

# 21世紀の製品開発技術

羽田野 尚登    小松 秀二    深井 雅克  
緑川 祥二    横堀 勉

システムソリューションビジネスにおいては、お客様に対していかに付加価値の高いソリューションを迅速に提供できるかがビジネスの成否を決定する。その重要な鍵であるソフトウェア開発技術とハードウェア開発技術についてこれからの技術と21世紀の取組みについて述べる。

## ソフトウェア開発技術

ソフトウェアの開発においては、従来のプロダクトに視点を当てた生産技術アプローチに加えて、人やプロセス面からのアプローチがますます重要になる。ここでは、重要度が増している人やプロセス面からのアプローチについて、その動向を述べる。

## ソフトウェア工学アプローチ

ソフトウェア開発においては、ハードウェアの場合と異なり、人に依存する部分（属人性）が高いことに特徴がある。したがって、図1で示すような3つの視点からのアプローチを考慮する必要がある<sup>1)</sup>。

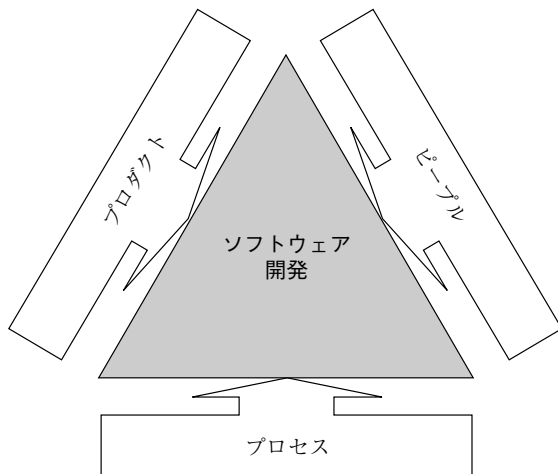


図1 ソフトウェア開発に対する3つの視点

プロダクトからの視点については、ハードウェアや他の製造分野で行われてきた各種アプローチ（階層アーキテクチャ、構造化、部品化、自動化/機械化、etc）が適用されており、成果をあげている。

しかし、ソフトウェアの特徴の1つである「無形性」に起因して、定量化/メトリックスの点では必ずしも他の分野のレベルにまでは至っていない。特に、ソリューションビジネスにおいては、アウトソーシングやASP（Application Service Provider）等のビジネス形態が現れており、ソフトウェアが商品自身でなくサービスという商品を提供するための手段となる場合も出てきており、より「無形性」に拍車がかかっている。

したがって、これらの分野では他の2つの視点（ピープル=人、プロセス）からのアプローチがより重視されることになる。

## プロセス視点のアプローチ

プロセス視点からのアプローチとして、これまで多くの開発方法論/開発モデルが提唱されてきた。（ウォータフォールモデル、インクリメンタルモデル、プロトタイプングモデル、スパイラルモデル、RADモデルetc）

インターネットで代表されるeビジネスの世界では、時間と変化への迅速な対応が要求される。したがって、そこで利用されるITシステムの開発については、短期間開発&柔軟性が要求される。その点では、インクリメンタルモデルの1つである「発展的配布モデル」<sup>2)</sup>が適しているといえる。このアプローチでは新たなビジネスモデルに基づきシステムコンセプトを決め、短期間での配布（リリース）を繰り返しながら、顧客からのフィードバックやビジネスの変化に対応しながら、システムを発展させていくことができる。（図2）

また、プロセス自身を評価するアプローチとしてCMM（Capability Maturity Model）やSPA（Software Process Assessment）も研究段階から実用段階へ入ってきている。さらに、ソフトウェアの特徴である属人性

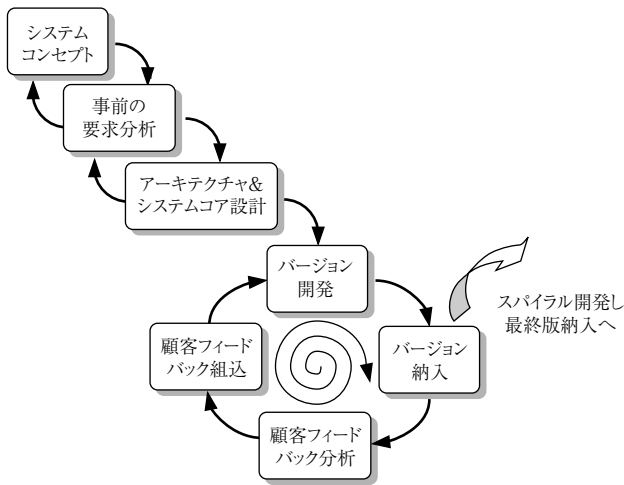


図2 発展的配布モデルによる開発

の点を考慮して、ソフトウェア技術者個人の活動プロセスの評価を行うPSP (Personal Software Process) アプローチについても有望と考えられる。(図3)

