

目 次

－ 講演記録 －

「気候変動と私たちの暮らし、地球、そして未来・・・」

1. 地球温暖化問題の最新情報 ～IPCC 第5次報告を受けて～
独立行政法人国立環境研究所 理事 原澤 英夫6
2. トークセッション
「気候変動と私たちの暮らし、地球、そして未来・・・」 19
 スピーカー 独立行政法人国立環境研究所 理事 原澤 英夫
 三重大学 名誉教授 伊藤 達雄
 コーディネーター 中部大学中部高等学術研究所 副所長 福井 弘道

ちょっとブレイクー身近な自然を楽しむ

釣り人からの水辺だよりー春「琵琶湖の小アユ釣り」

釣り人 工藤 秀和 32

－ 講演記録 －

温暖化防止活動を改めて考える ～環境文化の普及に向けて～

中部大学中部高等学術研究所 原 理史 34

〔講演会〕

主催 一般社団法人環境創造研究センター
(愛知県地球温暖化防止活動推進センター)

平成 26 年 12 月 4 日 (水) 13 : 30 ~ 16 : 30

名古屋都市センター14 階 特別会議室

1) 基調講演

演題 「地球温暖化問題の最新情報
～IPCC 第5次報告を受けて～」

講師 独立行政法人国立環境研究所 原澤 英夫

2) トークセッション

「気候変動と私たちの暮らし、地球、未来・・・」

スピーカー 独立行政法人国立環境研究所
原澤 英夫
三重大学 伊藤 達雄

コーディネーター 中部大学中部高等学術研究所
福井 弘道

〔講演会〕

主催 一般社団法人環境創造研究センター
(愛知県地球温暖化防止活動推進センター)

平成 27 年 1 月 30 日 (金) 14 : 00 ~ 15 : 00

ウインクあいち 9 階 小会議室 908

演題 「温暖化防止活動を改めて考える
～環境文化の普及に向けて」

講師 中部大学中部高等学術研究所 原 理史

〔講演記録〕

地球温暖化問題の最新情報
～ IPCC 第 5 次報告を受けて～

独立行政法人 国立環境研究所 理事 原澤 英夫

ただいまご紹介いただきました原澤と申します。よろしくお願い申し上げます。温暖化の話は冬よりも暑い時期に聞いていただいた方が一層説得力がありそうですが、IPCC の第 5 次報告書がまとまった直後ですので、今日はそのあたりの最新の情報も含めてお話ししたいと思います。

地球温暖化問題の最新情報
～IPCC第5次報告を受けて～

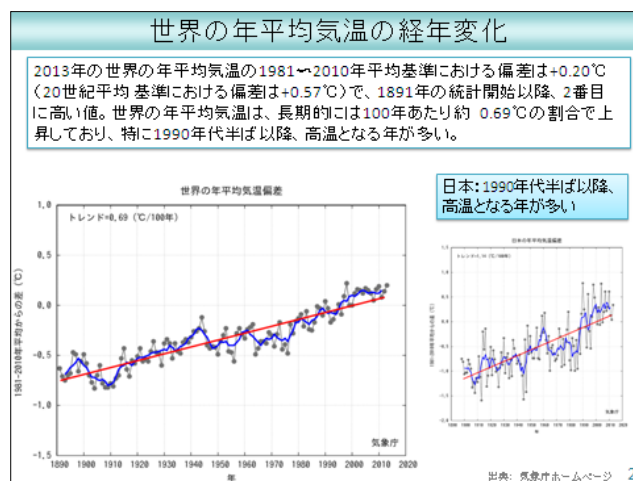
原澤英夫(国立環境研究所)

内容

- ・進む地球温暖化
- ・IPCC第5次報告書(AR5)
- ・地球温暖化の影響と適応
- ・地球温暖化の緩和策

地球温暖化の研究は、すでに 25 年ほど行われておりますので非常に多くの知見があり、報告書も 1,000 ページを超える非常に分厚いものがあります。そこで、今日はその要約をお話しします。最初に、進行しつつある地球温暖化が今どうなっているのかについてお話ししまして、その後、IPCC の第 5 次報告書についてお話しします。IPCC の活動もぜひ知っていただきたいので、そういったスライドも用意しています。また、私はここ 10 年くらい、地球温暖化の影響と適応について研究しておりますので、そのご紹介をさせていただきます。最後に、そうした研究の中から、我々は温暖化に対してどうしていったらいいのか、わが国の動向も含めて、緩和策、すなわち、いわゆる CO₂ の削減策についてお話ししたいと思います。

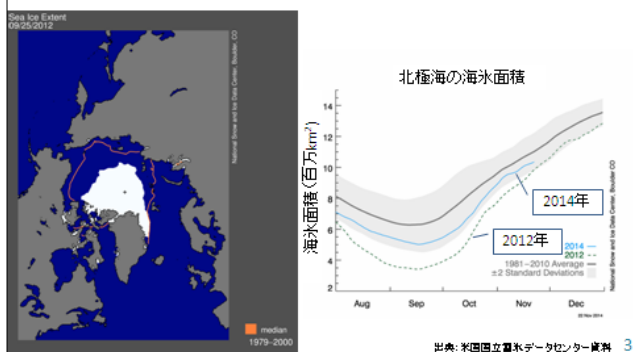
1. 進む地球温暖化



最初に、世界の年平均気温の経年変化についてです。これは、気象庁がとりまとめてホームページに出しているものです。この図を見ていただくと、平均気温は確実に上がってきていることがわかります。100年でだいたい0.7℃くらい上がっています。ところが、90年代の後半くらいから気温が安定化する傾向がみられ、IPCC でも非常に問題になりました。これに対して温暖化は止まったのではないかと、熱が海に取り込まれたのではないかとといった議論もあります。これはまだ完全に解明できていませんが、気候学者はまたすぐに上がってくるだろうと言っています。日本について見ると、日本は中緯度にあるため世界の平均気温の上昇と比べて少し傾きが大きい、つまり、気温上昇が大きくなっています。こういった情報も気候モデルのグループ、あるいは気象のグループが常にモニタリングをしながら確認をしています。

進む地球温暖化 北極海の海水

北極の海氷は2012年9月16日に面積が最小となった。これまで2007年が最小であったが、3.41百万km²と衛星データが取られるようになって以降、最小の値となった。



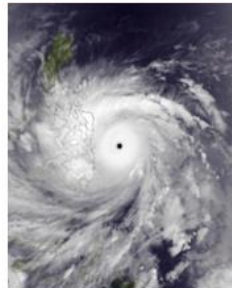
気温が上昇しますと、まず氷が解けます。このスライドは北極の9月頃の様子を示したもので、図の白い部分が氷で、その周りは解けて海になっているところです。北極海の海氷についてはデータをしっかりとっておりまして、これまでのデータを見ると、平均的には9月に海氷面積が一番小さくなり、その後また海が氷に覆われるのですが、2012年に海氷が最小になったと記録されています。今年は少し持ち直しているのですが、北極海の海氷は解け始めていることがわかっています。

北極海に氷があると太陽の光はそれに反射しますから、温暖化を少し止めるような効果があるのですが、その氷が解けていますので熱を吸収するようになっています。これも温暖化を進めるひとつの現象として捉えることができます。一方、温暖化は人間の世界に対して、こうした悪い影響ばかりが指摘されますが、氷が解けてなくなると北極海を船で通れるようになり航路が短くなるということであり、IPCCの報告書にはそれも記載されています。

ハリケーン・カトリーナ、台風30号

ハリケーン・カトリーナ(2005年8月末上陸)は上陸直前、中心気圧902ヘクトパスカル、最大風速約75メートル、最大瞬間風速約90メートルを記録。風速25メートル以上の暴風域は半径約220キロに及んだ。

台風30号(ハイエン、2013年11月)がフィリピン・レイテ島に上陸。中心気圧895ヘクトパスカル、死者6,340(推定)、行方不明者1,061(推定)、損害は28.66百万ドルに及んだ(2013 USD)。



出典: National Climate Data Centerなど

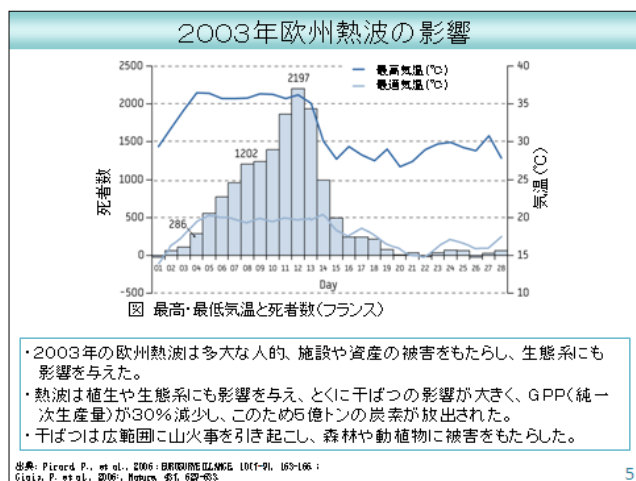
4

このスライドの左側はハリケーン・カトリーナの画像です。ハリケーン・カトリーナは2005年8月ですから、今から10年くらい前になりますが、これも温暖化の影響に関わる研究者を驚かせました。これだけ巨大なハリケーンが発生し上陸したことによって、アメリカはかなりの被害を受けました。現在でもまだ完全に復旧していないところもありまして、社会や人間の生活への影響はその時だけではなく、その後もかなり長く続くという例です。

ハリケーン・カトリーナは、アメリカに上陸する直前の中心気圧が902ヘクトパスカルでした。通常気圧はだいたい1000ヘクトパスカルですから、100ヘクトパスカルくらい気圧が下がっています。気圧が1ヘクトパスカル下がりますと、海面を1cm吸い上げる力があるとされていますから、100ヘクトパスカル下がると海面がだいたい1m上がることになります。将来予想される温暖化による海面上昇を考えると、こうした巨大なハリケーンが発生すると相当な被害が沿岸部に起きることが想定されます。気圧の低さはハリケーンの強さを表しているのですが、ハリケーン・カトリーナの最大風速は約75m、最大瞬間風速は約90mでした。風が非常に大きな影響をもたらすことは昨今の日本における暴風雨等の影響からおわかりだと思います。

スライドの右側は、去年ワルシャワで開催されたCOP19の直前にフィリピンのレイテ島を襲った台風30号(ハイエン)の画像です。この台風の中心気圧は895ヘクトパスカルでしたから、通常より100ヘクトパスカル以上低い巨大台風であり、行方不明者や死者が相当数出たことは報道等でご存じではないかと思います。また、フィリピンの代表がCOP19で、台風の巨大化は温暖化の影響であることを涙ながらに訴えたことも記憶に新しいと思います。

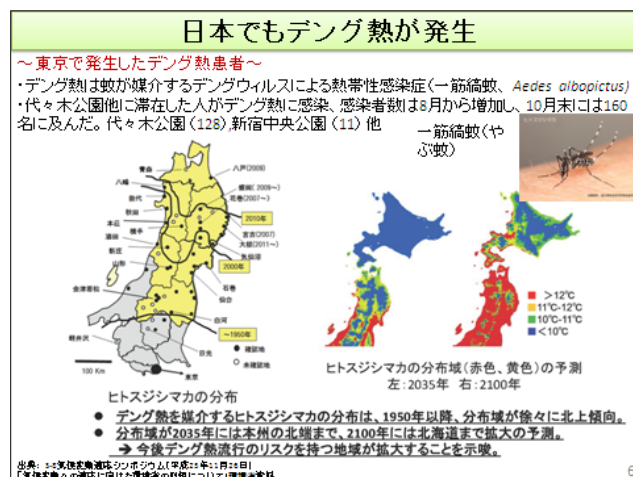
研究者はこういった非常に強い台風を再現しようと試みています。これだけ巨大な台風を再現することはなかなかできないのですが、再現できるようになれば、例えば、そのような台風が日本に来た時にどういった影響があるのかがわかるようになります。こういった自然現象の再現の研究も進んでいます。



私がショックを受けた温暖化の影響のひとつが、2003年にヨーロッパを襲った熱波です。このグラフは、その時のフランスにおける8月の日別死者数を示したものです。最悪2,197人の方が亡くなった日もあります。通常、ヨーロッパの夏は比較的過ごしやすいため、各家庭にクーラーや扇風機はほとんどありません。そういう状況で熱波が起きました。グラフを見ると、最高気温が35°Cを超えて一週間たったあたりから日に日に死者数が増えて最高で2,197人になり、その後、気温が下がり死者数は減っています。イギリスやドイツなど、ヨーロッパ各国では早くから温暖化の研究を始めておりまして、どんな影響が起きるのか、そしてそれが起きた時、社会や人間はどうしたらいいのかという、いわゆる適応策を早くから検討していた国が多いのですが、そのヨーロッパでこういうことが起きたことは温暖化の研究をしている者にとっても想定外でした。また、温暖化が進むと、都市部で熱中症の患者が増えるだけでなく、乾燥しますから森林の火災が発生し、生態系への影響もあります。我々はよく熱波の問題を口にしますが、その影響は都市、人間だけではなく、生態系をはじめ、間接的にいろいろな分野に及びます。

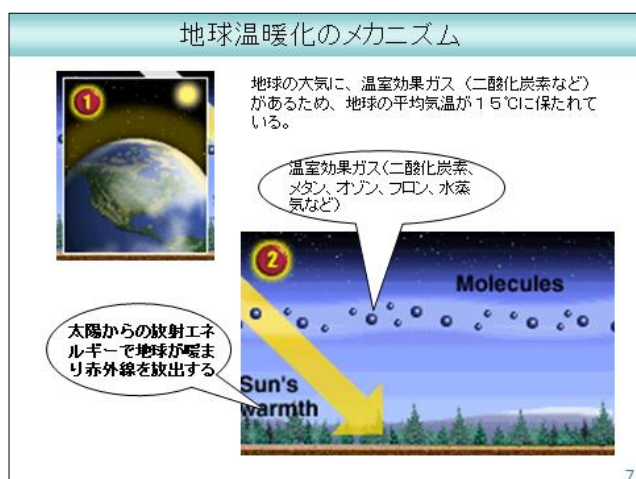
今ご紹介したのはフランスの例ですが、ヨーロッパ全体が同じような影響を受けていますので、2～3年後に出された報告には死者数が65,000人あるいは70,000人という数字があります。これは温暖化による影響として予想されていることが今まさに起きているということでもあります。その後、ヨーロッパでは、熱波に対する対策、すなわち適応策を早速打っていま

す。一方、2010年にはロシアを熱波が襲いまして、ここでも多くの方が亡くなっております。この年は日本も夏が非常に暑く、1,700人の方が亡くなっていて、他人事ではないという状況があります。

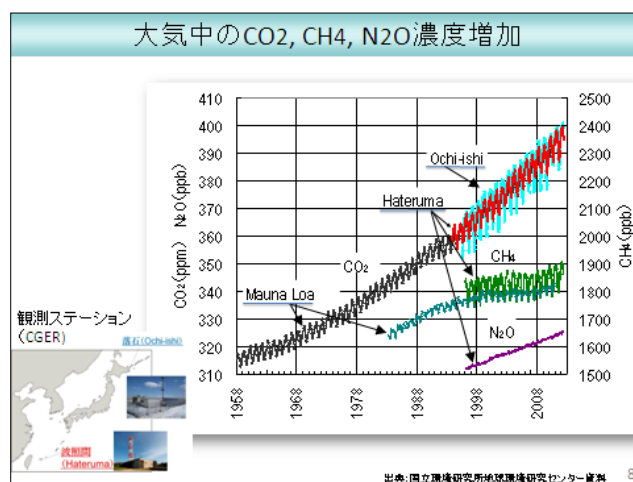


は北海道を含めた地域で発生する可能性もあるということです。蚊はせいぜい数 100m くらいしか移動できないのでデング熱はそんなに大きく広がることはないだろうと当初は言われていたのですが、今回の流行を見ますと、風で飛ばされることによって活動範囲が予想外に広がったのではないかと思います。今回起きた事例の記録をしっかりとって、今後の研究に生かすことが重要だと思います。

今年は温暖化の影響として、大雨やデング熱などがありました。熱中症は 9 月に入って涼しくなったため、あまり大きな影響はなかったようですが、温暖化の影響は将来かなり深刻になる可能性があると考えられます。



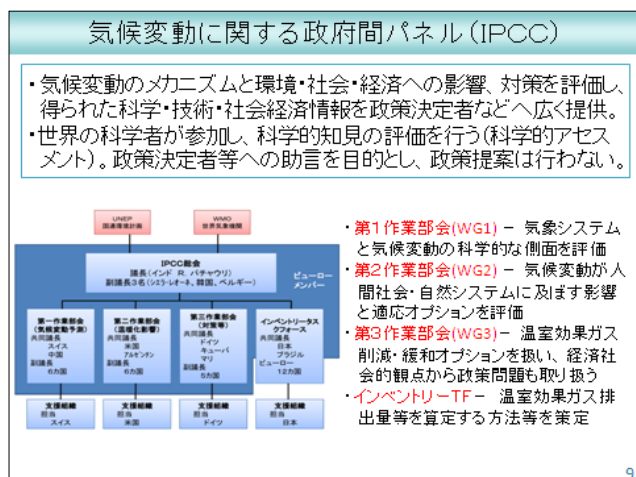
地球温暖化のメカニズムについては、おそらく皆さんご存じだと思います。地球は大気中に二酸化炭素やメタン、フロン、水蒸気といった温室効果ガスがあるおかげで、平均気温が 15℃くらいというたいへんいい環境に保たれてきました。ところが、人間が化石燃料を使ったことによって大気中に CO_2 がどんどん排出され、これまで布団 1 枚だったものが布団 2 枚のような状態になり、熱がこもり温かくなったということです。本来、 CO_2 は地球をしっかり暖めてくれる「善玉」なのですが、これが多すぎるがゆえに温暖化が起き、人間にいろいろな影響を及ぼし始めているということです。



では、実際にどれくらい CO_2 が増えているのでしょうか。国立環境研究所では、北海道の釧路近くにある落石と沖縄の波照間島で大気中の物質を測っています。落石も波照間も人気のないところなので、ほぼ自然に近い状態で測っています。上のグラフを見ていただくと、大気中の CO_2 がどんどん増えていることがわかるとと思います。

CO_2 の測定は 1958 年にハワイのマウナロアで始められました。研究者はマウナロアにおける CO_2 は 315ppm くらいであると発表したのですが、大気中の CO_2 濃度が上がっているはずはないというのが当時の科学的な知見でした。しかし、モニタリングのデータが積み重なってきますと、確かに上がってきており、その原因はどうも人間の出した CO_2 が大気中にたまり始めていることだとわかりました。現在、 CO_2 は一年にだいたい 2.5ppm くらいの速度で増えていまして、国立環境研究所の昨年 6 月頃の測定値では 400ppm を超えています。これに対して、メタン (CH_4) はいったん横ばいになってまた上がるといった変化になっています。また、一酸化二窒素 (N_2O) は確実に上がってきています。これらの温室効果ガスが増えれば、地球を暖める力がどんどん大きくなることになります。

2. IPCC 第 5 次報告書



温暖化の問題は比較的新しい環境問題でありまして、その研究はたかだか 25 年くらいの歴史しかありません。研究者が世界的に温暖化の問題があると指摘し、国際的にその問題を捉えるための「気候変動に関する政府間パネル (IPCC)」を組織して報告書を出してきたという経緯があります。IPCC には 3 つの作業部会 (WG) がありまして、第 1 作業部会 (WG1) は温暖化の科学を扱うグループ、第 2 作業部会 (WG2) は温暖化の影響・適応を扱うグループ、第 3 作業部会 (WG3) は温暖化をどうやって止めていくかという対策、すなわち緩和策を扱うグループで、それぞれが報告書を出しています。これに対して、11 月に出された報告書はこれら 3 つの作業部会の報告書を取りまとめた統合報告書で、合計 4 冊の報告書が出されています。

IPCC の仕組みについてふれますと、温暖化は科学の問題ですから、本来報告書は科学者がとりまとめて発表すればすむわけですが、対策については、科学的な仕組みを踏まえて何をしていくのか、あるいは何をやらなくてはいけないのかについて、各国の政策決定者が参加し、科学者と一緒になって議論しながら作っていることが特徴だと言えます。CO₂ を多く排出している新興国の担当者、あるいは石油産出国の担当者、森林を資源としている国の担当者など、種々の各国の政策担当者が参加していますから、利害関係が錯綜するなかで科学に関する議論がなされるわけです。温暖化という国際的な問題に対して、科学者と政策担当者の対話をもって報告書が作成されるという IPCC のやり方は、国連の機関からも注目されています。

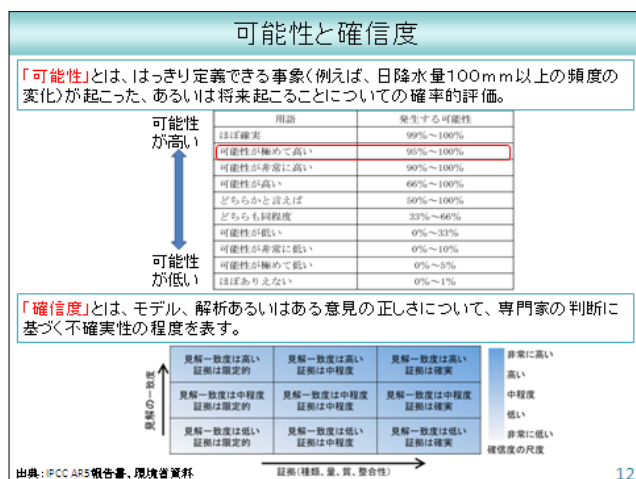
IPCC 第5次評価報告書 (AR5)	
○IPCC AR5の審議・公表	
2013年 9月23～26日	WG1 科学(ストックホルム)
2014年 3月25～29日	WG2 影響・適応・脆弱性(横浜)
2014年 4月 7～11日	WG3 緩和(ベルリン)
2014年10月27～31日	統合報告書(コペンハーゲン)
○報告書の構成	
政策決定者向け要約(SPM: Summary for Policymakers)	
技術要約(TS: Technical Summary)	
本文(WG2の場合は、30章構成)	

10

今回発表された報告書は、第 5 次報告書であり、IPCC の 5 番目の報告書になります。昨年の 9 月から、第 1 作業部会、第 2 作業部会、第 3 作業部会の報告書が順次出され、その後、総会が 10 月 27 日から 31 日に開催され、11 月 2 日に統合報告書の公表が世界同時に行われました。なぜこの時期に最後の報告書が出されたかということ、12 月 1 日からリマで開催される COP20 において統合報告書を使ってもらおうという趣旨で、その直前に発表するという戦略的なスケジュールになっていたということです。各作業部会の報告書は 1,000 ページを超える分厚いものですが、Web サイトから簡単にダウンロードできるようになっています。しかし、その分厚い報告書ではなかなかエッセンスがわからないということで、政策決定者に読んでもらう目的で、政策決定者向け要約 (SPM: Summary for Policymaker) をそれぞれつけています。SPM は各部会ともに 30 ページくらいのものですが、IPCC では一行ずつ検討するという長いプロセスを経て作成しています。その他に、50 ページくらいにまとめた、もう少し詳しい内容の技術要約 (TS: Technical Summary) があります。先ほどご紹介した各部会の報告書 (本文) は、それぞれの作業部会で章立てが異なりますが、例えば、影響を扱う第 2 作業部会の報告書は 30 章構成になっていて、見たい章を探して読みこむといろいろなことがわかるようになっています。

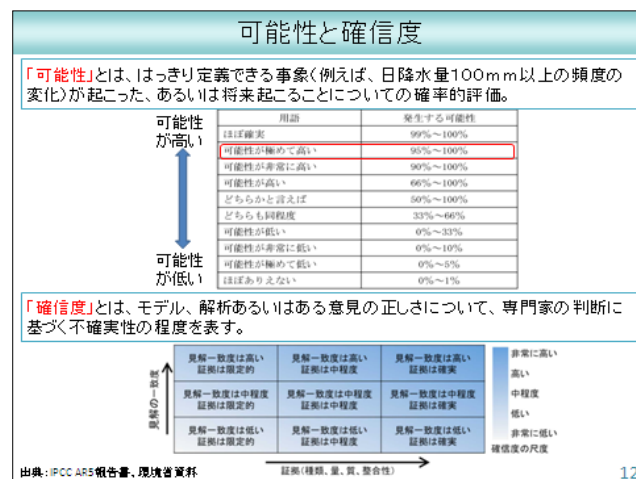


報告書の執筆は世界各国の科学者が担当しています。このスライドは各作業部会の執筆者数をまとめた表になりますが、3つの作業部会は、各々だいたい230人～300人の科学者が報告書づくりに関わっています。国の数では、それぞれ39カ国、70カ国、58カ国となっておりまして、先進国からも途上国からも参加しています。日本人は、第1作業部会が10人、第2作業部会が11人、第3作業部会が9人ですから、計30人が参加しています。経済力のある国からはもっとたくさんの研究者が入り込んでもいいのではないかと考えておりまして、第6次報告書作成時には日本の若手の研究者にどんどん入り込んでいってもらいたいと思っております。

