

第17回栢山フォーラム・ 第4回栢山人間学研究センター合同シンポジウム

テ ー マ : 「地球環境問題への視点と提言に向けて ―生態系保全に人間のできること―」

日 時 : 平成 20 年 11 月 22 日 (土) 13:00 ~ 17:00

基調講演 : 米本昌平氏 (東京大学先端科学技術研究センター・特任教授)

「地球環境問題 ―自然科学と外交の融合」

安成哲三氏 (名古屋大学地球水循環研究センター教授)

「地球環境におけるアジアの生態気候系の重要性

―ユーラシア大陸における気候・生態系相互作用とその変化―」

パネルディスカッション : 米本昌平氏 (東京大学先端科学技術研究センター・特任教授)

安成哲三氏 (名古屋大学地球水循環研究センター教授)

香坂 玲氏 (COP10 支援実行委員会アドバイザー)

高阪謙次氏 (栢山女学園大学生活科学部教授)

場 所 : 栢山女学園大学 文化情報学部メディア棟 001 室

(総司会)

渡邊毅主任研究員 : 定刻が参りました。第17回栢山フォーラム・第4回栢山人間学研究センター合同シンポジウムを開催いたします。

『地球環境問題への視点と提言に向けて―生態系保全に人間のできること―』と題して進行していきます。開会にあたりまして、学園を代表しまして栢山正弘理事長よりご挨拶をいたします。



(開会挨拶)

栢山正弘理事長 : みなさん、こんにちは。栢

山フォーラムという毎年大学が行っているフォーラムと栢山人間学研究センター主催のシンポジウムを本日は合同で開催させていただく事となりました。お忙しい中、大勢の方々にお集まりいただきまして誠にありがとうございます。

栢山女学園は「人間になろう」という言葉を教育理念として掲げております。この「人間になろう」という中に環境問題も重要な位置を占めており、学園といたしましてもやや遅ればせながら3年前からエコ対策推進委員会という幼稚園から大学院までを全部を網羅した委員会を設立しました。そしていろいろと準備を重ねた結果、本日お配りしております「学園エコだより」の冒頭に学園の環境宣言、環境方針というものを準備をしまして、学園を挙げて今年4月に発足しました。こうした活動の中で各学校でそれぞれいろいろな活動をはじめております。特に、今年は後程パネリストとして発表となられます本学生活

科学部教授の高阪先生のもとで学生主導のエコサークルが誕生しました。学生の取り組みはなかなかユニークで熱心であり頼もしいものであります。平成22年に名古屋市でCOP10という大きな会議が催され、その一環としてこの辺りの東山地区は里山を復活させようと活発になっている地区であり、こうした時期にこのようなシンポジウムを開催するのは大変意義深い事と思います。今日はどうぞ充分ご発揚いただき、今後はエコ推進のために活躍しようではありませんか。簡単ではございますが、開会の挨拶とさせていただきます。

渡邊主任研究員：続きまして大学を代表をしまして野淵龍雄学長よりご挨拶をいたします。

野淵龍雄学長：本日は格別にお寒い中、また土曜日の午後という大変お忙しい中、ご来場いただきまして誠にありがとうございます。

この度のシンポジウムはテーマが環境問題という事で愛知県、名古屋市、そして生物多様性条約第10回締約国会議支援実行委員会様のご協力をいただいて開催する運びとなりました。講師の先生方に関しては後程詳しくご紹介があるかと思いますが、基調講演では、名古屋大学地球水循環研究センター教授でいらっしゃる安成哲三先生が、「地球環境におけるアジアの生態気候系の重要性—ユーラシア大陸における気候・生態系相互作用とその変化—」というお話を、また、東京大学先端科学技術研究センター・特任教授の米本昌平先生には「地球環境問題—自然科学と外交の融合—」としてご講演いただきます。その後、パネルディスカッションとして、両先生に加えてCOP10支援実行委員会アドバイザー

の香坂玲先生と本学生活科学部の高阪謙次先生と共にご参加いただきます。先生方、お忙しい中、ご講演くださり誠にありがとうございます。高い所より大変恐縮ではございますが、心よりお礼申し上げます。

さて、本学ですが先程、理事長よりお話がありましたように環境宣言・環境方針を行いまして、環境と共存しつつ、持続可能な社会を構築していくという、まずは身近なキャンパス内からという事でようやくエコ対策支援委員会をいうものを立ち上げました。身近な所から確実に行っていきたいという思いから設立したものであります。経済状況の変動、景気悪化を受けてややもすると環境問題を後回しになりがちですが、それではいけないときちんと対応していきたいと考えているところです。本日のシンポジウムにおきまして皆様と共に環境問題を更に推進していけますよう祈念いたしまして簡単ではございますが、ご挨拶とさせていただきます。

渡邊主任研究員：それでは早速、シンポジウムの基調講演に移らせていただきたいと思います。本日の司会進行役はわたくし相山人間学研究センターの主任研究員を務めさせていただきます。よろしくお願いいたします。

それでは最初の演者である安成哲三先生をご紹介します。安成先生は1972年に京都大学理学部をご卒業された後、大学院にて5年間学ばれ、日本では気象学という分野で非常に高い業績を上げておられます。現在は名古屋大学の地球水循環研究センターの教授をしておられます。昔は水研と呼んでいましたが、本学のかつての学長の北野先生がいらっ

しゃった所でもあります。私と安成先生とは、昔の記憶を辿りますと1979年に最初にお目にかかっております。研究会でお話を伺ったのですが、誠に気宇壮大なヒマラヤの上昇気流とモンスーンが地球的な規模で気候に非常に大きな影響を与えているというお話でした。以後三十年弱経ちますが、一貫して気象学の分野で、また最近では地球環境学というお立場の下でご活躍されておりますし、名古屋大学のCOEのひとつの拠点としてご活躍もされております。それでは今日のお話をお願いしたいと思います。

基調講演

安成 哲三 名古屋大学地球水循環研究センター教授

「地球環境におけるアジアの生態気候系の重要性ーユーラシア大陸における気候・生態系相互作用とその変化ー」



■はじめに

ただいまご紹介にあずかりました名古屋大学地球水循環研究センターの安成と申します。名古屋大学21世紀COEプログラムというも

のが終わりました、それを受けてこの4月から新しく学内で連携する研究機構として地球生命圏研究機構というものを立ち上げております。地球環境問題というものは様々な分野の人が関係をして取組まなければならないのですが、それをより円滑に進めるためにまず学内で立ち上げました。それから学外、または国際的な連携のひとつの拠点としてもこの機構を機能させて活動しております。

さて、今日のお話に入ります。少々タイトルが長くなりますが、『地球環境におけるアジアの生態気候系の重要性』と題し、特にアジア・ユーラシア大陸、あるいはモンスーンアジアというちょうど我々が今、住んでいる地域のことを中心に、いかにこの地域の気候と生態系の2つが密接に相互作用しているかが、環境という視点で重要であることをお話していきたいと思います。たぶんここにいらっしゃる大部分の方は、気候と生態系が繋がっているのは当たり前ではないかと思われるかもしれませんが、私は気象学の専門とご紹介を受けましたが、気象学というのは元々、物理科学の一環として進んできた面があります。例えば天気予報だとか気候予測などの問題は基本的に物理学がベースとなっています。一方、生態学は生物学になりますが、学校教育の学科の中に理科という括りの中でも、物理、化学、生物というものは全く違う形で教えられます。この教育は明治以来100年以上続いているわけですが、これが日本国内で生物を研究する人と物理や気象を研究する人が全く違う分野にしてしまった原因となっています。ところが、実際の地球環境を見てみると物理的現象も生物も密接に繋がっているんですね。だから、これまでの教育体系を壊す、

あるいは直していかなくてはいけないというの、本当の意味で地球環境を考える手立てだと思います。幸い私の周りには生物や生態を専門として研究している友人がおりますので、今後、気候学と生物学をより繋げていきたいと思いますし、そのような方向で進めなければ、本当の地球環境、地球のシステムの理解はできないと思っています。今日はそのあたりの話をしていきます。

■アジアングリーンベルトとチベット高原



図1

まず図1は、地図帳から取ったグローバルな天気図(気圧分布)です。上が1月で下が7月ですが、アジア・ユーラシア大陸を中心に夏と冬とでは非常に大きな差があるのがお分かりになりますね。冬はシベリア高気圧がモンゴル、バイカル湖の周辺を中心としてあります。ところが夏になると中心が少し南側のインド付近になりますが、大陸は低気圧になり、これを我々はモンスーントラフと呼んでいます。すなわち、大陸上は冬が高気圧、夏は低気圧になってまわりの海はちょうど反対になります。これが季節風をもたらしメカニズムになります。我々のように東アジア、日本にいる人間にとっては、冬は寒い季節風が吹

き、夏は暑くて太平洋高気圧に覆われるというのは常識で、豊かな四季の変化を我々は毎年享受しているわけですが、それは決して当たり前ではなく東アジアや日本がそのような場所にあるために起こっている現象です。そのことをまず、理解していただきたいと思います。季節風というと風のみを指しますが、モンスーンということばには風と同時に雨も含まれます。夏は雨がたくさん降り、冬は少ない。日本海側は冬の季節風によって雪が降りますが、これもアジアモンスーンの一部をなす現象です。このアジアモンスーンは地球規模の最も顕著で巨大な季節変化の現象といえます。図2は降水量の分布で夏(7月～

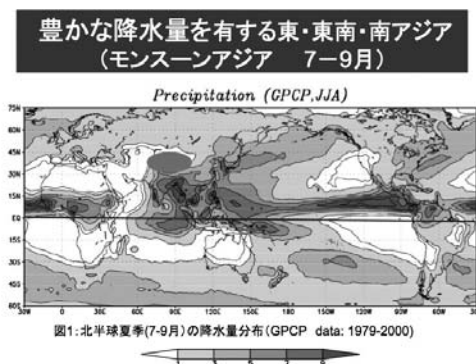


図2

9月)は、インドを中心に東南アジアから日本付近にかけて降水量が多い所が広がっています。ただし、雨が降っている地域はアジア大陸とユーラシア大陸の東側で、西側は砂漠をふくむ乾燥地帯が広がっています。すなわち、東西でみると対照的に東が湿潤で、西が乾燥になっている世界がアジア・ユーラシア大陸には広がっています。図3のように北半球の冬はインドネシア付近を中心に東南アジアの赤道熱帯付近に降水量の中心があります。世界的に見てもこの季節の変化と雨の多さは、

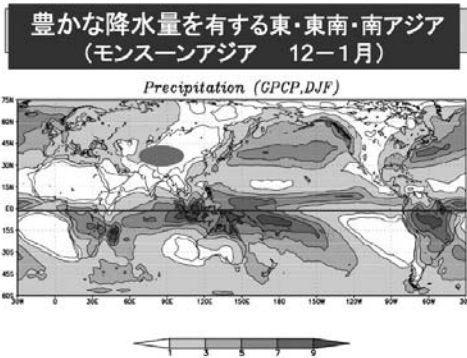


図3

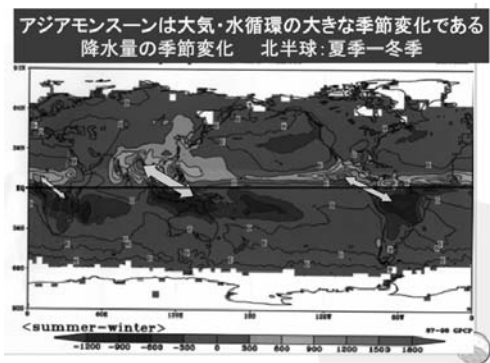


図4

世界の他の地域には類を見ません。夏と冬の降水量の差を取ると図4の通りははっきり分かりますが、アジア付近の夏の降水域の中心は北半球にあり、冬はインドネシア付近に多く、降水域の広がりや量をみると他の南米、アフリカに比べても遥かに大きいのが分かります。では、なぜこうなるかというのを後からお話しますが、チベット高原の存在が非常に大きい原因となっています。もうひとつ重要なことはこの東半分の湿潤なモンスーンアジア地域に対応して図5のように非常に豊かな生態系、植生の地域が赤道のインドネシア付近からタイ・中国、それから日本、シベリアまでずっと繋がっていることです。これをアジアングリーンベルト (Asian Green Belt) と呼びま

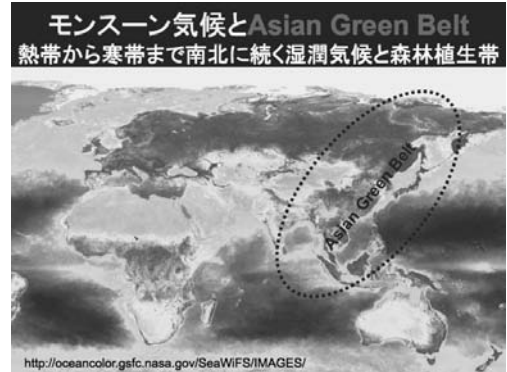


図5

す。アジアの緑のベルトです。このアジアングリーンベルトは赤道付近から北極海のあたりまで広がっています。これも実は世界でここだけの現象です。北米大陸も確かにフロリダからカナダまでの東半分結構森林が繋がっていますが、フロリダから南は消えてしまっていて赤道と繋がっていません。それからアジアングリーンベルトの生物の多様性は世界でも最も多様であるといわれています。このアジアングリーンベルトはモンスーンアジアの気候と密接に関係しています。また、図6が示すようにその

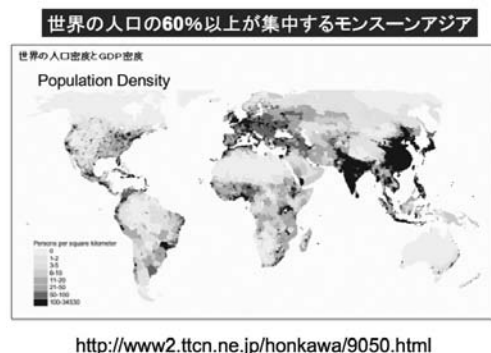


図6

アジアングリーンベルトには世界の人口が集中し、現在、世界全人口は67億人のうちの60%以上は実はこのモンスーンアジアあ

るいはアジアグリーンベルトに住んでいます。インドから東南アジア、東アジアがそこに入ります。すなわち、地球環境問題といわれていますが、この問題にとって非常に重要な部分は、実はアジアの環境問題であるといえます。

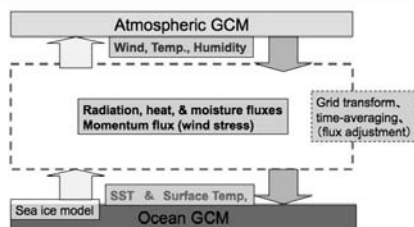
さて最初にチベット高原は非常に重要であ

モンスーンアジアの湿潤気候は チベット高原の存在が大きい -大気大循環モデルによる数値実験-

Super computer を用いて、チベット高原がない場合、高さが低い場合、そして現在の高さの場合の気候を、数値気候モデルによって調べた。

図7

大気海洋結合気候モデル (C-GCM) — 気象庁気象研究所との共同研究 —

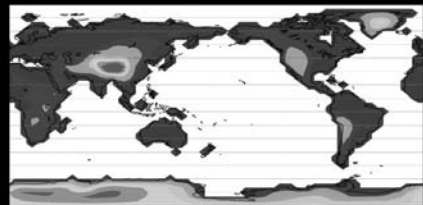


Climate system modeling, FISS/JAMSTEC

図8

るとお話しましたが、(図7参照)これに関連して、アジアグリーンベルトはなぜ存在するかを考えてみましょう。グリーンベルトはチベット高原の東側に存在しておりますが、そのメカニズムをより定量的に議論するには、コンピューターの気候モデルがひとつの武器になります。気候モデルとは、正式には大気海洋結合大気大循環モデルといわれて

チベット高原をなくすと、アジアの気候はどうなるだろうか？
-大気海洋結合気候モデル(MRI-CGCM)による実験-
(チベット高原の高さを変える:0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100%)



(Abe et al. 2003; 2004 JMSJ)

図9

います。このようなモデルを使うことにより、いとも簡単にチベット高原を付けたり、外したりすることによって気候がどう変わるかを見ることができます(図8・9参照)。詳しいお話はいたしません、気候モデルでは海も変わります。ヒマラヤを含むチベット高原を全て取ってしまうこともデータ上可能です。約2000万年前の昔からチベット高原はだんだん隆起してきたわけですから、隆起の過程の様々なステージの気候の再現が可能にもなります。この実験では高さをゼロ設定からはじめ、100%で現在の高さの5000メートルに設定して、各段階の状況を見ていきます(図10・11・12参照)。例えば降水量はチベット高原の高さによって、どう変化するかを見ましょう。他の境界条件は全く同じで山がない場合

夏季アジアモンスーンの降水量と大気循環(1500m) (チベット高原の高さ:0%)

雨はアジア大陸の海岸付近にしか降らない

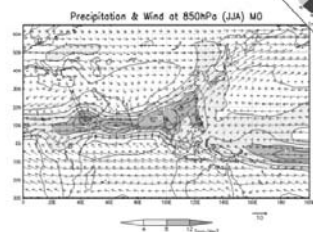


図10

夏季アジアモンスーンの降水量と大気循環(1500m) (チベット高原の高さ:20%)

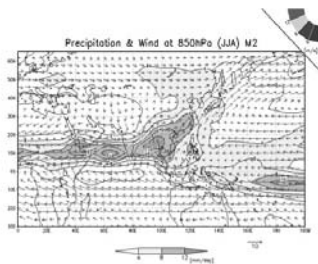


図11

夏季アジアモンスーンの降水量と大気循環(1500m) (チベット高原の高さ:40%)

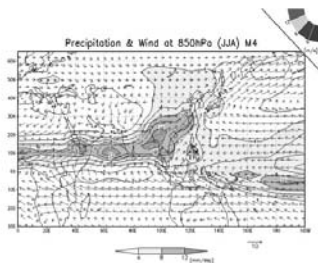


図12

の風の分布と降水量の分布をよく見ると、今の実際のモンスーンアジアと違ってどちらかというとアジア大陸の沿岸沿いを中心として降っています。内陸にはあまり降っていませんね。日本も若干降っていますが、そんなに量も多くありません。そこで、山の高さを20%と上げていきますとだんだん降水量の分布が大陸の東側にしかも内陸に向かって増えていくのが分かります。80%になると現在とほぼ同じとなります。現在と同じようにインドから東南アジア、中国、東アジアに内陸も含めて雨が降るようになります。これらによってチベット高原があることがアジアモンスーンを作るのに非常に大事な要因となっていることがよく分かります。図13は、山がある場

