The Global Trends for the Protection of the Ozone Layer

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/12874

解 説

[衛生化学 EISEI KAGAKU 37 (2) 75—82 (1991)]

—Reviews—

オゾン層保護対策の動向—フロン等の規制の現状と今後の方向—

鈴木克徳
環境庁地球環境部環境保全対策課

The Global Trends for the Protection of the Ozone Layer

KATSUNORI SUZUKI
Control and Cooperation Division, Global Environment Department, Environment Agency

The discovery of the ozone hole over the Antarctica and various research works to find the cause of such hole revealed that the present regulation of ozone depleting substances may not be sufficient for the adequate protection of the ozone layer.

On the basis of the latest findings indicated by the world scientists in the four assessment panel reports pursuant to the Article 6 of the Montreal Protocol (science, environmental effects, technical and economic aspects) and other information, the Parties to the Montreal Protocol adopted the amendment and adjustment of the Protocol in June 1990, at the Second Meeting of the Parties to the Montreal Protocol.

This document briefly reviews the latest scientific and technical information for the amendment and adjustment of the Protocol, and the major thrusts of the amendment and adjustment, including elimination of the production and consumption of controlled CFCs by the year 2000, and the problems which are still left before us to be solved.

Keywords —— stratospheric ozone layer; controlled CFCs; controlled halons; ozone hole; ozone trends panel; methyl chloroform; carbon tetra-chloride; HCFCs; substitutes; coolants

1. オゾン層保護対策の必要性

フロン等安定な化学物質は，地表付近の大気中では破壊されず長時間かけて成層圏まで達し，そこで紫外線により破壊されて活性な塩素を放出する．この活性な塩素が触媒機能を果たし，次々と成層圏のオゾンを破壊していく．その結果，有害な紫外線(UV-B)の照射量が増大し，人の健康や生態系に悪影響を及ぼすといわれている．

1987年9月に南極のオゾンホールを航空機により観測したところ，Fig. 1に示すように，活性な塩素である一酸化塩素(ClO)とオゾンの濃度とがきれいな逆相関を示すことが確認された[1]こと等から，この理論は，ほぼ全世界の科学者のコンセンサスとなっている．

フロン等によるオゾン層の破壊がカリフォルニア大学のローランド教授とモリナ博士により初めて警告された1974年頃には，著しいオゾン層の破壊は，21世紀半ば以降に生ずると考えられていた．ところが，調査研究の進展に伴い，1985年に南極のオゾンホールの存在が確認されるなど，既にオゾン層の破壊が進行しつつあること等が確認された．

このため，1985年3月に「オゾン層の保護のためのウィーン条約」[2]（以下「ウィーン条約」という）によりオゾン層保護対策の枠組みが決定され，また，1987年9月に「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」[3]（以下「モントリオール議定書」という）により具体的な規制内容について合意される等，オゾン層保護対策は，著しく進展した．

