



コラム 地球温暖化対策から見たエネルギー

第3回

地球温暖化にどう取り組むか（最終回）

一般財団法人 電力中央研究所 社会経済研究所

エネルギーシステム分析領域 上席研究員 杉山 大志氏

地球温暖化問題というのは科学、技術から政治まで入り組んだ複雑な問題です。このコラムでは、図をできるだけたくさん紹介して、読者の皆さんが今後議論するための、材料を提供しようと思います。

◆温暖化対策のシナリオ

筆者は、気候変動における政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）という国連機関で、統括執筆責任者として活動してきました。IPCCというのは、世界中の研究者が集まって、地球温暖化問題に関する知見を集約して報告する機関です。

その知見には、そもそも温暖化が起きているかといった「科学的知見」（第1ワーキンググループ、WG1）、温暖化でどのような悪影響が起きているかといった「環境影響評価」（WG2）、そして「温暖化対策」（WG3）の三つの進め方があります。このうち、筆者は「温暖化対策」（WG3）が専門で、そのとりまとめに携わりました。

「温暖化対策」としては、IPCCのシナリオというのがよく引用されます。ただし、よく新聞などで「IPCCは温暖化（気温上昇）を産業革命前に比べて2℃に抑制する」という目標を提言した」と言いますが、これは間違いです。規則で、IPCCは提言を禁止されています。IPCCは2℃に抑制するシナリオについて、その性質をあれこれ述べているだけです。

さて、資料①（71ページ）がそのシナリオを要約した図です。縦軸は世界の温室効果ガス排出量（CO₂と、メタンなど他の温室効果ガスの合計）です。2100年までの四つのシナリオが描いてあります。どのシナリオも、厳密なこととは言えないので、一定の幅を持って示してあります。温暖化対策を何もしなければ、RCP8.5と書いてあり、もっとも高い排出シナリオになります。2℃に抑えるシナリオというのは、RCP2.6と書いてある一番下にあるシナリオです。以下、これを2℃シナリオと呼びます。なお8.5とか2.6と

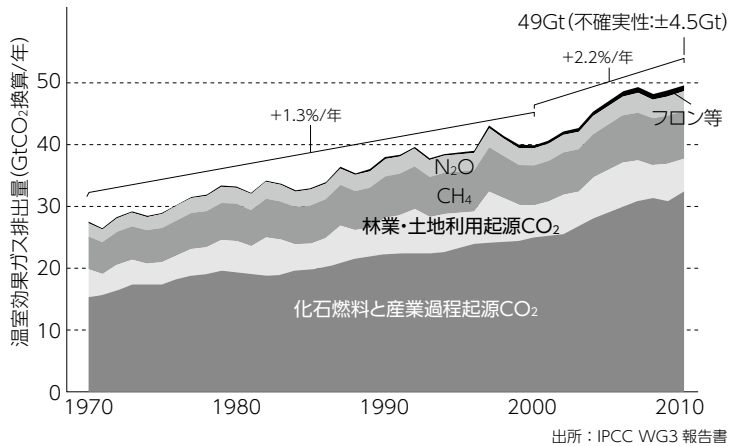


2℃シナリオでは、これまで伸びてきた世界の排出量を、今後減少させることになりました。そして、2050年に世界全体で現在に比べて40%から70%削減、2100年には排出がほとんどゼロになります。

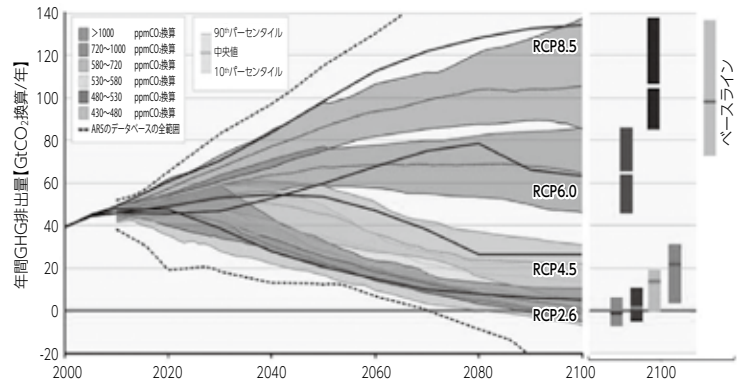
IPCCはこれを「すべき」とも「簡単だ」とも言っています。むしろ、困難なことである(challenge is huge)としています。過去、世界の排出量はずっと増えてきました(資料②)。(これは1997年に開催された京都会議(COP3)後も変わりません。むしろ排

