

## カリフォルニア州 EPA における PM のリスク評価に関する手法について

1. 基礎的な考え方 .....	1
1.1. 目標とすべき濃度水準設定の考え方 .....	1
1.2. 健康影響指標の選定の考え方 .....	1
1.3. 微小粒子状物質の大気環境基準設定の経緯 .....	1
1.4. 曝露期間(短期、長期) .....	2
2. 解析に用いる信頼できる疫学的知見の抽出の考え方 .....	2
2.1. 優先すべき疫学調査手法 .....	2
2.2. 対象とする疫学調査地域 .....	3
2.2.1. カリフォルニア州内外で実施された研究の利用について .....	3
3. 疫学的証拠による影響度評価 .....	3
3.1. 長期曝露影響 .....	3
3.2. 短期曝露影響 .....	3
3.3. 不確実性について .....	5
4. リスク削減予測による影響度評価 .....	5
4.1. 目的 .....	5
4.2. エンドポイントの選択 .....	6
4.3. リスク削減予測による影響度評価の要素 .....	6
4.4. 濃度-反応関数内容および選定の考え方 .....	6
4.4.1. 濃度-反応関数 .....	6
4.4.2. 濃度一反応関数の推定 .....	6
4.4.3. カットポイント .....	7
4.5. 不確実性 .....	7
4.5.1. 地域性 .....	7
4.5.2. 疫学研究の選択 .....	8
4.5.3. エンドポイントの偏り .....	8
4.5.4. 共存汚染物質 .....	8
4.5.5. 曝露評価の平均時間や測点の代表性 .....	8
4.6. 感度分析の実施方法 .....	8

本資料は、本委員会の検討内容に沿う形で次に示す資料を基に関連する部分を抜粋し、事務局が委員の協力を得ながら編集したものである。ただし、本資料は、元とした資料の内容をまとめて記述したものであり、単に翻訳・抜粋・配列した資料ではない。文章中、抜粋元の資料を略号とページ番号によって示した。

【SR】 Staff Report: Public Hearing to Consider Amendments to the Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter and Sulfates.; Prepared by the Staff of the Air Resources Board and the Office of Environmental Health Hazard Assessment; Release Date: May 3, 2002

## 1. 基礎的な考え方

### 1.1 目標値の位置づけ

連邦大気汚染防止法（CAA）には、汚染物質の一次基準は「判断基準や適切（adequate）な安全余裕を考慮し、公衆衛生の保護のためには、その達成及び維持が必要不可欠であると長官が判断する」基準と定義されている【第 109 項 (b)(1)】<sup>1</sup>。また、カリフォルニア州 Health & Safety Code (HSC) は、「基準は乳幼児、子供を含む住民の健康を適切な安全余裕をもって適切に保護するレベルに決定しなくてはならない」としている。【HSC 39606(d)(2)】

#### 1.1. 目標とすべき濃度水準設定の考え方

カリフォルニアの環境大気基準（以下、AAQS）は、従来、一般集団だけではなく、高感受性群をも保護するよう定められており、改定においても乳幼児や子供、一般集団に加えて脆弱な集団も保護するべきとしている。【SR p7-75】

CAA、HSC には「適切な安全余裕」の定義はみられないが、基準設定における「適切な安全余裕」とは、大気汚染による多様な潜在的な高感受性集団への健康影響の正確な予測の不足や科学的不確実性を説明、補償するものと理解される。【SR p7-75】

疫学的証拠は増加しているが、PM 曝露による健康影響への閾値は確認できておらず、このことが低濃度の PM 曝露の健康影響の予測に大きな不確実性をもたらしている。環境中のような低濃度の PM 曝露で健康影響が生じること、反応の個人差が大きいことから、PM に起因する全ての健康影響から全員を保護する PM 基準の制定は困難である。しかし、PM 曝露の実態、反応の個人差、健康影響の知見、科学的データや解析手法の制限を考慮しながら、乳幼児や子供も含むほぼすべてのカリフォルニア住民を、年間を通じて保護する複数の基準を推奨し、適切な安全余裕の概念を運用している。【SR p7-75】

