

科学の  
峰々

85

国立環境研究所 社会環境システム研究センター フェロー  
公益財団法人 地球環境戦略研究機関 研究顧問 工学博士

甲斐沼 美紀子 先生 に聞く

公害および

地球環境研究の歩み 上

聞き手：柴田 眞利 日本科学機器協会 広報委員長  
南 明則 同 広報副委員長  
藏満 邦弘 同 専務理事  
岡田 康弘 同 事務局長  
(取材・撮影・編集協力：クリエイティブ・レイ(株) 安井久雄)

取材日：2015年8月4日  
日本科学機器協会 会議室

## 甲斐沼 美紀子 先生のプロフィール



## 〈経歴〉

1973年 京都大学大学院工学研究科修士課程修了 工学博士  
1977年 国立公害研究所(現国立環境研究所)入所  
1990年 地球環境研究グループ温暖化影響対策研究室  
1994年 第4回 日経地球環境技術 大賞  
2003年 北陸先端科学技術大学院 客員教授  
2006年 地球環境研究センター温暖化対策評価研究室長  
2010年 2010ナイスステップな研究者  
2011年 国立環境研究所 社会環境システム研究センター フェロー  
2011年 環境科学会学術賞  
2014年 地球環境戦略研究機関 研究顧問を併任

## 〈専門とする学問分野〉

システム工学・政策学・経済学

## 〈専門とする環境分野〉

地球温暖化・緩和策・低炭素社会シナリオ

## 〈研究課題〉

低炭素社会の実現に向けたビジョンの構築と対策の統合評価。  
環境システム工学の専門家として、IPCC 第4次評価報告書、  
第5次評価報告書を主執筆する



## 制御工学の研究から 公害問題へ

— 甲斐沼先生は現在、国立環境研究所（NIES）、地球環境戦略研究機関（IGES）で地球温暖化など環境研究に取り組まれておられますが、これまでに取り組んでこられた研究の概要をお聞かせいただけますでしょうか。

**甲斐沼** 進学した京都大学では数理工学科を専攻しました。当時、数理工学科の中には、制御工学や工業数学、オペレーションリサーチなどいくつかの分野がありましたが、その中で私が進んだのは、ロケットの自動制御などを研究する制御工学でした。そこを選んだのは、ちょっと面白そうだった気持からでした。

ところが、制御工学の榎木教授が文科省で環境科学という研究プロジェクトを立ち上げられたので、制御工学の研究室で公害問題を扱うことになりました。

榎木教授は自動制御がご専門でしたが、「自動制御も大切だけど、機械の制御に人間の心は欠かせない。人間のように『しなやかな制御』が必要で、公害を起こしているようではだめだ」と言われ、大気汚染の予測に取り組むことになりました。

— その当時の日本といえば、工場の煙突からモクモクと煙が吐き出され、河川の美しさが失

われていく光景が思い浮かびますが、甲斐沼先生が環境問題について考えるきっかけとなった体験や出来事などあればお聞かせいただけますでしょうか。

**甲斐沼** 私は広島県福山市の出身です。中学生の頃、製鉄会社の工場が町に来て以来、美しかった瀬戸内海が以前のようにきれいではなくなってしまいました。

鞆（とも）の浦という人気の海水浴場があるのですが、藻が大量に繁殖するようになり、海が黒くなっていくように感じました。また、大学のあった京都から帰省すると、福山に近づくにつれて、空の色が黒ずんでいくように見えました。

その後、製鉄会社が環境対策に乗り出したことで、大気汚染はなくなり、海の水もきれいになっていきました。ただ、鞆の浦は私が子どもの頃の方がずっと美しかったように思います。

