

## まえがき

近年の急速な技術革新および産業構造の変化等に伴って、労働の場にもさまざまな設備や機器、化学物質等が次々と導入され、また就業形態も仕事の仕方も多様化しています。

このような状況の中で、働く方々の心身の健康を確保し、快適な職場環境を形成・維持していくためには、職場環境の変化や新たに導入される設備や材料のもたらすさまざまな安全衛生上のリスクを危害が顕在化しないレベルに適切にコントロールすることが必要ですが、そのためには、設備や作業等の高度化・複雑化および危険有害性のデータが明らかでない化学物質等の導入がすすむ現状に鑑みますと、関係者には、従前にも増して労働衛生に関し工学的な分野を含む広範で専門的な知識が要求されています。

本書は、職場に存在する化学物質等の化学的因子、暑熱・寒冷環境、騒音、振動および放射線等の物理的因子、感染症等の生物的因子ならびに労働衛生における人間工学的課題について広く取り上げ、それぞれの本来有する危険有害性（ハザード）およびその労働者の健康にもたらす悪影響の実態（リスク）ならびにリスクの管理の方法等について、それぞれの分野の専門家が要点をコンパクトにまとめたものです。

事業場の衛生管理者、安全衛生担当者、産業医、産業保健スタッフの方々をはじめ、業種にかかわらず事業場で労働衛生に携わる方々、また学生や行政関係者にも、ハンディでありながら内容の高度かつ豊富な好個の参考書と考えております。

本書が関係各位に広く活用され、職場における労働衛生管理の一層の推進および高度化に役立つことを希望するものです。

平成 21 年 12 月

社団法人 日本作業環境測定協会  
会長 大下 滋

## 著者紹介

(執筆順, 内は担当箇所)