出削減に取り組むこと、および、多くの温暖化対策技術が進歩し普及することである。つまり、国際協調と技術革新の両者が条件となる。

資料② 世界の温室効果ガス排出量の推移



資料① IPCCの温室効果ガス排出シナリオ



http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_wg3_overview_presentation.pdf
出所：IPCC WG3 報告書

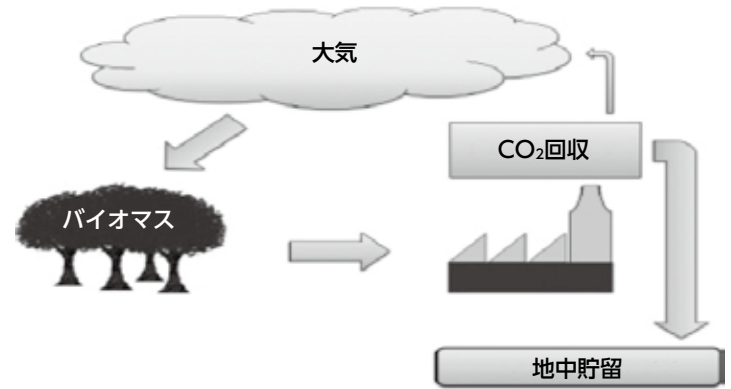
2℃シナリオ骨子は次のとおりです

1. 地球温暖化を産業革命前に比べて2℃以下に抑制することは、おおむね、2050年までに世界全体で2010年時点に比べて40～70%の排出削減を意味する。このとき、再生可能エネルギー(以下再エネ)、原子力、CCS(発電所などから排出されるCO₂を地中に埋める技術、Carbon Capture and Storage)の合計による低排出エネルギー供給は2010年時点の3倍から4倍に達する。
2. このような2℃シナリオが実現するためには、世界の国々が一致協力して排

出るのは、温暖化の強さのことです。



資料③ バイオエネルギーとCCSの組み合わせによる「負の排出」の概念図



出所：Global CCS Institute

出量の伸びは増えています。中国など新興国の伸びが大きいからです。この伸びを逆転させることは容易ではありません。どの国も、経済成長するにはエネルギーを必要とし、エネルギーを使うとCO₂が出るからです。

また、このシナリオは、技術的にも実現可能性が乏しいという意見も多く、筆者もそう思っています。なぜなら、バイオエネルギーとCCSを大量に導入することを想定しているからです（資料③）。植林してバイオエネルギーを作り、それを発電所で燃やして、出てくるCO₂を回収して地中に埋めれば、確かに理屈の上ではエネルギーを使いながら、大気のコ₂を減らすことができます。問題は、これがどの程度の規模でできるかという

ことですが、2℃シナリオでは、これが今日の石油火力や石炭火力なみの発電量の規模で世界中に導入されると想定しています。実際はというと、バイオエネルギーもCCSも、高価な上に、新たな環境問題を引き起こす懸念があります。

