

造船設計における上流3D-CADと下流3D-CADの 艤装システムデータ連係に関する研究開発

三菱重工業株式会社
株式会社大島造船所
常石造船株式会社
株式会社エスイーエー創研
株式会社CIMクリエーション
一般財団法人日本海事協会

ClassNK
R & D PROJECT

本研究開発は、三菱重工業株式会社、株式会社大島造船所、常石造船株式会社、株式会社エスイーエー創研、株式会社CIMクリエーション、一般財団法人日本海事協会との共同研究体制により実施すると共に、日本海事協会の「業界要望による共同研究スキーム」による支援を受けて実施しました。

目次

1. 背景と目的
2. 開発スケジュール
3. 研究開発内容
4. 背景データの連係
5. 配管データの連係
6. まとめ

1.背景と目的

➤ 現状の3次元設計の適用状況

下流設計(生産設計):ここ数年で拡大し当たり前のものになりつつある

上流設計(基本設計～詳細設計):3次元設計が進みつつある



➤ 上流と下流の3D-CADの目的

上流設計:デザインスパイラルを回し船の性能を満足させる役割を支援する

下流設計:船を正しく作り現業の生産性向上を支援する

→ 目的が異なり一つの3D-CADの機能でカバーすることは非現実的で、それぞれ異なる3D-CADを使用している造船所が多い。



➤ 上流と下流の3D-CADのデータ関係

ニーズはあるが、従来設計では狭隘部の交通性や作業性などは下流工程で検討

→情報のフィードバックが必要→上流～下流と下流～上流の双方向のデータ関係が必須

→満足させるシステムの開発は極めて困難であり、手が付けられていないのが現状



➤ 最近の動き

造船所において上流設計の3次元化を実船で検証

→ ある程度の高精度な基本設計が可能であることが確認できた

→ 上流と下流のデータ関係は、上流から下流への一方向のみでも実用性があることが確認



➤ それぞれ異なるデータ様式の3D-CAD関係を可能とする仕組みの研究開発を実施

2.研究開発内容

艀装システムを対象に、上流3D-CAD=CADMATIC(※以降「上流」と記す)と下流3D-CAD=MATES(※以降「下流」と記す)の異なるデータ様式の関係に関するフィジビリティスタディーを実施した。

その結果、艀装品の中で最大物量であり上流と下流のデータ関係により大きな改善ができる配管データ(管・管金物)の変換を主目的とし、また、生産設計時に配管一品の工作性等の確認のために船殻構造・ダクト・電路・鉄艀品・機器類等が必要であるためこれらを背景データとして変換する事とし、艀装システムのデータ関係の実現のためには2つの変換プログラムの開発が必要と判断された。

