

2. 車載型NO_xセンサの実用化とその利用技術に関する研究

(研究期間 平成13年度～平成14年度)

環境省 環境技術開発等推進費（実用化研究開発課題）

環境エネルギー部 エネルギー技術研究室 野田 明
山本 敏郎

1. 本研究の背景

大都市部を中心として沿道 NO_2 濃度の環境基準を達成できない地域が依然として多く、自動車排出ガス中の NO_x 低減対策は極めて重要である。しかし一方では地球温暖化防止のため、自動車の省エネルギー化を推進して CO_2 の排出量削減も進めなければならない。

高温燃焼時に発生しやすい NO_x の低減対策とエンジンの熱効率を高める CO_2 の低減対策とは技術背反性の関係にあり、両者を共に大きく改善するには、ブレークスルーとなる要素技術の開発が待たれている。車両の排気管に直接挿入可能な小型 NO_x センサが、高い信頼性を持って実用化できれば、各種車両の実走行時の排出 NO_x 濃度を直接検知できるようになり、センサの出力信号をエンジン制御にフィードバックさせることにより、 NO_x と CO_2 の同時低減に有効なシステム技術に発展させる道も開けることになる。さらに触媒装置の劣化を車上で診断するOBD技術への適用も可能となる。

NO_x センサの開発は国内数社が取り組んでおり、交通安全環境研究所もサンプルセンサを用いてその実用性などを調査しているが、 NO_x 検知におけるアンモニア干渉などいくつかの技術的課題が残されていることがわかってきた。これらの問題を短期間のうちに解決できれば、広範な使用条件のもとで使われる自動車の排出ガス対策における同センサの応用展開に結び付けられると考えられる。

こうした背景から本研究では、 NO_x センサの開発では国内最先端にいる日本碍子（株）並びに高性能・高精度なエンジン・排出ガス試験設備を有し、排出ガス評価技術や触媒の解析能力を備えた交通安全環境研究所が共同して取り組み、小型 NO_x センサの実用化に関して必要な技術課題の解決方法、性能向上のための改良方法を研究する

さらに NO_x センサの応用技術として、 NO_x 吸蔵還元型触媒付きエンジンの空燃比制御での利用や排気浄化触媒の車上劣化診断法への適用可能性を実験的に検証することとする。

2. 研究の概要

本研究では、以下の2つのサブテーマを設定して研究を進めることとする。

(1) NO_x センサの実用化に係る問題点の解明と対策技術に関する研究

第1ステップでは、自動車排出ガスを模擬したモデルガスを用いて管理されたガス条件、環境条件のもとで NO_x センサの特性を評価試験する。さらに第2段階では、実機のエンジンの実排出ガスに NO_x センサを曝露して出力特性を調べ、従来の排出ガス分析計の計測値と比較する。こうした種々の使用条件のもとでセンサの実用化に係る問題点を洗い出すこととする。さらにエンジンを使った耐久性評価試験などを行い、実用性能等の改良要件を探って、応用技術に展開するサンプルセンサの開発にフィードバックする。こうした過程を繰り返すことにより、最終的にはそれぞれの利用技術に対応できる実用性能を備える NO_x センサを開発する。

(2) NO_xセンサの利用技術の可能性に関する研究

センサの開発元から供給された試作NO_xセンサを使い、交通安全環境研究所のエンジン実験施設で各種実走行条件下での性能評価試験を行って、NO_xセンサの実用性を評価する。

一方、NO_xセンサの応用技術として期待されるものに、希薄燃焼ガソリンエンジン用のNO_x吸蔵還元型触媒との組み合わせがある。そこで同触媒の上流側や下流側に設置した同センサの信号から運転中の触媒NO_x吸蔵リミットを検出し、この結果をエンジン空燃比リッチスパイク制御にフィードバックする技術を研究する。この研究は、NO_x吸蔵還元触媒の浄化能力の安定性向上に役立つとともに、希薄燃焼ガソリンエンジンの低NO_x、低燃費の両立に大きく貢献できる可能性がある。

続いて、三元触媒の車上劣化判定にNO_xセンサを利用する方法を研究する。このため新品触媒および劣化試験により性能低下させた三元触媒を用いて比較実験し、触媒劣化時の排出ガス変化の特徴を解析・定量化した上で、触媒通過後のNO_x挙動とNO_xセンサ出力特性との関連性を探る。NO_x濃度は触媒性能だけでなく加減速等の運転条件やその時の空燃比の状態にも大きく影響されることから、排気系に取り付けたNO_xセンサ信号を単純に読み取るだけでは触媒の劣化判定が困難である。そこでNO_xセンサ出力信号から触媒装置の劣化判定を行う診断アルゴリズムやその演算方法を検討し、最終的に車上OBD診断技術としての可能性を検証する。

3. NO_xセンサの概要

図1は使用したNO_xセンサの測定原理図である。同センサは第1ポンピングセルでは、広範な運転条件下でもサンプルガス中のO₂濃度が常に一定になるように制御され、第2ポンピングセルではNO_xをO₂とN₂に分解してO₂分圧を検出する。この検出値に対して、第1ポンピングセルの余剰O₂分を補正してNO_x濃度を算出する。

交通安全環境研究所と日本碍子が共同で取り組んでいる車載用NO_xセンサは、ジルコニア(ZrO₂)の酸素イオン伝導性を応用したセンサ基板で構成されており、図1にその測定原理を示す。NO_xはN₂とO₂の平衡反応($\text{NO}_x \leftrightarrow \text{N}_2 + \text{O}_2$)として示され、右辺の酸素を除去すればNO_xの分解(還元)を促進できる。そのNO_xの分解で酸素が発生するので、NO_x分解によって発生した酸素を測定することにより、排出ガス中のNO_xに比例した信号を得られる事となる。

この原理を具体化するために、センサはジルコニア固体電解質の積層構造体とし、2つの内部空間、3つの酸素ポンプで構成されている。第1空間には第1酸素ポンプとして一対の電極が構成されていて、この電極間に調整した電圧を印加することで酸素を内部空間から汲み出しもしくは汲み入れる。第1空間での酸素汲み入れ/出し後の酸素濃度は、可燃性ガスを燃焼させ数ppmの酸素レベルに維持する。したがって、第1ポンプの酸素ポン

プ量は、空燃比に対応したA/F出力としても扱うことが可能である。

その奥に配置された第2空間には、第2酸素ポンプと測定ポンプが配置されており、第2酸素ポンプで排ガス中の酸素を更に汲み出し、NO_xをO₂とN₂に分解してO₂分圧を検出する。この検出値に対して、第1ポンピングセルの余剰O₂分を補正してNO_x濃度を算出する。NO_xを分解させ発生した酸素を測定ポンプにて検知するが、この検知した酸素量は排ガス中のNO_x量に比例した信号を出力することになる。

4. 本年度の研究成果

4. 1 現状のNO_xセンサの基本特性

4.1.1 センサの測定精度（定常条件下）

NO_xセンサのエンジン実機上での出力特性を確認するため、2.5Lターボ付ディーゼルエンジンを定常条件で運転して、その時のNO_x及びA/F出力を測定した。

NO_xセンサはエンジンの排気ポートより約1メートル下流の排気管に取り付け、エンジンの運転条件を負荷と回転数の組合せにより、17条件を設定して測定した。さらに排気のNO_x濃度を変化させるため、EGR率を調整して3から4点のNO_x濃度を設定した。この運転条件における排気ガスの温度は、190℃～760℃の範囲であった。

