

取組の現状

内分泌攪乱化学物質問題に対する環境省の取組

安達 一彦

環境省

1. はじめに

内分泌攪乱化学物質については、将来にわたって人の健康や生態系への影響が懸念されている一方、科学的には未解明な点が多く残されており、環境保全上重大な課題と考えています。このため、環境省では環境実態調査や有害性評価等を進めるとともに、国際的な連携の下に諸外国や国際機関等との情報交換を進めています。

この一環として、平成10年度から毎年「内分泌攪乱化学物質問題に関する国際シンポジウム」を開催しており、世界各国から第一線の研究者のご参加を得て、質の高い議論が活発に展開され、国内外から高い評価をいただいています。

2. 内分泌攪乱化学物質問題について環境省の取組

環境省におきましては、1998年5月、内分泌攪乱化学物質問題についての基本的な考え方や今後進めていく方針等を示したものと「内分泌攪乱化学物質問題への対応方針－環境ホルモン戦略計画SPEED'98－」（2000年11月に一部追加、修正）を公表しました。

これに基づき、以下の4点について取組を進めています。

- (1) 環境中での検出状況、野生生物等への影響に係る実態調査の推進
- (2) 試験研究及び技術開発の推進
- (3) 環境リスク評価、環境リスク管理及び情報提供の推進
- (4) 国際的なネットワーク強化のための努力

具体的にはSPEED'98（2000年11月版）で内分泌攪乱作用を有すると疑われる化学物質としてリストアップされた化学物質（65物質群）について、平成10年から毎年環境実態調査を実施しています。また、優先してリスク評価に取り組む物質（平成12年度：12物質、平成13年度：8物質、平成14年度：8物質、平成15年度：8物質）を選定し、順次、人の健康及び生態系への影響に関する有害性評価等を進めています。これまでに平成12年度および平成13年度に選定した19物質に関する有害性評価結果を公表し、このうちノニルフェノール及び4-オクチルフェノールについては、魚類に対する内分泌攪乱作用を有することが強く推察されました。この他、内分泌攪乱化学物質に係わる基礎的研究や国際共同研究などを進めています。

3. 今後の取り組み

昨年8月には、WHO（世界保健機関）から、内分泌攪乱化学物質に関するグローバルアセスメントが公表されましたが、環境省は、このような世界の最新の動向にも注視した上で、科学的知見の蓄積及び有害性評価を進める等、引き続き内分泌攪乱化学物質問題の解決に向けた積極的な取組を進めていきます。またこれまでに得られた国内外の科学的知見等を踏まえて、本年度から2年間でSPEED'98の改訂を行う予定としています。

Initiatives up to the Present

Current Strategies Designed to Deal with Environmental Endocrine Disruptors Ministry of the Environment, Government of Japan

Kazuhiko Adachi

Ministry of the Environment, Government of Japan

Foreword

Though endocrine disrupters have become a focus of great concern amongst the general public over their adverse effects on human beings and wildlife, there is still much to be explored scientifically, a discrepancy that makes endocrine disrupters a key environmental safety issue. To deal with the problem, the Ministry of the Environment (MoE), Japan, is conducting environmental monitoring and hazard assessment on EDCs, and also exchanges information with other countries and international organizations on the issue under a framework of international cooperation.

As a part of these activities, the MoE has held an annual International Symposium on Environmental Endocrine Disrupters since 1998. Past symposia brought together leading scientists from all over the world, with their productive discussions receiving positive attention at the international level.

Endocrine disruptor issues: approaches

In May 1998, the MoE developed its "Strategic Programs on Environmental Endocrine Disruptors '98" (SPEED '98) and presented it to the public. The Programs set forth the Ministry's basic perspective on the problem, along with specific plans for action.

"SPEED '98" called for progress on the following four items.

- (1) Promotion of a fact-finding study on detection in the environment and impact on wildlife
- (2) Promotion of testing and research, plus technology development
- (3) Assessment and management of environmental risk and provision of related information; and
- (4) Efforts for reinforcement of international networking on endocrine disrupter issues.

