

韓国の気候対策と CO₂、SO₂ の排出要因分析

金 斗 元

はじめに

- I. 韓国の気候対策
 - II. 韓国のエネルギー現状
 - III. CO₂ と SO₂ 排出要因分析
- おわりに

はじめに

本研究は、韓国が今まで進行してきた気候対策及び政策を振りかえて、韓国における CO₂ と SO₂ 排出要因を分析するのがその目的である。政策の調査については、韓国からの一次資料データを使い、排出要因分析には、「茅恒等式」を使って分析を行った。研究の仮説としては、「排出要因の中で一番大きい原因は何か」からはじめ、その要因を明らかにするのが本稿のスタート点である。研究対象になっている韓国も温暖化を防止するため地球温暖化の原因である温室効果ガス、特に CO₂ 排出に関する政策を続けて出している。アジアの中でもポスト京都（2013 年以降）期間に CO₂ 削減義務を負う可能性が高い韓国は、排出量を削減するために各部門での削減政策を出している。ここでは、現在韓国政府が実施している CO₂ 削減政策と実際に排出された CO₂ と SO₂ 排出量の要因を分析して、その要因を明らかにしたい。

まず、ここでは先行研究の分野である CO₂ 排出要因の研究を検討したい。

日本国内には、CO₂ 排出量分析の中で特に交通部門での研究が活発に行っている。米澤ら（2009）は、自治体規模の違いによる自家用乗用車の CO₂ 排出の分析について、自治体の規模と CO₂ 排出量の関係に注目した。彼は、自治体の規模が大きいたとこが CO₂ 排出量が減少して、逆に規模が小さいところは増加することを確認した。排出要因としては、いずれの自治体規模でも排出係数の低下とトリップあたり走行距離の寄与が大きかった。また、自治体に効果が大きい削減対策として、

低燃費車両の普及が一番有効な対策であることを明らかにした。

また、交通部門で、杉原ら（2007）が土地利用と交通のあり方を環境の面に着目した研究を実施した。研究では、大都市の「都市雇用圏」データを用い、重回帰分析を通して、中心都市では乗用車の保有が、郊外地域では、乗用車保有に加えて郊外化が乗用車 CO₂ 排出量の増加要因であることを証明した。結果では、交通部門からの環境負荷軽減を考慮した公共交通指向型の開発を行う場合、自家用乗用車抑制策が必要であることも主張した。

岡田（2008）は、交通部門の中で貨物交通起因の CO₂ 排出要因を分析した。この研究では、本研究でも使われる茅恒等式を利用して貨物部門に関する CO₂ 排出要因を行った。研究を通じて、CO₂ 排出削減ではエネルギー効率の改善が一番大きな寄与をしたと判明した。

交通面の他には経済面からの分析結果も出ている。居城（2005）は、1975 年から 1995 年まで日本経済構造変化と CO₂ 排出との関係について時系列的に産業連関分析を行った。研究によると、日本経済は 1975 年から 1995 年まで CO₂ 排出効率が改善を続けていることを分かった。しかし、1990 年から 1995 年においては、その前まで排出量変化に対してマイナスの要因であった投入要因が悪化したことから 1995 年以降、排出効率の改善が見られなくなる可能性があり、投入構造の生産技術改善による CO₂ 排出削減をより求める必要性を指摘した。また、貿易に関しては、輸入を拡大することによって、日本国内で排出する CO₂ 排出を減らす傾向が徐々に大きくなってきていると主張した。

また、松岡ら（2000）は、研究範囲をアジアまで広げて、アジア諸国での製造業と電力業を中心に CO₂ 排出構造の変化を分析した。日本だけを見ればオイルショック直後、エネルギー多消費部門のシェアの縮小が CO₂ 排出削減に寄与したことが判明された。その後、省エネルギー技術の開発・導入・定着が進み、こうした技術要因がオイルショックから回復したエネルギー多消費部門のシェアの拡大と経済成長による CO₂ 増加を打ち消した。一方、1986 年以降は省エネルギー技術要因で、もはや経済成長に伴う CO₂ 排出量の増加を抑えることができず、また 1993 年および 1994 年にかけては、逆に排出増加要因となっている。そして、アジア諸国で製造業には効率改善の余地が大きく、費用効果的な対策ができるが、電力業ではインドや中国において効率改善が進んでない状態から、日本からの技術協力を行うことによる電力部門における CO₂ 排出量削減の可能性が検討できると判明した。

韓国の CO₂ 排出要因に関する先行研究の場合は、産業連関表を通じた要因分析が主流になっている。まず、国際貿易経営研究院（1991）が産業連関分析モデルを利用して、1980 年と 1986 年の五つ大気汚染物質（SO_x、NO_x、HC、CO、TSP）の産業部門別排出量と変化量を調査したことがある。この研究で 1980 年と 1986 年の間に大気汚染物質排出が増加した主な理由は、経済成長と輸出構造の変化であることを結果として出している。

そして、チェハンジュウら（2002）も産業連関表を利用した構造分解分析で 1980 年から 1998 年までの CO₂ 排出要因を分析した。この研究では、CO₂ 排出量の増加要因が排出集約度の変化と産出量の増加だと主張した。キムジョンミン（2004）は、最近のデータを使い 1990 年から 2000 年の間の産業連関表から韓国の CO₂ 排出量変化要因について構造分解分析を行った。特に、彼はアジア通貨危機による国内経済の被害について分析を行った。

以上の通り、日本の場合は、様々な方法で排出要因分析に関する研究が進んでいるが、韓国の先行研究では、主に産業連関表を利用しており、本研究のような茅恒等式を利用した研究方法が少ない状態から本研究の意味を探ることができると判断する。

I. 韓国の気候対策

1. 今までの気候対策

韓国が気候対策を最初に作り出したのは 1998 年のことであった。その時期政府は、経済、環境などの専門家集団で構成された「気候変動枠組み条約凡政府対策機構」を設置した。この対策機構は、地球温暖化問題に対して韓国で初めて作られた政府機構である。また、同年 12 月には、CO₂ を削減する政府の各種施策を整理して「気候変動枠組み条約対応総合対策」を発表した。

その後、2002 年 3 月には、温室効果ガス削減政策の強化、京都メカニズム対応基盤の構築及び活用と気候変化協約に対する国民の意識を高める等を主要内容にする「気候変動枠組み条約対応第 2 次総合対策」を発表した。また、気候対策の一環として 2005 年、第 3 次政府総合対策を発表、2007 年までの実施、計画を決めた。特に、第 3 次総合対策と第 2 次総合対策が差は、京都議定書の発効によりアメリカ、カナダなどの先進国と気候変動対応に対しての共同協力事業を推進、今後韓国の削減義務への参加と交渉について積極的に国際的対応方案を強化するものだった。

2. 現在李明博政府の気候対策

2008 年には韓国に新しい政権が誕生され、経済成長と環境保存を中心にする低炭素社会が国家の柱になった。その李明博政府は、環境政策をミドリ成長というタイトルの下で、低炭素社会実現をむけて国家戦略を作り出した。ミドリ成長は、経済成長を追求すると共に環境汚染を最小化し、環境低下技術やエネルギー技術など再生可能なエネルギーをさらに経済成長の原動力として活用させるシステムである。例えば、CO₂ 排出を減らすためにハイブリッド自動車、水素車、燃料電池自動車を開発、生産して経済成長を加速化させる方針である。つまり、政府が推進する「ミドリ成長計画」は、環境低下効果と経済成長、二つのシナジー効果を極大化することである。

