

造船設計における上流3D-CADと下流 3D-CADの船殻データ連係に関する研究



本研究は、一般財団法人 日本海事協会の「業界要望による共同研究」のスキームにより研究支援を受けて実施しております

2013年4月

三菱重工業(株) 船海生産設計部

システム課 平木 常正

1. 研究の背景及び目的
2. 実施体制
3. フィジビリティスタディおよびプロト版開発
4. 正式版開発項目およびスケジュール
5. 変換対象構造範囲拡大
6. 高難度技術課題の解決
7. 変換対象形状パターンの拡張

1. 研究の背景及び目的

(1) 背景

- 造船設計の3次元化範囲が拡大し、現図・生技の下流設計の3次元化のみならず、基本設計を中心とする上流設計ステージにおいても3次元化が進展中
- デザインスパイラルを主目的とする上流設計から現業の生産性向上を目的とする下流設計までを一つの3D-CADの機能でカバーすることは非現実的
- 製品モデルレベルでの異機種CAD間データ変換実現例は過去に無し

(2) 目的

- 新設計船を対象とした上流設計と下流設計の3D-CADのそれぞれ異なるデータ様式の関係を可能とする仕組みの検討及びインターフェイスプログラムの開発
 - データ関係方向は上流→下流の一方向に限定
 - データ関係対象3D-CADは、上流設計はNUPAS-CADMATIC、下流設計はMATESの各システムに限定

2. 実施体制

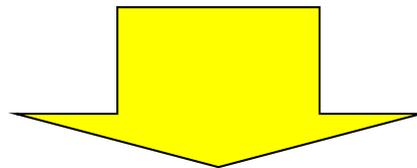
- 研究名称 : 造船設計における上流3D-CADと下流3D-CADの
船殻システムデータ関係に関する研究開発
- 研究期間 : 2011年2月1日 ~ 2011年10月30日 (フィジビリティスタディ)
: 2012年1月1日 ~ 2013年6月30日 (正式版開発)
- 研究実施者 : 三菱重工業株式会社
株式会社大島造船所
- アドバイザー : 常石造船株式会社
株式会社エスイーエー創研
株式会社CIMクリエーション
- 事務局 : 一般財団法人日本海事協会
- 目的 : 上流設計3D-CAD(NUPAS-CADMATIC)と
下流設計3D-CAD(MATES)の異なるデータ
様式の関係についての研究と開発

3. フィジビリティスタディ及びプロト版開発

- 3. 1 フィジビリティスタディの必要性
- 3. 2 実施項目
- 3. 3 マッピングテーブルの作成
- 3. 4 変換方式の検討
- 3. 5 データ変換結果
- 3. 6 テスト部材現図出力・NC切断結果
- 3. 7 技術課題
- 3. 8 フィジビリティスタディまとめ

フィジビリティスタディの必要性:

- 船殻はCADシステム毎の**データ構造・表現・思想の差異が大**
 - 構造面・接ぎ手の概念、形状/属性の表現区分、左右舷対称の表現等
- 船殻はお互いが複雑な取り合いを成す**連続体構造**
 - 部材単位のデータ変換では不十分、部材間の取り合い関係・依存関係を正しく変換・再構築することが必要
- 汎用の中間ファイルフォーマット規格不在
 - 過去にISO STEP規格として審議されたが実用化には至らず
 - **製品モデルレベルでの異CAD間船殻データ変換を実現した例は過去に無し**



技術ハードルは非常に高くFS、プロト版開発を通じたの試行検証による関係可能範囲見極めが必要

実施項目

(1) マッピング・テーブルの作成

上流設計を担当するシステムNUPASのデータと対応する下流設計担当のMATESのデータとのマッピングテーブルを作成した。マッピングテーブル作成に当たっては大島造船所建造船(バルクキャリアー)を対象とした。

(2) 中間ファイル仕様策定

上記マッピング・テーブルをベースに中間ファイル仕様を策定し、板部材および骨部材について、プロトタイプ版変換プログラムの開発を行った。

(3) テスト

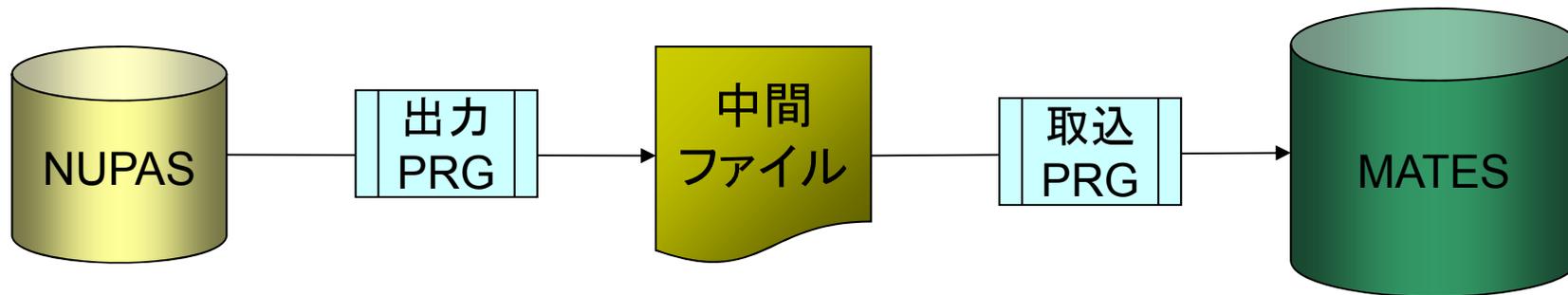
(2)で開発した変換プログラムで試行・テストを実施し、課題点を抽出した。

3.3 マッピングテーブルの作成

- 構造要素種別毎にNupasとMATESそれぞれの情報項目を抽出し、マッピングテーブルを作成
 - 参照要素(構造面、継ぎ手、フリーエッジ)
 - 板要素
 - 骨要素
 - フェイス要素、側面タイプブラケット要素、ピラー要素については正式版課題
- 不足データの補完手法検討
 - 運用改善(モデリングルール策定、形状パターン化推進等)
 - Nupas側システム改善(不足属性の追加等)
 - 出力可能データの加工・組み合わせによる不足データの創生

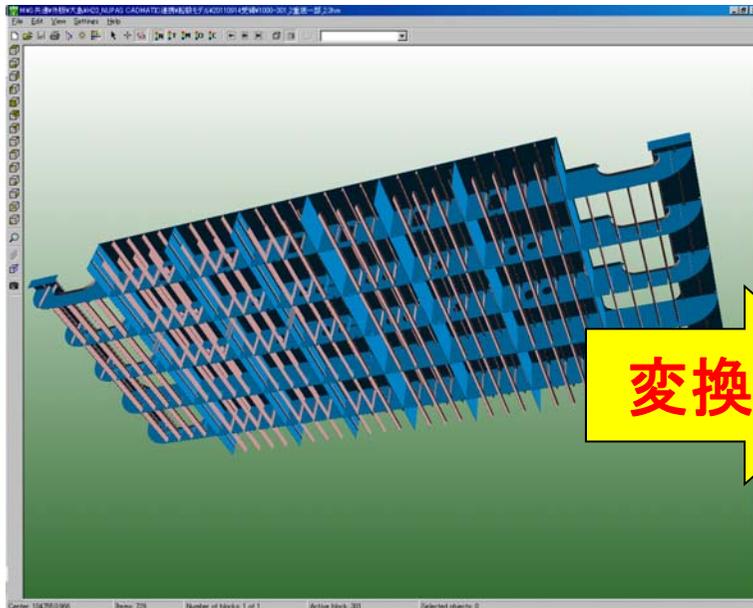
3.4 変換方式の検討

- マッピングテーブルに基づき中間ファイルフォーマットを策定
 - 参照要素(構造面、継ぎ手、フリーエッジ)
 - 板要素本体および属性(穴、スカラップ等)
 - 骨要素本体および属性(端部形状、端部ブラケット等)
 - フェイス要素、側面タイプBKT要素、ピラー要素は正式版課題
- 二重底構造モデルを想定したプロト版として変換プログラム開発



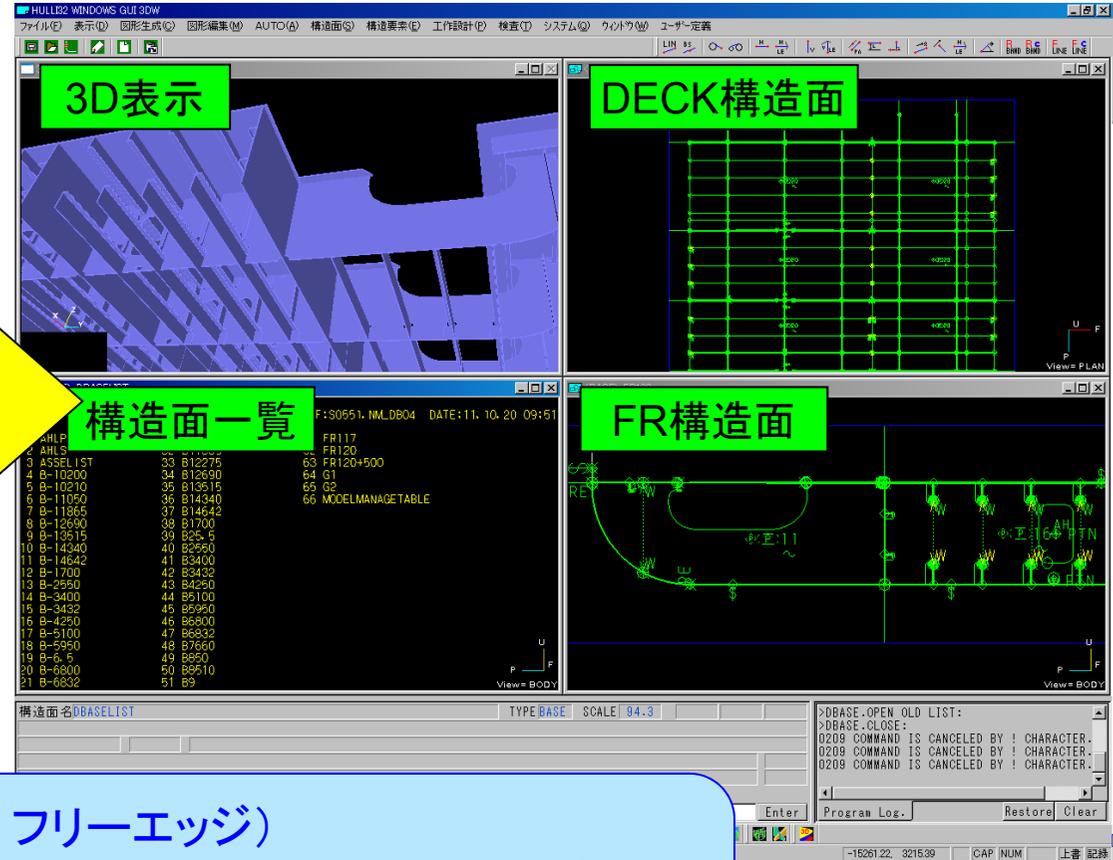
3.5 データ変換結果

Nupas



変換

MATES



- ・参照要素(構造面、継ぎ手、フリーエッジ)
- ・板要素本体および属性(穴、スロット、フィラー、スカラップ)
- ・骨要素本体および属性(端部形状、穴、端部ブラケット)

正しく変換されていることを確認

3.5 データ変換結果

NUPAS

本体属性

スカントリング

取合い

MATES

端部ブラケット

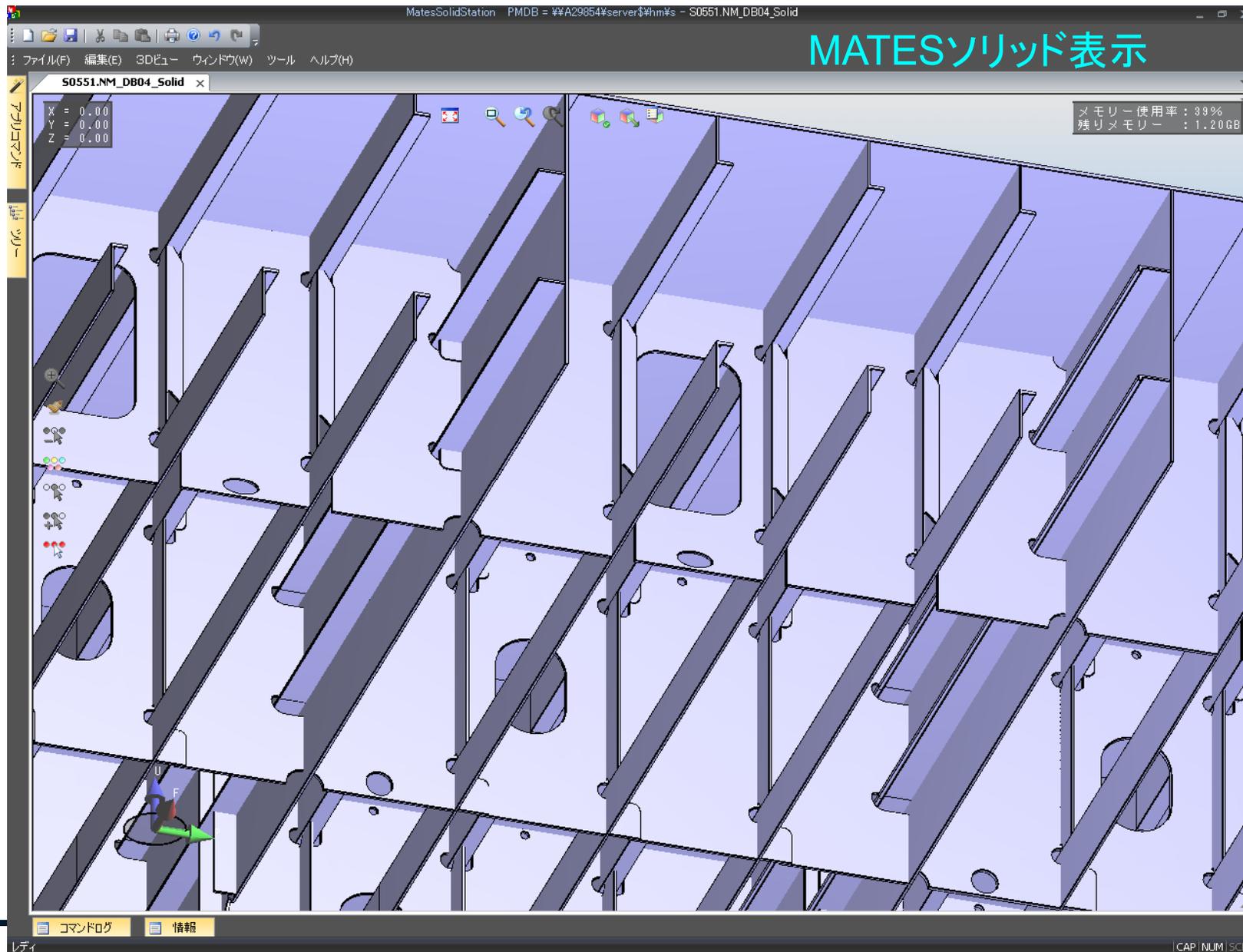
端部形状

取り付け角度

3Dモデルより属性データを逆生成し変換

The image illustrates a data conversion process from a 3D model to 2D technical drawing data. A 3D model of a component is shown on the left, with a red circle highlighting a specific detail. This detail is then shown in a 2D technical drawing in the center, also circled in red and labeled '取合い' (Fit). Surrounding the 2D drawing are several dialog boxes from the software, each representing a different attribute of the component: '本体属性' (Main Properties), 'スカントリング' (Scan Ring), '端部ブラケット' (End Bracket), '端部形状' (End Shape), and '取り付け角度' (Mounting Angle). A large red arrow points from the 3D model towards the 2D drawing, with the text '3Dモデルより属性データを逆生成し変換' (Generate and convert attribute data from 3D model) indicating the direction of the data flow.

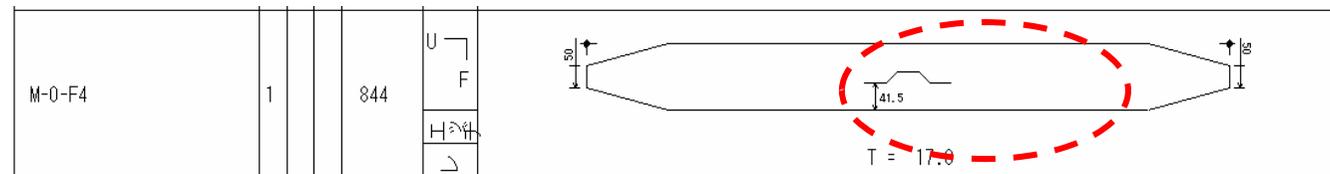
3.5 データ変換結果



3.6 テスト部材現図出力・NC切断結果

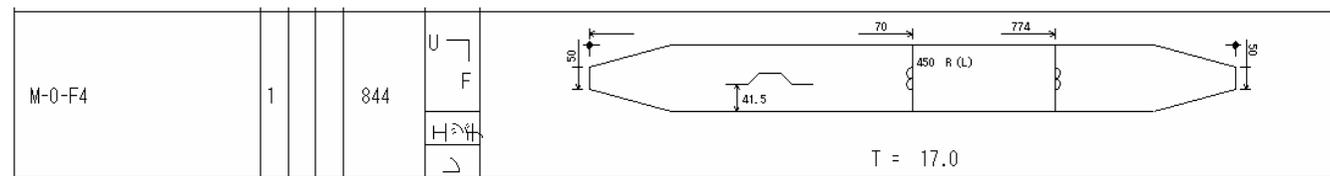
- 曲線幾何形状表現形式に差異有り
 - Nupas: 点列 MATES: 円弧列
- 外板由来の曲線外形線を持つ部材をデータ変換し、部品展開およびNC切断まで実施
 - 板外周切断形状については問題無いことを確認
 - 骨部材については曲げ加工指示の出力に不具合

Nupas-MATES変換



曲げ加工指示が欠落

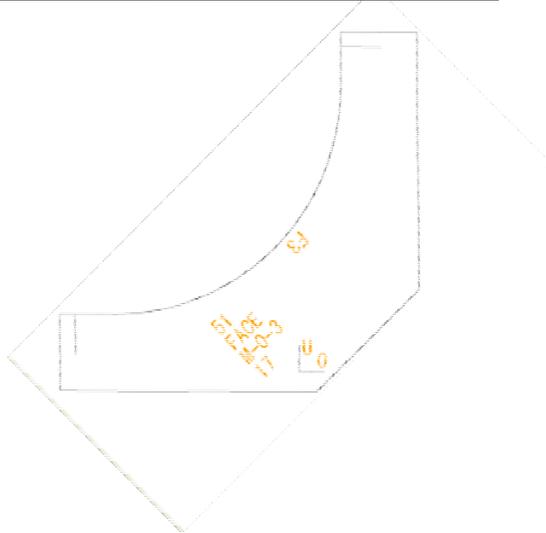
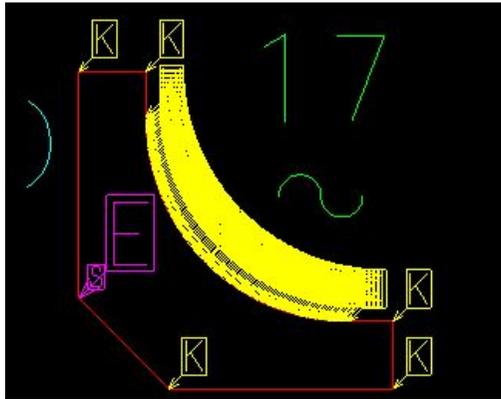
MATES定義



