

株式会社名村造船所

1 つの NAPA モデルでの計画・船型・機装・船殻同時設計

日本貴 秀一*
Yamatoki Shuichi



宮原 誠宜*
Miyahara Seigi



徳留 祐二*
Tokudome Yuji



梶栗 一徳*
Kajikuri Kazunori



技術開発センターの業務であり初期開発船の位置付けであるタイプシップ開発では、燃費向上やコスト削減などの高い数値目標の達成のため、検討中盤でも船型改良や区画配置見直しなど影響が大きい変更を実施する。また、アウトプットによってインプットを変えるループを複数回繰り返し、結果向上を目指す。そのためには各ループの時間短縮が必要で、複数の設計要素（計画、船型、機装、機装、船殻など）が同時に検討されなければ、現実のタイムラインに合わない。そこで、計画と船型業務で利用されている NAPA モデルに機装と船殻を加え、1 つの 3D モデルを用いた同時設計の形を構築した。それにより時間短縮が可能になり、他にもスムーズな情報伝達や主機と船殻構造の干渉が視覚的に確認できるようになるなどのメリットも生じた。本稿では、同時設計への取り組みの他、同時並行作業の技術的なポイントとなる自動追従モデリングについての概念と一部詳細や、この運用を基にした将来の展望と新たな懸念点についても言及する。

1. 緒言

環境負荷が小さい船舶の開発は、造船所が果たすべき責任の 1 つであり、当社としても日々全力で取り組んでいる。

その中でも、魅力ある船舶として他社との競争に打ち勝つために、燃費向上、重量削減、コスト削減、設計リードタイム短縮など達成すべき目標は限り無くハードルも高い。そのために、設計者として様々な検討を実施する必要があるが、目標達成に寄与するアイデアの 1 つに、作業のスピードアップがある。結果を出すまでの時間が短ければ、改善の時間を生み出すことが可能であるし、問題点を発見した場合でも修正が比較的容易となる。そして、それを劇的に達成するためには、個人の工夫の必要性もさることながら、やはり効率的なツールの利用が欠かせない。筆者らの感覚でも、昨今では様々なツールがよりユーザーフレンドリーな形で存在感を増してきている。本稿では、このような状況がもたらした成果を示しており、まだ発展途上だが目標達成に向け大きなポテンシャルを持った利用例の 1 つだと考えているので、是非ご一読いただきたい。

2. 技術開発センターにおける NAPA 利用

2. 1 タイプシップ開発概要

技術開発センターでは、初期開発船という位置付けであるタイプシップ開発を行う。有効的な風力利用などの GHG 削減に向けた新技術に対する研究開発を進めると同時に、既存船の地道な改善を重ねることで、燃費向上とコスト削減の非常に高い目標を達成しなくてはならない。また、1 隻に許される検討期間は、通常設計と比較すれば必ずしも余裕があるとは言えない。限られた期間内で成果を出すためには、例えば確定情報としての縦強度データを計画担当が提供しなければ船殻担当が強度計算に着手できないといった設計工程に関する常識を打ち破らなくてはならない。

計画、船型、機装、機装、船殻の各設計要素は、相互影響があるため、変数を固定しながら解に迫っていく作業が求められるが、それには経験と度胸も必要で、決断の影響が大きい場合にはなかなか難しい。結果に満足できない場合も当然発生するため、その際には入力値として決めた値を修正して再検討することになる。修正する項目が上流

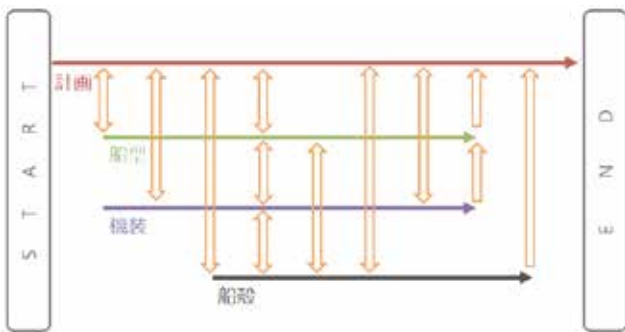
で決まっていればいるほど、作業のやり直しに対する影響が大きいのは想像に難くないであろう。タイプシップにおいては、例えば作業期間中盤でも積極的に船型変更を行う。

