



home



water



energy



plant



air

 国立研究開発法人 国立環境研究所
公開シンポジウム2017

私たちの安心・安全な 環境づくりとは

— 持続可能性とその課題 —



sun

滋賀
会場

6/16

金

11:45~18:00

滋賀県立芸術劇場びわ湖ホール 中ホール

東京
会場

6/23

金

11:45~18:00

メルパルクホール

要旨集



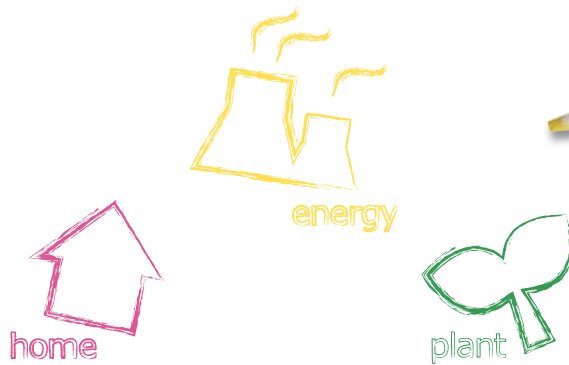
ごあいさつ

国立研究開発法人 国立環境研究所 理事長 渡辺 知保



国立環境研究所では、毎年環境月間に合わせて、研究で得られた最新の知見を広く一般の方に知っていただくために、公開シンポジウムを開催しています。

近年は自然災害の甚大化などを含むグローバルな問題に加えて、身近な大気環境や水環境においても各種の懸念が指摘され、環境における安心・安全について語られることが多くなってきました。私たちの将来を考えた時、それは自然や社会の持続性をどのように担保するかという問題に突き当たります。自然環境や社会環境は私たちの生活の基盤として保全・改善していく必要がありますが、それを取り巻く国際情勢や地球環境も大きく変化しようとしています。本シンポジウムでは、このような現状を踏まえ、私たちの安心や安全をどのように確保すれば良いのか、研究所の最近の成果をわかりやすく紹介し、様々な角度から議論したいと考えています。多くの皆様のご参加を心よりお待ちしております。



プログラム

※プログラムの内容は、一部変更となる場合があります。

- 11:45~13:00** **ポスターセッション**
(水・大気、気候変動、生態系、アジア、化学物質、健康、資源循環、災害など)
- 13:00~13:10** **開会挨拶** 国立環境研究所理事長 **渡辺 知保**
- 13:10~13:45** **① 気候変動リスクにどう向き合うか**
..... 社会環境システム研究センター **高橋 潔**
- 13:45~14:20** **② PM2.5等による大気汚染 -今後の対策に向けて-**
..... 地域環境研究センター **森野 悠**
- 14:20~14:55** **③ 考えてみよう -資源を使うということ-**
..... 資源循環・廃棄物研究センター **中島 謙一**
- 14:55~15:10** **休憩**
- 15:10~15:45** **④ 水環境における放射能汚染の現状と環境回復に向けた取組**
..... 福島支部 **林 誠二**
- 15:45~16:20** **⑤ 人が去ったそのあとに -無居住化集落から見える人口減少時代の自然環境-**
..... 生物・生態系環境研究センター **深澤 圭太**
- 16:20~16:55** **⑥ 家庭からの環境負荷発生 -持続可能なライフスタイルに向けて-**
..... 社会環境システム研究センター **金森 有子**
- 16:55~17:00** **閉会挨拶** 国立環境研究所理事 **原澤 英夫**
- 17:00~18:00** **ポスターセッション**
(水・大気、気候変動、生態系、アジア、化学物質、健康、資源循環、災害など)

ポスターセッションの要旨は9ページより

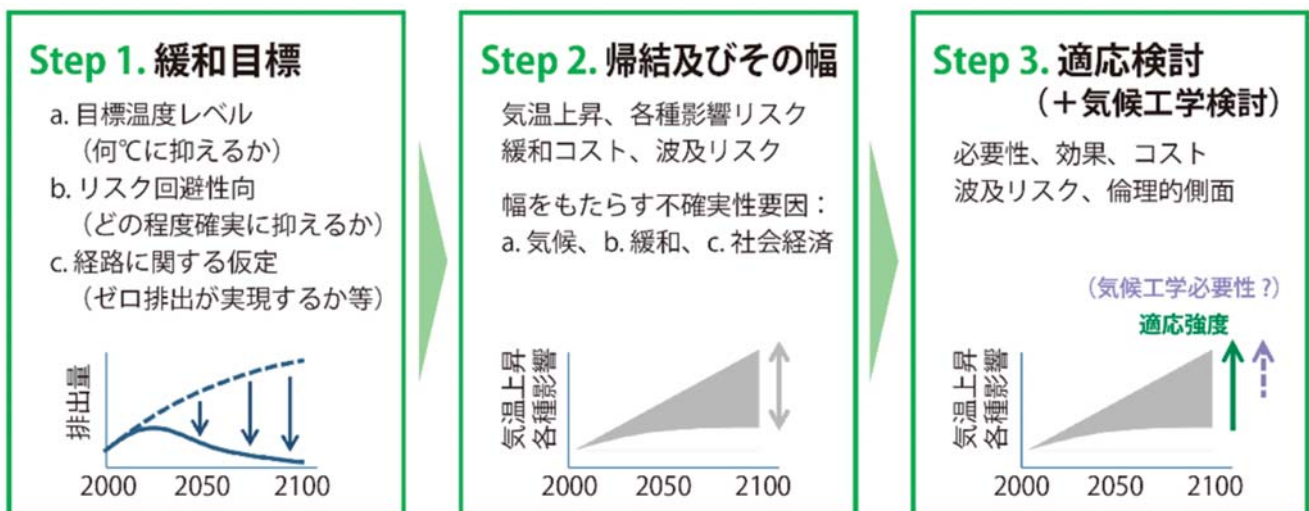
① 気候変動リスクにどう向き合うか

社会環境システム研究センター 高橋 潔

「地球の気候が変わってきていると思いますか」と質問されて、「すごくそう思う」「そんな気がする」と答える人、少なくないのではないのでしょうか。あるいは、「温暖化問題の解決に向け、日々の生活を見直して、エネルギーの節約などに努めるべきと考えますか」という質問には、「簡単なことではないけど頑張らないといけない」と多くの人が答えるはず。一方で、「あなたは気候の変化をどのくらいまでに抑えることが必要と考えますか。それはなぜですか。」といった質問に対しては、答えに詰まる人が多そうです。なぜ、これらの質問、答えるのが難しいのでしょうか。



国立環境研究所では、国内の大学・研究機関の影響予測や対策評価の専門家と共同で、地球規模の気候変動リスクの管理戦略に関する研究を実施してきました。地球温暖化の進行を止めることができなかつた場合に世界の各地域でどのような影響が生じるのか、あるいは例えば2015年12月に世界各国が合意したパリ協定の掲げる2°Cあるいは1.5°Cの気候目標が達成された場合にはそれらの影響はどのくらい小さくできるのか。一方、その気候目標の達成のためには、いつ頃どんな対策の実施が求められ、またその対策の実現に向けてどのように社会を変えていく必要があるのか。こうした問いに対して科学的な見解を示すべく、研究に取り組んできました。今回のシンポジウムでは、上記共同研究の成果をふまえ、「気候変動リスクにどう向き合うか」について考えてみたいと思います。（下図は私たちの研究でのリスク管理の選択肢の検討手順を示しています。Step1で気候目標を設定し、Step2で目標実現に必要な排出削減努力と、目標達成にも関わらず残る気候変動リスクを論じ、さらにStep3ではその残された気候変動リスクへの対処について検討しました。）



② PM_{2.5}等による大気汚染 —今後の対策に向けて—

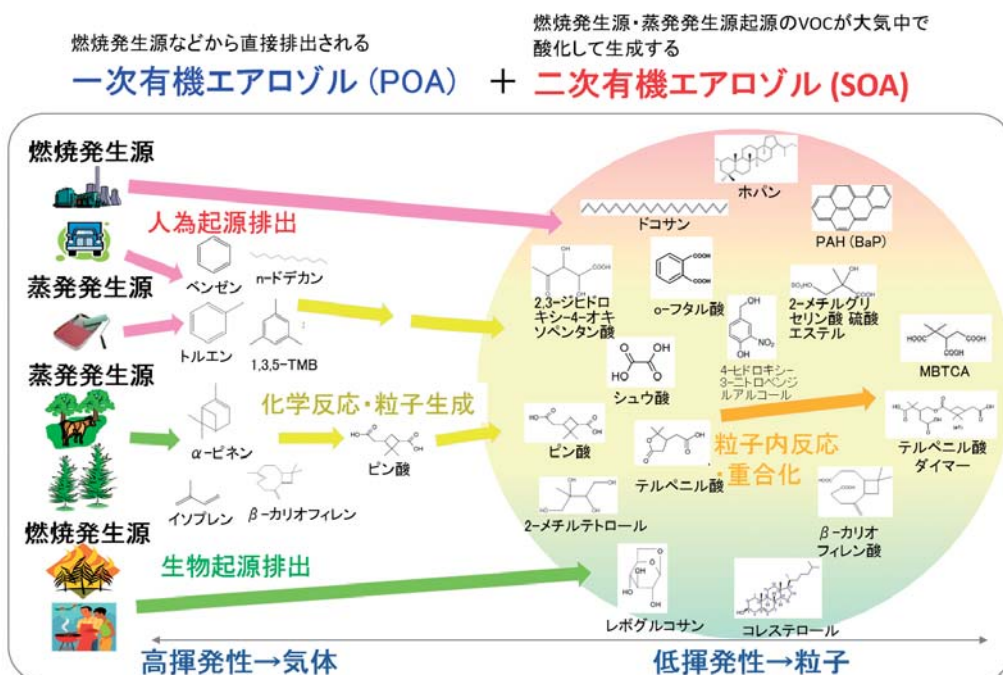
地域環境研究センター 森野 悠

ここ十年以上にわたって、光化学スモッグや大気エアロゾル(微小粒子、PM_{2.5})の高濃度現象が頻発するなど、大気汚染問題が懸念されています。

日本においては、1960年代から1970年代にかけて工業地帯や道路沿道などにおいて激甚な大気汚染が発生して、様々な健康被害が発生してきました。その後、法整備やそれに伴う排出抑制対策によって、日本における大気汚染物質の排出は徐々に抑えられてきています。一方、日本各地におけるオゾンやエアロゾルなどの大気濃度は十分に下がらず、現在でも光化学オキシダントやPM_{2.5}の環境基準達成率は低いままです。これらの大気汚染問題の要因として、近隣諸国からの越境汚染の影響も重要ですが、国内の発生源の影響もまだまだ残されており。特にPM_{2.5}は化学組成や発生源が多様なため、その大気挙動が複雑で、必要な対策も多岐にわたります。なかでも、数万種以上の有機化合物の集合体である有機エアロゾルは、発生源や生成過程に未解明な点が多く、対策に必要な情報が不足しております。



国立環境研究所では、PM_{2.5}の濃度抑制対策に向けて有機エアロゾルの排出過程・生成過程を解明するための研究を進めております。有機エアロゾルは、温度によってガス態にも粒子態にもなりうる半揮発性の性質を持ちます。そのため燃焼発生源の高温条件下ではガス態で存在し、大気放出後に粒子態と変化する状態変化を適切に理解する必要があります。また、大気中の化学反応によってガスから粒子が生成されますが、さらに粒子内での化学反応が有機エアロゾル生成に重要な寄与を持つことが明らかとなりつつあります。当日は、PM_{2.5}・有機エアロゾルの発生源解析や予測精度向上に向けた我々の取り組みを紹介いたします。



有機エアロゾルの化学成分とその生成過程の例

③ 考えてみよう — 資源を使うということ —

資源循環・廃棄物研究センター 中島 謙一

現在、私たちの世界では、世界人口の急増と共に、経済発展等に伴って、天然資源の消費拡大、地球環境の劣化、更には、貧困と経済格差、不当な労働などを含めた社会問題など多様な問題が顕在化しており、社会の持続可能性を高めるための転換が喫緊の課題となっています。世界的にも地球環境問題の解決に向けた『持続可能な資源管理』、より良き将来を実現するための『持続可能な開発目標 (SDGs)』などの議論が積極的に重ねられています。

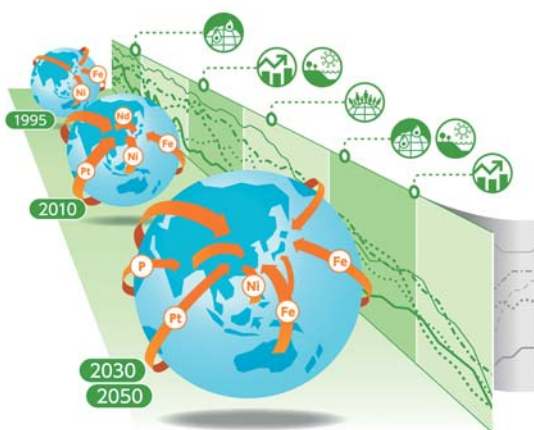


これに対して、私たちの研究プロジェクトでは、リサイクルや廃棄物処理を含めた静脈サービスの繋がりを含めて、資源の利用に関わるサプライチェーン(繋がり)の構造や内在する諸問題(歪み)の把握と可視化に取り組んでいます。私たちは、経済活動を営む上で、多種多様な「資源」を用いており、その資源を利用するに際して、他者や地球環境と密接な「繋がり」を有しています。例えば、私たちが日頃から口にしている米などの穀物は、農業生産者の方が生産した後、市場や販売業者など様々な人を介して食卓に運ばれてきます。また、農業生産の際、植物の育成に必要とされる栄養塩(例えば、りん(P))は肥料などとして供給されますが、その肥料や原料となる化学製品の生産を介して、世界の国々と繋がっています。では、私たちが日々利用している自動車や家電製品、あるいは、電気はどうでしょうか?やはり同様に、サプライチェーンを通じて、これらの製品やサービスの供給、あるいは、その原料の生産を介して、世界の国々と繋がっています。公開シンポジウムでは、研究成果を交えつつ、資源の利用に関わる「繋がり」を紐解いていきたいと思ひます。

資源循環研究プログラム P11

消費者基準による資源利用ネットワークの持続可能性評価とその強化戦略の研究

▶ 物質フロー・サプライチェーンの構造解析



▶ サプライチェーンに内在するリスク要因の把握と解析

リスク要因



- ・ 資源消費量
- ・ 環境負荷・環境影響
- ・ サプライチェーンリスク

将来シナリオ分析



- ・ 生産技術構造
- ・ 消費構造
- ・ 貿易構造



高柳 航 (資源循環・廃棄物研究センター)

持続可能性を強化するためのプロジェクトの主軸となる解析の概略

④ 水環境における放射能汚染の現状と環境回復に向けた取組

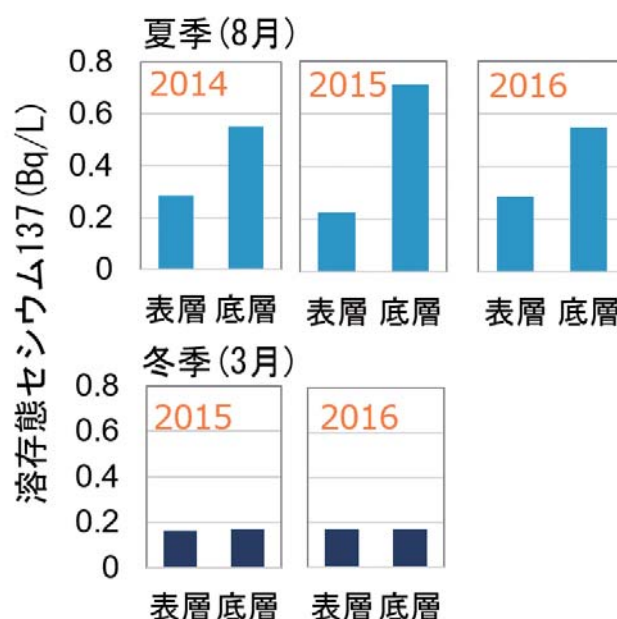
福島支部 林 誠二

2011年3月11日の東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所(以下、福島第一原発)の事故から6年余りが経過しました。国立環境研究所では、福島環境回復に向けた取組として、河川流域へ大量に放出された放射性セシウムの動きを調べるため野外調査を事故直後から実施しています。