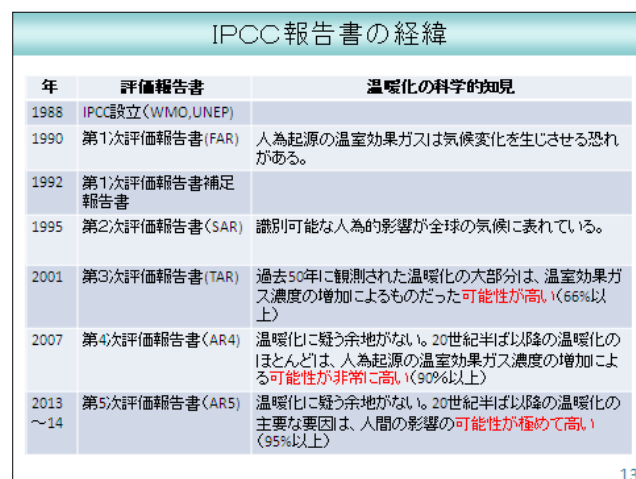


IPCC はこれまで25年に渡って温暖化の科学の進展をサポートしてきたのですが、そこでいつも問題になるのは温暖化しているかどうかという不確実性をどうやって表現するかという問題です。最初は温暖化の原因が何なのかよくわからず、やがて人間の出したCO₂が原因であることが徐々にわかり始めたのです

が、それでも原因が100%確実にはわかるということはありません。IPCCでは、証拠が積み重なることでだんだん確実だと言えるようになりますから、報告書に記載している内容がどれだけ確からしいかを「可能性」と「確信度」という2つの指標を使って表現しています。そのため、一般の報告書と違って少し読みづらいところがありますが、それがIPCCの報告書の特徴でもあります。



例えば、最新の知見には「可能性が極めて高い」という表現が出ていますが、それは確率で言うのだいたい95%以上です。いろいろな科学的知見が集まってほぼ95%は確からしいと言えるようになってきたということであり、温暖化の科学では「可能性」という言葉で示しています。一方、温暖化の影響に関してはなかなかそこまで科学的な知見が揃っていないため、いろいろなモデルの研究や解析の研究、あるいは専門家の意見を総合的に勘案して、不確実性の程度を示そうということであり、「確信度」という言葉を使っているのが特徴です。



IPCC は 1988 年に設立されまして、2 年後の 1990 に最初の報告書が出されております。この時点では、「人為起源の温室効果ガスは気候変化を生じさせる恐れがある」と書かれています。また、科学的知見がまだ少なくよくわからない部分があり、「10 年たってもなかなかこの問題はよくわからないだろう」とも書かれています。第 2 次報告書では「識別可能な人為的影響が全球の気候に表れている」と書かれています。第 3 次報告書が出されたのは今から 10 年以上前の 2001 年になりますが、「過去 50 年に観測された温暖化の大部分は、温室効果ガス濃度の増加によるものだった可能性が高い」という表現になっています。「可能性が高い」というのは、だいたい 66% くらいになります。さらに、第 4 次報告書では「可能性が非常に高い」となっており、これは 90% 以上です。科学的な知見がだんだんと積み重なって、温暖化の原因が人為的なものであることの確からしさが科学的にも増し、第 5 次報告書では 95% 以上となっています。温暖化やその原因について、まだ疑問に思っている方はいるかとは思いますが、世界の科学者の見解として、95% の確率で今の温暖化は人間によるということがわかっています。

RCPシナリオ			
RCPシナリオとは、AR5の気候モデル予測で用いられる温室効果ガスの代表的な濃度の仮定(シナリオ)を指す。			
• RCP2.6、4.5、6.0、8.5と4つのシナリオが用意されている。数値が大きくなるほど2100年時点での放射強制力が大きい。 • RCP2.6シナリオ: 2.6 W/m²、低排出緩和シナリオ • RCP4.5 & RCP6.0シナリオ: 4.5及び6.0 W/m²、安定化シナリオ • RCP8.5シナリオ: 8.5W/m²、高排出シナリオ			
1986～2005年を基準とした21世紀末の世界平均地上気温の予測			
シナリオ名称	温暖化対策	平均(°C)	「可能性が高い」予測幅(°C)
RCP8.5	対策なし	+3.7	+2.6～+4.8
RCP6.0	少	+2.2	+1.4～+3.1
RCP4.5	中	+1.8	+1.1～+2.6
RCP2.6	最大	+1.0	+0.3～+1.7

次は、具体的にどんなことわかってきているかについてです。IPCC では、将来どういう世界になっているかを想定しないと将来の気温上昇の計算ができないということで、第 5 次報告書では新しい将来のシナリオを作り、世界中の研究者が同じ条件で計算して比較をしています。新聞にも「RCP シナリオ」という言葉が時々出てきますが、「RCP2.6」、「RCP4.5」、

「RCP6.0」、「RCP8.5」という 4 つのシナリオが用意されています。「RCP2.6」は、いろいろな対策を行って 2100 年の気温上昇が 2°C 以下になると仮定したシナリオです。一方、「RCP8.5」は、対策を何もしないというシナリオで、2100 年に気温上昇が 4°C くらいになってしまうというものです。このような 4 つのシナリオを想定して、将来の気候を推定しています。

現在、いろいろな国のいろいろな研究所が気候モデルの研究をしていますので、20～30 くらいの結果をまとめて、それぞれ何度になるかを計算したのがこの表になります。例えば、温暖化対策を何もしないという「RCP8.5」のシナリオを見ると、いろいろなモデルを使っているので幅がありますけれども、世界平均地上気温の予測は +2.6°C～+4.8°C となっています。新聞に最大で +4.8°C とよく書かれています。それはこの値を使っています。ただ、今お話ししたようにモデルがたくさんありますので、モデルによっては +2.6°C という数値になっています。これらの平均で言うと +3.7°C ですから +4°C 弱です。一方、「RCP2.6」は、温暖化の対策を世界中で最大限行った時にどうなるかというものであり、+0.3°C～+1.7°C、平均で +1.0°C とされています。この予測は 1986 年から 2005 年を基準にして何度上がるかという数値ですが、1986 年までにすでに 0.61°C 上がっていますから、0.61°C 下駄をはかせなくてはならないということであり、最大限温暖化の対策をとった場合は、1.0+0.61°C となり、+1.6°C くらいで抑えることができることになります。これは今 COP で議論している 2°C 未満に抑えることができる可能性が高いということになります。

IPCC は「こうした方がいい」とは言いません。いろいろな条件を想定し、それぞれどういう状況になるかを提示しています。「RCP8.5」のように何も対策をしない場合は 4°C くらい上がってしまう、一方、最大限温暖化の対策をすれば 2°C 以下に抑えられるという情報を COP に出して、それをもとに議論をしてくださいという立場です。この 2°C というのは非常に難しい問題をはらんでいまして、IPCC はそれを考える際の基礎的な情報を提供しているということです。

WG1 AR5(科学)の主要ポイント

- 20世紀半ば以降の世界平均気温上昇は、**人為起源の要因による可能性が極めて高い**（95%以上）。
- 温室効果ガス濃度・世界平均気温・海面水位**は20世紀に急激に上昇した。また、海水の温度が上昇しており、**酸性化**が進行している。
 - ・陸水（グリーンランドなど）は減少傾向、北極海の氷は激減。
 - ・海面は1901～2010年で19cm上昇。
 - ・大気中の二酸化炭素濃度は、現在、過去80万年間での最高値。
- 温度上昇の予測は、RCP4.5のシナリオによれば2100年で、現時点から1.1～2.6℃（1.8℃）、RCP8.5：**2.6～4.8℃（3.7℃）**。予測される気温に幅があるのは、多くの気候モデルの予測結果が考慮され、不確実性の幅が示されているためである。
- 陸域の**強い降水**現象の回数は、減少している地域よりも増加している地域の方が多い可能性が高い。
- 1870年以降の積算CO2排出量と、1861～1880年からの温度上昇は、ほぼ直線関係（気温上昇上限から黒積排出上限が決まる）。

出典：IPOC NGI ARS組合書

16

第1作業部会(WG1)の1,000ページに及ぶ分厚い報告書の中から、主要なポイントを5つにまとめました。簡単にご紹介しますと、1つ目は、先ほどご紹介したように、世界平均気温の上昇は人為起源による影響の可能性が95%以上と極めて高いということです。2つ目は、温室効果ガス濃度、世界平均気温、海水面水位は20世紀に急激に上昇しているということです。海水の場合、水温が上がるだけでなく、CO₂が溶け込んでpHが下がり酸性化が進行するということであり、これも科学的に観測されています。グリーンランドの氷が解けたり、北極海の氷が激減したり、海面が1901～2010年で19cm上昇していることも観測値からわかっています。大気中のCO₂濃度は400ppmを超えています。これは過去80年間で比較しても最高の値を示しています。3つ目としては、温度上昇の予測が示されており、このスライドでは「RCP4.5」と「RCP8.5」の値を紹介しています。4つ目は、陸域の強い降水、すなわち大雨は減少している地域よりも増加している地域の方が多いということです。5つ目として、CO₂排出量と気温の上昇はほぼ直線関係にあると指摘しています。これは結構大きな知見であると思います。これまでIPCCでは、第1作業部会は自然現象、第2作業部会は影響、第3作業部会は削減策を扱うというように役割分担をしてきたのですが、第1作業部会ではCO₂の排出量と気温上昇を関連付けて解析を行っているなど、3つの作業部会の垣根を取っ払って書かれているようなところがあります。

極端現象の過去および将来の変化

現象及び傾向	20世紀後半に起きた可能性	人間活動の寄与の可能性	将来の傾向の可能性
寒い日と寒い夜の頻度減少	可能性が非常に高い	可能性が非常に高い	③または確定
暑い日と暑い夜の頻度増加	可能性が非常に高い	可能性が非常に高い	③または確定
熱波の頻度が増加	いくつかの地域で可能性が高い	可能性が高い	可能性が非常に高い
大雨の頻度が増加	増加地域が減少地域より多い可能性が高い	確信度が中程度	中程度と熱帯湿潤域で可能性が非常に高い
干ばつの影響を受ける地域が増加	いくつかの地域で可能性が高い	確信度が低い	可能性が高い
強い低気圧低気圧の数が増加	確信度が低い	確信度が低い	どちらかと言えば
高潮の発生が増加	可能性が高い	可能性が高い	可能性が非常に高い

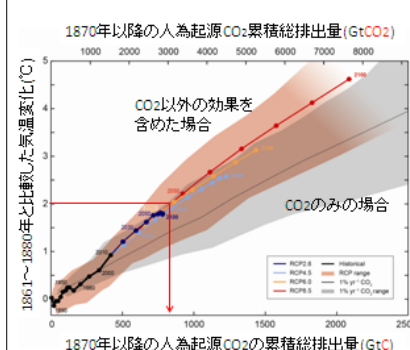
出典: IPCC WG1 AR3 報告書

17

日本では「異常気象」という言葉を使っておりますが、気象庁は「30年に1回起きるような現象」と厳密に定義されていますが、IPCCでは「極端現象」という言葉を使っています。IPCCにおける「極端現象」は、「異常気象」とほぼ同じと考えていいと思いますが、「異常気象」よりも少し幅の広い考え方をしています。この表には「寒い日・寒い夜」、「暑い日・暑い夜」、「熱波」、「大雨」、「干ばつ」、「熱帯低気圧」、「高潮」について、人間の活動が寄与している可能性についてまとめられています。「可能性が非常に高い」とされているものと、現在まだ「確信度が低い」とされている現象があります。台風、ハリケーンについては記録がまだ50年くらいしかないので、「確信度」は低くなっています。このように、「極端現象」のすべてが同じレベルでわかってきているわけではありませんが、IPCCは毎回こういった表を作っています。全般的には「極端現象」の発生回数が増えてきているので、将来的に温暖化が進むとその頻度が高くなるだろうという基本的な知見が書かれています。

気候の安定化

二酸化炭素の累積排出量と世界平均地上気温は、(ほぼ)比例関係にある。



- ・ **気温上昇を2℃未満に抑える**ためには、CO2累積排出量を約**790Gt**(約2.9兆tCO2、66%以上の確率)に抑える必要がある。

・2011年までのCO2累積排出量は**515Gt**(約1.9兆tCO2)、2℃未満に抑えるにはあと約**275Gt**(1兆tCO2)しか排出できない(66%以上の確率)。

・世界のCO₂排出量は9~10Gt
なので、あと30年分しか余裕は
ない。

$$\begin{aligned}\text{GtCO}_2 &= 44/12 \text{ GtC} \\ &= 3.67 \text{ GtC}\end{aligned}$$

出典: IPCC WG1 AR3 報告書

18

次は先ほどご紹介しました CO₂ の累積排出量についてです。人間は産業革命以降、化石燃料をどんどん燃やして CO₂ を大気中に排出してきたわけですが、これを累積というかたちで横軸にとり、縦軸に気温変化をプロットしたのがこのグラフになります。排出された CO₂ の量が多くなると気温が上がっています。

このグラフから何がわかるかという、気温上昇を 2℃未満に抑えようとする、CO₂ 累積排出量を 790Gt までに抑える必要があり、あと約 2.9 兆 t しか CO₂を出せないということです。そうであるとなると、既に 2011 年までに 1.9 兆 t の CO₂を出していますので、残りの 1 兆 t しか出せないことになります。これを現在の CO₂排出量で計算しますと、大気中には 30 年分くらいしか受け入れる余裕がないことになります。もちろん、2℃ではなく 4℃でもいいということになれば話は違いますが、現在 COP で議論になっている 2℃未満に抑えようとする、30 年くらいで目いっぱいになってしまうので、なんとかしなくてはならないということです。これも IPCC の新しい大きな成果であり、取り上げられることが多くなっています。

3. 地球温暖化の影響と適応

WG2 AR5 (影響、適応、脆弱性) の主要ポイント

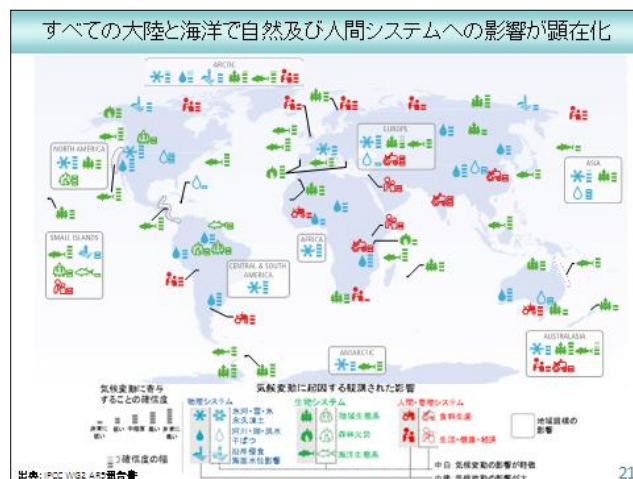
- ・ここ数十年で、すべての大陸と海洋において、気候変動が**自然及び人間システムへの影響**を引き起こしている。
- ・適応は一部の計画に組み込まれつつあり、限定的ではあるが、**実施されている適応策**もある。
- ・気候システムに対する危険な人為的干渉による深刻な影響の可能性として、**主要なリスクが8つ**あげられた。
- ・第3次評価報告書で示された温暖化や人々、経済、及び生態系にとつての適応の限界を意味する**5つの懸念の理由**が更新された。
- ・**適応**は、地域や背景が特有であるため、すべての状況にわたって適切なリスク低減のアプローチは存在しない。

出典: IPCC WG2 AR3 報告書

20

次は、第2作業部会(WG2)の温暖化の影響、適応、脆弱性の話になります。上のスライドは、第2作業部会の報告書をいくつかのポイントに分けて要約したものです。7年前に出された第4次報告書では、「すべての大陸とほとんどの海洋で温暖化の影響を受けつつある」とされていたのに対して、第5次報告書で

は、「すべての大陸と海洋において気候変動が自然および人間システムへの影響を引き起こしている」とされています。そして、こうした影響を少なくするための対策、すなわち適応策をとっていかうということであり、2003年に起きたヨーロッパの熱波に対しては実際に行われています。第5次報告書は、温暖化の影響を「リスク」という考え方でとりまとめているのが特徴で、主要なリスクがある分野として8つの分野が特定されています。また、温暖化の全体像を捉えるために、適応の限界を意味する「5つの懸念の理由」が挙げられているという特徴もあります。第5次報告書では、温暖化の影響がますます顕著になってきているので、特に適応策に力を入れた記述になっています。ただし、影響は地域的なものですから、適応策は世界全体で同じことをするのではなく、地域ごとにどうしていくかという記載になっています。



この図は大陸や海洋における影響を示したもので、なかなか意味深いものです。例えば、水滴のマークは河川、湖、洪水、干ばつなど水資源に影響が出ているところです。木のマークは陸域生態系への影響です。この他にも、世界中にいろいろなマーク書かれており、世界中で温暖化の影響が出ていることがわかります。

アジアにおける影響(現状)

海洋生態系: 北太平洋西部における、漁業による変動を超えた、イワシからカタクチイワシへのシフト

陸域生態系: アジアの多くの地域において、植物季節や成長が変化

河川・湖・洪水・干ばつ: ヒマラヤや中央アジアの氷河が縮小したことによる、4河川の流量が増加

氷河・雪・氷: シベリア、中央アジア、チベット高原の
永久凍土の規模が縮小

食料生産: 中国において、小麦とトウモロコシの総収量への技術改良による収量増加以上の負の影響

出典: IPCC WG2 AR3 報告書

22

アジアに着目しますと、海洋生態系では、イワシからカタクチイワシへのシフトが起きています。陸域生態系では、桜の開花時期が早まるといった成長の変化が起きています。河川・湖・洪水・干ばつに関しては、ヒマラヤや中央アジアでは氷河が解けていますので流量が増えていることがわかっています。食料生産は難しい問題ですが、中国では技術開発によって収穫量を増やす取り組みがされているのですが、現実には気温の上昇によってかえってとれなくなってきました。こうした温暖化の影響は日本だけでなく、アジアの国々において生じています。

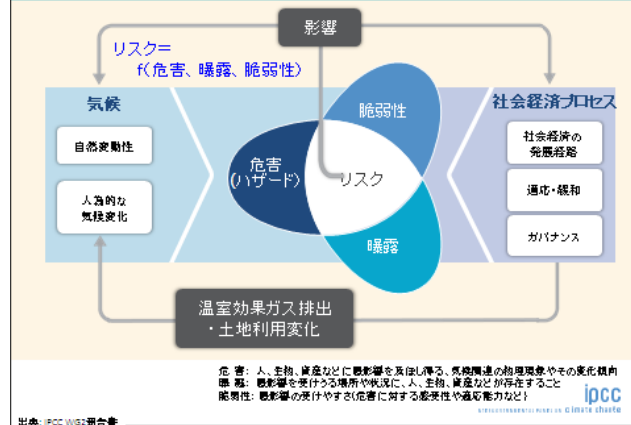
アジア地域のリスク(現状、将来)

アジア地域は気候変動に非常に脆弱(地域分野)

[illegible]

主要な影響について、アジア地域、アメリカといった地域別に、3 つくらいずつ取り上げてまとめられています。上の図はアジア地域のものです。従来は地域別にどんな影響があるのかについてののみまとめられていたのですが、第5次報告書では、さらにそれに対してどういう適応策があるのかという知見もまとめられています。

気候変動のリスク管理



将来温暖化が進むと物理的にどんな影響が出るのかを考えることはもちろん重要ですが、影響を受ける人間側の状況も考えておかななくてははいけません。IPCC ではそれを人間の「脆弱性」と呼んでおり、第5次報告書では、人間社会の「脆弱性」を加味した上で、温暖化で気候が変わることによる外部からの危害（ハザード）によってどれくらいの影響が発生するかということを「リスク」という統一的な考え方でまとめているのが新しい点になります。ですから、「リスク」を下げるのが適応策になりますし、危害そのものを下げよう、CO₂の排出量を下げようというのが緩和策になります。これは新しい考え方ではありますが、適応策と緩和策をどう組み合わせていくかが非常に重要になっています。

主要な8つのリスク

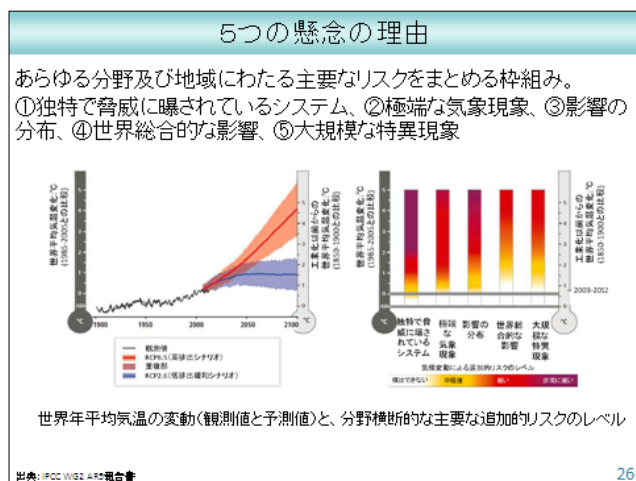
主要なリスク: UNFCCC第2条の「気候システムに対する危険な人為的干渉」による深刻な影響の可能性を指す。

- ① **海面の上昇・沿岸の洪水、高潮被害**：沿岸の低地及び小島嶼間発達上国並にその他の小島嶼における死亡、負傷、健康障害、生計崩壊のリスク。
- ② **大都市部の洪水被害**：内陸洪水による大都市に住む人々の深刻な健康障害や生計崩壊のリスク。
- ③ **極端気象のインフラ施設、ライフラインへの影響**：電気、水供給、及び保健並びに緊急サービスの主要なインフラ網や重要なサービスの機能停止にようシステムのリスク。
- ④ **熱波の健康影響**：特に脆弱な都市住民及び都市域または農山漁村地域の屋外労働者の、極端な暑熱期間における死亡及び罹病のリスク。
- ⑤ **食料供給、食料システムへの影響**：都市及び農山漁村の貧しい住民の、気温上昇、干ばつ、洪水、及び降除水の変動並びに極端現象に伴う食料不足や食料システム崩壊のリスク。
- ⑥ **水資源不足・農業生産減少による農民生活への影響**：半乾地域における貧しい農民や牧畜民の、飲料水及び灌漑用水への不十分なアクセス並びに農業生産性の低下の農山漁村の生計や収入を損失するリスク。
- ⑦ **海洋・沿岸生態系への影響、漁業への波及**：熱帯と北極圏の漁業地域社会において、海洋・沿岸生態系、生物多様性、及び沿岸部の生計に与える生態系商品、機能、並びにサービスを損失するリスク。
- ⑧ **陸域及び陸水生態系への影響と生計への波及**：生物多様性、並びにそれらが生計に与える生態系商品、機能及びサービスを損失するリスク。

25

第5次報告書では、将来の温暖化の影響を考える際に、深刻な影響の可能性が考えられるものを「主要な8つのリスク」としてリスト化されています。1つ目は、海面上昇がどうなるか、またそれによって沿岸の被害、高潮の影響がどうなるかです。特に沿岸の低地

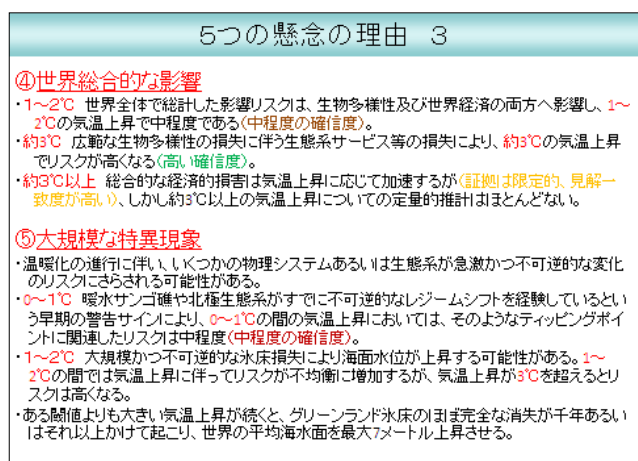
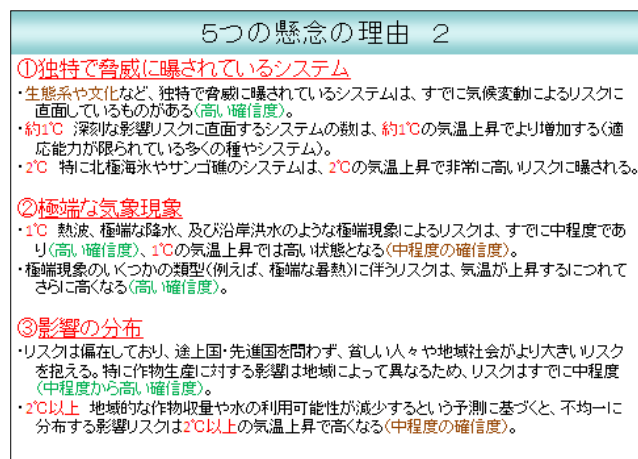
や小島嶼はたいへんな被害が想定されます。2つ目は、大都市部の洪水被害です。まさに東京がこれにあたります。1時間に50mmを超えるような大雨が降って下水道でははけなくなり、冠水してしまうという事態が実際に起きていますが、世界中の大都市でこうしたことが起きる可能性があります。3つ目は、極端現象によるインフラ施設やライフラインへの影響です。これもここ数年、日本も経験してしまっていて、インフラ自体に影響があるということはまわり回って我々の生活にも影響が及ぶことになります。これは日本だけでなく、世界中で予測されています。4つ目は、熱波の影響で、これは世界中で起きてしまっていて、ここ数年毎年話題になっています。適応策は大分進んできていると思いますが、そうであっても学生が運動中に倒れるといった影響が出ており、まだまだ適応策が社会に根付いていない証拠だと思います。5つ目は、食料供給への影響です。これまでは穀物がとれる、とれないといった話でしたが、そこに住んでいる人の食料がなくなり、さらには貿易を介して日本のような食料輸入国にも影響するかもしれないということが書かれています。6つ目は、水資源不足や農業生産減少による影響です。お金持ちは食料を調達することができますが、貧しい農民にとっては致命的な問題です。都市や農村部に新しい視点を当て、農民や地方に住んでいる貧しい人々にどのような配慮をするのかといった点にまで踏み込んだ内容になっているのが今回の特徴だと思います。



