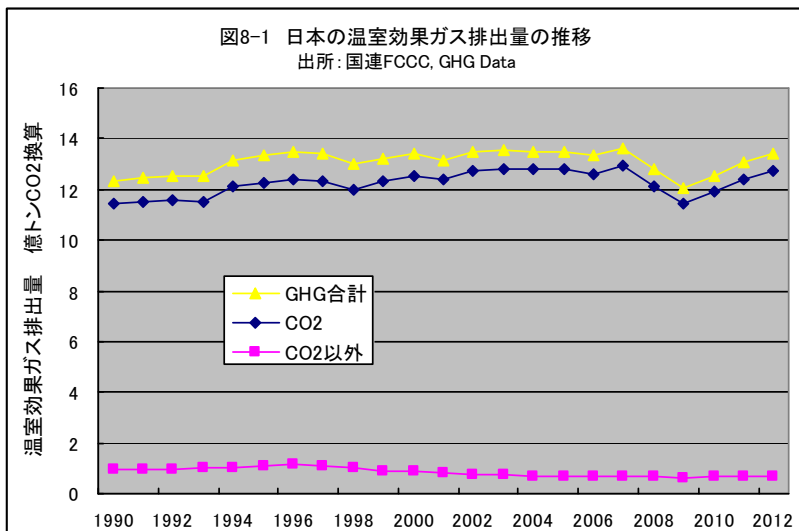


8. 日本の温室効果ガス、誰が CO2 を増加させたのか

京都議定書で、日本は 1990 年比で 6%の温室効果ガスを削減することになったこと、また、それを達成できたことは、多くの人が知っていると思います。しかし、CO2 排出量が増加してしまったことは、それほど知られていないように思います。少しエネルギー問題に関心がある人なら、CO2 が増加したのは、東日本大震災により原発が停止したためと思うかもしれませんが。しかし、原発が停止する前でも、CO2 は増加していました。誰が CO2 を増加させたのか、データにより順を追って紹介することにします。

8.1 京都議定書

図 8-1 に、日本の温室効果ガス (GHG) 排出量の推移を、CO2、CO2 以外、その合計に分けて示しました。単位は CO2 換算の億トンです。基準年の 1990 年と比べて、CO2 以外の排出量は減少していますが、CO2 は増加しています。



京都議定書では、基準年の GHG 排出量に対し、第一約束期間である 2008

年から 2012 年の 5 年間の平均排出量が、削減目標を満たすことが求められています。図 8-2 には、基準年の値と 1990 年、2008 年から 2012 年までの GHG 排出量を示しました。CO₂ 以外の排出量の削減が分かるように、棒グラフの上部を拡大して示しました。

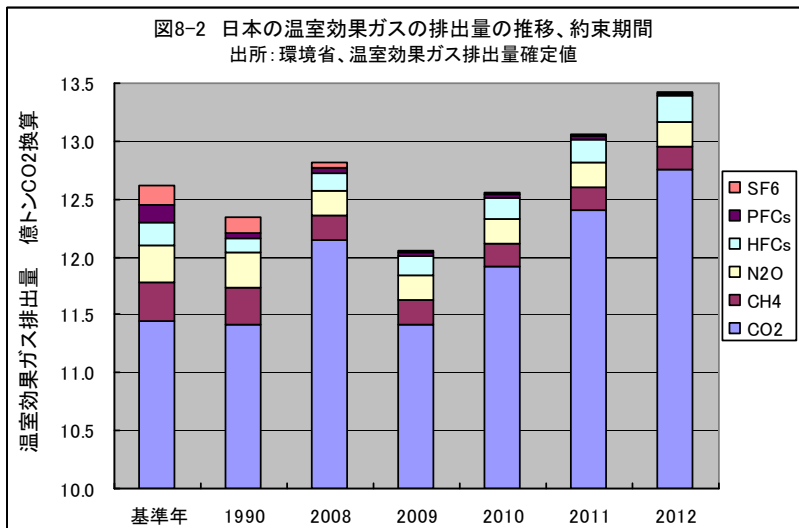


図 8-2 からは、CO₂ が GHG の大半を占めていること、年毎に増減があることが分かります。なお、日本の GHG 排出量に占める CO₂ の割合は、1990 年時点で約 92%、その後、CO₂ 以外の GHG の削減が進んだことで、最近では約 95%になっています。

