

造船業支援システムの開発と導入に関する考察

正員 伊藤 健*

Development and deployment of the job supporting systems for shipbuilding

by Ken Ito, Member

Summary

Japanese major shipbuilders have made co-operative work of establishing the concept of CIM for Shipbuilding and developing the frame work of the CIM for these 10 years. The author had developed CIM for his shipyard applying the results of the projects and found the business process re-engineering (BPR) is very important in addition to the realized functionality of the system. Overview and the evaluations of the existing CIM are made and also the issues which should be solved for the deployment of the job supporting systems are discussed.

1. 緒 言

造船事業は所謂個別受注産業であって、商談毎に建造すべき船の機能設計を行い、同時にその船の生産設計を行う必要がある。事業の競争力を維持発展するためには、この商談毎の機能設計、生産設計を迅速に最適化する必要があり、システムによる支援が必須であるが、この個別受注という特殊な業態は後述のとおり、関連する作業員間の協業支援という、システムにとって高度な機能を要求する。一方昨今のシステム技術の発展は、分散オブジェクト環境を実現し、通信技術の高度化と合わせて、社を越えた協業を可能としつつある。この新しいシステム技術は、上記のごとき造船の業務支援に有効であると予想され、著者は両者を組み合わせ、造船業務を支援し、かつ近い将来製造業に広く浸透し、産業のあり方を変革すると思われる分散オブジェクト環境の先取りを提案する。

なお、本論文中に示される「システムの実現」とは、具体的に実務に適用され、成果をあげるシステムの開発、導入を指し、システムの設計、製作に留まらないことに注意が必要である。かつて大きな効果を見込んだ魅力的な仕様のシステムが開発され導入が試みられたが、現実の業務に馴染まず失敗した例は数知れない。本論文ではシステム自体に要求される機能と対応するシステム構成を検討すると同時に、それを

造船所で実現するための業務サイドの課題を論じ、業務支援システムが真に生かされ、成果を上げるためのアプローチを考察する。

2. 造船業務の特徴と支援システム

まず、造船業務全般を著者の言葉で概観し、企業の存続発展の視野、すなわちコスト競争力追求、信頼性追求の視点から見た現状の問題点を列記する。(参考文献1)この時、その解決策の有無に拘わらず、問題の大きいものを上げきることを目指している。造船が個別受注を前提としているために、設計段階で如何に客先の要望を迅速に具体的な設計にまとめるか、その結果生じる頻繁な設計変更に対して設計および生産情報を如何に矛盾無く調整出来るかが最大の課題である。

表1に、抽出した課題毎の「支援機能分野」を整理し、課題解決のために必要な機能を示した。現図処理などの数値処理の迅速化を狙った通常のシステム機能(表中のc&d)の他に、複数の作業員が協業(表中のa)することが重要であることが分かる。その協業にも設計部内での協業、部を越えた協業、事業所を越えた協業、社を越えた協業が考えられ、この順で支援が困難になるが、協業支援機能は、情報生成の

