

北東アジア地域における石炭・環境問題 (その 2 石炭需要と環境影響)

国際協力プロジェクト部 部長 福島 篤

1. はじめに

本報告は、先にホームページに掲載した「北東アジア地域における石炭・環境問題(その 1)」(2003 年 10 月)の姉妹編である。前報(その 1)では、北東アジア地域の概況(各国の社会・経済・エネルギー指標、エネルギー需給の現状)、北東アジア地域の石炭事情(地域別石炭資源分布、地域別石炭生産・消費、石炭貿易、石炭輸送の現状)を纏め、北東アジア地域の環境問題全般を概観すると共に中国の環境問題の現状と課題について述べた。

本報(その 2)では、地域別の一次エネルギー需給や石炭需給見通しを取り扱い、燃料消費によって派生する地球環境問題、大気汚染問題の今後のシナリオ別見通しについて報告する。なお、地域別エネルギー需給見通しの詳細は<添付資料-地域別エネルギー需給見通し>として、本報告末に添付した。

2. エネルギー需給見通し

2.1 前提条件

エネルギー需要見通しの前提条件を表 2.1 に示す。韓国、日本のエネルギー需給見通しは公表されている数値をそのまま引用し、他の地域については簡単なシミュレーション・モデルを構築して試算した。表中の観測年は入手かつモデル構築に利用した時系列データの範囲である。

経済指標やエネルギー需給データは以下のソースからそれぞれ引用した。

ロシア全国 : IEA 統計、"Energy Balances of Non-OECD Countries"

IMF 統計、"International Financial Statistics"

東シベリア・極東地域 : SEI (Energy System Institute、 Russian Academy of Science、 Siberian Branch)資料、21 世紀のロシア・エネルギー戦略(東西貿易通信社)

モンゴル : ADB 統計、"Key Indicators of Developing Asian and Pacific Countries"

UN 統計、"UN Energy Statistics Yearbook"

中国 : 中国統計出版社「中国統計年鑑」、 「中国能源統計年鑑」

北朝鮮 : IEA 統計、IMF 統計、WB "Country Profile Table"

ロシア(全国)の経済成長率は SEI 見通しの 5.4% ~ 6.4% より低めの 5% ~ 5.4% とした(至近年は 3 ~ 8% で推移)。東シベリア地域、極東地域の経済成長率は、ロシア全国の経済成長との関連で、

2005年まで5.9%、それ以降5.5%とした。これは、2000年時点における両地域のGDPがロシア(全国)に占める割合(6.8%と6.0%)を1990年代初頭の値に戻すという考え方で、東シベリア地域、極東地域のロシア(全国)に占めるGDPシェアは2010年でそれぞれ7.1%、6.3%、2020年でそれぞれ7.5%、6.6%となる。中国の経済成長率は中国側の数値7%より低めに設定してある。モンゴルと北朝鮮の経済成長率については一律3%とした。

中国については「基準ケース」以外に、省エネルギーを考慮した「省エネルギー促進ケース」と、さらに石炭から天然ガスへの転換を考慮した「省エネ+天然ガス転換ケース」を用意した。「省エネルギー促進ケース」では、省エネルギーが進むと判断される分野とエネルギー源について2006年以降、年率1.5%の省エネルギー係数を導入した。「省エネ+天然ガス転換ケース」では、今後石炭から天然ガスへの転換が大きく進むと考えられる電力、熱供給、製造業、民生の各部門のガス転換を考慮に入れた。

表 2.1 エネルギー需要見通しの前提条件

	基準年	目標年	シナリオ
ロシア	2000	2020	年平均 GDP 成長率：5.4%(2002-2005)、5.0%(2006-2020) (観察年 1992-2000)
東シベリア・ 極東	2000	2020	年平均 GDP 成長率：5.9%(2001-2005)、5.5%(2006-2020) (観察年 1995-2000)
モンゴル	2000	2020	年平均 GDP 成長率：3%(2002-2020)、(観察年 1985-2000)
中国	2000	2020	年平均 GDP 成長率：6.5%(2002-2010)、5.9%(2010-2020)、 エネルギー価格：実質価格一定、(観察年 1980-2000)
北朝鮮	2000	2020	年平均 GDP 成長率：3%(2003-2020)、(観察年 1990-2000)
韓国	2001	2021	Korea Energy Economics Institute 見通し
日本	FY2000	FY2020	(財)日本エネルギー経済研究所見通し(2002年11月)、基準ケース

2.2 一次エネルギー需給

2000年時点における北東アジア地域の一次エネルギー消費量(非商業エネルギーを除く)は、17.56億toe(石油換算トン)で、最大の消費国は中国の8.88億toeで全体の50.6%を占め、続いて日本の5.59億toe(31.8%)、韓国の1.93億toe(11.0%)となる。ロシア東シベリア地域は4,660万toeで全体の2.7%、極東地域は2,200万toe(1.3%)、北朝鮮は4,570万toe(2.6%)、モンゴルは210万toe(0.1%)であった。1990年代に一次エネルギー消費の伸びているのは中国、日本、韓国で、1990-2000年間の年平均伸び率は、それぞれ3.4%、1.4%、7.6%である。他の地域はマイナス成長であった。

地域別一次エネルギー需要見通しの結果を纏めて表2.2に示す。同表にはロシア全国の見通しも参考までに示してある。北東アジア地域の一次エネルギー需要は、2000年の17.56億toeから2010

年に 22.96 億 toe、2020 年には 30.56 億 toe に達する見込みとなる。

表 2.2 北東アジアにおける一次エネルギー需要見通し

北東アジア地域においては、中国の占めるシェアが 2000 年の 50.6% から 2010 年に 56.5%、2020 年には 63.3% となる。他の地域の 2020 年時点でのシェアは、2000 年との比較において、東シベリア地域は 3.1%、極東地域は 1.7% となり、若干そのシェアを上げる。他方、韓国は 10.2%、北朝鮮は 2.4% と

(単位：石油換算百万トン)

	2000	2010	2020	年平均伸び率(%)	
				2010/2000	2020/2010
ロシア	(639.9)	(862.0)	(1,200.1)	(3.02)	(3.36)
東シベリア	46.6	65.0	94.2	3.37	3.78
極東	22.0	34.8	51.9	4.69	4.08
モンゴル	2.1	2.7	3.7	2.70	2.90
中国(基準ケース)	887.8	1,297.2	1,935.4	3.86	4.08
北朝鮮	45.7	57.4	72.4	2.31	2.34
韓国	192.9	263.6	311.8	3.17	1.70
日本(基準ケース)	558.7	575.7	586.3	0.30	0.18
北東アジア計	1755.8	2296.4	3055.6	2.72	2.90

そのシェアを幾分落とす。日本の占めるシェアは、2000 年の 31.8% から 2010 年 25.1%、2020 年 19.2% となる。

中国の一次エネルギー需要は、「基準ケース」で 2000 年の 8.88 億 toe から 2010 年に 12.97 億 toe、2020 年には 19.35 億 toe に、「省エネ促進ケース」では 2010 年に 12.13 億 toe、2020 年には 16.08 億 toe になるものと見込まれる。従って、一次エネルギー・トータルの省エネ率は 2010 年で約 7%、2020 年で約 18% となる。2020 年時点で 3.3 億 toe の省エネ(日本の総一次エネルギー需要の約 60%)であるので、かなりドラスチックなシナリオと言える。

なお、中国は最近「エネルギー戦略と改革」国際シンポジウム(2003 年 11 月 5 日)において、「国家エネルギー戦略の基本構想」(中国エネルギー総合発展戦略と政策テーマ研究グループ)を発表した(日中エネルギー交流機関紙 No.27 参照)。その中で、2020 年までの一次エネルギー需要見通しを、ケース A (現状政策維持)、B (政策調整)、C (政策調整強化)のシナリオ別に発表している。予測の基準年は 1998 年である。それによると、2010 年の一次エネルギー需要は、ケース A で 14.96 億 toe、ケース B で 14.18 億 toe、ケース C で 13.10 億 toe となり、さらに 2020 年では、ケース A で 22.96 億 toe、ケース B で 20.27 億 toe、ケース C で 17.73 億 toe となっている。

これらの数値は、中国側で発表されていた従来の見通しと比較して、かなり大きくなっているのが特徴である。前提条件が異なるので本報告(表 2.2)とは一概に比較出来ないが、2010 年時点では本報告「基準ケース」は上記の何れのケースよりも小さく、2020 年時点では「基準ケース」はケース B とケース C の間にあり、「省エネ促進ケース」はケース C より小さい値となっている。

2.3 石炭需給

前節の一次エネルギー需要見通しでは石炭需要も石油換算トンで取り扱ったが、本節では固有単位(原炭、メトリック・トン)で取り扱うことにする。炭種は、東シベリア・極東地域とモンゴルは褐炭であり、他の地域は瀝青炭、亜瀝青炭が主で少量の無煙炭を含む。

2000年時点における北東アジアの石炭消費量は16億トンで、世界の約40%を占める。1990年代の石炭消費は、中国、日本、韓国で増加し、それぞれの年平均伸び率は3.0%、2.2%、5.8%であった。上記地域以外の石炭消費量は、マイナス成長であった。国別、地域別石炭消費量のシェアでは、中国が77%を占め、他の23%の主な地域は、日本9.2%、韓国4.0%、北朝鮮3.9%、東シベリア3.9%、極東1.8%となる。

北東アジアにおける石炭需要見通しを表2.3に示す。北東アジア地域の石炭需要は2000年の16.1億トンから2010年に22.0億トン、2020年には30.3億トンに達する見込みとなる。北東アジア地域においては中国の占める割合が大きく、同地域の石炭需要は中国次第と言える。中国の北東アジア地域に占めるシェアは、2000年76%、2010年78%、2020年81%となる。他の地域の2020年時点でのシェアは、東シベリア地域は4.1%、極東地域は2.2%となり、2000年と比較して、そのシェアをあげるが、日本は5.6%、韓国は3.1%、北朝鮮は3.4%となり、そのシェアを落とす。

石炭供給については、ロシア東シベリア地域と中国は地域内の需要を満たして移出あるいは輸出、モンゴルと北朝鮮は自給自足、韓国と日本は輸入となる。

表 2.3 北東アジアにおける石炭需要見通し

	石油換算百万トン			原炭百万トン			年平均伸び率		発熱量 (kcal/kg)
	2000	2010	2020	2000	2010	2020	(%)		
ロシア									
東シベリア	22.6	30.8	44.1	63.9	87.3	124.9	3.17	3.65	3,532
極東	11.4	16.7	24.5	30.1	44.3	65.1	3.92	3.93	3,770
モンゴル	1.7	2.2	2.9	5.2	6.8	9.0	2.66	2.87	3,250
中国(基準ケース)	616.0	861.2	1,233.4	1,232.0	1,722.4	2,466.8	3.41	3.66	5,000
北朝鮮	39.6	50.2	63.6	64.5	81.7	103.4	2.39	2.39	6,150
韓国	42.9	61.5	62.6	65.5	93.6	95.2	3.64	0.17	注1
日本(基準ケース)	100.2	107.8	110.9	152.0	164.1	169.7	0.77	0.34	注2
北東アジア計	834.4	1,130.4	1,542.0	1,613.2	2,200.1	3,034.1	3.15	3.27	

