

目 次

— 講演記録 —

「日本版『首長誓約』」

名古屋大学大学院環境学研究科 教授 竹内 恒夫1

— 講演記録 —

「高い効用感が得られる“ここのよい” 住まいづくり」

名古屋大学施設・環境計画推進室 特任教授 田中 英紀 18

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秋「サヨリ釣り」

釣り人 工藤 秀和 34

— 講演記録 —

「気候変動の影響と緩和・適応」Part.1

1. 地球温暖化に挑む～緩和と適応の考え方～

名古屋大学大学院環境学研究科 特任准教授 杉山 範子 36

2. 「気候変動の地元学」から始めよう。

法政大学 教授 白井 信雄 49

【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 6 月 16 日 (火) 15:00～16:30

ウイंकあいち 13 階 1301 会議室

演題 日本版「首長誓約」
講師 名古屋大学 竹内 恒夫 氏

【講演会】

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

平成 27 年 9 月 17 日 (木) 13:30～15:30

中部大学中部高等学術研究所 デジタルアースルーム

「気候変動の影響と緩和・適応」Part.1

演題 地球温暖化に挑む～緩和と適応の考え方～
講師 名古屋大学 杉山 範子 氏

【講演会】

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

平成 27 年 7 月 3 日 (金) 15:00～16:30

ウイंकあいち 13 階 1302 会議室

演題 高い効用感が得られる“ここのよい”
住まいづくり
講師 名古屋大学 田中 英紀 氏

演題 「気候変動の地元学」から始めよう。
講師 法政大学 白井 信雄 氏

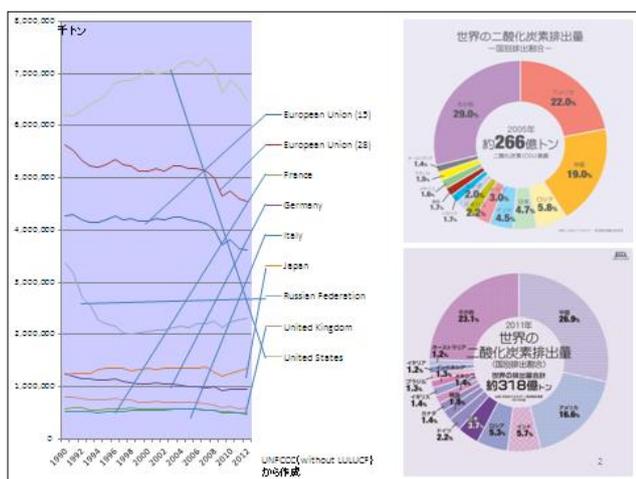
ペアワーク 愛知県における気候変動の影響
ナビゲーター 法政大学 白井 信雄 氏
名古屋大学 杉山 範子 氏

〔講演記録〕

日本版「首長誓約」

名古屋大学大学院環境学研究科 教授 竹内 恒夫

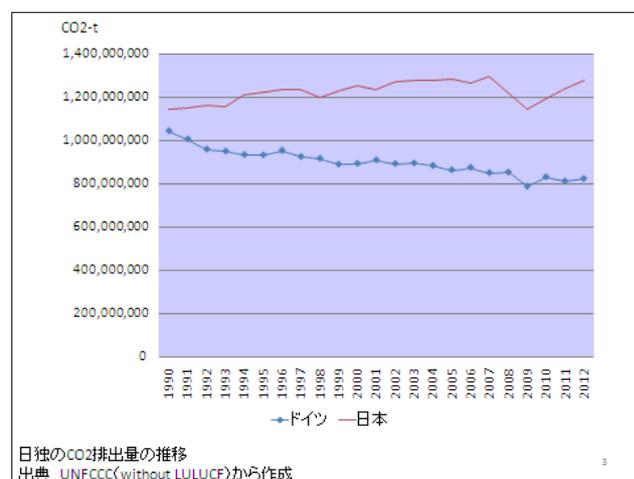
名古屋大学の竹内でございます。「首長誓約」という言葉は、みなさんにとって聞きなれない言葉だと思います。「日本版」とあるので「元祖」があると想像できるかと思います。EUが元祖です。この「日本版」の「首長誓約」はCO₂の削減・低炭素社会づくり、レジリエントな地域社会づくり、あるいは地域創生に結びつく取り組みの方法ではないかと思い、今年の初めからいろいろなところでご提案しているところでございます。

1. 日本とドイツのCO₂排出量

この図は主な国のCO₂の排出量を表したものです。UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change : 国連気候変動枠組条約) の事務局が各国のデータをまとめたものをグラフ化しました。CO₂の排出量が最も多いのはアメリカです。その他の国もだいたいそうですが、CO₂の排出量は2008年をピークに下がっています。2008年はリーマンショックがあった年です。それまでアメリカのCO₂排出量はガンガン増えていましたが、リーマンショックの影響で下がっています。アメリカに次いで多いのは

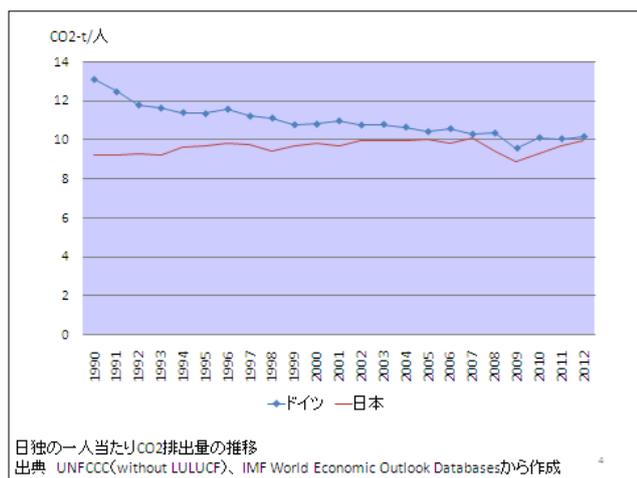
EU28カ国ですが、これも2008年以降下がっています。EU15カ国やロシアもこの年以降一気に下がりました。ロシアは1990年代に計画経済から市場経済に移行する過程で大きく下がっています。ロシアの京都議定書の温室効果ガス削減目標は±0%ですから、需要さえあれば下がった分だけ取り引きできるということです。グラフを見ていただければわかりますように、1990年からのCO₂の排出量は日本を除いて、フランス、ドイツ、イタリア、イギリス、いずれも下がっています。

同じ図の右側の円グラフは世界のCO₂排出量を示しておりまして、上が2005年、下が2011年のデータです。2007年から中国が1番になりました。インドはそこまでは5番目でしたが、今や日本も追いついて3番目になりました。世界のCO₂排出量はこのような状況にあるのですが、先進国の中で日本の排出量だけが下がっていないのはなぜかということです。

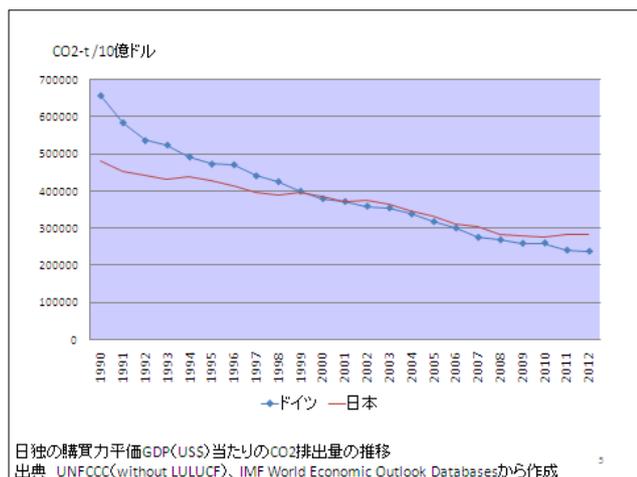


そこで、日本とドイツの比較をしてみたいと思います。両国のCO₂排出量の推移を見ると、1990年にはほとんど同じレベルでした。2008年がリーマンショックの年ですが、ドイツは2008年以降ずっと

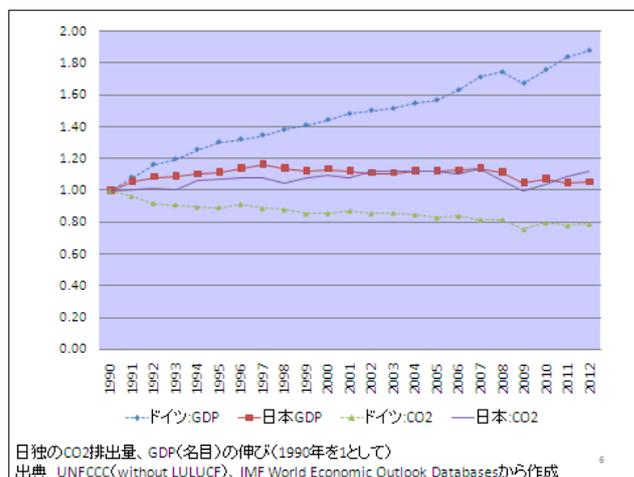
下がる傾向にある一方、日本は若干増えていまして、現在も増える傾向にあります。



これは一人当たりのCO₂排出量の推移です。日本はオイルショック以降、70年代、80年代に雑巾を絞ってもこれ以上何も出ないというくらい徹底的な省エネを行っています。一方、ドイツは高緯度に位置し、冬は大変寒く暖房をたくさん使うことから、日本のようにCO₂排出量を削減することは無理だと思われていたのですが、少しずつ減って今では日本とほとんど変わらなくなっています。



購買力平価GDPあたりのCO₂排出量で比較すると、90年の初めごろはドイツの方が高かったのですが、2000年あたりからは逆転し、日本の方が高くなっています。



この図はGDPとCO₂の排出量について、1990年を「1」としたときの傾向を示したものです。ドイツではGDPとCO₂排出量は見事にデカップリングです。これに対して、日本のGDPとCO₂排出量はほとんどカップリングです。この差は何によるのかということですが、ひとつには、ドイツはエネルギーをロシアあたりから輸入した天然ガスに転換したことが大きいと思われるのですが、これからご説明する自治体レベルでのCO₂削減の取り組みも功を奏しているのではないかと思います。

2. 欧州の地域気候政策の取り組み—「市長誓約」



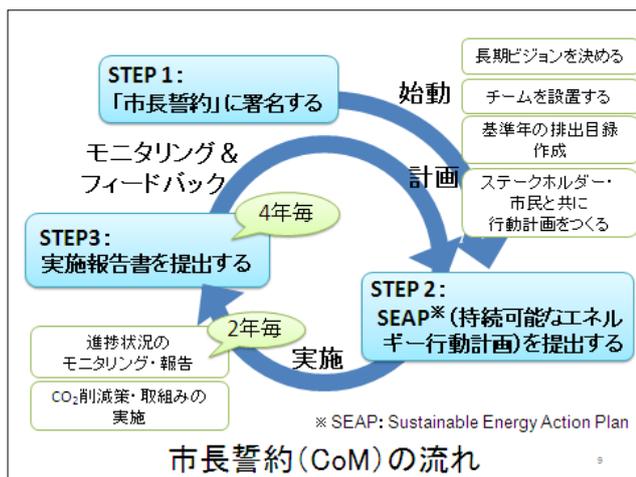
EUでは、2020年までにCO₂排出量を90年比で20%削減、消費エネルギー効率を90年比で20%削減、電源構成の中で再生可能エネルギーの割合を20%にまで増加という3つの20という目標を掲げているのですけれども、「市長誓約」(Covenant of Mayors)は、この「CO₂排出量を20%削減」という目標を超える取り組みの実施を自治体に働きかけたもので、EC(欧

州委員会) が 2008 年に始めました。

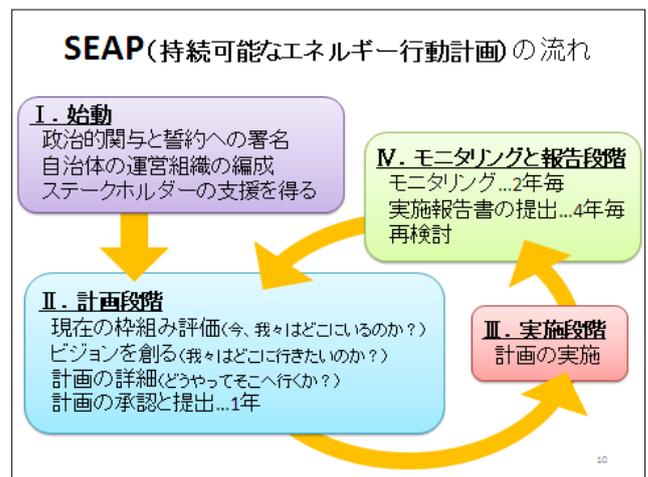
「市長誓約 (Covenant of Mayors)」とは?

- ▶ 欧州委員会 (EC) のイニシアティブによる取組み (市長誓約事務局はブリュッセル、2008年～)。
- ▶ 欧州連合 (EU) の目標 CO₂ を 20% 削減 (2020年に1990年比) 以上の積極的な目標・取組みを、市長が自主的に誓約。
- ▶ 署名した自治体は、「持続可能なエネルギー行動計画 (SEAP: Sustainable Energy Action Plan)」を1年以内に策定し、市長誓約事務局に提出。ECの研究機関が審査・認定。
- ▶ SEAP提出から2年後に実施報告、4年後に報告書を提出。
- ▶ 地方自治体の自主的な取組みであり、拘束力はない。

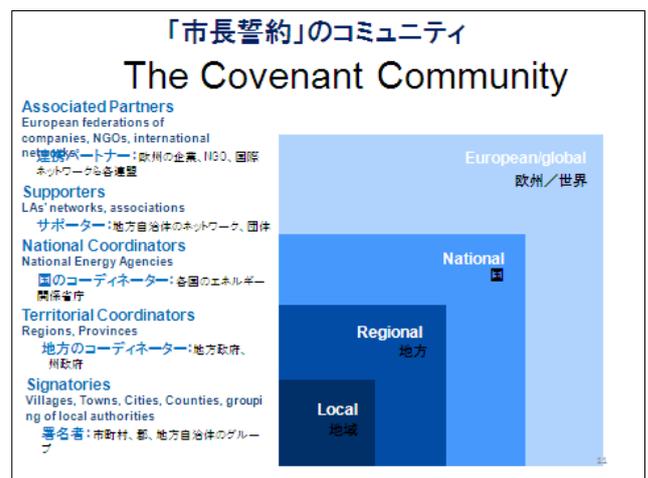
「市長誓約」に署名した自治体は「持続可能なエネルギー行動計画」(SEAP: Sustainable Energy Action Plan) を1年以内に策定し、事務局に提出します。ECの研究機関はこれを審査し、認定します。その後、署名自治体は実施報告書を作成し、提出します。「市長誓約」は、こうした地方自治体の自主的な取り組みですけれども、今や欧州の6,376の自治体が加盟し、人口で言いますと1億9000万人くらいを占める大きな取り組みの輪が広がってきています。



これが「市長誓約」の流れです。STEP 1として、「市長誓約」に署名する、STEP 2では、「持続可能なエネルギー行動計画」を策定し提出する、STEP 3として、その計画を実施して実施報告書を提出するという流れになります。



これは、STEP 2 の「持続可能なエネルギー行動計画」の流れを示したものです。



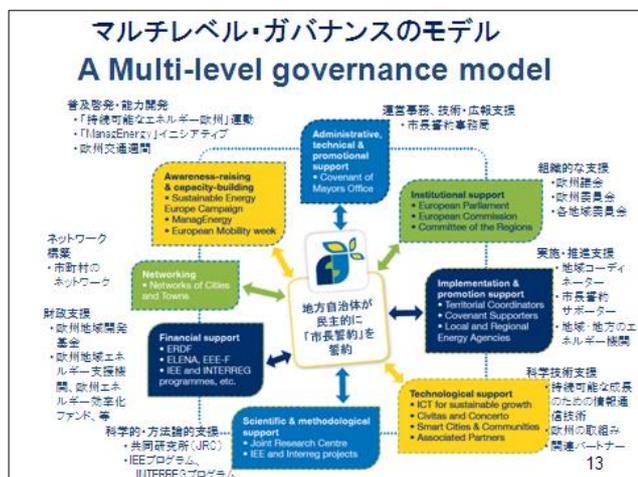
「市長誓約」は地方自治体の取り組みですけれども、リージョナルなサポート、ナショナルなサポート、ヨーロッパレベルでのサポートがあります。

欧州の自治体ネットワーク (CoMサポーター)

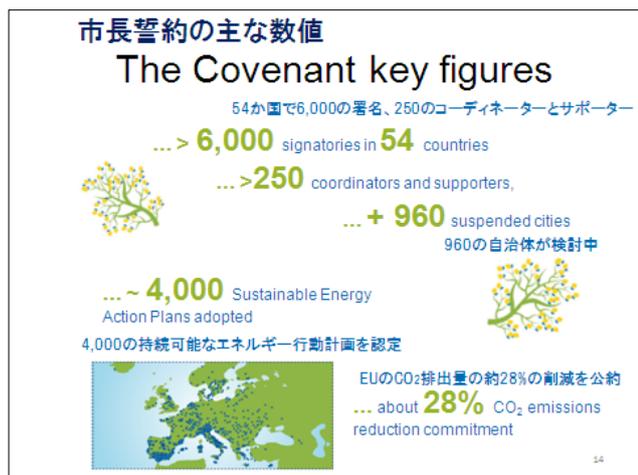
	設立年	メンバー	本部	主な活動分野
Climate Alliance	1990	1,600以上 (地方自治体)	フランクフルト (ドイツ)	気候保護 熱帯雨林の原住民保護
Energy Cities	1990	1,000以上 (主に市町)	ブリュッセル (ベルギー) ブザンソン (フランス)	持続可能なエネルギー 環境保護 都市政策
EUROCITIES	1986	140以上 (主に大規模な都市)	ブリュッセル (ベルギー)	気候保護 経済 社会問題
FEDARENE (European Federation of Regions and Agencies for Energy and Environment)	1990	60以上 (主に地方機関)	ブリュッセル (ベルギー)	エネルギー政策 環境政策
ICLEI (Local Governments for Sustainability, European Secretariat)	1990	1,200以上 (地方自治体)	ボン (ドイツ) 欧州事務局はフライブルク (ドイツ)	気候保護 生物多様性 大気汚染 水資源

「市長誓約」の取り組みをサポートしている自治体のネットワークもいくつかあります。「Climate Alliance」は1990年の設立ですが、89年の段階ですでに気候変動対策を目的とした自治体の集まりがあ

りました。今ではヨーロッパの 1600 以上の自治体が「Climate Alliance」に入っており、様々な取り組みを進めています。「Climate Alliance」の本部はフランクフルトにあり、フランクフルト市がサポートしています。私たちも 2007 年から「Climate Alliance」と一緒に自治体における温暖化対策の企画、検討、調査や自治体同士の交流などを進めてきた経緯があります。その他にも、いくつかの団体がありまして、「ICLEI」はアジアや日本にも地域事務所があり、温暖化に限らず持続可能な社会実現のためのさまざまな取り組みを行っています。名古屋市も「ICLEI」のメンバーです。1997 年に京都で行われた気候変動枠組条約の締約国会議の直前に「ICLEI」のメンバーが名古屋に集まって、加盟自治体は 2020 年に CO₂ 排出量を 90 年比で 20%削減を目指すこととしました。こうした団体が「市長誓約」の取り組みをサポートしているということです。



これは「市長誓約」に対するサポートの仕方の一覧です。



「市長誓約」には、54 カ国、6,000 以上の自治体が加盟し取り組みを進めています。地図を見ていただくとわかりますように、イタリアやスペインの自治体の加盟がたいへん多くなっています。小さな自治体これをきっかけにまずは市役所の省エネから始めようということで加盟しており、県や州、国がそのサポートをしているという状況です。日本では、すでに「地球温暖化対策の推進に関する法律」があり、その中で一定規模以上の自治体は温室効果ガスの削減計画（実行計画）を作ることが義務化されていますから、CO₂ 削減の仕組みとしては日本の方が進んでいるとも言えるかもしれません。

主要部門

Urban mobility 都市交通

Buildings 建物

Urban planning 都市計画

Decentralised generation / Renewables

+ €4.25bn

Further investments committed via ELENA + 40 億 2,500 万 € (約 250 億円) の欧州地方エネルギー支援機関 (ELENA) による追加出資が確約

分散型発電、再生可能エネルギー

これらは「市長誓約」をきっかけとして、EU の資金的な支援をもらって自治体が行った取り組みの一例です。EC の事務局からは、主要な取り組み事例として、トラムや建物の断熱構造化、都市計画、分散型のコジェネレーション（以下、コジェネと言う）、再生可能エネルギーの活用といったものが挙げられています。

バーミンガム(イギリス)
Birmingham Energy Savers – Retrofitting programme (UK)

バーミンガム・エネルギー・セイバーズ 一家庭改装計画

20-year programme:
Retrofit 200,000 houses
Reduce CO₂ by 60% by 2026
£1-2bn investment

20年計画: 20万戸を改装。
2026年までにCO₂排出量を60%削減。
10~20億ポンドの出資。
(約18~36億円)

15

これはイギリスのバーミンガムにおける家屋の改造の例です。

ハノーファー(ドイツ)
 "Catch the sun" via the Solar Atlas in Hannover (DE)
 ハノーファーの太陽の地図帳で「太陽を捕まえよう」



1 million m² of PV by 2020
 70,000 people
 12 GWh of renewable electricity production per year
 87 kt of CO₂ reduction per year
 500,000 euros implementation cost co-financed by IEE

2020年までに100万m²の太陽光発電。7万人。年間12GWhの再生可能電力を生産。年間8万7,000トンのCO₂削減。IEE(Intelligent Energy Europe)との共同出資による50万€の実施費用。(約7億円)

ドイツのハノーファーはいろいろな取り組みをしていますが、これは太陽光発電です。後ほどご説明しますが、ハノーファーには都市事業団がありまして、コジェネなどを使って電気をつくっています。

ヘルシンキ(フィンランド)
 Integrated district heating and cooling in Helsinki (FI)
 ヘルシンキにおける地域冷暖房の統合化



250 large buildings with district cooling system for data centres and recovering the heat produced for the district heating network in 2010 resulting in greater energy efficiency

60kt of CO₂ reduction by 2015

データセンター用地域冷暖房システムと同熱源を利用した地域暖房ネットワークにより、2010年には250の大規模建築物でさらなるエネルギーの効率化を達成。2015年までに、6万トンのCO₂削減。

フィンランドのヘルシンキでは地域冷暖房の統合化が行われておりまして、北欧のあちこちでこうした取り組みが行われています。

ナント(フランス)
 Integrated mobility planning in Nantes (FR)
 ナントにおける総合交通計画



30 km/h limit in the city centre
 42 km tram network
 400 km bike lanes
 Car-pooling scheme

市の中心部は時速30km制限。42kmに及ぶ路面電車ネットワーク。400kmの自転車専用車線。自家用車相乗り(カープール)構想。

フランスのナントは交通計画が特徴的なまちでして、「市長誓約」が直接的なきっかけではないと思いますが、市の中心部において速度制限などが行われています。

カルロフォルテ(イタリア)
 Efficient & Renewable Street Lighting
 CARLOFORTE (IT)
 高効率&再生可能エネルギーの街路灯



The Municipality of Carloforte is taking action to improve energy efficiency and introduce integrating solar power street lighting. Existing lights have been replaced by more efficient ones (LED) which are directly powered by PV panels and equipped with light intensity controls.

カルロフォルテ市役所はエネルギーの効率化と太陽光発電を統合して街路灯に導入する取組みを実施。既存する街路灯は、直接、太陽光パネルからの電力を使い、明るさを調節する機能のついた高効率のLEDに交換された。

CO₂ reduction: 109 tonnes/a
 Energy savings: 224 MWh/a
 Cost: 825,000 €

CO₂削減量: 109トン/年
 エネルギー削減量: 224MWh/年
 費用: 825,000€(約1,300万円)

これもよくある取り組みかもしれませんが、イタリアのカルロフォルテの再生可能エネルギーによる街路灯です。

リガ(ラトビア)
 Heat recovery from unused low-potential heat flows
 RIGA (LT)
 未利用低温熱流からの熱回収



Installation of a 2-MWh absorption heat pump technology with closed-loop system in the municipal district heating network (company JSC "RIGAS SILTUMS") to improve the energy efficiency of the *Imanta* cogeneration plant. Implementation time frame: 2010-2015

イマンタ地区コジェネレーションプラントのエネルギー効率を改善するため、閉ループ方式の2MWhの吸収式ヒートポンプ1機を、自治体の地域暖房ネットワークに導入した(合資会社「RIGAS SILTUMS」)。導入期間:2010~2015年

CO₂ reduction: 1,170 tonnes/a
 Energy Savings: 6,067 MWh/a
 Cost: €900,000

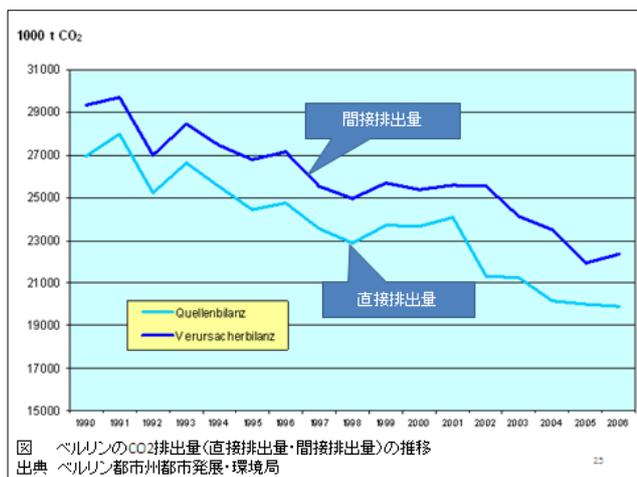
CO₂削減量: 1,170トン/年
 エネルギー削減量: 6,067MWh/年
 費用: 900,000€(約1億2,300万円)

ラトビアのリガでは、未利用低温熱流からの熱回収が「市長誓約」の主な取り組みとして行われています。

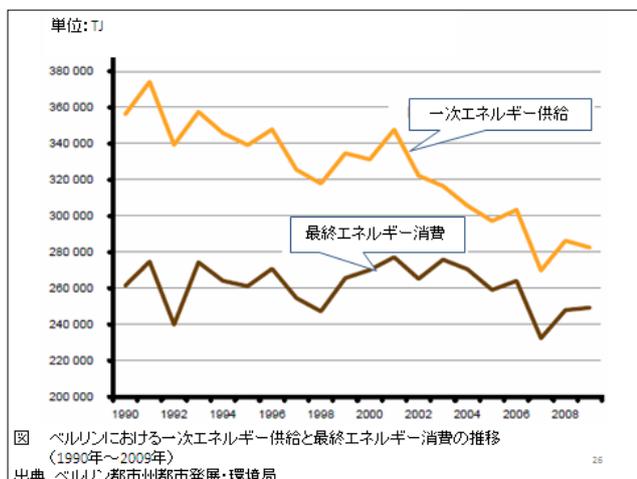
EU 事務局が宣伝している「市長誓約」の取り組みはこのようなものが多くなっています。

3. ベルリンのエネルギーをめぐる状況

ここからは「市長誓約」とは関係係ないかもしれませんが、ベルリンのエネルギーの状況を見ていきます。ベルリンも「市長誓約」をしていまして、それ以前から作られていたエネルギー計画を「市長誓約」の「持続可能なエネルギー行動計画」として位置づけています。

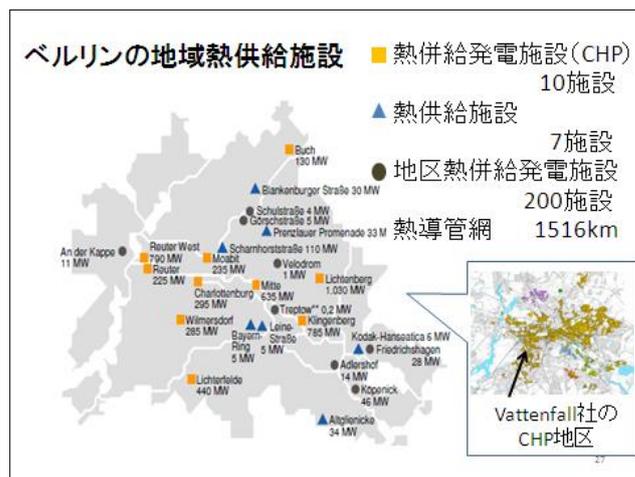


これはベルリンのCO₂の排出量で、上が間接排出量、下が直接排出量です。直接排出量はベルリン市内で化石燃料を使うことで排出されるCO₂の量であり、暖房はもちろんですが、ベルリン市内にある発電所からの排出量が含まれています。間接排出量はベルリン市域外の発電所に起因するCO₂も含まれています。間接排出量は直接排出量よりも多くなっていますが、いずれも1990年ごろと比べますと25%くらい下がっています。90年代初めというのは、ベルリンの壁の崩壊直後です。特に東ベルリンの燃料の転換、あるいは工場の近代化などが起こったため、CO₂の排出量はかなり大きく下がっていますが、その後も下がる傾向にあり、それはなぜでしょうかということです。



この図はベルリンにおける一次エネルギー供給と最終エネルギー消費の推移を表したものです。最終エネルギー消費を見ると、リーマンショックの時に少し下がっていますが、それ以外はそれほど下がっていません。ほぼ横ばいです。ところが、一次エネルギー供給を見ると大きく下がっています。1990年ご

ろには一次エネルギー供給は最終エネルギー消費のだいたい1.5倍くらいあったのですが、2008年くらいになると、1.1倍くらいになっています。日本でも通常、一次エネルギー供給量は最終エネルギー消費量の1.5倍くらい必要です。なぜ一次エネルギー供給が最終エネルギー消費よりも多いかというと、主に発電所における転換ロスがあるためで、以前は発電ロスが大きい形態であったものが最近では発電ロスが小さい形態に変わってきたため、両者は近い数字になってきたということです。



発電ロスを小さくしてきた要因は、地域熱供給発電施設、すなわち、コージェネがたくさんできてきたということです。ヨーロッパではコージェネを CHP (Combined Heat and Power) と呼んでいます。ベルリン市内にはそれがたくさんあります。ベルリンには地区熱供給発電施設は200あって、そこから出てくる廃熱を家庭や業務施設に供給する熱導管は1516kmもあります。それまで家庭や業務施設で暖房や給湯用に使っていた石油や天然ガス、石炭から廃熱の利用に替えたため、その分、化石燃料の消費量が減り、結果としてCO₂の排出量が下がってきたと言えます。また、発電排熱を使うわけですから、発電ロス、転換ロスが少なくなり、最終エネルギー消費に対応する一次エネルギー供給が1.1倍くらいで済むようになってきたというわけです。

