Ⅰ　船舶へのLCA適用に関する研究

特別研究官　LCAグループ　木原　洸

1. はじめに

資源の多くを船舶で輸入している日本では、ISO14000シリーズの普及に伴い、船舶輸送に関わるインベントリデータの整備が求められている。しかし、船舶は数万の部品で構成され、その建造、運航及び解体を実施する方法や場所は多種多様であり、船舶のライフサイクル全般の環境負荷を定量的に評価するライフ・サイクル・アセスメント（LCA）の具体的な手法は検討されてきていない。

そこで、本研究では船舶へのLCA手法の適用の初めとして、モデル船を対象とした船舶のライフ・サイクル・インベントリ（LCI）分析を実施し、船舶輸送のCO_2排出量に関するインベントリデータを作成した。また、船舶へのインベントリ分析の実施方法を試解析の実施を通じて作成し、その適用方法を船舶用LCA解析ソフトとして試作することを目標とした。

以下では本研究で作成した船舶用LCA解析ソフトウェア等これまでに本研究で得られた成果の報告を行う。

2. 実態調査

船舶の建造に係わる鋳鍛造品、主機関等の製造工場及び造船所等の現地調査を行い、製造工程を技術的に最小な工程単位（プロセス）で整理し、消費される主な資材やエネルギー及び排出物を定量的に把握した。その結果、組み立てを中心とする製造工場においても設計や資材管理のデータ及び溶接や切断等の作業に関するプロセスデータを整備することにより、インベントリ分析が可能であることが明らかになった。

運航ではタンカー、撒積貨物船及びコンテナ船の運航記録の調査を行い、実際の運航パターンや燃料・潤滑油の消費量を把握し、主機関、ディーゼル発電機及びボイラーの平均負荷率等を明らかにした。また、船舶の主機関の常用出力と満載航海速力等から算出した燃料消費量は調査結果の実績値と概ね一致し、解析での実船の燃料消費量の推定が可能であることが判明した。

大型船舶の解体では、船体に使用された鋼材は建設用の伸鉄材等としてリサイクルするために回収される。解体・リサイクル工場の現地調査を行い、作業工程を整理し、主な資材やエネルギーの使用量及び船体からの回収物や排出物を明らかにした。解体船舶の重量の約51％が伸鉄材、約33％が鉄スクラップ及び約12％が中古部品等として利用されるのを含め、解体船舶の殆どがなんらかの材料として回収され、最終的な固形廃棄物は船舶重量の約3％程度であった。

この他、アルミニウム合金製漁船とFRP製漁船の建造及び運航に関する詳細な調査を実施し、インベントリ分析を実施するための各種の詳細なデータを取得した。

3. 解析手法の作成

LCI分析では、素材製造のための資源の採取から製品の最終的な処理までのライフサイクルにおける資源の消費や環境中への排出物の定量的な分析を行う。本研究では、船舶個別

のライフサイクルでCO_2を排出するプロセスを明確にするため、プロセスの積み上げによるインベントリ分析を行うこととした。そのため、船舶の建造、運航、解体及び伸鉄材の生産の各段階の実態調査の結果から得られた作業工程に基づいてプロセスフローを作成した。

インベントリ分析はプロセスフローに基づいて、材料やエネルギーの使用量及び排出物を記述したプロセスデータ配置してプロセス行列を作成し、ライフサイクル全体にわたる排出物等の解析を行う。なお、本研究では、素材、エネルギー及び部品の製造等造船所や船会社の専門以外の資材については、製造インベントリデータとして解析処理されたデータを使用し、個々の製造工程や輸送等の詳細なプロセスは解析の対象としないこととした。

4. モデル船の解析

87,000DWTのタンカー（以下、「87タンカー」と言う。）をモデル船として、建造、運航、解体及び回収した鋼材のリサイクルの各段階でのインベントリ分析を実態調査の結果に基づいて実施した。運航年数を25年としたモデル船のライフサイクル全体でのCO_2排出量は約1.4（Mton-CO_2）であり、輸送量単位（ton-km）当たりのCO_2排出量は約6.2（g- CO_2）であった。ライフサイクルでのCO_2排出量の内訳を図-1に示す。殆どのCO_2は運航において排出され、建造に関わる排出量はライフサイクル全体の約1.5%であった。

建造、運航、解体及び伸鉄材の生産でのCO_2排出量のプロセス毎の内訳を図2-図5に示す。建造では鋼材の生産が全体の約79%を占め、溶接や切断等造船所の作業に関わるCO_2排出量は電力製造と海上試運転による排出量を含め、建造全体の約10%であった。また、主機関の製造に関するインベントリ分析の解析結果を図6に示す。鋳鍛造品の製造によるCO_2排出量が全排出量の約67%を占め、鋼材を含めた素材の製造におけるCO_2排出量が全体の約72%を占めた。

運航では主機関の運転によるCO_2排出量が運航全体の約82%を占め、船舶のライフサイクル全体で最もCO_2を排出するプロセスであった。一方、解体ではLPGガス切断とトラック輸送、また、伸鉄材の製造では材料の加熱に伴うCO_2排出量が概ね25～34%程度を占め、電力製造と並んでCO_2の排出量が多いプロセスであった。

モデル船のLCI分析の結果と実態調査に基づいて作成したモデル船のライフサイクルでのマテリアルフローの概略を図-7に示す。造船所では鋼材等の素材14,000(ton)、部品3,100(ton)及び電力7,200(MJ)を消費して重量14,500(ton)のタンカーを建造する。25年間の運航で40万トンの燃料を燃やし、原油を2,300億(ton-km)輸送する。また、使用に供された後、タンカーは解体され、建設用の伸鉄材7,100(ton)と製鉄用鉄スクラップ4,500(ton)が生産され、再利用が予定される部品等が回収される。その結果、資源の採掘から解体・リサイクルにわたるモデル船のライフサイクル全体で$CO_2$140万(ton)等が環境中に排出される。

5. 各種船舶への適用

モデル船のLCI分析の結果から船舶のCO_2排出量は運航段階で約98%程度を占めることが明らかになった。大型タンカー（260,000DWT）、撒積貨物船（140,000DWT）及び大型コンテナ船(6,100TEUS)等の代表的な船種の運航のインベントリ分析を運航実績に基づいて実施し、船種毎のCO_2排出量の解析を行った。87タンカーを含めた解析結果を図-8に示す。コンテナ船は25年間の運航で約4.4（Mton-CO_2）のCO_2を排出し、単位輸送量当たりのCO_2排

出量は13.4（g- CO_2）であった。コンテナ船は解析した船種の中で総排出量及び単位輸送量当たりの両方で最大のCO_2を排出し、単位輸送量当たりでは最もCO_2排出量の少ない260タンカーの約4.6倍となった。

