



GPMEプロジェクトについて

正員 田 淵 寛*
金 雁 (Jin Yan)**

1 はじめに

(財)シップ・アンド・オーシャン財団と造船所7社とで平成元年から5年にかけて実施された二つのCIM 関連開発研究によって、造船 CIMS パイロットモデルが開発され各造船所において試行されると共に、その評価を踏まえ将来の造船業 CIM の各社共通の骨格としてのフレームモデルが設計された¹⁻³⁾。その成果に基づき造船各社は独自の部分を織り込みながら実用開発に入っている。しかし骨格の設計が終了したとはいえ、それぞれの会社が、その CIM システムを各々からすべて別個に実装するのはいかにも無駄が多い。そこで各社のシステムの骨格部分を統一的に別途製作し、日本造船業全体の CIM の開発効率を高める案が出されたが、この考えをさらに一歩進め、他産業をも含めたより広い意味での CIM の開発環境の整備を図る「組立産業汎用プロダクトモデル; GPM」構想が東大小山教授より示され、平成6年度に(財)シップ・アンド・オーシャン財団と造船所7社によってその構想の具体化と予備技術検討作業 (FS)⁴⁾が実施された。この FS の結果を受け、同財団の開発研究事業として、本年度より2カ年の開発研究計画がスタートした。

なお、この FS の過程で当初の略称 GPM は GPME に改められた。ここで GPME とは General Product Modeling Environment の頭文字で、組立産業の CIM 開発者に提供される汎用プロダクトモデリング環境を意味する。すなわち共通の骨格部分の実装という側面に加え、各社固有部分のシステム化に対する支援ツールという性格が、その FS の結果として付け加えられた。現在 GPME 開発研究は FS 段階での概念確立を受けて、第二段階のシステム開発に入っている。以下、GPME開発の背景、GPME の概念、GPME システムアーキテクチャ及び GPME 開発の進め方について紹介する。

* (財)シップ・アンド・オーシャン財団 組立産業汎用プロダクトモデル開発研究委員会/三井造船(株)

** Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University

2 GPME 開発の背景

(1) 開発のニーズ

GPME が対象とする組立産業とは、例えば自動車や船舶、航空機のような動くものから、ビルや橋梁、あるいは化学プラントのような建築物や大規模な装置・設備まで含む、いわゆるアセンブリー産業であるが、素材や部品産業との対比において、その製品は単に組立てて作るということだけでなく顧客(使用者)の役に直接供される最終製品であるという側面を持つ。

それゆえ組立産業での生産過程は、顧客の要求に合った製品を提供するための「基本計画」、機能・詳細・製造に関わる一連の「設計」、製品の素材や部品(例えば、鋼板、プラスチック、ポンプ、エンジン)の「予量・選定・調達」、鋼板等の素材の加工・塗装やコンクリート打設等による「構造工作」、その構造体に機器・部品を取付け製品に機能を与える「機装工作」、さらに全体調整や「検査・試運転」に至る複雑多岐な工程から成り立っている。このような各種の工程を CIM 化するためには非常に大規模かつ先端的な内容を含む情報システムの構築が要求され、個々の企業で独自に開発することには、費用対効果の面から多大の困難が伴う。しかしこれらの各工程は各産業によってその具体的内容は異なるがシステム化という抽象レベルでは共通項も多いから、各企業間さらには各産業間での共通部分についての共同開発が実現すれば、時間と労力の節約になるだけでなく、技術面でも最高レベルの希少なシステム技術者を集中的に動員できる効果が得られる。

造船業が持つ組立産業という一般的側面から、造船業 CIM フレームモデルの開発研究で確立されたプロダクトモデルと開発プロセスモデルの中核概念は他の組立産業分野でも適用できると考えられた。もちろん、大量生産(自動車など)と一品生産(造船や建築など)とでは、その生産形態が相当異なるが、量産品の場合でも、個々の製品の製造だけでなくその量産品を作り出す製造ラインにまで注目すると、金型製造や

物流管理等に関わる設備設計面で一品生産である造船業との共通点が見いだされる。一方、造船の側から見ても、拡張性と機能性の高い造船業 CIM を早期かつ低コストで実現するためには、各社で個々にすべてを開発するよりも、造船業の中で、さらには広く組立産業全体の中で共通な部分を見つけて、統一基盤として実現することが望まれる。