→対策: 現図精度での幾何データ補正が必要

3.6 テスト部材現図出力・NC切断結果

- 外板からオフセットした部材外形の点列数がMATESに比べ多い。



- 切断結果

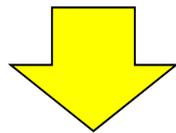


(1) 現図精度での幾何データ補正

- 点列-円弧列変換
- 点コード(R END点、ナックル点)の設定

(2) 振りロンジの表現差異

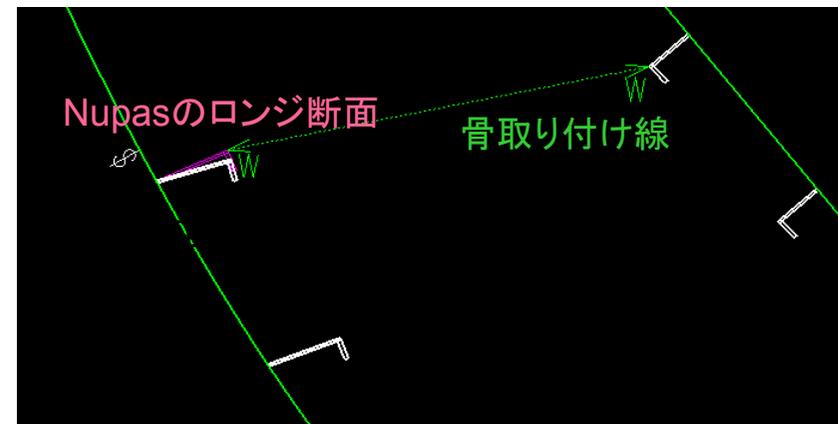
- 振りロンジの表現方法はシステム毎に異なる
- MATESでは3次補完式による区間スムーズ振り(現場加工性を考慮)
- 他システムでは線型補完が一般的(簡易表現)
- Nupasは上記の何れとも異なる独自仕様



外板ロンジと内構が目違い
となる不具合が発生

⇒対策:

- ・スティフナの取り付け線情報を、図形情報としてではなく、参照関係・パラメトリック情報として変換
- ・フリーエッジ線については打ち手無し → 変換後MATES側で修正



(3) 部材間の取り合い関係・依存関係の再構築

- 船殻部材は相互に取り合い関係・依存関係を持つ。
 - 会話型CADであれば一連の定義作業の流れで自然に解決
 - バッチ型処理(変換PRGもこれに該当)の場合、処理順が問題となる。
 - 構造によっては循環参照のケース有り。

⇒対策:

- 変換時に全部品を検索し 構造面要素—参照要素—構造要素 /属性の依存関係を解決し、処理順位を決定。
- 依存関係の解決には、循環参照対策(無限ループ回避)が必須。
- 2pass, 3pass方式の変換処理を検討。

(4) 左右舷対称性

- Nupasはコピー機能は持つが、左右舷の認識は持たない。
- MATESは左舷側をベースに設計し右舷側は自動設計する思想。

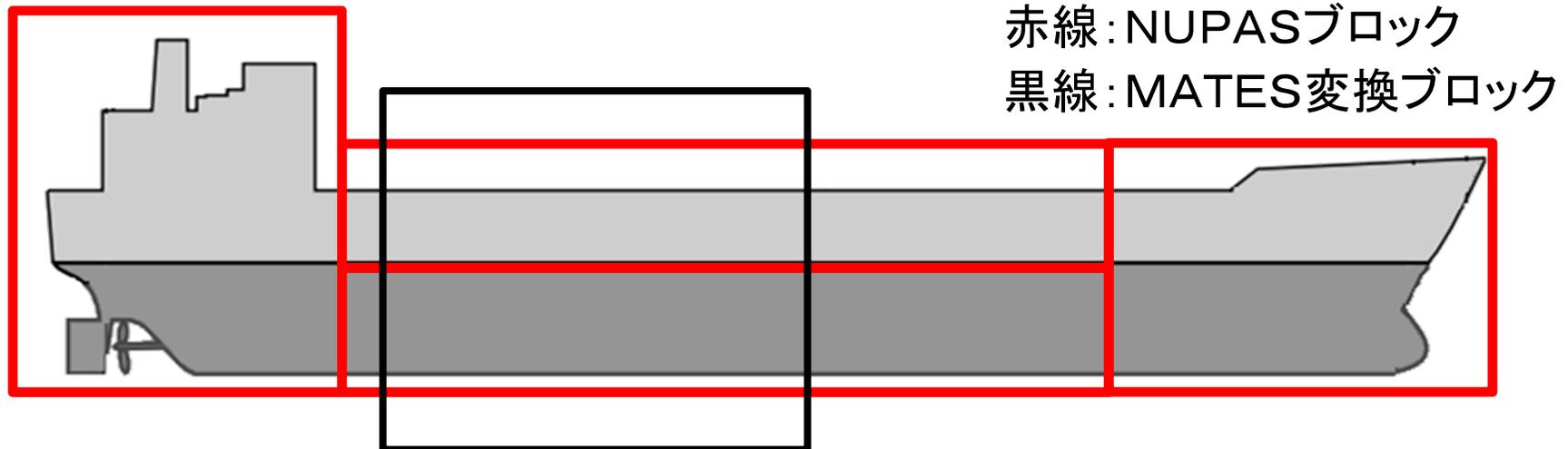
⇒対策: 変換時に幾何処理・属性比較により対称性を補完

(5) ブロック間取り合い情報の生成

- NUPASブロック(作業単位)とMATES変換ブロック(建造単位)は異なる

⇒対策:

複数ブロック(作業単位)に跨る構造を抽出し、相互の取り合い関係を解決



3.8 フィジビリティスタディまとめ

- 本研究では、上流設計3D-CADと下流設計3D-CADのそれぞれ様式が異なるデータ関係を船殻システムを対象にフィジビリティスタディを実施した。尚、データ関係の対象とした3D-CADは、下記の通り。

上流設計船殻3D-CAD : Nupas

下流設計船殻3D-CAD : MATES

- プロトタイプの開発の為、以下を実施した。
 - ①構造要素種別毎にNupas-MATES間でのマッピングテーブルを作成した。
 - ②中間ファイルによる関係手法を採用し、フォーマットを策定した。
- 上記に従いプロトタイプを開発し、実際のモデルを変換することで、参照要素、板要素本体/骨要素本体及びそれらの属性が正しく変換されることを確認した。
- F/Sの中で、正式版を開発する上での技術的課題(5項目)を明確化した。
- 以上の結果より、正式版の開発は可能と判断される。

4. 正式版開発項目およびスケジュール

- FS成果を継承し、NK共同研究(STEP2)にて開発を継続

研究名称 : 造船設計における上流3D-CADと下流3D-CADの
船殻システムデータ関係に関する研究開発

研究期間 : 2012年1月1日 ~ 2013年6月30日

- 実施項目

(1) 変換対象構造範囲拡大

- 板詳細構造、骨詳細構造、フェイス、側面タイプブラケット

(2) 高難度技術課題の解決

- 現図精度での幾何データ補正
- 外板構造・捩れロンジへの対応
- 部材間の取り合い関係・依存関係の再構築
- 左右舷対称構造への対応
- ブロック間取り合い情報の生成

(3) 変換対象形状パターンの拡張

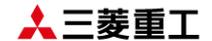
- プロト版では18種に対応。実用版としては150~300種程度が必要。

(4) 実船モデル変換テストを通じての変換率向上

5. 変換対象構造範囲拡大

- 5. 1 変換対象構造範囲拡大および変換仕様策定
- 5. 2 例題モデル作成
- 5. 3 変換結果

5.1 変換対象構造範囲拡大および変換仕様策定



- 下記構造区分について変換対象範囲を拡大し、マッピングテーブルおよび中間ファイル仕様を策定

1. 参照要素

- 1.1 構造面
- 1.2 接合線 (JNTL)
- 1.3 自由縁線 (FELN、フリーエッジライン)
- 1.4 ナックル線 (KLLN)

2. 板要素

- 2.1 板本体
- 2.2 板の穴(面要素定義)
- 2.3 板のダブリング(面要素定義)
- 2.4 板の空板(面要素定義)
- 2.5 板の穴(属性定義)
- 2.6 板のスカラップ
- 2.7 板のラグ (穴、スカラップの塞ぎ板)
- 2.8 板のダブリング(属性定義)
- 2.9 板のスロット
- 2.10 板のフィラー
- 2.11 板のナックル

3. 骨要素

- 3.1 骨本体
 - 3.1.1 骨の寸法
 - 3.1.2 骨のひねり
 - 3.1.3 骨のナックル
 - 3.1.3.1 骨のウェブ辺のナックル
 - 3.1.3.2 骨のフランジ辺のナックル
 - 3.1.4 骨の接ぎ手
 - 3.1.5 骨の寸法テーパ
- 3.2 骨の端部形状
- 3.3 骨の端部ブラケット
 - 3.3.1 骨の端部ブラケットのフランジ
- 3.4 骨のリブ
 - 3.4.1 骨のリブのフランジ
- 3.5 骨の穴
- 3.6 骨のスカラップ
- 3.7 骨のラグ
- 3.8 骨のダブリング
- 3.9 骨のスロット
- 3.10 骨のフィラー
- 3.11 骨定義のコルゲート板
- 3.12 骨の棚板

4. フェイス要素

- 4.1 フェイス本体
 - 4.1.1 フェイスの寸法
 - 4.1.2 フェイスの接ぎ手
 - 4.1.3 フェイスのナックル
 - 4.1.4 フェイスのテーパ
- 4.2 フェイスの端部形状
- 4.3 フェイスのダブリング

5. 側面タイプブラケット要素

- 5.1 側面タイプブラケット本体
- 5.2 側面タイプブラケットのフランジ
- 5.3 側面タイプブラケットの端部形状
- 5.4 側面タイプブラケットの端部ブラケット
 - 5.4.1 側面タイプブラケットの端部ブラケットのフランジ
- 5.5 側面タイプブラケットの穴
- 5.6 側面タイプブラケットのスカラップ

6. ピラー要素

- 6.1 ピラー本体
- 6.2 ピラーのパッド
- 6.3 ピラーのブラケット
 - 6.3.1 ピラーのブラケットのフランジ
- 6.4 ピラーのリブ
 - 6.5.1 ピラーのリブのフランジ

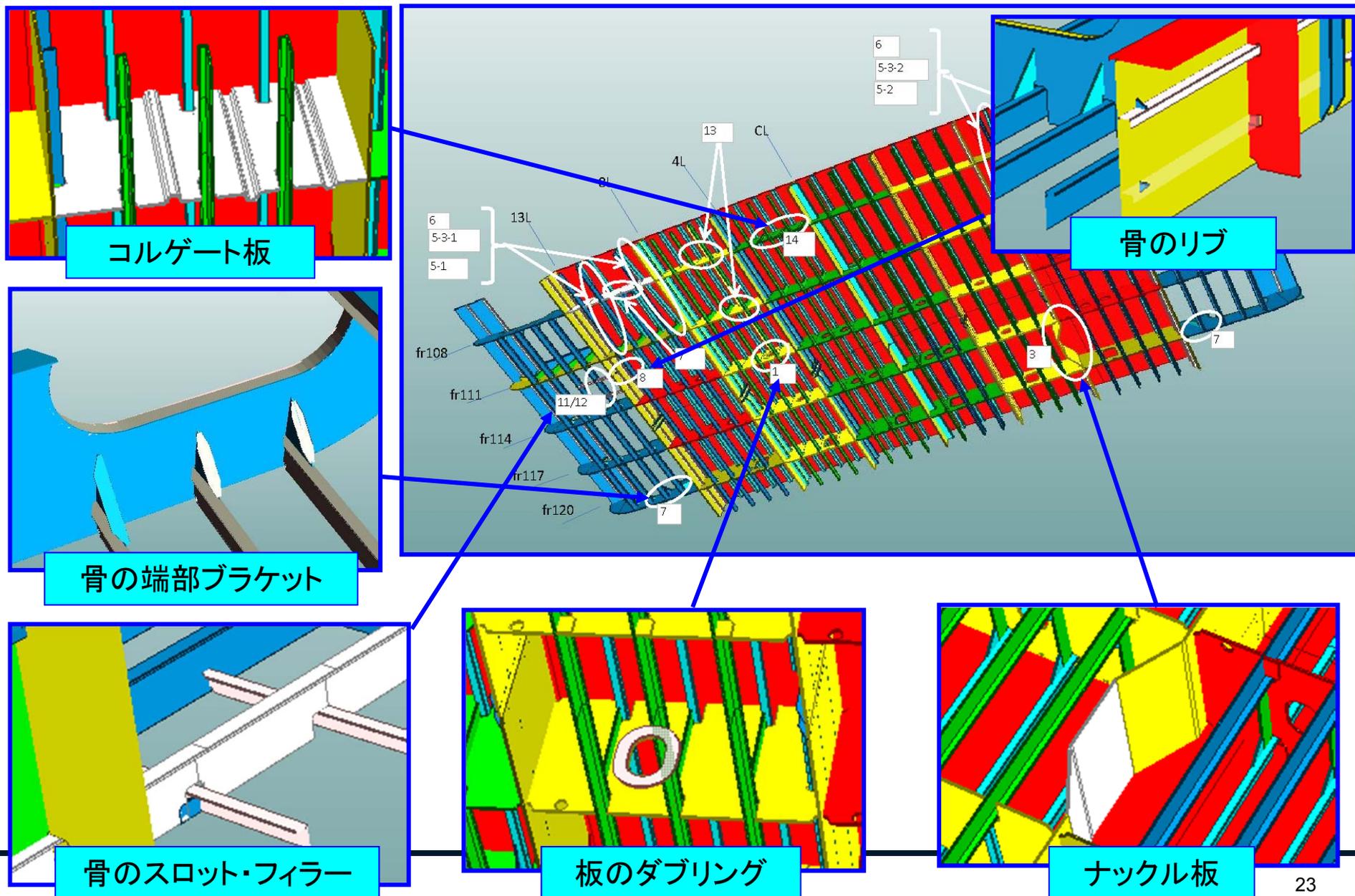
7. 外板構造

- 7.1 外板上の接合線・自由縁線・骨図形
- 7.2 角度平面
- 7.3 ロンジのひねり
- 7.4 センターラインにまたがる板

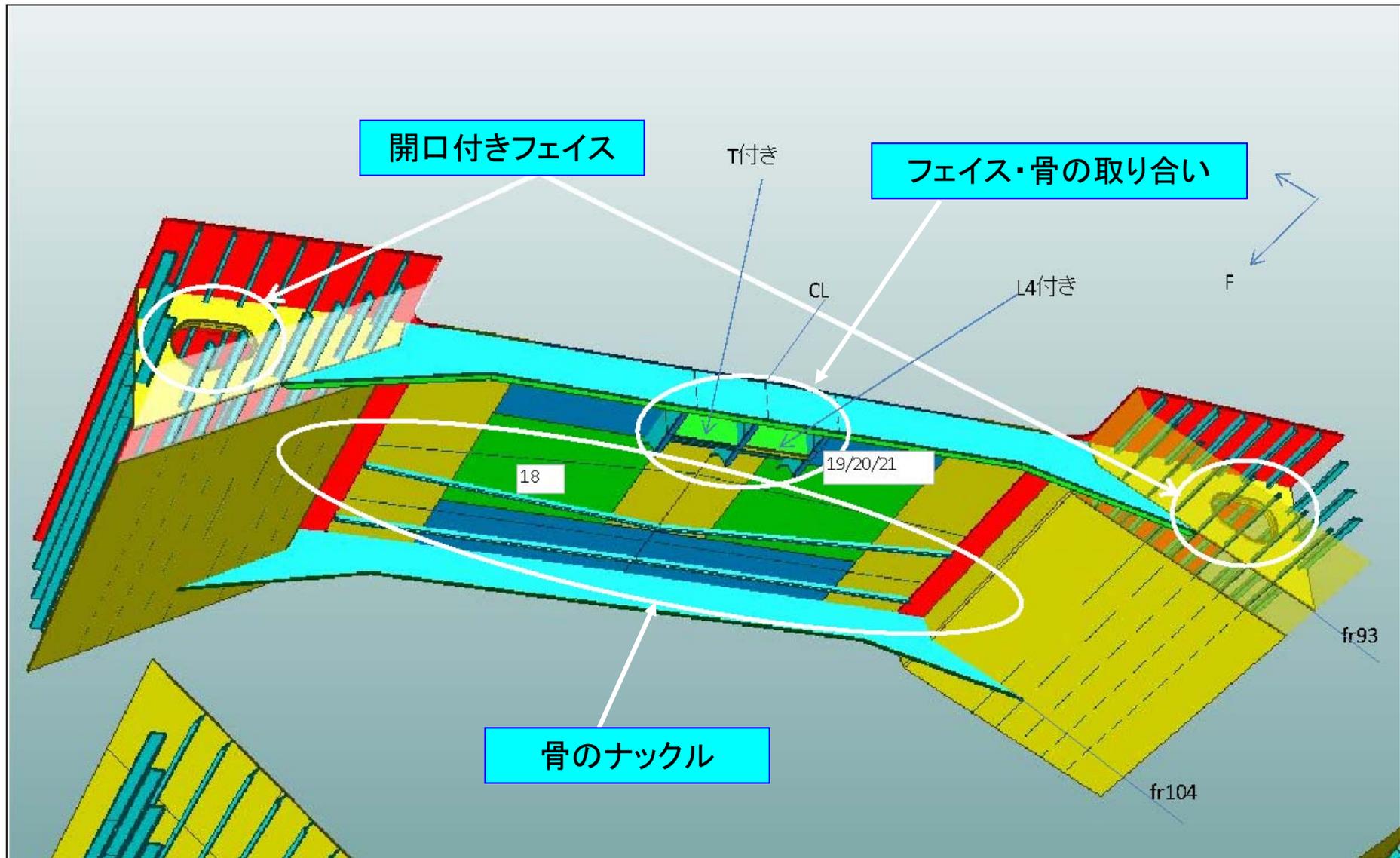
プロト版開発項目 15項目

正式版開発項目 30項目

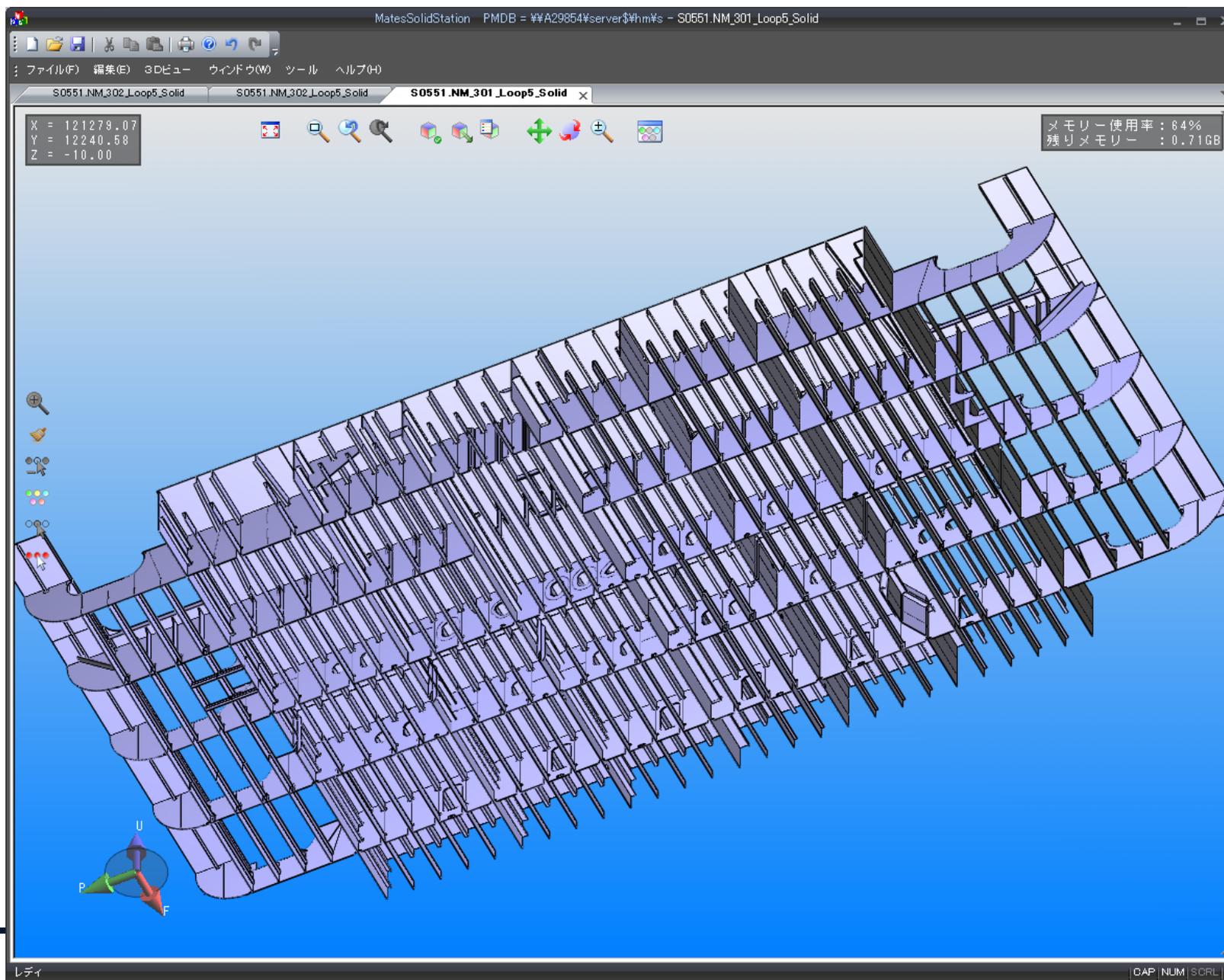
5.2 例題モデル (二重底構造)



