

日本国内におけるPM2.5発生源情報の整備のための取組

— PM2.5排出インベントリ及び
発生源プロフィール策定検討会の進捗報告 —

本日の報告内容について(概要)

【前々回(第1回)の報告内容】

- 第1回微小粒子状物質等専門委員会(2014年3月)において、平成25年度の取組に関し以下の報告を行った。
 - **(検討会の設置)** 「PM2.5排出インベントリ及び発生源プロフィール策定検討会(以下、「PM2.5インベントリ等検討会」)を設置し、PM2.5の発生源情報の把握に着手。
 - **(検討会の進捗)** PM2.5インベントリ等検討会にて固定煙源の発生源情報に関する検討を2回実施し、既存データの活用方法、既存データの精緻化及び来年度以降の固定煙源に係る発生源情報の整備方針について検討を行った。
 - **(今後の予定)** 当面は大規模固定煙源の排出実態の把握を行うと共に、その後、移動発生源を対象に調査を進め、平成26年度末には主要な発生源の排出状況を取りまとめる予定である。その後、中小規模発生源の排出実態の把握を進める等、各発生源情報の更なる精度向上を図る。

【本日の報告内容】

- 平成26年度末に主要な発生源の排出状況を取りまとめるため、引き続きPM2.5インベントリ等検討会において検討を行っている。本日は、平成25年度の成果及びその後の検討結果について以下のとおり進捗報告を行う。
 - 発生源情報の整備手順と進捗状況について
 - ベースとなる既存インベントリの選定結果について
 - 選定したインベントリの算定方法について
 - 平成25年度の成果及び平成26年度に実施予定の取組について

目次

1. 背景

1-1 発生源情報の整備の背景①

1-2 発生源情報の整備の背景②

(参考1)H26年度 PM2.5排出インベントリ及び発生源プロフィール策定検討会 委員名簿

(参考2)H26年度 PM2.5排出インベントリ及び発生源プロフィール策定検討会 検討範囲

(参考3)排出インベントリの活用例

2. 発生源情報の整備手順

2-1 発生源情報の整備手順と進捗状況

2-2 整備のベースとなる発生源情報の選定

2-3 排出インベントリの対象物質

2-4 発生源と対象物質

2-5 排出量の定義

2-6 活動量の根拠となるデータ

3. H25年度の成果

4. 今後の予定

4-1 H26年度 of 取組①(既存の発生源情報の更新予定について)

4-2 H26年度 of 取組②(大規模固定発生源におけるPM2.5測定について)

4-3 H26年度 of 取組③(自動車のデータ更新準備について)

4-4 現状の到達点と今後の課題

その他参考資料

◆ JATOP大気研究の概要

◆ JATOPの主な成果

1. 背景

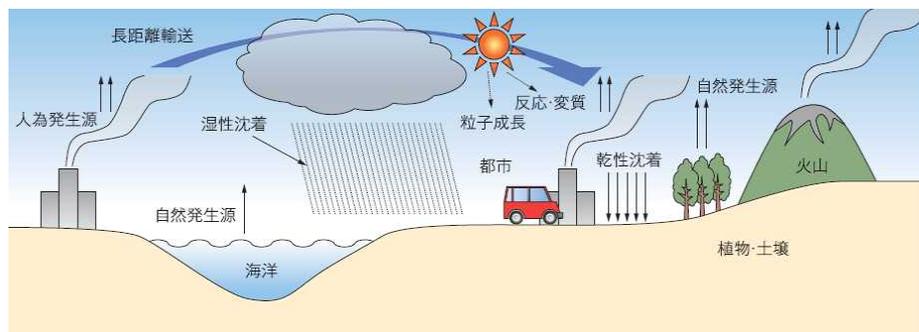
1-1 発生源情報の整備の背景①

微小粒子状物質(PM2.5)は、発生源から粒子として排出されるもの(一次粒子)と、ガス状の物質として排出されたもの(前駆物質)が大気中で化学反応を起こし粒子化するもの(二次生成粒子)が存在する。

したがって、PM2.5の総合的な対策を行うには、各発生源からの一次粒子としてのPM2.5の排出量のみならず、二次生成粒子となる前駆物質の排出量を把握する必要がある。発生源情報を整備していくことで、主要な排出源が特定され、優先すべき排出量削減の区分や、どの排出源についてデータが不足し、さらなる調査が必要かについて明らかとなる。