技術開発センターのこれらの検討において、作業がどのように流れるかセンター設立時に想定していた概念を示したのが第1図にある作業ループ図である。



第1図 想定していた作業ループの概念

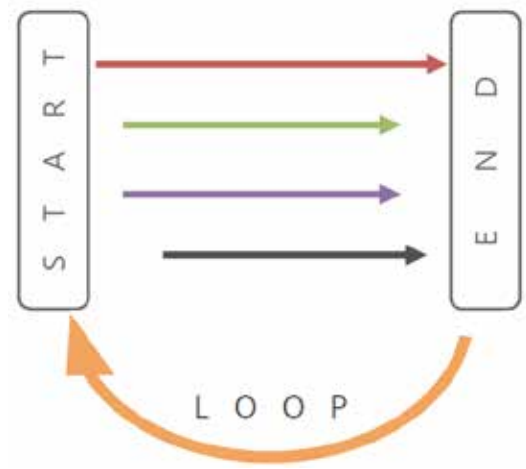
少しネガティブな言い回しで状況を説明したが、悪い事ばかりではない。タイプシップ担当者は、基本的に一人ずつが計画（機装）、船型、機装、船殻各要素を担当しており、同一目標に対して各人が比較的自由的な発想を持って検討を行うことができる。また、トータルの設計期間が短いことが各担当者の検討時期を否応なくラップさせ、第2図に示す様にほぼ同時並行作業をすることになった。オレンジ色の矢印は情報の伝達を表している。



第2図 同時並行作業の様子

そのことによって、各設計要素が相互影響することを改めて実感することができる。また、自分の担当する設計要素の成果を向上させるために他の設計要素を変更することは、通常であれば前工程の修正は後戻りになるため依頼し辛い。他の設計要素検討が途中であることから、内容を変更してもらうことが容易となった。つまり、後戻り作業という概念が無くなり、同時並行作業イコール最適化作業

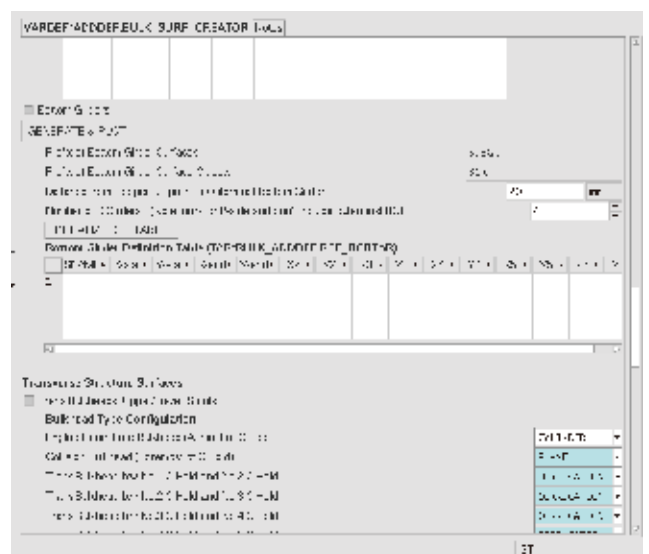
という認識に至った。よって、技術開発センターの実際の作業ループを示すと第1図とは異なり第3図のようになるものと理解することとなった。



