

良質な環境の保全と創造に挑む

— 研究所における最新動向 —

国土技術政策総合研究所と国土交通省所管独立行政法人の6研究機関では、それぞれの専門分野において、良質な環境の保全と創造に向け、試験、調査、研究、開発などを行っています。

ここでは、各研究機関が取り組む環境に関連するさまざまな研究の最近の事例を紹介します。

なお、研究内容の詳細については、各研究機関のホームページをご覧ください。



国土技術政策総合研究所

社会資本のライフ・サイクル・アセスメント(LCA)

近年、環境問題の中心となっている持続可能性に対する評価手法としてライフ・サイクル・アセスメント(LCA)が期待されています。

公害・自然破壊などの従来の環境問題と、地球温暖化・循環型社会などの持続可能性は別の概念として考えられており、公害・自然破壊などを評価する環境アセスメントは、騒音や大気な

どの環境の状態が、例えば基準値を超えるかどうかという点に着目して行います(図1)。

一方、LCAは、持続可能性を評価するためのツールとして位置付けられており、製品などの各ライフ・ステージにおける温室効果ガス、廃棄物最終

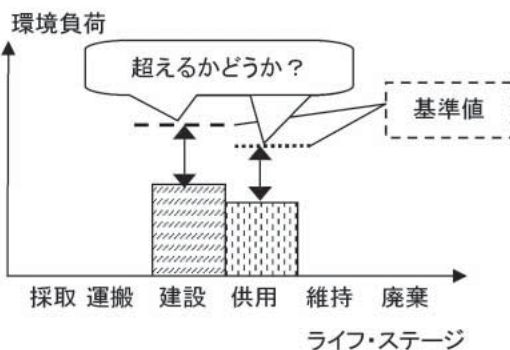


図1 環境アセスメント

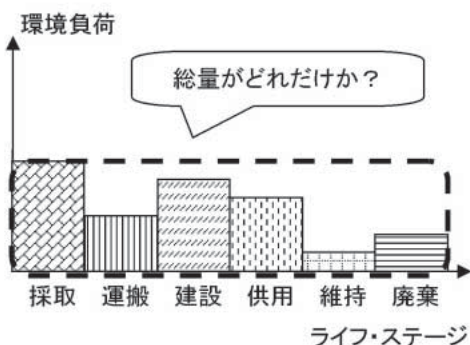


図2 LCA

処分量などの環境負荷量の総量を計測して評価を行います(図2)。

社会資本のLCAのために、国土交通省では平成20年度からの3カ年で総合技術開発プロジェクト(総プロ)としてLCA手法の開発を行っています。社会資本整備へのLCAの導入についてはさまざまな課題があり、総プロでは、主に次のような3つのテーマについて開発する予定です。

① インベントリ・データの作成

環境負荷を計算するためには、建設資材ごとの環境負荷量原単位(例えば、使用するセメント製造1トンにかかるCO₂排出量など)が分からなければなりません。資材ごとの原単位は存在していますが、データが古かったり品目分類が粗すぎたりしているため、総プロでは、原単位を社会資本整備用に整備し直します。

② LCA計算手法の開発

インベントリ・データを使って構造物などの環境負荷を算出する方法を開発します。従来の手法には算出方法が複雑なものがあつたため、総プロでは、社会資本の構想段階やアセスメント段階などの各段階の特性に応じた、なるべく簡単にLCAの結果が求められるような算出手法を開発します(図3)。

