

2

NOxセンサを用いた重量車排出ガス計測システムによる 尿素SCR触媒におけるNOx浄化性能の把握

環境研究部 ※山本 敏朗

1. 研究の背景

- 地球温暖化対策として、欧州を中心に、自動車の電動化が進められているが、大型重量貨物車の電動化技術においては、現状レベルの積載重量及び輸送距離を維持することが難しいことから、短期間で電動車等への転換は困難であると考えられる。このことから、高効率ディーゼルエンジンの開発は、これからも続くものと推測される。
- 一方、エンジンの高効率化が進んでも、窒素酸化物（NOx）対策は必須であると考えられる。現在の主流の対策である尿素を還元剤としたNOx選択還元触媒システム（尿素SCRシステム）の性能向上はこれからも重要となる。
- SCR触媒は、積算走行距離の増加に伴い、性能劣化することがわかっている。現在、重量車の積算走行距離は、100万km超となる場合もあり、実走行時の排出ガス性能確保の重要性が増しているものの、尿素SCRシステムの使用過程での性能変化等に関する知見が少ない。

2. 研究の目的

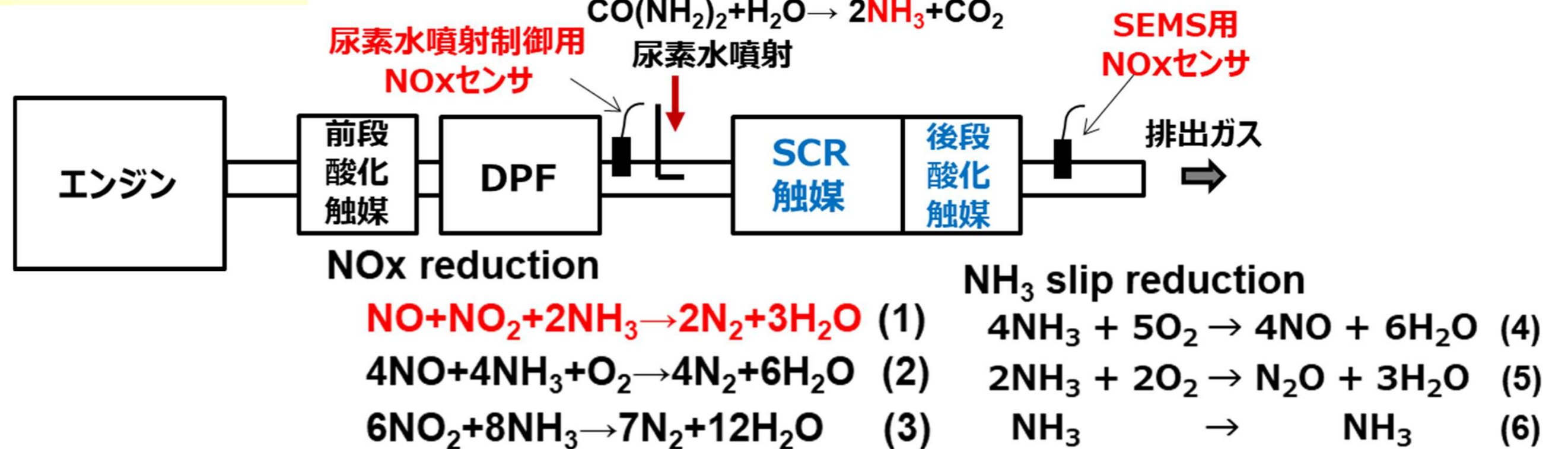
本研究は、運送事業用の平成28年排出ガス規制適合のディーゼル重量車に、NOxセンサ、NH₃センサ等の排気管直挿型センサを用いた車載型排出ガス分析装置（SEMS：Sensor-based Emissions Measurement System）を装着してデータを収集し、これらのデータを用いて、平成28年規制適合車から尿素SCRシステムに導入されているCu系ゼオライトSCR触媒の実路走行時のNOx浄化性能を調査し、積算走行距離が増加する中でのNOx浄化性能の推移を把握することを目的としている。

