

執筆者 Profile

赤井 貴裕

1989 年 マツダ株式会社入社  
1990 年 実験システム開発に従事  
1992 年 実験システム企画・開発を担当  
1996 年 パワートレイン開発情報管理システム企画・開発  
を担当  
1998 年 振動騒音領域のシステム企画を担当  
現在, 第 1 情報システム部主務

論文要旨

近年, クライアント/サーバ型システムの普及が急激なためパワートレインの開発情報をマスタ管理していたメインフレームでは対応できず, 新たなクライアント/サーバ型システムへ移行した。

サーバ乱立による開発情報の散在で, 開発者は他の組織にある情報を得るのに多大な工数を要していた。このため, 組織間で相互に情報を活用できるシステム基盤を構築する必要があった。構築に際し, データベーステーブル構成の 2 重化やプログラムサイズの最小化に工夫を凝らし, システム開発を行った。さらに, EWS 上にある性能予測システムや Excel などの市販アプリケーションとシームレスに連携できるような工夫を行った。その結果, 各組織間でサーバや電子メールを活用した情報共有が容易に実施でき, 業務効率向上に大いに貢献できるシステムが構築できた。

本論文では, パワートレイン開発における性能情報管理システムの構築事例を紹介する。

## 論文目次

1. はじめに	3
2. システム再構築の経緯	3
2.1 既存システム構築の経緯	
2.2 システム再構築の背景	
2.3 新システム構築のねらい	
2.4 新システム構築の要件	
3. システム化概要	4
3.1 ハードウェア構成	5
3.2 ソフトウェア構成	7
3.3 システム機能	8
3.4 システム開発上の工夫点	8
4. 効果	9
5. 今後の課題と展開	10
6. むすび	10

## 図表一覧

図 1 DASH システムハードウェア構成	6
図 2 DASH システムソフトウェア構成	6
図 3 DASH システム概略フロー	7

## 1. はじめに

マツダ株式会社は、自動車をグローバルに製造、供給している企業であり、お客様に喜ばれる商品・サービスを提供することを品質目標として取り組んでいる会社である。弊社では、顧客ニーズにマッチした車をタイムリーに提供するために、マツダデジタルイノベーション(MDI)と称し、新車の企画から生産までの全プロセスと業務を見直し、開発期間の短縮、開発投資の削減、品質の革新に取り組んでいる。本論文では、開発期間の短縮支援を第1目標としたパワートレイン性能情報管理システムの再構築事例を取りあげる。

従来のパワートレイン性能情報管理システムは、富士通社製メインフレーム M760 と関係部門に専用端末 G150 を配置した構成で、メインフレーム内に設計諸元や実験結果を蓄積し、統計処理によって蓄積された情報から新たな性能を予測する式を導きだし、技術者のノウハウを実験式として管理してきた。しかし、メインフレームの演算能力不足の問題や、ディスクスペース不足といった問題に加え、個々人に普及した PC と容易にデータ通信できないといった問題が加わり、システム改善が強く要望されていた。この要望に対してメインフレームのハード・ソフトの制約やメインフレーム技術者の人員不足や運用コストの問題から既存資源の増強ではもはや対応できない状況であった。そこで、その解決策として、EWS サーバ、PC サーバ、PC クライアントによるクライアントサーバシステムとして一新する方向で 1996 年より検討を開始し、1998 年に新システムへ移行した。

本論文では、性能情報データ管理、統計解析、予測演算、グラフ表示、報告書作成といった機能を提供するパワートレイン性能情報管理システムの開発事例を紹介する。

## 2. システム再構築の経緯

### 2.1 既存システム構築の経緯

パワートレイン系の性能情報を管理しているシステムを弊社では DASH (Data Analysis and Standardization for Headquarters) システムと呼んでいる。DASH システムは、開発で評価すべき膨大な設計情報と実験結果を蓄積し、蓄積された情報から性能予測値を推定する実験式を導きだし、蓄積された情報からエンジン性能を予測できるシステムとして運用を開始した。その後、エンジンからミッションへと対象領域を拡大し、燃費、排ガス、走行性能、エンジン制御用 ROM 情報などを蓄積し、これらの情報からプログラムによって性能値を高精度に予測できるようにシステムを育成してきた。この育成課程において、メインフレームの演算能力の限界から大規模な予測演算プログラムはメインフレームの蓄積データと連携して EWS で処理する仕組みへと拡張してきた。