注1) 瀝青炭 6,600 kcal/kg、無煙炭 6,000 kcal/kg

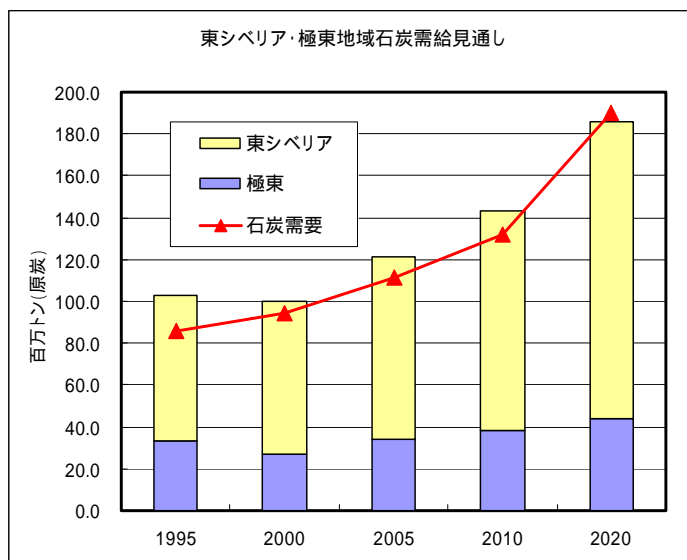
注2) 原料炭 6,900 kcal/kg、一般炭 6,354 kcal/kg

2.3.1 ロシア東シベリア地域、極東地域

ロシア東シベリア・極東地域における石炭生産・消費見通しを図2.1に示す。図中、棒グラフは石炭生産量を、折れ線グラフは石炭需要量を示す。石炭生産は東シベリア地域が中心であり、同地域では2010年で10.5億トン、2020年で14.2億トンの石炭生産が見込まれている。また、東

シベリア地域は石炭のネット移出地域であり、1999年実績で移出1,670万トン、移入130万トンとなっている。2010年以降も1,700万トンのネット移出が可能である。他方、極東地域は石炭のネット移入地域(1999年実績：移入435万トン、移出100万トン)であり、2010年では600万トン、2020年では2,000万トン前後のネット移入が必要となる。

図 2.1 東シベリア・極東地域石炭生産・消費見通し



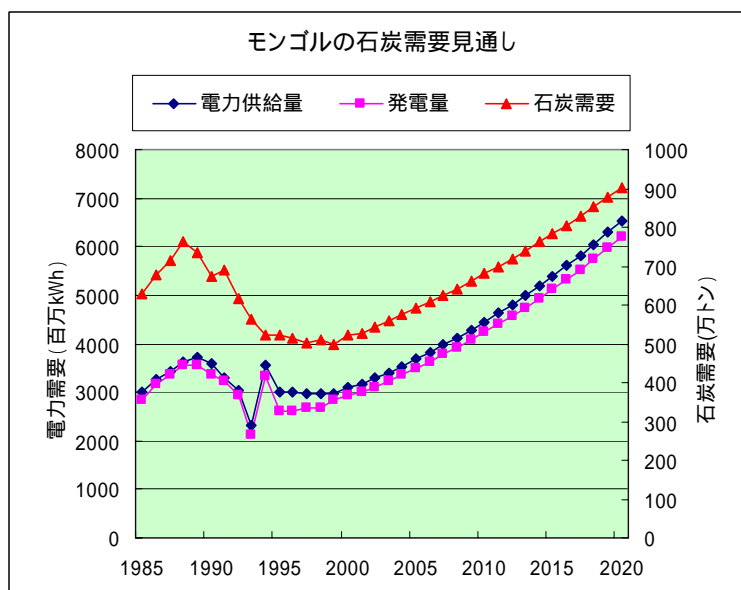
(出所)石炭生産見通し：SEI (Energy System Institute、Russian Academy of Science、Siberian Branch)

需要見通し：表 2.3

2.3.2 モンゴル

モンゴルの石炭需要は電力向けであり、電力は国内総供給量の割程度ロシアから輸入している。従って、電力需要を全て自国炭で賄う場合と電力輸入を継続する場合とでは、石炭需要量は異なる。また、モンゴルの石炭生産は国内需要見合いであるため石炭生産量も異なる。本文では、電力供給(系統)の安定性・信頼性の確保のために、ロシアからの電力輸入は続くという前提で石炭需要量を算出している。図 2.2 は電力総供給量、自国発電量と石炭需要量の実績および見通しを图示したものである。

図 2.2 電力総供給量、発電量と石炭需要見通し



2.3.3 中国

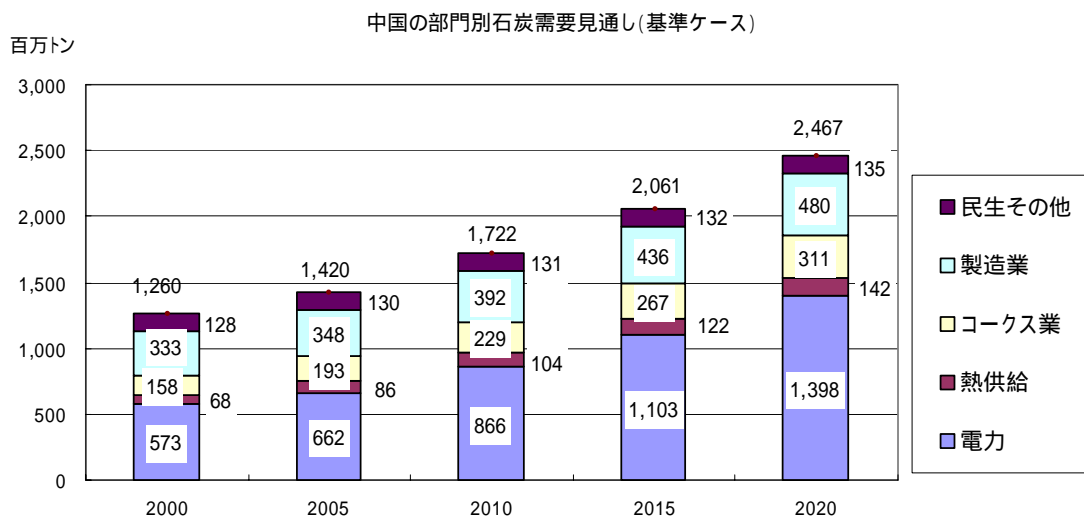
中国の部門別石炭需要見通しを「基準ケース」、「省エネルギー促進ケース」、「省エネ+天然ガス転換ケース」別に表2.4に、「基準ケース」の部門別石炭需要見通しを図2.3に示す。中国の石炭需要は2000年の12.6億トンから、「基準ケース」で2010年17.2億トン、2020年24.7億トン、「省エネルギー促進ケース」で2010年16.0億トン、2020年20.1億トン、「省エネ+天然ガス転換ケース」では2010年15.7億トン、2020年17.8億トンと見込まれる。

表2.4 中国の部門別石炭需要見通し

(単位：百万トン)

	2000	基準ケース		省エネ促進ケース		省エネ+ガス転換	
		2010	2020	2010	2020	2010	2020
一般炭	1,101	1,494	2,155	1,386	1,759	1,355	1,529
電力	573	866	1,398	796	1,074	781	967
熱供給	68	104	142	104	142	99	118
製造業	333	392	480	358	415	353	385
民生その他	128	131	135	129	128	123	60
原料炭	158	229	311	212	250	212	250
石炭計	1,260	1,722	2,467	1,599	2,009	1,568	1,779

図2.3 中国の部門別石炭需要見通し(基準ケース)



2020年時点での省エネ率は19%で、量にして4.6億トンの削減となる。これは、中国を除いた北東アジアの2000年の石炭消費量3.8億トンを上回るシナリオであり、国際環境を踏まえた中国政府の強力なテコ入れを期待したシナリオとなっている。最大の省エネ対象部門は電力部門で2020年時点の省エネ率は23%、3.2億トンの削減、製造業部門は13.6%の省エネ率、0.65億トンの削減(2020年)となる。原料炭については19.7%の省エネ率、0.61億トンの削減(2020年)を見込んでいる。

石炭から天然ガスへの転換は一般炭のみを対象としている。2020年時点の転換率は約13%となり、量にして2.3億トン(1.15億石油換算トン)となる。そのうち電力部門が1.1億トン、次いで民生部門0.67億トンである。

上記見通しにおいては、何れのケースにおいても電力用石炭需要の占める割合が大きい。電力部門のシェアは、「基準ケース」では2000年の45%から2010年50%、2020年57%と上昇し、「省エネ+ガス転換ケース」でも2010年50%、2020年54%を占める。電力部門に次いで石炭需要の大きいのは製造業部門である。

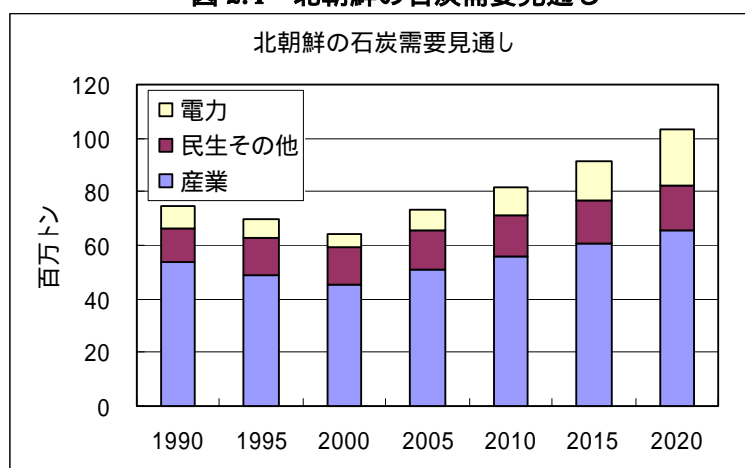
2.3.4 北朝鮮

北朝鮮の石炭需要(供給)は1970年代には年率5.1%で、1980年代には5.8%で成長してきたが、1993年以降マイナス成長に転じており、至近年は上昇基調にある(IEA統計)。

