

欧州委員会指令案の策定プロセスについて

1. 環境目標値設定の動向について
 - 1.1 環境基準の位置づけ
 - 1.2 大気環境基準設定の背景
 - 1.3 EUにおける大気環境基準設定改定の経緯

2. 欧州委員会指令案の策定プロセス
 - 2.1 ワーキンググループの評価の概要
 - 2.1.1 健康影響評価
 - 2.1.2 粒子状物質の濃度レベルに関する勧告
 - 2.2 インパクト評価
 - 2.2.1 評価手法
 - 2.2.2 ベースライン
 - 2.2.3 コスト・ベネフィット分析
 - 2.2.4 CAFE のシナリオ毎の分析
 - 2.2.5 大気質指令提案の検討
 - 2.3 粒子状物質に係る指令案

本資料は、本委員会の検討内容に沿う形で、以下に示す資料を抜粋、編集したものである。本文中、参照した資料を以下の略語と章番号等によって示した。

【PP】： CAFÉ Working Group on Particulate Matter: Second Position Paper on Particulate Matter, December 2004.

【SP2002】： Commission of the European Communities, Communication from the Commission, Action plan "Simplifying and improving the regulatory environment" (2002) 278 final

【SP2005】： Commission of the European Communities, Commission Staff Working Paper, Annex to: The Communication on Thematic Strategy on Air Pollution and The Directive on "Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe", Impact Assessment, 2005

【ED】： European Union, Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe

1. 環境目標値設定の動向について

1.1 環境基準の位置づけ

- ・EUにおける大気環境基準（環境大気質基準）は、指令（directive）の下に定められている。指令達成のための実施形態や方式については加盟国の選択に任されている。大気質の基準を含む環境規制については各国の上乗せが認められており、各国で独自に、より厳しい基準を制定できる（EU条約176条に規定）。
- ・EUにおいては、環境政策の策定にあたって、科学的・技術的データ、共同体の様々な地域における環境条件に加えて、措置（あるいは措置の欠如）の潜在的便益および費用、共同体の経済的社会的発展について考慮すべきこととされている（EU条約174条3項に規定）。
- ・EUにおいては、重要な法令提案および政策提案についてはインパクト評価を行うこととされており【SP2002】、大気質指令の改定提案において、健康影響評価、大気質評価に加えて、規制の実施によるインパクト評価（コスト・ベネフィット分析を含む）が実施されている。

1.2 大気環境基準設定の背景

- ・EUは1980年、浮遊粒子（suspended particulate：SP）の大気環境基準を二酸化硫黄との共存曝露に対して定め、その後、1999年に粒子状物質（PM₁₀）の基準を策定した。
- ・EUは、2001年に「欧州大気清浄化計画」（Clean Air for Europe（CAFE）programme）を発表し、粒子状物質による大気汚染問題に優先的に取り組み、2004年までに戦略を策定し、必要に応じて規制の提案を行うべきことを決定した。その後、CAFEの作業グループが粒子状物質の現状と対策をまとめたポジションペーパーの策定作業を行い、2004年12月にこれを最終決定し、PM_{2.5}基準を設定することを勧告した。
- ・これを受けて、欧州委員会は、2005年9月、「大気汚染に関するテーマ戦略」を策定するとともに、環境大気質に関する複数の指令等を1つの指令にまとめた「欧州の環境大気質とより清浄な大気に関する欧州議会及び理事会指令（案）」（以下「欧州委員会指令案」という。）を発表し、同年11月に理事会及び欧州議会に提出した。この欧州委員会指令案において、新たにPM_{2.5}の基準として、濃度上限値ⁱ（concentration cap）と曝露削減目標ⁱⁱ（exposure reduction target）が提案されている。

ⁱ 濃度上限値とは、科学的知識に基づき定められたレベルであり、人の健康に対する過度に高いリスクを防止することを目的として、一定期間内に達成し、その達成後はそれを超えてはならないレベルを意味する。

ⁱⁱ 曝露削減目標とは、人の健康に対する有害影響を削減することを目的として、参照年について設定された加盟国の国民の平均曝露（平均曝露指標により評価される）に対し、可能な場合に一定期間内に達成すべき、平均削減パーセンテージ