ベルリンのCHP

- 人口340万人、193万世帯
- 家庭部門の電力化率は15%（日本：50%超）
- 一人当たりCO2排出量は5.9トン
- CHP
 - 10の大規模CHP、200のブロックCHP
 - 総延長1500kmの熱導管
 - 電力の42%はCHPから（ドイツ平均の約3倍）
 - 7683MWhの熱を60万世帯に供給。
- VattenfallのCHPからの熱の一次エネルギー係数0.567（通常のCHPからの熱は0.7程度、天然ガス・石油による暖房は1.1～1.3）



28

ベルリンの CHP は、電力市場の自由化後にヨーロッパ大陸に進出してきたスウェーデンの電力会社によるものです。これは石炭の CHP で非常に効率のいい施設です。こうした大規模な CHP が市内に 10 ケ所以上あります。

ベルリン州におけるエネルギー節約的、環境・社会適合的なエネルギーの供給・利用の推進に関する州法（1990年制定）

原則

- ・できる限り非再生可能エネルギーは利用しないこと
- ・一次エネルギーの有効利用のため廃熱利用・廃熱回収を徹底すること 等

- 州の施設における熱需要の最小化、地区熱供給発電からの熱の利用、再生可能エネルギーの利用、「熱診断」の実施等の義務。
- 非再生可能エネルギーの利用を最小化するための住宅ビルの省エネ化、分散型再生可能エネルギー、熱供給発電所利用施設、地域熱供給の排熱利用設備、ガスエンジン・ヒートポンプ、分散型のガス（バイオガス、汚泥硝化ガス、埋立地ガス）利用設備等への州による補助。
- 5000kW以上の発電設備、高圧ガス導管等の設置に当たっての住民手続きの義務。
- 2kW以上の直接的な電気抵抗利用機器及び深夜電力利用機器の禁止。
- 近距離・長距離熱供給への接続の義務。
- エネルギー供給事業者が法律の原則に適合しているか等についての審査は正。
- 5か年の「ベルリン・エネルギー計画」の策定

29

ベルリンは市でもあり、州でもあるのですが、州法に「できる限り非再生可能エネルギーは利用しないこと」、「一次エネルギーの有効利用のため廃熱利用・廃熱回収を徹底すること」等を原則とした法律があります。この法律の主な内容は CHP に接続するということですが、「2kW以上の直接的な電気抵抗利用機器及び深夜電力利用機器の使用禁止」といった内容もあります。電気抵抗で暖房したり給湯したりすると、発電の転換ロスが大きいため、エネルギー的には非常に無駄が大きくなります。お湯を沸かすのであれば、発電所の燃料である天然ガスや石油を使った方が効率がいいといったことも法律に盛り込まれているということです。そして、この法律に基づいて、5年ごとに『ベルリン・エネルギー計画』が作られているのです。

けれども、これが先ほどご説明した「市長誓約」の中の「持続可能なエネルギー行動計画」として位置づけられています。

ドイツのCHP法

- 2000年からCHP促進の法律があったが、これに替えて、2002年から施行されたCHP法では送配電会社が買い上げる電力量に応じた単価（例えば10万kWh以下では0.13セント/kWh）を設定。
- 2009年の改正法では、2020年までにドイツ全体の発電電力量の25%をCHPからの電力で賄うとの目標を設定（EEG法では再生可能電力は2020年に35%が目標）。
- 2012年の改正法（2012年7月19日施行）では、
 - ①施行日以降運転開始のCHPは買上価格が0.3セント/kWh引き上げ。
 - ②2MW以上のCHPで、EUの排出量取引の対象となる施設又は2013年1月以降運転開始となる施設は買上価格が0.3セント/kWh引き上げ。
 - ③施行日以降設置される温熱・冷熱貯蔵施設には、立米当たり250ユーロ補助。50立米以上の温熱・冷熱貯蔵施設には、初期投資額の30%まで補助。

◆電気出力20kW以下の「ミニCHP」は3,500ユーロまで助成（連邦環境省、2012年4月）

30

日本にも再生可能電力の買取制度がありますが、イギリスやドイツでは CHP の電力を少し高く買い取る制度があります。

「再生可能熱法」（ドイツ、2009年1月1日から施行）

- 目標値
- 熱需要に占める再生可能熱の利用の割合を2020年には14%（08年6.6%）
- 対象
- 新たに建築される建物の所有者は、再生可能熱を利用しなくてはならない。
- 賃貸する建物を含めてすべての住宅・非住宅に適用される。
- 利用義務量等
- ・太陽熱を利用する場合には熱需要の少なくとも15%
- ・木質系バイオマス熱の利用の場合は50%
- ・バイオガス熱の利用の場合は30%
- ・バイオ油熱の場合は50%
- ・地中熱や環境熱（大気・水）をヒートポンプで利用する場合には50%
- ・これらの再生可能エネルギー熱の熱源ごとの利用義務量は、次の代替措置によっても達成することができる。①（工場等の）排熱の利用によって熱需要の50%以上をまかなう場合、②熱供給発電（CHP）の熱によって50%以上、③断熱政令の基準より15%以上断熱性能が高い建物の場合、④（工場等の）排熱や熱供給発電（CHP）の熱の近距離供給又は遠距離供給による熱によって50%以上。建物の所有者は、再生可能熱の利用義務量を達成するため、熱源の組み合わせ、代替措置の組み合わせ可。
- 補助金
- 連邦政府は2009年から2012年の間に、年間5億ユーロを支出

31

さらに、2009年には『再生可能熱法』という法律が施行されています。これは「新たに建築される建物の所有者は、再生可能熱を利用しなくてはならない」というものです。ただ、再生可能熱だけでなく、工場の廃熱や CHP の廃熱と組み合わせることもできる制度になっています。このような太陽熱を利用するという原則を最初につくったのはバルセロナでして、「ソーラーオブリゲーション」（Solar Obligations）と言う名前でもバルセロナで始まり、その後スペイン全土に広まり、やがて南ヨーロッパに広がり、ドイツでは2009年から法律で全国的に行われています。

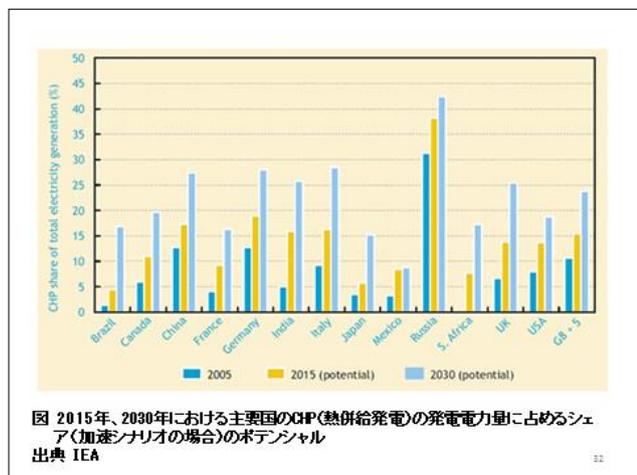
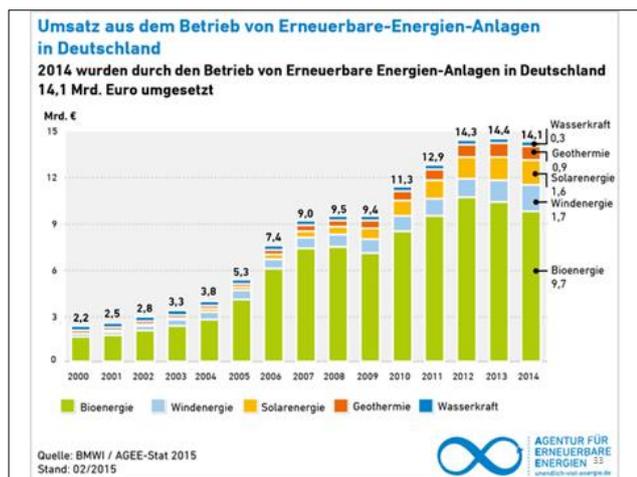
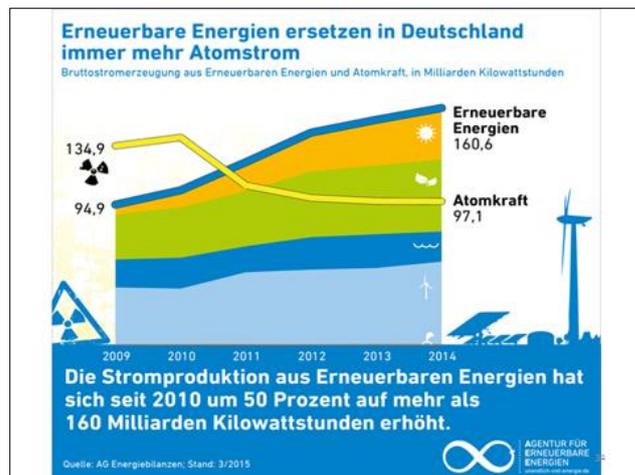


図 2015年、2030年における主要国のCHP(熱供給発電)の発電電力量に占めるシェア(加速シナリオの場合)のポテンシャル 出典 IEA

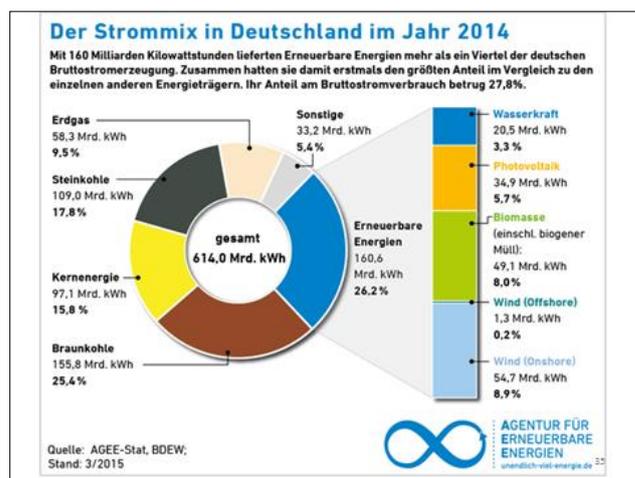
これはIEA (International Energy Agency : 国際エネルギー機関) が出している 2015年、2030年における主要国の発電電力量に占める CHP、コジェネのシェアのポテンシャルです。ロシアは 2005年時点ですでに 30%を超えています。このグラフには出ていませんが、デンマークは 50%を超えています。日本でも 2030年には 15%くらいとされていますが、その他の国も概ね日本より高くなっています。先進国だけではなく、中国や温暖なインドやブラジルも比較的高い見通しになっています。



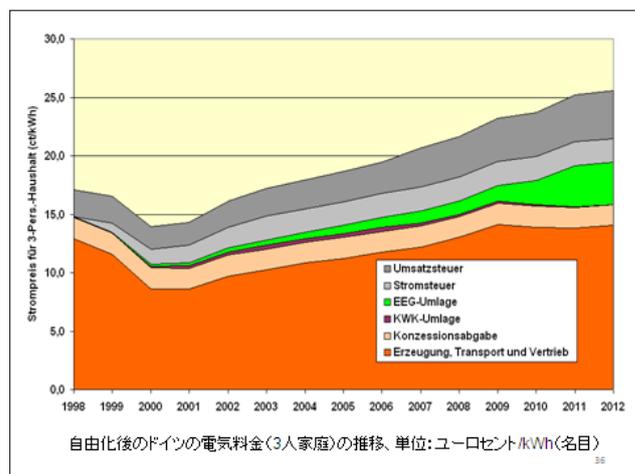
これまでご紹介してきた事例は分散型電源のうちの CHP、コジェネについてでしたけれども、この図は再生可能電力の売上げの推移です。これを見ますと、再生可能電力の中でもバイオマスが大きな割合を占めていることがわかります。



電源別の推移を見ますと、原子力が減って、再生可能エネルギーが増えていることがわかります。



電源構成を見ますと、再生可能電力は今年の 3月では全体の 26.2%となっています。その他、褐炭の発電所も多くありまして、特に旧西ドイツのケルンの近くや旧東ドイツにまだあります。原子力も 9基あります。天然ガスは、以前は北海のものが中心でしたが、今はロシアからのものを利用しています。同じ図の右側のグラフは再生可能電力の構成を示したものでして、発電電力量で見ますとバイオマスが多くなっています。



自由化後のドイツの電気料金(3人家庭)の推移、単位: ユーロセント/kWh(名目)

この図は電力市場の自由化後におけるドイツの3人家族の電力料金の推移を示したものです。グラフの一番上は消費税で、その下が98年に導入された電気税です。電気税と既存の石油税を2003年まで毎年徐々に上げ、それと同じ額だけ社会保険料を下げています。エネルギー税を上げて個人や企業のエネルギーコストを高くすることによって、省エネを促しCO₂排出量を下げる効果が期待できますが、同時に、事業主は社会保険料を払っていますから、社会保険料が下がることによって事業主の負担が減り、雇用がしやすくなるという効果も期待できます。このように、CO₂の削減と雇用を両立させようというエコロジー税制改革のために電気税を導入しています。エネルギー税は2003年まで毎年上げて、2003年からは同じ額になっています。電気税の下は日本の「再生可能エネルギー発電促進賦課金」に相当するもので、だんだん大きくなっています。さらにその下はコージェネ、CHPの買取制度に伴う賦課金です。そして、下から2番目は報償金です。電気事業者は市町村に対して報償金を払わなくてはならないという報償契約を定期的に結ぶことになっていまして、その報償金は電力料金から出しますから、その分電力料金が上がっています。日本でも、戦前には関西を中心にそのような制度があったようです。そして、1番下が実際に発電したり、送配電したりするときのコストです。

グラフを見ると、電力料金は自由化後、すぐに下がっています。3割くらい下がりました。しかし、その後、今お話したような税金や賦課金が増えたため、全体としては自由化前よりもかなり高くなっているという状況にあります。EUでは、自由化と再生可能エネルギーの買取制度がほぼ同時に始まったので、このような状況になっています。これに対して、日本では来年の4月から全面的に自由化になりますが、その前に買取制度が始まっていますので、電力料金が一気に下がることはあっても、ドイツのようにまたすぐに高くなってしまおうという状況はあまり想像できませんが、どうなるでしょう。

4. 電気事業の公営化への取り組み

	エネルギー行政権限	エネルギー計画・市民参加	市(事業団)が電気事業者	市内でのCHP	電力自由化
ベルリン都市州 (独、350万人)	連邦、州、市 (独自州法あり)	州法に基づきエネルギー計画(SEAPも) ・「市民発議」(2013年)	事業団設置の「市民発議」(実効、現在予定に呼び掛け中)	○市内の電力の42%はCHPからの電力	○
ミュンヘン市 (独、138万人)	連邦、州、市		事業団(一貫)	○	○
アーヘン市 (独、26万人)	連邦、州、市		事業団(一貫)	○	○
チューリヒ市 (スイ、40万人)	連邦、州、市	「2000W社会」(住民投票2008年)	事業団(一貫)	○	○
トリノ県 (イタリ、220万人)	国、州、県、市	SEAP作成	事業団(電力は配電会社に発電、熱は直接小売)	○県内の電力の80%以上はCHPからの電力	○
バルセロナ市 (スペイン、162万人)	国、州、県、市	SEAP作成	事業団(一貫)	○	○
ロサンゼルス市 (米国、379万人)	州、市		市直営(一貫)	*	△(カリフォルニア州:規制緩和停止中)
ボルダー市 (米国、9.7万人)	州、市	電気事業を市営化に(住民投票2011年)	今後市直営(一貫)	*	* (コロラド州:未実施)

注 市は、報償契約/フランチャイズ契約の権限
出典 筆者作成

次は、欧米の主要都市における公営の電気事業の状況です。ベルリンには、公営ではありませんが地域の電力会社がかつてありましたが、スウェーデンの電力会社によって買収されています。これを市民が公営にしようという市民発議を2012年から行っていき、1回目、2回目は失敗に終わったのですが、さらにまた公営を目指して法律をつくらうという3回目の取り組みを行っています。一方、ミュンヘンにはドイツの都市事業団が100年以上前からあります。同じくドイツのアーヘンにも、スイスのチューリヒにも電気事業団があります。イタリアのトリノは名古屋市の姉妹都市ですが、トリノ市が中心になってつくった電気事業団がありまして、熱も供給しています。スペインのバルセロナにも電気事業団があります。アメリカではロサンゼルスに全米一の公営電力があります。コロラド州のボルダーでは、私営の電力会社は石炭火力が多くよくないということで、ベルリンと同じように住民投票を行い、市営化することが2012年に決まっています、2017年の市営化に向けて準備が進められているという状況です。

	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・エネルギー有限公司(電力調達・小売、熱の供給)	すべての世帯(3000ユーロ・世帯)	地元で風力発電する会社から調達	地区内の配電網・熱送管網は有限会社がEU州の補助金を得て整備	地区内のすべての需要家	-
ルドルシュタット市	ルドルシュタット有限公司(=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Vattenfall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	上ビエツェン・エネルギー有限公司(=都市事業団)	市52%	都市事業団が発電(風力・太陽光・バイオマス)などで100%再エネ電力を発電・ガス、熱供給も	都市事業団が地域のエネルギー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)など、約7割はルワーの水力発電から調達	市内・周辺の配電網は組合が大電力会社から購入	市内の需要家のほぼ全部、国内に12.5万の顧客	-

出典 筆者作成

これは一昨年の夏、ドイツに視察に行った際の資料です。ルドルシュタットとトートナウの電気事業の経営形態は都市事業団でした。日本でも有名なシェーナウは組合で行っています。

■米国の電気事業者			
私営事業者(Investor-Owned Utilities)	200社程度	一貫	
連邦営事業者(Federally-Owned Utilities)	9社	水力・卸	
地方公営事業者(Publicly-Owned Utilities)	2,000社程度	小売・一部一貫	
協同組合営事業者(Cooperatively-Owned Utilities)	900社弱	小売	
■ドイツの電気事業者			
私営事業者	4大グループ	一貫	
	RWE, E.ON, EnBW, Vattenfall Europe		
地方公営事業者	約900	小売・一部一貫	
(CHP:32.5%,再エネ2.5%,他65%)			
組合	約700	発電・小売	
			海外電力調査会HP等から
■日本の地方公共団体の電気事業			
公営電気事業	25都道府県1市	252万kW	93億kWh
			発電(水力291機、風力14機)
廃棄物発電		167万kW	68億kWh
			発電(ごみ)
注 日本全体のkWは約2.4億kW、kWhは約1兆kWh。			
公営電気事業経営者会議HP等から			

これはアメリカ、ドイツ、日本の地方公営の電気事業者についてまとめたものです。アメリカではおよそ2000社の地方公営の事業者がいて、ほとんどが小売を行っています。ドイツには私営の4大グループがありますが、地方公営は100%公営ではなく、半分以上を出資している株式会社や有限会社がほとんどです。事業者数はだいたい900くらいでして、一貫のところもありますが多くは小売です。そして、その3分の1くらいはコジェネ、CHPです。最近では組合が多くなってきていて700くらいあります。このように、ドイツでは小さな電気事業者が多くなっています。日本も戦前に発電電が一本化されて9配電会社になる前は小さな事業者が850ほどあったそうです。日本の公営事業者は今のところ水力発電しか行っていません。図中に「25都道府県1市」と書いてありま

すが、この1市は金沢市です。

都市事業団設置等の市民による発議・住民投票の実施

ベルリン都市州

■ドイツでは1998年から電力市場が全面自由化。2000年にスウェーデンの旧国営電力会社Vattenfall社がベルリンのBEWAG社を買収。Vattenfall社とベルリン市との「報償契約」が2014年1月で終了することから、市民たちは、これを機に電気事業の市営化・都市事業団の設置を求めると請願運動を2012年3月から展開。

■市民は一定(2万人)以上の有効な署名を集めると、議会に対し法律(条例)の制定・改廃の発議(「市民発議」)ができる。ベルリンに都市事業団を設置するなどの法案(「ベルリンにおける民主的・エコロジック・社会的なエネルギー供給のための法案」)を作成し、これを議会に発議するため必要な数の署名を集める運動で、2012年6月末までに30,000以上の有効な署名を集めることに成功。

法案の内容:①都市事業団は公営法人とし、再エネ電力の供給、省エネを推進、②公営法人として電力網会社を設立し、2015年1月から電力網を引き継ぐ。③「エネルギー貧困対策」を実施、④管理委員会の直接選挙など民主的手続きで運営。

■ベルリン州(市)当局は、同年5月17日、議会に対し、この法案は州財政を圧迫すること、競争政策上問題があることなどの理由から、これを受け取らないようにすべきとの見解を示した。第1ラウンドは失敗。



先ほどお話ししましたように、ベルリンではスウェーデンの企業が地元企業を買収し、市と報償契約を結んでいました。その契約が14年1月に終了するというので、これを機に住民が電気事業の市営化、都市事業団の設置を求める請願運動を行いました。第1ラウンドでは、ベルリンに都市事業団を設置するための法案を作成して議会に発議をするための運動を行い、必要な数の署名を集めることに成功しました。法案の中身は都市事業団をつくること、そこでは再生可能エネルギーの供給を中心に行うこと、2015年から電力網を企業から引き継ぐといったものです。また、エネルギーコストが家計に占める割合が高くなってきたことから、何らかの支援を行う必要があるということで、エネルギー貧困対策や民主的な手続きによる運営を行うといった内容を盛り込んだ法案を出して審議をしようとしたのですが、ベルリン当局は2012年8月に財政上、競争政策上問題があるという理由でこれを認めないという見解を示し、失敗に終わっています。

■2013年2月1日からは、第2ラウンドの署名活動が開始。ベルリンに都市事業団を設置するなどの法案(前述)の住民投票を求める住民請願。6月10日までで20万の署名が集まると「住民投票」の実施となる。

■6月10日までで20万を越す署名が集まり、9月22日の連邦議会選挙に合わせて、ベルリンでは、同法案の住民投票が行われる可能性が高まった。

■しかし、投票日を連邦議会選挙に合わせて、投票率が高くなってしまうので、州(市)当局は、投票日を11月3日に設定した。また、その間、州(市)当局は、請求されている都市事業団とは規模などが異なる「ミニ・エネルギー・事業団」を既存の水事業団の下に設置するとして法案を議会に提出し、議会(キリスト教民主同盟・社会民主党連立)はこれを認めた。

■11月9日の住民投票は、30%の投票率が必要であったが29.1%とわずかに不足。しかし、投票者の83%が法案に賛成であった。

■なお、同じ9月22日には、ドイツ第2の都市ハンブルグでも市が100%出資(これまでで25.1%出資)の都市事業団を設置する法案の住民投票が実施され、50.1%で可決された。



■ Noch 16.770 Unterschriften bis zum Volksentscheid! 183.230 Berlinerinnen und Berliner sind schon dabei.

Berliner Energietischのニュースレターから

第2ラウンドでは、先ほどの法案の住民投票を求める住民請求を行いまして、必要な数の署名が集まりました。そこで、最初は連邦議会の総選挙と同じ日に一緒に住民投票をやろうとしたのですが、当局は総選挙に合わせて住民投票を行うと投票率が高くなってしまいうため、投票日を11月に変更してしまいました。住民投票は投票率が30%を超えないと無効になってしまうのですが、このときは29.1%とわずかに足りませんでした。しかし、その中身を見てみると、投票した人の83%は法案に賛成という結果でした。

一方、ドイツ第二の都市であるハンブルグでも同じような住民投票が実施されまして、こちらはぎりぎりでも可決されて、都市事業団が設置されることになりました。

ベルリン・エネルギー円卓会議が実現を目指した法案の概要

- ベルリンにおける民主的・エコロジー的・社会公正的なエネルギー供給のため、法律に基づく事業体として、都市事業団と配電網会社を設立する。都市事業団は、ベルリンにおいて分散型の再生可能エネルギーを長期的に100%創出していく。配電網会社は、2015年1月1日からVattenfall社から配電網を引き継ぐ。
- エコロジーの観点からは、都市事業団の発電と配電は、長期的に100%再生可能エネルギーとし、過渡期的措置として、天然ガスによる効率の高いCHPを促進する。原子力と石炭火力による発電・販売は止める。また、エネルギー節約や再生可能エネルギーの非集中的生産に関する民間のイニシアティブを支援する。
- 社会公正的観点からの課題は、ベルリン市民がエネルギーを確保できるよう、また、「エネルギー貧困」がないようにすることである。「エネルギー貧困」とは手ごろな価格で信頼性の高いエネルギーサービスへのアクセスが不十分のことを言う。特に、電力供給停止は回避しなくてはならない。また、社会に適合した建物のエネルギー改修や社会的弱者のための節約的な家庭用品の購入を促進する。配電網を引き継がれ、すべての料金契約、配電協定も引き継がれる。また、従業員の数は減らさない。
- 民主的運営の観点から、都市事業団と配電会社の15人の管理委員会のメンバーは、州の経済局と環境局から各1人の計2人、都市事業団などから計7人の代表者が参加し、あとの6人は、市民から直接選ばれる。また、ベルリン州及びそれぞれの区は、少なくとも年に1回、都市事業団などの諸問題について議論する集会を開催する。さらに、顧客や従業員の関心ごとを把握するため、都市事業団などはオンブスマンを置く。

Berliner Energietischのニュースレターから

これが先ほどご説明した、ベルリンの住民が実現を目指した法案の概要です。

エネルギー・気候政策の方針を住民投票で

チューリヒ市(スイス)

- ◆2008年11月30日には「2000W社会」をチューリヒで進めるべきかどうか、すなわち、
 - ①1人あたりの一次エネルギー消費量を2000Wまで減らす、
 - ②1人あたりのCO₂排出量を2050年までに1t以下に減らす、
 - ③再生可能エネルギーを優先する、
 - ④原発の新設なし、
 といった方針について住民投票が行われ、76.4%の賛成を得た。
- ◆市は、以下の3つの戦略を柱としたマスタープランを策定。
 - 「効率化技術」: 建物断熱・照明等のエネルギー効率化、地域熱供給と天然ガスの供給が二重にならないように調整、ごみ焼却・下水処理場・工場等からの排熱の利用。
 - 「エネルギー源選択」: 水力、太陽光、風力、廃棄物等。現在住宅・建物の熱の約7割は地中熱利用。
 - 「Sufficiency(充足)」: 例えば、一人あたりの居住/仕事スペース(スイス全体では10年ごとに一人あたり5m²の居住面積の増加があったが、チューリヒでは1m²の増加)。
- ◆市の電力事業団は、自らの水力やパートナー会社の原子力から電気を調達し、市内に配電している。2009年からはスイス国内、ドイツ、ノルウェーに風力発電を設置してきており、2060年までには市内に供給する電力はすべて再生可能電力にする計画。

竹内作成

次はチューリヒです。チューリヒはスイスですから直接民主主義ですが、2008年に「2000W社会」をつくらうという方針に対する住民投票が行われました。

「1人あたりの一次エネルギー消費量を2000Wまで減らす」、「1人あたりのCO₂排出量を2050年までに1tに減らす」、「再生可能エネルギーを優先する」、「原発の新設なし」を掲げて住民投票を行い、76.4%の賛成を得ました。1人あたりのCO₂排出量は、日本でもそうですが普通はだいたい10tです。それを1tに減らすというのは極端ではないかと思われるかもしれませんが、スイスの電気はほとんどが原子力と水力ですから、電気に起因するCO₂はほとんどなく、1人あたりのCO₂排出量は5t以下です。ですから、それを1t以下に減らすという目標はめちゃくちゃな数字ではないということです。こうした内容で住民投票を行い4分の3の賛成を得たことから、マスタープランを策定し、市を挙げて取り組みを進めているということです。また、チューリヒにも市営の電気事業団があり、自らの水力やパートナー会社の原子力から電気を調達して市内に配電しています。2009年からはスイス国内やドイツ、ノルウェーに風力発電所を設置してきて、2060年までには市内に供給する全ての電力を再生可能電力にする計画です。

欧州最大級のコージェネ・熱供給 トリノ県・トリノ市

- 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。
- トリノ県下のCHP/DHCプラントの容量は、合計で電気出力158万kW_e、熱出力209万kW_tあり、6400万m³の温水を供給している。2022年には、合計でそれぞれ164万kW_e、272万kW_t、8800万m³になると計画されている。2022年と現状の差は、新たなCHPプラントを建設するのではなく、廃棄物で発電・熱供給することでまかなうことになっている。また、県内のCHP/DHCの総合エネルギー効率は70~85%である。県内のDHCの供給網(熱導管)は総延長450kmに及んでいる。なお、熱導管は、比較的最近に敷設されたので、既存の上下水道網、配電網などと一緒でできず、別のインフラを整備した。
- 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78万kW_e(39万kW_e×2)、熱出力66万kW_t(33万kW_t×2)を見学した。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施設に変更したものである。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°Cで供給し、需要先で熱交換し、60°Cで戻ってくる。この施設では、熱に關しては個々の需要家に直接熱を販売し、電力に關しては送配電会社に販売している。

- 県内の電力は、1990年代までは、隣のフランスからの輸入がかなりあったが、現在では、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/DHCの推進に行政はどうかかわるかという点、まず、州や県が地域のエネルギー計画をつくり、その中で、CHP/DHCの将来計画を盛り込む。事業者は、州又は県からCHP/DHCの設置許可を得る。事業者は、市との間で関連施設の道路占有などに関するライセンス契約を結ぶ。市は、熱のユーザーに対して熱供給の質を確保し、また、料金ルールを設定する。このように、州、県、市といった地域の行政機関が権限を持ち、地域のエネルギーに關することは地域で企画し、地域で決め、地域で実施している。

- トリノ県では、エネルギー政策の分権化、県と市の分担・協力によってCHP/DHCが大幅に拡充された。これにより、電気・熱といった二次エネルギーの地産地消が相当程度実現し、その結果、一次エネルギーの効率的利用とCO₂排出量の大幅削減が達成されるようになった。

次はイタリアのトリノです。トリノには電気出力 39 万 kW という欧州最大級の CHP が 2 つあって、そこから電気と熱を供給しています。トリノはフランスに近いので、以前は電力の 3 分の 1 くらいはフランスの原子力を使っていました。また、市内の暖房は石油の熱供給施設を利用していたのですが、大気汚染が問題になり、39 万 kW の CHP をつくって熱供給を行うことになりました。これによって、大気汚染は解消され、地域の電気の 6 割はこの CHP の電気になっています。

日本でも映画や本などで紹介されていますけれども、チェルノブイリの原発事故直後に市民が「原子力のない未来のための親の会」を設立し、大手の電力会社から配電網を買い取るために組合を設立しました。最初は市の出資も検討されましたが、市議会の意見が割れて合意に至らなかったことから市民出資だけの組合となりました。福島原発事故後の 2012 年には、組合員は 900 人増えて 2700 人になっています。また、顧客数は、最初はシェーナウ市の配電網内に 1700 ですが、電力市場の自由化を経て、現在ではドイツ全土に約 13 万 5000 となり、特に福島原発事故後の 2011 年から 2012 年にかけては 13.5% 増えたということです。