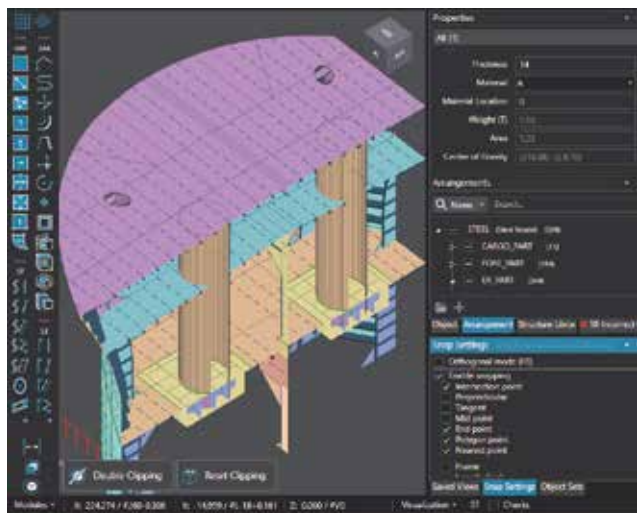
第3図 実際の作業ループの概念

2. 2 各担当業務説明とNAPA利用状況

今後の説明の理解を助ける目的で、技術開発センターの各担当の作業内容をNAPA利用状況も含めて簡単に紹介する。なお、NAPAというのは本社をフィンランドに持ち、船舶の設計と運航をサポートするシステムを提供する会社名であり、そのシステム自体の名称でもある。また、システム自体が以前から提供されていたNAPA（第4図）と、インターフェースが大幅に刷新され、より使用感が改善されたNAPA Designer（第5図）の両方が共存している状況であった。対比として、以前からあるシステムはNAPA CLASSICや従来のNAPAなどと呼ばれている。



第4図 従来のNAPAのユーザーインターフェース



第5図 NAPA Designer のユーザーインターフェース

担当者全体：各担当同士の協議を重ねながら、担当船のコンセプトを決定する。各担当に直接的に影響する項目の中で大きいものは、主機出力、排水量、Deadweight、Lightweight、主機型式などがある。

計画担当：全体を統括するまとめ役で、各担当から出てくる要素を織り交ぜて1つの船に仕上げる。アウトプットは主要目など基本的なスペックを記載した仕様書（Pre.P.P.）とラフなGeneral Arrangementである。作業としては、NAPAを用いて、区画検討、積み付け検討、縦強度検討などを行う。技術開発センターの設立当時より以前にNAPAをメインで使用してきたのが、この計画担当である。

船型担当：船型形状を決める造船所の花形であり、主機出力決定をメインで担う重要担当である。最適船型という解に対しては、CFD計算等を駆使した形状自体の工夫が求められるが、排水量が結果に影響を与える大きな変数の1つでもある。なお、船型形状はNAPAで作成しフェアリング等も行っている。3DデータをNAPAから出力後、他のソフトでCFD計算を実施している。

機装担当：コンセプト決定時には、どの主機を選択するかが燃費やコストに大きく影響するため、注意深い検討と英断が必要である。実作業に入った後は、機関室の配置検討がメインとなる。燃費向上のため船型形状を細くすることも多々あるため、その実現に対しては、船殻構造も含めた機関室配置検討が重要となる。技術開発センター設立前は、機装担当によるNAPA利用実績は無かった。

船殻担当：主となる作業は重量推定や重量削減検討である。アウトプットとして、削減された船殻重量やコストを算出することになるが、船殻重量が削減されれば

Deadweight 増加もしくは排水量削減など初期値の変更にも繋がるため、スピード感を持った検討や期間初期での精度の良い推定も求められる。既述の機装の配置検討や船首尾部の最適な船型形状実現に向けた構造配置検討も重要である。技術開発センター設立以前のNAPA利用は、FEモデル作成など限定的であった。

2. 3 乗り越えるべき課題

第2図、第3図を用いて、最適化作業とループの概念を示したが、乗り越えなくてはならない課題がいくつか存在する。1つ目は作業スピードである。現実的に定められた期間の中で2周目のループを回すことは、現時点では成功していない。1周するだけでも最適化作業自体には取り組んでいることになるため、2周目は第2世代と考えることが妥当かもしれないが、同世代の中で複数回ループする方が成果は良くなる。よって、運用上のループ実施の時期は今後の課題にするとともに、複数回ループさせることを目指して、作業スピードを現状より上げることが必須となる。