- ・欧州委員会指令案については2005年12月より欧州理事会で、2006年6月より欧州議会で討議が開始された。その後、欧州委員会及び欧州議会双方の修正案に関する討議を経て欧州議会および理事会の合意に基づく新たな指令が2008年6月に欧州官報に公示された。
- ・最終的に採択された指令では、濃度上限値の代わりに限界値 (limit value) とすること、および曝露削減目標に加えて、曝露削減目標が適用される都市部バックグラウンド地域において曝露濃度を2015年までに $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下とすることを義務づけた曝露濃度義務ⁱⁱⁱ (Exposure concentration obligation) が採用されている。
- ・限界値には許容限界 (指令が定める条件にしたがってその値まで超えることが許容される限界値のパーセンテージ) が併せて定められており、環境大気中濃度が限界値+許容限界を超える地区等がある場合、EU加盟国は、当該地区について限界値+許容限界を達成するための計画を定めなければならないとされている。

1.3 EUにおける大気環境基準設定改定の経緯

○人の健康保護のための基準値 (限界値および許容限界)

	指標	平均時間	限界値*2	許容限界
制定(1980)	SP*1	24時間平均*3 年平均	$300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$	— —
改定(1999)	PM ₁₀	24時間平均*4 年平均	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	50%*5 20%*6
改定(2008)	PM _{2.5}	24時間平均 年平均	— $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ *7 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ *9	— 20%*8
	PM ₁₀	24時間平均*4 年平均	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	50% 20%

注：

*1 重量法による測定値。

*2 限界値。人の健康と環境全体に対する有害影響を回避・防止又は削減することを目的として定められるものであり、所定の期間内に達成され、達成後はそれを超えてはならない。

ジを意味する。また、平均曝露指標とは、加盟国の領土全域の都市部バックグラウンド地域 (地域内の固定汚染発生源の直接的な影響を受けない地点) における測定値に基づき定められる平均レベルであり、住民の曝露を反映するレベルを意味する。

ⁱⁱⁱ 曝露濃度義務とは、人の健康影響に対する有害影響を削減することを目的として、平均曝露指標に基づいて決定される、一定期間内に達成すべき濃度を意味する。

- *3 日平均値の95%値。
- *4 年間の超過回数が35回を超えてはならない。
- *5 指令発効時に50%。2001年1月1日以降毎年同じ年率で減少し、2005年1月1日に0%とする。
- *6 指令発効時に20%。2001年1月1日以降毎年同じ年率で減少し、2005年1月1日に0%とする。
- *7 ステージ1の限界値であり、達成時期は2015年1月1日とする。
- *8 指令発効時(2008年6月11日)に20%。2009年1月1日以降毎年同じ年率で減少し、2015年1月1日に0%とする。
- *9 ステージ2の限界値であり、達成時期は2020年1月1日とする。但し、本限界値は加盟国における限界値での健康影響、環境影響、技術的達成可能性および経験に関する情報に基づき2013年に欧州委員会によって見直しする。

OPM_{2.5}の曝露削減目標

2010年の平均曝露指標(AEI) *1 に対する曝露削減目標*2		曝露削減目標の達成期限
μg/m ³ で表した初濃度	削減目標%	
<8.5~=8.5	0%	2020年
=8.5~<13	10%	
=13~<18	15%	
=18~<22	20%	
>22	18μg/m ³ を達成するために全ての適切な措置をとる	

注:

*1 加盟国の領土全域の地区及び人口密集地における都市のバックグラウンド濃度(μg/m³)の平均値の3年間移動平均値。すべてのサンプリング地点の3年間移動平均値の平均値。2010年のAEIは、2008、2009、2010年の平均値。2008年のデータが利用不可能な場合、2009年と2010年、もしくは2009年、2010年、2011年の平均値でも可。

*2 参照年における平均曝露指標が8.5μg/m³以下である場合は、曝露削減目標はゼロとする。2010年から2020年までの間のいずれかの時点において、平均曝露指標が8.5μg/m³のレベルに達し、このレベル以下に維持される場合もまた、曝露削減目標はゼロとする。

OPM_{2.5}の曝露濃度義務*1

曝露濃度義務*2	曝露濃度義務の達成期限
20μg/m ³	2015年

注:

*1 人の健康に対する有害影響を削減する目的をもって、平均曝露指標に基づいて決定される、一定期間内に達成すべき濃度

*2 2013年、2014年、2015年のAEIに基づき、曝露濃度義務の達成を評価。

出典: Directive 2008/50/EC of The European Parliament and of The Council of 21 May 2008 on ambient air quality and clear air for Europe (EU)