①背景データ(船殻構造・ダクト・電路・鉄艀品・機器類等)を変換するプログラムの開発

- CADMATICから出力される3Dフォーマット(3DD)データの整備
- 3Dフォーマット(3DD)をMATESへ取り込む為のプログラムの開発

※背景データ : 一品データや調達用データを生成するための実オブジェクトではなく、参照用オブジェクトであり、干渉チェックに利用可能。

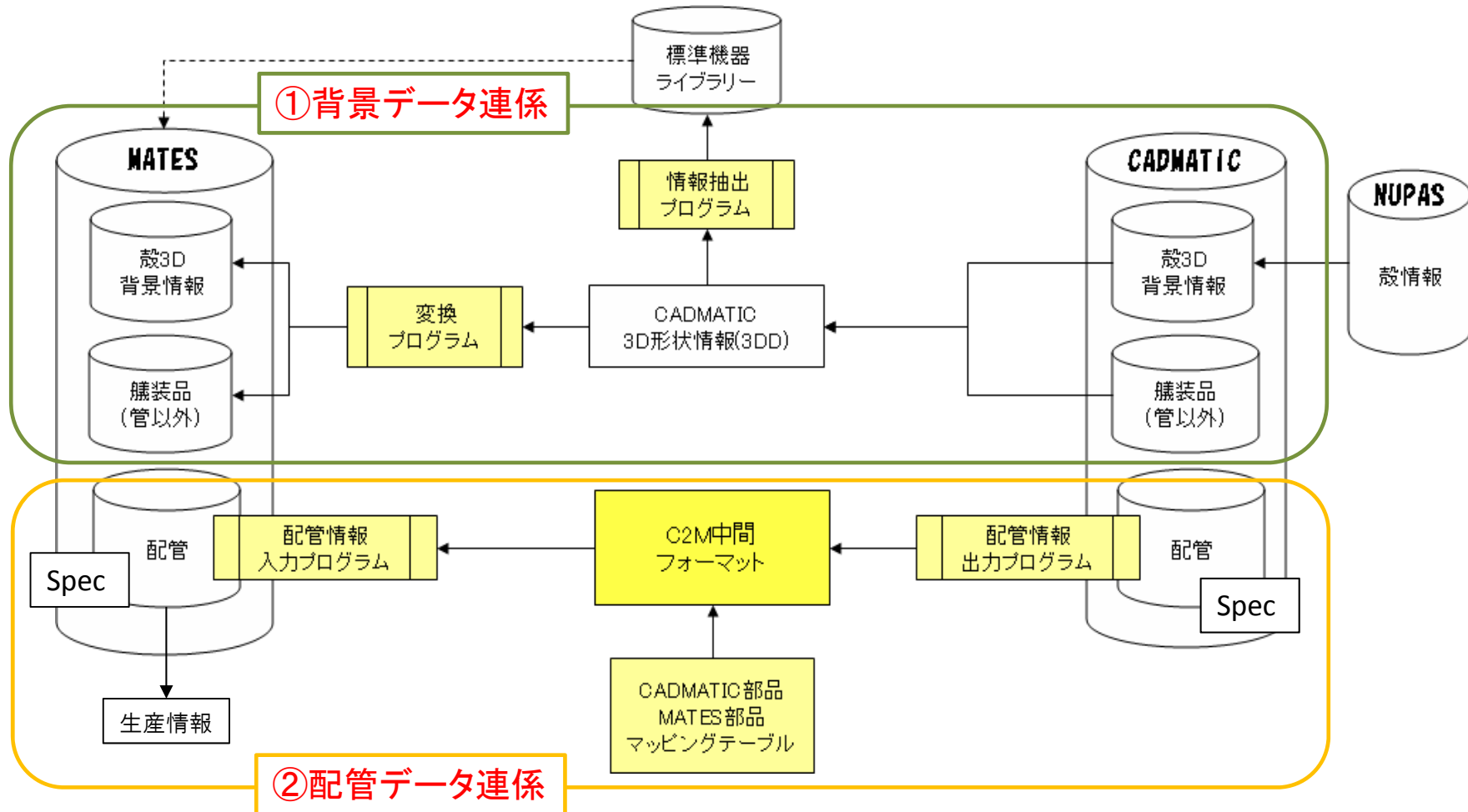
②配管データ(管、管金物)を変換するプログラムの開発

- CADMATICとMATESの管金物情報の金物マッピングテーブルの作成
- CADMATICから出力される配管情報のデータ形式の整備
- CADMATICから配管情報を出力するプログラムの開発
- マッピングテーブルのデータをもとに、配管情報をC2M中間ファイルへ変換するプログラムの開発
- C2M中間ファイルをMATESへ取り込むプログラムの開発

