3D CAD(AVEVA Marine)を利用した艤装設計支援

伊東　義裕*
Yoshihiro Itou

山崎 勝樹*
Katsuki Yamasaki

増輪　一宏**
Kazuhiro Masuwa

今から 2 年前の本誌 [1]において，3D CAD(AVEVA Marine)にて艤装品情報をモデルに織り込み，モデル上で不具合を事前チェック・修正する事で，建造時の不具合を撲滅させる取り組みに関する報告を行った．今回は，社内に限られていた 3D CAD の使用者を社外の設計者に広げる取り組みと，従来手計算で行われていた船体表面積算出作業を 3D CAD が持つ幾何データを取得して省力化を図った取り組みを報告する．

1．緒言

3D CAD が採用されて以来，特にこれまで経験と熟練を必要としてきた配管図面（以下，管総合図）の作成・読取が，経験が短い人でも作業できるようになり，現場不具合の飛躍的な減少に貢献したこと，従来 10 年と言われていた設計技術者の育成期間短縮にも大いに貢献してきたことは前回報告したとおりである．

一方で，3D CAD は非常に高価なのと，データベース構造も複雑なので，造船所の設計作業の一端を担う零細な構外外注業者が所有して維持し，造船所との間でデータを交換することは非常に困難とされてきた．

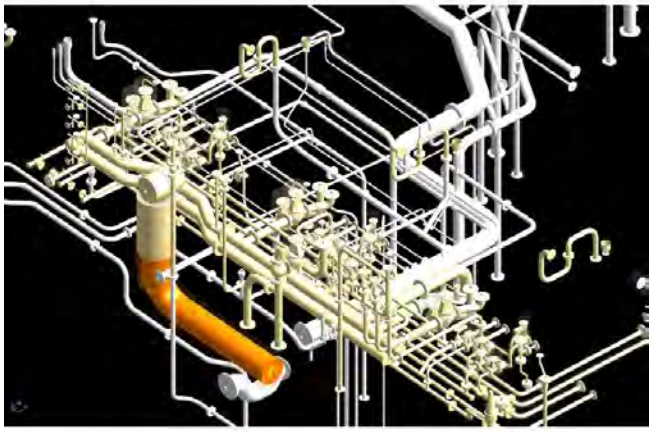
次に，船にはその場所，用途などにより様々な塗料が使用されており，塗料の発注量，工事量を算定するために，塗装区画ごとの面積を出し，それぞれの塗装区画に必要な塗料の量を算出する必要がある．従来は，塗装区画の面積を計算するのに，各部材の表面積を手で一つ一つ計算し集計していたが，3D CAD でモデルを作成するようになると，3D CAD が部材ごとの表面積をデータとして持っているので，うまく塗装区画を再現して分割することさえできれば，手計算をすることなく面積を取得できることに着目し，本開発を行った．

2．3D CAD 開発・運用の歴史

弊社における 3D CAD の始まりは，今からさかのぼること約 24 年前の 1991 年 12 月に日立造船情報システム（HZS）社の配管用 3D CAD GRADE ESP(以下 GRADE)の 1 号機の導入からである．その後 GRADE を十数年使用し，GRADE のサポート終了を機に AVEVA 社の VM Outfitting(以下 VM)を導入した．

VM 導入当初は，管総合図から PIPE 一品を人の目で読み取り数値化して VM に入力し，管工作工場の NC 機械に転送していた．そのため，VM を使ってできることはほぼ配管同士の干渉チェックのみであった．（第 1 図）

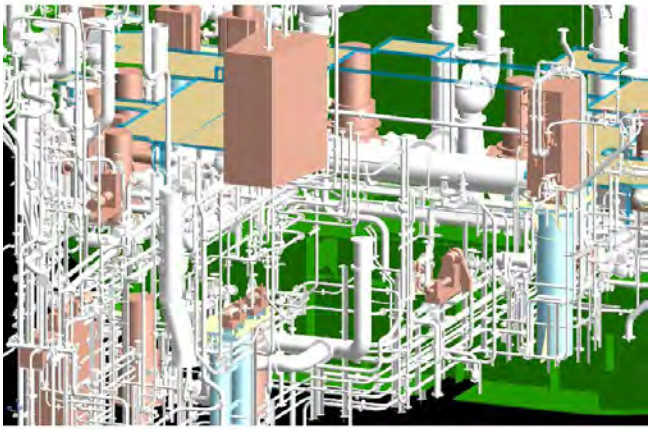
原稿受理日：July 24, 2015
*株式会社名村造船所　船舶海洋事業部　設計本部　艤装設計部　艤装生産設計課
**株式会社名村造船所　船舶海洋事業部　設計本部　艤装設計部　船装設計課