2つ目の課題は情報伝達の難しさである。通常設計でも他課との情報伝達は、正確さとスムーズさの両立が難しく、設計ミスに繋がることも残念ながら起きてしまう。同時並行作業であればなおさらで、タイミングよく、漏れの無い情報を伝えなくてはならない。それが上手くいかないと、それぞれの作業が終わった時点で、異なる区画配置で構造設計が完了してしまうなど、取り返しのつかない状況になることも考えられる。各担当の人数が少ない点は、情報伝達のスムーズさの確保には寄与するが、それでも難しいことには変わりがない。仮に、正確さを求めすぎて、情報をPDF化して共有フォルダに保存するといった方法を採用してしまえば、少人数によるフットワークの軽さを犠牲にしてしまうし、口頭だけで伝えるのは忘れてしまうなどのリスクも大きい。正確で手間がかからない方法が必要になる。

3. 1つのモデルを用いた同時並行検討の構築

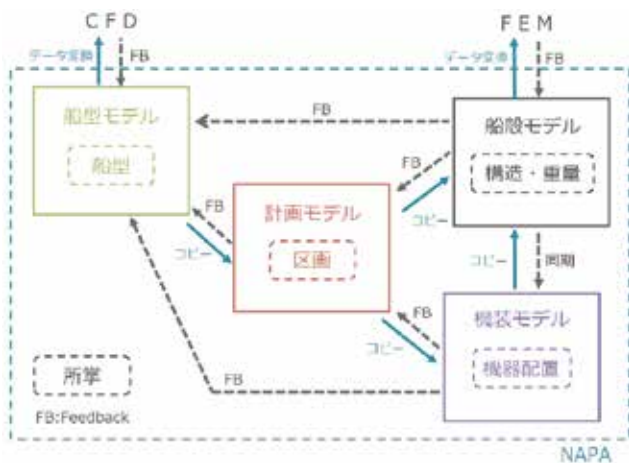
3. 1 同一プラットフォームでの検討と1つのモデル

計画・船型担当以外のNAPA利用率はあまり高くなかった訳であるが、既述の通りNAPA Designerがユーザーにとって使い勝手が非常に良いこともあり、技術開発センターではどこまで使えるかは未知のまま、機装担当は機器配置及び配管の3D検討を目的に、船殻担当は重量推定を目的にNAPA利用を開始した。その結果、各担当でのNAPA利用は目的も達成し、少しずつ拡大している。各担当の作業が、

NAPA を中心としたものに移行しつつある。この状況はそれぞれの利便性を追求した結果ではあるが、ここで筆者らは、異なる設計要素にも関わらず同じプラットフォーム上で検討を実施している状況であることに気付く。本稿ではこの先、異なる設計要素の複数の担当者が1つのモデルを用いて検討を進めて行くことの説明と、それによるメリットを示していくが、そのようなアイデアに至ったきっかけとして、同じソフトを利用することになったという状況がある。

3. 2 1つのモデルの定義

1つのモデルとはどういうことかを説明する。1つのモデルとは実際には1つのモデルではなく、第6図に示す様にNAPAの利便性の良さと運用上の工夫によって、あたかも1つのモデルを各担当が作っているかのように捉えることができる状態を言う。



第6図 1つのモデルの概念

第6図の詳細な説明をする。前提として、図中の船型・計画・機装・船殻モデルとは、各担当が作業しているそれぞれ異なる名前の付いたNAPAプロジェクトファイルを指し、取り扱う情報はそれぞれ船型、区画、機器配置、構造・重量と別々である。また、船型モデルは船型情報のみ、計画モデルは船型と区画情報、機装と船殻モデルは船型と区画、機器の配置情報、構造情報というように、少しずつ情報が増えている。加えて、例えば区画については計画モデルにおいて計画担当のみが変更するというように、各設計要素の変更はその担当者のみが実施するという運用上の約束をしておく（技術的には、例えば船殻モデル内でも区画変更は可能）。図中の水色の点線内がNAPAモデルの範囲としており、水色の矢印がNAPAの機能を用いた作業を、黒色