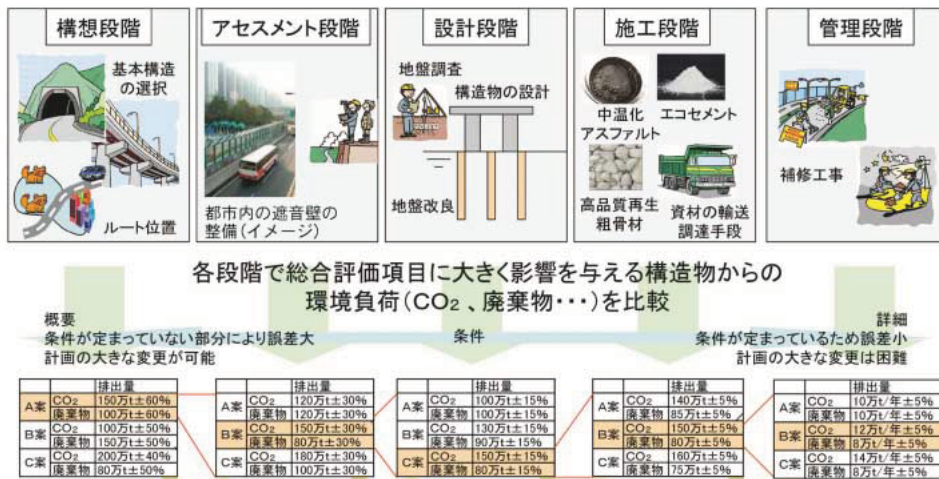


図3 開発手法のイメージ

③グリーン調達の評価手法への活用
 総プロで開発されたLCA手法を、
 グリーン調達制度の特定調達品目選定
 の評価手法として利用できるようにし
 ます。

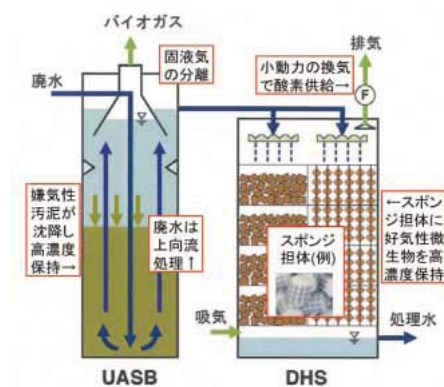


図4 UASB-DHSシステムのフロー (NEDO資料より)

我が国では、生活系廃水などの処理は、一般的に活性汚泥法が採用されています。

革新的な水処理技術の開発を進めています。

実は40%以上が下水道局の排出量で占められています。地球温暖化対策の強化が求められる中で、省エネルギー型の優れた水処理技術が国内外で必要となつていくことから、当研究所では、

無曝気・省エネ型
 次世代水処理技術の開発

FRV
 (独)土木研究所

これまで、実証試験プラントを鹿児島霧島市に設置し(写真1)、開発目標の達成に向けた最適な運転管理手法などを検証してきました。本技術は高濃度、高水温の廃水に対する処理能力が比較的高いことから、気候の温暖な開発途上国などの適用も期待できます。

今後とも、こうした技術開発により、

大量に増殖させて汚濁を分解する方法で、適用範囲が広く良好な水質が得られる優れた技術です。しかし、曝気の際に大量のエネルギーを消費することなどが課題となっています。

この課題を解消するため、本技術では、曝気を行わないUASB(上向流嫌気性汚泥床法)という処理方式と、同じく曝気が不要なDHS(下降流懸架式スポンジ反応器)を組み合わせた新たなUASB・DHSシステム(図4)を採用しました。これらの処理の組み合わせによって、エネルギー消費量やCO₂排出量、汚泥発生量を標準活性汚泥法に対して70%削減しつつ、処理水質は標準活性汚泥法と同程度にできる水処理技術の実用化を目指しています。

います。活性汚泥法は、下水中に空気を供給(曝気)して下水中の微生物を大量に増殖させて汚濁を分解する方法で、適用範囲が広く良好な水質が得られる優れた技術です。しかし、曝気の際に大量のエネルギーを消費することなどが課題となっています。



写真1 UASB-DHSシステムの実証試験プラント(霧島市国分準人クリーンセンター内に設置)

地球温暖化対策や水と衛生の問題解消に貢献していきたいと考えています(本技術開発は、当研究所と三機工業(株)、(株)住原製作所、(助)造水促進センターにより、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)との共同研究として実施しています)。



(独)建築研究所

省エネルギー住宅の 実力向上を目指す実証実験

日本におけるCO₂排出量を分野別にみると、工場などの産業部門と運輸部門から各々39%と20%を占め、また、建築に係る2つの部門である業務その他部門と家庭部門は各々19%と15%を占めています。一方で、この20年弱の間の変化に着目すると、建築に係る部門はいずれも40%を上回るCO₂排出量の増加を示しています(図5)。増加の原因にはオフィスや商業施設の床面積の増加や、核家族化