水環境中の放射性セシウムは、土の粒子に結合した「懸濁態」と水に溶けた状態の「溶存態」に大別されますが、これまでの調査から大部分が懸濁態として河川等を移動することが確認されています。ただし、大気経由で陸地に降り積もった量に比べてその流出量は非常に小さく、特に汚染地域の大多数を占める森林域からの年間流出率は0.1%程度に過ぎない状況です。一方で、ダム湖沼やため池等では、流入土砂とともに放射性セシウムが水底へ蓄積する傾向が示されています。特にダム湖では、流入する懸濁態の放射性セシウムの90%以上が、ダムの放流調節によって湖底に蓄積されることが分かりました。

次に、溶存態の放射性セシウム濃度は、大部分の水域で飲料水基準(10Bq/L)を大きく下回っていますが、高汚染森林域からは比較的高濃度(0.1~1Bq/L)の流出が継続しており、その下流にあるダム湖では夏季に湖底からの溶出も確認されています(図参照)。

また、河川やダム湖沼における水の濃度(Bq/L)に対する魚の濃度(Bq/kg 湿重)の比(濃縮係数)が数百から数千の値を示していることも分かりました。このため、いくつかの河川やダム湖沼における食用の魚について、出荷規制値(100Bq/kg 湿重)を超過する状況が長期的に生じる可能性があり、今後、効果的な対策の実施に向けた様々な取組が必要とされています。



太田川水系横川ダム湖(湖心)における溶存態セシウム137濃度

⑤ 人が去ったそのあとに — 無居住化集落から見える人口減少時代の自然環境 —

生物・生態系環境研究センター 深澤 圭太

日本の人口は2010年頃から減少に転じており、2050年には全国の総人口が1億人を下回ると予想されています。そして、現在住民がいる地域のうち、3-5割の面積において住民が全くなくなる(無居住化する)ことが危惧されています。無居住化やそれに伴う土地の管理放棄が広がれば、自然環境にも大きな変化が起これと考えられます。

本講演では、広域・長期的な無居住化が自然環境に与える影響を明らかにするための研究についてご紹介します。私たちの研究グループでは、福島第一原発事故の避難指示に伴い無居住化した地域において哺乳類や鳥類、昆虫類等のモニタリングを実施しています。広域で無居住化したこの地域においては、イノシシ等の中大型哺乳類が周辺より高い密度で生息していました。捕獲作業をする人の減少や、農地跡の草地など餌場が増加したことが原因と思われる。周囲の人間の生活圏と接する場所では、農作物被害や交通事故などが起こらないように対策が必要と考えられます。鳥類や昆虫については、ウグイスや一部の小型ハナバチ類が多く確認された一方で、ツバメやクマバチのような身近な種が少ない傾向がありました。人が不在となることや、それに伴う環境変化は、種によってプラスにもマイナスにもなるようです。また、全国に存在している過去に無居住化した集落を対象として、長期間の無居住化が景観や生物相に及ぼした影響についても研究しています。生息環境が多様なチョウ類について調べてみたところ、人家周辺や農地に生息する身近なチョウ類や、近年減少が著しい草原性のチョウ類が無居住化の負の影響を受けることがわかりました。今後しばらくの間、人口減少が続くことは人口学的に見て避けられないため、その中で生物多様性の保全や人と野生動物の軋轢解消を効率化するための研究を進める必要があると考えています。



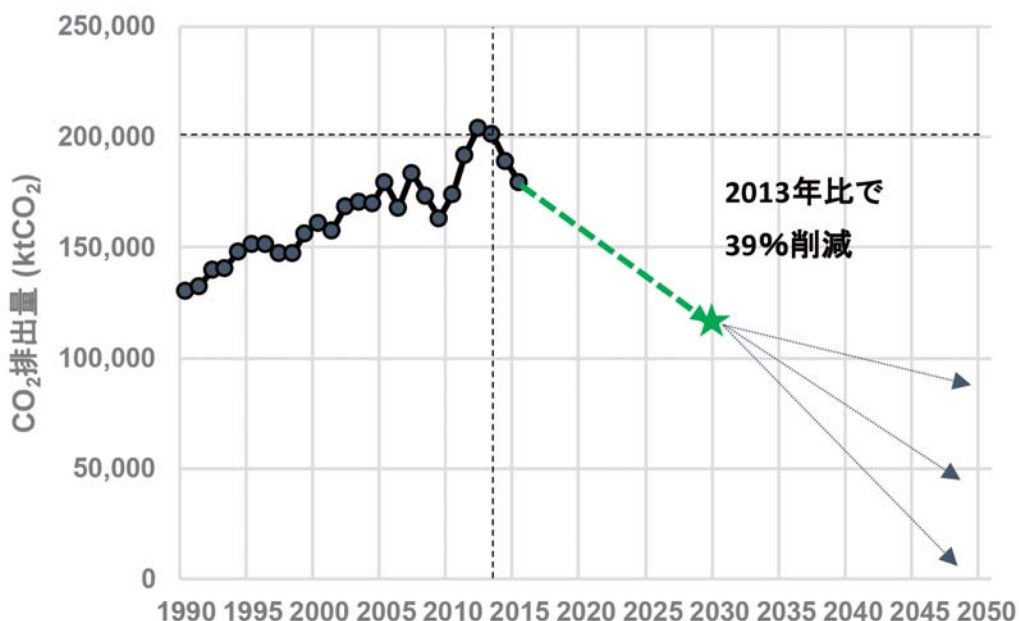
無居住化集落の学校跡。校庭であったと思われる場所には草が生い茂っている。

⑥ 家庭からの環境負荷発生 —持続可能なライフスタイルに向けて—

社会環境システム研究センター 金森 有子

私たちは日々の生活に伴い、環境負荷を生み、排出しています。家庭からの環境負荷の排出は、全ての人にとって身近な環境問題であるにもかかわらず、何をどれだけ排出しているのか、どのように削減できるのかをはっきり認識している人はあまりいません。このことが、家庭からの環境負荷排出量削減が困難である理由の一つです。

そこでまず、家庭からの主な環境負荷、あるいは環境負荷に関係する項目として、エネルギー消費及びCO₂排出、家庭ごみ発生、水使用の状況とその傾向を概観し、社会、経済、技術等の変化が上述の環境負荷の発生の増減に与えた影響を説明します。次に特に近年地球温暖化問題との関連から注目されているエネルギー消費に伴うCO₂排出量について詳細に説明します。2015年に日本政府が国連に提出した約束草案の中で、国全体として2030年に2013年比で温室効果ガスを26%排出削減するとしています。さらに部門別の削減目安も示されており、家庭部門ではCO₂排出量を39%削減することが期待されています。これは業務部門と並び極めて高い削減目標です。たった15年ほど先に40%近い削減を達成するには、私たちの生活をどのように変える必要があるのか、最新の研究成果から説明するとともに、今後の予想される社会の変化から削減目標の達成について懸念される事項も説明します。最後に環境負荷発生から話を広げて持続可能なライフスタイルについて説明します。持続可能なライフスタイルになると、環境問題だけではなく、その他の私たちの生活を取り巻く多くの諸問題を含む検討が必要です。環境問題との関連のある項目を中心に持続可能なライフスタイルの検討に必要な事項を説明します。



家庭部門のCO₂排出量の推移
1990年～2015年の排出量数値出典：GIO(温室効果ガスインベントリオフィス)



ポスターセッション

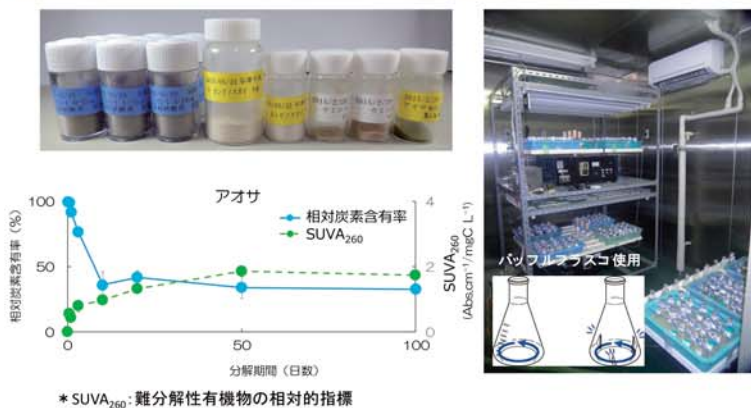
1. 干潟生態系における炭素貯留
2. 海底資源開発に伴う海洋生態系への影響評価手法の開発
3. 琵琶湖の水環境と生物・生態系の保全・再生を目指して —琵琶湖分室の設置と今後の展望—
4. タイ・バンコクの下水处理が直面する課題とその解決に向けて
5. 持続可能なアジア・世界に向けて —NIES・IGESの連携を通じて—
6. 南アジアの水田でメタンを測る
7. 地球温暖化を見える化する様々な方法(第4報)
8. 北極域のブラックカーボンはどこから運ばれるのか?
9. PM2.5の発生源を明らかにするために —排出インベントリと大気質シミュレーションの構築—
10. PM2.5は大気中でどのように変化するのか?
11. 私たちは化学物質をどういう経路で体にとりこんでいるのか
12. 子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査) —何を調べているの?—
13. 子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査) —詳細調査で何を調べているの?—
14. 培養細胞を用いた環境汚染物質の毒性評価
15. MRIを利用した化学物質のヒト脳への影響評価を目指して
16. プラスチック中の臭素系難燃剤を迅速に判別する —使用済み電気製品のリサイクル推進に向けて—
17. 捕獲鳥獣の適正かつ効率的な処理システムの構築 —生態系サービスに貢献する廃棄物研究とは—
18. 中山間地域における災害復興のための環境創生研究 —福島県奥会津地域との連携—
19. 熱処理プロセスにおける有害物質挙動を予測する —放射性セシウムを含めて—
20. 写真で見る国立環境研究所

① 干潟生態系における炭素貯留

ブルーカーボン: 海洋生態系による炭素固定と貯留

国連環境計画 (UNEP) に提唱され国際的に注目されているブルーカーボンとは、海洋生態系の生物活動によって固定され、貯留される炭素の総称です。その量は地球全体の光合成活動によって固定される炭素の55%に相当すると見積もられています。日本は島嶼国で国土面積当たりの海岸線延長は世界6位、先進国では最大級であり、沿岸生物による炭素固定がブルーカーボンとして貯留されるのかを定量的に評価することは地球温暖化に対する緩和と適応を考える上で重要な課題です。

干潟・藻場における短寿命生物に含まれる炭素の行方



日本沿岸の大部分は温帯で、サンゴやマングローブと比べ短寿命の生物からなる干潟・藻場生態系が中心です。そこでは炭素固定と同時に遺骸の分解も盛んです。本研究では沿岸の干潟・藻場における炭素貯留を室内実験を通じて精度良く評価しています。干潟の各種生物や水、底質試料に含まれる全炭素量を元素分析計で計測し、試料を微粉碎の後、実験室内で生分解試験を行い、100日後の炭素量の経時変化を計測、残存分を難分解成分、炭素貯留の原単位としました。

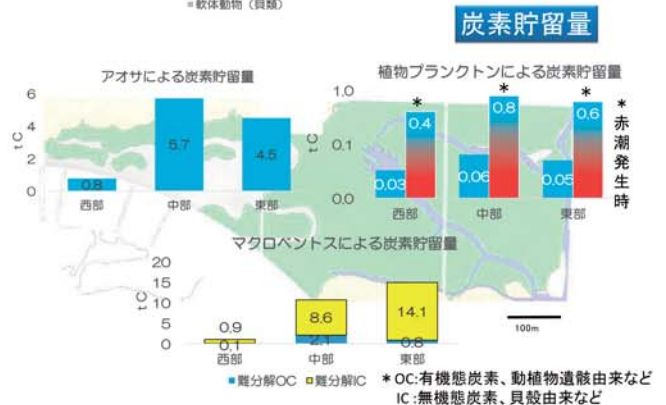
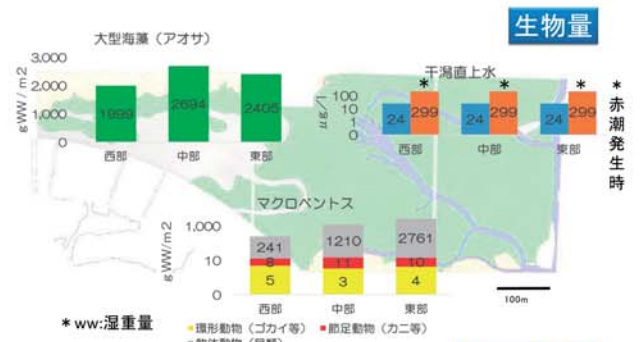
干潟の生物量と炭素含有量、炭素貯留量の推定

国内最初のラムサール条約登録干潟である谷津干潟における試算を紹介します。谷津干潟では海藻アオサ類の大発生であるグリーンタイドが年間を通じて観測されています。生物量 (バイオマス) とそれらに由来する難分解成分から構成される炭素貯留量を算出し、都市の干潟におけるブルーカーボンを初めて定量的に明らかにすることができました。



	西部	中部	東部	合計
炭素含有量 tC	4.6	32.7	33.0	70.3
炭素貯留量 tC	2.2	17.2	20.0	39.4

* tC: 炭素トン



【本研究は環境省環境研究総合推進費 (1-1407 二次的自然「里海」の短寿命生態系におけるブルーカーボン評価に関する研究) により実施されました】

生物・生態系環境研究センター 矢部 徹、中村 方哉、加藤 あづさ、有田 康一、玉置 雅紀 (東京都環境科学研究所、兵庫県環境研究センター、三重県水産研究所との共同研究)

② 海底資源開発に伴う海洋生態系への影響評価手法の開発

採鉱・揚鉱にともなう重金属汚染と海洋生態系への影響

海底資源の採掘では海底で鉱石を破碎し底層水と共に洋上回収する方法が想定されています。もともと海水中に存在する海底鉱石は化学的に安定であり、採鉱・揚鉱中の海水との接触による新たな重金属溶出はほとんどないと考えられてきました。

しかし、沖縄熱水域のチムニー鉱石を用いた私たちの実験では、破碎した鉱石と海水を有酸素下で接触させると重金属等が溶出すること、その溶出液を天然表層水に添加するとプランクトン群集の光合成活性の低下や群集構造の変化が生じることが示されました。



