

## はじめに

私たちは多くの化学物質を利用し、その恩恵を享受しています。しかし、日常的に使われている化学物質の数は数万種類に上るといわれ、私たちはそのほとんどの名前を知らないでいます。一方、大気や水、土壌等の環境試料、野生生物や種々の食品試料を測定すると、ダイオキシンや重金属をはじめ、すでに1世代以上も前に製造・使用が禁止された農薬 DDT なども検出されるのが普通です。これらの物質は、ごく微量ではあるものの食品摂取などを經由して人の体内に移行しており、その痕跡は毛髪や母乳、臍帯血などの人体試料からも検出されるのがまれではありません。この点からも、私たちの生活はこれらの有害物質とともにあることがわかります。

深刻な環境汚染や重篤な健康被害を被ってしまった後に、私たちは、予防的措置を講じておくべきであったこと、予防的措置により悪影響の発生をはるかに少ないコストで予防できたであろうことを知る経験を重ねてきました。しかし、「まだ発生していない悪影響（リスク）」を予測し、予防的措置を講じることは、それほど簡単なことではありません。「発生した悪影響」は直接経験し具体的に把握することができますが、「防止した悪影響」は目にすることができません。予防対策を講じていなければ「こんな悪影響を被ったはずである」との言葉による説明を理解し、納得する必要があります。

それゆえに、「リスク」は合理的な手順に従って予測し、また予測結果は人々の信頼を得るに足るものである必要があります。このような事情から、リスク評価の信頼性を確保するために、その調査研究の多くは、まず、すでに生じた出来事や現に生じている悪影響を対象に実施されています。実際に生じた現象に照らして、リスク評価の枠組みや方法、評価結果の妥当性を吟味し、より信頼性の大きな仕組みを構築することを目指しています。このようにして開

発した枠組みや方法を用いることにより、将来のリスクを定量的に予測・評価し、確実な対応策を提案することにより人々の信頼を得ることができるようになります。

つい最近まで、環境管理や健康影響の防止政策は、各種の基準値を設定し、基準値以下であれば安全、基準値を超えれば非安全とする「二分法」で運用されてきました。基準値以下であれば問題なし、基準値を超えれば罰則を科して基準値を守らせることにより「安全」を確保してきました。しかし、発がんのように、食品等を介して発がん物質を摂取すれば、それがたとえ少量であっても摂取量に応じて発症確率が増加するような影響では、基準値を境に安全（悪影響がない）と非安全（悪影響がある）とが峻別されることはありません。

リスクは「まだ発生していない悪影響」を対象にしています。しかし、有害物質による「悪影響」だけが存在するのではなく、悪影響はその物質を利用することによって得ることができる効用と不可分に存在し、悪影響だけをなくする等、一方のみを独立して排除したり享受したりすることはできません。また、有害物質の使用を停止し、ほかの物質で代替する場合には、代替物質によるリスクの評価を欠かすことはできません。これらは当然のことなのですが、私たちはこのような考え方に慣れていてはなりません。「リスク」という言葉そのものが、新しく使われ始めた言葉であることから類推できるように、リスク概念に基づく環境管理や健康管理の考え方になじんでいるわけでもありません。

したがって、有害物質の環境への排出を排出源と環境の境界で抑制したり、すでに発生した悪影響を軽減したりする対策から、悪影響が現実のものになる前に、悪影響の発生やその大きさを予測し抑制する対策に重点を移すうえで重要なリスクの考え方については、その有効性についての総論については賛成が得られても、具体的な課題やリスクの管理方法等について種々の疑問が提示されることもまれではありません。

「なぜ、リスクを問題にするのか?」、 「ゼロリスクは不可能か?」、 「リスクの評価結果は信用できるか?」など、基本的な疑問が投げかけられる状況で

す。本書は、これらの課題を含め、環境を介して人々が被る可能性がある健康リスクを評価し管理する方法や枠組みの現状を紹介し、将来の方向について著者の考えを述べ、新しい健康リスクの評価法を提案します。

特定のリスクをゼロにすること、あるいは限りなくゼロに近づけることは不可能ではありませんが、そのためにはリスクを負担することにより手にしている便益を放棄したり、大きなコストを負担したりする必要があります。深刻な事故による悪影響に直面すると、「二度と同じことを繰り返さない」との決意の下に、意図せず、リスクをゼロにする対策に邁進しようとすることがあります。しかし、限りある資源やエネルギー、人々の営為を特定のリスクをゼロにすることに傾注することにより、結果的に、全体としてより効率的にリスクレベルを下げることを阻害しかねないことに、配慮する必要があります。