北半球夏季(7-9月)の降水量分布と風(850hPa)の分布

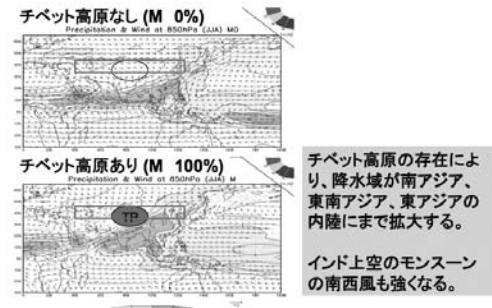


図13

合とない場合との比較です。チベット高原ができることによって内陸まで降水量が入ってくるのが分かります。もちろん風に関しても、いわゆるモンスーンの南西風が山がある方が現在のように強く吹いているのが分かります。さて、先程アジアの東は湿潤で、中近東から西は砂漠が広がっていると言いましたが、実はこの西に広がっている砂漠の乾燥地域もチベット高原が深く関係しています。そのことを示すために、東西にチベット高原の東と西にまたがるような短冊状のゾーンを取りまして、そこで山がゼロから100%の現在の高さになるに従って降水量がどうなるかを見ました。図14はチベット高原がない場合の降水の東西分布です。季節の変化も同時に見られま

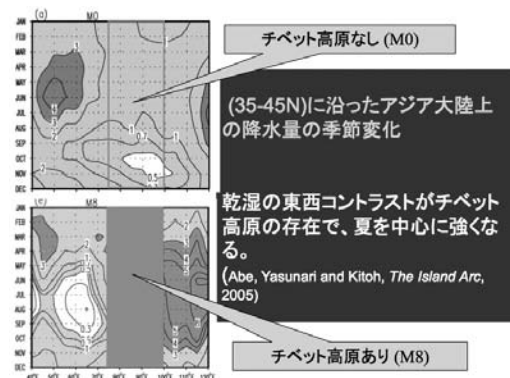


図14

す。1月から12月で真ん中がちょうど夏になります。山がないとむしろ西側の今の砂漠地帯では春夏にかなり雨の多い状況になっています。実際、昔チベット高原がなかった第三紀の2000万年前ぐらいには、湿潤な気候に対応する植物がこのあたりにもあったと言われています。それが、現在のように高原があると今度ははっきりとチベット高原を境にして西がドライ、東がウエットというように、湿潤な東アジアと非常に乾燥した西アジアが対照的に現れてきます。これもチベット高原の地形の効果といえます。すなわち、チベット高原の存在はアジアの気候形成にとって、とても重要だと言えます。図15は現在の気候分布ですが、確かにチベット高原東側の湿潤なモンスーン気候と西の砂漠気候はチベット高原の存在を中心に東と西に分かれており、そのメカニズムは高原の気候力学的な効果で起きていることがわかります。

チベット高原の東の湿潤気候(モンスーンアジア)と西の砂漠気候(中近東・北アフリカ)は、大まかには、チベット高原の存在で説明できる

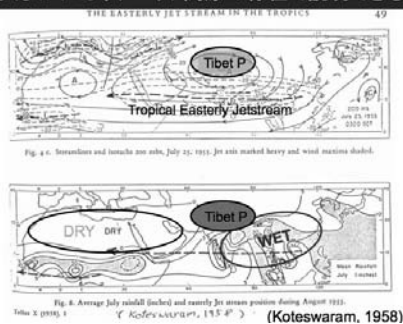


図15

■気候と植生分布と水循環の関連性

さてここから次の話題に移りますが、このような湿った気候と乾いた気候にはほぼ対応して植生も分布しています。地理学や地図がお

好きな方は図16を必ずどこかで目にしたことがあるだろうと思いますが、ケッペンの植生気候分布です。気温と降水量の分布でだいた



図16

いどのような植生があるのか決まっていることを示したものです。基本は、気温と降水量という気候要素の組み合わせで植生分布をパターン分けするとおおまかに対応し、こんな植生のところはおおよそこのような気候ですね、というのがケッペンの植生気候分布です。ただ、気候により植生が決まるという一方向の関係だけだろうか、というのが私達の最近の研究の疑問の第一歩でした。ご存知のように地球上には森林がありますが、先程のアジアングリーンベルトの最も北のシベリアには、タイガといわれる北方林がロシアの高緯度に東西につながって存在しています。その南側と西側では乾燥地域が広がっています。この大まかな気候・植生パターンは前述のチベット高原の役割が非常に大きいわけです。さて、ここで森林はいろいろな意味で今大きく注目されています。そのひとつは、地球温暖化のCO₂の削減問題でも注目されますように、森林が光合成の過程でCO₂を吸収するという役割です。陸域表層における



図17

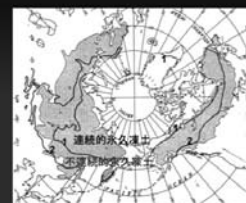
森林の割合は約30%程で、北方林はそのうちの30%です。今の森林生態学からの森林生産量の見積りと全地球の表層の海やプランクトンも含めた光合成活動で作られる全生産量の推定から、地球表層でCO₂を吸収する量の約60%は森林であると言われています。森林の役割は非常に大きいんですね。特に森林は炭素そのものを木質として蓄積しており、地球表層の全炭素現有量の50%ぐらひは森林として蓄積されています。ご存知のように光合成活動を行うときに葉の気孔でCO₂を吸い込んで酸素を出しますが、同時になされるもうひとつ大事なプロセスとして、水蒸気を外に出す蒸散があります。すなわち、光合成活動とともに、森林からの水蒸気の発散、蒸発散も気候や水循環の視点から見ても非常に重要です。森林は光合成活動を通して蒸発散も活発に行い、大気と地表の間のいわゆる水循環のシステムにも大きく影響をしていることが分かってきます。しかもそれは、ばかにならない量であることもしだいに分かってきました。図18の写真はシベリアのタイガです。東シベリアのレナ川流域にあるタイガの真ん中にあるヤクーツクという町の近くですが、このように一面の落葉カラマツ林が地平線の彼方ま



図18

でずっと果てしなく広がっている場所に、私たちはタワーを建てて、熱収支・水収支観測を1990年代後半から10年以上行ってきた。これで様々なことが分かってきました。シベリアには図19のように永久凍土が広範に広がっていますが、その一番層の厚い永久凍土帯の中心地域にタイガが広がっています。すなわち、タイガのすぐ下を見ればそこには永久凍土があり、ほんの表層にだけ土壌と根があるだけで、下は全部永久凍土ということになります。永久凍土帯とタイガの分布はほぼ一致しているのです。ということは、永久凍土とタイガの存在は決して無縁あるいは偶然ではなく、むしろ密接につながった現象ではないかということが、私たちの観測研究から分

タイガ(北方林)は永久凍土の分布と一致している



- 凍土の存在
 - 北方林の成立範囲に一致するように凍土帯が存在する。

図19

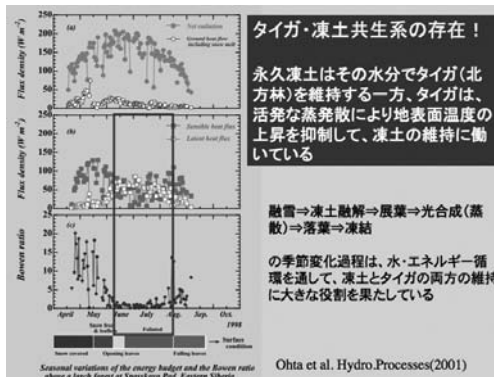


図20

かってきました。結論から申しますと、タイガと永久凍土は一種の共生系であるということです(図20参照)。永久凍土というのは、氷期という寒い時に地面がどんどん凍って形成されたものですね。シベリアの永久凍土の中で一番厚い所は数百メートルあります。過去の長い気候の歴史が履歴として残っているわけです。その一番表面にタイガがあります。けれども、過去に温暖化があり、氷期が終わったりすると気候が暖かくなったりしますから、凍土は融けてくるはずですよ。しかし、ほとんどは融けずに残ってきました。なぜかという、それはタイガがあるからです。永久凍土は水分をたっぷりと含んで凍っているわけですが、夏のある一時期だけ表層が解けます。下は凍ってますから表層は非常に湿った、べちゃべちゃな土壤になります。この浅い、せいぜい数十センチからどんな深いところでも1メートルまでのところに根を張ってその水をタイガのカラマツなどは利用しています。秋になると再び凍ってしまいますので、タイガもそのまま冬にかけては冬眠状態になりますが、夏の間に充分に水を利用して光合成活動をしているんですね。根から凍土の融

解層の水を吸いますが、その水は葉から蒸散します。一方、蒸散された水は上空で雲を形成し、雨となって降ってきて、またそれをタイガが利用するという水の再循環プロセスが出来上がっていることになります。一方、凍土から見るとこのタイガの森林が全くないとしたら、夏の太陽が直接当たってきますから、どんどん凍土を融かしてしまいます。でも、本当は融かすべきエネルギーの大部分はタイガの蒸発散に使われているので、あまり融けません。でも、表層だけは融けるわけで、その融解水をタイガはうまく利用しています。凍土からみたら自分の上にちょうど布団のようにタイガが存在してくれているわけで融けにくく、夏にほんの表層だけ融ける。お互いそれでこの何万年以上の期間、うまくやってきたことがこの観測研究で分かってきたわけです。したがって、例えば凍土が季節的に融けるタイミングとカラマツの葉が開くタイミングはほぼ一致しています。そのようなシステムが自然の中で組み立てられています。大気中の水収支における森林の蒸発散の役割を数量的に調べるために、大気中の水の収支を図21のような大気の箱で考えてみます。地面からどれだけ大気の箱の中に水蒸気として水が入ってくるか、それが蒸発散です

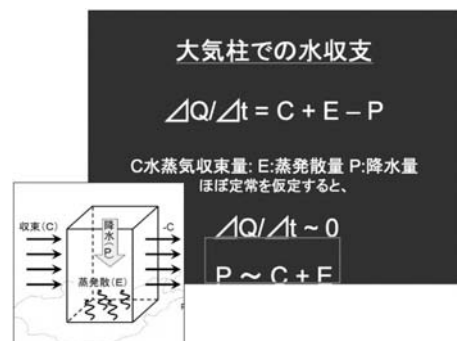


図21

ユーラシア大陸・アジアモンスーン地域での大気水収支

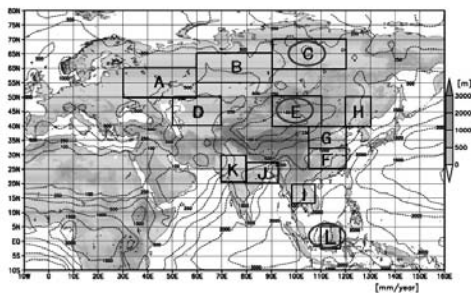
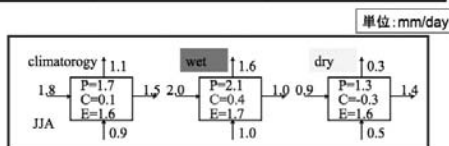


図22

東シベリア(C:90-120E,60-70N)の大気水収支



気候値: P~E (降水量は蒸発量でほぼ決まっている)
 Pの年々変化はCの変化が決めている
 Eの年々変化小さい⇒GAMEシベリア現地観測とよく対応

図23

ね。一方、この箱の中に周りから風(大気の流れ)によってどれだけ水蒸気が来るかというのが水蒸気の収束量、それからこの箱の中でどれだけ雨が降るかという降水量という3つがあります。ある程度の期間を平均すると、この3つの要素がバランスし、降水量～蒸発散量+収束量となります。そこで、シベリアのタイガ、モンゴル、熱帯林など、いろいろな地域でこの大気水収支を調べていきました(図22・23参照)。シベリアのタイガ域での比率は、夏の平均降水量が1.7mm/day、一日に平均して降る雨の量が1.7ミリであることを指しますが、そのタイガからの蒸発散量が1.6mm/dayと、降ったものとタイガの木から蒸発散する量とかほとんど同じ量で、周

りから集まってくる収束量は0.1とほとんどないことになります。すなわち、降水量のほとんどになる水蒸気源としては蒸発散量の割合が大きく、その大気の箱での水の再循環が活発であることを示しています。タイガは自らの生存に必要な水を、自ら再循環させていることになります。夏の短い間に降った雨の元はタイガの蒸発散で蒸発した水蒸気であり、それがまた雲となり雨となって降ってくるというサイクルを夏の間中繰り返すのです。秋になって気温が下がるとそれはぱたっと止まり凍土層に残った水分は、また次の夏まで持ち越します。このように植生と気候は、水循環を通してお互いをうまくコントロールしていることになります。次に図24のモンゴルの草原です。20年ほどのデータがありますが、ここでもやはり降水量と蒸発散量がほとんど同程度です。現地で観測していると、夏の間に雨が降るとぱっと草原が緑になりますが、同時に草原は光合成を行って、水蒸気を蒸発散として出しておりそれが雲となって雨として降っているというシステムが、モンゴル草原でも、出来上がっていることになります。では熱帯はどうでしょうか。図25の地域は東南アジア、インドネシアの海洋大陸といわれて

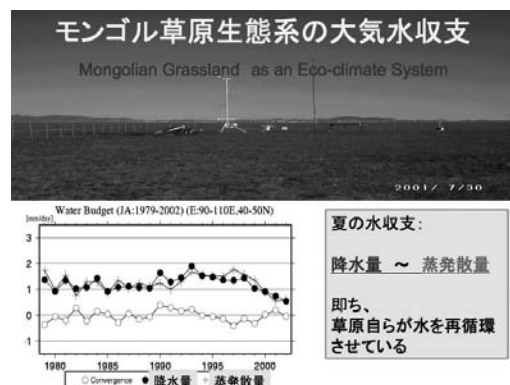


図24

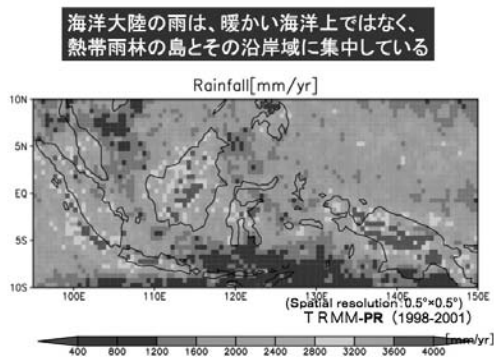


図25

いるボルネオ、スマトラ、ニューギニアといった熱帯雨林に覆われた島々のある地域です。この地域は、最近、トリム(TRMM)という熱帯降雨観測衛星から非常に正確な降水量分布が伝わってきました。図にはは約4年間ぐらの平均の年降水量が示されています。赤っぽいほど雨が多く、青っぽいほど雨が少ないことを示しています。多いところでは3,000ミリから4,000ミリに達しています。どこで多く降っているのかという点とボルネオやスマトラの島の上のあたりです。基本的に島とその周辺で降っています。海は非常に暖かい30度以上の海水で、これまでは気象学の常識として、暖かい海水の所が一番雨が多いのであろうと言われてきました。ところが、このよ

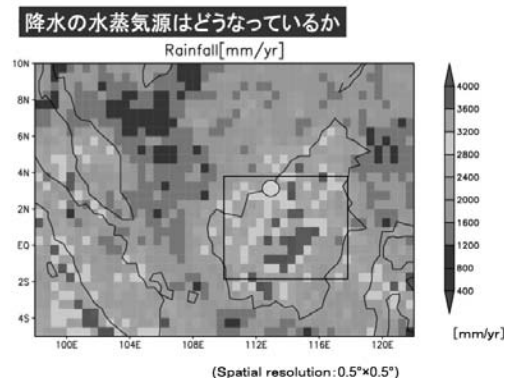


図26

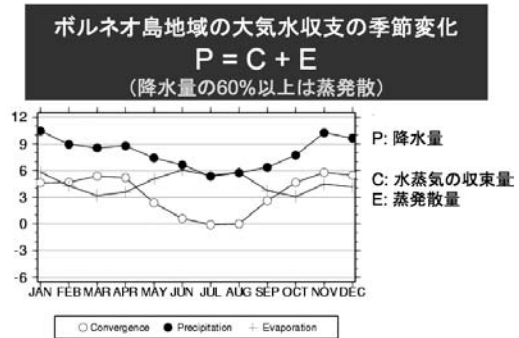


図27

うな新しい衛星観測によって、温かい海面よりもむしろ熱帯林のある島々の上で圧倒的に降っていることが分かってきました。ということは熱帯雨林と降水活動というの、何か密接に繋がっているのではないかと考えられます。図26のようにもうすこし拡大してボルネオを囲むボックスで考えてみると、熱帯の周りは暖かい海ですから周りから入ってくる水蒸気量も結構ありますが、降水量の60%程度、あるいはそれ以上は熱帯雨林からの蒸発散量が寄与しています(図27)。季節によって多少変動はありますが、特に海上ではほとんど雨の降らない乾期に降る雨はほとんど森林からの蒸発散になります。雨季はまわりの海から入ってくる水蒸気をかなり利用しています。どちらにしても、これまで言われてきたように湿潤な気候条件で木が生えるというだけではなくて、植生や森林そのものが水循環やエネルギーのプロセスを通して気候をある程度コントロールしている可能性がみえてきました。

もう少し詳しく熱帯雨林のようすをみましょう。図28はボルネオのマレーシア側のサラワクの熱帯林での観測タワーです。よく工事現場で使っているような80mのクレーンタワ



図28

ーを建てて、それを観測に利用しています。このクレーンタワーはぐると回りますから森林の上でいろいろな調査ができます。ゴンドラを使って生態学者は森林の樹冠上に降りてきてそこで観測や調査を行います。すでに10年以上観測は続いております。ここでも様々なことが分かってきました。たとえば図29は1日24時間の気象要素の日（周）変化を見ています。黒い棒グラフが降水量ですが、降水量に非常に顕著な日変化があるというのが分かります。ボルネオのどの場所においてもそうですが、日の出から午後の早い時間までの時間帯は、大部分の時間は晴れています。これは雨季の時もそうです。台風のような低気圧に覆われるような時でも、もしそれが日

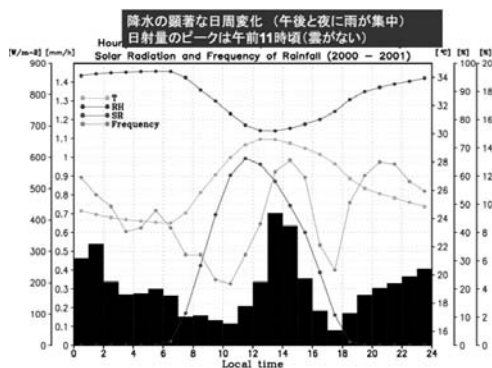
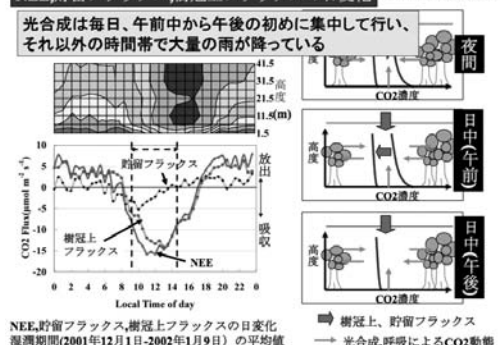