排出インベントリ(inventory)は、各発生源から排出される物質の排出量を物質別に産業別・燃料別等、各発生源の種類毎に整理したデータである。PM2.5の一次粒子及び二次生成粒子の前駆物質の排出インベントリについては、自動車分野など排出量等の整備が進んでいる分野もあり、また一部の民間研究機関や地方自治体で整備が行われているが、環境省で実施している大気汚染物質排出量総合調査*及びVOC排出量調査等の前駆物質に関する調査を除けば、国で整備・管理を行っているものは存在しない。

このため、有効なPM2.5発生源情報の整備について、H25年度より着手することとした。

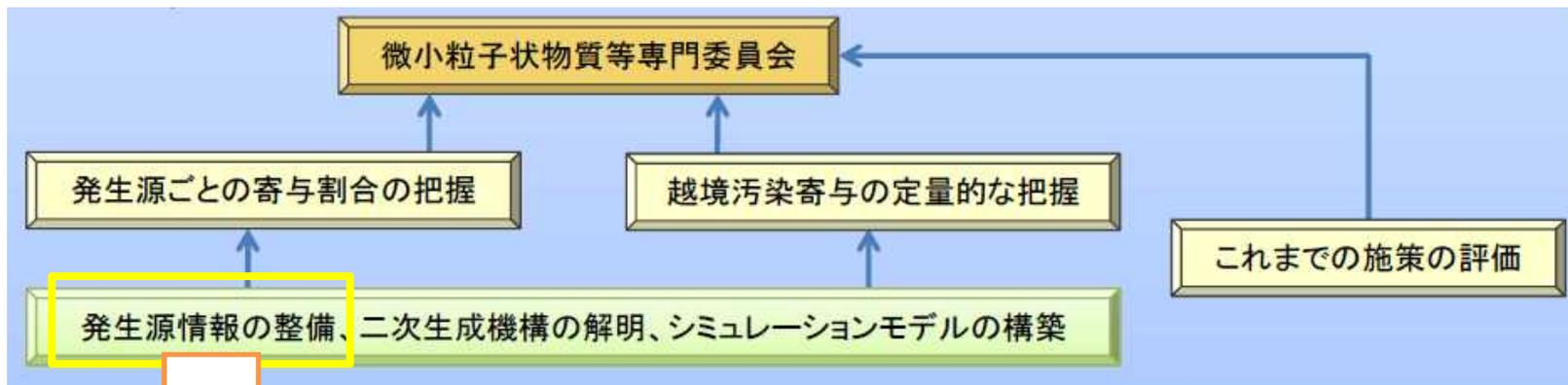


(※)大気汚染物質排出量総合調査…全国の都道府県、指定都市、中核市及び大気汚染防止法に定める政令市を対象に、大気汚染防止法に基づき届出されたばい煙発生施設、一般粉じん発生施設、特定粉じん発生施設等を対象として行われるばいじん、NOx、SOx 排出量調査。環境省が3年ごとに実施。

図：粒子の生成から消滅までのサイクル (出典：(一社)日本自動車工業会「微小粒子状物質SPMからPM2.5へ」より)

1-2 発生源情報の整備の背景②

- 「発生源情報(排出インベントリ及び発生源プロフィール)の整備」については、具体的なPM2.5削減対策の基礎。
- H25年度、「PM2.5排出インベントリ及び発生源プロフィール策定検討会」を設置し、PM2.5の発生源情報の把握に着手。
- 同検討会の進捗は、微小粒子状物質等専門委員会に適宜報告される。



発生源情報の整備

- どこからどれだけ原因物質が排出されているか(発生源情報)を把握するため、「PM2.5排出インベントリ及び発生源プロフィール策定検討会」において調査を開始します。
- 当面は大規模固定煙源の排出実態の把握を行うと共に、その後、移動発生源を対象に調査を進め、平成26年度末には主要な発生源の排出状況を取りまとめます。その後、中小規模発生源の排出実態の把握を進める等、各発生源情報の精度向上を図り、具体的なPM2.5削減対策の基礎とします。

【参考1】H26年度 PM2.5排出インベントリ及び 発生源プロフィール策定検討会 委員名簿

- 飯島 明宏 高崎経済大学 地域政策学部 准教授
- 飯田 訓正 慶應義塾大学 理工学部 教授 ※
- 指宿 堯嗣 一般社団法人 産業環境管理協会 技術顧問
- 大原 利眞 独立行政法人 国立環境研究所 企画部 フェロー
- 鹿島 茂 中央大学 理工学部 教授 ※
- 坂本 和彦 埼玉県環境科学国際センター 総長 (委員長)
- 溝畑 朗 大阪府立大学 地域連携研究機構 客員研究員
- 若松 伸司 愛媛大学 農学部 教授