これらの評価モデルを組み合わせることで、組織全体ではなく、個々の技術者の特性にまで踏み込んだプロセス改善が可能になる。特に、ソリューションビジネスにおいてはコンサルタントのようなスペシャリス

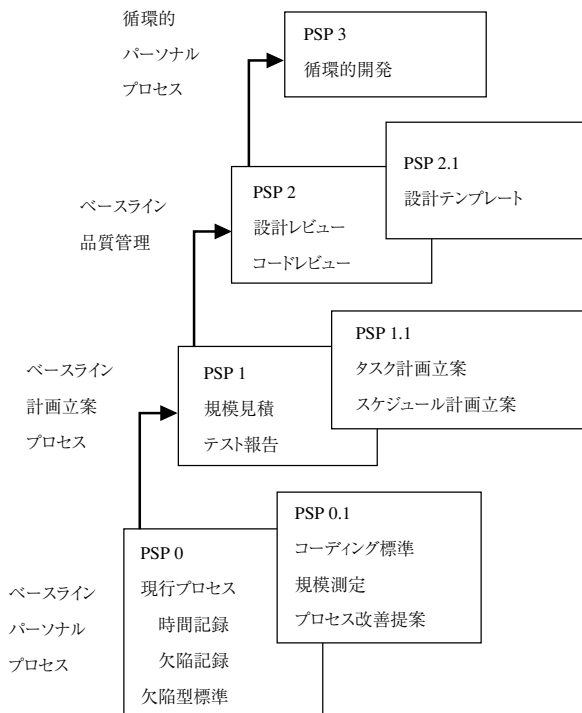


図3 PSP (Personal Software Process) の進化

トがビジネスの鍵となる。PSPは、現在はまだソフトウェア技術者寄りであるので、今後はこのようなスペシャリストのプロセス評価の開発が必要である。

### 人視点のアプローチ

人視点のアプローチとしては、次の2つが鍵となる。

- ①分業 (専門家制) と分散
- ②プロジェクトマネジメント

①については、各技術者の役割的な分散 (論理的分散) と地域的な分散 (物理的分散) がある。開発プロジェクトがプロセスのところで述べたように短期集中的形態になると、従来のビッグプロジェクトで行われてきたような労働集約的な開発アプローチでなく、それぞれの専門分野のスキルをもった少数の専門技術者によるプロジェクトチームアプローチが主体となる。

また、プロジェクトチームの場所についても、高速のネットワークを利用することにより、国境までも超えたグローバルでかつ仮想的なプロジェクトチームを形成することが可能になる。既にCALCの世界では実現しているバーチャルプロジェクトが一般的なものになってくる。

②については、PMBOK (A Guide to the Project Management Body of Knowledge), ISO10006 (Quality management - Guidelines to quality in project management), ISO/IEC TR16326 (Guide for the application of ISO/IEC 12207 to project management) といったプロジェクト管理に関する体系的アプローチが、ごく一般的に使用されるようになる。その中で調達先の管理技術として、プロセス評価やソフトウェアメトリックスのような明確な指標が重要なポジションを占めてくるのは自明である。(特にグローバルなチームにおいては、互いのコミュニケーション手段としても重要な技術となる。)

### 今後のソフト開発技術

ソリューションビジネスを支えるソフトウェア工学的アプローチとして3つの視点のうち、人とプロセス面からのアプローチを中心に、その動向と注目している技術について述べた。「無形性」の高いソフトウェア/サービスのビジネスにおいては、従来の製造業とは異なる分野からの知見を適用したアプローチが今後ますます増えることが予想される。

## ハードウェア開発技術

近年の大競争時代の訪れにより、製品開発の大幅な改善・改革が求められている。特に、メカニカル設計・製造において、システムソリューションビジネスを支える製品開発技術として、ITを活用したデジタルマニュファクチュアリングに取り組んでいる。従来のモノづくりからデジタルでのモノづくりへの変革を図るためには、3次元設計・検証をいかにに行い、3次元データ通りのモノをいかにつくるかが重要な技術となる。ここではそれらの技術と21世紀の取組みについて述べる。

