

## 平成16年度環境技術開発等推進費 事後評価結果のとりまとめについて

事後評価については、従前から評価のコメント等のとりまとめを行い、公表してきたところですが、内閣府総合科学技術会議から評価を定量化するよう指導もあり、平成15年度は、評価の定量化を試行しました。

今年度は、平成15年度の試行を踏まえ、よりわかりやすいものとするため、総合評価の項目を設け、各評価者が5段階で総合評価した結果を集計し、A～Eの5段階評価として示しています。

### 評価項目

研究の進め方、 研究の成果、 今後の発展への期待、 発表会での発表、 その他評価すべき点、 総合評価の6つとし、 総合評価については、

A（非常に優れている）

B（優れている）

C（どちらともいえない）

D（優れているとはいえないが、実施した意義はある）

E（優れているとはいえず、実施した意義も乏しい）

の5段階で評価しています。

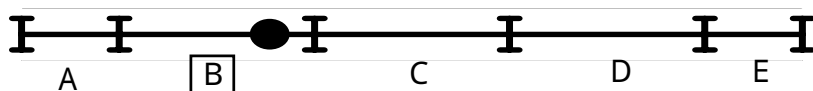
### 総合評価の算出

各評価者のA～Eの評価を点数化し、その平均点のランクに応じてA～Eの5段階評価として算出しています。

### 総合評価結果の表示

A～Eの平均点のランクには一定の幅があることから、平均点の位置をわかりやすく示すため、次のようなスケール上の点（●）として表示しています。

総合評価：Bの例



# 閉鎖性海域における最適環境修復技術のパッケージ化（環境修復技術のベストミックスによる物質循環構造の修復）

研究開発代表者 上嶋英機（財団法人国際エメックスセンター科学政策委員・独立行政法人産業技術総合研究所産学官連携部門研究コーディネータ）

技術分野 環境改善修復（水環境）

研究期間 平成 13～15 年度

研究予算総額 179,061 千円

## 1. 研究概要

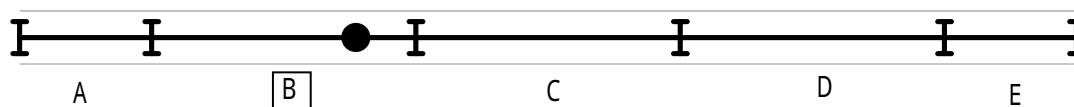
開発の進んだ大都市沿岸の閉鎖性海域では、生物生息場の喪失や過大な栄養塩類の流入のため、物質循環が滞り、貧酸素化などの問題が起こっている。このような環境の修復のためには良好な生態系を取り戻す必要があるが、方法は確立されておらず、多様な生物生息場を創出する技術とその評価手法の開発が急務である。そこで、代表的な大都市沿岸域である大阪湾奥部の尼崎港を実験海域として、(1)多様な修復技術の開発とそれらの最適な組合せ（ベストミックス）、(2)ベストミックスの方法論の汎用化（パッケージ化）、(3)尼崎港における環境修復事業のための提案を目的として、本研究を行なった。

(1)では、尼崎港における環境悪化の要因を明らかにし、それに対応する技術として「浮体式藻場」、「エコシステム護岸」、「人工干潟」、「石積堤を用いた閉鎖性干潟」、「流況制御」を選定、前四者では現地の同一海域に実験施設を設置して実証実験を、流況制御については水理模型実験を行い、各技術の機能と効果を明らかにした。また、実験データを用いた数値シミュレーションにより、技術を適切に組み合わせて大規模に適用した場合、物質循環が修復され、最も環境の悪化する夏季にも透明度が約4m（現状年平均2.5m）、底層溶存酸素が約3mg/L（現状0mg/L）など、さらに良好な生態系の形成が可能なレベルまで環境を改善できることや、各技術の相乗効果が期待できることを明らかにした。(2)については、他海域で参照できる技術のベストミックスの検討フローを示した。(3)に関しては尼崎港の利用状況や兵庫県「尼崎 21 世紀の森」構想等を考慮して、現実的な環境修復事業を提案し、期待される効果を示した。

