

目 次

－ 講演記録 －

地域から地球へ！

パリ協定から見た地球温暖化対策のありかた～我々は何をすべきか～

名古屋大学 特任教授 杉山 範子1

－ 講演記録 －

低炭素交通の実現を目指した地域の地道な取り組み

～エコドライブ・次世代自動車の普及をテーマとして～

(公財)豊田都市交通研究所 研究部 加藤 秀樹 16

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～夏「シロギス釣り」

釣り人 工藤 秀和 27

－ 講演記録 －

環境科学カフェ ＋ (その2)

「フロンという教訓から人新世・現代文明が語りかけるもの」

中部大学中部高等学術研究所 所長 福井 弘道 29

〔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 29 年 10 月 23 日（月）9：30～11：00

ウインクあいち 12 階 1201 会議室

演題 地域から地球へ！パリ協定から見た地球温暖化対策のありかた
～我々は何をすべきか～

講師 名古屋大学 特任教授 杉山 範子 氏

〔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 29 年 11 月 6 日（月）14：00～15：20

ウインクあいち 12 階 1208 会議室

演題 低炭素交通の実現を目指した地域の地道な取り組み
～エコドライブ・次世代自動車の普及をテーマとして～

講師 （公財）豊田都市交通研究所 研究部 加藤 秀樹 氏

〔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 28 年 11 月 19 日（土）13：30～15：00

百花百草（文化のみち）

演題 第 2 回 環境科学カフェ + 「フロンという教訓から人新世・現代文明が語りかけるもの」

講師 中部大学中部高等学術研究所 所長 福井 弘道 氏

〔講演記録〕

地域から地球へ！
パリ協定から見た地球温暖化対策のありかた
～我々は何をすべきか～

名古屋大学 特任教授 杉山 範子

名古屋大学の持続的共発展教育研究センターに勤めております杉山と申します。今日はどうぞよろしくお願いいたします。

皆さん、気象衛星から送られてくる地球の画像はたま息がでるほど美しいと思いませんか。私は衛星画像が好きでインターネットでよく見るのですけれども、日本列島を記録的な大寒波が襲った今年1月24日の画像を見ると、最近気象情報でもよく耳にする筋状の雪雲が日本海から太平洋にかけてかかっていることがわかります。気象衛星の画像から気象現象の振る舞いが細かいところまではっきりとわかるようになっています。また、気象衛星の画像は、かつては1時間おきに更新されていたのですが、今は数分ごとに更新されるようになっていまして、雲の動きから気象現象を追いかけることができ、防災情報にも役立てられています。私たちはこうした技術を上手く活用し、様々な気象災害などに立ち向かっていかなくてはならないと思っています。今日は、私たちが暮らすこの美しい地球を宇宙空間から俯瞰するような視点を持って、地球規模で起きている現象について考えていただければと思います。

1. 気候変動問題（地球温暖化問題）について

私は最近いろいろなところでお話をするときに、地球温暖化問題についてもう一度考え直してくださいとお願いをしています。地球温暖化とは、いったい何が問題なのでしょうか。皆さんは何をお困りですか。また、原因は何なのでしょう。今は小学生でもCO₂が原因だと簡単に答えますが、根本の原因は何でしょ

うか。そして、地球温暖化に挑むために、私たちはいったい何をしなければいけないのでしょうか。この3点について、改めて考えていただきたいと思います。

世界の平均気温は、2014年、2015年、2016年と3年連続でこれまでの観測データを上回り、記録を更新したとニュースで報道されました。皆さん、こうした情報に慣れてしまって、「そうか、また気温が上がっているな」としか思わないかもしれませんが、私はたいへんな危機感を覚えています。記録更新となれば、スポーツではとても素晴らしいことで、グッドニュースだと思いますが、気象における記録更新はグッドニュースでしょうか、バッドニュースでしょうか。私はバッドニュースだと思います。なぜなら、私たちがこれまで経験したことのないような気象現象が起きているからです。気象災害に遭われた方にインタビューをすると、「こんなことは初めてです」、「私たちはここに80年も暮らしていますが、こんな雨は初めてです」、「ここにお嫁に来て30年たちますが、こんなことは初めてです」とよく言われています。それほど日本各地でこれまで観測したことのない気象現象が次々と起きています。しかも、それは日本だけではなく、世界中で起きています。観測を開始して以来、私たちが経験したことのない気象現象が日本各地で、あるいは世界各地で起こっていることは、まさに気候変動の証拠だと思います。それにもかかわらず、多くの皆さんがそれに慣れてしまって気にも止めなくなっていることはおそろしいことと危機感を持っています。私はかつて気象キャスターを務めた経験がありますので、気象予報士の友達がたくさんいるのですが、

彼らは最近の気象は読めないと言っています。最近の台風や前線といった気象の振る舞いは、過去の経験に基づいていないことがあり、予報が非常に難しいと頭を悩ませています。たしかに、台風のコースは教科書通りではありません。日本付近で急速に発達することもありました。10月に台風の被害が起きたり、北海道や東北地方で台風の被害が起きたりするようになっています。日本列島が南の方にシフトしているような状況にあり、まさに気候変動が起こっていると考えていいのではないのでしょうか。

地球温暖化とは、単に気温が上がるだけではありません。それによって気候が変化し、様々な現象がもたらされると予測されていますし、実際に世界各地で様々な異常気象が引き起こされています。極端な高温、熱波などで命を落とす方が出ています。壊滅的なサイクロンやハリケーンが私たちの社会に大きな打撃を与えたり、人の命や財産を奪ったりしています。前線や低気圧によってもたらされる極端な雨、ゲリラ豪雨という言葉もすっかり定着しました。その一方で、雨が降らないところでは日照りや干ばつによって農作物に大きな被害がもたらされています。海面上昇は皆さんご存知の通り、陸上の氷が溶けて海に流れこむことによって起きますが、海面上昇の一番の原因は、実は海水の体積の増加です。今や海水の温度も上がっています。それによって海水の体積が膨張して海面上昇が起きています。さらに、IPCCの一番新しい報告書には海の酸性化の問題が盛り込まれました。二酸化炭素、CO₂は水にたいへん溶けやすい性質を持っているのですが、CO₂が溶けると水は酸性を示すことから、生き物や海の生態系に与える影響が心配されています。気候変動による影響はこうして上げるだけでも様々ありますが、私たちは気候変動に対して何をすべきか、いかにしてはいけないのか、一緒に考えていきたいと思っています。

私は今年の9月に岩手県の岩泉町に行きました。去年の8月30日に台風15号によって福祉施設が水没し、何人かの方が命を落とされたところです。皆さん、覚えていらっしゃいますでしょうか。一帯が濁流に飲み込まれている様子をヘリコプターから写した映像が何度もテレ

ビで放映されました。それから1年たった町の様子を視察させていただきました。岩手県岩泉の門地区では小本川が氾濫し、架かっていた橋は1年たった今も復旧していません。まだ工事中です。写真のこのあたりの家は水に浸かってしまって人は住んでいません。廃屋です。人が住んでいる家もありますが、まだ完全に復旧できていないという状況でした。このように、自然災害が日本各地で引き起こされ、インフラが破壊されています。これまで堤防は時間あたり何ミリの雨なら大丈夫という考え方で、降水量の予測に基づいてつくられてきました。ところが、その予測を簡単に超えてしまう大雨が各地で降るようになっています。そのためにこのような甚大な被害が引き起こされるのですが、では、今後はどうするかとなったとき、もっと堤防をかさ上げしましょうとか、低い地域に住んでいる方は移転しましょうとか、道路を丈夫にしましょうとか、いろいろな方法がありますが、すべてのところを完璧にするためのお金はもうありません。それぞれの地域はほかにもいろいろな課題をかかえています。高齢化にも対応していかななくてははいけませんし、つくり替えなくてはならないインフラもたくさんあります。お金がもう回らないわけです。では、岩泉ではどうしているかということ、最低限の道、最低限の橋だけを直して、ほかはもう直さないという判断をしています。ですから、メインの道路はほぼ直っていますが、かつて住民の方が使っていた生活道路は通行止めのままになっているものもあります。日本には過去につくられてきたインフラはありますが、残念ながら、それが災害によって破壊されたときにすべてを直すだけの潤沢な予算はありません。皆さんの生活を安全に保つために十分な防災を行うだけのお金がない、そういう状況になってきています。では、災害が起こったときに私たちはどうすればいいのでしょうか。ハードだけではなく、ソフトのことも考えなくてはなりません。極端なことを言えば、危険なところからは撤退することも考えなくてはならない状況にあることを認識していただきたいという思いから、このお話をさせていただきました。

地球温暖化問題に関する国際交渉の歴史		
西暦	環境と開発に関する国際連合会議 (UNCED) ブラジルのリオデジャネイロ	1990 IPCC AR1 第1次評価報告書
1992	「気候変動枠組条約」(UNFCCC) 採択・署名開始	
94	UNFCCC (「気候変動枠組条約」) 発効	
95	COP1 ドイツ・ベルリン「ベルリン・マンデート」	1995 IPCC AR2 第2次評価報告書
96	COP2 スイス・ジュネーブ「ジュネーブ宣言」採択	
1997	COP3 日本・京都 「京都議定書」採択 (1997)	
98	COP4 アルゼンチン・ブエノスアイレス 「ブエノスアイレス行動計画」	
99	COP5 ドイツ・ボン	
00	COP6 オランダ・ハーグ	2001 IPCC AR3 第3次評価報告書
01	再開会合 ドイツ・ボン 「ボン合意」	
02	COP7 モロッコ・マラケシュ 「マラケシュ合意」	
2002	Rio+10 持続可能な開発に関する世界首脳会議 (WSSD) 南アフリカ・ヨハネスブルグ	
02	COP8 インド・ニューデリー	
03	COP9 イタリア・ミラノ	
04	COP10 アルゼンチン・ブエノスアイレス	
05	COP11 カナダ・モントリオール 「京都議定書」発効 (2005)	
06	COP12 ケニア・ナイロビ	
2007	COP13 インドネシア・バリ 「バリ・ロードマップ」	2007 IPCC AR4 第4次評価報告書
08	洞爺湖サミット、COP14 ポーランド・ボズナ	
09	COP15 デンマーク・コペンハーゲン 「コペンハーゲン合意」	第1約束期間開始 (2008-2012)
10	COP16 メキシコ・カンクン 「カンクン合意」	
11	COP17 南アフリカ・ダーバン 「ダーバン・プラットフォーム」	
2012	Rio+20 国連持続可能な開発会議 ブラジルのリオデジャネイロ 「京都議定書」第1約束期間終了、第2約束期間開始 (2013-2020)	
12	COP18 カタール・ドーハ 「ドーハ・ゲートウェイ」	
13	COP19 ポーランド・ワルシャワ	
14	COP20 ペルー・リマ	
15	COP21 フランス・パリ 「パリ協定」採択 (2015)	2014 IPCC AR5 第5次評価報告書
2017	COP22 モロッコ・マラケシュ	
17	COP23	トランプ米大統領パリ協定離脱表明

話を世界にもどします。こちらは地球温暖化問題に関する国際交渉の歴史をまとめたものです。地球温暖化問題は、歴史と呼べるほどに、年表ができるほどになってしまいました。温暖化対策として、世界中で温暖化ガスの濃度を一定にしようという条約が結ばれたのは1992年です。それから何年たったでしょうか。この年表をご覧くださいと、国際的な取り組みには時間がかかると実感するでしょう。京都議定書が採択されたのは1997年で、日本が批准したのは2002年、発効、つまり効力をもったのは2005年ですから、京都議定書は採択から発効までに8年かかっています。さらに、第一約束期間という、先進国が温室効果ガスの削減に取り組む期間は2008年からですから、10年くらいかかっています。今は第二約束期間ですが、日本はこれに参加していません。このように、地球温暖化問題に対してみんなで取り組みましょうという条約ができて、その取り組みが始まるまでには何年もかかるということです。その間に温暖化はどんどん進んでしまいました。京都議定書は2020年までですが、幸いにも、その後の枠組みであるパリ協定は2015年にできました。パリ協定が採択されたとき、私はほっとした反面、いったいこれがいつ効力を持つのだろうかかと心配していました。ところが、驚いたことに2016年の11月、採択から1年を待たずしてパリ協定は発効しました。すばらしい速さでした。日本はこれに乗り遅れてしまったわけですが、それだけ世界中の国々が温暖化問題に対して危機感を持っていることの表れだと思います。そして、今年、もうひとつ大きなニュースが世界中を駆け巡りました。それはトラ

ンプ米大統領がパリ協定から離脱すると表明したことです。これは新聞の一面を飾り、私も本当にびっくりしました。それでも私は楽観的にとらえています。なぜなら、気候変動枠組条約の約束として、離脱を受け付けることができるのは、パリ協定の発効後1年たってからとなっているからです。また、パリ協定のルールでは、離脱までの手続きには3年かかります。ですから、離脱には最短でも4年かかります。アメリカが離脱の手続きができるのは最も早くて2020年の11月と言われています。2020年11月は、次のアメリカ大統領選の時期です。選挙を目前にして、果たしてトランプ大統領がパリ協定離脱を推し進めていくかどうかはわかりません。もしかしたら覆してしまうかもしれません。ですから、この点については、私はそんなに心配していません。また、トランプ大統領が離脱を表明してから、「私たちはパリ協定を守ります」と宣言しているアメリカ国内の大企業はたくさんあります。地方自治体、州政府も「わたしたちもパリ協定を守ります」と宣言しているところがほとんどです。これはまるでデジャヴのようでして、ブッシュ元大統領が京都議定書を離脱すると表明したときも、やはりアメリカ国内でいくつかの地方組織が「私たちは京都議定書を守ります」と言って連盟をつくりました。そのときはいくつかの限られた自治体でしたが、今回はほぼすべての自治体が宣言しています。ですから、トランプ大統領はほとんど孤立しているような状態です。アメリカは参加しないと言っていますが、実はアメリカ国内の企業も地方政府も真剣に取り組んでいるので、日本はどうするかなどと言っているとあつという間に置いていかれてしまうでしょう。今はそういう状況です。ですから、日本はアメリカがやらないからとか、他の国がやらないからということを取り組まない理由にしてほしくないと思います。今、世界の流れは大きく変わってきています。

1990年代、日本では「地球温暖化、待ったなし」、「ストップ温暖化」と言われ、温暖化対策に非常に一生懸命取り組もうという動きがありました。しかし、今はどうでしょう。地球温暖化問題は「喫緊の課題」でしょうか。「待ったなし」でしょうか。喫緊の課題

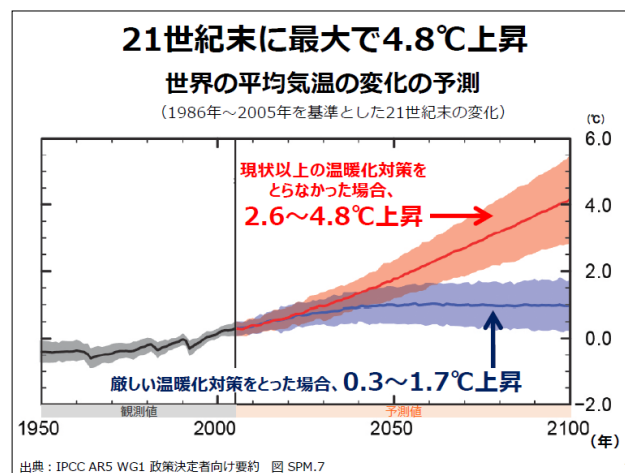
だという方は多いのですが、たとえば、昨日の選挙で気候変動対策は課題に挙がっていたでしょうか。エネルギー政策は挙がっていましたが、気候変動の政策はあまり議論になっていません。それは残念なことだと思います。もちろん、喫緊の課題が他にたくさんあるからと言えそうですが、残念ながら、企業も含め、今の日本では地球温暖化を喫緊の課題ととらえている人はとても少ないと思います。私は高校生、中学生、小学生に温暖化はもうストップできないと話しています。なぜなら、省エネに努めて、ちょこちょこ節電すれば温暖化が止まると思っていただきたくないからです。世界中の人たちが温室効果ガスの排出を今すぐ止めたとしても、すでにそれは空気中にたくさん蓄積されており地球を温め続けますので、温暖化は進んでしまいます。では、私たちに何ができるかというと、温暖化の進行のスピードを抑え、気温が上昇するのをなるべく小さくすることです。今、私たちにできる選択肢はそれです。これは緩和策と呼ばれています。気が向いたときにだけ省エネすればいいという甘い考えでは温暖化はもう止められないことを理解していただきたいと思います。

「パリ協定」の概要	
PARIS2015 UNFCCC COP21-CMP11 2015年12月、COP21で採択。2016年11月、異例の早さで発効。 「京都議定書」に代わる2020年以降の温室効果ガス排出削減等のための新たな国際枠組み。歴史上初めて、全ての国が参加する公平な合意。	
目的	世界共通の長期目標として、産業革命前からの地球平均気温の上昇を 2℃より十分低く保つ。また、1.5℃に抑える努力 を追求。
目標	上記の目的を達するため、 今世紀後半に温室効果ガスの人為的な排出と吸収のバランスを達成 できるよう、排出ピークをできるだけ早期に迎え、最新の科学に従って急激に削減。
各国の目標	各国は約束（削減目標）を作成・提出・維持する。削減目標の目的を達成するための国内対策をとる。 削減目標は5年毎に提出・更新し、従来より前進を示す。
長期戦略	全ての国が長期の温室効果ガス低排出開発戦略を策定・提出するよう努めるべき。（関連するCOP決定において、2020年までの提出を招請。）
グローバル・ストックテイク	協定の目的・長期目標のため 5年毎に全体進捗を評価するため、協定の実施を定期的に確認 する。世界全体の実施状況の確認結果は、各国の行動及び支援を更新する際の情報となる。

パリ協定の中身については、皆さんご存知だと思いますが、一番大きなポイントは、産業革命前からの地球の平均気温の上昇を2℃未満にしましょう、できるところは、1.5℃に抑える努力をしてくださいということです。また、緩和策とともに適応策の必要性も明確に位置づけられています。

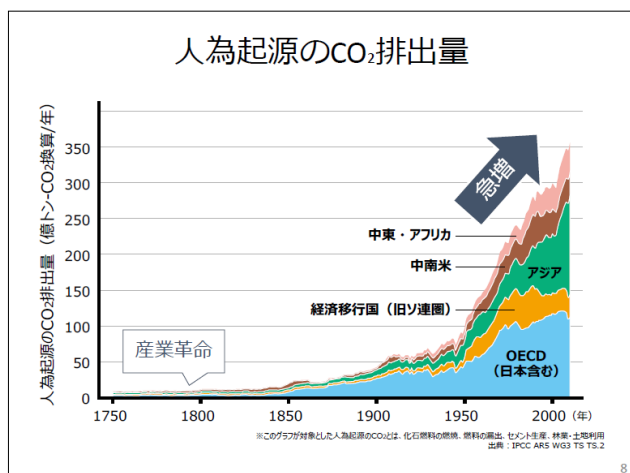
SDG's : Sustainable Development Goals	
2015年9月採択	
持続可能な開発目標(SDGs)概要	
1 貧困をなくそう	8 産業と技術革新の基盤をつくろう
2 飢餓をゼロに	9 人や国の不平等をなくそう
3 すべての人に健康と福祉を	10 住み続けられるまちづくりを
4 質の高い教育をみんなに	11 つくる責任 つかう責任
5 ジェンダー平等を実現しよう	12 気候変動に具体的な対策を
6 安全なトイレと水を世界中に	13 海の豊かさを守ろう
7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに	14 陸の豊かさを守ろう
8 働きがいも 経済成長も	15 平和と公正をすべての人に
	16 パートナリーシップで目標を達成しよう

パリ協定に対して各国の合意が得られた背景には国連が2015年9月に「持続可能な開発目標(SDGs)」を掲げたこともあると思います。この中で「気候変動に具体的な対策を」、「エネルギーをみんなに、そしてクリーンに」といった目標が掲げられています。こういった目標は、温暖化問題だけではなく、あらゆる環境問題や社会的な問題を解決し、持続可能な社会をつくっていくために非常に重要な理念であり、政策の根底にしっかり位置づけていくべきものだと思います。皆さんには、こういったものにもぜひ目を通していただきたいと思います。

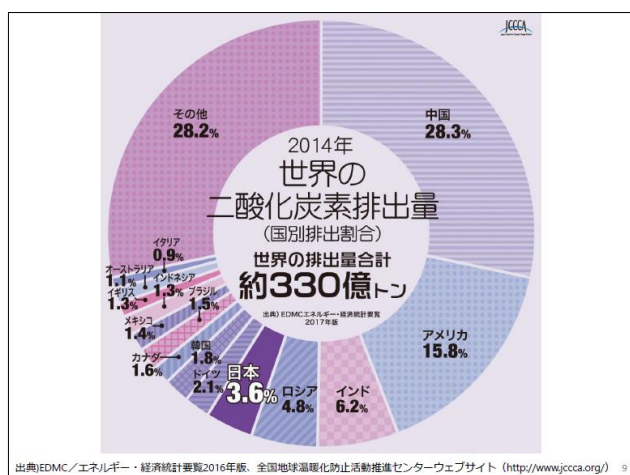


これはIPCCの最新の報告書にある2100年までの世界の平均気温の変化の将来予測です。グラフの上の赤い線が最悪の場合のシナリオ、下の青い線が最も厳しい対策をとったときの予測です。これらの間にはいくつものシナリオがあるのですが、最悪の場合、2100年に気温が4.8℃上昇するのではないかと予測されています。私はいつも「皆さんは未来を選ぶことができますが、どちらを選びますか」とお話ししています。

温暖化対策の取り組みは、早ければ早いほど楽です。温暖化問題は今やエネルギー転換の問題とも言われていますが、「いつかやる」ではなく、「どれだけ早くやるか」が問われています。

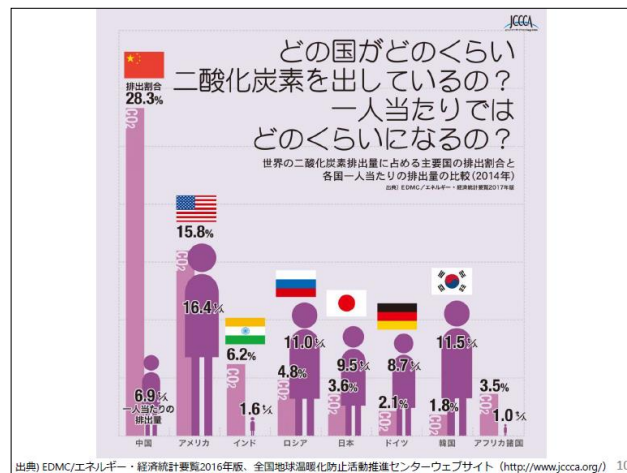


これは温暖化の原因となっている CO₂ 排出量の推移を示したグラフです。発展途上国トータルの排出量は先進国の排出量を抜いてしまいました。このように排出される温室効果ガスが急増するのと重なるように、世界の平均気温も急激に上がっています。気候変動に関わる最新のレポートでは、人間が排出した CO₂ が気温上昇の原因であることは今や疑う余地はないという表現で報告されています。特に、先進国は歴史的に多くの CO₂ を排出してきたことが指摘されています。途上国も多くの CO₂ を排出するようになっていますがそれは最近のことであり、先進国は昔から排出してきた責任があるのでたくさん削減してくださいと国際交渉において途上国から求められています。



これは現在の世界各国の CO₂ 排出量の割合です。かつてはアメリカが 1 位でしたが、近年中国がアメリカ

を抜いて 1 位になりました。インドも日本を抜いて 3 位になり、現在、日本は 5 番目の排出国になっています。



しかしながら、これを人口で割った一人当たりの排出量でみると、中国やインドはとても少なくなっています。インドはアメリカの 10 分の 1 です。こういった面から見ても、先進国は排出量を減らしていく責任があります。また、一人当たりの排出量は少なくても、国全体ではたくさん排出している途上国もそれに応じた取り組みを行い、排出量を減らす必要があるとされています。

各国の削減目標 国連気候変動枠組条約に提出された約束草案より抜粋			
国名	削減目標	削減目標	削減目標
中国	2030年までに GDP 当たりの CO ₂ 排出量を 60-65% 削減 ※2030年前後に CO ₂ 排出量のピーク	2005年比	
EU	2030年までに 40% 削減	1990年比	
インド	2030年までに GDP 当たりの CO ₂ 排出量を 33-35% 削減	2005年比	
日本	2030年度までに 26% 削減 ※2005年度比では25.4%削減	2013年度比	
ロシア	2030年までに 70-75% に抑制	1990年比	
アメリカ	2025年までに 26-28% 削減	2005年比	

出典) 国連気候変動枠組条約に提出された約束草案より抜粋、全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト 11

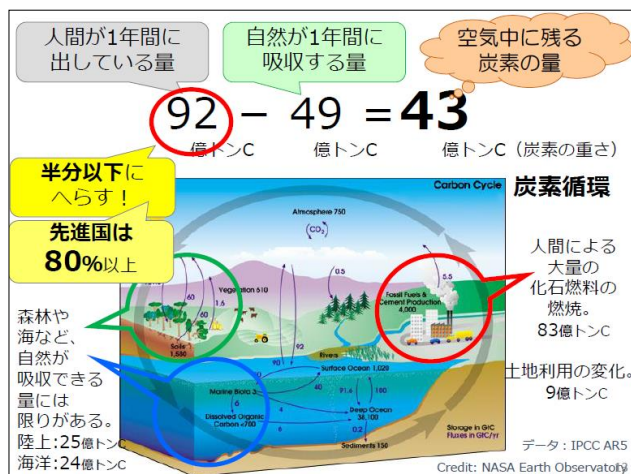
パリ協定では、先進国も途上国も共に温室効果ガスの排出量を減らしていくことが合意されました。ただ、その目標は京都議定書のように与えられるものではなく、自分たちで削減目標を決めて国連に報告をします。日本は 2030 年までに 2013 年比で 26%減らすとしています。中国やインドといった途上国は総排出量ではなく、GDP 当たりの削減量を決めています。また、中国は 2030 年に排出量をピークアウト、つまり、