3. 韓国とポスト京都議定書

(1) コペンハーゲンの重要性

京都議定書以降、韓国と世界がコペンハーゲンに注目する理由は、今までの CO₂ 削減基準になってきた京都議定書が 2012 年に満了され、新しい削減システムがコ

ペンハーゲンで決定されるからである。先進国と途上国の削減努力を引き上げた京都議定書の代わりに、新しい中道を選択しなければならないが、それがいわゆるコペンハーゲン議定書になる可能性が高い。

しかし、第1約束期間が先進国の温室効果ガス削減努力に焦点を合わされたとすれば、2013年からの第2約束期間には、韓国を含んだ開発途上国と後発途上国の参加問題と削減システムへの努力が必要である。途上国の参加を誘導させようとする先進国と先進国からの技術移転と資金を受け取る途上国の合意点を合わせる重要な場がコペンハーゲンになるだろう。しかし、昨年開かれたコペンハーゲン会議では、まだ先進国と途上国の差が縮まらず、結局新しい削減システムへの決定はCOP16まで延期になった。

(2) 韓国の位置づけ

韓国は、上で述べたように第1約束期間には、温室効果ガス削減義務がないが、経済発展とともに、その排出量が増加し、世界からも削減義務参加への圧力が高くなった。そして、第1約束期間にはCO₂削減義務がないと安定感を感じ、削減に対する政府と企業の気候変動防止の取り組みも積極的に成り立たなかった。それを示したのが、ドイツのGerman Watchが発表した各国の気候変動に対する行動指数だが、韓国はこの気候変動対応努力が51位の低い水準である（表1）。

表1. 世界気候変動に対する行動指数

| Climate Change Performance Index | | |
|----------------------------------|-----------|-------------|
| Rank | 国 | 点数 |
| 1 | スウェーデン | 65.6 |
| 2 | ドイツ | 64.5 |
| 3 | アイスランド | 62.6 |
| 4 | メキシコ | 62.5 |
| 5 | インド | 62.4 |
| 6 | ハンガリー | 61.0 |
| 7 | イギリス | 59.2 |
| 40 | 中国 | 47.0 |
| 41 | イタリア | 47.0 |
| 42 | 日本 | 46.9 |
| 51 | 韓国 | 41.3 |
| 54 | オーストラリア | 35.5 |
| 55 | アメリカ | 33.4 |
| 56 | サウジアラビア | 30.0 |

出所：German Watch

韓国政府も今までは、可能であれば、ポスト京都期間にも途上国の立場を主張しようとしたが、途上国の自発的な削減目標が続々と発表され、先進国の参加圧力の中でCOP16では、温室効果ガス削減義務に積極的に参加する方針である。そして、韓国が先発途上国の立場であることから中国やインドなどの後発途上国の参加を誘うなど、国内の自発的に削減義務を負うだけでなく、国際的に途上国への技術、資金支援部門でも力を入れると発表した。もし、アメリカ、EUの先進国と韓国など先発途上国がCOP16に対し参加を次々の行うなら、中国、インドなどの後発途上国も削減義務を負う可能性が高いと判断される。先進国と後発途上国のかけ橋になるということでCOP16から韓国がもつ意味は大きいと考えられる。

4. 韓国の削減シナリオ作成

韓国は、以上の国際的な位置と責任意識からCO₂の自発的削減のため、李明博^{リミョンバク}大統領がG-8拡大閣僚会議で2009度のうちに中期削減目標を発表することを宣言した。そのため、2008年国家研究機関が中心になって、国際基準のCO₂削減モデルと分析システムを使用し、CO₂排出展望と削減潜在量を計算した。2009年7月には、その分析結果について、専門家たちが検討を行い、信頼性を確かめた上で、報告書を作成した。モデルの方法論としては、経済成長率、産業構造、産業界の投資計画など経済展望に基づいたBAU算定量を計算し、その後、削減潜在量を分析する順で行われた。計算のモデルは、世界の各国家機関が使っているMARKAL¹⁾モデルを利用した。また、温室効果ガス削減シナリオ別にマクロ経済に及ぼす影響も分析したが、これはCGEモデル²⁾を利用した。その分析結果に基づいて政府は、温室効果ガス削減について、三つのシナリオを作成した。三つのシナリオの中で国民世論調査を通じて、ひとつシナリオを決め、選択されたシナリオをCOP16での韓国の削減方法として提案する。提案された三つのシナリオは、BAU対比それぞれ21%、27%、30%を削減するもので、EUが途上国に要求したBAU対比15%から30%削減案を満たされるものである。表2にその三つのシナリオをまとめたものである。

表 2. 韓国の削減シナリオ

| シナリオ | 削減目標 | | 削減政策選択基準 | 削減手段 |
|------|--------|----------|----------------|---|
| | BAU 対比 | 2005 年基準 | | |
| 1 | △ 21% | +8% | 費用効率的技術及び政策の導入 | ・グリーンビルの普及 ・LED など高効率製品の普及 ・低炭素交通システムの導入 ・再生可能なエネルギー及び原子力の拡大、スマートグリッドの反映 |
| 2 | △ 27% | — | 国際基準削減費用の負担 | ・ハイブリッド自動車の普及 ・バイオ燃料の普及 |
| 3 | △ 30% | △ 4% | 途上国最大の削減水準 | ・電気自動車、燃料電池自動車の普及 ・CCS 導入強化 |

出所：環境部資料筆者が作成

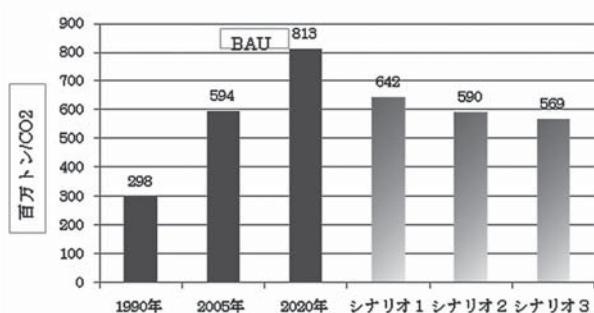


図 1. BAU と削減シナリオ

出所：韓国ミドリ成長委員会

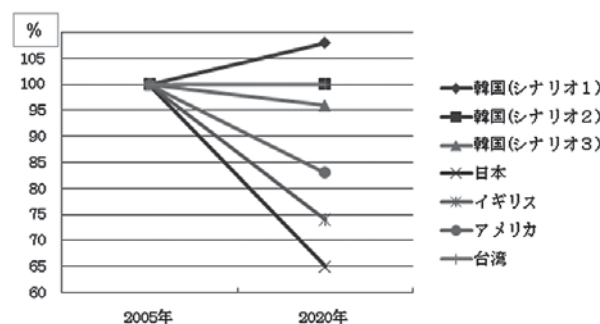


図 2. 国家別 2020 年削減目標

出所：韓国ミドリ成長委員会

図 1 は、1990 年度と 2005 年度に実際排出された CO₂ 排出量とシナリオモデル計算に基づいた 2020 年の BAU 数値である。また、それに比較して提示したものがシナリオ 1、2、3 である。図 1 のように三つのシナリオが 2020 年の BAU より下回る数値であり、特に、シナリオ 3 は IPCC が勧告した削減案の最大値である。

