

製品企画支援とラピッドプロトタイピング

Computer-Aided Virtual Product Planning Environment and Rapid Prototyping System

小野 清
ONO Kiyoshi

上田 悦史
UEDA Yoshifumi

石井 忠俊
ISHII Tadatoshi

競争力のある製品をタイミングよく開発するには、製品設計力とともに製品企画力の向上が重要である。製品企画を支援する技術として、電子企画支援システムとラピッドプロトタイピングシステムを開発した。

電子企画支援システムは、顧客要求の獲得やその定量的な評価など目標仕様設定プロセスを明確にして、体系的に支援できる。また、ラピッドプロトタイピングは、仕様記述言語を用いた仮想試作により動作確認と早期の設計仕様の確定を可能にした。これらの支援技術により、顧客満足度に基づいた製品企画力の向上を図ることができる。

Product planning has recently become more important in order to develop strong products in a short period that satisfy various customer requirements. In response to this situation, we have developed a computer-aided virtual product planning environment and rapid prototyping system. The computer-aided virtual product planning environment supports the product planning process from project definition to target specification setting by means of a metric investigation. The rapid prototyping system implements an investigation of the design specifications at an early stage of the specification definition process before starting the detailed design.

These newly developed technologies enable durable product specifications to be realized to satisfy customer requirements.

1 まえがき

製品サイクルの短期化、製品選択基準の多様化が加速度的に進み、製品競争力における製品企画力の重要性が高まっている。CAD・CAM(Computer Aided Manufacturing)・CAE(Computer Aided Engineering)に代表されるコンピュータによる設計技術は日々発展を遂げ、製品設計開発の現場では必須(す)のものとなっている。しかし、“設計の上流段階”に当たる製品企画プロセスの体系だった手法と支援技術は十分整備されているとはいえない。

ここでは、当社SDT(スーパーデザイン・テクノロジーTM)プロジェクトで開発している製品企画プロセスとそれを支援するツールを紹介する。顧客の声を定性的および定量的に分析し製品の具体的な目標仕様を策定する電子企画支援技術と、目標仕様から設計仕様を導き出す過程で製品の具体的なできばえを可視化するラピッドプロトタイピング技術が競争力のある製品のタイムリーな企画を可能にする。

2 製品企画プロセス

2.1 製品企画の課題⁽¹⁾

製品企画プロセスは三段階に大別される(図1)。要求獲得の段階は、アイデアに対する顧客の反応である顧客の声の収集から始まる。さらに事業戦略や実際の開発に必要なリソースの制限も同時に考慮される。これらの情報は要求

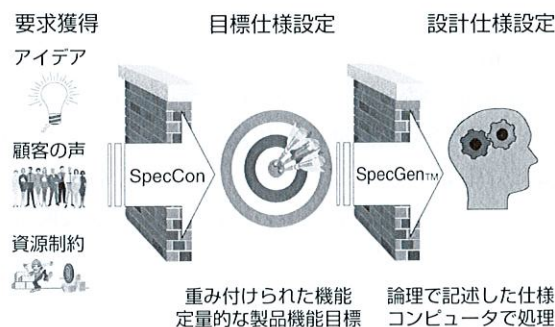


図1. 製品企画の流れ 製品企画は、要求獲得、目標仕様設定、設計仕様設定の三つのステージに分けられる。

Product planning flow

という形でまとめられる。目標仕様設定の段階では、集められ整理された要求が、製品に盛り込むべき機能や達成すべき性能などの技術の指標に変換される。設計仕様設定の段階は、目標仕様として策定された機能、性能をどのような形で実現するかが検討される。要求獲得の結果が目標仕様に、また目標仕様が設計仕様にと連続的につながるのが理想であるが、実際の企画ではそれぞれの間に壁がある。

第1の壁は、要求獲得と目標仕様設定間の壁である。要求獲得で集められる事業戦略、市場の要求、事業上の制約などのさまざまな要求の多くは“～が欲しい”といった主観的な表現である。一方、目標仕様は定量的表現に基づいた技術指標であり両者は質的に異なる。したがって、要求