「乳幼児、子供を含む住民の健康を、適切な安全余裕をもって適切に保護する」観点から、PM<sub>2.5</sub> 曝露と健康影響との有意な関連性を示した疫学研究で報告されている PM<sub>2.5</sub> 濃度を基準とし、その濃度を「超えないこと」という形式をもって安全余裕を組み込むことで対処している。【SR p7-94】

#### 1.2. 健康影響指標の選定の考え方

PM<sub>2.5</sub> の曝露に関連した入院・受診と死亡は、同程度の濃度範囲内で発生していることから、最も重篤で不可逆的な影響である死亡と PM 濃度の関連性を示す疫学研究を用いて評価を行っている。成人を PM<sub>2.5</sub> の曝露に関連した死亡から保護する濃度レベルに抑制することによって、成人と同様に小児の入院・受診の発生も保護することができる。【SR p7-90】

#### 1.3. 微小粒子状物質の大気環境基準設定の経緯

カリフォルニア州における PM 環境基準制定の経緯を示す。

1969 年：TSP、光化学オキシダント、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO を対象とした大気質基準が大気資源委員会（以下 ARB：Air Resources Board）によって設定された。TSP に対する基準値は、年間基準で 60

---

<sup>1</sup> 第 109 項の立法経緯から、一次基準は「[敏感な]集団の健康を保護することができる…最大許容大気レベル」に設定しなければならず、この目的から、「敏感な集団の中の 1 個人ではなく、敏感な集団を含む代表標本に合わせて基準を設定しなければならない」ことが示唆される【S. Rep. No.91-1196, 91st Cong., 2d Sess.10 (1970)】。

μg/m<sup>3</sup>、24 時間基準で 100 μg/m<sup>3</sup>であった。

1983 年：基準の対象を TSP から PM<sub>10</sub>に変更し、基準値を 24 時間基準で 50 μg/m<sup>3</sup>、年間基準（幾何平均値）で 30 μg/m<sup>3</sup>とした。

2002 年：PM<sub>2.5</sub>の基準値を設定し、年間基準（算術平均）で 12 μg/m<sup>3</sup>とした。また、PM<sub>10</sub>の年間基準（算術平均）を 20 μg/m<sup>3</sup>に変更した。

ARB のスタッフは、疫学証拠に基づき、PM<sub>2.5</sub>基準として年間平均基準：12μg/m<sup>3</sup>、24 時間平均基準：25μg/m<sup>3</sup>に設定することを推奨している。

しかし、その後の研究で統計解析ソフトウェアの問題が認識され、24 時間平均基準の根拠とした時系列研究に同様の問題があったことを認め、2002 年の改定では PM<sub>2.5</sub>の 24 時間平均基準を提案せず、今後の見直しにおいて再検討することとしている。【Deferment of 24-Hour Average PM<sub>2.5</sub> Standard, [http://www.arb.ca.gov/research/aaqs/std-rs/2\\_5defer.htm](http://www.arb.ca.gov/research/aaqs/std-rs/2_5defer.htm)】

現状におけるカリフォルニア州の PM 基準は、以下の通りである。【Particulate Matter Over view, <http://www.arb.ca.gov/research/aaqs/caaqs/pm/pm.htm>】

表 1-1 カリフォルニア州 大気質基準 for PM

平均時間	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
年間*	20 μg/m <sup>3</sup>	12 μg/m <sup>3</sup>
24 時間	50 μg/m <sup>3</sup>	— **

\* 年間算術平均  
\*\*U.S. EPA が公布している 24 時間基準は、35 μg/m<sup>3</sup>である

#### 1.4. 曝露期間(短期、長期)

従来のカリフォルニア州の PM<sub>10</sub>の AAQS には、年間平均基準と 24 時間基準の 2 つの基準があり、これらは長期曝露及び短期曝露の両方から公衆を保護するために設定されている。

スタッフリポート (California EPA, 2002) で推奨している PM<sub>2.5</sub>や PM<sub>10</sub>などの年間平均基準値を達成することに連動して、それらの 24 時間ピーク値も低減されるであろう。しかし、年間平均基準値を達成した場合であっても、カリフォルニア州の一部では、PM 濃度が、死亡や morbidity を引き起こすようなレベルに散発的に達することもある。24 時間基準値は主に PM 濃度の一時的・短期的上昇や、季節的な上昇に対処するように機能するであろう。【SR p7-81】