ミュンヘン都市事業団 (Stadtwerke Muenchen)

ドイツ最大の都市事業団 (Stadtwerke)。100%市が出資。再生電力の顧客は全国で 220,000。2025年までには自前の再生電力施設を設置し、世界の100万人以上の都市で初めて市内の電力を100%再生電力にする計画。

- 再生電力の電源
 - ・ミュンヘン市内・周辺地域
 - 水力13、風力1、太陽光19、バイオマス2、地熱1
 - ・ドイツ国内
 - 風力(洋上)2、風力(陸上)14、ソーラーパーク2
 - ・外国
 - 風力(洋上、英国)、風力(陸上、ベルギー、フランス、クロアチア、ポーランド)、太陽熱発電(スペイン)
- 2013年3月1日からの再生電力料金
 - 基本料金 68.43€/年
 - 単価 25.32セント/kWh
- 再生電力以外
 - ミュンヘン都市事業団は、3つの熱供給発電所、8つの熱供給施設(うち1つは廃棄物焼却施設)、2つの地区熱供給発電所、12の水力発電所を持ち、これらによって、市内のほとんどの電力需要を満たしている。
 - このうち、熱供給発電所は、市内に40億kWhの熱供給。4.5億リットルの石油に代替し、これにより、110万トンのCO2を削減。

Stadtwerke MuenchenのHPから

電力の販売量をみると、2012年には合計で6億7800万kWhとなった。これは、すべて再生可能電力である。なお、2011年までは配電の0.8%程度はシェネからの電力だったが、2012年からは、これは再生可能エネルギーではないということで止めた。

EWS eGは、新しくできる再生可能電力の電力事業者にも出資している。例えば、2012年に配電網を引き継いだシェーナウ市に近いチチゼー・ノイシュタット市の会社(市が50%出資、市民が10%出資)には40%出資した。2013年2月には州都シュツットガルトの新しい都市事業団には40%を出資するとともに、1760のEWS eGの顧客をシュツットガルトの都市事業団に譲った。

また、EWS eGは、全国で約2000箇所の再生電力施設に対し、通常のFIT買い上げ価格に上乗せして補助している。

EWS eGの再生可能電力は、20~30%はシェーナウ及びその周辺の自前の太陽光、木くず発電で発電し、残りは、何と、すべてノルウェーの水力発電から調達している。ノルウェーの水力発電は調達コストが安いからである。ドイツの都市事業団などは再生可能電力を安い外国の水力や風力から調達して販売するケースが多いが、ここもそうである。

なお、EWS eGの全国の顧客(家庭)の2012年における年平均電力消費量は2417kWhであり、2011年より3%程度減った。ちなみに、ドイツの一般の家庭の年平均電力消費量は3473kWhである。この差は、EWS eGが顧客に対して節電の方法に関する豊富な情報提供を行っているからだろう。

EWS eGへのヒアリングから

ミュンヘンには、おそらくドイツで一番古くて大きい都市事業団があります。ミュンヘンの人口は 100 万人ちょっとですが、2025 年までには自前の再生可能電力施設を設置し、世界の 100 万人以上の都市の中で初めて市内の電力を 100%再生可能電力にする計画です。また、ミュンヘンにも熱供給発電施設があって 110 万 t の CO₂ を削減しています。

シェーナウの電力のほとんどは再生可能電力です。かつてはコジェネが少しありましたが、再生可能エネルギーではないという理由でやめています。その内訳を見ますと、20~30%はシェーナウやその周辺の太陽光などですけれども、残りはノルウェーの水力発電から調達しています。調達コストが安いからでしょう。ドイツの他の事業団もノルウェーから調達しているという話をよく聞きます。

**市民出資の組合電力事業
シューナウ電力 (Elektrizitätswerke Schönau (EWS eG))**

1986年4月のチェルノブイル直後に、市民たちが「原子力のない未来のための親の会」を設立。1991年にシェーナウ市内の配電網を大手電力会社から買い取ることを決定し、1994年に市民出資で再生可能電力だけを供給するシューナウ電気事業協同組合(EWS eG)を設立した。このとき、市からの出資も検討されたが、市議会の意見が割れ、合意に至らなかったため、市民出資だけになった。組合員(出資者)は2012年には900人増え、2700人になった。

EWS eGは経理、人事、不動産管理などを担当し、その傘下にEW配電網有限会社(配電網の拡充・運用)、EWS販売有限会社(電力供給・調達)、EWSダイレクト有限会社(マーケティング、再生電力からの電力調達)、EWSエネルギー有限会社(再生電力施設の計画・設置・運転)を有する。総雇用者数は2006年には22人だったが、2012年には93人になった。売上は2012年には216万ユーロとなった。

顧客数は、最初はシェーナウ市の配電網内の1700だったが、電力市場の自由化(1998年)を経て、現在では、ドイツ全土で約13.5万となっている。特に、福島事故の年の2011年から2012年にかけては13.5%も増えた。なお、全面自由化後においても、市内のほぼすべての需要家はEWS eGの顧客である。



**住民投票によって「電気事業の市営化」
ボルダー市(米・コロラド州)**

- ◆ボルダーでは、市とのフランチャイズ契約に基づきXcel Energy社が石炭火力を中心とした電気事業を展開。
- ◆2002年に「Kyoto Resolution」(2012年に90年比マイナス7%)決議。2006年に「炭素市民税」(全米初)が住民投票で承認。
- ◆2010年夏、市議会はXcel Energy社とのフランチャイズ契約を更新しないこと決議。
- ◆2010年12月、市議会は「ボルダー・エネルギー未来プロジェクト」構想を承認。
- ◆2011年春、電気事業の市営化は法的にも、技術的にも、経済的にも可能であるとのコンサルタントからの市議会への報告。
- ◆市はXcel Energy社に対し、風力、太陽光などを要請。しかし、2011年6月に交渉決裂。
- ◆2011年8月、市議会は電気事業の市営化に向け、①電気事業の営業権への課税強化(市営化の資金)、②市に電気事業の設立及び配電網買取のための公債発行権限の付与、の2本の案例案を住民投票に付すことを全会一致で議決。
- ◆2011年11月、住民投票では僅差で可決。市としては、Xcel Energy社の配電網の取得、市営化の方法、そのための費用などについて、3~5か月かけて準備を行う。

ここまでは都市事業団を中心にご紹介してきましたが、ここからは組合による電力事業の事例をご紹介します。ドイツのシェーナウの取り組みについては、12

アメリカ、コロラド州のボルダーは、市と私営の電気事業者とのフランチャイズ契約に基づいて、石炭火力を中心に電力事業を展開してきました。おそらくこれはドイツの報償契約と同じようなものだと思います。市議会は 2010 年にこのフランチャイズ契約を更新しないことを決議し、さらに、電気事業者に対して風力、太陽光などへの転換を要請しましたが、交渉が決裂したため、市議会は電気事業の市営化に向けて、「電気事業の営業権への課税強化」、「市に電気事業の設立及び配電網取得のための公債発行権限の付与」という 2 つの条例案を住民投票に付すことを全会一致で議決しました。そして、2011 年の住民投票において僅差で可決し、2017 年の実現を目標にその準備を行っているということです。

日独の自治体によるエネルギーシフト戦略の取組整理		自治体の役割
1 自治体ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> ■ 気候同盟 ■ 「市長誓約」 ■ ドイツ再生可能エネルギーエージェンシー 	アドバイス主体
2 計画・協議会	<ul style="list-style-type: none"> ■ 「実行計画」策定 ■ 「持続可能なエネルギー行動計画」(SEAP)策定・実施 ■ 市民・事業者等の協議会の設置 	計画策定者
3 住宅・まちづくり	<ul style="list-style-type: none"> ■ パッシブハウス ■ スマートハウス ■ 「駅そば生活圏」 ■ 街頭のLED化 	エネルギー消費者
4 排熱供給	<ul style="list-style-type: none"> ■ CHP熱 ■ 工場排熱 ■ 廃棄物処理排熱/バイオガス ■ 下水熱 ■ 熱ネットワーク、熱貯蔵 	施設の所有者
5 分散型エネルギーシステム拡充	<ul style="list-style-type: none"> ■ CHPによる電力・熱の生産・小売 ■ 再生エネルギー・熱の生産・小売 	エネルギーの供給者
6 低炭素交通システム	<ul style="list-style-type: none"> ■ 電気自動車、プラグインハイブリッド、燃料電池 ■ 公共交通機関と自転車・自動車の連携 	
7 新技術の導入	<ul style="list-style-type: none"> ■ 再生エネルギーで水素製造、メタンの合成 ■ 水素発電、水素ネットワーク 	

出典 名古屋大学大学院環境学研究所竹内研究室

これはドイツで自治体関係者を集めてシンポジウムを行ったときの資料です。ドイツが考えるエネルギーに関わる自治体の役割としては、行政機関として「アドバイスをする」役割や「計画を作る」役割、「エネルギー消費者」としての役割、様々な「施設の所有者」としての役割、「エネルギーの供給者」としての役割が出されました。これまで日本にはこうした役割はなかったのですが、低炭素都市をつくっていくためにはこうした役割が必要ではないかという結論でした。

5. 「市長誓約」を世界に広げる



ドイツやヨーロッパの各都市、アメリカのボルダーの例にあるように、低炭素社会をつくる、あるいは電気を地産地消するという意味ではローカルな電気事業が有効であり、我々としてもそのあたりに着目したいと考えているのですが、先ほどご紹介した EU の「市長誓約」を世界的に展開していこうという動きが出てきています。また、「Mayors Adapt」という名称で、気候変動の「適応策」を「市長誓約」と並行してやっていこうという動きも 2014 年から始まっています。そして、これらを「A Global Covenant of Mayors」という名称で世界に広めていこうとしている最中です。今年の 12 月にパリで COP21 がありますけれども、12 月 7 日に「A Global Covenant of Mayors」の立ち上げ総会をやりたいと思っています。また、中国は自治体ではなく中央政府の国家発展改革委員会と EC の間で協定を結んでいるようです。一方で、国連のバン・ギムン事務総長がマイケル・ブルームバーグ前ニューヨーク市長を低炭素都市の国連特使に指名して、「Compact of Mayors」という名称の取り組みを去年から始めています。ここには先ほどお話ししました「ICLIE」や、気候変動対策に取り組む世界の大都市のネットワークである「C40」(The Large Cities Climate Leadership Group)とのネットワークができてきておりまして、これらといっしょにグローバル化しようと考えてきたのですが、EC の事務局は、「Compact of Mayors」はニューヨーク一極集中であり、ちゃんとしたプログラムもないということで、別々に取り組むこととし、「A Global Covenant of

Mayors」を世界に広げていくことになっています。

世界の「市長誓約」へ? その1
A Global Covenant of Mayors? 1

- Voluntary commitment
- Common concrete objectives and time lines
- Flexible approaches, open platforms
- Non-conditionality
- Reporting; name and shame
- Integration into institutional frameworks: loyalty
- ETS excluded (ETS: Emissions Trading System)

- ◆ 自主的な誓約
- ◆ 共通の具体的な目標と計画期間
- ◆ 柔軟なアプローチ、誰でも参加可能
- ◆ 無条件
- ◆ 報告書：目標未達成の市名を公表
- ◆ 制度的枠組みへの統合：制度に対する忠誠心の強化
- ◆ 排出量取引制度は除外

22

「A Global Covenant of Mayors」は、基本的には「市長誓約」(Covenant of Mayors)と同じですが、これを世界に広げていきたいということです。

世界の「市長誓約」へ? その2
A Global Covenant of Mayors? 2

- Related to UNFCCC and MDG-2 processes, but not conditional to it
- Clear interest and leading role for EU, widely recognized
- Result-oriented approach; relatively low investment, with sustainable perspectives
- COP-21 at Paris, December 2015
- Lots of allies!

- ◆ 国連気候変動枠組条約やポストミレニアム開発目標策定の進捗に対応するが、原則的には単独の取組み
- ◆ EUの明確な関心と主導的役割、広範に啓発
- ◆ 結果主義：持続可能な視点で、比較的安価な投資
- ◆ 2015年12月にパリで、国連気候変動枠組条約第21回締約国会議(COP21)が開催
- ◆ 多くの同盟を!

Global Covenant of mayorsは、Mitigation(緩和策)だけでなく、Adaptation(適応策)も

「A Global Covenant of Mayors」では、気候変動の「緩和策」だけでなく、「適応策」もいっしょにやっていきたいということであり、我々のところにも「A Global Covenant of Mayors」として日本にも広めてもらえないかという話がきています。

EUの適応戦略

2009年 EUが白書「気候変動への適応：欧州の行動枠組み」
 2012年 EU加盟国の参加を得て、欧州委員会・欧州環境庁によって適応のインターネットプラットフォーム(Climate-ADAPT)を作成・稼働。
 2013年 EUが「気候変動適応戦略パッケージ」策定
 ⇒ 国レベル、地域レベル、ローカルレベルで適応の枠組みをつくる

「気候変動適応戦略EU戦略」

- ① 加盟国の適応策への支援
 - ・加盟国の適応のための政策能力の支援。環境の資金支援スキームの活用。
 - ・自治体の自主的な適応の取組を支援するため「市長誓約」(Covenant of Mayors)をモデルにした支援(「Mayors Adapt」)。
 - ・適応の指標として「スコアボード」。モニタリング。
- ② 根拠のある意思決定
 - 気候変動への適応を確固たる科学的根拠に基づき推進するためClimate-ADAPTを活用。
- ③ 脆弱性のカギとなるセクターへのEUの取組
 - 農業、漁業などにおける適応策への支援

24

EU ではすでに適応戦略をつくってしまっていて、加盟国の適応戦略への支援を行っています。その中で、「市長誓約」をモデルにした「Mayors Adapt」をEUの適応戦略として取り組んでいくことがすでに決まっております。去年の3月から「Mayors Adapt」が立ち上がっています。

Mayors Adapt
 the Covenant of Mayors initiative on adaptation to climate change

- 「Mayors Adapt」は、「Covenant of Mayors」(市長が自主的に2020年20%以上のCO2削減を誓約し、「持続可能なエネルギー行動計画」(SEAP)を策定し、ECが審査し、実施・モニタリングするECの「緩和プログラム」と並行して取り組む「適応」促進プログラム。
- 「EU適応戦略」に基づき、2014年3月から開始。
- 目的
 - ・自治体自身が気候変動への「適応」のリーダーシップをとることを支援
 - ・適応のための戦略づくり、行動計画づくりを支援
 - ・気候変動の影響に対する地域のレジリエンスを改善するための行動を加速化
- サインの際の市長コミットメントの内容
 - 総合的な適応戦略を作成又は既存の計画に適応戦略を統合することによって「EU適応戦略」に貢献すること
- サインした自治体
 - 2015年6月11日現在119自治体がサイン。20自治体が準備中。

25

「Mayors Adapt」の目的は、自治体自身が気候変動への「適応」のリーダーシップをとることへの支援、「適応」のための戦略づくりや行動計画づくりの支援、気候変動の影響に対する地域のレジリエンスを改善するための行動の加速化ということです。そして、「総合的な適応戦略を作成または既存の計画に適応戦略を統合することによって『EU 適応戦略』に貢献する」というコミットメントに対して、これまでに 119 の自治体がサインし、20 の自治体はその準備をしているということです。そして、これも「A Global Covenant of Mayors」の要素にしていこうとしています。

6. 日本版「首長誓約」の取り組み

IPCC第5次評価報告書

- 2013～2014年 発表
- 国際社会に逆行する日本政府の目標設定(2005年比3.8%削減)
- 漂流する地方自治体の環境政策

汚染 CO2
エネルギーの持続可能性

枯渇 安全保障
3.11東日本大震災で顕在化

- エネルギー源のリスク(原子力発電所)
- レジリエンス、減災
- 日本のエネルギー政策の変化
 - ① FIT(電力固定価格買取制度)
 - ② 電気の小売事業の全面自由化

人口急減社会(2009年～)

- 「地方消滅」
- 行政経営のあり方そのものが問われる⇒消滅自治体
- 雇用の場の創出を

状況のちがいは
地域の持続可能性

エネルギー政策
日本版「首長誓約」
「エネルギー自治」による地域創生

日本社会のトレンド

- 「里山資本主義」
- FEO自治圏(Food, Energy, Care)
- **地方分権改革**
- 2000年 地方自治法大改正
- 政府「地方創生」
- 「まち・ひと・しごと創生法」

56

そこで、日本版「首長誓約」についてですけれども、IPCC の第5次評価報告書が出され、東日本大震災があり、人口急減の社会でもあり、地方消滅ということが言われていたり、地方分権の動きがあったり、電気の小売事業の全面自由化や、電力の固定価格買取制度が始まったばかりといった、EU にはないこのタイミングを捉えて、それらを満たす取り組みをしていこうではないかということです。

日本版「首長誓約」の趣旨

■「地域」は多くの課題を抱え、一方で、挑戦が求められている。
 【地域の課題】人口減少への対応、経済・雇用の再生、レジリエントな地域づくり…
 【求められる地域からの挑戦】格差、CO₂大幅削減、エネルギー選択などへの対応

■「エネルギー自治」が、これらの課題・挑戦を突破する方法。
 地方自治体が地域のエネルギー政策を確立
 分散型・地産地消型のエネルギーシステムへの転換の方向付け
 分散型エネルギー事業（電力・熱の生産/調達及び小売）を推進。
 【背景】欧州の首長誓約の事例、日本は2016年から電力小売全面自由化。

■日本版「首長誓約」の目標

① エネルギー地産地消率 ② CO ₂ 削減率 ③ レジリエントな地域づくり ④ 地域内での「しごと」の創出	} ①～④を目標とし、首長が誓約、「エネルギー自治」を通じた「地域創生」の推進を目指す。
--	--

57

日本版「首長誓約」の流れ

STEP 1: 「首長誓約」を首長が誓約する

2年ごと

STEP 3: 実施報告書を作成し、報告・公表する

取組実施

1年以内

計画

- > 地域創生の目標設定すること
- > 担当組織を設置すること
- > 行動計画を策定すること
- > 実施報告書を作成すること

モニタリング

STEP 2: 「持続可能なエネルギー行動計画」を策定し、提出する

- > 専門家会議の設置
- > エネルギー自治取組段階自己診断
- > 域内エネルギーバランス表作成(現状・2020年・2030年)
- > フィージビリティスタディ実施
- > 地域創生の目標設定
- > 具体的取組を位置づけ

【参考】モデル目標

① エネルギー地産地消率	② CO ₂ 排出削減率
③ レジリエントな地域づくり	④ 地域内での「しごと」の創出量

58

そして、「エネルギーの地産地消」や「CO₂削減」、「レジリエントな地域づくり」、「地域内での『しごと』創出」といったことを目標に首長が誓約を行い、十分なフィージビリティスタディを行って計画を作り、それを実施していくという取り組みをしませんかという働きかけを自治体に行っているところです。

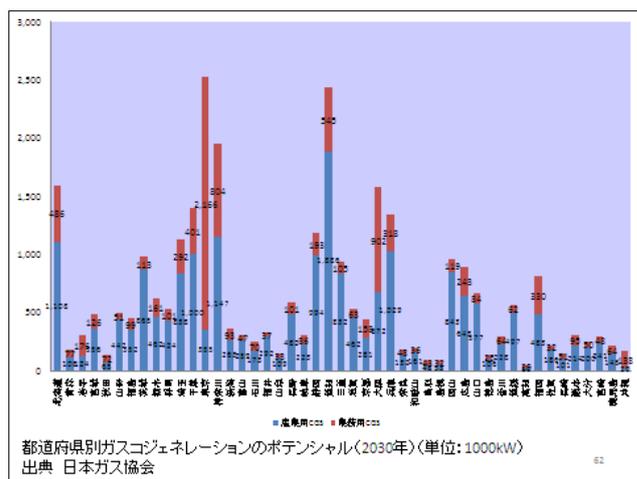
誓約の内容は、「計画を策定する」、「それを実施する」、「他の自治体と連携する」といったことです。

「持続可能なエネルギー行動計画」の策定手順

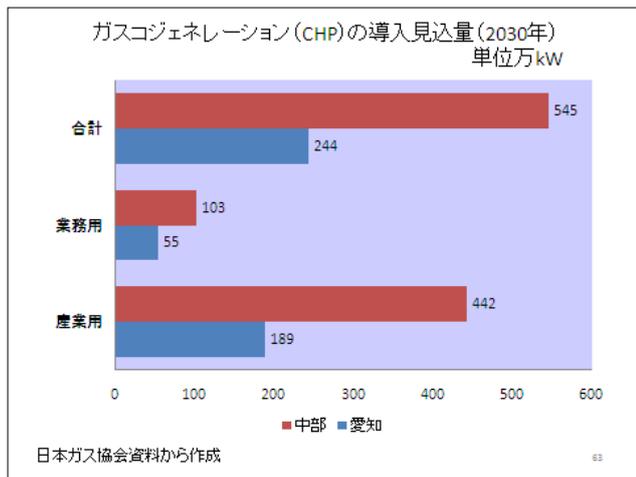
- 1 「日本版「首長誓約」専門家会議」の設置
- 2 「エネルギー自治取組段階表」による誓約取組の自己診断・取組改善
- 3 「域内エネルギーバランス表」(現状)の作成
- 4 2020年・2030年までのエネルギー自治取組の導入可能量、事業性等のフィージビリティスタディ
- 5 「域内エネルギーバランス表」(2020年・2030年)作成及びエネルギー自治を通じた地域創生の目標の設定
- 6 「持続可能なエネルギー行動計画」の策定

60

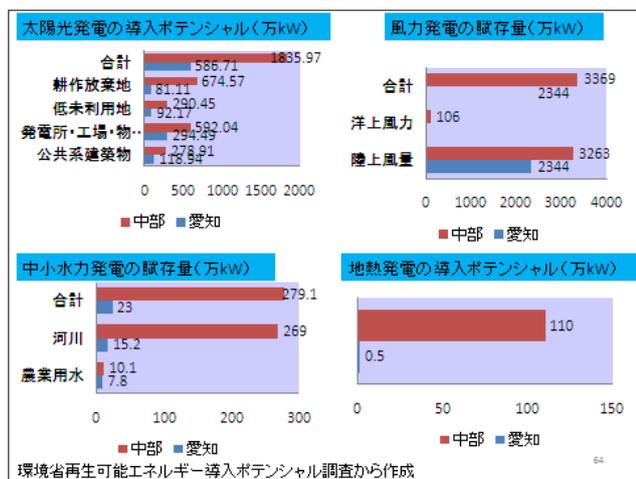
これは「首長誓約」の「持続可能なエネルギー行動計画」の策定手順になります。



次は関連情報になります。日本版「首長誓約」では、分散型のエネルギーをつくり、域内でそれを使っていくことが重要なポイントになってくるわけですが、日本ガス協会が2030年の都道府県別のガスコジェネのポテンシャルを出しておりまして、そのデータをグラフ化したのがこの図です。これを見ますと、愛知県は東京都に次いでコジェネのポテンシャルが高くなっています。



ガスコジェネの導入見込み量の 7~8 割は産業用コジェネであり、そのポテンシャルがあるということです。



これは中部地域全体と愛知県の再生可能エネルギーのポテンシャルを試算したものです。ここでは、太陽光発電、風力発電、中小水力発電、地熱発電が挙げられています。

県	A 認定出力計 kW	B 発電電力量 千kWh	B/家庭電力総消費量(2012年度)
長野県	19,366	2,906,453	0.57
岐阜県	17,036	1,996,031	0.42
静岡県	137,436	4,357,463	0.53
愛知県	177,881	3,705,770	0.23
三重県	50,841	3,250,609	0.76

エネルギー庁が 2015 年 1 月末現在の市町村ごとの再生可能電力認定量の新規分と移行認定分を Web 上

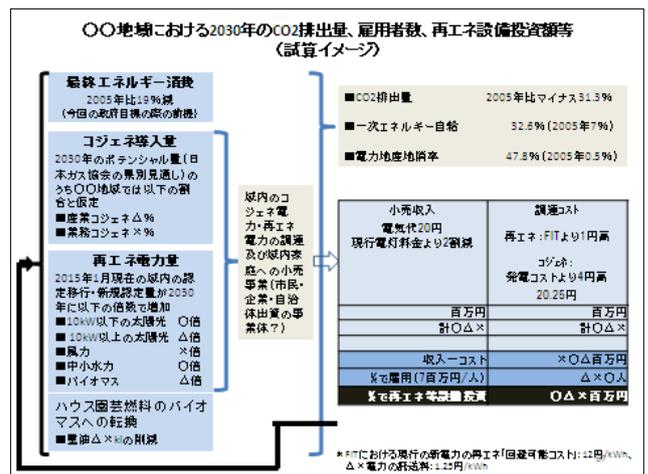
で公表しています。それをもとに、中部各県の認定量を計算し、それに一定の稼働率を掛けて発電電力量を試算したのが図中のBの値です。さらに、その値が家庭の総電力消費量の何%を占めているかを試算したのが図の右端の数値です。愛知県は人口が多く家庭の数も多いため、その割合は小さくなっていますが、三重県ですと、家庭のおよそ 7 割、4 分の 3 に相当する量の再生可能電力がすでに認定されているということです。

自治体の小売電気事業への参入の意向(2014年秋調査。976自治体から回答)

	都府県	道	市	中核市	特市	特別市	その他	合計	%
自ら発電した再生電力については小売事業も検討していきたい。	0	0	2	2	2	30	34	3.5	
再生電力、こみ発電電力、域内のコジェネ電力、自家発電の余剰電力などを調達し、小売りする事業を検討したい。	0	1	1	0	17	19	19	1.8	
域内に限らず各地の再生電力を調達し域内を中心に「再生 100%電力」を小売りする事業を検討したい。	0	0	0	0	2	2	2	0.2	
あらゆる可能性を検討したい。	7	3	3	0	11	24	24	2.7	
総計	7	4	6	2	61	80	80	8.2	

出典 名古屋大学大学院環境学研究所竹内研究室

これは昨年の秋に全国の都道府県と全市町村にアンケート調査を実施して、およそ半分にあたる 976 自治体から回答が返ってきた結果です。アンケートでは地域のエネルギー政策に関連するいろいろな質問を行っておりまして、その中で小売電気事業への参入の意向を尋ねた設問では、まだそれほど関心は高くありませんが、回答の 8% くらいは「あらゆる可能性を検討したい」という答えでした。その調査から半年以上たっていますから、実際はもっと違ってきているかもしれません。



これは2030年のCO₂排出量、雇用者数、再生可能エネルギーの設備投資額等を試算したものです。先ほどガス協会が試算したコジェネのポテンシャルの見直しをご紹介しましたが、その地域に入れることのできるコジェネの割合と再生可能エネルギーの2015年1月現在の移行認定・新規認定量が2030年までに何倍になるかという数字を入れ、市民と企業と自治体が出資して域内の家庭にコジェネ電力・再生可能電力の調達及び小売をしたと想定すると、CO₂排出量は2005年比で31.3%削減、一次エネルギー自給率は32.6%、電力地産地消率は47.8%となります。

検討してもらっているところです。以上です。

ご清聴ありがとうございました。

講師プロフィール

竹内 恒夫 (たけうち つねお)

名古屋大学 大学院環境学研究科 社会環境学専攻 環境政策論講座 ・ 教授。

1954年愛知県美浜町生まれ。名古屋大学経済学部卒業。1977年から2006年まで環境庁・環境省で地球温暖化対策、リサイクル対策などを担当。2006年から現職。

【参考】モデル目標

- ① **エネルギー地産地消率**
自治体域内全体の電力の消費量に占める域内の分散型電源(再生可能エネルギー、コジェネレーション、自家発電、ごみ発電など)から供給される電力の消費量の比率
2020年: 15% 2030年: 45%
- ② **CO₂排出削減率**
自治体域内全体のCO₂排出量の1990年比の削減率
2020年: 20% 2030年: 30%
- ③ **気候変動・自然災害等への対応力のあるレジリエントな地域づくり**
例: 避難所における独立電源の設置率〇〇%
- ④ **行動計画の実施に伴う地域内での「しごと」の創出量**
2020年: 〇〇〇人 2030年: 〇〇〇人

日本版「首長誓約」実施要領(素案)「6 行動計画の策定・認定等」より 68

これは1月にご提案したときの目標でして、非常に高い目標になっていますけれども、先ほどのケースを考えると、これくらいは達成できそうな気がします。

「行動計画」の策定、審査・認定、モニタリング

策定

- ・ 誓約首長は、エネルギー自治を通じた**地域創生の目標**及びフィージビリティスタディで導入量・事業性等が十分確認された**エネルギー自治取組**などを明確に位置付けた**行動計画案**を策定する。
- ・ 誓約首長は、行動計画案について、**市民、関係事業者などの合意形成**を図る。

審査・認定

- ・ 委員会は、誓約首長が策定した行動計画案を**審査し、認定**する。
- ・ 審査・認定の基準は、別に定める。
- ・ 認定された行動計画の中のモデル的・先駆的な事業には国から**資金的支援**???