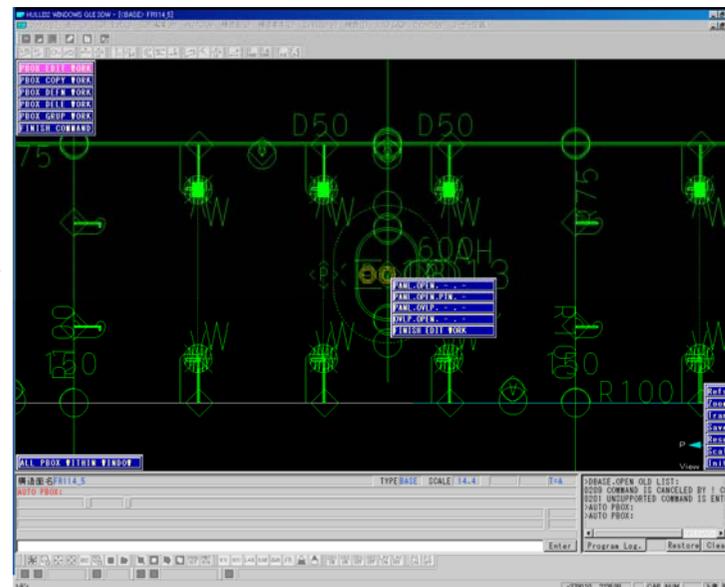
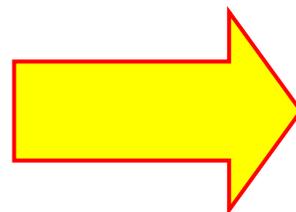
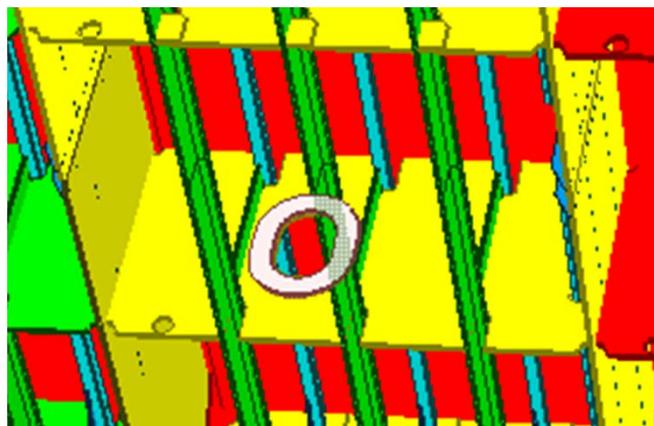
5.2 例題モデル (トップサイドタンク構造)



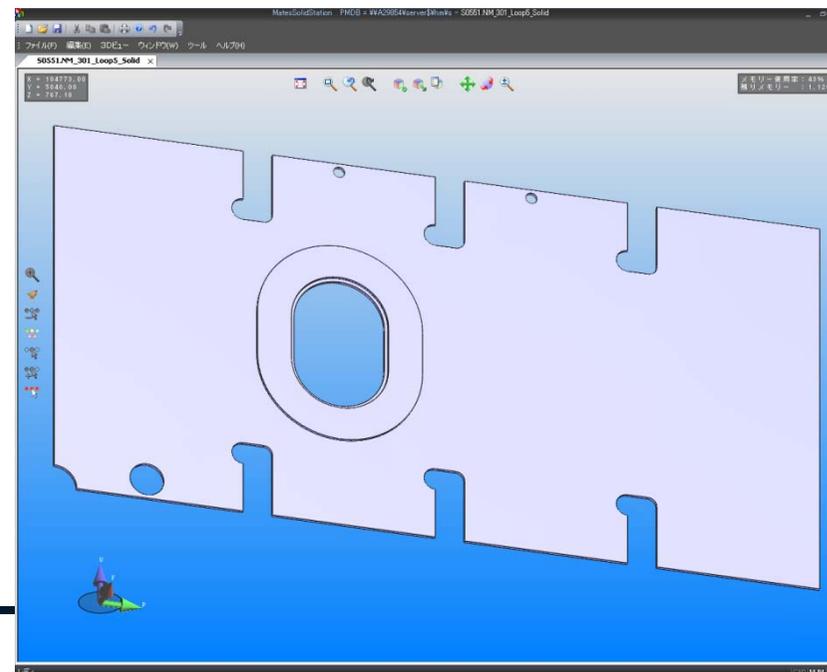
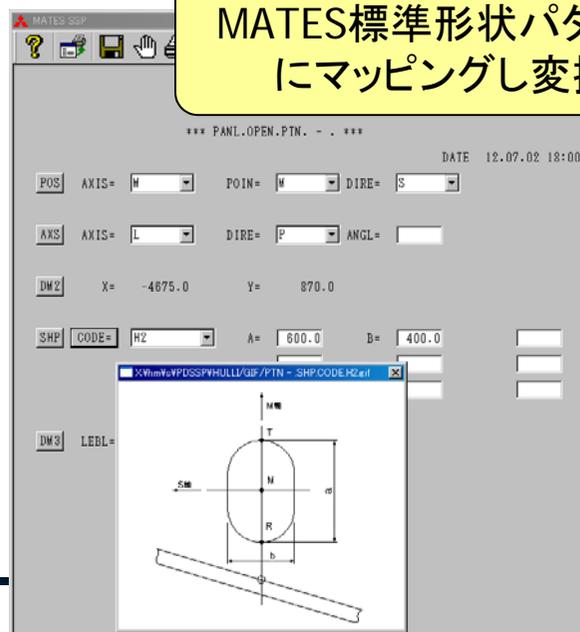
5.3 変換結果（二重底構造）



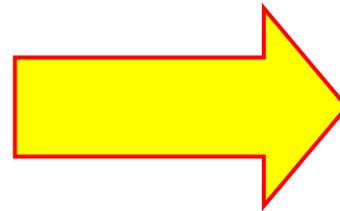
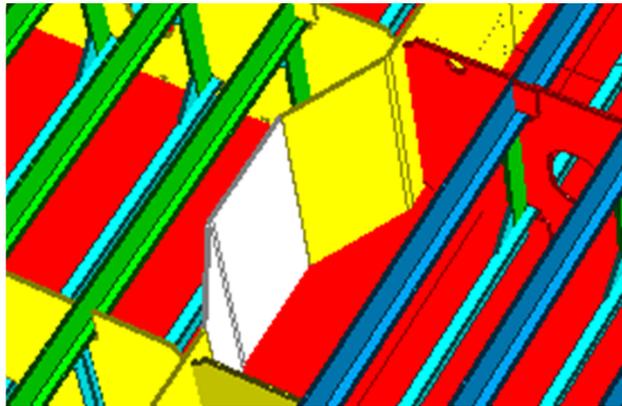
5.3 変換結果 (板のダブリング)



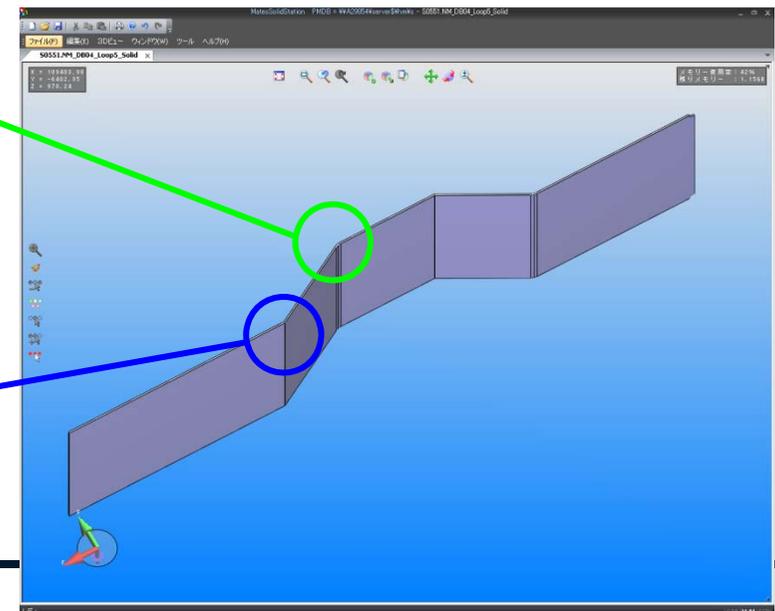
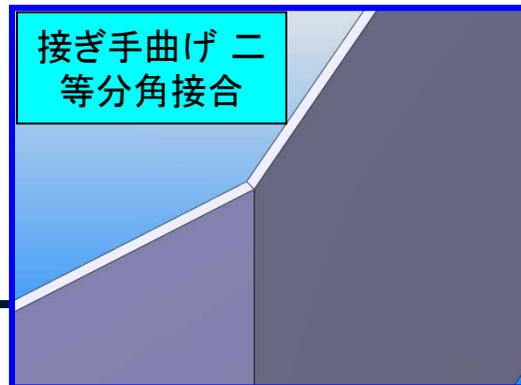
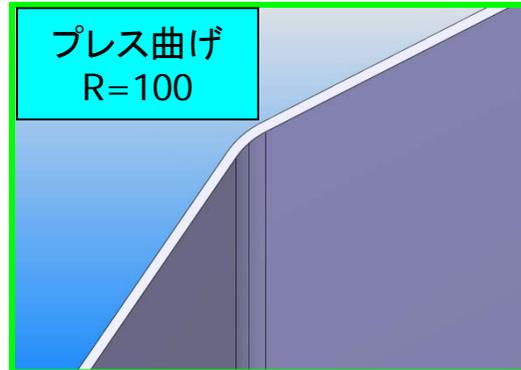
MATES標準形状パターン
にマッピングし変換



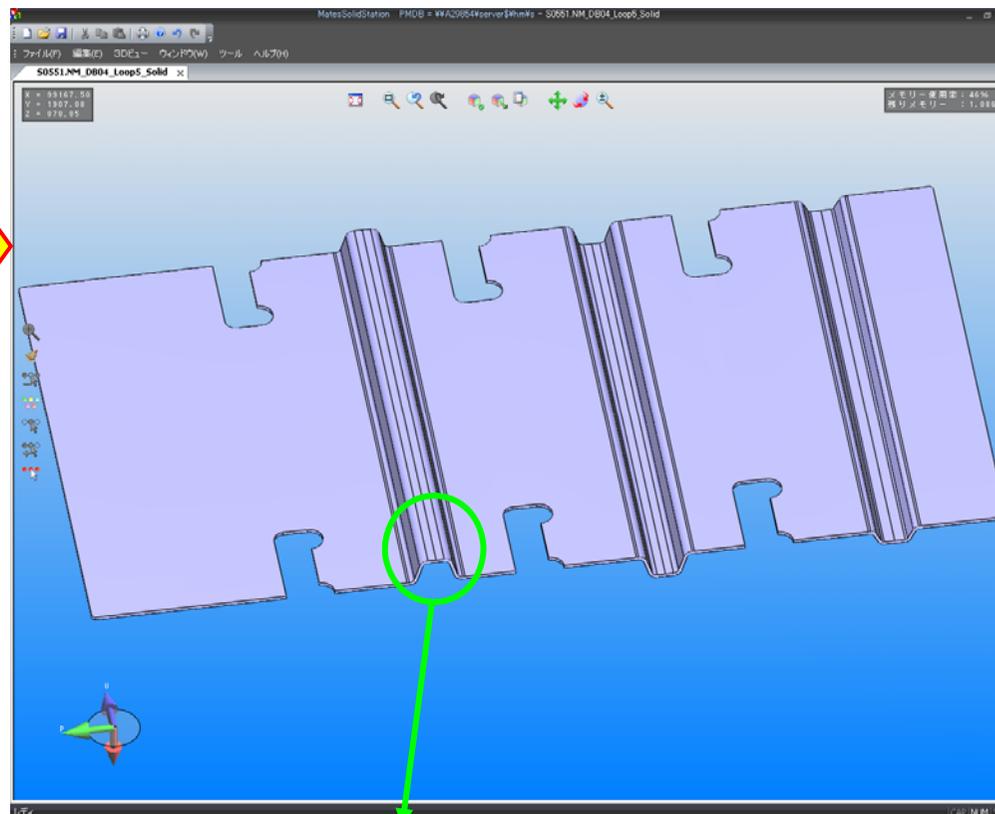
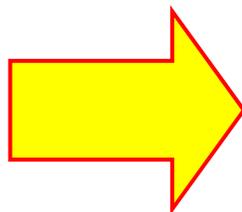
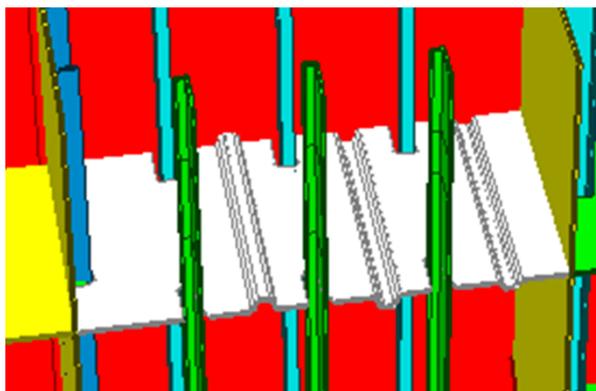
5.3 変換結果（板のナックル）



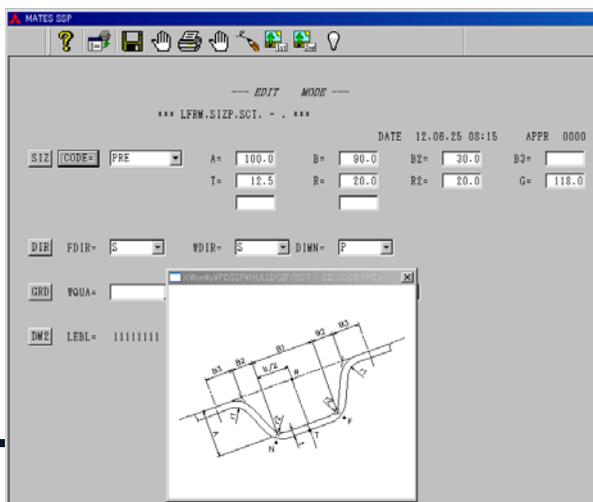
元モデルの設計意図
を正しく属性変換



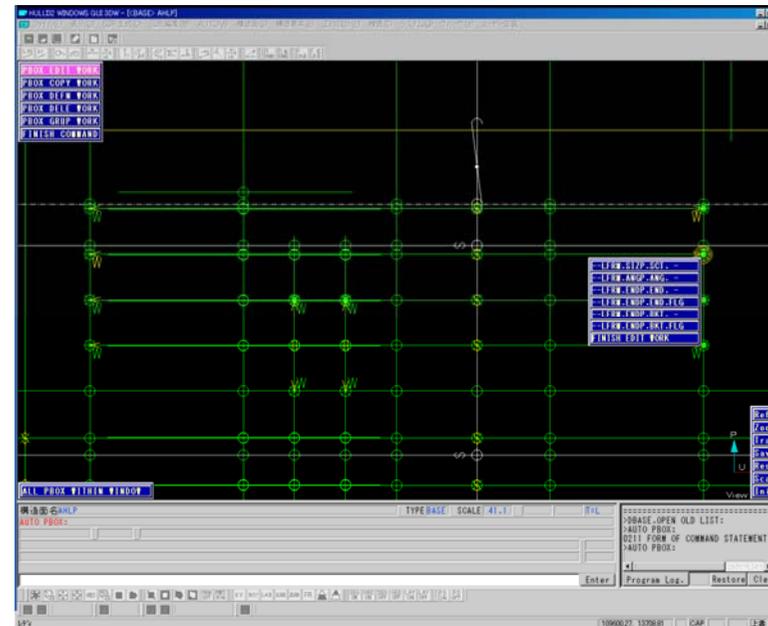
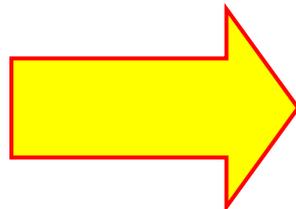
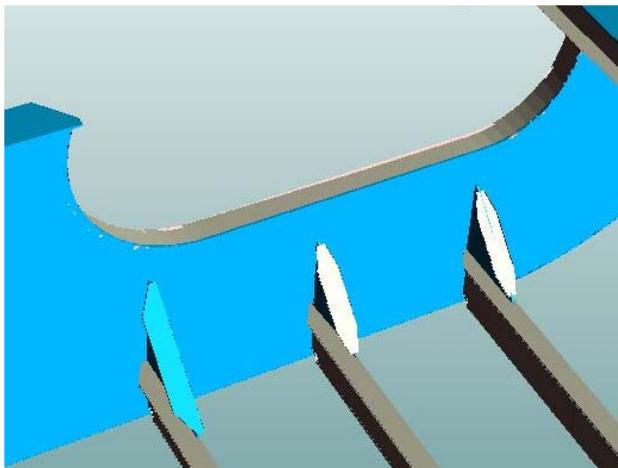
5.3 変換結果 (コルゲート板)



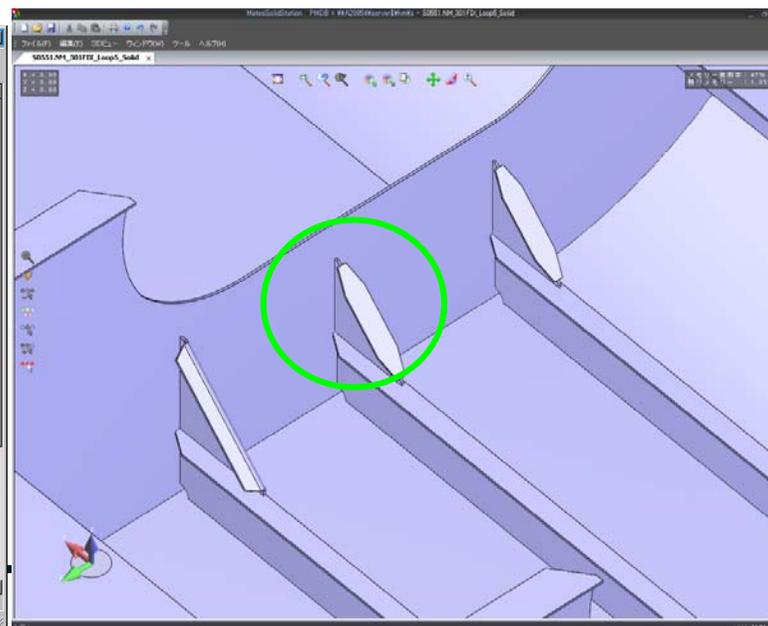
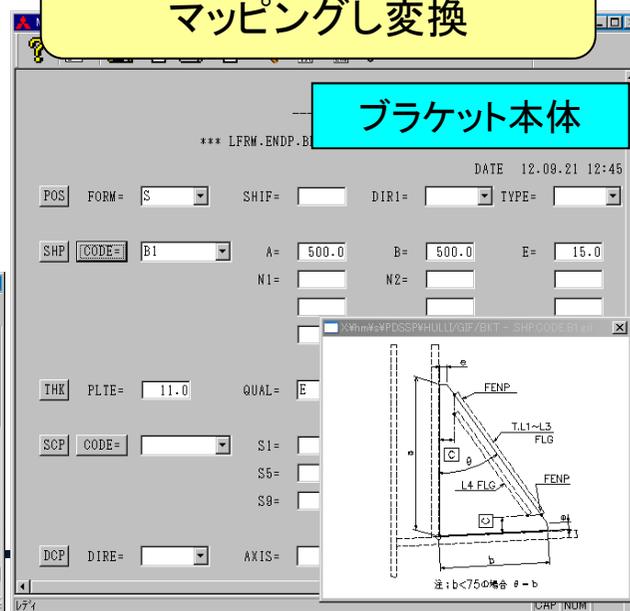
コルゲート板の断面形状をパラメータとして変換