## 2. 解析に用いる信頼できる疫学的知見の抽出の考え方

### 2.1. 優先すべき疫学調査手法

年間平均基準の根拠としては、主要なコホート研究 (ACS 研究およびハーバード 6 都市研究) を重視している。【SR p7-88】

加えて PM<sub>2.5</sub>の短期曝露と健康影響に関連した時系列研究にもある程度の重みを置いている。【SR p7-88 Table 7.2】。

なお、まだ設定されていないが、24 時間平均値基準値検討のため、PM<sub>2.5</sub>の短期曝露と日死亡の関連性を調査した疫学研究で、PM<sub>2.5</sub>を直接測定したデータを用いたすべての英語で出版された時系列研究を用いている。【SR p7-91】

## 2.2. 対象とする疫学調査地域

### 2.2.1. カリフォルニア州内外で実施された研究の利用について

カリフォルニア州で実施された疫学研究は少なく、長期曝露や短期曝露の結果から、年間平均基準値および24時間平均基準値の推奨値を選択する上で、カリフォルニア州以外で実施された疫学研究を参照している。

長期曝露で参照しているハーバード6都市研究は、カリフォルニア州の都市を含んでいない。ACS研究ではPM<sub>2.5</sub>濃度を測定した50都市のうち、カリフォルニア州の4都市を含んでいる。スタッフリポート(California EPA, 2002)Figure 7.2に示されている年間平均基準値の検討に参照された短期曝露に関する疫学研究の対象は、25都市で、カリフォルニア州の2都市を含んでいる。

24時間平均基準値の検討に用いられた短期曝露に関する疫学研究を示すスタッフリポート(California EPA, 2002)Figure 7.7に挙げられている18研究(Montrealは重複)のうち、カリフォルニア州の都市で行われた研究はコーチェラバレー(Coachella Valley)とサンタクララの研究のみであり、他の16研究は米国の他地域やカナダで行われた研究である。

PM<sub>2.5</sub>の長期曝露および短期曝露と健康影響に関する疫学研究の多くは、カリフォルニア州以外で実施された研究であり、カリフォルニア州の曝露状況や集団の特性を代表していない可能性がある点には注意が必要である。【SR p7-88】

## 3. 疫学的証拠による影響度評価

### 3.1. 長期曝露影響

長期曝露に関連した死亡に関する主な疫学研究であるACS研究およびハーバード6都市研究では、PM<sub>2.5</sub>濃度の閾値の存在は明らかではない。【SR p7-88】

長期コホート研究におけるPM<sub>2.5</sub>長期平均濃度は、ハーバード6都市研究で18μg/m<sup>3</sup>、ACS研究で20μg/m<sup>3</sup>である。PM<sub>2.5</sub>の長期曝露に関連した死亡が、PM<sub>2.5</sub>濃度分布の下端ではなく平均値以上の範囲で観察されると仮定するならば、年間基準値としては、18μg/m<sup>3</sup>がもっともらしい影響濃度と考えられる。加えて、ACS研究およびハーバード6都市研究のグラフから、さらに低濃度まで影響があることが示唆される。ACS研究では、13μg/m<sup>3</sup>のレベルにおいてリスク推定値の不確実性が観察されている。また、ハーバード6都市研究では、PM<sub>2.5</sub>濃度が最も低い11~12.5μg/m<sup>3</sup>の都市における相対リスクは同等である。一方、PM<sub>2.5</sub>の長期的な平均濃度が14.5μg/m<sup>3</sup>までの都市では、大きなリスクの増加は認められていない。

Cal/EPAのスタッフは、以上のような疫学的な証拠から、12μg/m<sup>3</sup>は主要なコホート研究の平均濃度より低い値であり、子供の入院・死亡や、長期曝露に関連した成人の死亡に対しても更なる保護となると考え、PM<sub>2.5</sub>年間平均基準値として、12μg/m<sup>3</sup>を推奨している。