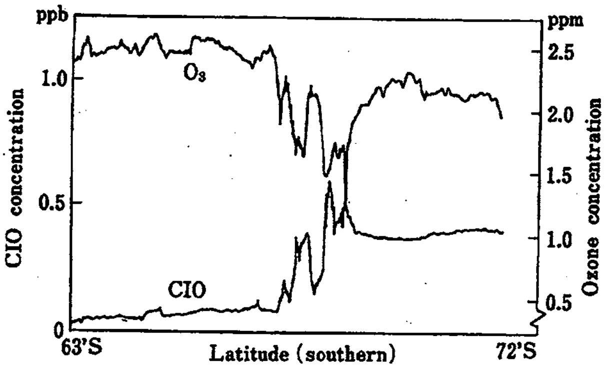

Fig. 1. ClO and Ozone Concentations over the Antarctica

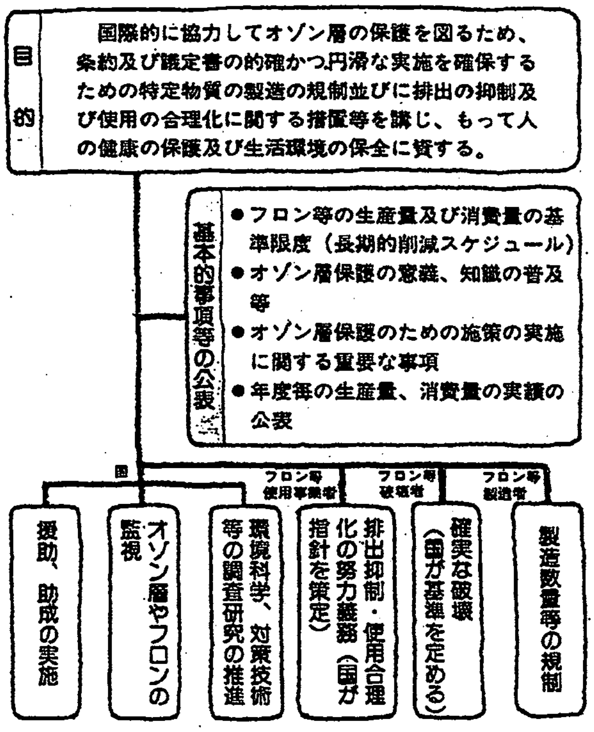

Fig. 2. Major Provisions in the "Law concerning the Protection of the Ozone Layer through the Control of Specified Substances and Other Measures"

我が国は，ウィーン条約及びモントリオール議定書の採択を受け，世界に先駆けて1988年5月に「特定物質の規制等によるオゾン層の保護に関する法律」[4]（以下「オゾン層保護法」という）を可決成立させた．この法律は，ウィーン条約及びモントリオール議定書の的確かつ円滑な実施を図ることを目的とし，Fig. 2に示す内容によって構成されており，モントリオール議定書で規定する特定のフロン（5種類のCFC：「特定フロン」という）及びハロン（3種

Group	Substance	Ozone Depleting Potential*
Group I		
	$CFCl_3$ (CFC-11)	1.0
	CF_2Cl_2 (CFC-12)	1.0
	$C_2F_3Cl_3$ (CFC-113)	0.8
	$C_2F_4Cl_2$ (CFC-114)	1.0
	C_2F_5Cl (CFC-115)	0.6
Group II		
	CF_2BrCl (halon-1211)	3.0
	CF_3Br (halon-1301)	10.0
	$C_2F_4Br_2$ (halon-2402)	(to be determined)

* These ozone depleting potentials are estimates based on existing knowledge and will be reviewed and revised periodically.

Fig. 3. Controlled Substances

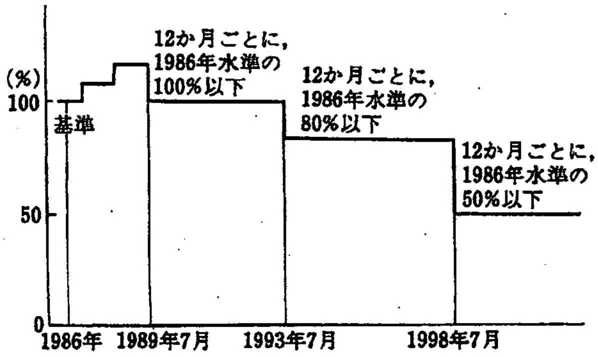

Fig. 4. Reduction Schedule of the Production and Cosumption of the Specified CFCs

日本における1986年水準は，生産量：119998 t/年，消費量：118134 t/年．（モントリオール議定書に基づき，フロンの種類ごとのオゾン層破壊能力の違いを考慮して計算した数量．）なお，生産量と消費量とが異なっているのは，純輸出分（輸出入の差し引き）を生産量から控除しているため．

類のハロン：「特定ハロン」という）（Fig. 3参照）の生産，消費をFig. 4に示すように規制するとともに，さらに，特定フロンや特定ハロンを使用する事業者に対して排出抑制・使用合理化の推進義務を課す等の措置を規定している．

