

# 記 録

文書番号	SCJ第20期 200828-20600600-010
委員会等名	日本学術会議 健康・生活科学委員会，環境学委員会合同 環境リスク分科会
表題	第20期 環境リスク分科会活動記録 —リスク概念の普及と啓発—
作成日	平成20年(2008年)8月28日

※ 本資料は、日本学術会議会則第二条に定める意思の表出ではない。

掲載されたデータ等には、確認を要するものが含まれる可能性がある。  
る。

この記録は、日本学術会議健康・生活科学・環境学委員会合同環境リスク分科会の活動記録を取りまとめ公表するものである。

日本学術会議健康・生活科学・環境学委員会合同  
環境リスク分科会

委員長	内山 巖雄	(連携会員)	京都大学大学院工学研究科教授
副委員長	吉野 博	(連携会員)	東北大学教授
幹事	益永 茂樹	(連携会員)	横浜国立大学大学院環境情報研究院教授
幹事	村田 勝敬	(連携会員)	秋田大学医学部教授
	鈴木 晶子	(第一部会員)	京都大学大学院教育学部教授
	岸 玲子	(第二部会員)	北海道大学大学院医学研究科教授
	有菌 幸司	(連携会員)	熊本県立大学環境共生学部教授
	浦野 紘平	(連携会員)	横浜国立大学大学院環境情報研究院教授
	片山 倫子	(連携会員)	東京家政大学家政学部教授
	實成 文彦	(連携会員)	香川大学医学部教授
	清水 英佑	(連携会員)	東京慈恵会医科大学 名誉教授
	田邊 信介	(連携会員)	愛媛大学沿岸環境科学研究センター教授
	丹羽 太貫	(連携会員)	放射線医学総合研究所 教授
	宮下 和久	(連携会員)	和歌山県立医科大学教授
	吉村 健清	(連携会員)	福岡県保健環境研究所所長

## 目 次

1	設置目的	1
2	第1回公開シンポジウムの記録	2
(1)	提案書	2
(2)	講演内容要旨	4
3	第2回公開シンポジウムの記録	12
(1)	提案書	12
(2)	講演内容要旨	14
4	第3回公開シンポジウムの記録	21
(1)	提案書	21
(2)	講演内容要旨	23
5	環境リスク分科会審議経過	30

## 1 設置目的

- (1) 所属委員会：環境学委員会，健康・生活科学委員会
- (2) 委員の構成：20名以内の会員または連携会員
- (3) 設置目的：環境リスク対応とは，人と生物および生態系全てを念頭に置き，環境リスクの科学的な評価，リスクマネジメント，リスクコミュニケーションなど（1部から3部にまたがる）多くの学問領域の協力と専門的な知識が不可欠の分野である。しかし日本では社会の中での位置づけが弱く，またこれまで学としての確率や次代の専門家を養成する教育体制の整備も十分でなかった。アスベスト問題に代表されるように国民の命と健康に関する大きな犠牲と多大な修復・補償費用が必要になることが起こりうることを肝に銘じ，わが国で21世紀に環境リスク評価・リスクマネジメントおよびリスクコミュニケーションを含む科学的な環境リスク対応の諸科学を発展させること，アジア諸国をはじめとする諸外国との国際協力，専門家の育成を一層はかることを目的として本分科会を設置した。
- (4) 審議事項：①環境リスク対応に関する分野の連携，及び当該分野の研究発展を期するための調査審議ならびに情報発信に関すること  
②環境リスク対応に関する人材養成について
- (5) 設置期間：常設
- (6) 当面の活動方針：関連学会と協力して，年1~2回の公開シンポジウムを開催し，環境リスク概念の普及，啓発につとめることとした

## 2 第1回公開シンポジウムの記録

### (1) 提案書

第1回公開シンポジウム「健康リスクとリスクコミュニケーション」

主 催 日本学術会議健康・生活科学委員会・環境学委員会合同  
環境リスク分科会

共 催 第80回日本産業衛生学会

日 時 平成19年4月27日（金）14:00～16:00

場 所 大阪国際会議場 会議室 702

#### 開催趣旨

現代社会に住む我々は、多くの環境リスクに曝されている。特に石油化学の発展以後多くの化学物質にとり囲まれ、カネミ油症事件、ダイオキシン類、いわゆる環境ホルモンといった問題が次々と起こり、健康リスクに対する国民の不安が高まっている。これらの問題は、従来の安全か危険かという二分法ではなく、「リスク」という一種の確率の概念で捉えられるようになってきているが、一般国民の理解はまだ十分とは言えない。リスクに関する正しい知識を共有し、リスクを削減していくための手段としてのリスクコミュニケーションに関しても同様である。本シンポジウムでは、リスク社会、化学物質、放射線の健康リスクをとりあげ、どのようにリスクコミュニケーションを考えて行ったらいいのかを、主に衛生学の専門家、行政、市民と意見を交わすことを目的としている。これらのシンポジウムを通して得られた情報や資料を基にして、日本学術会議の対外報告に資する。

#### プログラム

#### 14:00～14:05 開会挨拶

岸 玲子（北海道大学大学院医学研究科予防医学講座公衆衛生学分野教授，日本学術会議会員，日本学術会議健康・生活科学委員会パブリックヘルス科学分科会委員長）

#### 講演

座長：内山 巖雄（京都大学大学院教授，日本学術会議連携会員，日本学術会議健康・生活科学委員会・環境学委員会合同 環境リスク分科会委員長）

清水 英佑（東京慈恵会医科大学教授，日本学術会議連携会員）

#### 14:05～14:35

##### (1) 「リスク社会を生きる知恵とは」

鈴木 晶子（京都大学大学院教育学研究科教授，日本学術会議会員）

14:35～15:05

(2) 「リスクの実体とリスクの受容：放射線はどれほど危険か」

丹羽 太貫（京都大学放射線生物研究センター教授，日本学術会議連携会員）

15:05～15:35

(3) 「曝露と健康リスク」

吉村 健清（福岡県保健環境研究所所長，日本学術会議連携会員）

15:35～15:55 質疑・応答

15:55～16:00 閉会挨拶

有菌 幸司（熊本県立大学環境共生学部教授，  
日本学術会議連携会員）

## (2) 講演内容要旨

### リスク社会における科学コミュニケーションの意義について

鈴木晶子 (京都大学)

#### I 「科学—社会」関係の変容と科学コミュニケーションの必要性

「科学コミュニケーション」という言葉は比較的新しい言葉である。これは、近年、持続可能な宇宙、持続可能な社会の実現ということが意識されるようになることで、科学自体の在り方に対して、新たな見方が生じてきたことと深い関係がある。科学は人類の発展に大きく貢献してきたが、他方、科学はこれまで自然環境や社会に対して、持続可能性という大きな総合的なパースペクティブから十分な検討をすることなく、それぞれの個別領域での先鋭的な試みによって、自然や社会に必ずしもプラスの影響のみを与えてきたとはいえない。社会のために、社会とともに、つまり社会と共存するような科学を目指して、科学がその営為に対する自己制御への配慮をしてきたかという、どうも十分ではなかったという認識である。この反省の上にたち、自然や社会と新たな関係を結ぶことが21世紀の科学にとって重要な事柄となってきた。と同時に、科学者の社会における役割も一層重要性を増してきた。

では科学と社会の関係はどのように変化してきているのだろうか。これまでは、科学者は、その科学の専門性に基づき、有用な知識を提供し、一般の人々がそれぞれの意思決定をするための助言をすれば十分だと考えられてきた。科学者は常に「世界についての知識をより多くもっている者」であり、一般の人々を「啓蒙」していくことが役割であると考えられていたのである。これは、近代啓蒙の考え方に基づいた「科学と社会」の関係だといえる。しかし、現代では、こうした古典的ともいえる啓蒙の発想で「科学と社会」、「科学者と一般の人々」との関係を捉えているだけでは不十分な状況が明らかになってきた。