## 情報工学科の技官を経て 国立公害研究所へ

— 大学を卒業された後の進路はどうされたのでしょうか。

**甲斐沼** 就職に関しては、たいへん苦労しました。就職先が全く見つからなかったのです。もちろん、募集自体はたくさんあったのですが、どの企業も応募資格は男子学生ばかりでした。

就職が決まらず途方に暮れていたいたとき、大学の技官という

職を勧められました。技官とは実験助手のようなもので、数理工学科から独立してできた情報工学の技官の人員にちょうど空きがあったのです。

京大で技官として2年ほど勤めた後、新設された国立公害研究所へ移りました。

— 1970年前後といえば、社会的にも公害問題に大きな関心が集まってきた頃です。

**甲斐沼** そうですね。ちょうどその頃、四日市などで公害訴訟が起きましたし、多くの公害関連の法案が成立した公害国会が開かれました。東京の高校で複数の生徒が目や喉に痛みを訴えた光化学スモッグ事件などもありました。

1971年に環境庁が発足されると、公害に関する科学的知見が必要ということで、1974年に国立公害研究所が設立されました。

## 大気汚染を軽減するため 硫黄酸化物・ 窒素酸化物を規制

— 1970年代の日本では、大気汚染に対する規制や対策は、どのように進められていったのでしょうか。

**甲斐沼** 工場から排出される煙については、規制がない状態から、まず「K値規制」というものが始まりました。

煙突から出た煙は、半分は空

気中へ拡散していき、あとの半分は地上に落ちていきます。「K値規制」とは、簡単な式を用いて計算し、地上に落ちてくる硫黄酸化物の最大濃度を規制するものです。

この規制が出来たことで、工場の煙突が高くなりました。どういうことかと言うと、煙突を高くすれば、地上に落ちてくる煙の範囲が広がるため、そのぶん硫黄酸化物の濃度が薄まり、基準が満たされるという仕組みです。

ところが、煙突が高くなり、煙が広範囲に広まることで、ほかの場所にある煙突の煙も流れてきてしまいます。そのため、離れた場所の大気汚染も悪化してしまったのです。

こうした状況を踏まえ、硫黄酸化物の濃度から総量へと規制の基準が改められました。

総量規制はその地域の総排出量を一定レベルに下げる規制で、それぞれの煙突から排出可能な硫黄酸化物の量を決め、それを割り当てていくものです。

国立公害研究所では、大気汚染のシミュレーションに取り組んでいました。大気がどう動き、汚染物質の濃度がどのように変化するかなどを調査していました。

硫黄酸化物が規制されると、窒素酸化物の総量規制が始まりました。硫黄酸化物は脱硫装置の導入でかなり改善されましたが、自動車の排気ガスにも含まれる窒素酸化物の対策には今日でも多くの課題が残されています。

— 国立公害研究所の研究対象は、大気汚染以外にはどのようなものがあったのでしょうか。

**甲斐沼** 国立公害研究所では大気のほかにも、水質、土壌、騒音、振動など、種々の公害を対象にしていました。

例えば、霞ヶ浦の水質汚濁や瀬戸内海の赤潮なども、公害研究所で取り組んでいました。当時、霞ヶ浦には生活排水が流れ込み、アオコが大量に発生。プランクトンが死んで、そこから悪臭が発生していました。

国立公害研究所では幅広い分野の公害を対象にしているので、一つ一つの研究にあたるスタッフの人数が限られていたこともあり、たいへん苦勞しました。

— 産業の拡大や自動車の排気ガスが原因とされる光化学スモッグなども研究されていたのでしょうか。

**甲斐沼** 国立公害研究所ができた頃、光化学スモッグチャンバーという装置が作られ、スモッグのメカニズムを解明しようという研究が行われていました。

**1988年に気候変動に関する国際機関 (IPCC) が発足**

— 甲斐沼先生が国立公害研究所で地球温暖化の研究に取り組まれるようになったのは、いつごろからでしょうか。

**甲斐沼** 国立公害研究所が1990年に国立環境研究所となり、その中に地球環境研究グループができました。それをきっかけに地球温暖化の研究を始めました。

— 国際的に地球温暖化が問題になりはじめたのは、いつ頃からだったのでしょうか。

**甲斐沼** 「気候変動に関する政府間パネル」という国際機関「IPCC」ができたのが1988年のことでした。「IPCC」は各国が推薦した研究者の集まりで、2000～3000人が関与しています。

その「IPCC」が1990年に第1次評価報告書を出し、このままだと地球の温暖化が進み、地球の降雨パターンなども変化し、地球環境に悪影響を及ぼすことが予想されると警告されました。温暖化の対策として、二酸化炭素など温室効果ガスの排出量を60%削減する必要があると発表されました。