2. 科学的知見の進展に伴う規制強化の必要性

このように，オゾン層保護対策の枠組みは，1987—1988年頃にかけて一応整備され，1989年1月のモントリオール議定書の発効により現実に動きだした．しかし，その後の調査研究の結果，Fig. 4に示すような規制では，オゾン層を適正に保護するためには極めて不十分であることが明らかになった．

1988年3月，世界中の100人余りの科学者が集まってオゾン層に関する知見の検討をしてきた結果

が，オゾン・トレンド・パネルの報告として公表された。[1] この報告は，過去20年間において現実にオゾン層の破壊が進行しており，現在の対策では将来著しいオゾン層の破壊が生ずる恐れがある等の警告を発し，全世界にショックを与えた．国連環境計画(UNEP)は，この報告を踏まえ、モントリオール議定書の規制の見直しを繰り上げて実施することとし，世界気象機関(WMO)と協力して，①オゾン層破壊等に関する科学的知見，②オゾン層破壊によって生ずる環境影響，③フロン等の削減・代替技術，④オゾン層破壊によって生ずる被害や代替技術の導入に伴う経済影響について，第一線の専門家によりなるパネルを設置して検討した．その結果，次の理由から，オゾン層保護のためには，フロン等の規制を著しく強化する必要があることが明らかになった。[5]

1) 全世界的なオゾンの減少の進行 オゾン・トレンド・パネルの結果を踏まえ，さらに詳細に検討した結果，データが長期間にわたり集積されている北半球中緯度地域 (30—64°N) においては，