<基準年の排出量>

京都議定書の基準年は原則 1990 年ですが、HFCs、PFCs、SF₆ の排出量は、1995 年を基準年に選択できることになっており、日本は 1995 年を選択しています。そのため、基準年の GHG 排出量と 1990 年の値は違っています。また、GHG 排出量は、世界では一般に暦年の値が用いられていますが、日本は年度方式を選択しています。

本書では、日本のGHG排出量のデータは、環境省が公表している確定値を用い、世界各国のデータは、国連の気候変動に関する枠組条約（UNFCCC）のデータベース GHG Data を利用しました。

<温室効果ガス>

表 8-1 には、京都議定書で削減対象になっている温室効果ガスと、同じ重量のCO₂と比較した温室効果の度合いを表す地球温暖化係数を示しました。

CO₂ 以外は、総排出量はそれほど多くありませんが、温室効果が非常に大きいいため、削減対象にされています。

表8-1 温室効果ガスと地球温暖化係数
(地球温暖化係数は、重量当たりの温暖化影響の大きさを示す)

| 記号 | 名称 | 地球温暖化係数 |
|------------------|---------------|-------------|
| CO ₂ | 二酸化炭素 | 1 |
| CH ₄ | メタン | 21 |
| N ₂ O | 一酸化二窒素 | 310 |
| HFCs | ハイドロフルオロカーボン類 | 140～1,170 |
| PFCs | パーフルオロカーボン類 | 6,500～9,200 |
| SF ₆ | 六フッ化硫黄 | 23,900 |

8.2 GHGの削減量

<CO₂の増加量>

基準年のCO₂排出量は、11億4,400万トンです。その92.5%がエネルギー起源のCO₂で、残りが非エネルギー起源のCO₂です。非エネルギー起源のCO₂の約3/4は工業プロセスから排出されるもので、残り約1/4は廃棄物の焼却などによるものです。

2008年度から2012年度の5年間の平均のCO₂排出量は12億1,300万トンで、基準年と比較して6%増加しました。

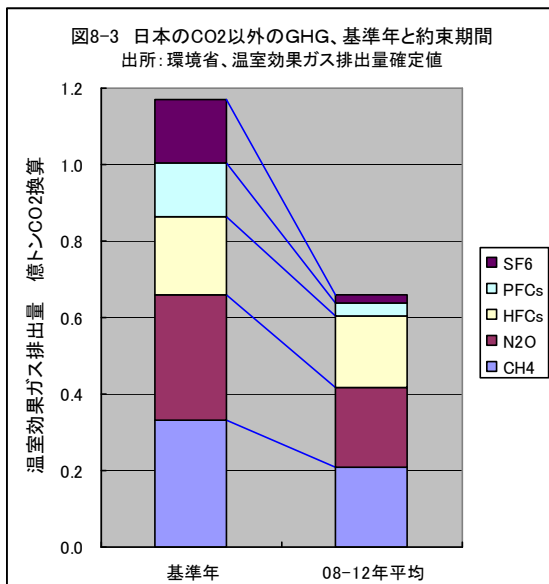
基準年と比べて、エネルギー起源のCO₂は8%増加し、非エネルギー起源のCO₂は19%減少しました。誰がCO₂を増加させたのかは後述します。

<CO₂以外の削減>

CO₂以外のGHGは、表8-1に示す5種類が削減対象です。図8-3には、

それらの基準年と第一約束期間の5年間の平均値の排出量を示しました。

基準年にGHG総排出量の1.3%を占めていたSF6(六フッ化硫黄)は、殆ど無くなっています。SF6は、優れた電気絶縁特性を利用して、ガス変圧器やガス遮断機などに利用されています。SF6の大気放散を防止するため、変圧器等の廃棄の際に、SF6を回収、処理するよう変更さ



れました。SF6は、CO2のように大量に排出されていたわけではありませんが、表8-1に示すように、温室効果が非常に大きい物質です。

その他のGHGも減少しており、CH4、N2O、PFCsの削減量は、各々、総GHG排出量の1%前後です。HFCsだけは、削減量が0.1%程度と僅かです。

CH4は日本の場合、主に稲作や畜産などの農畜産分野と、廃棄物処理で発生しています。N2Oは、CH4と同様分野での発生と、燃焼過程での発生が主なものです。HFCsは主に冷媒としての使用、PFCsは半導体の製造過程や溶剤としての利用に係わるものです。

