

我が国の温暖化防止対策の状況

村上 誠・友延 弘輝

国連気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は1988年に設立された組織で、5年～6年毎に気候変動に関する評価報告書を公表している。日本国内では2014年12月環境省よりIPCCの5次報告が発表された。その中で『二酸化炭素の累積総排出量と世界平均気温の応答は、ほぼ比例関係にある』との新見解が発表された。そして、二酸化炭素排出量増大が現在のまま進んでいけば、気温上昇が予測され、それに伴う数々の気候変動を含むリスクが合わせて予想されている。温室効果ガスの削減こそが喫緊の課題であり、その解決こそが次世代に美しい地球をバトンタッチしていく為に必要な事ではないだろうか。

キーワード：温室効果ガス、二酸化炭素、COP21、IPCC

1. 地球温暖化の原因と仕組み

(1) 温室効果ガスと温暖化

地球は太陽からの光によって暖められ、暖められた地球表面から赤外線が放射される。その赤外線を温室効果ガスが吸収し大気が暖められる。もし温室効果ガスが存在しなければ、地球表面から放射された熱は、地球の大気内には留まらず、地球の平均温度は -19°C になる。現在の地球の平均気温はおおよそ 14°C 、これは温室効果ガスのおかげである。しかし、温室効果ガスの量が増え大気中の濃度が高まり熱の吸収が増えた結果、気温が上昇し始める。これが地球温暖化である。

図-1は温室効果ガスと地球温暖化メカニズムを示したものである。左側の図は200年前の地球、右側

の図が現在の地球である。産業革命以降、二酸化炭素、メタン等の温室効果ガスが大量に排出され濃度が上がった。その結果、熱の吸収が増え気温が上昇している。1880年～2012年で全世界の平均気温は 0.85°C 上昇と言われている。

(2) 温暖ガス種類と発生量

温室効果ガスは、京都議定書において排出量削減対象となり、環境省において年間排出量が把握されている。現在温室効果ガスには、二酸化炭素（ CO_2 ）、メタン（ CH_4 ）、一酸化窒素（ N_2O ）、ハイドロフルオロカーボン類（HFCs）、パーフルオロカーボン類（PFCs）、六ふっ化硫黄（ SF_6 ）の6種類及び2015年4月より新たに対象になった三ふっ化窒素（ NF_3 ）を加えて7種類がある。

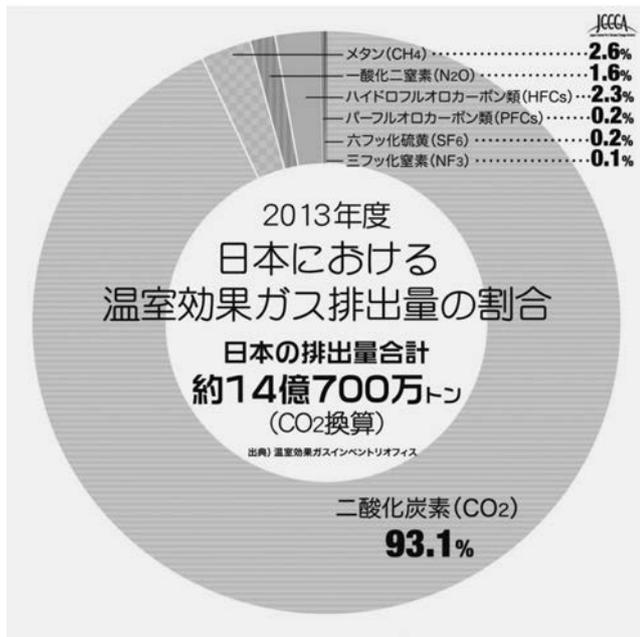
図-2が日本に於ける2013年度の温室効果ガスの排出量の割合で、総排出量は14億700万トンで前年度13億9000万トンからみて1.2%増加している。温室効果ガスの93%が二酸化炭素で、温暖化には二酸化炭素の影響が最も大きい。

ハイドロフルオロカーボン類（HFCs）、パーフルオロカーボン類（PFCs）、六ふっ化硫黄（ SF_6 ）、三ふっ化窒素（ NF_3 ）は数量的には約3%（ CO_2 換算）と非常に少ないが、地球温暖化係数^{*1}で1,430～22,800倍（二酸化炭素を1とした）の非常に高いレベルの温暖化能力を持っている。従って、温室効果ガス削減対策は二酸化炭素が中心であるが、ハイドロフルオロカーボン類（HFCs）、パーフルオロカーボン類



図-1 温室効果ガスと地球温暖化メカニズム

出典) 全国地球温暖化防止活動センターウェブサイト (<http://www.jccca.org/>) より



図一 2013年度温室効果ガス排出割合
出典) 温室効果ガスインベントリオフィス
全国地球温暖化防止活動センターウェブサイト (<http://www.jccca.org/>) より



図一 複数の分野地域に及ぶ主要リスク
出典) IPCC 第5次評価報告書
全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト (<http://www.jccca.org/>) より

(PFCs), 六フッ化硫黄 (SF₆), 三フッ化窒素 (NF₃) 等のガス削減対策も進めて行かなければならない。

* 1: 地球温暖化係数とは、二酸化炭素を基準にして、他の温室効果ガスがどれだけ温暖化する能力があるかをあらわした数字

(a) 全世界で予想されるリスク

ICCP5 次 WG1 の評価報告書では 20 世紀半ば以降の温暖化の主な要因は、人偽的な可能性が極めて高い (確度 95% 以上) と報告されている。そして、温室効果ガスの排出増加量の 78% は化石燃料の燃焼と工業プロセスにおける二酸化炭素が占めている。即ち、化石燃料の使用により温暖化を招き、全世界では温暖化による 8 つのリスクが予想されている (図一 3)。

- ①海面上昇により、低地・小島等の沿岸での高潮・洪水被害
- ②内陸洪水による大都市部へ被害
- ③極端な気象現象による電気・水・ガス等のインフラの機能停止
- ④熱波による、屋外労働者の極端な暑熱期間における死亡や疾病
- ⑤気温上昇、干ばつ等による食料安全保障が脅かされる
- ⑥水資源不足と農業生産減少による農村部の生計及び所得損失
- ⑦沿岸海域における生計に与える海洋生態系、機能及

びサービスを損失

- ⑧陸域における生計に与える生態系商品、機能及びサービスを損失

種々のリスクの中で、近年、非常に問題視されているのが熱波・干ばつ・洪水、台風、山火事等の異常気象である。異常気象とは、世界気象機関において「平均気温や降水量が平年より著しく偏り、その偏差が 25 年以上に 1 回しか起こらない程度の大きさの現象」と定義されている。しかし、最近、異常気象が頻繁に起きるため従来の基準が合わなくなっているのではなかろうか。