5. シナリオ3の採択

遂に、韓国政府は 2009 年 11 月 17 日に三つのシナリオの中で、「シナリオ 3」を自発的な削減目標として決定し、従う方針を発表した。シナリオの選択経緯をもっと詳しく述べてみると、約 80 回以上産業界・NGO との公聴会を通じて幅広い範囲から意見を集め、最初 11 月 5 日に政府のミドリ成長委員会から BAU 対比 27% 及び 30% 削減という二つの方案に絞って政府へ建議した。その後、11 月 12 日は、経済団体と協議を行い、11 月 13 日には関係府庁長官会議を通じて、GDP への影響、産業界競争率など経済的な面でも深い論議と検討が行われた。この選択過程で経済団体からの削減目標に対し厳しい目標だと意見もあったが、政府の強い実行決断に抑えられ、「シナリオ 3」を最終削減案として決定した。

「シナリオ 3」は、BAU 対比 30% を削減する方案で、シナリオの中で一番厳しいと言われる目標であり、IPCC 最大の削減範囲である。これは、政府自らからミドリ成長を強く推進して進んで、国際的にも積極的に削減義務に参加しようとする意志を反映したものである。また、韓国の削減目標は、他国の削減目標に依存しない自発的で独自の国内的目標で、単独な削減行動 (Unilateral) にあたる。

今回、国家の総量的な削減目標が決められた上で、2011 年からは各部門別の詳しい削減目標や計画が打ち出されて、目標達成のため温室効果ガス及びエネルギー目標管理制が導入される。削減義務を負う過程で政府は、産業分野の短期的な負担を最小化させるために、削減余裕があるビルと交通など非産業部門への削減を最初から強化し、実行する予定である。また、部門別削減目標を決めるプロセスでも業種別国際競争状況を綿密に分析して、産業競争力を維持させる方法で削減量を配分し政府が支援可能な対策を考えていく。次は、シナリオの実行と COP16 の戦略のために政府と企業の対応策を詳しく論じたい。

6. 政府、企業の対応戦略

(1) 政府の対応戦略

1) COP16 に備える国際的戦略を準備

韓国の単独な削減交渉よりは、立場が似ている国家との協力で交渉能力を強化すべきである。ヨーロッパや日本など既存の削減義務国は、ポスト京都以降多くの途上国を参加させることに力を入れているが、韓国の産業の中で割合が高い製造業分野への保護ができる削減交渉が必要である。現在、韓国が途上国の立場を維持するのは難しいが、先進国と後発途上国の間に位置することを強調し、産業の柱である製造業の成長を保護させることを考えるべきである。また、自らの削減シナリオを作り出したのを世界に発信し、その削減のために化石燃料より、スマートグリッドや太陽光発電、風力を中心にする分野への政府の投資計画をアピールしなければならない。

2) 総量規制および排出権取引に対する準備

韓国は、CO₂ 削減義務がなかった第1約束期間では、排出権取引導入を準備する段階であったが、政府機関間に企業への排出権取引に関する認識を高めることに力を入れた。ポスト京都では、今まで世界で実施された排出取引市場の情報に基づいて、CO₂ 排出総量規制および排出権取引を管理・調整できるシステムが必要である。その一歩として政府は、排出権取引の運営のため国家的に温室効果ガスインベントリを構築し、グローバル水準の管理・検証システムを作らなければならない。国家の管理システムが COP16 以降、アジアで排出権取引市場が形成された場合、日本、中国との連携を通じて削減負担を緩和させる効率的な方法になると考えられる。

3) 国内法システムの整理

シナリオ実行のためには、国内の法案も重要であるが、2009年2月国会に提出された「低炭素ミドリ成長基本法案」は、理解当事者間の意見差異で2010年まで遅延している。当法案は、低炭素法案の推進体系と温室効果ガスに必要な制度的装置、政府のミドリ産業育成および支援などに関する法案である。しかし、その法案のうち、「総量制限排出権取引制度」が存在するが、産業界は、輸出産業である自動車、造船、鉄鋼、石油化学などのエネルギー多消費業の世界競争力の弱さを憂慮して、排出上限の導入を反対している。この理由として、法案を審査している国会気候変動対策特別委員会でも結論を出

すのが難しい状態である³⁾。政府の自発的な削減シナリオが発表された現在、基本法案は早めに通させてミドリ成長のために揃えなければならぬ。

4) 国民の気候変動に対する意識形成

CO₂ 削減を国家的に行う場合は、削減負担が企業のみならず、国民にもかかることになる。政府としては、その負担に国民が慌てることなく、国民の共感を得ることが重要である。経済的な負担は、京都議定書に似たような総量規定が実行する場合、先行研究で国民一人あたりの負担は53.8万ウォン（約4万円）になる結果が出ている⁴⁾。また、企業では、短期的に貿易制裁による輸出競争力弱体化と企業の炭素公開による企業価値の下落が発生する可能性も高い。このような問題に対して、企業が削減負担を避ける道を選んだら世界への韓国企業の競争力低下及び新しい市場への参加が遅くなる。現在は、韓国の産業界でも国際環境秩序の変化を把握するのが曖昧な状態⁵⁾、国民調査では「国民の気候変動に関する認知度」も低い水準である⁶⁾。その認識を高めるために、気候変動専門家と中央政府および自治体、産業界、環境NGOが国内に向けて気候変動の危機とCO₂削減方法を発信するのが重要だと考える。

(2) 企業の対応戦略

1) グローバル規制に対応

政府の対応策でも言及されたが、企業で一番備えるべきことは国際的な競争率である。まず、ミドリ経営に対する意志を国内外に知らせて、製品と生産プロセスへのCO₂削減方法を模索しなければならない。例え、EUの企業では国家削減目標を上回る自発的な目標を樹立している状態で、義務がないアメリカでも今後排出規制に備えて目標を設定している。

また、企業の持続可能な報告書を定期的に発刊し、企業の価値を高める必要がある。それに関して、韓国内の会社を調査しても定期的に持続可能な報告書を発刊するのは表3のように2008年に65か所にすぎない。世界の大手会社が報告書を発刊して中で、自発的な会社内部調査を行う上、環境に対する競争率を高めるべきである。

表 3. 韓国内の持続可能な報告書発刊現状 (2008 年)

| 業種 | 企業数 | 業種 | 企業数 |
|------------------|-----|-------|-----|
| 公共サービス (発電、建設など) | 21 | 運輸 | 4 |
| 電気、電子 | 7 | 流通 | 3 |
| 金融業 (銀行、証券、保険) | 7 | 鉄鋼、金属 | 2 |
| 自動車 | 1 | 通信 | 2 |
| 化学 | 5 | 石油、ガス | 3 |
| その他 | 6 | | |

出所：環境部調査から筆者作成

表 4. 再生可能なエネルギー会社のビジネス内容

| 企業 | 分野 | 技術確保戦略 | 内容 |
|--------------------------|--------|--------|--|
| Suntech (中国) | 太陽光 | M&A | 日本の MSK を引き受け |
| Gamesa+Econtecnia (スペイン) | 風力 | 共同研究 | スペインの風力プロジェクトである Windlider2015 を共同研究 |
| Siemens (ドイツ) | 燃料電池 | 戦略的提携 | FCT (Fuel Cell Technology 社) と発電用燃料電池分野連携 |
| Philips (オランダ) | LED 照明 | 統合 | Lumileds, Genlyte, Color Kinetics とのビジネス統合 |

出所：EC JRC (2008) .PV Status Report 2007; HSBC(2007.3). Resources Global Alternative Energy; Fuel Cell Today(2008). Fuel Cell Market Survey から筆者作成

