

日本的大气环境对策

2015年3月
日本国 环境省

—目录—

1. 前言	1
2. 日本开展大气污染对策的历史与现状	4
2.1. 日本的大气污染历史	4
2.1.1. 第二次世界大战前的大气污染	4
2.1.2. 第二次世界大战后到经济高速增长结束时期的大气污染	5
2.1.3. 经济稳定增长以来的大气污染	21
2.2. 日本大气污染对策的现状	29
2.2.1. 环境标准与指针值	29
2.2.2. 大气污染防治法概要	32
2.2.3. 自治体采取的举措	37
2.2.4. 自治体及企业开展的措施（公害防止协定）	39
2.2.5. 企业开展的活动	42
2.2.6. 地球环境时代市民开展的活动	44
2.3. 掌握大气污染现状及预测未来的方法	47
2.3.1. 通过持续自动监测掌握大气污染现状	47
2.3.2. 大气污染物排放情况的掌握方法	57
2.3.3. 大气环境模拟	59
2.4. 日本大气环境对策年表与地图	63
3. VOC 排放控制对策	66
3.1. VOC 排放控制对策的探讨概要	66
3.2. VOC 排放控制对策的背景	68
3.2.1. SPM 及光化学氧化剂相关的大气污染情况	68
3.2.2. VOC 的排放情况	70
3.2.3. VOC 减排带来的大气环境改善效果	71
3.3. VOC 排放控制制度概要	75
3.3.1. VOC 排放控制方法的探讨	75
3.3.2. VOC 控制内容的探讨	78
3.3.3. VOC 排放控制相关的自主措施	86
3.3.4. VOC 作为有害物质的侧面	89
3.4. VOC 减排技术	90
3.5. VOC 的定量影响评价探讨	99
3.5.1. 日本的 VOC 排放量推算方法	99
3.5.2. 日本的 VOC 排放量推算结果	110
3.5.3. 工厂等的 VOC 排放量推算方法	114

3.6.	对策效果评估及今后的课题	116
3.6.1.	VOC 排放控制对策评估.....	116
3.6.2.	今后的 VOC 排放控制对策课题.....	120
	【专栏 1】 经常出现的有关 VOC 排放控制对策的问题.....	122
4.	非道路移动建筑机械等的对策	124
4.1.	非道路移动特殊车辆的定位	124
4.1.1.	非道路移动特殊车辆	124
4.1.2.	机动车以外的移动发生源的控制情况.....	126
4.2.	中央环境审议会报告所见非道路移动建筑机械等对策的历史背景	127
4.3.	非道路移动建筑机械等对策的概要	131
4.3.1.	非道路移动建筑机械等控制的探讨	131
4.3.2.	非道路移动建筑机械等控制的内容	132
4.4.	特殊车辆的尾气减排技术	136
4.4.1.	柴油特殊车辆	136
4.4.2.	汽油、LPG 特殊车辆.....	139
4.5.	非道路移动建筑机械等的定量影响评价探讨	140
4.5.1.	非道路移动特殊车辆尾气排放量的推测方法.....	140
4.5.2.	有关非道路移动特殊车辆的模拟模型概要	141
4.6.	机动车尾气对策.....	144
4.6.1.	机动车尾气控制的种类	144
4.6.2.	单车控制	145
4.6.3.	车型控制（机动车 NO _x 、PM 法）	147
4.6.4.	限行控制	148
4.6.5.	燃料控制	149
4.6.6.	税收优惠	150
5.	日本在东亚地区建立排放清单、模拟模型的进展情况	152
5.1.	排放清单.....	152
5.1.1.	什么是排放清单?.....	152
5.1.2.	以亚洲为对象的最新排放清单：REAS 2.1 的概要.....	154
5.1.3.	REAS 显示的近几年亚洲地区大气污染物排放趋势	158
5.2.	模拟.....	160
5.2.1.	什么是大气模拟模型？	160
5.2.2.	气象模型 WRF/化学传输模型 CMAQ 的概要.....	163
5.2.3.	利用大气模拟模型的东亚区域大气污染对策探讨	164
	【专栏 2】 有关排放清单与模拟的常见问题.....	170

1. 前言

为了今后向中国等其他国家提供相关的信息，本书对日本开展大气污染对策的历史、VOC 排放控制对策及非道路移动建筑机械等的对策等进行了汇总。

表 1-1 本书涉及的主要大气污染物

简称/ 化学式	正式名称	说明
VOC	挥发性有机化合物 Volatile Organic Carbons	<ul style="list-style-type: none"> ● 日本大气污染防治法中的定义为：“排放到大气中，或飞散时为气体状态的有机化合物（由政令规定的悬浮颗粒物及氧化剂生成原因的物质除外。）”，甲烷（CH₄）不在其中。通常在政策或对策探讨中标识为 VOC。 ● 日本表示的 VOC 浓度时使用碳换算体积浓度（ppmC）单位。VOC 是多种有机化合物的总称，无法单纯用质量浓度换算，但假设每个碳原子都跟着 2 个氢原子，即 1ppmC=0.63mg/Nm³。NMVOC、NMHC、HC 也同样如此。Nm³表示标准状态下（0℃、1 个大气压）的体积（m³）。
NMVOC	非甲烷挥发性有机化合物 Non-Methane Volatile Organic Carbons	<ul style="list-style-type: none"> ● 日本及外国的大气污染研究领域，通常明确标出不包括甲烷，标识为 NMVOC。
NMHC	非甲烷总烃 Non-Methane HydroCarbons	<ul style="list-style-type: none"> ● 日本开展大气环境监测，对大气中的碳化氢浓度进行评估时，使用参与光化学反应的 NMHC。
HC	碳化氢 HydroCarbons	<ul style="list-style-type: none"> ● 碳化氢是碳元素与氢元素相结合的有机物的总称。日本在机动车尾气领域用语中使用 HC。
PM	颗粒物 Particulate Matter	<ul style="list-style-type: none"> ● 颗粒状大气污染物。通常可以想象为从烟囱中冒出的“煤”。大气污染防治法中“煤烟”是控制对象之一。
SPM	悬浮颗粒物 Suspended Particulate Matter	<ul style="list-style-type: none"> ● 是悬浮在大气中的 10 μm 以下的颗粒物，由锅炉或机动车等排放的废气产生。悬浮颗粒物长时间停留在大气中，在肺和气管等器官里高浓度沉着，会影响呼吸系统。悬浮颗粒物是日本特有的定义，将 10 μm 颗粒以 100% 等分，大约相当于 PM₁₀。
PM2.5	细颗粒物	<ul style="list-style-type: none"> ● 为大气中的悬浮颗粒物，使用可以将粒径为 2.5 μm 的颗粒按照 50% 的比例分离的装置，去除粒径更大的颗粒之后采集的颗粒。
NO _x	氮氧化物 Nitrogen Oxides	<ul style="list-style-type: none"> ● 氮氧化物是物质燃烧或化学反应产生的氮和氧的化合物，主要是以一氧化氮（NO）和二氧化氮（NO₂）的形式存在于大气中。发生源包括工厂、作业场所、机动车、家庭等多种多样。发生源排放的大部分是一氧化氮，但在大气中氧化，变成二氧化氮。 ● 高浓度二氧化氮会给呼吸系统造成影响，同时也被认为是酸雨和光化学氧化剂的原因物质，已设定相关的环境标准。 ● 日本使用的是体积浓度（ppm）单位，二氧化氮 1ppm=2.1 mg/Nm³。
NO ₂	二氧化氮	
NO	一氧化氮	
O _x	光化学氧化剂 photochemical Oxidant	<ul style="list-style-type: none"> ● 大气中的氮氧化物和碳化氢在受到太阳紫外线照射发生化学反应后产生的污染物质。是造成光化学烟雾的原因，高浓度会刺激粘膜，给呼吸系统带来影响。另外现已发现其对农作物等植物的影响，已设定相关的环境标准。 ● 光化学氧化剂是日本特有的定义，是以臭氧（O₃）为主的氧化性物质的总称，实际基本上等同与臭氧。 ● 光化学氧化剂达到高浓度时，依气象条件成为白色的“云霏”弥漫的状态，被称为“光化学烟雾”。光化学烟雾容易发生在阳光照射较强，气温高，风力较小的时候。 ● 日本使用体积浓度（ppm）单位，臭氧 1ppm=2.1mg/Nm³。
O ₃	臭氧 Ozone	
SO _x	硫氧化物 sulfur oxide	<ul style="list-style-type: none"> ● 石油、煤炭等燃烧时其中含有的硫（S）氧化后产生的物质，高浓度会给呼吸系统带来影响。被认为是影响森林、湖泊等的酸雨的原因物质。 ● 硫氧化物是伴随二氧化硫（SO₂）、无水硫酸（SO₃）等硫的燃烧产生的硫的氧化物的总称。 ● 对于二氧化硫已经设定了相关的环境标准。 ● 日本使用体积浓度（ppm）单位，二氧化硫 1ppm=2.9mg/Nm³。
SO ₂	二氧化硫	

简称/ 化学式	正式名称	说明
CO	一氧化碳	<ul style="list-style-type: none"> ● 因碳化合物的不完全燃烧等而产生，与血液中的血红蛋白相结合，会阻碍氧气输送功能等。已知其能延长温室效应气体之一——大气中的甲烷的寿命。 ● 日本使用体积浓度（ppm）单位，1ppm=1.3mg/Nm³。
CH ₄	甲烷	<ul style="list-style-type: none"> ● 由湿地、天然气、家畜、水田等排放，大气中存在 2ppm 左右。无毒且光化学反应性较低，一般会将其排除在 VOC 之外。为温室效应气体之一，温室效应指数为 21（温室效应达到二氧化碳的 21 倍）。

出处：<http://soramame.taiki.go.jp/index/setsumei/koumoku.html>

《环境省大气污染物广域监测系统》<http://soramame.taiki.go.jp/index/setsumei/koumoku.html>

《SPM, PM2.5, PM10, …, 各种各样的颗粒物》（国立环境研究所）

<http://www.nies.go.jp/kanko/news/20/20-5/20-5-05.html>

《光化学氧化剂、对流圈臭氧研究会报告书中期报告》（光化学氧化剂、对流圈臭氧研究会）

http://www.env.go.jp/air/osen/pc_oxidant/conf/ir/full.pdf

《机动车公害与环境对策用语、注释等》（东京都）

<http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/vehicle/attachement/32-38.pdf>

《大气环境信息馆》（独立行政法人环境再生保护机构）

<http://www.erca.go.jp/yobou/taiki/yougo/kw103.html>

《大气污染物（持续自动监测测定项目）》（环境省）

<http://soramame.taiki.go.jp/index/setsumei/koumoku.html>

《大气污染对策的基础知识》（环境保护对策研究会编辑、社团法人产业公害防止协会发行）

2. 日本开展大气污染对策的历史与现状

本书对日本开展大气污染对策的历史与现状进行了整理。同时对于历史上重要的公害问题，也涉及到了大气污染以外的部分。

日本大气污染的历史以年表的形式汇总列于本章的末尾（表 2-24）。本文中涉及的地名，也在地图（图 2-21）上标示了位置。

2.1. 日本的大气污染历史

2.1.1. 第二次世界大战前的大气污染

日本的大气污染历史可以追溯到明治时代（1968 年～1912 年）初期，迫于来自欧美的现代化发展压力，开始推动增产兴业政策（即通过欧美的技术转让，培养现代化工业的重点政策）。当时，引领现代化工业的核心产业就是纺织业、炼铜业、炼铁业，伴随着生产规模的不断扩大，局部地区开始出现严重的大气污染。其中包括明治十年前（1877～1886 年）发展为社会问题的东京深川浅野水泥（工厂）出现的粉尘问题和大阪的煤烟问题、明治二十年代（1887～1896 年）激化的爱媛县别子铜山新居浜炼铜厂出现的烟害事件等。在东京等大城市，不仅建设了纺织业等近代工业，还有锻造业等各种城镇小工厂林立其间，到了大正时代（1912～1926 年），火力发电厂的建设使大气污染愈加严重。再加上机动车造成的大气污染叠加，最终发展为复合型的城市大气污染。别子铜山新居浜炼铜厂在与当地居民的纠纷未了的情况下，搬迁至位于濑户内海的四阪岛，试图以此解决问题。但是，搬迁后又在当地造成了硫氧化物（SO_x）导致的农作物受害问题，以至于该厂与居民之间的对立状态一直持续到 1939 年（昭和 14 年）。

大阪府是明治时代日本国内最大的工业城市，纺织企业猛增使煤烟排放量加大，演变为严重的社会问题。1877 年（明治 10 年）以后，大阪府曾多次颁布限制工厂建设等内容的通知。但是，即便到了大正时代，大阪碱工厂、市营电铁发电厂等周边引发的煤烟问题，仍与当地居民的纠纷不断。

大阪市是明治时代到大正时代全国大气污染问题发展最快的城市，大阪市的调查记录显示，第一次世界大战前降尘量最高曾达到月平均每 km³ 10 吨～11 吨。以第一次世界大战为契机，重工业和机械工业繁荣发展，煤炭使用量增大，大气污染日趋激化。对于没有公害防治设施的工厂区烟囱排放的黑烟，当时的人们并不认为是对环境的破坏，而是作为工业发展的象征，甚至被当作一种潮流，小学校歌和教科书里宣扬的“烟之都、大阪”就是其中典型的例子。

1927 年（昭和 2 年），大阪都市协会煤烟调查委员会就煤烟产生的危害进行调查并对防治煤烟的方法进行调研，1932 年（昭和 7 年）大阪府制定了日本首个煤烟防治方面的规定。但是，该规定由于第二次世界大战爆发而无法充分发挥作用，致使这种情况一直延续到战后。

出处：《大气环境信息馆》（独立行政法人环境再生保护机构）

<http://www.erca.go.jp/yobou/taiki/rekishu/01.html>

《环境问题与环境教育（全球化时代的环境教育）》（佐岛 群巳）

2.1.2. 第二次世界大战后到经济高速增长结束时期的大气污染

从第二次世界大战终结到高速增长结束期间，日本处于工业化发展和能源消耗量增大导致公害问题不断加剧的时代。面对不断加剧的公害影响，要求采取对策的社会舆论也随之高涨，在这些社会舆论的推动下，国家、自治体、企业的环境对策得以推进。

(1) 截至经济高速增长前半期的大气污染

日本自1955年（昭和30年）末到1957年（昭和32年）上半年被称为“神武景气¹”，1958年（昭和33年）下半年到1961年（昭和36年）被称为“岩户景气²”，是经济繁荣腾飞的时期。池田勇人内阁出台了“国民所得倍增计划”，推动高速增长政策的实施。

但是，当时主要的能源和资源使用的都是煤炭，以煤尘和硫氧化物为主的大气污染在各地频发。根据“国土综合开发法”制定的“全国综合开发计划”（1962年（昭和37年）），大型联合工厂的建设等大规模地区开发突飞猛进，与之相伴的是全国范围发生的严重公害。日本各地居民对大气污染的投诉接连不断。1969年（昭和44年）5月佐藤荣作内阁出台的“新全国综合开发计划”指出，“新建工业基地，要开展公害防治方面的事前调查等工作，并根据其结果推动工业的合理化建设”。东京都和大阪府等制定了公害防止条例，并引进除尘装置，产生了相当显著的改善效果。上世纪六十年代（昭和30年代后半期）以后，由煤炭到石油的燃料转换全面展开，再加上自治体的煤烟排放控制效果凸显，黑黢黢的灰尘带来的公害由此也逐渐减少。但是，石油使用量增大带来的是硫氧化物排放的“白色烟雾”。从高速增长期的初期开始，全国主要工业城市的居民频现大气污染影响引发的呼吸系统障碍。三重县四日市市，大气污染造成能见度低到仅有30~50米，机动车甚至在白天都不得不开开车灯才能上路行驶，硫氧化物带来的刺鼻味道弥漫在整个街道。

在1954年（昭和29年）至1964年（昭和39年）的十年时间里，日本的能源消耗总量增加到原来的近三倍，而其后的5年里在这个数字的基础上又翻了一番。不断增大的能源消耗，主要依靠石油来实现，而这个时期日本使用的原油中，大约85%是含硫量较高的中东原油。对于猛增的能源消耗却未积极采取环境对策，因此各地大气污染加剧，大阪府大阪市、神奈川县横浜市、神奈川县川崎市、兵库县尼崎市、冈山县仓敷市等工业地带及其周边地区哮喘等呼吸系统疾病患者多发，最终演变为社会问题。而通过推广脱硫装置和使用低硫重油，硫氧化物问题开始有所缓解，已经是七十年代前半期（昭和40年代后半期）的事情了。

出处：《大气环境信息馆》（独立行政法人环境再生保护机构）

http://www.erca.go.jp/yobou/taiki/rekishi/02_03.html

¹日本经济高速增长初期出现的爆发性经济繁荣时期的通称。因其为日本初代天皇神武天皇即位以来前所未有的经济繁荣时期而得名。经济扩张期：1954年11月~1957年6月、经济衰退期：1957年6月~1958年6月。黑白电视、洗衣机、电冰箱等新产品和新技术相继登场，用于相关产业的设备投资由此猛增。

出处：《日本经济2007-2008》（内阁府）<http://www5.cao.go.jp/keizai3/2007/1214nk/07-00403-01n.html>

²日本经济高速增长期和经济繁荣时期之一。因其为上溯到神武天皇以前，神话历史时代以来未见经济繁荣而得名。经济扩张期：1958年6月~1961年12月，经济衰退期：1961年12月~1962年10月。和“神武景气”一样，在新技术支撑下的设备投资风起云涌，同时消费的大幅提升使经济复苏步伐加快。

出处：《日本经济2007-2008》（内阁府）<http://www5.cao.go.jp/keizai3/2007/1214nk/07-00403-01n.html>

(2) 经济高速增长与公害加剧（四大公害的发生）

四大公害事件，是指在经济高速增长期的上世纪五十年代后半期到七十年代，日本发生的四大严重的公害事件（表 2-1）。这些公害事件，由于均出现了为数众多的受害者，且危害具有危及人的生命，损害人体健康等极为严重的后果，因而每个事件的解决都引发了全社会的极大关注。

当时的日本优先考虑的是战后经济复兴，加快扩大生产经营活动的步伐，国家和地方自治体基于经济优先的想法，鼓励引导工厂的建设发展，而对于工业发展可能引发的公害问题事先并未经过慎重的调查研究。特别是化工产业，原本就存在不可预测的危险生成物混入的问题，需要特别注意保护当地居民的生命和健康，防患于未然。但当时建设工厂和投入生产时，这些问题都被抛诸脑后。同时，在经济飞速发展时期的日本，单位产量的污染物排放量远高于其他行业的重化工行业的发展尤为迅猛，造成污染物排放量大幅增加。

在这样的背景下，各地都发生或报告严重的健康危害，并且在居民和研究人员指出造成这些危害的原因可能就是工厂排放的污染物之后，国家和地方自治体、企业方面的应对仍然相对滞后，甚至出现试图转嫁于其他原因的言论。面对这样的反应，居民发起了激烈的示威运动，受害人最终将其付诸法律。这些居民的受害情况和居民运动的情况因报纸和电视等新闻媒体的广泛报道而家喻户晓，对于引发环境污染这样一种反社会行为的企业应予以严惩的意识，也因此得以深入到全社会。

四大公害均经历了漫长的诉讼过程，直到二十世纪七十年代才最终以原告方胜诉而结束（详见“2.1.2（11）四大公害诉讼案件审结（1971 年~1973 年）”）。

出处：《昭和 48 年度（1973 年）版环境白皮书》（环境厅）

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=148&bflg=1&serial=1122>

《环境白皮书（平成 14 年度（2002 年））》（一般社团法人日本化学会）

http://www.j-ec.or.jp/ecinfo/HoukiKankyo/kankyomondai3_1_1-1-2.html

表 2-1 四大公害概要

科目	熊本水俣病	新潟水俣病	痛痛病	四日市哮喘 (四日市公害)
发生地区	熊本县水俣市 不知火海沿岸	新潟县 阿贺野川流域	富山县神通川流域	三重县四日市市
发生时间	1953 年前后	1965 年前后	1910 年前后	1959 年前后
原因	工厂废水中的有机汞化合物 (鱼类贝类摄入)		工厂(矿山)废水中的 镉(大米、井水、河水 摄入)	工厂废气中的 硫氧化物
主要症状	<p>主要侵入人脑等神经器官, 出现手脚麻痹、颤抖、四肢无力、耳鸣、视野狭窄、听力下降、口齿不清、行动不灵活等症状。</p> <p>重症者还会出现类似癫狂的状态或陷入昏迷, 并有发病后一个月内即猝死的案例。</p> <p>食用受到污染鱼类后, 母亲体内的胎儿也受到有机汞化合物的侵害, 因此胎儿出生后即成为有先天性残障的胎儿性水俣病患者。</p>		<p>典型特征始于腰部或肩部、膝部等的疼痛, 症状加重后反复出现骨折等情况。</p> <p>即使是发展到卧床不起后意识仍然清晰, 但长期经受“疼、痛”的折磨, 最终无法进食, 衰弱直至走向死亡。</p>	<p>硫氧化物浓度越高的地区, 感冒+支气管炎、咽喉炎、支气管哮喘的累计发病率越高。幼儿和老年人更容易受到大气污染危害的影响。</p> <p>慢性阻塞性肺疾病(慢性支气管炎、支气管哮喘、肺气肿)等造成的死亡率剧增。</p>

出处: 熊本水俣病、新潟水俣病:《水俣病是一种什么疾病?》(一般财团法人水俣病中心相思社)

http://www.soshisha.org/nyumon/10tisiki/10tishiki_01.htm

痛痛病:《昭和 48 年度(1973 年)版环境白皮书》(环境厅)

<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=148&serial=1226>

《痛痛病的特征》(富山县立痛痛病资料馆)

<http://itaiitai-dis.jp/virtual/html/02/03.html>

四日市哮喘:《昭和 48 年度(1973 年)版环境白皮书》(环境厅)

<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=148&bflg=1&serial=1227>

“判决书正文(要点)”(四日市再生公害市民塾)

http://yokkaichi-kougai.exp.jp/contents1/guide/2_saiban/contents/kogaisosyo.htm

注: 四大公害案件诉讼的结果详见“表 2-3 四大公害诉讼案件的概要”。

(3) 针对公害问题的社会舆论

二十世纪六十年代以后的经济飞速发展时期，日本不仅面临大气污染，水污染、自然环境的破坏、噪声和振动等问题也在各地凸显，并不断恶化。而作为居民运动，反对公害运动在全国范围内风起云涌的契机，正是源于这些公害不断凸显和加剧所带来的影响，特别是前面提到的引发严重危害的四大公害病（痛痛病、新潟水俣病、四日市公害、熊本水俣病）。

如前所述，即便是在居民和研究人员指出造成这些危害的原因可能就是工厂排放的污染物之后，国家和地方自治体、企业方面的应对仍然相对滞后。针对这种现状发生，声势浩大的居民运动和法律诉讼，再加上居民受害的惨状，经过报刊和电视等媒体的曝光，引发了全社会的广泛关注，而对造成公害的企业需要严厉追责的认识也就此成为全社会的广泛共识。

四大公害案件诉讼的结果，行政和企业受到严厉追责，这迫使他们开始强化和完善公害对策和针对受害者的救助对策。在此背景下，报刊和电视也大张旗鼓地报道公害问题，公害防治的大型宣传活动随处可见。与此同时，全国各地开始不断涌现水污染、有机氯农药造成的土壤和水污染、噪声和振动、恶臭等公害问题。而这正是由于没有完善的公害防治对策，单纯追求经济快速发展的工业化政策带来的恶果。

就在此时，1970年7月18日，正在东京都杉並区的一所高中的操场进行体育运动的43名女生，出现眼睛受到刺激后的不适症状（刺眼的感觉）、流泪、咽喉疼痛、咳嗽，其中还有人由于呼吸困难而晕倒。媒体曝光时指出，这是由于光化学烟雾造成的“光化学烟雾事件”，国民由此受到严重冲击。自诉受到光化学烟雾影响的人数东京都内多达5,208人，埼玉县也有407人。

在这种环境危害的背景下，社会舆论日益高涨，提出了“即使是为了产业发展，也绝不容忍公害”的口号，倡导反公害和保护自然环境的居民运动由此波澜壮阔的展开。在日本各地的居民运动中，包括主动掌握大气污染现状、大气污染投诉、反对大型联合生产企业建设计划、诉讼等内容。这些涉及公害问题的居民运动，成为推动地方自治体、国家、企业致力于公害防治的动力。

出处：《记录日本的公害 第1卷 公害的激化》（川名英之、绿风出版）

《大气环境信息馆 — 经济高速增长与公害的激化》（独立行政法人环境再生保护机构）

<http://www.erca.go.jp/yobou/taiki/rekishi/03.html>

《大气环境信息馆 — 各方为大气污染治理发挥的作用与做出的努力》（独立行政法人环境再生保护机构）

http://www.erca.go.jp/yobou/taiki/rekishi/03_10.html

《昭和45年度（1970年）版公害白皮书》（总理府、厚生省）

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php?kid=146&serial=11718&bflg=1>

《克服公害的相关举措》（北九州市）https://www.city.kitakyushu.lg.jp/kankyuu/file_0269.html

《石化联合生产企业反对斗争》（三岛市）<http://www.city.mishima.shizuoka.jp/ipn001983.html>

(4) 煤烟控制法的制定(1962年)

虽然大气污染问题日益严重,但直到1962年(昭和37年)以前,在国家层面上并没有合理防治大气污染问题的法律措施,而是由迫于解决相关问题的都道府县等分别制定条例,来寻求相应的解决方案。以1949年(昭和24年)东京都制定的工厂公害防止条例为契机,大阪府、神奈川县、福冈县等相继出台了基于类似宗旨的条例。但是,伴随经济的飞速发展,大气污染迅速超越地方公共团体的管辖范围,发展成跨区域的问题,需要从国家层面采取相应的大气污染防治措施。

鉴于这种社会背景,“有关煤烟排放控制的法律”(煤烟控制法)于1962年(昭和37年)由国家颁布实施。

煤烟控制法对存在大气污染问题的地区做出了明确指定,规定煤烟产生设施排放的煤烟(燃烧过程中发生的煤灰、炉渣或燃料燃烧产生的硫氧化物等)浓度超过各设施(锅炉、平炉、废弃物焚烧炉等)的排放标准的,将采取控制措施,责令对设施结构进行改造等。同时还规定,对煤烟产生设施的建设实行事先申报备案制度,且在发生雾霾等严重污染情况时,可以采取紧急应对措施。

煤烟控制法中规定的指定地区,在1963年(昭和38年)7月为京滨、阪神、北九州(第1批),其后相继于1964年(昭和39年)5月增加了四日市(第2批),1964年(昭和39年)9月追加指定了千叶、名古屋、大牟田(第3批)。

虽然煤烟控制法强有力地推动了日本的大气污染防治行政工作,但在以下几个方面仍存在一定的局限性。

第一点是该法的目的,虽然该法指出基于在公共卫生领域造成的危害,应坚决开展大气污染防治,但同时又在保护生活环境的角度,提出其与产业健康发展的协调并存,即所谓与经济的协调发展条款。

第二是该法的控制对象,还仅限于指定地区内建设的工厂等相关设施。鉴于政令规定的煤烟产生设施建设相对集中,其排放的煤烟严重污染该地区的大气,因而事先征求相关都道府县知事的意见并在此基础上做出了地区的指定,而对于今后可能集中建设工厂的区域,尚未从防患于未然的角度加以限制。

第三,当时最大的大气污染源即火力发电厂和煤气生产工厂,作为其他法律管控的对象,并未列入该法的控制范畴。同时,保有量正在不断增加的机动车的尾气排放,也未成为控制对象。

第四,该法控制的是从每个烟囱中排放的煤烟浓度,未与地区的大气污染整体状况挂钩,只要每个烟囱排放的浓度在容许范围内即可。

这些煤烟控制法中存在的局限,在其后的大气污染防治法及其修订过程中逐步得到了纠正。

出处:《昭和43年度(1968年)版公害白皮书》(总理府、厚生省)

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=144&bflg=1&serial=11309>

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=144&serial=11310&bflg=1>

《记录日本的公害 第1卷公害的激化》(川名英之、绿风出版)

（5） 公害对策基本法的制定（1967年）

如上所述，由于四大公害事件与各地发生的大气污染、噪声等公害问题的激化，1967年（昭和42年），政府制定颁布了明确公害对策基本框架的“公害对策基本法”。

公害对策基本法作为公害对策的基本法律，到1993年（平成5年）因“环境基本法”的施行被废止为止，发挥了重要的作用。公害对策基本法在第一条明确指出，该法的目的是“鉴于公害防治对于保护国民健康和文明的生活具有极为重要的意义，应明确企业、国家及地方公共团体在公害防治方面的责任与义务”。但是，1967年（昭和42年）该法成立之初，规定公害对策的原则是“保护生活环境应与经济的健全发展协调进行”，即融入了所谓“经济协调条款”。

这是由于在现实社会中，公害对策与产业发展之间的关系需要在方方面面加以协调，因而有意见指出是否应对公害对策与产业发展的理念之间的关系做出某种明确的规定，而这种表述正是体现了这种诉求。这种意见的背后，是源于以产业界为核心的想法，即产业面临严酷的国际竞争，能够背负的负担有限，为了避免单方面过重的负担威胁产业的存亡，需要谨慎应对，应在确保产业健全发展与生活环境保护相协调的方针下，推动公害对策。

其后1970年召开的第64届临时国会（即所谓“公害国会”）上，鉴于该条款容易被误解为“经济优先”，与其他公害对策相关法律的经济协调条款一起被删除。

出处：《平成6年度（1994年）版环境白皮书》（环境厅）

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=206&bflg=1&serial=8701>

《公害对策基本法》（国立公文书馆）

http://www.archives.go.jp/ayumi/photo_flash.html?id=182_1

（6） 大气污染防治法的制定（1968年）

自1962年（昭和37年）开始，根据煤烟控制法的规定，以控制工厂等排放的煤烟为核心开始实施大气污染防治的相关措施。从结果上来看，煤尘沉降量在全国范围内呈减少的趋势，取得了一定的成效。但是，煤烟控制法的控制对象仅限于工厂及作业场所发生的煤烟，缺乏预防性控制措施，且在设定排放标准时未考虑对环境污染的贡献程度等，存在不够完善的部分，并且随着其后的产业经济发展，大气污染、特别是硫氧化物造成的污染和机动车尾气污染，逐渐成为影响国民健康和生活环境的重要问题。

为了应对这种事态，政府遵循1967年（昭和42年）8月制定的公害对策基本法的原则，于1968年（昭和43年）制定出台了大气污染防治法案，从根本上对煤烟控制法进行了修订。

与之前的煤烟控制法相比，大气污染防治法的主要修订部分如下所示。

第一，将原来只对已集中建设了工厂等的地区指定及排放控制，改为可对未来将要集中建设工厂的计划开发地区进行事先指定，增加了可从预防的角度进行管控的内容。

第二，原有的硫氧化物排放标准，是针对煤烟产生设施排放口（烟囱）的浓度进行设定的，修订后结合排放口的高度等规定了排放容许量，统一了其给地面造成的影响的标准，实现了排放标准的合理化（即所谓K值限制）。同时还引进了新的环境标准思路，规定指定地区中一定地区的污染超过政令规定的限度时，可以制定特别排放标准。

第三，规定当大气污染可能损害人体健康时（紧急时），都道府县知事可按照煤烟排放者事先申报的煤烟减排计划，提出采取相应措施的劝告，与原有只能提出合作请求相比力度有所加大。

第四，针对机动车尾气，规定了容许排放的限值，使该法具备了包括机动车尾气在内全面防控大气污染的综合法律性质。

由于机动车尾气控制与机动车的装置有着密不可分的关系，因而其相关内容遵循的是道路运输车辆法。在进行管控时，规定为了防止大气污染，必须要考虑确保机动车尾气相关的排放限值。由此，大气污染防治领域的机动车尾气排放控制，分别通过完善新车的安全标准和在用车的定期检查标准进行了强化。

但是，K 值限制虽然是结合地区大气污染状况开展的对策方法，但仅限于控制硫氧化物扩散到大气中，对于地区大气污染物排放的总量控制来说效果不够充分，因而部分地区开始认识到单纯依靠 K 值限制难以实现环境达标，并且有批评意见认为 K 值限制虽然对改善煤烟产生设施附近的浓度有一定效果，但却将污染扩散到更大的周边地区。

为此，1974 年（昭和 49 年）法律修订时，为了补充 K 值限制不完善的部分，在大气污染防治法中引进了总量控制的概念。总量控制是指对一定范围的地区内大气污染物排放总量的容许限度进行科学的计算，通过对个别污染源进行控制，将对象地区的数值控制在该容许限度内。有了这样的规定，凡是大气污染严重的指定地区，都道府县知事都可以制定总量减排计划，实施比以往更加严格的控制对策。

出处：《昭和 43 年度（1968 年）版公害白皮书》（总理府、厚生省）

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=144&serial=11310&bflg=1>

《大气环境信息馆》（独立行政法人环境再生保护机构）

http://www.erca.go.jp/yobou/taiki/rekishi/03_02.html

http://www.erca.go.jp/yobou/taiki/rekishi/02_03.html

《大气污染对策的基础知识》（环境保护对策研究会编辑、社团法人产业公害防止协会发行）

《记录日本的公害 第 2 卷 环境厅》（川名英之、绿风出版）

(7) 二氧化硫(SO₂)与一氧化碳(CO)环境标准的设定与对策(1969年)

基于公害对策基本法(1967年(昭和42年)施行)的首个大气环境标准——二氧化硫环境标准于1969年(昭和44年)2月由政府制定出台,这是四日市公害等大气污染造成的严重危害影响下的产物。同时,对于环境标准的达标期限,各地区也分别制定了各自的规定,京滨、阪神等大气污染严重地区规定为10年以内,其中污染特别严重的地区还设定了比环境标准相对宽松的“中期目标”,规定5年之内要达到中期目标。

作为实现达标的国家级对策,以硫分较低的重油供应保障及公害防治对策的全面实施为重点开展了相关工作。

通商产业省以二氧化硫环境标准的制定为契机出台了能源计划,明确提出按照该计划推动低硫化对策的方针。通商产业大臣向综合能源调查会³就推动石油低硫化进行了咨询。经过相关探讨,1969年(昭和44年)5月,综合能源调查会提出了以下报告:①石油中的含硫量到1973年(昭和48年)从现有的平均1.7%下降到1.5%左右,发生源过密的京滨和阪神地区降低到1.0%;②推动低硫原油保障与脱硫设备的建设工作,以确保该目标的实现;③政府提供相关的行政指导,并采取融资和下调关税等相应的扶持政策。

针对这个结果,神奈川县横浜市向通商产业大臣提交了进一步强化二氧化硫环境标准的请愿书。东京都等高浓度污染地区的府县知事也向厚生大臣及通商产业大臣提出了要求强化硫氧化物排放标准的意见书。对于这些来自地方自治体的请求,厚生省和通商产业省就强化硫氧化物排放标准进行了研究,并在1969年(昭和44年)12月23日召开的内阁会议上通过了大气污染防治法的硫氧化物新排放标准。其中包括将大气污染防治法规定的指定地区从原有的27个增加到34个,并提高了硫氧化物的排放标准。按照该标准,单个烟囱的硫氧化物排放量需减排12~15%,据推测,按照这个新标准,当时大约有四分之一到五分之一的烟囱不达标,可谓相当严苛。

与此同时,经济全面快速增长的昭和30年代(1955~1964年)至昭和40年代(1965~1974年),也是机动车开始飞速普及的时期。从日本国内的机动车保有量来看,1950年(昭和25年)约为40万台,而到1971年(昭和47年)3月,增加到了近50倍的2,122万台。特别是家用汽车数量猛增,1963年(昭和38年)以后的10年时间里增加了10倍以上。如此剧增的机动车数量,导致了一氧化碳、氮氧化物、铅⁴、碳化氢等有害物质的机动车尾气公害。

为了改变这种现状,厚生大臣于1969年(昭和44年)1月向生活环境审议会首先提出了一氧化碳环境标准设定的咨询,该审议会于同年12月提交了咨询报告。根据报告的结果,政府规定一氧化碳环境标准为连续8小时的小时平均值在20ppm以下,24小时的小时平均值在10ppm以下,并按照环境标准,在大气污染防治法框架下进一步强化了对机动车尾气中的一氧化碳的控制。机动车尾气控制的强化使一氧化碳的污染情况逐年好转,1983年度(昭和58年度)以后,所有监测站的监测结果均已达标。

出处:《记录日本的公害 第1卷 公害的激化》(川名英之、绿风出版)

《昭和45年度(1970年)版公害白皮书》(总理府、厚生省)

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=146&bflg=1&serial=11841>

³“综合能源调查会”是通商产业大臣的咨询机构,其目的是为审议如何实现稳定高效的能源保障等问题,由学者、有识之士等组成,现为“综合资源能源调查会”。

⁴由于当时日本国内销售的汽油中含有四乙基铅,机动车排放的尾气中含有铅化合物。1970年开始推动低铅化对策,1987年含铅汽油彻底停售。

出处:《环境用语集》(一般财团法人环境创新信息机构)

<http://www.eic.or.jp/ecoterm/?act=view&serial=429>

（8） 公害国会（1970年）

为缓解针对公害问题的社会舆论，国家通过制定公害对策基本法（1967年）等推动了相关对策的展开，但快速的产业发展与机动车的普及使公害进一步扩大到全国范围，并且呈现出复杂和多样化的特征。

例如从居民向地方政府提出关于公害问题的投诉案件来看，1966年（昭和41年）位于4大工业地区的6个都府县（东京都、神奈川县、爱知县、大阪府、兵库县、福冈县）的数量占投诉总量的63.7%，而到了1971年（昭和46年），6个都府县所占的比例减少到49.3%，已经低于6个都府县以外地区的投诉数量。这表明公害问题已经从紧邻城市的4大工业地区，蔓延到了包括地方城市在内的全国各地。

而1970年（昭和45年）发生的东京都杉並区光化学烟雾事件，东京都新宿区牛込柳町十字路口附近发生的居民铅中毒频发⁵等经媒体曝光后，预示着机动车尾气污染问题等新型大气污染问题的发生。另外，除了大气污染，日本各地出现的农作物和土壤的镉污染问题，静冈县富士市田子浦港的纸浆残渣造成的污泥问题等累积性公害问题逐渐凸显。

为了应对社会舆论的高涨与公害问题的复杂化和多样化，政府于1970年（昭和45年）成立了以内阁总理大臣为本部长的公害对策本部，作为推动公害行政工作的主体，并对法律体系进行了彻底的完善。1970年（昭和45年）底召开的第64届国会（即“公害国会”）上，政府提出了包括修订“公害对策基本法”在内的14项公害相关法案，并在国会期间进行集中审议，完成了这些公害相关法律的修订及完善工作。

通过这些法律的修订与完善，有关大气污染对策的主要变化之处为以下四点：①删除了公害对策基本法中“与经济相协调的条款”；②强化公害控制措施；③强化地方自治体的权限；④制定了“公害防止事业费企业负担法”。

第一点即所谓“与经济相协调的条款”，是1967年（昭和42年）制定的“公害对策基本法”第1条规定的“保护生活环境，应与经济的健全发展相协调”的条款。为了解决日益严重的公害问题，将保护生活环境与保护国民的健康作为同等重要的目标加以明确的定位，进一步显示国家积极致力于公害防治工作的态度，在此次修订时删除了公害对策基本法中与经济相协调的条款。

第二点强化公害控制措施，包括在大气污染防治法等法律体系之中，结合污染区域的扩大化问题，不再仅限于对一定地区进行煤烟排放控制，而是扩展到全国范围，废除了原有的指定地区制度，并且规定，违反排放标准的立即适用罚则。此外，为了进一步推动硫氧化物的大气污染对策，开始了煤烟产生设施使用燃料的含硫率限值的燃料控制等措施；修订了“道路交通法”等以防止源于机动车交通的大气污染和噪声，并通过禁止通行和限行等措施进一步强化交通公害防治对策。同时，制定“有关人体健康的公害犯罪处罚的法律”，规定对于公害犯罪（伴随经济活动造成影响人体健康的公害行为）者将予以刑事处罚。

第三点强化地方自治体的权限，包括在大气污染防治法等法律体系之中，鉴于公害问题的地区特性，规定在国家统一标准的基础上，地方公共团体可以通过制定条例，设定更严格的排放标准（即所谓附加标准）。

第四点是制定了“公害防止事业费企业负担法”，规定国家或地方公共团体开展累积性污染物去除工作、或建设用于隔离工厂与住宅区的缓冲绿地等项目时，结合企业的污染贡献率，由企业负担相应的费用。

⁵ 关于东京都新宿区牛込柳町的铅污染问题，后经东京都调查，确定几乎不存在铅中毒的担忧。《昭和47年度（1972年）版环境白皮书》（环境厅）

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=147&serial=899&bflg=1>

出处：《昭和 45 年度（1970 年）版公害白皮书》（总理府、厚生省）
<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=146&bflg=1&serial=11800>
《昭和 50 年度（1975 年）版环境白皮书》（环境厅）
<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=150&bflg=1&serial=1736>
《平成 11 年度（1999 年）版环境白皮书》（环境厅）
<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=211&bflg=1&serial=10931>
《大气环境信息馆》（独立行政法人环境再生保护机构）
http://www.erca.go.jp/yobou/taiki/rekishih/03_05.html

表 2-2 公害国会批准的 14 项公害相关法律

① 公害对策基本法（部分修订）
② 大气污染防治法（部分修订）
③ 道路交通安全法（部分修订）
④ 公害防止事业费企业负担法
⑤ 有关影响人体健康的公害犯罪处罚法律
⑥ 噪声控制法（部分修订）
⑦ 有关废弃物处理及清扫的法律
⑧ 水质污染防治法
⑨ 海洋污染防治法
⑩ 下水道法（部分修订）
⑪ 农药取缔法（部分修订）
⑫ 有关农田土壤污染防治等的法律
⑬ 自然公园法（部分修订）
⑭ 有毒物及剧毒物取缔法（部分修订）

出处：《第 64 届国会 制定法律一览》（众议院）
http://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_housei.nsf/html/houritsu/kaiji064_1.htm

(9) 环境厅的设立(1971年)

1970年(昭和45年)召开的“公害国会”上对与公害有关的14项法案进行了制定或修订。但是,施行这些法律,需要分散于各省厅的众多公害相关部门之间的协调。政府内部和在野党等均指出,有必要成立一个具有公害控制实施权限的常设行政机关,对公害领域的行政工作进行一元化管理,因此,在“公害国会”后1971年(昭和46年)召开的第65届国会上,制定出台了“环境厅设置法”,1971年(昭和46年)7月环境厅正式成立。

环境厅成立过程中,由环境厅设立准备委员会对其任务和组织进行探讨,确定将当时由13个省厅分别负责的公害对策和自然环境保护职责移交环境厅管理。原来的主管部门中,与公害对策相关的包括①厚生省环境卫生局公害部、②通商产业省公害保安局公害部、③经济企划厅(水质相关的2课),与自然环境保护相关的包括④厚生省国立公园部、⑤农林省鸟兽保护课。从这些部门抽调了约500名工作人员,组建形成了①企划调整局、②自然保护局、③大气保全局、④水质保全局、⑤长官官房(办公厅)的组织体制,环境厅正式启动。除此之外,作为环境厅的附属机构,还分别设立了公害研修所(1973年(昭和48年)3月正式成立)、国立公害研究所(1974年(昭和49年)3月正式成立)。

对于废弃物领域的行政工作及下水道的建设管理,鉴于其容易引发公害问题,也曾经考虑划归环境厅,但是由于这些业务长期以来一直由厚生省和建设省主管,且规模庞大,移交给环境厅存在一定困难,最终决定暂缓进行。(废弃物领域于2001年(平成13年)省厅机构改革时划归环境省主管)。同样,根据道路运输车辆法对机动车尾气和噪声进行管理(运输省)、船舶的油品和排放相关标准的制定(运输省)、作为大气污染防治法特例措施对象的发电输电和燃气相关设施设备、矿山保安设施的指导监督(通产省)、农药取缔(农林省)等部分,虽然也与环境有一定的关联,但最终还是继续确定由环境厅以外的各相关省厅负责。

出处:《记录日本的公害 第2卷 环境厅》(川名英之、绿风出版)

《日本的公害经验 忽视环境的经济的不经济》(地球环境经济研究会编著、联合出版)

《国会会议记录 第65届国会全体大会第11号》(国立国会图书馆)

<http://kokkai.ndl.go.jp/SENTAKU/syugiin/065/0001/06502250001011a.html>

(10) 四大公害诉讼案件审结(1971年~1973年)

1971年(昭和46年)至1973年(昭和48年),四大公害诉讼案件分别审理结案。所有案件均以原告方胜诉宣告结束(表2-3)。

四大公害均有为数众多的被害人,且其中有的危及生命,有的则严重损害人体健康,影响巨大,因而其审判结果引发社会的极大关注。

每个诉讼案件中做出的判决,均原则上支持原告方的主张,而对于被告方企业,严厉追究其责任,命令其支付相当规模的损害赔偿金,同时这些判决也促使对行政的做法进行了强烈的反思。

出处:《昭和48年度(1973年)版环境白皮书》(环境厅)

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=148&serial=1122>

表 2-3 四大公害诉讼案件的概要

科目	熊本水俣病	新潟水俣病	痛痛病	四日市哮喘
发生地区	熊本县水俣市 不知火海沿岸	新潟县 阿贺野川流域	富山县神通川流域	三重县四日市市
原因企业	新日本氮肥料(株)(现 CHISSO(株)、JNC(株)) 水俣工厂	昭和电工(株)(现新潟 昭和(株))鹿瀬工厂	三井金属工业(株)神 冈矿山锌精炼所	石原产业(株)、中部电 力(株)、昭和四日市石 油(株)、三菱油化(株)、 三菱化成工业(株)、三 菱Monsanto化成(株)
原因物质与发生 时间	有机汞化合物 1953年前后	有机汞化合物 1965年前后	镉 1910年前后	硫氧化物 1959年前后
争论焦点	被告的责任	因果关系与被告故 意或过失责任	因果关系的举证	共同非法行为的成 立、故意或过失责 任、因果关系
提起诉讼到判决	1969年提起诉讼 1973年3月患者一方 全面胜诉(被告违反 注意义务造成过失 责任)	1965年提起诉讼 1971年9月患者一方 全面胜诉(基于原因 物质与污染途经的 案情证据,确定企业 违对于人的生命 与身体安全保障的 注意义务造成过失 责任)	1968年提起诉讼 1972年7月患者一方 全面胜诉(流行病学 的举证法认定存在 相应的因果关系)	1967年提起诉讼 1972年8月患者一方 全面胜诉(认定被告 6家企业的共同非 法行为,建设条件方 面的过失与违反注 意义务造成的过失 责任)
认定的 患者人数	2,265人	690人	196人	872人
损害赔偿等费用	约1,353亿日元	约230亿日元	约75亿日元 (另有误工保障金 118亿日元)	约5亿7千万日元 (1972年)

出处:

熊本水俣病、新潟水俣病:《水俣病案件 主要诉讼(诉讼或行政复议请求)》(一般财团法人水俣病中心相思社) <http://www.soshisha.org/nyumon/soushou.htm>

《关于水俣病问题相关氮等的保证金额等的额度》(环境省)

<https://www.env.go.jp/council/26minamata/y260-12/mat01.pdf>

《新潟水俣病与保证金的信息公开》(竹森一正)

<http://klibredb.lib.kanagawa-u.ac.jp/dspace/bitstream/10487/10264/1/43-05.pdf>

痛痛病:《昭和48年度(1973年)版环境白皮书》(环境厅)

<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=148&serial=1226>

《第8章 日本的制度与经验:污染净化制度》(吉田文和)

<http://www.hucc.hokudai.ac.jp/~j15275/haiki9.html>

四日市哮喘:《昭和48年度(1973年)版环境白皮书》(环境厅)

<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=148&bflg=1&serial=1227>

(11) 公害健康损害补偿法的制定(1973年)

四大公害诉讼均以原告被害方胜诉结束判决。该判决对于政府和产业界具有深远的影响，包括产业界在内，社会各方面都希望尽快确立有关公害的损害补偿制度。1973年(昭和48年)，“关于公害健康损害补偿等的法律”(公害健康损害补偿法)制定出台，终于创建了通过造成污染者缴纳的税费和机动车重量税的(担保)准备金等为罹患指定疾病的居民提供补偿支付的制度(表2-4)。

出处：《记录日本的公害 第2卷 环境厅》(川名英之、绿风出版)
 《昭和49年度(1974年)版环境白皮书》(环境厅)
<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=149&bflg=1&serial=1528>

表 2-4 公害健康损害补偿法概要

科目	概要
背景	鉴于公害受害的特殊性，根据以造成污染原因者负担等为前提的民事责任，为了迅速公正地保护公害健康损害者，于1973年制定公害健康损害补偿法
补偿对象	在指定地区居住过一定时间，罹患指定疾病，且根据申请由都道府县知事等认定的人 ① 第一类地区：严重的大气污染造成支气管哮喘等疾病多发的地区(当初指定了三重县四日市、东京19个区等41个地区，1988年法律修订后均已解除指定) ② 第二类地区：水俣病、痛痛病等与致病物质的因果关系已经证实的疾病的多发地区
补偿支付的内容	约592亿日元 ・疗养的给付及疗养费 ・残障补偿费 ・遗属补偿费 ・遗属补偿金(一次性) ・儿童补偿补贴 ・疗养补贴 ・丧葬费
财源	第一类地区：污染负荷量税(80%)及机动车重量税中抽取(20%) ・污染负荷量税来自8,500个煤烟产生设施等的设置者 第二类地区：来自污染原因者的特定税 ・水俣病及痛痛病部分，根据造成污染原因的企业与患者团体的补偿协定，由企业直接给付
其他	法律规定除补偿给付以外还要开展以下事业。 ① 公害保健福祉事业 用于增进被认定者的福祉，由都道府县知事实施 康复、异地疗养、疗养用具的发放、家庭疗养指导、流感预防接种的扶助 ② 健康受害预防事业 用于预防大气污染影响导致的健康危害，在原第一类地区与等同于该地区的地区，由自治体和独立行政法人环境再生保护机构实施 自治体开展的：健康咨询、健康检查、机能训练、设施等的建设 环境再生保护机构开展的：调查研究、知识普及、培训

出处：《公害健康损害补偿制度》(环境省环境保健部)
<http://www8.cao.go.jp/hanzai/suisin/kentokai/kentokai1/data5/shiryo6.pdf>

(12) 机动车尾气等排放的氮氧化物造成的大气污染问题凸显与居民运动

日本开展的机动车尾气控制，最初是 1966 年（昭和 41 年）由运输省作为行政指导的对象，针对汽油机动车排放的一氧化碳浓度进行的。而后从 1968 年（昭和 43 年）开始，根据大气污染防治法对机动车尾气进行了一氧化碳排放控制。1971 年（昭和 46 年），除了一氧化碳之外，在大气污染防治法的机动车尾气控制对象中还追加了碳化氢、氮氧化物、铅化合物及颗粒物（PM）。

二十世纪七十年代，以固定发生源的硫氧化物对策为核心的大气污染对策开始初见成效，虽然机动车尾气控制也如上所述开始正式实施，但与机动车保有量的增幅相比这样的对策还不够充分，氮氧化物为主的大气污染在各地频发（表 2-5）。

千叶（1975 年）到东京（1996 年）的七大诉讼中的大部分被告，并非局限于建设在某地的工厂，道路管理者即国家或高速道路公团，甚至有的机动车厂家也被列为被告。而原告的主张，也不再局限于公害防治对策和要求赔偿，还涉及要求对道路交通方式进行反思、设立联络会制度持续开展协商以解决公害问题等诉求。有些地方原告方的患者不仅提出拿出部分诉讼和解金用于补贴医疗费的要求，还创建了针对公害对策进行监测和协商，保存公害与防治对策历史开展相关活动的市民团体，并且坚持活动至今。

特别是在东京大气污染诉讼中，尽管 SPM 达到了环境标准，但东京都内的哮喘儿童仍在不断增加的罪魁祸首其实可能在于 PM2.5 的理论，是由原告方首先揭示出来的，因而在诉讼和解条款中，还加入了国家应探讨 PM2.5 环境标准的设定和完善持续自动监测的内容。

出处：《记录所见大气污染与诉讼》（独立行政法人环境再生保护机构）

<http://nihon-taikiosen.erca.go.jp/taiki/>

东京大气污染诉讼和解条款 http://www.t-kougaikanjakai.jp/taiki-tokyo/PDF/070924_wakai.pdf

表 2-5 日本各地的大气污染诉讼（四日市除外）

	千叶	大阪 西淀川	川崎	仓敷水岛	尼崎	名古屋 南部	东京
地区	千叶县千叶市	大阪府大阪市西淀川区	神奈川县川崎市	冈山县仓敷市	兵库县尼崎市	爱知县名古屋市南区、港区	东京都
被告	川崎制铁株式会社	10家企业、国家、阪神高速道路公团	12家企业、国家、首都高速道路公团	8家企业	9家企业、国家、阪神高速道路公团	11家企业、国家	7家机动车生产厂家、东京都、首都高速道路公团
提起诉讼年度	1975年、1978年	1978年～1992年（共4次）	1982年～1988年（共4次）	1983年～1988年（共3次）	1988年、1995年	1989年～1997年（共3次）	1996年～2006年（共6次）
终结	1988年和解	1995年和解（第1次诉讼） 1998年判决（第2～4次诉讼）	1996年与企业和解 1999年与国家、首都高速道路公团和解	1996年和解	1999年与企业和解 2000年与国家、阪神高速道路公团和解	2001年与国家、企业和解	2007年和解
判决、和解内容	高炉停产命令（驳回）、和解金	公害防治对策、沿路环境改善、设立联络会、和解金	道路网络建设、结构改造、和解金、设立联络会	公害防治对策、和解金	沿路环境对策、大气环境调查、健康影响调查的实施	公害防治对策（企业）、减轻交通负荷、大气污染措施的实施、设立联络会、和解金	哮喘患者救助制度的创建、国家探讨制定PM2.5环境标准和解金
市民团体	千叶川铁公害诉讼原告团	公益财团法人公害地域再生中心	川崎公害诉讼原告团	财团法人水岛地域环境再生财团	尼崎公害患者、家属会	NPO 法人名古屋南部地域再生中心	东京大气污染公害诉讼原告团

出处：《记录所见大气污染与诉讼》（独立行政法人环境再生保护机构）
<http://nihon-taikiosen.erca.go.jp/taiki/>

(13) 机动车尾气控制的强化

机动车尾气氮氧化物控制的全面展开，始于根据大气污染防治法实施机动车尾气控制的1978年度。这个1978年度控制措施与美国的马斯基法案⁶达到了同等水平，因而被媒体等称为“日本版马斯基法案”。

1970年（昭和45年），在运输大臣下属的咨询机构运输技术审议会机动车分会上，探讨了机动车尾气公害的长期基本计划，并编制完成了咨询报告。报告预测，如果机动车按照现有趋势继续普及，东京的一氧化碳排放在1975年（昭和50年）将达到1968年（昭和44年）的1.1倍，1980年（昭和55年）达到1.3倍，碳化氢和氮氧化物均在1975年（昭和50年）达到1.4倍，1980年（昭和55年）则将增加到1.8倍。同时报告提出，应以东京的机动车尾气排放总量降低到1963年（昭和38年）的数值（即1969年（昭和44年）的约70%），1980年（昭和55年）降低到1961年（昭和36年）的数值（即1969年（昭和44年）的约50%）为目标，降低每辆机动车的尾气平均排放量。

对1969年度（昭和44年度）东京机动车尾气含有的主要污染物进行了全量的数值估算，其结果，日均排放的氮氧化物为400吨、碳化氢为690吨、一氧化碳为4,290吨。厚生省生活环境审议会的报告（1969年2月）建议，现阶段应着重加强占排放量比例最高的一氧化碳的减排力度。

1972年（昭和47年）8月18日，中央公害对策审议会大气分会机动车公害专业委员会汇总了中期报告，编制了1978年度控制措施的基本方针，提出将1976年（昭和51年）4月以后生产车辆的氮氧化物平均排放量控制在平均每公里0.25克以下。虽然机动车厂家认为实现该报告的目标难度很大，但也开始投入到符合该机动车尾气控制标准的发动机研发工作。因此，政府组织生产厂家举办了研发进展听证会，最终预测1976年度（昭和51年度）控制措施即平均每公里容许限值0.25克的目标确实存在较大难度。为此，1976年度（昭和51年度）控制措施期限延长了2年，但1975年（昭和50年）2月，根据中央公害对策审议会大气分会的报告，确定氮氧化物的减排目标为1吨以下小型车平均每公里0.84克，大型车1.2克。其后，环境厅与运输省在1978年度（昭和53年度）控制措施中提出为了确保平均每公里氮氧化物排放量0.25克的目标，将容许限度（最大限值）定为0.48克，并依次适用于新车，对旧车型则设置适用宽限期等实施目标（图2-1）。