* 三菱重工業(株)船舶海洋事業本部

あらゆるステージで要求される。

3. 業務支援システムの実現

システムの実現に関して、システムが発揮する機能と業務のやり方およびその成果との関係を図1に示す。

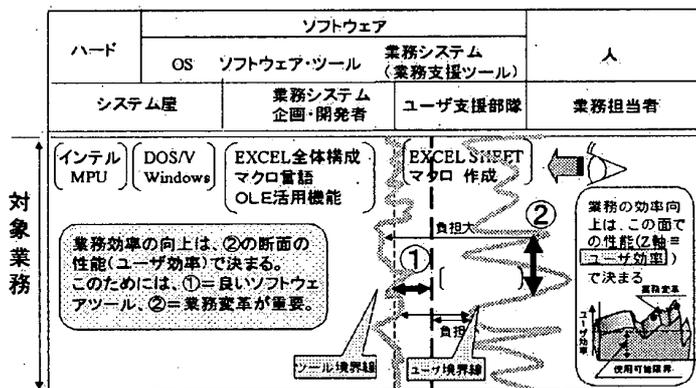


図 1 業務支援システムによる業務効率向上

図の横軸は、左から右にコンピュータのハードからソフトへとシステムの要素毎に対応する人間、すなわちハード開発者、基本ソフト担当のシステム専門家、応用ソフトの開発者、ユーザ支援部隊、およびその利用者が示される。縦軸は対象とする業務の種類毎のシステムの支援状況を表す。すなわち、ある業務にとって、ツールとしてのソフトの対応(①の境界線：以下「ツール境界線」と呼ぶ)のレベルが、利用者に利用できる状態に近いものが右、利用するには多くの手が掛かるものが左に示される。また、最終的なアプリケーションとしての対応(②の境界線：以下「ユーザ境界線」と呼ぶ)のレベルが、ユーザ支援部隊が多くの手を掛ける必要のあるものは右、支援部隊の手が不要で、アプリケーションをユーザが直接活用できるものが左に示されている。

この図で、業務支援システムの生み出す効率は、ユーザ境界線で、業務担当者がシステムを使うことによるのみ得られ、それ以外では得られない、という当然の事実注目する必要がある。往々にしてシステムの良否をソフトウェアの内部的な作りの良さ(ツール境界線)で議論する場合があるが、それは直接効果を示さないからである。ユーザ境界線の断面を見ると、Z軸方向に、各々の業務に対するシステム支援の効率(以下「ユーザ効率」と呼ぶ)が示されるが、システムの良否は全てこの効率で判断する必要がある。従ってシステムの評価はユーザ境界線に沿った断面におけるシステムの有無による効率の向上率と、ツールの開発(購入)費用およびユーザ支援部隊の人工費用との総和との比較により、なされるべきである。同図に例としてEXCELの場合が示されて

いる。

ユーザ境界線上では、②のように業務のやり方を変えて上下方向に移動すると、境界線の左右位置(ユーザ支援部隊の必要性の大小)、およびユーザ効率が大きく変動することは注目する必要がある。すなわち、業務支援システムの実現に当たり、現状の業務を分析し、その支援に有効なシステムを開発することは勿論であるが、同時に業務そのものを見直し、システムの存在を前提とした、新たな業務フローを見出すことが重要である。以上の考察を前提として、概観した造船業務をベースに支援システムの実現を考えると、単に理想のシステム機能の開発に関する議論ばかりでなく、次の三ステップの実行が重要である。

- ①既存システムを結合しデータ統合の環境を作る。
- ②システムの運用の高度化を図り、業務変革を実行する。
- ③残された機能要件を実現するため、先端システム技術を駆使し、既存システムを離れて新システムを構想し、最後に既存システムから新システムへの移行の手順を模索する。

なお、ここでシステムの実現(=実業務への適用)のためには、特に上記②ステップに対応して、関係者の意識・環境が重要である。トップのCIM実現の意志と、担当者のシステムに対する思い入れ、および推進者のトップ、作業双方の視点からの迅速な対応が必須であり、この三位一体が実現しないと業務システムの実現は難しい。

トップの決心は、システム化を展開中のユーザがシステム化を推進する動きが業の方向と一致している、すなわち自分の努力は評価されるとの確信を必要とするからである。勿論予算措置、人事において、システム化の業務を支援できる点も重要であることは言を待たない。

次に、システム担当者の信念である。経営者およびユーザから無体な要求が出るが、システム的な工夫で乗り切らねばならない場面が数限りなく出る。その度に破綻の危険があるが、踏み止まるには担当者の信念に負う場面が極めて多いのである。

さて、筆者がシステム化推進者として実施した点は次の諸点である。

- (1) 該当業務のCIMの中での位置づけを明確に示すこと。
例えば、設計のデータが生産段階でどれだけ必要かを明確に示す。このためには、例えば船殻設計などの特定の分野の業務を熟知しているだけでは不足で、造船業務の全体像をイメージできる必要がある。

生産計画のためには加工開始前3ヶ月に、計画のための設計物量が必要であるが、この時設計はまだ完了していない。従ってシステム化においては、設計未了の時点で推定値を提供する必要がある。通常、この情報生成は、設計にとって入力範囲が増大し、二重手間になるので、紙ベースで慣れてい