2) グリーン技術への投資

温室効果ガス技術市場の拡大に伴って、グリーン技術開発に持続的な投資をすべきである。これは、環境経営でも関連しビジネス戦略を通じて、温室効果ガス削減マーケットに進出することでも繋がる。グリーン技術マーケットに進出することは、企業が再生可能なエネルギー技術をもって、新しいマーケットを形成し、世界への競争率を高めるひとつの方法でもある。例え、表 4 のとおり各国のグローバル企業は、グリーン技術を確保するため戦略を入れている。

7. 韓国気候対策のまとめ

第 1 約束期間に削減免除をうけた韓国は、経済成長を主にする政策で CO₂ 削減に関する準備を備えなかった。これは、本文で述べたとおり政府の努力および企業の認識が高めていないことから把握することができる。ポスト京都の先行きが決められる COP16 では、韓国にとって国家の未来を左右するもっとも重要なターニングポイントになるだろう。また、2009 年政府が発表した「シナリオ 3」は、IPCC が勧告した削減策の中で最高水準の削減方案であり、国際に韓国の削減義務意志を見せた最初のステップである。シナリオの実行と COP16 直前に交渉の戦略として、国外的には、同じ立場である国家との交渉強化が重要な事項となり、国内的には、国民と企業に CO₂ 削減負担を最小化するのが取り上げられる。産業構造の中、輸出割合が高い国内企業では、COP16 以降削減義務を負う場合、貿易に対する壁を考えるべき

である。産業プロセスからの正確な CO₂ 排出量の把握と環境部分での持続的なアピール、そして再生可能なエネルギーへの投資が必要である。

以上、韓国が現在まで取り組んだ気候対策について整理し、COP16 についての政府と産業界の戦略を考え、記述した。次の章からは、本稿の重要な点が韓国の現状を知り、温室効果ガスの排出推移を分析するために韓国のエネルギー現状を把握して、CO₂ と SO₂ 排出要因を分析したい。

II. 韓国のエネルギー現状

韓国は、産業構造で重化学工業の割合が高く、特に重化学工業で使われる化石燃料からの温室効果ガス排出量が大きい⁷⁾。そのため温室効果ガス排出量を調査するには、エネルギー消費構造を分析する必要がある。本章は、韓国のエネルギー消費の現況と、その構造について調査したものである。

韓国のエネルギー消費は、経済成長と共に 1990 年代から急に増加してきた。1998 年のアジア通貨危機には、石油を中心とするエネルギー消費増加が少し鈍化されたが、この時期以外は、10% 以上の高い消費増加率をみせた。特に 1990 年代後半の石油消費は、産業部門の消費増加と自動車の普及によって年 13.6% の高い増加率をみせた⁸⁾。

このような高い増加率をみせたエネルギー消費増加率

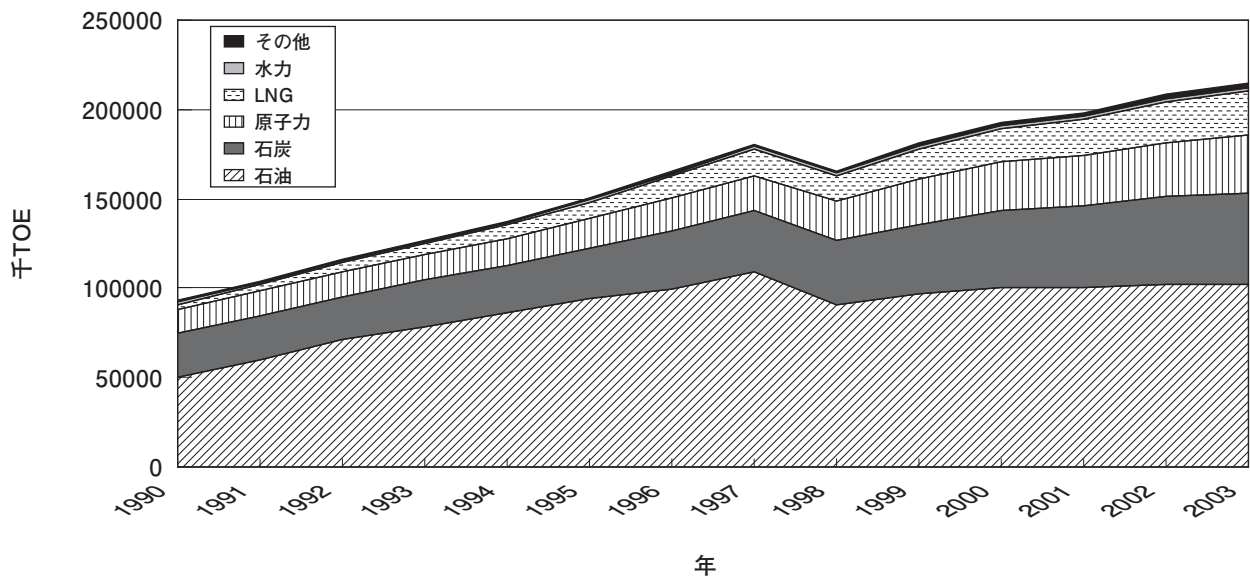


図3. エネルギー燃料別消費量
出所：エネルギー統計年鑑、韓国環境部（2005年）

は、1998年アジア通貨危機のため経済成長の鈍化によって8.1%まで減少したが、その後、経済が回復をした後、2001年には、エネルギー消費量がアジア通貨危機前の水準まで上がった。1998年通貨危機の以降、政府は、エネルギー産業の構造改善と民営化を推進して、エネルギー節約に力を入れた⁹⁾。政府の努力の下で、1990年～1997年間に9.9%の高い年平均増加率をみせたエネルギー消費増加率は1997年～2000年までは2.9%まで下がった。

最終エネルギー消費は、エネルギーが使用される方式によって産業、輸送、家庭・商業、そして公共・その他部門で区別される。

2001年基準 OECD 国家の平均的な部門別最終エネルギー消費比重は、産業、輸送、そしてその他の部門が30：33：37での比率をみせているが、同年韓国の部門間消費比率は55：21：24で産業部門の比重がとて大きいのである¹⁰⁾。これは、韓国の産業構造がエネルギー多消費構造であることと相対的にエネルギー効率が低いことである。エネルギー多消費産業の成長によって1990年代産業部門の最終エネルギー増加率は、年平均9.2%で全体最終エネルギー消費増加率7.7%と比べると高い水準である。韓国の産業部門のエネルギー消費がこのように大きい比重を占めている理由は、石油化学および鉄鋼産業の持続的な設備投資と非金属鉱物業種の成長である。産業部門のエネルギー消費は、今後情報通信な

どエネルギー低消費型産業の比重が拡大されると共に鈍化する見込みである。

輸送部門のエネルギー消費は、経済成長による流通需要の増加と自動車の需要増加によって、1990年以降10.3%の高い年平均増加率をみせている。1990年輸送部門のエネルギー消費が14,713千toeで全体TFEの約18.9%を占めているが、2003年では34,632千toeを消費して21.1%で、その比重が拡大された。輸送部門のエネルギー消費増加率は、1998年以降石油価額の上昇と自動車普及の増加率が鈍化したから少し安定化に入った。

