に遡及して、非エネルギー利用部門はエネルギー転換、産業部門、運輸部門、その他部門に計上された最終エネルギー消費から区分された外数として計上されている^{*22} ことに注意が必要である。

非エネルギー利用部門は、エネルギー起源CO₂ 排出量の算定には含めない^{*23}。

(非エネルギー利用部門の内訳)

#48 非エネルギー利用部門合計 (#49 ~ #52 合計)

#49 エネルギー転換部門での非エネルギー利用

#50 産業部門での非エネルギー利用

#51 運輸部門での非エネルギー利用

#52 その他部門での非エネルギー利用

#53 ~ #58 発電電力量・発生熱量 Electricity and Heat generated

(発電電力量・発生熱量の概要)

発電電力量・発生熱量とは、各エネルギー源別に発電・熱発生に投入されたエネルギーが算出した電力・熱の量を計上する参考部門である。

電力・熱の量を計上する便宜上から、#53 ~ #55 は GWh(ギガワットアワー)、#56 ~ #58 は TJ (テラジュール)が使用^{*24} されている。

(発電電力量・発生熱量の概要)

#53 発電電力量

#54 # 9 発電による発電電力量

#55 #10 コージェネレーションによる発電電力量

#56 発生熱量

#57 #10 コージェネレーションによる熱発生量

#58 #11 熱発生による熱発生量

*22 日本の総合エネルギー統計など多くの国のエネルギー統計や、2004 年度以前に作成されたIEAエネルギーバランス表では、非エネルギー消費は産業・民生・運輸部門の最終エネルギー消費の内数を再掲して表現されていることに注意を要する。

*23 Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCCが定めた温室効果ガス排出量算定方法ガイドライン(1996,2006)においては、プラスチックや廃潤滑油の焼却など、一旦非エネルギー利用部門を経由したエネルギー源が再度エネルギー利用を目的に燃焼される場合にのみ、エネルギー起源CO₂ 排出として再計上すべきとしている。

*24 1GWh= 8.6*10⁻⁵ Mtoe, 1TJ= 4.1868*10⁻⁴ Mtoe である。

IEAエネルギーバランス表におけるこのような単位の混用は非常に好ましくないものとして多くの批判がある。

1-3. IEAエネルギーバランス表のエネルギー源構造(「列」構造)とCO₂ 排出量の推定

1-3-1. IEAエネルギーバランス表のエネルギー源構造概観

IEAエネルギーバランス表では、エネルギー源を 10 の主要エネルギー源に分類し、「列」方向に表現している。

各エネルギー源は、一次エネルギー供給(国内生産・輸入)部門により供給され、エネルギー転換部門により他のエネルギー源に転換された際には、各「列」のエネルギー転換部門の該当する「行」との交点に負号で計上され、生成したエネルギー源が正号で計上されている。

IEAエネルギーバランス表においては、さらに細かいエネルギー区分を必要に応じて使用することを推奨しており、各エネルギー源の区分については 1-3-3. で説明する。

IEAエネルギーバランス表での表記単位は「toe(真発熱量)」とされており、必要に応じ ktoe (10³ toe), Mtoe(10⁶ toe)が用いられる。

- \$ 1 石炭・石炭製品 Coal (and Coal products)
- \$ 2 原油 Crude Oil
- \$ 3 石油製品 Petroleum products
- \$ 4 天然ガス・都市ガス Gas
- \$ 5 原子力 Nuclear
- \$ 6 水力 Hydro
- \$ 7 地熱・太陽光・風力等 Geothermal, Solar, Wind etc.
- \$ 8 バイオマス・廃棄物 Combustible renewables and waste
- \$ 9 電力 Electricity
- \$10 熱 Heat
- \$11 合計 Total

1-3-2. IEAエネルギーバランス表からのエネルギー起源CO₂ の推計方法

IEAエネルギーバランス表から当該国の直接法^{*25} によるエネルギー起源CO₂ を推計する場合には、\$ 1 石炭・石炭製品～\$ 4 都市ガス・天然ガス迄の化石燃料の種別毎に、エネルギー転換投入量又は最終エネルギー消費量を国際単位系(ジュール単位系)に換算し、炭素排出係数などの係数を乗じることにより簡単に推計することができる。

エネルギー源別の炭素排出係数については IPCCが定めた温室効果ガス算定方法ガイドライン(1996,2006)に、各エネルギー源が真発熱量で 1MJ相当分完全燃焼した際の炭素排出量(国際標準炭素排出係数)が収録されており、これを用いることが適当である。

なお、IPCC温室効果ガス算定方法ガイドライン(1996,2006)においては、化石燃料の他にバ

*25 エネルギー起源CO₂ 排出の部門区分方法には、化石燃料の燃焼部門などエネルギー起源CO₂ の直接の排出を行う部門に排出量を計上する「直接法」と、化石燃料の燃焼により産出された電力・熱などのエネルギーについてエネルギー消費に伴う間接排出量を計上し最終消費部門に排出量を計上する「間接法」の2通りが存在する。

電力・熱の省エネルギーに伴う排出削減寄与量の算定が可能であるなど「直接法」に比べて「間接法」による利点は多いが、「間接法」による部門区分を行うためには電力・熱などのエネルギー消費に伴う間接炭素排出原単位を推計するなどの複雑な処理が必要であるため、IPCCが定めた温室効果ガス排出量算定方法ガイドライン(1996,2006)では「直接法」を推奨している。

イオマスなどからの排出を参考値として算定することを推奨しているが、ここでは化石燃料由来のエネルギー起源CO₂の排出量のみを取扱うこととする。

[式 1-3-2-1. IEAエネルギーバランス表からの直接法エネルギー起源CO₂の推計方法]

$$C_i = \sum_j (EC_{ij} * EF_j * CEF_j) * CCO \quad \dots \text{式 1-3-2-1)}$$

i	部門区分 (i [エネルギー転換 #9 ~ #18]又は[最終エネルギー消費 #20 ~ #47])
j	エネルギー源区分(j \$1 石炭・石炭製品, \$2 原油, \$3 石油製品, \$4 天然ガス・都市ガス)
C _i	i部門のエネルギー起源CO ₂ 排出量 (i [エネルギー転換]or[最終エネルギー消費])
EC _j	i部門のjエネルギー源のエネルギー転換投入量又は最終エネルギー消費量 (Mtoe)
EF _j	jエネルギー源のエネルギー量換算係数
	石炭・石炭製品・原油・石油製品のうち固体・液体(真発熱量) 1.0*4.1868*10 ⁴ (MJ/toe)
	石炭製品のうちコークス炉ガス(総発熱量) 0.9*4.1868*10 ⁴ (MJ/toe)
	石炭製品のうち高炉ガス・転炉ガス(総発熱量) 1.0*4.1868*10 ⁴ (MJ/toe)
	天然ガス・都市ガス(総発熱量) 0.9*4.1868*10 ⁴ (MJ/toe)
CEF _j	jエネルギー源のエネルギー量あたり炭素排出係数 (gC/MJ)
CCO	炭素-二酸化炭素換算係数 44/12(= 3.667 (gCO ₂ /gC))

[表 1-3-2-1(抄). IPCC温室効果ガス排出量算定方法ガイドラインの国際標準炭素排出係数(2006)]

エネルギー源	炭素排出係数 gC/MJ *1	(炭素排出係数 95 %信頼区間)		備考
		同下限値	同上限値	
石炭・石炭製品				
コークス原料炭	25.8	23.8	27.6	Coking Coal
瀝青質一般炭	25.8	24.4	27.2	Bituminous Coal
褐炭	27.6	24.8	31.3	Lignite, Brown Coal
コークス	29.2	26.1	32.4	Gas-, Lignite-含む
コークス炉ガス	12.1	10.3	15.0	Gas Works- 含む
原油・石油製品				
原油	20.0	19.4	20.6	
自動車用ガソリン	18.9	18.4	19.9	
ジェット燃料油	19.5	19.0	20.3	Jet Kerosene
灯油	19.6	19.3	20.1	Other Kerosene
軽油	20.2	19.8	20.4	Gas/Diesel Oil
重油	21.1	20.6	21.5	Residual Fuel Oil
LPG	17.2	16.8	17.9	
ナフサ	20.0	18.9	20.8	
アスファルト	22.0	19.9	24.5	Bitumen
オイルコークス	26.6	22.6	31.3	
天然ガス				
天然ガス *2	15.3	14.8	15.9	

*1 全て真発熱量での1MJあたりの炭素排出をgCで表した係数である。

*2 天然ガスはNGL・コンデンセートなどを分離した後の「ドライガス」の値である。

1-3-3. IEAエネルギーバランス表のエネルギー源

\$ 1 石炭・石炭製品

\$110 無煙炭 Anthracite

標準的真発熱量 26.7MJ/kg (水分・灰分を含んだ状態(有水有灰))

炭素排出係数 26.8gC/MJ (真発熱量)

無煙炭とは、有水無灰での揮発分が 10 %以下で固定炭素分が 90 %程度を占める炭化度の進んだ石炭をいう。文字通り火煙が少ないので家庭用燃料から産業用燃料まで広範に使用され、また練炭など石炭製品の原料として重用されている。

\$120 コークス原料炭 Coking Coal

標準的真発熱量 28.2MJ/kg (水分・灰分を含んだ状態(有水有灰))

炭素排出係数 25.8gC/MJ (真発熱量)

コークス原料炭とは、瀝青炭の一種で製鉄用コークスの原料に適した粘結性を持つ石炭をいう。

\$130 一般炭 Steaming Coal ((瀝青炭 (Other-) Bituminous Coal、亜瀝青炭 Sub-bituminous Coal)

(瀝青炭)

標準的真発熱量 25.8MJ/kg (水分・灰分を含んだ状態(有水有灰))

炭素排出係数 25.8gC/MJ (真発熱量)

瀝青炭とは、コークス原料炭を除いた、ボイラー用など一般燃料用途に使われる石炭のうち、有水無灰での揮発分が 10 ~ 30 %で無煙炭より多く亜瀝青炭より少ない石炭をいう。

(亜瀝青炭)

標準的真発熱量 18.9MJ/kg (水分・灰分を含んだ状態(有水有灰))

炭素排出係数 26.2gC/MJ (真発熱量)

亜瀝青炭とは、ボイラー用など一般燃料用途に使われる石炭のうち、有水無灰での揮発分が 30 %より多く、真発熱量が 17.4 ~ 23.9MJ/kgの石炭をいう。

亜瀝青炭などを圧縮凝結し加工したものは、Brown Coal Briquette や Patent Fuel に分類する。

\$140 褐炭 Lignite, Brown Coal

標準的真発熱量 11.9MJ/kg (水分・灰分を含んだ状態(有水有灰))

炭素排出係数 27.6gC/MJ (真発熱量)

褐炭とは、ボイラー用など一般燃料用途に使われる石炭のうち、有水無灰での揮発分が 30 %より多く、真発熱量が 17.4MJ/kgより少なく亜瀝青炭より小さい石炭をいう。

褐炭などを圧縮凝結し加工したものは、Brown Coal Briquette や Patent Fuel に分類する。

\$150 泥炭 Peat

標準的真発熱量 9.76MJ/kg (水分・灰分を含んだ状態(有水有灰))

炭素排出係数 28.9gC/MJ (真発熱量)

泥炭とは、植物の遺骸が堆積してできた可燃性の有機物で、乾燥前の状態で 90 %程度の水分を含んだものをいう。分類により、石炭ではなく「その他の化石燃料」としてバイオマス同様に扱う場合がある。

\$160 成形練炭類 Brown Coal Briquette, BKB, Patent Fuel

標準的真発熱量 20.7MJ/kg (水分・灰分を含んだ状態(有水有灰))

炭素排出係数 26.6gC/MJ (真発熱量)

成形練炭類とは、石炭を圧縮・脱水成形し、運搬性や燃焼性を改善した燃料をいう。

亜瀝青炭や褐炭、時に泥炭などを乾燥し 5cm大の塊状に圧縮成型したものを Brown Coal Briquette, BKB といい、無煙炭に凝結剤(アスファルトなど)を加えて円筒状に圧縮成型したものを Patent Fuel という。

\$170 コークス Coke

標準的真発熱量 28.2MJ/kg (水分・灰分を含んだ状態(有水有灰))

炭素排出係数 29.2gC/MJ (真発熱量)

コークスとは、コークス原料炭を加熱乾留し炭化させた固体状の石炭製品をいう。

製鉄用コークス炉で高温乾留し金属還元用に使われるもの Coke Oven Coke, 褐炭などを専用コークス炉で低温乾留し燃料に使われるものを Semi-Coke, Lignite Coke, 水性ガスなど石炭ガスを発生させる装置から副産するものを Gas Coke という。

\$180 コールタール Coal Tar

標準的真発熱量 28.0MJ/kg

炭素排出係数 22.0gC/MJ (真発熱量)