図29

本ならばおそらく朝から雨が激しく降り続くでしょうが、このような熱帯雨林地域では必ず朝は晴れています。逆に言うと低気圧によって降る雨も日周変化をしていることになり、午前中は必ず晴れています。熱帯の湿潤地域というと皆さんは雨季なんて非常に過ごしにくいと思われるかもしれませんが、日本の梅雨よりもはるかに過ごしやすいです。朝はいつもカラッと晴れて鳥まで鳴いていますから。そして、夕方近くから夜にかけて雨がかなり降りますが、朝になると晴れている。この朝カラッと晴れている、というのがとても大事です。なぜかという熱帯雨林も光合成を毎日のように行っていますが、その光合成活動は、この朝の時間帯に集中して行っているわけです。クレーンタワーの観測でそのことがはっきりわかります。図30に示されるように、一番光合成が活発な時間帯は、朝からお昼の早い時間に集中しています。それと関係して、森林内のCO₂濃度も非常に大きく変化しており、光合成活動が活発な午前中からお昼ごろまでは、CO₂濃度も減っています。熱帯の気象の日周変化を森林はうまく利用して活動し、生きているわけです。いやむしろ、そういう具合に熱帯雨林と熱帯の天気は進化してきた

NEE, 貯留フラックス, 樹冠上フラックスの日変化 (長谷・斉藤・鈴木・藤田, 2003)



NEE, 貯留フラックス, 樹冠上フラックスの日変化 (長谷・斉藤・鈴木・藤田, 2003)

NEE, 貯留フラックス, 樹冠上フラックスの日変化 (長谷・斉藤・鈴木・藤田, 2003)

図30

熱帯降雨観測衛星TRMMによる降雨・雷活動の時空間変動

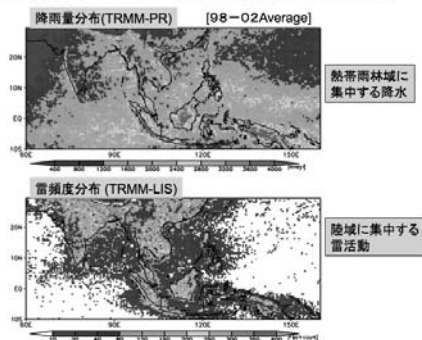


図31

のかもしれませんが。赤道付近の熱帯は季節変化がない、あるいは小さいために、一番顕著な太陽エネルギーの変化は日周変化になります。熱帯雨林は午前中の太陽エネルギーと夜を中心とする雨の水ををうまく活用しながら光合成を行っており、熱帯の天気と合わせた日周変化のシステムができています。ところで、先程紹介しました熱帯降雨観測衛星は宇宙から雨を測るだけではなく、雷も測っています。具体的に言いますと、雷はピカッと光りますが、その閃光の頻度を衛星から測っています。図31は、どこに雷が多いかを示す分布図（5年分の平均）です。これを見てわかることは、雷光を伴う雷は海の上は少なく、圧倒的に島の上や陸の上が多いですね。すなわち、島や陸の上の熱帯雨林のある地域でいわゆる積乱雲のような活動が集中して起こっていることを意味します。積乱雲は雨を降らしますが、この雲の持つもう1つの意味が雷です。熱帯雨林を見たことのある方はお分かりかもしれませんが、高いものになると80メートル程にまでなる巨大な大木も、根っこは誠に浅いんですね。これは先程のシベリアのタイガと同じで土壌がどれだけあるのかに関係しますが、土壌はあっても数十センチ

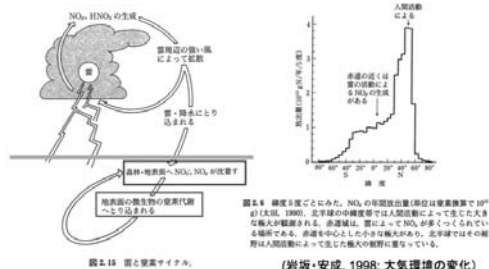
土壌層が非常に薄い海洋大陸では、対流(雷光)活動によるNO_x生成は、熱帯雨林の栄養補給と維持に重要？！

図32 雷と栄養サイクル

図32

しかありません。なので、風がないというのは好都合です。日本のように台風がきて風が強く吹くとそんな木はあっという間に倒されます。赤道直下の熱帯雨林地域は基本的に強風というものはありませんので立っていられるわけです。また森林の土壌は浅く、やせています。生物にとって必要なものは光と水と栄養ですね。ここでいう栄養とは窒素やリンを指しますが、普通は土壌からそれらを吸い上げますけれども、それとは別にどうも雷が影響しているのではないかということが言われてきました。雷光による放電は大気中の窒素をNO_xにします。このNO_xが雨によって水に溶け込んで栄養になり、それが地面に入って栄養になるというプロセスがあるのではないかとされています（図32左の図参照）。これはまだ完全に証明されておりませんが。もちろん、土壌中の微生物も、木のための栄養を作っていますので、雷が100%熱帯雨林への栄養を維持しているということはいえませんが、かなり可能性のある話とも考えられます。図32の右の図はNO_xの大気への放出量の緯度分布です。中緯度で多いのは人間活動による大気汚染で放出されているからですが、赤道付近も自然の放出量としてばかに

なりません。人間活動による量を差し引きすれば、むしろ赤道付近がピークになるはずですが、それは基本的には雷活動によるのではないかとされています。そうしますと、雷や積乱雲活動と熱帯雨林の存在は、実は密接に繋がっているということになります。今後さらに調べるべき大きな課題です。

■植生は気候も維持している

広域の森林・植生は気候に適応して存在していますが、同時に水の再循環を通して湿潤な気候も維持しています。ということは、モンスーンアジアの湿潤な気候の形成には、チベット高原の存在が重要であることを強調しましたが、植生も重要ではないかという疑問が出てきます。そこで、チベット高原と土壌を含めた植生は現在のモンスーンの気候維持にどう影響を与えているかを調べるために気候モデル実験を行いました(図33参照)。要するに今度は、チベット高原と植生とを付けたり取ったりして気候への影響を調べるわけです。そもそも森林があると、何が違うのでしょうか。森林は光合成で活発な蒸発散をしますが、例えば砂漠と森林と比べて何が違うのかということ、森林は緑色で太陽光の反射率

森林(植生)が地表面での熱・水収支に与える効果

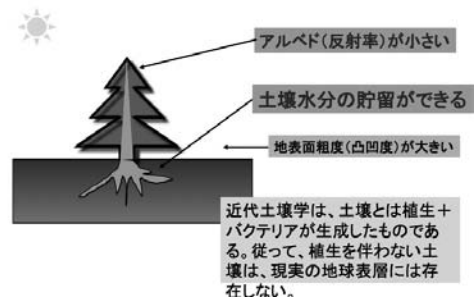


図34

(アルベド)が小さくなります。それは光合成のためにできるだけ太陽の光を吸収したいからです。一方、森林のない(少ない)都市などは反射率が大きいことが、飛行機などから見るとすぐに分かります。それから、森林のあるところは土壌が形成されており、水分も地表面でかなり保持できます。あと、木が集まった森林ではその凸凹のため、森林のあるなしで、風に対する地表面の摩擦が違います。これも大気の流れにある程度影響があると考えられます(図34参照)。図35はそういう効果をモデルに入れた場合と入れない場合のアジアの降水量を再現した結果です。まず、東アジア(中国)においてチベット高原がない場合、雨はもちろん降りますが非常に少ないで

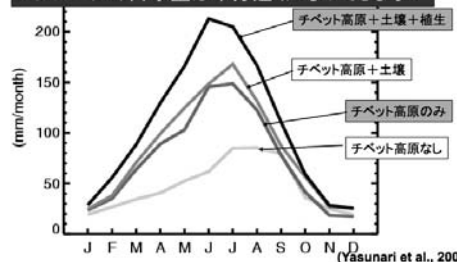
植生は水循環を通して気候を維持？

- 広域の森林(植生)は、水の再循環を通して湿潤な気候も維持している？！
 - モンスーンアジアの湿潤な気候の維持・形成には、チベット高原だけでなく、植生の存在も重要？
 - では、チベット高原と植生(±土壌)は、現在のモンスーン気候の維持・形成に、それぞれの程度の役割を果たしているのだろうか？
- ⇒単純化した気候モデル実験で調べてみよう

図33

チベット高原の有無と土壌・植生の有無による東アジア(中国)モンスーン地域の降水量季節変化(気候モデルによる数値シミュレーション)

ユーラシア大陸に植生がないと、モンスーンの降水量は半分近くになってしまう！



(Yasunari et al., 2006)

図35

すね。それが、チベット高原を加えるとかなり増えます。だいたい夏のピーク時には70ミリが150ミリぐらいと倍程度に増えます。それでも、実際の今の降水量よりも少ない、そこで更に植生土壌を加えると夏のピークでは200ミリ以上で、実際の量にほぼ近くなります。ということで、ユーラシア大陸に植生がない場合、チベット高原があったとしてもモンスーンの降水量は半分ほどになってしまいます。雨があるから植生がある、というのは一般的な常識ですが、一方で、植生があるから雨も降るといいう言い方をしてもいいと思います。このことは生態系や生物多様性を考える上でいろいろな意味がありますが、気候と植生という地球環境の基本的な要素がお互いに作用し合っているという認識は、非常に大事だと思います。図36はチベット高原のある場合とない場合の降水分布のちがいで、モンスーンアジアの陸上にチベット高原の効果で降水量が増加することがわかります。一方下の図は、これに加え、さらに植生がある場合とない場合の差を示しています。植生を入るとモンスーンアジアの降水量がさらに増えるのとタイガ（北方林）の北ユーラシアに降水量がぐっと増えます。先程シベリアのタ

イガと永久凍土との繋がりを話しましたが、植生の存在により、降水量が増えているというのがはっきり分かります。海から水蒸気が大陸の内部にまで入るといのはなかなか大変で、実は水蒸気が運ばれているのは森林や植生があるからなのです。森林があるおかげで一旦海から入った水蒸気がそこで蒸発散して、それがすぐ近くの森林の上で雨となって降らす、というサイクルが繰り返されて、内陸の方まで水が入っていけているということになります。すなわち、大陸スケールの気候を考えたときに、内陸まで湿潤になるには森林がないと成り立たないというのが分かります。東アジアに関してもうひとつ面白い話があります。夏になるといわゆる梅雨前線（中国ではメイウ前線）でたくさんの雨が降ります。梅雨前線が特に大陸の上でどう維持されているのかを私たちは降水レーダーによる観測などで研究してきました。そこで分かったことがあります。梅雨前線は水蒸気がたくさん流入してきますが、その水蒸気はどこから来ているのか。インドの方からモンスーンの気流がかなり内陸を通ってきますが、その途中でかなりの水蒸気を落としていきます。しかしそれでも梅雨前線はちゃんと維持されてい

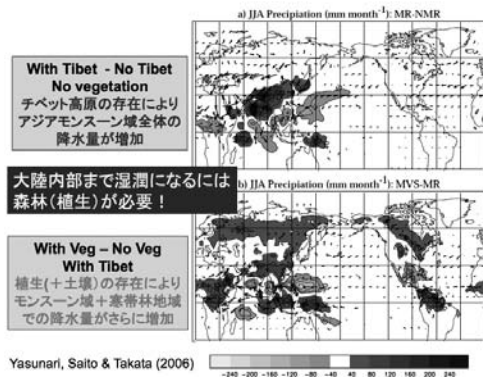


図36

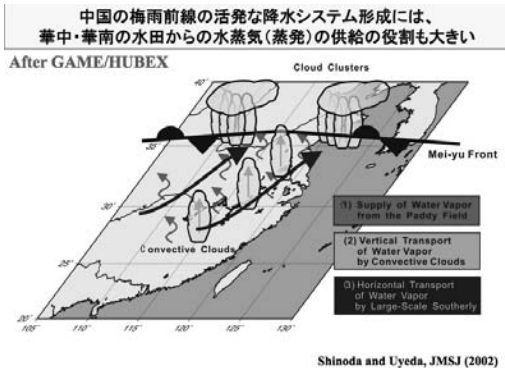


図37

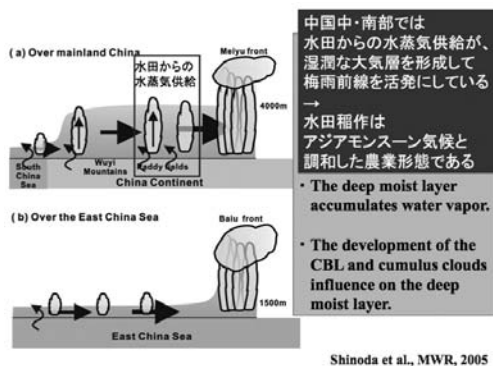


図38

ます(図37参照)。そこで中国大陸上での南北の断面を図38のように見ますと陸の上で大気の下層に確かに水蒸気が増えています。なぜ水蒸気が増加しているかという、実は水田が広がっているからです。水田からの水蒸気供給です。これも結構量になります。中国南部では水田からの水蒸気供給は大気の湿潤な下層を形成し、梅雨前線の形成にも繋がります。気象学では大気の下層の方が湿ると大気が不安定になり、積乱雲系の雲と降水が起こりやすくなることが分かっています。したがって、水田稲作は、この面からもアジアモンスーン気候と非常に調和的な農業形態であると言えます。モンスーンアジアは湿潤だから水田農業が行えるわけですが、同時に水田稲作自体もモンスーンを強める方向に働いているという形で、気候と非常に調和的な農業とも言えます。まとめると、アジアモンスーンは水循環を通して豊かな森林を形成しますが、その過程で活発な蒸発散を繰り返して森は強いモンスーンを作り、このモンスーンは森を維持するというループを形成するシステムであり、ひとつの動的平衡系と言ってもいいかと思います。ダイナミックな平衡系というのは非常にうまくできているのです

モンスーンは森を創り、森はモンスーンを維持する

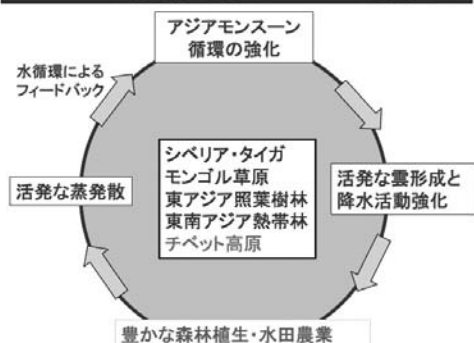


図39

が、逆に言うとこのようなシステムというのは、どこか一箇所で破綻すればガタガタと全体が崩れる可能性があります。その意味で人間活動の影響は重要です。例えば人間活動による森林破壊などがこのループが弱めたり、断ち切ったりする可能性があります(図39参照)。

■生物多様性とアジアングリーンベルト

つぎに、COP10と絡めて、アジアの生物多様性に関連した話をします。イントロでモンスーンアジアやアジアングリーンベルトが生物多様性において類を見ない地域となっているとお話しましたが、それはなぜかということです。例えば、東アジアの植物の中で、維管束植物を見ると、この狭い日本には5,600種の固有種があり、雲南省に至っては14,000種もあります。それに比べてイギリスは1,250種です。比較的国土の大きいスペインは比較的多い方ですが、それでも5,000種程度となっています。このように東アジアが非常に高い多様性を持っているのは確かです(図40参照)。東アジアあるいはモンスーンアジアの種の多様性は、生態学的にも分類学的にもある意味では常識となっているようです



(百原, 2007)

図40

が、それはなぜでしょうか。この地域は過去の地球の歴史を見てみると非常に特異な地域です。過去約300万年は氷河時代(Ice Age)といわれ、地球上に大きな氷河が存在しているような時代を指しています。今もグリーンランドや南極には大きい氷床がありますし、山岳域にはまだ雪氷や氷河があります。その意味で、「地球温暖化」が騒がれていますが、今現在も実は氷河時代に私たちはいるのです。もちろん、その氷河期の中で寒くなる時と相対的に温くなる時という氷期・間氷期のサイクルがあり、約300万年の間、地球は大氷床が大陸を覆う氷期と氷床が縮小あるいは融けてなくなる間氷期のサイクルが繰り返えされてきました。図41の縦軸は海洋底堆積物の酸素同位体比から推定した地球全体の平

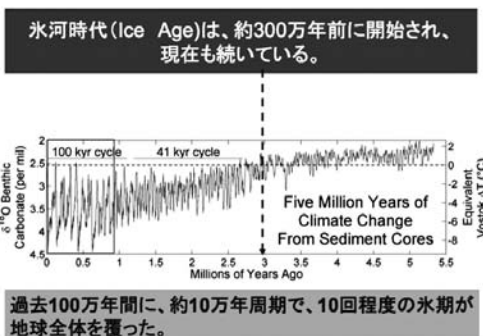


図41

特に過去80万年間、約10万年周期で氷期・間氷期が繰り返され、大気中のCO2濃度も変動してきた。最終氷期は18,000年前で、以後、急激に温暖化している。

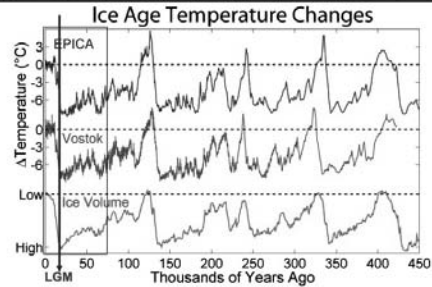


図42

Asian Green Belt は氷期の最も寒かった時期 (18,000 BP)にも、高緯度も含め、氷床・氷河に覆われることは一度もなかった ⇒北半球の陸域で唯一



図43

均気温の動きを示しています。300万年前ぐらいから気温は次第に下がってきつつ、しかも変動が激しくなっていますね。最近100万年ぐらいの変動は特に大きく周期も長くなり10万年程度の周期になっています。これが最近の氷期・間氷期サイクルです。この寒暖の繰り返しは基本的に現在でも続いていると考えられます。この図42・43は最近の数十万年のデータを取り出したものです。最終氷期は18,000年前になり、その後急激に温度が上昇して現在に至ったわけですが、図43は18,000年前に氷期が一番拡大した時期の氷床の分布を示しています。北米大陸は全部氷河に覆われ、南極のようになっていました。ユーラシア大陸の西側もスカンジナビア半島を中心に

シベリアの北極海まで氷床に覆われ、チベットも広範に氷に覆われました。しかし、東アジアのアジアングリーンベルト域は氷期の真っ最中でも一度たりとも氷河や氷床には覆われたことはありませんでした。これは非常に重要な事実です。実際、ヨーロッパや北米では間氷期には森林があったはずですが、氷床に覆われてしまっていったん全部死滅してしまい、氷床が融けると再び新しい種が南から入ってくるというプロセスが繰り返されていたはず。ところが、アジアングリーンベルトはそのようなことが一度もなかった。もちろん気温が上がったり下がったり、あるいはモンスーンの強さも変わりますから、気候がより湿潤になったり、乾燥したりという変化はあったけれども、植生が存在できるような状況がずっと300万年は少なくとも続いていたはず。これは、地球上の他の地域とは大きく異なるこの地域の特異な気候・植生地理学的な条件であり、この条件が東アジアの生物多様性の維持には非常に大きな役割を果たしていると推測されます。たとえば、18,000年前の氷期にはかなりの海水が北米やスカンジナビアの氷床の水となりますから海面水位は大きく下がっていました。その結