2. 欧州委員会指令案策定プロセス

2.1 ワーキンググループの評価の概要

欧州委員会 CAFE プログラムの娘指令のレビューを行うため CAFE のステアリンググループによって組織された粒子状物質に関するワーキンググループ（加盟国、WHO、欧州環境庁等で構成）は、粒子状物質に関する健康影響評価を実施するとともに、大気質の評価や達成可能性も考慮してその目標値の提案を行った。以下にその概要を示す。

2.1.1 健康影響評価

CAFE プログラムの実施に際して、EU は WHO が実施した欧州における大気汚染の健康影響についての体系的、定期的、科学的レビュー情報をもとに、以下の事項を基準案の根拠として挙げている。

- PM_{2.5} については、短期（24 時間）と長期（年平均）の目標値が設定される必要がある。
- 限界値の選定にあたっては疫学研究により導かれる健康影響に関する濃度－反応関係に基づくべきである。
- 疫学研究には時系列研究とコホート研究があるが、時系列研究は長期暴露の慢性影響を評価しないことから、汚染暴露の総合的影響を過小評価する危険があるため、基準値の提案はコホート研究に基づくこととする。
- 大気汚染と長期間平均死亡との関係に関する当時点までに行われた最大規模のコホート研究である米国がん学会調査（extended American Cancer Society (ACS) Study）を重視する。【PP】
- PM_{2.5} 曝露と死亡との関係について閾値が存在するという証拠が不明確であるため、基準値として、延長 ACS 研究で観測された最低濃度近辺の値（12～20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を提案する。
- WHO では短期目標値についても確立すべきとしていることから、年間の限界値と一貫させるため、24 時間値の年間の頻度分布に基づき、20～35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （この値を年間で 10% 以上を超えない）の範囲が 24 時間の限界値のたたき台として望ましい。【PP p.179】

2.1.2 粒子状物質の濃度レベルに関する勧告

「PM_{2.5} の長期曝露調査である ACS 調査の結果は、PM_{2.5} 濃度が最低レベルの観測濃度まで下がっても濃度－反応関係は変わらないと見られ、PM_{2.5} 濃度が 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下においても死亡リスクが認められると示唆される」という WHO の助言を受けて、ワーキンググループの多くは、健康面のみから評価すれば ACS 調査の最低レベルまで微小粒子の曝露削減を実施することが望ましいと結論付けている。一方で、粒子状物質に関するワーキンググループは、法的拘束力のある限界値を制定する際には、現行の濃度レベル、バックグラウンド濃度、微小粒子濃度の変化傾向等の大気質情報や達成可能性等も考慮する必要があるとしており、限界値（年平均値）が 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を可能な限り超過すべきでないとして結論付けた。最終的なレベルを設定する場合、そのようなレベルの達成可能性を考慮しなくてはな

らず、本グループでは、ひとつの粒子状物質濃度のレベルを目標値として提案は行わず、ACS 研究で観測された最低濃度近辺の値 (12~20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) を、統合アセスメント評価 (インパクト評価) に使用すべきであると勧告している。【PP p.179】

また、PM_{2.5}の短期基準 (24 時間) に関しては、24 時間値の度数分布など利用可能な情報を用いて PM_{2.5}の 24 時間平均限界値を 20~35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ とする (ただし、一年のうち一割の期間以上、これを上回ることがないようにすることとされている) ことが検討の出発点として合理的であるとしている。【PP p.179】

2.2 インパクト評価

CAFE プログラム実施のためのワーキンググループの結論を受け、欧州委員会はインパクト評価を実施し、指令案を決定した。以下に、評価に基づく指令案の選定過程を示す。

2.2.1 評価手法

インパクト評価は、RAINS (Regional Acidification Information Simulation)モデルを用いた統合アセスメントモデル (Integrated Assessment Model: 図 1) に基づき実施された。このモデルは、排出、大気への輸送、人間の健康、大気汚染の環境への影響に対する最新の科学的理解をベースに、戦略のコストと便益を評価するものである。

この手法では、ベースラインと達成すべき長期目標値に関して、様々なシナリオを検討している。シナリオのコスト・ベネフィット分析に基づき、主題的戦略における暫定的な目標が定められている。(RAINS モデルの詳細は別添資料)