CO2以外のGHGは、基準年の排出量の56%に減少したのですが、CO2が増加したため、日本のGHG排出量は、90年に比べて増加してしまいました。しかし、京都議定書には、森林吸収分と京都メカニズムクレジットがあります。

8.3 森林等吸収分と京都メカニズムクレジット

京都議定書では、GHG 排出量の削減とともに、森林吸収分を考慮することが認められています。また、それでも削減目標に達しない場合には、京都メカニズムクレジットを利用することになります。

<吸収源活動>

京都議定書では、GHG の吸収源分野の活動について、第3条3項に新規植林、再植林、森林減少、4項に植生回復、森林経営、農地管理、放牧地管理、の合わせて7つの活動が規定されています。第3条3項は報告が必須の項目、4項は選択可能な項目です。4項について日本は、森林経営と植生回復を選択しています。

なお、植生回復は、2006年に活動の定義が定まったものです。日本は、都市緑化等によるGHGの吸収量を、植生回復活動として計上しています。

<森林吸収分>

表8-2には、京都議定書での主な国の森林吸収量の算入上限値を示しました。京都議定書には、森林等によるGHGの吸収量の算定方法が定められており、年間の算定値が表8-2に示す上限値を超える場合には、上限までの値をGHG排出量から減じることができます。

日本の森林吸収量の算入上限値は、1,300万炭素トンで、CO₂とCの分子量の比率で換算すると、4,770万トンCO₂になります。

表8-2 各国の森林吸収量の算入上限値

| 国名 | 温室効果ガス削減目標 | 森林吸収量(基準年排出量比)(A) | 森林面積(B) | A/B |
|------|------------|-------------------|---------------------|--------------------------|
| ロシア | 0% | 3300万炭素トン(4.0%) | 809万km ² | 4.1炭素トン/km ² |
| カナダ | 6% | 1200万炭素トン(7.2%) | 310万km ² | 3.9炭素トン/km ² |
| ドイツ | 8% | 124万炭素トン(0.4%) | 11万km ² | 11.3炭素トン/km ² |
| フランス | 8% | 88万炭素トン(0.6%) | 16万km ² | 5.5炭素トン/km ² |
| イギリス | 8% | 37万炭素トン(0.2%) | 3万km ² | 12.3炭素トン/km ² |
| 日本 | 6% | 1300万炭素トン(3.8%) | 25万km ² | 52.0炭素トン/km ² |

出所:地球温暖化問題に関する懇談会、中期目標検討委員会(第5回) 資料3-3

表8-2からは、諸外国に比べ日本は、森林面積の割には極めて高い森林吸

収量の算入が認められていることが分かります。基準年の GHG 排出量の 3.8%です。

EU などに比べ、1990 年時点で日本は省エネが随分進んでいたため、ドイツなどの GHG 削減目標の 8%に対し、日本の 6%削減は大き過ぎると日本は主張していました。私自身も、もっともな主張であると思います。京都議定書の協議の過程で、GHG 削減目標は 6%のままだった代わりに、大きな森林吸収量が認められたと言われています。

<都市緑化等による吸収>

都市緑化等に GHG 吸収活動は、過去 20 年以降に森林でなかった都市域等において、1990 年以降 2012 年までの間に、新規の樹木（中高木）植栽を含めた面積 500 m²以上の緑化事業、と想定されています。都市緑化等による年間吸収量の算定値は、第一約束期間の平均で 100 万トン CO₂ でした。

<吸収源活動の合計>

GHG の吸収源活用による計上値は、森林吸収分が上限値の 4,770 万トン CO₂、都市緑化等による値が 100 万トン CO₂ で、合計 4,870 万トン CO₂ になりました。これは、基準年の GHG 総排出量の 3.9%であり、結局のところ、GHG 削減目標は 6%ではなく、**実質的には 2.1%**であったわけです。