就这样，日本以美国的马斯基法案为模式的机动车尾气氮氧化物1978年度（昭和53年度）控制措施开始实施。而被日本视为榜样的美国，则由于深陷石油危机后的公害防治对策倒退之潮，马斯基法案的实施屡次延期，乃至最终停止了对氮氧化物排放的控制。

出处：《记录日本的公害 第2卷 环境厅》（川名英之、绿风出版）

《昭和48年度（1973年）版环境白皮书》（环境厅）

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=148&serial=1162&bflg=1>

⁶美国的大气净化法1970年修订（提案）。Clean Air Amendment Act of 1970。法案名称取自提案人美国上院议员马斯基（E. Muskie 1914~1996），俗称“马斯基法案”。

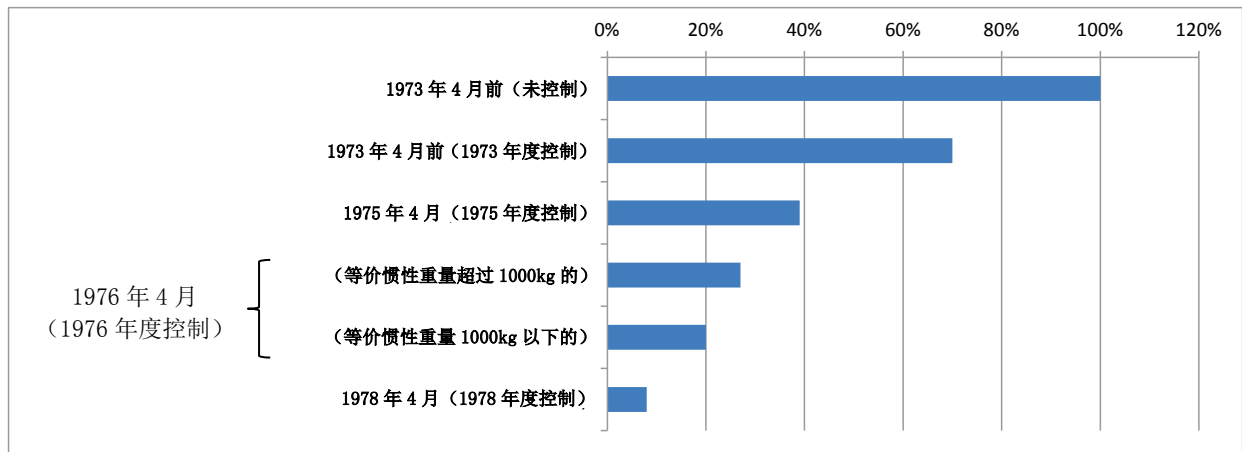


图 2-1 机动车尾气控制的经过 (氮氧化物排放量均值)

出处：根据《记录日本的公害 第 2 卷 环境厅》(川名英之、绿风出版) 制作

2.1.3. 经济稳定增长以来的大气污染

(1) 城市与生活型大气污染的凸显

1985 年 (昭和 60 年) 以后, 日本的经济状况迎来了又一次巨变。从产业来说, 延伸到地方城市的高速公路网建设等显示出向地方分散的倾向, 工业产品出货量中, 大城市圈所占的比例相应下降。在这种背景下, 由于环境政策整体的进展、企业引进的先进公害防治技术、节约资源和能源的努力等各方面效果的叠加, 集中建设的产业公害问题开始逐渐走向稳定。

例如, 一般环境监测站的二氧化硫 (SO₂) 浓度年平均值进一步下降, 二十世纪八十年代基本稳定在 0.010ppm 的水平⁷。

硫氧化物排放源主要是使用煤炭或重油的发电厂、锅炉等大规模固定发生源和使用柴油的柴油机动车。当时的硫氧化物对策通过安装大规模固定发生源的脱硫装置等公害防治设备来实现, 因此, 从 1980 年的二氧化硫浓度年平均值来看, 与一般环境监测站的 0.010ppm 相比, 机动车尾气监测站达到 0.017ppm, 浓度相对较高。

同时, 同属高速增长期的 1970 年以后, 伴随经济的发展, 个人拥有的机动车 (私家车) 也进一步增加, 轿车保有量的增幅超过了其他车型 (图 2-2)。

发电厂和锅炉等主要用于产业领域, 这种大规模固定发生源导致的污染被称为“产业型大气污染”, 与此相对, 属于移动发生源的机动车造成的大气污染, 源自使用机动车的个人生活模式变化带来机动车密集的城市型大气污染, 因而被称为“城市与生活型大气污染”。

对于硫氧化物, 通过降低石油中的硫含量对策 (低硫化) 和大规模固定发生源对策取得了相应的成效, 但就氮氧化物而言, 燃料中氮成分造成的“源于燃料的 NO_x (Fuel NO_x)”仅占排放总量的一部分, 剩下的大部分是空气中的氮分子氧化后生成的“源于燃烧的 NO_x (Thermal NO_x)”。从能源利用的角度来看, 越是

⁷二氧化硫的环境标准值为: ①日均值为 0.04ppm 以下, 且②小时值为 0.1ppm 以下。出处:《环境省大气污染物广域监测系统》(环境省)

<http://soramame.taiki.go.jp/index/setsumei/koumoku.html>

高温燃烧越能有可能获得燃料的高效利用，但却由此使源自燃烧的 NOx 生成量增加，源于燃烧的 NOx 减排与节能在技术上难以兼顾。同时，虽然 NOx 的单个发生源都是相对小规模，但在国内存在数量庞大的机动车等排放源，而其产品也都有相对较长的使用周期。这种城市与生活型大气污染对策效果不容易显现，具有慢性污染状态长期持续的特点。此外，产业型大气污染中污染者与受害者有着明显的区分，而在城市与生活型大气污染中，每个人既可能是污染者同时也会成为受害者。与产业型大气污染不同的是，要克服城市与生活型大气污染，需要每个人参与消费与生活模式的变革。

出处：《概观：环境行政史》（川上毅、环境研究、No. 165）

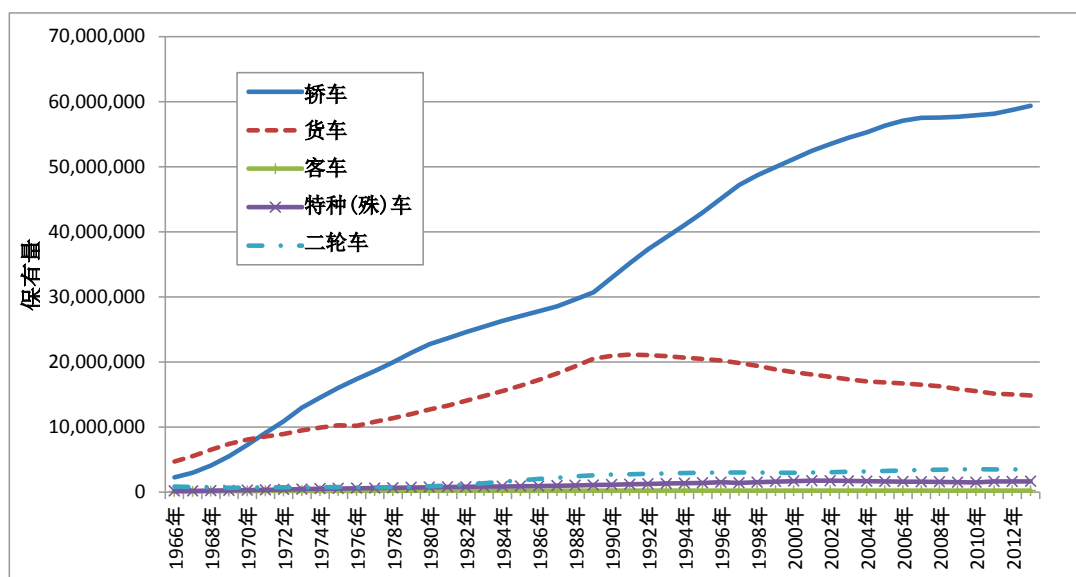


图 2-2 日本机动车保有量的变化

出处：《机动车保有量的推移》（一般财团法人机动车检查登录信息协会）

https://www.airia.or.jp/publish/statistics/ub83e100000000wo-att/03_1.pdf

（2）机动车交通向大城市集中及氮氧化物（NO_x）减排措施

由于上述背景，1970年（昭和45年）以后实施大气污染物持续自动监测以来，一直处于有所改善或持平状态的氮氧化物大气污染，进入1985年（昭和60年）以后，环境标准达标率明显下降。

1973年（昭和48年）以后，全国统一的氮氧化物固定发生源的排放控制先后经历了5次排放标准的强化，并适时进行调整，逐步将氮氧化物排放量大、大气污染防治法上不容忽视的设施纳入控制对象。同时，对于机动车排放的氮氧化物，自1978年（昭和53年）的控制措施强化以后也逐步加大了管控力度。

即便是采取了如此严苛的氮氧化物对策，大城市地区的氮氧化物污染形势依然严峻，因此，环境厅于1985年（昭和60年）12月出台了“大城市地区氮氧化物对策中期展望”，并于1988年（昭和63年）12月颁布了“氮氧化物对策新中期展望”（以下简称“新中期展望”），基于对未来的预测，推动综合性、计划性对策的展开。其中，新中期展望对1993年度（平成5年度）的污染状况进行了预测，并在此基础上提出对策的方向，以机动车单车对策（引进低公害车、改善机动车油耗、推动环保驾驶）、机动车交通对策、固定发生源对策为三大支柱，为尽早实现环境标准达标做出了各种努力。

但是，从氮氧化物总量控制三大地区（东京都特别区等、神奈川县横浜市等、大阪府大阪市等）1993年度（平成5年度）二氧化氮浓度的情况来看，年平均值与前一年度相比基本持平，从达标情况来看，一般环境大气监测站为60.2%，机动车尾气监测站为11.0%，依然看不出明显起色。从1985年度（昭和60年度）这些地区的氮氧化物不同发生源排放量推测值中机动车的排放占比来看，东京都特别区等地区为67%，神奈川县横浜市等地区为32%，大阪府大阪市等地区为47%，均占有相当大的比例。

为了改善大城市地区的氮氧化物污染现状，1992年（平成4年），政府颁布了“关于特定地区机动车氮氧化物总量减排的特别措施法”（机动车NO_x法），致力于全地区的机动车氮氧化物总量减排。

以往的机动车尾气控制采取的是对尾气不达标的新车不予登记注册的方式，而机动车NO_x法则更为严格，对于货车和大型客车等柴油机动车，即使是在用车辆，如果属于氮氧化物排放不达标的旧型车辆，在首都周边及大阪、兵库地区将不予延长注册更新（参照“4.6. 机动车尾气对策”）

出处：《平成7年度（1995年）版环境白皮书》（环境厅）

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=207&bflg=1&serial=9713>

《概观：环境行政史》（川上毅、环境研究、No.165）

（3）全球化时代的大气污染

1990年（平成2年）以后，环境问题的全球化进一步加剧，国际社会逐渐达成共识，认识到“可持续发展”是人类现在和未来面临的根本课题。在大气环境相关领域，臭氧层破坏、酸雨、全球变暖等作为全球规模的环境问题愈发受到广泛关注。

1992年（平成4年），全球共同参与致力于环境问题的会议“联合国环境与发展大会”（地球峰会）在里约热内卢召开，发表了“里约环境与发展宣言”（里约宣言）。里约宣言涵盖了国际合作、扶贫、消费模式的转变、大气环境保护、森林、沙漠化、农业、教育等方面的内容，为了实现相关的目标，还讨论通过了《21世纪议程》。

日本于1993年（平成5年）制定了环境基本法，以实现“保护国民健康和文明的生活，为人类的福祉做出贡献，防止环境污染，可持续发展的社会”的目标。在这以前，在公害对策领域有公害对策基本法，自然环境对策依据的是自然环境保护法，为了更好的应对不断复杂化的环境问题，制定出台环境基本法，以此作为日本环境保护领域相关政策措施的根本之法。伴随基本法的出台，废除了公害对策基本法，并遵循环境基本法对自然环境保护法进行了修订。1994年（平成6年），环境基本法中规定的“环境基本计划”（第一次）经内阁会议通过。该计划是日本首个国家级的综合性环境规划，在所有行政领域中均融入了环境保护的理念，成为站在全局的高度构建可持续发展社会的基本框架。

第一次环境基本计划以构建可实现“循环”、“共生”、“参与”和“国际性活动”的社会为长期目标，重点关注了全球气候变暖对策和循环再利用等问题。

日本在全球变暖方面的工作始于气候变化框架公约第3次缔约方会议（COP3、京都会议、1997年（平成9年）12月），温室效应气体减排目标达成共识后，于1998年（平成10年）6月对节能法进行了修订。其中特别提出了实施“领跑者方式（Top Runner）计划”⁸、能源利用的合理化、推动节能、森林建设和城市绿化、构建温室效应气体排放权交易国际框架等主要内容，并于1998年（平成10年）10月制定颁布了全球变暖对策推进法。该法聚焦温室效应气体减排，明确规定了国家、地方公共团体、企业、国民的责任与义务，致力于一体化对策的展开（表2-6）。

为了在京都议定书目标年实现减排目标，作为温室效应气体减排的具体措施，开展了各种节能对策、节能产品的开发销售、空调温度设定、清凉商务⁹、购买环保车¹⁰、家电环保积分¹¹等工作，国家和地方自治体通过媒体大力开展宣传普及活动，并为广大国民所熟知。

出处：《概观：环境行政史》（川上毅、环境研究、No. 165）

⁸ 领跑者方式是一种理念，主要针对机动车油耗标准和电气产品等的节能标准，致力于如何达到高于现有产品中最优异的产品性能。

出处：《基于能源利用合理化的法律（节能法）的领跑者制度》（环境省）

<http://www.env.go.jp/council/former2013/03haiki/y0318-04/ref03.pdf>

⁹ 将办公室的温度调高到28℃，也能在着装上保持凉爽舒适工作状态的商务模式。不佩戴领带，不穿西装外套为其典型代表。该活动的社会认知率达到95.8%，入选第22届新词和流行词语大奖前十位。

出处：《平成18年度（2006年）版环境白皮书》（环境省）

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=225&serial=26609&bflg=1>

¹⁰ 低公害、低油耗等环保性能好的机动车。详见“4.6.6. 优惠税制”之项。

¹¹ 家电环保积分是针对购买绿色家电（符合一定标准的空调、冰箱、电视机），采用发放可用于换购各种商品或服务的环保积分的方式，促进购买绿色家电以旧换新。出处：《平成22年度（2010年）版环境白皮书》（环境省）

<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h22/pdf/1-5.pdf>

表 2-6 日本温室效应气体减排举措

措施主体	具体举措（责任与义务）
国家	<ul style="list-style-type: none"> ● 环境监测。推动控制排放、吸收作用的保护与强化方面的综合性措施 ● 相关政策中排放控制等的统筹 ● 自身排放的温室效应气体减排等 ● 为自治体、企业、国民开展活动提供支持 ● 用于政策提升的调查研究 ● 国际合作
自治体	<ul style="list-style-type: none"> ● 自身排放的温室效应气体减排等 ● 促进地区居民、企业开展活动的信息提供等 ● 其他结合当地自然、社会条件的措施
企业	<ul style="list-style-type: none"> ● 自身排放的温室效应气体减排等 ● 为产品的改良、国际合作等其他方面开展的活动做出贡献 ● 配合国家、自治体开展相关对策
国民	<ul style="list-style-type: none"> ● 日常生活相关的温室效应气体减排 ● 配合国家、自治体开展相关对策

出处：《全球变暖对策推进法的结构》（环境省）<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ondanref.pdf>

（4）从环境厅到环境省

1997年（平成9年）12月，行政改革会议最终报告出炉，中央省厅等改革推进本部实施了中央省厅机构改革工作，经国会审议后，1998年（平成10年）6月中央省厅改革基本法获得批准并公布。1999年（平成12年）7月省厅改革相关法律公布后，开始了中央省厅的改组。环境厅改为环境省，改编后组织机构变为1官房（办公厅）4局2部，并于2001年（平成13年）1月6日与其他中央省厅的改组同步，作为环境省正式成立。

环境省的职责包括政府整体环境政策的规划立项，除原环境厅负责的工作外，废弃物循环再利用对策也纳入环境省实行一元化管理。环境省主管的政策领域（截至2015年（平成27年）1月）如表2-7所示。涉及大气污染对策的包括环境影响评价、大气环境与机动车对策、化学物质对策等政策领域，由多个部局分管推动相应的环境政策。

表 2-7 环境省主管的政策领域（截至 2015 年 1 月）

政策领域	相关法律和内容
综合环境政策	<ul style="list-style-type: none"> ● 环境基本计划的制定等环境保护相关基本政策措施的实施 ● 对企业、NGO 开展环境保护活动的支持、环境教育的推动 ● 环境影响评价（环评）
大气环境与 机动车对策	<ul style="list-style-type: none"> ● 工厂、机动车等排放造成的大气污染、噪声、振动、恶臭等问题的相关举措 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 大气环境监测与观测体制建设 ➢ 固定发生源、移动发生源对策
保健与 化学物质对策	<ul style="list-style-type: none"> ● 以预防化学物质造成的环境污染对人体健康和生态系统的影响为目的的综合性政策措施的实施 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 化学物质的环境残留现状的把握 ➢ 化学物质的环境风险评估、风险管理（基于“关于化学物质的审查及制造等控制的法律”、“关于促进特定化学物质环境排放量的把握等及管理改善的法律”的相关举措） ➢ 针对儿童的环境风险调查 ➢ 化学物质相关的风险沟通 ● 公害健康受害者的保护 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 公害健康损害补偿及预防 ➢ 公害纠纷的处理、公害投诉的处理、环境犯罪对策 ● 福岛县民健康管理调查等放射线相关事务
水、土壤、地表、 海洋环境保护	<ul style="list-style-type: none"> ● 关注流域整体的水环境保护综合性政策措施 ● 土壤污染防治、农药安全评价、土壤、地表环境的再生
废弃物与循环再利 用领域	<ul style="list-style-type: none"> ● 推动废弃物等减排、循环资源的再利用、循环利用及合理处理
自然环境与 生物多样性	<ul style="list-style-type: none"> ● 符合地区特点的自然环境保护、亲近自然活动的推进 ● 生物多样性保护、野生生物保护管理 ● 国际性活动的展开
地球环境与 国际环境合作	<ul style="list-style-type: none"> ● 地球环境保护相关基本政策规划、立项及推进 ● 国际机构、外国行政机关等相关事务的统筹管理与环境合作的推进
地方环境对策	<ul style="list-style-type: none"> ● 地方环境事务所、自然环境事务所、自然保护官事务所等的设置 ● 结合地区实际情况灵活细致的实施环境政策

出处：《政策领域一览》（环境省）<http://www.env.go.jp/seisaku/list/index.html>

《环境影响评价指南》（环境省）<http://www.env.go.jp/policy/assess/1-1guide/1-1.html>

《平成 26 年度（2014 年）版环境白皮书》（环境省）http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h26/pdf/2_5.pdf、
http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h26/pdf/3_6.pdf

注：粗体字、有下划线的部分，是与本书涉及的大气环境对策关系密切的内容。分项亦同。

（5）机动车尾气综合对策等的推进

1999年8月，东京都指出，东京都内二氧化氮和SPM环境标准达标率十多年间仍未得到改善，其原因在于柴油机动车，并开始向都民和企业呼吁开展积极的讨论，并改变柴油机动车利用方式，即所谓“柴油车NO作战”。其间，东京都知事石原慎太郎在定期记者会上挥舞着装满黑色颗粒物的塑料瓶的演出，被各类媒体广泛报道，一时间成为热门话题。其后经过网络讨论和问卷调查，东京都议会通过了“关于确保都民健康与安全的环境条例”（通称：环境保护条例），先于国家自行制定了严苛的柴油机动车控制规定。紧邻东京都的埼玉县、千叶县、神奈川县也开始了与东京都相同的柴油机动车控制措施。

埼玉县、千叶县、东京都、神奈川县、神奈川县横浜市、神奈川县川崎市加在一起的“六个都县市”，自1979年开始在知事或市长的领导下致力于跨区域环境问题对策（1992年千叶县千叶市、2001年埼玉县埼玉市成为政令指定都市，变成了“八个都县市”），以上述柴油机动车控制措施为契机，2002年该地区成立了“柴油车对策推进本部”，进一步加强合作，推动柴油车相关对策（后来由于神奈川县相模原市也成为政令指定都市，因而现在活动的区域扩展到“九个都县市”）。

这些柴油机动车控制条例均规定禁止未达到PM排放标准的柴油机动车（客车、货车等）在区域内行驶（安装指定颗粒物减排装置的允许行驶）。九个都县市区域以日本首都东京都为核心，是人口稠密地区，人员流动大，还有为数众多的客车在道路上运营。此外，不仅存在大量的生产和物流基地，也是消费旺盛的地区，货车规模庞大。再加上环绕九个都县市区域需要相当的时间和距离，仅仅是通行车辆的数量规模也不可小觑。在这样的地区开展柴油机动车控制措施，有力的促进了客车运营企业和运输企业的积极应对，为改善该地区的环境做出了重要贡献。

与这些地方自治体开展的活动齐头并进，国家采取了以下的应对措施。首先是在2000年（平成12年）11月的中央环境审议会第四次报告“关于今后的机动车尾气减排方针”中，将第三次报告中以2007年（平成19年）为目标的新长期控制提前了两年，规定到2005年（平成17年）为止，实现新车尾气限值的强化目标，并提出到2004年度（平成16年度）末将柴油燃料的含硫容许限值从500ppm下降到50ppm。

2001年（平成13年），政府对“关于特定地区机动车氮氧化物总量减排的特别措施法”（机动车NO_x法）进行修订，更名为“关于特定地区机动车氮氧化物和颗粒物总量减排的特别措施法”（机动车NO_x、PM法），并于2007年（平成19年）进行了再次修订。该法提出了到2010年度（平成22年度）为止基本实现二氧化氮及SPM环境标准达标的目标，并将首都周边、大阪和兵库周边、爱知和三重地区列为对策地区，对在用车采取控制措施。

此外，结合机动车NO_x、PM法中的SPM相关对策，为了改善SPM及光化学氧化剂环境污染，2004年（平成16年）再次对大气污染防治法进行修订，纳入了工厂和作业场所挥发性有机化合物（VOC）排放控制的内容。VOC排放控制对策以2010年度（平成22年度）为目标年度，具体目标是与2000年度（平成12年度）固定发生源VOC排放量150万吨相比减排约30%。

以日本全国为对象的机动车尾气控制也逐步加强，在公路上行驶的建筑机械等道路移动特殊车辆自2003年（平成15年）起被纳入控制对象范围。鉴于以往不受排放控制的叉车、推土机、农用联合收割机等不在公路上行驶的非道路移动特殊车辆尾气排放的贡献率将会由此增加，2005年（平成17年）针对尚未纳入管控的非道路移动特殊车辆进行尾气控制的“关于特定特殊车辆尾气控制等的法律”（“非道路移动法”）制定出台，于2006年（平成18年）开始对非道路移动特殊车辆的尾气排放进行控制。

(机动车尾气对策详见“4.6. 机动车尾气对策”，非道路移动特殊车辆对策详见“4. 非道路移动建筑机械等的对策”，VOC 排放控制对策详见“3. VOC 排放控制对策”。)

出处：《柴油车控制的经过》(东京都环境局)

https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/vehicle/air_pollution/diesel/plan/details/index.html

“九都县市青空网络网页”(九都县市青空网络) <http://www.9taiki.jp/>

《为了克服环境问题》(石原慎太郎)

http://www.jahfa.jp/jahfa4/tokushu/message/06_ishihara/06_ishihara.htm

(6) PM2.5 环境标准的设定

由于 PM2.5 的颗粒非常细小(仅为毛发粗细的三十分之一)，容易进入人体肺部的深处，引发哮喘或支气管炎等呼吸系统疾病，还有可能加大罹患肺癌的风险，并给心脑血管系统带来不良影响。此外，PM2.5 与健康影响之间的关联性远远超过了 PM10 和悬浮颗粒物，因此，首先是美国和欧盟(EU)，然后是世界卫生组织(WHO)，紧接着世界各国都相继设定了 PM10 和 PM2.5 的浓度标准。

日本于 1972 年(昭和 47 年)制定了悬浮颗粒物(SPM : Suspended Particulate Matter)的环境标准(1972 年(昭和 47 年)1 月环境厅告示第 1 号“悬浮颗粒物相关的环境标准”)。翌年修订为包括其他大气污染物的公告(1973 年(昭和 48 年)环境厅告示第 25 号“大气污染相关的环境标准”)，其后还进行过数次修订。

由于 2007 年(平成 19 年)诉讼和解的东京大气污染诉讼和解条款中提到了 PM2.5 对策，中央环境审议会对 PM2.5 对策进行了相关探讨，并于 2009 年以环境省公告的形式制定了 PM2.5 的环境标准，规定“年平均值为 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下，且日均值为 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下”。

PM2.5 包括从发生源直接排放的颗粒以及发生源排放的氮氧化物和硫氧化物、VOC、氨等原因物质在大气环境中移动扩散，并发生化学变化、颗粒化后生成的物质，涉及的物质和排放源众多。因此，要研究发生源对策，首先必须把握相关的大气污染物排放量并对其在大气中的动态进行模拟。现在(2015 年 1 月)日本正积极开展 PM2.5 相关的大气污染物排放清单构建和模拟模型方面的研究工作。

出处：《细颗粒物(PM2.5)常见问题(Q&A)》(环境省)

<http://www.env.go.jp/air/osen/pm/info/attach/faq.pdf>

《概观：环境行政史》(川上毅、环境研究、No. 165)

2.2. 日本大气污染对策的现状

“2.1 日本大气污染的历史”介绍了日本开展大气污染对策的历史，本节将就现在日本大气污染对策的现状进行说明。

2.2.1. 环境标准与指针值

日本在环境基本法中规定了保护健康和生活环境的环境标准。为了实现这些环境标准，国家通过大气污染防治法、机动车 NO_x、PM 法，自治体则通过条例等对大气污染防治对策做出了相应的规定。国家、自治体、企业、市民遵循这些规定开展各种各样的活动。

环境标准是保护并维持人体健康和生活环境需要达到的标准，分别针对大气、水、土壤、噪声明确了应保持的目标，以便就此开展相应的对策。环境标准是“需要保持的标准”，是行政上的政策目标，并非是维持人体健康等的最低限度，而是作为需要更积极保持下去的目标，通过各种努力加以确保。此外，在污染尚不严重的地区，至少应通过制定环境标准确保环境不再进一步恶化，并保持在一定水平。

同时，环境标准是基于现有的科学知识与经验的产物，需要坚持不懈地积累新的科学知识，做出科学合理的判断。

与此同时，虽然未冠以环境标准的名称，但与此类似的还有旨在降低有害大气污染物健康风险的指针数值（指针值）。指针值包含了在有害性评价相关数据的科学可信度受到一定制约的情况下探讨得出的数值，并希望将其作为现行大气监测评估指标和企业致力于减排时的指标发挥相应的作用。

环境标准是环境基本法规定的标准（表 2-8）。而指针值虽然并非法律规定，但其已经中央环境审议会报告，并以环境省“降低有害大气污染物健康风险的指针数值”通知的形式制定并下发（表 2-9）。

出处：《关于环境标准》（环境省）<http://www.env.go.jp/kijun/>

《关于环境标准及指针值》（环境省）

https://www.env.go.jp/air/osen/monitoring/mon_h18/ref/ref05.pdf

表 2-8 大气环境相关环境标准与评估方法

标准分类	物质	环境上的条件
大气污染相关的环境标准	二氧化硫 (SO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> ● 小时值的日均值为 0.04ppm 以下 (短期评估), 且小时值为 0.1ppm 以下 (长期评估)。 ● 短期评估: 将测定之日的小时值日均值或各小时值与环境标准相比较进行评估。 ● 长期评估: 将全年的小时值日均值中, 扣除由高向低的 2%数值 (有 365 天测定值的, 为 7 天的测定值) 后的最高值 (日均值的年 2%扣除值) 与环境标准相比较进行评估。但是, 基于贯彻保护人体健康的宗旨, 日均值连续超过环境标准 2 天以上的, 不进行该操作。
	一氧化碳 (CO)	<ul style="list-style-type: none"> ● 小时值的日均值为 10ppm 以下 (短期评估), 且小时值的 8 小时平均值为 20ppm 以下 (长期评估)。 ● 短期评估: 将测定之日的小时值日均值或 8 小时平均值与环境标准相比较进行评估。 ● 将全年的小时值日均值中, 扣除由高向低的 2%数值后的最高值 (日均值的年 2%扣除值) 与环境标准相比较进行评估。但是, 基于贯彻保护人体健康的宗旨, 日均值连续超过环境标准 2 天以上的, 不进行该操作。
	悬浮颗粒物 (SPM)	<ul style="list-style-type: none"> ● 小时值的日均值为 0.10mg/m³ 以下 (短期评估), 且小时值为 0.20mg/m³ 以下 (长期评估)。 ● 短期评估: 将测定之日的小时值日均值或各小时值与环境标准相比较进行评估。 ● 长期评估: 将日均值的年 2%扣除值与环境标准相比较进行评估。但是, 基于贯彻保护人体健康的宗旨, 日均值连续超过环境标准 2 天以上的, 不进行该操作。
	二氧化氮 (NO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> ● 小时值的日均值为 0.04ppm-0.06ppm 的区间内或以下 (长期评估)。 ● 长期评估: 将全年的小时值日均值中, 相当于由低向高 98%的数值 (日均值的年 98%值) 与环境标准相比较进行评估。
	光化学氧化剂 (O _x)	<ul style="list-style-type: none"> ● 小时值为 0.06ppm 以下 (短期评估)。 ● 短期评估: 将测定之日的各小时值与环境标准相比较进行评估。
细颗粒物相关的环境标准	细颗粒物 (PM _{2.5})	<ul style="list-style-type: none"> ● 年平均值为 15 μg/m³ 以下 (长期评估), 且日均值为 35 μg/m³ 以下 (短期评估)。 ● 长期评估: 对测定结果的年平均值进行评估。 ● 短期评估: 选择测定结果的年 98 百分位值为日均值的代表值进行评估。
有害大气污染物 (苯等) 相关的环境标准	苯	<ul style="list-style-type: none"> ● 年平均值为 0.003mg/m³ 以下 (长期评估)。 ● 长期评估: 通过同一地点连续 24 小时采样的测定值 (原则为每月 1 次以上) 算术平均后的年平均值进行评估。
	三氯乙烯	<ul style="list-style-type: none"> ● 年平均值为 0.2mg/m³ 以下 (长期评估)。 ● 长期评估: 通过同一地点连续 24 小时采样的测定值 (原则为每月 1 次以上) 算术平均后的年平均值进行评估。
	四氯乙烯	<ul style="list-style-type: none"> ● 年平均值为 0.2mg/m³ 以下 (长期评估)。 ● 长期评估: 通过同一地点连续 24 小时采样的测定值 (原则为每月 1 次以上) 算术平均后的年平均值进行评估。
	二氯甲烷	<ul style="list-style-type: none"> ● 年平均值为 0.15mg/m³ 以下 (长期评估)。 ● 长期评估: 通过同一地点连续 24 小时采样的测定值 (原则为每月 1 次以上) 算术平均后的年平均值进行评估。
二噁英类相关的环境标准	二噁英类	<ul style="list-style-type: none"> ● 年平均值为 0.6pg-TEQ/m³ 以下 (长期评估)。 ● 长期评估: 通过同一测定点 1 年内所有样本的测定值的算术平均值进行评估。

出处:《大气污染相关的环境标准》(环境省) <http://www.env.go.jp/kijun/taiki.html>

《大气污染状况相关环境标准的评估方法》(环境省)

<http://www.env.go.jp/council/former2013/07air/y078-01/mat03-2.pdf>

“平成 22 年度（2010 年）大气污染状况 ～细颗粒物（PM2.5）～《一般环境大气监测站、机动车尾气监测站测定结果报告》（通知）”（环境省）<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=14869>

注：由于二噁英类物质的毒性强度有所不同，以其中毒性最强的 2,3,7,8-TeCDD 的毒性换算后的数值即毒性当量（TEQ:Toxic Equivalent）表示。（出处：《关于毒性当量（TEQ）》（环境省）<https://www.env.go.jp/air/report/h16-12/15.pdf>）

表 2-9 降低有害大气污染物健康风险的指针数值

物质	环境上的条件
丙烯腈	<ul style="list-style-type: none"> ● 年平均值为 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下 ● 通过同一地点连续 24 小时采样的测定值（原则为每月 1 次以上）算术平均后的年平均值进行评估。（其他物质亦同）
氯乙烯单体	<ul style="list-style-type: none"> ● 年平均值为 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下
汞	<ul style="list-style-type: none"> ● 年平均值为 $40\text{ng Hg}/\text{m}^3$ 以下
镍及其化合物	<ul style="list-style-type: none"> ● 年平均值为 $25\text{ng Ni}/\text{m}^3$ 以下
三氯甲烷	<ul style="list-style-type: none"> ● 年平均值为 $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下
1,2-二氯乙烷	<ul style="list-style-type: none"> ● 年平均值为 $1.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下
1,3-丁二烯	<ul style="list-style-type: none"> ● 年平均值为 $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下

出处：《平成 24 年度（2012 年）大气污染状况（有害大气污染物监测调查结果）》（环境省）
https://www.env.go.jp/air/osen/monitoring/mon_h24/index.html
 《有害大气污染物监测指针》（环境省）<https://www.env.go.jp/hourei/04/000145.html>

2.2.2. 大气污染防治法概要

大气污染防治法是为了在大气污染领域保护国民的健康并保护我们所处的生活环境的法律。

大气污染防治法涉及固定发生源的物质燃烧等产生的硫氧化物和氮氧化物等、挥发性有机化合物(VOC)、粉尘、有害大气污染物、机动车尾气等众多控制对象(表 2-10)。

对于固定发生源产生的煤烟、粉尘以及机动车尾气,自 1968 年(昭和 43 年)大气污染防治法制定以来一直是法律控制的对象,有害大气污染物是在 1996 年(平成 8 年)修订后,VOC 是在 2004 年(平成 16 年)修订后新增的对象。特色之处在于,硫氧化物和氮氧化物一直通过单纯的管控来实现减排,而有害大气污染物和 VOC 的减排对策则采取了管控和自主性措施相结合的方式。

中央环境审议会进行探讨后,决定将有害大气污染物中应尽快实现减排,以防止健康伤害的 3 种物质(苯、四氯乙烯、三氯乙烯)列为减排对象。而除此以外的其他物质,鉴于企业已经在积极采取相关措施,且进行对策的具体内容探讨尚缺足够的经验和信息,因而认为如果企业自主开展的活动无法取得充分的成果,再推动相关管控的制度化工作更为合理。现在,大气中有害污染物的平均浓度基本上呈减少趋势,可见企业自主开展的相关措施正在发挥效应。

探讨 VOC 排放控制对策时,鉴于有害大气污染物减排的自主性措施取得的成效,确定同样采取自主性措施和管控相结合的对策方式。

日本就是按照这样的方法,不断扩大大气污染对策的对象范围,且不仅依靠管控的方式,也有效发挥了自主性措施的作用。下面就以煤烟产生设施为例,介绍大气污染防治法的具体手续和相关罚则。

大气污染防治法规定,煤烟产生设施的设置者应向都道府县知事(大气污染防治法施行令规定的市则为市长,下同。以下简称“都道府县知事等”)提交设置申报,遵守大气污染物的排放标准,自行检测设施排放的大气污染物的量和浓度,进行记录并将记录保存一定的年限。此外,地方自治体(都道府县及大气污染防治法中规定的市,本节下同。)的工作人员,可以要求所管区域内控制对象提交生产经营活动的报告,进行上门检查;根据上门检查等的结果,不仅可以对该设施进行相关指导,还可以在必要的时候由都道府县知事下达设施整改命令等。地方自治体充分利用这些提交报告的要求和上门检查的权限开展工作,使大气污染防治法的内容得到贯彻执行,并取得了相应的成果。大气污染防治法概要如表 2-11 所示。

大气污染防治法中,不仅规定了①全国统一的一般排放标准,同时还制定了:②大气污染严重地区的特别排放标准;③地方自治体制定的更严格的排放标准;④仅靠上述标准难以保证环境标准达标的地区适用的总量控制标准,以便针对地方的环境状况进行管控(表 2-12)。

近年来,环境污染状况有所改善,但以地球环境问题为代表的环境问题的多样化、地方自治体和企业中曾经经历严重公害问题并积累了相关经验的人员渐次退至幕后等,有关公害防治的社会环境逐渐发生变化。同时,部分企业暴露出不遵守大气污染防治法等公害防治法律法规的超标排放,任意篡改检测数据等问题,并发现一些企业的公害防治管理体制出现漏洞的案例(表 2-13)。至此为止大气污染防治法虽然规定煤烟产生设施等设置者必须记录并保存排放检测数据,但对于违反者并未规定相关的罚则,针对这种现象,2010 年对大气污染防治法进行了修订,新增了针对排放检测数据不做记录和篡改数据的罚则。

出处:《大气污染防治法概要》(环境省) <http://www.env.go.jp/air/osen/law/>
《平成 16 年度版(2004 年)环境白皮书》(环境省)
<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=219&bflg=1&serial=20769>
《今后的有害大气污染物对策方针(中期报告)》(中央环境审议会)
<http://www.env.go.jp/air/kijun/toshin/int0801.pdf>
《今后的有害大气污染物对策方针(第 2 次报告)》
<http://www.env.go.jp/air/kijun/toshin/02-4.pdf>

《大气污染防治法附则第九款规定的指定物质控制标准》（环境省）

<https://www.env.go.jp/hourei/04/000102.html>

《可能属于有害大气污染物的清单及优先采取措施的物质的调整以及结合有害大气污染物风险程度开展对策的方针》（中央环境审议会大气环境分会、健康风险综合专业委员会）

<http://www.env.go.jp/press/files/jp/16391.pdf>

表 2-10 大气污染防治法控制对象——废气及排放设施

科目	概要	
煤烟	<ul style="list-style-type: none"> 指伴随物质的燃烧等产生的硫氧化物、煤尘（即煤）、有害物质（①镉及其化合物、②氯及氯化氢、③氟、氟化氢及氟化硅、④铅及其化合物、⑤氮氧化物）。 控制对象为锅炉、煤气炉、熔矿炉、发电用固定式柴油机组等“煤烟产生设施”。 	
VOC	<ul style="list-style-type: none"> 作为光化学氧化剂及 SPM 的原因物质，将挥发性有机化合物作为全面控制对象。 控制对象设施包括涂装设施、印刷用烘干设施、粘合烘干设施等“挥发性有机化合物排放设施”。 规定管控与企业自主开展的 VOC 减排措施有机地结合在一起，推动减排对策有效进行。（详见“3. VOC 排放控制对策”） 	
粉尘	特定粉尘	<ul style="list-style-type: none"> 现在指定的特定粉尘仅为石棉，控制对象如下所示。 ① 含有石棉的产品的制造设施 ② 使用喷涂石棉等的建筑物及其他建筑物的拆解、改造、维修作业
	一般粉尘	<ul style="list-style-type: none"> 为特定粉尘以外的粉尘（粉碎或堆放物品时产生或飞散的物质），控制对象为①焦炭炉、②矿物及土石堆放场、③传送带及斗式提升机（矿物、土石、水泥用）、④破碎机及研磨机（矿物、岩石、水泥用）、⑤筛子（矿物、岩石、水泥用）。
有害大气污染物	（全体）	<ul style="list-style-type: none"> 对属于即使是低浓度，长期摄入也有可能影响健康的物质，列出了包括 248 种物质的清单。 正在掌握大气污染现状和健康风险相关的科学知识、完善信息及相关评估、公布以及控制排放技术相关的信息收集与整理。
	优先采取措 施的物质	<ul style="list-style-type: none"> 将有害大气污染物 248 种物质中的 23 种，列为特别需要优先采取措施的物质。 正在开展持续自动监测、实施自主管理等对策。 （1）丙烯腈、（2）乙醛、（3）氯乙烯单体（别名：乙烯基氯、氯乙烯）、（4）氯甲烷（别名：甲基氯）、（5）铬及其三价化合物、（6）六价铬化合物、（7）三氯甲烷、（8）环氧乙烷、（9）1,2-二氯乙烷、（10）二氯甲烷（别名：甲叉二氯）、（11）汞及其化合物、（12）二噁英类*、（13）四氯乙烯、（14）三氯乙烯、（15）甲苯、（16）镍及其化合物、（17）砷及其化合物、（18）1,3-丁二烯、（19）铍及其化合物、（20）苯、（21）苯并芘、（22）甲醛、（23）锰及其化合物 *：二噁英类根据二噁英类对策特别措施法加以应对。
	指定物质	<ul style="list-style-type: none"> 虽然还缺乏充分的科学知识和信息，但从防患于未然的角度，作为应尽早实现减排的物质，针对优先采取措施的物质中以下 3 种物质规定了排放控制标准。 括号内为控制对象设施。 ① 苯（焦炭炉、贮藏设施、烘干设施、蒸馏设施、反应设施、脱烷基反应设施） ② 三氯乙烯（清洗设施、烘干设施、混合设施、蒸馏设施） ③ 四氯乙烯（干洗机、烘干设施）
机动车 尾气	<ul style="list-style-type: none"> 大气污染防治法规定了关于尾气排放量及燃料性状的容许限值，从制度上保证了必须符合“道路运输车辆法”及“关于挥发油等油品保障的法律”规定的容许限值。 氮氧化物、碳化氢、颗粒物及燃料中的铅、硫等为控制对象。 	

出处：《大气污染防治法概要》（环境省）<http://www.env.go.jp/air/osen/law/>

《平成 16 年度（2004 年）版环境白皮书》（环境省）

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=219&bflg=1&serial=20769>

《大气环境信息馆》（环境再生保护机构）http://www.erca.go.jp/yobou/taiki/taisaku/03_02.html

《关于“机动车燃料性状相关的容许限值及机动车燃料含有的物质的量的容许限值”的部分修订》（环境省）

<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=7747>

表 2-11 大气污染防治法规定的手续等概要

科目	概要
设置与变更的申报、计划变更命令	<ul style="list-style-type: none"> ● 为了在事先采取必要的措施,新增或对煤烟产生设施或挥发性有机化合物排放设施进行结构上的变更前,应事先(60天前)向管辖的都道府县知事等申报规定事项。都道府县知事等对其内容进行审查,认为该设施不符合排放标准的,可在受理申报之日起60天以内,命令其变更或废除该计划。 ● 违反计划变更命令的,处1年以下有期徒刑或100万日元以下罚金。
排放限制、整改命令、停止使用命令	<ul style="list-style-type: none"> ● 大气污染防治法规定禁止煤烟排放者排放不符合排放标准的煤烟,无论是故意或过失,违反者均将被处以刑罚(6个月以下有期徒刑或50万日元以下罚金)。 ● 此外,都道府县知事或大气污染防治法规定的政令市市长,认为可能违反排放标准持续排放煤烟的,可对该煤烟排放者做出改善煤烟处理方法、暂时停止使用的命令。
检测义务	<ul style="list-style-type: none"> ● 煤烟、挥发性有机化合物、粉尘排放者,应检测设施排放的量或浓度,并记录其检测结果。 ● 未记录煤烟排放相关的检测结果,或进行虚假记录或未保存检测记录(保存3年)者,适用罚则(30万日元以下罚金)。
要求提交、上门检查	<ul style="list-style-type: none"> ● 都道府县或大气污染防治法规定的市的工作人员,为了确认排放者是否遵守排放标准,可以进入工厂、作业场所等实施上门检查或要求其必要事项进行报告。

出处:《大气污染防治法概要》(环境省) <http://www.env.go.jp/air/osen/law/>

表 2-12 大气污染防治法排放标准种类

种类	概要
一般排放标准	<ul style="list-style-type: none"> ● 国家规定的单个煤烟产生设施的排放标准
特别排放标准	<ul style="list-style-type: none"> ● 在大气污染严重的地区,适用于新增煤烟产生设施的更严苛的标准(硫氧化物、煤尘)
更严格的排放标准	<ul style="list-style-type: none"> ● 依靠一般排放标准、特别排放标准无法实现大气污染防治的地区,由都道府县根据条例规定的更严苛的标准(煤尘、有害物质)
总量控制标准	<ul style="list-style-type: none"> ● 仅靠执行上述单个设施的标准难以保障环境标准的地区,适用于大型工厂的标准(硫氧化物及氮氧化物)

出处:《大气污染防治法概要》(环境省) <http://www.env.go.jp/air/osen/law/>

表 2-13 近年发生的大气污染违法案例

行业	概要
炼油行业	<ul style="list-style-type: none"> ● 发现在 3 年时间里根据公害防止协定提交的煤烟等报告中部分内容存在作假情况。 ● 炼油厂的废气排放委托外部企业进行，而负责人员在编制用于提交给地方自治体的报告的原始报告（即公司内部报告）时，篡改了检测数据。 ● 发现的经过：上门检查 ● 要求企业提交整改报告，并进行相关行政指导以防止再次发生类似事件。
钢铁厂家	<ul style="list-style-type: none"> ● 发现在其中两个工厂 3 年时间里未向地方自治体报告公害防止协定规定的大气排放浓度协定值超标情况，并在协定值超标时故意切断煤尘浓度在线自动记录装置，伪称记录缺损。 ● 发现的契机：根据国家要求开展的公司内部调查、上门检查 ● 要求企业提交整改报告，并进行相关行政指导以防止再次发生类似事件。
电力行业	<ul style="list-style-type: none"> ● 发现发电设施的煤尘浓度检测结果超过大气污染防治法的排放标准值，但报告时篡改成较低的数值。 ● 该发电设施实施的燃烧试验等运行过程中，煤尘浓度数据超过大气污染防治法排放标准值。 ● 发现的契机：根据国家指示进行检查时 ● 要求企业提交整改报告，并进行相关行政指导以防止再次发生类似事件。
造纸业	<ul style="list-style-type: none"> ● 发现 2004 年度至 2007 年 6 月末，1 台锅炉的硫氧化物累计 3 小时、3 台锅炉的氮氧化物累计 1,424 小时超标排放。 ● 硫氧化物、氮氧化物排放标准值超标时，利用电脑操作将其数值改为排放标准值以下的数值。 ● 发现的契机：公司内部调查 ● 要求企业提交整改报告，并进行相关行政指导以防止再次发生类似事件。
造纸业	<ul style="list-style-type: none"> ● 委托外部进行检测得出的自主检测值远远低于企业内部的分析值，故将煤烟测定记录表及根据公害防止协定向市里提交的报告值篡改为和企业内部分析值大致相同的数值。 ● 发现的契机：公司内部调查 ● 要求企业提交整改报告，并进行相关行政指导以防止再次发生同样事件。
电力行业	<ul style="list-style-type: none"> ● 废气排放量的检测结果超过根据电气事业法申报的数值时，在公害防止协定规定的报告中填写了申报值以内的数值。 ● 发现的经过：上门检查 ● 对原因调查进行行政指导
造纸业	<ul style="list-style-type: none"> ● 发现篡改了根据与市缔结的公害防止协定向市里提交的持续自动检测图表记录（擅自剪贴和图表的伪造）。 ● 发现的契机：公司内部调查 ● 要求企业提交整改报告，并进行相关行政指导以防止再次发生类似事件。

出处：《大气污染、水污染相关的主要违法案例概要》（环境省）

<https://www.env.go.jp/council/41air-wat/y411-04/ref02.pdf>

《有效促进公害防治措施对策研究会报告摘要(草案)》

https://www.env.go.jp/air/info/pp_kentou/pem06/mat02.pdf

2.2.3. 自治体采取的举措

自治体在大气环境对策领域采取的措施，大致可以分为以下三大部分，即：①根据大气污染防治法、条例等对煤烟排放者等进行的监测和指导等；②大气污染状况的持续自动监测和向市民提供信息；③根据大气污染防治法、机动车 NO_x、PM 法、条例等开展的机动车尾气对策。

大气污染防治法规定，都道府县知事等¹²负责煤烟产生设施的申报事务、监测与指导，实施上门检查，并掌握环境标准达标的情况，开展持续自动监测，提供相关信息，开展防止危及人体健康及生活环境的应急措施（表 2-14）。同时，大气污染防治法还规定都道府县知事等可以制定严于国家排放标准的标准和总量控制标准。在制定条例时，对于与国家法令基于同一目的同一对象，可以采取更为严苛的控制（控制标准的强化）措施，这通常被称为“附加控制（标准）”，在大气污染防治法（第 4 条第 1 款）中为“替代控制标准的适用控制标准”。除此以外，还有一种俗称“横向附加控制（标准）”的标准，即控制标准指标的追加（对象指标的横向扩大）、控制对象设施的追加（对象设施的横向扩大）、控制对象规模以下设施的控制（对象规模的横向扩大），通过这些规则，自治体可以结合本地区的实际情况强化环境方面的控制措施。

大气污染防治法规定，为了防止大气污染给人体健康或生活环境造成危害，有紧急需要的，都道府县等工作人员可以进入作业场所进行上门检查。都道府县等工作人员在大气污染相关的作业场所开展的上门检查每年超过 2 万次（2007 年度~2012 年度），为确保企业申报内容的准确性发挥了重要的作用。

地方自治体除了进行管控以外，还通过缔结公害防止协定的方式，与企业合作开展大气污染防治工作（详见下项）。

关于大气污染状况持续自动监测工作，在大气污染防治法中规定由都道府县知事等负责实施。三重县在 1968 年大气污染防治法制定以前的 1966 年，就率先在全国引进四日市市区的遥测系统（对大气污染监测站传输的检测数据进行测定、记录的装置，由市政府大楼负责管理。），开始对二氧化硫和悬浮粉尘等实施大气污染持续自动监测。初始时期采用的是模拟系统，1972 年引进计算机系统后，成为同时兼具环境大气和发生源监测功能的遥测系统。

这种大气污染持续自动监测机制已经在全国范围普及，截至 2015 年 1 月，虽然由于大气污染物的不同，各地站点数量也有所不同，但日本全国已建成大约 1,700 处监测站，都道府县等收集实时数据信息，并通过各自治体和环境省的服务器在互联网公开¹³。都道府县等根据这些收集上来的数据，发布光化学氧化剂预警信息和警报、PM_{2.5} 相关的提醒预警等。

大气污染防治法还规定，大气污染严重可能危害人体健康时，都道府县知事等可以要求煤烟排放者、挥发性有机化合物排放者、机动车使用者和驾驶员，配合开展减少煤烟或挥发性有机化合物排放、机动车行驶自主性限制方面的工作。而都道府县等探讨是否向企业等提出配合要求时的判断，就是依据这些持续自动监测的结果进行的。

机动车尾气对策中的基本构成即车型控制（对新车进行的管控），是作为车检制度的组成部分进行的，都道府县等并不直接参与，而是通过机动车 NO_x、PM 法或独自采取的措施，在各个自治体采取交通流改善和促进低公害机动车普及等对策。

¹²都道府县、地方自治法规定的政令指定都市、地方自治法规定的中心城市、大气污染防治法施行令第 13 条规定的政令市的市长

¹³例如“环境省大气污染物广域监测系统 蚕豆君”（<http://soramame.taiki.go.jp/>）

关东地区 1 都 3 县（东京都、埼玉县、千叶县、神奈川县）和大阪府、兵库县内，是机动车 NO_x、PM 法规定的对策地区的大城市周边地区，鉴于这些地区机动车尾气污染影响严重，出台了旨在减轻机动车尾气影响的相关条例，对于不符合排放标准的机动车采取交通限行措施（详见“4.6. 机动车尾气对策”）。

出处：《自治体环境行政法 第 6 版》（北村喜宣、第一法规）
 《机动车 NO_x、PM 法相关的机动车环境对策用户咨询窗口》（国土交通省）
http://www.mlit.go.jp/jidosha/environment_measure/environment_measure.html
 《环境综合监测系统介绍》（三重县）<http://www.eco.pref.mie.lg.jp/earth/100100/taiki/system.htm>
 《平成 24 年度（2012 年）大气污染防治法相关施行情况》（环境省）
http://www.env.go.jp/air/osen/kotei/h25_rep.pdf

表 2-14 大气污染行政中自治体采取的举措内容概要（示例）

科目	概要
对煤烟排放者等的指导	<ul style="list-style-type: none"> ● 受理煤烟、挥发性有机化合物、粉尘排放者提出的设置、变更申报及对该申报内容下达计划变更命令 ● 对于超出大气污染防治法标准（包括特别排放标准、更严格的排放标准等）进行超标排放的煤烟、挥发性有机化合物、粉尘排放设施，下达排放限制、整改命令、停止使用命令 ● 对工厂、作业场所进行上门检查，要求提交相关必要事项的报告（大气污染防治法的具体内容详见表 2-11） ● 公害防止协定的缔结，受理根据公害防止协定提交的报告（公害防止协定详见下项“2.2.4 自治体及企业开展的活动（公害防止协定）”）
实施大气污染状况持续自动监测与信息提供	<ul style="list-style-type: none"> ● 大气污染状况持续自动监测（应用远程数据自动收集系统） ● 大气污染状况相关信息的提供 ● 光化学氧化剂预警信息和警报，PM_{2.5} 相关提醒预警的实施 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 光化学氧化剂预警信息和警报，在光化学氧化剂浓度达到一定水平以上，且气象情况显示将持续时发出。（预警信息发布级别为光化学氧化剂浓度的小时值达到 0.12ppm 以上。光化学氧化剂警报由都道府县等单独做出规定，通常为 0.24ppm 以上。） ➢ PM_{2.5} 相关提醒预警，是 PM_{2.5} 浓度上升，可能在广泛区域内造成健康影响时，作为参考信息提醒社会注意的预警

科目	概要
机动车尾气对策	<ul style="list-style-type: none"> ● 交通流的改善（通过干线道路的建设等促进交通流更加顺畅，结合交通量的变化控制信号灯和取缔违法停车，推动运输形态转换¹⁴，停车换乘¹⁵停车场的建设、利用海报宣传折页开展宣传普及活动） ● 促进低公害车的普及促进（用于机动车置换的融资制度、用于天然气机动车置换的补贴制度） ● 机动车 NOx、PM 法规定的“机动车 NOx、PM 总量减排计划”的立项和推进（区域内包括机动车 NOx、PM 法对策地域的埼玉县、千叶县、东京都、神奈川县、爱知县、三重县、大阪府、兵库县） ● 根据条例进行柴油机动车的交通限行（在埼玉县、千叶县、东京都、神奈川县及大阪府、兵库县实施。 详见“4.6. 机动车尾气对策”）

出处：《大气污染防治法概要》（环境省）<http://www.env.go.jp/air/osen/law/>
《近期细颗粒物（PM2.5）大气污染的应对》（细颗粒物（PM2.5）专家会议）
<http://www.env.go.jp/air/osen/pm/info/attach/report20130227.pdf>
《千叶县环境白皮书》（千叶县）
http://www.pref.chiba.lg.jp/kansei/kankyohakusho/documents/2-03_1.pdf
《机动车 NOx、PM 总量减排计划》（神奈川县）<http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f70265/>

2.2.4. 自治体及企业开展的措施（公害防止协定）

地方自治体除了开展上述大气污染防治法或条例等制度规定的公害防治管理措施外，还采用与管控对象企业达成协议的政策手段，即“公害防止协定”。

法学研究者将协定的性质分为①君子协定说、②民事（私法）契约说、③行政（公法）契约说等类型，对于其法律性质还存在不同的意见，但从判例的情况来看，公害防止协定作为在当事人之间达成一致的基础上缔结的合同，具有法律约束力和实效性。

以公害防止条例为依据缔结公害防止协定的地方自治体，在 47 个都道府县中已经达到 25 个道府县，市町村级别则达到 350 个。自治体为当事人的公害防止协定现在有效的达到了 32,578 项（截至 2006 年 4 月 1 日）。

公害防止协定的具体案例如表 2-15 所示。

日本最初的地方公共团体与企业之间的公害防止相关协议，通常被认为是 1952 年（昭和 27 年）3 月岛根县与山阳纸浆江津工厂及大和纺织益田工厂之间缔结的“公害防止相关备忘录”。该协定约定：在新建工厂时，①通过县开展的技术指导完善排水处理装置；②达到计划水质标准前不得投入生产；③因排水造成危害的，要负责损害赔偿。