さらに、PM<sub>2.5</sub>の短期曝露と日死亡率と間に有意な関連性が認められた疫学研究におけるPM<sub>2.5</sub>濃度の長期平均(3年あるいは4年値)が13~18μg/m<sup>3</sup>であることも重視している。【SR p7-88】

### 3.2. 短期曝露影響

「1.3. 基準設定の経緯」に示したとおり、現状ではカリフォルニア州におけるPM<sub>2.5</sub>の24時間平均基準値は設定されていない。しかし、スタッフリポート(California EPA, 2002)においては推奨値が選択されているので、その根拠を以下に記述する。

スタッフリポート(California EPA, 2002)において示された 24 時間平均基準の推奨値は、PM<sub>2.5</sub> を直接測定したデータを用いたすべての時系列研究に基づいている。【SR p.7-91】

PM<sub>2.5</sub> の 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  増加あたりの日死亡の変化 (%)、平均濃度、98 パーセンタイル値を表 3-1 にまとめた。PM<sub>2.5</sub> 濃度の増加と健康影響との間に正の関連性が認められたが、PM<sub>2.5</sub> 濃度分布の 98 パーセンタイル値が 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以下、年間平均濃度が 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  より低濃度の疫学研究では、有意な関係がみられなくなった。【SR p7-91】

表 3-1 米国およびカナダの都市における 24 時間 PM<sub>2.5</sub> 濃度と一日あたり全死亡、心血管系死亡との関連性 (全年齢グループ)

Table 7.7 Distributions and Associations of 24-hour PM<sub>2.5</sub> with Daily Total(T) and Cardiovascular(CV) Mortality for All Age Groups (except where noted) in U.S. and Canadian Cities with Mean\* PM<sub>2.5</sub> Concentrations < 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Sorted by Reported 98th Percentile Concentrations\*\*

City	Time Period	Reference	Mean* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	98th per-centile	% Increase (95% CI) per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Edmonton	1986-1996	Burnett et al., 2000	10	28	T:2.18(-1.74, 6.10)
Calgary	1986-1996	Burnett et al., 2000	10	29	T:0.63(-3.58, 4.84)
Winnipeg	1986-1996	Burnett et al., 2000	10	29	T:0.38(-3.15, 3.91)
Vancouver	1986-1996	Burnett et al., 2000	13	30	T:2.56(0.23, 4.89)
Topeka, KS	1979-1988	Schwartz et al., 1996	12	31	T:0.80(-0.20, 3.60)
Phoenix, AZ (Mortality for 65 yrs & older)	1995-1997	Mar et al., 2000	13	32	T:2.22(0.00, 5.56) CV:6.85(2.22, 11.48)
Portage, WI	1979-1987	Schwartz et al., 1996	11	34	T:1.20(-0.30, 2.80)
Ottawa	1986-1996	Burnett et al., 2000	12	35	T:2.45(-0.53, 5.43)
Coachella Valley, CA	1995-1998	Ostro et al., 2000	17	38	T:-1.42(-7.81, 4.97) CV:3.73(-2.37, 9.84)
Toronto	1986-1996	Burnett et al., 2000	15	41	T:0.91(-0.05, 1.87)
Boston, MA	1979-1986	Schwartz et al., 1996	16	42	T:2.20(1.50, 2.90)
Windsor	1986-1996	Burnett et al., 2000	18	43	T:5.20(2.24, 8.16)
Montreal	1984-1993	Goldberg et al., 2001a	18	43	T:1.93(1.16, 2.71)
Kingston	1980-1987	Schwartz et al., 1996	21	44	T:1.40(0.20, 2.60)
St. Louis, MO	1979-1987	Schwartz et al., 1996	19	46	T:1.10(0.40, 1.70)
Santa Clara, CA	1990-1996	Fairley, 1999	13	51	T:3.26(1.27, 5.24) CV:2.48(-0.35, 6.02)
Montreal	1986-1996	Burnett et al., 2000	15	51	T:1.23(0.11, 2.35)
Detroit, MI	1992-1994	Lippmann et al., 2000	18	55	T:1.24(-0.26, 2.83) CV:1.28(-0.91, 3.65)

\* Mean of 24-hour measurements over time period.