#### II 生命のリスク・マネジメントのための科学コミュニケーション

近代医学はこれまで、その医療技術や医薬品の開発を通して、人間の生命をどれだけ長く維持させることができるかに集中してきた。しかし、人間がその生をどう生きるのかということは、その長さではなく、むしろ質にあるのではないか、つまり生きることの質こそが重要であるという考えへと移行するにつれ、医学の側でも、延命治療のみをよしとする発想に対して、今日では慎重な態度で臨む傾向が強まってきている。人体に強い侵襲性のある治療をするよりも、完全治癒の可能性が見込めないのならば、残された時間を充実した状態で過ごしたいという選択をする人も増えてきている。また、医療技術の進歩に伴い、人間の生命体という個体としての終焉を何に基づいて判定するのかという議論が新たに生じてきている。医療を受ける側からすれば、延命治療を受けるか、受けないかという決定を自ら下す権利があることを今では主張することができるようになってきている。この患者に保障された自己決定の権利は、これまでとは少し性格を異にする難しい問題を生じさせている。

延命治療を受けるか、拒否するかということを、まだ意識のはっきりした状態のときに患者自らに署名させる「リビング・ウィル」という制度は、日本ではなかなかうまく機能していない。というのも、まさに近代法にもとづく権利としての自己決定ということが日本の社会に十分に定着していないということはもちろんその背景にある。医師の側からすれば、予め患者の意思を確認しておくことで、臨終を迎える際に様々な形で起こりえる事態に備えることが可能になる。医療裁判で患者の遺族から訴えられることのないよう、また患者の本当の意思に沿った治療を完結することができるよう、このリビング・ウィルは重要な手続きであることはもはや疑問の余地はない。もちろん、この手続きは患者の権利をも保護するものであることは確かである。

しかし、終末期医療の現場では、事態はそれほど単純ではない。自らの死に対してどのような形を望むかということ、終末期にある患者が冷静に判断するというのは、大変難しいことである。それは、病状の進行状態によって、患者自身の考えが様々に変化していくということだけではない。患者を取り巻く家族や親族の意向も日本では大きく関係してくるのである。確かに、決定権は患者自身にあるとはいえ、患者は家族が何を望んでいるのか、家族の思惑を推し量りながら、この世に残していく家族が自分を看取った後で最も納得できる状態を推測したりする。個人の意味を中心という近代的な法の考え方だけでは、この周囲の人々との関係性のなかで生きる人間の裁量は割り切れない場合も多い。個人の主張を最大限優先するという原則がたとえあったとしても、関係性の中で生じる心理面の微妙な要素を考慮に入れなければ、終末期における患者の自己決定は、患者の心の壁に寄り添った十分な意義を持ち得ないと言わざるを得ないだろう。

こうした決定の場面において、医師は、いわゆる「インフォームド・コンセント」によって、医療の専門的知識を患者に説明し、患者の自己決定を尊重すべきであると今日ではいわれている。専門的知識を持たない患者は医師の言うことをきいていけばよい、という旧来のパターンリズムは批判の対象となっている。医師は患者を説得してはならない、患者自身で自分のことを決定できるよう、医師は説明に留めるべきだ、というわけである。患者自身も自らが受ける医療行為に対して、自らの意思で受けることを決定しなくてはならない。つまり、患者も患者として自律せよ、というわけである。旧来のパターンリズムの弊害に自覚的な患者は、インターネットの医学情報や専門的な医学書や雑誌論文まで自ら勉強し、専門的な知識を収集して、自ら決定を下そうとする。ただ、必ずしも素人の判断では十分に理解できないほどの溢れる専門的な情報に翻弄され、より自らの病状への不安をかきたてられてしまうという場合もないとはいえない。

例えば、手術の成功率について、医師はよく統計数字を引いて患者に説明しようとする。「その手術の成功率は80%です」と医師が口にするとき、医師にとってその80%という数字はあくまで統計上の数字にすぎない。しかし、その数字を聞かされる患者にとっては、意味は全く異なるのである。80%、つまり10人に8人はその手術が成功すると考えるならば、あとの2人は失敗するということへと意味合いは変化するのである。手術が失敗するというその2人のうちの一人にもし自分がなってしまったとしたら……、という具合に、統計数字はそこでは患者という個人の身の上で生じる出来事としての数字なのである。この点に医療従事者は十分に敏感でなければならないだろう。

また、手術に伴って避けることのできない手術後の後遺症についても、最近では医師は丁寧に説明する。しかし、手術をするかどうかの決断の瀬戸際に立つ患者やその家族にとっては、その説明は頭には入ったとしても、わが身に実際に起きる具体的な事柄としてまで、理解しているかと



いうと必ずしもそうではない。手術後実際にそうした障害をもってから、なんでこんなことになったのだらうと思ひ、手術前の医師との面談で記録していたメモを見てみたら、きちんとそこには障害についての医師の説明が記されていたというケースも少なくない。まさに knowing と understanding の間には大きな距離があるといえるだろう。科学者と一般の人間との間には、同じ数字を前にしても、同じ情報を前にしても、科学の一般的命題とわが身に起こる事柄という大きな溝が横たわっているのである。それゆえにこそ、医師の側にも、患者に「適切な形で、適切な量の知識を、患者の理解度に応じて提供する技」、いわば科学コミュニケーションの技法が洋の東西を問わず、ますます求められるている。

### III リスク社会を生きる知恵を育むための科学コミュニケーション

リヴィング・ウィルやインフォームド・コンセントにおける科学者と一般人の間に横たわる溝をどう埋めていったらよいのか – その解決策として、科学コミュニケーションの活性化が重要な鍵となるだろう。また、その科学コミュニケーションの基礎には、最も広義の「リスク」への認識が有効ではないかと考えられる。リスク Risiko という言葉はもとアラビア語を語源としており、人間の力では及ばない範囲を認め、あとは神にゆだねるという信仰の民の知恵でもあったといわれている。リスクは危険というものとは異なり、ただ避ければよいものではないのである。リスクをゼロにすればよいという発想は、リスクと危険とを同じものと考えたり、混同することから生じたものだといえる。競馬やカードで賭けのゲームをしたりといった場面は、かけ金が多ければ多いほど回収できる利益も多いという具合に、リスクとうまく付き合っていくことが求められている。経済行動においてリスクは当然つきものだという前提で考えられていることは周知の通りである。また、よく考えてみるならば、人生にもリスクはつきものだといえるだろう。まさに、どの学校に行くか、どんな仕事に就くか、どんな人を生涯のパートナーとして選択するのか、何を食べるのか、何を飲むのか、目的地に行くためにどんな乗り物に乗るのか、など等、人生はリスクで満ち満ちているともいえる。

ただし、自然破壊、環境破壊が進み、人間を脅かすような様々な要因が指摘されるにつれ、環境リスクという概念が近年では登場してきた。環境そのものが人間にとってリスクとなり得るといふ発想のもとに、自然災害も含め、人的な要因でもたらされる環境による被害は、多くの場合、人間自身もその環境の一部であるという自覚の欠如によって、人間自らがそれを引き起こしたのだという指摘もある。人為的要因の有無を云々するにせよ、しないにせよ、環境によってもたらされるリスク、環境リスクは、専門家と一般人の間の溝をますます深める方向へと向かわせている。なぜなら、食品衛生や環境汚染といった環境リスクについては、科学者・専門家のほうがより多くの情報を有しており、素人はその情報をあまり有していないがために、より不安を抱かざるを得ないという状況に陥り易いからである。情報の量と質とが環境リスクに対処する際のパフォーマンスにおいて決定的な要素となっていること、これは環境リスクの特徴だといえるだろう。この環境リスクへの認識は、専門家が予防と予防のための啓蒙活動へと走るよう拍車をかけていく傾向がある。より情報を有していたにもかかわらず、リスクへの十分な対処ができなかった場合に、専門家は責任を負わなくてはならなくなる。日本では「転ばぬ先の杖」という言い方があるが、転んでしまわないようにいかに杖を用意するのかということが、専門家に求められ、さらに、専門的知識を十分にもちながら、その杖

を用意しなかったことが、専門家の無責任として問題になるのである。

いかに正しく恐れるか —これがリスク・マネジメントでは重要な鍵となる。情報を鵜呑みにして過度に恐れてもいけないし、かといって、事態を甘くみてもいけない。この適度な恐れ、適度な緊張感を保つバランス感覚、極大と極小との間の黄金なる中 (die goldene Mitte) を知ることが求められている。環境リスクの管理と危険予防という近年の一連の動きが、科学者と一般人の間に、専門的知識の量と質の面での格差を大きくさせてきたという事態は、科学者の優位性への認識をより強め、一般人の不安感は増大させていきつつある。そして、リスクと付き合う、未来と付き合う人間の能力、センス、勘といったものを減退させていきつつある。これは実は科学者にとっても、油断できないサインだといえるだろう。日常を生きる人間の知恵、生きものとしての感覚、勘というものは、実は科学者にとっても重要なものである。