モニタリング

- ・ 誓約首長は**2年ごと**に、行動計画の実施状況に関する**報告書を作成し**、委員会に報告する。
- ・ 委員会は、当該報告書を公表する。
- ・ 委員会は、必要に応じて、誓約首長に**アドバイス**などを行う。

日本版「首長誓約」実施要領(素案)「6 行動計画の策定・認定等」より 69

日本版「首長誓約」は、こういったことについてしっかりとフィージビリティスタディをして、目標を見極めた上で行動計画を策定し、実施していくという流れになります。

以上のようなことをいくつかの自治体にご提案し、

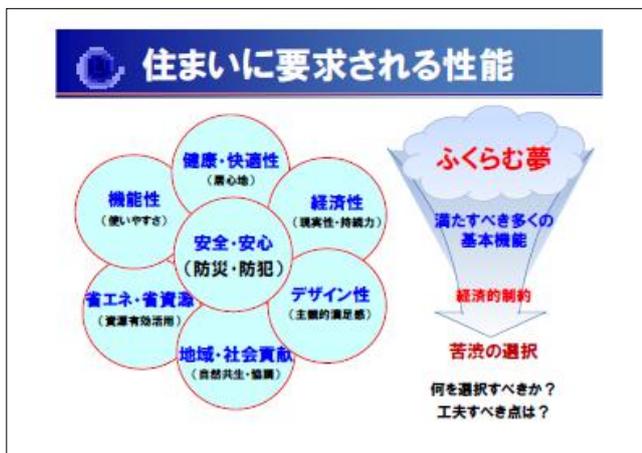
〔講演記録〕

高い効用感が得られる
“ここのよい” 住まいづくり

名古屋大学 施設・環境計画推進室 特任教授 田中 英紀

名古屋大学の田中と申します。私は名古屋大学の施設・環境計画推進室に所属しております。キャンパス内の省エネの推進を担当しています。また、自然エネルギーや未利用エネルギーを含む建築・都市のエネルギーシステムならびに空調システムの省エネ化を専門にしており、多方面から省エネに関する研究を行っています。今日の演題は「高い効用感が得られる‘ここのよい’ 住まいづくり」としてありますが、住宅の省エネについて「高い効用感」をキーワードにお話しします。

1. 自然の恩恵に与りながら効用高く・快活に住む



「住まい」にはいろいろな性能が求められ、家を作る時にはそれらすべてを満たした最高の家をつくりたいと考えます。けれども、当然、経済的な制約がありますので、何をあきらめて何を取るのかという苦渋の選択をすることになります。私自身も家を建てる時にその難しさ実感したのですが、今日ご紹介する事例では、工夫することによってなんとかそれらを両立できないかと検討を重ねました。

かしこく住まう

季節を感じ、自然の恵みを巧みに活用しながら、毎日を健康的に楽しい気分で過ごせるような「住まいづくりの視点や技」について考える。

このような住まいづくりのアプローチは、同時に上質な省エネ住宅の形成にもつながる。

「高い効用」が得られる現実的な方法を紹介

※効用: 自己の消費する財から受ける満足度

そして、そのような住まいづくりを実現するためのコンセプトとして考えたのは、「季節を感じ、自然の恵みを巧みに活用しながら、毎日を健康的に楽しい気分で過ごせるような‘ここのよい家’」です。このような住まいづくりでは、「健康」、「快活」が大きな目標になるのですが、同時にそれは「ここのよい」や「省エネ」も両立できる住まいにつながっていくと思います。今日はそれを実現するための視点や技について、具体的な事例を示しながら考えていきたいと思います。また、今日のキーワードは「高い効用感」ですが、「効用」とは、経済学では「自己の消費する財から受ける満足度」を意味します。つまり、何かを購入したとき、その値段が少々高かったとしても十分満足だという感覚が得られれば、それは効用感が高いということになります。そのような住まいの建て方とはどういうものかということを考えていきたいと思います。

自然の恩恵に与る

- **明るい室内で快適に過ごす**
 - > ハイサイドライトを設ける
 - > 光を通す内壁を設ける or
- **冬をあったかで快適に過ごす**
 - > 高断熱化の要所を押さえる
 - > 太陽の恵みを感じる空間づくり or
- **涼を得て爽快に過ごす**
 - > ひさしなどの日射遮蔽材を設ける
 - > 風通しを考えて窓の位置を決める
 - > 高所窓から熱気を逃がす or
- **土地・建てものをフル活用する**
 - > 一体的な空間構成に配慮する
 - > 窓の多層構造を考える
 - > 外構を工夫する
 - > 土中の熱を活用する or

今日は、建物を建てるときに「省エネ」を具体的にどう実現していったらいいのかを考えていくわけですが、その方法について4つの視点からお話しします。1つめは明るい室内で快適に過ごすためにはどうしたらいいか、2つめは冬をあったかで快適に過ごすためにはどうしたらいいか、3つめは涼を得て爽快に過ごすためにはどうしたらいいか、4つめは建物を建てる時には土地があり、建物があり、そこにいろいろな材料が投入されるわけですが、それらをフル活用するとどんなことができるのかということです。

‘効用高く・快活に住まう’ 勘所

建物の多重機能化

建物形状・プランの工夫、建物構造体や建材と建築設備を連携させることで、設備を含めた建物要素の性能向上や新たな機能の創出を狙う

> 建物の計画・設計に面白みを与え、建物の新たなデザイン的魅力を生み出す仕掛けになる

また、「効用高く・快活に住まう」勘所として、2つのご提案をしたいと思います。1つは「建物の多重機能化」です。これは建物の形状、プランの工夫、建物の構造体や建材と建築設備を連携させて、設備を含めた建物要素の性能の向上や新たな機能の創出を狙うということです。難しく書いてありますが、基本的にはあるものを上手に使って性能をより高くする、あるいは本来の機能を満たしつつも少し工夫を加えることによって新しい機能を生み出すということです。

‘効用高く・快活に住まう’ 勘所

ローテク回顧とアレンジ

自然の摂理を理解し、古に培った技術に回顧しながら、その技術を現代の建物・生活に適合できるように発展的にアレンジして取り込む

> 建物の計画・設計に面白みを与え、建物の新たなデザイン的魅力を生み出す仕掛けになる

2つめの勘所は、建物そのものや自然エネルギーを使いながら、現代的なハイテクなシステムが使われる以前のローテクなシステムをもう一度見直して、それを現代風に発展的にアレンジするという事です。このような点に着目して建物をつくりこんでいくと、建物の特徴がどんどんはっきりしてきて計画設計におもしろみが出てきます。そして、完成した建物は非常に個性的なものになり、建物に対する愛着も生まれるのではないかと思います。

たとえば、平安時代に日本で出てきた建築の様式に「藪戸（しとみど）」というものがあります。これは格子を取り付けた板戸で、水平に吊り上げて開けられるようになっているものです。お寺や神社でよく見かけられると思います。藪戸を下ろせば雨戸のようになり、防犯性を考慮した戸のようにも使えます。跳ね上げれば日差しを防ぐ庇のようになります。さらに、藪戸を下ろして内側にある障子戸を開ければ、網戸のような状態もつくれます。ひとつのもので3つも4つも機能を持っているところが非常におもしろいところです。これはずいぶん前に日本で生まれた様式ですが、こういったものに工夫を加えて現代の建築に導入できないだろうかということです。オランダの住宅では、吐き出し窓に付けられた、中央部分で折れ曲がるような形で上下するルーバーのようなものがあります。何年か前に日本でも同じような機構が福祉施設に導入されたことがありましたが、跳ね上げたときには庇のようになり、下せばブラインドのようになり、雨戸のようになり、下せばブラインドのようになり、上手に日射をコントロールしたり、網戸のようになり、防犯性を高

められるなど、いろいろな機能を兼ね備えたおもしろいデザインであり、薮戸の現代版とも言えるのではないのでしょうか。さらに、鉄でこれと同じような仕組みをつくった事例もあります。別荘の事例です。別荘は使用しない期間は防犯性が問われ、しっかりと閉じておきたいわけですが、使うときには解放的にしたいということで、先ほどの事例と同じような仕組みが取り入れられています。古の技術もうまくアレンジすれば、こんなにおもしろいものができ、快適に住まうこともできるのです。



季節によって気温は大きく変化しますが、建物の中に入りますとその影響は少し軽減され、外よりも少しは涼しい、あるいは暖かい状態になります。それをさらに人間にとって快適な温度帯に近づけるためにエアコンなどを使って機械的に操作するアクティブ手法がありますが、省エネを推進するためには、建築的パッシブ手法とアクティブ手法をミックスしながらも、いかにパッシブ手法でがんばれるかというところが重要になります。とはいいいながら、建築設計をする人でなくてもわかると思うのですが、夏と冬の快適さを両立させるのは非常に難しいことです。かつての日本の住宅のように空気が通りやすい建物にすれば夏場は涼しいわけですが、冬には寒さの原因になってしまいますからできるだけ閉じたくなるということです。また、窓を開け放つと外から騒音が入ってくることになり、窓を開けることに支障が出る場合もあります。このあたりをどのように両立させるか、どこを落とし所にしていくかは非常に難しい問題だということです。

計画概要

<建築計画>

ゲート型大屋根 & 住居ユーティリティ・ボックスの組み合わせ。
屋根を傾けてできた隙間を、眺望窓 & 光と風のみちとして確保。

<構造計画>

地盤改良としての柱状改良体の本数を減らす目的で主要となる基礎にボイドスラブを採用。

<設備計画>

電力供給: 燃料電池 & 太陽電池と商用電源により供給
給湯供給: 燃料電池排熱が主な供給源。不足時ガス給湯器。
空調設備: エアコン冷房・ガス温水床暖房(燃料電池排熱の投入)
換気設備: クール/ヒートチューブを介して供給。第1種換気。

これからご紹介する事例は、国土交通省が2年に1度募集しているサステナブル住宅賞において第4回の最高賞をいただいた物件です。建築計画としては、ゲート型の屋根を置き、その下に室内空間を置いています。ゲートに対して、お風呂などのユーティリティが入っている箱を横から差し込んだかたちです。その際にできた隙間は風を通したり、光を通したりする場所として位置付けています。建物の紹介をすると鉄筋コンクリート造ですかとよく聞かれるのですが、これは全くの木造でして総2階の非常にシンプルなつくりになっています。外から見ると斜めになっていますが、これは木造の造作です。木造だけでもできたのですが、屋根を極力薄く格好よく見せるために一部の梁に鉄骨を使っています。特徴的なこととしては、地盤改良のための柱状改良体の本数を減らす目的で基礎にボイドスラブという構造を使いました。これについては後ほど詳しくご説明します。設備計画としては、電力は電力会社から購入していますが、燃料電池と太陽電池が入ってしまっていて、ダブル発電の状態になっています。給湯は燃料電池からの廃熱を使いながら、不足があればガス給湯器を動かしています。空調については、冷房は基本的にはエアコンを使っていますが、冬にはエアコンはほとんど使わず床暖房を使っています。床暖房も基本的には燃料電池の排熱を使いながら動かしています。換気設備については、基礎のボイドスラブの空間を使いながら、建物内に外気を導入しています。これについても後ほどご説明します。



これは建物内部の写真です。左の写真が2階の廊下で右の写真が1階のリビングルームです。リビングルームには吹き抜けがありまして、大きなガラス窓がはめてあります。北側には明かり取りと風抜きのための窓があります。家を建てる時に快活に過ごせる明るい家になりたいと思っていただけですけども、実際に建物内が明るいという1日の始まりが快活なものになります。明るい家はいいなあと実感しています。

2. 明るい室内で快活に過ごす

明るい室内で快活に過ごす

- ハイサイドライトを設ける**
 - > 昼間の明るさ確保のためには、窓は高所にある方がよい。
 - > 直射光の入りやすい方位に窓があると、室内のオーバーヒートや眩しさの原因となり、結局は窓を常に閉ざすことになる
 - > トップライト(天窗)は雨漏り・強い入射日射のリスクがある。北側外壁などにハイサイドライトを配し、安定した採光を得るとよい
 - > 基本的には西外壁面に窓を設けず、やむを得ず設ける場合は、西日の日よけ対策が極めて重要
- 光を適す内装を設ける**
 - > 室内の明るさ感を上げる。内装は白色系など反射性の高い色に。
 - > 寝室や子ども部屋などの小部屋は、間仕切り壁の欄間部(上部)に開口を設け、光がさまざまな空間に行き交う工夫
 - > 夜には、どこかの照明をつけるとその光が廊下や各小部屋などをセンサーで照らし、建物内の移動時の安全性が増し、細かな照明のつけ消しが少なくて済む

室内をより明るくするためには窓はできるだけ高いところにあった方がよいことはご存じかもしれません。同じ面積の窓であっても高い位置にある方が室内は明るくなるということです。こうした当たり前のことを実践していくと、期待した効果が当然の結果として得られます。しかしながら、天窗など日射が入りやすい場所に窓を置きますと、直射日光が入ってまぶしかったり、夏にはすごく暑かったりして、結局そこにブラインドやカーテンをつけることになり、窓とし

での役割をしないような状況が出来上がってしまうことが多くあります。ですから、北側の高い位置に窓を配し、そこから安定した光が入るといった採光条件をつくるのが望ましいと感じております。

一方、窓をつけて建物内に光を入れても、個室や小部屋の方にはなかなか光が届かず、暗い部屋ができてしまいがちです。そこで、この家では欄間の部分にガラスを入れまして、家の中に入れた光を小部屋にも届くようにするための工夫をしています。



次はライトシェルフについてです。ライトシェルフとはガラス窓の途中につける中庇です。庇ですので日射を遮蔽することができ、カーテンやブラインドを下ろさなくても直射日光が入らない環境ができます。さらに、その庇を反射しやすい材でつくりますと、遮った光を反射させて間接的な明かりとして部屋の中に取り入れることができます。ライトシェルフがないとまぶしいのでカーテンやブラインドを下ろす必要がありますが、ライトシェルフがあればブラインドを下ろさなくても済み、さらに間接光が明かり取りとして部屋の中に入ってくるので非常に明るく過ごすことができます。この建物では積極的にライフシェルフをつくっているわけではありませんが、北側の高い位置にハイサイドライトと呼ばれる窓があり、シルバーの棒瓦葺きの屋根に反射した光がその窓から部屋の中に入ってきて、さらに白い天井に反射して間接的に部屋の中を照らすようになっており、結果的にライトシェルフと同じような効果があります。これによって、明かり取りとして十分に明るく部屋を照らすことができる一方で、直射光は入ってこないの窓にブライ

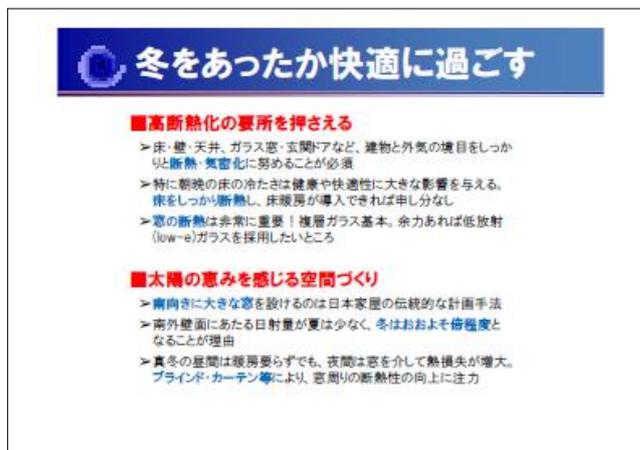
ンド等を下ろす必要はなく、また窓が高いところにあるため人から覗かれる心配もあまりない状態になっています。



また、個室については、せっかく建物内に入れた光を壁で遮ってしまうと室内が暗くなってしまいますので、欄間部分を切り取って光がちゃんと入るようにしつつ、空調効率や音の漏れなどを考えて、そこにガラスを入れています。

ライトシェルフを使って光をたくさん取り入れる建築は世界のいろいろなところでつくられています。たとえば、環境建築家として有名なオーストラリアのグレン・マーカットの作品では、平屋に鉄骨で柱、梁をつかってブリキの屋根をのせ、ガラスを入れるという簡単なづくりですが、かなり軽快でおしゃれで格好いいものに仕上がっています。ここにもライトシェルフがありまして、反射光を部屋の奥に入れるという計画がされています。また、アメリカの有名な巨匠リチャード・マイヤーのフロリダの建築では、太陽高度が非常に高いため、屋根の傾き具合もかなり急勾配になっていますけれども、ライトシェルフによって光を部屋の中に取り入れる構造になっています。巨匠がデザインした事例ではライトシェルフもたいへん斬新なデザインになっています。

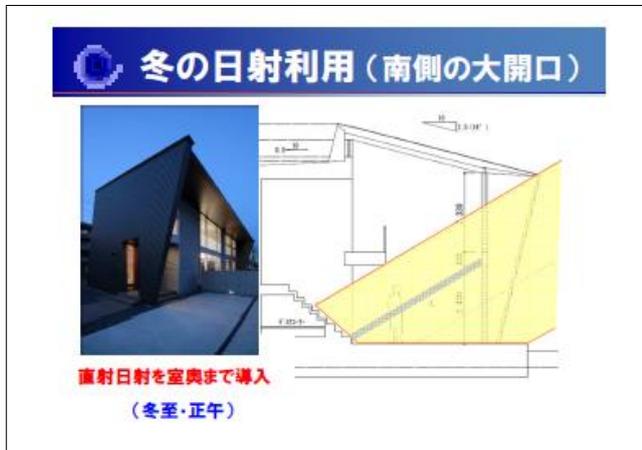
3. 冬をあったか快適に過ごす



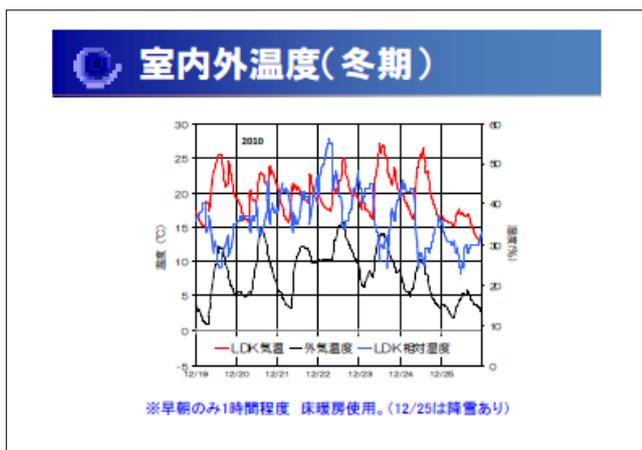
次は冬を暖かく快適に過ごす方法についてです。皆さんご存じのように、冬を暖かく快適にするためには、建物の高断熱化、高气密化に努めることが必須になります。最近では床暖房を採用する建物が多くなっていますが、冬の快適性には床の温度が大きく影響します。人体は直接床に触れるため床がひんやりしていると寒気を感じてしまうので、床をしっかりと断熱することが重要になるということです。とは言いながら、断熱とは熱が逃げないようにすることであって暖めるわけではありませんから、断熱するだけでは冷たいままです。そこに温熱源となる床暖房があると全く状況が変わるので、できれば床暖房がほしいということになります。その他、窓自体も冷えますので、窓の断熱も重要です。「low-e ガラス」（低放射ガラス）というのが今は出ているので、そういうものを導入できると思います。

太陽の恵みを感じる空間づくりも重要になります。冬は太陽の高度が低く、窓から日射がたくさん入る状況ができます。南向きに大きな窓をつくるというのが日本の伝統的な建物のづくり方ですけれども、まさにそれが重要な方法です。その上でブラインドやカーテンを上手に使いながら、光を入れたり、断熱したりすることが重要になります。壁面が受ける日射量を見ても、春分、秋分には太陽が真東から昇って真西に沈みますが、それより夏寄りの時期には真東より北側から太陽が昇りますから、当然北側の壁面にも日射が当たります。沈む時も真西ではなく少し北寄りに沈みますから、北側の外壁にも日射が当たります。夏至

のころには、南面に当たる日射はあまり多くありません。これに対して冬になりますと、南面に当たる日射量は面積的には夏の倍くらいとされています。夏の南側は暑いというイメージがありますが、少しの日射しか当たらないので上手に遮ってやれば簡単にコントロールできるということです。



一方、冬には多くの日射が当たるので、南の窓を大きくして太陽光をできるだけたくさん入れるべきだと言えます。そうすることによって、昼間は太陽光が入って暖かくなりますが、もっと積極的に日射を利用しようとするのがダイレクトゲインという方法です。床や壁にコンクリートや石のタイルを敷いておくと、昼間そこに日射が当たって蓄熱されます。その熱が夜間に放出されて、夜しんと冷える状況を緩和してくれるというものです。この事例の場合も南面はガラスを多くしています。また、冬は建物の奥の方の階段のあたりまで日射が入ってきますので、十分なダイレクトゲインが受けられるような状況がつくってあります。



これは1階のリビングダイニングの室温と湿度、外気温を12月19日くらいから年末にかけて実際に測ったものです。たとえば12月19日のリビングダイニングの日中の気温は26℃くらいであり、22日、23日も27℃くらいになっています。天気の良い日は暖房しなくても26～27℃くらいになっています。夜は天気の良い日でも部屋に人がいれば床暖房をつけていますが、朝方には15℃くらいまで下がっています。この年の12月25日には雪が降ってしまっていて、その日は部屋に人がいなかったこともあって、12～13℃くらいまで室温は下がっています。この部屋の暖房は、朝の1～2時間程度と夜になって冷えてきたときに床暖房を入れる程度で、それ以外はほとんど使っていません。それでもこれくらいの室温です。天気がよければ昼間にはどんどん気温が上がるので、朝1～2時間床暖房をつけるだけで十分快適に過ごせています。

ダイレクトゲインという方法は昔からいろいろなところで行われていますが、国内で住宅のデザインを先駆的にやられている小玉祐一郎先生のご自邸では床を石張りにし、ここに蓄熱させるようになっています。また、スイスでも同じように床がコンクリートでつくられている事例があります。この事例では、窓の方立（ほうだて）部に石積みでフィンが設けてありますが、これが石でできていますので日射を遮りながら蓄熱し、夜間など窓まわりが冷えるときに発熱体となって窓側のコールドドラフトと呼ばれる冷たい気流を抑える役割をしてくれます。つまり、このフィンは日射遮蔽のため、あるいは室内のデザインとして格好いいという理由でつけたという面もありますが、同時に環境改善をする役割も果たすという多機能な仕様になっているということです。

その他、トロンプウォールという昔ながらの方法もあります。これはガラス面の内側に太陽熱を積極的に蓄えるためにコンクリートの厚壁を置き、日中この壁に熱をためて夜はそこからの放熱をもらって緩やかに暖房するという方法です。最近の日本の事例では、横置きで隙間を空けてコンクリート板を窓部に置き、これをトロンプウォールのような役割をさせると同時に、外からの視線を遮るブラインドのような役割や

窓側とインテリアをゾーニングする役割も担わせている事例も見られます。このように、少しの工夫によって太陽熱を上手に使う仕組みができ、デザイン的にもよくなり、空間的にも何らかの意味づけができます。

床の断熱については、断熱境界の置き方には大きく2つの方法があります。床面で断熱、つまり床下断熱する場合と、基礎も建物の一部と考えて基礎で断熱する場合の2つです。今日ご紹介している事例はこれらをダブルでやっています。断熱境界が2つあるのはおかしいのですが、建物の基礎を断熱境界としながら、事情があって床下の断熱も入れているということであり、後ほど詳しくご説明します。



窓まわりの断熱向上のためには、カーテンやブラインドの設置の仕方も大事です。カーテンやブラインドを下ろしたときに空気が流通する隙間があるとその上下にあると、冬場には窓ガラスで冷やされた空気が足元に流れ込んでくることになります。この隙間を密閉するようなかたちでカーテンやブラインドをつければ、少しはそれを防ぐことができます。さらに障子戸と組み合わせることによって密閉性が高まって断熱性がよくなります。このスライドの右にある写真は通常のカーテンレールの上部や横部分にある隙間をなくしたものであり、このようなカーテンレールも市販されています。また、私が監修した別の住宅では、ハニカムスクリーンと呼ばれるブラインドを採用しています。要するに、空気層のあるブラインドです。これが非常に便利でして、一般的なブラインドとは異なり、床から窓の真ん中あたりまで引き上げたり、天井側と床側の両方をオープンにしたりするなど、どのようにでもス

クリーンを上げ下げできるようになっています。なおかつ、スクリーンには筒状の空気層ができますので、断熱性が非常に高くなります。窓のところにこれを隙間なく埋めると、断熱層が窓ガラスの内側にでき、断熱性をより高めることができるというわけです。このように、断熱性の高いブラインドを設置したり、カーテンの内側に気流が流れてこないような工夫をすることで、窓まわりの断熱性が高まります。これらは当たり前のことですが、しっかり対処すれば確実に効果が出ますので、当たり前のことに気を払っていくことが大切です。

唐紙の製造メーカーが建てたショールーム兼集合住宅では、集合住宅にもっと障子戸を使おうという取り組みが行われています。障子戸をサッシと組み合わせることで断熱性が上がり、さらに光取りとしても日射遮蔽物としても機能する和紙をもっとうまく使おうという取り組みです。まさに古の技術を現代風にアレンジしてもう一度使う実践例だと言えます。

4. 涼を得て爽快に過ごす

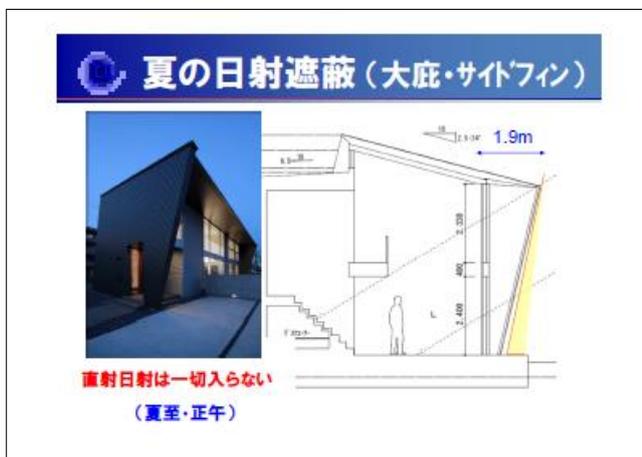
❶ **涼を得て爽快に過ごす**

- ひざしなどの日射遮蔽材を設ける**
 - > 南側窓には、夏場に直接日射が入らない程度の表(ひざし)や軒(のき)、あるいは窓外にルーバーやブラインドなどを設ける
 - > 季節・時間ごとの太陽位置を考慮しながら計画することが重要
 - > 西日対策には、サイドフィン(袖壁)も効果的
- 風通しを考慮して窓の位置を決める**
 - > 自然風を取り込むには、部屋の二方位以上の壁に窓を設ける
 - > できない場合は、各部屋のドアや戸を開け放つ、換気用の隙間を設けて開けるなど、空気の流れ路を二方位以上に確保する
 - > 庇やサイドフィンを組み合わせ、風を集めるウインドキャッチャーとしても機能させることができる
- 高所窓から熱気を逃がす**
 - > 冷房を使うまでもないが室内は暑い時期には、排熱換気が有効
 - > 暖かい空気は室内の上部に溜まる。ハイサイドライトなどの高所窓を開けると、この熱気を効率的に建物から逃がすことができる

次は夏の話です。涼を得て爽快に夏を過ごすための方法としては、まず、庇などの日射遮蔽材を設けるといことです。日本では、昔からずっと庇のある建物をつくってきたのですが、最近の建売住宅を見ると庇のない真四角な建物がかかなり増えてきているように思います。そうした建物では窓ガラスを工夫して日射の遮蔽を行っているわけですが、それよりも庇によって日射を遮蔽する方が性能は上です。建物の外に庇やブラインドがあって、そこで日射遮蔽をすると、

部屋の中に入ってくる日射の量を3割くらいにカットすることができます。これに対して、窓ガラスでは性能のよいものであっても6~7割くらいは入ってくる可能性があります。最近では高性能のガラスも開発されていますが、ガラスで日射遮蔽をしようとしても限界があるので、やはり庇など外部で日射遮蔽をするものを設けたいところです。

窓の位置については、風通しを考えて決めることになりますが、風通しをよくするためには2方位以上に窓を設けるべきだと言われています。南側の窓と西側の窓、あるいは東の窓という場合もありますが、南側の窓と北側の窓というように反対側に窓があるのが理想です。部屋を閉め切ったときに2方位に窓が設けられているかどうかということですが、もしそれができないとすれば、ドアを開け放った時に風が抜けやすいルートが確保できているかがチェックポイントになります。また、ウインドキャッチャーと言いますが建物や窓が風を集めるかたちになっていると通風が促進されます。これについては後でお話します。さらに、夏場は部屋の中に熱がたまるのでどうしても暑くなりますが、その熱を上手に逃がしてやることができれば、外から比較的涼しい風が室内に入ってきて部屋の温度を下げることができます。それを排熱換気と呼んでいますけれども、これも後ほど具体例をご紹介します。



この建物では、1.8mくらいの軒が出ていまして、その先に10cm程の雨どいがはまっていますので全体で1.9mくらい出ています。これによって、夏場は部屋の中に直射日光が入らないようになっています。



これは7月17日の朝8時~12時の影の動きを示したものです。太陽が最も高い時間帯でも直射光が入らないようになっていることがわかります。一般的には窓ガラスの高さの3分の1の長さの庇があると直射光は入らないと言われますので、それを目安に庇の長さを決めていきます。この事例では窓の高さが6m近くありますので、庇が2mくらい出ていると直射光は入らないということであり、理屈にかなっていることになります。

日射の遮蔽は庇をつけるのが一番簡単で安くできるのですが、デザインをしていく中で大きな庇を出したくない場合は、フィンのようなものをつけることもありますし、外側にブラインドのようなものをつけることもあります。その場合でも区切られたガラス面の高さの3分の1の出っ張りをつくれば庇と同様、直射光が入らないようになりますのでそれを目安につくっていくことになります。それでも、朝方や夕方になると太陽の高度が低くなりますし、季節が夏から秋に移ってくると太陽高度が低くなりますので直射光が入りやすくなります。ですから、いつの時期の何時ごろに直射光が入らないようにしたいのか、そのためにはどれくらいの庇の長さがあるのかを考えながら設計をしていくと計画通りにできるので、意識して設計することが大事だと思います。この建物を一緒に設計した設計士さんのご自宅には、建物の外側に木でつくったルーバーがあります。玄関はルーバーの後ろにあります。忍者屋敷のように扉を回転させて中に入っていくというおもしろい建物になっています。このルーバーは冬には直射光が入り、夏になると日差しを遮

るような角度に調整されています。このように、いつの時期にどのような角度で日射が入ってくるのかという知識があれば、ルーバーをどのように調整すればいいかという予測が簡単にできるわけであり、非常におもしろいと言えます。また、この建物は事務所が併設されていて事務所側から出入りすることはできませんが、母屋は防犯性を高めるため玄関からしか出入りできないようになっています。また、この建物も今日ご紹介している建物も、南側では開けるところは思いきって開けていますが、北側、あるいは西側、東側はしっかり閉じています。というのは、窓を開ければ開けるほど断熱性が落ちますから壁にしたいわけですが、日射も取り入れたい、風も取り入れたいということであり、窓も必要になります。そうであれば、開けるところははきぎよく開けて、閉じるところはしっかり閉じるというメリハリが大事であり、それを実践したということです。

この他にも日射を遮蔽する方法はいろいろあります。皆さんよくご存じだと思いますが、店舗でよく見られるオーニングというものがあります。日射を防ぎたいときにはオーニングを出し、そうでないときにはしまえばいいので、これを上手に住宅に取り入れると、季節や時間によって建物の様子が変わっておもしろいのではないかと思います。南フランスのニースにある分譲住宅では、ベランダで海を見ながら本を読んだり、お酒を飲んだりしている人が多いのですが、それぞれの家によってオーニングを大きく垂らしたり、少し垂らしたりしています。生活に応じてオーニングを出したり引っ込めたりすることによって、建物に表情が生まれ、街の風景をつくりますから、建築をよりおもしろくしてくれる要素だと言えます。こういうことが戸建住宅でもできればいいのではないかと思います。