の破線矢印はNAPAの機能以外を用いた作業を示す。

それでは、計画モデルと船殻モデルの関係を例として、1つのモデルとは何かを説明する。船殻モデルは、最初に作成するときは計画モデルを「名前を付けて保存」して船殻モデルとし、構造部材を付け足していく。船殻モデルが変更されていく間に、計画モデルの区画情報も更新されていく。ある程度まとまった区画更新がなされた場合には、NAPA機能を用いて、計画モデルをまるごと船殻モデルへコピーする。ここでの技術的なポイントは、引継ぐべき区画情報の名前は、始めに「名前を付けて保存」した時と変えないことである。名前を同じにしたままであれば、区画形状は計画担当の作業の結果、変更には制限は掛けない。そうしておけばコピーによって区画情報が差し換わった際に、その名前を基に作成していた構造が自動追従する。この同一の名前を使用するという点は、他のモデルの他の情報の追従に対しても必須条件である。逆に、船殻担当発信で区画を変更して欲しい場合には、口頭やメールなどNAPA機能以外の方法で依頼して、計画モデルを変更してもらう（図中ではFB:Feedbackと表している）。この運用上のやり取りを、他のモデル同士でも実行していくことが1つのモデルを実現することになる。

ただ、以上の説明では、あまり詳細を示していないこともあり、なぜそれが1つのモデルとなるのか理解が難しいかもしれない。よって、別の視点で説明を試みる。仮に本当に1つのモデルであったときに得られるメリットは、ある担当の変更は他の担当から見れば自分のモデルの変更そのものであるため、情報伝達の漏れがない上に、時間的ギャップが無いことであろう。では、第6図の運用ではどうか。ここでも、名前を変えない約束を守り、コピーの手間を惜しまなければ、情報はまるごとコピーされるし、自動追従により時間の差も生じない。よって、両方が得られるメリットは完全に同じであり、その点で両方は同義と考えられる。よって、既述の課題である情報伝達の難しさに悩む必要はなくなる。伝達漏れなどのミス自体の存在がなくなる。多少の手間と約束事の存在を容認さえすれば、1つのモデルから得られるリターンは大きい。

なお、NAPAというソフト自体のポテンシャルということ言えば、本当に1つのプロジェクトファイルに対して複数人で同時に変更作業を行うことも可能である。しかし、変更が実施されるタイミングによっては不都合が生じるなどの懸念があるため、ここではその方法は採用していない。

3. 3 自動追従モデリング

他モデルをまるごとコピーした際に、自動追従することが1つのモデル化を実現させるための前提技術である。そのための工夫は様々あり、全てを記載することは紙面の都合上できないので、代表的な箇所を用いて概念を示す。第7図に計画モデルと船殻モデルの関係において、既に両モデルが作成された後に、計画モデルの中で区画を変更した際、どのように船殻モデルの中で船殻部材が自動追従するかを示す。図の上半分は追従の設定をしていないモデルの場合で、下半分が追従設定のモデルを示す。左側が計画モデルで右側が船殻モデルである。六面体が区画で、斜線を引いた面が区画の天井を形成する船殻構造とする。水色の面は、参照面（RS:Reference Surface）というモデル上の部材である。ここで自動追従が無いモデルでは、区画の天井高さを5mから3mに変更した場合、船殻担当者が計画モデルをまるごとコピーすると船殻モデルにおいて区画の形状は変更される。しかし、天井である船殻部材は、区画天井面から離れてしまう。次に、自動追従モデルにおいては、計画担当が参照面の高さを変えたと区画の形状が変更され、船殻担当が計画モデルをまるごとコピーすると、船殻モデルにおいて、区画だけでなく天井高さも自動で変更される。つまり、ここでの自動追従における重要なポイントは、区画と船殻部材の両方を同一の参照面上に作成することである。また、モデル中において参照面のIDは名称であるので、

