

製造業におけるHPCソリューション事例

HPC Solutions for the Manufacturing Industry

あらまし

従来スーパーコンピュータと呼ばれていたHPC（High Performance Computing）システムは、演算性能が最も重要な要件だった。ユーザは高価かつ高性能なハードウェアを効率良く利用するための高度なスキルが求められた。近年のHPCシステムは、PCクラスタに代表されるように汎用アーキテクチャをベースにしたものとなり低価格化が進んだ。現在では、計算科学の研究を専門とする一部のユーザだけでなく、開発コスト削減を目的とした試作レスのためのシミュレーション活用を推進する製造業の設計開発部門にもHPCシステムが普及しつつある。それに伴い、多くのユーザが簡単にHPCシステムを利用・管理したり、設計開発業務を効率化できるソリューションが求められるようになった。本稿では、Webを活用したHPCシステムの利用ツール“HPC Portal”，運用管理ツール「運用管理Portal」，ワークフローツール“SynfiniWay”とこれらを活用したソリューション事例を紹介する。

Abstract

The most important requirement of a high performance computing (HPC) system, commonly known as a supercomputer, has traditionally been computational performance. Users have had to be familiar with advanced operations in order to make efficient use of high-priced and high-performance hardware. In recent years, however, there has been a shift toward low-cost HPC systems based on a general-purpose architecture such as personal computer clusters. As a result, the use of HPC systems is now spreading among users specializing in the computational science research to the design and development departments in the manufacturing industry that promote virtual prototyping (simulation) to reduce development costs. These trends have generated a need for solutions that enable users to operate and manage HPC systems easily and perform design and development work efficiently.

This paper explains HPC Portal, a Web-based tool for using HPC systems, System Administrator Portal, an operation and management tool, and SynfiniWay, a workflow tool. It also gives examples of solutions using these tools.



鈴木孝一郎
(すずき こういちろう)

計算科学ソリューション
統括部 所属
現在、HPC Portalと
POESYの開発と拡販に
従事。



内田延宏
(うちだ のぶひろ)

計算科学ソリューション
統括部 所属
現在、運用管理Portalの
開発と拡販に従事。



倉石英明
(くらishi ひであき)

計算科学ソリューション
統括部 所属
現在、SynfiniWayを活用
したサービスの国内への
展開に従事。



John Wagner
(ジョン ワグナー)

Fujitsu Systems
Europe 所属
現在、SynfiniWayのマー
ケティングに従事。

ま え が き

製造業のお客様では、CAD (Computer Aided Design)⁽¹⁾やCAE (Computer Aided Engineering)⁽²⁾を活用した設計開発業務の効率化、コスト削減、市場への製品投入期間の短縮、製品品質の向上による競争力向上が期待されている。このような背景から、従来の計算科学⁽³⁾の研究を専門とするユーザだけでなく、HPC (High Performance Computing) システムが製造業の設計開発部門にも普及しつつある。その一方で、WindowsやWebしか使用したことのないユーザがHPCシステムを利用するときに直面するLinux (およびUNIX) の操作に関するスキル不足、HPCシステムの導入・増設に伴うITインフラの運用管理の負担が新たな課題となってきた。富士通では、これらの課題を解決するため、Webの容易な操作でHPCシステムを利用・運用管理できるツールとして「HPC Portal」⁽⁴⁾と「運用管理Portal」⁽⁴⁾を開発した。また、Fujitsu Systems Europe (FSE) では、HPCシステムを活用して設計開発業務を効率化するワークフローツール「SynfiniWay」⁽⁵⁾を開発した。本稿では、製造業のお客様における、これらのツールを活用したソリューションの適用事例を紹介する。

