船舶エキスパートシステムの評価に関する研究

稲石 正明*・松村 尚志*・鶴田 三郎*
今津 隼馬*・杉崎 昭生*

Research on the Evaluation of Ship Expert Systems

Masaaki INAISHI, Hisashi MATSUMURA,
Saburo TSURUTA, Hayama IMAZU and Akio M. SUGISAKI

Abstract

Evaluation, whether informal or formal, is an important step in ship expert system development. Evaluation enables a feedback process to take place whereby the comments are served as a basis for iterative refinements of ship expert systems. However, it is still a problem even today that the establishment of ship expert systems evaluation method.

In this paper, authors have classified evaluation process, and have proposed evaluation method of ship expert systems. This evaluation method contains evaluation purposes, evaluation items, evaluation criteria and synthetic evaluation technique. Using this evaluation method, three prototype expert systems for navigation at sea which have been developed by authors are evaluated.

The summary of the results is shown below.

- (1) The availability of evaluation items hierarchical classification is given.
- (2) Evaluation items and evaluation criteria which are necessary to evaluation of ship expert systems are proposed.
- (3) Evaluation results which coincide with purposes of system development are obtained.
- (4) The validity of evaluation method is supported by evaluation results investigation.

1. はじめに

エキスパートシステムの評価を行うことは、エキスパートシステムの開発において重要な要素である。評価によって開発プロセスにフィードバックをかけることが可能となり、評価の際に得られたコメントなどは、エキスパートシステムを今後実用化するうえで有益なものとなる。

エキスパートシステムの検証に関しては多くの研究例があるが、評価については最小限のことしか研究されていない⁽¹⁾。エキスパートシステムをどのように評価すればよいかは、まだ解答の出していない問題である。

評価と検証は本来異なる概念であり、これらを混同して用いられていることが多い。本研究では、Gaschnigら⁽²⁾と Adrionら⁽³⁾による評価と検証に関する定義を参考に、次のように定義する。

評価：エキスパートシステムの品質と有用性を測定すること。

検証：問題が正しく解けたかどうかエキスパートシステムを分析すること。

本研究の目的は、

- (1) 評価のプロセスを明確にし、船舶エキスパートシステムの評価手法を提案する。
- (2) その評価手法を用いて、著者らが開発した船舶航行 エキスパートシステムのサブエキスパートシステム^{(4),(5),(6)}を評価対象とした評価実験を行い、その結果について議論することである。

* 正会員 東京商船大学 (〒135 東京都江東区越中島 2-1-6)

2. 評価手法

2.1 評価手順

評価手順を考えるにあたって、Gaschnig らによって明らかにされた、評価に関する一般的な原則を十分に考慮する必要がある。

原則-1: 複雑な目的やプロセスは一つの基準や数値で評価することはできない。

原則-2: 評価基準や測定するデータが多くなればなるほど、より多くの情報が利用可能となり、全体の評価の基礎となる。

原則-3: 人はそれぞれの利益によって異なる基準を持ち、基準の相対的な重要度について同意しない。

原則-4: 測定方法を厳密に定義すれば、実験的に測定可能である。

図1 評価プロセス

評価を行うには評価目的、評価項目、評価基準および総合評価の方法などを明確にする必要がある。また、総合評価の結果をシステム開発に反映しやすくするには、評価項目の階層的な分類、展開を必要とする。本研究で提案する評価手法を示した、評価の流れ図を図1に示す。以下、評価の流れ図に沿って評価手法を説明する。

2.2 評価前提条件

評価を行うには、まず評価のための前提条件を明確にする必要がある。前提条件として考えておかねばならない項目として図1に示すような、評価目的、評価対象、評価主体、評価範囲および評価時期などがある。

(a) 評価目的

評価の基本的な目的が、システムの代替案相互の優劣を決めるための評価なのか、それともある条件を満足するシステムを見つける許認可のための評価なのかを明らかにする必要がある。さらに、評価の具体的な目的を明確に決めることが必要である。