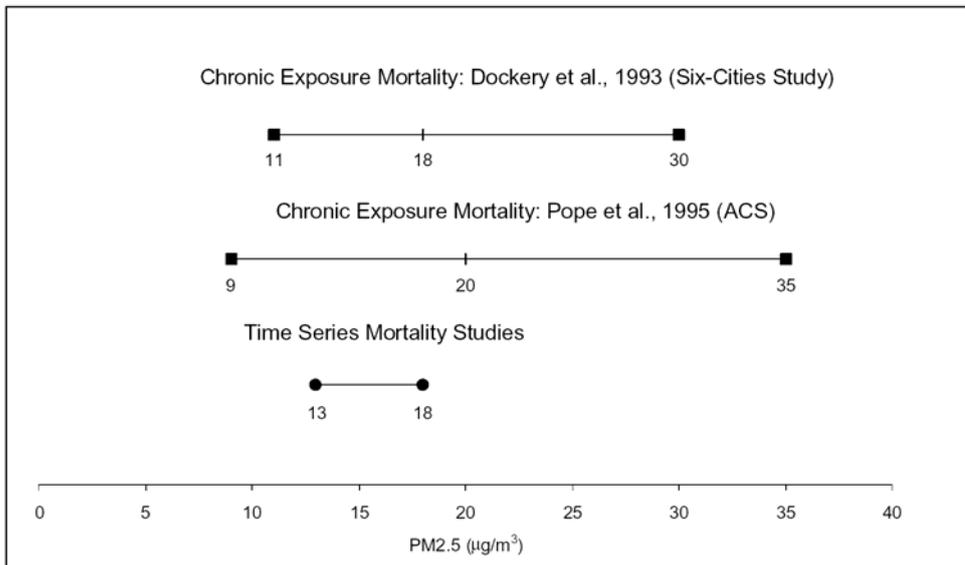
\*\* Some data in Table 7.7, particularly most of the 98<sup>th</sup> percentile values, were obtained directly from the authors of the published reports

カリフォルニア州で実施された PM<sub>2.5</sub> の短期曝露に関連した死亡率に関する疫学研究では、濃度-反応関数として閾値を想定した非線形モデルが、線形の閾値なしモデルよりも優れている点は見られず、閾値の存在については不明である。【SR p7-91】

PM<sub>2.5</sub> 濃度と日死亡の関係を示す濃度-反応関数は、線形の閾値なしモデルであるため、PM<sub>2.5</sub> の 24 時間平均基準が達成されたとしても、すべての健康リスクを除去できない。しかし、PM<sub>2.5</sub> 濃度のピーク値を疫学研究によって健康影響が観察された濃度以下に下げるとは、PM<sub>2.5</sub> への短期曝露

に関連する死亡及び入院・受診のリスクを低減すると考えられる。【SR p7-91】

Figure 7.6 PM2.5 Range Of Long-term Mean Concentrations Observed In Epidemiological Studies



- = Range of concentrations in a given study
- ◆ = Study mean concentration
- = Range of study mean concentrations among multiple studies

図 3-1 疫学研究で報告されている PM<sub>2.5</sub> の長期平均濃度の範囲

- = 各研究の長期平均濃度の範囲
- + = 各研究の長期平均濃度の平均値
- = 短期曝露に関連した時系列研究における長期平均濃度の範囲

### 3.3. 不確実性について

短期曝露影響と日死亡に関する疫学研究において、PM<sub>2.5</sub> が低濃度の範囲では、有意な関連性が認められなくなるのは、PM<sub>2.5</sub> 曝露の健康影響が無くなるのではなく、低濃度での健康影響の少なさ、曝露測定値の誤差、共存汚染物質あるいは気象条件による交絡、PM の組成の差異、統計的検出力の低下、低濃度域での研究の PM<sub>2.5</sub> 濃度の分散の低下などの不確実性が存在することを示唆している。

【SR p7-91】

長期曝露の影響については、参考としている ACS 研究とハーバード 6 都市研究がカリフォルニア州以外で実施されているため、これらの疫学研究における曝露や人口構成の特性は、カリフォルニア州の条件とは異なっていることが注意事項として挙げられている。【SR p7-90】