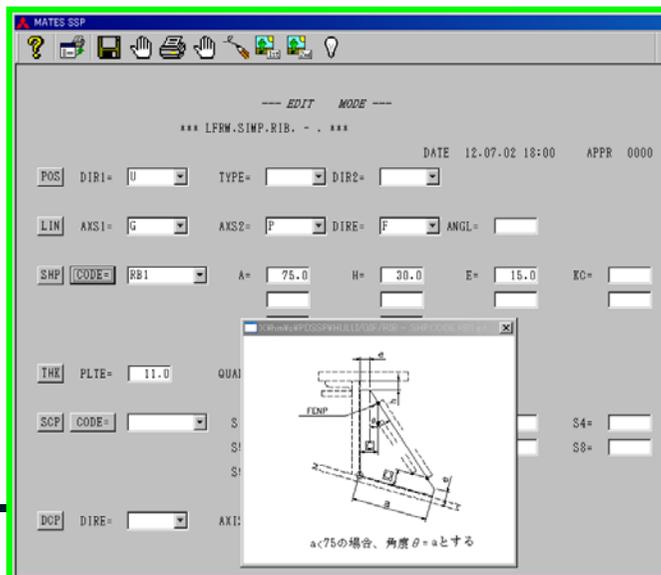
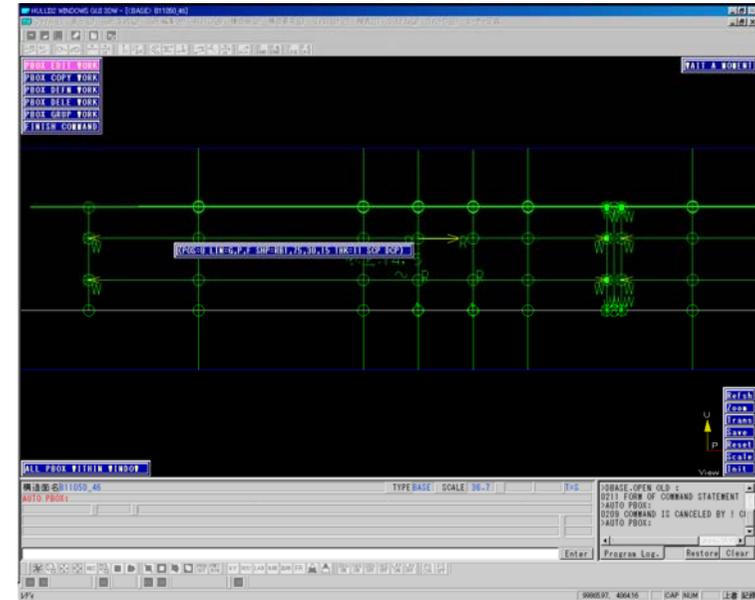
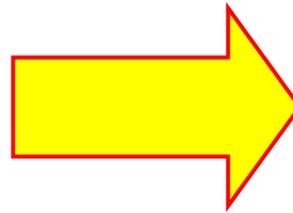
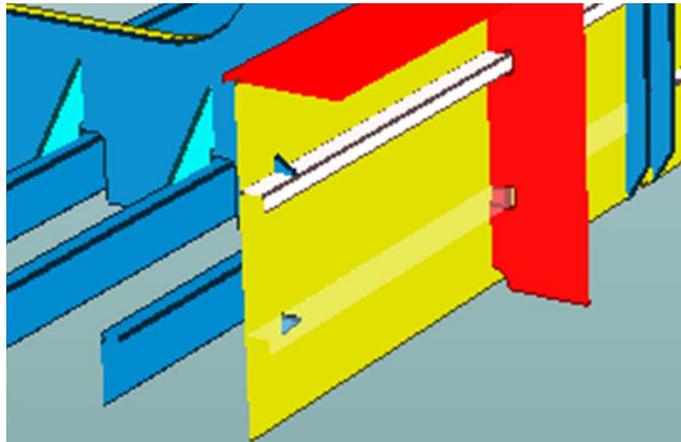
5.3 変換結果（骨の端部ブラケット）



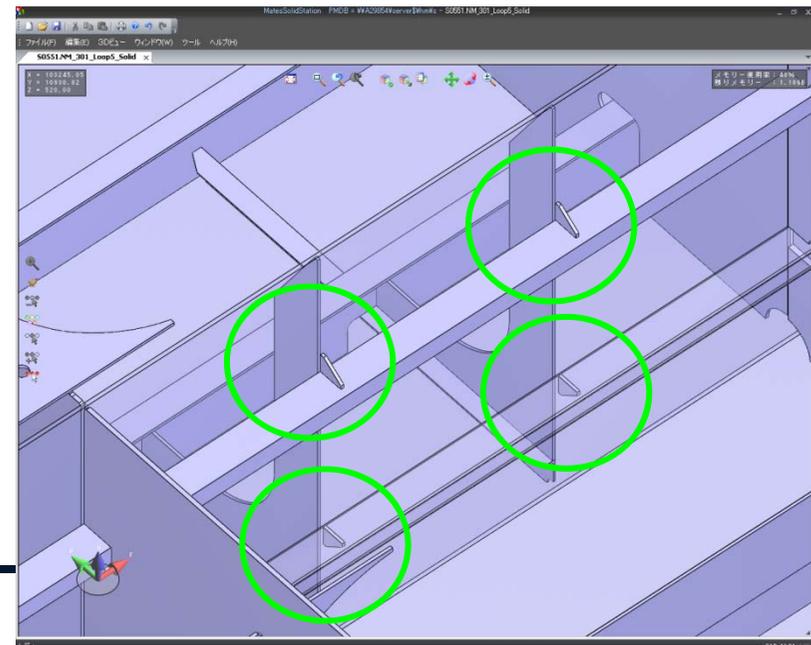
MATES標準形状パターンに
マッピングし変換



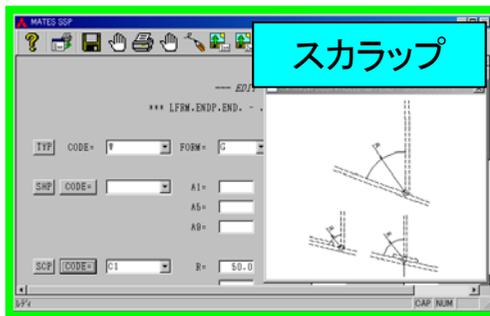
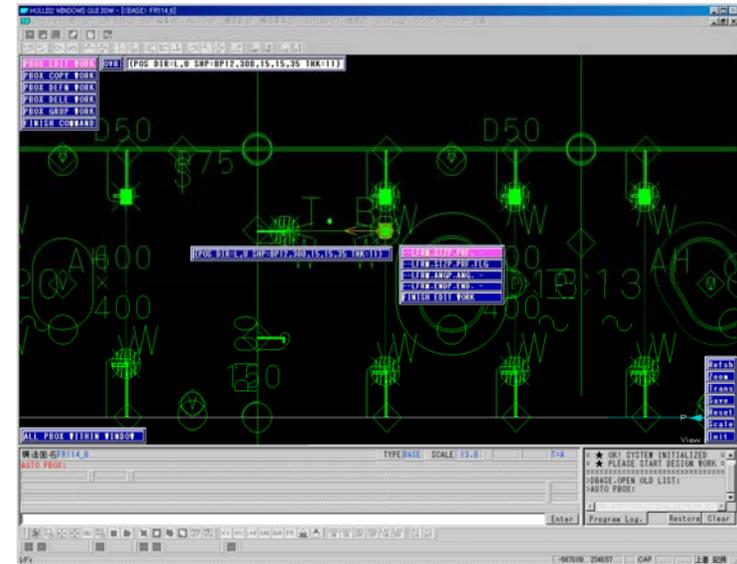
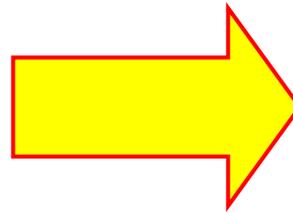
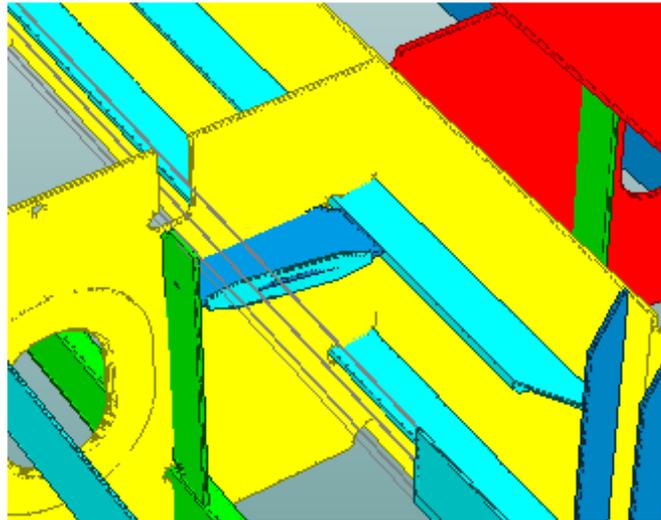
5.3 変換結果 (骨のリブ)



MATES標準形状パターンにマッピングし変換



5.3 変換結果 (側面タイプブラケット)

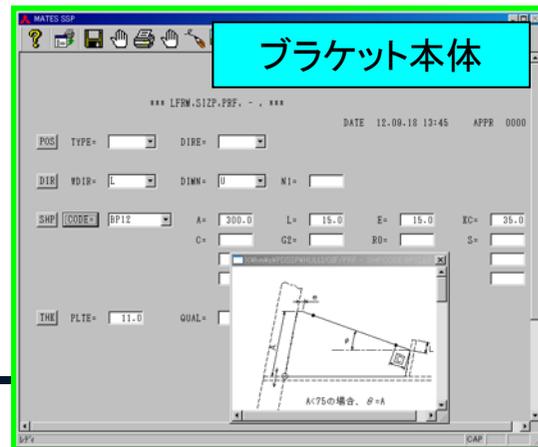


スカロップ

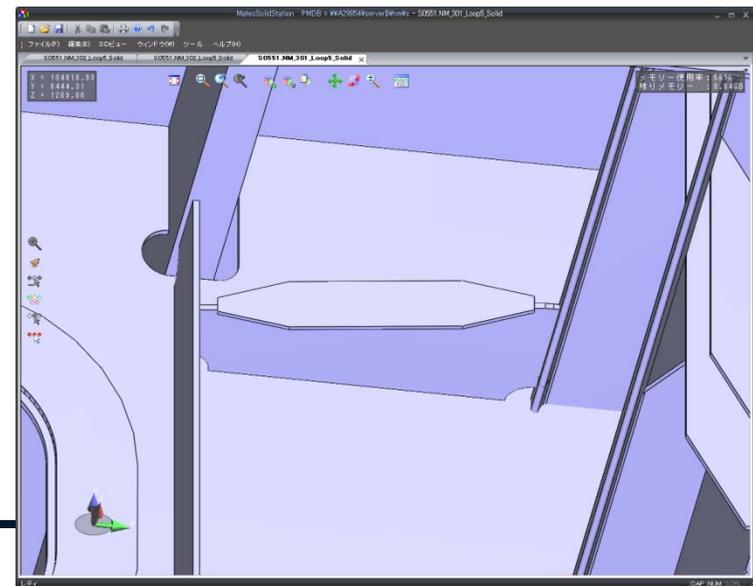
MATES標準形状パターン
にマッピングし変換



フランジ

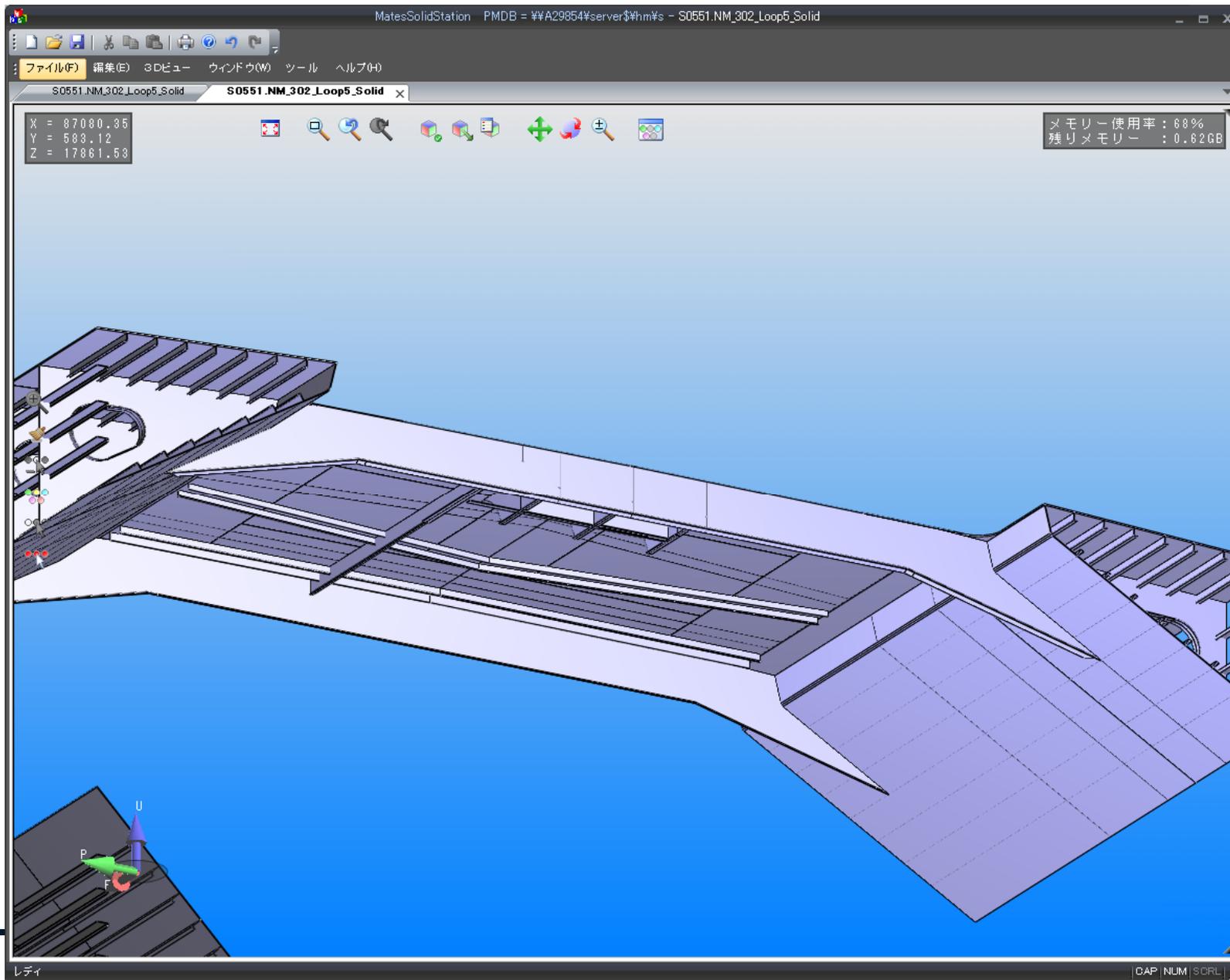


ブラケット本体

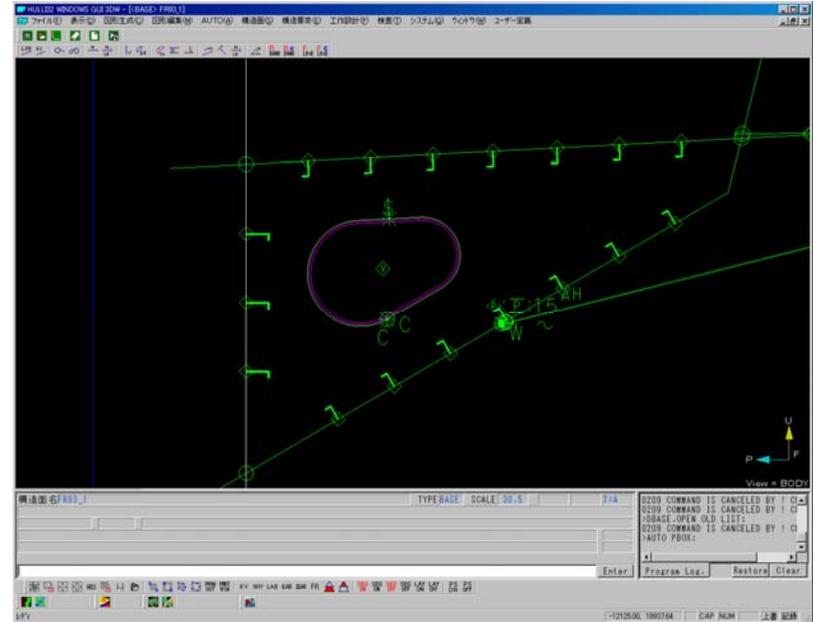
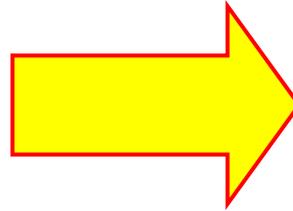
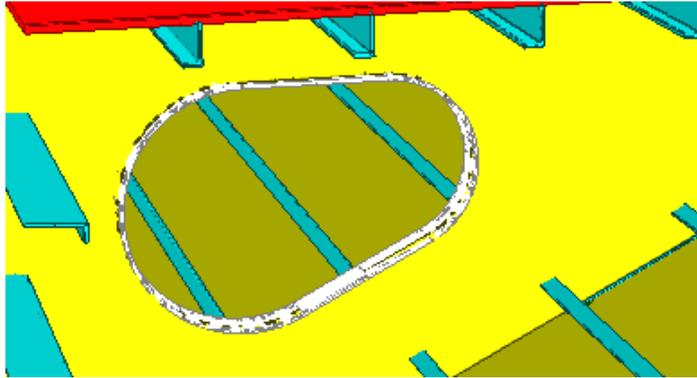


スカロップ

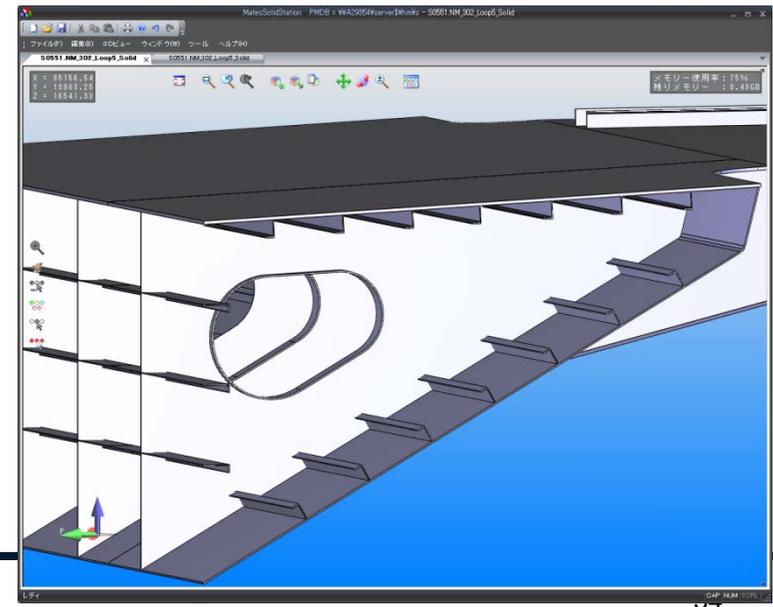
5.3 変換結果 (トップサイドタンク構造)