※配管データ : 一品データや調達用データを生成するための実オブジェクト。

2.研究開発内容

本研究開発にて検証するデータ関係は下図の通りである。

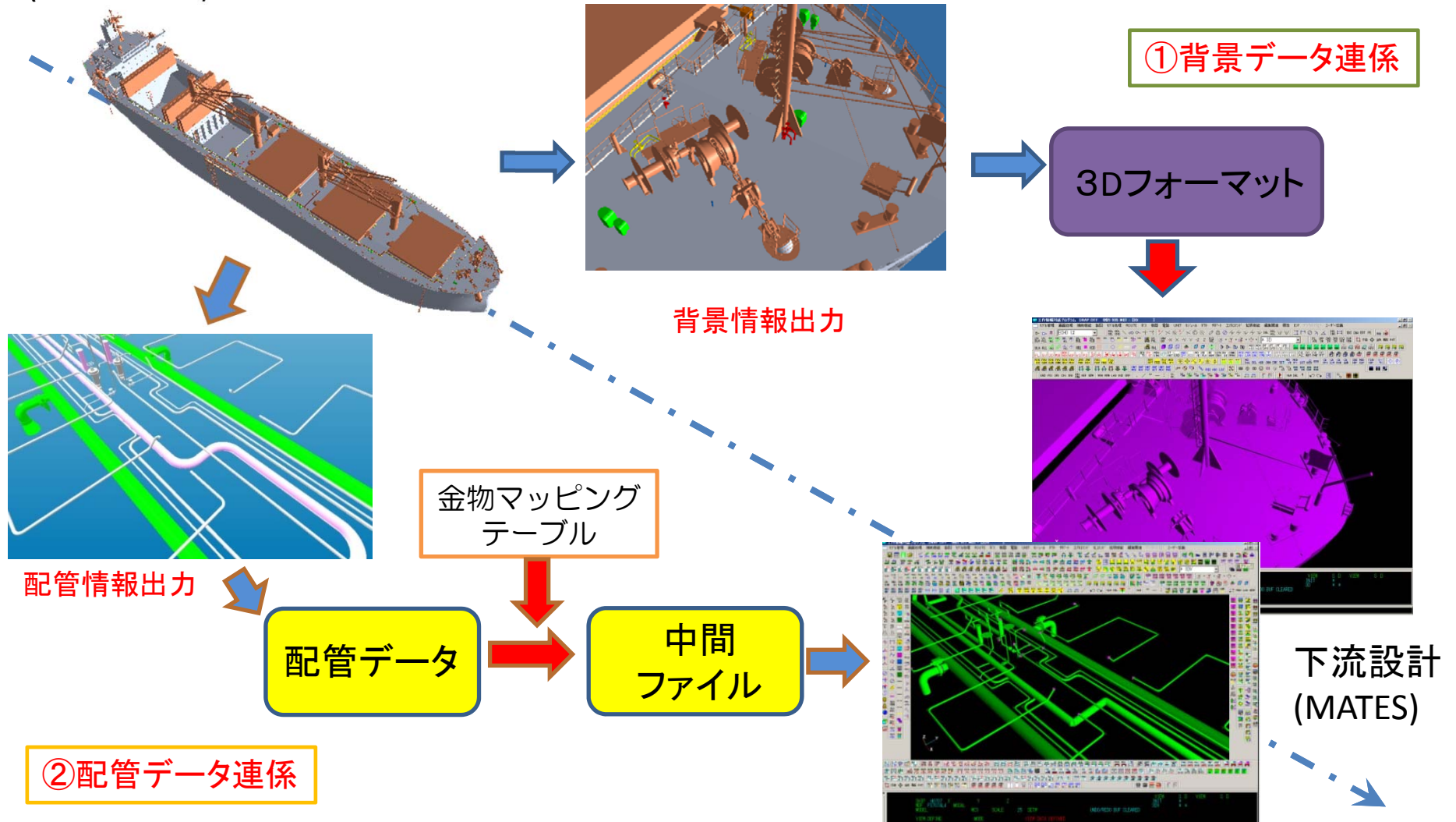


上流(CADMATIC)→下流(MATES)関係データフロー

2.研究開発内容

上流設計
(CADMATIC)