(2) 開発のシーズ

造船業 CIM フレームモデルの設計書は、船の設計から製造までの各工程における知識とデータを 5 年の歳月をかけて抽出、整理し定式化 (formalize; 知識・データの整合性・統一性を確保して抽象化) した結果の記述であって、これは最近の情報工学の用語によれば造船業全般に共通なオントロジ (ontology) ということになる。ここでオントロジとはプロダクトの設計や製造過程に関する情報等の知識をモノの定義とその関係の定義との集合として表現したもので、1980 年代末に知識共有 (knowledge sharing) 問題を体系的に扱うために導入された概念である。なお、組立産業という立場からみると、造船用のフレームモデル設計書は他の産業に関係ない情報も含んでいる。しかし逆の見方をすると、図 1 に示すように、本来まず組立産業全般に共通な組立産業コモンオントロジというものがあって、それに造船業特有の情報を付け加えて造船業用のオントロジを作り、さらに各社独自の情報を入れて各社用のオントロジを作るという考え方が成り立つ。この過程をオントロジの拡張というのが、他の産業についても同様のことがいえる。

このオントロジの開発とは現実世界を分析し抽象化する作業であり、オブジェクト指向の言葉を用いると、それはクラスの定義を行うということである。それゆえフレームモデル設計書を実装すると造船業用のクラスライブラリができるわけであり、それを適切に切り分けすれば他の産業にも使える部分も出てくる。先の FS で見直した結果、システム実務者の目から見れば、幾分か整理、手直しの必要性も指摘されたが、それにしてもその設計書は GPME を今後開発する立場から見ると、大変ありがたい知的財産であるということができる。

もちろん、知識と経験の塊であるライブラリだけでは CIM システムができたことにはならず、実際の業務 (例えば NC マシンの制御) を行うための各種のアプリケーションソフトも必要である。しかしこれについても従来のような全部手作りというのではなく、既成のソフトをカスタマイズしたり組み合わせたりして

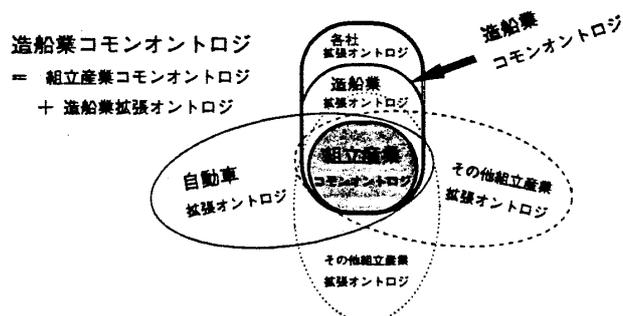


図 1 コモンオントロジと拡張オントロジ

新たなソフトを開発する手法 (component based integration) が一般化しつつあり、それに合わせて多種多様な汎用パッケージソフトが内外のソフトベンダによって開発され市販されている。

ところで、CIMのような大規模で高度なシステムを統合し実用に耐えるだけの運用の容易さと計算速度を実現するためには、ハードの進歩に加えシステム分散や相互運用等のソフトウェア工学上の基礎技術の進展が不可欠である。これについても欧米の大学等の研究機関を中心として、KIF⁵⁾、OMA⁶⁾、STEP⁷⁾等の実務につながる具体的な成果が出つつある。特にシステム統合の手法の一つとして標準化があるが、最近話題の STEP は工業界におけるプロダクトモデルデータ交換の世界規模での基準になるように、検討・開発されてきたものである。STEP はプロダクトモデルを定義するためのデータ構造を階層的に定義しており、アプリケーションプロトコルの開発プロセスも明確に定義している。過去 10 年の歳月をかけた STEP 開発は、ようやく基礎研究から実用化の段階に達しつつあり、一部はすでに国際標準として採用されている。GPME から見れば、STEP はオントロジの定義であり、STEP で既に定義されているもので使える部分は積極的に利用すべきであろう。しかしながら、STEP の造船業等の組立産業に対応する部分はまだまだ未成熟であるので、GPME 開発においては STEP と協調を取りながらも、造船業 CIM 研究の成果を独自に適用する方針を取ることとする。

3 GPME の概念とアーキテクチャ

前述のように造船業 CIM 研究の成果を組立産業一般の視点から見直し、整理した結果、個別プロダクトモデルの「共通項」である GPM (General Product Model) に「その共通項を拡張するための開発支援環境」である E (modeling Environment) を加えたもの