マックスを超えて減っていくトレンドに変化させるという目標を掲げています。しかし、これらの目標は、各国が自分たちに有利になるような数字を出したものです。

主要国の削減目標（約束草案(INDCs)より）					
INDCs (Intended Nationally Determined Contributions)					
	% 1990 年比	% 2005 年比	% 2013 年比	基準年	目標年
日本	-18.0	-25.4	-26.0	2013	2030
米国	-14~16	-26~28	-18~21	2005	2025
EU	-40	-35	-24	1990	2030

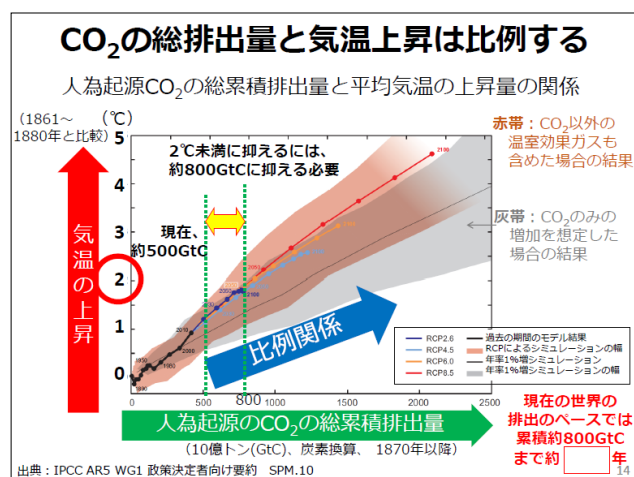
12

これは日本、アメリカ、EU の削減目標を基準年ごとにみたものです。日本は 2013 年比-26%、EU は 90 年比で-40%です。EU はずっと減らしてきており優秀なのですが、そのため 2013 年比にすると数字が小さくなります。そこで、なるべく数字が大きくなるように 90 年比で目標を出しています。ですから、単純に数字で比較することはできませんが、パリ協定では、各国とも削減目標を掲げて確実に減らしていくことが求められています。私は今欧州の人たちとあるプロジェクトに取り組んでいますが、日本は削減目標が少なすぎると彼らから批判を受けます。今後、日本も削減目標を上げていくことになると思います。



これは地球上の炭素循環を表した図です。炭素 (C) は空気中では CO₂ などで存在しますが、長い年月をかけて形を変えながら地球上を循環しています。図中に

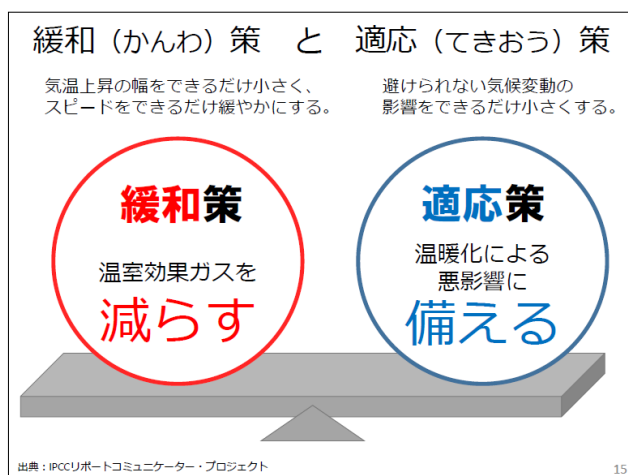
ある 92 億トンとは、人間がエネルギーを得るために地中から化石燃料を掘り出して燃やしたり、土地を開発したりする際に出てくる炭素の合計を重さで表したものです。では、49 億トンは何かといいますと、植物が空気中から吸収してくれる炭素の量などです。排出される 92 億トンから吸収される 49 億トンを引くと 43 億トンになります。つまり、この 43 億トンが空気中にたまっていく炭素の量です。これは 1 年間の量です。毎年 43 億トンの炭素が空気中に蓄積されていきますから、温暖化は進むわけです。では、私たちは何をすべきかという、この引き算の差をゼロもしくはマイナスにすることです。CO₂ の排出量半減と言われるのはこれが理由です。パリ協定では、人類が排出している CO₂ の量を半分に減らすことで植物の吸収量とバランスさせ、2050 年以降、大気中に蓄積される温室効果ガスをプラスマイナス実質ゼロの社会を目指す位置づけられています。つまり、今は CO₂ を出さない技術も考えられており、2050 年以降は CO₂ を出さない、もしくは出したとしても吸収することです。先程申し上げたように、先進国は歴史的な責任がありますから、80%以上減らすことが世界的に合意されていて、2050 年 80%削減は日本の環境基本計画にも位置づけられています。私たちは CO₂ を半分に減らすことを真剣に目指し、2050 年に向けて今から低炭素な社会をつくっていかなくてはけません。それは早ければ早いほど楽でもあります。



パリ協定では、気温上昇を 2°C 未満に抑えるとしていとお話しましたが、2°C 未満に抑えるためには、総累積排出量を炭素の重さで 800 ギガトンに抑える

必要があることが科学的にわかってきました。というのは、空気中に放出された CO_2 の濃度と気温の上昇は比例関係にあることがわかったからです。このグラフは、横軸は人間が空気中に排出してきた CO_2 の総蓄積排出量を、縦軸は気温の上昇温度を示しています。このシミュレーションから、800 ギガトンに抑えるために人類があとどれくらい空気中に CO_2 を排出できるかが計算できるわけです。この図には現在約 500 ギガトンと書いてありますが、これは IPCC の第 5 次報告書が発表された 2014 年のデータです。今はそれよりももう少し多くなっていると思いますが、800 ギガトンから 500 ギガトンを引いた 300 ギガトンが排出できる余地になります。これをカーボンバジェットと呼んでいますが、あと何年の猶予期間があると思いますか。仮に私たちが現在と同じペースで CO_2 を排出し続けた場合では、残り 30 年です。しかし、2014 年以降、途上国などの排出量が増えていることを勘案すると、30 年を切っています。あと 20 数年です。あと 20 数年で 800 ギガトンを超えてしまうことが示されています。私たちが今暮らしている便利な社会は、戦後、私たちの祖先が開発を続け、インフラを築いてきました。それがあって、今の私たちの暮らしがあるわけですが、あと 20 数年で低炭素に切り換えていかなくてははいけません。もう本当に時間がないと思いませんか。しかし、逆に言えば、今の技術をもってすれば、20 数年あれば何とかできるかもしれないという希望も持っています。

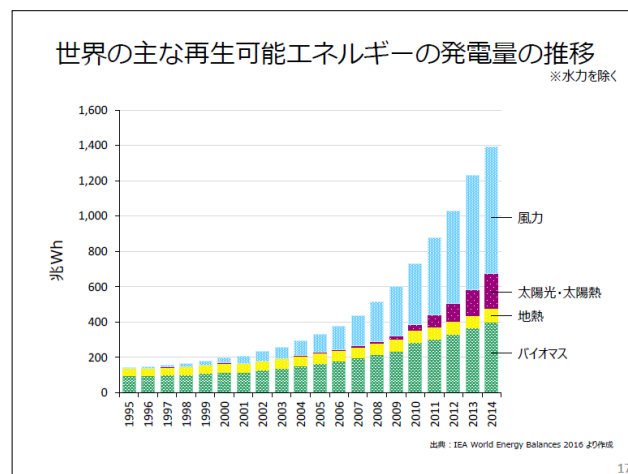
2. 地域気候政策



気候変動対策としては、温室効果ガスを減らす「緩和策」と「適応策」の 2 つが大きな柱になります。適応策は、気温はもう上がってしまうので、私たちの社会を気候変動に対してなるべく影響や損害を受けないよう備えていくための対策です。

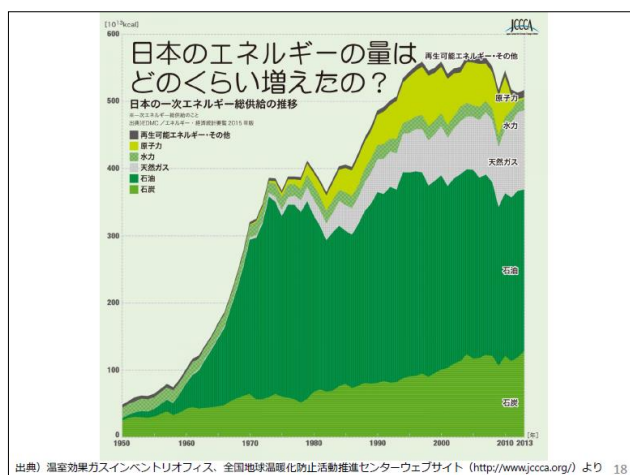


緩和策については、詳しくはお話しませんが、エネルギーの供給側の問題解決と消費者側の行動で効率を高めていくことが重要だと思います。

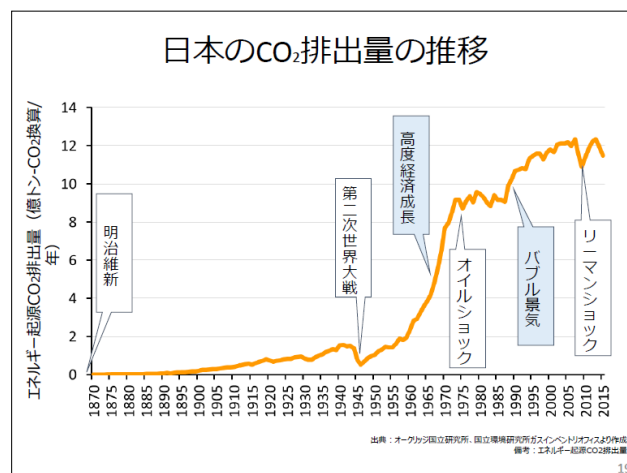


エネルギーについては、化石燃料から CO_2 を出さない再生可能エネルギーに替えていく必要性が高まっています。再生可能エネルギーは、日本国内では高い、安定していない、足りないなど、ネガティブなことが言われています。それはもちろん事実ではありますが、そういった問題を技術によって上手く乗り越えようとしている国も増えており、世界中では急成長しています。私は化石燃料から脱却、もしくはエネルギーを転換していかなくてはならないと思います。そのためには、どこにお金を投入しなくてははいけないのか、どんな課題に取り組まなくてはならないのかを考

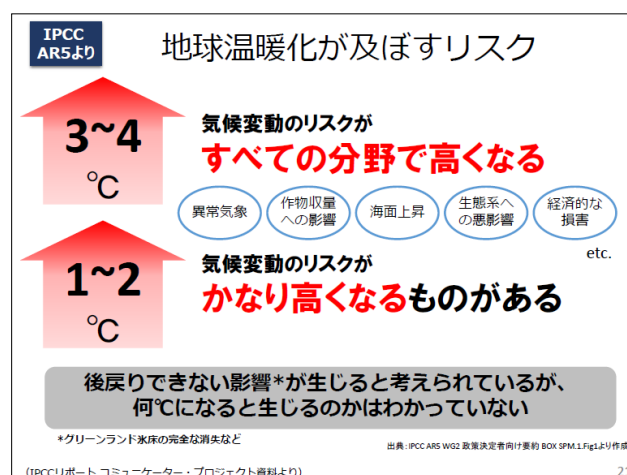
えながら、エネルギーを選択していただきたいと思います。



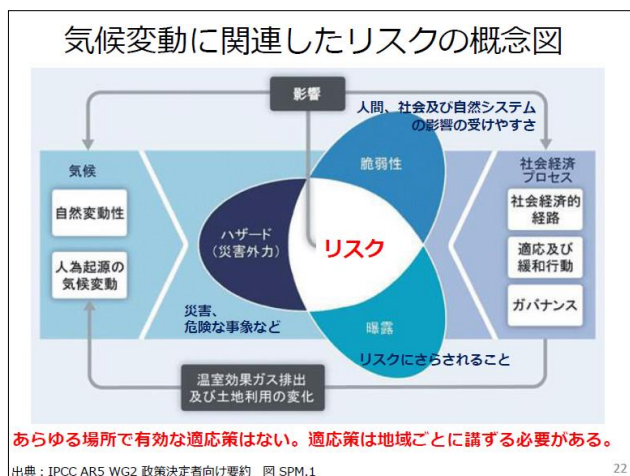
日本のエネルギーの構成比率を見ると、石炭、LPG、石油といった化石燃料がほとんどです。戦後の経済成長に合わせて化石燃料の使用が増えてきたわけですが、CO₂を半減するためには化石燃料を使うのをやめ、再生可能エネルギーに転換していかなければなりません。今はそういう時期にあると認識する必要があります。ところで、仮に火力発電所で化石燃料を100投入すると、そこから取り出せる電気は平均で40くらいです。日本の技術力は高いので、50を超える発電所もあるようですが、平均すると40くらいです。残りの60は熱です。この熱エネルギーは海水などで冷やしたり、水蒸気の状態で空気中に捨てたりしています。60の熱はほとんど捨てているのです。CO₂削減のためには消費者側の省エネの取り組みだけでは限界があり、エネルギー供給側の取り組みが必要になります。消費者側が効率を上げながら、供給者側が発電する際に生じる熱を捨てないで有効に利用するといったことも大きな課題ですし、エネルギー源を変えていくことも大事です。



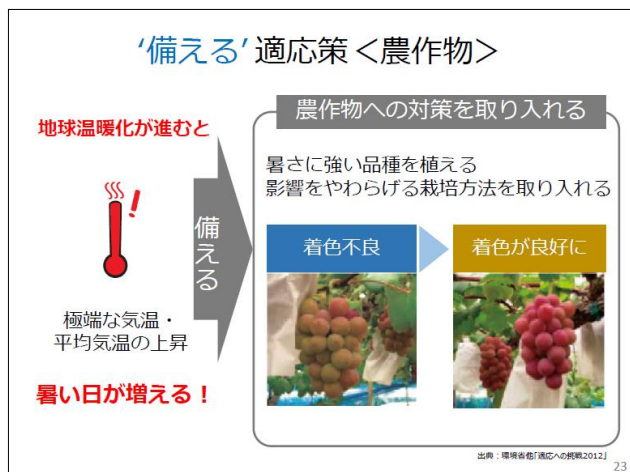
これまで経済と温暖化対策は両立しないと言われてきました。このグラフを見ても日本の経済成長にもなって、たくさんのCO₂を排出してきたことがわかります。しかし、今、世界の流れは変わってきています。エネルギーを使うことが必ずしも経済成長ではなくっており、GDPが上がっているにもかかわらず、CO₂の排出は減っているお手本とすべき国々が出てきています。ですから、温暖化対策の取り組みをするに経済成長できないという言い訳はできません。日本でも再生可能エネルギーがだいぶ導入されてきていますが、まだまだその割合は少ない状況にあり、今後、もっと大幅に増やしていく必要があります。



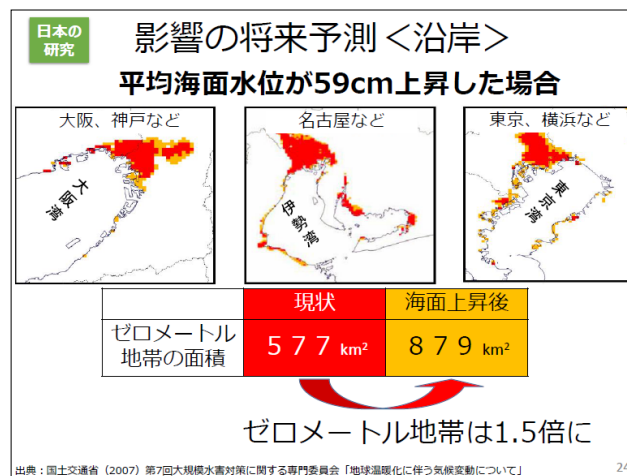
次に、適応策についてです。先ほど、気温の上昇を2℃未満にする必要があるという話をしました。2℃を超えるとすべての分野でいろいろなリスクが高まり、人間の手に負えないことがたくさん引き起こされると予測されているからです。上のスライドには「後戻りできない影響が生じる」とありますが、そういったリスクが非常に高くなってしまうということです。



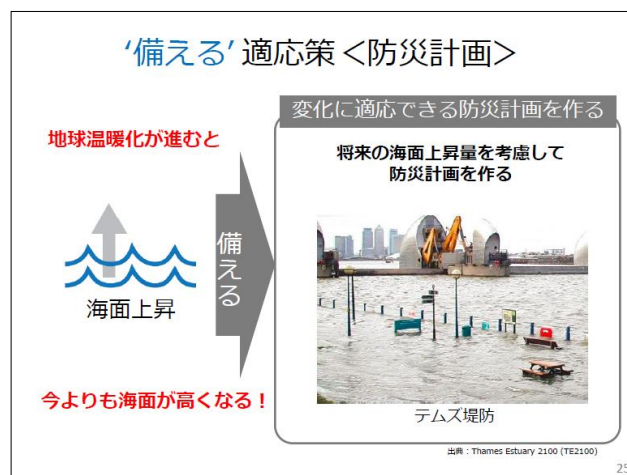
気候変動に関連したリスクは、その地域がもともと持っている弱さがある、そこに雨が降るといった外力が働き、さらに、それにさらされる時間が長くなって災害が生じるといったように、いくつかの要因が複合的に重なることで現れます。ですから、あらゆる場所に有効な適応策はありません。緩和策のようにどこでも同じ取り組みをしていけばいいわけではないので、各地域で弱点を見極め、どんな適応策に取り組んでいくのが大きな課題になってきます。いくつか適応策の事例をご紹介します。



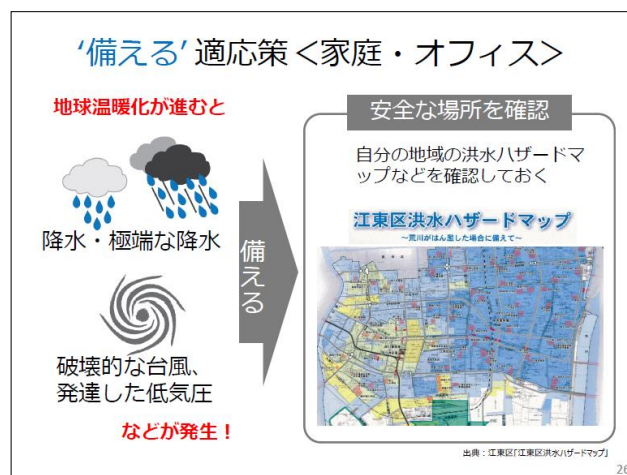
地球温暖化が進むと、農業分野にも様々な影響が生じます。



また、海面上昇が進み、海拔の低い地域では大雨などによる浸水や高潮の被害を受けやすくなります。

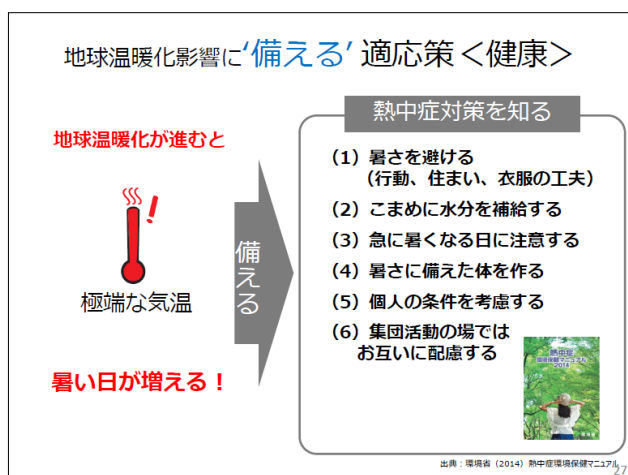


海拔ゼロメートル地帯もたくさんありますが、そういったところからは撤退する、もしくは被害にあっても命だけは助かるように日頃から備えておく必要があります。

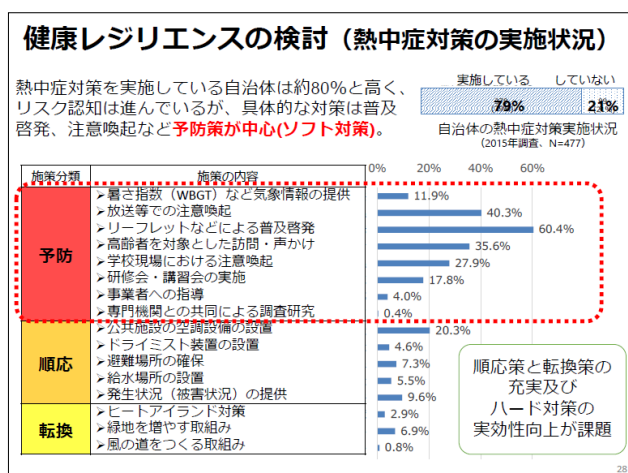


防波堤を築くという方法もありますが、先ほど申し上げたように非常にお金がかかりますから全てのところでできるわけではありません。ですから、被害に

あったときに命を守るために、どこが危険で、どこに逃げたらいいいのかを確認しておく必要があります。



最近、夏場には気象情報で熱中症に関する注意喚起が行われるようになりましたが、こうした情報を事前に得て、熱中症を未然に防ぐことも重要になります。



熱中症対策は個々人に注意喚起を行うだけではなく、インフラの整備も重要です。熱中症にかかっても、救急の対応がしっかりできるようインフラを整えておくことも今後の大きな課題になってきます。

温室効果ガスの排出削減に向けて推進されている「COOL CHOICE」では、よい技術を選びましょうと言われていますが、私は選挙で気候政策に本気で取り組む政治家や企業を選ぶことが重要だと考えています。目先の利益優先はだめ、食もエネルギーも地産地消、つまり、地元にお金が回り、地元にお金が落ちるようにすることが今後のポイントになってきます。また、日本は素晴らしい環境技術を持っていますので、それを積極的に生活のなかに取り入れていただいて、なるべくエネルギーを使わない、CO₂を排出しない社

会づくりに貢献していただきたいと思います。

私は先週、『不都合な真実 2』の試写会を見てきました。『不都合な真実 2』は、地球の現状やアル・ゴアさんが気候変動問題と闘ってこられたこと、パリ協定が採択されるまでのさまざまな裏の駆け引きなどを紹介しているドキュメンタリー映画です。私は『不都合な真実』の試写会をベルリンで見て、アル・ゴアさんのスピーチを目の前で聞きました。それから 10 年たちまして、当時を思い出しながら『不都合な真実 2』を感慨深く見ました。この映画の副題には「放置された地球」とあります。この 10 年間は本当に早かったと感じていますが、その間、地球は放置されていて、温暖化はどんどん進んでしまいました。この映画では、気候変動による影響を受けている現場がたくさん紹介されていて、人々が気象災害に遭っているショッキングな映像が出てきます。それを見て、私たちは悪い意味でそうした映像を見慣れてしまっているのだと改めて思いました。ショッキングな映像であるはずなのに、「また起きている」と思うだけで済ませてしまっていることは本当に恐ろしいことと思いました。もうひとつ、とても印象に残っているのは、アル・ゴアさんが各地でスピーチをされるなかで、温暖化の問題、気候変動の問題は「気候の危機」であり、気候の危機は「民主主義の危機」だと話していたことです。そのほかにも、アメリカのある都市では、再生可能エネルギーが 90%に達していて、もうすぐ風力発電で 100%を超えるのですが、その都市の市長さんは、「科学ではない。いかに安くみんなにエネルギーを供給できるかどうか。もうすぐうちは再生可能エネルギー 100%を達成できる」と言っていました。科学者が 1990 年代からデータをたくさん出して、ずっと警鐘を鳴らしてきましたが、世界が実際に動き始めたのは再生可能エネルギーが安くなってきたからなのだと実感しました。世界では太陽光発電のコストが下がっていて、それによってエネルギー転換が進んでいます。日本も世界のそういった動きに取り残されず取り組みを進めたいと思います。

3. 首長誓約

欧州の政策プログラム
Covenant of Mayors 「市長誓約」

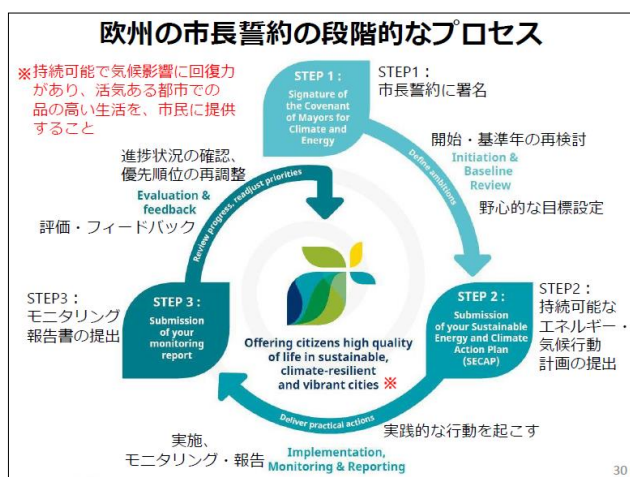
■ **2008年、欧州委員会がCovenant of Mayorsを開始**
2020年にEUの削減目標のマイナス20%を超える削減を目指す市長が誓約。
「持続可能なエネルギーアクションプラン」策定。地方自治体のCO₂削減目的。

