

エージェントを利用した時・空間情報との インタフェース

海上安全研究領域	総合安全評価研究グループ	* 沼野 正義、伊藤 博子
	旅客安全・バリアフリー研究グループ	宮崎 恵子
輸送高度化研究領域	高度運航システム研究グループ	福戸 淳司、田中 邦彦、岡崎 忠胤
国土交通省	海事局 安全基準課	丹羽 康之

1. まえがき

船舶の運航や発電プラントの運転・保全のように大規模システムを安全かつ効率的に運用するためには、これらの対象そのものとこれに関係する環境等の状態を把握し、的確な判断、意思決定、行動計画、実行が必要である。従来、大規模システムには、複数の人間によるチームとして対応してきた。チーム内での体制や役割分担はそれぞれ異なるが、大型船の船橋当直、発電プラントの運転当直がこれである。

これらのシステムにおいては、ヒューマンファクタに起因する事故を排除するために、各種の自動化システムや安全装置が取り入れられている。また、大量の情報を安全かつ効率的に運用・管理するために、船舶では統合ブリッジシステムIBS (Integrated Bridge System) が導入され、原子力発電プラントでは、中央制御盤のマン・マシンインターフェースの改善、プラント自動化等の改良がなされている。これらの運転支援システムと人間との関わり合いにおいては、人間の状況認識 (Situation Awareness) が重要とされており、インタフェース設計においてこれを十分に考慮することが求められている。共同作業における他者の視点は状況認識を深める意味で有効と考えられる。

2. 人間と大規模システムとのインタフェース

人間が大規模システムの大量情報にアクセスする際には、通常、航海を意味するナビゲーションシステムが用いられている。これは、時空間に広がった情報を適切なデータ構造に格納し、その構造内を自由に移動して情報にアクセスすることを意味している。従来のチームによる作業形態においては、チームの構成員が分担してデータ構造体もしくはデータ

そのものにアクセスし、チームとしての意思決定、行動を行ってきた。この体制をコンピュータシステムにおけるインタフェースに導入し、コンピュータ内のエージェントに情報収集等の役割を分担させ、これらのエージェントとチームを組んで当直に当たることを考えてみよう。

通常のインタフェースは人間の要求に応じて情報を返してくるが、この場合は、インタフェースがエージェントという概念を通して能動的に情報を人間に伝達することになる。アラームや安全装置は従来のシステムにおいて採用されているエージェントとすることができる。

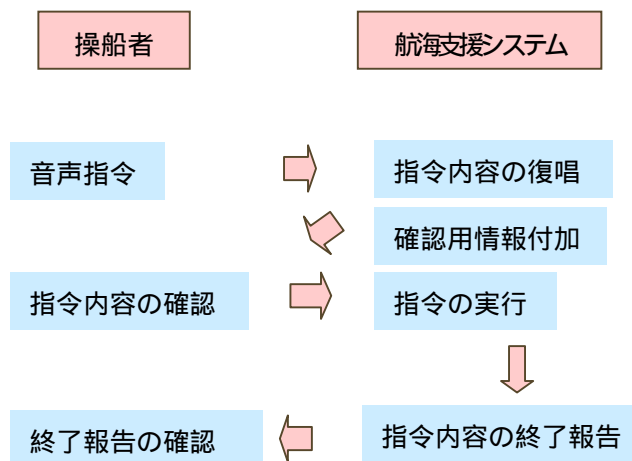


図 - 1 意思疎通プロセス

船橋当直においては、見張り、レーダ監視、自船位置把握、交通法規遵守、計画航路保持等の作業を並行して行う必要がある。IBSは、これらの作業を一カ所で行えるように情報と操作を集中したものである。これに、エージェントの考えを当てはめると、衝突のおそれのある他船情報を監視通報するRADAR/ARPAや、自船の位置と海図とを照合して、座礁危険や、計画航路との偏差を通報する電子海図シス