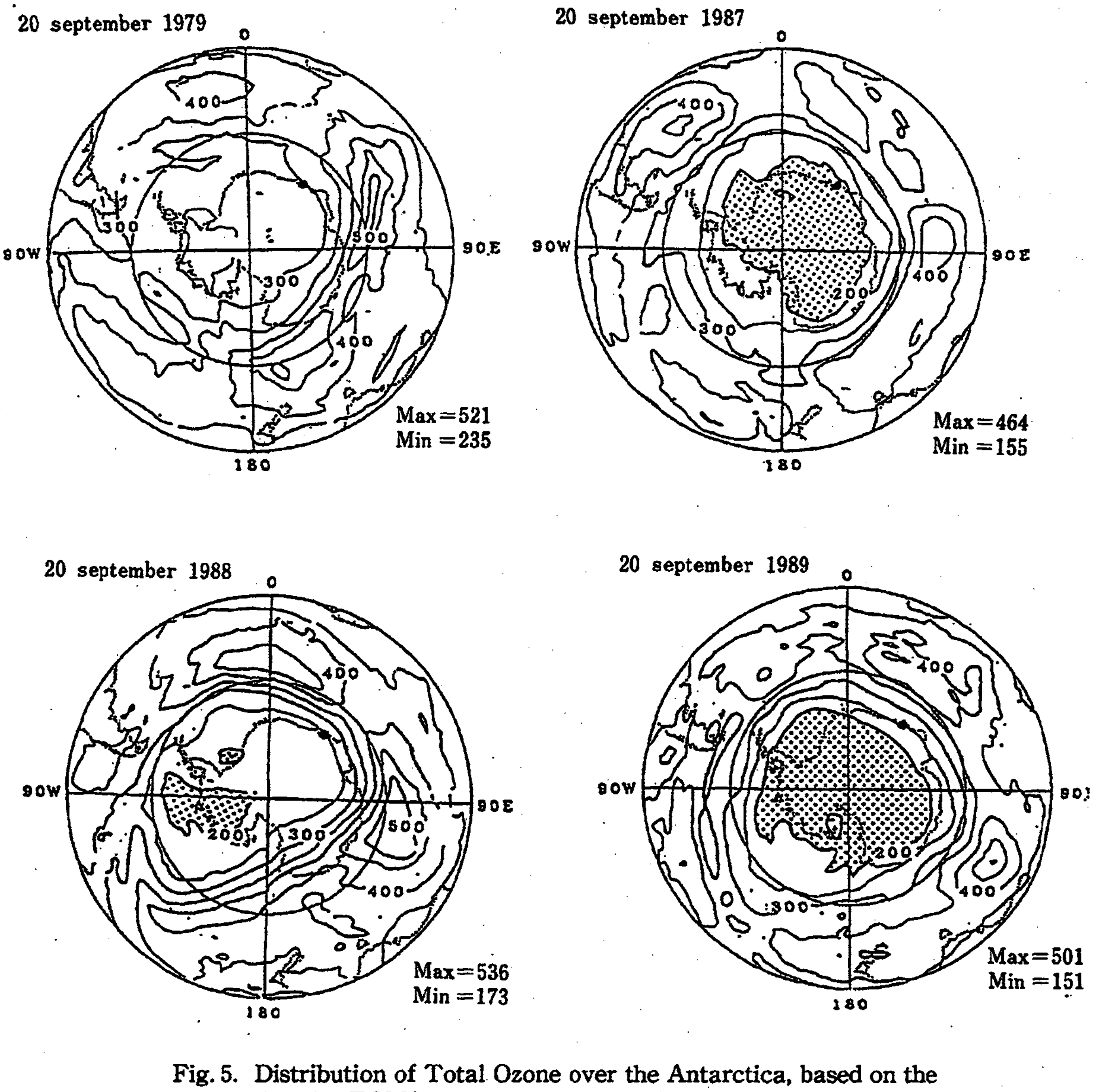

Fig. 5. Distribution of Total Ozone over the Antarctica, based on the data by TOMS

(単位：kata-ca)

●Showa Base

▒: area less than 200 DU (Dobson Unit)

[prepared by Meteorological Agency of Japan]

1969—1988年の20年間において，冬季に3—5.5パーセントのオゾンの減少が確認されたが，これは，既知の自然現象では説明できない．

2）南極におけるオゾンホール　1970年代後半までは存在しなかった著しいオゾンの減少（いわゆるオゾンホール）が南極上空で観測された．このオゾンホールは，南極上空の特殊な気象条件によって生ずると考えられているが，年々拡大し続け，南半球の地域の脅威となる恐れがある．オゾンホールは，1987年には史上最大の規模に達したが，1988年には縮少したため，1989年の観測結果が注目されていた．残念なことに，1989年には，Fig. 5に示すとおり，1987年をもしのぐ大規模なオゾンホールが発生したため，対策の早急な実施を求める声が国際的に強まった．

3）北極における状況　南極と類似した気象条件にある北極でもオゾンの減少が生じていることが懸念されたため，1989年冬に北極における調査が実施された．その結果，北極上空では南極のオゾンホールに比肩し得るようなオゾンの減少は確認されなかったものの，気象条件によってはいつオゾンホールが生じてもおかしくないような化学反応が既に進行していることが明らかになった．最近の報告では，南極と同様なオゾンホール形成の初期段階にあるという説もある．

4）モデルによる将来予測　我が国を含む全世界の研究機関が，統一シナリオに基づいて将来予測を行った結果によれば，現行のモントリオール議定書の規制では，21世紀後半には大気中の塩素濃度は現在の約3倍に増加し，その結果生ずる有害な紫外線の増大により著しい環境影響が生ずる恐れがあることが確認された．UNEPが行った科学パネルで合意された，現在最も信頼し得る予測結果をFig. 6に示す．[6]

この予測は，5種類の削減シナリオについて行われたものであり，それぞれの結果は，以下に示すとおりである．

①シナリオ1［現行モントリオール議定書に従った削減］——大気中の総塩素負荷量は，2050年に約8 ppbvに，2100年に約10 ppbvに増加し，現在の2.7 ppbvと比べ3倍程度となる．その結果，オゾン全量は，熱帯地域で1－4％，高緯度地域で4－12％減少する．南極のオゾンホールは極めて大きくなり，また，北極でも著しいオゾンの減少が生ずると見込まれる．