■ **2015年10月、EUの新目標に合わせて新たな枠組みを開始**
2030年にCO₂排出量40%削減（緩和策）と気候変動の適応策に取り組む。
（2017年10月現在7,500を超える自治体が誓約）



出典：Covenant of Mayors ホームページ

最後に、「市長誓約」の取り組みをご紹介します。欧州では 2008 年から欧州委員会が「Covenant of Mayors（市長誓約）」という枠組みを開始しました。これは、欧州の地方自治体の市長さんが EU が掲げる CO₂ の削減目標である 20%削減を超える野心的な削減目標を掲げて気候変動対策に取り組むというもので、今や 7,500 を超える自治体が参加しています。実際にいろいろなところで CO₂ の削減を実現していきまして、2015 年には EU の新しい目標に合わせて、目標を 40%削減に切り換えて適応策の取り組みも進めています。今、この取り組みが欧州中に広がっています。



「市長誓約」とは、簡単に言えば、市長さんが誓約に署名をして、その後、具体的なアクションプランを作り、モニタリングをしながら、地域のなかで PDCA サイクルのように温暖化対策計画を実施していくという仕組みです。日本ではこうした仕組みは昔からやっているといる方もいるかもしれませんが、私がこの

取り組みで素晴らしいと思うのは、様々な NPO や企業、科学者がこれに参加して自治体の取り組みをサポートしているところです。この仕組みはとても素晴らしいので、日本でもぜひ広げたいと思っています。

Covenant of Mayors for Climate & Energy トリノ県・トリノ市 (イタリア)

欧州最大級のコジェネレーション・熱供給

■ トリノ県では1990年代から、一次エネルギーの効率的利用を図ることによって、大気汚染物質やCO₂の排出を削減するため、これまでの暖房・給湯のための建物ごとのボイラー利用に替えてCHP/DHC※を拡充してきた。

■ 現在、CHP/DHCからの熱はベースロードを担っており、ピークには個々の建物に設置されているボイラーからの熱が使われる。ただし、ボイラーからの熱の利用量は少なく、CHP/DHCからの熱の10%~20%程度である。

■ 県内の電力は、1990年代までは、隣国フランスからの輸入が多くあったが、現在は輸入していない。約7割が県内のCHPからの電力、約2割が同じく県内の水力発電である。

※ CHP: Combined Heat and Power (熱供給発電)
DHC: District Heating and Cooling (地域冷暖房)



写真：トリノ市中心部より北をのぞむ

次に、イタリアのトリノでの取り組みをご紹介します。トリノはフランスとの国境あたりにあるアルプス山脈が見える街です。かつて街の中心部では、集合住宅ごとにボイラーを持っていて、石炭や石油といった化石燃料を焚いてお湯をつくり、暖房などに使用していました。そのため、煙突から排出される CO₂ や大気汚染物質によって大気汚染が深刻だったそうですが、今は各建物でボイラーを使うのではなく、エリアごとに熱を供給する仕組みに切り替えられています。また、電力は、かつてはフランスから原子力発電による電気を輸入していましたが、人口が集中していてエネルギー需要が高いところに熱と電気を合わせて供給する仕組みを取り入れ、さらに再生可能エネルギーも取り入れたので、現在は電気を輸入していないそうです。

Covenant of Mayors for Climate & Energy トリノ県・トリノ市 (イタリア)

欧州最大級のコジェネレーション・熱供給

■ トリノ市が100%出資しているトリノ市南部にある欧州最大級のCHP/DHC施設（電気出力78kW_e (39kW_t×2)、熱出力66kW_t (33kW_t×2)）。

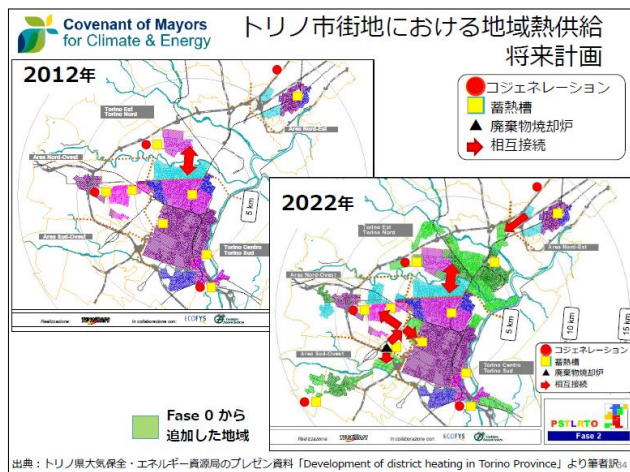
1950年代に設置された火力発電所を1996年に天然ガスによるコンバインドサイクル発電によるCHP/DHC施設に変更。発電の効率は57~58%、CHPとしての効率は87~90%。年間7000時間稼働し、冬は時間当たり9万m³、夏は同じく7千m³の温水を供給。温水は120℃で供給し、需要先で熱交換し、60℃で戻ってくる。この施設では、熱に関しては個々の需要家に直接熱を販売し、電力に関しては送配電会社に販売している。



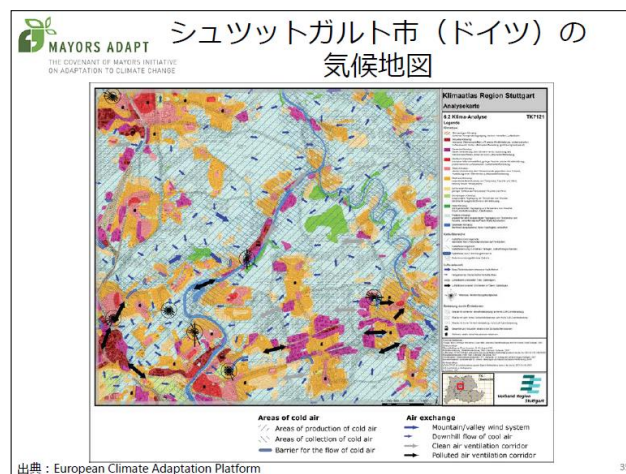
写真：トリノ市南部のCHP/DHC施設（上）、コントロールセンター（下）

もう少し詳しく説明しますと、先程発電所では熱が

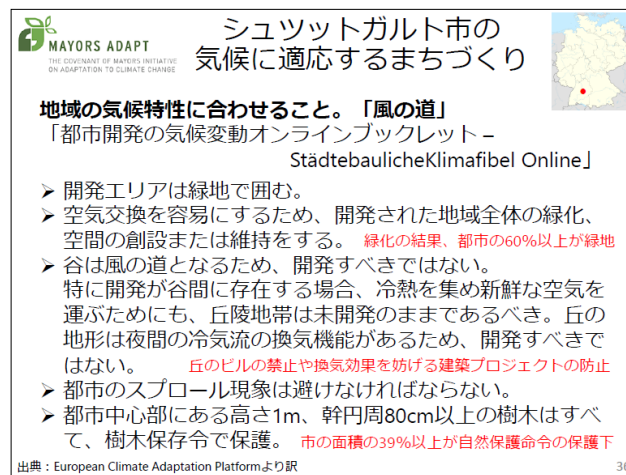
発生するという話をしましたが、その熱をお湯にかえて断熱したパイプラインで街に供給しています。それを受け取った建物では、お湯を循環させて暖房したり、給湯したりするわけです。お湯は120℃でいろいろなところに供給されて街のなかを巡り、60℃で発電所にもどってきます。発電所では、再び発生した熱と交換してパイプラインに送るというようにぐるぐるまわっているわけです。



これは熱供給が行われているエリアを示したものです。地中に埋設されたパイプラインで熱供給をしまして、ところどころにある蓄熱槽で熱を貯めています。上のスライドの左の図は2012年のもので、右の図は2022年の将来計画ですが、街のなかにごみ焼却場ができる計画があり、そこで発生した熱も利用して熱供給をすることにしています。また、今はまだ熱供給が行われていないエリアにおいても、今後パイプをつないで熱供給を行っていくことが都市計画に位置づけられています。ですから、このエリアに住んでいる人は、新たに建物を建てる際には熱供給を受けられる建物、お湯で暖房できる建物をつくりますし、既存の建物も熱供給ができるように改修します。このように、将来に向けて少しずつ効率のよい低炭素のエリアを広げています。こうした考え方は、今後日本でも取り入れるべきだと思います。



次は、ドイツのシュツットガルトの適応策についてです。シュツットガルトでは、街の気象観測を徹底的に行って気候地図が作られました。上の図は小さくて見にくいかもしれませんが、よく見ると地図のなかに矢印（→）が書いてあります。矢印は風の流れを示していて、大きな矢印が書いてあるところは強い風が吹くところです。どこにどんな風が吹くのかを詳細に調べて、自然の空調を上手く使おうというわけです。



そして、風が吹いているところには大きな建物を建てられないよう条例で定めています。また、街なかにある大きな樹木を切らないよう保護しています。日本では、簡単に大きな建物が建てられたり、樹木が切られたりしていますが、シュツットガルトでは気候特性に合わせたまちづくりが徹底して行われています。

	経営形態	出資者	電力調達	配電網	顧客	出資に伴う自治体の収入
トロイエン ブリーツェン市 フェルトハイム地区	フェルトハイム・エネルギー有限会社（電力調達・小売、熱の供給）	地区住民（3000 €（世帯））、EU、州政府	地元で風力発電をする会社から調達	地区内の配電網・熱導管網は有限会社がEU・州の補助金を得て整備	地区内のほぼすべての需要家	--
ルドルシュタット市	ルドルシュタット有限会社（＝都市事業団）	市51%	約10%は都市事業団が発電（風力・太陽光）、残りは電力取引所から調達	都市事業団が旧DTEネットから配電網を取得	市内の需要家の90%、市外の需要家	年間歳入の4%強
トートナウ市	オベレスピーゼンタール・エネルギー有限会社（＝都市事業団）	市52%	・都市事業団が水力・太陽光・バイオマスで100%再生エネルギーを発電・ガス、熱供給も	都市事業団が地域の1社から会社から配電網を取得	市内の需要家の約半分、市外の需要家	多い年には歳入の13%程度
シェーナウ市	シェーナウ電気事業協同組合	市民100%	2-3割は自ら発電（太陽光・バイオマス）は、約7割はノルウェーの水力発電から調達	市内・周辺の配電網は組合が大手電力会社から購入	市内の需要家のほぼ全部、国内に13.5万の顧客	--

37

もうひとつお話ししたいのは、エネルギーの地産地消についてです。最近、日本でも少しずつそのような仕組みをつくっているところが出てきていますが、上の表は自治体が出資してエネルギー供給事業を行っているドイツの事例です。自治体が50%以上の出資を行っており、それに応じた収入を得ています。

ルドルシュタット有限会社（ルドルシュタット市）

- 旧東ドイツには公社はなかったが、1991年の東西統合後、公社（都市事業団）が設立された。かつて配電網は、旧東ドイツのコンビナートの経営化にあったが、東西統合後、株式会社化したところから購入した。1991年までは熱供給に褐炭を利用していたが、現在は天然ガスに転換。
- 年間約200万€の利益がある。市は51%の株を所有。公社は市の利益（約100万€、年間歳入の約4%）になるだけでなく、市民にも安い電力を供給できる（市民の90%が顧客）。

オベレスピーゼンタール・エネルギー有限会社（トートナウ市）

- ドイツ南部に位置し、標高560～1700m、市の面積約7000haのうち5000haは森林。市の主な産業はツーリズム。年間約50万人の宿泊客がある。市が52%の株を所有する都市事業団が、水力・太陽光・バイオマスコジェネで100%再生可能エネルギーによる電力を供給。
- 都市事業団は地域のエネルギー会社から配電網を取得。
- 19世紀末から水力発電が普及。現在は個人経営も含めて約30か所発電。都市事業団の社員は11人。
- 2012年の売り上げは535万€。利益の52%は市の収入。

たとえば、ドイツ南部のトートナウ市は緑や水が非常に豊かで、古くから水力発電が普及していた小さな町です。トートナウ市では、「シュタットベルケ」という都市事業団をつくって水力発電の電力を買い上げ、住民に安く電力を売っています。この事業により市の職員11名の新たな雇用が生まれています。また、利益の52%は市の貴重な歳入になっています。安定的な歳入が得られることは自治体の運営の面からみてもいいことだと思います。

日本版「首長誓約」

- 次の項目に一体として取り組むこと。
 - ①エネルギー地産地消
 - ②温室効果ガス的大幅削減
 - ③気候変動などへの適応
- ①～③に関する目標(2030年)、具体的な達成方策などに関する持続可能なエネルギーアクションプランを策定すること。
- 自治体のネットワークを通じ連携して取り組むこと。

39

日本でも、資源が豊富にあるところではエネルギーの地産地消を行っていくべきではないかという思いから、2015年から自治体の市長さんに向けてヨーロッパの「市長誓約」を参考に日本版「首長誓約」を提案しています。つまり、「①エネルギーの地産地消」に取り込みましょう、それによって化石燃料の代替を地域でできる限り進めて「②温室効果ガス的大幅削減」を達成しましょう、地域ごとの「③気候変動などへの適応」に取り組みましょうという提案を首長さんに向けて行っています。

日本版「首長誓約」誓約自治体

愛知県西三河地域5市（第1号） 岡崎市、豊田市、安城市、知立市、みよし市

平成27年12月12日、豊田市内で誓約式が開催され、西三河地域の5市（岡崎市、豊田市、安城市、知立市、みよし市）が日本版「首長誓約」第1号として誓約を結んだ。5市は、27年度末に協議会を設立。

写真：西三河5市誓約式（2015年12月12日、豊田市内）

平成29年3月に5市による「持続可能なエネルギーアクションプラン」を策定。3つの目標を設定

- ①エネルギー地産地消を通じ再生エネルギー導入率向上（≧12.1%）。
- ②温室効果ガス28%削減（2030年まで）。
- ③気候変動の「適応」の市民の認知度向上。

写真：西三河5市シンポジウム（2017年3月12日）

日本版「首長誓約」誓約自治体

長野県高山村（第2号）

平成28年8月11日、長野県上高井郡高山村で誓約式が開催され、久保田勝土村長が日本版「首長誓約」第2号として誓約書に署名した。高山村は、28年度4月に「高山村地球にやさしい環境基本条例」を施行、この理念に基づき、豊かな自然を活用したさらなるエネルギーの地産地消を目指す。

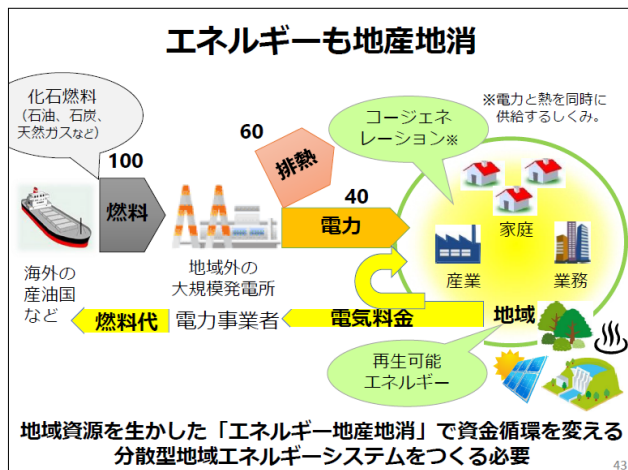
写真：高山村の参加者のみなさん、久保田村長と記念写真（2016年8月11日、高山村）

平成29年は、高山村でエネルギー地産地消を進めていくための村民ワークショップを2回開催（7月28日、9月2日）。中学生から老人クラブまでの参加者の意見を取りまとめ、アクションプランを策定する予定。

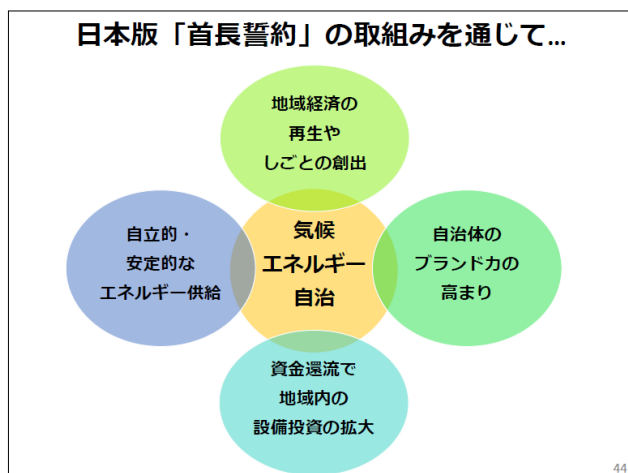
写真：高山村の村民ワークショップの様子（2017年7月28日、高山村）

42

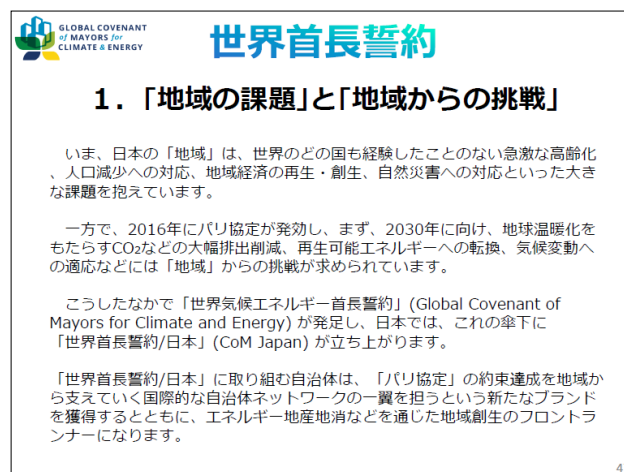
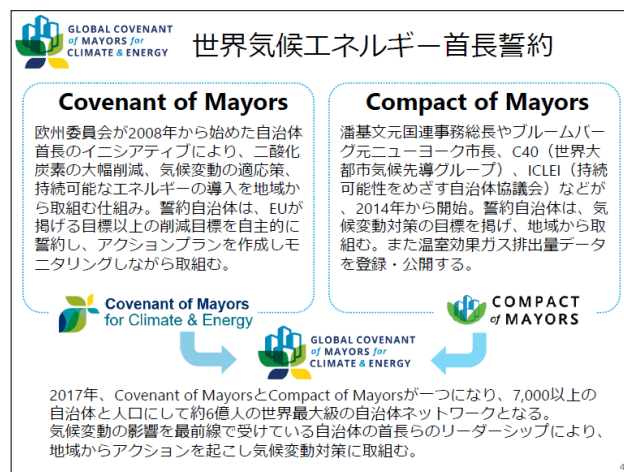
すでに西三河地域の5市（岡崎市、豊田市、安城市、知立市、みよし市）の市長さんと、長野県の高山村の村長さんが誓約してくださっています。



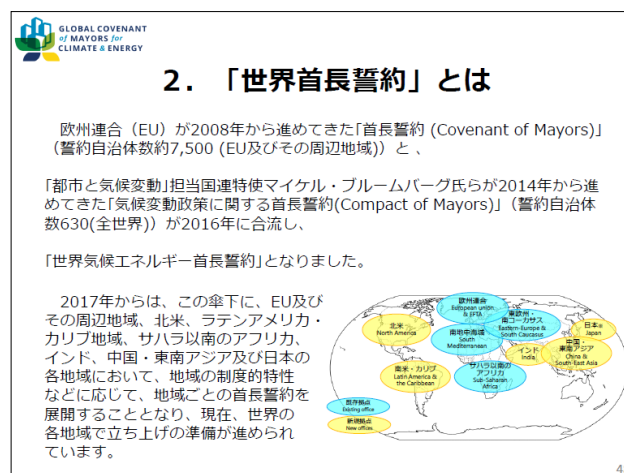
なぜエネルギーの地産地消がいいかというと、せっかく地域にエネルギーがあるのだからそれを使うことで化石燃料をできる限り代替していきましょうというわけです。今、私たちは当たり前のように、化石燃料からつくった電気を使用し、それに電気料金を払っていますが、地域にある再生可能エネルギーをうまく使えば、流出しているお金を地域に回していくことができます。



これに着目した自治体が自治体電力を立ち上げています。自治体電力の取り組みによって、気候エネルギー自治を確立し、新たな仕事を創出したり、CO₂フリー電力によって自治体のブランド力を高めたり、地域内で資金還流したり、災害のときにも安定した電気供給ができるといったメリットがあると提案しています。



そして、2017年からこの「首長誓約」を世界で行っていくことになりました。北米発の「首長誓約」と欧州発の「市長誓約」が一緒になって、今年から「世界首長誓約」として立ち上がることになりました。



この取り組みは、欧州連合、東欧州・南コーカサス、南地中海域、サハラ以南のアフリカですでに始まっています。今年、北米、南米・カリブ、インド、中国・東南アジア、日本で立ち上がることになっています。日本では、名古屋大学がその事務局を担当することに

なっていて、世界の自治体とネットワークを作って情報交換をしながら「世界首長誓約」に取り組み、大幅な CO₂ 削減を実現しましょうとさまざまな自治体に呼び掛けていこうとしています。日本の自治体は温暖化の実行計画をすでに持っていますので、それに少し手を加えれば「世界首長誓約」の条件が満たせるよう、今工夫をしているところです。皆さんには、この仕組みが正式に立ち上がったときには、ぜひ各自治体にお勧めしていただければと思います。



お問い合わせはこちらになりますので、お気軽にご連絡ください。

以上になります。ご清聴どうもありがとうございました。

講師プロフィール

杉山 範子（すぎやま のりこ）

名古屋大学特任准教授。

愛知教育大学総合理学コース卒業後、(財)日本気象協会勤務。1995年から2002年までテレビ愛知の気象キャスターを担当(気象予報士)。その後、名城大学大学院修士課程、名古屋大学大学院博士課程を修了(博士(環境学))。2012年1月からベルリン自由大学環境政策研究所で客員研究員として研究。2012年8月から名古屋大学国際環境人材育成プログラム特任准教授として、環境リーダーの育成に携わる。2013年7月から名古屋大学大学院環境学研究科特任准教授として、地域気候政策・エネルギー政策の確立に向けた研究を行う。NPO 法人気象キャスターネットワーク理事。

〔講演記録〕

低炭素交通の実現を目指した地域の地道な取り組み
～エコドライブ・次世代自動車の普及をテーマとして～

(公財)豊田都市交通研究所 研究部 加藤 秀樹

1. はじめに

こんにちは。ただいまご紹介にあずかりました加藤でございます。よろしくお願いいたします。

本日の流れ

- 自己紹介
- 交通と環境問題の歴史
- 次世代自動車の普及を目指して
 - エコドライブの燃費改善効果
 - 次世代自動車のCO₂排出削減効果
- まとめ

TTRI Toyota Transportation Research Institute

本日の流れですが、最初に自己紹介をして、その後、交通と環境問題の歴史についてお話しします。「次世代自動車の普及を目指して」と書いてあるのが本題になりますが、私が研究していること、地域の皆さんと一緒に取り組んでいるエコドライブの燃費改善効果や次世代自動車のCO₂排出削減効果についてご紹介します。

私が勤めております公益財団法人豊田都市交通研究所は1991年設立ですので、それから20数年たっています。基本財産の半分を豊田市役所が、残りをトヨタ自動車が出してしまして、豊田市役所の外郭団体という位置づけになります。理事長は豊田市長の太田稔彦で、副理事長、所長は東京大学名誉教授の太田先生というツートップでやっています。研究員が8名のこじんまりとした研究所ですが、自治体が交通専門の研究所を持っている例はほかにはなく、日本唯一の研究所だと思います。自治体に関わっていますので、実践的な研究を行うのが研究所の旨になっています。

次に私の自己紹介ですが、1973年生まれの44歳で、出身は札幌です。大学を卒業後、大阪のプラントメーカーに就職しまして、排水処理プラントの設計を行っていましたが、研究がしたいと思い大学院にもどりしました。そこから交通に関わるようになったのですが、博士課程の研究テーマは「ディーゼル排気微粒子の健康影響リスク評価に関する基礎的研究」というものでした。そのころの東京の都知事は石原さんで、まだ国がディーゼル排気の規制をしていないなか東京都が率先して規制し、その後国も規制するようになったという時代でした。博士課程を卒業するころには大気環境の問題は収まってきていたのですが、2006年につくば市にある国立環境研究所に入りました。ここで交通の温暖化対策に関する研究、特にエコドライブの研究をしました。また、電気自動車や電気を充電して走るプラグインハイブリッド自動車を実際に走らせてCO₂削減効果がどれくらいあるのかといった研究をしていました。そして、震災後の2011年4月から今の研究所に来ました。

2. 交通と環境問題の歴史

ニューヨーク



19世紀後半のニューヨークでは、路上に積もった馬フンが、深刻な環境問題だった。

TTRI Toyota Transportation Research Institute

次は、交通と環境問題の歴史についてです。この写真は 19 世紀後半のニューヨークの街の様子です。右側の写真の路上に山のように積もっているのは馬フンで、これが当時のニューヨークの深刻な環境問題でした。左は馬車を引かせている馬が途中で死んでしまったため、そこに捨てられたという写真です。今では考えられないことですが、昔は家庭のごみも家の外に投げ捨てていたようです。そもそも当時はごみを集めて処理をするという仕組みはありませんでした。その後、馬フンを含め、家庭のごみを集めて処理をするようになりましたが、交通の環境問題は自動車排ガスではなく、馬フンからスタートしました。