2℃抑えるという目標の実現は、いま知られている技術で積み上げて考えると、とても難しい、ということだと思います。

◆温暖化の悪影響

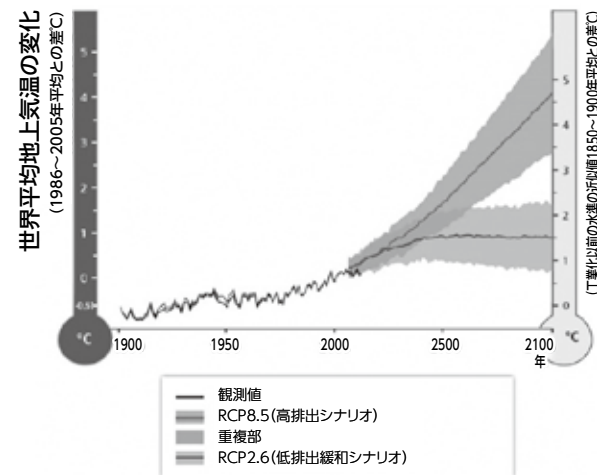
では2℃を超えるような温暖化が起きると、どのような環境影響があるのでしょうか。資料④（75ページ）がIPCC WG2のまとめです。上の図が温度上昇で、なりゆき（RCP8.5）だと2100年までに4℃程度上昇、2℃シナリオだと2℃かそれ以下ぐらいに抑えられるとされています。このときの環境影響評価について下の図でまとめています。温度が上がるとさまざまなリスクが大きいです。

ただし、このリスクは「専門家判断」になっていて、具体的な内容はこの図からは分かりません。そこでその根拠を確認する必要があります。ところが、この根拠というのがいまひとつはつきりしていません。中には、結構乱暴な議論もあります。

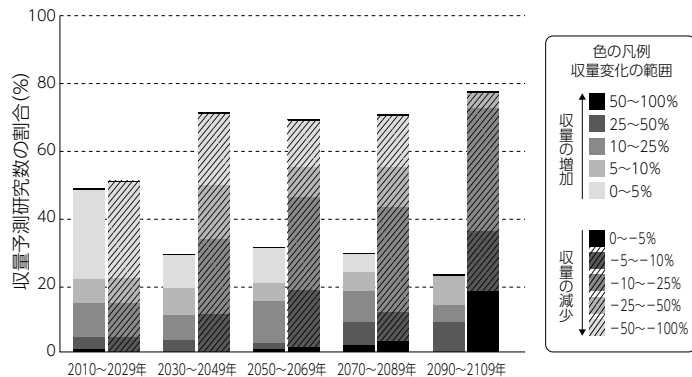


例えば資料⑤は農業への影響を示す、頻繁に引用されるIPCC WG2の「売り」の図なのですが、筆者はどうも腑に落ちません。この図は右に時間がとってあって、悪影響(右棒)が好影響(左棒)よりも年々増えていく、という図になっています。これを根拠にIPCC WG2は、温暖化は悪影響の方が好影響よりも多いし、それが年々悪化していくのだ、とまとめているのですが、これはどうかと思います。というのは、図の縦軸は収量予測の研究数であって、言ってみれば論文の数です。悪影響の論文の数が多いからといって、悪影響が大きいとは結論できないはずで、読者の皆さんも、悪影響について、本当のところはどうなのか、専門家に聞く機会があっ

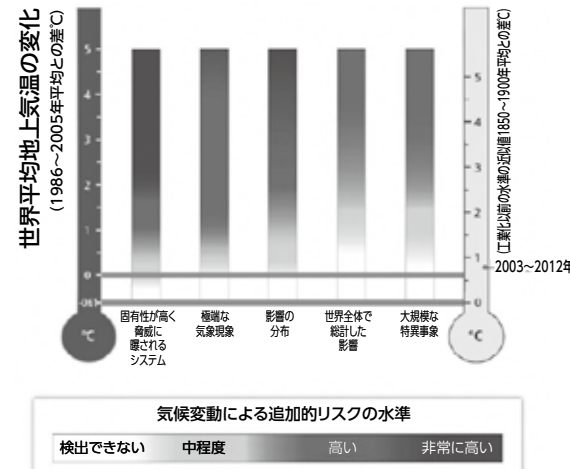
資料④ IPCC WG2による温暖化による悪影響のまとめ



資料⑤ 温暖化による農業影響のまとめ



http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_wg2_spmj.pdf
出所：IPCC WG2 報告書



http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_wg2_spmj.pdf
出所：IPCC WG2報告書