②シナリオ2［CFC及びハロンを今世紀末までに全廃，メチルクロロホルムについては規制なし］——大気中の総塩素負荷量は，2050年に約6 ppbvに，2100年に約7 ppbvに増加する．その結果，オゾン全量は，赤道付近で1—2.5%，高緯度地域で4－6％減少する．シナリオ1と同様に，南極のオゾンホールは極めて大きくなり，また，北極でも著しいオゾンの減少が生ずると見込まれる．

③シナリオ3［CFC及びハロンを今世紀末までに全廃，メチルクロロホルムを50%削減］——大気中の総塩素負荷量は，2050年に約4.5 ppbvに増加し，そ

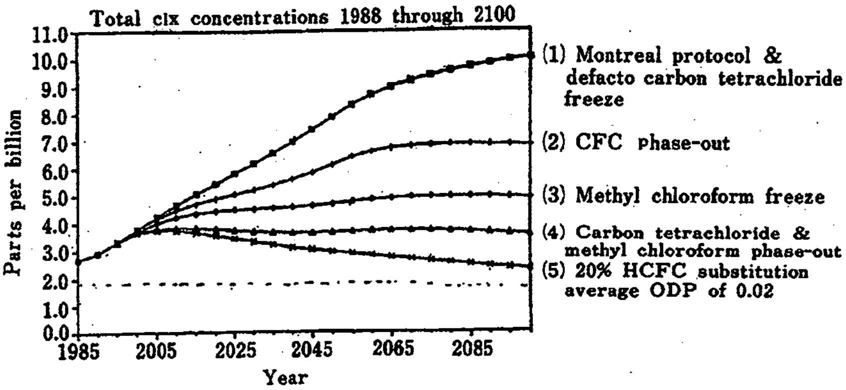

Fig. 6. Atmospheric Chlorine Concentrations with Different Chemical Control Options

Assumptions:
- 2000 phase-out of fully halogenated CFCs (except curve 1)
- HCFCs capture 60% of what CFC market would have been without regulation (except curve 1). assumed annual average growth rates for fully halogenated CFCs, baseline HCFC-22 (non-substitute) and methyl chloroform are approximately 3% for the period 1986 to 2050. after 2060 use le assumed to be constant.
- average ODP of substitutes be 0.05 (except curve 5)
- 100% global participations.

の後はほぼ同一水準で推移する．その結果，オゾン全量は，熱帯地域ではほぼ変化しないが，高緯度地域で4％以内の減少を示す．南極のオゾンホールは今日と同様であると見込まれるが，北極では著しいオゾンの減少が進行する可能性が高まる．

④シナリオ4［CFC，ハロン，メチルクロロホルム及び四塩化炭素を今世紀末までに全廃］――大気中の総塩素負荷量は，2050年に約3.5 ppbvに増加し，その後はほぼ同一水準で推移する．その結果，オゾン全量は，熱帯地域ではほぼ変化しないが，高緯度地域で3％程度の減少を示す．南極のオゾンホールは小さくならないが，北極で著しいオゾンの減少が進行する可能性は低くなる．

⑤シナリオ5［CFC，ハロン，メチルクロロホルム及び四塩化炭素を今世紀末までに全廃し，さらにHCFCへの代替を著しく制限］――このシナリオについては，厳密な予測計算は行われていないが，大気中の総塩素負荷量は，2050年に現状よりやや下がる見込みである．その結果，南極のオゾンホールは小さくならないが，北極で著しいオゾンの減少が進行する可能性は今日より低くなる．なお，このシナリオの場合には，2100年以降に大気中の総塩素負荷量は2 ppbv以下に下がり，南極のオゾンホールが消えると見込まれる．

さらに，予測モデルの感度分析によれば，フロン等の全廃時期が5年程度遅れることにより，大気中の総塩素負荷量のピークが0.5 ppbv程度増加し，また，南極のオゾンホールが解消すると考えられている2 ppbvにまで総塩素負荷量が減少するために要する時間は，15年以上遅れることとなる．