「IPCC」はだいたい5年ごとに評価報告書を出しており、1990年の第1次評価報告書を皮切りに、1995年に第2次、2001年に第3次、2007年に第4次、2014年には第5次の評価報告書が出されました。

— 地球温暖化の研究自体も、1980年代ぐらいから始まったものなのでしょうか。

**甲斐沼** ハワイのマウナロア観測所では、すでに1958年から二酸

化炭素の観測を始めていました。

マウナロア観測所での観測結果が示され、当時アメリカの議会で近い将来、地球が温暖化する恐れがあるという発言があったそうです。

### 1997年COP3において 京都議定書が 採択されるまでの流れ

— 地球温暖化に関する国際的な会合は、どのような経緯で始まったのでしょうか。

**甲斐沼** 1990年に「IPCC」から評価報告書が出され、これを受けて1992年にリオデジャネイロで地球サミットが開かれました。

そのとき気候変動枠組条約が提案され、了承されました。この条約を各国が自国へ持ち帰り、1994年に批准されました。

最初の実務的な会議がドイツで開かれたのが1995年で、これを「COP1」といいます。ここでは、温室効果ガスを各国がどれだけ削減するかを話し合いました。「COP3」にあたるのが1997年に京都で開かれた会議で、各国が削減する温室効果ガスの数値目標が決定されました。そこで採択されたのが有名な京都議定書です。

— 地球温暖化と温室効果ガスとの関連は、どのように説明されているのでしょうか。

**甲斐沼** 「IPCC」で出している評価報告書には、温室効果ガスと気温の変化が示されています。

1930年代ぐらいまでは自然による二酸化炭素の変動によって気温の上昇を説明できるのですが、1940年代以降は、人為的に排出された二酸化炭素などの影響を考えないと、気温上昇のメカニズムが説明できないのです。

そのため「IPCC」も、気温の上昇は人為的影響であることがほぼ間違いないと発表するようになりました。

— 温室効果ガスとは二酸化炭素の他に、どのようなものがあるのでしょうか。

**甲斐沼** 70～75%が二酸化炭素で、そのほかにメタン、酸化窒素、代替フロンなどが挙げられます。

### 地球温暖化とともに 世界各地で気候が変動

— 地球温暖化は人為的なものとは関係ないという人もいますが、それに対して「IPCC」では何かアクションを行っているのでしょうか。

**甲斐沼** 確かに、懐疑論者がいるのは事実です。「IPCC」では反対意見も含めて検討しています。最近の報告書では、査読をオープンにしている、13万件におよぶコメントに対応しています。科学的事実を総合すると、最近の気候の変

化は温暖化による影響が極めて高いという結論となっています。

— 地球温暖化とは逆に、氷河期が到来したと言う人もいますが…。

**甲斐沼** 氷河期は何万年というサイクルの話で、今、議論している地球温暖化はこの100年ほどの話です。この急激な変化が人類にとっては深刻な状況であると言えるのです。

人類は非常に長い時間かかってできた化石燃料を燃やし、二酸化炭素をここ40～50年の間に急激に大気中へ放出してしまいました。それにより大気のバランスが崩れたことで、温暖化が進行し、今後さらに著しい影響が現れると予想されます。

極地の氷が溶け出すことで海面が上昇し、南太平洋の島では移住を余儀なくされる事態になっていたり、氷に囲まれて暮らしているイヌイットは氷が溶けてしまい、大切な移動手段である犬ぞりが使えなくなっていると聞きます。