HPC PortalによるCAEユーザの利用支援

本章では、HPC Portalの容易なGUIによるCAEユーザの利用支援の事例を紹介する。

● HPC Portalの機能

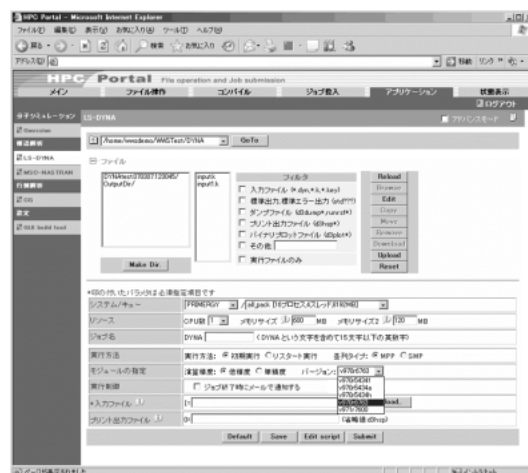
HPC Portalは、Webブラウザから容易かつ共通の操作で、異機種が混在するHPCシステムを利用可能にするエンドユーザ向けツールである。ファイル操作、コンパイルリンク、バッチジョブの投入、バッチジョブの状態表示・削除などの基本機能のほかに、設計開発に必要な解析業務向けのGUIを容易にカスタマイズできる機能 (アプリケーション実行GUI作成機能) を有している。HPC Portalの画面例を図-1に示す。

● HPC Portalのカスタマイズ機能

お客様ごとにシステム構成や運用方針が異なるため、定型のGUIでお客様のニーズを満足できることは少ない。HPC Portalでは、様々な機種にも対応でき、キュークラスなどの運用方針の変更にも追従できるように、定義ファイルやひな型ファイルによって容易にGUIをカスタマイズできる機能を有している。また、アプリケーション実行GUI作成機能では、お客様の解析業務に特化したジョブ実行GUIを容易に作成可能な以下のカスタマイズ機能



(a) ファイル操作画面



(b) アプリケーション実行GUI作成機能 (LS-DYNAの例)

図-1 HPC Portalの画面例
Fig.1-Screenshots of HPC Portal.

を提供している。

(1) 定義ファイルによるプログラミング不要のGUI作成

(2) Perlスクリプトによる高度なGUI作成

(1) は文字通り、コンポーネントの種類（テキストボックスやプルダウンメニューなど）やメニューの選択値をシンプルな定義ファイルに記述するだけで、ユーザ固有のパラメタ入力フォームを自動生成することができる。(2) はパラメタ入力フォームをPerlスクリプトでコーディングする方法であり、(1) よりも自由度の高いGUIを作成することができる。この方法では、プログラミングは必要となるがパラメタ入力フォームのみを作成するため、Webアプリケーション全体を開発することに比べてずっとコストは少ない。アプリケーション実行GUI作成機能によるカスタマイズイメージおよび作成事例を図-2に示す。

また、HPC Portalや後述する運用管理Portalのベースソフトウェアである“POESY”は、様々な用途のポータルを容易に構築することができるコンテンツマネジメントシステム^⑥であり、HTML文を作成しなくても、簡単な記述ルールでメニューを編集したり、Webページを作成したりすることができる。ジョブ実行GUIだけでなく、利用案内や運用スケジュールのお知らせページなどをメニューに追加

することにより、ユーザがより使いやすい形のCAE利用支援ポータルを構築・提供することができる。

● HPC Portalの導入に伴う効果

(1) 容易なGUIによるCAEの利用促進

HPC Portalを導入いただいた2箇所の計算センタにおいて、ユーザがLinux（およびUNIX）の一般的な利用形態（sshによるログイン）とHPC Portalのどちらを選択しているかを調査した。両センタともCAEを推進する製造業のお客様である。結果は、いずれのセンタにおいても、sshからログインするユーザ数よりもHPC Portalからログインするユーザ数の方が多かった。また、両センタのHPC Portalの利用頻度を比較した場合は、アプリケーション実行GUI作成機能で作成したGUIの数が多いセンタの方が、HPC Portalの利用頻度が高いことも分かった。このように、HPC Portalの簡易かつ効率的なGUIによって、Linux（およびUNIX）に不慣れなユーザに対してもHPCシステムの利用の間口を広げることができるとともに、ユーザが定常的に利用する解析アプリケーションのジョブ実行GUIを整備することによって、CAE業務の利用促進を図ることができると考えている。