### 2.2 システム再構築の背景

DASH システムは、パワートレインの性能情報を一元的に管理、有効活用する基幹システムであった。近年、PC や EWS のコンピュータ技術の進展により、クライアントサーバ型システムが普及している。DASH システムと連携しているシステムも個々にクライアントサーバ型システムで更新し、それぞれの業務効率を向上させてきた。しかし、クライアントサーバシステムの乱立により、個々のシステムで生み出された性能情報が個々のサーバ内に散在し、他の組織または他のシステムから容易に情報を得ることは困難な状況となってきた。

弊社では、開発期間の短縮という全社をあげた取り組みを実施している。この取り組みには、組織間で相互に開発情報を効率的に活用できる仕組みが重要である。それ故、これまでの業務及び関連するシステムを再整備し、クライアントサーバシステムの乱立を防止するためにも、開発情報を管理する PDM(Product Data Management system)として DASH システムを再構築することとした。

### 2.3 新システム構築の狙い

開発期間の短縮を支援するシステムとして、以下の狙いで DASH システムを再構築する。

- (1) パワートレイン性能情報の一元化  
クライアントサーバシステムの乱立を防止するためにもマスタ管理すべき情報を再定義し、効果的なデータベースシステムを再構築する。
- (2) PC と異機種システム間とのシームレスな連携  
他のシステムや市販パッケージとの連携能力を高め、利用者にはコンピュータ間やプログラム間の連携を意識させないシームレスなシステムを構築する。
- (3) システム運用経費の低減と迅速なるシステム展開の実現  
メインフレームをライトサイジングし、既存 PC 資源を有効活用しながらシステムを低コストで迅速に利用部門へ展開する。

### 2.4 新システム構築の要件

パワートレイン開発において数多くのシステムが DASH システムと関連している。また、利用者もパワートレインの商品企画部門から設計、実験と広範囲に渡り、クライアント数も 100 台を越えるシステムである。そこで、システムを再構築する要件として、

- (1) システムダウンによる停止期間を最小化する。
- (2) 高速なデータベースシステムにより業務効率を向上する。
- (3) 教育期間、導入作業期間を最小化する。
- (4) PC だけでなく EWS を含めた異機種システムを連携する。
- (5) 印刷可能な OUTPUT は、標準ソフトである Excel など Office ツールに連携可能とする

を考慮し、システム再構築を実施した。

## 3. システム化概要

### 3.1 ハードウェア構成

DASH システムのハードウェア構成を図 1 に示す。

#### (1) クライアント構成

クライアントには、WindowsNT4.0 または Windows95 をベースとする PC を採用する。これにより、既存資源活用による迅速な展開と導入コストの削減を図る。また、性能予測プログラムのクライアントはメインフレームから EWS へ大部分を移植し、Xウィンドウの環境が動作する端末であれば実行できる環境となっていた。しかし、利用端末の拡大や同等機能の二重開発を防止するためにも PC へ一本化した。

(2) データベース及びファイル管理サーバ構成

クライアントを Windows 端末としたことでデータを管理するサーバとして、WindowsNT ベースの GrandPower5000 システムを採用した。WindowsNT サーバを基幹システムへ導入するに当たって、市販ソフトの組み合わせなどで偶発する不具合の発生を回避するため、データベース専用サーバ、マスタデータファイルを管理する ftp 専用サーバ、ユーザのドキュメントを管理するファイル共有 & Web サーバという三つの機能単位で分割設置した。更に、バックアップサーバを設け、プログラム保守並びに各サーバのシステム停止被害を最小限に押さえる工夫をした。

(3) 演算サーバ構成

性能予測を実現するプログラムは利用部門や大学などの学術機関と共同で機能育成を行っている。この開発は EWS 上の FORTRAN 言語を中心に実施されているため、演算サーバとして Solaris ベースの S-7 システムを採用した。

### 3.2 ソフトウェア構成

DASH システムのソフトウェア構成を図 2 に示す。

(1) クライアント構成

弊社の標準ドキュメント作成ツールである Excel などと連携し、電子メールを利用して関係者との情報共有の効率化を支援するため、OS として WindowsNT4.0 または Windows95 を採用する。アプリケーション開発支援ソフトは、Delphi、VisualBasic、VisualC++と3つの開発支援ソフトを評価した上で Delphi を採用した。Delphi 採用の理由としては、エンジニアリング演算の高速性、データベースシステム開発の容易性、プロトタイプシステム時点での開発生産性、ソフトウェア配布の容易さといった開発ソフト単体の評価と、オブジェクト指向開発への挑戦意識から採用した。この Delphi の採用は、実に期待通りの成果を上げた。