スライドのタイトルに「5つの懸念の理由」とありますが、この図は第3次報告書から使われているもの

です。「5つの懸念」とは、①「独特で脅威に曝されているシステム」、②「極端な気象現象」、③「影響の分布」、④「世界総合的な影響」、⑤「大規模な特異現象」になります。スライドの右側のグラフでは、色が赤い(濃い)ほど影響が大きいことを示しています。

「独特で脅威に曝されているシステム」には、生態系や人間生活の中の文化というキーワードが上がっています。「大規模な特異現象」とは、海洋の大循環が変わって元にもどらないとか、南極の氷床が解けるといった非常に大きな現象です。グラフの色が赤い(濃い)ほどリスクが高まっているということですから、「独特で脅威に曝されているシステム」、すなわち、生態系や人間生活ではすでに影響が出ています。また、「極端な気象現象」も影響が出始めていることになります。今後4℃まで上昇してしまうと、かなりの影響が世界中で起きることになります。これは第2作業部会の分厚い報告書から、影響、適応、脆弱性に関わるいろいろな知見を5つの分野に分けてまとめたものですので、以前の報告書に比べると赤い(濃い)部分が増えています。

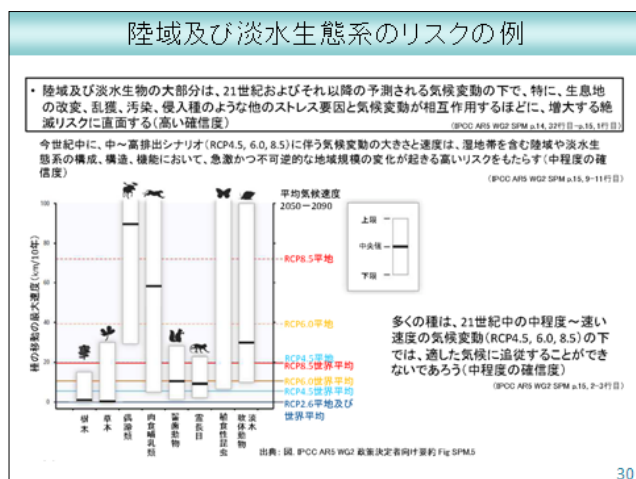


今お話しした「5つの懸念」について、気温上昇が1℃だったかどうか、2℃だったかどうかといったことが項目別に見てあります。これを見ると、やはり2℃を超えると影響が顕著になってくるということであり、記載からは2℃で止めておきたいという思惑が感じられます。

分野別の影響	
淡水資源のリスク	
- 淡水に関するリスクは、温室効果ガス濃度の上昇に伴い著しく増加する(証拠は確実、見解一致度は高い) 21世紀にわたり、ほとんどの乾燥亜熱帯地域において再生可能な地表水と地下水資源を大幅に減少させ(証拠は確実、見解一致度は高い)、(エネルギーと農業間などの)分野間の水の獲得競争を激化させると予測されている(証拠は限定的、見解一致度は中程度)	
陸域及び淡水生態系のリスク	
陸域及び淡水生物の大部分は、21世紀およびそれ以降の予測される気候変動の下で、特に、生息地の改変、乱獲、汚染、侵入種のような他のストレス要因と気候変動が相互作用し、増大する絶滅リスクに直面する(高い確信度)	
沿岸システム及び低平地域のリスク	
21世紀及びそれ以降に予測された海面水位上昇のために、沿岸システムと低平地域は、浸水、沿岸洪水、海岸浸食のような悪影響をますます受ける(非常に高い確信度)	
出典: IPCC WG2 AR5 報告書、環境省資料	

29

温暖化による影響について、分野別にかなり詳細に書かれています。キーワードだけ拾ってみますと、例えば「淡水資源のリスク」では、乾燥地帯ではさらに乾燥が進み、一方、雨の多い地域ではさらに雨が多くなるということであり、資源として使える水が偏在してくることがわかっています。「陸域及び淡水生態系のリスク」については図がありますので、この後、ご説明します。「沿岸システム及び低平地域のリスク」では、洪水や高潮による影響をますます受けるとされています。



30

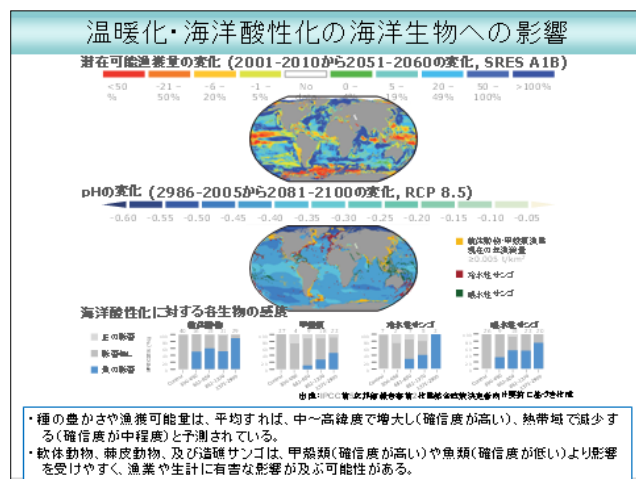
これは「陸域および淡水生態系のリスク」を示した図です。先ほどご紹介した「RCP8.5」が表記されていますが、ここまで気温が上がってしまいますと、い

ろいろな生物が温暖化についていけない、すなわち絶滅してしまう可能性があることを示しています。移動することのできる動物は相当な気候変動に対しても耐えられるかもしれませんが、その一方で、弱い動植物は早めに影響が出てしまうことがわかります。また、生態系は人間生活にも密接に関わっていますので、生態系をしっかりと保全するためにも気温上昇はなるべく低くしなくてはならない、削減策をしっかりとやらなくてはならないということがわかります。

海洋システムのリスク	
21世紀半ばまでとそれ以降に、影響を受けやすい地域における世界の海洋生物の再分配と海洋生物多様性の劣化は、漁業の生産性やその他の生態系サービスの持続的供給が課題となる(高い確信度) - 中～高排出シナリオ(RCP4.5, 6.0, 8.5)では、海洋酸性化は、植物プランクトンから動物までの個々の種の生理学、行動及び個体群動態への影響に関連し、海洋生態系、特に極地の生態系とサンゴ礁に対して、相当なリスクをもたらす(中程度から高い確信度)	
食料安全保障及び食料生産システムのリスク	
- 熱帯、温帯における主要な作物(小麦、コム、トウモロコシ)は、適応策を講じず、地域の気温上昇が20世紀後半より2℃以上であった場合には、収量に負の影響が生じると予測されている。ただし、地域によっては正の影響となる場合もある(中程度の確信度) - 食料へのアクセスや利用、及び価格安定を含む食料安全保障のあらゆる側面は、潜在的に気候変動による影響を受ける(高い確信度)	
都市域のリスク	
- 世界の主要な気候変動のリスクは、都市部に集中している(中程度の確信度) - レジリエンスを構築し、持続可能な発展を可能にする手順により、世界的な適応を成功に向け加速することができる。	
出典: IPCC WG2 AR5 報告書、環境省資料	

31

第4次報告書までは、海洋、海岸といったように場所別の影響についての記載が多かったのですが、第5次報告書では、このスライドにありますように、「食料安全保障及び食料生産システムのリスク」や「都市域のリスク」といったものも記載されています。日本の都市への影響とは少し違うかもしれませんが、途上国では大都市の人口がどんどん増えていまして、それが沿岸域であつたりすると、大雨や台風、ハリケーンが大きく影響することがあります。ですから、気候変動の問題は、都市問題に近いものになっています。



これらは海洋生物への影響についてまとめたものです。海洋では温暖化とともに酸性化が起きていますので、殻を持つ甲殻類がだんだん影響を受け始めています。また、魚の北方へのシフトが実際に起きていますし、将来的にも予測されるということです。魚がシフトすれば、魚を食料にしている国にとっては致命的ですので、そういったことも記載されています。

農山漁村域のリスク 農山漁村域への主な影響は、近い将来、及びそれ以降において、世界中での食料及び非食料作物の生産地域におけるシフト、水の利用可能性と供給、食料安全保障、及び農業所得への影響を通じてあらわれる。（高い確信度）
主要な経済部門及びサービスのリスク - ほとんどの経済部門は、人口、年齢構成、収入、技術、相対的価格、生活様式、規制及びバランスにおける変化などの影響の要因が、気候変動の影響よりも相対的に大きくなる。（証拠は中程度、見解一致度は高い） - 気候変動による世界経済への影響は推計が困難である。
健康のリスク 21世紀半ばまでに予測される気候変動は、主に既存の健康上の問題を悪化させることで、人間の健康に影響を与える。（非常に高い確信度） 21世紀を通じて、気候変動は、気候変動がな基準ラインとの比較において、多くの地域、特に低所得の発展途上国で健康障害を増大させることが予測されている。（高い確信度）
出典：IPCC WG2 AR5 報告書、環境省資料 33

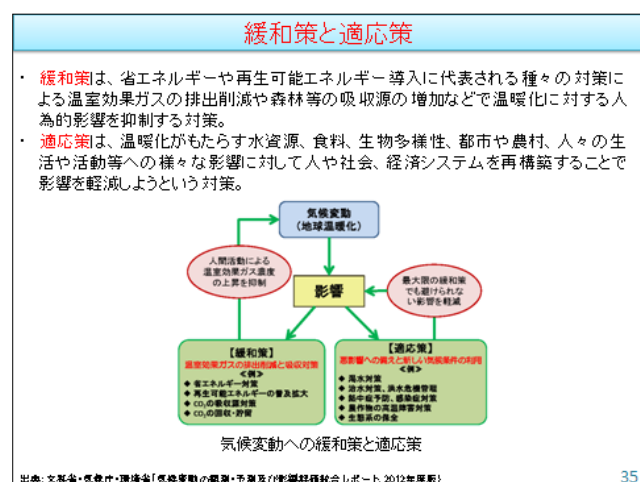
都市の問題だけではなく、「農山漁村域のリスク」もありますし、「経済部門及びサービスのリスク」もいろいろあります。「健康のリスク」は熱波の問題からもわかりますように重要な問題です。ここでは大まかにしか書いてありませんが、特に、南アジア、東南アジアといったアジア地域では、熱波や感染症による影響が非常に重要な問題になっています。

安全保障のリスク 21世紀中の気候変動は、人々の強制移転を増加させると予測されている。（証拠は中程度、見解一致度は高い） - 気候変動は、貧困や経済的打撃といった十分に裏付けられている紛争の駆動要因を増幅させることによって、内戦やグループ間暴力など紛争リスクを間接的に増大させる。（中程度の確信度） - 多くの国々の重要なインフラや領土に及ぼす影響により、国家安全保障政策に影響を及ぼす。（証拠は中程度、見解一致度は中程度）
生活と貧困のリスク 21世紀を通じて、気候変動の影響は経済成長を鈍化させ、貧困削減をより困難とし、食料安全保障をさらに悪化させ、すでに存在する貧困の長期化、あるいは、特に都市部や新たな軌跡のホットスポットにおいて、新たに貧困が生み出される。（中程度の確信度）
出典：IPCC WG2 AR5 報告書、環境省資料 34

先ほど、第5次報告書には食料安全保障の問題など結構踏み込んだ記述あるというお話をしましたが、「安全保障のリスク」として、ある地域が温暖化の影響を受けるとそこに住んでいた人たちは環境難民となり、国境を越えて他の国に行き、その結果、暴動が

起きたり、政情不安につながったりすると書かれています。さらに、「生活と貧困のリスク」では、気候変動は途上国の貧困問題と関わり、持続可能な発展にまで影響するとしています。

第4次報告書は分野別の影響に関わる記述にとどまっていたのですが、第5次報告書では、気候変動の問題は食料の問題や安全保障の問題、貧困の問題ともかなり密接につながっており、気候変動の問題を解決しなければ、これほどいろいろな分野に影響していくと記載されています。IPCC は踏み込みすぎているところもあるかもしれませんが、このような記載になっています。



緩和策とは、CO₂をはじめとする温室効果ガスの排出量を削減する対策です。一方、適応策は、日本ではまだ馴染みが薄いのですが、温暖化の影響が起きているのならば、人や社会、経済システムを再構築することでその影響を低減しようとする対策です。具体的には、最近ではこれまで体験したことのないような大雨が降っていますが、こうした大雨が降った時どんな対策をとったらいいかというものです。CO₂の削減策と適応策は、どちらか一方をやればよいのではなく、両方をうまく組み合わせていかなくてはならないというものであり、それだけ温暖化対策は難しいということです。日本でも限られた予算をどちらに振り分けるか、あるいは限られた人材をどちらに振り分けるかという議論になるのですが、温暖化の影響がすでに起きており、削減を今から急激に行っても温暖化の影響はゼロにはならないため、緩和策と適応策の両方が大事になるわけです。

適応は始まっている

適応は一部の計画に組み込まれつつあり、限定的ではあるが、実施されている適応策もある。

<アジアの例>

一部の地域で、適応が、地方開発計画、早期警戒システム、総合的水資源管理、アグロフォレストリー（農林複合経営）、マングローブの沿岸林再生を通じて促進されている。

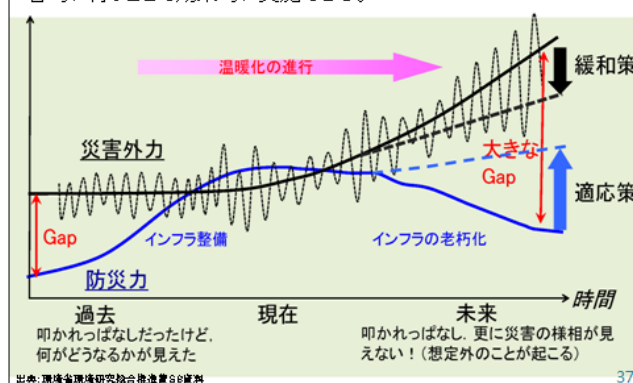
<水資源管理の例>

地域	内容
ガンジス川流域	水インフラ整備
中国	水の再利用
シルダリア川流域	キルギス、タジキスタン、ウズベキスタン、トルクメニスタン、カザフスタンの流域における水管理
インダス・ガンジス・ブラマプトラ・メグナ川流域	バングラデシュ、インド、ネパール、パキスタンの流域における水管理

適応策の取り組みはすでに始められています。例えば、アジアでは「早期警戒システム」や「アグロフォレストリー（農林複合経営）」に適応策が組み込まれるなど、林業だけでなく、農業と結びつけてうまくマネージメントしていこうとする動きがあります。

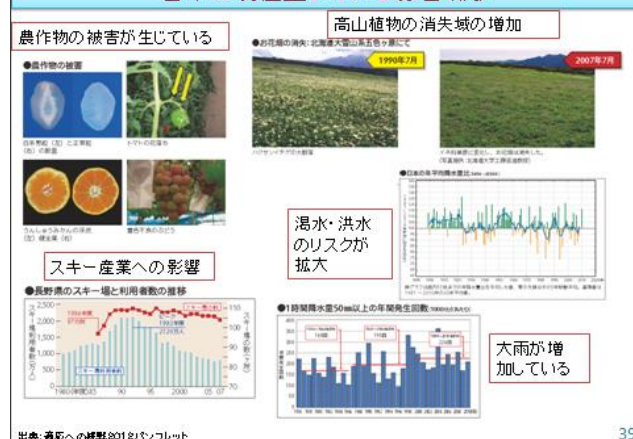
適応策と緩和策の関係

- ・**適応策と緩和策**はどちらか一方だけで十分というのではなく、統合的に行うことで効果的に実施できる。



この図は、適応策と緩和策について、もう少し理解を深めていただくための図です。温暖化が進むと、災害外力が上がってきます。この外力を下げる努力が削減策、すなわち緩和策です。緩和策を行わないと 4℃まで上がってしまうけれども、今頑張れば 2℃までに抑えられるかもしれないという線が書かれています。一方、だんだん年月がたつとインフラが老朽化します。そうすると、外力に対して脆弱になってくるわけです。もしもインフラを更新する時にその脆弱性を補うことができれば、それがまさに適応策になります。適応策は、気候変動に対する独自の対策ではなく、都市整備や防災など、いろいろな既存の施策、対策と結びつけて主流化させることが重要です。適応策を単独に行うのではなく、既存の対策に適応策の考え方を入れる

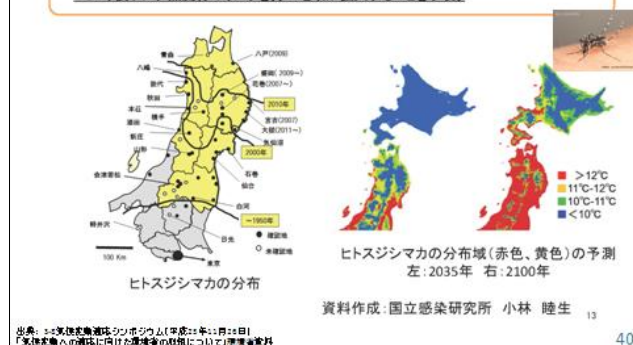
日本で現在生じている影響(例)



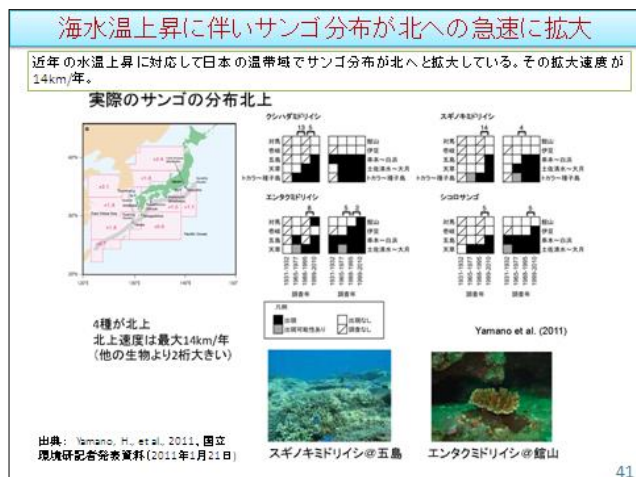
IPCC の温暖化に関わる 1,000 ページに及ぶ報告書の中には、日本に関する記述はほんの一握りしかありませんが、環境省などが日本の影響についてとりまとめた報告書を出しています。その一例を示しますと、農作物に被害が出ています。みかんは皮が浮いて剥きやすくなる現象が見られ、品質が落ちるという影響が出ています。ぶどうも色つきが悪いなどの影響が出ています。高山植物は標高の高いところへ移動し、かつて高山植物のあったところはイネ科の草原になってしまっています。スキー場では雪が減ったりすることによって経営が難しくとなるといった影響も出ています。

予測される気候変動の影響 健康

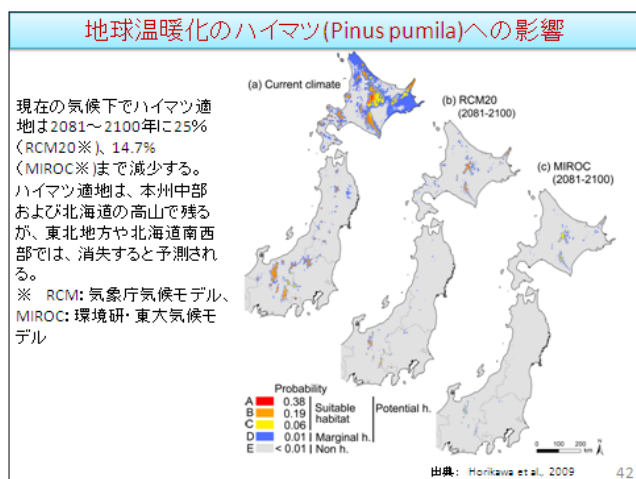
- デング熱を媒介するヒトスジシマカの分布は、1950年以降、分布域が徐々に北上傾向。
- 分布域が2035年には本州の北端まで、2100年には北海道まで拡大の予測。
→ 今後デング熱流行のリスクを持つ地域が拡大することを示唆。



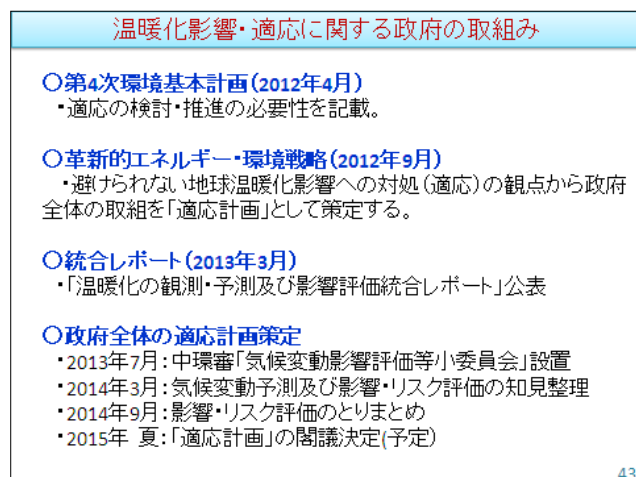
その他に、先ほどもお話ししましたが、デング熱の話もあります。



国立環境研究所では、サンゴについて研究しているグループがあります。温暖化によって海が温かくなっていますので、日本の周辺でもサンゴの分布が北上しつつあることがわかっています。同時に、海の酸性化も起きていますので、温暖化とともに酸性化による影響についても研究を進めています。海が酸性化するとサンゴは成長することができず、姿を消してしまうのですが、さらに温暖化によって北上するという影響が出ています。サンゴはたいへんいい漁場を形成してくれますので、いかにサンゴを保全するかが重要な課題になっています。



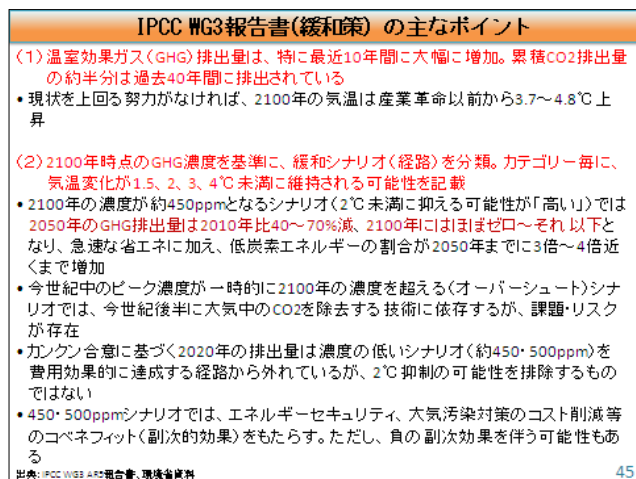
ハイマツも温暖化によってだんだん消失していきだろうと予測されており、その研究が進んでいます。ハイマツだけではなく、ブナについての研究成果も出てきています。



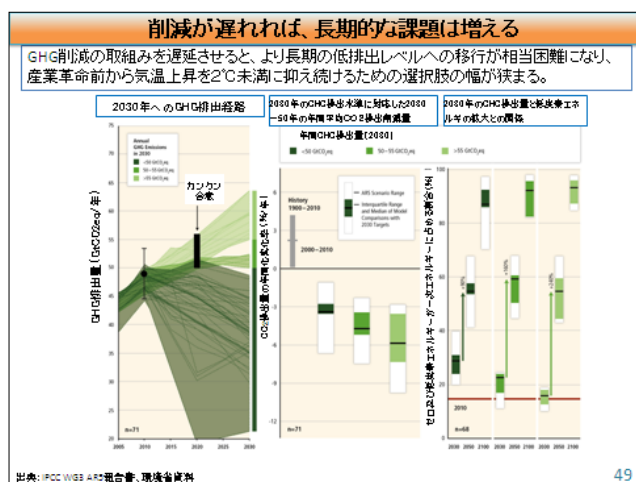
適応策に関わる政府の取り組みについて整理しますと、『第4次環境基本計画』の中で、温暖化対策としてCO₂の削減策が非常に重要だとするとともに、温暖化の影響はすでに出ていますので、その対策として適応策もしっかりやっていく必要があると書かれています。『革新的エネルギー・環境戦略』においても適応計画の策定について書かれています。温暖化の影響については、2013年の3月に出された『温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート』が公表されておりまして、これはPDFファイルになっていますのでダウンロードして見るすることができます。