近年の日本では、医療や交通などの分野で専門家の初歩的なミス、不注意によるミスや日常感覚の欠落によるミスが多発し問題になっている。先だっても、高度な専門的な養成を受けた看護師が乳児を入浴させる際に、自分の手で湯の温度を確認することなく、温度計の数字だけをたよりにしたために、乳児に火傷を負わせてしまうという事故が起きた。温度計が故障していたという。自分の子どもを湯につからせようとする母親の感覚があったなら、自分が気持ちのよい温度かどうかをみるために、自然と手は湯の温度、その按配を測っていたはずである。高度な知識や技術を駆使する専門家にこそ、この日常的な感覚が重要となってくるよい例だろう。

#### IV リスク・マネジメントに求められる日常感覚と科学コミュニケーション

科学コミュニケーションというと、科学館や未来館など社会教育施設での講演や科学実験の体験教室を思い浮かべるのが一般的かもしれない。科学コミュニケーションは、科学者が一方的に科学の知見を一般の人たちに伝達することではない。近代啓蒙の図式のように、科学者が高踏的に教え込むという形態を意味してはいないのである。科学コミュニケーションは、一般人と同じ目線で対話することを通して、日常的な感覚と科学の先端とをすり合せ、共有していく道を見つけていく場であり、科学的知見と常識との距離を相互に翻訳しあうことで、科学的センスと日常的センスとを磨いていく場でもあると位置づけられる。

科学コミュニケーション活性化というここ5年ほどの様々な試みはそれなりに成果を挙げつつある。多くの科学館、博物館をはじめ学校や社会教育施設での科学コミュニケーションを念頭においた催しは非常にさかんになりつつある。しかし、科学コミュニケーションと銘打ったこうした催しもって、科学コミュニケーション振興を企図することでは、今後は不十分だろう。科学コミュニケーション活性化は新たな展開の次期にきているように思われる。科学の知見をもとに語り合うという場作りでは、やはり、科学の側からその知見を社会へいかにして還元するのかという視点が先行しがちである。科学者はもちろん、一般市民も科学の成果を「いただく」という発想が主導的になってしまふ。これでは、人間の生活の様々な層に深く入り込み、自らの生命の明日を考えるようなリスク・マネジメントの知恵にまで科学が浸透していくことは難しい。また、科学者自身も一人の人間としての日常を送っているという感覚や、専門家であるがゆえに見えなくなっている様々な観点到に気づかせてもらうという姿勢を、そうした講演や講義の形態でのコミュニケーションだけで養うには不十分であろう。

専門家と一般人間のコミュニケーションは、実は、毎日の市民生活、例えば医療の現場、法や政治の現場など様々な場で既に行われてきているのだという視点が今後重要になってくるだろう。専門家の立場と一般市民の立場とが、双方の立場を守るために切実な交渉を必要とする場面もまた、科学と社会の重要な接点である。まさに、己の生命を守る、己の職務を全うするためのリスク・マネジメントの現場においてこそ、科学コミュニケーションの能力が生きてくるといえるだろう。専門家そして市民双方が自らの立場を守り、互いの視点の違いを違いとしながらも共有の認識や理解に向かって意思疎通を図っていくことが求められるリスク社会の様々な局面をも科学コミュニケーションの場として捉えなおし、対話の能力を養う場としていくような試みがこれからますます重要になってくるのではないだろうか。

## リスクの実体とリスクの受容：放射線はどれほど危険か

丹羽太貫（京都大学放射線生物研究センター）

放射線の生物作用はこの10年で研究が飛躍的に進展して、DNA損傷の修復や細胞死、さらには突然変異誘発に関与するいわゆる放射線応答の分子機構の詳細が明らかになってきた。このなかでたとえば損傷修復機構についてみても、これは放射線損傷のためのものではなく、ゲノム維持機構の一部として、さらに根源的な意味をもつことが明らかになってきた。すなわち、生命は動的平衡で維持されており、生きる行為そのものに付随して遺伝子DNAには日々損傷が生じ、これに適正に対処することで生命が維持されている事実と、その対処機構としての放射線応答の位置づけが明らかに羅漢になってきた。そしてこの「適性に対処する」中身についても、まったく間違いを起こさないで対処するのみではなく、突然変異誘発を織り込み済みでの対処もあり、生命は多様な機構を利用していることも明らかになってきた。このような視点からすると、損傷と修復と細胞死のバランスで保たれているという生命の実体が見えてくる。我々の健康も同様で、生体のいろいろな機能により健康とその破綻の動的平衡の綱渡りが見えてくるようである。

とは言っても放射線について言うと総論的な動的平衡などでおさまりがえっているわけにはゆかず、発がんが結びついているのでどうも悪いイメージがつきまとう。しかしながら、放射線がどれほど怖いものなのか、どのようながんをどの程度誘発するものなのか、などの基本的知識については、一般の方々のご理解が十分であるとは思えないふしがある。ましてやこのような放射線に対する防護体系がどのようなものなのかについても、それほど知られていないように思える。チェルノビル原発事故は今年が20周年なので、マスコミなどで、その影響として数千人の死者といった数字が報じられた。これはたいへんなことなのではと感じられた方も多いと思う。しかしながらこれらの「影響」をよく吟味してみると、放射線のリスクの本当の実体が見えてくる。

この講演では、放射線によるリスク発症についての分子機構研究の成果を紹介し、つぎに放射線発がんなどのリスクの実体に触れ、ついで現行の放射線防護の考え方を説明したい。そして最後に我々の社会では、放射線のみならず、リスクの取り扱いが立場によってさまざまであるという事実は、なぜなのかを考えてみたい。これを通じて人間と人間が作りあげている社会の理解が少しでも深まれば、本講演は成功といえる。

# 曝露と健康リスク

吉村 健清(福岡県保健環境研究所)

## 1. はじめに

リスク評価(Risk Assessment RA)は、リスクコミュニケーション(Risk Communication RC)、リスクマネジメント(Risk Management RM)に際し、科学的根拠を与えるものであるため、リスクを考える上で重要な位置を占めている。米国 NAS/NRC は1983年にリスク評価のプロセスとして、次のように4段階を提示した。

- ① Hazard Identification (有害性の確認)
- ② Dose-Response Assessment (量-反応評価)
- ③ Exposure Assessment (曝露評価)
- ④ Risk Characterization (リスクの総合的判定)

リスク評価を実施する上でこの考え方は重要であるが、実際の評価に直面すると多くの困難な課題に遭遇する。

また一方、一般市民の間では、「ある有害物質に曝露すれば、ただちに健康障害を引き起こす」と考えられている場合もある。

今回の発表では、リスク評価が直面する課題について議論するとともに、「曝露が判明すれば、健康障害があるのは当然」とする考え方について検討したい。

## 2. 曝露の測定

いろいろな要因の一つ一つについて、個人曝露量の測定は一般には困難である。多くの人間の個人曝露量が測定されている最たるものは、放射線であろう。それでも線質線量、線量率などの測定には多大の労力、費用、時間を要している。まして、気体として経気道的に曝露するもの、食物、飲料として経口的に曝露するものについて、多くの人々の個人曝露量を測定することの困難さは想像するに難しくない。そこで、生体試料を用いて、対象物質またはそのサロゲート(Surrogate)を測定するバイオモニタリングが個人曝露量を推定する方法として用いられている。したがって、曝露量の推定は対象要因によってその精度が大いに異なることを念頭に置いておかなければならない。

このように精度等問題があろうとも、ともかく個人の曝露量が何らかの形で測定もしくは推定されなければ、量-反応関係の評価も不可能になる。

## 3. 疾病の判定

私達が問題とする「望ましくない影響」は、客観的かつ定性的もしくは定量的に測定できるよう具体的に定義されなければならない。疾病の判定に際して、疾病の概念的な定義では一つ一つの例について同一条件による判定が困難となるため、客観的な測定指標と、測定結果が要求されるのである。この測定指標と測定結果による疾病の判断が、想定している「望ましくない影響」と考える疾病や症状とどの程度乖離があるかについては、別途データを解釈する際に十分な議論