伊是名海穴(図2)のチムニー鉱石(黄鉄鉱、主な金属含量は図3)を砕き、海水と震盪した後の液相中の重金属類濃度(図4)。毒性の高いCuが70 ppm以上溶出した。

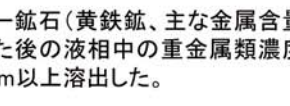
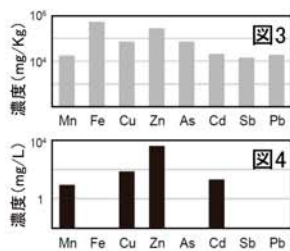
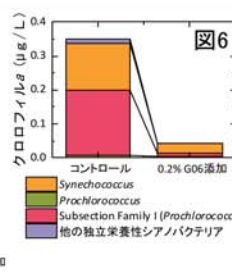
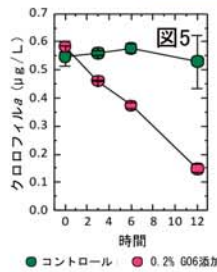
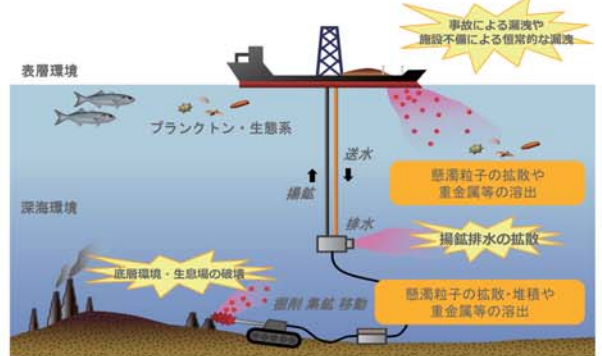


図1. 採鉱・揚鉱過程では、深海のみならず表層環境への影響リスクも存在する



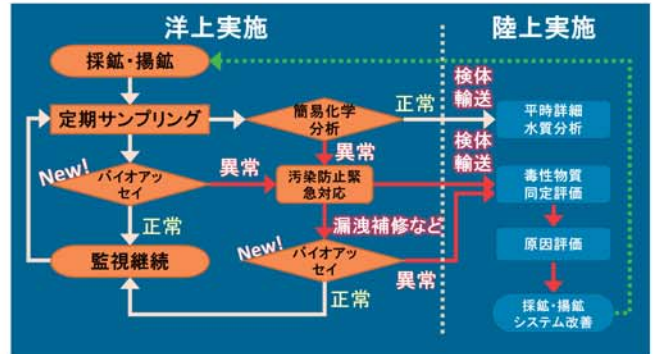
チムニー鉱石溶出液(G06)を沖縄伊平屋海域の表層水に添加した結果、添加後12時間の間にクロロフィルの急減が観察され(図5)、特にProchlorococcus属の減少が顕著であった(図6)。

バイオアッセイを活用した洋上水質監視システムの提案

鉱石から重金属類が環境中に放出されても、大量の海水で薄められるため、生物への影響は皆無かもしれません。しかしながら、我々の実験結果は、本格的な資源開発にあたっては、重金属汚染の防止に配慮した採鉱・揚鉱方法の導入が望ましいこと、操業中は水質の常時監視によって汚染の有無を的確に把握すべきことを示しています。

研究船ではない洋上施設において、生物影響が生じ始める濃度(ppb)レベルの重金属を分析するのは困難です。私たちは、掘削操業船上などでは測定が難しい化学分析項目を補完し、現場における水質監視を実現するためのバイオアッセイ技術の開発に取り組んでいます(図7)。

図7. 化学分析と洋上バイオアッセイを組み合わせた水質監視・汚染対策システム(案)



洋上バイオアッセイ実現の課題と開発状況

	標準試験法(従来法) (OECD, ISO, USEPA等)	洋上バイオアッセイの 開発課題
試験生物	陸水環境管理で多数の活用例、海洋環境管理は整備途上	取り扱い易く、感受性の高い新たな試験株の整備が必要
試験生物の維持・管理	継代培養(3週間隔)、管理の善し悪しで結果が左右	維持、保存が容易で再現性の高い結果が得られる管理方法必要
試験法設備、試験期間など	(藻類生長阻害試験の例) 500mlフラスコ、大型振盪培養装置、7日培養	既存試験法と同等の結果を省スペースで、短期間に簡便に出せることが必要



- 1. 試験株の整備**
凍結保存が可能で扱いやすく、重金属に高い感受性を示す試験株を選抜し、全ゲノムを解読
- 2. 迅速な生長阻害評価法の提案**
省スペースで短期間に生長阻害影響評価可能なクロロフィル遅延発光計測法など、新たな手法を提案(図8)
- 3. 試験システムのキット化**

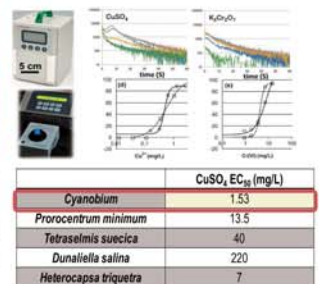


図8. 遅延発光を用いたNIES-981株に対する重金属生長阻害試験例とCu感受性への既往の海産試験種との比較

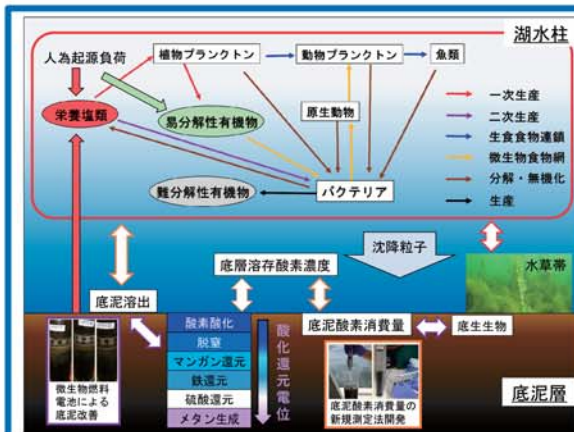
③ 琵琶湖の水環境と生物・生態系の保全・再生を目指して —琵琶湖分室の設置と今後の展望—

国立環境研究所琵琶湖分室

平成29年4月、政府関係機関移転基本方針に基づき、国立環境研究所琵琶湖分室（琵琶湖分室）が滋賀県琵琶湖環境科学研究センター（琵琶湖センター）内に設置されました。国立環境研究所は、霞ヶ浦、摩周湖等の日本全国の湖沼をフィールドとして、琵琶湖センターは、琵琶湖を対象に湖沼環境研究を実施してきました。豊富な研究実績を有する両者が共同で「健全な水環境保全のための水質・湖底環境に関する研究」及び「湖沼生態系の評価と管理・再生に関する研究」を行うことで、湖沼環境研究の一層の発展を目指します。



琵琶湖分室における共同研究



健全な水環境保全のための水質・湖底環境に関する研究

①有機物収支に関する研究

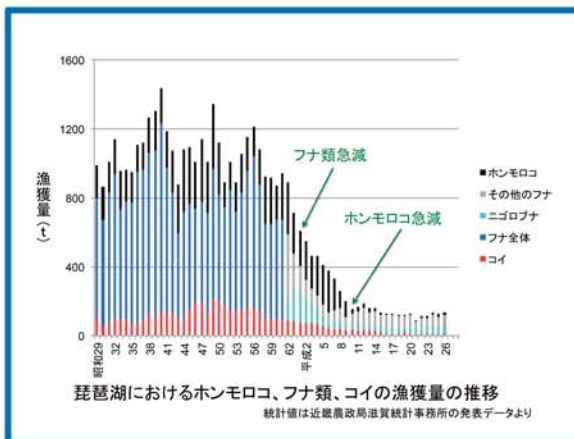
湖水中の有機物の供給源である一次生産や細菌生産等の測定、有機物の特性評価を通じて有機物質収支の把握を行います。

②底泥環境の評価と底泥溶出に関する研究

湖底泥・間隙水の成分分析、底泥酸素消費量や底泥溶出の新規測定法を導入し、底層環境評価法の検討を行います。

③湖沼の水質・底泥質改善に関する研究

栄養塩の底泥溶出の抑制・水質の改善等に繋がる底泥環境改善手法を検討し、水質・底質改善への影響を評価します。



湖沼生態系の評価と管理・再生に関する研究

①生物多様性・生態系の保全・管理・再生手法に関する研究

在来魚の資源回復を目標とし、好適な産卵・生育場所が備える生物・物理的な環境条件を解明します。卵から成魚の分布データと、地形を含む環境因子との関連を、過去のデータも活用しながら検討し、保全策の立案につなげます。

②生態系評価・予測のためのモニタリング手法の検討

環境DNAを用いて、魚類や他の生物の分布データを効率的に得る手法を開発します。使い勝手がよく信頼性も高い手法にするため、各生物群のDNAバーコードデータを充実させるとともに、観察・採集に基づく実際の分布データとの比較検証を行います。

今後の展望

琵琶湖分室では、国民的資産である琵琶湖の保全及び再生のために、水質・底質・生態系を見渡した総合的な研究を行います。国立環境研究所のネットワークを活用し、霞ヶ浦との比較研究を皮切りに全国の湖沼を対象とした研究に発展させるとともに、地元大学・企業等との連携によって研究成果の活用・実用化を図る地方創生プロジェクトに参加し、湖沼のもたらす恩恵を将来的に享受できる社会の実現を目指します。



④ タイ・バンコクの下水処理が直面する課題とその解決に向けて

はじめに

持続可能な開発目標(SDGs)では、2030年までにあらゆる国での貧困に終止符を打つことを第一目標として掲げており(国連、2015)、途上国の健全な経済成長が必要となります。そのために衛生的な水の確保は必要不可欠で、特に全人口の約6割を占めると予測される都市の排水処理機能の向上が重要と考えられます。そこで、本センターがタイで進めている研究成果を基に、タイ・バンコクの下水処理が直面する課題と、その解決に向けた方針をご紹介します。

バンコクの排水処理の現状と課題

バンコクでは、都市排水対策として、大規模下水処理場(8処理区;以下CSTP)、分散型下水処理場(12施設;以下DSTP)及び腐敗槽を導入しています。全人口の6割の生活排水を処理するCSTPは、最大111万m³/日の処理能力を有しています。CSTPでは、季節や処理区によりばらつきがあるものの、平均して84%の有機物などが除去されています。また、放流処理水のBOD濃度(有機物などによる酸素消費量を表す水質汚濁指標)は年間通して3~16mg/Lで、全CSTPで排水基準(20mg/L)を満たしています。

しかし、CSTPの処理区内でも、河川水質が排水基準を上回る地域が残っており(図-1)、その原因の解明と対策が課題となっています。

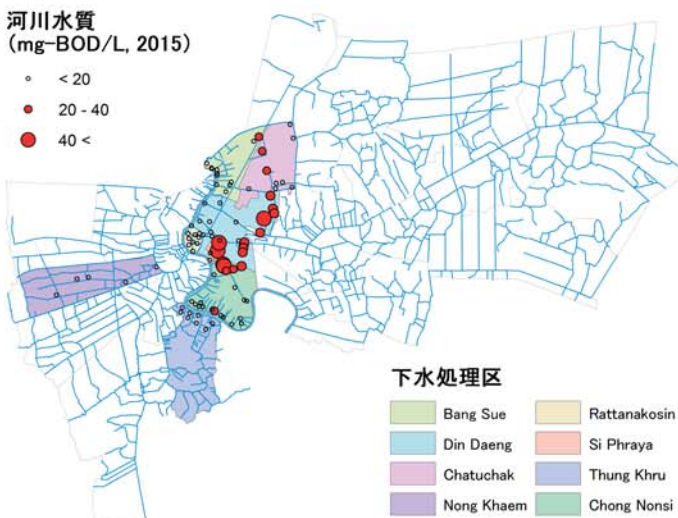


図-1 バンコクの下水処理区と都市河川水質

生活排水とCSTPの排水処理

原因の解明が進まない理由に、どこで、どれだけ排水が出ているかの定量的情報が不足している事があります。そこで、DSTPとCSTPの観測値から1人あたりの排水量(平均131L/日)とBOD排出量(平均17g/日)を地区毎に求め、人口データから、バンコクの排水分布を推計しました(図-2)。その結果、水量基準では生活排水の66%がCSTPで処理されていますが、BOD基準では19%しかCSTPで処理されていないとの知見が得られました。

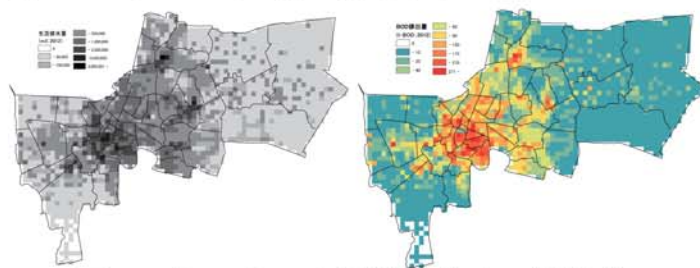


図-2 バンコクの生活排水分布の推計値 (左図:水量基準、右図:BOD基準)

分散型排水処理技術の開発と実証

上記のように、バンコクのCSTPでは排水中の汚濁負荷の収集に課題があると予想され、その解決策として分散型排水処理システムが有効と考えられます。そこで、バンコクの下水処理施設で、処理効率が高く、維持管理がし易い分散型排水処理技術(DHS)の実証研究を進めています(図-3)。



図-3 分散型排水処理技術(DHS)の実証プラント (ボンガイ下水処理場)

5 持続可能なアジア・世界に向けて – NIES・IGESの連携を通じて–

持続可能なアジア・世界を目指す姉妹のような研究機関＝NIESとIGES

NIES(National Institute for Environmental Studies:国立環境研究所)は1974年に国立公害研究所として発足され、1990年に国立環境研究所に改組され現在に至るまで、公害問題から地球環境問題に至るまで広く環境問題に向き合いながら最先端の研究成果を社会に提供してきました。

IGES(Institute for Global Environmental Strategies:地球環境戦略研究機関)は1998年に開設され、地球規模、特にアジア太平洋地域の持続可能な開発の実現を図ることを目的とし、政策的・実践的研究(戦略研究)を行い、その成果を様々な主体の政策決定に具現化することを目指してきました。

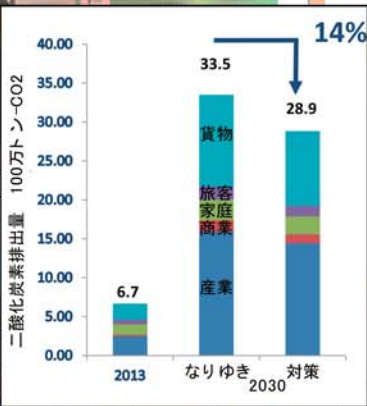
求められているのは科学的な知見に基づいたアクションをスケールアップ×横展開すること

2015年9月に2030年アジェンダ(SDGs*1が採択)、12月にパリ協定が採択され、世界的には「なぜやるか」から、目標に向かって「どうやってやるか」にシフトしています。手法論の開発に優れるNIES(左下にベトナム・ハイフォン市を対象にした低炭素社会シナリオの開発の様子を紹介)と、政策研究に強

みを持ち国際的なネットワークでの活動経験が豊富なIGESと連携することで、本質に根差したソリューションを展開することができるでしょう。



ハイフォン市で行った低炭素社会シナリオワークショップ(2016年9月)



HAI PHONG LOW CARBON CITY

Based on the following strategies and plans: National Green Growth Strategy (1393/CD-17c) approved by the Prime Minister in September 2012, Green Growth Action Plan (403/SD-17c) approved by the Prime Minister in March 2014, and the Green Port City strategy (72-48/17c) of the Communist Party Politburo. Hai Phong formulated the Green Growth Strategy Action Plan of the City of Hai Phong (11.663/SD-189/15) in July 2014. With the

Sep 2015: Sustainable Development Goals launch

Sep 2015: 8th EAST ASIA SUMMIT HIGH-LEVEL SEMINAR ON SUSTAINABLE CITIES

Oct 2016: G7 Toyama Environment Ministers' Meeting Parallel Session "The Role of Cities" on 15th May 2016

Oct 2016: ISAP 2016 (7/12-13)

