

開発期間がますます短縮されるなかで、高品質でコスト競争力の高い製品を開発するには、従来にまして“物造り前の検証”を徹底することが急務である。当社では、全社的に推進している設計業務革新運動(REP 運動)の一環として開発プロセスの変革を図り、上流ローディング、コンカレント(協調)開発、ソフトウェア実機レス開発などの諸施策を展開し、“物造り前検証”の徹底によりこれまでに大きな成果を収めた。

In order to develop a product having cost competence and high quality with a shorter time to market, it is imperative to fully verify the design before manufacture. We have been promoting an REP (Reengineering of Engineering Process) campaign to realize innovations in the product development process. We have accomplished good results including front loading, concurrent engineering, and software development before manufacture.

1 まえがき

新製品の開発期間がますます短くなってきているなかで、高品質で、コスト競争力のある製品を開発するには、問題をそのつど解決していくモグラたたきのパラダイムから脱却する必要がある。省力機器の開発において、開発期間短縮によるタイムリーな市場投入と、高い品質を実現するには、問題を発生させている開発プロセスそのものを革新し、一網打尽に元を断つよう変革することが大変重要である。

2 基本方針

開発プロセスの変革は種々の段階で必要であるが、開発期間短縮および品質向上を実現するうえで大きな影響を及ぼす“設計段階での品質の作り込み”に主眼を置いたプロセス革新こそが特に有効である。

ここで述べる省力機器の開発プロセス革新では、上流段階での“物造り前検証”を徹底することにした。

さらに、省力機器製品は技術的にはメカニズム(以下、メカと略記)／エレクトロニクス／ソフトウェアが複雑に絡み合った融合システムであり、これら相互の関係も考慮した開発プロセスの最適化を図ることが重要である。

開発プロセスの革新に向けて、次のような三つの大方針を設定した。

- (1) 上流ローディングの実現
- (2) コンカレント エンジニアリング(CE)の実現
- (3) ソフトウェア実機レス開発の実現

なお、革新プロセスおよびその主要施策を図1に示す。

3 上流ローディングの実現

“物造り前の検証”を実現する施策として、オーソドックスな方法論を展開した。すなわち、上流段階でのCAE(Computer Aided Engineering)の活用であり、デザインレビュー(DR)の効果的な運用である。上流段階で、「やるべきことをきちんとやる」ことが、結局は品質の作り込みが一番の早道と考えたからである。

上流ローディングの中核に据え、大きな成果につながったデジタルDRのしくみと効果について述べる。

デジタルDRの三本柱は、次のとおりである。

- (1) 3D(三次元)モデル活用による設計DRの深耕
- (2) シミュレーションによる品質の作り込み
- (3) 出図前での製造性／保守性の確認

デジタルDRの目的は、質の高いDRをいかに実現するかにある。それにはだれもが共通的に理解しうる情報が必要であり、それが三次元CADの3Dモデルである。さらに、DRのメンバーがそれぞれの分野で培った経験豊かなスキル(技能、見識)を生かし、責任ある立場で自由にかつ活発に意見を出し合える雰囲気が肝要と考え、“全員設計”という考えかたを基本とした。また、DRを必要ときに迅速に行える環境の整備が重要で、70インチディスプレイ装置や高精細プロジェクタを駆使した“いつでもどこでも24時間デジタルDR環境”(図2)を構築した。

3.1 3Dモデル活用による設計DRの深耕

3Dモデルを快適に扱えるビューワなどの活用により種々異なった視点で深い検証ができた。また、管理者が自分の机上にあるDR装置(パソコン(PC))から常時モデルのチェックをできるようにしたことで、タイムリーに、き