船舶エキスパートシステムの評価目的として、次の三つを設けた。

- (1) システムの品質のテスト
- (2) システムの有用性のテスト
- (3) システムの実現性のテスト

評価目的の(1)、(2)は評価の定義そのもので、(3)は現在実用的な船舶エキスパートシステムが存在しないために設けたものである。

(b) 評価対象

評価するシステムを規定し、そのシステムの用途、特徴などを十分に分析、認識することが、客観的な評価を行う上で重要である。

(c) 評価主体

研究者とスポンサーの立場からの評価では、評価の視点が大きく異なるように、どのような立場

からの評価であるかを明確にする必要がある。評価主体としては、研究者、KE (Knowledge Engineer)、エキスパート、エンドユーザ、スポンサーなどが挙げられる。

(d) 評価範囲

システムが人間のエキスパートの判断の全範囲を網羅することができないので、あらかじめ限定された範囲内で評価する必要がある。評価範囲を明確にしておき、評価結果の解釈を行う際の前提条件とする必要がある。

(e) 評価時期

エキスパートシステムのライフサイクル、すなわち設計、開発、運用・保守、廃棄の各局面において評価が行われるが、どの局面において評価を行うのかによって、評価の基準、結果の解釈などが大きく異なる。さらに、設計や開発中に評価を行う場合には、評価データの収集が可能な局面において評価を行うことが必要である。

(f) その他

評価対象や評価の内容に応じて、前述以外の前提となる項目の選択、検討を行う必要がある。さらに、被験者の選択の問題がある。

船舶エキスパートシステムの被験者としては、次に示す分野から選択する。

- (1) 船舶運航実務者
- (2) 将来の実用システムのユーザと位置づけられる人
- (3) システム開発関係者

2.3 評価項目の選定

評価項目の選定にあたって、次に挙げる五つの選定基準を設定した。

- (1) 評価目的全体に関連していること。
- (2) 評価項目に重複がなく、相互に排他的であること。
- (3) 評価項目数になるべく少ないこと。
- (4) 評価項目のレベルが揃っていること。

これらの基準は評価の原則、評価結果の整理、検討のしやすさを考慮して決定した。このうち、評価項目の相互排他性は評価モデルとの密接な関係がある。評価項目の意味的独立性は後述の評価モデルを組み立てるうえの基本的要件である。

評価対象の十分な分析と認識から適当な項目を選定する。その際、類似システム（計算機システム、情報システムなど）の評価項目を選定の参考にした。

選定した評価項目を図2に示す。評価項目は五つの第一階層評価項目とその項目を意味的に分解した第二階層評価項目（13項目）から成る。これらの項目は、各階層における評価項目が相互に排他的であるなど、評価項目の選定基準を十分満たしたものである。評価目的の一つである、システムの実現性のテストを達成するために、第一階層評価項目のパフォーマンスに関連して、第二階層評価項目に開発効率および能力測定の項目を設けた。

評価項目の階層的体系化は評価項目から評価基準を導出するのに極めて有効な方法であり、評価結果をもとにシステムの改良を行う際に、関連する改良項目を抽出するのに適している。

評価の時期によって、評価項目間の重要度が異なり、人によってもその重要度が異なる。このため、評価の時期（例えば、プロトタイプシステム開発後や実用システム開発後など）を設定し、評

図2 評価項目

() 内はプロトタイプシステムおよび実用システムの評価項目の重みを示す

評価項目の重要度を複数の人の意見を集約して決める必要がある。重要度を決める方法として、個別評価と総合評価の値を別々に求めて、多くのデータから最小二乗法などによって求める方法と、デルファイ法によって意見を集約して求める方法がある。重要度を決める被験者数（5名）の制約から、本研究ではデルファイ法を採用し、重要度を決定した。その結果は図2に併記している。図中の括弧内の前半の数値はプロトタイプシステム開発後における重要度を、後半の数値は実用システムにおける評価項目の重要度を示す。

2.4 評価基準

評価の基準を定めるには、最初に評価項目に関連付けられるシステムのあるべき姿や理想像について調査する必要がある。調査の方法としては、アンケート調査、ヒアリング調査、類似システムの調査などがある。

アンケート調査では主として、ユーザインタフェースに関して行った。船舶のエキスパートシステムが実際に稼働していないために、本研究では、著者らが開発したプロトタイプシステムを取りあえず調査の対象システムとした。そのため、プロトタイプシステムでの被験者のアンケート記入結果を基に、システムの理想像などを一種の外挿法的方法によって決定した。調査はシステムの説明、操作練習を行った後に実施した。

