

# 現在の微小粒子状物質等低減対策の 検討状況について

# PM2.5対策に係る検討・実施スケジュール

項目		2018年度	2019年度	2020年度	2021年度以降	
PM2.5の状況・推移の把握	大気環境モニタリング	常時監視及び国によるPM2.5成分自動測定等の継続、発生源寄与割合等に関する解析、測定精度の向上に向けた取組等			効率的・効果的なモニタリング体制の構築	
		モニタリング体制に係る検討				
	排出インベントリ	排出インベントリの更新・精緻化				
現在継続中又は実施予定の全国的な排出抑制策の推進	VOC対策	自主的取組の更なる推進			既存の対策効果の評価	
		PM2.5・オキシダント双方の濃度低減に資するVOC成分に着目した検討				
	自動車対策	ディーゼル重量車(車両総重量3.5t超7.5t以下に限る)の規制値の強化		二輪車の排出ガス規制の強化 全てのガソリン直噴車に対するPM規制の導入 駐車時の燃料蒸発ガス規制の強化		総合的な対策の推進
		NOx・PM法に基づく総合的な自動車排出ガス対策(最終目標年:2020年度)				
		次世代自動車の普及促進				
	船舶		マルポール条約に基づく燃料規制の強化	総合的な対策の推進		
	野焼き		地方公共団体における取組のフォローアップ			
	アンモニア	窒素負荷低減対策としての取組の継続				
越境汚染対策	二国間における協力や多国間の枠組みを通じた国際協力の推進					
現在具体策を検討中の排出抑制策の推進	ばい煙対策	MAP調査等を活用した排出抑制策に向けた検討				
			地方公共団体が活用可能なシミュレーションモデルの構築(～2021年度)			
将来の追加的な対策の検討に向けた基盤整備	健康影響	PM2.5に関する健康影響調査の解析				健康影響調査の進捗状況や既存の対策効果の評価を踏まえた、追加的な対策の検討
	シミュレーションモデル	シミュレーションモデルの高度化				
気候変動対策(緩和・適応)との連携		SLCP及び適応に関する国際な議論や国内外の研究動向の把握				

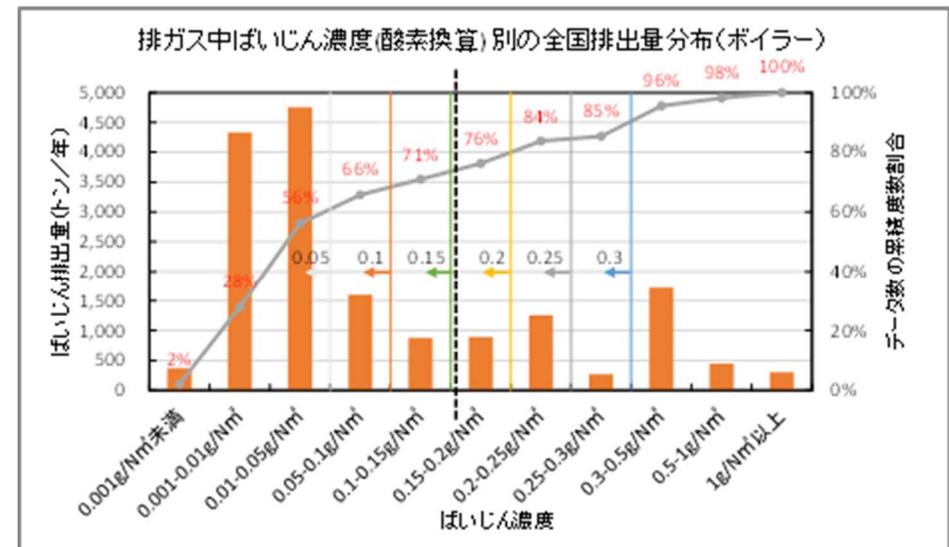
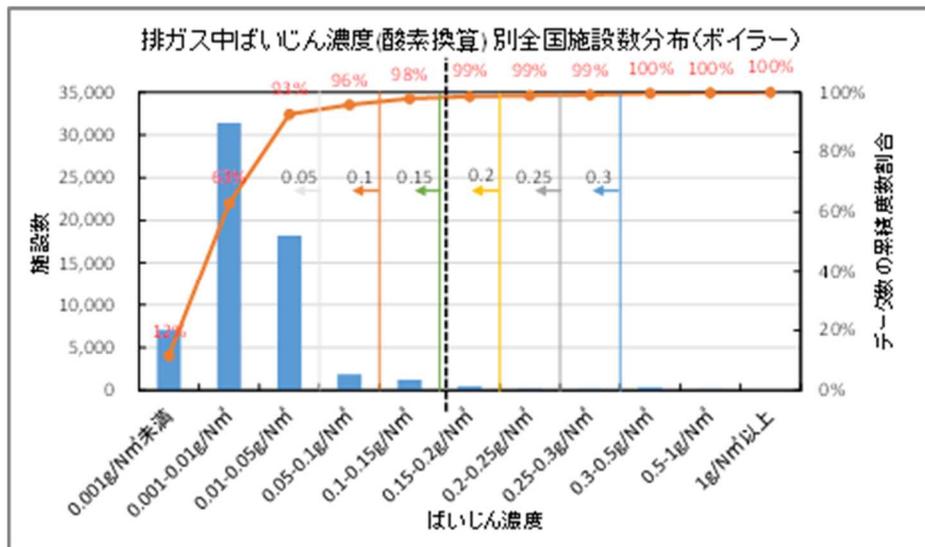


# 固定発生源からの微小粒子状物質等に関する 対策の検討について

# ばい煙発生施設における排出実態調査結果①

- 微小粒子状物質等専門委員会が平成27年3月に取りまとめた「微小粒子状物質の国内における排出抑制策の在り方について(中間取りまとめ)」においては、短期的な課題として、固定発生源から排出されるばいじん又は窒素酸化物(NOx)に係る追加的な対策排出抑制策の可能性を検討すべきとされている。
- これまでの調査においては、以下のことが確認された。
  - 排出基準値よりも非常に低い排出濃度の施設がある一方で、排出基準値に近い排出濃度の施設も一定数存在する。
  - 濃度が相対的に高い排出施設数は比較的少ないものの、施設種ごとのばいじん又はNOxの総排出量に対してこれらの施設の排出量が占める割合が大きい施設種が存在する。