本書では、環境中に排出された有害物質に起因する人々の健康影響に注目し、その評価や管理のあり方、方法について論じています。本書の記述は、リスクに関する基本的な疑問や課題から始め、しだいに具体的な内容に進むように配置しました。1章において、著者が長年にわたり担当した講義等において学生諸君との議論を介し、また多くの先生方とともにリスク研究に取り組む過程で遭遇した種々の疑問や課題を紹介し、著者の考えを述べています。2章において健康リスクを定量的に評価するために必要な枠組みやモデル、評価結果を理解するうえで必要な事項について述べます。3章では、放射性降下物（フォールアウト）、農薬 DDT や鉛などを対象に、著者らが行った健康リスク評価研究の事例を紹介します。有鉛ガソリンの禁止やベンゼン濃度の規制など、わが国のガソリン政策の変遷に伴い、人々の健康リスクがどのように変化したかなどを解析しています。これらの事例研究の成果から、リスク対策の効果が現れるまでに必要な年数、地球規模の環境汚染と地域環境汚染との関係、その健康影響などの態様を伺うことができます。4章では、労働災害など、人々に大きな健康被害をもたらした事例の疫学調査によって把握される曝露と被害の関係に代えて、細胞レベルでの毒性試験と有害物質の体内動態を評価するモデルとを組み合わせる新しい健康リスク評価の枠組みを提案します。動物

実験では対応することが困難な、膨大な数に上る化学物質による健康リスクを評価するための取組みです。5章では健康リスクの評価結果に基づいて行う健康リスク管理の仕組み、戦略や制度の将来のあり方について論じています。

本書では、細胞レベルでの変化を指標にする健康リスク評価の新しい枠組みなど、なお学術的な議論が必要と思われる内容を含め、著者の考えを提案しています。また、本書では主として、政府等が法律を制定し、公的資金（税金）を投入して管理する健康リスクを対象にしています。しかし、公共に管理を委ねる健康リスクの他に、リスクレベルは小さいものの、個人が管理すべき健康リスクが存在します。これらのリスクを管理する考え方は、多くの部分で共通です。

本書が、これから環境リスク、健康リスクの評価・管理の研究に取り組む人々の、また現にリスク評価・管理に取り組んでいる人々の考え方の整理や課題の発見、解決策につながるヒントの発見に役立つことを願っています。

2011年10月

森澤 眞輔

# 目 次

## 1章 環境リスク管理の基本課題

1.1	リスクとはなにか	1
1.2	リスクの考え方はなぜ必要か	4
1.3	どんな環境リスクがあるか	7
1.4	どんな悪影響が問題なのか	10
1.5	リスク管理になぜあいまいさが避けられないのか	15
1.6	どんなあいまいさがあるのか	20
1.7	リスク管理と危機管理, どう違うか	22
1.8	リスクは減らせるか	25
1.9	ゼロリスクは可能か	27
1.10	リスク管理が必要な領域は	29
1.11	生涯死亡リスク $10^{-6}$ は管理可能か	34
1.12	ハザード管理では不十分か	36
1.13	リスクは予見可能か	37

## 2章 健康リスクはどのように評価されているか

2.1	健康リスク管理の枠組み	40
2.2	健康リスク評価の枠組み	42
2.3	モデルの役割：モデルは信用できるか	46
2.4	結果から原因を推定する：リスク評価の順と逆	52
2.5	健康リスク評価・管理のエンドポイント： 集団のリスクと個人のリスク	54
2.6	基準値設定の考え方	58
2.7	基準値の意味：基準値が満たされていれば安全か	64

2.8	異なる健康リスクの比較は可能か	69
2.9	リスクを管理するのは誰か	73

### 3章 健康リスクの評価事例

3.1	健康リスク評価の実行	77
3.2	放射性降下物による健康リスク	80
3.3	農薬 DDT の禁止政策と健康リスク	88
3.4	鉛による健康リスク	100
3.5	鉛による幼児・小児の健康リスク	104
3.6	ガソリン政策の変遷と健康リスク	108