(50 音順、敬称略)

※26年度より委員に就任

【参考2】H26年度 PM2.5排出インベントリ及び 発生源プロフィール策定検討会 検討範囲

- 排出インベントリの整備：発生源からの一次生成粒子としてのPM2.5の排出量及び、二次生成粒子となる前駆物質の排出量を把握する。
- 発生源プロフィールの整備：発生源からの一次生成粒子の化学成分データを把握する。

排出インベントリ

(定義)

発生源別の大気汚染物質等の排出量をいう。PM2.5排出インベントリ、という場合は、PM2.5(二次生成によるものを除く)の排出量を指す。当該排出量は、排出原単位に活動量を乗じて算出する。なお、本業務においては、時刻別・地点別(例：1キロメートル四方)の当該排出量の分布を分析する際にも活用可能なものをいう。

(主な用途)

「【参考3】排出インベントリの活用例」参照。

発生源プロフィール

(定義)

PM2.5は単一の化学物質ではなく、様々な成分から構成される粒子である。各発生源から排出されるPM2.5について、元素状炭素(EC)、有機炭素(OC)、金属元素及びイオン成分の各成分について分析を行い、PM2.5の単位質量あたりに含まれる当該各成分の質量を割り出したものを発生源プロフィールという。

(主な用途)

主要発生源粒子の化学成分濃度パターン(発生源プロフィール)が特徴的であることに着目し、観測地点で採取した大気エアロゾル試料を分析して得られる化学成分測定データを利用して、主要発生源の寄与濃度を推定する際に用いられる。

【参考3】排出インベントリ※の活用例

※このスライドではPM2.5等インベントリ検討会で整備しているP.8の排出インベントリだけでなく、様々な機関により整備されているものを含む一般的な排出インベントリをいう。

排出インベントリには、「排出実態の定量的な把握」や「シミュレーションモデルへのインプットとその活用」等、様々な活用方法がある。



図.大気環境管理におけるインベントリの役割
出典:「排出インベントリとは何か？」
(編集協力 酸性雨研究センター等、監修 環境省)

● 排出実態の定量的把握

排出インベントリによる排出量推計は、排出実態の理解を促進させるとともに、人々や政策決定者の意識啓発の助けにもなる。また、この過程を通じて、主要な排出源が特定され、優先すべき排出量削減の区分や、どの排出源についてデータが不足し、さらなる調査が必要かについて明らかとなる。

● シミュレーションモデルへのインプットとその活用

排出量を地理的・時間的に配分することにより、大気環境シミュレーションモデルのインプットデータとして活用することができる。シミュレーションモデルの結果は、地上のモニタリングデータ等と照合し、検証され、その結果は政策決定のための重要な資料となる。また、大気汚染物質の沈着量や濃度のモデルから得られる、人、動物、農産物、自然生態系への影響の評価により、さらに有益な情報が得られる。

2. 発生源情報の整備手順

2-1 発生源情報の整備手順と進捗状況

- 環境省の「PM2.5に関する総合的な取組(政策パッケージ)」に基づき、平成26年度末には主要な発生源の排出状況を取りまとめる。
- 準備段階終了後は、データの信頼性や公平性を維持するために、改良や情報の更新を継続的に実施する。

		準備段階		改良・更新段階		
発生源情報の整備手順		最適なインベントリの選定	算定方法の確認	算定結果の確認	課題の整理	改良・更新
		民間機関の既存インベントリの中から最適なインベントリを選定する。	国で改良・更新していくため、算定ノウハウを整理する。また算定のための前提条件を整理する。	排出量を算定する。改良・更新による発生源情報の精度を向上度を確認する。	算定結果等をもとに、課題を明確にし、課題の優先順位をつける。	推計値を実測値へ置き換える等、改良を行う。また定期的に行われる統計値の更新時に活動量を更新する。
各発生源の進捗状況	大規模固定	選定済み (12頁)	実施中 (13～16頁)	実施中	H26年度 実施予定	H26年度 実施予定 (20～22頁)
	移動	選定済み (12頁)	実施中 (13～16頁)	H26年度 実施予定		
	その他					

