# 研究レポート

No.95　November 2000

## アジアにおけるエネルギー協力と日本の課題

主任研究員　武石 礼司

富士通総研 経済研究所

# 「アジアにおけるエネルギー協力と日本の課題」

主任研究員　　武石 礼司
takeishi@fri.fujitsu.co.jp

【 要 旨 】

１．アジアのエネルギー需給と市場構造

アジアのエネルギー消費量と GDP の伸び率の関係は、日本、中国、および、その他のアジア諸国に「3 極化」している。今後、中国のエネルギー消費量が経済成長に従い、その他アジア諸国と同じ系列に入っていくのか、また、「その他アジア諸国」のトップランナーである韓国が日本型の成長軌道に入るかが注目される。

２．中国のエネルギー消費構造の変化

エネルギー供給源として石炭に 8 割程度も依存してきた中国では、WTO 加盟のため、石炭を含めたエネルギーに対する補助金を削減しており、また、エネルギー市場の外資に参入を認めつつある。こうした状況を受けて 96 年をピークとして国内の石炭生産が急減するとともに、石炭需要も減少しており、その一方、石油に対する需要が急増している。アジア全体としての石油需要も、中国の需要急増を受けて増大している。

３．物流の課題（マラッカ海峡等のシーレーン）

アジアに石油およびガスを運んでくるための最大の難所はマラッカ・シンガポール海峡であるが、2020年までの通航量を予測すると、中国の石油類の輸入量が日本の石油類の輸入量を超える可能性が出てきている。現状でも既に満杯と言われる同海峡の混雑を避け、安定的なエネルギー供給を維持するためには、エネルギーの相互融通を可能とする国境を超えたパイプライン網および電力グリッドの形成に努める必要がある。

４．エネルギーグリッドの重要性（欧州のガス供給網の事例検討）

欧州諸国では、ガスグリッドが整備され、供給先が増えるにつれて、価格競争が生じており、供給価格の低下が見られ、スポット市場が発達してきている。エネルギー供給の安全性を向上させるためにも、アジアにおけるエネルギーグリッドの形成は有効と判断できる。

５．アジアでの取り組み

アセアンではエネルギーの相互融通が、ガスパイプラインの敷設と国境を越えた電力融

通ラインにより進められている。エネルギー利用のネットワーク化が進むことは、エネルギー安全保障の強化につながり、さらに、各国間の依存関係を高め、地域の安定化をもたらす。

アセアンでの動きに加え、中国においてもロシアからのガス輸入プロジェクトが進められており、また、中央アジアからの石油およびガスのパイプラインによる輸入計画が検討されている。

## ６．提言

日本は、アセアンで進行中のガスおよび電力を中心としたエネルギー相互融通の動きを支援するとともに、日本近隣においても、ロシア、中国、韓国等の近隣諸国とのエネルギー相互融通の可能性を探っていくべきである。

特に、尖閣列島海域の資源探査は中国との領土問題を棚上げして、共同実施するべきである。資源量を確認することで、エネルギー争奪をめぐる紛争発生を事前に避けることも可能となる。資源探査の結果、仮に、開発可能な資源を発見できれば、中国の国内産エネルギー供給量を増やすことができ、供給安定化に役立ち、日本にとっても利益となる。

【 目 次 】

はじめに……………………………………………………………1

I. アジアのエネルギー需給と市場構造……………………………2
1． アジア諸国のエネルギー消費量と実質 GDP 推移 ……………2
2． アジア各国のエネルギーの価格弾力性…………………………4
3． アジア 8 カ国の経済成長率とエネルギー消費の関係推移………6
4． アジア各国のエネルギー需給の価格変動に対する調整速度………8

II. 中国のエネルギー消費構造の変化………………………………10
1． 中国のエネルギー生産量・消費量の推移………………………10
2． アジア太平洋地域のエネルギー生産量・消費量の推移…………12
3． アジア諸国の一次エネルギー需要予測…………………………13

III. 物流の課題（マラッカ海峡等のシーレーン）……………………18
1． 東アジア向けシーレーン …………………………………18
2． マラッカ・シンガポール海峡の代替ルート……………………21
3． マラッカ・シンガポール海峡の通過船舶数と船荷量……………22
4． マラッカ・シンガポール海峡の混雑度予測……………………25

IV. エネルギーグリッドの重要性（欧州との比較） ……………31
1． 欧州のガス供給パイプライン網…………………………………31
2． ヨーロッパのガスパイプライン・グリッド導入のメリット……32

V. アジアでの取り組み ………………………………………34
1． アセアンのガスパイプライン・グリッド計画 ………………34
2． 東南アジアの電力グリッド計画…………………………………38
3． 中国の石油・ガスパイプライン計画……………………………41
4． 東アジアのガスパイプラインと電力グリッド計画………………43
5． アジア各国の電力・石油市場規制緩和…………………………44
6． アジア諸国の GDP と $CO_2$ 排出量の推移…………………………46

VI.提言……………………………………………………………48
1． 日中共同鉱区の設定提案 …………………………………48

２．　アジアのエネルギー問題への取り組み・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・51

注記　１～８　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・53

参照文献　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・58

## はじめに

アジア経済の V 字型回復といわれる経済の復調に合わせて、エネルギー需要が急増している。アジア域内での石油生産量が頭打ちし、今後は減退する傾向が明らかとなってきたために、中東からの石油輸入量も急増中である。特に、中国では、過度な石炭依存から脱する動きが顕著であり、石油輸入量が急増している。

アジア諸国におけるエネルギー問題を考えた場合に、第一に問題となるのは、果たして、エネルギーの供給システムが整備し維持できるのか、という点である。

以下では、まず、アジアのエネルギー市場の特徴を考察した後、特に需要が急増し石炭依存度を低下させる動きが顕著となっている中国について検討する。

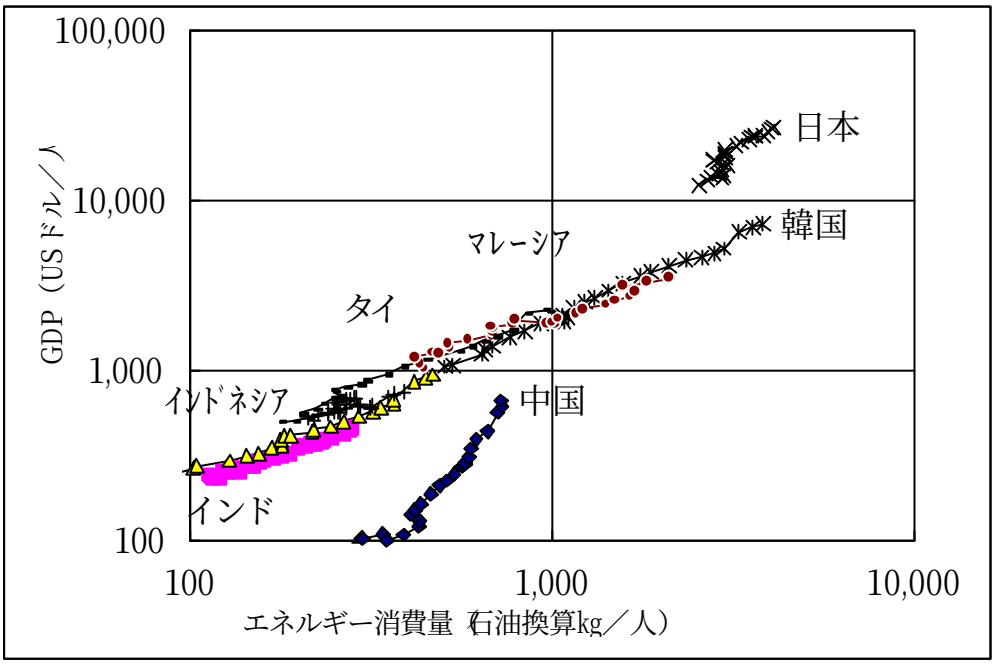
さらに、物流量が増大することは、アジアへの物資輸入ルートであるマラッカ・シンガポール海峡の通行量にいかなる影響を与えるのかを見る。その後、最近では欧米で顕著となってきている、エネルギーをパイプラインあるいは電力であれば送電線で送付するグリッド化の動きについて先進事例を見るために、欧州におけるガスパイプラインの敷設状況とその効果を検討する。さらに、アジアでは、これらグリッド化の動きはどこまで進んでいるかを検討し、最後に日本とその周辺地域におけるグリッド化の課題につき述べることにする。

## Ⅰ. アジアのエネルギー需給と市場構造

### １．アジア諸国のエネルギー消費量と実質GDP推移

**図１はアジア諸国のエネルギー消費量（石油換算 kg／人）と実質 GDP（US ドル／人）の推移を 1971 年から 1997 年まで国別にプロットしたものである。図から明らかなように、一人当り所得額では、日本がアジア諸国の系列から抜け出しており、70 年代初めの時点から、既に、他のアジア諸国とは異なる地点にいたことがわかる。**

図１　アジア各国の一人当たり GDP（実質）とエネルギー消費量の推移(1971 年～97 年)




（注）縦軸、横軸とも対数目盛り表示
データは OECD IEA、IMF、および、アジア開発銀行に基づく

**次に、中国について見ると、70 年代初めの時点において、一人当り所得額が低い一方で、エネルギー消費量は比較的多く、日本、および、その他アジア諸国とは異なる地点から出発している。中国は、その後、急速な経済発展とともに、一人当り所得も急上昇させて来ている。**

**その他のアジア諸国について見ると、韓国の後を、マレーシアが追い、マレーシアの後をタイが追跡し、さらにインドネシア、インドが続くという追跡過程が生じていることがわかる。その他アジア諸国は、一人当り所得を上昇させると共に、エネルギー消費量も増大させつつあることがわかる。**

以上の分析から、アジア諸国のエネルギー消費量と実質 GDP の推移に関しては、日本、中国、その他アジア諸国に３分類でき、「３極化」が生じているということができる。このように 3 極化が生じていると見られるため、アジア諸国にとっての今後の課題は、エネルギー消費量の増大を押さえつつ、いかにして一人当り所得の増大を達成するかという点にあると考えられる。特に、図１で示すように、韓国は日本型成長（省エネ型）に入れるか、および、中国は所得上昇と共に、韓国、マレーシアを始めとした「アジア諸国型の成長経路に入れるか」という 2 つの点が大きな課題となる。

次に図１を作成した数値から、各国の所得弾性値を 1971 年から 97 年までをとって計算すると、表 1 の値が得られる。

表１　　アジア各国のエネルギー所得弾性値の推移 (1971 年から 97 年)

| | 所得弾性値 | 自由度修正済み決定係数　$R^2$ |
|---|---|---|
| マレーシア | 1.44 | 0.950 |
| インド | 1.38 | 0.984 |
| インドネシア | 1.28 | 0.969 |
| フィリピン | 1.17 | 0.603 |
| タイ | 1.13 | 0.983 |
| 韓国 | 0.96 | 0.982 |
| 日本 | 0.51 | 0.832 |
| 中国 | 0.45 | 0.914 |

(各国の数値は、OECD　IEA、IMF、および、アジア開銀資料に依拠)

表 1 から分かるように、GDP の高い伸びを更に上回りながら、マレーシア、インド、インドネシア、フィリピンおよびタイのエネルギー需要は急増してきた。

一方、韓国について表 1 の値を見ると、所得弾性値は 0.96 で、エネルギー需要の増大幅は、経済成長率に見合っていたと言うことが出来る。

さらに日本と中国は、エネルギー需要の伸びが、所得の上昇とは見合っていない。日本に関してみると、早期に高度成長を遂げ、先進国型に入ったために、エネルギー集約およびエネルギー高度依存型の産業へ依存する度合いが低下し、数値が 0.51 と低くなっていると考えられる。

中国に関しては、図１でも見たように、1980 年代初めにおいて、既に比較的多く一人当たりエネルギーを消費しており、その後は、エネルギー消費量を経済成長に見合ったほどには増大させずに成長を遂げることが出来ており、このために、中国の所得弾性値は低くとどまっている。

次に、アジア諸国のエネルギー消費の特徴を、収集した各国のエネルギー価格データを

含めて検討する。

## ２．アジア各国のエネルギーの価格弾力性

以下の(1)のような一期ラグを採用したモデルを設定して、アジア諸国のエネルギー需給の動向を検討する。

$$E = aY^{\alpha}P^{\beta}E^{\lambda}_{-1} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

ここで、E：エネルギー需要、Y：実質所得、P：実質エネルギー価格、α：所得弾性値、β：価格弾性値、である。

実質エネルギー価格は、GNP デフレーターで割り戻して算出した。

表２および図２は、上記(1)のモデルに 1971 年から 1997 年までのデータを代入して得られた結果である。

表2　アジア各国のエネルギー価格弾力性の比較　(1971 年から 1997 年の数値に基づく)

| | 電力 | ガソリン | 灯油 | 軽油 | 重油 | 石炭 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 日本 | -0.145<br>(3.07)** | -0.118<br>(2.64) * | -0.049<br>(1.20) | -0.085<br>(2.56) * | -0.12<br>(2.08) | 0.172<br>(2.92) * |
| 韓国 | -0.011<br>(0.52) | -0.477<br>(7.00) ** | -0.4<br>(3.71) ** | -0.085<br>(2.78) * | -0.139<br>(5.08) ** | -0.139<br>(5.08) ** |
| フィリピン | -0.014<br>(0.16) | -0.213<br>(3.94) ** | -0.216<br>(2.78) * | -0.314<br>(3.47) ** | -0.082<br>(0.97) | -1.396<br>(0.84) |
| 台湾 | -0.034<br>(0.76) | -0.097<br>(2.15) * | 0.646<br>(1.59) | -0.05<br>(1.02) | -0.123<br>(2.07) | -0.129<br>(0.93) |
| マレーシア | -0.087<br>(3.31)** | -0.115<br>(0.91) | -0.168<br>(1.78) | -0.005<br>(0.05) | -0.777<br>(2.18) * | 0.083<br>(0.14) |
| タイ | -0.025<br>(0.71) | 0.055<br>(0.25) | -0.362<br>(0.66) | -0.044<br>(0.19) | -0.375<br>(1.14) | -0.302<br>(1.94) |
| インドネシア | -0.201<br>(2.11) * | -0.172<br>(3.73) ** | -0.139<br>(9.04) ** | -0.082<br>(2.82) * | -0.309<br>(1.43) | 0.758<br>(1.58) * |
| インド | 0.049<br>(0.61) | -0.046<br>(1.00) | 0.136<br>(2.63) * | -0.09<br>(1.46) | 0.021<br>(0.62) | -0.044<br>(0.72) |

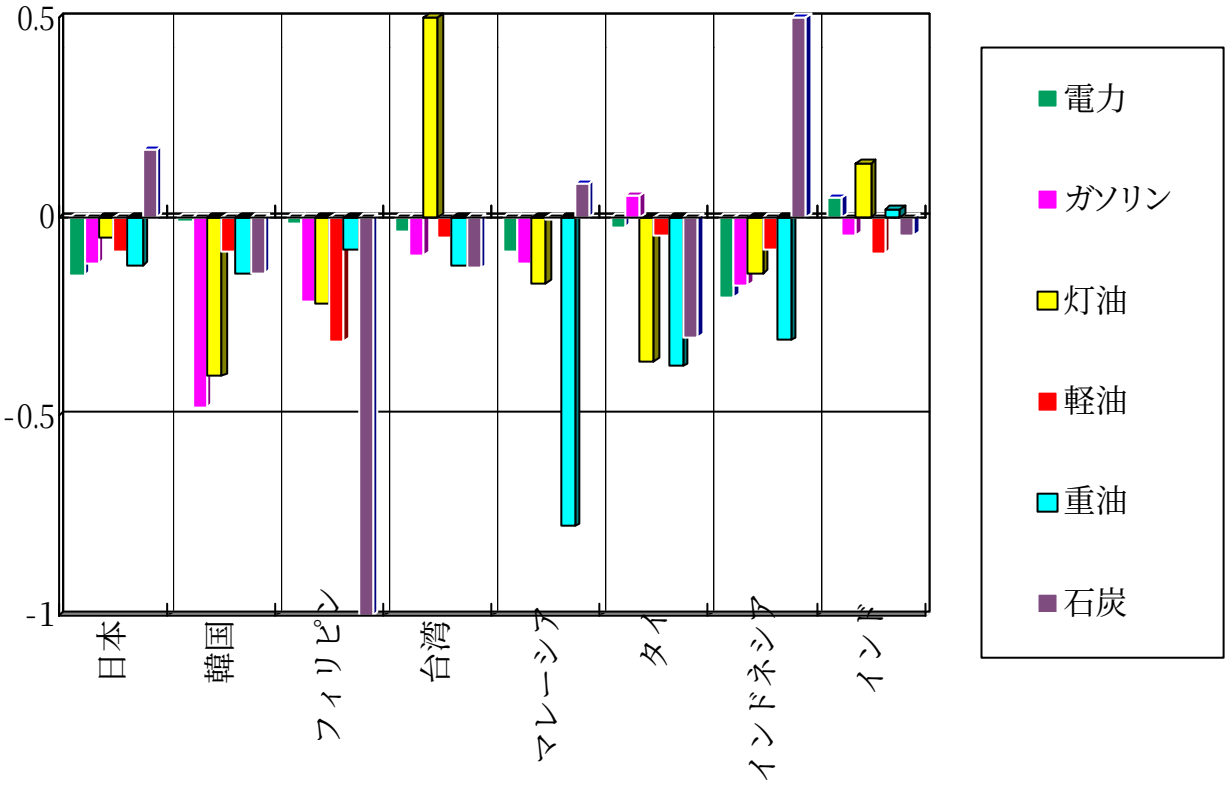
上段は回帰係数、下段（ ）内はt値、*は 5%有意、**は 1%有意

(各国の数値は、OECD　IEA、IMF、アジア開銀に依拠。エネルギー価格データは各国資料に依拠)

表 2 において注目されるのは、価格弾力性βは、マイナスの係数をとることが期待され

るが、日本の石炭、台湾の灯油、インドネシアの石炭、インドの電力、灯油、重油のように値がプラスとなっているエネルギー源が存在している点である。これらのエネルギー源においては、何らかのバイアス、つまり、多額の補助金支給、価格補助、公定価格設定といった制度が存在しているために、価格と需要との関連が切断される結果を招いていると考えられる。

図2 アジア各国のエネルギー価格弾力性の比較　(1971 年から 1997 年の数値に基づく)




(各国の数値は、OECD　IEA、IMF、アジア開銀に依拠。エネルギー価格データは各国資料に依拠)

図 2 を見ると、マレーシアの重油の価格反応度が高いと読むことが出来る。価格透明性が高いシンガポールの影響が、隣国のマレーシアに強く出ていると考えられる。その他、韓国の石油製品において、価格に対する需給の反応が良くなっている。続いて、タイ、フィリピン、そして、インドネシアにおいても石油製品の価格反応度は比較的良好である。

一方、日本と台湾の価格反応度は低くなっている。インドでは、価格の変動が需要に影響を及ぼす程度はさらに低くなっている。この結果から、インドのエネルギー市場の開放は遅れていると判断せざるを得ない。

このように、国別に見ても、エネルギー価格の変動がエネルギー需要に与える影響は、異なっている。

次に、アジア諸国全体としての価格弾力性を製品別に、上記の表 2 と図 2 を使って検討する。

表２より、傾向として見ると、石油製品＞電力＞石炭　の順に、エネルギー弾性値が高い（マイナスの値が大きい）と言うことができる。国により差があるものの、傾向としては、価格反応度はこの順番で高い。以上の結果は、市場の自由化はまず石油部門で始まり、その後、電力部門でも自由化が進められている現状と整合性がある数値となっている、と見ることができる。

エネルギーを利用する場合には、そのエネルギーを利用するための設備投資（例えば発電所等の設置）が行われており、短期間にエネルギーの種類を変えることはなかなか難しく、短期の価格弾力性は低くとどまると考えられる。従って、長期的な傾向としてみると、エネルギーの選択に変化が生じると共に、価格の動向に影響を受ける市場制度の導入が徐々にではあるが進んできていると考えることができる。

以上の分析から見ると、インドでは明らかに遅れが見られるものの、その他の国では市場制度の導入の効果は、徐々にではあるが、一定程度、出てきていると考えることができる。

## ３．アジア８カ国の経済成長率とエネルギー消費の関係推移

表 3 および図３は、アジア 8 カ国の経済成長率とエネルギー消費の関係を、1971 年から 1997 年までたどったものである。8 カ国は、中国、インド、日本、インドネシア、韓国、マレーシア、フィリピン、タイである。

エネルギー需要と実質 GDP の間に、次の(2)式の関係が認められるかを検討する。

$$E = aGDP^{\alpha} \quad \cdots\cdots\cdots(2)$$

ここで E はエネルギー需要、GDP は実質値である。

(2)式を展開して、対数線形式 $\ln E = a^{*} + \alpha \cdot \ln GDP$ より、所得弾性値αの値を、1971 年以降 5 年ごとに求めると、表３のように算出できる。この数値を見ると、1980 年の 0.5243 を底として、その後は上昇してきており、1997 年には 0.6906 に達している。修正済み決定係数を見ても、同じく、1975 年の 0.616 を底として、1997 年には、0.881 となっており、所得弾力性が高まるとともに、当てはまりが良くなっている。長期の所得弾性値は１に近付くことが知られているが（室田 1984、p.105）、このアジア 8 カ国のクロスセクションデータによるモデル式の当てはまりが、90 年代に向けて上昇してきているということは、日本のように一人当りエネルギーが他のアジア諸国に比べて多かった国に、他のアジア諸国が、エネルギー消費量を増やす一方で、高い成長率を達成させて一人当り所得額を増大さ