が GPME の概念, すなわち今回開発すべき対象であるとの認識を得た。いいかえれば GPME は「共通オントロジ」と「オントロジ拡張・モデル開発の支援環境」の両方を合わせ持つ (図 2)。すなわち, その「共通項」とはフレームモデル設計書より整理抽出した組立産業共通オントロジ (図 2 の①) とそれを実装したクラスライブラリである。また「開発支援環境」とは CIM 開発者が各自の業務に合わせ新たなオントロジを加えて拡張オントロジとその実装版のクラスライブラリを作ると共に, それを基に数多くの数値データの入った具体的な (すなわちインスタンスの集合としての) プロダクトモデルを構築したり (図 2 の③) さらには各種のアプリケーションとつないだりする作業を支援する各種のツールソフト群である。

ここで造船業共通オントロジを出発点とすると, より個別の分野 (例えばタンカーやコンテナ船) ではそれに合わせてオントロジを拡張しなければなら

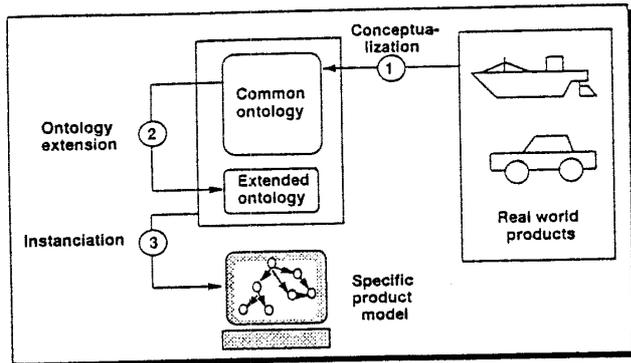


図 2 GPME の役割

い。この過程が「オントロジ拡張 (ontology extension, 図 2 の②)」であり, その結果作られるオントロジが「拡張オントロジ (extended ontology)」である。次に, 例えば個別分野のタンカーをより具体的に 20 万トン級に限定すると, それに合わせオントロジはさらに拡張される。すなわち, コモンオントロジと拡張オントロジの名称は相対的であり, 造船業共通オントロジは組立産業全般のレベルから見れば造船業用拡張オントロジということになる。

図 3 に GPME のアーキテクチャを示す。このアーキテクチャはオントロジの拡張性, プロダクトモデルの開発と実行効率, 他システムとの相互運用性, 及びネットワークによる分散性等を考慮して設計された。以下, その各構成要素についてその概要を述べる。

(1) Frame Library (FL)

フレームライブラリ (FL) はオブジェクト指向言語である C++ ベースのクラスライブラリで, コモンオントロジと一部の拡張オントロジを GPME 組込みソフトとして実装したものである。製品の設計から生産までを統合するプロダクトモデルを作るため, FL は構造設計, 艤装設計, アセンブリ, 中間製品, 組立てと接続関係, 日程, 資源等を表現するクラスを含む。

(2) User Functions (UF)

FL の拡張のために, GPME は共通分野 (組立産業あるいは造船業) でよく使われる関数あるいは操作の集合として C++ で実装されたユーザファンクション (UF) を提供する。ユーザは新しいメソッドを定義するとき UF を使えば, 時間が節約でき効率も