る設計者には何故このようなデータを今入力しなければならないか、不満が出る場面である。システム化推進者はこの調整を実行しなければならないが、これを可能とするには、設計から生産までの業務の全体像を実感でき、多岐に渡る各作業者を説得することができなければならない。

(2) 数値的成果をコミットすること

企業が投資を継続するのは、いつか成果が出るからという先行投資のみの論理では難しい。領域を限って、数値的な成果をコミットし、着実に目に見える成果をあげて、次のステップに進めるように、企画し推進することが重要である。このために、システム開発の大日程で、全体構想を固め、小日程では、具体的な成果を実現するために、システムの分散化を図り、部分システムを集中的に開発する。

香焼工場の生産支援システム開発の際、日程的には極めて厳しいものがあったが、タンカーのコストダウンプロジェクトに参画し、特定の工数削減をコミットして開発を進めた。システム開発は、予定から遅れることが極めて普通のことなので、他の業務と対等にプロジェクトのタイミングを合わせることは大変な困難を伴うが、一方、この効果は、開発の必要性を造船所全体に納得させると共に、上記の通り、えてして参加を避けようとする作業者にシステム運用の動機づけを実現できた点が重要である。

(3) ユーザ自身が喜ぶ項目を織り込むこと

更にユーザの動機づけには、上記の数値的成果の他に、ユーザにとっても有り難い点、例えば従来退屈な作業であった物量の集計を自動化するなどを盛り込むことが有効である。また例えば、生産支援システムは、作業長が日々の実績を15分程度の作業で入力してありさえすれば、週報に必要な数値は自動的に集計され、従来前日に徹夜でまとめていた作成時間を極めて短縮できる。この機能は、従来サービスで行われていた業務の支援なので企業の成果としては見えないが、ユーザにとっては、実に有り難い機能であったので、彼等の協力を引き出すために有効であった。

(4) 開発者が現場に飛び込む風土を確立すること

開発者とユーザの間をできるだけ緊密にし、決してシステムサイドの自己満足にならぬように配慮する。ユーザからの質問、クレームに対する姿勢を常にチェックし、基本的には現場に飛んで行って、一体感の維持を図る。

例えば、生産管理システムの週間計画の部分は毎週工作部の該当する棟内の作業長控室で関係する作業長が集まって調整される。運用が軌道に乗り、日々の実績が入力されるまでは、議論する元データの生成に手が掛かり、結果として永遠に運用に入らない懸念があるので、毎週開発担当者が調整会議に立ち会うことにより、後述のプロトタイピングの要件を抽出するにも活用しながら、運用の軌道に乗る手助けとした。

(5) プロトタイピングを推進すること

ユーザが基本的に最終の仕様を明確に出来ないものとの認識に立ち、プロトタイピングを原則とする。開発者もかつては、設計者であったことから、設計者のニーズを類推でき、これをベースにプロトタイピングによって、真のニーズを引き出し、実現する。

生産支援システムの開発に当たっては、まず、各職種での生産管理の方法が確立していなかった。更に各作業長は、だれに指導されたかによっても管理の仕方が異なるなど、システム化には課題が多かった。そこで、ツールとして豊富なマクロ機能を持つ表ソフトでユーザインターフェースを作ることとし、多様な作業長の要望を手早く実現して、見てもらうことにより、お互いに他者の管理方法に無関心であった作業長の議論のベースとし、次第に一つに統一する必要があった。結局処理速度の問題で、開発ツールに変遷があったが、このプロトタイピングの思想が無ければシステムが稼動しなかったと言っても過言では無い。

(6) ユーザがシステム活用に意欲を持てる環境作り

ユーザは出来ることなら自分の仕事を変えたくないの、使えない理由を常に探している。「自分の代だけは従来通りでさせてくれ。」というのは、ベテランの偽らぬ本音と言える。これに対抗するために、まず前述の通りトップの意向を引き出し、システムを上手く使うことが、勤務としても評価される環境を作ることが重要であるが、更に、あらゆる機会を捉えて、大きな変革の流れを感じるように仕向けることが必要である。

生産支援システム開発時に、作業長の作業状況は部長室の端末でも見え、評価されることを宣言したことが、関係者の関心を引く効果があった。(ただし、これは部長に見えるから、ひどい状況は見せられないという警戒心も伴うので、部長室には誉める時だけこのデータを使う約束を取る必要があった。)