CO_2を排出する主なプロセスは主機関、補助ボイラー及びディーゼル発電機の運転並びに燃料の生産であり、運航全体のCO_2排出量の99%以上を占めた。主機関の運転によるCO_2排出量は全ての船種で全排出量の80%以上を占め、最もCO_2を排出するプロセスであった。ディーゼル発電機とボイラーの運転によるCO_2排出量の運航全体の排出量に占める割合は、主機関を含めた船舶設備の仕様により異なり、各々約3～9%と約2～5%の幅があった。また、燃料の生産に伴うCO_2排出量が運航全体での出量の約7%を占めた。

アルミニウム合金製及びFRP製の小型漁船の建造及び運航におけるインベントリ分析を実施した。船体の製造を含め、ホタテ養殖漁業での20年間の使用により約5×10^3(ton) のCO_2が排出されることが解析される等、各種船舶へのLCA解析の適用の可能性を示した。

6. 解析ソフトの作成

6.1 背景

数万の素材や部品、多様な船舶の仕様及び多岐にわたる建造工程や運航方法等、船舶のライフサイクルは複雑かつ多種多様である。また、LCA解析の実施には、解析の専門的知識に加え、各種の素材やエネルギーの製造工程等船舶の建造や運航とは直接関係しないプロセスについても熟知していることが必要となる。そのため、船舶関係者が船舶のLCA解析を的確に実施するためには、LCA解析手法の整備や関連データの収集を支援する解析ソフトが必要と考えられる。本研究で試作した船舶用LCA解析ソフトの内容を以下にまとめる。

6.2 解析ソフトの概要

6.2.1 目的と機能

本解析ソフトは船舶のライフ・サイクル・インベントリ（LCI）分析及びインパクトアセスメント（LCIA）を実施する解析ソフトである。各種船舶の建造、運航、解体及び素材のリサイクルの各段階を対象とし、段階毎又はライフサイクルを通じたインベントリ分析及びインパクト評価を実施し、解析結果を印刷又は登録する機能を持つ。また、本解析ソフトはLCA解析の実施に必要なデータの入力作業を支援する機能と共に、船舶仕様、各種のプロセスデータ及び製造インベントリデータ等を登録、管理するデータベースの機能を有する。

6.2.2 範囲

LCA解析では資源の採取から製品の最終的な処理までの、言わば、製品の「揺りかごから墓場まで」における資源の消費や環境中への排出物による環境影響を解析の対象とする。本解析ソフトで解析対象とするシステム境界を図-9に示す。解析はライフサイクルの各段階での最小技術単位（プロセス）に基づいて行われる。なお、各プロセスで消費する経済的入力項目の素材、エネルギー及び部品等の製造に関するデータは、製造インベントリデータとして解析処理されたデータを使用し、個々の製造工程や輸送等の詳細なプロセスは解析の対象としない。また、船舶の解体により回収される中古部品及び鋼材リサイクルで生産される伸鉄材の使用並びに鉄スクラップのリサイクル等は解析の対象とはしない。

6.3　構造

6.3.1　全体構成

本解析ソフトはLCA解析を実行する解析処理部と解析に使用する各種データを管理するデータベースから構成される。本解析ソフトの構成を図-10に示す。解析処理部では船舶毎に建造、運航、解体及び鋼材のリサイクルの各段階並びにライフサイクル全体の解析を実施する。また、データベースでは船舶仕様、プロセスデータ及び解析条件等のデータセットの登録、修正及び削除等を行う。

6.3.2　解析処理部

各段階での解析における作業計画や解析対象の環境影響を指定する環境インジケータ等の入力、解析の実施、解析結果の印刷及びデータベースへの登録等を行う。また、船舶のライフサイクル全体の解析を各段階の解析結果に基づいて実施する。

6.3.3　データベース

データベースに含まれる解析対象の船舶の仕様、プロセスデータ及び解析条件等のデータセットの項目を表-1に示す。

6.4　解析方法

6.4.1　解析の種類

本解析ソフトで実施する解析の種類は、インベントリ分析、インパクト分析及びコスト解析である。解析ソフトで用いた解析手法を以下に示す。

6.4.2　インベントリ分析

(1) 解析手法

インベントリ分析では製品のライフサイクルにおいて全ての消費資源や排出物を定量的に把握する。本解析ソフトではプロセスデータの積み上げによりインベントリ分析を行う。また、船舶のライフサイクルの各段階のプロセスフロー等に基づいて作成されたプロセス行列を用いて解析を実行する。各段階のプロセス行列を構成する標準的なプロセスの種類とプロセス量はプロセスフローとしてテンプレート化され、データベースに登録されている。また、廃棄物処理は排出物の種類に応じて各段階で設定した廃棄シナリオに基づいて解析される。

(2) プロセス行列の作成

解析で使用するプロセスデータはテンプレートで指定されたプロセスの種類に基づいてデータベース中から選定する。本解析ソフトでは1つのプロセスの種類に対して複数のプロセスデータを割り付けて指定することができる。プロセス行列は指定されたテンプレートとプロセスの種類に基づいてプロセスデータの積み上げをくり返して作成される。

(3) 機能単位

船舶の各段階でのインベントリ分析の目的とした機能単位を表-2に示す。

(4) 環境負荷項目

インベントリ分析の対象とする環境中への排出物や天然資源の消費量等の環境負荷項目は、環境インジケータを選択することで指定される。

(5) コスト解析

船舶の各段階におけるコストは解析結果から得られるプロセス量に基づいて算出される。

6.4.3　インパクト評価

インパクト評価では、有害化学物質等の環境中における拡散、吸収・蓄積による被害等に基づいて人体・生態系への影響をリスク等の定量的な指標により評価を行う。本解析ソフトでは、ISOに準拠し、以下の手順で実施する[1)]。

①分類化 (Classification)
②特性化 (Characterization)
③正規化 (Normalization)
④重み付け (Weighting)

(1) 分類化

インベントリ分析により算出した環境負荷項目(インベントリデータ)を環境影響項目に割り当てる。本データベースに登録した環境影響項目を表-3に示す[2)]。

(2) 特性化

環境負荷項目のインベントリ分析の結果を設定された特性係数[3)]と掛け合わせて合計し、環境影響項目スコアを算出する。ただし、環境庁の指定する第１種指定化学物質等[4)]は全ての物質の特性化係数を「1」(kg) とした。

(3) 正規化

環境影響項目スコアが、環境影響項目に対して相対的にどの程度関与しているかを求める。本解析ソフトでは正規化のための基準値を輸送量(ton-km)当たりの排出物等の許容量(ton-substance／ton-km) とした。

(4) 重み付け

環境影響項目に相対的な重み付け係数を設定し、各環境影響項目の正規化の結果にその重み付け係数を掛け合わせ、統合化指標（環境インジケータ）を算出する。本解析ソフトでは、各環境影響項目の重み付けを任意に割り付けた環境インジケータを登録し、評価を行う。

6.5　データベースの詳細

6.5.1　船舶仕様データ

船舶仕様に関するデータとしてデータベースに収集する項目を以下に示す。

(1) 船舶主要目

船舶の寸法及び主な搭載機関の種類等を船舶主要目の対象とした。船舶主要目のデータ項目を別表-1に示す。

(2) 重量構成表

解析に使用する船舶重量は船舶の軽荷重量 (Light weight : LW) を基準とした。軽荷重量を構成する部品や装置をその機能に応じて船殻、船体艤装、機関部及び電気部に区分した。各重量区分に含まれる部品の分類の概要を表-4に示す。