これらの結果から得られる結論は，概ね次のとおりである．

①現行モントリオール議定書の規制では，オゾン層を適正に保護するためには著しく不足であり，はるかに厳しい削減を行う必要がある．

②そのためには，フロンの全廃だけでは不足であり，他の有機塩素系のオゾン層破壊物質（メチルクロロホルムや四塩化炭素）も著しく削減する必要がある．

③単に規制を強化するだけでなく，できる限り早期にできる限り多くの削減を達成することがオゾン層保護という観点からは極めて重要である．

3. フロン等の削減見通し

一方，UNEPの技術パネルでは，代替フロンの開発見通しを含め，フロン等の削減技術の現状及び将来見通しに関するレビューを行った．結果の概要は次のとおりである．[7]

- CFCを1995―1997年までに70―75％削減可能．
- CFCを2000年までに少なくとも95％削減可能．
- 残存するCFCは，既存設備へのサービス（既存の自動車エアコン等）等のために活用する必要がある．
- CFCの各用途ごとの全廃可能な時期の見通しは，代替物質・技術の開発・普及に依存するものの，概ね以下のとおりと見込まれる．

部門	時期（年）
冷媒	1989―2015
家庭用の冷蔵庫等	1995―1999
商業（小売り）分野の冷蔵庫等	1989―1999
冷凍運搬	1989―2010
冷凍保存	1989―2005
家庭用エアコン等	1991―2015
産業分野の冷凍	1989―2010
ヒートポンプ	1989―2005
自動車用エアコン	1994―2010
軟質フォーム	1989―1993
硬質フォーム	
ポリウレタン系	1993―1995
ポリスチレン系	1989―1993
フェノール系	1993―1995
ポリスチレン系	1993―1995
ポリオレフィン―ポリエチレン系―ポリプロピレン系	1989―1993
洗浄剤	
電子機器	1995―1997
金属洗浄	1993―1996
ドライクリーニング	1993―1995
その他	
エアゾール　非医薬品	1990―1995
医薬品	1995―2000
殺菌剤	1990―1995

ハロンについては，専門家の意見がまとまらず，技術パネルとしては，①2000年までに全廃，②2005年までに全廃，③時期は特定できないができる限り早期に全廃との3通りの意見を併記している．

メチルクロロホムルや四塩化炭素については，技術パネルは今世紀末までに95％程度の削減が可能としている．これに対し，業界等からは，そのような急激な削減は技術的・経済的に困難であるとの反論があり，現在さらに検討中である．

4. 規制強化等のためのモントリオール議定書改正

前述のような検討結果を踏まえ，昨年6月にロンドンで開催されたモントリオール議定書第2回締約国会議において，モントリオール議定書の改正が行われた．本改正は，規制強化に関するものから途上国援助の充実に関するものまで多岐にわたっている．規制強化に関しては，議定書改正に関する作業部会により検討を進めてきたところであり，最終的には次のような内容になっている．[8)]