現在、国が適応計画を検討しているまっ最中であり、2013年の7月に中環審地球環境部会のもとに影響等小委員会ができて、議論が始まっており、来年の夏頃に閣議決定されるというのが最短のスケジュールになります。国の政策ですから、各省が適応策づくりを進めるわけですが、その後各自治体で適応策をどうするかという動きになりますので、ぜひ皆さんにも適応策に関心を持っていただきたいと思います。

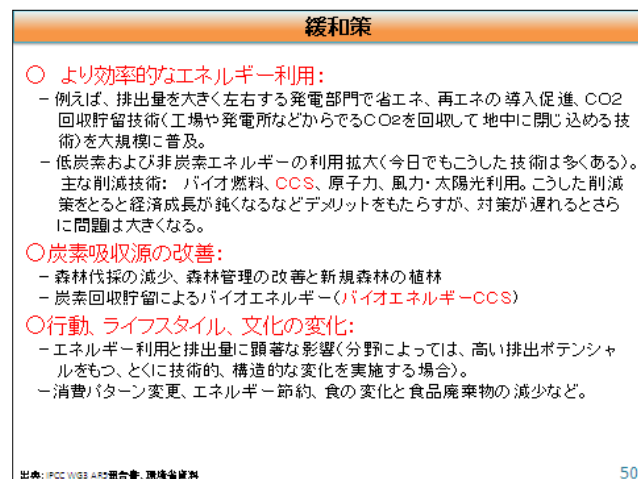
4. 地球温暖化の緩和策



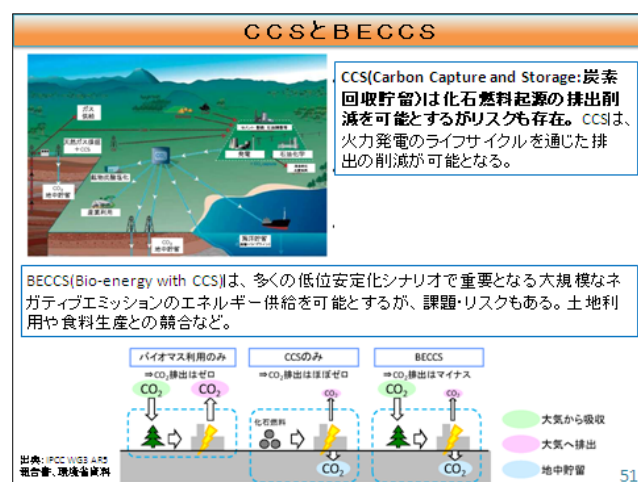
次に、緩和策についてキーワードだけ見ていきたいと思います。IPCCの第3作業部会で緩和策、すなわちCO₂の削減策をまとめておりますが、温室効果ガスをどのように減らせば2℃未満に抑えられるか、あるいは2℃未満に抑える対策は何かという知見を書くのではなく、いろいろなケースを想定して、それぞれのケースでどうなるかという知見をまとめています。そして、その先は政策決定者や我々一人一人が決めるべきだという立場をとっています。IPCCは科学的な知見はまとめるけれども、政策にまで踏み込んだ発言はしないというのが鉄則です。ポリシーニュートラルというキーワードがよく出てきますが、それはそういう意味です。また、温暖化に関する報道等で、2050年の温室効果ガスの排出量は、2010年比で40～70%減らさなくてはならない、あるいは2100年にはほぼゼロにしなければ2℃未満は達成できないだろうという文言がでてきますが、2100年にゼロにする技術、対策はまだあるとIPCCの報告書には書かれています。



2010年にカンクンで開かれたCOP16では、各国が温室効果ガスの排出削減目標を出していますが、それらを足し合わせてもどうやら2℃に抑えることはできないということであり、今まさにリマで行われているCOP20においては、さらに踏み込んだ対策をしなくては行けないという議論が行われています。



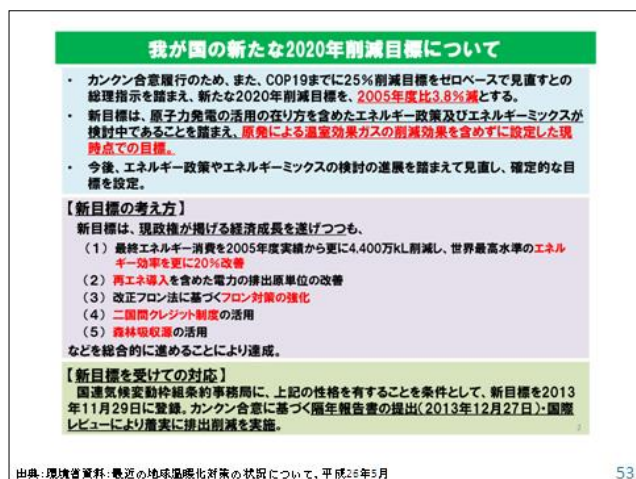
具体的には、より効率的なエネルギー利用を全世界に行っていかななくてはならないということです。主な削減技術としては、風力、太陽光、バイオ燃料、CCS(Carbon Capture and Storage: 炭素回収貯留)をはじめ、世界における対策ですから原子力も書かれています。また、炭素の吸収源となる森林が減らないようにする必要があるとか、我々の行動やライフスタイル、文化のあり方も大切といったことが書かれています。IPCCは、エネルギーを使うのは人間ですから消費パターンやエネルギーの節約、食のあり方、食品廃棄物の削減など、人間の活動そのものを変えていく必要があるといったところまで踏み込んで書いています。



CCS とは、工場で出した CO₂ を回収して濃縮し地中や海底に押し込んでしまうといった、CO₂ を回収する技術ですが、なかなか実用化には至っていません。さらに、CO₂ を植物に固定化させてそれを地中に埋めるという一挙両得のようなバイオエネルギーCCS (BECCS : Bio-energy with CCS) という技術もあります。CCS や BECCS は、2100 年までに温室効果ガスをゼロにまで持っていくための基幹的な技術として計算されています。しかしながら、かなり野心的な技術開発と実用化のための取り組みをしないと、2050 年に 40~70%削減、2100 年にゼロにまで持っていくのは難しいと言えます。

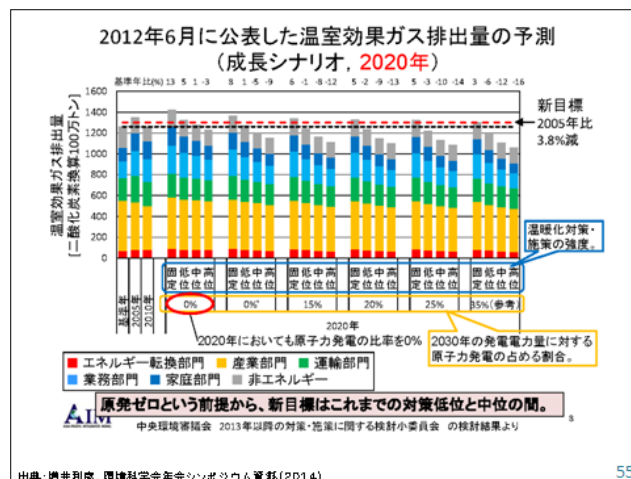


これは COP に関わる交渉の経緯をまとめた図です。来年 2015 年にパリで開かれる COP21 において新しい仕組みをつくるために、今リマで行われている COP20 ではいろいろな科学的な知見を踏まえた議論が進んでいるのではないかと思います。

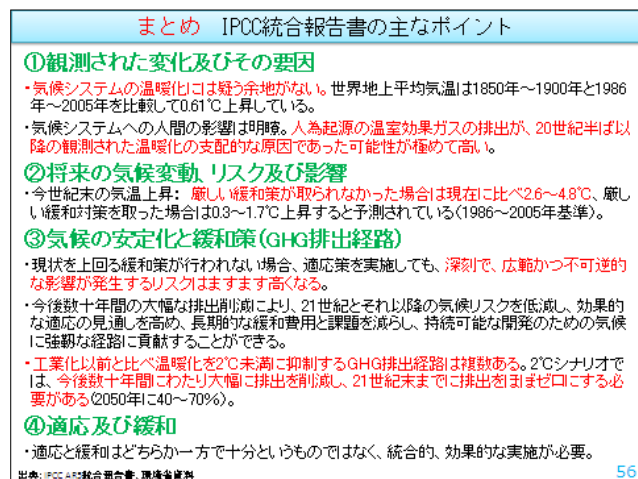


こうした議論の中で、日本が指導的な立場をとって進めていけるといいと思いますが、日本は原子力発電

の活用のあり方を含めたエネルギーミックスが決まらないため、2005 年比 3.8%減という削減目標になっており、苦しい立場にあります。来年 3 月の報告の時までこの目標値をどこまで引き上げることができるか、今まさに国で議論しているところです。



国立環境研究所では、いろいろな対策を組み合わせることによって、どこまで温室効果ガスの排出量を削減できるかという計算を行っております。この図は政府が出した目標が達成できるかどうかを示した一つの例であり、こうした研究も行っています。



最後にまとめになります。IPCC の統合報告書は、大きく 4 つについてまとめられています。まず、温暖化によってすでにいろいろな変化が起きていて、将来の気候変動は対策をとらない場合、現在に比べて 4℃上がってしまうということです。これに対して、気候の安定化、つまり気温上昇を 2℃未満に抑えるための手立てはいろいろあるけれども、それが遅れるとどんどん厳しい状況になるということです。そして、これを受けてどうしていくのかという問いかけをしてい

ます。影響はすでに出始めているので、適応策も重要です。CO₂の排出量も下げなくてはなりません。これらはどちらかひとつ行えば済むものではなく、適応と緩和の両方が必要になってきているということです。

国立環境研究所では、温暖化の研究をずっと行っておりまして、いろいろな情報を出しています。IPCCの分厚い報告書もPDFファイルで見ることができるようになっています。また、環境省もSPMという政策決定者向け要約の和訳版を出していますし、環境研のグループもいろいろな情報を出していますので、これらをぜひ参考にしていただければと思います。

これで私の講演を終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました。

講師プロフィール

原 澤 英 夫 (はらさわ ひでお)

1978 年東京大学工学系研究科都市工学専門課程修士修了後、同年国立環境研究所の前身である国立公害研究所に入所。その後、1985 年京都大学において工学博士号を取得。1992 年国立環境研究所地球環境研究センター研究管理官（データベース担当）、1994 年同研究所社会環境システム部環境計画研究室長、経済研究室長を経て、2001 年より環境システム研究領域長、2008 年 4 月より内閣府政策統括官（科学技術・イノベーション担当）付参事官（環境・エネルギー担当）、2013 年 4 月より、現職。

専門は、環境工学（温暖化の影響評価など）、IPCC 第 2 作業部会第 3 次評価報告書（2001 年）、第 4 次評価報告書（2007 年）のアジア地域への影響の統括主執筆者としてとりまとめを担当。

〔トークセッション〕

気候変動と私たちの暮らし、地球、そして未来・・・

スピーカー

原澤 英夫（独立行政法人国立環境研究所 理事）

伊藤 達雄（三重大学 名誉教授）

コーディネーター

福井 弘道（中部大学中部高等学術研究所 副所長）

福井：

福井でございます。よろしくお願いいたします。本日のトークセッションのタイトルは「気候変動と私たちの暮らし、地球、そして未来・・・」となっておりますが、最初に伊藤先生から、原澤先生のご講演に対するコメントと、ご講演を受けて私たちは今後の暮らしにどうつないでいったらいいのかといったことについてお話をいただきたいと思います。その後、原澤先生から、先ほどのご講演の内容を補いつつ、改めてお話をいただきたいと思います。

伊藤：

伊藤でございます。原澤先生には、地球温暖化問題の最新情報について、世界を視野に入れながら、たいへん内容の濃いご報告をいただきありがとうございます。それに対してコメントをするというのは難しい作業ですが、トークセッションのタイトルが「気候変動と私たちの暮らし、地域、そして未来・・・」となっておりますので、その点に重点を置いてお話をさせていただきます。

温暖化の原因は人間活動の結果発生する CO₂ であることは原澤先生がお話をされた通りです。そうであるとすると、化石燃料依存社会に生きている私たちは、その現実と近未来について、どのように考えたらいいのでしょうか。

私たちは、産業革命以降、石炭、石油、天然ガスといった化石燃料に依存してきました。その結果、現代社会が繁栄し、私たちはその恩恵を受けながら生活しているわけです。ところが、化石燃料を焚いたことが原因で人間は地球温暖化をもたらしました。化石燃料を使わなければ CO₂ は出ないわけであり、本来はその元を断たなくてはなりません。しかしながら、それをすぐに全部止めるわけにはいきません。一方、化石燃料はいずれなくなります。なくなるまで待つというのも一つの対応策だとは思いますが、それまでに人類が滅びてしまうかもしれませんし、私たちの世代以降の地球の将来のために化石燃料を枯渇させないこともまた私たちの責務ではないでしょうか。

このようなことから、私たちはできるだけ化石燃料を使わないようにしようと一生懸命工夫をしているわけですが、そうした中で、次世代エネルギーの議論がされています。原子力は、つい最近までは CO₂ を出さない夢のエネルギーだと言われていましたが、安全性の面から依存できない状況にあります。そうすると、再生可能エネルギー社会を構築することが急がれることになり、その動きがすでに始まっているということです。

1. 化石燃料依存社会の現実と近未来

□石炭・石油・天然ガスに依存した現代産業社会の繁栄



□地球温暖化問題と化石燃料枯渇の危機



□次世代エネと期待される(た?)核燃料(原発)



□急がれる再生可能エネ社会の構築



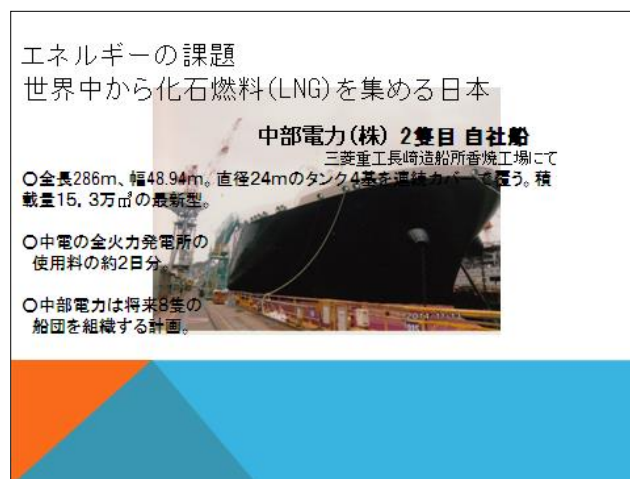
これは今年の 3 月 25 日の毎日新聞の記事です。温暖化は進行し続けており、もう危険水域に突入していると書かれておりますが、今日原澤先生からそのお話を聞かせていただいたわけです。



これも同じく今年の 3 月 25 日の新聞記事です。原澤先生のお話にもありましたが、今世紀末には環境の激変によって、わが国のブナ林の 9 割がなくなると書かれています。これは国立環境研究所が出しているデータですけれども、ブナ林の 9 割がなくなるほどの環境変化が起きれば、コシヒカリが日本列島でとれなくなるということであり、ミカンも食べられなくなる、リンゴは北海道でないととれなくなるということでもあります。このような事態が目前にあり、これをどのようにして防いでいくかという議論がされているわけです。



国連大学サステナビリティ高等研究所長の竹本和彦さんは、日本がこれからすべきことは温暖化防止、あるいは CO₂削減の「知恵」を世界に向けて発信、提供することだと言っています。今日ここにお集まりの皆さんにもぜひ「知恵」を出していただきたいと思います。



先ほど、私たちは化石燃料起源のエネルギーにどっぷり浸かって生活しているとお話ししましたが、ここにはたくさん問題があります。例えば、現在日本は世界中からエネルギーを集めているという現実があります。スライドに船の写真が出ていますけれども、これは中部電力の 2 隻目の自社船です。今月中に三菱重工長崎造船所から中部電力に引き渡される予定ですが、先月現場に行ってみせていただきました。とても大きな船です。全長は 286m ですから、100m のトラックが 3 本縦に並んでいるほどの長さです。幅は 48.94m ですから、50m プールとほぼ同じ長さです。中部電力はこれまでも世界中から石油、石炭、LNG を輸入してきましたが、すべて船会社に輸送をお願い

していました。しかし、それでは経済的に厳しいので、自社船を持つことにしました。そして先月 1 隻目が完成しました。2 隻目が今月引き渡され、最終的には 8 隻持つ計画だそうです。電力会社は、いわば化石燃料輸入会社あるいは船会社になろうとしているわけです。どうしてこういうことになったのでしょうか。名古屋地方の電力供給会社は中部電力（株）ですが、電力会社は夏場の暑い時期でも私たちがクーラーを思い切り使えるように、また冬も心配することなく暖房を使えるように、大変な努力をしてくれているということです。これに対して、私たちは「ありがとうございます」とひとこと言って、それで終わりにしてしまってもよいのでしょうか。



中部電力が自社船とする船は 4 隻並んだタンクにカバーがしてある「さやえんどう型」と呼ばれる最新型のタンカーです。



これは平成 22 年 9 月の新聞記事です。中部電力は温暖化対策の現実策として、老朽化した西名古屋火力発電所を LNG 専用の最新型の火力発電所設備に刷新

することによって CO₂ を年 100 万トン減らそうとしており、現在工事が行われています。電力会社はこのような努力をしてくれていますが、CO₂ を出さないというわけではありません。たくさんの電力を供給するために CO₂ をたくさん出しているのですが、石炭ではなく LNG を使うことによって、CO₂ を減らす努力をしているということです。

LNG 需要と専用船事情

- LNG に依存し切っている日本人の快適生活。
- 日本は世界最大の LNG 輸入国。
- 世界で運行中の LNG 船は 350 余船、内約半数が日本の船舶大手 3 社の管理下。
- 2010 年までに世界で 300 隻の新造計画があり、うち 90 隻が日本の海運大手。

このスライドにありますように、LNG に依存しきっているのが私たち日本人の生活の実態ではないでしょうか。もし LNG がなかったら、今年の冬、私たちは凍えてしまうかもしれません。電力会社の努力がここにあるわけです。

日本は世界最大のエネルギー輸入国です。その量はどれくらいかというと、世界の海で就航中の LNG 専用船は 350 隻ほどありますが、その半数が日本の船舶会社の支配下にあります。そして、世界で 300 隻ほどの船が新たに造られる計画がありますけれども、うち 90 隻が日本の海運大手のものです。中部電力は将来的に 8 隻の自社船を持つ計画ですが、当然のことながら、日本の船舶各社も、保有船の数を増やして LNG の輸入を拡大し続けようとしています。

こういう状況で果たしてよいのでしょうか。LNG はひとつの例に過ぎませんが、私たちの生活と将来を考える時、この小さな島国が世界中からエネルギーを輸入して快適な生活を送っていることについて、私たちはどのように考えたらいいのかということです。私にはこの問いに対する答えを出すことはできませんが、原澤先生のお話を伺い、皆さんと一緒にこのことについて考えてみたいと思いました。

LNG依存からの離脱も急務だ

- 輸入量:2010年7千万トン→13年 8.8千万トン
- 輸入額:2010年3.5兆円→13年7兆円,日本の貿易赤字11兆円の6割強。
- 電力各社の燃料確保努力に依存した現代日本の快適社会。
↓
- 温暖化、資源枯渇は未解決。国益流出増大中。

こうした状況を踏まえれば、LNG 依存からの離脱も急務の一つではないでしょうか。LNG の輸入量は、2010 年は 7,000 万 t ですが、2013 年は 8 万 8,000 万 t に増えています。輸入額では 2010 年に 3.5 兆円だったものが、2013 年は 7 兆円になっています。これは日本の貿易赤字 11 兆円の 6 割強を占めていることはご存知の方も多いと思います。日本は世界にこれだけのお金を支出しています。

このように、現代の日本の快適な生活は電力各社の燃料確保努力に依存しているわけです。地球温暖化の問題もありますが、LNG ももうすぐなくなるなど、地球資源の枯渇の問題も未解決のままです。しかも、私たちの努力の結晶である国益が流出しています。この事態に対して私たちはどうしたらいいのでしょうか。ぜひ原澤さんにも聞いてみたいと思っています。

新エネへの期待

- 再生可能新エネルギー
 - ・太陽光、風力、小水力、波力、潮力
 - ・バイオ
- 省エネ・環境技術で世界に貢献を！

新エネルギーとしては、太陽光、風力、小水力、波力、潮力などいろいろありますが、どれも大いに進めていかなくてはなりません。竹本和彦さんがおっしゃっていたように、日本の環境技術で世界中の CO₂ の排出量を抑え込んでいくことも大事です。



これは国立環境研究所が今から 5 年くらい前に発表した新聞記事です。家庭から排出される CO₂ を削減するため、太陽光発電の導入をはじめとする省エネ住宅を普及させたいというものです。省エネ住宅には環境省や経済産業省などの事業がありましたが、この目的は達成されたのでしょうか。原澤さんがもしご存知でしたら、教えていただきたいと思っています。

放射性廃棄物問題

- 使用済み核燃料廃棄物
 - ・現在の保有量:1万4000トン
 - ・毎年1000トンずつ発生する
 - ・六ヶ所再処理工場の容量は3000トン
 - ・高速増殖炉(フルトニウム)もんじゅ計画中止？
 - ・トリウム原子炉(溶融塩炉)へ新たな期待？

トリウム原子炉（溶融塩炉）への期待

- 燃料棒を持たず 運用性・経済性が高い。
- 圧力が低く、安全性・生産性が高い。
- フルトニウムをほとんど含まず核廃絶できる。
- 700℃で熱効率44%。
- 小型化が可能、中国は国家プロジェクトに。

亀井敏史(立命館大衣笠総合研究機構)による
WEDGE2011年8月

放射性廃棄物の問題については、複雑なので今日は省略させていただきますが、トリウム原子炉という新

しい技術への期待が最近話題になっていますように、原子力発電に替わる核燃料の使い方として、将来の技術に期待できるものもあります。



先月、九州大学の新しい伊都キャンパスへ行って参りました。新しく整備された広大な敷地の一角に、水素エネルギー国際研究センターをはじめ、カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、次世代燃料電池産学連携研究センター、水素材料先端科学研究センターの4つの機関がありました。写真は開所式の様子ですが、学長、県知事、福岡市長が出席して、将来は日本の水素エネルギーの技術開発のセンターにしようという意気込みが感じられます。



トヨタ自動車の豊田章男社長もこの九州大学の水素エネルギー国際研究センターを応援されています。そして、ご存じのようにトヨタは2014年12月に「MIRAI」という水素自動車を発売しました。他社もこれに追随しています。ドイツではBMWがすでに水素自動車を発売しています。このように脱石油自動車時代が始まる兆しは見えていますけれども、皆さんに

も石油で走る自動車から、少々高額ではありますが水素自動車に乗り替えていただくことが必要かもしれません。

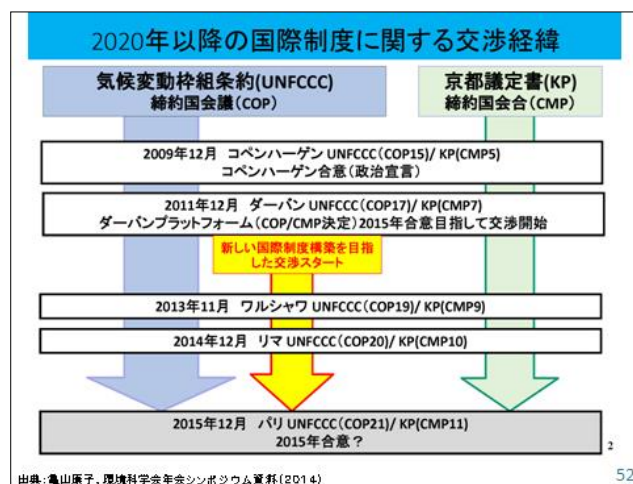
IPCCのパチャウリ議長は、前代未聞の気候変動が起きており、それは人間の活動が原因であると指摘しており、私たちは明日の地球のために一刻も早く温暖化をストップさせなければなりません。原澤先生のお話を伺い、質問を含めてコメントをさせていただきました。

福井：

伊藤先生、どうもありがとうございました。地球温暖化の問題に対して、エネルギー、環境、適応策、防災を含め、非常に広い総合的な視点から解を探す必要があるというご発言でした。続いて、原澤先生に先ほどのご講演の内容を補いながら、日本の知恵、あるいは21世紀に向けて日本はどう進もうとしているのか、お話しいただければと思います。