6.5.2　プロセスデータ

プロセスデータとしてデータベースに収集するデータ項目を以下に示す。

(1) 種類

図-10に示したプロセスデータのうち、素材・燃料、エネルギー及び部品・装置は資源の

採掘から製品の製造工程までを対象とした製造インベントリデータである。素材加工、機器／設備の使用及び輸送は最小技術単位のプロセスデータである。排出物処理は排出物の種類に応じて処理のシナリオを定めたシステムデータである。

(2) データフォーマット

プロセスデータのデータフォーマットを別表-2に示す。船舶のLCA解析用フォーマットはSPOLDフォーマット[5]を基準に、市販されているLCA解析ソフト[3]に基づいて簡略化し、新たに労力とコストの項目を加えて作成した。また、製造インベントリデータ及びシステムデータも同じデータフォーマットとした。

6.5.3 他のデータセット

解析条件に関するデータセットとしてデータベースに収集するデータ項目を以下に示す。

(1) 環境影響

環境影響項目と環境インジケータを対象とする。環境影響項目のデータセットは、排出物等の環境負荷項目とその特性化係数から構成される。また、環境インジケータのデータセットは重み付けされた環境影響項目とその正規化定数である。

(2) テンプレート

ライフサイクルの各段階の解析で使用する作業量等の計画データをテンプレートとしてデータベースに登録し、解析時のデータ入力作業を簡易化する。テンプレートの種類と対象データを表-5に示す。また、データベースに登録する各種のテンプレートの内容を以下に示す。

(a) タイプシップ

対象船舶の重量構成データの入力を簡易化するため、タイプシップをテンプレートとして登録する。解析の対象船舶の重量構成は選定されたタイプシップの軽荷重量に比例した重量構成となる。

(b) システムモデル

建造、運航、解体、鋼材リサイクルの各段階での作業計画として、プロセスの種類とそのプロセス量をモデル化したデータセットを登録する。システムモデルを使用することで、対象船舶のプロセスの種類とプロセス量は、選定されたシステムモデルに準拠したデータセットを作成する。

(c) 資材調達

運航を除く建造、解体及び鋼材リサイクルでの資材調達を対象とし、代表的な資材の調達先からの輸送距離と輸送方法をデータセットとして登録する。

(3) 自然からの入力

プロセスデータの環境中からの入力項目として入力可能な天然資源とスクラップの種類を登録する。本データセットによりインベントリ分析で対象とする天然資源とスクラップの種類を定める。

6.6 解析ソフトの使用と使用環境

本解析ソフトの使用方法と使用環境を以下に示す。

6.6.1 使用方法

(1) デモンストレーション機能

船舶のLCA解析を本解析ソフトで実施する場合の具体的な実施手順は、本解析ソフトが備えるデモンストレーション機能を利用して理解することができる。

(2) データ入力

船舶の各段階での解析作業では、素材加工等の主たる作業に加え、資材調達、一般管理及び廃棄物処理に関する計画データの入力作業を行う。これらの入力作業はテンプレートの使用により作業を軽減することができる。

建造及び運航におけるデータの入力画面の一例を図-11～13に示す。データの入力作業では、テンプレートで指定されたプロセスの種類毎に総プロセス量及びその内訳としてプロセスの詳細な種類と作業量の割り付けを行う。解体及び鋼材のリサイクルの作業工程の入力データの形式は建造と同じである。また、船舶のライフサイクル全体の解析は、各段階の解析結果を指定し、解析を実施する。

6.6.2 使用環境

本解析ソフトを使用する場合の使用環境を以下にまとめる。

(1) 作動環境

本解析ソフトはスタンドアロンでのパソコンの使用を前提として作成した。ネットワーク等を利用してのソフトの共同利用は考慮されていない。

(2) 解析限界

解析が可能な総プロセス数は部品データ等を含め、約10,000プロセスとした。パソコンの搭載しているメモリが少ない場合は、解析時間を著しく必要とする場合がある。

(3) インストールソフト

本解析ソフトを利用するためには、使用するパソコンのオペレーティングシステム(OS)としてWindowsNT4.0を使用し、Microsoft Access98及びMicrosoft Execell98がインストールされていることが必要である。

(4) データベース

船舶の本格的なLCA解析を実施するためには、解析目標に応じた的確な各種のプロセスデータを収集し、データベースに登録する等の作業を必要とする。

6.7 解析ソフトの課題

船舶用のLCA解析を実施する解析ソフトを試作した。多くの部品の入力方法や排出物の処理等の課題もあるが、本格的な船舶用の解析ソフトの構築に発展させるための基本的な機能を備えることができたと考えられる。船舶のLCA解析を的確に実施できる本格的な解析ソフトへの発展には、感度解析や不確実性解析等の解析手法の高度化、多量の入力データの効率的かつ的確な入力方法の確立、素材や部品等の製造インベントリデータ及び素材加工や機関の運転等のプロセスデータの整備等を行うことが重要である。

なお、本解析プログラムは船舶用LCA解析ソフトウェアとしてプログラム登録(登録番号P第7084号-1) された。

7. 研究のまとめ

船舶の建造、運航、解体及び伸鉄材の生産の各段階でのプロセス調査や運航調査に基づい

てCO_2排出に関するプロセスフローを作成し、プロセスの積み上げによる船舶のLCI分析の解析手法を作成した。87,000DWTタンカーを対象としたLCI分析を実施し、船舶のライフサイクルでのCO_2排出量をプロセス単位で明らかにした。また、大型タンカー、撤積貨物船及びコンテナ船等の運航時のCO_2排出量を運航実態に基づいた解析により算出した。これらの試解析の実施を通じて、船舶へのインベントリ分析の実施方法を作成し、その適用方法を船舶用解析ソフトとして試作した。

船舶へのLCA手法の適用は緒に着いたばかりである。船舶へのLCA解析手法の的確な適用のためには、船舶でのLCAの使い方、収集すべきインベントリデータ項目の設定及び各種のプロセスデータの整備並びに船舶のLCA解析を支援する解析ソフトの造りこみに関する研究等を鋭意に行う必要がある。

参考文献

1) LCA実務入門、LCA実務入門編集委員会、1998年8月17日初版、発行　(社) 産業環境管理協会、ISBN:4-914953-47-1LCA

2)R. Heijungs et al.,Environmental Life Cycle Assessment of Products(邦訳は、戦略LCA研究フォーラム訳「 製品の環境ライフサイクルアセスメント」サイエンスフォーラム(1994))

3) Mark Goedkoop of Pre・Consaltants, The Eco-indicator95, Final Report

4) 環境庁　HP　http://www.eic.or.jp/eanet/　2000.11.29現在

5) SPOLD(Society for the Promotion of LCA Development) file format for LCI data exchange(1997.10.08)