これらの成果は尼崎港の、そして今後のわが国の海の環境修復事業検討の基礎となるものと期待されている。

## 2. 評価結果

総合評価：B



評価者の主なコメント	研究者からの回答
<p>研究の進め方は適切であったか。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・やや陳腐。</li><li>・要素技術としては取り上げられていると思うがそれぞれの性能評価が十分に行われてきたとは言えない。</li><li>・本目的に対し現場およびシミュレーション等適切に進められたと考える。</li><li>・今までの方法の組み合わせを考えていく方法はよいと思われるが、新規の技術を開発していくことも併せて考えていかなければ、修復まで行</li></ul>	<p>研究者からの回答</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・要素技術の性能評価については、生物を媒体とするものでは長い時間が必要であり、現状では不十分であると思うが、限られた予算と期間内での最大限の結果を示せたと考えている。また、現在もそのことを踏まえ研究継続に努めている。</li><li>・浮体式藻場やエコシステム護岸など、尼崎港内という条件を踏まえて工夫した技術も取り入れている。浮体式藻場については、アサリの係留式</li></ul>

<p>かないのではないかと。</p>	<p>養成により環境悪化時の個体群保存の場の設定等、現場に合わせた新規技術を取り入れている。</p>
<p>当初想定していた成果が得られているか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・モデルシミュレーションと単位設備の結果を組み合わせれば何か解る。</li> <li>・定性的ではあるが、おおよその情報は得られている。今後の展開、まとめがポイント。</li> <li>・シミュレーション方法等結果は認められるが、成果としての新規性に若干疑問がある。</li> <li>・どこまでを期待していたかの話がなかったので、判断はできないが、少なくとも改善の方向に行っていると考えられる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・御指摘と同じ意図で、単位施設での実証データに基づきシミュレーションを行った。課題は残されるものの、複数の技術の組合せによる相乗効果について、ある程度把握できたと考えている。例として、懸濁物食性二枚貝のろ過と海藻の光合成による酸素供給は互いに大きな補完効果を生み出すことなどがわかっている。</li> <li>・複数の技術を同一海域において適用し、それらの効果を実証し、その結果に基づくシミュレーションにて相乗効果の予測評価を行った。このような成果については、他に事例がないものと考えている。</li> <li>・時間の都合上、目標設定について詳細に述べることはできなかったが、数値目標についても論理的に設定している。このことについては、報告書に記載されており、透明度年平均5m以上、夏場底層 D03.0mg/l 以上という目標値を設定している。</li> </ul>
<p>今後、研究の発展（実用化）は期待できるか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・もう少し、種々の討議の対象として曝露されることが必要か。</li> <li>・今後の展開次第。定量的（コストも考えた）評価が必要。</li> <li>・一般化するには、さらなる検討が必要。</li> <li>・浄化技術の高額化が問題。</li> <li>・尼崎港という大きなターゲットではなく、もう少し小規模な湖沼や海域等でのデータを取ることの方がよいと思う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・研究成果を広く社会に公開し、方法論を深化させていくことが非常に重要であると認識している。</li> <li>・内部コストは提示したが、外部コスト（環境コストや心理コスト等）の評価が課題であると考えられる。今後さらに、他の海域においても、複数技術の組合せによるケーススタディが積み重ねられることが必要と考えている。</li> <li>・コスト的には、干潟造成など規模の大きな土木工事を含むものは高額になるが、実際に浄化機能を持つアサリ養成は安価にできるものである。</li> <li>・今回のプロジェクトは、兵庫県が都市再生プロジェクトとして推進している「尼崎 21 世紀の森」との関連が深く、尼崎港を選定している。尼崎港は、人工護岸で囲まれた非常に閉鎖的な海域となっている。実証実験として、種々の生物から構成される海域生態系の応答を調査するためには、外壁の影響を軽減することを考慮する必要がある、むしろ今回の施設は最小と捉えられる。また、尼崎港を考慮しつつ、小規模の実証施設で実施したことで、小スケールによる研究手法設定と結果評価の容易さを活かしたと考えている。尼</li> </ul>