シベリアでは永久凍土が溶け出し、下に眠っていたメタンハイドレートが放出されたりしています。20年ほど前に私たちが地球温暖化の研究を始めたころは、こうしたことが起きるのはもっと先のことだろうと予想されていたのですが、かなりのスピードで現実のこととして起きはじめています。

— 昨年7月、シベリアでは気温が異常に上がり、大量の氷が溶けてメタンハイドレート爆発が起こったという報告があるようですね。

**甲斐沼** はい。地表を覆っていた永久凍土が溶けて圧力が低くなり、ガスが漏れ出したことが原因で爆発が起こったと報じられました。

— 近年、日本ではゲリラ豪雨や数十年一度の豪雨などによる被害が起きていますが、この傾向は今後も続くと考えられるのでしょうか。

**甲斐沼** 「IPCC」の評価報告書では、気温の上昇だけではなく、降雨の状況が変わると指摘しています。日本でも集中豪雨による被害が出ていますが、今後も増えていくものと予想されます。

今年3月にはインドで、これまでヒョウが降らなかった地域でヒョウが降り、農作物に大きな被害をもたらしました。気候変動の影響により、世界中で農作物に大きな被害が出るようになると、やがて食料事情にも影響が出てくると懸念されています。

### アジア太平洋での 温暖化評価モデルに尽力

— 国立環境研究所で地球温暖化の研究が始まり、甲斐沼先生はどのような研究に取り組みされたのでしょうか。

**甲斐沼** 地球温暖化の研究を始めるにあたり、私たちに何ができるかを考え、まずは、アジア太平洋地域での評価モデルを作ることに着手しました。

当時、アジアの二酸化炭素排出量はそれほどでもなかったのですが、将来は日本のように工業化が進み、二酸化炭素の排出量が大幅に伸びることが予想されていました。

そこで、二酸化炭素に関するモデルを作りました。そのモデルとは、温暖化対策とその影響、そして、どれだけの二酸化炭素を排出したとき、どんな気温変化が起きるかという3つをまとめたものです。

アジアの評価モデルを作るため、中国、インド、インドネシア、韓国、マレーシア、ベトナムなどの国々と共同研究を行い、これまで20年以上にわたりアジアの評価モデルを作ってきました。

— 研究費などはどこから出されているのでしょうか。

**甲斐沼** 環境省が出している環境研究推進費によるものが多いです。科学技術振興機構（JST）と独立行政法人国際協力機構（JICA）が共同で実施している「SATREPS」といった研究費もあります。「SATREPS」では、JSTが日本の研究機関に、JICAが海外の研究機関に研究費を出しています。

— 甲斐沼先生が携わっておられる「低炭素社会国際研究ネットワーク」、「低炭素アジア研究ネットワーク」とはどのような組織で、どのような活動に取り組まれているのでしょうか。

**甲斐沼** 2008年に洞爺湖で開催されたG8サミットと同時にサミット参加国の環境大臣による会合が開かれました。その会合で低炭素社会について研究するネットワークを構築すべきと勧告を受け、「低炭素社会国際研究ネットワーク」が設立されました。これにはドイツ、インド、イタリア、イギリス、韓国、フランス、日本などが参加しています。

そのアジア版が「低炭素アジア研究ネットワーク」です。アジアにおいて低炭素社会をどう構築するか、そのための手法の研究をアジア各国の研究者と進めています。



タイ・パタヤ近郊の太陽光発電施設を視察する甲斐沼先生



「アジア太平洋地域における温暖化対策分析モデル(AIM)の開発に関する途上国などの共同研究」をテーマに2011年に国立環境研究所で開催されたワークショップでの集合写真 甲斐沼先生(前列中央)



2013年ポーランドの首都ワルシャワで開催された「COP19」での甲斐沼先生(右から3人目)



今年2015年10月にマレーシアのジョホールバルで開催された「低炭素アジア研究ネットワーク第4回年次会合」で基調講演された甲斐沼先生

次号「科学の峰々」では引き続き甲斐沼 美紀子先生に公害および地球環境研究の歩み(下)をお話いただきます。