NO_xセンサ出力は、CLD式ガス分析計の計測値と比較することにより精度検証を行った。測定結果を図. 2に示す。この条件下ではNO_x濃度を約50ppmから500ppm弱の範囲で変化させたが、センサのNO_x濃度に対する出力は、100ppmのNO_xに対して±5ppm、300ppmのNO_xに対して±15ppmの範囲内にあり、測定精度は±5%であった。また、NO_xセンサ素子第1空間から同時に出力されたA/F出力に関しては、図2の右図に示すように、ガス分析計の表示濃度から計算で求めたA/Fと比較して極めて高い相関係数を示し、空燃比の計測センサとしても非常に有効であることが示された。

同様にガソリンエンジンに関するNO_xセンサの測定精度を検証した。実験は三元触媒を装着しない条件、即ち排気ガス中にNH₃が存在しない条件において、NO_xガス濃度に対するセンサの出力特性を測定することにした。NO_xセンサを排気ポートの1.2メートル下流に取り付け、排気ガス温度が約300℃のもとで、空燃比A/Fを1.2から17.2の間で変化させてCLDガス分析計の計測値とNO_xセンサ出力とを比較した。測定結果を図3に示す。現行のセンサは空燃比A/Fが17のリーン状態からA/F=1.2のリッチ条件まで、NO_x濃度が300ppmの点で±15ppm、即ち±5%の精度を有していることがわかった。

4.1.2 センサの応答特性

次にNO_xセンサによる測定の応答特性を調べた。実験は三元触媒付きのガソリンエンジンを1200rpm定常状態で運転し、その空燃比を11.9のリッチ状態から14.6のストイ

キ状態に急変させた時のセンサの出力を、CLD分析計（NO_x測定）の値並びに空燃比計測で実績のあるUEGOセンサの値と比較して応答性を調べた。結果を図4に示す。

（a）図は空燃比急変に伴って発生したNO_x濃度変化に対して、CLD分析計で連続測定したNO_x濃度表示値とNO_xセンサ信号との関係である。NO_xセンサの立ち上がりの方がCLD分析計より約4秒早い、これはセンサが排気管に直挿されているのに対して、CLD分析計がサンプラインを通して導入したガスを測定している無駄時間のためである。立ち上がり速度で見ると、NO_xセンサの応答時間（33→66%）は340msecであり、CLD分析計の場合と遜色がなかった。

また空燃比計測の応答性をUEGOセンサで比較した（b）図の結果を見ると、NO_xセンサの応答時間（33→66%）は280msecで、UEGOセンサとほぼ同様であった。

以上の結果より、NO_xセンサによる排気NO_x濃度と空燃比の計測応答性は十分実用性能を満たしていると考ええる。

4. 2 NO_xセンサを三元触媒付きガソリンエンジンに適用する際の課題

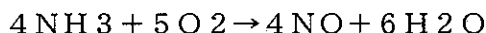
次にNO_xセンサを利用して三元触媒装置の劣化診断の実用可能性を調べる観点から、実用モード走行時のセンサ出力特性を調べた。この診断法では、触媒を通過した排出ガス中のNO_x濃度を同センサで直接検知することにより、触媒の劣化状態を判定する方法を目指すものである。

図5（a）は、三元触媒付きエンジンで10・15モードを運転した時のNO_xセンサ及びCLD方式排ガス分析計によるNO_x濃度の測定結果の比較である。同図の結果から、全運転域に渡ってNO_xセンサの検出濃度の方が高い値を示す傾向が見られた。そこで、その原因について考察した。

三元触媒においては、空燃比過濃時には排出ガス中のH₂とNOが触媒担持金属表面において、以下に示す反応が生じることによりNH₃が生成するといわれている。



この反応によって生じたNH₃が、NO_xセンサの第1ポンピングセルのPt属系電極において酸化され、次の反応が生じると考えられる。



この反応の影響を調べるために、図5（a）と同じ運転条件において、触媒出口ガス中のNH₃濃度をFTIR式排出ガス分析計で測定し、この分をNO_xセンサによるNO_x濃度測定値から差し引く計算を試みた。その結果を図5（b）に示す。同図より、NH₃による影響分でNO_xセンサ検出値を補正すると、CLD式NO_x計の測定値と非常に良く一致することがわかった。

以上の結果から、NO_xセンサを使って三元触媒付きガソリン車のNO_x濃度測定に利用するには、触媒通過ガス中のNH₃干渉に対する対策が必要であり、この点がNO_xセ

ンサ方式OBD法の実用化のキーポイントになると思われる。

4. 3 NO_xセンサに対するアンモニア干渉性の解析

前節で提起したNH₃干渉性に関して、さらに実験により検証・解析した。

4.3.1 エンジン実排出ガスによる確認実験

図6に示すように、三元触媒後方からCLDガス分析計にサンプルガスを導入するラインの途中に収気ビンを取り付け、その途中に水バブリングの有無によってNO_xセンサの出力を測定した。なおNH₃は水に溶解しやすいため、水バブリングした後方の排気ガス中にはNH₃が存在しない条件となる。

NH₃がNO_xセンサ出力に及ぼす影響を見るため、バブリング収気ビンの後方のサンプリングライン途中にNO_xセンサを取り付けた。結果を図7に示す。

水バブリングをしない場合、すなわち排気ガス中にNH₃が存在するとみられる場合は、左図に示すように空燃比A/F、1.2から1.4の空燃比リッチ雰囲気においてCLDガス分析計が殆どNO_xの存在を示していないにも拘らず、NO_xセンサ出力はA/F=1.4で最大約700ppm相当の出力上昇を示した。この結果から、排出ガス中に含まれるNH₃の干渉によってNO_xセンサ出力が影響されたと考えられる。

一方、収気ビンに水を入れて水バブリングした場合、すなわち排気ガス中にNH₃が存在しない場合は、右図に示すようにNO_x出力上昇も無くNO_xセンサ出力はCLDガス分析計と一致した値を示した。

以上の確認実験より、実車測定で観測されたリッチ条件下でのNO_x出力上昇は、リッチ条件下に三元触媒で発生したNH₃に起因すると考えられる。

4.3.2 モデルガスによる確認実験

三元触媒付きガソリンエンジンで観測された空燃比リッチ条件下のNO_x出力の上昇は排気ガス中のNH₃に起因するものと推定されたため、次にモデルガス発生装置にてNO_xセンサのNH₃に対するNO_xセンサ出力特性(NH₃干渉性)を確認した。

モデルガスの条件は、水3%を含んだ窒素(N₂)ベースのガス条件下において、NOもしくはNH₃を0, 150, 300及び500ppmの濃度とし、ガス温度は室温としてガス流量5リットル/分に設定した。結果を図8に示す。

NO_xセンサのNOに対する出力特性に対し、NH₃ガス雰囲気下では約70～90%の感度特性を示し、NO_xセンサはNH₃に対し感度を有する(NH₃干渉性が有る)事が確認された。

したがって、空燃比リッチも含んだ全領域の空燃比条件で実排ガス中のNO_x濃度を同センサで測定するには、現在のNO_xセンサが有するNH₃干渉性を改善する必要があると考えられる。

4. 4 アンモニア干渉対策とその効果

NO_xセンサのNH₃干渉性を改善するために、NO_xセンサ素子のガス導入口部分にNH₃を分解する触媒を配置した2種類のセンサ、対策品-Aと対策品-Bを試作しモデルガスにてNH₃干渉性の測定を実施した。

測定ガスは、酸素0.5%、水3%を含んだ窒素ガスをベースに、NOもしくはNH₃を0, 150, 300, 500 ppmに設定した。実験結果を図9に示す。NO_xセンサのオリジナル標準品は、NO感度に対しNH₃感度約85%を示すのに対し、対策品-AではNH₃感度50%を示しNO_xセンサのNO_x出力検知前にNH₃が分解していることが推定された。対策品-Bの場合は、同様の触媒効果によりNH₃感度を約1/3まで低減でき、NH₃感度30%を示した。