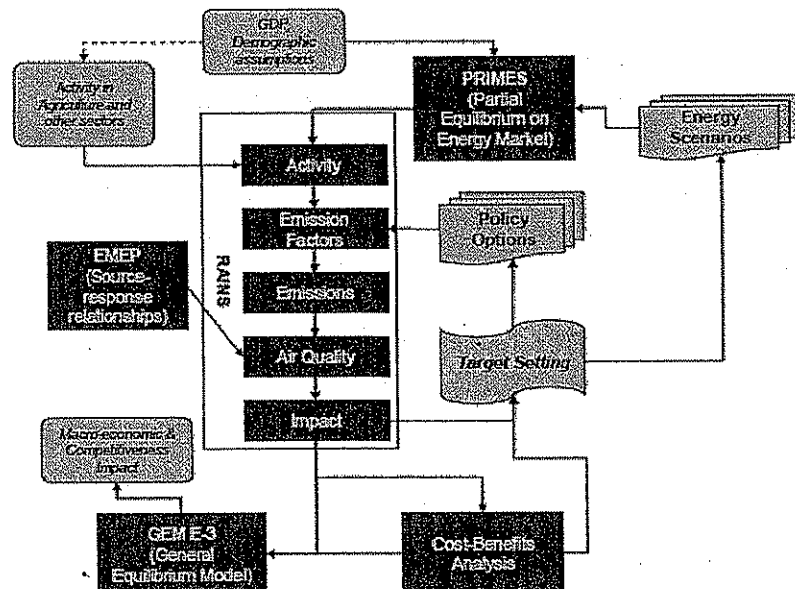


図 1 統合アセスメントモデル (Integrated Assessment Model) 【SP2005 p.153】

2.2.2 ベースライン

ベースラインシナリオとは、2020年までの経済成長（GDP）の推計を基に、PRIMESを用いてEU25カ国のエネルギーシナリオを試算し、その結果をRAINSに反映し、現行の法律下における2020年までの大気汚染物質の排出量とその影響を算出したものである。この推定には、排出源の変化、排出対策オプションおよび排出管理に関する法律の効果についても考慮される。【SP2005 p.142-148】（詳細は参考資料を参照）

2.2.3 コスト・ベネフィット分析

インパクト評価における政策評価では、健康、環境に対する効果をコスト・ベネフィット分析を用いて評価している。PM_{2.5}の効果は、死亡数と損失余命を算出し、それを便益に変換して評価が行われる。最適な濃度の到達目標レベルを設定するため、生存年数の延長に伴う、コストに対する限界便益の比較によって決定される。環境への効果は、大気汚染を減少した場合の生態系への影響に関して評価される。また、モデルを用いて政策を実施した場合のGDPや雇用等のマクロ経済へのインパクトについても評価が行われる。【SP2005 Chapter 5】

MTFR^{iv}(Maximum Technically Feasible Reduction, 費用を考慮せず技術的に実行可能な最大限の低減を図る場合のシナリオ)を実施した場合でも、なお健康と環境への顕著な悪影響が残ると予測される。このため、ベースラインとMTFRシナリオとの間の様々な政策を評価し、暫定的目標を設定している。目標設定と政策評価のワーキンググループ(Working Group on Target Setting and Policy Assessment)では3つの異なるシナリオを設定し、コスト・ベネフィット分析を行い、PM_{2.5}とオゾンの目標値を設定している。【SP2005 pp.12-13】

表1 PM_{2.5}のMTFRに用いられる削減技術(例)

Measures assumed for the Maximum Feasible Reduction (MFR) scenario	
Sector	Technology
Power plant boilers - coal, oil and gas	High efficiency de-dusters (ESP or fabric filters)
Power plants, biomass	Combustion modification on small biomass boilers
Power plants, oil	Fabric filters on large boilers, good housekeeping for smaller boilers
Commercial boilers, coal	High efficiency de-dusters (cyclons, fabric filters)
Residential boilers and stoves, coal	New boilers or stoves
Residential/commercial boilers (oil)	Good housekeeping
Residential stoves and fireplaces, wood	Catalytic inserts
Industrial processes	High efficiency de-dusters (ESP or fabric filters), good practices for fugitive emissions
Agriculture	Good practices, fired modifications, low till farming and alternative cereal harvesting
Construction	Spraying water at construction places
Flaring in oil and gas industry	Good practices

^{iv}詳細は CAFE Scenario Analysis Report Nr. 2, "The "Current Legislation" and the "Maximum Technically Feasible Reduction" cases for the CAFE baseline emission projections" (IIASA, November 2004)に記載している。

Emission reductions for the three ambition levels in 2020 (in kilotonnes)

	Baseline		Ambition level in 2020		
	2000	2020	Scenario A	Scenario B	Scenario C
SO ₂	8735	2805	1704	1567	1462
NO _x	11581	5888	4678	4297	4107
VOC	10661	5916	5230	4937	4771
NH ₃	3824	3686	2860	2598	2477
PM _{2.5}	1749	964	746	709	683

The direct costs of these measures have been calculated at between €5.9 billion for Scenario A and €14.9 billion for Scenario C. The tables show a preliminary estimate of costs by pollutant and by major source for 2020.