—既存規制物質—

① 特定フロン

1995年1月1日以降　1986年比50%以下（50%削減）

1997年1月1日以降　〃　15%以下（85%削減，以下同じ）

2000年1月1日以降　全廃

※1992年に，削減スケジュールの前倒しを目的とした見直しを行う．

［現行］1989年7月1日以降　1986年比100%以下

1993年7月1日以降　1986年比80%以下

1998年7月1日以降　1986年比50%以下

② 特定ハロン

1992年1月1日以降　1986年比100%以下

1995年1月1日以降　〃　50%以下*

2000年1月1日以降　全廃*

*必要不可欠な用途を除く．これについては1993年1月1日までに特定する．

［現行］1992年1月1日以降　1986年比100%以下

—新規規制物質—

③ その他のフロン

1993年1月1日以降　1989年比80%以下

1997年1月1日以降　〃　15%以下

2000年1月1日以降　全廃

④ 四塩化炭素

1995年1月1日以降　1989年比15%以下

2000年1月1日以降　全廃

⑤ 1,1,1-トリクロロエタン（メチルクロロホルム）

1993年1月1日以降　1989年比100%以下

1995年1月1日以降　1989年比70%以下

2000年1月1日以降　1989年比30%以下

2005年1月1日以降　全廃

※1992年に削減スケジュールの前倒しの可能性を検討する．

—その他の物質—

⑥ その他のハロン

以下の内容等について決議．

・やむを得ない場合を除き使用しない．

・生産及び使用の見積もりを事務局に報告する．

⑦ 過渡的物質（HCFC等）

以下の内容等について決議．

・やむを得ない場合を除き使用しない．

・排出をできる限り抑制するため，密閉化や回収・再利用を行う．

・2040年までに（可能であれば2020年までに）過渡的物質からオゾン層を破壊しない物質に代替させる観点から，過渡的物質の使用量，オゾン層破壊や地球温暖化に対する寄与等について定期的な見直しを行う．

なお，特定フロン及びメチルクロロホルムについては，1992年に，削減スケジュールの見直しを検討することとしており，いずれの物質についても規制が前倒しになる可能性がある．特に，特定フロンについては，2000年全廃を主張する米国等と1997年全廃を目指すEC，北欧諸国等とが最後まで激しく対立し，最終的に2000年全廃とはなったものの，1992年に，削減スケジュールの前倒しを目的とした見直しを行うこととされており，更に削減スケジュールが早まる可能性が高い．

また，議定書の中には盛り込まれなかったが，HCFCのような過渡的な物質についてもむやみにその使用を増大してはならないとの基本的な考え方のもとに，次のような決議が行われた．[9)]

1．必要な分野において，ハイドロクロロフルオロカーボン（HCFC）のようなオゾン層破壊係数が小さい過渡的代替物質の採用を促進し，及び，それらからオゾン層を破壊しないような又は環境にとってより適切な代替物質や技術への適切な時期における代替を促進するため，以下の指針を適用すること

(a) 過渡的物質の使用は，環境にとってより適切な代替物質や代替技術が得られない用途に限定すべきである．

(b) 過渡的物質の使用は，人の生命や健康を保護するために必要な限られた場合を除き，現時点において規制物質及び過渡的物質が使用されている分野以外ではなされるべきではない．

(c) 過渡的物質は，他の環境問題，安全，経済の観点からの考慮に加え，オゾン層の破壊を

最小限にするよう選択すべきである。

(d) 大気中への排出を最小限にするため，可能な範囲で，排出抑制システム，回収・再利用を採用すべきである。

(e) 過渡的物質は，可能な範囲で，その使用の最終段階で回収され慎重に破壊されるべきである。

2．科学的証拠に基づき，現時点では，遅くとも2040年までに，可能であれば2020年までに，オゾン層を破壊しない物質及び環境にとってより適切な物質に代替させる観点から，過渡的物質の使用状況，オゾン層の破壊及び温暖化に対する寄与並びに代替製品及びそれを適用する技術の実施可能性を定期的に見直すべきである。

このほか，今回のモントリオール議定書改正においては，途上国支援の強化を目的とする基金の創設等が行われている。その概要は以下のとおりである。

(1) 途上国への資金援助

① 基金の設立

ア．オゾン層保護のための新たな基金を設立する。

イ．基金の規模は，当面3年間（1991年—1993年）について1億6千万ドルとする。（ただし，新たに締約国が増加した場合には，2億4千万ドルまで増加する。）

ウ．基金の拠出割合は，国連分担方式とする。（我が国の場合は約13%。）基金への拠出金については，その20%まで，二国間援助分を算入し得る。

② 基金の管理

ア．最高意思決定機関は締約国会合。

イ．基金の予算及び計画の決定等は，「管理委員会」が行う。

管理委員会は，先進国7か国及び開発途上国7か国から構成する。（具体的には，先進国＝日本，米国，ソ連，西ドイツ，オランダ，カナダ及びフィンランド；途上国＝ブラジル，メキシコ，ベネズエラ，エジプト，ガーナ，ジョルダン及びマレーシア）

