

使用過程車からの自動車排出ガスの 実態把握に向けた研究 ～大型車の調査例の紹介～

東京都環境科学研究所

環境資源研究科

佐藤 友規

本日の発表内容

- ◆ 環境問題と自動車排出ガスについて
- ◆ 東京都環境科学研究所における自動車排出ガス計測
 - ✓ シャシダイナモメータによる排出ガス計測
 - ✓ 実路走行時の排出ガス計測
- ◆ まとめを代えて

本日の発表内容

◆ 環境問題と自動車排出ガスについて

◆ 東京都環境科学研究所における自動車排出ガス計測

- ✓ シャシダイナモメータによる排出ガス計測

- ✓ 実路走行時の排出ガス計測

◆ まとめ

自動車から排出される物質



ガソリンエンジン車（ガソリン）
主に小型車



ディーゼルエンジン車（軽油）
主に大型車

エンジン内で燃料（炭化水素、HC）が燃焼し、様々な物質が生成、排出



一酸化炭素（CO）、二酸化炭素（CO₂）窒素酸化物（NO_x）
粒子状物質（PM）、炭化水素（HC）、揮発性有機化合物（VOC*）など

*VOC・・・常温・常圧で蒸発しやすい有機化合物の総称（具体的な物質名ではない）。
自動車からのHCは、主にVOC類が占めている（数十種類以上）。

自動車の規制項目になっている物質は、CO、NO_x、NMHC⁽¹⁾、PM⁽²⁾

(1) NMHCとはメタンを除く炭化水素のこと。(2) ディーゼル車と一部のガソリン車のみ対象。

大気環境問題と自動車の関わり

自動車排出ガスには、大気汚染の原因物質が含まれており、大気環境の改善には自動車排出ガス対策が重要

・光化学スモッグ

原因：光化学オキシダント（NOxやVOCが基になって生成）

*光化学オキシダント...NOxやVOCの光化学反応によって生じる酸化性物質の総称。
（具体的な物質名ではない）

・微小粒子状物質（PM2.5）

原因：大気中に浮遊している2.5 μ m以下の小さな粒子（1 μ mは1mmの1/1000）

例）炭素（スス）など

・酸性雨

原因：NOx、硫黄酸化物(SOx) など

・地球温暖化

原因：CO₂などの温室効果ガス



自動車の排出割合

NOx:23% (2015)

VOC:13% (2015)

CO₂:17% (2020)