資料⑥ 日米欧の約束草案の比較

	1990年比	2005年比	2013年度比
日本(審議会要綱案) (2030年)	▲18.0%	▲25.4%	▲ <u>26.0%</u>
米国 (2025年)	▲14~16%	▲ <u>26~28%</u>	▲18~21%
EU (2030年)	▲ <u>40%</u>	▲35%	▲24%

◆米国は2005年比の数字を、EUは1990年比の数字を削減目標として提出

出所：日本政府資料

たら、よくよく納得するまで確認してみてください。
 温暖化すると「リスクがある」のは間違いないのですが、「どの程度か」ということは、実はよく分かっているのではないかと筆者はみています。

◆日本の約束草案

さて、今年(2015年)12月にパリで開催されるCOP21では、2025~2030年頃を目標年として、温暖化対策についての国際合意を目指しています。各国は、それぞれができるかという「約束草案」を提出しています。資料⑥がそれをまとめたもので、日本は『2013年度比で2030年までに

△26%の温室効果ガスの削減をする』としています。

日本はこれを実現するために、電力については、△17%という大幅な省エネをしたうえで、再エネ22~24%程度、原子力22~20%程度、LNG27%程度、石炭26%程度という「エネルギーミックス」を達成するとしています。

東日本大震災と福島第一原子力発電所の事故の後、原子力発電所は全て停止し、本稿執筆時点では九州にある川内原子力発電所で1基が稼働しているのみという状態です。しかし、このエネルギーミックスで示された原子力発電量を實現するためには、今後福島県を除く、日本のほとんどの原子力発電所を再稼働することが必要になります。

再エネはCO₂を出さないという点では望ましいのですが、出力が安定せず、またコストがかかるという側面があります。エネルギーミックスの検討においては、特にコストについて議論があり、現在よりも電力コストが上昇しない範囲で、再エネを導入することになりました。つまり、いま原子力発電の停止によって、化石燃料の輸入費用だけコストが高くなっています。原子力が再稼働すればこれは安くなります。再エネによるコスト上昇は、それを相殺する範囲に留めましょう、という考え方です。この再エネ導入によるコスト上昇を是とするか、それとも否として、震災前の水準まで電力コストを下げる

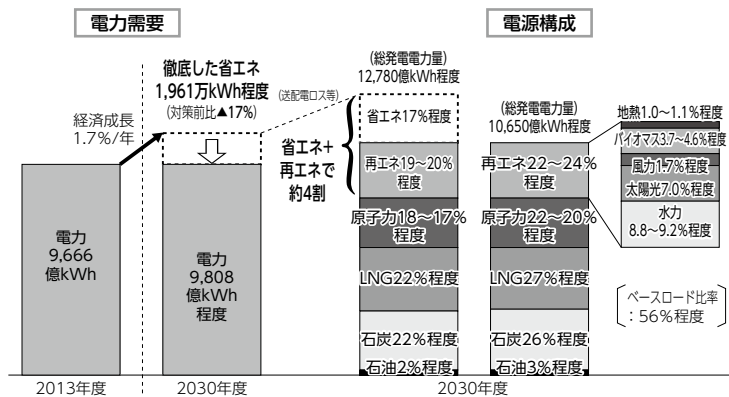


を立てました。しかし、実績はいずれの目標からも大きく乖離してしまいました。震災前の2010年時点で見ると、30%程度も外れています。

震災後、省エネが進みましたが、それも際限なく進められるものとは思えません。特に今回の政府の見通しは、震災後の2013年度を起点にしており、既に相当な省エネ努力が織り込まれたものとなっています。いま△17%と言っているのは、それに更に加えての省エネのことです。