最近、世界で起きた異常気象事例としては、2013 年に、インドシナ半島、ロシアアムール川流域、中国中部から朝鮮半島、インド、ヨーロッパの広い範囲で降雨が非常に多くなり、大洪水の被害が発生している。一方中国南部では干ばつの影響による飲料水の不足や農作物への被害が発生している。同じく米国カリフォルニア州では 2013 年の年間降水量が 1895 年以降最も少なく、干ばつは現在も続いており飲用水や農業用水が不足するとともに大規模な森林火災も発生している。

2015 年に入り 5 月下旬のインド中部では熱波により 2200 人以上が死亡、また、タイでは 2014 年から続く大干ばつで農業等に大きな被害が出ている。その他、最近のニュースでは、中国・ミャンマーの大雨による大洪水等がある。

(b) 日本国内で予想されるリスク

2100年、日本では温室効果ガスの濃度上昇が最悪シナリオの場合、気温が3.5～6.4℃上昇、降水量が9～16%上昇、海水面が60～63cm上昇するとされている。温暖化による我が国のリスクは以下が想定されている。

- ①洪水が多発
- ②海水面の上昇により干潟の12%消失
- ③河川流量が1.1～1.2倍になる事による沿岸地域での被害
- ④熱中症による死亡者数の増加及び救急搬送車数が倍増
- ⑤温暖化による農作物の変化
- ⑥蚊の分布域の変化

図-4は最近発表された2100年の真夏日の予想である。北海道の北日本海側：現在8日⇒48日、東日本太平洋側で現在49日⇒105日、沖縄・奄美は年間の半分が真夏日となり、全国で真夏日の日数が2倍～6倍に増える予想である。本年も8月現在、日本では猛暑日連続日数更新、群馬県・福島県では気温39℃越え、日本観測地点19ヶ所で最高気温を更新している。

図-5は日降水量が400mmを超える雨の降った回数の変化で毎年着実に回数が増えている。2014年京都府の福知山では、月間雨量の約2.5倍にもなる300mm以上の雨が24時間以内で降る局地的な豪雨で河川が氾濫し大洪水となった。同年長崎県五島列島

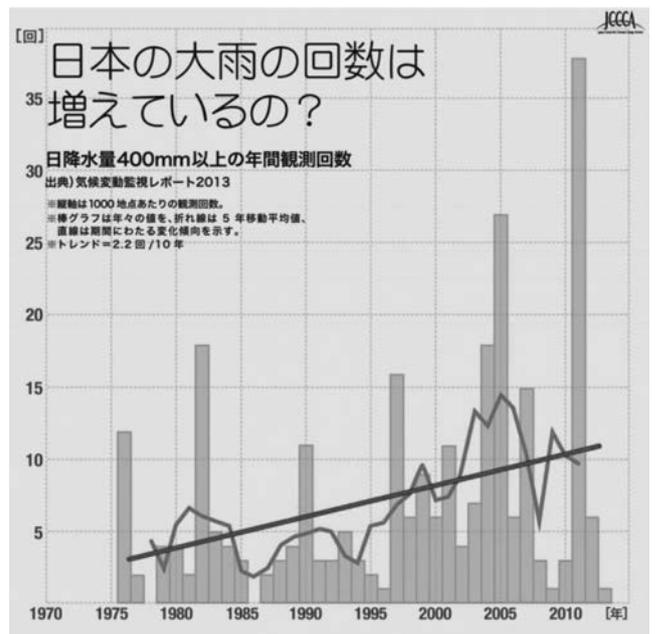


図-5 日本の大雨（日降水量400mm以上）年間観測回数
出典) 気象庁「気候変動監視レポート2013」全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト (<http://www.jccca.org/>) より

では1時間110mmという50年に一度の大雨が降り土砂災害を引き起こしている。また、広島県安佐地区では1時間87mmの雨が降り続け144ヶ所で土砂崩れを起し、74名が亡くなる大災害となった。

ゲリラ豪雨や竜巻の多発、台風発生の位置変化と風力の強さ、そして、本年8月には関東地区の海岸でシュモクザメが大量確認され遊泳禁止になった。これらは全て地球温暖化の影響と思われる。

2. 各国の温室効果ガス削減への取組

(1) 各国の温室効果ガスの発生量

全世界の温室効果ガスの排出量は経済発展と人口増加に伴い年々増え続けている。1750年～1970年までの220年の累積排出量と1970年～2010年まで40年間の累積排出量は同量だと言われている。即ち、単純計算すると1970年～2010年の40年間は過去の220年間に比べて温室効果ガスの排出量が年平均5.5倍増えている。

図-6は2012年世界のCO₂の総排出量である。総排出量は約326億トン。中国とアメリカの二大国が全体の43%を占めている。排出量トップの中国は2000年から2012年の12年間で33.5億トンから82.5億トンへと2.46倍に大幅に増加している。第2位のアメリカは57億トンから50.7億トンと12%削減している。その中で、我が国の排出量は3.7%で5位であり、人口一人当たりでは米国・ロシア・韓国に次いで4位

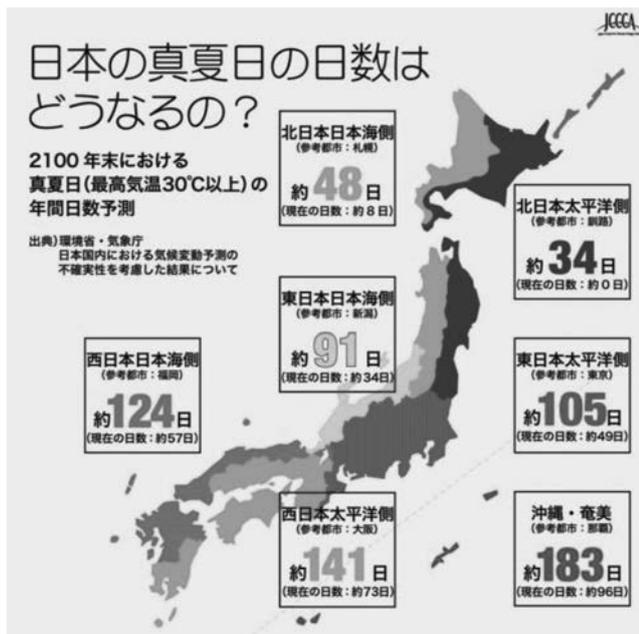


図-4 2100年日本の真夏日予想
出典) 環境省・気象庁「日本国内における気候変動予測の不確実性を考慮した結果について」全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト (<http://www.jccca.org/>) より