このスライドの左の写真は 1943 年のロサンゼルスです。モータリゼーションの進展に伴い、世界で初めて自動車排ガスに起因するスモッグが発生しました。右の写真は 17 年後の 1960 年のロサンゼルスです。霧がかかっているように見えますが、実はこの日は晴れていました。晴れていて暖かく排気ガスがたくさんあるところに紫外線が多く降り注ぐと、スモッグが発生するのです。最近は少なくなりましたが、日本でも光化学スモッグ注意報がたまに出ますが、それと同じものです。これが自動車排ガス問題のスタートだと言われています。こうしたことがあって、自動車排ガスの規制はとても厳しくなりました。皆さんご存知だと思いますが、アメリカで厳しい排ガス規制がかけられた当初は、そんなことはできるわけがないだろうと言われたのですが、CVCC エンジンという、その基準を満たすエンジンを世界で初めてホンダが作りしました。これによって、ホンダは世界で一躍有名になったのですが、排ガス問題は、問題が起こって規制がかけられ、

それを乗り越える技術が開発されることによって乗り越えてきました。私が小さかった昭和 50 年代ごろ、北海道ではスパイクタイヤが当たり前のように使われていました。ゴムのタイヤに鉄のピンが打ってあるタイヤで、本州の方もスキーに行くときには使っていたかもしれません。雪が積もっているときだけではなく、雪が溶けてもまだ雪が降るかもしれないとか、まだスキーに行くかもしれない、あるいはタクシー会社などではタイヤをはきかえるコストを考えると夏まではきつづいた方がいいという考えで、そのままスパイクタイヤを使い続けることがありました。その結果、北海道では春先にアスファルトを削った粉が道路の真ん中に積もることがよく起きていました。スパイクタイヤは、その後禁止になり、スタッドレスタイヤが使われるようになり、問題は解消されました。



これは北京の現在と過去を比べたものです。かつては北京と言えば、みんなが自転車に乗っているものだと思っていました。私の大学のキャンパスでも学生たちはみんな自転車に乗っているの、まるで中国のようだと揶揄していたのですが、今はスライドの右側の写真のような状況で車だらけです。自動車排ガスがひどい状況です。PM2.5 という言葉は皆さんご存知だと思いますが、私は学生のころ、PM2.5 の測定をしていました。そのころは誰も PM2.5 という言葉を知りませんでした。しかし、中国の大気汚染がニュースで大々的に取り上げられ、日本でも知られるようになりました。これは今後解決しなければならない中国の課題です。中国では、電気自動車やエンジンを積んでいても電気を充電して走るプラグインハイブリッド自動車でないとは走ってはいけないとする声明が出され

交通の環境問題

● 環境問題(環境基本法での定義)

- 地球環境保全(人の活動による地球全体のもの)
 - 地球温暖化、オゾン層の破壊
 - 海洋の汚染、野生生物の種の減少
- 公害(人の活動に伴って相当範囲にわたるもの)
 - 大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、騒音、振動
 - 地盤の沈下、悪臭

・日本では、自動車排ガス(大気汚染)等の問題はほぼ解決
・現在、環境問題といえば、「地球温暖化」問題を指す

TTRI Toyota Transportation Research Institute

10

ここで、交通の環境問題の公的な定義について明確にしておきたいと思います。環境基本法では、環境問題を地球環境保全と公害の大きく2つに分けています。地球環境保全は地球全体に影響のあるものです。具体的には、地球温暖化、オゾン層の破壊、海洋の汚染、野生生物の種の減少といったものになります。一方、公害は、抽象的な表現ですが相当範囲にわたるものを言います。大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、騒音、振動、地盤の沈下、悪臭といったものが入ります。家の近所にウナギ屋さんがあって、ウナギの匂いをいつもさせているというのは、残念ながら公害には入りません。それは近所迷惑です。なぜかという、それは相当範囲に含まれないからです。自動車排ガスの問題は、日本ではほぼ解決されています。一部、工業道路でトラックが走るところでは問題のあるところもありますが、環境基準はかなり満たされています。ですから、現在では、環境問題と言えば地球環境問題と言われるようになっていきます。

地球温暖化対策の目標

● パリ協定

- 2015年12月に、国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)で採択
- 産業革命以前に比べて気温上昇を2℃より低く抑えるという国際目標

● 日本の約束草案

- 2030年度に25%のCO2排出量減(2013年度比)

● 第四次環境基本計画

- 2050年までに80%の温室効果ガス排出削減

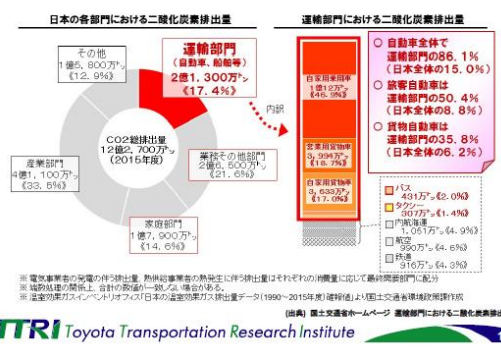
TTRI Toyota Transportation Research Institute

11

次は、地球温暖化対策でどんな目標を掲げているかについてお話しします。パリ協定は締結されたとき大変

な話題になりましたが、COP21では気温上昇を産業革命以前に比べて2℃未満に抑えることを国際目標にしています。そして、目標達成のために何をするかを各国が決めて持ち寄るのですが、日本は2030年度にCO₂排出量を2013年度比で25%削減するとしました。また、第4次環境基本計画のなかで2050年までに温室効果ガスを80%削減するという、かなり野心的な目標を掲げています。

交通のCO2排出量

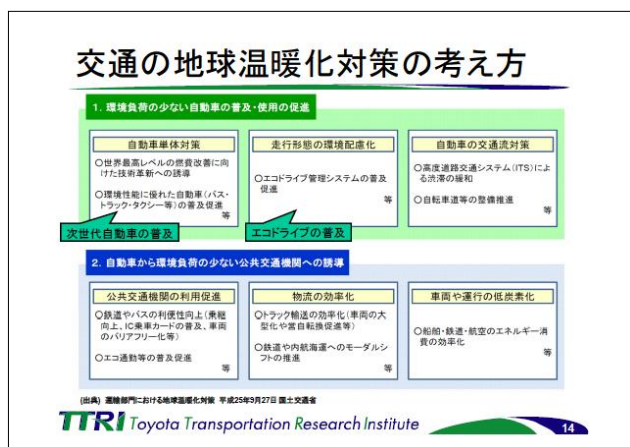


この円グラフは日本全体のCO₂排出量を示しています。数字で表すと、12億2,700万トンという、想像もできないような大きな数字ですが、部門別に見ると、運輸部門17.4%、業務その他部門21.6%、家庭部門14.6%、産業部門33.5%、その他12.9%となっています。5、6年くらい前までは、運輸部門はなかなか減らないと言われていたのですが、燃費のいい車が普及してきたこともあって、最近徐々に減ってきています。一方、家庭部門が一番問題ではないかという声があります。省エネ家電は普及していますが、便利な道具はどんどん増えています。テレビがそのいい例です。テレビはLEDになって省エネにはなっていますが、大型化したり、家に1台であったものが家に2台、あるいは一人1台が当たり前になったりしているため、電力の消費が増えているのかもしれない。

自動車に話を戻します。交通は運輸部門に含まれますが、その内訳を見てみると、多いものから、自家用乗用車、営業用貨物車、自家用貨物車となっています。自家用貨物車とは自分の家で使う車、営業用貨物車はお金をとって荷物を運ぶ車です。これら以外は非常に少ないのですが、バス、タクシー、船、飛行機、鉄道といったものがあります。内訳のなかで重要な

は、運輸部門の 86.1%を自動車占めていることです。しかも、その多くはトラックではなく、自家用乗用車です。皆さん一人一人が自家用車に乗っていますから、当然たくさんあります。CO₂の排出量は自家用乗用車だけで日本全体の 7%くらいであり、ひとつの項目としてはかなり大きくなっています。何千万人の人が関わっていますから、それだけの人が取り組まなくてはならない問題です。

交通の地球温暖化対策としては、次世代自動車を普及させていくことが当面の目標になりますが、俯瞰的にみてどんな対策があるのかお話ししたいと思います。



このスライドは国土交通省の資料ですが、交通の温暖化対策は大きく2つに分けられます。上の段には「環境負荷の少ない自動車の普及・使用の促進」と書いてありますが、自動車は生活にどうしても必要でしょうから、使う車の種類を変えたり、使い方を効率的にしたりすることによって CO₂を減らすという対策になります。「自動車単体対策」とは、燃費のよい自動車、CO₂排出量の少ない自動車を使うことです。「走行形態の環境配慮化」とは、エコドライブのことです。「自動車の交通流対策」は、皆さん車を運転するときにはカーナビを使って渋滞を回避すると思いますが、そうした取り組みのことです。一方、下の段には「自動車から環境負荷の少ない公共交通機関への誘導」と書いてありますが、「公共交通機関の利用促進」、「物流の効率化」、「車両や運行の低炭素化」といった取り組みになります。このなかでも、「物流の効率化」はかなり行われています。運送業者はトラックの運転手が足りなくて困っていますが、物流を効率化すると人手も少なく済みますし、効率化すればする

ほど経費も節約でき、無駄なエネルギーを使わなくて済みますから、効率化はかなり進んでいると思います。一方で、「公共交通機関の利用促進」はなかなか難しいと思います。愛知県は自動車の分担率が高い、つまり、日常的に自動車を使う方が多くなっています。私が勤めている豊田市でも名鉄が市の真ん中ではなく市の端をかすめるように走っていますから、名古屋市や日進市から来る方は鉄道を使う方が多いのですが、市内の方は自動車以外の交通手段がありません。



次は市民の選択肢についてです。これは私の前の職場である国立環境研究所の松橋さんという方がまとめたものです。市民ができることはいろいろありますが、まずは「日々の地道な努力の積み重ね」です。すぐにできることから始めませんかということです。エコドライブには特別な装置はいりませんから、今日車で来ている方は今日の帰りから心がけていただきたいと思います。また、できるだけ歩くか自転車やバスを使うといった方法もあります。こうした取り組みは、普及・啓発活動によって広めていくべきだと思います。2つめは「長い目で見て大きな決断」とありますが、人生の中の大きな買い物のひとつである車を買うときは燃費が良く、大きすぎない車を選ぶことです。また、公共交通や徒歩を選択しようにも住んでいる場所に影響されますので、住まいや職場を選ぶときに気に掛けることも必要です。そして、こうしたことを促すための制度の整備も重要になってきます。電気自動車や燃料電池自動車はまだまだ高いですから、普及させるためには補助金をはじめ、制度的な後押しが必要になります。3つめは「地域社会への働きかけ」です。公共交通や徒歩が使いやすいまちにしたり、環境

負荷の小さい選択をすることが得になるような仕組みを街のなかに取り入れたりすることのほか、街がどうあるべきかという議論に市民ひとりひとりが参加できるようにすることも必要になります。

3. 次世代自動車の普及を目指して

1) エコドライブの燃費改善効果

今日はエコドライブと燃費の良い車の選択という2点について具体的な話をさせていただきますが、まずエコドライブについてです。



上のスライドに何をすればエコドライブなのかを書いてあります。「ふんわりアクセル『eスタート』」とは、やさしい発進を心掛けることであり、一押しの取り組みとされていますが、実は私はこれには反対です。トロトロと発進させると後ろの人はイライラします。また、渋滞のときに青信号になってからゆっくりスタートすると、青信号の間に通れる車の数が減ってしまいます。ですから、混んでいるところでこれやってしまうと、逆に流れを悪くしてしまいます。次に「車間距離にゆとりをもって、加速、減速の少ない運転」とあります。あまり運転が得意ではない方のなかには、前の車にべったりついて、前の車と同じようにブレーキを踏んだり、アクセルを踏んだりする方がいますが、車間距離をあけておくと急な加速、減速をしなくてもよくなります。3つ目は「減速時は早めにアクセルを離そう エンジンブレーキを積極的に使いましょう」と書いてありますが、私のお勧めはこれです。誰にでも出来てまわりに迷惑がかからない方法です。前の信号が赤になったらアクセルから足を離します。アクセルから足を離しても車は惰性で結構走って

いきますが、そのときガソリンは消費されていません。ですから、これが一番簡単で効果を実感できる方法だと思います。エコドライブの方法は、このほかにも「エアコンの使用は適切に」など、10項目あります。

エコドライブ普及の課題

- 市民と連携して普及を推進する仕組み作り
 - 事業所：組織的な取り組みと評価
 - 市民：実施状況・効果の把握が難しい、啓発中心
- 講習会と社会実験の削減効果のギャップ
 - 講習会：燃費改善（CO2削減）10～20%
 - 社会実験（日常）：数パーセント？
 - 燃費に影響する要因は様々ある
 - 市民自身も効果の実感には至っていない

TTRI Toyota Transportation Research Institute

エコドライブは日本でもかなり以前に紹介され、啓発活動が行われていますが、私が考えるエコドライブ普及に向けた課題を整理しました。まず、「市民と連携して普及を推進する仕組み作り」と書きましたが、事業所では、組織的な取り組みと評価が実際に行われています。たとえば、ヤマト運輸のトラックは乱暴な運転をしているのでしょうか。ちゃんと速度を守っていますよね。「お先にどうぞ」とトラックに書いてありますし、車内にはドライブレコーダーのような装置が積んであって、環境だけではなく安全面も含めてドライバーがどんな運転をしたかをチェックしています。それをもとに管理者が管理するだけではなく、ドライバー同士でグループを作って安全で環境に優しい運転をするための話し合いを行い、企業の中で共有するという素晴らしい取り組みが行われています。これに対して、市民の実施状況や効果の把握は難しいですね。エコドライブを1週間やってみても効果はなかなかわかりません。最近の車には燃費計がついていますが、燃費を記録して効果を把握するところまではなかなかいきません。なぜかという、通勤に車を使うこともあれば、遠出をすることもあり、いろいろな道を走るからです。遠出をするときは高速道路を使うので、あまり気にしていなくても燃費が良くなります。このように市民の取り組みはなかなか把握が難しいため、普及啓発が中心になっています。そして、この講習会と社会実験の削減効果のギャップは、私にとって研究

課題となっています。私自身も講習会や社会実験を行っているのですが、そこでも削減効果にギャップが生じています。エコドライブ講習会にはいろいろなタイプがありますが、私が参加した講習会では朝決められた道を普段通りの運転で走って燃費を計算し、座学の講習を受け、指導員にアクセルの踏み方を教わってから朝走ったコースをもう1回エコドライブで走りました。そうすると、私も実際に参加して効果を計測しましたが、燃費改善効果が10%~20%くらい出ました。その効果が出る理屈はわかっていますが、実際に社会実験をして長い期間燃費を測ると数%しか燃費がよくなりません。10%~20%という効果は実感できません。それは先ほども申し上げた通り、燃費に影響する要因は様々あるからです。長い距離を走る場合と短い距離を走る場合で違いますし、冬になると燃費は悪化するなど、いろいろな要因があるので、市民の場合は効果を実感するまでにはなかなか至らないのではないかと考えています。

社会実験の概要

- 豊田市エコドライブ推進プロジェクト
 - 豊田市、名古屋大学、TTRI等が協力して実施(2011年4月~12月)
- 約290名の市民が参加
- 実験の流れ



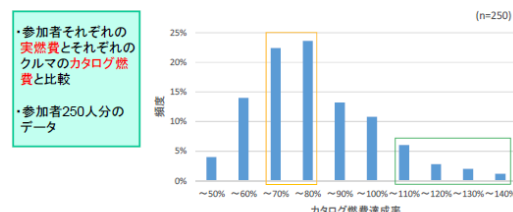
グループ1の場合
4月: 情報提供なし
5月~12月: 情報提供あり
通常運転
エコドライブ実施

TTRI Toyota Transportation Research Institute

次はそうした問題意識を持って社会実験のデータから効果を検証したという話です。豊田市でエコドライブの大きなプロジェクトがありまして、290名の市民の方が参加してくれました。どんな実験かといいますと、参加者が普段乗っている車にメモリーカードの入った小さな箱を取り付け、普段通りの運転をしてもらいます。参加者は自宅のパソコンからメモリーカードに記録されたデータをサーバーに送信すると、運転のどういうところがよくて、どういうところがよくないのかを示す運転診断結果が送られてきます。参加者はその診断結果を見て自分の運転を変えて行くことによってエコドライブを身に付けていくという実験

です。2011年のプロジェクトですから、今から5、6年前になります。今であればSDカードではなく、自動的にサーバーに接続してデータが送られる装置になるとと思いますが、290名のうちのほとんどの方が自宅のパソコンからデータを送ってくれました。

カタログ燃費達成率



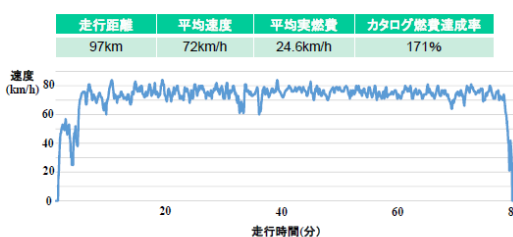
- カタログ燃費の6割~8割の実燃費が多い
- 一方で、カタログ燃費を超える実燃費もある

TTRI Toyota Transportation Research Institute

20

さて、車を買う前にカタログ燃費を確認することは重要です。しかし、実際に乗ってみると、なかなかカタログ燃費は出ません。このグラフは、250名のデータからカタログ燃費をどれだけ達成しているかを示したものです。100%ならカタログ燃費と同じ、それより上ならもっといい、下なら悪いことを示していますが、60%~70%台に集中していることがわかります。つまり、カタログ燃費の60%~80%が実燃費であり、皆さんの実感通りだと思います。一方で、カタログ燃費を超える走行ができている人もおり、そんなことが本当にできるのかと思い、どんな運転をしているのか分析してみました。

最もカタログ燃費達成率の高い走行



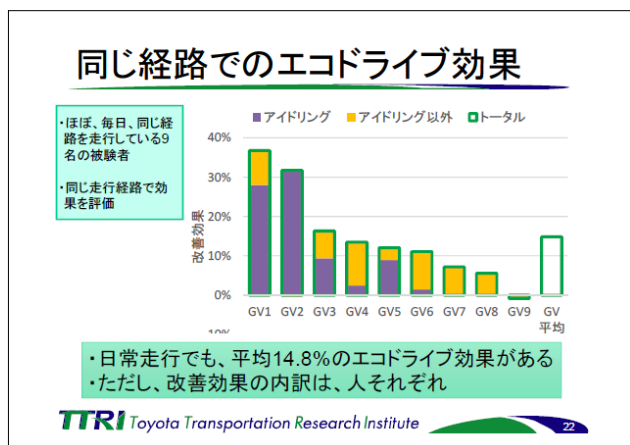
高速道路走行では、無駄な加減速を抑え、
時速70~80kmで走行すると、燃費が良くなる。

TTRI Toyota Transportation Research Institute

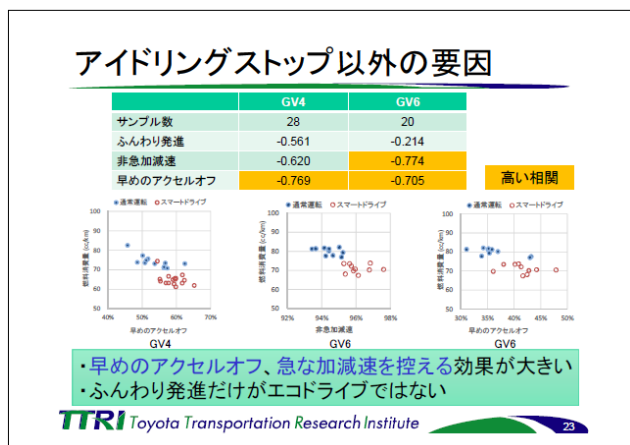
21

これは最もカタログ燃費達成率の高い走行を示したもので、縦軸が速度、横軸が走行時間を示しています。これは高速道路の走行で、運転を始めて数分後に時速70~80kmになり、その後も無駄な加減速をしな

いで 60 分～70 分くらい運転し、高速道路を下りて止まっています。このような運転をするとカタログ燃費を大幅に超える運転ができるというまさに証明です。高速道路の制限速度は時速 80km です、時速 80km を超えないように、また、無駄な加減速をしないように走ると燃費がよくなるということです。

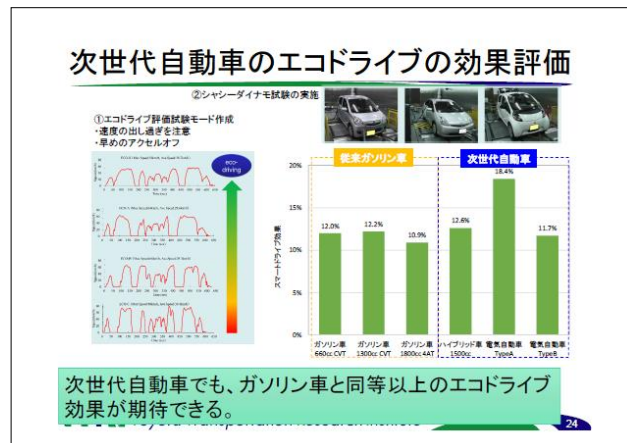


では、普段の運転はどうかを見たのがこの図です。これは毎日同じ経路を運転している 9 人（GV1～GV9）の方の走行を計測したものです。そうすると、2 人の方はエコドライブをはじめる前と後で CO₂ の排出量が 30% 以上も減っている、つまり、燃費が良くなっています。それはこの 2 人は無駄なアイドリングをやめたからです。他の方はアイドリングをやめたことによる削減効果の大きい方もいますが、アイドリング以外で CO₂ を削減できた方もいます。



そこで、アイドリングストップ以外の要因を分析したのが、この図になります。先ほどの図の GV4 と GV6 の方について分析したものです。この社会実験では、ふんわり発進と急加減速をやめること、早めのアクセルオフの 3 つをお勧めしました。そして、それらを実施できたかどうかと燃料の消費が減ったかどうかの

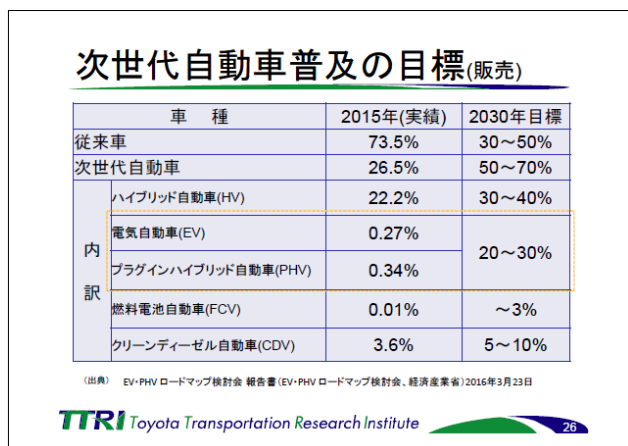
相関をみました。その結果、一番効果があったのは早めのアクセルオフでした。また、GV6 の方は急加減速をやめたこととも関係が高いと出ています。一方、ここではふんわり発進はあまり関係がないという結果が出ています。ですから、皆さんにも早めのアクセルオフや急な加減速を抑えることを心がけて運転をしていただきたいと思います。ふんわり発進だけがエコドライブではないことを今日は覚えていただきたいと思います。



次は次世代自動車とエコドライブの関係についてです。ハイブリッド自動車やプラグインハイブリッド自動車は燃費がいいからそれを買ったらエコドライブは必要ないと思うかもしれませんが、これはそうではないことを示した図です。この実験では、大きなローラーが 2 本並んだ上に車を乗せて走らせると燃費や排ガスを計ることができるシャシーダイナモという装置を使って、燃費がよい運転から燃費の悪い運転まで 4 つのパターンをつくって燃費を比べました。実験には、従来のガソリン車と次世代自動車としてハイブリッド自動車と 2 種類の電気自動車を使いました。その結果、ガソリン車では 12% 前後のエコドライブ効果がありました。ハイブリッド自動車も電気自動車も 12% 前後の効果がありましたが、電気自動車のうち TypeA の車は 18% 削減できるという結果が出ましたが、残念ながらこの車は市販には至らず開発で終わってしまったものです。とはいいいながら、次世代自動車もガソリン車と同等以上の効果が期待できるという結果であり、次世代自動車を購入してもエコドライブはぜひ続けていただきたいと思います。

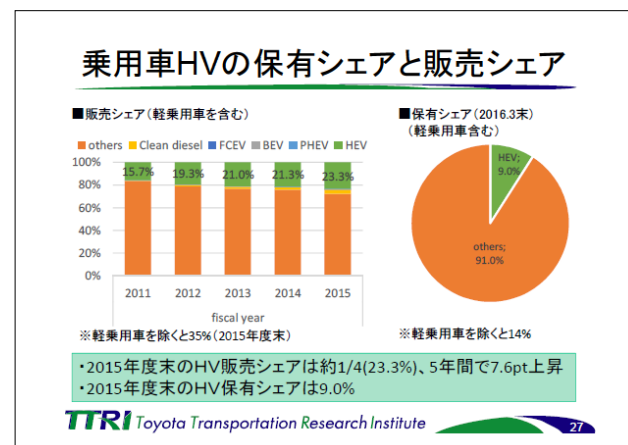
2) 次世代自動車の CO₂ 排出削減効果

次は、次世代自動車の CO₂ 排出削減効果についてです。ここまで言葉の説明をしないまま「次世代自動車」という言葉を使ってきましたが、ここでちゃんと定義をしておきたいと思います。