第１図　VM 導入当初の配管モデル(イメージ)

VM 導入後，様々なカスタマイズを行い，今では，交通装置，タンク，PIPE サポート等の様々な艤装品が入力できるようになり，建造前の段階で船のモックアップモデルが作成できるようになった．さらに，機器や船殻との干渉のみならず，パッキン，フランジ，曲げ部品などの配管用艤装品の抽出と要求表の作成，艤装品製作図の作成までも可能となった．（第２図，第３図）

尚，現在は艤装用の VM Outfitting と船殻用の VM Hull が統合され，AVEVA Marine（AM）という名称になっている．



第２図　最近の配管モデル

調達要求票（添付図）

工事番号	S319	要求票番号	M7874	品名	ねじ切り又はボス付フランジ ON 4TH DK

枝番	ジョブコード	部品コード	品名	数量	単位	納期	図面番号	納入先	引当区分	塗装	備考
1	1PARDK	N1006	Bボスツキフランジ PT1/4 x 5K-25A SS400	1	PC					メッキ	
2	1PARDK	N1006	Bボスツキフランジ PT1/4 x 5K-50A SS400	1	PC					メッキ	WB-65
3	1PARDK	N1006	Bボスツキフランジ PT1/4 x 10K-15A SS400	2	PC					メッキ	
4	1PARDK	N1006	Bボスツキフランジ PT1/4 x 10K-40A SS400	1	PC					メッキ	
5	U890	N1006	Bボスツキフランジ M24 x 5K-25A SUS316	4	PC						
6	U890	N1006	Bボスツキフランジ PT1/2 x 5K-25A SUS316	2	PC						
7	U890	N1006	Bボスツキフランジ PT1/4 x 5K-25A SUS316	6	PC						
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

詳細については次ページ参照のこと

記事　各品物には、工事番号、要求票番号、枝番及び品名を明記の上納入のこと。　1）数量は1隻分を示す。1隻分手配のこと。

2015/4/21

第３図　AM から出力した要求票

３．シンクライアントの採用

３．１　3D に対するニーズの高まり

一方で，AM が使える環境は社内にしかなく，実際に設計の一翼を担う構外外注業者が AM を扱うことができなかったので，AM が使いやすくなればなるほど，構外外注業者にも AM で設計をさせたいというニーズが高まってきた．

しかしながら，AM 等の 3D CAD は高価であり，システム構造が複雑であるため専任スタッフを置かないとその維持・管理が困難であること，また，これらを解決して設置できたとしても，2D CAD のように作成したファイルだけを送り，受け取った側でそこだけを更新するということが困難なため，最初から同じ DB をそれぞれの拠点に用意しておき，定期的に同期する方法などをサーバのあり方として考えていたが，この手法はコストと手間がかかることからそれ以上進むことができずにいた．

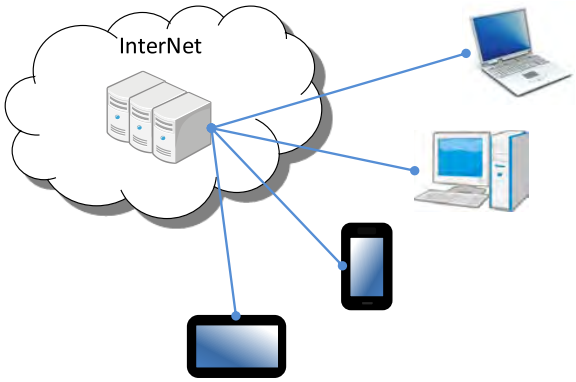
３．２　社外からの 3DCAD の利用

零細な業者に対し，高額な初期投資や維持費を負担させることができないことは明らかであり，かといって本州や四国などの遠隔地に位置する業者を造船所がある伊万里に通勤もしくは常駐させることができるはずがないのも明白であったが，3D 作業を行ってもらうにはそのいずれかを外注業者に選択してもらうか，弊社の選択として現在取引している構外外注をあきらめ，社内で作業できる人材を新たに探すかを選ばなければならないまさに究極の選択であった．