排出ガス規制の導入と強化

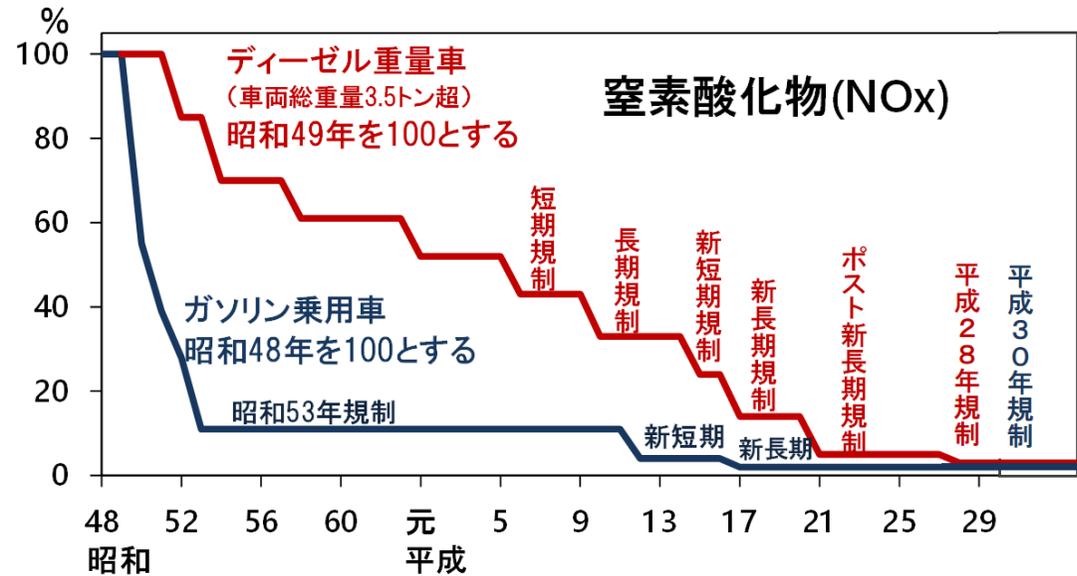


自動車の普及に伴って、自動車排出ガスによる大気汚染が社会問題化（1960年～70年代）



排出ガス規制が導入（1974年～）CO,NOx,HC,黒煙濃度※

※ディーゼル車のみ



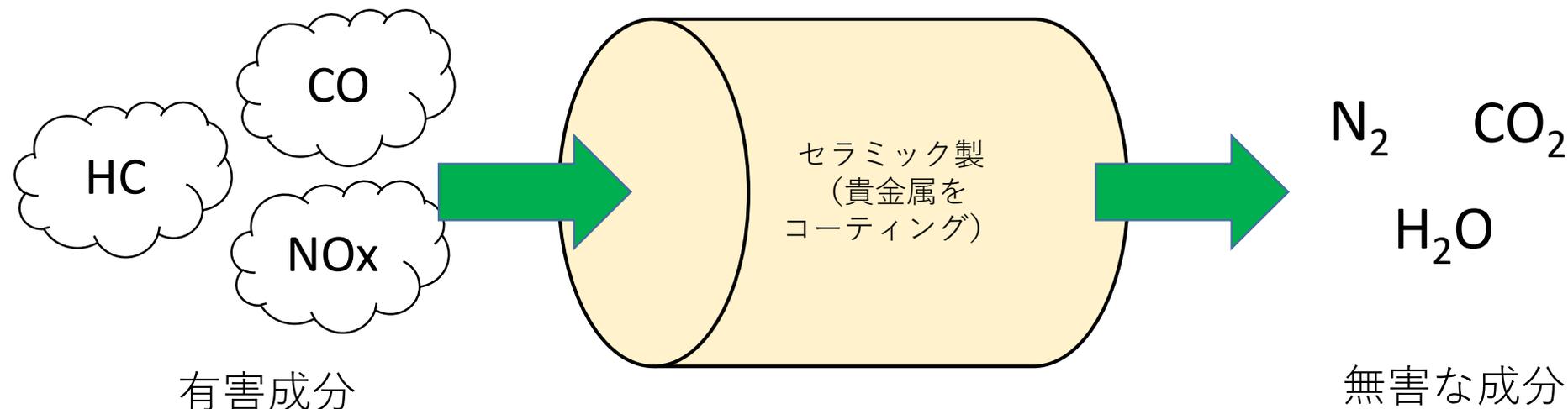
現行規制：平成28年規制（ディーゼル重量車）
平成30年規制（ガソリン乗用車）

排出ガス規制は新車に適用される

⇒有害物質の除去のため、排出ガス低減装置の開発・改良が進んだ

自動車の排出ガス低減装置の例

○ガソリン車⇒三元触媒



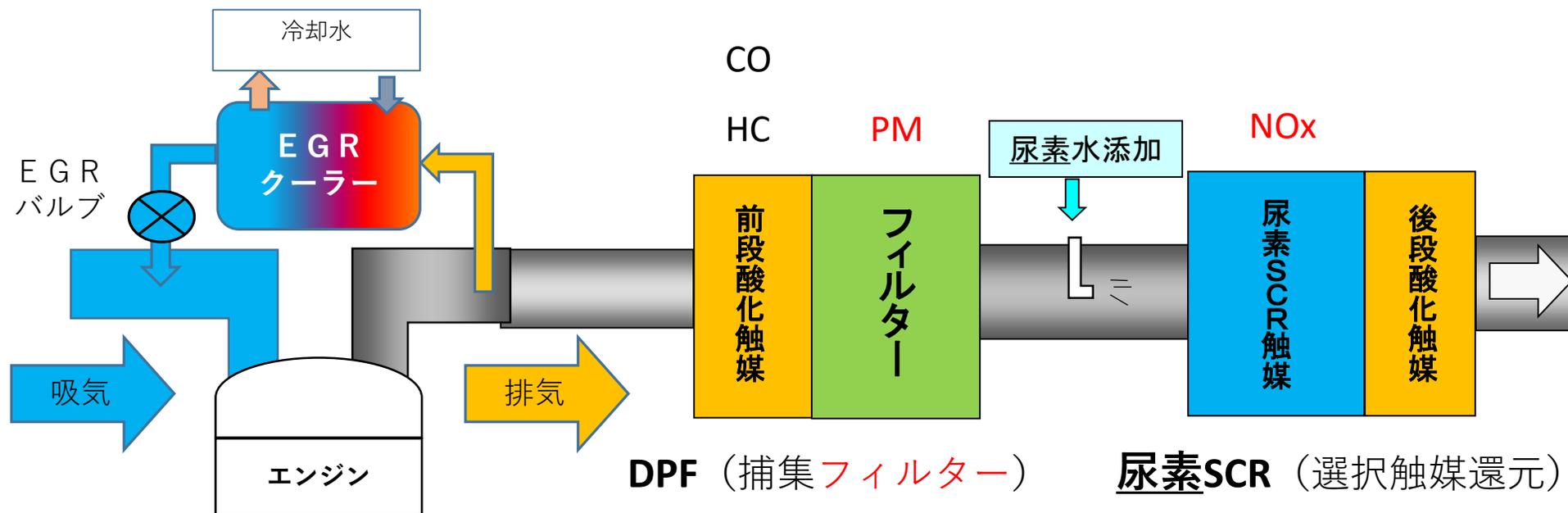
有害成分(CO、NOx、HC)を同時に処理できる

⇒処理するには、排ガス中の酸素濃度のコントロールがポイント
コントロールユニット等の発達に従って、効率のよい処理が実現

三元触媒の普及により、排出ガス規制への適合は、比較的早く対応

自動車の排出ガス低減装置の例

○ディーゼル車⇒低減装置の組み合わせ



EGR (排気再循環)

酸素が希薄な排気ガスの一部を吸気に混ぜることで、**燃焼温度を低下させNOxを減らす。**

DPF (捕集フィルター)

排気ガス中のススなどの粒子状物質 (PM) を**捕集**する。目詰まりを防ぐため、捕集したPMは**燃焼**させる (再生)。

尿素SCR (選択触媒還元)

NOxと尿素を分解して得られたアンモニア(NH₃)が**反応**することで、**窒素N₂と水に分解**される。

NOxとPMの処理はトレードオフ (原因と対策が相反する) ⇒バランスの良い処理

ここまでのまとめ①

- ・ **自動車**（エンジン）から排出されるガスには、**大気汚染の原因物質**（NO_x、VOCなど）が含まれており、**対策が重要**
- ・ 新車に対する**排出ガス規制**の導入により、汚染物質を減らすための低減装置の開発・搭載が進んだ

（例）

ガソリン車　・・・三元触媒

ディーゼル車　・・・DPF（PMの処理）

EGR、尿素SCR（NO_xの処理）

本日の発表内容

- ◆ 環境問題と自動車排出ガスについて
- ◆ **東京都環境科学研究所における自動車排出ガス計測**
 - ✓ シャシダイナモメーターによる排出ガス計測
 - ✓ 実路走行時の排出ガス計測
- ◆ まとめに代えて

東京都環境科学研究所における自動車排出ガス計測

○当研究所における排出ガス計測の目的

- ①都内を走行する自動車からの排出量算定
- ②排出ガス規制の実効性の検証
- ③未規制物質の排出状況把握

⇒都内の大気環境の改善に向けた施策の展開

○国の排出ガス規制による試験（認証試験）との違い

認証試験

新車

（販売前の車両）



研究所

使用過程車

（実際に使用されている車両）

走行距離が増加
⇒エンジンや後処理
装置が劣化

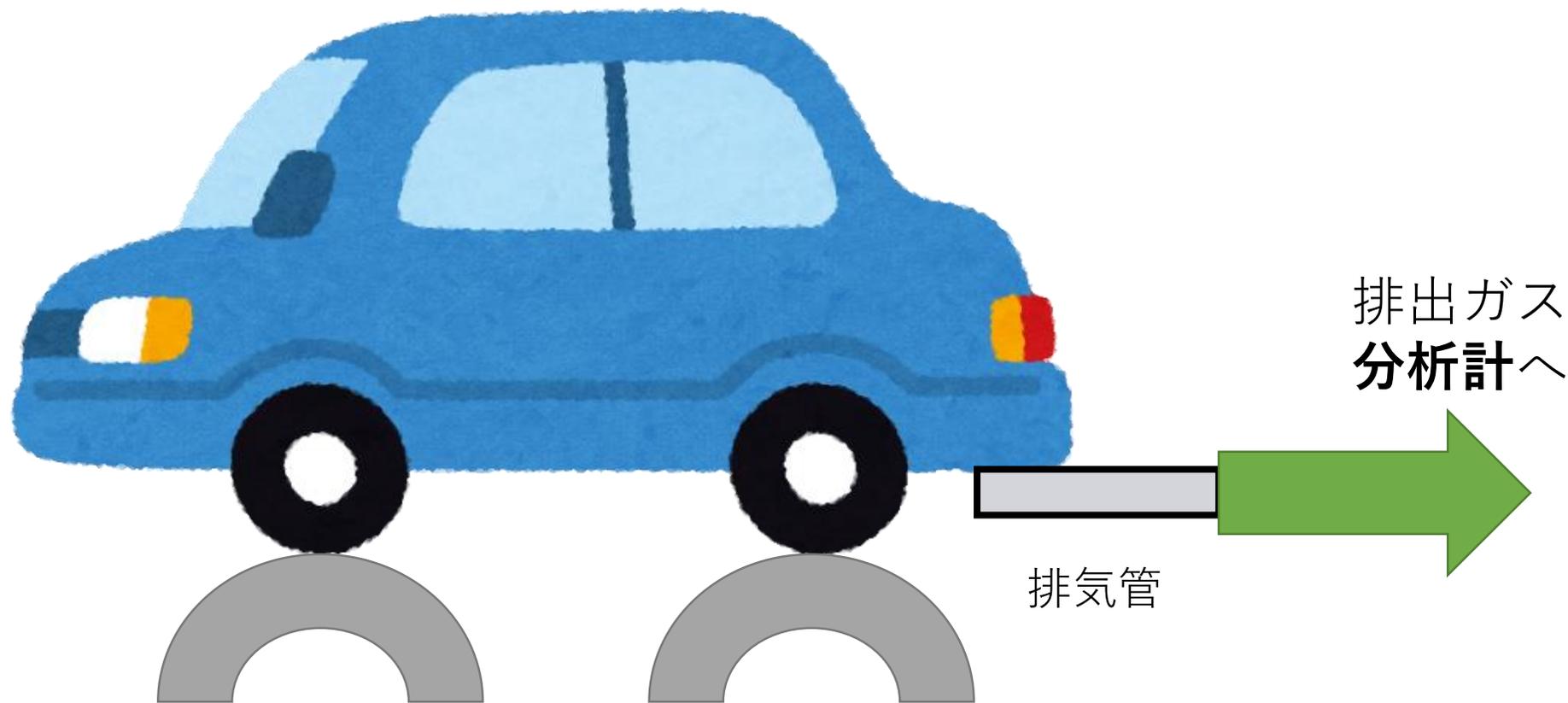
- ・都内の大気環境の実態把握には、**実際に都内を走行している自動車**からの排出量を計測することが重要
- ・規制の実効性を検証するには、新車と使用過程車との比較が重要