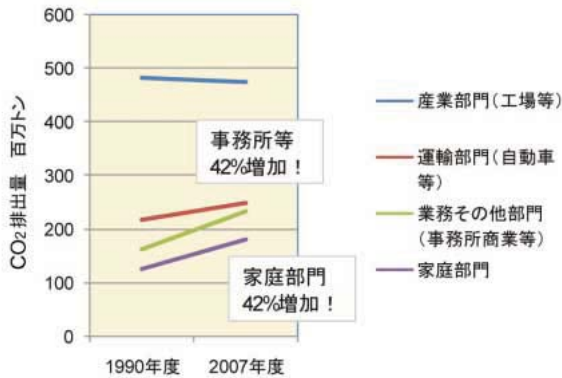
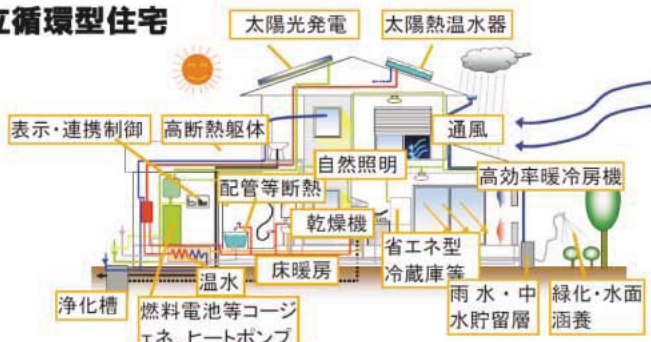


図5 建築に係るCO₂排出量の推移 (居住時のみ。建設時等は除く)

自立循環型住宅



住宅・建築の省エネルギー性能向上のため最重要情報とは？

「どの技術を活用したら、どのくらいエネルギー消費が減るか」

↓ (この情報により可能になること)

- ① イニシャルコストの割に省エネ効果の高い技術が識別可能となる
- ② 省エネ実効性をより向上させる技術開発が促進される

図6 さまざまな省エネルギー技術の実力を計測可能にすることのメリット

に伴う世帯数の増加を挙げられることもできますが、建築空間の快適性や健康性の向上、機能の充実、といったことがエネルギー消費の増加の主因ではないかと考えられます。

地球温暖化対策では、家計を助ける上でも住宅などの省エネルギー化の推進が重要です。当研究所が省エネルギー性能向上のために最も重要と考えるのは、さまざまな省エネルギー対策がある中で何をすれば、やらない場合に比べてどのくらいエネルギーが節約できるようになるか、それを明らかにす

ることだと考えています(図6)。

住宅をはじめとする建築において、それらのエネルギー消費効率を把握することはそれほど簡単なことではありません。自動車であれば走行距離とガソリン消費量から燃費を簡単に計算することができます。自動車には「走る」という単一の機能・目的があり、通常は単一の燃料が使用されるのに対して、建築にはさまざまな用途に、複数種類のエネルギーが使用されることがほとんどです。さらに、建物の形、気象条件、使用される設備機器、暖冷房や照明の使用時間などの多様な要因がエネルギー消費に関係することによって、「何をすれば、やらない場合に比べてどのくらいエネルギーが節約できるようになるか」という知識を得ることは世界中が模索している段階だといえることができます。

このような背景の下、当研究所では建築の省エネルギー性能面での実力を評価可能とする手法を開発し、省エネ住宅の設計法や公的基準の整備支援に取り組んでいます。写真2の研究用住宅では、内部で居住者の生活を機械的に再現し(写真3)、同一の生活条件下での異なる設備機器の省エネ性能の比較や、設備機器の実際の使用条件下に

おける効果に関する貴重なデータを収集しています。研究成果は、国際エネルギー機関での共同研究やISO規格の開発にも反映されつつあります。



写真3 研究用住宅の内部では自動制御で居住者の種々の生活が再現可能となっており、実生活下での実態調査を補完するデータを取得している



写真2 さまざまな暖冷房設備、給湯設備、照明設備、燃料電池、太陽熱温水器、太陽光発電などの省エネ性能に関するデータを取得している研究用住宅



図7 自動車の使用エネルギー源の変遷

この技術は、我が国のようにCO₂排出量の少ない発電所の比率が高い国では、エネルギー資源の獲得から自動車の駆動に至るまでの総合的過程においてCO₂排出量を低減することができる有望な技術です。