## 4. リスク削減予測による影響度評価

### 4.1. 目的

Cal/EPA のリスク削減予測による影響度評価の目的は、カリフォルニア州における PM 曝露の健康影響を定量的に示すことと、提案する基準案を達成することによって得られる健康面での便益を推定することである。PM<sub>2.5</sub> を年間平均値 12 µg/m<sup>3</sup> に低減させたときのカリフォルニア州における影

響の大きさを推定している。リスク削減予測による影響度評価の結果<sup>2</sup>は、基準値改定による PM 濃度低減が、PM 曝露に関連した死亡率や morbidity に対して明らかな低減効果を及ぼすことを示している。

## 4.2. エンドポイントの選択

リスク削減予測による影響度評価における、PM<sub>2.5</sub>によるエンドポイントとして、死亡、慢性疾患、入院、軽度障害について解析を行った。【SR p.9-19】

## 4.3. リスク削減予測による影響度評価の要素

Cal/EPA が実施している PM<sub>2.5</sub>（および PM<sub>10</sub>）に関するリスク削減予測による影響度評価は次の要素からなる。

- ・ 大気環境中の PM 濃度として、国勢調査標準地域毎の有効データ品質基準を満足する大気質測定局の測定値【SR p.9-1】
- ・ PM 濃度に関連した健康影響の濃度-反応関数（カリフォルニア州）
- ・ PM 濃度に関連した健康影響の濃度-反応関数（カリフォルニア州以外）
- ・ カリフォルニア州財務局の人口データや 2000 年国勢調査の郡人口に基づき、特定地点において PM の曝露を受ける人数を推定する。【SR p.9-2】
- ・ エンドポイントのベースライン発生件数推定に、カリフォルニア郡死亡率を用いる【SR p.9-4】

## 4.4. 濃度-反応関数内容および選定の考え方

### 4.4.1. 濃度-反応関数

多くの疫学研究において、濃度-反応関数は、対数線形モデルで表されている。対数線形モデルの基本的な形状は、U.S.EPA のスタッフペーパー（U.S.EPA, 2005）に示されたモデルと同等である。

パラメータは、疫学研究ごとに変わるので、リスク削減予測に濃度-反応関数を用いる場合、エンドポイントや評価対象とする集団の特性や PM の種類などが、濃度-反応関数を推定した研究とできるだけ一致していることが望ましい。【SR p.9-3】

スタッフリポート(California EPA, 2002)9.1.5 章には、エンドポイントごとに濃度-反応関数の元とした疫学研究と、それらの研究から求めたパラメータの値が事例として示されている。【SR p9-5】

### 4.4.2. 濃度-反応関数の推定

リスク削減予測による影響度評価において使用されている濃度-反応関数について主要なものを挙げる。

---

<sup>2</sup> リスク削減予測による影響度評価の結果 PM<sub>2.5</sub>濃度を 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に低減したときの影響の大きさ●長期曝露に関連した早期死亡：年間 6,500 件(95%CI:3,200-9,800)、30 歳以上の全人口に対する全死亡率は 2.9%減少

●短期曝露に関連した早期死亡：年間 2,600 件(95%CI:2,200-3,100)の早期死亡減少

●短期曝露と関連した入院数：COPD に関して 600 件、肺炎に関して 900 件、心血管系疾患に関して 1500 件、喘息に関して 500 件の減少【SR 9.2 Health Effects Results】

#### (1) 長期曝露死亡

- ・ ACS 研究のコホートに基づく PM<sub>2.5</sub> と PM<sub>10</sub> の長期曝露死亡における、30 歳以上の全死亡 (Krewski ら, 2000、Pope ら, 1995 の再解析)
- ・ ハーバード 6 都市研究のコホートに基づく PM<sub>2.5</sub> と PM<sub>10</sub> 長期曝露死亡における、25 歳以上の全死亡 (Krewski ら, 2000、Dockery ら, 1993)

#### (2) 短期曝露死亡

- ・ ハーバード 6 都市研究の PM<sub>2.5</sub> 短期曝露死亡における全年齢全死亡 (Schwartz, 1996)

