

# 舟艇製品開発における プロセス改善の一事例

## An Example of the Process Improvement in Ship Development

有田規久夫 Kikuo Arita 佐竹秀紀 Hideki Satake 三輪吉郎 Yoshirou Miwa  
小島郁夫 Ikuo Kojima 山下悦夫 Etuo Yamashita 平野直樹 Naoki Hirano  
舟艇事業部 製品開発室 / (株) エルム・デザイン

## 技術紹介

### 1 はじめに

ここ数年、舟艇の型作製のツールとして、3次元(以下、3Dと略す)面データからNC加工を実施してきたが、開発の遅れ、後戻りが日常的に発生し、十分な効果を生むに至らなかった。

新艇(UF29)では、これまでの開発プロセスを全面的に見直し、スムーズな開発を行ったのでここに紹介する。

### 2 開発目標

新艇では、以下を開発目標とした。

- (1) 開発品質の向上 試作艇作成以降の型修正をゼロにする
- (2) 開発リードタイムの削減

生産初号艇能率100%達成を12ヶ月間で実現する(リードタイムの30%削減)

### 3 新しい開発プロセス

これまではデザイン、設計、および図面を3D化する電算グループ間のコミュニケーションが悪く、開発に混乱を及ぼす原因となっていた。

これを改善するために、開発の初期段階から3者が3Dデータという同じ土俵で仕事を進めることとした(図1)。



図1 開発プロセスの違い

### 4 利用ツール

詳細に入る前に、今回使用したツール(図2)について説明する。

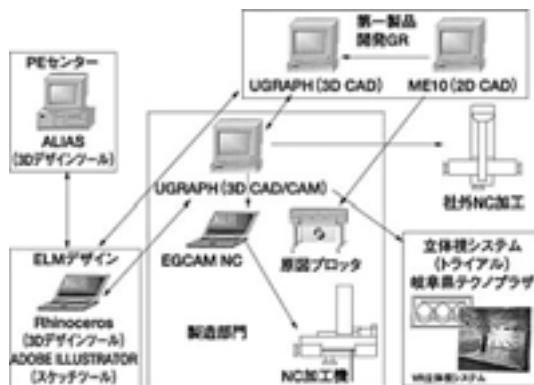


図2 今回使用したツール

デザイナーはRHINOCEROS (3DCAD) を利用し、PEセンターによるALIASシステムで作製したデータや設計者が作成した3Dデータを確認したり、変更したい部分を編集した。設計者はUGRAPH (3D CAD) を利用し基本設計作業を行った。

1999年9月のプロジェクトスタートと同時に教育を実施し、12月には主な形状の準備ができた。これは従来のプロセスでいうと、型作製が終わった時点の完成度に近い物であった(図3)。