構外外注業者が簡単に AM を使える方法はないかと考えた時，どうしても「構外にいるから」という部分がネックになっていたが，「構内に来たと思えばいいんだ」という逆転の発想により，インターネットを介して，社内にいるの

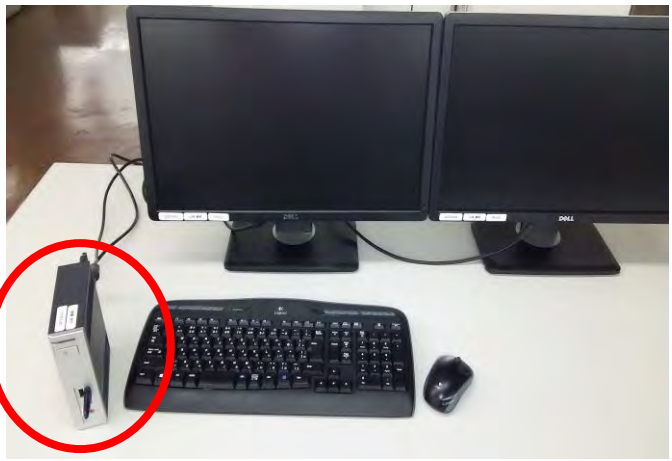
と同じように作業ができる方法を検討し，クラウドという概念に行きついた.

第4図のように,社外のサーバサービスにAMのライセンスサーバとデータベースを保存し，インターネットを介してアクセスするという方法で,将来現場から3Dモデルにアクセスできる環境を作りたいという思いもあったので，当初この方法が本命であったが，社外に重要データを持ち出すこと，サーバメンテナンスなどの自由度等を考えた時に不安が残っていた.

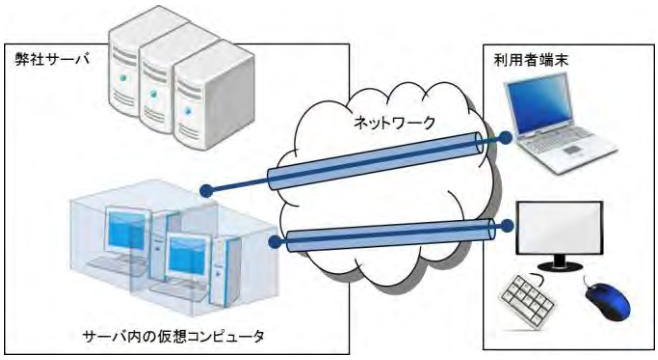


第4図　接続イメージ

そんな時，社内のシステム担当部署から別の方法としてシンクライアントを紹介され，物は試しと自分の机に導入してみた.（第5図）通常のパソコンとの違いはシンクライアントにはパソコンのように頭脳が入った本体はなく，小型な本体/モニタ/マウス/キーボードがあるのみである.本体の頭脳に相当する部分は社内サーバの中に組み込まれており，システム的に認証されたユーザのみが，遠くにある頭脳をインターネット経由で遠隔操作できる.（第6図）

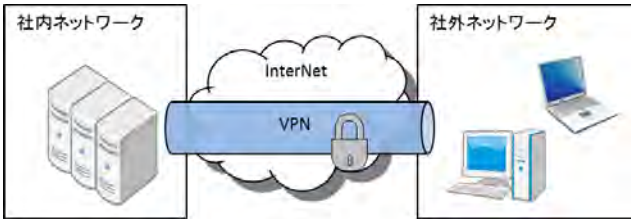


第5図　シンクライアント端末



第6図　シンクライアントのイメージ

現在設計で使用しているパソコンは，AMを扱うため，一般のパソコンに比べればスーパーカー並みの高性能なパソコンであるが，シンクライアントにしてもほぼ問題なくAMが動くことが確認された．実際に社外から社内サーバに接続して機能させるためには，このほかにVPN（Virtual Private Network）（仮想専用ネットワーク）というシステムを使用する必要がある．VPNとは，インターネットという公衆通信を使用するが,あたかも専用線を使用するように,暗号化などの技術により覗き見や改ざんなどの不正アクセスを防ぎ,安全な通信を可能にする技術のことを指す.（第7図）



第7図　VPN　イメージ

VPNにより，通信システムとしてのセキュリティは確立できているが,社外より社内のAMサーバに接続するということでシステム担当部署の監修のもと，さらに以下のような条件を設定した.