2-2 整備のベースとなる発生源情報の選定

現在、国で整備・管理を行っている発生源情報は、一部の発生源に限られており、幅広い発生源を網羅したものは民間の機関にしか存在しない。このため、PM2.5インベントリ等検討会において、民間の機関の各発生源情報の評価を行った上で、整備のベースとなる発生源情報を以下のとおり選定した。

【既存の発生源情報の候補】

民間の機関で作成されたPM2.5及びその前駆物質を含む発生源情報のうち、公開されているのはEAGrid JAPAN及びJATOP(ページ末尾「その他参考資料」参照)インベントリの2つである。

【整備のベースとなる発生源情報の選定】

今後、国として発生源情報の整備(改良・更新)を進めるためのベースとして、JATOPインベントリを以下の理由により選定した。

- 幅広い発生源を詳細にカバーし、PM・VOCの組成データがある
- 各発生源情報(EA-Gridを含む)の最新の開発結果を取り込んでいる
- 策定の方法論が整備されている
- 定期的なデータ更新と、継続的な改良が行われてきた
- 多くの機関や自治体、国の業務等で活用実績がある

基礎情報が揃っている

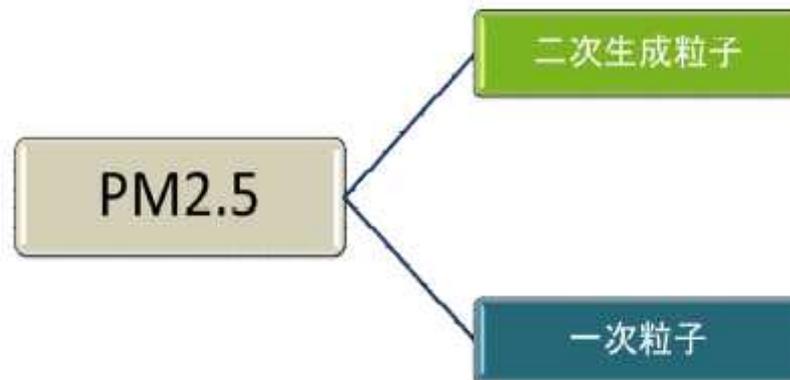
改良・更新し易い

【今後の方針】

今後は、必要に応じ他の発生源情報を取入れることも含め、改良を図ることとし、それまでの間は前提条件や課題を明確化し、それを十分に踏まえた上で活用していく。

2-3 排出インベントリの対象物質

- PM2.5には一次生成粒子と二次生成粒子がある。
- 排出インベントリで対象となるのは、発生源から排出される「一次生成粒子」と「二次生成の原因物質(前駆物質)」である。
- 前駆物質のうち主要なものは、VOC、SO_x、NO_x、NH₃である。なお、HClは前駆物質であるが、寄与が小さいと考えられる。
- COは前駆物質ではないものの、規制対象の大気汚染物質であることや、発生源の燃焼状況等の指標となるため重要。
- したがって排出インベントリの対象物質をPM2.5、VOC、SO_x、NO_x、NH₃、COとし、それぞれについて排出量を把握することとした。HClについては対象とするか今後検討を行う。



2-4 発生源と対象物質

- 「発生源種類」と「対象物質」は下表のとおりであり、それぞれについて、排出量を算定する。
(赤枠部分: H25年度に整備対象とした発生源)

発生源の種類		PM	VOC	SOx	NOx	NH3	CO		
人為・固定	燃料の燃焼	エネルギー供給 電気、地域熱供給、都市ガス製造	○	○	○	○	○	○	
		産業	農・林・水産業、鉱業、建設業	○	○	○	○		○
			製造業(24業種)	○	○	○	○	○	○
		民生	家庭、事務所等	○	○	○	○		○
	廃棄物焼却	一般廃棄物処理施設、産業廃棄物処理施設	○	○	○	○		○	
		小型焼却炉	○	○	○	○		○	
	農業	野焼き	○	○	○	○		○	
		畜産					○		
		肥料施肥				△	○		
	生活	人の発汗、呼吸、浄化槽、ペット犬					○		
		喫煙	○	○	○	○		○	
		調理	○						
	他	燃料蒸発、化学品製造、溶剤使用等		○					
		肥料製造					○		
	人為・移動	航空	○	○	○	○		○	
自動車		走行時	○	○	○	○	○	○	
		駐車・停止時		○					
作業用機械		建機、産機、農機	○	○	○	○		○	
船舶		○	○	○	○		○		
自然	植物		○						
	土壌	△				○			
	火山	△		○					
	海塩	△							

