

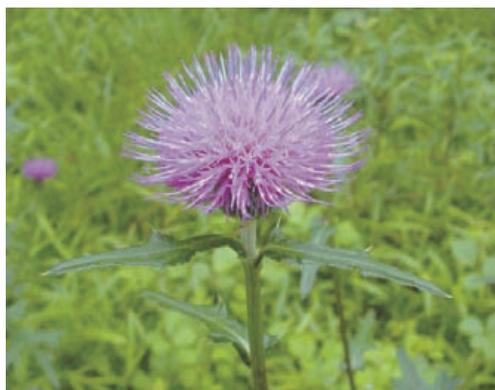


国立環境研究所

二一八

Vol. 28 No. 2

平成 21 年 (2009) 6 月



環境研の構内には、植栽の草木のほかにもさまざまな植物が生えています。写真は5月から6月に見られる野生の花々で、左上から時計回りにカラスビシャク、ムラサキサギゴケ、ネジバナ、ノアザミです。これらはいずれも日本の在来種(本文14ページも参照)。

[目次]

科学技術空間と問題空間を結ぶ	2
循環型社会ビジョン検討のためのシナリオ・プランニング	3
無機ヒ素による発癌メカニズムの解明に向けて	5
廃棄物海面最終処分場の役割と位置付け	8
科学技術週間に伴う一般公開「春の環境プチ講座」開催報告	11
「夏の大公開」開催のお知らせ	12
木漏れ日便り	14

【巻頭言】

科学技術空間と問題空間を結ぶ

理事 安岡善文

研究者は新たな科学的また技術的な考え方や方法論を生み出すことを使命としています。これは理学、工学、医学などの理工学系や経済学や法学などの人文科学系を問いません。このような科学や技術の学問分野の集合を科学技術空間と呼ぶことにします。今日でいえば、例えば、情報、バイオ、ナノ、環境といった科学や技術がその部分空間といえます。

一方で、我々は、解決しなければならない様々な問題を抱えています。健康の問題や食糧の問題などは、人類の誕生以来、我々の存在を脅かしてきました。地球規模での環境問題や災害の問題は、近年になって発生した問題といえるでしょう。これらの解決すべき問題の集合を問題空間と呼ぶことにします。

古くから、我々は人間の生存を脅かす問題を解決するために、様々な道具や手法を考案してきました。これは、問題空間と科学技術空間をつなぐ道筋を見つける行為と言えます。問題が複雑でなかった時代は、その道筋は比較的単純なものであったと思います。例えば、一つの問題を解決するために一人の賢人が新しい方法を生み出した、といったようなケースもあったのではないのでしょうか。近代に入って科学技術は飛躍的に発展しました。では、科学技術空間と問題空間とをつなぐ道筋は簡単に見つかるようになったのでしょうか。残念ながらそうはなっていません。何故でしょうか。

まず科学技術空間を見てみます。科学技術という言葉が使われ始めたのは17世紀といわれていますが、その頃から、科学や技術はそれぞれの学問分野の中で独自にその展開を図るようになります。この過程では、問題解決のための方法を開発するばかりでなく、それぞれの分野における手法や考え方を整理して、矛盾無く体系化すること、すなわち美しく体系化すること自身も目的となります。そのために、個々の学問分野の境界を狭め、その内側での体系に矛盾がないようにする、ということも行われました。科

学技術の発展と同時にその分野の細分化が進みます。

一方で、問題空間はどうでしょうか。環境問題を例にとると、問題そのものが広域化した複雑化したと思います。例えば、新たな化学物質の発明は、病気に対する新たな治療法をもたらすなどの利益を与えると同時に、それが自然や人間に負の影響を及ぼすという環境リスク問題を引き起こしました。また、石油をエネルギー源として使う技術の発展により我々の生活は飛躍的に便利になりましたが、同時に地球規模での環境変動をもたらす要因も生み出しました。これらの問題は、その発生から影響までの経路が大気圏や水圏、生物圏さらには人間社会に広がっていること、またその影響の過程が複雑なことから、その全容を個別の学問体系の中で把握することは容易ではありません。

では、問題空間と科学技術空間をつなぐ道筋をどのように見つければ良いのでしょうか？国立環境研究所では、問題空間に軸足を有する重点研究プログラムと、科学技術空間に軸足を有する基盤調査研究を組み合わせることで、両空間を結ぶ道筋を探索してきました。前者では、問題空間から科学技術空間への道筋を探り、後者では、科学技術空間から問題空間への道筋を探る、という双方向の取組です。勿論、双方からの道筋がすれ違わないように、またバラバラにならないように、両者の連携を通じて最適な道筋を探らなくてはなりません。この取組はまだ道半ばにあります。これからも地道な努力を続けたいと思います。

(やすおか よしふみ、研究担当理事)

執筆者プロフィール：

理事となって3年目に入りました。これからの正念場です。



【シリーズ重点研究プログラム：「循環型社会研究プログラム」から】

循環型社会ビジョン検討のためのシナリオ・プランニング

橋本 征二

何らかの意思決定を行う際には未来を見通しておくことが必要ですが、未来は極めて不確実であり、特に変化の早い昨今、正確に予測することはほとんど困難な状況です。したがって、意思決定に必要な未来の見通しを1つしか持っていないことは危険なことであり、複数の全く構造の異なる見通しを持っておくことが賢明と言えます。

近年、複数の未来を想定することで未来に備えるシナリオ・プランニングが盛んになっています。ここでいうシナリオとは、未来に関する異なる見通しであり、世界がこれからどう変わっていく可能性があるかについての複数の物語です。このような物語をつくる作業を通じて、社会の様々な変化を認識し、将来の計画づくりの手助けにしようとするのがシナリオ・プランニングの目的です。環境の分野でも活発な利用が見られ、よく知られた事例としては、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）による2100年までの温室効果ガス排出シナリオ、国連環境計画（UNEP）による2032年までの環境シナリオ、国連ミレニアム生態系評価（MA）による21世紀の生態系サービスシナリオなどがあります。

循環型社会のビジョン・政策・事業を検討する上でも、未来のシナリオを複数想定しておくことは有益と考えられます。なぜなら、複数のシナリオに基づき、問題となる変化への対応策、問題となる変化を回避する策、望ましい変化へと誘導する策、その他循環型社会のビジョン・政策・事業において考慮しておくべき事項を検討できるからです。