が必要である。

#### 4. 曝露と疾病の関連を見る

曝露と疾病の間にどのような関連がみられるか明らかにするのが疫学手法であり、そのために個人曝露量測定と、個人個人の疾病の判定が求められる。

この曝露と疾病の間の関連を数量的に明らかにするため、偏り、交絡因子については十分な検討が必要である。さらに、因果関係を判断する際の基礎となる定量的な解析が、量－反応関係の検討である。

#### 5. 定性的思考から定量的思考へ

以上の観点からみると、リスク評価は曝露と疾病発生を単に曝露アリ、ナシ、疾病アリ、ナシの2×2表で検討するだけでは不十分で、必ずどの程度の曝露でどの程度の疾病発生がおこるかという定量的な検討が必要なことは明らかである。

したがって、最初に述べた「曝露があれば健康障害がある」という短絡的に考えるのは、リスク評価の点から不十分である。

### 3 第2回公開シンポジウムの記録

#### (1) 提案書

第2回公開シンポジウム「子どもの環境保健 ―環境リスクから子どもを守る―」

主 催 日本学術会議健康・生活科学委員会・環境学委員会合同  
環境リスク分科会

共 催 日本公衆衛生学会

日 時 平成19年10月26日（金）10:30～12:30

場 所 愛媛県民文化会館

#### 開催趣旨

現代社会に住む我々は、多くの環境リスクに曝されている。特に石油化学の発展以後多くの化学物質にとり囲まれ、カネミ油症事件、ダイオキシン類、いわゆる環境ホルモンといった問題が次々と起こり、健康リスクに対する国民の不安が高まっている。これらの問題は、大人だけではなく、次世代に対する影響、脳や免疫機能などの発達段階にある子供にとっては大なる脅威となっている。1994年の子供の環境保健に関する、いわゆるマイアミ宣言以来、しばしば子供の環境保健の問題はサミットの議題としても取り上げられ、わが国でもようやく、環境省を中心として本格的な調査・研究が開始されようとしている。これまでわが国では、子供特有の個々の疾患や事象についての研究は多くあるが、「子供の環境保健」を意識した調査研究が行われていたとは言いがたい。そこで本シンポジウムでは、主に公衆衛生の専門家、行政、市民を対象として、子供に特有の脆弱性を理解するとともに、子供の置かれている化学物質を中心とした環境リスクの現状と、今後長期にわたるコホート研究の重要性などを議論することを目的としている。

これらのシンポジウムを通して得られた情報や資料を基にして、日本学術会議の対外報告に資する。

#### プログラム

10:30～10:35 開会挨拶

實成 文彦（香川大学医学部人間社会環境医学講座 衛生・公衆衛生学教室 教授、日本学術会議連携会員）

#### 講演

座長：内山 巖雄（京都大学大学院教授、日本学術会議連携会員、日本学術会議健康・生活科学委員会・環境学委員会合同 環境リスク分科会委員長）

中堀 豊（徳島大学大学院医科学教育部教授）

10:35～11:05

「バースコホート研究の現状と課題―「環境と子どもの健康」北海道スタディを例に」

岸 玲子（北海道大学大学院医学研究科予防医学講座公衆衛生学分野教授，日本学術会議会員，日本学術会議健康・生活科学委員会パブリックヘルス科学分科会委員長）

11:05～11:35

「小児における有害化学物質汚染による健康影響」

村田 勝敬（秋田大学医学科社会環境医学講座教授，日本学術会議連携会員）

11:35～12:05

「小児保健に対する環境省の取り組み」

長谷川 学（環境省環境保健部リスク評価室室長補佐）

12:05～12:25 質疑・応答

12:25～12:30 閉会挨拶

内山 巖雄（京都大学大学院教授，日本学術会議連携会員，日本学術会議健康・生活科学委員会・環境学委員会合同 環境リスク分科会委員長）



## (2) 講演内容要旨

### バース・コホート研究の現状と課題 ——「環境と子どもの健康」北海道スタディを例に

岸 玲子（北海道大学医学研究科 教授）

長期間の前向き研究は公衆衛生分野では必須の研究デザインである。特に子どもの成長や発達については Longitudinal study が重要である。現在、ヨーロッパやアメリカを中心に世界各国で数十以上のバース・コホート研究が実施され、環境保健分野の研究でも大きな成果をあげている。一方、我が国ではこれまで 2,3 の大学でコホート研究が実施されているが必ずしも国家的な取り組みとしては行われてはいなかった。

我々は 2002 年から「環境と子どもの健康（先天異常・発達・アレルギー）に関する北海道コホート研究」を実施している。低濃度バックグラウンドレベルでの影響に焦点をあて、胎児期からの種々の環境曝露についてリスク評価を行い、合わせて個体の感受性素因についても予防医学的な見地からハイリスク群の検討を行うのが特徴である。コホートの一つは札幌市の 1 産院で出産した 514 人の妊婦とその児である。妊娠中後期 23-35 週に参加をよびかけ、母と子の甲状腺機能、全員の生後の詳細な神経行動発達と免疫系への影響を検討している。乳幼児期の神経発達評価として「ベイリー乳幼児発達検査－第 2 版」（BSID-II）、ファーガンテストなどを用いた。その結果、母体血中における Total の PCB 値や Total ダイオキシン TEQ 値と MDI（精神発達指標）や PDI（運動発達指標）と関連はなかったが、PCDF 異性体と男児の出生体重、および 6 ヶ月での神経発達では有意な負の関連が見られた。精神発達・運動発達ともに異性体とのみ有意な負の関連が見られ、特に運動発達で多くの異性体と有意な負の関連性があった。しかし全体的に見ると TEQ 値で見ると発達には大きな影響はなかった。オランダ・ドイツ・アメリカなどこれまでの先行諸外国での研究における曝露指標はいずれも total PCB や TEQ 値でしかないので、厳密な比較は難しいが、対象者 64 名について PCB153 の濃度を検討したところ、ドイツ、オランダよりも低い値で、アメリカ・ニューヨーク、マサチューセッツ州と同じレベルだった。このほか PFOS も出生体重に影響を及ぼすことが示唆された。このような胎児期の曝露影響は、生後、母乳中の栄養素や生後の社会環境要因、良好な家庭環境刺激等によって修飾を受け・拮抗する可能性があるので学齢期まで追跡の予定で研究を進めている。

他の一つは大規模コホートで、妊娠 12-13 週の器官形成期の曝露と尿道下裂、停留精巣などの先天異常との関係性を評価するのが第 1 目的である。北海道産婦人科医会に協力を依頼し、妊娠初期、出産時の母体血、臍帯血の保存を行っている。現時点では 3 6 施設で約 15,000 人の妊婦がエントリーし、妊娠初期の葉酸値と出生体重、喫煙と遺伝的素因の関係など幾つかの興味深い知見が得られている。たとえば母の喫煙・非喫煙両群を CYP1A1 遺伝子 MspI 多型、GSTM1 遺伝子、AhR の多型によって分類し検討したところ、非喫煙

群の野生型ホモ接合に比較して、喫煙群の CYP1A1 遺伝子変異型、GSTM1 遺伝子欠損型、AhR の多型で、新生児体重、身長ともに有意な減少がみられ新生児体重および身長の減少には母親の喫煙習慣と遺伝子型の両者が大きく関与していた。

PCB やダイオキシン類、あるいは PFOS などは、実験動物で次世代影響が大きいことが報告され、人では先天異常、神経行動発達の障害、甲状腺機能や免疫・アレルギー性疾患等が着目されるが世界的に見ても因果関係に迫りうるしっかりした疫学研究は未だ少ない。今後、多くの成果が得られることが期待される。学会では「環境と子どもの健康」北海道スタディを例に、バース・コホート研究の現状と課題について述べた。