次に試作したNH₃対策品-A及び-BのNH₃干渉性に対する改善効果をガソリンエンジンの実排出ガスで確認した。三元触媒の下流側にNO_xセンサを取り付け、空燃比をリッチから弱リーンまで変化させて、センサのNO_x出力をCLD分析計と比較した。

図10(a)、(b)に実験結果を示す。空燃比がリッチの領域では、CLDガス分析計では殆どNO_x濃度を検知しないのに対し、オリジナルセンサでは空燃比A/F=1.4近傍を最大値としてNO_x検知信号を出力している。一方、図(a)に示す対策品-Aの結果では、オリジナルセンサと比べて約20から40%のレベルでNH₃干渉性が残っている。

同図(b)に示す対策品-Bのセンサでは、空燃比リッチの条件下においてCLDガス分析計と同等のNO_x出力を示しており、NH₃の干渉影響が殆ど改善されたことがわかる。

なお、図中に白抜きマーカーで示した測定点は、NO_xセンサ出力調整として500 ppmもしくは2000 ppmで設定してあるため、それ以上のNO_x濃度条件では出力が上限に張付いており、この測定の中では比較対象外である。

4. 5 NO_x吸蔵触媒の吸蔵量検知方法とNO_xセンサの適用可能性

NO_xセンサの用途として期待されるものに、希薄燃焼ガソリンエンジン用のNO_x吸蔵還元型触媒の吸蔵量検知がある。そこで本研究では、同触媒の下流側にNO_xセンサを設置して、空燃比を変化させる実験を行い、触媒によるNO_x吸蔵状態を同センサの出力から調べた。

図11は、エンジン回転数1200rpmのもとで空気過剰率 λ を1.4のリーン運転条件に保った後に、 λ を0.8のリッチ状態を数秒間続けて、NO_x吸蔵を再生した時のNO_xセンサによる空燃比、NO_x測定結果を示す。なお、同図中にはCLD分析計によるNO_x測定結果も合わせて示した。NO_xセンサの信号は、CLD分析計の結果とほぼ一致しており、触媒出口のNO_x濃度を測定する上で十分な機能を有していることがわかる。したがって、触媒の再生をはかるリッチスパイクのタイミングをNO_xセンサによって決定することは十分実用可能性がありそうである。

次にNO_x吸蔵型触媒装置に対して、エンジンの空燃比を当量点($\lambda=1$)で5分間保持

することにより、NO_x触媒を初期状態（NO_x吸蔵がほとんど無い状態）にする前処理を行った上で、空燃比をA/F=1.9のリーン状態に移し、NO_x吸蔵触媒上流及び下流のNO_x濃度をNO_xセンサ及びCLDガス分析計で測定した。

この時の排気ガス温度は300℃及び350℃の2条件に設定して測定を行った。結果を図12に示す。NO_xセンサとCLD分析計の表示値はほぼ一致していた。またリーン域で作動している間は、NO_x吸蔵触媒上流の排出ガス中NO_x濃度は約350から500ppm程度の範囲で変動しながらも、ほぼ安定した濃度レベルであった。

図12に示される通り、排気ガス温度が300℃では800秒後でもまだ触媒後方のNO_x濃度が触媒前方と比較し約50%のレベルで飽和する傾向には無いことから、吸蔵限界には達していないと推測される。一方、排気ガス温度が350℃の場合は、約600秒の時点から触媒後方のNO_x値が触媒入り口側の濃度に近付き、飽和する傾向にあった。触媒上流側と下流側の濃度差とガス流量の積を積分した量が、触媒内部でのNO_x吸蔵量に相当すると考えられる。また今回の実験結果から、触媒のNO_x吸蔵能は温度条件にかなり影響されることがわかった。吸蔵型NO_x触媒による排出ガス浄化では、吸蔵限界に達する前にエンジンにリッチスパイクを与えて触媒のNO_x吸蔵能を再生させる必要があるが、これまで実用化されたNO_x触媒技術では吸蔵量を間接演算に基づいていた。今回の実験結果が示すように、触媒前後のNO_xセンサ信号はほぼ正確にリーン空燃比でのNO_x濃度を示していることから、リッチスパイクのタイミングを触媒前後のNO_xセンサ信号から求める方法は、十分可能性を有するものといえる。

次にNO_x触媒の再生条件として、約300秒毎にリッチスパイクを発生させるようにエンジン条件を設定し、リッチスパイク時のNO_x吸蔵触媒のNO_x排出挙動及びNO_xセンサの出力特性を測定した。空燃比A/F=1.9のリーン状態に保持した後、リッチスパイクとしてA/F=1.2の状態を2秒間与えることとし、これを反復させた。排出ガス温度は300℃と350℃の2条件を与えた。結果を図13に示す。

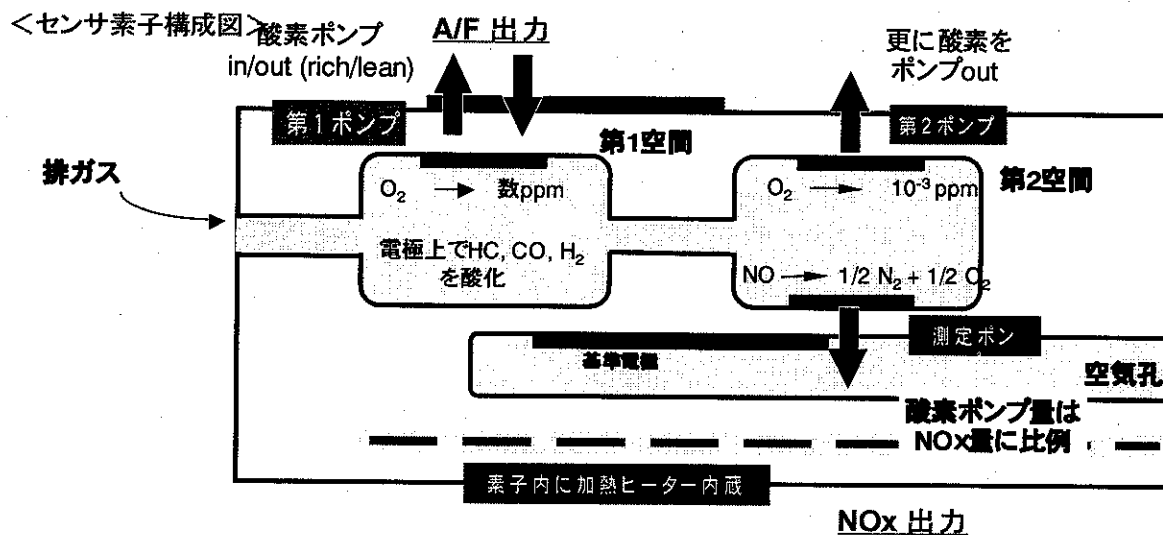
各排気ガス温度条件下で、図12で行った空燃比当量点で5分前処理した場合より早い時期に触媒下流側のNO_x濃度に飽和現象が認められた。この結果は、2秒程度の短時間のリッチスパイクでは300秒間に触媒内に吸蔵されたNO_xを完全に浄化・離脱できていないことを示すと考えられる。

したがって、NO_xセンサをNO_x吸蔵触媒の前後に取り付けて、触媒での吸蔵量をモニターし、必要なタイミングでNO_x吸蔵触媒の再生処理のためのリッチスパイクを与えることが非常に有効であると考ええる。

5. 本年度の成果のまとめ

NO_xの低減と燃費節減に有望な要素技術となるNO_xセンサに関して、独立行政法人交通安全環境研究所と日本ガイシ株式会社が共同して研究に取り組んだ。本年度は次のような研究成果を得た。