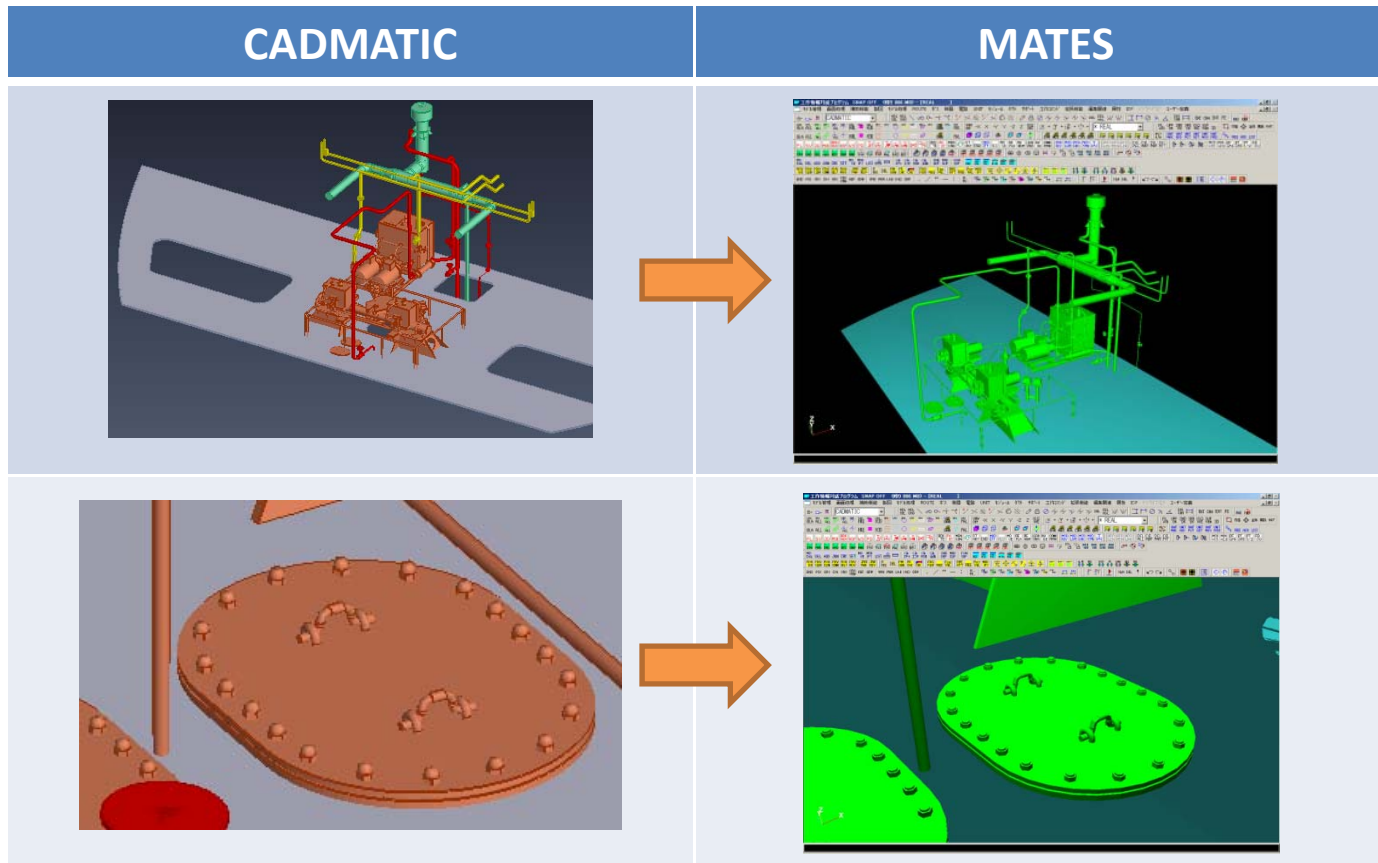
データ関係のイメージを以下に示す。



4.背景データの連携

- 背景データ連携における研究開発の実施要領を以下に示す
 1. CADMATICの標準機能により、3D中間ファイル(3DD)を出力。
 2. MATESにて、3D中間ファイルを取り込むプログラム開発
 3. MATESにて、中間ファイルを取込、各形状毎の変換結果の確認
- 変換結果

一部問題点あったが、大旨良好であった。変換結果の一例を以下に示す。



4.背景データの連係

➤ 問題点

開発したプログラムの変換試験結果より、以下の問題点が確認された。

- ・変換後にMATES上でのレスポンスが悪い。
 - 船殻モデルのモールド面のみを変換することで解決。
 - 機器モデルは、MATESモデルのソリッド化による解決が期待出来る。
- ・船殻モデルの穴形状が変換出来ない。
 - 船殻モデルは初期の配管時に使用する詳細な穴形状は不要。
必要な穴形状は、穴形状を板の外形形状で表現する。



背景データを3D中間ファイルを通して変換を行った結果、上記の様な問題が確認されたが、実用上問題無いと判断出来る。

5.配管データの連係

➤ 配管データ連係における研究開発の実施要領を以下に示す。

1. 連係対象とする管金物を船体・機関について調査
2. 調査結果を基に上流と下流の金物マッピングテーブルを作成
3. 上流と下流をつなぐ中間ファイルの策定
4. 上流から中間ファイルへの配管情報出力プログラムの開発
5. 中間ファイルから下流への取込プログラムの開発
6. 金物テストピース及び実船の配管情報による試行とプログラム調整

5.配管データの連係

- 調査及びデータ対応表の作成
 連係対象とする管金物を調査し、316部品を対象部品とした。
 対象部品全てに対して、上流→下流の金物マッピングテーブルを作成した。

○CADMATIC-MATES 金物変換対応表

品名	Cadmatic Okk	MATES 部品	GT	対応付けルール	備考
差込溶接式フック	FL	FL	4		
ANSI 150LB 鋼管差込溶接フック	FL	FL	4		
差込溶接式フック	FL	FL	4		
差込溶接式異径フック	FS	FLR0	4	MATES FLに交換(表1)	
差込溶接式異径フック	FS	FLR1	4	大径側母線 DO*100~150	
差込溶接式異径フック	FS	FLR2	4	大径側母線 DO*200~250	
差込溶接式異径フック	FS	FLR3	4	大径側母線 DO*300~350	
差込溶接式異径フック	FS	FLR4	4	大径側母線 DO*400~450	
差込溶接式異径フック	FS	FLR5	4	大径側母線 DO*500	
差込溶接式異径フック	FS	FLR6	4	大径側母線 DO*600	
差込溶接式異径フック	FS	FLR7	4	大径側母線 DO*700	
差込溶接式異径フック	FS	FLR8	4	大径側母線 DO*800	
差込溶接式異径フック	FS	FLR9	4	大径側母線 DO*900	
5Kオリス差込溶接フック(コネクトタイプ)	FC	FCR	4		
鋼管差込フック(オキシダント)	FR	FCR	4		
IMCO フック	FI	FI	4		
USCG フック	FU	FU	4		
高圧配管用 210kgf/cm ² 管フック(4分)	FO	FLR0	4		
高圧配管用 210kgf/cm ² 管フック(4分)	FM	FLR4	4		
CALSTIC SADA LINE フック	FD	FLCS	4		
DIN フック	FY	FLDIN	4		
280Kオキシ付き高圧管フック	FE	FLR0	4		
OIL FILTER 用角フック	FJ	FLH0	4		
40K ねじフック	FN	FLN	4		
PLATE CLR 用角フック	FP	FLRCL	4		
パイプ 1/2"	MSS	SV	4	下記以外	
パイプ 1/2"	MSS	SVY	4	管肉厚"5160 (or "5120)	
パイプ 1/2"	MSS	SVS	4	管材質"304"	
パイプ 1/2"	MSS	SVS80	4	管肉厚"80" 管材質"304"	
パイプ 1/2"	MSS	SVS160	4	管肉厚"160" 管材質"304"	
パイプ 1/2"	MSS	SVMTN	4	下記以外	
パイプ 1/2"	MSS	SVMTX	4	管肉厚"5160 (or "5120)	
パイプ 1/2"	MSS	SVMS	4	管材質"304"	
パイプ 1/2"	MSS	SVMS80	4	管肉厚"80" 管材質"304"	
パイプ 1/2"	MSS	SVMS160	4	管肉厚"160" 管材質"304"	
パイプ 1/2"	MSS	SVLTK	4	下記以外	
パイプ 1/2"	MSS	SVLTK	4	管肉厚"5160 (or "5120)	
パイプ 1/2"	MSS	SVLS	4	管材質"304"	
パイプ 1/2"	MSS	SVLS80	4	管肉厚"80" 管材質"304"	
パイプ 1/2"	MSS	SVLS160	4	管肉厚"160" 管材質"304"	
貫通パイプ 1/2"	MSS	SVF	14	SLEEVE PENETRATION	
貫通パイプ 1/2"	MSS	SVF	14	SLEEVE PENET. SHT THICK	
貫通パイプ 1/2"	MSS	SVF	14	SLEEVE PENET. SHT STAIN	
貫通パイプ 1/2"	MSS	SVF	14	SLEEVE PENET. MDL THIN	
貫通パイプ 1/2"	MSS	SVF	14	SLEEVE PENET. MDL THICK	
貫通パイプ 1/2"	MSS	SVF	14	SLEEVE PENET. MDL STAIN	
貫通パイプ 1/2"	MSS	SVF	14	SLEEVE PENET. LANG THIN	
貫通パイプ 1/2"	MSS	SVF	14	SLEEVE PENET. LANG THICK	
貫通パイプ 1/2"	MSS	SVF	14	SLEEVE PENET. LANG STAIN	
パイプ 1/2" (LINESPEC)	SH	SVL2	4	SLEEVE SHORT	
パイプ 1/2" (LINESPEC)	SH	SVL2	4	SLEEVE MIDDLE	
パイプ 1/2" (LINESPEC)	SH	SVL2	4	SLEEVE LONG	
貫通パイプ 1/2" (LINESPEC)	SH	SVL2	14	SLEEVE PENET. SHORT	
貫通パイプ 1/2" (LINESPEC)	SH	SVL2	14	SLEEVE PENET. MIDDLE	
貫通パイプ 1/2" (LINESPEC)	SH	SVL2	14	SLEEVE PENET. LONG	
併用区用貫通パイプ 1/2" (LINESPEC)	SH	SVL2C	14	SLEEVE PENET. SHORT	
併用区用貫通パイプ 1/2" (LINESPEC)	SH	SVL2C	14	SLEEVE PENET. MIDDLE	
併用区用貫通パイプ 1/2" (LINESPEC)	SH	SVL2C	14	SLEEVE PENET. LONG	