(2) データベース及びファイル管理サーバ構成

データベースサーバとして、コストパフォーマンスに優れた Oracle7.3 Workgroup Server for Windows NT を採用する。マスタデータを管理するファイルサーバとして、Windows 標準機能であるネットワーク共有サービスではなく、ftp サーバを導入する。その理由として、WindowsNT サーバが提供するドメイン管理機構では、管理工数がかかること及び既存 PC はすでに他のドメインに属しており、ドメイン間の信頼関係構築では、セキュリティや機密性を保証できないと判断したためである。Web サーバとしては、開発当時 IIS3 と Apache の比較評価から、基本は apache とし、ドキュメント検索などで IIS3 を採用し、2つの Web サーバの共存環境とする。Web サーバ上の CGI 機能には、テキスト処理に強い Perl を採用している。

(3) 演算サーバ構成

利用者に対し演算サーバである EWS を意識させないシームレスな連携を図るため、Fortran 言語で書かれた性能予測プログラムのファイル入出力をバイトオーダーの異なるバイナリファイルからテキストファイルに仕様を見直し、テキスト処理に強い Perl をファイル整形処理のために使用する。

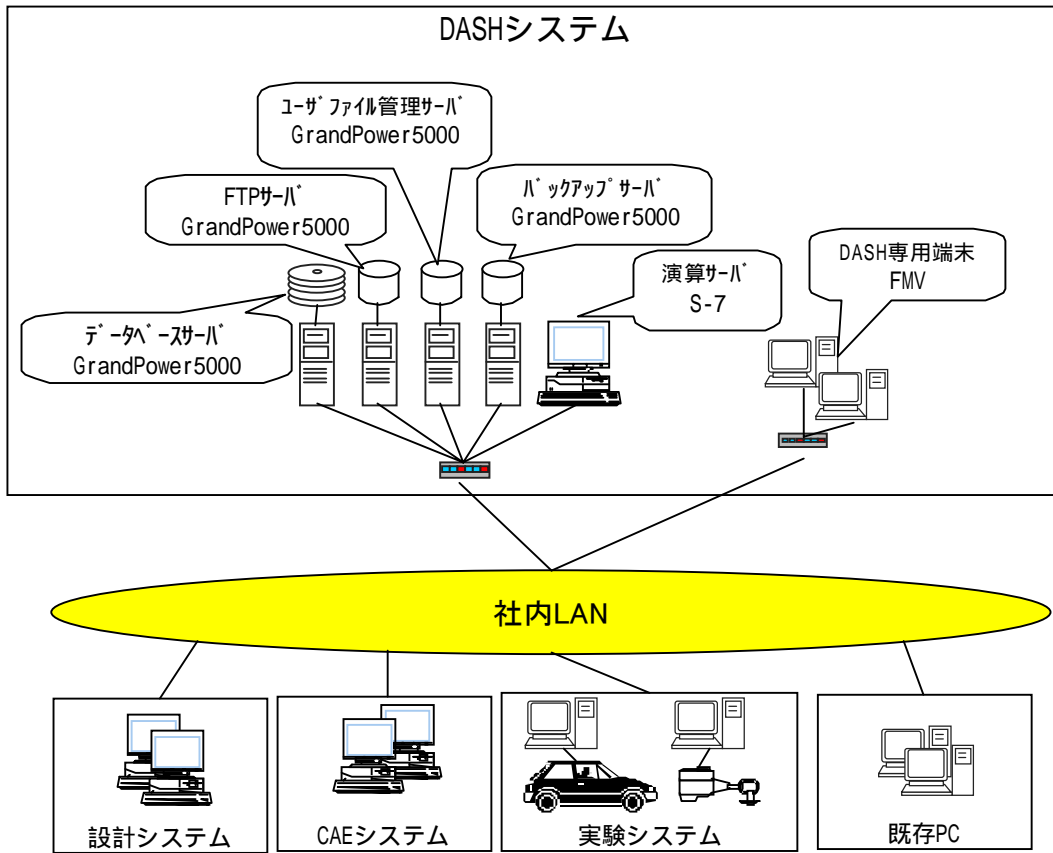


図1 DASHシステムハードウェア構成

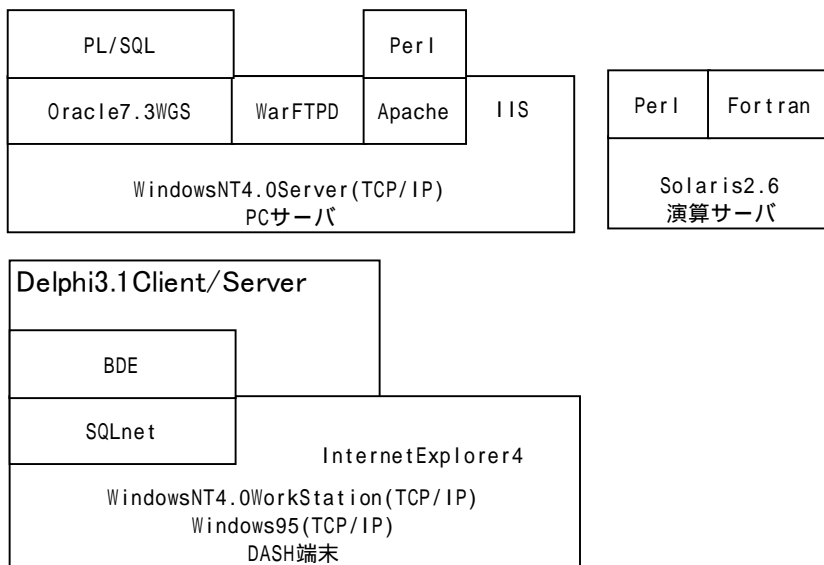


図2 DASHシステムソフトウェア構成

### 3.3 システム機能

DASH システムの各機能は以下のようなになる。

- (1) 設計情報、実験情報をデータベースへ登録する。
- (2) データベース登録されたデータから必要なデータを抽出し、グラフや帳票で表示する。表示されたグラフや帳票を Excel や Word の報告書へ添付する。
- (3) データベース登録されたデータを用い性能予測演算の入力パラメータとして渡し、性能予測演算を行う。性能予測演算結果をグラフ表示し、性能予測演算結果を元に他の CAE システムと連携する。