**輿 重 治**(こし・しげじ) 序章

元・労働省産業医学総合研究所 所長

**田 中 勇 武**(たなか・いさむ) 序章

産業医科大学 産業生態科学研究所(労働衛生工学研究室) 教授  
日本労働衛生工学会 会長

**櫻 井 治 彦**(さくらい・はるひこ) 第 編

慶應義塾大学名誉教授  
財団法人 産業医学振興財団 産業医学情報室長  
中央労働災害防止協会 労働衛生調査分析センター技術顧問

**澤 田 晋 一**(さわだ・しんいち) 第 編第 1 章

独立行政法人 労働安全衛生総合研究所 国際情報・研究振興センター長

**眞 野 喜 洋**(まの・よしひろ) 第 編第 2 章

東京医科歯科大学名誉教授

**高 橋 幸 雄**(たかはし・ゆきお) 第 編第 3 章

独立行政法人 労働安全衛生総合研究所 環境計測管理研究グループ 主任研究員

**前 田 節 雄**(まえだ・せつお) 第 編第 4 章

独立行政法人 労働安全衛生総合研究所 人間工学・リスク管理研究グループ 部長

**城 内 博**(じょうない・ひろし) 第 編第 5 章・第 編第 1 章

日本大学大学院理工学研究科 教授

**輿 野 勉**(おくの・つとむ) 第 編第 6 章

独立行政法人 労働安全衛生総合研究所 有害性評価研究グループ 上席研究員

**草 間 経 二**(くさま・けいじ) 第 編第 7 章

社団法人 日本アイソトープ協会 放射線安全課 課長

**谷 口 初 美**(たにくち・はつみ) 第 編第 1・3・4 章

産業医科大学 医学部微生物学教室 教授

**石 松 維 世**(いしまつ・すみよ) 第 編第 2 章

産業医科大学 産業保健学部環境マネジメント学科 助教

**外 山 みどり**(そとやま・みどり) 第 編第 2 章

独立行政法人 労働安全衛生総合研究所 人間工学・リスク管理研究グループ 主任研究員

**岩 切 一 幸**(いわきり・かずゆき) 第 編第 3 章

独立行政法人 労働安全衛生総合研究所 有害性評価研究グループ 主任研究員

## 目 次

まえがき

著者紹介

序章 労働衛生工学序説

### 第 編 化学物質のリスク管理

第 1 章 化学物質の危険有害性

1.1 化学物質の種類

1.1.1 CAS レジストリー

1.1.2 流通している化学物質

1.2 化学物質の危険有害性の種類

1.2.1 危険有害性 (Hazard) とは

1.2.2 GHS 分類

1.3 化学物質の物理的・化学的性質と存在様式

1.4 化学物質と人との関係

1.5 接触と吸収

1.5.1 化学物質との接触

1.5.2 化学物質の吸収 (Absorption

ガスおよび蒸気の吸収 粒子状物質の吸収 液体の吸収

1.6 体内での分布と代謝 (Distribution and transformation)

1.7 化学物質の排泄 (Elimination)

1.8 生物学的半減期と蓄積

1.9 毒性の現れ方

1.9.1 接触, または吸収による毒性発現

1.9.2 ばく露時間と毒性

1.10 量-影響関係, 量-反応関係, 標的臓器

1.10.1 量 (Dose)

1.10.2 影響 (Effect)

1.10.3 臨界影響 (Critical Effect) と標的臓器 (Target Organ)

1.10.4 量-影響関係 (Dose-Effect Relationship)

1.10.5 量-反応関係 (Dose-Response Relationship)

1.10.6 閾値 (Threshold)

1.11 ばく露限界値 (Exposure Limit)

第2章 リスクとその管理

2.1 リスクの意味

2.2 労働衛生分野におけるリスク管理 (リスクマネジメント)

2.3 リスク管理の手順

2.3.1 ヒトに対して有害な可能性のある化学物質の同定

2.3.2 有害性情報の収集

MSDS (Material Safety Data Sheet, 化学物質等安全データシート)

MSDS についての注意点

世界の一次情報からの危険有害性情報の収集

2.3.3 有害性の評価

2.3.4 既存のばく露限界値

許容濃度と TLV の定義 許容濃度における「濃度」の意味

許容濃度の決定方法

2.3.5 ばく露限界値の設定

基本的な考え方 ばく露限界値設定の手順

不確か率係数 (Uncertainty factor) ばく露限界値設定の際の留意事項

2.3.6 ばく露評価 (Exposure Assessment)

2.3.7 生物学的モニタリング (Biological Monitoring)