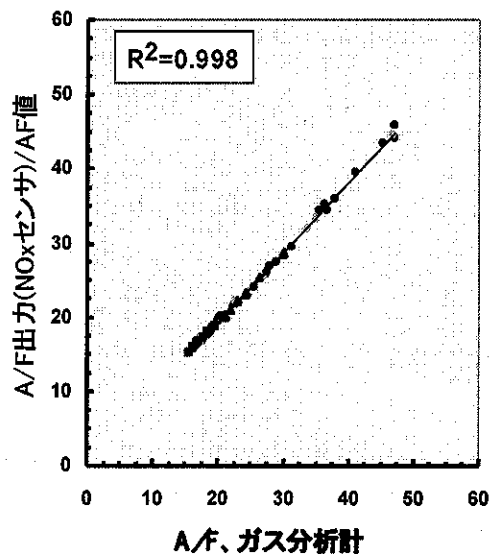
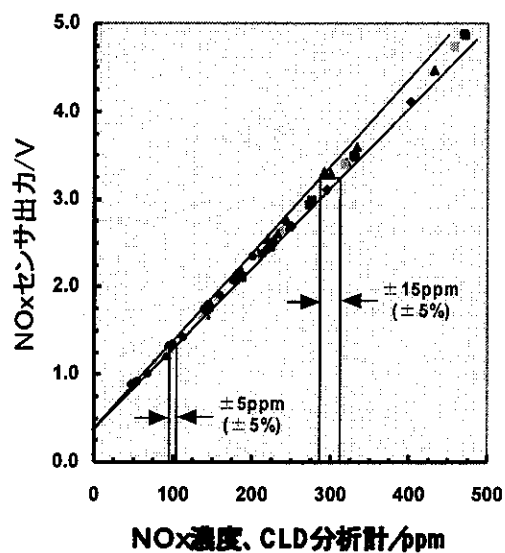
- (1)現状のNO_xセンサに関して、ガソリンエンジンとディーゼルエンジンの実排ガスを使って定常運転条件下でセンサ出力特性をCLD式NO_x濃度計の測定値と比較した。その結果、NO_xセンサは50～500ppmの濃度範囲において、±5%の精度で測定可能なことがわかった。
- (2)NO_xセンサは同時に空燃比の検出機能も有している。実績のあるUEGOセンサ方で測定した空燃比と現状のNO_xセンサの空燃比出力との相関度は $R^2=0.998$ と非常に高いものであった。
- (3)NO_xセンサの応答特性をCLD分析計と比較した結果、ほとんど同程度であった。また空燃比計測の応答性もUEGOセンサと同程度であった。
- (4)ガソリン三元触媒の下流側の排出ガスをNO_xセンサで測定したところ、空燃比リッチ条件下で触媒内で発生するNH₃の干渉を受けて、NO_x測定に誤差が生じることがわかった。
- (5)NO_xセンサのNH₃干渉性を改善するために、NO_xセンサ素子のガス導入口部分にNH₃を分解する触媒を配置した2種類のセンサ、対策品-Aと対策品-Bを試作しモデルガスにてNH₃干渉性の測定を実施した。その結果、NO_xセンサのオリジナル標準品では、NO感度に対しNH₃感度約85%を示すのに対し、対策品-AではNH₃感度50%を示し、対策品-BではNH₃感度30%まで低減できた。
- (6)NO_x吸蔵還元型触媒に対するNO_xセンサの適用可能性を実験的に検討した。その結果、センサを触媒の前後に取り付けて触媒での吸蔵量をモニターし、必要なタイミングでNO_x吸蔵触媒の再生処理のためのリッチスパイクを与える方法は有望であることがわかった。



測定原理：

1. O_2 を除去し、 $NO \leftrightarrow N_2 + O_2$ 平衡反応でのNO分解(還元)を促進。
2. NOの分解で、 O_2 が生成。
3. 生成した O_2 を測定。
(生成した O_2 は排ガス中のNO濃度に対応。)

図. 1 NO_x センサの測定原理図



- 1000rpm/5kgm
- ▲ 1000rpm/15kgm
- 1500rpm/5kgm
- ▲ 1500rpm/10kgm
- 1500rpm/15kgm
- ◆ 1500rpm/20kgm
- 2000rpm/5kgm
- ▲ 2000rpm/20kgm
- ◇ 2500rpm/5kgm
- △ 2500rpm/10kgm
- 2500rpm/20kgm
- 3500rpm/5kgm
- ▲ 3500rpm/10kgm
- 3500rpm/20kgm
- 4000rpm/5kgm
- ▲ 4000rpm/10kgm
- 4000rpm/15kgm

図. 2 NOxセンサーによるNOx及び A/Fの出力精度
(ディーゼルエンジン排気による測定結果)

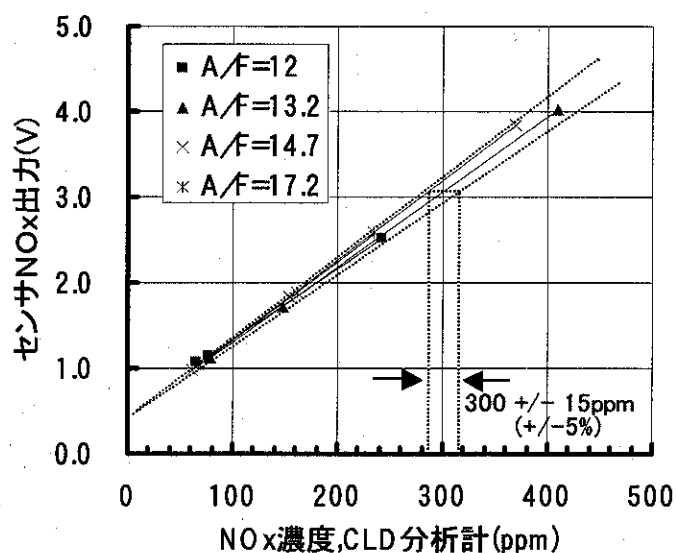
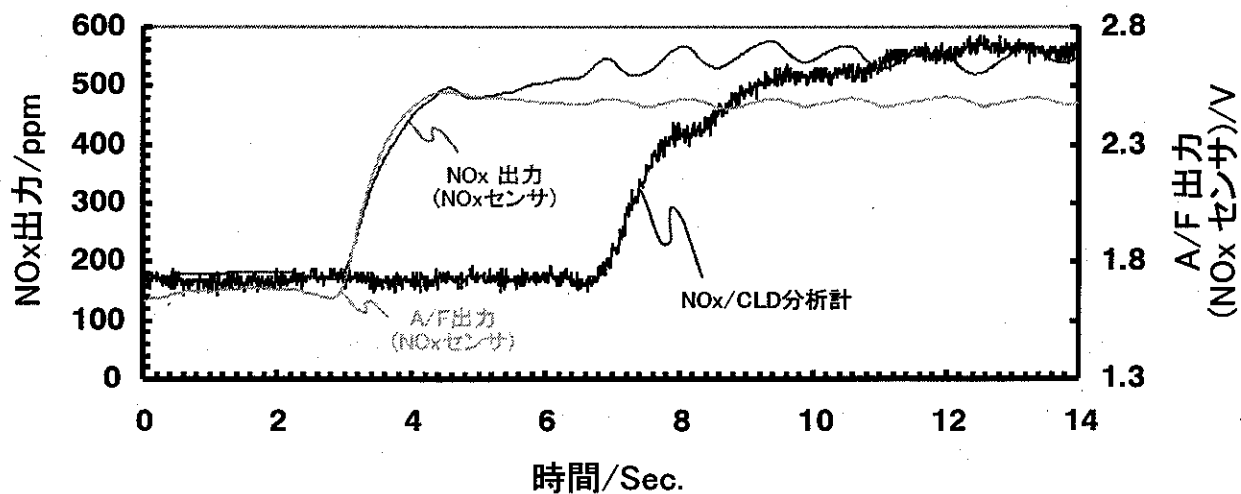
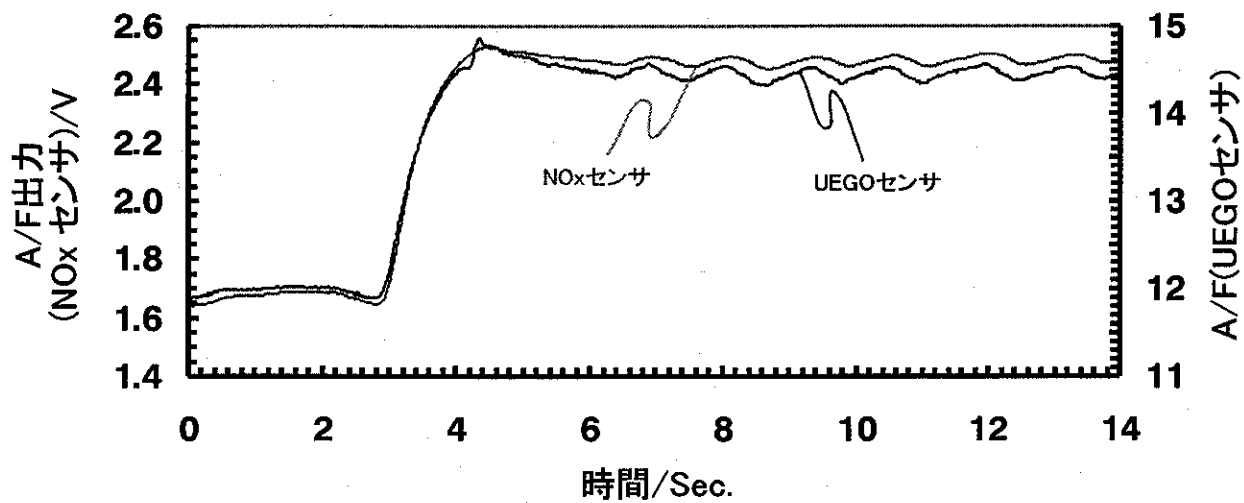