Abatement costs by pollutant in 2020 (€ million per year)

Pollutant	Ambition level			MTFR
	Scenario A	Scenario B	Scenario C	
SO ₂	800	1,021	1,477	3,124
NO _x	903	2,752	4,255	6,352
NH ₃	1,785	3,770	5,410	13,584
Primary PM _{2.5}	411	695	908	12,335
VOC	157	573	935	2,457
PM _{2.5} and NO _x from road transport	1,868	1,868	1,868	n/a
Total	5,923	10,679	14,852	over 39,720

2.2.4 CAFE のシナリオ毎の分析

CAFE のシナリオのコスト・ベネフィット分析について以下に概要を述べる。なお、この分析は粒子状物質による健康影響のみならず、オゾンによる健康影響、酸性雨への寄与や富栄養化への寄与に関する自然環境への影響も考慮されている。

(1) シナリオ設定

RAINS モデルを使った反復法を用いて、2020 年におけるベースラインと MTFR のシナリオ間のギャップを埋めるために中間的な 3 つシナリオについて解析が行われた。このギャップは異なる 4 つの指標で検討されており、具体的には粒子状物質の曝露による余命の損失、オゾンによる死亡数の増加、酸性雨の負荷量となる蓄積沈着量^v、富栄養化の蓄積沈降量^{vi}である。

解析を行った結果、粒子状物質の濃度削減は 1 次生成粒子の削減より、2 次生成粒子の前駆物質である NO_x、SO₂、NH₃ の削減とより相関が見られること、ベースラインシナリオと MTFR シナリオとの間の 75% 付近で削減費用が大きく増加する変曲点の存在が明らかになったため、この 75% を中心に A,B,C の 3 つのシナリオを作成し、それぞれ上記の 4 つの

^v すべての生態系のタイプ（森林、水等）および生態系が存在するエリアすべてに沈着する酸性雨をもたらす物質の量（大気から地表面へのフラックス）

^{vi} 酸性雨と同様、富栄養化の原因となる栄養塩の大気から地面へ沈降する量（フラックス）

指標に対して解析を行った（表2）。【SP2005 p.48-52】

表2 2020年までの暫定的目標の検討のための3つの統合シナリオ

	2000	Baseline 2020	Ambition level			MITFR ⁶⁹
			Scenario A	Scenario B	Scenario C	
EU-wide cumulative years of life years lost (YOLL, million)	203	137 (0%)	110 (65%)	104 (80%)	101 (87%)	96 (100%)
Acidification (country- wise gap closure on cumulative excess deposition) ⁷⁰	120	30 (0%)	15 (55%)	11 (75%)	10 (85%)	2 (100%)
Eutrophication (country-wise gap closure on cumulative excess deposition) ⁷¹	422	266 (0%)	173 (55%)	138 (75%)	120 (85%)	87 (100%)
Ozone (gap closure on SOMO3.5) ⁷²	4081	2435 (0%)	2111 (60%)	2003 (80%)	1949 (90%)	1895 (100%)

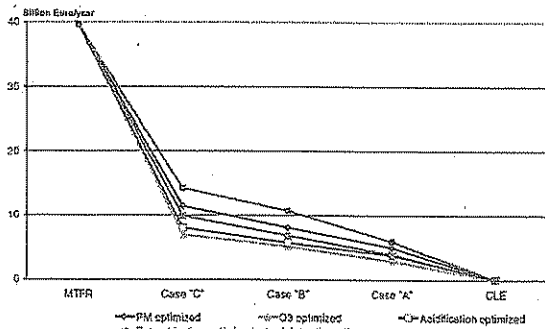


図2 3つのシナリオを達成するため
の排出削減コスト

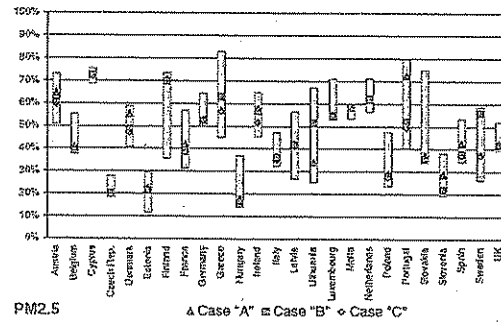


図3 3つのシナリオの排出削減比率
(PM_{2.5}のみ記載、100%が2000年
箱グラフの上限:ベースライン、下限:MITFR)