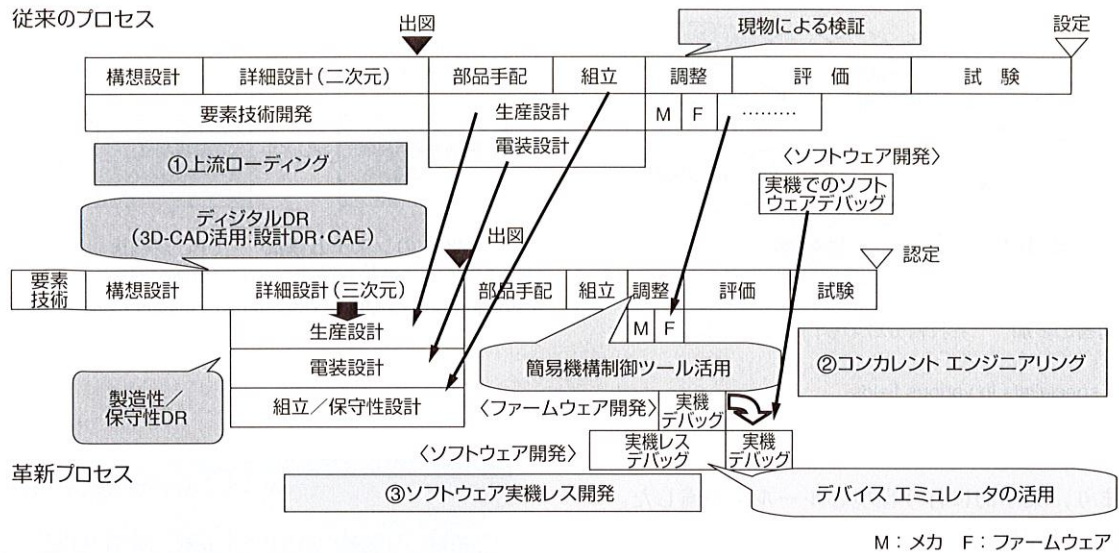


図1. 革新プロセスおよび主要施策 上流段階での“物造り前検証”を徹底することとした。
New engineering process and strategic issues

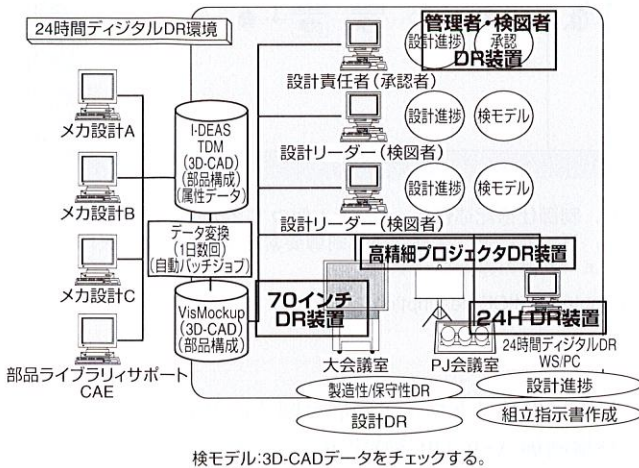


図2. “いつでもどこでも24時間デジタルDR環境”の構築
時間や場所にとらわれず、必要なときに、自由にDRができる環境を整備した。
Design review system using 3D models

め細かいDRが実施できた。
3.2 シミュレーションによる品質の作り込み
3D-CADの設計データを直接CAEのモデリングに活用し、構造解析、機構解析、熱流動解析、媒体の挙動解析などを、開発の上流段階のプロセスにきちんと織り込んだ。その結果、設計DRのなかで検証の徹底が図れ、品質の作り込みが実現できた。

図3に、筐体設計に適用し試作を大幅に削減した事例を示す。なお、3D-CADや解析ツールは将来を見据え、世界的に使われている市販ツールを採用し、当社向専用仕様となるカスタマイズは最低限に抑えた。

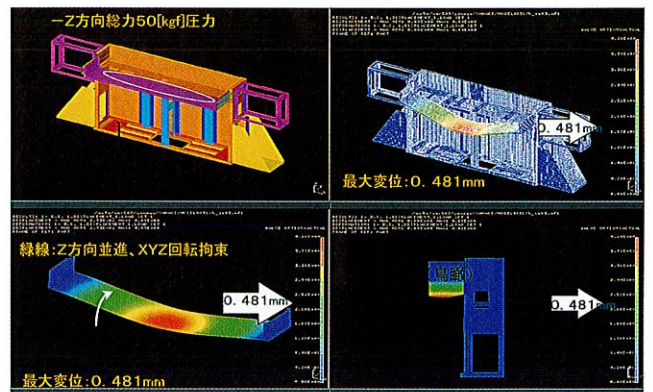


図3. 解析事例 構造解析の結果を基に試作したことで、後戻り作業を大幅に減らし、試作工数を削減した。
Examples of analysis

3.3 出図前での製造性/保守性の作り込み

省力機器開発では、製造のしやすさ、現地での保守の容易さが強く求められている。

従来の二次元設計では、メカの複雑さもあって設計以外の部門で理解するのが難しく、設計段階での製造性/保守性の検討が十分できなかった。つまり、詳細な検討は試作機を前にして、行わざるを得なかった。