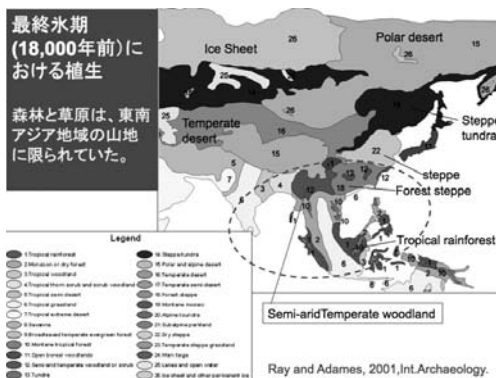


図44

最終氷期から間氷期へ移行し始めた時期 (11,000 BP)

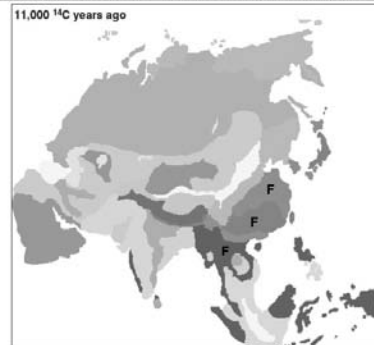


図45

3~5,000年前、森林の急激な北への拡大 (縄文中期)

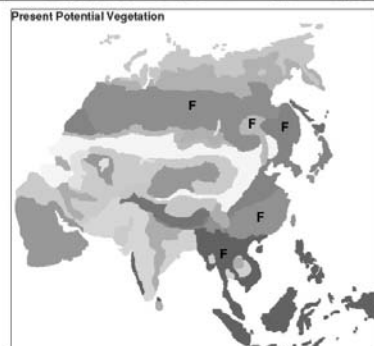


図46

果、今の東南アジアのボルネオ、スマトラの海洋大陸域は全部陸でした。すなわち、氷期には、アジアの東側は、赤道から北極海まで陸続きだったということが分かります。気候が温かくなってくるとこの海洋大陸域は海になってきます。そのような繰り返しが数万年から十数万年の周期で最低300万年間ぐらいは繰り返されていたという可能性があります (図41参照)。一番寒かった18,000年前ぐらいは、中国の南半分あたりまで森林 (Fという記号) がありましたが、間氷期に向かい、森林帯は、次第に南から上がってきたわけです (図45参照)。そして、5,000年前の縄文時代ぐらいになるとほぼ現在と同じ図46の状態になります。この繰り返しが300万年間、数万年

から数十万年周期で繰り返されてきました。ヨーロッパの方はそのたびごとに氷床に覆われてしまうので、一旦北にいった森林もすぐまた氷床に覆われてしまって死滅します。しかし、東アジアは森林・植生は死滅せずにこの南北の気候の繰り返しにより、移動や適応、放散などが繰り返し起こっていたことになります。このことは、東アジアの生物多様性をつくり出す非常に重要な条件になっているのではないかと思います。

まとめますと、東アジアの多様な陸域生態系の形成の原因としては、氷床に覆われることなく続いた寒暖と乾湿の激しいモンスーン気候の変化により森林生態系の南北の前進後退が繰り返し引き起こしたことに加え、モンスーンアジア地域の非常に複雑な山岳地形と海岸地形により、生物の適応・放散や競争・棲み分けが非常に活発に繰り返されて起こったことが重要ではないかと思っています。もちろん、まだ仮説の段階であり、生態学的にはまだいろいろと議論もあると思います。

■人間活動によるアジアモンスーン変化

先程申し上げましたように、67億人の60%がこの地域に住んでいるわけですから、当然



図47

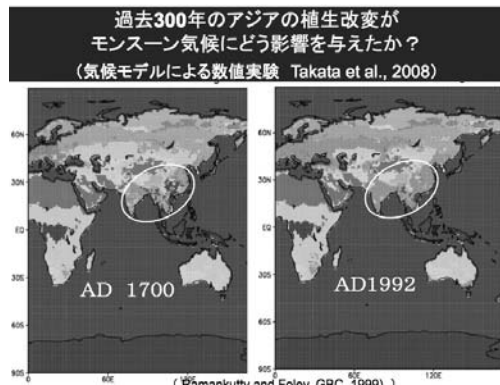


図48

森林破壊も大きく進行しています。これもモンスーンアジアの気候変化に大きくあるいはかなりの程度影響している可能性があります。この地域の植生の変化を、かつてあったとされる潜在植生と現在植生で比べると、図47のように大きく変化しており、中国南部では虫食い状態になっているのがよく分かります。シベリアやモンゴル付近でも変わっています。このような植生変化は、これまでの議論からしても、気候に当然フィードバックしている可能性はあります。例えば、モンスーンアジアの1700年の植生の土地利用と現在(1992年)とを比べると随分違います。現在の中国やインドでは、耕地が大きく広がっていますが、かつては大部分が森林植生でした(図48参照)。こ

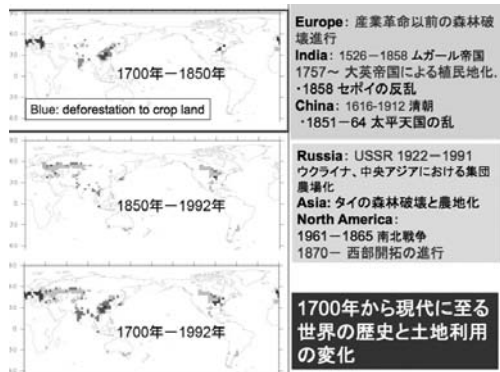


図49

のような植生変化を条件にして気候モデルにより気候の変化を図49のように調べてみました。その結果、降水量でみると特にインド亜大陸で、1700年から1800年にかけて非常に森林破壊が起こった結果、降水量が大きく減少する結果となりました。残念ながら1700年の降水量の観測データはないので、直接的な検証はできませんが、ヒマラヤのアイスコアからインド付近の降水量を推定した最近の結果によると1700年頃は、1800年代よりも降水量はかなり多かったことが示唆されます。現在、人間活動によるCO₂放出などによる全球的な気候変化(地球温暖化)が生態系や生物相に与える影響が問題になっていますが、地域的に見ると、森林破壊や土地利用変化が生態系や生物相にローカルに影響を与えていると考えられています。地域的な森林破壊や土地の改変が起こると生態系の攪乱などにより、多様性に大きな影響を与えるとされています。しかし今回の結果は、地域的な森林破壊とか土地改変は、地域的な気候や水循環をも変え、それがさらに生態系・生物相にも影響を与える可能性を示唆します。もちろん、この生物相・生態系変化がかなり広域に起こると、また気候を変えるというフィードバックもありうるということです。気象学・気候学を研究

している立場からすると、このようなフィードバックも含めて考える必要があります(図50参照)。

モンスーンアジア、あるいはアジアグリーンベルトは過去数百万年にわたる氷期間氷期の気候の大変化を通して、熱帯から寒帯まで連続した気候の大きな南北の勾配の下で生物の多様性が形成された世界で唯一の地域であると考えられます。一方、この地域の植生は同時にモンスーン気候の形成・維持にも大きな役割を果たしています。そういった意味では、これまで申し上げてきた生態系や気候系は、生態気候系(あるいは気候生態系)として密接に繋がったシステムを形成していると考えられます。このような生態気候系に対する人間活動のインパクトは大きく、モンスーン気候をも改変する可能性があります。このシステムは一種の動的平衡系ですから、ある程度以上の大きなインパクトを与えると、取り返しがつかないような大きな影響をそのシステムに与えてしまう可能性もあります。世界人口の60%がこの地域に集中しており、モンスーンアジアの環境問題は地球環境問題の中で緊急かつ最重要課題です。一方で人口集中を可能にしているのは、水田稲作農業などこの地域の生態気候系と調和した農業を発展させてきたからでもあります。アジアのみならず、地球環境の持続性を考えるときには、地域あるいは大陸スケールでの生態気候系(eco-climate system)の仕組みを理解しつつ、いかにこのシステムと人間活動が調和的に維持・持続できるかを追求することが、今後の重要な課題だと思っています。

ご清聴ありがとうございました。

全球的な気候変化と 地域的な土地利用改変が生物多様性に影響

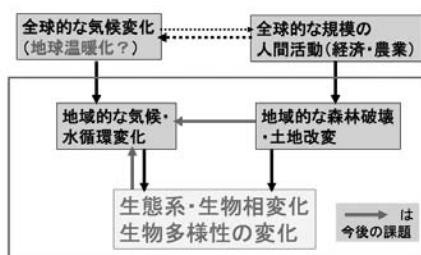


図50



渡邊主任研究員：どうもありがとうございました。いわゆる物理環境と生物環境、生命環境その関係は相互作用的、動的平衡、別の言い方をしますと複雑系というそのような形になっているわけで、どうも近年は因果関係を非常に短絡的に捉えて議論を進めているような節があります。グローバルな地球環境問題といった問題を捉えるには長期にわたる綿密な観測の元にそのようなデータに基づきながら様々な仮説なり、あるいはコンピューターによるシミュレーションといったような形でいろいろな研究を試みます。そのような中で一体どこまでがきちんとした事実なのか、事実を踏まえながら議論を進めていくといった必要性があるのではないかというのが今回のシンポジウムのひとつのコンセプトとなっております。

安成先生、ありがとうございました。

それでは引き続きまして、米本昌平先生の基調講演に移ります。まず、米本先生のプロフィールをご紹介します。米本先生は1972年に京都大学の理学部をご卒業され、卒業後はしばらく名古屋で証券会社に勤務し、いわゆる株屋さんとしての人生を歩んだとい

う非常に特異的なキャリアの持ち主でもあります。かなり早い時期から三菱生命科学所の中で地球環境や生命倫理、遺伝子技術組み換え問題など、非常に的確に本質を捉えて議論を展開されていらっしゃいます。現在はそのような業績の上に東京大学先端科学技術研究センターの特任教授として東大でも教えてみえます。私が米本先生と最初にお目にかかったのは1983年、先程の安成先生も霊長類研究所の研究会にお呼びしたのですが、米本先生にも来ていただきました。いわゆるコメンテーターとしてご参加いただきました。まだまだ今西錦司先生がお元気な時代です。ちょうど米本先生にお会いした時に今や飛ぶ鳥を落とす勢いの養老猛先生も同じコメンテーターとして参加していただいております。そのような中で今日まで米本先生はある意味でしっかりした科学的なデータに基づきながら、それを現実の政治や政策といったところに結び付けていかないと単なる科学的な議論で終わっているのでは意味がないといったスタンスをお持ちだと理解しております。今日、国の環境行政に関わる場所でも審議委員等として提言を続けていらっしゃいます。今回のシンポジウムでも何らかの形で提言に向けての第一歩が踏み出せればと考えております。それでは第一部の基調講演後半部として米本先生にお願いしたいと思います。米本先生、お願いいたします。

基調講演

米本昌平 東京大学先端科学技術研究センター・特任教授

「地球環境問題－自然科学と外交の融合」



ご紹介頂きました米本でございます。あまり個人的な昔話をすると問題が多くなりますので（笑）、早速本題に入りますけれども、安成先生と私は京都大学山岳部に1966年に入り、安成先生も私も1972年卒業という事ですが、これは2回落第して、山ばかり登っていたことになります。

私は「自然科学と外交の融合」という観点から、地球環境問題のエッセンスをご説明し、後の議論の参考にして頂ければと思います。といいますのも、日本のアカデミズムは、政策立案とか外交という問題を難しいものとして、これに関与することに後ろ向きの心情を強く持っています。政治的な対立がある問題について接近しようとしないう、臆病な職能集団だと思っています。いまから、20年程前、地球環境問題が急速に重要になり、自然科学と外交とが突然繋がる状態が出現したのですが、そのあたりの問題について腰を据えて研究する研究者は、日本ではほとんどいないだろう

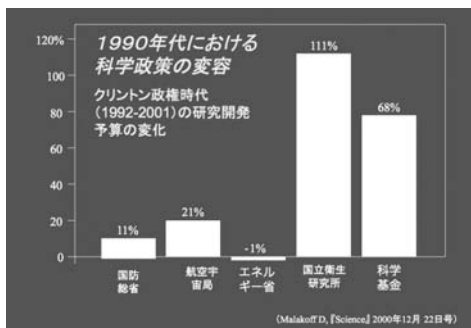
と思い、それまで主題にしていた生命倫理の問題を一時棚上げにしてこの領域に入ってきました。地球環境問題を外交という側面で切ってみますと、現在では地球温暖化が主題になっていますが、地球温暖化の外交に関する考え方の基本の一つには、欧州発のものが多く、欧州社会は環境外交の体験を70年代あたりから蓄積してきています。とくに越境大気汚染問題の交渉の実績が、現実にEUの温暖化交渉の先行体験になっております。日本ではこの種の議論をほとんどしてきておりませんので、この面をご説明したいと思います。そして、実際に国際ルールを守らせるためには、通商問題として規制するのが実際には一番実効性がありますので、後でご質問が出れば、例えばワシントン条約や生物多様性と外交などにも触れたいと思います。意図的

1. 冷戦の解体と21世紀型科学技術への再編
「軍民転換」：スローガンは情報社会の構築、地球環境問題
冷戦＝アメリカ型の科学技術・技術動員現世改良主義型
2. 地球環境問題＝自然科学と国際政治の融合
自然科学と政治が直結
外交交渉の理性化と、「地球科学の専制」？
3. 欧州統合とEUの環境権限の拡張
温暖化交渉の先行体験としての長距離越境大気汚染条約
地球温暖化問題（FCCC体制）とWTO体制の統合へ
4. 日本の選択肢
セクター別アプローチは正解
日本の技術力の比較優位

に刺激的な事をいくつか申し上げますが、それを4つの点に集約してお話しします。第一に、地球環境問題が外交の主題になったのは冷戦の崩壊と連結していること、第二に、地球環境問題に関係する研究プロジェクトは冷戦を支えてきた科学技術と深い関係があること、第三に欧州における酸性雨外交の歴史、そして第四にこれらの世界の環境外交の実績を踏まえた上で、東アジアに対して日本はど

のような考え方をとればいいのか、ということです。

■アメリカにおける環境政策の変容



西暦が4で割りきれれる年は、オリンピックがあり、同時にアメリカの大統領選があります。92年の大統領選では、アーカンソー州の知事しかやったことのなかったビル・クリントンという人が勝ってしまい、93年1月にホワイトハウス入りし、その後、8年間、アメリカの国家運営をいたします。この8年間の科学研究費の変動を表したのがこの図です。国防総省の研究費、航空宇宙局の経費、エネルギー省の開発研究費というのは、91年12月まで世界の構造を決めていた冷戦体制を支えた科学技術研究費でした。航空宇宙局のプロジェクトの87%は軍事目的であり、エネルギー省は核兵器開発を所管していた省です。そしてこの8年間で起こったことは、冷戦体制のための科学技術研究費を削って、残る自然の研究領域で税金を投入してもなお、研究成果が出る領域という、消去法の発想で、国立衛生研究所に研究費を集中的に投入することでした。国立衛生研究所というのは、アメリカの大学医学部などに研究助成を行うと同時に、20余の国立研究所群をかかえる生命科学の一大複合体です。この研究費が8年

間で2倍強になり、基礎研究費も増えました。つまり冷戦が終わり、これを支えた科学技術研究費を削り、基礎医学に研究費をより流すようになり、その結果、ヒトゲノム、ES細胞、クローンなどの技術革新も生まれました。これは冷戦後のアメリカが国家運営の変革の必然として、研究費を付け替えたのですが、90年代後半になると、これが自然科学そのもののトレンドだと世界中が受け取り、物理学から基礎医学に自然科学研究の全体がシフトします。20世紀半ばで日本の一番偉い科学者は湯川秀樹でしたが、今は自然科学研究費の6割ぐらいが、基礎医学に投入されています。これが20世紀までは物理科学の時代、21世紀からは生命科学の時代、となった財政構造上の理由です。

アメリカの技術開発イデオロギ― プラグマティズム+自助努力=技術動員型現世改良主義				
1800	1900	1940	1990	2000
産業 西へ西へと拡大する 巨大産業を管理する技術 大衆消費社会	第二次世界大戦+冷戦		軍民転換 非軍事への再投入 地球環境問題 情報化社会	
科学研究 州立大学による基礎研究 財団による基礎研究	国家による科学動員 Military-industrial-complex (nuclear-weapon-complex) →スピンオフ効果			
	国家安全保障 大衆消費社会の上に 軍事部門(核体系)が成立		国益 核兵器めきの 核コントロール体制 の転用	

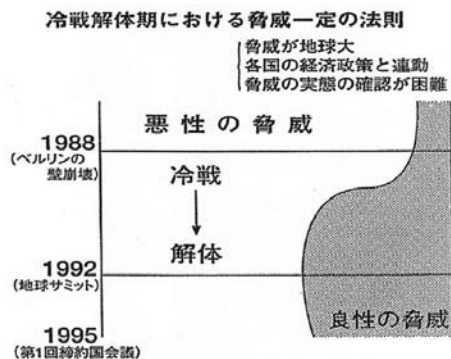
アメリカという国は、誤解されている所があります。第二次世界大戦が始まる以前には、連邦政府が大学の研究にお金を付けるということはありませんでしたし、実利的な見返りが無いものに税金を投入するという発想はまったくありませんでしたし、そもそも議会がそんな予算は通しません。戦前の大学にお金をつけていたのは、一部の州立農科大学には州がつけていたのを除くと、財閥系の財団です。19世紀後半、南北戦争が終わりますと、アメリカ国内で富の蓄積が非常に進み、鉄道、

鉄鋼、石油などの巨大な財閥が出現し、欧州で生まれた新しい学問をアメリカに移植しようと考えて、特定の新しい領域に寄付をするようになります。19世紀後半に欧州でコッホの細菌学が成立し、それをアメリカに移植しようとしたのがロックフェラー医学研究所です。そこに東洋の貧乏国から変わり者が来て、遮二無二有名になろうと研究したのが野口英世です。もうひとつ例をあげると、シカゴ大学の理学部です。これもロックフェラーが丸々寄付し、欧州で進展し始めた核物理学を移植しようとした。ここが第二次世界大戦中の原爆開発の秘密プロジェクトであるマンハッタン計画の中心の一つになりました。もともと、アメリカという社会は、西へ西へと拡大するフロンティアの為に役に立ちそうな科学技術は受容られ、発達します。例えば、通信技術や自動車などはどんどん利用されるようになりますが、役に立ちそうにないものには、お金を投入してこなかった。20世紀初め、アメリカは一国では工業出荷が世界最大になります。ただ欧州には、フランス、イギリス、ドイツなどあり、全体で見ますと工業力は欧州が圧倒していました。ただ、欧州はその工業力を軍事に向けますが、アメリカはこの工業力を耐久消費財の開発に使います。20世紀のはじめに自動車メーカーは300社ほどあった。彼らは誰に向かって車を作ったかという、貴族からの注文生産でした。20世紀初頭ではまだ公道を車は走ってはいけない国がたくさんありました。ところが1908年10月にヘンリー・フォードという人が、それまで貴族の道楽であった車を誰でも買えるよう、運転が簡単で泥道でも走れて修理が簡単な「T型フォード」として初めて商品化い