<京都メカニズムクレジット>

大きな森林吸収分を考慮しても、日本は削減目標を達成できませんでした。最後はお金で解決することになります。なお、削減目標を達成できないと、排出超過分の 1.3 倍が第 2 約束期間の目標として上乘せられるペナルティーがあります。なお、日本は原発停止のもとで、第 2 約束期間の削減目標の達成は困難と考えて不参加を表明したので、最早このペナルティーは関係がありません。

京都メカニズムクレジットの利用は、簡単に言うと、GHG 排出枠に余裕のある企業や国から排出枠を購入する方法や、省エネが進んでいない発展途上国などに技術や資金を供与し、省エネ投資を行い、GHG 排出量を削減し、それを国際的に認証してもらうものです。取得した排出削減量を自国の削減

目標の達成に用いることができます。

削減目標に達しなかった分を、他国にお金を払って買うことには抵抗を感じます。しかし、省エネが遅れている国で、少ない省エネ投資で、効果的にGHGを削減することは合理的な考え方です。温暖化は地球全体の問題ですから、本来は、容易に削減できる場所を優先して、GHGの削減を行うべきです。

<取得クレジット量>

政府取得のクレジットの総契約量は9,749万トンCO₂で、取得に要した予算の総額は約1,562億円と公表されています。

その他に、電気事業連合会が2008年度から2012年度の5年間に合計2億7,300万トンCO₂のクレジットを取得しています。

取得クレジットの合計は3億7,049万トンCO₂で、5年間の平均値では7,410万トンCO₂になり、基準年のGHG総排出量の5.9%に相当します。

電気事業連合会のクレジット取得費用は調べていませんが、政府取得分と同じ取得単価と仮定すると、合計3億7,049万トンCO₂のクレジット取得に要する費用は約6,000億円になり、年間では1,200億円です。

<GHG増減の総括>

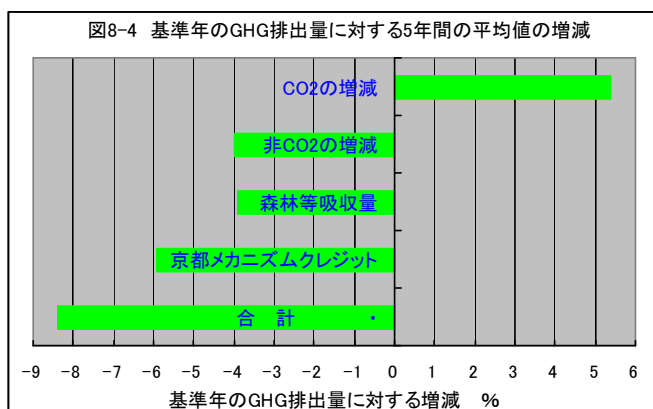


図8-4に、基準年のGHG排出量に対する、第一約束期間の5年間の平均

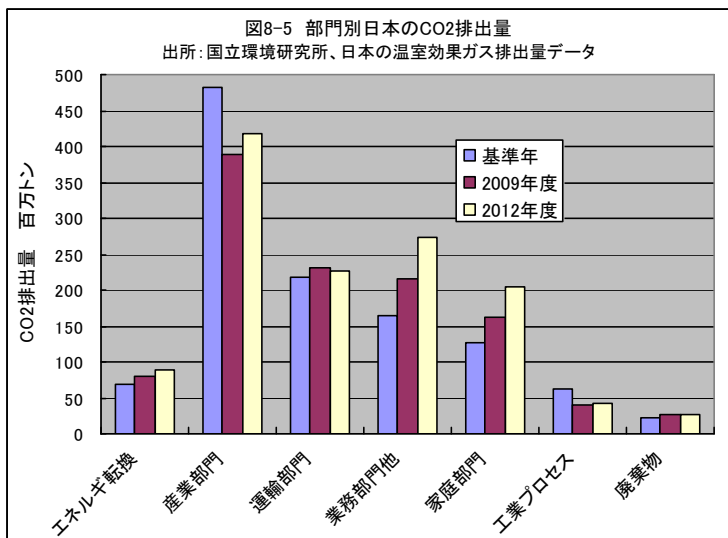
値の増減を示しました。基準年の GHG 総排出量に対する比率で、CO₂ は 5.4%増加しましたが、CO₂ 以外が 4%減少し、森林等吸収分が 3.9%、京都メカニズムクレジット取得量が 5.9%あり、合計では 8.4%の削減になり、6%の削減目標をクリアできました。