家庭・商業部門のエネルギー消費は、1990年代に入って年平均4.2%の増加率をみせている。この部門の消費増加率は、他の部門に比べ相対的に安定な趨勢を見せているが、使用されているエネルギーの構成は、石油と石炭中心から都市ガス、電力中心で転換する形をみせている。このようなエネルギー消費構造の変化は、所得増加に伴うエネルギー需要のパターンの変化と地域暖房の普及の結果である。

エネルギー構成費を見れば、1990年代中盤まで石油と石炭を含んだ化石燃料の割合が80%を超える比重を見せている。しかし、アジア通貨危機の以降には、化石燃料の比重が減っていった、天然ガスの比重が増えた。一人当たりエネルギー消費量は、アジア通貨危機に一時的に減少したが、その以降には、続けて増加する姿を見せた。

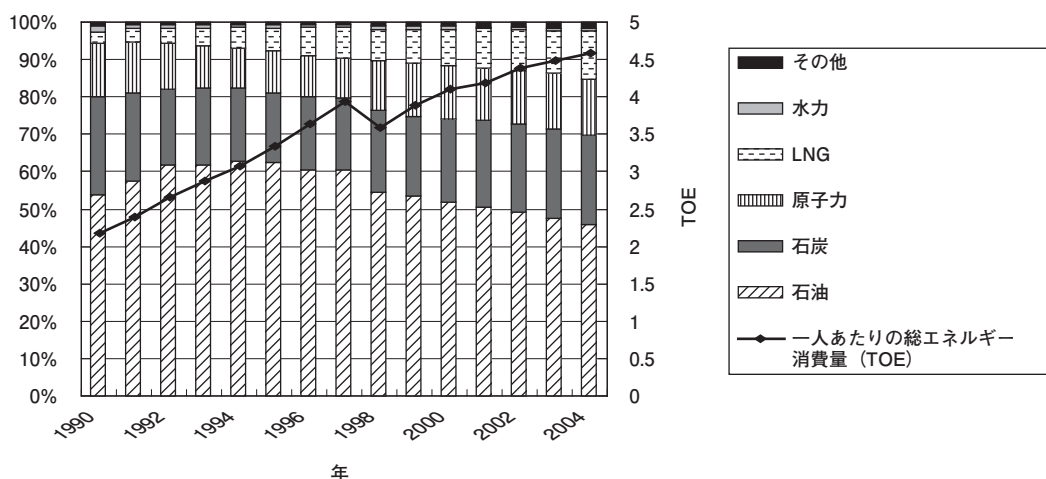


図 4. エネルギー別構成比

出所：韓国エネルギー経済研究所 Energy Info, Korea 2009

表5で見えるように、韓国は OECD 加盟国の中でも化石燃料の割合が高く、石油価格に敏感な構造をもっている。2003年の韓国の石油依存度は、日本（49.3%）、アメリカ（39.7%）より高く、石油の価格が上がると製品の価格も上がって、国外での競争率も難しくなる。また、石油を100%輸入している韓国のエネルギー利用効率もほかの国に比べて、非効率的である。エネルギー

効率性を測定する体系的な指標としてエネルギー弾性値があるが、2003年は1を記録し、2004年は0.59を記録した。2003年度の弾性値が増加した理由は、国際石油の価格上昇にもかかわらず、政府がエネルギー効率性に積極的に対応できなかったと見える。弾性値が1を超えると国際石油価格が急に上がる時、効率的な対応が難しい。

表 5. 1次エネルギー別消費量（百万 TOE）と構成比（%）（2003年）

| | 石炭 | 石油 | 天然ガス | 水力 | 原子力 | 総計 |
|------|--------------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|
| 韓国 | 51.1 (24.1) | 105.6 (49.9) | 24.2 (11.4) | 1.6 (0.8) | 29.3 (13.8) | 211.8 (100) |
| 日本 | 112.2 (22.2) | 248.9 (49.3) | 68.9 (13.6) | 22.8 (4.5) | 52.1 (10.3) | 504.9 (100) |
| アメリカ | 562.5 (24.5) | 912.3 (39.7) | 580.8 (25.3) | 61.1 (2.7) | 181.9 (7.9) | 2298.7 (100) |
| メキシコ | 8.6 (6.1) | 83.7 (59.6) | 41.2 (29.3) | 4.5 (3.2) | 2.4 (1.7) | 140.4 (100) |

出所：BP Amoco BP Amoco Statistical Review of World Energy 2006

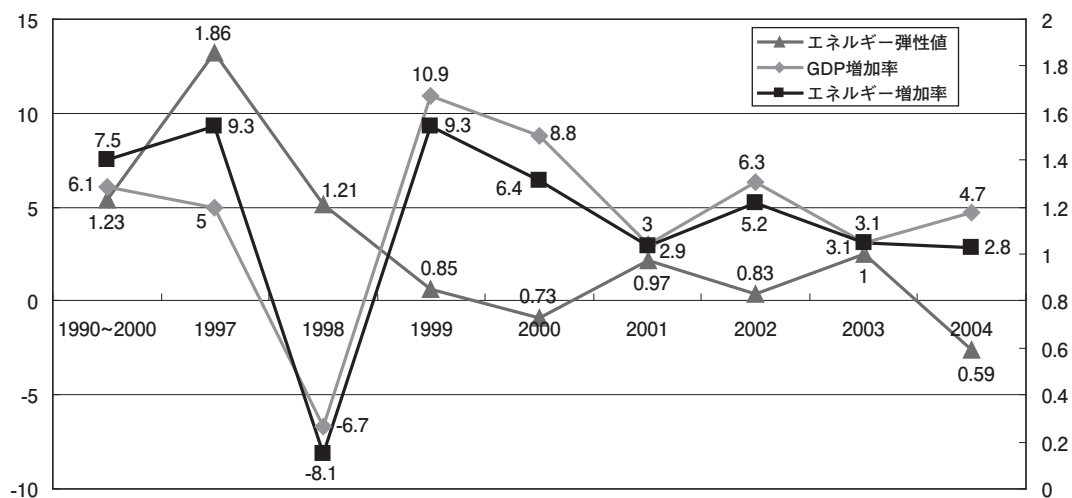


図 5. エネルギー弾性値、GDP 増加率、エネルギー増加率

出所：韓国産業資源部『産業資源白書』2007

以上は、韓国のエネルギー現状を調べ、国家間の比較を行った。韓国は、今までエネルギー消費量が滑らかに増加して、その中、石油や石炭の割合も高い水準である。2000年後にはこのような化石燃料の割合も減少しているが、その分原子力の割合も増加して、今後再生可能なエネルギーに促進に関する検討が行うべきだと主張する。次は、韓国のCO₂排出量とSO₂排出要因を分析して、韓国の環境汚染物質の変化を述べたい。

Ⅲ. CO₂ と SO₂ 排出要因分析

1. CO₂ 排出要因分析

(1) 韓国の人口、GDP、CO₂ 排出量

韓国は、1970年から経済発展を中心に国家政策を立て、高い人口増加率と急速な経済成長、石炭、石油を中心としたエネルギー消費構造のため二酸化炭素の排出量は、急速に増加し2002年には世界9位の二酸化炭素排出国になった。まず、人口を見れば1970年から人口増加率が高くなったが1980年代の前半から増加率が

1%未満に入るようになった。経済の面では、1980年から高度成長を続き一人当たりGDPも高い比率で伸び続けている。エネルギーは、1986年まで石炭の使用率が40%まで上がったが、石炭燃料からボイラーに変わる暖房方式でその後、石油の消費率が1995年まで高くなった。