	<p>崎港を背景に実施したことで、結果の適用も容易となると考えられる。</p>
<p>発表会での発表はわかりやすかったか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・手際良く理解しやすくまとめられていた。</li> <li>・メリハリのある話し方、論理的な話の展開はわかりやすいものであった。</li> </ul>	
<p>その他評価すべき点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・環境修復技術について、ある程度定量的な数値を求めることができた。</li> <li>・色々と試みたところは評価出来るか。</li> <li>・事業案を提案したことは評価できる。Biomassの利用は納得しがたい。</li> <li>・社会へのアピール度はそれなりにあったかと思われる。</li> <li>・誌上発表について、十分とはいえないのはいか。成果の発表がむずかしいか。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・過栄養な閉鎖性海域では、C N Pの系外除去がなければ環境修復機能を維持することはできない。その手段の一つとしてBiomass利用は不可欠であると考えている。</li> <li>・今後とも、学術雑誌のみならず一般誌や出版等の成果発表をできるだけ行いたいと考えている。</li> </ul>
<p>総合評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・問題提起はなされている。この方式のみでの修復が困難であることは、研究者自身も認識していると思われる。トータルな修復技術の一部として位置づけるならば、それなりの価値がある。</li> <li>・最適である条件を決めるためには”相乗効果”をより数的に解決する必要があるが、どの程度検討されたのか？</li> <li>・対象としたものが大きすぎるので、得られた成果の検証に時間がかかると思われる。この種の研究の評価は10年位後でないといけないか？修復のレベルや到達目標をもっとわかりやすく示した方がよかった。</li> <li>・色々と単純化した検討をされているが、刺激的ではあるけれど、真の自然回復とつながるのか。</li> <li>・グループをうまく組織して、網羅的に取り組んでいる。しかし、浄化システムとしての定量的検討は不十分であり、内容に飛躍がある。</li> <li>・best mixの説明が不十分。蓄積されたC、N、P（底泥）への対応はふれられていないが、これをどうするかも改善のためには大きな課題。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・相乗効果については、生態系モデルを使って懸濁物質除去効果ならびに溶存酸素供給効果を指標としてフラックス解析を行いました。その結果は報告書に記載されている。</li> <li>・効果検証に時間がかかることは認識している。そのため現在でも事後モニタリングを各機関の自主研究として続けている。</li> <li>・開発され尽くした港湾で完璧な自然の再生を目指すのはナンセンスであり、ある程度の人工環境も許容しながら改善を目指す都市型自然再生が基本になると考えられる。その中でも、従来の単一技術の適用と比較すれば、今回のものは場の多様性を意識しており、自然環境に倣ったものであるといえる。</li> <li>・ベストミックスの部分については、確かに「飛躍」と指摘される検討の余地が残されていると理解している。シミュレーション技術という評価方法を用意したことで、今後、これを精緻化すればご指摘の飛躍の部分埋めていけると考えられる。</li> <li>・底泥の処理・底質の改善技術については、技術のスクリーニング時に、濁りの発生や新たな埋立が生じるといった他への影響が懸念されたこと、</li> </ul>

・複合技術の活用という観点で評価出来る。現場に最適化された統合技術の利用への発展が望まれる。

・相乗効果、ベストミックスという表現は発表された内容からは必ずしも実証されていないように思われる。相乗的なものであること、正に最適の組み合わせであることの論証があると説得性が加わると思う。

・修復だけではなく、環境悪化要因を削減する提案もして頂けるとよい。

・成果が得られるだろうと考えられることをやってみて実際にうまくいったということだと思われる。初めての試みなので、意義はあると考えられる。プランを掲げているが、計画が科学的な根拠に基づいて算出されたものかどうか疑問。