そこで、日本の近未来（10～20年後）の資源・廃棄物フロー（以下、物質フロー）及び資源循環・廃棄物管理システム（以下、管理システム）について、シナリオ・プランニングの手法を援用して、いくつかの大きく異なるシナリオを作成することを試みました。

まず、国立環境研究所の関連研究者をメンバーとして、近未来に起こりうる物質フローや管理システムの変化と、その原因となる社会・経済の変化についてブレインストーミング（アイデア出し）を行い、近未来に起こりうる変化を列挙しました。例えば、

高齢化によって医療や介護に関わる廃棄物が増加する可能性があること、廃棄物処理技術の進展によって廃棄物の分別排出の方法が全く変わる可能性があること、資源ナショナリズムの台頭によって資源価格が上昇し、廃棄物の資源としての価値が上昇する可能性があることなど、起こりうる変化を思いつく限り列挙しました。そして、我々のみでは網羅的に列挙することが困難と考えられた分野について、外部有識者に対するヒアリング調査を行いました。さらに、これらの変化を因果関係の表としてとりまとめ、これらの変化に関する基礎資料（過去の推移、未来の予測事例など）の収集を行いました。

以上の作業をもとに、ワークショップを開催しました。ワークショップには、学術・研究、行政、企業、非営利団体から計40名の参加をいただき、6つのグループに分かれて作業を行いました。このワークショップでは、まず、我々が因果関係表としてとりまとめた近未来に起こりうる変化を補完・修正するため、ワークショップのメンバーによって再度ブレインストーミングを行いました。次に、このようにして得られた社会・経済の変化を「重要性」及び「不確実性」の観点から評価し、重要性が高くかつ不確実性の高い変化を選定しました。起こるか起こらないか分からない（不確実性は高い）が、もし起れば重要な影響を与える社会・経済の変化は、物質フローや管理システムの近未来を大きく変えうる要



写真 ワークショップの様子

素となります。次に、この結果をもとに、近未来の物質フロー及び管理システムのそれぞれについて、大きく異なるシナリオを作成しました。この作業では、重要性が高くかつ不確実性が高いと評価された社会・経済の変化のうち、大きく異なるシナリオに導くものを2つ選定し、これらの2つの変化の2つの異なる方向性（例えば、グローバル化とリージョナル化、技術の急速な進展と緩慢な進展など）を組み合わせて象徴的なシナリオを計4つ描きました。

最後に、ワークショップの総合的な結果をもとに、国立環境研究所の関連研究者によるシナリオを作成しました。ワークショップでは、グループごとに重要性が高くかつ不確実性の高い社会・経済の変化を選定し、グループごとにシナリオを作成しましたが、ここではワークショップの参加者全体として重要性が高くかつ不確実性が高いと評価された社会・経済の変化をもとに、4つのシナリオを作成しました。我々が作成したシナリオは図のようなものです。

ワークショップの参加者全体としては、「国際市場・貿易体制の変化」「資源価格の変化」「技術の変化」といった社会・経済の変化が、近未来の物質フロー及び管理システムに重要かつ不確実な影響を与える変化として選定されました。実は、これらの社会・経済の変化は、ワークショップで列挙された他の社会・経済の変化と比較的多くの因果関係を形成していました。そこで、これらの社会・経済の変化

を中心におきつつ、これらと一体的に取り扱える社会・経済の変化について考察し、シナリオ作成のために設定したのが「貿易体制・地域社会の変化」と「資源価格の変化」の2つの変化です。図では、前者がグローバル化とリージョナル化（横軸）、後者が資源価格の大きな変化と小さな変化（縦軸）に対応しています。

グローバル化が現状よりさらに進み、資源価格が現状からかけ離れて大きく上昇しない状態が「循環資源国際流通シナリオ」です。このシナリオでは、規制緩和によって廃棄物・二次資源を自由に取引できるようになる一方で、技術レベルが現状から大きく変化しないことから、国内で二次資源を回収するよりも人件費の安い国外へ二次資源が輸出されることになると考えられます。

また、グローバル化に加え、大きな資源価格の上昇が起こった状態が「資源国際争奪戦シナリオ」です。このシナリオでは、資源価格が非常に高いことから技術も高度化し、国内での二次資源回収が進展する可能性があるとともに、廃棄物管理に関する活動の収益性が相対的に高くなり、多くの廃棄物管理が民間部門により担われることになると考えられます。