其后的 1964 年（昭和 39 年）12 月，横浜市与计划进驻市内根岸临海工业用填海地区的电源开发株式会社及东京电力株式会社缔结的公害防止协定，规定了以下内容：①以大气污染的元凶与未来预测数值等科学数据为依据，以社会舆论为背景支撑缔结该协定；②企业事先提交涉及用地分售的建设计划及公害防

¹⁴ 运输形态转换(modal shift)，是指将货车等干线货物物流转换为环境负荷低的大量运输系统，即铁路货运、内航海运等。出处：《平成 24 年度（2012 年）版环境白皮书》（环境省）

<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h24/html/hj12040133.html>

¹⁵ 停车换乘（park and ride），是指从家中驾车前往铁路或公交车站附近，将车停在专用的换乘场地，利用公共交通工具前往目的地的换乘系统。出处：《平成 17 年度（2005 年）版环境白皮书》（环境省）

<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=222&serial=22594&bflg=1>

止计划，以横浜市对此提出请求，企业对此做出承诺的方式进行；③规定在请求内容具体化阶段，企业无自行决定权，等等。这些都是在当时法律法规尚未完善，条例制定还受到一定制约等存在不同意见的情况下，确保工厂建设获得居民的理解，同时也保障居民的健康和生活环境，只有地方自治体才有可能实现的具有灵活性和实践意义的举措。市政府方面提出的具体请求内容包括除尘装置的结构和性能、烟囱的高度、废气的排放速度、温度、煤尘量、硫氧化物浓度等。该方式被称为“横浜方式”，公害防止协定与法律、条例并行在各个地区作为环境保护的有力手段得到了普及。

这些协议的约定形式，除了协定以外，还有备忘录、字据、来往信件、合同等，形态多样。初始阶段的公害防止协定，是作为尚不完备的公害相关法令的一种补充，并取得了相应的成效，即使是环境保护条例不断完善的今天，每年缔结的协定仍高达约 2,000 项。其原因就在于，①从地方公共团体和居民的立场来看，公害防止协定能够结合本地区的地理和社会条件合理开展周密细致的公害防止对策；②从企业方面来看，建设之际征得当地居民的同意，是企业顺利开展生产经营活动不可欠缺的前提条件。

从近年来不同行业缔结公害防止协定的情况来看，不仅是传统的第二产业，以所谓生活型公害发生源，即服务业等第三产业为核心，具体包括娱乐休闲设施（高尔夫球场、滑雪场、游乐场等）、餐饮业、住宿设施、医院、学校、运输业等行业均有所增加。同时，协定的“公害一般对策”和“其他控制”内容中，不再仅限于狭义的典型七大公害防治，绿化、防灾、日照、电波危害等控制对象涉及广泛，体现了地区和社区的实际情况和面临的问题。从公众参与的情况来看，各种居民团体作为当事人或见证人参与其中的协定不断增多，居民团体单独与企业缔结的协定每年也多达 200 多项。

出处：《公害防止条例协定集 协定篇》（自治大臣官房地域政策室、环境厅企划调整局环境管理课 编辑、第一法规）

《自治体环境行政法 第 6 版》（北村喜宣、第一法规）

《环境行政中的中央-地方关系（以公害防止协定为抓手）》（阿部昌树、日本公共政策学会年报 1998）

<http://www.ppsa.jp/pdf/journal/pdf1998/Mabe.pdf>

表 2-15 公害防止协定案例

自治体等（年）	概要
岛根县 (1952 年)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 日本第一份公害防止协定 ○ 岛根县与山阳纸浆江津工厂及大和纺织益田工厂之间缔结的备忘录 ○ 在县政府拥有新建工厂批准权限的原则下缔结 ○ 具体约定：各家企业通过县等开展的技术指导完善废水处理设施；到保持稳定的计划达标水质前不得投入生产；因排水造成渔业受害的，要进行补偿，且其补偿金额需按照由县政府等组成的委员会认定的结果进行。
爱知县名古屋市 (1960 年)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 基层地方自治体级别的首个公害防止协定案例 ○ 名古屋市水道局与王子造纸春日井工厂之间签订的备忘录 ○ 王子造纸春日井工厂从庄内川取水并向该河流排水，作为该河流的水权拥有者即名古屋市同意权的基础上签订 ○ 双方约定作为市统一取水及排水的前提条件，要求枯水期工厂排水口的水质必须保持规定以上的水平，工厂方面承诺了该条件。
神奈川县横浜市 (1964 年)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 以来往信件的形式缔结的公害防止协定 ○ 横浜市填海造地，向东京电力分售土地，东京电力向电源开发进行土地的再次转让时，横浜市具有同意权，以此为背景缔结的协定 ○ 横浜市在其请求书中，明确提出电源开发建设工厂时安装的除尘设备性能、烟囱的高度等相关具体数值，对于其他事项也进行了尽可能具体详细的请求，电源开发以书面形式作出承诺，缔结了协定。 ○ 后来这种自治体与企业等之间缔结协定，并在其中约定企业采取公害防治措置的方法被称为横浜方式，在全国的众多自治体推广普及。
福岛县磐城市小名浜地区公害对策联合委员会 (1970 年)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 首个居民团体为当事人的公害防止协定 ○ 福岛县磐城市小名浜地区公害对策联合委员会与日本水素（氢）小名浜工厂之间缔结 ○ 自此开始出现居民团体作为当事人，单独或与自治体共同和企业缔结公害防止协定的案例。
千叶市 (1970 年～)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 鉴于大气污染、水污染等跨区域对策的需要，和当地 7 家主要企业缔结的千叶县、千叶市和企业的三方协定 ○ 与 26 家企业缔结了千叶市、企业的双向协定 ○ 通过“关于缔结公害防止协定等的条例”（1971 年）明确了其定位。（现为“千叶市环境保全条例”（1995 年））。 ○ 约定了大气污染领域硫氧化物、氮氧化物、煤尘、挥发性有机化合物的排放量等内容 ○ 完善了相关设施发生事故时，及时向千叶县及千叶市通报的紧急联络体制 ○ 建设生产设施之前，企业要提交记载防止环境影响的具体措施的协议书，交千叶县和千叶市进行审查

出处：《环境行政中的中央-地方关系（以公害防止协定为抓手）》（阿部昌树、日本公共政策学会年报 1998）

<http://www.ppsa.jp/pdf/journal/pdf1998/Mabe.pdf>

《环境保护相关的协定》（千叶市）

<http://www.city.chiba.jp/kankyo/kankyohozen/hozen/kankyohozennkyotei.html>

注：仅千叶市的案例包含了现阶段的内容，其他地区均为缔结时的内容。

2.2.5. 企业开展的活动

(1) 公害防治方面的组织建设

1970年(昭和45年)在“公害国会”上,对包括公害对策基本法在内的14项公害相关法案进行了修订或制定工作。虽然当时强制规定工厂要遵守强化的控制标准,但是其中大多数工厂尚未完善公害防治体制(人员组织)方面的建设。为此,1971年(昭和46年)6月出台了强制开展工厂内部防治公害的专业人员组织建设的“关于特定工厂公害防止组织建设的法律(法律第107号)”。

该法规定制造业、供电、供气、供热业,设有煤烟产生设施等的工厂为“特定工厂”,要求其开展公害防治组织建设。公害防治组织,是在各工厂配备由全面负责管理工厂的负责人“公害防止总负责人”、协助总负责人具体指挥管理员的“公害防止主任管理员”、具有专业知识负责技术事项的“公害防止管理员”组成的人员体制,其中的公害防止主任管理员和公害防止管理员,必须具备国家资格。

公害防止管理员资格,分为大气领域(第1类~第4类)、水质领域(第1类~第4类)、噪声与振动领域、粉尘领域、二噁英类领域,公害防止主任管理员等按照领域和规模进行划分,结合工厂内的设施需要配备相应资格的人员。公害防止管理员等职务示例如表2-16所示。

公害防止管理员制度确立以来三十年的时间里,取得公害防止管理员资格的人员累计超过55万人(1971年~2006年,国家资格考试合格者和认定讲座结业者的累计数量),为企业开展公害防治对策发挥了重要作用。

出处:《公害防止管理员 资格制度概要》(一般社团法人产业环境管理协会)
<http://www.jemai.or.jp/polconman/>

表 2-16 公害防止管理员等职务示例(建有煤烟产生设施的特定工厂中的职务)

管理员等的种类	是否需要资格	职务
公害防止总负责人	不要	全面负责管理以下业务 ● 煤烟产生设施的使用方法的监测 ● 煤烟处理设施等的维护与使用 ● 向大气中排放的煤烟的检测记录 ● 事故和应急措施
公害防止主任管理员	需要	● 协助公害防止管理总负责人开展技术性工作 ● 具体指挥公害防止管理员
公害防止管理员	需要	公害防止总负责人业务中的技术性事项 ● 使用燃料和原料的检查 ● 煤烟产生设施检修 ● 煤烟处理设备设施等的操作、养护、维修 ● 煤烟量/煤烟浓度的检测与记录 ● 检测设备的养护与维修 ● 事故时的应急措施 ● 紧急状态下煤烟量/煤烟浓度的减排等

出处:《关于公害防止管理员等职务》(静冈县富士市)
<http://www.city.fuji.shizuoka.jp/kurashi/c0904/fmervo00000079vz-att/fmervo00000079ym.pdf>

（2） 近年来企业开展的活动

近年来，伴随经济全球化与信息公开意识的日益高涨，日本企业为了提高企业竞争力，承担企业的社会责任，积极开展 ISO14001 认证和编制发布环境报告书及 CSR 报告书。企业的社会责任（CSR），是通过企业遵守法律法规，尽到说明责任来体现的，企业需要认识到开展公害防治方面的对策，是自身重要的业务内容之一，并以主动自觉的态度，积极开展相关的活动。“公害防止指南”是 2007 年（平成 19 年）经济产业省和环境省共同编制的文件，其中介绍了构建环境管理体制所必需的八大确认事项。具体内容包括：①是否认识到公害防治对策的重要性；②是否向所有员工宣传贯彻法律法规和制度方面的正确知识；③是否积极与自治体和当地居民进行交流沟通；④公害防治对策的人员配备是否合理；⑤现场与环境管理人员之间的报告和确认是否正常发挥作用；⑥发生异常情况时的联络体制、处理体制等危机管理体制是否完善；⑦公害防止管理员的培养和遵纪守法教育是否完善；⑧公害防治相关设备和检测设备的老化对策和维修保养是否充分，等等。这些确认事项是对以往造成不正当案例的原因进行整理归纳而成的。

同时，该指南还提出了五大行动原则，即：①明确方针，②构建组织体系，③防患于未然，④事后措施；⑤与相关方面的合作。但是，指南出台后，超标排放、篡改检测数据等公害防治相关的环境管理出现漏洞等不正当案件频发，因此，2010 年（平成 22 年）对大气污染防治法进行了修订，增设了针对篡改煤烟检测结果等问题的罚则。

出处：《公害防止管理员 资格制度概要》（一般社团法人产业环境管理协会）

<http://www.jemai.or.jp/polconman/>

《概观：环境行政史》（川上毅、环境研究、No.165）

《公害防止管理员等的现状》（环境省）https://www.env.go.jp/air/info/pp_kentou/pem01/ref01.pdf

（3） 环境对策对经济的影响

企业是需要追求利益的，通常环境对策对企业来说是一种“费用（成本）”，如果单纯从这个角度考虑，当然会认为要尽可能压缩这部分的支出。

但是，造成四大公害之一熊本水俣病的企业—CHISSO 株式会社，在诉讼中被判承担 1,000 亿日元的损害赔偿等费用，经历这样的事件之后，如果置公害问题于不顾，甚至可能危及企业存亡的意识日益增强，并逐渐成为日本社会的广泛共识。

同时，针对几大公害案件，通过假设的方式，就实际受害金额与采取防治对策状态下的费用进行了对比计算（表 2-17）。几个案例均表明，一旦发生危害将造成庞大的费用支出，但如果在危害发生之前采取相应的防止对策，反而会节省开支。

与此同时，如上所述，二十世纪七十年代，日本开始了全世界最为严苛的汽油机动车尾气排放限值标准。标准刚刚出台时，这个水平的尾气对策在技术上曾经一度被认为是不可能完成的任务，但东洋工业和本田技研工业成功实现了批量化生产。这些厂家在日本国内并非顶尖级别，但这种经历大幅提升了企业形象，同时也有助于提高尾气排放性能和改善油耗，最终使企业的竞争力得到提升。日本国内其他的机动车厂家也紧随其后，使日本机动车厂家的发动机性能达到了世界最高水平，并最终推动机动车逐步发展为日本主要的出口产业。

虽然环境管控严苛，但同时也转化为推动技术开发、创新环境适应产品、提升企业能力的动力，这样的认识逐步得以扩展。

另一方面，环境相关的设备投资，对于引进设备的企业来说是需要花费成本的，但对于生产这些设备的企业来说则是收入，且其市场的规模极为庞大。例如，2000 年度（平成 12 年度）环保产业的产值高达 16,432 亿日元。而且不仅是机械设备的生产行业，如果将家电产品和机动车的循环再利用等循环产业服务也纳入环保产业，其涉及的领域将更加广泛，同时可以创造相应的就业机会。

由此可见，虽然考虑环境对策的经济效益时，必然包含成本、创造就业机会、提高竞争力等各种不同的侧面，但如果合理开展环境对策，必将带来技术革新、就业保障及相应的辐射效果等经济效益，并且从防患于未然的效益上来看，对于经济来说，环境对策带来的当然是利大于弊的积极影响。

出处：《日本的公害经验 忽视环境的经济的不经济》（地球环境经济研究会编著、联合出版）
《平成 14 年度版（2002 年）环境白皮书》（环境省）
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?serial=12901&bflg=1&kid=215>

表 2-17 日本的公害所见受害金额与对策费用的推算比较

	年受害金额	年对策费用
四日市公害	210 亿 700 万日元	147 亿 9,500 万日元
水俣病	126 亿 3,100 万日元	1 亿 2,300 万日元
痛痛病	25 亿 1,800 万日元	6 亿 200 万日元

出处：《平成 14 年度版（2004 年）环境白皮书》（环境省）
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=215&serial=12905&bflg=1>
注：以上为仅针对可进行费用评估的受害内容进行货币换算的结果。

2.2.6. 地球环境时代市民开展的活动

针对包括四大公害事件在内的公害问题，市民以“反公害运动”的方式奋起反击，推动了国家和自治体、企业采取相应的举措。1990 年前后开始，市民的环境意识逐渐从“反公害”转向“环保”。以往更多的是针对国家和自治体、企业，诉求加强公害防治的“权利恢复型”或者“诉求型”运动，而近年来，这种类型的运动逐渐减少，取而代之的是要求进一步完善环境保护政策，或者针对源于与日常生活行为关系密切的社会经济结构、生活方式等造成的环境问题的“提案”与“践行”环保型运动不断高涨。

同时，环境基本法（1993 年）明确指出了环境教育与环境学习的重要性，文部科学省公布的“学习指导要领”也规定，从小学到高中，包括理科和社会学科在内各教科领域均需融入环境相关的教学内容（表 2-18）。

此外，旨在促进每个社会个体践行“绿色采购”环保行为的各种环保标识制度也得以确立（表 2-19）。绿色采购是指每一个消费者的消费行为，通过在市场供给的产品或服务中优先选择环境负荷少的产品或服务，推动提供产品或服务的企业致力于减轻环境负荷的活动。曾经有意见指出，绿色采购面临的问题是“环保产品相关的正确信息不足”，环保标识由此应运而生。这些环保标识不仅对于个人的消费活动，对于大量采购和消耗文具等产品的办公设施来说也是极为有效的环保选择，在规定国家等官方机构必须率先采购环保产品等内容的“绿色采购法”中，作为采购时的判断参考标准也规定要充分注意环保标识。日本的办公设施通常利用产品目录以邮购的方式采购办公用品，这些办公用品目录也开始将环保标识等作为候选时的参考条件，环保标识已经逐步渗透到全社会。

2011 年 3 月 11 日发生东日本大地震以来，为了缓解核电厂停止运营造成的电力供给压力等而开展的节电对策过程中，LED 灯泡、“绿色窗帘”等藤蔓类绿植的销售数量急剧攀升，考虑“提高门窗和墙壁的隔热

性能”、“引进太阳能发电等可再生能源、更换高效热水器”等的消费者与震灾前相比也大幅增加。包括震灾和震灾带来的供电压力等社会经济环境的变化，不仅提高了人们防灾意识，同时也引发了生活方式方面的价值观转变。

出处：《概观：环境行政史》（川上毅、环境研究、No. 165）

《平成 12 年度版（2000 年）环境白皮书》（环境省）

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=212&serial=12100&bflg=1>

《平成 23 年度版（2011 年）环境白皮书》<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h24/html/hj12010202.html>

表 2-18 学习指导要领涉及的环境教育

	小学	初中	高中
社会科	<ul style="list-style-type: none"> ● 节水、节电 ● 自然环境保护 ● 防止森林自然灾害 	<ul style="list-style-type: none"> ● 世界的环境多样性 ● 环境、能源问题 ● 社会的可持续发展 	<ul style="list-style-type: none"> ● 社会的可持续发展 ● 环境、资源和能源问题
理科	<ul style="list-style-type: none"> ● 观察身边的大自然 ● 生物与环境的关系（食物链） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 能源转换 ● 全球变暖 	<ul style="list-style-type: none"> ● 能源转换与储存 ● 塑料和金属的性质与资源的再利用 ● 全球变暖、臭氧层破坏、生物多样性
其他	<ul style="list-style-type: none"> ● 健康状态与环境 	<ul style="list-style-type: none"> ● 生物的培养 ● 家庭消费生活的环境影响 	<ul style="list-style-type: none"> ● 环境卫生活动

出处：《学习指导要领中涉及“环境教育”的主要内容比较》（文部科学省）

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kankyuu/_icsFiles/afieldfile/2013/01/22/1329192_1.pdf

注：摘自新学习指导要领（平成 20 年（2008 年）公告）中的内容。

表 2-19 日本环境标识等示例

名称	标识（示例）	特点
环保标识		<ul style="list-style-type: none"> ● 对关注整个产品生命周期、有助环保的商品进行认定，并加以标示的制度 ● 对象涉及广泛的商品（物品、服务），按照商品类型制定公布了认定标准，并于 1989 年开始实施
低排放车认定		<ul style="list-style-type: none"> ● 显示机动车尾气减排水平的标识制度，经机动车生产者申请，由国土交通省认定
油耗达标车标签		<ul style="list-style-type: none"> ● 在机动车厂家等的协助下，针对达到节能法（关于能源使用合理化的法律）规定的油耗标准限值以上的低油耗机动车，将标签粘贴在机动车的醒目位置
国际能源之星计划		<ul style="list-style-type: none"> ● 用于电脑等办公设备符合运行和休眠状态下电力消耗标准的商品 ● 除日本、美国以外，还有 EU 等共 9 个国家和地区联合实施
节能标识制度		<ul style="list-style-type: none"> ● 显示节能法规定的节能标准的达标程度的标识制度 ● 节能标准达标的产品可用绿色标识，未达标的为橙色标识。
绿色标识		<ul style="list-style-type: none"> ● 在原料中使用达到规定比例以上废旧纸张的标识 ● 旨在扩大废旧纸张的利用比例，促进纸张的循环再利用。
可回收标识		<ul style="list-style-type: none"> ● 推动容器等使用后再利用和循环利用的标识 ● 根据“关于促进资源有效利用的法律（资源有效利用促进法）”进行标识，以促进分类回收

出处：《环保标识等数据库》（环境省）<http://www.env.go.jp/policy/hozen/green/ecolabel/f01.html>

注：根据不同级别和领域，现有标识众多，以上仅为部分示例。可回收标识从严格意义来说并非环保标识，此处一并列出，仅供参考。

2.3. 掌握大气污染现状及预测未来的方法

2.3.1. 通过持续自动监测掌握大气污染现状

(1) 监测站的建设情况

日本自上世纪七十年代开始就以环境标准规定的大气污染物为中心进行持续自动监测。每小时的速报值在“蚕豆君（环境省大气污染物广域监测系统）”¹⁶上实时公布，包括环境标准达标情况在内的全年测定结果，也会在环境省网站上以“大气污染状况”¹⁷的形式予以公布。

持续自动监测的对象物质及目前的监测站数量如表 2-20 所示。

表 2-20 日本的持续自动监测对象物质及监测站数量

	一般环境大气 监测站	机动车尾气 监测站	合计
二氧化氮 (NO ₂)	1,285	406	1,691
悬浮颗粒物 (SPM)	1,320	394	1,714
光化学氧化剂	1,142	30	1,172
非甲烷总烃 (NMHC、参考)	335	162	497
二氧化硫 (SO ₂)	1,022	59	1,081
一氧化碳 (CO)	68	241	309
细颗粒物 (PM _{2.5})	312	123	435

出处：《2012 年度大气污染状况》（环境省）http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h24/index.html

注1： 各类监测站的差别如下。

(A) 一般环境大气监测站（一般站）的目的是掌握一般生活环境的大气污染状况。

(B) 机动车尾气监测站（汽排站）的目的是掌握容易受机动车尾气影响的地区的大气污染状况。

注2： 本表所示监测站数量是有效监测站的数量。有效监测站的定义如下。

(A) 对光化学氧化剂、非甲烷总烃以外的大气污染物，年测定时间超过 6,000 小时的监测站为有效监测站。

(B) 对光化学氧化剂，有 1 小时以上日间测定值（6~20 时的 1 小时值）的监测站为有效监测站。（《大气污染物年测定结果用语》（大阪府）

http://taiki.kankyo.pref.osaka.jp/taikikanshi/taiki_sokutei/h19/pdf/1/1-01.pdf）

(C) 有非甲烷总烃 6~9 时 3 小时连续测定的所有测定值的监测站为有效监测站。（《大气污染物年测定结果用语》（大阪府）

http://taiki.kankyo.pref.osaka.jp/taikikanshi/taiki_sokutei/h19/pdf/1/1-01.pdf）

注3： 非甲烷总烃没有环境标准，但作为导致光化学氧化剂的原因物质进行测定。

注4： 细颗粒物的持续自动监测开始于 2010 年度（平成 22 年度），目前正在增设监测站。

¹⁶ “蚕豆君（环境省大气污染物广域监测系统）”（环境省）<http://soramame.taiki.go.jp/>

¹⁷ “大气污染状况”（环境省）<http://www.env.go.jp/air/osen/index.html>

(2) 二氧化氮 (NO₂)

2012年度(平成24年度)的NO₂有效监测站数量为1,691处(一般站1,285处、汽排站406处)。经过长期评估(全年小时值的日均值中,从低向高相当于第98%的值的0.04ppm到0.06ppm区间内或以下)的环境标准达标站中,一般站为1,285处(100%)、汽排站为403处(99.3%)。近年来,一般站中所有的有效监测站均达到环境标准,汽排站与2011年度(平成23年度)相比,达标率下降了0.2个百分点,但依然维持在较高水平(图2-3、图2-4)。

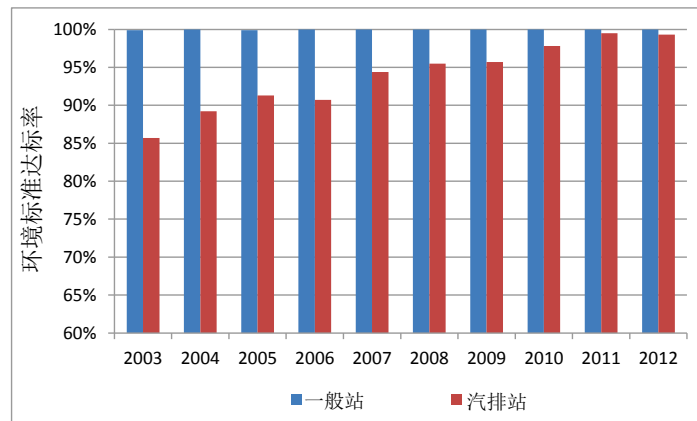


图2-3 二氧化氮环境标准达标率的变迁

出处: 根据环境省“大气污染状况” http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h24/figs1.html 编制

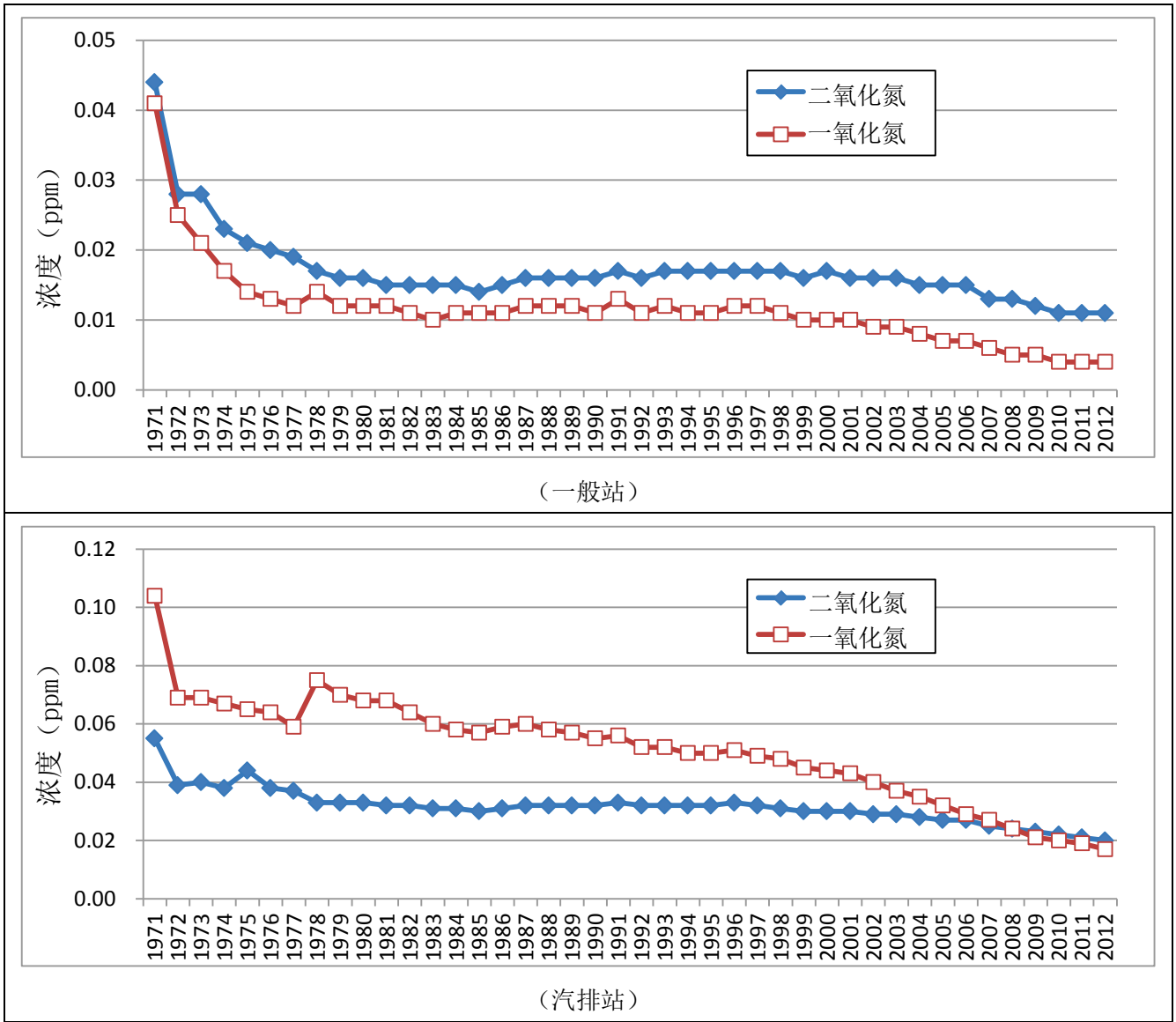


图 2-4 二氧化氮及一氧化氮浓度的年平均值变迁

出处：根据环境省“大气污染状况” http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h24/figs1.html 编制

(3) 悬浮颗粒物 (SPM)

2012 年度 (平成 24 年度) 的 SPM 有效监测站数量为 1,714 处 (一般站: 1,320 处、汽排站 394 处)。

经过长期评估 (全年小时值的日均值中, 除去自高向低 2% 范围的部分 (有 365 天测定值的, 为 7 天的测定值), 其最高值为 $0.10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下的) 的环境标准达标站中, 一般站为 1,316 处 (99.7%)、汽排站为 393 处 (99.7%), 与受到大规模沙尘暴影响而达标率较低的 2011 年度 (平成 23 年度) 相比, 一般站和汽排站的达标率分别改善了 30.5 个百分点和 26.8 个百分点 (图 2-5)。未达标的原因均为连续两天以上超过环境标准。

关于年平均值的变迁, 一般站和汽排站均呈现缓慢的下降趋势。

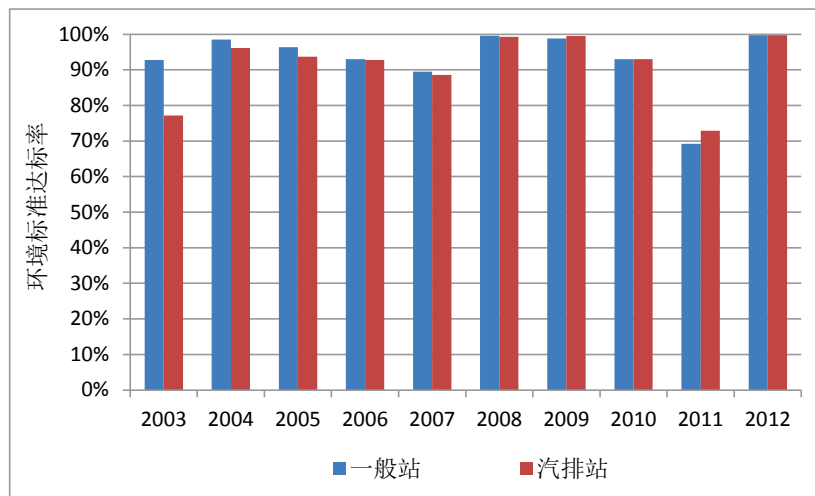


图 2-5 SPM 环境标准达标率的变迁

出处: 根据环境省“大气污染状况”http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h24/figs1.html 编制

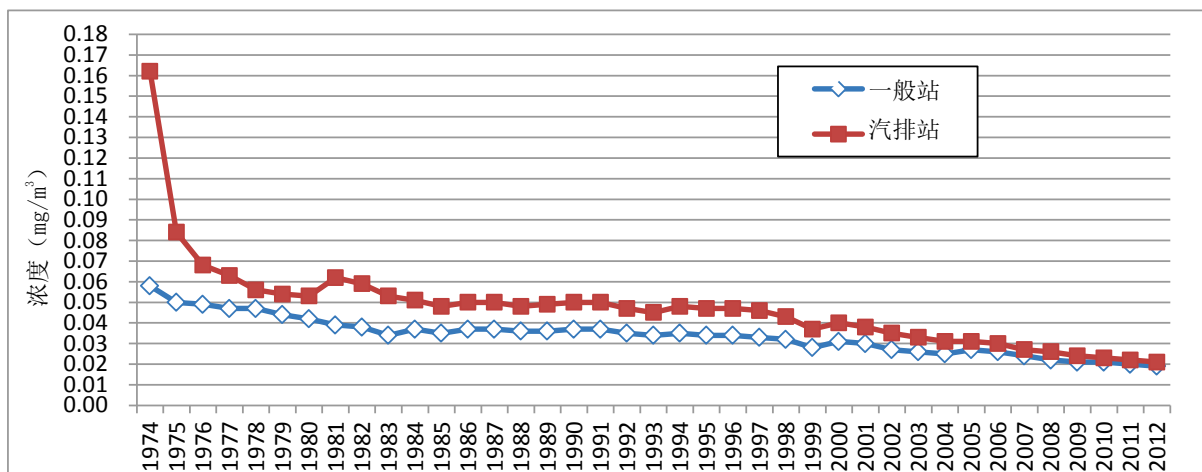


图 2-6 SPM 浓度的年平均值变迁

出处: 根据环境省“大气污染状况”http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h24/figs1.html 编制

(4) 机动车 NO_x、PM 法对策地区的情况

日本在《关于机动车氮氧化物及颗粒物排放特定地区的总量减排特别措施法》(机动车 NO_x、PM 法)中,将城市及其周边定为“对策地区”,强化机动车尾气对策。

2012 年度(平成 24 年度),所有对策地区的有效监测站数量为 634 处(一般站:418 处、汽排站:216 处)。其中,经过长期评估的环境标准达标站,一般站为 418 处(100%),汽排站为 213 处(98.6%),一般站的全部有效监测站均达到环境标准,汽排站与 2011 年度(平成 23 年度)相比,达标率下降了 0.5 个百分点,但依然维持在较高的水平(图 2-7、图 2-8)。

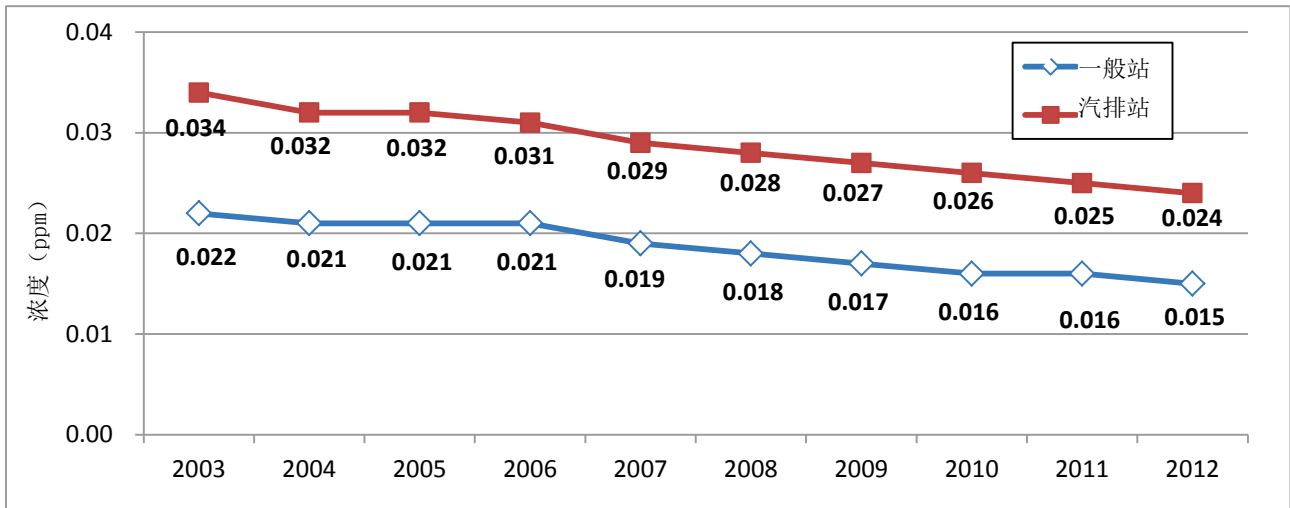


图 2-7 机动车 NO_x、PM 法对策地区的二氧化氮浓度年平均値变迁

出处:根据环境省“大气污染状况”http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h24/figs1.html 编制

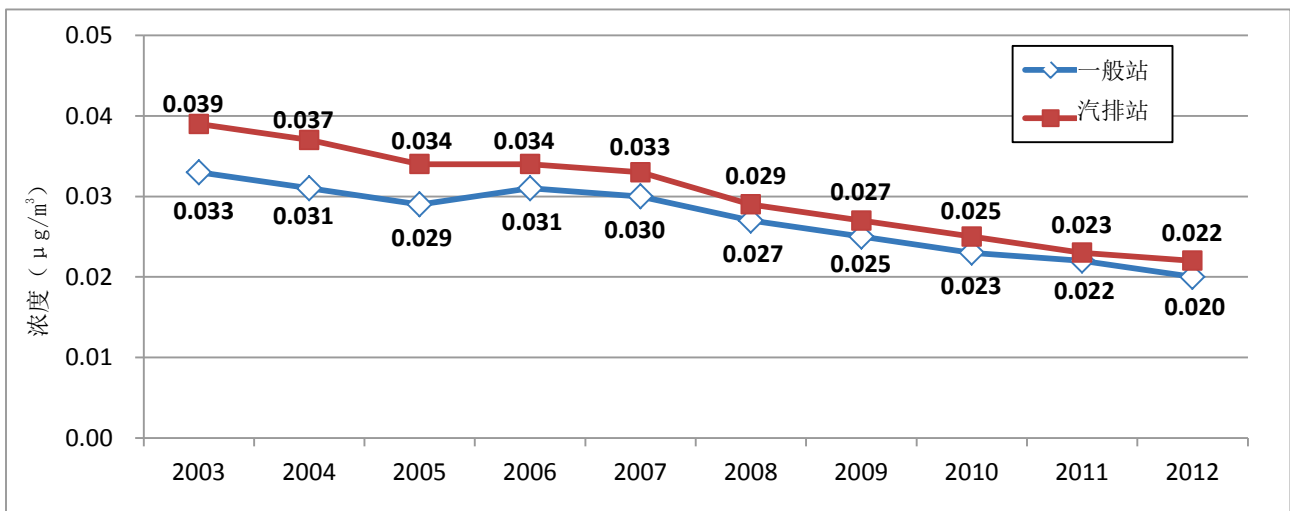


图 2-8 机动车 NO_x、PM 法对策地区的 SPM 浓度年平均値变迁

出处:根据环境省“大气污染状况”http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h24/figs1.html 编制

(5) 光化学氧化剂 (Ox)

2012 年度（平成 24 年度）的光化学氧化剂监测站数量为 1,172 处（一般站：1,142 处、汽排站：30 处）。其中，环境标准达标站的数量为：一般站 5 处（0.4%）、汽排站 0 处（0%），水平依然很低（图 2-9）。

日间的日最高小时值的年平均值近年来呈逐渐上升趋势，但与 2011 年度（平成 23 年度）相比，2012 年度（平成 24 年度）一般站及汽排站均下降 0.012ppm，连续两年下降（图 2-10）。从日间小时值不同浓度水平的比例变化来看，一般站及汽排站的小时值在 0.06ppm 以下的比例分别为 93.9%和 96.5%，0.06ppm 以上但不足 0.12ppm 的比例分别为 6.1%和 3.5%，0.12ppm 以上的比例均为 0.0%。

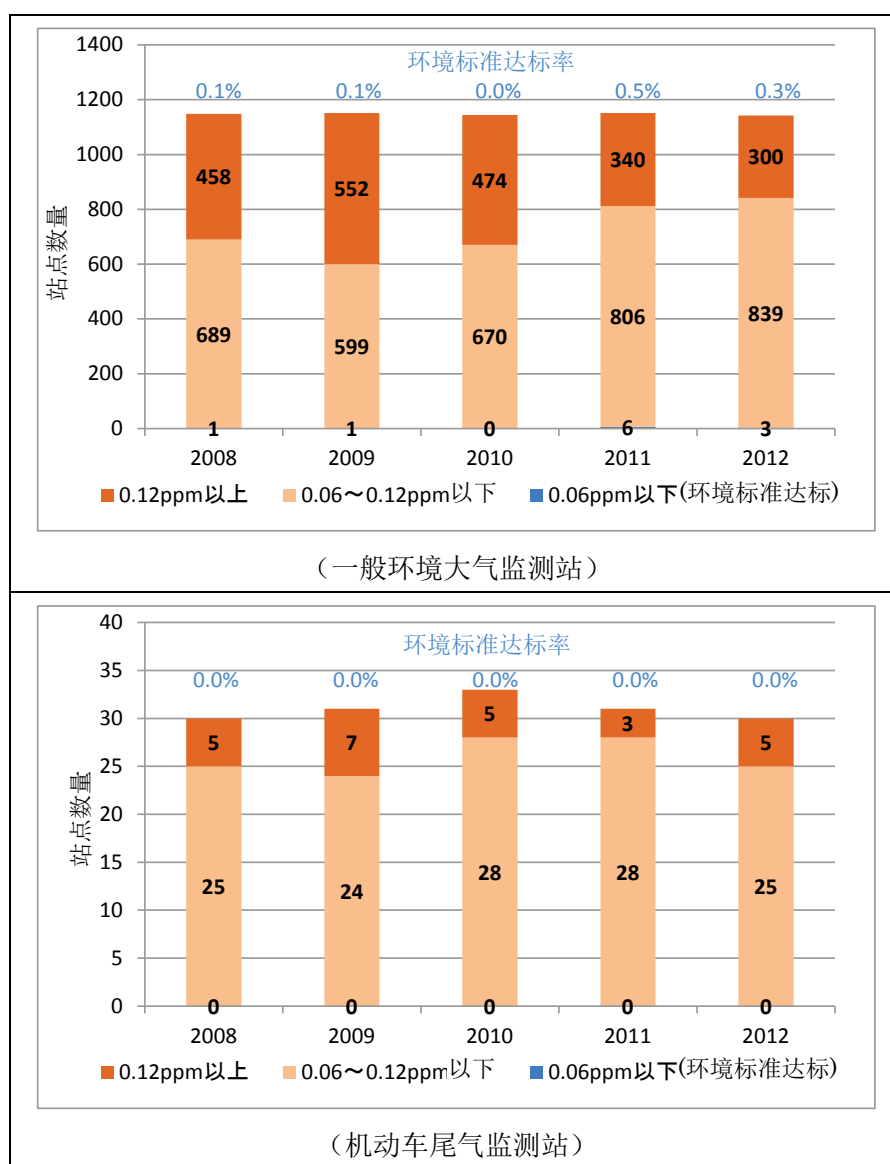


图 2-9 光化学氧化剂（日间的日最高 1 小时值）不同浓度水平的监测站数量变迁

出处：根据环境省“大气污染状况” http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h24/figs1.html 编制
 注：光化学氧化剂浓度小时值的 0.12ppm、0.24ppm，分别为光化学氧化剂预警信息和警报发布水平。光化学氧化剂预警信息和警报是在光化学氧化剂的浓度达到一定水平以上，且根据气象情况认为还将持续时发布。警报的发布水平由都道府县等自行确定，一般超过 0.24ppm 时发布。出处：“光化学氧化剂预警信息和警报发布标准”（环境省） <http://soramame.taiki.go.jp/index/setsumeikoumoku.html>

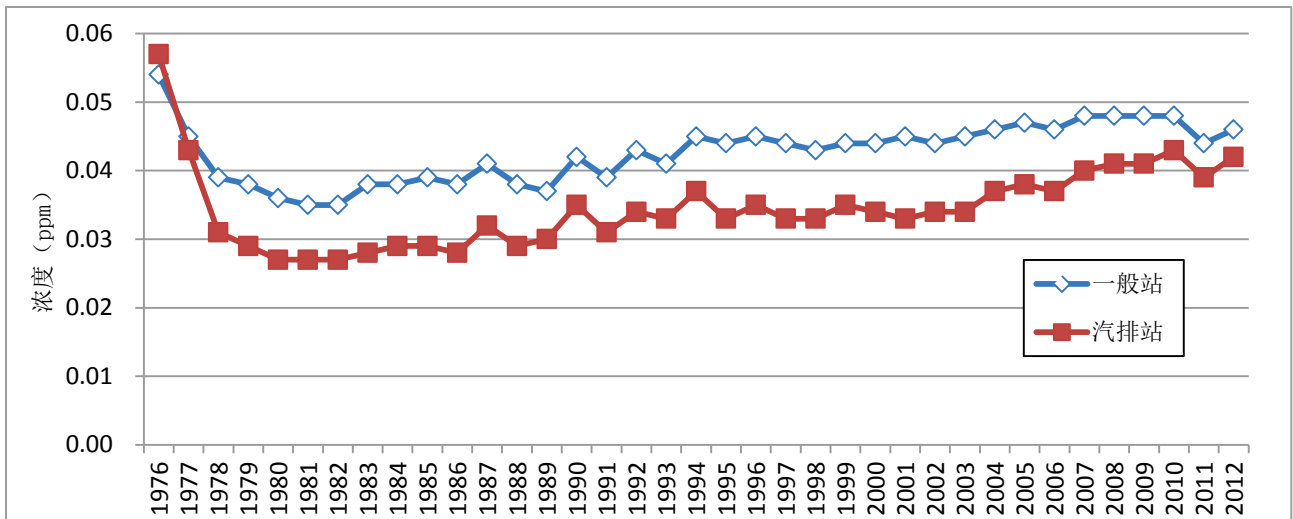


图 2-10 光化学氧化剂（日间的日最高 1 小时值）的年平均值变化

出处：根据环境省“大气污染状况” http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h24/figs1.html 编制

(6) 二氧化硫 (SO₂)

2012 年度（平成 24 年度）的 SO₂ 有效监测站数量为 1,081 处（一般站：1,022 处、汽排站：59 处）。经过长期评估（日均值的全年 2% 排除值在 0.1ppm 以下）的环境标准达标率，一般站为 1,019 处（99.7%）、汽排站为 59 处（100%），状态持续良好（图 2-11）。未达到环境标准的只有鹿児島县的测定结果，主要原因是活火山樱岛的喷发等自然现象导致的。

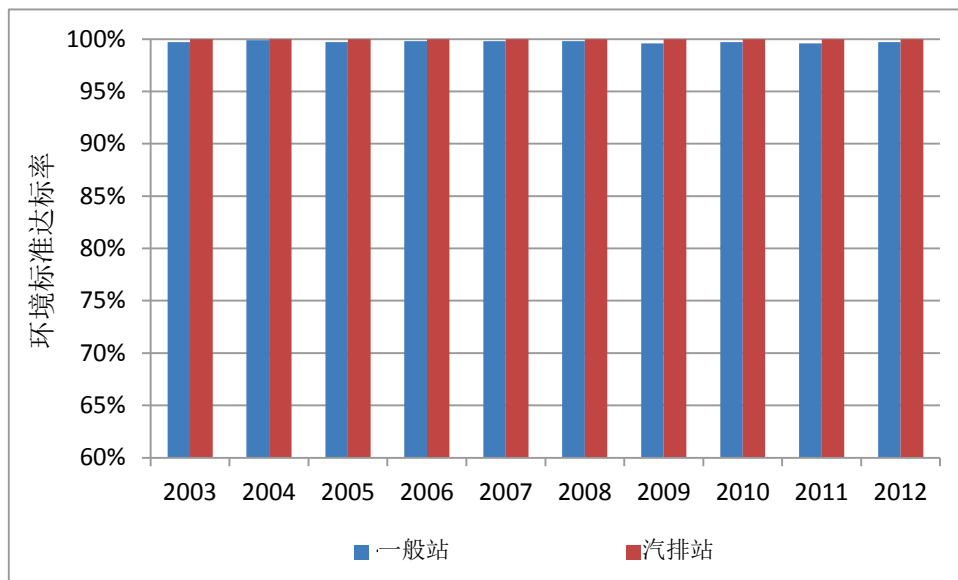


图 2-11 二氧化硫的环境标准达标率变迁

出处：根据环境省“大气污染状况” http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h24/figs1.html 编制

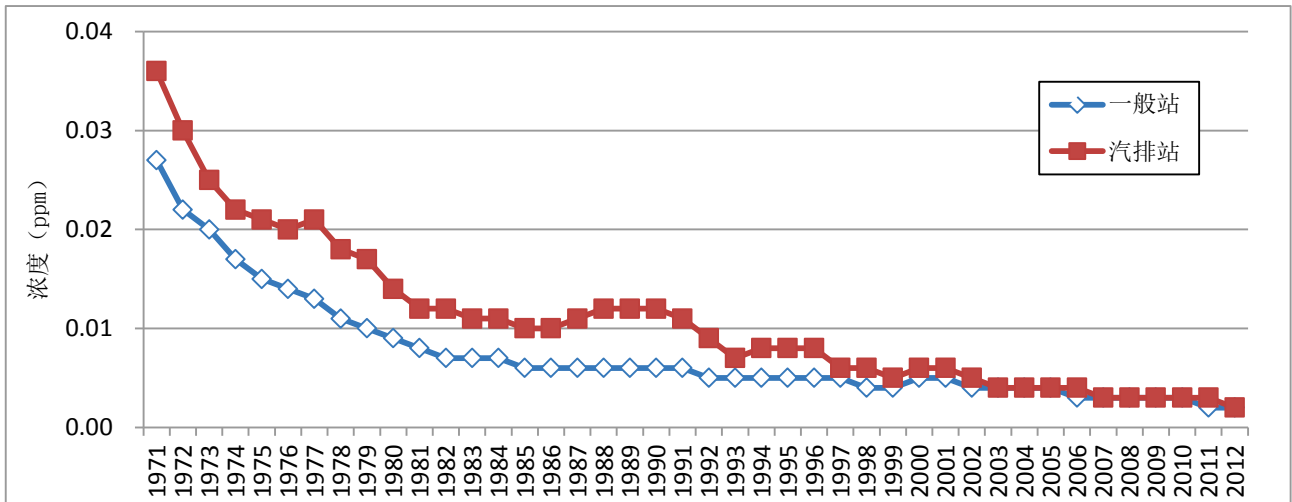


图 2-12 二氧化硫的年平均浓度变化

出处：根据环境省“大气污染状况” http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h24/figs1.html 编制

(7) 一氧化碳 (CO)

2012 年度（平成 24 年度）的一氧化碳有效监测站数量为 309 处（一般站：68 处、汽排站：241 处）。经过长期评估（日平均值的全年 2% 排除值在 10ppm 以下），1983 年度之后所有监测站均达到环境标准，状况持续良好（图 2-13）。年平均浓度与上世纪七十年代相比显著下降，近年来一般站基本保持不变，汽排站呈缓慢下降趋势。

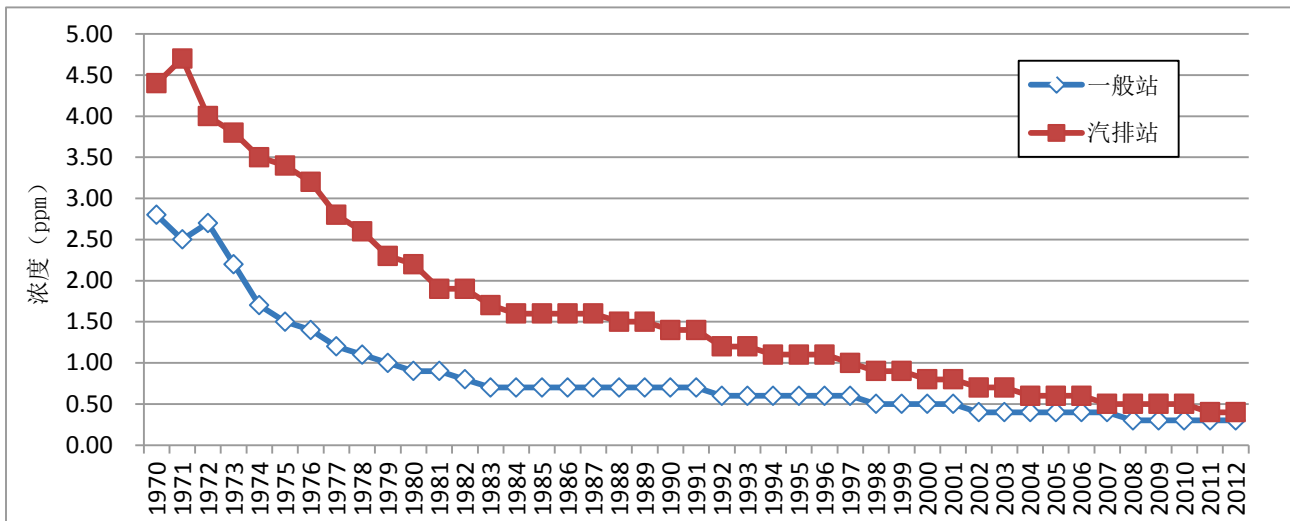


图 2-13 一氧化碳浓度的年平均浓度变化

出处：根据环境省“大气污染状况” http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h24/figs1.html 编制

(8) 细颗粒物 (PM2.5)

2012 年度 (平成 24 年度) PM2.5 的有效监测站数量 (用于测定的设备为等价设备, 且全年测定天数在 250 天以上的监测站) 为 435 处 (一般站: 312 个、汽排站: 123 个)。

环境达标情况, 一般站 135 处 (43.3%)、汽排站 41 处 (33.3%)。从年平均值看, 一般站为 $14.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、汽排站为 $15.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

由于环境标准的达标率较低, 需要继续强化持续自动监测体制并积累观测数据, 同时根据成分分析结果等解析不同排放源的贡献及二次生成机理, 为提高环境标准的达标率采取积极措施。

表 2-21 PM2.5 的环境达标情况

		一般站	汽排站
有效监测站		312 处	123 处
环境标准达标站 (长期标准和短期标准均达标的监测站)		135 处 (43.3%)	41 处 (33.3%)
环境标准未达标站		177 处 (56.7%)	82 处 (66.7%)
	长期标准达标的监测站 (短期标准未达标)	57 处 (18.2%)	15 处 (12.2%)
	短期标准达标的监测站 (长期标准未达标)	4 处 (1.3%)	6 处 (4.9%)
	长期标准和短期标准均未达标的监测站	116 处 (37.2%)	61 处 (49.6%)

出处: 环境省“大气污染状况” http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h24/full.pdf

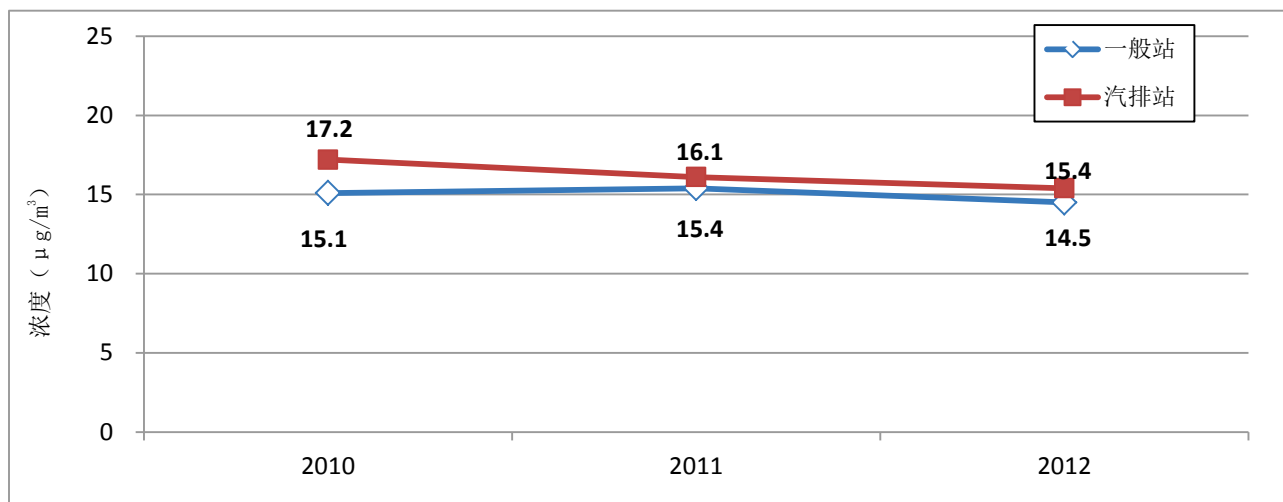


图 2-14 PM2.5 浓度年平均值变化

出处: 环境省“大气污染状况” http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h24/full.pdf

(9) 非甲烷总烃 (NMHC)

日本没有 VOC 相关的环境标准, 但作为导致光化学氧化剂等的原因物质, 对 NMHC 的环境浓度进行了持续测定, 确认了 NMHC 浓度在逐年降低 (图 2-15)。

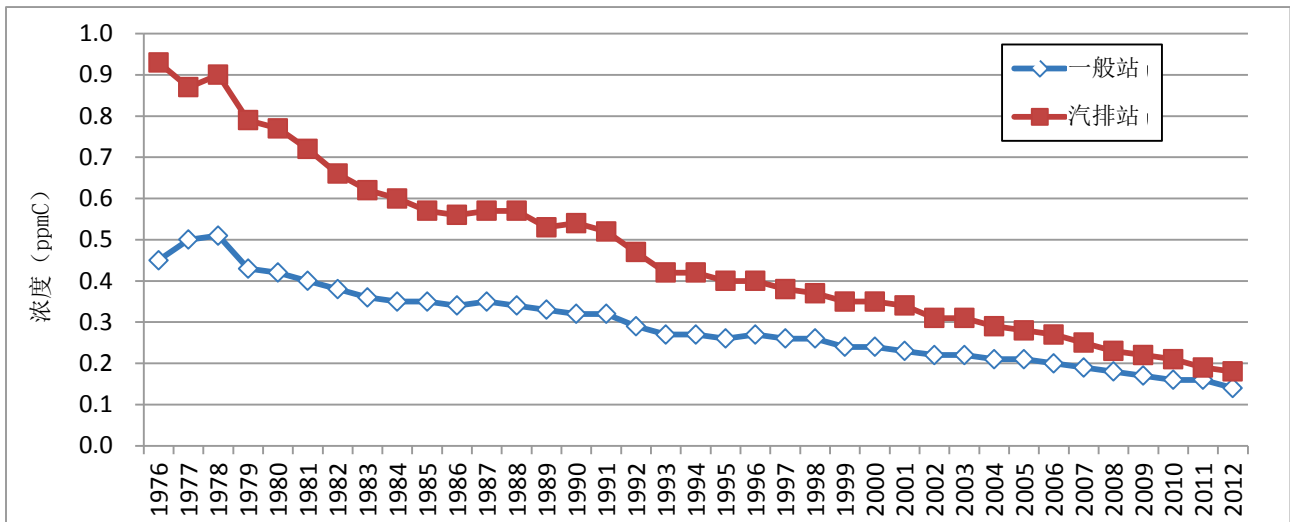


图 2-15 日本的 NMHC 浓度（上午 6 时~ 9 时的年平均值）变化

出处：环境省“大气污染状况” http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h24/figs1.html