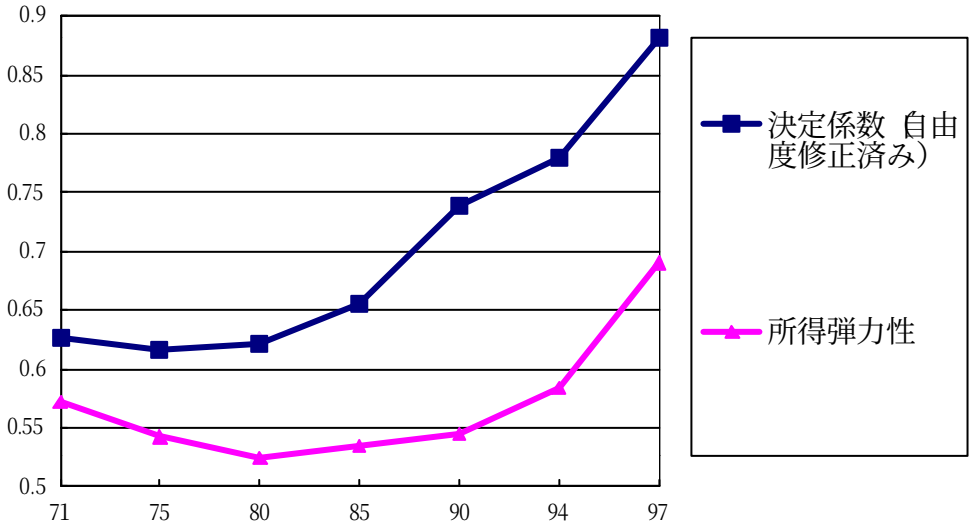
**せながら、日本との格差を縮める方向に向かってきた結果と見ることができる。日本以外のアジア諸国は、経済成長において、キャッチアップの段階を経過するとともに、エネルギーインフラの整備を進めてきており、決定係数の上昇は、後述するように、アジア各国間でエネルギー相互融通を進めていく基盤が整えられつつあることを示していると考えることができる。**

表３　　アジア諸国のエネルギー消費量と所得との関係

| | 所得弾性値 | 定数 | 修正済み$R^2$ |
|---|---|---|---|
| 1971年 | 0.5718<br>(3.17)* | 1.9712<br>(1.64) | 0.626 |
| 1975年 | 0.5426<br>(3.10)* | 2.2484<br>(1.90) | 0.616 |
| 1980年 | 0.5243<br>(3.14)* | 2.5097<br>(2.15) | 0.622 |
| 1985年 | 0.5346<br>(3.37)* | 2.495<br>(2.20) | 0.655 |
| 1990年 | 0.5448<br>(4.11)** | 2.5828<br>(2.63) * | 0.738 |
| 1994年 | 0.5838<br>(4.62)** | 2.4008<br>(2.50) * | 0.780 |
| 1997年 | 0.6906<br>(7.25)** | 1.6439<br>(2.22) | 0.881 |

(各国の数値は、OECD　IEA、IMF およびアジア開銀資料に依拠)

図３　　アジア諸国のエネルギー消費量と所得との関係




(各国の数値は、OECD　IEA、IMF およびアジア開銀資料に依拠)

## ４．アジア各国のエネルギー需給の価格変動に対する調整速度

**次に、先の（1）式**　$E=aY^{\alpha}P^{\beta}E^{\lambda}_{-1}$ **を変形して、以下の（3）式を作成する。**

**この(3)式において（１－λ）で定義される調整速度を見る。（式の変形については、末尾の注１に記載）**

$$E=(aY^{\alpha*}\cdot P^{\beta*})^{(1-\lambda)}E^{\lambda}_{-1} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

**（１－λ）の値が、１に近いほど価格調整が良好であり、早期に価格変動が需給に影響していると見ることができる。表４を見ると、価格調整が早期に行なわれているのは、8カ国中では、マレーシアであり、市場が価格に早く反応できる制度が整備されていることがうかがわれる。**

**価格調整の速度に従い 8 カ国を順番に示すと、おおよそ、次のようになると言うことができる。**

**マレーシア＞日本・タイ＞韓国・インド＞フィリピン＞インドネシア**

**以上の順番から、インドネシアでは、エネルギー市場の整備が遅れていることがわかる。**

**表４の値を見ると、いくつかの国のエネルギー源で異常値（１を超える、あるいは、マイナス）が生じている。例えば、日本の石炭、フィリピンの電力と石炭 である。これらの国のエネルギー源では、長期的な輸入契約、多額の補助、あるいは、フィリピンの電力であれば供給不足といった事態が生じているために、価格変動を需給に結びつける動きが、うまく働いていないと判断される。**

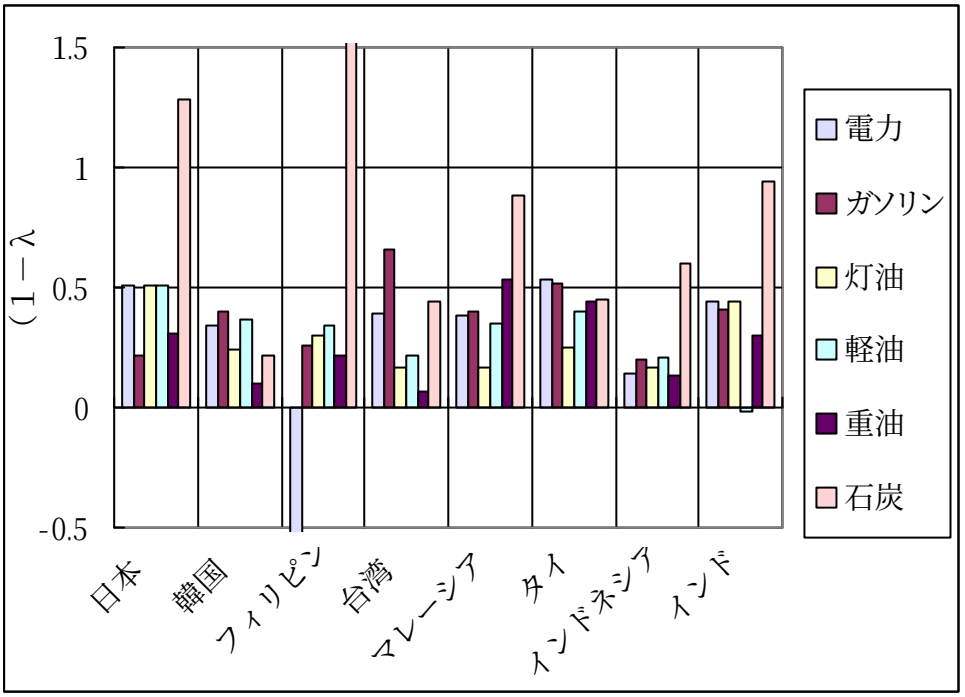
表4　アジア各国のエネルギー需給の調整速度（１－λ）の比較

| | 電力 | ガソリン | 灯油 | 軽油 | 重油 | 石炭 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 日本 | 0.51 | 0.22 | 0.51 | 0.51 | 0.31 | 1.28 |
| 韓国 | 0.34 | 0.40 | 0.24 | 0.37 | 0.10 | 0.22 |
| フィリピン | -1.62 | 0.26 | 0.30 | 0.34 | 0.22 | 20.16 |
| 台湾 | 0.39 | 0.66 | 0.17 | 0.22 | 0.07 | 0.44 |
| マレーシア | 0.38 | 0.40 | 0.17 | 0.35 | 0.53 | 0.88 |
| タイ | 0.53 | 0.52 | 0.25 | 0.40 | 0.44 | 0.45 |
| インドネシア | 0.14 | 0.20 | 0.17 | 0.21 | 0.13 | 0.60 |
| インド | 0.44 | 0.41 | 0.44 | -0.02 | 0.30 | 0.94 |

(各国の数値は、OECD　IEA、IMF およびアジア開銀資料に依拠)

**上記の表４を図示すると、次の図４のように示すことができる。**

図4　アジア各国のエネルギー需給の調整速度（1−λ）の比較




(各国の数値は、OECD　IEA、IMF およびアジア開銀資料に依拠)

**エネルギー別に見ると、（１－λ）の値が概して小さいのが重油であり、価格の変動が需給にうまく伝わらない傾向があると考えられる。電力は、各国とも他のエネルギー源と遜色ない平均的な値を示している。**

**日本では、ガソリンと重油の値が低くなっており、過当競争が生じているガソリンと、需要先が限定的で、船舶用に見られるように、海外の価格変動の影響を強く受ける重油という 2 種類の石油製品の特徴を良く表していると言える。**

**石炭に関しては、インド、マレーシア、インドネシア、台湾で、比較的良好な反応を示している。**

**アジアのエネルギー需給全般に関してまとめると、価格反応度の点で未だ問題点があると言わざるを得ない点もあるものの、市場の役割が一定程度は働くようになってきていることがわかる。**

## Ⅱ. 中国のエネルギー消費構造の変化

先の図 1 でも見たように、中国のエネルギー消費が、今後も予測される高い経済発展の中でどの方向に向かうかは、現在、アジアのエネルギー消費を考える際に、最も重要なテーマである。

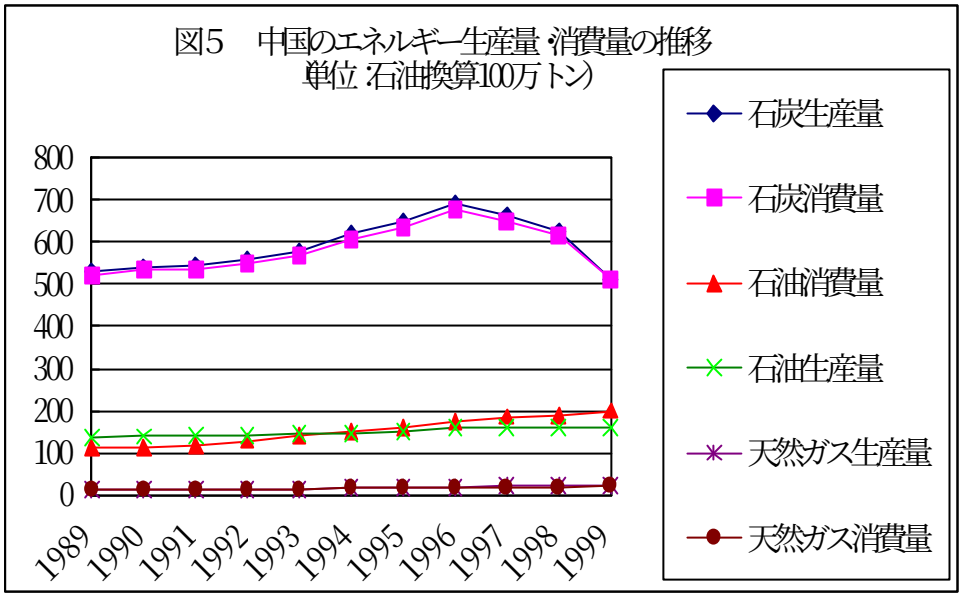
### １．中国のエネルギー生産量･消費量の推移

図5は、中国のエネルギー消費量の推移を、1989年から99年まで示す。中国は従来から石炭に依存し、8割を超えるエネルギーを石炭に依存してきた。ところが、1996年の6.8億トン（石油換算）をピークとして石炭生産量および消費量は急減している。96年から99年の間に減少した石炭生産量および消費量は、約1.８億トンであり、石油換算では360万バレル／日に達する。

一方、石油消費量は急増しており、99 年には、437 万バレル／日に達している。99 年の日本の石油消費量は 565 万バレル／日であり、中国を上回っているが、日本の石油消費量の伸びが 1.2%／年（1989 年の 5,005 千 B／D から 1999 年の 5,650 千 B／D）に止まるのと比べると、同期間に、中国では 6.8%／年（1989 年の 2,260 千 B／D から 1999 年の 4,370 千 B／D）で需要が伸びている。このため、この趨勢が続けば、中国は 2004 年には日本の石油需要を上回り、600 万 B／D を超える石油を消費すると予測される。日本の需要量を超えるのは時間の問題となっている。

重要な点は、中国が、過度の石炭依存のエネルギー構造を修正する政策を、結果として、導入したと判断でき、石炭から石油へのシフトを開始したと考えられる点である。この政策転換は明白に中国政府から表明されているものではなく、中国は広大な国土と、多様な資源と民族を持つために、政策もたいへん複雑で、多様な政策が同時に存在している（OECD／IEA、2000 pp.71～74）。ただし、中国の WTO 加盟交渉が進むとともに、中国政府は国内市場を開放する必要があり、エネルギー分野においても市場開放が必至となっている。既に、米国政府は石油分野において、中国政府に対し 2002 年に小売市場を外資に開放するように迫っており、2003 年には卸売市場も開放するように交渉を行っている（OECD／IEA 2000 p.38）。

石油部門に続いて、電力市場の開放も実施される見込みであり、国内資源が豊富にある石炭に関しても、補助金支給を続け、不採算な炭鉱を維持することは、今後ますます困難になると考えられる。従って、石炭に依存してきた中国のエネルギー政策は、より使い勝手の良い石油の利用が急増する方向へ動き出すことは不可避となっている。




（資料：BP Amoco Statistics）

中国は、1993 年に石油の純輸入国となり、99 年の石油輸入量は 100 万 B／D に迫るまでに増大してきている。IEA の予測（World Energy Outlook、1998 年版）では、中国の石油輸入量は 2020 年に 800 万 B／D に達すると想定されている。

従来、中国の石油輸入は、アジアではインドネシアが一番多く、その他、中東では、オマーン、イエメンからが多く、また、アフリカではアンゴラからが多くなっていた。輸入数量が少ない間は、このように中東、アフリカの OPEC 諸国を除いた諸国からの軽質原油の輸入を行うことで、中国の石油輸入を賄うことが可能であった。しかし、今後、中国の石油輸入量が急増するにつれて、中東の主要な生産国である、サウジ、UAE、クウェート等から重質の原油も含めて原油輸入を行っていく必要性が増大すると考えられる。

こうした輸入石油への依存度の増大傾向を受けて、中国は中東産油国との連携強化に動いており、サウジ、イラク、イラン等の主要産油国との首脳外交を活発化させている。

また、ガス輸入に関しても、広東省で LNG 輸入基地を建設している他、ロシアよりのガスパイプライン敷設計画を進めている。また、中国西北部のタリム盆地等における石油・ガス開発を進めており、カザフスタンからの石油・ガスパイプラインの敷設計画との接続も将来的には目指す方針である。

中国は、海外での石油開発の実施にも積極的である。2 つの垂直統合された石油会社、CNPC（中国石油ガス総公司）と CNOOC（中国海洋石油総公司）は、中東（イラク、イラン）、中央アジア（カザフスタン）、アジア、南北アメリカ（ベネズエラ）、アフリカの各地

で既に探掘の権利を保有して探鉱を実施している。

また、石油需要の増大を受けて、石油戦略備蓄の計画を進めているほか、石油探鉱と開発に関して、海外からの投資と技術の受け入れを開始している。

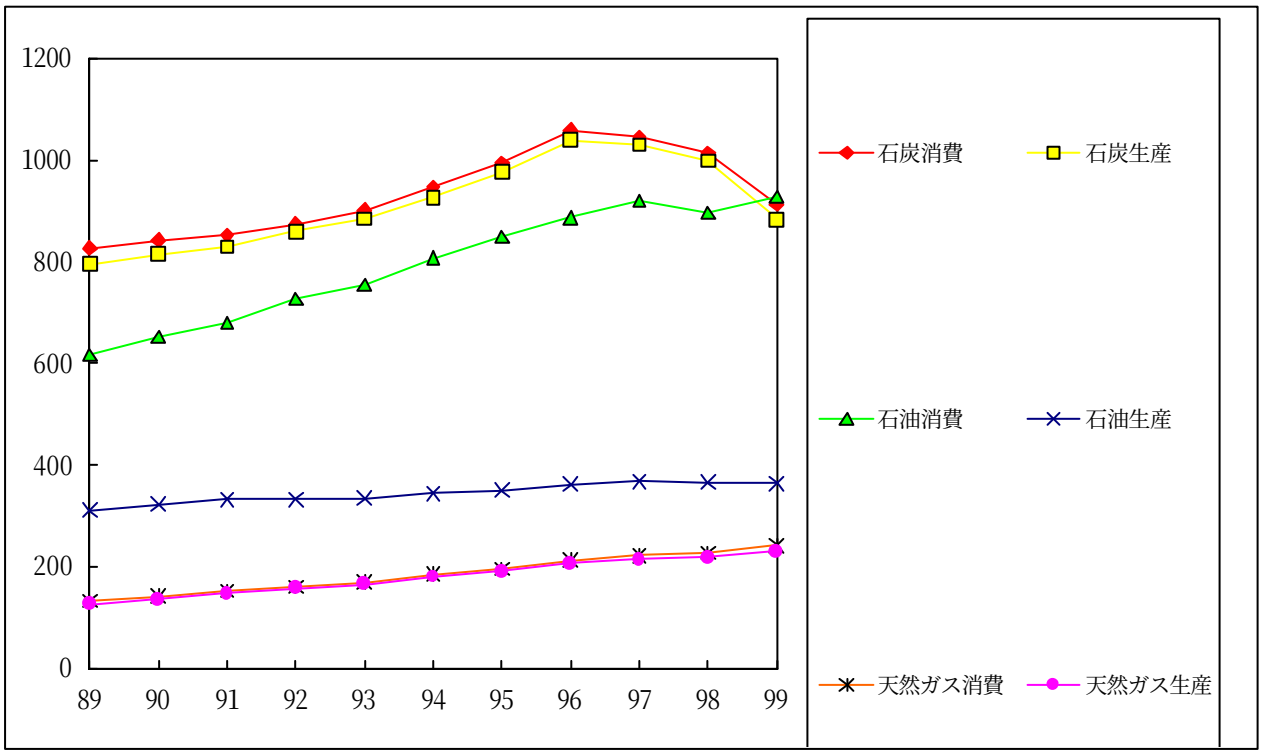
以上が中国のエネルギー需給の推移と現状の概観である。次に、中国を含めたアジア全体のエネルギー需給を検討する。

## 2．アジア太平洋地域のエネルギー生産量・消費量の推移

アジアのエネルギー生産量と消費量の将来予測においては、中国の動向が大きな影響を及ぼし、中国次第で需給量が大きく振れる構造となっている。

アジア全体として見ても、図 6 で示すように、96 年以降石炭生産と消費が大幅に減少する一方、石油需要が伸びている。このアジア全体としての変化は、図４で見た中国のエネルギー需給の変化が決定的に大きな役割を果たすことでもたらされている。石炭に関して注目されるのは、99 年にはアジア域内で見ると、石炭については、アジアは純輸入のポジションになったという点である。

図6　アジアのエネルギー需給の推移（単位：石油換算 100 万トン）（1989 年から 99 年までの推移）




（資料：BP Amoco Statistics より積み上げで計算）

次に、石油について見ると、ほぼ全量を輸入に依存する日本の石油需要量がアジア諸国内で大きいために、アジア諸国全体で見ると、石油消費と石油生産のギャップは大きくなっている。その上、中国の石油需要の急増を受けて、石油需給の差は拡大している。こうして、アジア域外から持ち込むことが必要となる石油輸入量が急増しており、その殆どを中東に依存せざるを得なくなっている。

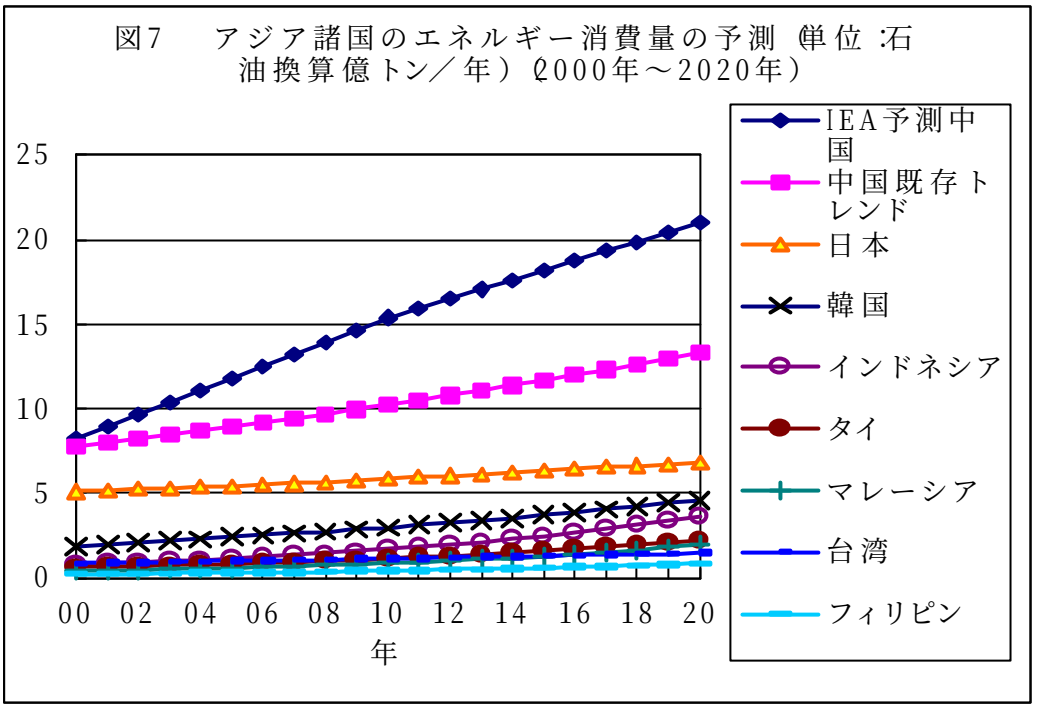
一方、天然ガスについて見ると、アジアの消費量と生産量は釣り合っている。しかし、インドネシア、中国、マレーシア、タイ等の天然ガス生産国において自国で消費される量があるために、日本、韓国、台湾等の天然ガス消費国は、石油と同じく、中東からの LNG による天然ガス輸入を行っている。