Dec 2015: PARIS 2015 COP21-CMP11

30th Aug 2016: 横浜市 Y-PORT Asia Smart City Conference

18th Nov 2016: Y-PORT Asia Smart City Conference

都市の活動でIGESがかかわりを持つ様々な機会



*1 SDGs: Sustainable Development Goals/持続可能な開発目標
*2 COP22: 22nd Conference of the Parties/第22回締約国会議



NIESとIGESで共催支援したアジア太平洋島嶼地域環境研究者ネットワーク(今年3月、沖縄)にはCOP23(今年11月、ドイツ)の議長国のフィジーも参加

⑥ 南アジアの水田でメタンを測る

環境省環境研究総合推進費 A2-1502 の概要

大気メタンは二酸化炭素に次ぐ第二位の温室効果ガスであり、その発生量の正確な推定と削減手法の確立は急務の課題です。環境省環境研究総合推進費 (A2-1502)「GOSAT等を用いた南アジア域におけるメタンの放出量推定の精緻化と削減手法の評価」では、南アジアに着目してメタン発生量推定を精緻化し、観測データと大気輸送モデルを使って、メタン削減手法の様々なオプションを総合的に評価するために、以下の研究を行っています。

(<http://www.ics.nara-wu.ac.jp/lab/ertdf/index.html>)

- (1) GOSATデータ利用手法の開発と人工衛星データの複合的解析 (奈良女子大学)
- (2) 南アジアを中心とした大気メタン濃度計測 (国立環境研究所)
- (3) メタン発生緩和策のオプション検討 (農業環境技術研究所)
- (4) 南アジア域におけるメタンフラックスの測定 (千葉大学)
- (5) レーザー分光手法によるメタンの連続観測 (東京学芸大学)
- (6) インパース解析によるアジアからのメタン発生量の推定と削減策の評価 (海洋研究開発機構)

ここでは、南アジアにおける大気メタン濃度観測の成果の一部を紹介します。

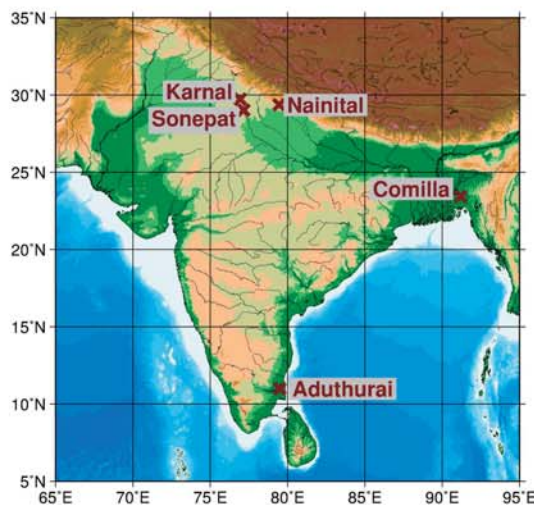


図1 南アジアのメタン観測地点

南アジアにおける大気メタン濃度観測

インド山岳地帯のNainital、バングラデシュ水田地帯のComilla、北インド水田地帯のKarnalとSonepat (図1)で、週に1回の定期的な大気サンプリングを実施しています。現地の協力者がガラスフラスコに空気を加圧充填して採取し、日本に返送し、国立環境研究所でメタンやCO₂濃度等の高精度分析を行いました。

メタン濃度観測値 (図2) から、バングラデシュと北インドの水田では、季節変動パターンと極大時の濃度に違いがあること、夏から秋にかけてメタン濃度が増加するのは水稲によるメタン放出を捉えていると考えられるが、冬にメタン濃度が大きく増加していること、などが明らかになりました。これらは、バングラデシュと北インドの稲作形態の違いなどメタン排出源によるものと、大気輸送の寄与の両方が考えられ、現在調査を進めています。

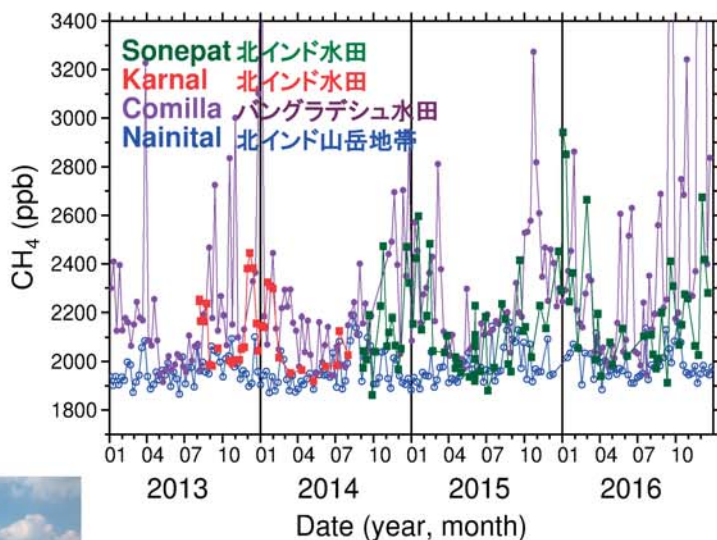


図2 南アジアで観測された大気メタン濃度の時系列



水田からのメタン発生の緩和策

世界の人為起源のメタン排出 (年間300~400 Tg CH₄)のうち、水田からの排出は約10%を占めると推定されています。コメ生産と両立しつつ、水田からのメタン排出の削減オプションの検討が必要です。

南インド Aduthuraiにあるタミル・ナドゥ稲研究所の圃場において大気サンプリングを行った結果、水田の状態 (冠水か乾燥か) や稲の種類、灌漑水路とポンプの位置などによって大気メタン濃度が異なっていたことが観測されました (図3)。



図3 南インド Aduthurai タミル・ナドゥ稲研究所の2ヶ所の実験圃場で観測された大気メタン濃度

地球環境研究センター 寺尾 有希夫

(アリヤバータ観測科学研究所、ダッカ大学、奈良女子大学、農業環境技術研究所、千葉大学、東京学芸大学、海洋研究開発機構、タミル・ナドゥ稲研究所、デリー大学、名古屋大学、東京大学との共同研究)

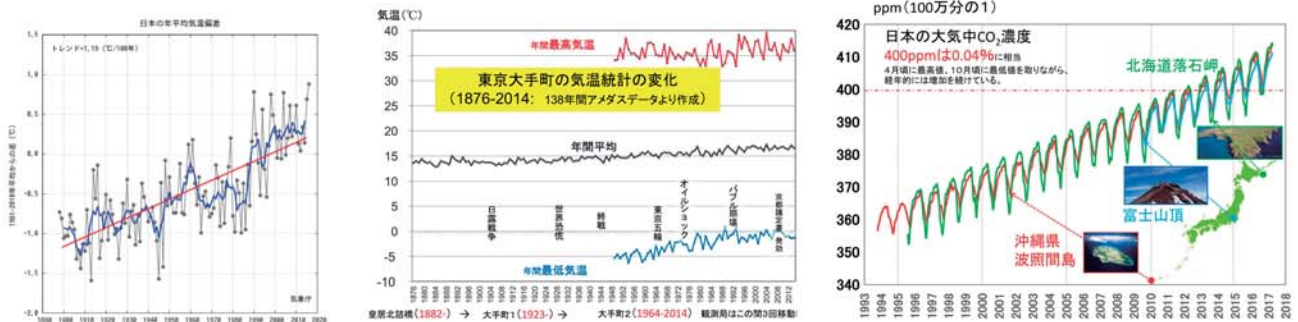
7 地球温暖化を見える化する様々な方法(第4報)

概要

大気中の温室効果ガスが増え、地球表面付近の気温が上昇することが地球温暖化です。すでに地球表面気温は上昇しており、日本でも気象庁のアメダスの気温データで上昇傾向が確認できます。しかし、地球温暖化の原因とされる温室効果ガスは目には見えないため増えているか実感がわかりません。また、地球温暖化は自然の揺らぎの中でゆっくりと進むため、それを検知するには、同じ時期(季節)・場所・方法による長期連続観測結果が必要です。地球環境研究センターでは、温室効果ガス濃度の地上連続観測を20年以上続け、人工衛星や航空機、船舶などを利用した地球規模の広域濃度観測等を実施してきました。その結果は、グラフや分布マップ等に整理され、目に見える情報として広く提供されています。近い将来、これらデータを精緻化して世界地図上に見える化し、有効な地球温暖化対策に結び付けていきます。また、地球温暖化の影響を検知する具体的な方法として、日本の高山帯の季節変化を定点カメラで長期間連続観測し、過去と比較できる画像データを蓄積しています。地球温暖化の影響が出やすいと言われている高山帯で実際に影響が出てきた際に過去と詳細に比較できるように準備を整えているのです。このようなデータはこれから地球温暖化の影響に対して行う適応策の検討に必要な情報になります。

日本の大気中二酸化炭素濃度、気温は近年上昇しています！

- 1993年から日本の大気中温室効果ガス濃度を継続的に観測 ● CO₂濃度は、20年間の観測で10%以上高くなり、現在では400ppmを超えた
- CO₂濃度は4月頃が最も高く、9月頃が最も低い ● この現象は植物の光合成による影響 ● 夏場はエアコンなどにより、電力消費が大きいので二酸化炭素濃度が高くなるのでは？と思う方もいるかもしれませんが、それ以上に植物の吸収が大きい ● データを詳細に解析し、地球上の炭素循環(CO₂吸収など)を明らかにするための研究を実施 ● CO₂のこのような挙動は、連続的かつ長期の観測によってしか理解できない
- 地球温暖化の解明・対策には長期的観測が不可欠 ● 気象庁が日本全国で観測しているアメダスのデータでは、気温が上昇傾向にある
- 都市域のデータでは地球温暖化だけでなくヒートアイランド効果も相当程度含まれていると考えられる



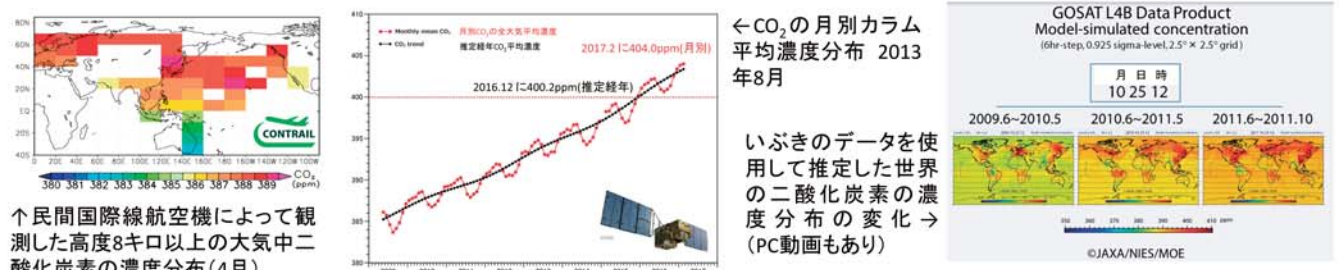
定点カメラがとらえる地球温暖化の影響：立山(富山県：標高3,015m)の融雪時期の状況比較



- 地球温暖化の影響は脆弱な自然環境に現れる ● 2009年秋から日本各地で定点カメラによる高山生態系モニタリングを開始 ● 消雪時期・速度、植生活動時期(緑葉、紅葉)など四季変化の違いを比較可能 ● 現時点では、長期的な傾向(地球温暖化の影響と各年の自然揺らぎとの区別)の判断はまだ困難
- 継続的観測実施とデータ蓄積により、将来、地球温暖化の影響を評価する貴重な資料となることが期待されています

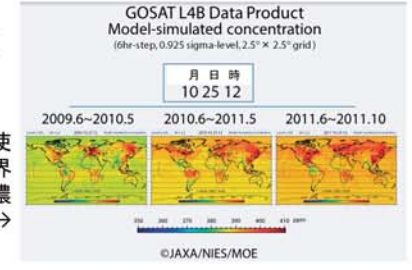
宇宙から温室効果ガスを観測し、航空機や船舶、地上観測とも連携して、正確なCO₂濃度分布変動を世界地図上に見える化し、各国のCO₂排出量を検証できるようにする

- 温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)は主要な温室効果ガスである二酸化炭素・メタンを測定する日本の人工衛星(2009年1月打ち上げ) ● 地上666kmの宇宙空間から絶えず観測継続。 ● 雲のない地点のCO₂濃度を約1%の精度で測定可能 ● 約100分で地球一周、3日かけて世界全体をくまなく観測 ● そのデータは航空機観測結果などさらに正確な観測とのクロスチェックにより精度管理
- 今後データの蓄積・他の観測との効果的連携と改善により、各国のCO₂排出量の精度管理を含め、有効な地球温暖化対策に結び付けていきます



← CO₂の月別コラム
平均濃度分布 2013年8月

いぶきのデータを使用して推定した世界の二酸化炭素の濃度分布の変化 → (PC動画もあり)



民間国際線航空機によって観測した高度8キロ以上の大気中二酸化炭素の濃度分布(4月)

ポスター

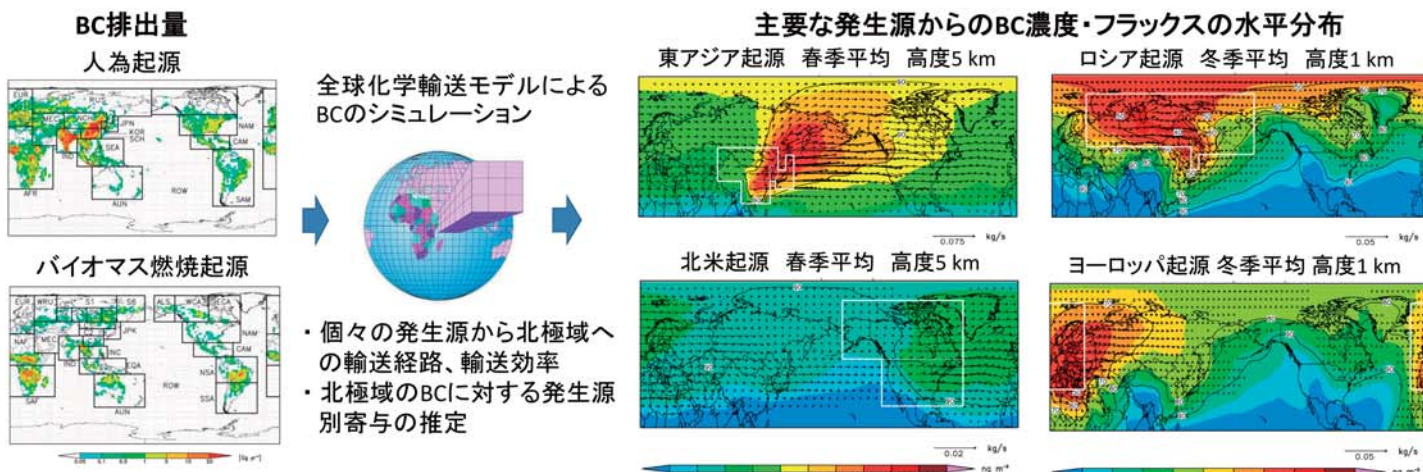
⑧ 北極域のブラックカーボンはどこから運ばれるのか？

北極域の環境・気候に影響を及ぼすブラックカーボン

ブラックカーボン(BC)粒子は、大気中を浮遊する微小粒子(エアロゾル)の成分の一つで、すす粒子や元素状炭素とも呼ばれています。ブラックカーボンは太陽光を吸収する性質があり、大気を加熱したり、積雪や海氷に沈着して融解を促進することで、地球温暖化を加速する可能性が指摘されています。北極域は地球上で最も速く温暖化が進行している地域であり、ブラックカーボンによる気候変動への影響を理解することは重要な課題となっています。