2.3.2. 大气污染物排放情况的掌握方法

为掌握大气污染物的排放情况，日本持续开展了调查，调查情况如表 2-22 所示。关于PM2.5 排放清单¹⁸及发生源成分谱¹⁹的建立，之前开展了各类研究，但用于今后政策探讨的PM2.5 排放清单及发生源成分谱的建立，目前正由环境省“PM2.5 排放清单及发生源成分谱制定研究会”负责开展。

表 2-22 日本的大气污染物排放情况调查

调查名称	概要
大气污染物排放量综合调查	<ul style="list-style-type: none"> ● 每隔三年对大气污染防治法的控制对象工厂、作业场所排放的硫氧化物、氮氧化物及煤尘的排放量动向等进行调查。 ● 其目的是作为推动大气环境行政的基础资料，由环境省实施，但没有法令上的依据。 ● 向建有调查对象设施的工厂、作业场所发放调查表，以问卷调查的方式实施。 ● 统计调查的对象单位不承担报告义务。
VOC 排放清单调查	<ul style="list-style-type: none"> ● 每年推算固定发生源的 VOC 排放量。 ● 其目的是掌握控制及自主措施的两类 VOC 排放对策的进展情况，由环境省（挥发性有机化合物（VOC）排放清单研究会）实施，但没有法令上的依据。 ● 推算不同“发生源品目”（根据发生源使用的产品等进行分类）的排放量。 ● 推算的方法有 4 种，①用排放系数推算；②用行业团体等的自主行动计划的报告值进行推算；③引用 PRTR 的申报、推算值；④其他。 ● 具体情况见下文 ● 统计调查的对象单位不承担报告义务。
机动车尾气单位排放量及总量核定研究调查	<ul style="list-style-type: none"> ● 环境省（机动车尾气单位排放量及总量调查研究会）开展了机动车尾气排放量核算以及作为计算依据的单位排放量调查，但没有法令上的依据。 ● 对象是氮氧化物、碳化氢、颗粒物。 ● 利用“测功试验台”在实验室再现实际道路行驶条件，掌握不同车型不同速度的单位排放量。 ● 根据道路交通普查、机动车运输统计年报等，计算不同车型的行驶距离。 ● 利用这些数据，计算每辆机动车的年排放量以及国内所有机动车的尾气排放总量。
PRTR	<ul style="list-style-type: none"> ● PRTR 制度是指对于有可能伤害人体健康和生态系统的化学物质，企业应掌握本企业向环境（大气、水、土壤）中的排放量及包括废弃物在内转出本企业的转移量，并向国家申报，同时，国家根据申报数据和推算结果，统计排放量和转移量，并予以公布。 ● 经济产业省及环境省根据《掌握特定化学物质向环境中的排放量及促进管理改善的相关法律》（化学物质排放掌握管理促进法、化管法），负责实施申报统计、申报外推算等。 ● 对象物质包括苯、甲苯、二甲苯等有机物、砷、镍、铬及其他无机化合物等无机物，共计 462 种。 ● 每年，企业申报排放量，国家进行推算并公布。 ● PRTR 制度规定的申报对象企业如果不进行申报或申报虚假数据的，被处以 20 万日元以下罚款。

出处：根据下列资料编制。

¹⁸PM2.5 不是单一的化学物质，而是由不同成分构成的颗粒物，它不仅包括发生源直接排放的一次颗粒物，还包括发生源排放物质在大气环境中经过化学反应和颗粒化后生成的二次颗粒物，因此 PM2.5 排放清单中需要掌握 PM2.5 的不同成分排放量以及二次颗粒物的不同成分原因物质。

¹⁹ PM2.5 不是单一的化学物质，而是由各种成分构成的颗粒物。所谓发生源成分谱，是对各发生源排放的 PM2.5 的元素碳（EC）、有机碳（OC）、金属元素及离子成分进行分析，计算 PM2.5 每个单位质量中所含的相应成分的质量。

《环境统计集》(环境省) <http://www.env.go.jp/doc/toukei/contents/exceldata/meta02.xls>
《大气污染物排放量综合调查(平成20年度实际情况)》(环境省)
http://www.env.go.jp/air/osen/kotei/haishutsu/h21_rep.pdf
《VOC排放清单》(环境省) <http://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory.html>
《机动车尾气单位排放量及总量相关调查结果》(环境省)
<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=349>
《化学物质排放掌握管理促进法》(经济产业省) http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/

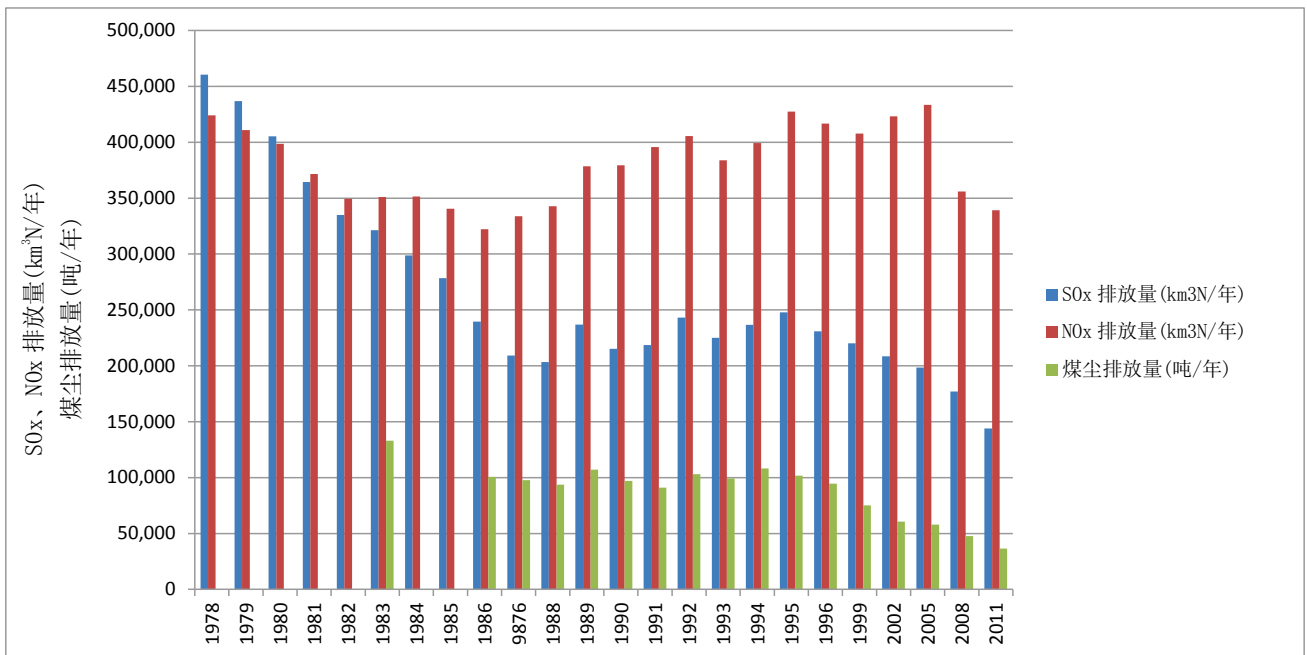


图 2-16 大气污染物排放量综合调查结果

出处：《大气污染物排放量综合调查结果概要（平成 23 年度实际情况）》（环境省）

http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=24370&hou_id=18034

注1： 1987、1988、1990、1991、1993、1994 年度为抽样调查结果。

注2： 2011 年度的调查对象不包括应急设施。

注3： 硫氧化物排放量等包括追加控制对象设施后增加的部分。

2.3.3. 大气环境模拟

日本建立的一般可利用的大气环境模拟模型及手册等的概要如表 2-23 所示。

这些模拟模型是比较简易的解析解模型（图 2-19），自上世纪七十年代公害严重时期开始广泛使用，不仅用于环境影响评价，还用于硫氧化物总量控制、氮氧化物和 SPM 的控制及对策、行政对策的探讨等。

近几年，为了评估二次大气污染等，开发了对气象条件和大气中的化学变化及颗粒化等进行精确计算的数值解模型，目前主要用于研究（图 2-20）。

表 2-23 日本建立的大气环境模拟模型

名称	概要
氮氧化物 总量控制 手册	<ul style="list-style-type: none"> ● 说明工厂、作业场所、机动车、船舶、飞机、小规模发生源等氮氧化物发生源信息的掌握方法、用于模拟的气象信息整理方法、利用烟羽模型进行扩散浓度模拟的方法、计算值与实测值一致性的确认方法等。 ● 由环境厅大气保全局大气控制课（当时）编辑，公害研究对策中心发行。 ● 书籍（ISBN-13: 978-4874880180）
悬浮颗粒物 污染预测手册	<ul style="list-style-type: none"> ● 关于悬浮颗粒物，除与氮氧化物总量控制手册相同的内容外，增加了利用统计模型等进行二次生成的计算方法、利用 CMB 法计算发生源贡献比例的方法等的说明。 ● 由环境厅大气保全局大气控制课（当时）监修，悬浮颗粒物对策研究会编制。 ● 书籍（ISBN-13: 978-4491013923）
Meti-LIS	<ul style="list-style-type: none"> ● 掌握工厂、作业场所的排放口向大气中排放的化学物质在作业场所附近的浓度分布情况的软件（图 2-17）。 ● 设想苯、三氯乙烯、四氯乙烯等有害大气污染物从建筑物等排放到地面附近，可考虑建筑物影响因素的烟羽型扩散模型。 ● 由独立行政法人产业技术综合研究所开发。 ● 可在一般社团法人产业环境管理协会（http://www.jemai.or.jp/tech/medi-lis/download.html）下载。
AIST-ADMER	<ul style="list-style-type: none"> ● 用于掌握不同排放源向大气排放化学物质的地区浓度分布的软件（图 2-18）。 ● 空间分辨率 5km ● 可以下载已建立的用于 AIST-ADMER 的日本国内用气象数据等。 ● 版本 1.5 已公开了英文版（软件和手册均为英文版，但内藏数据仅有日本国内的）。 ● 由独立行政法人产业技术综合研究所开发。 ● ADMER-PRO 可对光化学氧化剂的二次生成进行计算。

出处：氮氧化物总量控制手册、悬浮颗粒物污染预测手册为书籍。

《有害大气污染物发生源周边的环境影响预测方法手册（经济产业省—低烟源工厂扩散模型：METI-LIS）Ver. 3.02》（经济产业省）

<http://www.jemai.or.jp/tech/medi-lis/detailobj-6117-attachment.pdf>

“ADMER2”（独立行政法人 产业技术综合研究所）<http://admer.aist-riss.jp/>

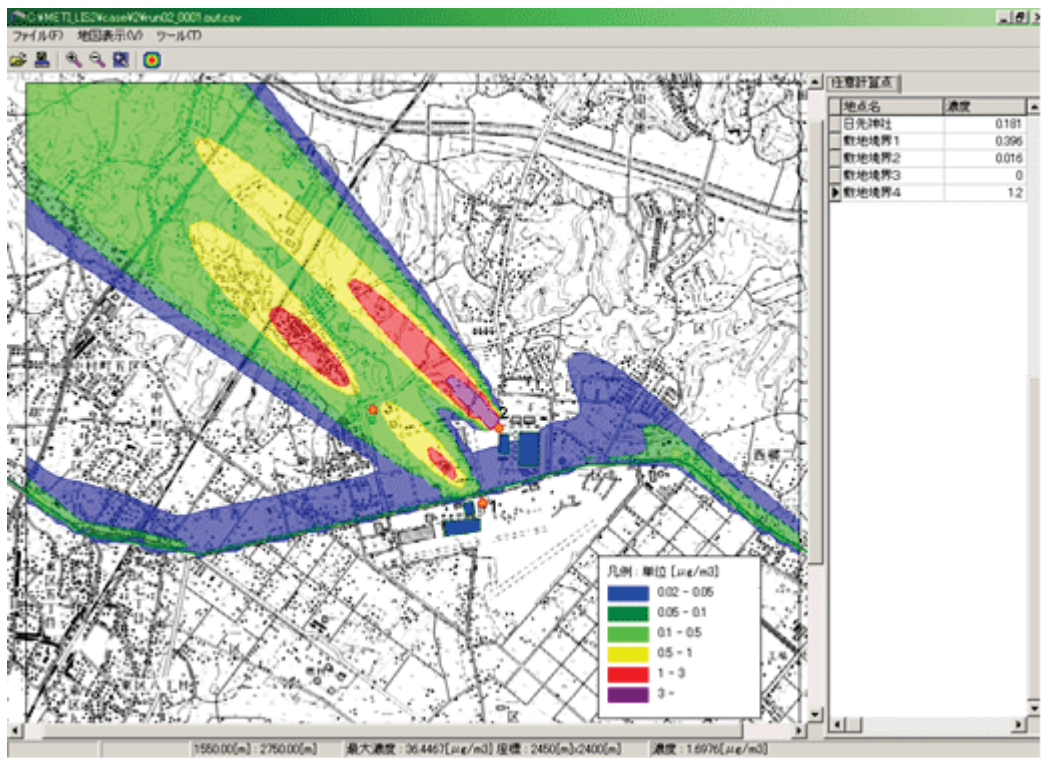


图 2-17 METI-LIS 的画面显示例

出处：独立行政法人产业综合研究所“Atmospheric Environment Team”
https://unit.aist.go.jp/riss/crm/crm_e/Atmospheric_e.html

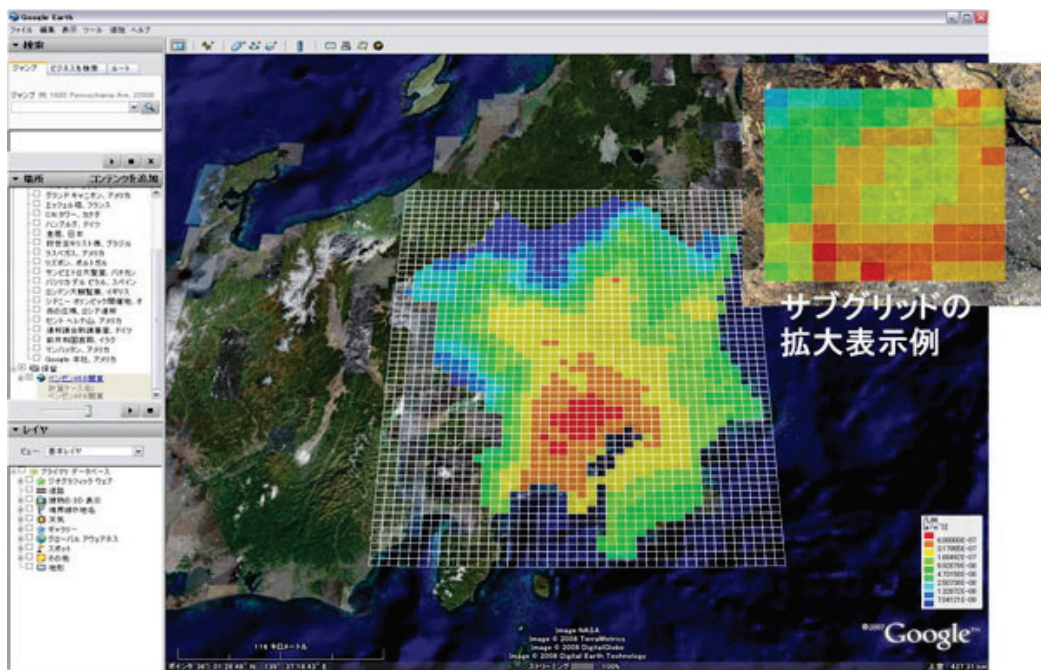


图 2-18 ADMER 的画面显示例

出处：独立行政法人产业综合研究所通讯“功能强化的“暴露、风险评估大气扩散模型（ADMER: Admer Ver. 2.5）”
 公开”
http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2008/pr20080805/pr20080805.html

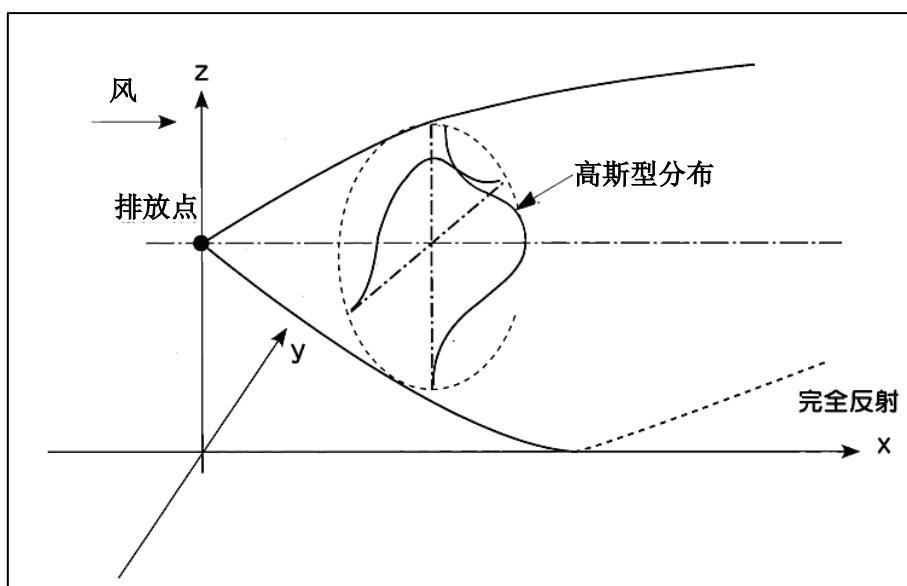


图 2-19 解析解模型示意图

出处：“大气圈扩散模拟模型”（一般财团法人高度情报科学技术研究机构）

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=06-03-05-02

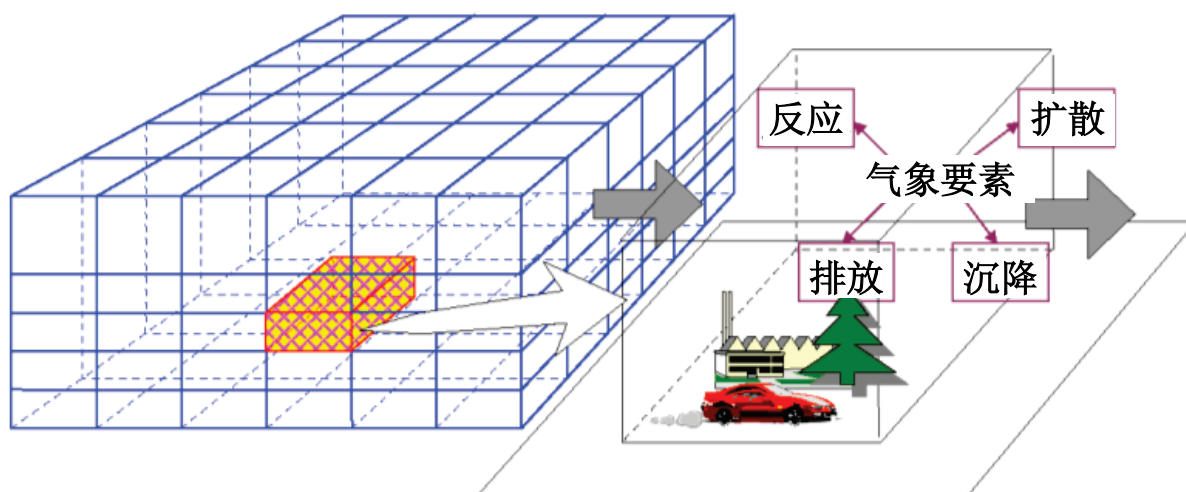


图 2-20 数值解模型示意图

出处：“ADMER PRO Version 1.0 操作手册”（独立行政法人产业技术综合研究所）

http://www.aist-riss.jp/software/admer-pro/ADMER-PRO_V10_manual.pdf

2.4. 日本大气环境对策年表与地图

表 2-24 日本大气环境对策相关年表

时期	事件
1932 年	大阪府公布“煤烟防止规则”（日本首次）。
1933 年	京都府制定“煤烟防止规则”。
1936 年	兵库县制定“煤烟防止规则”。
1952 年	岛根县与山阳纸浆江津工厂及大和纺织益田工厂之间缔结“公害防止备忘录。（日本首个公害防止协定）
1960 年	川崎市公布实施“公害防止条例”。
1962 年	“有关煤烟排放控制的法律”（煤烟控制法）公布。
1964 年	横浜市与电源开发株式会社及东京电力株式会社之间缔结公害防止协定。 （作为“横浜方式”成为其后全国自治体公害防止协定普及的契机）
1966 年	公害防止事业团设立。
1967 年	“公害对策基本法”公布施行。
1968 年	“大气污染防治法”公布施行。
1969 年	内阁会议批准“硫氧化物环境标准”等，日本大气环境标准第 1 号。 （小时值的日均值为 0.02ppm 以下，1973 年修订）
1970 年	公害国会制定或修订了 14 项相关法案。（制定公害犯罪处罚法、公害防止事业费企业负担法、海洋污染防治法、水质污染防治法、农用地土壤污染防治法、废弃物处理法，修订公害对策基本法、大气污染防治法、道路交通法、下水道法、自然公园法、噪声控制法、毒物及剧毒物取缔法、农药取缔法）
1971 年	环境厅成立（1 官房 4 局）
1973 年	四日市公害诉讼经地方法院判决，由此公布“关于公害健康损害补偿等的法律”。 （1974 年施行）
1973 年	SPM 环境标准确定“小时值的日均值为 0.10mg/m ³ 以下，且小时值为 0.20mg/m ³ 以下” 二氧化氮环境标准确定“小时值的 24 小时平均值为 0.02ppm 以下”（1978 年修订） 光化学氧化剂环境标准确定“小时（平均）值为 0.06ppm 以下” 二氧化硫环境标准修订“小时值的日均值为 0.04ppm 以下，且小时值为 0.1ppm 以下”
1974 年	国立公害研究所正式成立。
1974 年	大气污染防治法修订。开始实施氮氧化物、硫氧化物总量控制。
1978 年	二氧化氮环境标准修订“小时值的日均值为 0.04ppm-0.06ppm 的区间内或以下”
1990 年	国立公害研究所改组为国立环境研究所。
1991 年	川崎市制定“环境基本条例”。
1992 年	“关于特定地区机动车氮氧化物和颗粒物总量减排的特别措施法”（机动车 NO _x 法）公布。
1993 年	“环境基本法”公布施行。规定 6 月 5 日为“环境日”。中央公害对策审议会与自然环境保护审议会合并为中央环境审议会。
1994 年	“环境基本计划”（第一次）公布。
1999 年	内阁会议通过“关于促进特定化学物质环境排放量的把握等及管理改善的法律”（PRTR 法）。 （化学物质排放、移动量的申报与推算 2001 年度以后为对象）
2000 年	东京都“关于确保都民健康与安全的环境条例”修订。开始实施柴油机动车尾气控制（限行控制）。（控制开始时间为 2003 年 10 月起）
2001 年	环境厅改编为环境省（1 官房 4 局 2 部）
2001 年	机动车 NO _x 法修订。改为“关于特定地区机动车氮氧化物及颗粒物总量减排等的特别措施法” （机动车 NO _x 、PM 法）。 大气污染防治法修订。开始实施 SPM 总量控制。
2004 年	大气污染防治法修订。开始实施 VOC 排出控制对策。（控制开始时间为 2006 年 4 月起）

时期	事件
2005 年	“关于特定特殊机动车尾气控制的法律”公布
2009 年	PM2.5 环境标准确定“年平均值为 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下，且日均值为 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下”

出处:

- 《20 世纪日本环境史》（社团法人产业环境管理协会）
- 《环境历史年表》（株式会社大角）
- 《大阪市环境问题的历史》（大阪市）<http://www.city.osaka.lg.jp/kankyo/page/0000010561.html>
- 《昭和 47 年度（1972 年）版环境白皮书》（环境厅）
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=147&serial=856&bflg=1>
- 《昭和 48 年度（1973 年）版环境白皮书》（环境厅）
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=148&serial=1166&bflg=1>
- 《昭和 54 年度（1979 年）版环境白皮书》（环境厅）
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=154&serial=2973&bflg=1>
- “蚕豆君（环境省大气污染物广域监测系统）”（环境省）
<http://soramame.taiki.go.jp/index/setsumei/koumoku.html>

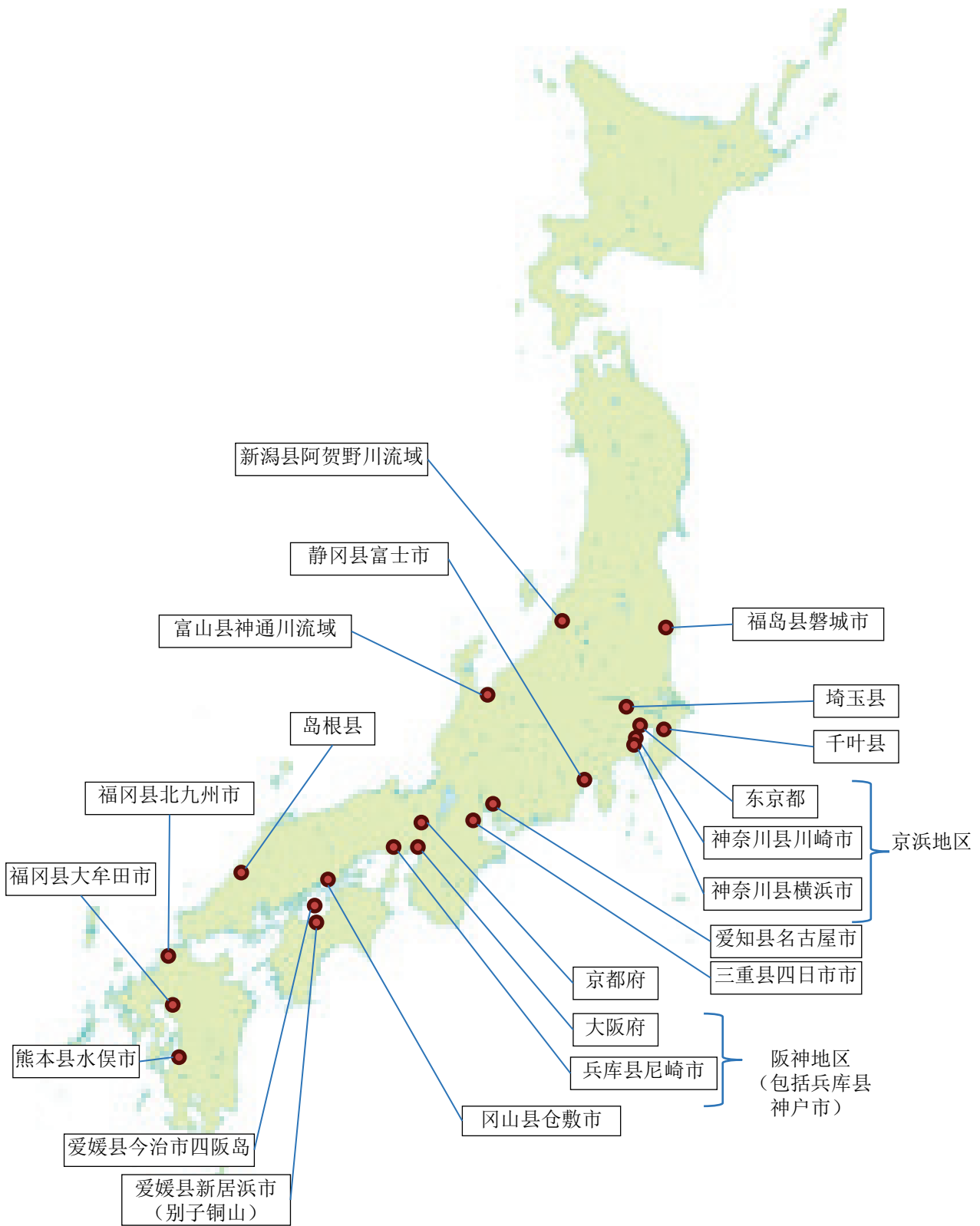


图 2-21 日本大气环境对策相关地图

注：此处记录了本文涉及的地区，本书所列地图并未覆盖日本所有领土。

3. VOC 排放控制对策

3.1. VOC 排放控制对策的探讨概要

2002 年（平成 14 年）前后，日本悬浮颗粒物（SPM）的环境达标率较低，光化学氧化剂（Ox）的平均浓度也呈现逐渐上升趋势，并且几乎所有监测站的监测结果都不达标。鉴于这种情况，2002 年（平成 14 年）开始探讨导致 SPM 及光化学氧化剂的原因物质之一、之前未曾控制的挥发性有机化合物（VOC）的排放控制对策，得出的结论是 SPM 及光化学氧化剂的环境改善可以实现，根据这一结果，2004 年（平成 16 年）修订了大气污染防治法，加入了 VOC 排放控制对策的内容。

日本探讨挥发性有机化合物（VOC）排放控制对策的情况概要如下（图 3-1）所示。

VOC 排放控制对策必要性的探讨（2002 年（平成 14 年））

- SPM 的环境达标率低。
 - 近年来光化学氧化剂的平均浓度逐渐上升，且光化学氧化剂的预警令发布天数维持在年平均 200 天的高位
- 2001 年（平成 13 年）颁布了机动车 NO_x、PM 法。
 - 目标是“到 2010 年度（平成 22 年度），颗粒物对策地区的悬浮颗粒物基本达到环境标准”

VOC 排放控制对策内容的探讨（2003~2004 年（平成 15~16 年））

- 推算排放量 → 2000 年度（平成 12 年度）的 VOC 年排放量约为 150 万吨
- 开展模拟 → 削减 30% 的 VOC 排放总量后，预计 SPM 及光化学氧化剂将得到很大改善。
 - 机动车 NO_x、PM 法对策地区的 SPM 环境达标率将达到约 93%
 - 不超过光化学氧化剂预警令发布水平的监测站的比例上升至约 90%
- 目标年与机动车 NO_x、PM 法一样，为 2010 年度（平成 22 年度）

- 法规限制与自主措施的最佳组合
 - 自主措施的绩效比高，可用灵活的方法实现减排。
 - 过去在其他有害大气污染物方面也取得过成果，自主措施的效果值得期待。
 - 法规限制对象是 VOC 排放量大、对大气环境影响大的以下 6 类设施：①涂装、②化学制品的干燥、③工业清洗、④印刷、⑤VOC 储存、⑥粘合
- 继续通过《VOC 排放清单》掌握排放量
 - 利用自主措施削减排放量方面，通过行业团体，在经济产业省的后续支持下，编入清单

VOC 排放控制对策评价（2010 年（平成 22 年）~）

- 2009 年度（平成 21 年度）的 VOC 排放量与 2000 年度（平成 12 年度）相比削减 35%，预计 2010 年度（平成 22 年度）可实现目标（2010 年（平成 22 年）时点）
 - 大气中的 NMHC 浓度也逐年下降
- 大气中的 SPM 稳步下降。认为可切实超过当初的预计
- 光化学氧化剂预警令的发布次数低于预计

- 提高模拟的精度，继续建立清单
- 探讨可表示光化学氧化剂相关环境改善效果的指标

图 3-1 日本 VOC 排放控制对策的探讨概要

出处：根据下列资料编制

《2010 年度 下期 VOC 对策方向探讨工作组报告》（下期 VOC 对策方向探讨工作组）

<http://www.env.go.jp/council/former2013/07air/y070-33/ref03.pdf>

《关于今后挥发性有机化合物（VOC）排放控制对策的方向（报告）2012 年 12 月》（中央环境审议会大气环境分会 挥发性有机化合物排放控制专业委员会）

3.2. VOC 排放控制对策的背景

3.2.1. SPM 及光化学氧化剂相关的大气污染情况

VOC 作为导致二十世纪 70 至 80 年代光化学烟雾的原因物质（图 3-2），一度曾是排放控制对策的探讨对象，但由于石油危机的影响及光化学烟雾问题逐渐平静，未被列入控制措施的对象。

2002 年（平成 14 年）前后，几乎所有监测站的二氧化氮（NO₂）、二氧化硫（SO₂）监测结果均达到环境标准，并且机动车对策实施带来的大气环境改善效果也值得期待。但另一方面，悬浮颗粒物（SPM）的环境达标率只有 50%左右，特别是大城市圈的达标率更低。同时，光化学氧化剂（O_x）的平均浓度也逐渐上升，且几乎所有监测站的监测结果都未达标（图 3-3、图 3-4）。

其中，针对 SPM，由于采取了强化单车机动车尾气限制、促进环保车的推广以及通过机动车 NO_x、PM 法进行车种限制（限制部分车种驶入指定的对策地区）等措施，取得了一定的成果。

但是，光化学氧化剂导致的大气污染不仅是大城市，还影响到城市周边的广大区域，如图 3-5 所示，2002 年（平成 14 年）前后的光化学氧化剂预警令的发布次数与 1980 年（昭和 55 年）前后相当，对人体健康的影响令人担忧。



图 3-2 VOC 导致大气污染的示意图

出处：经济产业省网页（<http://www.meti.go.jp/policy/VOC/top/index.html>）

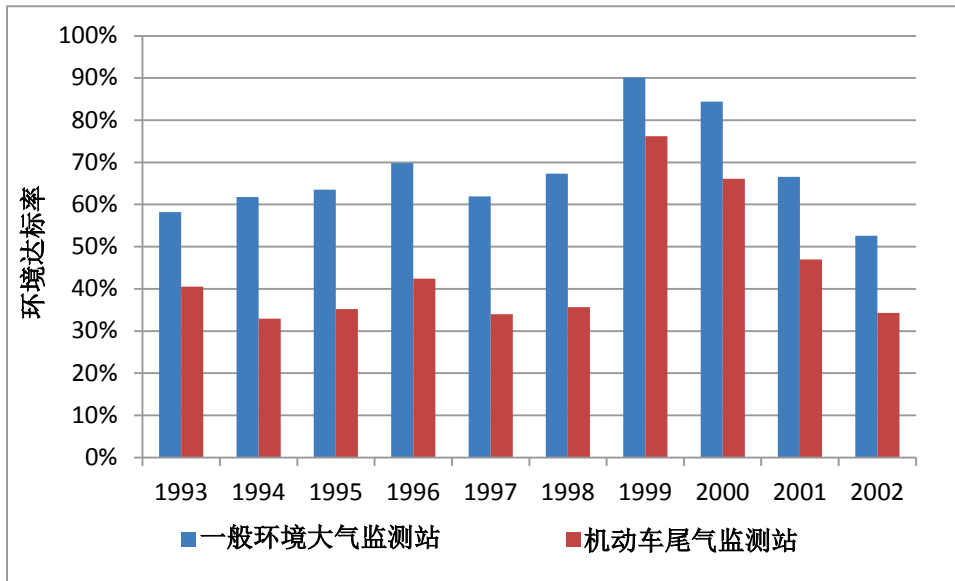


图 3-3 日本 2002 年度（平成 14 年度）及之前的 SPM 环境达标率

出处：根据《大气污染状况》（环境省）http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h14/rep02.pdf 等制作

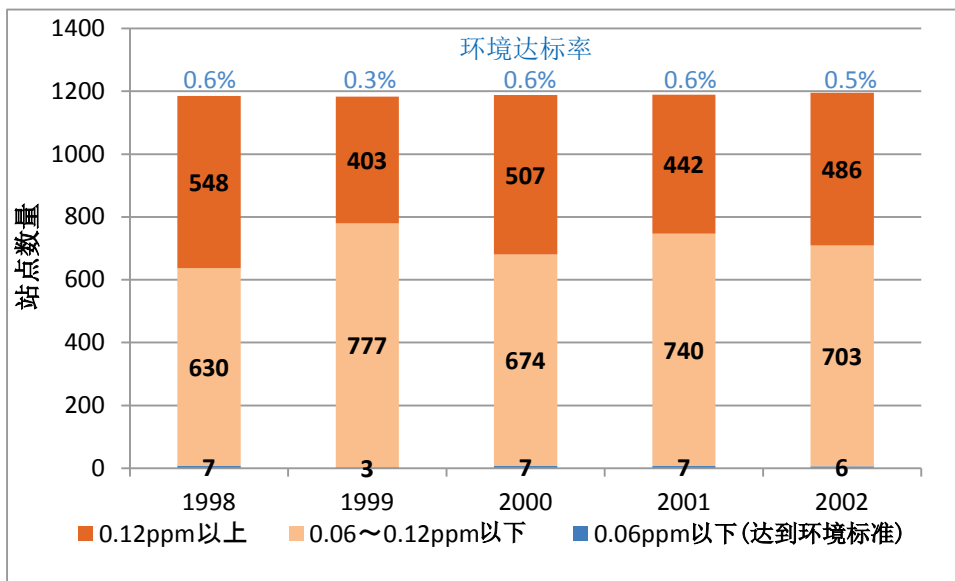


图 3-4 日本 2002 年度（平成 14 年度）及之前的光化学氧化剂环境达标率

出处：根据《大气污染状况》（环境省）http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h14/rep03.pdf 等制作

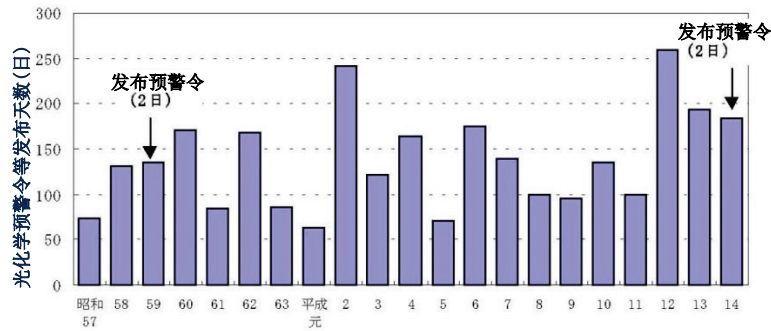


图 3-5 日本 2002 年度（平成 14 年度）前光化学氧化剂预警令发布天数的变化情况
 出处：《大气污染状况》（环境省）http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h14/rep03.pdf

3.2.2. VOC 的排放情况

2002 年（平成 14 年），环境省为了掌握人类活动排放的 VOC 对大气环境产生的影响，探讨采取 VOC 排放控制对策的必要性，设置了“挥发性有机化合物（VOC）排放研究会”，掌握固定污染源（煤烟产生设施、零散产生源、碳化氢类产生设施等）、移动污染源（机动车、船舶、飞机等）产生的 VOC 排放量，并通过模拟，推算削减 VOC 排放量对降低 SPM 及光化学氧化剂浓度的效果。

建立了固定污染源的 VOC 排放清单（具体参照“3.5.1 日本的 VOC 排放量推算方法”），作为 VOC 排放量基准年的 2000 年度（平成 12 年度）的 VOC 排放量约 150 万吨。约 150 万吨的全部排放量当中，主要的产生源是涂料、清洗剂、粘合剂、印刷油墨，这些产生源的排放量约占整体的 75%（图 3-6）。

包括移动污染源的 VOC 排放在内，日本全部 VOC 排放量中，溶剂使用导致的排放占整体的约 70%，加上燃料的出货和储存等，固定污染源的排放占整体的约 90%，以机动车为主的移动污染源的排放约为 10%。

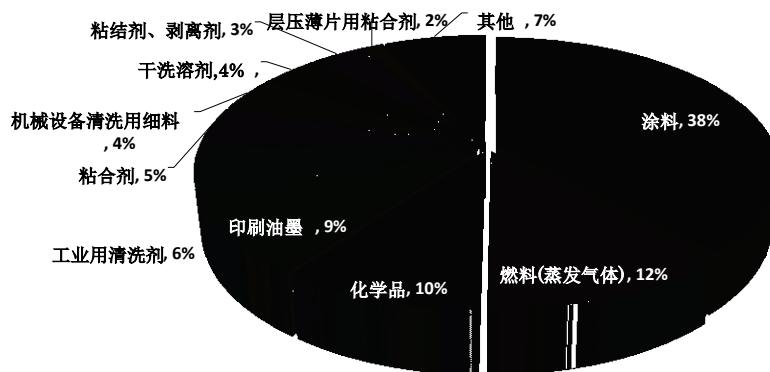


图 3-6 2000 年度（平成 12 年度）不同污染源 VOC 排放量

出处：根据《关于挥发性有机化合物（VOC）排放清单》（2014 年 3 月，环境省挥发性有机化合物（VOC）排放清单研究会）http://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2603/01main.pdf 制作
 注：本图是 2014 年度（平成 26 年度）的推算结果，细节上与 2002 年度（平成 14 年度）的推算结果有所不同。

3.2.3. VOC 减排带来的大气环境改善效果

2002 年（平成 14 年），“挥发性有机化合物（VOC）排放研究会”通过模拟推算了削减 VOC 排放量后的 SPM 及光化学氧化剂浓度下降效果。结果显示，控制 VOC 的排放，对削减 SPM 及光化学氧化剂有很大贡献。

从 VOC 等原因物质到 SPM 和光化学氧化剂的生成过程，与复杂的化学反应和环境条件关系密切，根据“挥发性有机化合物（VOC）排放研究会”的计算结果，虽然尚有某种程度的不确定性，但减排 30% 的 VOC，可使机动车 NO_x、PM 法对策地区的 SPM 环境达标率提升至大约 93%，未达到光化学氧化剂预警令发布程度（0.12ppm 以上）的监测站的比例上升至大约 90%。

出处：“关于挥发性有机化合物（VOC）的排放控制——探讨结果——”（挥发性有机化合物（VOC）排放控制研究会）<http://www.env.go.jp/air/osen/voc/kekka.pdf>
“挥发性有机化合物（VOC）的排放控制方向（意见呈报）”（中央环境审议会）
<http://www.env.go.jp/council/toshin/t07-h1508.pdf>

（1） VOC 相关大气环境模拟的概要

作为模拟模型，以欧拉型输送模型的大气污染物扩散、输送以及局地气象模型为基础，化学反应模型用 CBM-IV，有机颗粒二次生成计算用不同物质群的气溶胶收获率，用 CBM-IV 解答的方法（图 3-7）。

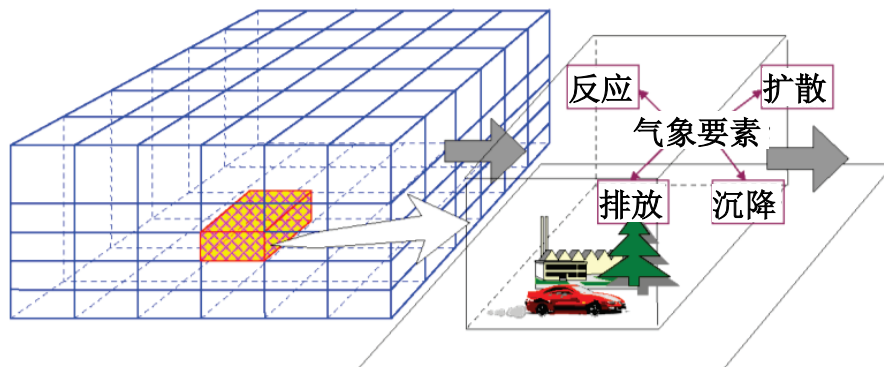


图 3-7 三维欧拉型化学输送模型示意图

出处：《ADMER PRO Version 1.0 操作手册》（产业技术综合研究所）
http://www.aist-riss.jp/software/admer-pro/ADMER-PRO_V10_manual.pdf

（2） 利用模拟的评估结果

“挥发性有机化合物（VOC）排放研究会”开展的 VOC 减排效果定量化模拟计算，是以关东和关西为对象，冬季和夏季各进行了一天。

计算结果是可获得与原因物质（VOC 或氮氧化物（NO_x））改善率（削减后排放量在削减前排放量的占比）相对应的污染物（SPM 或光化学氧化剂）改善效果。

如图 3-8 所示，如果在削减 40% 的 VOC（改善率 0.6）的同时再削减 20% 的氮氧化物（改善率 0.8），预计 SPM 将比目前下降 16%。

假设不削减氮氧化物，只削减 30% 的 VOC（以 2000 年度排放量为标准），预计 SPM 可改善约 7%，光化学氧化剂可改善约 24%。

如图 3-9 所示，如果削减约 30% 的 VOC 排放量，预计全国不发布光化学氧化剂预警令的比率约上升 90%（不发布预警令的比率，是用浓度下降率（减少 24%）乘以 2000 年度（平成 12 年度）大气环境持续监测站 1 小时值推算得出）。

氧化剂浓度的改善效果 (图 5~图 8)

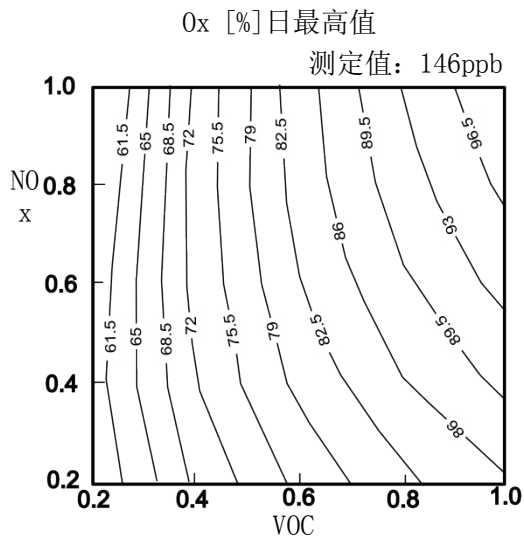


图 5 桥本 (神奈川县相模原市)

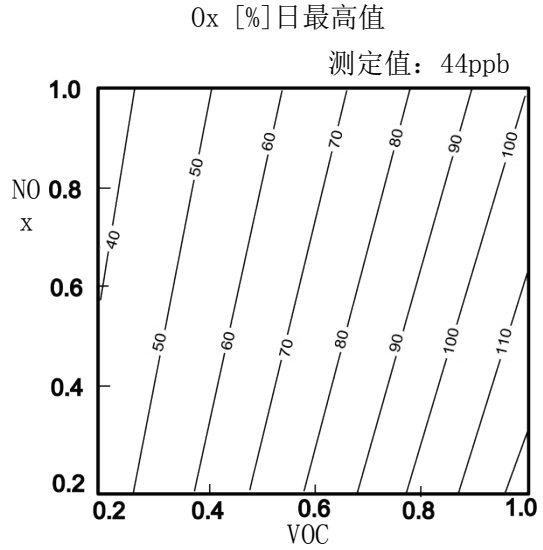


图 6 宇田川町 (东京都涩谷区)

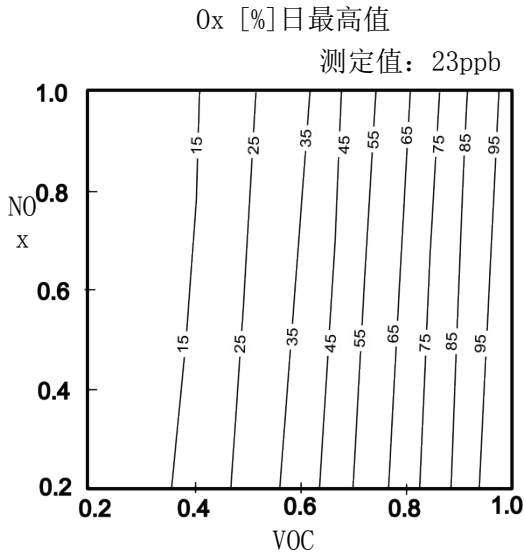


图 7 贝塚市消防署 (大阪府贝塚市)

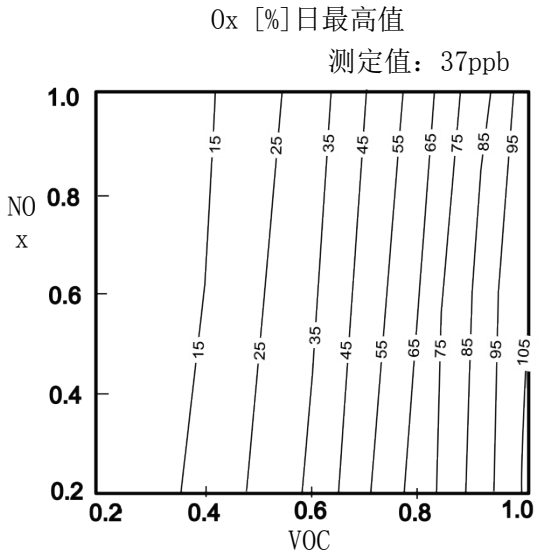


图 8 长田 (兵库县神戸市)

图 3-8 污染物改善效果的评价结果例

出处: 根据“资料 4 削减 VOC 带来的 SPM、氧化剂浓度改善效果”(VOC 排放控制研究会 第 2 次)制作
 注: 对结果的读解请参照图 3-9。

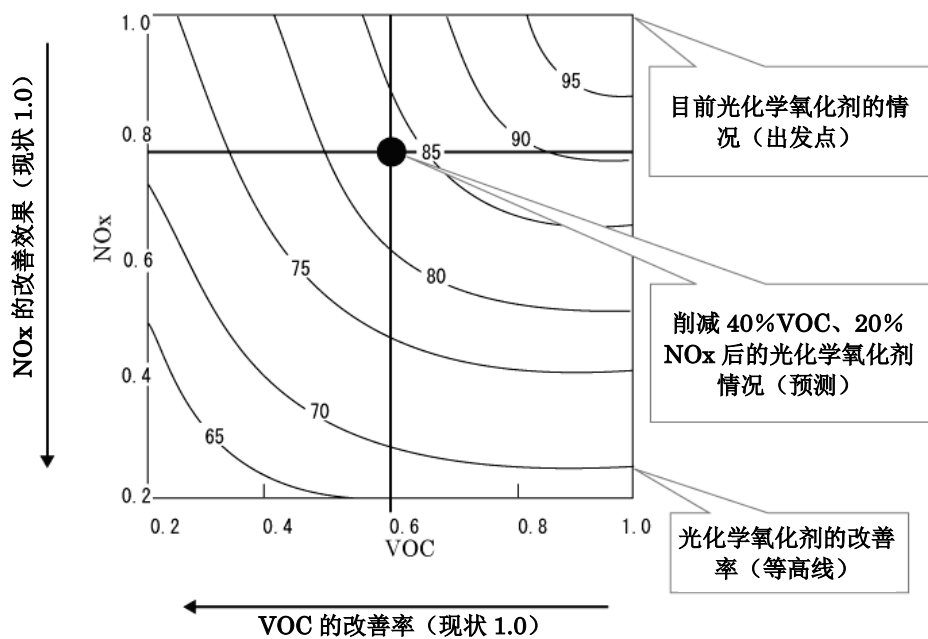


图 3-9 对污染物改善效果评价结果例的读解

出处：“资料 4 削减 VOC 带来的 SPM、氧化剂浓度改善效果”（VOC 排放控制研究会 第 2 次）

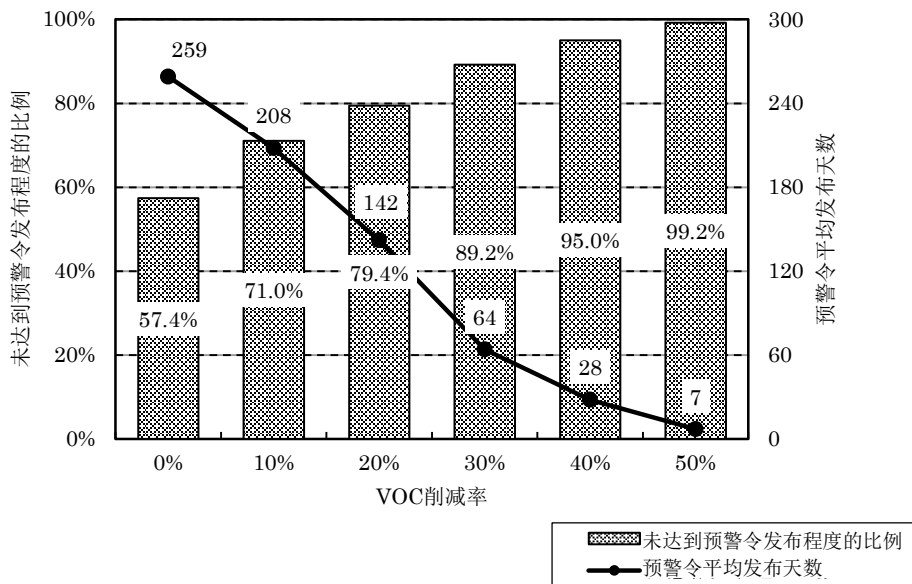


图 3-10 削减 VOC 带来的光化学氧化剂预警令发布程度以下的比例变化及光化学氧化剂预警令发布天数变化的预测结果

出处：“资料 4 削减 VOC 带来的 SPM、氧化剂浓度改善效果”（VOC 排放控制研究会 第 2 回）

3.3. VOC 排放控制制度概要

3.3.1. VOC 排放控制方法的探讨

2002 年度（平成 14 年度），环境省“挥发性有机化合物（VOC）排放研究会”开展了 VOC 排放量调查及 VOC 减排对大气环境改善的推测。

同时，中央环境审议会（2003 年（平成 15 年）9 月）向环境省发出指示，要求在听取专业人士意见的基础上，尽快开展对固定源 VOC 排放控制的深入研究。根据这一指示，环境省成立了由专业人士参与的“挥发性有机化合物（VOC）排放控制研究会”。该研究会从专业角度对 VOC 排放控制对策方向进行了探讨，同年 12 月，通过环境省向中央环境审议会递交了报告。接到报告后，中央环境审议会对 VOC 排放控制对策方向进行了多次讨论，2004 年（平成 16 年）2 月，向环境大臣递交了意见呈报。

探讨初期就有意见指出使用 VOC 的不仅局限于设施，除传统的控制方法外，还应探讨采取自主性措施。为此，作为推动 VOC 排放控制的理念，首先整理了以下三类方法（表 3-1）。

表 3-1 探讨 VOC 排放控制对策时整理的三类方法的特点

法规限制	自主性措施	法规限制与自主性措施相结合
<ul style="list-style-type: none"> ○在环境基本计划中，法规限制方法被定位为“以确保持全社会的生命与健康维持在一定水平的具有国家、最小限度特点的事项为核心可持续利用的方法”。 ○通过法规限制，可切实实现减排。 ○可切实控制每个对象设施的 VOC 排放。 欧美各国等利用法规限制排放。 ○如果限制排放口的排放浓度，企业可灵活选择具体的减排措施。 ○可捕获 70%（计算）来自全国固定污染源的 VOC 排放量*。 	<ul style="list-style-type: none"> ○在环境基本计划中定位为“企业等为自己的行为设定一定的努力目标并采取对策的自主性环保举措”。 ○可根据实际业务情况，发挥创意，灵活且迅速的应对。 ○在有害大气污染物自主管理方面取得过显著成果。 ○对于自主管理是否能切实控制排放，尚存在疑虑。 	<ul style="list-style-type: none"> ○在环境基本计划中定位为“从最佳政策组合的观点出发，合理运用各种政策手段，发挥倍增效果”。 ○需要法规限制的领域，通过法规进行控制，其他领域利用自主性措施实现减排，两者相结合。 ○最大限度地将重点放在自主性措施上，法规限制作为最低限度的保障措施进行适度控制，这是目前最理想的状态。 ○根据自主性措施的实施情况配以法规限制作为保障，可使企业根据各自的实际情况采取对策。

注：固定污染源的约 70%是从建筑物中排放，其中一定规模以下的小型设施（排放量的约 1/3）不作为法规限制对象，除此之外的法规限制对象设施的排放量约占总排放量的一半，以这些设施为对象削减 20%。此外，对法规限制对象外的小型设施，通过采取援助措施等削减约 10%的排放量，就可削减整体排放量的约 30%。

出处：中央环境审议会大气环境分会第 12 次 发布资料（环境省）

<http://www.env.go.jp/council/former2013/07air/y070-12a.html>，“资料 1 VOC 的排放控制方法”“资料 2 法规限制的概要（草案）”、“资料 3 VOC 排放控制—法规限制与自主性措施最佳组合的概要（草案）”