コールタールとは、石炭を加熱乾留し炭化させる際に副産する液体状の石炭製品をいう。コールタールは、殆どの場合さらに分溜されてベンゼン・ナフタレンなど有機化学原料として使用される。

\$190 石炭ガス (Coal-) Derived Gases (コークス炉ガス (Coke Oven Gas), 水性ガス (Gas Works Gas), 高炉ガス (Blast Furnace Gas), 転炉ガス (Oxygen Steel Fuenace Gas))

(コークス炉ガス・水性ガス)

標準的真発熱量 38.7MJ/kg

炭素排出係数 12.1gC/MJ (真発熱量)

コークス炉ガスとは、石炭を加熱乾留し炭化させる際に副産する気体状の石炭製品をいう。コークス炉ガスは 50 %程度の水素を含んだガスであり、燃料として使用される。

水性ガスとは、石炭からガスを得るために、石炭を加熱乾留してコークス炉ガスを作り、さらに赤熱したコークスと水蒸気を反応させて一酸化炭素ガスを生成させる石炭のガス化設備から発生するガスをいう。水性ガスは都市ガスとして家庭用などに使用される。

(高炉ガス)

標準的真発熱量 2.47MJ/kg

炭素排出係数 70.8gC/MJ (真発熱量)

高炉ガスとは、製鉄用高炉での鉄の還元時に副生する、投入したコークスや石炭から生成した一酸化炭素を主体とするガスをいう。

高炉ガスは、窒素や二酸化炭素を多く含んだ低熱量のガスであり、製鉄所内で燃料に使用される。

(転炉ガス)

標準的真発熱量 7.06MJ/kg

炭素排出係数 46.9gC/MJ (真発熱量)

転炉ガスとは、製鉄用高炉から生成した銑鉄中に溶けていた炭素が、転炉での酸素製鋼過程で一酸化炭素として回収されるガスをいう。銑鉄中に溶けている炭素の起源は高炉に投入されたコークスや石炭であるため、石炭製品として分類される。

転炉ガスは、ほぼ純粋な一酸化炭素であり、製鉄所内で燃料や発電用に使用される。

\$ 2 原油

\$210 原油 Crude Oil

標準的真発熱量 42.3MJ/kg
炭素排出係数 20.0gC/MJ (真発熱量)

原油とは、地下から産出する鉱物油をいう。

多くの場合、原油は複数の井戸から産出した性状の異なる原油をブレンドし、産地名を付して国際取引されている(例: アラビアン・ライト、ブレント)。

天然ガスを副産する油田では、NGL・コンデンセートが原油と混合されて扱われている場合がある。

\$220 瀝青質混合物 Orimulsion

標準的真発熱量 27.5MJ/kg (水分・灰分を含んだ状態(有水有灰))
炭素排出係数 21.0gC/MJ (真発熱量)

瀝青質混合物とは、天然に産出する半固体～固体状の重質油を粉砕し、少量の水分中に懸濁させ液体として取扱えるようにした燃料をいう。

代表例は、ベネズエラ産の商品名「オリマルジョン(R)」が挙げられる。

\$230 NGL・コンデンセート Natural Gas Liquids

標準的真発熱量 44.2MJ/kg
炭素排出係数 17.5gC/MJ (真発熱量)

NGL・コンデンセートとは、天然ガス田において高温高压の地下から天然ガスが産出する際に、減圧・冷却により天然ガス中の一部の成分が液化してできる鉱物油をいう。

多くの場合、産地名を付して「～コンデンセート」として取引されている。

軽質で揮発しやすいことから「天然ガソリン」と呼ばれることもある。主に石油化学原料として使用される。

\$240 オイルサンド・オイルシェール類 Shale oil, Oil shale, Tar Sand

(オイルシェール・オイルサンド(タールサンド))

標準的真発熱量 8.9MJ/kg (水分・灰分を含んだ状態(有水有灰))
炭素排出係数 29.1gC/MJ (真発熱量)

オイルシェールとは、半固体～固体状の有機物を含んだ頁岩であり、高温で加熱分解することにより液体の鉱物油や固体状の炭化物を産出するものをいう。

オイルサンド(タールサンド)とは、液体～半固体状の有機物を含んだ砂岩や石灰岩であり、加熱や抽出により鉱物油を産出するものをいう。

(シェールオイル)

標準的真発熱量 38.1MJ/kg
炭素排出係数 20.0gC/MJ (真発熱量)

シェールオイルとは、オイルシェールの加熱分解で製造された鉱物油をいう。

\$250 精製原料油 Feedstocks

(精製原料油 Refinery Feedstocks)

標準的真発熱量 43.0MJ/kg
炭素排出係数 20.0gC/MJ (真発熱量)

精製原料油とは、石油精製工程において最終石油製品を製造する途中段階の中間製品全般をいう。多くはガソリン製造の中間製品である改質精製油や、ジェット燃料油と灯油を分離する前の粗灯油留分、減圧蒸留する前の常圧残油などである。

日本の総合エネルギー統計では原料油製品として扱われている。

\$ 3 石油製品

\$310 ガソリン Gasoline

(自動車ガソリン Motor Gasoline)

標準的真発熱量 44.3MJ/kg

炭素排出係数 18.9gC/MJ (真発熱量)

自動車ガソリンとは、自動車のガソリンエンジン用燃料に使用される燃料油であり、沸点範囲が 35 ~ 215 の軽質留分から製造されたものをいう。

自動車用ガソリンには、オクタン価向上などのため各種の添加剤が使用されており、一部の発展途上国・移行経済国では有機鉛化合物が添加されていることがある。

(航空ガソリン・ガソリン型ジェット燃料油 Aviation Gasoline, Jet Gasoline)

標準的真発熱量 44.3MJ/kg

炭素排出係数 19.1gC/MJ (真発熱量)

航空ガソリンとは、航空機のガソリンエンジン用燃料に使用される燃料油であり、沸点範囲が 30 ~ 180 、凝固点-60 以下の軽質留分から航空機用にオクタン価を調整して製造されたものをいう。プロペラ推進の小型機やヘリコプターの燃料に用いられる。

ガソリン型ジェット燃料油は、航空機のジェットエンジン用に使用される燃料油であり、沸点範囲が 100 ~ 250 、芳香族分が 25 %以下、蒸気圧が 13.7 ~ 20.6kPaになるよう、ガソリンやナフサと灯油を調合して製造されたものをいう。

ガソリン型ジェット燃料油は、主に軍用ジェット機の燃料に用いられる。

\$320 ジェット燃料油 Jet kerosene

標準的真発熱量 44.1MJ/kg

炭素排出係数 19.5gC/MJ (真発熱量)

ジェット燃料油とは、航空機のジェットエンジン用に使用される燃料油であり、沸点範囲が 150 ~ 250 の灯油成分を基本に、凝固点・引火点・不純物・芳香族分などが航空機用規格に従い調整されたものをいう。灯油型ジェット燃料油とも呼ばれる。

ジェット燃料油は、主に民間航空用ジェット機の燃料として使用されている。

\$330 灯油 (Other-) Kerosene

標準的真発熱量 43.8MJ/kg

炭素排出係数 19.6gC/MJ (真発熱量)

灯油とは、家庭用暖房燃料などに使用される燃料油であり、沸点範囲が 150 ~ 300 の灯油留分から製造されたものをいう。

\$340 軽油 Gas/Diesel Oil

標準的真発熱量 43.0MJ/kg

炭素排出係数 20.2gC/MJ (真発熱量)

軽油とは、自動車などのディーゼル機関用などに使用される燃料油であり、沸点範囲が 180 ~ 380 の(軽質)軽油留分を基本に製造されたものをいう。

軽油には、原油を常圧蒸溜した際の常圧残油から減圧蒸留により製造される重質軽油が含まれるが、重質軽油は通常接触分解によるガソリンの原料として使用されている。

日本で使用されているA重油は、残渣油 3: 軽油 7 の比で調合された日本固有の製品であり、IEAエネルギーバランス表の分類上では軽油に近い性質のものである。

\$350 重油 Residual Fuel Oil

標準的真発熱量 40.4MJ/kg

炭素排出係数 21.1gC/MJ (真発熱量)

重油とは、産業用ボイラー燃料や船用ディーゼルエンジンなどに使用される燃料油で

あり、沸点範囲が 380 以上の常圧残油や、さらに常圧残油を減圧蒸留した際の減圧残油から製造された、比重 0.9kg/l以上、引火点 50 以上、動粘度 10cSt(80)以上のものをいう。IEAエネルギーバランス表上の重油は、日本でのC重油に相当する。

\$360 LPG Liquefied Petroleum Gas

標準的真発熱量 47.3MJ/kg
炭素排出係数 17.2gC/MJ (真発熱量)

LPGとは、石油精製や天然ガス精製の過程で回収されるプロパン・ブタンからなる燃料をいう。プロパン・ブタンとも常温常圧で気体なので、加圧容器に液化した状態で使用される。着火性・取扱性の良いため家庭用に使用される他、石油化学原料として使用される。

\$370 原料油・原料製品 Naphtha and other products

(エタン Ethane)

標準的真発熱量 46.4MJ/kg
炭素排出係数 16.8gC/MJ (真発熱量)

エタンとは、石油精製や天然ガス精製の過程で回収されるエタンをいう。エタンは主に石油化学原料として使用される。

(ナフサ Naphtha)

標準的真発熱量 44.5MJ/kg
炭素排出係数 20.0gC/MJ (真発熱量)

ナフサとは、石油化学原料や改質ガソリン原料用に使用される原料油であり、沸点範囲が 30 ~ 210 の軽質留分から製造されたものをいう。

(アスファルト Bitumen)

標準的真発熱量 40.2MJ/kg
炭素排出係数 22.0gC/MJ (真発熱量)

アスファルトとは、道路舗装や防水材料などに使用される原料であり、常圧残油や減圧残油から製造された半固体 ~ 固体状の炭化水素製品をいう。

(潤滑油 Lubricants)

標準的真発熱量 40.2MJ/kg
炭素排出係数 20.0gC/MJ (真発熱量)

潤滑油とは、機械部品の潤滑・防水・防錆、油圧機器の作動などに使用される液体状炭化水素製品をいう。

(パラフィンろう・パラフィン溶剤 Paraffin Waxes, Whie Spirit and SBP)

標準的真発熱量 40.2MJ/kg
炭素排出係数 20.0gC/MJ (真発熱量)

パラフィン溶剤とは、工業用溶剤や洗浄剤に使用される液体状炭化水素であり、炭素数 7 ~ 12 程度、沸点範囲 200 以下、引火点 30 以上の軽質炭化水素をいう。

パラフィンろうとは、簡易な潤滑や防水などに使用される固体状炭化水素であり、潤滑油の脱蠟工程から産出する炭素数 12 以上の直鎖状炭化水素で、融点 45 以上のものをいう。

(他重質石油製品 Other Petroleum Products)

標準的真発熱量 40.2MJ/kg
炭素排出係数 20.0gC/MJ (真発熱量)

他重質石油製品とは、グリース、タールなどいずれの石油製品にも分類されない製品や、ベンゼン・トルエンなど精製工程で直接得られた化学製品、回収硫黄などをいう。

\$380 オイルコークス Petroleum Coke

標準的真発熱量 32.5MJ/kg

炭素排出係数 26.6gC/MJ (真発熱量)

オイルコークスとは、常圧残油や減圧残油の熱分解時や接触分解時の触媒表面に生成する、炭素分 90 %以上の固体状の炭化水素をいう。

オイルコークスは、灰分を殆ど含まないため炭素電極用材料、加熱還元剤、コークス製造用原料などに利用されている。

\$390 製油所ガス Refinery Gas

標準的真発熱量 49.5MJ/kg

炭素排出係数 14.0gC/MJ (真発熱量)

製油所ガスとは、石油精製の各工程や石油化学工程から副生する気体であって、主に水素、メタン、硫化水素などからなり加圧しても常温で液化しないものをいう。

製油所ガスは、石油精製における原油などの加熱用燃料に使用される。

\$ 4 天然ガス

\$410 天然ガス Natural Gas

標準的真発熱量 48.0MJ/kg

炭素排出係数 15.3gC/MJ (真発熱量)

天然ガスとは、天然に産出するメタンを主成分とする気体状の炭化水素であって、NGL・コンデンセートを分離した後のものをいう。

都市ガスとして家庭用に使用するため、天然ガスにLPGなどを混合したガスや、石炭・オイルシェールの分解などにより製造されたガスも本項目に含まれる。

天然ガスは、パイプラインや配管を介して産業用～家庭用の汎用燃料として使用される他、一部がメタノールなどの化学原料として使用されている。

\$ 5 原子力

\$510 原子力発電 Nuclear Power Generation

標準的真発熱量 一次換算時 10.9MJ/kWh^{*26} , 最終消費時 3.60MJ/kWh

炭素排出係数 -- (計上せず)