次に、資源価格が高い中で地域ブロック化の進んだ状態が「高度技術地域循環シナリオ」です。規制によって国内産業の空洞化が避けられ、廃棄物処理

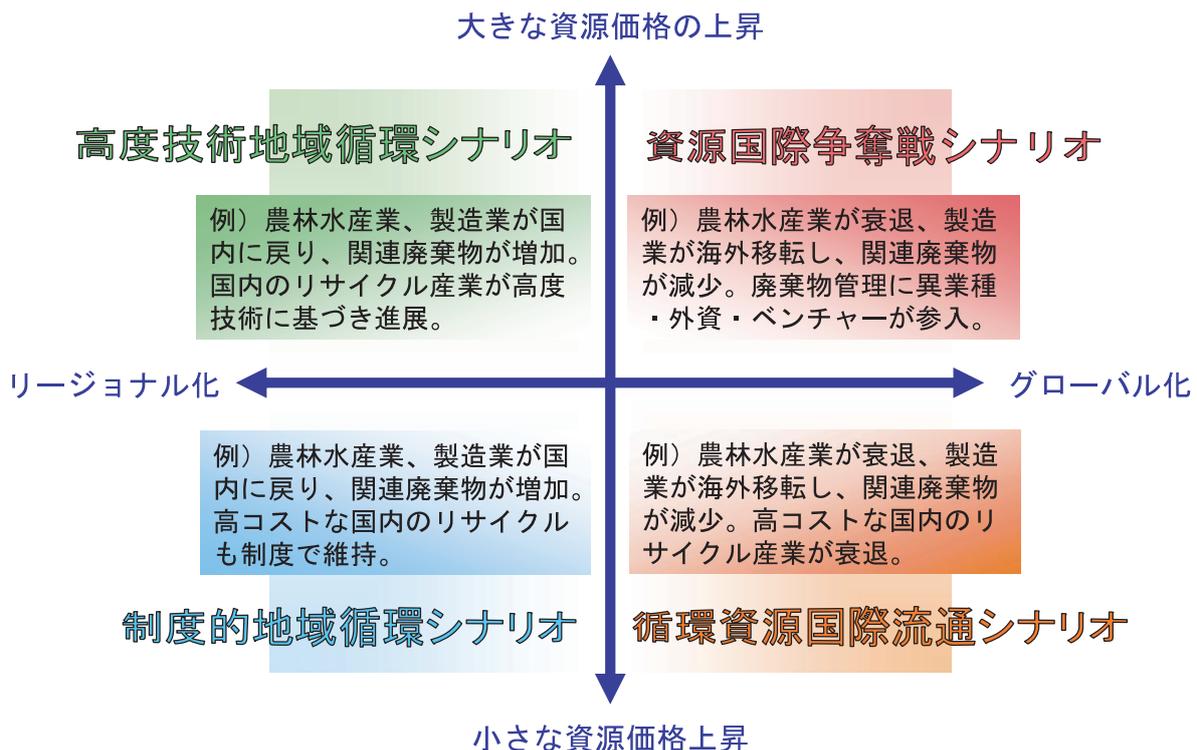


図 近未来の物質フロー及び管理システムのシナリオ

や二次資源回収が現在より身近な空間的スケールで展開され、廃棄物管理に行政が多く関与するシナリオです。

最後に、「制度的地域循環シナリオ」は、資源価格が大きく上昇せず、技術もあまり進展しない中で、廃棄物管理に対する規制や制度が積極的に導入されており、廃棄物管理や二次資源回収が地域ブロック内や国内で規制的制度的に行われる社会です。

さて、このようにして描いたシナリオは、このままいけばこうなる可能性があるという4つの異なる「なりゆき」シナリオです。次のステップとしては、それぞれのシナリオに対して問題となる変化への対応策、問題となる変化を回避する策、望ましい変化へと誘導する策、その他循環型社会の政策・事業において考慮しておくべき事項を検討する必要があります。現在そうした作業を進めており、今後それらを統合した循環型社会のビジョンを提示できればと考えています。

最後に、本研究で行ったワークショップの報告書はホームページで公開しています (http://www-cycle.nies.go.jp/jp/project/project1/scenario_ws/index.html)。ワークショップでは、参加者の方から近未来の物質フローや管理システムについて様々な視点をご提供いただいております。報告書はそうした様々な視点が収録されたある種のアイデア集とも言えます。新たな研究テーマや望ましいリサイクルの制度、将来の変化に対応した事業計画などを検討する際のヒントを発見いただければこの上ない喜びです。

(はしもと せいじ, 循環型社会・廃棄物研究センター
循環型社会システム研究室主任研究員)

執筆者プロフィール:

和太鼓の魅力にハマって8年。ドンドコ打ちまくれば気分もすっきり。ご一緒にいかがでしょうか。あなたも和太鼓の鼓動とエネルギーの虜になるはず?



【研究ノート】

無機ヒ素による発癌メカニズムの解明に向けて

鈴木 武 博

はじめに

天然由来の無機ヒ素が世界各国で健康被害をもたらしています。なかでも、中国・インド・バングラデシュなどにおいて、高濃度の無機ヒ素が地下水に混入し、それを生活用水として利用している住民に大きな被害を与えています。特に深刻な影響としては、がんの発症があります。疫学的な調査から、無機ヒ素の長期摂取により皮膚がん、膀胱がん、腎臓がん、肺がん、肝臓がんが発症することが明らかとなっているため、無機ヒ素によるがん発症メカニズムの解明は極めて重要な課題です。私達のグループでは、最近、がんへの関連が指摘されている「エピジェネティクス」に着目して、無機ヒ素がどのようにがんを発症させるのか、そのメカニズムの解明を目指して研究をおこなっています。

エピジェネティクスとは?

さて、「エピジェネティクス」とは何でしょう。日本語で表現すると、「DNAの塩基配列変化によら

ない細胞特有の遺伝子発現の変化が、細胞世代を超えて伝達される現象」のことです。例えば、人間一人のDNAの塩基配列はどの細胞でも全く同じです。しかし、DNAの塩基配列が同じにもかかわらず、体内では、それぞれの細胞が異なった臓器を作り出しています。これは体の各臓器の細胞が、臓器ごとに独自の遺伝子発現をしているからです。各臓器の細胞の形態、機能は細胞分裂をしても安定ですので、細胞には世代を超えてその細胞に特有の遺伝子発現を伝える、いわば細胞の記憶というべきものが存在していることとなります。これが「エピジェネティクス」です。生まれた時からまったく同じDNA配列をもっている一卵性双生児が、年齢を重ねるにつれて、その容姿や性格が違ってくることにもエピジェネティクスが関係していると考えられています。

エピジェネティクスの作用メカニズム

エピジェネティクスの作用メカニズムは、主に、「DNAのメチル化」と「ヒストンのメチル化」です。

メチル化とは、ある化合物にメチル基（CH₃基）が結合することです。複数のメチル基が結合することもあります。

DNA塩基配列中のシトシンとグアニンが隣り合った部分（CG配列）のシトシンがメチル化されることを「DNAのメチル化」といいます。DNA塩基配列中には遺伝子発現がスタートする部位（転写開始点）があります。転写開始点付近のシトシンが多くメチル化されている高メチル化状態だと遺伝子発現が抑制され、逆に、転写開始点付近のシトシンがほとんどメチル化されていないと遺伝子発現は活性化すると考えられています（図1-A）。