・既往の浄化技術のなかから、5つを選び尼崎港での浄化実証試験を行っている。試験結果そのものは、貴重な成果ではあるが、その成果を他の閉鎖海域浄化に役立てられるかは疑問である。なぜなら、各浄化技術の選択や組み合わせ(ベストミックス)に関する指導原理のようなものが何も示されていないから。どちらかといえば頭でっかちの研究である。

C、N、P以外の有害物質の問題が含まれることから、ここでは適用技術として取上げなかった。御指摘のように、海底に蓄積された「ツケ」をいかに解消するかは課題と認識していますが、有害物質の処理については、今回とは全く異なった技術の適用を検討することが必要であると考えられる。

・相乗効果の評価については先に述べたとおり。現在の生態系シミュレーション技術では、場を想定した上での計算しかできないので、ケーススタディのレベルを超えられない。今回は、ケーススタディの中での最適組合せを示した。

・環境悪化要因の削減案の1つとして、下水処理場の排水口を港口に移動する提案を行った。

・尼崎港での事業提案については、ある程度実現可能な案としてまとめる必要があったので、航路や泊地利用の制限など、純科学的な根拠以外の要素によってアレンジが決まったというのが実情。

・ご指摘の通り、今回尼崎港で示したベストミックスは、そのまま他の海域で適用できるものではない。

今回の研究においては、環境修復技術適用における課題を踏まえて、尼崎港において調査、検討、実証試験したベストミックスに関する検討手法(方法論)を整理し、他の海域において、効率的・効果的に適切な技術の組合せ(ベストミックス)を選定するための検討フローを一つのパッケージ(いわば手引き)としてとりまとめている。

# 車載型機器による実走行時自動車排ガス計測・管理システムの実証

研究開発代表者 森口祐一（独立行政法人国立環境研究所）

技術分野 環境監視計測・高度情報化（大気環境）

研究期間 平成 13～15 年度

研究予算総額 223,302 千円

## 1. 研究概要

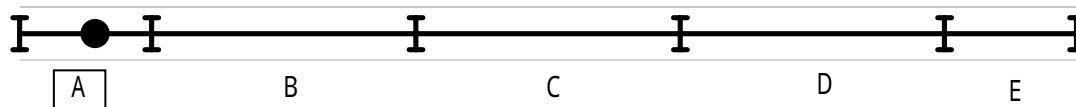
自動車からの汚染物質の排出実態を的確に把握するには、高コスト、限られた台数のシャシーダイナモ試験法では限界があるとの認識のもと、車両に搭載した装置により実環境で走行状態や排ガス計測を行う、小型・低コストの車載計測技術の開発と実証を行った。

まず、実用レベルの車載排ガス計測装置の精度検証を行い、シャシーダイナモ試験と同等の計測精度を有することを実証した。つぎに、車載計測装置を搭載した車両による多くの実路上走行計測を行い、停止・発進に伴う交差点付近の排出量が大きいこと、加速など運転のしかたや道路状況が排出量に大きく影響することなど汚染物質の排出実態がより詳細に把握できることを実証した。一方、車載計測技術の普及に向けて、より低コストの簡易型装置や取付方法についても検討し、実用化の目処を得た。さらに低コストの技術として、走行状態の計測に基づく排ガス排出量推定モデルも開発した。