原子力発電とは、原子炉を利用した汽力発電をいう。

IEAエネルギーバランス表では、原子力発電の一次エネルギー換算において、各国の原子炉の発生熱量と発電電力量の比較から、統一的に発電効率 33 %として一次エネルギー換算値を 10.9MJ/kWhとしている。

\$520 原子力熱利用 Nuclear Heat Generation

標準的真発熱量 一次換算時 1.00MJ/MJ, 最終消費時 1.00MJ/MJ

炭素排出係数 -- (計上せず)

原子力熱利用とは、フランス・ロシアなどで行われている、原子炉を熱源とした熱供給をいう。主に農業用熱源や海水淡水化用熱源などに使用されている。

\$ 6 水 力

\$610 水力発電 Hydraulic Power Generation

*26 日本では核燃料サイクル政策を支持しており原子力発電の発電効率が定義できないことから、一般電気事業者の発電効率(約 40 %)を用いて一次エネルギー換算を行っている。

標準的真発熱量 一次換算時 3.60MJ/kWh , 最終消費時 3.60MJ/kWh

炭素排出係数 -- (計上せず)

水力発電とは、河川や貯水池などによる淡水の位置エネルギーを利用して行う発電をいう。

IEAエネルギーバランス表では、揚水発電は含まず自家消費に計上する。

IEAエネルギーバランス表では、ノルウェーやカナダなど発電の大部分を水力が占める国が多数存在し、これらの国では化石燃料を用いた火力発電と水力発電が直接の代替関係にないことから、水力発電の一次エネルギー換算は 3.60MJ/kWhで発電効率を 100 %^{*27}と見なしている。

\$ 7 地熱・太陽光・風力等

\$710 地熱発電 Geothermal Power Generation

標準的真発熱量 一次換算時 36.0MJ/kWh , 最終消費時 3.60MJ/kWh

炭素排出係数 -- (計上せず)

地熱発電とは、地熱を利用して行う火力発電をいう。

地熱発電においては、殆どの場合ヒ素・硫黄分など有害成分を含有する地熱流体を地下に環流したり、石灰分・石膏分などの配管内付着や閉塞を防止するために、発電効率は 10 %程度に抑制されている。このため、地熱発電の一次エネルギー換算は 36.0MJ/kWhとし発電効率を 10 %と見なしている。

\$720 地熱直接利用 Geothermal Heat

標準的真発熱量 一次換算時 7.20MJ/MJ , 最終消費時 1.00MJ/MJ

炭素排出係数 -- (計上せず)

地熱直接利用とは、地熱を利用して行う熱供給をいう。

アイスランド、イタリアなどでの地熱直接利用においては、地熱発電同様の理由から、熱効率が 50 %程度に抑制されている。このため、地熱発電の一次エネルギー換算は 7.20MJ/MJとし熱効率を 50 %と見なしている。

IEAエネルギーバランス表では、家庭部門などで自給自足的に行われる非商業エネルギー利用は統計の対象から除外しており、商業用の熱供給事業で行う地熱利用だけが本項目に計上されている。

\$730 太陽光発電 Solar Power Generation

\$740 風力発電 Wind Power Generation

\$750 波力発電・潮汐発電 Ocean Wave/Tidal Power Generation

標準的真発熱量 一次換算時 3.60MJ/kWh , 最終消費時 3.60MJ/kWh

炭素排出係数 -- (計上せず)

IEAエネルギーバランス表では、化石燃料を用いた火力発電と太陽光発電などが直接の代替関係にないことから、太陽光発電などの一次エネルギー換算は 3.60MJ/kWhで発電効率を 100 %と見なしている。

\$760 太陽熱直接利用 Solar Heat

標準的真発熱量 一次換算時 1.00MJ/MJ , 最終消費時 1.00MJ/MJ

炭素排出係数 -- (計上せず)

太陽熱直接利用とは、太陽熱を利用して行う熱供給をいう。

IEAエネルギーバランス表では、家庭部門などで自給自足的に行われる非商業エネルギー

*27 日本の総合エネルギー統計では、水力発電や地熱発電などが化石燃料を用いた火力発電と代替関係にあることを反映し、一般電気事業者の平均発電効率(約 40 %)を用いて一次エネルギー換算を行っている。

ギー利用は統計の対象から除外しており、商業用の熱供給事業で行う太陽熱利用だけが本項目に計上されている。

\$ 8 バイオマス・廃棄物

\$810 産業廃棄物 Industrial waste

\$820 一般廃棄物 Municipal Waste

\$830 固体バイオマス Primary solid biomass

標準的真発熱量 1.00MJ/MJ

炭素排出係数 -- (計上せず)

産業廃棄物・一般廃棄物とも、廃材・古紙・植物片・動物屎尿・厨芥などのバイオマス成分であることを前提とし、廃プラスチックなどを含まない。木炭は\$870 に分類する。

\$840 気体バイオマス Biogas

標準的真発熱量 1.00MJ/MJ

炭素排出係数 -- (計上せず)

気体バイオマスとは、植物片・動物屎尿などを発酵・分解させて得られたメタンガスであり、多くは窒素・二酸化炭素などの不純物を多く含む。先進国では下水処理や廃棄物埋立処理施設からの回収が多い。途上国では木炭の製造に伴う木炭ガスが多い。

\$850 液体バイオマス Liquid biomass

標準的真発熱量 1.00MJ/MJ

炭素排出係数 -- (計上せず)

液体バイオマスとは、植物片・動物屎尿などを発酵させて得られた液体から抽出されたメタノール、エタノールである。輸送用燃料(バイオエタノール)に使用されることが多い。

\$860 他バイオマス Non-specified combustible biomass / wastes

標準的真発熱量 1.00MJ/MJ

炭素排出係数 -- (計上せず)

気体・液体・固体の分類に属さないその他のバイオマスをいう。植物片・動物屎尿などの混合利用などが該当する。

\$870 木炭 Charcoal

標準的真発熱量 1.00MJ/MJ

炭素排出係数 -- (計上せず)

木材を乾留した固体バイオマス製品をいう。様々な形で加工したものが家庭用燃料として発展途上国で広く使用されている。

2. IEAエネルギーバランス表と産業連関表との対応

2-1. IEAエネルギーバランス表の産業連関表形式エネルギーCO2物量表への組替

2-1-1. ISIC分類に準拠した産業連関表とIEAエネルギーバランス表

1-2. では、IEAエネルギーバランス表の部門構造を解説し、個々の部門が ISIC分類の産業部門と対応関係にあることを説明した。

本項では、逆にISIC分類に準拠した産業連関表を基準とした場合、IEAエネルギーバランス表の各部門はどのように再整理されるかを解説する。

2-1-2. IEAエネルギーバランス表上の集計表示部門の内訳分離推計の考え方

1) IEAエネルギーバランス表・産業連関表の統計の正確性の仮定

まず、IEAエネルギーバランス表と同一年の産業連関表が得られており、かつ当該産業連関表の各エネルギー源に関する投入・産出額はある程度正確であると仮定する。

2) 部門内でのエネルギー価格の均一性の仮定

また、IEAエネルギーバランス表で集計表示された部門に該当する産業間でのエネルギー源の購入価格はほぼ同じであると仮定する。

3) 投入額按分分割による内訳分離

これらの仮定により、IEAエネルギーバランス表において複数のISIC分類による産業が集計表示されている部門については、該当するエネルギー源の産業連関表上の投入額を集計し投入額比で按分していけば、IEAエネルギーバランス表上の集計表示された部門のエネルギー転換投入やエネルギー消費を、ISIC分類による産業分類に内訳分離し再整理できる。

具体的には、#29 紙パ印刷工業 - \$110 無煙炭 の物量については、産業連関表上でのISIC-D-21 紙パ産業の無煙炭の投入額と、ISIC-D-22 印刷産業の無煙炭の投入額の合計に対応している訳であり、両産業の投入額で按分すれば無煙炭の物量の内訳分離ができたこととなる。

具体的な内訳分離の推計手法を 2-2. で解説する。

[式 2-1-2-1. IEAエネルギーバランス表の集計表示部門のISIC分類への内訳分離]

$$E_{ijk} = E_{ij} * e_{ijk} / k (e_{ijk}) \quad \dots \text{式 2-1-2-1)}$$

i	部門区分 (i [エネルギー転換 #9 ~ #18]又は[最終エネルギー消費 #20 ~ #47])
j	エネルギー源区分(j \$1 石炭・石炭製品, \$2 原油, \$3 石油製品, \$4 天然ガス・都市ガス)
k	ISIC分類による産業(k A-01 ~ Q-99)
E _{ijk}	IEAi部門区分の jエネルギー源の数量のうち、k産業の転換投入又は最終消費 (toe)
E _{ij}	IEAi部門区分の jエネルギー源の転換投入又は最終消費 (toe)
e _{ijk}	IEAi部門区分に該当する k産業の 産業連関表上の jエネルギー源の投入額 (\$)

2-1-3. IEAエネルギーバランス表上のエネルギー転換部門・運輸部門の扱い

IEAエネルギーバランス表上でのエネルギー転換部門、特に発電部門などについては、各産業部門で行われている自家発電のエネルギー投入が集計表示されている。

同様に、運輸部門においては、各産業部門が行った輸送に関するエネルギー消費が集計表示されている。

仮に当該国の産業連関表において自家発電・自家輸送などの項目が整備されている場合には、例えば発電部門はエネルギー源毎の転換投入量を電気事業の投入額と自家発電の投入額で按分すればよく、自動車輸送はガソリン・軽油の最終消費量を運輸事業の投入額と時価輸送の投入額で按分すればよい。

しかし、産業連関表上、自家発電・自家輸送などの項目が明確に整備されていない場合には、発電部門から電気事業のエネルギー転換量を控除した残りを自家発電を行っているとして推定される製造業に配分したり、あるいは、自動車輸送については各産業や家計のガソリン・軽油の投入額を全部集計し、全ての産業や家計にこれを按分するといった特殊な取扱いを行うことが必要である。

具体的には、このような場合の処置について部門別に 2-2. で解説する。

2-2. IEAエネルギーバランス表の組替方法

2-2-1. IEAエネルギーバランス表のISIC分類準拠の産業連関表への組替

本項では、IEAエネルギーバランス表を ISIC分類準拠の産業連関表に組替える一般的な方法を表形式で示す。

各産業のエネルギー消費・投入は、産業エネルギー消費、運輸エネルギー消費、エネルギー転換投入等の合計で示される。

ここで、産業連関表上の自家発電・自家輸送以外の各産業部門には自家発電・自家輸送等のエネルギー源の投入はないものとし、エネルギー転換部門については投入エネルギー源がプラス計上、発生エネルギー源が屑副産物同様マイナス計上とする。

[表 2-2-2-1. IEAエネルギーバランス表のISIC産業分類準拠産業連関表への組替略号一覧]

***	IEAエネルギーバランス表上の部門番号 (エネルギー転換 #9 ~ #18 又は 最終エネルギー消費 #20 ~ #47)
k	ISIC分類による産業分類 (k A-01 ~ Q-99)
EIND _m	物量表記でのm産業用エネルギー (toe) (mは各エネルギー源、但し陸上輸送用エネルギー源(ガソリン,軽油)を除く)
SI _m (***, k)	IEAエネルギーバランス表上の同一部門(***)を共有する産業におけるk産業の金額表記でのm産業用エネルギー合計に対するシェア
ETR _n (#37)	物量表記でのn陸上輸送用エネルギー(n ガソリン, 軽油) (toe)
ST _n (k)	k産業の金額表記でのn陸上輸送用エネルギーのシェア
EHHd(#43)	物量表記での家計部門エネルギー

[表 2-2-2-2. IEAエネルギーバランス表のISIC産業分類準拠産業連関表への組替]