- ・発生源の種類分類は今後見直し予定。
- ・○は26年度に整備予定。
- ・△は調査対象とするか検討予定。なお、空欄としている発生源についても今後、調査対象になり得る。
- ・PMIは粒径及び組成情報、VOC、NOxは組成情報を含む

2-5 排出量の定義

- 排出量は「活動量 × 排出原単位」で計算されるため、それぞれについてデータを収集する必要がある。

【排出量の定義】

排出量

=

排出原単位^{*1}

×

活動量^{*2}

*1 排出原単位 = 単位活動量あたりの排出量 (例: 燃料消費量1TJ あたりの排出量)

*2 活動量 = 活動実態を表す量 (例: 燃料消費量、エネルギー消費量、走行量など)

- なお、排出量を空間的・時間的に配分することで、大気環境シミュレーションモデルのインプットデータとして活用することができる(【参考3】排出インベントリの活用例」参照)。

2-6 活動量の根拠となるデータ

- 活動量は公的統計や業界団体が公表する統計をもとにしている。

発生源の種類			活動量	根拠となるデータ	
人為・固定	燃料の燃焼	エネルギー供給	電気、地域熱供給、都市ガス製造	燃料消費量	工 電力調査統計 他
		産業	農・林・水産業、鉱業、建設業	燃料消費量	工 総合エネルギー統計 他
			製造業(24業種)	燃料消費量	工 総合エネルギー統計 他
		民生	家庭、事務所等	燃料消費量	工 エネルギー消費統計調査
	廃棄物焼却	一般廃棄物処理施設、産業廃棄物処理施設		焼却量	環 廃棄物等循環的利用量実態調査報告書
		小型焼却炉		設備数×1設備あたり平均焼却量	環 ダイオキシン類対策特別措置法施行状況
	農業	野焼き		収穫量	農 作物統計
		畜産、肥料施肥		飼養頭数 他	民 畜産統計 他
	生活	人の発汗、呼吸、浄化槽、ペット犬		人口等	総 国勢調査 他
		喫煙		販売本数	民 販売実績(日本たばこ協会)
調理		自宅食事・外食回数	総 社会生活基本調査		
他	溶剤使用、燃料蒸発、化学品製造、等		→	環 VOC排出インベントリ	
	肥料製造		→	環 VOC排出インベントリ	
人為・移動	航空		空港別着陸回数	国 空港管理状況調書	
	自動車	走行時	交通量他	国 道路交通センサス 他	
		駐車・停止時	保有台数他	民 自動車保有車両数統計年報	
	作業用機械	建機、産機、農機	車種・出荷年別保有台数	環 PRTR届出外排出量推計	
船舶		貨物流動等	国 港湾調査 他		
自然	植物(森林)		樹種・齢級別蓄積	林 森林資源の状況	
	土壌		林野面積	林 農林業センサス	
	火山		火山ガス(SO2)放出量	気 気象庁HP 他	

(発生源の種類分類は今後見直し予定)

3. H25年度の成果

3 H25年度の成果

H25年度 PM2.5インベントリ等検討会において、排出量全体の中で、大きな割合を占める工場等の煙源(大規模固定発生源)から排出されるPM2.5に焦点を絞り、以下の検討を行った。

①煙道内のPM2.5測定方法についての検討

カスケードインパクト(CI)法とバーチャルインパクト(VI)法の比較を行い、粗大粒子の再飛散の影響が少ないという点において、VI法の方が精度面で有利であることが確認された。一方で、バーチャルインパクト(VI)法を前提としつつ、測定ばらつきを低減するために留意すべき点等の整理を行うことが、今後の課題とされた。

②大気放出後に凝縮する粒子(凝縮性ダスト※)の影響確認

シミュレーションの結果、凝縮性ダストがPM2.5環境濃度に大きな影響を与えることが確認されたことから、測定法の確立等の取組みを実施することが今後の課題とされた。

※凝縮性ダスト： 固定発生源から排出されるPM2.5には、高温の煙道内で粒子としてフィルターで捕集できるものと、煙道内では高温のガスのためフィルターでは捕集できずに煙突を出た直後に外気により冷却され粒子化するもの(凝縮性ダスト)がある。凝縮性ダストは、排出量への寄与が大きいと考えられており、その排出実態を把握する必要がある。