燃料別CO₂排出量は、1980年代は、高い増加率を見せたが、1990年代は、その増加率が鈍化された。特に、1998年のアジア通貨危機の時には各燃料から発生するCO₂排出も削減されて、その以降は続けて増加傾向をみせている。

(2) 韓国のCO₂ 排出要因分析

茅恒等式で韓国のCO₂ 排出要因を分析することができる。エネルギーシステムから排出するCO₂の排出増加率は、人口増加率 Δ (P)、経済成長率 Δ (GDP/P) (一人当たりGDP成長率)、省エネルギー Δ (E/GDP) (エネルギー消費量/GDPの変化率)、エネルギー転換 Δ (CO₂/E) (CO₂ 排出量/エネルギー消費量の変化率) の各要因

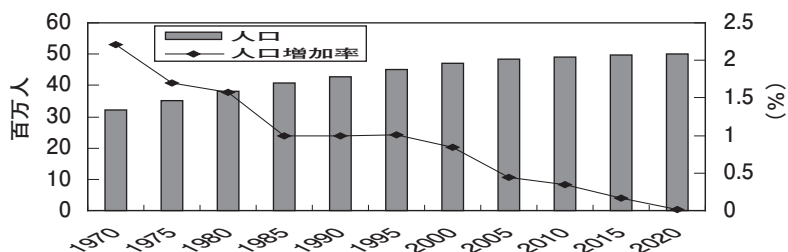


図6. 韓国の人口と人口増加率

出所：調査管理局人口総調査課、韓国統計庁ホームページ

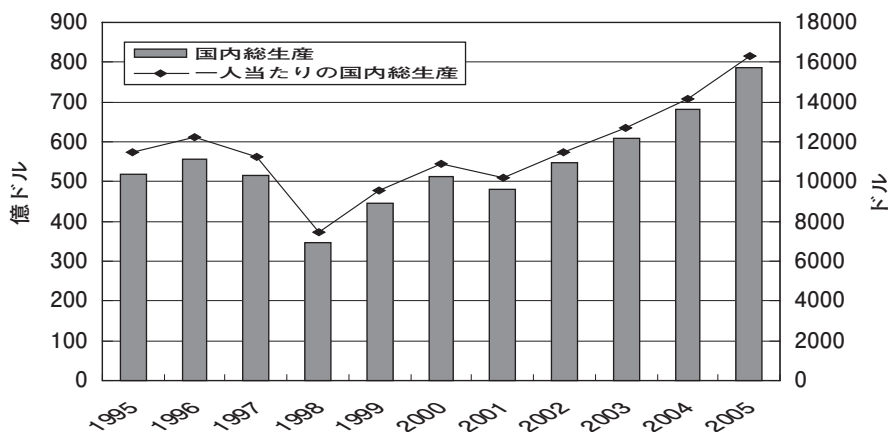


図7. 韓国のGDPと1人当たりGDP

出所：韓国産業資源部『産業資源白書』2007

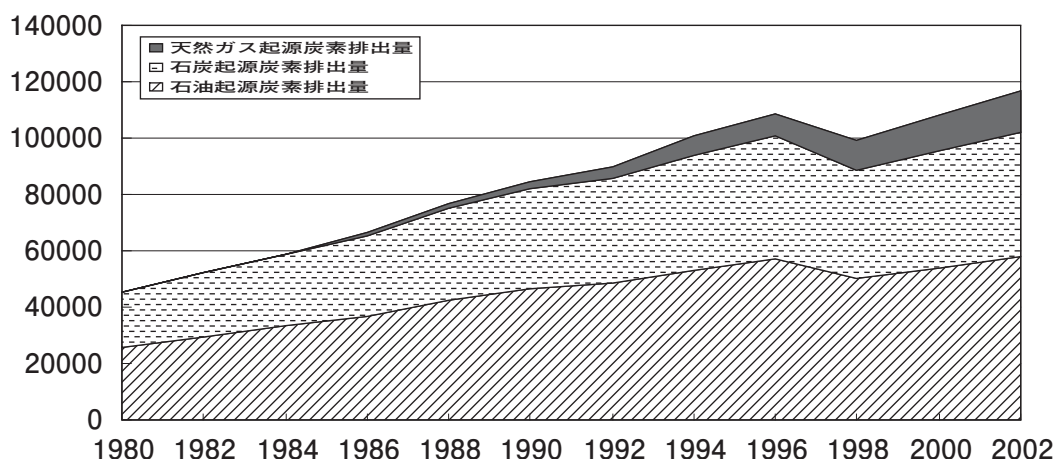


図 8. 燃料別 CO₂ 排出量

出所：韓国エネルギー経済研究院『エネルギー総調査報告書』2008

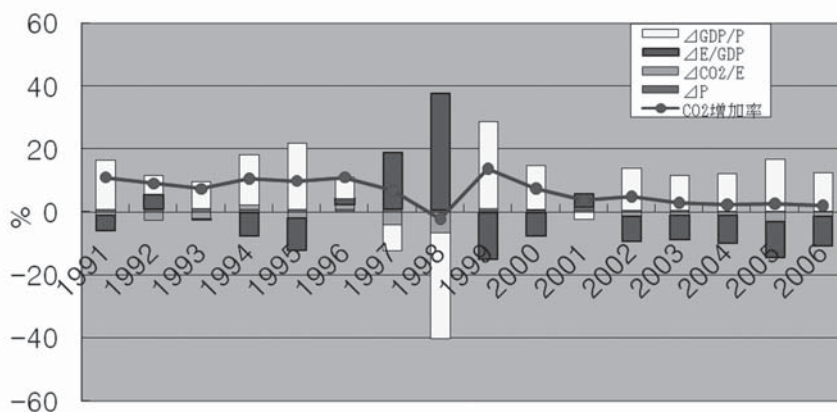


図 9. CO₂ 排出要因分析

出所：筆者作成

に分解できる。即ち、

$$\Delta(\text{CO}_2) = \Delta(P) + \Delta(\text{GDP}/P) + \Delta(\text{E}/\text{GDP}) + \Delta(\text{CO}_2/\text{E})$$

という公式となる。

韓国の CO₂ 排出量は、1991 年から約 10% 以上の増加率で増加してきた。その排出要因は、図 9 で示すものである。まず、経済成長率は、1990 年から高い GDP 成長率によって、それによる寄与 $\Delta(\text{GDP}/P)$ も約 5% から 12% で最も大きい。しかし、1997 年通貨危機の時は、GDP の鈍化により $\Delta(\text{GDP}/P)$ も -8% まで下がり、CO₂ 排出量にも影響を与える。一方、人口増加率による寄与度 $\Delta(P)$ は、排出要因に影響を及ぼすことができない少ない数値である。また、今後も、人口増加率はますます減っていき、急激な人口による CO₂ 排出量の増加はないと判断される。省エネ要因 $\Delta(\text{E}/\text{GDP})$ については、

1990 年初から石炭より石油の使用率が高くなり、省エネ率 $\Delta(\text{E}/\text{GDP})$ は低くなっていく。

2. SO₂ 排出量と排出要因分析

(1) SO₂ 排出量

SO₂ は、大気汚染の主な要因であり、CO₂ と共に削減政策が必要される物質である。ここでは、韓国の SO₂ 排出の実態を調べる上で、要因分析を行った。

図 10 は、韓国のエネルギー消費量による SO₂ 消費量を計算したものである。エネルギー消費量による SO₂ 排出量は、エネルギーの増加と伴って続けて増加するが、SO₂ の実際排出量は、脱硫装置によって 1990 年から少しずつ減少して、2000 年には以前より大きく削減された。このようにエネルギー消費量が増加するにもかかわらず、SO₂ の排出量が減少している理由は、各部門の脱