原澤：

伊藤先生からは非常に難しい質問をいただいたのですが、先ほどの講演の追加、補足の説明も含めてお答えできる範囲でお話ししたいと思います。



先ほどの講演の際に、温暖化対策に関わる日本のスタンスについて十分な説明ができませんでしたので少し補足します。

温暖化に関する国際的な交渉経緯の中で、現在は京都議定書の第一約束期間を終えて第二約束期間に入っているのですが、今まさにリマで開かれているCOP20においては、2020年以降の世界の体制づくりを議論しています。議論の方向性としては、京都議

定書のように、目標を設定してそれを達成しないとペナルティを課するという仕組みには世界各国の賛同が得られないので、各国にある程度自主的な目標設定をさせて、それを踏まえてしっかりと評価をしていくという仕組みになるのではないかと想定もあります。議論が議論を呼んでなかなか答えが出ない可能性もあるのですが、温暖化問題はまさに切羽詰った状況にありますので、各国の政策決定者はかなりかけひきしながらも 2020 年以降の体制作りを進めていくのではないかと思います。そこで大事なのは適応策と緩和策になりますが、その前に 2℃未満という世界平均気温上昇の目標があります。なぜ 2℃かというと、これは科学的に 2℃に抑えないとたいへんなことが起きるということではありません。IPCC ができる前から国連気候変動枠組条約において、気候安定のためには何度までなら大丈夫かという議論があり、2℃は其中で最初から出ていた数字です。小さな島国では海面上昇は非常に大きな問題ですので、1.5℃にしようという議論もあれば、日本では 2.5℃ではいけないのかという議論もあるのですが、気候変動枠組条約ではあくまでも 2℃を目標にしていこうということになっています。

我が国の新たな2020年削減目標について

- ・ カンクン合意履行のため、また、COP19までに25%削減目標をゼロベースで見直すとの総理指示を踏まえ、新たな2020年削減目標を、**2005年度比3.8%減**とする。
- ・ 新目標は、原子力発電の活用を含めたエネルギー政策及びエネルギーミックスが検討中であることを踏まえ、**原発による温室効果ガスの削減効果を含めずに設定した現時点での目標**。
- ・ 今後、エネルギー政策やエネルギーミックスの検討の進展を踏まえて見直し、確定的な目標を設定。

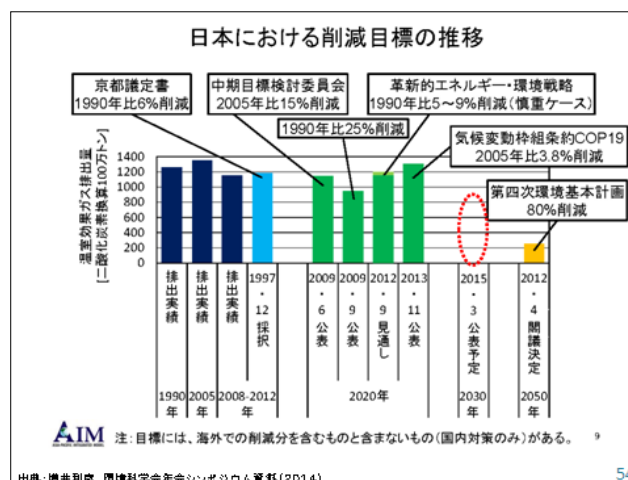
【新目標の考え方】
 新目標は、現政権が掲げる経済成長を遂げつつも、
 (1) 最終エネルギー消費を2005年度実績から更に4,400万kL削減し、世界最高水準の**エネルギー効率を更に20%改善**
 (2) **再生エネルギーを含めた電力の排出原単位の改善**
 (3) **改正フロン法に基づくフロン対策の強化**
 (4) **二酸化炭素クレジット制度の活用**
 (5) **森林吸収源の活用**
 などを総合的に進めることにより達成。

【新目標を受けた対応】
 国連気候変動枠組条約事務局に、上記の性格を有することを条件として、新目標を2013年11月29日に登録。カンクン合意に基づく**国連報告書の提出(2013年12月27日)**・**国連レビューにより厳密に排出削減を実施**。

出典：環境省資料「最近の地球温暖化対策の状況について、平成25年5月」

日本における削減目標はどうなっているかというと、2011 年 3 月の東日本大震災以降、原発が止まっていますが、再生可能エネルギーを含めたゼロエミッションのエネルギー源をどう実現するかということが日本につきつけられた大きな課題です。今も原発の再稼働が決められないでいますが、2020 年、2030 年にどれくらい原発を動かせるかが決まらなないとエネ

ルギーミックスをどうするかが決まらず、削減目標もなかなか議論できていません。

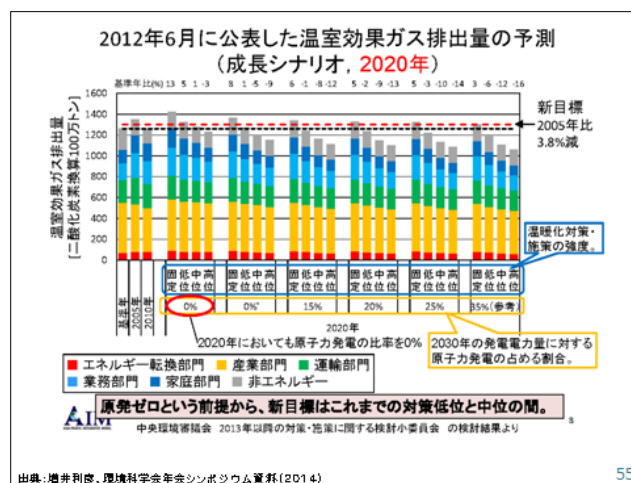


とはいっても、削減目標は国際的な約束事ですので、去年の 11 月頃には 2005 年比で 3.8%削減と公表しました。これは 1990 年比で 3%増くらいになると思います。京都議定書の第一約束期間が 1990 年比で 6%減でしたから、それと比べても後退と言わざるを得ない数字であるわけです。これをどう考えたらよいでしょうか。まさに日本が将来のエネルギーミックスをどう考えるかに関わっていると言えます。

東日本大震災の際、国立環境研究所も被災しました。幸いなことに死傷者は出なかったのですが、電力事情が悪く、いろいろな機器を止めざるを得ませんでした。その代わりに節電やエネルギー利用の効率化に関心が高まりました。おそらくそれは我々の生活においても企業等においても同じだと思います。そして、そうした努力が継続していることで今年もエネルギー不足にはなりません。ですから、節電やエネルギーの効率的利用はもっと深められるのではないかと考えています。それに加えて再生可能エネルギーでは、固定価格買取制度ができて、一斉にメガソーラーへの参入が始まっています。しかしながら、設備をつくるのが遅れてしまっていて、稼働率はまだまだ低い状況にあります。一部の人がメガソーラーは儲かるからとりあえず権利を確保しておこうと制度を悪用してしまったため、導入面で想定通りにいっていないところがあり、今制度の見直しが行われています。また、太陽光発電の買取価格を高く設定していますので、それが電力価格を押し上げてしまっています。このあた

りはシステムについてまずいところがあれば直していくことになっています。再生可能エネルギーはまさに気候変動の救世主たるべきものですが、なかなか進んでいません。

先ほど伊藤先生から家庭から出る CO₂ の 70%以上を削減するゼロエミッション住宅の話がありましたが、IT の力を借りるホームエレクトロニクスマネジメントシステムを取り入れることによって家庭で使用するエネルギー全体をコントロールし、消費量を下げることが可能です。しかしながら、日本は東日本大震災後、原発が動いていないという状況に対して、今後どのようなエネルギーの選択をしていくのか、その方向性が決まっておらず、対外的に野心的な目標を出せていません。2009 年の麻生政権の頃からは政府レベルで目標設定を行っておりまして、京都議定書では 1990 年比で 6%削減となっていたのに対して、2009 年 9 月に、2020 年目標で 90 年比 25%削減という非常に野心的な削減目標を設定したこともありました。この目標が本当に達成できるのかどうか、研究所でもいろいろなシミュレーションをしたところ、若干の無理はあるものの 25%削減する対策はあり得るという計算になった記憶があります。その後、2012 年の『革新的エネルギー・環境戦略』では、90 年比 5~9%削減としており、政府もその時々々の状況を踏まえた目標に変えています。最終的には、図の右端に書いてありますように、『第 4 次環境基本計画』に位置付けられた、2050 年に 80%削減を目指そうという目標は変わっていませんが、先ほどお話したように、COP19 では 2020 年に 2005 年比で 3.8%削減としており、これ以上削減できないのかどうか、来年 3 月を目標に国で検討が行われています。



2050 年に 80%減らすことは本当にできるのかどうか、いろいろな条件を設定して計算しています。その際、先ほどお話した 2℃という目標を達成するための対策だけを検討するのではなく、いろいろな状況を想定して予測するのが研究者の役割であり、その一部を示したのがこの図になります。政府が目標設定を行う際に、いくつかの研究機関が呼ばれて、それぞれの条件に対してみんなで答えを出して比較し、最後は政府が決めるというかたちになっています。図の下の方に並んでいる 0%、15%、20%、25%という数字は原発の比率です。原発がどんな比率で入るのか、その上で温暖化の対策をどの程度頑張るのかによって、当然、CO₂の削減量が違ってきます。このような計算結果を政府に提出して、それを踏まえた上で目標設定がされているということです。

予測に際しては、最新の技術を取り入れることを想定して計算しています。例えば、燃料を先ほど伊藤先生からご紹介のあった LNG に変換して、さらには排出される CO₂ を CCS で回収処理するという技術が考えられるのですが、実際にはそれらはすぐには実用化できません。つまり、新しい技術があっても実用化されるまでにはいくつかの壁があり、技術だけで CO₂ が予定通り下げられるわけではありません。そうすると、我々の働き方や生活の仕方といった社会の構造そのものを変えていく必要があり、節電やエネルギーの効率化は社会あるいは生活を変える大きな流れになっていくのではないかと思います。そういう中で技術が重要な役割を果たすのではないかと思います。

私の家ではこの夏、クーラーを使いませんでした。

使わなくてもなんとかやっていけます。扇風機も許可制です。ですから、エネルギーの消費量は結構小さいと思います。おそらく皆さんも日々の生活で節電やエネルギーの効率化の取り組みをされていると思いますが、それが地域なり、国にまで広がっていくとその力はかなり大きなものになると思います。しかし、それでも全てを賄うことはできません。再生可能エネルギーも、CO₂を70%削減するためにはほとんどすべての家に太陽光発電のシステムが導入されていないといけないという想定があり、なかなか難しい状況にあります。ですから、技術の進歩にも期待せざるを得ませんけれども、同時に社会や私たちの暮らし方、企業の活動の仕方も節電やエネルギーの効率化による低炭素化を進めることが非常に重要になってきます。

IPCC の報告書には発電部門の効率をもっと上げましょうというメッセージが入っていますが、石炭からLNG へというのが低炭素化のひとつの大きな流れで、まさに中部電力がそれをやろうとしています。その他の技術も出てきておりまして、技術に全面的に頼ることはできませんが、技術進歩は必要なので進めていく必要があります。私は5年ほど前に内閣府におりまして、『環境エネルギー技術革新計画』という、将来必要となる技術についてまとめるお手伝いをしたのですが、今の日本の技術開発は太陽光発電だけとってもいろいろな種類があります。しかし、いろいろ開発を行ってよりよいものを取り上げていこうとする流れはなく、とりあえずできるものはみんな開発していこうというかたちになっており、なかなか実用化に結びついていません。このため、2030年、2050年に使える技術を想定するのは非常に難しい状況にありまして、今の技術では目標達成はできないと想定しています。

伊藤先生のお話にあった、竹本和彦さんは私の2年先輩でいろいろとご指導をいただいています。竹本さんがご指摘されているように、日本の技術を途上国に持っていくことは非常に重要です。企業は「乾いた雑巾を絞るように省エネをやらされている」とよく言われますが、省エネ化やエネルギーの効率化をする余地はまだあるのではないのでしょうか。そのあたりを含め

て取り組む必要があると思います。国際的にはまだ認められていませんけれども、途上国において日本の持っている技術を使ってもらい、それによって省エネ化、効率化ができた分のCO₂を日本がもらうという二国間クレジット制度（JCM：Joint Crediting Mechanism）をつくってはどうかという話があります。CDM（Clean Development Mechanism）という制度はすでにありますが、二国間クレジットは日本が提案しているものでまだ認められていませんので、今政府を挙げて頑張っています。

以上、伊藤先生のご質問の答えにはならないかもしれませんが、技術開発とエネルギーの効率化、途上国を巻き込んだ形での温暖化対策を進めることによって、日本はリーダーシップをとっていくべきではないかと思います。今日の新聞に、温暖化交渉に最も後ろ向きの国に贈られる「化石賞」という不名誉な賞を日本がもらったという記事が出ていましたが、日本は世界の3~4%くらいしかCO₂を出していません。これに対して、中国とアメリカで4割くらい出していますから、中国やアメリカが頑張るべきという話になるのですが、二大大国が温暖化対策に熱心に取り組めば一挙に対策が進んでいく可能性もあります。そういう中で日本が国際的にリーダーシップをとっていくことは別の意味で重要性が増していると思います。温暖化対策は技術だけではなく、社会の構造の変化にも関わるものであり、いろいろと工夫をしなくてはならないのですが、東日本大震災の影響は、我々の生き方そのものを変えさせるような問いかけをしているような気がします。

福井：

ありがとうございました。それでは、伊藤先生、原澤先生のご説明をうけていかがでしょうか。

伊藤：

原澤先生には答えにくい質問にお答えいただき、ありがとうございました。普段、大学で学生たちと話をしていますと、学生はやらなくてはいけないことを頭では理解しているけれども、日常生活の中ではなかなか実現できていないと思うことがあります。ですから、そこを埋めるための社会教育のようなものが必要で

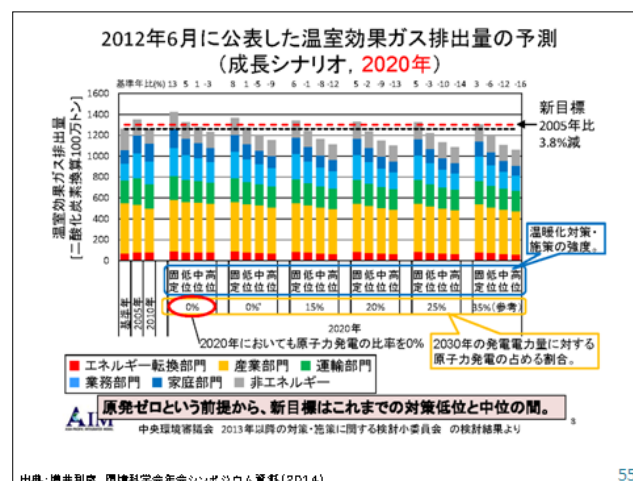
はないでしょうか。NPO、学校、諸団体は、地球温暖化問題あるいはCO₂削減、省エネについて、知識としては既に十分に持っています。これだけ知識レベルの高い国は他にはなく、世界の最先端だと思っています。大学においても地方の小さな大学に至るまで、省エネの研究や活動が行われています。こうした動きは将来実を結んでいくだろうと期待をしております。国や環境省において、肌理の細かい地球温暖化対策の施策を地道に進めていただくことが重要だと思います。今日の講演会を主催しております愛知県地球温暖化防止活動推進センターは、どうしたら地球環境に優しい社会を築くことができるかを、市民の目線で研究し、行動する機関であります。国立環境研究所の研究成果なども大いにご提供いただきたいと思います。2015年にパリで行われるCOP21は、日本も環境政策の具体を宣言しなくてはならない重要な会議だと思います。原澤先生には、COP21の後にもう一度名古屋に来ていただき、その内容をご報告いただきたく、今からお願いをさせていただきたいと思っています。今日はありがとうございました。

原澤：

我々の研究所では、温暖化についてずっとモニタリングを行っております。科学的には大体分かっていますので、あとはいかに行動するかということになるのですけれども、将来どうなるからどうしたらいいのかという道筋はひとつではないので、いろいろな委員会に情報を提供しています。20～30年前は、研究者は研究をしていい論文を書けばいいという面があったのですが、そういう時代は終わっています。今は、研究成果を踏まえて、皆さんと一緒にどう行動するのか、社会をどう導いていくのかといったところにも研究者の役割が出てきたと思っています。今日もいろいろなご意見をいただきましたが、厳しい質問は答えるのはたいへんですけれども、重要な視点に気づくきっかけにもなります。そういう意味で、すぐにお答えできるという確信はありませんが、ぜひ皆さんに忌憚のないご意見を出していただきたいと思いますし、そうした方向で研究を進めていきたいと思っています。

福井：

ありがとうございました。原澤先生のご講演にあったように、IPCCは温暖化に関わる科学者と政策担当者が対話をする場を提供していますが、科学者は政策に対してニュートラルで、政策には踏み込まないというお話でした。一方、原澤先生が理事を務められている国立環境研究所は環境省のシンクタンクという立場にあって、政策研究そのものが求められていると思います。



例えば、この図には研究者がとりまとめた成長シナリオが示されているわけですが、これらをIPCCの評価に照らすとどれくらいの確信度になるのか、またここから一步踏み込んで国がとる政策として、科学者の視点からはどのようなものが望ましいと考えておられるのか、個人的な見解で構いませんで、そのあたりについてお話をお聞かせいただければと思います。

原澤：

この図は将来のビジョン研究の一環でモデルをつくって作成したもので、いろいろな技術の情報を600種類以上揃えて計算し積み上げています。将来入ってくる新しい技術は想定しておらず、今ある技術で計算していますので、確信度は中程度の確からしさになると思います。

また、今後はいかに技術を組み合わせるかということと、先ほどご紹介したBECCS、つまりバイオマスを使ったCCSのような新しい最先端の技術をどう取り入れていくかが重要になると思います。しかしながら、CCSもまだ世界で2か所くらいでしか動いてい

ないという状況にありまして、本格的に実用化できるのはまだ先です。IPCC の計算では、CO₂ を吸収して回収するという BECCS の技術がないと、2100 年に CO₂ をゼロにすることはできないことになっています。つまり、CO₂ を吸収して埋めることができないとゼロにはならないので、その分バイオマスに期待するところが大きいのですけれども、本当にそれだけの樹木などのバイオマスを植えることができるのかという問題やバイオマス燃料をつくるための作物を作ると食料生産に影響してしまい、食料か燃料かという選択に迫られるという問題も出てきます。ですから、いろいろな研究成果をどう解釈するかという問題も含めてしっかり研究を進めていく必要があると思います。現在、日本でこうした研究ができる研究機関は 3 ～4 か所あり、将来温室効果ガスの排出量がどうなるかといった計算をしているのですが、出てくる答えが少しずつ違うので、なぜ違うのかといったモデルの比較研究も行っています。

研究者あるいは研究所は、将来ビジョンをしっかり見据えて目標設定を行い、それを達成できるかどうかを見極めるためのデータを提供するという役割があります。先ほど福井先生は、国立環境研究所について環境省のシンクタンクという言い方をされましたが、まさにその表現が合っていると思います。そうかといって、この目標設定がいいですよ、あるいはこの対策がいいですよとはなかなか言えません。環境省の中にはいろいろな委員会があり、関係者それぞれが意見を持っていますので、政策決定者はそういった意見と我々のデータを踏まえて、最終的に日本としてどうするのかを決断することになると思います。研究者はその決断には関与できないことになっていますから、できるだけ質のいい研究をすることと、質問に答えられるようにすることが役割ではないかと思っています。また、その時に世間一般の人たちの考え方から離れたものを出すわけにはいかないので、一般人としての感覚を持ちながら研究を進めていくことが大事だと思っています。

今回、IPCC の第 5 次報告書が出されましたが、次の報告書が出るのはおそらく 5 ～7 年先になります。

その間も当然、研究は進められるわけですから、日本においては 2 ～3 年おきくらいに影響に関する報告書やその他いろいろな研究の成果をわかりやすくお伝えした方がいいのではないかと、また、それがおそらく適応計画にもつながるのではないかと思います。個人的には、日本にも IPCC のような科学と政策の対話を行う仕組みが必要ではないかと思っています。それを JPCC と呼ぶかどうかはわかりませんが、そのような分野を超えた研究もすでに進んでおりますし、皆様のご意見をふまえて研究を行う大きな流れも出てきていますので、今後、研究の仕方も変わっていくのではないかと考えております。

福井：

どうもありがとうございます。JPCC という言葉も出ましたが、ぜひそのような方向で進めていただきたいと思います。

それでは、会場からご意見、ご質問、コメント等がありましたら挙手をお願いします。

質問者：

伊藤と申します。原澤先生のお話の中で、世界の平均海水面が 7m 以上も上昇するとありましたが、温暖化によって地球の海水面が平均 7m も上がったなら、日本も島国であり、沈没しかねないと思うのですが、いかがでしょうか。もう一点は、今後のエネルギーについてです。最近太陽光パネルを多くの家で見かけるようになりましたが、再生可能エネルギーの全エネルギーに占める割合は数パーセントであり、現実にはシェールガスの輸入が進められています。シェールガスは原発に比べればクリーンとは言えませんが、原発は即再稼働とはなりませんし、メタンハイドレートも現実味が乏しいので、現実にはシェールガス、火力に頼っていくしかないと思っています。また、一方では、原発を再稼働した場合には心配な面もあります。このあたりはどうなっていくとお考えでしょうか。

原澤：

ありがとうございます。平均海水面の上昇というのは、海洋の大循環が止まる、グリーンランドの氷床が解けるといった「大規模な特異現象」として位置づけられている温暖化が進んだ時に起きる想定外の現象

のひとつです。氷の量はわかっていますから、それが解けた時には水位が 7m 上がるという計算結果があります。ただし、これはすぐに起きるのではなく、グリーンランドの氷床は徐々に解けていくと予測されています。また、2℃の場合と 4℃場合では氷の解けるスピードは異なり、今の段階では 1000 年くらいかけて解け、その後最大で 7m くらい海面が上昇すると予測されています。ちなみに、北極海の氷が解けると海面上昇するのではないかという話もありますが、北極海の氷は海に浮いている氷ですから、それが解けても水位は上がりません。一方、グリーンランドでは陸の上に分厚い氷がありますので、それが解けると海面上昇してしまうということです。

二つ目の質問についてですが、確かにシェールガスや原発など、いろいろなエネルギーをどういう組み合わせで使っていくかというのが、今まさに政府も頭を悩ませている問題です。石炭火力をシェールガス等に替えたらいいいのではないかという話もあります。また、再生可能エネルギーですべてを賄えるわけでもありません。現在の再生可能エネルギーの割合は 10% くらいであり、そのうちの水力の割合も高いので、再生可能エネルギーに頼れるようになるにはまだ時間がかかるのではないかと考えています。原発は 15~30% くらいですが、すべての原子炉の寿命を 40 年と考えると、2030 年にはかなり減らさなくてはならないという問題もありますので、まさに今、エネルギー面で日本を支えるために国がどういうエネルギーミックスをつくっていくかという問題があります。エネルギーがないと、いろいろなものが動きません。太陽光発電や風力発電は環境的には非常にいいエネルギーですけれども、昼間にしか発電できないとか、非常に広大な土地が必要になるという面がありますので、その点をどう克服していくかが問題です。シェールガスの場合も CCS の技術を使うという話もありますが、CCS も新しい技術であるがゆえにいろいろな問題があります。シェールガスは埋蔵量が多いのですが、採掘する際に環境に影響を与えるところがありまして、今後新しい技術が開発されて環境に影響なく採掘できるようになることが期待されます。水素エネルギー

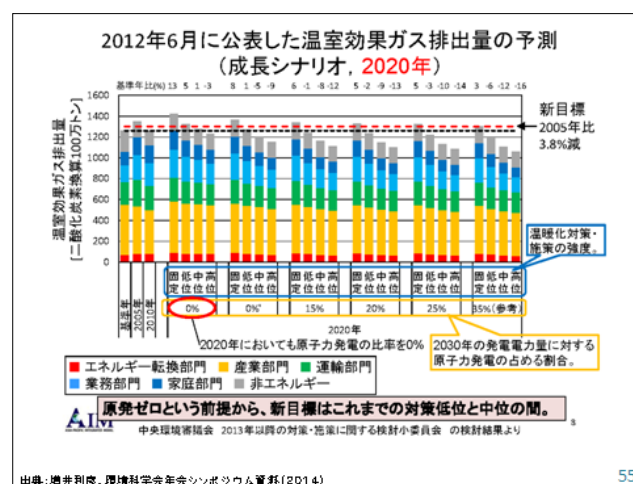
については、伊藤先生がおっしゃったように、今月「MIRAI」という車が発売され、それも非常に安くなったということであり、これも技術のいい点だと思います。水素供給ステーションがないので、なかなか導入が進まないようですが、今後そういった設備がつけられていくのではないかと思います。エネルギーに関しては解決すべき問題がいろいろとありますが、ひとことと言うと日本の将来のエネルギーミックスをどうするかが問題です。それが決まらなると来年 3 月に出すべき目標が設定できないという状況にあり、エネルギーミックスを出せるかどうかのポイントだと思います。