たします。その結果、史上初めてアメリカに巨大消費社会が実現することになります。T型フォードの商品化第一号が発売されたのが1908年10月で、ちょうど今から100年前です。100年後の現在、アメリカのピックアップが傾きかけており、アメ車のコンセプトではなくて、小型車しか売れない時代に入ってきた。100年単位でみると、社会のシステムは激変するのがよく分かります。

ところで、現地時間の1941年12月7日、アメリカは真珠湾攻撃を受けて、突然、戦争当事国になります。これによって初めて戦時科学研究動員が可能になります。それ以前のアメリカの研究者は、勝手なことばかりを言い、お金はなかった。ところが戦時科学研究動員が行われ、ある目的に向かって工程表を決め、これにお金を付けて技術開発をすることが始まります。第二次世界大戦が終わると、すぐに冷戦が始まりました。この結果、アメリカは1941年12月から1991年12月のソ連崩壊までのちょうど半世紀間、50年戦争を戦ってきたことになります。そしてこの期間を通じて、科学技術開発の最大の動機づけは核兵器開発であり、これはアメリカという国家のコアでした。ところが冷戦が終わり、巨大な軍事研究の技術開発投資を他に転換しなくてはならなくなった。90年代のアメリカの技術政策のスローガンは、軍民転換でした。アメリカの国内で軍というのは非常に社会的ステータスが高く、正面から軍事費を削りますとは言えません。そこで別の表紙をつけ「情報化社会を作ります」とか「地球環境問題に対応します」といった名目で、冷戦時代の科学技術の成果を別の目的に転用します。

こういう事情が、冷戦解体後、国際政治の



課題として地球環境問題が対象となりはじめたひとつの理由です。1989年秋にベルリンの壁が崩れます。この直前の、1988年秋の国連総会で、当時のソ連外相のシェワルナゼが、核兵器対決というのはもう時代遅れであり、次の課題は環境問題であるという演説をします。さらに同じ年の12月の国連総会でゴルバチョフ書記長が有名なデタント演説を行います。このデタント演説の後半でも、次の地球規模の脅威は地球環境であると言います。こうして翌年、ベルリンの壁が崩れて、冷戦が終わり、1992年に地球サミットが開かれて、ここで国連気候変動枠組条約（温暖化防止条約）が署名されるのです。この4年間に非常に大きな国際政治の変動があったことになります。温暖化防止条約という大きな国際合意があつという間に成立します。このとき突然、温暖化が危険な水位に達したという科学的データが出されたわけではありません。20世紀後半の国際政治の枠組みを決めていた冷戦が終わり、核兵器対決が遠のいて、次の地球的規模の脅威を国際政治は生理的に必要としたのです。考えてみると、核戦争の脅威と地球温暖化の脅威というのは、よく似ております。第一番に脅威が地球規模である。第二番に、

冷戦は核兵器の生産体制を通して、また地球温暖化の方はエネルギー政策を介して各国の経済政策に深く関わっています。第三に、対抗すべき脅威の実態というのがたいへん分かりにくいものであること。地球温暖化に対してどれぐらいの経済的資源を投入しないといけないのかは不明です。核戦争の脅威がなくなった分、その脅威の空隙を埋めるかのようにそれまで全く問題視されていなかった地球環境問題が国際政治の主題に挙がってくるといふ構造変化が、この4年間で起こりました。ただ、核戦争の脅威と温暖化の脅威は違う所もあります。核戦争の脅威は「悪性の脅威」と言えます。核戦争の危険を大きく見積もり、核兵器をたくさん作ると、冷戦が終わって後世に残されたのは、大量の核兵器と戦車群です。ところが、温暖化の脅威に世界中が少し過剰に対抗手段を積み上げたとしても、後世に残るのは公害防止や省エネの技術開発と投資です。温暖化の予測より少し遅れたとしても、温暖化に過剰に資源が投入されるのは、後生の人間にとって良い事になる。国連気候変動枠組条約は壮大な条約であり、普通、これだけ大きな条約なら、交渉開始からうまくいって10年程度で妥結すれば成功と言っている。実際に海洋法条約は15年ほどかかっています。温暖化条約の場合、交渉は実質7ヶ月で妥結されています。その理由は一にも二にも、国際政治の激変が起こり、ポスト冷戦時代の国際政治の枠組み作りとして、地球環境問題という新しい人類共通の脅威に対応した条約が成立したのだと思います。

先進国の中で日本は特殊な地位にあります。1980年代のはじめは、世界が非常に緊張していた時代でした。この時、本当に核戦争



が起こったら、環境にどんな影響がでるのかを、一部の研究者がシミュレーション研究を始めました。その前提として、80年代半ばのある日のニューヨーク時間のお昼に、突然何かの理由で核戦争が始まり、核保有国がおよそ半分ほどの核兵器を発射したと仮定した場合、第一段階として、フォールアウトと言って、致死性の放射性降下物の塵がどう降って、どれだけ死ぬかというのがこの図です。核ミサイルはすべてプログラムされており、世界の常識では米ソどちらかが誤って核ボタンを押したら、日本は全滅するシナリオになっていた。この間、日本はこれを知らない顔をしてきたのです。このときの発見が「核の冬」です。核戦争で、石油コンビナートに核兵器が打ち込まれると、すごい酸欠状態になり、しかも成層圏にまで大気の大穴が開いてしまい、煤の塊が成層圏まで吹き上げられ、核戦争後は数年間とても寒い夏が続くというものです。このようなシミュレーション研究のノウハウが、冷戦後に温暖化にも使われていくことになります。もう少し、冷戦との関係に触れましょう。1957年の秋に、ソ連がスプートニクという人工衛星を打ち上げます。当時アメリカは、ソ連はまだ科学技術は進歩していないだろうと、たかをくくっていたのですが、ミ

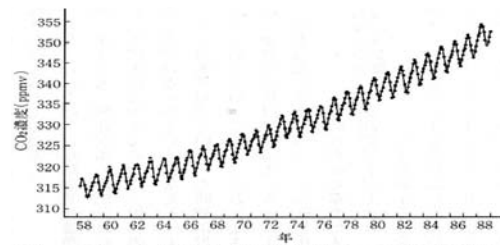


図1 ハワイ・マウナロア観測所における月平均の二酸化炭素の濃度 (D. Keeling 他, Geophysical Monograph, Vol. 55, 1989)

キーリングらは、58年の国際地球観測年から大気中の二酸化炭素の精密な測定を続けており、年平均で約1.8 ppm (0.5%)ずつその濃度が増えていることは60年代からわかっていた。しかし、これが地球温暖化と本格的に結びつけて論じられるようになるのは、80年代後半になってからである。

サイル開発が進み、先にソ連が人工衛星を飛ばしたため、アメリカは強い危機感を抱きました。偶然、翌年は国際地球観測年でしたので、これを前面に出し、本当は対ソ連に対抗して人工衛星を上げたのですが、科学観測というオブラートに包んで、58年からアメリカはたくさんの人工衛星を上げるようになります。またこの時から、ハワイのマウアロナ火山という、人間活動の影響がほとんどない太平洋の真ん中で、大気中の二酸化炭素を精密に計るようになります。すると、安成先生のお話にもありましたように二酸化炭素が徐々に増えていることが実証され出した。北半球では春になるといっせいに芽吹きがはじまり、CO₂が固定されますが、秋になるとこれが止まり、逆に暖をとるため燃料を燃やしますので、年変動が起きます。この測定が1958年以來ずっと続けられていますが、空気中の二酸化炭素は増えていることは科学データとして、70年代から明らかになっていた。けれども、これを人間活動の結果だとし、しかも温暖化と結びつけるようになるのは80年代の後半になってからです。なぜかその頃、ソ連ではゴルバチョフが登場し、地球の表面気温も実際に上昇してくるわけです。この間合いは不思議という他ありません。

■ヨーロッパにおける環境外交

地球環境問題に関して私の視点から強調したいことは、それまで地球科学の研究は政治や政策とは一切関係がない、地味なフィールド・サイエンスだったのが、突然、地球環境問題が浮上したことで、国際政治のいちばん外側の枠組みを提示する重大な役回りに押し上げられたことです。まず、科学者たちは自発的に最新の科学データを集約して、外交のプロセスの情報を供給するアセスメント作業を始めるようになります。温暖化で言えば、科学の観点から、現状の評価と未来はどうなるのか、見解をまとめるようになります。もともと科学者は個人の好奇心にかりたてられて仮説を立てデータを集めることをしてきたのですが、未来がどういうことになるのか科学者としてコンセンサスを形成するようになります。温暖化に関して言えば、最初のアセスメントの会議が85年に開かれます。この時、冷戦を終焉に導くゴルバチョフがソ連の書記長になるという不思議な歴史の呼応関係があります。最初は国連環境計画（UNEP）と国際気象機関（WMO）が資金を出して開催していたのですが、1988年12月、国連総会でゴルバチョフのデタント演説があった同じ

会期に、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）という、地球温暖化問題に関して、科学的データを集約して国際交渉に情報提供する組織が、総会で承認されます。公式の科学的アセスメント組織を、国連が設置した形です。この翌年にベルリンの壁が崩壊し、90年に第一次IPCC報告がまとめられ、その第三部会報告にほんの一行だけ「条約が必要だ」と書いてあった。これを根拠に、条約交渉が始まり、実質的には91年12月ぐらいから交渉がはじまり、92年の地球サミットの一ヶ月前に、一気に妥結成立いたします。

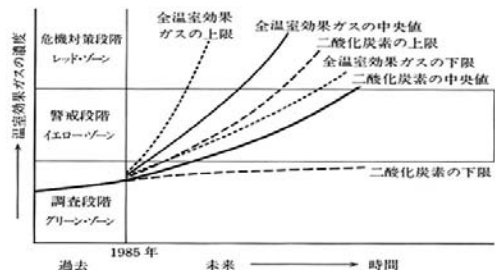


図6 フィラッハ会議(1985年)における温暖化の図式化(フィラッハ会議報告 WMO-No. 661, 1985)

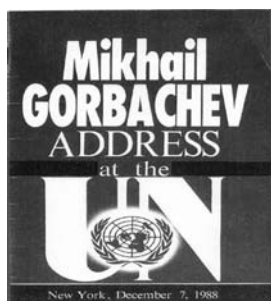
はじめて一部の科学者が集まって地球温暖化についての科学的アセスメントを試みたフィラッハ会議で示された、温室効果ガスの濃度と政治的対策の関係のイメージ図。この時は、まったく直観によってOHPの上にマジックインキで、温室効果ガスの濃度に対応させて、三つの対応段階を想定した。しかし、この会議での現実感はありませんでした。しかしこのイメージが、ハンセンの研究→EPA報告→IPCC報告へと発展し、精緻化し、大がかりなものになってゆく。

最初は、たいへん漠とした議論をしていました。温暖化の科学的アセスメントを初めて行った85年のフィラッハ会議では、30人くらいの研究者がオーストリアのフィラッハに集まって、「これから二酸化炭素が増えていくだろう」「実際にはこんな感じで推移するでは」「どこかで危機ゾーンが来るだろう」などと、当時はまだパワーポイントがありませんので、OHPの上にマジックでえいやっと書いて討論していた。その後、次々と精密な温暖化の予測となり、わずか3年後には国連の正式な組織となり、90年に最初の報告を出

表1 自然科学と政治の新しい出会い

自然科学研究と政治との融合過程	東西冷戦の終焉過程
85 フィラッハ会議(科学的アセスメント)	ゴルバチョフ登場
87 フィラッハ・ベラジョ会議	
88 ハンセンの議会証言 トロント会議(科学者・官僚・政治家が集合) IPCC設置(国連による科学的アセスメント)	シュワルツェ・ゴルバチョフ演説
89 気候安定化戦略EPA報告 世界気候閣僚会議(ノルドウェイク)	ベルリンの壁崩壊
90 IPCC報告	
92 国連気候変動枠組み条約(地球サミット)	ワシントン憲章 (START II交渉開始)

もともと自然科学者は科学レビュー(scientific review)しか行わなかったが、85年のフィラッハ会議ではじめて科学的アセスメント(scientific assessment)を行うようになり、それを国連レベルで行ったのがIPCCである。そして最初の科学的アセスメントからわずか7年後に条約が成立してしまっただけで、この過程は、東西冷戦の終焉過程と重なっていた。



し、92年に国連気候変動枠組条約が成立して、その後、IPCCはどんどん拡大し、自然科学者たちはそのネットワークの中に統合されていきます。

1988年12月7日のニューヨークの現地時間は日本では12月8日であり、真珠湾攻撃の日です。わざわざこの日を選んで、当時のミハエル・ゴルバチョフ・ソ連書記長は書記長として28年ぶりに国連本部に乗り込んで、デカント演説しましたが、これはその時の会場で配布した英訳の演説文です。ここで50万兵力の一方的削減を提案すると同時に、ソ連は地球環境問題に対して全面的に協力する用意があると述べます。軍縮を進める一方で、次の脅威として地球環境問題が重要になると、当時のソ連外交部は読んだのです。ところが、予想に反して翌年秋にベルリンの壁が崩壊し

てしまうのです。地球環境問題を地球科学と国際政治の融合という観点から見ますと、温暖化の場合、70年代からデータは集まっていたのですが、正式な科学的アセスメント組織を導入するのは1988年のIPCCからです。ただし、これを考えるには欧州における国境を越えた、長距離越境大気汚染条約の実績があります。欧州の場合、これが非常に豊富な体験となっている。欧州では、東西にまたいで1979年に長距離越境大気汚染条約が署名され、冷戦が終わると、これがすごい勢いで機能し始め、大気汚染物質に関わる環境外交が一気に実を結びます。地球環境問題の特徴は、下手をすると「地球科学の専制 (tyranny of earth science)」という状態になる。科学者の言うことが絶対に正しく、

地球環境問題の特徴

科学研究と国政政治が接近・融合

例: 国連気候変動枠組条約での定義、source、sink

「地球科学の専制 (tyranny of earth science)」

自然科学の客観性・真理性 vs 国益の混入

↓

欧州における酸性雨外交: 長距離越境大気汚染条約

→ 外交のための科学的インフラの構築と運用

参加国が先進国である場合に成立 (?)

データ収集・モデル構築の透明性、資金供出と共同運用

→ 国際公共財として運用の透明性と公正さ

地球科学と国際政治の融合

	酸 性 雨	オゾン層破壊	地球温暖化
初期報告	1960年代後半	1974	1970年代
公的な科学アセスメント	EMEP 1978～	CCOL 1977～	IPCC 1988～
条約交渉の場	国連欧州経済委員会 (UN-ECE) 1978～	国連環境計画 (UNEP) 1981～	政府間交渉会議 (INC) 1990～
枠組み条約	長距離越境大気汚染条約 (LRTAP) 条約	ウィーン条約	国連気候変動枠組条約
署名	1979	1985	1992
発効	1983	1988	1994
議定書	SOx NOx	モントリオール	京都
署名	1985 1988	1987	1998
発効	1987 1991	1989	
議定書改正	オスロ	ロンドン	
署名	1994	1990	
発効	1998	1992	
第二次改正		コペンハーゲン	
署名		1992	
発効			

政治家たちは科学者の言う事を聞く以外に選択肢はない、という論理になりかねない。また逆に、外交のために科学の客観的なデータを集約するとしても、その過程で個々の国の国益を巧妙に滑り込ませようとする可能性が考えられる。これをどう回避するかが問題になります。本来、科学者は純粋な好奇心の下で客観的真理を追究する人たちなのですが、そのような科学の活動と、外交という国益の調整という活動を両方重ね合わせて、

酸性雨と国際政治

1972	国連人間環境会議（ストックホルム） OECD 内で酸性雨の研究開始	1950年代より高煙突政策 社会主義諸国は参加せず
75		全欧安保協力会議最終合意書
77	EMEP研究開始	
79	LRTAP条約署名	
81		シュビーゲル紙が「森の死」を特集 バーシングミサイル配備問題
83	LRTAP条約発効	
84	EMEP議定書(発効88年)	
85	第一SOx議定書(発効87年)	
88	NOx議定書(発効91年)	
91	VOC議定書(発効97年)	
92	国連環境開発会議（リオデジャネイロ）	ソ連崩壊
94	第二SOx議定書(発効98年)	
99	複数汚染物質議定書(発効—)	

科学研究の成果と外交がうまく融合できるか、という大問題が横たわっている。欧州の場合、1980年代を通して非常に環境が悪化します。なぜ悪化したのかというと、1970年代に二度のオイルショックがあり、世界同時不況が来た。このため世界中の経営者は全ての投資をストップさせた。ところが、先進国の中で日本だけは第四次中東戦争でアラブ諸国が石油戦略を発動すると言った後、日本の経営者は、日本が一番被害を受けるという恐怖にかられた。世界の先進国はみな60年代に高度成長を続けましたが、それは中東の安い石油が供給されたからです。特に日本はそう認識していたので、第一次オイルショック、第二次オイルショックで、他国は世界同時不況に備えて投資を手控えたのですが、日本だけはこれを国難と受けとり、通常の経済判断を無視して、なけなしの資源を公害防止や省エネの技術開発と設備投資にまわした。この時、排煙脱硫装置はまだ実用化されていなかったのですが、開発して設置させた。80年代に入ると日本は、世界で最も生産効率のいい世界の工業基地になっていた。ものすごく輸出が伸び、みるみる外貨が貯まり、85年にプラザ合意といって日本の円が大幅に切り上げられます。これが先進国の中の例外国、日本です。欧州の方で

は、公害防止投資も控えましたので、80年代に環境が著しく悪くなり、80年には「緑の党」という環境改善だけを政策目標に掲げる政党が出ます。こうして、長距離越境大気汚染条約などの環境外交も進むことになります。60年代の高度成長期には世界中が、高煙突政策をとります。巨大コンビナートでは白と赤の縞に塗った高い煙突を立てて、排気ガスを遠くに飛ばしてしまい、希釈してしまえばいいと世界中が考えた。しかしその結果、スカンジナビア半島の湖や河が酸性化してしまい、マスが激減してしまいます。これは、スウェーデンが自国の湖に石灰を撒いて中和させているところです。これぐらい80年代のヨーロッパは環境が悪くなった。82年のタイム誌は本格的に欧州の酸性雨問題を取り上げます。79年に長距離越境大気汚染条約が成立し、この国際機構はRAINSというコンピュータ・モデルを作り、これで各国が季節ごとに汚染物質をどれほど飛ばしているかを見える形で



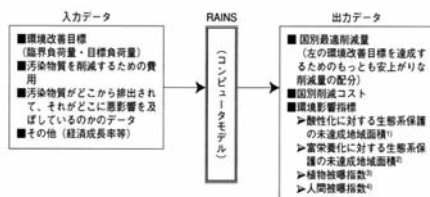
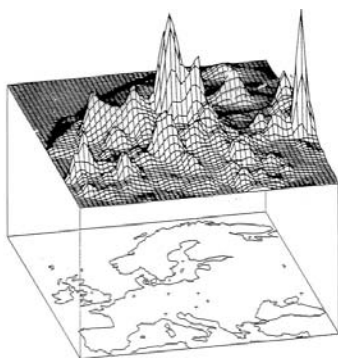


図7 統合評価モデルRAINSに必要な入力データと出力 (概念図)