(2) プレ・ポストメニューによる解析業務の効率化

アプリケーション実行GUI作成機能は、ジョブ

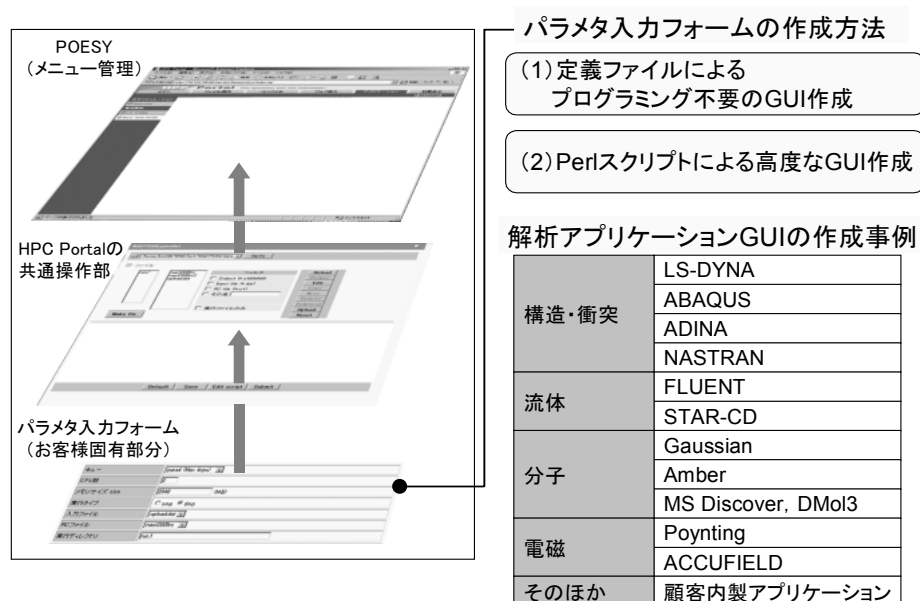


図-2 アプリケーション実行GUI作成機能
Fig.2-Application GUI customize function.

投入だけでなく、入力データ作成支援（プレ処理）、グラフ作成や可視化（ポスト処理）にも応用することができる。また、解析の入力パラメータや可視化（またはグラフ化）した画像ファイルを含んだ解析レポートを自動生成し、Webを通じて設計開発を行うメンバー間で情報を共有することもベースソフトウェアPOESYの機能により実現できる。プレ処理、ポスト処理が必要なお客様には、プレソルバー・ポストという一連の処理をメニュー化した解析ポータルを構築し、ユーザの解析業務の効率化と情報共有に貢献している。

運用管理Portalによる管理負担の軽減

本章では、運用管理PortalによるHPCシステムの監視・管理業務支援の事例を紹介する。

● 運用管理Portalの機能

運用管理Portalは、異機種が混在するシステムをWebブラウザから一元的なビューで監視・管理することのできる運用管理者向けツールであり、稼働状態の表示、電源管理、CPU・メモリ使用率の表示、ディスク使用率の表示、ユーザ管理、ジョブログの検索といった機能を提供する。運用管理Portalは、ベースソフトウェアPOESY、監視対象の情報を収集するツール群、そして、収集した情報をグラフィカルに加工してPOESYのページに組み込み表示するモジュール群で構成されている。情報の収集には、OSの標準機能（ping, sar, free）やベンダが提供

するミドルウェア（電源管理、ジョブスケジューラ）を利用している。また、稼働履歴グラフの作成には、フリーウェアRRDtool⁽⁷⁾を利用している。運用管理Portalの画面例を図-3に示す。

● 運用管理Portalのカスタマイズ機能

監視・管理対象のシステム構成はお客様ごとに異なり、Webのメニュー構成や画面レイアウトに対する要望も様々である。運用管理Portalの表示モジュールは、Webのページ全体を表示するものではなく、監視情報や操作のGUIのみを表示し、ページ全体のレイアウト、および表示モジュールのページへの組込みはPOESYが行う。この組込みは、図-4に示すとおり、簡易な記述ルールで定義することができる。したがって、各表示モジュールはそれぞれの機能に特化してコーディングすればよいと、開発やメンテナンスのコストを抑えることができる。