次は排熱換気についてです。自然換気を促す方法は昔から行われています。つい先日世界遺産になった富岡製糸場では、腰窓と呼ばれる窓が設けられていて、ここから蒸気を自然に外に出すようになっています。ナイチンゲールが設計した病棟でも、感染患者から他の人に病気がうつらないよう換気が考えられています。ひとりひとりのベッドの頭あたりに窓をつくって風を取り入れる工夫をしつつ、暖まった空気が上に抜けていくように通気口がつけられており、まさに富岡製糸場と同じような工夫がされています。これらの方法は、熱気は上に上がっていくという性質を使いながら、暖かい空気が上っていた先に窓をつくって熱を逃がす温度差換気と呼ばれる方法です。こうした方法が昔から行われているわけですから、現代の住宅でも当然ながら取り込むべきです。先ほどご紹介した光取りのためのハイサイド窓が自由自在に開けられれば、下から風を入れて上に抜くという、空気の自然な流れをつくることができます。同時に、外構に土や芝、植栽を設ければ、蒸散作用によって1~2℃温度の下がった空気を部屋の中に入れることも期待できます。

温度差換気は温度差を利用した換気の方法ですが、風がある場合はどうでしょうか。たとえば建物に向けて風が吹いているとき、建物の風を受けている側は当然プラスの圧力になります。では、建物の裏側はどうなっているかということ、マイナスの圧力になっています。つまり、風が抜けていくときに建物の風下側では風が巻いていて、建物にとっては後ろから押しつけられるような気流ができます。これを建物に重ね合わせて考えてみますと、風上側は風が強すぎて窓を閉めざ

るを得ない場合は窓を閉めると思いますが、その時に裏側は空気が巻いていますので、北側の上下の窓が開いていれば自然に空気が入ってきて自然に出ていくという流れができるというわけです。風を直接入れる方法もちろんありますが、風を受ける側の窓を閉めていても裏側の上下の窓を開けておけば、十分換気ができるということです。

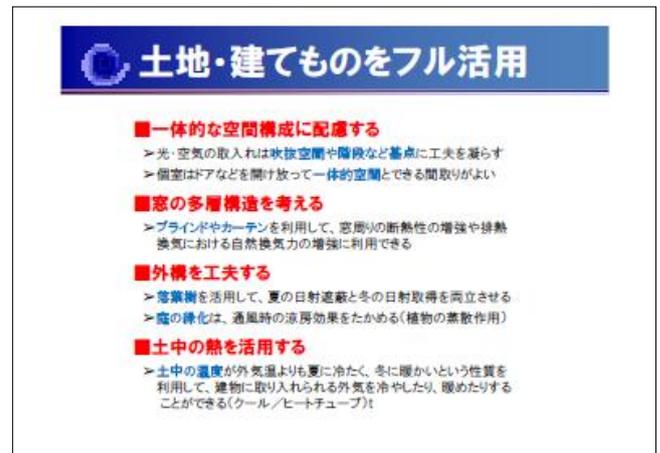
風力を使って換気をする仕組みにはウインドカウルという方法もあります。風が吹くと風上に対しておしりを向けるようにカウルが回ります。風下側にカウルの口が向くのですが、このカウルの裏から風が抜けていくときに風下側のカウルの口から空気が誘引されて引っ張られていきます。カウルの口と部屋がつながっていれば部屋の中の空気も引っ張られることになり、部屋の中の換気が促進されるという仕組みです。

ソーラーチムニーについては、ご存じの方も多いかもかもしれません。チムニーとは煙突のことで、その中は空気が通るようになっています。日射が当たりますと、煙突の中の空気が暖まって上昇気流が起きます。上昇気流が生まれると、当然どこから空気を吸い込みます。部屋側に穴が開いていて、なおかつ日の当たらない北側の窓が開いていれば、そこから冷たい風が入ってきて部屋の中を通過して煙突の中に入り、日射によって温められて上から抜けていくという仕組みです。

その他、先ほど少しお話した、風を集めるためのウインドキャッチャーというものもあります。この建物はゲートで囲い込む形になっていて、これは南からくる風を受け止めて少しでも中に入れやすくするための仕組みになっています。台風の時には風の影響が大きくなって大変だと思われるかもしれませんが、そのあたりはちゃんと計算されていますので大丈夫です。

このように、太陽のエネルギー、風のエネルギーを上手にを使って換気をするという方法はこれまでもいろいろと考えられ行われてきています。

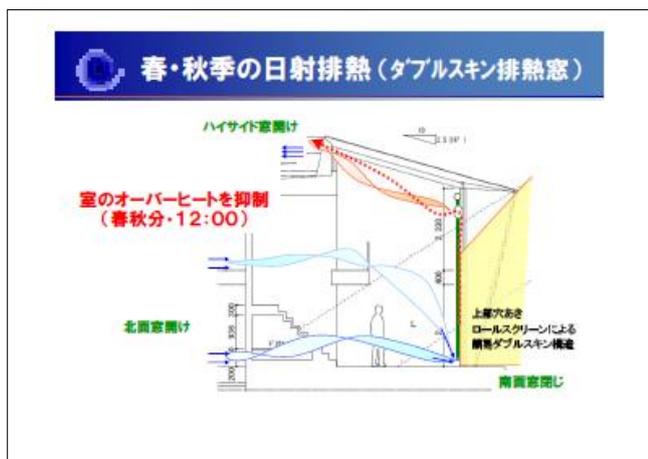
5. 土地・建物をフル活用



次は、土地や建物をフル活用するという手法です。通常建物を考えるときは、ここは誰の部屋、あつちはお風呂場というように平面的に見ていきますが、建物には空気や光が入ってきますから、本来は立体的に3次元で考えなくてははいけません。とはいいいながら、断面だけでもだめで、ひとつひとつの部屋がお互いにどのように関係しているかをイメージしながら空間をつくっていく必要があると考えています。また、先ほどご紹介したように、窓の多層構造を考えていくことも大事です。窓ガラス自体をどうするのか、またその内側にブラインドのようなものを設けるという方法もありますので、それらをどう組み合わせると窓まわりの断熱性や自然換気力を高めるのかを考えることが重要です。さらに、庭の作り方をはじめ、外構を工夫することも非常に大事です。たとえば庭の草むしりが大変だからという理由でタイル張りにしてしまうと、先ほどご紹介したダイレクトゲインと同じ仕組みで熱が蓄えられてしまい、夜間もタイル張りの庭から熱気がメラメラと出てくることとなります。アスファルトやコンクリートで固めた庭をお持ちの方は窓を開けてもそこから入ってくる風は生温かいという経験があるのではないかと思います。ですから、外構にも気を払って計画をすることが大事であるということです。その他、土地・建物をフル活用するという意味では、建物の上空や足元、土の中の熱も上手に活用できないかという視点も大事です。このあたりの具体的な方法をこれからご紹介していきます。

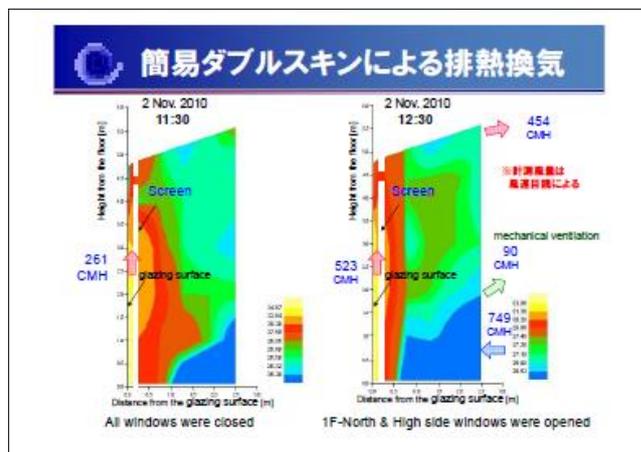


この建物には 6mに近い高さのガラス窓あり、日射遮蔽のためにロールスクリーンを下ろすようになっています。日射はこれで遮蔽できますが、部屋に入った熱は建物内に残りますから、上手に熱を抜かなくていけないわけです。最近ではレーザーカッターを使えば簡単にロールスクリーンに穴が開けられるようになっていきますので、熱気を抜く工夫として、ロールスクリーンの上部に空気を通す穴をつくりました。暖まった空気はこの穴から抜けて天井に沿って移動し、北側のハイサイド窓から抜けていくという流れをつくったという理屈です。



この排熱方法について断面でご説明しますと、南から風が吹いていても窓を開けられないようなときは日差しを遮るためにロールスクリーンを下ろします。一方、北側の窓を開けておきますと、北側から冷たい空気を吸います。南側の窓あたりには上昇気流ができていますから、上昇気流によって熱気が上に上がって天井に沿って移動し、北側のハイサイドから出ていくという仕組みです。オフィスではガラスを二枚重ねに

し、その間にブラインド等を入れて熱気抜きをしようという、いわゆるダブルスキンという構造にしていることがあります。それを住宅で簡易にやろうとしたらどなるかという試行例になります。実際に、窓ガラスとロールスクリーンの中をどれだけの風量が流れているかを測ったところ、上に穴が開いている場合は開いていない場合の2倍くらいの風量になっていることが確認できました。



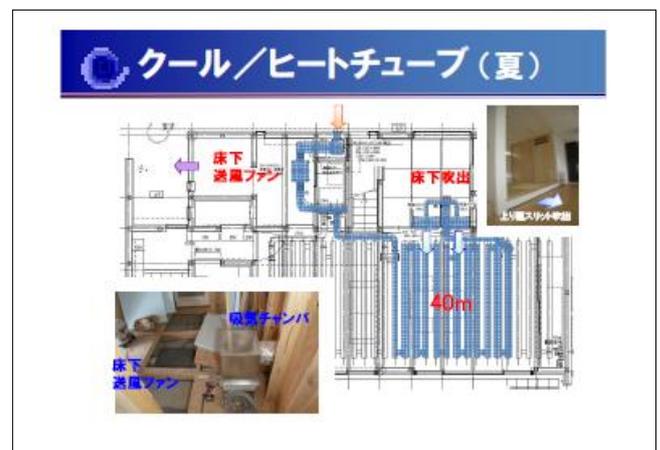
これは南側の窓辺から室内の温度分布を示した図です。北側の1階とハイサイドの窓を開けた時(右図)は外から冷たい空気が入ってきて、室内の温度は低くなっています。一方、すべての窓を閉め切った場合(左図)では、室温が上がっています。つまり、すべての窓を閉め切ってしまうと、ロールスクリーンで遮った熱が部屋の中にも影響してしまいますが、北側の1階とハイサイドの窓を開けることによって、快適な状態を維持することができたということです。これを実測したのは11月2日です。11月2日ごろの気候は涼しいと思われるかもしれませんが、高气密高断熱の住宅では、日射がたくさん入ってくると部屋の中はオーバーヒートの状態になります。ですから、11月の頭であっても窓を閉め切っておくと、部屋の中は冷房を入れたくなるほど暑くなってしまうということです。部屋の窓を開けて室温を下げるという方法もありますが、留守の時や風が強いときは大きく開け放つことはできませんし、小さく開けるだけでは空気は回りません。このような方法で上手に空気の流れをつくってやれば、その対策ができるということです。



次はダブルスキンによる断熱性についてです。日射の強い時はブラインドとロールスクリーンの両方を下してダブルで日射を遮蔽しますが、冬になりますと、ブラインドとロールスクリーンがダブルであることの効果が断熱性において非常に大きく出ます。外気温が4℃くらいするとき、ブラインドだけを下ろすと、ブラインドの表面は16℃位になっていました。このときは中途半端なところで温度を測ってしまったので、上からロールスクリーンを下ろしても1℃くらいしか変わっていませんが、ロールスクリーンを下ろすことによって表面温度は確実に上がります。表面温度は放射のやりとりで決まりますから、非常に冷えた窓ガラスの近くに行くと当然ひんやりします。これは洞窟の中にいるのと同じ原理です。洞窟の中の空気はひんやりしていますが、同時に壁が冷えているのでその冷放射の影響でとても涼しく感じます。冬は空気が冷えています、建物も冷えているのでその放射の影響でものすごく寒く感じるのです。そのあたりは先ほどお話しした、床をしっかり断熱しましょうとか、床暖房しましょうという話とつながるわけですが、冬に建築の床面、壁面が冷たいとしんしんと寒さが伝わってくるので、少しでもそれを緩和してやると快適性を高める効果が高い。つまり、窓まわりに何枚も多重にスクリーンがあるのはこうした点で重要であるということです。窓を多層構造にしたのは夏の日射対策のためですが、同時に断熱効果も上げており、多重機能を持たせるという話につながります。

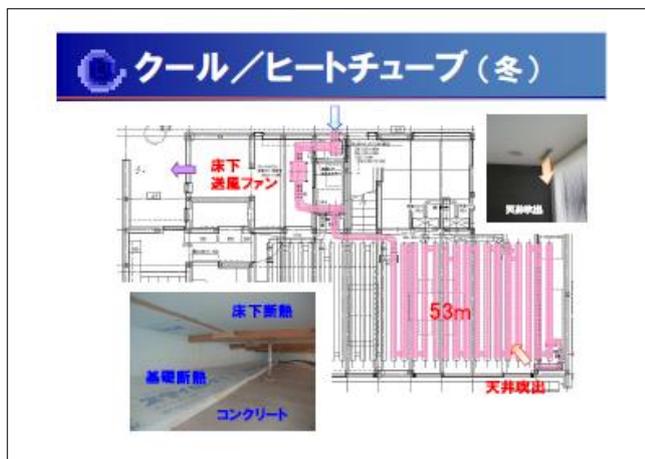


次は基礎を活用するという話です。この住宅はもともと田園地帯であったところに建てていまして、地盤が軟弱であるため土壌改良が必要でした。その方法は柱状改良で行っておりまして、穴を掘って、掘り出した土砂にコンクリートを混ぜて埋め戻し、杭のようにするという作業を行うのですが、通常はたくさんの杭が必要になります。これに対して、ボイドスラブというオフィスでよく採用されている構造にすることで柱状改良の杭の数を減らすことができました。この構造にするためには、基礎の中にダクトを入れることになり、基礎工事のコストは高くなるのですが、柱状改良のコストが削減できるので総合コストはほとんど変わりませんでした。さらに、ダクトがあるのなら、それをつないで空気を流したらどうかという話になりました。要するに、基礎にダクトを入れ、穴が開いた状態で基礎を施工し、これをつないで空気を通過させる換気ルートをつくったということです。



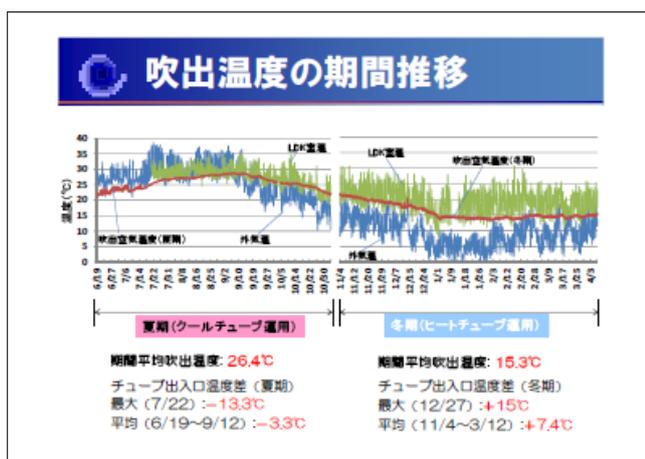
これは夏の状態の図です。夏は北側から吸った外気を床下に下ろし、基礎の中のダクトに送り込み、土と

熱交換をして和室の上りかまちのスリットから足元にスーッと吹き出すようにしています。風量については、積極的に入れるようにしているわけではなく、もともと24時間換気になっていますので、その排気分だけが吹き出すようにしています。



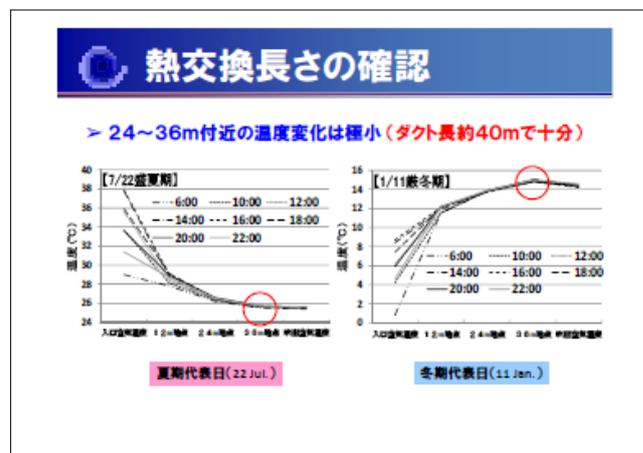
次は冬の場合です。チューブからの吹き出し空気温度は所詮12℃くらいにしかなりません。冬にこの温度の風が足元から吹き出すとさすがに寒いので、電動ダンパーを入れまして人がいないところから吹き出すように流路を変えています。

先ほどこの建物の断熱境界は基礎だとお話しましたが、床下のコンクリートの中に外気を入れながら床暖房をすると、どんどん熱が逃げていってしまいます。そこで、この断熱を強化するために床下断熱をしています。さらに、床下断熱にするときは通常床下に外気を通すのですが、外気を通すとせっかく土と熱交換した意味がなくなってしまいますので、基礎断熱にして土との熱交換効果を上げていくということです。

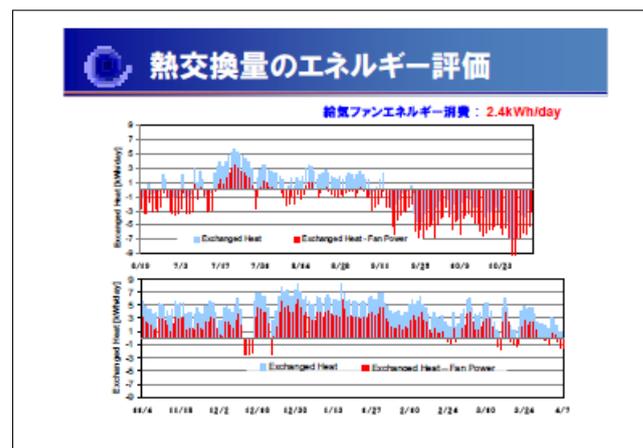


これは夏場と冬場の吹き出す空気の温度を実際に

測った結果です。6月下旬ごろでは、だいたい23℃くらいで吹き出しています。ちょうどダイニングのテーブルの下あたりに吹き込んできますので、緩やかに涼しいといった感じです。冷房にはなりませんけれどもスポットクーラーのようにはなりません。これが9月の終わりごろになると、27~28℃になります。27~28℃であれば全然涼しくないと思われるかもしれませんが、外気温は35℃くらいありますから、それが入ってくることを考えれば27℃、28℃でも十分効果があるということです。これに対して、12月の頭ごろには15℃くらいで入ってきています。冬の外気温は通常0℃、5℃、7℃くらいですが、土と熱交換するとともに、建物の床上で暖房した熱が床下に逃げていくのでそれも拾うことによって15℃くらいになっています。



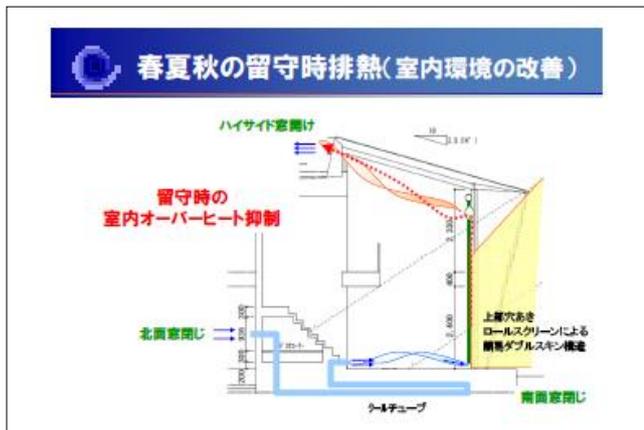
これはダクトの長さで空気の温度の関係を表したもので、だいたい40mくらいの長さがあれば一定の温度になることを確認しました。



換気の方法は第1種換気、つまり、プッシュプルで行っています。床下に外気を取り入れるためのファン

があり、風呂場等のファンから排気するという換気システムです。通常は第3種換気システム、つまり、お風呂や洗面所に排気扇があり、入ってくる方は各室の壁に設けられた穴から自由に入ってくるというものです。第1種換気はエネルギー的にはファンのエネルギーが2倍かかっていますので、本当に得をしたのかどうかチェックをしています。つまり、外気を取り入れるためのファン電力消費エネルギー分を熱交換でリカバーできたかのチェックです。見掛け上の効果から実際にファンで消費したエネルギー分を引いたものがプラスの方向になっていれば得をしている、マイナスの方向にあれば損をしているということです。グラフを見ますと、冬は総じて儲かっていますが、夏のピークごろはトントン、あるいは少し効果がありますが、中間期では効果がありません。中間期には窓を開けることができるので、ファンに頼ることなく自然換気にした方がよいという知見を得たということになります。

になります。一方、冬になりますと、コールドドラフトと言って、大きな窓面で空気が冷やされて足元に冷たい空気がどんどん流れてきます。エアコンで暖房しようと思っても、暖かい空気はどんどん上にいってしまい、足元が暖まらない状態ができてしまいます。これは床暖房で暖めるしかないということです。吹き抜け空間をつくることはよくありますが、床暖房を入れることは絶対条件ではないかと思えます。



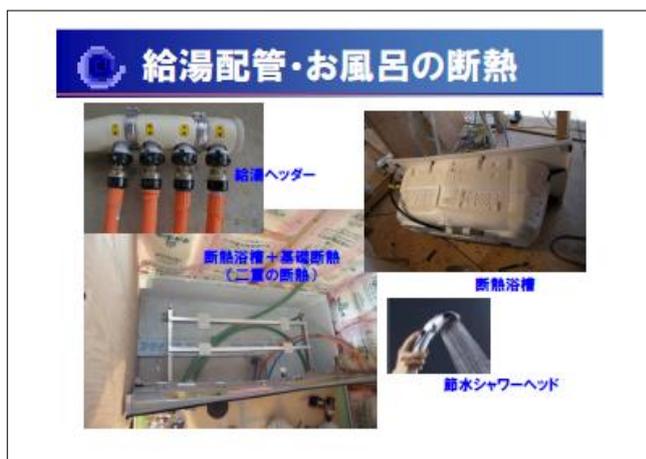
この床下のチューブを使った換気と先ほどご紹介したロールスクリーンを組みわせると、留守中の環境改善にも役立ちます。春や夏、秋にしばらく家を留守にして帰ってくると家の中がムツとすることがありますが、これを動かしておくことで室内にはほどほどの冷たい空気が入ってきて、日射によって暖まった空気を上の方に追いやることができるので、帰宅時の不快感が軽減されます。

その他、吹き抜け空間をつくる際の注意点についてお話ししますと、ひとつには庇が大事になります。本来、ある程度の長さの庇があれば日差しは入ってこないのですが、庇がなければ遮蔽や窓まわりの断熱が必要

ここから先はトピックス的に簡単にご紹介していきます。まず、太陽光発電についてですが、太陽光発電では、温度が上がると発電効率が下がります。この建物は棒瓦葺きの屋根をつけていますので、そこにダイレクトにパネルをつけ、裏側に積極的に風を通す工夫をすることで太陽光発電パネルの温度を下げ、発電効率が下がらないように配慮しました。通常はフレームを組んでその上にパネルを乗せるのですが、ここでは棒瓦葺きの屋根に直接固定できる金具を一緒に開発してもらいました。

太陽光発電の発電効率をチェックしたのがこのグ

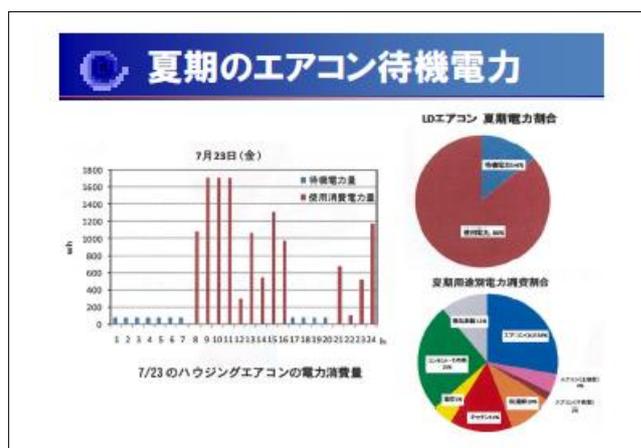
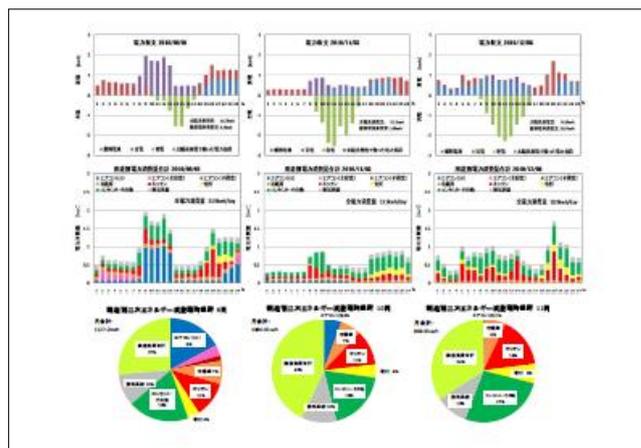
ラフです。横軸が外気温、縦軸が発電効率を表しています。左のグラフを見るとわかるように、夏になると約2~3%効率が落ちていきます。右側のグラフは、通風によって効率が上がるかどうかを調べるため、パネルの裏側に風が通るようにした状態と発砲スチロールのようなもので空気が通らない状態をつくり発電効率を比較したものです。結果は、通風状態にすると1%くらい効率が上がりました。よって、太陽光発電を行う際には通風をよくすることが望ましいと言えます。



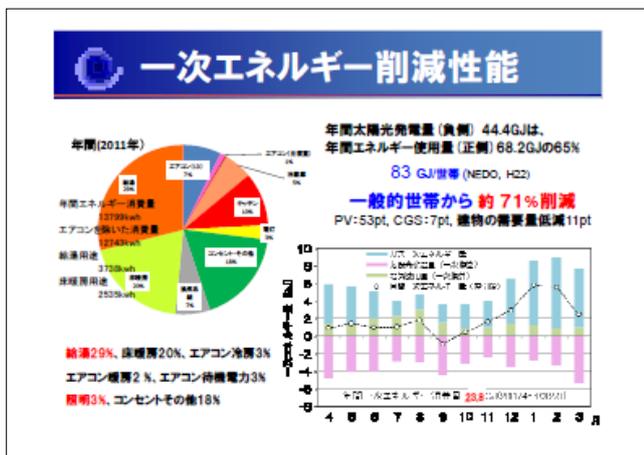
お風呂の関係も最近はかなり省エネ化が進んでいまして、断熱浴槽というものも出ています。基礎断熱にして浴槽も断熱浴槽にするという二重断熱にすると断熱性がより高まり、冬であっても、夜に湯船にためたお湯に翌朝加温することなく入れるくらい熱損失が少なくなります。

次はローテクではなくハイテクの話になりますが、燃料電池を入れ、その排熱を使って給湯をしています。年間でどれくらい給湯にまわすことができているかをチェックしたところ、給湯加熱量の約80%が燃料電池の廃熱で賄えており、非常に省エネに貢献していることが確認できています。最近では、潜熱回収型の高効率給湯器も出ていますので、そうした最新のものと燃料電池を取り入れた場合でどちらが省エネになるかをチェックしてみました。年間で約7%の省エネ性能があることを実測データから確認しました。

その他、最近、HEMS (Home Energy Management System : 住宅用エネルギー管理システム) というものがメジャーになってきていますが、当時はまだ発売前でありベータ版をメーカーと開発して導入しています。HEMSの基本的な機能としては、太陽電池と燃料電池がどれだけ発電し、家庭内のどのコンセントでどれくらい電気を消費したかがわかるというもので、この住宅では各々のエアコン、クッキングヒーター、冷蔵庫、電子レンジといったように、細かく30回路以上の用途を分けて計測しています。

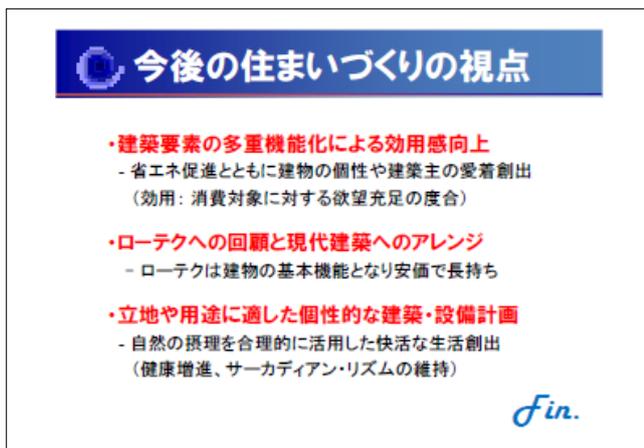


このデータの中でいちばん参考になったのは、夏期におけるエアコンの待機電力です。最近のルームエアコンは待機電力が小さくなってきていますが、ハウジングエアコンの方はなかなか対策が進んでいません。その待機電力がどれくらいあるのかを見てみると、夏期のエアコン消費電力全体の14%くらいを占めており、これは少なくないということです。HEMSを使うとこうしたことも見えてきます。



それで、この住宅の建物全体でどれくらい省エネになったかということですが、一般の住宅と比べて71%削減という結果になりました。太陽電池をさらに増やせばゼロエネルギー住宅にすることもできますが、現状では約53%のエネルギー削減に寄与しています。光熱費については太陽光発電の売電があるため、年間の光熱費は0円で更に、年間3万円くらい儲かっています。

6. 今後の住まいづくりの視点



最後に、今後の住まいづくりの視点をまとめました。

ひとつには、建築要素の多重機能化によって効用感を向上させていくということです。ひとつの要素をつけるにしても、あれにもこれにも役立てられるのではないかとという視点で上手に組み合わせていくということです。2つめとしては、それを考えるときにはローテクをベースに考えるということです。これまで使っていたもの、これまで発想されていたものを現代的にアレンジするのがよいということです。3つめは、自然エネルギーを使っていくためには立地が非常に大事であり、地の利を生かすことにも気を配る必要があるということです。こうした点に立脚して建物を設計していくと、建物自体が地域に合ったおもしろい形になっていき、街全体としても同じような家が並ぶのではなく、それぞれの住まい手の思想が反映された魅力ある“わが家”が立ち並んでゆくのではないかと考えています。

以上で終わります。ありがとうございました。

講師プロフィール

田中英紀(たなか ひでき)