福井：

その他に質問はございませんでしょうか。

質問者：

川津と申します。よろしくお願ひします。今、水素の燃料電池車の話がありましたが、今は水素を供給するインフラがないということですが、将来的なエネルギーミックスの中でどの程度割り込んでいくことができるのでしょうか。また、電力会社も原子力ではなく、水素発電にすればクリーンで安全なのではないでしょうか。ただ、水素をつくるのにも環境負荷がかかると聞いていますので、そのあたりについてもう少し詳しくお聞かせいただければと思います。



原澤：

先ほどご紹介したこの図を作成する際には、水素自動車は想定していません。ハイブリッド車、電気自動車の普及が進んだらという想定になっていたと思います。水素自動車は今出てきたばかりで、水素をどこ

で作るのか、どこで供給するのかといった問題があります。水素は二次的な副産物として比較的良好に発生するものなので、供給については大丈夫だという話を何かで読んだことがあるのですが、将来、今の自動車に代わる技術になるのかどうかは私にはわかりません。電気自動車は当初有望視されていましたが、充電をどこで行うのかという問題があり、ガソリンと電気の間をとったハイブリッド車が普及しています。日本はこのような技術開発が得意でして、ガソリンか電気かというのではなく、ガソリンも電気も上手く使って効率を上げたハイブリッド車が出てきました。ですから、水素と何かを組み合わせるという方法もあるのではないかと思います。

福井：

次の方、ご質問をお願いします。

質問者：

化石燃料にしろ、ウランにしろ、おそらく 200 年、300 年過ぎればなくなるものであり、エネルギーのボリュームが最も大きいのは太陽だと思います。少し時間のかかる夢のような話かもしれませんが、太陽のエネルギーをフルに使う技術開発については研究されているのでしょうか。

原澤：

国立環境研究所では太陽光を活用する研究は行っていますが、産業技術総合研究所や筑波大学などでは、藻類を使ったバイオエネルギーや人工光合成の技術開発に力を入れています。日本は、要素の技術は非常にいいものを持っているのですが、それを実用化し、さらには社会に普及させていくところが大きな問題になっています。技術としては、人工光合成や藻類によるバイオマスエネルギー、すなわち、藻類に油を作らせてそれをエネルギーにするというものもあります。藻類の場合はたとえば相当大きなタンクに藻類を育てて、エネルギーにしないではいけません。実験室で効率よくできても実用化した時に想定通りにできないこともあり、要素技術としてはまだ開発段階にあると思います。太陽の光をうまく使う方法は植物に習うのが一番だと思いますが、日本はその分野の技術開発ではトップランナーであると思います。それを実用

化して社会に根付かせ、実際にエネルギーの効率化や CO₂ の削減に結びつけるにはもう少し時間がかかるということです。

福井：

ありがとうございました。今日は適応策の議論があまりできなかったのですが、先ほども申し上げましたように、地球温暖化の問題とエネルギー、あるいは環境、特に防災の問題は、適応策ととても関係が深い内容だと思います。

それでは、最後に一言ずつ、そういったことも含めて今後どういったことが課題になるのか、伊藤先生からお願いします。

伊藤：

本来、学者は「未来」については立ち入るべきでないと思うのですが、今日の課題は「気候変動と私たちの暮らし、地域、そして未来・・・」とありますので、水素発電、水素自動車は「未来」のひとつと捉え、ふれさせていただきました。

私が水素を燃料とする車に乗せていただいたのは愛知万博の 5 年前の 2000 年にドイツで行われたハノーバー万博でした。その帰りにお土産にいただいたのが小さなビニール袋に入れられた、私が乗車した燃料電池車の排気ガスでした。その時は、まさか水素自動車を自分で運転できる時代が来るとは思っていませんでした。日本でも研究していることは知っていましたが、実用化は遠い未来のことだろうと思っていました。それから 5 年後の愛知万博で、皆さんご存じのように、水素ガスで走る燃料電池ハイブリッドバスが運行されました。乗用車も作られ、愛知県に公用車として導入されました。愛知万博が終わっておよそ 10 年たった今年、トヨタ自動車から「MIRAI」という、まさに未来の自動車が発売されました。「MIRAI」は、遠い未来のこととされている科学技術でも、一生懸命頑張れば手に入るというひとつの例だと思います。

先ほどご質問にもありましたように、燃料水素をつくるには電気が必要です。学校の理科の授業でやるように、水を電気分解すると酸素と水素が発生しますから、燃料電池車はその逆を利用するわけです。触媒を使って、水素と酸素を化合させると電気が発生する

わけですから、燃料は電気といっていいと思います。水素自動車も天然由来の水素ガスを使わない限りは電気分解によって作るようになります。では、その電気はどうするのかということになりますが、石油や天然ガスで電気をつくったのではこれまた問題です。しかしながら、電気は長く大量にはストックできないのに対して、水素は一度作ればボンベに詰めてストックすることができます。九州大学の水素センターにもたくさんボンベがストックされていました。これが電気をつくった水素の貯蔵庫です。例えば、夜間を利用した揚水発電や昼間の太陽光発電を使って自然エネルギーから大量の電気をとることができれば、たくさん水素をボンベにストックすることが可能になります。これもまだ未来の夢の話かもしれませんが、今日のタイトルに「そして未来・・・」とありますので、お話をさせていただきました。暮らしと地球に配慮しつつ、子どもたちの教育をしっかり行うことが私たちにできる第一歩かなと感じています。このあたりで私の発言を許していただきたいと思います。どうもありがとうございました。

原澤：

今日は IPCC の報告書をベースにお話しましたが、おそらく皆さんはエネルギーや日々の生活をどうするかといったところに関心があるのではないかと思います。今日の私の話から、地球温暖化の影響や適応の重要性について関心を持っていただければありがたいと思います。

IPCC では、第 1 次報告書の段階からどのような影響が起きるのかという予測をずっと行っていて、デング熱もウイルスを媒介する蚊がどんどん北上していくと何時かは日本でも発生すると予測していましたが、それが現実起きてしまいました。2003 年にヨーロッパで発生した熱波も起きると予測していたことが実際に起きてしまったわけで、非常にショッキングでしたが、それは温暖化がそれだけ速く進んでいる証だと思います。一旦そうしたことが起きると、人命や社会、生産活動に大きな影響が出ます。海外で温暖化の影響が起きると日本の社会や経済にもその影響が波及してくるという時代になってきており、日

本だけは大丈夫というわけにはいなくなっています。温暖化の問題は 25 年も研究されているのになぜ解決できないのかというと、それだけ人間の根源的なところに関わっており、あと 5 年、10 年研究しても解決できる問題ではないということです。ですから、IPCC のパチャウリ議長の指摘のように、私たちはどうすべきかということをお願いしていく必要があります、そのために研究も続けていかなくてはならないと思っています。そして、今日のような機会に、少しでも皆さんに IPCC の情報をお伝えできればと思っています。今日のご質問に十分にお答えすることができませんでしたが、次の機会には水素社会はこうあるべきだといった未来も語りたいと思います。少なくとも、私たちの子供をはじめ、子孫に厳しい世界を遺してはいけないと思いますので、今頑張らなくてはいけません。これ以上温暖化が進むと、人類は生き残れないかもしれません。明るい未来にしていくためには、私たちがいかに CO₂ を削減して温暖化を止められるかどうかに懸かっており、私も一研究者として、あるいは研究所としても役に立つ情報を出していきたいと思っています。また、明るいビジョンがないとなかなか本気になれませんので、そういった分野でも研究を進め、情報を提供していければと思います。その際には皆さんの声も大きく影響しますので、これを機会にぜひ国立環境研究所の名前を覚えていただいて、今後、機会があるごとにお叱りも含め、ご質問やご意見をいただければと思います。今日はたいへんありがとうございました。

福井：

これでトークセッションを終わらせていただきます。どうもありがとうございました。

釣り人からの水辺だよりー春 「琵琶湖の小アユ釣り」

海産アユと湖産アユ

アユはワカサギやシシャモなどと同じサケの仲間で、その特徴である「アブラビレ」を持つ魚だ。主に日本に生息し、幼魚の頃は海で過ごし、春になると約束したように川へと遡上する。国内には海産アユの他、琵琶湖という限られた水域に適応した陸封型のアユがいる。成魚でも体長 10cm と小振りで、海産の「大アユ」に対して「小アユ」の名で区別される。小アユは幼魚の頃には琵琶湖を海の代わりとして生活するが、その後、流入河川に遡上するもの、湖内にとどまるものがある。



アユの友釣り

アユは古くから網漁や釣りなどで漁獲されてきた。なかでも、アユの友釣りは他に類を見ないユニークな釣法として人気があり、夏の風物詩となっている。春に川を遡上した 7~8cm の稚アユは、川の底石に付く「アカ」と呼ばれる藻類を食み、夏に向けぐんぐん育つ。良い餌場を占有するためにアユは縄張りを持ち、近づく魚に体当たりし、時には噛みつき追い払う。その習性を利用したのが友釣りだ。「友」と呼ばれるオトリのアユに掛け針をつけて目ぼしき石の周りを泳がせると、縄張りアユは侵入者を追い、何度か突っ掛けるうちに針掛かりしてしまう。「アユは石を釣れ！」とは、アユ釣り師なら誰もが知る先人の教えである。

小アユも人も雨を待つ

琵琶湖の沖合を回遊する小アユは、例年、桜が咲く 4 月頃から接岸を始め、群れの一部は河川に入ってくるが、多くは湖岸近くで水がぬるむのを待つ。水深のある漁港や河口周辺の護岸では、この頃から「走り」が釣れ始めるが、魚体はまだ細く、日々の寒暖差もあり釣りムラが多い。安定期を迎えるのは 5 月下旬からで、8cm 前後に育った小アユが本格的に遡上を始める。6 月も下旬になるといよいよ盛期到来。スポーツ新聞の釣り欄には頻繁に小アユの釣り情報が載る。ところが、いざ釣行しても思うように釣れず、落胆に終わることも多い。小アユは川水の増減に敏感に反応する魚で、雨が降らず川が痩せてくると釣果はみるみる落ちてゆく。対して、まとまった降雨があり、川が増水してくると状況は一変する。この日を待っていたかのように群れをなし次々と遡上してくる。水の流れは生命であふれ、川の底の底までキラキラと光る。そこかしこに飛沫を上げてアユが飛び。釣果は約束されたも同然で、終日、人を選ばず釣れ盛る。いい釣りにするには晴れが続いた日は避けた方がよい。

小アユ釣りの仕掛け

小アユ釣りはコマセ*¹カゴをセットした胴付き仕掛け*²を使い、当りはウキで取るのが一般的だが、釣りの状況で釣り方や仕掛けに多少の違いがある。水の動かない湖岸や港では仕掛けが立つ縦の釣り、流れ

のある河川では仕掛けを這わす横の釣り、その中でも流す釣り、止めの釣りなど様々な釣法があり、釣り場に着いたら名人を見つけて聞くのが一番の近道だ。基本となるのはオランダカゴ^{*3}の止め釣りで、水深30cm～1mの浅瀬の緩い流れに向く。コマセが入ったカゴを釣り座から少し上流に振り込むと、カゴは底まで一気に沈み、ウキは仕掛けを張りながら、川下に流れて止まる。カゴからポロポロと流れ出るコマセの中に針があるのが理想的。小アユが掛かるとウキがブルブルと震え、時には流れに引き込まれる。一尾掛かると針が踊り、次々と煌きが走る。時合が来ると、入れ掛かり^{*4}となり、ダブル、トリプル、パーフェクトも珍しくない。オランダカゴの止め釣りは場所も取らず、仲間同士並んでワイワイできる楽しい釣りだ。

*1：魚を集めるための撒き餌。

*2：オモリが一番下についている仕掛け。

*3：コマセカゴの一種でオモリとカゴが一体化になっている。

*4：仕掛けを投入する度にアタリがあり、次々釣れる状態。

コマセを手作りする

小アユ釣りに欠かせないのがコマセ。地元釣具店で完成品が手に入るが自作も簡単。スーパーなどで手に入る食材で作ることができ、釣った小アユの腹を取るのが面倒な人には何より安心感がある。2～3人分で400～500gの釜揚げシラス（煮干しで代用可）とパン粉（細目）を同量程度用意する。シラスはまな板の上で包丁で細かくたたき、手で揉みほぐしてより細かくする。フードプロセッサーを使うと早く均一に仕上がる。これを容器に入れ、冷凍（冷蔵）保存する。保冷剤とともにクーラーに入れて運び、釣り場に到着したらバケツに入れ、パン粉を少しずつ加えながら混ぜ合わせる（多少の水を加えても可）。粘りを出さず、パラパラした中にもしっとり感があるように仕上げる。初めはほぐれやすいコマセで魚を寄せ、順調に釣れ出したらパン粉を足し、ほんの少し粘りを出してやる。一度に全量作らず、2回程度に分けて作ると失敗しても安心。残ったら次回に備え冷凍しておくのと安上がり。（釣り人／工藤秀和）

小アユ釣りの基本的な仕掛け

- ・小アユ釣りの胴付き仕掛け（初期2号～2.5号、盛期2.5号～3号）（針数6～7本、枝間10～12cm、広い方が絡みづらい）
 - *実績のあるパールビーズ系を中心にラメ系など揃えると万全。
 - 仕掛けの絡みや根掛かり、ニゴイなどに仕掛けを飛ばされるリスク分を加味し、1人分4～5セット用意したい。
- ・竿 溪流竿（硬調）4.5～6.3m、1～2本
 - *オランダカゴは自重があるので、硬調子の竿を選ぶ。長竿程、広範囲が探れる。魚が寄ってしまえば短竿が手返しが早い。
- ・道糸 1.2号～1.5号 ナイロン系
- ・オランダカゴ 小2～3個（アジ用プラスチックカゴ小でもok）
- ・ウキ 発泡中通しウキか環付きピンポンウキ（軽いもの）
- ・ウキ止めゴム（爪楊枝で止める）
- ・オモリガン玉 3号～6号 少々（食い棚の調整用）
- ・その他予備として（ヨリモドシ、溪流用毛糸目印）（道具類）
- ・活かし用丸ビク（市販品は1～2m）*足場から水面までが遠い程、丈のあるものを選ぶ。二人で1個はほしい
- ・竿掛け（ビクや竿を掛ける。掛かりアユを外す時両手が使え）
- ・他にビク止めロープ。バケツ2個、コマセ入れ（人数分）、タオル、椅子、クーラー、保冷剤、偏光メガネ、帽子、ビーチパラソル等。
 - *草刈り鎌があると意外と使える。岸辺は藪だらけ！

オランダカゴの止め釣り



琵琶湖の小アユ釣り場

- ・滋賀県長浜市から彦根市にかけてアクセスの容易な好釣り場が続く。（姉川、天野川、芹川、犬上川、宇曽川、愛知川）
- ・木之本町から高島市にかけての釣り（大川、大浦川、知内川）

〔講演記録〕

温暖化防止活動を改めて考える
～環境文化の普及に向けて～

中部大学中部高等学術研究所 原 理史

みなさん、こんにちは。ご紹介いただきました原理史でございます。今日は地球温暖化や環境問題をめぐって、ここ 10 年間くらいの間にどんなことが起こったのか、そして今後温暖化防止活動を推進するためにどうしていけばいいのかといったことについて、私がこれまで携わってきたことを振り返りながらお話ししたいと思います。

1. はじめに

自己紹介

原 理史(はら まさし)
博士(環境マネジメント)
技術士(環境部門・環境保全計画)
愛知県地球温暖化防止活動推進員第79号



所属 中部大学中部高等学術研究所
一般社団法人環境創造研究センター 企画委員

<略歴>

平成10年4月～
環境アセスの民間会社より(社)環境創造研究センターへ転籍
平成15年11月～
愛知県地球温暖化防止活動推進センター普及啓発業務を兼務
平成25年4月～
現職

最初に、簡単に自己紹介をさせていただきます。私は現在、中部大学の中部学術研究所に所属しておりますが、もともとは主に環境アセスメントに関わる仕事を行って来ました。平成 10 年 4 月から環境創造研究センターにおいて環境計画をはじめとする調査の仕事をしておりまして、今も企画委員というかたちで関わらせていただいておりますが、平成 15 年の秋に環境創造研究センターが愛知県の地球温暖化防止活動推進センター（以下、「温暖化防止センター」という）の指定をいただいてからは、温暖化防止に関わる普及啓発の活動にも携わっております。また、私はみなさ

んと同じく地球温暖化防止活動推進員（以下、「推進員」という）の一人でもあります。

地球温暖化防止活動推進員

「地球温暖化対策の推進に関する法律」24条
第二十三条 都道府県知事及び指定都市等の長(以下「都道府県知事等」という。)は、地域における地球温暖化の現状及び地球温暖化対策に関する知識の普及並びに地球温暖化対策の推進を図るための活動の推進に熱意と識見を有する者のうちから、地球温暖化防止活動推進員を委嘱することができる。
2 地球温暖化防止活動推進員は、次に掲げる活動を行う。
一 地球温暖化の現状及び地球温暖化対策の重要性について住民の理解を深めること。
二 住民に対し、その求めに応じ日常生活に関する温室効果ガスの排出の抑制等のための措置について調査を行い、当該調査に基づき指導及び助言をすること。
三 地球温暖化対策の推進を図るための活動を行う住民に対し、当該活動に関する情報の提供その他の協力をすること。
四 温室効果ガスの排出の抑制等のために国又は地方公共団体が行う施策に必要な協力をすること。

はじめに、推進員の役割について確認したいと思います。「地球温暖化対策の推進に関する法律」の第 24 条には、推進員とは「地域における地球温暖化の現状及び地球温暖化対策に関する知識の普及並びに地球温暖化対策の推進を図るための活動の推進に熱意と識見を有する者」とされています。ここにある「知識の普及」や「活動の推進」は、普及啓発活動と言い換えることができると思います。また、第 24 条には、推進員が行うべき活動の内容についても書かれています。

愛知県地球温暖化防止活動推進センター

- 「地球温暖化対策の推進に関する法律」24条

都道府県知事等は、地球温暖化対策に関する普及啓発を行うこと等により地球温暖化の防止に寄与する活動の促進を図ることを目的とする一般社団法人若しくは一般財団法人又は特定非営利活動促進法（平成十年法律第七号）第二条第二項の特定非営利活動法人であって、次項に規定する事業を適正かつ確実に行うことができると認められるものを、その申請により、都道府県又は指定都市等にそれぞれを限って、地域地球温暖化防止活動推進センター（以下「地域センター」という。）として指定することができる。

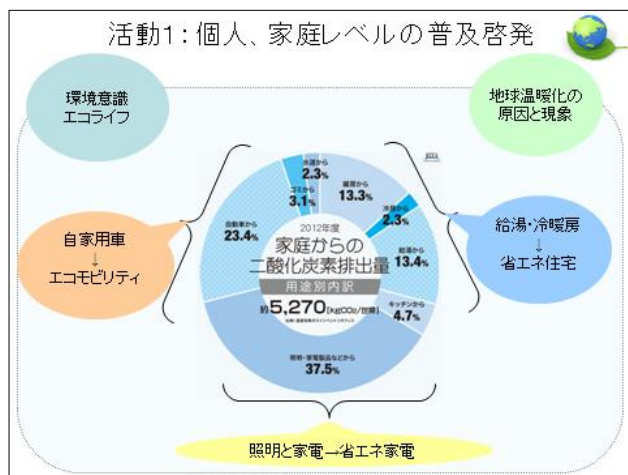


普及啓発の取組みの実施

温暖化防止センターは、推進員と車の両輪のような関係にあります。この法律の第24条には、温暖化防止センターの活動について「地球温暖化対策に関する普及啓発を行うこと等」と書かれておりまして、愛知県の温暖化防止センターにおいても、これまで地球温暖化対策の普及啓発の取組みを実施してきています。

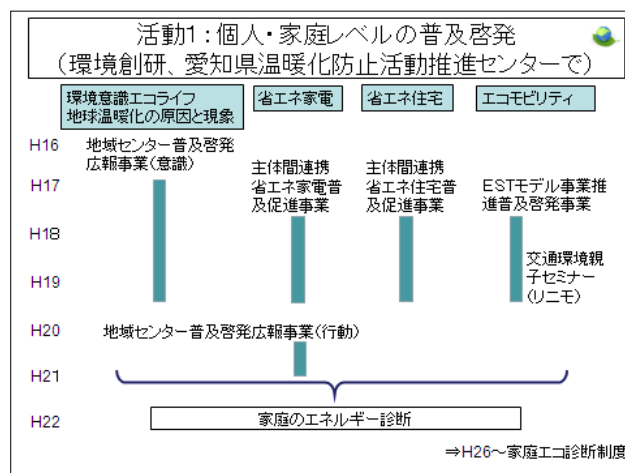
そこで、私が温暖化防止センターでどんな普及啓発の取組みをしてきたのか、10年間を振り返りつつご紹介したいと思います。

2. 個人、家庭レベルの温暖化防止の普及啓発活動



私が行ってきた活動は、大きく二つに分けることができます。一つ目の重要な柱は、個人や家庭レベルの普及啓発活動です。この図は家庭から排出される二酸化炭素の量を用途別に整理したのですが、二酸化炭素の総排出量は約5tであり、そのおよそ1/3が給湯・冷暖房によるもの、1/3が照明と家電によるもの、残りの1/3が自家用車によるものに分けることができます。おそらく、みなさんも推進員として地球温暖化

の原因や現象、二酸化炭素の排出量、環境意識やエコライフといったことについて話をされていると思いますが、温暖化対策に関わる普及啓発活動はこのように分類することができます。



この図は、愛知県の温暖化防止センターがこれまでにやってきた取組みについてまとめたもので、今ご説明した分類とほぼ同じ分け方をしています。給湯・冷暖房は「省エネ住宅」に、照明と家電は「省エネ家電」に、自家用車などの交通関係は「エコモビリティ」に相当します。平成16年度からこうした活動を本格的に開始し、いろいろなことを行ってきましたが、平成20年度あたりで一区切りをつけています。現在は、これらの活動すべてを統合して、「家庭のエネルギー診断」というかたちで普及啓発活動を行っています。また、今年度からは環境省の「家庭エコ診断制度」が始まっておりまして、それに基づく取組みを行っています。



クイズ番組公開録画と放映(CATV)H19年度



このころの具体的な活動としては、環境意識を高めもらうための映画を作ったり、ケーブルテレビの番組を作ったりしていました。

白熱電球と電球型蛍光灯動画H20年度



省エネ設備の購入を促す動画も作っています。これは電球型蛍光灯に関する動画で、Web上にアップされていたのでご覧になった方もいらっしゃるのではないかと思います。蛍光灯と白熱電球の消費電力はどれくらい違うのか、ワットチェッカーで測るところを撮影したのですが、なかなか大変でした。何が起きたのかというと、蛍光灯の撮影のときには問題はなかったのですが、白熱電球の撮影では熱でワットチェッカーの液晶画面が真っ黒になってしまいました。しばらく待っていたら回復して撮影可能となりましたが、ワットチェッカーが壊れたのではないかと慌てました。このとき、白熱電球はものすごく熱を出すことが改めてわかりました。

省エネ家電普及啓発用ツール(リーフレット)H21年度



これは平成21年度に作成した「省エネ家電」の普及啓発用のリーフレットですが、こうしたものの作成、配布も行いました。

省エネ住宅普及啓発ツールと展示会H17年度



給湯・冷暖房については、「省エネ住宅」という分類で普及啓発活動を行いました。「省エネ住宅」について何も分からない状態からのスタートでしたが、平成17年度には、住宅の断熱やエアコンの高度化、太陽光パネルの設置、給湯をヒートポンプ型にするなどの設備の更新といった内容の展示会を行っています。

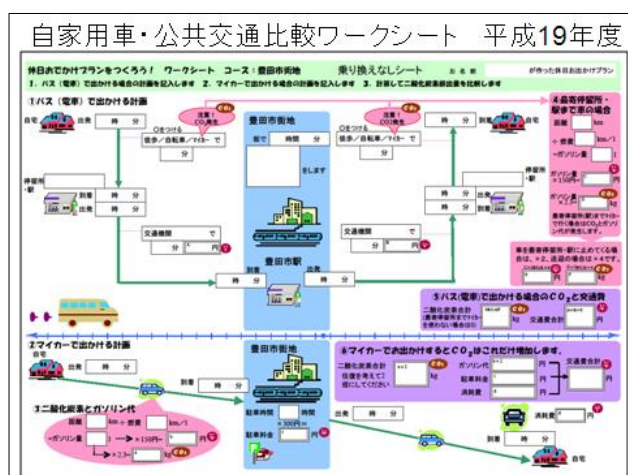
省エネリフォームのすすめH19年度



これは平成 19 年度に作成した「省エネ住宅」への
リフォームを勧めるパンフレットです。



自家用車に対する取り組みは、交通行動を変えることが主なねらいであり、たとえば、「ESTモデル事業」があります。ESTとは「Environmentally Sustainable Transport」の略で、環境的に持続可能な交通という意味ですが、この図のようなパンフレットを作り、「自動車は便利ですが公共交通機関を使いましょう」と呼び掛けました。こうした活動は今あちこちで行われていまして、愛知県でも「エコモビの日」という活動が大々的に行われており、温暖化防止センターもその一翼を担っています。