この表に次世代自動車の内訳が書いてありますが、ハイブリッド自動車 (HV)、電気自動車(EV)、プラグインハイブリッド自動車 (PHV)、燃料電池自動車 (FCV)、クリーンディーゼル自動車(CDV)の 5 つをまとめて次世代自動車と呼んでいます。この表は、次世代自動車の 2015 年の販売実績と 2030 年の販売目標についてまとめたものです。これを見ますと、2015 年の実績では、従来のガソリン車とディーゼル車を合わせて 70%を超えており、次世代自動車は 26.5%です。それでも、世界的にみると立派な数字だと思います。その内訳をみますと、22.2%がハイブリッド自動車であり、日本はだんぜんハイブリッド自動車が多くなっています。電気自動車は 0.27%ですから 1%にも達していません。プラグインハイブリッド自動車も 0.34%です。燃料電池自動車は数年前に出たばかりですからまだまだですね。クリーンディーゼル自動車は一部の方に受け入れられていて 3.6%あります。一方、表の右側は経済産業省が出した 2030 年の販売目標ですが、これまでと逆転させて、従来車を 30%~50%に減らし、次世代自動車を 50%~70%に増やしたいという目標を出しています。内訳で見ますと、ハイブリッド自動車の 30%~40%は達成できるかもしれません。電気自動車とプラグインハイブリッド自動車の 20%~30%は何となくしてはいけない目標だと思います。燃料電池自動車は 2030 年でも 3%くらい、

クリーンディーゼル自動車はあまり伸びなくて 5%~10%となっています。13 年後の 2030 年の数値です。これは世の中の仕組みがどう変わっていくかにも関係すると思いますが、ポイントは、電気自動車やプラグインハイブリッド自動車を 20%~30%にまでもっていけるかどうかです。



次は次世代自動車の保有シェアについてです。左の棒グラフが 2011 年から 2015 年の販売シェアで、右の円グラフが保有シェアです。車の販売シェアを見ると、ハイブリッド自動車は 15.7%だったものが 23.3%になっており、年々確実に増えています。一方、保有シェアを見ると、2016年3月時点で9.0%であり、10%未満です。日本には 6,000 万台くらい自動車があるのですが、毎年そのうちの 500 万台ずつが新しいものに替わっているので 2017 年には 10%を超えと思いますが、全部入れ替わるのに 11 年以上かかることになります。



日本では、次世代自動車に対して補助金が出されています。電気自動車、プラグインハイブリッド自動車、燃料電池自動車、クリーンディーゼル自動車の 4 つに対する補助金です。ハイブリッド自動車はかなり売れ

ていることもあって、補助金は廃止されました。補助金は国の補助金もありますし、愛知県の補助金もあります。

(参考) 愛知県の補助金

- 正式名称: 平成28年度低公害車導入促進費補助金
- 対象者(マイカー対象外)
 - 旅客・貨物運送事業者
 - 中小企業等の事業者
 - 自動車リース事業者
- 対象車種・補助率
 - 電気自動車・プラグインハイブリッド自動車は、CEV補助金と同額
 - 燃料電池自動車は、CEV補助金と合わせて、差額の11/12を補助
 - MIRAI(税込み7,236千円)の場合、国2,020千円+県750千円=補助金合計2,770千円

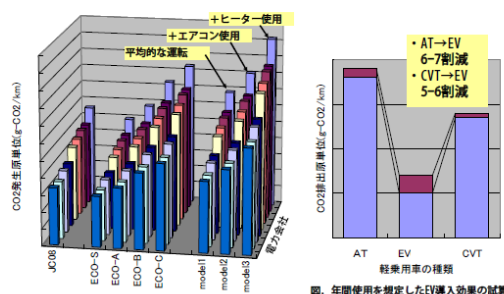
対象車種	補助額
CNGトラック・バス	通常車両価格との差額の1/3以内
優良ハイブリッドトラック・バス (バスについては営業用車両のみ)	通常車両価格との差額の1/3以内
電気自動車トラック・乗用車 (プラグインハイブリッド自動車を含む)	蓄電池容量(kWh)×11(千円/kWh)以内
燃料電池自動車	通常車両価格との差額の1/4以内

TTRI Toyota Transportation Research Institute

29

愛知県の補助金は、マイカーではなく、事業者を対象にした制度になっています。

次世代EV導入効果の試算



TTRI Toyota Transportation Research Institute

30

これは市販の車ではなく、官公庁にリースされた軽自動車の電気自動車をお借りして1km走るのにどれだけCO₂を排出するかを試算したものです。1kWhの電気をつくる際に排出されるCO₂は電力会社によって違いますから、走り方と電力会社に分けて1kmあたりのCO₂の排出量を出しました。その結果、電気自動車では一般的なATに比べると7割くらい減りますし、燃費のいいCVTと比べても5割～6割くらいCO₂の排出量を減らせると試算しています。

(参考) 超小型モビリティの定義とその導入効果



今後、普及が期待される電気自動車のひとつに超小型モビリティという車があります。ここで使用した電気自動車はトヨタ車体がつくっているコムスという車種で、名古屋市の郵便局やセブンイレブン、ヤクルト等で導入されていますし、個人でも購入されている方がいます。現在、全国で5,000台くらいが走っているそうです。超小型モビリティの導入によってCO₂の削減だけではなく、いろいろな効果が期待できるのではないかとされています。

加東市コムス試乗の概要

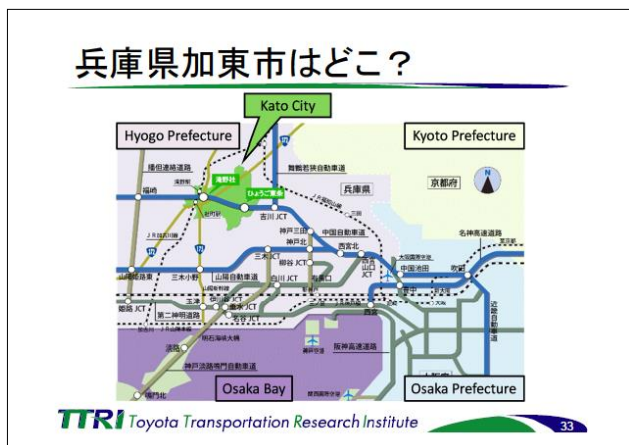
- 目的
 - 日常の移動で、CO₂削減や節約の効果を実感
 - 電気自動車の活用・普及を、みんなで考える
- 利用形態
 - 個人: 加東エコ隊、兵庫教育大学、加東市
 - 公用車: 加東市(生活課・高齢介護課)
- 試乗期間
 - 平成26年10月1日～11月30日(61日間)

TTRI Toyota Transportation Research Institute

32

この一人乗りの電気自動車コムスを使って、地域のCO₂の排出量を減らすことができないかという社会実験を兵庫県の加東市で行いました。目的は、ただ実験を行うというのではなく、参加者にCO₂の削減やガソリンの節約効果を実感してもらうとともに、実験の後、参加者に集ってもらい、電気自動車の活用や普及方法をみんなで考えてもらうことも目的としました。実験には個人の方にも参加してもらいましたし、加東市役所の生活課や高齢介護課など、よく外に出かける部署の方にも使ってもらいました。高齢介護課の方は地域の独居老人のお宅を見廻りに行かれており、コムスはその足にちょうどいいとのことで2か月くら

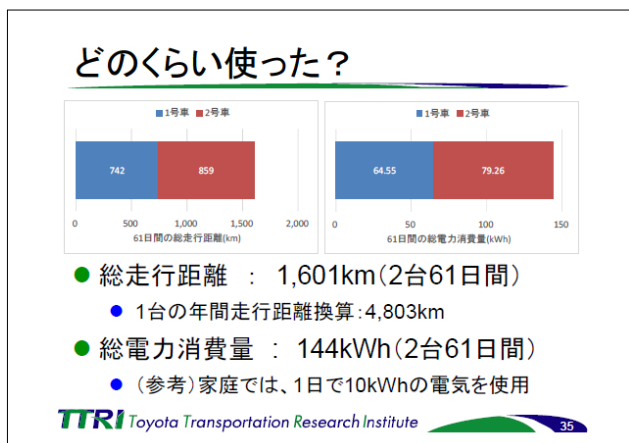
い使ってもらいました。



加東市の場所は、淡路島から北に上って中国自動車にぶつかったところ です。兵庫県のちょうど真ん中あたりにあります。

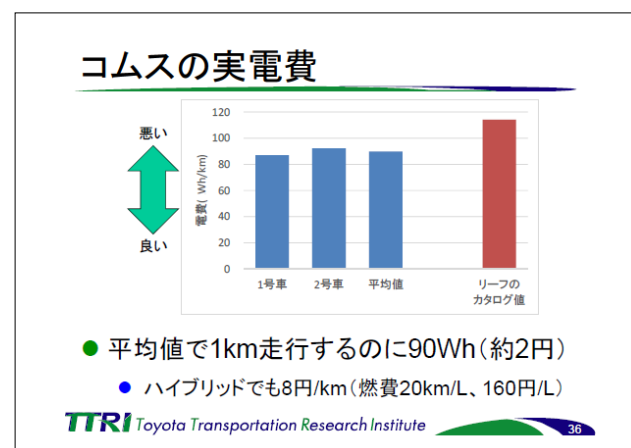


この取り組みのポイントは、参加者が自分の車の代わりにコムスを1週間以上使用することと充電した電力量を参加者自身が計測することです。車に計器をつけてどれだけ充電して何キロ走ったのか、その結果、燃費がどれだけで、CO₂の排出がどれだけかを自分で計算してもらいました。この取り組みは行政でも非常に盛り上がりまして、鍵の受け渡し式も行われました。

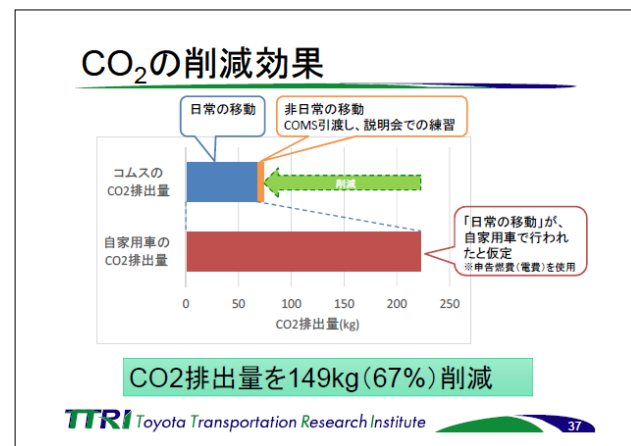


これはコムスをどのくらい使ったかをまとめたも

ので、左が総走行距離、右が総電力消費量を示しています。2台あわせて61日間で1,601kmですから、1台あたりの年間走行距離に換算すると5,000km弱です。一般的な乗用車の年間走行距離は1万kmとされていますので、その半分くらいになります。超小型モビリティには遠出ができないという問題がありますので、これくらいの距離になるのかもしれませんが、一方、電力消費量は2台で144kWhになっています。電力の単位は皆さんなかなか馴染みがないかもしれませんが、一般的な家庭の1日の電気消費量は10kWhですから、その2週間分くらいの量を2台の車で使ったことになります。

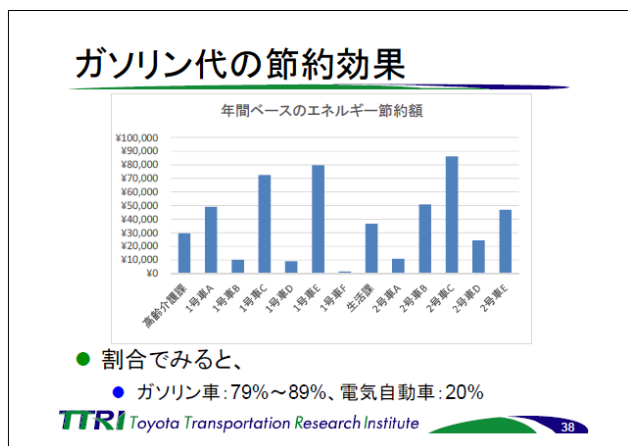


次に、電費です。ガソリンの燃費に対して、電気自動車の電費ということですが、1号車も2号車もあり差はなく、1km走るのに90kWhでした。これは電気代にすると約2円です。ハイブリッド車でも1km走るのに8円くらいかかりますから、それと比べてもかなり安くなっています。



次はCO₂の削減効果についてです。上がコムスの走行に使った電気から算出したCO₂排出量で、下は参加者が普段乗っている車の燃費をもとに算出したCO₂

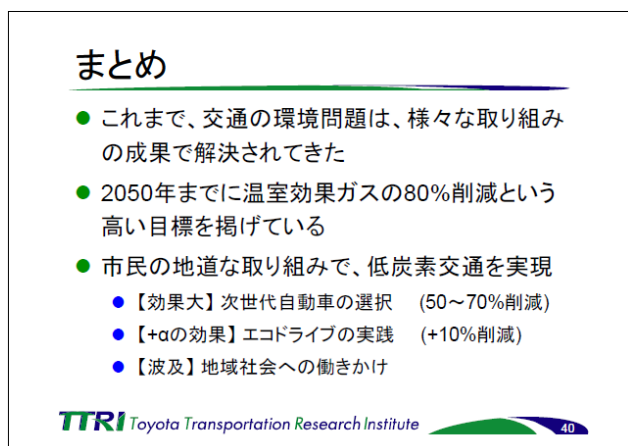
排出量です。この結果、コムスへの乗り替えによって約 70%の CO₂が削減できたことになります。



最後にガソリン代の節約効果です。これはコムスに乗ってもらった方ひとりひとりの結果で、縦軸が年間ベースに直したエネルギーの節約額です。ガソリンをやめて電気代を払ったときの節約効果は、一番多い方で年間 8 万 6,000 円くらいですが、1 万円くらいの方もいますし、効果のない方もいます。割合でみると、従来のガソリン車に比べるとエネルギーの節約効果は 7~9 割ですが、お金を換算すると乗る距離によって異なります、たくさん乗る人は乗り替えたときのメリットが大きいのですが、普段あまり乗らない人は金銭的なメリットはなかなか享受できていません。

4. まとめ

それでは、今日のまとめをしたいと思います。



最初に環境問題の歴史の話をしてしましたが、交通の環境問題はさまざまな取り組みの成果によって解決されてきました。今、日本は 2050 年までに温室効果ガス 80%削減という高い目標を掲げていますが、これは頑張ればできる目標だと思います。上のスライドには、

「市民の方々の地道な取り組みで、低炭素交通を実現」と書いてありますが、一番効果が大きいのは次世代自動車を選択することです。車の買い替えは 10 年に 1 度という長いスパンになりますが、そのときに次世代自動車に買い替えれば、ガソリン車に比べて 50~70%くらい CO₂を削減することができます。しかし、これだけでは 80%を達成できませんので、そのプラスアルファがエコドライブの実践です。効果は自分ではなかなか実感できませんが、やれば 10%くらいは出ます。ですから、エコドライブは地道に続ける必要があります。これらをあわせると 80%くらいに到達できます。あとは波及効果です。推進員の皆さんにこうした地道な取り組みを広げていただければ 2050 年 80%削減という目標を達成できるのではないかと思います。

以上になります。ご清聴ありがとうございました。

講師プロフィール

加藤 秀樹 (かとう ひでき)

公益財団法人豊田都市交通研究所主席研究員。
工学博士

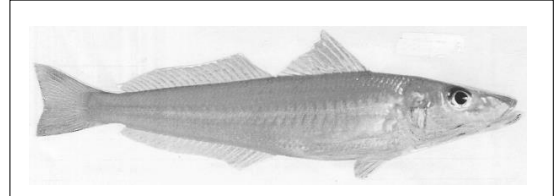
(地域と連携した取組み)

- ・ ひょうごスマートムーブ推進コンソーシアム 外部有識者 (平成 23-27 年度)
- ・ 池田市「ふくまる・ひろまる COOL CHOICE」普及啓発事業 外部有識者 (平成 29 年度)

釣り人からの水辺だよりー春～夏 「シロギス釣り」

シロギスの魅力

日差しに波模様がきらめく砂地の海を群れで回遊するキス。体長は 15～30cm、パールピンクの魚体が美しい魚である。生息域は北海道南部以南の日本各地の砂浜である。海に向かい、より遠くへとキャストする爽快感からシロギスはサーフフィッシング（砂浜の釣り）では人気ナンバーワンのターゲットである。



シロギス釣りのシーズン

シロギスは4月頃に乗っこみ^{*1}を迎え、外海の浜から釣れ出し、徐々に内湾でも釣れはじめる。5月～7月の産卵期には大型（親）は食いが渋く、ピンギス（小型キス）主体の釣りとなるが、堤防でのチョイ投げでも数が出るのでビギナーにはいいシーズンである。型狙いは産卵明けの8月から期待でき、10月いっぱい盛期となる。やがて朝晩冷え込むようになると一群ごとに深場へと落ち^{*2}始め、そのコースとなる湾口部の堤防や外海の渚近くの掛け上がり^{*3}など、2色^{*4}（50m）までの釣りで良型が入れ掛かり^{*5}になる日もあり、落ちのシーズンは情報に耳を傾けたい。

- * 1：沖合にいた魚が産卵期に浅場に集まってくる。
- * 2：浅場にいた魚が越冬のため深場へと移動すること。
- * 3：深場から浅場へと傾斜しているところ。釣りの好ポイント。
- * 4：「シロギス釣りのコツとタックル」参照
- * 5：仕掛けを投入するたびに当たりがあり、次々と釣れること。

シロギスの習性

シロギスは海底を大きく離れず群れで移動し、アミ類や小エビ、ゴカイなどを捕食する。砂地は水鳥をはじめ様々なフィッシュイーター（魚食性の魚、ヒラメやコチ、サワラ、ハマチなど）に見つかりやすく、外敵の多いポイントであるが、シロギスはオモリの着水音にもおびえて砂に隠れるほど警戒するので、直接ポイントを狙わないことが鉄則。より沖に向けてキャストし、ポイントまでゆっくりとさびいてくる^{*6}配慮が必要だ。ベテランキャストは群れを散らさぬよう1ポイント3～4投にとどめ、少しずつ場所移動を繰り返して数をかせぐ。キスは足で釣る魚だ。

- * 6：仕掛けなどをゆっくり引くこと。

シロギス釣りのコツとタックル

キス釣りには遠投重視の投げ竿、大型スピニングリール、空気抵抗の少ない細ラインが使用される。サーフ用の専用ラインは25mごとに色分けされており、2色なら50m、4色なら100mと覚えて、5色、6

色と遠投し、正面、左右と広く探りながらキスの付き場を見つける。さびいてくるとき、オモリにテンションが掛かるポイントはキスが足を止める溝や掛け上がりなど餌が集まる底の起伏であり、しばらく仕掛けをとどめて食いを促してやる。一投ごとに底の様子をチェックし、何色で当たるかを念頭にそのポイントに集中して攻めてゆく。餌をつつく節目当たりがきても合わせを入れず、そのまま一定の速度でさびき、追食いをさせるのが数釣りのコツであり、多点仕掛けなど全ての鉤に食わせることもキス釣りの妙味である。置き竿で待つと本命のキスやフグなどの下道に餌を盗られるだけである。また、餌とりの定番ネズミゴチは泳ぎが不得意な魚であり、追ってこられないスピードでさびくのが一番の対策である。

シロギス釣りのポイント

キス釣りの多くは外海や内湾の砂浜、その周辺の堤防である。フラットに見える砂地であっても、離岸流や波がつくる深み、掛け上がりのほか、藻場や沈み根^{*7}など変化に富むポイントも多い。キス釣りとは無縁と思われる磯場でも、遠投で砂地に届く釣り場も少なくない。磯まわりは海荒れで小動物が流される餌の豊かなポイントであり、肘たたきと呼ばれる尺級が期待できる。大物を求めている釣り場探訪の釣り旅も面白い。釣り場の地理や海底の様子は空撮による釣り場ポイントマップが参考となる。

良型のキスは夜行性もある魚で、昼間は浅浜ほどポイントは遠くなるが、夜はチョイ投げでも届く波打ち際や漁港内まで回ってくる。良型キスに加え、スズキやクロダイ、大アナゴの期待もあり、ワンランクアップした仕掛けが安心できる。

^{*7}：水面に出ていない岩などの障害物。

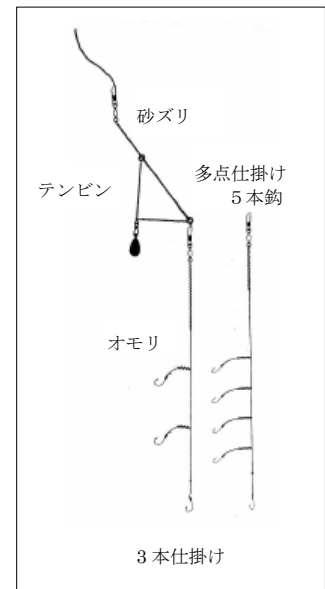
（釣り人／工藤秀和）

遠投用タックル

- ・竿：投げ竿 20～30号 3.6～4.5m
- ・リール：大口径スピニングリール（遠投用）
- ・道糸：ナイロン 1.5～3号（色分けライン）、PEライン 0.4～0.8号
- ・カ糸（テーパーライン）：2～14号（15m）、3～12号（15m）、他にPEライン 4号など *カ糸はオモリが飛ぶ瞬発力による糸切れを防ぐ手段。細ラインには必須のアイテム。
- ・天秤：海藻テンビン、ジェットテンビン、フロートテンビン、名古屋テンビンなど（20～25号、釣り場で使い分ける）
- ・オモリ：名古屋テンビンに使用（20～25号）
- ・仕掛け（市販品、砂ズリ付）：幹糸 4～6号、ハリス 1.5～2号
- ・鉤：キス鉤 屋 7～10号、夜 10～12号

堤防などのチョイ投げ釣り

- ・竿：コンパクトロッド
または軽めの投げ竿
- ・リール：小型スピニングリール
- ・道糸：2.5～3号
- ・天秤
- ・オモリ：10～20号
- ・キス仕掛けまたはハゼ仕掛け



シロギスの餌

- ・昼間：石ゴカイをベースにチロリ虫など。
- ・夜間：岩ムシ、ミノムシなどにおいの強い餌を使用。

*虫エサは鉤のチモト（鉤の軸側の先端部）の上までこき上げ、垂らしは1～2cm程にとる。

釣り場

- ・伊勢湾内一帯の砂浜
- ・愛知県渥美半島から静岡県遠州灘にかけての砂地浜
- ・三重県志摩半島から熊野七里御浜にかけての砂地浜
- ・福井県三国町波松～浜地～三里浜、敦賀半島一帯の砂地浜、小浜湾内一帯の砂地浜

*福井県は1か月程遅れてシーズンイン。

〔講演記録〕

環境科学カフェ+（その2）

「フロンという教訓から人新世・現代文明が語りかけるもの」

中部大学中部高等学術研究所 所長 福井 弘道

1. はじめに



ご紹介にあずかりました福井でございます。今日は素晴らしい環境と演奏のもとでお話ができることをたいへんうれしく思います。今日の講演では、人間がそろそろ地球の環境を変えつつあり、これをどのように捉えるべきか、また、今後どうしていくべきかといったことをフロンの教訓をもとに考えてみたいと思います。



本題に入る前に、私のバックグラウンドを簡単に

紹介したいと思います。私は生まれは関西でして兵庫県宝塚市です。兵庫県は神戸市や西宮市の後方に六甲山があり、子どものころは親父と飯盒炊爨を楽しむなど山に親しむ環境にありました。

大学に進むにあたっては、高校生のころに読んだ『地球を設計する』という本がとても面白かったので、その著者である島津康男先生のところで学びたいと思い、名古屋大学の理学部地球科学科へ行きました。ところが、島津研究室の門を叩くと、地球を設計するということはもうやっていないと言われてまして、懷手をして地球を見ているだけではなく、実際に地に足のついたフィールドワークを行うことの重要性を学びました。当時は環境アセスメントや環境管理計画が日本で試み始められたところで、卒業後は環境コンサルタントに入りました。環境を守るためには環境アセスメントが必要だとよく言われますが、上位の計画がしっかりしていなければ環境への影響をくい止めることは難しく、環境アセスメントを行う段階では時すでに遅しということが多々ありました。そこで、上位の計画である都市計画、あるいは地域計画を官公庁と一緒に策定するシンクタンクに入り、10年ほどそこにいました。私は今年還暦を迎えますが、私が大学院を出たころはバブル経済の真ただ中で、金融機関がシンクタンクをつくるという動きがありました。信託銀行は土地信託という新しい制度で地域開発あるいは大規模な都市計画に乗り出そうとしており、そのためには金融マンだけではなく、いろいろな分野の人材が必要だということで、私は住友信託銀行のシンクタンクに入り、10年ほどいました。そこでは国土庁や官公庁が

ら仕事をもらっていたのですが、カウンターパートはほぼ同世代、あるいは私より若い人でしたが、彼らの仕事は自分で物を考えるよりも調整あるいは文書を作成することが中心になっていて、ある意味でシンクタンクに丸投げするような立場にありました。そういった状況では霞が関も問題が多いのではないかと考えていました。そのころ、慶應大学が藤沢に新しくつくった総合政策学部の一期生が4年生になり、政策メディア研究科、スライドには英語で **Media and Governance** と書いてありますが、そのような研究科をつくって大学院を充実させることになっていましたので、私は慶應大学に入り、15年くらい在籍しました。その後、今から5年前に中部大学に来ました。中部大学の現理事長、当時の学長であった飯吉厚夫さんは慶應大学の出身です。実は私は名古屋大学の山岳部という学部も卒業してしまっていて、慶應大学では山岳部の部長をしていたのですが、飯吉理事長も山岳部に関係されていたという縁で中部大学に参りました。中部大学では、今日お話しするGISや情報基盤を使った研究を行っています。



一人学際
って?