なお自動車については、凝縮性ダストを考慮し、排出ガスを空気で希釈・冷却した後にPMの測定が行われている。

4. 今後の予定

4-1 H26年度の取組①

1. 既存の発生源情報の更新予定について

最新のデータが入手できたものについて、JATOPインベントリの年次更新を行う予定。更新に要する時間を考慮し、更新前後で変化が小さいと予想される一部の項目については実施しない。

項目		更新範囲の考え方	具体的な更新対象
排出インベントリ	排出原単位	入手可能な全範囲	大規模固定発生源
	活動量	入手可能な全範囲	以下を除く全発生源 ・大規模固定発生源の内、廃棄物処理 ・自動車(巻き上げ、タイヤ・ブレーキ摩耗を含む) ・船舶 ・土壌、森林
	空間分布 (水平方向)	入手可能な全範囲	活動量の更新範囲と同じ(以下を除く) ・野焼き
	(高さ方向)	実施しない	無し (大きな変化は無いと考えられるため)
	時刻分布	実施しない	無し (大きな変化は無いと考えられるため)
発生源プロフィール		入手可能な全範囲	無し (入手可能なデータが無いため)

更新に用いるデータの年次について、大規模固定発生源の排出原単位は平成23年度、活動量及び空間分布は(大規模固定発生源も含め)平成24年度(空間配分のメッシュ単位のみ平成21年度)とする。

⇒活動量の更新結果は、適宜専門委員会で報告予定

4-2 H26年度の取組②

2. 大規模固定発生源におけるPM2.5測定について

① PM2.5測定の実施

大規模固定発生源の一次生成粒子の排出原単位はばいじん(TSP)排出量データに基づいた推計値であるため、実測データを充実させ排出原単位の精度を向上させる必要がある。また発生源プロフィールについては、海外の文献データを使用しているため、国内での実測データが必要である。そのため、ばいじんの排出量が多い煙源を優先しつつPM2.5測定を行う。

② PM2.5測定方法の検討

- バーチャルインパクト(VI)法を前提としつつ、測定ばらつきを低減するために留意すべき点等の整理を行う。
- 凝縮性ダストを考慮した測定方法の検討を行う。

⇒発生源情報への反映は27年度以降に実施予定

4-3 H26年度の取組③

3. 自動車のデータ更新準備について

- 現状、活動量は統計データを活用、排出原単位は実測値をもとに設定されており、他の発生源に比べると整備が進んでいる。
- 近年の自動車技術の進展や、車の使われ方の変化に起因する排出量の変化等を発生源情報に反映させることを目的とし、整備が不十分である以下2項目について検討する。

排出インベントリの種類	現在の整備状況(JATOP) ○:整備済 △:一部未整備 ×:未整備			対象物質
	排出原単位	活動量		
ガソリン車PM	×	× (未把握)	○ (走行距離:他の排出ガス成分と同じ)	PM、PM成分、前駆物質
ガソリン車蒸発ガス(DBL)	△	○	△ (駐車継続時間実態:一部不明)	VOC

- ガソリン車のPM排出原単位を策定する。車両試験により、排出原単位(平均車速に対するPM重量、成分、前駆物質の排出量)に必要なデータを収集。
- ガソリン車燃料蒸発ガス排出量の更新。