上記の説明を図 3 に記す。

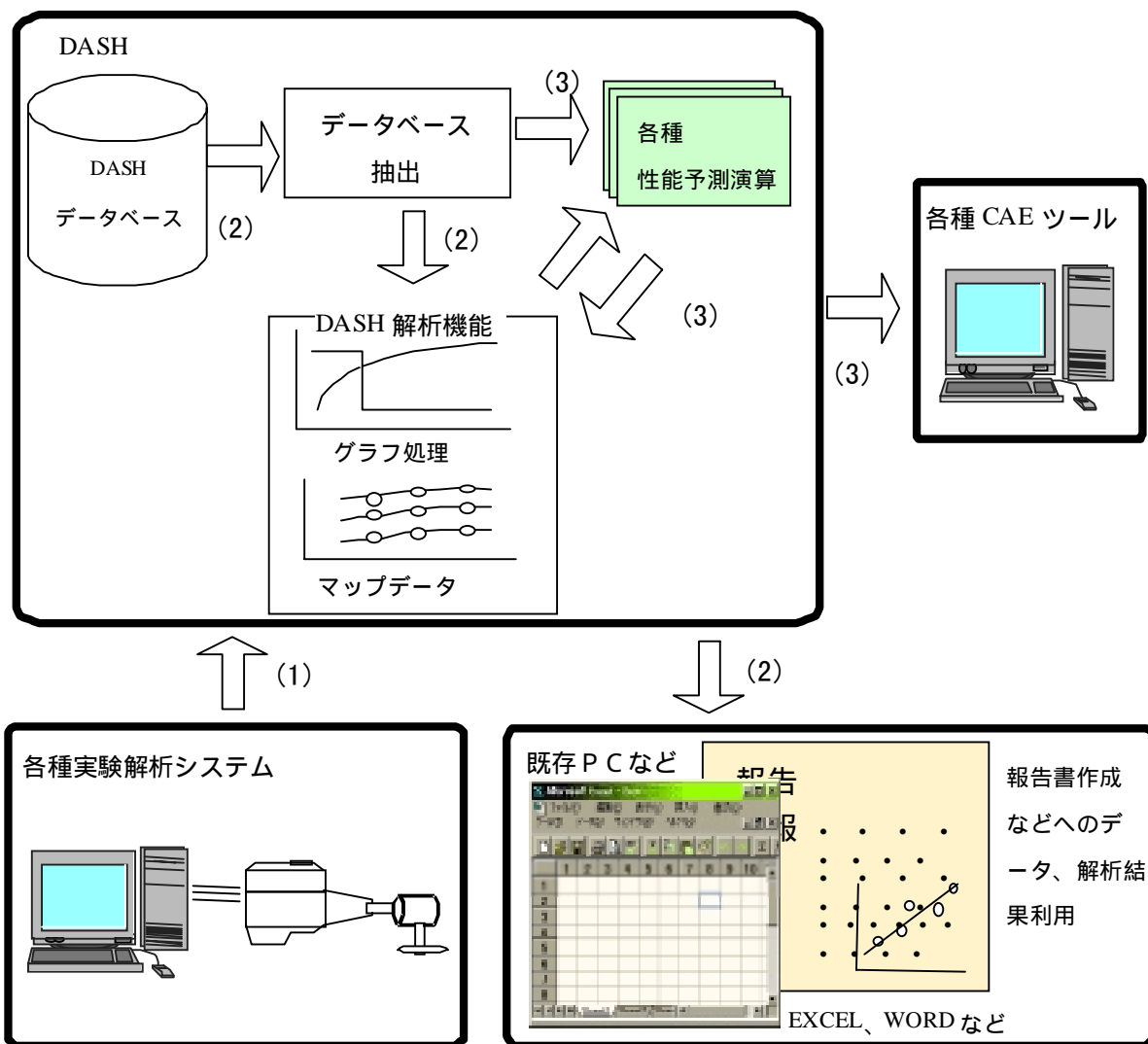


図 3 DASH システム概略フロー

この図のように DASH システムは、他のシステム間連携、他のプログラム間連携を支援する機能が不可欠である。このために、グラフは、メタファイル形式でコピー・ペーストをサ

ポートし、帳票は、Excel 形式でのファイル保存をサポートする機能を持つ。

### 3.4 システム開発上の工夫点

#### (1) 実験データベース処理の高速化

テーブル構成を全カラム定義型とレコード管理型の2種類を活用し高速化を図った。実験情報は、あるブースト圧のある回転数の時の馬力や燃費といった具合に多次元で表現されることが多い。これを2次元化するとカラム数として8000を越える場合もある。この2次元で表現した構成を全カラム定義型テーブルと呼ぶ。一方、ブースト圧、回転数、各種性能項目を番号化して、この番号と実際の性能値を登録するテーブル構成をレコード管理型テーブルと呼ぶ。従来のDASHは全カラム定義型であったが、この2種類を共存させることで処理の高速化を実現する。検索時には全カラム定義型を使い、1回の実験情報などを一括抽出する場合などは、テーブル結合がいないレコード管理型を使用する。この工夫により全カラム定義型では120秒の処理が、表示まで含めて15秒程度となり、データベース対話時間30秒以内という開発目標をクリアした。更新時は、全カラム定義型を更新し、裏でOracleサーバ上にPL/SQLのストアドプロシージャを用いてレコード管理型テーブルを自動更新させている。