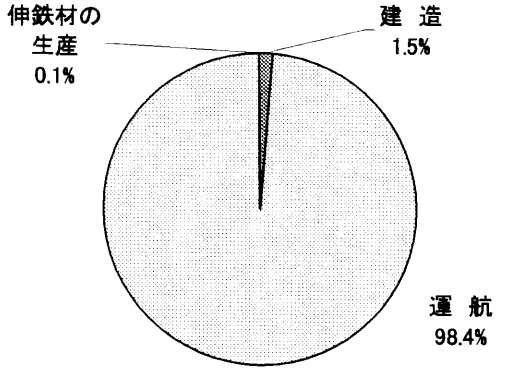

図-1 船舶からのCO2排出量
排出量合計 1.4×10^6(ton-CO2)

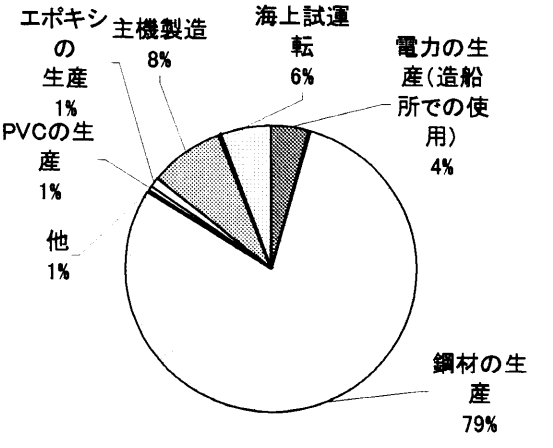

図-2 建造でのCO2排出量の内訳
排出量合計 2.0×10^4(ton-CO2)

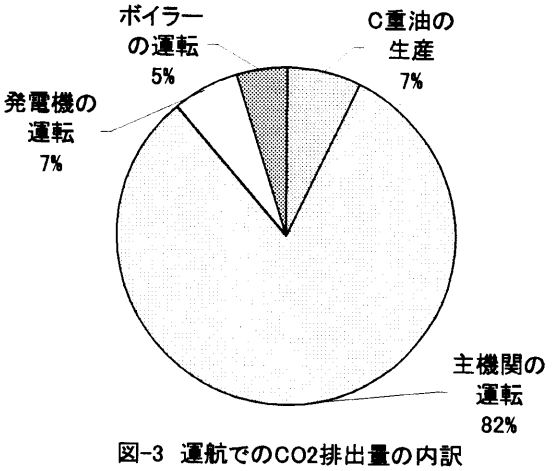

図-3 運航でのCO2排出量の内訳
排出量合計 1.3×106 (ton-CO2)

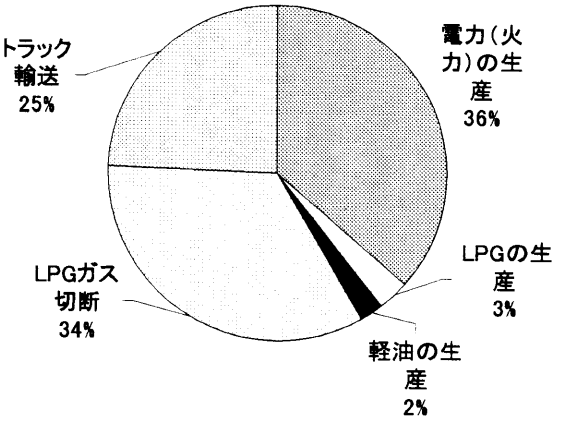

図-4 解体でのCO2排出量の内訳
排出量合計 3.6×10^{2} (ton-CO2)

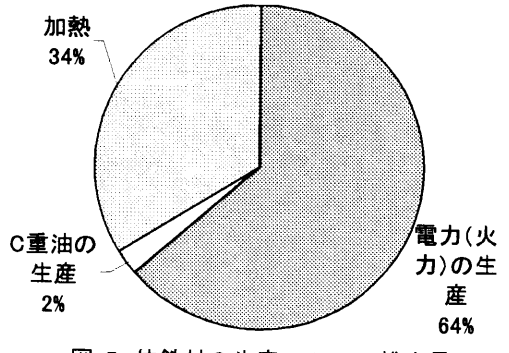

図-5 伸鉄材の生産でのCO2 排出量の内訳
排出量合計 1.1×103 (ton-CO2)