Page - 1

ISIC産業分類	産業エネルギー消費	運輸エネルギー消費	エネルギー転換他
A01 農業	$m \text{ EIND}_m(\#45) * \text{SI}_m(\#45,01)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(01)$	--
A02 林業	$m \text{ EIND}_m(\#45) * \text{SI}_m(\#45,02)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(02)$	--
B05 水産業	$\text{EIND}(\#46)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(05)$	--
C10 石炭鉱業	--	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(10)$	($m \text{ EIND}_m(\#17) * \text{SI}_m(\#17,10)$)
C11 石油ガス鉱業	--	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(11)$	($m \text{ EIND}_m(\#17) * \text{SI}_m(\#17,11)$)
C12 核燃料鉱業	--	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(12)$	($m \text{ EIND}_m(\#17) * \text{SI}_m(\#17,12)$)
C13 金属鉱業	$m \text{ EIND}_m(\#27) * \text{SI}_m(\#27,13)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(13)$	--
C14 砕石鉱業他	$m \text{ EIND}_m(\#27) * \text{SI}_m(\#27,14)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(14)$	--
D15 飲食品工業	$m \text{ EIND}_m(\#28) * \text{SI}_m(\#28,15)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(15)$	--
D16 外工工業	$m \text{ EIND}_m(\#28) * \text{SI}_m(\#28,16)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(16)$	--
D17 繊維工業	$m \text{ EIND}_m(\#32) * \text{SI}_m(\#32,17)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(17)$	--
D18 衣料品工業	$m \text{ EIND}_m(\#32) * \text{SI}_m(\#32,18)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(18)$	--
D19 皮革製品等	$m \text{ EIND}_m(\#32) * \text{SI}_m(\#32,19)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(19)$	--
D20 木製品工業	$\text{EIND}(\#30)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(20)$	--
D21 紙製品工業	$m \text{ EIND}_m(\#27) * \text{SI}_m(\#27,21)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(21)$	--
D22 印刷工業	$m \text{ EIND}_m(\#27) * \text{SI}_m(\#27,22)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(22)$	--
D23 石炭製品	--	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(23)$	$\text{EIND}(\#12), \text{EIND}(\#14),$ $\text{EIND}(\#15)$, $m \text{ EIND}_m(\#17) * \text{SI}_m(\#17,23)$, $m \text{ EIND}_m(\#18) * \text{SI}_m(\#18,23)$
D24 化学工業	$\text{EIND}(\#22)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(24)$	$\text{EIND}(\#13),$, $m \text{ EIND}_m(\#16) * \text{SI}_m(\#16,24)$, $m \text{ EIND}_m(\#17) * \text{SI}_m(\#17,24)$
D25 プラスチック製品	$m \text{ EIND}_m(\#33) * \text{SI}_m(\#33,25)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(25)$	--
D26 窯業土石	$\text{EIND}(\#24)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(26)$	--
D27 一次金属	$\text{EIND}(\#21), \text{EIND}(\#23)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(27)$	--
D28 金属製品	$m \text{ EIND}_m(\#26) * \text{SI}_m(\#26,28)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(28)$	--
D29 一般機械	$m \text{ EIND}_m(\#26) * \text{SI}_m(\#26,29)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(29)$	--
D30 事務機械	$m \text{ EIND}_m(\#26) * \text{SI}_m(\#26,30)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(30)$	--
D31 電気機械	$m \text{ EIND}_m(\#26) * \text{SI}_m(\#26,31)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(31)$	--
D32 通信機械	$m \text{ EIND}_m(\#26) * \text{SI}_m(\#26,32)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(32)$	--
D33 精密機械	$m \text{ EIND}_m(\#33) * \text{SI}_m(\#33,33)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(33)$	--
D34 自動車	$m \text{ EIND}_m(\#25) * \text{SI}_m(\#25,34)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(34)$	--
D35 他輸送機械	$m \text{ EIND}_m(\#25) * \text{SI}_m(\#25,35)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(35)$	--
D36 家具製品	$m \text{ EIND}_m(\#33) * \text{SI}_m(\#33,36)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(36)$	--
D37 リサイクル工業	$m \text{ EIND}_m(\#33) * \text{SI}_m(\#33,37)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(37)$	--
E40 電気ガス熱	--	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(40)$	$m \text{ EIND}_m(\#09) * \text{SI}_m(\#09,40)$, $m \text{ EIND}_m(\#10) * \text{SI}_m(\#10,40)$, $m \text{ EIND}_m(\#11) * \text{SI}_m(\#11,40)$, $m \text{ EIND}_m(\#17) * \text{SI}_m(\#17,40)$, $m \text{ EIND}_m(\#18) * \text{SI}_m(\#18,40)$
E41 上水道	$m \text{ EIND}_m(\#44) * \text{SI}_m(\#44,41)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(41)$	--

ISIC産業分類	産業エネルギー消費	運輸エネルギー消費	エネルギー転換他
F45 建設業	EIND(#31)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (45)	--
G50 自動車小売	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,50)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (50)	--
G51 卸売	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,51)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (51)	--
G52 小売(除車)	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,52)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (52)	--
H55 ホテル飲食店	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,55)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (55)	--
I60 陸上輸送	--	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (60), ETR(#38), ETR(#39), ETR(#41), -ETR(#51)	--
I61 水上輸送	--	ETR(#40)	--
I62 航空輸送	--	ETR(#36)	--
I63 輸送サービス	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,63)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (63)	--
I64 通信郵便	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,64)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (64)	--
J65 金融業	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,65)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (65)	--
J66 保険業	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,66)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (66)	--
J67 金融サービス	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,67)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (67)	--
K70 不動産	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,70)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (70)	--
K71 リース業	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,71)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (71)	--
K72 ソフトウェア他	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,72)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (72)	--
K73 研究開発	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,73)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (73)	--
K74 他対企業サ	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,74)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (74)	--
L75 政府	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,75)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (75)	--
M80 教育	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,80)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (80)	--
N85 医療保健	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,85)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (85)	--
O90 廃棄物処理	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,90)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (90)	--
O91 各種団体	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,91)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (91)	--
O92 娯楽サービス	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,92)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (92)	--
O93 他対個人サ	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,93)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (93)	--
R100 自家発電	--	--	m EIND $_m$ (#09)*SI $_m$ (#09,100), m EIND $_m$ (#10)*SI $_m$ (#10,100), m EIND $_m$ (#11)*SI $_m$ (#11,100)
R101 自家輸送	--	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (101)	--
S200 家計	EHHD(#43),	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (200)	--
P95 ~ P97 含む	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,95)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (95)	--
	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,96)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (96)	--
	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,97)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (97)	--

(略号) ** IEA表上の部門番号 (エネルギー-転換 #9 ~ #18 又は 最終エネルギー-消費 #20 ~ #47)

k ISIC分類による産業分類 (k A-01 ~ Q-99)

EIND $_m$ 物量表記でのm産業用エネルギー-(toe) (mは各エネルギー-源、但陸上輸送用エネルギー-源(ガソリン、軽油)除く)

SI $_m$ (#,k) IEA表上の同一部門(##)を共有する産業におけるk産業の金額表記でのm産業用エネルギー-合計に対するシェア

ETR $_n$ (#37) 物量表記でのn陸上輸送用エネルギー-(n ガソリン、軽油) (toe)

ST $_n$ (k) k産業の金額表記でのn陸上輸送用エネルギー-のシェア

EHHD(#43) 物量表記での家計部門エネルギー

3. 日本とインドを例としたIEAエネルギーバランス表の評価と留意点

3-1. 日本のIEAエネルギーバランス表と総合エネルギー統計の比較による評価

3-1-1. IEAエネルギーバランス表の問題点の評価手法

本項では、IEAエネルギーバランス表の作表過程自体に伴う問題点を日本を事例として評価することを試みる。

日本についてのIEAエネルギーバランス表は、IEAにより換算され真発熱量で記載されているが、その元となる統計は総発熱量で記載された日本の公式統計である総合エネルギー統計であり、エネルギー需給を見る上で重要なポイントを比較することにより、両者の差異を観察しIEAエネルギーバランス表の作表過程に関する問題点を評価することができる。

従って、IEAが作成公開している 2003 年の日本のIEAエネルギーバランス表と、総合エネルギー統計を比較し、IEAエネルギーバランス表の作表過程に関する問題点を評価する。

3-1-2. 総合エネルギー統計のIEAエネルギーバランス表形式への変換

2003 年の日本のIEAエネルギーバランス表と総合エネルギー統計を比較するためには、総合エネルギー統計をIEAエネルギーバランス表の部門分類・エネルギー源分類に従って再整理し真発熱量に換算するなどの変換が必要である。

本項では、以下の手順に従い 2003 年度の総合エネルギー統計をIEAエネルギーバランス表に準拠した形式に変換した。

1) 部門の整合化

総合エネルギー統計で用いられている「行」方向の部門は、IEAエネルギーバランス表の部門と分類方法が異なっているので、これを再整理し整合化させる。

2) 真発熱量換算

総合エネルギー統計では総発熱量が用いられているので、総合エネルギー統計のエネルギー表を付属の換算表に従い真発熱量に換算する。

3) エネルギー源の整合化

1), 2) の処理を行った後、「列」方向のエネルギー源別に集計を行い、IEAエネルギーバランス表準拠の総合エネルギー統計真発熱量表を得る。

3-1-3. 変換した総合エネルギー統計とIEAエネルギーバランス表の比較結果

3-1-2 の方法により変換した 2003 年度の総合エネルギー統計と、2003 年のIEAエネルギーバランス表を比較した結果は以下のとおりであり、IEAエネルギーバランス表は一次エネルギー総供給や最終エネルギー消費の合計量で 2 ~ 3 %の乖離を生じることが判明した。

さらに、詳細な部門別内訳を見た場合、エネルギー転換部門、最終エネルギー消費の部門別エネルギー需給の殆どの部分において総合エネルギー統計と大きな乖離があることが判明した。

従って、IEAエネルギーバランス表は一次エネルギー供給全体、最終エネルギー消費全体については2～3%程度のかかなり高い精度で再現をしているが、発電部門や産業部門といった個別部門におけるエネルギー需給については、IEAの判断により操作が加えられているため、必ずしも精度が高くないものと評価される。

1) 一次エネルギー供給部門

一次エネルギー総供給においては、約1.8%の差異が見られる。

差異の大部分は、石油製品の輸出入、再生可能・未活用エネルギーの国内生産の乖離によるものである。

石油製品の輸出入の乖離については、IEAでは石油製品の標準発熱量を国際標準値としており、実態と異なる値を使用していることから、石油製品の輸出入において大きな乖離を生じているものと考えられる。

再生可能・未活用エネルギーの国内生産量の乖離については、IEAでは再生可能・未活用エネルギーの定義が日本と異なり、回収蒸気・回収電力などの未活用エネルギー源の大部分をIEAエネルギーバランス表が表現できないことにより乖離が生じているものと考えられる。

2) エネルギー転換部門

エネルギー転換部門においては、約6.8%の差異が見られる。

差異分は多くのエネルギー転換部門で生じており、特に石炭製品製造、発電・熱発生などで乖離が大きくなっている。

石炭製品製造の乖離については、IEAでは石油製品などにIEA固有のエネルギー単位を与えているため、エネルギー投入と産出は当然にバランスしなくなり、各エネルギー転換の行方向の転換効率や各エネルギー源の列方向の統計誤差が整合しなくなるものと考えられる。

発電・熱発生の乖離については、IEAのエネルギー転換の概念では、自家発電・自家消費などの自給自足的エネルギー転換は最終エネルギー消費と見なすとの原則から幾つかのエネルギー転換を最終エネルギー消費に計上しているため、例えば自家消費の一部を他者に供給している場合などにエネルギー転換部門が整合しなくなるものと考えられる。

さらに、エネルギー源別に見た場合、石炭製品製造の過大なエネルギー損失、石油精製での蒸気の新計上など、誤解・錯誤に基づくと思われる統計の誤計上が数多く見られる。

3) 最終エネルギー消費部門

最終エネルギー消費部門においては、約3.2%の差異が見られる。

差異分は非エネルギー消費、産業部門、運輸部門の順に大きく、また殆ど全部の部門に及んでおり、IEAエネルギーバランス表は総合エネルギー統計が表している各部門のエネルギー消費の内訳を殆ど再現できていないことが観察される。

特に、産業部門については、石炭から熱に至るほぼ全てのエネルギー源において乖離を生じており、IEAエネルギーバランス表の処理過程に大きな問題があることを示唆している。

さらに、非エネルギー消費については石油製品のごく一部のみが非エネルギー消費に計上されており、結果として産業部門のエネルギー消費が過大計上されている。

[表 3-1-3-2. 日本のIEAエネルギーバランス表と総合エネルギー統計の乖離率(2003年)]