そのため、ここではだれもが理解しやすい3Dモデルによる製造性/保守性に焦点を当てたDRを設計の上流段階で実施し、製造性/保守性の向上に多大な効果を上げることができた。あわせて不注意などによる後戻り作業も大幅に削減できた。

全員参加の原則に則したDRの実施に関しては、図4に示すように、設計、製造、保守など関係分野の専門技術者

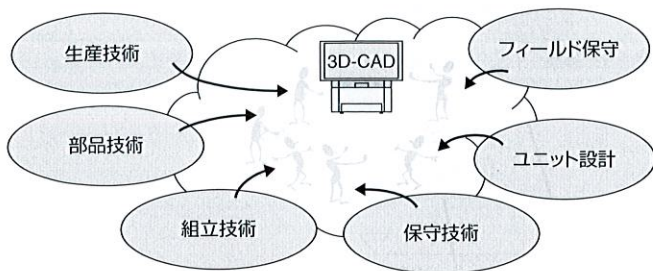


図4. 専門技術者の参加 各技術分野の専門家が一堂に会し“全員設計”を行う。

Participation of specialists in various fields

が一堂に集まり、集中的に行う環境とルールを整備した。

以下に、DR5原則を示す。

- (1) 全員で設計する意識をもつ。
- (2) 全員がコメントを出し、解決策を提案する。
- (3) 全員で結論を出す。
- (4) メンバーは部門の代表者として責任をもつ。
- (5) メンバーは、課題の調査、検討を引き受ける。

以上，“物造り前の検証”を徹底して実施した結果，出図以降の後工程の後戻り作業が大幅に削減できた。

4 コンカレントエンジニアリング(CE)の実現

メカの調整工程では、従来は製品用の制御プログラム(ファームウェア)を利用してメカの動作を確認してきた。しかし、この方法ではメカとファームウェアの進捗(ちよく)が相互に影響しあい、関連部分の開発が済むまで調整に入れないことが多かった。そこで、簡易機構制御ツールMICE(Mechanism Instant Control Emulator)を開発し、ファームウェアを使わなくてもメカの動作を確認できるようにした。

これによりファームウェアができ上がっていない段階でメカ調整の完成度を上げることができるとともに、ファームウェアのデバッグも十分調整されたメカを使ってできることになり、大幅な開発効率向上を図ることができた。なお、MICEはメカが所定の動きをしているか、媒体(主として紙葉類)が正常に搬送されているかなど、メカの基本動作を確認するものである。

MICEのシステム構成を図5に示す。MICEはメカ設計者が使うため、WindowsNT[®](注1)上のGUI(Graphical User Interface)を利用してプログラム経験がまったくなくても、容易に仕様を記述できるようにした。

制御仕様記述例を図6に示す。これは、アクチュエータの動作シーケンスを画面上的ブロックの配列で記述し、アクチュエータ間の関係を矢印でビジュアルに表現することにしたものである。



図5. MICEのシステム構成 CPU側機構制御ASICをPCに搭載し、PCから直接製品ユニットの機構を制御する。

Configuration of MICE (Mechanism Instant Control Emulator) system

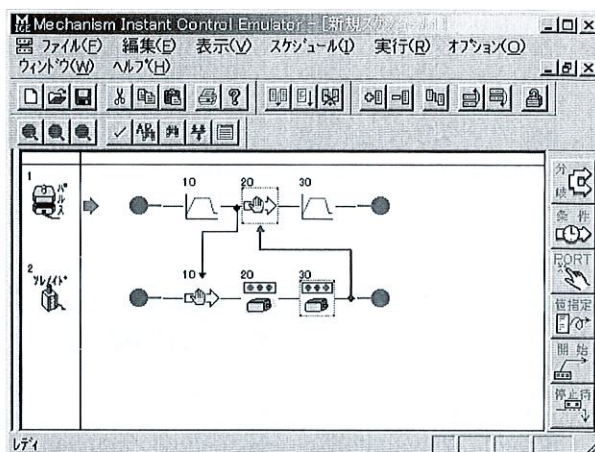


図6. 制御仕様記述例 1行で1個のアクチュエータの動作を記述し、縦1列にモータ動作など制御要素を示す。また、矢印はアクチュエータ間の関係を示す。

Example of MICE description

MICEのソフトウェア階層を図7に示す。

機構制御ASIC(用途特定IC)ハードウェアのインタフェースはWindowsNT[®]カーネルモードドライバ(以下、ドライバと略記)が行い、アプリケーションはメカ設計者が記述した機構制御手順データをドライバに渡して実行させる。