高濃度排出施設からの排出量が多い業種(ボイラー/ばいじん)の例  
施設数分布(左)及び排出量分布(右)



※図中の黒い点線の右側が排出濃度が高い上位1%の施設を指す。

## ばい煙発生施設における排出実態調査結果②

- 平成30年度においては、大気汚染物質排出量総合調査(平成26年度実績)を用いた解析を実施した結果、排出濃度が高い上位1%の施設が施設種全体の排出量に比較的大きく寄与している施設としては、ばいじんに関してはボイラー及び乾燥炉、NOxに関してはボイラー及びディーゼル機関であることが分かった(表1)。
- これらの施設種について、「施設設置時期」、「施設規模」、「業種」、「燃原料」ごとに分類し、高濃度かつ排出量が多い施設の特徴を整理した(表2)。

表1 ばい煙排出濃度が高い施設(上位1%)における各施設種の全ばい煙排出量に占める割合

	ばいじん	NOx
ボイラー	24%	20%
金属製錬・無機化学工業品製造用焙焼炉等	1%	13%
窯業製品製造用の焼成炉及び熔融炉	4%	3%
乾燥炉	28%	14%
廃棄物焼却炉	12%	4%
ディーゼル機関	1%	15%

表2 高濃度かつ排出量が多い施設の特徴

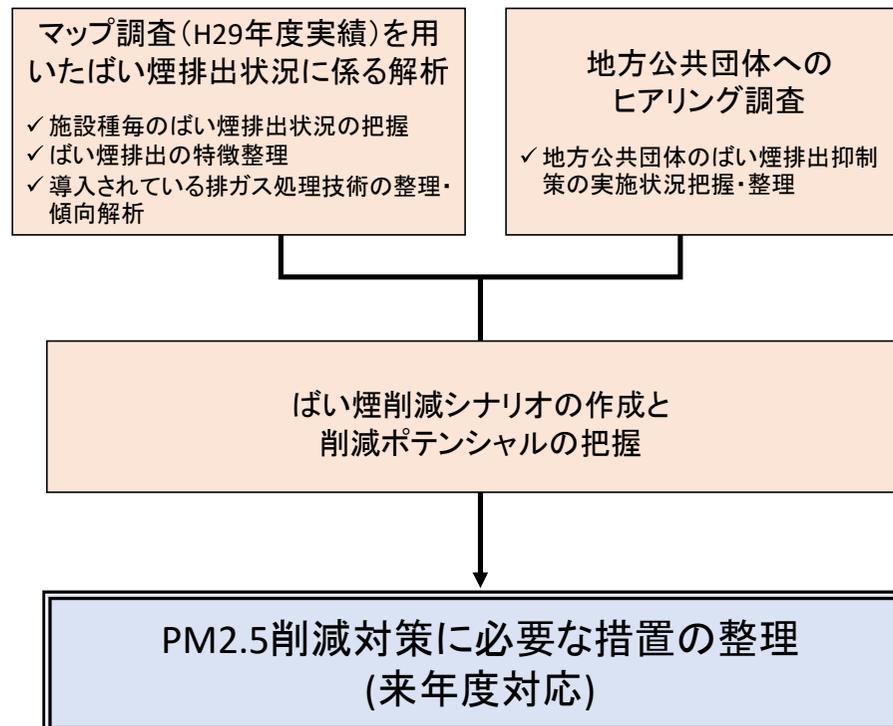
	設置時期	施設規模	業種	燃原料	施設数
ボイラー (ばいじん)	—	—	木材・木製品製造業(家具・装備品製造業を含む)	液体燃料(A重油)	154
				固体燃料(木材)	328
ボイラー (NOx)	規制強化(1982年)以前	50万Nm <sup>3</sup> /h以上	電気業	固体燃料(一般炭)	16
乾燥炉 (ばいじん)	規制強化(1982年)以降	1-4万Nm <sup>3</sup> /h	窯業・土石製品製造業	液体燃料(A重油)	142
ディーゼル (NOx)	—	1-4万Nm <sup>3</sup> /h	電気業	液体燃料(C重油)	40
		4-10万Nm <sup>3</sup> /h			28

(出典:第9回微小粒子状物質等専門委員会(平成31年3月25日開催))

# ばい煙発生施設における排出抑制策に係る検討の進め方

- 第9回微小粒子状物質等専門員会で整理した「微小粒子状物質(PM2.5)対策に係る検討・実施予定」においては、令和元年度以降に、大気汚染物質排出量総合調査(マップ調査)の結果等を活用し、排出抑制技術と排出濃度の関係やPM2.5濃度が高い地域の傾向等、さらに詳細な分析・検討を実施し、排出削減効果や経済的・技術的考慮を払いつつ、必要な措置について検討し、令和2年度に取りまとめることとされている。
- このため、今後は、マップ調査を用いたばい煙排出状況に係る詳細な分析や地方公共団体へのヒアリング等を実施するとともに、それらの結果を踏まえて、ばい煙削減シナリオの作成と削減ポテンシャルの把握を行い、必要な措置について取りまとめる予定。

## 調査・検討の進め方





## 自動車からの微小粒子状物質等に関する対策の検討について

## 今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について(第十三次答申)

自動車排出ガス専門委員会では、中央環境審議会「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について(第十三次答申)」平成29年5月31日の答申で示された、今後の検討課題の重点的検討課題である「微小粒子状物質等に関する対策」について、PM粒子数(PN)規制の導入について検討を進めてきたところ。

中央環境審議会「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について」(第十三次答申)平成29年5月31日より抜粋