根据上述整理结果，在中央环境审议会的意见呈报中，对推动 VOC 排放控制对策的理念做了以下总结。

- 以 VOC 的主要产生源为对象推动措施开展，其效果最为显著。
- VOC 排放控制对策采用企业自主性措施与法规限制相结合的方法。
 - 涉 VOC 企业的行业和业态种类繁多，利用企业各自拥有的技术开展符合实际的活动，并可最大限度发挥绩效，因而将自主性措施纳入其中。
 - 对于企业的自主性措施，虽然效果值得期待，但也存在着是否能够切实减排的堪忧，因此，应设定法规限制，在尊重自主性措施的前提下，配以一定的制度保障，从切实且公正的立场出发，规定最低限度应遵守的标准。

如此，日本本着以企业的自主性减排措施为重点、通过法规的限制和限定敦促大型产生设施有义务承担社会责任的理念，引进了 VOC 排放控制对策。大型产生设施以外的设施，可选择经济性好的对策。

控制对象以下列 6 类排放设施为主，限定为 VOC 排放量大的主要设施。

- ① 涂装设施及涂装后的干燥、烘干设施
- ② 化学制品生产过程中的干燥设施
- ③ 工业清洗设施及清洗后的烘干设施
- ④ 印刷设施及印刷后的干燥、烘干设施
- ⑤ VOC 储存设施
- ⑥ 粘合剂使用设施及使用后的干燥、烘干设施

出处：“挥发性有机化合物（VOC）的排放控制方向（意见呈报）”（中央环境审议会，2004 年 2 月 3 日）
(<http://www.env.go.jp/council/toshin/t07-h1508.pdf>)

未能实现 VOC 减排目标时，对措施情况进行评估，根据评估结果重新调整法规限制和自主性措施的组合。

根据上述中央环境审议会的的结果，政府向国会提交了大气污染防治法修订草案，2004 年（平成 16 年）修订了该法，2006 年（平成 18 年）起施行。目标是 2010 年度（平成 22 年度）固定污染源的 VOC 排放量较 2000 年度（平成 12 年度）削减 30% 左右，自此，开始在全国实施法规限制与自主控制相结合的 VOC 减排对策。

（减排目标请参照“3.2.3 VOC 减排带来的大气环境改善效果”）

出处：“挥发性有机化合物（VOC）的排放控制方向（意见呈报）”（中央环境审议会）
<http://www.env.go.jp/council/toshin/t07-h1508.pdf>
“挥发性有机化合物（VOC）排放控制研究会《关于挥发性有机化合物（VOC）的排放控制～探讨结果～》的概要”
<http://www.env.go.jp/council/former2013/07air/y075-01/mat02-2.pdf>
中央环境审议会第 10 次大气环境分会 会议记录
<http://www.env.go.jp/council/former2013/07air/y070-10a.html>

中央环境审议会第 11 次大气环境分会（2004.01.13）会议记录
<http://www.env.go.jp/council/former2013/07air/y070-11a.html>
中央环境审议会第 12 次大气环境分会（2004.01.26）会议记录
<http://www.env.go.jp/council/former2013/07air/y070-12a.html>

3.3.2. VOC 控制内容的探讨

2004 年，大气污染防治法修订后，环境大臣在同年 7 月的中央环境审议会上，咨询了挥发性有机化合物（VOC）排出设施的指定以及排放标准的设定等 VOC 排放控制制度实施相关的必要事项。

为此，中央环境审议会在该审议会大气环境分会成立了“挥发性有机化合物排放控制专业委员会”和“挥发性有机化合物测定方法专业委员会”开展研究。与此同时，环境省设立了“挥发性有机化合物（VOC）排放控制对策研究会”，收集、整理“挥发性有机化合物排放控制专业委员会”调查审议所需的相关信息，开展了技术探讨。根据这些专业委员会等的研究结果，中央环境审议会为环境大臣汇总了 VOC 排放控制制度实施时的所需事项，2005 年 4 月报告给环境大臣。

上述中央环境审议会等在讨论 VOC 控制措施的具体内容时，提出了以下论点。

- 对于 VOC 的定义，确定为“从排放口排入大气中的有机化合物”比较恰当，但应该排除与生成 SPM 和光化学氧化剂无关的甲烷等物质。
- SPM 和光化学氧化剂相关的大气污染影响面广，应在全国范围进行控制。但环境标准达标率低的地区需要开展区域性控制。
- 在开展全国性排放控制的同时，需考虑行业、规模条件（一定规模以上的）、技术水平等，建立促进对策实施的框架。
- 希望采纳的排放控制对策中包括 BAT（具有适用性的最佳技术）、MACT（最大限度可实施的污染防治技术）的理念。
- 根据 VOC 的种类、行业、规模等，须确保不得由特定行业承担全部减排任务（确保公平性）。
- 不过度增加政府和企业的负担（成本等）。
- 在 VOC 排放控制时，将 VOC 作为一个整体的化学物质进行管理比较恰当。
 - 即便限制了个别物质，但如果用其他物质代替，就可能无法获得对策效果。
 - 不同物质对大气污染的影响程度不同，但控制时若衡量每种物质的权重等，就需要测定不同物质的排放浓度，会给政府和企业增加负担。
 - 对不同物质进行分类管理，会增加管理的复杂程度和对策费用。
 - 需要探讨不同物质的测定方法。特别是在使用和排放 VOC 的生产现场，需开发简便易行的测定方法。
 - 最好根据排放控制技术的开发情况，对不同种类的排放设施设定相应的标准。

有意见指出，探讨控制对象和控制内容时应考虑行业和事业规模，但使用 VOC 的行业和业态多种多样，要掌握适合每个行业和业态的设备及结构，需要经过长时间的探讨，会导致庞大的财政成本，因此决定，按照过去大气污染防治法针对煤烟产生设施等的做法，只针对设施进行控制。

对于排放标准，为防止利用大量空气稀释以达到浓度限制标准的做法，以及认为控制设施整体排放量的做法较为恰当，多数意见认为应控制排放量。但是，进行排放量控制时，需要进行排放量的连续监测，并在严格掌握使用、生产的 VOC 的成分构成及使用量等的基础上计算排放量，这样会给企业和控制方的双方带来负担，因此决定，按照过去大气污染防治法中控制煤烟产生设施等的做法，对排放口的 VOC 浓度进行限制。

此外，对于控制对象设施，中央环境审议会大气环境分会挥发性有机化合物排放控制专业委员会以 VOC 排放量大的设施为对象开展了实际状况调查及讨论，讨论结果认为，控制对象设施应为地区内特别需要削减排放量的设施，即①涂装领域、②化学品生产领域、③工业清洗领域、④印刷领域、⑤VOC 储存领域、⑥粘合剂领域的设施，以此为基础，限定 VOC 排放量大的主要设施，对于设施规模，平均 1 个设施的 VOC 潜在年排放量约 50 吨较为适宜（图 3-11）。

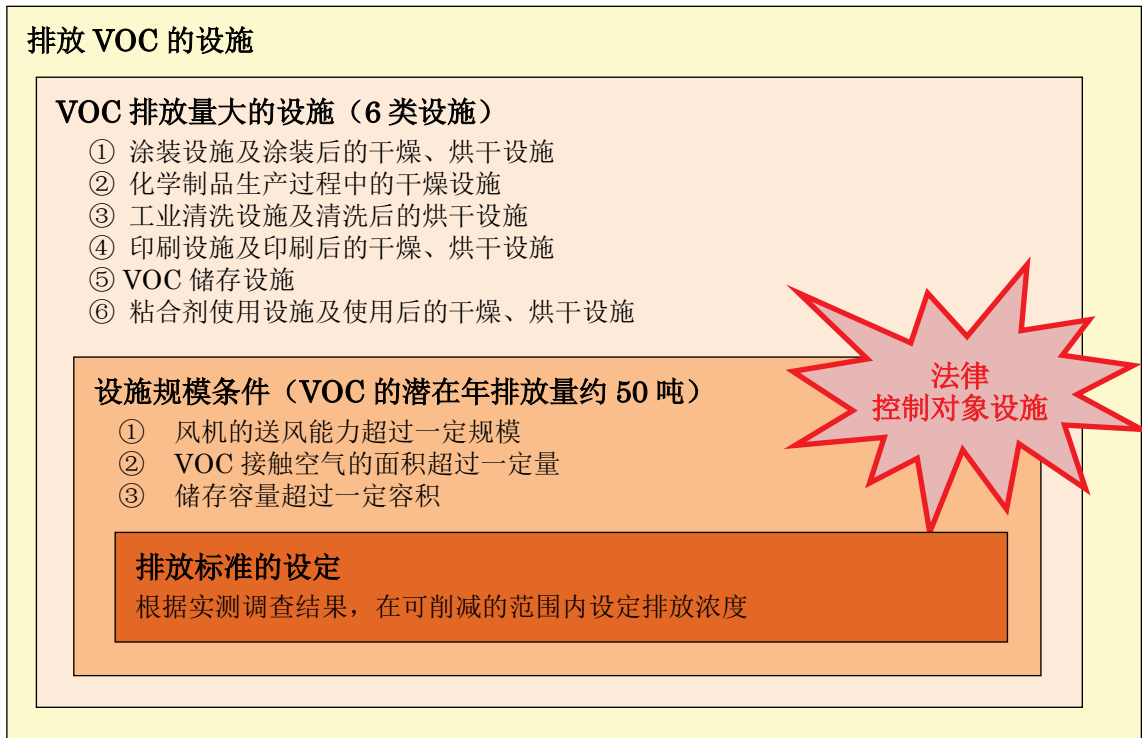


图 3-11 VOC 相关法律限制对象设施的概念

出处：根据“挥发性有机化合物（VOC）排放控制制度实施时的必要事项（回复）”（中央环境审议会）
http://www.env.go.jp/council/toshin/t074_075-h1701/all.pdf 制作

基于上述思路，根据“挥发性有机化合物（VOC）排放控制对策研究会”下设的6个不同设施类型的小委员会（涂装小委员会、化学制品生产小委员会、清洗小委员会、印刷小委员会、储存小委员会）对控制对象设施的规模及排放浓度进行的信息收集和技术探讨结果，经中央环境审议会大气环境分会等的讨论，最终设定的对象设施规模及排放浓度如下所示。

a 涂装相关控制对象设施
<p>(a) 设施规模</p> <p>【涂装相关控制对象设施】</p> <p>业界资料显示，涂装设施的VOC潜在年排放量相当于50吨的排风量为100,000~200,000m³/小时，因此将设施规模定为排风能力超过100,000 m³/小时的设施。</p> <p>涂装设施采用的方法包括“喷涂式（喷射、喷雾）”、“涂刷式”和“浸渍式”，采用“涂刷式”和“浸渍式”的设施几乎都不会超过潜在年排放量50吨，因此不作为控制对象。</p> <p>【涂装用干燥或烘干设施】</p> <p>业界资料显示，涂装用干燥或烘干设施的VOC潜在年排放量相当于50吨的排风量为10,000~30,000m³/小时，因此将设施规模定为排风能力超过10,000 m³/小时的设施。</p> <p>用于喷涂涂装的干燥或烘干设施，由于前期工序的涂装部分有VOC挥发，干燥或烘干设施几乎都不会超过潜在年排放量50吨，因此不作为控制对象。</p> <p>同样，用于电泳涂装的干燥或烘干设施几乎没有超过潜在年排放量50吨的设施，不作为控制对象。</p>
<p>(b) 排放浓度</p> <p>环境省开展的排放浓度实测调查等结果显示，排放控制对策实施前，设施的排放浓度基本上是30~1,700ppmC，对策实施后大致为3~630ppmC，通过引进适用技术可降到700ppmC左右，因此，排放标准设定为700ppmC。新建喷涂涂装设施可降到400ppmC左右，因此，新建设施的排放标准值定为400ppmC。</p>

b. 化学制品生产相关控制对象设施

(a) 设施规模

业界资料显示，相当于潜在 VOC 年排放量 50 吨的送风量为 3,000~5,000m³/小时，因此，设施规模定为送风量超过 3,000 m³/小时的设施。

(b) 排放浓度

化学制品生产用干燥设施的废气处理，包括火炬塔燃烧处理和吸附处理等。

环境省开展的废气浓度实测调查等结果显示，处理前的废气浓度为 4,200ppmC~5,800ppmC，通过改善维护管理以及使用高沸点物质等措施，可使处理效率达到约 90%（废气浓度约为 430~580 ppmC），因此，排放标准值定为 600 ppmC。

c.清洗相关的控制对象设施

(a) 设施规模

业界资料显示，859 个设施中有 6 个设施的潜在 VOC 年排放量超过 50 吨，清洗剂与空气接触的面积超过 5 m²，因此，设施规模设定为清洗剂与空气接触面的面积超过 5 m²的设施。根据这一标准，34 个设施适用于控制。

此外，还探讨了对“送风机、排风机能力”的规定，鉴于与“接触空气面的面积”之间的关系无法明确，因此，利用“接触空气面的面积”对清洗相关设施进行控制。

(b) 排放浓度

根据环境省开展的排放浓度实测调查等的结果，回收、燃烧等处理前设施的排放浓度为 26~1,600ppmC，处理后是 2~240ppmC，可通过引进适用性技术，使排放浓度下降至 400ppmC 左右，因此，排放标准值设定为 400ppmC。

d. 印刷相关控制对象设施

(a) 设施规模

【用于凹版印刷的干燥设施】

业界资料显示，相当于潜在 VOC 年排放量 50 吨的送风量为 25,000~27,500m³/小时。因此设定为超过 27,000 m³/小时的送风能力。

【用于胶印轮转印刷的干燥或烘干设施】

业界资料显示，相当于潜在 VOC 年排放量 50 吨的送风量为 5,000~10,000m³/小时。因此设定为超过 7,000 m³/小时的送风能力（没有送风机时，为排风机的排风能力）。

(b) 排放浓度

【用于凹版印刷的干燥设施】

环境省开展的排放浓度实测调查等结果显示，吸附、燃烧等处理前的排放浓度为 700~6,600ppmC，处理后的排放浓度大致为 8~270ppmC。但鉴于凹版印刷中满版印刷的排放浓度为通常的约两倍，因此，排放标准值定为 700ppmC。

【用于胶印轮转印刷的干燥或烘干设施】

环境省开展的排放浓度实测调查等结果显示，吸附、燃烧等处理前的排放浓度为 270~2,500ppmC，处理后的排放浓度为 8~150ppmC。采用适用性技术后的排放浓度可降低到 400ppmC，因此，排放标准值定为 400ppmC。

e. 储存相关控制对象设施

(a) 设施规模

业界资料显示，汽油储罐相当于 VOC 年排放量 50 吨的容量约为 1,000 kL（现有储罐为超过 2,000 kL 的容量）。

(b) 排放浓度

储罐不像干燥设施那样直接排放 VOC，而是在储存物进货、出货过程中，向环境排放 VOC，因此排放量较小。但是，储存设施排放的 VOC 浓度很高，在采取 VOC 排放控制对策时，需通过火炬塔燃烧和吸收、吸附等进行回收处理。

火炬塔燃烧几乎不排放 VOC，但回收处理时，EU 设定的控制排放标准是 35 g/m³（汽油约为 54,000 ppmC），以此为参考，设定排放标准值为 60,000 ppmC。

f. 粘合相关设施

(a) 设施规模

生产印刷电路用覆铜箔层压板、合成树脂层压容器包装、粘胶带和胶条等的设施大多利用 VOC，但潜在 VOC 年排放量超过 50 吨的设施几乎没有，因此，仅将粘合干燥设施（包括烘干设施）作为控制对象设施。木材或木制品（包括家具）的干燥设施中没有潜在 VOC 年排放量超过 50 吨的，不作为控制对象设施。

业界资料显示，印刷电路用覆铜箔层压板、合成树脂层压容器包装、粘胶带和胶条等生产中使用的干燥设施的潜在 VOC 年排放量相当于 50 吨的规模条件，为送风机的送风能力超过 5,000m³/小时，用于其他粘合的干燥设施，其送风机的送风能力超过 15,000m³/小时，因此，将送风能力作为设施规模条件。

(b) 排放浓度

环境省开展的排放浓度实测调查等的结果显示，对用于粘合的干燥设施进行适当的技术改造，就可使排放浓度下降到 1,400ppmC 左右，因此，排放标准值设定为 1,400ppmC。

出处：“关于挥发性有机化合物（VOC）的排放控制制度”（中央环境审议会大气环境分会挥发性有机化合物排放控制专业委员会）http://www.env.go.jp/council/toshin/t074_075-h1701/all.pdf

以上，排放设施相关规模条件及排放标准如表 3-2 所示。

表 3-2 VOC 排放控制概要

挥发性有机化合物排放设施		规模条件	排放标准	
涂装领域	以挥发性有机化合物为溶剂用于化学制品生产的干燥设备	送风机的送风能力： 超过 3,000 m ³ /小时	600 ppmC	
	涂装设施（喷涂涂装）	排风机的排风能力： 超过 100,000 m ³ /小时	机动车生产用	现有:700 ppmC 新建:400 ppmC
			其他	700 ppmC
	用于涂装的干燥设施（不包括喷涂涂装、电泳涂装）	送风机的送风能力： 超过 10,000 m ³ /小时	木材、木制品生产用	1,000 ppmC
其他			600 ppmC	
粘合领域	印刷电路用覆铜箔层压板、粘胶带或粘胶条、剥离纸或包装材料（合成树脂层压）生产相关的粘合用干燥设施	送风机的送风能力： 超过 5,000 m ³ /小时	1,400 ppmC	
	用于粘合的干燥设施（前项及木材或木制品生产用的除外。）	送风机的送风能力： 超过 15,000m ³ /小时	1,400 ppmC	
印刷领域	印刷用干燥设施（胶印轮转印刷）	送风机的送风能力： 超过 7,000m ³ /小时	400 ppmC	
	用于印刷的干燥设施（凹版印刷）	送风机的送风能力： 超过 27,000 m ³ /小时	700 ppmC	
工业清洗领域	利用 VOC 的工业清洗设施	VOC 与空气接触面的面积：超过 5 m ²	400 ppmC	
VOC 储存领域	汽油、原有、石脑油等 37.8℃时蒸汽压超过 20kPa 的 VOC 储罐（密闭式、浮顶油罐除外）	储存容积：超过 1,000 kL（现有设施超过 2,000 kL）	60,000 ppmC	

注 1：没有送风机的设施，以排风机的排风能力作为规模指标。

注 2：“干燥设施”中也包括“烘干设施”。

出处：“关于挥发性有机化合物（VOC）的排放控制制度（草案）”（中央环境审议会大气环境分会挥发性有机化合物排放控制专业委员会）http://www.env.go.jp/council/toshin/t074_075-h1701/all.pdf

“挥发性有机化合物（VOC）的排放控制制度概要”（环境省）

http://www.env.go.jp/council/toshin/t074_075-h1701.html

经挥发性有机化合物测定方法专业委员会讨论，对 VOC 作出如下定义。

- 大气污染防治法规定：“排入大气、或飞散时呈气体的有机化合物（不生成悬浮颗粒物及氧化剂的物质中政令规定的物质除外。）”。
- 根据模拟结果，不生成悬浮颗粒物及氧化剂的物质中政令规定的物质（除外物质）为以下 8 种物质（表 3-3）。
- 具体做法是，在排放口用采样袋采集废气样品后，以 NDIR（催化剂氧化—非分散红外气体分析仪）、FID（氢火焰离子化检测器）的测定结果，作为 VOC 浓度（单位：ppmC）。

出处：“挥发性有机化合物（VOC）的测定方法等”（2005 年（平成 17 年）3 月 30 日，中央环境审议会大气环境分会 挥发性有机化合物测定方法专业委员会）

https://www.env.go.jp/council/toshin/t074_075-h1701/02.pdf

表 3-3 不生成悬浮颗粒物及氧化剂的物质中政令规定的物质

- ① 甲烷
- ② 二氟一氯甲烷（HCFC-22）
- ③ 1,1,1,2-四氟-2-氯乙烷（HCFC-124）
- ④ 1-氟-1,1-二氯乙烷（HCFC-141b）
- ⑤ 1-氯-1,1-二氟乙烷（HCFC-142b）
- ⑥ 3,3-二氯-1,1,1,2,2-五氟丙烷（HCFC-225ca）
- ⑦ 1,3-二氯-1,1,2,2,3-五氟丙烷（HCFC-225cb）
- ⑧ 1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-十氟戊烷（HFC-43-10mee）

出处：《大气污染防治法施行令》<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S43/S43SE329.html>

3.3.3. VOC 排放控制相关的自主措施

日本 VOC 排放控制对策的特点之一是将控制与自主措施结合在一起。对于控制，如前项所述，只针对大气环境影响大、社会责任重大的平均单个设施 VOC 排放量大的设施，而其他排放源则作为自主措施的对象，由企业各自发挥其经验和技術，开展符合企业自身情况的活动，这种做法的绩效比也较为理想。

行业团体和企业根据政府提出的 VOC 减排目标，设定本行业和企业 VOC 减排量（率）目标，开展 VOC 减排措施。

VOC 减排量的统计和计算由企业和行业团体自行开展。其方法基本上与 VOC 排放清单的方法相同。即，①用溶剂等的购买量和使用量计算，同时考虑回收和处理率；②用大气污染防治法规定的排放浓度测定值和排风量等的经验值计算；③按照行业团体等公布的指南中的计算方法等。

大气污染防治法规定了违反排放标准、违反申报义务、虚假报告等的罚则。同时，掌握特定化学物质向环境中的排放量以及促进改善管理的相关法律也同样规定了罚则，但对排放量和移动量的多少没有限制和罚则。

行业团体负责核查各会员单位报送的数据，同时对数据进行汇总后在网站等公布。

对于企业自主开展的 VOC 排放控制措施，经济产业省产业结构审议会工作组也会对实施情况进行汇总和评估，制度启动时（2005 年度（平成 17 年度））有 30 个团体参加，2009 年度（平成 21 年度）发展到 43 个团体，参加团体的减排量与 2000 年度（平成 12 年度）相比削减了 51%，2011 年度（平成 23 年度）与 2000 年度（平成 12 年度）相比削减了约 60%。

以下介绍（一般社团法人）日本印刷产业联合会、（一般社团法人）日本化学工业协会、（一般社团法人）日本钢铁联盟的措施情况。

(1) 一般社团法人日本印刷产业联合会
<ul style="list-style-type: none"> ● 参加日本印刷产业联合会自主性措施的企业数量为 7,719 家, 2000 年度(平成 12 年度)以行业团体为单位的年排放量在国内最多。 ● VOC 排放控制目标是到 2010 年度(平成 22 年度), VOC 排放量比 2000 年度(平成 12 年度)削减 41%。目标值的制定参考了 2005 年(平成 17 年)夏季以会员企业为对象开展的问卷调查, 是可执行的目标。 ● 企业为了掌握 VOC 的排放控制情况, 日常/定期把握油墨、粘合剂、溶剂等的使用量, 并计算 VOC 排放量, 这些数值通过问卷表报告给行业团体。 ● 日本印刷产业联合会利用网页等媒体, 向客户、消费者和地区居民公开信息。 ● 由于是自主性措施, 企业应公开的信息内容由各企业自行判断。
(2) 一般社团法人日本化学工业协会
<ul style="list-style-type: none"> ● 参加日本化学工业协会自主性措施的企业数量是 68 家。2000 年度以行业团体为单位的年排放量仅次于日本印刷产业联合会。 ● 日本化学工业协会确定的 2010 年度(平成 22 年度) VOC 排放控制目标, 是比 2000 年度(平成 12 年度)削减 52%。 ● 按照 PRTR 制度(Pollutant Release and Transfer Register: 化学物质排放和转移登记制度)的规定, 企业要统计包括 VOC 在内的化学物质转出企业的转移量, 并有义务将结果报告给国家, 因此, 企业利用该统计结果, 掌握 VOC 的排放量。PRTR 制度规定对象外的 VOC 也以相同的方法掌握。
(3) 一般社团法人日本钢铁联盟
<ul style="list-style-type: none"> ● 参加日本钢铁联盟自主性措施的企业数量是 90 家, 钢铁行业主要在涂装和设备清洗中使用 VOC。 ● 日本钢铁联盟要求会员中从事制造业的企业, 以其所有设备和工序为对象, 开展减排对策。 ● 日本钢铁联盟提出的目标基准年度是 2000 年度(平成 12 年度), 与基准年度的排放量相比, 2008 年度(平成 20 年度)(中期目标)减排 24%, 2010 年度(平成 22 年度)(最终目标)减排 30%。 ● VOC 排放量的计算与日本化学工业协会一样, 根据 PRTR 制度的规定, 按照《钢铁行业 PRTR 排放量等计算手册》的方法计算。

出处:《印刷行业 VOC 排放控制自主推进手册》(2006 年 日本印刷产业联合会)

日本化学工业协会网站 (<http://www.nikkakyo.org>)

日本钢铁联盟网站 (<http://www.jisf.or.jp/business>)

《VOC 排放的现状与课题》(经济产业省环境指导室)

VOC 排放控制对策目标年 2010 年度（平成 22 年度）之后，为了确认排放状况，未参加产业结构审议会 WG 的企业，也要利用“VOC 排放清单”，开展持续的定量评价。

在政府、行业团体、企业等官民一体的合作与配合下，通过工序管理、有害性和经济性探讨，选择替代物质，在设备生产企业的协助下引进处理设备等，VOC 减排效果就会显现。

为了进一步推进 VOC 减排，需促进中小企业的多个行业积极参加自主措施，为此，经济产业省面向企业开展了问卷调查，并通过研讨会和演讲会提供信息（图 3-12、图 3-13）。

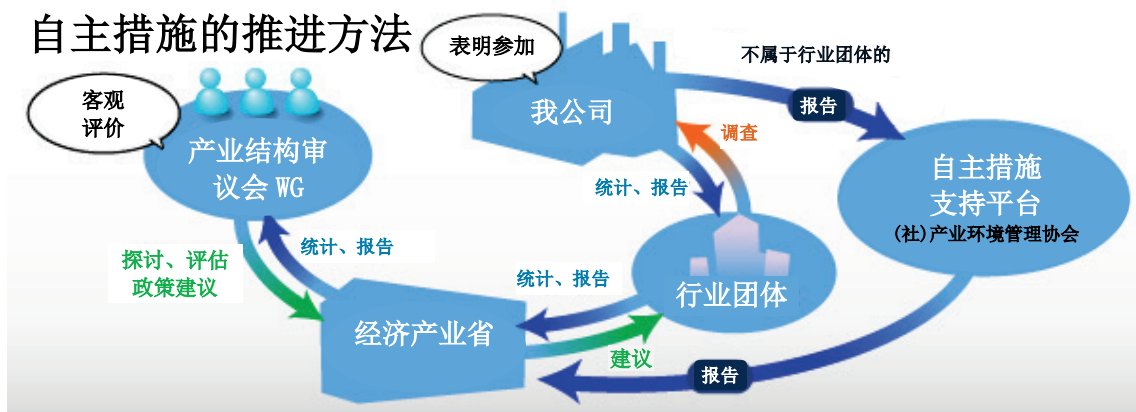


图 3-12 向产业结构审议会 WG 报告自主措施的机制

出处：“挥发性有机化合物（VOC）排放控制措施”（经济产业省）

<http://www.meti.go.jp/policy/VOC/flow/steps.html>

“促进企业等采取自主措施控制挥发性有机化合物（VOC）排放的指针”（产业结构审议会、产业环境对策小委员会）
<http://www.meti.go.jp/policy/voc/downloads/2013/guide.pdf>

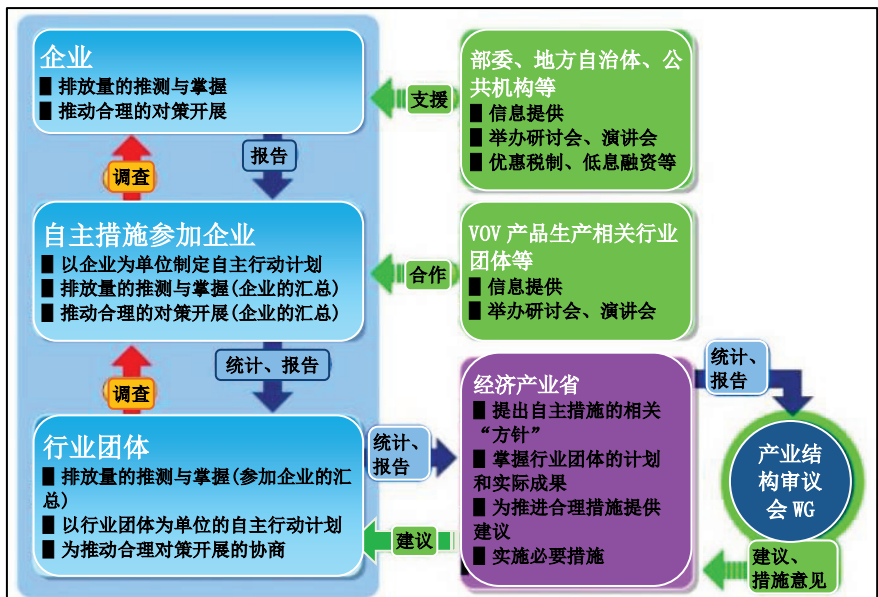


图 3-13 官民一体开展 VOC 对策

出处：《浅显易懂的 VOC 对策推进方法》（经济产业省）
http://www.meti.go.jp/policy/voc/downloads/VOC_QR.pdf

3.3.4. VOC 作为有害物质的侧面

控制 VOC 是对导致光化学氧化剂及 SPM 的原因物质进行控制，VOC 本身没有环境标准。

但是，VOC 中的苯和三氯乙烯等制定有环境标准和指针值，要求测定环境中的浓度，同时掌握 PRTR 对象物质的排放量并开展自主管理（参照“2.2.1. 环境标准与指针值”及“2.3.2. 大气污染物排放情况的掌握方法”）。

此外，NMHC（非甲烷总烃）的环境浓度测定也在持续开展，确认到 NMHC 浓度有所下降（参照“2.3.1. 通过持续监测掌握大气污染现状”）。

3.4. VOC 减排技术

VOC 排放控制自主措施在经济产业省、地方自治体、企业等官民的共同努力下不断推进。经济产业省、地方自治体致力于向企业提供对策案例介绍等的相关信息。

VOC 减排的基本理念包括：“减少 VOC 的生产和使用量”、“减少 VOC 的挥发量”、“防止 VOC 从排放口和建筑物排入大气”、“提高作业人员的技能”等，除购买高价的处理装置外，改善作业工序、在操作方面谋求改善都极为重要。并且作业方面的改善还可削减成本，促进作业环境的改善。

例如，对于工厂内涂装、印刷、金属等表面处理、干洗，东京都按照作业工序，从“工序、设备改善”、“原材料转换”、“引进处理装置”等方面，整理并公布了排放控制对策（表 3-4）。

此外，图 3-14、图 3-15 介绍了室内、室外具体的 VOC 减排对策技术。

表 3-4 (1) VOC 减排案例

工厂内涂装		印刷		金属表面处理		干洗	
· 工序、设备的改善							
调色、调和	换色方式、调色顺序的改善	准备	调整颜色、粘度时防止挥发	准备	评估清洗的必要性 改善清洗度标准	准备	评估预处理和除垢的必要性
涂装	通过选择喷枪类型，提高涂装效率	印刷、干燥	使用浅印版（滚筒）		确认启动程序、停止程序	洗涤、脱液、干燥	干洗液更换、填充时放置撒漏
	通过改善喷涂作业，提高涂装效率		控制印刷机周边的风		合适的冷却水温度、设置冷水装置		干洗液的冷却
	开展培训提高涂装技能		缩小油墨盘等的开口面积		被清洗物摆放方法的合理化		防止干洗物上残留干洗液
	设置涂装间调整涂装间的风速		利用局部排风防止过度吸附		更换、添加清洗液时防止挥发	保管	干洗液保管、储存时防止挥发
	局部排气装置的设置、控制风速的调整	清洗	防止印版更换时清洗作业过程中的挥发	清洗、干燥	控制清洗机周边的风	防水、加工	防水加工作业时防止挥发
	通过改善室内环境，提高产品的成品率	保管	防止保管、储存时的挥发		利用局部排风防止过度吸附		
	涂料输送管的改善				改变局部排风的形式等		
	涂料供应方式的改善				确保干舷比		
器具清洗	防止更换、清洗作业过程中的挥发				低速移动被清洗物		
保管	防止保管、储存时的挥发				蒸汽清洗后的控干、放置干燥		
					配备盖子、部分遮挡		
					确认盖子的设置位置		
				保管	放置清洗液保管、储存过程中的挥发		

出处：《VOC 对策指南》（东京都环境局）

https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/air/air_pollution/voc/guide/voc_guide.html

表 3-4 (2) VOC 减排案例

工厂内涂装	印刷	金属表面处理	干洗
· 原材料转换			
换成水性涂料	换成水性油墨	换成水系清洗剂	兼用水洗
换成粉状涂料	换成紫外线硬化型油墨		
换成高固体分漆	换成植物油油墨		
	换成 IPA 少的湿水		
	换成无水印刷		
	换成高固体分漆、无溶剂型、水性粘合剂		
	换成低 VOC 清洗剂		
· 引进处理装置			
引进废气处理装置 (燃烧式)	引进废气处理装置 (燃烧式)	引进废气处理装置 (活性炭回收装置)	换成多功能机[注]
引进废气处理装置 (活性炭回收装置)	引进废气处理装置 (活性炭回收装置)	引进废气处理装置 (深冷凝缩装置)	换成带干洗液回收功能的烘干机
引进废气处理装置 (生物处理法)	引进废气处理装置 (生物处理法)	引进密闭式清洗装置	引进带干洗液回收装置的衣架式烘干机

注：多功能机是一台机器可完成洗涤、脱液、烘干的干洗机。

密闭式装置，洗涤、脱液后不用取出衣物，直接烘干。通常的干洗机在烘干工序都使用燃点 42℃ 左右的干洗液，但多功能机使用燃点高的干洗液，可将干洗液回收再利用，因此可减少干洗液的使用量，减少 VOC 的排放。

出处：《VOC 对策指南》（东京都环境局）

https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/air/air_pollution/voc/guide/voc_guide.html

【改为提前涂装】

- 在金属板和塑料成型前进行涂装，可回收高浓度的 VOC，实现高效回收和燃烧处理。

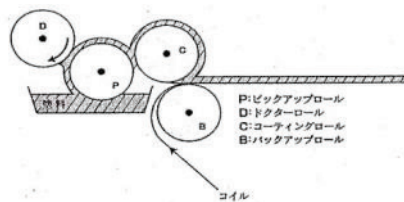


图9 ロールコーター塗装

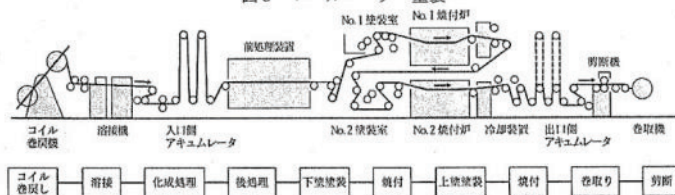


图10 ロールコーター塗装のライン

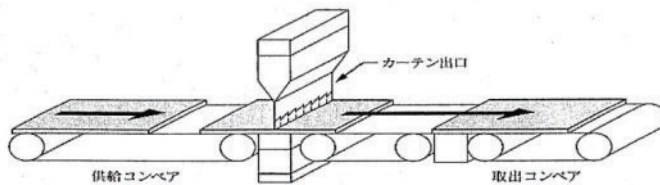


图11 カーテンフローコート塗装

【确保干舷比】

- 增加清洗池的干舷比（清洗池较窄一侧的开口尺寸（a）与蒸汽/空气交界处至清洗池上端的高度（b）之比），确保清洗池上部的冷却空间，促进 VOC 凝缩。

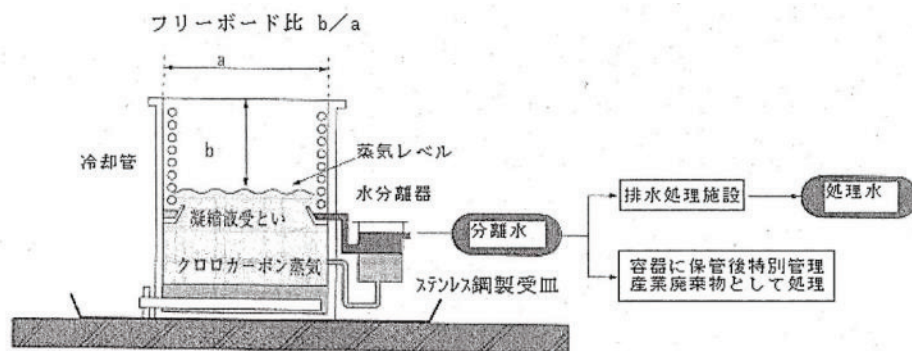


图12 蒸気洗浄のフリーボード比

图 1-6 (2) VOC 减排对策技术

出处：“2005 年度 VOC 排放控制推进研讨会（资料集）”（环境省）
http://www.env.go.jp/air/osenvoc/17semi_mat/index.html

【設置油气回收装置】

- 油气回收装置（蒸汽回收装置）是将汽油等石油制品移入其他设施时，让接收方容器（储油罐）中挥发、混入 VOC 的空气回流到运送方的装置中，可防止滞留在接收方容器中的高浓度 VOC 排入大气。

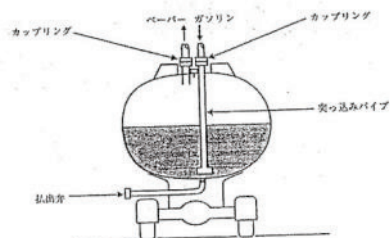


図 13 タンクローリーへの積み出し時のベーパーリターンの例

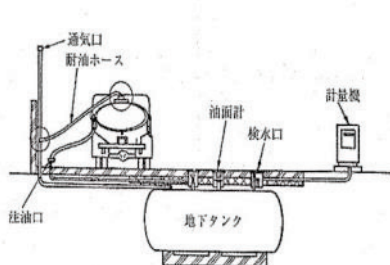


図 14 給油所地下タンクへの受入時のベーパーリターンの例

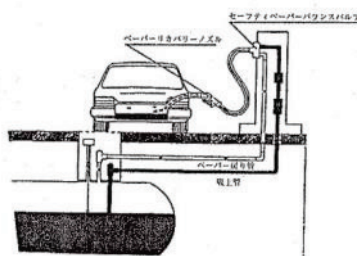


図 15 給油時のベーパーリターンの例

【换成浮顶油罐】

- 固定顶油罐在汽油等石油制品装卸或储存过程中，油罐内部的空间滞留挥发的 VOC，这些 VOC 从通风孔排入大气。
浮顶油罐的液面上方没有空间，可防止 VOC 从液面挥发。

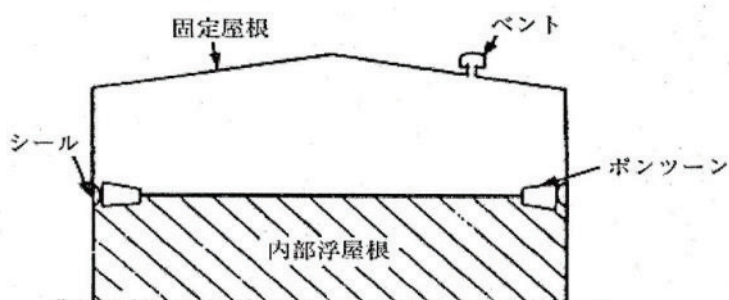


図 16 内部浮屋根式タンク（シングルデッキタイプ）の例

图 1-6 (3) VOC 减排对策技术

出处：“2005 年度 VOC 排放控制推进研讨会（资料集）”（环境省）
http://www.env.go.jp/air/osen/voc/17semi_mat/index.html

【VOC 处理装置（吸附法）】

- 以活性炭、硅胶和钒土等作为吸附剂回收 VOC 的装置。

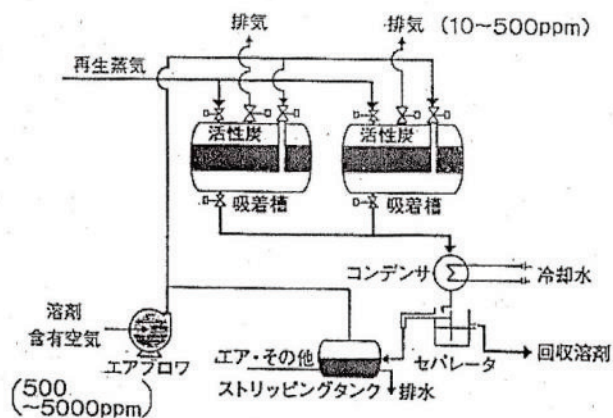


図 17 固定床吸着式の例

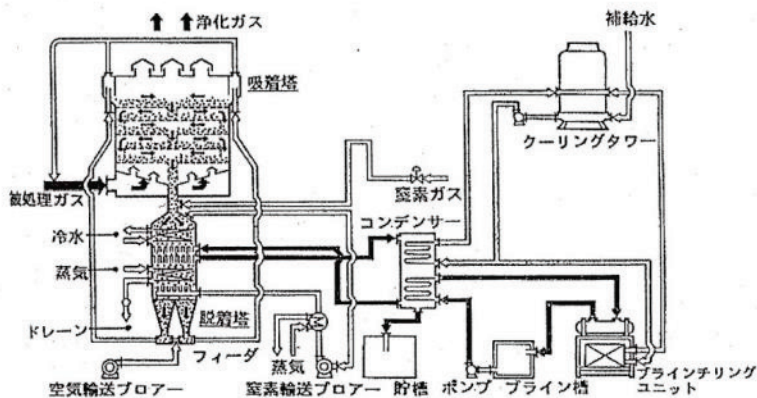


図 18 流動床吸着式の例

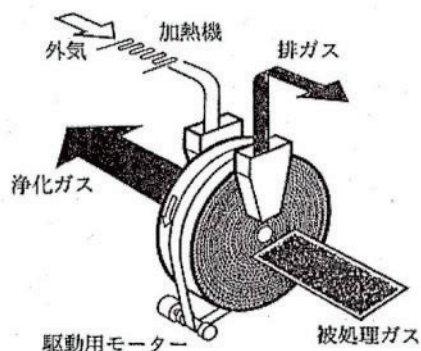


図 19 ハニカム型吸着式の例

图 1-6 (4) VOC 减排对策技术

出处：“2005 年度 VOC 排放控制推进研讨会（资料集）”（环境省）
http://www.env.go.jp/air/osen/voc/17semi_mat/index.html

【VOC 处理装置（冷凝法）】

- 将挥发的 VOC 冷却到露点以下进行回收的装置。

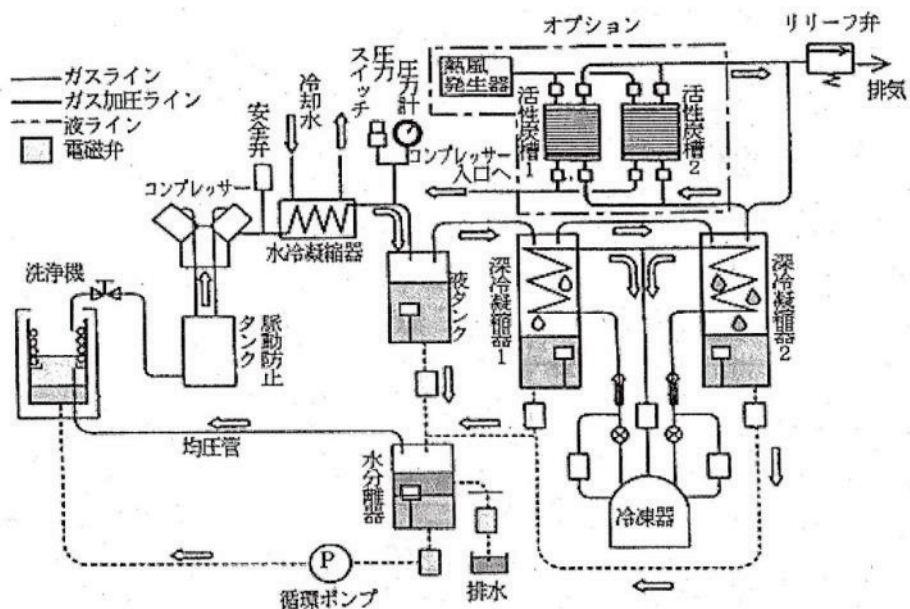


図 20 圧縮深冷凝縮法による VOC 处理装置の例

图 1-6 (5) VOC 减排对策技术

出处：“2005 年度 VOC 排放控制推进研讨会（资料集）”（环境省）
http://www.env.go.jp/air/osen/voc/17semi_mat/index.html



<p>【输电铁塔的涂装】</p> <ul style="list-style-type: none"> 使用弱溶剂形涂料，减少向大气中的 VOC 排放量（比过去削减 20~30%）。 	<p>【球形储罐支撑架的涂装】</p> <ul style="list-style-type: none"> 使用弱溶剂聚氨酯涂料，减少向大气中的 VOC 排放量（比过去削减约 20%）。 
---	---

图 3-15 VOC 减排对策技术（室外涂装）

出处：《关东经济产业局管区内挥发性有机化合物排放控制网络建设相关调查报告书》（关东经济产业局）
http://www.kanto.meti.go.jp/seisaku/kankyo/recycle/22fy_voc_nw_investigation.html

3.5. VOC 的定量影响评价探讨

3.5.1. 日本的 VOC 排放量推算方法

日本在探讨 VOC 排放控制对策前，调查掌握了 VOC 排放量，并在 VOC 控制开始后持续掌握 VOC 的排放量。这些 VOC 排放量都是经过综合且系统推算得出的，因此被称为“VOC 排放清单”。

推算大气环境中的 VOC 排放量时，对象产生源如 表 3-5 所示。

表 3-5 推算对象的产生源一览表

产生源					
大类 (排放阶段)		中类 (使用目的)		小类 (产生源品种)	
1	制造			101	化学品
				102	食品等(发酵)
				103	焦炭
				104	天然气
2	储存、出货			201	燃料(挥发气)
				202	原油(挥发气)
3	使用 (溶剂)	31	溶剂(调和品) 的使用	311	涂料
				312	印刷油墨
				313	粘合剂
				314	黏着剂、剥离剂
				315	用于层压的粘合剂
				316	农药、杀虫剂等(辅助剂)
				317	渔网防污剂
		32	溶剂(非调和品) 的使用	321	橡胶溶剂
				322	加工(Converting)溶剂
				323	镀膜溶剂
				324	合成皮革剂
				325	沥青
				326	抛光剂
		33	清洗、去除	327	标识材料
				331	工业用清洗剂
				332	干洗溶剂
				333	涂装剥离剂(清洁剂)
				334	用于清洗生产设备的稀料
		34	其他	335	表面处理剂(助熔剂等)
341	试剂				
4	使用 (溶剂以外)	41	原料使用	411	原油(精炼时的蒸发)
				421	塑料发泡剂
		42	产品使用	422	灭菌、杀菌、消毒剂
				423	熏蒸剂
				424	湿水

出处：《关于挥发性有机化合物(VOC)排放清单》(挥发性有机化合物(VOC)排放清单研究会)
http://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2603/01main.pdf

推算 VOC 排放量时考虑了以下几点。

- 关于推算 VOC 排放量的对象行业，考虑到不同产生源的 VOC 生产使用方法等，以《日本标准产业分类》中的行业分类为准进行整理。
- VOC 对象物质为大气污染防治法中定义的 VOC，包括产生源产品等（产生源种类）在内共计 100 种左右。
- 关于 VOC 大气排放量的推算，从各类统计资料中整理出产品在全国的出货量、产品的 VOC 含量、大气排放率等数据，按不同产生源种类进行叠加。

不同产生源种类 VOC 排放量的推算方法如表 3-6 所示，分为 4 中类型，即①排放系数型；②自主行动计划型；③PRTR 引用型；④其他。

对应各类型的产生源种类如表 3-7 所示，各推算流程如图 3-16 所示。

表 3-6 不同产生源种类 VOC 排放量的推算方法

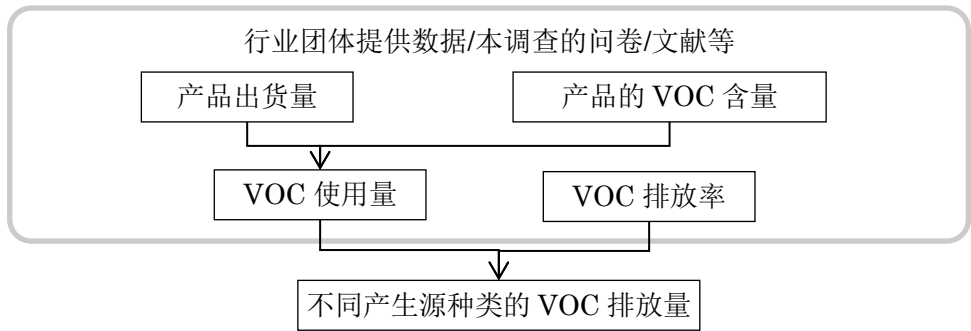
推算类型	推算方法
A. 排放系数型	VOC使用量乘以排放系数得出。 <ul style="list-style-type: none"> ● VOC使用量×排放比率，计算排放量。 ● 使用量主要是行业团体提供的出货量。部分数据通过问卷获得，还有部分数据是行业团体推算得出的。
B. 自主行动计划型	行业团体等的自主行动计划涉及的 VOC 排放量，用捕获率进行修正后计算得出。
C. PRTR引用型	引用PRTR申报、申报外排放量的推算。
D. 其他类型	其他（不适用A~C的部分）

出处：《2012 年度 关于编制挥发性有机化合物（VOC）排放清单等的调查业务报告书》
 （2012 年度 环境省委委托调查业务报告书，株式会社 旭调查中心，2013 年 3 月）

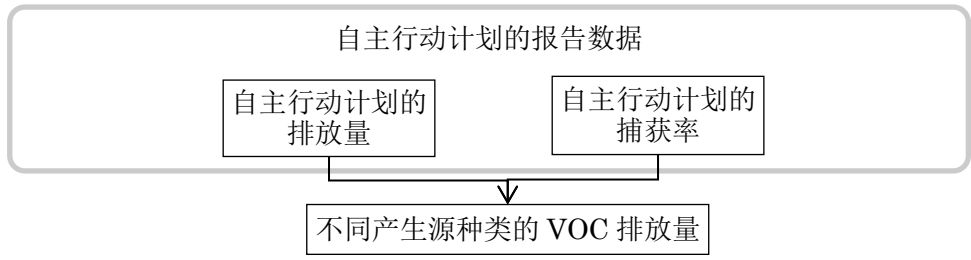
表 3-7 不同产生源种类排放量推算类型的分类

推算类型	产生源种类		推算类型	产生源种类	
A 排放 系数型	102	食品等（发酵）	B 自主行动 计划型	101	化学品
	201	燃料（挥发气）		104	天然气
	311	涂料		201	燃料（挥发气）
	312	印刷油墨		202	化学品（挥发气）
	313	粘合剂（用于层压的除外）		203	原油（挥发气）
	326	沥青		314	黏着剂、剥离剂
	331	工业用清洗剂		315	用于层压的粘合剂
	332	干洗溶剂		321	反应溶剂、萃取溶剂
	333	涂装剥离剂（清洁剂）		322	橡胶溶剂
	335	表面处理剂（助熔剂等）		323	加工（Converting）溶剂
	341	试剂		324	镀膜溶剂
	342	其他（含不明部分）		325	合成皮革溶剂
	411	原油（精炼时的蒸发）		327	抛光剂
	421	塑料发泡剂		328	标识材料
	422	灭菌、杀菌、消毒剂		412	化学品原料
423	熏蒸剂				
424	湿水				
推算类型	产生源种类		推算类型	产生源种类	
C PRTR 引用型	103	焦炭	D 其他类型	324	用于清洗生产设备的稀料
	316	农药、杀虫剂等（辅助剂）			
	317	渔网防污剂			
	321	反应溶剂、萃取溶剂等			

出处：《2012 年度 关于编制挥发性有机化合物（VOC）排放清单等的调查业务报告书》
（2012 年度 环境省委委托调查业务报告书，株式会社 旭调查中心，2013 年 3 月）



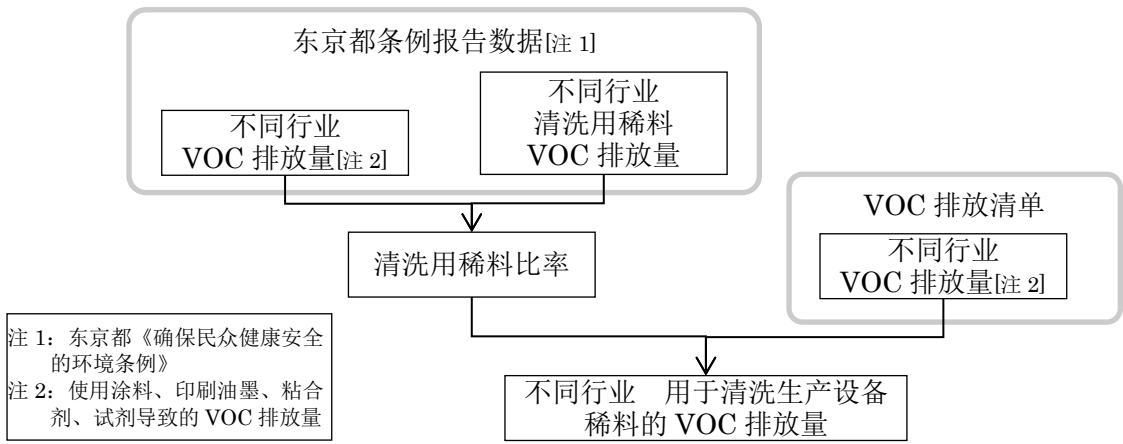
【排放量推算方法示意图 (A 排放系数型)】



【排放量推算方法示意图 (B 自主行动计划型)】



【排放量推算方法示意图 (C PRTR 引用型)】



注 1: 东京都《确保民众健康安全的环境条例》
 注 2: 使用涂料、印刷油墨、粘合剂、试剂导致的 VOC 排放量

【排放量推算方法示意图 (D 其他类型: 334 用于清洗生产设备的稀料)】

图 3-16 排放量推算方法示意图

出处:《2012 年度 关于编制挥发性有机化合物 (VOC) 排放清单等的调查业务报告书》(2012 年度 环境省委托调查业务报告书, 株式会社 旭调查中心, 2013 年 3 月)

不同产生源种类排放量根据 PRTR 申报数据和工业统计等的指标，分配到不同行业排放量、不同物质排放量和不同都道府县排放量中（表 3-8、图 3-17）。

表 3-9 整理了不同产生源种类排放量推算时使用数据的统计资料等。VOC 排放系数使用了行业的统计值和文献值，涂料、印刷油墨、粘合剂的排放量推算，基本上使用的是行业发表的统计值（经验值）。

表 3-8 VOC 排放清单的排放量划分及其推算方法的概要

排放量划分	推算方法概要
不同产生源种类排放量推算	<p><产生源种类排放量的推算></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 利用不同产品种类的全国出货量和成分含量、排放系数，或行业团体采用的自主行动计划等，求出不同产生源种类的排放量。 ● 成分含量及自主行动计划等数据通常是按不同物质整理的。多数情况下这一阶段可得到不同物质的排放量。 ● 有时也按照产生源种类细化“需求领域”等。
不同行业排放量推算	<p><分配到不同行业的排放量></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 假设与需求领域及行业的对应关系，或使用其他分配指标（PRTR数据等），用不同产生源种类的排放量求出不同行业的排放量。 ● 多数产生源种类对应单一的行业（或少数几个行业），这时不用分配指标，求出不同行业的排放量。
不同物质排放量推算	<p><分配到不同物质的排放量></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 利用文献等信息得出不同物质排放量。 ● 多数情况下按不同物质整理不同产生源种类排放量推算时使用的成分含量和自主行动计划。在无法得到不同物质数据的情况下，进行不同物质排放量的分配。
不同都道府县排放量推算	<p><分配到不同都道府县的排放量></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 利用各类分配指标（PRTR数据、公司和企业统计等），从不同行业排放量求出各都道府县的排放量。