別分野と考えられてきた地球物理学・地球化学・地質学をまとめて創設された地球科学の看板にこたえて、1953年名古屋大学に赴任した。しかし、それは名前だけの実態だった。そこで、私は考えた。地球は美しい目のない、暗黒物なので、舞台とそこに演ぜられるドラマの面から見よう。手組はどうでも良い。1966年に Seamless Earth Science (SMLES) 憲章を出した。原動力は「自然への知的好奇心」と「社会への貢献」だ。

SMLESの中身は、「一人学際」、つまり巨大科学に封じられる「等身大科学」の教育だ。当時盛んだった矢野川上流の開発現場に住み込み、地質・水質・生物の調査を一人でやり、自然と人との通訳・住民と事業者との通訳を勤める「アセス助っ人」の養成だった。もう一つの SMLES (Simulation Earth Science) のグループがあり、これも一人学際で、警戒宣言発令時の帰宅行動から地球生成初期プロセス、一人学際ノウハウ共有の情報管理システムまであった。

1990年、SMLES 教育は私の定年退官で終わったが、「アセス助っ人」の活動は続いている。今必要なのは原発事故・南海トラフ地震・食品リスクへの対応の社会的合意に働ける「防災助っ人」の養成だ。東海地域はその宝庫と考える。

<http://sxpxs.org/spcafe.html>

名古屋大学では、「一人学際」ということを教えられました。すなわち、学際研究を進めるにあたっては、それぞれの分野の研究者を集めて議論することも重要ですけれども、一人一人が100点を取れなくても80点くらいで複数の分野をカバーすることが重要で、できるだけそういうやり方をしていこうというのが当時の島津先生のモットーでした。また、島津先生は私が現在理事長を務めている環境創造研究センターの前身である環境アセスメントセンターの初代の理

事長を務められていた関係で、現在私が当センターの理事長を務めています。



情報化社会の本質は、サイバースペースにおける意思決定が、リアルワールドに先導的な役割を果たすことにあるのであまいでしょう。そこで、実物世界のメタファーとして、いかに情報が欠落することなくサイバースペースを構築するか、またそれをどのように利用するかが重要です。それは「デスクトップメタファー（机上隠喩）」ではなく、膨大な地理空間情報を取り扱い、多解像度で、3次元や時系列の地球を実時間で表現することが可能なツール「アースメタファ」が求められます。これを、「デジタルアース」とよんでいます。

デジタルアースで、地球上で生起する自然・社会・人文現象を認知し、地球、国土、地域、都市、地区というマルチスケールで表現するとともに、それらをもとに地表の変動現象を分析・解明し、現象のモデリングやシミュレーションを行い、合意形成、計画立案や政策形成に展開する方法論の探索を行う研究領域 GeoInformaticsの世界での取り組みを、いくつか紹介します

<http://sxpxs.org/spcafe.html>

スライドの左側は名古屋大学の「sp cafe」のポスターです。今日の講演会も環境科学カフェですが、最近では名古屋大学だけでなく、国立大学のなかにカフェがありまして、そこで研究会が行われています。「sp」とは **Science** と **Philosophy** の頭文字であり、それらを結びつけて考えるカフェというわけです。科学とは体系化された現在の知識の総体であると思っていますが、それに価値観をどのように組みこんでいくのか、また、社会との関わりをどう考えていくのかを考えるためには哲学の分野がとても重要になります。そこで、哲学の話を入れたわけですが、私もそこでスピーカーとしてデジタルアースについて話をする機会を得ました。



国際GISセンターの歩み

- **2011.4 中部高等学術研究所の附置研究所**
 - ◆ 国際GISセンター開所
- **2012.4 私立大学戦略的拠点形成事業**
 - ◆ デジタルアース(俯瞰型情報基盤)による「知の統合」拠点(5年間)
- **2014.4 文部科学省共同利用・共同研究拠点認定**
 - ◆ 問題複合体を対象とするデジタルアース研究拠点(6年間)

現在は、中部大学の中部高等学術研究所にいます。この研究所は設立されてから20年くらいになります。もともと学問の融合を考えるという目的で学部の横断的な研究機関としてつくられたのですが、2011年

には私が企画をして国際 GIS センターをつくりまして、新たに地理情報を使って学問の融合を考えることに取り組んでいます。そして、14 年には文部科学大臣から全国の共同利用・共同研究拠点の認定を受けました。スライドには「問題複合体を対象とするデジタルアース研究拠点」とありますが、環境や災害といった問題を対象として、俯瞰的な取り組みを行っています。

CHUBU UNIVERSITY

中部高等学術研究所 国際GISセンター(2011~)

- センターの研究内容
 - マルチスケール(コミュニティから都市・地域・国土・アジア・地球・宇宙まで)の圏域科学でとらえた、持続可能な生活・世界の構築、人類社会の発展を考究する。
 - リアルタイムから中長期の戦略までのタイムスパンを取り扱うプロセス科学を考究する。
 - 科学・技術・社会を横断して情報を共有し、因果分析やプロセス分析を統合的に融合する新しい問題解決手法や社会システムの開発や実践を行う。
 - 以上に必要となる、GIS、デジタルアース、ジオインフォマティクスを研究・教育し、膨大な地理空間情報やビッグデータを取り扱い、三次元や時系列の地球を実時間で表現することを可能にする、データベース、ツールの開発を行う。

英語名: International Digital Earth Applied Science Research Center (IDEAS)
at Chubu Institute for Advanced Studies, Chubu University

国際 GIS センターでは、マルチスケール、つまり、ズームアウト、ズームインしながら全体像を把握する、あるいは時間軸についてもできるだけリアルタイムで取り組むようにしています。皆さんはあまりお聞きになったことがないかもしれませんが、「科学技術基本計画」というものが政府において策定されておりまして、そのなかに「Society5.0」というコンセプトがあります。「5.0」とは、現在までが「4.0」で、これに対する新しい社会を指します。人間の社会は狩猟社会からスタートして農耕社会になり、産業革命を経て工業社会になりました。現在は情報社会になっていますが、今後、情報社会を超えるよりスマートな社会をどのように実現していくかを考えようというものです。そこで、私たちはデジタルアースを使って地球の現状を知り、将来を捉えようとする取り組みを行っています。

CHUBU UNIVERSITY

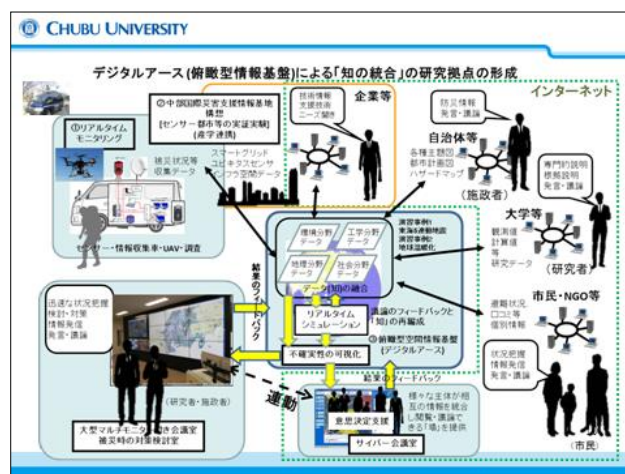
デジタルアースの構築: 地球の現状を知り、将来を考える道具

- 1998.1 ゴア米国副大統領(当時)の提唱によりスタート
- ネットワーク上にある膨大な地理空間情報を統合して、様々な解像度で可視化することが可能な多次元のジオブラウザ
- 人間と環境の相互作用を理解するための共同実験室として利用(科学コミュニケーションや計画のプラットフォーム)

Digital Earth

2014年11月名古屋で
国連ESDの10年最終会に合わせて
第5回デジタルアースサミットを主催

今年、アメリカでは大統領選挙が行われましたが、デジタルアースは 2000 年の大統領選挙で敗れたアル・ゴアが提唱したコンセプトです。



つまり、地球規模の環境問題を考えるには、デジタルの情報を統合化してデジタルの地球をつくり、それを共同実験室として物事を考えることが重要だということです。私たちの研究センターでは、このデジタルアースをつくり、それを今日的な意味合いで使っていくという取り組みを行っています。

CHUBU UNIVERSITY

(文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成事業)

デジタルアースの共同利用研究設備

デジタルアースルーム
エビデンススペースの熟慮を支援

衛星インターネット
360度3次元カメラ
GPS

危機管理情報収集車両

無人飛行機(UAV)

デジタルアースサーバ群

たとえば、見解の違う人たちが集まったときに、マルチディスプレイを用意していろいろな情報を可視化し、どのデータのこういった解釈によって見解の違いが生じているのかといった絞り込みをしながら、エビデンスベースの熟議をしていこうと考えています。

CHUBU UNIVERSITY

認識科学と設計科学の連携

■ 認識科学としての地球科学

- あるもの、存在の探求
- 自然、生態、人間の3つのサブシステムからなるトータルシステムとしての地球の急所を知る
- 自然、社会現象のモニタリング(地球観測)
- GEOSS、MEA

■ 設計科学としての地球設計学

- あるべきもの、当為の探求、サステナビリティ?
- 適応制御(補強)の可能性を探る
- 脱温暖化のための低炭素社会の創造
- COP-FCCC,CBD,CCD
- 人間/環境安全保障

地球を設計する—社会地球科学の提唱(島津1970)から地球危機管理の構築へ

最近では、科学は認識科学と設計科学に分類されることがあります。私の専門は地球科学ですが、これは認識科学です。認識科学とは、地球は一体どれくらいの歴史があり、今日の話題であるオゾン層はどのようなメカニズムできていて、そのオゾン層は今どのような変容を遂げているのかというような、あるものの存在を探究することであり、その今日的な意義は自然、生態、人間という地球の3つのサブシステムの関係性を明らかにし、ひとつのシステムの変化が他のシステムにどう影響するのかという地球の急所をつかむことだと考えています。

これに対して、私が高校の頃に読んで印象に残った『地球を設計する』という本は、ある意味で設計科学を目指したものかもしれません。設計科学とは、あるものの探究に対して、あるべきものを探究するという立場です。ですから、都市計画や土木計画といった工学系の人たちは設計作業を行っていますが、その設計は誰が使うのか、あるいはどういうものが望まれているのかという価値を創造するものであり、単に物をつくるというよりもその物を使うことで生まれる価値を描くことだと思います。地球を設計することはできないかもしれませんが、温暖化のような地球規模の複雑な課題を整理してどのように適応していくかを考えることは、新しい生活のスタイルや社会の在り方と

いう価値命題を解いていくことではないかと思います。今日の講演には「現代文明が語りかけるもの」というタイトルがついていますが、それはいわば、こうした設計思想、社会の在り方を考えていくという立場ではないかと思います。

CHUBU UNIVERSITY

地球トータルシステム(3E)

相互に関連した縫い目なしの自然を扱うためには、相互運用可能な情報システムが必要

■ Seamless Earth
■ 3E(Earth Science, Ecology, Economy)

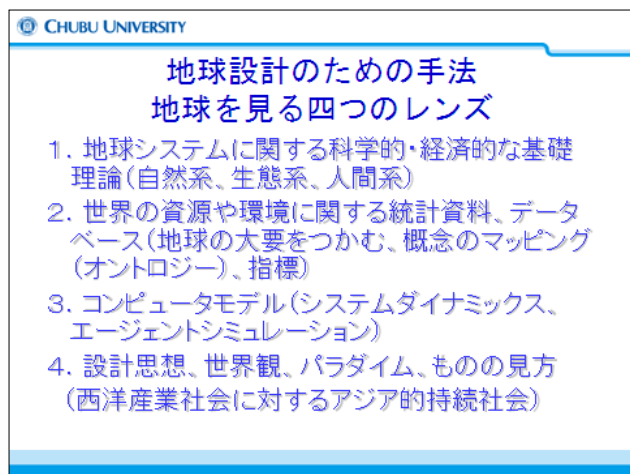
	物理系	生態系	人間系
物理系	陸・海・空の循環	光合成・呼吸	災害・資源
生態系	呼吸・分解	食物連鎖	食料
人間系	廃棄物	耕作	生産・消費

物理系

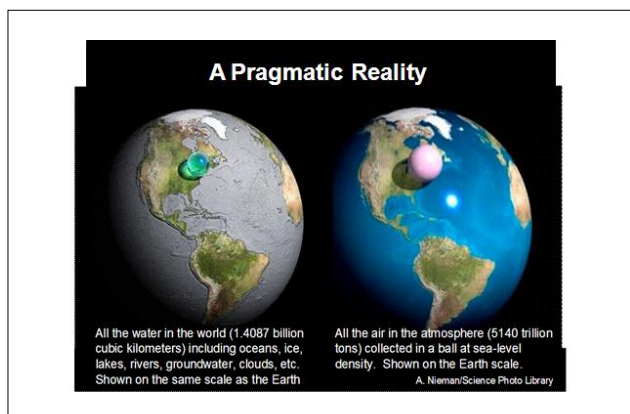
生態系

人間系

私たちは複雑なシステムである地球を簡単にとらえるため、地球は物理自然系(Earth Science)と生態系(Ecology)と人間系(Economy)から構成されていて、それぞれがどういう関係性を持っているかを考えていくわけですが、その際、それぞれの頭文字のEをとって3Eのシステムの地球を考えると言っています。また、地球は縫い目のないものであって、それら3つの系はそれぞれ相互作用を持っています。上のスライドの表は、高校の理科の教科書に出てくるような3つの系の関係性を代表するキーワードを示したものです。たとえば、今日の話題である生態系について見てみると、生物が地球上に現れ、やがて光合成を始めるとそれまで二酸化炭素中心だった大気中に酸素が増えてくるというように、物理系に大きな影響を与えてきました。これは後ほど考える地球の46億年という歴史の中でそれらがどういう役割をしていたかという話につながるものです。



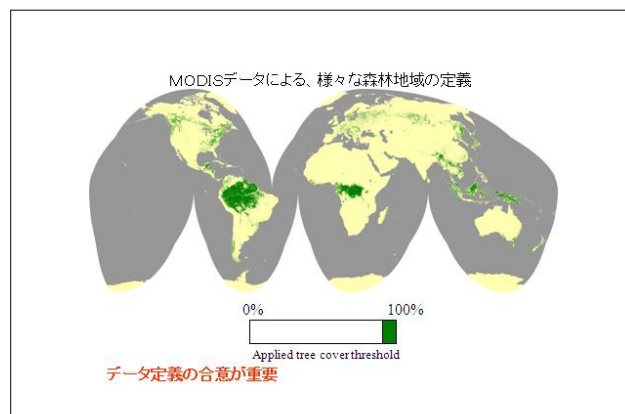
私は慶應大学では、地球設計学という新しい講義を行っていました。そこで教えていた内容は、地球システムに関する自然系、生態系、人間系、さらには経済学も含めた基礎的な理論を学ぶこと、データをベースにしてエビデンスをしっかりとつかみ、地球の概要をつかむこと、情報を上手く使ってこれから地球がどうなっていくのかをシミュレーションできるようにすること、設計科学の根本である設計思想、世界観、パラダイム、ものの見方を考えていくことであり、この4つが地球設計のための手法になります。



たとえば、左側の地球には水玉が浮かんでいますが、これは地球全体の水の総量のスケール感を表しています。地球にある水の量は、地球の大きさに対してこれくらいの大きさしかありません。海の水、陸域の水、氷全部を集めてもこれくらいです。一方、右側は大気量です。大気もこの程度しかありません。

地球の概要をつかむために、皆さんにお尋ねしたいと思います。地球はほぼ球形の回転体ですが、その直径が1mだと仮定したとき、現在の大気の厚さはどれくらいになるのでしょうか。10cm、1cm、あるいは1mm、

どれが正解だと思いますか。実は1mmくらいです。非常に薄い大気のなかで人類は生活をしているわけです。地球に一番近い惑星は、太陽に近い方ということと金星、太陽から遠い方は火星ですが、金星と火星にはどれくらい大気があるかご存知でしょうか。地球が薄いベールに包まれているという言い方をするのなら、金星は暑い毛布に包まれているくらいの大気があります。一方、火星にはほとんど大気がありません。0.001mmくらいの厚さの大気です。ほとんどない、丸裸の状態だと言ってもいいくらいの大気です。地球に関するこのような大きなスケール感是非常重要的考え方で、地球にはほんのわずかな大気しかなく、その大気をどのように考えていくかが非常に重要になります。

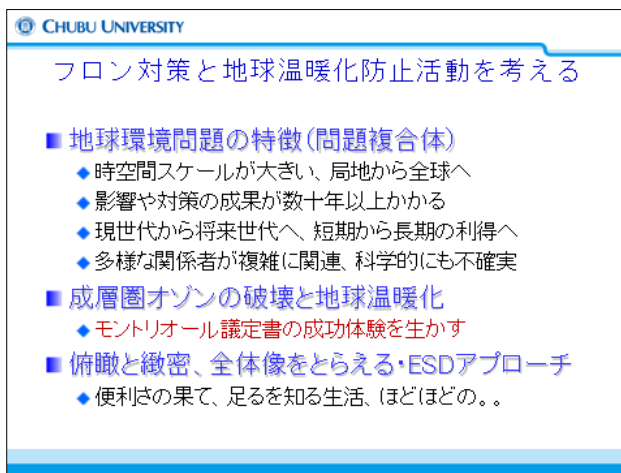


同様に、地球には陸域の植物、森林はいったいどれくらいあるのかを考えるとときには、森林をどのように定義するかによって変わってきます。たとえば、衛星を使って見ていくとき、単位面積に10%以上森林があるところと定義すれば、世界にはまだまだ森林はたくさんあることになります。ところが、90%以上、つまり密林と言われるようなところと定義すれば、ほんのわずかしかなりません。森林は地球温暖化の主な原因である二酸化炭素を固定する機能を有しますが、どれくらいの量を固定できるかを計算するためには、どこにどれくらいの森林があるのかを正しく計量する必要があります、データが非常に重要になります。

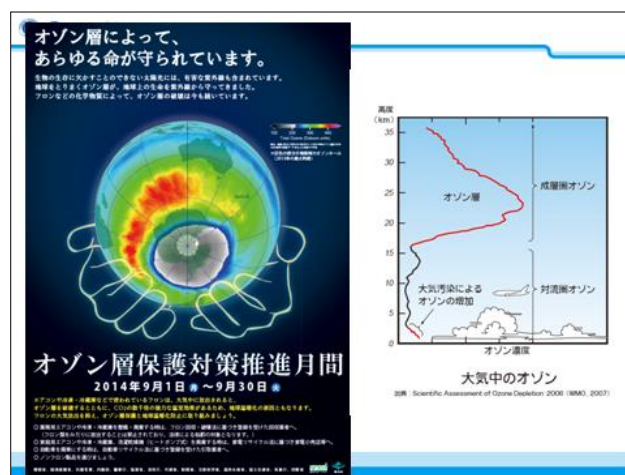


最後は価値観の問題です。環境へのパラダイムシフトと書いてありますが、これは私がかつて国土庁で「首都圏整備計画」を作るときにどのようなパラダイムが必要かという議論をしたときのものです。経済では一人一人のQOL(Quality of Life)を高めることが究極の目標ですが、そのときに経済の規模の大きさをパイとして、パイをどんどん大きくしていけば一人当たりの分け前が増えて一人当たりのQOLが上がっていくというのが効率重視の考え方です。もうひとつは、現代のパイはもう十分な大きさであり、その配分が特定の人、あるいは特定の国に偏っているので、その配分の仕方を上手く変えることによって、一人当たりQOLは上がるという考え方です。では、環境はどうかというと、現代はもうすでにパイの大きさは大きすぎる状況にあり、そのことがグローバルコモンズである大気や海洋をだめにするなど、地球規模の問題を引き起こしています。ですから、環境についてはパイを小さくすることが重要だということになります。ステレオタイプではありますが、そのような価値尺度を通じて、自分が、あるいは企業が、多くの社会が効率を重視するというパラダイムが主流になっていくとどうなるかというシミュレーションも行っています。スライドの右側の写真は京都の竜安寺にある有名な「蹲」で、「吾唯足を知る」と書かれています。それは物質的な充足を求めすぎると、いつまでたっても安心は得られないという臨済宗の戒めを表現した言葉だと思いますが、そうした考え方が環境重視のパラダイムに近いのではないかと思います。

2. フロンの教訓を生かす

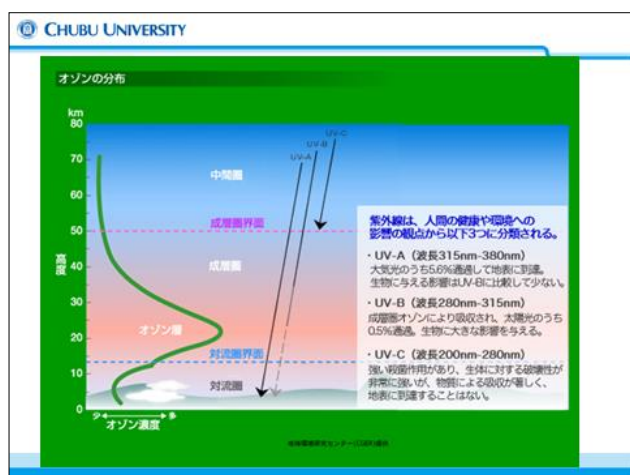


ここからが今日の本題です。フロンの教訓を生かすとは、フロンの教訓を地球温暖化、あるいはこれから生じる地球規模の課題に適用できるかどうかを考えてみようということです。地球規模の問題は空間のスケールがとて大きくて、その一方で、局地で起きたことが瞬く間に地球全体に広がってしまうという特徴があります。自分が使ったフロンガスが上空に上がっていった、知らず知らずのうちに成層圏で問題を起こすことはまさにそうした問題です。成層圏のオゾン層の破壊と地球温暖化を結びつけて、その成功体験をどのように生かしていくかを考えるのが今日のテーマです。

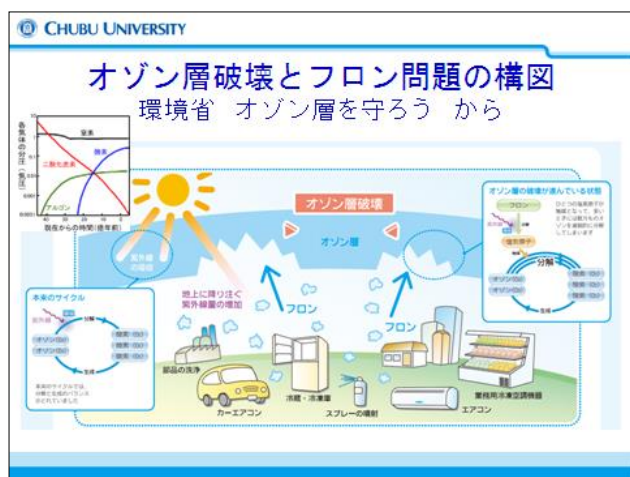


このスライドの左側は、少し古いものですがオゾン層保護対策推進月間のポスターです。右側の図は、大気中にオゾンがどのように分布しているかを示したものです。この図の横軸はオゾンの濃度を示しており、縦軸は地上からの高さを示しています。これを見ると、オゾンは対流圏にもわずかに存在しますが、多くは成

層圏に存在していて、25km くらいのところで最も濃度が高くなっていることがわかります。



太陽からくる紫外線にはUVA、UVB、UVCと呼ばれる3種類があり、UVCは成層圏で止められてしまい地上には届きません。また、UVAは地表まで到達しますが生物にはそれほど多くの影響はありません。これらに対して問題になるのはUVBですが、オゾン層でその多くは止められています。ところが、もしもオゾン層が無くなってしまうとUVBが地上まで届いてしまい、皮膚がんをはじめ、生命の存在に危うい影響を及ぼすというのがフロン問題です。



この絵はオゾン層の構造を分かりやすく示したもので、左下にはオゾンのサイクルが、左上には地球の大気が時間とともにどのように変わってきたのかが書かれています。これを見ると、地球はもともと二酸化炭素でおおわれた星で、46億年という地球の歴史の中で、窒素、酸素、二酸化炭素、アルゴンという現在の大気の構成へと変化してきたことがわかります。地球上に植物がどんどん増え、光合成によって二酸化炭

素を吸収して酸素を出し、それが大気中にたまって酸素が増えてきたということです。そして、酸素がどんどん上空に行くと、紫外線にあたって酸素の腕が切れ、活性化酸素になります。その活性化酸素が別の酸素分子とくっついたのがオゾン（ O_3 ）です。このように、上空の紫外線が影響してオゾンが出来上がり、人間が生み出したフロンガスがそのオゾンを破壊するようになったということです。

フロンガスは1928年にデュポンというアメリカの化学会社が開発したガスで、長い歴史があります。その当時、フロンガスの開発者はそれを説明する際に、口の中に含んで燃えている炎に吹きかけて火を消してみせていました。フロンはとても安全で、燃えることもほかのものと混ざることもないことを証明するためにそのようなデモンストレーションを行っていたのですが、フロンのそうした特性を利用して冷蔵庫の冷媒に使うことを考えました。ところが、冷蔵庫が廃棄される際にはフロンは他の物質と化合することなく上空に上がっていき、そこで悪さをしていました。

フロンの正式な名前はクロロフルオロカーボンと言います。メタンという物質の化学式は CH_4 で、炭素に4つの腕に水素がくっついています。これに対して、フロンガスは炭素の4つの腕のひとつにフッ素がついていて、残りの3つに塩素がくっついています。それがフロン11と呼ばれる物質です。また、フロン12は炭素の4つの腕のうちの2つにフッ素が、残りの2つに塩素がくっついています。これらのフロンは安定な物質ですが、上空にどんどん上がっていくと紫外線に当たり、その腕が切れて塩素が出ます。その塩素がオゾンを破壊するというメカニズムです。このように、フロンは安定なものだけでも、対流圏を通り過ぎて成層圏にまで行くとオゾンを破壊してしまうというわけです。

CHUBU UNIVERSITY

・犯人探し SST、フロン
・総合化学会社デュボン
に見る対応の歴史
・予防原則に学ぶ

参考文献

オゾン戦争 1
3

大気と海

環境外交の攻防

1987年9月16日
「オゾン層を破壊する物質に
関するウィーン条約」が
署名される。

リディア・ドット、ハロルド・シッフ
見角 鋭二・高田 加奈子 訳
もしおぶくす(1982)
「オゾン戦争(1, 2)
一触れする宇宙船地球号」

ガブリエル・ウォーカー、
遊会主子 訳、
早川書房(2008)
「大気と海
一なぜ風は吹き、
生命が地球上に満ちたのか」

ベネディック・リチャード・E.、
小田 切力 訳、
工業調査会(1999)
「環境外交の攻防
ーオゾン層保護条約の
誕生と展開」

このようなことがわかったのは 1970 年代に入ってからですからつい最近のことです。フロンが最初に使われたのが 1928 年ですが、その後ずいぶん時間がたってからフロンの行方を調べた人がいました。その歴史について書かれたのが『オゾン戦争』という本ですが、フロンを最初に測定したのはイギリスのラブロックです。ラブロックはガイア仮説でも有名ですが、世界中を船で移動しながらオゾン層の厚さを測りました。そして、彼の測定に刺激されてアメリカのローランドがオゾン破壊のメカニズムを明らかにしていきました。

CHUBU UNIVERSITY

フロンとオゾン層の研究歴史

ラブロック
大気中のフロンの測定 1971-3

モリナ、
ローランド
オゾン層の破壊 1974

ガイア
地球は生きている

Los Angeles Times
Verdict on Spray Cans

1976 全米科学アカデミー 報告

Chlorofluorocarbons are being added to the environment in steadily increasing amounts. These compounds are chemically inert and may remain in the atmosphere for up to 100 years, and concentration can be expected to reach 10 to 30 times present levels. Photochemical reactions of the chlorofluorocarbons in the atmosphere produce significant amounts of chlorine atoms, and leads to the destruction of atmospheric ozone.