%	石炭等	原油	石油製	ガス	原子力	水力等	電力	熱	合計
# 1 国内生産	0.0	+0.1	0.0	-4.7	0.0	-18.3	-	-	-4.9
# 2 輸入	+1.2	+0.4	+7.1	-0.4	0.0	0.0	-	-	+1.2
# 3 輸出	-0.1	0.0	-56.9	0.0	0.0	0.0	-	-	-46.9
# 4 国際舶燃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0
# 5 在庫変動	-97.3	-116.1	-171.1	-94.9	0.0	-100.0	-	-	-123.9
# 6 一次供給	+2.7	+1.3	+27.0	-2.1	0.0	-18.3	-	-	+1.8
(エネルギー転換)	+26.8	-2.8	+4.9	-3.4	0.0	-34.4	0.0	-96.7	+6.8
# 7 品種振替	-100.0	0.0	-398.0	-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-167.7
# 8 統計誤差	+311.9	-65.4	+474.4	+784.4	0.0	0.0	-100.0	0.0	-173.3
# 9 発電	+1.6	+8.2	-16.2	+0.7	0.0	-7.9	-1.3	0.0	-1.7
#10 コージェネ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
#11 熱発生	-99.7	-100.0	-99.7	-75.8	0.0	-98.6	+0.5	-97.3	-100.0
#12 ガス製造	+0.3	0.0	+0.6	+4.4	0.0	-100.0	0.0	0.0	-65.3
#13 石油精製	0.0	+1.4	+0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-100.0	-56.7
#14 石炭製品	+5204.5	0.0	-68.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+1675.5
#15 液化製品	-	-	-	-	-	-	-	-	-
#16 他転換	0.0	-591.1	-2979.8	-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-213.9
#17 自家消費	-0.7	-100.0	+30.8	-62.8	0.0	-100.0	-17.4	-100.0	+9.1
#18 送配損失	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
#19 最終消費	-40.5	0.0	+8.2	+2.0	0.0	+335.4	-0.5	-96.7	-3.2
#20 産業	-39.6	0.0	+132.5	+151.5	0.0	+968.8	+10.5	-100.0	+15.6
#34 運輸	0.0	0.0	+7.3	0.0	0.0	0.0	+0.7	0.0	+7.1
#42 他部門	-61.5	0.0	+10.9	-30.5	0.0	+36.1	-7.2	-0.1	-3.9
#45 農林業	-100.0	0.0	+25.7	-100.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	+26.9
#44 第3次産	-61.5	0.0	-3.1	-53.0	0.0	+722.4	-13.3	-0.1	-15.6
#43 家庭	0.0	0.0	+8.3	-5.0	0.0	+2.4	0.0	+0.7	+1.7
#47 その他	-100.0	0.0	+3741.8	-100.0	0.0	-100.0	-100.0	0.0	+1380.7
#48 非エネ	-100.0	-74.9	-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-75.3

数値は、[IEAエネルギーバランス表上の数値]/[換算した総合エネルギー統計の数値] -1
を%表記したもの

3-2. インドのIEAエネルギーバランス表の留意点

3-2-1. インドのIEAエネルギーバランス表

本項では、インドを事例として、発展途上国のIEAエネルギーバランス表を見る際の留意点や産業連関表形式の物量表を試作する際の留意点について解説する。

インドのIEAエネルギーバランス表として、タタエネルギー研究所:TERI^{*28} が作成した 1999 年の全部門についてのエネルギーバランス表を使用して解説を行う。

当該インドのIEAエネルギーバランス表は、インド国内の統計やエネルギー需給の実態に詳しいTERIが作成しているが、なおその作表においては以下の 2 種類の問題が存在していると考えられる。

1) 国内基礎統計の問題

TERIが使用したインド国内基礎統計にそもそも含まれている問題は、IEAエネルギーバランス表形式に整理しても解消せず、そのまま表現されていると考える必要がある。

2) 作表過程の問題

TERIがインド国内基礎統計をIEAエネルギーバランス表形式に加工変換する際に、IEA事務局同様の加工変換作業の実施による問題が発生する。3-1. での日本に関する比較評価の結果から、当該作業に伴う乖離は2～3%と推定される。

以下、本項においては、主として 1) 国内基礎統計の問題 についてインドのIEAエネルギーバランス表を用いて解説する。

3-2-2. インドの一次エネルギー供給

インドの一次エネルギー供給については、国内生産が一次エネルギー総供給の 85 %を占めており、極めて高い自給率を示している。日本と比較した場合、日本とインドの一次エネルギー総供給はほぼ同量であり、人口 1 人当で考えるとインドのエネルギー供給は日本の 1/10 程度であり、かつその殆どを自給できていることが理解される。

エネルギー源別の一次エネルギー供給を見た場合、インドでは可燃性バイオマス、石炭が大部分を占めており、石油が大部分を占める日本とは対照的である。

以下、エネルギー源毎に詳細にインドの一次エネルギー供給部門の問題点を観察していく。

1) 可燃性バイオマス

インド最大のエネルギー源は藁籾殻・バガスなどの植物性廃棄物、牛糞・鶏糞などの畜産廃棄物を主体とする可燃性バイオマスであるが、その利用は農村部・地方都市での家庭用利用に集中している。従って、先進国での輸送用バイオ燃料やバイオマス発電などの利用とは全く異なり、インドのバイオマス利用は伝統的な燃料利用によるもの

*28 TERI: Tata Energy Research Institute

である。従って、今後の可燃性バイオマスの一次エネルギー供給はインドの経済発展と農村・地方部の家庭部門の電化の進展に伴い横這い～微減で推移すると考えられる。

2) 石 炭

インド第 2 のエネルギー源は豊富な埋蔵量を誇る石炭である。しかし、インド産の石炭の大部分は灰分の多い瀝青炭であり、品質は劣悪で日本で行われているような微粉炭燃焼技術などの高効率技術がそのままでは応用できない。さらに、インドの 390 の炭田の大部分はインド国営石炭公社(CIL)が保有・操業しており、採掘・選炭技術など高品質炭の生産のための投資や技術開発が停滞している状況にある。インドの国産炭はその大部分が発電用燃料として使用されている。

インドでの石炭は主に東ゴーツ山脈東部の内陸東部で産出するが、西部・北部への鉄道輸送は既に能力飽和状態にあり、石炭は主に東部・南部で利用されている。

3) 石油・天然ガス

インドにおける石油・天然ガスの国内生産は国際的に見て決して小さくはないが、国内需要が大きいため自給率は 30 %程度となっている。インドの石油・天然ガスの国内生産や輸入・配送はインド国営石油ガス公社(ONGC)と関連国営会社が行っているが、国内での石油・天然ガス資源は既に探査され尽くした状況にあり、これ以上の国内での追加発見や増産は困難な状況にある。

その結果、インドでは近年石油・天然ガス(LNG)の輸入が急増している。

インド国内の石油・天然ガス資源はほぼ全部海洋油田・ガス田であり、西部のムンバイ沖油ガス田から西部沿岸～ニューデリー迄天然ガスパイプラインが整備されている。東部のベンガル湾側のガス田は水深が深く小規模であるため開発が進んでいない。

また、国内の石油・天然ガス資源が海洋油田・ガス田である結果、石炭と異なり自家消費は無視できる程度に小さくなっており、統計数値が計上されていない。

4) 原子力・水力他

インドの原子力発電については、国産のトリウム資源を有効活用した核燃料サイクルを推進する観点から、日本や他の先進国のようなウランを使った軽水炉中心の発電設備とは異なり、小型の加圧重水炉(PHWR)に重点を置いた独自路線での開発を進めている。2003 年現在のインドの原子力発電設備は 15 基 331 万kWで全部インド原子力公社(NPC)が運営する国有施設であり、発電電力量は 178TWhで稼働率は約 75 %前後となっている。

インド政府は 2020 年迄に発電設備を 2,000 万kWに増強する計画を持っており、現在ロシアなどの支援により数基の原子力発電所を建設中である。

インドの水力発電については、北部ガンジス川源流域やアッサム州など北東部、ケララ州など南西部を中心にインド国営水力発電公社(NHPC)、州電力庁(State Electricity Bureau: SEB)が多数の発電所を保有し、2003 年現在総設備容量 2,666 万kWで合計 753TWhを発電し稼働率は約 30 %前後となっている。

しかし、インドでは農業水利・農地利用優先の政策が採られ、水力発電への投資が不十分な時代が長く続いたために、包蔵水力の 10 %も利用できていない現状にあり、インド中央政府は力を入れているがプロジェクトはあまり進んでいない状況にある。

インドには 2003 年現在約 163 万kWの風力発電がある。風力発電の多くは辺境部での自家発電に使用されているが、発電電力量は 11TWhに過ぎず稼働率は約 8 %程度しかない状態となっている。

インドには、ミャンマー、ネパール、ブータンなどと国際送電網が接続しており、若干の電力輸出入がある。インドは慢性的に電力不足なので輸入超過となっている。

3-2-3. インドのエネルギー転換

インドのエネルギー転換部門については、インドの大部分が熱帯・亜熱帯の気候区分に属し暖房用の熱需要が殆どないことから、国産炭の石炭火力発電による発電部門と、国産・輸入原油を製品に加工処理する石油精製部門が主要な部分を占めている。

以下、部門別に詳細にインドのエネルギー転換部門の問題点を観察していく。

7 品種振替

1999 年度のインドのエネルギーバランス表では品種振替が計上されていないが、先進国の事例から考慮すれば供給側・消費側でそれぞれ正しく統計が取られているのならば必ず石油製品間・原油-石油製品間で品種振替が存在するはずである。

従って、品種振替が計上されていないインドのエネルギーバランス表は最終消費側からエネルギー転換量を「逆推計」したものであることが疑われる。

8 統計誤差

1999 年度のインドのエネルギーバランス表の統計誤差はエネルギー転換・最終エネルギー消費に対して全体で 0.1 %程度しかなく、石炭-1.6 %、石油・天然ガス+0.8 %と一見非常に精度の高いエネルギーバランス表が作成されたように見える。

しかし、第三次産業での燃料消費や品種振替の不存在、異常な送配電損失率など明らかに統計上考えられないような問題がエネルギーバランス表の随所に見られており、いわば「辻褃の合う統計だけを合成し、整合しない数量は無視している」結果精度が高いように見えているものと考えられる。

9 発電

インドの発電用エネルギー投入構成は、約 80 %が石炭火力発電である。

石炭火力発電所の大部分は州電力庁(State Electricity Bureau: SEB)が保有する小規模な旧式設備であり、大都市部の一部でのみインド国営火力公社(NTPC)などが比較的新しい大規模設備を保有している。

2003 年現在インドの火力発電設備は 7,653 万kWで、発電電力量は 5,390TWhであるが、平均稼働率が 80 %程度であり、国際的に見てかなり低い状態にある。老朽設備を無理に運用し故障が頻発していること、灰分の多い石炭の利用で操業トラブルが多い

ことなどが停電が常態化し稼働率が低くなる原因となっている。

また、老朽設備で無理な運用を行っている状況を反映し、1999年のエネルギーバランス表から計算されるインドの火力発電効率は石炭火力で約32%、天然ガス火力でも約32%程度^{*29}しかなく、日本の発電効率が石炭約42%、天然ガス火力で約50%(真発熱量換算)であることと比較すると極めて発電効率が低いことが理解される。

1991年の制度改革により独立系発電事業者(IPP)の参入が認められたが、多くの発展途上国同様、インドでは電気料金は事実上州政府の統制料金となっており非常に低い水準に据え置かれている。このため、IPPの参入はあまり進んでおらず撤退する事業者も見られ、発電設備の増設や更新が殆ど進んでおらず慢性的な電力不足の一因となっている。

#10,#11 コジェネ・熱供給

インドでは家庭用熱需要の大部分は厨房・給湯用で伝統的なバイオマス利用により賄われている。また、熱帯・亜熱帯の国であるため暖房用熱需要が殆ど存在せずコジェネや熱供給は行われていない。

#12 ガス製造

インドの統計では国産天然ガス・輸入天然ガス(LNG)ともに都市ガスと合算され識別されていないため、ガス製造部門は統計上存在していないように見える。現実にはガス配送用の自家消費や電力消費などが存在するはずであるが、無視されている。インドでは早くから国産天然ガス田が開発されてきたため、中国などと異なり石炭ガスやナフサ分解ガスによる都市ガス製造は行われていない。

インドの天然ガスパイプライン事業・都市ガス事業はインドガス公社(Gas Authority of India Ltd.: GAIL)が設備・事業ともにほぼ完全独占しており、一部の州公社による小規模な例外が存在するに過ぎない状況にある。

しかし、エネルギーバランス表上はガスの第三次産業の消費量が把握されていないなどの問題があり、インドガス公社(GAIL)がガスの需給統計の全貌を公開していないか、あるいはそもそも把握していない可能性が推定される。

#13 石油精製

インドの石油精製事業は、国営公社であるインド国営石油ガス公社(ONGC)、インドガス公社(GAIL)、州政府公社や官民合弁7社、民間企業1社の10社が合計18ヶ所の製油所で行っている。石油製品の生産量・生産構成や家庭用製品価格などは2002年の自由化迄の間、インド石油ガス省傘下の石油調整委員会(Oil Co-ordination Committee: OCC)が決定する統制事業となっていた。

1999年のインドのエネルギーバランス表から計算される石油精製のエネルギー効率

*29 天然ガス火力発電で発電効率が32%しかないということは、インドの天然ガス火力発電では先進国のようなガスタービンを用いた複合サイクル発電ではなく単純ボイラ式汽力発電が大部分を占めていることを示している。

は約 98 %であり技術的にはほぼ妥当な水準にある。前述のように統制事業であるという体制面を考慮すれば、製品の産出量は正確に把握されており信頼できたものと考えられる。

但し、2002年のOCC解散による石油精製事業の自由化と家庭用石油製品の価格規制方式への制度改正後、石油製品の統計誤差が2%近くに増加し、石油精製のエネルギー効率がほぼ100%となるなど数値が不安定になってきており、今後の動向が憂慮される。

インドの石油製品の需要は、トラック用の軽油が最も多く、家庭用の灯油や産業用の重油がこれに次ぎ、先進国と比較した場合ガソリン・ジェット燃料油などの需要はあまり多くない。従って国際的に見てかなり重質な原油を精製しているものと考えられる。