北朝鮮の石炭需要見通しを図2.4に示す。至近年の経済成長が今後も持続すると仮定(2.1節前提条件参照)した場合であるが、石炭需要は2000年の6,450万トン(産業用4,510万トン、民生用1,420万トン、電力用520万トン)から、2010年に8,170万トン(産業用5,560万トン、民生用1,550万トン、電力用1,600万トン)、そして2020年には1億340万トン(産業用6,580万トン、民生用1,680万トン、電力用2,080万トン)となる。2000~2020年における部門別石炭需要の年平均伸び率は産業部門1.9%、民生部門0.9%、電力部門7.2%であり、最大の伸びは電力部門である。現在の電源構成は水力主火力従(水力21,320GWh、火力10,320GWh)で、火力は石炭火力であるが、シミュレーションの結果では2018年には水力と火力の構成比がほぼ等しくなる。なお、本見通しでは北朝鮮の産業構造の変化や燃料シフト等を考慮に入れていない。

図2.4 北朝鮮の石炭需要見通し

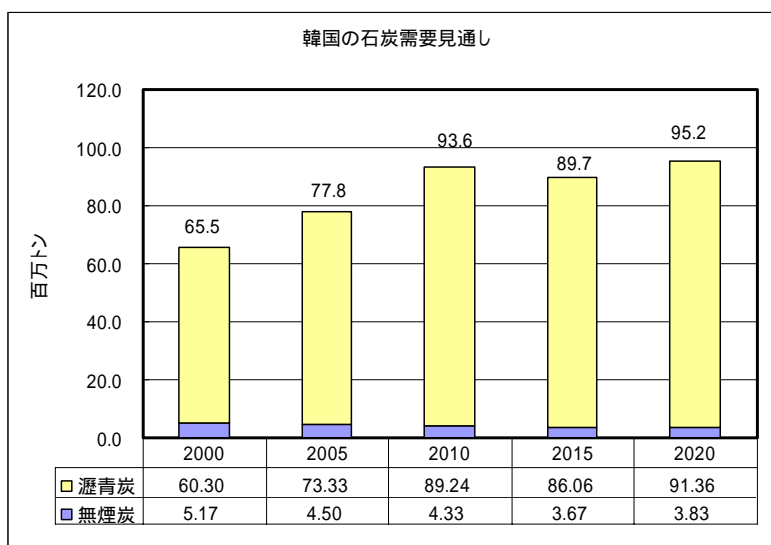
北朝鮮は、現在30万トン前後の輸出入があるが国内需要は自給している。過去には8,000万トン弱の生産実績がある。しかしながら、2020年の約1億トンの石炭を自給できるかどうかについては疑問があり、中国からの石炭輸入に頼るか、他の燃料にシフトせざるを得ないものと思われる。



2.3.5 韓国

韓国の石炭需要見通しを図2.5に示す。石炭需要は2000年の6,550万トンから、2010年に9,360万トン、2020年には9,520万トンとの見通しである。原料炭は現在の1,800万トン前後で推移し、一般炭は4,900万トン(2002年)から7,600万トン(2010年)と2,700万トンの増加となり、その後2010年以降、LNGや原子力カへシフトする意向のように思われる。

図 2.5 韓国の石炭需要見通し

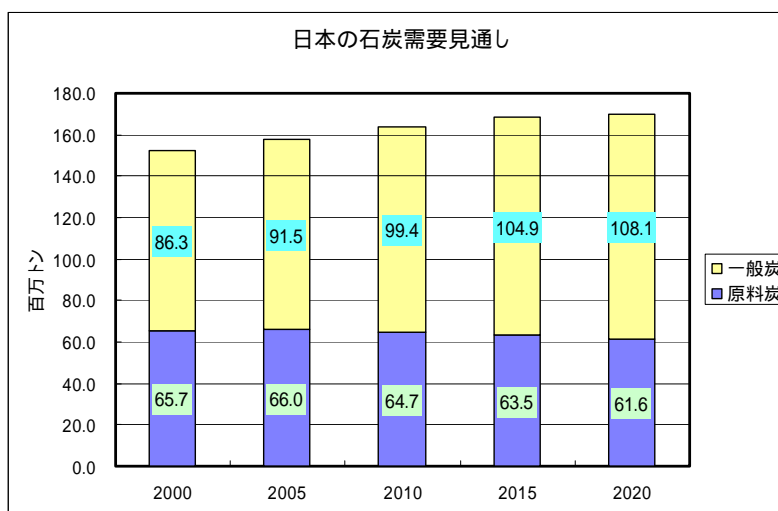


(出所) Ministry of Commerce,
Industry and Energy (Korea)
ホームページ

2.3.6 日本

日本の石炭需要見通し(エネ研長期見通し、2002 年 11 月)を図 2.6 に示す。同図は基準ケースであり、石炭需要は 2000 年の 1 億 5,200 万トンから、2010 年 1 億 6,400 万トン、2020 年 1 億 7,000 万トンと見込まれている。原料炭は 6,600 万トン前後から微減の傾向にあるが、一般炭は 8,600 万トン(2000)から 9,900 万トン(2010)、1 億 800 万トン(2020)と増加する。

図 2.6 日本の石炭需要見通し
(基準ケース)



(出所) エネ研長期見通し
(基準ケース)

なお、総合エネルギー調査会の長期エネルギー需給見通し(2001 年 7 月)では 2010 年の石炭需要は、基準ケースで 1 億 8,000 万トン(内一般炭 1 億 2,000 万トン)、目標ケースで 1 億 5,100 万トン(内一般炭 9,000 万トン)となっている。

3. 北東アジア地域の環境問題

従来の環境問題といえば、水質や大気汚染対策であったが、最近では大気汚染問題とは別に地球温暖化問題という地球規模の Global な視点での議論が大きい。しかし、北東アジアの大部分の地域では従来型の環境問題に直面しているのが現実である。粉塵・煤塵問題は Local な範囲の地域住民の健康に影響を与えているし、SO_x、NO_x 等の排出はより広い Regional な地域に対して影響を与え、国境を超えて酸性雨を引き起こしている。

3.1 二酸化炭素排出量の現状と見通し

CO₂ 排出量の試算に利用した排出係数を表 3.1 に示す。排出係数はカロリー・ベースで評価した排出原単位(石油換算トン当たりの排出炭素トン)であり、CO₂ 排出量(炭素換算)は国内あるいは地域内燃料消費量にそれぞれの排出係数を乗じて求めている。

表 3.1 CO₂ 排出係数

CO ₂ 排出係数	(unit: ton-C/toe) 石炭 1.08、天然ガス 0.641、原油 0.837、LPG 0.723、ガソリン 0.791、ジェット 0.816、灯油 0.821、軽油 0.846、重油 0.883、その他石油製品 0.837
----------------------	---

北東アジアの地域別 CO₂ 排出量見通し(推定値)を表 3.2 に示す。北東アジア地域の CO₂ 排出量(炭素換算)は、2000 年の 14 億トンから「基準ケース」で 2010 年 18.8 億トン、2020 年 25.4 億トンに達する見込みとなる。2000 年時点での地域別シェアで見ると、中国が 61.3%を占め、次いで日本が 22.6%、韓国が 8.5%、東シベリア・極東両地域で 4.1%となる。中国のシェアは「基準ケース」で 2010 年に 66.4%、2020 年には 72.1%と拡大する。「省エネ+ガス転換ケース」の場合でも、中国のシェアは 2010 年に 64.6%、2020 年にも 67.3%を占める。中国の排出量は 2020 年時点では日本の 5~6 倍の値となることになる。

北東アジア地域はエネルギー需給構造の特徴からして、石炭起源の CO₂ 排出量の割合が多い地域である。2000 年時点における石炭起源の CO₂ 排出量のシェアを地域別にみると、ロシア東シベリア地域では 68%、ロシア極東地域 68%、モンゴル 84%、北朝鮮 93%、そして中国では 77%となる。今回のシミュレーション結果によれば、2020 年時点の石炭起源 CO₂ 排出量のシェアは、中国の場合には「基準ケース」で 73%、「省エネ+ガス転換ケース」で 66%となり、他の地域は 1~2 ポイントそれぞれ減少するという結果であった。

図 3.1 は表 3.2 の試算結果を、中国(基準ケース)、中国(省エネ+ガス転換ケース)、日本、韓国、その他地域に分類して図示したものである。中国の CO₂ 排出量は「省エネ+ガス転換ケース」においても増加傾向が収まらない様子が見取れる。

表 3.2 北東アジア地域の地域別 CO₂ 排出量見通し

(単位：炭素換算百万トン)

	1990	2000	2010	2020	倍率		
	(A)	(B)	(C)	(D)	(B/A)	(C/A)	(D/A)
ロシア	643.6	424.7	573.8	797.7	0.66	0.89	1.24
東シベリア	56.9	35.2	49.2	71.4	0.62	0.86	1.25
極東	39.9	22.7	33.7	50.2	0.57	0.84	1.26
モンゴル	2.8	2.2	2.8	3.8	0.79	1.03	1.36
中国 (基準ケース)	653.0	859.2	1,245.3	1,833.5	1.32	1.91	2.81
(省エネケース)	653.0	859.2	1,159.6	1,503.7	1.32	1.78	2.30
(省エネ+ガス転換)	653.0	859.2	1,152.8	1,453.3	1.32	1.77	2.23
北朝鮮	53.1	46.2	58.0	72.9	0.87	1.09	1.37
韓国	65.2	119.4	162.2	186.7	1.83	2.49	2.87
日本 (基準ケース)	287.1	316.3	325.2	322.9	1.10	1.13	1.12
北東アジア計	1,158.0	1,401.1	1,876.4	2,541.4	1.21	1.62	2.19

注) ロシア(全国)の 1990 年値は 3rd National Communication of the Russian Federation レポート (The UN Framework Convention on Climate Change への提出資料)より引用

ロシア東シベリア・極東地域の 1990 年値は「ロシア連邦東シベリア・極東地域エネルギー計画調査」(平成 7 年 6 月、日本エネルギー経済研究所)のエネルギー・バランス表より計算

図 3.1 地域別 CO₂ 排出量見通し

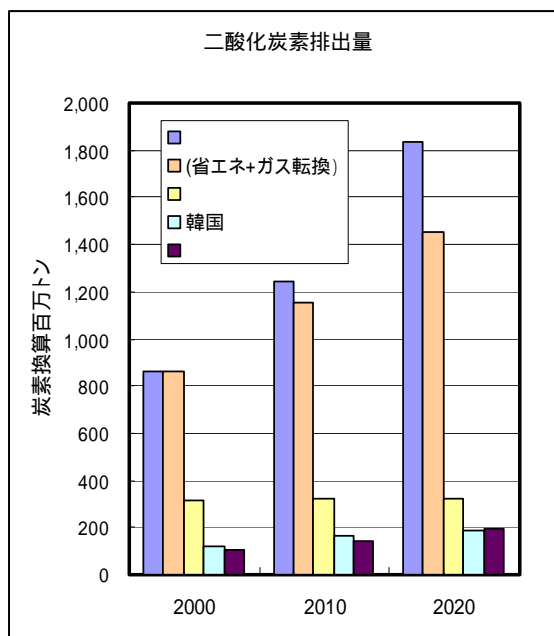
表 3.3

一人当たり、GDP 当たりの CO₂ 排出量(2000)