本日の発表内容

- ◆ 環境問題と自動車排出ガスについて
- ◆ **東京都環境科学研究所における自動車排出ガス計測**
 - ✓ **シャシダイナモメータによる排出ガス計測**
 - ✓ 実路走行時の排出ガス計測
- ◆ まとめに代えて

自動車からの排出ガスの計測方法

○認証試験に準じた方法⇒**シャシダイナモメータ**による計測

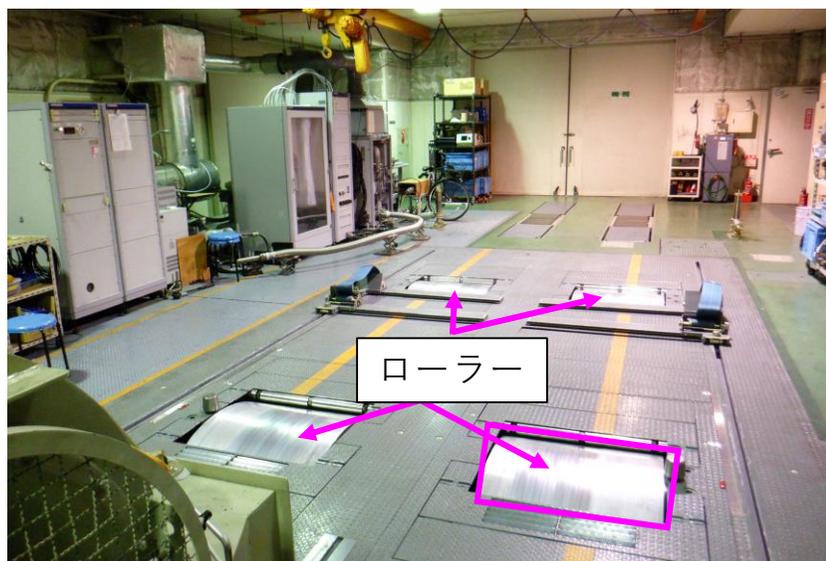


ローラー (駆動輪を載せる)

注) トラックなどのディーゼル重量車の認証試験は、方法が異なる
(エンジンダイナモメータ、エンジンと後処理装置のみで行う)

シャシダイナモメータ

- 自動車を施設内のローラーに載せて走行させ、排出ガスを採取、計測するための装置
- 当所では小型車用 (<3.5t)、大型車用 (3t~25t) の2つのシャシダイナモメータを設置
- 様々な走行条件 (走行モード) を用いて自動車排出ガスを計測



小型車(乗用車)用



大型車(トラック・バス)用

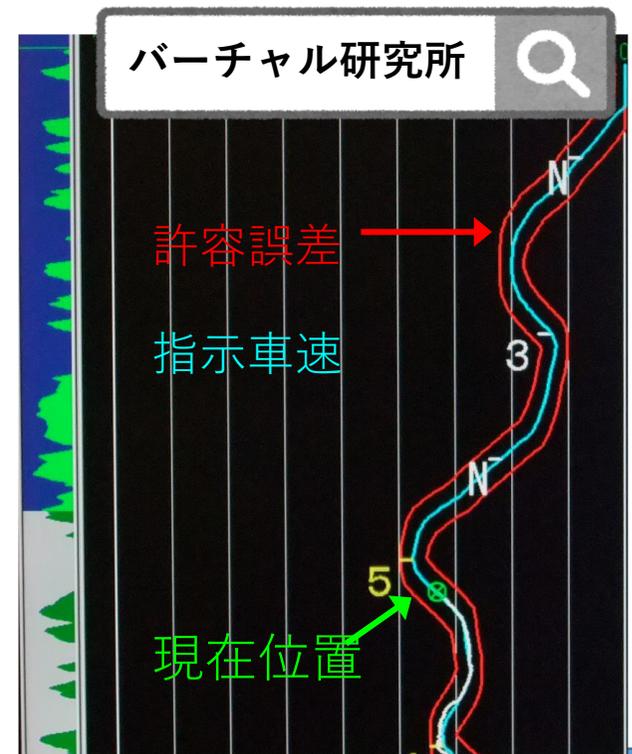
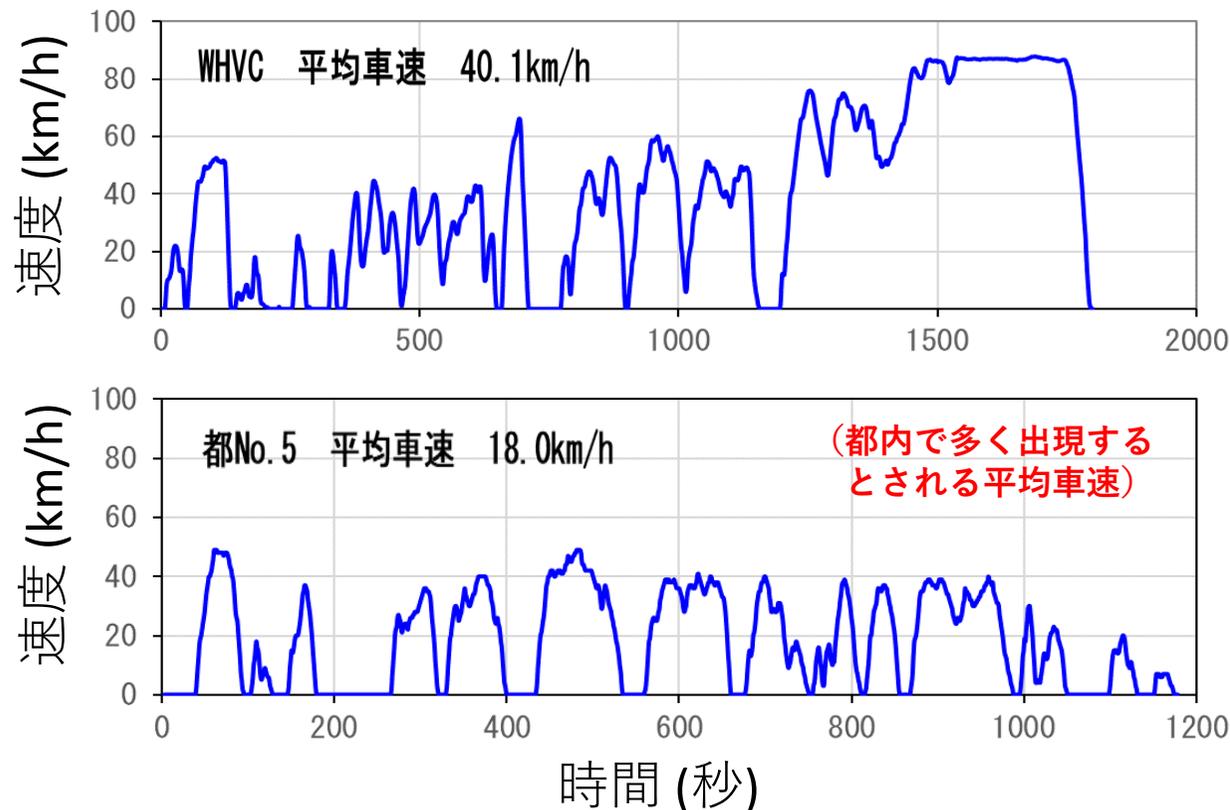
地方自治体で保有しているのは、当研究所のみ