## ３．アジア諸国の一次エネルギー需要予測

アジアのエネルギー需要量が、今後、2020年に向けてどのように変化すると考えられるかを図７で見ることにする。中国の経済成長率（実質）は、2020年までの年平均で5.5%との見積もりがAPERC（アジア太平洋エネルギー研究センター）から出されている。このほか、中国政府の直近の計画では、2000年から2010年の年平均成長率を7.2%としている（NIRA p.10）。この予測通りに中国の経済成長率が堅調に推移するとすれば、2020年に向けて、エネルギー消費量も着実に増大すると考えられる。

図７では、中国に関しては2ケースの需要量の予測値を示している。20年先を予測する場合には、エネルギーの伸び率をどの程度と見るかによって、OECD IEAのケースのように2020年で21億トン(伸び率4.8%／年)との予測が成り立つ一方、既存トレンドとして2020年に13億トン（伸び率2.7%／年）の伸びと見る予測も成り立つ。これらのケースのいずれをとる場合でも、アジアのエネルギー需要量予測において、中国の動向が決定的に重要な役割を果たすことが分かる。

その他のアジア諸国について見ると、中国に比べると日本のエネルギー消費の伸び率は低く、2020年のエネルギー需要量は、日本が6.8億トン（1.5%／年の伸び）と予測できる。その他の国では、韓国が4.6億トン（4.6%／年の伸び)、インドネシアが3.6億トン（7.8%／年の伸び）との予測が成り立つ。




なお、米国エネルギー省（DOE EIA）は、エネルギー需要は今後も 3%程度で伸びると予測している（US DOE／EIA 2000 年 1 月）。しかも、エネルギー消費の増加分の半分は中国が占めると考えられている。東アジアおよび東南アジア地域の石油需要量の合計は、2000 年では既に 1,200 万 B／D に達しており、米国エネルギー省の予測による傾向値を 2020 年まで伸ばせば、石油需要量は 2,000 万 B／D になるとの予測が成り立つ。

ガスの需要量もアジアでは急増すると見込まれる。2000 年以降 2020 年まで、7%の比率でガス需要は増大し、うち半分を中国が消費するとの予想が出されている。この場合、東アジアにおけるガス消費量は 2020 年には 20 兆 cfd に達することになる。

上記図 7 のアジア各国のエネルギー需要の予測値は、いずれも、先に表 1 で算出した所得弾性値を用いて、次の表 5 で示した経済成長率予測値を各年ごとに乗して算出した。

表５　　アジア各国の経済成長率予測（単位: %、成長率は実質）

| | 中国 | インド | ｲﾝﾄﾞﾈｼｱ | 日本 | 韓国 | ﾏﾚｰｼｱ | ﾌｨﾘﾋﾟﾝ | タイ | 台湾 | ｼﾝｶﾞﾎﾟｰﾙ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1999 | 6.5 | 5.9 | -5.0 | 0.5 | 0.0 | -2.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 0.5 |
| 2000 | 7.0 | 6.0 | 2.0 | 1.0 | 2.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 | 5.5 | 2.0 |
| 2001 | 6.4 | 6.0 | 5.3 | 2.3 | 5.0 | 5.3 | 4.7 | 5.2 | 4.7 | 5.1 |
| ～ | | | | | | | | | | |
| 2005 | 6.4 | 6.0 | 5.3 | 2.3 | 5.0 | 5.3 | 4.7 | 5.2 | 4.7 | 5.1 |
| 2006 | 5.9 | 5.5 | 6.3 | 3.0 | 4.3 | 6.0 | 6.3 | 6.2 | 3.5 | 4.4 |
| ～ | | | | | | | | | | |
| 2020 | 5.9 | 5.5 | 6.3 | 3.0 | 4.3 | 6.0 | 6.3 | 6.2 | 3.5 | 4.4 |

（予測値はAPERO）

## ４．中国の石炭と石油の需要推移と将来予測

上記で見た、アジアのエネルギー需要の2020年までの予測において、アジア諸国の中では中国が最も重要な役割を果たすことがわかった。従って、中国のエネルギー生産と消費について、代表的なケースを設定しながら、より詳しく見てみることにする。

OECD／IEA 設定のケースに従い、表 6 で示すように 3 ケースを考える。まず、表 6 の IEA ケースでは、エネルギー需要が急増するとし、そのエネルギー需要の急増分を石炭でまかなうとすると、石炭消費急増のケースを設定する必要が生じる。このケースの場合、2020 年の中国の石炭需要量は 14 億トンに達し、石油の需要量も 5 億トンに達することになる。

次に、エネルギー需要は急増するものの、エネルギー源の内訳としては、現在の石炭消費の急減と石油消費の急増トレンドに従って、石炭消費量をできるだけ石油で代替する政策を導入したケースを設定する。この石炭消費抑制ケースでは、2020 年に、石炭需要量は 11.5 億トンに止まるが、その一方、石油の消費が急増し、2020 年で 7.8 億トンに達することになる。

さらに、中国でもエネルギー節約に努めるエネルギー消費抑制ケースを設定する。このケースでは、石炭需要量は 2020 年で 8 億トン、石油は 4 億トンとなる。

表6　中国の2020年に向けてのエネルギー需要予測のケース設定

| | | 2020 年のエネルギー需要量 | 伸び率の考え方 |
|---|---|---|---|
| 1 | ＩＥＡケース石炭消費急増 | 石炭 14 億トン、　石油 5 億トン | |
| 2 | 石炭消費抑制ケース | 石炭 11.5 億トン、石油消費急増：7.8 億トン | 2000 年で 5%の石炭消費の伸び率が、2020 年で 2％まで減少する。石炭抑制分を石油で代替。エネルギー総需要量は IEA ケースと同じ。 |
| 3 | エネルギー消費抑制ケース | 石炭 8 億トン、石油 4 億トン | 石炭の伸び率を 2000 年で 3%、2020 年で 1%まで抑制 |

これらのケースを図示したのが図8である。今後、中国の原油生産量は、良くても横ばいで推移すると予測されており、従って、図8で示す、いずれのケースにおいても、石油輸入量が急増することは避けられなくなっている。

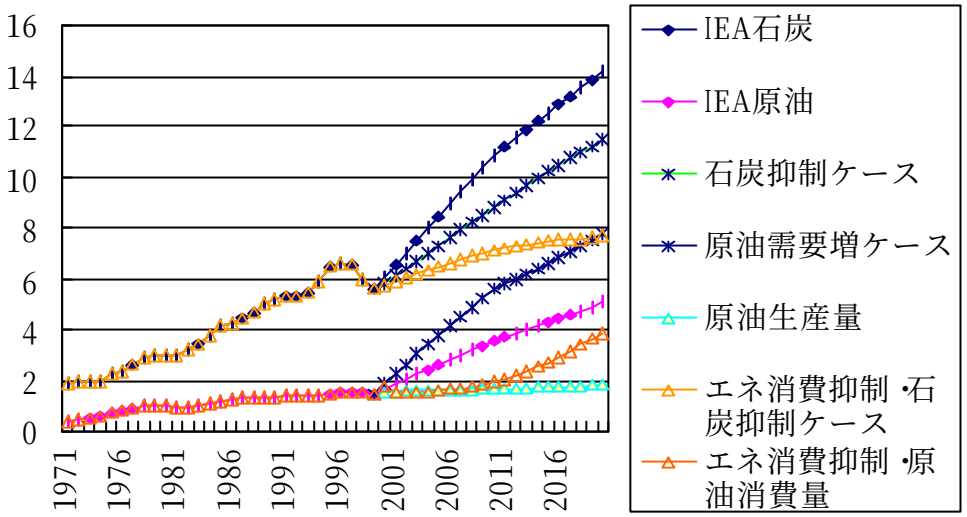
図中で IEA 石炭および IEA 原油と記したのが IEA ケースであり、石炭が特に顕著に 6 億トン台から 14 億トンを超えるまで 20 年間で急増している。石油も 2 億トンから 5 億トンを超えるところまで堅調に増加している。

次に石炭抑制ケースでは、IEA ケースの石炭ほどは需要が伸びない。しかし、石油の需要は、図 8 で原油需要増ケースと記した線に従って急増しており、このトレンドが続けば 2020 年には 8 億トンに達することになる。

最後に、エネルギー消費抑制ケースでは、石炭の消費を抑制するものの、それでも 2020 年までに 8 億トン弱まで石炭消費量は増大する。一方、石油消費量は「エネ消費抑制・原油消費量」と凡例に記した線分に従って上昇しており、2020 年で 4 億トンとなっている。

このように、いずれのケースをとっても、中国のエネルギー需要は間違いなく急増すると予測できる。

図８　中国のエネルギー消費量の推移と将来予測
（単位：石油換算億トン）




（注）図８において、３ケースが設定されている。①IEA ケースの石炭と IEA 原油ケース、②石炭抑制ケースと原油需要増ケース、③エネ消費抑制・石炭抑制ケースとエネ消費抑制・原油消費量ケース

**以上の図 8 で示すように、今後、中国ではエネルギー消費が急増することは不可避であり、石炭の伸びを押さえれば、石油の消費が伸びる関係があると考えられる。また、エネルギー消費の抑制に努めた場合にも、それでもエネルギー需要が伸びざるを得ないことがわかる。**

**では、これら中国を初めとしてアジアで必要となるエネルギー資源を地域内で自給できない以上、アジアへ運び込むルートは確保されているのかという点につき、次に検討する。**

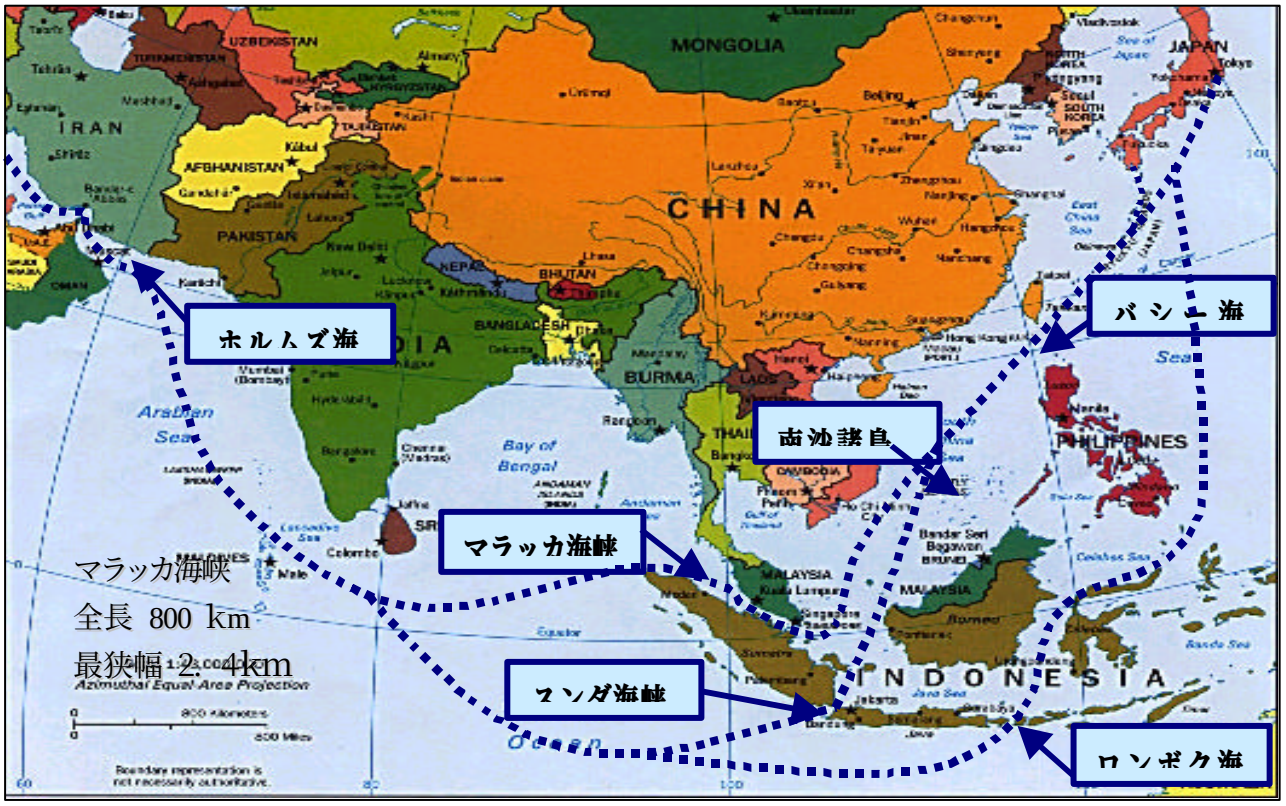
## Ⅲ　物流の課題（マラッカ海峡等のシーレーン）

**中国を始めとして、アジア諸国の石油輸入量が急増するとの予測が成り立つことが前章までの検討で明らかとなったが、そうである以上、石油輸入の確保が可能であるかが重要な問題となる。特に、石油の大埋蔵地帯である中東諸国がアジア地域の需要増に見合った生産能力増強を行うかが大きな課題となる。さらに、そもそも物理的に見て、アジア地域が必要とする石油をこの地域内に運び込むことが可能でなければ、エネルギー需要がどれほど生じても、そのエネルギーをアジア地域内において消費することは不可能である。この観点から、以下では、シーレーンの問題を検討する。特に問題となるのは、混雑度が増してきているマラッカ海峡を通過する船荷量の増加予測である。**

### １．東アジア向けシーレーン

**図 9 に示すように、アジアに向けて石油および LNG をタンカーで運んで来るためには、最大の難関としてのマラッカ海峡を始めとして、ロンボク海峡、南沙諸島、バシー海峡、スンダ海峡のどこかを通過する必要がある。**

図9　東アジア向けシーレーン



これらの海峡、あるいは諸島のうち、最大の難関はマラッカ海峡（正確にはマラッカ・シンガポール海峡）である。マラッカ・シンガポール海峡は、インド洋と南シナ海および太平洋とを結んでおり、このマラッカ・シンガポール海峡と、スンダ海峡、ロンボク海峡を合わせた海峡を、世界の船舶の 3 分の 1 が通過しており、世界で最も通行量が多い海峡（Chokepoint）である。

マラッカ・シンガポール海峡は、国際海峡として「通過通航権」（注 2）が沿岸国により認められており、航行のための海峡幅として 8 海里の航路帯が設定されている（注 3）。

マラッカ・シンガポール海峡を経由した石油の通過量は、1995 年で日量 780 万バレルに達している。日量 100 万バレルの供給途絶は、バレルあたり 3～5 ドルの価格上昇をもたらすとも言われており、マラッカ・シンガポール海峡での船舶事故、海洋汚染等の発生の影響は、たいへん大きい（海運関係者等からのヒヤリングによる）。ただし、長期にわたり事故の影響が及ぶとは考えられていない。事故船舶は航路外、あるいは海峡外へ曳航されるためである。

マラッカ・シンガポール海峡は、インドネシア、マレーシア、シンガポールの 3 カ国から形成される海峡で、その全長は 800km、最狭幅はシンガポール海峡のフィリップス水路（Phillips Channel）で 2.4km（1.5 マイル）で、水深は 23m となっている。この 23m 程度の浅い水深の地点は、フィリップス水路以外の他の地点にも何箇所も存在している。VLCC（Very Large Crude Carrier、16 万トンから 32 万トンのタンカー）等の大型船では、シンガポール、マレーシア、インドネシアの各国が設定した船底下の余裕水深である 2.5m から 4.5m を満たして通航することは、満潮時でないと困難である。VLCC 級の 23 万トンないし 28 万トンの大型船の喫水は、19m あるいは 20.5m 程度であり、大型船が充分な余裕水深を持って航行することは難しいことが分かる。

かつて、1971 年に、日本のマラッカ海峡協議会は、マラッカ・シンガポール海峡の浚渫を実施する可能性を検討したことがある（日本海事産業研究所 1973）。ただし、この浚渫の計画は、当時のソ連軍のインド洋への活発な進出と、漁業資源保護と沿岸漁民への配慮からインドネシアおよびマレーシアの強硬な反対により実現しなかった。その後も、同海峡の本格的な浚渫は実施されていない。

インドネシア政府とマレーシア政府は、通航安全問題と、通航自由問題（この問題は国際海峡論議に行き着く）とは別個のものであるとの合意を行っている（崔永鎬 1995 pp.14～15）。ただし、実際には、世界有数の通航量を持つ国際海峡であるために、通航安全問題と、通航自由問題（国際海峡論議）という両方の議論を完全に分離することは困難となっている。このために、浚渫を行うことは、たとえ日本が浚渫のための費用を支出するとしても、実施困難な状況は変わっていない。なお、日本は現在までに 100 億円に上る費用を支出して、航路帯の安全のための設備整備を進めてきている。

また、近年では、船の容量を世界の重要な海峡を通過できる最大の容量に合わせて設計

するようになっており、マラッカ船型、スエズ船型、パナマ船型の船が建造されている。マラッカ船型の船の容量は 25 万 DW トンであり、同船型は、マラッカ海峡を通過できる最大限の容量である。現在は、ULCC と呼ばれる VLCC より大型の船の建造は殆ど行われなくなっており、船型の大型化の時期は過ぎている。「1973 年の第一次石油危機以降、（タンカー船腹は過剰であり）、積み地の多様化や原油スポット購入比率増大に伴うカーゴ・ロットの小口化から、機動性に乏しい ULCC（Ultra Large Crude Carrier：32 万トン超）が市場のニーズに適合しなくなったために、タンカーの巨大化ブームは沈静化している。」（石油便覧 2000 p.248）。このため、日本の船会社所有の ULCC は、現在では 1 隻に止まっており、25 万トン程度の VLCC、あるいは、それ以下のサイズのタンカーを用いて、中東と日本との最短距離であるマラッカ・シンガポール海峡を通過して、日本に向けての石油輸送が行われている（石油便覧 2000、記載の数値より）。

マラッカ海峡では 1 日 2 回、合わせて 2 時間ほどの満潮があり、その短い時間を効率的に利用するため、巨大タンカーが満潮時に殺到する状況にあり（崔永鎬 1995 p.7）、タンカーの航行速度は統計に基づき計算すると平均 14 ノット（26km／時）であり、サウジアラビアのアラビア湾内の積出港であるラスタヌラから横浜まで 12,000km を約 20 日で輸送している。

東アジアの貿易量はアジア通貨危機の影響を受けて 1998 年には減少したが、その後、2000 年に入り大きく増えてきている。今後もアジア経済の V 字型と言われる急速な回復を受けて、マラッカ・シンガポール海峡の通航量は増大すると見込まれる。

なお、現在、中東およびアフリカと地中海域を結ぶスエズ運河では、浚渫作業が進められており、今後 10 年以内に現在の水深の 17.5mを 21mにする予定である。これはコンテナ船の巨大化に対処したもので、スエズ運河を通過する大型船が増大するということは、将来、マラッカ・シンガポール海峡においてもスエズを経由した大型船の通行量が増大することを意味している。現在のスエズ・マックス（Suez Max）のタンカーの船型は 15 万トンである。参考までに付け加えると、パナマ運河の通過船舶の最大容量は 6 万トンが最大となっている。

現状では、スエズ運河、および、エジプト内をスエズ運河と並行して走る石油パイプラインのスメッドライン（320km、42 インチパイプライン 2 本）経由の石油輸送量合計は、マラッカ海峡の 3 分の 1 に止まっている。また、パナマ運河の石油輸送量はマラッカ海峡の 15 分の 1 である。