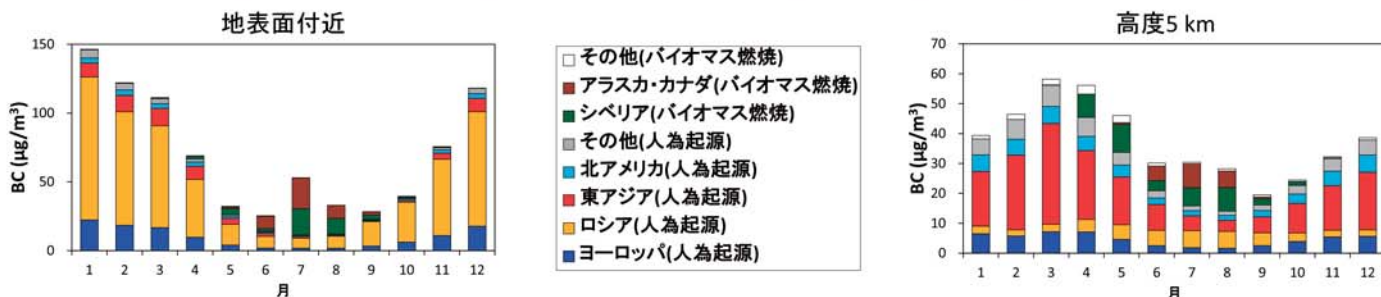
ブラックカーボンの北極域への長距離輸送シミュレーション

BC粒子は化石燃料の燃焼や森林火災(バイオマス燃焼)などから排出されます。BCは主に降水によって除去され、大気中での平均的な寿命は数日～一週間と推定されています。中・高緯度から排出されたBCは降水による除去を受けながら輸送されますが、どこからどのくらいのBCが北極域に運ばれているかよくわかっていません。我々は数値モデルを用いて様々な発生源から北極域への輸送メカニズムの解明に取り組み、発生源別の寄与評価を行っています。



北極域のブラックカーボンはどこから運ばれるのか？

北極域のブラックカーボン濃度に対する各発生源からの寄与の季節変化(北緯66-90度で平均)



地面付近のBC濃度に対しては、ロシア及びヨーロッパから運ばれる人為起源BCの寄与が冬季と春季に増加し、特にロシアが主要な寄与を占めます。一方、夏季は人為起源BCの寄与は減少し、シベリアやアラスカ・カナダといった北方森林火災(バイオマス燃焼)起源のBCが増加します。

一方、高度5kmでは、東アジアから運ばれるBCの寄与が最も重要であり、春季に最大となります。発生源によって運ばれやすい高度が異なるため、同じ北極域でも最も寄与が大きい発生源は高度によって異なることが示唆されました。

本研究は環境研究総合推進費「アジア起源の短寿命気候汚染物質が北極域の環境・気候に及ぼす影響に関する研究」の一環として実施しています。

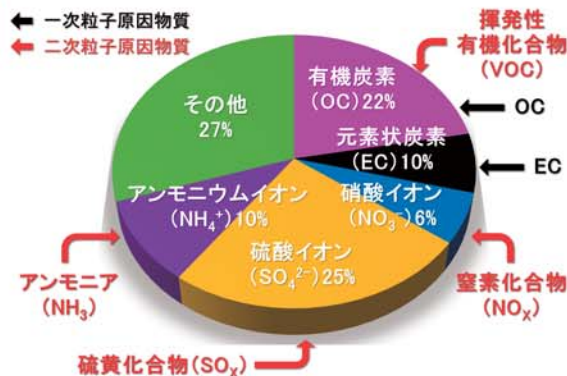
9 PM2.5の発生源を明らかにするために -排出インベントリと大気質シミュレーションの構築-

PM_{2.5}の低減のために

大気汚染物質PM_{2.5}の濃度は、環境基準を超過しています。PM_{2.5}には、発生源から直接排出される成分(一次粒子)のほか、発生源から排出される物質から大気中での光化学反応を経て生成する成分(二次粒子)が含まれています。PM_{2.5}の濃度を低減させるためには、

- 原因物質がどこからどれだけ排出されているか?
- 原因物質が大気中をどのように輸送され、反応し、変質しているか?

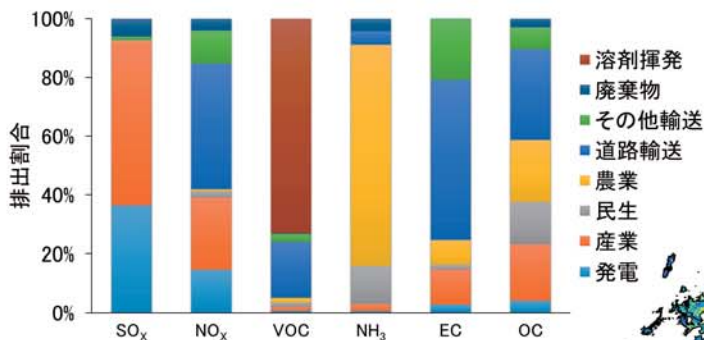
を明らかにする必要があります。



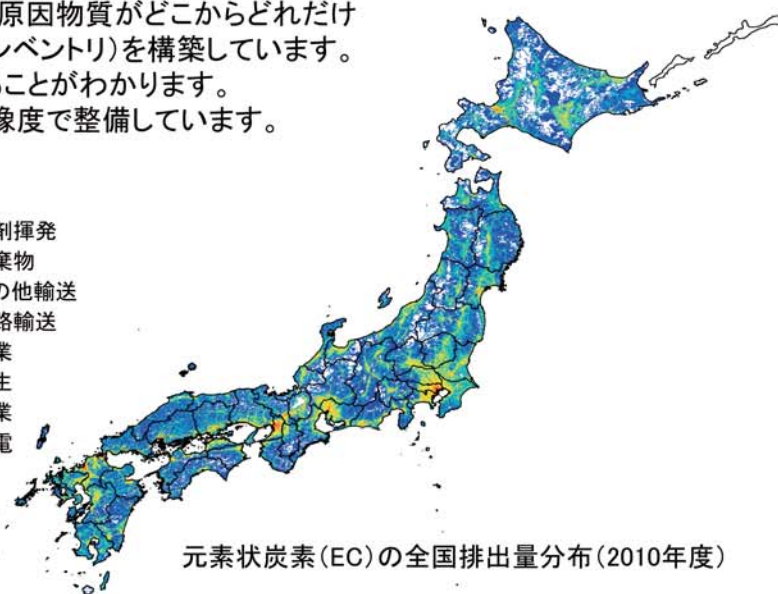
一般環境におけるPM_{2.5}成分割合
(2014年度・全国平均)(環境省、2017)

排出インベントリの構築

エネルギー消費量などの統計データをベースに、原因物質がどこからどれだけ排出されているかを推計したデータベース(排出インベントリ)を構築しています。原因物質によって、影響の大きい発生源が異なることがわかります。このデータベースを、全国1×1kmメッシュの高解像度で整備しています。



原因物質の全国発生源別排出割合(2010年度)



元素状炭素(EC)の全国排出量分布(2010年度)

大気質シミュレーションの構築

排出インベントリを入力データとし、PM_{2.5}と原因物質の大気中での輸送・拡散・反応・除去過程による時々刻々の濃度変化を表現できる、3次元大気質シミュレーションを構築しています。

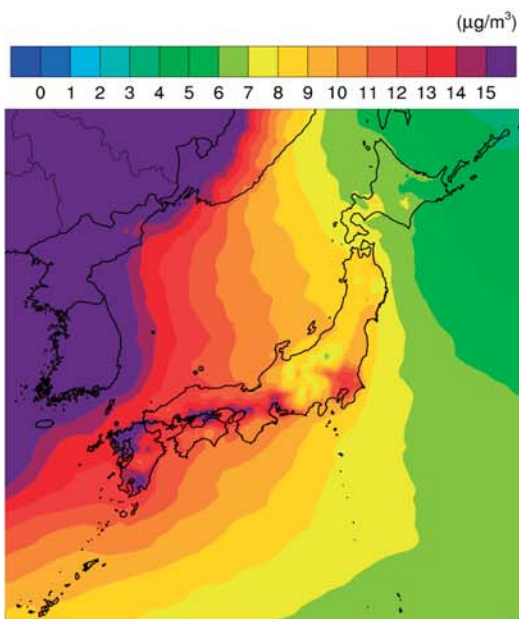
国内外の研究者が参加するモデル間相互比較プロジェクトJ-STREAMを主導し、インベントリとシミュレーションの精度向上を進めています。今後、シミュレーションを活用して、PM_{2.5}に対する影響の大きい発生源を見出し、有効な対策の立案に結びつけていく予定にしています。



J-STREAM

Japan's Study for REference Air quality Modeling

この研究は、(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(5-1601)「大気中の二次汚染物質に対する発生源寄与推計と対策立案に資する規範的モデルの確立」により実施しています。



PM_{2.5}年平均濃度分布計算結果
(2013年度)

10 PM_{2.5}は大気中でどのように変化するのか？

PM_{2.5}の「生涯」を研究する

空気中に浮遊する微粒子は大気エアロゾルと呼ばれています。その中でも粒径が2.5マイクロメートル以下のものをPM_{2.5}と呼んでいます。北京などの汚染大気中で発生するPM_{2.5}の成分の中には高濃度の安息香酸が含まれています。北京で発生したPM_{2.5}が日本に飛来するとき、そのPM_{2.5}の組成・サイズ・毒性は同じなのでしょうか？実はPM_{2.5}は飛来中に大気中の酸化剤と反応することで常に変化しています。PM_{2.5}の性質の変化を調べることは、地球の気候変動予測と人体への毒性評価の両面において大変重要です(図1)。しかし、これまでの研究ではその変化を詳細に調べることは困難でした。

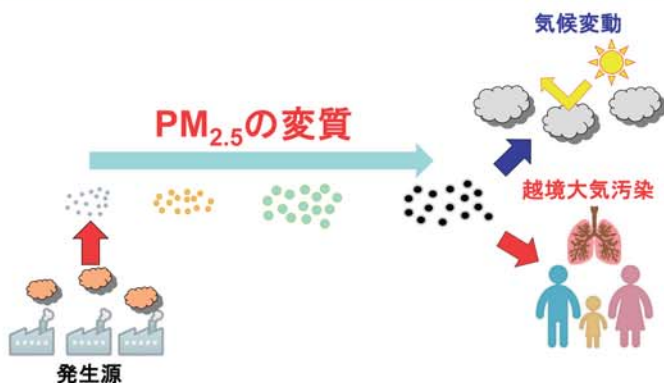


図1. PM_{2.5}は大気中の酸化剤であるOHラジカルと反応することで常に変質している。それに伴い、雲の作りやすさや毒性も同時に変化していく。しかし、その変質のメカニズムはよくわかっていなかった。

疑似PM_{2.5}を実験室で発生させ、その「エイジング」を調べる

PM_{2.5}が大気中で変質していくプロセスを詳細に調べるために、実験室内で疑似PM_{2.5}を発生させて、その変質過程を分子レベルで調べています。そこで用いられているのが図2に示す独自の実験手法です。霧吹きによって疑似PM_{2.5}を作成し、オゾン・水蒸気を含む反応性ガスを吹き付けます。同時にレーザー光を照射することで、疑似PM_{2.5}の付近で大気中の酸化剤であるヒドロキシルラジカル(OHラジカル)を発生させます。気相のOHラジカルはすぐに液体の疑似PM_{2.5}と不均一な反応を起こします。このとき、疑似PM_{2.5}の空気-液体の境界に発生する化学種を質量分析計で検出します。

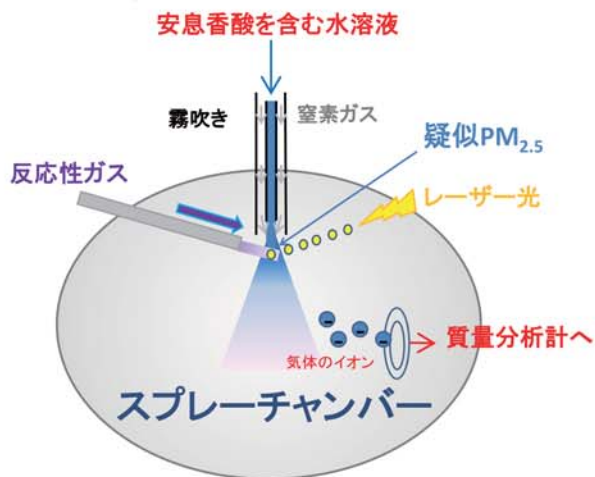


図2. PM_{2.5}の変質過程を実験室で再現する手法の模式図。安息香酸を含む疑似PM_{2.5}は霧吹きで、OHラジカルは反応性ガスとレーザー光によってそれぞれ発生させている。

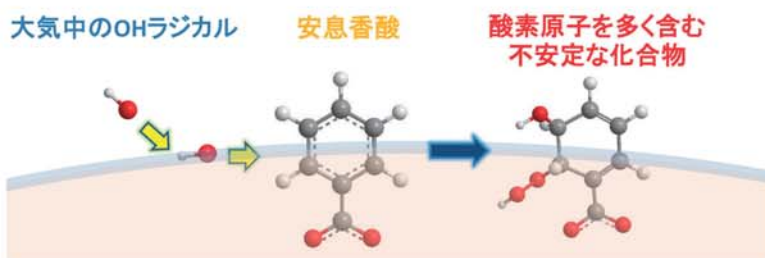


図3. PM_{2.5}のOHラジカルによる変質過程のイメージ図。汚染大気中のPM_{2.5}に含まれる安息香酸は大気中のOHラジカルによる酸化によって酸素原子を多く含む不安定な化合物に変化する。

図2の手法を用いて、安息香酸を含む疑似PM_{2.5}を発生させて、OHラジカルによる不均一反応を調べました。その結果、疑似PM_{2.5}の空気-液体の境界には過酸化物質などの非常に反応性の高い化合物が生成していることが明らかになりました(図3)。これらの化合物は大気中での酸化が進むにつれて、分解することが予想されるため、発生源周辺のPM_{2.5}と発生から時間がたったPM_{2.5}ではその性質が大きく異なることが示唆されました。これは越境大気汚染を考える際に、発生源と飛来後のPM_{2.5}の性質(毒性や雲の作りやすさ)が異なることを意味し、今後その対策に役立つことが期待されます。

参考文献 Enami et al. Extensive H-atom abstraction from benzoate by OH-radicals at the air-water interface. Phys. Chem. Chem. Phys., 2016, 18, 31505-31512.