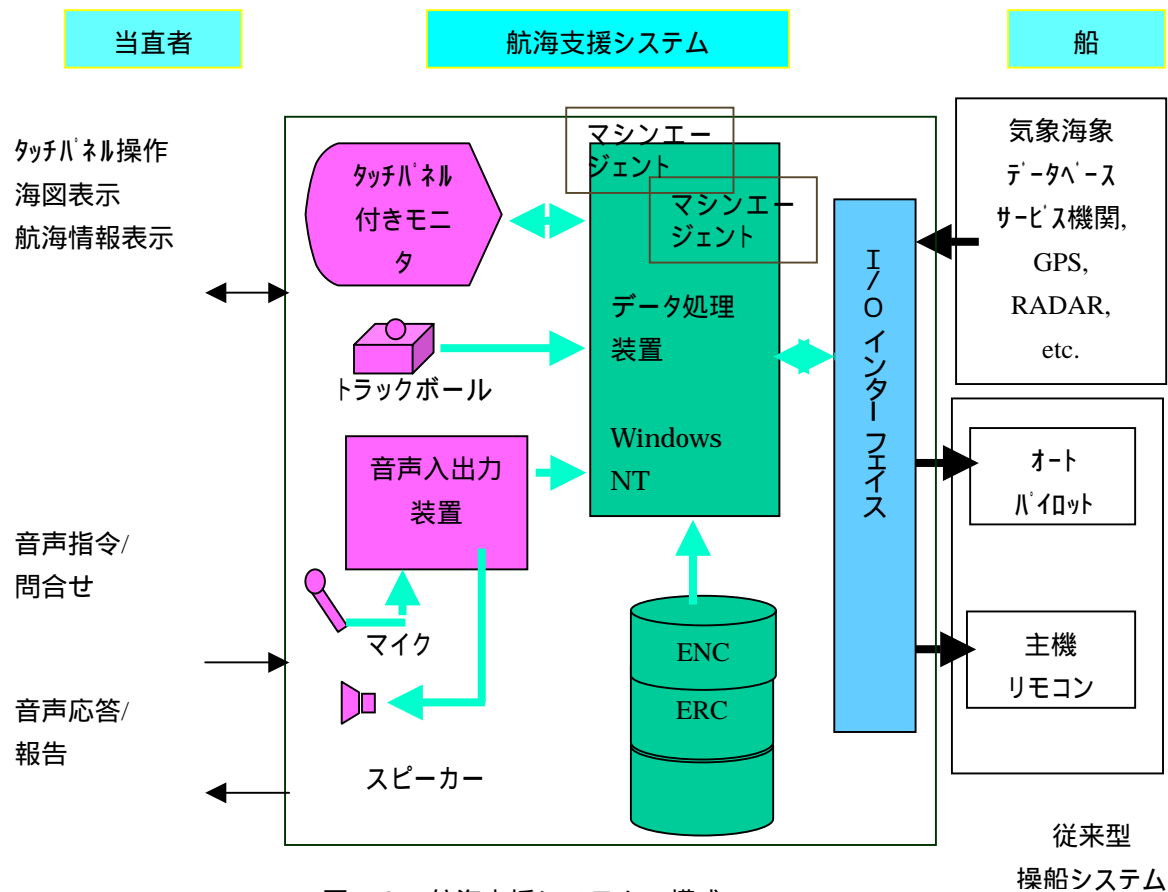


図 - 2 航海支援システムの構成

テム、計画航路に沿って操船制御を行うトラッキングシステム等を共同作業化することになる。すなわち、単なる情報提供ではなく、指示、復唱、確認、報告、等の意思疎通のためのプロセスを導入することを意味する。音声入出力による航海支援システム（MHI、Super Bridge X）はこの実例といえることができる。⁽¹⁾

3. エージェント共同作業インフラ

大規模システムと人間とのインタフェース構築のためのインフラストラクチャとして、共同作業計画・管理機能、情報共有機能、意思疎通機能等をネットワークに分散したPCシステム上に構築することを考える。

これらは、次のステップに従って、実現される。

- (1) 情報共有のためのサーバを起動し、各PCにクライアントを起動する。
- (2) 各PC上にエージェントプログラムを起動し共同作業を行う。
- (3) 計画・管理機能（スケジューラ）、共同作業オーバービュー機能（オーバービュー）をもつエー

ジェントを起動する。

(4) スケジューラがエージェントに作業分担指示（ミッション）を与え、各エージェントからの完了報告を受けて、計画を進める。

(5) スケジューラはエージェント間の情報交換を記録し、オフラインで解析を行う。

これらのプロセスを経て、作業計画を進めるが、エージェントが分担するミッションとこれに付随した情報交換を実現する必要がある。これらは、あらかじめ定められたプロトコルに従って実行され、記録される。記録される情報に、コメント等の計画実行に直接関係のない情報を加えることができるため、これを用いて、インシデント情報のオンライン蓄積等の機能を実現することができる。また、スケジューラが動的にエージェントにミッションを与えたり、計画を変更したりする機能を持たせることにより、現実的な堅牢かつ柔軟な作業形態を実現させることができる。また、各エージェントのミッションや情報の授受をイベント名だけで扱うモードを備えることにより、仮想実行等のシミュレーションにより、作業計画作成を効果的に支援することができる。