# 小児における有害化学物質汚染による健康影響

村田勝敬（秋田大学医学部 教授）

## 1. はじめに

胎児や乳幼児の未発達な臓器は脆弱でありかつ様々な外的因子に感受性が高いので、環境からの曝露により種々の健康悪影響が現れる可能性がある。例えば、砒素、鉛、メチル水銀などの有害化学物質の胎児・乳幼児期曝露は神経系影響を生じ、その神経障害は生涯にわたって後遺症を残す可能性が示唆されている。また、内分泌かく乱化学物質の妊娠中曝露により停留睪丸や矮小陰茎などの影響が、確証はないものの、示唆されている。このような小児の健康影響のうち、実験動物は「痛い」とか「苦しい」と発さないで、特に神経系影響は動物実験で確認することができず、ヒトにおいてのみ検証可能となる。ここでは、神経系影響を及ぼす環境中の有害化学物質による健康影響（特に、神経影響）を概観し、今後の小児研究の課題について述べる。

## 2. 胎児の塩化ビフェニールおよびポリ塩化ジベンゾフラン曝露

昭和 43 年に西日本一帯で塩化ビフェニール（PCBs）および塩化ジベンゾフラン（PCDFs）などが混入した食用油（米糠油）を摂取した人々に障害が発生した。このカネミ油症事件では、当初痤瘡様皮疹、皮膚、粘膜の色素沈着などが摂取した人々に認められ、またこの油を妊娠中に摂取した母親から生まれた子供に全身性色素沈着“black bay”が認められた。その後、同様の米糠事件が台湾で発生し、その追跡調査によると PCBs や PCDFs を胎児期に曝露した子供に認知機能影響があることが明らかにされている。

## 3. 乳児の砒素曝露

昭和 30 年 8 月 24 日に岡山大学医学部小児科学講座浜本英次教授によって報告された「森永ヒ素ミルク中毒事件」においては、森永乳業徳島工場で製造された砒素混入粉乳を飲用した乳児のうち皮膚色素沈着、肝腫、貧血等の症状を呈した場合に中毒患者と認定された（公式患者数 12,131 名、死亡者 130 名）。厚生省の本事件に対応する専門委員会は同年 12 月 15 日に「本件の中毒症には、概ね、ほとんど後遺症は心配する必要はないと見てよかろう」と公式報告書に記したが、その後の追跡調査によると、知的発達障害の他、肢体障害、精神障害、てんかんなどの重複神経系障害を抱える被害者が今日なお生存している。

森永砒素ミルク中毒被害者（男子 3,133 名、女子 1,931 名）を平均 22.3 年追跡した調査で、大阪府民の死亡率を基準として被害者の死亡リスク（観察死亡数／期待死亡数）を算出すると、全死因では男女とも 1.2～1.5 であったが、神経系および感覚器の疾患による死亡は男子 5.3（95%信頼区間 2.28～9.67）、女子 5.6（95%信頼区間 1.13～14.71）と有意に高かった。

#### 4. 小児の鉛曝露

米国の子供の鉛の主要な曝露源は家屋壁に塗られた鉛含有ペンキに由来し、その床面への蓄積、家屋の老朽化に伴う埃、壁片の摂食などが挙げられている。これ以外に、近隣から飛散した鉛粉を含有する土壌なども曝露源として報告されている。一方、子供は指を舐めたり、食物以外の物を口に入れてしまうので、鉛に曝露する機会が多く、かつ消化管吸収も高いとされている。

20 世紀前半、米国鉛産業界は壁や家具の表面に使用する鉛塗料を大量に生産・販売し、1923 年には鉛が近代的生活のためになくしてはならない有益な物質であると新聞紙面などで宣伝した。しかも、子供が使用したり、そばに置いたり、触っても安全であると謳っていた。一方、1903 年のオーストラリア医学雑誌は「子供が塗料に接触すると、比較的低レベルの鉛ですら危険である」と記していたし、1914 年頃より鉛塗料が乳児および小児の脳症の原因物質であることが米国内の学会で発表されていた。1943 年 12 月、米国 Time 誌が塗料に含まれる鉛によって子供が中毒になった事例を掲載し、鉛塗料が初めて公衆の問題として取り上げられた。鉛に社会的関心が向けられるようになり、米国鉛産業界も 1950 年代に鉛塗料が子供にとって有害であることに同意した。しかしながら、米国では有鉛ガソリンが 1996 年まで使用されていた。

乳幼児期の鉛の問題は、単に小児期に急性中毒（蒼白、頭痛、胃痛、貧血など）を引き起こすだけに限らない。例え低濃度曝露であっても、青少年期に学校落第、放浪癖、精神遅滞等を起こしていることが明らかにされている。現在、幼児期の血中鉛濃度が 5  $\mu\text{g}/\text{dl}$  以上であった子供は、5  $\mu\text{g}/\text{dl}$  未満であった子供と比べ、就学時の知能指数（IQ）が有意に低下していることを示す証拠が幾つか報告され、乳幼児期の鉛曝露に米国研究者の熱い視線が向けられている。

#### 5. 胎児のメチル水銀曝露

「水俣病」は昭和 31 年 5 月 1 日にわが国の公式文書に載った。水俣湾で獲れた魚介類を多食した妊婦から、「胎児性水俣病」患者が生まれ、患者は知能障害、発育障害、言語障害、歩行障害、姿勢変形などの脳性麻痺様の症状を有していた。しかし、メチル水銀濃度の測定技術が当時確立しておらず、胎児性メチル水銀による神経影響が出始める濃度（臨界濃度）を検討することができなかった。一方、1971 年末にイラクで起こったメチル水銀中毒禍でも多数の犠牲者（入院患者 6,000 名、死亡者 500 名）が出た。この中毒では、母親の毛髪水銀濃度とともに、曝露後に生まれた子供が 1.5 歳になった際の歩行障害が調べられ、これらのデータから歩行障害が現れ始めるメチル水銀濃度（毛髪水銀濃度で 10~20  $\mu\text{g}/\text{g}$ ）が推定された。しかし、イラクの研究は“事故”で発生した高濃度曝露データであり、かつ臨床症状を用いて解析していたことから、一般（魚多食）集団に適用できるかどうか疑問視された。

クジラを食べる習慣のあるフェロー諸島で出生コホート研究が 1986 年より開始され、出産時の母親毛髪水銀濃度や出生時の臍帯水銀濃度が測定された。その後、コホートが 7 歳児、14 歳児になった時に神経心理学的検査、神経生理学的検査、一般臨床検査等が行

われ、曝露量－影響関係が検討された。この研究では、7および14歳児とも一貫してメチル水銀の無症候性影響が認められ、メチル水銀の胎児性曝露による影響は母親毛髪水銀濃度で6～12 µg/gと推定された。

## 6. 結語

生活環境下には多くの潜在的な有害因子が存在しうる。例えば、バングラディッシュなど世界各地で砒素が土中から井戸水に混入し、小児の健康を脅かしている。この種の事例はわが国（茨城県）でも発生している。産業廃棄物埋設場からの上水道への有害化学物質流入による健康影響も将来顕在化する可能性がある。また、鉛塗料付着玩具は国際間の貿易問題へと発展した。

このような有害化学物質の曝露から影響を最も受けやすい胎児や乳幼児を守るためには、健康影響を観察し（有害性の同定）、有害因子の曝露濃度と曝露人口を同定（曝露評価）し、かつ健康影響が現れ始める臨界濃度を推定（リスク評価）することが必要になる。近年問題になっているのは、有害化学物質の低濃度曝露であっても無症候性影響が存在しうることである。このような場合、一人ひとりの曝露者を医師が診察しても気付かないでしまうことが多く、大規模出生コホートを長期間観察することによって初めて検出が可能となる。わが国における大規模出生コホートの立ち上げとともに、当該コホートを長期間追跡調査できる組織体制の構築と、それを支える財務体制の確立がわが国の小児環境保健の将来を決定すると考えられる。

## 小児環境保健に対する環境省の取り組み

長谷川 学 (環境省環境保健部環境リスク評価室補佐)

近年、子供に対する環境リスクが増大しているのではないかとの懸念があり、環境中の有害物 [MSOFFICE1] に対する小児の脆弱性について大きな関心が払われている。

国際的にも 1997 年に開催された先進 8 カ国の環境大臣会合 (開催地、米国マイアミ) において、世界中の子供が環境中の有害物の脅威に直面していることが認識され、小児の環境保健をめぐる問題に対して優先的に取り組む必要があることが宣言された。これを機会に世界各国において小児の環境保健について科学的知見の収集が行われてきたが、小児の脆弱性や小児を取り巻く環境と健康影響との関係については未解明な点が多く、小児の環境保健政策は模索段階にある。