3. 実験方法

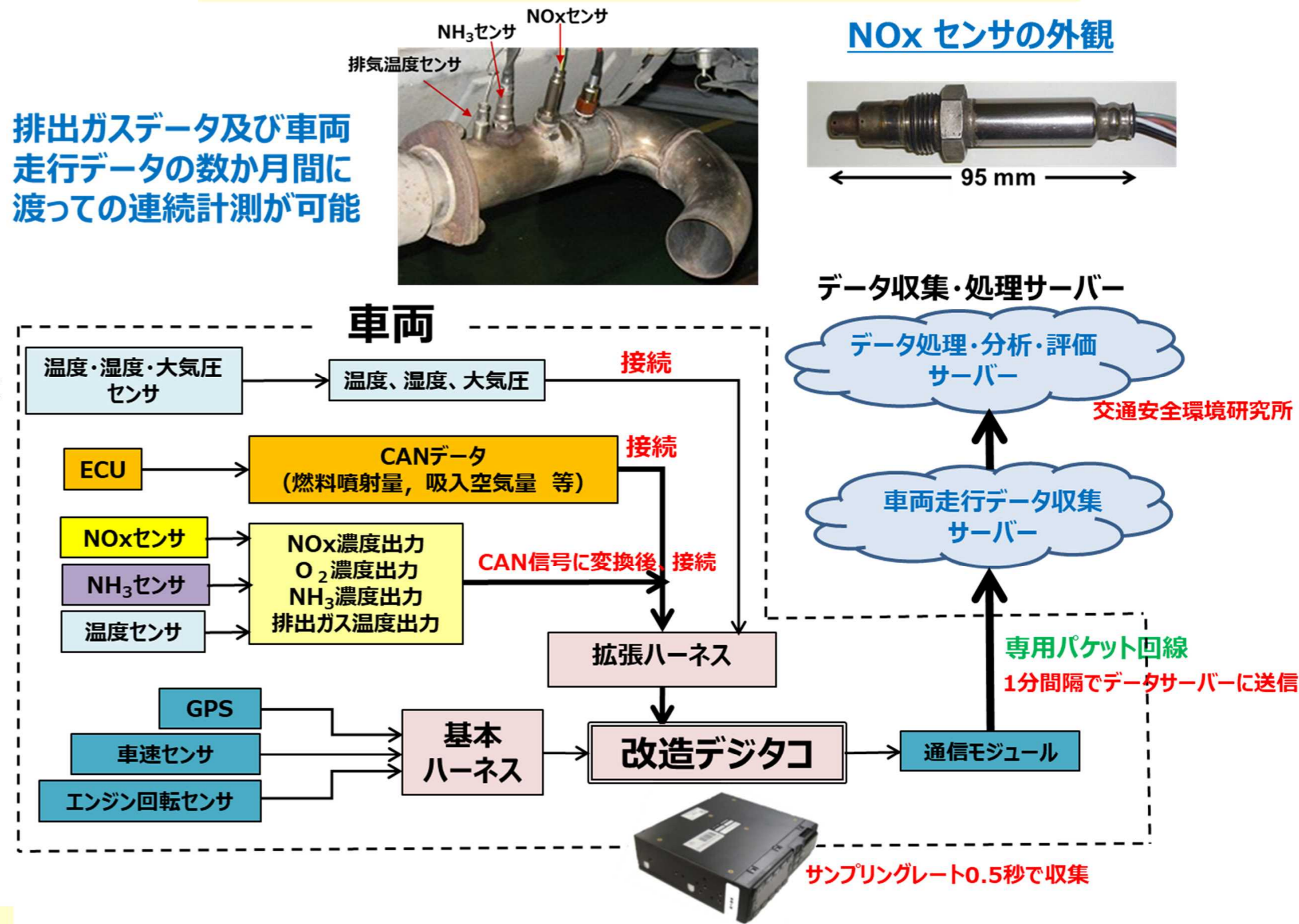
供試車両の主要諸元

項目	運送事業用車両
車両カテゴリ	中型貨物車
車両総重量 (t)	7.8
最大積載量 (t)	3.4
エンジン型式	直列4気筒 インタークーラーホブ
エンジン排気量 (L)	5
排出ガス対策	EGR DPF + Urea-SCR
DPF再生方式	自動再生&連続再生
適合排出ガス規制	平成28年規制

供試車両の排気系概略



排気管直挿型センサを用いた計測システム (SEMS)



4.1. 走行試験ルート及び走行条件の選択

高速道路走行ルートに着目した。特に、DPF自動再生中は排出ガス温度が昇温され、触媒温度が高いときのNOx浄化性能を観測できることから、これを含む走行時の性能評価を行った。