### 4章 新たな健康リスク評価への取り組み

4.1	新しいリスク評価の枠組み	116
4.2	異なるリスク源による健康リスクの比較・統合	126
4.3	数理発がんモデルの可能性：健康リスク評価に使えるか	130
4.4	複合曝露による健康リスクの評価	134
4.5	論理的議論のために：ブラックボックスの排除	136

### 5章 健康リスク管理の将来像

5.1	健康リスクの管理戦略	141
5.2	リスク管理の守備範囲：想定内リスクと想定外リスク	146
5.3	健康リスク管理の制度化	151
5.4	究極の健康リスク管理	155
5.5	バイオアッセイの導入：包括的な健康リスク管理の可能性	159
5.6	リスク管理は有用か	162

お	わ	り	に	168
参	考	文	献	171
索		引		177

# 1 章

## 環境リスク管理の基本課題

### 1.1 リスクとはなにか

#### 1.1.1 「リスク」のはじまり

リスクとはなにか。リスクという言葉は今ではとてもポピュラーな言葉であるが、この言葉は最近になって使われ始めた、まだ起こっていない悪影響を表す言葉である。起きるかもしれない悪影響に事前に対処する取組みは、保険の分野で発展し、歴史的には、積み荷が目的地に届かない海難事故に対処するために開発された海事保険がその最初であるとされる。「悪影響をもたらす事象（海難事故）の確率統計的な生起を前提に、結果として発生する悪影響（積み荷の喪失、損害）を経済的に補償する仕組み」が必要とされ、保険の考え方や保険業が社会に受け入れられたといえる。

事故により発生する損害に経済的に備えることを目的に発展した保険分野におけるリスクの概念は、しだいに拡大してきた。事故の発生そのものを回避・予防したり、発生する損害の程度を軽減する積極的な試み、すなわち「悪影響をもたらす事象の確率統計的な生起を回避したり、予想される悪影響の程度を軽減したりする取組み」の必要性が高まっている。いずれも、現に発生した事故による悪影響（これは、後述する「危機管理」の対象である）に対処することが目的ではなく、事故がまだ発生していない不確定な状況で予防的に対応することが目的である。

## 2 1. 環境リスク管理の基本課題

### 1.1.2 「リスク」の使われ方

最近では、リスクに関連して使われている用語は多く、例えばインターネットで「リスク」を検索すると、投資リスク、財政リスク、ソブリン（債務）リスク、政策リスク、為替リスク、信用リスク、環境リスク、健康リスク、カントリーリスクなど、多くのリスクに遭遇する。また、「リスク」の後に言葉を連ねて、リスク管理、リスク・マネジメント、リスク・アセスメントなど、リスクの対処方法を示す合成語としての「○○リスク」、「リスク○○」が日常的に使われている。○○にはほとんどあらゆる言葉があてはめられ「今は起こっていないが、悪影響をもたらす○○が起きる可能性」、「今は起こっていないが、○○に関連して被る可能性がある悪影響」、「リスクに対処する方法・手段」などの意味で一般に使われている。

インターネット検索で該当するリスク関連の言葉のヒット件数を表1.1に示す。わずか4年余りの期間に、リスク関連の情報源の数が急激に増加していること、とりわけ、健康リスク、生態系リスクや環境リスク工学、リスク・コミュニケーション、リスク分析など、「リスク」の具体的内容や対処方法を規定する情報の提供が増加していることがうかがえる。リスク概念が社会に定着しつつある兆しを示している。

表1.1 「リスク」をインターネットで検索してみると

研究分野で検索〔件〕			管理手法で検索〔件〕		
(検索期日)	2006年6月	2010年10月	(検索期日)	2006年6月	2010年10月
リスク	28 600 000	14 300 000	リスク管理	2 530 000	4 500 000
環境リスク	320 000	359 000	リスク・マネジメント	2 350 000	1 780 000
健康リスク	106 000	311 000	リスク・アセスメント	244 000	167 000
生態系リスク	303	276 000	リスク分析	249 000	1 620 000
環境リスク工学	105	849 000	リスク・コミュニケーション	255 000	310 000