11 私たちは化学物質をどういった経路で体にとりこんでいるのか

私たちの生活と化学物質

現代社会は様々な化学物質の利便性を享受して成り立っています。しかし、その中には私たちの健康に悪影響を及ぼす可能性がある物質も存在します。私たちは化学物質を、製品から直接、またはいったん環境中に出てめぐりめぐって、食べ物・大気・土壌などを介して、体に取り込んでいます(図1)。

どうして摂取経路を知る必要があるのか？

健康リスクが懸念される化学物質は、その摂取量を減らすための対策を講じる必要があります。食事が主な摂取経路であれば、食事の内容や食べる量、頻度を工夫することが考えられます。たとえば、胎児への神経系への影響が懸念されるメチル水銀は、大型魚類からの摂取が多いため、妊婦さんには食べてよい量の目安が示されています。

ある物質の取り込み量を推計するためには、それぞれの摂取経路の「濃度」(たとえば、空気や水道水中にどれくらい入っているか)と「ばく露係数」(たとえば、呼吸量や水を飲む量)の情報が必要です(図1)。呼吸や食事、飲料水の摂取量は様々なデータから推定できますが、土(土壌)や家のホコリ(ハウスダスト)をどれくらい食べてしまっているか分かっていません。また、肌に直接接触れるパーソナルケア製品の使用量についても情報がありません。そこで、これらの「ばく露係数」について調べています。

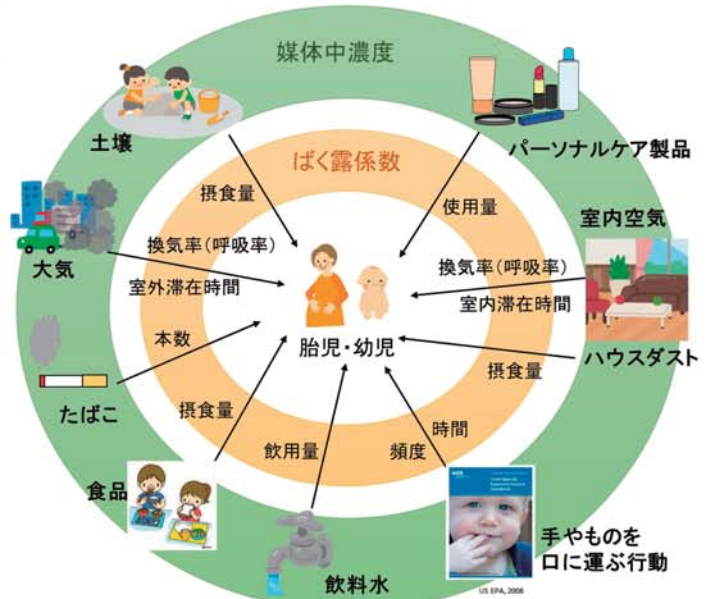


図1 化学物質のさまざまな摂取経路

調査・研究の内容



②・③ 3-6歳の子ども約100人にご協力いただき、1日分の食事、尿、大便、室内空気、土壌を分析します。

②プラスチック製品に可塑剤としてよく使われているフタル酸エステルをトレーサー(追跡の指標)にして、ハウスダスト摂取量を計算します。

③土壌の構成成分である、ケイ酸塩鉱物をトレーサーにして、土壌の摂取量を計算します。

① パーソナルケア製品 (化粧品やスキンケア製品など)の使用量を調べる「簡易調査票」(図2)の開発を行っています。

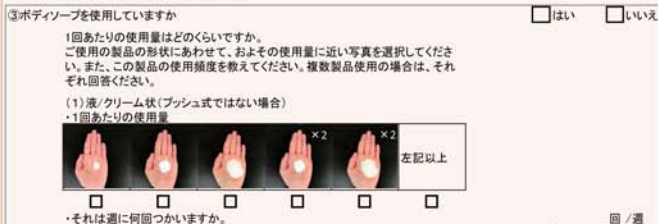
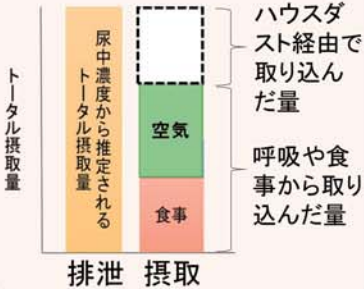


図2 ボディソープの使用量調査票の例



「ばく露係数」のデータベースの充実によって、私たちが化学物質をどういった経路で、どのくらい体に取り込んでいるのかの評価、国の化学物質の管理、政策立案、対策につながることを期待されます。

本研究は、環境研究総合推進費「胎児期・小児期の化学物質の曝露源評価の体系化に関する研究」の一環として実施しています。

ポスター

12 子どもの健康と環境に関する全国調査 (エコチル調査)

— 何を調べているの? —

エコチル調査で調べていること

国立環境研究所は、環境省事業「子どもの健康と環境に関する全国調査 (エコチル調査)」の中心機関として調査を実施しています。エコチル調査は、全国10万人の親子に参加していただく大規模な調査です。

この調査では、子どもたちがお母さんのお腹の中にいるときから13歳になるまでを対象に、調査票による調査を行い、生活環境の中にある化学物質や生活習慣が子どもの発

達や病気とどのように関係しているかを調べます。2017年4月からは6歳児を対象とした調査が始まりました。

エコチル調査によって得られたデータを解析することで、子どもの健康に影響を与える環境要因を解明し、次世代の子どもたちが健やかに過ごせるよう、病気の予防に役立つ政策や子どもたちが健やかに育つ環境整備につなげます。

胎児から13歳になるまでを追跡

エコチル調査では、10万を超える妊婦さんに登録していただき、生まれたお子さん、お父さんにも協力していただいています。妊娠中や出産時のお母さんやお父さんの血液等に含まれる化学物質を調べるほか、半年ごとに調査票をお送りして、お子さんの健康状態や生活環境・生活習慣等について調査

します。一部の方には、化学物質の測定、健康・発育状態の検査など (詳細調査) を行い、環境要因が子どもたちの成長・発達に与える影響をさらに詳しく調べます。

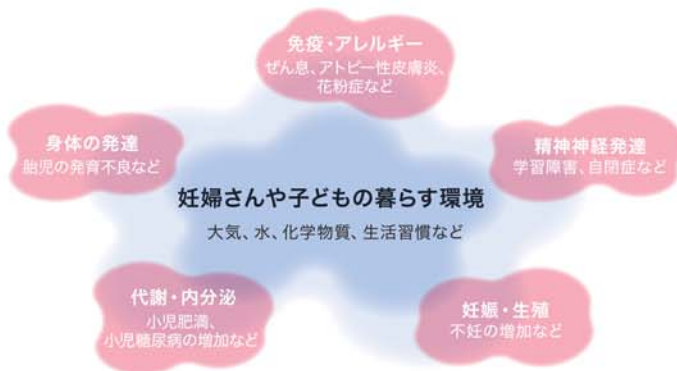


子どもたちの発達・健康と環境

子どもたちを取りまく環境には、さまざまな「化学物質」が含まれています。しかし、身の回りの化学物質が人々の健康にどのような影響を与えるのか、詳しくはわかっていません。

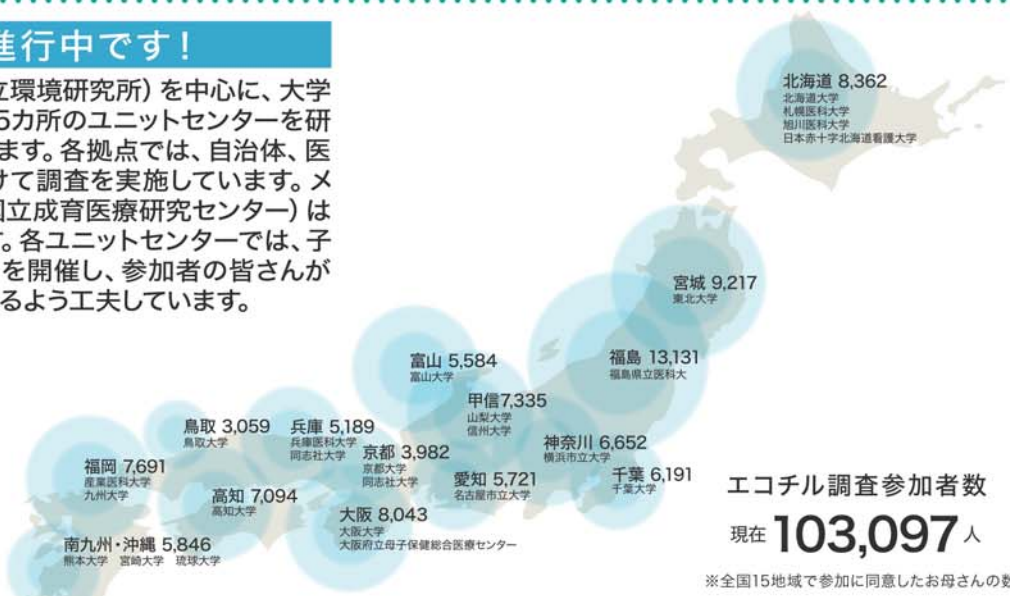
そこでエコチル調査では、子どもたちの育つ環境、特に化学物質についてその影響を調べます。大気や水だけでなく、身の回りの品や食べ物などからも化学物質は体の中に入ってきます。その中には、胎盤を通じて赤ちゃんの体の中にも入ります。ちいさな子どもが特に取り込みやすいものもあります。

エコチル調査では、化学物質の影響と区別するために、家庭環境やご家族の喫煙・飲酒なども含めて、子どもの育つ環境も合わせて広く調査します。



全国15の地域で進行中です!

調査は、コアセンター (国立環境研究所) を中心に、大学医学部などで構成する全国15カ所のユニットセンターを研究実施拠点として実施しています。各拠点では、自治体、医療機関などからの協力を受けて調査を実施しています。メディカルサポートセンター (国立成育医療研究センター) は医学的なサポートを行います。各ユニットセンターでは、子育て関連セミナーやイベントを開催し、参加者の皆さんが楽しみながら調査に参加できるよう工夫しています。



⑬ 子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査) — 詳細調査で何を調べているの? —

5,000人を対象に詳細調査を実施しています

調査協力者10万人のうち5,000人の方には、「詳細調査」にご協力いただいています。詳細調査では、半年ごとの質問票調査だけでは調査が難しい環境や発達について調べます。そのために、子どもたちの実際の居住・生活環

境を訪問する調査や、医師などによる子どもたちの成長や発達の検査を実施します。

2017年4月から4歳児を対象とした医学的検査・精神神経発達検査を実施しています。

ご家庭の化学物質や生活環境を調べる

訪問調査



調査員がご家庭を訪問し、お子さんの布団やご家庭の掃除機からハウスダストを採取したり、屋内外で粒子状物質や化学物質を採取します。

◎対象年齢：1歳半、3歳

◎調査項目

- ・お子さんの布団から採取したハウスダスト中のアレルギー物質
- ・ご家庭の掃除機から採取したダスト中の化学物質
- ・屋内と屋外で採取した空気中の粒子状物質 (PM_{2.5}など) や化学物質 (ベンゼン、ホルムアルデヒドなど)
- ・ご家庭の住環境や化学物質の使用状況



- ① 掃除機を使ってお子さんの布団のダストを集めます
- ② 捕集管を使って空気中の化学物質を集めます
- ③ ポンプを設置して粒子状物質 (PM_{2.5}など) を集めます

血液検査や身体測定を通じて発育を調べる

医学的検査



お子さんの血液検査、身長・体重の計測、医師による診察などを行います。血液検査では、アレルギー物質に対する抗体、成長や代謝に関するホルモンなどを調べます。

◎対象年齢

2歳、4歳、6歳、8歳、10歳、12歳
(6歳以降は計画中)

◎調査項目

- ・血液検査 (アレルギー素因、化学物質などの計測)
- ・身長/体重の計測
- ・尿検査 (化学物質などの計測)



子どもたちの発達を調べる

精神神経発達検査



訓練を受けた検査者が面談を行い、検査を行います。2歳と4歳では精神神経発達検査を行い、6歳以降では認知機能や知能などを調べる検査を行う計画です。

◎対象年齢

2歳、4歳、6歳、8歳、10歳、12歳
(6歳以降は計画中)

◎調査項目

- ・精神神経発達検査 (2歳、4歳)
- ・認知機能や知能検査など (6歳以降に計画)



たくさんのお子どもたちを長期間にわたって調査し、胎児期や小児期の環境が子どもたちの健康におよぼす影響を調査します。
得られた結果は、子どもたちにとってより良い環境を作ることに活かされます。

14 培養細胞を用いた環境汚染物質の毒性評価

個体レベルと細胞レベルでの評価

環境汚染物質による毒性は、疫学調査や動物実験の様な**個体レベル**で調べることができます。一方で、環境汚染物質によって体に異常が起こる場合、細胞レベルで起こる影響が原因となるため、**細胞レベル**から環境汚染物質の毒性を評価することも可能です。ここでは、細胞レベルでの毒性影響の評価を中心に紹介します。

個体レベルの評価



細胞レベルでの評価



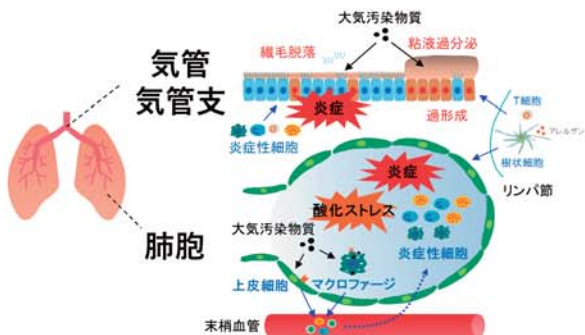
利点	個体レベルでの評価	細胞レベルでの評価
◆ 複雑な生体反応が解析可能	◆ 胎児期での曝露評価が可能	◆ 短期間で簡便に評価が可能
◆ 体内での分布や蓄積、代謝を考慮することが可能	◆ 曝露量と毒性の関係が解析可能	◆ 多くの化学物質の評価が可能
		◆ ヒトの細胞で影響評価が可能
		◆ 細かい毒性機序が解析可能
		◆ 倫理的な問題が少ない
欠点	◆ 実験が長期で手間がかかる	◆ 複雑な生体反応を再現することが難しい
	◆ ヒトに直接曝露ができない(疫学研究から予測)	◆ 細胞レベルでの影響が個体レベルを反映しているか不確か
	◆ 実験動物とヒトの影響が異なる可能性がある	

細胞レベルでの様々な評価系

培養細胞とは、標的となる細胞を培養液中で維持したもので、ここに調べたい環境汚染物質を曝露して影響を調べます。培養細胞には色々な種類があり、それぞれ長所や欠点があります。**初代細胞**は、体から採取して調製した細胞です。しかし、初代細胞には寿命があるため、半永久的に増殖できるように改良した細胞が**不死化細胞**です。これらとは別に、近年、普及しつつあるのが、**iPS細胞**です。iPS細胞は様々な細胞に成長することができるため、新たな毒性評価系として期待されています。

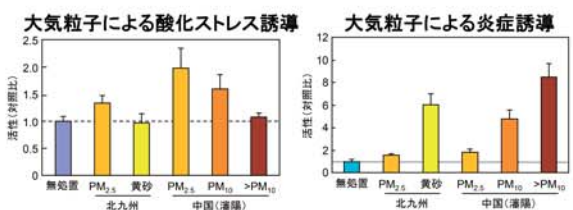
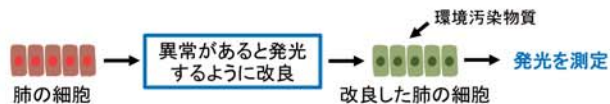
	不死化細胞	初代細胞	iPS細胞
扱い	容易である	手間がかかる	難しい
性質	正常ではないケースがある	本来の性質を持つ	初代細胞に近いと想定される
種類	限られている	限られている	非常に多い
利用	多くの試料の解析に優れている	信頼性の高いデータを取得することができる	遺伝的要因を考慮した解析が可能

呼吸器系に対する毒性影響



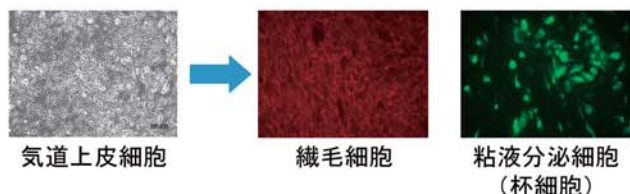
環境汚染物質による毒性の例として、PM_{2.5}による呼吸器系への影響を示しました。PM_{2.5}が引き起こすと言われている喘息には、様々な現象が関わっています。

不死化細胞での評価



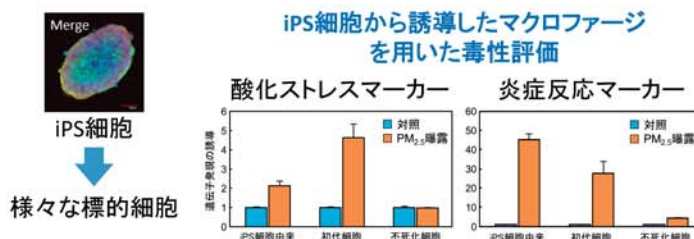
肺疾患の原因ともなる酸化ストレスや炎症の誘導について、多くのサンプルを解析できるように、簡便で迅速な評価系(レポーターアッセイ)を構築して解析しています。