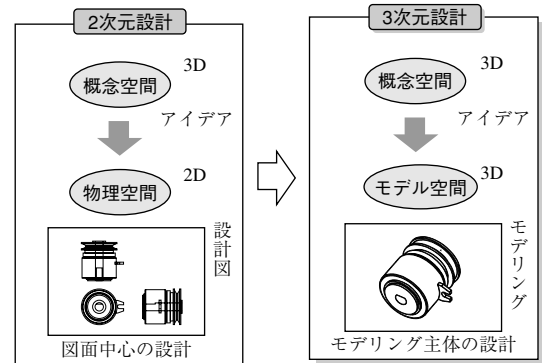


図5 2次元と3次元設計概念の相違

## デジタルエンジニアリング 3次元による製品設計技術

現状の3次元による設計～製造フローを図4に示す。

3次元設計の特徴を以下にあげる。

- 実物感覚での設計が可能（図5）
  - ・形状確認が容易／情報の伝達に補足説明が不要
- 設計意図をデータに残せる
  - ・数式等によるモデル化
- 部品図・組立図への展開が容易
  - ・断面図自動生成／斜視図自動生成
- 設計段階での解析が可能（設計品質向上）
  - ・干渉チェック／組立性評価
  - ・機構解析／強度解析／熱解析
- 設計下流工程でのデータ活用が容易
  - ・光造形での試作確認
  - ・CAM（Computer Aided Manufacturing）での3次

元データ活用

従来の製品品質の作り込みは、試作品製品評価という事後の品質保証による所が大きかった。しかし、設計段階で作り込まれた品質を保証することはできてもそれ以上の品質にすることは容易ではなかった。したがって、製品品質を高める決め手は、いかに設計段階で品質を作り込めるかにある。そのためには、設計のやり方を大きく方向転換しなければならない。つまり、具体形状中心の設計から、論理・機能に重点を置いた設計に変革しなければならない。そのためには、設計上流での品質の作り込みがより重要になってくるのである。

そのために、当社ではトップダウン設計を実施している。トップダウン設計における留意点を以下に挙げる。

- 階層設計

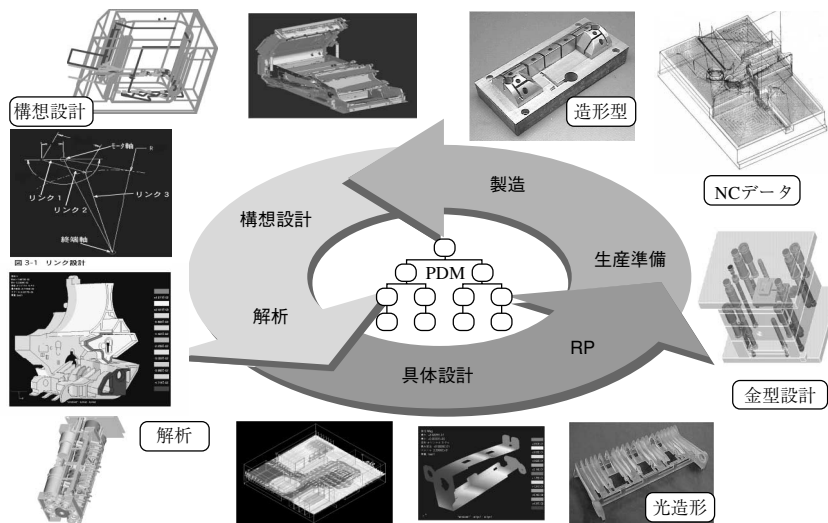


図4 設計～製造フロー

構想設計から具体設計に至るまでの工程は今までどおりであるが、その過程において、実現すべき機能について段階を追って細かくする。機能として分解していくのであって、形状として分解していくのではない。

#### ○重み付け設計

各機能の設計完成水準を一致させるために、重点機能要素はあらかじめ十分に検証し、不確定要素を徐々に少なくしていく。重要でない機能要素は、最初の段階では具体化しない。

#### ○全体進捗整合

部分的に詳細化を進めると、それが失敗したときに後戻りが大きくなる。各設計段階ごとに細かくした各機能の設計完成水準が一致するようにこれを最も詳細な段階まで順次ブレークダウンする。