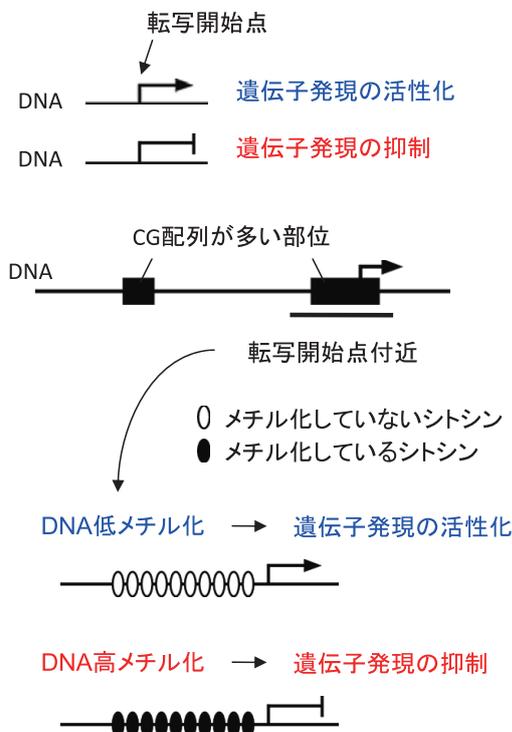
DNAは生体内ではヒストンというタンパク質に巻き付いて、非常にコンパクトな構造をしています。ヒストンテイルとよばれるヒゲのようにヒストンからはみでた部分のリシン（1文字でKと表します）がメチル化されることを「ヒストンのメチル化」といいます（図1-B）。リシンには3つまでメチル基が結合します。2つのメチル基が結合することをジメチル化、3つのメチル基が結合することをトリメチル化といいます。ヒストンのメチル化の場合、メチル化されるリシンの位置と、結合したメチル基の

数で遺伝子発現への作用が異なります。たとえば、標的の遺伝子が巻きついているヒストンH3の4番目のリシンがジメチル化されている場合、遺伝子発現が活性化します。一方で、ヒストンH3の9番目のリシン（H3K9と表します）がジメチル化されている場合と、ヒストンH3の27番目のリシン（H3K27）がトリメチル化されている場合は遺伝子発現が抑制されるなど、作用が異なります。

無機ヒ素によるエピジェネティクスの変化

最近になり、無機ヒ素によるがん発症にエピジェネティクスが関係している可能性が報告されました。その報告では、マウスに無機ヒ素を混ぜた水を18ヵ月飲ませ続けると肺がんがより多く発症し、肺がん組織では、p16^{INK4a}とRASSF1Aというがんを抑制する方向に働く「がん抑制遺伝子」の発現が減少していることがわかりました。このとき、どちらの遺伝子も転写開始点付近が高メチル化状態であったため、無機ヒ素によりDNAが高メチル化状態になり、がん抑制遺伝子の発現が減少することが肺がんの原因ではないかと推定されています。しかしながら、この実験系では、無機ヒ素を飲ませないマウスでも

(A) DNAのメチル化



(B) ヒストンのメチル化

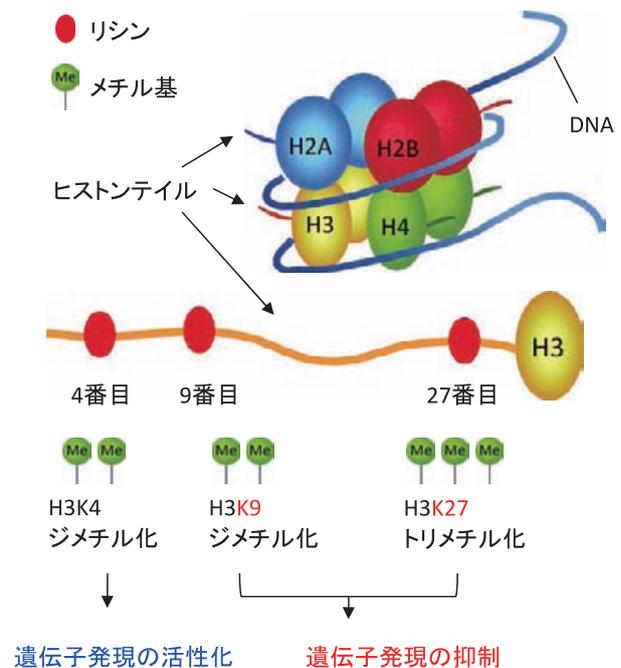


図1 DNAとヒストンのメチル化 (A) DNAのメチル化の模式図。遺伝子発現の活性化と抑制を矢印で表しています。(B) ヒストンのメチル化の模式図。ヒストンは、ヒストンH2A, H2B, H3, H4それぞれ2分子ずつから成る8量体構造をとっています。各ヒストンからヒストンテイルは出ていますが、主に、ヒストンH3のテイルが遺伝子発現調節に重要であると考えられています。

肺がんが発症する場合があります。がんが発症した組織においては、無機ヒ素を飲ませた場合と同様にがん抑制遺伝子の転写開始点付近の高メチル化状態が観察されています。つまり、無機ヒ素が直接的にがん抑制遺伝子のDNAメチル化状態を変化させたかどうかについては明らかにされていないため、これまでのところ無機ヒ素によるがん抑制遺伝子の発現調節メカニズムは詳細にはわかっていません。

そこで、私達は無機ヒ素によるがん抑制遺伝子の発現調節メカニズムの解明を目的として、50ppmの無機ヒ素をマウスのオスとメス7匹ずつに6ヵ月間飲水投与し、それぞれのマウスの肝臓と肺で検討しました。各臓器には、がんは発症していませんでした。まず、無機ヒ素でDNAが高メチル化して発現が減少すると考えられているp16^{INK4a}とRASSF1Aの発現変化を逆転写PCR (RT-PCR) 法で調べました(図2-A)。その結果、RASSF1Aの発現は肝臓でも肺でもオスでもメスでも無機ヒ素により変化しませんが、p16^{INK4a}の発現はオスの肝臓においてのみ無機ヒ素により大きく減少することがわかりました。定量的に遺伝子発現を測定するリアルタイムRT-PCR法によってもオスの肝臓では無機ヒ素によりp16^{INK4a}の発現が減少していることが確認できました(図2-B)。p16^{INK4a}は、転写開始点付近のDNAメチル化により発現が調節されることが報告されて

いましたが、実際に調べてみるとDNAのメチル化状態は無機ヒ素により変化していないことがわかりました。

先に述べたように、DNAメチル化に加えて、ヒストンメチル化もエピジェネティックなメカニズムとして重要です。無機ヒ素でp16^{INK4a}の発現が減少したので、遺伝子発現を抑制するタイプのヒストンメチル化状態を調べました。その結果、ヒストンH3K27のトリメチル化は無機ヒ素により変化しませんでした。ヒストンH3K9のジメチル化は無機ヒ素により増加することがわかりました。これらの結果から、無機ヒ素によるp16^{INK4a}の発現減少には、遺伝子発現を抑制するヒストンH3K9のジメチル化が関係する可能性が示唆されました。がん抑制遺伝子の発現減少は、がん発症に密接に関連がありますので、無機ヒ素がヒストンメチル化を介してp16^{INK4a}の発現を低下させるという今回得られた結果は、無機ヒ素によるがん発症メカニズムの一つに関与する可能性があります(図2-C)。今後は、無機ヒ素がどのようにしてヒストンのメチル化に影響を与えるのか、その分子メカニズムに迫りたいと考えています。無機ヒ素が直接作用するターゲットが分子レベルで明らかになる可能性があり、無機ヒ素によるがん発症の予防やリスク評価への応用を期待しています。