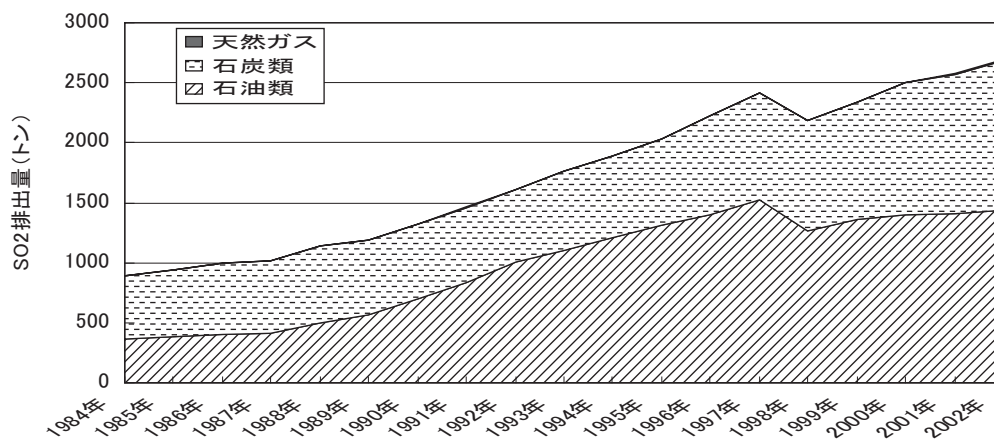


図 10. エネルギー消費量による SO₂ 排出量
出所：韓国エネルギー経済研究所 Energy Info, Korea 2009

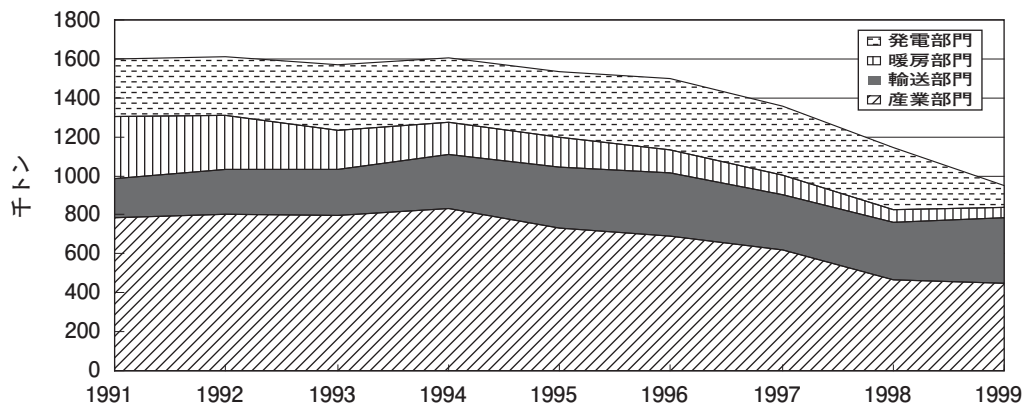


図 11. 部門別 SO₂ 排出量
出所：火力発電所の SO₂ 削減費用推定に関する研究、エネルギー経済研究院 (2003 年)

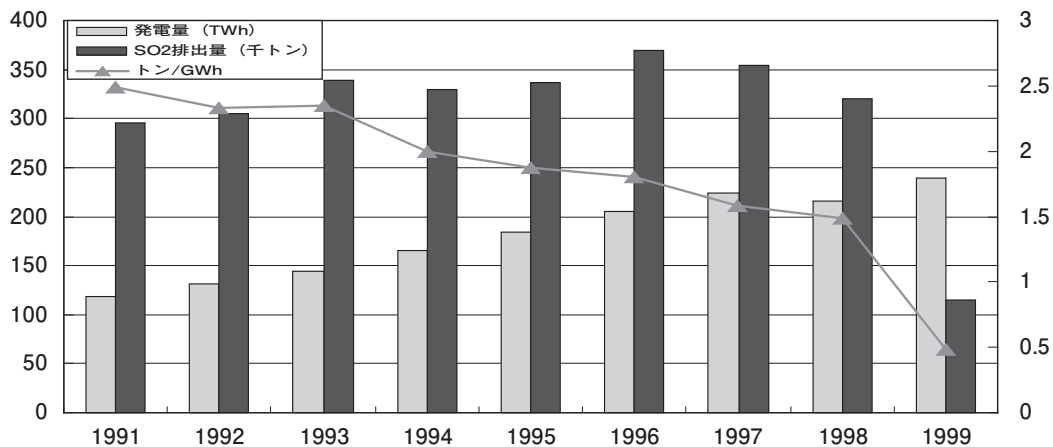


図 12. 電力生産当たり SO₂ 排出量
出所：火力発電所の SO₂ 削減費用推定に関する研究、エネルギー経済研究院 (2003 年)

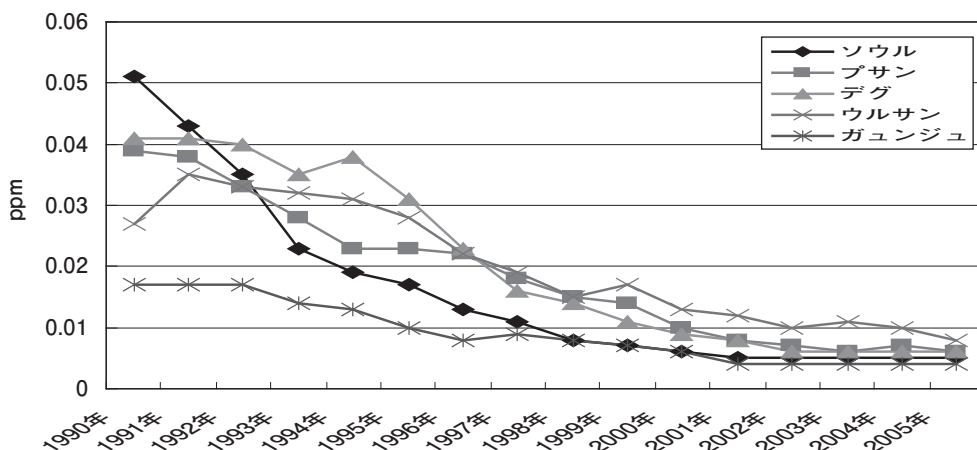


図 13. 5 大都市の SO₂ 濃度
出所：気候大気政策課、環境部ホームページ

硫措置による SO₂ 排出量の削減と発電所から発生される SO₂ 排出の減少である (図 11)。

SO₂ 濃度も図 13 で見えるように、1993 年以前は、グンジュを抜いた韓国の重要都市地域が年間環境基準値である 0.02PPM を超えたが、1990 年代末からは、少しずつ減少している。特に、ソウルの汚染度は、1990 年 0.051PPM から 1995 年 0.019PPM、2005 年は 0.005 PPM まで減少した。ウルサンの場合は、工場地域であり、汚染度が他の地域より高いが、2005 年に 0.008 PPM を記録し、環境基準より低い状態である。

(2) SO₂ 排出要因分析

韓国の SO₂ の排出要因分析でも CO₂ 排出要因と似ている形を見せた。しかし、エネルギー消費量から出され

る SO₂ の排出は増加する見込みであるはずが、脱硫措置による SO₂ 排出量の削減で毎年減っていく。今後の SO₂ 排出量も低下された数値のままでも続けられると予想される。