初代細胞での評価



不死化細胞では解析困難な気管支の繊毛細胞や粘液分泌細胞への影響を初代細胞を用いて解析しています。これらの細胞の機能変化は呼吸器系疾患に繋がります。

iPS細胞での評価



新たな試みとして、iPS細胞から分化誘導した呼吸器系の細胞を用いて毒性解析を行っています。

15 MRIを利用した化学物質のヒト脳への影響評価を目指して

はじめに

MRI(磁気共鳴装置)は、切ったり開いたりすることなくヒト脳内の構造などの情報を直接測定できる特徴を持っています。私たちは、この特徴を利用して化学物質のヒト脳への影響の研究を進めています。例えば、発達障害の原因として遺伝的要因のほかに化学物質などの環境要因の疑いが指摘されていますが、この発達障害の要因の評価には、広く化学物質曝露後のマウス、ラットなどの動物行動試験法が用いられています。この評価法に加えて、ヒトからのアプローチという観点でMRIを利用できないかと考え、環境研では感度などに優れた高磁場MRIを用いた研究を行っています。

研究の考え方

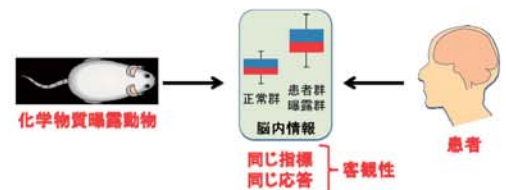
この研究では、以下の考え方を基本としています。

- (1) ヒト脳のMRI測定から発達障害に関する指標(バイオマーカー)を見出すこと
- (2) 化学物質曝露後のラット脳のMRI測定などでヒト脳と同じ指標に関する応答を評価すること

これらのヒトからと動物からの両アプローチを試みることで、ヒト脳に影響を及ぼす化学物質の情報が得られるのではないかと考えています。

(1)に関しては、健康な方を対象としたヒト脳から集められる健常人ベースラインデータと、発達障害患者の方を対象とした測定が必要となってきます。ここで得られる指標に関して、健康と病気とは二律背反ではなくて連続的なものと考えられるため、発達障害に関する健康影響指標となり得るのではないかと考えています。

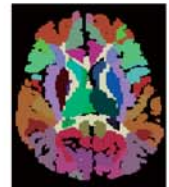
この指標の探索に関しては、例えば、自閉症スペクトラム障害(Autism Spectrum Disorders)患者さんのMRイメージング測定やMRスペクトロスコピー測定などのMRIを利用した臨床研究が精力的に進められてきていますが、データのばらつきなどが大きく難しいのが現状です。この原因として、病気の程度の幅の広さが十分に考えられると思います。一方で、MRIでは健康な領域と病巣の領域とのコントラスト差の描出が重視され、信号値そのものを議論する、すなわち定量測定を行うことが難しいのが現状です。そこで、私たちは、定量精度という点に着目してMRIの定量測定法を開発しながら研究を進めています。



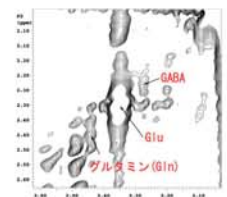
MRI定量測定法の開発

これまでに幾つかのMRI定量測定法を開発し、健常人ベースラインデータ集積を進めています。

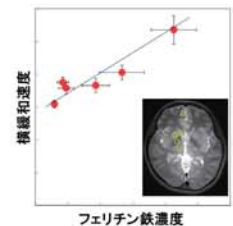
形態画像測定: MRIを利用した測定で最も有名な項目は、ヒト脳内の形の情報(形態画像)です。この方法ではヒト脳内の多く含まれている組織水 H_2O の 1H (水素原子核)のスピンを測定対象として、全脳の形態画像を取得することができます。図には、ヒト全脳の解析を行い、各部位を分類した結果を示します。



代謝物濃度測定: グルコース(ブドウ糖)を主要なエネルギー源とするヒト脳では、代謝という化学反応によってグルタミン酸(Glu)、 γ -アミノ酪酸(GABA)などの各種代謝物が生成されています。MRIでは、この代謝物分子内の 1H を測定し、定量化することで代謝物濃度を測定することができます。私たちは、1次元代謝物スペクトル定量化法に加えて、ピーク分解に優れた2次元スペクトル定量化法を開発してきました。図は、ヒト脳から取得した2次元スペクトルを示します。



脳内鉄濃度測定: MRIでは脳内の組織水 1H の量だけではなく、信号減衰の速度(横緩和速度)などの様々な物理量が測定できます。ヒト脳内には、エネルギー代謝に重要な役割を担う鉄がフェリチンという球状タンパク質内に貯留されています。私たちの研究からこの鉄濃度と横緩和速度との関係がわかってきました。図は、脳内の様々な部位のフェリチン内の鉄濃度と組織水 1H の横緩和速度との関係を示しています。



これからの進め方

これまで、高磁場MRIを用いて、ヒト脳MRI定量測定として取り扱うことができる形態、代謝物濃度、脳内鉄濃度の測定法、解析法を開発してきました。化学物質のヒト脳への影響という目標に対しては幾つものハードルを越えなければなりません。代謝物濃度などの健常人ベースラインデータ集積、指標抽出を目指した発達障害患者さんの測定、化学物質曝露動物測定などと進めていきたいと考えています。

ポスター

16 プラスチック中の臭素系難燃剤を迅速に判別する

— 使用済み電気製品のリサイクル推進に向けて —

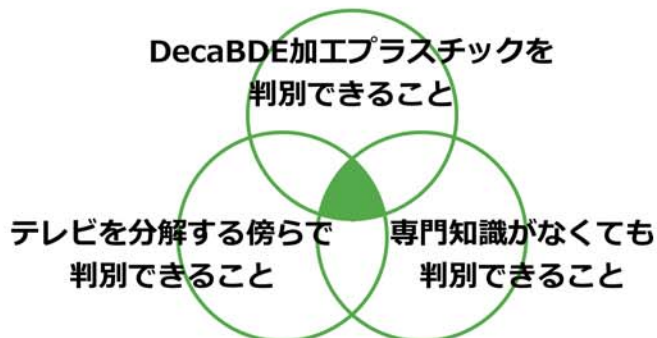
はじめに

臭素系難燃剤のデカブロモジフェニルエーテル (DecaBDE) は、プラスチック等を燃えにくくするための化学物質の一種です。火災の被害を減らすため、家電製品のうち高温・高電圧になるプラスチック部品にも広く使用されてきましたが、DecaBDEは生物や環境に悪影響を及ぼす可能性がでてきたため、近年、その使用に対する規制が国際的に強化されています。資源を有効に利用するためにリサイクルは重要な取り組みですが、DecaBDEで加工されたプラスチックを新たな製品にリサイクルすることは避ける必要があります。

現在、国内の家電リサイクルの現場では、規制物質を含まないプラスチックリサイクルを推進するために、家電製品を分解し選別する傍らで、すなわちオンサイトで、DecaBDEで加工されたプラスチックを迅速に判別する手法が求められています。

そこで私たちの研究チームでは、可搬型の全反射吸収フーリエ変換赤外分光光度計 (可搬型ATR-FTIR) を使ってDecaBDEで加工されたプラスチックを迅速に判別する手法の検討に取り組んでいます。

判別法のコンセプト

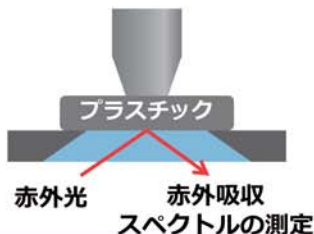


判別法の操作手順

プラスチックを装置にセットする。



プラスチックの赤外吸収スペクトルを測定する。

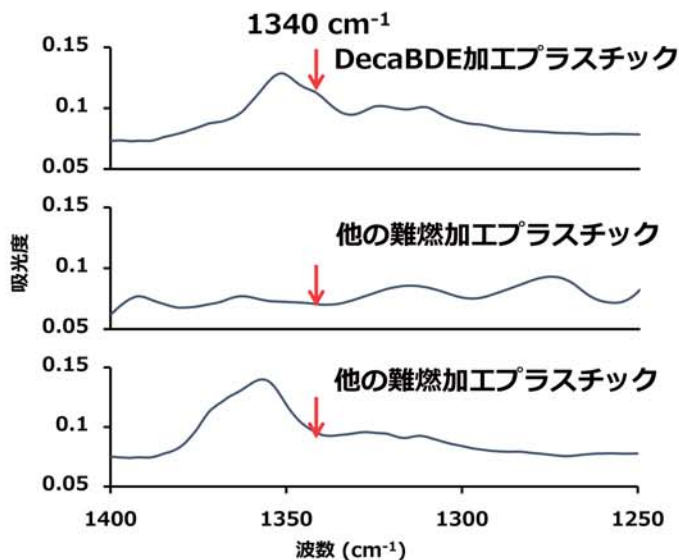


プラスチックの判別結果を確認する。



判別法の検討結果

DecaBDEで加工されたプラスチックに特有の赤外吸収スペクトル (1340 cm^{-1}) を利用することで、DecaBDEとその他の臭素系難燃剤で加工されたプラスチックを判別できる可能性がありました。今後、判別法の正確性と現場適用性を検証することを計画しています。

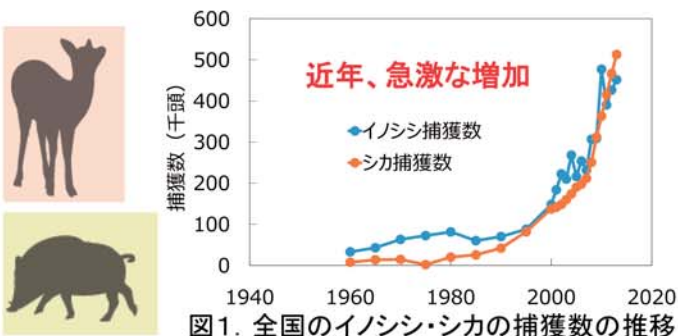


17 捕獲鳥獣の適正かつ効率的な処理システムの構築 —生態系サービスに貢献する廃棄物研究とは—

有害鳥獣による農作物等への被害とその対策

近年、シカやイノシシなど有害鳥獣の生息数が増加し、**農作物や森林植生等の被害**が深刻化しています。農作物被害額は年間200億円前後で推移しており、希少植物の食害や車両との衝突事故等の影響も及ぼしています。これを受け、国は当面の目標を「平成35年度までにシカ及びイノシシの生息数を半減させる」とし、有害鳥獣の捕獲強化に向けた様々な対策を講じています。代表的には捕獲奨励金の設定や食肉利活用施設への補助等が挙げられます。しかし一方で、**捕獲後の処理**については整備が進んでおらず、**狩猟者の大きな負担**になっています。そのため、**捕獲から処理までの適正かつ効率的な処理システム**を構築することが必要です。

そこで、自治体へのアンケート、現場調査、鳥獣関連の専門家へのヒアリング等を実施し、現状の課題を整理し、包括的な処理システムの提案をまとめました。



現状の捕獲から処理までのフローと課題

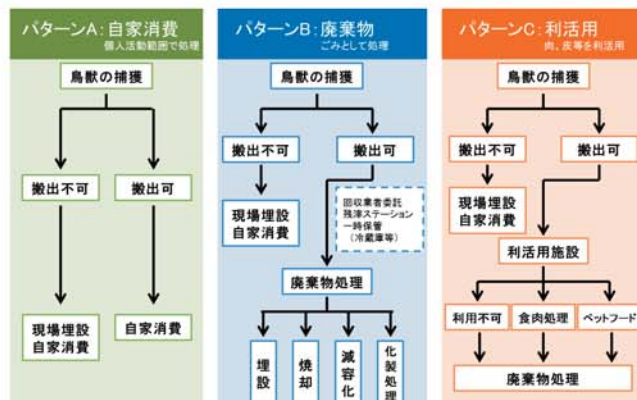


図2. 捕獲から処理までのフロー図

【現状の主な課題】

- 捕獲個体の搬出や現場埋設の労力が大きい。
- 適切な処理がされず、現場に放置された事例がある。
- 処理施設の設置や運営にかかるコストが大きい。
- 施設の周辺住民の理解が得られないことがある。
- 発酵・化製処理※後に肥料や飼料として再利用できない。
- 利活用するために高度な捕獲技術が求められる。
- 施設の受入時間が制限される。
- 利活用後の残滓量が多く、産廃処理費が経営を圧迫する。

(※化製処理とは、家畜の非食部を加熱等により処理し、飼料や肥料として再利用すること。)

捕獲鳥獣の適正かつ効率的な処理システムの提案

- 1. 全頭搬出を原則とした有害捕獲**
 - 有害捕獲は農業被害対策の一環であるため、農地に近い場所でのみ捕獲し、全頭搬出を原則とする。
- 2. 捕獲活動の連携による効率化・負担軽減**
 - 捕獲隊や認定事業者等からなるチームを結成し、作業を分担する。
 - 山林では、路網整備や誘因場所の設置など、森林組合等と連携する。
- 3. 事務手続きや処理の効率化**
 - 全ての有害捕獲個体を各地域に設定した仕分けセンターに集約し、利用可否判断と報奨金の手続きを一括して行う。
 - 食肉加工施設や発酵減容化施設、化製処理施設等を集約する。
- 4. 経済的な優遇措置の強化**
 - 狩猟者に対し、搬出器具等の貸し出しや購入補助を行う。また、利活用可能な個体を持ち込んだ場合は、経済的なインセンティブを報奨金に上乗せする。
 - 食肉加工施設等に対し、残滓処理費の補助や一般廃棄物としての受け入れ等を行う。
- 5. 鳥獣を資源として活用するための技術開発**
 - 肥料や飼料として活用できる処理技術を高度化し、規制を緩和する。

重量ベースのマテリアルフローや処理コストを踏まえた事業スキームの検討調査を継続し、より現実的な提案を目指す。

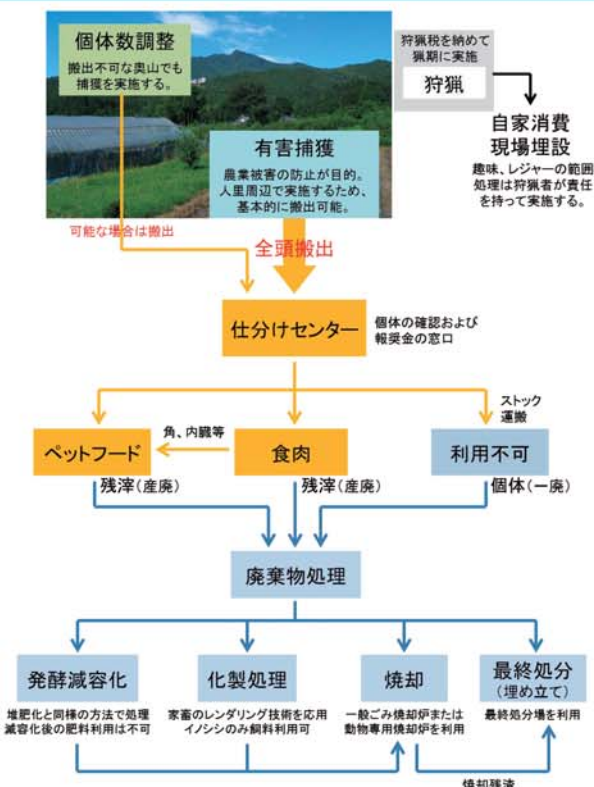


図3. 捕獲鳥獣の適正かつ効率的な処理システム(案)