名古屋大学 施設・環境計画推進室 特任教授
1970年生まれ

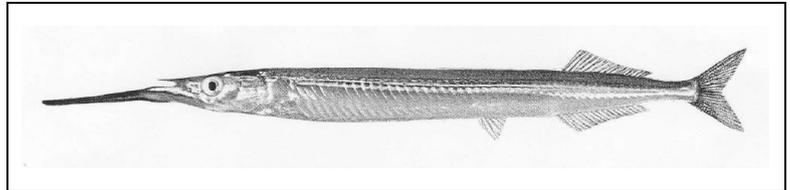
1998年 名古屋大学大学院工学研究科 建築学専攻
博士課程卒業 専門分野は建築環境設備工学エネルギーシステム工学

【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一秋 「サヨリ釣り」

スリムな回遊魚サヨリ

「細魚」と書いてサヨリ。下あごが細く針状に突出した身体の細い魚である。日本の沿岸に生息し、大小問わなければ周年姿が見られる。



秋には、湾内に「エンピツ（鉛筆）」の愛称で呼ばれる 20cm 程度の幼魚が入ってくる。群れが大きく、撒き餌に水面がざわめくほど集まり、タモで捕まえられるほどである。港内の足元でも他愛なく釣れ、束釣り（100匹）も珍しくない。この時期に釣れ盛る小アジとともにファミリーに人気のターゲットとなる。

成長するにしたがって、サヨリは沿岸を広く回遊するようになり、釣り場も潮通しの良い外海に面した堤防や磯に移ってゆく。釣り人がめっきり減った冬場、波の穏やかな日を選び、サヨリを追ってみるのも味がある。サヨリは2年物で30cmほどに成長し、良いポイントに当たるとサンマ級の大釣りも稀ではない。

春から初夏にかけては、40cmほどにまで成長し、磯釣り師の竿をひったくる。この時期のサヨリは、「カンヌキ（門）」、または「サンマ」ならぬ「ヨンマ」と呼ばれる、「サヨリスト*1」の憧れの魚である。

サヨリは大型になるほど脂がのって旨味も増してゆき、寿司の高級素材として高値で取り引きされる。

*1：サヨリファンは某女優ファンの「サユリスト」をもじって「サヨリスト」と呼ばれる。

サヨリ釣りの棚*2

サヨリは表層を群泳しながらプランクトンや小型のアミ類を常食する魚である。海が荒れた日には泳層も深くなるが、通常は1ヒロ*3までである。撒き餌を打つと水面にライズ*4するほど浮いてくるので、棚は20cm～1mと浅めに取るが、さざ波程度の小波でも棚は深くなるし、餌取り*5の状況でも違ってくる。エンピツ級のサヨリの下にサンマサイズのサヨリが姿を見せることもあり、周りで良型が掛かるようなら、その棚を参考にしたい。常に水面下に目をやるのが釣果につながる。

*2：魚が泳いでいる遊泳層のこと。

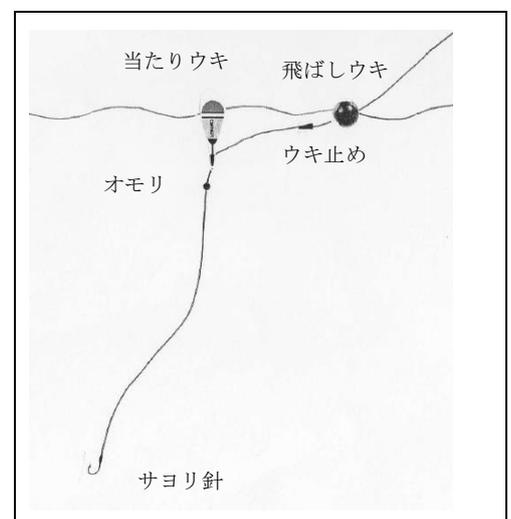
*3：長さの単位。尋。通常1尋は6尺（約1.818m）とされる。

*4：魚が捕食するために水面から姿を現すこと。

*5：本命の魚が餌を食べる前に目的外の魚が餌を取ってしまうこと。

当たりと取り込み

サヨリは口先から口の中まで堅い魚で、釣り続けると針先が甘くなる（刺さりが悪くなる）のが早い。サヨリの口内を貫くためには短く鋭い合わせが必要であり、時々針先をチェックし、爪の上で針先が滑るようなら早めに交換する。針が深く刺さるよう、返しをペンチで潰しておくといよい。餌は針に添わせ丁寧に刺し、



針先は出しておくと掛かりがよい。

サヨリは餌をくわえても、その場で大きくは動かず居食いをすることも多い。ウキがスパッと消え込むこともあれば、食い上げて寝ウキ状態^{*6}になったり、まったく変化がなかったりもする。サヨリ釣りでは、ウキは当たりを見るためというより、餌を一定の棚に留めておくためのものと考え、たえず動かして誘い、様子をみるのがコツと言える。浅棚の釣りでは沈んでゆく餌を目で追い、それが消えた刹那に合わせを入れる「見釣り」も可能でこれが面白い。

良型のサヨリは元気そのもので最後まで暴れ、簡単に手でつかめるものではない。掛かりが浅いと手元に来てはバシ^{*7}易く、取り逃がしてしまうことも多い。波消しブロックや磯などの足場の悪い釣り場ではなおさらのこと、抜き上げたらタモ(鮎タモなど)に吊るし込むのが無難である。また、サヨリはつかむだけで手がウロコまみれになる魚であり、針を外すための先細ペンチ、手洗いバケツやタオルは必須である。

*6：横に寝た状態で浮くウキ。

*7：一度針に掛った魚がはずれてしまうこと。

撒き餌で寄せる

回遊するサヨリを留め置くために欠かせないのが撒き餌である。撒き餌は市販品もあるが簡単に自作できる。米糠8に対してアミエビ(撒き餌用)2を混ぜるのだが、これにグレ用集魚剤を少々プラスするのも効果的である^{*8}。これをベースに海水を多めに加え、シャビシャビの状態にすると出来上がり。

サヨリは撒き餌を打つ水音に敏感に反応するため、水を多めに加えることがコツだ。撒き餌を打つと、すぐに小アシなど様々な餌取りが集まり我先にと餌を取るが、サヨリは少し離れたところで控え目にウロウロするばかりで、なかなか近くには寄って来ない。サヨリは猛々しい「ダツ」の仲間であるが、少々臆病な面もある。

仕掛けの届く範囲に寄ってきたら、いよいよ釣りの開始である。撒き餌はサヨリの群れを足止めするように少しずつ切れ目なく打つ。しかし、人の多い釣り場では、競うようにどんどん撒き餌を打ってもサヨリの腹が一杯になって逆効果となることもある。

*8：冬場は米糠とアミエビの割合を2：1にして臭いで寄せる。

(釣り人／工藤秀和)

タックル(釣り道具)

竿：溪流竿、硬調子～中調子、6.3m～ 長めの方が
広範囲を狙える

道糸：ナイロン、1～1.5号

ハリス：フロロカーボン、0.8～1.2号

針：サヨリ針、3～6号、大型にはキス針5～6号

当たりウキ：小型セルウキ、カヤウキなど

飛ばしウキ：O社遠投スーパーボールS、他小型グレ
ウキなど

オモリ：カミツブシ他調整用ガン玉

その他：ウキ止めゴム、ヨーシ、小型ヨリモドシなど

*ポイントが遠ければ磯竿1号、5.4mなどで・チヨ
イ投げで狙う。その他道具類として、撒き餌用バケ
ツ、ヒシャク大、水汲みバケツ、タモ(またはバッ
カン)、先細ペンチ、偏光メガネ

サヨリ釣りの餌

市販品の太粒アミエビ(付け餌用)が実績があり、使
いやすく基本の餌となる。他に、石ゴカイ(内湾の汽
水域での小型サイズに向く)、オキアミ(磯などの大
型サイズ向き。むき身で使用)、白ハンペン(ス
トローで抜いて使用する)などがある。

実績のある釣り場

北陸 若狭湾～越前にかけての各港や釣り筏

三重県 五ヶ所湾～英虞湾にかけての各港や釣り筏

*冬の北陸の釣り場は海荒れ等で日ムラも多い。群れ
の回遊はサヨリしだい。釣り場を限定しての釣行よ
り現地で釣れている港や磯を探す方が手堅い。

〔講演記録〕

地球温暖化に挑む
～緩和と適応の考え方～

名古屋大学大学院環境学研究科 特任准教授 杉山 範子

名古屋大学の杉山でございます。今日は「地球温暖化に挑む～緩和と適応の考え方～」という、まさに私たちが挑んでいかななくてはならない温暖化問題についてお話させていただきます。そして、「地球温暖化対策」には「緩和」と「適応」という2つの対策があることを皆さんに知っていただきたいと思えます。

1. 地球温暖化問題とは

今日は IPCC の資料を使いながら、地球温暖化問題と、「緩和策」と「適応策」についてお話していきますが、最初に、地球温暖化の将来予測を反映させた未来の天気予報をお伝えします。私は大学で研究を行うようになる前は気象キャスターの仕事をしていました。その頃を思い出しながら、2100年の天気予報をお伝えしてみたいと思えます。

「今日も日本各地で強い日差しが照りつけ、気温が上昇しました。今日の最高気温は四万十市で 44.9℃、東京では 43.6℃を記録しています。名古屋は最高気温が 44.0℃を記録し、猛烈な暑さとなりました。この暑さで今日までに全国で 12 万人が熱中症で病院に運ばれています。引き続き熱中症対策に気をつけてください。この暑さですが、最高気温が 30℃を超える真夏日が全国的に増えていまして、沖縄ではもう半年近く続いており、大阪や東京でも 100 日を超えています。そして、なんと北海道の札幌では 1 か月半に相当する 47 日を記録しました。全国的に気温の高い状況は今後も続きそうです。

では、気になる明日の天気です。明日も全国的に強い日差しが照りつけて気温が上がるでしょう。名古屋、

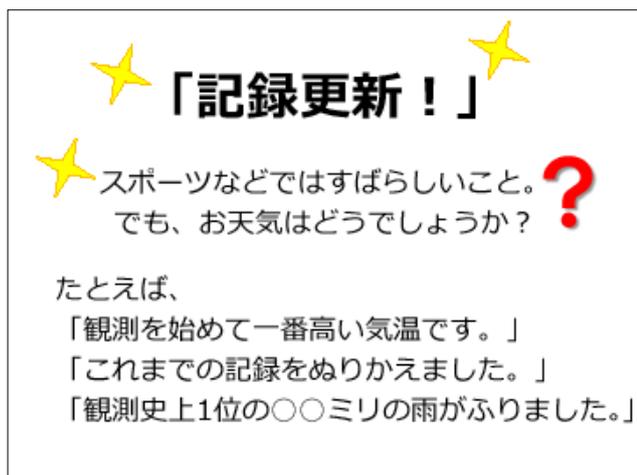
東京は最高気温が 44.0℃を超える見込みです。特に名古屋は午前の早い時間から 35.0℃を超えそうです。高齢の方、お子さんなど、暑さに弱い方はなるべく早い時間帯に熱中症防止シェルターに移動してください。また、大気の状態が不安定になっていまして、上空には強い寒気が入ってきています。このため、局地的に不安定な天気となっており、山沿いの地域では大雨による河川の氾濫や崖崩れが起こっています。明日も大気不安定な状況が続きそうですので、レーダーの画面で細かな情報のチェックをするようにしてください。一方、南の方では雨があまり降っていません。降水量が不足していまして、農作物が枯れる被害が出ています。引き続き農家の方は農作物の管理などにご注意ください。

次に、台風情報です。南の海上で台風 10 号が発生しています。この後、さらに発達しながら中部地方に上陸する可能性が高くなってきました。今後のシミュレーションをご覧ください。中心付近では瞬間風速が 90m を超えています。この後も勢力を強めながら北上し、来週には中部地方に上陸する見込みです。これまでなかったような被害が出る恐れがありますので、今後の台風情報にご注意ください。

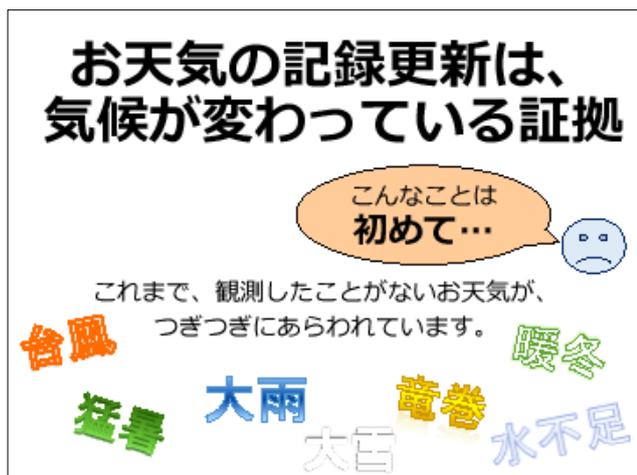
以上、未来の天気予報をお伝えしました。」

今お伝えした未来の天気予報に出てきた 44.0℃という気温に対して笑い声も聞こえておりましたがけれども、最近では最高気温が 40.0℃を超えることが現実になってきていますので、私は 2100 年よりも前倒しでこのようなことが起こってくるのではないかと怖くなっています。44.0℃という気温は IPCC の将来の

予測データから計算したものです。今のような状況で気温が上がり続けると、将来このようになるということを皆さんに認識していただくためにやってみました。



さて、私が気象キャスターをしていた頃、気になっていた言葉があります。それは「記録更新」という言葉です。「記録更新」はスポーツではとても素晴らしい言葉だと思います。オリンピックや競技会で最高記録が出たとなれば、素晴らしいことですよ。これに対して、天気ではどうでしょうか。私がお天気キャスターをしていたのは10年以上前のことになりましたが、その頃から「記録更新」という言葉をお伝えすることがありました。「観測を始めてから一番高い気温です」、あるいは「これまでの記録を塗り替えました」、「観測史上1位の〇〇mmの雨が降りました」といったことが毎シーズンあったわけです。それっておかしな現象ですよ。皆さんもおかしいと感じていたのではないかと思います。天気の「記録更新」というのはグッドニュースではなく、バッドニュースだと思います。



近年、私たちがこれまで経験したことのない天気が次々と現れています。異常気象による被害にあわれた方にインタビューをすると、「80年ここに住んでいるけれどもこんなことは初めてです」とか、「こんな雨は初めてです」、「こんなことは今までなかった」という声が聞かれます。図の中に「こんなことは初めて」と書いてありますがけれども、これは私にとってニュースの中のとてにも気になるコメントです。気象台がずっと観測を続けているなかで、これまでなかった数値を観測し、私たちが身をもってそれを経験するような時代になってしまったということです。日本は自然災害を避けられない国ですけれども、今まで観測したことのない現象、皆さんが経験したことのない極端な現象が全国で次々に現れていて、残念なことに、今後も極端な現象が増えていくだろうと予測されています。

私が大学院生だった2005年の年末に名古屋で大雪が降りました。それまで温暖化イコール気温が上がるということというイメージを持っていたのですが、実は温暖化によって極端な現象、つまり強い寒気が入ってきて極端な大雪が降ることもあるということ、その時身をもって感じました。ですから、ここ10年ほどは温暖化とは単に気温が上がるのではなく、極端な気象現象が起きたり、今まで私たちが慣れ親しんできた気候が変わったりする怖さがあるということをお話ししてきたのですが、なかなか対策が進んでいないことも実感しています。

地球温暖化問題に関しては、皆さんもご存じのようにIPCCという世界的な組織がありまして、定期的にレポートを発表しています。その最新のものが第5次報告書（AR5）であり、2013年から2014年にかけて発表されました。これは30,000本もの科学者の論文をもとに、4万人くらいの専門家が集まって作られた、たいへん膨大な報告書で、いろいろな報告がされたり予測がされていたりします。今日はその中からいくつか抜粋してお話ししていきますが、その前に年表を見ていただきたいと思います。

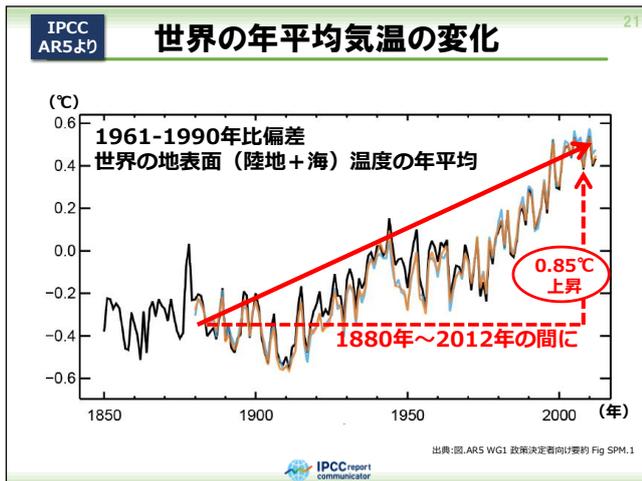
地球温暖化問題に関する国際交渉の歴史		
西暦	現場と開発に関する国際連合会議 (UNCED) フラツル・リオデジャネイロ	1990 IPCC AR1
1992	「気候変動枠組条約」(UNFCCC) 採択・署名開始	
94	UNFCCC (「気候変動枠組条約」) 発効	
95	COP1 ドイツ・ベルリン 「ベルリン・マンデート」	1995 IPCC AR2
96	COP2 スイス・ジュネーブ 「ジュネーブ宣言」採択	
97	COP3 日本・京都 「京都議定書」採択 (1997)	
98	COP4 アルゼンチン・ブエノスアイレス 「ブエノスアイレス行動計画」	
99	COP5 ドイツ・ボン	
00	COP6 オランダ・ハーグ	2001 IPCC AR3
01	再編合会 ドイツ・ボン 「ボン合意」	
2002	COP7 モロッコ・マラケシュ 「マラケシュ合意」 Rio+10 持続可能な開発に関する世界高級会議 (WSSD) 南アフリカ・ヨハネスブルグ	
02	COP8 インド・ニューデリー	日本、「京都議定書」批准
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	
07	COP13 インドネシア・バリ 「バリ・ロードマップ」	2007 IPCC AR4
08	崩壊対峙モット、COP14 ポーランド・ボズナナ	「京都議定書」第1約束期間開始 (2008-2012)
09	COP15 デンマーク・コペンハーゲン 「コペンハーゲン合意」	
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 フラツル・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oha 「ドーハ・ゲートウェイ」	2014 IPCC AR5
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	

これは大学の授業でも使っているものですが、温暖化の問題はすでに年表ができるほど時間が経過しているということです。CO₂が地球の気温を上げることは1980年代に分かっていました。ところが、国際的な条約がつくられたのは1992年です。高校生にこの話をすると、「まだ生まれていません」という言葉が返ってくるのですが、それくらい前にできた条約です。この条約においてCO₂を減らすという世界的な合意がされたのですけれども、どの国が、いつまでに、どれくらい減らすのかといったことは決まっていませんでした。1997年に京都で開催された第3回締約国会議(COP3)で「京都議定書」が採択され、先進国がいつまでに、どのくらい減らすのかという約束がやっとできました。けれども、ここで決まったからと言って、その約束がすぐにスタートしたわけではなく、各国が持ち帰って検討し、実行に移すと決めた国の割合がある程度を超えたところで京都議定書が発効したわけです。これが2005年です。97年から8年もかかっています。そして、第1約束期間という最初の取り組み期間が始まったのが2008年です。実に京都議定書が採択されてから10年後です。現在は第1約束期間の4年間の取り組みが終わって、第2約束期間に入っていますが、日本はこれには参加していないという状況です。国際的に取り組むには何と時間がかかるのだらうと思いませんか。ですから、国際的な約束や取り組みや国の制度ももちろん大事ですが、それぞれの地域で、私たちが取り組むことが大事なのではないかということで、私は地域の取り組みについて研究をしてきました。

90年代には、地球温暖化は「喫緊の問題だ」、「待たなした」と言われてきましたけれども、未だに同じことが言われています。当時、環境省は「ストップ温暖化」というキャッチフレーズを掲げていましたけれども、最近は聞きません。すでに、「ストップ温暖化」はできなくなってしまっているということです。このことを高校生や大学生に話すと、ショックを受けるようです。彼らは節電や省エネに取り組みれば温暖化はストップできると思っていたと言います。しかし、世界中の人たちが今すぐCO₂を出すことを止めたとしても、これまでに大量のCO₂を大気中に出してしまっているため、残念ながら地球温暖化は止められません。しかし、ここで絶望してしまって何もしないのではなく、今やるべきことがあります。それは何かというと、ひとつには、もうこれ以上温室効果ガスを増やさないで減らしていくことです。そして、もうひとつは、気温が上がってしまうので、その悪影響に備えることです。この2つが今できることであり、それが「緩和策」と「適応策」というわけです。

「緩和策」とは、温室効果ガスを減らすことですが、なぜそれを「緩和」と言うのかというと、温室効果ガスを減らすことによって地球の気温が上がっていくスピードを抑えることになるからです。生物は急激な気温の変化やそれに伴う環境の変化についていくことができません。ですから、気温の上がるスピードをできるだけ緩めることが望まれます。それから、上がる温度の幅です。大幅に温度が上がるとそれに対応するのはたいへんなので、少しでも温度の上がる幅を小さくする、それが「緩和策」です。「緩和策」という言葉は難しいと思われるかもしれませんが、これはすでに皆さんが取り組んできたことです。省エネや節電によって使用するエネルギーの量をなるべく少なくして、CO₂などの温室効果ガスをなるべく出さないようにする、これが「緩和策」です。ですから、これまで皆さんが取り組んできたことをこれからも続ける、また、さらに広げていくことが大事です。そして、もうひとつが「適応策」です。これは後ほど詳しくご説明しますが、私たちの社会、生活は気温の影響を受けていますので、気温が上がることによって生じ

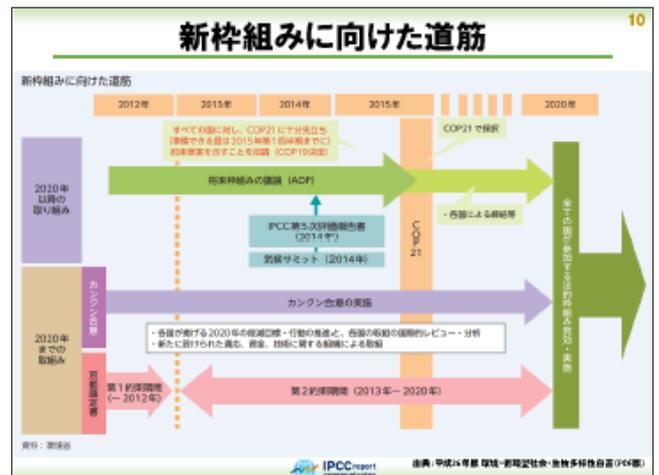
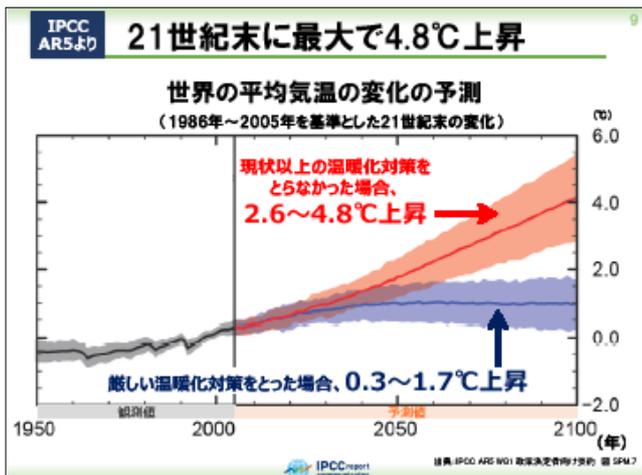
る影響は残念ながらたくさんあります。その影響をできるだけ小さくしていく対策が「適応策」です。



皆さんは世界の年平均気温が実際にどのくらい上がっているかご存じでしょうか。1880年から2012年の間に、約0.85°C上昇しています。日々の気温の変化はもっと大きいので、0.85°Cはたいした数字ではないように思われるかもしれませんが、全世界で、年間で平均して0.85°Cという数値はものすごく大きな影響を地球にもたらしています。ちなみに、日本の年平均気温の変化は1.14°C、名古屋の年平均気温の変化は2.9°Cです。名古屋などの都市は地面がコンクリートやアスファルトに覆われていますし、ビルなどがたくさん建てられていて人工の熱が大量に出されていますので、ヒートアイランド現象が加わって2.9°Cも気温が上がっているということです。ちなみに、東京の年平均気温の変化は3.2°Cです。このように温室効果ガスの影響だけではなく、私たちの生活する空間の環境が変わってきたことも気温を上げる要因になっています。

今お話したのはこれまでの気温の変化ですが、それでは今後の気温の予測はどうなっているのでしょうか。もしも2100年まで温暖化対策を行わないならば、上の図のグラフに示されているように、2.6~4.8°C気温が上がっていくと予測されています。誤差もありますが、最悪で4.8°Cくらい上がってしまうということです。一方、厳しい温暖化対策を行うことができれば、0.3~1.7°Cの上昇幅に抑えられるのではないかと予測されています。とはいいいながら、これまでに0.85°C上がってしまったことを考えると、今後0.3~1.7°Cの気温の上昇に抑えるにはかなりの努力が必要だと思われま

す。科学者の間では、コンピュータを使って気温の上昇幅を予測するシミュレーションが行われています。それによると、2050年まではあまり気温は上がりず、2050年を過ぎたあたりから気温の上がり幅が一気に大きくなると予測されています。さらに、2060年代に入ると、北半球の気温の上がり幅が大きくなると予測されています。すなわち、2050年まではCO₂の排出削減に取り組んでも取り組まなくても、それほど大きな差はないかもしれませんが、一方で、2050年を過ぎてからの気温の変化は、削減の取り組みがなされなければより大きくなってしまいうという予測です。つまり、私たちが今どういう行動をとるかによって、2050年から先の未来が大きく左右されるということです。50年代まではやってもやらなくても変わらないのだから何もしないというのではなくて、将来の世代のために今から対策を行っていくことがたいへん重要であるということです。



地球温暖化に対して世界は何もしていないわけではありません。科学者からの報告や予測を受けて、毎年国際会議を開いています。先ほど年表を見ていただいたように、京都議定書の第2約束期間が2020年に終了します。そこで、2020年より先の新しい枠組み、ルールを今年の年末にパリで開催されるCOP21で話し合うことになっておりまして、それが大きな転換点になるのではないかとされています。今までは先進国だけにCO₂の削減目標が課せられていたのですが、もはや先進国だけではなく、世界中のすべての国が参加する枠組みをつくって世界中のみんなでCO₂の削減に取り組まなければならない段階にきているということです。

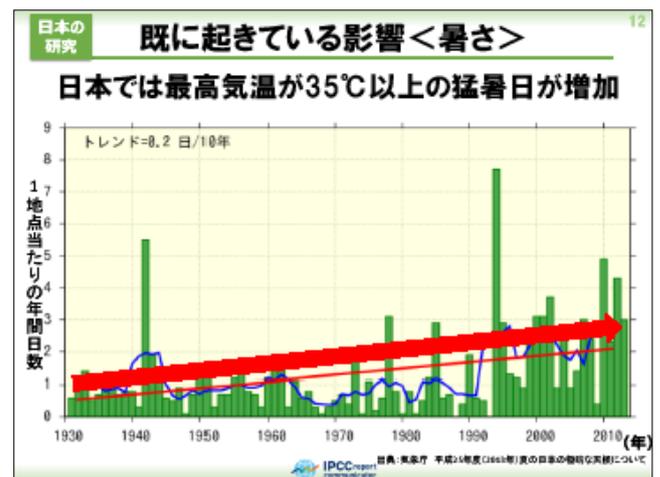
2. 地球温暖化の影響



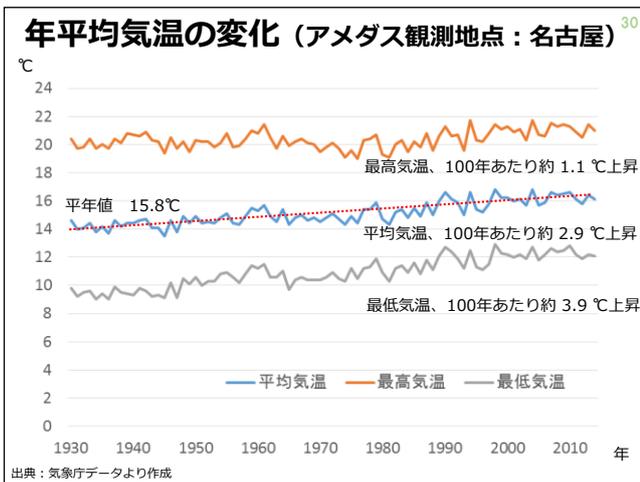
さて、世界の平均気温の予測などをご覧いただいたわけですが、これまでに気温が0.85℃上がっただけで、すでに様々な影響が地球上に現れています。そして、今後さらに気温が上がることによって予測される影響がこの図に書いてある内容です。

「極端な気温」と書いてありますが、今年の夏の暑さはまさにそうでした。10年くらい前は温暖化で人が死ぬことはないと言われていたのですが、この夏の熱中症のニュースをご覧になって実感されたのではないのでしょうか。暑さはもはや災害の原因となっています。不快感だけではなく、人の命を奪う要因になっていますから、対策が不可欠です。「極端な降水」もあります。雨の降り方が極端になり、量も多くなっています。一方で、日本ではあまりない現象かもしれませ

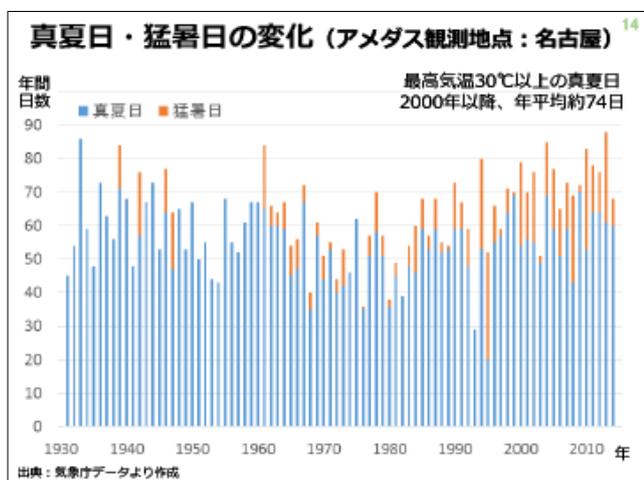
んが、国によっては雨が降らなくて困るという「乾燥傾向」という問題もあります。山火事が自然に発生したり、日々の生活に必要な水が不足したりする国もあります。また、壊滅的な被害をもたらすサイクロンや台風が世界各地を襲うようになっています。発生数は減ると言われているのですが、勢力の強いものがやってくる可能性が高いということです。さらに、気温だけでなく、海の水の温度も上がっています。「海面上昇」は氷が解けることによって生じるというイメージを多くの皆さんお持ちだと思いますが、実は海水温が上がって水の体積が増えることによって起こります。実際、今回のIPCCの報告書では海水温がかなり深いところまで上がっていることが報告されておりまして、海面上昇は今後もかなり速いスピードで続いていくのではないかと思います。そして、今回の報告書で新たに伝えられているのが「海の酸性化」です。CO₂は水に溶けやすい性質を持っておりまして、海はCO₂の重要な吸収源の一つになっているのですが、CO₂が溶けることによって海の酸性化が進んでしまいます。海の酸性化がなぜよくないのかについては後ほどご説明します。