具体的に当社で実施した設計手法を概説する。

#### ①製品の樹系図を作成

仕様から導き出される製品のユニット構成を樹系図に導き出す。形状で考える前に、機能中心に構成を検討する。

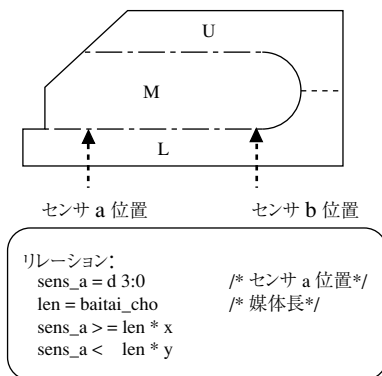


図6 マップの例

#### ②依存関係の検討

①の結果を用い、ユニット間の位置関係、制約条件を明らかにし、どのユニットが何に影響を与えるか（与えられるか）を明示する。

#### ③マップの作成

3次元CAD（Computer Aided Design）を利用した構想設計はこの段階である。マップはユニットの概略形状、配置情報を定義するデータである。この中でリレーションを活用し、②の検討結果をデータとして埋め込むことにより、構造・配置上の検討（①～③）を繰り返す。そして徐々にマップを完成させていく。この段階まではひとり、あるいは小人数の設計リーダーが進める（図6）。

なお、考えやすくするために2次元で定義しても、簡単に3次元空間上に引き伸ばすことができる。

#### ④部品のモデリングとアセンブリ

いわゆる具体設計の段階であり、③で作成したマップを参照し、全体整合を取りながら、徐々にユニット分割を進め、最終的にすべての部品概略形状を決める。マップ内部に表現された設計意図はチーム全員で共有する。

次にマップを参照しながら、概略形状レベルの部品でアセンブリを構成する。これを繰り返して製品レベルのアセンブリを構成する。部品形状は詳細化されていないが、このレベルで全体を検証するには十分である。

検証技術としては静的および動的な構造解析と熱・流体解析がある。現在では解析ツールの多くが3次元CADとのインターフェースを持っており、解析ツール上で新たに解析モデルを作成する必要がなく、解析TATの短縮に役立っている。ここでは静的な構造解析を例に、解析の流れを示す。

まずそれぞれの設計段階において3次元CADで製品の形状を作成する。その形状をインターフェースを通し、解析ツールに取り込む（図7）。

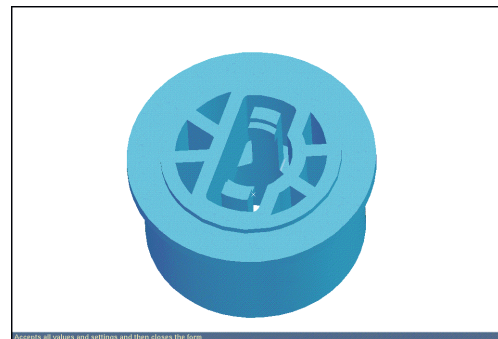


図7 形状データ

次に拘束条件や荷重条件などの境界条件の設定を行う（図8）。

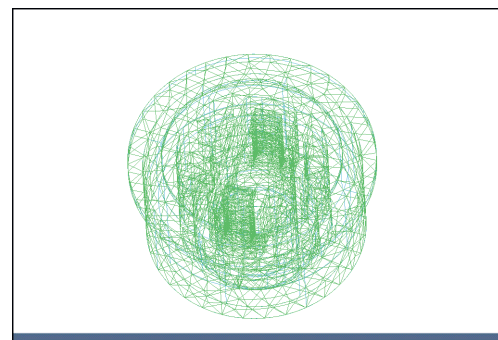


図8 境界条件設定

すべての条件の設定完了後、解析を開始する。解析完了後、結果の表示を行い（図9）、応力分布図や変位量分布等により応力が集中する箇所や、変位量の大きな部分を見つけ、強度などに影響のある場合は対策を行う。