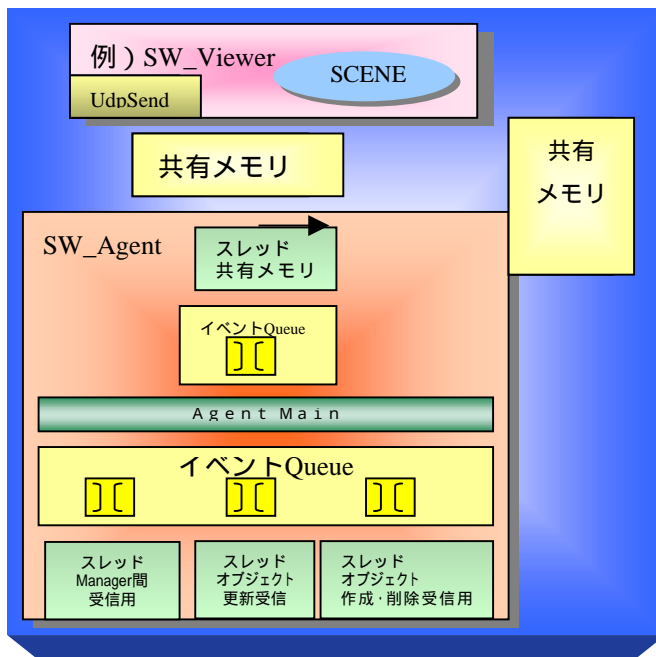


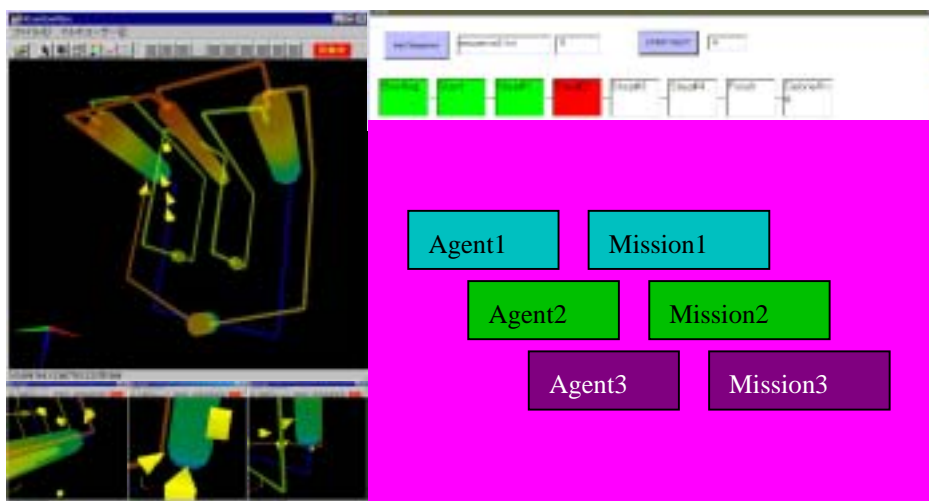
図 - 3 共同作業支援システム SW

4 . 人間共存型プラントのインタフェース

原子力基盤クロスオーバー研究のソフト系科学技術分野で「人間共存型プラントのための知能化技術の開発研究」が平成11年度～15年度の5年計画で実施されている。これは、原子力プラントの保全情報場の構築、維持、意味づけを有機的に行い、保全の効率化を図るための技術を確認する研究である。当研究所は、構築（理研）、維持（産総研）された時空間に広がった構造を持つ情報場から、運転・保全に必要な情報を取り出して人間に理解できる形で提

オーバービュー(全体像)

スケジュールオーバービュー(作業計画管理)



詳細ビュー(視点、個別情報)

フォーメーション表示(配置、作業内容)

図 - 4 人間共存型プラントインタフェース

供するインタフェース技術の開発を担当している。(2)、(3)この研究では、前項で述べた共同作業インフラとして、当所がすでに開発した3次元的なプラント情報を任意の視点から監視するVRエージェントシステムを拡張して、共同作業支援システムSW(Share VR-Works)を開発している。以下、その構造、機能について概説する。