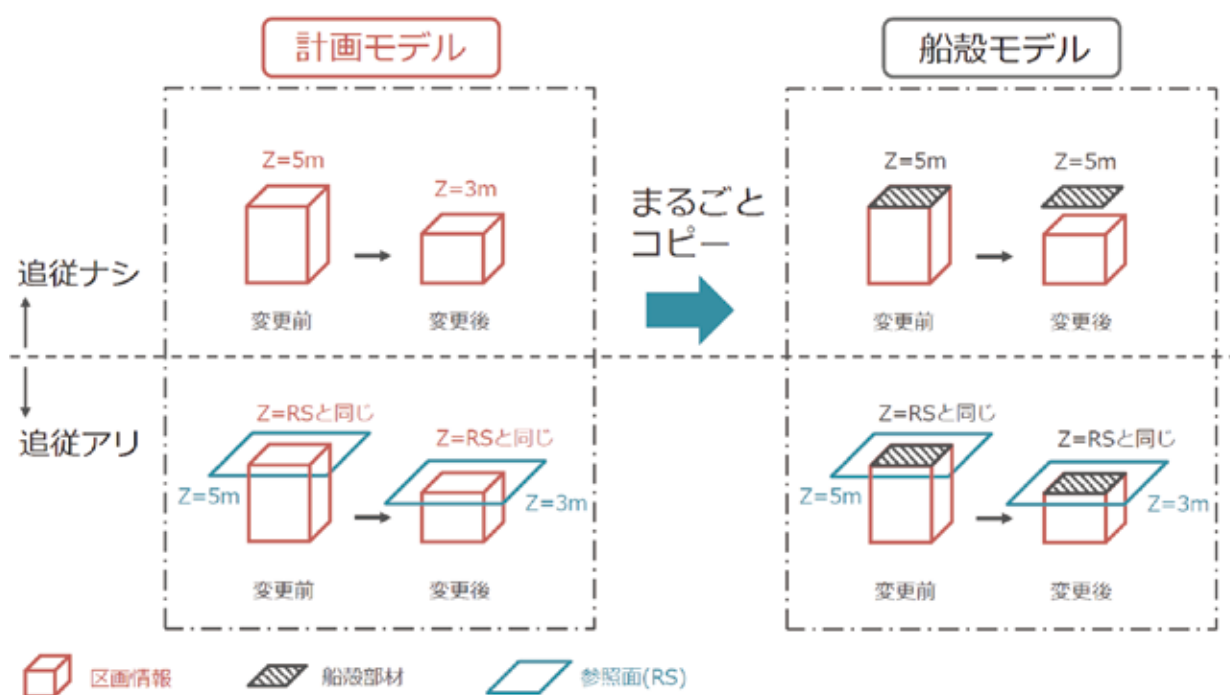
一度作成した参照面名称を変えないことが肝要である。

なお、前節でFeedbackは口頭でも良いとした。もちろんその重要度によって、残すべき時はメール等の利用を選択すべきと考える。しかし、重要度が低い場合は相手が反映することさえ見届けることができれば、依頼したことは記録しておかなくても良い。なぜならば、相手のモデルに反映されたということは、自分のモデルを自分で修正したということと同じと考えられるからだ。

3. 4 1つのモデルの効果

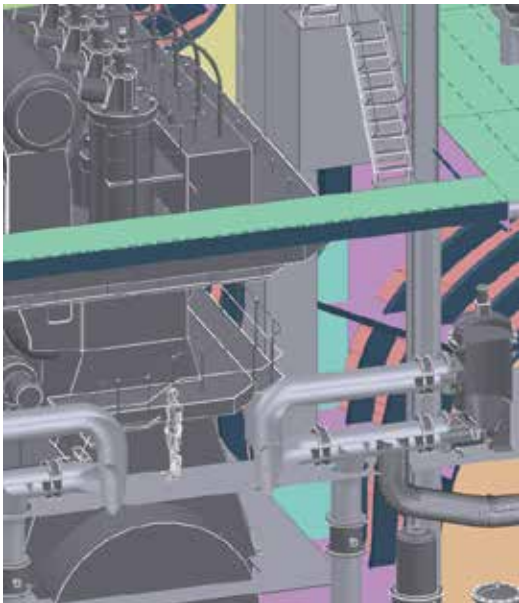
1つのモデルによるメリットをまとめる。ただし、ここでは3D設計そのものについての効果は対象外とし、複数の設計要素の担当者が1つのモデルを用いて作業を進めることによって生じるメリットに焦点を当てる。