アンケート内容は次の項目から構成される。

- (1) 画面表示
- (2) 操作援助
- (3) システム操作
- (4) システム動作
- (5) 全般的印象

アンケート用紙の一部を図3に示す。一般に、アンケート調査結果は質問の仕方や内容によって左右されるので、

3 用語の正確さおよび一貫性	良い	普通	悪い
3-1 船舶運航にあった用語が使われているか。	5	4	3 2 1
3-2 用語はあいまいでなく、正しいものが使われていますか。	5	4	3 2 1
3-3 略語は何を略したかわかりますか。	5	4	3 2 1
3-4 用語は一貫して使われていますか。	5	4	3 2 1
3-5 技術用語は一貫して使われていますか。	5	4	3 2 1
3-6 略語は一貫して使われていますか。	5	4	3 2 1
3-7 将来の船舶搭載エキスパートシステムにおいて、船舶技術用語の意味などをシステム側で必要に応じて示すことについてどう思いますか。			
3-8 将来の船舶搭載エキスパートシステムにおいて、略語の使用範囲、頻度などに対して意見をお聞かせください。			

図3 アンケート調査用紙（一部）

質問文の作成には十分な検討と注意を行って作成した。アンケート調査用紙は、調査項目をさらに細分化した61項目の質問から成る。質問に対する解答は、良いから悪いまでの5段階レベル値の記入（46項目）とコメント記入（15項目）によって行う。アンケート用紙にコメント記入のための自由記述欄を設けることにより、評価の基準や今後の研究開発等に役立つ助言やシステムニーズなどを得ることが可能である。

ヒアリング調査はアンケート調査内容の補足、追加のために行った。特に、アンケート調査では得ることが難しい、定量的な評価基準に関して、重点的に調査を重ねた。

ヒアリング調査によって、実用レベルでのシステムレスポンスタイム（一つの推論結果が表示されるまでの時間）は1分以内であること、計算機レスポンスタイム（入力して何らかの計算機応答があるまでの時間）は緊急の場合で1～2秒以内、通常の場合で5～6秒以内であることが望ましい事がわかった。また、運航実務者から、音声認識、音声合成が可能なシステムが今後必要であるとの意見が得られた。船橋において、運航者の視覚は見張りを、運動機能は運航操作を行うが、聴覚と発話機能は有効に利用されていないようである。このことから音声の入出力が可能なインタフェースシステムは船舶エキスパートシステムにとって必要であり、入出力形態の理想形態と位置づけられる。

評価の基準には、定量的基準と定性的基準がある。抽出した評価基準案の中で、定量的な基準については、その基準の単位と測定可能性などについて検討を加える。定性的な基準については、システムの理想像を基準にして定量的に取り扱えるように、評価基準の表現を決定する。抽出した評価基準が相互に矛盾がないように全体の調整を行い、評価基準を決定する。その結果を表1に示す。本研究で提案する評価項目と評価基準は評価目的についての重要な考察、すなわち方法論の正しさ、評価データの種類、使いやすさ、メンテナンスなどの考察が可能である。

表 1 評価基準

評価項目		評価基準
機能性	合目的性	要求した機能が備わっていて、システムが目的通りに機能する
	業務親和性	他の業務と連係できて、システム利用による業務効率が向上する
信頼性	正確性	システムの動作は使用目的を満足するほど十分に正確である 専門家知識の知識化が正確である
	一貫性	使用用語、知識表現、知識分類基準が統一されている
保守性 拡張性	構造化	機能ブロックが独立で、明確な規則性を持つ ソフトウェアの構造化が計られている
	知識ベース 機能性	知識ベースの可読性、操作性、保守性が優れている
パフォー マンス	開発効率	開発に必要な時間が現実的な範囲内である
	システム能力	計算機応答時間が緊急で1～2秒、通常で5～6秒 システム応答時間が1分以内
	能力測定	システム能力、効率、負荷が測定可能である
ユーザ 親和性	自己記述性	ユーザに必要な十分な情報を持つ
	簡潔性	過度の情報を持たない
	操作性	操作方法が統一され、ユーザフレンドリーな入出力操作ができる
	修得容易性	操作ガイドが適切で、操作修得が容易である