### 4. 今後の検討課題等

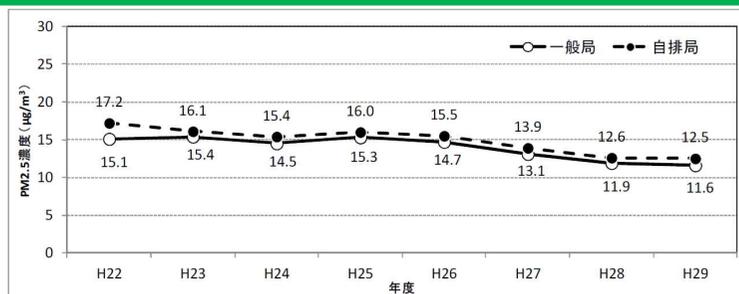
自動車排出ガス専門委員会第十三次報告に掲げられた今後の検討課題については、引き続き同専門委員会で検討を進めることとする。特に、以下に掲げる課題については、重点的に検討することとする。また、国は、同報告に掲げられた総合的な自動車排出ガス対策等関連の諸施策の推進に努めるべきである。

#### 4.1 微小粒子状物質等に関する対策

従来のPM規制における測定法は、フィルターに捕集した粒子の重量を測定する手法であり、測定精度の問題から、規制値の大幅な引き下げは困難である。一方、PM重量とPM粒子数には一定程度の相関関係があり、欧州で実施されているPM粒子数(PN)規制における規制値をPM重量に換算すると、現行のPM重量の規制値と比べ10分の1程度の排出量となる。したがって、PM粒子数規制を導入すれば、実質的にPM排出量の規制値を大幅に引き下げることが可能である。PM粒子数規制における試験方法についても、一定の合理性があると考えられることから、今後、我が国の環境基準達成状況及びPMの排出実態を踏まえつつ、ディーゼル車及びガソリン直噴車に対するPM粒子数規制の導入を検討する必要がある。

(以下略)

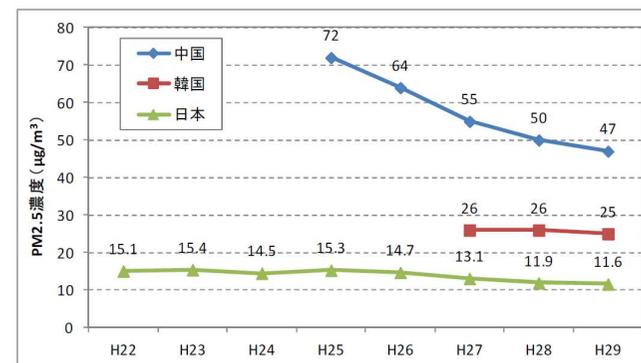
# 国内におけるPM2.5環境基準の達成率状況(平成29年度)①



＜微小粒子状物質の年平均値の推移＞

区分	項目	H22		H23		H24		H25		H26		H27		H28		H29	
		局数	達成率														
一般局	有効測定局	34	-	105	-	312	-	492	-	672	-	765	-	785	-	814	-
	環境基準達成数	11	32.4 %	29	27.6 %	135	43.3 %	79	16.1 %	254	37.8 %	570	74.5 %	696	88.7 %	732	89.9 %
	長期基準達成数	18	52.9 %	50	47.6 %	192	61.5 %	218	44.3 %	405	60.3 %	617	80.7 %	700	89.2 %	751	92.3 %
	短期基準達成数	11	32.4 %	30	28.6 %	139	44.6 %	80	16.3 %	273	40.6 %	599	78.3 %	763	97.2 %	759	93.2 %
	年平均値	15.1 μg/m³		15.4 μg/m³		14.5 μg/m³		15.3 μg/m³		14.7 μg/m³		13.1 μg/m³		11.9 μg/m³		11.6 μg/m³	
自排局	有効測定局	12	-	51	-	123	-	181	-	198	-	219	-	223	-	224	-
	環境基準達成数	1	8.3 %	15	29.4 %	41	33.3 %	24	13.3 %	51	25.8 %	128	58.4 %	197	88.3 %	193	86.2 %
	長期基準達成数	2	16.7 %	17	33.3 %	56	45.5 %	58	32.0 %	88	44.4 %	150	68.5 %	200	89.7 %	203	90.6 %
	短期基準達成数	1	8.3 %	15	29.4 %	47	38.2 %	24	13.3 %	57	28.8 %	156	71.2 %	214	96.0 %	200	89.3 %
	年平均値	17.2 μg/m³		16.1 μg/m³		15.4 μg/m³		16.0 μg/m³		15.5 μg/m³		13.9 μg/m³		12.6 μg/m³		12.5 μg/m³	