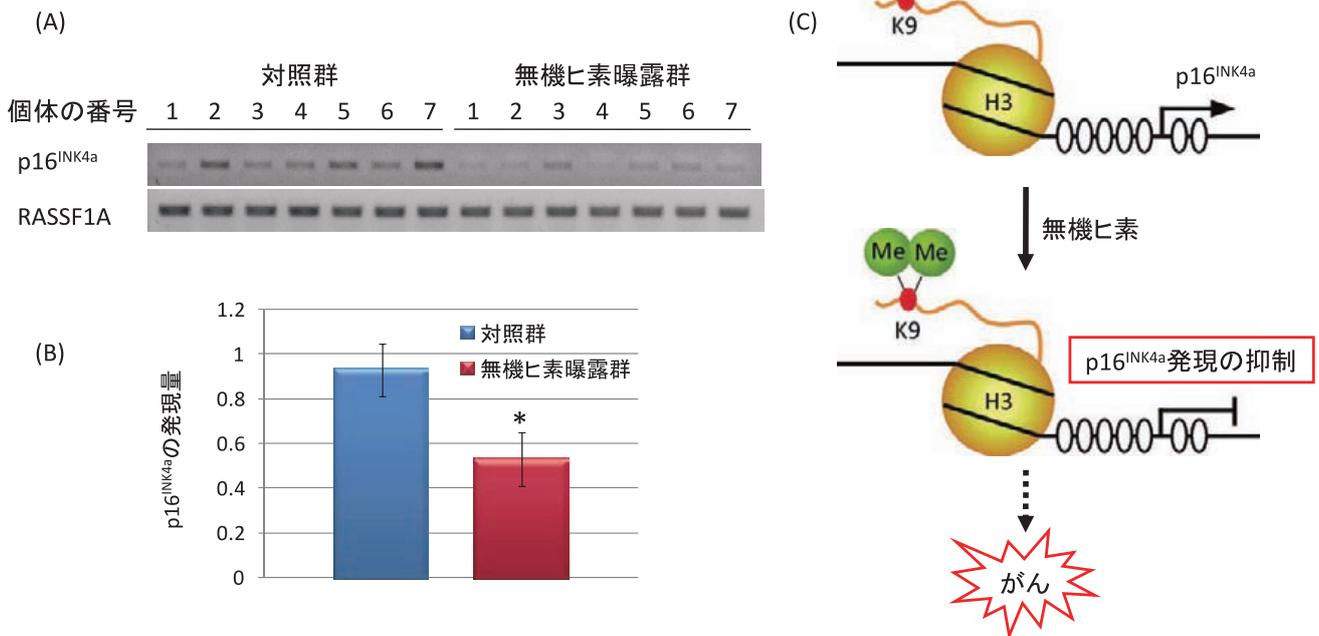


図2 無機ヒ素によるp16^{INK4a}遺伝子の発現変化とヒストンメチル化変化(オス肝臓)
 (A) RT-PCR法によるp16^{INK4a}とRASSF1Aの発現変化。バンドの濃さが遺伝子の発現量を表します。濃ければ濃いほど多く発現しています。無機ヒ素曝露の有無による遺伝子発現についてRASSF1Aでは差がありませんが、p16^{INK4a}で差があることがわかります。(B) リアルタイムRT-PCR法によるp16^{INK4a}の発現変化。*有意差p<0.05。
 (C) 無機ヒ素によるp16^{INK4a}転写開始点付近のヒストンメチル化変化の模式図。

おわりに

無機ヒ素はすでに毒性が報告されていますが、現在はわかっていなくとも、近い将来人々の健康を脅かす作用を持つ無機ヒ素以外の化学物質が明らかになる可能性があります。化学物質の人々の健康に対する悪影響の予防やリスク評価の際に重要になるのは、その化学物質の毒性発現メカニズムです。既知の様々なメカニズムに加えて、今回紹介したようなエピジェネティクス作用を介するメカニズムも、未知なる化学物質の人々の健康への悪影響の予防やリスク評価へのアプローチに非常に有用であると考えています。

(すずき たけひろ、環境健康研究領域
分子細胞毒性研究室)

執筆者プロフィール：

山形県出身のB型です。山形といえばサクランボ、ラ・フランス、日本酒など。どれもとてもおいしいです。特に日本酒（アルコール）については、生体への影響を自分の体で研究し続けていますが、耐性が高いせいか、まだ影響が出ていません。今後も成果が出るまで（←何の??）研究を続けていきます！



【環境問題基礎知識】

廃棄物海面最終処分場の役割と位置付け

遠藤 和人

家庭から出ているごみとレストランや小売店などから出しているごみ（「一般廃棄物」と呼んでいます。）を合わせると、国民一人当たり約1.1キログラムのごみを毎日出していることとなります。一般廃棄物のほとんどは自治体が集めて処理しています。毎日集められるごみのうち、87%がなんらかの形でリサイクルされたり、焼却されたりして、最終的に13%程度の残さや不要物が残ります（以上、2008年度のデータ）。これらの残った廃棄物は、主に最終処分場という施設に埋立処分しています。

最終処分場とは、廃棄物を安全に埋めるための施設で、お椀のような器の形になった封じ込め施設です。このような形状は山の谷間に作りやすいので、処分場の多くは山間部に作られます。日本には、このような内陸の処分場の他に、国土面積が小さいという理由もあり、江戸時代から続いている埋立事業の延長線上に、海につくる処分場、「海面最終処分場」があります。東京都の第14号埋立地（別名：夢の島）や大阪湾フェニックスなどが有名です。

現在では全国に80を超える海面最終処分場があります（一般廃棄物用と産業廃棄物用を合わせた総数）。実は、海面最終処分場は世界的にも珍しく、本格的に設置・活用しているのは日本だけです。こ