と変換された目標仕様の対応関係を明確にする必要がある。

第2の壁は、目標仕様設定と設計仕様設定間の飛躍の壁である。設計仕様が目標仕様を満足しているかどうかは、通常は設計仕様を詳細に評価しても判定できない。したがって、設計仕様を設定する過程でそのできばえを具体的な形で可視化して目標仕様との関係を明確にする必要がある。

以上のような分析を踏まえ、当社では第1の壁を克服する技術として電子企画支援システムSpecCon、第2の壁を克服する技術として仕様作成支援システムSpecGen™によるラピッドプロトタイピング技術の開発を行なった。

3 電子企画支援システム SpecCon

3.1 SpecCon プロセス

SpecConでは企画プロセスを以下の八つのステージに細分化し、各段階を着実に進めることにより高品質で定量的な企画立案できるようにくふうしている(図2)。

- (1) プロジェクトおよび市場の定義 企画プロセス全体の設計を行う。製品に盛り込むべき特徴の明確化と製品がねらいとする市場を把握する。
- (2) 定性調査 製品がねらいとする市場を代表する顧客の声(VoC: Voice of Customer)をインタビューや面接などによって収集する。
- (3) 顧客要求抽出 収集された顧客の声を概念整理法であるKJ法的手法により分析体系化する。顕在的、潜在的な要求を抽出するとともに表層的な要求を本質的な要求に変換して、顧客要求としてまとめる。
- (4) 定量調査 アンケート手法などを活用して顧客要

求の個々に対して顧客の立場からの重要度付けを行う。

- (5) 特性抽出 個々の顧客要求を実現するために製品がどのような機能特性をもつべきかを定義する。
- (6) 要求と特性の関連付け QFD(品質機能展開)を用いて顧客要求と機能特性の関連度合いを評価し、顧客要求重要度を基準にした機能特性の重要度付けを行う。さらに、技術的な検討や競合製品ベンチマークなどによりおのおのの機能特性に対して目標値を設定する。
- (7) コンセプト案創造・評価 定義した機能特性を実現する具体的な製品コンセプト案を立案し、QFDを用いてコンセプト案の優劣を定量的に評価する。
- (8) 定量的な仕様決定 コンセプト案の選択・統合を進め最終的な製品目標仕様を完成させる。

SpecConの活用により、以下の効果が期待できる。

- (1) 手順の明確化による企画品質の維持
- (2) 企画情報の蓄積と企画財産の再利用
- (3) 顧客満足に立脚した目標仕様の設定
- (4) 競合とのギャップ・ポジショニング
- (5) 企画・営業・設計部門の協同

次に、SpecConを構成する代表的な手法・支援ツールについて述べる。

3.2 企画プロセスナビゲータ DezNavi

企画作業に参画するメンバーに対して実施すべきタスク(しごと)と各タスクで実施する内容をガイドし、企画活動を適確に支援することを目的に開発している。企画プロセス全体およびその進捗(ちよく)状況の可視化と各タスクで使用すべき作業テンプレートやツールの提供を行う(図3)。また、タスク間の情報連動により円滑に企画作業を進める