注) 数字は検索エンジン Google による日本語による情報源のヒット件数

### 1.1.3 リスクの定義

「リスク」は英語の risk の和訳であり、外来語として日常的に汎用されているが、その学術的定義は必ずしも確定しているわけではない。漢字で「危険性」と表現されることがあるが、語義と内容とが一致しないため、通常は片仮名で「リスク」と表現される。学術分野によって異なる定義が使われており、例えば日本リスク研究学会は広義の定義として「生命の安全や健康、資産や環境に、危険や障害など望ましくない事象を発生させる可能性」を提唱している（日本リスク研究学会編：リスク学用語小辞典<sup>4)</sup> † (2008)、リスク学事典<sup>5)</sup> (2006)）。

本来、新しい概念に対する定義は、新しい試みを開始する場合に対象領域を定める必要があることから、ひとまず仮に設定し、しだいにその内容を明確にしていくのが普通である。この意味で、上記のリスクの定義は作業仮説としての意味合いが強い定義である。私は1996年以降「環境リスク工学」と称する講義を担当したが、講義や自らの研究において**環境リスク**の定義を幾度か改訂し、現在では「不確実な状況の下で、環境を介して、人間の生命の安全や健康、資産ならびに環境・社会システムや生態系にもたらされる可能性がある悪影響」を用いている。

### 1.1.4 リスクの計量

リスクが「まだ発生していない」悪影響であることから、リスクの大きさは、「悪影響をもたらす出来事の発生確率」と「その出来事が発生したときの悪影響の大きさ」を考慮して計量する。つまり、リスクは、悪影響をもたらす出来事の「発生確率」とその出来事が生じたときの「悪影響の大きさ」との関数であり、通常は

$$(\text{リスク}) = (\text{発生確率}) \times (\text{悪影響の大きさ}) \quad (1.1)$$

として数値化する。これは、数学的には、確率的期待値と呼ばれる量である。

---

† 肩付き数字は巻末の参考文献番号を表す。

期待値を用いると、まれにしか起こらないが大きな悪影響をもたらす出来事や逆のケースのリスクを相互に比較することが可能になるが、両者に対する人々の認識に差があることが多く、異なるリスクを期待値のみで比較することには違和感を感じるケースがある。「発生確率」が同じ程度のリスクは「悪影響の大きさ」を指標にして、また「悪影響の大きさ」が同じ程度のリスクは「発生確率」を指標にして相互に比較することができる。

**悪影響の大きさ**は、悪影響をもたらす物質の**毒性（ハザード）の強さ**とその物質への接触の程度、すなわち**曝露<sup>ばくろ</sup>の大きさ**とによって定まる。強い毒性を有する物質（リスク管理の分野では、このような物質は「ハザードが強い（大きい）物質」と表現される）であっても、その物質に接触したり、その物質を体内に取り込んだりしない限り悪影響は発生しない。したがって、式(1.1)は

$$(\text{リスク}) = (\text{発生確率}) \times \{(\text{毒性の強さ}) \times (\text{曝露の大きさ})\} \quad (1.2)$$

と書き改めることができる。

発生確率が問題になるのは、事故などにより多量の有害物質が環境中に排出されたり、物理的な危害がヒトに及んだりするケースである。ガソリン、家庭用殺虫剤や農薬など、日常的に利用され環境中に排出される物質のケースでは、「事故」はつねに発生している（発生確率は、つねに1.0である）。このようなケースでは、リスクは「悪影響の大きさ」、つまり「毒性（ハザード）の強さ」と「曝露の大きさ」を用いて計量することになる。

## 1.2 リスクの考え方はなぜ必要か

### 1.2.1 病気の内容の変化

現に直面する悪影響そのものに対する対応ではなく、リスクの考え方（リスク概念）に基づく対応が必要になってきたのは、人々が直面する悪影響の内容がしだいに変化し、私たちの対応を変化させる必要が生じてきたからである。また、研究の進展により悪影響の発生を事前に予測・評価し、その防止策や被害の軽減策をデザインし実施することが可能になり、人々が政府などに公的な

リスク対策を要求するようになってきたからである<sup>8)</sup>。

例えば、日本人が死に至る病気の第1位は、第二次世界大戦が終了した時点では**結核**であった（図1.9参照）。最近では悪性新生物（がん）が死亡原因の第1位を占めており、心疾患（心臓病）、脳血管疾患（脳卒中）を加えた三大死因による死亡率は50%を超えている。結核は代表的な感染症の一つであり、いうまでもなく、結核菌に感染することがその発症の第一歩であり、この意味で原因（感染）と結果（発症）との関係、因果関係が個人レベルで明確である。