＜一般局及び自排局における環境基準達成状況の推移＞



注: 中国環境保護部及び韓国環境省公表データに基づき作成。中国は 2013 年から測定を継続している重点監視対象の 74 都市の平均値。日本は一般局の濃度。

＜日中韓におけるPM2.5濃度(年平均値)の推移＞

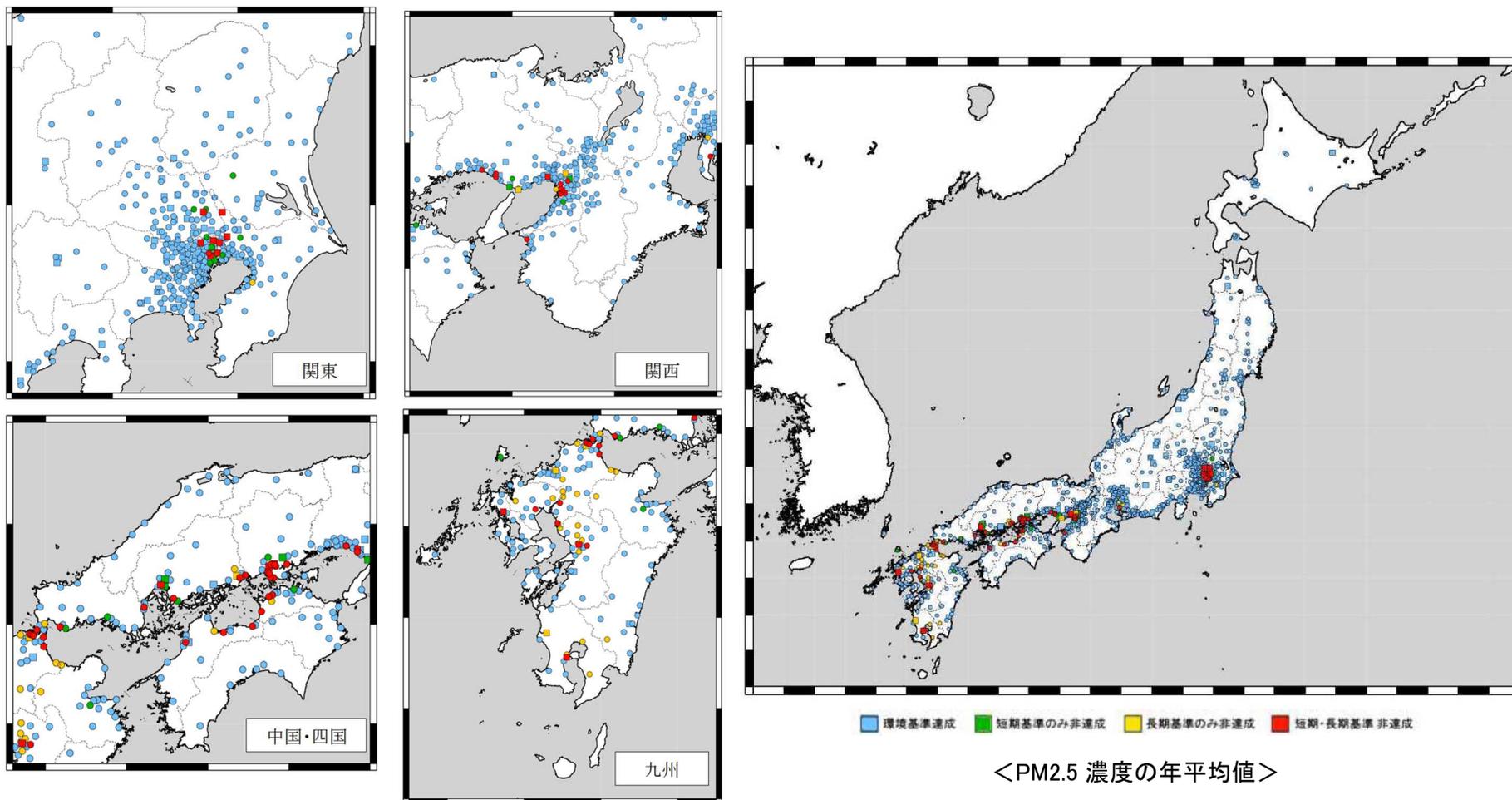
- 全測定局のPM2.5の年平均値は、一般局で11.6μg/m³、自排局で12.5μg/m³であり、平成25年度以降緩やかな改善傾向である。
- 平成29年度の環境基準達成率は、一般局で89.9%、自排局で86.2%であり、平成28年度と比較して、一般局は僅かに改善したが、自排局はやや低下した。

平成29年度の夏季は、平成28年度の夏季と同様に冷夏となったため、光化学反応による二次生成粒子の生成が抑制されたこと、秋雨前線や超大型台風の影響で降水量が多かったことが低濃度の要因として挙げられる。

また、平成29年度の冬季は、全国的に寒冬となり、特に関東地方で晴れの日が多く、暖冬となった平成28年度の冬季よりも風速が弱かったため、夜間の接地逆転層により国内起源の大気汚染物質が下層に蓄積され、高濃度となる日が多くなったと考えられる

また、国際的に見てみると、中国の年平均濃度は低下傾向にあるものの、近年、減少の程度は緩やかになっている。

## 国内におけるPM2.5環境基準の達成率状況(平成29年度)②

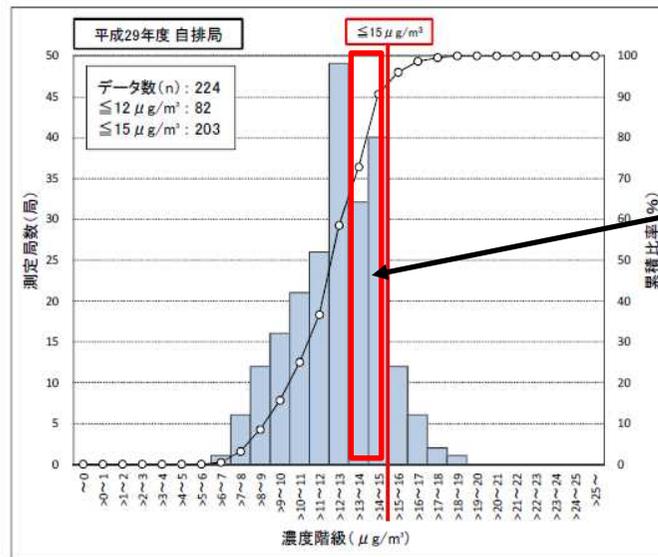
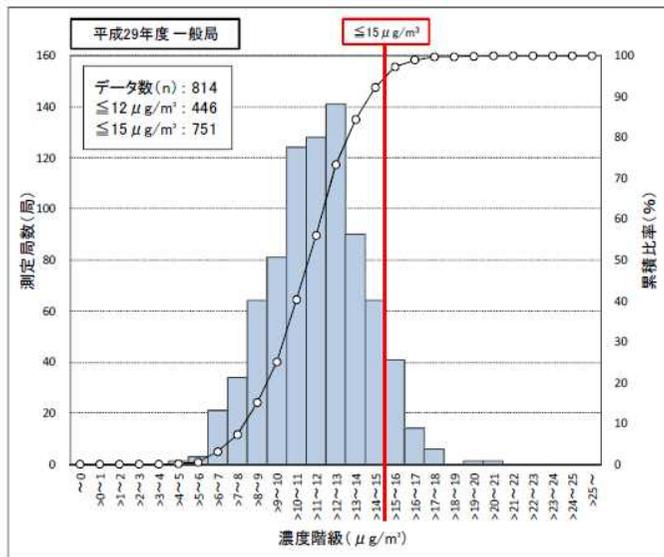