次に、温暖化の進行によってすでに起きている影響をいくつかお話します。日本では「猛暑日」が増えていますけれども、私がお天気キャスターをしていた頃には「猛暑日」という言葉はありませんでした。35℃を超える日が増えたため、気象庁が「猛暑日」という名前を新たにつくりました。おそらく、もうすぐ40℃を超える日に名前が付けられるのではないのでしょうか。

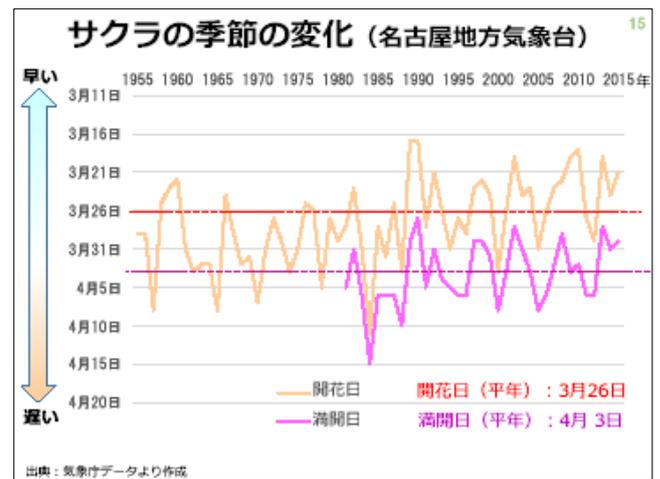


これは名古屋の年平均気温の変化をグラフにしたものです。年平均気温は100年で2.9℃上がっているという話を先ほどしましたが、最高気温は100年で1.1℃くらい上昇しています。名古屋はもともと暑い地域ではあったのですが、最も気温を上げている原因は、おそらくヒートアイランドでしょう。最低気温の上がり方が極端になっている、つまり、夜間や冬の気温の下がり方が鈍くなっているということです。寒い日が減っている、あるいは夏であれば熱帯夜が増えているということです。テストの苦手科目を克服すると平均点が上がるように、最低気温が上がることで平均気温が上がっているというわけです。全国的に都市では同じような傾向でして、将来はこのような傾向がさらに極端になってくると考えられます。

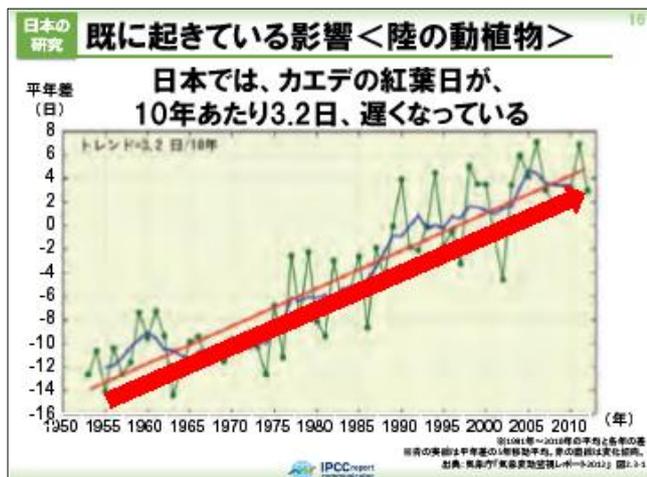


これは真夏日と猛暑日の日数の変化を示したグラフです。真夏日は最高気温が30℃以上の日、猛暑日は最高気温が35℃以上の日を言います。30℃以上の日数をみると、多い年も少ない年もあります。冷夏があったり、暑い夏があったりしますので、トータルでは

暑さは昔と変わらないようにも見えます。では、何が違うのかというと、極端に暑い日が増えてきているということです。つまり、35℃を超える猛暑日の割合がとても多くなってきているのです。たぶんこの傾向は今後も続いていき、厳しい夏が増えていくのではないかと思います。皆さんもこの夏の天気予報をご覧になって、最高気温が35℃以上だと「今日はたいへんだな」、35℃以下で32℃や33℃だと「今日は楽かなあ」と思われたのではないのでしょうか。これは怖いことですよね。少し前まではこんなふうには思っていなかったはずなのに、私たちの気温に対する感覚さえもいつの間にか変わっているのです。



次はサクラの季節の変化です。これは名古屋地方気象台で観測しているデータです。千種区に標本木がありまして、その木が開花した日と満開になった日を観測したものです。グラフの上の方が3月中旬、下の方が4月の中旬になっていまして、その年々の開花日と満開日が記してあります。これを見ますと、右肩上がりになっていまして、サクラの季節が早くなる傾向にあることがご覧いただけるとと思います。平年の満開日は4月3日であり、小学校の入学式の頃です。かつて、天気予報のコーナーで「将来、サクラは卒業式の花になってしまうかもしれません」と冗談で言ったのですが、最近ではそれも冗談ではなくなっていまして、とても開花の早い年も出てきています。気温の変化は植物にダイレクトに影響するのです。



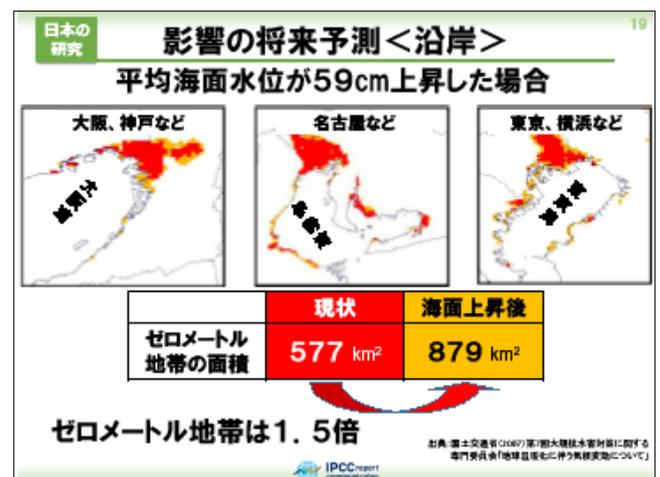
次はカエデが紅葉する日についてです。これはカエデの紅葉が平年に比べて遅いか早いかを示したグラフです。グラフが右肩上がりになっており、紅葉する日が遅くなってきていることがわかります。

このように、気温の変化は植物に直接的な影響を与えていまして、それが私たちの生活にも間接的に影響しています。海の生物で言えば、サンゴは海水温が1℃上がっただけで白くなって死んでしまいます。サンゴは褐中藻というプランクトンと共生しているのですが、水温が1℃上昇しただけでそのプランクトンが棲めなくなってしまうため、サンゴが死んでしまうというわけです。このようにわずかな温度の差がさまざまところに影響します。



先ほどから気温の上昇は植物に影響しますというお話をしていますが、農作物も植物です。コメは気温が上昇することによってデンプン質が偏って白く濁り、味が悪くなるという障害が発生しています。気温の上昇によって、品質が落ちてしまうわけです。リンゴは秋になっても気温が下がらないため、色づきが悪

くなるという高温障害がすでに報告されています。何年か前に発表されたデータによりますと、2060年代には、リンゴの主な産地は北海道になるのではないかと思います。一方、ミカンも東北の南部や関東の露地でも栽培できるようになるということです。現在のミカンの産地は気温が高すぎて、おそらくトロピカルフルーツをつくるようになる、あるいはもしミカンをつくるのならハウスで冷房しながらつくることにはならないでしょうか。このように気温の変化は農業にも非常に大きく影響します。



次は海面水位が上がるとどうなるかという話です。愛知県内には海面よりも低いゼロメートル地帯が伊勢湾周辺に広がっています。日本で一番広いゼロメートル地帯です。今後の海面上昇で海面以下になるところがさらに広がると予測されていて、その対象地域ではまさに「適応策」が必要になります。今は防波堤や防潮堤で守られていますけれども、海面水位が今後上がってきたらどうするのか、大雨や台風のと看にどう備えていくのが課題になってきます。

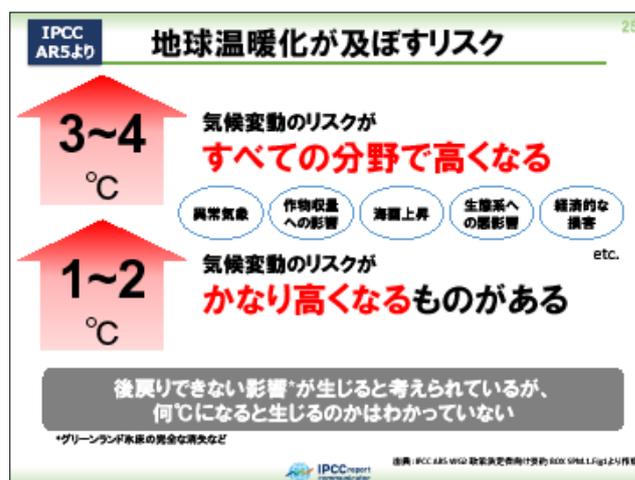


次は、気温の上昇による生きものへの影響、海の生き物の話です。先ほどサンゴの白化についてお話ししましたが、海水の酸性化が進むことによって、海の生き物の中には死滅してしまうものもあると懸念されています。上の図は 1850 年代の海の酸性度を示した図です。サンゴや貝は炭酸カルシウムで自らの身体を作っていますから、海の水が酸性に傾いてくると炭酸カルシウムが溶けやすくなってしまうため、命を守れなくなってしまうということです。これは海の生物の話だから私たち人間には関係ないというわけではありません。サンゴや貝などの生態系の一部が絶滅してしまうことによって、それを餌にしていた生き物も生き残れなくなるという問題が起こります。気温の上昇がひとつの植物や動物に影響し、やがて私たちの食べ物にも影響するという事です。

「風が吹けば桶屋が儲かる」ということわざがあります。風が吹くと塵や埃が舞い上がって目に入り、病気などで目の見えなくなる人が増え、昔は目の見えな人は生計を立てていくために三味線を弾いたのですが、三味線にはネコの皮が使われるのでネコが減り、その結果ネズミが増えてしまいます。ネズミは桶をかじるので、桶を修理したり新しく買ったりする人が増えることになり、桶屋が儲かるということだそうで、広辞苑に載っています。これは思わぬことから思わぬ結果が生じるというたとえですが、なぜ今日こんなことわざをご紹介するのかというと、気温が上がるとどうなるかということをお皆さんに想像力を働かせて考えていただきたいからです。「風が吹けば桶屋が儲かる」ということわざと同じように、気温が上がると何が起って、連鎖反応で次に何が起って、最終的に自分に何が及ぶのかと考えていくと、あまりにたくさんの方が考えられ、思いが及ばなくなってしまう。つまり、わからないことがたくさんあり、思いも寄らなかったことがたくさん起ってくるということです。今でさえ自然災害が起きると、いろいろなところに影響が及んで、思ってもみなかったような災害が生じています。将来温暖化によってどのようなことが起きるのかということについて、多くの研究者が研究していますけれども、わからないこともたくさんあ

り、「想定外」のことが起こってしまうことがあるかもしれないのです。ですから、今後は何度くらい気温が上がったらどんなことが起って、どんなリスクがあるのか、それに対してどんな対策をしておかなくてはいけないのか、今から備えておくことがとても大切です。とは言いながら、今の研究のレベルではいろいろな分野でリスクがたくさん増えることは分かっているものの、残念ながら、いつ、どこで、どのくらいの影響が起きるのかといった細かいところまでは分かっていません。

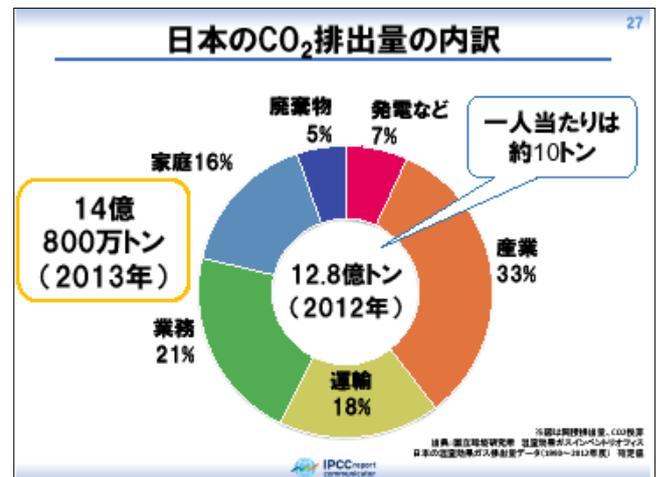
3. 地球温暖化とCO₂排出量の削減



世界では気温の上がり方を 2°C未満に抑えましょうという約束をしていますが、それは 2°Cくらいまでならば現在の人間の知恵や技術で対応できるのではないかと考えられるからです。一方、世界平均気温の上昇が 2°Cを超えてしまったら、おそらく一気にいろいろなところに影響が及んだり、あまりに現象が激しすぎて人間の手に負えなくなったりしてしまうのではないかと思います。ですから 2°C未満というのが大きな境目になるのです。

温暖化の原因についてはみなさんご存知だと思いますが、温室効果ガスです。地球全体の炭素の循環を見ると、炭素は CO₂として空気中に存在していたり、水の中に溶けたり、植物に吸収されたりと、さまざまにかたちを変えて存在しています。このうち、人間は化石燃料を燃やすことによって、炭素換算で年間 78 億トン(t-C)の CO₂を排出しています。また、植物に覆われていた土地を開発するなど、土地利用の変化で

出る CO₂が 11 億トン(t-C)あります。これらを合わせると 89 億 t-C です。つまり、人間によって 1 年間に 89 億 t-C の CO₂が出されているということです。一方、自然が 1 年間に吸収してくれる CO₂は 49 億 t-C です。そのほとんどは植物です。植物は光合成をするときに CO₂を吸収してくれます。この他、CO₂は湖や海の水に直接溶け込みます。しかし、森林や海などの吸収できる量には限界があります。ましてや森林伐採などによって緑が少なくなっていますから、その量はさらに少なくなっています。これらのトータルが 49 億 t-C です。先ほどお示した人間が排出する量と自然が吸収してくれる量を差し引きすると、毎年なんと 40 億 t-C もの CO₂が空気中に残ってしまっていることになります。つまり、私たちがやらなくてはならないのは、排出している量を減らすことです。世界中で CO₂を半減しましょうと言っていますが、まさにこの温室効果ガスを減らす取り組みが「緩和策」です。特に先進国では今より 80%以上減らすという合意がとれています。先進国はこれまでたくさんの CO₂を出してきましたから、歴史的に責任があるという理由で減らすことになっています。もちろん、自然の吸収量を増やすという方法もあるかもしれませんが、出す量を減らすことによって、空気中に残っていく量をできるだけ少なくしていくことが重要です。



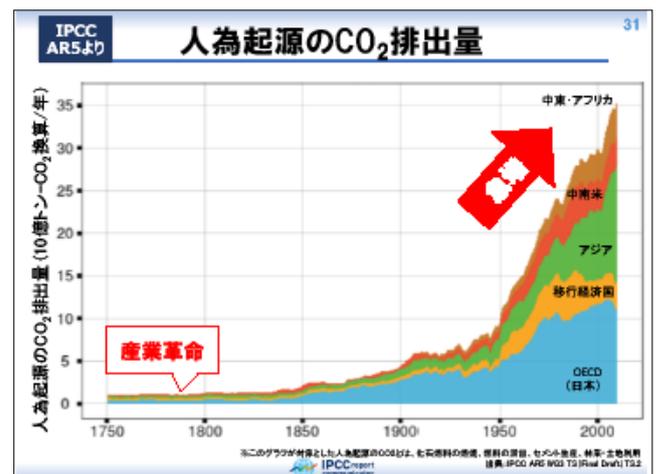
最新の 2013 年のデータですと、日本は全体で 14 億 800 万 t、1 人当たりになると約 10 t の CO₂を出しています。また、化石燃料の消費が増えているため CO₂の排出量はさらに増えています。先ほどお話ししたように、先進国はこれを 80%削減しなくてはなりませんから、かなりの努力が求められます。学生にこのような話をする時、「省エネや節電を頑張る」と言いますが、それだけでは将来の大幅削減にはとても間に合いません。日本全体で 8 割減らすためには、あらゆる分野での取り組みが必要であり、社会の仕組みを変えていかなくてはなりません。温室効果ガスの排出源、つまり、化石燃料の使用量を減らすことが大切です。移動に使う飛行機をはじめ、車も化石燃料を使います。電気も化石燃料で作っていますから、電気の作り方も問われます。例えば、トマトひとつをとっても、私たちの食卓に上がるまで、生産にも流通にも化石燃料が使われていますから、もののライフサイクルを考えてすべての段階で CO₂をできるだけ出さないような工夫をすることが大切です。

IPCC AR5より **地球温暖化の要因について**

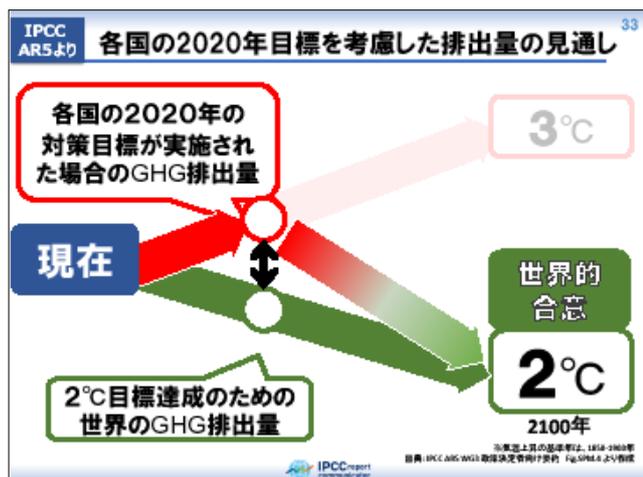
地球温暖化は、人間活動の影響が主な要因である可能性が極めて高い(95%の可能性)

* 人間活動の影響とは、化石燃料を燃やしたり、森林等を伐採することで「温室効果ガス」が増えてしまっていること

このように地球温暖化は人間活動の影響が主な要因である、その可能性は極めて高いと IPCC 第 5 次評価報告書で報告されています。これはほぼ疑う余地はないこととされています。

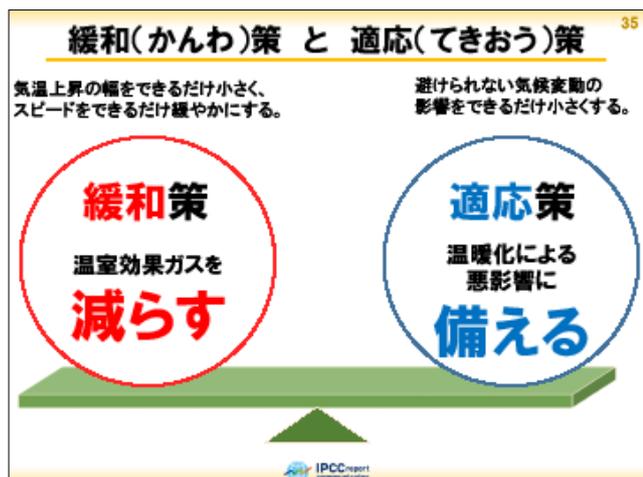


世界の CO₂ の排出量は急激に増えています。これらはすべて人間活動が原因です。



温暖化防止に関わる世界的な合意は気温上昇を 2°C 未満に抑えるというものです。しかしながら、今のままだとおそらく 3°C くらい気温が上がってしまうのではないかとされており、さらなる削減努力と大幅な転換が今から必要です。

4. 気候変動の「緩和策」と「適応策」



では、目標を達成するための方策には何があるかという、最初にも出てきました「緩和策」と「適応策」の2本柱になります。「緩和策」は CO₂ を減らすことであることはお分かりいただけたと思いますが、「知っている（知っている）」ではなく、この小さい「っ」をとって、「している」という社会になることを期待しています。省エネや節電といった小まめな行動は習慣にしてしまうのがいいと思います。それでも皆でやるのはなかなかたいへんですから、私は次のステップとして、社会全体の仕組みを変えていくことが大事だ

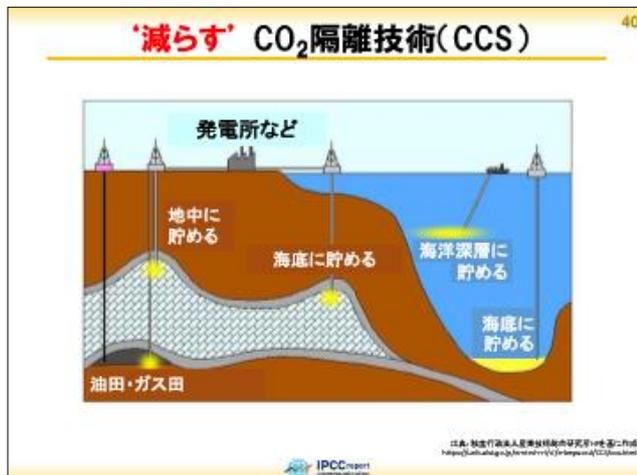
と思っています。



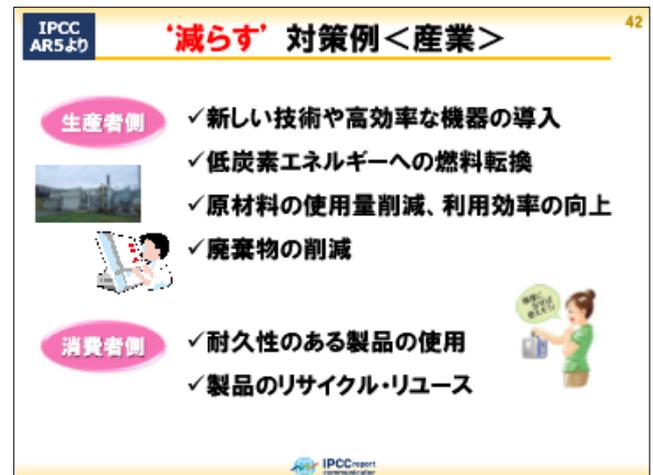
先ほど、「緩和策」はさまざまな分野全てで取り組まなくてはいけないとお話ししましたが、エネルギーの供給を化石燃料から低炭素のエネルギーに早く大幅に変えていくこと、産業分野でも効率をできるだけ高めていくことが重要です。



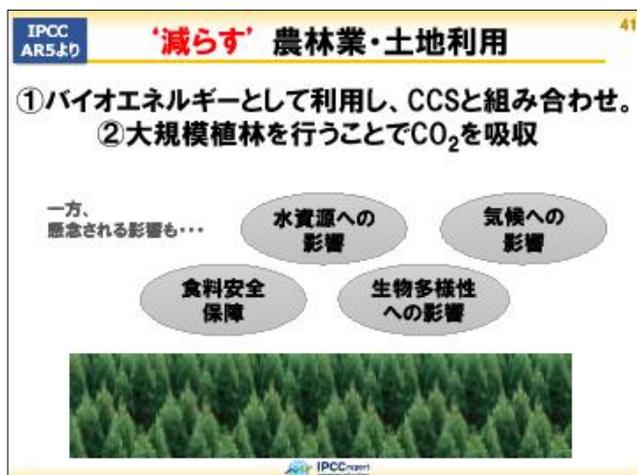
たとえば、低炭素なエネルギーへの転換には、原子力、再生可能エネルギー、そして従来の発電方法に新たな技術を組み合わせたものがあります。これは IPCC コミュニケーターの資料として作られたものなので原子力も入っていますが、原子力は放射性廃棄物の問題があり解決されていません。再生可能エネルギーは低炭素なもので導入促進が望まれますが、これだけで 100%で賄うことは難しいと言えます。再生可能エネルギーは地域によって偏りがありますし、天候によって左右されるものがありますから、それぞれの地域に適したものを取り入れる工夫が大事です。



これは CCS(Carbon dioxide Capture and Storage) という技術で、これまで通り火力発電を行うけれども、火力発電から出る CO₂を空気中に出さずに、地下や海底に貯めて閉じ込めてしまおうというものです。まだ実用化されていないので、日本で実際にできるかどうかはわかりませんが、現在研究が進められています。



また、消費者は CO₂を減らすための選択をしていくことも大事です。たとえば、なるべく CO₂を出さない製品を選んだり、購入した製品をできるだけ長く使ったりすることで発生する CO₂を少なくすることが求められます。来年からは電力が自由化されますので、CO₂の発生が少ない電力を選ぶことも消費者ができる「緩和策」のひとつになると思います。



これはバイオマスエネルギー、すなわち、植物を燃やして電気を得ながら、その際に出てくる CO₂は CCS の技術で減らすというバイオマス CCS と呼ばれている技術です。木は空気中の CO₂を光合成で固定してくれていますので、それを燃やして電気を作り、そこから出てくる CO₂を地底に埋めてしまうという技術で、真剣に研究されているようです。将来的にはこういった新しい技術が使えるかもしれません。

省エネ行動は「緩和策」としてこれからも引き続き皆さんに努力していただきたいのですが、こうした新しい技術ができればそれをうまく取り入れていくことも大切でしょう。



このほか、日本で進んでいない分野として家庭やオフィスなどの建物の対策があります。建物においてできる「緩和策」はたくさんあります。たとえば、住宅をつくる時、断熱性の高い省エネルギーの家にする、あるいは省エネルギーのものに改修することで、暮らし続ける中でのエネルギーの消費を減らすことができます。これにより CO₂の発生を減らし続けることができますので、ぜひ実行していただきたいと思います。

地球温暖化に‘備える’ 適応策<暑さ> 45

熱中症を防ぐための日常生活での注意事項

- (1)暑さを避けましょう。
(行動、住まい、衣服の工夫)
- (2)こまめに水分を補給しましょう。
- (3)急に暑くなる日に注意しましょう。
- (4)暑さに備えた体作りをしましょう。
- (5)個人の条件を考慮しましょう。
- (6)集団活動の場ではお互いに配慮しましょう。



出典:環境省(2014)熱中症環境保健マニュアル

「適応策」については、白井先生が後ほど詳しく話して下さると思いますけれども、たとえば、熱中症の暑さ対策があります。天気予報で「明日は暑くなる」という予報を聞いたならそれに備えるということも「適応策」のひとつです。もしくは、普段からスポーツをして暑さに強い身体をつくっておくことも「適応策」のひとつになります。「適応策」は難しいと思われるかもしれませんが、あらかじめ情報を得て、賢く備えたり、自分たちで工夫できることをしたりするといったことも「適応策」なのです。

‘備える’ 適応策<食料生産> 47

✓新しい栽培技術の導入
✓品種の改良

<適応しない場合>

着色不良のぶどう



➔

<適応した場合>

着色が良好なぶどう



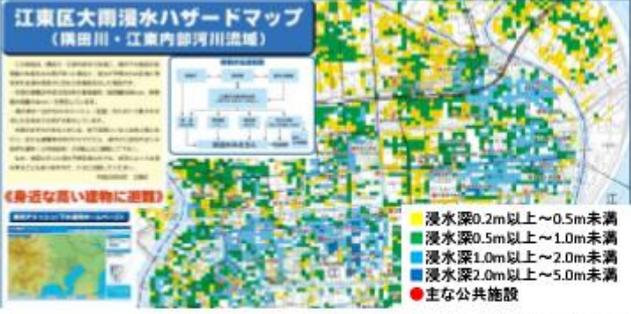
出典: 環境省「食料・農村政策」

農作物では、品種改良をして暑さに強い品種を開発、導入するという方法があります。これはすぐにはできませんから時間のかかる取り組みですが、将来を予測した上でその地域にあった品種や作物に替えていくことも「適応策」のひとつであるということです。

‘備える’ 適応策<沿岸> 48

洪水ハザードマップの事例

江東区大雨洪水ハザードマップ
(隅田川・江東内部河川流域)



■ 浸水深0.2m以上～0.5m未満
■ 浸水深0.5m以上～1.0m未満
■ 浸水深1.0m以上～2.0m未満
■ 浸水深2.0m以上～5.0m未満
● 主な公共施設

出典: 江東区「大雨洪水ハザードマップ」

災害対策はぜひやらなくてはならない「適応策」です。ハザードマップをあらかじめ作っておき、災害時などにそれをふまえてどういう行動をとるのか、日頃から備えておくことも「適応策」になります。皆さんには、「いつかやろう」ではなく、ぜひ今日にでもご自宅周りのハザードマップを確認しておいていただきたいと思います。

‘備える’ 適応策<沿岸> 49

高潮時のテムズ堤防の様子



出典: Thomas Sauter 2008 (R2180)

これはロンドンのテムズ川の防潮堤の写真です。写真の奥の方に市街地が見えています。高潮のときに市街地が浸水しないようにするために、川の下流側で門を閉じられるようにしています。これに対して、写真の手前側にある公園は浸水しても仕方がないという考え方のもとで設計しているのでしょうか。これも「適応策」のひとつです。今後このような住み分けのようなことも考えていかななくてはならないと思います。

まとめ 50

1. 現状以上の温暖化対策がなければ、現在と比べて21世紀末には平均気温が**最大4.8℃上昇**。
2. カンクン合意で各国が提示した目標を足し合わせたGHG削減量では、**2℃目標を達成することは難しく、更なる削減努力が必要**。
3. 地球温暖化対策には、**緩和策と適応策**がある。
4. (緩和策)気温上昇を低く抑えるには、**低炭素エネルギーへ大幅に早期に切り替えることと私たちの行動を変えること、社会の低炭素化につながる選択**をすることが重要。
5. (適応策)将来の気温上昇に**今から備える**ことも必要。



「適応策」については、白井先生から詳しくお聞きできると思いますが、私たちにできる「適応策」として、情報を得て賢く備えるということがあります。今は気象情報や防災情報なども多くありますので、ぜひうまく利用していただいて、いかに命を守るのか、生活を守るのかを考えていくことがとても大切です。

私の話はこれで終わります。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)

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〕

「気候変動の地元学」から始めよう。

法政大学 教授／サステナビリティ研究所 専任研究員 白井 信雄

法政大学の白井と申します。私はもともと気候変動への適応を専門にしていたわけではありませんが、昨年は20回くらい、今年も予定では20回くらいこのテーマで講演を行うことになっています。このようなお話をするようになったきっかけは、環境省の気候変動による地域への影響と適応に関する研究プロジェクトに関わったことです。法政大学の社会学部長である田中充先生がそのプロジェクトの代表をされていまして、私は事務局を担当しました。その成果をまとめたのが、地域適応研究会編の『気候変動に適応する社会』という本です。また、それぞれの地域において適応策を考えてもらうため、「気候変動適応フォーラム」においてモデルスタディを実施するとともにガイドラインを作って本にまとめたり、シンポジウムを開催したりしました。こうした取り組みを通して、気候変動に関する「地元学」の取り組みの重要性を認識するようになり、昨年あたりから全国各地でその発信を行っているというわけです。