(2) 分析結果

表3に各シナリオのコスト・ベネフィット分析の結果を示す。単位コストあたりの改善効果は、ベースラインからシナリオAの間で最大になると推測されている。シナリオCを超えて、健康と環境の便益がコスト以上に高くなるということは難しい。その理由として、PM_{2.5}の健康影響に関して、シナリオCを超えると限界便益 (marginal benefit) が限界費用 (marginal cost) より低くなること、すでにシナリオCは2020年までにベースラインと比較して自然環境の改善の十分なレベルを示していることが挙げられる。【SP2005 p.82】

表 3 2020 年までの代替可能な環境レベル

Ambition level	Cost of reduction (€bn)	Human health			Natural environment				
		Life Years Lost (million) due to PM _{2.5}	Premature deaths (thousands) due to PM _{2.5} and ozone	Range in monetised health benefits ⁵⁶ (€bn)	Ecosystem area exceeded acidification (000 km ²)			Ecosystem area exceeded eutrophication (000 km ²)	Forest area exceeded ozone (000 km ²)
					Forests	Semi-natural	Fresh-water		
2000		3.62	370	-	243	24	31	733	827
Baseline 2020		2.47	293	-	119	8	22	590	764
Scenario A	5.9	1.97	237	37-120	67	4	19	426	699
Scenario B	10.7	1.87	225	45-146	59	3	18	375	671
Scenario C	14.9	1.81	219	49-160	55	3	17	347	652
MITR	39.7	1.72	208	56-181	36	1	11	193	381

2.2.5 大気質指令提案の検討

(1) インパクト評価の結果

欧州委員会では、ヨーロッパの 150 都市における PM_{2.5} の予測される都市バックグラウンド濃度を分析している。表 4 は、ベースラインとシナリオ A および B の PM_{2.5} の都市バックグラウンド濃度の減少率である。シナリオ B では、都市バックグラウンド濃度の単純平均が 22%（人口での重み平均で 25%）減少する。一方、シナリオ A はそれに比して平均で 3%減少率が減少する。この結果に基づき、欧州委員会では、シナリオ A と B の間の範囲内で規制を設定するよう勧告し、当初は 2010~2020 年で各加盟国に対し 20%の平均濃度削減目標を提案している。【SP2005 pp.111-112】

表 4 2010 年と比較した加盟国の 2020 年における PM_{2.5} の年間平均都市バックグラウンド濃度減少率の予測値

加盟国	ベースライン	シナリオ A	シナリオ B
各国の数値	4~14%	11~29%	12~30%
EU-25 の平均値	7%	19%	22%

Source: Calculations for the Commission by RAINS

便益評価では、シナリオ C を超える暫定的目標値を採用した場合損失余命が減少するが、シナリオ C を超える暫定的目標を選定することは難しいと結論付けられている。削減に必要なコストはシナリオ A からシナリオ C にかけて大きく増加するが、環境、健康の便益は比較的緩やかに増加する。一方、マクロ経済へのインパクトは、シナリオ B では GDP への影響が 2020 年においてベースライン比 0.08%減少と予測され軽微であり、雇用に対する影響も少ない。【SP2005 p.83,128】

また、コスト・ベネフィットの結果、シナリオ C は環境、健康において高い便益を享受

できるが、削減に必要なコスト（1年あたり）はシナリオBよりも40億ユーロ増加すると見積もられている。不確実性を考慮した注意深い限界分析のアプローチを用いると、PMに関する健康の便益はシナリオBとCの間で最適となる。一方、生態系では、シナリオAとシナリオBでは対策コストの増加と便益とを比較すると、ベースラインとシナリオAの間の対策コストの増加と便益との関係に比べ、相対的に便益の増加が小さくなっている。

これらの結果から総合的に評価すると、健康影響の未然防止にはシナリオB、生態系の保全はシナリオAで実施することが望ましいと言え、欧州委員会ではシナリオAとシナリオBの結合したシナリオを最終的に採用するシナリオ（戦略）とすることが妥当であると結論付けている（表5）。【SP2005 p.129】