#### (2) プログラム分割意識の徹底

従来のプログラム開発では、メモリの制約やプログラムの起動速度の遅さなどから一連の処理を一つの大きなプログラムで構築していた。これまでの開発経験を通じ、プログラムの大きさとテスト工数や保守工数は指数関数的な関係があると判断した。開発当初からプログラム分割を意識し、小さなプログラムの集合体で大きなシステムを構築することを念頭において開発した。分割されたプログラム間の連携には、ファイルやデータベースを有効活用し、利用者には分割を意識させない工夫をした。結果的には、一つの実行モジュールを一人の担当者が開発することとなり、各担当者の責任意識を高め、結合テスト工数を大きく削減できた。

#### (3) グラフ表示機能の独立

グラフ表示や帳票出力といったユーザが定義したフォーマットを持つ機能は、システム開発中や運用中に仕様変更がしばしば発生する。とくにDASHシステムは、パワートレイン系の性能情報の一元化を目的としているため、グラフのフォーマット数も多く、開発後に発生するシステム開発者のメンテナンス工数確保が困難な状況である。フォーマット部分は利用部門で容易に変更できるように、HTMLファイルとブラウザの関係をヒントに、グラフファイルとグラフファイルインタープリタの構成で開発した。当初、Excelのグラフ機能などを活用することも検討したが、印刷時に指定された長さ通りで印刷する機能とWebベースのCGIプログラムでグラフをクライアントPCに表示させるといった機能を実現するために新規で開発した。この工夫により、定型的なグラフ表示は利用部門で容易に開発できるようになり、他のシステム開発でも流用し、システム開発工数削減に効果をあげている。