NTSEL
 (独)交通安全環境研究所

**プラグインハイブリッド車の
 環境性能評価方法の策定**

プラグインハイブリッド車とは、家庭用のコンセントからも充電可能なハイブリッド車のことで、従来の自動車と同様、化石燃料の使用に加え、家庭などの商用電源から供給する電気エネルギーも用いることができます(図7)。

一方、自動車の排出ガスや燃費といった環境性能の評価という観点に立つと、このような革新的な車の特殊性(化石燃料と電気の2種類のエネルギー源を用いることや、走行距離に応じて化石燃料と電気の使い方や燃費が大きく変化すること)には現状の排出ガス・燃費試験法では対応できず、新しい試験方法の策定が望まれています。さらに、従来の自動車では補助機能のみに使用されていた電気エネルギーが、プラグインハイブリッド車を含めた電動車では走行そのものに使用されるため、電気エネルギーを蓄えるバッテリーの性能が排出ガス、燃費に直接影響します。したがって、これらの影響を公正に評価してユーザーに情報提供することも望まれています。

現在、当研究所では、①プラグインハイブリッド車の排出ガス・燃費などの環境性能評価方法の確立、②環境性能に大きく影響する主要電気部品であるバッテリーの劣化特性の把握、という2つの課題に取り組んでいます。

①については、車の外部から充電した電力が環境性能向上にどの程度貢献したのかを見極める必要があります。当研究所では、電力を使用した代わりにエンジンがどの程度休止したかを、



写真4 バッテリー劣化試験の様子

車が排出したCO₂量から抽出する手法を開発し、すでにプロトタイプの実車を用いてこの手法が実験的に成り立つことを確認しました。今後はこの手法を現行の自動車の環境性能評価方法に反映していく予定です。

また、②のバッテリーに関する研究では、プラグインハイブリッド車特有の充放電状態を反映してバッテリーの劣化試験を行う必要があります。そこで車の電気的な挙動を再現できる装置を用いてバッテリーに負荷を与え、劣化の進行を実験的に明らかにする予定です(写真4)。

以上の課題を解決することにより、プラグインハイブリッド車の環境性能をユーザーに正しく伝え、普及促進に貢献していきます。

NMRI
 (独)海上技術安全研究所

**空気潤滑法による実船馬力の
 低減技術と実船実験**

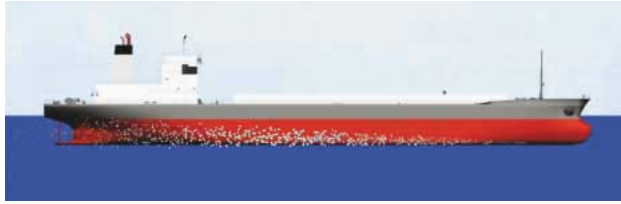


図8 空気潤滑法のイメージ

海を走る船の周り(特に船底)に空気を送り、船の周りを空気で覆えば抵抗が減ることは古くから知られていました。

しかし、船底に直接空気を吹き入れて抵抗を減らすためには、空気を送るのにエネルギーが必要なこと、どの程度省エネ効果が得られるか推定することが難しかったことから、今まで実際の船で実験することはほとんどありませんでした。

当研究所では、船底に吹き込んだ空気量と抵抗低減量を調べるため、長さ50mにも及ぶ船底が平坦な大掛かりな模型船を用いた実験や、気泡を含む流れの中ではスクリーンペラの性能はどのよう

に変化するのかなどの基礎的な実験を重ね、それらの研究で得られた知見をもとに、平成19年度に、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の受託研究として、長さ120mのセメント運搬船を使った空気潤滑法による省エネ効果検証のための実船実験を実施し、有意な省エネ効果があることを実証しました。

空気潤滑法のイメージを図8に示します。船首船底から平らな船底に空気を吹き出します。吹き出された空気は船底を覆い、空気に覆われたところの船底部分の摩擦抵抗は小さくなります。これにより船を進めるのに必要なエンジン馬力が少なくて済み、省エネ効果が得られます。