図. 3 NOxセンサーによる出力精度
(ガソリンエンジン排気による測定結果)



(a) NO_x濃度測定に対するセンサの応答性 (CLD分析計との比較)



(b) 空燃比測定に対するセンサの応答性 (UEGO空燃比センサとの比較)

図4 NO_xセンサの応答性試験結果

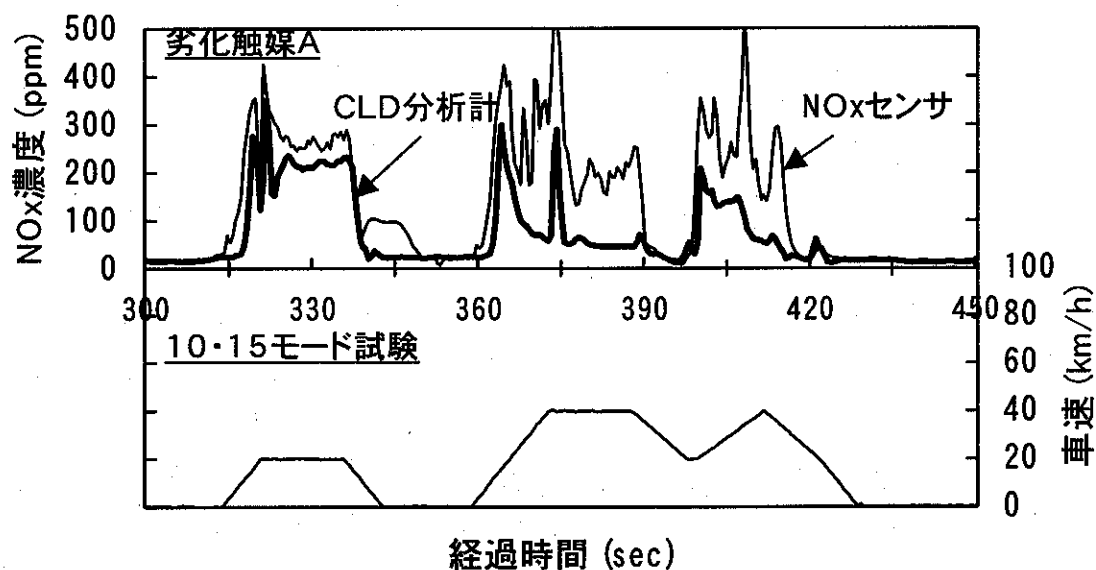


図5(a) NOxセンサとCLD排ガス分析計によるNOx濃度測定結果の比較

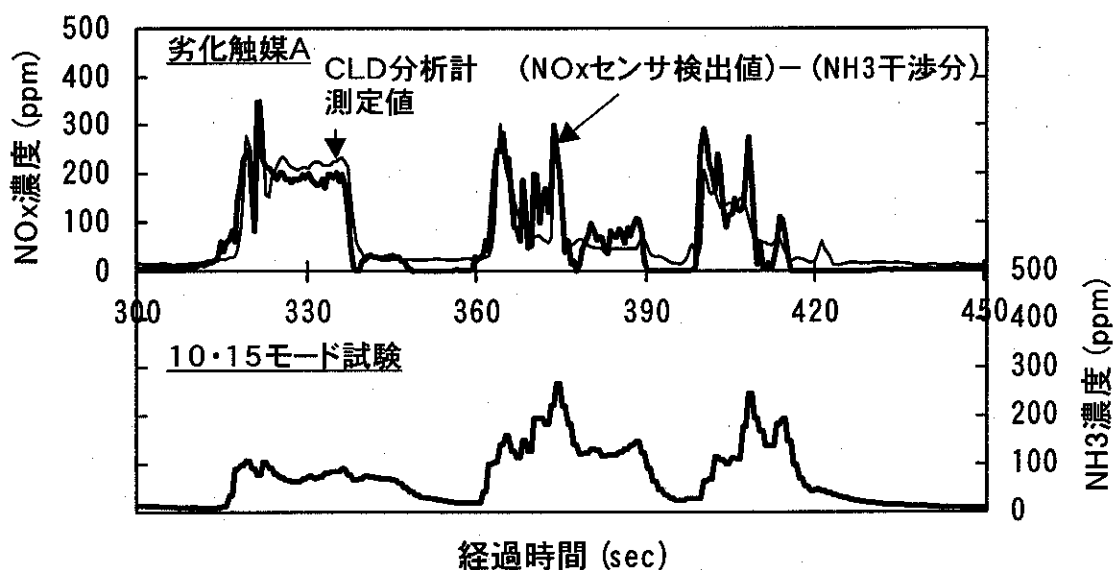