#### (4) Webによる情報連絡並びにプログラム配布

DASHシステムの起動時の初期画面内にブラウザを埋め込んだ機能を提供した。プログラムを起動すれば、必ず利用者にDASH関連情報がいきわたるようになっ



ている。この機能を活用してクライアント側に配布した各ソフトウェアのバージョンアップ作業からシステム管理担当者の作業を軽減し、利用者による迅速な対応を実現できるように工夫している。

#### 4. 効果

システム再構築に関しては、ねらい通りの効果が得られた。以下に特長的な効果の事例を記す。

- (1) PC 上に DASH システムのクライアント機能を構築したことで、従来の専用 OS 搭載の端末に比較して教育期間が短縮できた。さらに、ユーザが普段使用している PC で DASH システムから各種の性能情報を集めることができることで、重複した実験や設計が減り、性能情報管理を一元化することの重要性が確認できた。
- (2) 性能予測演算の JOB 投入件数が稼働後 3 ヶ月平均で 2 倍以上となっている。利用者からは次の 2 点が評価されている。
  - 性能予測プログラムの入力ファイル作成において従来は手入力していたものをデータベースを活用した一覧入力とすることで利便性が向上している。
  - 性能予測プログラムの入力ファイル作成、性能予測演算実行、結果ファイルの解析といった一連の処理に関し、従来は、担当者が端末の空き時間を調整し、EWS や G150 端末を移動しながら処理していたが、新システムでは PC 1 台で完結し、データ変換作業など不要で操作性も向上している。
- (3) DASH システムはシステム再構築後も、多くの機能拡張を行っている。この機能拡張したプログラムの展開は、ユーザ部門の担当者が実施している。そのため、迅速なるシステム展開の体制が実現できている。
- (4) Excel や Word と連携できるアプリケーションを開発したことでシステム開発工数を抑制することができた。帳票やグラフの機能には、必ずコピー・ペースト機能を設けることで、非定型な業務処理に対し、データの二次加工などが容易にできるようになっている。更にグラフ機能は、汎用的に構築できたため、他のシステム開発の工数削減にも大いに貢献している。
- (5) Delphi を採用したことでプロトタイプ開発が容易に実践でき、システム開発者と利用者間で納得のいくまでスパイラルアップし、操作性のよいシステムにすることができた。中でも表中の一つのセルをダブルクリックして別の表を出す機能などは、プロトタイプ開発を通じて作り得たものである。
- (6) DASH システムの再構築を計画通りやり通したことで、システム運用経費の低減効果を確実に刈り取ることができた。

## 5. 今後の課題と展開

一連の活動の結果、当初のねらいを果たしたシステムが完成できたと考えている。最新のネットワーク技術と情報技術を駆使したシステムの構築に先鞭し、弊社の研究開発システムのヒナ型作りにも貢献できたと自負している。しかし、今後の車作りへの要求の高さを思えば、近年中にいくつかの課題のクリアーが不可欠である。特に、次の項目の強化を図っていきたい。

### (1) 対象領域の拡大

今回のシステム化は、エンジン性能やミッション性能、走行性能といった領域を対象としている。パワートレイン領域には、この他にも信頼性、振動騒音領域などで種々のシステムが存在している。その多くが、未だスタンドアロン型のシステムに留まっている。今後、順次パワートレイン領域の開発情報を DASH へ移植、展開を行っていく予定である。

### (2) 予測演算プログラム構造のモジュール化

多くの種類のエンジン、ミッションあるいはその動作モードを組み合わせると膨大な数の予測演算プログラムが必要になる。プログラム総数の抑制、資産の流用を行い、予測演算プログラムの開発、維持管理工数を抑える事が今後の大切な要件の一つである。予測演算プログラム構造を共通部と目的別のプログラム部品（モジュール）に分割する事で対応を図る。現在、利用部門と共同で開発に着手し、既に一部の領域については完了している。

## 6. むすび

本 DASH システムの再構築を通じて、クライアントサーバシステムが乱立すると体系的な部門間の情報共有が困難となり、そのために、管理すべき情報を再定義しながら情報を一元管理することの重要性を再認識した。本 DASH システムのように部門間にまたがるシステムを構築する場合、管理すべき情報の再定義といった利用部門主体の業務整備がもっとも重要であったと思う。この点に関し、利用部門の方々と共同で、計画通りプロジェクトを推進できたことは今後のシステム開発において大いに自信につながった。最後に、利用部門の方々、富士通中国支社の皆様、F F C 株式会社の皆様には、適切なアドバイスと完成度の高いソフト開発をしていただき深く感謝する。