注1) 単位: 1000ha
 注2) 単位: 1000ha
 注3) 単位: 1000km²超過ppm.時間
 注4) 単位: 百万人.ppm.時間

図16 RAINSモデルによって三次元化された1990年におけるSO₂の降下量(L. Hirtzki, Environmen. Vol. 30, March 1988)表19 合算された硫黄化合物の排出削減
(1990年の排出量を基準、単位: %)

	長距離越境大気汚染防止 1990 ¹⁾ 1995 ²⁾ 2000 ³⁾	EC 大気汚染指令 1990 1995 2000		長距離越境大気汚染防止 1990 ¹⁾ 1995 ²⁾ 2000 ³⁾	EC 大気汚染指令 1990 1995 2000
オーストリア	-30 -69		ポルトガル		+102 +125 +79
ベルギー	-30 -68	-40 -60 -70	スペイン	-6	0 -24 -27
ブルガリア	-30		スウェーデン	-30 -69 -80	
カナダ	-30 -36 ⁴⁾ -33		スイス	-30 -54 -51	
チェコスロバキア	-30 -31		日本	-30 ⁵⁾	
デンマーク	-30 -57 -60	-34 -56 -67	イギリス	-41	-20 -40 -60
フィンランド	-30 -52 -59		オーストラリア	-30 ⁶⁾	
フランス	-30 -57	-40 -60 -70			
東ドイツ	-30				
ギリシャ	-30 -69	-40 -60 -70			
ハンガリー	-30	+6 +6 +6			
アイスランド	+15	+25 +25 +25			
イタリア	-30	-27 -39 -43			
オランダ	-30 -42	-40 -50 -60			
オランダ	-30 -42	-40 -60 -70			
ノルウェー	-30 -51				

注: 1) ヘルシンキ議定書、2) 付加削減目標、3) 目標7例は-50、4) 6例は-30、5) 削減の余地がペラルー、6) クラティナを含む、7) スロベニア共和国
 (P. Sand, Lessons Learned in Global Environmental Governance, WRI, 1990)

表21 RAINSに入力されているEU加盟国の一次エネルギー消費量

単位	1990 PJ	2010 PJ	変化率 1990-2010 %	GDP成長率 年率%
オーストリア	1242	1421	14	1.9
ベルギー	1907	2436	28	2.1
デンマーク	731	783	7	2.2
フィンランド	1233	1604	30	3.0
フランス	9141	11143	22	2.0
ドイツ	14534	14179	-2	2.3
ギリシャ	911	1785	96	2.8
アイスランド	409	698	71	4.6
イタリア	6676	8455	27	1.9
オランダ	122	129	6	2.3
オランダ	2737	3715	36	3.3
ポルトガル	699	1113	59	3.0
スペイン	3612	5227	45	2.6
スウェーデン	2430	2581	6	データ得られず
イギリス	8544	9875	16	データ得られず
EU合計	54927	65146	19	データ得られず

注: ベースラインシナリオの人口データである。

出典: Amann et al (1998a)をもとに筆者作成。

表しました。こうして80年代の初頭には、国境を越えた原因物質の発生源とその被害国の関係についての情報は加盟国間で共有されていました。これはどの国がどれだけの汚染物質を飛ばして、長期的にどう削減するかについてのコンピュータ・シミュレーションが出した目標数字です。この基準年が80年です。温暖化の場合、基準年は90年代です。このRAINSモデルに各国の排出量や削減費用、その効果、経済成長など入力してコンピュータに最適解を出させ、それそのまま削減目標として外交合意としてしまうことが起きています。1994年のオスロ議定書の内容がこれです。またオスロ議定書は、欧州全域の限界負



図17 硫黄化合物降下量地図 (オスロ議定書・付録1より)

荷量地図を付属書として採用しています。この数値以上に硫黄化合物が降ってくると、その地域の生態学的に致命的な影響が出るので欧州全域のSO_x (硫黄化合物) の降下量をこれ以下に抑えるのだと宣言しています。これを見ると欧州の工業地帯は数値が大きくて、スカンジナビア半島は数値が小さくなっています。条約の究極目的を欧州全域で、酸性雨の原因物質であるものに対して、科学的データを根拠に最終的にはこれ以下に降下量を削

減させることを目標に決めてしまいます。この事態がまさしく、外交と自然科学との融合です。各国が削減すべき数値をRAINSのコンピュータにはじき出させその数値をそのまま外交合意の目標値にしてしまいます。本来、外交というのは、各国代表が国益を争う場であるのですが、これをコンピュータの合理的計算に委ねてしまう事態になっています。これを「外交の科学化」、「外交の合理化」とも言います。では、各国の外交団は何をするのかというと、データ収集やコンピュータのプログラミングなどの場での作業を、自国に都合のいいように歪めないよう透明性を確保する条件を整える役回りに徹するのです。外交団は、科学研究活動の中立性・透明性・外交的有用性を確保するための条件を整える立場になります。欧州の環境外交の科学化という事態はここまで来ております。

■日本を取り巻く環境問題

ただし世界全体をみると、これは例外中の例外と言ってよい。外交と科学研究活動とが融合してしまったのは、この例だけだと言ってもいい。これを東アジアに当てはめようとしても非常に難しい。安成先生のお話に、東アジアというのは気象学的にも生物多様性の面でも非常にユニークであるとありましたが、国際交渉の条件という次元でもユニークな地域です。先進国の中でも国内の省エネ・公害防止投資がほぼ一巡してしまった、世界第二位の経済大国・日本がボツンと東端の海の中にあり、潜在的に被害国になりうる風下側に存在し、周りは準先進国の韓国・台湾・香港を除けば、基本的に発展途上国に囲まれている。しかも、社会主義国や市場経済移行

東アジア:多様なタイプの国々

	先進国 <先進国的 諸価値>	準先進国・地域	発展途上国 価値観ギャップ (例: 科学データの強い 国家主権の範囲)
市場経済	日本	韓国、台湾、香港	フィリピン インドネシア
市場経済移行		極東ロシア	モンゴル
社会主義国		中国(社会主義)	市場経済) 北朝鮮

国のロシアやモンゴルなどまでがある。非常に多くのタイプの国が東アジアに存在している。なかでも中国は、温暖化では世界第二位のCO₂排出国であり、SO_xの発生も大量である。温暖化の国際交渉では、途上国の代表として振舞っている。そのような中国と、省エネ・公害防止投資が一番進んでいる日本とが東シナ海ひとつ隔てて隣り合せてあるのです。地政学に見ると世界でいちばん非対称な国が隣り合せている。普通、国際政治でここまで性格が違う2国が隣接していたら、非常に緊張感が生まれるのですが、逆に新しい国際関係を築くチャンスでもある。むしろ日本と中国が、政治的なハイレベルで新しい国際関係の枠組みを考え出すチャンスにもなり得るのです。その場合、とくに日本側が配慮しなくてはいけないのは、日本が当たり前と思いがちな先進国的価値を相手国に押しつけないことです。たとえば、自然科学のデータの即時公開・自由使用というのは当たり前とわれわれは思っていますが、そうではないのです。汚染データなどは、途上国では国家主権が及ぶと考えている国はいくらでもあります。そうした国に対して、先進国の日本がその経済水準に見合った立場を考慮しないで、データ隠しだというようなことを一方的に断

モデル計算によるSOx発生源見積

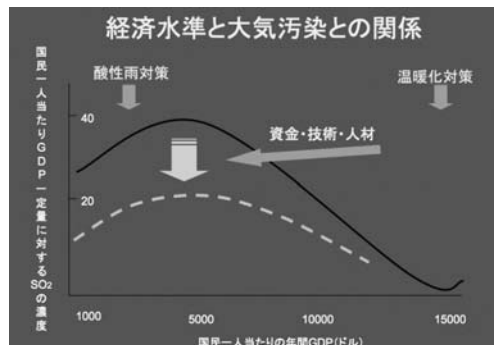
表1 日本に沈着する硫黄酸化物の発生源寄与度の見積もり (%)

モデル	対象年	モデルの種類	発生源					引用文献
			日本	火山	中国	朝鮮(韓)半島	その他	
中国科学院	1989	オ	94	3	2	1		Huang et al. (1995) Wang et al. (1996)
大阪府立大学	1990	オ	37	28	25	10	0	
山梨大学	1988	オ	47	11	32	10	0	
RAINS-ASIA	1990	サ	38	45	10	7	0	Poell et al. (1995)
電力中央研究所	1988.10 ～1989.9	ハ	40	18	25	15	1	Hayami and Ichikawa (1995) Ichikawa et al. (1998)

注1) オ：オイラー型モデル；サ：ラグランジュ型モデル；ハ：オイラー型とラグランジュ型のハイブリッド
(説明は後述)
出典：赤川(1998c), p.172から抜粋・加筆。

定しないことです。これは日本に降ってくる硫黄分がどこから飛んできているかを、コンピュータ・シミュレーションをした例です。日本に降る硫黄分の全体のおよそ2割から3割分が中国から飛んできているという結果が、日本の研究者の結果です。ところが中国の科学院のシミュレーション結果では、日本に降るSOx全体の9割が火山由来であって、中国から飛来するは3パーセント以下という結果になります。これを見ると多くの日本人は、だから中国はダメなのだと思いがちです。しかし、国際機関が行ったRAINS-ASIAを見ると、中国由来が10%と出て、不思議なことに中国人研究者によるモデル計算と日本人研究者によるモデル計算のちょうど半分のところ、中国由来のSOxの数字が来る。なぜこんな事になるのか。実はSOxの寿命は短いので、モデル計算の過程にはチューニングが行われており、微妙に操作する結果になるのがその一因です。ですから、もし外交の場に持ち出すのだとすれば、コンピュータ・モデルの設計やデータの収集や投入の段階で、国際的に公平と言える状態に人材投入をし、透明性を確保しないとイケないのです。この結果をもって中国側の責任追及をしようとする、こんなものは日本人がやったのだから、日本

に都合のいいデータしか使っていないのだろうと相手国は言う可能性が大きい。実際に討議の資料として使おうとするのなら、別のプログラムを立ち上げるところからやらないとだめです。これは、クズネッツ・カーブと呼ばれるもので、1970年代に書かれたのです。経済成長が始まると生産量は増え、空気が悪



く水が汚くなったりするのですが、ある程度経済水準が上がると大気汚染や排水処理にも投資が行くようになる。日本が、突然、公害防止投資をやり出したのは1960年代末で、このとき、国民一人当たりGDPが1800ドルぐらいでした。今の物価水準の3分の1だとしますと、ちょうどこの線上にのってくる。経済の発展段階と投資順位は、この線に沿って変化していく。今、日本の国民一人あたりのGDPは30,000ドルぐらいですが、各国は、それぞれの経済段階に見合った投資価値を保持しているはず。それより早い段階で日本が技術や資金を貸与して環境対策をしておうとすると、相手国のエネルギー環境政策に日本が影響を与えて始めて成功ということであり、これは下手すると内政干渉と捉えられる恐れがある。そのためには、どうしたらいいのか。実は、国境を越えて共通の懸案事項を研究する研究者共同体というのがあってはじめて、問題の形が共有され、国際交渉

が成立するのです。こういった研究者集団が、枠組みを構築し、その下支えとなり、国際的枠組みが機能するのです。こういう「認識共同体」を東アジア一円に構築する必要がありますが、日本はそのための資金を出すべきなのですが、その場合、日本は金を出したから取り仕切ってよいのではなく、国益から自由な東アジアの研究者たちにその運用を完全に委ねないといけない。そうしないと生きてこないのです。



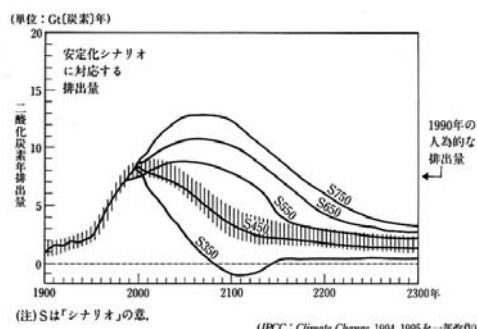
■日本のアカデミズムに期待すること

最後にもう一度、温暖化問題に触れておきます。IPCCが2007年、第4次報告を出しました。そこで、長期のCO₂の排出削減とシナリオを描きましたが、だいたい今世紀の後半ぐらいに人類全体でCO₂の排出削減の頭打ちをしないとイケないまとめたのです。これは、第3次IPCC報告にあるシナリオです。

長期対応：濃度安定の考え方

(IPCC第4次報告WG3)

カテゴリー	安定化CO ₂ 濃度 ppm	全ガスCO ₂ 換算 ppm	安定時の産業革命前比の平均上昇(°C)	CO ₂ 排出のピーク年	2050年での2000年比総排出量(%)
I	350~400	445~490	2.0~2.4	2000~2015	-85~-50
II	400~440	490~535	2.4~2.8	2000~2020	-60~-30
III	440~485	535~590	2.8~3.2	2010~2030	-35~+5
IV	485~570	590~710	3.2~4.0	2020~2060	+10~+60
V	570~660	710~855	4.0~4.9	2050~2080	+25~+85
VI	660~790	855~1130	4.9~6.1	2060~2090	+90~+140



大気中の二酸化炭素濃度は今380ppmですけれども、最終的に750ppmに安定化させるとするなら、CO₂の排出量はそろそろ頭打ちにしないとイケない。どこかで頭打ちにしないとイケないのですが、こんなことを人間は、一度も考えたことはありません。この種の議論はある意味で計画経済に近いものである。ところが、最大の社会主義国の中国ですら、5カ年計画というものをもうだいぶ前に放棄してしまった。それほど経済をコントロールすることはできないのです。中国は社会主義市場経済に移行してしまっているのです。科学者の方は削減しろと言うのですが、今まで人間が考えたことがない社会の設計をし、価値観を探り当てないとイケない。政治的に見て、どこに権限を集約するのが良いのか、まったく桁はずれて困難な問題に、われわれは直面しているのです。

そのためには、影響を与える報告書をどこかが書かないとイケない。影響力を与えられる組織には少なくとも、3つの要件が必要である。ひとつはそのような報告を作成する能力がないとイケない。第二に、それに見合った権威をもたないとダメ。第三に何らかの社会的な手続きの面で正統性をもたないとだめです。どんなに内容のある報告をまとめても、社会的な影響力を発揮できないことになりま

権威ある決定

- 能力(capability)
- 権威(authority)
- 正統性(legitimacy)

調査・研究こそパワー

日本の大学アカデミズムの再編・活性化を

す。けれども結局は、理性で説得しなくては
いけません。調査・研究こそがパワーであり、
この点で、日本の大学アカデミズムは、様々
な利害関係や政治的圧力からは独立した、説
得力のある報告書が書けるシンクタンクに変
貌しないと、社会的な存在理由を問われるこ
とになるのだらうと思います。



渡邊主任研究員：米本さん、どうもありがと
うございました。

では、ここでちょっと休憩を入れて、後半
に移りたいと思います。お手元に質問票があ
ると思いますが、ご質問等がある方はこの休
憩時間に回収に上がりたいと思いますので、
よろしくお願いいたします。後半の質疑応答で
一部、使わせて頂きたいと思っております。
それでは、ただいまから3時35分まで休憩を
取らせて頂きます。

渡邊主任研究員：予定の時間が参りました。
後半のパネルディスカッションに移りたいと
思います。後半の進行につきましては、まず、
本日のパネリストのおふたりにおよそ10分程
度を目途にお話を頂いた上で、米本先生、安
成先生に何らかのレスポンスがあればお答え
いただき、前半部分で割愛された部分の補足
など織り交ぜながら、先生方に順次マイクを
回していき、その後、フロアとの質疑応答の
やりとりに移りたいと思っています。

それでは最初に本日のパネリストのおひと
りといたしまして、全くの偶然でおふたりの
先生ともに「こうさか先生」と仰いますが、
最初はまず、香坂玲先生からご発言いただき
ます。香坂先生は若手の研究者でいらっしゃ
いまして、静岡県のご出身で、東京大学の農
学部をご卒業された後、ヨーロッパでずっと
活動を続けてこられました。ハンガリーの中
東欧地域環境センターという所にご勤務の後、
イギリスで修士、ドイツのフライブルク大学
で博士号を取得され、2006年からはカナダ・
モントリオールの国連環境計画生物多様性条
約事務局にお勤めになり、本年4月からは名
古屋市立大学大学院経済学研究科の准教授と
してお勤めでいらっしゃいます。なお、名古
屋市のCOP10支援実行委員会アドバイザー
という形でCOP10に関わっていらっしゃい

ます。香坂先生には名古屋市で計画中の生物多様性を巡るCOP10の話題も含めてお話していただこうと思います。

香坂：ご紹介ありがとうございました。香坂と申します。今日は素晴らしいご講演ありがとうございました。まずは私の感想をお話したいのですが、科学がなぜ政治に取って代わる事ができないのか、あるいは、科学というものが完全に政治に取って代わる事ができるのか、という非常に重い問いかけが2つの講演の中であったと思います。実はこの問いかけというのは、酸性雨の議論をヨーロッパでしている時に科学者や政治家が提起された問題でもあります。ひとつのキーワードは「科学は価値判断をできない、あるいは、行わない。」という事がひとつの落ち着きどころでした。逆に科学者や自然科学者にとってみると「あなたの研究には何か価値判断が混ざっていますよ。」と言われてしまう事は死刑宣告に近いのが現実です。英語で言うとVALUEが付いている研究をしていますねと言われてしまうと、その科学者は要するに自然科学の分野では二流というか、何か自分の研究に対して価値判断が入ったものを行っているというレッテルを貼られてしまう情勢の中で、科学と政治の深い関係の問いかけというものが提起されたかと思います。ただ、自然科学からの反応では、自然科学が行っている研究というものは、予算ですとか、歴史、社会性というものをを見ていくと、スタートする時点でやはり何らかの形で価値というか、社会の流れといったものを含んでしまっているケースが多いのではないかという感想も多く出ています。生物多様性や気候の変動においても、科学と政治の関係や価値判断との兼ね合いというものを考えていくよいきっかけになったのではないかと思います。特に、私もドイツにいる時にRAINSモデルを作っているIIASAという機関に出向させていただく



機会があってよく感じた事です。IIASAというのはオーストリアのウィーンの南部にあるラクセンブルクという町にあるんですけども、オーストリアというのはちょうど冷戦の時に西側と東側が国境を接する鉄のカーテンの前線になった場所でもありますので、西側の科学者たちも集まれますし、ソ連をはじめポーランドとかチェコとかそういった国々の人々も一緒に集まれる東西が集まって仲良く研究できる場所で、恐らくRAINSモデルなども作りやすい場所であったと思います。その一方で皮肉を言われたのは、IIASAに今度行きます、と言いましたら「君はスパイ機関に行くのか？」などと冗談とも本気とも取れるような事を言われたりしましたが、それだけその機関に対して東側の人間も来て西側の人間も来てという事で、政治的なものが色濃く出ている機関であることを実感しました。実際、行ってみるともちろん国籍に関係なく、みなさん数学者にしろ統計学者にしろ、私の場合は森林のプロジェクトでしたので、森林のプロジェクトに関して真摯な議論を交わしているわけですが、なかなかそういった政治的な大きな渦の中にある機関という事で、RAINSモデルの頃は大変であったけれども非常にやりがいのある日々だったと古い研究者からよく聞いたものでした。そのRAINSモデルについて先程の講演の資料にヨーロッパにメッシュが出ていて、各国の排出量とかその場所、どれだけ出てしまう