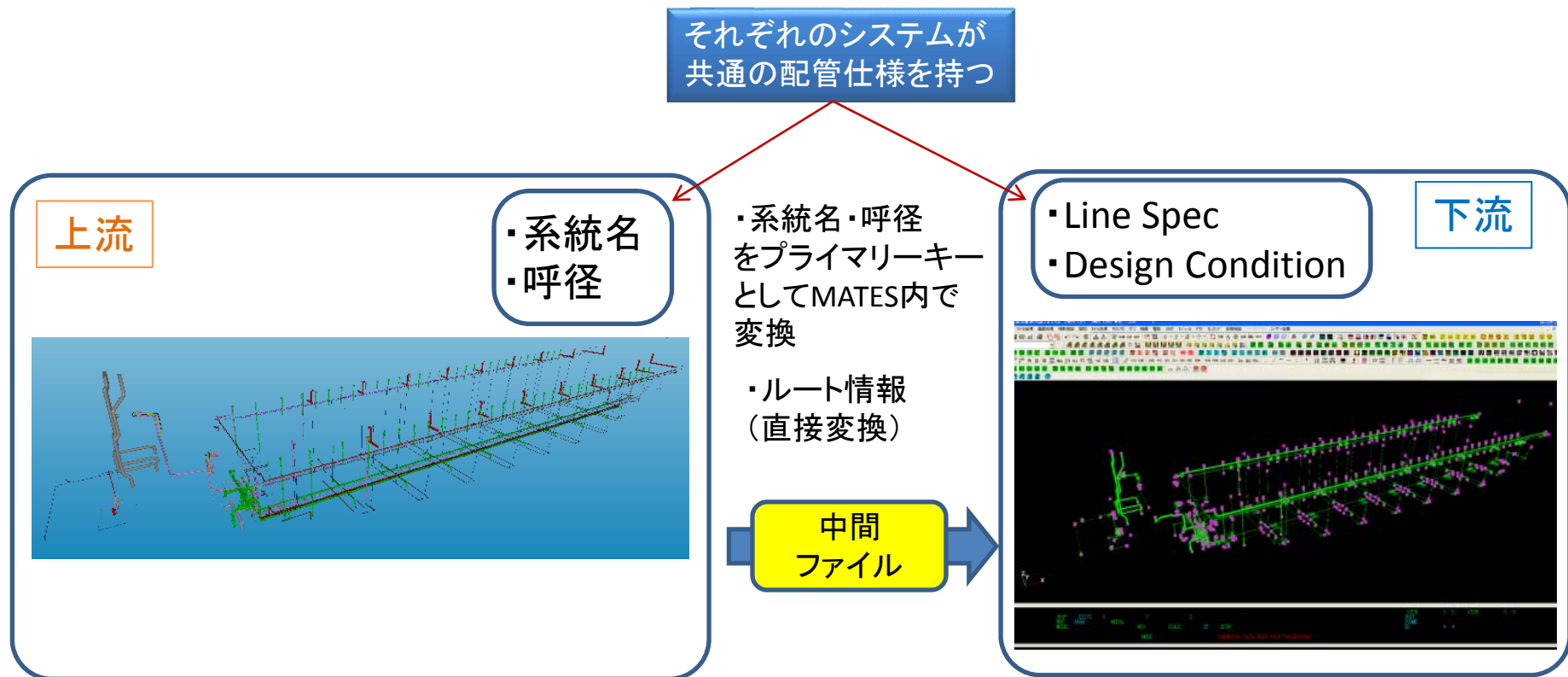
16K 異径パッド
 16K 異径パッド
 16K 異径パッド
 16K 異径パッド