An environmental monitoring survey has been conducted every year since 1998 for 65 chemical substances, listed on the "SPEED '98" program, that are suspected endocrine disruptors. Thirty six chemical substances have been selected from the list and hazard assessment, i.e the risk they pose to human health or ecosystems, has begun accordingly (covering 12 chemical substances in 2000, eight substances in 2001, eight substances in 2002 and eight substances in 2003). The results of hazard assessment on the 19 substances selected in 2000 and 2001 have already been published and it was positively concluded that two of these substances, nonylphenol and 4-octylphenol, had endocrine disruptor effects on fish. In addition, basic research programs as well as joint international research projects have been carried out.

Future policy directions

The MoE is committed to continued efforts on the accumulation of scientific knowledge and hazard assessment to solve the problem of EDCs, taking into account novel findings such as presented in the WHO-IPCS report "Global Assessment of the State-of-the-Science of Endocrine Disruptors" published last year. Further, based on the scientific knowledge that have become available in Japan and overseas, the MoE launched a two-year project to revise and update "SPEED '98" this year.

内分泌攪乱化学物質のスクリーニング手法開発の現状

井口 泰泉

岡崎国立共同研究機構

内分泌攪乱物質問題は、1) 多種類の野生動物で見られた異常とPCB類や農薬を含めた化学物質汚染との関連、2) ヒトの精子数の減少や生殖器腫瘍の増加とヒトで流産防止のために用いられた合成女性ホルモンとの関連、3) 動物実験で明らかにされていた周生期のエストロゲン曝露と多臓器での異常誘発、4) ダイオキシンや農薬曝露とヒトの発癌の懸念、5) プラスティック容器などからのエストロゲン作用をもつ物質の溶出と細胞増殖との関連、などが融合し、発生・発達の初期にエストロゲン類似物質の曝露によりいろいろな異常が誘発され得ることが懸念されたことから始まった。

環境中に放出されている物質の種類、環境中の濃度、容器からの溶出の有無あるいはその濃度、動物やヒトが摂取する濃度が十分に把握されていなかったことも問題であった。また、女性ホルモン類似作用に加えて、いくつかの農薬の抗アンドロゲン作用や、PCB類やダイオキシン類のように、野生動物の奇形やヒトの知能低下と抗甲状腺ホルモン作用についての懸念もあった。

日本では環境庁が1998年に内分泌攪乱作用が疑われる物質をリストし (SPEED '98)、環境中や野生生物中の化学物質のモニタリングを開始した。1998年には各国から12のリストが公表された。EUでは文献調査で553物質を選択し、生産量、野生生物からの検出、影響の報告の有無などから66物質を優先物質とした。

環境省では、SPEED '98を基にしたモニタリングや分析法の統一を行い、化学物質分析の精度が極めて向上した。また、魚類、哺乳類を用いた試験が開始された。化学物質のスクリーニングのために、ヒトの2種類のエストロゲン受容体a, b、アンドロゲン受容体、甲状腺ホルモン受容体を用いたレポーター遺伝子アッセイ系も確立されつつある。さらに、化学物質の構造をもとに、受容体のホルモン結合部位に化学物質がはまり込むか否かをコンピューターで計算させるモデルも開発されつつある。レポーター遺伝子アッセイの結果、さらにはホルモン受容体への化学物質結合試験の結果を、コンピューターのモデルの改良に用いて、より高い精度をもつモデルの改良も行われている。メダカ、アフリカツメガエル、ニホンウズラなどでも受容体を用いたレポーター遺伝子アッセイ系が整備されている。これらは、OECD (経済協力開発機構) のVMG non-animalで標準化されつつある。また、2003年10月にOECDの無脊椎動物の会合が開かれ、ミジンコ、アミ、コペポッド、巻貝、ミミズ、昆虫を用いる試験法が提案された。さらに、化学物質の作用機構をもとに影響評価を行うために、遺伝子発現を網羅的に解析できるマイクロアレイ法の応用が検討されている。エストロゲンで発現変動する遺伝子等のデータベース化が試みられている。ラットを用いた試験では、ヒトが曝露すると想定される程度の量を妊娠中のラットに投与し、生まれた仔への影響を色々な点から検討している。

イギリスの環境庁と日本の環境省との共同研究では、イギリスで問題となっているコイ科の魚のローチのホルモン受容体のクローニングを行い、精巣卵の発現等を調べるための基礎固めを行っている。また、トゲウオは男性ホルモンによって腎臓で接着性のタンパクであるスピギンを作り、これをもちいて巣作りを行うので、男性ホルモン作用を調べるために有用な魚である。スピギンの抗体の作成等も行っている。