れは、日本が海に囲まれているというだけでなく、海洋土木技術が世界有数の高水準であることも理由のひとつです。また、一般廃棄物に対しては、総数の約半分、約40の海面最終処分場がありますが、陸上処分場は1,800カ所程度ですから、海面処分場は陸上処分場と比べて数としては少ないものの、一つ一つの処分場が大きいために、全体の約25%の容量の廃棄物を埋めています。

通常の港でも見られる光景ですが、海と陸との境界部分にコンクリートや丸い鋼製の材料で絶壁が作られていることがあります。このような構造物を護岸と呼びます。港などの護岸は、通常、水を通しやすい構造になっていて、護岸に水の重さが加わって転倒するのを防いでいます。しかしながら、処分場の護岸の場合には、そうはいきません。護岸の内部にある処分場で生じた汚濁水が、壁を通して海側へ漏れないようにすることが必要ですので、水を通さないようにし（遮水）、水圧に耐えられるように、より大きく頑丈な護岸を作っています。これを遮水護岸と呼び、水平方向に汚濁水が漏れないようにしています。また、処分場の底部については、一般的に粘土層によって遮水されています。日本の沿岸部は幸いにして遠浅で、厚い粘土層が海底に広く堆積



写真1 遮水護岸のみができあがった海面最終処分場
(大阪湾広域臨海環境整備センターホームページより引用) 面積約88ha、縦1600m×横550m

しています。この粘土層は、水を通しにくい性質をもっているため、その上に廃棄物を積み上げても汚濁物質が海底に漏れていくことはほとんどありません。したがって、海の中の厚い粘土層の上に、四角く囲んだ遮水護岸をつくれれば、海面最終処分場（廃棄物を入れる器）のできあがりです。写真1は遮水護岸のみが完成した海面処分場の空中写真です。

海面最終処分場に廃棄物を埋め立てていけば、処分場の中の水位は上昇していきます。護岸の上から污水があふれ出は困りますし、処分場の中の水位が高くなると、中の水は処分場の外へ移動しようとするので、余分な水をポンプで外に出します。その水を海へ放流する前に、ごみから溶け出した汚濁物質を処理施設で取り除く処理をし、基準値と照合して、基準値以下の水であることを確認した後放流します。この施設は、浸出水処理施設と呼ばれます。海面処分場に廃棄物を埋め続けると、やがて水面よりも上側まで廃棄物の層が達することになります。こうして、廃棄物で作られた陸地が出没します。最後に、覆土（ふくど）と呼ばれる土を50センチメートルから1メートル程度かぶせる工程を経て、処分場の埋め立てが終了します（図1）。護岸を作り始めてから、埋め立てが終了するまで、20年以上かかる場合がほとんどです。このとき、最終処分

場の中の水は残ったままですが、護岸の安定性と、漏洩防止の観点から、管理水位が保たれるよう管理されており、この管理が海面最終処分場の安全のためには不可欠です。

よく、「中の水を全部抜いてしまってもいいですか？」と尋ねられるのですが、中の水を抜いてしまうと、外からの海水の圧力で護岸が内側に転倒してしまいます。転倒しないような護岸を作ることは可能ですが、お金がかかって経済的ではないので、そのような選択は取られたことはありません。

覆土がされた海面最終処分場は、一見しただけでは、廃棄物が埋まっていることが分かりません。しかし、その下には、水没した状態の廃棄物が大量に埋まっているのです。そのため、これらからの汚濁水が処分場の外へ漏れ出すことを継続的に防ぐ工夫をしなければなりません。その対策の一つに、水が高いところから低いところへ流れる性質を利用し、管理水位（図1参照）を護岸の外側の海面よりも常に低く保つことが挙げられます。そのための技術が必要ですし、管理者に対してそれを守って頂くための規則も作っていかねばなりません。もちろん、その土地をむやみに掘り返すことも許されません。これらのことを守ることが、海面処分場やその跡地を安全に利用するために必要です。現在は、これら

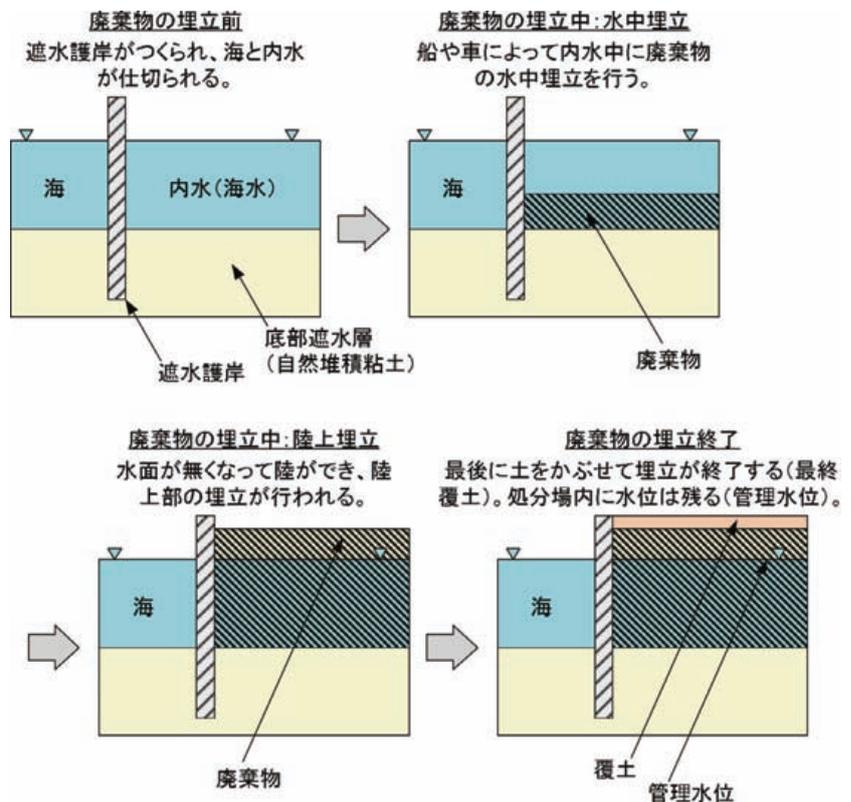


図1 海面最終処分場の埋め立ての方法

海面処分場特有の技術開発と管理制度作りを行っているところです。

我が国の陸上の処分場の平均的な大きさは約2万立方メートルと小規模であることに比較して、海面処分場では約20万立方メートルもあります。処分場を作るのに必要な経費をみると、埋め立てられる廃棄物1立方メートルに対して、海面は6,000～15,000円程度であり、陸上の10,000～40,000円程度と比べて割安になっています。また、安全に跡地利用できる技術と管理体制が伴えば、臨海部に東京ドームの何倍にもあたる広大な土地を生み出すこととなります。