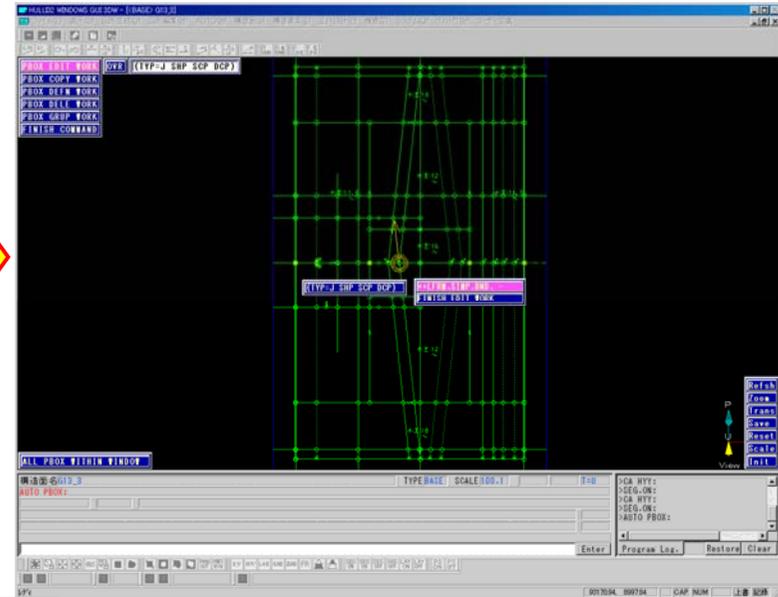
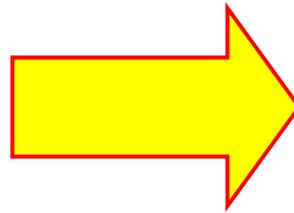
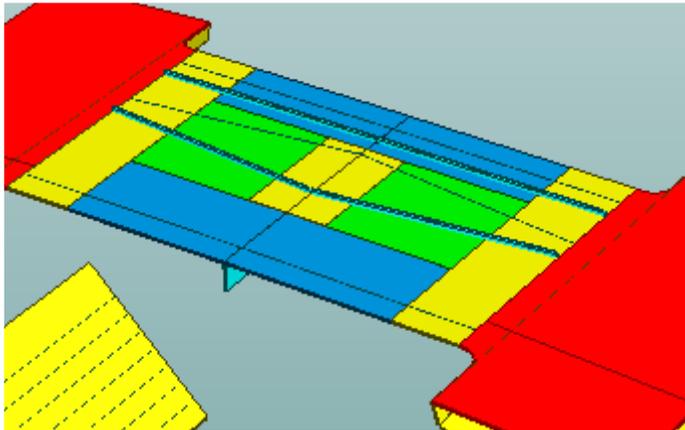
5.3 変換結果（開口付きフェイス）



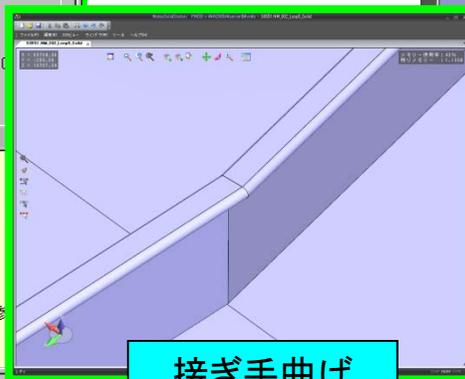
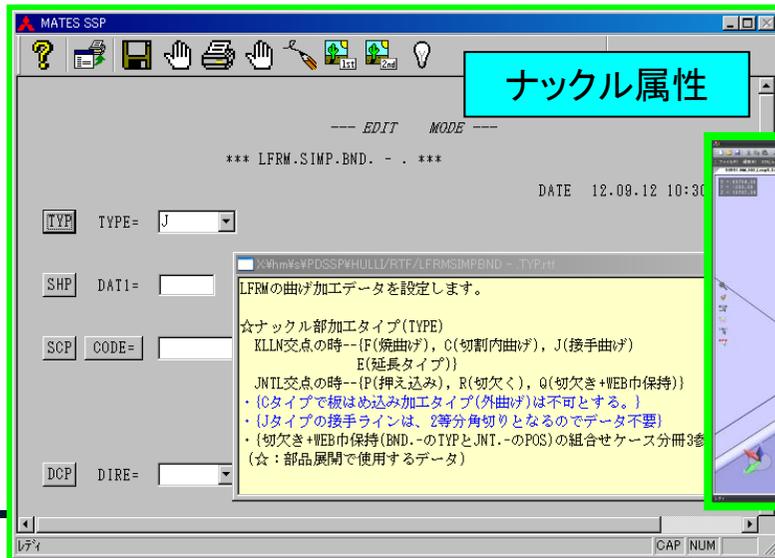
MATES属性データ
として変換



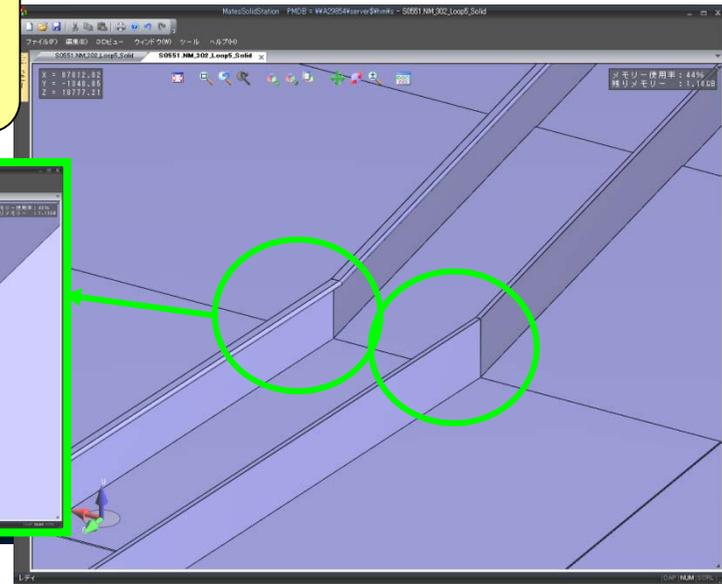
5.3 変換結果 (骨のナックル)



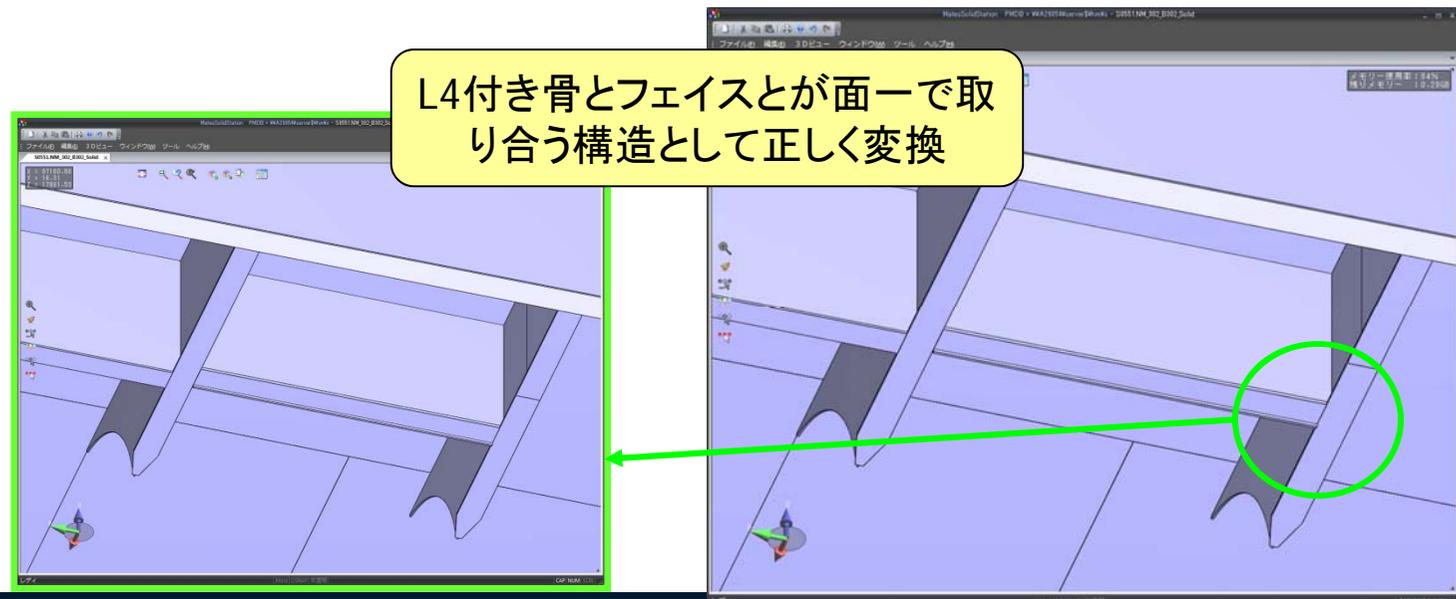
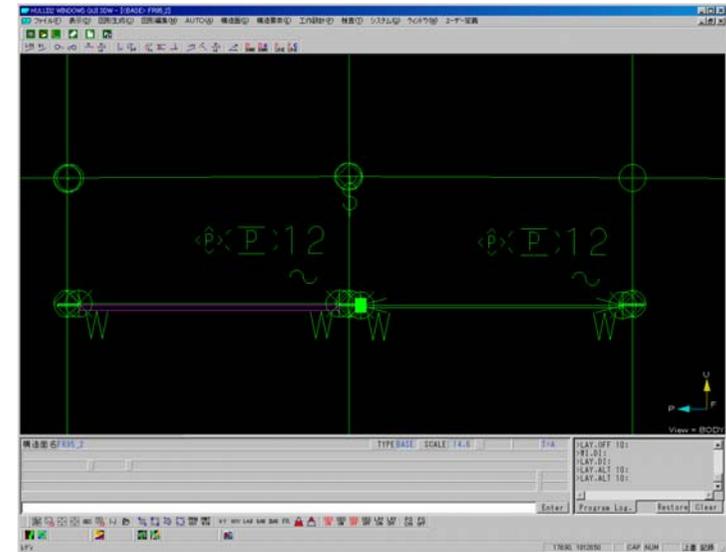
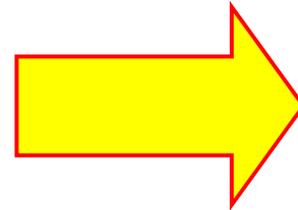
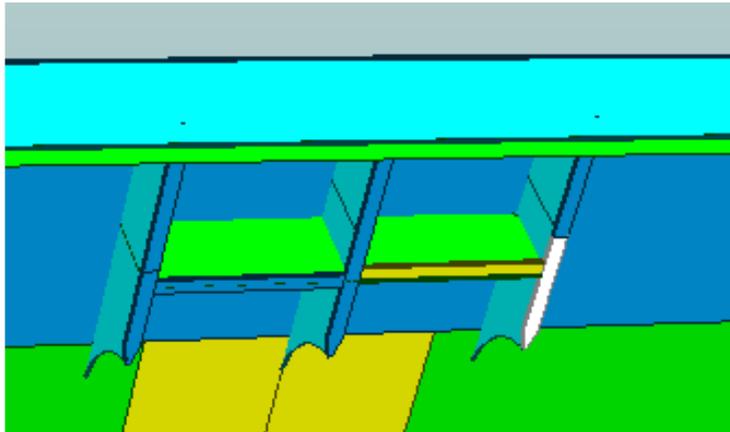
元モデルの設計意図を正しく属性変換



接ぎ手曲げ
二等分角接合



5.3 変換結果（骨とフェイスの取り合い）



6. 高難度技術課題への対応

- 6. 1 現図精度での幾何データ補正
- 6. 2 外板構造・捩れロンジへの対応
- 6. 3 部材間の取り合い関係・依存関係の再構築
- 6. 4 左右舷対称構造への対応
- 6. 5 ブロック間取り合い情報の生成

6.1 現図精度での幾何データ補正

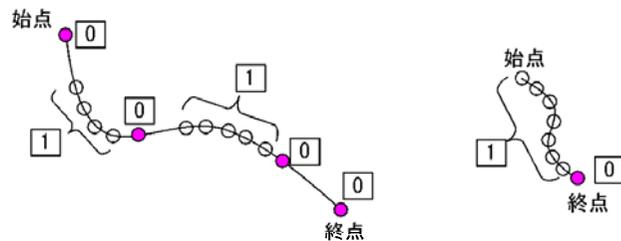
■ 円弧列変換仕様

- Nupas図形点列群を、セグメント長及び前後の接線接続条件より判定し、条件を満たす区間を円弧列変換
- 変換前後での円弧高誤差許容値0.5mmを満足するよう、MATES現図精度で変換

直線セグメントの長さが40mm以下で、連続していると、円弧に変換する。
円弧が連続している時、点の前後のセグメントの接線ベクトルが一致しておれば=内積が0.9999以上なら、一個の円弧にする。(処理としては、その点を削除する。)

(1) 図形のチェック

点コードが4でセグメント長が40mm以内かチェック。そうであれば、処理対象のセグメント。
KCODE(1)=1とする。



(2) KCODE(1)=1が5個以上の場合、以下を処理する。

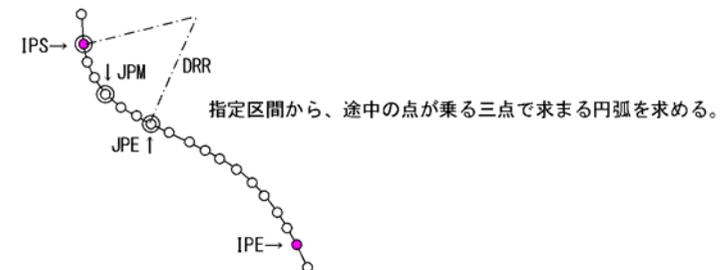
始点から順番にKCODE(1)をチェックし、0があれば、次のLCODE(1)=1の点を探し、この間を円弧化処理する。(NTOMZ3)
この処理をNP-1まで行う。

(注) この処理で円弧に使われない点が出てくるがこれはKCODE(1)=1となっている。

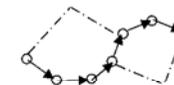
(3) KCODE(1)=1の点を間引きながら、IVOUTを作成する。

(4) DATの点コードを見直す。

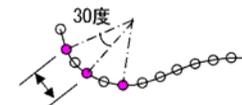
セグメントのRがあれば、R開始点か終了点か内点とする。
円弧セグメントが開始する点は開始点。
円弧セグメントが継続しておれば、内点。
円弧セグメントでなければ、終了点。



三点を選択するための条件
円弧の中心が点列群の右か左か (連続する点間ベクトル同士の外積が同じ正負符号)

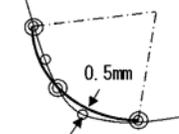


円弧の角度は30度以内



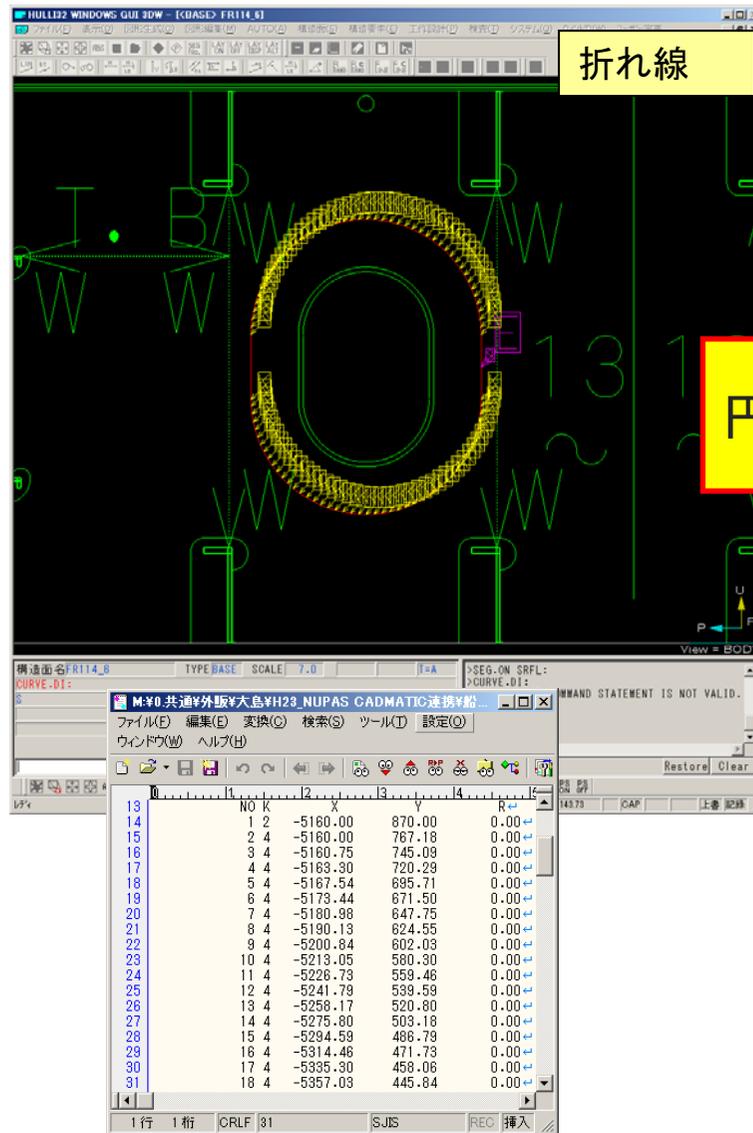
点間の距離の制限・・・なし

途中の点と円弧との誤差は0.5mm以内



6.1 現図精度での幾何データ補正

変換例(1) 図形定義のダブリング(穴形状をオフセット)



円弧列変換



半径を自動設定

6.1 現図精度での幾何データ補正

変換例(2) 外板オフセット由来の板外周線

折れ線

NO	K	X	Y	R
14	1	-15030.00	1300.64	0.00
15	2	-15030.00	1804.16	0.00
16	3	-14880.00	1804.16	0.00
17	4	-14880.00	1704.16	0.00
18	5	-14879.94	1694.67	0.00
19	6	-14879.85	1684.43	0.00
20	7	-14879.69	1684.13	0.00
21	8	-14879.48	1679.87	0.00
22	9	-14879.19	1673.54	0.00
23	10	-14878.86	1668.32	0.00
24	11	-14878.44	1662.95	0.00
25	12	-14877.99	1657.76	0.00
26	13	-14877.46	1652.54	0.00
27	14	-14876.86	1647.16	0.00
28	15	-14876.21	1642.00	0.00
29	16	-14875.51	1636.80	0.00
30	17	-14874.72	1631.47	0.00
31	18	-14873.89	1626.28	0.00



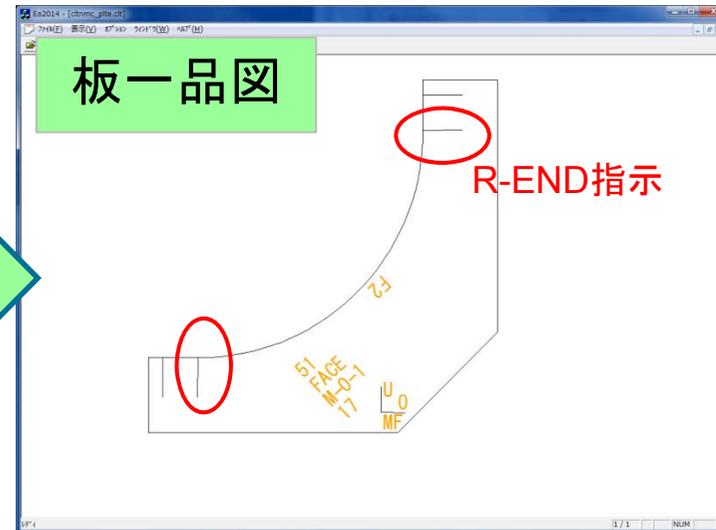
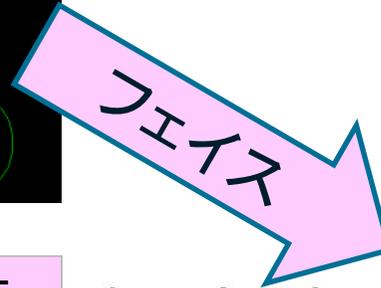
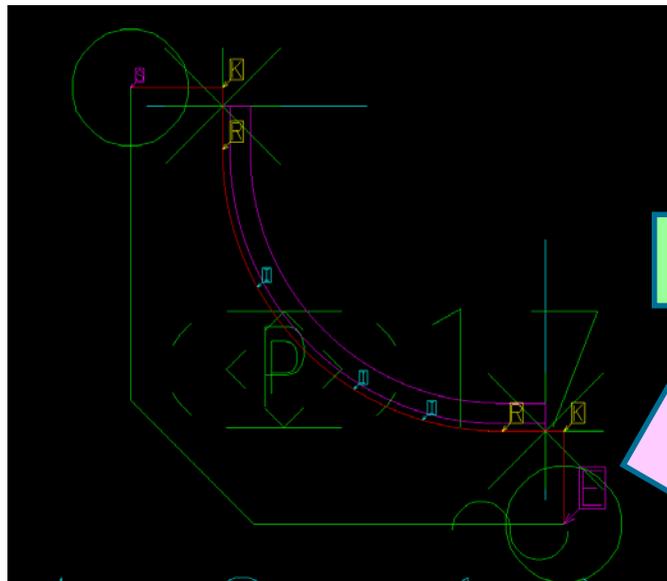
円弧列