生物学的モニタリングの有用性 生物学的モニタリングの方法

生物学的モニタリングの結果の評価 特殊健康診断項目としての利用

2.3.8 「リスクの評価」と「リスクの判定」

2.3.9 リスク低減

2.3.10 残存リスク管理

2.4 化学物質に関するリスクコミュニケーション

第3章 化学物質のリスク管理についての国による対応

3.1 経緯

3.2 国による化学物質管理の基本的な考え方

3.3 「化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針」の実施内容

3.4 「化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針」の概要

第 編 物理的有害因子のリスク管理

第1章 作業温熱条件

1.1 暑熱・寒冷作業環境と健康問題

1.1.1 暑熱作業環境

- 1.1.2 寒冷作業環境
  - 1.2 暑熱・寒冷ストレスに対する生体反応と健康障害
    - 1.2.1 暑熱ストレス
    - 1.2.2 寒冷ストレス
  - 1.3 暑熱・寒冷ストレスの予防対策と問題点
    - 1.3.1 暑熱ストレス
      - 暑さに対する慣れと耐暑性の向上 発汗の有効性と限界
      - 水分補給 熱中症の兆候と応急措置 休憩の取り方
    - 1.3.2 寒冷ストレス
      - 防寒具の使用 身体冷却の徴候の理解 休憩時の方策
  - 1.4 暑熱・寒冷環境評価の物理的・生理的基礎と国際基準
    - 1.4.1 暑熱・寒冷環境評価の物理的・生理的基礎
    - 1.4.2 国際標準化機構 ISO の国際規格にみられる暑熱・寒冷環境評価手法
  - 1.5 おわりに
- ## 第2章 異常気圧
- 2.1 高圧と物理
    - 2.1.1 潜水の物理学
      - 圧力 Boyle の法則 Pascal の原理 体積の相対変化
      - Henry Dalton の法則 Haldane の定律 ( 2 対 1 の減圧比 )
      - 比重 光および音波 水温 減圧 その他の問題
    - 2.1.2 高所下作業
  - 2.2 高気圧下作業
  - 2.3 高気圧下における酸素の功罪
    - 2.3.1 酸素中毒 ( 酸素毒性 )
    - 2.3.2 急性酸素中毒 ( 脳酸素毒性 )
    - 2.3.3 慢性酸素中毒 ( 肺酸素毒性 )
    - 2.3.4 酸素毒性の指標
    - 2.3.5 Oxygen Window ( 酸素窓 ) 効果
  - 2.4 減圧症
    - 2.4.1 急性減圧症の治療
    - 2.4.2 慢性減圧症の予防
    - 2.4.3 高所 ( 高地 ) 潜水の問題
    - 2.4.4 航空機搭機または高所移動と酸素
  - 2.5 そのほかの潜水や圧気作業と関わりのある高気圧障害
    - 2.5.1 Black out 現象
    - 2.5.2 窒素酔い
    - 2.5.3 二酸化炭素中毒

2.6 高気圧環境下における管理

第3章 騒音・超音波

- 3.1 音に関する基礎事項
- 3.2 ヒトの聴覚特性とA特性音圧レベル, 等価騒音レベル
- 3.3 騒音とは
- 3.4 騒音性難聴とリスク評価
- 3.5 騒音によるその他の影響
- 3.6 騒音のリスクマネジメント
- 3.7 超音波の定義と特徴
- 3.8 超音波による影響とリスク評価
- 3.9 超音波のリスクマネジメント

第4章 振 動

- 4.1 職業性ばく露振動 (Occupational Vibration)
- 4.2 手腕振動の職業性ばく露振動のリスクアセスメントの考え方
- 4.3 手持振動工具の危険性または有害性 (ハザード) の評価(1)
- 4.4 手持振動工具の危険性または有害性 (ハザード) の評価(2)
- 4.5 手腕振動の職業性ばく露振動の危険性または有害性 (ハザード) のリスクの見積もり
- 4.6 手腕振動のリスクの度合いの判断および低減措置内容の検討
- 4.7 手腕振動ばく露低減措置の例
- 4.8 振動障害総合対策の推進

第5章 電磁場の生体影響および労働衛生管理

- 5.1 はじめに
- 5.2 電磁場の生体影響
  - 5.2.1 基本制限
  - 5.2.2 参考レベル
  - 5.2.3 VDT 機器からの電磁場による影響
  - 5.2.4 携帯電話からの電磁場の影響
  - 5.2.5 ペースメーカーへの影響
- 5.3 電磁場のばく露レベル
- 5.4 電磁場防護対策
  - 5.4.1 発生源対策
  - 5.4.2 ばく露管理
  - 5.4.3 ばく露時間の制限
  - 5.4.4 保護具等の使用
- 5.5 リスクコミュニケーションの課題
  - 5.5.1 高レベル電磁場に関する規制についての問題
  - 5.5.2 低レベル電磁場に関するリスクコミュニケーションの問題

## 第6章 有害光線

### 6.1 はじめに

### 6.2 紫外放射（通常光）

#### 6.2.1 紫外放射の把握

#### 6.2.2 紫外放射の管理

有害性の評価 ばく露低減対策

### 6.3 可視光（通常光）

#### 6.3.1 可視光の把握

#### 6.3.2 可視光の管理

有害性の評価 ばく露低減対策

### 6.4 レーザー光

#### 6.4.1 レーザー光の把握

#### 6.4.2 レーザー光の管理

#### 6.4.3 レーザー光線による障害防止対策要綱

## 第7章 電離放射線

### 7.1 電離放射線の利用状況

ガスクロマトグラフ ガス検知器 厚さ計 密度計

たばこ量目計 レベル計 硫黄計 非破壊検査装置

水分計 静電気除去装置 蛍光X線分析装置 放射線滅菌

放射線照射

### 7.2 放射線の人体への影響

#### 7.2.1 確定的影響

#### 7.2.2 確率的影響

### 7.3 放射線防護の考え方と法令

#### 7.3.1 放射線防護の基本的考え

行為の正当化 防護の最適化 個人線量

#### 7.3.2 放射線障害防止関連法令

#### 7.3.3 放射線業務従事者の被ばくの状況

#### 7.3.4 被ばく防止対策

外部被ばく 内部被ばく

### 7.4 電離放射線の量とその単位

#### 7.4.1 電離放射線の種類

線 線 (X)線 中性子

#### 7.4.2 放射能の量とその単位

#### 7.4.3 放射線量

### 7.5 電離放射線の測定

#### 7.5.1 放射能測定

試料のサンプリング 試料調整 放射能測定

7.5.2 放射線量測定

線量当量率計 線量当量計

## 第 編 生物的有害因子のリスク管理

### 第 1 章 生物的因子の有害発生機序

1.1 生物的因子による有害事象

1.2 微生物因子による有害事象の特徴

1.3 感染成立の要件

1.3.1 感染源（微生物）

分類 微生物叢と職業関連疾患 人畜共通感染症と職業関連疾患

1.3.2 細菌

細菌の形態と大きさ 細菌の増殖 感染成立における細菌側因子

1.3.3 ウイルス

ウイルスの大きさと形態 ウイルスの核酸 ウイルスの増殖

ウイルス感染症（宿主レベル&集団レベル） ウイルスと発がん

1.3.4 真菌

1.3.5 原虫

1.3.6 プリオン

1.4 宿主の要因

1.4.1 宿主の感染抵抗性

1.4.2 易感染性宿主

1.4.3 宿主における病原体の侵入門戸と排出部位

1.4.4 保菌者

1.5 感染経路

1.5.1 空気感染，飛沫感染と経気道感染

1.5.2 接触感染と性感染症

1.5.3 一般担体感染と経口感染

1.5.4 ベクター媒介性感染と経皮感染

1.5.5 垂直感染 - 母児感染

### 第 2 章 生物的因子のリスク評価の実際

2.1 はじめに

2.2 室内空気汚染物質としての生物的因子の定義

2.3 微生物エアロゾルによる室内空気汚染

2.4 浮遊微生物の捕集方法

2.4.1 ろ過捕集方法



2.4.2 液体捕集方法

2.4.3 衝突法

2.5 微生物の検出における問題点

2.6 浮遊微生物による健康影響

2.6.1 真菌

2.6.2 マイコバクテリウム属菌

2.6.3 レジオネラ属菌

2.7 生物学的因子のリスク評価

2.8 おわりに

### 第3章 生物因子のリスク削減，リスク管理およびリスクコミュニケーション

3.1 生物因子のリスク削減と感染症発生リスク要因の評価

3.2 感染症成立の3要因とリスク削減

3.2.1 病原体要因とそのリスク削減

3.2.2 ヒトの要因とそのリスク削減

3.2.3 感染経路要因とそのリスク削減

3.3 労働現場での感染症発生リスク要因の点数評価とリスク管理

3.3.1 点数化の方法

3.3.2 各リスクの合計点数と残留リスク管理

3.4 リスクコミュニケーション

### 第4章 生物因子にかかる緊急リスクへの対応

4.1 日常的な体制づくり

4.2 感染症が発生した場合

4.2.1 病原体名が明らかな場合と不明な場合

4.2.2 緊急対策が必要か否か

4.3 特定の感染症に対する対策

4.3.1 インフルエンザウイルス

基礎知識 統括管理 従業員教育

4.3.2 新型インフルエンザの場合

4.3.3 結核

基礎知識 統括管理 従業員教育

4.3.4 レジオネラ

基礎知識 統括管理 従業員教育

4.3.5 食中毒

基礎知識 統括管理

## 第 編 労働衛生における人間工学的課題

### 第 1 章 労働衛生における人間工学的課題

#### 1.1 はじめに

#### 1.2 上肢作業の健康障害とその予防

##### 1.2.1 上肢作業の健康障害

上肢の反復動作の多い作業例 上肢をあげた状態で行う作業例

頸部，肩の動きが少なく，姿勢が拘束される作業例

上肢等の特定の部位に負担のかかる状態で行う作業例

##### 1.2.2 発症予防および健康管理

#### 1.3 交替制勤務（深夜業務）による健康障害とその予防

##### 1.3.1 交替制勤務（深夜業務）の実態

##### 1.3.2 交替制勤務（深夜業務）の健康管理

#### 1.4 照 明

##### 1.4.1 光（照明）環境の定義および基準

事務所衛生基準規則

事業者が講ずべき快適な職場環境の形成のための措置に関する指針

##### 1.4.2 照度，輝度の測定

##### 1.4.3 光環境の評価・改善

### 第 2 章 VDT 作業における健康影響とその予防

#### 2.1 VDT 作業による健康影響

#### 2.2 予防対策

##### 2.2.1 VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン

##### 2.2.2 具体的な予防対策

空調 ディスプレイの見やすさ 作業時間 姿勢

#### 2.3 VDT 作業の労働衛生管理

### 第 3 章 職業性腰痛とその予防

#### 3.1 職業性腰痛の発生状況

#### 3.2 腰痛予防対策指針

#### 3.3 具体的な腰痛予防対策

作業の自動化/機械化 補助機器の使用

作業姿勢，作業時間，作業環境などの対策

#### 3.4 腰痛予防に関する労働衛生管理

## 序章 労働衛生工学序説

### 1. はじめに

労働衛生工学という言葉が使われるようになったのは昭和 30 年以降のことである。日本労働衛生工学会が創設され、行政的には労働衛生工学コンサルタントの制度などが施行されるなどして、現在では労働衛生工学という言葉は一応市民権を得た形になっている。現在労働衛生工学と呼ばれている分野が、どのような範囲の研究や労働衛生上のどのような部分の仕事を包括するものであるかという点については、後にふれることとするが、すでに半世紀以前、労働衛生工学という言葉がなかった頃から、有害物質へのばく露による労働者の健康障害を防止するには、現在労働衛生工学と呼ばれている分野の仕事が極めて重要であることが意識されていたのである。そのよい例は、1938 年に刊行された石川知福著「塵埃衛生の理論と実際」<sup>3)</sup>に見ることができる。すなわち、石川はこの著書の中で珪肺の予防に関し、

「塵埃問題は結局塵埃発生原因を刈除することが抜本塞源的手段である。これに次いで塵埃の発生源からの拡散を防遏すること、更に従業者の吸塵を防止するの装置と方法を実施することは、二次的の処理として止むを得ざるの対塵対策である。しかもこれら 3 種の方法は、主として工学的管理に属するのであるが、これに医学的衛生学的意義付けと協力なくしては、その実施に有効性を期し難い」

とし、現在でいう労働衛生工学の知識と技術こそが、珪肺を予防するための根本的対策を提供するものであることを説いている。

この考え方は、粉じんの吸入に起因するじん肺の予防という観点から述べられているが、作業場の空气中に浮遊している種々の有害なガス、蒸気、粒子状物質の吸入による健康障害はもちろんのこと、物理的な環境因子へのばく露による健康への影響を防止しようとする場合にも、まったく同様の考え方が成り立つことは今日では疑う余地のないところである。

労働衛生工学の具体的な各論について解説を行う前に、作業環境測定を軸に進められている作業環境管理の理論的、技術的な基盤となっている労働衛生工学がどのようなものであって、労働衛生管理全体の中でどのような位置づけのもとに、どのような役割を担っているのか、さらに今後に残されている課題など労働衛生工学と呼ばれている分野の概要を述べておくことにする。