我が国においては、2005 年 12 月に「小児の環境保健に関する懇談会」(座長＝佐藤 洋・東北大学大学院医学系研究科教授) が設置され、小児の環境保健に関する現状と課題について検討を重ね、2006 年 8 月、今後推進すべき施策の方向性について、提言を取りまとめた。

提言された方策案は、①曝露評価手法の開発、②健康影響評価手法の開発、③疫学調査の推進、④バイオマーカーの開発及び試料バンキングの確立、⑤医療・福祉施策の研究、⑥リスクコミュニケーションに関する実践的研究、⑦省庁間連携、国際協力の推進からなる。環境省では、提言された課題を小児環境保健充填プロジェクトとして実施することとし、2007 年度は前年度比 3,700 万円増の 8,300 万円を計上し、研究の推進を図っていくことにしている。

また、疫学調査については 2007 年度に「小児環境保健の疫学調査に関する検討会」を設置し、国内外のバースコホート調査を把握し、既存の調査間の連携可能性、新規疫学調査の立ち上げについて検討する。

小児環境保健重点プロジェクトについては着実に研究を実施し、次世代育成に係る健やかな環境の実現を目指す。

### 座長抄録

現代社会に住む我々は、多くの環境リスクに曝されている。特に石油化学工業の発展以降、我々の生活環境は多くの化学物質にとり囲まれ、水俣病、カネミ油症などの悲惨な健康被害を経験してきた。最近ではダイオキシン類汚染、内分泌攪乱作用を有する化学物質(いわゆる環境ホルモン)といった問題が次々と起こり、健康影響に対する国民の不安は現在も続いている。後者の2つは、当初から次世代への影響が懸念されたものであるが、水俣病やカネミ油症においても、その影響は大人に顕在化したのであるが、時を経るにつれ、これらの問題は、胎児期への影響、脳や免疫機能などの発達段階にある子供に対してより強い影響をもたらすことが明らかとなってきた。

1997年にマイアミで開催されたG8の環境リーダーによる会合で「子供の環境保健に関する8ヶ国の環境リーダーの宣言書」が公表されたが、その中には「我々は、環境リスク評価を行ったり保護基準を設定する際に子供の特異な暴露経路や量—反応関係の特長を考慮に入れ、国の政策を設定することを誓う。…(略)…我々は、環境中の有害物への特定の暴露や乳児及び子供の感受性を理解するための研究や、研究結果や法的な決定事項に関する情報交換を推進する。情報が十分でないときは、我々は予防的な原理または予防的アプローチに則り、子供の健康を守ることに同意する。」と述べられており、その後もしばしばサミットの議題としても取り上げられてきた。これまでわが国では、臨床分野、あるいは大気汚染、公衆衛生分野で子供特有の個々の疾患や事象についての研究は多くあるが、「子供の環境保健」を意識した総合的な調査研究が行われてきたとは言いがたい。このような背景のもとこの数年、環境省を中心として本格的な調査・研究が開始されようとしている。

本シンポジウムでは、子どもの環境保健を大きな目で捉えるために、日本学術会議に設けられた環境リスク分科会を中心に、日本公衆衛生学会の協力を得て開催するものである。本シンポジウムは主に公衆衛生の専門家、行政、市民が、子供に特有の脆弱性を理解するとともに、た子どもが直面している化学物質を中心とした環境リスクの現状と、今後の長期にわたるコホート研究の重要性などを議論し、わが国の多くの大学や研究機関の研究者や関係者がその目的を理解し、協力して子どもの環境リスクを低減する方策を探ることを目的としている。

これらのシンポジウムを通して得られた情報や議論を基にして、「環境リスクから子どもを守る」ことに少しでも役立てれば幸いである。

## 4 第3回公開シンポジウムの記録

### (1) 提案書

第3回公開シンポジウム「地球環境問題の現状と私たちの健康・産業保健の役割」

主 催 日本学術会議健康・生活科学委員会・環境学委員会合同  
環境リスク分科会

共 催 第81回日本産業衛生学会

日 時 平成20年6月27日（金）9：00～11：00

場 所 札幌コンベンションセンター

#### 開催趣旨

現代社会に住む我々は、多くの環境リスクに曝されている。特に石油化学工業の発展に伴い、大量生産による大量消費が一種の美德とされ、多くの公害や環境破壊の一因となった。さらに最近では、地球環境問題としての気候変動や、廃棄物の問題が喧伝され、二酸化炭素排出量の削減、循環型社会への転換は急務とされている。今回のシンポジウムは、北海道で開催される産業衛生学会との共催であること、また地球環境問題を話し合う「G8北海道洞爺湖サミット」が開催されることから、地球環境問題として、海洋と温暖化の関連、経済学からみた循環型社会、温暖化の健康影響を取り上げ、合わせて産業保健はこれらの分野の問題にどのようにかかわっていくべきかを、主に産業衛生の専門家、行政、市民と意見を交わすことを目的としている。このシンポジウムを通して得られた情報や資料を基にして、日本学術会議の対外報告に資する。

#### プログラム

##### 9:00～9:05 開会挨拶

清水 英佑（東京慈恵会医科大学名誉教授，日本産業衛生学会理事長，日本学術会議連携会員）

##### 講 演

座長：吉野 博（東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻／  
サステナブル環境構成学分野教授，日本学術会議連携会員）

内山 巖雄（京都大学大学院工学研究科教授，日本学術会議連携会員）

##### 9:05～9:35

「人類が直面する地球環境激変」

池田 元美（北海道大学地球環境科学研究院 教授）



9:35～10:05

「地球温暖化と健康への影響予測」

内山 巖雄（京都大学大学院工学研究科 教授，日本学術会議連携会員）

10:05～10:35

「循環型社会と経済分析」

吉田 文和（北海道大学公共政策大学院 教授）

10:35～10:45 追加発言

「IPCC 第4次評価報告書にみる温暖化の予測・影響・緩和策－健康リスクの観点から－」

吉野 博（東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻／

サステナブル環境構成学分野教授，日本学術会議連携会員）

10:45～11:00 質疑・応答

## (2) 講演内容要旨

### 人類が直面する地球環境劇変

池田元美（北海道大学大学院地球環境科学研究院教授）

人類が排出してきた二酸化炭素による地球温暖化の進行が、非常に高い確度で科学的に証明された。しかし気温上昇、降水量、海面上昇などが21世紀末までにどのくらい進むのか、我々は不確かな情報しか持っていない。なぜなら、地球の自然システムに内在する様々な相互作用が正のフィードバックをする可能性を持ち、そのメカニズムが未解明だからである。

正のフィードバックを起こしうるいくつかの例をあげよう。北太平洋の寒冷海域は生物生産性が高く二酸化炭素を吸収するが、北大西洋で沈み込む全海洋コンベヤベルトが地球温暖化で弱体化すると、二酸化炭素吸収量は低下するであろう。海洋生態系に大きな変化が起こり、寒冷海域が放出域に変わり、温暖化を加速する可能性すらある。

陸域では過度な開発により森林が減少し続けている。現在のところは、気温上昇と大気中の二酸化炭素増加によって生物生産性が向上している。しかし、降水量増減と土壌水分低下がさらに進行すると、森林の成長は衰え、地中の有機炭素が分解する速度を増すため、正のフィードバックが起動してしまう。

北極海では海水面積が年々減っている。昇温によって海水が融解すると、海面が太陽放射をさらに吸収するため、互いに強化しあう正のフィードバックを持っており、急激な温暖化が起こる可能性がある。これら3例についても、データからは自然変動との区別が困難であり、フィードバックの強さを特定するまでに研究が進んでいない。

人類が尊厳を持って存続できる地球を未来に渡って実現できるかどうか、現代に生きる人類に大きな責務が課せられている。我々が直面している問題として、過重なエネルギー消費によって地球温暖化が起きつつあり、無秩序な開発による生態系の劣化が進行する。さらに安全な水資源が枯渇していく危険性は増し、安全な食糧が十分に供給できない状態も悪化している。これらの問題に加え、人類の居住地拡大による感染症も健康を脅かしている。我々が認識すべきは、個別の環境問題が相互に関係しあって解決を困難にしていること、その背後には急速なグローバル化があり、途上国の民族対立や、先進国においても格差拡大を招いてしまう政治社会システムの制約があることだ。