図5(b) NOxセンサによるNOx濃度測定におけるNH3の影響

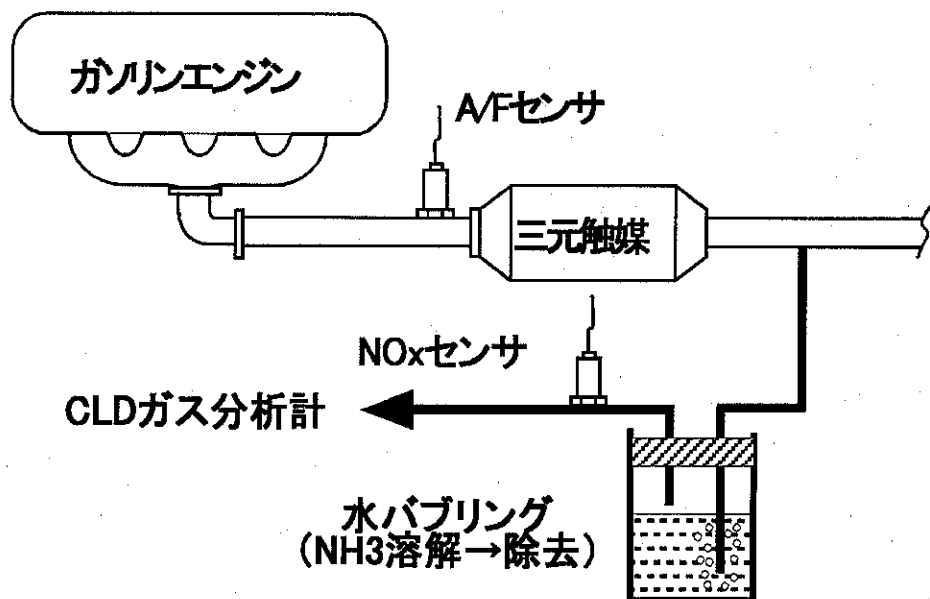


図6 NH3干渉影響の確認実験の方法

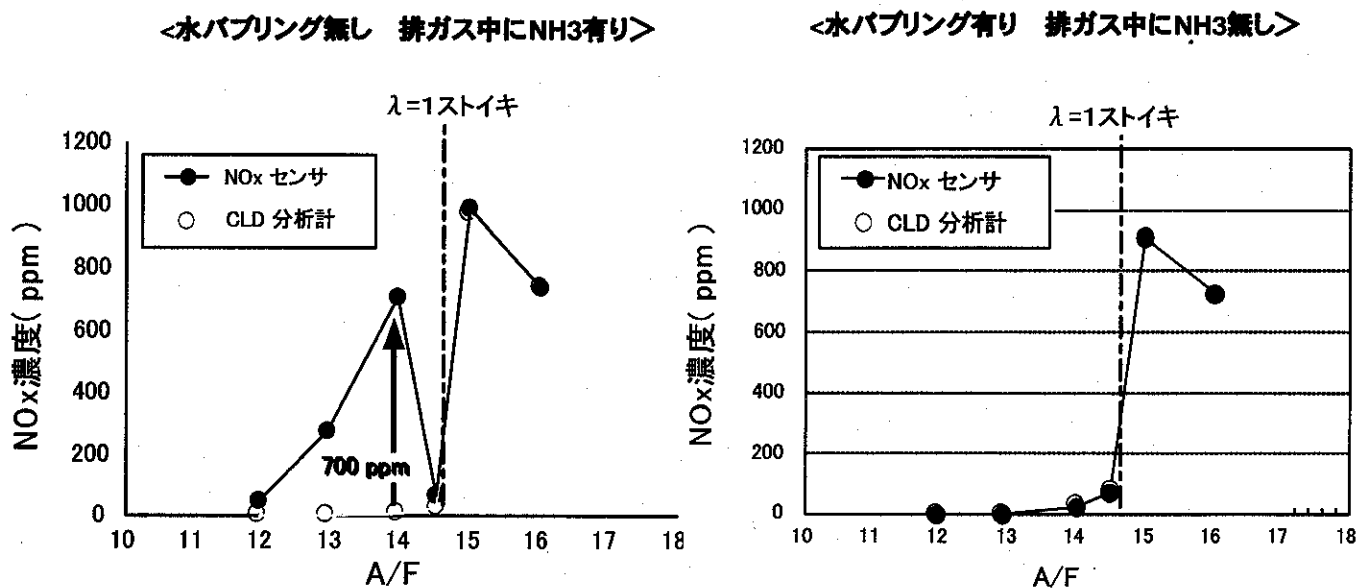


図7 NH3干渉影響の実排出ガスによる実験結果

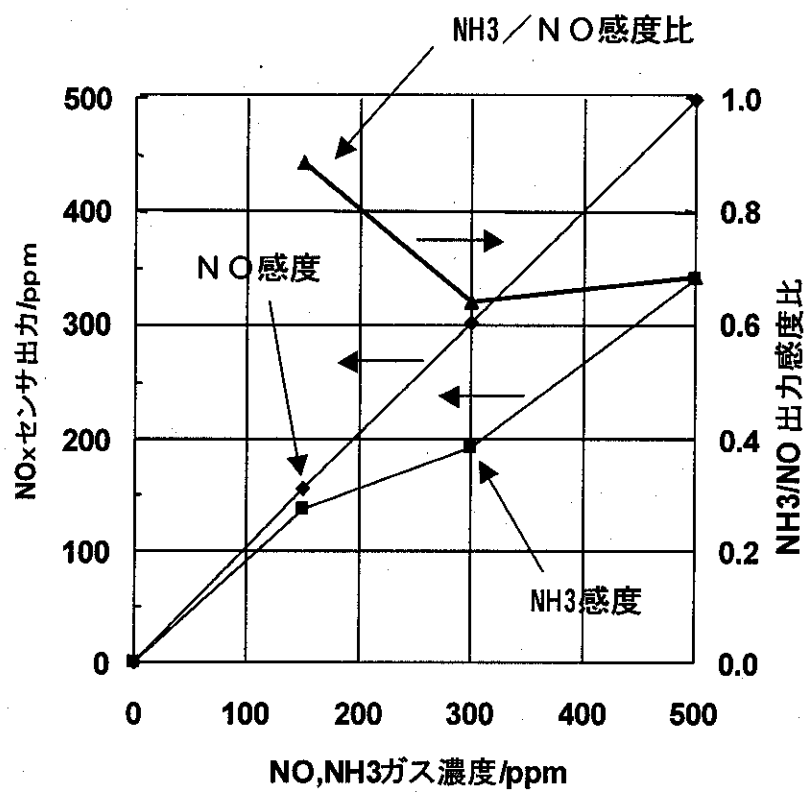
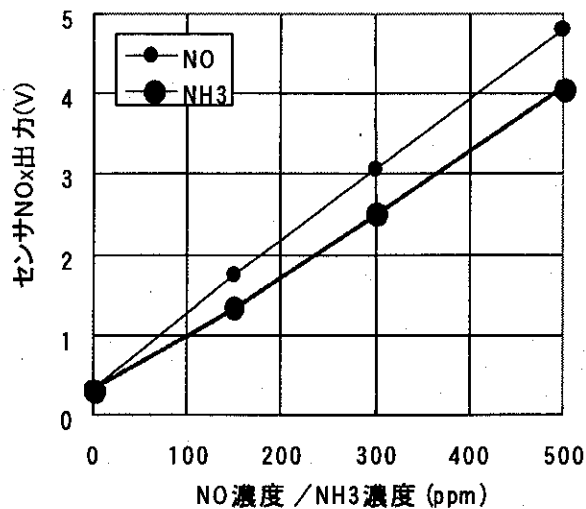