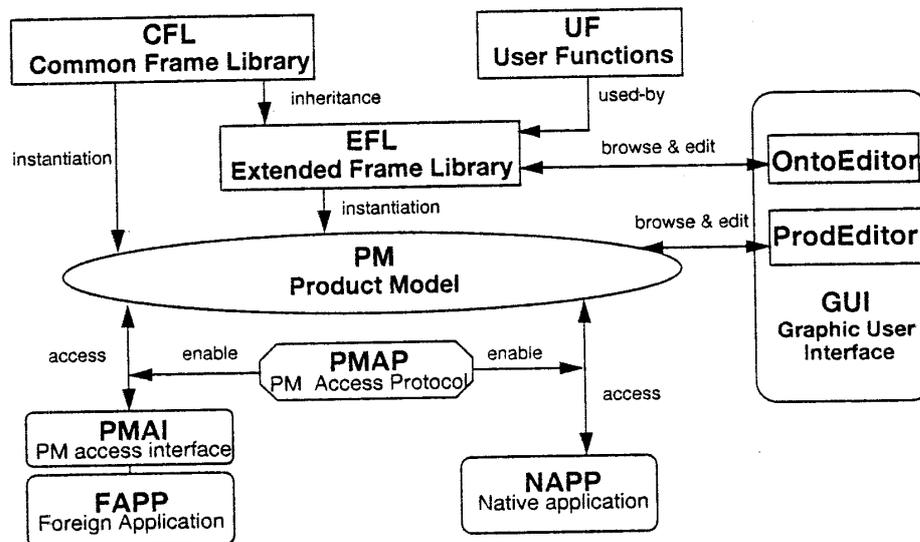


図 3 GPME のアーキテクチャ

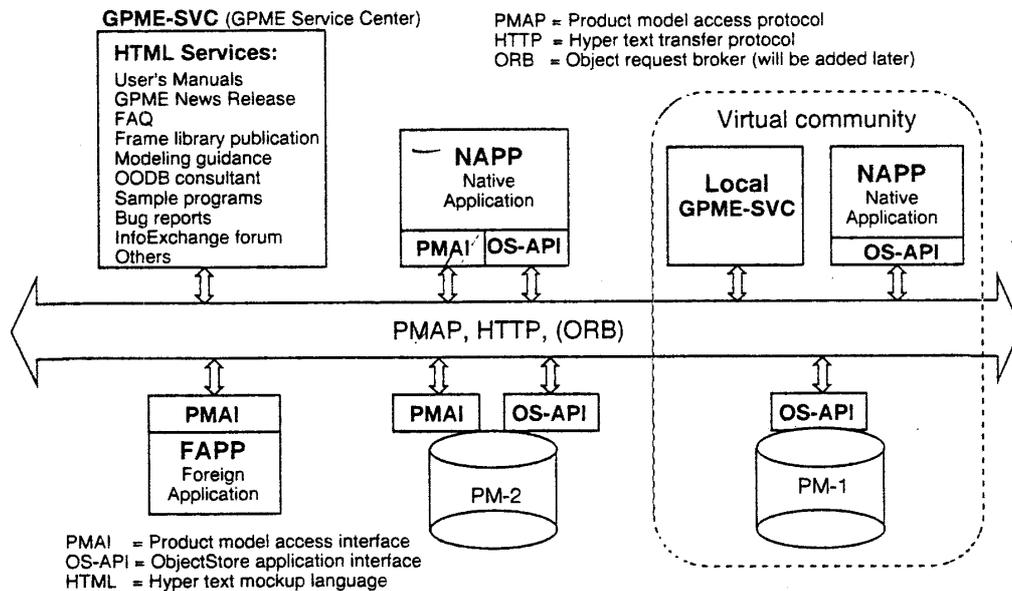


図 4 From GPME to GPM-World

向上する。

(3) Product Model (PM)

プロダクトモデル (PM) は GPME の中で開発された具体的な製品の情報とその製品の生産に関する情報モデルである。例えば実際の船は部品を組立てて建造されるが、船の PM もコンピュータの中でオブジェクトにより表現される部品の関連づけによって定義される。さらに PM は、部品組立ての生産プロセスに関する情報も持つ。すなわち PM を構築することはコンピュータの中で船を作ることである。なお、この PM と下記の AP は厳密には GPME には含まれないが、GPME 開発やその効力のテスト、さらにユーザ用のサンプルとして、サンプル PM, AP の形で提供される。

(4) Product Model Access Protocol (PMAP)

プロダクトモデル・アクセスプロトコル (PMAP) は、PM のデータにアクセスするための規約の定義で、これを公開することで GPME の外で開発されたアプリケーションも、GPME で作られた PM につなげることができる。すなわち、PMAP は GPME と他のシステムとの相互運用性を確保するためのものである。

(5) Product Model Access Interface (PMAI)

プロダクトモデル・アクセスインタフェース (PMAI) は PMAP の実装版で、当面 Smalltalk, C, Fortran 等のよく使われる言語の PMAI を提供する予定である。

(6) Graphic User Interface (GUI)

GPME は FL の拡張と PM の開発のために、グラフィック・ユーザインタフェース (GUI) を提供する。このうち OntoEditor は FL の表示・変更・拡張用、また ProdEditor は PM の表示・変更用である。

(7) Applications (AP)

アプリケーション (AP) は PM をベースとした業務応用プログラムあるいはシステムであり、大別すると PM を構築するためのものと、PM に記述されているデータとメソッドを利用しながら、業務の目的を達成するものがある。NAPP は GPME の中で作られたもので、FAPP とはそれ以外のものを意味する。