- ① 本稿の2.3項で述べた2つの懸念点が解消される。まず始めに、作業スピードが上がることが挙げられる。正確に言えば、自動追従が可能なることによって、他設計要素の変更による余分な後戻り作業がほとんど生じない。もちろん、追加検討自体は生じるが、それは仮に設計期間の初期に他設計要素の変更が生じてても必要な検討であるので、後戻りでは無い。次に、情報伝達のミスが無くなることであり、詳細は既述した。以上により、第3図に示すループを回せる可能性が高まったと言える。



第7図 自動追従の概念説明

- ② 第6図に示す船殻モデルもしくは機装モデルは、同期のタイミングにもよるが、全ての設計要素を含んだモデルとなり得る。そのモデルは、各担当が各自の作業に用いるモデルでもあるが、全ての設計要素を画面上で同時に確認することができる。一例として、同期直後の機装/船殻モデルの一部を第8図に示す。ここには、主機と近接する船殻構造部材を視認することが可能なため、両方が干渉していないか、どの程度近接を許すことができるかなど、両設計要素を睨んだ検討が可能になる（写真1）。また、例えば2D図面だけでは実構造の想像が難しい新入社員や社外への説明時などにも利用できる可能性もある。



第8図 機装/船殻モデルの一部



写真1 複数名による干渉確認の一例

4. 将来の展望、懸念点

設計上の懸念点を解決することを目指して1つのモデルでの運用を実施してきたが、他にさらなる活用が可能であると予想される。また逆に、新たな懸念点も生じているため、併せて示す。

まず、将来の展望について。設計作業が進み、現場で船が建造されて初めて完成品ができるという通常の状態と違い、本稿の手法は、設計初期の段階で3D世界の中に（完成度は低くても）最終形が見えている状況と見なすことができる。一般に建造後に不具合や改善点などが発見されることがあるが、それではもう間に合わない。しかし、開発船の初期に最終形が見える訳であるから、気がきがもたらす良い影響は大きいと予想される。当社での活用例はまだないが、モデルを見ながら設計と現場で協議し、意見を設計に反映するなど、期待を持って進めたい。もう1つの展望として、本稿ではある1つの船種について、複数の設計要素担当が1つのモデルを用いることについて述べた。しかし、もう少し視野を広げてみると、完成したモデルに他の船種の船型形状を適用できる可能性もあると言える。その場合には、使用目的によっては、大きな時間短縮の可能性を秘めている。こちらも是非実現させたい。

次に、懸念点として新たな情報伝達ミスの形が考えられる。本稿では、相手に伝えたい情報であれば、1つのモデルによってスムーズかつ漏れなく伝えられることを示した。しかし逆に、各担当のモデル中に、検討中の情報など他担当へ伝えるべきではないものが含まれる場合でも、その認識が甘い場合には、気付かないうちに伝わってしまうことが考えられる。よって、今後運用していく中で、この懸念点は対策を検討することが必要となる。

5. 結言

技術開発センターでのタイプシップ作業において、作業フローのあるべき姿や各担当者の関係の理想像を、NAPAのポテンシャルに助けられながら構築した結果としての1つのモデルについて概念を述べた。まだ検討・実施中であるため、この運用を用いた成果を出すには至っていないが、今後も前向きに進めたい。

また、本稿は技術開発センターの作業に特化して記載しているが、全ては適用できないにせよ多少は他部署の設計工程にヒントになる点もあると期待している。紙面の関係上、追従モデルの作成方法など詳細までは記載できていないので、必要な場合には筆者らへ問い合わせいただければ幸いである。

謝辞

常に迅速で適切なアドバイスを頂きました NAPA Japan 株式会社様に、この場を借りて深く御礼申し上げます。