最終処分場の建設は各自治体にとって数十年から数十年に一度のことですので、建設や維持管理に精通した人材を確保することが難しいのが現状です。収集運搬の対象範囲が広い広域の海面最終処分場の場合、専門的な知識を持っていたり、最終処分場の建設や維持管理を経験した人材（技術者）を周辺の自治体から探し出して集めることが可能になり、より安定した施設整備・運営を行えるという特徴もあります。

海面最終処分場では、処分場自体をどこに建設することが廃棄物物流の観点から優位であるのか、などの社会科学的問題、海洋への汚染物質の漏洩に対する正確なモニタリング技術、管理水位を保ち続けるための制御技術などの研究開発が課題として残されています。また、自然災害に対する安全性の向上にも目を向けなければなりません。技術と制度の両

軸からのアプローチが必要とされています。

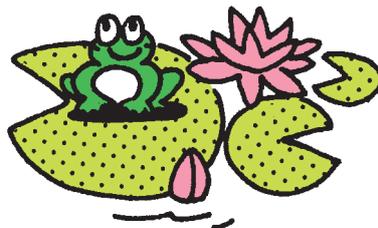
将来、ごみの減量や再使用、再利用がどんなに進んでも、人間がまったくごみを捨てなくなるわけはありません。産業界においても、製品を作った時に出てくる副産物の全てを再利用することは困難です。したがって、私たちは、廃棄物を埋め立てて処分する場所をどこかに確保しなければなりません。より安全に、より経済的に処分場を整備していくための解決策の一つとして、国土の狭い日本では海面最終処分場にも着目する必要があります。このまま、ごみの排出量が減少を続け、リサイクル率が向上し続ければ、もしかすると、海面処分場だけで全ての埋めるしかない廃棄物を受け入れることができるようになるかもしれません。そのためにも、海面最終処分場の利点と欠点を意識し、新しい技術を取り入れながら処分場の整備をしていくことが大切です。

（えんどう かずと、循環型社会・廃棄物研究センター
資源化・処理処分技術研究室主任研究員）

執筆者プロフィール：

「研究や検討会で携わった最終処分場が、将来、負の遺産にならないようにすること」を心がけ、直接携わっていても、研究成果がその役に立つことを意識しています。

研究とは関係ありませんが、趣味で始めた熱帯魚やエビの繁殖が順調であるほどに水槽が増え、築30年を超える官舎の床が抜けないことを祈る毎日です。ただ一つ後悔することは、キャットフィッシュに手を出したこと……。いやはや、でかい。



【研究所行事紹介】

科学技術週間に伴う一般公開「春の環境プチ講座」開催報告

一般公開実行委員会事務局

4月18日(土)に国立環境研究所のつくばキャンパスにて科学技術週間に伴う一般公開「春の環境プチ講座」を開催しました。春のうららかなお天気の中、緑豊かなつくばキャンパスに562名もの皆様に足を運んでいただきました。スタッフ一同心より御礼申し上げます。

さて、「春の環境プチ講座」のタイトルからもおわかりのように、国立環境研究所の研究活動をわかりやすくご紹介するため、研究所で取り組んでいるさまざまな研究分野の中から、今回は環境と健康、バイオとエコ、地球温暖化などに関する9つのトピックをとりあげました。どの講座も環境問題に関心をお持ちの多くの方にご参加いただくことができました。また、展示コーナーでも研究者の説明に熱心に耳を傾ける来場者の方の姿が多く見受けられ、環境問題が皆様の身近な関心事項となりつつあることを実感いたしました。

講座だけでなく、自転車発電や4つのタイプの電動自転車の試乗会、クイズ形式で国立環境研究所のコンテンツを紹介するインターネットDE環境学習など、実際に体験しながら環境問題を楽しく理解していただくための参加型イベントにも多くの皆様に楽しんでご参加いただけたようです。また、所内ミニツアーでは新緑が美しいキャンパス内を散策しながら、普段ご覧いただくことのできない施設を紹介いたしました。

私たちの生活の中には、テレビや新聞、雑誌などから環境問題についてさまざまな情報が発信され、環境について考える機会が非常に多くなってきました。そんな中で一般公開は国立環境研究所の研究活動を直に知っていただく良い機会と思っております。今後とも私たちの研究活動をよりわかりやすくご理解いただけるよう努力をしておりますので、ご期待ください。

パネル展示と
インターネットDE環境学習



所内ミニツアー
緑豊かなキャンパス内をご案内



「衛星からどうやって
温室効果ガスを測るの？」

「夏の大公開」開催のお知らせ

一般公開実行委員会事務局

7月25日(土)に国立環境研究所つくばキャンパスにて「夏の大公開」を開催します。普段ご覧いただくことのできない施設を公開するほか、高所作業車に乗って地上15mからサーモカメラで地表や建物の表面温度を観察する体験イベントや土の中の生き物を観察する体験学習、MRI(磁気共鳴撮像法)で撮った脳の輪切り画像の展示、藻類やダイオキシンに関するクイズ、ペットボトルを使って雲を作る実験、「ココが知りたい温暖化」の講演会など、子どもから大人まで環境問題を一緒に考えることのできるさまざまな企画を多数準備しております。

また、今年も同日公開予定の産業技術総合研究所と協力してTXつくば駅から無料循環バスを運行する予定です。環境負荷の低減のため公共交通機関を是非ご利用下さい。

皆様のご来所を心よりお待ちしております。

開催日時：平成21年7月25日(土) 9:30～16:00(受付は15:00終了)

場所：国立環境研究所つくばキャンパス(つくば市小野川16-2)

参加方法：当日受付・参加無料

(15名を超える団体については、事前にご連絡ください。)

問い合わせ先：029-850-2453

<平成20年度の「夏の大公開」の様子>



さあ、エコハカセに会いに行こう！



ココが知りたい温暖化



地上15mから見る熱の世界

新刊紹介

国立環境研究所研究計画 平成21年度 AP-9-2009 (平成21年6月発行)