環境基準達成 短期基準のみ非達成 長期基準のみ非達成 短期・長期基準非達成

<PM2.5 環境基準達成状況(○:一般局、□:自排局)>

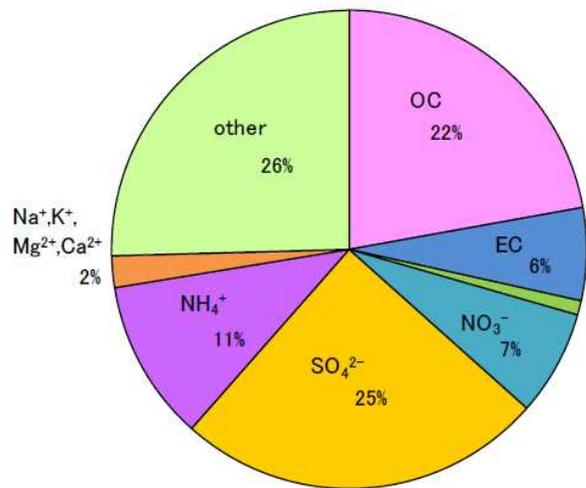
各地方における環境基準の達成状況について、関東地方、関西地方の主に都市部で環境基準を達成していない地域が見られる他、中国・四国地方の瀬戸内海に面する各県(一般局:50%から83.3%、自排局:0.0%から100%)、九州地方の各県(一般局:62.5%から94.1%、自排局:0.0%から100%)では依然として環境基準達成率の低い地域がある。関東地方の環境基準非達成局は都心部に分布しており、他の地域と比較して自排局の数が多い。中国・四国地方の環境基準非達成局は瀬戸内工業地域や瀬戸内海に面する地域に分布しており、長期基準と短期基準の両方とも非達成の測定局が多い。また、九州地方は長期基準値を超過している測定局が多い。

# 一般環境大気測定局及び自動車排出ガス測定局の比較(平成29年度)



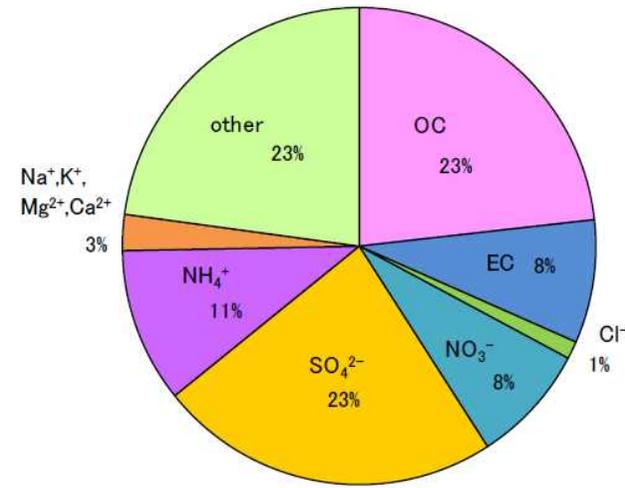
一般局に比べ、自排局の方が、比較的高濃度であり、年平均値の環境基準である $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 付近の濃度の測定局が多い。

PM2.5年平均値のヒストグラム



一般環境

質量濃度  $12.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$   
 地点数: 115



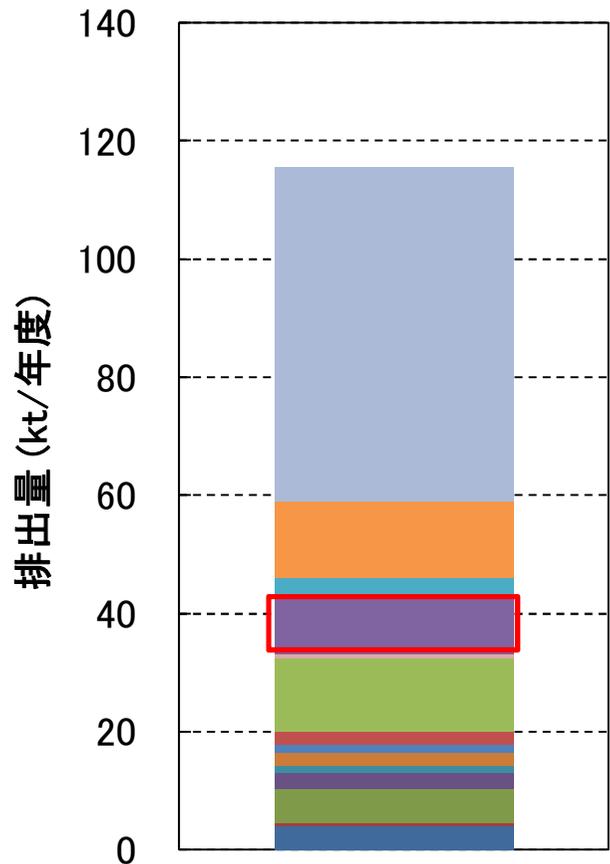
道路沿道

質量濃度  $12.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$   
 地点数: 35

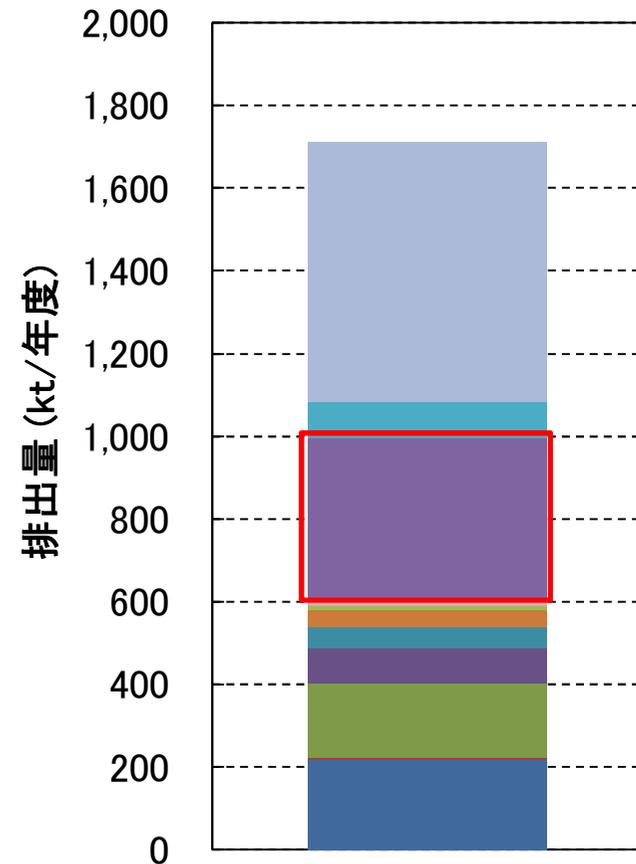
ECは、一般的に燃料の燃焼により発生する物質(スス)であり、自動車からも排出される。