となっている。2000年から2012年の変化では、原子力発電が停止し約90%を火力に頼っているにも関わらず、12.7億トンから12.9億トンと微増に留まっている。これは、京都議定書を批准し官民一体となって取り組んだ省エネ・新エネ・エネルギー転換等の成果だと考えられる。

ICCP5次では、『CO₂の累積排出量と気温の上昇は比例している』と報告されている。そして、今後全く対策がされない場合、CO₂濃度は現在の430ppmから2100年には750ppm～1300ppmに増加すると予想され、2100年に於ける世界気温が、産業革命以前の水準と比べて3.7～4.8℃上昇するとされている。現在、この温度上昇を抑え、世界のリスクを最低限に抑える為の許容される温度上昇は2℃とされ、目標とされている。

2100年気温上昇を2℃に抑えるためのCO₂の濃度450ppm：累積排出量は2兆9000億トンと算出されている。2011年までに人類が排出したCO₂の累計排出量は1兆8900億トン、差引き、今後許容される排出量は1兆100億トンである。図一6で分る様に、2013年の全世界のCO₂排出量は326億トン。単純計算すると今後約30年で許容される排出量1兆100億トンの枠を超えてしまう事になる。

今後温暖化は避けられないが、リスクを最低限にする為には、世界全体で出来るだけ早くCO₂削減対策を実施し、2050年には2010年比40～70%削減する

と共に2100年にはゼロまたはマイナスにし、気温の上昇を2℃未満に抑える必要がある。

(2) 全世界での温室効果ガス削減の歴史

古くは1827年フーリエ（フランスの数学者）が初めて温室効果ガス効果を指摘、その後、二酸化炭素の赤外線放射の吸収効果、二酸化炭素と気温上昇の関係等多くの学者が研究してきた。

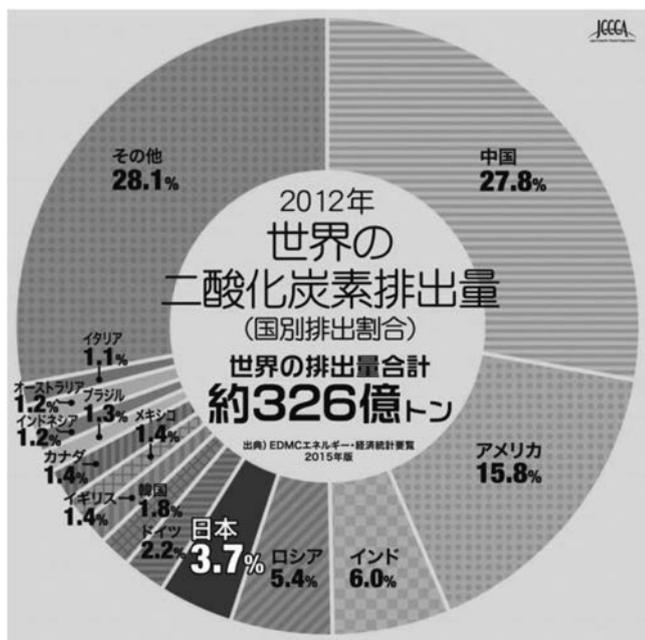
近年になり温暖化の研究は全世界的・組織的な動きに変わってきている。1988年8月、世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）の共同で気候変動に関する政府間パネル IPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change）が設立された。1990年8月、IPCCは第1次評価報告書にて、21世紀末までに地球の平均気温が約3℃、海面が約65cm上昇するとの具体的予測を発表した。1995年気候変動枠組条約国会議（COP1）がドイツのベルリンで開催され地球温暖化に対する全世界レベルでの国際会議がスタートした。1997年京都で開催されたCOP3では京都議定書が採択された。京都議定書のポイントは以下の通り。

- ①先進国の温室効果ガス排出量の削減目標値設定
- ②国際協調による目標達成の為の仕組みの（排出量取引等）導入
- ③途上国に対しては、数値目標の義務なし

1990年を基準年として、2008年～2012年先進国全体で5%の削減（日本は6%削減）を目指したものであった。しかし、発展途上国（中国等）の自主参加が見送られ、米国・ロシア連邦も受け入れを見送った。55ヶ国以上の国々が締結したが、温室効果ガス排出大国（中国・米国）が抜けた為、効果はそれなりにあったものの限定的とみられている。その後COP17において、ポスト京都議定書（2012年以降）の合意がされたが、途上国の不参加等公平性の面から日本、ロシア、カナダは参加していない。そして、2015年12月にフランスのパリ開催予定のCOP21に於いて2020年以降の新しい温暖化対策の新しい枠組みに全世界が合意しようとしている。

(3) COP21 に向けての各国の状況

COP21は全世界の約200ヶ国が参加し、本年フランスのパリで開催される。COP21に向け、参加各国は国連気候変動枠組条約事務局に2025年または2030年時点での新たな温暖化対策目標案を提出しつつある。表一1は各国の提出状況の一部をまとめたものである。特筆されるのは、京都議定書では目標値を持っていなかった中国、参加を見送った米国が目標値を



図一6 世界の二酸化炭素排出量
出典) EDMC / エネルギー・経済統計要覧 2015年版
全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト (<http://www.jccca.org/>) より

表一 COP21 に向けた各国の温暖化対策目標値

各国	2012 年度排出量シェア%	京都議定書		COP21 に向けた各国の目標値		
		基準	削減率%	基準年	目標年	削減率
中国	27.8	1990年を基準とし 2008年~2012年 先進国全体で5% 以上の削減を目指 す	目標値無	2005年	2030年	2005年度比でGDPあたりのCO ₂ 排出量を60~65%削減する 一次エネルギー消費に占める非化石燃料の割合を20%に増やす 2005年度比森林ストック容量を約45億m ³ 増加させる
米国	15.8		批准せず	2005年	2025年	26~28%削減, 50年80%削減
インド	6		目標値無	未提出		
ロシア	5.4		0	1990年	2030年	20~25%削減
日本	3.7		6	2013年	2030年	26%削減
ドイツ	2.2		21	1990年	2030年	EU全体:40%削減, 50年80~95%削減
韓国	1.8		目標値無	BAU比	2030年	37%削減
カナダ	1.4		6	2005年	2030年	30%削減
イギリス	1.4		12.5	1990年	2030年	未確認
メキシコ	1.4		8	BAU比	2030年	25%削減, 但し支援等により40%削減