走行条件（走行モード）の紹介

法定モード：国の排出ガス認証試験（規制値）との比較
小型車（JC08、WLTCモード） 大型車（JE05、WHVCモード）

+

東京都実走行パターン：都内を走行した際の排出量の算定
小型車、大型車（一般道No.1～No.10、首都高No.11,12）



ドライバーズエイド

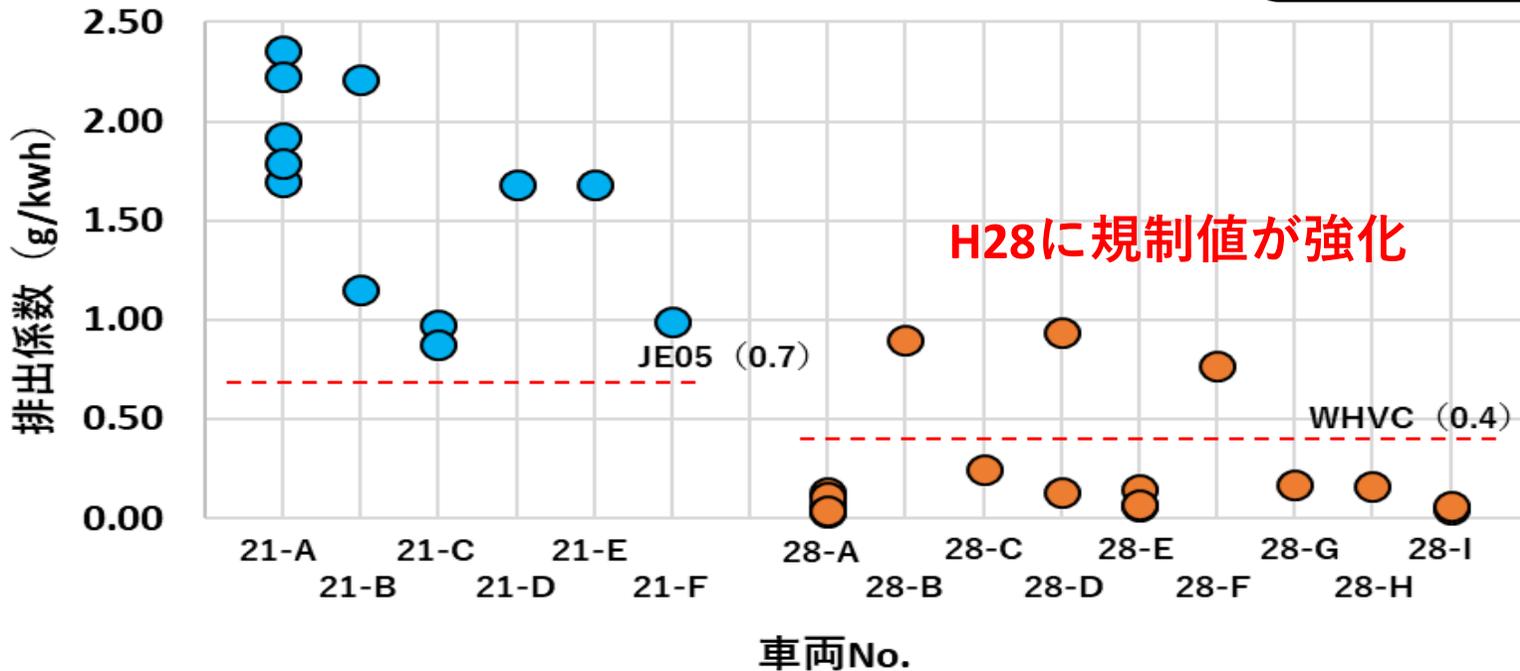
排出ガス試験結果の一例

法定モードにおける規制の実効性 (NOx)