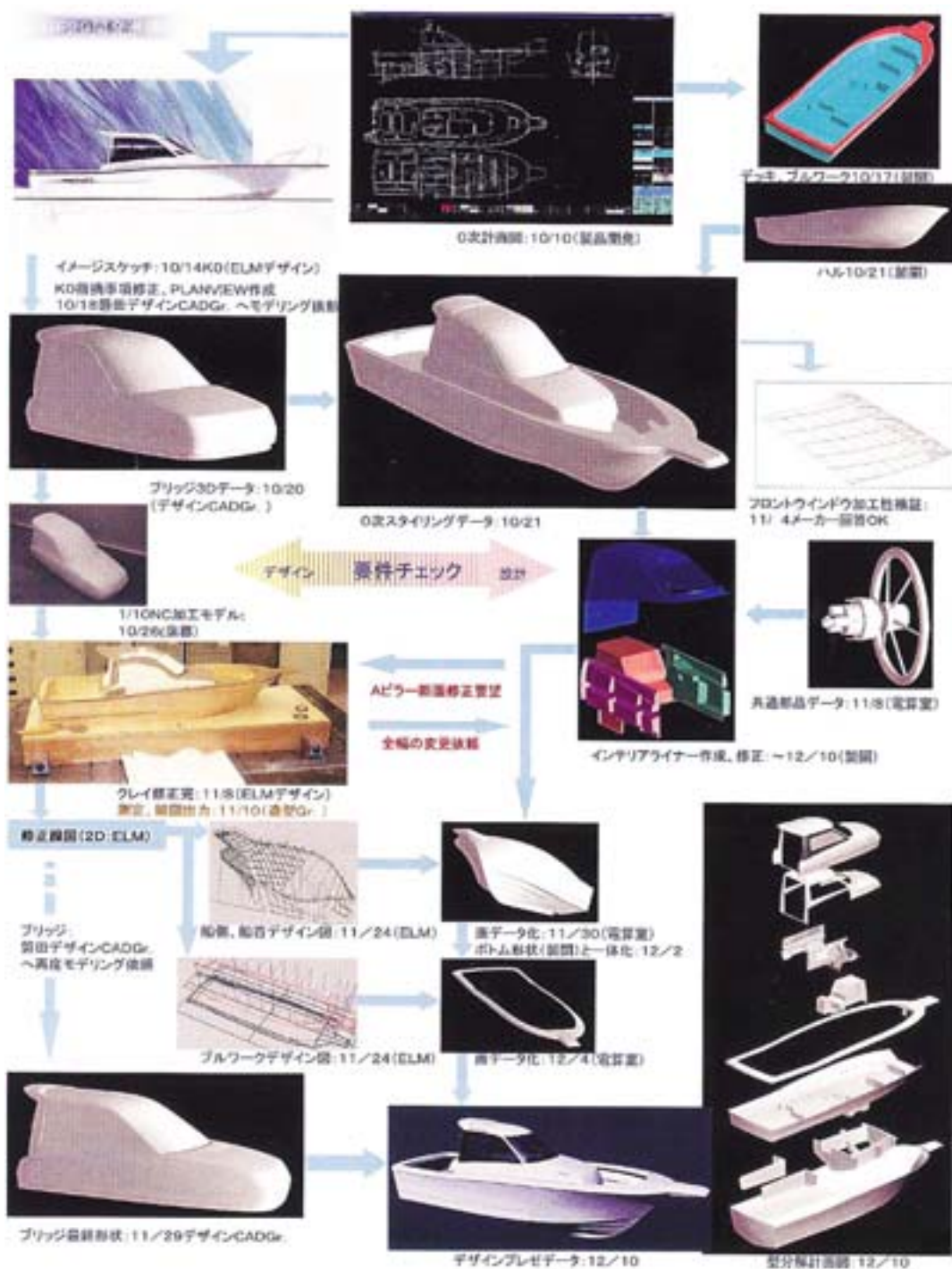


図3 UF29 開発の流れと日程 (実績)

## 5 ライン図と詳細データの作成

### 5.1 全体の流れ

最初に設計で全体レイアウトを決め、デザインで基本寸法を押さえたデザイン画を作成した。

そしてブリッジの部分について簡単な3面図を作り、デザインCADグループの協力を得て1次3Dデータを作った。これは、従来クレイ作りから始まるデザイン作業を、いきなり3Dデータからスタートすることになり、日程の短縮につながった。

1次データは3日で出来上がり、これをもとに設計で基本的な形状のチェックを行った。合わせてフロントガラスの形状について、メーカーに作成可否の判断をしてもらった。この段階で

ブリッジ形状の骨子は出来上がったことになる。基本形状を守りながら 3D データの作り込みを進めて 1 次モデルが完成した。

次に、このデータで 1/10 モデルを NC 加工した。これは画面上では判断しにくい面の表情等を、スケールモデルで確認するためである。クレイで部分的な修正をし、3D データにフィードバックをかけ最終モデルの完成となった。デザイン画が出来てからここまで要した時間は 1 ヶ月半で、従来のクレイから 3D という流れと比較して約半月短縮できた。