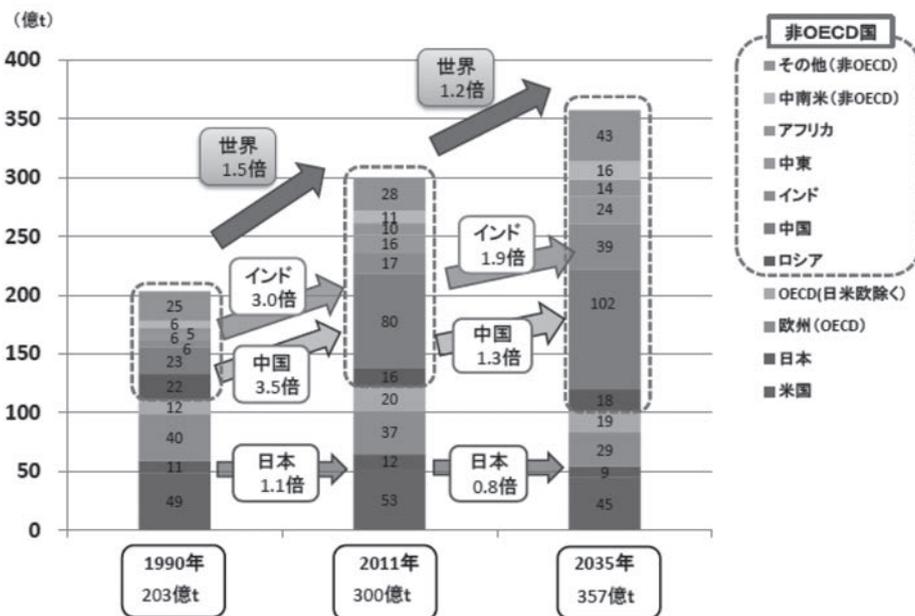
早々と表明したことである。

日本政府は本年7月17日『2030年度の温室効果ガス削減目標を2013年度比26%減』を決定し、国連気候変動枠組条約事務局に提出した。但し、電源構成(ベストミックス)が予定通り達成された場合である。そして、本年7月、米国オバマ大統領が火力発電所からのCO₂排出ガス削減を2030年までに32%(従来30%)に拡大する旨の発表を行った。今年度末に開催されるCOP21は2100年までの方向性が決まる重要な会議となる。

(4) 主要国の削減対策

2013年度、全世界のCO₂排出量に占める日本の割合は3.7%。米国と中国は合わせて43%を超えるCO₂排出大国である。日本が排出量を0%にしても温暖化に与える影響は小さい。しかしながら、日本は世界3位の経済大国でありCO₂削減技術に優れている。米国・中国と比べると小さいが、日本国内においてCO₂削減する事はもとより、発展途上国への技術支援等、是非とも取り組まなければならない課題である。図一7は世界のCO₂排出見通しである。世界のCO₂排出量

世界のCO₂排出量の7割は非OECD国になる



図一7 世界のCO₂排出量の見通し (出典) IEA WEO2013

は、2030年に約1.2倍に増加、非OECD国の排出量が増加し全世界の70%となる見込みである。非OECDの排出量の削減は今後の大きな課題である。

ここで、主要国のCO₂削減に向けたエネルギー政策を見てみると以下となる。

- ①中国 (2012年度CO₂排出量 90.7億トン 27.8%)
 - ・エネルギー効率の向上
 - ・原子力の推進
 - ・石炭火力の依存低減等エネルギー構成の最適化
- ②米国 (2012年度CO₂排出量 51.4億トン 15.8%)
 - ・天然ガスや再生可能エネルギーの利用拡大
 - ・原子力の利用拡大
 - ・エネルギー効率向上
 - ・石炭火力の規制強化
- ④インド (2012年度CO₂排出量 19.6億トン 6%)
 - ・エネルギー効率向上
 - ・原子力の利用拡大と電力供給確保
 - ・再生可能エネルギー利用拡大
- ③EU
 - ・再生エネ・省エネの推進
 - ・原子力は各国で選択判断
(EU全体としてバランスの取れたエネルギー・電源構成)

3. 日本の取組

(1) 日本の26%削減設定

日本は、2008年～2012年京都議定書で批准した6%の削減を達成する為に、官民一体となり各種対策を進めてきた。5ヶ年平均の総排出量は12億7800万トンで、基準年度比1.4%の増加となった。しかし、森林等吸収源及び京都メカニズムクレジットを加味し、8.4%減となり、国際公約である京都議定書の目標(基準年比6%減)を達成した。そして、本年7月17日COP21に向け各国の目標値に遜色ない意欲的な数値目標『2030年度の温室効果ガス削減目標を2013年度比26%減』を決定し、国連気候変動枠組条約事務局に提出した。26%削減のカギとなるのは、発電でのCO₂削減である。CO₂の発生の殆ど無い原子力発電・再生可能エネルギーの割合を如何にした電源構成にするかであり、今回の表明に合わせて電源構成(ベストミックス)が決定された。

日本が提出した約束草案の概要は以下の通り。

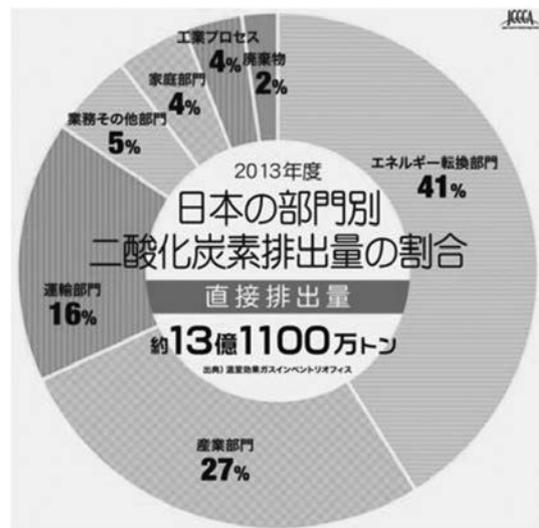
- ①国内の排出削減・吸収量の確保により、2030年度に2013年度比26%減(2005年度比25.4%減)の水準(約10億4200万トン)以下にする

- ②本約束草案は、エネルギーミックスと整合的なものとなるように、技術的制約、コスト面の課題などを十分に考慮した裏付けのある対策・施策や技術の積み上げによる実現可能な削減目標である

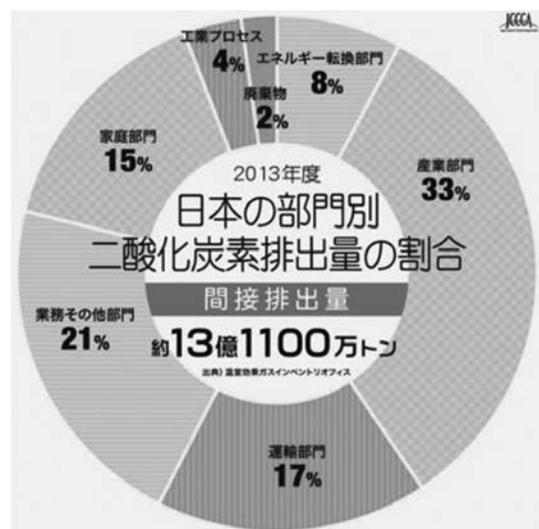
(2) 各業界の温室効果ガス(CO₂)発生量

図一8, 9は日本の部門別CO₂の排出量を直接排出量、間接排出量から見たものである。

直接排出量は各部門が生産側から見たもので、間接排出量は使用者から見たものである。直接排出量で見ると排出量のトップはエネルギー転換部門、即ち、発電所等が41%で最も大きなウエイトを占める。CO₂削減対策の重点が発電部門にある事が分かる。これを間接排出量で見ると図一9となる。間接排出量のCO₂