	総排出量 (百万 T-C)	/Capita (T-C/人)	/GDP (T-C/百万米ドル)
ロシア	425	2.92	1,635
東シベリア	35	3.92	1,996
極東	23	3.11	1,456
モンゴル	2	0.91	2,243
中国	859	0.67	796
北朝鮮	46	2.07	2,885
韓国	119	2.52	259
日本	316	2.49	66

一人当たりの CO₂ 排出量という考え方からすると、中国は少ないとは言える(表 3.3 参照)。しかし、総排出量で言えば、中国は現在世界第 2 位の

排出国であり、シナリオによっては将来米国を抜いて第 1 位となる可能性を秘めている(米国の 2000 年値は炭素換算 15 億 8,000 万トン)。対 GDP 当たりの CO₂ 排出量でみると、中国は韓国の 2.5 倍、日本の 12 倍であり、かなりの改善ポテンシャルを有していると考えられるので、今後の強力な省エネ政策が求められる。



前章 2.2 節で触れた「国家エネルギー戦略の基本構想」(中国エネルギー総合発展戦略と政策テーマ研究グループ)の中で、中国側は次のように指摘している。『2020年の中国の二酸化炭素排出量は13～20億トン、一人当たりの平均炭素排出量は0.9～1.3トンになる。もしアメリカが「京都議定書」に調印したならば、その次に中国は温室効果ガス排出増加を制限する承諾を回避することが困難になるであろう。温室効果ガスの排出削減にともない、二酸化炭素の限界削減コストは上昇に向かうであろう。したがって、中国のエネルギーの発展はグローバルな環境からの圧力を受けることになる。温室効果ガス削減には経済的な投入が求められるため、中国のエネルギー部門は位置づけを改めるよう迫られるであろう。』

排出量取引の概念から北東アジア地域のCO₂排出量を表3.2にみると、2015年以降にはロシアの排出権取引に利用する枠(ホットエア)は無くなる可能性がある。エネルギー需要が年率3%～3.4%で伸びる(表2.2参照)と、ロシアのCO₂排出量は2015年6,770万トン、2020年7,980万トンとなり、2014年頃には1990年の排出レベルを超えることになる。

3.2 大気汚染物質排出量の現状と見通し

3.2.1 現状

中国、韓国、日本の公表データから過去のSO₂排出量のトレンドを表3.4にみても、中国は増加傾向、韓国は減少傾向が著しい。日本の排出量は70年代後半の130万トン台から減少し、80年代後半以降現在まで60～70万トンで推移してきている。なお、日本と韓国の2000年の値は1999年値である。NO₂については、日本は、固定発生源に関する限りほぼ同じレベルで推移しており、韓国は固定発生源の部分については今後減少するであろう。NO₂排出量に関する中国の報告は見当たらない。

表 3.4 二酸化硫黄および二酸化窒素排出量のトレンド

(単位: SO₂, NO₂ 換算千トン)

		1980	1985	1990	1995	2000 (1999)
SO ₂	中国	n.a	13,250	14,990	18,900	19,927
	韓国	n.a	n.a	1,611	1,532	951
	日本(固定発生源)	1,158	795	615	708	629
NO ₂	韓国	n.a	n.a	926	1,153	1,136
	日本(固定発生源)	819	699	780	878	837

(出所) 中国：中国出版社「中国環境年鑑各号」、日本：環境省、韓国：KNSO (Korean National Statistical Office)

中国のSO_x排出量は現在世界第1位であり、2000年値1,993万トン(SO₂換算)は米国の1,848万トン(SO₂換算、出所:OECD Environmental Indicators 2001)を既に超えている。一人あたりの排出量においても、中国は日本の3倍、工業部門からの排出量との比較では日本の2.5倍、工業起源のうちの燃料燃焼による排出量との比較においても日本の2.2倍となっている。

3.2.2 排出量見通し

硫黄酸化物(SO₂換算)と窒素酸化物(NO₂換算)の排出量見通しを試算するに当たっては、表 3.5 に示した排出係数と硫黄含有率(%)を仮定した。硫黄含有率については、データのあるところはそれを参照し、無いところは仮定した。褐炭は、入手した分析値が気乾ベースであること、受け取りベースで水分が多いことにより、褐炭投入量から全水分を差し引いて排出係数を乗じた。

表 3.5 SO₂、NO₂ 排出係数

SO ₂	排出係数(SO ₂ kg/ton)		硫黄含有率(S %)			
	石炭	石油	石炭	中国	ロシア	
	電力部門 19.5*S		(受取りベース)	軽油 0.20%	軽油 0.20%	
	工業部門 15.5*S		中国 1.08%	重油 1.50%	重油 1.10%	
	民生部門 12.0*S		北朝鮮 0.70%	LPG 0.12%	ガソリン 0.05%	
	コークス		褐炭	灯油 0.08%	原油その他 0.60%	
	工業部門 17.7*S		(気乾ベース) 0.70%	ガソリン 0.05%		
	石油製品 20.0*S		褐炭全水分	その他 0.12%	北朝鮮	
	原油		東シベリア 30%	原油生焚 1.00%	産業用 1.50%	
	(生焚き) 20.0*S		極東 30%	モンゴル 0.14%	輸送用 0.12%	
	石油精製 0.46*S		モンゴル 25%		その他 0.08%	
NO ₂	排出係数					
	石炭	電力部門 9.95 kg/ton	工業部門 7.50 kg/ton	民生部門 2.00 kg/ton		
	褐炭	電力部門 8.48 kg/ton	工業部門 6.38 kg/ton			
	コークス	工業部門 9.00 kg/ton				
	天然ガス	電力部門 4.40 kg/toe	工業部門 2.24 kg/toe			
	原油	電力部門 7.24 kg/ton	工業部門 5.09 kg/ton	石油精製 0.24 kg/ton		
	LPG	工業部門 2.63 kg/ton				
	ガソリン	輸送部門 31.70 kg/ton	その他部門 16.71 kg/ton			
	灯油	輸送部門 27.40 kg/ton	工業部門 7.46 kg/ton	民生部門 2.49 kg/ton		
	軽油	電力部門 27.37 kg/ton	工業部門 9.62 kg/ton	輸送部門 27.40 kg/ton		
重油	電力部門 10.00 kg/ton	工業部門 5.84 kg/ton	輸送部門 54.13 kg/ton			

(出所) 排出係数：科学技術庁 科学技術政策研究所編「アジアのエネルギー利用と地球環境」

SO₂とNO₂の排出量の試算は、脱硫・脱硝設備が導入されないとした場合であり、その結果を表 3.6 に示す。日本と韓国については、現在すでに横ばいあるいは減少しているので同表から除いてある。中国については、「中国環境年鑑」で報告されている SO₂ 排出量 1,993 万トン(2000 年値)との差、約 450 万トンは除去量とした。中国環境年鑑各年号によれば、1996 年～2001 年の SO₂ 除去量は 400 万トン～550 万トン(除去率約 20%)、そのうち燃料燃焼分からの除去量は 120～150

万トン(除去率約10%)である。したがって、表3.6における中国の数値は二酸化硫黄の発生量である。

表3.6 SO₂、NO₂排出量見通し(試算結果)

	二酸化硫黄排出量 (SO ₂ 換算千トン)					二酸化窒素排出量 (NO ₂ 換算千トン)				
	2000 (A)	2010 (B)	2020 (C)	倍率 (B/A) (C/A)		2000 (A)	2010 (B)	2020 (C)	倍率 (B/A) (C/A)	
ロシア										
東シベリア	719	986	1,412	1.37	1.96	508	715	1,049	1.41	2.07
極東	394	575	842	1.46	2.14	302	452	681	1.50	2.25
モンゴル	55	71	94	1.30	1.73	44	58	77	1.31	1.74
中国(基準ケース)	24,350	34,824	50,899	1.43	2.09	13,719	20,414	30,907	1.49	2.25
(省エネケース)	24,350	32,331	41,291	1.33	1.70	13,719	18,975	25,061	1.38	1.83
(省エネ+ガス転換)	24,350	31,728	36,893	1.30	1.52	13,719	18,755	23,445	1.37	1.71
北朝鮮	744	949	1,218	1.28	1.64	601	754	957	1.26	1.59

北東アジア地域において、中国のSO₂排出量、NO₂排出量は桁違いに大きい。中国のSO₂排出量(除去量を除いた1,993万トン)は現在でも世界第1位であるが、NO₂排出量も米国(2,140万トン、NO₂換算)を抜いて世界第1位となる勢いである。

2000年の中国のSO₂排出量は、日韓の排出量(158万トン)を含めた北東アジア地域の総排出量(2,342万トン)の85%を占める。現在の除去量450~550万トンのレベルで推移すると仮定するならば、2020年には「基準ケース」で北東アジア地域の総排出量の90%、「省エネ+ガス転換ケース」でも86%に達してしまう。中国のNO₂排出量試算値1,372万トン(2000年)は、日韓の排出量(200万トン)を加えた北東アジア地域の総排出量(1,715万トン)の80%を占める。無対策のまま推移すると仮定した場合には、2020年には「基準ケース」で87%、「省エネ+ガス転換ケース」で83%に達してしまうことになる。

北東アジア地域は、SO₂排出量やNO₂排出量についても石炭起源による排出量の割合が多い地域である。2000年時点における石炭起源のSO₂排出量のシェアは、ロシア東シベリア地域では85%、ロシア極東地域74%、モンゴル98%、北朝鮮96%、そして中国では93%と推定された。2020年時点の石炭起源SO₂排出量のシェアは、中国は「基準ケース」で93%、「省エネ+ガス転換ケース」で90%となり、他の地域はほぼ同レベルで推移するという結果であった。石炭起源によるNO₂排出量のシェア(2000年)については、ロシア東シベリア74%、ロシア極東59%、モンゴル75%、北朝鮮83%、そして中国が76%と推定された。2020年時点の石炭起源NO₂排出量のシェアは、中国は「基準ケース」で70%、「省エネ+ガス転換ケース」で67%となり、他の地域は2000年と比較して数ポイント減少するという結果であった。

中国の大気環境問題は独り中国のみの問題ではない。広く北東アジア地域に影響するのである。すなわち、北東アジア地域(より絞ると、中国、南北朝鮮、日本の地域)は、北米大陸や欧州を抜いて世界最大の酸性雨地域となり得るということである。これらは、脱硫・脱硝設備の導入なしには解決できない。