しかし、率直に言って温暖化防止のために、温室効果ガスを削減できたと言える結果ではないと思います。次に、本項の主題である、誰が CO₂ を増加させたのかを見ることにしましょう。

8.4 部門別 CO₂ 排出量の推移

<誰が CO₂ を増加させたのか>

国立環境研究所の温室効果ガスのデータベースには、各種のデータが掲載されています。その中から、GHG の大半を占める CO₂ について、図 8-5 に部門別の排出量を示しました。



同グラフは、各部門で直接排出された CO₂ に加え、発電所で排出された CO₂ を電力の使用量に応じて各部門に割り振った値になっています。基準年

と 2012 年度とともに、東日本大震災により原発が停止する前の 2009 年の値を併記しました。

基準年と 2009 年度の CO2 排出量を比較すると、産業部門は排出量の絶対値は大きいけれど、明確に減少しています。運輸部門は、僅かですが増加しています。

一方、業務部門他と家庭部門は、CO2 排出量がかなり増加していることが分かります。なお、業務部門というのは、事務所、商業施設、公共施設などのことです。誰が日本の CO2 を増加させたのかは明らかでしょう。

2012 年度の CO2 排出量は、これら 4 部門の何れでも増加しています。このほとんどは、原発が停止し火力発電が増加したことで、単位電力量当たりの CO2 排出量が増加したことによるものです。

<省エネルギーの経緯>

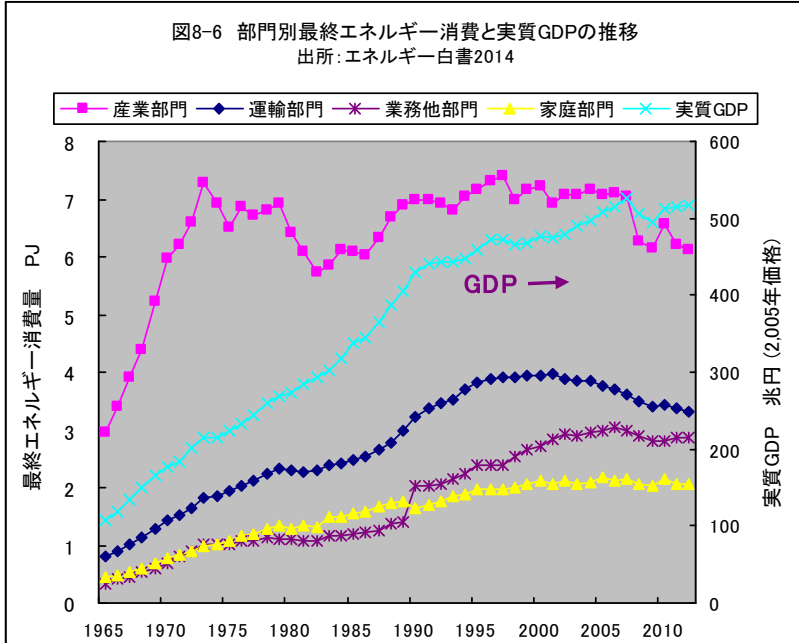
どの部門が、CO2 の排出削減に努めてきたかを知るのには、1990 年以降を見るだけでは不十分です。なぜなら、日本は 1990 年時点で省エネルギーがかなり進んでおり、CO2 の排出削減が図られていたからです。1970 年代の石油危機の頃からの推移を見る必要があります。

CO2 排出量の大半は、エネルギー消費に係わるものです。そこで図 8-6 に、1965 年からの部門の最終エネルギー消費の推移を示しました。また、経済成長の指標となる実質 GDP の推移も併記しました。エネルギー白書 2014 のデータを用いたものです。

産業部門のエネルギー消費は、1973 年に発生した第一次石油危機までは、安価な石油を大量に使用することで急増していました。それにより、GDP も増大しました。その後も、GDP は増加を続けていますが、石油危機を契機に、産業部門のエネルギー消費は劇的に抑制されたことが分かります。第二次石油危機は 1979 年に始まりますが、エネルギー消費は最低を記録しています。