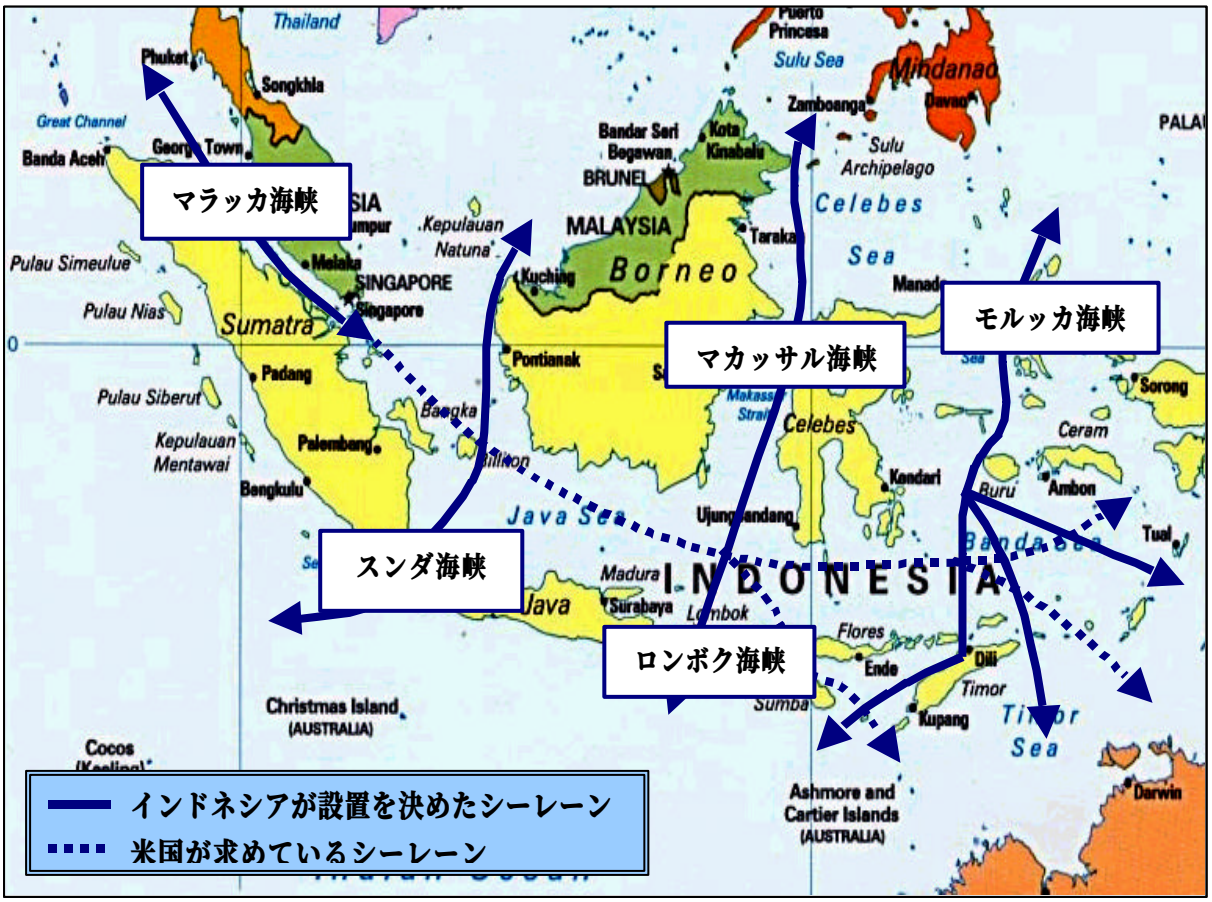
積荷の量をトンベースで見ると、マラッカ海峡経由の物資の 3 分の 2 が中東からアジア向け（ほとんどが東アジア向け）の原油輸送である。97 年におけるマラッカ海峡を通過した原油量は 950 万 B／D と見積もられている（US DOE／EIA 2000 年 1 月）。この比率は、インドネシアおよびマレーシアから東アジア向けの石油輸送量が加わる南沙諸島海域においてはさらに増大し、通過する物資の 2 分の 1 が原油となっている。

2. マラッカ・シンガポール海峡の代替ルート

図 10 を用いて、シーレーンを認めるか否かが以下に大きな問題であるかを検討する。インドネシアは島嶼国として海洋法上、群島理論を認めさせることに成功している。このため、自国の主要島嶼であるジャワ島、ボルネオ島、セレベス島等により囲まれた地域のうち、国際海峡として自国が承認する以外の海域は、内水として、自国の群島水域であると宣言している。外国の船舶は、内水を航行するときにはインドネシア政府に航海許可を申し出るようにとの大統領決定を、インドネシア政府は公布している（注 4）。

図 10 の中で、縦に、スンダ海峡、ロンボクおよびマカッサル海峡、モルッカ海峡を経由する実線の矢印は、インドネシアが設置を決めたシーレーンである。一方、図中に破線で記した矢印は、米国が求めるシーレーンである。米国のインドネシアに対する要求は、国際海峡であるマラッカ海峡につらなる、ジャワ島北部のジャワ海を経由して、東にチモール海に至る東西方向の無害通航（特にこの場合、群島航路帯通航権と言う）の要請である。

図10 マラッカ・シンガポール海峡の代替ルート



国際海峡としての「通過通航権」が認められない場合には、船舶が通航することは大きな制約を受ける。例えば、他国の潜水艦は浮上して国旗を掲げて航行する必要があり、米国海軍等の艦船がこの要請を呑める内容ではない。海洋法条約は 1996 年に発効しているが、米国は、島嶼国家に関する自国の主張が認められないのを最大の問題点として、国連海洋法条約を未だに批准していない（外務省経済局海洋室 2000 年 8 月および UN 2000）。ただし、米国は一旦紛争が生じ、島嶼国以外と交戦状態となった場合に、紛争非当事国である島嶼国の排他的経済水域においても、交戦国の行動に対処するために排他的経済水域は公海と同一と見なして航行するとの基本的立場をとっている。米軍時教範が「EEZ（排他的経済水域）の存在は指揮官の関心事ではない」と述べたとされるが（財団法人　国際問題研究所、1999 p.39）、この言葉からも明らかなように軍事行動に対する、広範囲な航行の自由を米国は求めている。

なお、マラッカ・シンガポール海峡を避けてロンボク海峡経由の迂回ルートをとった場合には、時間にして約 4 日と 4 時間、距離にして約 1,200 海里（約 650km）の遠回りとなる。しかも、ロンボク海峡等の迂回ルートはいずれも、多くの島嶼、環礁が存在し、天候も急変しやすく、航行には細心の注意が必要とされている（Strategic Straits by Muncel Chang の報告より）。

## 3. マラッカ・シンガポール海峡の通過船舶数と船荷量

国際海事機構（IMO：International Maritime Organization）は、強制報告システム（STRAITREP）を保有しており、マラッカ・シンガポール海峡に関しても、近年に至って通過する船舶数の概略把握を試みている。この報告システムは 98 年 12 月より導入されている。報告義務を持つ船舶は 300 トン（GT）以上、50m を超える船、あるいは、VHF 送受信設備を備える客船（passenger vessel）である。地域としては、東経 100 度 40 分から 104 度 23 分までのマラッカ・シンガポール海峡を対象としている。

表 7 および図 11 は、マラッカ・シンガポール海峡を通過する船舶数を、上記の国際海事機構へ報告された数から予測した結果である。2000 年の 1 月から 4 月までの報告数（300 トンを超える船舶数）を 1 年間に直すと、約 6 万 6 千隻となり、一日当りでは、182 隻となる。

表 7 で示したマラッカ・シンガポール海峡を通航する船舶の内訳を見ると、コンテナ船が年間で 2 万 1 千隻、1 日当りでも 59 隻と一番多くなっている。その他、タンカー（VLCC を除く）が年間で 1 万 5,891 隻となっている。VLCC タンカーは 3,762 隻、1 日あたりでは 10 隻となっている。

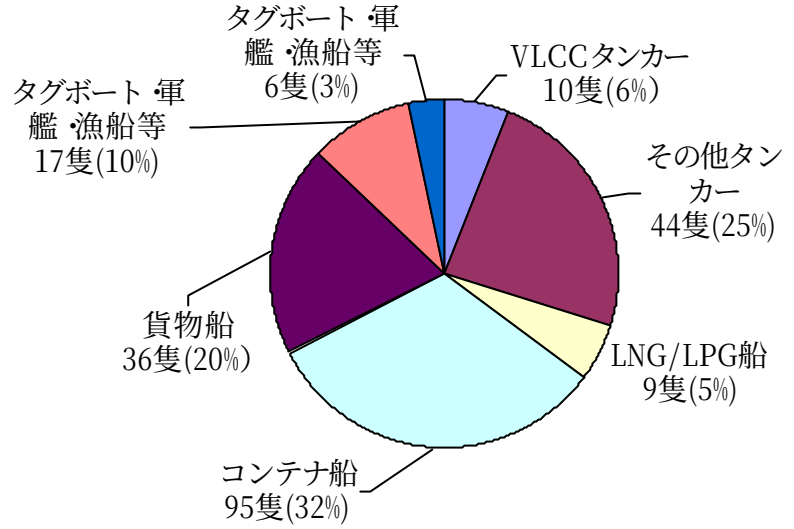
表7　マラッカ・シンガポール海峡通航船舶数（2000年：隻数）

| | 年間通行量予測 | 1日当り通行量予測 |
|---|---|---|
| VLCCタンカー | 3,762 | 10 |
| その他タンカー | 15,891 | 44 |
| LNG/LPG船 | 3,405 | 9 |
| カーゴ（Cargo） | 7,422 | 20 |
| コンテナ船 | 21,390 | 59 |
| バラ積み船 | 5,637 | 16 |
| RORO船/フェリー | 2,085 | 6 |
| 客船 | 4,239 | 12 |
| 家畜運搬船（Livestock） | 78 | 0 |
| タグボート | 792 | 2 |
| 軍艦 | 150 | 0 |
| 漁船 | 33 | 0 |
| その他 | 1,089 | 3 |
| 合計 | 65,973 | 182 |

（注）報告義務を負うのは300DWトン以上の船舶。300DWトン以下は含まず。

**また、図 11 で示すように、比率で見ても、コンテナ船が 32%（59 隻）、タンカー（VLCC を除く）が 25%（44 隻）、VLCC タンカーが 6%（10 隻）、貨物船が 20%（36 隻）となっている。300DW トンを超えるフェリー・客船も合わせて 10%（17 隻）であり、その他、タグボート・軍艦・漁船等も合わせて 3%（6 隻）となっている。**

図11 マラッカ・シンガポール海峡の通航量（2000年1月から4月の1日あたり平均：隻数と比率%）




（注）数値は表7と同じ　（資料）データは(財)海事産業研究所

なお、マラッカ・シンガポール海峡の通過時間を見ると、同海峡は全長が 800km あるために、この海峡を通過するためには 31 時間程度を要している（800km÷平均速度 26km／時）。従って、マラッカ・シンガポール海峡内に、同時に航行する船舶数（300dwt 以上）は、一日あたりの通航隻数よりも多く、平均すると 237 隻と算出できる（31 時間÷24 時間＝1.3 倍、182 隻×1.3＝237 隻）。

しかも、上記の国際海事機構の報告は 300 トン以上の船舶のみの報告であったが、マラッカ・シンガポール海峡を通過する全船舶数に関しては、一日に 1,000 隻以上、年間では 40 万隻を超えるとの見積もりが行われている（Far Eastern Economic Review 1999 25 Feb.）。237 隻であれば 3.4 キロメートルにつき 1 隻の割合で航行することになるが（800km÷237 隻より）、マラッカ・シンガポール海峡を通過する全船舶数が一日 1,000 隻とすると、800m ごとに 1 隻が航行することになる。タンカーに関しては、制動をかけてから停船するまでに、3～4 キロメートルも進むとされ、従って、マラッカ・シンガポール海峡の混雑度はたいへん高くなっており、現状ですでに満杯であるとの報告も行なわれている（Southern Seaboard DEV. HO-HO より）。

船舶数だけでは、海峡を通過する積荷の容積がわからないため、次に、船荷量を検討する。

マラッカ・シンガポール海峡が将来的にどの程度混雑するかを検討するためには、通過する積み荷の量を見る必要がある。ただし、通過船舶数に関しては、98 年から報告制度が設定されているが、この制度の下においても、船荷量は報告されておらず、統計をとる制

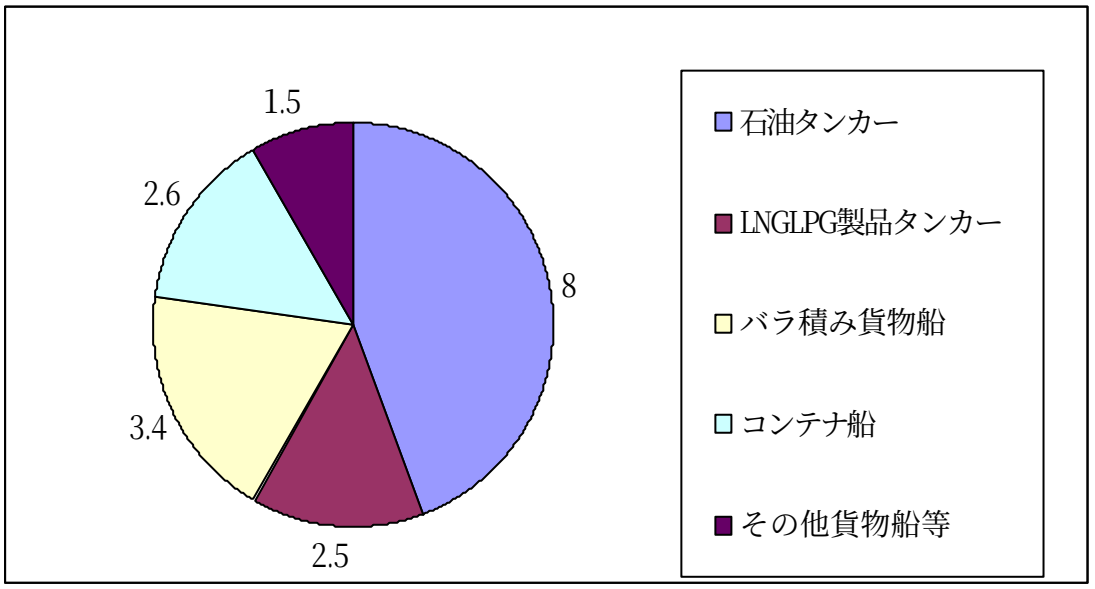
度は存在していない。

船荷量に関しては、（財）海事産業研究所が 95 年に実施した「マラッカ・シンガポール海峡通航量調査」が存在しているのみである。この調査では、ロイズ社（LMIS：Lloyd's Maritime Information Services Ltd.）に委託して基礎データの収集が行われている。

図12で見るように、マラッカ・シンガポール海峡を通過する積荷量を見ると、石油タンカーによる石油運搬量が8億トン／年と圧倒的に多くなる。さらに、LNGおよびLPGと石油製品の量も多く、2.5億トン／年に達している。

その他、バラ積み貨物船が 3.4 億トン／年、コンテナ船が 2.6 億トン／年、その他貨物船等が 1.5 億トン／年となっている。このように、原油、石油製品、さらに LNG 船を含めたエネルギー輸送量は全体の 60%を占めることがわかる。

図１２　マラッカ・シンガポール海峡通過の船荷量(億トン／年)（95 年）




（資料）（財）海事産業研究所

## 4. マラッカ・シンガポール海峡の混雑度予測

前節で見たように、マラッカ・シンガポール海峡を通過する船舶数は、現状でも多く、300トン以上の船で1日に同海峡に入る船舶数だけでも182隻に達している。このため、同海峡内で一旦事故が生じたときには、大きな影響が及ぶことになる。

ここで、将来的に、ますます混雑度が増すであろうマラッカ・シンガポール海峡を通過

する船舶数と積み荷量の予測を行う。

まず、タンカーの航海日数を検討する。中東からの航海日数を片道 20 日、積み込みと積み下ろしにそれぞれ 5 日かかるとすると、以下のように片道 25 日を必要とし、年に 7.3 回が往復可能な回数となる。

365 日／（(20 日＋5 日）×2）＝7.3 回／年　が航海回数

次に、VLCCは16万トンから32万トンであるが、極東向けは25万トンの船型が多い。従って、年間1,000万トン（　7,300万バレル、日量に直せば20万B/D）の需要増が生ずれば、以下の計算で、毎年新たに、少なくとも5～6隻のVLCCタンカーが必要となるということがわかる。

1000万トン／（7.3回×25万トン）＝5.5隻

積荷量に一番大きく影響するのは、原油と石油製品等の石油関連タンカーの航行量である。しかも、地域的には、中国の石油輸入量が大きな影響を持つと考えられる。

続いて、本レポートで実施したマラッカ・シンガポール海峡を通過する積荷量の予測手法の概要を説明する。

積荷量の予測を行うために、図 12 で示した積荷別、船舶種類別、輸出国別および仕向け地国別のデータ（1995 年）の推計データを基にして試算を行った。次に、1980 年から 1998 年のアジア各国の輸出入量と経済成長率との関係から、輸出と輸入の所得弾力性を、それぞれ、表 8 および表 9 のように算出した。

表８　輸出の所得弾力性

| | 偏回帰係数 | T　値 | 判　定 | 修正済決定係数 |
|---|---|---|---|---|
| 中国 | 0.9177 | 3.15 | * | 0.50 |
| 韓国 | 0.8170 | 12.20 | ** | 0.89 |
| 台湾 | 0.8674 | 27.81 | ** | 0.98 |
| 香港 | 1.6397 | 13.84 | ** | 0.91 |
| シンガポール | 0.9667 | 33.53 | ** | 0.98 |
| インドネシア | 0.6457 | 5.78 | ** | 0.64 |
| タイ | 1.5867 | 13.42 | ** | 0.91 |
| マレーシア | 1.6625 | 16.64 | ** | 0.94 |
| フィリピン | 0.6058 | 4.24 | ** | 0.49 |
| インド | 1.6084 | 3.74 | * | 0.68 |
| オーストラリア | 1.0229 | 4.57 | ** | 0.52 |
| 日本 | 0.6808 | 25.59 | ** | 0.97 |

（注）判定欄は、*が 5%有意、**が 1%有意。

（資料）データはIMF IFS より。データの期間は 1980 年より 1998 年まで。

表9　　輸入の所得弾力性

| | 偏回帰係数 | T 値 | 判　定 | 修正済決定係数 |
|---|---|---|---|---|
| 中国 | 0.2704 | 0.80 | | 0.76 |
| 韓国 | 0.7992 | 22.28 | ** | 0.96 |
| 台湾 | 0.9578 | 23.09 | ** | 0.97 |
| 香港 | 1.6470 | 21.26 | ** | 0.96 |
| シンガポール | 0.8438 | 25.21 | ** | 0.97 |
| インドネシア | 0.7900 | 7.86 | ** | 0.76 |
| タイ | 1.5184 | 25.22 | ** | 0.97 |
| マレーシア | 1.8851 | 18.65 | ** | 0.95 |
| フィリピン | 0.6595 | 3.40 | ** | 0.44 |
| インド | 0.6892 | 6.57 | ** | 0.70 |
| オーストラリア | 0.9738 | 4.08 | ** | 0.47 |
| 日本 | 0.5323 | 7.61 | ** | 0.75 |

（注）判定欄は、*が 5%有意、**が 1%有意。

（資料）データはIMF IFS より。データの期間は 1980 年より 1998 年まで。

**次に、マラッカ・シンガポール海峡を通過する積荷量は、各国の経済成長率の関数であると考えて、推計値が存在する 1995 年の各国別のマラッカ・シンガポール海峡を通過する積荷量と、輸出入量が比例するとの前提の下、実質経済成長率の推計値を用いてマラッカ・シンガポール海峡を通過する積荷量を試算すると以下の表 10 のようになる（なお、2000 年の成長率は予測値）。表 10 では、積み荷量が多い、中国、韓国、および日本の値を示すとともに、その他アジア計については、主要対象国の合計により算出した。**

**表 10 に示したように、マラッカ・シンガポール海峡を通過する積み荷量は、1998 年にはアジアの経済危機の影響を受けて減少したと考えられる。**

表10　マラッカ海峡経由貨物（石油類を除く）通過量（千トン）

| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 中国 | 129,656 | 136,973 | 144,133 | 150,212 | 156,012 | 162,499 |
| 韓国 | 114,265 | 120,543 | 125,414 | 118,624 | 118,624 | 120,541 |
| 日本 | 478,974 | 493,500 | 498,290 | 490,734 | 492,222 | 495,208 |
| その他アジア計 | 113,595 | 122,168 | 130,279 | 124,785 | 127,478 | 132,746 |
| 合計 | 836,490 | 873,185 | 898,116 | 884,355 | 894,335 | 910,994 |
| 伸び率 | | 4.4% | 2.9% | -1.5% | 1.1% | 1.9% |

**上記の表10の2000年までの推計値に加えて、先に示した表5の、2020年までのアジア各国の経済成長率の予測値（APERC作成）を用いて、マラッカ海峡通過貨物量を2020年まで予測する。その結果を示したのが図13および図14である。図では、マラッカ・シンガポー**

ル海峡経由の貨物量をトン単位で示している。積み上げで示した図のうち、一番下が中国の石油およびガスの輸入量である。続いて、日本の石油類、韓国の石油類、その他アジア諸国の石油類を示している。図中で、一番上に濃い色で示しているのが、貨物船、コンテナ船等の石油類以外の貨物船による通過貨物量の総計である。石油類以外の総計は、日本、韓国、中国等の全てのアジア諸国を含んで算出した。図より明らかなように、石油類の輸出入量が、6～7割という大きな比率を占めているのがわかる。ただし、中国の1995年の石油輸入量を見ると、図13および図14で示すように、当時はまだ石油輸入量が極めて少なかったことがわかる。

図 13 および図 14 は、いずれも表 5 の経済成長率および表 8 と表 9 の輸出入所得弾力性の数値より算出した値を用いて算出しており、中国に表 8 と表 9 で異なる 2 ケースを設定した以外は、同一の値を用いている。中国の石油類の輸入量次第で、マラッカ・シンガポール海峡の物流量は大きく変わることがわかる。しかも、中国、日本、韓国、および、その他アジア諸国を合わせたマラッカ・シンガポール海峡を通過する石油類の輸出入量は、ばら積み船およびコンテナ船等による穀物、自動車、機械等の貨物運搬量の合計を、大きく上回ると予測される。