と生態系が崩れてしまうかもしれないということが、自然科学あるいはモデリングの世界からひとつ提示されました。それにプラスして、そのメッシュの中で発生するコスト、発生を抑えていくようなコストを組み合わせると、何が起きるかという、方程式を解くと最適解みたいなものが出てきてしまうのです。このブロックをこれだけ減らして、という事を行っていくと、一番費用対効果がいい削減案のようなものが出てくる可能性があるんですけども、実際にそういうものに基づいて様々な議論がされてきたんですが、そこで納得したのは確かにそれが一番費用対効果がいい解決策になり得るわけなんですけれども、その一方で例えば排出量を増やしてもいいという地域が出てきてしまうんですね。要するに他の地域では減らさなければいけないのに、ある地域では増やしてもいいという答えが出てきてしまった場合どうするのか、というその公平性をどう担保していくのかという問題も出てきます。あるいは、冷戦が終わった直後で旧東側のヨーロッパ諸国が非常に効率性の悪い工場をたくさん抱えていたんですね。ポーランドとかハンガリーとかチェコとかですが、数多くの硫化物など環境の悪い工場をたくさん持っていた東側の国々が、資本主義に切り替えていく過程で工場がどんどん潰れていったんですね。誰かが潰したというわけではなくて、競争についていけないという事で東側の国々の工場が潰れていった。その結果としてヨーロッパ全体の環境は改善されました。けれども、東側の国々にとってそれが納得いくようなものであったのかといったような議論は、オーストリアのIIASAに行った時にも議論になりました。科学がそういったことに対して細部に亘り考慮しなくてはいけないのかというのはまた別の議論ではあると思いますが、ひとつの国際交渉だとか政治の面でどうしても環境問題を取り扱っていく際に直面しなくては

けないのが、世界にある貧富の格差ですとか、あるいは経済発展段階の様々な格差があるということは、東アジアの事例でもご提示いただきましたけれども、そういった事もヨーロッパで生活している中で身近に感じたテーマでした。

生物多様性の話に少し戻りますと、92年にあったリオ会議の頃の日本での報道では、地球温暖化や気候変動よりも数多くの記事が生物多様性に割かれていて、熱帯林破壊だとか生物資源に関わるものについて報道がされていたという傾向のデータがあります。もちろん、統計の採りかたにはいろいろあると思いますが、ただ、少なくともその段階で気候変動と生物多様性についてはそこまで大きな差はなかったのですが、今、そのような報道関係のデータを採りますと、気候変動の方が圧倒的に多くて生物多様性や砂漠化対策条約というものが発足したんですけども、こちら側はほとんど注目を集められていない状況にあります。生物多様性についても当初は熱帯林の破壊などにも絡めて注目を集めていたんですけども、そこまで大きく普及していく事ができなかったという反省が、生物多様性に関わる人間としてはよく出てくる議論です。今では、気候変動枠組条約の方では条約スタッフがおおよそ300名、IPCCでしたら科学者の方々も含めたら正確な数字は分かりませんが5,000人から6,000人単位で関わっていらっしゃると思います。生物多様性条約は条約スタッフにしても80名程度、300名に対して80名で、IPCCに相当するSBSTTAという会議も多くて2,000人から1,500人程度だと思います。それでもかなりの数の科学者や政策立案者が関わっている事には変わりはないんですけども、今一步、温暖化に比べると盛り上がり欠けているのが実情です。おそらくその原因のひとつに、ご指摘いただきましたようにきちんとした科学的議論や権威や能力が正統性のある科学的議論に少し足りなかったのか、

またはもうひとつの見方は、生物多様性を積極的に推し進めていくようなメッセンジャーとなるような科学者や行政者が存在しなかったのではないかと、といったような様々な要因が考えられます。越境大陸汚染や酸性雨の場合は「問題がある」という事に加えて、スウェーデンのある科学者が熱心に酸性雨の問題を取り上げて説いて回ったという要因があります。生物多様性というものが気候変動などに対して出遅れてしまったのか、科学的方面と政治的方面の両方からお教をを請いたいといひますか、なぜだろう、と純粹に思っている部分も多々ありますので、そのあたりについてご意見いただければと思っております。

渡邊主任研究員：どうもありがとうございます。生物多様性条約を巡り、愛知県と名古屋市が関わるという事で一時盛り上がっていたのを、果たして今後もその盛り上がりを持てできるかという部分も含めてご意見をいただきました。このご意見について米本先生、安成先生、何かレスポンスありましたら、どうぞ。

安成：ご指摘の通りかなとわたくしも思います。ひとつは、なぜ生物多様性を守らなければならないのかというサイエンスとしての論理が弱いかなと思います。温暖化は確かに、温暖化しているのかどうなのかという議論は確かにあります。懷疑論などもいろいろあります。しかし、やはり温暖化に向かっているというのは、いろんなところでインパクト、影響を与えているという事に関しては、コンセンサスとしてあるんですね。ただ、生物多様性については、そもそもなぜ多様性というのを守るべき一つの大概念なのかというところで、生物学者がクリアな答えをまだあまり提示してはいないような気がします。それは決して生物学者が駄目だという事ではなくて、私も最近、生物学や生態学に関心を持

っていろいろな方と議論もしているんですが、やっぱりまだまだ現象としての不確定性があるんですね。例えば、熱帯や今日私が説明しました北方林の話もこの10年でかなりの徹底的な観測をして初めて明らかになったこともあり、まだまだ現象が解明される事すべき事や発見が現在進行中であるという事だと思ひます。そういう意味では、むしろだからこそ今の時点で生物多様性問題が人間活動で大きく破壊されたら、場合によっては取り返しのつかない事になるのは充分考えられます。その辺りのプロパガンダとして、サイエンス側からの強力なメッセージがちょっと弱いのかなという気がします。

渡邊主任研究員：ありがとうございます。では、米本先生お願いします。

米本：では、簡単に申し上げます。わたくしも安成先生のご意見の通りだと思います。生物多様性は80年代にbiodiversityという言葉を作ったアメリカのハーバード大学の生態学者たちの活動が途絶えてしまったことが大きいと思います。あのころは熱帯雨林、とくにアマゾンやコスタリカなどで新しい昆虫の発見などが脚光を浴び、これは重要なことだという印象が広まったのだと思います。確か、生物多様性条約の当初案には付属書が付いて、世界中のホットスポットと言われる場所が列挙されていたのですが、最終的には全て削られてしまった。あるいは、その辺りで、条約を成立させることが自己目的化されてしまい、条約の実効性や内実をどうするのかに関しては、国際的な知的動員がうまくいかなかったことは確かにあると思います。そういう意味ではこれから巻き返しを図るべきところではあると思います。

もうひとつ、先程ヨーロッパの酸性雨問題の歴史を簡単にご説明しましたが、酸性雨問題の交渉だけを見るとサクセス・ストーリー

に見えますが、79年の越境大気汚染条約が成立したのは、1975年の東西間のヘルシンキ合意があり、何か東西間で成果をあげようとしたために成立した条約です。それから85年に30%SO_x一律削減というヘルシンキ議定書があるのですが、これは、83年に西ドイツへのパーシングミサイル配備問題があり、東西間が非常に緊張してあわや限定核戦争が起こるか、というような状況があり、その中でこれを打開する目的で、当時のドイツの東方外交の力によってミュンヘン会議という酸性雨化と戦う特別な会議が開かれ、そこで全く科学的根拠のない30%一律削減を強引に合意した。何が言いたいのかというと、実は、酸性雨の国際交渉が進んできた最大の駆動力は、東西関係だったという点です。緊張緩和が進んだ成果として条約ができて、東西間が緊張しすぎるとその緩和策として新しい議定書ができたのです。非常に厳しい国際関係の一つの駒として動いたという経緯があります。そういう意味で、国際的な環境合意を進めようとするれば、どうしても国際政治の本流とうまく連動させないと、なかなかそれ自体では動かないということです。この点、日本人は国際政治という観点から包括的であつ戦略的な研究をしないといけないと思います。

渡邊主任研究員：ありがとうございました。この問題はまた後の質疑応答も含めて考えていきたいと思います。今回はもうお一方パネリストがいらっしゃいます。高阪謙次先生をご紹介します。高阪先生は本学の生活科学部の建築学の教授でいらっしゃいまして、名古屋大学のご出身で最初の理事長からの挨拶にもありましたが、この学園全体のエコ対策の取り組みのリーダーとして、ご活躍されております。本日は本学園でどのような対策に取り組んでいるのかリーダーとしてのまとめや現状についてご報告いただければと思います。よろしくお願いいたします。

高阪：高阪と申します。よろしくお願いいたします。私以外のお三方は環境問題の専門家ですが、私は分野が違い、建築を専門としております。大学の行政的な事を含めて、環境対策を学園全体としてどのように進めていったらいいのかという事を、理事長からもお話がございましたように、この3年間ほど担当して参りました。この4月に「環境宣言」が出され、6月にその発表イベントを行いました。この間に、本学園は幼稚園から大学・大学院まで擁しておりますけれども、幼稚園から高校までは、これまでいろいろな形で環境教育等を行ってまいりました。大学は全体的にはそういうものに馴染みにくい所があるかもしれませんが、学長からのお話がありましたように、つい最近、大学レベルでエコ対策推進委員会を作りまして、先般、第一回の会合を開催したばかりでございます。それから、この6月に大学にエコサークルができて、現在40名ほどの学生が集まって、いろいろがんばって取り組んでいるという状況です。

以上のことは、皆さまの手元にお配りしております「学園エコだより第2号」に載っております。こちらをご覧くださいければ、学園内でどのような事をやってきているのかという事はお分かりいただけるかと思います。時間も押し迫っておりますので、学園の取り組みの特徴のみを申し上げたいと思います。

ひとつには、学園ですから当然、教育機関であるという事で、一番大切なことは環境教育を進めていくことです。大学では、環境教育については弱い部分でありまして、組織的には行われておりません。しかし将来的には環境研究を組織的に進めるようになっていければと願っています。次に構成員の実践という事で、電力消費や紙資源の問題等々取り組んでおります。それから3番目に、本学園では「人間になろう」という教育理念を掲げておりまして、各個人が自分自身の体の事も気をつけていくというのも、ひとつの広い意味で

のエコの大切な中身であろうという事で、健康を育む行動というものも大切にしております。これらの事を具体的にどのように推進していくのかという事が、ここに書かれておりますが、この3年間程、幼稚園から高校まではそれまでの過去も含めて、様々な事をやってきたなあと振り返っております。

先程私をリーダーとご紹介いただきましたが、リーダーではなく、地を這うようにゴソゴソとやっているわけです。こういうような事をやっておりますと、現実的な悩みと申しますか、壁にぶつかることも多々あります。その事について、いくつかお話をして、わたくしのご報告としたいと思います。

第一は、認証機関との関係や推進目標に関してです。「⑧EA21などの認証機関への登録を目指します」を目標にしています。EA21というのは、エコノミーアクション21の略です。認証機関は、一般にはISO14001が非常に有名で、多くの団体がこれによっておられます。最終的にはこの認証機関で認証されるような事をやりたいなと思っておりますが、最初からここを目指してしまうと、どうもいわゆる自発性というものが出来にくくなる。他大学などの様子を見てみましても、ISO14001に認証されたばかりにそれに追い立てられてしまう傾向があるようです。ISO14001を無視しているわけではございませんが、できるだけ我々が自発性を持って、内発的な形の取り組みにしていきたいという事です。ISO14001に認証されますと毎年の膨大な報告等も必須になってきて、まだ現在ではそのような体力もないということでもあります。そこで本学園では、相山らしくじっくりやろうじゃないかという事で、甘くというわけではないのですが、まずはエコノミーアクション21を目指し、それから徐々に力をつけていくのが良いのではないかと考えています。

というようなことから、いろいろと推進し



ております目標について、我々がどのように現実的に対応していくのが難しい点だと思っております。チームマイナス6%にも加入しております。事務局もかなり積極的に動いております。それらの目標や当局の要請に対応しなくては行けませんけれども、それに対応するばかりでエネルギーを使い果たしてしまうのもいけないな、というのがひとつの悩みです。

第二には、社会との関係です。先程サークルの話をしていただきましたが、サークルを作って動き出しますと、中日新聞の記事にも全学あげてのエコ宣言として掲載されましたが、このような記事が出ますと様々な所からお誘いがあります。そのような所とどの程度のどのようなお付き合いをしていけばいいのか、というのも難しいところでもあります。発足したばかりでまだまだパワーもありませんのに対して、期待はかなり大きいようで、すでに社会的に活動しておられる先輩方にご指導いただかなくては行けない面もございます。とりわけ他大学との繋がりです。他大学もエコ関係のサークルを作っております。大学エコサークルの全国連絡組織も大きく分けて派が2つ程あり、その中でどのように活動していくのかという事も、今後の展望として話題に上がっております。

また、自治体などとの関係で、例えばCOP10との関わりなどについても、考えるべき要素です。また時に企業との関係のお誘いがあったりするので、主体性を失わないよ

うな形で学生らしく展開するにはどうしたらいいのか、といった事も悩ましいところであります。

第三は、学園内の世論形成の問題です。栢山女学園は、学園が強制をして上からの命令で推し進めていくのではなくて、構成員の主体性を尊重しながらやっていきたいと思います校風です。そのような中で世論形成をしてやっていくのは、ある意味ゆっくりすぎるのかもしれませんが、そこが肝要な所なので、そこをどのようにやっていけばいいのかという事が難しいですね。

例えば健康問題に関して、喫煙問題をどうするか。某大学では、上からの命令で一斉に禁煙になった所もあります。しかし、栢山ではそういう事はやりたくない。どうしたら自発的な動きになるか。それへの働きかけ方に工夫を要します。また通勤問題もあります。車で出勤している人をどうするかという事など、そういった所での合意形成をどのようにやっていくかという問題もあります。

最後に、これは他のパネリストのお話と若干絡むかなと思いますが、例えば、紙資源の問題です。紙を学園内で回収して、できればすべての紙をリサイクルに回すのを目標にしておりましたが、これが回っていませんでした。特に大学の方は。皆さん紙を燃えるゴミの方にはほとんど出していたんですね。昨年、その点を反省しまして、回収業者の協力も得ながら、紙を全部回収して、回収したものをリサイクルに出して、また製品となって返ってくることを企画し、実施しました。ですが実は、春日井に製紙会社があるので、そこですぐ製品になって返ってくるとばかり思っていましたら、そうではないんですね。全国で唯一、九州に紙リサイクルの工場がある。九州までわざわざ持っていくのか、うちの紙はどこにいったのかという話になりました。でも、全国で集まったものがリサイクル製品として返ってこればいいんじゃないか、という解釈

をするしかないのかなと考えました。リージョナルに考えていたものが、社会システムとの対応があるのだなとも思いました。社会システムというか、経済システムというかそういった面まで勉強しなくてはいけないなと感じています。ペットボトルの問題にしても、一生懸命回収をしても、なんだ中国に全部持っていくのか、というようなことで、先程米本先生のお話で煙が向こうからくる、というものがありましたけれども、国際的にリサイクルするという考え方をするしかないのかな、と思ったりします。

ですから、環境問題というのをやっておりますと、国際的な問題ともリンクしていることを感じさせられます。あるいは政治的問題ともです。COP10などはいったん盛り上がって、いまは引いていっているなど。環境問題についても、総理大臣が変わるとこうも温度差があるのかと感じます。さまざまな事が、環境問題の取り組みにも影響するのだなあと、この3年間で感じております。

まとまらない話になりましたけれども、これで私の報告は終わります。

渡邊主任研究員：ありがとうございました。学園として取り組みを行っており、今後とも地道に小さい子どもたちにエコマインドを植え付けていくそのような活動が持続できる状況を学園として行っていきたいというご報告でした。

個々具体的にどうしていくべきかという、人間に何ができるのかという副題にも関わってくる問題でもありますが、手元にお受けしておりますご質問を受けながらご回答いただき、考えていきたいと思います。

お二方のパネリストの方のコメントを頂いたところで、具体的な質問をいただいておりますし、応対いただくような形でこのまま質

疑応答に移っていきたいと思っております。

まず、非常に具体的なんですが、安成先生への質問です。【人類の起源が東アフリカからで約10万年前にはじまり、アフリカからユーラシアへの移動があった時の東アフリカの気象、あるいは、気候変動はどのような状況下にあったのでしょうか】というご質問です。私も個人的にこのあたりの問題に関わっておりますので非常に興味深く、是非ご教示頂きたいと思います。

安成：非常に難しい問題ですね。人類の起源については最近いろいろな意見が出てきて、変わってきてはいるんですね。その時期も10万年というご質問がありましたが、そこも非常に微妙なところでして、前の間氷期というのは12万年前でその後急激に寒冷化して、一番最近の寒い時期は私が今日お話しした約2万年前になります。10万年前の東アフリカでの人類の起源といわれている頃は前の間氷期の時だったのか、その後だったのか、そのあたりが非常に微妙ですね。ですから、最初的人类が東アフリカを後にしたのは何らかの意味で環境が悪化したか何かで、ある所に向かったと考えられます。寒冷化に向かう過程で、今はサバンナがありますけれども、あのサバンナは気候学的には非常に面白くて、ずっとサバンナがあったのだろうかという問題があります。これはまだなかなか答えが出てきておりません。たぶん、森林であった時期もあったのではないかなという人もいます。現在はサバンナとなっていますが、人類にとって森林の方がいいのか、あるいはあのようなサバンナの方がいいのかという問題もあります。残念ながら今のご質問にはお答えできませんというしかないんですが、確かに、人類の起源がアフリカからアジアに伝播していく過程での環境や生態系を含めた状況を含む議論は、私は今後きちんとサイエンスとして行うべき

だと思っています。

渡邊主任研究員：ありがとうございます。私も個人的にそのあたりが詳しく論文として出てくるのを期待して待ちたいと思います。おそらくアフリカにおける過去300万年というタイムスパンの中での気候変動が人類進化と深い関わりがあるのは事実ですから、そのあたりの詳細がきちんと出てくれば、人類進化に関わる知見も増えるのではないかと考えています。

もうひとつ具体的なお質問があります。

【温暖化が進むと2000年で地球を一周するという海の深層大循環が止まると言われているのは本当でしょうか？また、これが止まると地球はどうなるのでしょうか？】というご質問がありますが、いかがでしょうか。