最近のトピックとしては、強いアルカリ洗剤で洗浄し、高温高圧滅菌を繰り返して劣化したプラスチック製の給水壺から溶出した化学物質とマウス卵細胞の染色体の分離異常との関連が指摘された。これは、実験的に溶出する程度の量を投与することにより同じ現象が再現されている。また、曝露後短時間で化学物質の作用が出ることから、核内受容体を介さない作用メカニズムを提案した論文も報告されている。さらに、低用量の化学物質曝露で脳・神経系、行動への作用が見られるという報告もある。代謝されてさらにホルモン活性が強くなる物質、紫外線除けに用いられる物質のホルモン活性も明らかにされた。また、国際的には医薬品の環境汚染の可能性から新たな取り組みが始まっている。

環境省を中心に行っているスクリーニング手法の開発状況、化学物質の作用機構を遺伝子発現から理解するための新たな手法の開発状況、日英共同研究のトピック、最近の新たな情報等について解説する。

Development of Various Screening Methods of Endocrine Disrupting Chemicals

Taisen Iguchi

Okazaki National Research Institutes, Japan

Endocrine disruptor issue has been proposed by integration of several problems already recognized such as 1) correlation between various abnormalities in wildlife and contamination of PCBs and pesticides, 2) correlation between in utero DES exposure and reduction of sperm counts and increase in reproductive tracts tumors, 3) perinatal estrogenization induced various organ abnormalities in rodents, 4) possible correlation between dioxins and pesticides exposure and tumorigenesis in humans, 5) estrogenic chemicals leached from plastic containers stimulated MCF-7 cell proliferation. These results suggested that exposure of developing organisms to estrogenic chemicals resulted in various reproductive abnormalities in wildlife, experimental animals and humans.

Concentrations of chemicals in the environment and chemicals leached from plastic containers, and chemical exposure levels in humans and wildlife have not been measured when this issue has been started to tackle by various organizations. Estrogenic activity of various chemicals and anti-androgenic activity of several pesticides have been reported. There have been thought that links between PCBs/dioxins contamination and malformations in wildlife, and their anti-thyroid hormone activities and mental retardation.

In 1998, the Ministry of Environment Japan (MOE) proposed a list of chemicals which have been suspected to have endocrine disrupting activity (SPEED '98). Based on the list, MOE monitored chemicals in the environment and in wildlife. In 1998, 12 lists was proposed by various organizations. EU selected 553 chemicals based on the references published and listed 66 priority chemicals based on high production volume and the contamination in wildlife and humans.

Monitoring of chemicals by MOE facilitated the advancement of analytical methods and standardized analytical methods. MOE started to test various chemicals using medaka fish and pregnant rats. Reporter gene assay systems using human estrogen receptor α (ER α) and ER β , androgen receptor (AR) and thyroid hormone receptor have been established. In silico 3-dimensional QSAR using human ER α has also been improved using data of reporter gene assay and receptor binding assay. In addition to human ER systems, reporter gene assays using ERs from medaka, quail and *Xenopus laevis* have also been established. These in vitro assay systems will be standardized by OECD VMG non-animal. VMG Invertebrates group has been established and several invertebrates, such as copepod, mysid, *Daphnia magna*, snail, earthworm and beetle, were proposed to develop test guidelines to study endocrine active chemicals. Microarray system, a new technology which can be detected global gene expression, has been used to detect estrogen responsive genes and chemical responsive genes. Data base which contain genes showing altered expression by hormones and chemicals will be established. In the chemical test using pregnant rats, human exposure levels of chemicals have been used to confirm safety of the chemical use.

In UK-Japan research collaboration program, we are collaboratively working on roach and stickleback. We cloned ER α , ER β , AR, aromatase and several other genes, and expression levels of these genes in estrogen exposed or sewage-treated roach are analyzing. Stickleback has been proposed to study androgenic activity of chemicals, since spiggin is produced from kidney by androgen stimulation. UK-J group cloned this gene and established ELISA system to measure this protein.

Several new topics related to chemicals will be introduced.