図13　マラッカ・シンガポール海峡の通過貨物量の予測（単位：億トン）（1995 年～2020 年）
中国 IEA ケース

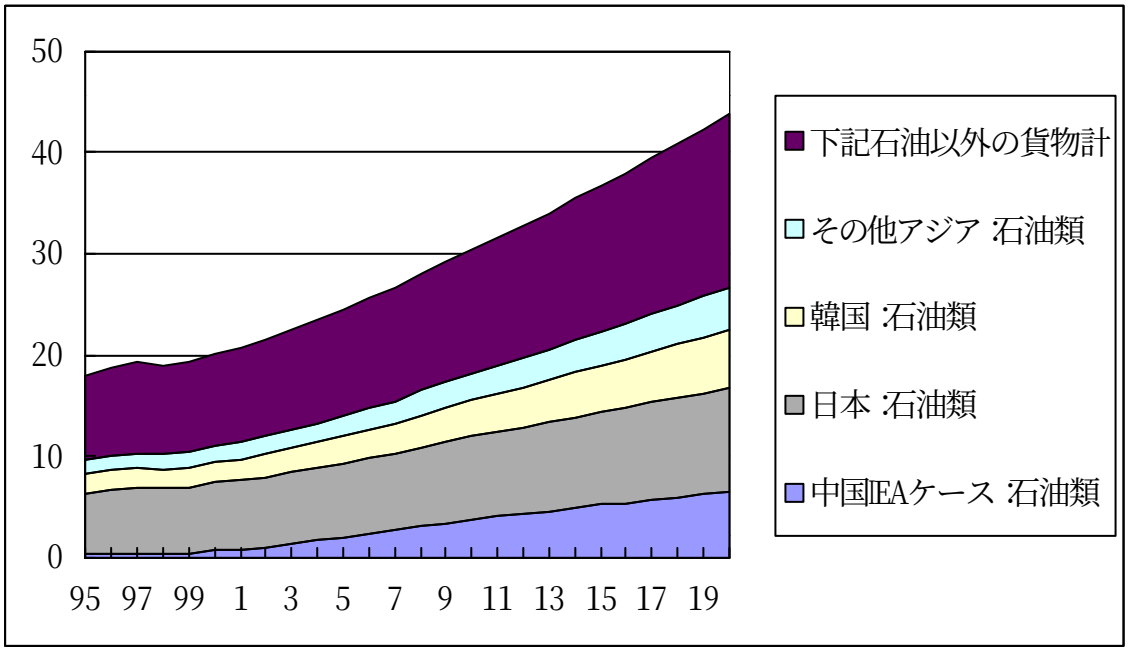
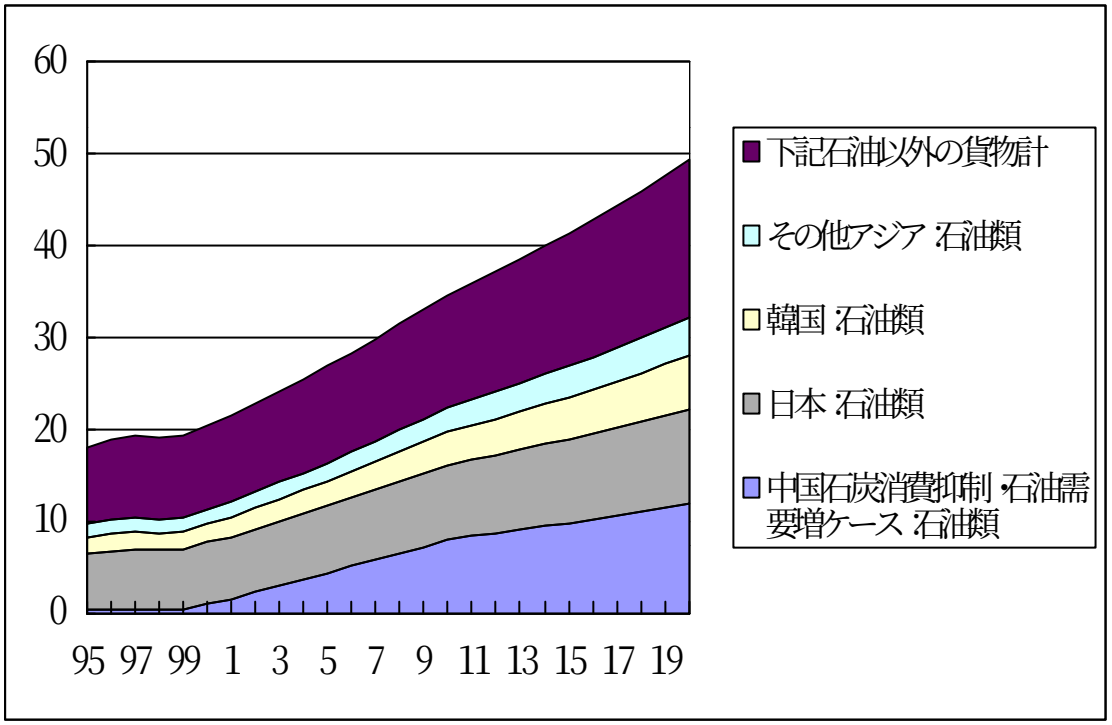


図14　マラッカ・シンガポール海峡の通過貨物量の予測（単位：億トン）（1995年～2020年）
中国石炭消費抑制ケース




95年の石油類のマラッカ・シンガポール海峡通過量は9.6億トンで、貨物量の合計の8.4億トンと比べると、既に、石油類の通過量が上回っている。2000年における石油類の海峡通過量は、11.2億トン、貨物量の合計は9.1億トンと見積もられる。

続いて、2020年までを見ると、中国の石油類の輸入量がどこまで伸びるかによって、海峡の総通過量は43.9億トン（図13）から、最大では49.4億トン（図14）まで大きく振れると予測される。貨物の通過量の予測値は2020年で17.2億トンであり、いずれのケースにおいても、石油類の通過量の方が、その他の貨物量の数値を上回ることになる。

石油類の輸出入量は、図13のIEAの中国石油輸入量予測ケースにおいては、2020年で6.5億トンであり、図14の中国が石炭消費を抑制して石油需要が増大するケースでは2020年で11.9億トンに達すると予測される。2020年における日本の海峡経由の石油類輸入量は、10.2億トンと見積もられ、従って、図14のケースにおいては、中国がマラッカ海峡経由の石油類輸入量においても、日本を上回ると予測される。

2020年におけるマラッカ海峡を通過する石油類の総合計量（中国、日本、韓国、その他アジア諸国を含む）は、図13のIEAケースで26.8億トン、図14の石炭需要抑制ケースで32.2億トンと予測される。

このように、マラッカ海峡を通過する物資の量は、今後 20 年間で 2 倍から 2.5 倍まで増加すると予測され、特に、この通過量の増大には中国の動向がキーとなる役割を果たすことがわかる。

こうしたマラッカ・シンガポール海峡の混雑度を少しでも緩和するために、同海峡をショートカットする石油パイプラインの設置が、以前から検討されている。これらの計画は、いずれも 100 キロメートルから 200 キロメートル超の石油パイプラインを、タイ経由、マレーシア経由、タイ・マレーシア両国経由、あるいは、タイ・ミャンマー経由で敷設し、中東から運搬してくる原油をマレー半島の東側にあたる積出港から再度搬出することを目指している。

このような石油パイプラインというエネルギー流通のためのグリッドを設けることで、物流の経路を確保するとともに、安定的な供給路を確保することが計画されているが、現在では、より広範に、各国間を結んだガスパイプラインを敷設してエネルギー供給を図り、さらに、高圧送電線で各国間を結び電力融通を図る例が増大してきている。こうしたエネルギー供給のグリッド化は、アジア内ではアセアン諸国で先行して進められていると同時に、中国を含めた東アジア地域においても多くの計画が作成されており、一部は既に動き出している。

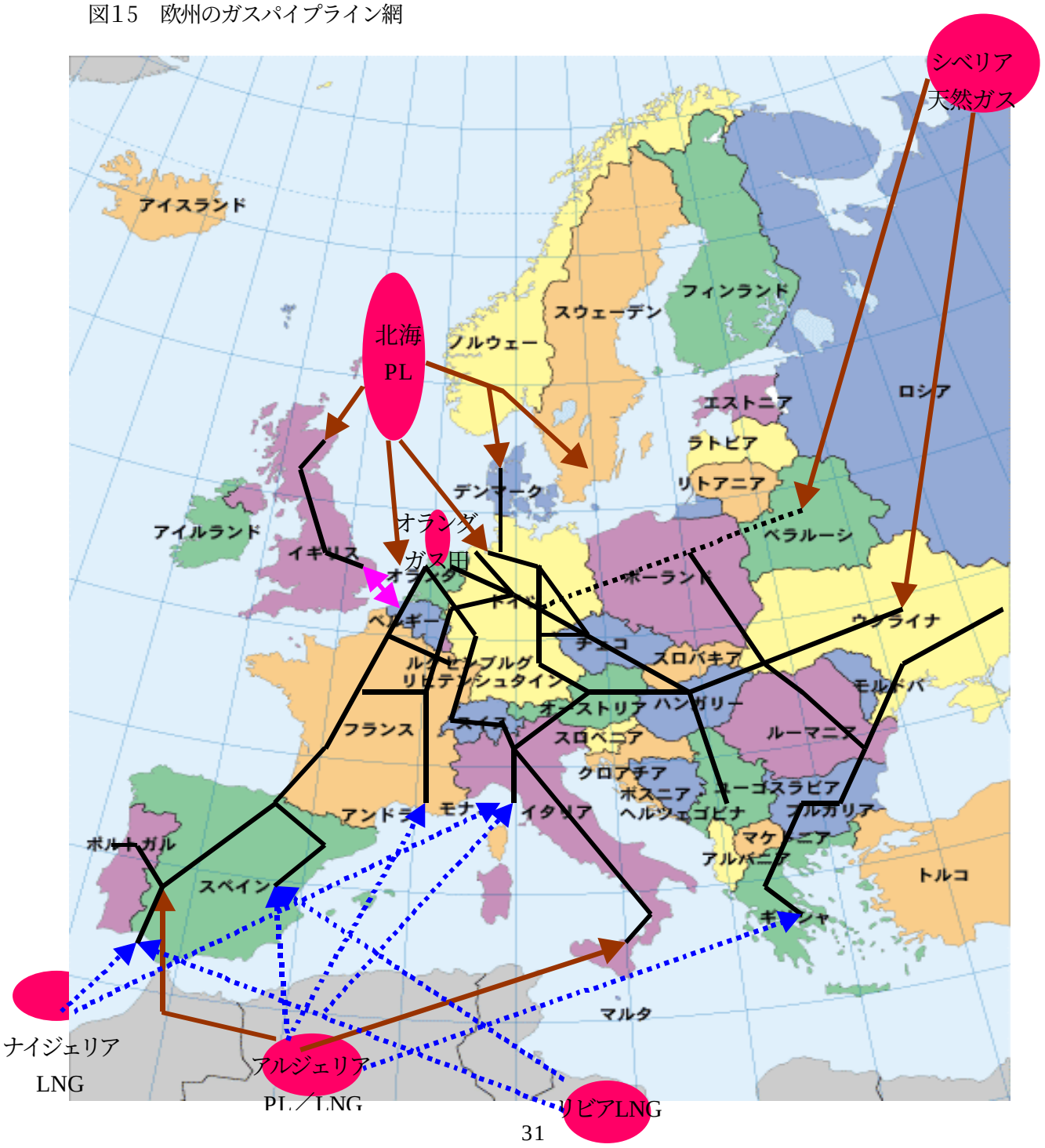
アジアのエネルギー需要の増大が不可避と予測される以上、現在進みつつあるエネルギー供給のグリッド化によるメリットがどのような点にあると考えられるかについて、先行しているヨーロッパのガスパイプラインの事例を見てみることにする。

## Ⅳ．エネルギーグリッドの重要性（欧州との比較）

### １．欧州のガス供給パイプライン網

**図15は、欧州におけるガスパイプライン敷設の進捗と、幹線ガスパイプラインの設置状況を示す。欧州では、20年間でEU内にガスパイプライン網を形成してきた。**

図15　欧州のガスパイプライン網



欧州でガス利用が拡大したのは、オランダのグローニンゲン・ガス田が発見され近隣のドイツフランス、ベルギーに輸出が開始され、その後引き続いて、当時のソビエト連邦から欧州の中西部に向けたガスのパイプラインによる輸出が開始されてからである。南ヨーロッパでは、その後、アルジェリアからの LNG 輸出が開始された。さらに、北海での石油生産とそれに続くガス生産が開始された。現在では、LNG 輸出はナイジェリア、リビアからも行われており、また、ロシアからは、従来のハンガリーおよびオーストリア経由のパイプラインに加えて、ベラルーシ、ポーランド経由でドイツに至るパイプラインによるガス輸出が始まろうとしている。

その他、リビアからシチリア、イタリア経由のパイプラインによるガス輸入も計画されている。

また、英国でも、当初予想を上回るガス埋蔵量が発見されたために、大陸向けのガス輸出を開始しており、ベルギーに向けたガスパイプライン（Inter-Connector と呼ばれる）が敷設されて稼動を開始している。

このように、ヨーロッパでは 20 年間かけて各国間を結ぶパイプライン網が形成されてきた。従来、ガス価格は競合する燃料の価格と見合った価格（ネットバック価格）で取引されてきた。このため、ヨーロッパのガス市場では当初、ガス供給者による価格競争が行われなかったが、その後、ガス市場への参加者が増大するにつれて、ガス供給超過の状態が生じ、ガス供給をめぐる競争が生じることになった。パイプライン網が整備され、その一方、ガス供給者が多彩となったために、供給余力が増大し（「サプライ・プッシュ」と呼ぶ；ジョナサン P. スターン p.37）、価格競争が開始され、実際にガス価格が低下する効果が生じている。

しかも、ガスに関しても託送制度が整備されたことで、買手はガス供給者を競わせてガスを購入することが可能となり、従来から実施してきた長期契約に代えて、スポット契約によりガスを調達できる余地が大幅に拡大することになった。ガス供給者による価格競争が始まったことで、価格変動リスクは増大し、こうしたリスクの存在が、むしろ、スポット市場を育成する方向に作用することになったと考えられる。

## 2. ヨーロッパのガスパイプライン・グリッド導入のメリット

ソビエト連邦が崩壊するまでは、西側欧州諸国はソビエト連邦からガス供給を受けていた。その期間のガスの受取りは、安全保障の問題と密接に結びついていた。その後、ガス供給グリッドが整備されるとともに、ガス託送制度が導入され、しかも、ガスの供給先が予想以上に増え、埋蔵量も当面は充分に確保できる状況が生まれると、供給独占が崩れ、価格競争が開始し、ガス価格が低下する効果が生まれることになった。しかも、国内事情を異にする多様なガス供給者が存在する一方で、他方、ガス需要者もどのような時期に、

どのような契約でガスを需要するかが異なっており、各国の状況・地域差が大きいために、よりいっそう価格競争の実施、あるいは、ガス販売に仲介者が介在できる余地が増大することになった。価格競争が生じたということは、低価格を提示した者による市場占有拡大の可能性が生じたということを意味しており、限りなく限界費用に近い価格でのガス供給が行われる可能性が出てくることになったと評価できる。

ヨーロッパでのガスパイプライン網形成によるガス供給市場が成立した効果は、このように大きかったと評価できる。

以上のようなガス需給をめぐる競争状態の変更は、ゲーム理論における、供給量競争であるクルノー競争の状態が、価格競争を伴うベルトラン競争へと変容した可能性を窺わせる。この点は、何故、価格競争の状態を生むことが出来たのか、制度設定の面も含めて、実証データを用いた検証が必要となっており、今後の検討課題である。

続いて、アジアでのエネルギーグリッド形成の進捗状況を確認し、検討を加える。

## V. アジアでの取り組み

アジア内では、アセアン諸国において、エネルギーの相互融通が、ガスパイプラインの敷設と、国境を越えた電力融通ラインによって先行して進められている。ガスパイプラインが敷設され、また、電力融通のための送電設備が設置されることでエネルギー利用のネットワーク化が進みつつあり、エネルギー安全保障の強化と、さらに、各国間の依存関係を高め、地域の安定化をもたらす効果が生まれつつあると評価できる。

以下では、最初に天然ガス、次いで電力分野におけるアセアンのエネルギー相互融通の動きを検討する。

### 1．アセアンのガスパイプライン・グリッド計画

エネルギーの開発と利用の面から見ると、アセアン諸国における経済危機発生前から計画されていた大型プロジェクトが、経済危機発生後数年を経て、ようやく実施に移されつつある。こうしたエネルギー関連のプロジェクトの実施は、アセアンの地域としてのまとまりを高め、経済格差を縮小させる可能性を生みつつある。99 年 10 月にマレーシアで開催されたアセアン諸国の代表により開催された ASCOPE（ASEAN Council on Petroleum）は、その一例である。なお、筆者はこの会議に日本から唯一参加し、各国から公表されている以外にも、多くのプロジェクトを検討・計画している実態を見ることができた。

アセアンは、99 年にカンボジアが加盟し、加盟国数は 10 カ国に達した。ただし、経済発展の段階が異なる国を含んでいるために、構成国内において、豊かなアセアンと貧しいアセアンとに 2 極分化したと言わざるを得ない状況が生まれているのは事実である。APEC について見ると、加盟国数の増大とともに交渉時のまとまりを欠くことになったが、アセアンにおいても大きな経済格差の存在は、地域協力機構としての一体感を失わせる危険性を生じさせている。確かに、アセアン各国の一人あたり国民所得（1998 年）は、シンガポールのように 26,000 ドルを上回る国と、カンボジア（304 ドル）、ラオス（261 ドル）、ミャンマー（68 ドル）のように 300 ドル台から 100 ドル以下の国までを含んでいる。一方、APEC においては 1998 年以降、新規加盟を 10 年間凍結するとの合意がなされており、このため、カンボジア、ラオス、ミャンマーは今後も APEC に加盟できず、これらの諸国が加盟していないために APEC ではアセアンで見られるほどの大きな経済格差は生じていない。このようにして格差が大きい国を含んでいるために、アセアンにおいてはいっそう、各国間の連携をとるための緊密な連絡をとる必要が生じている。特にガスパイプラインの敷設のように、物理的に各国間を連携させる基礎的インフラ、あるいは、高圧送電線による各国間の連携を図ることは、アセアン諸国の関係を密にし、対立の芽を摘むことになり、各国政府にとって望ましい効果を持つ。

ガス利用の拡大を目指した大規模なガスパイプライン敷設プロジェクトを図 16 で見る。

図16 アセアンのパイプライングリッド計画

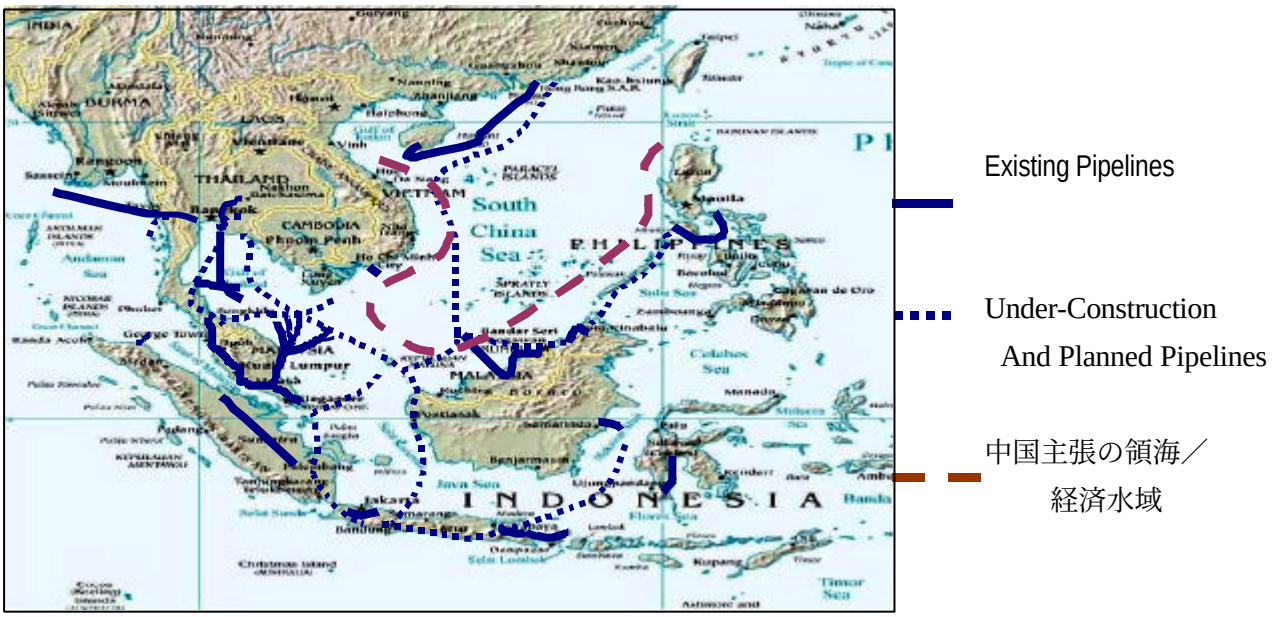



図 16 で示すように、スマトラ島南部からジャワ島西部のジャカルタを中心とする需要地に向けてのガスライン敷設計画が進捗しており、また、同じくスマトラ島南部からシンガポール南側のバタム島に向けてガスパイプラインの敷設と、このパイプラインのシンガポールへ向けての延長計画が進められている。その他、インドネシア・ナツナ島西部地域の海上ガス田からシンガポールへ向けてのガスパイプライン敷設（480km）、タイおよびマレーシアの海上共同鉱区（JDA）のガスをタイ南部へ運ぶガスパイプラインの敷設と、同パイプラインを南下させて、マレーシアのマレー半島西部の幹線ガスパイプラインへの繋ぎ込み計画が進められている。また、ミャンマーからタイに向けたガスパイプライン計画も進捗中である（ヤダナ・ガス田：680km、および、イエタグン・ガス田：280km）。