ポスター

18 中山間地域における災害復興のための環境創生研究 — 福島県奥会津地域との連携 —

福島県奥会津地域におけるまちづくり支援研究

福島支部では、平成28年度より福島県の西部に位置する奥会津地域の三島町と共同で環境創生型まちづくり研究を進めています。

三島町では、木質バイオマスなどの地域の資源を活用した持続可能な社会の構築に取り組んでいます。これまで新地町で実証を行ってきたくらしアシストシステムの導入や、森林資源の利活用に関する知見の提供を進め、三島町の取り組みを支援する予定です。



奥会津地域(左図太線内)の位置と三島町の風景(右写真)

木造単身住宅における社会モニタリングとくらしアシストシステムの導入

三島町が整備した若者向け木造単身住宅7戸(H28年3月末竣工)に家庭の電力を計測するHEMS機器(※)を設置し、お住まいの皆さまのご協力の下で電力モニタリングを開始しました。今後は、福島県新地町で実証を行っている「くらしアシストシステム」を導入し、電力の見える化や様々な地域情報の提供を進めます。

※HEMSとは、家電機器のエネルギー消費量を可視化しつつ制御も行うエネルギー管理システム。

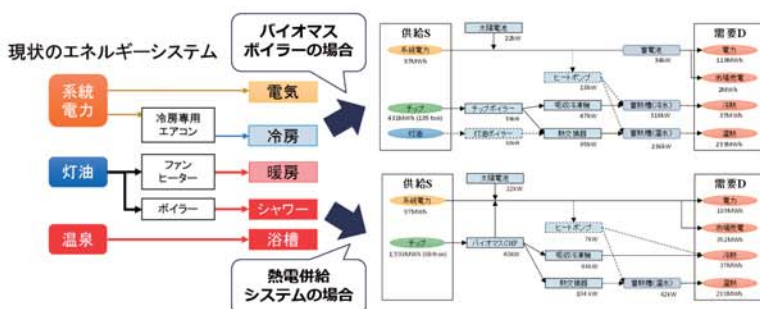


木造単身住宅の概観(左写真)とくらしアシストシステムのトップ画面(右図)

地域の特徴を活かしたエネルギーシステムの提案

奥会津地域には豊富な木質バイオマスや温泉熱、太陽光といった地域固有の様々なエネルギー資源があります。これらをうまく組み合わせることで、環境に優しく災害にも強いエネルギーシステムを構築することができます。

その基礎調査として、三島町内の温泉施設からデータを提供いただき、エネルギーコストやCO₂排出量などの要素を設定して、それぞれを最も低く抑えるにはどのようなエネルギーシステムが考えられるのか、その計算結果を町側に提供しました。



町内温泉施設におけるエネルギーシステムの提案例

奥会津地域から福島県内への展開

奥会津地域が直面している様々な課題(林業再生、地域エネルギー、コミュニティなど)は、福島県内の多くの地域が同様に抱えている課題と言えます。

地域の様々な関係者との密接なコミュニケーションを行いながら三島町との研究を進めるとともに、より広域な奥会津地域との連携に向けた研究を推進します。

これらの総合的な検討を通じて得られた森林等の地域資源を活用した地域づくりに関する知見を福島県の復興に向けた取り組みに活かしていきます。

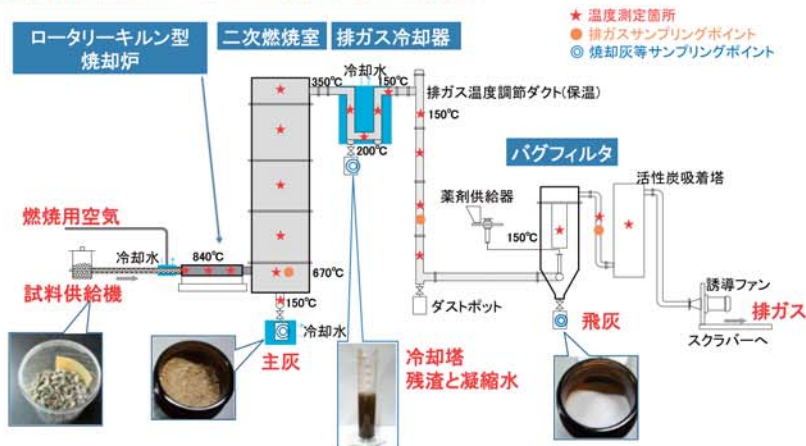


19 熱処理プロセスにおける有害物質挙動を予測する —放射性セシウムを含めて—

わが国では、家庭からのごみ（一般廃棄物）と産業廃棄物の処理方法として、焼却による熱処理が重要な位置を占めています。廃棄物には重金属などの有害物質が含まれることがあるため、熱処理において有害物質の挙動を把握することは重要課題です。当研究所では一般廃棄物・産業廃棄物それぞれについて、処理プロセスの種類別に元素の挙動の実態調査とモデルを用いた有害物質挙動の予測を行って、元素のばいじんへの移行のしやすさと元素の性質に関係があることを明らかにしてきました。また、2011年におきた福島第一原子力発電所の事故以降は、放射性物質で汚染された廃棄物の焼却処理における放射性セシウムの挙動も調査・研究しています。

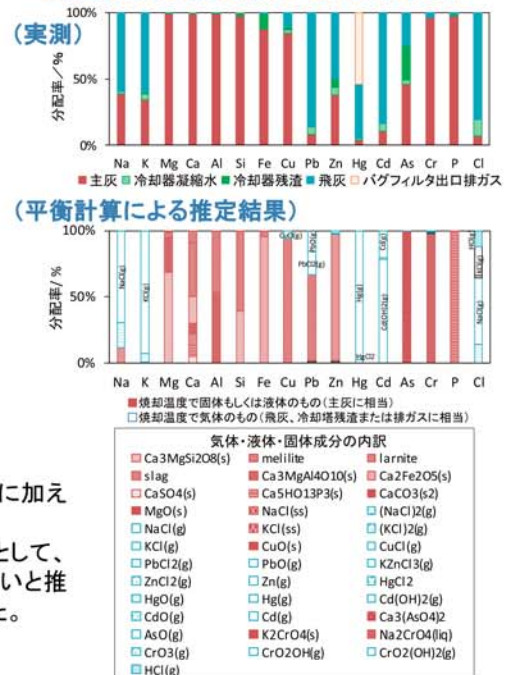
ロータリーキルン炉における重金属の挙動について

実験用小型ロータリーキルン炉の構造



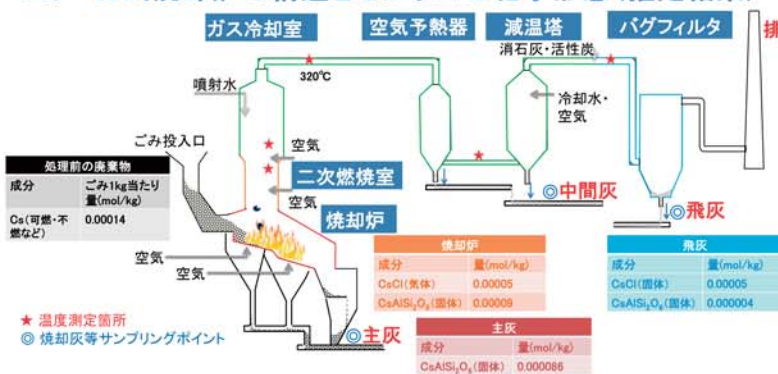
ロータリーキルンはおもに産業廃棄物の処理に用いられる焼却方式であり、排ガスに加えて、燃えがら（主灰）とばいじん（飛灰）等が排出されます。熱力学平衡計算によって、炉内では、ナトリウム（Na）、カリウム（K）は塩化物のガスとして、有害重金属である鉛（Pb）、カドミウム（Cd）は酸化物や塩化物のガスとして揮発しやすいと推定されました。計算結果を用いると、各元素の排出媒体への分配を概ね説明できました。（環境研究総合推進費3K153003、3K143007）

金属元素の焼却灰への分配挙動

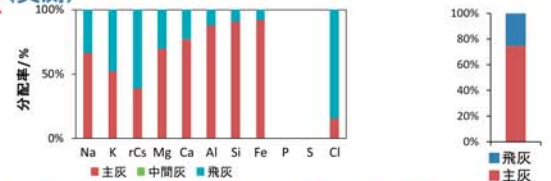


一般廃棄物の焼却におけるセシウムの挙動について

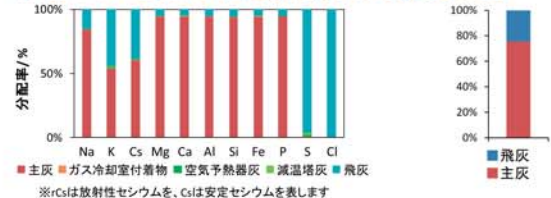
ストーカ式焼却炉の構造とセシウムの化学形態 (推定結果)



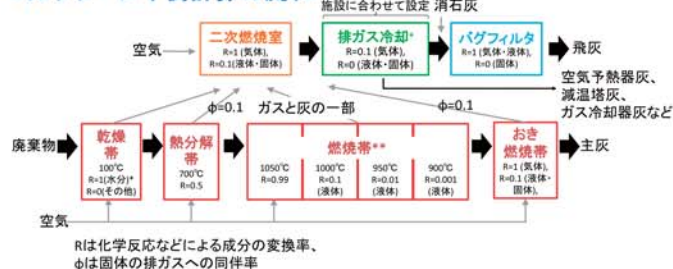
金属元素の焼却灰への分配挙動 灰の発生量比 (実測)



(マルチゾーン熱力学平衡計算による推定結果)



マルチゾーン平衡計算の流れ



ストーカ式焼却炉はおもに一般廃棄物の処理に用いられる焼却方式です。施設内をいくつかのゾーン（ボックス）に分割して逐次的に平衡計算を行う方法（マルチゾーン熱力学平衡計算）により、施設内の各プロセスにおける元素の化学形態を推定しました。セシウム（Cs）は主灰中ではおもにアルミノシリケート化合物に、飛灰においては主灰成分のほか、塩化セシウム（CsCl）の固体に変換されると推定されました。各元素の排出媒体への分配率や灰の発生量比を良好に再現できました。



お知らせ

国立環境研究所では、毎年6月の環境月間にあわせて公開シンポジウムを開催しています。

また、4月と7月には、つくば本構で一般公開を行い、講演、パネル展示、体験型イベントなどにより、環境問題についてわかりやすく説明します。

今年の「夏の大公開」は7月22日(土)の予定です。「夏の大公開」の情報は、国立環境研究所のホームページ(<http://www.nies.go.jp/>)で随時お知らせします。

編集：国立環境研究所 広報・環境情報委員会 セミナー分科会

阿部 裕明	有賀 敏典	磯部 友彦	今瀬 修	久米 英行
五味 馨	今藤 夏子	近藤 美由紀	笹川 基樹	志田 健治
茶谷 聡	鶴田 慎二郎	寺園 淳	藤谷 雄二	向井 人史*

(注)あいうえお順、*印は委員長

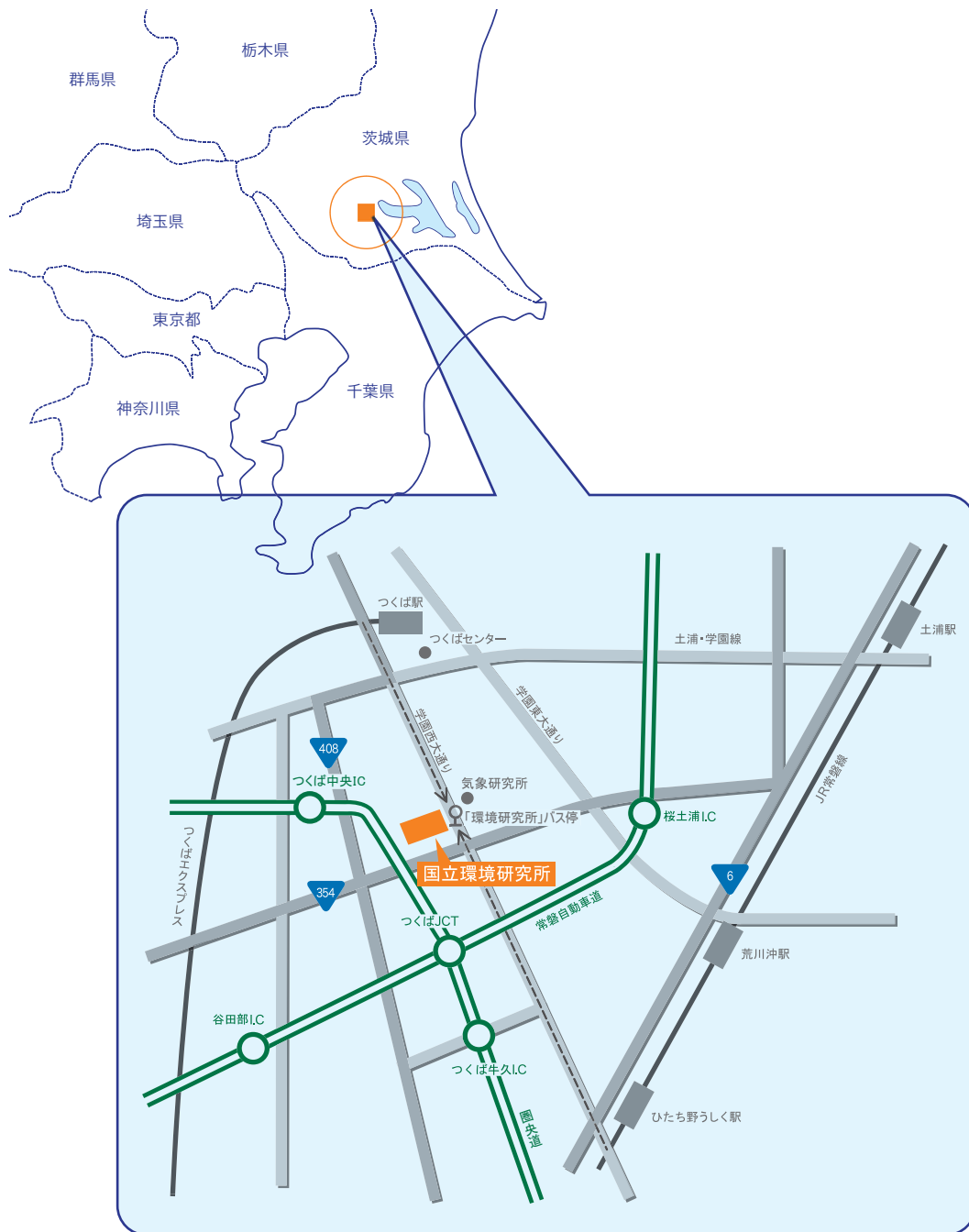
国立環境研究所 公開シンポジウム2017 要旨集

PROCEEDINGS OF PUBLIC SYMPOSIUM 2017,
NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES

2017年6月16日発行

発行：国立研究開発法人 国立環境研究所

印刷：株式会社ステージ



国立研究開発法人 国立環境研究所

所在地：〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2

交通アクセス：つくばエクスプレス「つくば駅」よりバス10分

JR常磐線「ひたち野うしく駅」よりバス13分

東京駅より高速バスで65分「つくばセンター」よりバス10分

※いずれも「環境研究所」バス停で下車

公式ホームページ：http://www.nies.go.jp/

E - m a i l：kouhou0@nies.go.jp

お問い合わせ：企画部広報室 TEL.029-850-2309



この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準に従い、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料「Aランク」のみを用いて作製しています。