内分泌攪乱化学物質問題に関する産業界のこれまでの取組

岩本 公宏

三井化学株式会社

“化学は価値創造の主体である”（野依教授、2001年ノーベル賞受賞記念講演より）。

現代文明、社会は、化学製品なしには考えられない。世界の市場には10万もの合成化学製品があるといわれている。化学製品の使用量の増加、用途の多様化、市場の国際化、学問の進化による新たな毒性やリスクの発見などにより、化学製品の環境と健康の安全性に関する問題の可能性が数多く指摘されている。化学産業界は、1990年代から化学製品の全ライフサイクル(研究、生産、使用、廃棄)にわたって、環境と健康の安全性確保に向けての自主的な取組の充実を目指して、国際的な連携のもとに“レスポンシブル・ケア”活動に取り組んでいる。

“奪われし未来”の翻訳版の出版以来、環境ホルモン問題は大きな社会問題となった。マスメディアの報道も、1998～99年当時は一ヵ月当たり約500件という加熱ぶりで人類生存の危機といった過激な報道もあった。

化学産業界は、日本化学工業協会（JCIA）や内分泌攪乱作用に関連するといわれた製品の業界団体が、いち早くこの問題に関する調査と研究を開始した。

JCIAは業界の中心的存在として、研究情報のとりまとめ、試験方法の開発、国際シンポジウムにおける情報発信、欧米の化学工業会との連携による研究（LRI）の推進、などに取組んできた。特に、LRIでは、内分泌攪乱化学物質問題に関する基礎的な研究の他、化学発ガンや神経毒性、過敏症などのテーマも取り上げ、長期的な研究の継続に国際的な連携のもとに進めている。

SPEED '98で取り上げられた個々の化学物質については、関連する業界団体が国際的な連携のもとに調査研究を実施し、成果を社会に向けて発表してきた。

内分泌攪乱化学物質問題に関する主な論点は、

- ① SPEED '98に取り上げられた化学物質の中、現在市場に出回っている物質や製品にその作用が認められるのか
- ② 逆U字現象に代表される低用量効果の有無
- ③ 複数の化学物質による複合的な増幅作用の有無

であった。これらについては、産業界や学会が実施した多くの研究とそれらを総合した評価の結果、ごく一部の物質を除いて否定的または一般的な現象ではないとの結論に落ち着きつつある。

化学物質・製品は日常生活や現代文明にとって必要不可欠なものである。リスクゼロはあり得ないが、社会の人に“安心”して使用していただけるよう、毒性とリスク評価、情報の発信とリスクコミュニケーション、より安心して使える製品の開発に取り組んでいくことが、化学産業の使命と考えている。

Measures Taken by the Chemical Industry regarding Endocrine Disrupters

Kimihiro Iwamoto

Mitsui Chemicals, Inc., Japan

“Chemistry is the core of the creation of values.” (from the commemorative speech of Professor Noyori on his award of the Nobel prize in 2001)

Current civilization and society could not have been achieved without chemical products. It is said that some 100,000 synthetic chemical products are on the world market. Because of the higher quantity of chemical products, diversification of uses, internationalization of markets, and discovery of new toxicity and risks due to intellectual progress, many issues have arisen relating to the safety of chemical products with respect to the environment and human health. Aiming at the expansion of voluntary initiatives toward securing the environmental and health safety in the total life cycle of chemical products (research, production, use, and disposal), the chemical industry has been proceeding with “Responsible Care®” activities under international cooperation since the 1990s.

Since the Japanese edition of “Our Stolen Future” was published, the endocrine disrupter issue has become a major social issue. Reports by the media reached about 500 a month in 1998 and 1999 and there were even radical reports claiming a crisis affecting the survival of human beings.

In the chemical industry, the Japan Chemical Industry Association (JCIA) and other chemical industry associations connected with products said to be linked with endocrine disrupting activity started their own investigation and research from a very early stage.

As a central figure in the chemical industry, JCIA has gathered research data, developed test methods, presented information at international symposia, and promoted research, the Long-range Research Initiative (LRI), in cooperation with chemical industry associations in the US and Europe. With LRI in particular, we are continuing long-range research under international cooperation based on such themes as chemical carcinogenesis, allergy and neurotoxicity in addition to basic research on endocrine disrupters.

For individual chemicals covered by SPEED '98, relevant industry organizations have conducted investigations and research under international cooperation and published the results.

Major points of discussion concerning endocrine disrupters include:

- (1) Among the chemicals covered by SPEED '98, is such activity present in chemical substances and products on the market?
- (2) Presence of low-dose effect represented by the reverse U phenomenon
- (3) Presence of a synergistic effect by mixtures of chemicals.