図一8 日本の部門別二酸化炭素排出量の割合(直接排出量)



図一9 日本の部門別二酸化炭素排出量の割合(間接排出量)
出典) 温室効果ガスインベントリオフィス
全国地球温暖化防止活動センターウェブサイト (<http://www.jccca.org/>) より

削減対策は省電力対策が主体になり、目標は17%である。部門別では、業務その他部門・家庭部門のCO₂排出量が年々増える傾向にある。使用エネルギーは電力、石油、ガス、石炭等有るが電力のウエイトが高い。その電力の消費を減らせれば直接排出量で最大のエネルギー転換部門（発電所等）のCO₂削減に貢献する事になる。

(3) 電源構成（ベストミックス）の設定

日本の2030年26%のCO₂削減目標は、図一10に示すように、2030年までの年間成長率を1.7%/年に想定し、電力構成については、安全性、安定供給、経済効率性及び環境適合に関する政策目標を同時に達成する中で、①徹底した省電力（17%）を推進する ②再生エネの最大限の導入 ③火力発電の効率化等を進めつつ ④原子力発電依存度を可能な限り低減することを基本方針として決定されている。

電源構成としては原子力20～22%、再生エネ22～24%、LNG27%、石炭は26%、石油3%を想定した削減目標である。尚、再生エネの内訳は太陽光7%、風力1.7%、バイオマス3.7～4.6%、地熱1.0～1.1%、水力8.8～9.2%である。しかしながら、我が国のベースロード電源と位置付けられている原子力発電は、8月11日再稼働を開始した九州電力の川内原子力発電を除き稼働停止中である。

今後、申請中である原子力発電の再稼働の進捗状況、省エネルギー進展具合、再生可能エネルギー導入状況、新エネルギーの開発状況等により電源構成も変

わってくると考えられる。

政府では今後3年毎のエネルギー基本計画の検討に合わせて、必要に応じて電源構成を見直すとしている。

4. CO₂削減対策の現状と課題

(1) 部門別排出量削減対策と26%削減目標

新たにCO₂26%削減、省電力17%、電源構成（ベストミックス）が決まり、京都議定書批准以来各部門が従来から進めている削減対策に、エネルギー変換部門の対策が明確になった。これにより各部門共通対策として省電力17%も新たな目標となった。従来の削減対策を見直し、あらたな取り組みが始まると考えられる。

(2) 部門別削減対策の概要

各部門の主要なCO₂排出削減対策として取り組んでいる事項に、今回CO₂26%削減目標で新たな削減対策も加えてまとめた。対策の内容を判りやすくする為、直接対策と間接対策に分類した。

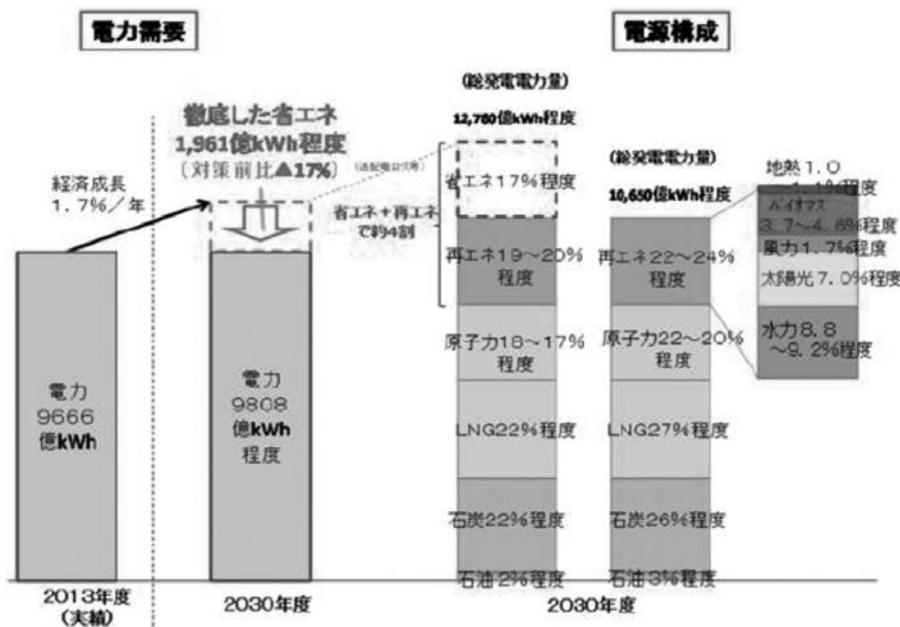
(a) エネルギー転換部門主要対策（CO₂排出量の割合41%）

〈間接削減対策〉

省電力 LED化、高効率設備機器の適用等

〈直接削減対策〉

電力業界は2030年までに35%削減目標を表明、関連企業35社が参加



図一10 2030年度の電力の需給構造と電源構成（ベストミックス）
出典）経済産業省 長期エネルギー需給見通し

- * CO₂を出さない原発再稼働，稼働延長等で
20～22%を確保
 - * 再生可能エネルギーの拡大 22～24%に拡大
 - * 既存火力の効率アップ LNG火力の効率アップ，石炭火力効率をLNGガス発電並に効率アップで化石燃料削減でCO₂削減
[USC（石炭火力高効率微粉炭火力発電技術），A-USC（700℃級先進超々臨界圧発電，IGCC（石炭火力複合発電）等で効率アップ]
効率アップ技術開発に国からの補助制度の制定
 - * 政府は建設計画が進んでいる石炭火力のCO₂排出量を規制する方向に進んでいる
 - * CO₂回収，貯留方式（CCS）の適用によるCO₂ガスの処理の実用化
- (b) 産業部門の主要対策（CO₂排出量の割合 27%）
- 〈間接削減対策〉
- * 省電力 LED化，高効率設備機器の適用，コジェネレーションシステムの導入
等 省電力17%削減の一翼を担う
- 〈直接削減対策〉
- * 化石燃料使用削減，エネルギー転換
 - * 環境省「先進対策の効率的実施によるCO₂排出量大幅削減事業」（ASSET事業）で削減促進
 - * CO₂回収，貯留方式（CCS）の適用によるCO₂ガスの処理の実用化
等 省電力で発電所の総発電量削減でCO₂削減が大きなウエイトを占める
- (c) 運輸部門の主要対策（CO₂排出量の割合 16%）
- 〈間接削減対策〉
- * 省電力 LED化の促進，高効率設備機器の適用
等 省電力17%削減の一翼を担う
- 〈直接削減対策〉
- * エンジンの燃費アップ
 - * 次世代自動車の普及促進
バイオ燃料車，天然ガス車，クリーンディーゼル車，ハイブリッド車，プラグインハイブリッド車，電気自動車，燃料電池車，水素自動車等の普及拡大
 - * ITS（高度道路交通システム）普及で事故，渋滞を減らし効率的な走行でCO₂削減
 - * 低炭素インフラロードマップ（信号制御，光ビーエン，自動運転）
等 次世代自動車の普及という大きな手段を持つ