さて、図 4 は以上に述べた GPME の各要素のネットワーク上でのあり方を示しており、すなわち、GPME をインターネット上で運用するユーザはある種の汎用プロダクトモデリングの世界 (General Product Modeling World) に入ることになる。この「世界」において物理的な距離はあまり意味を持たず、バーチャルコミュニティもあるし、World Wide Web をベースとした GPME サービスセンターもある。また GPME は一種のオープンシステムであって、その内容は二年間の開発が終了した時点で固定されるものではなく、情報技術の発展と実際業務の需要に応じて成長していくべきものである。GPME サービスセンターはこの成長のため GPME 開発者がサポートするもので、新技術の導入、モデリング知識の交流と蓄積、GPME 「世界」の拡大等の重要な役割を持つ。

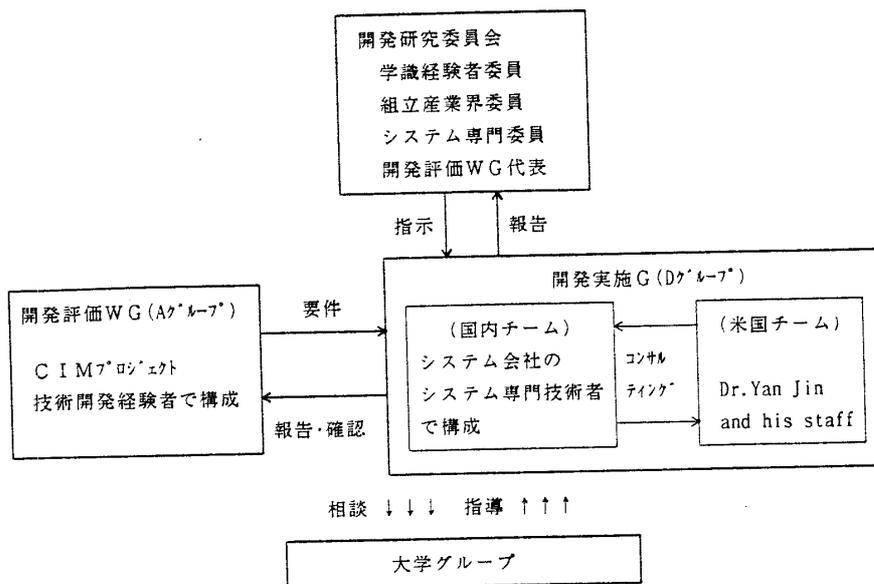


図 5 GPME の開発体制

表 1 GPME-STEP-OMA

| | STEP | GPME | OMA |
|-----------------------|--|--|--|
| Purpose: | standard, knowledge | knowledge, system | standard |
| Integ/App: | integration, application | integration, application | integration |
| Target domain: | all industry (resrc) specific industry (ap) | assembly industry (base) ship, car, constru. etc. (ext) | software industry |
| Deliverables: | protocol, tool spec. | system, protocol | protocol, tool spec. |
| Shareables: | resources, EXPRESS AP (limited) | CFL, tools, protocol EFL (Limited) | core objs, obj-svc ORB, C-facilities (lmtd) |
| Technology: | static prod-modeling | dynamic prod-modeling | software object tech. |
| Dist/Cent: | distributed, centralized | centralized, distributed | distributed |
| Criteria: | high-level interoperability | productivity | low-level interoperability |
| Users: | system vendor, developer | end-user, sys-developer | system vendor |

なおここで GPME の世の中のオブジェクト指向技術としてプロダクトモデリング技術から見ての位置付けを、OMG (Object Management Group) の OMA (Object Management Architecture) と ISO の STEP との比較として表 1 に示す。すなわち GPME は標準化ではなく、組立産業のモデリング知識の集積及び実稼働システムの開発を目的としている。そして、OMA がオブジェクト指向ソフトウェア技術の基本を定めるものであり、STEP がプロダクトの静的なモデリング技術であるのに対し、GPME は製品の設計から製品ができるまでの中間製品を含む設計と製造プロセスを範囲とする動的プロダクトモデリング技術を提供する。また GPME は、今後の OMA と STEP

の成熟と普及に従い標準化された新技術の導入を容易に行うことができるように、そのアーキテクチャを OMA 準拠可能にするとともに、FL も STEP の構成を参照して作られる。

4 GPME 開発の進め方

GPME 開発では、過去の造船業 CIM 研究の成果を十分生かし、かつ GPME をユーザのニーズに真に合ったものとするため、開発主体として実務を担当する複数のシステム会社の担当技術者で構成する D (Development) グループと、造船所 7 社の造船業 CIM 担当の技術者で構成する A (Advisory) グループとの、二つのグループが連携する形で実際の作業が