一方、設計では平行して、ブリッジの内側に取り付け型(全部で 7 型)の 3D モデル作りを進めた。1 次のラフスケッチをもとに、機能要件を折り込んだ 1 次データは約 3 週間ほどで出来上がり、最終のブリッジデータが出た段階で修正をかけた。

次に設計で作成した 3D データをもとにデザイン、設計、電算グループで室内全体のデザイン調整に入った。面の表情付け、キャラクタラインの修正が行われた。この段階ではすでに機能要件が見えていたので、修正 OK/NG の判断がその場で出来た。この時点で製造担当者にも画面を見てもらい作業性等をチェックし、検討の質をあげた。

最後にコーナー R つけを電算グループで行い、すべての要件が織り込まれた後 3D モデルが完成した(図 4)。

以上が型着手までのプロセスの大筋である。一貫して 3D でデザイン、設計を進めたのは今回が初めてであるが、1 つのデータを操作することで関係者どうしのコミュニケーションが取りやすい環境で仕事が出来たのではないかと思う。



図 4 UF29 の 3D モデル

## 5.2 メリット

- (1) デザインのクレイ作業の短縮
- (2) 従来の 2 次元 CAD から 3 次元 CAD へ移行する際の、電算グループとのやりとりが省けた。
- (3) デザインサイドから形が見え易い。また設計、デザインで相互にチェックし易い。
- (4) 製図時間の短縮ができる。これまでは平面図、側面図、断面図、寸法記入、コメント記入、ポンチ絵など、作業者に自分の情報を 100% 伝えるための図面情報は膨大であったが、今回は UG データと R 指示図の出図のみ。
- (5) 従来行っていた型立会いは 1/3 以下になった。2 次元図面の場合、設計者の頭の中の情報を 100% 作業者に伝えられなかった。また作業者の間違いもある。
- (6) その他の展開に役立つ。補強材の切り出し、ガラス裁断の形状作り、表面積、重量管理、強度計算などへ展開できる。人に説明する場合(プレゼ資料、型分解図、工程の組立など)についても、製品の姿で見せることができるので納得してもらいやすい。例えば、今回は実際に作業する現場のリーダーに、事前に製品姿を見てもらって意見を聞いたが、従来行っていた 2 次元図面の説明だけでは理解しにくかった所も、3 次元で見ることで作業のイメージがわき、チェックもし易かったと思う。作業性の悪い所は、3D にフィードバックしてモデル修正を行った。

### 5.3 ノウハウ、注意点

とは言えすべてが順調に進んだのではなく、設計、デザイン共に試行錯誤しながらの状態であった。その中で得たノウハウ、失敗、注意するところについて、今後の参考になればと考え、担当者の声を聞くことにした。

#### (1) デザイン担当の意見

1 次 3D データ(ブリッジ)の作り込みについては、デザインと造形オペレータの意思疎通が比較的うまくいき、データづくり初日でほぼ形になっていたが、デザイナーの立体感覚とオペレータの相性により完成度が違ってくると思われる。

また、1 次データをもとに NC 加工し、スケールモデルで面の表情をチェックしたが、ウレタンで削ったため表面が粗くクレイの修正に苦労した。もっときめの細かい素材で削る必要がある。

画面上での見え方には比較モデルが必要だ。何故かと言うと、画面上ではやはり立体感に欠け、3D 機能にあるパースを掛ける必要があるからだ。そのパースを掛ける量を比較モデルで判断しないと、実際のイメージとズレが出てしまう(比較モデルは商品になった物、また近いサイズでなければならない)。

#### (2) 設計担当の意見

型を設計するとき、以下の要素を頭の中で整理し、また考えながら行っている。

1. 商品の魅力はどうか
2. 使い勝手はどうか
3. 競合他社艇に勝つためには
4. 全体のバランスはどうか
5. コンセプトに合致しているか
6. 型の合わせは大丈夫か
7. 工程にマッチしているか
8. 作業性は
9. 抜き方向、離型性は
10. 成形性は
11. 部品取り付けは
12. 強度、重量は