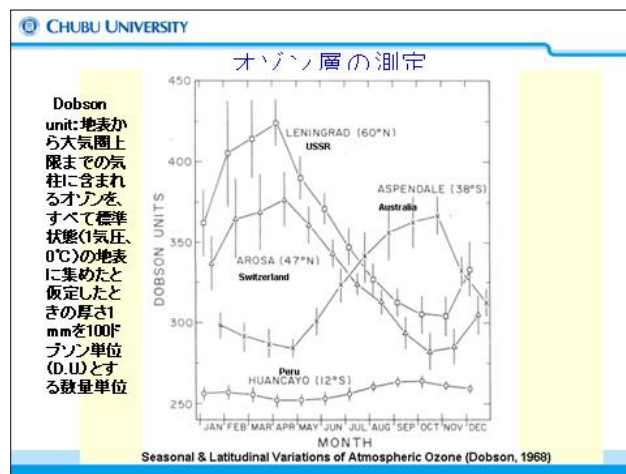
1971, James Lovelock measures CFC-11 in the Northern and Southern Hemispheres

LOVELOCK, 1971

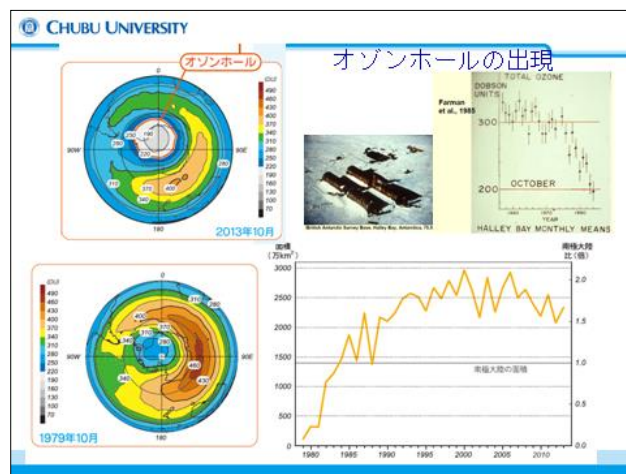
HALOGENS
Effects on Stratospheric Ozone

ROWLAND ET AL., 1979

スライド右下のあるのはロサンゼルスタイムスの記事です。ローランドがスプレー缶に使われているフロンのオゾン層を破壊していることを明らかにしたことを受けて「スプレー缶に判決が下った」と書かれています。



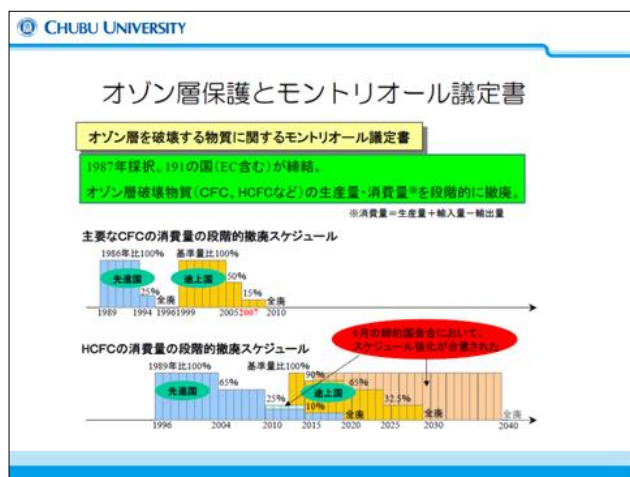
これがオゾン層の厚さを調べた測定結果です。横軸に1月から12月がとってありますが、月ごとにその値が変化しています。北半球ではロシアのレニングラードとスイスのアローザ、南半球ではペルーとオーストラリアのデータがありますが、いずれも春ごろにピークを迎えています。南半球でも同様に春ごろにピークを迎えています。そして、高緯度であるほど数値が高くなっていることがわかります。こうした測定の努力はとても重要で、日本もこれに非常に貢献をしています。



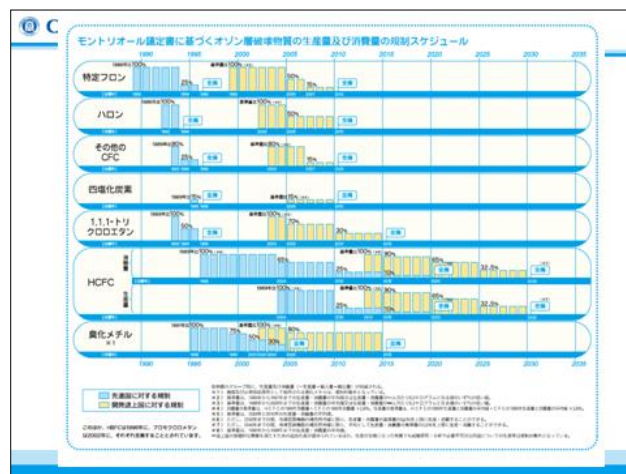
これは南極のオゾン層の観測結果です。南極観測隊の忠鉢さんという方が 1982 年に南極のオゾン層を測っていたところ、先ほどのグラフにあったように、オゾンは春になると増加していくはずにもかかわらず減少していることが観測されました。その当時は、にわかには信じ難く測定装置がおかしいのではないかとされたのですが、翌年測ってみてもまた同じような結果になりました。それでも、主な学者たちにはそのようなこともあるといった程度にしか受け取られま

せんでした。その後、イギリスの研究者がデータを発表し、本当にオゾンホールが大きくなっていることが確認されました。スライドの右上にあるグラフがそのデータですけれども、ここ 10 年くらいを見ると、オゾンの量は半分くらいにまで減っています。その間の事情については岩坂泰信先生が書かれた『オゾンホール』という本にも詳しく書かれています。

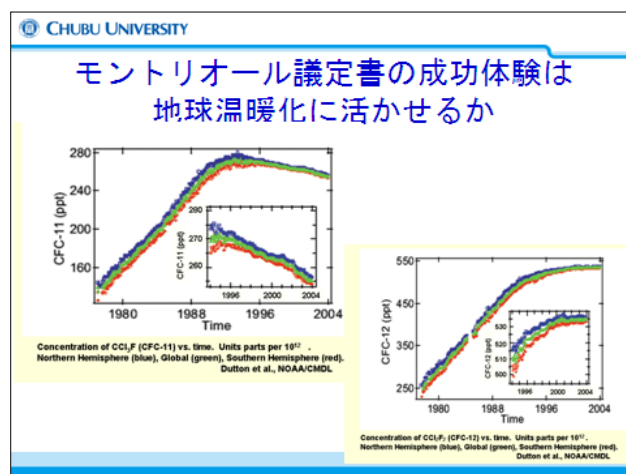
それでは、現在、オゾンホールはどうなっているかというと、先ほどのスライドの右下のグラフがその大きさを示したもので、横軸が時間軸、縦軸が面積で、南極大陸の面積を 1 としてその大きさが比較できるようになっています。オゾンホールは 1970 年代にはほとんど存在しなかったのですが、だんだんと南極大陸全体を覆うようになり、ピーク時には南極大陸の 2 倍くらいの面積にまでなっていました。それが最近になってようやく小さくなってきています。



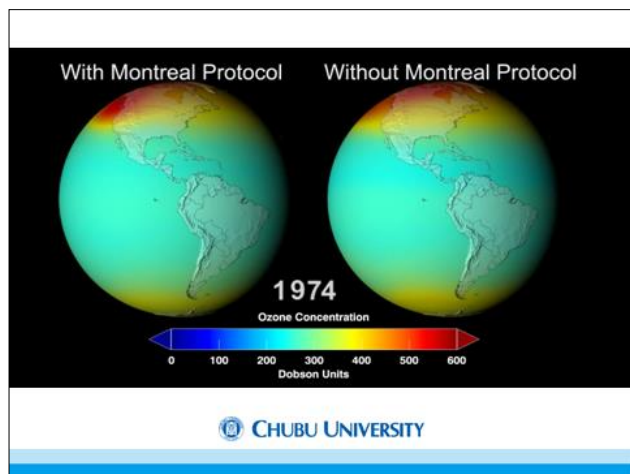
このように、オゾンホールが存在していることを観測し、人間が生み出したフロンガスがその原因物質であることを知り、オゾン層を守らなければ皮膚がんがどんどん増え、生物が生存できなくなると考えて、モントリオール議定書というオゾン層の保護に関する国際的な合意がなされたことによって、オゾン層の破壊が食い止められました。モントリオール議定書では、オゾン層破壊物質を段階的に撤廃し、2000 年に全廃することが決められており、先進国と途上国に分けて、それぞれのスケジュールが決められています。



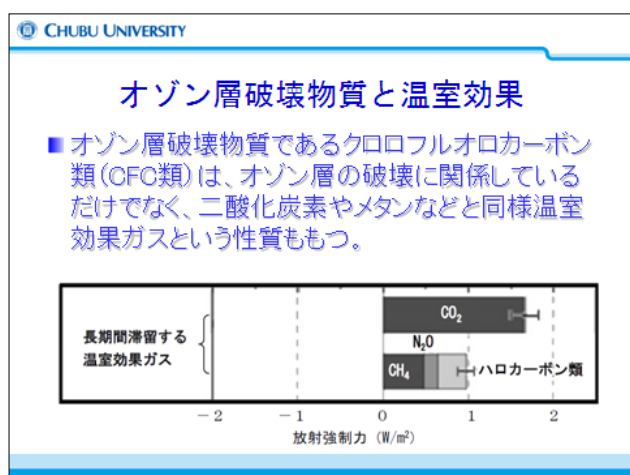
この表は、モントリオール議定書に基づいて、どのようなオゾン層破壊物質をどういったスケジュールで規制していくかを示したものです。



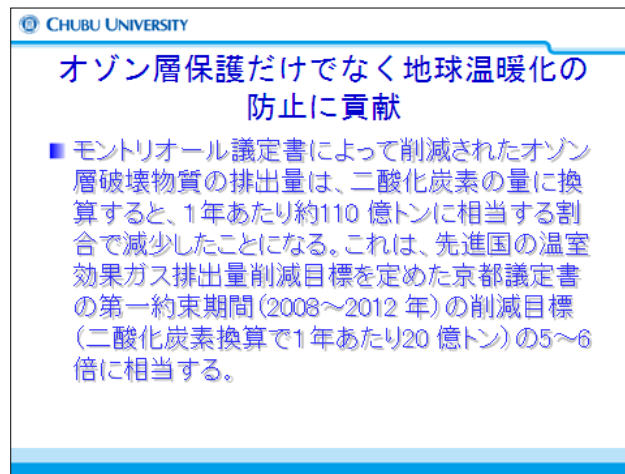
モントリオール議定書の発効によってフロンの量がどのように変化しているのかを見てみると、フロン 11 は 1984 年からどんどん増えていきましたが、1990 年代半ばにピークアウトし、減少傾向に変わっています。フロン 12 についても、フロン 11 よりも多少遅れていますが、ピークアウトしています。つまり、我々人間が有害な物質に気づき、その撤廃の合意をして、時すでに遅しとなる前にそれを全廃したということです。



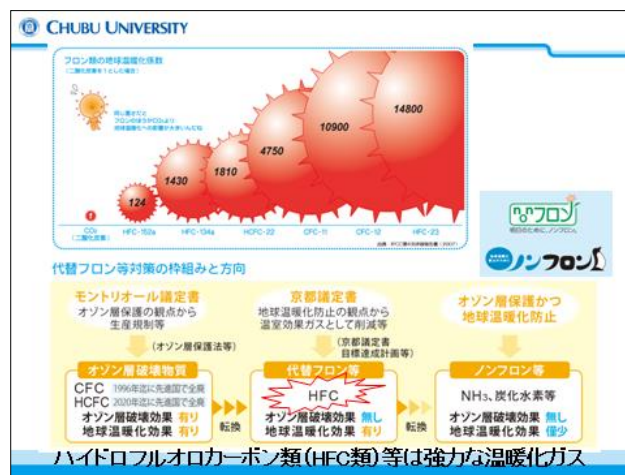
これは NASA が作ったビデオで、左側はモントリオール議定書が締結された地球、つまり現実の地球の姿であり、右側はモントリオール議定書がなかったら地球はどうなっていたかを示したものです。青いほどオゾンが薄いことを示しています。このスライドは1974年の様子であり、どちらも同じような色になっていますが、モントリオール議定書がなかった場合を示す右側の地球は年を追うごとにどんどん青くなっていき、2050年には完全に青くなっています。私たちがもしフロンの問題に気がつかなければこのような地球になっていたかもしれないことを教えてくれるシミュレーションです。



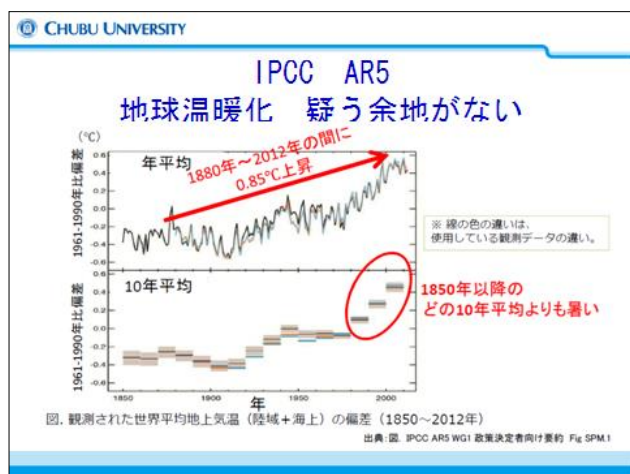
ところで、オゾン層の破壊物質であるフロンは二酸化炭素と同じような温室効果を持っていることがわかっています。



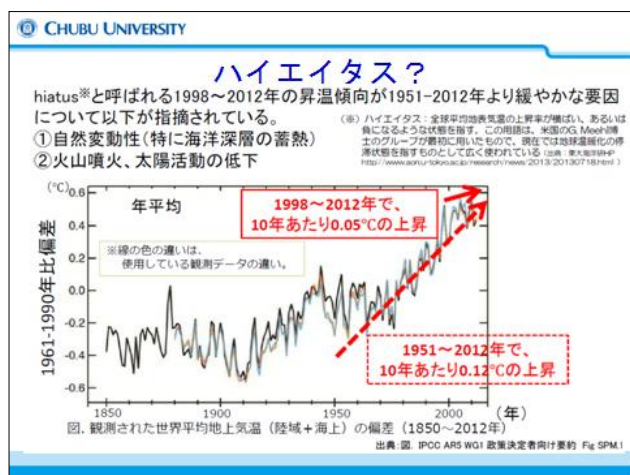
モントリオール議定書によって削減されたオゾン層破壊物質の量はたいへん大量になっており、二酸化炭素に換算すると、1年あたり約110億トンに相当します。ですから、モントリオール議定書によってオゾン層破壊物質を制御したことは、温室効果ガスの削減にも役に立ったことになります。



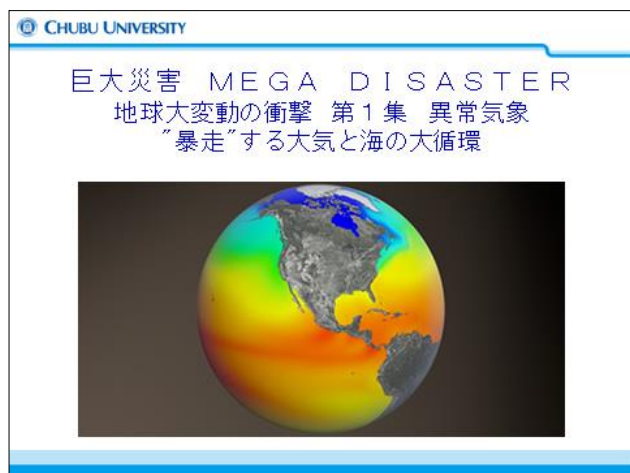
ところが、二酸化炭素の温暖化の能力を1としたときのその他のガスが有する温暖化能力を示す数字を温暖化係数と言いますが、代替フロンのひとつであるHFCというガスは非常に温暖化係数が高く、オゾン層を破壊することはないけれども温暖化に対しては問題を有していました。ですから、今は完全なノンフロンを目指し、オゾン層を破壊することなく、また、温暖化にも小さな影響しかないガスが使われるようになっています。



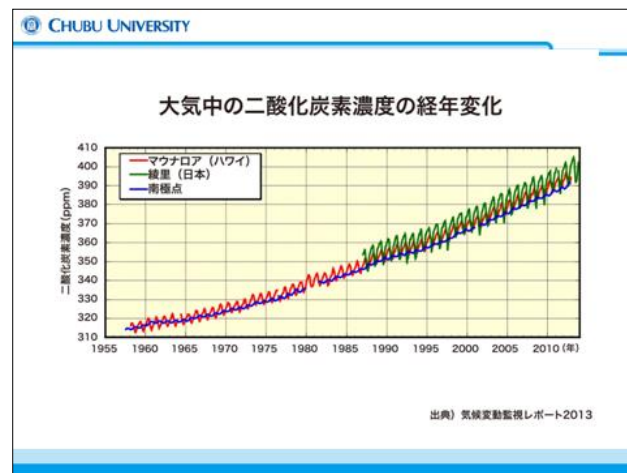
温暖化については、IPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change：気候変動に関する政府間パネル）の第5次評価報告書には「温暖化には疑う余地がない」と書かれています。



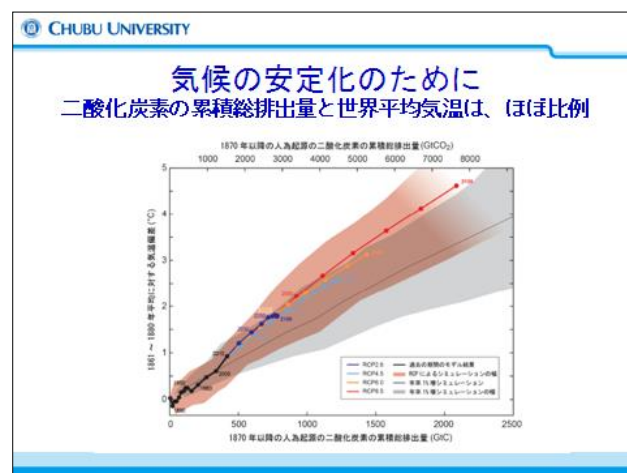
最近では、ハイエイタス（hiatus）と呼ばれる昇温傾向が緩やかになる傾向も見られますけれども、大勢としては温暖化が続いていると考えられています。こうした状況を受けて、今年「パリ協定」が締結、発効されました。



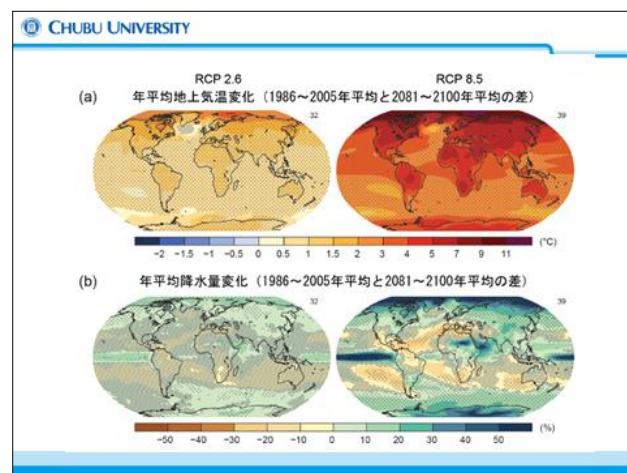
地球温暖化は、オゾン層の破壊とは異なる問題ですが、今後さらに大きな災害を引き起こすことが想定されます。



これは大気中の二酸化炭素の経年変化を示したのですが、どんどん増加していることがわかります。



二酸化炭素の累積総排出量と世界平均気温はほぼ比例の関係にあり、その排出量を下げることが温暖化防止に役立つ、つまり、気候の安定化のために二酸化炭素の排出量の削減は非常に重要だというわけです。



そして、温暖化による気温の上昇によって、多くの雨が降る危険性が非常に高まることや、温暖化に弱い山岳地域などで様々な影響が生じることなどがわかっています。

CHUBU UNIVERSITY

フロン対策と地球温暖化防止活動を考える

- 地球環境問題の特徴(問題複合体)
 - ◆ 時空間スケールが大きい、局地から全球へ
 - ◆ 影響や対策の成果が数十年以上かかる
 - ◆ 現世代から将来世代へ、短期から長期の利得へ
 - ◆ 多様な関係者が複雑に関連、科学的にも不確実
- 成層圏オゾンの破壊と地球温暖化
 - ◆ モントリオール議定書の成功体験を生かす
- 俯瞰と緻密、全体像をとらえる・ESDアプローチ
 - ◆ 便利さの果て、足るを知る生活、ほどほどの。。

今日は、フロン対策と地球温暖化防止活動を合わせて考えることによって、成層圏のオゾン層の破壊を食い止めた成功体験を温暖化対策にも生かせるよう考えてみようというわけです。

CHUBU UNIVERSITY

予防原則から考える precautionary principle

- 環境に対して深刻あるいは非可逆的な打撃を与えるとき、科学的に不確実だからという理由で環境悪化を防ぐ措置を先延ばしにしてはいけない

(1992年リオデジャネイロ宣言第15原則)

<http://www.unep.org/>

リスク評価 40

温暖化についてはまだ疑義を唱えている研究者もいます。しかしながら、「科学的に不確実だからという理由で環境悪化を防ぐ措置を先延ばしにしてはいけない」という予防原則は新しい価値観、設計思想につながるものであり、改めて考える必要があるのではないかと思います。そこで、今地球規模の環境問題に対して、どのような世界的な取り組みがなされているのか、最近のグローバルアジェンダをベースにお話したいと思います。

CHUBU UNIVERSITY

最近のGlobal Agenda

- 仙台防災フレームワーク
- SDGs 持続可能な開発目標
- 気候変動に関するパリ協定

41

昨年はいろいろな意味で環境に関する世界規模の取り組みが進んだ年だと言えます。そのひとつは防災に対する取り組みで、「仙台防災枠組（仙台フレームワーク）」というものです。また、昨年の9月には国連において2030年に向けた新たな指針として「持続可能な開発目標(SDGs)」が採択されました。そして、昨年の暮れには、温暖化防止に向けて「パリ協定」が締結されました。この3つが大きなグローバルアジェンダです。

CHUBU UNIVERSITY

Global Agenda Sendai Framework

4 PRIORITIES FOR ACTION

- Priority 1 Understanding disaster risk
Policies and practices for DRR should be based on an understanding of disaster risk in all its dimensions of vulnerability, capacity, exposure of persons and assets, hazard characteristics and the environment.
- Priority 2 Strengthening disaster risk governance to manage disaster risk
Disaster risk governance at the national, regional and global levels is of great importance for an effective and efficient management of disaster risk.
- Priority 3 Investing in disaster risk reduction for resilience
Public and private investment in DRR are essential to enhance the economic, social, health & cultural resilience of persons, communities, countries, their assets, as well as environment.
- Priority 4 Enhancing disaster preparedness for effective response, and to "Build Back Better" in recovery, rehabilitation and reconstruction
Strengthened disaster preparedness for response, recovery, rehabilitation and reconstruction are critical to build back better.