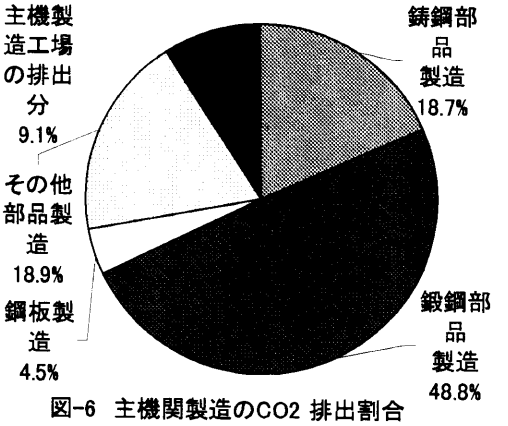

図-6 主機関製造のCO2 排出割合

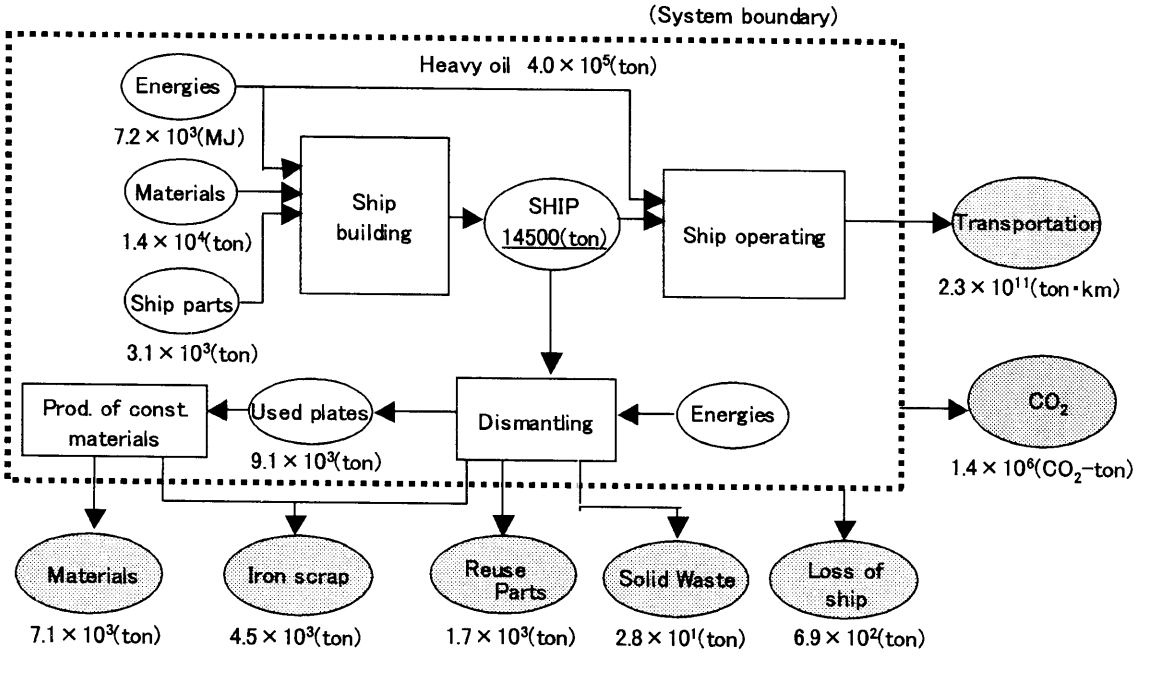

図-7 87、000DWTタンカーのマテリアルフロー

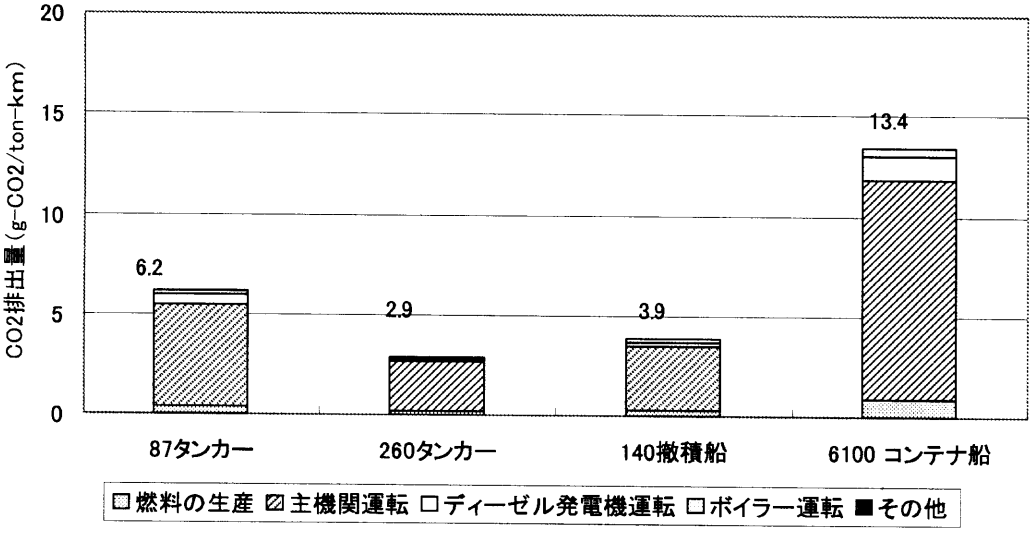

図-8 船種毎の輸送量当たりのCO2排出量と内訳

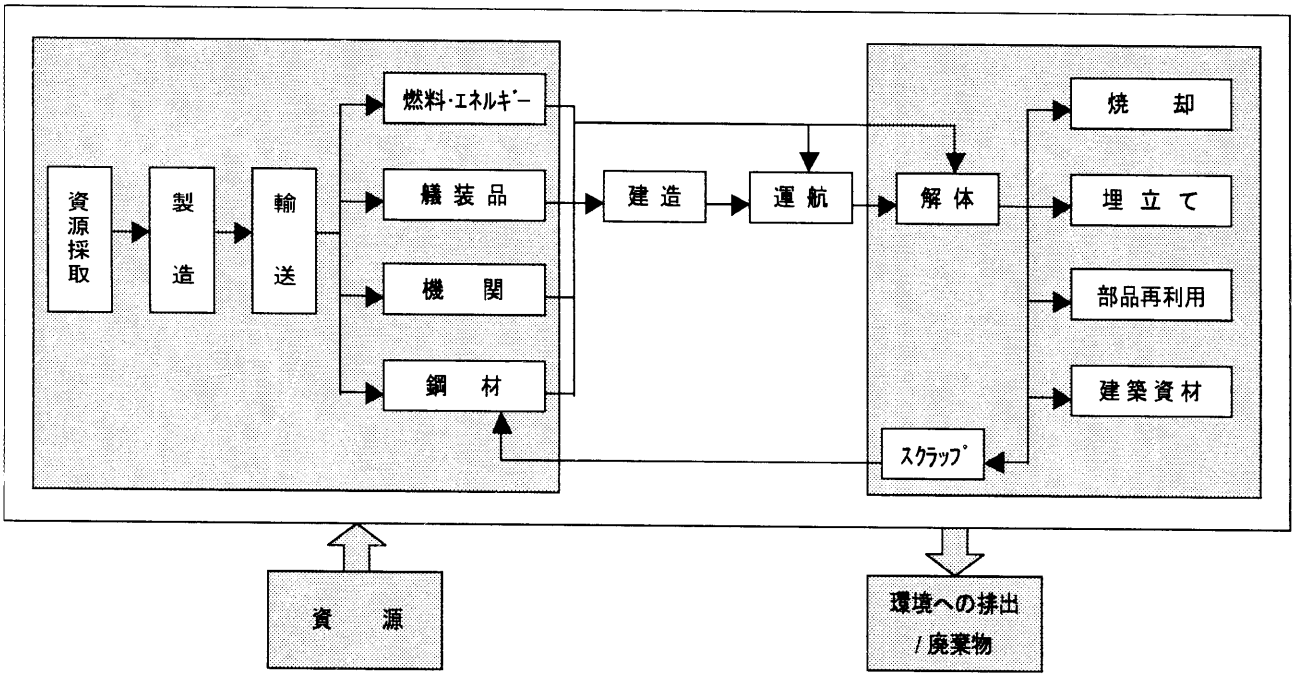

図-9 船舶のライフサイクルとシステム境界

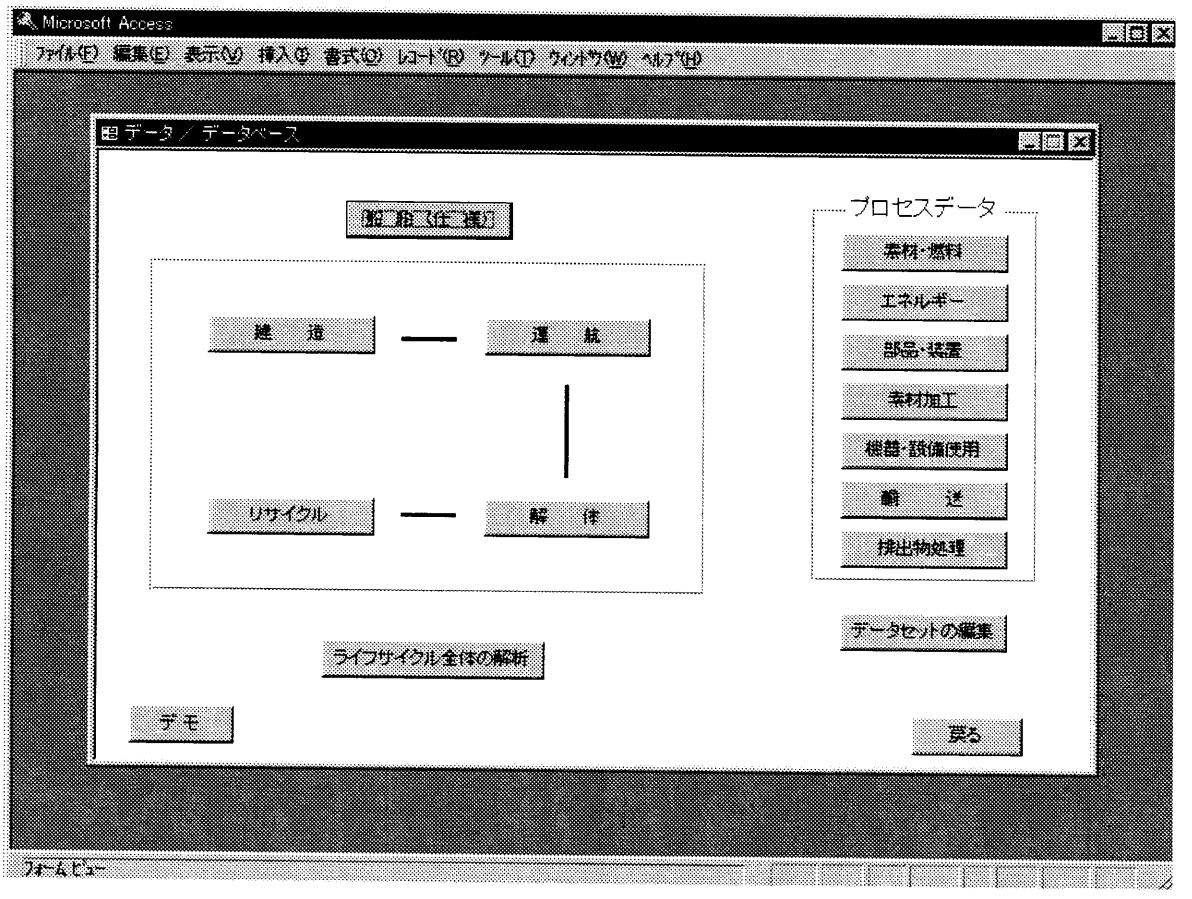

図-10 船舶用LCA解析ソフトの入力画面の例

表-1 データベース項目

		区分	項目
1	船舶仕様	船舶主要目	船名、トン数、速力、寸法、機関出力
		船舶重量構成	船殻、鋼材、機関重量
2	プロセスデータ	素材/燃料	鋼材、鋳造品、鍛造品、重油、軽油
		エネルギー	電力、蒸気・熱、機械力
		部品/装置	ディーゼル機関、プロペラ、軸、各種艤装品
		素材加工	切断、溶接、塗装、曲げ、研摩、加熱
		機器/設備使用	照明、空調機
		輸送	トラック、クレーン、船舶、鉄道、航空機
		排出物処理	焼却、埋め立て、
3	(1)解析する環境影響	環境インジケータ	作成したインジケーター
		環境影響項目	地球温暖化、酸性雨、オゾン層破壊
	(2)使用するテンプレート	タイプシップ	タンカー、撒積貨物船、コンテナ船
		システムモデル	建造、運航、解体、鋼材リサイクル
		資材調達モデル	造船所
	(3)自然からの入力項目	天然資源	原油、鉄鉱石、石炭、天然ガス
		スクラップ	鉄、銅、アルミニウム
	(4)その他	単位換算	μg、mg 、g、kg、ton、J、MJ、

表-2 船舶の各段階における機能単位

段階名	機能単位
建造	隻
運航	ton-km
解体	隻
鋼材リサイクル	ton
ライフサイクル	ton-km

表-3 環境影響項目

	Class 環境影響項目	Unit 単位	出典
1	Greenhouse effect 地球温暖化	GWP	1
2	Ozone depletion オゾン層破壊	ODP	1
3	Acidification 酸性雨	AP	1
4	Eutriphication 湖沼等の富栄養化	NP	1
5	Heavy metals 重金属の排出	Pb equivalent	1
6	Winter smog ウィンタースモッグ	SO2 equivalent	1