出处：《2012 年度 关于编制挥发性有机化合物（VOC）排放清单等的调查业务报告书》（2012 年度 环境省委托调查业务报告书，株式会社 旭调查中心，2013 年 3 月）

https://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2503/02em.pdf

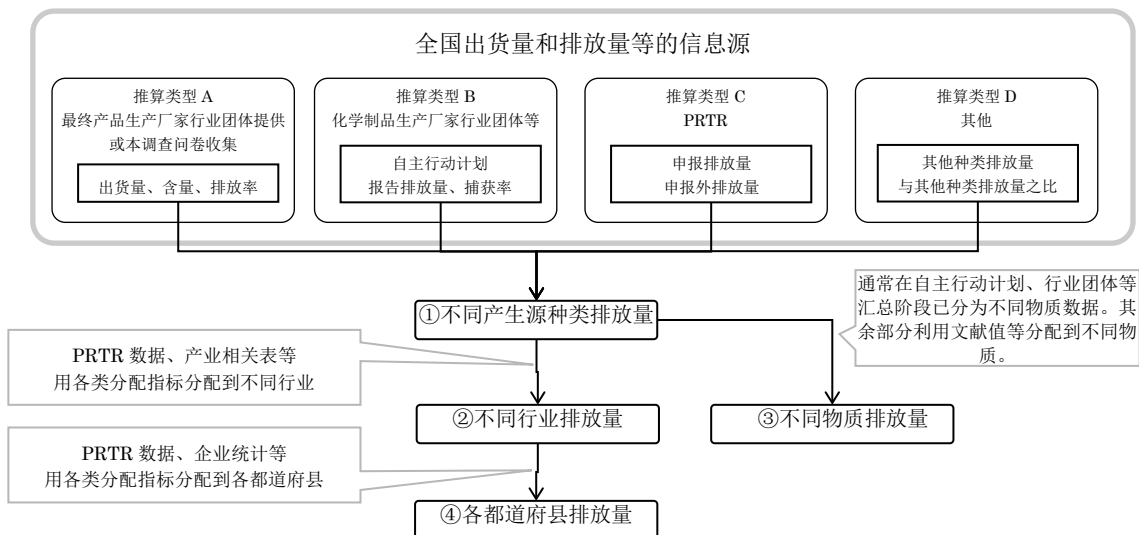


图 3-17 不同行业排放量、不同物质排放量、不同都道府县排放量的推算流程

出处：《2012 年度 关于编制挥发性有机化合物（VOC）排放清单等的调查业务报告书》（2012 年度 环境省委托调查业务报告书，株式会社 旭调查中心，2013 年 3 月）

https://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2503/02em.pdf

表 3-9 汇总时使用的统计资料一览表 (A 排放系数型)

产生源种类		数据的种类	出处
102	食品等 (发酵)	面包产量 (面粉换算)	《米麦加工食品生产动态统计调查年报》农林水产省综合食品局粮食部消费流通课
		面包生产的排放系数	EMEP/CORINAIR (EU 的排放系数 DB)
		酒类产量	《酒类生产及库存表》国税厅
		酒精生产的排放系数	EMEP/CORINAIR (EU 的排放系数 DB)
201	燃料 (挥发气) (加油站的排 放,其他 B)	汽油销售量	石油联盟调查
		5 对象化学物质不采取对策时的排放系数	《PRTR 制度和加油站 (排放量计算及申报等的手册)》 (2002 年 3 月,石油联盟、全国石油商业组合联合会)
		气体回收装置的安装率	PRTR 申报数据等
		加油站的 THC 排放系数 (气温 15.2℃)	《石油产业防止碳化氢油气综合系统研究调查报告书》 (1975 年 3 月,资源能源厅)
311	涂料	涂料的不同种类销售量	化学工业统计年报
		涂料不同种类、不同需求领域的出货量	《关于涂料中主要挥发性有机溶剂排放的调查结果报告》 (社)日本涂料工业会
		每种涂料的不同物质涂料溶剂含量	
		每种涂料的不同物质稀释溶剂稀释率	
		不同需求领域、不同物质、VOC 排放量	《涂料的 VOC 排放现状推算汇总》 (社)日本涂料工业会
312	印刷油墨	印刷油墨不同种类销售量	化学工业统计年报 (经济产业省)
		印刷油墨不同种类 VOC 含量与稀释率	印刷油墨工业联合会访谈结果,东京都环境局委託 《碳化氢类排放量调查报告书》
		VOC 排放量 (高沸点溶剂)	日本印刷产业联合会自主行动计划
		VOC 使用量 (除高沸点溶剂)	印刷油墨工业联合会调查结果 (用捕获率修正)
		印刷油墨不同种类、不同物质有无使用 VOC	印刷油墨工业联合会调查
		胶版印刷 (平板油墨)、凹版印刷 (凹版油墨) 的排放系数	日本印刷产业联合会自主行动计划
		其他印刷种类 (树脂凸版油墨、金属印刷油墨、其他油墨、报纸油墨) 的排放系数	东京都环境局委託 《碳化氢类排放量调查报告书》
313	粘合剂 (用于层压的 除外)	粘合剂不同种类、不同需求领域出货量 (t/年)	日本粘合剂工业会调查
		粘合剂不同种类、不同需求领域、不同物质 VOC 含量 (%)	
		粘合剂生产相关不同物质的 VOC 使用量 (t/年)	

出处:《2011 年度 关于编制挥发性有机化合物 (VOC) 排放清单等的调查业务报告书》(2011 年度 环境省委托调查业务报告书,株式会社 旭调查中心,2012 年 3 月)

https://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2403/02em.pdf

表 3-9 (2) 汇总时使用的统计资料一览表 (A 排放系数型) (接上页)

产生源种类		数据的种类	出处
326	沥青	溶解轻质沥青的溶剂使用量	能源生产、需求统计年报
		掺入铺装材料的煤油等的比例	产业关联表(2000)
		作为铺装材料使用的煤油等的大气排放率	EMEP/CORINAIR (EU 的排放系数 DB)
335	表面处理剂 (助熔剂等)	电气、电子产业的表面处理剂使用量	溶剂问卷调查结果 (2006 年度 VOC 排放清单调查)
		使用表面处理剂的排放系数	东京都条例的报告数据 (用“表面处理剂的大气排放率”独立计算)
341	试剂	作为二氯甲烷、三氯甲烷试剂的使用量	氯碳化合物卫生协会“不同用途需求”
		涉二氯甲烷量的比率	东京都条例的报告数据中, 使用目的为“试剂”的物质
		使用试剂的排放系数	《化学物质国际标准对策推进等(对象规模以下企业排放推算方法相关调查)报告书》
333	涂膜剥离剂 (清洁剂)	作为涂膜剥离剂的二氯甲烷使用量	氯碳化合物卫生协会“不同用途需求”
		涂膜剥离剂(清洁剂)使用的排放系数	(属于难以实施局部排气的使用形态, 设定为 100%。)
411	原油 (精炼时的蒸发)	石油精炼时的常压蒸馏装置能力、运转率	石油资料(石油通信社)
		石油精炼的排放系数	大气污染物排放量网格数据建立业务报告书、(财)计量计划研究所
421	塑料发泡剂	作为塑料发泡剂的二氯甲烷使用量	氯碳化合物卫生协会调查“不同用途需求”
		发泡剂使用的排放系数	与日本塑料工业联盟的自主行动计划相比较
422	灭菌、杀菌、消毒剂	灭菌气体(环氧乙烷)的出货量	Gas Medicina
		灭菌气体使用的排放系数	《化学物质国际标准对策推进等(对象规模以下企业排放推算方法相关调查)报告书》
423	熏蒸剂	不同用途溴代甲烷的出货量	农林水产省农药对策室调查
		作为熏蒸剂使用溴代甲烷的排放系数	(熏蒸后经大气稀释排入大气, 因此设定为 100%)
424	湿水	印刷业的 VOC 使用量以及湿水的占比	日本印刷产业联合会 自主行动计划
		湿水使用时的排放系数	(暂定为 100%)

出处:《2011 年度 关于编挥发有机化合物 (VOC) 排放清单等的调查业务报告书》(2011 年度 环境省委托调查业务报告书, 株式会社 旭调查中心, 2012 年 3 月)

https://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2403/02em.pdf

表 3-9 (3) 汇总时使用的统计资料一览表 (A 排放系数型) (接上页)

产生源种类		数据的种类	出处
331	工业用 清洗剂	氟系 3 溶剂不同用途的使用量	氟碳化合物卫生协会“不同用途需求”
		其他氟系清洗剂的使用量	日本产业清洗协议会编制的《工业清洗剂相关调查报告书》
		使用氟系工业用清洗剂的排放系数	H17VOC 排放控制自主措施推进手册方案编制(清洗部分)委员会报告书(旭调查中心)
		准水系、碳化氢系清洗剂的使用量(出货量)	本调查实施的问卷调查①(每年实施,包括酒精类工业用清洗剂)
		使用准水系、碳化氢系清洗剂的排放系数	本调查实施的问卷调查②(每年实施)
		酒精类工业用清洗剂的使用量(出货量)	本调查实施的问卷调查①对《2008 年度 确保化学物质安全、国际标准对策推进等(工业用清洗剂的现状调查)调查报告书》(2009 年 3 月,瑞穗情报综研株式会社)的年度修正
		使用酒精类工业清洗剂的排放系数	本调查实施的问卷调查③(2010 年度调查中实施)
		氟系、准水系、碳化氢系以外的清洗剂使用量	日本产业清洗协议会“工业清洗剂相关调查”报告书
		使用氟系、准水系、碳化氢系以外清洗剂的排放系数	日本产业清洗协议会“工业清洗剂相关调查”报告书(根据 PRTR 申报排放量等)
332	干洗溶剂	作为干洗溶剂的四氯乙烯使用量	氟碳化合物卫生协会“不同用途需求”
		作为干洗溶剂的工业汽油 5 号的使用量	对石油化学厂家的问卷调查
		“使用量-废弃物的移动量”视为大气排放量。(相当于排放系数)	化学物质排放量等产出手册(中小企业事业团)

出处:《2011 年度 关于编制挥发性有机化合物(VOC)排放清单等的调查业务报告书》(2011 年度 环境省委托调查业务报告书,株式会社 旭调查中心,2012 年 3 月)

https://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2403/02em.pdf

表 3-9 (4) 汇总时使用的统计资料一览表 (B 自主行动计划型)

产生源种类		出处	对象
101	化学品	(社)日本涂料工业会的自主行动计划	涂料生产
		印刷油墨工业联合会的自主行动计划	印刷油墨生产
		日本粘合剂工业会的自主行动计划	粘合剂生产
		(社)日本表面处理机械材料工业会的自主行动计划	表面处理剂
		(社)日本化学工业协会的自主行动计划	化学品
202	化学品 (挥发气)	包括“化学品(101)”推算	
321	反应溶剂、 萃取溶剂等 (部分为 C)		
412	化学品原料		
104	天然气	天然气矿业会调查	天然气生产时(天然气成分)
201	燃料 (挥发气) (炼油厂的排 放,部分为 A)	石油联盟的自主行动计划	原油基地、炼油厂、储油库的燃料储存及出货
		燃气协会的自主行动计划	燃气工厂石脑油罐的排放量
203	原油 (挥发气)	天然气矿业会自主行动计划	原油
314	黏着剂、 剥离剂	日本胶带工业会	自主行动计划的全部排放量
		日本造纸联合会	自主行动计划 80%的排放量
		日本聚乙烯层压制品工业 会	自主行动计划 24%的排放量
		印刷用不干胶纸厂家会	会的全部独立调查结果
315	用于层压的粘 合剂	日本聚乙烯层压制品工业 会的自主行动计划用 PRTR 历年趋势进行修正	用于层压的粘合剂中所含溶剂
322	橡胶溶剂	日本橡胶工业会的自主行 动计划	橡胶溶剂的使用
324	镀膜溶剂	日本聚乙烯层压制品工业 会的自主行动计划	镀膜溶剂的使用
325	合成皮革溶剂	日本塑料工业联盟的自主 行动计划	溶解聚氨酯的溶剂使用
327	抛光剂	全日本光泽化工纸协同组 合联合会的自主调查	抛光剂中所含溶剂
328	标识材料	(社)日本钢铁联盟自主行 动计划	标识材料的使用

出处:《2011 年度 关于编制挥发性有机化合物(VOC)排放清单等的调查业务报告书》(2011 年度 环境省
委托调查业务报告书,株式会社 旭调查中心,2012 年 3 月)

https://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2403/02em.pdf

表 3-9 (5) 汇总时使用的统计资料一览表 (C PRTR 引用型)

产生源种类		数据	对象
103	焦炭	化管法规定的申报排放量	焦炭生产时的苯
316	农药、杀虫剂等 (辅助剂)	引用 PRTR 申报外排放量推算	农药、杀虫剂的使用
317	渔网防污剂	引用 PRTR 申报外排放量推算	渔网防污剂的使用
321	反应溶剂、萃取溶剂等 (部分为 B)	该产生源种类中, 玻璃纸生产相关的排放量引用 PRTR 申报数据	玻璃纸生产的排放量部分

出处:《2011 年度 关于编制挥发性有机化合物 (VOC) 排放清单等的调查业务报告书》(2011 年度 环境省委托调查业务报告书, 株式会社 旭调查中心, 2012 年 3 月)

https://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2403/02em.pdf

表 3-9 (6) 汇总时使用的统计资料一览表 (D 其他类型)

产生源种类		数据	出处等
334	生产设备类清洗用稀料	使用“涂料、印刷油墨、粘合剂、试剂”的 VOC 排放量	VOC 排放清单
		使用涂料、印刷油墨、粘合剂、试剂 4 产品的 VOC 排放量与使用清洗用稀料的 VOC 排放量的比例	依据东京都《确保市民健康与安全的环境条例》的报告数据 (2002 年度至 2005 年度共 4 年的排放量合计)

出处:《2011 年度 关于编制挥发性有机化合物 (VOC) 排放清单等的调查业务报告书》(2011 年度 环境省委托调查业务报告书, 株式会社 旭调查中心, 2012 年 3 月)

https://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2403/02em.pdf

3.5.2. 日本的 VOC 排放量推算结果

作为VOC排放清单整理的2000年(平成12年)~2012年(平成24年)的VOC 排放量变化如表 3-10、图 3-18 所示。与 2000 年基准年的排放量相比，目标年的 2010 年削减 44.7%，2012 年削减 47.5%。

不同类型控制对象设施的排放量变迁如表 3-11、表 3-12 所示。从表中可以看出，2000 年度至 2010 年度的 VOC 减排量分别为：黏着、粘合相关设施约 13 万吨/年、涂装相关设施约 7 万吨/年、印刷相关设施约 5 万吨/年，可以说这些设施对减排的贡献很大。

表 3-10 不同产生源种类 VOC 排放量的变迁

产生源种类		VOC 大气排放量推算值 (t/年)								
		2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
101	化学品 [新]	136,229	82,233	79,544	76,005	61,736	57,177	51,018	49,352	48,004
101	化学品 [旧]	10,625	4,834	4,833	4,918	4,921	4,388	4,590	—	—
102	食品等 (发酵)	18,467	14,792	14,607	14,638	18,188	15,642	16,166	16,843	17,122
103	焦炭	317	179	164	166	144	120	125	132	167
104	天然气	1,611	836	825	1,999	2,760	2,560	2,514	731	569
201	燃料 (挥发气)	169,847	173,875	168,106	161,245	155,980	150,205	149,667	151,930	146,289
202	化学品 (挥发气)	9,561	6,933	4,088	4,590	3,846	3,906	4,864	(101 中含)	(101 中含)
203	原油(挥发气)	993	830	818	737	768	721	582	546	513
311	涂料	534,672	398,203	379,924	368,422	328,754	292,224	294,460	289,499	285,647
312	印刷油墨	129,909	84,290	86,554	75,877	73,054	60,865	42,190	40,353	35,625
313	粘合剂	68,027	55,041	56,469	50,120	44,316	40,265	40,429	40,707	42,252
314	黏着剂、剥离剂	48,712	35,423	32,997	28,385	24,062	19,649	13,181	13,982	12,204
315	用于层压的粘合剂	22,191	22,458	25,527	22,530	23,713	24,945	22,670	24,116	21,809
316	农药、杀虫剂等(辅助剂)	3,390	2,825	2,704	2,728	2,667	2,489	2,013	1,941	1,787
317	渔网防污剂	1,854	4,261	4,355	4,207	4,106	3,835	4,006	3,985	4,151
321	反应溶剂、萃取溶剂等	61,189	39,584	39,924	37,710	30,538	27,924	24,308	(101 中含)	(101 中含)
322	橡胶溶剂	25,798	21,844	20,441	19,516	16,332	12,960	13,043	11,653	10,059
323	加工(Converting)溶剂	11,846	9,818	11,110	9,235	8,647	6,886	5,257	5,050	4,229
324	镀膜溶剂	2,690	8,994	11,823	16,856	7,065	10,877	5,143	4,781	4,610
325	合成皮革溶剂	1,603	2,948	3,523	3,510	2,490	1,440	535	690	1,434
326	沥青	4,627	6,631	5,797	5,381	4,698	4,101	4,034	4,050	4,023
327	抛光剂	763	465	419	419	419	419	419	419	419
328	标识材料	195	126	127	122	112	94	85	78	68
331	工业用清洗剂	83,528	65,434	59,736	55,481	46,692	43,438	45,141	43,472	37,169
332	干洗溶剂	51,537	43,440	40,711	36,744	31,266	24,842	24,118	25,576	21,891
333	涂膜剥离剂(清洁剂)	7,060	1,540	1,312	1,054	1,201	935	1,464	1,067	1,165
334	用于清洗生产设备的稀料	61,622	45,161	44,058	41,333	37,378	32,907	30,997	30,517	29,819
335	表面处理剂(助熔剂等)	923	620	620	620	620	620	620	620	620
341	试剂	1,241	1,615	1,726	772	710	898	1,048	997	722
411	原油(精炼时的蒸发)	86	86	83	82	79	74	74	70	71
412	化学品原料	54,854	30,882	30,699	28,787	22,431	20,959	17,256	(101 中含)	(101 中含)
421	塑料发泡剂	3,353	2,337	2,018	1,653	1,626	1,225	1,194	1,290	1,215
422	灭菌、杀菌、消毒剂	432	445	445	445	442	470	469	503	529
423	熏蒸剂	5,770	1,943	1,732	1,479	1,292	1,047	1,076	624	603
424	湿水	4,088	3,900	3,986	2,019	1,815	3,574	1,784	1,754	1,827
合计		1,403,379	1,092,594	1,062,260	1,003,781	903,132	817,503	775,522	767,327	736,612
减排率(与 2000 年度比)			22%	24%	29%	36%	42%	44.70%	45.30%	47.50%

出处:《关于挥发性有机化合物(VOC)排放清单》(环境省挥发性有机化合物(VOC)排放清单研究会, 2014年3月) http://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2603/01main.pdf

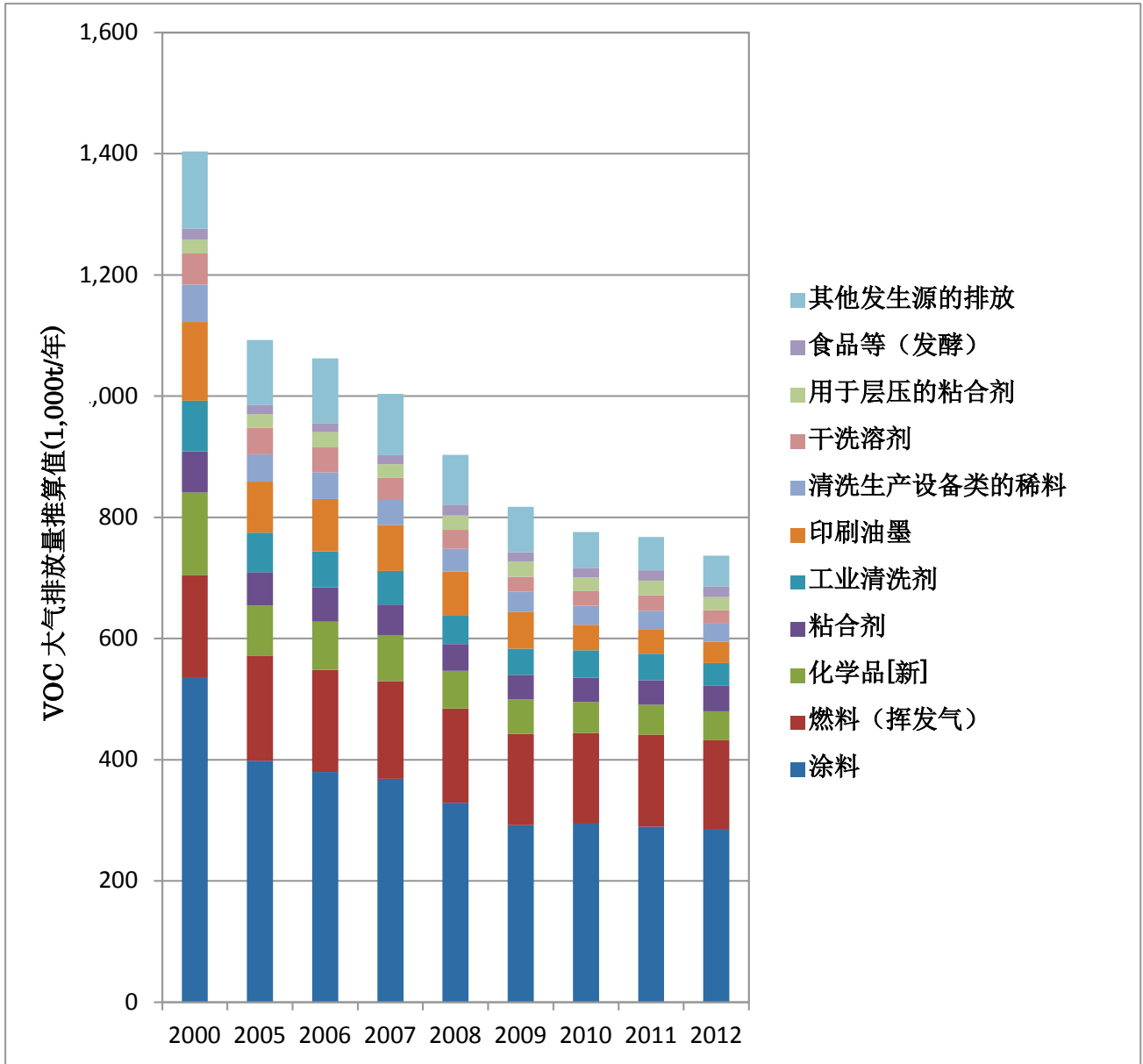


图 3-18 VOC 排放量的变迁

出处: 根据《关于挥发性有机化合物 (VOC) 排放清单》(环境省挥发性有机化合物 (VOC) 排放清单研究会, 2014 年 3 月) http://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2603/01main.pdf 制作

注: 2010 年度之前的“101 化学品”、“202 化学品(挥发气)”、“321 反应溶剂、萃取溶剂等”、“412 化学品原料”4 类产生源, 在 2011 年度推算时汇总成“101 化学品[新]”的一类。

表 3-11 控制对象设施的 VOC 减排率推算结果

VOC 控制设施的种类		2010 年度 全国推算 排放量 (t/年) (d)	2010 年度 全国推算 排放量 (t/年) (e)	减排率 $1-(d/e)$ (%)	2010 年度控制设施的 VOC 大气排放量 推算百分率 (%)		对应的领域
1 项	化学产品烘干设施	3,892	14,589	73.30%	2.30%	2.30%	化学产品生产
2 项	涂装设施	51,239	88,230	41.90%	30.10%	48.40%	涂装
3 项	涂装用烘干设施	31,260	62,345	49.90%	18.30%		
4 项	黏着用烘干设施	29,287	137,192	78.70%	17.20%	22.60%	粘合、黏着
5 项	粘合用烘干设施	9,239	29,986	69.20%	5.40%		
6 项	胶印轮转印刷用烘干设施	3,801	4,536	16.20%	2.20%	26.10%	印刷
7 项	凹版印刷用烘干设施	40,658	93,614	56.60%	23.90%		
8 项	工业清洗设施	403	662	39.10%	0.20%	0.20%	清洗
9 项	储存设施	664	1,025	35.20%	0.40%	0.40%	储存
合计		170,442		60.60%	100%	100%	

※整体 VOC 排放清单推算的减排率为 44.2% (与 2000 年相比)。

由此可推断, 控制设施以外的减排率为 37.1% (与 2000 年相比)

出处:《关于挥发性有机化合物(VOC)排放清单》(2012 年 3 月, 环境省挥发性有机化合物(VOC)排放清单研究会) http://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2403/01main.pdf

表 3-12 控制对象设施的 VOC 减排量推算结果

	2010 年度 全国推算排放量 (t/年) (d)	2000 年度 全国推算排放量 (t/年) (e)	减排量 (t/年) (e-d)
化学产品生产	3,892	14,589	10,697
涂装	82,499	150,575	68,076
黏着、粘合	38,526	167,178	128,652
印刷	44,459	98,150	53,691
清洗	403	662	259
储存	664	1,025	361

出处: 根据《关于挥发性有机化合物(VOC)排放清单》(2012 年 3 月、环境省挥发性有机化合物(VOC)排放清单研究会) http://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2403/01main.pdf 制作

3.5.3. 工厂等的 VOC 排放量推算方法

日本的 VOC 排放量推算方法已在 3.5.1 中作了简要说明，但工厂等工作现场推算 VOC 排放量时，大多与全国的推算方法不同。工厂等的 VOC 排放量推算方法基本上有下列 4 种方法。

- ① 物料衡算法
- ② 实测方法
- ③ 排放系数方法
- ④ 利用物性值计算的方法

① 物料衡算法

使用涂料、粘合剂、印刷油墨等时，如下所示，可以用涂料等的购买量乘以 VOC 含量，再加上处理率，求出 VOC 排放量。

$$\text{VOC 排放量 (t/年)} = \text{涂料等的使用量 (t/年)} \times \text{使用时的 VOC 含量 (\%)} \\ \times (1 - \text{处理率 (\%)})$$

- 涂料和印刷油墨不是购买后直接使用，通常需要用另行购买的溶剂稀释后再进行涂装等作业，这些也需考虑在内。因此，设了“使用时的 VOC 含量 (%)”一项。
- 只有在设置了处理装置时，才可考虑处理率。设定处理率时，需考虑从整个工序挥发的 VOC 中，处理的部分占多大比例、其效率如何。
- 使用涂料和印刷油墨时，不仅要使用溶剂稀释涂料等，还要清洗涂装设备等。这些清洗用的溶剂也应考虑纳入 VOC 排放量。

② 实测方法

测定工厂主要排放口废气中的 VOC 浓度，与排气量相乘，可算出 VOC 排放量。

$$\text{VOC 排放量 (t/年)} = \text{废气中的 VOC 浓度 (ppmC)} \times \text{排气量 (m}^3\text{/小时)} \\ \times \text{年运行时间 (小时/年)} \times \text{质量换算系数 (t/ppmC)}$$

- 废气中的 VOC 浓度测定，应在工厂的主要排放口以年平均运转情况为准进行测定。单位用换算成碳容积浓度 ppmC 较为妥当。
- 排气量可用排风装置的额定值计算得出。
- 如果使用的 VOC 成分明确，可直接计算出反映这些组成的质量换算系数，如果有代表性成分，也可使用假设 1 个成分的质量换算系数。成分不明确时，可使用假设平均 1 个碳 2 个氢的碳化氢分子的 CH₂ 换算方法。

③ 排放系数方法

VOC 的年生产使用量 and 产品年出货量等乘以模型实验等另行计算的排放系数（生产使用量等与排放量之比），计算得出。

$$\text{VOC 排放量 (t/年)} = \text{排放系数} \times \text{年生产使用量 (t/年)}$$

- 利用排放系数推算方法，可通过调查生产使用量很简单的计算出排放量，但手册上提示的排放系数并不一定能反映实际情况，这点应注意。

④ 利用物性值计算的方法

通过饱和蒸汽压等推测排气中的 VOC 浓度，再乘以排气量计算得出。

$$\text{VOC 排放量 (t/年)} = \text{用物性值计算的废气中的 VOC 浓度 (ppmC)} \\ \times \text{年排气量 (m}^3\text{/年)} \times \text{质量换算系数 (t/ppmC/m}^3\text{)}$$

可从各类便览中获得数据，但要设定符合实际情况的温度条件等，需要化学工程学知识，也可能与工厂实际情况不同。

出处：参考《PRTR 排放量计算手册 第 4.1 版》（2011 年 3 月，经济产业省、环境省）
http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/prtr/pdf/dai4han/dai1.pdf 制作。

3.6. 对策效果评估及今后的课题

3.6.1. VOC 排放控制对策评估

修订后的大气污染防治法于 2006 年（平成 18 年）4 月起施行，增加了 VOC 排放控制对策，自此，全国开始实施 VOC 排放控制对策。

在目标年的 2010 年度（平成 22 年度），环境省召开了“下期 VOC 对策方向探讨工作组”会议，对之前的 VOC 排放控制对策的效果进行了评估。

VOC 排放清单的推算结果显示，2008 年度（平成 20 年度）的 VOC 排放量是 91 万吨，与基准年 2000 年度（平成 12 年度）相比削减了 35%。此外，VOC 排放控制目标年的 2010 年度（平成 22 年度）也削减了 30% 以上，认为目标已经实现（图 3-19）。关于 VOC 排放控制对策的效果，认为大气中非甲烷总烃（NMHC）的浓度有所下降（图 3-20）。

关于 SPM，通过提高机动车 PM、NO_x 法对策地区的环境标准达标率，SPM 浓度显著下降（图 3-21），但在光化学氧化剂方面没有获得预期效果（图 3-22、图 3-23）。

对于导致这一事态的主要原因，有意见指出，光化学氧化剂是二次污染物导致的大气污染，加之大气输送和化学反应等复杂因素，很可能模拟时未能充分再现其不确定性（出处）。

根据上述意见，“下期 VOC 对策方向探讨工作组”会议对应探讨的课题进行了如下整理。

(1) 目标设定

- 大气质量环境改善相关目标的重新探讨
- 基于环境对人的影响以及与国际保持一致，重新评估作为目标的环境指标（光化学氧化剂的浓度、超过一定浓度的出现次数等）
- 对 SO₂、NO₂、SPM 等所有大气污染物相关的环境指标进行重新评估
- 更准确地掌握光化学氧化剂的污染情况
- 对出现高浓度光化学氧化剂的气象条件、环境状况等进行整理
- 统一测定方法并开展监测，掌握产生源和 VOC 的构成成分
- 掌握污染物的广域立体分布
- 开发光化学氧化剂、VOC 成分个人暴露量的掌握方法并开展监测
- 包括增加持续监测站在内，掌握大气污染的平面分布及对个人的健康影响评价

(2) 完善有助于探讨的信息和工具

- 光化学氧化剂等、二次生成大气污染模拟模型的建立与核查
- 建立可再现不同污染结构高浓度出现的模型
- 明确模型及其计算结果的适用范围（现象及地区等）
- 建立与 VOC、氮氧化物、光化学氧化剂相关的 PM_{2.5} 模型
- 开展持续性措施，以掌握 VOC 的排放量
- 维持可确保现行推算水平的系统
- 探讨建立对于无法推断的信息进行社会性收集的机制

- 包括自然产生源在内，提高 VOC 排放量的掌握精度
- 通过模拟等进行信息整理
- 掌握不同物质及产生源对光化学氧化剂环境浓度的贡献
- 掌握 VOC 排放控制及跨境大气污染对光化学氧化剂和 SPM/PM2.5 浓度的影响

(3) 产生源种类等的排放量

- 推算产生源种类等的排放量时，需要探讨下列课题。
 - VOC 排放清单的推算精度有很大的提高，但在排放量及其细目方面，部分事项的推算精度还较低；
 - 对捕获率低的自主行动计划中的产生源种类，利用捕获率进行了放大推算；
 - 对于大气排放率和不同物质构成比，使用了旧文献和国外文献的数值，部分产生源种类是否反映了目前国内的实际情况等尚不明确；
 - 行业配额和都道府县配额利用了产业关联表等经济指标，并不一定符合 VOC 的使用情况及排放情况；
 - 部分产生源种类的使用情况不明确，按其他不同产生源种类排放量的比例等进行推算；
 - 部分成分属于推测，还有部分成分尚不明确。

(4) VOC 排放清单

- 以 VOC 使用设施（固定产生源）为中心进行了概括式的排放量推算，但并未完全掌握所有的产生源和所有的量，需要探讨怎样解决这些问题。

出处：《2010 年度 下期 VOC 对策方向探讨工作组报告（2011 年 3 月）》（下期 VOC 对策方向探讨工作组）
http://www.env.go.jp/air/osen/pc_oxidant/conf/chosa/01/mat01_4.pdf

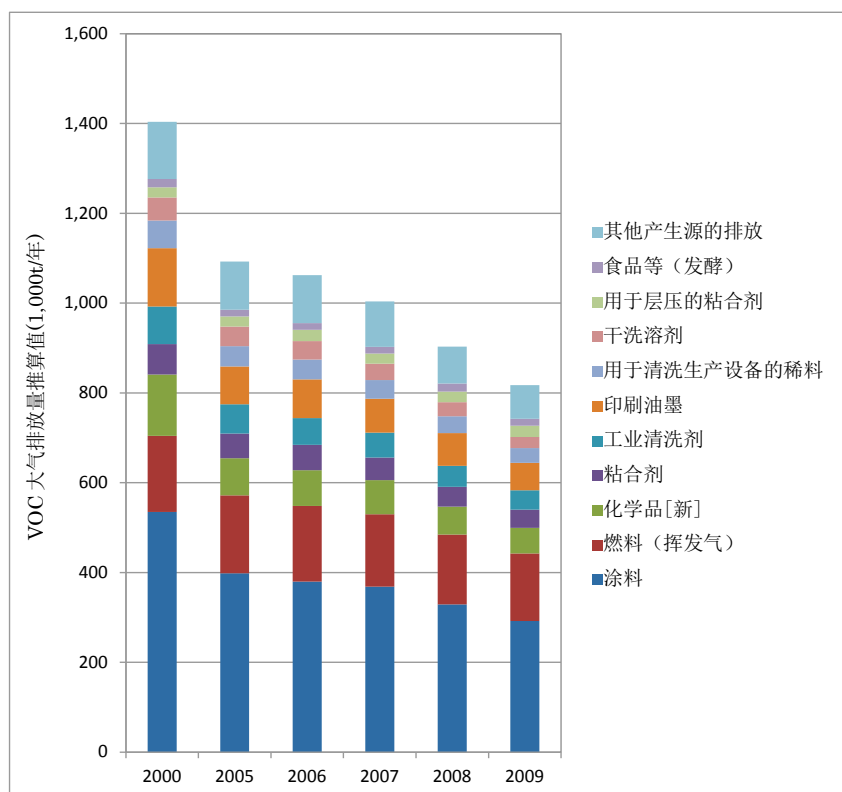


图 3-19 VOC 排放量的经年变化 (2010 年度推算结果)

出处: 对于《下期 VOC 对策方向探讨工作组报告》(平成 23 年 3 月, 环境省下期 VOC 对策方向探讨工作组)提出的时间, 根据《关于挥发性有机化合物 (VOC) 排放清单》(环境省挥发性有机化合物 (VOC) 排放清单研究会, 2014 年 3 月) http://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2603/01main.pdf 的数据制作

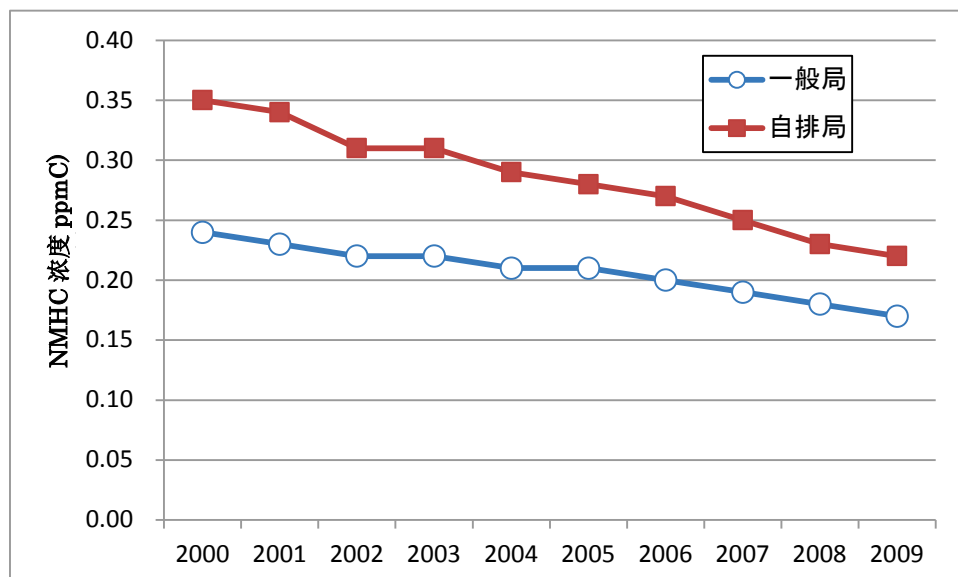


图 3-20 NMHC 浓度的经年变化

出处: 参考《下期 VOC 对策方向探讨工作组报告》(2011 年 3 月, 环境省下期 VOC 对策方向探讨工作组)中记载的内容, 根据“大气污染状况”(环境省) <http://www.env.go.jp/air/osen/index.html> 数据制作

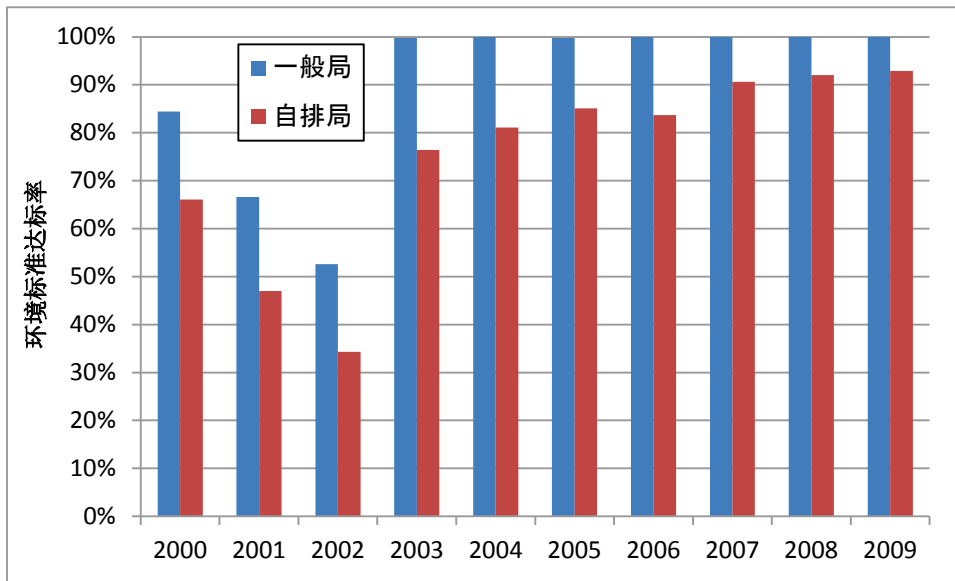


图 3-21 机动车 NO_x、PM 法对策地区的 SPM 环境标准达标率

出处：参考《下期 VOC 对策方向探讨工作组报告》（2011 年 3 月，环境省下期 VOC 对策方向探讨工作组）中记载的内容，根据“大气污染状况”（环境省）<http://www.env.go.jp/air/osen/index.html> 数据制作

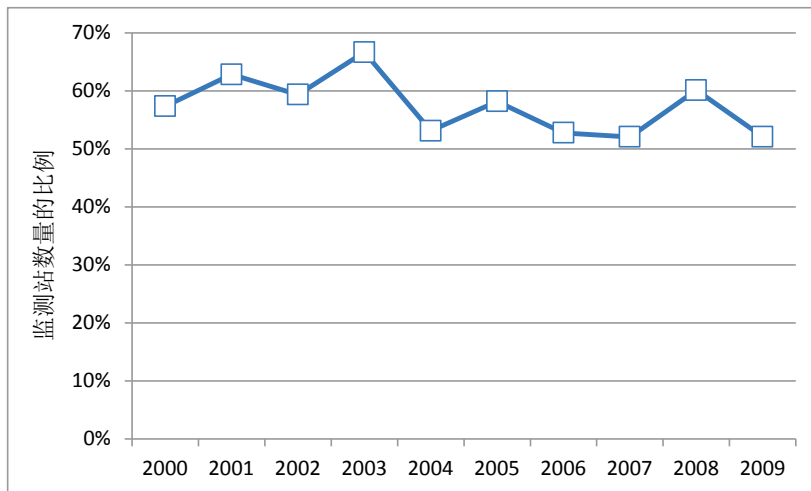


图 3-22 未达到光化学氧化剂预警令发布程度的监测站数量比例

出处：参考《下期 VOC 对策方向探讨工作组报告》（2011 年 3 月，环境省下期 VOC 对策方向探讨工作组）中记载的内容，根据“大气污染状况”（环境省）<http://www.env.go.jp/air/osen/index.html> 数据制作

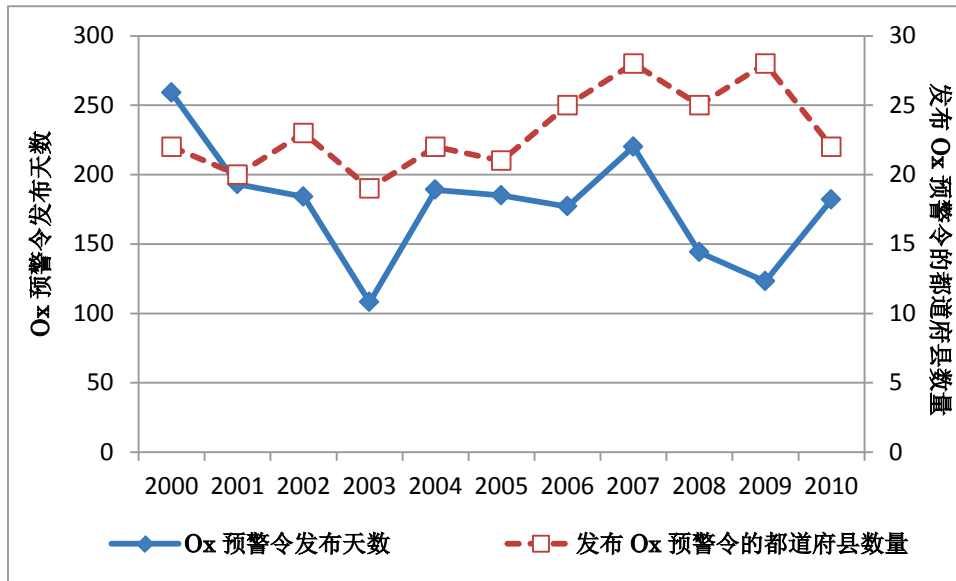


图 3-23 光化学氧化剂预警令发布天数、都道府县数量

出处：参考《下期 VOC 对策方向探讨工作组报告》（2011 年 3 月，环境省下期 VOC 对策方向探讨工作组）中记载的内容，根据“大气污染状况”（环境省）<http://www.env.go.jp/air/osen/index.html> 数据制作

3.6.2. 今后的 VOC 排放控制对策课题

针对 2012 年（平成 24 年）4 月环境大臣向中央环境审议会提出“今后的 VOC 排放控制对策方向”的咨询，该审议会经过分会及专业委员会讨论，于 2012 年（平成 24 年）12 月对下列内容给予了答复。

其中，对于意在减轻企业负担的减少测定次数，2013 年（平成 25 年）3 月部分修订大气污染防治法施行规则时作了规定。此外，环境省于 2007 年（平成 19 年）设置了“光化学氧化剂、对流层臭氧研究会”，2011 年（平成 23 年）设置了“光化学氧化剂调查研究会”，对今后采取必要措施前应开展怎样的调查研究等进行探讨。

(1) VOC 排放控制制度的方向

2010 年度（平成 22 年度）的 VOC 减排量超过了 30% 的减排目标，达到了 40% 以上，可见 VOC 排放控制带来的光化学氧化剂和 SPM 的环境改善效果。

如果废除 VOC 排放控制制度，很可能导致大气环境的再度恶化，因此应继续执行 VOC 排放控制制度。但希望企业在开展自主性措施时，能根据自身的实际情况加以合理运用。

(2) 与其他法规的控制相协调

大气污染防治法中控制 VOC 排放的目的并不是着眼于 VOC 对人体健康产生的直接性危害，而是为了防止经过反应生成的大气中的 SPM 及光化学氧化剂对人体健康等的影响。因此，对于其他法规中也加以控制的化学物质，不应排除在大气污染防治法的控制对象以外。

希望对光化学氧化剂或 SPM 生成潜力大、在整个排放量中所占比例高的物质进行选择性的减排。

(3) 减轻企业负担

目前为止通过企业采取措施，VOC 减排量大大超出了目标，今后需注重企业的减负，推动更加高效的体系建设。

具体包括以下内容。

① 减少法定检查次数等

公定法规定每年 2 次以上的测定次数，在加上浓度负荷时，一年测定一次即可，此外，认可用计算代替公定法规定的测定来计算 VOC 的浓度。

② 排除在挥发性有机化合物以外的物质的追加

探讨追加适当的、适用的物质。

③ 应急措施

继续执行现行措施，但为了确保应急措施到位，推动排放清单的精细化及提高模拟模型水平等的调查研究，验证应急措施的理想方法。

(4) VOC 排放情况等跟踪调查

考虑企业的减负，探讨是否可使用减少内容的方法，掌握 VOC 排放情况等。

(5) 对策效果的跟踪调查

需要以最新的知识和经验，开展合理的对策效果评估。

(6) 设置新的专业委员会，探讨采取综合性措施

光化学氧化剂的产生源贡献解析尚不充分，需要进一步细化排放清单并提高模拟模型的水平。此外，细颗粒物（PM_{2.5}）的二次颗粒生成机理等现象解析也不充分，应成立专业委员会，开展更广泛的讨论。

(7) 推动跨国措施的开展

一系列现象显示出了跨境大气污染对光化学氧化剂的影响，要改善光化学氧化剂，不能只停留在国内，重要的是应通过国际间的联合研究等，推动跨国措施的开展。

出处：“关于今后挥发性有机化合物（VOC）排放控制对策的方向（报告）”（中央环境审议会大气环境分会 挥发性有机化合物排放控制专业委员会）<https://www.env.go.jp/council/toshin/t07-h2408.pdf>

【专栏 1】经常出现的有关 VOC 排放控制对策的问题

(1) 关于行业与规模

<p>Q1: 削减 VOC 排放总量的任务, 是根据行业的种类和规模进行限制? 还是采取统一的限制?</p> <p>A1: VOC 控制是按不同的设施种类, 根据技术可行范围决定控制值(排放浓度), 要求企业遵守。设施的种类与行业基本对应, 控制对象仅限于排放量超过 50t/年的大型设施种类和规模, 并未考虑行业的种类和规模。</p> <p>对于自主措施, 国家对各行业不提出具体的内容和数值要求, 而是行业和企业各自设定目标, 即根据全日本 30% 的 VOC 减排目标, 各行业也设定 30% 左右的减排目标。部分行业是由大企业率先开展 VOC 减排措施。</p>
<p>Q2: 是否考虑企业的规模?</p> <p>A2: 部分设施规模不在控制范围内, 但判断是否控制时并不考虑企业规模。自主措施是以行业团体中占主导地位的大企业为核心, 但国家的措施不考虑企业规模。</p>
<p>Q3: 日本的 VOC 控制是否依据排放标准进行控制?</p> <p>A3: 日本 VOC 排放控制对策中的控制, 是按照排放标准(排放口的浓度标准)执行。是否属于控制对象, 则根据设施的种类和规模(排风量等)进行判断。</p>

(2) 关于排放量推算

<p>Q1: VOC 排放系数是用行业的统计值(经验值)还是研究数值?</p> <p>A1: VOC 排放清单中, 涂料、印刷油墨、粘合剂等基本上用行业的统计值(经验值)进行排放量推算(参照表 3-9)。</p>
<p>Q2: 企业是否拥有 VOC 排放系数的实际经验值?</p> <p>A2: 大气污染防治法规定, 每年必须测定两次 VOC 的排放浓度(执行减负措施后, 现在为每年 1 次)。是否作为控制对象, 是根据排风量(VOC 使用设施排放的空气量)决定。这些数值加上运行时间, 可求出年排放量。企业如果拥有控制规模设施, 至少会拥有这些数值。</p> <p>此外, 行业团体等编制的手册中, 也列出了适用于各行业的 VOC 排放量推算方法。(以下为示例)</p> <ul style="list-style-type: none">● 日本印刷产业联合会《印刷行业 VOC 排放控制自主措施推进手册》 http://www.jfpi.or.jp/environment/hourei/file/voc4.pdf● 日本机动车车体整備协同组合联合会《关于 VOC 排放控制的自主措施手册 2006 年 4 月》 http://www.jabra.or.jp/hakkannbutu/voc/voc.html <p>利用排放系数进行 VOC 排放量推算时, 用全国出货量乘以排放系数计算排放量, 但与国内全部出货量相比, 得出排放系数的样品数量有限, 很可能与实际情况存在偏差。</p>

(3) 关于排放控制目标值

<p>Q1: 大气污染防治法修订时, VOC 排放控制对策的目标值(固定产生源的排放量与 2000 年度相比削减 30%)是怎样决定的?</p> <p>A1: 对削减 VOC 带来的光化学氧化剂预警令发布程度以下的比例变化及光化学氧化剂预警令发布天数变化的预测结果(图 3-10)显示, 固定产生源削减约 20% 的 VOC 排放量时, 未达到光化学氧化剂预警令发布程度的比例约为 80%, VOC 排放量削减 40% 左右时, 未达到光化学氧化剂预警令发布程度的</p>
--

比例与削减 30%时没有大的变化，并且目前的技术可实现该比例的 VOC 减排，因此将固定产生源的 VOC 减排目标定为 30%。

4. 非道路移动建筑机械等的对策

4.1. 非道路移动特殊车辆的定位

4.1.1. 非道路移动特殊车辆

日本所说的特殊车辆，是指在施工现场或路面等专以作业为主要目的而生产的“作业用机动车”。

同时，非道路移动特殊车辆为无牌照，不在公路上行驶，发动机功率为19kW以上、小于560kW的特殊车辆，履带式反铲挖掘机和推土机等非道路移动建筑机械属于非道路移动特殊车辆。非道路移动特殊车辆示例如图4-1。

通常，中耕机和插秧机的发动机功率为19kW以下，故不属于日本的非道路移动车辆控制对策中的非道路移动特殊车辆。

但是，行驶在公路上的轮胎式建筑机械，属于道路移动特殊车辆。

将非道路移动法规定的控制对象机械汇总即为

图4-2所示。



图4-1 非道路移动特殊车辆示例

出处：非道路移动法修订宣传册（环境省、经济产业省、国土交通省）
https://www.env.go.jp/air/car/tokutei_law/leaflet/pamph2010_1.pdf

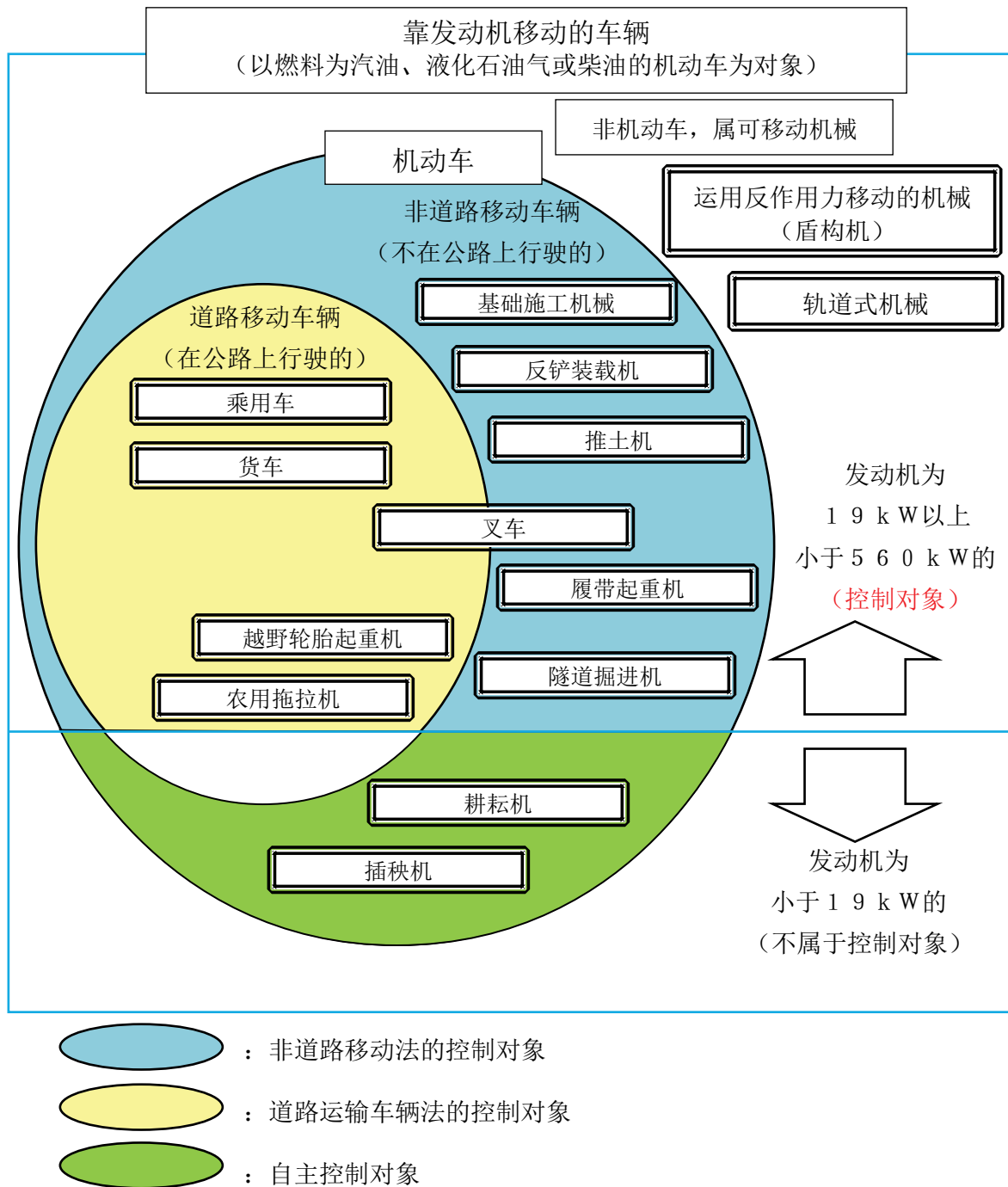


图 4-2 关于非道路移动法中的控制对象机械

出处：根据国土交通省“非道路移动法使用者地区说明会”

<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kensetsusekou/kankyou/mic/offroadsetsumei/offroadsetsumei01.pdf> 编写。

注：图中显示仅为种类示例。

4.1.2. 机动车以外的移动发生源的控制情况

从大气污染的角度来看，机动车在移动发生源中也属于主要发生源。对于机动车以外的移动发生源，如铁路、航空器和船舶，日本在排气污染物方面的管控如表 4-1 所示。对于船舶和航空器的排气污染物对策，船舶方面为国际海事组织（IMO）、航空器为国际民用航空组织（ICAO），正在国际框架下就加强管控分别进行探讨。

表 4-1 针对铁路、航空器和船舶的排气污染物排放控制概况

种类	法律监管的情况
铁路	无
航空器	根据国际民用航空组织（ICAO）国际民用航空公约附属文件 16 的规定，按照航空法施行细则附属文件第 3 “航空器的发动机排气污染物排放标准”，针对航空器的发动机（以额定推力、制造年月、压缩比等划分等级。），进行碳氢化合物（HC）、一氧化碳（CO）、氮氧化物（NO _x ）和煤烟排放的控制。
船舶	根据“防止船舶造成污染的国际公约（MARPOL 公约）”、“防止海洋污染等及海上灾害的法律”（以下简称“海洋污染防止法”。）的规定，对船舶进行 NO _x 排放控制，同时为了控制硫氧化物（SO _x ）的排放，对燃油中的硫分加以限制。 在海洋污染防止法中，对船舶排放的排气污染物中的挥发性有机化合物（VOC）做出了规定，但现在尚未指定 VOC 控制港口，也未确定 VOC 控制对象船舶。

出处：参考以下资料编制而成。

《环境白皮书（2006 年版）》（环境省）

<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/honbun.php3?kid=225&serial=26679&bflg=1>

（一社）陆用内燃机协会网页 <http://www.lemma.or.jp/environment/index.html>

4.2. 中央环境审议会报告所见非道路移动建筑机械等对策的历史背景

针对机动车尾气减排对策，日本于1996年（平成8年）5月由中央环境审议会提出了“今后的机动车尾气减排对策方针”的报告，其后分别发表了中期报告（1996年（平成8年）10月）、第二次报告（1997年（平成9年）11月）、第三次报告（1998年（平成10年）12月）、第四次报告（2000年（平成12年）11月）及第五次报告（2002年（平成14年）4月）（表4-2）。根据这些报告，对于以汽油或液化石油气（以下简称“LPG”）为燃料的机动车（以下简称“汽油、LPG机动车”）和以轻油为燃料的机动车（以下简称“柴油机动车”）分别制定了新短期目标和新长期目标两个阶段的目标值。