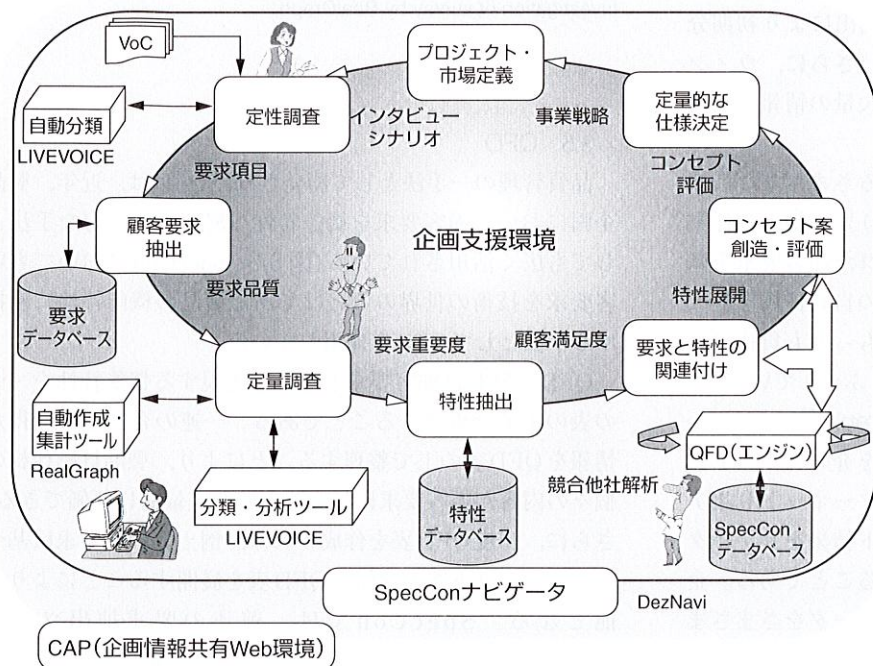


図2. 電子企画支援システム SpecCon
SpecConでは、企画プロセスを細分化し、各タスクで検討すべき項目を明確にしている。

Computer-aided virtual product planning environment

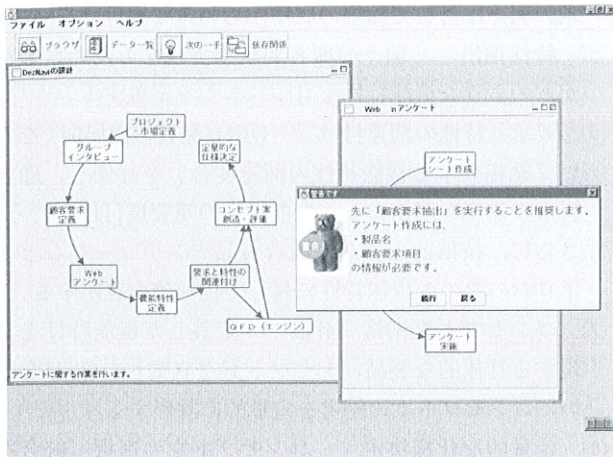


図3. 企画プロセスナビゲータ DezNavi DezNaviは各タスクで実行する内容についてガイドし、適確に企画活動を支援する。
Product planning process navigation by DezNavi

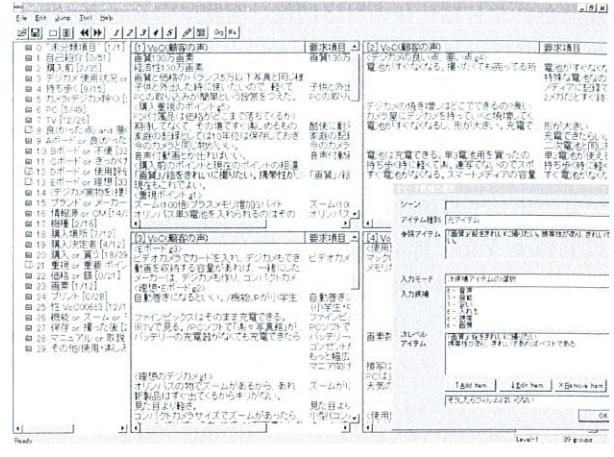


図4. 要求抽出支援ツール LIVEVOICE LIVEVOICEは、顧客の声を効率よく整理し顧客要求抽出を支援する。
Requirements capturing by LIVEVOICE

ことができる。

3.3 要求抽出支援ツール LIVEVOICE

VoCから顧客要求への変換は通常KJ法的手法により実施する。企画活動においてきわめて重要な作業であるが、グループインタビューなどから集められる顧客の声は時として1,000件以上におよびその内容も多岐にわたるため非常に時間がかかる作業となる。