(7) システム化の方向が社会の流れに合致していることの保証

これらの日常的な活動と同時に、推進しているシステム化の方向が社会の流れに合致していることを保証し、システム化の事業に及ぼす影響、将来の事業イメージなどの啓蒙活動を継続することが重要である。そのためには、社内他事業部、社外との情報交換により、システム化が客観的に正しいことを示し、内容の理解に不安を持つ関係者の信頼を獲得する必要がある。また、学会、国際会議での議論、同業他社との共同研究等々あらゆる機会を通して、自社のシステムの位置づけを確認し、社内でアピールすることを心掛けるべきである。

システムの方向性の検証として、自社開発のシステムの他社への販売(外販)も有効であった。システムの保守・拡張に関する費用的な効果も大きい、システム活用に関して、

自社の歴史的な制約に捕らわれる危険を脱し、新たな工夫、アイデアなど、社内のシステム活用に役立つ情報の入手が可能である。また社外のシステムとの連携機能に関して、世界的な孤立を避けることが出来る点も重要である。

以上、業務支援システム実現に当たって認識しておくべき、開発・導入に関する三ステップと、システム関係者の三位一体の重要性、特にシステム推進者の心掛けるべき視点をまとめた。

4. 実現されたシステム

現在までに造船所で実現している CIM を概観する。造船業務支援のうち、多くのデータ処理部分は既にシステム化を実現しており、実務に適用している。重要な点はまず設計システムを稼働させ、設計業務を設計図面作成から設計データベース構築に変更したことである。このことにより、設計自体の効率化が可能となり、設計の下流である工作部門に自動化装置の導入と正確な生産管理を可能とする枠組みが出来たことである。(図2参照)

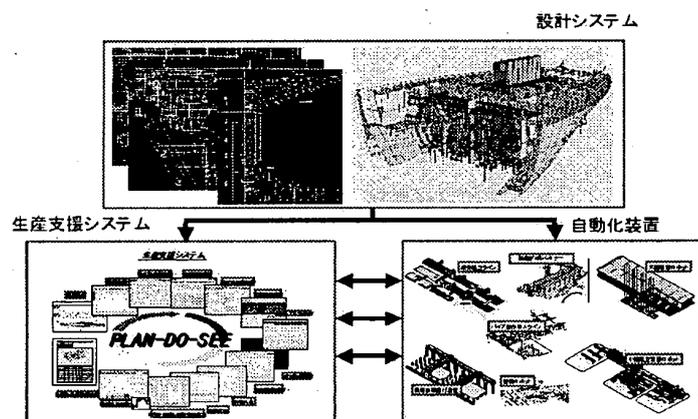


図2 造船所CIMの基本構成 (三分野のデータ統合)

現在実現できている CIM のレベルを表1に評価した。造船業務が個別受注故に採用している特有の業務手法に対応しても、それ以前の紙ベースの時代と比較すればそれなりのレベルにあり(表中の「単機能実現レベル」欄参照)、従来のシステム技術で実現可能な機能は概ね稼働に入り、実効を挙げている。しかし、データ統合の成果を期待する基準での評価は厳しいレベルにあり(「CIMとして」欄参照)、特に協業支援についてはほとんど支援が出来ておらず、現状のCIMの効果拡大を阻害している。この協業支援が今後の最大のターゲットである。

3章に示した通り、システム導入には関係者の意識改革、システム関係者の三位一体が必須である。システム推進者は具体的な施策として表1の下端に示す下記の方針を基本戦

術として遂行した。

- ① スcope全体でのデータ統合を目指す。
- ② 設計を図面書きから、データベース構築に変革
- ③ 新設計船は全てシステムを使うと宣言し実行
- ④ 既存システムの位置付けを見直し、機能を絞り特化
- ⑤ 業務の手順、評価基準を見直し、定める。
- ⑥ 既存データの徹底活用を志す。
- ⑦ 何度も入力のし直しをするのは害悪と認識する。
- ⑧ 不整合はデータの修正時に起こることに留意
- ⑨ システムの機能不足に文句が出るように仕向ける。
- ⑩ 業務フローの中でデータ生成のタイミングに注意