安成：この問題もザ・ディ・アフター・トゥモローの映画などで皆さんご関心を持っていられる事だと思います。真鍋先生が深層大循環も含めた一番最近のモデルを何万年も走らせていると、温暖化で確かに表層が暖まると海洋の成層状態が上は軽くなって下が重いので、安定して深層循環が起きにくくなるという話があります。確かに深層水循環が5000年ほどずっと弱くなってきたと出ています。ちょうど氷期も逆の意味で循環が弱くなりますが、その時は表層にフレッシュウォーターなどの軽い水が止まって深層水循環が止まりました。そうすると海洋や海流というのは効率のいい熱の輸送のプロセスですので、これが止まれば北極の方は南から熱が運ばれないためにどんどん冷えて氷期になります。温暖化で深層水循環が弱くなって、極端な話で止まったりすると、北極の方は熱がいなくなって氷期が開始されるというザ・ディ・アフター・トゥモローの映画のストーリーです。ただあれは数日だとかとても短い時間のスケールでそれが起こるという仕立てで映画にしているんですね。それはまず起こらな

いであろうと思います。例えば、真鍋先生の実験でもCO₂をどんどん増やしていくと一時的に深層循環は弱まる傾向が見られますが、一方でCO₂による地球の気候システムへの加熱がむしろ強くなる。ですので、今度はそれがきいてきて、一時的に弱まってきた深層循環もその先はどんどんと強くなってきて元に戻るという結果も出ています。一見、表層が温まって、下層が冷たくて、深層水循環の沈み込みが弱るという現象も、それだけでは終らず、他のプロセスが同時にどんどん働いてきて、別のメカニズムで深層水循環が起こりやすくなったりしますので、決して寒冷化にいくというようにはならないのではないかと真鍋先生は言っておられます。これもモデルの不確実性や様々な問題を孕んでいて、決定的な答えは出ていないと言ったほうがいいと思います。

渡邊主任研究員：ありがとうございました。以上、2つのご質問非常に具体的なお質問であつたわけですが、その他このお二方の先生に対するご質問として一般的なものがいくつかあります。まとめますと、【今、人間活動が非常に活発化してきた産業革命以降の結果、環境が様々な悪影響を受けている中、人間活動がこのままさらに活発になっていった時のエコシステムはどういう形で維持できるのかというものと、それから、現在金融恐慌というか世界の経済状態が破綻しかけており、アメリカのビック3がこのままいくとは思えないようなそのような状況の中で、自動車というような、今日のお話では1908年のT型フォードに關係するフォード元年という事になりますが、それがわずか100年でどうもひとつの区切りを迎えています。一般的に自動車産業も含めてこれからしばらくどのような動きになるのだろうか、自動車が温暖化にはどの程度の大きな影響を与えているのか】その辺りについて米本先生、コメントをいただ

けますか。

米本：21世紀の人類文明の設計に関して、温暖化問題は先進国では非常に大きな一項目として入っております。けれども、経済のとめどない流れと言う点では、自動車がたぶん中国や東南アジア・インドで爆発的な需要を喚起させてしまうのではないかと、思います。20世紀のアメリカが先導した自動車を代表とする大消費文明は確かに、先進国では自覚的な反省期に入つてゆき、今から半世紀後に先進社会で自動車がどのような所有・使用法になっているかは、想像しにくいところがありますが、アジア諸国などではやはり爆発的に広がっていくのではないのでしょうか。私はたまたま、産業構造審議会地球環境問題部会の委員であり、ここではエネルギー・産業部門のCO₂の削減の審議をやる所です。そして、もうひとつの社会資本整備審議会環境部会の委員もしており、ここは社会資本整備審議会の交通部会と合同審議でやっており、交通部門における審議をしており、結局、私は、日本のCO₂排出の民生部門以外の審議の場に立ち会っている格好になっているのですが、そこで日本社会で自動車産業や自動車の利用をどうするのか、というような議論はとてもできません。ですので、本当に、アカデミズムが自らの資源と課題意識を統合して、さまざまな未来図を、未来の自動車の使い方や所有の仕方などについて、可能なシナリオを具体的に描いて見せるのがいちばん良いのだと思います。ちょっとやそつとの話ではないので、腰の据わった文明論、そして可能ならば政策論まで並べてみせることを考えるべきではないのか、と思います。

渡邊主任研究員：ありがとうございます。現状、世界を取り巻くような状況は専門の経済学者でもなかなか先が読めないと聞いておりますし、どういう形で展開するのか、一喜一



憂というか、私も来年あたりヨーロッパ旅行の計画をしておりまして毎日為替レートを見ながら、どのタイミングでユーロに替えに行こうか気を揉んでおります。

いずれにしても、このようなグローバルな地球環境問題という大きなテーマがあるわけですが、今日のお二方の先生方もどのような科学的なモデルで対処していけばいいのか、問題は多岐にわたるわけですから、それぞれに対して様々なモデルの模索だとか、あるいは科学的なデータの蓄積、そのようなものが必要なのではないかと承りました。現状としてひとつの対応策があっても、そこには政治的なまたは国益等の絡みもあって、一筋縄ではいかない部分もあるというお話であったと解釈しております。

多くの質問の中に具体的に我々はどうすればいいのか、例えば、CO₂削減に対してひとりひとはどのような対応をすればよいのだろうか、今取り組まれているようなCO₂の削減目標といったようなものが果たして実現可能なものであろうか、先程もマイナス6%のその目標があるわけですが、そのあたりについて先生方のご意見をお一方つつ伺いたいと思います。では、安成先生からお願いします。

安成：私は決して温暖化懐疑論者でもありませんが、最近のいろいろな議論、政府の議論、メディアを含めた議論が、温室効果やCO₂削減自体が目的化してしまっているような気が

します。確かに今日米本先生がご説明されたようにいろいろな経緯があって、京都議定書によって削減数値も出てきてそれが目標になっている。しかし、よく考えてみますと地球温暖化というはもっと様々な側面を持っています、例えば今日は生態気候系というものに特化してお話をしましたが、私自身は、地球環境水循環センターという所で水が絡んだ気象学を研究しております。IPCCなどでいろいろな報告が出てきていますが、温暖化で水循環がどうなるかということについて、大きな不確定性があります。特に、日本の雨はどうか、雪はどうかというのは、例えば農業にとっては直接影響してきます。雪が減れば、日本の山における生態系に関わってきますし、海の生態系にも関わってきます。ですので実際にはCO₂を何%削減といったところで、それさえ達成すればいいじゃないかというような議論があります。それよりも、温暖化が水循環や水資源に与える影響を考えるべきです。現に1980年代後半から日本の冬の雪がどんどん減ってきて、本来、大雪のある日本海側も平野部はほとんど雪が降らなくなりましたね。平地でいえば、昔の雪国というものがほとんど実現しない状況になってきています。今のところ、まだ平地のみの話なのでいいのですが、日本の水資源にはこの雪が相当大きな役割を果たしていますので、今後このまま冬に雪が降らなくなり続けると水資源や農業、経済にまで絡んできます。そのあたりの議論があまりされていない。とにかくCO₂の削減、となっていますが、むしろそれよりも今後の水資源を含めた、特に降水の予測が重要です。実はこの降水の予測に関してはIPCCの去年の報告で一番弱いところでもありますね。私が今日、ちょうどお話ししたアジア・モンスーン域の降水量はどうかについて、IPCCは結果を出していますが、不確定さが大きく、予測に関してはもっと改善をしなくてはいけないと思います。モ

デル間のばらつきなどが非常に大きいのですね。そのあたりをもちろん、サイエンスとしてやらなくてはいけないところだと思います。それを踏まえてCO₂の削減という問題をもう少し包括的に議論し気候のシステムがどの方向に向かっていくか、特に人間にとっても生物にとっても大切な水がどうなるかを考える必要があると思います。

それから、今日酸性雨の話がありましたけれども、人間が出しているもうひとつのものとして、エアロゾルという大気汚染の元となっているものがありますが、これは温暖化という視点でいえばむしろ大気を冷やす効果もあります。モデルでもエアロゾルの効果が意外にばかにならないということが徐々に分かってきて、CO₂を出して温暖化に向かうという中で、ある程度大気中のダストであるエアロゾルが逆に大気を冷やす原因となっていて温暖化を弱めているのではないか、それをまた逆に懐疑論者がそのあたりを論点にして「だからCO₂の削減は必要ない。」という極端な議論が展開されたりします。そのあたりも本当のところ確かに大きな問題をたくさん抱えています。ただ、一番大事なのはまず人間の生活で、人間の生活というのは基本的に生態系に支えられており、農業にしても生態系と共生しているといってもいいでしょう。今日の生物多様性がなぜ必要なのかという議論もそれらを含めて生態学者の方々と一緒に協調していく必要があると思います。その背後には香坂先生が最初に仰いましたが、地球環境問題というのはこのようなサイエンスと政治、経済が絡んだ問題であるのは事実ですが、どこかでやはり価値が入ってきます。価値の議論は大袈裟にいうと、人類我々はどんな生活をしたいのか、すべきなのか、南北問題も含めて議論する必要がありますね。生物多様性も結局維持されなくなると我々の生存も危ぶまれますよというような論点のサイエンスもまだまだ弱いと思います。

またCO₂の削減に関していえば、やはり日本がやっているレベルをグローバルに中国や発展途上国も含めて行えば、相当いい方向に向かうと私は思います。それでも不確定性はどうしても出てくるので、その辺りはサイエンス側がきちんと取組むべきであり、それを政府が受けてきちんと考えていくというシステムを構築しなくてはいけないと思います。それと、高阪先生から椋山女学園の取り組みをご紹介していただきましたが、個々でゴミ問題をどうするかというのは確かに大事ですが、それよりもこの温暖化も含めて地球環境問題とは何か、何が問題なのか、また何が分からないのかといった勉強をまずきちんと若い人に教える事も大事ですし、それから名古屋のような都市にいと実際の我々の背景となっている元々のナチュラルな自然はどうなっているのかなど、そういうところを体験しながら深く考えてもらおうといったような取り組みが必要ではないかと思います。

渡邊主任研究員：ありがとうございました。
続いて米本先生、お願いします。

米本：同じようなことの繰り返しになるかもしれませんが、私も基本的にはもっと知的になる、知的になるというのは決して堅苦しいことではなく、面白がって勉強をするという事が大事だと思います。だいたい、調査したり勉強したりすると、世の中はきれいになり、良くなるものなのです。この点では、研究というものを研究者の独占にまかせておくのではなくて、コストをかけてでも普通の人たちが面白がって勉強をし、知らない間に価値観が変わってしまった、というようなことが起こればいいと思っています。大学や大学の研究者が触媒になって社会といっしょに考えるというのが、理想の姿なのではないかと思います。

渡邊主任研究員：ありがとうございました。
それでは、続いて香坂玲先生お願いできます
でしょうか。

香坂：はい。経済的な理論を少しだけさせて
いただきますと、持続可能な発展というもの
をどう考えるかという時に、今ある自然を森
や水といったそのままの形で次の世代に受け
渡していくのか、それともそれを切って換金
して、また修復可能であることを前提とし
て形を変えた形で次の世代に渡せればそれ
を持続可能とみなすのかといった2通りの考
え方があると思います。しかし、それが果た
して修復できるのかという事がまだはっきり
していません。最近、熱帯雨林についても
修復可能であると主張する方も出てきており
ますので、このあたりは非常に議論が分かれ
るところだと思います。日本の議論でやや危
うくなりかけるのは、技術的に何かある事が
可能になると、もうそれで全てやってもいい
という方向に流れるのが危険だと思います。
CO₂にしても、二酸化炭素を吸収してくれる
技術が、イノベーションで起きたときにじゃ
あこれで大丈夫だというように全て壊してし
まう、そうすると生物多様性の中でリスクが
別の形で顕在化してくるんですね。病気など
予期もしない形で出てきた時にリスクにさら
されてしまうというデメリットがあるかと思
います。それが全体像をみたときにどう考え
ていくかというのがひとつの議論としてある
かと思います。

あと、自動車の個別の議論が出ましたが、
これも酸性雨の時の議論と通じますが、ヨー
ロッパでは先生が仰られたように、酸性雨の
議論で越境大気汚染条約の締結の時に猛烈に
反対したのが自動車産業の組合でした。特に
ドイツはそんな事をしたら日本車に潰される
ぞと猛烈に反対した経緯があります。ただ、
結果論ですが、それを通じて私達はエコロジ
カルモダナイゼーション—生態的な近代化と

我々は呼んでいるんですけれども—経済にと
ってもいい事が起きたし、環境にとってもい
い事が起きたという意味です。自動車も近代
化されて特にドイツと日本は成功をしたと言
われています。ですので、何か圧力だとか規
制がかかることによってイノベーションが生
まれることもある。いつもではありませんが、
そういう事もあるという事です。イノベーシ
ョンが起きることによって、例えば人口がど
んどん増えていっても必ず飢餓が起きるはず
の数字になっていくところで、何か農業の技
術でイノベーションが起きたり集約化や灌漑
技術が発達したりというように、そこで何か
人口が増加していっても、死者をたくさん出
さずにバランスよく成長できてきたという過
去がありますが、ではイノベーションはいつ
まで続くのか、人類の知恵とか革新はどこま
で通用するのかといったような例えば人口の
圧力にしてもそうですし、自動車の使用量に
ついてはもうそうだと思いますが、それをとて
も楽観的にみたシナリオを描くこともできま
すし、逆にそれを悲観的に捉えれば全く別の絵
が出てくると思います。

最後にこの愛知県・名古屋という地区には
自動車というものが深く関わってくるので申
し上げたいのですが、例えば学園では社会的
な責任や環境に対する取り組みをされていら
っしゃいますが、多くの愛知名古屋の産業と
いうものは、何らかの形で自動車部品である
とか、輸送機器に関わっている活動をされて
いるものだと思います。そこと生物多様性は
どのように関わってくるのかというと、何を
したらいいのかが非常に見えづらいから何か具
体的な提案をしてくれないかという事をよく
言われます。無理にこじつけようとは思いま
せんが、自動車業界にとっての社会的責任を
考えるときに、自動車という製品がどう生産
されるか、塗料を減らすとかCO₂を減らすと
か、工場内に木を植えるとか、そういうもの
は大変大切であるし尊い活動だと思いますが、

少しスケールが小さいように思います。自動車というものは作られれば必ず道路を走っていくわけで、その道路というのは土地にある意味生態的に遮断していきますし、道路ができた場所というのは、地域社会も大きく変わるというインパクトの大きい行為だと思います。あるいはその製品の原料が届けられるときに、一体どういう所から来るのか、どういった経路を辿ってどこから採掘されてくるのか、これはサプライチェーンと呼ばれるものなんですけれども、原料がどこから来るのかといったような議論にもある程度広がっていくような問題だと思いますので、自動車業界だから部品や車自体に配慮していくのはもちろんの事ですが、それが社会的にあるいは世界に対してどのようなインパクトを与えていくのか、それに対して企業ないしは社会としてはどういう貢献ができていくのかというのを考えていく中で、生物多様性というテーマも恐らく関わりが出てくることもあるのではないかと思います。以上です。

渡邊主任研究員：ありがとうございます。
それでは最後に高阪謙次先生お願いします。

高阪：わたくしはこの問題に関して専門ではございませんので、この3年間の実感として申し上げます。やはり自然は、かなり狂ってきていると、多々感じております。私は田舎の方に住んでおりまして、例えば今年などはツバメの渡りが遅かったような気がします。私は毎年、春先にツバメが渡ってくるのを楽しみにしておりますが、今年は何だか遅く、また数も少ないように感じました。来年は大丈夫かと今から心配しております。渡り鳥は自然の変化をよく知っていると思うんですね。

また、これは本当かどうかは分かりませんが、二千何十年かになりますと、白神山地のブナ林は生育適地ではなくなってしまうという話を聞いたりすると、どうなるんだと心配

になります。最近、聞いて妙にうなずいてしまった事があったんですが、花札の組み合わせが、今や現実と変わってしまっているということを知ります。

これは大変なことではないかと思います。二十四節気というのを、私は特に最近、気にしています。きのうは確か、小雪ですね。この二十四節気もおそらく、あと20年もしたら変えていかないと、現実と合わなくなってしまうように思いますね。二十四節気をあてにした生活を、例えば農業だとかは行っておりますけれども、そういったものも変わってくるであろうし、俳句の季語なんかもずれてきてしまうのではないかと考えます。日本人が日本の中で、何とか生き残っていくという事は、どうにかなるかもしれません。しかし、文化という視点で考えますと、やはりただ単に生き延びるだとかだけではなくて、精神的な問題も絡んでくるのではないかと思います。

それと、実際活動しておりまして、たばこの喫煙の問題、車通勤の問題を見ても、いろいろな考え方がありまして、それはそれで尊重していかなくてははいけませんけれども、ある所では特に環境問題では、深い所での問いかけが私たち個々人にきていますね。

また環境問題について、今直面している問題を乗り越えてゆく事によって、いいものを逆に将来に残してくれるかもしれないな、と少しの希望を私は抱いております。しかしそれには、どこまでいったらうまくいくようになるのか。今申し上げた二十四節気などの文化がかなり失われてから、ようやく転換し、良い状態が戻ってくるのか。その辺りのことも心配しております。

渡邊主任研究員：どうもありがとうございます。いただいております質問には完全に答えきってはおりませんが、進行の不手際もありましてこれ以上、ご質問にお答えする時間

がなくなってしまいました。

本日のこのシンポジウムにおいて最後に安成先生も米本先生も知的的好奇心というかこのような自然現象に対して、みんなが知的な興味を強く持っていきながら最終的には個々がどう対応していくのか、私は人それぞれに様々な対応があるだろうと思っていますし、個人個人が自分でできる範囲で活動し続ける。今日、NPOが非常に盛んですので、私もさほど主体的とは言えませんが岐阜県の御嵩の森のNPOに参加しながら、この御嵩の水は名古屋500万人の水と化すと、名古屋の水は御嵩から来ていますから、そういうものをいつまでもきれいな水であるように、水を守るなら山を守る、木を守るといった形でひとりひとりが木の所有者となって森で枝打ちなどをして小規模な活動ではありますが、土曜日ごとに枝払いなどをやっていると、結構、若い人たちも大喜びでわざわざ東京から駆けつける人もいたりして各自が何らかの意識を持ちつつ具体的な実践をしていく、それが具体策としてどこまでの影響があるのかどうか、それはそれで問題も出てくるとは思いますが当面は大所高所の議論と同時に、個人としてそれなりに取組んでいく方向で動いていくのかなというのが今日の私の感想でございます。

拙い進行ではございましたが、所定の時間が参りました。本日のシンポジウムはこれにて閉じさせていただきます。フロアの方々のご協力を感謝申し上げます。それでは最後に閉会の挨拶を相山人間学研究センターのセンター長であります相山孝金よりさせていただきます。相山：本日は相山女学園大学、相山人間学研究センターの合同シンポジウムに大変お寒い中、また土曜日の貴重なお時間を割いてお集まりいただきまして誠にありがとうございました。心から御礼申し上げます。また、基調講演をしていただきました安成先生、米本先生、大変お忙しい中、ありがとうございました。貴重なお話を聞かせていただきました。また、数々のコメントいただきました香坂先生、本学の高阪謙次先生、ありがとうございました。

今後とも何卒ご支援ご指導賜りますようよろしくお願い申し上げます。本日は誠にありがとうございました。

*テープ起こし文責 大浦

*米本先生、安成先生、香坂先生、高阪先生にはご校正および本誌への掲載をご了承いただきました。心より感謝申し上げます。