進められている。また研究的な側面として、別途大学グループによってこれまであまり手が付けられていない設計上流部のCIM化を進めることとし、これらの3グループを開発研究委員会(小山委員長)が統括してGPME開発は推進されている(図5)。

さて技術的内容もさることながら、各造船所で日々CIM開発に携わっているAグループメンバが果たしてGPME開発にも有効に参画し得るかが、開発計画の立案時に問題となった。しかしインターネットの民間利用が急速に進む中で、昨年9月に試験的にその運用を始め実績を積んだ結果、インターネットを介してのEメールによる情報伝達手段によって、距離と時間を越えた討議とそれによる知的生産の共同作業が可能であることが分かった。すなわちEメールを用いると、各所に散らばった各メンバ(本稿の著者らの一人は米国在住である)が、あたかも一つところで机を並べて働いているような感じとなる。それゆえ、本年度からはEメールの利用を本格的に進めることによって上記の問題を解消するだけでなく、従来以上の開発の効率化を図ることとした。現在、実際のEメールの運用に当たっては：

GPM-List : 小山委員長を含むシニアのメールリスト

GPME-D List : Dグループメンバ間のメールリスト

GPME-A List : Aグループメンバ間のメールリスト

の3種類のメールリストを用いている。ここでメールリストとは、それに登録されているメンバが他のメンバ全員に同時にメールを出せるように設定されたメール管理機構のことで、この自動配信機能に加えメールに通し番号をつけて集中管理してくれるので多数のメンバが共同作業をするに当たっては大変便利なものである。上記のリストは過去一年間の間に順次整備されてきたものであるが、ちなみにGPME-Dの場合、4月10日の開設以来7月末現在で合計209通、600KB(和文で30万字)の情報量となっており、すなわちこれだけの情報(文字と絵)が3カ月の間にDメンバ間で交わされたことになる。なお最近になってA、D、両グループのメンバはそれぞれ相手方のメールを常時モニタできるようにした(ただし、無用の混乱を避けるため他グループの議論に直接介入することはできない)。これによってA、D両者は互いに他で何が議論されているかが常に分かるわけで、両グループ間の連携を取るための有力な手段と期待している。もち

ろんEメールが万能ということではなく、互いに顔が見えない分、議論が先鋭化し人間関係を損ねるといった弊害も一部では指摘されている。ただしAグループは7社の寄り合い所帯であるが、メンバの多くが旧専任チームメンバとして互いに気心が知れている点是有利であって、これも造船業CIMの財産といえよう。ともあれ、やはり月一度ぐらいのface-to-faceの議論の場と組み合わせてこそ、その両方の利点が活きるわけであって、このようにGPME開発現場ではいろいろ工夫しながらEメールという新しい道具を使い始めているところである。

5 おわりに

昨年度のFSを含めると、GPME開発はようやくその中間地点にさしかかったところである。現在Dグループは各要素のプロトタイピングに入っており、この稿が発表される頃にはそのテスト結果に基づき本格的な実システムの開発が開始される。一方、上記のように造船所担当者からなるAグループは開発実務に直接携わるわけではないが、GPMEを真に有益なものにするためのアドバイザとしての重要な役割を負っている。それゆえ、関係各位のご理解とご支援を今後ともお願いしたい。

謝辞

本解説に述べられた財団法人シップ・アンド・オーシャン財団の「組立産業汎用プロダクトモデルの開発研究」はモーターボート競走公益資金による財団法人日本船舶振興会からの補助金を受けて実施されているものであり、関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 伊藤 健: 造船業 CIM パイロットモデルの造船所における試行と評価, 日本造船学会誌, 784 (1994), P. 22.
- 2) 古賀輝一: 造船業 CIM フレームモデルの設計の概要, 日本造船学会誌, 784 (1994), P. 29.
- 3) 日本造船学会誌, 759 (1992) 特集: 造船 CIMS.
- 4) 平成6年度組立産業汎用プロダクトモデルの研究報告書, (財)シップ・アンド・オーシャン財団, 平成7年3月.
- 5) M. Genesereth and R. Fikes: Knowledge Interchange Format Version 3.0 Reference Manual, Computer Science Department, Stanford University Technical Report Logic-92-1, 1992.
- 6) "Object Management Architecture Guide 1.0", OMG TC Doc 90.9.1.
- 7) 木村文彦・小島俊雄編: 製品モデル表現とその利用技術 STEP (財)日本規格協会, 1995.4.