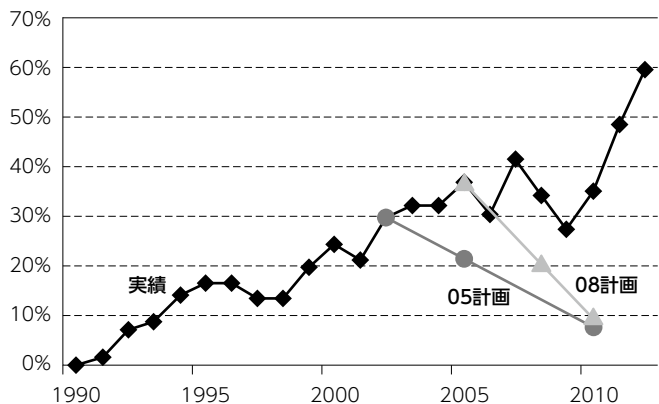
△17%という省エネを、仮に環境税などの形で、電気料金を上げることで実現するとどうなるでしょうか。この試算はまだあまり実施されていませんが、民主党政権時のエネルギー

資料⑦ 日本の約束草案における「エネルギーミックス」



出所：日本政府資料

資料⑧ 家庭部門のCO₂排出量の実績と政府計画



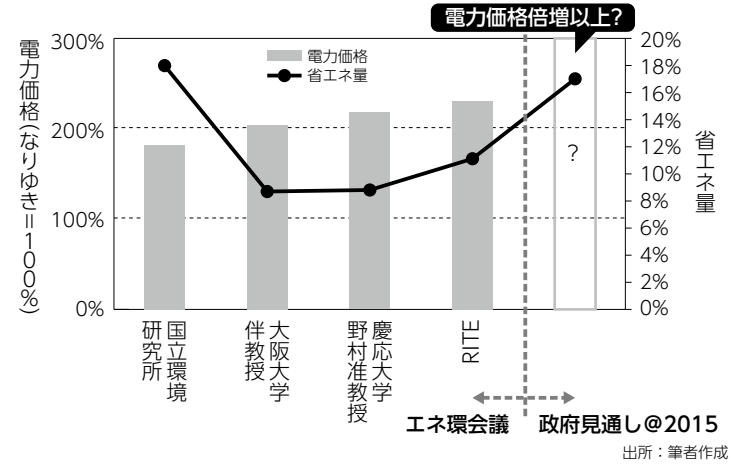
出所：筆者作成

べきか、という点については識者の間でも意見が割れています。

ところで、あまり注目されなかったのですが、電力については、△17%という大幅な省エネが想定されています(資料⑦)。この実現可能性はどうでしょうか。少なくとも、過去を見ると、この手の想定は失敗してきました。資料⑧(80ページ)は家庭部門のCO₂排出量を、1990年を100%として、ここからの上昇比率で示したものです。京都議定書目標達成計画として国の目標が2005年につくられて、2002年を起点として2010年には10%以下にするとしました。その後、2008年に再度計画がつけられ、2005年を起点にしてやはり同じような目標



資料⑨ 電力価格と省エネ量の関係



ギー環境会議における試算が参考になります。資料⑨をみると、電気料金が倍増したときに、省エネ量はだいたい△10%と△17%の間ぐらい、というのが、四つの試算結果の範囲でした。この試算結果を当てはめて推量すると、今後△17%という省エネを実現するためには、やはり電気料金は「倍増かそれ以上」になるのではないかと、という予想がつかえます。これは、あまり世間で議論されていないことですが、重要な視点だと思います。

省エネというと「エネルギーの節約だから損をしないはず」という意見もあります。これは、正しい場合もありますが、そうでない場合もあります。政府の補助金事業を調べると、確かに得になるような省エネもあつたの

ですが、中には失敗もありました。家電エコポイント制度は、8000億円もの巨額の政府補助金を使いましたが、CO₂削減の効果はほとんどなかったと見られています。

省エネとなると、とかく「やるべきだ」という精神論になったり、あるいは「得するはず」と思い込んだりしがちですが、かけた費用に見合うだけのCO₂削減の効果があるかどうかは、一つ一つ見極めていく必要があるようです。