これら個別のプロジェクトが、アセアン域内のエネルギーの大規模消費地に向けて、採算性を確保しながら実施されることで、さらに将来的には、個々のガスパイプラインを接続、延伸することで、アセアン域内におけるガスグリッドの形成が可能となると予測できる。例えば、シンガポールでは、従来から行われてきたマレーシアからのガス供給に加えて、インドネシアの西ナツナからシンガポールへ向けたガスパイプラインの敷設が進められており、また、インドネシアでスマトラ島からバタム島に向けてガスラインの敷設工事が進行中であり、シンガポールと近接したバタム島までスマトラ島のガスが来ることで、

近い将来、このガスもシンガポールへ供給する計画が進められると考えられている（2000年6月におけるシンガポール電力庁でのヒヤリングより）。シンガポール電力庁で、ガスの供給ソースが増えることで、価格競争を実施できる可能性が高まるとして、望ましい動向であると評価している（2000年6月におけるシンガポール電力庁でのヒヤリングより）。

次に、安全保障面からの効果を検討する。エネルギーグリッドが拡張されることによりもたらされる効用は、安全保障面から見ても大きい。図 16 で示したように、南沙諸島（スプラトリー：Spratly Islands)、および、西沙諸島（Parcel Islands）に関しては、中国が強硬に自国の領海／経済水域であるとの主張を行ってきている。特に、中国が、海南島から南下して、ベトナムの沖合を通り、さらにインドネシアが領有するナツナ島、マレーシアが領有するサラワク、ブルネイ、そしてマレーシアのサバ州、フィリピンのパラワン島の沖合までを含む、南沙諸島の全領域に対する領有を宣言しているため、他国への脅威となっている。こうした中国の主張を緩和させるためにも、既存のエネルギーグリッドを拡張する効果は大きい。

南沙諸島の領有をめぐっては中国ばかりでなく、台湾、ブルネイ、マレーシア、ベトナム、フィリピンの全部で 6 カ国が領有権を争っている。

中国の南沙諸島および西沙諸島に対する進出は、特にベトナム戦争後に活発化している。

1974 年に米軍がベトナムから撤退した直後に、中国は南ベトナム（当時）から西沙諸島を奪取した。その後、1984 年に鄧小平が南沙問題に関して次のように述べている。

「南沙問題の解決法には 2 策ある。一つは武力で奪取すること、もう一つは主権問題を棚上げして共同開発すること。」

このように、中国の南沙諸島に対する態度は一貫して強気であり、エネルギー資源の確保を目指して妥協をしない態度を貫いてきている。

その後、1988 年に中国は、ベトナムと南沙諸島をめぐって武力衝突を起こし、少なくとも 70 人のベトナム兵が中国側の攻撃により殺されている。ベトナム側の死者は数百人規模との報道もある。中国は占拠した 6 ヵ所の岩礁に基地を建設している。ただし、これらの岩礁は満潮時に水面下となるので国際法上領土とはなっていないと解釈されている。その後、これらの岩礁は海兵隊員が居住する恒久基地となっている。

さらに、1992 年 2 月に、中国は領海法を制定し、尖閣諸島、南沙諸島を領土と明記し、92 年 7 月には、南沙諸島の 2 島に主権標識を立てている。同 92 年の中国共産党第十二回大会では、江沢民党総書記が政治報告中で、「軍は領海の主権と海洋権益の防衛を任務とする」と明記させている。翌 93 年には、中国は、西沙諸島に軍用飛行場を完成させ、スホイ 27 を配備しており、シーレーン確保が大きな意味を持つことがわかる（注５）。

こうした強硬な態度をとり続けている中国に対して、アセアン諸国はまとまった対応が出来ていない。アセアンが一致団結できない理由は、各国間にそれぞれ領土問題を確定できない多様な問題を持っているためである。例えば、フィリピンとマレーシアのサバ州と

の間では国境をめぐる対立がある。さらに、ブルネイはマレーシアにより国土が 2 分されており、回廊となる部分の買収を望んでいる。その他、マレーシアとシンガポールは両国間の 2 島の帰属に関して紛争がある。一方、マレーシアとインドネシア間でも 2 島の帰属に関して紛争がある。

最近においても、99 年に東チモールの独立をめぐる紛争が発生した際には、アセアンはまとまった行動をとることができず、オーストラリア軍が出動することになった。地域の安全維持のために協力できる体制がアセアンにおいて成立していないことが、この東チモールの出来事で明らかになった。

何故中国がこれほどまでに強硬な姿勢を貫いてきているのか。それは、この海域に豊富な石油とガスが存在していると推定されているからに他ならない。南沙諸島と西沙諸島を合わせると、島と環礁の数は合わせて 200 に達するものの、南沙諸島の全ての面積を合わせても 3 平方マイルに満たず、飲み水にも不自由する場所であり、領土として見た場合に、島そのものに関しては特に領有する意味がないと考えられる。

中国内においては、従来から、南沙諸島と西沙諸島の周辺海域には豊富な石油資源が存在している、との報告が出されてきた。同国による原始埋蔵量の予測は、南沙諸島と西沙諸島の周辺海域の合計で 1,050 億バレルから 2,130 億バレルの石油が存在する、との推定が出されている。原始埋蔵量のうち、10%が回収可能と見積もり、生産可能期間として 15 年から 20 年を設定すると、140 万 B／D から 190 万 B／D の生産能力があると考えることができる。

ただし、一般には、中国内で見積もった数値は楽観的すぎると考えられており、米国地質調査所は、南シナ海全体で 280 億バレルの原始埋蔵量があり、南沙諸島の周辺では 100 億バレルの原始埋蔵量を見積もっている。この埋蔵量から計算して、南沙諸島の周辺での石油生産量は、13.7 万 B／D から 18.3 万 B／D 程度との予測が成り立つ。

石油に関して以上のように大きな見積もりの差が生じているが、この地域は石油よりもガス資源に恵まれていると考えられており、米国地質調査所の報告では、この地域の炭化水素資源量の 6 割から 7 割はガスであるとしている。

石油と同じくガスに関しても、中国の報告では巨大な埋蔵量を予測しており、石油換算で 2,250 億バレルのガスが南シナ海に存在し、南沙諸島の周辺だけでもガスの原始埋蔵量は 900 兆 cf（立方フィート）に達すると予測している。この予測通りとすれば、年間 2 兆 cf のガス生産が可能となる。

一方、米国の地質調査所の報告では、ガスの原始埋蔵量は 266 兆 cf であり、南沙諸島周辺では 35 兆 cf の原始埋蔵量と見積もっている。この埋蔵量からは、年間で 700 億から 880 億 cf のガス生産が可能となる。ただし、マレーシアが現在生産しているガス量は年間 1.4 兆 cf であり、この量と比べても、中国が期待するほどにはガスの生産量は増大しないとの見積もりが一般的になされている（以上は、OECD IEA, 2000a pp.59-60 より）。

南沙諸島海域に関しては、石油・ガスの埋蔵量以外にも、大きな問題が存在している。それは、この南沙諸島を含む南シナ海が、世界有数の混雑する船舶航路であり、しかも、海賊が出没する地域であるという点である（注６）。国際海事局（IMB）の海賊情報センター（クアラルンプール）の発表によれば、海賊行為が南沙諸島を含む東南アジア地域で急増しており、2000 年前半の世界中で発生した海賊行為の過半は、マラッカ海峡、および、南シナ海においてであった。タンカーも、これら海賊の攻撃対象となっており、99 年のみでも 4 隻のタンカーが襲撃を受けている。

特に 99 年 10 月に発生した、日本の大型貨物船「アロンドラ・レインボー」がスマトラ島の港を出港後、積荷のアルミニウム塊 7 千トンとともに海賊に乗っ取られた事件は大きな衝撃を世界の海運界に与えた。同船は、98 年に就航した新造船であり、7 千トンの船体の価値が 10 億円、積荷の価値が 7 億円と言われ、重装備した海賊による、大型船を狙った犯罪には、国際的な対応が必要であるとの議論が、国際海事機構（IMO）を始めとして関係機関により行われている。

なお、南シナ海を通過する物資の量は、マラッカ・シンガポール海峡を通航する物資量よりも多い。インドネシアおよびマレーシアから日本等に向かう石油・ガス、その他貨物がこの南シナ海を経由しており、南シナ海を通過する物資の量は、世界の船舶運搬量（トンベース）の半分を超えている。しかも、世界のスーパータンカー（VLCC：20 万トン以上）の 3 分の２がこの海域を通過している。南シナ海は、マラッカ・シンガポール海峡と台湾海峡を南と北の出口とする海域であり、日本のエネルギーの 6 割、台湾のエネルギーの 6 割、韓国のエネルギーの 3 分の 2 が南シナ海を経由してこれらの国々へ輸送されている。

## ２．東南アジアの電力グリッド計画

アセアンは、1982 年に電力の相互融通プロジェクト（ASEAN Cooperation Project on Interconnection）を立ち上げており、電力部門での協力強化とアセアン内の電力融通送電施設（Power Grid）の設置に向けて活発に活動を行ってきている。

電力の国境を越えた供給と相互融通は、図 17 で示すように、アセアン内で始まっている。電力融通は、既に 1968 年には、ラオスからタイに向けて開始されていた。現在は、供給能力 45MW でラオスからタイに向けた供給が行われている。一方、マレーシアとシンガポール間で 250MVA の電力融通ライン 2 本が 1985 年より稼動している。さらに、マレーシアとタイ間で電力相互融通が 1980 年代初めから実施されており、現在は 600MW への増強工事が行われている。

このように、アセアン内で活発に国境を超えた電力の取引が実施されるようになってき

た背景には、国営電力会社の民営化、民間電力会社の送電網への参加と、独立発電事業者（IPP）の参入増加が生じたことで、電力をより効率的に利用する必要が生じ、相互融通の必要性が高まってきた点を上げることができる。

電力の国境を越えた相互融通の実現のためには、政策協力が必要であり、その他、技術面、資金面、さらに環境負荷の点からも関係国が協力する必要があり、従って、関係諸国間の多くの機関が協議を重ねた上で初めて実現するものである。

図17　東南アジアの電力グリッド計画

（資料）各国資料、海外電力調査会、通産省資料および現地調査により補足

相互融通の実施には、以下のようなメリットがあると言われている（APERC 2000d）。(1) 電力のピークカットの実現

(2) 燃料使用量の削減

(3) 発電効率の向上（Reserve Capacity の引き下げ）

(4) 供給安定性の確保

(5) 規模の経済性の享受

(6) 技術交流

このように電力の相互融通により得られるメリットは大きい。より具体的には、例えば、

広域の電力融通がインターコネクションを通じて実施されることで、供給予備力（Reserve Margin）を低く保つことが可能となる。また、周波数制御（Frequency Control）も向上する。マレーシアとシンガポールの発電能力は 1 万 2 千 MW と 6 千 MW であるが、両方のシステムを、インターコネクションを通じて相互融通できたために、電力供給システムの信頼性が向上したとの報告がある（Jaafar 1999）。

その他、直流送電（HVDC）を実施することで電力供給の質の向上が達成され、また、タイーマレーシア－シンガポールが送電線で結ばれていることにより、緊急時への対応体制が整備されたという成果が報告されている。2000 年初めに、これら 3 カ国が直流送電線により結ばれ、合計の発電能力 3 万 MW となり規模の経済性が発揮できるようになったが、このシステムの完成により、電力プールシステム導入のための基礎的なインフラが整備されたと評価されており、その効果は大きいと見なされている。

経済面から見ても、2000 年から 2010 年までの 10 年間にアセアンで合計 70GW の新規発電能力が必要とされるが、各国間の相互融通を実施することで 13%の発電能力の削減が可能となると推計されている（Jaafar 1999）。

相互融通の実施は、さらに、発電事業者が設置する発電機の規模を検討する際に、大型の発電機を選択することを可能にする効果があると言われている。相互融通の実施により、供給の安定性が確保できるために、大型タービンの導入が可能となるからである。

また、相互融通の実施により、限界費用が低い発電プラントをベースロード用に利用できるために、発電コストの引下げが可能となる。事実、フィリピンでは各島を繋ぐ送電線の建設により限界費用が安い地熱発電プラントがベースロードとして利用され、電力の効率的利用が可能となったと報告されている。

その他、社会開発における効果も報告されている。例えばラオスでダムを建設し水力発電所を設置するに伴い（Theun Hinboun Hydro Project）、ダム建設地域の住民に保険及び教育サービスの提供が無料で実施できた例がある（Jaafar 1999）。

以上のように、アセアン諸国において、電力の相互融通を実施することで得られるメリットはたいへん大きいと評価されている。

現在計画されている電力融通の計画は、次の通りである（Jaafar 1999 および Chonglefrbanichkul 1999）。

- サラワクとマレーシアのマレー半島本土間（SESCO と TNB 間）
- マレーシアのマレー半島本土とスマトラ間（TNB と PLN 間）
- バタム島、ビンタン島、シンガポール、および、ジョホール間（PLN－Power Grid－TNB 間）
- サラワクと西カリマンタン間（SESCO－PLN 間）
- フィリピンとサバ間（NPC―SESB 間）
- サラワク、サバ、およびブルネイ間（SESCO－SESB－DES 間）

・ タイとラオス間の増強（EGAT－EDL 間）
・ ラオスとベトナム間（EDL－EVN 間）
・ タイとミャンマー間
・ ベトナムとカンボジア間
・ ラオスとカンボジア間
・ タイとカンボジア間

その他、国内向けのシステム形成が進められており、将来はアセアンのシステムに結合する計画があるのは以下の通りである。

・ インドネシア内のスマトラージャワーバリ
・ フィリピン内のレイテーセブ、レイテーミンダナオ、レイテ－ボホール

今後は、上記のタイーマレーシアーシンガポール間の電力グリッドに加えて、メコン川流域の、カンボジア、ラオス、ミャンマー、タイ、ベトナムにより電力グリッドの形成が計画されている。将来的には、これらの大きな 2 地域のグリッドが互いに連携をとる形が想定されている。

## ３．中国の石油･ガスパイプライン計画

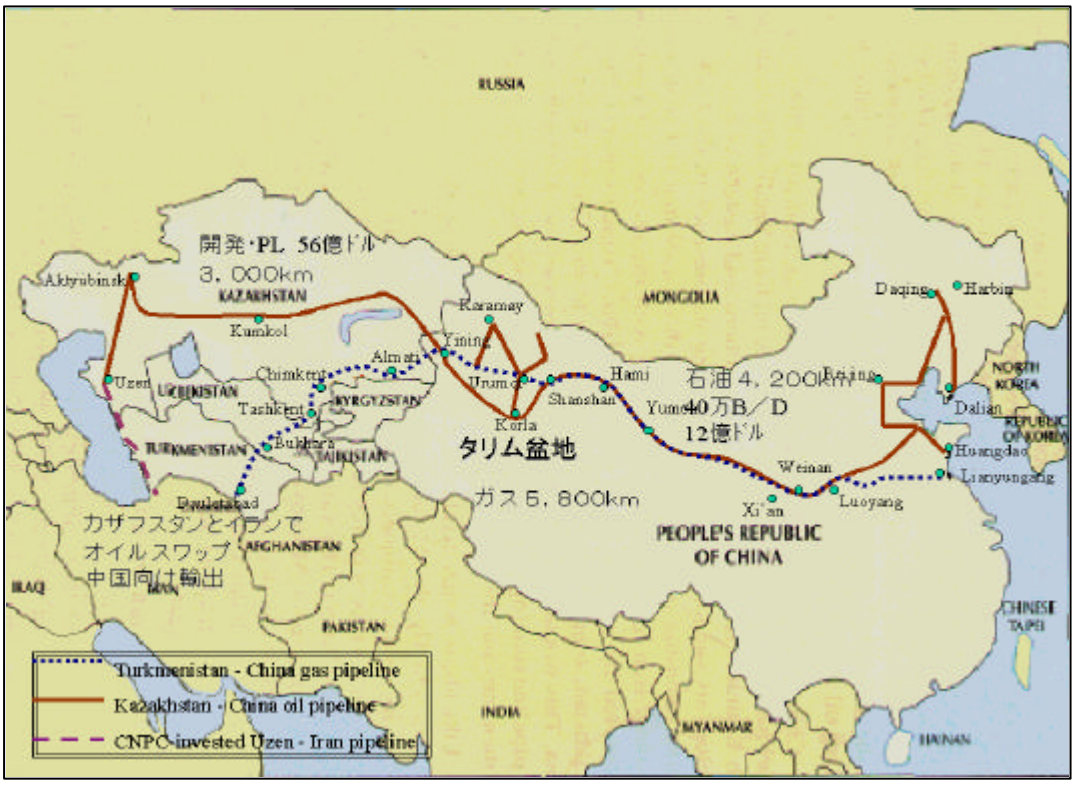
図 18 で示すように、中国には、中央アジアからのパイプラインを敷設して石油とガスを輸入する計画がある。中国西部のタリム盆地、ジュンガル盆地、ハミといった地域ではガスおよび石油が発見されており、開発が継続中である。これら西部地域で発見された石油とガスを中国東部地域に運ぶ、石油およびガスのパイプラインの敷設が、第一段階として計画されている。この中国国内のパイプラインは距離が 4,200km に達し、40 万 B/D の石油を運ぶラインを建設するための費用は 12 億ドルと見積もられている。

もっとも中国の西部地域で生産される石油量は、2005年で60万B/D程度と予測されており（OECD IEA 2000a）、タリム盆地への外国企業の参入が最初に認められて鉱区入札が行われた当時の、第二の中東になるのではないかと言われた時期と比べれば、大幅に生産可能量が減少している。

中央アジアから中国がパイプライン敷設により輸入する計画では、石油はカザフスタンから、ガスはトルクメニスタンからとなっている。トルクメニスタンからウズベキスタンさらにカザフスタンを経て中国西部のガスライン起点において繋ぎ込むためには、5,800km に達するガスパイプラインを敷設する必要がある。

一方、石油に関しても、中国西部地域に向けてカザフスタンからパイプラインを敷設すれば少なくとも 3,000km のパイプラインを新たに敷設する必要がある。この石油パイプラインを敷設するための費用は 56 億ドルに達すると見積もられている。

図18　中国の石油･ガスパイプライン計画




上述したように、石油およびガスを中央アジアから中国にパイプラインで運ぶためには、巨額の投資が必要となる。それにもかかわらず、こうしたエネルギーシルクロードと呼ばれるプロジェクトの実現可能性は、少なくとも石油に関しては、かなり高いと考えられるようになってきている。

その他、中国は、石油輸入量の急増に対処し、自国が投資したプロジェクトを通じて石油輸入を確保する政策を進めており、カザフスタン南西部のウゼン市からトルクメニスタンのカスピ海東岸を経由してイラン北部に至る石油パイプラインの敷設プロジェクトに参加して、投資を行っている。この投資を行うことで、カザフスタンの原油をイラン原油とスワップし、入手する計画である。

タリム盆地等の中国西部からの石油およびガスの利用拡大のためのパイプライン敷設計画は、石油およびガスともに、中国西部地区のウルムチ市をはじめとする近隣の都市向けのエネルギー需要を満たす目的で、パイプラインの敷設が進められている。

これらの西部地域の都市から、更にパイプランを伸ばして西安、北京等の都市を結ぶプロジェクトは、石油に関しては、西から東に大きな都市を結びながら徐々に実現していくと考えられる。石油は、既設あるいは新設の製油所まで送ることが出来れば、近隣地域の需要を満たす石油製品として売りさばくことが可能となる。一方、ガスの場合には消費者までガスパイプラインを敷設する必要がある。しかも、ガス配給のインフラ整備をパイプ

ライン敷設と同じタイミングで行い、ガス供給を全て同時に開始することが、資金負担を最小化できて望ましい。しかしながら、現在の中国に先進国並みの負担を強いることは難しく、従って、こうした点から見て、ガス供給ラインの敷設は時間がかかり、石油パイプラインの敷設が先行すると考えられる。

## ４．東アジアのガスパイプラインと電力グリッド計画

ロシアから中国に向けてのガス供給の計画が実施に移されている。図19は、この計画の内容と、さらに電力供給のための送電線の計画内容を示している。図で示したガスパイプライン計画のうち、イルクーツク北方からモンゴル経由北京に向けたラインと、中国東北部北方から中国東北部に向けたラインが先行して敷設される可能性が高い。
中国における電力グリッド形成の問題点は、中国の電力価格が低いことにある。補助金が支給されているために、末端の電力価格がコストをまかなうことができないほど低く、中国国内の電力相互融通ラインの敷設が進まないという問題が生じている。