LIVEVOICEは、VoCをKJ法的手法に基づき段階的に整理・グループ化して顧客要求を抽出する一連の作業を支援するツールである。

通常、KJ法的手法はカードなどを用いた分類方式で進められる。既存のKJ法的手法支援ツールもこれを基本にしているものが多い。しかし、大量のカードを限られた画面スペースで分類するのはきわめて効率が悪い。

そこで、LIVEVOICEではキーワード抽出により初期分類を自動的に行うなどの機能を盛り込み、さらに、ウィンドウによる表示を基本にした構成により大量の情報を効率よく整理できるようにした(図4)。

また、LIVEVOICEではVoCに付随するさまざまな情報を属性情報として一元管理することにより要求抽出の作業性を向上させている。さらに、まとめられた顧客要求を基にして重要度評価に向けたアンケート⁽¹⁾の自動作成を行うなどの機能を付加しており、企画作業でもっとも負荷の高い顧客要求定義を円滑に進められるようくふうしている。

3.4 定量調査集計・分析ツール RealGraph⁽²⁾

RealGraphはインターネットブラウザを介してこのデータを集計・分析するツールである。インターネット利用アンケートの大きな利点は大量のアンケート結果をリアルタイムに電子的なデータの形式で収集できることである。企画関係者が自分の机の上から蓄積されたデータをさまざまな切り口で分析できる環境を提供している(図5)。

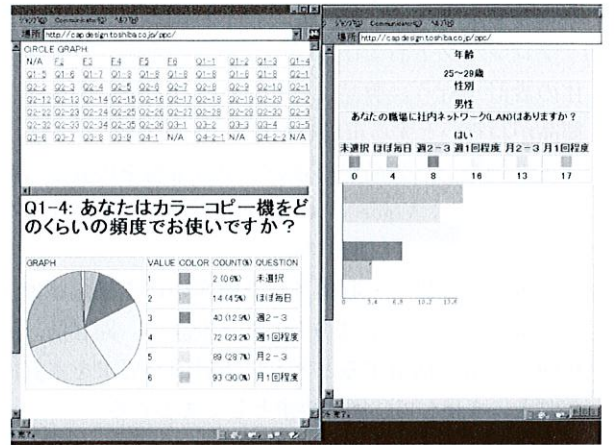


図5. 定量調査集計・分析ツール RealGraph RealGraphは、イントラネットを介して大量のアンケートデータを分析できる。
Investigation of survey by RealGraph

3.5 QFD

品質管理の一手法として開発されたQFDは、近年、製品企画において顧客要求を機能特性へ展開する強力な手法としても広く活用されている(図6)。SpecConにおいても顧客要求を技術の世界のことばである製品の機能特性に変換する手法としてQFDを採用している。

QFDの特長は顧客要求とそれを実現する機能特性を一つの表の中で分析できることである。一連の企画作業で得た情報をQFD表の上で整理することにより、製品目標仕様の個々の内容が顧客要求に与える影響を定量的に評価できる。さらに、一度QFD表を作成すれば、例えば顧客要求に基づいたコンセプト案の評価もQFD表を展開することにより可能となる。SpecConでは、前述の要求抽出ツールLIVEVOICEで抽出した顧客要求データが直接QFD表作成

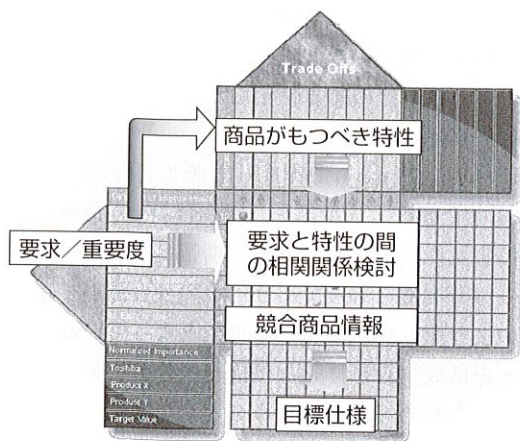


図6. QFD QFDを活用し、顧客要求を製品が具備すべき機能特性へ展開する。
Target setting through quality function deployment (QFD)