7	Summer smog サマースモッグ	PCOP	1
8	Carcinogenesis 発がん性物質の排出	PAH equivalent	1
9	Pesticides 農薬汚染	Active substance	1
10	MOE First class chemical substances 環境庁 第1種指定化学物質	kg	2
11	MOE 2nd[class chemical substances 環境庁 第2種指定化学物質	kg	2

出典

1) LCA 製品の環境ライフサイクルアセスメント

2) 環境庁 HP http://www.eic.or.jp/eanet/ 2000.11.29現在

表4 船体部品の分類

船 殻	船体艤装	機関部	電気部
1.船体構造	1.操舵設備	1.主機・付属品	1.電気設備
・船底構造	2.係船設備	2.機関補機	・電線
・船側構造	3.荷役設備	・造水装置	・2次・非常用電源装置
・各甲板	4.貨物倉装置	・油清浄機	・遠隔操作用管／主機リモコン
・船楼構造	5.諸管設備	・空気圧縮機	・制御盤
・甲板室	6.船内環境設備	・熱交換機	・主配電盤・非常用配電盤
・機関室囲壁	7.居住・衛生・脱出設備	・ポンプ・管類	・電気雑機器、電路機具
・隔壁	8.交通・採光設備	・イナートガス発生装置	2.航海設備
・軸路	9.冷凍装置	・排ガスエコノマザー	・通信ケーブル
・深水タンク	10.防食・防汚設備	・煙突・煙路	・航海装置
・ピラー	11.消防設備	・スターター・電動機	・無線・通信設備
・台座	12防水設備	3.ボイラー	・各種計測装置
・舵	13.救命設備	4.発電機	・通話伝達装置
2.船首材	14.排出物処理設備	5.推進設備	・汽笛
3.船尾材	15.コンテナ	・軸系、逆転減速機	・船灯
4.溶着/接合金属	16.その他の船体艤装品	・プロペラ（FPP）	3.その他の電気部品
5.塗料		・スラスター	
6.その他の船殻部品		・船尾管・シール	
		6.その他の機関部品	

表-5 テンプレートの種類と対象データ

テンプレート種類		設定データ項目
タイプシップ		船舶重量構成
システムモデル	建造	建造工程のプロセスの種類とプロセス量
	運航	運航工程のプロセスの種類とプロセス量
	解体	解体工程のプロセスの種類とプロセス量
	伸鉄材製造	鋼材リサイクル工程のプロセスの種類とプロセス量
資材調達モデル	建造	資材の種類と輸送距離、素材歩留り
	解体	資材の種類と輸送距離、船体損耗率、素材の回収率
	伸鉄材製造	資材の種類と輸送距離、スクラップの発生率