National and local dimensions
Regional and global dimensions

Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030

これは「仙台防災枠組」において優先的に取り組むべきとされた4つのアクションを示したものです。「仙台防災枠組」は、1995年に発生した阪神淡路大震災後の2005年に神戸で開催された国連防災世界会議で採択された「兵庫行動枠組」(2005～2015年)を引き継ぐものであり、東日本大震災の被災地である仙台で開かれた会議において、2015年から2030年の枠組みとして合意されました。

CHUBU UNIVERSITY

仙台防災枠組2015-2030 (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction: SFDRR)

仙台防災枠組に示された7つのグローバル・ターゲット	
(a)	世界の災害による死亡率を2030年までに大幅に削減する。2005年から2015年までと比較して、2020年から2030年までの全世界の人口10万人当たりの死亡者数を引き下げることを目指す。
(b)	世界の被災者数を2030年までに大幅に削減する。2005年から2015年までと比較して、2020年から2030年までの全世界の人口10万人当たりの被災者数を引き下げることを目指す。
(c)	世界の国内総生産 (GDP) に換算して、災害による直接的な経済損失額を2030年までに削減する。
(d)	災害による医療および教育施設などの重要なインフラへの損害・およびそれらのインフラが提供する基本的なサービスの中断を、防災力を高めることによって、2030年までに大幅に削減する。
(e)	2020年までに、防災戦略を持つ国や地方公共団体の数を大幅に増やす。
(f)	2030年までに、本枠組の実施に向け開発途上国が主体となって行う活動を補完する適切で持続可能な支援を通じて、開発途上国に対する国際協力を大幅に強化する。
(g)	一般住民に対して様々な自然災害に対応した早期警戒システム、災害リスク情報および災害リスク評価の利用可能性とこれらに対するアクセスを、2030年までに大幅に増強する。

43

「仙台防災枠組」では、7つのグローバル・ターゲットが決められています。たとえば、一般住民に対して様々な自然災害に対応した早期警戒システムや災害リスク情報に対するアクセスを大幅に増強するといったことがうたわれています。

CHUBU UNIVERSITY

持続可能な開発のための2030アジェンダと 仙台防災枠組み

目標11 包括的で安全かつ強靱(レジリエント)で持続可能な都市及び人間居住を実現する

ターゲット 11.5 2030年までに、貧困層及び脆弱な立場にある人々の保護に焦点をあてながら、水関連災害などの災害による死者や被災者数を大幅に削減し、世界の国内総生産比で直接的経済損失を大幅に減らす。

ターゲット 11.b 2020年までに、包含、資源効率、気候変動の緩和と適応、災害に対する強靱さ(レジリエンス)を目指す総合的政策及び計画を導入・実施した都市及び人間居住地の件数を大幅に増加させ、仙台防災枠組2015-2030に沿って、あらゆるレベルでの総合的な災害リスク管理の策定と実施を行う。

44

外務省作成持続可能な開発のための2030アジェンダ(仮訳)より引用

2 つめの世界的な取り組みである「持続可能な開発目標 (SDGs)」の 11 番目の目標にも、「仙台防災枠組」に関わる内容が盛り込まれています。目標 11 とは、「包括的で安全かつ強靱 (レジリエント) で持続可能な都市及び人間居住を実現する」というものです。

CHUBU UNIVERSITY

Global Agenda 1 SDGs 17 Goals 169 Targets 230 Indicators

“Being a **statistician** is the sexiest job of the 21st Century.”
- Hal Varian, Chief Economist, Google (2012) - Harvard Business Review (2013) 45

皆さんはこの絵をいろいろな場面でご覧になったことがあるのではないのでしょうか。これは「持続可能な開発目標 (SDGs)」を示すものであり、17 の開発目標とそれらを細分化した 169 のターゲット、さらには、それぞれの目標がどれくらい進んでいるかをモニタリングできる 230 のインジケータから構成されています。今、私たちはデジタルアースなどを使ってインジケータをわかりやすくマッピングし、これらの SDGs が世界のどこでどれくらい達成できたかを表現しようと考えていまして、11 月末にニューヨークの国連本部の統計部門の方に対して、その提案をしようと考えています。

CHUBU UNIVERSITY

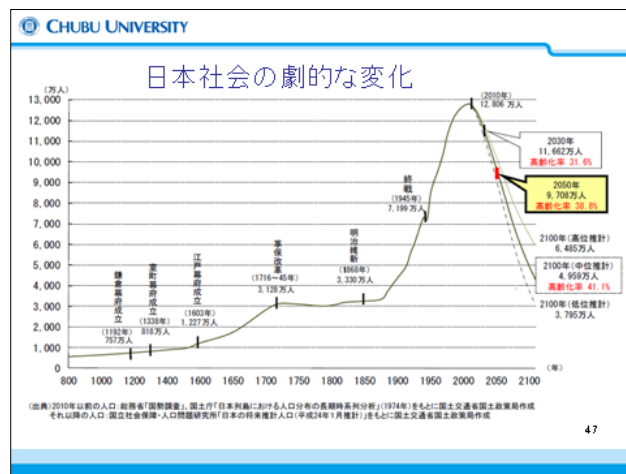
Global Agenda 3 Paris Agreement

- Applicable to all
- Comprehensive
緩和、適応、資金、技術、能力構築、透明性
- Durable
- Progressive
5年毎の各目標提出・更新、実施状況の報告・レビュー、世界全体の進捗点検

46

そして、世界的な取り組みの 3 つめが気候変動に関わる「パリ協定」です。

こうした国際的な枠組みが昨年締結されたわけですが、それに合わせて日本はどういう動きをしているのか見てみたいと思います。



日本の社会は劇的に変化をしています。これは厚生労働省が作成した人口の推移を示したグラフです。

800 年から 2100 年まで書かれています。未来は予測データです。人口予測は地球規模のいろいろな予測データのなかでも最も信頼のおけるものだと考えられています。なぜなら、人間が生むことができる子どもの数はおおそ決まっています、その繰り返しですからほぼはずれることはありません。よほど大きな社会的な変化がない限り変わることはないわけです。これを見ると、戦後どんどん人口が増えて 2010 年にピークアウトし、その後、つるべ落としに下がっています。この 200 年でほぼ 1800 年ごろ、つまり明治維新のころにもどってしまうことになります。日本は人口が大きく減少するという、世界でも例を見ることのない劇的な変動にさらされています。



それは地域構造の変容にも現れています。たとえば、東京都知事に立候補されていた増田寛也さんは、人口急減社会と言っています。

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	人間活動の事与の可能性	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	ほぼ確実
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	ほぼ確実
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	中緯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
強い熱帯低気圧の数が増加	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 AR5報告書 49

一方で、温暖化による気象の極端現象はいろいろなかたちで増えてくることが予想されています。人口は急激に少なくなり、気候の極端現象は増えていくとい

うなかで、私たちはどうしたらよいのでしょうか。



ここで今日のテーマである、「人新世（アントロポセン：Anthropocene）」という新しい年代の話をしたと思います。現在は 258 万年前に始まった新生代第四紀の「完新世」と定義されていますが、人間が地球の環境を大きく変えるようになっており、「人新世」という新しい時代区分にそろそろなっているのではないかということです。

新たな地質年代「人新世」
国際地質学会議で採用検討
南ア
2016年08月30日 16:11 発信地:パリ/フランス

中国北東部の黒竜江遼寧間の工場から立ち上る煙 (2015年11月22日撮影、資料写真)、(c)AFP

【8月30日 AFP】人類が地球の化学組成や気候に影響を与えたことにより、1万1700年前に始まった「完新世」が終わり、新たな地質年代「人新世(アントロポセン)」に突入しているとする科学者らの学説について、南アフリカ・ケープタウン(Cape Town)で開催中の第35回国際地質学会議(International Geological Congress)で29日、これを正式に採用するかの検討作業が行われた。

正式に採用されれば、人類の時代とされる「人新世」は、20世紀半ばに始まったと定義されることになる。承認プロセスには、他の3学術団体による同意を必要とし、今後、最低でも2年を要するとみられる。

専門家35人からなる作業グループは、7年にわたる審議の結果、人新世そのものの認識については全会一致で合意している。今回、公式に登録することをめぐっては、賛成30反対3(棄権2)だった。

これは今年の 8 月のフランスの AFP 通信の記事です。南アフリカのケープタウンで開かれた国際地質学会議で「人新世」採用への検討作業が始まっており、正式に採用されることになれば、人類の時代とされる「人新世」は 20 世紀の半ばに始まったと定義されることになります。承認には他の 3 つの学術団体の同意が必要であり、少なくとも 2 年はかかるとされています。

CHUBU UNIVERSITY

研究チームは、1950年に始まったこの地質年代について、化学物質や社会経済のさまざまな変化を示す幾つかのグラフを見れば、主な特徴である「大きな加速」が明確に示されていると説明。その対象としては、二酸化炭素やメタンガスの大気中濃度、成層圏のオゾン濃度、地球の表面温度や海洋の酸性化、海の資源や熱帯林の減少、さらには人口増加や大規模ダム建設、国外旅行の流行などがあるとした。これらすべて、20世紀半ばごろに大きな変化が見られ始めた。

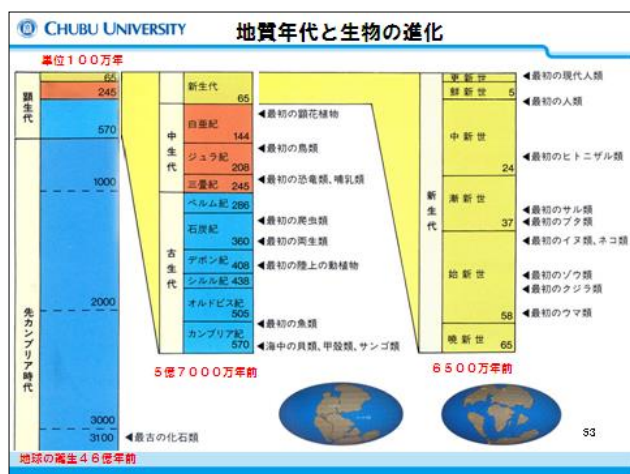
地質年代区分は、地層や氷床などの痕跡を基に定められるが、「人新世」については、その痕跡を示すことが難しくないと科学者らは考えている。例えば世界各国の地層でみられるマイクロプラスチックや、氷床コアの分析にみられる大気中のCO₂濃度の上昇などがそれに当たるといふ。

「人新世」という言葉は、ノーベル化学賞を受賞したパウル・クルツェン(Paul Crutzen)博士が2002年に提唱し、環境問題専門家がそれに倣うようになった。

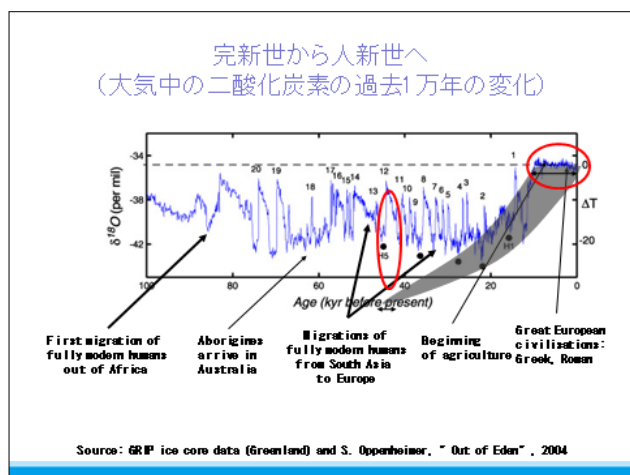
だが一方で、これに疑念を抱く科学者もいる。その主な理由は、新たな地質年代とするには十分な年月が経過していないためだといふ。

今回、学会に発表された「人新世」については、その始まるの時期をめぐる意見が割れている。最も多かったのは核兵器の使用による痕跡をシグナルとするとの意見だった。(c)AFP/Marlowe HOOD

地質年代区分は、地層や氷床の痕跡をもとに定められていますが、「人新世」についてはその痕跡を示すことは難しくないと考えられています。

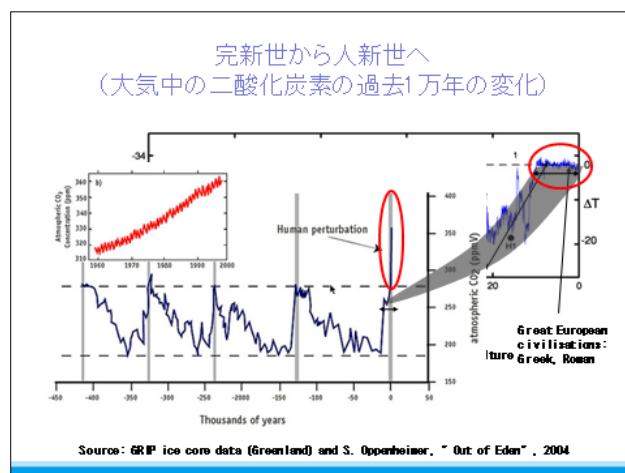


地質年代では、現代は地球の 46 億年の歴史のなかの新生代の「完新世」ですが、今や「人新世」になりつつあるということです。

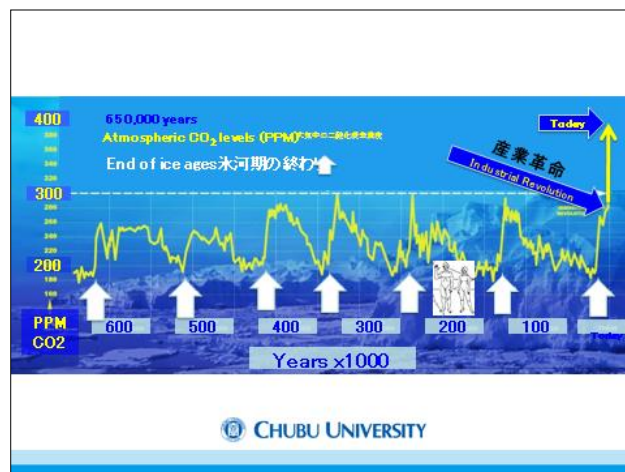


この図は、今から 100 万年前から現代に至るまでの気温の上昇傾向を炭素の同位体分析によって調べたものです。「完新世」から「人新世」になりつつある

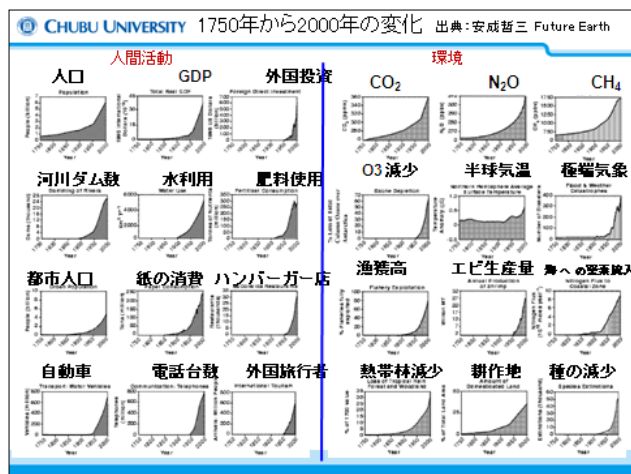
ことは、この図に示されているような温度の上昇を示すデータがひとつのきっかけになっています。そして、右端の○をつけた部分を拡大したのが次に示す図になります。



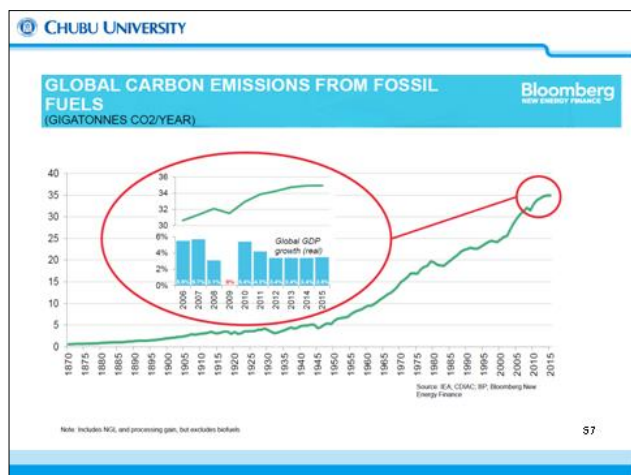
これを見ると、4 万 5 千年くらい前から揺らぎが繰り返しありましたが、最近になるとその揺らぎの傾向を飛び越えています。そして、ごく最近では、さらに上昇しています。こうしたデータによって、多くの学者が人間の影響が大きく環境を変えているという指摘に同意するに至っているのです。



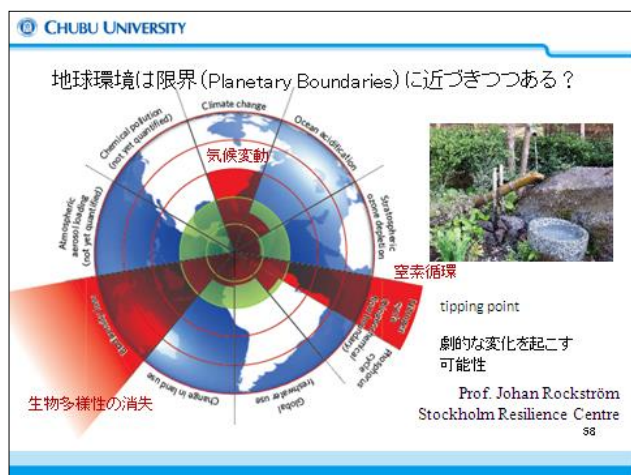
この図は、気温の変化にいろいろな表記を加えてももう少しわかりやすく示したものです。これを見ても、やはりこれまでの傾向を飛び越えていることがわかります。



これは国際研究プログラム「Future Earth」のメンバーである安成哲三先生が講演のなかで使われた図です。左側は人間活動に関わる指標を、右側は環境に関わる指標を示したのですが、1750年から2000年にかけて、多くの指標が右上がりになっていて、しかも非線形にその傾向が増大しています。



たとえば、化石燃料の燃焼によって発生する二酸化炭素の量を考えてみても、この図のような状況になっており、指数関数的に増えています。



こうしたことから、地球の環境は限界に近づきつつあるのではないかと考えられるようになっており、スウェーデンのヨハン・ロックストロームはこのような絵を描いています。気候変動のみならず、生物多様性の喪失、窒素循環といったことが地球の限界を想像させる大きな問題になっているということです。超えてしまうと劇的な変化が生じる点をティッピングポイントと呼んでいますが、たとえば、温度上昇では、北極やグリーンランドの氷床がどんどん解けて海面上昇という大きな問題が生じることが懸念されています。

ここで「人新世」を紹介しているビデオを見ていただきたいと思います。皆さん、どのようにお感じになれるでしょうか。

人間という生き物が地球をつくり変えていく物語。ストーリーは250年前のイギリスから始まります。この地でいくつかの画期的な発明が生まれました。やがて産業革命が起こり、影響がヨーロッパ、北アメリカ、日本へと波及していきます。鉄道や自動車によって、世界各地が結ばれていきました。医学の進歩によって救える命が増え、化学肥料によって養える命が増えました。人口は急増します。しかし、ここまではほんの序章にすぎません。本当の飛躍は1950年代に始まるのです。

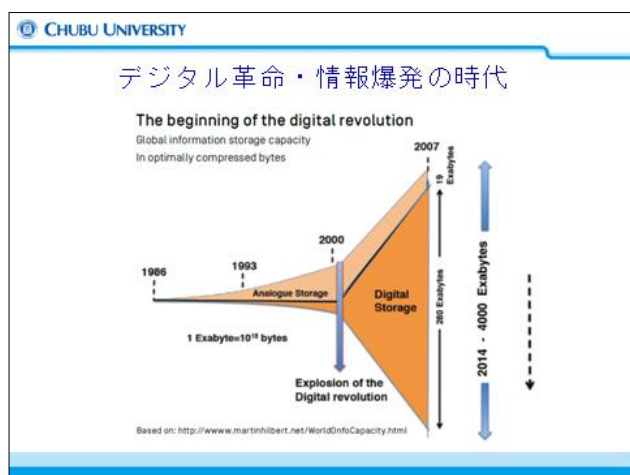
グローバル化や投資の拡大によって、世界は目覚ましい成長を遂げていきました。人々は都市に押し寄せ、さらなる成長を後押しします。わずか数十年のうちに私たちの生活は劇的に向上しました。健康、富、安全、長寿、そうした利益をかつてないほど多くの人が享受しています。私たちは地球をつくり変えられる力を手にしました。人間が1年に運ぶ土砂の量は自然による運搬作用を上回っています。氷床を除く陸地の4分の3を管理し、大気中の温室効果ガスの濃度を過去最高の水準に高めました。気温を上昇させ、オゾン層に穴をあけ、生物多様性を損なっています。世界のデルタが沈みつつあるのはダムなどのせいです。海水面の上昇も、海の酸性化も進んでいます。私たちは地球をつくり変えつつあるのです。

現代は人類が支配的な地位を占める新たな地質年代「人類世」です。地球は絶え間ない負荷にさらされ、不安定化しつつあります。しかし、私たちには創造性という希望もあります。過去をかたちづけてきたように、未来をかたちづくることもできるはずです。あなたも私もその一翼を担っており、地球を守るという責任をともに背負っています。未来の世代のために地球というシステムの限界、すなわち、人類が安全に活動できる領域を探っていきましょう。

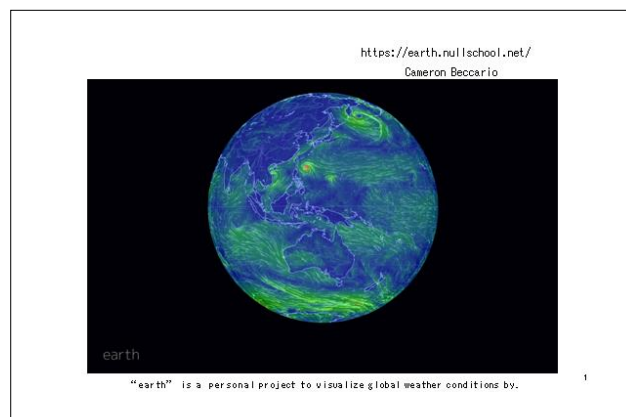
ようこそ「人類世」へ。

「人類世」よりも「人新世」と呼ばれる方が最近が多いのですが、「人新世」についてわかりやすく解説したビデオが作られていますのでご紹介しました。地球の環境は限界になりつつあり、それに対してどういった価値観、あるいはどういったアクションで今後それに臨むのが非常に重要だと考えています。私はそれをデジタルアース、情報をうまく活用して、多くの人が共感できる地球をつくっていくことを考えています。

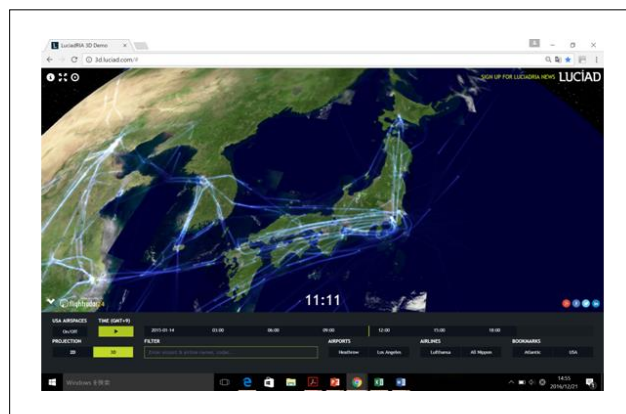
3. Digital Earth Era



図のタイトルに「情報爆発の時代」と書いてありますが、データの量が一体どれくらいの規模で増えつつあるのかを示したものです。データは2000年を契機として、短い時間にどんどん増えています。では、どんなデータが増えているのか、面白いデータをご紹介したいと思います。



これは地球の現在の大気の状態を表したもので、オープンデータという誰もがアクセスできるデータを使って、20代のプログラマーが開発したものです。「earth nullschool」というキーワードで検索すると、大気、海流、気温といった、いろいろなデータを見ることができ、現在の地球がどのようなになっているのかを体験することができます。



最後にもうひとつご紹介したいのは、世界中の飛行機がどのように飛んでいるかを可視化したものです。これは日本時間ですが、朝の5時くらいになりだんだん明るくなってくると、飛行機がどんどん飛んでいく様子が見られ、世界中のグローバル化の最前線を実感することができます。

今日は面白いデータをいくつかご紹介しましたが、私たちは地球を変えていく能力を持つようになったという前提に立つとき、オゾン層の破壊を人類が食い止めたという成功体験をもとに今後地球をどのようにつくっていくかが非常に重要であり、この価値観について考えていきたいと思っています。

これで私の話を終わります。ご清聴どうもありがとうございました。

講師プロフィール

福井 弘道（ふくい ひろみち）

名古屋大学在学中は、主に環境アセスメントや地域環境のシミュレーション等環境問題について研究活動を行い、その後、環境コンサルタントやシンクタンク等に研究活動の場を移し、都市、地域や国土の計画課題や生態環境計画等の研究や政策立案に従事。慶應義塾大学に転じてからは、さらに空間情報システムを活用した各種の政策の解析と立案、新しい社会システムの検討を行う。

2015 年 4 月より中部大学中部高等学術研究所所長に就任。当センター理事長。