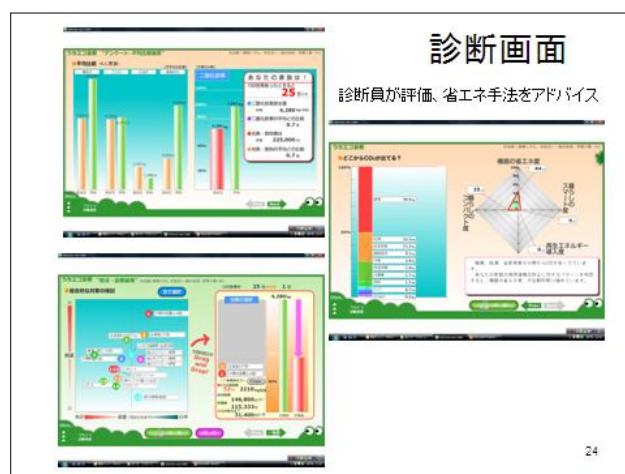


これは交通行動を変えてもらうための普及啓発用のツールです。豊田市の市街地用のものですが、自宅から都心に買い物に出かけて帰ってくる際、公共交通機関を使う場合（上段）とマイカーを使う場合（下段）に、それぞれどれだけの料金と時間がかかるのか、そして CO₂ の排出量はどれだけになるのかを計算して比較するというワークシートです。こうしたツールを

作って中学校に行き、生徒のみなさんに取り組んでもらうことも行いました。



これはリニモを利用した、夏休みに親子で参加するクイズラリーです。1日に2本のリニモで5日間、計10本のリニモに乗車して行いました。体力的には非常に疲れましたが、面白い企画でした。

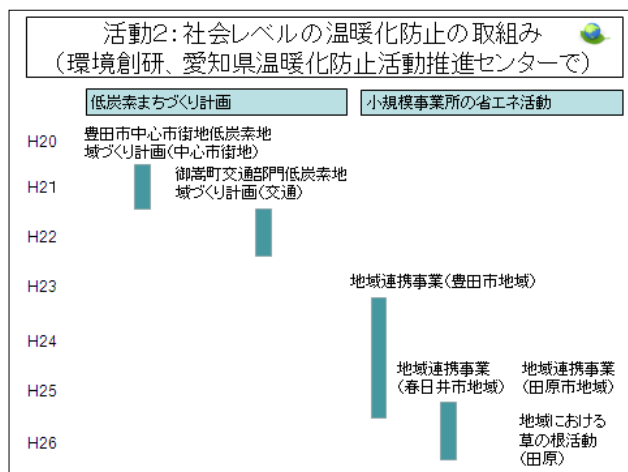


次は「家庭のエネルギー診断」です。これは「うちエコ診断」と呼んでいるもので、診断画面にエネルギーに関わる様々な生活情報を入力すると、家庭のエネ

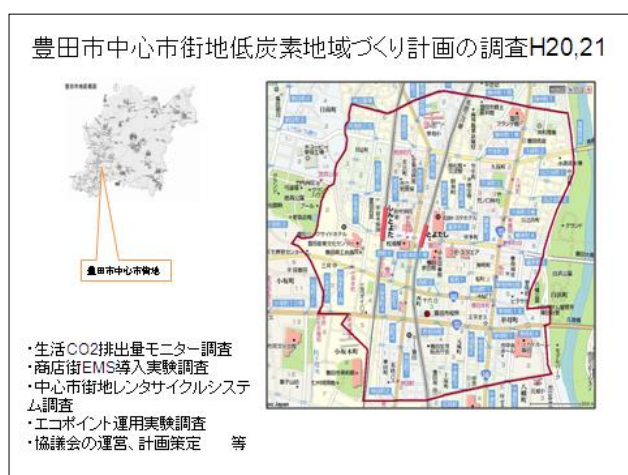
ルギーの使用状況を診断できるという内容のソフトです。

以上が個人、家庭レベルでの普及啓発の取り組みになります。

3. 社会レベルの低炭素地域環境活動



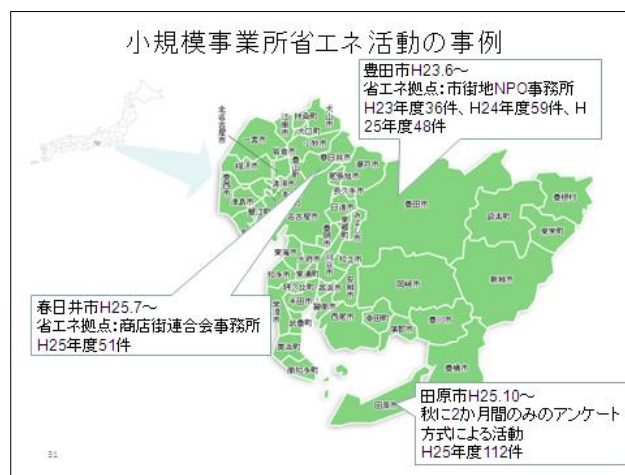
温暖化防止センターの取り組みは、当初はこのような個人や家庭レベルを対象とした普及啓発が主でしたが、平成 20 年頃以降、「低炭素まちづくり計画」や「地域連携事業」など、少しずつ社会レベルの取り組みにも携わるようになりました。「地域連携事業」とは、小規模事業所の省エネ活動を地域全体で組織的に推進しようとするもので、現在進行中のものもあります。



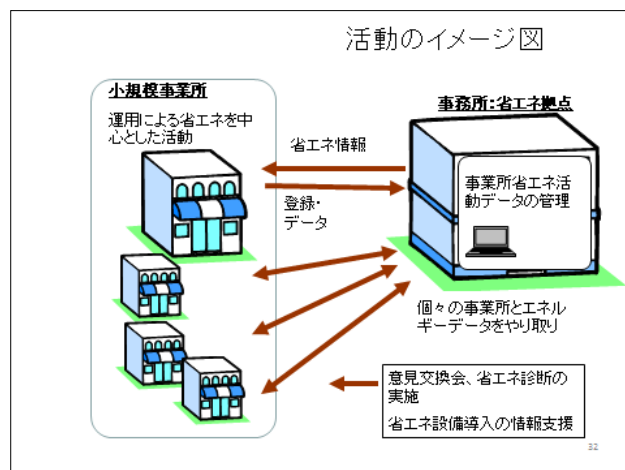
これは、平成 20 年度、21 年度に行った「豊田市中心市街地低炭素地域づくり計画」で、「生活 CO₂ 排出量モニター調査」や「商店街 EMS 導入実験調査」、「中心市街地レンタサイクルシステム調査」などを行いました。



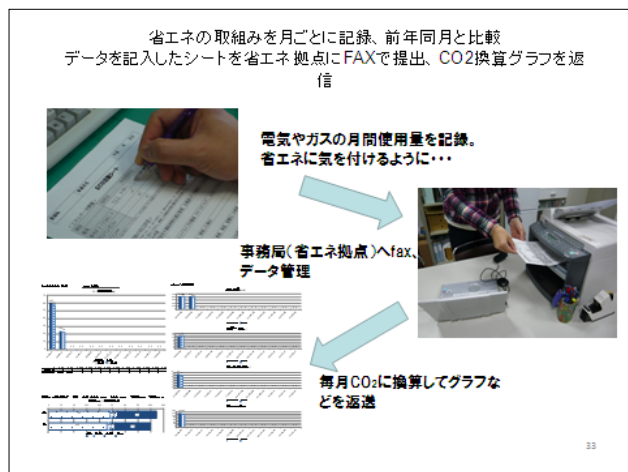
こちらは、平成 21 年度、22 年度に岐阜県の御嵩町で行った交通部門の「低炭素地域づくり計画」で、公共交通である名鉄広見線の活用を促すための調査を行っています。



「小規模事業所の省エネ活動」としては、「地域連携事業」と「草の根活動」を行っています。このうち、「地域連携事業」は、平成 23 年度から豊田市で、平成 25 年度から春日井市と田原市で行っており、今も継続して行っています。



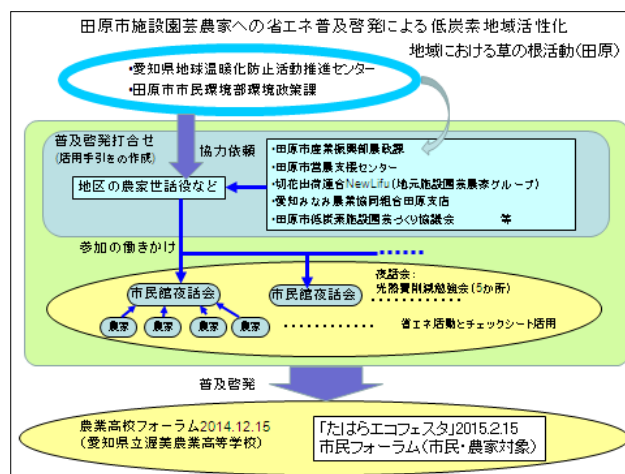
「地域連携事業」では、エネルギーの管理拠点を置き、拠点から小規模事業所に省エネ情報を提供するのに対して、小規模事業所は省エネルギー化に取り組み、そのデータを拠点に送るというやり取りを行っています。



具体的には、環境家計簿のようなものをつけたらいいと思います。各事業所は月ごとにエネルギーデータを記入して拠点に送り、拠点はそれをグラフにして返送することによって、去年と比べて省エネができていのかどうかについて「見える化」というものです。

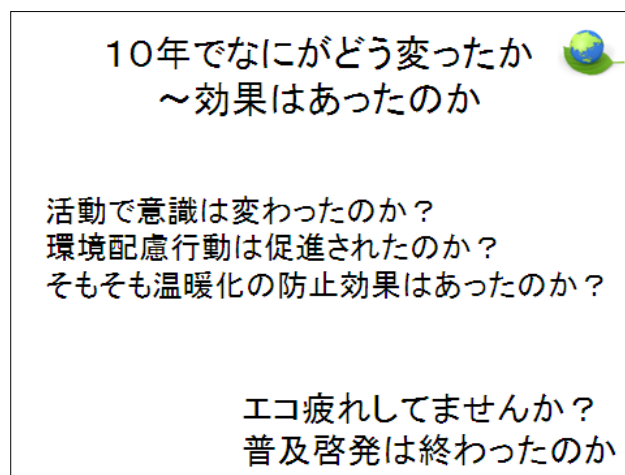


今年度は、農家を対象にした省エネ活動も行っています。渥美半島や豊橋市あたりは施設園芸農家が多く、エネルギーの消費量がかなり多くなっています。そこで、田原市において、施設園芸農家を対象に「草の根活動」として省エネの普及啓発活動を行いました。



田原市における農家を対象とした省エネ普及啓発事業は、このような組織で行っています。

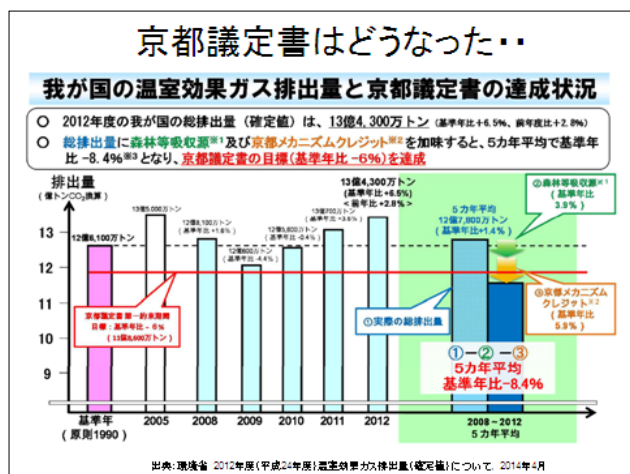
4. 普及啓発と効果の検証



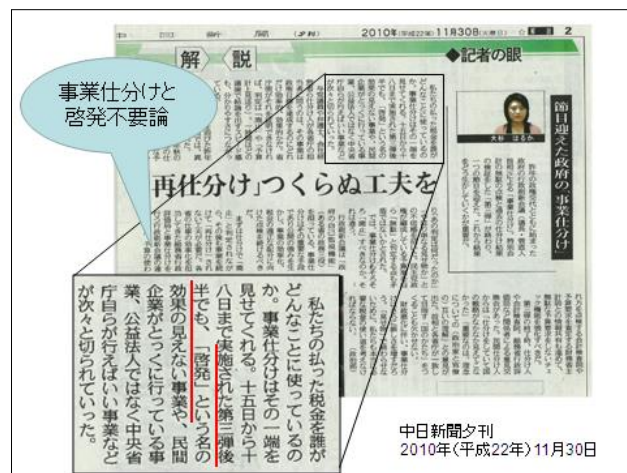
以上のように、個人や家庭レベル、社会レベルを対象として、10年間いろいろなかたちで普及啓発活動を行ってきましたが、活動中においても「この活動に効果はあるのか?」という疑問を持っていました。そして、10年たった今も、「活動で意識は変わったのか?」、「環境配慮行動は促進されたのか?」、「そもそも温暖化の防止効果はあったのか?」など、いろいろ考え続けています。「エコ疲れ」という言葉がありますが、私自身も「エコ疲れ」をしているのではないかと気が持ちもありました。一方で、普及啓発に否定的な指摘が4、5年前からありまして、「普及啓発は終わったのか」と自問自答していました。

ここ 10 年間の環境史をひも解いてみます。今から 10 年前にあたる 2004 年以降を見てみると、2005 年には愛知万博が開催されています。2008 年からは京都議定書が発効しています。2004 年には環境活動家のワンガリ・マータイさんがノーベル平和賞を受賞し、2007 年には IPCC とアル・ゴア米元副大統領がノーベル平和賞を受賞するなど、環境に関わる活動がたいへん活発な時期でした。

その後の 2009 年から 2012 年については、私はいろいろな変化があった時期だと捉えています。この時期は民主党政権の時代でして、たとえば、鳩山元首相が 2020 年の温室効果ガスの削減目標を 90 年比 25% と表明しました。この数字が出されたとき、私はたいへん驚きました。かなり野心的だったからです。そうこうしているうちに、東日本大震災と福島第一原発の事故が起きました。そして、国内の原発は点検などに伴って全て稼働停止となり、今もそれが続いています。その後、民主党政権が倒れまして、温室効果ガスの削減目標はゼロベースで見直すことになり、2020 年に 2005 年比で 3.8% 削減するという目標になっています。去年は、ESD のユネスコ世界会議が行われるとともに、IPCC の第 5 次報告書が出されています。このように、ここ 10 年間は、活動が非常に活発だった時期、混乱の時期、立て直しの時期という 3 つの時期に分けて捉えられるのではないかと思います。



では、京都議定書で定められた目標の達成はどうなったかという、なんだかんだと言いながらも目標を達成しています。



私が混乱の時期と考えている民主党政権時には、事業仕分けにおいて「啓発不要論」がありました。これは今から 5 年前、平成 22 年の新聞記事ですが、『啓発』という名の効果の见えない事業」と書かれています。このようなことを言われると、普及啓発に取り組んでいる我々は非常に苦しい立場に立たされます。

事業仕分けエコクラブ等関係事業 環境省 H22.11

ワーキンググループ B 評価コメント

事業番号 B-7 エコクラブ等関係事業

(1) みんなエコクラブ推進事業
(2) 我が家の環境大臣事業
(3) こどもエコクラブ事業

問われたのは二酸化炭素の削減量！

- 環境教育の具体的成果目標がままの事業継続はやるべき（ホームページアクセス数などは成果目標ではない）。
- 効果は不明・利用者が少ない（我が家の環境大臣）。普及していない、地方自治体で実施されている（こどもエコクラブ）。廃止すべき。
- 環境教育の必要性は認めるが、CO₂の削減への貢献が全く不明（実績が不明）。
- 必然性がないし、手段もきちんとした検証がなされたものとなっていない。ウェブサイトの運営は普及には迂遠、廃止が妥当。
- CO₂削減効果は極めて乏しいのではないか（効果検証がない）。

<http://www.cao.go.jp/saashin/niwakes/detail/2010-11-15.html#B-7>

これは事業仕分けの際に「エコクラブ」に対して出された意見です。「エコクラブ」は結局廃止になりましたが、「環境教育の必要性は認めるが、CO₂削減への貢献が全く不明（実績が不明）」、「CO₂削減効果は極めて乏しい（効果検証がない）」とあります。ここでは二つのことが問われていまして、一つにはどれだけ CO₂を減らしたのかということであり、もうひとつは実績が不明で効果検証がないということです。要するに、やってよかったのかどうか分からないと指摘されているわけです。

震災と原発事故 H23.3.11



www.digitalglobe.com

例えば ざっくり
原発1基 $\div$ 25万世帯

原発1基100万kW想定 世帯当たり100V×40A=4kW想定

次は東日本大震災と原発事故の話です。みなさんもよくご存じだと思いますが、原発にはCO₂排出量を削減する効果が期待されています。では、原発1基あたりどれくらいの電気を発電することができるのか、単純化して計算してみますと、約25万世帯分に相当します。この数字は、設備をつくることによる効果がいかに大きいかを示しています。それならば、我々のやっていることは一体何なのか、意味はあるのかと考えてしまうわけです。

設備を付ければいいのか！？

太陽光パネルの補助金は好評ですよ。でもねえ。補助金でパネル付けて、それでジャブジャブ電気を使うって。それって、違うんじゃないかなあ。

某市環境政策課長の弁



社会としては設備は必要でも、「人」が大事なんじゃないの？

(音声は変えてあります)

一方、こんな意見もあります。これはある自治体の環境政策課長の言葉です。「太陽光パネルの補助金は好評ですよ。でもねえ、補助金でパネルをつけてそれでジャブジャブ電気を使うって、それって違うんじゃないかなあ。」というものです。これもひとつの見識だと思います。設備は必要であり、それを取り入れる努力を社会は行わなくてはならないと私は思います。しかし、この人が言っているように、電気を使うのは人であり、人がどう考えるかが問題であるということも重要な視点であり、人に対して働きかけることはや

はり重要であると改めて思うわけです。

今後の環境教育・普及啓発の在り方を考える
検討チーム報告書 環境省 H23.7

反省や課題

(これまでの国の取組)

- 環境教育や普及啓発は、教育基本法や環境保全活動・環境教育推進法、環境基本計画などに位置付けられており、環境教育においては、これまでAAAプラン（いつでも、どこでも、誰でも）を基に施策を展開してきました。ただ、一定の成果を上げてはきましたが、戦略や有機的な連携という面では不足している部分もありました。
- 普及啓発においては、これまで問題（例えば公害にはじまり、地球温暖化、生物多様性、廃棄物など）をまず知ること、次に自分たちの身近でできること（例えばマイバッグを持とうなど）、といった国民全体をターゲットとした取組が行われてきましたが、対象をより絞り込んだ効果的なコミュニケーションや、政府内の戦略や連携なども不足しがちでした。

(事業仕分けでの指摘)

- また、政権交代以後に行われた事業仕分けでは、これまで実施されてきた環境教育や普及啓発の取組に対して、成果・効果がよくわからない、測定が十分ではない、国はアドバイザーやコーディネーター役に徹するべき、などの指摘がありました。

https://edu.ami.go.jp/te am _es/

環境省も手をこまねているだけではなく、平成23年の7月に「今後の環境教育・普及啓発の在り方を考える検討チーム報告書」を出しています。報告書の中には、環境教育や普及啓発活動についていろいろな反省が書かれています。国として、「戦略や有機的な連携という面では不足していた」と反省しています。また、普及啓発においては、「対象をより絞り込んだ効果的なコミュニケーションや、政府内の戦略や連携なども不足しがちだった」とも言っています。非は非として反省しています。事業仕分けで指摘された「成果や効果がよくわからない」、「測定が十分ではない」といった点については考えなくてはいけないこととして受け止められているわけです。

今後の環境教育・普及啓発の在り方を考える
検討チーム報告書 環境省 H23.7

今後の方向性

(普及啓発)

- これまでの国の取組を真摯に見直し、短・中期的な視点に立ちつつも、行動を変えていくための戦略的な普及啓発が必要です。そこでは、マーケティング的な観点の導入、特に、Fun Theoryやソーシャルネットワーキングサービス等を活用した双方向型のコミュニケーション、取組や行動の“雪崩”を引き起こすための“打てば響く層”への働きかけなども進めていきます。
- また、実生活とのつながりが見えるような節電等の啓発活動も重要です。

そして、今後の方向性の中で「行動を変えていくための戦略的な普及啓発が必要」と言っています。これはCO₂の削減量を意識しているということです。その他、「マーケティング的な観点の導入」や「実生活とのつながりが見える」ようにすることも重要だと言っています。

今後の環境教育・普及啓発の在り方を考える 検討チーム報告書 環境省 H23.7

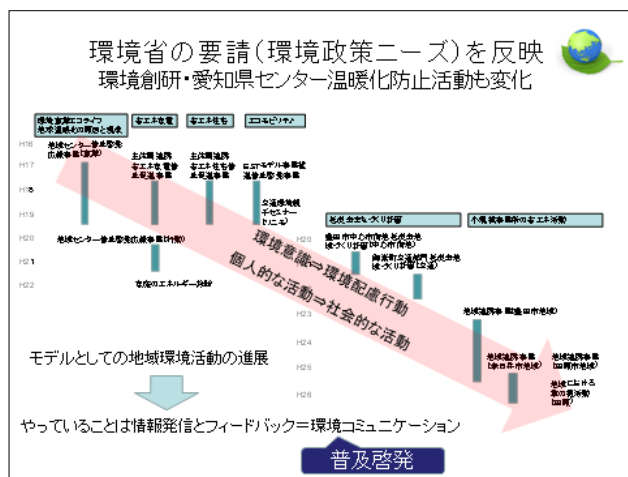
今後の方向性

(効果の評価)

- 効果の評価については、まず、定量的な評価を行うべきか、どこまで可能かが問題となります。評価することによって、評価できるものしか教えなくなる、個性を見えなくなるなどの弊害もあります。また、「教育」のようなものは中々短期的には効果が出ないので、短期的な定量的評価にはなじまない部分が多いことも念頭におく必要があります。
- 「普及啓発」については、短期的な行動を変えることを目的としているので、程度や対象にはよるものの、ある程度の短期的な定量的評価も可能ではないかと考えられます。
- そこで、定量的評価を行うべきものについては、例えば、アンケートや追跡調査などの活用、また、定量的評価が難しいものについては、定性的評価を行いつつも、それを第三者がさらに評価するなど、評価についての方法をさらに検討していく必要があります。

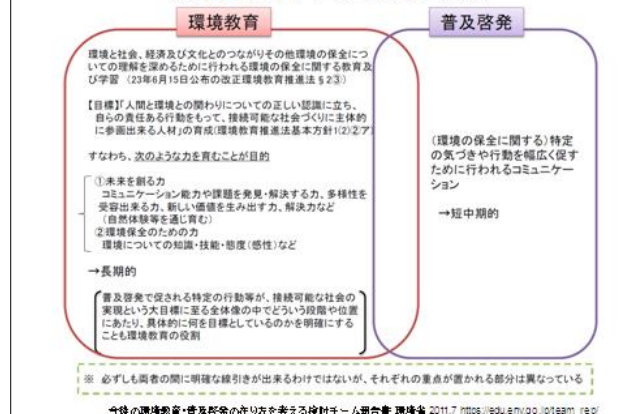
<https://edu.engo.jp/2023/07/07/>

特に、「効果の評価」に関しては、普及啓発では「ある程度の短期的な定量的評価も可能」としています。定量的評価を行うべきものについては、「アンケートや追跡調査」が必要であり、一方、定量的評価が難しいものについては、定性的な調査を行った上でそれを「第三者がさらに評価する」など、評価の方法をさらに検討していくことが必要ではないかと言っています。



これは先ほどお話した、私のこれまでの取り組みをまとめた図ですが、環境省の議論にそった形で取り組みも変化していることがわかります。それは普及啓発の重点が「環境意識」から「環境配慮行動」へ変わっていることと、「個人的な活動」から「社会的な活動」へ移っていることです。私は、温暖化防止センターの役割は地域環境活動のモデリングだと考えているのですが、実際にやっていることは「情報発信」と「フィードバック」であり、それは言い換えれば「環境コミュニケーション」ですから、「普及啓発」活動だと総括してもよいと思っています。

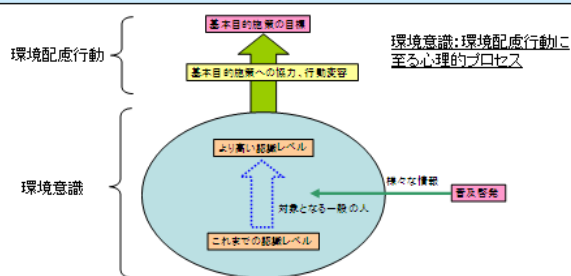
環境教育と普及啓発



さて、ここで、「環境教育」と「普及啓発」について考えてみたいと思います。両者には重複しているところもあり、似たような取り組みだと思えます。先ほどご紹介した環境省の「今後の環境教育・普及啓発の在り方を考える検討チーム報告書」では、「環境教育」と「普及啓発」について、上の図のようにカテゴライズされています。たくさん書いてありますが、簡単に言ってしまうと、「環境教育」とは人づくりであって長期的なものであり、これに対して、「普及啓発」とは気づきや行動を促すためのコミュニケーションであり、短中期的なものであると区別されています。