ツールに入力される。これにより、企画活動の原点であるVoCからQFD表まで一貫したデータ連続性を実現することができ、製品企画でいつでも切り出して製品がもつべき仕様の実現につなぐなど、製品企画データベースとして活用することができる。

3.6 電子企画支援環境 CAP ブラウザ⁽²⁾

電子企画支援環境 CAPブラウザは、企画作業やSpecConにより作成された電子企画情報をイントラネット上で共有する環境を提供する。これにより、関係者が企画活動に関連するすべての情報を閲覧することができ、時間や空間を超えて企画活動を進めることができる。CAPブラウザでは、SpecConで作成された電子企画情報とともに企画作業に必要な付帯情報が一元的に管理される。過去の企画情報を分類・蓄積して、後継機種への展開に利用する企画プロセス/情報の財産化も実現している。

4 ラピッドプロトタイピング

設計仕様設定では、目標仕様設定で作成される企画書から動作仕様や設計仕様を順次策定する(図7)。従来の仕様検討では、動作仕様や設計仕様はそれぞれ技術部門で検討を加えながら仕様書という形で作成される。この結果は、最初に設定した目標仕様を満足しなければならないが、例えばフローチャートのような仕様書が当初の目標仕様を満足しているかを判断することは、特に企画担当者や営業担当者にはきわめて困難である。したがって、従来は試作機の段階で初めて設計仕様が目標仕様と満たすかを判断していた。しかし、この段階で設計仕様に問題が発見されると非常に大きな手戻りが発生して製品開発が大幅に遅れることになる。

そこで、SDTでは仕様をコンピュータで処理できる形で

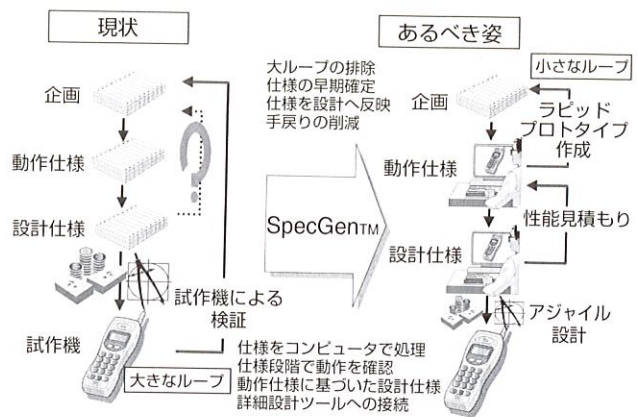


図7. SpecGen™による設計仕様作成プロセスの改善 SpecGen™による設計仕様作成プロセスは、仕様の早期確定を実現する。
Process of design specification: as is/to be

記述して、仕様作成の各段階で目標仕様との合致の検証を可能とするSpecGen™の開発を行なっている。これによって、動作仕様書に書かれた製品動作の可視化が可能となり、設計者だけではなく企画・営業の担当者も試作機と同じように具体的な形で製品動作を確認することができるようになる。また、詳細設計に入る前に設計仕様を十分に評価することにより大きな手戻りが排除でき、仕様品質の劇的な向上が期待できる。

4.1 SpecGen™の構成⁽³⁾

SpecGen™は、例えば携帯電話や家電機器の操作部のような、CPUやLSIとソフトウェアが主要な構成要素である製品の仕様設計を支援するツールとして開発を進めている。

新しく開発した仕様記述言語SpecC(仮称)を用いて目標仕様との一致を保証した状態で詳細な設計仕様を段階的に作成する。また、ファームウェア設計仕様、システムLSI設計仕様の策定までをカバーしており、ラピッドプロトタイピングによる動作仕様の確定から製品の詳細設計仕様までをつなぐ世界初のツールである(図8)。