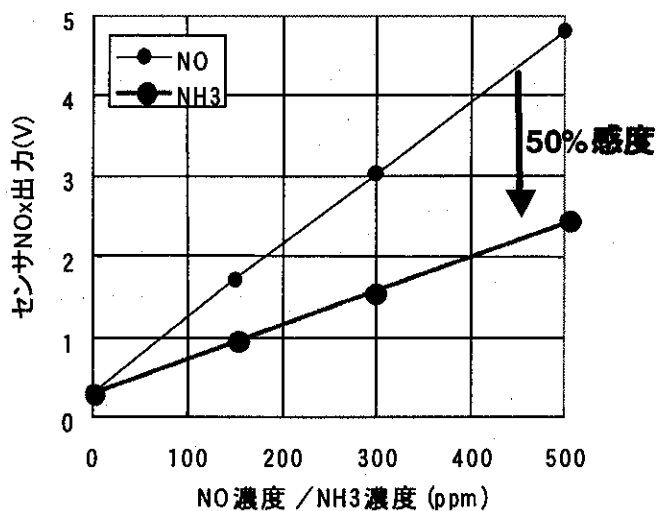
図8 NH3干渉影響のモデルガス実験結果

■ 測定ガス組成 : NO=0,150,300,500ppm ,
 NH3=0,150,300,500ppm ,
 O2=0.5%, H2O=3% , N2=キャリアガス
 ■ 測定ガス温度 : 室温
 ■ 測定ガス流量 : 5000cc/min

オリジナル



NH3対策品A



NH3対策品B

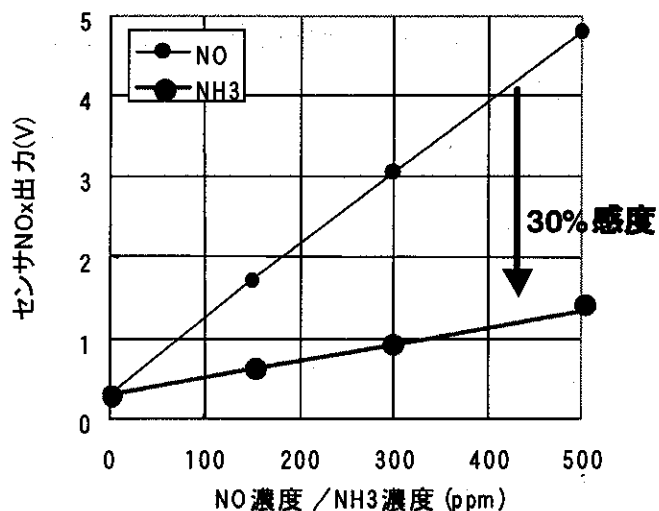
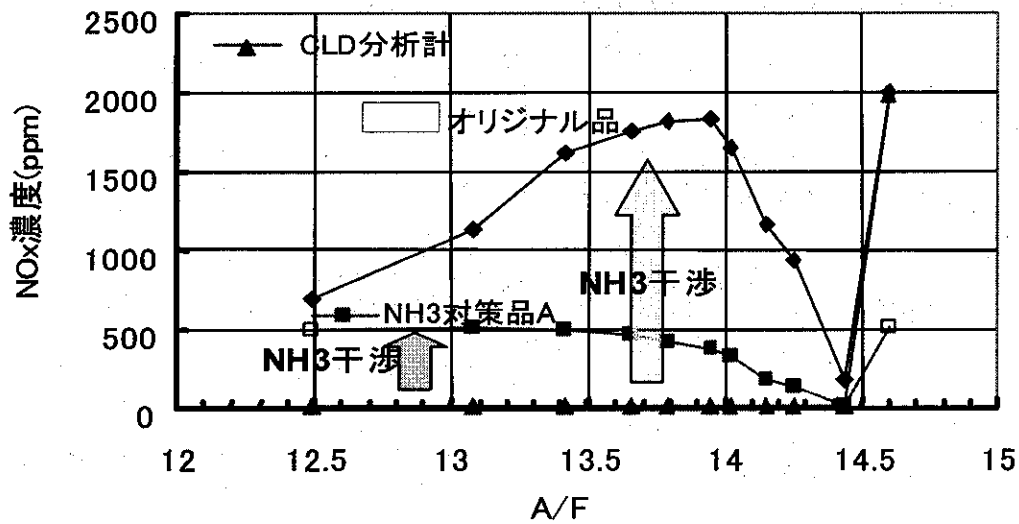
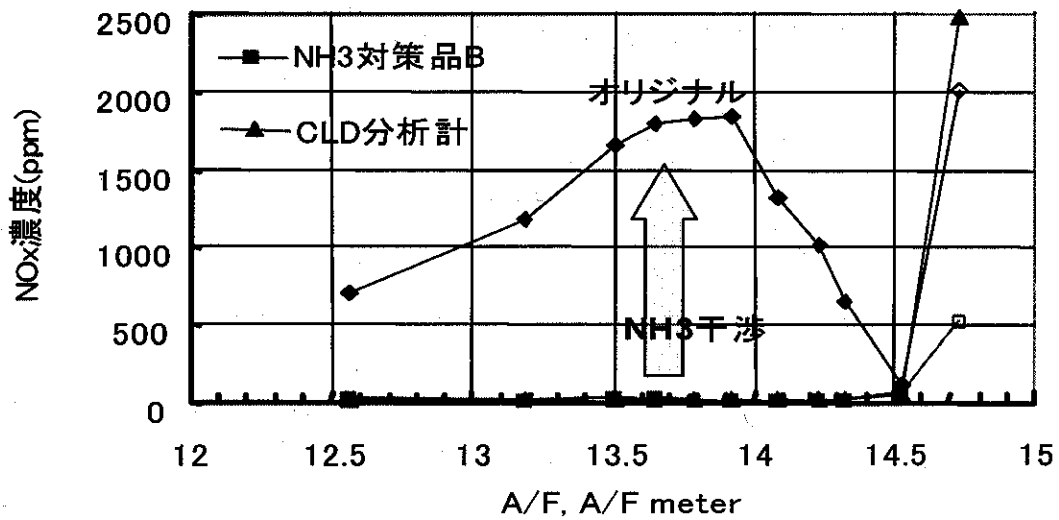


図9 NOxセンサのNH3干渉性改善効果(モデルガス測定)



(a) NH3対策費Aの効果



(b) NH3対策費Bの効果

- センサ取付位置 : 三元触媒後方
- 排ガス温度 : 400~450℃
- エンジン条件 : 2000rpm/137Nm
- A/F : 12.5-14.6

図10 NOxセンサのNH3干渉性改善効果(ガソリンエンジン排ガス測定)