発表では、地球温暖化に伴って起きる可能性の高い正のフィードバック・メカニズムを紹介し、さらに地球温暖化ばかりでなく水資源枯渇、安全な食糧の偏在、健康問題などがどのようにからみあっているのかを示すことに加え、人類がこれらの重要課題を解決すべく協力することをよびかけたい。

## 地球温暖化と健康への影響予測

内山 巖雄(京都大学工学研究科都市環境工学専攻)

### 1. はじめに

2007年に公表されたIPCCの第4次統合報告書では、気候システムに温暖化が起こっているとするとともに、人為起源の温室効果ガスの増加が温暖化の原因とほぼ断定した。同時にこの中では、1980年から1990年までに比べ、21世紀末(2090年から2099年)の平均気温の上昇は、環境の保全と経済の発展が地球規模で両立する社会においては、約1.8°C(1.1~2.9°C)、化石エネルギー源を重視しつつ高い経済成長を実現する社会では約4°C(2.4~6.4°C)と予測しており、前回よりは、より踏み込んだ表現となっている。気候変動による健康への影響は、直接影響(暑熱や寒冷による疾患・死亡など)と生態系の変化(動物媒介性感染症など)による間接影響にわけられる。IPCCの報告書では、特に作業環境の変化については触れていないが、多くの職種で温暖化の影響が出てくる可能性についても論じてみたい。

### 2. 熱波による熱中症の発生と死亡

外気温が33°Cを越える熱波や、長時間の暑熱曝露が続くといわゆる熱中症を発症し、深部体温の上昇が非可逆的となり、時には死に至る。特に、基礎疾患があり、生体機能が低下している高齢者ではその危険が大きくなる。2003年の夏には、ヨーロッパでは記録的な猛暑となり、1万人以上の過剰死亡が起こったと報告された。安藤ら<sup>1)</sup>の報告では、1994年夏に東京で救急車で搬送された熱中症患者の件数は、平均気温が27°C、最高気温が31°C(北海道では28~29°C)を超えると急増している。しかも65歳以上の高齢者にそのリスクが大きい。熱中症を起こす場所は道路上が多いが、労働年齢では、屋外作業中の発症、高齢者の場合は部屋の中でも起こり、児童や学生は運動中に危険が高いことに注意する必要がある。

### 3. 日最高気温と死亡率

従来日本では、死亡率は寒い冬に高く、夏には低くなるのが常識となっていた。従って温暖化によって寒い地域では住みやすくなるのではないかといった議論があった。しかし我々の研究<sup>1)</sup>では、日最高気温とその日の死亡率との関係を分析すると、日最高気温が高くなるにつれて死亡率は確かに下がるが、日最高気温が33°C以上になると再び死亡率が上昇する、いわゆるV字型曲線を描く現象を認めた。しかもこの現象は65歳以上の高齢者にのみ見られる傾向であった。死因別では、脳卒中や心疾患などの循環器系疾患死亡のみが気温と死亡率に関連があり、癌などの疾患は気温との関連がなかった。さらに地域によって、最も死亡率の低くなる日最高気温が異なっていた。即ち、平均気温が低い北海道では、寒い時期の死亡率は他の地域に比較して低く、日最高気温が23~28°C以上になると死亡率は再び上昇する。一方普段暑い九州では、日最高気温が33°Cを超えると上昇し、沖縄

県では 33℃を超えても死亡率の上昇傾向は認められなかった。

これらのことから、人が気温に対して生理的に適応すると同時に、住居などの生活様式も長い間にその地域の気候に適したスタイル、いわば社会的な適応を示しているのではないかと推測される。従って地球温暖化による気温の変化に対して、このような多角的な適応が、短期間のうちにおこるとは言い難く、日本のどの地域にも、あるいは世界のどの地域においても温暖化の健康への影響は及ぶのではないかと推測される。

#### 4. 動物媒介性感染症の拡大

わが国では、ハマダラカが媒介するマラリアが有名で、マラリアが日本にも侵入することが心配されている。しかし、ハマダラカは清水で流れのゆるやかな水域で繁殖するとされているので、日本では定着できないのではないのかという説もある。一方、都市近郊の汚水や水たまりにも棲息できる蚊が媒介するデング熱の流行には十分注意する必要があると考えられている。

以上のように、熱中症の増加、夏季の死亡率の増加等は温暖化が進めば必ず、わが国のどの地域でも起こることである。上記の IPCC 報告書では、2030 年までは様々なシナリオに拘わらず 10 年あたり、0.2℃の気温の上昇を予測しているので、近い将来は温暖化による健康への影響が公衆衛生、産業衛生の対応が求められる分野になることは間違いがない。

## 循環型社会の経済分析

吉田文和（北海道大学公共政策大学院教授）

本報告では、日本の一般廃棄物の発生・処理・費用について概観し、とくに一般廃棄物焼却と有料化政策の経済的分析を行い、併せて一般廃棄物と関連の深い容器包装リサイクル制度と家電リサイクル制度の経済的分析を行う。

### 1 日本の一般廃棄物の発生と処理及び費用

日本で廃棄物として排出された量は2004年度 6.05 億トンで、このうち一般廃棄物（municipal solid waste、以下 MSW）0.54 億トン）及び屎尿（0.26 億トン）の合計が 0.8 億トンに対して、産業廃棄物は 4.17 億トン、その他副産物・不要物が 1.09 億トンであった。

国民一人当たりでは年間 4.5 トン、GDP 100 万円当たりでは 1.1 トンの廃棄物が発生していることになる。

日本の循環基本計画では3つの目標を定めている。

①資源生産性（＝GDP/天然資源等投入量）2010年に約39万円を目標にして、2004年は33万円であった。

②循環利用率（循環利用量/循環利用量＋天然資源投入量）2010年に約14%を目標にして、2004年は12%であった。

③最終処分量（＝廃棄物の埋め立て量）2010年に28000万トンを目指して、2004年は35000万トンであった。

MSW の総排出量及び一人1日当たりの排出量は、第2次石油危機の1979年以降にやや減少傾向が見られた後、1985年以降から急激に増加し、1990年から横ばいないし微増傾向が続いた。しかし2002年から減少傾向となっている。日本のMSWの処理方法は約80%が直接焼却であるが、資源化と中間処理の割合も増加しつつある。2004年には19%であった。MSWにかかる経費の総額は、2004年度において1兆9343億円であり、国民一人当たり1万5200円となる。

### 2 容器包装リサイクル法

1997年から実施されている本法は、①消費者に対してはビン・缶・ペットボトル・プラスチック容器などの容器包装ごみ排出時の分別、②自治体に対しては収集運搬と分別、③事業者に対しては再商品化（リサイクル）の役割分担を定め、再商品化を指定法人に委託できることとした。このように、容器包装リサイクル法は参画者としては、消費者・自治体・事業者・指定法人の4種を想定し、その各参画者に対して分別・収集運搬分別・再商品化・受託の役割を分担する制度を定めた。

この制度は施行後約10年たち、問題点として、①自治体の負担が大きい、②排出抑制効果が弱い、③ペットボトルの増加、④需給のミスマッチ、などが指摘されている。

容器包装リサイクル法の実施後、自治体の費用負担率が約7割と推定されており、法自体の改正を要望する声が多く自治体からあがった。全国市長会は、「廃棄物に関する要望」（2000年）において、費用負担に関する要望を出し、当面の措置として、市町村に過大な負担となっている中間処理の費用を特定事業者が指定法人を通じて支払うことも提案された。容器包装リサイクル法は2006年に改正されて、レジ袋の有料化が可能になり、再利用を優先する措置が取られるようになったが、制度上の大きな変更はない。

### 3 家電リサイクル法

#### 回収システム、フロー分析

日本の家電リサイクル制度は2001年から実施され、生産者が物理的責任を負う制度になっているが、現在その見直し作業が進められている。そこで問題となっているのは、使用済み家電のうち、捕捉できない「見えないフロー」であり、生産者によってリサイクルされない使用済み家電が約半数程度ある。