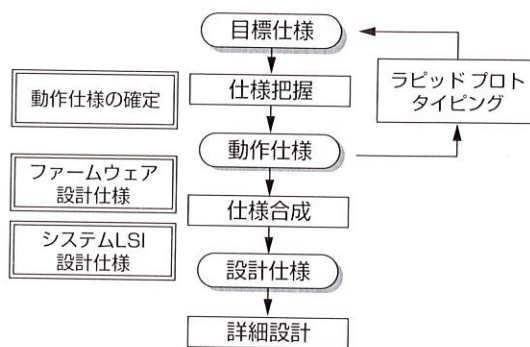


図8. 上流設計手法 SpecGen™ SpecGen™は、段階的な設計仕様作成を効率よく支援する。

Design specification process with SpecGen™

4.2 仕様オーサリングツール VisualSpec™⁽⁴⁾

SpecGen™では、実際の仕様検討作業を効率的に進めるために仕様オーサリングツール VisualSpec™を開発し、仕様作成はすべて VisualSpec™上において対話型作業で進められる。VisualSpec™は仕様記述のための部品を多種用意しており、これを組み立てて容易に動作仕様記述ができるように構成されている(図9)。設計者は、目標仕様を基に要求される動作仕様を順次入力して、動作間の連携を定めて動作仕様を完成させる。SpecGen™では、動作仕様とファームウェア設計仕様およびシステム LSI 設計仕様とは分けて確定させるため、仕様策定の各段階では他の段階での設計の容易さを考慮することなく検討を進めることができる。

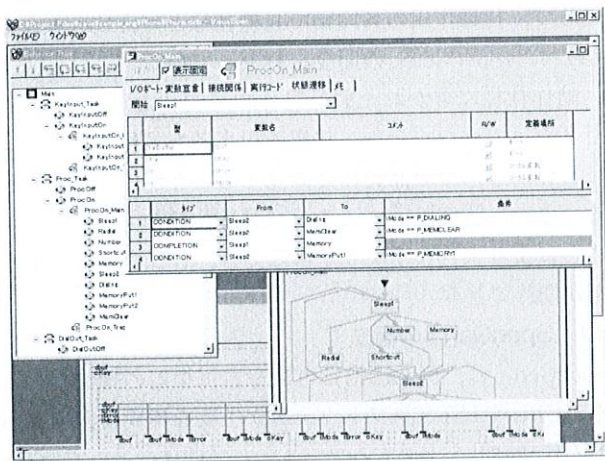


図9. 仕様オーサリングツール VisualSpec™ VisualSpec™は、仕様の記述・詳細化をビジュアルに支援する。 VisualSpec™ specification authoring environment

4.3 ラピッドプロトタイピング

VisualSpec™で作成した動作仕様を専用のコンパイラ^(注1)でコンパイルして動作実行モデルを得ることで、ラピッドプロトタイピングを進めることができる。携帯電話や家電機器のリモコンのようにUI(User Interface)をもつ製品などの場合は、UI表示部分だけを Visual Basic^(注2)などにより作成して動作実行モデルと組み合わせ仮想試作機を構成する。評価者は、コンピュータの画面上に表示されるUI部をマウスなどで操作することにより、動作を具体的に確認することができる。動作仕様を作成する VisualSpec™とUI表示部分を分けることで、動作仕様の作成は設計者、UI表示

(注1) プログラミング言語で作成されたプログラムを、コンピュータが理解できる機械語に変換するソフトウェアをコンパイラ、変換することをコンパイルと呼ぶ。

(注2) Visual Basicは、Microsoft社の商標。

部分の作成はデザイナーと分担をすることが可能となり、作業効率の向上が期待できる。また、動作仕様は実際の製品設計データとしてそのまま使えるため、一貫した検討を進めることが可能となる。