図19　東アジアのガスパイプラインと電力グリッド計画

図 19 で見たように、中国はシベリアからのガスをパイプラインで輸入する計画を進めているが、環境問題を引き起こしている石炭の使用量を、配管網等のインフラ整備を必要とするガスで代替し、石炭を大幅に削減することは不可能である。しかも、シベリアから輸入されたガスが利用可能なのは、中国内では、北京をはじめとした大都市部に限られている。そのため、電力をシベリアから輸入するプロジェクトの方が、中国の急増する電力需要をまかない、石炭による発電の増加を抑制する有力な方策となっている。中国東北部および同北部地域では、石炭火力による発電の割合が 9 割を占めている（APERC 2000d）。

図 19 には、ガスパイプラインに加えて、イルクーツクからモンゴルを経由して北京に至る高圧送電線計画を記載している。同じく、イルクーツクから東に向かい、中国東北部へ向かう送電線の計画もある。この後者の計画では中国東北部で分かれて、北京へ向かう高圧送電線と、北朝鮮方面に向かう高圧送電線とが敷設される計画となっている。

ロシアでは経済の停滞が続いたために、電力需要も減少しており、電力が不足するモンゴルと中国に向けて売電が可能となっている。ロシアの売電余力は、95 年で 16.2TWh に達している。今後もこのロシアの売電余力は維持されると考えられており、2005 年から 2010 年には、シベリアで計画中の水力発電所の完成も含めて、25～30TWh の売電が可能であり、さらに、シベリアのヤクーチャのシステムとイルクーツクのシステムとの連携が可能となれば売電余力は 40～50TWh に達するとの予測が出されている（APERC 2000d p.41）。

各国間の電力ピークの季節が異なるために電力融通は効果があるとの論文も発表されている（Belyaev, et al 1998）。同論文では、日本、韓国、中国南東部の電力ピークは夏季であり、一方、東シベリア、ロシア極東、中国北部および東北部、北朝鮮の電力ピークは冬季に訪れており、従って、電力の広域融通には大きなメリットがあると報告されている。

今後、東アジアにおいても電力化率が向上し、各国の送配電網が整備されてくれば、ピークロードをカットできる各国間の電力の広域融通が実現していくものと予測できる。

## ５．アジア各国の電力･石油市場規制緩和

表 11 は、アジア各国における電力および石油関連の規制緩和および自由化の進捗状況を示す一覧表である。各国ともに自由化が進展していることが分かる。

自由化の進展度合いにおいて先行しているのは、現状では、シンガポールおよび台湾であり、韓国でも自由化が急速に進められている。一方、他のアジア諸国は、押しなべて時間をかけた、漸進的な改革を進めてきていると言える。ただし、中国は、WTO 加盟に向けて急速な国内市場の開放政策を進めており、中国の国内市場規模は大きく、アジア全体に多大な影響を与えつつある。

なお、アジアの最貧国であるミャンマー、ラオス、および、カンボジアは、未だに自由

**化を実施する以前の、インフラ整備が不足している状況にある。**

**こうした多様な諸国を含むアジアにおいても、エネルギーの相互融通、グリッドの形成は効果が大きいと考えられる。ミャンマーからタイにガスをパイプラインで輸出するプロジェクトを進める際に、ミャンマーの首都のヤンゴン地区に向けて天然ガスのパイプラインを敷設し、ガス利用の拡大を図ることが出来た例があるように、採算性をあくまで重視しつつ、より貧しい国においてもプロジェクト実施の恩恵に与ることは可能であると考えられる。**

表11　アジア各国におけるエネルギー関連の規制

| | 電力供給体制・IPP・料金 | 石油輸出入・石油製品価格規制・石油企 |
|---|---|---|
| 日本 | 96年よりIPP参入・認可料金導入。2000年より大口小売り自由化。託送一部可 | 96年製品輸入自由化、97年製品輸出自由化。石油企業は提携、合併で競争力強 |
| 韓国 | 94年よりIPP参入。KEPCOは6社に分割へ。2002年より電力取引市場創設（プール制度導入）計画中。 | 97年自由化。LPGのみ価格規制。98年10月以降外資参入本格化。 |
| 台湾 | 94年よりIPP参入、2000年末に電力小売り自由化と国営電力の民営化実施予定 | 政府が価格公示。CPC社以外の参入容認、Formosa Petchem社が99年より製油 |
| 中国 | 発電部門の競争促進（WTO加盟対応）。電力補助金削減へ。指令・指導料金。全国送電線網の構築を計画中。 | 政府機関が基準価格設定、輸出入権は限定。WTO加盟対応で卸・小売市場を外資開放へ。98年CNPCとSINOPECを地域別（北部西部と南部）の垂直統合企業として |
| シンガポール | 95年国営電力民営化。2001及び2002年に発電部門は売却へ。 | 規制なし・自由価格 |
| インドネシア | 92年よりIPP参入。国営電力の発電部門独立。全国一律料金見直しへ。IPPのパイトン火力からの売電は2000年3月より | プルタミナ独占の見直し検討。手厚い製品価格補助金は見直しへ。 |
| マレーシア | 90年国営電力民営化、IPP参入、送配電はTNB 1社が実施。 | 価格は統制（コストを反映） |
| タイ | 国営電力3社の民営化を推進中。IPP参入可。託送一部可能。民間参入・投資促 | 規制なし・石油会社が参考価格を提示。国営石油（PTT）は2001年民営化へ。 |
| フィリピン | 国営電力民営化を検討中 | 96～97年完全自由化。98年以降外資参入本格化。3石油企業が市場分割。 |
| インド | 98年各州電力公社（シェア7割）間に競争促進政策導入、IPP参入、価格補助 | 政府が価格統制、輸出入権は限定、灯油・LPGに多額の補助金。 |
| ベトナム | 地域別に3公社が電力供給 | 政府が上限価格設定。輸入権は限定 |
| ミャンマー | 国営電力会社 1社が独占。 | 政府が価格統制 |
| ラオス | 国営電力会社 1社のみ。送電網が不足 | |
| カンボジア | 国営電力会社 1社のみ。送電網が欠如 | |

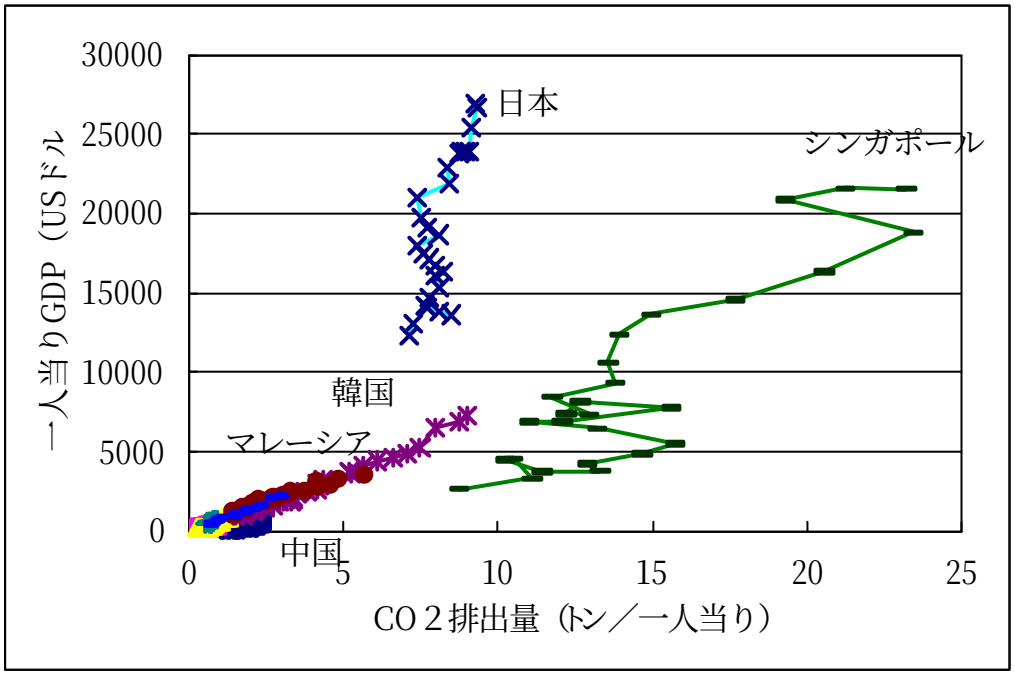
（資料）各国資料、海外電力調査会、通産省資料、OECD/IEA、USDOE/IEA、APERC 資料、および、現地調査により補足

**次に、環境面からエネルギーグリッドの果たす役割について検討してみる。**

## ６．アジア諸国の GDP と $CO_2$ 排出量の推移

**図 20 はアジア諸国の $CO_2$ 排出量（一人当りトン）を横軸にとり、実質 GDP（一人当り US ドル額）の変化を縦軸にとり表示したものである。アジア各国のデータを 1971 年から 97 年までをとると、環境負荷と GDP の関係は、アジアでは４極化している。まず、日本は韓国並みの一人当り $CO_2$ 排出増に止まる一方で、一人当り実質 GDP を増大させており、望ましい発展経路上にあると評価できる。一方、シンガポールは、島全体が一つの都市となっており、$CO_2$ 排出量が極めて多い。従って、より合理的なエネルギーの使用法を模索する必要がある。**

図２０　アジア諸国の GDP と $CO_2$ 排出量の推移　(1971－97 年)




(資料) OECD IEA およびアジア開発銀行データに基づき算出

**図 20 を拡大すればよりいっそう明らかとなるが、日本とシンガポール、それに中国を除いた「その他アジア諸国」は、本レポートの最初で見た図 1 の GDP とエネルギー消費量を示す系列と同じく、「追跡過程」と呼ぶことができる関係にあることが、環境負荷においても指摘できる。韓国を先頭に、マレーシアが続き、さらに、タイ、フィリピン、インドネシア、インドが追うという追跡過程が存在している。**

**ただし、中国に関しては、若干系列から外れており、ここでも、先に図 1 で示したのと同じように、中国は GDP 比で多量の $CO_2$ 排出しつつ、GDP を伸ばしているものの、その**

他のアジア諸国の系列には乗っていない。アジアの系列よりは $CO_2$ 排出量が多く、その割には一人当り GDP が小さいのは、中国で質の悪い石炭を多量に使用されてきたためである。

以上の分析から見て、アジア諸国が今後、目指すべき産業発展の方向は、日本型と言うことが出来る。亜熱帯あるいは熱帯に位置する東南アジアの主要都市では、エネルギー節約に努める工夫を施さないと、シンガポール型のエネルギー消費形態に陥る可能性が高い。そのため、シンガポールをいかにエネルギー節約型の都市に転換させるかが、大きな検討課題となる。

また、韓国を始めとするその他のアジア諸国に関しては、GDP を増大させる一方で、エネルギー消費を押さえる日本型の発展経路に入らせることができるかを、検討する必要がある。特に、韓国の産業・民生におけるエネルギー使用形態の転換は大きな課題である。

以上、本レポートにおける検討から見て、今後、アジア諸国においてエネルギー効率の向上に向けた、エネルギー相互融通の促進が有益である点を指摘できる。環境面からもそうご協力できる部分は多い。

最後に提言を次ページ以降で述べるが、エネルギー協力をアジアで進めるにあたって必要となるのは、日本の近隣地域での緊張緩和であり、出来るだけ域内のエネルギー存在量を拡大していくための努力の積み重ねである。

そうした観点から、次に述べる日中共同鉱区の設定を取り上げて検討し、また、より一般的なアジアのエネルギー協力に関する課題についても検討する。

## Ⅳ. 提言

### １．日中共同鉱区の設定提案

中国船の調査活動の活発化が問題となっている。既に、82 年に続いて、88 年以降 4 年間にわたって中国側（海軍を含む）による海洋調査が実施されてきた経緯がある。90 年代に入っても、中国側は海洋探査を継続している。96 年には、中国の海洋調査船が、日本が主張する日中中間線を越えた日本側の沖縄本島の沖合で、フランスの海洋調査船を使って調査を実施した。その後、与那国島周辺、石垣島の南、男女群島の南といった海域でも調査船が活動している。日本政府は、排他的経済水域での海底資源調査を実施するためには日本側の同意が必要との姿勢をとっているが、日本側からの抗議にもかかわらず、中国船は調査を継続してきている。

2000 年 5 月以降には、中国の海洋調査船あるいは海軍の艦船が、日本近海に頻繁に出没している。津軽海峡を抜けて九州へ回り、鹿児島南端の大隈海峡を経由して対馬海峡へ至るというように、回遊する例が見られる。また、沖縄の石垣島沖でも海洋調査を実施している（毎日新聞朝刊 2000 年 8 月 13 日 2 面等）（注７）。この動きに対して、日本政府は潜水艦航行のための予備調査である可能性もあるとして、日中外相会談時に中国側に抗議を行っている（2000 年 7 月 29 日のバンコクにおける河野外相と唐中国外相との会談）。

国家船舶の航行に関しては、国連海洋法条約の第 32 条で免除規定が定められているが、その適用に当たっての詳細まで定められていないために、沿岸国の態度に従い、領海の延長として経済水域内での船舶行動を考えるか、あるいは、公海の延長として経済水域内での船舶行動を考えるかで異ならざるを得なくなっている（日本国際問題研究所 1999、pp.87-97）。

中国側の日本近海での行動の目的は、第一には、今まで述べてきたエネルギー資源の対外依存の高まりに対する中国側の危機感の現れと見ることができる。可能な限り国内資源量の確保を目指すのが中国の姿勢であり、そのために石油・ガス資源の存在の可能性がある地点は、隈なく探査する方針を持っていると考えられる。

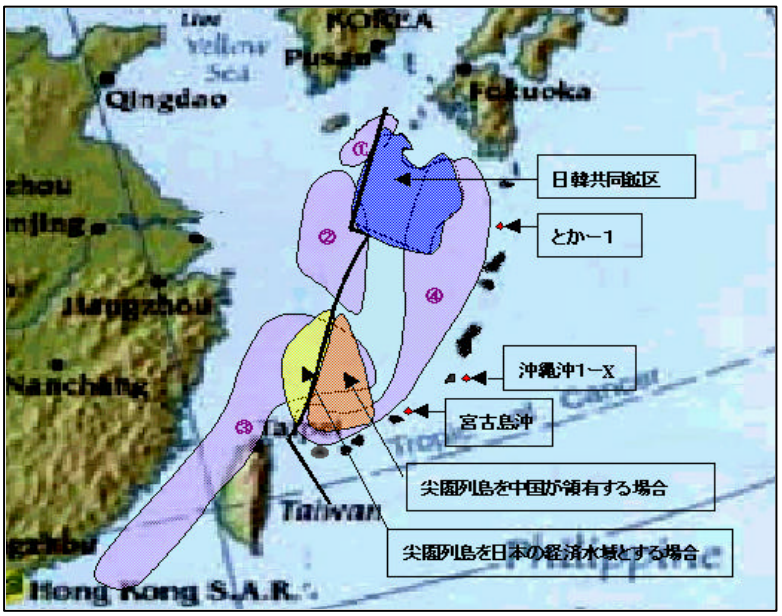
アジアの対外エネルギー依存度を低減し、中国政府が抱くエネルギー確保の要請を満たすために効果的な方策として重要なのが、石油・ガス資源、特にガスの埋蔵が期待される尖閣列島付近での石油・ガス探査の実施である。資源確保を目指す中国が、海洋調査船による調査を執拗に行いたいと希望するのは、先に見たような、膨大なエネルギーを確保する必要が迫っており、危機感をもっている以上、むしろ当然と見なければならない。しかし、境界線が決定されていない尖閣列島付近から、沖縄トラフの琉球列島寄りの地域においてまで、海洋調査船による探査を実施することは、日本の領海に対する侵犯となっている。こうした事態に対する日本としての最善の解決策は、尖閣列島に関する領土問題を棚上げし、資源量確認を目指して共同鉱区を設定し、資源探査を実施することである。幸運

にも、多量の石油・ガス資源が発見されれば、エネルギーが不足する中国の上海を始めとする華中地域にパイプラインで運ぶことが可能となり、中国のエネルギー不足に対する有効な供給源となる。こうした尖閣列島付近の地域で日本と中国、さらには台湾も含めた形で、共同で資源探査を実施することは、極めて有効な緊張緩和策となり、また、安全保障策としても効果がある。

なお、境界線が確定しないままでも探査を実施し、石油・ガス資源が発見された場合には共同で開発に当るとした例は、世界的に見てもいくつも見られる。

かつて、日本と韓国の間では、日韓共同開発鉱区が設定され、日本側からは日本石油および帝国石油が参加して試掘が実施された。この作業を実施するにあたっては、釜山がエネルギー後方支援基地として指定され、日本の技術者と韓国の技術者が共同で探鉱作業を行い、友好親善と相互理解の促進にも有効であったとの報告が行われている（日本海用掘削株式会社 15 年史 1983）。

図21　日中共同開発鉱区の提案




既に、中国と台湾は、両地域に挟まる台湾海峡において、共同で海底の資源探査を進めている（日本工業新聞 96 年 7 月 12 日付）。実施したのは、台湾海峡南部の 1 万 5 百平方キロメートルに達する海域で、同海峡の中間線で中台の分担を区切り、中国側は中国海洋石油総公司（CNOPEC）が、また、台湾側は中国石油公司（CPC）の子会社が、それぞれ探査する契約を締結し、実際の作業は 98 年から開始し、99 年 10 月には第一ラウンドの地

震探査を終了している（US DOE 2000 p.37）。

中台は主権問題を棚上げして石油分野で初めて探査を実施したものであり、日本も、領土問題を棚上げした探査・試掘の実施が期待される状況が生まれていると判断できる。

図 21 を用いて検討を行う。図 21 において、①～④まで示したのは、それぞれ以下のエリアである。

① 五島堆積盆
② 東海堆積盆
③ 尖閣堆積盆
④ 沖縄トラフ（海溝）

日中中間線の中国寄りの海域には、ガスの存在する可能性が高いと考えられる 3 つの堆積盆が北から南に並んでいる。このうち、①五島堆積盆と②東海堆積盆に関しては、日韓共同鉱区が、①と②の堆積盆の東側の一部地域をかすめるようにして設定され、特に、①五島堆積盆に重なる北西端の地域を狙った掘削が実施された。

日中間の海域においてガスの存在する可能性が高いと考えられているのは、③尖閣堆積盆である。日中中間線の日本から見て外側の中国側地域の一部に関しては、92 年に中国が国際入札を実施しており、現在までに同海域で 30 坑を超える試掘が行われており、油徴・ガス徴を見ている。鉱区契約の中国側の相手は、第 3 の石油企業として設立された China National Star Petroleum Corp.であり、今後生産移行が期待されている。

なお、米国のテキサコ社は、同海域で、平湖（Pinghu）油・ガス田を 1983 年に発見しており、上海石油天然ガス公司と共同開発し、上海および浦東地区にガス供給を行っている。

一方、日本が現在まで沖縄近海で実施した探鉱（基礎試錐）は 3 坑に過ぎず、図 21 で示したように、琉球列島弧に沿った、トカラ列島のとかー1 号井、沖縄南部沖合の沖縄沖１－X、宮古島沖の宮古島沖井となっている。

日中間のどこに境界を設定するかに関しては、日本は、大陸棚の中間線とすべきであるとの見解を採用している。図 21 で北北東より南南西方向に縦に示した太実線が、日本が主張する中間線である。

一方、中国は大陸棚自然延長論を唱えており、中国大陸から沖縄トラフ（尖閣諸島から久米島海溝を含む：図 21 で④で示したエリア）までを大陸棚として、東シナ海の大陸棚全体に対する排他的経済水域（EEZ）としての開発の権利を主張している（注８）。

木村琉球大学助教授によれば、日本と中国は海底の地質から見て同じ大陸棚に位置しており、境界線は中間線で分けるべきで、中国が主張する中国大陸から、沖縄トラフ（図中④）の端まで大陸棚が続いているという自然延長論は誤りと言わざるを得ないとされる（木村 1996）。このように科学的根拠に基づいた主張が日本側からなされているものの、依然と

して、日本と中国の主張は対立したままである。今後、より詳しい調査が行われることで、領土の自然な延長と判断できるかにより、日中間の大陸棚に関する決定が行なわれる必要があると考えられる。

ただし、今まで行ってきた検討から見ても、中国にはできるだけ急いで自国の手近に存在する資源量を確定したいという差し迫った必要が生じている。日本としては、こうした国内エネルギー資源不足という中国の立場に理解を示しながら、図 21 で示す「尖閣列島を中国が領有する場合」および「尖閣列島を日本の経済水域とする場合」の両方を合わせた地域を、日中共同開発鉱区として設定し、探査、および、試掘を実施することで、日本近海における資源量の確定を目指すべきであると考えられる。

## 2．アジアのエネルギー問題への取り組み

中国は、尖閣列島周辺を含めた海域での石油探査を急いでおり、その要望に応えていくという立場をとることは日本にとっても利益となる点を確認した。そのような目前の課題とともに、日本は明確な立場をとり、以下の①～⑤で指摘する、アジアにおけるエネルギーグリッドの拡大に協力する必要がある。

① 中国のエネルギー消費構造が変化しつつある点を認識し、アジアのエネルギー需要増とその構造変化への対応を行うこと。バランスがとれたエネルギー利用を進めるための手助けを日本が行う。