#### 回収制度分析

約半数の小売業者引取りが無料引取り、リサイクル券なしで行われていると推定される。量販店ではとくに無料引き取りの傾向が強い（田崎智宏編『家電リサイクル法の実態効力の評価』国立環境研究所、2006、p.55）。これがリユース向けに販売され、国内と海外へ流出する。その理由は小売店、量販店の競争でリサイクル料金なしで回収されている使用済み家電が多いからである。各家庭を回る資源回収業者による資源回収も盛んで、回収されたものは国内と海外へ、製品として、金属として再利用される。その経済的原因は、消費者にとって、有価回収か無料回収のインセンティブが強いからである。回収制度設計に当たり、販売業者側と生産者側の利害の対立をどう調整するかが課題である。

#### 処理システム

日本の家電リサイクルは、EPRの物理的責任が取られており、リサイクルの質は高いと評価されているが、技術開発と処理コストが課題である。審議会資料によれば、リサイクル料金をもらっても未だに赤字であり、リサイクル料金の約半分が処理コスト、残りは流通コストと管理費である。日本の家電リサイクル制度下では、回収された家電からフロン回収・破壊、断熱フロン回収が行われている。埋め立て比率、リサイクル率達成とその内容、プラスチック・リサイクル、Aグループ（生産者が処理専門会社に委託）とBグループ（生産者が処理工場を運営）の成績比較、DfE効果はどうかなど、何が成果で何が課題について、国際的に通用する尺度で検証する必要がある。なお、PCは資源有効利用法で回収リサイクルされる制度ができているが、まだ回収率は低い。

## IPCC 第 4 次評価報告書にみる温暖化の予測・影響・緩和策 —健康リスクの観点から—

吉野 博（東北大学大学院工学研究科、都市・建築学専攻教授）

今年はいわゆる京都議定書の第一約束期間の最初の年である。今後 5 年間で我が国は温暖化ガスの排出量を 1990 年比で 6 % まで削減しなくてはならない。2005 年の排出量を基準にすると 13.7% という大幅な削減になる。今年の 7 月には洞爺湖にて主要国首脳会議 (G8 サミット) が開催され、安倍前首相が提唱した「地球の温室効果ガス排出を 2050 年までに半減する」ための具体策を我が国が提案することになっている。温暖化による健康リスクへの影響も懸念されており、温暖化防止は全ての人々にとって喫緊の課題である。

さて、地球温暖化問題に関して議論する世界の研究者・政府関係者の集まりである「気候変動に関する政府間パネル (IPCC)」では、5 年間の議論を経て第 1、第 2、第 3 作業部会の第 4 次評価報告書が昨年、次々と取りまとめられ公表された。筆者は、第 3 作業部会の報告書、第 6 章「建築部門における緩和策」の作成作業に関わる機会を得たので、それらの報告書の概要について、特に健康との関連で述べることにする。なお、昨年暮れに、IPCC は長年にわたる活動が認められ、ゴア前米国副大統領と共にノーベル平和賞が授与された。

第 1 作業部会は温暖化による気温上昇の予測と自然科学的根拠を明らかにすることを目的としており、気温の上昇は人為起源の温室効果ガスの増加による可能性がかなり高いことを報告している。また、予測シナリオの範囲では、今後 20 年間に 10 年あたり約 0.2°C の割合で気温が上昇し、21 世紀末には 1.8°C から 4.0°C まで上昇することを予測している。

第 2 作業部会は温暖化の影響や適応策について評価することを目的としている。温暖化により自然環境及び人間環境が既に大きな影響を受けていることを明らかにしており、また、将来における、生態系、淡水資源、食料生産などへの具体的な影響について予測している。健康への影響については、産業革命からの気温上昇が 2°C に達すると、いくつかの感染症の媒介生物の分布に変化が生じ、3°C まで上昇すると熱波、洪水、干ばつにより罹病率が増加することが述べられており、更に 3.5°C まで上昇すると栄養失調、下痢、呼吸器系疾患、感染症による社会的負荷が増加することが示されている。また、2~3°C 以上で、便益が減少するか正味のコストが増加するかのいずれかを蒙る可能性が非常に高いことが述べられており、上昇を 2°C までに抑えることが様々な分野におけるマイナスの影響を回避する上で重要であることを示唆している。

第 3 作業部会は地球温暖化に対する緩和策の提案を目的としており、適切な温暖化防止策を講じて世界の温暖化効果ガスの排出量を 2050 年に現在より半減させれば、気温上昇を 2°C 程度に抑えることができるとしている。また、運輸部門、産業部門、エネルギー供給などの各部門別の削減ポテンシャルを示しており、建築部門でのポテンシャルが最も大きいことを明らかにしている。建築部門における削減ポテンシャルに関して補足すれば、先進国では技術的な対応で 21% から 54% の削減が可能であること、そのための対策として、断熱

改修、高効率な照明器具・冷蔵庫・温水器などの導入、暖房・給湯のコントロールシステムが有効であり、また、発展途上国では特に調理用コンロが重要であるとしている。また、暖房・冷房の設定温度を緩くするといったライフスタイルの変更でも大きな効果があることが述べられており、その例としてわが国のクールビズの例が取り上げられている。身近なところから温暖化防止のための行動を起こすことが、地球の温度上昇を抑制し、最終的には健康リスクへの影響も抑えられるということになる。

#### 文献

- 1) 吉野 博：建物セクターの地球温暖化対策、交通工学、No. 6、Vol. 41、2007. 11
- 2) IPCC 第4次評価報告書、第1作業部会報告書、概要（公式版）、2007年5月22日  
[http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th/wg1\\_gaiyo.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th/wg1_gaiyo.pdf)
- 3) IPCC 第4次評価報告書、第2作業部会報告書、概要（公式版）、2007年5月22日  
[http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th/wg2\\_gaiyo.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th/wg2_gaiyo.pdf)
- 4) IPCC 第4次評価報告書、第3作業部会報告書、概要（公式版）、2007年5月22日  
[http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th/wg3\\_gaiyo.pdf](http://www.env.go.jp/earth/ipcc/4th/wg3_gaiyo.pdf)



## 5 環境リスク分科会審議経過

(1) 第1回環境リスク分科会委員会開催

日時 平成18年11月17日(金) 13:30~16:30

場所 日本学術会議 6階 6-A(1)会議室

議題 ①委員長、副委員長及び幹事の選出

②第20期(平成18、19年度、20年度任期期間まで)の行動計画と運営方針  
などの審議

③その他

(2) 第2回環境リスク分科会委員会開催

日時 平成19年3月30日(金) 13:30~16:30

場所 日本学術会議 5階 5-A(2)会議室

議題 ①前回議事録(案)の確認

②シンポジウム「健康リスクとリスクコミュニケーション」について

③今後の活動について

④その他

(3) 第3回環境リスク分科会委員会開催

日時 平成19年4月27日(金) 12:00~13:30

場所 大阪国際会議場 会議室 1201

議題 ①前回議事録(案)の確認

②シンポジウム「健康リスクとリスクコミュニケーション」についての確認

③今後の活動について

④その他

(4) 第4回環境リスク分科会委員会開催

日時 平成19年9月21日(金) 13:30~15:00

場所 日本学術会議 6階 6-C(1)会議室

議題 ①前回議事録(案)の確認

②シンポジウム「子どもの環境保健—環境リスクから子どもを守る—」  
について

③今後の活動について

④その他

(5) 第5回環境リスク分科会委員会開催

日時 平成20年3月18日(金) 13:30~15:00

場所 日本学術会議 6階 6-C(2) 会議室

議題 ①前回議事録(案)の確認

②次回の日本産業衛生学会との共催による公開シンポジウムについて

③次々回の公開シンポジウムについて

④活動報告の作成について

⑤その他

(6) 第6回環境リスク分科会委員会開催

日時 平成20年8月8日(金) 17:30~19:00

場所 日本学術会議 5階 5-A(1) 会議室

議題 ①前回議事録(案)の確認

②次回の日本公衆衛生学会との共催による公開シンポジウムについて

③活動記録の作成について

④その他

問い合わせ先

環境リスク分科会委員長 内山 巖雄

京都大学大学院工学研究科都市環境工学

専攻環境衛生学講座

T e l : 075-383-3342