地点分類別成分割合

# PM2.5等大気汚染物質排出量



- 船舶(※)
- 巻き上げ・タイヤ
- 建機・産機・農機
- 自動車走行・始動時
- 航空
- 野焼き
- 調理
- 喫煙
- 家庭・事務所
- 廃棄物処理
- 鉄鋼業
- 製造業(23業種)
- 農・林・水産業、鉱業、建設業
- 電気・地域熱供給・都市ガス製造



PM2.5(一次粒子)の発生源別排出量(2015年度)

NOxの発生源別排出量(2015年度)

※船舶排出量は、大気シミュレーションに活用できるように、日本海の大半・東シナ海の一部等、日本領海以外からの排出量も含まれている。なお、沖縄や小笠原諸島周辺等は対象外となっている。

2015年度の一次粒子としてのPM2.5の総排出量は11万6千トン、このうち、自動車排出ガスからの排出は1万トン。

NOxについては、総排出量は171万トン、このうち、自動車排出ガスからの排出は40万トン。

# PM質量計の測定限界について

	0.4~0.5mg/km (欧州PN規制相当を換算した値)	0.62mg/km (米国2025年PM質量規制値)	1.9mg/km (米国PM質量規制値)	5mg/km (国内PM質量規制値)
<b>乗用車</b>	測定の正確性、再現性が不明(※)		測定可能	

欧州PN規制値  $6.0 \times 10^{11} \#/\text{km}$

(測定機器メーカーヒアリングより)

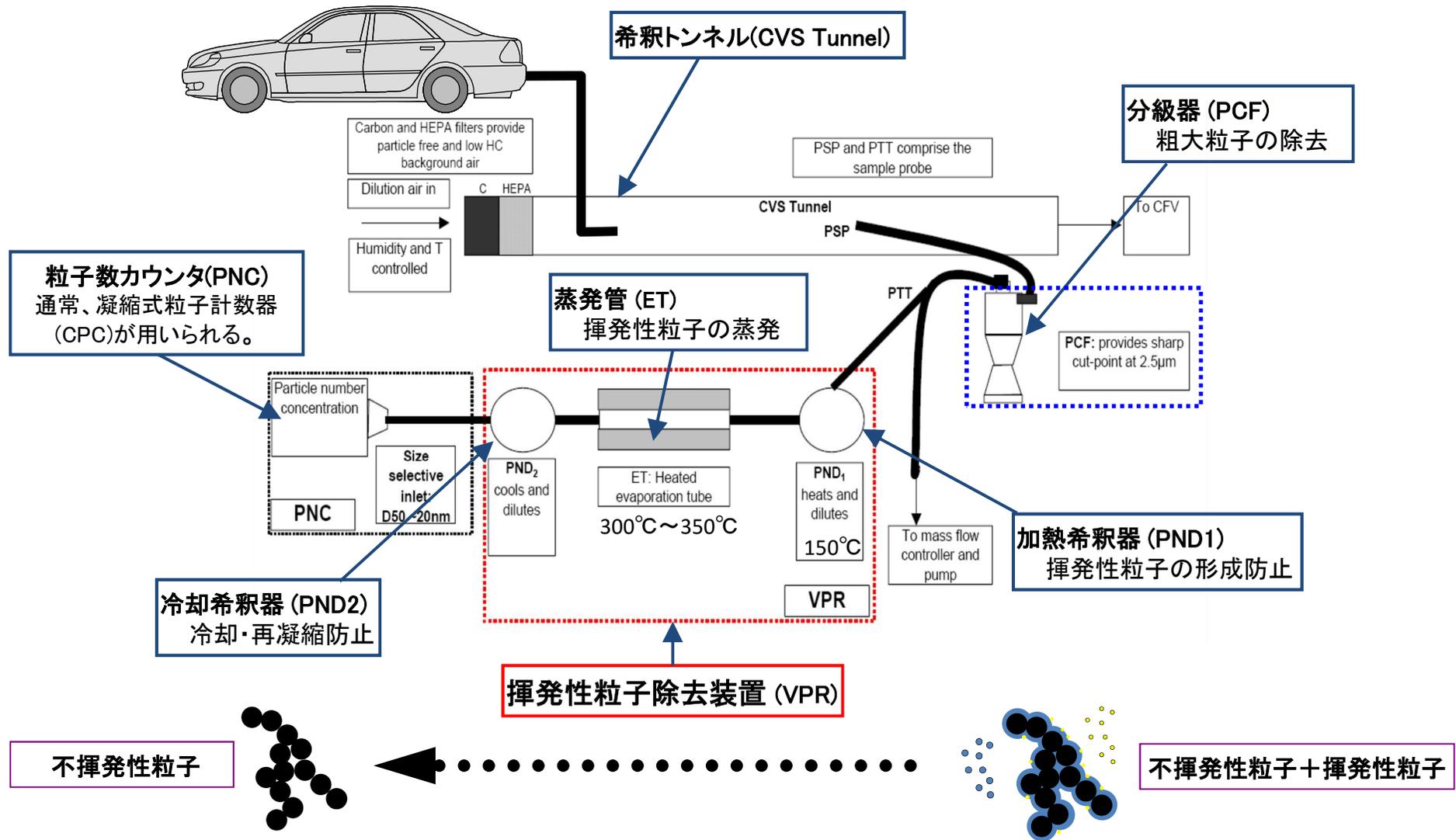
	1mg/kWh (欧州PN規制相当を換算した値)	10mg/kWh (国内、欧州PM質量規制値)	13mg/kWh (米国PM質量規制値)
<b>重量車</b>	測定の正確性、再現性が不明(※)	測定可能	