Cadmatic Okk	MATES 部品	GT	対応付けルール	備考	
IS	ISL				
ES	MSB	2			
EF	SB	6			
ED	SB	6			
TE	SB	6			
EM	SBT38	11	90 ELBOW (SW/PT) PT 3/8		
EM	SBT12	11	90 ELBOW (SW/PT) PT 1/2	母線 ("DO"値) による決定方法を 表示します。	
EM	SBT34	11	90 ELBOW (SW/PT) PT 3/4		
EM	SBPT1	11	90 ELBOW (SW/PT) PT 1		
EM	SBPT114	11	90 ELBOW (SW/PT) PT 1 1/4	"DO"左記で良い?	
EM	SBPT112	11	90 ELBOW (SW/PT) PT 1 1/2	"PT 3/4" or "PT 3/4-A"	
EM	SBK34	11	90 ELBOW (SW/PT) PT 3/4		
EM	SBK1	11	90 ELBOW (SW/PT) PT 1		
ER	ER	5			
SP	SPT12	4	SOCKET PT1 1/2	母線 ("DO"値) による決定方法を 表示します。	
SP	SPT34	4	SOCKET PT3/4		
SP	SPT1	4	SOCKET PT1		
SP	SPT12	4			
SM	SM20	4	SOCKET M20X1.5		
SM	SM4	4	SOCKET M24X2		
SM	SM30	4	SOCKET M30X2	母線 ("DO"値) による決定方法を 表示します。	
SM	SM36	4	SOCKET M36X2		
DS	DS12	4	SOTONEJI SOCKET PT1 1/2		
DS	DS1	4	SOTONEJI SOCKET PT1		
TC	S	14			
DC	SPT12D	11			
DE	SBPT12	11			
TR	CRS	14			
SA	HOPA	4			
SR	SGTB	11			
ST	SGTD	4			
A	BT	BST4A	4	BOSS BOLT TYPE A 32A(PT)	
B	BT	BST4B	4	BOSS BOLT TYPE B 25A(PT)	
C	BT	BST4C	4	BOSS BOLT TYPE C 32A(PT)	
D	BT	BST4D	4	BOSS BOLT TYPE D 25A(PT)	
E	BT	BST4E	4	BOSS BOLT TYPE E (PT)	母線 ("DO"値) による決定方法を 表示します。
F	BT	BST4F	4	BOSS BOLT TYPE F (PT)	
A	BF	BSF4A	4	BOSS BOLT TYPE A 32A(PF)	
B	BF	BSF4B	4	BOSS BOLT TYPE B 25A(PF)	
C	BF	BSF4C	4	BOSS BOLT TYPE C 32A(PF)	"DO"左記で 良い?
D	BF	BSF4D	4	BOSS BOLT TYPE D 25A(PF)	
E	BF	BSF4E	4	BOSS BOLT TYPE E (PF)	
F	BF	BSF4F	4	BOSS BOLT TYPE F (PF)	
A	BM	BSM4A	4	BOSS BOLT TYPE A 32A(M)	
B	BM	BSM4B	4	BOSS BOLT TYPE B 25A(M)	
C	BM	BSM4C	4	BOSS BOLT TYPE C 32A(M)	
D	BM	BSM4D	4	BOSS BOLT TYPE D 25A(M)	
MN	BSSW	4			
MP	MP	4			
PD	PD	4			
PI	SPD0	4	大径側母線 DO*15~80		
PI	SPD1	4	大径側母線 DO*100~150		
PI	SPD2	4	大径側母線 DO*15~200/250		
PI	SPD3	4	大径側母線 DO*15~300/350		
PI	SPD4	4	大径側母線 DO*15~400/450		
PI	SPD5	4	大径側母線 DO*15~500		
PI	SPD6	4	大径側母線 DO*15~600		
PI	SPD7	4	大径側母線 DO*15~700		
PI	SPD8	4	大径側母線 DO*15~800		
PI	SPD9	4	大径側母線 DO*15~900		