など。上に挙げたものは 2 次元 CAD でも 3 次元 CAD でも考えなければならない。

しかし、今回 3 次元 CAD で設計を行ってみて、2 次元 CAD で設計しているときと比べて違和感を感じていた。今回の手法では、まず 2 次元でデザインスケッチをもとに設計要件、製造要件、商品性のある程度満足させ、その後最少のキャラクタ(平面形状と基本断面)のみを 3 次元へ移行した。そして 3 次元の中で上に挙げた 1 ~ 12 のような様々な要件を、デザインスパイラルを回しながら詳細まで設計を進めた。

この段階で先の違和感を感じながら設計をしていた。「それは何だろうか?」と考えてみると、3 次元の画面を見るのと、2 次元の画面を見ることの違いだと気付いた。これは、脳の情報処理方法の話である。

3 次元の場合、画面で見るとそのものが既に製品形状をしていて、視覚からくる情報量が 2 次元よりも多く、空間を組み立てながら考えるという作業が必要なく、頭を使う場所が 2 次元と違う。また、そのため視覚だけで判断してしまい勝ちになる。

一方、2次元の場合は視覚情報が少ないため頭の中で3次元に組み立て、いろいろな考えをめぐらしながら頭の中で製品にしている。このように視覚からの情報量の違いによる差は大きく今回デザインスパイラルを1、2回程度しかやっていない段階で3次元に移行するのは、その後のデザインスパイラルが回りにくく危険であるということが分かった。実際、3次元に移行してから作りこみの段階でのやり直しが発生したり、抜けがあったりした。2次元から3次元へ移行するときのタイミングの難しさを感じ、2次元と3次元をうまく使い分ける必要があると感じた。

このように書くと「3次元は本当にいいの?」と思われるかもしれないが、慣れることで解決できると思う。

## 6 製造サイドへの活用

当初は設計情報の精度を向上させ、1. 型修正等の後戻り開発をなくすこと、2. NC加工機の活用により腕の良い型職人さんが定年で少なくなってきた現状を補完しながら、精度の良い型を日程通り供給できること、を目標として活動してきた。一方で艇作成の現場では、型物の成形から艀装まで、現物現合は日常的に行われていて生産性向上の大きな壁となっていた。

もう1つの目標である生産艇能率100%を早期に達成するため、従来、型作成・試作段階で図面から部材を供給できず現合に頼っていた製造情報についても、下記の通り3D面データをもとにタイムリーに供給して、検証および後工程での活用ができるよう、考えられる限りの作り込みをしてみることにした。

### (1) オス型作成

1. 組み立て木型外板および構成部材(2Dルータ)
2. 貼付レーザーパターン 1/1 展開図(XYプロッタ)
3. 工程設計情報に基づく基準位置、形状の付加

### (2) FRPメス型作成

1. 型成型用裁断ガラス型紙(XYプロッタ、小物型は未着手)
2. 型強度解析結果に基づく補強フレーム(2Dルータ)

### (3) 型物成型

1. 成型用裁断ガラス型紙(XYプロッタ、一部NC裁断機による製品)
2. 補強部材及び芯材(2Dルータ、一部XYプロッタによる型紙)

### (4) 艀装工程

1. 木工品の部材供給(2Dルータ)
2. 各工程用作業治具の事前検討、手配
3. 内装品(内張、クッション等)のテンプレート支給

特に、成形補強材については今までNC供給しているものの寸法が定まらず修正が頻発していることに着目、それをセットする治具の検討を開発段階で立体的に行い、治具セットの基準形状をオ型段階で作成、後工程での再現性を維持することで修正の頻度を最小にすべくトライを行っている。

## 7 今後の課題

3D という同じ土俵の上で開発を進めればデザイン～設計情報の精度も上がるし、製造情報もコンカレントにアウトプットできる、結果として開発の質を上げながら日程も短縮できる、というのが雑誌やソフトの広告の決まり文句であるが、果たしてその通りに事は進んでいるのだろうか。現場サイドでは問題の連続である。一例を挙げると、