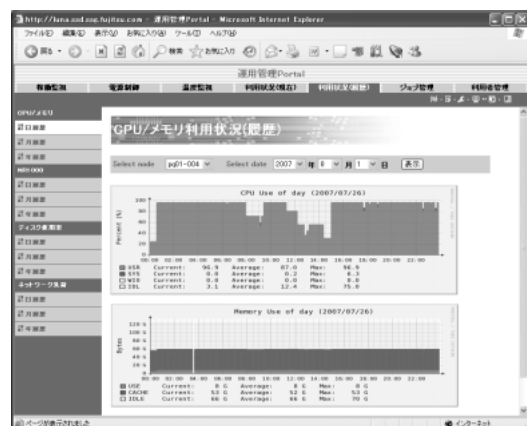
● 運用管理Portalによる効果

(1) 監視機能における直感的な状況把握

運用管理Portalのノードの稼働情報表示や、後述するメール通報機能と連動した障害発生状況の一覧表示は、管理者がトラブルの状況を短時間に把握するのに役立っている。また、CPU・メモリの使用率、ディスク使用率の履歴グラフでは、システムの利用状況の変化が定量的に示され、管理者がITインフラの投資計画や運用設計の最適化を行う際の参考データとなっている。



(a) 稼働状態表示



(b) CPU・メモリ使用率の表示（履歴）

図-3 運用管理Portalの画面例
Fig.3-Screenshots of System Administrator Portal.

(2) 容易な運用管理操作

ITインフラの導入コストのみならず、それらを運用管理する要員の育成や運転業務にかかるコストも企業にとって大きな課題である。運用管理Portalのシステムの起動・停止、運転スケジュール設定、ユーザ登録などの容易なGUIは操作する者に高いスキルを要求せず、さらに、異機種に対しても共通の操作で処理を行うことが可能なため、管理者の育成コストと運転業務の負担軽減を実現できる。

(3) メール通報機能

運用管理Portalは、対象システムで発生した障害に対して、迅速な対応を行うためにメール通報機能を有している。富士通が提供する保守サービス“SupportDesk”のリモート通報機能では、ハードウェアの障害予兆/異常、OSダウンがメール通報の対象であるが、運用管理Portalでは運用に影響を与える各種サービス（ssh、NFS、ライセンス管理など）やディスクの使用量も監視することができる。これにより、通常では気が付きにくいサービスの異常や環境に起因したトラブルへの早期対応が可能となり、迅速なシステムの復旧とシステムの稼働率向上に貢献している。

SynfiniWayによる設計開発業務の効率化

本章では、SynfiniWayによる計算機資源の有効活用と設計開発業務の効率化について紹介する。

● SynfiniWayの機能

SynfiniWayは、分散した計算機環境（計算資

源）にまたがって行われる解析作業の個々の処理をサービスとして定義し、それらを結合して、お客様の設計開発業務に最適なワークフローを構築することのできるツールである。SynfiniWayは、専用のクライアントソフトウェアをユーザのパソコンにインストールして利用する。クライアントソフトウェアは、ワークフローと解析パラメタを入力するGUIを表示するだけでなく、パソコン上で作成した解析の入力データを必要な計算機に自動転送する機能も有する。

● グローバルスケーリングとSynfiniWay

グローバル化が進む製造業では、臨機応変かつグローバルな視点に立って、多拠点/多組織にまたがる計算資源を有効に活用する能力が求められる。すなわち、設計開発業務のグローバルスケーリング化は、組織の競争力と連携力の強化を実現するための重要な要素と考えなくてはならない（図-5）⁽⁸⁾⁻⁽¹²⁾。SynfiniWayの最終目的は、サービス指向のITインフラを提供し、製造業に携わるお客様の設計開発業務のグローバルスケーリングを実現することである。