NO	K	X	Y	R
14	1	-15030.00	1300.64	0.00
15	2	-15030.00	1804.16	0.00
16	3	-14880.00	1804.16	0.00
17	4	-14880.00	1704.16	-450.19
18	5	-14823.89	1482.11	-450.19
19	6	-14867.07	1317.55	-450.52
20	7	-14535.79	1267.87	-450.52
21	8	-14425.90	1250.00	0.00
22	9	-14325.80	1250.00	0.00
23	10	-14325.80	1100.00	0.00
24	11	-14829.36	1100.00	0.00
25	12	-15030.00	1300.64	0.00

半径を自動設定

6.1 現図精度での幾何データ補正

外板オフセット由来の板外周線 自動部品展開結果検証
R-END指示、R曲げ指示が正しく処理されていることを確認

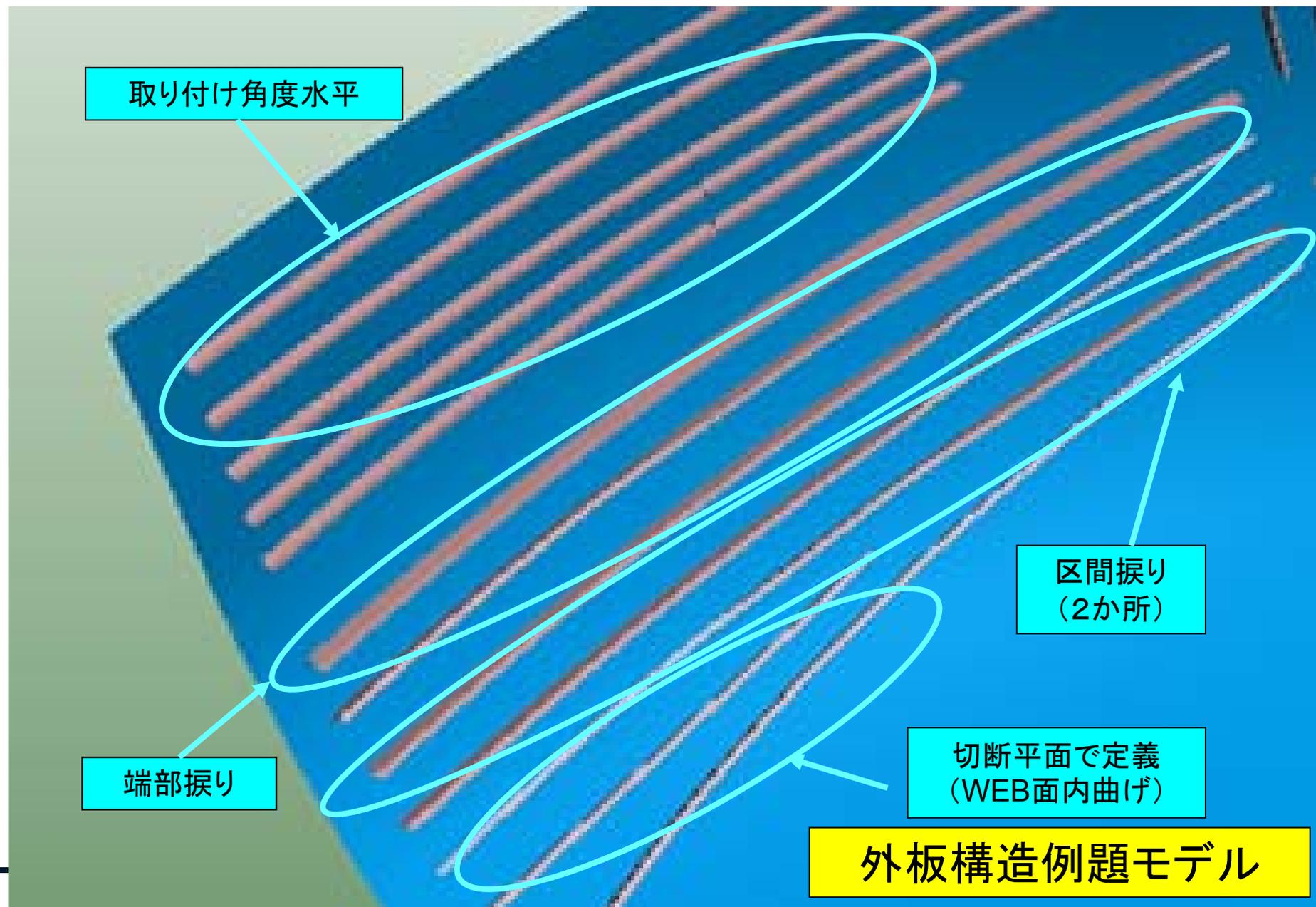


フェイス寸法表

寸法切断表

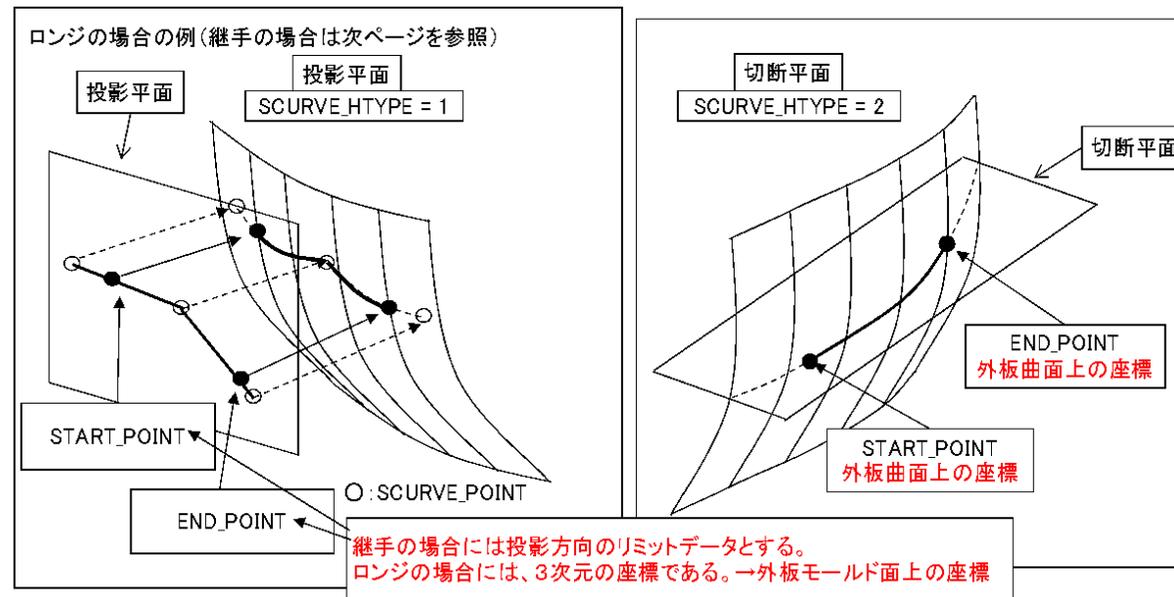
番 船	ブ ロ ッ ク	加工系列	部 材 サ イ ズ	材 質	下 地 理	エ ッ チ	検 図	製 図	電 話	作成日付
51	FACE		FB = 100 X 12.0		レ	レ		...	2010	12/18/12
部 材 記 号	P	C	S	長 さ	方 向	形 状				C P 欄
M-0-F2	1			844	U F					
					エ ッ チ					
					レ					

6.2 外板構造・捩れロンジへの対応



6.2 外板構造・捩れロンジへの対応

- マッピングテーブル作成
 - Nupasでは内構と外板構造とで、定義方法・データ構造が大きく異なることから、外板構造専用のマッピングテーブルを作成
- 骨本体図形変換仕様
 - 骨本体図形についてはNupasとMATESとで定義方法が類似しており、互換性の高い変換を実現

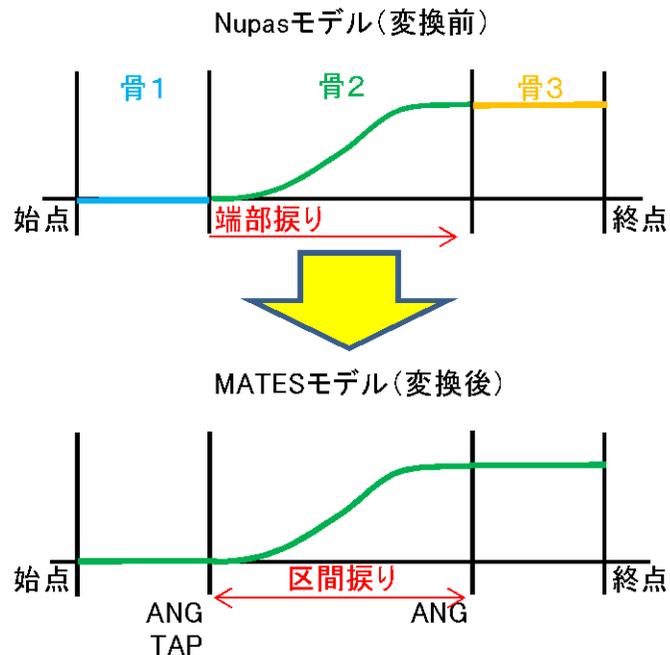


Nupasにおける骨本体図形定義方法 (MATESと互換性高い)

6.2 外板構造・捩れロンジへの対応

■ 骨の捩り変換仕様

- 骨の捩りについては、NupasとMATESとで定義方法・考え方が大きく異なる(Nupas: 端部捩り、MATES: 区間捩り)問題有ったが、定義方法・変換方法を考案することにより差異を最小化



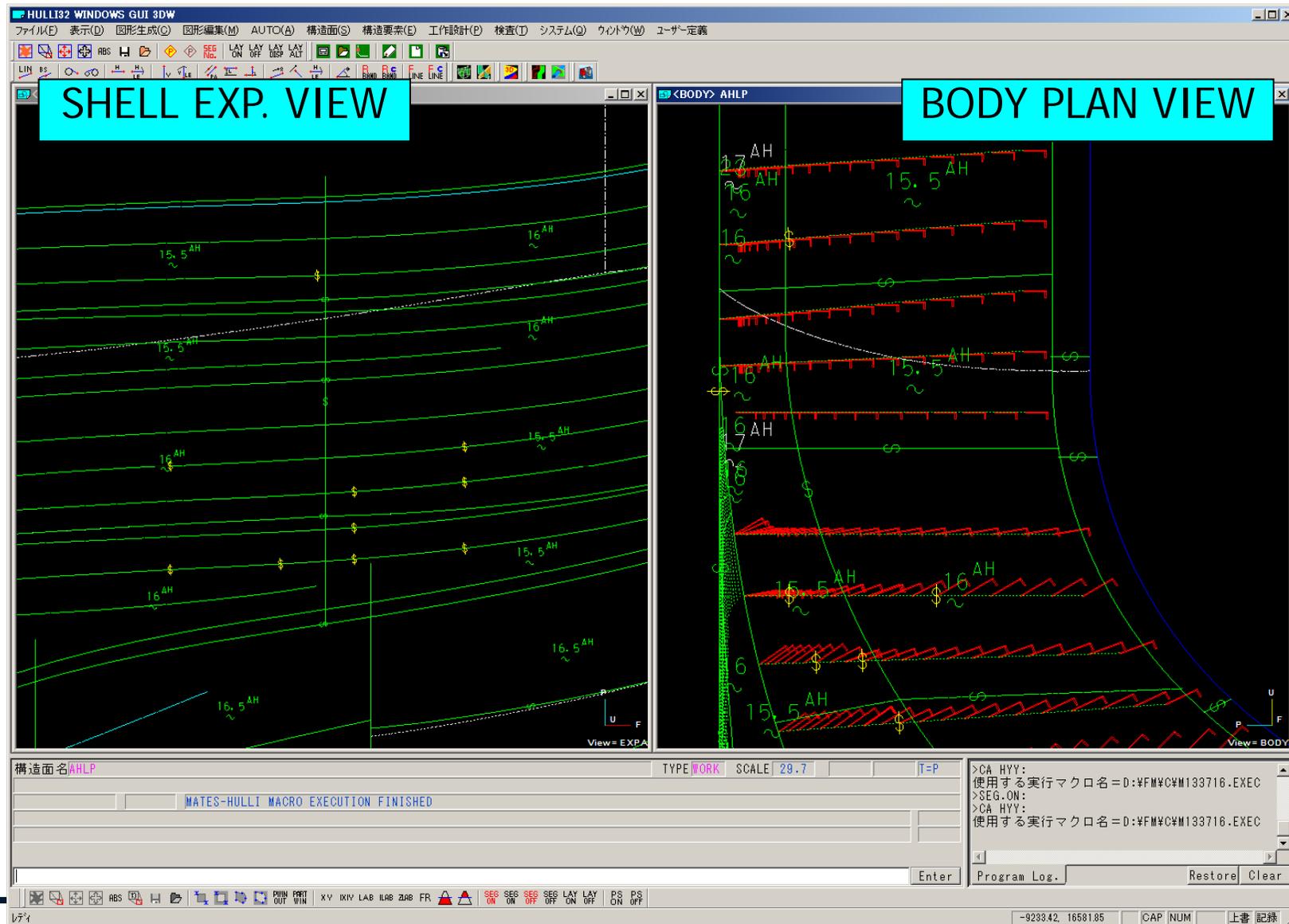
1本の骨を3本に分割定義し、変換時に合成することにより、区間捩りの定義・変換を実現
(但し、捩りの数式は両者で異なる)

■ 中間ファイル仕様策定

- マッピングテーブルに基づき、外板構造専用の中間ファイル仕様を策定

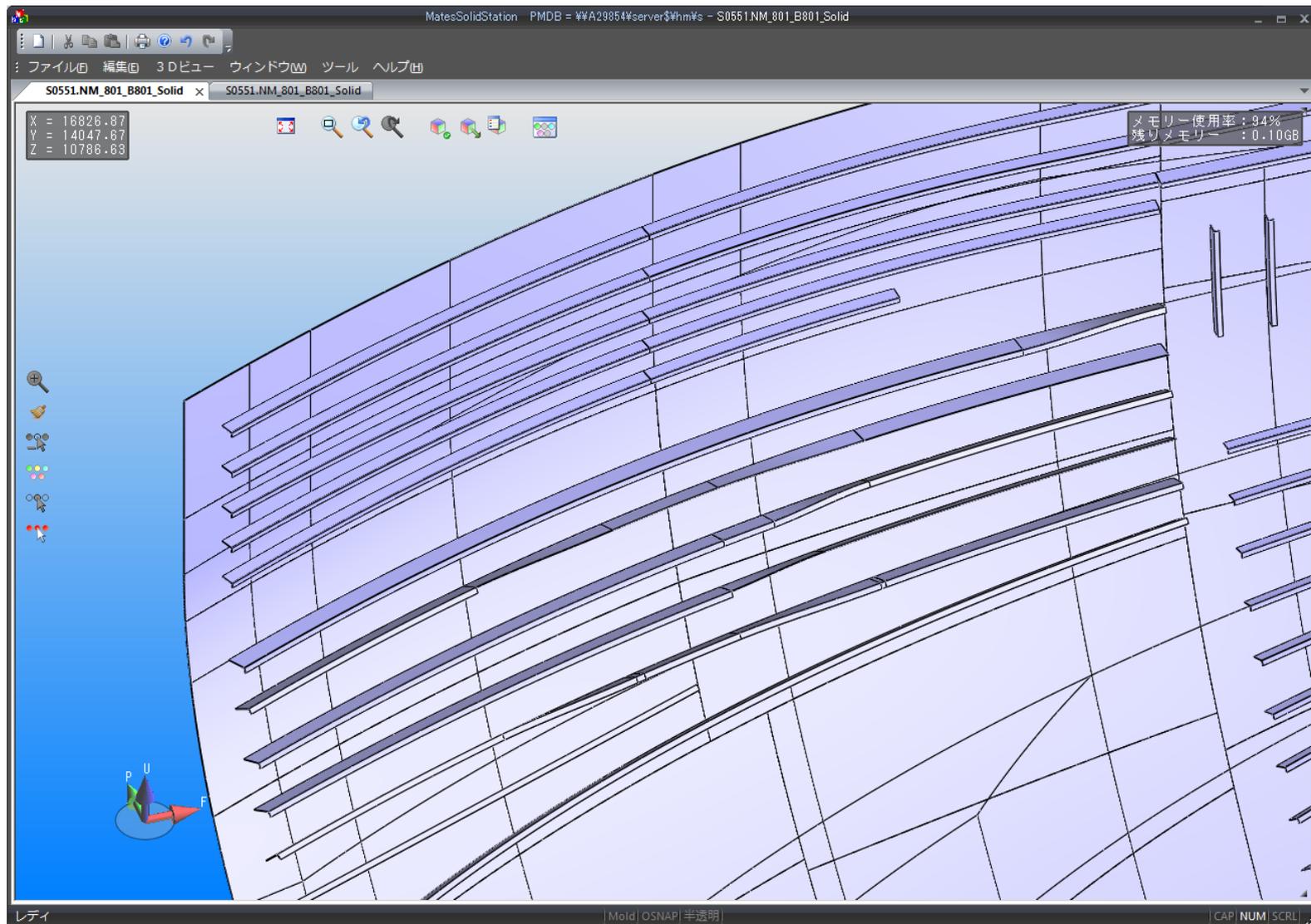
6.2 外板構造・捩れロンジへの対応

外板構造変換結果 (MATES構造図面)



6.2 外板構造・捩れロンジへの対応

外板構造変換結果 (MATESソリッド)



6.2 外板構造・捩れロンジへの対応

外板ロンジと内構の目違い対策

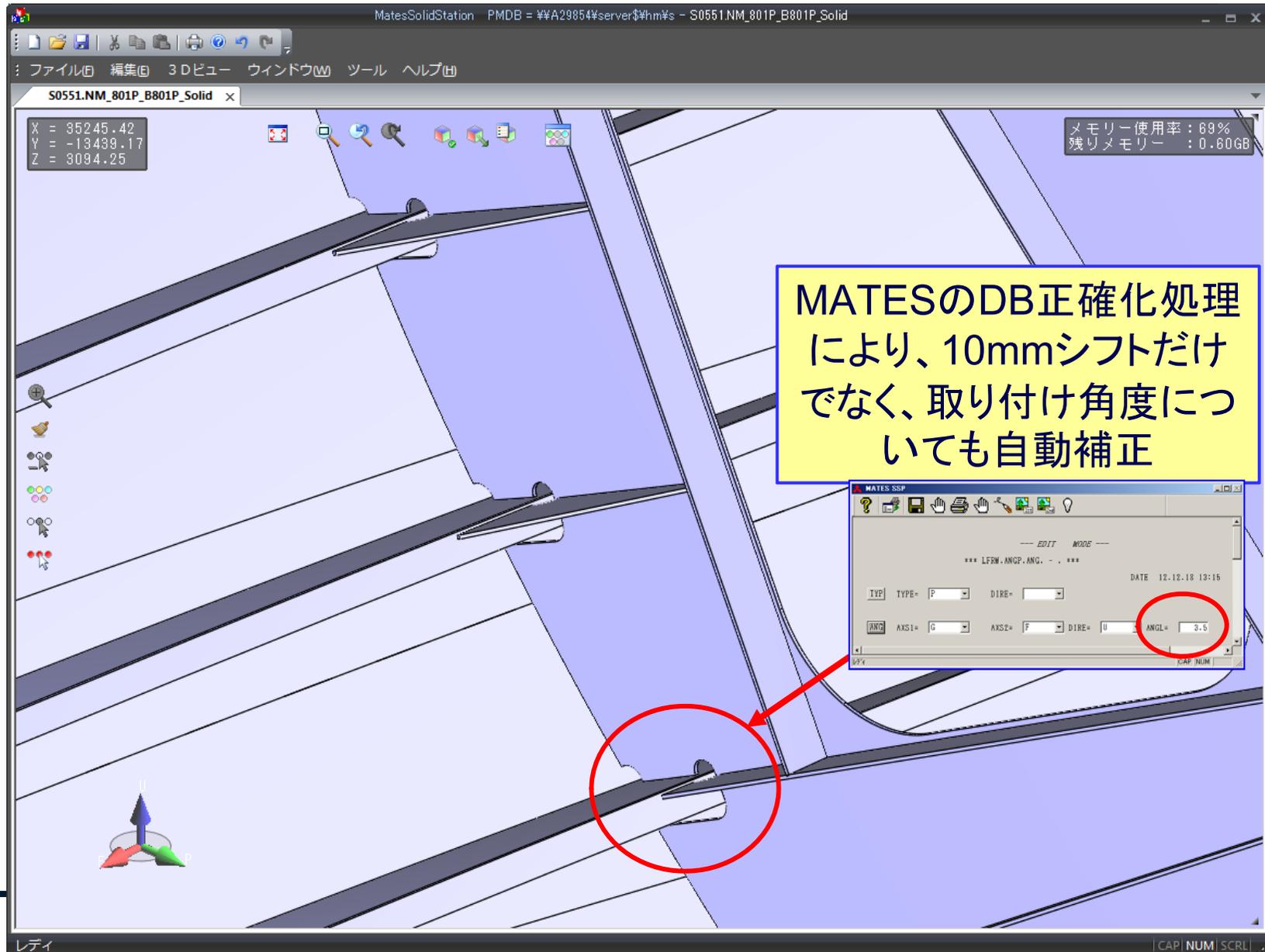
設計意図をパラメトリックに変換することにより、変換前後での目違いが自動補正されることを確認。