悪影響の発生を防ぐ確実な対策は因果関係を、どこかで遮断することである。例えば、感染防止つまり結核菌の体内への取り込みの防止に成功すれば、確実に悪影響の発生を防ぐことができる。また、生体の防御能力（免疫）を高め、体内での菌の増殖を抑制することによっても病気の発症を防ぐことができる。このような対策の実施がつねに可能であるとは限らないが、これがリスク管理の視点から見た感染症の特色である。

一方、日本人の三大死因はいずれも退化性疾患に分類され、加齢とともに発症率が増加する、生活習慣病や老人病であるとされる。発症の原因や機構は複雑であり因果関係が不明確であるため、感染症のように確実な効果が期待できる特定の対策を得ることができない。生活習慣や生活環境の改善など、対策の対象範囲を拡大し、間接的に効果が期待できる総合的な対策をデザインする必要がある。

### 1.2.2 感染症への対応

図1.1は、英国（England および Wales）において肺結核による死亡率がどのように減少したかを示している<sup>9)</sup>。19世紀中頃に人口100万人当たり3000人近い死者（日本の人口12600万人に換算すると約38万人）を出していた肺結核の猛威は、20世紀後半には随分と低いレベルにまで低下している。

結核菌（細菌）は1882年にロベルト・コッホにより発見され、このとき、結核が結核菌による感染症であることが確認された。すなわち、結核の正確な「診断」が可能になった。抗生物質（ストレプトマイシン）が発見され、結核

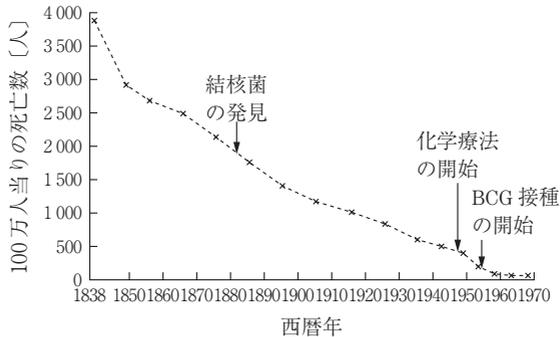


図 1.1 英国（England & Wales）における肺結核による年平均死亡率の推移（出典：T. McKeown, 1979）<sup>9)</sup>

の化学療法が開始されるのは 1940 年代の後半である。この半世紀近くの期間、結核の診断はできてもその治療は困難であった。BCG ワクチンの接種により、結核の予防が開始されたのはその後ほぼ 10 年を経た 1950 年代の中頃である。

図が示すように、結核の治療が可能になり、予防が可能になったとき、英国における結核死亡率はすでに低いレベルにまで低下していた。では、なにが結核死亡率の低下に貢献したのであろうか。吉田（1992）<sup>7)</sup> は、結核死亡率低下の 50% は人々の栄養状態の改善に、25% は上下水道の整備などに代表される生活環境の衛生的改善に、また残り 25% は病気の性質自体の変化（病原菌の毒性の低下）によると報告している。

### 1.2.3 悪影響の種類の変化

事故による死亡原因も同様に、過去には職業に固有の事故（職業性事故、職業病）が支配的であったが、最近では交通事故に巻き込まれるなどの遭遇型事故に重点が移っている。若・青年期の大きな死亡原因である事故死を含め、最近では原因を特定し確実な防護策を得ることが困難な事象が増加している。

環境汚染についても、わが国における四大公害事件に代表されるように、特定汚染源による激しい環境汚染と激しい健康被害との間に明確な因果関係が見られた産業公害型の環境汚染から、家庭排水などを含む非特定汚染源による環