バブルが崩壊した 1990 年代以降も、増加率は低下していますが GDP は増加していますが、産業部門のエネルギー消費は横這いを続けています。近

年、エネルギー消費が低下しているのは、リーマンショックによる景気の後退と、京都議定書の削減目標の達成に向けた、更なる CO2 排出削減努力の結果と思われます。



産業部門で現在までに採用されてきた省エネ・高効率化技術の殆どは、石油危機発生後の1970年代に検討されたものです。エネルギー価格の上昇と、省エネ等の技術のコスト低減につれて、経済的に成り立つ技術が順次採用されて現在に至っています。再生可能エネルギーの買取制度のように、経済性を度外視して普及したものではありません。

運輸部門は、石油危機の影響を受けずに、エネルギー消費を増大させているように見えます。実態は、自動車の燃費改善が図られましたが、乗用車などの普及速度が上回った結果、エネルギー消費が増加したということでしょう。2000年頃から、エネルギー消費が減少しているのは、自動車台数の増加もピークに近づき、燃費改善の効果が現れてきた結果と思われます。

一方、業務部門と家庭部門は、石油危機の以前から最近まで、一貫してエネルギー消費を増大させてきたことが分かります。

家庭部門のエネルギー消費の増加は、豊かさの高まりを反映したものと考えるでしょう。但し、バブルが崩壊したころには、エアコンや家電機器は、概ね各家庭に行き渡っています。家電機器の省エネ性能や、住宅の断熱気密性が向上したことを考え合わせれば、省エネ努力が足りなかったと言えると思います。

業務部門のうち商業施設では、それが営業的にプラスなのかもしれませんが、過度なエネルギー消費が目につきます。また、公共施設では、エアコンの設定温度のように上から支持された事項は実行されても、税金で運営されているため、省エネにより経費を削減しようというインセンティブは働かないように思われます。

図 8-5 に戻って 1990 年以降の状況は、よく言われる表現を用いると、産業部門は乾いた雑巾を絞るようにして更に CO₂ 排出量を削減し、業務部門と家庭部門は、濡れ雑巾に更に水を加えたようなものです。

8.5 2020 年代の温室効果ガス削減目標

<パリ COP21>

温室効果ガスに関し最も急がれることは、2020 年代の削減目標の決定です。2015 年 12 月に開催予定のパリ COP21 で、各国は削減目標を表明することを求められています。温室効果ガスの削減は、かなりの経済負担を伴うものと考えられ、2015 年 3 月頃まで、遅くとも夏頃までには、削減目標を設定し、国民的合意を得ることが必要でしょう。

原発の稼働を前提とするか脱原発かにより、温室効果ガスの削減可能量はかなり違ってきます。実行できない過大な削減目標を設定し、削減できなかった温室効果ガスの排出枠を、外国にお金を支払って購入することは愚かな選択だと思います。

<CO2 削減目標例>

表8-3には、日本の温室効果ガス削減目標の例として、基準年比で15%減、20%減、25%減の値を示しました。2012年のCO2排出実績から、どれだけ減らすことが必要になるかを示したものです。

なお、僅かに稼動していた原発が総発電電力量に占める割合は、2012年度は1.5%、2013年度には0.9%に低下しました。一方、CO2排出量は2012年に比べて、2013年は1.5%増加しています。

日本の温室効果ガス排出量に占める非CO2の割合は5%に過ぎず、2012年度の実績値を更に削減する余地は少ないと思われます。表8-3で、非CO2の排出量は2012年度と同じ値としました。

基準年比15%削減の例では、CO2排出量を2012年度実績より2億7,100万トン削減することが必要になり、2012年のCO2排出実績の79%に低減することが必要になります。

表8-3 2020年代の日本のGHG削減目標例（非CO2は2012年度と同じ） 単位：百万トンCO2換算

| 項目 | 基準年 | 2012年度 | 基準年比の削減目標例 | | |
|------------------|-------|--------|------------|-------|-------|
| | | | 15%削減 | 20%削減 | 25%削減 |
| CO2排出量 | 1,144 | 1,276 | 1,005 | 942 | 878 |
| 非CO2排出量 | 117 | 68 | 68 | 68 | 68 |
| GHG排出量合計 | 1,261 | 1,343 | 1,072 | 1,009 | 946 |
| 2012年とのCO2排出量差 | — | — | 271 | 334 | 397 |
| 2012年とのCO2排出量比 % | — | — | 79% | 74% | 69% |