実験に用いた船は東海運(株)所属のセメント運搬船「パシフィックシーガル」(全長約127m、7809総トン、幅21.4m)です(写真5)。この船に空気を送る大きなブロー(写真6)を全部で5台積み込みました。ブローから出た空気は船内に新たに設置したパイプを通り、船底に導かれるようにしました。

実際の実験は、20年1月から2月にかけて実際にセメント船に乗船し、セメントを積んだときの2回の航海、セ

メントを積まないときの3回の航海に行いました。航海では空気を吹き出したときと吹き出さないときのエンジン馬力の差を読みとって、省エネ効果を確かめることができました。このような大がかりな実験では、海運会社や、荷主会社の理解と協力なくしてはできません。実験にご協力いただいた皆様


に感謝する次第です。



写真5 セメント運搬船「パシフィックシーガル」(提供：東海運(株))

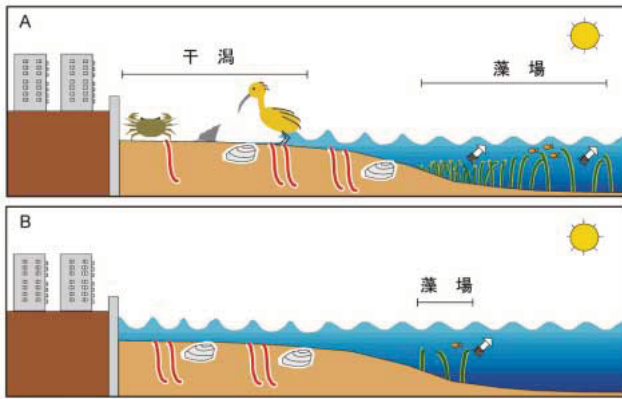


写真6 設置したブロー5台(ブロー：大きな送風機のこと)



(独)港湾空港技術研究所

干潟・藻場の保全・再生技術の開発と地球温暖化による影響予測などに関する研究



- A: 干潟の生態系が親られ、藻場の範囲も広い
- B: 干潟がなくなり生態系は変化する。また、藻場には光が届きにくくなり、藻場の範囲が狭まる

図9 干潟と藻場

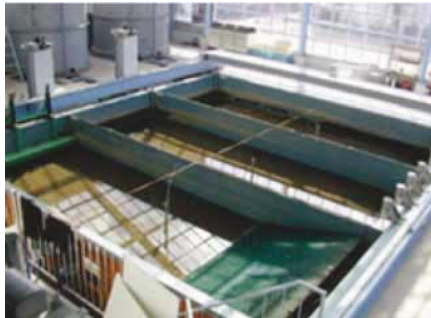
海には、豊かな生態系が育まれるたくさんの場所があります。中でも、干潟や海藻・海藻が造る藻場は、アサリや魚などが集まり、豊かな生態系が育まれる最も重要な場所として挙げられます(図9A)。

ところが、我が国の多くの干潟や藻場は、開発などによって埋め立てられ、豊かな生態系が消失しました。この問題を受けて、ここ十数年の間に全国各地で保全・再生が試みられています。しかしながら、地球温暖化がこのまま進行すれば、干潟・藻場に新たな問題を引き起こすと考えられています。例えば、海面上昇は、干潟・藻場の光環境を悪化させ、生態系に影響を与えることが懸念されています(図9B)。また、CO₂の増加は、海を酸性化することで海洋環境を変化させ、その影響が生態系に及ぶことが懸念されています。

そこで当研究所では、干潟や藻場の生態系が形成されるメカニズムを明らかにし、干潟・藻場の保全・再生技術の開発や地球温暖化によって受ける影響の予測などに関する研究を行っています。

この研究には、台風など突発的な現象を排除しつつも自然に近い環境条件下で生態系の実験が可能な、世界でも稀なメソコスム実験手法(メソコスムとは「中規模空間」の意味があります)を用いて取り組んでいます(写真7)。

生態系の中で起きる現象は非常に複雑ですが、メソコスムにより単純化され



メソコスム実験水槽。2004年から実験を→スタートし、今年で5年目を迎える

←干潟実験施設。1995年から実験をスタートし、今年で14年目を迎える



写真7 干潟実験施設とメソコスム実験水槽

た実験では、長期間にわたって生態系の形成が環境変化から受ける影響を安定して観察でき、生態系の中の現象が理解できるようになります。
我々の研究成果が活かされ、干潟や藻場の動物・植物が増えて生態系が豊かになれば、沿岸域のCO₂吸収能力が高くなる可能性があり、低炭素社会へ寄与することが期待されます。