これらの戦術を課題毎に適宜適用することにより、同じく表1の「現状 CIM」欄に示すようにシステムのレベルは改善されたと評価される。

5. 高度 CIM と既存システムの高度化の検討

ここで現システムの高度化の可能性を考察するために、システム技術の現状を概観する。分散オブジェクト環境が近い将来、世界の標準となり、バーチャル経営を可能とする予想される。その関連技術として、プロダクトモデル、プロセスモデルなどの概念が確立されつつある。これらの認識は、前述の造船業務支援に必須な協業支援に有効であるとの見通しを得た。(参考文献1)

2章に述べた造船業務改善の課題と、システム技術の動向を組み合わせ、どの課題をどのシステム技術で問題解決出来るかを検討した。最大の課題は協業支援であるが、分散オブジェクトの環境で、プロダクトモデル、プロセスモデルに造船の共通知識を記述できれば、業務支援が可能であるとの見通しの下、基本的なシステム要件とそれを実現するリファレンスアーキテクチャを提案した。(参考文献2) CORBAを基盤とするシステムで、既存CIMの弱点を補い、現状を打破できるものとして期待できるものである。

既存システムの弱点は、データとアプリケーション間の分離が不十分で、従来にない新しい機能を追加するとき、データベースの再構築が必要であり、柔軟に対応できない点である。この中には、結果として業務に関わる知識がアプリケーションに書き込まれており、企業内において日々変更される設計法、工作法の知識を組み込む際にアプリケーションの内容を変更する必要を生じ、多くの手間を要する上に、ソフトウェアの信頼性を維持することを困難にしている点が含まれる。

高度造船 CIM は前述のリファレンスアーキテクチャをベースとすることで、アプリケーションとデータの分離、アプリケーション間のデータ交換を容易にする。これにより、機

能毎のアプリケーションをソフトウェアの部品として扱うことが可能となり、信頼性を向上させると共に、新規機能の開発を非常に効率化することを可能とする。変更の複雑さ、大規模さ故に従来実現できなかった新しい機能の追加を可能とし、業務支援の効果を増大するためのソフトウェアの改善を可能とできる。

また、高度造船 CIM に組み込む造船固有の共通知識の整理を行い、製品知識をプロダクトモデルのクラス構成およびメソッドで表現し、手順知識をプロセスモデルのワークフローモデルに表現することを提案した。プロセスモデルに関しては、このワークフローだけではダイナミックに変化する実業務への適用が困難であるため、USC の Jim 教授の提案による Active Process の概念を取り込み、プロセスエージェントによる動的な協業者間のコミュニケーション支援を適用することで、造船の業務支援が可能であることを示した。

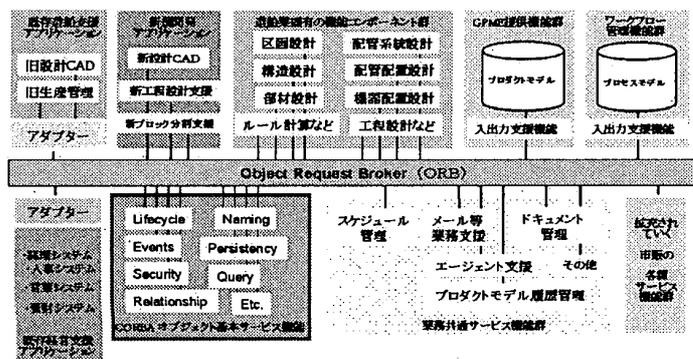


図3 造船業務支援のためのリファレンスアーキテクチャ

以上の議論の全てを織り込んだ、高度造船 CIM の最終的リファレンスアーキテクチャ (図3) を提案、この高度造船 CIM で実現できる機能を改めて検討した。冒頭で上げた造船業務の課題の重要部分の支援が可能であり、ACIM プロジェクトの検証により、システム技術的に実現可能であることが示された。(図4)