5.配管データの連携

➤ データ変換プログラムの開発

配管情報については、上流より出力された系統名・呼径・ルート(座標)情報から、下流での取り込みの際に下流の配管仕様情報を使用して変換を行うプログラムを開発した。



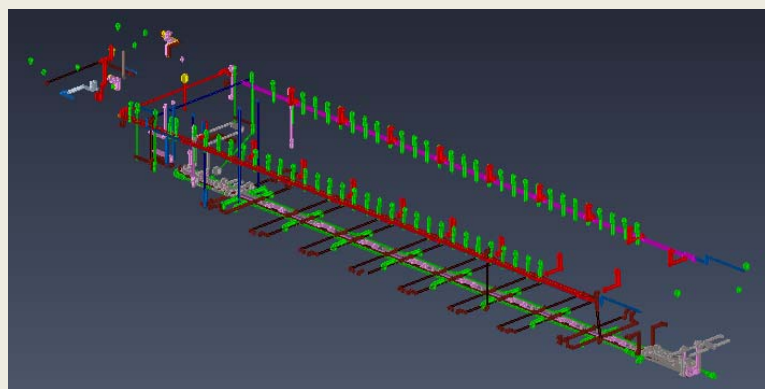
5.配管データの連携

➤ 検証結果－実船データにおける検証

開発したプログラムの検証にあたり、問題点の原因特定と検証効率を上げるため、実船データと金物テストデータによる2つ検証を行った。

実船データでの検証結果

上流

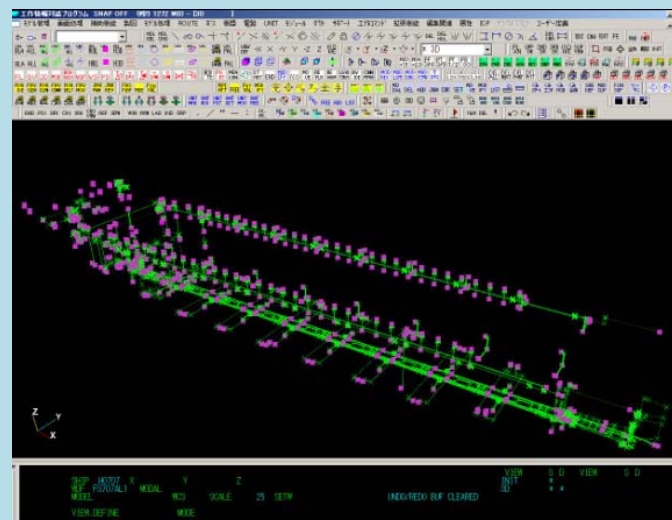


実船データの対象箇所

- ・船体部のみを対象
- ・機関部との取り合い
- ・二重底内の総合図レベル配管
- ・二重底以外の初期配管



下流



全てのラインが変換出来た

5.配管データの連携

➤ 検証結果－金物テストデータにおける検証

金物マッピングテーブル内の金物からデータ、形状、属性毎に分類して金物テストデータを作成し、検証を行った。

金物テストデータでの検証結果

金物マッピングテーブル(船体部+機関部)
変換対象金物数: 316 (MATES金物部品数)