● サービス指向のアプローチ

ITの最新動向としてSOA（Service Oriented Architecture）が脚光を浴びている一方、製造業の現場では、ITを利用した製品設計や開発を行う際、依然として自動化されていない場面を多く見かける（実行順序が前後する複雑なスクリプト、手動によるデータ転送など）。これらは、生産ラインに耐え

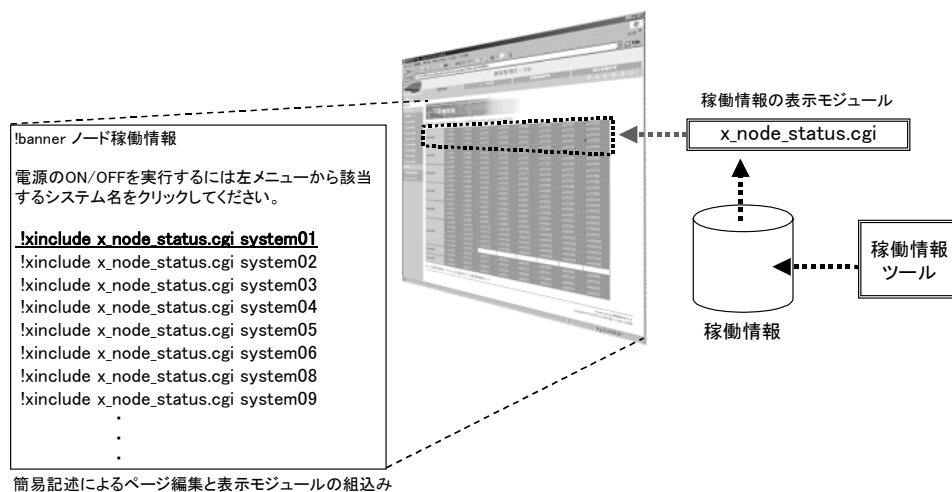


図-4 運用管理Portalにおける表示モジュールの組込み表示
Fig.4-Embedding of display modules in System Administrator Portal.

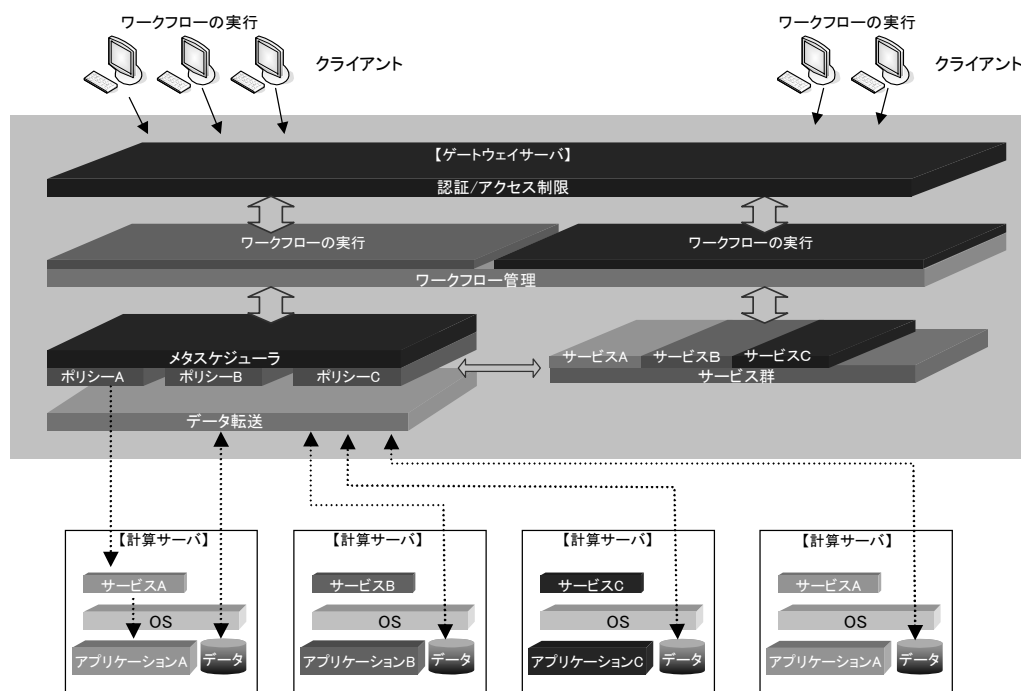


図-5 SynfiniWayのアーキテクチャ
Fig.5-Architecture of SynfiniWay.