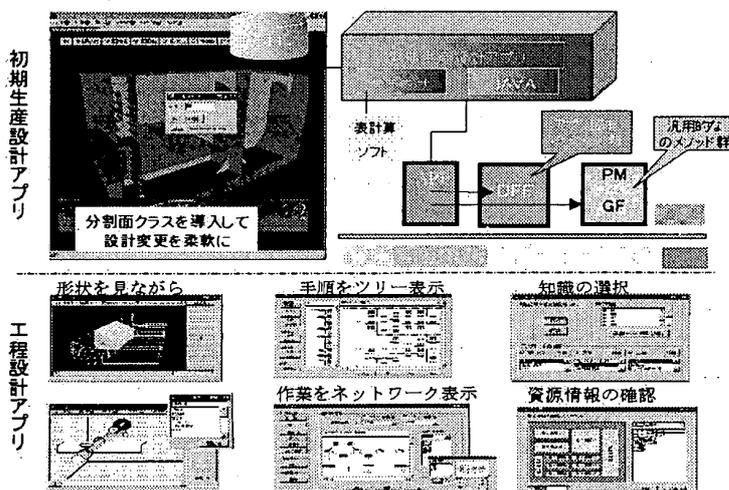


図4 高度造船 CIM 構想の検証

既存の CIM から今回提案した高度造船 CIM へ移行する手順は、ACIM プロジェクトの成果をそのまま使う段階から、最後に既存システムの機能を分解して CORBA に対応することで、順次改善しながらの移行が可能であることを示し、具体的な手順を提案した。3章で議論した三ステップの最終段階に相当する。

6. 高度化の現状

高度造船 CIM の検討で得られた協業支援の枠組みを既存システムに適用する段階は、実は造船業務のあらゆる分野で一気の実現されるのではなく、4章で紹介した造船所の既存 CIM の個々の業務分野でデータ統合を前提とした業務変革=BPR が模索されると同時に、新規の枠組みが適用される。

また、この段階で、設計で得られる物量情報から工作の必要工数を算出するための基データの整理など、これまで放置された基礎的な、システムの開発とは別の大きな作業が必要となる。設計、生産システム (やり方) の再構築である。

現状の CIM 高度化の展開の現状は図5に示す通りである。従来の単なる設計・生産管理・装置の統合から高精度生産への変革であり、システム機能で表現すれば図中の①~④の各部分で、協業支援を実現することである。

① 設計の信頼性向上

システム以前の課題として、熟練設計者の減少による設計作業自体の質の低下が問題となっており、設計の信頼性向上のための知識処理が要請されている。高度造船 CIM で提案したプロセスモデルが有効であるが、その適用のために業務の中の知識整理、社標準整備、参照データの整理・電子化などの地道な作業が進められている。

② 設計・工作の協業強化

工作法を考慮した最適設計のための協業のベースとなる、上に示した生産管理の再構築など、事業の見直しとも言える本質的な業務の見直しが始まっている。

③ 設計の負荷調整のための協業:

客船にみられるような対象船の巨大化により、設計負荷は大幅に変動し、システムによる一体運営が要請される。この、事業所を超えた協業は運用面でも多くの課題を含み、システムの高度化と平行に作業の標準化など地道な作業を必要とする。

④ 船用メーカーとの電子データ交換による、社外協業:

客船を代表とする膨大な部品数を扱う際の所内物流の重要性が増大する。また、電子商取引の普及により、船用メーカーとの電子データ交換による業務改革が展開される。ここでは、社外との協業が対象であり、SCM (サ