これら一連の技術は、実態に即した実効ある排ガス低減・管理施策の立案、実施、検証に活用が見込まれる。

## 2. 評価結果

総合評価：A



評価者の主なコメント	研究者からの回答
研究の進め方は適切であったか。 ・ターゲットを絞ってあって良かった。	中間評価での的確な指摘をいただき、3年目の延長期間中も、より明確な目的意識を持って研究を遂行することができた。
今後、研究の発展（実用化）は期待できるか。 ・コスト次第だと思う。	研究や調査の目的に応じて機器の仕様を絞りこむとともに、コンパクト化、低コスト化をすすめることで、実用性の向上が可能と考える。
発表会での発表はわかりやすかったか。 ・言葉がはっきりしていて良かった。アメリカ等の事例を出すべき。	発表会では触れなかったが、欧米でも車載計測が排ガス試験法の一つとして導入されつつあり、本研究で機器開発を担当した参画機関は、海外の市場も注視ながら技術開発を続けている。
その他評価すべき点 ・研究体制が良かった。	研究計画立案時に産官学から成るほぼ理想的な体制を組むことができ、参画機関の連携が研究開発実施の大きな推進力になったと考えている。
総合評価 ・中間評価での指摘を大体こなしていると評価できる。 ・質疑応答が明確でよかった。 ・開発されたシステムは非常に有効であると考えられるので、今後の普及を企画して進めてほしい。	比較的高額な機器を使えば、ガソリン車についてはCO, CO2, HC, PM、ディーゼル車についてはCO, CO2, HC, NOx, PMが計測可能。簡易版では、ディーゼル車のNOx用の機器が利用可能。ガソリン車などの低濃度のNOx・HC測定、簡易的なPMやCO2計測を可能とするように現在も開発

<p>い。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・全体として意図した成果を上げている。現時点における適応範囲を明確にして、他種類の車種による実例データの提供によりリアルワールドの排ガスの排出状況が行政対策に活かされることを期待する。</li><li>・研究目的に対して適切に対応し、優れた成果を出しており、行政を含む種々の面で有効な手法となると思われる。</li><li>・融合研究の数少ない成功例だと思う。</li><li>・まだ完成とは言えない部分もあるので、これからも健闘を祈ります。他のグループがやっても良いとは思いますが。</li></ul>	<p>を進めるとともに、機器及び計測システムの普及に向けて、小型化、低コスト化、操作性の向上対策等を進めていく。なお、本システムは、環境省環境管理局による「自動車排出ガス原単位及び総量算定等検討会」、「使用過程車 NOx・PM 低減対策調査」及び「事業者対策モデル事業」において、実走行状態における排出実態把握のために平成15年度より既に適用されており、行政実務への活用が始まっている。</p>
--	---

# 車載型NOxセンサの実用化とその利用技術に関する研究

研究開発代表者 野田明（独立行政法人交通安全環境研究所）

技術分野 環境監視計測・高度情報化（大気環境）

研究期間 平成13～15年度

研究予算総額 103,493千円

## 1. 研究概要

大都市部では沿道二酸化窒素( $\text{NO}_2$ )濃度の環境基準の未達成地域が多く、自動車窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )低減対策は緊急課題である。一方、地球温暖化防止のため省エネルギー化・二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )抑制対策も重要である。 $\text{NO}_x$ と $\text{CO}_2$ の低減技術は二律背反の関係にあるので、両者を改善しうるキー要素技術として、車載型の $\text{NO}_x$ センサの実用化とその応用技術について、セラミックセンサの開発では国内最先端の日本碍子(株)と、排出ガス評価技術や触媒機能の解析に強い(独)交通安全環境研究所が共同で取り組んだ。

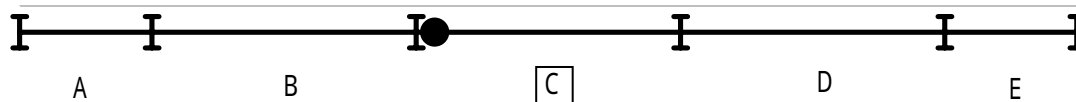
専用の $\text{NO}_x$ 計等と比較した結果、開発したセンサの $\text{NO}_x$ 濃度及び空燃比の検知能力は、出力精度、応答性において自動車へ適用可能なこと、また10万km走行相当での耐久性を確認した。