2012年度と同様に原発が殆ど稼動しない状態で、CO2削減がどの程度大変であるかを見ることにしましょう。2020年代の削減目標としては、基準年比で15%が限度でしょうから、その場合を示します。

<再エネ発電だけで削減したら>

図8-7には、基準年比15%削減量と、2012年度の発電によるCO2排出量を対比して示しました。2012年度の発電によるCO2排出量のデータは、日本エネルギー経済研究所の資料に依るものです。電気事業者ともに、自家発電の値が含まれています。図8-7で「その他」として示したのは、直接の発電目的以外で使用された燃料によるCO2排出量で、使用燃料の内訳は分かり

ません。

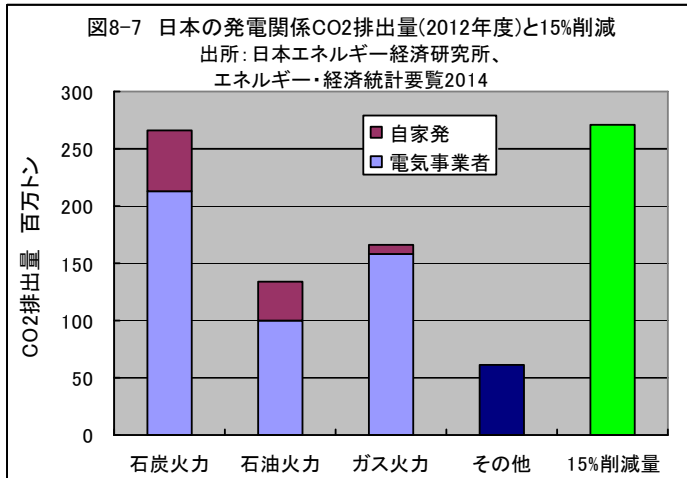
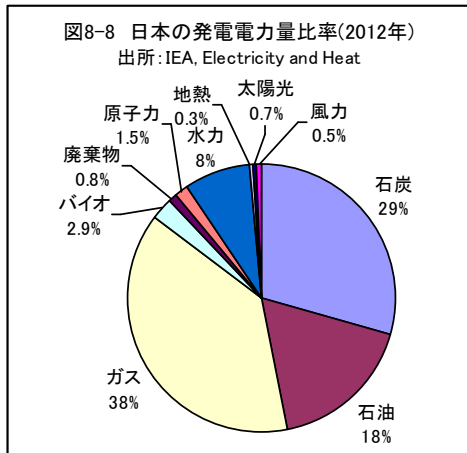


図8-7から分かるように、太陽光発電や風力発電の導入だけで、基準年比15%のCO₂を削減するには、例えば、石炭火力を全て置き換えることが必要になります。図8-8に示すように、石炭火力は、総発電電力量の29%を占めていますから、それだけの再生可能エネルギー発電の新規導入が必要ということです。

なお、図8-8の発電電力量は、IEAのデータベースの2012年の値のため、図8-7と厳密には対応していませんが、グラフで見ると、殆ど問題はないと思います。

優先的に再生可能エネルギー発電に転換されるのは、老朽化設備で発電コストが

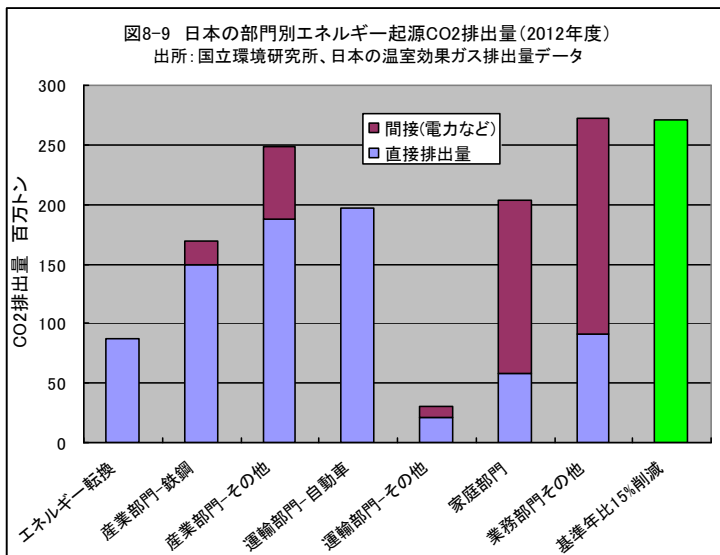


高い石油火力かもしれません。その場、全ての石油火力と、石炭火力の半分を再生可能エネルギー発電に転換することが必要になります。必要な再生可能エネルギー発電の新規導入量は、総発電電力量との比率で32%です。