#14 石炭製品製造

インドの石炭製品製造事業は、大きく分けて 1) コークス製造と高炉操業・高炉ガス、2) 成型練炭(BKB)製造の2つの内容から構成されている。

コークス製造と高炉操業・高炉ガスは製鉄業に関連するエネルギー転換を表しており、成型練炭(BKB)製造は東部・東南部の炭田での家庭用燃料製造に関するエネルギー転換を表している。

1) コークス製造と高炉操業・高炉ガス

コークス製造部門は、高粘結炭などのコークス原料炭をコークス炉で乾留しコークスとコークス炉ガスなどに分離するエネルギー転換である。

1999年のインドのエネルギーバランス表には、コークス原料炭の投入とコークスの産出しか記述されておらず、コークス炉ガスやコールタールなどについて何も記載されていない。また、コークス原料炭に対するコークスのエネルギー収率は日本の実績値が80%前後であるのに対して、インドでは約55%程度と異常に低い。

従って、インドのエネルギーバランス表ではコークス炉の乾留熱源に自家消費されたはずのコークス炉ガスやコークスの一部がエネルギー転換として記載されておらず、コークス製造のエネルギー損失として扱われてしまっていると推定される。

高炉操業・高炉ガス部門は、鉄鋼業の高炉に投入されたコークスから、高炉内の鉄鉱石の還元で余剰になった高炉ガスが生成する過程を示すエネルギー転換である。ところが、1999年のインドのエネルギーバランス表では、投入されたコークスの約67%がエネルギー損失となり、約33%が高炉ガスとなったと記述されている。

高炉内でのコークスのエネルギー損失は、鉄鉱石の還元に用いられたことは明かで、本来鉄鋼業の最終エネルギー消費と見なされるべきである。従って、当該損失分は作成者の錯誤によりエネルギー転換として計上されているものと考えられる。

2) 成型練炭(BKB)製造

成型練炭(BKB)製造部門とは、褐炭などの低品位炭を脱水し加熱圧縮成型した練炭(BKB)を製造するエネルギー転換である。1999年のインドのエネルギーバランス

表では、褐炭からの練炭(BKB)の収率が 89 %となっているが、原理的には収率はほぼ 100 %でなければならない。従って、原料となる褐炭の発熱量や統計数値がおかしいか、自家発電などの目的で自家消費した練炭(BKB)の数量が控除されていると推定される。

#15 液体燃料製造

1999 年のインドのエネルギーバランス表においては、天然ガス(ウエットガス)からNGL・コンデンセートとLPGを生成する過程が液体燃料製造として表現されており、エネルギー転換効率が約 89 %となっている。

IEAエネルギーバランス表の定義では天然ガスは「ドライガス」を意味しており、ガス井を出たばかりの「ウェットガス」からNGL・コンデンセートやLPGを分離する過程での自家発電用消費などは、本来天然ガス田での「山元消費」として自家消費に記載されなければならないものである。また、GTL技術を用いた天然ガスからの合成燃料製造では灯油か軽油が生成されNGL・コンデンセートやLPGが生成されることはない。従って、作成者の錯誤により液体燃料製造として計上されているものと考えられる。

#16 他エネルギー転換

1999 年のインドのエネルギーバランス表においては、他エネルギー転換には何も計上されていない。しかし、インドには多数の石油化学プラントが存在し、リターンナフサや副生燃料の生成などがあるはずであり、統計が欠落しているものと推定される。

#17 自家消費

1999 年のインドのエネルギーバランス表においては、石炭国内生産部門の山元消費分、石油精製部門の加熱用燃料消費分、発電部門の所内用電力消費分が計上されている。

先述したように、石炭製品製造の自家消費分は自家消費の計上がないが、誤って当該部門の合計欄にエネルギー損失として計上されているものと考えられる。

1) 石炭国内生産部門の山元消費

インドの石炭鉱業については、約 1 %を自家消費していることが示されている。

これは日本での実績(0.1 %以下)と比較するとかなり大きな数値であり、石炭の品質が悪く自家発電の効率が極めて低い、インド国営石炭公社の従業員住宅や関連施設などの分を含めた消費量が含まれているなどの原因が推定される。

2) 石油精製部門の加熱用燃料消費分

インドの石油精製部門については、原油の加熱用原料として重油・製油所ガスなど約 5.5 %相当分の自家消費が計上されている。

これは日本での実績約 3.7 %と比較すると大き目ではあるが妥当な数値であると考えられる。日本では、軽質原油に由来する製油所ガスの自家消費が多いが、インドでは国産や中東産の重質原油を処理している関係から重油の自家消費が多い特徴がある。

3) 発電部門の所内用電力消費分

インドの発電部門については、所内用動力消費として約 7.5 %の自家消費が計上されている。

これは日本での実績約 4.2 %と比較すると大きい、日本の石炭火力発電所の実績約 7.0 %と比較すると大き目ではあるが妥当な数値であると考えられる。

#18 送配損失

1999 年のインドのエネルギーバランス表においては、送電損失として約 21 %相当の電力損失が計上されている。

これは、日本の実績値約 5 %と比較して異常に大きな値である。このような異常に大きな送電損失となっている理由は、以下のように 2 つ(あるいは両方が)考えられる。

a. 統計誤差・違法行為などの混在

発電量から最終消費電力量を引いた値を単に送電損失としており、電力需給の統計誤差や、事故・盗電などによる不整合量が混在している可能性がある。

b. 送電システムの容量不足と位相調整不足

交流送電では、容量不足で位相調整の不十分な送電システムで無理な電力を送ろうとすると周波数・電圧が不安定化し級数的に損失が増大するため、本当に 21 %近い損失が生じている可能性がある。インドでは年率 7 %近い電力需要増が続いてきたが、発電設備同様に州電力公社(SEB)の高圧送電システムの整備が追いついておらず、停電の慢性化と異常な送配電損失の原因となっている可能性が高い。

3-2-4. インドの最終エネルギー消費

インドの最終エネルギー消費部門については、50 %以上を家庭部門のエネルギー消費が占め、かつその大部分が可燃性バイオマスであるという特徴的な構造となっている。

1999 年のインドのエネルギーバランス表の産業部門には、細かい産業部門別のエネルギー需給が記載されているが、いずれも断片的な統計を集成したものであり、エネルギー別に見た場合問題が少なくない。

1999 年のインドのエネルギーバランス表の運輸部門によれば、運輸部門の最終エネルギー消費の 90 %は道路運送のトラック用の軽油消費である。インドは鉄道網が発達した国であるが、ディーゼル機関車が輸送の主力でありその輸送力は飽和してしまっている。

1) 産業部門

#21 鉄鋼業

鉄鋼業の最終エネルギー消費としてコークス原料炭、コークス、高炉ガス、軽油・重油、電力などが計上されている。

このうち、コークス原料炭を鉄鋼業が直接諸費することは考えにくく、コークス製造用石炭のエネルギー転換部門での計上漏れが計上されていると推定される。

また、エネルギー転換の高炉操業・高炉ガスは本来ここに計上されるべきである。

#22 化学・石油化学工業

化学・石油化学工業の最終エネルギー消費として一般炭、ナフサ、軽油・重油、天然ガス、電力などが計上されている。

このうちナフサはエチレン・プロピレンなど石油化学原料用の消費、天然ガスの一部はメタノール製造用消費などと考えられるが、#48 非エネルギー消費にナフサや天然ガスが全く計上されておらず、作成者の錯誤と考えられる。

#23 非鉄金属 ~ #32 繊維皮革工業

非鉄金属 ~ 繊維皮革工業においては、各種統計から把握できるエネルギー消費量が計上されているものと考えられる。

#33 他製造業

他製造業の最終エネルギー消費の大部分は可燃性バイオマスであり、他製造業は生業的な中小零細企業でのエネルギー消費を計上してあるものと考えられる。

2) 運輸部門

#35 国際航空輸送, #36 国内航空輸送

国際航空輸送にはジェット燃料油などのエネルギー消費が計上されており、国内航空輸送にはエネルギー消費が全く計上されていない。従って、エアインディアのエネルギー消費全量を国内・国際で区別せずに国際航空輸送に計上したのと考えられる。

#37 陸上輸送

陸上輸送のエネルギー消費の大部分はトラック輸送用の軽油であり、乗用車用と見られるガソリン消費が軽油消費の 20 %程度計上されている。

#38 鉄道輸送

鉄道輸送のエネルギー消費の大部分はディーゼル機関車用の軽油であり、次いで電力が使われている。一部蒸気機関車用の石炭も計上されている。

#39 パイプライン輸送

インドには国産天然ガスを海洋ガス田からニューデリー迄輸送するパイプラインが存在するが、エネルギー消費は計上されていない。

#40 内航海運

内航海運のエネルギー消費は、重油・軽油が使われている。軽油が比較的多いのは、中小型船舶による輸送が多いためと推定される。

#41 他輸送

他輸送として軽油が計上されているが、内容は不明である。

3) その他部門

#43 家庭部門

家庭部門のエネルギー消費は、可燃性バイオマスが最も多く、次いで灯油・LPG、電力の順となっており、エネルギー消費の殆どが厨房用・照明用であると推定される。

インドでは消費者政策として家庭用電気料金が非常に低く設定されているが、家電

製品の普及率が低く家庭電化はこれから進むと考えられる。

#44 第三次産業部門

第三次産業部門のエネルギー消費は、わずかな電力が計上されているだけで明らかに過小であり実態を表していないと考えられる。

第三次産業のエネルギー消費に関する詳細な統計がないため計上が見送られているか、あるいは家庭部門との混合消費が多いため家庭部門にまとめて計上されているかのいずれかであると考えられる。

#45,#46 農林水産業

農林水産業のエネルギー消費は、灌漑用などの電力消費が多く、重油・軽油などがこれに次いでいる。インドの食糧政策の一環として、農業用電気料金は州政府公社(SEB)により非常に低く設定されており、他国と比較して相対的に農業用の電力消費が多くなっている。

#47 その他・秘匿

その他として重油・電力のエネルギー消費が計上されているが、軍用と考えられる。

4) 非エネルギー消費部門

非エネルギー消費部門のエネルギー消費は、アスファルト、潤滑油、パラフィンなどの石油製品が計上されている。

本来、石油化学原料用ナフサなどが計上されていなければならないが、これらの製品の計上はなく、作成者の錯誤と考えられる。

[図表・資料]

[表 1-1-3-1. IEAエネルギーバランス表作表時のエネルギー量換算手順]

エネルギー源	基礎統計		エネルギー量換算		表記単位 (エネルギー単位)
	(固有単位)		換算発熱量	発熱量基準	
石 炭					
原料炭	t		(各国固有発熱量)	真発熱量	toe(真発熱量)
一般炭	t		(各国固有発熱量)	真発熱量	toe(真発熱量)
無煙炭	t		(各国固有発熱量)	真発熱量	toe(真発熱量)
褐炭・泥炭	t		(各国固有発熱量)	真発熱量	toe(真発熱量)
コークス	t		(各国固有発熱量)	真発熱量	toe(真発熱量)
コークス炉ガス	m3		(各国固有発熱量)	総発熱量	toe(真発熱量)
高炉ガス	m3		(各国固有発熱量)	総発熱量	toe(真発熱量)
転炉ガス	m3		(各国固有発熱量)	総発熱量	toe(真発熱量)
石 油					
原 油	bbi, kl		(各国固有発熱量)	真発熱量	toe(真発熱量)
製油所ガス	t		1.150 toe/t	総発熱量	toe(真発熱量)
エタン	t		1.130 toe/t	総発熱量	toe(真発熱量)
LPG	t		1.130 toe/t	総発熱量	toe(真発熱量)
ナフサ	(kl) t		1.075 toe/t	真発熱量	toe(真発熱量)
ガソリン	(kl) t		1.070 toe/t	真発熱量	toe(真発熱量)
ジェット燃料油	(kl) t		1.065 toe/t	真発熱量	toe(真発熱量)
灯 油	(kl) t		1.045 toe/t	真発熱量	toe(真発熱量)
軽 油	(kl) t		1.035 toe/t	真発熱量	toe(真発熱量)
重 油	(kl) t		0.960 toe/t	真発熱量	toe(真発熱量)
精製パラフィン	(kl) t		0.960 toe/t	真発熱量	toe(真発熱量)
潤滑油	(kl) t		0.960 toe/t	真発熱量	toe(真発熱量)
アスファルト	t		0.960 toe/t	真発熱量	toe(真発熱量)
パラフィンワックス	(kl) t		0.960 toe/t	真発熱量	toe(真発熱量)
オイルコークス	t		0.740 toe/t	真発熱量	toe(真発熱量)
他(重質)石油製品	t		0.960 toe/t	真発熱量	toe(真発熱量)
天然ガス					
天然ガス*1	tcf, m3		(各国固有発熱量)	総発熱量	toe(真発熱量)
非化石エネルギー					
原子力発電*2	MWh		0.258toe/0.086toe	総発熱量	toe(真発熱量)
地熱発電*2	MWh		0.860toe/0.086toe	総発熱量	toe(真発熱量)
太陽光・風力発電	MWh		0.086 toe/MWh	総発熱量	toe(真発熱量)
固体バイオマス	PJ		0.02388 toe/PJ		
うち木炭	t		(各国固有発熱量)	真発熱量	toe(真発熱量)
液体バイオマス*3	t		0.650 toe/t	真発熱量	toe(真発熱量)