◆米国の約束草案

米国は『2025年までに△26%～△28%の温室効果ガス削減』という約束草案を掲げています(資料⑥・77ページ)。その中で目玉になっているのは、発電部門からのCO₂削減です。資料⑩(83ページ)は米国政府の試算による見通しを示したものです。2012年と比較して、2020年、2030年において、発電量の構成がどう変わるかを示しています。「CPP」と書いた棒がクリーン発電計画(Clean Power Plan)という政府規制が導入された場合、「CPPなし」の棒はそれが導入されない場合です。

なお、この規制は2022年からの開始を予定していますが、来年末の大統領選で、現政権の民主党ではなく、共和党候補が勝った場合などには、規制内容の大幅な緩和もあり

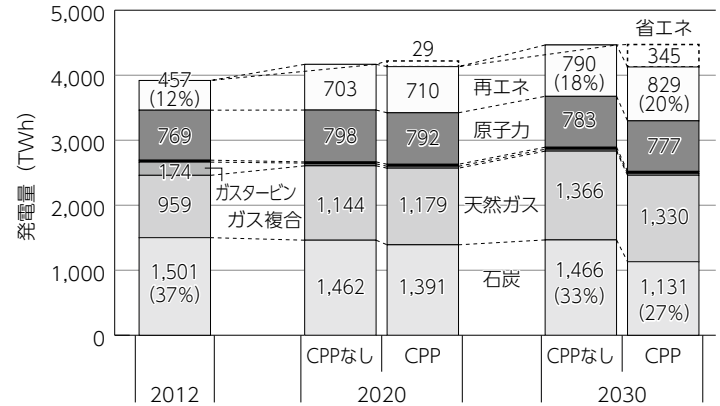


えていくことから想像できます。

なぜ米国で天然ガス価格が安くなったかという点、シェールガスという非在来型の天然ガスの採掘技術の開発に成功したからです。シェールガスは、まもなく米国の天然ガス生産の半分に達しようとしています（資料⑩）。これによって、米国では日本や欧州に比べて天然ガスが劇的に安くなりました（資料⑫・85ページ）。また石油の採掘技術も進んだので、かつて7割まで下がったエネルギー自給率が9割にまで回復しました。

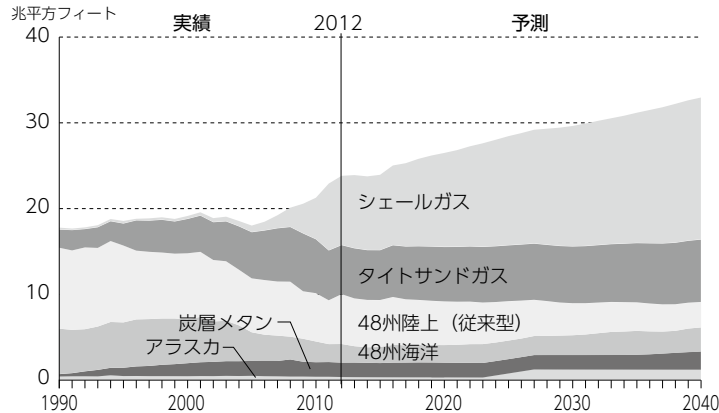
日本も、もし仮に天然ガスが米国並みに安く国内で手に入るなら、誰もがそれを使うことに賛成するでしょう。しかし現状では、価格差があまりにも大きいので、温暖化対策の