其后在第六次报告（2003年（平成15年）6月）中，设定了新的特殊车辆尾气目标值，扩大了适用范围，并设定了新的两轮机动车尾气目标值。第七次报告（2003年（平成15年）7月）中，为减少机动车的尾气排放，设定了降低硫分等新的燃油质量指标的目标值，并且在第八次报告（2005年（平成17年）4月）提出了09年目标值。09年目标值特别针对柴油机动车，提出了颗粒物（PM）减排53~63%、氮氧化物（NO_x）减排53~63%的要求，从PM来看，根据提交报告时的测定法测定已达到定量限值以下的水平，成为当时全世界最严格的标准。

根据这个第六次报告，展开了对非道路移动特殊车辆进行控制的探讨，2005年（平成17年）4月制定了关于特定特殊车辆尾气控制等的法律（通称“非道路移动法”），对于非道路移动特殊车辆的控制自2006年（2006年）10月起依次开始实施。

同时，机动车尾气专门委员会对于机动车尾气减排对策的方针进行全面探讨后，汇总形成了机动车尾气专门委员会第九次报告。该报告的结论显示，为了妥善推动今后的机动车尾气减排对策，应针对以轻油为燃料的特殊车辆（以下简称“柴油特殊车辆”）及在用的柴油机动车，设定新的排气污染物排放限值目标，并继续对机动车尾气减排对策的方针进行全面的探讨。因而根据第九次报告等内容，先后两次对非道路移动法相关省令等进行了修订，并对非道路移动特殊车辆规定了更严格的限值。

如上所述，日本的机动车尾气减排对策得以切实推进。与此同时，包括特殊车辆在内的氮氧化物和PM排放量如

图4-3所示，从2005年度（平成17年）特殊车辆的排放量占机动车的整体排放量的比率来看，PM约为18%、氮氧化物约为31%。今后，随着对道路移动特殊车辆控制的强化，非道路移动柴油特殊车辆的PM和氮氧化物的贡献率相对将会有所增加，因而认为需要强化对于这些非道路移动柴油机动车的尾气对策目标的设定。

出处：参考以下资料编制而成

环境省网站“大气环境、机动车对策” http://www.env.go.jp/air/car/tokutei_law.html

中央环境审议会大气环境分会 今后的机动车尾气减排对策方针

<http://www.env.go.jp/air/car/taisaku/>

○第六次报告（2003 年（2003 年））概要

鉴于特殊车辆对机动车整体排放量的贡献率（2000 年度（平成 12 年度））较高，PM 约为 15%、氮氧化物约为 32%，故提高了重点针对 PM、氮氧化物减排的柴油特殊车辆等道路机动车的控制标准。同时控制对象中还增加了汽油、LPG 特殊车辆。

报告出台的 2003 年，仅针对在公路上行驶的特殊车辆（道路移动特殊车辆）进行了控制，而不在道路上行驶的特殊车辆（非道路移动特殊车辆），则针对其中装用了符合控制对象的发动机的非道路移动车，依据国土交通省的“尾气对策型建筑机械指定制度”开展了相关的尾气减排对策。但是，根据该第六次报告实施的控制强化对策开始后，法律规定控制的道路移动车与法律未加以控制的非道路移动车，将可能无法保证同样的尾气值。有鉴于此，报告指出在依据该报告实施道路移动特殊车辆的控制强化的同时，也应探讨实施针对不在公路上行驶的非道路移动特殊车辆的尾气控制对策。

此外，该报告还指出，非道路移动特殊车辆除了使用厂家指定的燃料即轻油以外，其他燃料的使用也较普遍，实施有关这些燃料的使用情况的实态调查和合理的燃料使用的推广普及等相关对策也至关重要，应首先对这些现状调查的结果和推广普及等方面的对策、对于非道路移动特殊车辆尾气控制的效果进行评估，如果评估认为这些相关对策未取得充分的尾气减排效果，则应就开展相应的控制对策进行探讨。

出处：https://www.env.go.jp/council/toshin/t07-h1501/t07-h1501_1.pdf

○第九次报告（2008 年（平成 20 年））概要

特殊车辆对机动车整体排放的贡献率（2005 年度（平成 17 年度））中 PM 约为 18%、氮氧化物约为 31%，如果不加强对特殊车辆的尾气控制，今后特殊车辆的排放贡献率将会相对增加，因此提出要提高对特殊车辆尾气控制的标准。具体内容包括，作为加强柴油特殊车辆控对策，2011 年（平成 23 年）~2013 年（平成 25 年），实施以安装后处理装置为前提的 PM 强化控制措施（与之前的控制措施相比约减排 9 成），对于额定功率为 56kW 以上的特殊车辆，2014 年（平成 26 年）~2015 年（平成 27 年）实施以安装后处理装置为前提的氮氧化物强化控制措施（与之前的控制措施相比约减排 9 成）。

出处：<http://www.env.go.jp/council/former2013/07air/y070-23/mat02.pdf>

○第十一次报告

2012 年（2012 年）的第十一次报告中指出，针对柴油特殊车辆尾气减排对策，作为实现国际标准调查的补充性尾气减排对策，将于 2016 年（平成 28 年）底前开始适用漏气对策及在稳态试验的循环中增加 RMC 工况的方法。

漏气是指发动机的活塞和气缸的缝隙之间泄露到曲轴箱的未燃烧气体，通常会从曲轴箱返回到发动机进气道。但是，在作业现场由于坡度大产生的倾斜等，会使进气道混入机油，可能会造成发动机失去控制。为了避免这种风险，有些车辆会设计成将漏气排放到大气中，针对这些车辆，不仅要测定排气管的排气，也要测定排放到大气中的漏气，将二者加在一起适用排放限值目标值。

RMC (Ramped Model Cycle) 是联合国世界车辆法规协调论坛 (UN/ECE/WP29) 批准的特殊车辆的世界通用试验方法 (NRMMgtr) 之一，排气污染物的采集从最初的工况持续进行到最后的工况。在此之前日本采用 D8 工况&NRTC 工况的方法进行，业界提出希望在稳态试验时能够选择 D8 工况或 RMC 任一种方法。

出处：<http://www.env.go.jp/press/files/jp/20489.pdf>

表 4-2 中央环境审议会对机动车尾气对策进行的相关探讨

年月	探讨情况
1996年 5月	【中央环境审议会（中环审）质询】 关于今后的机动车尾气减排对策方针
1996年 10月	【中环审中期报告】 ○对于汽油货车及客车自1998年（平成10年）开始加强控制 ○开始对两轮机动车的控制（1998、1999年）
1997年 11月	【中环审第二次报告】 ○对于汽油机动车全车型分两个阶段强化控制 （1）新短期目标（2000、2001、2002年控制）（乘用车2000年控制=后53（即昭和53年以来的）控制） （2）新长期目标（以2005年前后为目标） ○柴油特殊车辆（建筑机械、工业机械、农业机械）的尾气控制于2004年以前开始
1998年 12月	【中环审第三次报告】 ○对于柴油机动车全车型分两个阶段强化控制 （1）新短期目标（2002、2003、2004年控制）NO _x 减排25~30%、PM减排28~35% （2）新长期目标（以2007年前后为目标）
2000年 11月	【中环审第四次报告】 ○柴油机动车新长期目标的早期实现（以2005年前后为目标） ○轻油的低硫化（500pPM→50pPM）（2004年） ○特殊车辆控制的早期实现（2003年）
2002年 4月	【中环审第五次报告】 ○汽油机动车控制的强化（2005年、2007年（轻型货车）控制） ……乘用车NO _x 、HC约减排50% ○汽油的低硫化（100ppm→50ppm） ○柴油机动车控制的强化（2005年控制） ……重型车NO _x 约40%、PM约85%减排 ○试验工况的变更（重型车2005年、乘用车专用2008~2011年）
2003年 6月	【中环审第六次报告】 ○两轮机动车控制的强化（2006年、2007年） ○柴油特殊车辆控制的强化（2006年~2008年控制）、对非道路移动特殊车辆控制的探讨 ○汽油特殊车辆尾气控制在2007年前实施
2003年 7月	【中环审第七次报告】 ○探讨新长期控制以后的柴油机动车尾气控制强化 ○燃料规格项目的追加 ○轻油的低硫化（50ppm→10ppm）（2007年）
2005年 4月	【中环审第八次报告】 ○柴油机动车控制的强化（2009年） ○提出柴油重型车“挑战目标值” ○汽油机动车（直喷稀燃发动机车）的PM控制开始（2009年）
2008年 1月	【中环审第九次报告】 ○包括非道路移动车在内的柴油特殊车辆控制的强化（NO _x 、PM）（2011年~2015年） ○烟度检测仪的使用等
2010年 7月	【中环审第十次报告】 ○柴油重型车控制的强化（2016年~2018年） ○柴油重型车试验工况变更为世界统一的循环工况 ○使用E10燃料的汽油车尾气减排对策、E10规格の設定
2012年 8月	【中环审第十一次报告】 ○两轮机动车尾气试验法的变更和控制的强化以及燃油蒸发排放控制的开始（2016年） ○柴油重型车的非循环（Off-cycle，驾驶循环外排放）尾气排放对策 ○柴油重型车使用过程中的排气后处理装置老化对策 ○包括非道路移动车在内的柴油特殊车辆漏气对策、RMC工况试验的开始实施等（2014年~2016年）

出处：《2013年（平成25年版）环境、循环型社会、生物多样性白皮书》（环境省）

<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h25/html/hj13020402.html>

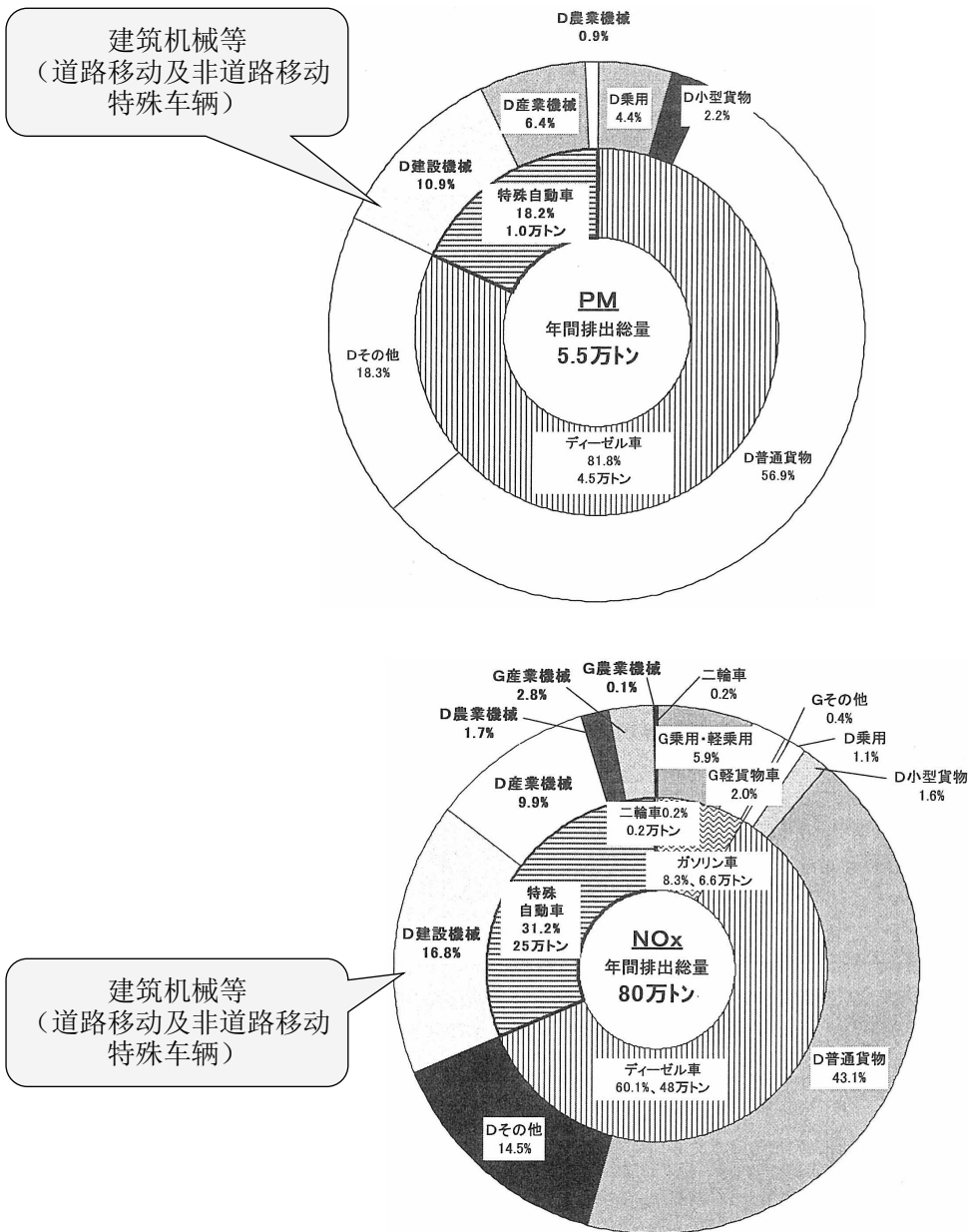


图 4-3 机动车 PM 及氮氧化物年排放量 (2005 年度 (平成 17 年度))

出处: 今后的机动车尾气减排对策方针 (第九次报告) 参考资料

4.3. 非道路移动建筑机械等对策的概要

4.3.1. 非道路移动建筑机械等控制的探讨

1970年代以来，日本针对移动发生源对策中的机动车尾气排放和燃料，根据大气污染防治法不断加强管控。其中在2003年（平成15年）10月开始对有牌照，在公路上行驶的道路移动特殊车辆进行了控制。但是，在这个阶段，对于约占所有特殊车辆（道路移动特殊车辆及无牌照的非道路移动特殊车辆）的总排放量8成，不在公路上行驶的非道路移动特殊车辆并未进行相关控制，而仅仅是通过国土交通省为了实施其发包的公共工程使用的建筑机械等的尾气减排对策而制定的“尾气对策型建筑机械指定制度”，引导非道路移动特殊车辆的尾气对策的实施。

其后，根据中央环境审议会第六次报告开始实施道路移动特殊车辆控制的强化对策时，鉴于如果今后依旧不实施针对非道路移动特殊车辆的尾气排放控制对策，迄今为止使用同样的发动机的道路移动特殊车辆与非道路移动特殊车辆，将使用不同的尾气减排技术，非道路移动特殊车辆尾气对策得不到推动，将会使非道路移动特殊车辆尾气排放废气贡献率增加；同时，非道路移动特殊车辆也需要在排放控制方面适应国际化的要求。因此，2005年（平成17年）5月制定了非道路移动法，并于2006年（平成18年）10月开始依次施行，自此还针对柴油特殊车辆实施分两个阶段（2011年（平成23年）及2014年（平成26年））的尾气控制对策。具体情况如表4-3所示。

表 4-3 引进非道路移动特殊车辆排放控制对策的经过

年	具体经过
2003年 平成15年	开始实施在公路上行驶的道路移动特殊车辆尾气控制
2006年 平成18年	开始实施不在公路上行驶的非道路移动特殊车辆尾气控制
2011年 平成23年	强化对非道路移动特殊车辆PM排放的控制（2011~2013年实现）
2014年 平成26年	强化对非道路移动特殊车辆氮氧化物排放的控制（2014~2015年实现）

出处：参考以下资料编制而成

2012年度（平成24年度）产业公害防止对策调查“实现九州地区非道路移动法的广泛告知与推广普及的行业团体等信息传达体制调查”（九州经济产业局）

http://www.kyushu.meti.go.jp/report/1303_sankoubou/dai2syou.pdf

（一社）日本产业车辆协会网站 <http://www.jiva.or.jp/environment/gas.html>

4.3.2. 非道路移动建筑机械等控制的内容

非道路移动特殊车辆控制的内容，包括“尾气减排目标值”、“使用特殊车辆使用时的正确的燃料使用”及“使用过程中的性能维护对策”。2008年（平成20年）提出的第九次报告中列举了以下强化柴油特殊车辆尾气控制的内容。

○尾气减排目标值

针对柴油特殊车辆的PM、氮氧化物、非甲烷总烃(NMHC)及一氧化碳，按照下表所示的排放限值实施减排。报告指出，该表所示分两个阶段的排放限值，从今后的技术开发进展来看是可以实现的。

对于非道路移动特殊车辆使用的燃料和功率也做出了规定，如表4-4所示以汽油、LPG或轻油为燃料，且额定功率为19kW以上、560kW以下的车辆属于非道路移动法的对象，但特别针对以轻油为燃料的车辆，根据额定功率的大小分为5个等级推动相关的对策。

表 4-4 非道路移动法的对象燃料及额定功率范围

燃料	额定功率范围
汽油、LNG	19kW 以上、560kW 以下
轻油	19kW 以上、37kW 以下
	37kW 以上、56kW 以下
	56kW 以上、75kW 以下
	75kW 以上、130kW 以下
	130kW 以上、560kW 以下

出处：2012年（平成24年度）产业公害防止对策调查“实现九州地区非道路移动法的广泛告知与推广普及的行业团体等信息传达体制调查”（九州经济产业局）
http://www.kyushu.meti.go.jp/report/1303_sankoubou/dai2syoun.pdf

- 关于 2011 年的排放限值，装用额定功率为 130kW 以上、560kW 以下的发动机的特殊车辆，截至 2011 年（2011 年）底前要达到要求，56kW 以上、75kW 以下的及 75kW 以上、130kW 以下的，截至 2012 年（2012 年）底前，19kW 以上、37kW 以下的及 37kW 以上、56kW 以下的，截至 2013 年（平成 25 年）底前要达到要求（表 4-5）。

表 4-5 柴油特殊车辆 2011 年排放限值（2011~2013 年实现）

机动车的种类		排放限值（平均值）				柴油 黑烟
		氮氧化物 (NO _x)	非甲烷总烃 (NMHC)	一氧化碳 (CO)	颗粒物 (PM)	
以 轻 油 为 燃 料 的 特 殊 车 辆	额定功率为 19kW 以上、 37kW 以下 的	4.0g/kWh	0.7g/kWh	5.0g/kWh	0.03g/kWh	25%
	额定功率为 37kW 以上、 56kW 以下 的	4.0g/kWh	0.7g/kWh	5.0g/kWh	0.025g/kWh	25%
	额定功率为 56kW 以上、 75kW 以下 的	3.3g/kWh	0.19g/kWh	5.0g/kWh	0.02g/kWh	25%
	额定功率为 75kW 以上、 130kW 以下 的	3.3g/kWh	0.19g/kWh	5.0g/kWh	0.02g/kWh	25%
	额定功率为 130kW 以上、 560kW 以下 的	2.0g/kWh	0.19g/kWh	3.5g/kWh	0.02g/kWh	25%

出处：“今后的机动车尾气减排对策方针”（第九次报告）（草案）
<http://www.env.go.jp/council/former2013/07air/y070-23/mat02.pdf>

- 关于 2014 年排放限值，装用额定功率为 130kW 以上 560kW 以下的发动机的特殊车辆，截至 2014 年（2014 年）底前，56kW 以上 75kW 以下的及 75kW 以上 130kW 以下的，截至 2015 年（平成 27 年）底前要实现目标（表 4-6）。

表 4-6 柴油特殊车辆 2014 年排放限值（2014~2015 年实现）

机动车的种类		排放限值（平均值）				柴油 黑烟 （烟度检测仪 的光吸收系 数）
		氮氧化物 （NO _x ）	非甲烷总烃 （NMHC）	一氧化碳 （CO）	颗粒物 （PM）	
以 轻 油 为 燃 料 的 特 殊 车 辆	额定功率为 19kW 以上、 37kW 以下 的	4.0g/kWh	0.7g/kWh	5.0g/kWh	0.03g/kWh	0.5m ⁻¹
	额定功率为 37kW 以上、 56kW 以下 的	4.0g/kWh	0.7g/kWh	5.0g/kWh	0.025g/kWh	0.5m ⁻¹
	额定功率为 56kW 以上、 75kW 以下 的	0.4g/kWh	0.19g/kWh	5.0g/kWh	0.02g/kWh	0.5m ⁻¹
	额定功率为 75kW 以上、 130kW 以下 的	0.4g/kWh	0.19g/kWh	5.0g/kWh	0.02g/kWh	0.5m ⁻¹
	额定功率为 130kW 以上、 560kW 以下 的	0.4g/kWh	0.19g/kWh	3.5g/kWh	0.02g/kWh	0.5m ⁻¹

出处：“今后的机动车尾气减排对策方针”（第九次报告）（草案）
<http://www.env.go.jp/council/former2013/07air/y070-23/mat02.pdf>

由于特殊车辆品种多，产量少，涉及的对象车型和型式复杂，且很多情况下发动机生产者和车辆生产者不同，这种情况下车辆生产者是在发动机生产者提供发动机后再进行车辆的设计开发，因此需要更长的开发周期以应对新的排放政策。特别是 19kW 以上、37kW 以下的对象，和一般的柴油机动车发动机相比功率范围小，尾气对策的技术开发需要相应的时间。因此，开展针对装用这些发动机的尾气控制对策时，需要照顾到这一点，以便使应对措施顺利实施。

○使用特殊车辆时的燃料的正确使用

非道路移动特殊车辆使用燃料的特点，就是有时会使用生产厂家的指定燃料——轻油以外的燃料。因此，针对非道路移动特殊车辆燃料使用情况的实态调查和有关燃料的正确使用的推广普及等对策的实施至关重要，应开展积极的宣传活动，促进使用正确的燃料，实施培训，开发检测燃料性状的设备等，并积极争取相关方面的合作推动特殊车辆使用正确燃料的措施，同时，如果认为仅依靠这些相关对策无法取得充分的尾气减排效果，还应该探讨引进进一步的控制对策（出处：今后的机动车尾气减排对策方针（第九次报告）（中央环境审议会大气环境分会机动车尾气专门委员会）<https://www.env.go.jp/council/toshin/t07-h1909/houkoku.pdf>）。

○使用过程中的性能维护对策

在车辆使用过程中，为了防止加大排气污染物的排放，需要对尾气减排装置设定一定的使用寿命。具体的来说，柴油特殊车辆中额定功率为 19kW 以上、37kW 以下的设定为 5,000 小时，37kW 以上、560kW 以下的设定为 8,000 小时比较合理。机动车生产者等应在生产阶段力争使其在使用寿命过后仍能确保良好的排放性能。

此外，为了确保特殊车辆在使用过程中尾气减排装置发挥正常的功能，使用者严格执行检修和维护保养，进行妥善的管理也非常重要。同时，为了避免尾气减排装置的检修保养不及时或违法违规改装，促进使用正确的燃料，需要通过根据道路运输车辆法开展机动车检测（车检）、路检路查和管控（道路上的检查）以及有关特定特殊车辆尾气控制的法律规定的上门检查等，处理取缔尾气减排装置的检修保养不及时或违法违规改装的情况，推动使用正确的燃料。

4.4. 特殊车辆的尾气减排技术

4.4.1. 柴油特殊车辆

有意见指出，柴油特殊车辆适用尾气减排技术时，与一般的柴油机动车相比，面临以下诸多课题。

- ① 在尘土和泥水中使用，长期放置于室外等，使用环境恶劣。
- ② 发动机在高负荷、高转速范围内连续使用的频度高。
- ③ 由于①和②的因素，发动机各部位需要具备高度的耐久性和可靠性。
- ④ 车速慢或作业时没有足够的风，散热性能差。
- ⑤ 为了确保作业时的安全，安装尾气减排装置在很大程度上受到空间限制，特别是小型车辆的对策比较困难。
- ⑥ 有的非道路移动特殊车辆会使用重油或煤油等燃料，以使用轻油为前提的有效的尾气减排技术适用受到限制。
- ⑦ 如发动机功率范围较大，属于一般机动车没有的功率，就无法直接利用一般机动车适用的技术，需要开发新的对策技术。
- ⑧ 品种多产量小，应对新的控制要求的发动机和车辆的开发需要一定的周期，费用负担加大。
- ⑨ 多数情况下发动机生产者和车辆生产者不同，在此情况下发动机生产者无法单独采取进气系统和后处理装置设计方面的对策。此外，需要在发动机生产者完成发动机开发后，再由车辆生产者进行车辆的开发，开发周期相应拉长。
- ⑩ 小型发动机主机价格低廉，能够用于尾气减排对策的费用有限，可利用的对策技术也因此受到局限。
- ⑪ 小型发动机进行直喷发动机改良，由于噪音加大等问题难度大。

出处：“今后的机动车尾气减排对策方针（第六次报告）”（中央环境审议会大气环境分会、机动车尾气专门委员会）https://www.env.go.jp/council/toshin/t07-h1501/t07-h1501_2.pdf

因此，要立即实现和一般柴油机动车同等水平的尾气减排尚存在一定困难，但将一般的柴油机动车已经实用化的技术中，燃烧室、进气系统的改良、电控、高压共轨喷射等燃料喷射系统的改良、排气再循环装置（Exhaust Gas Recirculation System: EGR装置）的EGR气体冷却、附带空气冷却器的机械增压发动机¹和氧化催化等相关技术有效地结合在一起使用，也是能够实现尾气减排的。但是，低于56kW的发动机，是一般柴油机动车没有的低排气量，多采用预燃室式（IDI）发动机，因而针对直喷式（DI）发动机开发的尾气减排对策技术无法使用。此外，由于发动机主机的价格低廉，能够用于减排对策的费用有限，可适用的减排对策技术也因此受到局限。因此，以燃烧室、进气系统、燃料喷射系统的进一步改良为基础，对于部分可适用的发动机，通过采用EGR和氧化催化器、电控等可实现尾气减排。

同时，通过降低燃料中的含硫量，就可以减少尾气中的硫氧化物，同时氧化催化技术还可以提高PM等的减排效果。因此，日本通过燃料生产者的自发措施，自2005年（平成17年）1月开始，在全国供给降低了含硫量的低硫轻油和低硫汽油。

¹ 带中冷的涡轮增压发动机等

表 4-7 柴油特殊车辆的尾气减排技术

项目		概要
燃料喷射系统的改良	燃烧室、进气系统的改良	改造燃烧室的形状，减少黑烟和 PM 时需要促进室内的横涡流（swirl），降低氮氧化物时要使横涡流减小。 进气系统的改造，需要充分保障燃烧所需的空气，为了通过给予适度的涡流，使燃烧很好地进行，可进行进气歧管、进气口等的改造。
	电控	通过电脑控制点火时间，在提高运行性能的同时实现尾气净化。
	高压共轨喷射	通过电控对①燃料的喷射压力、②燃料的喷射时机、次数、③燃料喷射量三大要素进行严密控制，以减少氮氧化物、PM 的排放，同时改善油耗。
排气再循环装置 (Exhaust Gas Recirculation System: EGR 装置)		EGR 是通过将排放出来的气体重新与进气混合在一起，降低燃烧室内的氧气浓度，延缓燃烧，以实现氮氧化物减排的技术。 同时，通过冷却 EGR 气体降低燃烧温度，进一步减少氮氧化物排放，并进行改善油耗的冷却再循环（COOL-EGR）（参见图 4-4）。
附带空气冷却器的机械增压发动机(带中冷的涡轮增压发动机等)		中冷器是对涡轮发动压缩的高温进气进行冷却的装置，由此可提高燃烧效率，提高能效，减少污染物的排放量。
氧化催化		以白金或钨作为催化剂，使发动机排放的尾气中含有的一氧化碳和 HC 氧化（再燃烧）。不能处理氮氧化物。
低硫轻油		通过降低燃料的含硫量，可以获得以下效果。 造成大气污染的 PM 量减少 5~10% 提升颗粒物减排装置等的功能 部分颗粒物减排装置以使用低硫轻油为前提条件。

出处：根据以下资料等编制而成。

“柴油发动机最新数据册”（五十铃（isuzu）机动车株式会社）http://www.isuzu.co.jp/technology/d_databook/tech/tech_03.html

“低硫轻油开始在全国加油站销售”（东京都环境局）https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/vehicle/air_pollution/diesel/plan/oil/s50_02.html

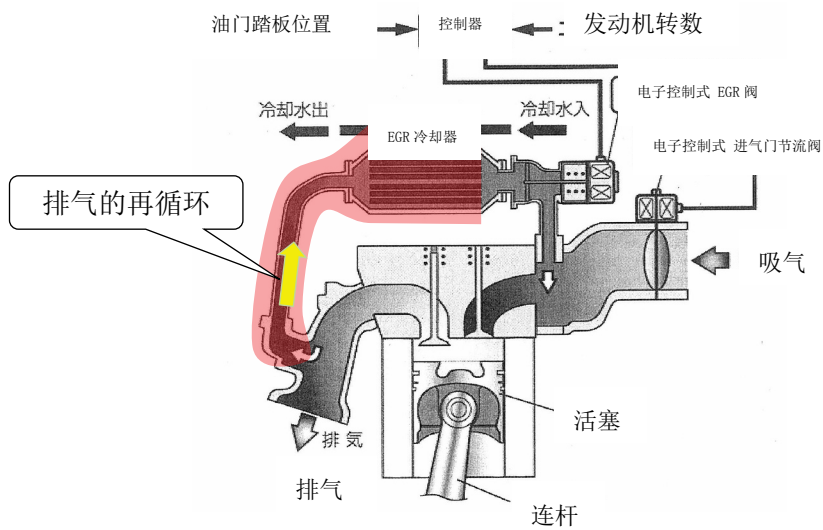


图 4-4 排气再循环装置 (EGR 装置) 示例

注：该示例不仅进行排气再循环 (EGR)，同时也包括由 EGR 进行的冷却。

出处：根据今后的机动车尾气减排对策方针 (第九次报告) 参考资料编制而成

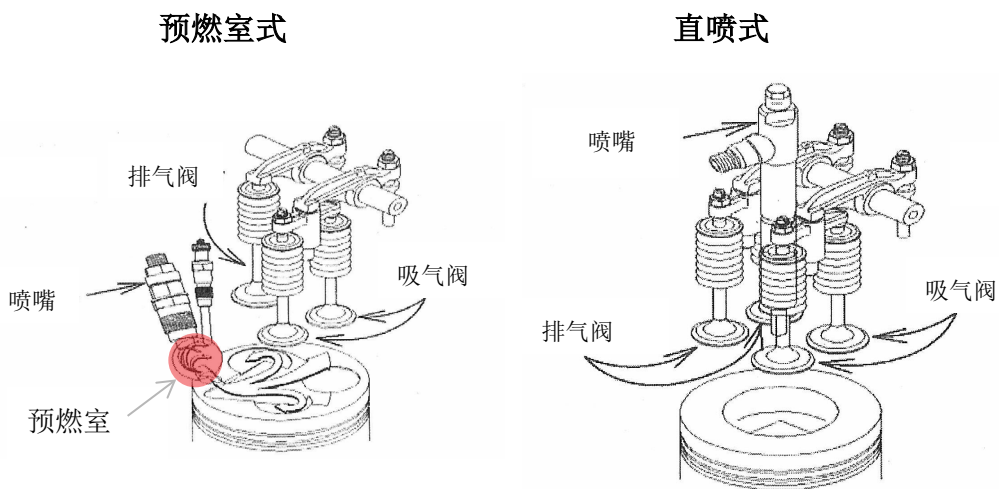


图 4-5 预燃室式及直喷式发动机示例

注：预燃室式发动机，是具有两个燃烧室的发动机，主燃烧室以外还设有另一个燃烧室 (预燃室)，在这里进行燃料喷射、点火，燃烧的同时，火炎喷入主燃烧室，进行完全燃烧。由于这种方式将燃烧分成两个阶段进行，因而与直接喷射式相比氮氧化物排放较少，但燃料消耗率上则劣于直喷式。

出处：根据今后的机动车尾气减排对策方针 (第九次报告) 参考资料等编制而成

4.4.2. 汽油、LPG 特殊车辆

汽油、LPG 特殊车辆也和上述有关柴油特殊车辆所示事项同样，面临诸多制约，因此，要立即实现和一般的汽油、LPG 机动车同等水平的尾气减排尚存在一定困难。但是，针对一般的汽油、LPG 机动车已经实用化的技术，在通过燃烧室结构优化改善燃烧、燃料喷射装置的改良、高精度的空燃比控制等发动机主机改造的基础上，引进三元催化等尾气减排装置，也是能够实现尾气减排的。

表 4-8 汽油、LPG 特殊车辆的尾气减排技术

项目	概要
通过燃烧室结构优化改善燃烧	通过对气缸的预燃室和主燃烧室形状等燃烧室周边的优化，以及发动机主机周边的技术改良，获得在氮氧化物较低的状态下的高热效。
燃料喷射装置的改良	通过使用电子控制式燃料喷射装置（MPI），可实现精密化燃料控制。
高精度空燃比控制	一氧化碳、HC 的排放量可以通过使用稀薄混合气实现减排，但氮氧化物的减排需要使用的是极稀混合气或者过浓混合气，因此要提高空燃比检测的精度，进行符合应答性的控制。
采用三元催化等尾气减排装置	白金、钯、铑、钕等之中选择其一作为催化剂，同时处理一氧化碳、HC、氮氧化物等三种成分。

出处：根据“今后的机动车尾气减排对策方针（第六次报告）”（中央环境审议会大气环境分会机动车尾气专门委员会）http://www.env.go.jp/council/toshin/t07-h1501/t07-h1501_2.pdf 等编制而成

4.5. 非道路移动建筑机械等的定量影响评价探讨

日本针对机动车尾气对策，如表 4-2 所示，长期以来逐步推动相关措施的实施，在开展这些措施的同时，掌握大气环境状况的改善情况和排放量，再结合这些现状对减排工作进行总结讨论，形成了循环性工作方式。

4.5.1. 非道路移动特殊车辆尾气排放量的推测方法

与机动车排放量推测一样，现在已经掌握了非道路移动特殊车辆的尾气排放量。非道路移动特殊车辆排放量核算流程的概要如图 4-6 所示，按照 1km 网格²的排放量进行统计（排放量推测结果参见图 4-3）。

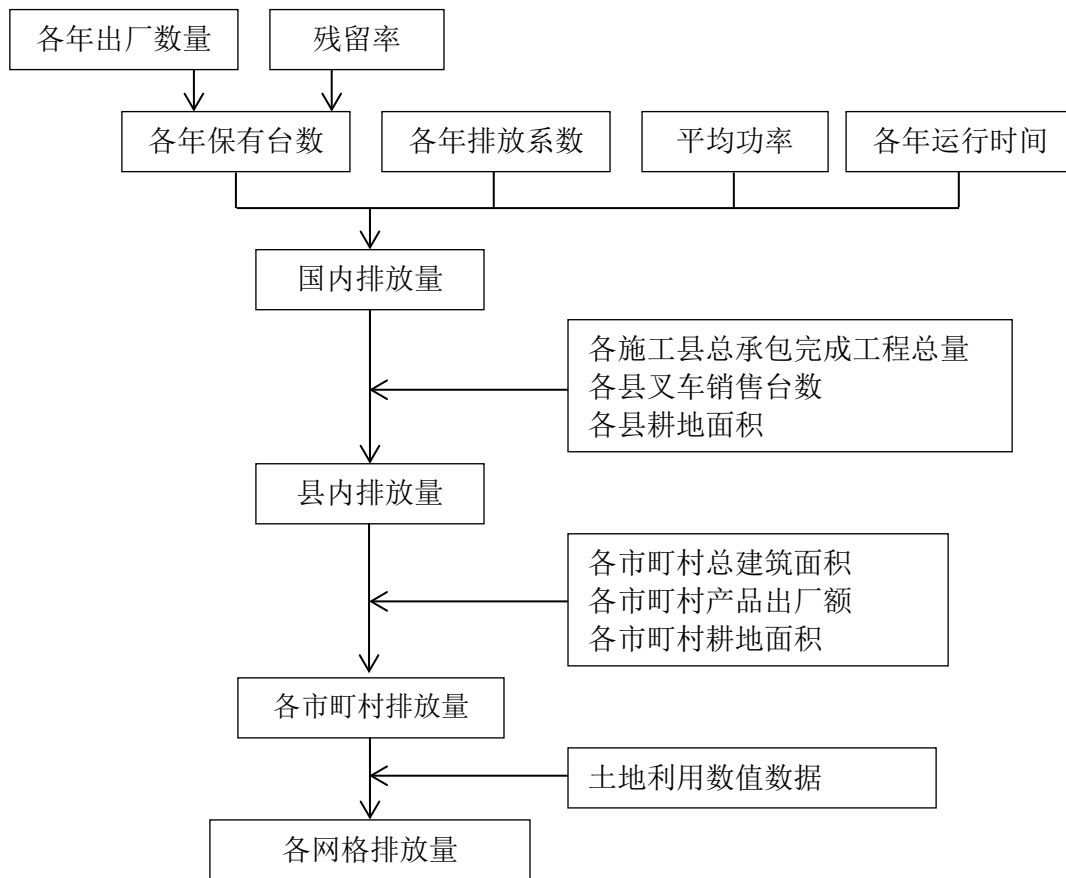


图 4-6 排放量核算流程概要

出处：“关于机动车排放氮氧化物及颗粒物的总量减排等研究调查”（环境省委托业务报告书、埼玉县）

² 国家规定的“统计用标准地区网格及标准地区网格编码”中的 3 级网格。纬度 40 分、经度 1 度，在日本国内基本上呈 1km×1km 的正方形。

4.5.2. 有关非道路移动特殊车辆的模拟模型概要

对于非道路移动特殊车辆对大气污染的影响评价，结合工厂等固定发生源和机动车等移动发生源的排放一起实施。

氮氧化物等的浓度预测基本方法的依据是“氮氧化物总量控制指南”(环境厅大气保全局大气控制课(当时)编辑、公害研究对策中心发行)。该指南在日本的大气环境模拟中被广泛应用，经检验，据此推算的大气污染与实测的大气污染在相当程度上是吻合的。

在进行大气环境预测时，通过基准年的气象条件、大气污染物的排放情况、大气污染情况等构建模拟模型，然后利用构建出来的模拟模型，根据预测年度的大气污染物排放情况，预测该年度的大气污染物浓度。基本框架如图 4-7 所示。

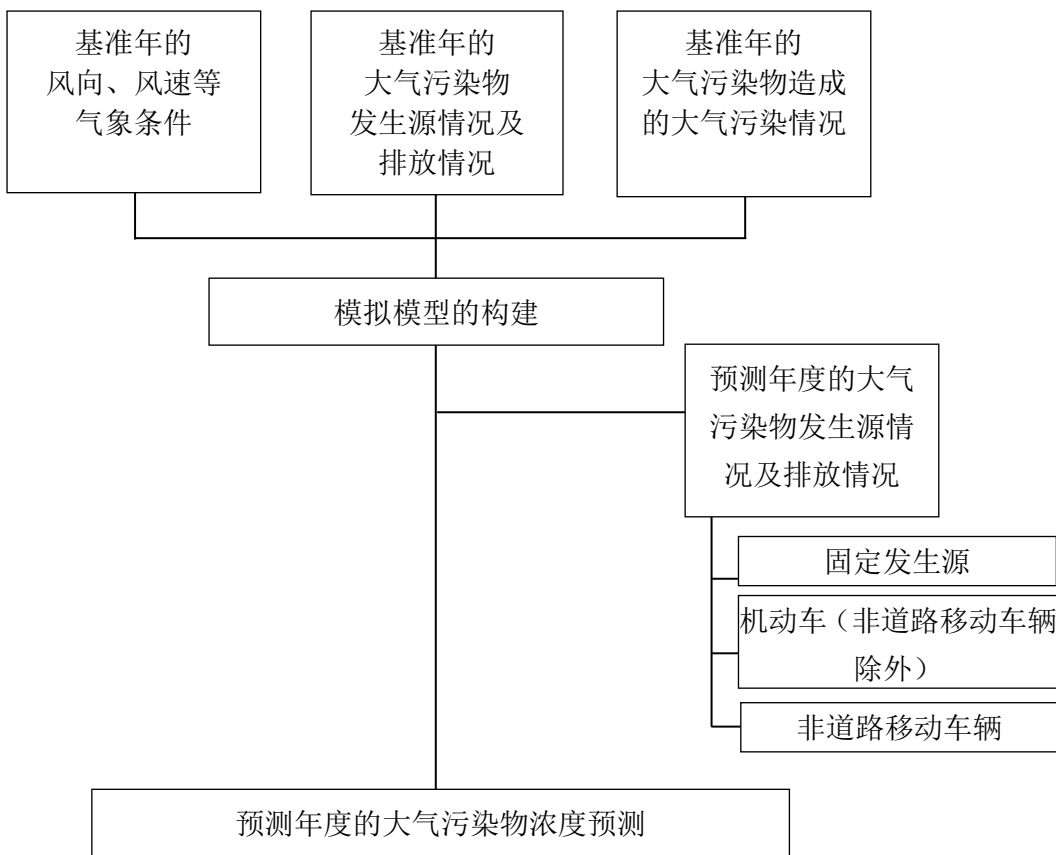


图 4-7 非道路移动特殊车辆等排放的大气污染物浓度预测框架

出处：根据“关于大气环境模拟模型”(环境省)编制而成

<http://www.env.go.jp/council/former2013/07air/y076-10/mat07-1.pdf>

注：对于机动车、非道路移动特殊车辆以外的移动发生源，也根据需要作为发生源加以考虑。

模拟模型的构建中，发生源的模式如表 4-9 所示进行了分类，建筑机械被设定为面源（假定为从整个 1km 网格中排放大气污染物）。

表 4-9 发生源模式的形态

发生源种类	形态	区分	适用范围	
工厂、单位	点源	下层	实际高度不足 50m 的面源以外的烟囱	工厂的所有烟囱与面源以外的烟囱
		上层	实际高度 50m 以上的烟囱	
	面源		单位的烟囱中，排放量少、坐标数据不明确的烟囱汇总在一起的。	
机动车	线源		预测了不同道路区间排放量的干线道路	
	面源		预测了不同网格排放量的支线道路	
船舶	点源		停泊时的船舶	
	面源		航行时的船舶	
民生	面源		预测了不同网格排放量的一般家庭等	
航空器	点源		上升、进场时（假设点源）	
	面源		空转时和在跑道上	
建筑机械类	面源		预测了不同网格排放量的建筑机械类	

出处：“2011 年度（平成 23 年度）未来模拟（车型控制研究）业务报告书”（环境省承包业务结果报告书、株式会社数理计划）

气象方面的模型，以风向和风速类似的地区为一个风场，该风场内显示出同样的风向风速出现频次。图 4-8 中以埼玉县的下层气象场为示例。

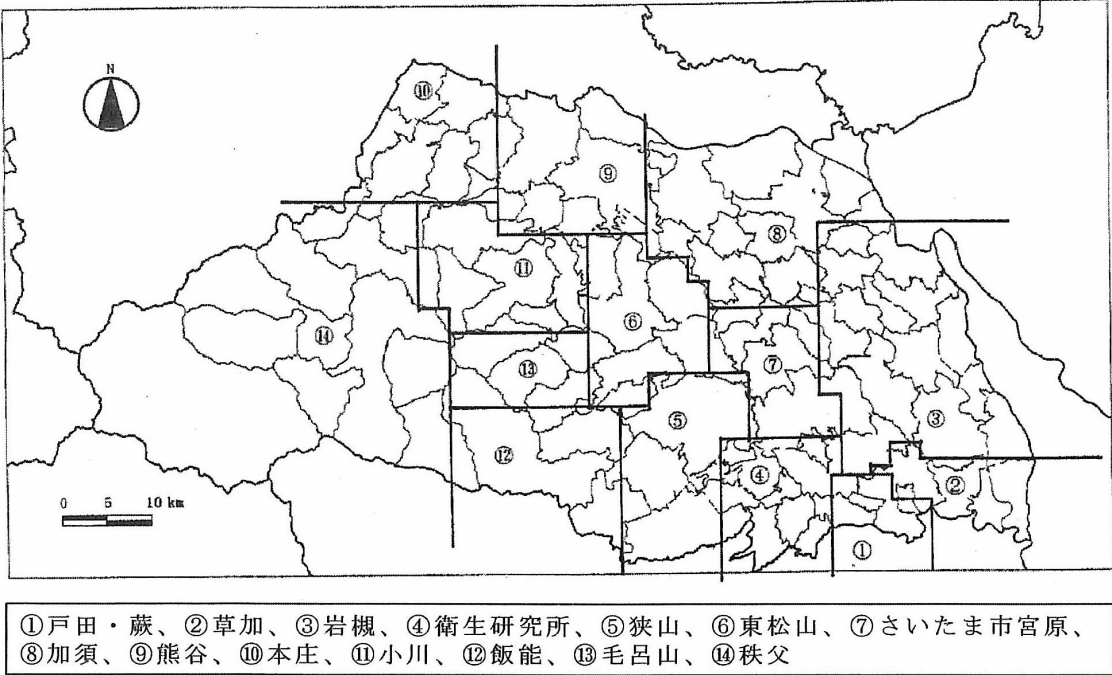


图 4-8 气象场设定示例（埼玉县）

出处：“2011 年度（平成 23 年度）未来模拟（车型控制研究）业务报告书”（环境省承包业务结果报告书、株式会社数理计划）

此外，扩散场的高度划分如表 4-10 所示进行，设定建筑机械排放的排气污染物在下层扩散场扩散。

表 4-10 扩散场的高度划分与对象发生源

高度区分	对象发生源	设定高度
下层扩散场	适用于低烟囱（不足 50m）的工厂、单位与一般家庭、无组织排放源、建筑机械类、船舶及空转时的航空器用	20m （工厂以外）
中层扩散场	适用于位于中层（50~100m）的工厂、单位的烟囱	65m
上层扩散场	适用于位于上层（100m 以上）的工厂、单位的烟囱及飞行中的航空器	150m （工厂以外）
地表扩散场	机动车	3m

出处：“2011 年度（平成 23 年度）未来模拟（车型控制研究）业务报告书”（环境省承包业务结果报告书、株式会社数理计划）

大气污染物浓度的计算，将各种发生源以排放形态（点源、线源、面源）进行分类，按照发生源所在的气象块，利用结合气象条件的烟羽-烟团模式等进行扩散计算，再将这些计算结果用气象条件的出现频次进行加权，算出年平均值。

出处：根据以下资料编制而成

“2011 年度（平成 23 年度）未来模拟（车型控制研究）业务报告书”（环境省承包业务结果报告书、株式会社数理计划）

“氮氧化物总量控制指南”（环境厅大气保全局大气控制课编辑、公害研究对策中心发行、ISBN-13: 978-4874880180）

4.6. 机动车尾气对策

4.6.1. 机动车尾气控制的种类

以机动车尾气减排对策为目的的控制，将单车控制、车型控制、限行控制、燃料控制 4 大类型组合在一起进行。各种类型的具体内容如表 4-11 所示。

除了控制措施以外，同时也通过税收优惠和认证制度推动尾气减排对策。

表 4-11 机动车尾气控制的类型

控制类型	控制内容
单车控制	尾气排放不达标的车辆不予进行新车注册登记。 →大气污染防治法及道路运输车辆法
车型控制	尾气排放不达标的车辆不予进行新车、转让、延长登记。 →机动车 NO _x 、PM 法
限行控制	尾气排放不达标的车辆不得在地区内行驶。 →关东及关西的自治体相关条例
燃料控制	降低燃料中的含硫量等。 汽油：硫、铅、苯、甲醇、MTBE（甲基叔丁基醚） 轻油：硫 →大气污染防治法、关于挥发油等品质保障的法律

出处：根据“关于与机动车 NO_x、PM 法相关的机动车环境对策用户咨询窗口”（国土交通省）
http://www.mlit.go.jp/jidosha/environment_measure/environment_measure.html 编制而成

4.6.2. 单车控制

对于尾气排放不达标的车辆不予进行新车登记的单车控制对策，是日本于1970年代开始施行的，尾气标准逐年提高，越来越严格（图4-9）。

针对这些尾气达标排放的判断，是根据在底盘测功机上按照一定的行驶工况进行假定行驶检测的结果得出的。例如，对于乘用车（新车）的行驶工况，规定要按照图4-11所示反映车辆行驶状态的10-15工况进行检测。

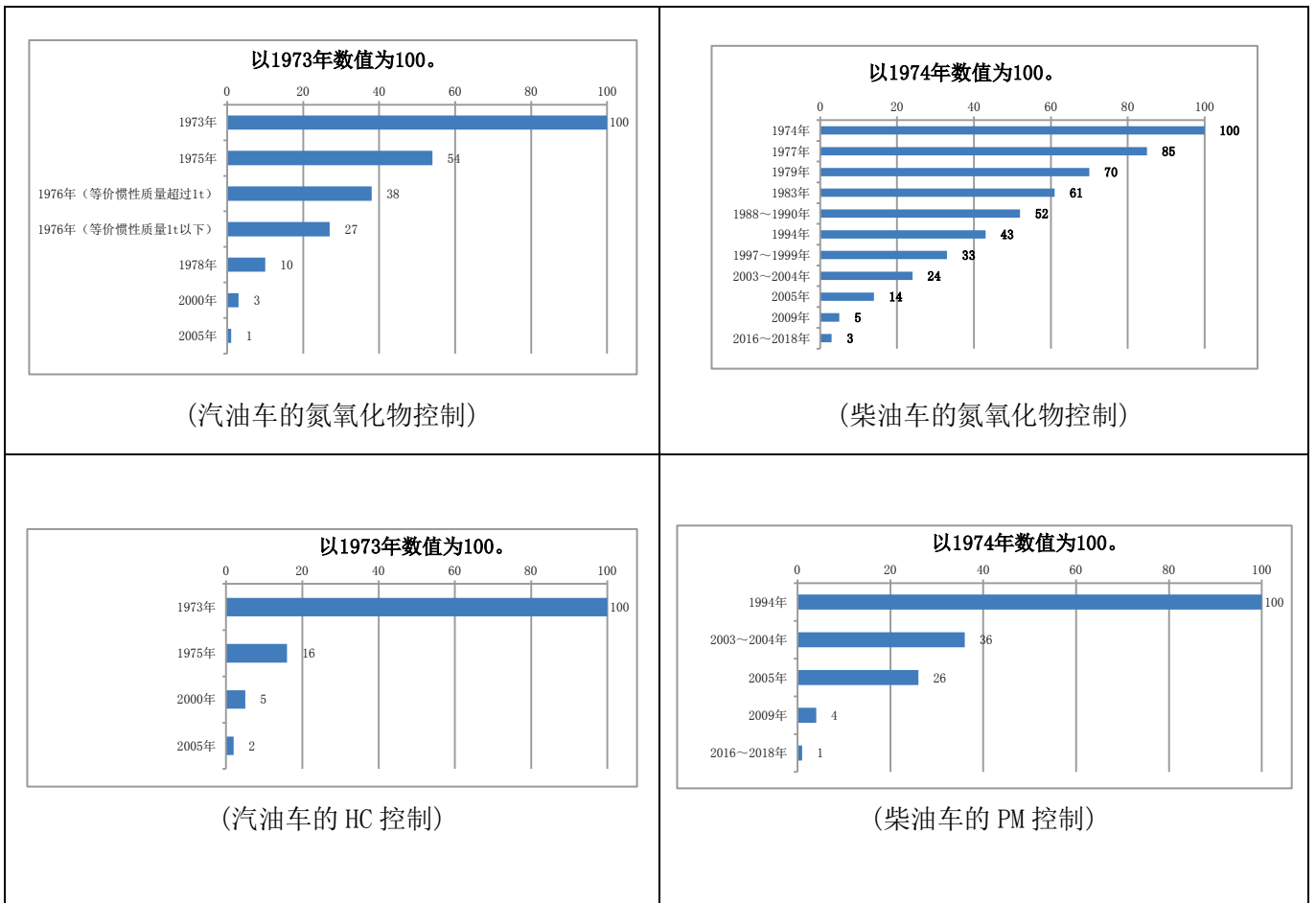


图 4-9 日本机动车尾气控制强化的变化

出处：“2013年（平成25年）版环境、循环型社会、生物多样性白皮书”（环境省）
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h25/html/hj13020402.html>

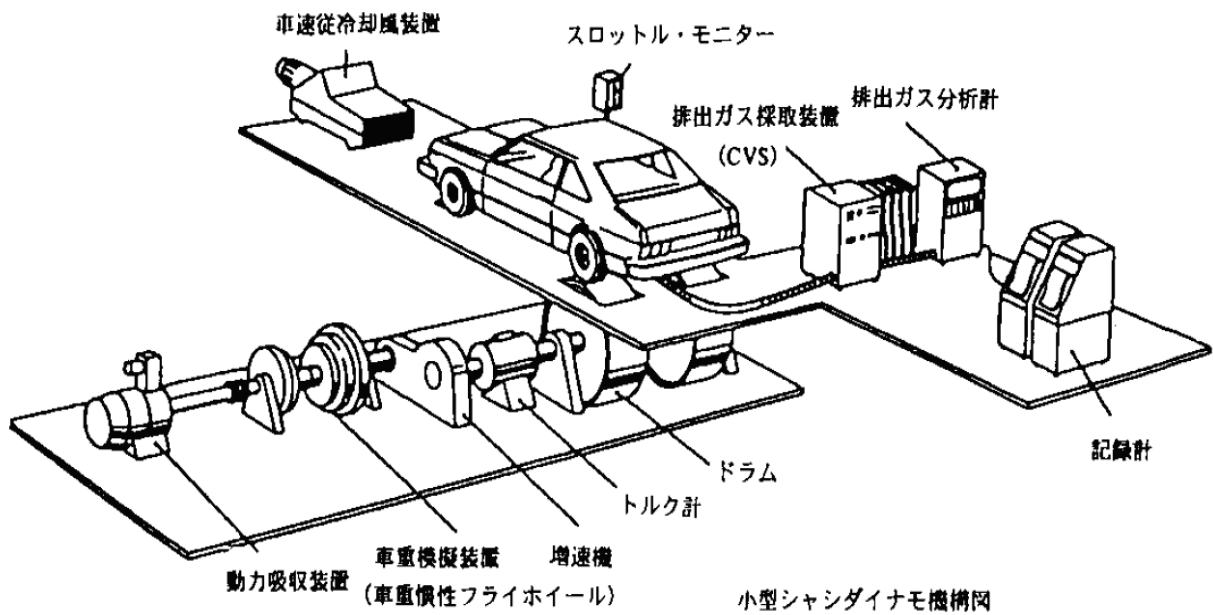


图 4-10 利用底盘测功机进行机动车尾气检测示意图

出处：“机动车尾气试验法”（环境省）

<https://www.env.go.jp/earth/coop/coop/document/02-apctmj1/02-apctmj1-086.pdf>

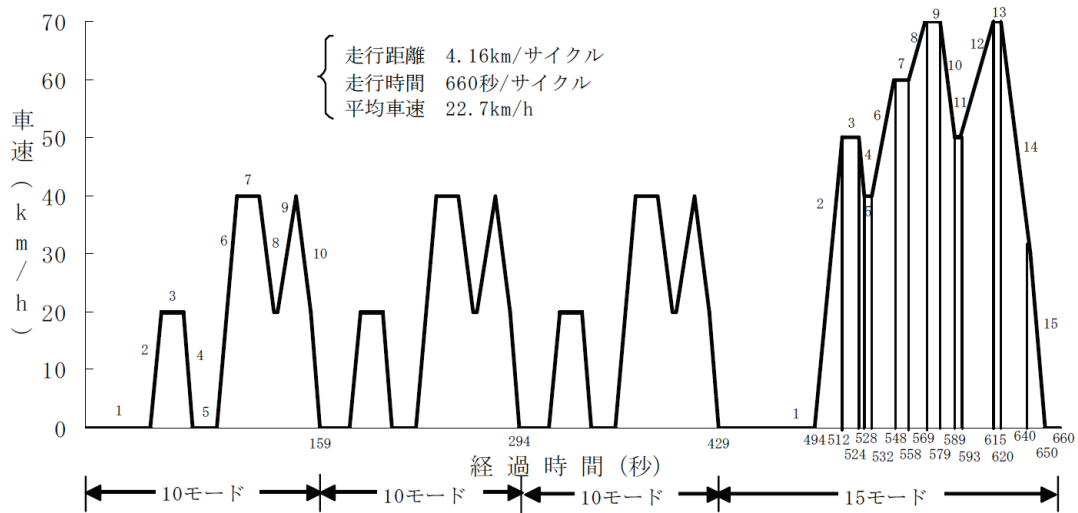


图 4-11 机动车尾气检测使用的 10-15 工况

出处：“机动车尾气的检测方法”（大阪府）

<http://www.pref.osaka.lg.jp/attach/5004/00095717/3-8.doc>

注：10-15 工况为以下 10 工况、15 工况组合在一起的工况模式。

10 工况：基于东京都内干线道路的机动车行驶形态调查实施的

15 工况：反映了高速道路建设、交通阻塞等大城市机动车行驶实际状态的工况

4.6.3. 车型控制（机动车 NO_x、PM 法）

机动车 NO_x、PM 法旨在改善大城市地区氮氧化物、PM 造成的大气污染，针对大城市地区保有且在用的货车、客车、柴油机机动车，设定氮氧化物、PM 排放标准，对于不符合这些标准的车辆，不予进行新车、转让、延长登记。