【SR p.9-4】

#### (3) 入院・受診

PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub> 日曝露による入院・受診に関する時系列研究を表 4-1 に示した。【SR p.9-9】

表 4-1 カリフォルニア州における入院・受診に関する時系列研究の結果

疫学研究	・ PM	年齢	エンドポイント	地域
Abbey ら, 1995, Abbey ら, 1993	・ PM <sub>2.5</sub> ・ PM <sub>10</sub>		慢性気管支炎	カリフォルニア
Samet ら, 2000	・ PM <sub>10</sub>	65 歳以上	COPD 入院	14 都市
Samet ら, 2000	・ PM <sub>10</sub>	65 歳以上	肺炎入院	14 都市
Samet ら, 2000	・ PM <sub>10</sub>	65 歳以上	心血管系疾患入院	14 都市
Sheppard ら, 1999	・ PM <sub>2.5</sub> ・ PM <sub>10</sub>	65 歳未満	喘息入院	シアトル
Schwartz ら, 1993	・ PM <sub>10</sub>	64 歳以下	救急受診	シアトル

スタッフリポート (California EPA, 2002) に基づき作表

#### 4.4.3. カットポイント

この解析ではバックグラウンド濃度をカットポイント (仮想閾値) と仮定している。バックグラウンド濃度については、カリフォルニア州における人為起源を除いた PM 濃度の代表値として活用できると考えられている IMPROVE の測点のデータを使用している。この測点における 1996 年 3 月から 1999 年 2 月の PM<sub>2.5</sub> 年間平均値が 4.55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  であったので、カリフォルニア州におけるバックグラウンド濃度を 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  とし、カットポイントとして濃度-反応関数に設定している。

長期曝露による死亡については、ACS 研究 (Krewski ら, 2000、Pope ら, 1995 の再解析) とハーバード 6 都市研究 (Krewski ら, 2000、Dockery ら, 1993) において観察された PM<sub>2.5</sub> 濃度の最小値である 9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  をカットポイントとして仮定している。【SR p.9-4】

#### 4.5. 不確実性

##### 4.5.1. 地域性

リスク削減予測による影響度評価における不確実性の要因として、カリフォルニア州以外の地域で推定された濃度-反応関数を使用していることが挙げられる。PM<sub>2.5</sub> の長期曝露に関連した死亡研究では、全 63 都市中、カリフォルニア州の 8 都市が含まれている。短期曝露死亡研究ではカリフォルニ

アの9都市の研究に基づいて推定を行っている。【SR p.9-19】

リスク削減予測による影響度評価に用いた疫学研究の多くは、カリフォルニア州以外の都市で実施されており、PM曝露による健康影響が、カリフォルニア州とは異なる可能性がある。その原因のひとつは、PMに含まれている成分が、地域によって相違することである。しかし、PM成分の相違や集団の特徴のためにカリフォルニア州以外の地域のデータを使用するのが不適切であるとする十分な証拠はないことから、カリフォルニア州での濃度-反応関数が得られない場合には、他地域の結果から得られる関数を用いる。【SR p.9-17】

#### 4.5.2. 疫学研究の選択

濃度-反応関数を推定する元となった疫学研究の選択も不確実性として挙げられている。例えば、長期曝露の影響を評価するため、前向きコホートとしてACS (Popeら, 1995)の濃度-反応関数を用いているが、ハーバード6都市研究(Dockeryら, 1993)を使用すれば、ACS研究のみを使用するよりもリスク推定値が増加すると考えられる。【SR p.9-19】

#### 4.5.3. エンドポイントの偏り

PM曝露に関連した健康影響を評価するため、一部のアウトカムのみを取り上げてリスク削減予測による影響度評価を行っていることが不確実性の要因となっている。例えば、Cal/EPAによるリスク削減予測による影響度評価では、がんによる死亡や幼児死亡などは、リスク削減予測による影響度評価のエンドポイントとして取り上げられていない。【SR p.9-19】

#### 4.5.4. 共存汚染物質

共存汚染物質に関連した問題も不確実性要因として挙げられている。他の汚染物質とエンドポイントとの間に関連がある場合、PMのみに起因する影響には偏りが生じている。【SR p.9-19】