表5 2020年までの代替可能な環境レベル（詳細）

		Baseline		Policy Scenarios			Strategy
		2000	2020	A	B	C	
Emissions (relative to year 2000)	SO ₂		-68%	-80%	-82%	-83%	-82%
	NO _x		-49%	-60%	-63%	-65%	-60%
	VOC		-45%	-50%	-54%	-55%	-51%
	NH ₃		-4%	-23%	-32%	-35%	-27%
	PM _{2.5}		-45%	-57%	-59%	-61%	-59%
<i>Impacts of particulate matter on health</i>							
Premature mortalities		348,000	272,000	218,000	206,000	200,000	210,460
Months of life expectancy lost		8.1	5.5	4.4	4.1	4.0	4.1
Total PM Damage costs to human health per annum		€268bn	€184bn	€147bn	€139bn	€136bn	€142bn
Cost per annum (Particulate Matter & human health)		-	-	+€5.0	+€8.1bn	+€11.4	+€6.6bn
Health Benefits (PM) per annum		-	-	+€37bn	+€45bn	+€49bn	+€47bn
<i>Environment & ozone impacts on health</i>							
Monetised ozone damage costs per annum (health, crops, materials)		€13.3bn	€7.5bn	€6.3bn	€6.6bn	€6.4bn	€6.5bn
Cost per annum (health, ozone) and Environment)		-	-	+€0.3bn	+€2.6bn	+€3.4bn	€0.5bn
Ozone monetised benefits for health		-	-	+€0.4bn	+€0.5bn	+€0.6bn	€0.4bn
Ozone monetised benefits to agricultural crops		-	-	+€0.3bn	+€0.4bn	+€0.5bn	€0.3bn
Area of ecosystems at risk to acidification (000 km ²)	Forests	243	119	67	59	55	63
	Semi-natural	24	8	4	3	3	3
	Freshwaters	31	22	19	18	17	19
Area of ecosystems at risk to eutrophication (000 km ²)		733	590	426	375	347	410
Area of ecosystems at risk from ozone (000 km ²)		827	764	699	671	652	699

Note: Ecosystem benefits have not been monetised but still need to be considered. Depending on the type of ecosystem and type of function valued, research has shown that each hectare improved could be worth between €250 and €155,000. In addition, damage to buildings and materials will also be reduced.

(2) 2020年の主題的戦略における暫定的目標

この戦略では、2000年に比してEU25カ国でSO₂の82%、NO_xの60%、VOCの51%、NH₃の27%、1次生成によるPM_{2.5}の59%の排出抑制を要求している。（ここでの排出抑制は2000年比の排出削減量を示す。2000年比でこれらの大気汚染物質の排出量を削減すると、RAINSモデルの濃度予測により欧州平均でPM_{2.5}の濃度が2010年比で約20%削減できると予測される。）

その結果、粒子状物質の曝露影響による余命の損失は、2000年時点では8.1ヶ月であるの

に対し、ベースラインシナリオの場合の2020年時点での損失余命は5.5ヶ月、この削減戦略を採用した場合は2020年時点で4.2ヶ月となる。また、この削減戦略における年間死者数は、ベースラインと比較し2020年の達成時で61,500名減少する。【SP2005 p.130】

2.3 粒子状物質に係る指令案

以上の検討を経て、欧州委員会は、最近の健康影響のエビデンスや大気質を含めたワーキンググループの評価及びインパクト評価に基づき、指令案の改正を提案した（P.3 参照）。

RAINS モデルについて

1 RAINS モデルの構造

RAINS (Regional Acidification Information Simulation) モデルは、IIASA によって開発された経済とエネルギーの発展、排出源コントロールの可能性とコスト、大気の大気拡散特性と環境中の感度を結合した大気汚染モデル(Schöpp et al., 1999)である。RAINS モデルにおいては、図 1 に示すような流れにそって、経済活動、各汚染物質に対する排出削減政策のコスト、排出量、環境およびヒト曝露量に関する情報が処理される。