1. サーバの特定のフォルダのみアクセス可能とする.
2. 図面作業が終わった工事のデータには，アクセス制限をかける.
3. USBなど外装メディアの使用不可.
4. 社内サーバへの接続時のインターネット使用不可.

3．3　シンクライアントによって実現したこと

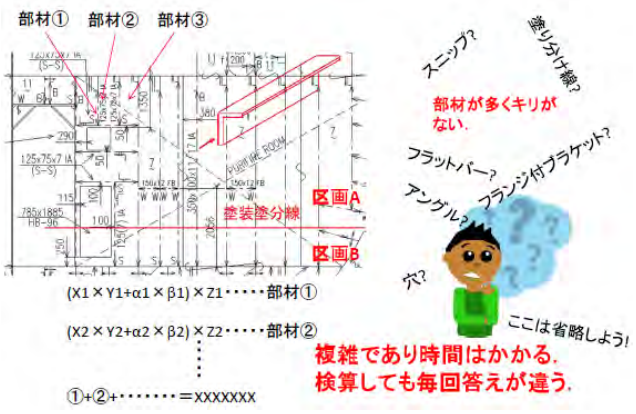
シンクライアントを導入したことで，以下のことが実現した.

1. 構外外注先でもAMを利用して作業ができるようになる．(*1)
2. 構外外注業者が社内サーバを利用するので，外注先におけるサーバの構築が不要となる．
3. 構外外注における作業者が社内サーバにアクセスするので，構外外注とコンカレントな設計作業が可能となる．
4. 構外外注における作業者が社内サーバにアクセスするので，サーバデータの同期が不要．
5. 契約終了時は端末を回収するのみでよい．
6. 端末を回収できない場合でも，サーバからユーザ登録を抹消することによりサーバへの不正な侵入を防げる．
7. 端末に記憶装置がないので，端末内には一切の情報が残らない．

4．3D モデルを活用した面積計算

4．1　塗装面積算出について

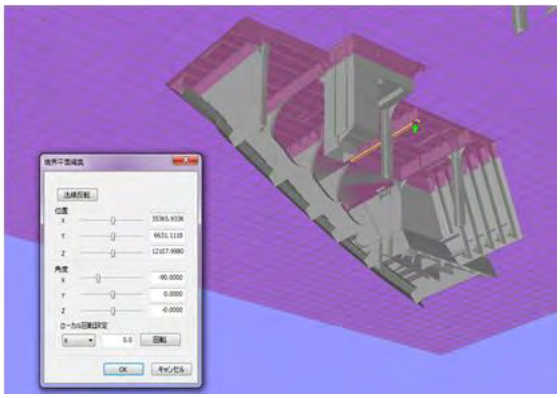
塗料の使用量，塗装の工事量を推し量るために，船体の塗装区画ごとの面積を計算する作業は非常に重要な役割を果たしている．従来は，船殻図を見ながら部材一つ一つを塗装区画ごとに割っていき，面積を手作業で算出していた．担当者によってはスニップやスカラップ等細かいところや複雑な形状を独自の近似方法で計算していたと思われる．また，部材を細かく集計する作業には膨大な時間を要し，塗料の変更や塗装塗分線の変更などが発生したらさらに多大な時間を要していた．集計漏れなどのミスの存在も明確には否定できない．(第8図)



第8図　従来の面積計算　イメージ

4．2　3D モデルを利用した塗装面積計算

2D CAD では線で表現されていた部材が，3D CAD では部材その物の形状でモデル化されるため，部材の表面積は簡単に取得できる．第 9 図は，船殻構造に仮想的な水平な面を発生させ，その面の上下をそれぞれ別の区画に定義している様子を表す．このように，船殻モデルを塗装区画に合わせてうまく区切って区画に含まれる部材だけを集計することにより，塗装面積を簡単に算出することが可能である．変更などが生じたときも，区画割を変えることで手作業よりも簡単に修正が可能となる．