洋上経路システムの高度化に関する研究

ENRI (独)電子航法研究所

自動車と同様、飛行機も安全のために、一定の間隔を保ちながら飛行しています。航空管制官はレーダにより飛行機の位置を監視していますが、海上まではレーダの電波が届かないため、「安全のために必要な間隔（以下、管制間隔）」が広く、水平方向で約50〜180キロメートルの間隔を確保する必要があります。

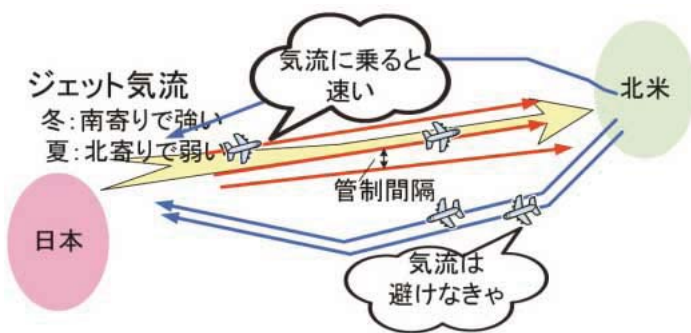


図10 可変路線の例

今までは、横方向管制間隔が確実に保たれる固定経路や、毎日の気象予報に基づいた空港ペアごとの可変経路を設定してきました(図10)。それらの経路は、最適に近い経路ではありませんが、個々の飛行機で見れば、最適経路でない場合もあります。
それでは、「最適な経路」とはどういう経路なのでしょう？
近年、運輸多目的衛星などの衛星の利用や飛行機搭載機器の発達に伴って、管制間隔は短縮され、飛行経路をより最適な経路に近づけることが可能になってきました。が、「最適」とは最短時間であったり、最小燃料であったり、気流を避けることであったり、個々に異なります。
究極の目的は、すべて自由に飛行機ごとに最適な経路を飛行することです。その個々に飛行したい経路は利用者設定経路 (User Preferred Routeの略でUPR) と呼ばれています(図11)。
すべての飛行機がそれぞれ利用者設定経路を飛行しても大丈夫なのでしょうか？
管制官が監視して安全な間隔を確保するので、安全性は大丈夫です。しかし、管制間隔が短縮されると、自由度は増しますが、風が強いときほど飛び

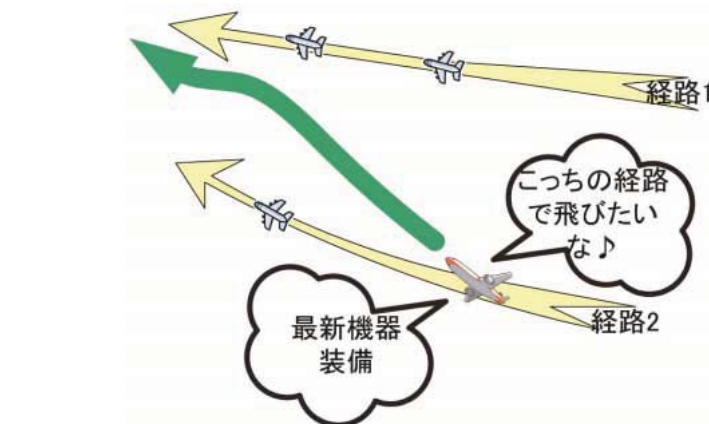


図11 利用者設定経路 (UPR) の例

たい経路は集中します。交通量が集中する場合は、高度を下げて管制間隔を確保する必要があります。交通量が多いときは、むしろ固定経路を飛行したほうが、全体として燃料消費の少ない飛行ができる場合もあります。
当研究所では、管制間隔が短縮された場合の、燃料削減量やCO₂削減量の推定を行ってきました。また、航空会社が希望する経路を予想し、どのような状況であれば、UPRでの飛行が効果的なのかを、シミュレーションを行い検証しています。