管理委員会の意思決定は，コンセンサス方式とするが，コンセンサスに至らなかった場合には，先進国，開発途上国の両グループのそれぞれ半数（4か国）以上の賛成，かつ，全体の3分の2以上（10か国）の賛成を必要とする。

ウ．管理委員会の監督の下に，「実施機関」として，世界銀行，UNEP，UNDP等を置く。

(2) その他の主要事項

① 非締約国との貿易

ア．特定フロン及び特定ハロン

・非締約国からの輸入＝1990年1月1日以降禁止

・非締約国への輸出＝1993年1月1日以降禁止

イ．その他の規制物質

・非締約国からの輸入＝改正議定書の発効日から1年以内に禁止

・非締約国への輸出＝改正議定書の発効日から1年後以降禁止

ウ．特定フロン及び特定ハロンを含む製品

（1992年1月1日までに対象製品リストを作成）

・非締約国からの輸入＝対象製品リストの発効日から1年以内に禁止

エ．その他の規制物質を含む製品

（改正議定書発効日から3年以内に対象製品リストを作成）

・非締約国からの輸入＝対象製品リストの発効日から1年以内に禁止

オ．特定フロン及び特定ハロンを用いて製造された製品

（1994年1月1日までに輸入禁止の実施可能性について決定）

（実施可能と判断された場合には対象製品リストを作成）

・非締約国からの輸入＝対象製品リストの発効日から1年以内に禁止

カ．その他の規制物質を用いて製造された製品

（改正議定書発効日から5年以内に輸入禁止の実施可能性について決定）

（実施可能と判断された場合には対象製品リストを作成）

・非締約国からの輸入＝対象製品リストの発効日から1年以内に禁止又は制限

② 改正議定書の発効

20以上の締約国・機関の批准，受諾又は承認を条件に，1992年1月1日に効力を生ずる。

同日までに当該条件が満たされない場合には，当該条件が満たされた日の後90日目の日に効力を生ずる。

5. 今後の方向

モントリオール議定書の改正を受け，我が国とし

ては，次の事項を行う必要がある．

①改正議定書の批准

②オゾン層保護法の関連条項等の改正

③オゾン層の保護に関する基本的事項の改正

④特定フロンの排出抑制・使用合理化指針の改正

我が国としては，代替物質・技術の開発やそれらのユーザー業界への普及に官民をあげて取組み，一日も早くオゾン層破壊物質の著しい削減・全廃が達成されるよう全力を挙げるとともに，HCFCのような代替フロン等についても，第2回締約国会議の決議を踏まえ，できる限り大気中への放出の抑制に努めなければならない．規制強化問題は，モントリオール議定書の改正により終ったわけでは決してなく，むしろ，その遵守に向けての国内体制づくりが正に始まろうとしている状況にある．今後，地方公共団体と密接に連携し，広く国民，事業者等の理解と協力を得つつ，オゾン層保護対策の推進に一層努力する必要があろう．

引用文献

1) Ozone Trends Panel : Executive Summary of Ozone Trends Panel, 1988.
2) The Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer, March, 1985.
3) The Montreal Protocol on Substances That Deplete the Ozone Layer, September 1987.
4) Law concerning the Protection of the Ozone Layer through the Control of Specified Substances and Other Measures, May 1988.
5) UNEP : Science Panel Report, July 1989.
6) UNEP : Synthesis Report (Integration of the four assessment panels reports), November 1989.
7) UNEP : Report of the Technology Review Panel, June 1989.
8) UNEP : Adjustments to the Montreal Protocol on Substances That Deplete the Ozone Layer, and Amendment to the Montreal Protocol on Substances That Deplete the Ozone Layer, June 1990.
9) UNEP : Resolution by the Governments and the European Community Represented at the Second Meeting of the Parties to the Montreal Protocol, June 1990.