- ・平成28年規制対応車（現行規制）は、28-A~Iの9台（延べ19回測定）
- ・平成21年規制対応車（過去規制）は、21-A~Fの6台（延べ12回測定）

排出係数...排出量(g)を
走行時の仕事量(kWh)や
走行距離(km)で割った値

NOx排出係数



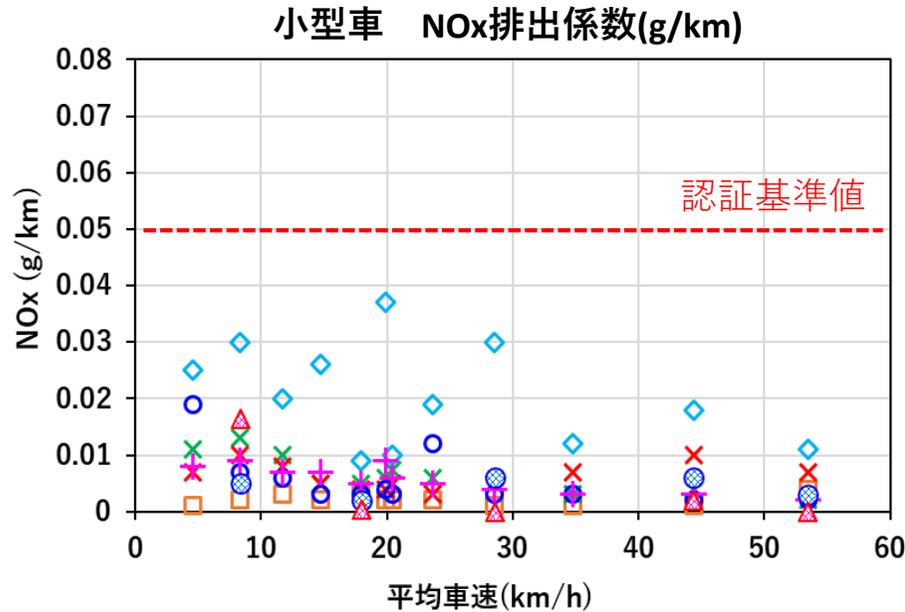
データ：平成29年度～令和3年度調査車両（大型車）計15台

- NOx排出係数は、過去規制対応車は認証基準値（0.7g/kWh）を超過しているが、現行規制対応車は基準値（0.4g/kWh）に収まる車両が多い。

⇒NOxの規制値が強化されたことの効果と考えられる

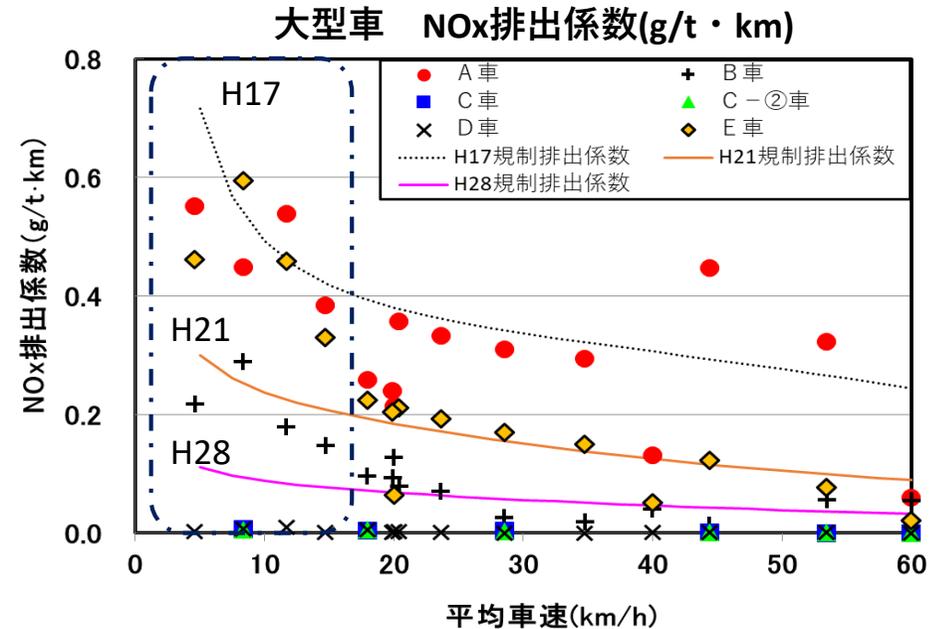
排出ガス試験結果の一例

東京都実走行パターンでの平均車速とNOx排出係数



□DI1 ×PFI1 ×PFI2 ○PFI3 ◇HV1 +HV2 ⊙HV3 ▲HV4

注) DI、PFIはエンジン単体、HVはエンジン+モーター



データ：令和3年度調査結果より

- 小型車のNOx排出係数は、三元触媒の低減効果により、どの車速域でも少ない。
- 大型車の中には、特に低速域において、当該規制年度の排出係数（図中の曲線、認証基準値ではない）より係数が高くなる車両が存在した（A車、E車が平成21年規制、B車が平成28年規制）。

⇒大型車では、走行状態によって大気中へのNOx排出量が増加する懸念

ここまでのまとめ②

- ・ 当研究所では、**使用過程車**を対象に、**都内**を走行する自動車からの排出ガスの**排出実態の把握**のため研究を行っている。
- ・ 排出ガス計測は**シャシダイナモメータ**という装置で実施している。走行モードは、認証試験で用いる**法定モード**と、研究所独自に作成した**東京都実走行パターン**を用いている。
- ・ シャシダイナモメータでの計測から、**大型車のNOx**排出係数は、**都内の道路状況**（渋滞など）によって、**増加することが懸念**される（路上走行時に悪化する可能性がある）。

本日の発表内容

- ◆ 環境問題と自動車排出ガスについて
- ◆ **東京都環境科学研究所における自動車排出ガス計測**
 - ✓ シャシダイナモメーターによる排出ガス計測
 - ✓ **実路走行時の排出ガス計測**
- ◆ まとめに代えて

シャシダイナモメータ計測のメリットと限界

○シャシダイナモメータ計測のメリット

- 実験の再現性が高い（ex：温度や湿度の規定がある）
 - ・使用過程車の測定値と認証基準値との比較
 - ・異なる車両間での性能比較
- に最適した試験方法

○シャシダイナモメータの計測の限界

実際に路上を走行した場合の気象条件（気温・湿度・風）や道路勾配などの変化による、排出ガスへの影響を把握できない



実際の道路走行時の排出ガスの挙動は？ ● ● ●



路上走行試験の導入（路上走行時の排出実態を把握する）

より実態に近い自動車由来の汚染物質の排出量算定を目指す

路上走行試験結果の一例

○令和3年度の調査

目的：路上走行時における、車両からのNO_xの高排出条件を見出す

- ・ 調査車両 : 中型貨物車 (GVW8t) 1台 平成28年規制対応車
- ・ 排出ガス処理方法 : EGR、尿素SCRシステム (NO_x低減装置)
- ・ 計測年月 : 2021年10月、12月に計16回 (走行ルートは次ページ)
- ・ 排出ガス計測 : 車載型排出ガス計測装置
(Portable Emission Measurement System : PEMS)
- ・ 測定対象物質 : NO_x、CO、CO₂、THC (全炭化水素)、PM
- ・ その他計測項目 : 車速、EGR率、尿素噴射量、SCR触媒温度 etc.



図 試験車両



図 PEMSの外観

走行ルート

都内の一般道路でルートを設定（自排局をチェックポイント）



図 松原橋ルート(47km、計9回走行)

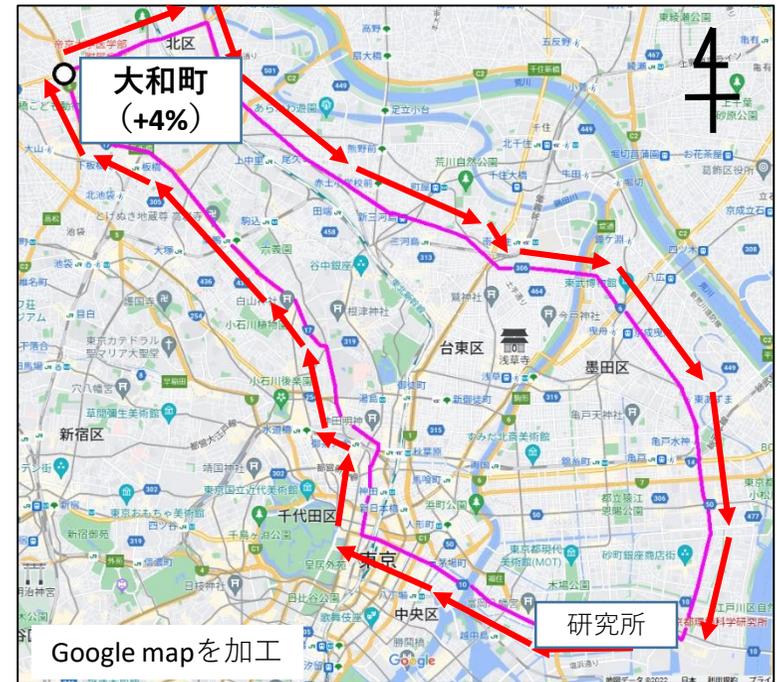


図 大和町ルート(39km、計7回走行)