普及啓発の定義

- ・ある基本目的施策（ここでは環境配慮行動）の目標に対して協力または行動変容を求めるため、一般の人に対して広く情報を発信し、より高い認識・理解を持ってもらうように誘導するコミュニケーション。



出典：原田史「環境配慮行動を促す普及啓発の評価に関する基礎的研究」2010年8月

「普及啓発」については私も同じように捉えていて、私自身の研究の中で「ある基本目的施策（ここでは環境配慮行動）の目標に対して協力または行動変容を求めるため、一般の人に対して広く情報を発信し、より高い認識・理解を持ってもらうように誘導するコミュニケーション」と定義しています。少し長い定義になっていますが、簡単に言うと、環境意識に働きかけて、環境配慮行動をより高いレベルへと変容を促す

ことを「普及啓発」としています。

5. 普及啓発の効果はたしかにあった

10年でなにがどう変わったか
～効果は～

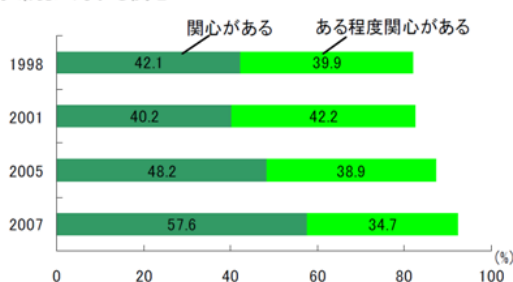


少なくともいくつかのデータは、
「変わった」！
ことを示唆している

それでは、10年の普及啓発は意味がなく、環境意識や行動は変わっていないのかと言えば、そうでもないと思います。公表されているいくつかのデータを見ても、変化をみてとることができます。

例: 地球環境に対する関心は今世紀に入って増加

地球環境に対する関心



松山鏡・小野聖子・若川聡「全国調査から見た環境配慮行動の実態と食生活との関連性」日本家政学会第65回大会発表ポスター、2008年5月、http://www.nisaihin-shimio.com/report/academic/2008_1.html

これは日本家政学会で報告された全国調査の結果で、学会のポスター発表に載ったデータです。これを見ると、「地球環境に関する関心」は、今世紀に入ってから増加しています。

省エネ行動を行う割合が増えている

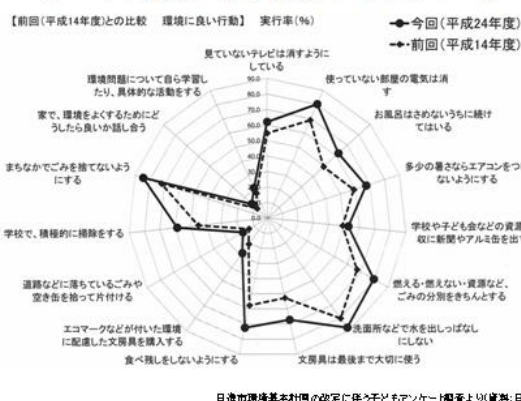


出典: 東京ガス都市生活研究所: 生活定点観測調査

出典: 東京ガスニュースレター 緑のたまご 2009年6月号, <http://www.tokyo-gas.co.jp/tamago/>

次は東京ガスのデータです。「省エネ行動を行う割合」は、年を追うごとに少しずつ増えています。

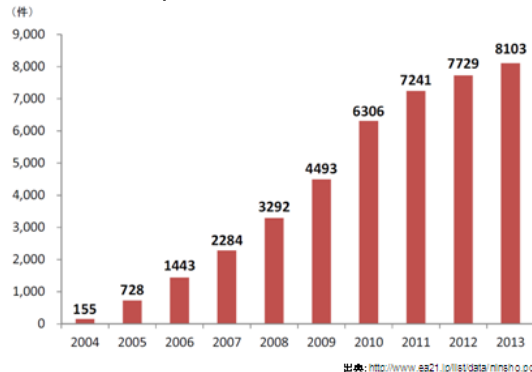
省エネ行動を行う割合が増えている



さらに、これは日進市のデータです。「環境基本計画」の改定を受けて、平成14年と平成24年に子どもたちを対象に行ったアンケート調査の結果を比べてみると、環境配慮行動を行う割合は増える傾向にあることがわかります。

エコアクション21認証登録事業者が増えている

年度別の登録事業者数の推移(2014年11月現在)

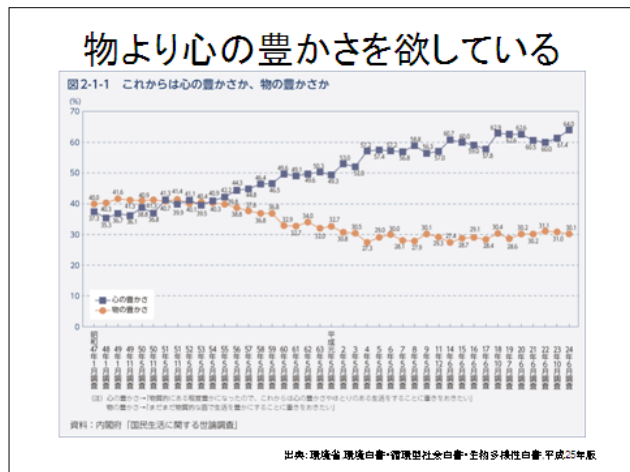


出典: <http://www.ea21.jp/ais/data/ninsho.pdf>

これは「エコアクション21」の環境マネジメントシステムの登録者数の推移を示したものです。このグラ

フから登録者は 2004 年以降ずっと増える傾向にあることがわかります。

こうしてみると、普及啓発活動の効果はなかったわけでは無いのではないかと、少しは変わっているのではないのでしょうか。



これは環境省の「環境白書」に載っている「これからは心の豊かさ、物のゆたかさ」という調査で、その結果からは、「物より心の豊かさを欲している」傾向が大きくなってきているとされています。

6. 「環境文化」とは

ここからは私見です

これらは何を意味しているか？

環境意識や環境配慮行動
の水準が向上している
背景には「心の豊かさ」を欲
していることがある
ように見える

であるならば……これは…文化？

こうした調査の結果と、環境に対する意識に直接的な関係があると言っていいかどうか分かりませんが、少なくとも、環境意識や環境配慮行動が増加している背景に「心の豊かさを欲している」ことがあるように思われます。そうだとすれば、環境に対する関心や行動の変化は「文化」のひとつの表れと言えるのではないかと私は思います。

この現象は「**環境文化**」の向上と言えるのでは



環境文化とは

環境意識をもった生活者が行う生活行為、行動様式、情報発信などを『文化』の下位概念と考え、サブカルチャーとしての『環境文化』と呼び、環境観や環境意識、環境行動を改善するための具体的な方法と考えたい。(矢内秋生 2002)

人間が自然の脅威を凌ぎ、また自然からの恵みを得て自らの生存を支えていく中で育んだ知恵やその結晶としての技術・制度・規範・倫理、及びこれらを基礎とする生活様式の総体を意味する。『いのちを担い大地に住まう人間』の自然への関わり方の本質的表現。(間龍美 2007?)

環境の分類における『文化環境』全般を意味するのではなく、環境問題に關係する文化を意味する。自然環境に対する人間の接し方に関することをここでは環境文化と捉える(後藤忍 2011)

出典：後藤忍「環境文化論 12 現代文明と環境文化」2011年7月

https://www.adipc.fukuoka-u.ac.jp/~a087/Environment/EnvCulture02_2011.pdf

地球環境問題に対する、政治・経済的アプローチ、理工科学的アプローチを補足する、市民教育・市民努力・意識改革などによる第3のアプローチを環境文化と呼ぶ。(中村寛樹 2007)

出典：中村寛樹「地球環境問題を越えて～環境文化による第三のアプローチ～」2007年

月 学術政策・社会研究 2007.12.4, p. 207-219

http://www.murc.jp/inkkan/quantity/quantity_detail/200704_2007.pdf

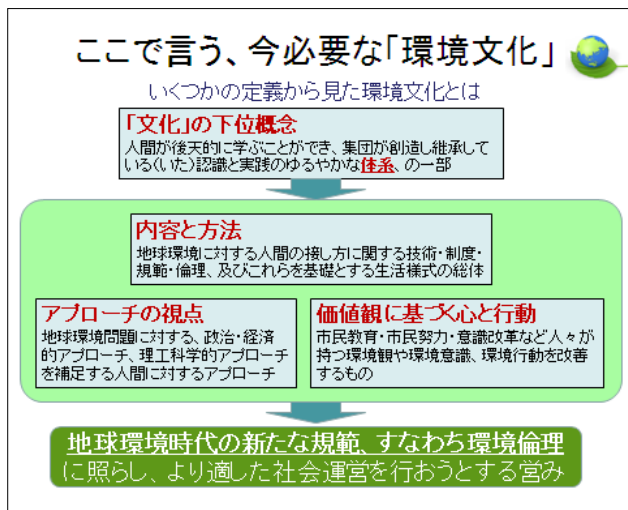
【文化の定義】例

文化とは、人間が後天的に学ぶことができ、集団が創造し継承している(いた)認識と実践のゆるやかな体系のことである。

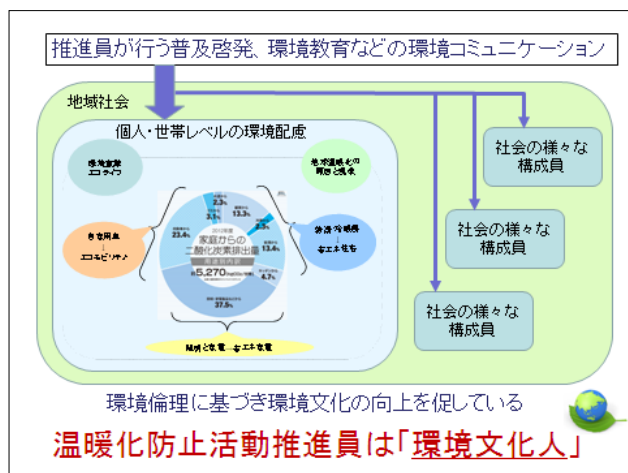
市田光博 <http://www.csd.osaka-u.ac.jp/plus/en/050509def-cul.html> 2014年12月25日閲覧

すなわち、環境に対するこのような変化は「環境文化」の向上と認識してもいいのではないかとことです。「環境文化」の定義を調べてみますと、すでにいろいろなことが言われています。たとえば、「環境意識をもった生活者が行う生活行為、行動様式、情報発信などを『文化』の下位概念と考え、サブカルチャーとしての『環境文化』と呼び、環境観や環境意識、環境行動を改善するための具体的な方法と考えたい」、あるいは「人間が自然の脅威を凌ぎ、また自然からの恵みを得て自らの生存を支えていく中で育んだ知恵やその結晶としての技術・制度・規範・倫理、及びこれらを基礎とする生活様式の総体を意味する。『いのちを担い大地に住まう人間』の自然への関わり方の本質的表現」というものもあります。少し難しいですが、『文化環境』全般を意味するのではなく、環境問題に關係する文化を意味する」と言う人もいます。あるいは、「地球環境問題に対する、政治・経済的アプローチ、理工科学的アプローチを補足する、市民教育・市民努力・意識改革などによる第3のアプローチを環境文化と呼ぶ」と言う人もいます。このように「環境文化」については、いろいろな分野からのアプローチが行われ、何人かの方がいろいろな表現をしています。一方、「文化」について調べてみると、定義は膨大に出てくると思いますが、私は「文化とは人間が後天的に学ぶことができ、集団が創造し、継承している(いた)認識と実践のゆるやかな体系のことである」という定義がいいと思っています。すなわち、「文化」とは人間の社会的な営為ということができますから、環境に関する営為、環境に関する認識を「環境文化」と

呼んでもいいのではないかと思います。



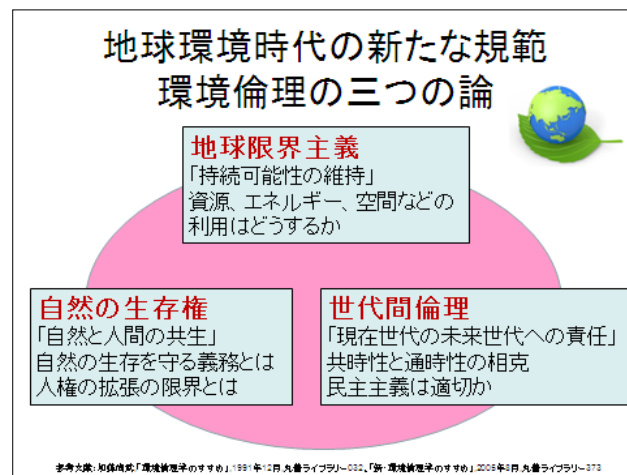
こうしたことから「環境文化」とは、「文化」の下位概念であり、「人間が後天的に学ぶことができ、集団が創造し継承している(いた)認識と実践の緩やかな体系、の一部」であると捉えることができます。そして、「環境文化」について、3つの観点で分類したのがこの図です。「内容と方法」は、「地球環境に対する人間の接し方に関する技術、制度、規範、倫理、及びこれらを基礎とする生活様式の総体」と考えられます。「アプローチの視点」として、「地球環境問題に対する、政治、経済的アプローチ、理工科学的アプローチを補足する人間に対するアプローチ」と考えられ、さらに「価値観に基づく心と行動」として、「市民の意識、価値観や環境意識、環境行動を改善するもの」と考えられます。まとめてみると、「地球環境時代の新たな規範、環境倫理に照らして、より適した社会運営を行おうとする営み」のことを「環境文化」と呼ばいいのではないかと私は考えています。



そうだとすると、私を含め推進員が行っている「環境教育」や「環境コミュニケーション」では、地域社会や個人、世帯に向けてさまざまな活動を行っているわけですから、「環境文化」の向上を促していることになります。そして、それが我々推進員の任務ではないかと思っています。ですから、推進員をちょっとカッコイイ言葉で言うと、「環境文化人」という言い方ができるかもしれません。昔、「文化人」という言葉が流行りました。今は当時と比べて「文化人」の格が下がりましたが、「環境コミュニケーション」に携わる人々は「環境文化人」とであるという言い方もできるのではないかと思います。

7. 環境倫理の三つの輪

ところで、私はここでわざわざ「環境倫理に基づき」と書きました。「環境倫理」とは、哲学の分野の言葉で、道徳のような何らかの環境に関する行動を行う際の規準となる考え方を指します。



加藤尚武先生が書かれた『環境倫理学のすすめ』、『新・環境倫理学のすすめ』という有名な本があります。加藤先生は哲学者であり、かなり根源的なところから話を展開されていますので理解するのはたいへんですが、非常に刺激的な本です。ここでは、「環境倫理」には3つの論があるとされています。ひとつは「地球限界主義」、もうひとつは「自然の生存権」、三つ目は「世代間倫理」です。

「地球限界主義」とは、簡単に言うと、地球は有限であり、資源、エネルギー、空間をどうやって使っていくかということです。「持続可能性の維持」と言い

換えてもいいと思います。

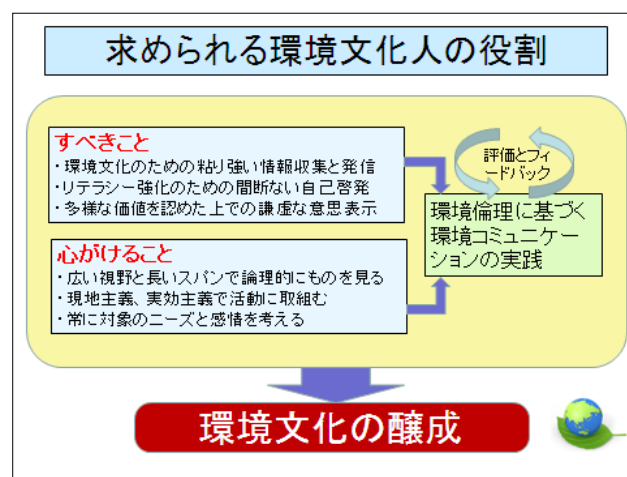
次に、「自然の生存権」です。これは非常に難しく、私も十分に理解が及んでいないのですが、人間には自然の生存を守る義務があるということであり、私は「自然と人間との共生」と意識しています。これは、自然の生存をどこまで守ればいいのかということであり、逆にいえば、人間の権利の拡張の限界をどう考えるかということです。人権はこれまでずっと拡張されてきました。昔は王様しか人権が認められていませんでした。その後、貴族に認められるようになり、やがて経営者たちに認められるようになりました。そして、小作人、労働者たちにも与えられるようになりました。また、男性から女性にも広がりました。このように、人権は拡張される方向にあります。これが行き着くところはいったいどこなのかということです。例えば、人間以外の生物の権利をめぐる裁判が起こされた事例が日本でもあります。人間の権利をどこまで拡張するのか、あるいは自然を守るとはどういうことかということは非常に難しい問題であり、私もこれに対する考えを十分に整理できていません。

もうひとつは「世代間の倫理」で、現在世代と未来世代の問題です。「現在世代の未来世代への責任」、「共時性と通時性の相克」と書いてありますが、これは加藤先生がこの本の中で非常に重要視している事柄のひとつです。当たり前ですが、今は現在世代しか生きていません。未来世代はいません。未来世代の言うことがわからないままに我々はいろいろなことを決めてしまっています。しかも民主主義で決めています。民主主義というのは「今」生きている人が政策を決めるシステムですから、「今」についての話をしています。これを「共時性」の意志決定システムと加藤先生は言われています。一方、民主主義になる前の時代、すなわち封建制の時代には、村には先祖代々受け継がれた「村の掟」がありました。若者が「その考え方は古い」と主張しても、「村の掟」には従わなくてはならないというシステムがあったわけです。これはどう考えても民主主義とは言えませんが、少なくとも世代間の責任という面に対して機能していたことは否定できないと加藤先生は言われています。これは「通時

性」の意志決定システムとすることができます。しかし、だからといって、今さら民主主義をやめるわけにはいかないので、民主主義の上で「通時性」をいかに確保するかが非常に大きな問題だと私は思います。私は未だ回答のかけらも見つけれられていませんが、現在世代には少なくとも将来を考える責任があることは間違いないと思います。

8. 「環境文化人」として

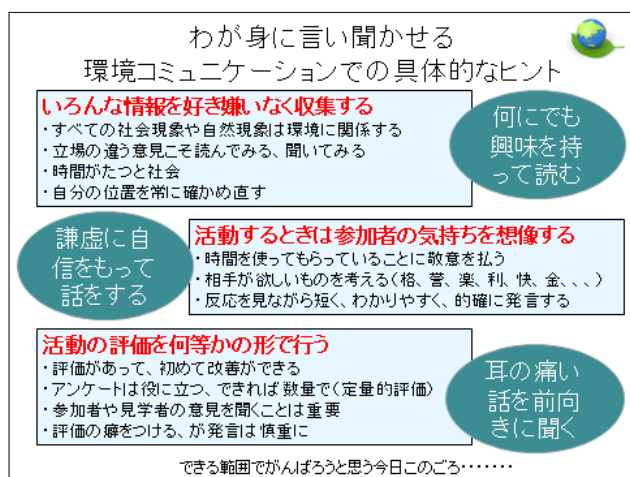
このような「環境倫理」の三つの論に基づいて、私たちが「すべきこと」を発言していく、あるいは、せめて考えていくことが「環境文化」の重要な基礎になるのではないかと私は考えています。



そして、「環境文化人」としての我々が「すべきこと」は、まず、環境文化のための粘り強い情報収集と発信を行うことだと考えています。反対の立場にある人を含めて、今、世の中にはこういったことが起きているのか、あるいはどんな見解があるのか、情報収集をしないではいけません。また、リテラシー強化、すなわち、合理的な判断をするための自己啓発をしないではいけません。さらに、もう一つ大事なことは、全員が同じ見解を持っているわけではなく、いろいろなことを言う人がいますから、多様な価値を認めた上で自らの意志表示をしないではいけないということです。「謙虚な意思表示」と書きましたが、講演会のような場であっても謙虚であることが大切だと思います。今日もお話ししています。

次に、「心がけること」としては、まず、広い視野と長いスパンで論理的にものを見る必要があります。

我々は、これらを踏まえた上で、「環境倫理」に基づく環境コミュニケーションを実践しなくてはなりません。そして、もちろんここには「評価とフィードバック」が必ず必要だと思います。先ほど効果検証がされていないという指摘を環境省が受けたという話をしましたが、「評価とフィードバック」を行い、「環境文化」を醸成させていくことが「環境文化人」の役割だと思っています。



う意見こそ読んでみる、聞いてみるのが大切です。これはなかなか難しいことですが、やっていく必要があります。インターネットでも自分の好きな情報ばかりを見に行ってしまうがちですが、反対の立場の情報も見なくてはいけないと思います。その際は、自分の位置を常に確かめ直すことが大切だと思います。

二つ目には、「謙虚で自信を持って話をする」ことです。「参加者の気持ちを想像」しながら行うことであり、今日の講演会でもそのようにできていればいいなと思っています。相手に行動を変えてもらうことを意図しているわけですから、相手の人格に期待するよりも相手のほしいものを考えなくてはいけないということです。これはマーケティングに近い話ですが、でも、「格」や「名誉」、「楽」になる、「利益が」ある、「快い」、「金」といったことが非常に重要ではないかと思います。さらに、質問をしたり、意見を述べたりするときには、できるだけ短く話す方がいいと思います。

三つめは難しい話ですが、「耳の痛い話を前向きに聞く」ということです。私もなかなかできていませんが、何らかの形で活動の評価を行わなくてはならないと思っています。評価があって初めて改善ができます。アンケート調査は重要です。定量的な評価ができるよう、数量化することが理想です。意見を聞くことも重要です。一方、評価する側は相手を傷つけないよう配慮することも大切です。今日の講演会でも評価のためのアンケートへのご協力をお願いしたいと思います。

9. 「環境文化」から「地球文明」へ



最後に、私論を広げます。今日話題にしている「環境文化」とは、地域の話、身の回りの話ですけれども、私は「環境文化」から「文明」になってほしいと思っています。「文化」、「文明」について書かれた論文や書物はたくさんありますが、私は司馬遼太郎さんが書かれた『アメリカ素描』という本が好きです。司馬遼太郎さんは、「文化」とは「くるまっていると安心できる営為」であり、一方、「文明」は「誰もが参加できるあこがれの営為」であると言っており、世界性、普遍性のあるものだとしています。今は西洋の科学技術文明が世界を席捲していますが、かつてはローマ文明がありました。ローマ文明の下では道路の規格が一定であったり、街には必ず公衆浴場があったりするなど文明の便利さが享受でき、それにあこがれる人もいました。今でもフランスはその文明に浴したと誇っていますが、ローマ文明はライン川まででドイツには及びませんでしたから、ドイツはどこか田舎だという印象があるほど、文明の影響力は大きいと言えます。これを環境に置き換えてみると、「環境文化」とは、「環境倫理に基づきコミュニティにくるまっていると安心できる営為」ということになります。これに対して、「環境文明」とは付けづらかったので「地球文明」と名付けましたが、それは持続可能な社会が地球全体を覆うこととすることができます。「文化」のいろいろな事物が擦れ合って変化することで「文明」になると司馬遼太郎さんは言われていますから、同じように「環境文化」が多くの人々に活用され、普遍性を持てば、「環境文化財」から「地球文明財」になるのではないかと思います。我々推進員が取り組んでいることも、「環境文化」として定着して広がれば、「地球文明」を支えるもののひとつになっていくのではないのでしょうか。たとえば、扇子や里山、里海という考え方や、世界に広がった「もったいない」という言葉がありますが、「地球文明」を支えるパーツとしての効果はあるのではないのでしょうか。そして、それを支えるのが「環境文化人」の役割ではないかと思っています。

このようなことを考えながら自分自身を鼓舞している今日この頃です。これに対して、みなさんのご意見をぜひ聞かせていただきたいと思います。

今日はご清聴ありがとうございました。

講師プロフィール

原 理史（はら まさし）

昭和 60 年 4 月～環境コンサルタントの株式会社太陽機構で調査研究業務に従事するとともに、環境影響評価、環境保全計画の策定等にかかわる。平成 7 年 4 月～平成 20 年 3 月業務の傍ら愛知教育大学非常勤講師として講座を担当。平成 10 年 4 月～（社）環境創造研究センターへ転籍。平成 15 年 11 月～愛知県地球温暖化防止活動推進センター普及啓発業務を兼務。平成 25 年 4 月～中部大学中部高等学術研究所研究員。

博士（環境マネジメント）、技術士（環境部門・環境保全計画）中部大学中部高等学術研究所研究員、一般社団法人環境創造研究センター企画委員