第 9 図　区画定義の様子

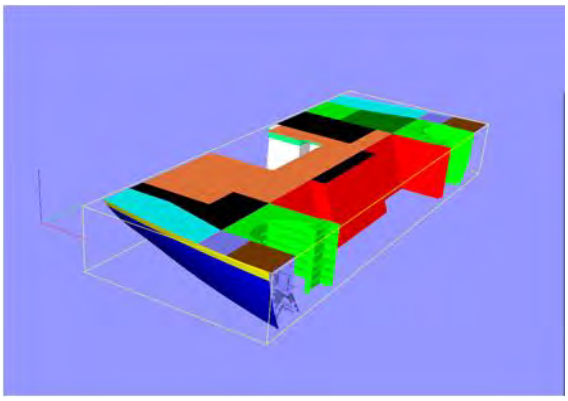
つまり，本プログラムで一番大切なところは区画割であり，このような条件を満たすプログラムの開発を目標とした．

1. Painting Scheme 通りに簡単かつ正確に区画割ができること
2. 区画定義状況が一目瞭然であること
3. 区画の修正が簡単にできること（モデル及びツリー）
4. 区画に含まれる部材は自動的に集計できること

正確な区画割を行うために，ベースとなる境界は壁などの部材とし，部材を指示するとその表と裏が別区画として定義されるようにした．そして，複数面の指示で閉鎖空間ができるとそこを部屋として認識するようにした．機関室のように，部屋の上下で塗装区画が分かれるような場合は，仮想的な面で部屋を仕切り，区画を分けることができるようにした．分けられた区画には，Painting Scheme で定義されている区画名と区画名コードを割り当て，後からの集計に使用することとしている．(第 10 図)

第 10 図　塗装コードマスタ

また，区画定義が入ったところは，第 11 図のように塗装コードごとに色をかえ，視覚的に定義漏れと定義ミスがわかりやすくなるようにしている．

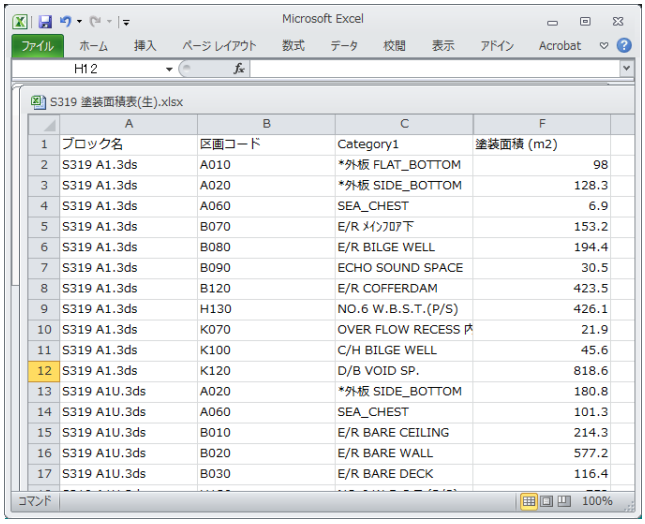


第 11 図　実際に定義された区画

区画定義に際しては，定義済みの区画をミラー反転できるので，片舷を定義することにより反対舷も簡単に定義できる．また，区画の連続コピーもできるので，形状が同じブロックの定義をコピーすることが可能となっている．境界が変わるときは境界定義の座標を，モデルの移動でも，数値の変更でも行えるようにした．

区画内にある部材は，自動的に区画に含まれる部分だけ集計されるので，スティフナやブラケットなどの部材をその都度指示する必要はない．第 12 図に本プログラムによる集計結果を表す．本表を EXCEL 上で加工して塗料別の面積などを取得できる．

本プログラムは，S319 から運用されている．船殻モデルの作成時期との調整など運用面でいくつか課題もあるが，本プログラムの導入により，約 800 時間/年の時数削減が見込める．



	A	B	C	F
1	ブロック名	区画コード	Category1	塗装面積 (m2)
2	S319 A1.3ds	A010	*外板 FLAT_BOTTOM	98
3	S319 A1.3ds	A020	*外板 SIDE_BOTTOM	128.3
4	S319 A1.3ds	A060	SEA_CHEST	6.9
5	S319 A1.3ds	B070	E/R メインフロア下	153.2
6	S319 A1.3ds	B080	E/R BILGE WELL	194.4
7	S319 A1.3ds	B090	ECHO SOUND SPACE	30.5
8	S319 A1.3ds	B120	E/R COFFERDAM	423.5
9	S319 A1.3ds	H130	NO.6 W.B.S.T.(P/S)	426.1
10	S319 A1.3ds	K070	OVER FLOW RECESS 内	21.9
11	S319 A1.3ds	K100	C/H BILGE WELL	45.6
12	S319 A1.3ds	K120	D/B VOID SP.	818.6
13	S319 A1U.3ds	A020	*外板 SIDE_BOTTOM	180.8
14	S319 A1U.3ds	A060	SEA_CHEST	101.3
15	S319 A1U.3ds	B010	E/R BARE CEILING	214.3
16	S319 A1U.3ds	B020	E/R BARE WALL	577.2
17	S319 A1U.3ds	B030	E/R BARE DECK	116.4