# 索 引

<b>【あ】</b>	仮想的市場法	145	経口曝露量	80	
あいまいさ	15, 17, 20	ガンソリン政策	108	経世代輸送	98
悪影響の大きさ	4	ガンソリンの無鉛化	100, 108	血液中鉛濃度	103, 105, 109, 114
安心	69	価値評価されたリスク	27	結核	5
安全	68	カテコール	128	決定核種	19
安全係数	137	簡易生命表	72	決定経路	19
		環境運命評価モデル	44	決定集団	19
<b>【い】</b>		環境基本計画	152	決定臓器・組織	19
閾値	11, 42, 64	環境動態評価モデル	44	健康影響研究	126
遺伝子	117	環境内動態	15, 89	健康寿命	54, 71
遺伝子プール	56	環境内動態評価モデル	91	健康リスク	8
遺伝的影響	56	環境半減期	87, 99	健康リスク管理	141
イニシエータ	62	環境リスク	3, 7, 116, 152	健康リスクの総量	159
イベントツリー解析法	147	環境リスク初期評価	163	健康リスクの総量管理	62, 159
意味のあいまいさ	21	患者対照研究	53	健康リスク評価の枠組み	88, 100, 110, 126
因果関係	52, 120	完全発がん物質	63	健康リスク評価法	118
		感度解析	165	<b>【こ】</b>	
<b>【う】</b>		<b>【き】</b>		構造活性相関法	133
受け入れ可能なリスクレベル	61	既往調査	52	構造モデル	136
		危機管理	22, 162	高リスクグループ	36
<b>【え】</b>		機構モデル	136	高リスク集団	19
疫学調査	52, 117	基準値	58, 64	国際放射線防護委員会	61, 67
エンドポイント	54	基準値設定の考え方	58	個人リスク	30, 57
<b>【か】</b>		規制影響分析書	153	コスト	24, 28
外的要因	35	規制の事前評価	153	骨中濃度	83
害の指標	54, 70	逆問題	53	コホート研究	53
外部曝露	118	客観的あいまいさ	21	コンパートメントモデル	121
外部曝露量	15, 120	境界条件	139	<b>【さ】</b>	
化学物質のライフサイクル	162	境界条件を内部化	139	最小毒性量	134
		<b>【く】</b>		臍帯血	98
化管法	43, 152	クリティカルポイント	23	最大頻度リスク	149
確定的影響	11, 43, 65	<b>【け】</b>		最大リスク	149
確率的影響	11, 43, 65	経気道摂取量	45	最適化	66
確率的生命の価値	32, 144	経口鉛摂取量	101, 105		
化審法	36, 152	経口摂取量	45		

参照曝露量	96	ゼロリスク	29, 60	毒性 (ハザード) の強さ	4
三大死因	72	染色体	117	毒性評価試験	117
残留閾数	82	染色体の構造異常	127	土壤環境基準	107
		潜伏期間	133	土壤摂取	107
		線量線量率効果係数	129		
		線量の制限	67		
				<b>【な】</b>	
<b>【し】</b>		<b>【そ】</b>		突然変異	130
死因別死亡率	26	相加影響	134	内的要因	35
四エチル鉛	100	造血幹細胞	128	内部曝露量	15, 120
システムのリスク	9	総合損害	70	鉛	100
自然放射線	58	相殺影響	134	鉛汚染土壌	107
質調整寿命	71	相乗影響	134	鉛の毒性	12
支払意思額	145	想定外のリスク	146		
集団のリスク	30, 57	総リスク	156	<b>【ね】</b>	
主観的あいまいさ	21			年摂取限度	158
主観的評価	17				
種差	117, 123, 137				
寿命の損失	26, 68			<b>【は】</b>	
順問題	53	<b>【た】</b>		バイオアッセイ	160
生涯死亡確率	25	ダイオキシン類	142	バイオマーカ	118, 123
生涯死亡リスク	25	大気圏内核実験	80	肺がん	131
生涯発がんリスク	96, 112	大気中鉛濃度	101, 109	排出係数	43
		体内動態	16	排除するべきリスク	151
生涯リスク	166	体内動態評価モデル	80	排水基準	160
詳細リスク評価書	164	体内負荷量	83, 122	ハイドロキノン	128
正味でプラスの便益	66	耐用1日摂取量	63, 158	曝露経路	19
食習慣	16, 44	ターニングポイント	23	曝露シナリオ	19
食物連鎖	16, 90	多媒体モデル	140	曝露の大きさ	4
真偽基準	50	単位リスク削減費用	144	曝露評価	41
身体負荷量	17	単位リスク削減便益	144	ハザード	36
		誕生年別生涯発がんリスク	97	ハザード管理	37
				発がん段数	132
<b>【す】</b>				発がんモデル	62
数理発がんモデル	130	<b>【ち】</b>		白血病	83, 112, 126, 132
スロープファクタ	95, 129	チェルノブイリ原子力		発生源対策	52, 162
		発電所事故	83	パラメータ誤差	136, 150
<b>【せ】</b>		地球環境内動態評価モデル	80	パラメータ・フィッティング	136
生活の質	54, 71	地球環境の汚染	96		
生起のあいまいさ	21	地球構成要素内蓄積量	85	<b>【ひ】</b>	
生態系	14	賃金リスク法	144	ヒト	8
生態系の安定性	14			ヒト以外の生物	14, 57
生態系リスク	161	<b>【て】</b>		ヒト培養細胞	117
生態リスク初期評価	163	デラニー条項	60	標的臓器・組織	82, 118
正当化	66			費用便益分析	143
生物学的半減期	83	<b>【と】</b>		費用-リスク比	142
生命表	72, 157	統計モデル	136		
生理学的薬動力学 (PBPK)		等リスク原則	141		
モデル	98				
説明係数	136				