目次

1. 気候変動への緩和と適応の考え方
2. 適応策の3つタイプと3つのレベル
3. 「気候変動の地元学」の実施例
4. 「気候変動の愛知学」を始めよう。

適応は皆さんにとって少し新しいテーマだと思いますので、その考え方について改めてご確認させていただきたいと思います。また、「気候変動の地元学」は、今年から全国のあちこちでご提案させていただいているのですが、飯田市では実際にこれまで2年間行っていますので、その状況についてご紹介させていただきます。皆さんにはそれぞれ、お住まいの自治体で「気候変動の地元学」に取り組んでいただくのがいいのですが、今日は「愛知学」というかたちでご提案させていただきます。

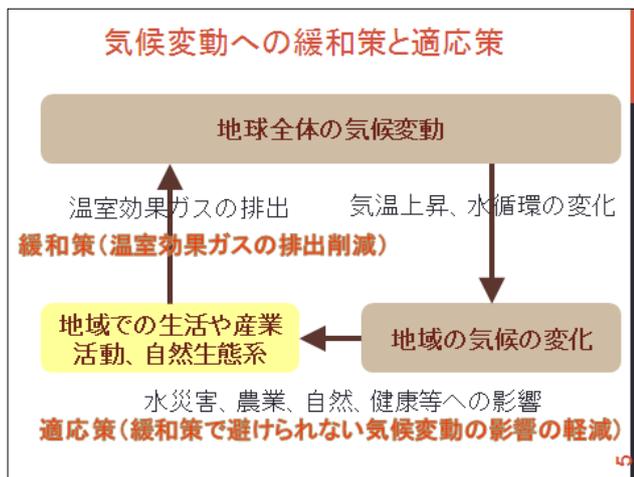
1. 気候変動の緩和と適応の考え方

1. 気候変動への緩和と適応の考え方

**気候変動(地球温暖化)対策には、
緩和策と適応策の2つがある。**

まず、気候変動の対策には、緩和策と適応策の2つがあるということです。

今日の講演では、はじめに気候変動への緩和と適応の考え方を確認させていただきます。その上で、特に

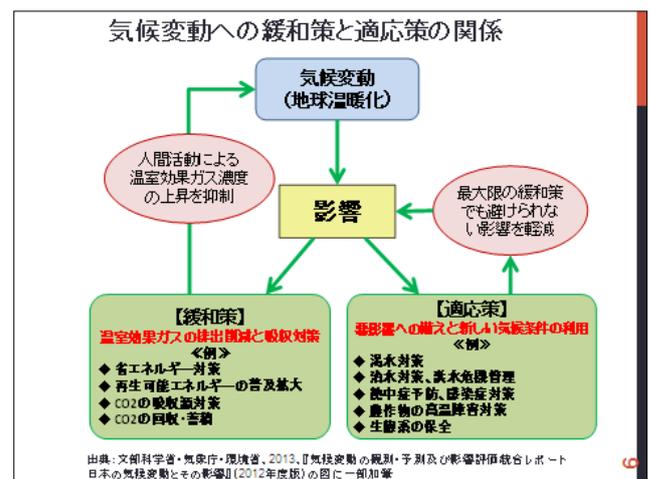


緩和策と適応策について、この図を使って簡単に説明しますと、地域での人間の活動があり、そこから地球温暖化ガスが排出されます。そうすると、地球全体の気候変動が起こり、その一環として地域の気候も変化します。気温がどんどん上がったり、雨の降り方がおかしくなったりするなど、地域ごとに影響が生じることになり、まさに今その状況にあるわけです。このような状況に対して、温室効果ガスの排出削減を行うのが緩和策であり、影響を防ぐのが適応策です。そもそも緩和策を最大限やれば影響は出ないわけであり、適応策はやらなくてもいいのですが、緩和策が遅れているために適応策もやらざる得なくなっているということです。

気候変動の問題は環境問題のひとつである大気汚染と比較すると理解しやすいと思います。大気汚染は車や工場が大気汚染物質を出すことで生じます。そして、それによって大気が汚染され、人体に影響が生じます。つまり、大気汚染の問題は排出があつて環境の変化が起き、被害を受けるという構造になっており、気候変動と同じであるわけです。しかし、大気汚染は大気汚染物質を減らすという対策、つまり緩和策を行うことでかなりの成果を上げてきました。一方で、大気汚染がひどい状況であれば、マスクをするという適応策もあります。最近では中国のPM2.5の問題があつて、マスクをせざる得ない状況も生じていますが、それは昔ながらの大気汚染の適応策であるわけです。

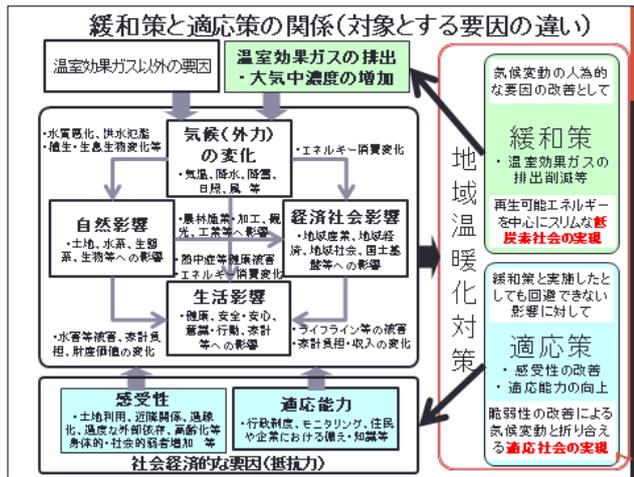
適応は新しい考え方だと思うかもしれませんが、環境政策にはもともと緩和と適応という2つの対策があつたと言えます。気候変動の影響に対しては、これ

までは特に緩和をやりましょうという考え方のもと、90年代から取り組んできました。それは、緩和策に取り組む前、つまり、温暖化の進行を止める前から「適応しましょう」と言ってしまうと、戦う前からあきらめてしまった敗北主義者のように受け取られがちであるため、あまり適応策に触れないようにしてきたのではないかと思います。しかし、現在、残念ながら気候変動の影響は起こり始めています。杉山先生のご講演において、世界の年平均気温は0.8℃上昇、日本では1.1℃上昇、名古屋では2.9℃上昇しているというお話がありました。すでにそれくらい気温が上がってきており、真夏日も増え、雨の降り方もおかしくなっています。このような状況ですから、気候変動対策は「将来に備えましょう」ではすまなくなっており、すでに生じている影響に対する適応をまず考え、さらには将来どう備えるのかについても考えていきましょうということ。大気汚染ではあまり言わずに済んできた適応を気候変動で言わざる得なくなっているのは、それだけ緩和策が遅れているということであり、また、それだけ気候変動は難しい問題であるということだと思います。



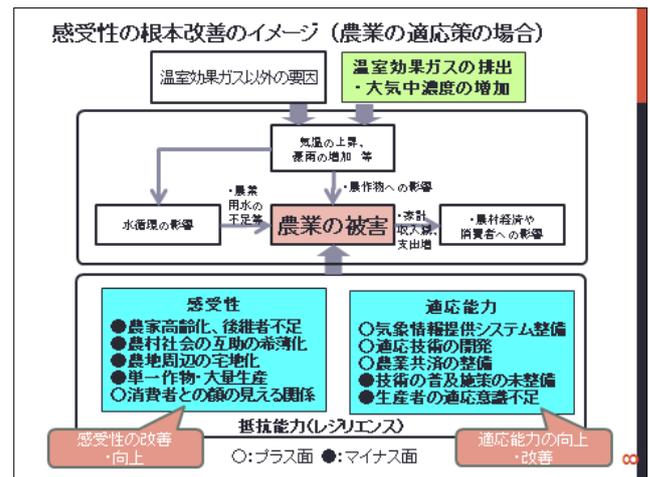
国が気候変動の説明に使っているのがこの図です。現在、国では農林水産省、国土交通省、経済産業省それぞれが適応の計画をつくって、環境省が国の適応計画としてとりまとめるという作業を行っています。適応計画は、当初は今年の7月にできるとされていましたがまだできていません。国は気候変動対策として緩和策と適応策の両方が必要であり、根本的な対策として緩和策があるけれども、もはや影響を避けることは

できなくなっているため、適応策も必要ですよという説明の仕方をしています。



これに対して、法政大学ではこの図のようなご提案をしています。気候の変化によって経済や自然に影響が生じるわけですが、気候に変化を与える影響には温室効果ガスだけではなく、火山の噴火や太陽の黒点、エルニーニョといった温室効果ガスとは異なるものもあります。ヒートアイランドも温室効果ガスとは別の要因です。こうした別の要因もあって気候変動が生じているのですが、温室効果ガスの増加による気候変化がはっきりしているのでその対策をとりましょうということであり、それを緩和策と言っているわけです。しかし、気候変動の影響を防ぐということを考えますと、たとえば熱中症患者が増えています、その背景には高齢者の単独世帯が都市部を中心に増えていることや高齢者の方はなかなか水を飲まないこと、冷房をつけたがらないこと、あるいは近隣の助け合いが弱くなってきていることといった社会の変化があり、そのことも高齢者の熱中症患者を増やしている原因のひとつであると言えます。つまり、熱中症患者の増加は気候という外力の変化だけではなく、社会経済的な要因に起因するとも言えるわけです。そして、この社会経済的な要因には、社会が弱くなっている（感受性が高い）から顕在化するという側面と、弱くなっていることに対する備えがない（適応能力が弱い）から顕在化するという2つの側面があります。この要因構造を考えると、適応策には適応能力を高めることだけではなく、社会経済の弱いところを改善するという方法も考えられます。高齢化を防ぐことは難しいです

が、近隣のコミュニティを強化することはできると思っています。土地利用を見直したり、近隣環境を強化したりするなど、影響の受けやすさを改善することも適応策であるということになります。影響があるから防ぎましょうというだけではなく、影響は人間社会の弱いところに顕在化するので、その弱さを改善していくことも適応策であり、そこまで踏み込んで考えましょうというのが提案になります。影響があるから対策をとりましょうという説明は表層的で、短絡的であり、要因を具体的に捉えて改善することを考えた方がよいと思います。



今この話を農業分野で考えると、農業の被害には気温の上昇といった直接的な影響だけでなく、豪雨の増加や害虫が増えるといった影響もあります。この他にも、暖冬が進んで雪解け水が少なくなり、農業用水が必要なきに水が足りないといったように影響の連鎖が様々に考えられます。気候外力の変化で農業の被害が起きるわけですが、農業の被害を顕在化させる要因には感受性の要因もあります。たとえば農家の高齢化です。かつてのような大規模な農家であれば設備投資をしたり、別の農作物に植え替えたりすることもできるかもしれませんが、小規模零細で投資余力がないとあきらめざるを得ないこととなり被害が生じます。また、単一作物の大量生産が行われていると、一斉に被害が生じてしまうことになります。一方、多様な作物を時期をずらして作れば、部分的な被害ですみます。現代は大量生産、大量消費、大量流通の時代ですが、そのやり方は実は気候変動の影響を受けやすくしていると言えます。一方で、生産者と消費者との顔の見える

関係や産直というやり方が近年盛んになっており、消費者が支えるという関係になっている場合もあります。適応能力については、日本には農業共済が普及していて多くの人が加入しています。生産者の方はまだまだ農業被害を気候変動の問題として考えていません。このような構造の中で農業の被害が起きているのであり、適応能力を向上させ、感受性のマイナス面を改めていくことが農業分野の適応策になります。

適応策と緩和策の関係を誤解無く。

緩和策の最大限の実施は最優先課題。

適応策は、緩和策の敗北の後始末ではなく、**緩和策の勝利の補完。**

適応策と緩和策はトレードオフではなく、**適応策と緩和策は異なるもの。**

先進国 = 緩和策、途上国 = 適応策ではなく、**先進国も適応策が必要。**

くり返しますが、緩和策の最大限の実施は最優先課題です。私たちは適応策を提案していますが、そういう立場にある我々としても、まずは緩和策を最大限にやりましょうという立場です。また、緩和策と適応策はトレードオフの関係だと言われることもあります。これはみなさんにも議論していただきたいと思っているテーマですけれども、たとえば行政の予算で緩和策をやってきたところに、新たに適応策をやろうとすれば、緩和策の予算が減るのではないかということです。そういうトレードオフの問題もありますが、本来はそれぞれ別々のものであり、それぞれやらなくてはいけないものです。さらに、先進国はこれまで CO₂ をたくさん出してきたので責任をもって緩和策を行い、途上国は被害を受ける側であり、これまで CO₂ をあまり出していませんし、インフラの整備も遅れていますので適応策が先だと言われてきました。けれども、先進国も被害を受けているので緩和策だけでなく適応策を行い、途上国もこれから成長していくなかで CO₂ をたくさん出すので、適応策だけでなく緩和策も行うという言い方を今後はしていくことになるだろうと思っています。このあたりが要点になります。

す。適応策について特に強調したいのは、社会経済の弱いところに影響が及ぶので、そのあたりを改善していくことが大事だということです。

2. 適応策の3つのタイプと3つのレベル

2. 適応策の3つタイプと3つのレベル

現在の気候災害に対する対策は、既に進められている。

しかし、対症療法的な技術的対策が中心で、**社会経済の弱さ(感受性)の改善**を図るような根本的な適応策(レベル3)は、不十分である。

ここからは適応策の考え方についてお話しします。適応策には3つのタイプと3つのレベルがあり、現在行われている対策の多くは、このうちのレベル1とレベル2であり、レベル3についてはほとんど行われていません。

適応策の3つのタイプと3つのレベル 出典：小松・自井・田中・田村・安原・原簿

適応策のタイプとレベル	レベル1 防御	レベル2 影響最小化	レベル3 転換・再構築
	適応能力の向上 ←		→ 感受性の改善
タイプ1 人間の命を守る(豪雨等)	中小の水・土砂災害	気候外力の上昇によりハードで守れなくなった災害	複合災害などの想定外の大災害
タイプ2 生活質や産業を守る(健康、農業等)	影響が避けられる程度の気候変動	影響が避けられない猛暑	生活の維持の困難な状態の定常化
タイプ3 倫理や文化を大事にする	保護・継承ができる程度の気候変動	保護・継承が一部できなくなる影響	自然や文化等の維持困難な状態

たとえば、水災害の適応策では、「堤防を高くする」というのがレベル1の防御です。また、堤防から水が溢れることがあるので「早く逃げる」というのが影響最小化と呼ばれるレベル2です。さらに、頻繁に水が溢れるのであれば「住む場所を見直す」というのがレベル3の転換・再構築になります。現状では、防御や影響最小化は行われていますが、転換・再構築はなかなか行われていません。けれども、長期的にはこの転換・再構築を行っていかなくてはならないと思います。このレベル3がまさに社会経済の要因を変えていく

ことに相当すると捉えています。

適応策では、何を守るのかということも重要で、この守るものを3つのタイプに分けています。命や財産はもちろんですが、うれしい気持ちにさせてくれる小さな生き物や花などとのふれい、暮らしを豊かにしてくれる大事なものを、守っていききたい文化といった倫理的、審美的なものがあると思います。農業であれば、地域の経済を守りたいのか、伝統的に作ってきた作物を守りたいのか、あるいは農的な暮らし、農村らしいよさを守りたいのかといったことが考えられ、守りたいものによって適応策は変わってきます。この表ではそのあたりのことを表しており、適応策では気候変動から何を守りたいのかについても考えなくてはなりません。難しく考える必要はありませんが、適応策は結構深いものであることをご理解いただければと思います。

農業分野では、防御では作期を移動する、影響最少化では被害農家への支援や共済システムづくり、転換・再構築では作付け品目の変更や農地の移転といった適応策があります。

健康分野での適応策



- レベル1 防御**
エアコン、水飲み等の対応行動の普及
弱者の見守り・安否確認の徹底
- レベル2 影響最小化**
患者輸送・医療体制の整備
クールシェア、シェルター整備
熱波警報システム
- レベル3 転換・再構築**
クールシティ化
(緑地、水辺、風のある街)
ライフスタイル等変更
(夏山冬里、夏季のイベント等抑制)

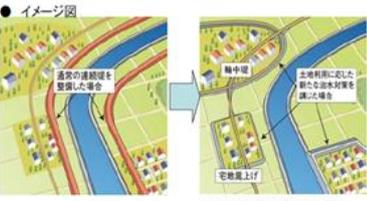
健康分野であれば、熱中症対策として、こまめに水を飲むとか、患者輸送の医療体制を整備するという適応策もあります。また、シェルターを作る、街全体を冷やすという適応策が転換・再構築になります。

適応策には皆さんが自分でできることと行政にやってもらわなくてはできないことがあります。単に「水を飲みましょう」と呼びかけることだけではなく、長期的には社会経済的な要因を改善するといった適応策が必要になってくるということです。

水災害分野での適応策

土地利用一体型防災事業

●イメージ図



- レベル1 防御**
ダム、堤防施設等の整備
排水設備の整備
- レベル2 影響最小化**
調整池の確保
監視・警報システムの整備
避難経路や避難先等の確保
避難に対する住民意識形成
損害補償保険
- レベル3 転換・再構築**
森林の保水機能の向上
居住地の移転・新たな居住地の創造
工場等の分散配置
高齢者等の避難困難者の支援体制の整備

家屋の移転が必要となるなど完成までには多大な費用と期間が必要

輪中堤や宅地嵩上げを効果的に短期間で実施することにより、家屋の浸水被害を解消

出典：水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について(答申) 資料編(2008年、国土交通省)

具体例になります。水災害では、防御や影響最少化、転換・再構築として、それぞれ図に示したような適応策があります。

3. 「気候変動の地元学」の実施例

3. 「気候変動の地元学」の実施例

気候変動の影響は地域によって、異なる

専門家による将来影響予測ではすべてはわからない

地域で起こっている影響を自分達で調べ、自分達でできることを考えよう

次は「気候変動の地元学」の実施例についてです。気候変動によってすでに起きている影響は、都市部、山間部など地域ごとに違ってきます。また、作っている農産物も地域によって違います。さらに、気候変動

農業分野での適応策

●循環扇 ●細霧冷房



●ぶどうの環状剥皮による着色不良対策



- レベル1 防御**
作期移動
水管理・施肥の工夫
品種の変更
- レベル2 影響最小化**
被害農家への支援
共済システム
- レベル3 転換・再構築**
作付け品目の変更
農地の移転
多角化等農業経営転換

出典) 農林水産省, 2007: 品目別地球温暖化適応策レポート

による将来影響をすべて予測できるわけではありません。ですから、まずは地域で起こっていることを自分たちで調べてみるのが基本だと思っています。これまでは科学者が「将来こんなことが起きる」と予測していることに対して、不確実かもしれないけれどもできることをやっていきたいと思います。しかし、影響は将来の話ではなく、もうすでに起きていますし、地球全体の問題ではなく、身のまわりの問題として起こっています。つまり、地球環境問題ではなく、地域環境現在問題として捉える必要があるということです。

これからは自分たちのまわりで起きていることを自分たちで調べて地域で共有化し、その上で将来どんな緩和と適応を行っていくのかについて考え直すという進め方が必要です。その方法を「気候変動の地元学」としてご提案しているわけです。



「気候変動の地元学」の進め方としては、まず、地域で起きていることを自分たちでモニタリングして調べます。一人ひとりが調べられることはわずかかもしれませんが、皆さんそれぞれが調べたことを集めると結構な量になりますので、それを地図に落としたり、年表にまとめたりすることで共有化します。内容によっては、より精査するために専門家の意見を聞く必要が出てくることもあります。専門家のアドバイスを聞いたり、自分たちで調べたりしながら、自分たちでできる緩和と適応のメニューを考えていきたいと思います。

これまで行われてきた緩和策は、残念ながらあまり成果を上げていません。皆さんも CO₂ の削減に向けて

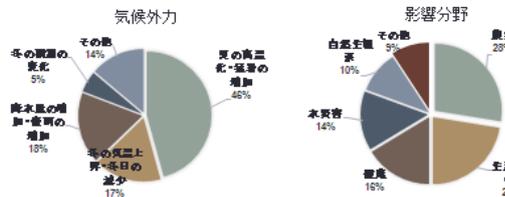
まわりの方々に声をかけるなど、多くの努力をいただいております。意識は高まってきていると思いますが、CO₂ はなかなか減っていません。また、熱心な方は取り組んでいるけれども、動いてくれる人ばかりではないと思います。しかし、気候変動を今自分のまわりで起きている問題として捉え直せば、これまで取り組んでこなかった人も参加してくれるのではないかと考えて、「地元学」にこだわっています。「気候変動の地元学」はこのような取り組みのご提案であり、今までのやり方とは少し違います。

「地元学」は、もともとは熊本県の水俣市で水俣病が発生し、地域内の住民同士の関係や地域資源と住民との関係が分断されてしまったという状況において行われたものです。地域の資源を探して地域を活性化しようというのではなく、地域資源との関わりがなくなっている状況にあるなかで、もう一度、地域との関わりを考えていきたいと思います。あるいは、それを通じて人と人との関係をつくっていきましょうというのが「地元学」の哲学だと理解しています。気候変動の場合は、影響を直接受けている人にとってはものすごく深刻な問題であっても、まわりの人はその深刻さに気づいていないことがあります。地域資源への影響をみんなで共有し、地域資源が変化していくことに対してどう対応していくのか、あるいは影響に対応しながら人と人との関係や地域をどのようにしていくのかを考える「地元学」は気候変動の問題にもあてはまるのではないかと考えています。あえて「気候変動の地元学」と呼んでいます。今生じている影響を調べるだけであれば「地元学」と言わない方がわかりやすいかもしれませんが、気づいていない地域の変化を自らの問題として捉え直すというあたりを強調したということです。

飯田市での試行結果

事例調査

調査時期: 2014年5~6月
 配布・回収: 公民館主事及び関係者、環境関連NPO、企業の環境管理担当者、66名から98事例
 調査項目: 影響内容、影響分野、発生場所、発生時期、要因となる気候外力、社会経済的要因、適応策



長野県の飯田市では、去年から実際に「気候変動の地元学」を行っているのですが、皆さんに「影響事例を挙げてください」と言っても、それぞれ1つか2つしか出てきませんでした。けれども、50人集まれば100くらい出てきて、同じものをまとめても、いろいろな分野の影響が50くらい集まりました。それらを年表にまとめたものを古い順から見ていきますと、気温の上昇は80年代の後半から意識されていたことがわかります。また、地図にまとめてみると、A地区は市街地にありますが、この地区で高齢者の熱中症患者が多いことがわかりました。A地区はかつては間屋街だったのですが、ロードサイドへの移転が進んだ結果、高齢化が進んでしまったという社会経済的な要因があって、高齢者の熱中症患者が多くなっているということでした。調べたことを地図に落とすことによって、ひとつの自治体内であっても、それぞれの地域的な要因の違いが見えてきます。地域ごとの特徴を捉えることができれば、とるべき対策が自ずと見えてきます。

分野別影響(水災害)の整理例

原因	影響事例	社会経済的要因	対策(適応策)
降水量の増加・豪雨の増加	排水の停滞 道路側溝の排水能力が不足し、排水滞留	●市街地化の進行、農地の宅地化 ●土地利用計画のあいまいさ ●財源不足	●排水路の改築 ●森林の保水力の強化 ●降雨量、排水能力の調査 ●からんだゴミの除去 ●土のうで対応
	河川が氾濫し、道路、農地が崩壊して、生活に支障	●高齢化、若者不足による地域での日常的な点検、見回り ●早期時点での修繕ができない ●工事業者に人手不足等による修理の遅延 ●交通インフラの老朽化 ●森林の平入れが不十分	●集落等での点検 ●地元業者の確保 ●避難場所の設置又は周知の徹底 ●河川等の設計に当たって雨量強度の見直し ●貯水施設の設置
山間地の豪雨により道路が寸断		●行財政予算に余裕がなく、新しい対策がとれない ●農地、山林の開墾による雨水受し、その指示に従って行動の貯留機能の低下	●住民への早期避難勧告 ●自治体やセンターの防災無線を併用 ●一人一人が一人暮らしの方への見守り

これは飯田市における水災害に関わる影響について、分野ごとにまとめた表です。皆さんにどういう原因でどんなことが起こっているのかを書いてもらいました。そして、その背景にある社会経済的な要因や考えられる対策についても書いてもらっています。

皆さんにまとめてもらうだけでも一定の理解が進み、対策として何をやったらいいのかが見えてくるのではないかと思います。飯田市ではワークショップを1回行ったのですが、これを出発点に続けていけば、自分たちでどういう適応策を行っていったらいいのかが明らかになり、計画が作れるのではないかと思います。

分野別影響(農業)の整理例

原因	影響事例	社会経済的要因	対策(適応策)
夏の高温暖化・猛暑の増加	コメの出穂の時期が早まっている 刈り入れが出来るようになり米の品質低下	●コメ農家が高齢化しており、収穫期の人手不足等で品質が低下	●出穂期を遅くするために田植えの時期を遅らせる ●お米の品種改良
	リンゴの「ふ心」食感が劣っている リンゴの着色の遅れ・悪化による価格下落	●花摘み時期が早くなり農業従事者の負担が大きくなっているが、家族等の手伝いが難しい ●農産物の品質向上が求められている	●品種の変更、着色しやすい品種の導入 ●着色促進の農薬散布 ●耕作地をより高いところに移転 ●農作物に対する水、健康管理の徹底
降水量の増加・豪雨の増加	台風によるリンゴなどの果実が落下 雨の増大	●飯田、下伊那地域はリンゴが主な品種で、一度の被害が大きい傾向がある ●農家の高齢化が進み新たな対策を取れない	●行政やJAとの連携を強める ●台風対策などの費用の補助 ●木や柵を認許する

分野別影響(健康)の整理例

原因	影響事例	社会経済的要因	対策(適応策)
夏の高温暖化・猛暑の増加	公民館活動の参加者の減少、気分が悪くなる人が出ている	●学校や公民館でエアコンが不足している ●子供が屋外であまり遊ばなくなり、暑さに慣れていない	●学校や公民館で暑さ対策(エアコン、緑のカーテン等) ●暑さ対策指導を子供に徹底
	野外作業での熱中症の増加がみられる	●森林などが少なくなった、建物、道路などが昔より多くなった ●猛暑に加え水分補給をこまめにするようなが指示不徹底 ●熱中症に留意と騒いでいるを持って管理してゆくと、人々が神経質になっている	●野外作業時は水分をよく取る ●猛暑は休憩時間を多く取る ●商品納期と作業工程を余裕を持って管理してゆくこと
野外活動に支障が生じる		●気温が35℃を超えるのに野外イベントを行ってしまう。	●炎天下では野外のイベントは行わない ●活動時期を短時間でこまめに水分補給を行う
	夏の高温暖化による体調変化	●高齢者、独居世帯が多い ●高齢者は熱中症にかかりやすいが、まだ自分は大丈夫という考えがあり、自覚していない	●ふれあいサロンへのお誘いで安否の確認 ●一人一人が一人暮らしの方への見守り

これらは、水災害と同様に、農業分野、健康分野の影響を整理した表になります。飯田市では、このようなかたちで気候変動の影響についてまとめてもらい、グループワークを行いました。

ワークショップ

開催日時: 2014年7月29日(火)14:00~17:00
 開催場所: 飯田市竜岡公民館
 参加者: 公民館主事及び関係者、環境関連NPO、
 企業の環境管理担当者 合計26名
 進め方: 1. 影響事例調査の報告
 2. 将来影響の予測データ等の紹介
 3. グループワーク(5班)

1. **影響事例の整理結果に追加したいこと**
 (影響事例、社会経済的要因、対策等)
2. **特に重点的に取り組むべき3つの対策(適応策)**
 (影響が深刻で、かつ実施が不十分な対策)
3. **適応策と緩和策に対する行政予算配分の比率(例:●対●)**とそのように予算を配分する理由(3つ)

そして、影響事例の整理結果を見ながら、足りないことはないか、また、それらの中でどれが重要と思うか、さらに、緩和策と適応策は何対何で取り組むべきだと思ふかといったことをワークショップで話し合いました。

4. 「気候変動の愛知学」を始めよう

4. 「気候変動の愛知学」を始めよう



愛知県
マップ

飯田市の実践例をご紹介しましたが、他の県でも同じような取り組みを行っておりまして、愛知県においても「気候変動の愛知学」を始めましょうというご提案です。ワークショップを行うにあたっては、まず身のまわりで起こっている気候変動の影響と思われる事例を思いつく限り事例シートに書いて提出していただきます。熱中症のように誰もが知っていることだけでなく、みんながあまり知らないことも書いてください。また、愛知県のどの地域で、あるいはどういった原因で熱中症が多いのかというように、具体的に記入してください。

ペアワーク

愛知県で起こっている気候変動の影響を、隣の人と話し合ってください。

水・土砂災害



農業・林業・水産業



自然生態系



熱中症・健康



その他、都市インフラ・生活・暮らし



26

そして、それらを内容ごとに整理して共有化し、それをもとに緩和策と適応策をワークショップで考えていきます。今日のお話を通じて、「気候変動の愛知学」の進め方のイメージがご理解いただけたのではないかと思います。

私からは以上になります。ご清聴ありがとうございました。

ご清聴、ありがとうございました

本報告は平成22年度環境研究総合推進費の支援による「S-8温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究」サブテーマ2の「(1)地域社会における温暖化影響の総合的評価と適応政策に関する研究地域社会(まちづくり、暮らし等)の温暖化影響に係る総合的評価手法及び適応方策の在り方に関する研究」の成果を活用しています。

28

講師プロフィール

白井 信雄（しらい のぶお）

1961年生まれ。静岡県浜松市三ヶ日町育ち。

1986年大阪大学大学院前期課程環境工学専攻修了。同大学にて博士（工学）を取得。三井情報開発株式会社総合研究所環境・資源領域リーダー、株式会社プレック研究所持続可能環境・社会研究センター長を経て、2010年より法政大学地域研究センター特任教授。2015年より同大学教授（サステイナビリティ研究所専任研究員）。

シンクタンク時代の環境省、国土交通省、林野庁等の委託調査の経験を活かし、環境分野での実践を具体的に支援する研究活動を実施中。

専門分野は、環境政策、持続可能な地域づくり、地域環境ビジネス、環境イノベーション普及、環境と情報（ICT）、地球温暖化適応策・低炭素社会、森林・山村活性化等。