4. 中国の環境問題

4.1 環境改善への課題

前述したように、中国の一人あたりの SO₂ 排出量は、日本の 3 倍、工業部門からの排出量との比較でも日本の 2.5 倍となっている。2001 年の排出量は 1,950 万トン(工業部門 1,570 万トン、生活部門 380 万トン)であった。中国の煤塵排出量は、1,070 万トン(内工業部門 862 万トン)で、一人あたりで日本の 14 倍、面積あたりで日本の約 6 倍である。なお、工業部門からの粉塵排出量も工業部門の煤塵排出量とほぼ同様の排出量となっており、煤塵・粉塵排出量(Soot and Dust)という概念によれば、2001 年の排出量は 1,900 万トンとなる。

このような状況を踏まえて、前述の「国家エネルギー戦略の基本構想」においても、環境容量の制約について次のように述べている。『もし酸性雨規制に基づいて二酸化硫黄の容量を考慮すると、全国で受け入れられる二酸化硫黄の容量は最大でも約 1,620 万トンである。大気レベルの条件に基づいて二酸化硫黄の容量を考慮した場合、二酸化硫黄の総量規制は約 1,200 万トンになり、そうすれば、全国の大部分の都市の二酸化硫黄濃度は国家二級基準に及第することができる。全国の窒素酸化物の環境容量は 1,890 万トン以下にしなければならない。』そして、表 4.1 のような環境目標を挙げている。

表 4.1 環境目標

指標	単位	2000	2010	2020
SO ₂ 排出総量規制目標	万トン	1,995	1,600	1,300
NO ₂ 排出総量規制目標	万トン	1,890	1,800	1,600
煤塵・粉塵排出総量規制目標	万トン	2,257	1,600	1,000
SO ₂ 削減率(燃焼)	%	10	50	70
火力発電設備に占める脱硫設備の比率	%	2	38	80
GDP に占める環境保護投資の比率	%	1.1	1.5	2.0

注) SO₂、NO₂ 値の算出根拠は不明。予測の基準年は 1998 年。

(出所)エネルギー戦略と改革国際シンポジウム(2003 年 11 月 5 日)「国家エネルギー戦略の基本構想」

上記論文では、強力な政策誘導を訴えているところは従来のスタンスと異なり評価すべきである。しかし、誰が負担するのかという視点が見えてこない。そこで、経済発展の進んでいる中国沿岸地域の果たすべき先導的役割の重要性と、二酸化硫黄排出量の約 45%以上を占める電力セクター(石炭火力)の役割について簡単に述べる。

4.1.1 沿岸部地域の役割

脱硫・脱硝設備の設置には、ある程度の経済規模(例えば GDP)や経済レベル(GDP/capita)の上昇が必要と言われた時期もあった。しかし、タイの北部の田舎にあるメ・モ褐炭火力発電所(単機容量 300MW)にも 1995 年から脱硫設備が据え付けられている時代なのである。GDP/capita が 3 万

元、2 万元を越える上海、北京は言うに及ばず、1 万元を超える天津、遼寧省、江蘇省、浙江省、福建省、山東省、広東省は環境設備を設置するに十分な経済力を有している。今や中国の環境対策については燃料規制という段階を超えており、また、最近行なわれている工場の市街地から郊外への移転では本質的な解決にはならない。排出総量を削減しなければ酸性雨対策にはならないのである。

4.1.2 電力セクターの役割

環境設備の設置には部門別にも優先度がある。先ず電力セクター、そしてエネルギー多消費産業となる。電力セクター、特に石炭火力における最大の課題は単機あたりの発電設備容量が極めて小規模かつ基数が多いことである。10 万 kW 未満の設備が全容量の 31%(7,000 万 kW)、全基数の 80%を占めている。20 万 kW 未満の設備は全設備の 46%(10,330 万 kW)、全基数の 88%を占めている。中国の小規模石炭火力の石炭消費原単位は約 550g/kWh(熱効率 25%)であり、これら小中規模設備を集約・大型化することが必要である。中国も電力再編成の中で中小規模の石炭火力を廃止して 50 万 kW規模の大型火力に替えていく計画ではある。

さらに問題なのは脱硫設備の設置が極めて遅れていることである。設置されている設備は 17 基、容量で 347 万 kW、全設備容量の 1.6%に過ぎない。新規設備に対して設置していくというスタンスではなく、既存設備にも設置していく必要がある。

4.2 硫黄酸化物、窒素酸化物削減シナリオ

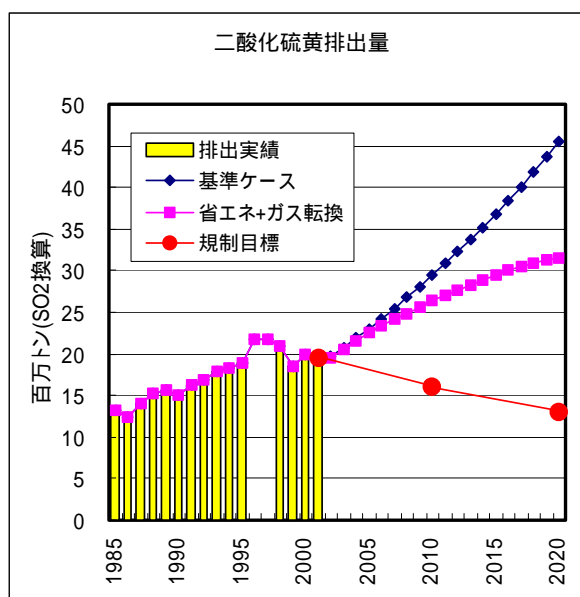
4.2.1 硫黄酸化物

シナリオ別二酸化硫黄排出量を図 4.1 に示す。同図の排出量は、表 3.6 の試算結果(発生量)から現状の除去量を差し引いたものである。規制目標シナリオは表 4.1 に示されている排出総量規制目標値である。

二酸化硫黄排出量は、除去量を現状のまま(2001 年値 533 万トン)とすると「基準ケース」で 2000 年の 1,993 万トンから、2010 年に 2,950 万トン(2000 年の 1.5 倍)、2020 年には 4,557 万トン(2000 年の 2.3 倍)となる。「省エネ+天然ガス転換ケース」でも、2010 年に 2,640 万トン(2000 年の 1.3 倍)、2020 年には 3,156 万トン(2000 年の 1.6 倍)となることになる。

表 4.1 の排出総量規制目標値(2010 年 1,600 万トン, 2020 年 1,300 万トン)を達成するためには、「基準ケース」では、2010 年で 1,880 万ト

図 4.1 シナリオ別二酸化硫黄排出量



ンの除去(除去率 54%)、2020 年で 3,790 万トンの除去(除去率 74%)が必要である。「省エネ+天然ガス転換ケース」では、2010 年で 1,600 万トンの除去(除去率 50%)、2020 年で 2,390 万トンの除去(除去率 65%)が必要となる

電力部門は SO₂ 排出量の 48%(2000 年)を占めているが、「基準ケース」では 2010 年に 54%、2020 年に 59%を占めることになる。「省エネ+天然ガス転換ケース」でも 2010 年 53%、2020 年 57%を占める。次いでシェアの大きい産業部門は 2000 年の 36%から、「基準ケース」で 2010 年 33%、2020 年 29%となり、「省エネ+天然ガス転換ケース」では 2010 年 33%、2020 年 32%と減少傾向を有する。

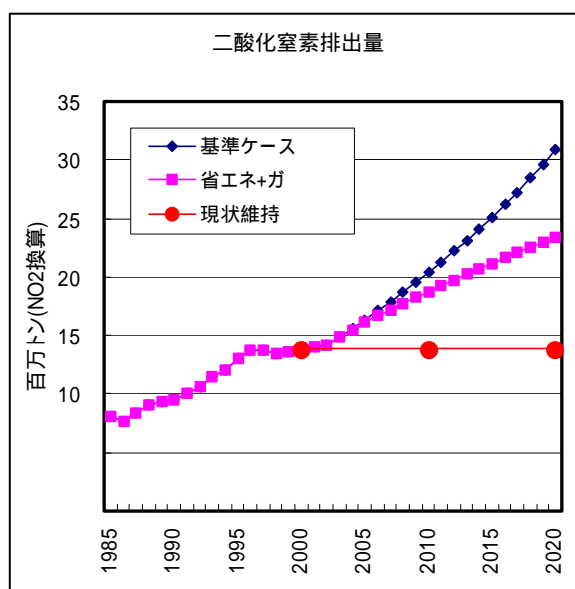
4.2.2 窒素酸化物

シナリオ別二酸化窒素の排出量を図 4.2 に示す。二酸化窒素の排出量については公表されていないので、表 3.6 に示した数値に基づくと、「基準ケース」では 2000 年の 1,372 万トンから、2010 年 2,040 万トン(2000 年の 1.5 倍)、2020 年 3,090 万トン(2000 年の 2.3 倍)となり、「省エネ+天然ガス転換ケース」では 2010 年 1,875 万トン(2000 年の 1.4 倍)、2020 年 2,345 万トン(2000 年の 1.7 倍)となる。

排出量を 2000 年時点の値に抑える(現状維持)ためには、「基準ケース」では 2010 年で 670 万トンの除去(除去率 33%)、2020 年で 1,720 万トンの除去(除去率 56%)が必要である。「省エネ+天然ガス転換ケース」では、2010 年で 500 万トンの除去(除去率 27%)、2020 年で 975 万トンの除去(除去率 42%)が必要となる

NO₂ 排出量においても電力部門は総排出量の 41%(2000 年)を占めているが、「基準ケース」では 2010 年に 44%、2020 年に 46%を占める。「省エネ+天然ガス転換ケース」でも 2010 年 43%、2020 年 44%を占める。次いで、産業部門は 2000 年の 32%から、「基準ケース」で 2010 年 27%、2020 年 23%となり、「省エネ+天然ガス転換ケース」では 2010 年 27%、2020 年 25%と SO₂ 排出量と同様に減少傾向を有する。

図 4.2 シナリオ別二酸化窒素排出量



4.2.3 固定発生源対策

中国においては、主要な SO_x、NO_x 発生源は、電力、産業(製造業)、熱供給部門という固定発生源である。固定発生源対策なしには、「国家エネルギー戦略の基本構想」の環境目標も「現状維持」の状況も達成できない。脱硫・脱硝設備の設置が必要である。