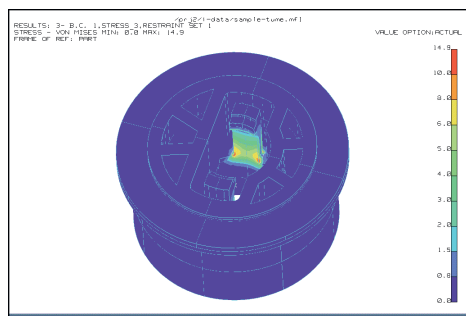


図9 結果表示

同様に動的な応力解析や熱、流体解析も行い設計の初期段階から不具合を探し出しながら最適な設計を行っていく。

### デジタルマニュファクチャリング

製品設計の3次元データを、下流工程でも活用することで、3次元設計適用による全体の効果がより大きなものとなる。そのために、3次元による一貫製造体制の構築を進めてきた。

3次元化に伴い、コンカレントエンジニアリングや流動解析適用が容易となり、製造性に関する事前検証が可能となった。また、従来、図面がなければ製作できなかった試作部品も、光造形を利用することで短期間での実物確認ができるようになった。これにより、試作前の段階で、より完成度の高い設計を可能とし、後戻りによるロスを削減することで、リードタイム短縮と金型コスト削減を実現している。

金型設計では3次元の成形部品データを利用して、3次元での金型設計を行い、型割りや部品配置、詳細設計までの大幅な工数削減を実現した。また、3次元CAM化により、金型の図面簡略化や図面レス化が可能になり、図面化の工数も大幅に削減された。

金型製造では、焼結型RP（Rapid Prototyping）を利用した量産型の製造を開始した（図10）。造形金型は精度的な問題は残るものの、現状では3次元データ通りのモノ作り可能な唯一のツールであると言っても良い。一方、ミリングでは、高速加工技術の進歩により、従来、型彫り放電加工で行っていたリブの加工も、高速加工機で

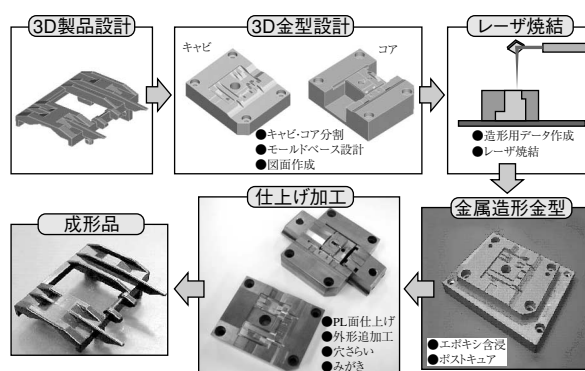


図10 焼結型RPによる金型製造

可能になってきた。しかし、高速加工でもツールの届かない切削不可能な箇所は放電加工になってしまう。造形型、切削加工それぞれの長所短所を見極めて、用途や形状により造形型と従来型を使い分ける必要がある。場合によっては組み合わせによる複合金型も有効である。

最終的には、測定・検査のために図面が必要となるため、完全な図面レスは現在不可能である。3次元データを利用した自動測定プログラムを作成し、自動測定を行い検査と認定の自動化を進めているが、成形品の場合はすべての箇所を3次元測定機で測れるわけではない。そのため、図面レスで運用する場合、測れない箇所については、モデル上に指示された寸法を確認して測定を行う等の対応が必要である。

### 今後のハードウェア開発技術

現状、新規製品開発は全面的に3次元設計になってきている。こうしたなか、設計環境としては、リユースをより行いやすくした環境を提供することが重要と考えている。いわゆるナレッジマネジメントといわれる環境である。標準部品、過去の設計データを容易に利用できることにより、より早く・より安く新製品を市場に提供で

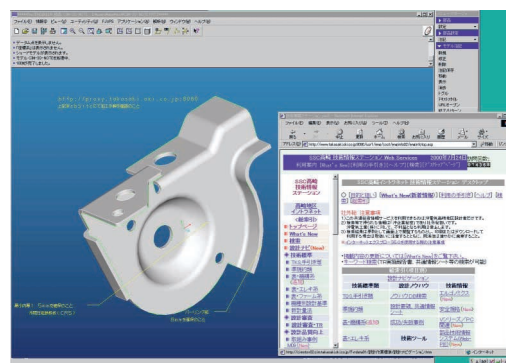


図11 設計ノウハウDB (Data Base)

きるものと思っている。たとえば、WebとCADを融合した検索・流用・設計とシームレスにおこなえる環境の構築を進めている。当然そこには設計の意図・解析データ等も含まれるものとなる（図11）。

製造におけるそれぞれの工程で、3次元データを活用する環境は整った。しかし、インタフェースする各過程で形状が正確に伝わらなかったり、必要な情報をそれぞれの工程で付加してやらなければならないという問題がある。