第 12 図　集計結果

5．課題

4 章でも述べたが，弊社サーバへのアクセスを許可した外注業者であっても，担当していない工事に対してはアクセス制限をかける必要がある．

それは，工事番号単位はもちろん，区画単位に対しても必要である．例えば，ある業者がある船の機関室の右舷側のモデル作成を担当すると仮定したとき，この業者には担当区画に対してはすべての編集権限が付与される必要がある．ところが，担当していない区画に対しては，担当区画と隣接するところは参照権限のみ，隣接しないところに対しては原則アクセス禁止としなければならない．さらに，モデル作成作業が終わり，下流作業である一品作成を別の担当に引き継いだ後は，担当していた区画でも参照権限のみとし，書き込みができないようにする必要がある．実際には機関室だけでも 15 区画ぐらいに分かれており，今後はこれらを事細かにコントロールする仕組みを作る必要があるが，コントロールに手間を取られないようにする必要がある．

次に流用機能の強化を図る必要がある．現状の AM は弊社にて作成した一部の機能を除き，ほとんど流用を意識したシステムとはなっていない．AM の元々の発祥がプラント配管用の 3D CAD ソフトであり，流用という概念が CAD 設計の思想になかったと思われる．船の設計においては，流用機能がないと例え 100%同じ流用船であっても，一からモデルを作成する必要があり，効率的な設計を行うためにも，流用機能を持たせることは必須である．そのため，これまでも使用頻度が高いところや効果が大きいところから徐々に流用機能を作り上げてきた．

今後，外注業者の AM 使用により，3D CAD の適用範囲拡大が予想され，流用機能範囲の拡大のみならず，さらなる流用機能の充実が望まれる．その例として，流用のタイミングに応じた流用ができることである．すなわち，流用元 A 船とそのすぐ後に建造する流用船 B 船がある場合,B 船のモデル（部品）は A 船全体の完成を待っていては当然間に合わないので，自転車操業的に出来上がった部品から順次流用していく必要がある．不具合などで変更があった場合も，発覚前やフォロー完了前であれば不具合もフォローもすべてそのまま流用される．一方，A 船と工事が 3 か月離れている C 船の場合には，現場の工程を考慮したぎりぎりまで流用を遅らせることで変更事項は極力フォローできた状態で流用できるし，流用の手間も省ける．また，工事が 1 年離れている D 船に対しては，A 船をモデルから要求票，取付図まで一括で流用できる機能を持たせることで，流用作業自体を簡素化させ大きな流用船効果を得られることが期待できる．以上のことより，状況に応じた流用範囲の使い分けができるような流用機能の開発が必要と考える．

６．結言

弊社工場から遠隔地に事務所を構える構外外注業者に，3D CAD を使わせたいというニーズに応えるために，シンクライアントというシステムを導入した．外注業者の 3D CAD 導入のネックとなっていたコストアップ，システムの複雑化，維持・運用の手間増大を抑え，社内サーバにアクセスするという手法により，コンカレントエンジニアリングも実現した．

従来手計算で行われていた船体の塗料毎の塗装面積を短時間で正確に求めるため，船殻モデルを塗装区画ごとに分割定義し，内部に含まれる部材の表面積を集計する塗装面積計算プログラムの開発を行った．

謝辞

本研究を遂行するにあたり，技術支援をいただいた AVEVA 株式会社の皆様，旭エレクトロニクス株式会社の皆様，社内関係者にお礼を申し上げます．

*1…構外外注業者による AM ライセンスの使用については，AVEVA 社と特別な契約を締結している．

参考文献

1) 竹下 亮，立石 龍弘，山崎 勝樹，伊東 義裕：3D CAD(AVEVA Marine)による艤装設計支援システム構築，名村テクニカルレビューNo.16 2013 年，pp.36-45