得るスペックを備えたミドルウェアの不足に起因している。そこで、SynfiniWayでは、いかなる作業でも個々の作業単位はサービスという考え方に帰着される点に着目し、各作業とそれを取り巻く環境を分離する（サービス化）ことで、背後にどんなITインフラが存在していようと、それを意識することなく、ユーザが簡単に利用できる環境（フレームワーク）を提供している（図-5）。

● SynfiniWayのフレームワーク

SynfiniWayフレームワークでは、計算資源の位置を隠ぺいした形で、利用可能な計算資源を仮想化して提供している（図-6）。なぜなら、ユーザは計算資源の位置を意識する必要がないことに加えて、計算機へssh, telnetなどでログインして直接作業するという形態を回避でき、セキュリティを高められるからである。加えて、Linux（およびUNIX）の操作方法やスクリプトの記述方法、アプリケーション固有の利用方法の把握など、特別なIT知識を習得する必要もなく、本来の目的である設計開発に専念することができるようになる。

サービス指向に基づいたITシステムを導入することにより、ユーザは再利用性、独立性を持った設計開発業務のフローをITインフラ層から分離して

構築することができる。また、SynfiniWayフレームワーク内のどの場所からも計算資源を利用できるという強みから、組織を通して業務における専門的技術を開発・流布することができる。最近のお客様の例では、SynfiniWayの利用により、企業が既存のITインフラ内に外部機関の計算機システムを取り込みやすくなり、計算機利用のピーク負荷時にも対応できるようになった。

● ワークフローとファイル転送

SynfiniWayのワークフローの考え方は、WfMC（Workflow Management Coalition）V1.0仕様^(1,3)に基づいている。ワークフローは、逐次・分岐・繰返しにより連結された各タスクの集合から構成されている。ワークフローの中から呼び出すサービスで必要となるファイルは、自動的にサービスが実行される計算機へと転送され、ユーザはファイル転送を実行する作業から開放される。このSynfiniWayのファイル転送機能では、最も短い時間で目的の計算機へファイルを転送させている。ヘテロかつ分散した計算機環境で行われている設計開発業務をサービスという形で再構成し、管理することで、業務とIT管理を完全に分離することができる。