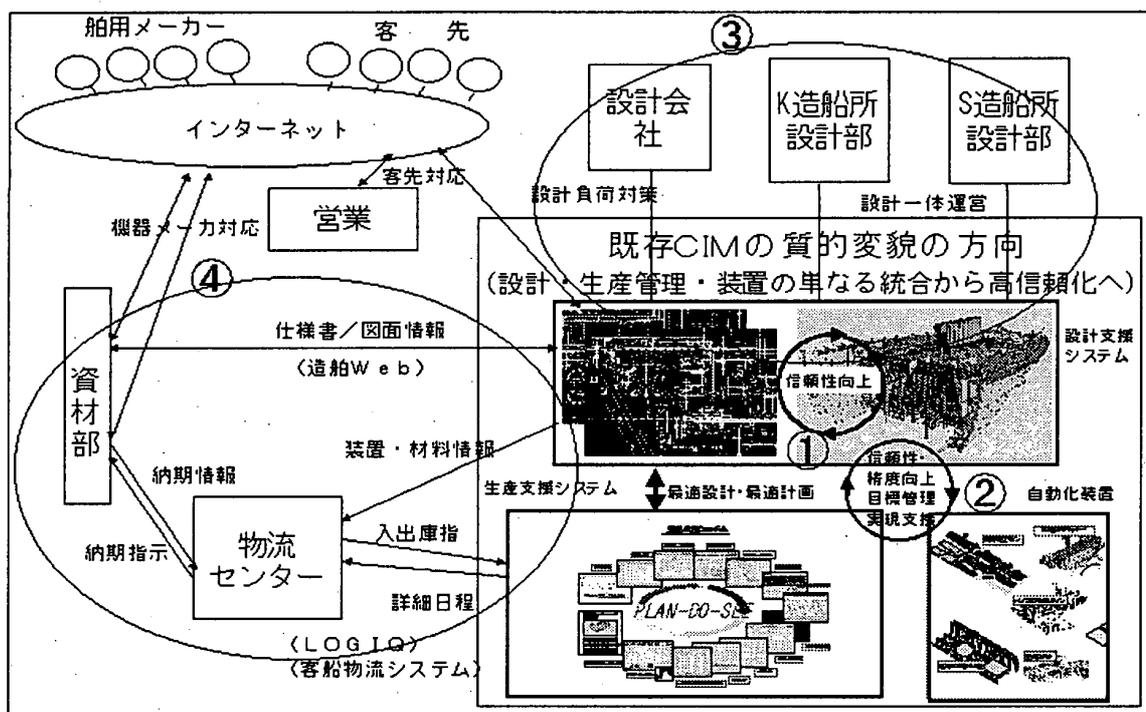


図5 既存CIM高度化の現状

プライ・チェーン・マネージメント) など事業体質の改善のために重要な項目を含んでいる。

以上、システム要件としては協業支援としてまとめられるが、支援すべき業務の分野別に対応が異なることが分かる。どの場合でも業務の内容に肉薄し、要すれば業務の本質的な仕組みの見直しを含む大きな作業を必要とする。システム要件だけでなく、業務に展開することへの粘り強い作業が求められている。

7. 結論

造船業の特徴から要請される造船業支援システムの要件、そのシステムの概要、造船業に業務支援システムを持ち込む際の課題、具体的な手順、およびそうしたシステムの質以前に、造船所にシステムを持ち込むための打ち手を示した。造船業務支援システムの実現作業は、十数年間に及ぶ従来システムの開発、運用拡大段階を経て、新世代システムへの移行に一步踏み出すまでに進展した。今後具体的な知識の記述により、従来対応できなかった協業支援などの機能拡大が期待される。

得られた結論は以下の通りである。

1. 造船業務の機能要件の特徴的なものは、個別受注産業であることを起因とする、協業支援機能であることを示した。
2. 協業支援は分散オブジェクト環境上で、上手く機能することが期待でき、既存システムからの移行も可能で

あることを示した。

3. 業務支援システムを実業に導入するには、システムの仕様ばかりでなく、業務の手順の変更が必須であり、効果が大いことを示した。
4. 業務支援部隊はトップ、利用者、推進者の三位一体が必須であり、システムの導入には戦術が存在することを示し、実システムに適用して効果を示した。
5. 別途検証された高度造船 CIM の枠組みを既存 CIM に適用するために考慮すべき項目を示し、業務の見直しの重要性を主張した。

謝 辞

本研究に関し終始ご指導頂いた東大小山名誉教授、大和教授に厚く御礼申し上げます。また、高度造船 CIM に関する部分はモーターボート競走公益資金による財団法人日本財団からの補助金を受けたシップ・アンド・オーシャン財団主催の高度造船 CIM プロジェクトの成果によるものであり、関係者の方々に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 伊藤 健：学位論文「造船事業における業務支援システムの実現に関する研究」、平成 12 年 6 月
- 2) シップ・アンド・オーシャン財団：平成 11 年度「知識共有を基盤とした高度造船 CIM の開発研究」報告書、平成 12 年 3 月