図10は、VisualSpec™で作成した動作制御部と Visual Basicで作成した操作・表示部を、組み合わせて構成した携帯電話の仮想試作機である。近年の携帯電話は通話機能以上に多くの付帯機能をもっており、その使い勝手を確認するにはこのような仮想試作機が不可欠となっている。一度評価モデルを構成すれば、追加機能や操作ボタンの割当ての変更などはきわめて容易に行うことができる。また、動作制御部と操作・表示部を分離して作成しているため、まず動作を非常に簡単な操作モデルで確認して最終的に精密な操作・表示部と置き換えることも容易にできる。この携帯電話の例では、操作・表示部も動作制御部とともにコンピュータ上の仮想モデルを用いて評価をしているが、操作部を実際のモックアップに置きかえることにより、さらに実機に近づいた仮想試作機を作成することが可能である。これは、コンピュータ画面上だけでは完全に確認することが難しい操作感や大型機器操作卓などの使い勝手の評価にはきわめて有効な手法になると考えている。



図10. 携帯電話ラピッドプロトタイピング VisualSpec™によりプロトタイプを容易に作成できる。 Rapid prototyping by VisualSpec™

5 あとがき

製品企画の支援技術として、顧客要求の抽出から目標仕様の設定までを一貫した環境でサポートする電子企画支援システム SpecConの概要を述べた。企画・営業・設計が一体となって進める定量評価を主体とした製品企画プロセスと LIVEVOICEをはじめとする SpecConを構成するツール

群である。また、製品企画段階でいち早く製品のできばえを予測する手法として、仕様作成技術SpecGen™を紹介した。仕様オーサリングツールVisualSpec™に支えられたラピッドプロトタイピング技術とその携帯電話への適用である。

製品企画つまり製品設計のWHAT(製品開発企画)に焦点を当てた支援技術の利用範囲はまだ限られているが、紹介した技術の当社内での活用を加速して顧客満足度を基準とした製品企画力のさらなる強化を進めていく所在である。

SpecConで中核として採用しているQFDは製品企画の品質を高める手法として注目度が高い。QFDは、内容をカスケード様(階段状)に展開することにより製品全体の定量的な目標の設定から製品を構成する個々の部品がもつべき目標の割当てや製品設計・製造のプロセスまでに活用できる強力な手法である。SpecConにおいても単に製品目標仕様の設定にとどまらず、設計まで踏み込んだ展開を考えている。また、受注品から大量生産品までの製品企画を支援するためには、それぞれの製品企画形態に合わせたカスタマイズを進めやすい構成にする必要がある。

SpecGen™開発の最終的な目的は、仕様記述言語に基づく目標仕様から設計仕様への確実な橋渡しの実現である。ここで紹介したラピッドプロトタイピングだけにとどまらず仕様作成全般をカバーする技術として積極的に研究開発を進めていきたいと考えている。

謝辞

ここに述べたSpecGen™の研究は、カリフォルニア大学

アーバイン校との共同研究の成果である。同大学D.Gajski教授および関係各位のご指導、ご協力に感謝の意を表する。

文献

- (1) Noguchi, K., et al. "Innovative Product Planning and Development Process". Trans. 10th International Symposium on Quality Functional Deployment. Michigan, USA, 1998-06. QFD Institutes (USA), 1998, p.321-330.
- (2) 柴田 幹男, 他. CAP(Computer Aided Planning)による複写機の製品開発. 東芝レビュー. 54, 5, 1999, p.55-58.
- (3) Ishii, T. et al. "Visual Specification Environment: an Authoring Tool for Embedded Systems Co-Design", Proc. of the Synthesis and System Integration of Mixed Technologies. 1998, p.15-22.
- (4) Araki D., et al. "Rapid prototyping with HW/SW codesign tool", Proc. of Engineering of Computer -Based Systems, 1999, p.114-121.



小野 清 ONO Kiyoshi

デザインセンター デザイン第1担当グループ長。デザインのデジタルプロセス化に注力し、現在ヒューマンテクノロジーデザイン開発に従事。日本デザイン学会会員。Design Center



上田 悦史 UEDA Yoshifumi

研究開発センター システム技術ラボラトリー主任研究員。製品上流設計技術の研究・開発に従事。System Engineering Lab.



石井 忠俊 ISHII Tadatoshi

研究開発センター システム技術ラボラトリー研究主務。システムオンチップ設計技術・仕様合成技術の研究・開発に従事。情報処理学会会員。System Engineering Lab.