試験時の積算走行距離：約21万km

4.2. 尿素SCR触媒のNOx浄化性能の分析に用いる指標

尿素SCR触媒のNOx浄化性能は、NOx浄化率、空間速度、触媒温度に依存する。

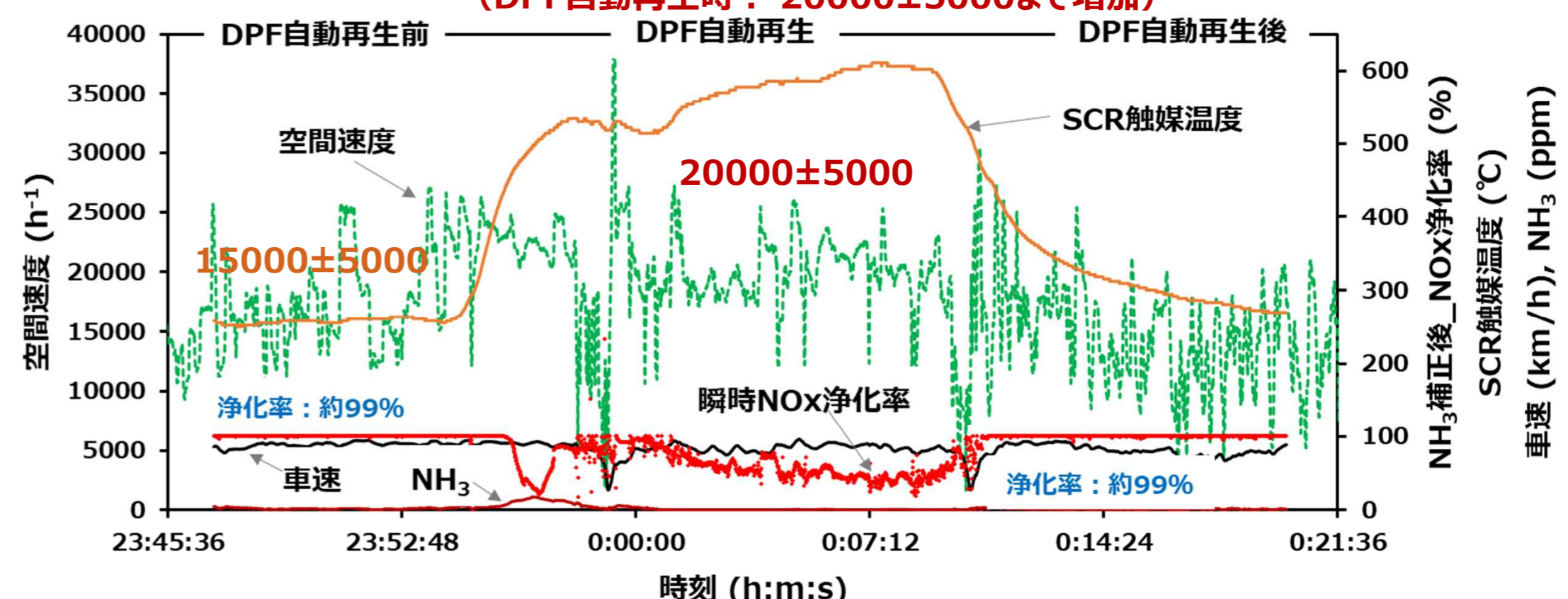
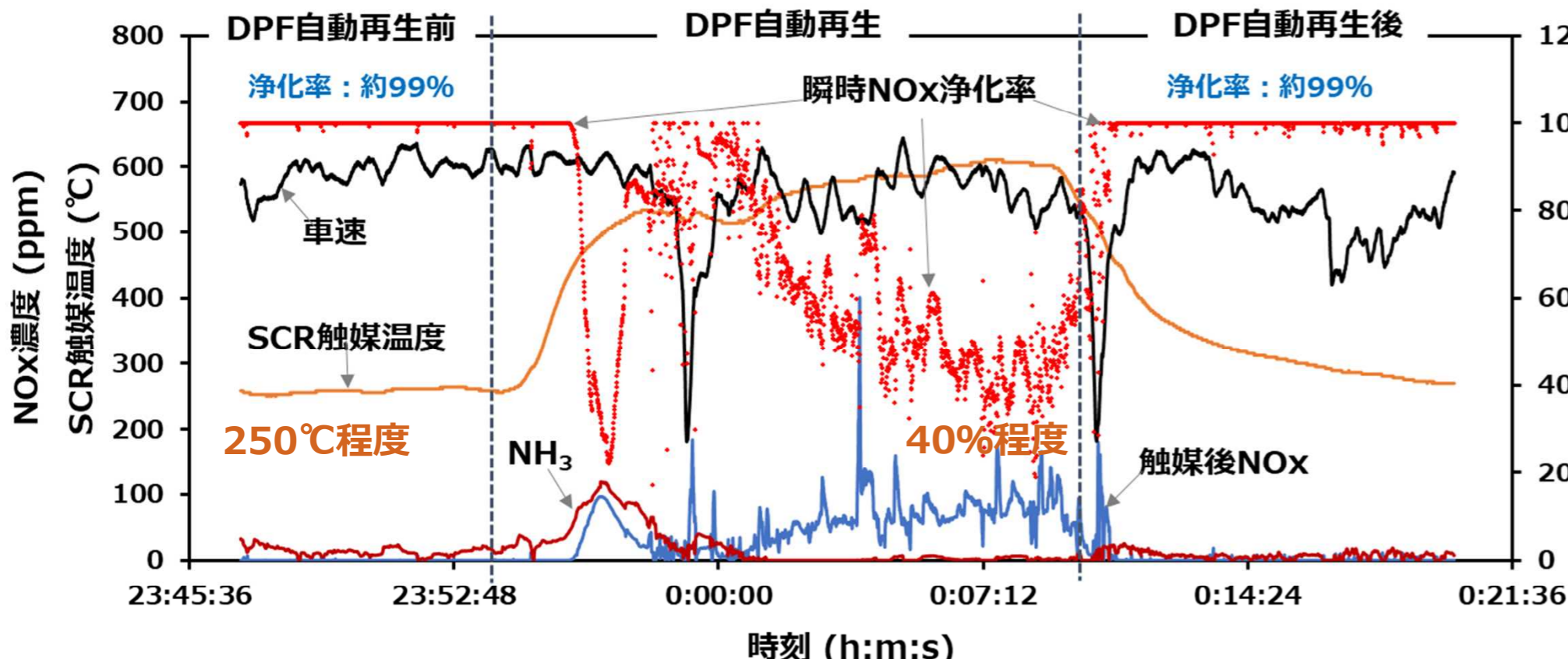
- 尿素SCR触媒のNOx浄化率の算出 (触媒前後のNOx濃度から算出)
触媒前NOx濃度：尿素水噴射制御用NOxセンサにより計測
触媒後NOx濃度：SEMS用NOxセンサにより計測
$$\text{NOx浄化率 (\%)} = (\text{触媒前NOx濃度} - \text{触媒後NOx濃度}) / \text{触媒前NOx濃度}$$
- 尿素SCR触媒の空間速度の算出
排出ガス流量：(吸入空気重量+燃料噴射重量) / 排出ガス密度
$$\text{尿素SCR触媒の空間速度 (h}^{-1}\text{)} = \text{排出ガス流量} / \text{触媒容量}$$
- 尿素SCR触媒温度の計測
CAN (Controller Area Network：自動車LANの標準プロトコル) 信号より、SCR触媒の中央部の温度として収集