注) *1: 各国固有発熱量が不明の場合総発熱量で 38.0 TJ/mil.m3 を使用している。

*2: 原子力・地熱は一次換算時/最終消費時のエネルギー換算値を示す。

*3: 液体バイオマスは各国固有発熱量が判明する場合各国固有発熱量を使用している。

[表 1-2-1-1. IEAエネルギーバランス表の部門構成]

一次エネルギー供給部門

- # 1 国内生産 Production
- # 2 輸入 Imports
- # 3 輸出 Exports
- # 4 国際船用輸送燃料 International Marine Bunkers
- # 5 在庫変動 Stock change
- # 6 一次エネルギー国内供給 Total Primary Energy Supply (TPES)

エネルギー転換部門

- # 7 品種振替 Transfers
- # 8 統計誤差 Statistical Differences
- # 9 発電 Electricity Plants
- #10 コージェネレーション Combined Heat and Power Plants: CHP
- #11 熱発生 Heat Plants
- #12 ガス製造 Gas Works
- #13 石油精製 Petroleum Refineries
- #14 石炭製品製造 Coal Transformation
- #15 液体燃料製造 Liquefaction
- #16 他エネルギー転換 Other Transformation
- #17 自家消費 Own use
- #18 送配損失 Distribution and transmission losses

最終エネルギー消費部門

- #19 最終エネルギー消費計 Total final consumption
- #20 産業部門合計 Total Industry (#21 ~ #33 合計)
 - #21 鉄鋼業 Iron and steel
 - #22 化学・石油化学工業 Chemical and petrochemical
 - #23 非鉄金属工業 Non-ferrous metals
 - #24 ガラス・陶磁器・セメントなど非金属鉱物工業 Non-metallic minerals
 - #25 輸送用機械工業 Transport equipment
 - #26 金属製品・一般・電気機械工業 Machinery
 - #27 金属鉱業・砕石業 Mining excluding fuels and quarrying
 - #28 食料品・タバコ工業 Food and tobacco
 - #29 紙パ・印刷工業 Paper, pulp and printing
 - #30 木製品工業 Wood and wood products except pulp and paper
 - #31 建設業 Construction
 - #32 繊維・皮革工業 Textile and leather
 - #33 他製造業 Non-specified
- #34 運輸部門合計 Total Transport (#35 ~ #41 合計)
 - #35 国際航空輸送 International aviation
 - #36 国内航空輸送 Domestic aviation
 - #37 道路輸送 Road
 - #38 鉄道輸送 Rail
 - #39 パイプライン輸送 Pipeline transport
 - #40 内航海運輸送 Domestic navigation
 - #41 他輸送 Non-specified

#42 その他部門合計 Total other sector (#43 ~ #47 合計)

#43 家計 Residential

#44 第三次産業 Commercial and Public services

#45 農林業 Agriculture/forestry

#46 水産業 Fishing

#47 分類不明・秘匿 Non-specified consumption

#48 非エネルギー利用部門合計 (#49 ~ #52 合計)

#49 エネルギー転換部門での非エネルギー利用

#50 産業部門での非エネルギー利用

#51 運輸部門での非エネルギー利用

#52 その他部門での非エネルギー利用

#53 発電電力量

#54 # 9 発電による発電電力量

#55 #10 コージェネレーションによる発電電力量

#56 発生熱量

#57 #10 コージェネレーションによる熱発生量

#58 #11 熱発生による熱発生量

[表 1-3-2-1. IPCC温室効果ガス排出量算定方法ガイドラインの国際標準炭素排出係数(2006)]

エネルギー源	炭素排出係数 gC/MJ *1	(炭素排出係数 95 %信頼区間)		備 考
		同下限値	同上限値	
石炭・石炭製品				
無煙炭	26.8	25.8	27.5	Anthracite
コークス原料炭	25.8	23.8	27.6	Coking Coal
瀝青質一般炭	25.8	24.4	27.2	Bituminous Coal
亜瀝青質一般炭	26.2	25.3	27.3	Sub-bituminous C.
褐 炭	27.6	24.8	31.3	Lignite, Brown Coal
泥 炭 *2	28.9	28.4	29.5	Peat
コークス	29.2	26.1	32.4	Gas-, Lignite-含む
コールタール	22.0	18.6	26.0	
コークス炉ガス	12.1	10.3	15.0	Gas Works- 含む
高炉ガス	70.8	59.7	84.0	*3 Brast Furnace-
転炉ガス	49.6	39.5	55.0	*3 Oxygen Steel-
成形練炭類	26.6	23.8	29.6	BKB, Patent Fuel
原油・石油製品				
原 油	20.0	19.4	20.6	
瀝青質混合物	21.0	18.9	23.3	Orimulsion
NGL・コンデンセート	17.5	15.9	19.2	Natural Gas Liquid
シェールオイル	20.0	18.5	21.6	Shale Oil
オイルサンド類	29.1	24.6	34.0	Oil Shale 含む
自動車用ガソリン	18.9	18.4	19.9	
航空用ガソリン	19.1	18.4	19.9	Aviation-, Jet-含む
ジェット燃料油	19.5	19.0	20.3	Jet Kerosene
灯 油	19.6	19.3	20.1	Other Kerosene
軽 油	20.2	19.8	20.4	Gas/Diesel Oil
重 油	21.1	20.6	21.5	Residual Fuel Oil
LPG	17.2	16.8	17.9	
エタン	16.8	15.4	18.7	
ナフサ	20.0	18.9	20.8	
アスファルト	22.0	19.9	24.5	Bitumen
潤滑油	20.0	19.6	20.5	Lubricants
オイルコークス	26.6	22.6	31.3	
精製原料油	20.0	19.6	20.5	Refinery Feedstock
製油所ガス	14.0	12.5	20.9	Refinery Gas
パラフィンろう	20.0	19.7	20.3	Paraffin Waxes
パラフィン溶剤	20.0	19.7	20.3	White Spirits &SBP
他重質石油製品	20.0	19.7	20.3	
天然ガス				
天然ガス *4	15.3	14.8	15.9	

*1 全て真発熱量での 1MJあたりの炭素排出量を gCで表した係数である。

*2 泥炭については再生可能エネルギーとして扱われることがある。

*3 高炉ガス・転炉ガスについては、回収時に既にガス中に含まれているCO₂を含んだ値である。

*4 天然ガスは NGL・コンデンセートなどを分離した後の「ドライガス」の値である。

[表 2-2-2-2. IEAエネルギーバランス表のISIC産業分類準拠産業連関表への組替]

Page - 1

ISIC産業分類	産業エネルギー消費	運輸エネルギー消費	エネルギー転換他
A01 農業	$m \text{ EIND}_m(\#45) * \text{SI}_m(\#45,01)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(01)$	--
A02 林業	$m \text{ EIND}_m(\#45) * \text{SI}_m(\#45,02)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(02)$	--
B05 水産業	$\text{EIND}(\#46)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(05)$	--
C10 石炭鉱業	--	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(10)$	($m \text{ EIND}_m(\#17) * \text{SI}_m(\#17,10)$)
C11 石油ガス鉱業	--	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(11)$	($m \text{ EIND}_m(\#17) * \text{SI}_m(\#17,11)$)
C12 核燃料鉱業	--	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(12)$	($m \text{ EIND}_m(\#17) * \text{SI}_m(\#17,12)$)
C13 金属鉱業	$m \text{ EIND}_m(\#27) * \text{SI}_m(\#27,13)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(13)$	--
C14 砕石鉱業他	$m \text{ EIND}_m(\#27) * \text{SI}_m(\#27,14)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(14)$	--
D15 飲食品工業	$m \text{ EIND}_m(\#28) * \text{SI}_m(\#28,15)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(15)$	--
D16 外工業	$m \text{ EIND}_m(\#28) * \text{SI}_m(\#28,16)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(16)$	--
D17 繊維工業	$m \text{ EIND}_m(\#32) * \text{SI}_m(\#32,17)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(17)$	--
D18 衣料品工業	$m \text{ EIND}_m(\#32) * \text{SI}_m(\#32,18)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(18)$	--
D19 皮革製品等	$m \text{ EIND}_m(\#32) * \text{SI}_m(\#32,19)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(19)$	--
D20 木製品工業	$\text{EIND}(\#30)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(20)$	--
D21 紙製品工業	$m \text{ EIND}_m(\#27) * \text{SI}_m(\#27,21)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(21)$	--
D22 印刷工業	$m \text{ EIND}_m(\#27) * \text{SI}_m(\#27,22)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(22)$	--
D23 石炭製品	--	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(23)$	$\text{EIND}(\#12), \text{EIND}(\#14),$ $\text{EIND}(\#15)$, $m \text{ EIND}_m(\#17) * \text{SI}_m(\#17,23)$, $m \text{ EIND}_m(\#18) * \text{SI}_m(\#18,23)$
D24 化学工業	$\text{EIND}(\#22)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(24)$	$\text{EIND}(\#13),$, $m \text{ EIND}_m(\#16) * \text{SI}_m(\#16,24)$, $m \text{ EIND}_m(\#17) * \text{SI}_m(\#17,24)$
D25 プラスチック製品	$m \text{ EIND}_m(\#33) * \text{SI}_m(\#33,25)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(25)$	--
D26 窯業土石	$\text{EIND}(\#24)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(26)$	--
D27 一次金属	$\text{EIND}(\#21), \text{EIND}(\#23)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(27)$	--
D28 金属製品	$m \text{ EIND}_m(\#26) * \text{SI}_m(\#26,28)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(28)$	--
D29 一般機械	$m \text{ EIND}_m(\#26) * \text{SI}_m(\#26,29)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(29)$	--
D30 事務機械	$m \text{ EIND}_m(\#26) * \text{SI}_m(\#26,30)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(30)$	--
D31 電気機械	$m \text{ EIND}_m(\#26) * \text{SI}_m(\#26,31)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(31)$	--
D32 通信機械	$m \text{ EIND}_m(\#26) * \text{SI}_m(\#26,32)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(32)$	--
D33 精密機械	$m \text{ EIND}_m(\#33) * \text{SI}_m(\#33,33)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(33)$	--
D34 自動車	$m \text{ EIND}_m(\#25) * \text{SI}_m(\#25,34)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(34)$	--
D35 他輸送機械	$m \text{ EIND}_m(\#25) * \text{SI}_m(\#25,35)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(35)$	--
D36 家具製品	$m \text{ EIND}_m(\#33) * \text{SI}_m(\#33,36)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(36)$	--
D37 リサイクル工業	$m \text{ EIND}_m(\#33) * \text{SI}_m(\#33,37)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(37)$	--
E40 電気ガス熱	--	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(40)$	$m \text{ EIND}_m(\#09) * \text{SI}_m(\#09,40)$, $m \text{ EIND}_m(\#10) * \text{SI}_m(\#10,40)$, $m \text{ EIND}_m(\#11) * \text{SI}_m(\#11,40)$, $m \text{ EIND}_m(\#17) * \text{SI}_m(\#17,40)$, $m \text{ EIND}_m(\#18) * \text{SI}_m(\#18,40)$
E41 上水道	$m \text{ EIND}_m(\#44) * \text{SI}_m(\#44,41)$	$n \text{ ETR}(\#37)_n * \text{ST}_n(41)$	--

ISIC産業分類	産業エネルギー消費	運輸エネルギー消費	エネルギー転換他
F45 建設業	EIND(#31)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (45)	--
G50 自動車小売	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,50)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (50)	--
G51 卸売	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,51)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (51)	--
G52 小売(除車)	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,52)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (52)	--
H55 ホテル飲食店	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,55)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (55)	--
I60 陸上輸送	--	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (60), ETR(#38), ETR(#39), ETR(#41), -ETR(#51)	--
I61 水上輸送	--	ETR(#40)	--
I62 航空輸送	--	ETR(#36)	--
I63 輸送サービス	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,63)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (63)	--
I64 通信郵便	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,64)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (64)	--
J65 金融業	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,65)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (65)	--
J66 保険業	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,66)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (66)	--
J67 金融サービス	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,67)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (67)	--
K70 不動産	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,70)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (70)	--
K71 リース業	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,71)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (71)	--
K72 ソフトウェア他	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,72)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (72)	--
K73 研究開発	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,73)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (73)	--
K74 他対企業サ	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,74)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (74)	--
L75 政府	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,75)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (75)	--
M80 教育	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,80)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (80)	--
N85 医療保健	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,85)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (85)	--
O90 廃棄物処理	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,90)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (90)	--
O91 各種団体	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,91)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (91)	--
O92 娯楽サービス	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,92)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (92)	--
O93 他対個人サ	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,93)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (93)	--
R100 自家発電	--	--	m EIND $_m$ (#09)*SI $_m$ (#09,100), m EIND $_m$ (#10)*SI $_m$ (#10,100), m EIND $_m$ (#11)*SI $_m$ (#11,100)
R101 自家輸送	--	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (101)	--
S200 家計	EHHD(#43),	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (200)	--
P95 ~ P97 含む	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,95)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (95)	--
	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,96)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (96)	--
	m EIND $_m$ (#44)*SI $_m$ (#44,97)	n ETR(#37) $_n$ *ST $_n$ (97)	--