1992 年（平成 4 年）时是作为机动车 NO_x 法开始施行，对象物质仅为氮氧化物，2002 年（平成 14 年）起对法律进行修订，将氮氧化物、PM 两种均列为管控对象。1992 年（平成 4 年）时仅针对首都地区及大阪、兵库地区，2002 年（平成 14 年）法律修订后，将爱知、三重地区也列为对象地区。

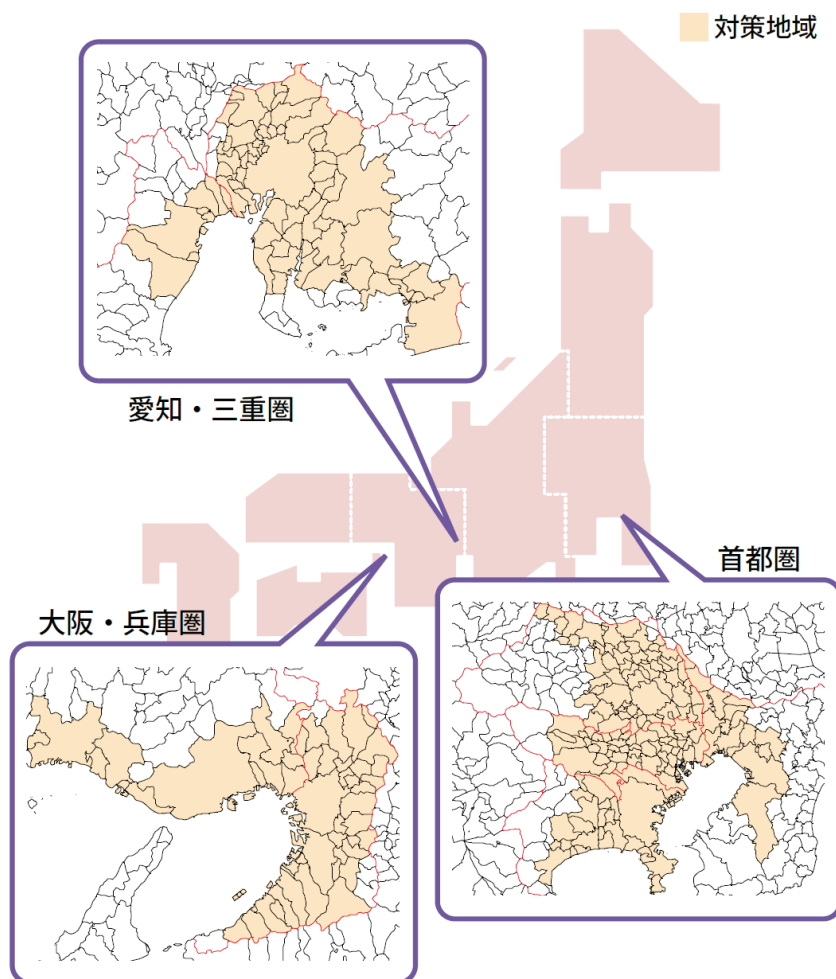


图 4-12 机动车 NO_x、PM 法对策地区

出处：“机动车 NO_x、PM 法手册宣传页”（环境省）<http://www.env.go.jp/air/car/pamph2/>

4.6.4. 限行控制

首都地区及大阪、兵库地区的指定地域，按照机动车 NO_x、PM 法规定的柴油车尾气控制，以在相关地区内不予登记注册的方式进行，此外，有的地方自治体还做出了限行规定（表 4-12）。

每个地方自治体规定的具体内容不同，但共同之处是将国家的单车控制以限行控制的方式要求的更严格。

表 4-12 地方自治体实施的限行控制内容

地区	控制内容
关东	<ul style="list-style-type: none"> • 东京都、埼玉县、千叶县、神奈川县（标准以外相同） <li style="padding-left: 20px;">*这些都、县区域内的埼玉县埼玉市、千叶县千叶市、神奈川县川崎市、神奈川县横浜市、神奈川县相模原市也是管控对象。 • 仅限于 PM • 柴油车（货车、客车、特殊车辆。不包括乘用车） • 2003 年（平成 15 年）标准与国家的长期控制（1997 年）排放标准相同。 • 在东京都及埼玉县加强控制，2006 年（2006 年）标准与国家新短期控制（2003 年）排放标准相同。 • 不符合这些排放标准的车辆禁止在都、县内（岛屿地区以外的所有区域）行驶 • 即使是管控对象车辆，安装指定的颗粒物减排装置亦可行驶 • 宽限期为 7 年 • 由自治体工作人员实施上门检查和路检 • 禁行命令、公布姓名、罚金（50 万日元以下）。同时也对货主进行劝告、公布姓名
关西	<ul style="list-style-type: none"> • 大阪府、兵库县 • PM 及氮氧化物 • 柴油车（货车、客车、特殊车辆。不包括乘用车） • 与机动车 NO_x、PM 法同等水平 • 对策地区内限行控制（大阪府规定路过车辆不受管控。兵库县有部分道路除外）。 • 即使是管控对象车辆，安装指定的颗粒物减排装置亦可行驶 • 大阪府的宽限期为 8 年~12 年，兵库县为 10~13 年（因车型而不同）。 • 由自治体工作人员实施上门检查和路检 • 禁行命令、公布姓名、罚金（大阪府：50 万日元以下，兵库县：20 万日元以下）。同时也对货主进行劝告、公布姓名

出处：根据以下资料编制而成

九都县市青空网络网页 <http://www.9taiki.jp>

“关于对进入大阪府车辆的控制” <http://www.pref.osaka.lg.jp/kotsukankyo/ryuunyuu/ryuunyuu.html>

“兵库县大型柴油机动车等限行控制”

http://www.kankyo.pref.hyogo.jp/JPN/apr/keikaku/diesel/diesel_index.htm

“关于与机动车 NO_x、PM 法相关的机动车环境对策用户咨询窗口”（国土交通省）（国土交通省）

http://www.mlit.go.jp/jidosh/environment_measure/environment_measure.html

4.6.5. 燃料控制

通过实现燃料的低硫化，不仅可以减少硫氧化物的排放量，也可以充分发挥安装在机动车上的尾气处理装置的性能，同时对于轻油中的硫分也逐步开展了控制对策（

图 4-13）。

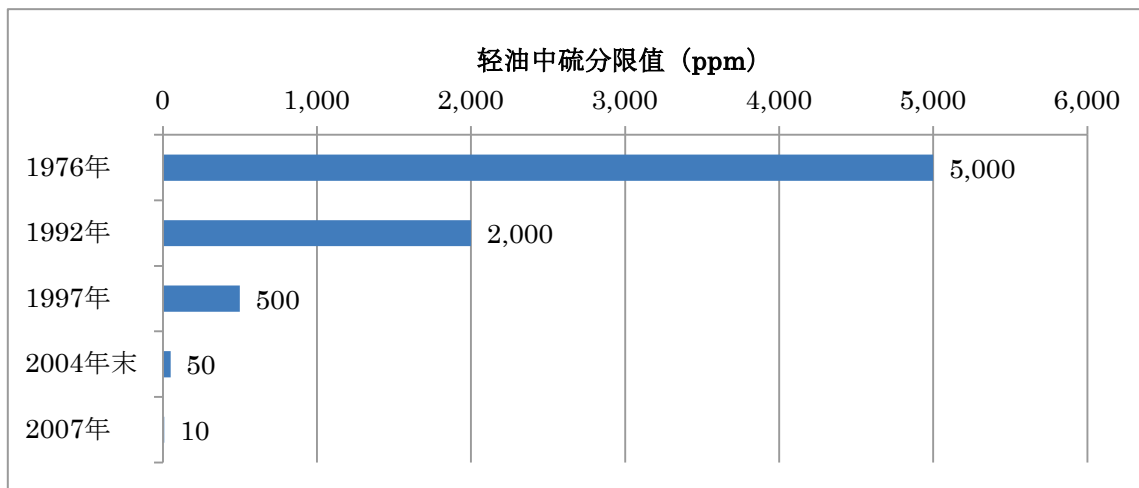


图 4-13 日本轻油（柴油机动车用燃料）硫分控制限值的变化

出处：“2013年（平成25年）版环境、循环型社会、生物多样性白皮书”（环境省）
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h25/html/hj13020402.html>

4.6.6. 税收优惠

结合上述的机动车尾气控制对策，日本还针对使用已经实现尾气减排，且油耗优于标准，环保性能优异的机动车，在税制上给予优惠措施，以此推动尾气减排对策。

这些税制方面的优惠措施概况如表 4-13 所示，机动车征税的情况如表 4-14 所示。

表 4-13 环保性能优异的机动车税收优惠措施概要

适用对象车	电力机动车等	比 2005 年尾气排放限值降低 75%				
		达到 2020 年度油耗标准 +20% 以上	达到 2020 年度油耗标准 +10% 以上	达到 2020 年度油耗标准以上	达到 2015 年度油耗标准 +10% 以上	达到 2015 年度油耗标准 +5% 以上
机动车购置税	免税	减税 80%	减税 60%	减税 40%	减税 20%	
机动车重量税	限 2 次车检，免税	减税 75%	减税 50%	减税 25%		
机动车税	减税约 75%			减税约 50%	无减免	
轻型机动车税	减税 75%	减税 50%	减税 25%	无减免	无减免	

出处：根据以下资料编制而成

“关于 2015 年度（平成 27 年度）经济产业相关税制的修订”（经济产业省）

http://www.meti.go.jp/policy/economy/keiei_innovation/kigyokodou/02.pdf

“2014 年度（平成 26 年度）税制修订结果概要（有关车体征税）”（国土交通省）

<http://www.mlit.go.jp/common/001033999.pdf>

注 1：本表针对的是乘用车、车辆总重为 2.5t 以下的客车、货车，对于重量为 2.5t~3.5t、超过 3.5t 的客车、货车，也在实行类似的减免措施。

注 2：2005 年尾气排放限值将一氧化碳、非甲烷总烃、氮氧化物、PM 的排放量作为评估对象。

注 3：电力机动车等包括了电力汽车、燃料电池汽车、插电式混合动力车、天然气汽车（比 2009 年尾气控制 NOx 减排 10% 以上）、绿色柴油汽车（符合 2009 年尾气控制标准的乘用车）。

表 4-14 机动车征税情况概要

税种	概要
机动车购置税	购置机动车时根据其价格征收的税。 作为地方道路财源创建的目的税。
机动车重量税	进行车检（2～3年一次）时，根据机动车的重量征收的税。 为用于道路、铁路等交通社会资本建设而创建的税收，其四分之三作为国家的一般财源，剩余的四分之一作为地方的道路特定财源使用。 日本为推进使机动车保持安全且不导致公害的状态的机动车结构对策而实施机动车检查制度，不得使用检查不合格的机动车。机动车检查包括：①新车检查、②续检、③结构等变更检查、④路检，共4种。通常将续检（机动车检查证有效期满后继续使用机动车时需要接受的检查）称为“车检”。
机动车税	每年4月1日对机动车保有者征收的定额税。 乘用车税额根据排气量分为10个等级，纳入一般财源。
轻型机动车税	与机动车税同样，每年4月向轻型机动车所有者征收的税。 轻型机动车是指道路运输车辆法施行令规定的小型机动车，总排气量为660cc以下，长3.4m×宽1.48m×高2.0m以下的车辆。

出处：“关于机动车相关税制的现状”（一般社团法人日本机动车工业会）

<http://www.jama.or.jp/lib/jamagazine/199910/02.html>

“什么是机动车检查”（机动车检查独立行政法人）<https://www.navi.go.jp/inspection/category.html>

道路运输车辆法施行规则 <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S26/S26F03901000074.html>

5. 日本在东亚地区建立排放清单、模拟模型的进展情况

5.1. 排放清单

5.1.1. 什么是排放清单?

掌握大气环境状况以及探讨大气污染物减排措施效果时，需要使用下一节所示大气模拟模型进行解析，这项工作必不可缺的数据是排放量数据。将某一地区的污染物排放量数据，按不同物质、不同污染源范畴(行业)加以整理的数据库，称为排放清单(emission inventory)。排放清单的数据可用于输入大气模拟模型，排放清单本身也可用来掌握大气污染物减排措施的进展情况以及对策探讨。

用于建立大气模拟模型的排放清单中，应包括其本身就是大气污染物的一次污染物、以及化学反应后可生成二次污染物的前驱物。无论哪种都包含人为排放和源于自然界的两种形式。模拟城市大气污染问题时，应列举的污染物排放源和化学成分如表 5-1 所示。排放清单的数据用来输入大气模拟模型时，除表 1 的信息外，还需要地区分布和时间变化。特别是需在靠近污染源的地方求出每时每刻都在变化的污染物浓度时，排放清单中也需要有相同的时间分辨率。此外，氮氧化物(NO_x)、挥发性有机化合物(VOC)、颗粒物(PM)还要有含哪些化学成分的组成信息，而 PM 会因粒径不同，所含的化学成分也不同，因此还应有不同粒径的成分信息。

为了推算某种污染物的排放量 E (kg)，对大型烟气排放源，可以通过计测每一个烟囱的排放量进行计算，但通常是利用下列公式 (1)，用行业 and 不同排放源范畴的活动量 (能源消费量、机动车行驶距离、饲养牲畜数量等) A 乘以相应的排放系数 EF (单位活动量的排放量) 求出。

$$E(\text{kg}) = A(\text{J}) * EF(\text{kg/J}) \quad (1)$$

此时，活动量 A 与能源消费量一样，以国家和地区为单位给出时，按照上述公式求出排放总量，再参考地区分配和时间变化，制作用于大气模拟模型的排放量数据。需注意的是，活动量及排放系数存在无法规避的不确定性，而活动量主要来源的各类统计资料，通常正式出版都需要 2 年左右的时间，用这种方法推算实时排放量，原则上是不可能的。

表 5-1 城市大气排放清单中会列举的物质及排放源范畴

污染源分类			物质						
			NO _x	CO	SO _x	VOC	PM	NH ₃	HCl
燃烧类 污染源	固定 污染源	大型烟气排放源	○	○	○	○	○	○	○
		中小型办公室（办公）	○	○	○	○	○		
		家庭	○	○	○	○	○		
		小型焚烧炉	○	○	○	○	○		○
	移动 污染源	机动车（含两轮摩托）	○	○	○	○	○	○	
		船舶	○	○	○	○	○		
		建筑机械、工业机械	○	○	○	○	○		
		铁道	○	○	○		○		
	农业	焚烧秸秆	○	○	○	○	○		○
		农业机械	○	○	○	○	○		
HC 蒸发 污染源	工业类	炼油厂、油库				○			
		石化厂				○			
		供油站				○			
		涂装				○			
		印刷				○			
		使用黏合剂的工序				○			
		橡胶用溶剂				○			
		其他工业用溶剂				○			
	清洗溶剂				○				
	移动 污染源	机动车（含两轮摩托）				○			
建筑、工业、农业机械					○				
源于自然界	源于植物				○				
其他 污染源	农业	畜牧养殖						○	
		化肥施用						○	
	工业类	肥料等生产设施						○	
	城市 活动	污水处理设施						○	
		净化槽						○	
		人类出汗、呼吸						○	
		宠物						○	
		香烟		○			○		
	源于 自然界	土壤					○		
		海盐粒子					○		
		火山			○		○		
		山火	○	○	○		○		
	移动 污染源	雷	○						
		卷扬					○		
	轮胎刹车磨损						○		

出处：森川，大气环境学会杂志，45，2010

注：物质的正式名称如下：

NO_x：氮氧化物 CO：一氧化碳 SO_x：硫氧化物
 VOC：挥发性有机化合物 PM：颗粒物 NH₃：氨
 HCl：氯化氢

5.1.2. 以亚洲为对象的最新排放清单：REAS 2.1 的概要

日本建立的亚洲规模排放清单，主要有大原等人（2007）开发的亚洲区域排放清单 REAS（Regional Emission inventory in ASia）1.1。近年来，该排放清单的精度不断提高，截至2014年7月的最新版本是2.1。以下介绍 REAS 2.1 的概要。

表 5-2 整理了 REAS2.1 的构成。REAS2.1 推算了亚洲区域在 2000 年~2008 年期间人类活动产生的二氧化硫（SO₂）、氮氧化物、一氧化碳、非甲烷挥发性有机物（NMVOC）、黑炭（BC）、有机碳（OC）、氨（NH₃）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、二氧化碳（CO₂）、颗粒物（PM₁₀、PM_{2.5}）的排放量。推算对象的排放源大致分为燃料燃烧、工艺过程（非燃烧）、家畜（施肥、家畜）等，如上节所述，通过导出各自的活动量和排放系数来进行推算。燃料燃烧的排放量用不同国家和领域的能源使用量及排放系数推算。能源使用量以 IEA

（International Energy Agency）的能源平衡表为基础，未加入 IEA 的国家，使用 RAINS-ASIA¹ 的数据库或联合国能源统计年鉴。但是，考虑到近几年中国的 IEA 煤炭消费量比实际情况偏少，因此，推算时使用了中国能源统计年鉴的分省数值。在生物燃料方面，中国以清华大学资料、Yan et al.（2006）、RAINS-ASIA、FAO（United Nations Food and Agriculture Organization）以及 IEA 的统计数据为基础，其他国家以 RAINS-ASIA、其他亚洲区域排放清单相关文献、FAO 及 IEA 的统计数据为基础进行了设定。硫氧化物的设定以清华大学资料、Kato and Akimoto（1992）、RAINS-ASIA 等为基础，排放系数的设定以 EMEP/CORINAIR（EEA, 2000）²、AP-42（U.S.EPA, 1999）³、IPCC 指南⁴ 等为依据。此外，机动车排放量的推算以燃料使用量为基础，设定了燃料消耗率和单位耗油量的排放系数，对于飞机和国际船舶，是通过调查其他亚洲区域排放清单的相关文献，按规模调整每年的燃料使用量后进行推算。对于大型火力发电站，中国以清华大学资料为准，其他地区以 RAINS-ASIA 为准进行个别推算。

对工艺过程的排放，鉴于有色金属冶炼和硫酸生产中的二氧化硫排放以及粗钢和钢铁生产中一氧化碳排放，这些活动量数据中使用了不同的国际统计。

对于农业活动的排放，家畜排放用 Yamaji et al.（2003, 2004）、施肥排放以 Yan et al.（2003a, b, c, 2005）中针对 2000 年的网格数据为基础，使用不同家畜种类的数量、肥料投入量等每年进行更新。

用不同网格人口和道路网密度等，对上述方法推算得出的排放量数据的不同国家、不同地区排放量，如图 5-1 所示的经纬度 0.25 度网格进行了解。

¹ RAINS-ASIA 是由亚洲开发银行和世界银行提供资金，国际应用系统分析研究所（IIASA）牵头实施的研究项目，研究东亚跨界大气污染，特别是掌握酸雨问题相关的污染物源-受体关系以及开展影响评价和未来预测。

² 欧洲大气污染监测和评估计划（EMEP/CORINAIR: Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe / Coordination d'information Environnementale）的排放源数据库

³ 美国 EPA 的排放源数据库

⁴ 6种温室气体（二氧化碳、甲烷、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆））及其前驱物氮氧化物、一氧化碳、NMVOC、二氧化硫相关的国家清单编制手册。用于气候变化框架公约及京都议定书框架下编制的清单报告。

日本、韩国、台湾的排放量使用的是其他研究项目的推算值和公式推算值。船舶以外的排放,用 Japan Auto-Oil Program (JATOP) Emission inventory-Data Base (JEI-DB), 船舶排放使用海洋政策研究财团开发的数据库, 韩国用 Clean Air Policy Support System (CAPSS) (Lee et a., 2011)的推算值, 台湾用 Environmental Protection Administration of Taiwan (<http://ivy2.epa.gov.tw/air-ei>)的推算值。各数据都不包括 REAS2.1 的对象期和对象成分。对于不足的数据, 依据活动量趋势和排放控制相关信息等, 进行了排放量换算、年度更新、根据需要独立进行了推算。

REAS2.1 排放量数据已在网站 (<http://www.nies.go.jp/REAS/>) 上公布。随时接受来自客户的系统缺陷方面的信息等, 逐步对数据进行更新。

REAS2.1 公布后, 被很多大气环境和大气化学研究论文等使用, 其中包括被东亚酸雨监测网 (EANET) 研究活动之一的东亚长距离输送模式的比较研究 (Model Inter-comparison Study for Asia :MICS-Asia) 以及长程跨界空气污染公约半球传输专题组 (TF-HTAP) 的正式排放清单所采用。

表 5-2 REAS 2.1 的构成

项目	内容
成分	二氧化硫 (SO ₂)、氮氧化物 (NO _x)、一氧化碳 (CO)、非甲烷挥发性有机物 (NMVOC)、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、黑炭 (BC)、有机碳 (OC)、氨 (NH ₃)、甲烷 (CH ₄)、氧化亚氮 (N ₂ O)、二氧化碳 (CO ₂)
对象年	2000 年~2008 年
区域	亚洲及俄罗斯部分地区 (远东、西伯利亚、乌拉尔地区)
排放源	人类活动的排放 (发电厂、工业、运输、民生部门的燃料燃烧、工业生产工艺过程、农业活动 (肥料和家畜活动)、溶剂使用等)
空间分辨率	纬度 0.25 度×经度 0.25 度
时间分辨率	月
数据发布	http://www.nies.go.jp/REAS/

出处：根据Kurokawa, Atmos. Chem. Phys., 13, 2013 制作

亚洲大气污染物排放量分布 (2008 年)

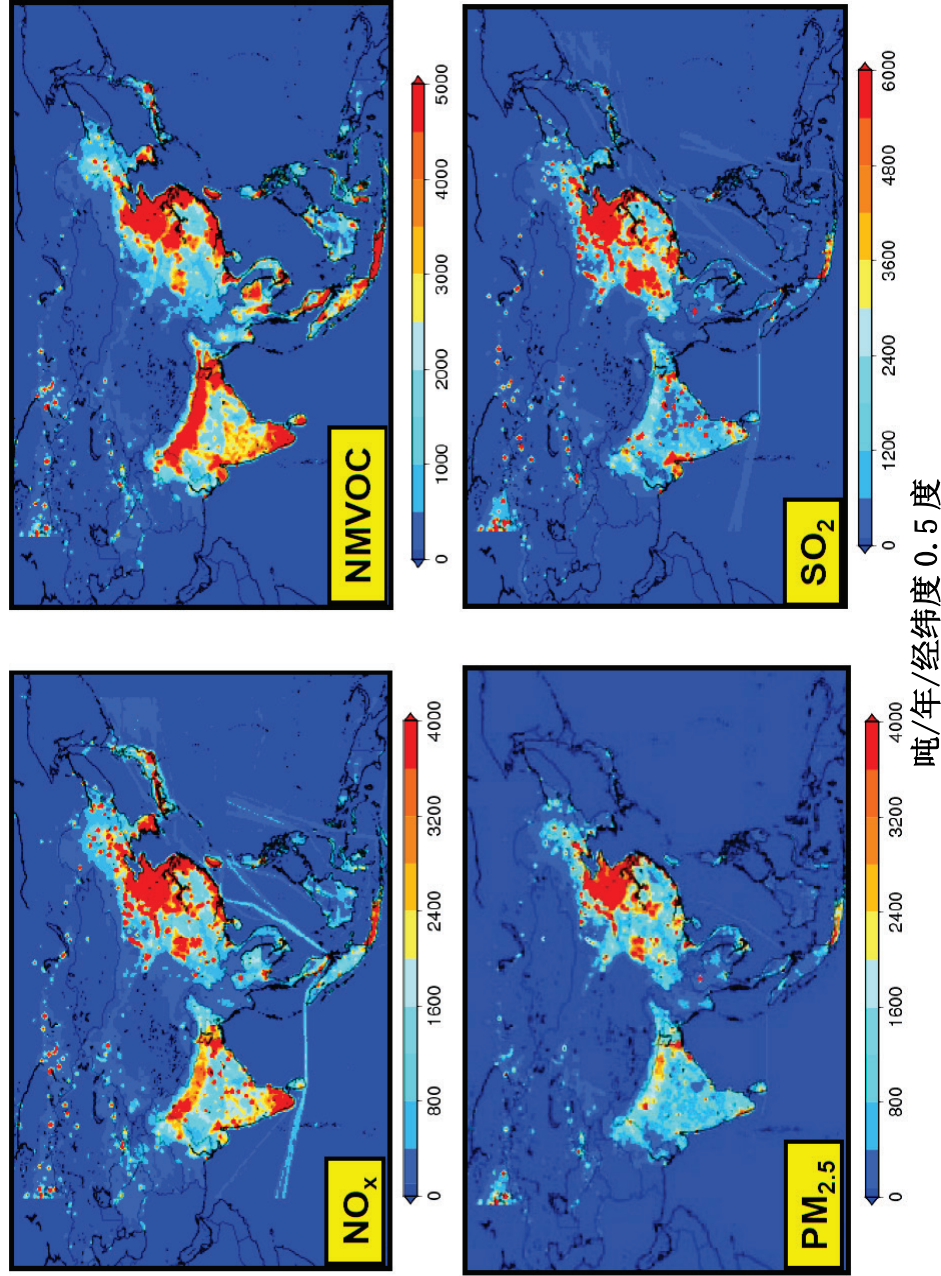


图 5-1 NO_x、NMVOC、PM_{2.5}、二氧化硫 2008 年的年排放量水平分布

出处：大原，“挑战跨界大气污染”研讨会，2013

5.1.3. REAS 显示的近几年亚洲地区大气污染物排放趋势

从REAS2.1得到的近些年的排放量变化趋势如图 5-2所示。图 5-2显示了2000至2008年亚洲（中国、东北亚、东南亚、南亚、俄罗斯的亚洲部分、中亚）地区氮氧化物、NMVOC、PM2.5、二氧化硫等大气污染物排放量的经年变化。

就氮氧化物来看，2000~2008年期间，整个亚洲地区的年排放量增幅很大，但后期（如2006年至2008年）的增幅呈现放缓趋势。

对于二氧化硫，整个亚洲的排放量在2000-2006年期间增加约40%，但2006年之后呈减少趋势。排放直接来自污染源的PM2.5和NMVOC，其经年变化介于氮氧化物和二氧化硫之间。具体来讲，亚洲的PM2.5在2000~2008年期间增加1.4倍，中国也增加了1.5倍。NMVOC排放量在亚洲增加了1.5倍，而中国增加了1.7倍，其排放量占整个亚洲的40%。但是，从图上可以看到，最近几年中国的上述物质排放量与之前持平，或稍有减少。

综上所述，亚洲种类繁多的污染源排放着大气污染物，随着各国的经济发展，污染物排放量有所增加，但是，近几年，以二氧化硫为代表的部分污染物的排放量呈下降趋势。其他成分的污染物虽然还在增加，但增幅逐渐变缓。

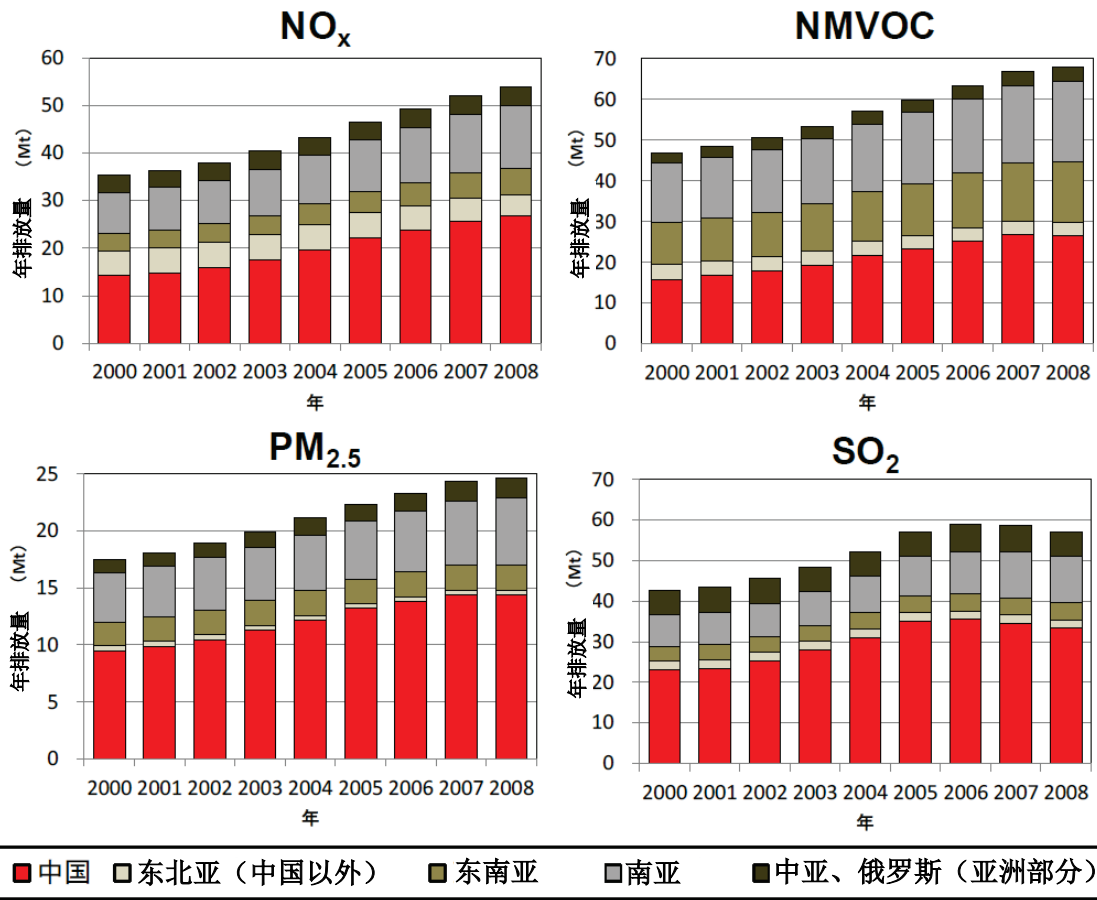


图 5-2 亚洲地区氮氧化物、NMVOC、PM_{2.5}、二氧化硫的年排放量经年变化
 出处：太原，“挑战跨界大气污染”研讨会，2013

5.2. 模拟

5.2.1. 什么是大气模拟模型？

模拟污染物在城市规模、洲际规模和半球规模大气中的动态的模拟模型，通常被称为广域大气质量模型。

图 5-3 显示了广域大气质量模型的一个构成案例以及实施模拟的流程。构成广域大气质量模型的三大要素是气象模型、排放清单和化学传输模型。此处所说的排放清单，就是上一节提到的排放量数据。所谓气象模型，是对每时每刻都在变化的风速、风向、气温、湿度等气象参数进行三维计算的气象模拟模型。气象模型原本单独用来再现和预测各种气象现象，由于可获得影响污染物输送和变质的气象三维空间信息，作为输入化学传输模型的气象数据的准备工具，被广泛应用。

最后，化学传输模型是计算污染物的排放、风的输送、在大气中的扩散、地表沉降、光化学反应导致的变质以及气体-颗粒相平衡、核生成及凝聚等的颗粒生成过程、和云的相互作用等导致的气态及颗粒状污染物每时每刻的浓度变化的模型。

利用广域大气质量模型进行模拟时，首先是用气象模型进行气象模拟，第一步是制作计算对象领域的三维气象数据。此时，如果模拟的计算对象是日本国内城市大气的空间规模时，森野等（2010）、茶谷等（2011）用图中所示的东亚区域、日本区域、地方区域的三种规模进行模拟，但是，以跨境大气污染等大的空间规模作为模拟对象时，不进行日本区域、地方区域的模拟（如鹤野等（2004）、山地等（2012））。

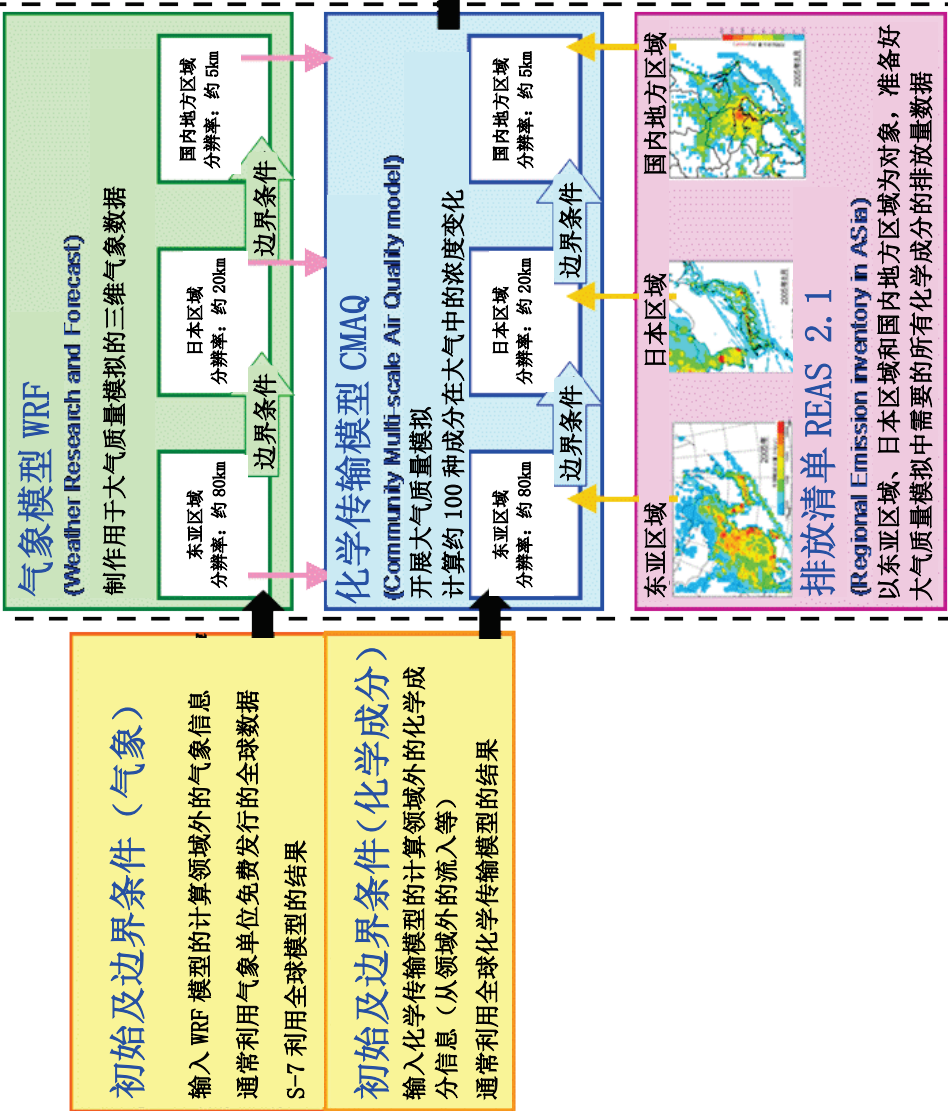
气象模拟的初始条件和边界条件，一般情况下以东亚区域为对象时，利用气象厅等气象单位发布的全球气象数据，以及覆盖全球模拟对象的全球气象模型输出结果，开展日本区域、地方区域的模拟时，分别使用东亚区域、日本区域的气象模拟结果。全球气象数据和全球气象模型的输出结果，也可作为化学传输模型的输入数据加以使用，但由于空间分辨率非常差，从空间分辨率的角度来看，不适合用于本次东亚规模的模拟。

气象模拟生成的各计算领域的三维气象数据，分别用于化学传输模型的大气质量模拟。此外，开展大气质量模拟时，必不可少的是污染物的初始条件和边界条件、排放源信息。污染物的初始条件和边界条件，通常使用覆盖全球模拟对象的全球化学传输模型的输出结果，大气质量模拟中，以此充当东亚区域的初始条件和边界条件，进行日本区域和地方区域的计算时，分别以东亚区域和日本地区的计算结果作为初始条件和边界条件。

模拟跨境大气污染在内的东亚区域大气污染现象的模型（模拟）研究，大多用 WRF (The Weather Research and Forecast modeling system) 作为气象模型，用 CMAQ (Community

Multiscale Air Quality) 作为化学传输模型, 因此, 下一节介绍气象模型 WRF 和化学传输模型 CMAQ 的概要。

广域大气质量模型



5.2.2. 气象模型 WRF/化学传输模型 CMAQ 的概要

5.2.2.1. 气象模型 WRF 的概要

大多数模拟东亚区域大气污染现象的模型研究，在制作用于输入化学传输模型的气象数据时，都使用美国大气研究中心（NCAR）/美国环境预测中心（NCEP）/美国海洋大气局预报系统研究所（NOAA/FSL）主持开发的气象模型 WRF（The Weather Research and Forecast modeling system）。WRF 是综合考虑了表现气象变化所需的大气中的云和雨点等的生成（云、降水过程）、地表附近乱流的形成与发展（边界层过程）、日照等引起的热移动（大气放射过程）、地表状态对大气变化的影响（地表过程）等支配各种气象变化的物理过程的气象模型。

WRF 不仅在美国被广泛使用，全世界的研究机构也都在使用，其适用案例多种多样，从城市地区的热岛效应，到龙卷风、集中暴雨、海陆风和山谷风、移动性高气压和低气压、季风的解析等。为了准确地模拟这些物理现象，需要在气象模型中加入上述云和降水过程、边界层过程、地表过程、大气放射过程等高性能子模型。WRF 的子模型大多是在二十世纪 90 年代和进入 2000 年后开发、改良的，目前为止（2014 年 7 月），与传统的气象模型相比，可以说 WRF 是反映了最新知识和经验的高性能模型。下一节介绍的化学传输模型是以使用 WRF 为前提设计的，这些也是使用 WRF 的原因。

5.2.2.2. 化学传输模型 CMAQ 的概要

很多东亚区域大气污染现象的模拟模型研究，都是主要利用美国环保署（USEPA）主持开发的 CMAQ（Community Multiscale Air Quality）（Byun and Schere, 2006），作为模拟大气中污染物动态的化学传输模型。CMAQ 是对风和乱流的输送、以光化学反应为代表的大气中的化学反应/变换、云粒子和雨滴的摄入、自重和乱流使污染物从大气中被去除等，污染物在大气中发生浓度变化的物理和化学过程进行具体分析的化学传输模型。CMAQ 模型的特点之一是涉及的化学成分非常多（约 100 种成分）。之所以能处理多种化学成分，是因为过去的大气化学传输模型都是为了解析一种大气污染现象而设计的，模型中的污染物种类和物理及化学过程非常有限，而 CMAQ 是基于模拟一个大气（one-atmosphere）的概念设计的，与空间规模无关，可同时模拟污染物浓度相关的各种物理和化学过程。因此，CMAQ 是可以针对从局部地区到城市区域、乃至更广阔的空间规模发生的大气污染，包括各部分间的相互作用在内，进行同时处理的多角度模型。此外，CMAQ 还可以只针对客户指定的领域进行模拟，即所谓的“领域对象型”化学传输模型⁵，模拟对象领域从几公里到数千公里，与以往的模型相比，具有对象领域更广的特点。因为具有这些特点，CMAQ 被广泛用于全世界各种大气污染现象的解析，事实上在美国和加拿大的大气环境相关政策研究中也使用了这一模型。

⁵ 相对于“全球对象型模型”而言的“领域对象型”。全球对象型是客户无法指定模拟对象领域，只能以全球为对象进行模拟的模型。

5.2.3. 利用大气模拟模型的东亚区域大气污染对策探讨

近几年，人们认识到为防止全球气候变暖，需要削减大气污染物，而大气污染控制的最有效措施，是促进二氧化碳与大气污染物的同时减排。这是因为面对气候变化这一当前亟待解决的课题，二氧化碳的减排效果，要在数十年后的未来才会显现，而减排几种大气污染物，会在较短的时间内促进对气候变暖的控制。这几种污染物被称为短效空气污染物 SLCP

(Short-Lived Climate Pollutants)，对流层中的臭氧和构成 PM_{2.5} 颗粒之一的黑炭就是这类污染物。目前为止，利用大气模拟模型，对通过削减这些污染物成分，同时控制东亚大气污染和全球规模气候变化的方法进行了研究。以下，介绍其中最新的研究成果。

5.2.3.1. 地面臭氧浓度与甲烷和 NO_x/VOC 减排效果

为了降低温室气体中对流层臭氧的浓度，UNEP 报告（2011 年）反映了欧美的想法，建议只削减甲烷（CH₄）的排放。对此，利用大气模拟模型，对东北亚的 NO_x/VOC⁶ 的人为排放量减少一半时、甲烷削减一半时、以及上述两者同时削减一半时的地表附近臭氧（O₃）浓度会发生怎样的变化进行了调查。图 5-4 是根据该结果对臭氧的 8 小时平均值超过 75ppb 的天数与现状（2005 年）进行比较的情况。从图上可以看到，甲烷减半实验中，与现状相比，高浓度臭氧的天数几乎没有变化或甚至是微增，相反，NO_x/VOC 减半实验中，臭氧高浓度的天数显著减少。而 NO_x/VOC 与甲烷同时减半时，臭氧高浓度天数的减少更加显著。

为了评价这些臭氧前驱物的削减带来的气候变化影响，计算了对流层边界（地面以上约 12 km 的高度）的辐射力（RF: Radiative Forcing）变化，其结果如图 5-5 所示。图的左端是甲烷浓度变化导致的 RF 变化，仅有 NO_x/VOC 减半时，甲烷浓度几乎不受影响，因此，RF 的变化几乎为零，而甲烷减半以及 NO_x/VOC 与甲烷同时减半时，温室气体甲烷浓度的变化使得 RF 的下降非常明显。同样，右边是臭氧浓度变化带来的 RF 变化，可以看出，NO_x/VOC 减半后导致的臭氧浓度下降，使得 RF 的下降非常明显。甲烷减半时主要是自由对流层的臭氧下降导致 RF 下降，而 NO_x/VOC 与甲烷同时减半时，与只减少一半 NO_x/VOC 相比，RF 的下降幅度更大。此外，削减氮氧化物可以使源自氮氧化物的硝酸根离子（NO₃⁻）的浓度下降，气溶胶浓度下降可产生正的 RF，其结果是促进气候变暖。这样加减后的合计 SLCP 减排效果的 RF 在图的最右端。仅削减 NO_x/VOC 时是较小的正值，但与甲烷同时削减时，甲烷发挥作用，获得很大的负值。

⁶ NO_x/VOC：表示同时削减 NO_x 及 VOC。

由此可见，削减 NO_x/VOC 可有效的降低地表臭氧浓度，削减甲烷对降低 RF 有效，而对于臭氧浓度和 RF 来说， NO_x/VOC 与甲烷的同时削减要比分别单独削减具有更大的效果。根据上述结果，建议把同时开展 NO_x/VOC 和甲烷减排，作为东亚区域的大气污染和气候变化协同控制方式。

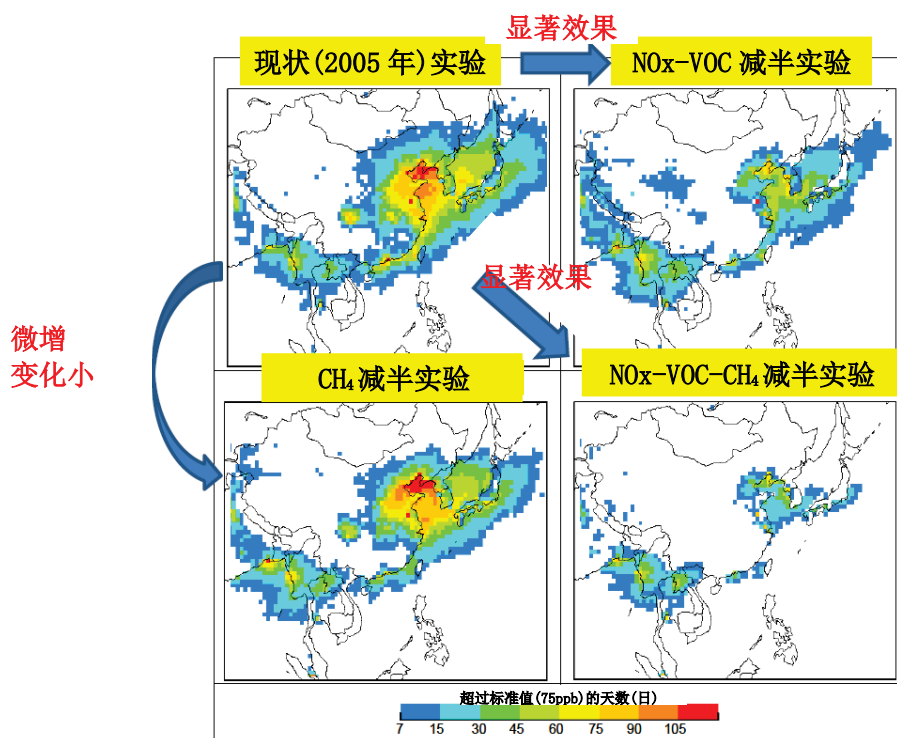


图 5-4 东北亚的 NO_x/VOC 、甲烷分别、以及两者同时减半时，地表附近臭氧的 8 小时平均值超过 75ppb 的天数与现状（2005 年）的差别
出典：秋元，“挑战跨界大气污染”研讨会，2013

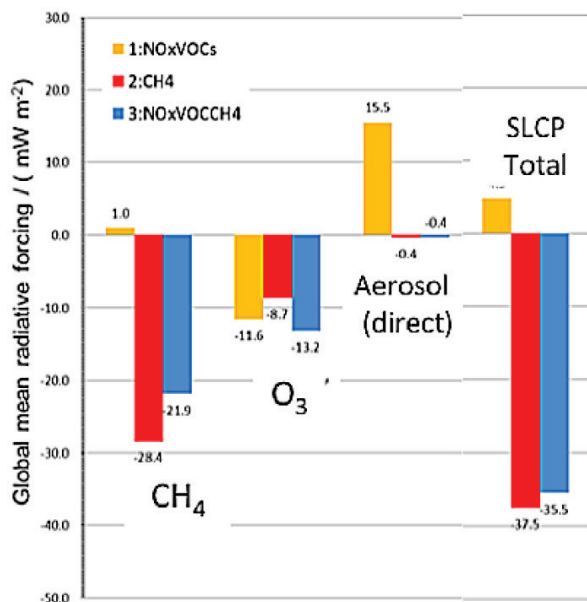


图 5-5 东北亚的 NO_x/VOC 、甲烷分别、以及 NO_x/VOC 、甲烷同时减半时的辐射力变化
出处：秋元，“挑战跨界大气污染”研讨会，2013

5.2.3.2. 全球变暖对策情景与大气污染对策情景的结合

此前也就大力减排二氧化碳的全球变暖对策情景有过几项建议。本次，在这些建议中选择了目标是将未来全球平均气温的上升控制在2℃以下的“CO₂-equivalent 450ppm稳定化情景（450ppm情景）”为例，探讨了大气污染与气候变化的协同控制方法。图 5-6是IIASA（国际应用系统分析研究所）与日本国立环境研究所通过联合研究制作的，以2005年为基准年（左端）的各情景所显示的2030年东亚地区氮氧化物、NMVOC、黑炭、甲烷的排放量。图中的CLE、MFR、450分别表示现状控制、最大减排、CO₂-eq 450 ppm情景，CNTR是以450ppm情景为基础进一步强化NO_x/VOC、黑炭大气污染对策的情景。从图中可以看到，450ppm情景下东亚2030年的氮氧化物排放量与2005年相比几乎没有减少，而NMVOC、黑炭与2005年相比，在削减二氧化碳的同时，分别减少约50%、25%。

利用这些排放量，对包括北京在内的中国中东部地区地表附近的臭氧和PM_{2.5}浓度的季节变化进行了模拟，结果如图 5-7 所示。

为了推动亚洲大气污染与气候变化协同控制，必须改善臭氧和PM_{2.5}的高浓度污染状况。450ppm情景与大气污染防治情景相结合的是450 ppm-CNTR情景。450ppm-CNTR在450ppm情景的基础上，东亚的氮氧化物可进一步削减约40-50%，VOC和黑炭进一步削减约30%。按照这一情景，中国中东部地区的大气污染将会得到很大改善，特别是在7月的臭氧高峰和冬季的PM_{2.5}高峰时的改善尤为明显，通过模拟，明确了大气污染和气候变化协同控制的减排量具体规模。

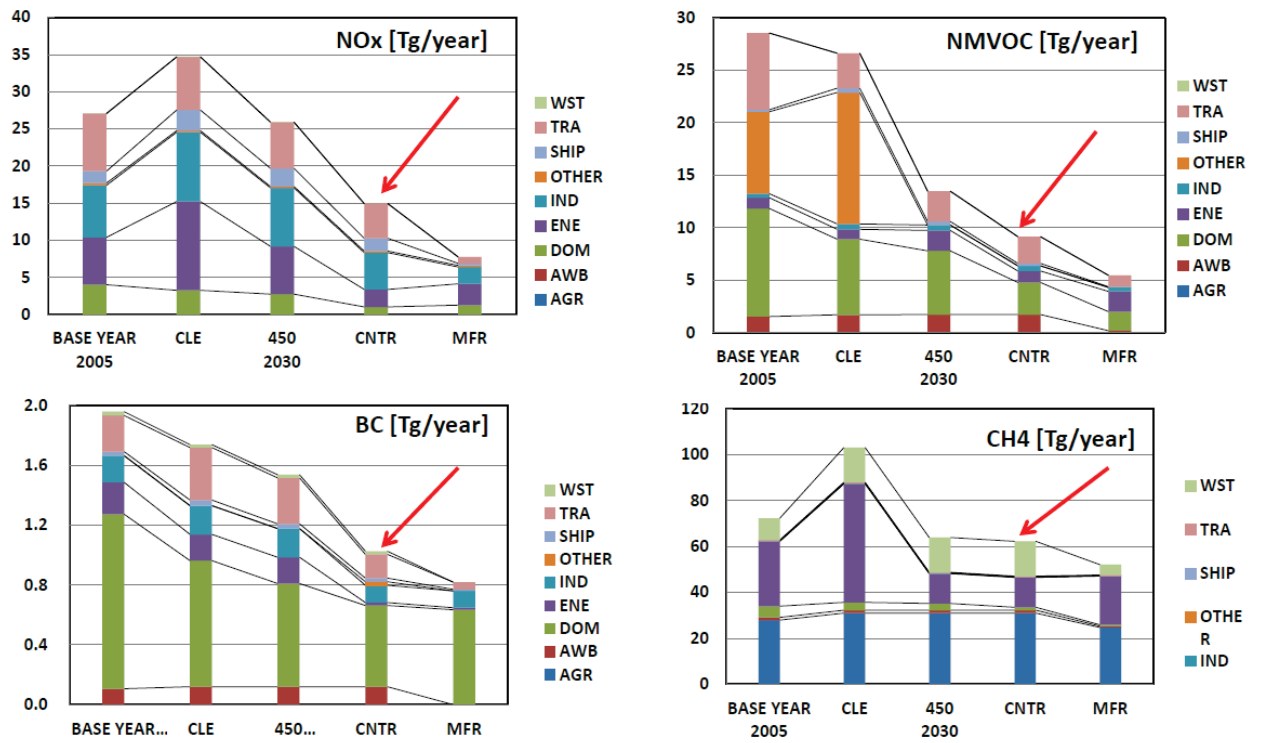


图 5-6 以 2005 年为基准年，2030 年的氮氧化物、NMVOC、黑炭、甲烷的排放量。CLE: Current Legislature, MFR: Maximum Feasibility Reduction, 450: CO₂-eq 450 ppm Stabilization, CNTR: Air Pollution Control 450 ppm Scenario.

出处：秋元，”挑战跨界大气污染”研讨会，2013

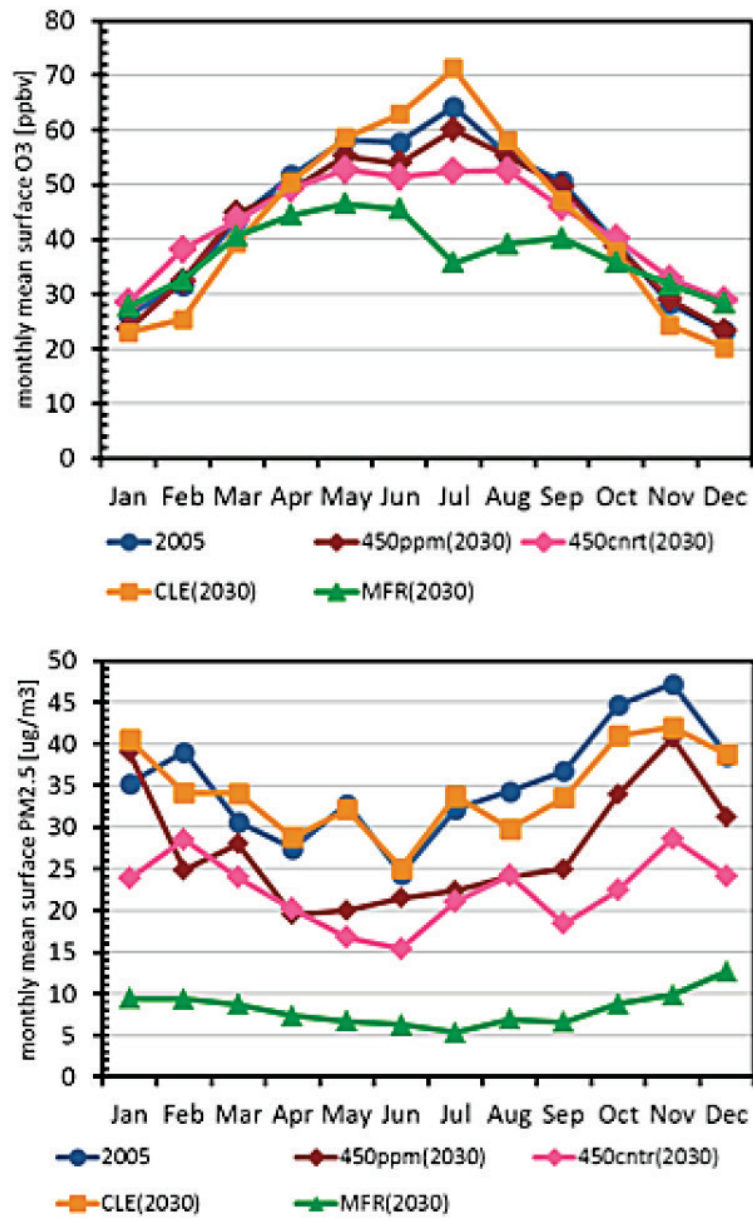


图 5-7 各情景下 2030 年中国中东部地表臭氧（上图）、PM2.5（下图）浓度的季节变化与 2005 年的比较

出处：秋元,“挑战跨界大气污染”研讨会, 2013

【专栏 2】有关排放清单与模拟的常见问题

Q1: 日本是否有与美国 NEI 类似的政府排放清单？

A1: 日本没有建立美国那样的综合型排放清单，但政府为了不同目的，整理了一些清单，如①VOC 排放清单、②大气污染物排放量综合调查（大规模污染源排放的氮氧化物、SO_x 等的排放量问卷调查）、③日本国温室气体排放、吸收目录（清单）、④PRTR 申报外排放量推算等。

Q2: “5.2 模拟”中的大气污染物排放清单，使用的是什？

A2: 上述（A1）所述政府的排放清单都是以不同目的整理的，基本上是以物质划分的。当前的大气污染研究需要考虑光化学氧化剂、颗粒物等各类物质，因此，目前正在参考上述政府排放清单，建立统一清单。

“5 日本在东亚地区建立排放清单、模拟模型的进展情况”中介绍的 REAS 清单，是以大原利真（国立环境研究所）和黑川纯一（亚洲大气污染研究中心）两位研究人员为核心制作的。

Q3: “5.2 模拟”中的大气污染物排放清单可能适合于开展大规模的研究时使用，但研究小城市时，其适用性是否较低？

A3: REAS 清单对欧亚大陆各类大气污染物的排放量进行了推算，是以经纬度 0.25 度（约 25km）为单位进行推算的，用于推算日本的背景浓度完全没问题，但用来计算中国的城市大气污染恐怕不行。REAS 清单中的数据，在日本国内是按 1km 网格建立的，由于无法全部掌握日本国内的实际排放相关信息，部分排放系数使用了美国 EPA 的数据。