- ・ 走行開始時の車両の状態 午前：コールド（エンジン停止後翌朝まで放置）
午後：2時間程度ソーク（エンジン停止状態）
- ・ 松原橋ルートの方が全体の標高差が大きく、勾配差のある区間が多い

NO_x 排出量が増加する ⇒ 主に上り勾配の区間を通過する場面と予想

結果：NO_x排出量-走行時間の関係

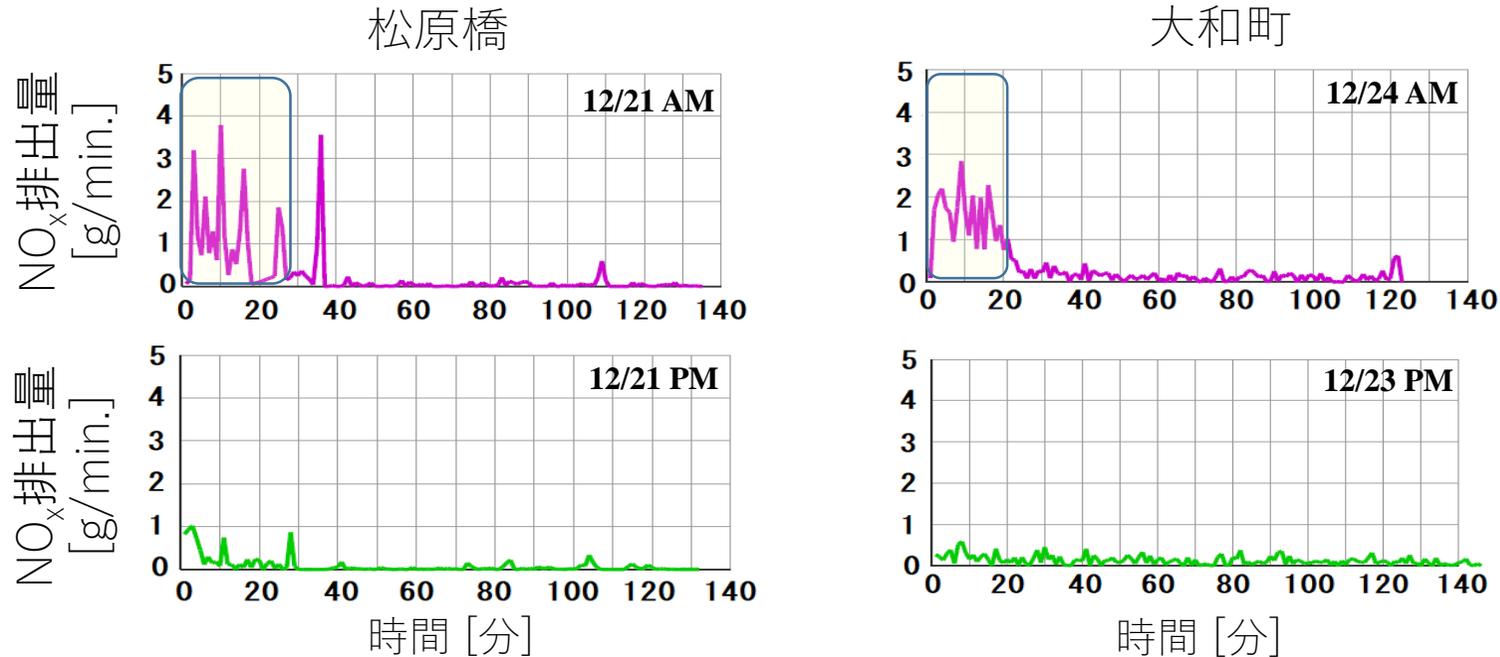


図 走行時のNO_x濃度の経時変化（左列：松原橋ルート、右列：大和町ルート）

- 午前スタート時の走行開始直後のNO_x排出量が多い
- 午後スタート時の走行開始直後のNO_x排出量は午前より低減
- 走行開始から30分以降では、道路勾配によらずNO_x排出量が少ない

考察：NO_x排出量-走行時間の関係

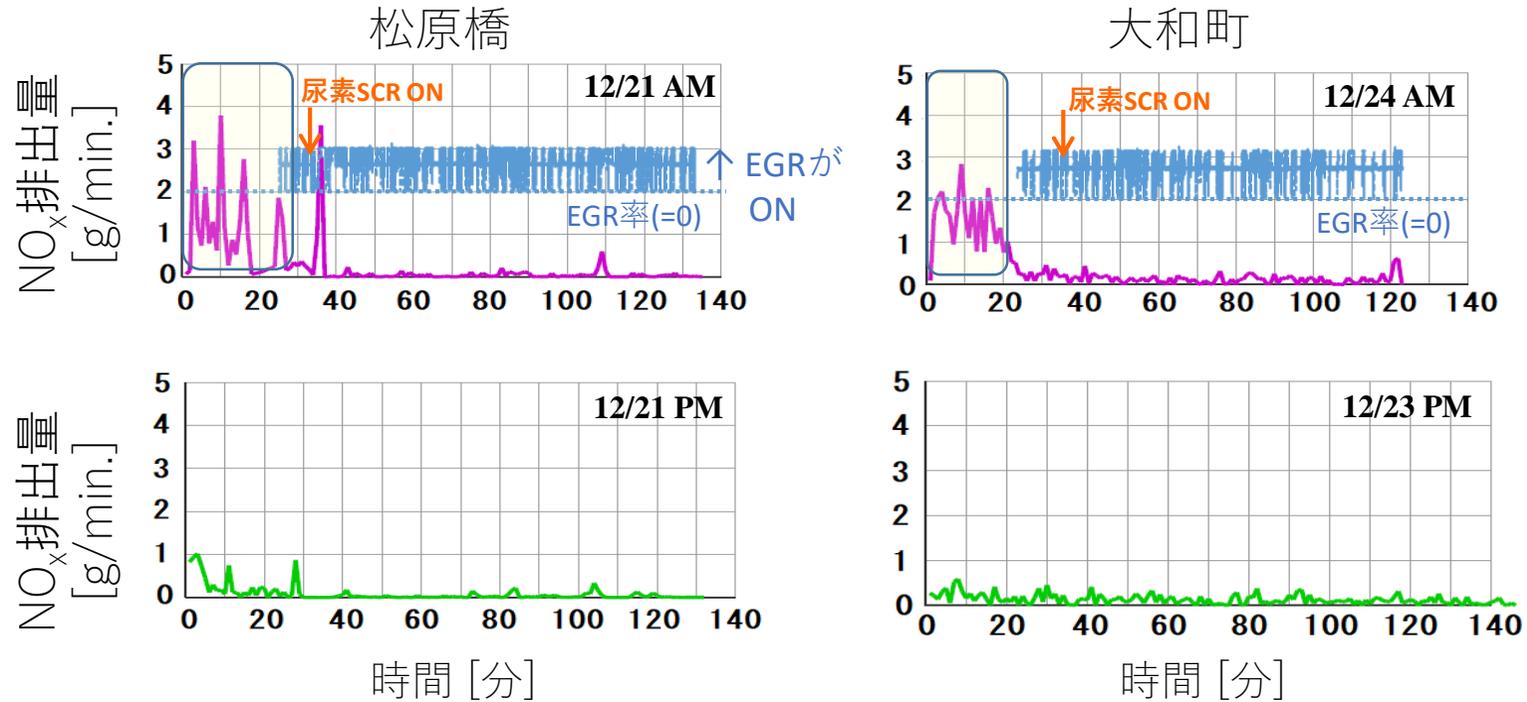


図 走行時のNO_x濃度の経時変化（左列：松原橋ルート、右列：大和町ルート）

- ・ 午前スタート時の走行開始直後のNO_x排出量が多い
- ⇒ スタート前日からの夜間ソーク（エンジン停止後の放置）により車両（触媒）が冷えており、**EGR、SCRが始動していない***