#### 4.5.5. 曝露評価の平均時間や測点の代表性

PMに対する短期曝露に関連した死亡率については、1日曝露の結果を使用しているが、複数日数の平均を用いた研究を適用すれば推定値は高くなると考えられる。

既存の大気モニターネットワークによって測定されたPM濃度を集団における曝露量の代表値として使用することに関わる不確実性がある。測定結果にはモニター設置地点と汚染物質の空間的分布パターンに起因する誤差が含まれる。そのほか、PM曝露に関連した症状を回避するための行動(例えばPM濃度の高い日には激しい運動を避ける、室内で過ごす、予防薬投与、エアフィルター使用など)についても評価していない。【SR p.9-19】

#### 4.6. 感度分析の実施方法

Cal/EPAにおけるリスク削減予測による影響度評価では、PM<sub>2.5</sub>濃度の変動について感度分析を行っている。感度分析の条件設定として、年間平均濃度を現状で観測される濃度レベルから12 $\mu$ g/m<sup>3</sup>に低減したケースと、短期死亡については5 $\mu$ g/m<sup>3</sup>(カリフォルニア州におけるバックグラウンド濃度)まで低減したケース、長期死亡については9 $\mu$ g/m<sup>3</sup>まで低減したケースで試算している。【SR p.9-19】

## 参考文献

- Abbey, D.E., Ostro, B.E., Petersen, F. & Burchette, R.J. (1995) Chronic respiratory symptoms associated with estimated long-term ambient concentrations of fine particulates less than 2.5 microns in aerodynamic diameter (PM<sub>2.5</sub>) and other air pollutants. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 5, 137-159.
- Abbey, D.E., Petersen, F., Mills, P.K. & Beeson, W.L. (1993) Long-term ambient concentrations of total suspended particulates, ozone, and sulfur dioxide and respiratory symptoms in a nonsmoking population. *Archives of Environmental Health*, 48, 33-46.
- California EPA. (2002) Staff Report: Public Hearing to Consider Amendments to the Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter and Sulfates.
- Dockery, D.W., Pope, C.A., 3rd, Xu, X., Spengler, J.D., Ware, J.H., Fay, M.E., Ferris, B.G., Jr. & Speizer, F.E. (1993) An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *New England Journal of Medicine*, 329, 1753-1759.
- Krewski, D., Burnett, R.T., Goldberg, M.S., Hoover, K., Siemiatycki, J., Jerrett, M., Abrahamowicz, M. & White, W.H. (2000) Reanalysis of the Harvard Six Cities study and the American Cancer Society study of particulate air pollution and mortality. A special report of the Institute's Particle Epidemiology Reanalysis Project Cambridge, MA: Health Effects Institute.
- Pope, C.A., 3rd, Thun, M.J., Namboodiri, M.M., Dockery, D.W., Evans, J.S., Speizer, F.E. & Heath, C.W., Jr. (1995) Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 151, 669-674.
- Samet, J.M., Zeger, S.L., Dominici, F., Curriero, F., Coursac, I., Dockery, D.W., Schwartz, J. & Zanobetti, A. (2000) The National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study. Part II: Morbidity and mortality from air pollution in the United States. *Research Report / Health Effects Institute*, 94, 5-70; discussion 71-79.
- Schwartz, J. (1996) Air pollution and hospital admissions for respiratory disease. *Epidemiology*, 7, 20-28.
- Schwartz, J., Slater, D., Larson, T.V., Pierson, W.E. & Koenig, J.Q. (1993) Particulate air pollution and hospital emergency room visits for asthma in Seattle. *American Review of Respiratory Disease*, 147, 826-831.
- Sheppard, L., Levy, D., Norris, G., Larson, T.V. & Koenig, J.Q. (1999) Effects of ambient air pollution on nonelderly asthma hospital admissions in Seattle, Washington, 1987-1994. *Epidemiology*, 10, 23-30.
- U.S.EPA. (2005) Review of the National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter: Policy Assessment of Scientific and Technical Information: OAQPS Staff Paper.