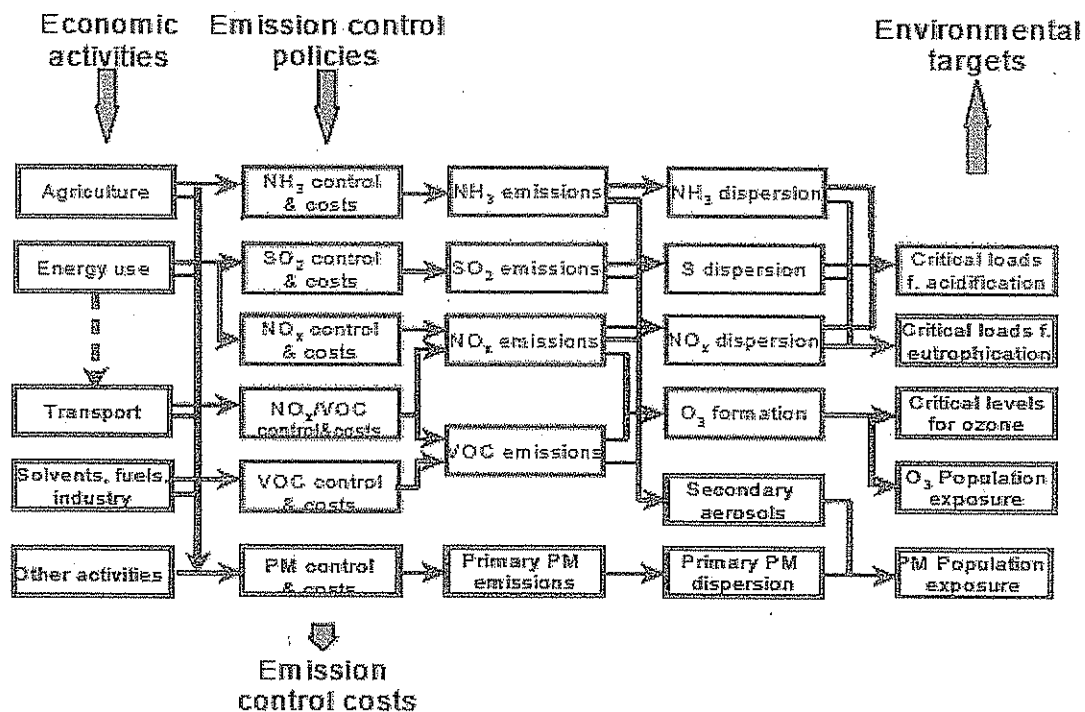


Figure 1.1: Flow of information in the RAINS model

図 1 RAINSモデルにおける情報のフロー

2 RAINSモデルにおけるシナリオ解析および最適化

RAINS モデルの枠組みでは、図 2 に示すとおり、例えばエネルギー及び農業シナリオに対して、モデルのユーザーによって指定された排出削減方針の環境効果とコストを予測することが可能であり、さらに排出削減施策の費用を最小とする組み合わせを特定することができる。

このように RAINS モデルによる最適化手法を用いることにより、複数の汚染物質および複数の影響に対する汚染削減戦略の策定が可能になる。特に、すべての欧州諸国の様々な

経済セクターに対し、ユーザーが指定したヒトの健康インパクト（例えば、余命の減少で表現される）と生態系保護（例えば、酸性雨や富栄養化で表現される）のための目標値を同時に達成する6つの汚染物質(SO₂、NO_x、VOC、NH₃、1次生成粒子としてのPM_{2.5}及びPM_{10-2.5})の低減施策による効果と費用のバランスの最適化を行うことが可能である。

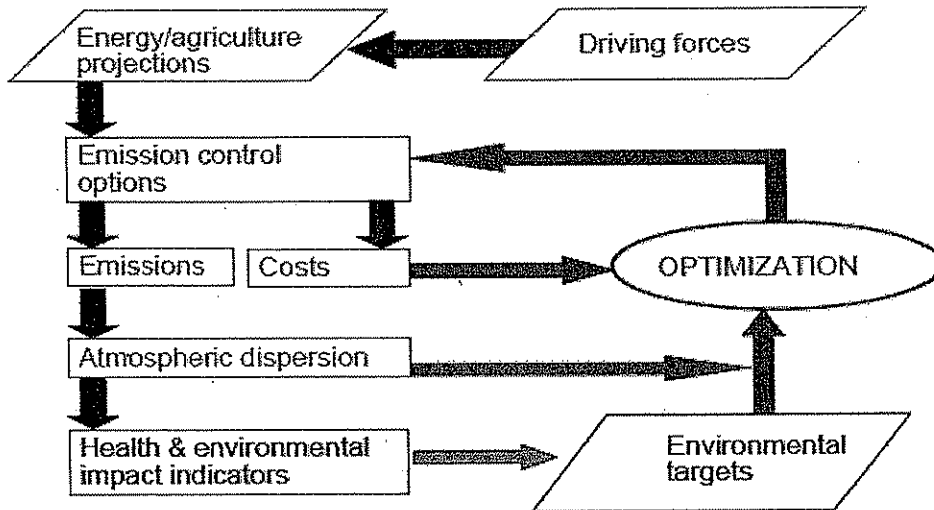


Figure 1.2: The iterative concept of the RAINS optimisation.

図2 RAINSモデルにおける最適化の概念