### (1) 面データの精度について

立体的にフェアリングした面データを機械が忠実に加工するのだから、完成した形状は修正の余地などないはずであるが、実際には面はうねる。加工品でおかしいところを画面に戻って見比べてみると、確かに少しゆがんで見える気がする。フィレット面のつながりが手で触ってみると折れて感じる。画面では良いはずだった。

データ作成に時間をかければ面は作り込めるのか、慣れれば効率も上がっていくのかを見極めていくことが課題である。

### (2) 型作成日程について

データがあれば型は削れる。時間も読めるはずだった。確かに凸形状はほぼ読めた。しかし凹形状は遅れに遅れ予定の2倍かかった例もある。刃物が動いている時間よりも機械を止めて段取り(切削ブロックの積み上げ)を行っている時間の方が目立った。ここが読み切れなかった。しかし機械の性格上、形状を作り上げるのに不可欠な作業である。機械が古く能力の限界?とんでもない!最初から2分割で削ったのだから段取り、切削を交互に行う工程を組んでおけば、人さえ確保できればほぼ日程通りできたはずだ。加工も半ばに入った頃気がついた。

等々。

現時点では型完成～試作艇着手の初期段階であり、この他の供給した情報の有効性について検証が終わっていない。一連の製造情報のアウトプットが現場に受け入れられ常識化しつつあるのは事実であり、情報の妥当性の検証、効率化が今後の課題となりそうである。

特に効率化の面では、今後ますます開発のスピードアップが要求されるのは必至である。今まで芋継ぎにしか出力されなかった型データを一艇種分ほぼ同時にそろえ、日程に乗せ品質を向上させるため、面データの作成、型設計、加工データへの変換～加工機のオペレーション、加工後の仕上げ、補強等々をテーマに組織的な強化が始まった。

3D による開発は初期的にかなりの労力が要求されることも実感した。作成したデータの活用範囲を広げるとともに、初期段階での製造スタッフの噛み込みを更に強化して検討の質を上げる必要がある。後工程でその労力以上に効率アップを果たし、最終的には船造りのプロセスも確実に変わっていくと考えたい。

## 8 システム上の展望

今回 3D データの操作を開発者自身がおこなうようになったことで、早い段階で 3D データ完成度を高めることができた。今後は、その早い段階から用意できる 3D データをもっといろいろな場面に活用できるように展開していきたいと考えている。

たとえば商品企画説明として、現状は縮尺のかかったクレイモデルをデザイン承認としているが、大きさの違いや完成度の差もあり、型になってからの意匠に絡む変更が発生しやすい。

今回トライアルとして、社外業者の力を借りて COSMOS という 3D データ立体視(3m x 3m

×3mの6面体空間)による1/1スケールの確認もおこなってみた(岐阜県テクノプラザ)。面の表現力がまだゲーム機並みで、システム的にはまだ発展途上というところだが、レイアウト確認程度には現状でも使えると思われる。またこのような装置を利用してデザインレビューができるようになれば、早い段階で意匠の確認が精度よく行えるようになると期待する。

また、3Dデータを利用したカタログやマニュアル、作業指示書、報告書の作成、各種市販シュミレーションツールによる作業性評価や視界シュミレーション、インテリアカラーリング、照明シュミレーションなど、3Dデータ利用による期待は広がる。

## 9 おわりに

今までの混沌とした仕事の流れを変えるには3Dを活用できればうまくいきそうだ。でもほとんどさわったことのない自分たちが、限られた期間の中で使いこなせるのだろうか。これがほとんどの開発担当者の本音であった。開発初期のスケッチ段階から3D意匠データを創成する課程でPEセンターデザインCADグループの多大なバックアップを得られたことが各担当者の短期間での習熟につながり、プロセスを推進できたポイントだったと考える。

デザインCADグループの方々に、この場をお借りして改めてお礼申し上げます。