電力部門、特に石炭火力の役割は大きい。小中規模設備を順次、計画的に集約して大型化・近代

化を図り、脱硫・脱硝設備を備えることが省エネルギー対策、大気環境対策の重要課題である。離村の分散型独立電源を除いて、電力供給システムを再構築するためには、小規模電源を廃棄して系統から電力を供給する、集約する(石炭またはガス)、リパワーリング等の手を加える、というオプションが考えられるが、いずれにせよ代替火力の建設が必要となる。10 万 kW 以下の全てを、石炭火力で代替すると概算 735 億米ドル、そのうち 2 割をガスコンバインドサイクルで代替しても 679 億米ドルの投資が必要となる。

同時に新規電源を建設していく訳で、電力需要見合いの電源設備容量の見通しを表 4.2 に示す。総設備容量は 2000 年の 3 億 1,500 万 kW から、2020 年には「基準ケース」で 8 億 3,800 万 kW(2000 年の 2.7 倍)、「省エネ+ガス転換ケース」で 6 億 9,500 万 kW(2000 年の 2.2 倍)に達するものと見込まれる。そのうち、石炭火力の設備容量は 2000 年の 2 億 1,800 万 kW から、2020 年には「基準ケース」で 6 億 2,100 万 kW(2000 年の 2.8 倍)、「省エネ+ガス転換ケース」で 3 億 9,000 万 kW(2000 年の 1.8 倍)になる。2000~2020 年間の新規建設分火力の所要資金は、「基準ケース」で 3,886 億米ドル、「省エネ+ガス転換ケース」で 2,358 億米ドルと概算される。表 4.2 中の火力建設コストは、石炭火力以外はガス火力と仮定して試算している。

表 4.2 電源設備容量の見通し (単位：百万 kW、10 億米ドル)

	設備容量			新規建設容量		所要資金	
	2000	2010	2020	2010/2000	2020/2010	2010/2000	2020/2010
基準ケース							
総設備	315	507	838	192	331		
火力計	236	378	621	143	242	143	246
(石炭)	218	344	564	126	220	132	231
石炭比率							
対総設備	69.3%	67.8%	67.3%	65.4%	66.5%		
対火力	92.5%	90.9%	90.9%	88.2%	90.9%		
省エネ+ガス転換							
総設備	315	476	695	161	218		
火力計	236	348	477	112	129	109	116
(石炭)	218	310	390	92	80	96	84
石炭比率							
対総設備	69.3%	65.0%	56.2%	56.8%	36.8%		
対火力	92.5%	89.2%	81.8%	82.1%	62.2%		

(注 1) 設備利用率：火力平均 63%、石炭火力 68%、水力 40%、原子力 85%と仮定。

(注 2) 建設コスト：石炭火力 1,050 米ドル/kW (含脱硫・脱硝設備 150/kW)、
ガスコンバインドサイクル 650 米ドル/kW)と仮定。

しかし、電力部門のみでは硫黄酸化物や窒素酸化物の排出目標を達成できない。電力部門に次いでシェアの大きい産業部門での脱硫・脱硝設備が必要である。中国の GDP は 11,915 億米ドル(2001 年)であり、小規模設備の集約や脱硫・脱硝設備の設置は GDP の 0.5%程度で可能である。「国家エネルギー戦略の基本構想」によれば、全環境対策費は GDP の 1.5~2.0%とされており(表 4.1 参照)、中国にとって環境コストは十分負担可能である。しかも環境産業を積極的に育成する機会でもある。

5. 結び

北東アジア地域は、北西からロシア東シベリア地域、極東地域、モンゴル、中国、南北朝鮮、日本をカバーする広い地域であり、経済の状況もエネルギー使用の状況も多様な地域であるが、地政学的にエネルギー貿易をも含めて協力していくべき地域である。日本と韓国を除くと、自国あるいは地域内に賦存するエネルギー資源、特に石炭依存度の高い地域でもある。しかも、経済成長と共にエネルギー需要が今後とも伸び続ける地域である。北東アジア地域の中でも、中国の東沿岸地域に日本と韓国が加わって 8 億トンの一大石炭消費地域を形成している。この量は世界の 20% 強を占めており、今後も石炭需要が伸びると予想されている地域である。

中国の環境問題は深刻である。中国の二酸化炭素排出量の約 75%、硫酸化物排出量の約 90%、窒素酸化物排出量の 75% は石炭燃焼起源である。本文では「基準ケース」以外にも「省エネ+天然ガス転換ケース」というドラスチックな政策誘導シナリオを用意したが、二酸化炭素の排出量削減や硫酸化物、窒素酸化物等の酸性雨原因物質の排出量削減には限界がある。要するに、省エネルギー、燃料転換、燃料規制、新エネルギーの導入という政策誘導のみでは、酸性雨原因物質の排出量を現状以下あるいは同等レベルに抑制することは不可能である。きめ細かな排出総量規制に基づく排煙脱硫・脱硝設備の設置が必要であり、経済発展の進んでいる中国沿岸地域の果たすべき役割、二酸化硫黄排出量の約 45% を占める電力セクター(特に石炭火力)の役割は重要である。

中国の二酸化硫黄排出量は現在世界第 1 位であり、二酸化窒素と二酸化炭素の排出量は米国に次いで世界第 2 位である。現状のまま推移すると、全て世界第 1 位の排出国となり得る。中国・南北朝鮮・日本の地域は、北米大陸や東西欧州を抜いて世界最大の酸性雨・大気汚染地域となり得るのである。今回の試算によれば、電力、産業部門における脱硫・脱硝設備の設置は中国の GDP の 0.5% 前後で可能である。「国家エネルギー戦略の基本構想」によれば、全環境対策費は GDP の 1.5 ~ 2.0% とされており(表 4.1 参照)、中国にとって環境コストは十分負担可能である。しかも環境産業を積極的に育成する機会でもある。

二酸化炭素排出権取引の観点から北東アジアをみると、2015 年以降にはロシアの排出権取引に利用する枠(ホットエアー)はなくなる可能性がある。今回の簡単なシミュレーション結果によると、ロシアの CO₂ 排出量は一次エネルギー需要が年率 3% ~ 3.4% で伸びると、2014 年頃には 1990 年の排出レベルを超えることになる。

最後に、貴重なコメントを頂いた国際協力プロジェクト部の張継偉氏、横地明宏氏、そして韓国のエネルギー需給見通しを提供して頂いた「アジア太平洋エネルギー研究センター」の Yonghun Jung 副所長に謝意を表す。

お問い合わせ : ieej-info@tky.ieej.or.jp

< 添付資料 地域別エネルギー需給見通し >

1. ロシア

ロシア全国のエネルギー需給見通しを付表 1.1 に示す。ロシア経済が実質 5.4%(2002-2005)、5%(2006-2020)の経済成長を達成するとすれば、一次エネルギー需要は年率 3% ~ 3.4% で伸び、2000 年レベルに比較して 2010 年に約 1.4 倍、2020 年には 1.9 倍となる。

ロシアの一次エネルギー需要の太宗は天然ガスと石油であり、天然ガスは 50% 前後のシェアを、石油は 30% 前後のシェアをそれぞれ占め続ける。需要の伸びが期待されているのは電力であり、石油製品ではガソリン需要である。

付表 1.1 エネルギー需給見通し(ロシア全国)

ロシア	Unit	1992	2000	2010	2020	年平均伸び率 (%)		
						2000/1992	2010/2000	2020/2010
一次エネルギー								
石油	ktoe	262,394	183,850	248,300	343,999	-4.35	3.05	3.31
石炭	ktoe	130,530	111,101	144,033	194,687	-1.99	2.63	3.06
天然ガス	ktoe	364,192	318,917	434,059	611,332	-1.65	3.13	3.48
水力	ktoe	14,781	14,116	18,970	25,494	-0.57	3.00	3.00
原子力	ktoe	10,288	11,241	16,640	24,631	1.11	4.00	4.00
合計	ktoe	783,898	639,920	862,003	1,200,143	-2.50	3.02	3.36
二次エネルギー								
電力	GWh	756,355	608,526	906,757	1,334,954	-2.68	4.07	3.94
熱	Tcal	2,077,560	1,510,000	2,043,534	2,910,391	-3.91	3.07	3.60
石油製品	ktoe	198,001	120,441	169,049	235,388	-6.02	3.45	3.37
(ガソリン)	ktoe	30,880	23,747	39,274	63,973	-3.23	5.16	5.00
(軽油)	ktoe	52,087	25,198	32,220	43,770	-8.68	2.49	3.11
(重油)	ktoe	67,427	25,631	33,432	46,214	-11.39	2.69	3.29
環境指標								
CO ₂ 排出量	C-kton	539,454	424,664	573,826	797,668	-2.95	3.06	3.35

注) ktoe:石油換算千トン、一次電力 GWh:百万キロワット時(=0.086 ktoe)、

Tcal:テラカロリー(=0.1 ktoe)、C-kton:炭素換算千トン

1.1 ロシア東シベリア地域

ロシア東シベリア地域と極東地域ではエネルギー移出入があるので、一次エネルギーの石油は原油需要としている。石炭は褐炭であり、発熱量は平均値を取ってロシア東シベリア地域 3,530 kcal/kg、極東地域 3,770 kcal/kg としてある。

ロシア東シベリア地域のエネルギー需給見通しを付表 1.2 に示す。同地域の一次エネルギー需要は、2000 年の 4,660 万 toe(石油換算トン)から、2010 年に 6,500 万 toe(年率 3.37% 成長)、2020 年に 9,420 万 toe(年率 3.78% 成長)になるものと見込まれる。最大の一次エネルギー源は石炭で、そのシェアは 2000 年の 48.4% から 2020 年に 46.8% と微減する。石油は 27% 台を維持する。成長率の最も高い一次エネルギー源は天然ガスである。二次エネルギー(最終エネルギー)需要のエネルギー源別シェアをみると、電力のシェアは 2000 年の 31.2% から 2020 年には 33.5% と拡大し、石油製品のシェアも 2000 年の 34.0% から 2020 年には 35.8% と拡大する。他方、熱需要

は 2000 年の 34.8% から 2020 年に 30.8% とそのシェアを減少する。

付表 1.2 エネルギー需給見通し(東シベリア地域)

ロシア東シベリア地域		1995	2000	2010	2020	年平均伸び率 (%)		
Unit					2000/1995	2010/2000	2020/2010	
一次エネルギー								
石油	ktoe	22,318	12,869	17,609	26,155	-10.43	3.19	4.04
石炭	ktoe	18,641	22,560	30,825	44,104	3.89	3.17	3.65
天然ガス	ktoe	3,664	3,425	5,304	8,098	-1.34	4.47	4.32
水力	ktoe	n.a	7,780	11,230	15,841	n.a	3.74	3.50
合計	ktoe	n.a	46,634	64,967	94,197	n.a	3.37	3.78
二次エネルギー								
電力	GWh	106,810	110,143	164,123	241,627	0.62	4.07	3.94
熱	Tcal	143,700	105,700	138,492	191,030	-5.96	2.74	3.27
石油製品	ktoe	11,257	10,342	14,967	22,232	-1.68	3.77	4.04
(ガソリン)	ktoe	1,973	1,662	2,894	4,943	-3.37	5.70	5.50
(軽油)	ktoe	2,526	2,016	2,701	3,833	-4.41	2.97	3.56
(重油)	ktoe	2,922	1,922	2,627	3,758	-8.03	3.17	3.65
環境指標								
CO ₂ 排出量	C-kton	31,969	35,247	49,230	71,411	1.97	3.40	3.79
SO ₂ 排出量	SO ₂ -kton	626	719	986	1,412	2.79	3.21	3.66
NO ₂ 排出量	NO ₂ -kton	462	508	715	1,049	1.89	3.48	3.90