ロンジ断面TOPから10mmシフト

パラメータ	値
TYP	W
CODE	W
FORM	T
DIRE	F
DATA	10
SHP	EW1
KC1	0.2
KC2	
C	
RO	
S	

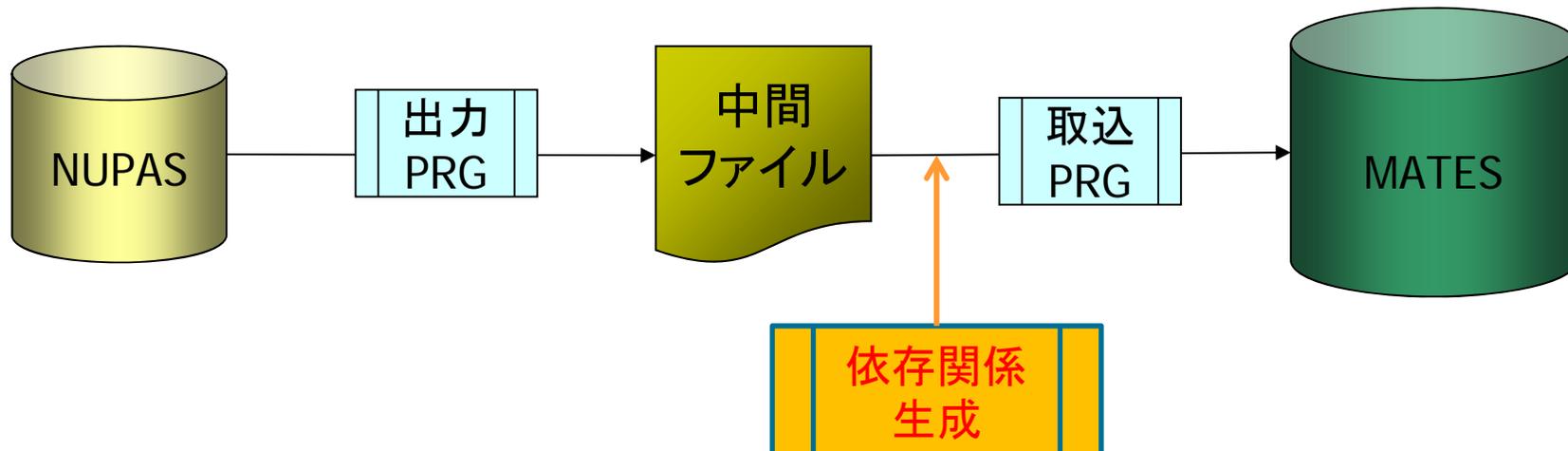
6.2 外板構造・捩れロンジへの対応

外板ロンジと内構の目違い対策



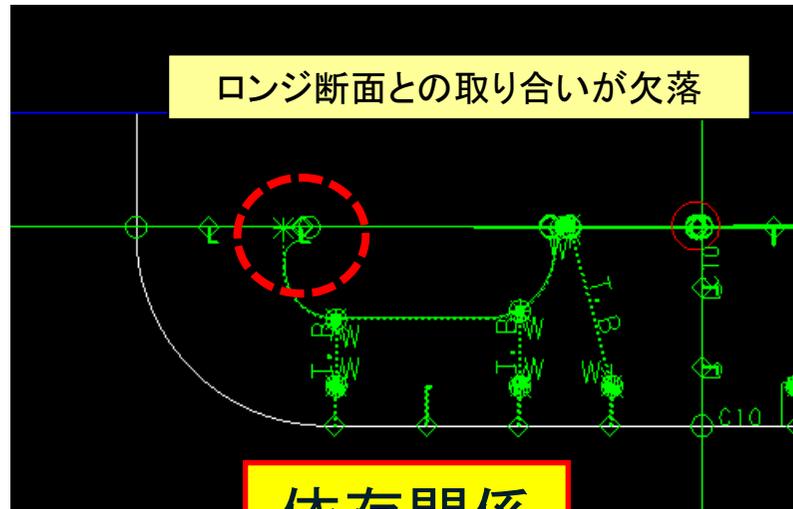
6.3 部材間の取り合い関係・依存関係の再構築

- 依存関係生成仕様
 - 取り込み処理を2パスとすることにより、依存関係を解決
 - STEP1
中間ファイルの全要素を読み込み、相互の参照関係を調査し、依存関係順に整列
 - STEP2
整列した要素順に取り込み処理を実行
 - 循環参照への対策については別途課題として検討
- データ変換フロー

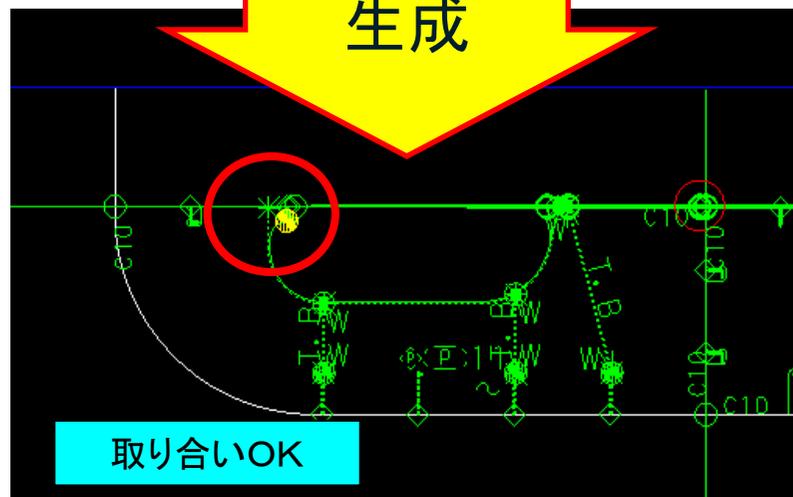


6.3 部材間の取り合い関係・依存関係の再構築

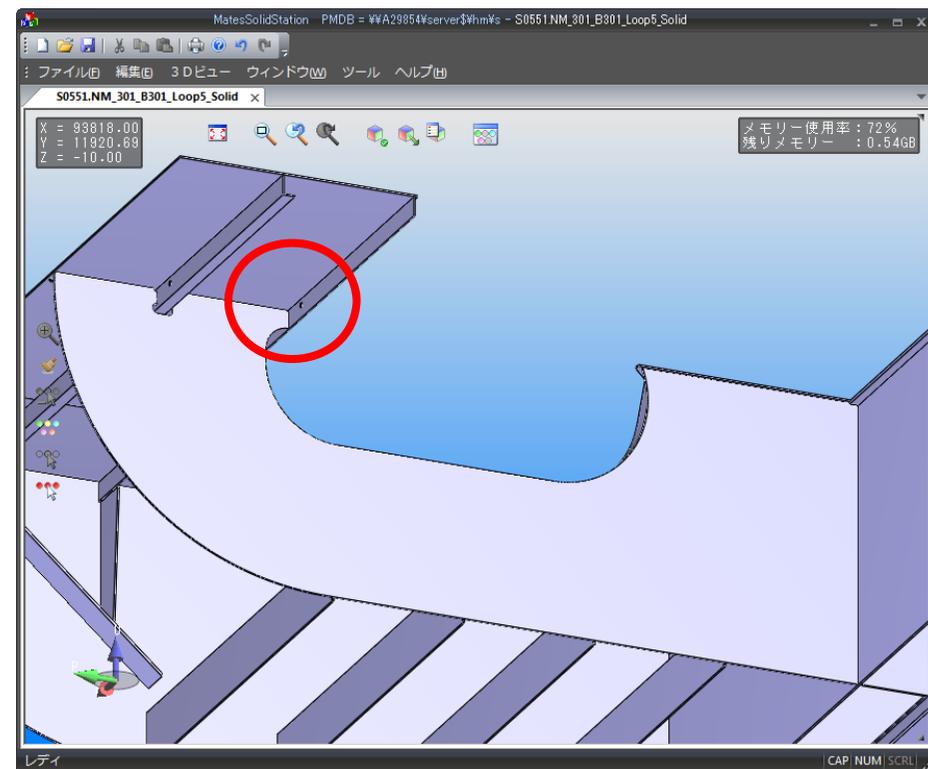
取り合い関係・依存関係再構築結果



依存関係
生成

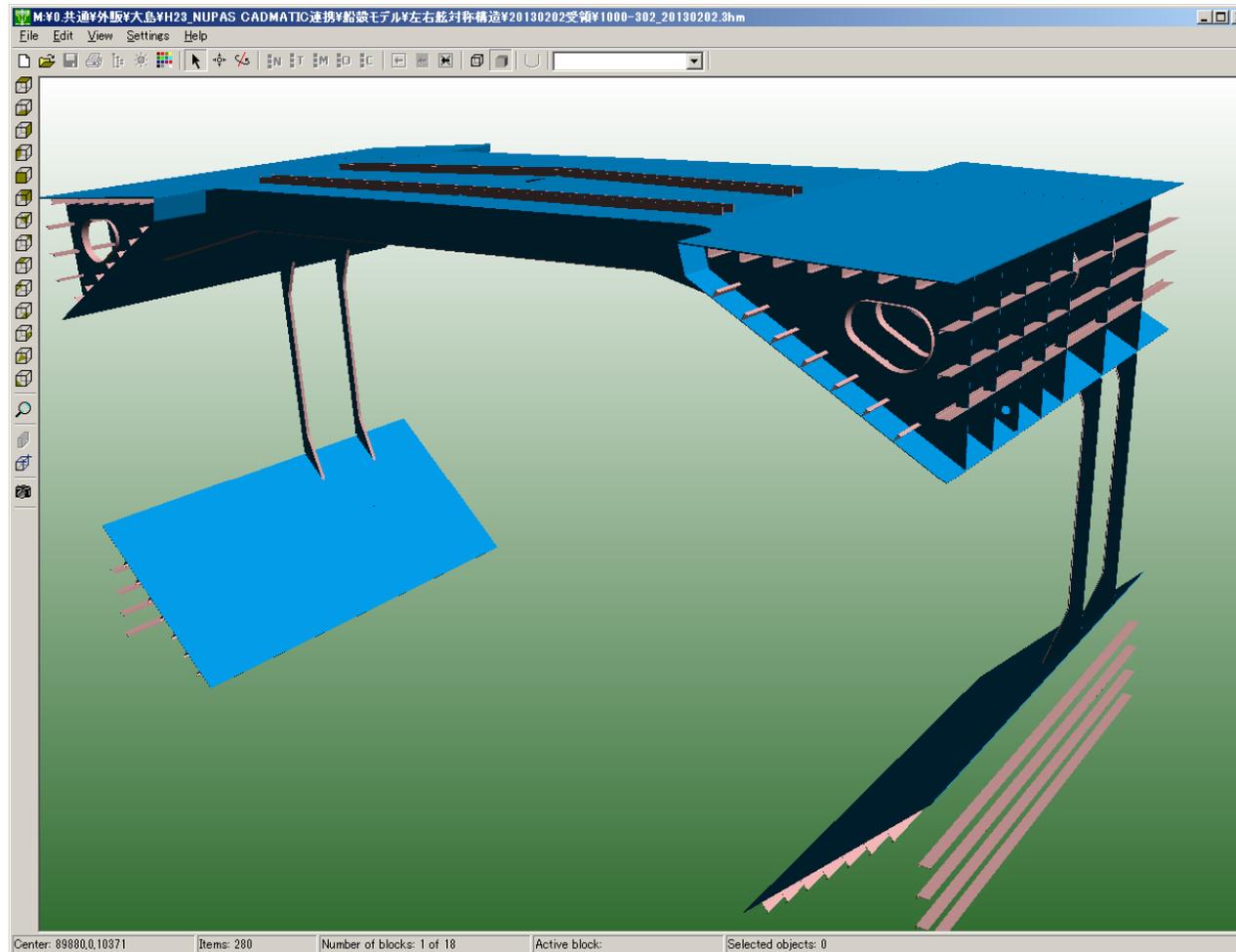


板外周フリーエッジとロング断面の取り合いが正しく取れていることを確認



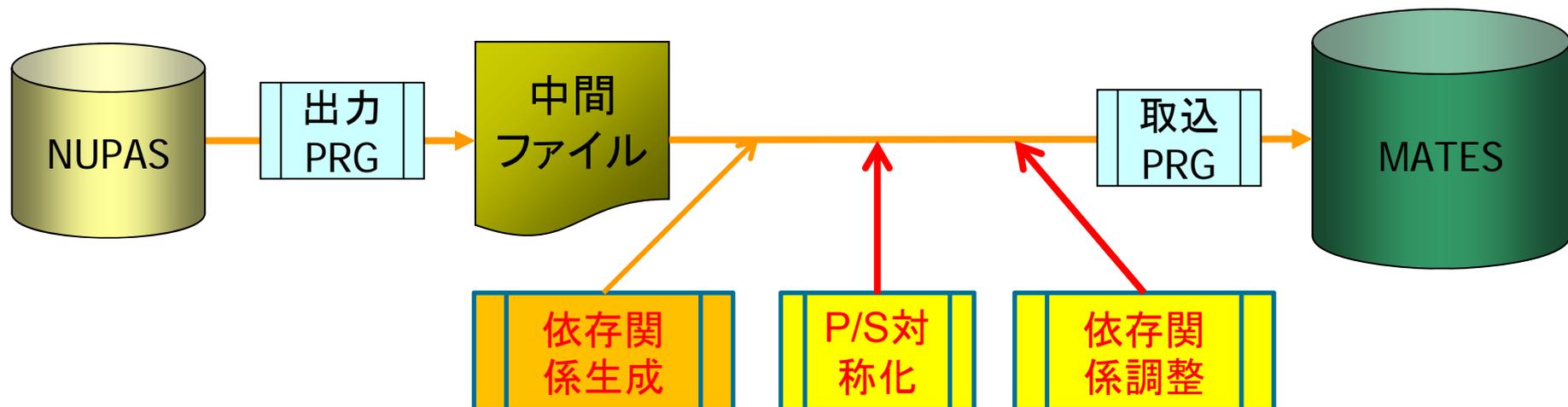
6.4 左右舷対称への対応

- 基本例題モデル(トップサイドタンク)をベースモデルに選定
 - － 右舷側モデリング方法見直し(Nupasコピー機能利用)
 - － 対称・非対称混在構造の作り込み



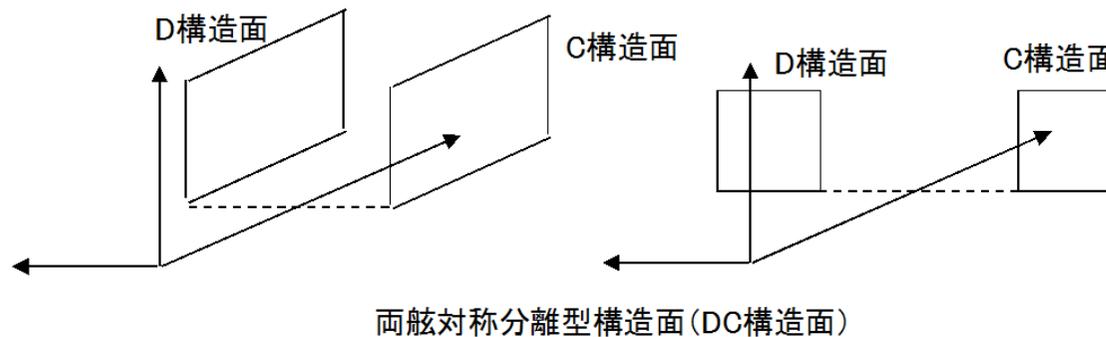
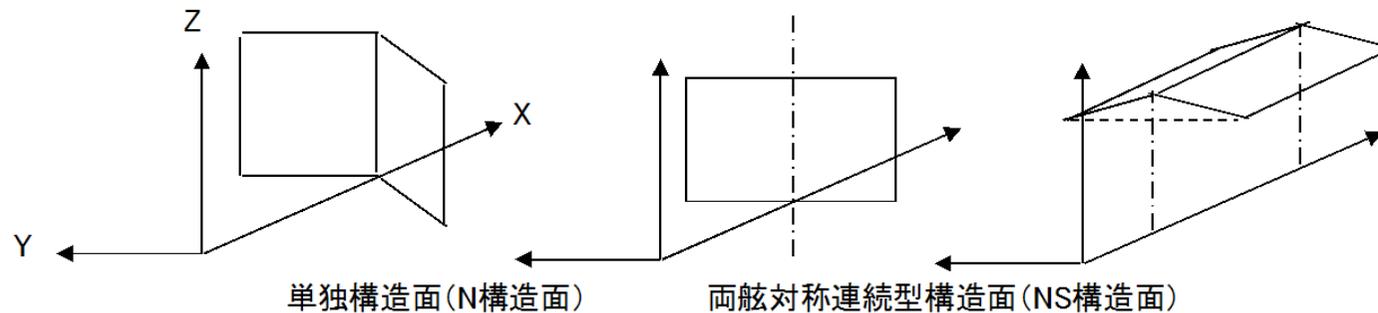
6.4 左右舷対称への対応

- P/S対称化 変換成仕様
 - 取り込み処理を2パスとし、依存関係解決とP/S対称化を実行
 - STEP1-1
中間ファイル全要素相互の参照関係を調査し、依存関係順に整列
 - STEP1-2
全要素の幾何データ・属性データを照合し、P/S対称化
 - STEP1-3
P/S対称化された要素間の依存関係を調整
 - STEP2
整列した要素順に取り込み処理を実行



6.4 左右舷対称への対応

- 構造面对称化仕様
 - 構造面の面形状データを照合し、センターライン対称であるものを対称構造面として変換
- 対称構造面の種類
 - MATESで表現可能な下図の対称構造面の変換に対応

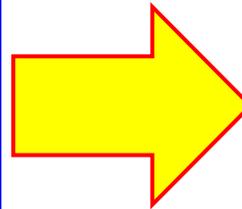


6.4 左右舷対称への対応

- 構造要素・属性対称化仕様
 - 以下の判定ルールに基づき、P/S対称構造要素・属性として変換
 - 1: 所属構造面が対称構造面であること
 - 2: 参照要素(取合相手)が全て対称要素であること
 - 3: 本体図形と方向属性(ベクトル)が対称であること
(Y座標が+/-逆でX,Z座標が同じ)
 - 4: 属性データ(文字、数値)が同じ値であること

判定ルール4詳細(判定タイプ):

=0:チェック対象外
=1:属性タイプやデータなどで同じ値
=2:ベクトルでdyが+/-で一致し、dxとdzが一致
=3:取合で取合相手同士がP/Sの関係
=4:親取合で親同士がP/Sの関係
=5:図形でY座標が+/-で一致し、xとzが一致
=6:区間でY座標が+/-で一致し、xとzが一致
=7:AXISの判定 ← 無条件にP/Sとしている
=8:START_POINTとEND_POINTのY座標が+/-で一致し、xとzが一致