2.5 評価データの測定、調査

定量的な評価基準に対しては、その評価データの測定方法を明確に定義し、システムの能力や推論時間などの測定⁽⁷⁾を行い、評価資料を作成する。

総合評価を行うために、表1に示す評価基準を質問文に変換した、総合評価用紙（一種のアンケート用紙）を作成し、評価レベルを被験者に記入してもらうことにより調査を行う。総合評価用紙の一部を図4に示す。総合評価用紙は、アンケート調査用紙と同様、5段階評価値を採用し、質問項目数は31項目である。

2.6 評価モデル

評価値を整理する評価モデルが色々と提案されている⁽⁸⁾。評価対象システムの特徴によって評価モデルを選択しなければならないが、図2の評価項目がシステムにとって必要不可欠でなく、累加的であるため加重算術平均モデルを採用した。本研究では、評価項目の体系を考慮し、次に示す総合評価モデルを用いた。

(3) 保守性、拡張性				
3-1 構造化		良い	普通	悪い
3-1-1 知識ベース、推論機構、作業記憶、インタフェースの各部分の構造化が独立で、明確な規則性を持つ。	5	4	3	2 1
3-1-2 推論機構が分かりやすく機能分解されている。	5	4	3	2 1
3-2 知識ベース機能性				
3-2-1 知識ベース記述に可読性がある。	5	4	3	2 1
3-2-2 ルール分類番号が整備されている。	5	4	3	2 1
3-2-3 知識ベース記述内容の変更、追加が容易である。	5	4	3	2 1

図 4 総合評価用紙（一部）

$$F = \sum_{j=1}^n W_j \left(\sum_{i=1}^m w_i e_i \right)_j \quad (1)$$

ただし、

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1, \quad \sum_{j=1}^n W_j = 1 \quad (2)$$

F は総合評価値で1から5までの評価値を取る。 e_i は第二階層評価項目の5段階評価値、 w_i と W_j はそれぞれ第二階層評価項目の重要度と第一階層評価項目の重要度である。

評価結果の表示方法としては、評価目的が代替案比較の場合は総合評価値 F の大小比較が可能なような表示を、システムの許認可を目的とする場合は、第一階層評価項目を軸とした星型図を用いる。最終的には、評価主体が評価前提条件を念頭に、これらの表示結果を基に評価結果の解釈を行うことになる。

3. 評価実験および考察

3.1 評価実験

本研究で提案した評価手法を用いて、すでに開発した船舶航行エキスパートシステムのサブシステムの評価を行った。

評価実験に先立ち、評価の前提条件を設定する。

- ・評価対象：衝突事故対応エキスパートシステム⁽⁴⁾
衝突回避エキスパートシステム⁽⁵⁾
機関操作エキスパートシステム⁽⁶⁾
- ・評価主体：研究者
- ・評価範囲：知識獲得範囲
- ・評価時期：プロトタイプシステム開発後

評価対象がプロトタイプシステムであり、客観的な評価を行うために、評価主体を研究者と設定した。

評価実験はシステムの開発目的、操作方法、知識獲得範囲などの説明を行い、実際にシステムを操作した後に実施した。一つの第二階層評価項目に対する総合評価用紙の質問項目数が複数で、被験者数も複数である。このため、評価値の算術平均値をもってその第二階層評価項目の評価値とし、評価モデル式によって総合評価値を計算した。被験者による重み付けは行っていない。

3.2 評価結果および考察

プロトタイプシステム開発後における重要度を用いた総合評価値は、衝突事故対応エキスパートシステムで、 $F=2.90$ 、衝突回避エキスパートシステムで、 $F=2.75$ 、機関操作エキスパートシステムで、 $F=3.74$ であった。

第一階層評価項目の項目別評価値を図5に示す。第一階層評価項目の項目別評価値は式(1)の括弧内の計算値

図5 評価結果

実線は衝突事故対応、破線は避航操船、一点鎖線は機関操作エキスパートシステム

で、第二階層評価項目の加重算術平均評価値の合計である。図5は、この値を星型図で表したものである。図中の実線は衝突事故対応エキスパートシステムを、破線は衝突回避エキスパートシステムを、一点鎖線は機関操作エキスパートシステムを示す。

衝突事故対応と衝突回避エキスパートシステムに比べて機関操作エキスパートシステムの評価値が全体的に高くなっているが、これは開発順序によるもので、システム構築の経験の蓄積によるシステム品質の向上に起因するものと考えられる。保守性、拡張性に関する評価値の増加は、主として機関操作エキスパートシステムの開発目標の一つである知識ベース機能の充実に起因する。このように、評価値の傾向は、システムを開発する際の開発目標や開発技術レベルと良く符合している。