注) ktoe:石油換算千トン、GWh:百万キロワット時(=0.086 ktoe)、Tcal:テラカロリー(=0.1 ktoe)
C-kton:炭素換算千トン、SO₂-kton:二酸化硫黄換算千トン、NO₂-kton:二酸化窒素換算千トン

1.2 ロシア極東地域

ロシア極東地域のエネルギー需給見通しを付表 1.3 に示す。同地域の一次エネルギー需要は、2000 年の 2,200 万 toe(石油換算トン)から、2010 年に 3,480 万 toe(年率 4.69%成長)、2020 年に 5,190 万 toe(年率 4.08%成長)になるものと見込まれる。

付表 1.3 エネルギー需給見通し(極東地域)

ロシア極東地域		1995	2000	2010	2020	年平均伸び率 (%)		
Unit					2000/1995	2010/2000	2020/2010	
一次エネルギー								
石油	ktoe	3,731	6,621	11,683	17,464	12.16	5.84	4.10
石炭	ktoe	12,516	11,362	16,687	24,536	-1.92	3.92	3.93
天然ガス	ktoe	2,672	3,028	5,196	8,239	2.53	5.55	4.72
水力・原子力	ktoe	n.a	978	1,209	1,625	n.a	2.14	3.00
合計	ktoe	n.a	21,989	34,776	51,864	n.a	4.69	4.08
二次エネルギー								
電力	GWh	33,260	35,295	52,729	76,675	1.19	4.10	3.82
熱	Tcal	81,300	71,400	105,320	157,003	-2.56	3.96	4.07
石油製品	ktoe	11,851	10,008	14,604	21,830	-3.32	3.85	4.10
(ガソリン)	ktoe	1,491	1,382	2,406	4,110	-1.51	5.70	5.50
(軽油)	ktoe	4,178	3,276	4,548	6,652	-4.75	3.33	3.88
(重油)	ktoe	4,072	2,743	3,924	5,687	-7.60	3.65	3.78
環境指標								
CO ₂ 排出量	C-kton	25,306	22,681	33,687	50,184	-2.17	4.04	4.07
SO ₂ 排出量	SO ₂ -kton	450	394	575	842	-2.63	3.84	3.90
NO ₂ 排出量	NO ₂ -kton	341	302	452	681	-2.41	4.11	4.18

注) 付表 1.2 と同様

極東地域においても、最大の一次エネルギー源は石炭であるが、そのシェアは 2000 年 51.7% から 2020 年 47.3% と減少する。石油は 2000 年の 30.1% から 2020 年には 33.7% とそのシェアを拡大する。成長率の最も高い一次エネルギー源は天然ガスである。その結果、シェアを 2000 年の 13.8% から 2020 年には 15.9% に拡大する。二次エネルギー(最終エネルギー)需要構成については、電力需要が 15% 前後、熱需要が 35.5% 前後、石油製品需要が 49.5% 前後のシェアで推移し、大きな変動は見られない。

2. モンゴル

モンゴルのエネルギー需給見通しを付表 2 に示す。同国の一次エネルギー需要は、2000 年の 210 万 toe(石油換算トン)から、2010 年に 275 万 toe(年率 2.7% 成長)、2020 年に 366 万 toe(年率 2.9% 成長)になるものと見込まれる。石油は石油製品需要(全量輸入)である。石炭は褐炭であり、発熱量は平均値を採用して 3250 kcal/kg とした。モンゴルにおけるエネルギー需要の太宗は石炭であり、石炭需要は電力需要の増加と共に増加し、石炭の一次エネルギーに占めるシェアは 80% 台で推移する。

付表 2 エネルギー需給見通し(モンゴル)

モンゴル	Unit	1990	2000	2010	2020	年平均伸び率(%)		
						2000/1990	2010/2000	2020/2010
一次エネルギー								
石油(輸入)	ktoe	727	407	539	724	-5.63	2.84	3.00
石炭	ktoe	2,000	1,699	2,210	2,933	-1.62	2.66	2.87
合計	ktoe	2,727	2,106	2,749	3,657	-2.55	2.70	2.90
二次エネルギー								
電力	GWh	3,576	3,102	4,457	6,534	-1.41	3.69	3.90
環境指標								
CO ₂ 排出量	C-kton	2,768	2,176	2,838	3,774	-2.38	2.69	2.89
SO ₂ 排出量	SO ₂ -kton	71	55	71	94	-2.59	2.67	2.87
NO ₂ 排出量	NO ₂ -kton	63	44	58	77	-3.40	2.71	2.90

注) ktoe:石油換算千トン、GWh:百万キロワット時(=0.086 ktoe)、C-kton:炭素換算千トン

SO₂-kton:二酸化硫黄換算千トン、NO₂-kton:二酸化窒素換算千トン

3. 中国

中国のエネルギー需給見通しについては、「基準ケース」、「省エネ促進ケース」、「省エネ+ガス転換ケース」の 3 通りのシナリオを用意した。そのうちの「基準ケース」の結果を付表 3.1 に、「省エネ+ガス転換ケース」の結果を付表 3.2 に示す。また、環境指標のシナリオ別排出量試算結果を付表 3.3 に示す。

石炭の一次エネルギーに占めるシェアは 1990 年 76%、2000 年 70% であった。シナリオ別シミュレーション結果によれば、2010 年で 66.4%(基準ケース)、66%(省エネ促進ケース)、64.6%(省エネ+ガス転換ケース)、2020 年では 63.7%(基準ケース)、62.5%(省エネ促進ケース)、55.3%(省エネ+ガス転換ケース)と石炭はそのシェアを減少する。石油のシェアは、2000 年の 25% から 2010 年で 27% 前後、2020 年では 28% 前後となる。天然ガスは、「基準ケース」では 2000 年の 2.6% から 2010 年で 3.5%、2020 年では 4.2% であるが、「省エネ+ガス転換ケース」では 2010 年 5.0%、2020 年には 12.2% とそのシェアを拡大する。

付表 3.1 エネルギー需給見通し(中国、基準ケース)

中国 基準ケース Unit		1990	2000	2010	2020	年平均伸び率 (%)		
						2000/1990	2010/2000	2020/2010
一次エネルギー供給								
石炭	ktoe	512,535	616,027	861,159	1,233,374	1.86	3.41	3.66
石油	ktoe	110,738	219,375	349,402	548,802	7.08	4.76	4.62
天然ガス	ktoe	14,030	22,816	45,721	81,685	4.98	7.20	5.97
一次電力	ktoe	10,898	20,567	40,919	71,583	6.56	7.12	5.75
合計	ktoe	648,201	878,784	1,297,202	1,935,444	3.09	3.97	4.08
部門別最終エネルギー需要								
産業部門	ktoe	337,521	441,606	626,218	858,178	2.72	3.55	3.20
運輸部門	ktoe	29,119	64,931	113,378	200,089	8.35	5.73	5.84
民生部門	ktoe	101,736	91,639	146,278	234,162	-1.04	4.79	4.82
その他部門	ktoe	51,955	67,333	102,541	154,522	2.63	4.30	4.19
エネルギー源別最終エネルギー需要								
石炭	ktoe	347,584	300,135	362,479	444,743	-1.46	1.91	2.07
石油	ktoe	95,130	204,231	323,933	508,939	7.94	4.72	4.62
ガス	ktoe	13,108	20,275	42,322	76,544	4.46	7.64	6.10
電力	ktoe	49,844	107,798	210,420	349,383	8.02	6.92	5.20
熱	ktoe	14,664	33,070	49,261	67,341	8.47	4.07	3.18
合計	ktoe	520,331	665,509	988,415	1,446,952	2.49	4.03	3.88

付表 3.2 エネルギー需給見通し(中国、省エネ+ガス転換ケース)

中国 省エネ+ガス転換 Unit		1990	2000	2010	2020	年平均伸び率 (%)		
						2000/1990	2010/2000	2020/2010
一次エネルギー供給								
石炭	ktoe	512,535	616,027	783,830	889,723	1.86	2.44	1.28
石油	ktoe	110,738	219,375	327,019	450,485	7.08	4.07	3.25
天然ガス	ktoe	14,030	22,816	60,984	195,732	4.98	10.33	12.37
一次電力	ktoe	10,898	20,567	40,919	71,583	6.56	7.12	5.75
合計	ktoe	648,201	878,784	1,212,752	1,607,524	3.09	3.27	2.86
部門別最終エネルギー需要								
産業部門	ktoe	337,521	441,606	582,810	719,630	2.72	2.81	2.13
運輸部門	ktoe	29,119	64,931	106,726	166,288	8.35	5.09	4.53
民生部門	ktoe	101,736	91,639	142,709	214,861	-1.04	4.53	4.18
その他部門	ktoe	51,955	67,333	95,758	126,849	2.63	3.58	2.85
エネルギー源別最終エネルギー需要								
石炭	ktoe	347,584	300,135	331,558	332,598	-1.46	1.00	0.03
石油	ktoe	95,130	204,231	303,214	418,269	7.94	4.03	3.27
ガス	ktoe	13,108	20,275	47,593	125,624	4.46	8.91	10.19
電力	ktoe	49,844	107,798	196,377	283,796	8.02	6.18	3.75
熱	ktoe	14,664	33,070	49,261	67,341	8.47	4.07	3.18
合計	ktoe	520,331	665,509	928,003	1,227,628	2.49	3.38	2.84

注) ktoe:石油換算千トン、一次電力 GWh:百万キロワット時(=0.086 ktoe)、C-kton:炭素換算千トン

付表 3.3 環境指標排出量試算(中国)