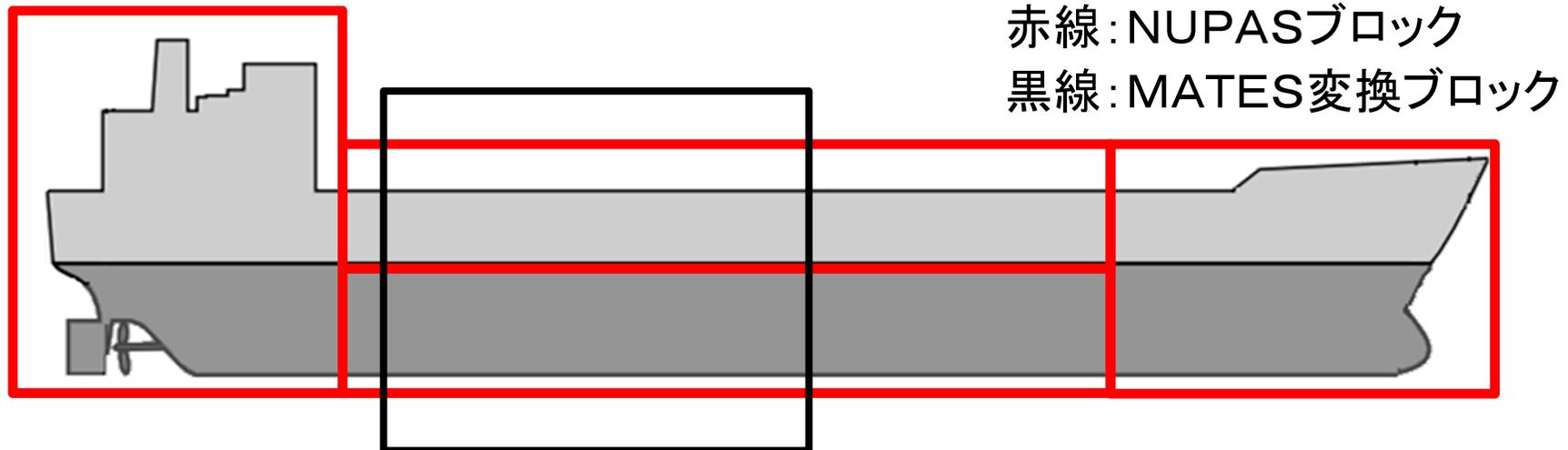


中間ファイルの属性データキーワード(全219種)について判定タイプを規定し照合:

(データKW名称)	(判定タイプ)
PRF_MATERIAL	1
BKT_FLG_MATERIAL	1
BKT_MATERIAL	1
FILLER_MATERIAL	1
FLG_MATERIAL	1
LFRM_FILLER_MATERIAL	1
LUG_MATERIAL	1
MATERIAL	1
RIB_MATERIAL	1
SECTION_MATERIAL	1
BOUNDARY_ELEMENT	3
BKT_FLG_FITTING_DIRECTION	2
BKT_SCALLOP_BEVEL_DIRECTION	2
.....	

6.5 ブロック間取り合い情報の生成

- ブロック間取り合い情報の生成
 - NUPASブロック(作業単位)とMATES変換ブロック(建造単位)は異なる
 - 変換時にMATES変換ブロックの範囲を指定(船長/幅/高の直方体)
 - 指定範囲のNUPAS部材モデルを抽出し変換
 - 複数ブロック(作業単位)に跨る部材同士の参照情報を生成



6.5 ブロック間取り合い情報の生成

MATES変換ブロック範囲で正しく変換されている事を確認

Building Block Overview

Block group: Hull
 Block name: 101
 Description: Whole Ship

Area	Minimum	Maximum
Length	27-400	219-107
Breadth	-15002	15002
Height	-2	15369

変換対象とするブロック範囲 (建造ブロック)をBOX領域指定

作業ブロック
を取得

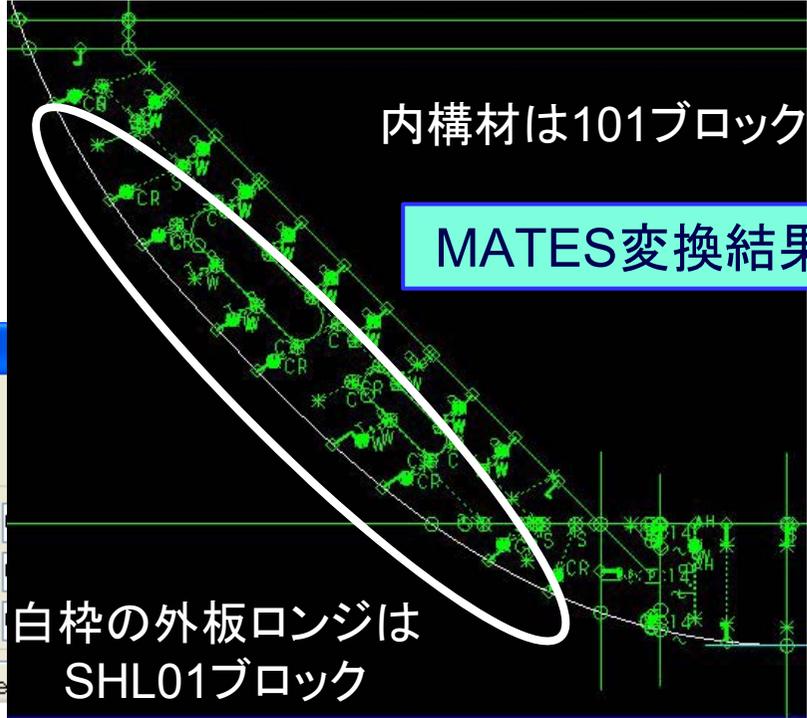
NUPAS2MATES (NUPAS Ver 6)

Project: s10741_NM

Export Range

Frame: 28 To 51 Margin: -500
 Breadth: -14488 To 14488 Margin:
 Height: 0 To 10750 Margin:

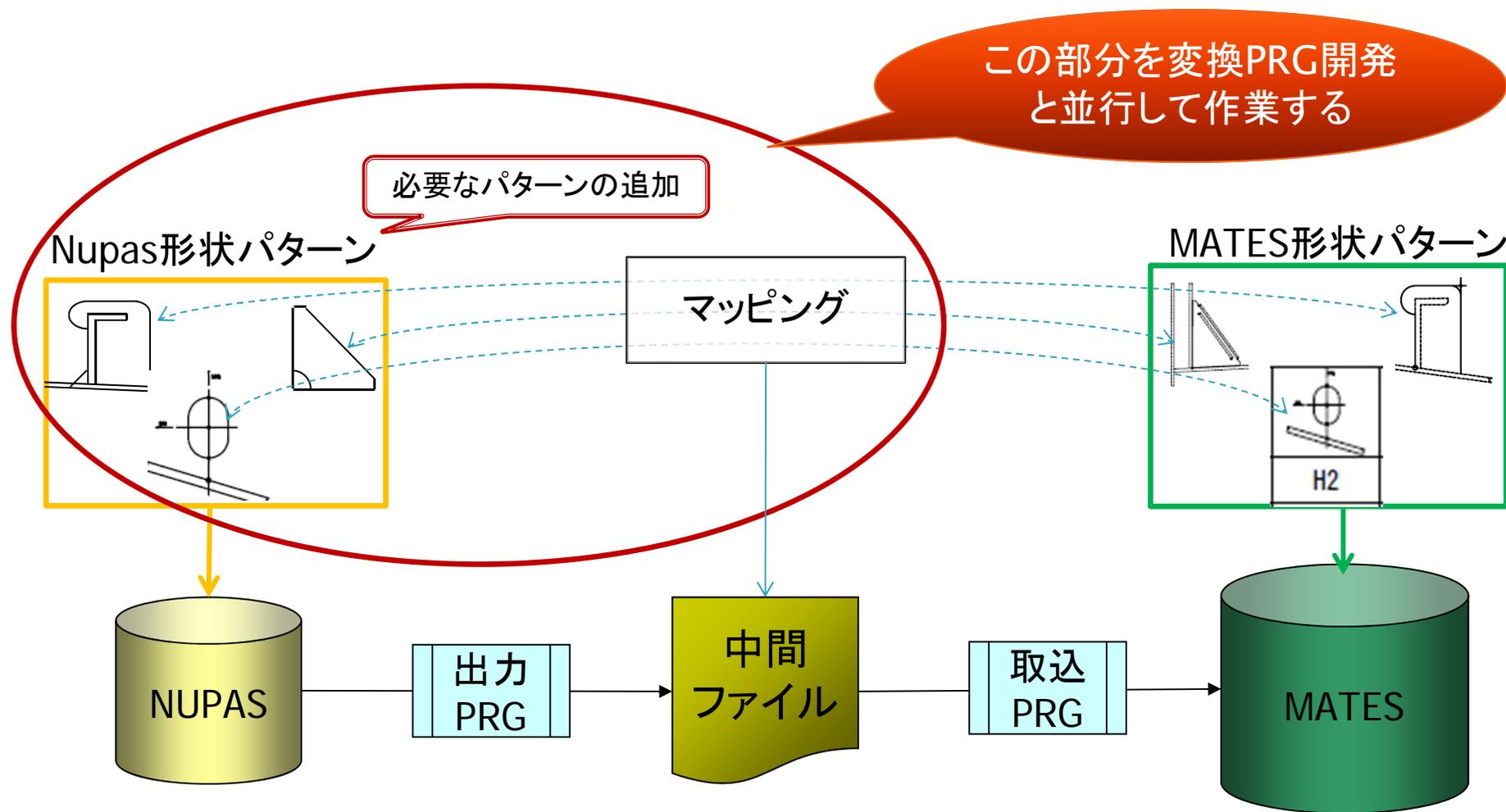
Block name	Min.Length	Max.Length	Min.Breadth	Max.Breadth	Min.He
DH01	FR0	FR0	0	0	0
100	FR-4+200	FR29+654	-15025	15001	0
101	FR26+480	FR218+693	-15002	15002	-2
102	FR62+782	FR204	-13780	13780	1709
BOW01	FR0	FR0	0	0	0
BTM01	FR-5	FR222	-17000	-17000	0
ERM01	FR0	FR0	0	0	0
SHL01	FR26	FR188+799	-15000	15000	0
STN01	FR0	FR0	0	0	0



取得した作業ブロックから 変換対象構造要素を抽出

7. 変換対象形状パターンの拡張

形状パターン追加作業範囲

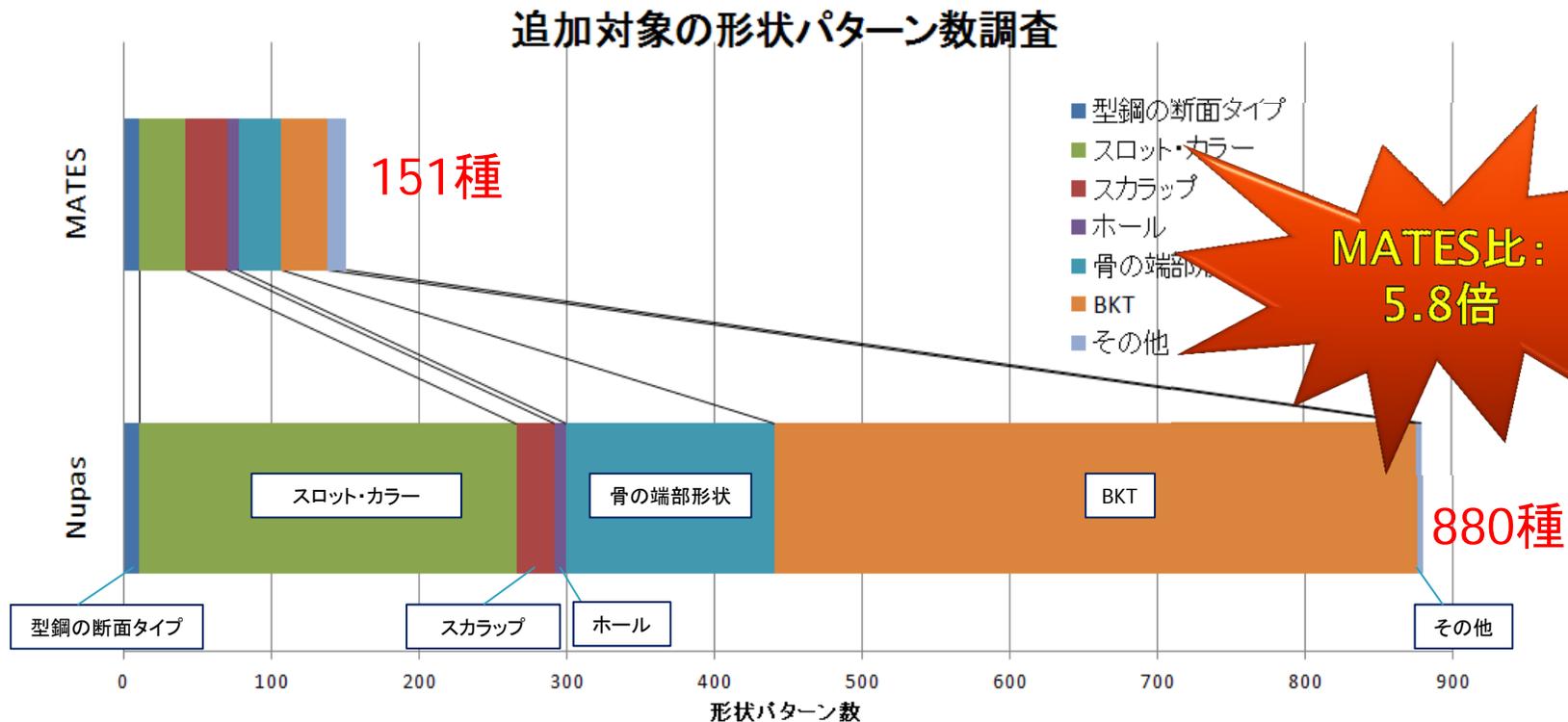


7. 変換対象形状パターンの拡張

Nupas側 追加対称形状パターンの洗い出し

大島のビジネスモデルであるBulk Carrierを中心に、
MATESで形状パターンの使用状況を調査。

MATESでの使用状況を元にNupasで追加が必要なパターンを調査



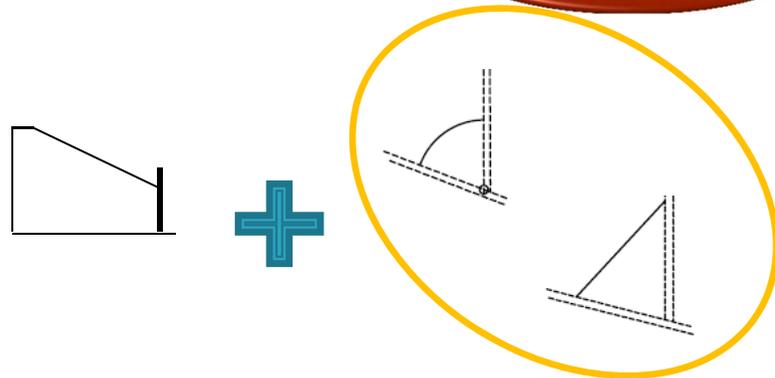
7. 変換対象形状パターンの拡張

課題点： 追加対象形状パターン数の増大

例：ブラケット+端部スカラップ

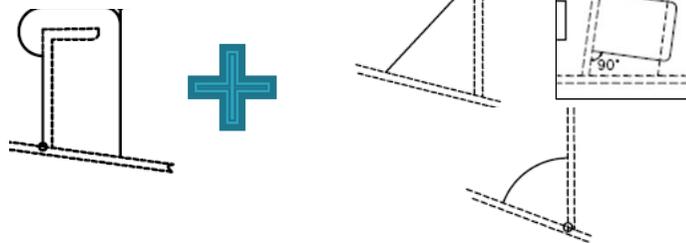
MATES

1パターン



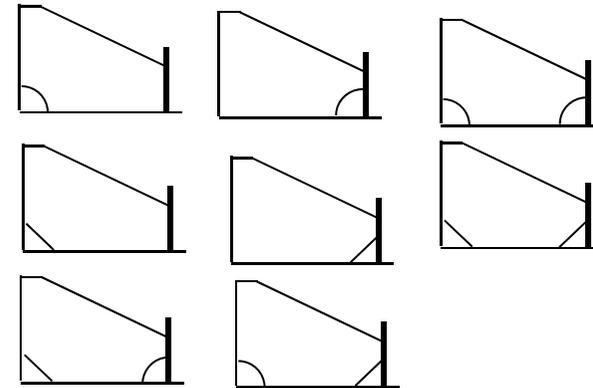
パターンは階層化されており、
組み合わせで多様な構造を表現可能

SLOTの場合

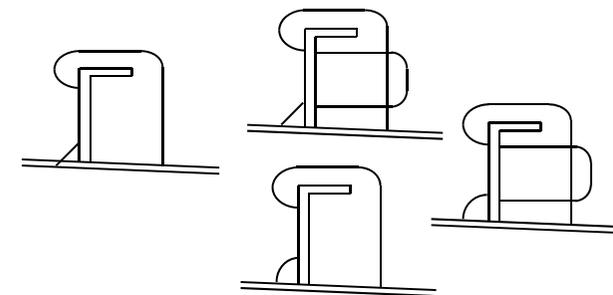


Nupas

8パターン



パターンは一品一葉
外形状にスカラップを含ませる必要有り

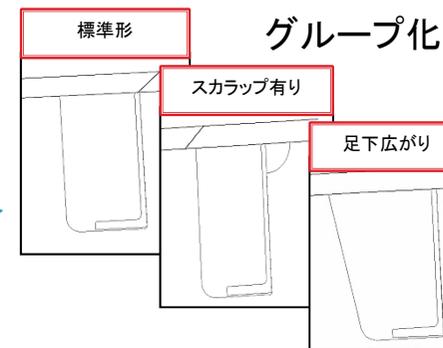


7. 変換対象形状パターンの拡張

追加対象形状パターン数の削減

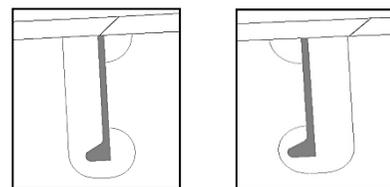
①ダイアログ機能の検証

類似パターンのグループ化
→1つのパターンとして登録可



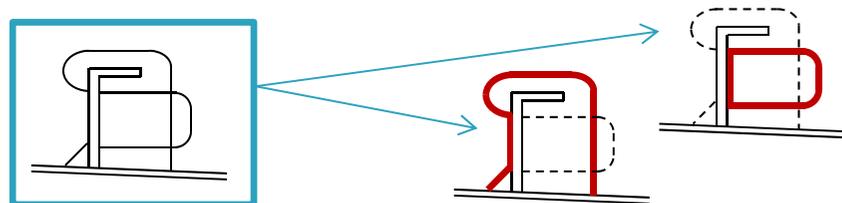
②スロットの方向指示

方向指示によりタイプ節約



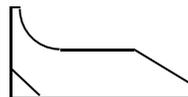
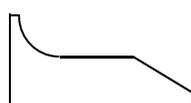
※ダイアログで制御する

③Nupas新バージョンでのスロットとカラーの分離



255タイプ→SLOT:52
COLL:41

④デフォルトとなる形状の見直し



コーナーの10Cを含む形状をデフォルトとし、
コーナー処理がないパターンを廃止

880 ⇒ 588パターンに削減

研究成果:

(1) 変換対象構造範囲拡大

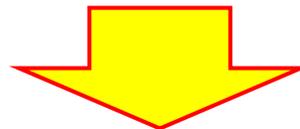
- 板詳細構造、骨詳細構造、フェイス、側面タイプブラケット等、船殻主要構造の変換に対応

(2) 高難度技術課題の解決

- 現図精度での幾何データ補正
- 外板構造・捩れロンジへの対応
- 部材間の取り合い関係・依存関係の再構築
- 左右舷対称構造への対応
- ブロック間取り合い情報の生成

(3) 変換対象形状パターン拡張

- 約700パターンを整備・ライブラリ登録し、変換に対応



製品モデルレベルでの船殻データ連係を実現

今後の予定:

- 実船モデル変換テスト・フィードバックを通じた変換率・変換品質向上

終