欧州PN規制値  $6.0 \times 10^{11} \#/\text{kWh}$

(測定機器メーカーヒアリングより)

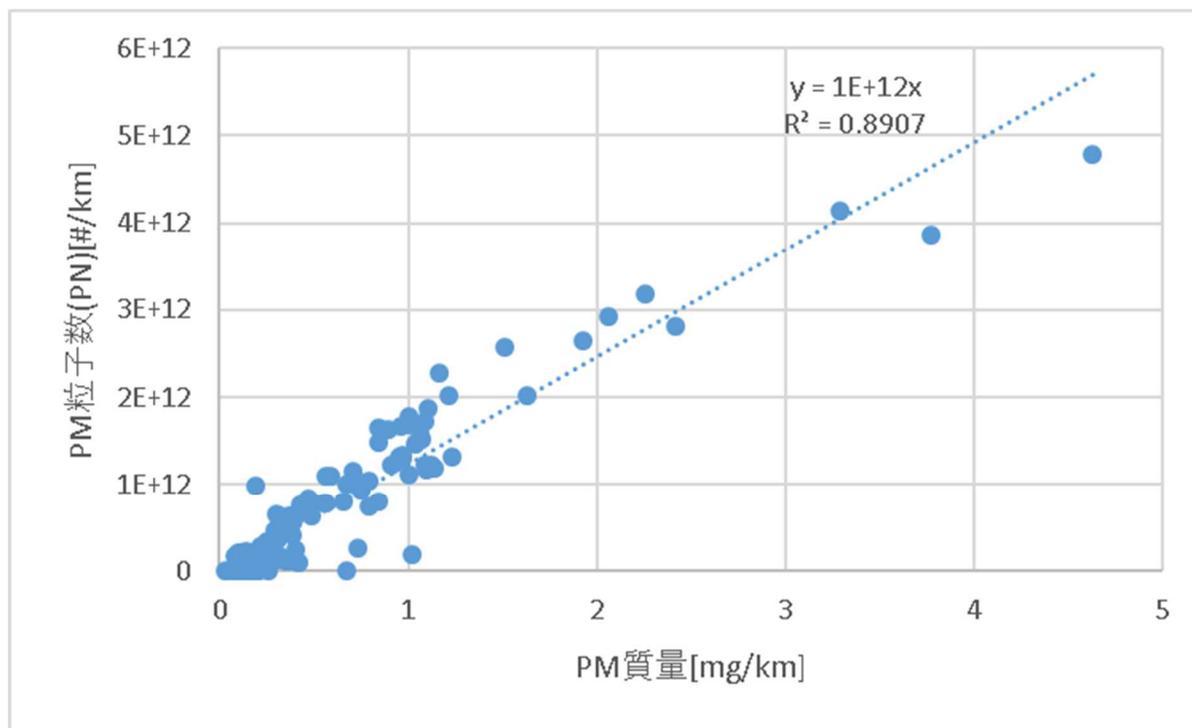
(※)米国では、0.63mg/km(1mg/mile)のPM質量について、米国の試験サイクル(FTPサイクル)における測定の正確性、再現性を検証中。

# PNの測定法について



揮発性粒子除去装置(VPR:Volatile Particle Remover)で揮発性粒子を除去し、粒子数カウンタ(PNC)で不揮発性粒子を測定している。

## PM質量とPM粒子数の相関



(参考)

国内のPM規制値: 5mg/km

欧州のPN規制値:  $6 \times 10^{11}$  #/km

ガソリン、ディーゼル乗用車におけるPM,PNの排出量データ

(出典: 環境省過年度調査)

- 全体として、PM質量とPM粒子数(PN)の間には、強い相関が見られる。
- このことからPM粒子数とPM質量の一方の規制を強化することにより他方も低減することが可能と考えられる。

## PMP設立の背景

1. ディーゼル自動車からのナノ粒子による健康影響
2. 質量による規制が厳しくなるにつれ、精度の担保が難しくなってきた従来の質量法の補完又は代替となる計測手法



WP29の排出ガスとエネルギー分科会 (GRPE)においてインフォーマルグループを設立し、調査・検討並びに評価を行うこととした。

ここで健康影響については、いくつかの研究において呼吸器疾患と100nm以下の微粒子との関連が示唆されているものの、WHOは超微粒子への暴露と健康への影響の関連性を確立するためには、より多くの研究が必要であると結論づけた。したがって、PMPは予防原則の下で行動し、関連性が示された際、政策的な要求に対応できるよう、従来の質量法の補完又は代替となる計測法を調査することとした。

参考資料)

Particle Measurement Programme (PMP) Light-duty Inter-laboratory Correlation Exercise (ILCE\_LD) Final Report (JRC Scientific and Technical Reports,2007)

Particle Measurement Programme (PMP) Heavy-duty Inter-laboratory Correlation Exercise (ILCE\_HD) Final Report (JRC Scientific and Technical Reports,2010)

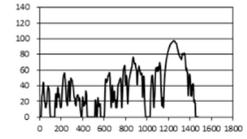
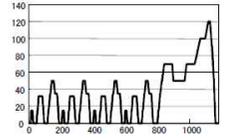
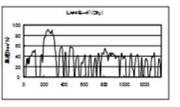
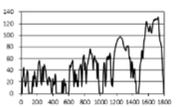
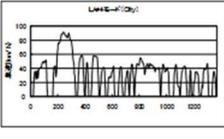
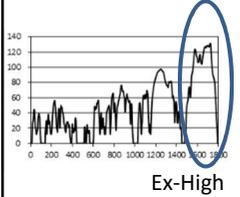
## PMPにおける検証