本書は、平成21(2009)年度に国立環境研究所において実施する研究計画の概要を示したものです。第二期中期計画(平成18～22年度)にのっとり、「重点研究プログラム」、「基盤的な調査・研究活動」および「知的研究基盤の整備」の3つに分けた構成となっております。「重点研究プログラム」では、各プログラムの全体の計画を包括的に記載した後に、構成する各中核研究プロジェクトの全体計画(概要)とそれに含まれる(又は関連する)研究課題一覧を掲載し、つづいて関連研究プロジェクトおよびその他の活動のそれぞれに含まれる(又は関連する)研究課題一覧を掲載しています。「基盤的な調査・研究活動」および「知的研究基盤の整備」では、各研究領域、センター、グループにおける各活動に関わる全体計画と研究課題一覧を掲載しております。研究計画データベースに登録された研究課題は360課題に及びます。(研究企画主幹 小倉 知夫)

表彰

受賞者氏名：中島謙一

受賞年月日：平成21年3月28日

賞の名称：澤村論文賞(日本鉄鋼協会)

受賞対象：New EAF dust treatment process with the aid of strong magnetic field

受賞者からひとこと：このたび(社)日本鉄鋼協会より、学術上・技術上有益な論文に与えられる「澤村論文賞」を授与されました。

受賞対象は、「NEW EAF Dust Treatment Process with the Aid of Strong Magnetic Field」となっておりますが、LAMS(Lime addition and Magnetic Separation Process)と名付けた製鋼工程から発生するダストからの垂鉛回収エコプロセスに関する研究です。このプロセスは、従来型のコークスを利用した還元処理と再酸化反応を利用した垂鉛回収プロセスと比較して、コークスが不要となるため二酸化炭素の発生量の削減を期待できる技術です。このような技術開発においては、材料技術に係るミクロな視点と環境問題を考えるマクロな視点が必要不可欠であると考えております。今後も材料科学と環境の二つの視点から研究活動に取り組んでいきたいと思っております。

受賞者氏名：肴倉宏史

受賞年月日：平成21年3月31日

賞の名称：日本鋳業協会賞(日本鋳業協会)

受賞対象：非鉄スラグ製品の有効利用におけるリスク解析調査

受賞者からひとこと：路盤材やコンクリート骨材などとして非鉄スラグ製品が一般環境中で利用される際の、短期および長期的なリスクの可能性について、現場調査や室内試験を組み合わせながら、様々な角度から検討を行った解析調査の成果に対して評価をいただきました。鉄鋼スラグ、非鉄スラグ、石炭灰などの産業副産物や廃コンクリートなどの建設副産物は発生量が膨大であるため(合計すると年間約1億トン。さらに、建設発生土は約3億トン)、十分なリスク管理をしながらの循環利用の仕組みを作らなければなりません。本調査は、そのためのリスク評価の礎となる考え方と具体的手法を示すことができたものと自負しています。

受賞者氏名：肴倉宏史

受賞年月日：2009年5月25日

賞の名称：廃棄物資源循環学会奨励賞(廃棄物資源循環学会)

受賞対象：廃棄物に対する真摯な研究

受賞者からひとこと：循環型社会の形成に向けて、日々大量に発生する多様な廃棄物や副産物を、安全性を確保しながら円滑に利用を進める必要があります。今回の受賞は、廃棄物や副産物を建設系再生製品として利用するための環境安全評価方法を開発し、廃棄物資源循環学会における規格案として提出した成果を認めていただいたものです。また、当学会の研究発表会代表幹事として中心的に貢献していることに対しても高い評価をいただきました。受賞を励みに、資源循環・廃棄物処理の理想的な姿を追求し、その実現に向けて社会に少しでも貢献していきたいと思っております。

木漏れ日便り

ページの余白を埋める木漏れ日便りは、不定期に出番がやってきます。久しぶりの登場となる今回は、まるまる空いてしまった1ページをそっくりもらってお届けします。

今号の表紙では環境研の構内で見られる野生の植物4種の花を紹介しています。これらはいずれも日本列島の在来種、すなわちもともと自然に生育していたものです。けれども、私たちの身の回りには近年になって日本の外から入ってきた外来植物もたくさん生えています。それらは人間が意図的に持ち込んだ園芸品種が逃げ出したものや、気がつかずに持ち込んでしまったものがいつのまにか定着してしまったものです。人間の活動の影響を強く受けている場所では、むしろ外来の種類の方が多くくらいです。環境研の構内やその付近でも、いくらでも外来植物を見つけることができます。これらの植物自身になんの罪もないのですが、きれいだなど手放しで愛でる前に、こんな花が咲き乱れる様子は100年余り前の日本では決して見られなかったし、これらの種類がはびこったために在来種が隅に追いやられているかもしれないことを、ちょっと頭に浮かべてください。(竹中明夫)



セイタカアワダチソウ(左)は外来植物というとなまず名前があがる。北アメリカから観賞用に持ち込んだものが、20世紀半ばから急速に広がった。マツバウンラン(中)も北アメリカ原産で、1940年代に入ってきたらしい。芝生に侵入しているのをよく見かける。ナガミヒナゲシ(右)は地中海沿岸原産で、1960年代に定着。環境研前的大通り沿いに繁茂している。



ワルナスビ(左)は北アメリカ原産で、20世紀のはじめに牧草といっしょに入ってきて定着し、日本各地に広がった。ブタナ(中)はヨーロッパ原産で、1930年代に定着が観察されている。環境研の芝生でもふつうに見られる。ニワゼキショウ(右)も芝生などでよく見られる。北アメリカから、19世紀の終わりごろに入ってきたとされている。

編集後記

今回の編集会議で議論となったことの一つに、最終処分場に関する記述の問題がありました。研究あるいは行政的な視点のみからの記述の仕方では不十分であり、最終処分場の建設を受け入れることになる自治体やその場所に住む人たちの

事情・心情に十分配慮した記述にしたいとの意見が出されました。私自身はこれまで専ら自然科学的な側面から研究を行ってきましたので、人間の関わる環境問題に取り組む難しさを感じた一幕でした。(H.A.)

編集 国立環境研究所 ニュース編集小委員会
発行 独立行政法人 国立環境研究所

〒305-8506 茨城県つくば市小野川16番2
連絡先：環境情報センター情報企画室
☎ 029 (850) 2343 e-mail pub@nies.go.jp