※EGR、SCRの始動条件として冷却水温度、触媒温度が関係していると推察

考察：NO_x排出量-走行時間の関係

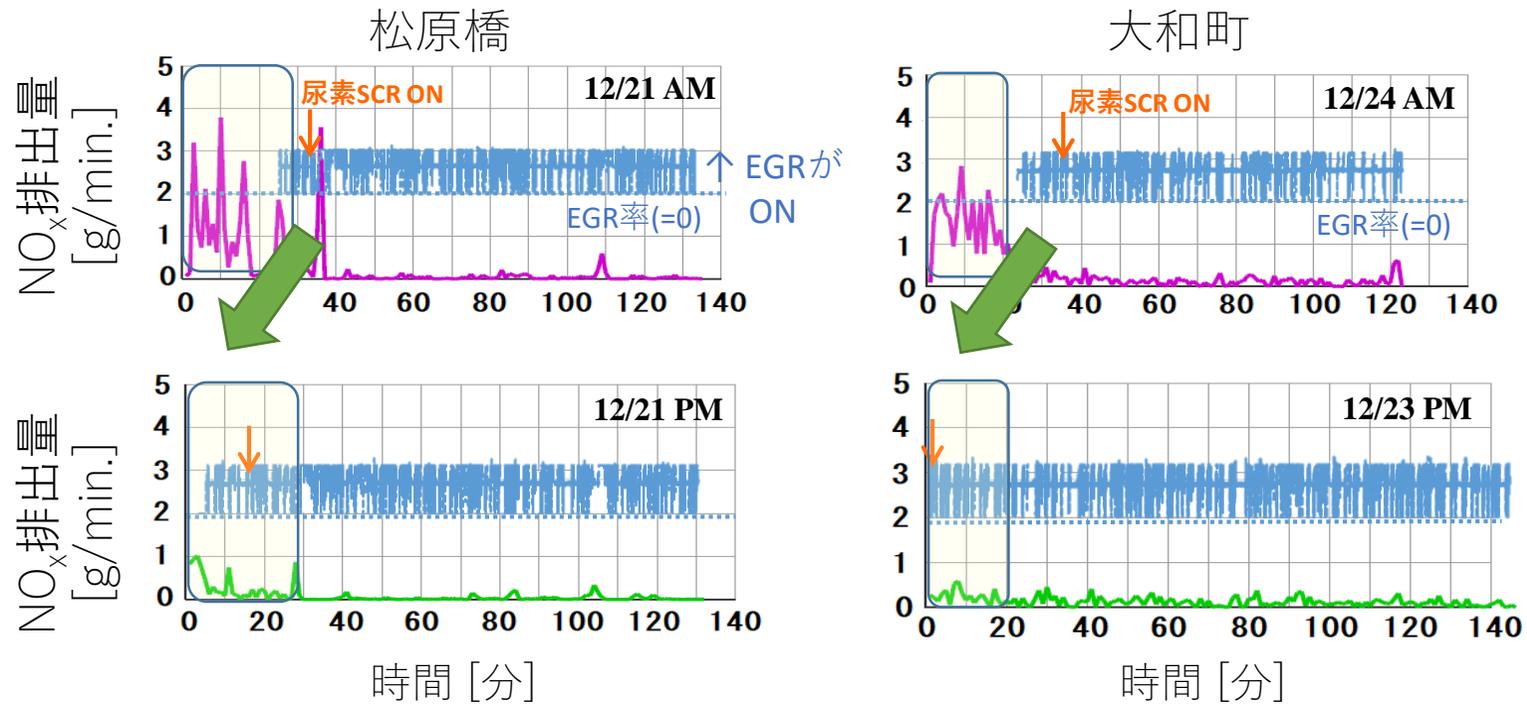


図 走行時のNO_x濃度の経時変化（左列：松原橋ルート、右列：大和町ルート）

・午後スタート時のNO_x排出量は午前より低減

⇒ 再スタートまでのソークは2時間以内で、**エンジン、触媒が冷えきっておらず**、EGR、SCRが早めに始動している

◆ この車両では、車両が十分に暖機され、後処理装置が始動した状態では、道路勾配等の影響による特異的な排出量増加は見られなかった。

結果：NO_x排出量-車速-駆動力の関係

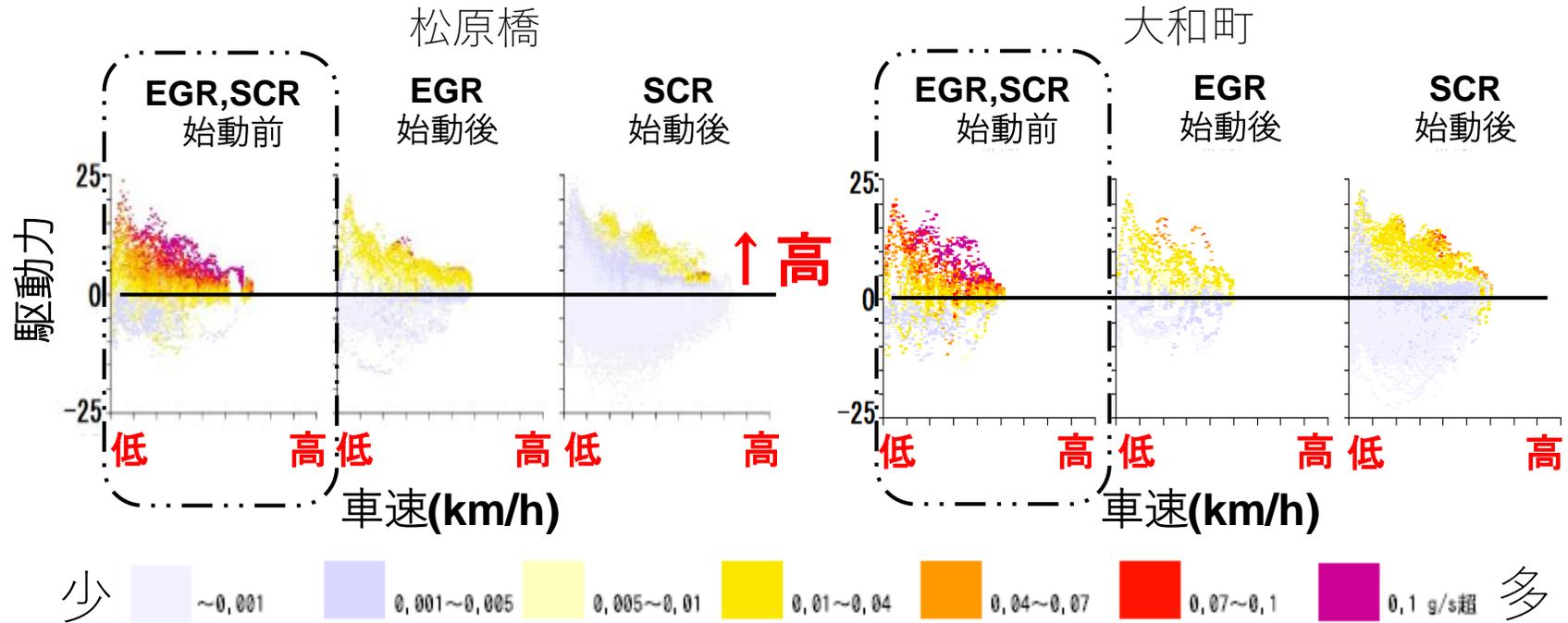


図 NO_xの過渡排出量マップ（左列：松原橋ルート、右列：大和町ルート）

- NO_x排出量が多いのは、**高駆動力** or **高速度域**である場合
- NO_x排出量が多いのは、**EGR、SCRの始動前**（始動後は60%以上の低減）
→ **NO_x低減装置**の作動に依存した排出特性であることを確認

◆ **実路走行中の排出は排出ガス処理装置の稼働状況に影響される**

路上走行試験のまとめ

○令和3年度の調査

目的：路上走行時における、車両からのNO_xの高排出条件を見出す