太陽光発電や風力発電の導入だけで、CO2 排出量を 15%削減するのは無理があり、各部門のエネルギー消費量を低減することで CO2 排出量を削減することを併せて行う必要があります。

<各部門のCO2排出量>

図 8-9 には、各部門のエネルギー起源 CO2 排出量を示しました。直接排出量とは、例えば家庭部門なら、ガスや灯油などを使用して家庭から直接排出される CO2 の量です。間接の殆んどは、家庭で使用された電力のために、発電所で排出された CO2 を家庭部門に配分したものです。なお、間接排出量に含まれているのは、事業用発電の値だけで、自家発の CO2 排出量は直接排出量に含まれています。



業務部門その他の CO2 排出量は、基準年比 15%削減量とほぼ同等です。業務部門とは、商業・金融、公共サービス、その他サービス業、水道・廃棄

物処理などのことです。業務部門を無くすことはできませんが、今後、家庭部門とともに、CO2 排出量を削減するかなりの努力が求められると思います。

<日本の鉄鋼業を無くしたら>

産業部門で CO2 排出量が飛び抜けて多いのは鉄鋼業です。そのため産業部門については、鉄鋼とその他に分けて示しました。鉄鋼業には高炉と電炉の事業が含まれています。

乱暴な話ですが、エネルギー多消費の鉄鋼業を日本から無くしたらどうでしょうか。15%削減の6割くらいを達成することができます。但し、関連産業を除いても、日本から直接的に10 数万人の雇用が失われることとなります。また、高炉産業の地元には、大きな経済影響があるでしょう。その他、日本の鉄鋼メーカーが生産している高性能の鋼板を生産できる海外メーカーが限られる、という問題もあると思います。

それらの問題には、目をつむることにしましょう。世界全体の鉄鋼需要が減少しないなら、日本の高炉メーカーが生産を止めた分は、他国が生産することになります。恐らく、大幅な過剰設備を抱える中国の鉄鋼メーカーが生産することになるでしょう。日本の鉄鋼業のエネルギー効率、中国よりもかなり高いものです。そのため、日本が鉄鋼生産を止め、その分を中国が生産すると、世界全体では CO2 排出量が増加します。この問題は、温暖化防止では「カーボン・リーケージ」という言葉で議論されています。

日本は鉄鋼業を止めることで、温室効果ガス削減目標を達成することができるかもしれませんが、世界の温暖化防止には逆行することになります。温暖化防止は、なかなか難しい問題です。

<自動車から排出される CO2>

図 8-9 に示されるように、運輸部門の自動車の CO2 排出量は、15%削減の7割余りを占めています。ハイブリッド車による燃費の向上は目覚ましいものがあります。原油価格が高騰する下で、走行距離の長い使い方の自動車なら、ハイブリッド車の価格がアップは、燃料代の低減で相殺され、経済的な負担にはならないように思われます。2020 年半ばには、ハイブリッド車の普

及により、自動車のCO₂排出量が半減するかもしれません。それでも、15%削減目標の1/3です。原発停止のもとで、基準年比で15%のCO₂排出量の削減は、容易なことではないと思います。

<CO₂排出削減量の積み上げ>

結局のところ、国民負担を考慮しながら再生可能エネルギーの導入拡大と、経済的負担を考慮しながら産業部門のCO₂排出削減と、無駄の削除と快適性を少し犠牲に業務部門と家庭部門のCO₂排出量の削減を積み上げることが必要になります。

CO₂排出削減量の積み上げは、手間の掛かる作業であることに加え、それを実行する国民的合意が無ければ、絵に描いた餅ですから、本書で扱う範囲を越えています。本書の主張は、確りした根拠を持った積み上げを行って欲しいということです。