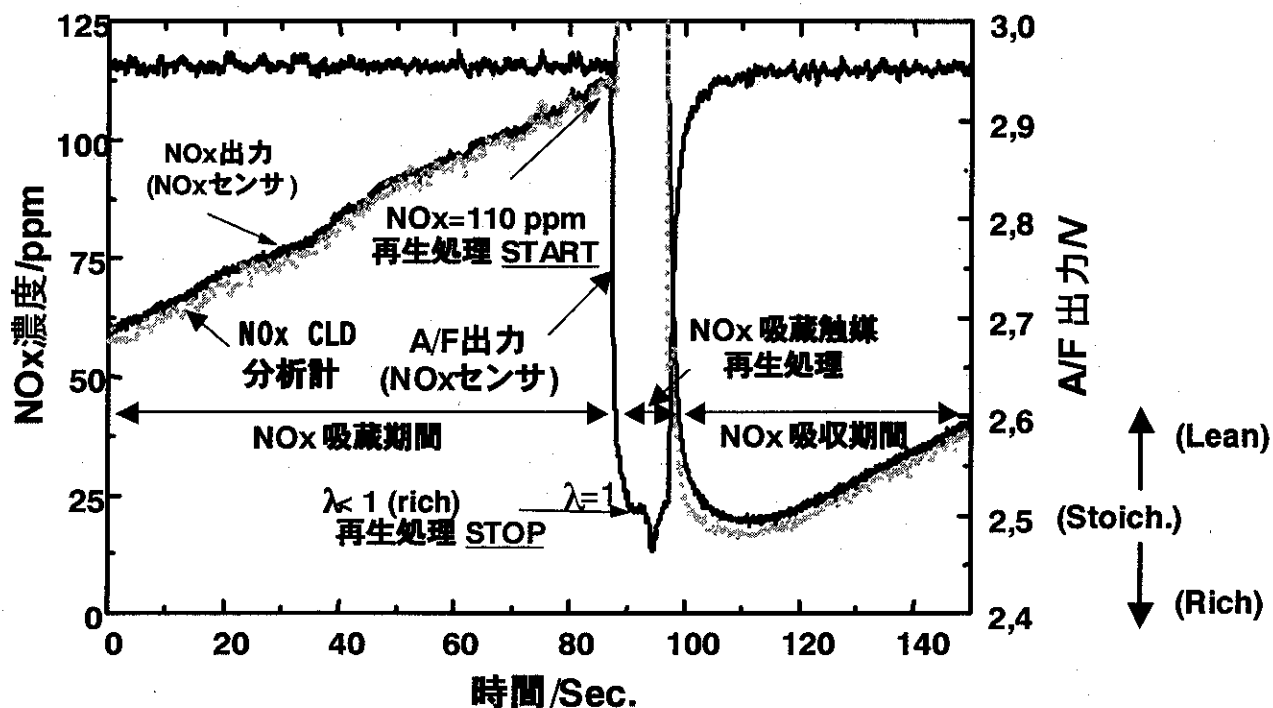


図11 NOx吸蔵触媒の再生制御時のNOxセンサ出力挙動

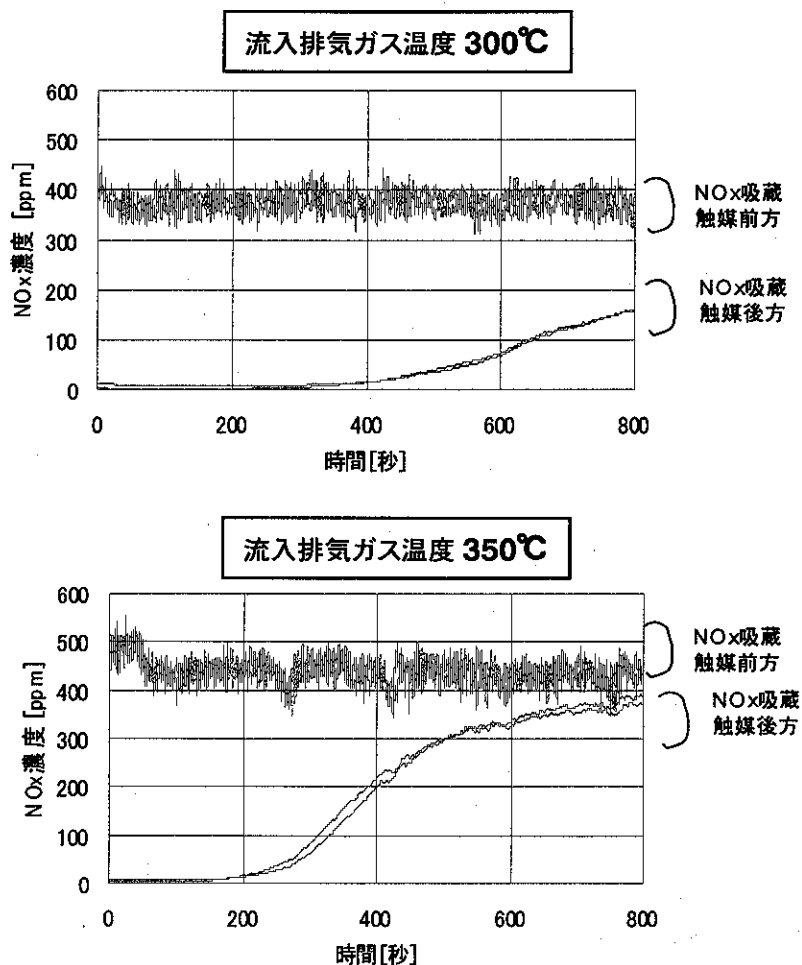


図12 NOx吸蔵触媒の吸蔵能力測定結果

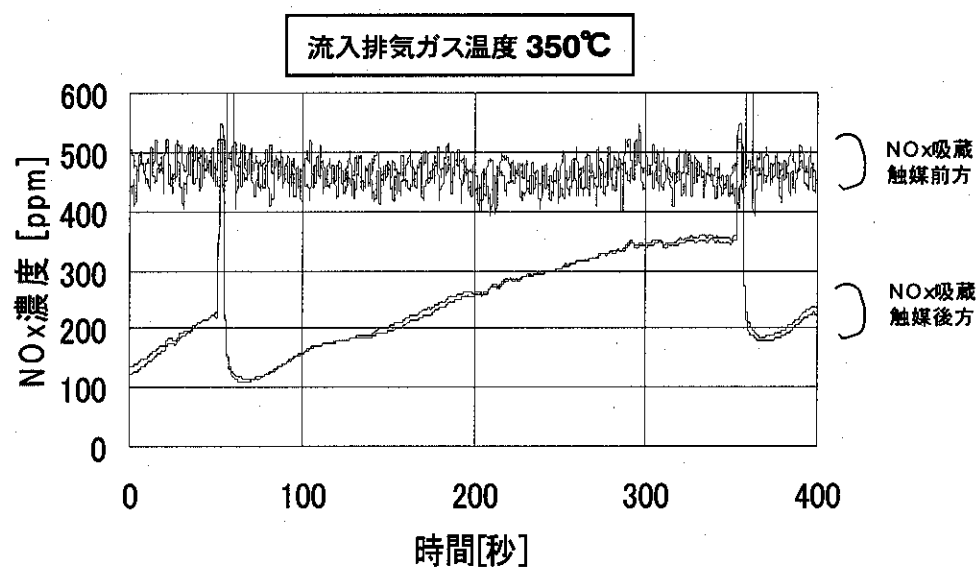
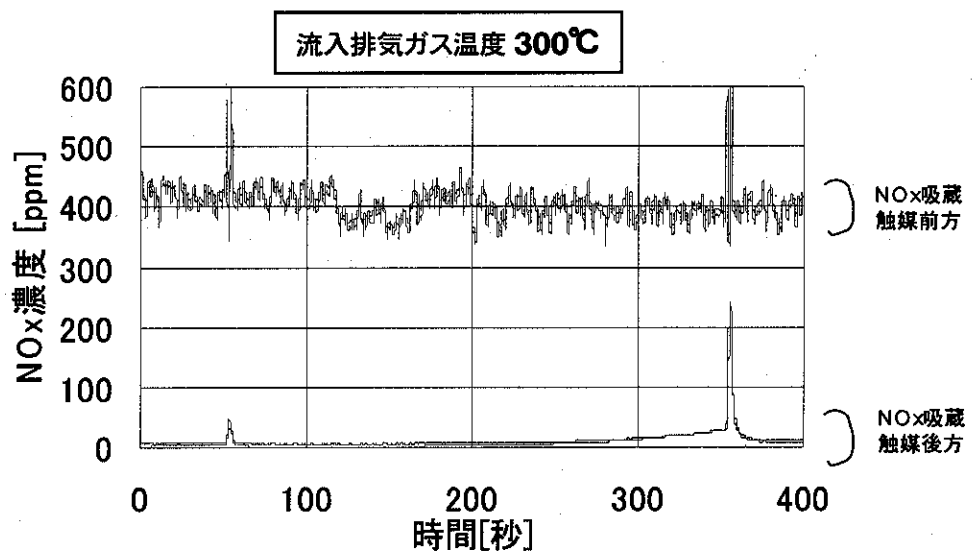


図13 NOx吸蔵触媒およびNOxセンサのリッチスパイク時の挙動