- ・質量法、粒子数計測法等を含む測定方法について、再現性等の観点から検証が行われた。
- ・PMPの結論:粒子数計測法は、安定した粒子源を測定する際の検出限界、精度、識別力、ばらつきの中で質量法よりも優れている。これらの理由から、個数法は、将来の規制のため、質量法の優れた代替法となる。

参考資料) Particle Measurement Programme (PMP) Light-duty Inter-laboratory Correlation Exercise (ILCE\_LD) Final Report

# 日・中・韓・米・欧の乗用車排出ガスPM・PN基準の比較

・従来のPM重量の規制に加えて、欧州を中心としてPM粒子数(PN)の規制を導入する傾向

		 日本 (2018年基準)	 中国 (2017年基準)	 韓国 (2019年基準)	 米国 (2019年基準)	 EU (2017年基準)
<b>ガソリン車</b>						
排出ガス 規制値	PM (g/km)	0.005(直噴)	0.0045(直噴)	※	※	0.0045(直噴)
	PN (#/km)	—	$6.0 \times 10^{11}$ (直噴)	—	—	$6.0 \times 10^{11}$ (直噴)
<b>ディーゼル車</b>						
排出ガス 規制値	PM (g/km)	0.005	0.0045	0.0045	※	0.0045
	PN (#/km)	—	$6.0 \times 10^{11}$	$6.0 \times 10^{11}$	—	$6.0 \times 10^{11}$
試験法	<b>G/D共通</b>	<b>G/D共通</b>	米の試験法	<b>G/D共通</b>	<b>G/D共通</b>	
	WLTP(Ex-Highを除く)	NEDC(過去に欧州で採用)	G	独自試験法	WLTP(Ex-Highを含む)	
						
			WLTP(Ex-Highを含む)			Ex-High

※:複数の規制値とモデルイヤー毎のPM基準適合車両の販売割合を定めており、メーカーはこの割合に従い、各基準値に適合した車両を販売する必要がある。  
(注)欧州では、ディーゼル車は2011年、ガソリン直噴車は2014年よりPM粒子数(PN)による規制を開始

# 自動車関係団体等に対するPM規制強化に関するヒアリング結果

## 【欧州PN規制又は米国PM規制提案に対する意見】

		欧州(PN規制)	米国(PM規制提案)
排出ガス 低減対策 技術	国内	<ul style="list-style-type: none"> <li>・欧州並みの規制レベルであれば、欧州で実績もあり技術的に可能であるが、適切なリードタイムが必要。</li> <li>・ディーゼル車はDPFを装着しており対応済。ガソリン直噴車はGPFを新たに装着する必要あり。</li> </ul> <GPFの課題> <ul style="list-style-type: none"> <li>・燃費等との両立・装着によるコストアップ</li> <li>・装着スペースの確保(レイアウト変更)</li> <li>・日本市場向け強制再生(目詰まり防止機能)の検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・欧州向け技術(GPF、燃焼改善)で対応可能とする企業、見通しがたっていない企業など様々。</li> </ul>
	海外	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実用化されている欧州のGPF技術を利用するが、欧州並みの規制レベルであっても日本市場向けの確認・調整が必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・GPFを新たに装着する必要がある、適切なリードタイムが必要。</li> </ul>
測定技術		<ul style="list-style-type: none"> <li>・欧州において導入済み。</li> </ul> <測定機器に望まれる改善点> <ul style="list-style-type: none"> <li>・少量の感度にバラツキあり。</li> <li>・機器精度維持管理に苦慮。</li> <li>・校正方法に改善の余地あり。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・測定精度等に課題があるため、測定方法を検討中。</li> </ul>

## 【PM規制強化に関する要望】

全般	国内 ・ 海外	<ul style="list-style-type: none"> <li>・微小粒子状物質の全排出源を比較し、自動車分野の追加対策の必要性について、社会的費用負担の妥当性を示して欲しい。</li> <li>・PN規制を導入する場合、その理由も示して欲しい。</li> <li>・可能な限り国際調和を推進はしつつ、導入するのであれば日本の走行実態等を考慮して欲しい。</li> </ul>
----	---------------	---



## 越境汚染対策の取組・検討状況について

## 越境汚染対策

- 日中韓三カ国環境大臣会合(TEMM)の枠組下において政策対話を実施しているとともに、中国や韓国等と二国間協力を推進してきている。
- 多国間の枠組としては、東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)やアジア太平洋クリーン・エア・パートナーシップ(APCAP)を推進。
- EANETについては、2020年に日本・新潟で開催予定の第22回政府間会合での決定に向けて、本年から次期中期計画(2021~2025年)の議論を開始。EANETの枠組を酸性雨モニタリングから大気汚染対策へと拡大し、さらにアジア地域の大気環境改善に貢献していくことを目指している。

### 日中韓三カ国環境大臣会合(TEMM)の枠組下における政策対話の実施

- TEMM15での合意に基づき、平成26年より毎年1回政策対話を開催し、3ヶ国の政策や技術等に関する情報・意見交換を実施。本年開催予定のTEMM21での公表に向けて、これまで5年間の活動の成果を含む「大気汚染対策に係る日中韓政策レポート」を取りまとめているところ。

### 中国との二国間協力

- 日中都市間連携協力事業において、日本の地方公共団体や産業界のノウハウを活用した、中国都市の能力向上支援を実施するとともに、コベネフィットに関するモデル実証事業等を実施。
- 今後は、平成30年6月に日中環境大臣間で締結した覚書に基づき、大気汚染が著しい都市における計画立案の評価やモデル事業の実施等を行うとともに、優れた成果をアジア地域へ普及していく。

### 多国間協力

- 東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)
  - 東アジア地域における酸性雨問題に関する地域協力体制の確立を目的として、2001年1月から本格稼働を開始。現在、13カ国が参加。酸性雨モニタリングやモニタリングに係る能力向上支援を実施。
- アジア太平洋クリーン・エア・パートナーシップ(APCAP)
  - 各国政府、科学者等が参加する合同フォーラムの開催するとともに、科学パネルによる科学的知見の充実・評価を実施。