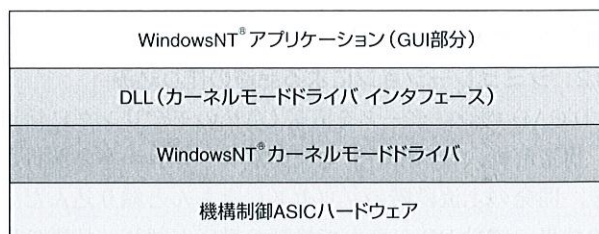


図7. MICEのソフトウェア階層 機構動作を記述するGUI部分と機構制御するドライバ、それらを結合するDLL(Dynamic Link Library)で構成されている。

MICE software hierarchy

(注1) WindowsNTは、Microsoft社の商標。

5 ソフトウェア実機レス開発の実現

省力機器はマイクロプロセッサ組込み型で、そのソフトウェアの開発は、コーディング工程まではハードウェア開発と並行に進められても、ハードウェアの進捗がボトルネックとなり、ソフトウェア試験工程が滞ることが多い。そこで、デバイスやユニットの動作をソフトウェアで模擬する“デバイスエミュレータ”を開発し、「実機がなくても組込みソフトウェアを開発できる」実機レス開発環境を実現し、ソフトウェア開発の効率化と品質の向上を図った。

開発にあたっては、他への普及促進を考慮したソフトウェア標準部品の整備や各種 Windows^{®(注2)} アプリケーションを活用し、テストレポート出力機能・実行トレース分析機能・テストシナリオ再生機能など容易に開発環境を強化できることなどを旨とした。

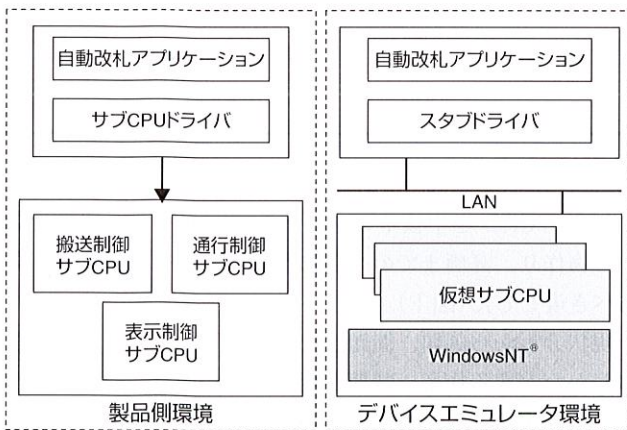


図8. ソフトウェア実機レス開発環境 駅務機器開発への適用事例を示す。

Software development environment without product hardware

(注2) Windows は、Microsoft 社の商標。

図8はある駅務機器の開発例である。サブCPUのふるまいを論理的に模擬する“仮想サブCPU”ソフトウェアをWindowsNT[®]搭載のPC上で実現した。テスト対象の駅務機器のアプリケーションソフトウェアを走らせるPCとはLANで接続し、ソフトウェアの論理的検証を実現した。

6 あとがき

省力機器を構成する技術は、メカトロニクス技術とシステムおよびソフトウェア技術であり、これらの開発をいかに変革し、競争力あるものにするかが省力機器開発の課題であった。

そこで、3D-CADを中核に据えて“物造り前の検証”を徹底してきた結果、試作段階での後戻り作業を大幅に削減でき、開発期間短縮が実現できた。

また、コンカレント開発およびソフトウェアの実機レス開発は、メカ/エレクトロニクス/ソフトウェア相互の開発プロセス最適化を可能にし、これらの課題を解決した。

上流で「やるべきことをきちんとやること」がいかに重要であるかが再認識できたことは重要である。設計部門に、開発プロセス革新に対する意識改革が進みつつあり、よりよい製品をお客様に提供し続けていきたい。



村岡 義弘 MURAOKA Yoshihiro

情報・社会システム社 柳町情報・社会システム工場参事。技術企画全般に従事。また、全社業務革新活動(REP)の事業部活動に従事。日本機械学会会員
Yanagicho Operations-Information and Industrial Systems & Services



和田 一信 WADA Kazunobu

情報・社会システム社 柳町事業所 生産・施設管理部主幹。省力機器の生産設計に従事。日本機械学会会員。
Yanagicho Complex