(d) 業務その他部門（CO₂排出量の割合 5%）
〈間接削減対策〉

- * 省電力 LED化の促進，高効率設備機器の導入，コジェネレーション適用の拡大
- * 総務省主導の「地域エネルギーシステム」や「分散型エネルギーインフラプロジェクト」等で効率アップのエネルギー供給システム
等 省電力17%削減の一翼を担う

〈直接削減対策〉

- * 環境省「先進対策の効率的実施によるCO₂排出量大幅削減事業」（ASSET事業）で削減促進
等 総務省主導のシステム開発や，プロジェクトで間接削減が主体となる

(e) 家庭部門（CO₂排出量の割合 4%）

〈間接削減対策〉

- * 省電力 ホームエネルギー管理システム（HEMS）適用による効率的な電力使用，エネファーム採用拡大，LED化の促進，高効率家電製品普及促進
等 省電力17%削減の一翼を担う
- * 東京都の「スマートエネルギー都市」の実現
- * 太陽光発電適用で電力の自給，電気自動車へ給電
- * 低炭素ロードマップ（省エネ基準適合義務化，促進とするZEB／ZEH）
 - ・ZEB：ゼロエネルギービル
 - ・ZEH：ゼロエネルギー住宅
- * 新築住宅における省エネ基準適合の促進
等

その他工業プロセス部門は4%あるが，産業部門や業務部門と共通するところが多いと考えられる。

廃棄物部門2%はモーダルシフト（船舶や鉄道を活用），ハイブリッド化，省エネ設備導入等があげられる。

部門横断的施策として，J-クレジット制度（温室効果ガスの排出減量，吸収量を認証する制度でクレジットは色々な活動に利用できる）の促進，先端的環境技術を有する地域企業支援事業等がある。

間接として各部門の省電力は電力使用量17%削減目標に向けて展開される事なり，共通的に取り組む中心的な課題となる。

(3) CO₂削減の展望

大手電力10社，電源開発，日本原子力発電及び特定規模電気事業者（新電力）23社は2015年7月17日，2030年度の販売電力量1kW当りのCO₂排出量（排出係数）を，2013年度比で約35%削減となる自主目標を発表した。参加事業者は35社で「電気事業における炭素社会実行計画」を策定した。

2013年比35%は全体では10%程度の貢献となると言われている。各部門ともに目標を明確にして具体的に展開されることが期待される。

「省電力17%」, 「ZEB / ZEHの適用拡大」, 「発電部門の35% CO₂削減」, 「次世代自動車普及拡大」などが確実に実施されればCO₂26%削減も見えてくるのではないかと。

(4) エネルギー転換部門の現状と課題

(a) 原子力発電再稼働, 稼働延長申請状況
(保有原発の発電能力)

廃炉既決定の福島第一発電は除き, 27年2月に5基の廃炉が決定し, 保有総基数は工事中の新設3基を含め46基となる。

廃炉前の総基数	48基	4426.4万kW
廃炉決定	5基	221.6万kW
廃炉後現在の基数	43基	4204.8万kW
新設工事中	3基	414.3万kW
新設込総発電基数	46基	4619.1万kW

(b) 40年寿命を基本とした2030年稼働推定

①再稼働, 稼働延長申請状況

現時点で再稼働申請済み基が全て審査に合格し再稼働が実現(稼働延長は含まず), 40年寿命を前提に2020, 2030, 2040年に稼働容量がどの様になるか, また発電量比率がどの様になるか検討した。

再稼働申請 15 発電所 25 基

審査合格 5 基, 審査終了 4 基, 審査中 8 基, 審査序盤又は中止その他 8 基 (2015年7月現在) 九

電川内発電所は8月に再稼働1号となった。審査合格に発電所再稼働に弾みが付くとの期待もあるが, 難題が多く難しい面もある。

②稼働推定

表一2は40年寿命を基本とした2030年の原発発電量比率と発電設備容量の推定を示す。

(5) 原発22%確保する上での課題

表一2から判明する事は, 2030年22%を確保する為には, 単純化するため1基100万kWとすると, 合計で約40基の稼働が必要である。40年寿命を基準にすると再稼働継続基は18基となるので22基の再稼働追加申請及び稼働延長申請が必要となる。新設中の大間原発を入れ保有44基がすべて稼働した場合の比率は約24.06%でこれが最大と考えられる。22%を確保するには44基中40基(約91%)の稼働が必要であり, 寿命基準40年を厳密に適用すると稼働には次のような大きな課題がある。

- ①再稼働審査の為の安全審査, 安全対策の実施
- ②40年寿命に達した原発の稼働延長申請, 検査, 改造, 補修等
- ③地域住民の同意
- ④増え続ける使用済み核燃料の処分方法等

最近では新たな活断層の疑いの出た発電所, また地域住民が再稼働差し止め仮処分を申し立て, 福井地裁が運転を認めない決定をした等の問題が出ている。

これ等の課題をクリアーして再稼働, 稼働延長して

表一2 2030年の原発発電量比率と発電設備容量
2010年電気事業連合会資料, 日本原子力産業協会資料参照

	2015年	2020年	2030年	2040年
政府設定のベストミックス 原発発電量比率			20 ~ 22%	
25基再稼働申請 (40年寿命適用) (新設大間原発含む)	25基稼働 2505.8 (申請基全稼働の場合)	24基稼働 2395.6 (40年寿命クリアー基)	18基稼働 1851.8 (40年寿命クリアー基)	5基稼働 542.4 (40年寿命クリアー基)
発電量比率	13.7%	13%	10.86%	3.2%
省電力17%見込後の 原発発電量比率			20 ~ 22%	
発電量比率22%時の 原発発電容量			3971.2 約40基に相当	
保有原発全稼働時の 発電容量 (新設大間原発含む)			4343.3 44基	
発電量比率			24.06%	