おわりに

本稿は、韓国の気候対策の整理とエネルギー現状の把握、CO₂ と SO₂ の排出要因分析を行った。韓国の気候対策については、1998 年から 3 年ごとに実施され、現在まで 4 回の気候対策が実施されたが、世界で評価される対策の評価は高くない。まだ、政府が実施されたアンケートでは産業界も市民たちも混乱を受け、気候変化に対する認識も高める必要がある。特に、輸出産業が主な韓国

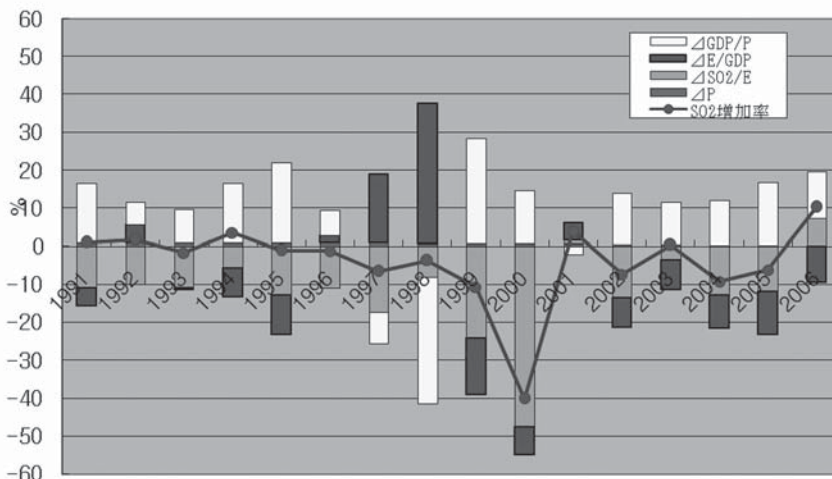


図 14. SO₂ 排出要因分析
出所：筆者作成

では、CO₂ 削減義務を負う時に国際的な競争力をもっているのが一番重要な課題であり、グリーン技術開発の投資を通じて新しい環境マーケットへの侵入が必要である。

韓国のエネルギー消費は、化石燃料を基盤する産業からのエネルギー消費が増加してきた。特に、エネルギー消費量では、産業部門と輸送部門での増加傾向が明らかに現れて、これらの部門での効果的な政策と実践が要求される。しかし、石炭と石油等の化石燃料の割合が1990年以降を基準として減っていくし、LNGと原子力の比重が増えてCO₂排出増加率は、鈍化する見込みである。

CO₂とSO₂の排出要因分析では、CO₂とSO₂共に経済成長率からの排出要因が大きく現われた。CO₂排出要因分析では、1980年代は、10%を超える高い増加率を維持したが、1990年代に入ってから10%より低いCO₂排出増加率をみせている。CO₂排出要因では、1998年アジア通貨危機の時に、GDPとエネルギー消費量の減少によって、マイナスを記録した。その以降、経済の回復と共にCO₂排出量も増加し続ける状態である。アジア通貨危機は、排出要因分析で分かるように韓国のエネルギー消費量だけではなく、そこから発生されるCO₂排出の削減でも影響を及ぼす結果を得た。

SO₂排出要因分析では、CO₂排出要因分析と似ている結果を得たが、SO₂の排出でも1998年のアジア通貨危機によるマイナス傾向が現れた。特に、SO₂排出要因分析では、CO₂排出量とは違って、エネルギー消費量が増加したにもかかわらず、排出量が削減されていた。すなわち、エネルギー消費量は増加しているが、実際のSO₂排出は1990年から減少している現象をみせている。その理由では、産業、輸送、暖房、発電部門と発電所での脱硫措置によるSO₂排出量の削減である。脱硫措置の設置でSO₂排出量は、1990年から削減量が下がって、2000年からはエネルギーの増加と関係なく、一定なSO₂排出量を見せた。今後も、脱硫措置の増加によって、SO₂排出量は、一定な数値を記録し、重要都市の濃度も減っていく見込みである。

注

- 1) 技術、政策を利用して削減可能な温室効果ガス量を分析するモデル。IEAが開発し、現在世界69カ国、177カ機関で活用している。
- 2) 温室効果ガス削減が経済・分配に及ぼす波及効果を分析する

ためにOECDが開発したモデル(Computable General Equilibrium)

- 3) 気候変動特別委員会法案審査小委員会「第282回国国会議録(第1号)」2009.04.22
- 4) CEO Information サムソン経済研究所「気候変動枠組み条約、韓国企業に危機か機械か」2009.07.29
- 5) 韓国環境部『気候変動対応自治体・産業界などの意識調査発表』2008.03.20
- 6) 韓国環境部『気候変動対応自治体・産業界などの意識調査発表』2008.03.20
- 7) ジョウギユウウォン『気候変動枠組み条約対応システム改善方案研究一法制および組織を中心に一』2002年
- 8) 韓国環境部(2005年)エネルギー統計年鑑
- 9) 韓国政府(1999年)『気候変動枠組み条約対応第1次総合対策』
- 10) シンイシュン、キムホソク(2005年)『気候変動枠組み条約と気候政策』p.76

参考文献・URL

- 国際貿易経営研究院(1991)『環境改善促進のための政策発展方案研究報告書』
(原語表示: 국제무역경영연구원(1991)「환경개선촉진을 위한 정책 발전방안 연구 보고서」)
- 松岡俊二、村上一真、松本礼史(2000)「アジア諸国の経済成長とCO₂排出構造の変化—製造業と電力業を中心に—」『国際協力研究誌』広島大学大学院国際協力研究科、第6巻第1号、pp.75-89
- チェハンジュウ・リギウン(2002)「産業連関表を利用した韓国産業のCO₂排出変化要因分解」忠南大学経済学共同学会大会
(原語表示: 최한주, 이기훈(2002)「산업연관표를 이용한 우리나라 산업의 CO₂ 배출 변화 요인 분석」충남대 경제학공동학술대회)
- キムジョンミン(2004)『産業連関分析論を通じた韓国CO₂排出現状に対する分析』ソウル大学大学院
(原語表示: 김정민(2004)「산업연관분석론을 통한 우리나라 이산화탄소 배출현황에 대한 분석」서울대학교)
- 居城(2005)「日本経済のCO₂排出構造変化分析」産業連関 Vol.13, No.1, pp.16-25
- 杉原弘恭、生駒依子、山下潤(2007)「大都市雇用圏における郊外化に伴う乗用車CO₂排出量増加の要因分析と要因間の因果関係に関する基礎研究」『地域政策研究』Vol.21、日本政策投資銀行
- 岡田啓(2008)「日本における貨物交通起因のCO₂排出の要因分析」『武蔵工業大学環境情報学部紀要』第9号、pp.17-23
- 米澤健一、松橋啓介(2009)「自治体規模の違いによる自家用乗用車のCO₂排出量変化の要因分析」『(社)日本都市計画学会都市計画論文集』、No.44-3、pp.109-114

韓国エネルギー経済研究所 (2009) *Energy Info, Korea*

韓国産業資源部 (2007) 『産業資源白書』

韓国エネルギー経済研究院 (2008) 『エネルギー総調査報告書』

韓国ミドリ成長委員会 <http://www.greengrowth.go.kr>

韓国統計庁 <http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action>