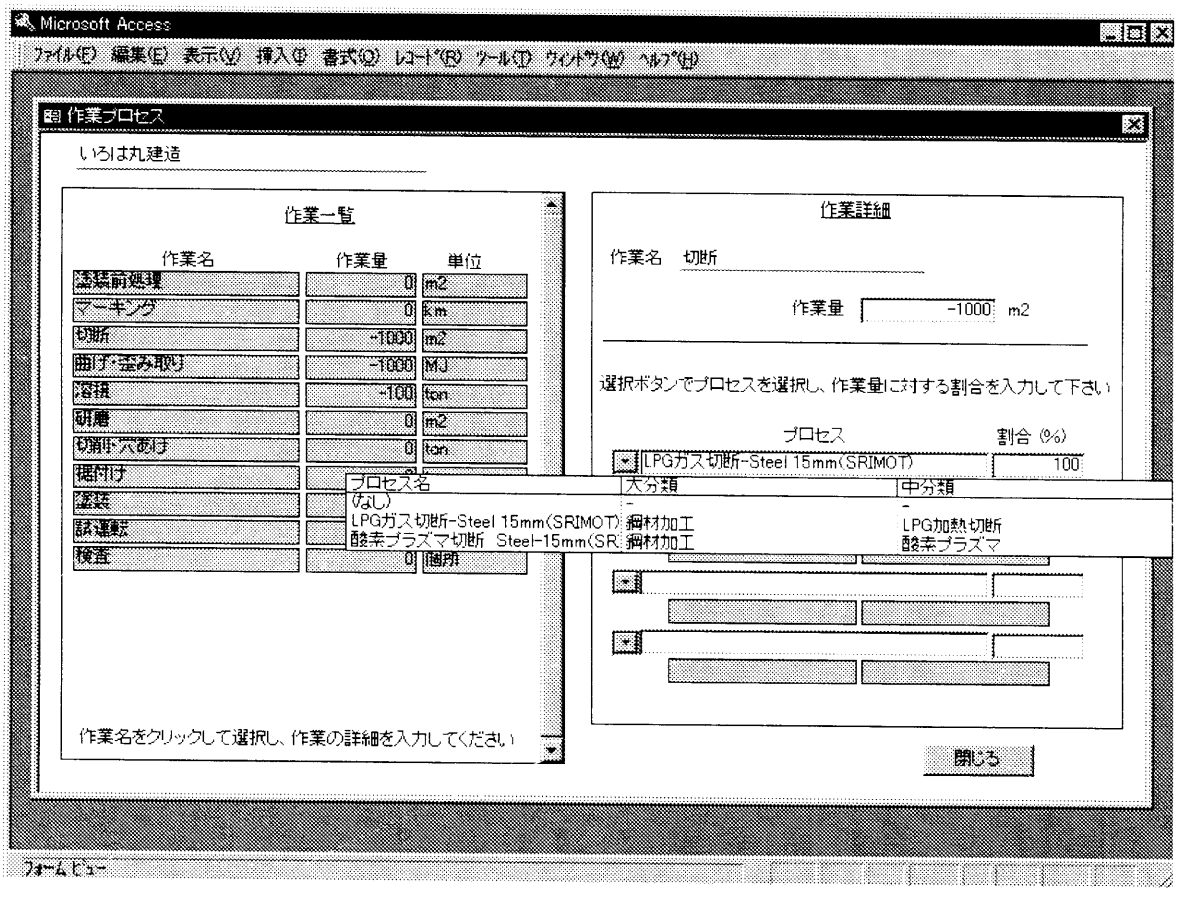

図-11 建造のの入力画面の一例

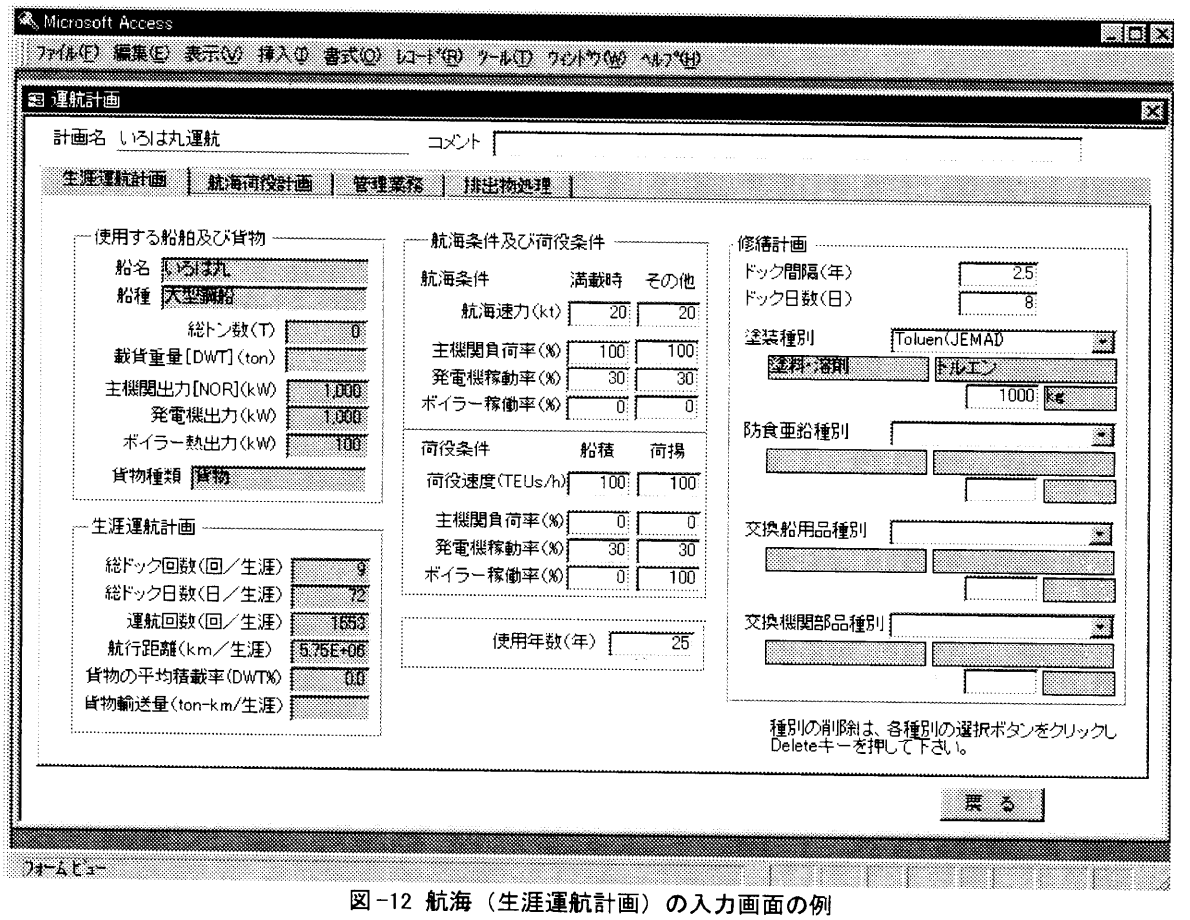

図-12 航海（生涯運航計画）の入力画面の例

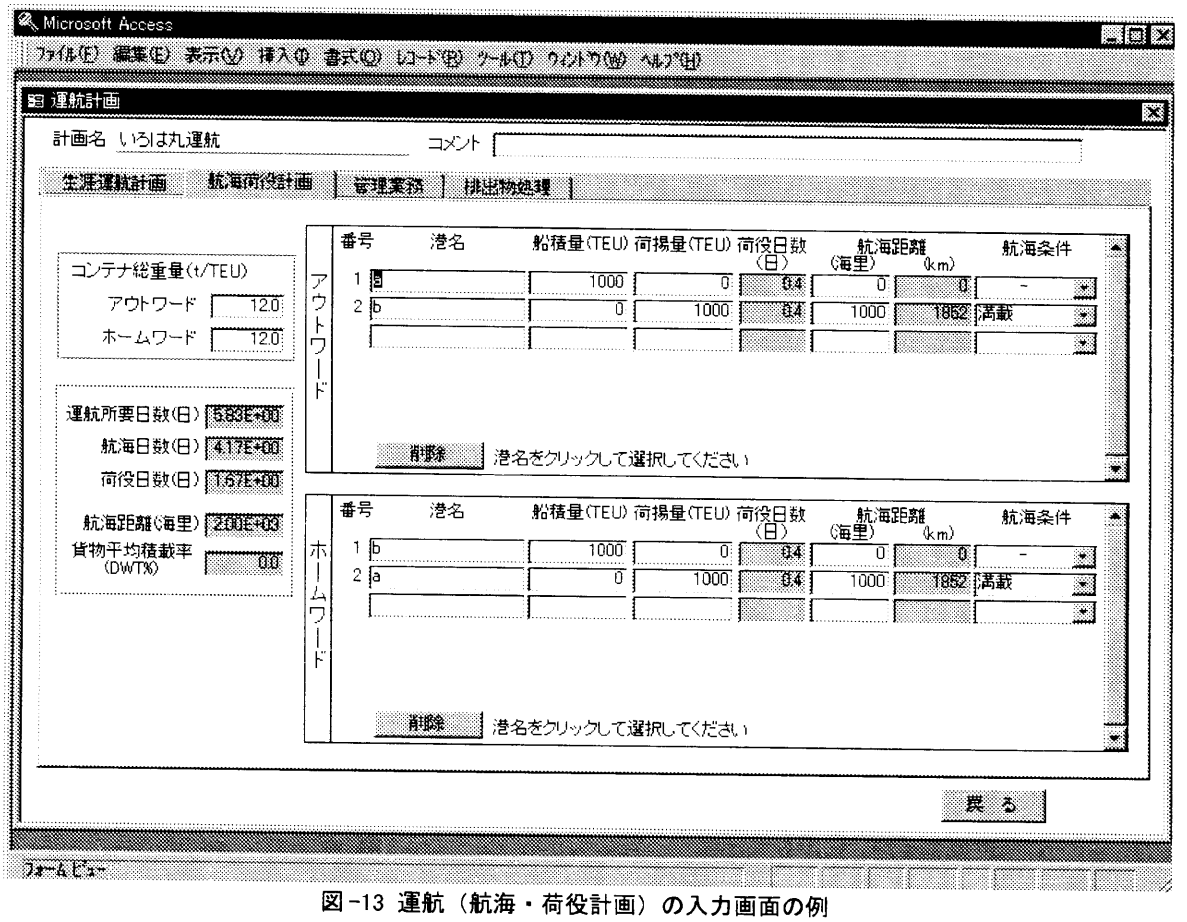

図-13 運航（航海・荷役計画）の入力画面の例

別表-1 船舶の主要目表のデータフォーマット

区分	項目	入力データ	単位
1 船名	船名		.
	船舶番号		.
	船種		.
	船主名		.
2 航行区域	航行区域		.
3 建造	建造工場		.
	起工日	Year/Manth/Day	.
	進水日	Year/Manth/Day	.
	竣工日	Year/Manth/Day	.
	船級		.
4 トン数	総トン数		T
	満載排水量(Δ)		ton
	軽荷重量		ton
	国際純トン数(NT)		NT
5 載貨重量／容積	載貨重量(MT)		t
	載貨容積(VB/VG)		m^3
	コンテナ搭載数(TEU)		TEU
	自動車搭載数		台
	旅客		人
7 速力	満載航海(VS)		kt
	試運転最大速力(Vt)		kt
	航続距離		海里
8 寸法	全長(LOA)		m
	登録長(LR)		m
	垂線間長(Lpp)		m
	型幅(Bm)		m
	型深(Dm)		m
	満載吃水(d)		m
	軽荷(バラスト)吃水(dL)		m
9 船質	船質		.
10 乗組員	乗員		人
11 主機	主機関種類		.
	主機関型式×台数		.
	連続最大出力		kW
	連続最大出力 回転数		rpm
	常用出力		kW
	常用出力 回転数		rpm
12 プロペラ	種類		個
13 ボイラー	蒸気量×圧力×台数	(t/h)× (Mpa)× (台)	
14 発電機	ディーゼル発電機 出力×台数	(kW)× (台)	kW
	軸発電機 出力×台数	(kW)× (台)	kW