② アセアン諸国および中国を中心としたガスパイプラインの敷設拡大の支援と、電力相互融通の促進を支援する。これにより、エネルギー安全保障の強化が可能となる。

③ 積極的なエネルギー融通政策の採用により、アジア地域におけるエネルギー・ネットワークを支援する。エネルギーグリッドの形成（エネルギー・ネットワーク網の整備）は、エネルギー利用効率の向上を進めるとともに、供給リスクを低減させ、さらに、それを適切に運用することで環境に配慮したエネルギー利用が促進される。

④ クリティカルパス（チョークポイントとも呼ばれる）の存在を認識すべきである。アジアに膨大な量のエネルギーを運ぶ上でネックとなる地点が存在する。最大の難所はマラッカ・シンガポール海峡であり、次いで、南沙諸島の海域である。これら海域での安全な航行の確保のため、沿岸国および利害関係国間の協議を続け、海賊行為を含め、対応策を実施に移すことが必要である。日本にはこの問題で積極的に各国間の仲介役を果たすべきで

ある。

⑤ 日本を含む東アジアのエネルギー・ネットワークは未整備のままである。アセアン地域と比較しても、エネルギー相互融通のためのインフラ整備が遅れている。こうした事態に対処するための一案として、日本のイニシアティブで、中国に日中共同鉱区の設定と共同での探査・試掘の実施を提案することが望まれる。さらに、東アジアにおいて、日本が電力・ガスグリッド設置へ積極的に取り組む必要がある。

以上指摘したアジア各国に対するエネルギー協力を進めるにあたって重要となるのは、比較的各国間でのエネルギー相互融通が進みつつあるアセアン地域の先進性に対する理解である。アセアン諸国が各国間の利害調整に果敢に取り組み、しかも、柔軟に対応しつつエネルギー協力を進めてきた点に関しては、評価すべき点が多く見られるからである。

アセアン諸国の動きは、APEC と比較しても、その柔軟性が注目される。APEC とアセアンは、その加盟国において重複した部分も多く、また、地域的に見ても重なる部分が多くあるが、アセアンでは、北朝鮮に対して 2000 年に入ってからアセアン地域フォーラム（ASEAN Regional Forum）への参加を認めている。このように、アセアンでは地域的な枠を超え、しかも、APEC の枠も越えて、会議への参加国に関して柔軟な取り組みを見せている。

こうした柔軟さは、国境を越えるパイプラインによるガス・電力等のエネルギー融通利用の活発化があり、各国間のネットワークを強化し、互いの垣根を否応無く取り払う効果を持ち、各国間のエゴのぶつかり合いを緩和し、国どうしの対立の芽を摘むという安全保障面での効果によりもたらされた面があると考えられる。

経済危機を経験し、より着実で、しかも、再び経済危機を招かない新たな発展パターンを模索するアセアン諸国にとって、最も重要な施策の一つがより充実したエネルギー関連の基礎的インフラの整備である。APEC のように広大なエリアを対象とするためにグローバリズムへの対応において組織として見ると遅れが出ている状況とは異なり、リージョナリズムに根ざした組織であるアセアンでは、エネルギーの共同利用を目指したプロジェクトが続々と始動しており、大きな成果を生みつつある。

日本もこのアセアンにおける動きを出来る限り支援するとともに、日本においても、アセアンの延長として、エネルギー相互融通の可能性を取り込むことを目指し、東アジアの自国の近隣地域においても、石油探査・試掘、ガスパイプラインの敷設、電力相互融通の促進を目指して、近隣国と交渉していく必要がある。

（注記）

注１．　調整速度の計算

時間的な調節過程を考慮するために、ラグ変数を導入して次の条件式を導入する。

$$E = aY^{\alpha}P^{\beta}E^{\lambda}_{-1} \qquad (1)$$

E はエネルギー需要、$E_{-1}$は一期前のエネルギー需要、a は定数、Y は実質所得、P は実質エネルギー価格、αは所得弾性値、βは価格弾性値。実質所得および実質価格は、GNP デフレーターで割り戻して算出。

一期前のエネルギー需要を示すλより計算できる（１－λ）は、「調整速度」を表す。(1)式より、ある期における需要 E に対して最適な値 E*が存在する時には、

$$E^{*}=aY^{\alpha^{*}}\cdot P^{\beta^{*}} \qquad (2)$$

と表すことができる。

ここで E*と E との間に（1－λ）の調整速度を仮定すると、以下の式が成り立つ。

$$E/E_{-1}=(E^{*}/E_{-1})^{(1-\lambda)} \qquad (3)$$

ただし、$0 \leqq \lambda \leqq 1$

(3)式に(2)式を代入して、 $E=(aY^{\alpha^{*}}\cdot P^{\beta^{*}})^{(1-\lambda)}E^{\lambda}_{-1}$ (4) を導くことができるが、ここで、$aY\alpha^{*}\cdot P\beta^{*}$ は最適値であることから、不変数量（constant）と見なすことができる。(4)式で、$(1-\lambda)\alpha^{*}=\alpha$、 $(1-\lambda)\beta^{*}=\beta$ と置くと、(4)式は(1)式と同意となる。したがって、$(1-\lambda)\alpha^{*}$が所得弾性値、$(1-\lambda)\beta^{*}$が価格弾性値を表す。λが 0 に近づくと、調整は所得と価格の変化に連れてすぐに行われることになる。λが 1 に近づくと、調整に時間がかかることを意味する。

注２　船舶の通航権

領海には沿岸国の主権が及んでいるが、その一方で、領海においては外国船舶の無害通航権が認められている。無害通航は、沿岸国の平和、秩序、安全を害しない通航（領海 14 条、海洋法 19 条）のことで、停船、投錨は、特別の場合を除いて許されない（海洋法 18 条）と考えられている。領海においては、潜水船は、海面上を航行して国旗を掲げる必要がある（領海法 14 条、海洋法 20 条）。また、通航する船舶内での事件等の発生に関しては、沿岸国は刑事・民事の裁判権を行使できないとされる（領海法 19・20 条、海洋法 27・28 条）。ただし、沿岸国の法益に重大な影響を与える場合は別であるとされるが、この事例に当てはまる場合は限定的に解釈されると考えられる。

また、領海においては、沿岸国は、航路帯の指定、無害通航一時停止区域の指定ができる。

なお、領海の基線の内側は内水であり、国家の主権に属す地域と見なされている。

一方、領海 12 海里の外側には、接続水域（Contiguous Zone）12 海里（基線から 24 海里以内、領海の外側 12 海里以内）が設定されている。接続水域においては、通関・財政（密輸等）・出入国管理（密入国）・衛生（検疫）の目的のために臨検・拿捕する権限が沿岸国に認められる（海洋法 33 条）。逆に、沿岸国の法令違反に対しては、強制措置が可能と考

えられている。

沿岸国には、さらに、領海と接続水域を含んで、排他的経済水域（EEZ）200 海里（領海 12 海里、接続水域 12 海里を含む）の設定が認められている。

これら排他的経済水域（200 海里）の外側には公海があり、この公海は、いずれの国の排他的経済水域、領海、内水、群島水域にも含まれない海洋（海洋法 86 条）である。公海に関しては「公海自由の原則」により、2 つの意味での自由、つまり、帰属からの自由（誰にも属さない）、使用の自由（航行の自由、上空飛行の自由、漁獲の自由、海底電線、海底パイプラインの敷設）が認められている（公海法 2 条、海洋法 87 条）。

注３　国際海峡の幅

世界の主要な海峡（Straits used for International Navigation）の幅は、以下のようになっている。

マラッカ海峡 8 海里
ロンボク海峡 11 海里
ホルムズ海峡 21 海里
ドーバー海峡 18 海里
ジブラルタル海峡 8 海里
（なお、１海里は 1,852m である）

マラッカ海峡は、ジブラルタル海峡と同じ 8 海里と狭くなっており、ホルムズ海峡が 21 海里あるのと比べても幅が狭い。

なお、国際海峡に関しては「通過通行権制度」が設定されている。

注４　国際海峡における航行権

マラッカ海峡およびシンガポール海峡の両方とも、沿岸国であるインドネシア、マレーシア、および、シンガポールの沿岸の基線から領海幅 12 海里の幅を海峡の両側からとれば、合計で 24 海里を占めることになる。従って、同海峡の幅が狭い部分では、国際海峡として国際公共財として認知されない限り、航行の自由は保証されないはずであった。公海でない場合は、船舶等の航行に大きな支障が出ることになる。例えば、海峡の上空に関しても、航空機が飛行することが制限され、また、領海内の海峡を航行する潜水艦は、潜水航行することが認められない。

そのため、海洋法条約の制定にあたっても、国際海峡の通過通航制度が、まず議論され、海洋法条約に盛り込まれることになった。マラッカ・シンガポール海峡は幸い国際海峡であるとされ、このため海峡を構成する領海部分については「強化された無害通航」が認められることになった。

領海法 16 条は、国際航行に利用されている海峡においては、外国船舶の無害通航を停止してはならないと定めている。国際司法裁判所（ICJ）がコルフ海峡事件判決（1949 年）

で認めたように、公海の 2 つの部分を結ぶ国際航行に使用されている海峡では、平時には軍艦が無害通航権を保有するとの見解が、広く認められている。ただし、軍艦は迅速に通過することが認められており、むやみに停泊することは許されないと考えられている。また、潜水艦については、潜水航行も認められている。これら、軍艦も含んだ国際海峡における航行に対して、沿岸国は無害通航を停止してはならないとされる。

沿岸国の権利としては、海上警察権を行使でき、臨検を実施して、海賊行為、奴隷行為、無許可放送の取締り等が行うことができ、また、継続追跡権（Right of Hot Pursuit）を持つ。この継続追跡権は、追跡権は、被追跡船が旗国または第三国の領海に入った時点で終了する。また、追跡権を行使し得るのは、軍艦、軍用航空機、その他の公船または公の航空機である。

注５　南沙諸島をめぐる主要な動き

1968 年にエカフェがアジア海底鉱物資源合同委員会調査調整委員会を組織。
南シナ海の海底石油資源の存在可能性を指摘。海底石油資源への関心が高まる。
1974年　米軍のベトナムからの撤退直後、中国軍はベトナムから西沙諸島を奪取
1988 年　中国軍はベトナム軍と南沙諸島の領有をめぐって武力衝突。少なくとも 70 人、あるいは数百人のベトナム兵が殺される。当時はソ連軍のベトナム離れの時期。
1992 年 2 月　中国は領海法を制定。南沙諸島を領土と明記。（尖閣諸島に関しても領土と明記）
1992 年 7 月　中国は南沙諸島の 2 つの島に主権標識を立てる
1992 年　中国共産党第十二回大会で、江沢民党総書記は政治報告中に、群は「領海の主権と海洋権益の防衛」を任務とすると明記させる。
1993 年　中国は西沙諸島に軍用飛行場を完成し、スホイ 27 を配備。

注６　海賊行為（Piracy）

海賊に対しては、いずれの国にも刑事裁判権を含む管轄権の行使が認められている。取締りは、船舶の国籍により選択が行われる旗国主義の例外として、いずれの国も、公海または南極等の、いずれの国の管轄権に服さない場所において、海賊船舶等を拿捕し、逮捕した海賊を自国の裁判所で国内法により裁くことができる（海洋法 105 条）。1988 年には「海上航行の安全に対する不法な行為の防止に関する協約」が採択されている。同一船舶内の暴力行為も対象とされ、旗国、犯行地国、犯人の国籍国は裁判権の設定を義務付けられている。

船舶と旗国（国籍国）との関係に関して、パナマとリベリア等が海洋法の趣旨に従っていないのが現状である。

日本刑法は、海賊行為という犯罪類型が規定されておらず、全ての海賊行為を裁く上で課題が残っている（西井正弘 1998「図説国際法」有斐閣 p.148）。

注７　日本指定の国際海峡

日本の領海法は、1977 年に制定され、1996 年に改正され「領海及び接続水域に関する法律」と改称されている。領海の幅は 12 海里と定めている。

ただし、日本は、宗谷海峡、津軽海峡、対馬海峡東水道、対馬海峡西水道、大隈海峡の５海峡に関しては、特定海域として「国際海峡」に指定しており、「当分の間」領海の幅を 3 海里に凍結している。

上記５海峡の幅は、宗谷海峡 23 海里、津軽海峡 10 海里、対馬海峡東水道 25 海里、対馬海峡西水道 23 海里、大隈海峡 16 海里であり、領海の幅を 3 海里と設定しているために、両端からの合計としての 6 海里を除いた宗谷海峡 17 海里、津軽海峡 4 海里、対馬海峡東水道 19 海里、対馬海峡西水道 17 海里、大隈海峡 10 海里に関しては、日本の接続水域であり、排他的経済水域（EEZ）であるものの、公海に準ずる海域として外国船舶に通航の権利が、現状では、認められていることになる。「国際海峡」として指定している以上、船舶および航空機は自由航行ができる（自由航行水域）。ただし、国際海峡内では、船舶および航空機は、遅滞なく通過、飛行するとともに、通過中に沿岸国の事前の許可なしに調査、測量活動を行ってはならないと、国連海洋法条約に規定がある。

注８　大陸棚

1958 年に採択された大陸棚条約により、大陸棚は領海外の海底で水深 200m までのもの、あるいは、その限度を超える海底でも開発可能なところまでと定義された（1 条）。

沿岸国には大陸棚を探査し天然資源を開発するための主権的権利がある（2 条）。従って、いかなる国も、沿岸国の同意なく、大陸棚を探索し、その天然資源を開発する権利を有しない。

1969 年の「北海大陸棚事件」に対する国際司法裁判所（ICJ）の判決は、「大陸棚は領土の自然の延長である」と述べており、海洋法条約はこの ICJ の考え方を取り入れている。

大陸棚は、沿岸国の領海を越えてその領土の自然の延長をたどって大陸棚縁辺部（コンチネンタルマージン）の外縁まで延びている海底、および、その下（ただし、基線から 350 海里か水深 2,500m の等深線から 100 海里のどちらか遠い方を超えることはできない）、と定義される。また、大陸縁辺部の外縁が基線から 200 海里まで延びていない場合には、200 海里までの海底及びその下（海洋法条約 76 条）、とされる。

大陸棚に関する沿岸国の権利に関しては、海洋法条約 77 条で規定されている。

基線から 200 海里を超える大陸棚の非生物資源の開発については、沿岸国が開発利益の一部を金銭または現物によって拠出し、国際海洋底機構を通して、発展途上国のために役立てることが義務付けられている（82 条）。

また、排他的経済水域（EEZ）における漁業資源に関しても海洋法に規定されており、沿岸国は、自国の EEZ における生物資源の漁獲可能量を決定する。生物資源の維持が過度

の漁獲により危険にならないための措置をとらなければならない（海洋法 61 条）との規定がある。

沿岸国が EEZ における漁獲可能量のすべてを漁獲する能力を持たない場合には、協定などにもとづき、余剰分の漁獲を他国に認めなければならない（62 条）。

海洋法は、EEZ の範囲を越えて生息回遊する生物資源（高度回遊性魚種、遡河性資源、降河性資源）、海産哺乳動物、定着性種魚の漁獲や保存につき規定を設定（64～68 条）。

（参考文献）

奥田義久、2000 『沖縄～東シナ海における海底石油天然ガスの資源のポテンシャル』国際資源　7 月号 pp.26-32

財団法人　海事産業研究所、2000 『平成 11 年度マラッカ・シンガポール海峡通航量調査－アジアの通貨危機がマラッカ・シンガポール海峡の通航量に与えた影響の推計調査』平成 12 年 3 月

財団法人　海事産業研究所、1998 『平成 9 年度マラッカ・シンガポール海峡通航量基礎調査』平成 10 年 3 月

外務省経済局海洋室 2000 年 8 月『インドネシア群島航路帯指定問題』

茅原郁生、1996『中国エネルギー戦略』芦書房

木村政昭、1996『新 200 カイリ時代「海の国境」を考える－大陸棚自然延長論誤り』産経新聞 平成 8 年 6 月 21 日 総合 4 面

ケント・E・カルダー、1996『アジア 危機の構図－エネルギー・安全保障問題の死角－』日本経済新聞社

財団法人　国際問題研究所、1999 『海洋の科学的調査と海洋法上の問題点』海洋法制研究会 第一次報告書 平成 11 年 6 月

定方正毅、2000『中国で環境問題にとりくむ』岩波書店

ジョナサン P. スターン、2000 『エネルギー市場の競争条件』白桃書房

総合研究開発機構、2000 『北東アジアのエネルギーと安全保障の研究―中国のエネルギー需給の展望と課題』NIRA 研究報告書 NO.19990125

武石礼司、1999『アジア諸国の経済成長、エネルギー需要の増大および環境への賦課の検討』早稲田大学大学院社会科学研究科ソシオサイエンス Volume 5、1999

崔永鎬、1995『マラッカ・シンガポール海峡の通航をめぐる国際関係』国際関係論研究、国際関係論研究会、1995 年 10 月、第 9 号

通産省資源エネルギー庁長官官房国際資源課・石油部開発課編、1998『21 世紀、脚光を浴びるアジアの天然ガスエネルギー』アジア天然ガス研究会報告書

中川昌郎、1998 『中国と台湾』中央公論社　中公新書 1430

西井正弘、1998 『図説国際法』有斐閣

日本海洋掘削株式会社、1983『和して拓く－JDC15 年のあゆみ』日本海用掘削株式会社 15 年史

日本石油、2000『石油便覧』

室田康弘、1984『エネルギー』教育社

APERC, 2000a “Natural Gas Pipeline Development in Northeast Asia”

APERC, 2000b “Natural Gas Pipeline Development in Southeast Asia”

APERC, 2000c “Emergency Oil Stocks and Energy Security in the APEC Region”

APERC, 2000d “Power Inter Connection in the APEC Region”

APERC, 2000e “Energy Efficiency Indicators”

APERC, 2000f “Electricity Sector Deregulation”

ASCOPE：ASEAN Council on Petroleum, 1999 “Forum on Trans-ASEAN Gas Pipeline & Power Grids” Forum Papers

Belyaev, L et al 1998 “The Ways of Creating International Interconnection of East Asia and Environmental Implications” paper presented at the workshop on Feasibility of Regional Power Interconnection Network in APEC Region, July 1998, in Tokyo

Chonglefrbanichkul, Prutichai 1999 “Issues on Power Grids Interconnection – ASEAN’s experience” paper presented at ASCOPE：ASEAN Council on Petroleum, Oct. 1999 “Forum on Trans-ASEAN Gas Pipeline & Power Grids”

Jaafar, Fuad 1999 “ASEAN Power Grid” paper presented at ASCOPE：ASEAN Council on Petroleum, Oct. 1999 “Forum on Trans-ASEAN Gas Pipeline & Power Grids”

Jung, Yonghun, David Cope, ivan Jaques, Naoko Doi, 2000 “Electricity Sector Deregulation in the Asia Pacific Region” APERC

OECD IEA, 1999 “Coal in the Energy Supply of China”

OECD IEA, 1999 “World Energy Outlook” 1999 Insights

OECD IEA, 2000a “China’s Worldwide Quest for Energy Security”

OECD IEA, 2000b “World Oil Transit “Chokepoints”

OECD IEA, 2000c “East Asia: The Energy Situation”

OECD IEA, 2000d “World Oil Transit Chokepoint”

OECD IEA, 1995 “Oil Supply Security : The Emergency Response Potential of IEA Countries”

UN 2000 “Oceans and Law of the Sea” Status – UNCLOS and the Agreement on Part XI, UN Division for Ocean Affairs and the Law of the Sea http://www.un.org/Depts/los/los94st.htm

US Department of Energy, Energy Information Administration, 2000a “APEC: Energy Issues and Trends” DOE/EIA-0635 May 2000

US Department of Energy, Energy Information Administration, 2000b “South China Sea Region” January 2000

Wang, Haijian Henry, 1999 “China’s Oil Industry & Market” Elsevier

World Bank, 1998 “Developing International Power Markets in East Asia” Public Policy for the Private Sector, Note No. 143, May 1998

（関連 URL）

**日本財団（日本船舶振興会）** http://www.nippon-foundation.or.jp/

Institute for National Strategic Studies, National Defense University "Strategic Forum, Southeast Asian Chokepoints " http://www.ndu.edu

Malaysia Marine Department Peninsular "STRAITREP: Mandatory Ship Reporting System in the Straits of Malacca and Singapore" http://www.marine.gov..my/straitrep.html

OECD IEA http://www/eia.doe.gov/

Oil Spill Intelligence Report http://www.cutter.com/osir/biglist.htm

Petroleum Authority of Thailand "Thai Petroleum Industry: Milestones of 1997" http://www.ptt.or.th

Rosenberg, David 1999 "Environmental Pollution around the South China Sea: Developing a regional response to a regional problem" The Australian National University Working Paper 1999/20, Canberra, http://coombs.anu.edu.au/

WWW South China Sea Virtual Library "The South China Sea" http://www.middlebury.edu/SouthChinaSea/why.html

Strategic Straits by Muncel Chang http://www.csuchico.edu/

(統計資料)

APERC, 1998 "APEC Energy Demand and Supply" updated September 1998

BP Amoco, 2000 "Statistical Review of World Energy" June 2000

Department Statistics Malaysia "Yearbook of Statistics Malaysia"

Directorate General of Sea Communication Indonesia "Data of Distribution Export and Import"

Port of Singapore Authority "Singapore Port Statistics"