機能性、パフォーマンス、ユーザ親和性に関しては、全体的に低い評価値を示している。機能性の向上のためには、他の運航業務との親和性の向上が計れるような機能充実が必要である。パフォーマンスについては、システム開発効率の向上と推論時間短縮のための研究が必要と考えられる。ユーザ親和性については、アンケート調査で得られたような音声認識や音声合成といった音声処理技術の導入と、知的なユーザインタフェースシステムをエキスパートシステムのサブシステムとして導入することによって大きく改善できるものと思われる。信頼性に関しては、評価範囲を知識を獲得した範囲と限定したため、比較的良い評価値を得たが、実用化を考えると、より一層の改善が必要と考えられる。

評価基準の多くが定性的基準であったにもかかわらず、評価結果はシステムの開発目的や目標、システム開発

後の内省的評価内容と符合している。これらのことは、評価項目の階層的体系化およびシステムのあるべき姿や理想像の調査により、定性的評価基準を定量的に取り扱うことの可能性を示すものであり、評価手法の良さ、評価項目の選択、組み立ての正当性および評価基準の妥当性を実証するものである。

4. 結論および今後の課題

4.1 結 論

船舶エキスパートシステムの評価手法に関する考察とプロトタイプシステムの評価実験を行った。本研究によって得られた主な結論を以下に示す。

- (1) 評価と検証の定義を行い、評価プロセスの明確化と評価手法の提案を行った。
- (2) 評価目的に関する考察を行うのに十分な船舶エキスパートシステムの評価項目を提案した。
- (3) 評価項目の階層的体系化の有用性を示した。
- (4) アンケート調査、ヒアリング調査、類似システム調査により、評価項目の評価基準を導出した。
- (5) 評価項目の階層的体系化およびシステムのあるべき姿や理想像の調査により、定性的評価基準を定量的に取り扱うことの可能性を示した。
- (6) 総合評価用紙による評価実験を行い、評価対象システムの開発目標や内省的評価内容と符合する評価結果が得られた。
- (7) 評価実験結果を基に評価手法の考察を行い、評価項目の選択、組み立ての正当性、評価基準の妥当性を実証することができた。

4.2 今後の課題

客観的な評価を行うには、今後多くの課題を解決しなければならない。本研究で残された検討課題として、次の事項が挙げられる。

(1) 5段階評価レベルの是非

3段階や10段階レベルで総合評価用紙の記入を行ったときの結果の比較検討や記入しやすさなどに関する被験者の意見調査などを行い、人間の主観を5段階レベルで表すことの妥当性について検討する必要がある。

(2) 総合評価モデルの検討

本研究の評価の目的がシステムの許認可にあるため、評価モデルに対する十分な検討を行っていない。評価対象システムの特徴や評価項目を考慮した最適な総合評価モデルについて検討する必要がある。

(3) 評価時期を考慮できる評価システムの構築

評価手法の中で評価時期の影響を受けるものとして、評価項目や評価基準が考えられる。評価項目については、評価目的についての考察ができる十分な評価項目数であることと、評価項目の重要度を設定することにより評価時期の影響を排除することが可能である。しかし、評価基準については、定性的な基準が多いため、何らかの評価基準変更モデルを考える必要がある。さらに、評価手法をパッケージ化した評価システムツールの構築を検討したい。

5. お わ り に

エキスパートシステムの評価の問題は、エキスパートシステムの実用化が進むにつれて、今後ますます重要になるとと思われる。本研究は、船舶エキスパートシステムの評価手法を提案し、評価問題の解決へ向けての一つの指針を示すことができた。今後、多方面からの議論を期待したい。

最後に、数々の船舶運航実務者としての助言を戴いた、川崎汽船株式会社の松本恭昇氏に対して深く感謝の意を表す次第である。なお、本研究の一部は文部省科学研究補助金、一般研究(B)(課題番号63460068)による。

参 考 文 献

- (1) J. Liebowitz, 'Useful Approach for Evaluating Expert System', Expert Systems, vol. 3, no. 2, pp.86—96, Apr. 1986.
- (2) J. Gaschnig, P. Klahr, H. Pople, E. Shortliffe and A. Terry, 'Evaluation of Expert Systems: Issues and Case Studies', in Building Expert Systems, ed. by F. Hayes-Roth, D. A. Waterman