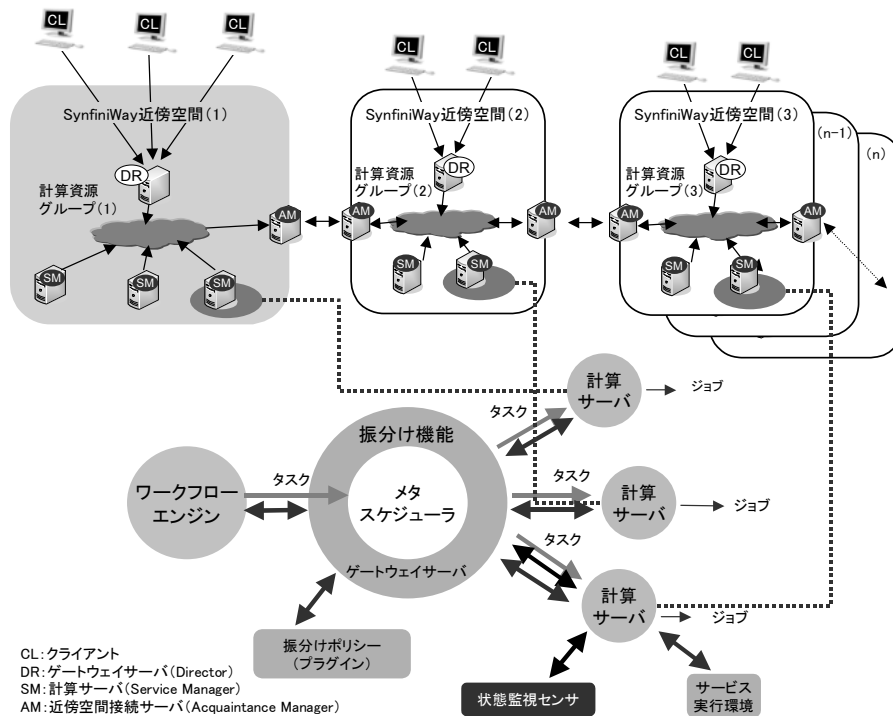


図-6 SynfiniWayによる計算資源連携とメタスケジューリング
Fig.6-Computer resource allocation and meta-scheduling in SynfiniWay.

● ワークフロー/タスクのメタスケジューリング

SynfiniWayでは、登録された計算資源を最も有効な方法で活用するために、メタスケジューリング機能を提供しており、計算資源の最適化により、計算結果取得の即答性を高め、無駄な時間を最小限に抑えている(図-6)。メタスケジューリングでは、Service Managerと呼ばれるSynfiniWayのコンポーネント上で、いつタスクを実行すべきかを決定する。グローバルに広がったフレームワークを管理するために、メタスケジューリング機能は、実行中のワークフロー間でタスク実行のための連携機能を提供している。今後は、ワークフローやタスク間での優先度を考慮して実行する機能や、フレームワークの状態監視および様々な利用情報の提供を行うセンサ機能の組み込みなど、SynfiniWayの更なる機能拡張を行っていく予定である。

む す び

本稿では、富士通とFSEが開発したHPCシステム向けツールの特長とこれらのツールを活用したソリューション事例を紹介した。製造業の設計開発部門における試作レスのためのIT活用は、さらに促

進されると予想できる。富士通(およびFSE)は今後も、HPCシステムのインフラ提供のみならず、設計開発業務での更なるシステム利用の促進、セキュリティ強化、ユーザビリティの改善、運用コストの削減を実現し、お客様のビジネス効果を引き出すことのできるツールやソリューションを開発していく所存である。

最後に、ツール開発やソリューションのサービスビジネスを展開していくに当たりご意見を頂いた多くのお客様に改めて感謝を申し上げたい。

参 考 文 献

- (1) CAD.
<http://e-words.jp/w/CAD.html>
- (2) CAE.
<http://e-words.jp/w/CAE.html>
- (3) 田子精男ほか：シミュレーション科学への招待
コンピューターによる新しい科学．日経サイエンス
別冊130，2000．
- (4) HPC (科学技術計算，解析)．
<http://jp.fujitsu.com/solutions/hpc/>

- (5) Service-Oriented Architecture.
<http://www.fujitsu.com/uk/services/synfiniway/index.html>
- (6) CMS【コンテンツマネジメントシステム】.
<http://e-words.jp/w/CMS-1.html>
- (7) About RRDtool.
<http://oss.oetiker.ch/rrdtool/>
- (8) M. Grieves : Product Lifecycle Management.
McGraw-Hill Companies Inc., New York, 2006,
p.95-127.
- (9) - : Better By Design. *The Economist* (US),
Technology Quarterly, p.21-23 (17, September
2005).
- (10) CIMdata : Press Release : CIMdata Releases its
2007 PLM Market Analysis Report : Comprehensive
Information and Analysis of the PLM Market.
October 25, 2007.
[http://www.cimdata.com/news_events/
press_release.html?press_release_ID=7](http://www.cimdata.com/news_events/press_release.html?press_release_ID=7)
- (11) J. Brown et al. : Profitable Design Chains :
Global Product Design Comes of Age. Aberdeen
Group, October 2007.
- (12) J. Brown : The Product Lifecycle Collaboration
Benchmark Report : The Product Profitability “X”
Factor?. Aberdeen Group, June 2006.
- (13) Workflow Management Coalition : Workflow
Standard - Interoperability. Wf-XML Binding
Document Number WfMC-TC-1023.