ただし三元触媒ガソリン車では、反応で生じたアンモニアが排気中に含まれる場合があり、 $\text{NO}_x$ センサは、その検出原理からアンモニアを $\text{NO}_x$ と誤検知してしまう問題があった。対策としてアンモニア感度を落とすと $\text{NO}_x$ の検出感度も低下する問題が生じたので、それを解決する方法を考察した。

$\text{NO}_x$ センサの利用技術としては、燃費の良い希薄燃焼エンジンで使われる $\text{NO}_x$ 吸蔵還元触媒の $\text{NO}_x$ 吸蔵状態を同センサで直接検知し利用する方法を開発した。また排出ガス低減触媒の使用過程での劣化を車上で診断する車載機能診断(OBD)技術として、触媒特性に合わせて $\text{NO}_x$ センサ出力を信号処理する新しい手法を提案した。

## 2. 評価結果

総合評価：C



評価者の主なコメント	研究者からの回答
研究の進め方は適切であったか。 ・中間評価ではNH <sub>3</sub> の干渉影響の除去に不安があったが、ほぼ克服している。	実用化を進める上での重要課題であったNH <sub>3</sub> の干渉問題に集中して取り組むことにより、短期間に成果を上げることができたと考えている。
今後、研究の発展(実用化)は期待できるか。 ・耐久性等は課題があるかも知れないが、今後に期待がもてる。 ・デュアルセンサーであることが大きな欠点だと思う。 ・とりあえず決着はついたと見られる。	ガソリン車仕様での耐久性(10万km)は確保できましたが、さらに使用距離の多いディーゼル車での耐久性は今後の課題。その後の研究で、NH <sub>3</sub> 対策としては、シングルセンサ方式でも対応できそうとの見解を製造元(共同研究相手方)より得ており、NH <sub>3</sub> の影響を受けやすいガソリン車に対する本センサの適用可能性についても、新しい展開が期待できると考える。
発表会での発表はわかりやすかったか。 ・時間を大幅にこえた。発表時間を守ってほしい!	取り組んできた研究内容を理解して頂きたいとの熱心さのあまり導入部、前半部分の説明に時間をかけ過ぎて、結果として発表時間の超過を招き皆様大変ご迷惑をおかけしました。研究発表で



	<p>の時間厳守は基本的なルールであり、深く反省している。</p>
<p>その他評価すべき点</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 成果を論文に発表して下さい。</li> </ul>	<p>成果発表時において、2件の誌上発表を行っている。しかしこれでは不十分であると考え、内容を整理した上で、さらに数件の論文投稿を現在、予定している。</p>
<p>総合評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 成果及び今後の成果利用は非常に明確であり、評価できる。今後、実用化に向けて、開発を進めてほしい。</li> <li>・ 中間評価時には進行状況が懸念されたが、全体として目的を達成しつつある。</li> <li>・ 一応の成果が出ている。</li> <li>・ 目的は十分に達せられたと思われる。</li> </ul>	<p>本研究を実施したことにより、自動車排気全般に適用可能なNO<sub>x</sub>センサの実用化に道が開かれ、さらにその最も有効かつ社会的意義のある利用技術として、車の使用者が全く認知できない三元触媒の劣化に対して、本センサを用いた車上自己診断装置への適用可能性が実証できた。またリーンバーンガソリン車で使用されるNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒の劣化に関しては、これまで世界的にも車上診断技術が存在しなかったが、NO<sub>x</sub>センサを使えばそれが可能になることを示せた。今後は規制強化により、ディーゼル車にもNO<sub>x</sub>触媒が一般的に搭載されることも予想されるので、NO<sub>x</sub>センサの利用技術はますます重要になると思われる。</p> <p>今後は、センサの開発元とさらに協力関係を続けて、シングルセンサー方式でのNH<sub>3</sub>対策効果の検証を行うとともに、本研究で開発した触媒車載診断装置の実用性を実路走行評価試験等により評価し、改良をはかっていきたいと考えている。</p>