- and D. B. Lenat, Addison-Wesley, pp. 241—280, 1983.
- (3) W. R. Adrion, M. A. Branstad and J. C. Chernavsky, 'Validation, Verification, and Testing of Computer Software', ACM Computing Surveys, vol. 14, no. 2, pp. 159—192, June 1982.
- (4) 鶴田三郎, 稲石正明, 松村尚志, 杉崎昭生: 衝突事故対応エキスパートシステムの基礎研究, 日本航海学会論文集, 75号, pp. 131-139, 昭和61年9月.
- (5) 鶴田三郎, 松村尚志, 稲石正明, 今津隼馬, 杉崎昭生: 船舶航行エキスパートシステムの基礎研究-衝突回避エキスパートシステム-, 日本航海学会論文集, 77号, pp. 133—139, 昭和62年9月.
- (6) 稲石正明, 松村尚志, 鶴田三郎, 今津隼馬, 杉崎昭生: 船舶航行エキスパートシステムの基礎研究, -集中タワーにおける機関操作エキスパートシステム-, 日本航海学会論文集, 79号, pp. 9—16, 昭和63年9月.
- (7) 松村尚志, 稲石正明, 鶴田三郎, 今津隼馬, 杉崎昭生: 船舶航行エキスパートシステムの基礎研究, -システム開発過程における評価について-, 日本航海学会論文集, 81号, pp. 31—38, 平成元年9月.
- (8) 評価特集, 数理科学, 10, 9, pp. 5—70, 昭和47年9月.
- (9) F. Hayes-Roth, 知識システムのよりよいベンチマーク基準に向けて, 日経AI別冊1990冬号, pp. 104—117, 平成2年1月.
- (10) 杉野昇, 青木洋一, 評価の手続き, 計測と制御, 18, 7, pp. 564—569, 昭和54年7月.
- (11) B. Shneiderman, ユーザー・インタフェースの設計, pp. 313—348, 日経マグローヒル社.

質疑応答

葛西宏直(三菱重工(株)長崎研究所): 評価項目のうち信頼性についてご意見を伺いたと思います。エキスパートシステムの信頼性を本格的に評価しようとする、かなり困難ではないかと考えますが、この面でのご研究の進展状況も含め、現在どの程度まで本当に出来そうなのか、ご説明戴ければ幸いです。

稲石正明: 評価項目の信頼性は正確性と一貫性に分解していますが、システムの正確性の評価に多くの問題が含まれているものと考えます。システムが出力する結果に対する正確性の判断基準としては

- (1) 何らかの客観的な意味での正解に到達するものを正解とする
- (2) システムの出力と人間のエキスパートの解答が同じであるものを正解とする

この二つが考えられます。(1)の判断基準に対してはエキスパートシステムが得意とする問題領域の性格上、正解が存在しないので採用できません。そこで、正確性の判断基準として(2)を採用しましたが、専門家からの獲得知識の多くはある現象の説明のための知識であるため、評価範囲を知識獲得範囲と限定すれば比較的良好な評価を得ることが出来ます。しかし、現状のシステムレベルで実用化を目指して知識獲得範囲を拡大することは、計算機能力やソフトウェアの問題から現実的ではないと思います。

現在のシステムでは、ある限られた範囲においてのみ実用化が可能と考えられますが、より広い範囲で有効なシステムを構築するには説明のための知識でない、専門家(人間)の持つ本質的な知識の獲得方法の確立や知識表現の検討と行った、専門家(人間)のモデル化についての検討が必要と考えています。

萩原秀樹(東京商船大学): 衝突回避エキスパートシステムなどは、実船におけるリアルタイムの評価が極めて重要と考えられますが、将来船上において評価実験を行う計画はお持ちでしょうか。

稲石正明: ご指摘のように、実用化には実船実験が極めて重要と考えます。実船実験を行うには次の項目について検討を行う必要があると考えます。

- (1) システムの信頼性向上
- (2) 知識ベースの内容充実
- (3) 計算機ハードウェアの能力
- (4) ユーザインタフェース機能の充実
- (5) センサ能力
- (6) データ収集システムの能力
- (7) その他

これらの項目について十分な実験室レベルでの検討を行い、システム能力を向上させた後に実船実験を行いたいと考えております。