	タービン発電機 出力×台数	(kW)× (台)	kW
	非常用ディーゼル発電機	(kW)× (台)	kW
15 排ガス	高圧部 蒸気量×圧力×台数	(t/h)× (Mpa)× (台)	t/h
エコノマイザー	低圧部 蒸気量×圧力×台数	(t/h)× (Mpa)× (台)	t/h

別表-2 プロセスデータフォーマット

プロセスデータ

A：一般情報

	分類又は名前	選択枝	データ
1	大分類		
2	中分類		
3	データ番号		
4	データタイプ		
5	データの名前		
6	データベース		
7	対象年月		
8	対象地域		
9	技術水準		
10	データの代表性		
11	データの作成日		
12	レコード(データの所在)		
13	データ作成者		
14	参考文献		
15	データの種類		
16	データ収集方法		
17	データ処理方法		
18	検証		
1	質量バランス		
2	エネルギーバランス		
19	コメント		
20	配分のルール		
21	システムモデル／境界		
1	システム構成		
2	エネルギー		
3	輸送		
4	排出物処理		

B：入出力データ

	分類又は名前	単位	データ
1	●使用した資源		(Unit) kg
2	●使用した材料／燃料		(Unit) kg、P
3	●電力、熱、輸送		(Unit) MJ、ton-km
4	●労力		(Unit)Man-day、Man-Month
5	●コスト (ただし、労力費、材料費を含まない)		(Unit) ¥ $ £
6	●大気への排出		(Unit) kg
7	●水への排出		(Unit) kg
8	●土壌への排出		(Unit) kg
9	●固形廃棄物		(Unit) kg
10	●非物質の排出		(Unit) MJ
11	●製品・サービス		(Unit) kg、P、Man-day、ton-km、MJ
12	●対象としない製品等		(Unit) kg、P、MJ