結果：① 高駆動力 or 高速度域で高排出
② 排出量はNO_x低減装置の作動に依存しており、始動前が高排出
③ 車両が十分に暖機され、NO_x低減装置の作動した後は、道路勾配等の影響による特異的な排出量の増加は見られなかった

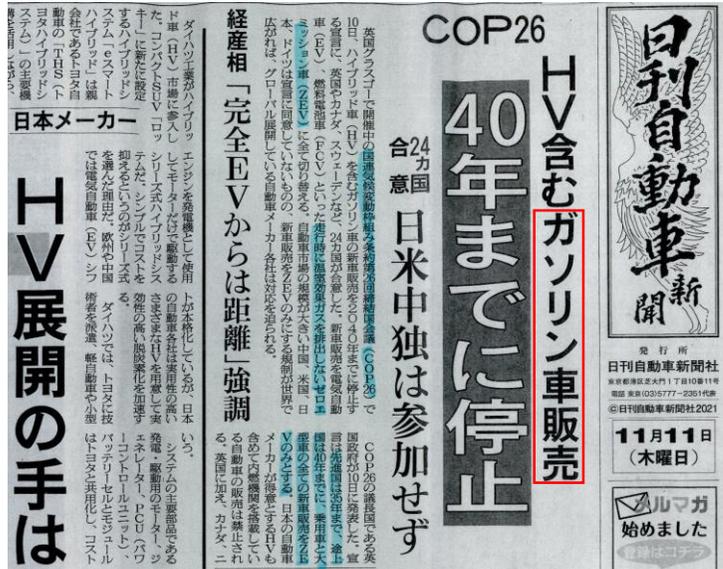
- 車両1台の結果であり、今後は車種を変えての継続調査が必要
- シャシダイナモメータでの排出量と、路上試験での排出量の比較、検討⇒実態に即した排出量の算定

本日の発表内容

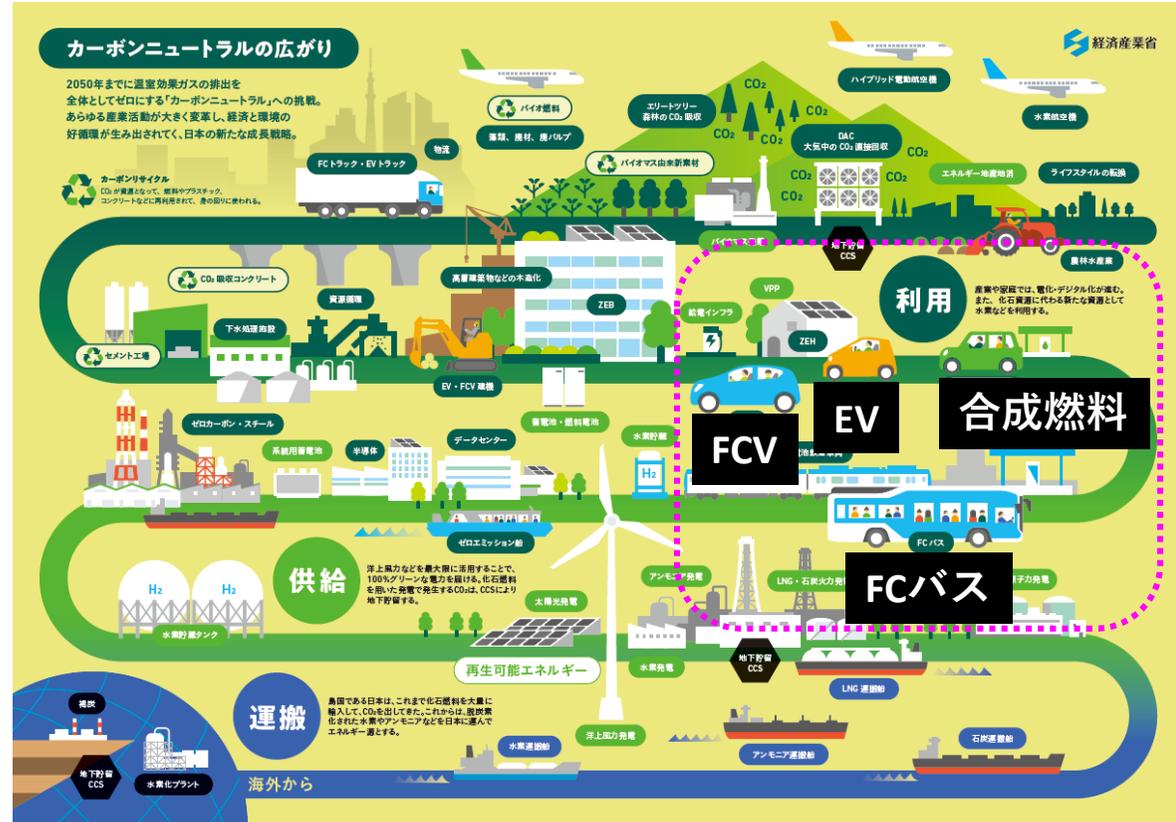
- ◆ 環境問題と自動車排出ガスについて
- ◆ 東京都環境科学研究所における自動車排出ガス計測
 - ✓ シャシダイナモメータによる排出ガス計測
 - ✓ 実路走行時の排出ガス計測
- ◆ **まとめに代えて**

まとめに代えて

自動車業界では脱炭素化の流れ



日刊自動車新聞2021/11/11より



経済産業省HPより 図に追記

グリーン成長戦略（経済産業省）が改定

「2035年に乗用車の新車販売をすべて電動車とする」

○2035年以降も、使用過程のガソリン車、ディーゼル車は多数存在する
→今後も、使用過程車からの排出ガスの実態把握を継続

○使用過程にある電気自動車の電費計測、CO₂発生量の算定（新規テーマ）

ご清聴ありがとうございました