4 . 1 情報の共有

ネットワークに分散した複数のPCで構成されるシステムであり、構成する各PCが共同作業に関する情報を共有する。情報共有のサーバとしてSW-MainをいずれかのPC上に起動し、エージェントの名簿管理、共有情報の管理を行う。共有情報は、初期値と変更点からなり、新たにこのシステムに参入したエージェントに現在の情報を送って情報の共有を実現する。

4 . 2 スケジューラ

作業計画をイベントシーケンスで表現し、各イベントに関係するエージェント名、ミッション名、起動条件等を記述することにより、これに基づいて作業の実行を管理する。複数の作業シーケンスが並行して管理でき、イベントの起動条件にシーケンスをまたがった他のイベントの完了フラグを指定することにより、作業計画遂行時の干渉の回避や順序性の

維持を実現する。作業ログをとることにより、オフラインでの作業解析や、作業ノウハウの抽出等を行うことができる。スケジュールの進行状況を監視するスケジュールオーバービューと現在のイベント実施状況を表すフォーメーションビューを提供する。

4.3 エージェントビュー

各作業エージェントの視点からみたビューを提供する。ビデオストリームと連動させることにより、VR空間と実画像との対応をとることができる。また、情報を共有する他のPCから任意のエージェントのビューを遠隔からモニタできるため、監視センター機能を任意の場所で起動させることができる。

4.4 作業オーバービュー

エージェントビューの機能を利用して、プラントを俯瞰する場所に配置したエージェントのビューを用いて、仮想的な固定カメラとして作業状況の3次元的なオーバービューを提供する。スケジューラに記述することにより、初期設定として、必要な場所に配置することができる。

4.5 エージェント機能の拡張

平成14、15年度には、各作業エージェントに付随して、ビデオストリーム送受信機能、情報要求/提供機能、音声入出力機能を起動できるようシステムを拡張し、具体的な作業シナリオに基づいてシミュレータ実験を行う。また、エージェントビューを拡張し、ネットワーク上のデータサーバから提供された情報を表示する機能をもたせる。これを用いて、産総研が開発した環境サーバとの連携により、プラントの経年変化等の時系列情報とのインタフェースを実現する。作業対象や環境とリンクした作業ノウハウサーバと連携することにより、効率的な作業を支援することができる。⁽⁴⁾

このSWシステムは、PCベースシステムであり、ソフトウェアエージェントとロボットや運転員、補修作業員の実エージェントとを同等に支援することができるため、これらを包含する一般の運転保全作業等、様々な作業形態に適用することが可能である。

5. まとめ

大規模システムと人間とのインタフェースとして人間と機械/コンピュータエージェントとの共同作業の考えを導入し、共同作業支援システムを提案、構築した。運転・保全支援システムにおいては、対象の3次元的な構造に対応した情報のアクセスと、各要素の運転・保全履歴等の時系列情報へのアクセスが必要であり、エージェントにより能動的なアクセスを実現するものである。このシステムにおいては、コンピュータに向かってキーボードやマウスを操作するように、エージェントと向き合って作業を行うのではなく、エージェントのプレゼンを聞くように、エージェントとともに対象に対峙し共同作業を行うことを想定している。この意味で、エージェントと人間との注視点共有等のインタフェースが重要であり、意思の疎通を図るための指示、復唱、確認、報告等のプロセスを円滑に行える機能も組み込む必要がある。音声入出力を利用した航海支援システムは、実際に開発された有効な事例であり、このシステムで、検討、実現されている機能を応用し、一般的な大規模システムのインタフェース技術に拡張していきたい。現在、「船舶管理システムの高度化」プロジェクトが進められているが、この拡張されたインタフェース技術を利用して、船陸一体管理システム等における共同作業の支援についても検討していきたい。

参考文献

- (1)航海支援システム開発に関する共同研究報告書、全国内航タンカー海運組合、運輸省船舶技術研究所、三菱重工業(株)、平成10年3月。
- (2)原子力プラントの運転・保全における人間マシエージェント共同作業、丹羽 他、日本原子力学会2001年秋の大会予稿集、平成13年、9月。
- (3)Cooperation Support for Control and Maintenance Operation in Advanced Nuclear Power Plant from Generalized and Intuitive Viewpoints: Numano, M., et al., Proceedings of AIR'02, 2002.1.
- (4)Knowledge Accumulation and Sharing for Cooperative Environment: Itoh, H., et al., Proceedings of AIR'02, 2002.1.