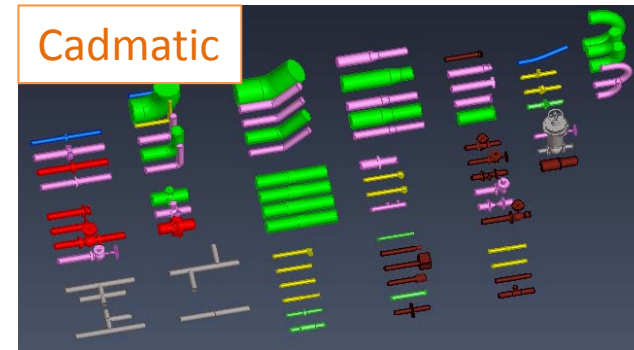
同一であるが系統的に分ける必要のある金物

金物種類数: 179

形状・属性の型で絞り込み

合計76個のテストデータを作成

変換率: 100%



変換



5.配管データの連係

➤ スペックデータ連係についての課題と検討結果

上流、下流共に配管情報をモデル化するには、スペックデータを定義する必要がある。スペックデータの変換について検討した結果を以下に示す。

- 上流(CADMATIC)のスペックデータは、配管仕様部分のみの情報しかない。
- 下流(MATES)のスペックデータは、仕様及び生技情報を含んでいる。



上流から下流へスペックデータ変換を行っても下流に必要な全てのスペック情報を補えない。これは、設計の目的が異なることが原因

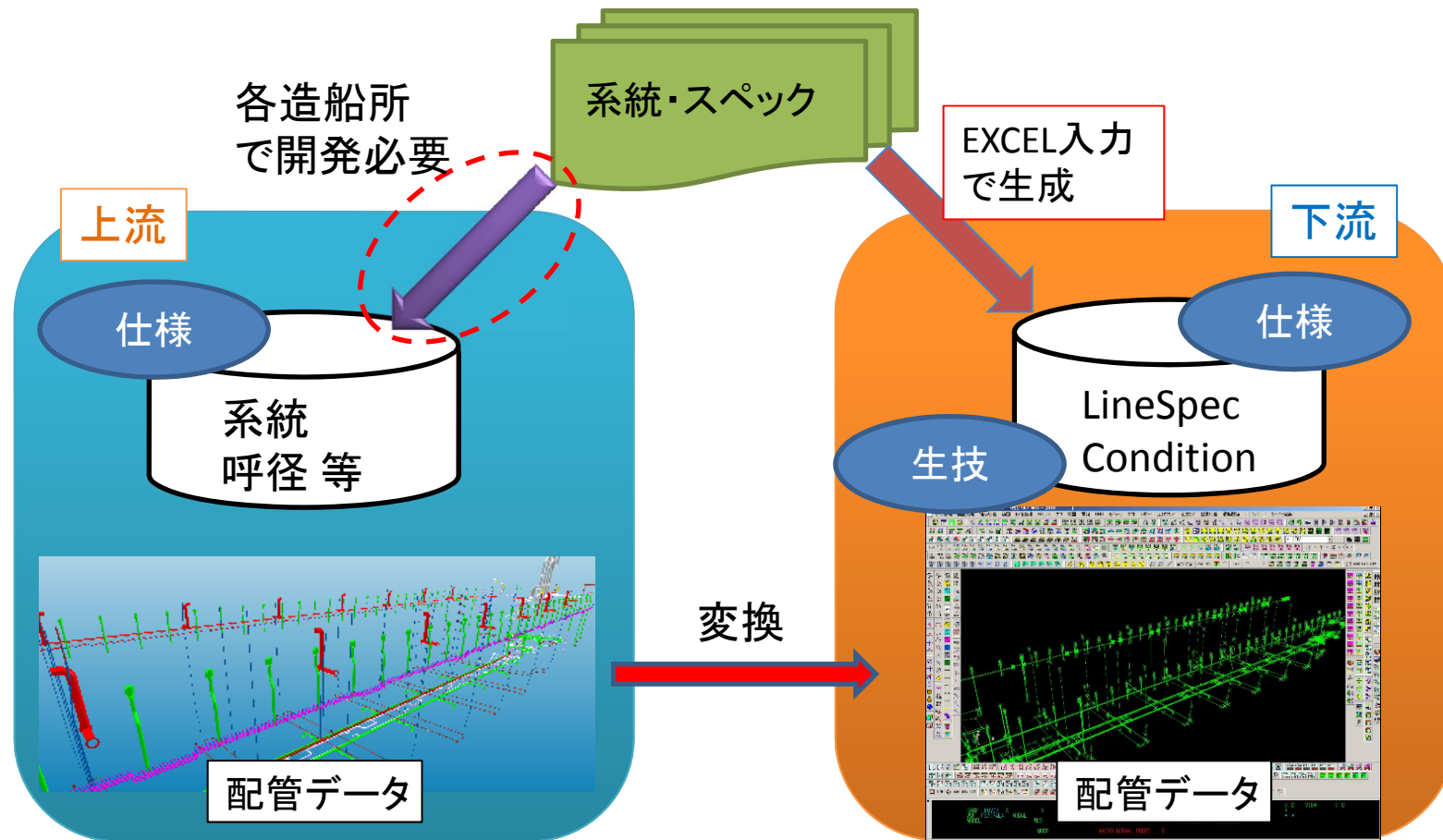


外部で作成されたスペックデータ(EXCEL、テキスト等)から、上流及び下流のスペックデータを生成する仕組みにより双方のスペックデータを同期させることが運用上実用的である。

5.配管データの関係

➤ スペックデータ関係についての検討結果

スペックデータの関係についての検討結果フロー図を示す。



6.まとめ

本事業では、艤装システムを対象に上流設計3D-CADと下流設計3D-CADのそれぞれ異なるデータ様式に関し、データ連係を行うためのシステムを開発し、データ連係に関する研究開発を行った。

- 配管データ変換(管・管金物)と背景データ変換(船殻構造・ダクト・電路・鉄艤品・機器類)の2つのプログラムを開発し、実船データ及びテストデータにて変換を実施し、データ連係の検証を実施した。

その結果、すべてのデータが変換出来る事が確認され、上流設計3D-CADと下流設計3D-CADのデータ連係システムの開発が完了した。

- 艤装システムのデータ連携の実現は設計プロセスの大きな変革となる。

1. 配管データ連携

異なるデータ様式では、下流側において上流側をトレースする設計プロセスが必要である。データ連係によりトレース作業は不要となり、トレース時の入力ミスなど人為的リスクが無くなり、設計期間の短縮・設計品質の向上を可能とする。

2. 背景データ連携

船殻・艤装同時並行設計においては、艤装下流設計開始時に3次元の船殻モデルが必要であるが、同じデータ様式を持つ船殻下流設計3D-CADにおいては設計開始時期が同じであるため実現不可能であった。

背景データとして船殻上流設計の船殻モデルをデータ変換することにより下流でも船殻・艤装同時並行の設計が可能となり、設計期間の短縮を可能とする。