注1) 2030, 2040年は17%省エネ後で算定。2015, 2020年は現状発電量とした。
注2) 建設中であるが安全審査申請済みの大間原発1基は含めた。
注3) 原発稼働比率は最大値の22%とした。

も、最大 20 年延長となるので、費用対効果、需要家への安定供給責任など慎重に検討され、稼働の判定をしてゆく事になるだろう。

(6) 課題解決の想定される方向性

発電部門では原子力発電稼働の可否が削減対策の大きなウエイトを占めている。前述の再稼働、稼働延長の困難さを踏まえ並行して色々な対策が進んでいる。

建設機械施工の昨年 10 月号、今年 2 月号報文でも述べたが、我が国のエネルギー政策上の問題は大きく次のような点がある。

- * エネルギーの自給率が 6% と極端に低く (OECD 加盟国 34 カ国中 33 位)、エネルギー安全保障上に大きな問題を有する。特に経済面では大きなリスクを抱えている。
- * 一次エネルギーのなかで化石燃料依存率は原発停止で 93.1% と高く調達先が政情不安定等のリスクがあり、エネルギー安全保障上の問題がある。
- * 地球温暖化ガス CO₂ 排出の削減が出来ず、増える傾向にある。

これ等を解消する対策として、これから予想される対策も含め期待がかかるのは

1 つ目は省電力である。技術開発も進んでおり、17%削減目標に向け各部門共通で取組が加速すると予測出来、省電力⇒省化石燃料⇒CO₂削減とつながる。

世界的にも先行している日本の省エネ、省電力技術はこの目標設定で更に技術力を高め、日本はもとより海外への貢献も期待出来る。

2 つ目として再生可能エネルギー開発の拡大である。特に世界第 3 位のポテンシャルを持つ安定電源である地熱発電開発の促進、そして豊かな森林資源を生かしたバイオマス発電があげられる。不安定電源とされている風力発電 (陸上、大型洋上) の促進や先行している太陽光発電を抑制する事なく、電源としての余剰電力は、究極のクリーンエネルギーと脚光を浴びている水素製造に振り向け、水素で貯蔵、自動車や大型発電に活用する。今のところバッテリーでは大容量、長期貯蔵が困難であるが、水素は長期に大量の貯蔵が可能である。

この特色を生かし不安定な電力をうまく活用する事が望まれる。しかし日照率に左右される太陽光発電は設備利用率 12%、風速に左右される風力発電は陸上 20%、洋上 30% と利用率が低いので原子力発電 1 基分の水素を製造するには膨大な設

備を要する。

従って過度な期待は出来ないが、電源構成 (ベストミックス) の再生可能エネルギー 22%~24% 分を超えて開発出来た電力は水素に変換、活用で、CO₂削減や自給率向上に貢献できると考えられる。

太陽光発電建設費もかなりの速度で低下しており、海外勢の日本市場進出もあって、競争が激化しており、価格低下は一層加速するものと予想できる。

来年は電力自由化が実施されるが、買い取り価格制度も段階的に価格低下し、最終的には自由競争で取引がされ、新電力からは、自由化した再生可能電力を買い集め、水素製造メーカーと連携して強力な水素生産体制が生まれる事が期待出来る。3 つ目は当面は化石燃料依存度が高いので、石炭火力の効率を LNG 火力並に効率アップ、LNG 火力は更に効率をアップし、燃料費の削減、エネルギー転換、引いては CO₂削減。

{USC (石炭火力高効率微粉炭火力発電技術)、A-USC (700℃級先進超々臨界圧発電、IGCC (石炭火力複合発電) 等で効率アップ} 等で効率アップ。国は電力会社や関連メーカーの高効率の火力発電技術開発へ支援する。補助金などを設け、25 年頃に今の一般的な石炭火力より 4 割ほど高い設備の実用化にめどを付ける計画も進んでいる。

また削減し切れない CO₂ は CCS (CO₂回収、貯留方式) の実用化、適用。

エネルギー転換 (燃料転換) では、安価なシェールガスが石炭や石油になり変って火力発電を担うようになれば、経済面はもとより CO₂削減に大きな力になる。

4 つ目は大量の水素製造、調達体制の確立がある。水素の調達には 3 段階有ると言われている。

* 第一ステップは国内調達

鉄鋼、化学工場等で副産物として発生する水素を活用、加えて既存製造設備の余剰活用。2030 年近くまでは、エネファームや燃料電池車等への供給量は確保できるといわれている。

* 第二ステップは海外調達

燃料電池車 (FCV) の普及拡大、大型水素火力発電が始まり水素の使用量が増大すると第一ステップの国内産では供給し切れなくなり輸入が始まる、2030 年頃からと言われている。褐炭等現在不使用の低レベル化石燃料を変質して水素を製造し輸入、変質時に CO₂が発生するが輸出側で

回収処分すれば、日本は水素輸入でクリーンなエネルギー確保となる。生産国のCO₂回収・貯留にはCCSの適用など水素の価格に反映される可能性はある。

アメリカやオーストラリアは多くの不使用の低レベルの化石燃料埋蔵を持つ。これを利用した水素の液化プラントや貯蔵設備、輸送体制、受け入れ貯蔵体制、保管設備などサプライチェーンの整備が整いつつある。技術面で困難だった液化水素のガス技術が開発され、水素を燃料とした大型9万kW発電所の実証プラントが2017年中に稼働開始する計画で進んでいる。

また水素、LNG混合燃料のタービンの開発、水素単独燃料としたタービンの開発等水素社会へのインフラ整備が着々と進んでいる。

普及面では東京都が東京五輪・パラリンピックで「選手村を水素タウン」を志向し、燃料電池車の普及促進や（FCVを都内で購入に1台101万円補助）、インフラ整備にも補助を付けている。

7月には燃料電池送迎バスの運行テストも始まった。

この実現は国内外のモデルとなり、大きな宣伝効果をもたらし、国内外の水素社会促進に一役買う事となると予想される。

国もFCV購入に当って1台当たり202万円の補助金を付け一般車並の価格レベルにして普及促進を支援している。都内で購入する場合は303万円の補助を受けられる事になる。

燃料電池車製造3社、水素ガス製造会社が共同で、水素ステーション建設への支援、ステーション管理運営費の補助などを実施して燃料電池車の普及拡大に力を入れている。

オーストラリアには日本の消費量で250年相当の使用できてない褐炭埋蔵量が有り、これを水素に変換して輸入。

もう一つの供給源と期待出来るのは、電力に余剰を持つロシアや、これから日照率の高い国での太陽光発電や、安定風力を得やすい国での風力発電を大規模開発し余剰電力を利用して製造された水素を日本に輸入などが考えられる。ホルムズ海峡を經由しないエネルギー調達で政情安定国からの調達体制が整えば、エネルギー安全保障上も有利になる。