4.3. 尿素SCR触媒のNOx浄化性能の分析

実路走行時における尿素SCR触媒の瞬間NOx浄化率の変化、空間速度の変化及び触媒温度の変化 (東関東自動車道 湾岸幕張PA付近走行時、DPF自動再生を含む)

高速道路走行時のNOx浄化率：約99% (DPF自動再生時：40%程度まで低下)
高速道路走行時のSCR触媒温度：250°C程度

高速道路走行時のSCR触媒の空間速度：15000±5000 (DPF自動再生時：20000±5000まで増加)



5. まとめ

尿素SCR触媒の使用過程でのNOx浄化性能を把握するため、運送事業用の平成28年排出ガス規制適合のディーゼル重量車にSEMSを装着して実路走行時におけるデータを収集し、Cu系ゼオライトSCR触媒のNOx浄化性能を、瞬間NOx浄化率を指標として分析した。

- 車速80km/h程度の高速道路走行条件では、瞬間NOx浄化率は約99%と高い値を示した。
- DPF自動再生中は、SCR触媒温度が600°C程度まで上昇する過程で、浄化率は徐々に40%程度まで低下した。これは、SCR触媒に吸着しているNH₃ (還元剤) の酸化が活発化し、瞬間NOx浄化率が低下したものと推測された。

今後の展開：一般道走行を含めた実走行時における尿素SCR触媒のNOx浄化性能の推移を、NOx浄化率の変化、空間速度の変化、触媒温度の変化等から総合的に分析する。