Concerning these points, the conclusion that they are not true or are not common phenomena except for an extremely limited number of substances has been reached as a result of many studies conducted by the industry and academic societies as well as an overall evaluation.

Chemicals and chemical products are indispensable for our daily lives and modern civilization. While it is impossible to achieve zero risk, we believe it is the mission of the chemical industry to tackle toxicity and risk assessment, information disclosure and risk communications, and develop highly safe products so that the general public can use them with “safety”.

化学物質への視野を育てる環境教育～地球探索型環境教育を通して

及川 幸彦

宮城県気仙沼市立面瀬小学校

1. 水辺環境への関心を高める体系的な環境学習プログラムの開発と実践

面瀬小学校は、水辺環境をテーマに、学年を通じた体系的なプログラムを開発し、子どもたちの自然への感性や、環境を認識する知性の育成をめざし、全校で実践を重ねている。

3年生は水辺昆虫などの生き物を観察し環境マップを作成し、インターネットを介して日米の情報を交換・比較する「環境サイバーマップ」、4年生は、面瀬川を中心とする水辺の生き物を採集し、飼育することを通して生物同士のつながりや豊かな環境を保つための条件を理解する「面瀬サンクチュアリ」、5年生は、磯の生物を観察・飼育したり、養殖施設を見学したりして、海洋における生き物の食物連鎖や海の環境と人間生活との関わりを考える「海のミュージアム」、そして、6年生は、フィールド調査と個々のアイデアを生かして「水辺環境未来都市」のモデルづくりを行う各プロジェクトを展開している。

2. 専門機関との連携による水質調査を通じた化学物質への認識を深める活動

その中で6年生は、フィールド調査の一環として地域を流れる面瀬川の水質調査を行っている。宮城教育大学の支援を受けながら、面瀬川の源流から下流までと主な支流をカバーする10地点について、CODや溶存酸素量、アンモニアなど10項目ほどについて科学的な調査を行い、そのデータをもとに面瀬川の水質がどのように変化しているか、水系全体のストーリーを追究する学習を行った。この結果を踏まえながら原因を探ることによって、家庭排水や工場排水など人間生活と水質汚染との関わりを認識していった。

またその調査過程で、ある田んぼの水路で水は透明であるにもかかわらずドジョウが大量に死んでいるのを発見し、「目えざるもの」（化学物質）の存在とその畏れを感じた。それを契機に、水に含まれる化学物質の正体を解き明かそうとする児童の意識が高まった。

さらには、化学物質の中でも、近年深刻さが指摘されている「環境ホルモン」について、その関心を高めるために、まず保健教育と関連させ、養護教諭とのチームティーチングで、「ホルモン」そのものの働きや重要性を認識させる授業を行い、その上で水質の専門の村松教授に環境ホルモンについて、漫画を作ってもらい分かりやすく講義してもらった。

児童は今、この水質の学習を発展させ、地域の水質や水生生物などの「水辺環境と人間生活の共生した未来都市づくり」をテーマに、未来志向のプロジェクトに挑んでいる。

3. 米国との交流によって地域の環境問題をグローバルな視野から考える取り組み

面瀬小学校は、昨年から「水辺環境」をテーマに、米国ウィスコンシン州リンカーン小学校をパートナー校として環境教育の共同学習を展開している。ウィスコンシンは湖など数多くの水辺を有し、これまで農薬等の化学物質による水質汚染が問題化して、環境や化学物質への関心も高く、全米一環境教育の進んだ地域と言われる。

リンカーン小学校も近く湖の水質調査や未来都市づくりなど面瀬小と共通のプロジェクトを推進しており、日米の子どもたちが互いにインターネットを介して情報交換している。

今後さらに、この国際的な共同環境学習を発展させ、その成果を比較・共有することで、環境問題をグローバルな視点から考えることのできる子どもの育成をめざしていきたい。

Perspectives on Chemical Substances Fostered via Environmental Education -Through Inquiry Based Global Environmental Education Program-

Yukihiko Oikawa

Kesennuma Omoso Elementary School

1. Development and implementation of a systematic environmental education program designed to inspire children's interest in aquatic environments

Omoso Elementary School engages in the development of a systematic environmental education program that spans all grades, as well as endeavoring to foster an appreciation of nature and an understanding of ecosystems and environmental issues in children.