中国 環境指標 Unit	1990	2000	2010	2020	年平均伸び率 (%)		
					2000/1990	2010/2000	2020/2010
基準ケース							
CO ₂ 排出量 C-kton	652,970	859,214	1,245,273	1,833,523	2.78	3.78	3.94
SO ₂ 排出量 SO ₂ -kton	19,005	24,350	34,824	50,899	2.51	3.64	3.87
NO ₂ 排出量 NO ₂ -kton	9,560	13,719	20,414	30,907	3.68	4.05	4.23
省エネ促進ケース							
CO ₂ 排出量 C-kton	652,970	859,214	1,159,579	1,503,653	2.78	3.04	2.63
SO ₂ 排出量 SO ₂ -kton	19,005	24,350	32,331	41,291	2.51	2.88	2.48
NO ₂ 排出量 NO ₂ -kton	9,560	13,719	18,975	25,061	3.68	3.30	2.82
省エネ+ガス転換ケース							
CO ₂ 排出量 C-kton	652,970	859,214	1,152,807	1,453,258	2.78	2.98	2.34
SO ₂ 排出量 SO ₂ -kton	19,005	24,350	31,728	36,893	2.51	2.68	1.52
NO ₂ 排出量 NO ₂ -kton	9,560	13,719	18,755	23,445	3.68	3.18	2.26

注) C-kton:炭素換算千トン、SO₂-kton:二酸化硫黄換算千トン、NO₂-kton:二酸化窒素換算千トン

4. 北朝鮮

北朝鮮のエネルギー需給見通しを付表 4 に示す。同国の一次エネルギー需要は、1990 年の 5,400 万 toe、2000 年の 4,570 万 toe から、2010 年に 5,740 万 toe(年率 2.31%成長)、2020 年に 7,240 万 toe(年率 2.34%成長)になるものと見込まれる。

付表 4 エネルギー需給見通し(北朝鮮)

北朝鮮 Unit	1990	2000	2010	2020	年平均伸び率 (%)		
					2000/1990	2010/2000	2020/2010
一次エネルギー供給							
石油 ktoe	5,070	4,228	4,735	5,463	-1.80	1.14	1.44
石炭 ktoe	45,722	39,640	50,217	63,579	-1.42	2.39	2.39
水力 ktoe	3,204	1,834	2,464	3,312	-5.43	3.00	3.00
合計 ktoe	53,996	45,702	57,416	72,353	-1.65	2.31	2.34
部門別最終エネルギー需要							
産業部門 ktoe	35,671	29,628	36,826	44,335	-1.84	2.20	1.87
運輸部門 ktoe	3,456	3,122	3,452	3,910	-1.01	1.01	1.25
民生部門 ktoe	10,019	10,126	11,624	13,622	0.11	1.39	1.60
エネルギー源別最終エネルギー需要							
石炭 ktoe	40,658	36,461	43,683	50,813	-1.08	1.82	1.52
石油製品 ktoe	4,575	4,102	4,574	5,208	-1.09	1.10	1.31
電力 ktoe	3,913	2,314	3,646	5,846	-5.12	4.65	4.83
合計 ktoe	49,146	42,877	51,903	61,867	-1.36	1.93	1.77
環境指標							
CO ₂ 排出量 C-kton	53,084	46,130	57,936	72,881	-1.39	2.30	2.32
SO ₂ 排出量 SO ₂ -kton	863	744	949	1,218	-1.48	2.46	2.52
NO ₂ 排出量 NO ₂ -kton	694	601	754	957	-1.43	2.30	2.41

注) 一次エネルギーの石油は製品輸入を含む。

北朝鮮におけるエネルギー需要の太宗も石炭であり、石炭需要は産業部門と電力需要と共に増加し、石炭の一次エネルギーに占めるシェアは 1990 年の 84.7%、2000 年の 86.7%から 2010 年に

87.5%、2020 年には 87.9%と拡大する。他方、石油需要のシェアはその分減少する。

最終エネルギー需要をみてみると、部門別には産業部門、エネルギー源別には電力の伸び率が高い。部門別最終エネルギー需要のシェアは、産業部門が 2000 年の 69.1%から 2020 年には 71.7%に拡大し、運輸部門は 2000 年の 7.3%から 2020 年には 6.3%、民生部門は 2000 年の 23.6%から 2020 年には 22.0%へと減少する。

5. 韓国

韓国のエネルギー需給見通しを付表 5 に示す。同国の一次エネルギー需要は、2000 年の 1 億 9,290 万 toe から、2010 年に 2 億 6,360 万 toe(年率 3.17%成長)、2020 年に 3 億 1,180 万 toe(年率 1.7%成長)になるものと見込まれている。

最大のエネルギー源は石油であり、成長率の最も高いエネルギー源は天然ガスである。一次エネルギーに占める石油のシェアは 2000 年の 52%から、2010 年に 46.9%、2020 年には 44.8%と減少する。石炭のシェアは 2000 年の 22.3%から 2010 年に 23.3%と若干拡大するが、2020 年には 20.1%と減少する。天然ガスは 2000 年の 9.8%から 2010 年に 12.2%、2020 年には 15.4%とそのシェアを拡大する。原子力も 2000 年の 14%から 2010 年に 15%、2020 年に 16.7%とそのシェアを拡大する。

付表 5 エネルギー需給見通し(韓国)

韓国	Unit	1990	2000	2010	2020	年平均伸び率 (%)		
						2000/1990	2010/2000	2020/2010
一次エネルギー供給								
石炭	ktoe	24,385	42,911	61,502	62,583	5.81	3.66	0.17
石油	ktoe	50,175	100,280	123,678	139,591	7.17	2.12	1.22
天然ガス	ktoe	3,023	18,925	32,075	47,959	20.13	5.42	4.10
水力	ktoe	1,590	1,402	1,161	1,150	-1.25	-1.87	-0.10
原子力	ktoe	13,222	27,241	39,540	52,008	7.50	3.80	2.78
その他	ktoe	797	2,130	5,599	8,550	10.33	10.15	4.32
合計	ktoe	93,192	192,887	263,555	311,839	7.55	3.17	1.70
部門別最終エネルギー需要								
産業部門	ktoe	36,150	83,912	105,621	120,217	8.79	2.33	1.30
運輸部門	ktoe	14,173	30,945	46,005	58,310	8.12	4.05	2.40
民生部門	ktoe	21,971	32,370	44,070	53,388	3.95	3.13	1.94
公共部門	ktoe	2,812	2,625	4,050	4,926	-0.69	4.43	1.98
エネルギー源別最終エネルギー需要								
石炭	ktoe	19,855	19,847	20,695	20,976	0.00	0.42	0.13
石油	ktoe	45,252	93,595	117,434	134,192	7.54	2.29	1.34
都市ガス	ktoe	1,011	12,561	23,890	34,017	28.66	6.64	3.60
電力	ktoe	8,117	20,600	30,558	36,713	9.76	4.02	1.85
その他	ktoe	872	3,248	5,345	8,550	14.05	5.11	4.81
合計	ktoe	75,107	149,852	199,746	236,841	7.15	2.92	1.72
CO2 排出量	C-kton	65,171	119,350	162,191	186,721	6.24	3.11	1.42

注) ktoe:石油換算千トン、C-kton:炭素換算千トン

(出所) KEEI (Korea Energy Economics Institute), Ministry of Commerce, Industry and Energy

最終エネルギー需要をみてみると、部門別には運輸部門、エネルギー源別には都市ガスの伸び率が高い。部門別最終エネルギー需要のシェアは、産業部門が 2000 年の 56%から 2020 年には 50.8%に減少し、運輸部門は 2000 年の 20.7%から 2020 年には 24.6%、民生部門は 2000 年の 21.6%から 2020 年には 22.5%へと拡大する。

6. 日本

日本のエネルギー需給見通しを付表 6 に示す。日本の一次エネルギー需要は、2000 年の 5 億 5,865 万 toe から、2010 年に 5 億 7,575 万 toe(年率 0.3%成長)、2020 年に 5 億 8,630toe(年率 0.2%成長)になるものと見込まれている。最大のエネルギー源は石油であり、一次エネルギーに占める石油のシェアは 2000 年の 51.8%から、2010 年に 48.4%、2020 年には 45.4%と減少する。石炭のシェアは 2000 年の 17.9%から 2010 年に 18.7%、2020 年には 18.9%と若干拡大する。天然ガスは 2000 年の 13.1%から 2010 年に 14.9%、2020 年には 15.8%とそのシェアを拡大する。原子力も 2000 年の 12.4%から 2010 年に 13.1%、2020 年に 14.8%とそのシェアを拡大する。

付表 6 エネルギー需給見通し(日本)

日本 IEEJ基準ケース	Unit	1990	2000	2010	2020	年平均伸び率(%)		
						2000/1990	2010/2000	2020/2010
一次エネルギー供給								
石炭	ktoe	80,752	100,223	107,786	110,871	2.18	0.73	0.28
石油	ktoe	283,559	289,205	278,652	265,943	0.20	-0.37	-0.47
天然ガス	ktoe	49,284	73,398	85,618	92,747	4.06	1.55	0.80
水力	ktoe	20,512	19,253	19,314	19,360	-0.63	0.03	0.02
原子力	ktoe	45,511	69,241	75,444	86,818	4.29	0.86	1.41
地熱	ktoe	465	964	1,023	1,059	7.56	0.59	0.35
新エネルギー	ktoe	6,226	6,491	7,909	9,498	0.42	2.00	1.85
合計	ktoe	486,310	558,651	575,747	586,296	1.40	0.30	0.18
部門別最終エネルギー需要								
産業部門	ktoe	160,787	178,091	172,627	176,065	1.03	-0.31	0.20
運輸部門	ktoe	74,386	90,740	89,988	85,292	2.01	-0.08	-0.53
民生部門	ktoe	78,925	99,745	113,238	119,164	2.37	1.28	0.51
非エネルギー	ktoe	8,772	7,164	7,093	7,022	-2.00	-0.10	-0.10
エネルギー源別最終エネルギー需要								
石炭	ktoe	41,907	41,360	37,651	35,669	-0.13	-0.94	-0.54
石油	ktoe	195,507	221,914	215,832	209,260	1.27	-0.28	-0.31
都市ガス	ktoe	15,256	24,658	28,965	32,349	4.92	1.62	1.11
電力	ktoe	65,076	83,227	95,375	104,445	2.49	1.37	0.91
新エネその他	ktoe	5,105	4,582	4,562	4,887	-1.08	-0.04	0.69
合計	ktoe	322,870	375,740	382,945	387,543	1.53	0.19	0.12
CO2 排出量	C-kton	287,100	316,300	325,200	322,874	0.97	0.28	-0.07

注) ktoe:石油換算千トン、C-kton:炭素換算千トン

(出所) エネ研長期見通し(2002 年 11 月)

最終エネルギー需要をみてみると、部門別には民生部門、エネルギー源別には都市ガス、電力の伸び率が相対的に高い。部門別最終エネルギー需要のシェアは、産業部門が 2000 年の 49%から 2020 年には 47%に、運輸部門は 2000 年の 24%から 2020 年には 22%に減少する。民生部門は 2000 年の 26.5%から 2020 年には 30.7%へと拡大する。