<b>【ふ】</b>		<b>【む】</b>		予見不可能なリスク	38
ファジィ理論	20	無視できないリスク	151	予後調査	52
フォールアウト	80	無毒性量	134	<b>【り】</b>	
不確実係数	137	<b>【も】</b>		リスク・アセスメント	41
不確実性係数	66	目的適合性	51	リスク管理	22, 33, 162
フガンティモデル	91	モデル化誤差	136, 150	リスク管理の最適化	156
複合曝露	128, 134	モデル間誤差	137	リスク管理の枠組み	40
物質のリスク	8	モデルと検証	48	リスク係数	83
物理的半減期	83	モデルの効用	51	リスク削減策	144, 163
ブラックボックス	136	モデルの作り方	47	リスク指標値	96
プロモータ	63	モデルの役割	46	リスクの計量	3
<b>【へ】</b>		<b>【ゆ】</b>		リスクの総量管理	155
平均寿命	26	有鉛ガソリン	109	リスクの定義	3
減らせるリスク	25	有害物質ライフサイクル	166	リスクの評価ツール	163
便益-費用比	143	誘導限度	158	リスクの包括管理	162
ベンゼン	108, 129	ユニットリスク	111	リスクの割り当て	157
<b>【ほ】</b>		輸入食品	96, 97	リスク費用分析	142
放射性降下物	80	<b>【よ】</b>		リスク・マネジメント	42
放射線影響研究	126	幼児・小児	104	リスクマネジメント規格	154
放射線等価係数	135	用量-反応関係	11, 40, 41, 117, 128	リスクマネジメント用語規格	154
放射線防護の三段階	66	抑制影響	134	リスク予防策	163
放射線ホルミシス	12	予見可能性	38	良否基準	50
放射線誘発がん	11			<b>【わ】</b>	
補助限度	158			忘れられたリスク	150

<b>【A】</b>		<b>【L】</b>		<b>【Q】</b>	
ADMER2	164	LNT 仮説	43, 63	QOL	54
ALAP の原則	67	<b>【M】</b>		<b>【R】</b>	
ALARA の原則	67	MSDS 制度	153	RIA	153
<b>【D】</b>		MtBE	108, 112	Risk Learning	164
DDE	63, 88, 129	MVK モデル	130	<b>【w】</b>	
DDT	63, 88	<b>【P】</b>		WET 規制	161
DDTs	89	PBPK モデル	101, 105, 121	<b>【数】</b>	
de manifestis リスクレベル	29	PRTR 制度	152	90Sr	80
de minimis リスクレベル	29	PRTR データ	44	137Cs	80

— 著者略歴 —

1969年 京都大学工学部衛生工学科卒業  
1973年 京都大学大学院博士課程中退  
1978年 工学博士（京都大学）  
1978年 京都大学助教授  
1995年 京都大学教授  
1996年 京都大学大学院教授  
2010年 京都大学名誉教授  
2011年 京都大学特定拠点教授  
現在に至る

環境の汚染とヒトの健康

—健康のリスクをどう防ぐ—

© Shinsuke Morisawa 2011

2011年11月30日 初版第1刷発行

★

検印省略

著者 <sup>もり</sup>森 <sup>さわ</sup>澤 <sup>しん</sup>眞 <sup>すけ</sup>輔  
発行者 株式会社 コロナ社  
代表者 牛来真也  
印刷所 萩原印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844 ・ 電話 (03)3941-3131 (代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-06622-7 (吉原) (製本：愛千製本所)

Printed in Japan



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられております。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします