

- Johansson I. (1978) Determination of organic compounds in indoor air with potential reference to air quality, *Atmospheric Environment*, **12**, pp1371-1377
- Krause C. et al (1987) Occurrence of Volatile Organic Compounds in the air of 500 homes in the Federal Republic of Germany. *Proceeding of Indoor Air '87*, pp102-106
- Lansink B. J. (1985) *UFFI and market value*, The Canadian Appraiser, Appraisal Institute of Canada, Vol. 29, Book 1, spring
- Lebert E. et al. (1986) Volatile Organic Compounds in Dutch homes, *Environment international*, **12**, pp323-332
- McCredie W. H. (1992) Formaldehyde Emission from UF Particleboard Voluntary Standards vs EPA Regulation, *Proceedings Washington State University International Particleboard/Composite Materials Symposium, 26<sup>th</sup>*, pp115-123
- Micheal J. et al. (1992) The Indoor Air Quality Programme of the WHO Regional Office for Europe, *Indoor Air*, **2**, pp180-193
- National Academy of Sciences (1980) *Formaldehyde - An Assessment of Its Health Effects*, Committee on Toxicology, Board on Toxicology and Environmental Health Hazards, National Research Council, Washington D. C., National Academy press
- National Research Council (1981) *Indoor Pollutants, Committee on Indoor Pollutants*, National Academy press
- National Research Council (1981) *Indoor Pollutants*, National Academy Press, Committee on Indoor Pollutants, Washington, D.C.
- National Research Council (1983) *Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process Working Papers*, Committee on the Institutional Means for Assessment of Risks to Public Health, National Academy press
- Plath L. (1966) Bestimmung der Formaldehydabspaltung aus Spanplatten nach der Mikrodiffusionsmethode. 1. Mitteilung, *Holz Roh Werkstoff*, **24**, pp312-318
- Seifert B. et al. (1982) Indoor air concentrations of benzene and some other aromatic hydrocarbons, *Toxicology and environmental safety*, **6**, pp190-192
- Seifert B. et al. (1999) Guideline values for indoor air pollutants, *Indoor Air '99: Proceedings of the 8th International Conference on Indoor Air Quality and Climate*, Edinburgh, Scotland, **1**, pp499-504, 8-13 August
- Seifert B. et al. (2000) The German Environmental Survey 1990/192 (GerES): reference concentrations of selected environmental pollutants in blood, urine, hair, house dust, drinking water and indoor air, *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, **10**, pp552-565
- Seifert B. et al. (2003) ドイツの IAQ 規制に関する説明, 国土交通省建築指導課によるヒアリング議事録, 建築会館, 2003 年 1 月 9 日
- Stoger G. (1965) Beiträge zur Berechnung und Prüfung der Formaldehydabspaltung aus Harnstoffhartz gebundenen Spanplatten, *Holzforsch. Holzverwert*, **17**, pp6
- Sydney M. et al. (1999) Residential environmental measurements in the National Human Exposure

- Assessment Survey (NHEXAS) pilot study in Arizona: preliminary results for pesticides and VOCs, *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, **9**, pp456-470
- Van Der Wal J. F. (1982) Formaldehyde measurements in Dutch houses, schools and offices in the years 1977-1980, *Atmospheric Environment*, **16**, pp2471-2478
- Wallace A. et al (1987) Volatile organic compounds in 600 US homes: Major sources personal exposure, *P0998A US DOE Reports*, DOE-ER-60493-1-Vol 1, pp183-187
- WHO Headquarters (2000) *Guidelines for Air Quality*
- WHO Europe (1987) *Air Quality Guidelines for Europe.*, WHO Regional Publication, Europeans Series, No. 23, Copenhagen
- WHO Europe (2000) *Air Quality Guidelines for Europe 2<sup>nd</sup> edition.*, WHO Regional Publication, Europeans Series, No. 91, Copenhagen
- WHO Europe (1989) *Indoor air quality: organic pollutants.* Copenhagen, Report on a WHO meeting, EURO Reports and Studies 111
- Yoshizawa S. et al. (1996) *International Study on Indoor Air Quality and Climate in Office Buildings*, World Federation of Building Service Contractors

## 2. 国際機関の室内空気質に対する取り組み

### 2. 1. WHO 欧州事務局

世界保健機関(WHO)は、1948年に設立された国際的な健康問題や公衆衛生を扱う国際連合の組織である。WHOの役割の1つは、出版物等を通じて信頼できる情報や助言を提供することである。WHO 欧州事務局 (WHO Regional Office for Europe: WHO Europe)は、WHOの6つの地域事務局の1つである。北はグリーンランド、南は地中海からロシアの太平洋岸までの広範な地域を担当している。

空気汚染は、WHOが40年以上にわたり取り組んできた健康影響問題である。WHO 欧州事務局は、1983年にオランダ政府の要請を受けて、1987年に欧州空気質ガイドライン(WHO Europe 1987)を公表した。1993年より欧州だけでなくアメリカも含めた専門家会合を繰り返し、良質な室内空気質を保持増進するための取り組みに関する議論を行ってきた。そして、1999年に「室内空気の政策決定のための戦略的取り組み方法」(WHO Europe 1999)、2000年に「健康な室内空気への権利」(WHO Europe 2000a)および「欧州空気質ガイドライン第2版」(WHO Europe 2000b)を公表した。

空気質ガイドラインの目的は、人の健康に対して有害である、あるいは有害である可能性がある空気汚染物質による公衆の健康影響を保護するための基礎資料を提供することである。そして、特に環境基準値の設定など、関係諸国のリスク管理における政策決定に利用可能な情報や指針を提供することにある。空気質ガイドラインは、そのまま環境基準値とすべきではなく、環境基準値が設定される前に、曝露レベル、環境、社会、経済、文化的な状況が考慮されるべきであるとされている。これらのガイドラインや報告書は、欧州地域のみならず、アジアや北米諸国にも影響を与えている。以下、これらのガイドラインや報告書の概要を示す。

#### 2. 1. 1. 欧州空気質ガイドライン第2版

1983年、オランダ政府は、先に作成された飲料水質ガイドラインに続き、空気質のガイドラインを作成するようWHO 欧州事務局に要請した。そしてWHO 欧州事務局は、専門家によるワーキンググループを組織し、1987年に「欧州空気質ガイドライン: *Air Quality Guidelines for Europe*」(WHO Europe 1987)を公表した。さらにその後、最新の研究とリスクアセスメント手法をもとに、国際化学物質安全性計画(IPCS)及び欧州委員会(EC)と共同で1987年のガイドラインを見直した。そして、ガイドラインを作成すべき35の化学物質を選定し、2001年1月26日に第2版となる「*Air Quality Guidelines for Europe 2nd edition*」(WHO Europe 2000b)を公表した。これら35の化学物質は、次に示す基準をもと選定されている。

- 1) 曝露源の点から広範囲に問題を引き起こしている化合物
- 2) 個人曝露の可能性が高い化合物
- 3) 健康及び環境影響に関する新しいデータが明らかになっている化合物
- 4) モニタリングが実現可能となった化合物
- 5) 大気中濃度の上昇傾向が明白である化合物

欧州空気質ガイドライン第2版は、発がん性、不快感などの健康影響に応じて分類されている。また、一般毒性より低い濃度で強い臭気を発する化学物質に対しては、悪臭から大衆を保護する

目的でガイドラインを設定している。

表2-1に、発がん性・臭気・不快感以外の健康影響に基づく空気質ガイドラインを示す。表2-2に感覚影響や不快感に基づく空気質ガイドラインを示す。また、表2-3には人の研究に基づいて設定された発がんリスクを示す。アスベスト及びラドンとその娘核種に対しては、物理的性質が表2-3に示す化学物質と異なることや、発がんリスクが範囲で示されることから、別途ガイドラインが設定されている。表2-4にアスベスト、表2-5にラドンによる生涯発がんリスクを示す。これらのガイドラインは、大気中及び室内空気のいずれにも適用される。

表2-1 発がん性・臭気・不快感以外の健康影響に基づく工業化学物質の空気質ガイドライン

化学物質	ガイドライン値 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	平均暴露時間
カドミウム (Cd)	0.005 <sup>a)</sup>	1年間
二硫化炭素 <sup>b)</sup>	100	24時間
一酸化炭素 (CO)	100,000 <sup>c)</sup>	15分
	60,000 <sup>c)</sup>	30分
	30,000 <sup>c)</sup>	1時間
	10,000	8時間
1,2-ジクロロエタン <sup>b)</sup>	700	24時間
ジクロロメタン	3,000	24時間
	450	1週間
フッ化物 <sup>d)</sup>	—	—
ホルムアルデヒド	100	30分
硫化水素 <sup>b)</sup>	150	24時間
鉛 (Pb)	0.5	1年間
マンガン (Mn)	0.15	1年間
無機水銀 (Hg)	1	1年間
二酸化窒素 (NO <sub>2</sub> )	200	1時間
	40	1年間
オゾン	120	8時間
浮遊粒子状物質 (SPM) <sup>e)</sup>	用量/反応	—
白金 (Pt) <sup>f)</sup>	—	—
ポリ塩化ビフェニール (PCBs)	大気からの摂取が少ないためガイドラインが設定されていない	
ダイオキシン類 (PCDDs/PCDFs)	大気からの摂取が少ないためガイドラインが設定されていない	
スチレン	260	1週間
	500	10分
二酸化硫黄 (SO <sub>2</sub> )	125	24時間
	50	1年間
テトラクロロエチレン	250	1年間
トルエン	260	1週間
バナジウム (V) <sup>b)</sup>	1	24時間

a) 日常摂取が増加する可能性のある農業用地においてカドミウム汚染の増加を防止するため

b) 第2版では再評価されていない

c) これらの濃度での曝露はここに示す曝露時間を超えてはならない、そして8時間の間に繰り返されるべきではない。

d) 大気中に存在した結果として、大気以外の経路で重要な曝露をもたらす（食物や水など）という証拠がないので、ガイドラインは $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の濃度と認識されている。そしてその濃度は食物や家畜を保護するために必要で、人の健康保護するにも十分であろう。

e) 短期及び長期曝露影響の有用なデータがなく、ガイドラインが設定されていない

f) 一般市民が大気中において、労働環境で影響がみられる濃度よりも低い濃度で曝露する可能性はほとんどない。そのため科学的知見に基づくガイドラインは設定されてこなかった。

表 2-2 30分平均値での感覚影響や不快感に基づく空気質ガイドライン

化学物質	検知閾値( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	認識閾値( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ガイドライン( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
二硫化炭素 <sup>a)</sup>	200	—	20
硫化水素 <sup>a)</sup>	0.2- 2.0	0.6- 6.0	7
ホルムアルデヒド	30- 600	—	100
スチレン	70	210- 280	70
テトラクロロエチレン	8,000	24,000- 32,000	8,000
トルエン	1,000	10,000	1,000

a) 第2版では再評価されていない

表 2-3 人の研究に基づいた発がんリスク

化学物質	IARC 発がん性分類	UR (Unit Risk) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) <sup>-1</sup>	発がん部位
アクリロニトリル <sup>a)</sup>	2A	$2 \times 10^{-5}$	肺
ヒ素(As)	1	$1.5 \times 10^{-3}$	肺
ベンゼン	1	$6 \times 10^{-6}$	白血病
ブタジエン	2A	—	多部位
6価クロム(Cr)	1	$4 \times 10^{-2}$	肺
ニッケル(Ni)化合物	1	$4 \times 10^{-4}$	肺
多環芳香族炭化水素PAHs (BaP: ベンゾ-a-ピレン) <sup>b)</sup>	1	$9 \times 10^{-2}$	肺
耐火セラミックファイバー	2B	$1 \times 10^{-6}$ (fibre/l) <sup>-1</sup>	肺
トリクロロエチレン	2A	$4.3 \times 10^{-7}$	肺、精巣
塩化ビニル <sup>a)</sup>	1	$1 \times 10^{-6}$	肝臓、その他

a) 第2版では再評価されていない

b) ベンゾ-a-ピレンとしての評価値

表 2-4 アスベストによる生涯発がんリスク

濃度	生涯発がんリスク	発がん部位
500 F*/m <sup>3</sup> (0.0005 F/ml)	$10^{-6} - 10^{-5}$	30%が喫煙者である集団における肺がん
	$10^{-5} - 10^{-4}$	中皮腫

F\*: 光学的方法で測定された繊維数

表 2-5 ラドンとその娘核種による生涯肺がんリスク

暴露レベル	生涯肺がんリスク	建物で改善措置が必要な勧告値
1 Bq/m <sup>3</sup>	$3 - 6 \times 10^{-5}$	年間平均100 Bq/m <sup>3</sup> 以上

欧州空気質ガイドライン第2版は、人の健康影響だけでなく、空気中の汚染物質が陸生植物に与える影響についても評価している。そして人へ健康影響が生じる濃度よりも低い濃度で陸生植物に対する影響を生じる化学物質に対し、ガイドラインを設定している。このような試みは、第2版が最初である。表 2-6 にその概要を示す。

表 2-6 陸生植物への影響に基づく工業化学物質のガイドライン

化学物質		ガイドライン値 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	平均暴露時間
二酸化硫黄 ( $\text{SO}_2$ )	臨界レベル	10-30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1年間
	臨界荷重	250-1,500 eq/ha/年	1年間
窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ )	臨界レベル	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1年間
	臨界荷重	5-35 N/ha/年	1年間
オゾン <sup>a)</sup>	臨界レベル	0.2-10 ppm.h	5日-6ヶ月

a) 40ppbの閾値を超えた蓄積曝露

\* 臨界レベルは植物の種類、臨界荷重は土壌やエコシステムの種類によって変化する。

## 2. 1. 2. 室内空気の政策決定のための戦略的取り組み方法

室内空気質は、人の健康に対する重要な環境因子である。室内空気汚染が人の健康に影響する多くの科学的根拠が存在する。室内空気汚染を削減する方法は多数存在する。しかしながら、その汚染源は複雑で多数存在するため、室内空気汚染の削減戦略を難しくさせている。その結果、欧州諸国でそのような戦略を導入している国はわずかしかなかった。

このような背景のもと、WHO 欧州事務局は、1994年7月4-5日にオランダのビルトーベンで会合を開いた。そして、室内空気質に関する包括的で意義のあるプログラムを各国が有するよう推奨した。さらに、WHO 欧州事務局が、各国の室内空気質に関するプログラムの開発を支援するための指針となる文書を開発すべきであると報告した。そして、1999年に「室内空気の政策決定のための戦略的取り組み方法: *Strategic approach to indoor air policy—making*」(WHO Europe 1999)の指針書を発表した。この指針書は、住宅、学校、オフィス、医療施設などの一般の建物、公共施設や商業施設、車やバスなどの輸送機関などの全ての室内空間を対象としている。ただし、工業施設など、化学物質や危険な物質を取り扱う室内環境は、特別な規制が必要なため除外されている。また、室内空気質に影響する因子は、化学物質などの化学因子、ダニやカビなどの生物因子、温熱や電磁波などの物理因子などの多くの因子が関与する。この指針書は、化学及び生物因子を対象としている。騒音、照明、電磁波などは対象外である。以下、戦略策定において考慮すべき事項を概説する。

### 1) 戦略について

戦略のための実行計画は、それぞれの国の特別な状況を考慮する必要がある。例えば、大気や気候、建築設計、作業および維持管理、使用される建材の種類、居住者の知識や活動傾向、他の疾病による影響、エネルギー政策、建築技術などである。

その実行計画は、適切とみなされる規制や法律、情報公開、産業や市場への介入、技術開発、職業訓練、教育、文化、行動の変更などの異なる活動を通じて達成される目標を定める。さらに、これらの項目のいくつかは、政治や経済の国際的な枠組みに強く影響されるため、国際的な政策の調和が非常に重要となる可能性が高い。

## 2) 責務

室内空気質は、大気、建物の種類や状態、家具、居住者の生活習慣や癖などの異なる多数の要因の影響を受ける。ゆえに室内空気の科学は、学問の教育過程では単純に区別できない学際的な分野に相当する。そのため各国は、室内空気質に関する特別な法律を一般に制定していない。室内環境は、他の分野の規制にも適用される。例えば、建築基準法、消費者製品の安全性に関する法律、化学物質に関する法律などである。

室内空気質に対するあらゆる責務を有する単一の行政機関は一般的に存在しない。室内空気質の監督責任が行政機関の間で委譲されるのを避けるため、関連する行政機関合同の作業部会が設立される必要がある。一般にこのような作業部会には、環境、健康、建築、労働、研究、工業、輸送に関する監督責任を有する行政機関が含まれる。室内空気質に関する責務は、関係する行政機関に存在すべきである。

通商や産業の役割も必要である。産業界は、室内空気質に影響する商品による危害を削減するために可能な限り多くの努力をすべきである。産業界の自主的な活動は重要な役割を果たす。

## 3) 行動原則

室内空気に対する取り組みは、最善の利用可能な科学的根拠と次の行動原則に基づくべきである。

### 1) 予防原則 (the Precautionary Principle)

予防は室内空気の問題を解決するうえで最も安価な方法である。環境政策における全ての政策決定の過程は予防原則に基づくべきである。予防原則は、室内空気質を改善するあらゆる手段に取り入れられるべきである。室内で使用される建材や商品は、有害物の排出源となってはならない。室内空気質ガイドラインは、建材を選定する建築設計者や使用者を支援する。

### 2) 個人責任の原則 (the Principle of Individual Responsibility)

全ての人々は、室内空気汚染物質が人の健康に及ぼす危険性に関する情報を与えられるべきである。そして、他の人々の健康へ有害とならない方法で行動すべきである。建物の設計者や施工業者も同様に、室内空気汚染物質が建物の使用者の健康に及ぼす危険性を認識すべきである。そして、しかるべき材料や商品を選択すべきである。

### 3) 協働原則 (the Cooperation Principle)

国と地方の行政機関は、政治的意志を策定する初期の段階で、全ての地域勢力との協働を目指すべきである。つまり、計画および承認過程における関係者の関与、新しい規制の準備作業における専門家の参加、行政機関との折衝期間中の製造業者による自主的な取り組みを必要とする。

### 4) 汚染者負担原則 (the Polluter's Responsibility Principle; the Polluter Pays Principle)

汚染者の責任とは、室内空気汚染源を除去する費用や危害の補償は、汚染者が負担すべきであることを意味する。

### 5) 知る権利原則 (the Right to Know Principle)

室内空間を使用する人々は、室内空気質に影響する建材や建具、行動、周辺環境がもたらす健康影響に関する情報を知る権利がある。利害関係者に対しては、科学的な根拠が提供される

べきである。

#### 6) 活動の制限 (Limitations of Action)

これらの原則により制限される活動が存在する可能性がある。また、清浄な空気を呼吸する権利など、他人の権利をより優位であるべきではないが、個人の自由に対する権利は、室内空気をコントロールする範囲に影響する可能性がある。例えば喫煙は、この種の代表的な事例である。しかし、個人責任の原則の適用が、このような問題の解決に役立つべきである。

#### 4) 法的及び政策的手段

室内空気質に対する戦略に対して次に示すさまざまなツールが利用されるべきである。

- ・ 法規
- ・ 監視
- ・ 室内環境のモニタリング
- ・ 室内環境に関連した健康に関するモニタリング
- ・ 環境影響評価
- ・ 環境計画
- ・ 経済的手法
- ・ 情報と助言
- ・ 産業界の参加
- ・ 研究

#### 5) 室内空気質のアセスメント

室内空気汚染による居住者の健康影響は、遅れて生じることがある。また、性別、年齢、代謝などによる個々人の感受性の違いが存在する。そのため、室内空気質の直接的なアセスメントは複雑となることがある。居住者の苦情は、室内空気の問題の初期の指標として重要であり、それを軽視すべきではない。

室内空気中のさまざまな化学的及び生物的因子の信頼できるアセスメントは複雑である。WHOは、1998年に「室内空気汚染物質への曝露アセスメント: *Assessment of exposure to indoor air pollutants*」(WHO Europe 1998)の報告書を公表している。

例えば、WHOの空気質ガイドラインによる健康リスク評価等に基づき、欧州のいくつかの国は、独自に室内空気質ガイドラインを公表している、これらのガイドラインは、その国の法律や環境等の状況に応じて独自に定められている。

室内の暖房設備や換気設備は、良質な室内空気質を達成するために重要な因子である。多くの欧州諸国において、建築設計や建築構造に関する必要条件やガイドラインが存在する。良質な室内空気質を確保するために実行可能で効果的な手段は、建材に対する有害物の放散基準の設定と、気流に対する基準の設定である。

#### 6) 費用便益分析

たとえ小さな改善であっても、室内空気質の改善は、労働費用の削減に結びつく。新しい法律や規制が実行される前に、室内空気質に関係するあらゆる問題に対して費用便益分析が適用されるべきである。



### 2. 1. 3. 健康な室内空気への権利

WHO 欧州事務局のワーキンググループは、2000年5月15-17日にオランダで「健康な室内空気への権利」と題した会合を開催した。この会合には18ヶ国から23人の専門家が出席した。このワーキンググループは、室内空気質のコントロールが健康における重要な因子であるにもかかわらず、特に一般住宅では不十分な事例が多いと述べている。そして、室内空気質が我々の健康にとって不十分である理由を次のように述べている。

「室内空気質に関連した政策や行動のもととなる基本原則に対し、表現・認識・理解が乏しいからである。そしてその結果、一般大衆は、この基本原則やこれに関連した権利を知らされていない。」

そこで、WHO 欧州事務局のワーキンググループは、2000年5月15-17日の会合内容をもとに、「健康な室内空気への権利: *The Right to Healthy Indoor Air*」(WHO Europe 2000b)と題した報告書を2000年7月12日に公表した。表2-7にその報告書で公表された基本原則を示す。

表2-7 健康な室内空気への権利に関する基本原則

原則	内容
原則1	<b>健康に対する人権</b> 全ての人には、健康的な室内空気を呼吸する権利を有する。
原則2	<b>自治尊重</b> 全ての人には、有害の可能性のある暴露に関する適正な情報と、たとえわずかではあっても、その暴露を防止するための有効な手段を与えられる権利を有する。
原則3	<b>加害行為なし</b> 居住者が不必要な健康リスクを負わないよう、そのような暴露濃度の汚染物を室内空気中に持ち込むべきではない。
原則4	<b>善意</b> 私有、公有、国有のいずれであっても、建物と関わり合いを持つ全ての個人、集団、組織は、居住者が許容可能な空気質となるよう取り組む、あるいは支持する責任を負う。
原則5	<b>社会正義</b> 居住者の社会・経済的地位は、健康的な室内空気への権利と関係があってはならない。しかし健康状態によっては、ある特定の集団のために必要な特別な事柄を決定する可能性がある。
原則6	<b>説明責任</b> あらゆる関連組織は、建物の空気質や居住者の健康と環境上の影響を評価及び査定するために、明白な基準を確立すべきである。
原則7	<b>予防原則</b> 有害な室内空気への暴露リスクがある場合、それを防ぐ費用効果のよい手段を見合わせる理由として、不確実性を用いるべきではない。
原則8	<b>汚染者の負担</b> 汚染者は、非健康的な室内空気への暴露から生じる健康生活への危害について説明する責任がある。加えて汚染者は、そのような危害を軽減及び改善する責任がある。
原則9	<b>持続可能性</b> 「健康と環境」これら2つに対する懸念は分離できない。健康的な室内空気の対策は、世界的あるいは局地的な生態系の完全性や、将来世代の人々の権利を危うくしてはならない。

WHO 欧州事務局のワーキンググループは、室内空気汚染への対策やプログラムが開発されていない国々に対して、この原則が有用な手引きとなるよう求めている。また、その他の国々においては、この原則をもとに、「健康な室内空気への権利」の重要性に対する認識を高めるよう求めている。そして多くの専門分野と産業分野による協調と協力によって、健康的な室内空気質に対する計画的なアプローチが必要であると報告している。

#### 2. 1. 4. 欧州空気質ガイドラインの改訂予定 (WHO Europe 2005)

欧州空気質ガイドライン第2版の公表後、2002年から2004年にかけてWHO 欧州事務局が欧州地域で調査した報告等に基づき、2005年に粒子状物質、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄の空気質ガイドラインの改訂作業が行われる。改訂作業を行うワーキンググループのメンバーには、イギリス、オランダ、中国、アメリカ合衆国、メキシコ、タイの専門家が参加している。2005年12月31日にガイドラインがまとまる予定である。

#### 2. 2. WHO の空気質ガイドライン

WHO 欧州事務局が1987年に公表した「欧州空気質ガイドライン: *Air Quality Guidelines for Europe*」は、1997年12月2-5日にジュネーブのWHO 本部(WHO Headquarters)で行われた専門家会合において、世界レベルで適用可能となるよう空気質の評価とコントロールの問題が詳細に検討された。そして専門家会合の審議を経て、1999年12月に「空気質ガイドライン: *Guidelines for Air Quality*」(WHO Headquarters 2000)が公表された。

WHO の空気質ガイドラインの目的は、基本的にWHO 欧州事務局と同じである。つまり、人の健康に対して有害である、あるいは有害である可能性がある空気汚染物質による公衆の健康影響を保護するための基礎資料を提供することである。そして、特に環境基準値の設定など、関係諸国のリスク管理における政策決定に利用可能な情報や指針を提供することにある。また、空気質ガイドラインは、そのまま環境基準値とすべきではなく、環境基準値が設定される前に、曝露レベル、環境、社会、経済、文化的な状況が考慮されるべきであるとされている。そのため各国の政策が、WHO の空気質ガイドラインよりも高い値、あるいは低い値を目指して実行されることもある。

表2-8には健康影響の観点から定められた非発がん性物質のガイドライン、表2-9には発がん性物質のガイドラインを示す。表2-10には、多環芳香族炭化水素 (PAHs)のユニットリスクの推算値を示す。

WHO の空気質ガイドラインは、2003年より改訂作業が進められている。しかし、本研究期間中には公表されなかった。

表 2-8 WHO の空気質ガイドライン (非発がん性物質)

化合物	年間平均大気濃度 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	健康エンドポイント	観察された影響レベル [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]	不確実係数	ガイドライン値 (GV)または耐 容濃度(TC) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	平均時間
一酸化炭素	500-7000	一酸化炭素ヘモグロビンの臨界値 < 2.5%	n.a.	n.a.	100 000 (GV)	15 分
					60 000 (GV)	30 分
					30 000 (GV)	1 時間
					10 000 (GV)	8 時間
鉛	0.01-2	血中鉛濃度の臨界値 < 100-150 $\mu\text{g Pb}/\text{l}$	n.a.	n.a.	0.5 (GV)	1 年
二酸化窒素	10-150	喘息患者における肺機能の小変化	0.365-0.565	0.5	200 (GV)	1 年
オゾン	10-100	呼吸器の機能応答	n.a.	n.a.	120 (GV)	8 時間
二酸化硫黄	5-400	喘息患者における肺機能の変化	1	2	500 (GV)	10 分
		高感受性の人たちにおける呼吸器症状の悪化	0.25	2	125 (GV)	24 時間
			0.1	2	50 (GV)	1 年
アセトアルデヒド	5	人への刺激	45 (NOEL)	20	2 000 (TC)	24 時間
		ラットにおける刺激に関連した発がん性	275 (NOEL)	1000	50 (TC)	1 値
アセトン	0.5-125	臭気による不快感	240 (OT)	n.a.	n.p.	-
アクロレイン	15	人の眼の刺激	0.13	n.p.	50 (GV)	30 分
		臭気による不快感	0.07	n.a.	-	30 分
アクリル酸	No data	マウスの鼻の損傷	15 (LOAEL)	50	54 (GV)	1 年
ブチルセロソルブ	0.1-15	ラットの血液毒	242 (NOAEL)	10	13100 (TC)	1 週間
ガドミウム	$(0.1-20) \times 10^{-3}$	個体群における腎臓への影響	n.a.	n.a.	$5 \times 10^{-3}$ (GV)	1 年
二硫化炭素	10-1500	労働者における中枢神経系の機能変化	10 (LOAEL)	100	100 (GV)	24 時間
		臭気による不快感	0.2 (OT)	n.a.	20 (GV)	30 分
四塩化炭素	0.5-1	ラットにおける肝細胞毒性	6.1 (NOAEL)	1000	6.1 (TC)	1 年
1,4 ジクロロベンゼン	0.2-3.5	臓器重量と尿蛋白の増加	450 (NOEL)	500	1000 (TC)	1 年
ジクロロメタン	< 5	健康者における一酸化炭素ヘモグロビンの形成	n.a.	n.a.	3000 (GV)	24 時間
ディーゼル排気ガス	1.0-10.0	人の慢性的な歯槽炎症	0.139 (NOAEL)*	25	5.6 (GV)	1 年
		ラットの慢性的な歯槽炎症	0.23 (NOAEL)*	100	2.3 (GV)	1 年
エチルセロソルブ	No data	ラットの発育への影響	37 (NOEL)	n.p.	n.p.	1 年
エチレングリコールアセテート	No data	ラットの発育への影響	170 (NOEL)	n.p.	n.p.	
エチルベンゼン	1-100	臓器重量の増加	2150 (NOEL)	100	22 000 (GV)	1 年
フッ化物	0.5-3	家畜への影響	n.a.	n.a.	1 (GV)	1 年
ホルムアルデヒド	$(1-20) \times 10^{-3}$	人の鼻や喉への刺激	0.1 (NOAEL)	n.a.	100 (GV)	30 分
ヘキサクロロシクロペンタジエン	No data	ラットの気道への影響	0.45 (NOEL)	n.p.	n.p.	1 年
硝化水素	0.15	人の眼の刺激	15 (LOAEL)	100	150 (GV)	24 時間
		臭気による不快感	$(0.2-2.0) \times 10^{-3}$ (OT)	n.a.	7 (GV)	30 分
イソフロン	No data	臭気による不快感	1.14 (OT)	n.a.	-	30 分
マンガン	0.01-0.07	労働者の神経毒性影響	0.03 (NOAEL)	200	0.15 (GV)	1 年
無機水銀	$(2-10) \times 10^{-3}$	人の腎尿管への影響	0.020 (LOAEL)	20	1 (GV)	1 年
メチルセロソルブ	No data	ラットの発達毒性	31 (NOEL)	n.p.	n.p.	
臭化メチル	0.05-0.8	ラットの受胎率の減少	12 (NOEL)	n.p.	n.p.	
メタクリル酸メチル	$2.4 \times 10^{-4}$	齧歯類における鼻上皮の炎症	102.5 (NOEL)	100	200 (TC)	1 年
クロロベンゼン	0.2-3.5	食物摂取量の減少、臓器重量の増加、血液パラメーターの障害と変化	341 (LOAEL)	1000	500 (TC)	1 年
1-ブロパノール	0.05	妊娠ラットの生殖	9001 (NOEL)	n.p.	n.p.	
2-ブロパノール	1500-35000	ラットにおける発達毒性	9001 (LOEL)	n.p.	n.p.	
ステレン	1.0-20.0	労働者の神経影響	107 (LOAEL)	40	260 (GV)	1 週間
		臭気による不快感	0.07 (OT)	n.a.	7 (GV)	30 分
テトラクロロエチレン	1-5	労働者の腎臓への影響	102 (LOAEL)	400	250 (GV)	24 時間
		臭気による不快感	8	n.a.	8000 (GV)	30 分
1,1,2-テトラフルオロエタン	No data	動物における発達毒性	41700 (NOEL)	n.p.	n.p.	
トルエン	5-150	労働者の中枢神経系への影響	332 (LOAEL)	1260	260 (GV)	1 週間
		臭気による不快感	1 (OT)	n.a.	1000 (GV)	30 分
1,3,5-トリクロロベンゼン	0.5-0.8	ラットの気道上皮の化生と肥厚化	100 (NOEL)	500	200 (TC)	1 年
1,2,4-トリクロロベンゼン	0.02-0.05	ラットの尿ポルフィリンの増加	22.3 (NOAEL)	500	50 (TC)	1 年
バナジウム	0.05-0.2	労働者における呼吸器系への影響	0.02 (LOAEL)	20	1 (GV)	24 時間
キシレン	1-100	人のボランティアにおける中枢神経系への影響	304 (NOAEL)	60	4800 (GV)	24 時間
		ラットの神経毒性	870 (LOAEL)	1000	870 (GV)	1 年
		臭気による不快感	4.35 (OT)	n.a.	-	30 分

\* For diesel exhaust two approaches were applied, which based on a NOAEL of 0.41  $\text{mg}/\text{m}^3$  in rats. The corresponding levels were converted to a continuous exposure scenario. n.a. not applicable; n.p. not provided; OT Odour threshold.

化合物	大気濃度の年間 平均 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	健康エンドポイント	観察された影響レベル [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]	不確実係数	TDIまたはADI [ $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/ 日]	平均時間 (一生)
クロロホルム	0.3-10	ビーグル犬の肝毒性	15 (LOEL)	1000	15 (TDI)	24 hours
クレゾール	1-10	マウスの体重減少と損傷	50 (LOAEL)	300	170 (ADI)	24 hours
フタル酸-n-ブチル	$(3-80) \times 10^{-3}$	発達生殖毒性	66 (LOAEL)	1000	66 (ADI)	24 hours

化合物	大気濃度の年間 平均 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	健康エンドポイント	観察された影響レベル [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]	不確実係数	TDIまたはADI [ $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/ 日]	平均時間 (一生)
ダイオキシン類	n.p.	猿の出産子の子宮内臓症・神経行動影響 ラットの出産子の精子数減少・免疫抑制・生殖器の奇形	14-37 (LOAEL)*	10	1-4 (TDI)	24 hours

\* Estimated from the maternal body burden of exposed rats and monkeys by applying a factor of 2. n.a. not applicable; n.p. not provided; OT Odour threshold.

表 2-9 WHO の空気質ガイドライン (発がん性物質)

化合物	年間平均大気濃度 [mg/m <sup>3</sup> ]	健康エンドポイント	ユニットリスク [mg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>	IARC 発がん性分類
アセトアルデヒド	5	ラットの鼻腔がん	(1.5-9) × 10 <sup>-7</sup>	2B
アクリロニトリル	0.01 - 10	労働者の肺がん	2 × 10 <sup>-5</sup>	2A
ヒ素	(1 - 30) × 10 <sup>-3</sup>	暴露した人の肺がん	1.5 × 10 <sup>-3</sup>	1
ベンゼン	5.0 - 20.0	暴露した労働者の白血病	(4.4-7.5) × 10 <sup>-6</sup>	1
ベンゾ[a]ピレン		人の肺がん	8.7 × 10 <sup>-2</sup>	1
ビス(クロロメチル)エーテル	No data	ラットの上皮腫	8.3 × 10 <sup>-3</sup>	1
クロロホルム	0.3-10	ラットの腎臓腫瘍	4.2 × 10 <sup>-7</sup>	2B
六価クロム	(5-200) × 10 <sup>-3</sup>	暴露した労働者の肺がん	(1.1-13) × 10 <sup>-2</sup>	1
1,2-ジクロロエタン	0.07 - 4	齧歯類の腫瘍形成	(0.5-2.8) × 10 <sup>-6</sup>	2B
ディーゼル排気ガス	1.0 - 10.0	ラットの肺がん	(1.6-7.1) × 10 <sup>-5</sup>	2A
環境たばこ煙	1-10	暴露した労働者の肺がん	1.0 × 10 <sup>-3</sup>	
ニッケル	1-180	暴露した労働者の肺がん	3.8 × 10 <sup>-4</sup>	1
多環芳香族炭化水素 (BaP)	(1-10) × 10 <sup>-3</sup>	暴露した労働者の肺がん	8.7 × 10 <sup>-2</sup>	1
1,1,2,2-テトラクロロエタン	0.1 - 0.7	マウスの肝細胞の悪性腫瘍	(0.6-3.0) × 10 <sup>-6</sup>	3
トリクロロエチレン	1-10	ラットの精巣における細胞腫瘍	4.3 × 10 <sup>-7</sup>	2A
塩化ビニル	0.1 - 10	暴露した労働者の血管肉腫 暴露した労働者の肝臓がん	1 × 10 <sup>-6</sup>	1

表 2-10 多環芳香族炭化水素 (PAHs) のユニットリスクの推算値

化合物	ベンゾ[a]ピレンに対する相対比較範囲	ユニットリスク [mg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>
アントラセン	0.28 - 0.32	(2.4 - 2.8) × 10 <sup>-2</sup>
ベンズ[a]アントラセン	0.014 - 0.145	(1.2 - 13) × 10 <sup>-4</sup>
ベンゾ[a]ピレン	1	8.7 × 10 <sup>-2</sup>
ベンゾ[b]フルオランテン	0.1 - 0.141	(0.87 - 1.2) × 10 <sup>-2</sup>
ベンゾ[j]フルオランテン	0.045 - 0.1	(0.4 - 0.87) × 10 <sup>-2</sup>
ベンゾ[k]フルオランテン	0.01 - 0.1	(8.7 - 87) × 10 <sup>-4</sup>
クリセン	0.001 - 0.1	(8.7 - 870) × 10 <sup>-5</sup>
シクロペンタ[cd]ピレン	0.012 - 0.1	(1 - 8.7) × 10 <sup>-3</sup>
ジベンゾ[a,e]ピレン	1	8.7 × 10 <sup>-2</sup>
ジベンズ[a,c]アントラセン	0.1	8.7 × 10 <sup>-3</sup>
ジベンズ[a,h]アントラセン	0.89 - 5	(7.7 - 43.5) × 10 <sup>-2</sup>
ジベンゾ[a,i]ピレン	100	8.7 × 10 <sup>-0</sup>
ジベンゾ[a,e]フルオランテン	1	8.7 × 10 <sup>-2</sup>
ジベンゾ[a,h]ピレン	1 - 1.2	(8.7 - 10.4) × 10 <sup>-2</sup>
ジベンゾ[a,i]ピレン	0.1	8.7 × 10 <sup>-3</sup>
フルオランテン	0.001 - 0.01	(8.7 - 87) × 10 <sup>-5</sup>
インデノ[1,2,3-cd]ピレン	0.067 - 0.232	(5.8 - 20.2) × 10 <sup>-3</sup>

## 2. 3. 欧州連合の室内空気汚染に関する評価プロジェクト

2003年9月22日、欧州連合(European Union)の共同研究センター (Joint Research Centre: JRC)は、欧州地域における室内空気汚染の実態と、今後検討すべき優先評価物質のリストを公表した(European Commission, JRC 2003)。

欧州では、旧西ドイツや北欧諸国において、1970年代後半から1980年代にかけて、合板やパーティクルボードから放散されるホルムアルデヒドによる室内空気汚染が問題となり、室内空気濃度のガイドラインが策定された。1987年には、健康と環境において持続可能な建物の提供を最終目標とした欧州共同研究 (the European Collaborative Action: ECA, "Indoor Air Quality & its Impact on Man")が発足した。ECAは、温熱快適性、汚染源、化学物質、生物汚染物、エネルギー利用、換気など、室内空気質に影響するあらゆる因子に関する総合的な共同研究を実行してきた。そして、室内空気中の化学物質の実態調査、測定方法、人の健康影響に関する知見、リスクアセスメントなどに関する調査報告書を発表してきた。その一覧表を表2-11に示す。

表2-11 ECAの報告書一覧

報告書No.	発表年	文書番号	題目
1	1988	EUR 11917 EN	Radon in indoor air
2	1989	EUR 12196 EN	Formaldehyde emission from wood-based materials: guideline for the determination of steady state concentrations in test chambers
3	1989	EUR 12219 EN	Indoor pollution by NO <sub>2</sub> in European countries.
4	1989	EUR 12294 EN	Sick building syndrome - a practical guide.
5	1989	S.P.I. 89.33	Project inventory:
6	1989	EUR 12617 EN	Strategy for sampling chemical substances in indoor air.
7	1990	EUR 13216 EN	Indoor air pollution by formaldehyde in European countries:
8	1991	EUR 13593 EN	Guideline for the characterization of volatile organic compounds emitted from indoor materials and products using small test chambers.
9	1991	EUR 13838 EN	Project inventory - 2nd updated edition
10	1991	EUR 14086 EN	Effects of indoor air pollution on human health.
11	1992	EUR 14449 EN	Guidelines for ventilation requirements in buildings.
12	1993	EUR 14988 EN	Biological particles in indoor environments.
13	1993	EUR 15054 EN	Determination of VOCs emitted from indoor materials and products. Interlaboratory comparison of small chamber measurements.
14	1994	EUR 16051 EN	Sampling strategies for volatile organic compounds (VOCs) in indoor air.
15	1995	EUR 16123 EN	Radon in indoor air.
16	1995	EUR 16284 EN	Determination of VOCs emitted from indoor materials and products; second interlaboratory comparison of small chamber measurements.
17	1996	EUR 16367 EN	Indoor Air Quality and the use of Energy in Buildings.
18	1997	EUR 17334 EN	Evaluation of VOC emissions from building products : solid flooring materials.
19	1997	EUR 17675 EN	Total volatile organic compounds (TVOC) in indoor air quality investigations:
20	1999	EUR 18676/EN	Sensory evaluation of indoor air quality.
21	1999	EUR 18698/EN	European Interlaboratory Comparison on VOCs emitted from building materials and products.
22	2000	EUR 19529/EN	Risk assessment in relation to indoor air quality.
23	2003	EUR 20741/EN	Ventilation, good Indoor air quality and rational use of energy.
24	作成中		Strategies to determine and control the contribution of indoor air pollution to the total human air exposures.
25	作成中		Harmonisation of indoor material emission labelling systems in the EU.

\*No.24, No.25の情報はJRCのMr. Kephelopoulos Stelios (2004)による私信

さらに、欧州連合の共同研究センターは、欧州の主要な科学者間のネットワークを構築し、欧州連合の室内曝露限界濃度を設定するための評価を行うプロジェクトとして、2003年に「INDEXプロジェクト: *Critical appraisal of the setting and implementation of EU Indoor Exposure Limits*」を立ち上げた。以下に、INDEXプロジェクトの主要な課題と期待される成果を示す。

### 主要な課題

- ・ 健康影響の基準に基づき室内環境を規制する優先物質リストの作成
- ・ 優先物質の曝露限界濃度の提案・勧告
- ・ 既存の知識、進行中の研究、法規などに関する世界中の情報の提供

### 期待される結果

- ・ 有害性の用量/反応の再評価、世界中の国々における室内空気汚染物質の規制措置
- ・ 規制すべき室内空気汚染物質の優先リスト
- ・ これらの汚染物質のリスク特性
- ・ これらの汚染物質の曝露限界値、あるいは他の曝露対策規制の提案
- ・ 潜在的に高いリスクを有する汚染物質に不可欠な研究の評価、規制の方針や意見をとりまとめるために不足している情報

室内における曝露限界値を設定する必要があると考えられる物質は、1)室内に強い発生源があること、2)アレルギーや喘息に対して高い感受性を示す毒性があること、3)人の健康に対して既知の有害な影響があること、これら3つの観点から選定され、表2-12に示す2つのグループに分類された。

ただし、すでにEU指令等で規制がなされているラドンや環境たばこ煙は、優先評価対象物質から除外された。また、壁紙等の樹脂に難燃剤として使用されるリン酸エステル系化合物は、室内空気汚染物質として重要視されているが、トリス・2-クロロエチルホスフェート（CAS番号：115-96-8）などのこれらの難燃剤に関しては、現時点では、室内空気汚染のメカニズム、毒性、曝露経路等に関する情報が不足しているため、今回のプロジェクトの優先評価対象物質から外された。表2-13に最終のリスクアセスメントを行うために選定された13の化学物質を示す。INDEX Projectの評価作業は2004年12月に終了する予定である。

表2-12 優先評価対象物質の分類

分類	分類内容	化合物の名称
グループ1	最優先評価物質	ベンゼン、アセトアルデヒド、ホルムアルデヒド、一酸化炭素、二酸化窒素
グループ2	引き続き情報収集が必要	m-キシレン、p-キシレン、o-キシレン、ナフタレン、スチレン、トルエン、 $\alpha$ -ピネン、d-リモネン、アンモニア

表 2-13 優先評価対象物質の濃度の実態と有害性

化合物の名称	室内濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				臭いの閾値 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	有害性情報
	住居の室内	職場	大気	個人暴露濃度		
ベンゼン	2-13	4-14	2-21	3-23	1200	白血病 UR: $4.6 \times 10^6 (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ NOAEL: $1.7 \text{mg}/\text{m}^3$
m-, p-キシレン	8-37	25-121	3-23	25-55	250-300	中枢神経系への影響、不快な臭い NOAEL: $304 \text{mg}/\text{m}^3$
o-キシレン	2-21	7-29	1-8	8-15	250-300	LOAEL: $870 \text{mg}/\text{m}^3$
ナフタレン	3-90	2-8	1-4	2-46	7.5	鼻や呼吸器系の影響 LOAEL: $52.6 \text{mg}/\text{m}^3$
スチレン	1-6	3-7	1-2	1-5	230	動物実験での発がん性 LOAEL: $34 \text{mg}/\text{m}^3$
トルエン	20-74	25-69	6-43	25-130	-	中枢神経系への影響 LOAEL: $332 \text{mg}/\text{m}^3$
$\alpha$ -ピネン	11-16	1-17	1-7	7-18	3900	オゾンとの共存による気道に対する強い刺激の懸念
d-リモネン	32-83	11-23	5-9	19-56	2150	オゾンとの共存による気道に対する強い刺激の懸念
アセトアルデヒド	10	3	2	8	25	発がん UR: $0.15-0.9 \times 10^6 (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$
ホルムアルデヒド	33-79	12	3	21	35	$0.1 \text{mg}/\text{m}^3$ 以上で刺激 LOAEL: $0.26 \text{mg}/\text{m}^3$ NOAEL: $0.09 \text{mg}/\text{m}^3$
二酸化窒素	13-43	27-36	24-61	25-43	185	刺激、用量/反応の関係の確立がよくわかっていない 呼吸器系の症状 LOAEL: $375-565 \mu\text{g}/\text{m}^3$
アンモニア	15-51	-	-	-	1000	肺への影響 LOAEL: $17.8 \text{mg}/\text{m}^3$ NOAEL: $6.5 \text{mg}/\text{m}^3$
一酸化炭素 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	1	1	2	1	-	$47 \text{mg}/\text{m}^3$ (8hr)の濃度で成人の血液中にCOHbが5%生成される。 COHb2.5%: 心疾患の患者が発症 COHb20-30%: 頭痛 COHb30-50%: 目眩 COHb50%超: 死亡

室内空気質と健康影響に関する欧州連携活動 (EnVIE 2005)

EnVIE (European Co-ordination Action on Indoor Air Quality and Health Effects) は、室内空気質と健康影響に関する調査や政策提言を研究する欧州のプロジェクトである。2004年4月1日から2007年3月31日の3年間を活動期間としている。欧州の他のプロジェクトや欧州共同研究センター(JRC)と連携しながら情報を収集する。欧州12カ国の18人の専門家で構成されている。EnVIEの目的を以下に示す。

- ・ EUが資金提供しているプロジェクト、他の国家プロジェクト、国際プロジェクトの研究を調査し、EUによる政策の開発を広く支援するための情報を提供すること
- ・ 個々の汚染物質やその混合物による健康影響に関する政策の妥当性を評価すること
- ・ 安全閾値の意味合いをよく考えること
- ・ 喘息や呼吸器系のアレルギーなどの急性あるいは慢性的な健康影響に対してどれほど室内空気質が寄与しているか調査すること

<参考文献>

- EnVIE (2005) European Co-ordination Action on Indoor Air Quality and Health Effects, accessed 8 March 2005, Available at: <http://indoorairenvie.cstb.fr/>
- European Commission, JRC (2003) *Indoor air pollution: new EU research reveals higher risks than previously thought*, Brussels, 22 September
- Kephalopoulos Stelios (2004) *Private Communication*, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Health & Consumer Protection, Physical & Chemical Exposure Unit, Head of "Exposure Modeling" Sector & ECA Secretariat, 3 January, 2004
- WHO Europe (1987) *Air Quality Guidelines for Europe.*, WHO Regional Publication, Europeans Series, No. 23, Copenhagen
- WHO Europe (1998) *Assessment of exposure to indoor air pollutants*, Copenhagen, WHO Regional Publications, European Series, No. 78
- WHO Europe (1999) *Strategic approach to indoor air policy—making*, EUR/ICP/EHBI 04 02 02 E65523
- WHO Europe (2000a) *THE RIGHT TO HEALTHY INDOOR AIR*, WHO Working Group Meeting, Report on a WHO Meeting, European Centre for Environment and Health, Bilthoven Division, The Netherlands, 15-17 May 2000
- WHO Europe (2000b) *Air Quality Guidelines for Europe 2<sup>nd</sup> edition.*, WHO Regional Publication, Europeans Series, No. 91, Copenhagen
- WHO Europe (2005) WHO Air Quality Guidelines – global update Planning Meeting, London, United Kingdom, 11 January 2005,
- WHO Headquarters (2000) *Guidelines for Air quality*



### 3. 諸外国における室内空気質ガイドライン

以下、諸外国における室内空気質ガイドラインおよび関連する取り組みを概説する。これらの調査結果は、WHO 欧州事務局が 1999 年に公表した「室内空気の政策決定のための戦略的取り組み方法」(WHO Europe 1999)に関する報告書、THADE(Towards Healthy Air in Dwellings in Europe)プロジェクトが 2004 年に発表した報告書(Carrer et al. 2004)を主な情報源とした。THADE プロジェクトは、欧州諸国アレルギー気道疾患患者協会 (The European Federation of Allergy and Airways Diseases Patients' Association: EFA)が欧州連合(EU)の助成を受けて組織したプロジェクトである。このプロジェクトは、2001 年 11 月 1 日から 2003 年 10 月 31 日までの 2 年間遂行された。プロジェクトの目的の 1 つは、住居における空気汚染や空気質の法律やガイドラインを調査することであった。延べ 15 カ国の専門家がこのプロジェクトに参加した。

これらの報告書に加え、最新の情報を得るために、諸外国の報告書、関連学会の資料、関連論文をインターネットおよび JOIS の文献データベースで調査した。さらに、電子メール等で関係組織に直接問い合わせて最新の情報を入手した。欧州 21 カ国、ロシア連邦、中国、香港、韓国、シンガポール、アメリカ、カナダ、オーストラリア、ニュージーランドの情報を入手した。

#### 3. 1. ドイツ

##### 1) 良質な室内空気質に対する基本概念

旧西ドイツ時代の 1977 年、頭痛や吐き気などの症状を訴える子供が通う学校の調査で高いホルムアルデヒド濃度を検出した。この調査結果がきっかけとなり、連邦保健省は、室内空気中のホルムアルデヒド濃度のガイドライン 0.1ppm を勧告した。その後、デンマーク、オランダ、スウェーデンがこのガイドラインに追随した。その後、1980 年にパーティクルボードのホルムアルデヒド放散基準を策定するなど、ドイツの取り組みは他国に先駆けたものであった。

ドイツ連邦環境庁の Dr. Seifert (WHO Europe 1999)によると、ドイツの良質な室内空気質のための基本概念は、2 つに分類されている。一般概念と特殊概念である。これらの概念は、1990 年、環境省、自然保護省、原子力安全省、保健省、経済省、建設省、労働省、社会問題省の担当官で組織したワーキンググループによって 1992 年に公表された。基本概念は、危険な物質を扱うため特定の規制がかかっている労働環境は対象外としている。

##### 一般概念

- (1) 予防原則、協働原則、汚染者負担原則を含む室内空気汚染を管理するための原則の適用
- (2) 個人の行動変化の促進
- (3) 可能性のある汚染源のリスト化
- (4) 室内空気質ガイドラインの設定

##### 特殊概念

室内空気質に影響する汚染源を確認および分類する 1 3 のセッションで構成される。

- (1) 建築製品
- (2) 家具や機材

- (3) 火を扱う場所
- (4) 暖房、換気、空調設備
- (5) ラドン
- (6) 周辺環境（廃棄物処理場、交通量の多い場所、商業地域などの近辺）
- (7) 洗剤および保守製品
- (8) 害虫駆除製品、木材・繊維・観葉植物の消毒剤
- (9) 消費者製品、日曜大工製品
- (10) たばこの煙
- (11) ハウスダスト、微生物、アレルギー反応の原因物質
- (12) 室内での化学物質や関連製品の不適切な使用
- (13) 運送用車両の乗客室における室内空気汚染

それぞれのセッションは以下の原則に準じて作成される。

- i. それぞれの汚染源に関する現在利用可能な知見の概要がある
- ii. 室内空気に関する全ての関連規制をリスト化（建築基準法、有害化学物質・防火・感染症・消費者製品・放射線防護に関する法律など広範囲の規制を対象）
- iii. 到達目標の規定
- iv. それぞれのセッションの最後には、良質な室内空気質を達成する多くの手段が提案される（規制、情報提供の強化、研究プロジェクトなど）

## 2) 室内空気質ガイドライン (IRK 2005, Seifert et al. 1999)

1984年に設立された連邦環境庁の室内空気衛生委員会(Indoor Air Hygiene Commission: IRK)が、室内空気の保健衛生を管轄している。Adhoc ワーキンググループが1993年12月に組織された。このワーキンググループは、連邦保健省の室内空気ワーキンググループと合同で組織された。このワーキンググループの目的は、室内空気質ガイドラインを作成することであった。

このガイドラインは、ドイツ環境顧問会議 (German Council of Environmental Advisors: SRU)が1987年に定義した室内空間を対象としている。具体的には、1) 居間・寝室・趣味室・運動部屋・地下室・台所・浴室を有する住居、2) 有害物質に関する事務所衛生基準規則(Ordinance on Hazardous Substances: GefStoffV)の規制対象外である建物の作業区域(事務所や店舗など)、3) 公共施設(病院、学校、幼稚園、スポーツ施設、図書館、レストラン、劇場、映画館、イベント開催施設など)、4) 自動車や公共輸送機関の室内である。

ガイドラインは、RW IとRW IIの2つの値が定められている。RW IIは、既知の毒性および疫学的な科学的知見に基づき定められた値であり、不確実性が考慮されている。RW IIを越えていたならば、特に、長時間在住する感受性の高い居住者の健康に有害となる濃度として、即座に濃度低減のための行動を起こすべきと定義されている。RW IIは、物質の作用機序に応じて短期(RW II K)と長期(RW II L)が定義されることがある。

RW Iは、長期間曝露したとしても健康影響を引き起こす十分な科学的根拠がない値である。しかしながら、RW Iを越えていると、健康上望ましくない平均的な曝露濃度よりも高くなるため、

予防のために、RW I と RW II の間の濃度である場合には行動する必要があると定義されている。RW I は、RW II に不確実係数 10 を除した値、つまり RW II の 10 分の 1 の値が定められている。不確実係数 10 は、慣例値(conventional)を使用している。RW I は、改善の必要性を示す値としての役割を果たすことができる。可能であれば、RW I の達成を目指すのではなく、それ以下の濃度に維持することを目指すべきである。表 3-1 にドイツの室内空気質ガイドラインを示す。

表 3-1 ドイツの室内空気質ガイドライン

化学物質	RW II (mg/m <sup>3</sup> )	RW I (mg/m <sup>3</sup> )	設定年
トルエン	3	0.3	1996
ジクロロメタン	2 (24時間)	0.2	1997
一酸化炭素	60 (30分)	6 (30分)	1997
	15 (8時間)	1.5 (8時間)	
ペンタクロロフェノール	1 µg/m <sup>3</sup>	0.1 µg/m <sup>3</sup>	1997
二酸化窒素	0.35 (30分)	-	1998
	0.06 (1週間)	-	
スチレン	0.3	0.03	1998
水銀	0.35 µg/m <sup>3</sup>	0.035 µg/m <sup>3</sup>	1999
りん酸トリス(2-クロロエチル) (TCEP)	0.05	0.005	2002
二環式テルペン *	2	0.2	2003
ナフタレン	0.02	0.002	2004
総揮発性有機化合物(TVOC)	10000~25000(改装中等の一時) 1000~3000未満(長期間の居住) 200~300未満(最大長期平均目標濃度)		1999
ジイソシアネート(DI)	硬化後に長期暴露はないが使用時は換気		2000

\* α-ピネンなど

### 3) ホルムアルデヒド発散建材の規制

統一建築技術基準令 (Ausschuss für Einheitliche Technische Baubestimmungen: ETB)( Commission of the European Communities 1990, European Commission 2003)により、建材に対するホルムアルデヒド放散基準が定められている。木質建材と UFFI に対し、1977 年に定められたホルムアルデヒド濃度のガイドラインを満たすようチャンバー試験等による基準が定められている。

表 3-2 統一建築技術基準令(ETB directive)による建材のホルムアルデヒド放散基準

対象建材	内容	制定年
パーティクルボード	ホルムアルデヒド濃度が 40m <sup>3</sup> の小型チャンバー試験で 0.1ppm 以上であれば、建築で使用してはならない	1980
合板、ベニヤ板、繊維板		1986
尿素ホルムアルデヒド発泡樹脂断熱材(UFFI)	室内空気中のホルムアルデヒド濃度が 0.1ppm 以下となるよう、UFFI が室内空気へ触れないように使用すること	1985

#### 4) 環境調査 (GerES 2004)

ドイツ連邦環境庁(Umweltbundesamt)は、ドイツ全土にわたる人口スケールの大きな環境調査(The German Environmental Survey: GerES)を1985年から数回にわたり実施している。この調査の目的は、ドイツ国民が環境中の汚染物に対してどれほど曝露しているかを調査することである。調査は、人の血液・尿中・頭髮に含まれる重金属、飲料水・ほこり・電気掃除機の紙パックに含まれる重金属や農薬、室内空気中のホルムアルデヒドや揮発性有機化合物(VOCs)の濃度が調査されている。ドイツ連邦環境庁が環境調査、ロベルト・コッホ研究所(Robert Koch-Institute)が健康調査を担当している。1985/86年の調査および1991/92年の調査から、ホルムアルデヒドと代表的な揮発性有機化合物の調査結果を表3-3に示す。

表3-3 ホルムアルデヒドとVOCs濃度の調査結果

時期	物質名称	試料数	濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )							
			パーセンタイル					最大値	単純平均	幾何平均
			10	50	90	95	98			
1985/86年	ホルムアルデヒド	329	15	55	94	106	138	309	58.6	49.4
1991/92年	ホルムアルデヒド	502	<70	70	131	161	217	816	79	—
	トルエン	502	32	69	208	382	711	3193	130.2	73.9
	エチルベンゼン	502	3	7	21	106	417	698	24	8.5
	m,p-キシレン	502	7	16	55	283	617	1205	50.5	19.9
	o-キシレン	502	2	5	17	67	147	291	13.6	6.5
	スチレン	502	<1	2	7	8	10	275	5.1	2.1

1985/86年の全国調査では、ホルムアルデヒドのガイドライン0.1 ppm ( $0.12 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) を越えていた住宅は329件中11件(4.8%)であった。1992年の全国調査(Seifert et al. 2000)では、居間のホルムアルデヒド濃度はガイドライン超過率が14%強であった。1992年の調査で高いガイドライン超過率であった理由は、ホルムアルデヒド放散量の高いパーティクルボードの生産が1989年まで行われたためだと考えられている。

現在、子供と青少年を対象としたGerES IVが実行されている。室内空気に関しては、ホルムアルデヒドとVOCsの化学物質の室内濃度、ハウスダスト、カビ孢子、ペットアレルゲン等の生物汚染物質の室内濃度、2006年初めに終了する予定である。

#### 5) 民間企業の活動支援

2004年10月14日、ドイツ連邦環境庁(Umweltbundesamt 2004)は、合板製造の際にホルムアルデヒドの発生を抑制する技術に対して300万ユーロ(3億9000万円)を支出すると発表した。これは、ドイツ西部の町Hochsauerlandkreisにある木材加工業者Egger Holzwerkstoffe GmbH & Co. KG社を支援するものである。この支援を受けて、同社は、合板製造過程におけるホルムアルデヒドの放出量を70%削減する技術を導入する。

合板は、湿った木の板に接着剤を塗り、熱で板をプレスして製造される。しかし、乾燥段階で接着剤の大部分が剥がれ落ち、その際にホルムアルデヒドが発生する。新技術では、乾燥段階で木の板を接着剤で張り合わせる。これにより、ホルムアルデヒドの放出量の大部分を削減するこ