*第三ステップ

抑制する事なく開発を促進し目標の24%を超過させた「余剰再生可能エネルギーで水素の製造」、

日本近海に多く埋蔵量されていると言われている（日本の消費量の100年分の埋蔵量）「メタンハイドレートの商業化を実現し、水素への変換」、「不足分を政情安定国からの海外調達」で、水素社会の実現に大きなステップとなる。

1つ目～4つ目の対策が進み「水素社会実現」へと進展すると「自給率も23%以上に向上」、「化石燃料使用量も大幅低減」、「CO₂削減も26%を上回り」、「日本のエネルギー安全保障」などが解決され、我が国のエネルギー政策上の問題点は解決されてゆく事が期待される。

当面は化石燃料依存度が高く、従来からの色々なリスクを抱えざるを得ないと考える。原子力発電停止で、代替えとして燃料費の安い石炭火力の建設計画が進んでいる。石炭火力はLNG火力の約2倍のCO₂ガスを排出すると言われている。世界的にはアメリカ、中国を筆頭に石炭火力を抑制する方向に動いている。日本は原子力発電所停止以降、石炭火力建設計画が盛んになっている。

環境省は山口、千葉、愛知の3県で新建設に異議を表明している。また環境アセスメント法の適用範囲を下げ現在適用外の小型機（11万kW以下）にも適用する方向となった。

アメリカでは1963年大気浄化法改正法（通称マスクー法）が制定され一酸化炭素（CO）炭化水素（HC）排出量を1/10にした。1976年には自動車の排気ガス中の窒素酸化物（NO_x）を1970年～1971年型車の1/10として排ガスを規制した。これに沿って日本の自動車メーカーは技術開発で1978年完全達成しアメリカへの輸出を有利に導いた。

日本の発電部門でも火力発電でLNG、特に石油、石炭火力の新設、既設を含め何らかの形でCO₂排出規制法が制定される事も必要ではないかと考えられる。

*その他

太陽光発電は開発抑制に向っているが、開発促進の1つのアイデアとして、全国に張り巡らされた高速道路の防音壁や、日照率の高い膨大な空間を持つ道路上に、側面から屋根を張り出し、これ等に太陽光パネルを設置、得られた電力は水素に変換し、サービスエリア毎に水素ステーションを完備、FCVへ供給する。水素燃料でエネファーム等小型発電機を設置で、高速道路電力網の自給自足、また水素を燃料とする電源車が開発されれば、災害時道路網ネットを生かした、水素の融通、電力の供給などが考えられる。建設では施工上の問題、建設コストの問題、

メンテナンスの問題等色々な課題はあると考えるが、実現すれば「水素社会実現」の一端を担い、多くの利点が考えられる。

太陽光パネルの柔軟性や透明性等の技術開発が進んでいる。再生可能エネルギーから水素への変換、貯蔵技術開発も急速に進んでおり、実現への可能性は望めるのではないかな。

5. おわりに

本報文では温室効果ガスの影響力の大きいCO₂を中心に地球温暖化防止対策と電源構成（ベストミックス）について述べてきた。温室効果ガスの削減は全世界レベルで取り組まなければならない最重要課題である。経済発展と人口増加でCO₂の自然増がある中で、全世界でCO₂の排出量を削減していかなければならない。

国は2013年『環境エネルギー技術革新計画』の基本計画改訂を発表した。内容としては2050年までに温室効果ガス排出量を8割削減する。そして、CO₂削減の為の革新的技術の着実な開発と全世界への普及の具体化を図るため、①短中期・中長期に開発を進めるべき革新的技術（37技術）を特定、②技術開発を推進するための施策の強化、③革新的技術の国際展開・普及に必要な方策についてまとめたもので、今後、革新的な技術により世界のCO₂削減に貢献するというものである。

本年8月11日九州電力の川内原子力発電稼働が稼働開始し、8月14日から送電が開始された。これで、国内で『原子力発電の稼働ゼロ』の状態が無くなり、ベースロード電源の一つとなる原子力発電の稼働がスタートした。今後、現在休止中の原子力発電の再稼働の検討が熱をおびてくるだろう。温室効果ガスCO₂を発生させず、日本のエネルギー自給率（6%）を改善し、発電コストが安い原子力発電の価値は高い。しかし、2011年3月11日の福島原子力発電所事故を目の当たりにした日本国民としては、再稼働審査の為の安全審査、安全対策の実施、地域住民の同意、増え続ける使用済み核燃料の処分方法など今後解決すべき課題も多い。国が前面に立ち一つ一つ丁寧に解決して欲しい。

4章で述べたが、原子力発電の再稼働はCO₂削減に重要であるが、合わせて進めて行かなければならないのは「再生可能エネルギーの拡大」、「シェールガス輸入、エネルギー転換」、「水素の活用拡大、調達体制構

築」、「メタハイドレートの開発」、「エネルギーに関する革新的技術開発」と「省エネ」である。ほとんどは国・地方自治体・企業が一体となって取り組むべき課題である。

我々が主に個人レベルでCO₂削減に貢献できるのは家庭部門である。図9で示すように家庭部門のCO₂の排出量は全体の15%を占め約2億100万トン。1990年から2013年で53.2%増加している。一世帯あたりになると年間5.37トン排出している。照明・電気器具36.2%、自動車23.7%、暖冷房16.9%である。省エネ機器や省燃費自動車への買い換えは省エネ・省電に効果があるが、電気製品の使用時間短縮・冷暖房の設定温度の変更でかなりの排出量が減らせる。また、ビデオ・テレビ等の待機電力を無くすだけで、家庭で使用する電力の7%が削減できる。国民一人一人が省エネ・省電力に取り組み、地域での活動に広げていく地道な活動が必要である。また、国が進めるカーボンオフセットの取り組みを理解し、カーボンオフセット商品・サービスの購入（年賀状、食品、旅行、保険等）も重要である。

NPO法人新エネ研究会東日本では、CO₂を削減し地球温暖化防止に貢献する為、今後もエネルギー全般を研究するとともに、省エネ（特に省電力）普及への地道な活動を続けていきたい。

謝 辞

本資料作成に当たっては、政府発表資料、経済産業省・資源エネルギー庁・電気事業連合会・全国地球温暖化防止活動推進センター（JCCCA）・NEDOの資料を参照させて頂いた。また、原稿作成にあたって新エネ研究会東日本のメンバー各位にお世話になった。この場を借りて厚くお礼申し上げます。

JCMIA

【筆者紹介】

村上 誠（むらかみ まこと）
NPO法人新エネ研究会東日本
理事長



友延 弘輝（とものお ひろてる）
NPO法人新エネ研究会東日本
顧問