Our third grade students created "Cyber Maps" based on observations of aquatic life, sharing and comparing information via the internet. Fourth graders learned about the food chain that links living things, and gained an understanding of the conditions necessary to preserve an abundant environment, through gathering, observing, and cultivating Omoso River aquatic life. They also created something known as a "Sanctuary Center." Through observing and cultivating shoreline marine life and visiting a nursery facility, fifth grade students learned about the relationships between living things and the ecosystem. Also, they considered the connections between human life and the ocean environment. The children then used what they learn to create a "Sea Museum." Sixth grade students considered the issue of how Kesennuma's city, forest, river, and ocean can best coexist, and planned a "future Kesennuma City." The students contributed their individual ideas to planning a "Waterfront City of the Future."

2. Activities designed to foster children's perspectives on chemical substances through researching water quality, supported by special institutions.

Our sixth graders are researching the water quality of the part of the Omoso River that flows through our area. With support from the Miyagi University of Education, they conducted scientific research of COD, oxygen, PH, and so on at 10 points along the Omoso River, covering the entire river system. With this data, they uncovered the story of the Omoso River, investigating how the water quality is changing. Based on their findings, they recognized the relation between water pollution and human lifestyle, for example the damage caused by home and plant sewage waste. During the process of their research, they also discovered a number of dead catfish in the creeks beside rice fields, although the water was clear. The students thus recognized the existence of things that cannot be seen by the naked eye (chemical substances), and experienced a related feeling of fear. This instilled them with a certain motivation to learn more about chemical substances.

Furthermore, for purposes of stimulating children's interest in environmental endocrine disrupters, which are indicated as a serious problem amongst chemical substances, we first held a lesson, co-taught with a nurse teacher, on the role of hormones. This was followed by an informative and humorous lecture on the subject by Dr. Takashi Muramatsu, a specialist on water quality who visited Omoso School, in which he presented the material in comic-book form to facilitate better understanding.

Developing these activities further, the students are now seeking to take up additional project-related challenges in the future, referred to as the "Waterfront Future City Project." The focus is on the coexistence of human life and the environment.

3. Considering local environmental issues from a global perspective through interaction with American schools

We are now promoting a collaborative education project with Lincoln Elementary School in Madison, Wisconsin focusing on aquatic environments. The rich environment of numerous lakes and wetlands in Wisconsin has been seriously affected by water pollution (chemical substances including agricultural chemicals) beginning in the 20th century. Wisconsin is known as the most advanced U.S. state in terms of environmental education judging by the peoples' keen awareness of the environment and chemical substances.

The students at Lincoln School are also learning about water quality and creating future city models similar to those drawn up by the Omoso students, and the two student bodies are exchanging information via the internet.

We are currently developing a joint international environmental project designed to encourage children to gain a global



会場との質疑応答

司 会：鈴木 継美（東京大学名誉教授、日本内分泌攪乱化学物質学会長）

回答者：安達 一彦（環境省）

井口 泰泉（岡崎国立共同研究機構）

岩本 公宏（三井化学株式会社）

及川 幸彦（宮城県気仙沼市面瀬小学校）

ティム メレディス（世界保健機構（WHO））

Question and Answers Session

Moderator: **Tsuguyoshi Suzuki** (Emeritus Professor, University of Tokyo, Japan Society of Endocrine Disrupter Research, Japan)

Answerer: **Kazuhiko Adachi** (Ministry of the Environment, Government of Japan)
Taisen Iguchi (Okazaki National Institutes, Japan)
Kimihiko Iwamoto (Mitsui Chemicals Inc., Japan)
Yukihiko Oikawa (Kesenuma Omose Elementary School, Japan)
Tim Meredith (WHO)



パネルディスカッション

内分泌攪乱化学物質問題における政治の役割

司 会：真鍋 賢二（参議院議員）
森田 昌敏（独立行政法人国立環境研究所）

パネリスト：愛知 治郎（参議院議員）
加藤 修一（参議院議員、環境副大臣）
藤井 黎（仙台市長）

Panel Discussion

The Role of Politics in Endocrine Disrupter Issues

Moderator: **Kenji Manabe** (Member of the House of Councilors, Japan)

Masatoshi Morita (National Institute for Environmental Studies, Japan)

Panelists: **Jiro Aichi** (Member of the House of Councilors, Japan)

Shuichi Kato (Member of the House of Councilors, Senior Vice-Minister of the Environment, Japan)

Hajimu Fujii (Mayor of Sendai City, Japan)