今後は、製品設計時に作成したフィーチャ情報や公差・仕上げなどの属性情報を基にして、下流工程での各処理、データ作成の自動化を図る必要がある。また、より最適な加工方法や、より製造性の良い形状を設計時に検証可能とすることで、加工方法を考慮した設計を行うことででき、より短期間での金型製造が可能となる。

金型設計では、離型性を考慮した成形部品への最適なパーティングラインの設定と、パーティングを基準にした抜きテーパ処理等の更なる設計の自動化を図る必要がある。

図面レス化と検査レス化のためには、3次元データ通りのモノ作りをいかに実現するかが、重要な課題である。成形品の場合は収縮や反りによる変形が発生するため、難しい技術ではあるが、樹脂の流動解析や反り・変形解析を正確に行い、それをもとに金型設計を行うことで可能となる。CAMにおいては、加工ノウハウを基にした加工データの自動作成や、各加工工程でのデータの自動生成機能を実現することで、3次元データ通りのモノ作りに近づけることができる（図12）。たとえば、切削加工データと削り残し部のデータから、さらに放電加工のための電極加工用データを自動で生成する機能などである。

今後は、3次元データを利用したバーチャルプロトタイプによる事前検証能力を向上させ、より迅速で高品質なソリューションを提供していく。

## まとめ

ソリューションビジネスにおいては、より一層の製品開発スピードが要求されている。ソフトウェアではそれに関わる人の個々の能力を最大限に引き出してスピードアップするための評価／管理技術が重要になる。また、ハードウェアにおいても、設計リユースに向けて設計者

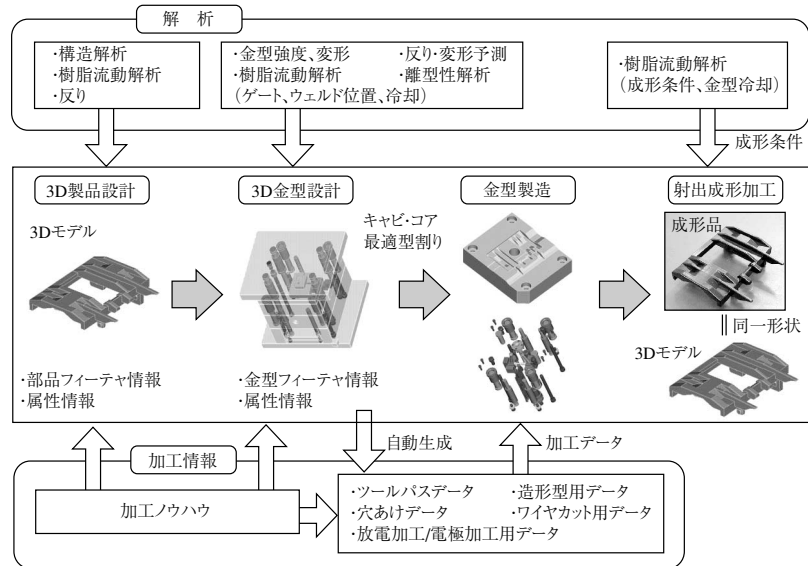


図12 金型加工の自動化

のナレッジの蓄積によりスピードアップを図っている。



## 参考文献

- 1) 青山幹雄：コンピュータが消える日インターネット時代のソフトウェア、情報処理学会誌、Vol.41, No.5, pp.523-527, 2000年
- 2) Steve McConnell, ラピッドデベロップメント, ASCII Press, 1998.6.
- 3) 「型技術」誌：日刊工業新聞社 射出成形金型製造における粉末焼結ラピッド・プロトタイプングの活用事例

## 筆者紹介

- 羽田野 尚登：Hisato Hatano.システムソリューションカンパニー ソフトウェアセンタ ソフト構造改革チーム
- 小松秀二：Shuji Komatsu.システムソリューションカンパニー ソフトウェアセンタ 情報技術部
- 深井雅克：Masakatsu Fukai.システムソリューションカンパニー エンジニアリングセンタ 実装技術開発部 生産技術開発チーム
- 緑川祥二：Youji Midorikawa.システムソリューションカンパニー エンジニアリングセンタ 技術情報システム部 高崎CAD開発チーム
- 横堀 勉：Tsutomu Yokobori.システムソリューションカンパニー エンジニアリングセンタ 技術情報システム部 CAE チーム