⇒発生源情報への反映は27年度以降に実施予定

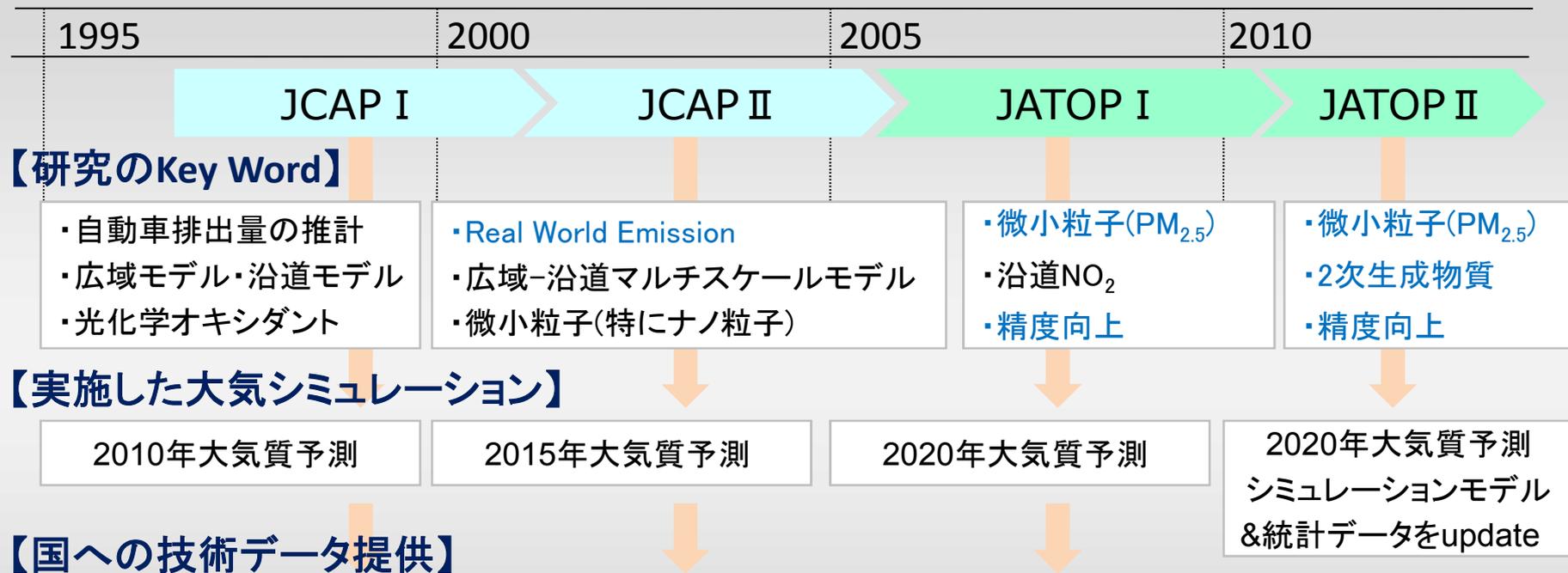
4-4 現状の到達点と今後の課題

- 現在、民間の既存の発生源情報をベースに改良・更新を行うことで、国としての発生源情報の策定に取り組んでいるところ。
- 既存の発生源情報においては、発生源種類や対象物質は概ねカバーしており、不確実性があるものの算出方法が存在している。
- 活動量については公的統計等をもとにしているが、さらに時間・空間配分データを充実させることで、モデル分析の精緻化等が期待できる。
- 排出原単位については実測データ等による更なる精度向上が必要。
- 特に、排出量への寄与が大きいと考えられている凝縮性ダストを考慮した排出実態の把握が必要。
- 26年度末までに、入手可能な範囲で年次データを更新して、主要な発生源の排出状況を取りまとめる予定。
- 27年度以降も、中小規模発生源の排出実態の把握や排出原単位に係る実測データの充実等を進め、各排出源情報の精度向上を図る。
- 今後も、PM2.5インベントリ等検討会の進捗について微小粒子状物質等専門委員会に報告することとする。

その他参考資料

【参考】 JATOP大気研究の概要

- JATOPとは、JPEC*が実施する石油と自動車の共同研究の名称
*一般財団法人石油エネルギー技術センター
- 排出ガス低減による大気環境への効果の予測を目的としてスタート
- JCAP(Japan Clean Air Program ~H18年度)、JATOP(Japan Auto-Oil Program、H19年度~)で、現在も研究を継続中
- PM2.5を含む多くの排出成分を対象とし、排出インベントリの整備からシミュレーションモデルの改良まで実施、精度向上の取組みを継続中



【参考】 JATOPの主な成果

- **エミッションインベントリの整備と公開**
高精度と多くの研究者に評価され、入力データとして広く使用された
 - ・自動車エミッションインベントリ; 日本で唯一の高精度のエミッションインベントリ
 - ・非自動車エミッションインベントリ; 推計手順を含め公開されている日本唯一の推計
- **自治体の環境施策検討への参画**
自治体との共同研究を実施／研究成果の公開を通じ、環境施策に貢献
 - ・川崎市との交通流対策による大気改善検討の共同研究
 - ・東京都PM2.5検討会
 - ・神奈川県公害防止推進協議会研究所
 - ・環境省VOC検討会(気象協会を通じて)
- **大学等の研究機関に大気モデル・データを公開**
愛媛大、大阪大、東大、東工大、気象協会、海上技術研究所等
国内30以上の研究機関に提供