(略号) ** IEA表上の部門番号 (エネルギー-転換 #9 ~ #18 又は 最終エネルギー-消費 #20 ~ #47)

k ISIC分類による産業分類 (k A-01 ~ Q-99)

EIND $_m$ 物量表記でのm産業用エネルギー-(toe) (mは各エネルギー-源、但陸上輸送用エネルギー-源(ガソリン、軽油)除く)

SI $_m$ (#,k) IEA表上の同一部門(##)を共有する産業におけるk産業の金額表記でのm産業用エネルギー-合計に対するシェア

ETR $_n$ (#37) 物量表記でのn陸上輸送用エネルギー-(n ガソリン、軽油) (toe)

ST $_n$ (k) k産業の金額表記でのn陸上輸送用エネルギー-のシェア

EHHD(#43) 物量表記での家計部門エネルギー

[表 3-1-3-1. 日本のIEAエネルギーバランス表(2003年) 真発熱量・PJに換算]

PJ-NCV	石炭等	原油	石油製	ガス	原子力	水力等	電力	熱	合計
# 1 国内生産	0	29	0	104	2619	793	-	-	3544
# 2 輸入	4589	8903	2170	2864	0	0	-	-	18527
# 3 輸出	-78	0	-159	0	0	0	-	-	-237
# 4 国際舶燃	0	0	-209	0	0	0	-	-	-209
# 5 在庫変動	2	12	13	3	0	0	-	-	26
# 6 一次供給	4509	8944	1815	2971	2619	793	-	-	21650
(エネルギー転換)	-3483	-8881	7291	-1929	-2619	-613	3363	23	-6849
# 7 品種振替	0	-70	62	0	0	0	0	0	-7
# 8 統計誤差	105	-50	-18	54	0	0	0	0	91
# 9 発電	-2476	-242	-806	-2050	-2619	-607	3736	-	-5064
#10 コージェネ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
#11 熱発生	-1	0	-1	-13	0	-4	-4	23	0
#12 ガス製造	-5	0	-87	91	0	0	0	0	-2
#13 石油精製	0	-8824	8761	0	0	0	0	0	-63
#14 石炭製品	-1008	0	-12	0	0	0	0	0	-1020
#15 液化製品	-	-	-	-	-	-	-	-	-
#16 他転換	0	304	-250	0	0	-1	0	0	53
#17 自家消費	-99	0	-357	-11	0	0	-190	0	-657
#18 送配損失	0	0	0	0	0	0	-179	0	-179
#19 最終消費	1026	62	9106	1041	0	180	3364	23	14802
#20 産業	1016	0	2649	471	0	142	1386	0	5725
#34 運輸	0	0	3837	0	0	0	67	0	3903
#42 他部門	10	0	2187	570	0	38	1911	23	4739
#45 農林業	0	0	273	0	0	4	5	0	282
#44 第3次産	10	0	1093	205	0	6	964	22	2300
#43 家庭	0	0	682	366	0	28	942	1	2019
#47 その他	0	0	139	0	0	0	0	0	139
#48 非エネ	0	0	434	0	0	0	0	0	434

出典: IEA Statistics Yearbook 2003 - Japan / 真発熱量・PJ(PJ-NCV) に換算

[表 3-1-3-2. 日本のIEAエネルギーバランス表と総合エネルギー統計の乖離率(2003年)]

%	石炭等	原油	石油製	ガス	原子力	水力等	電力	熱	合計
# 1 国内生産	0.0	+0.1	0.0	-4.7	0.0	-18.3	-	-	-4.9
# 2 輸入	+1.2	+0.4	+7.1	-0.4	0.0	0.0	-	-	+1.2
# 3 輸出	-0.1	0.0	-56.9	0.0	0.0	0.0	-	-	-46.9
# 4 国際舶燃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0
# 5 在庫変動	-97.3	-116.1	-171.1	-94.9	0.0	-100.0	-	-	-123.9
# 6 一次供給	+2.7	+1.3	+27.0	-2.1	0.0	-18.3	-	-	+1.8
(エネルギー転換)	+26.8	-2.8	+4.9	-3.4	0.0	-34.4	0.0	-96.7	+6.8
# 7 品種振替	-100.0	0.0	-398.0	-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-167.7
# 8 統計誤差	+311.9	-65.4	+474.4	+784.4	0.0	0.0	-100.0	0.0	-173.3
# 9 発電	+1.6	+8.2	-16.2	+0.7	0.0	-7.9	-1.3	0.0	-1.7
#10 コージェネ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
#11 熱発生	-99.7	-100.0	-99.7	-75.8	0.0	-98.6	+0.5	-97.3	-100.0
#12 ガス製造	+0.3	0.0	+0.6	+4.4	0.0	-100.0	0.0	0.0	-65.3
#13 石油精製	0.0	+1.4	+0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-100.0	-56.7
#14 石炭製品	+5204.5	0.0	-68.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+1675.5
#15 液化製品	-	-	-	-	-	-	-	-	-
#16 他転換	0.0	-591.1	-2979.8	-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-213.9
#17 自家消費	-0.7	-100.0	+30.8	-62.8	0.0	-100.0	-17.4	-100.0	+9.1
#18 送配損失	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
#19 最終消費	-40.5	0.0	+8.2	+2.0	0.0	+335.4	-0.5	-96.7	-3.2
#20 産業	-39.6	0.0	+132.5	+151.5	0.0	+968.8	+10.5	-100.0	+15.6
#34 運輸	0.0	0.0	+7.3	0.0	0.0	0.0	+0.7	0.0	+7.1
#42 他部門	-61.5	0.0	+10.9	-30.5	0.0	+36.1	-7.2	-0.1	-3.9
#45 農林業	-100.0	0.0	+25.7	-100.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	+26.9
#44 第3次産	-61.5	0.0	-3.1	-53.0	0.0	+722.4	-13.3	-0.1	-15.6
#43 家庭	0.0	0.0	+8.3	-5.0	0.0	+2.4	0.0	+0.7	+1.7
#47 その他	-100.0	0.0	+3741.8	-100.0	0.0	-100.0	-100.0	0.0	+1380.7
#48 非エネ	-100.0	-74.9	-100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-75.3

数値は、[IEAエネルギーバランス表上の数値]/[換算した総合エネルギー統計の数値] -1
を%表記したもの

[表 3-1-3-3. 日本のIEAエネルギーバランス表と総合エネルギー統計の乖離(2003年)]

PJ-NCV	石炭等	原油	石油製	ガス	原子力	水力等	電力	熱	合計
# 1 国内生産	0	0	0	-5	0	-178	-	-	-183
# 2 輸入	+52	+31	+144	-10	0	0	-	-	+218
# 3 輸出	0	0	+210	0	0	0	-	-	+210
# 4 国際船舶燃	0	0	0	0	0	0	-	-	0
# 5 在庫変動	+66	+86	+32	-49	0	0	-	-	+135
# 6 一次供給	+119	+117	+386	-64	0	-178	-	-	+380
(エネルギー転換)	-736	+252	+343	+68	0	+317	-0	-678	-434
# 7 品種振替	-11	-70	+83	-21	0	0	0	0	-18
# 8 統計誤差	+80	+95	-15	+48	0	0	+8	0	+216
# 9 発電	-39	-18	+156	-14	0	+52	-48	-	+89
#10 コージェネ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
#11 熱発生	+222	+1	+374	+40	0	+300	0	-824	+112
#12 ガス製造	-0	0	-1	+4	0	0	0	0	+3
#13 石油精製	0	-122	+63	0	0	0	0	+142	+83
#14 石炭製品	-989	0	+26	0	0	0	0	0	-963
#15 液化製品	-	-	-	-	-	-	-	-	-
#16 他転換	0	+366	-259	-7	0	-1	0	0	+99
#17 自家消費	+1	0	-84	+18	0	-34	+40	+4	-55
#18 送配損失	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#19 最終消費	-699	+62	+688	+20	0	+139	-16	-678	-484
#20 産業	-667	+62	+1509	+284	0	+128	+131	-678	+770
#34 運輸	0	0	+260	0	0	0	67	0	+260
#42 他部門	-16	0	+215	-250	0	+10	-148	0	-189
#45 農林業	0	0	+56	0	0	+4	0	0	+60
#44 第3次産	-16	0	-35	-231	0	+5	-148	0	-424
#43 家庭	0	0	+53	-19	0	+1	0	0	+34
#47 その他	-2	0	+135	-17	0	-1	+14	0	+129
#48 非エネ	-16	0	-1296	-13	0	0	0	0	-1326

単位は 真発熱量・PJ (PJ-NCV)

[IEAエネルギーバランス表上の数値] - [換算した総合エネルギー統計の数値]を示す。

[表 3-2-1-1. インドのIEAエネルギーバランス表(1999年) 真発熱量・PJに換算]

PJ-NCV	石炭等	原油	石油製	ガス	原子力	水力等	電力	熱	合計
# 1 国内生産	6166	1392	0	869	143	8588	-	-	17157
# 2 輸入	466	1944	642	0	0	0	5	-	3057
# 3 輸出	-16	-71	-39	0	0	0	-1	-	-126
# 4 国際船燃	0	0	-4	0	0	0	-	-	-4
# 5 在庫変動	-36	66	0	0	0	0	-	-	30
# 6 一次供給	6580	3331	600	869	143	8588	4	-	20114
(エネルギー転換)	-5309	-3328	3172	-457	-143	-297	1358	0	-5004
# 7 品種振替	0	0	0	0	0	0	0	0	0
# 8 統計誤差	-104	1	50	77	0	0	0	0	23
# 9 発電	-4696	0	-99	-331	-143	-297	1899	-	-3667
#10 コージェネ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
#11 熱発生	-	-	-	-	-	-	-	-	-
#12 ガス製造	-	-	-	-	-	-	-	-	-
#13 石油精製	0	-3401	3328	0	0	0	0	0	-73
#14 石炭製品	-450	0	0	0	0	0	0	0	-450
#15 液化製品	0	72	109	-203	0	0	0	0	-23
#16 他転換	-	-	-	-	-	-	-	-	-
#17 自家消費	-58	0	-215	0	0	0	-142	0	-415
#18 送配損失	0	0	0	0	0	0	-399	0	-399
#19 最終消費	1272	2	3771	412	0	8291	1362	0	15110
#20 産業	1261	2	925	384	0	945	580	0	4097
#34 運輸	1	0	1833	0	0	0	28	0	1862
#42 他部門	10	0	820	28	0	7346	753	0	8958
#45 農林業	0	0	29	8	0	0	372	0	408
#44 第3次産	0	0	0	0	0	0	115	0	115
#43 家庭	10	0	783	21	0	7346	246	0	8406
#47 その他	0	0	8	0	0	0	21	0	29
#48 非エネ	0	0	193	0	0	0	0	0	193

出典: IEA / TERI 1999 - India / 真発熱量・PJ(PJ-NCV) に換算

[参考文献]

1. International Energy Agency (2006) "Energy Statistics Handbook"
URL: <http://www.iea.org/Textbase/stats/index.asp>
2. International Energy Agency (2006) "Energy Balances of Non-OECD Countries, 2003-2004"
3. International Energy Agency (2006) "Energy Balances of OECD Countries, 2003-2004"
4. United Nations Statistics Division (2006) "International Standard Industrial Classification of All Economic Activities, Series M, No.4/Rev.3"
URL: <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=2>
5. Intergovernmental Panel on Climate Change (2006) "2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Prepublication Draft"
URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>
6. Government of India; Ministry of Oil and Natural Gas (2005) "Annual Report"
7. Government of India; Ministry of Power (2005) "Annual Report"
8. Kainou(2005) "Revision of default Net Calorific Value, Carbon Content Factor and Carbon Oxidisation Factor for various fuels in 2006 IPCC GHG Inventory Guidelone"
URL: <http://www.rieti.go.jp/users/kainou-kazunari/index.html>
9. 戒能(2006) 「総合エネルギー統計の解説 /2004 年度版」
URL: <http://www.rieti.go.jp/users/kainou-kazunari/download/index.html>