資料⑩ 米国の発電電力量構成の見通し



EPA, Regulatory Impact Analysis (2015.8)
出所：米国政府資料を基に電力中央研究所作成

資料⑪ 米国における天然ガス供給量の構成



出所：U.S. EIA, Annual Energy Outlook 2013をもとに筆者作成

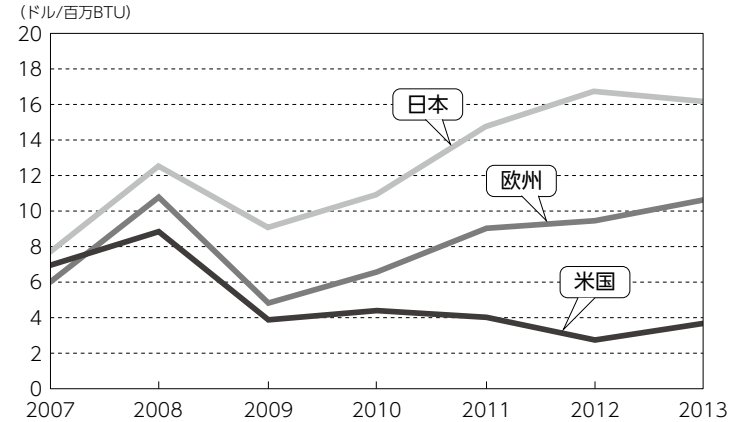
得ます。

さて、この政府試算では、規制導入による電気料金の上昇幅も計算されていますが、それは2030年においてわずか0.01%〜0.8%としています。なぜ、こんなに安いのでしょうか。

実は、米国では、天然ガス発電の発電コストがとても安く石炭火力発電とほぼ互角か、むしろ安くなっているのです。したがって、規制の導入によって、さらに天然ガス火力の比率を上げて、石炭火力発電の比率を減らしても、発電コストはあまり高くないようです。このことは、資料⑩で、CO₂規制を入れない「CPPなし」の場合においても、天然ガス火力の比率が時間とともに自然に増



資料⑫ 日米欧の天然ガス価格比較



出所：IMF Primary Commodity Prices に基づき筆者作成。

ために天然ガスを増やすと、そのコスト負担を覚悟しないといけない状態です。

米国は、規制を入れるからCO₂が減るというのではなく、むしろ、技術開発に成功して天然ガスがとて安くなったので規制を入れることができるようになった、というのが実態だと思います。

日本も、いたずらに規制強化を急いでもコスト増加を招くなど限界がありそうなので、米国に見習って、まずは温暖化対策のコストを下げる取り組みを行うことで、CO₂を削減しやすくすることがより重要かもしれません。温暖化対策のコストを下げるためには、米国のように技術開発に取り組む方法があります。これには、化石燃料の採掘技術だけでは

なく、多様な技術があります。LEDやエコキュートはよい成功例といえるでしょう。また、既存の技術を安く使う方法もあります。

例えば米国の技術を用いて安い天然ガスを開発して買い付けるといったような、資源開発の面での工夫もありますし、原子力発電の安全性を高めて信頼を得ていくことも、温暖化対策のコストを下げることになります。

◆おわりに

以上、さまざまな角度から温暖化問題を切り取ってみました。これから日本はどうしたら良いか、皆さまが考える参考になれば幸いです。なお、さらに詳しく知りたい方は、拙著「地球温暖化とのつきあいかた」(ウェッジ社)をご覧くださいありがとうございます。

以上



講師略歴

●杉山 大志

(すぎやま たいし)



一般財団法人 電力中央研究所 社会経済研究所
エネルギーシステム分析領域
上席研究員

1991年 東京大学 理学部物理学科卒業
1993年 東京大学大学院 工学研究科物理工学修士了
1993年 (財) 電力中央研究所入所
1995年～1997年 国際応用システム解析研究所 (I I A S A) 研究員
2002年～2004年 国際学術会議 地球環境の制度的側面 科学執行委員
2002年 京都議定書CDM理事会 小規模CDMパネル委員
2003年～産業構造審議会環境部会地球環境小委員会
将来枠組み専門委員会委員
2004年～I P C C第四次評価報告書 第三部会 主著者
2005年～I P C C第四次評価報告書 統合報告書 主著者
(I P C Cは2007年ノーベル平和賞受賞)
2005年～産業構造審議会環境部会地球環境小委員会
市場メカニズム専門委員会委員
2010年～I P C C第五次評価報告書 第三部会 総括執筆責任者
2012年～科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
環境エネルギー科学技術委員会 専門委員
2013年～産業構造審議会環境部会地球環境小委員会 委員
2015年～総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会
省エネルギー小委員会工場等判断基準ワーキンググループ
臨時委員
現在に至る