

新MI手法 DMADVによる開発・設計イノベーション

Innovation of Development Processes by New Management Innovation Method: DMADV

白井 浩司 上田 悦史 上村 純一

■ SHIRAI Koji ■ UEDA Yoshifumi ■ KAMIMURA Junichi

現在、東芝グループでは“東芝イノベーション活動”が強力に進められている。この活動は1998年から開始されたMI (Management Innovation: 東芝流シックスシグマ) 活動をベースに行われており、手法もMI手法が活用されているが、従来のMI手法では開発・設計プロセスに対するサポートが不十分であった。そこで開発・設計のためのシックスシグマ手法 (DMADV: Define, Measure, Analyze, Design, Validate) を新たに導入することにし、その社内展開を2006年からスタートした。

この手法は設計対象の設計パラメータ抽出、絞り込み、最適化をシステマチック (体系的) に行うことを特長とし、開発の後戻り要因であったパラメータの見落としを防ぐ仕組みを提供している。現在、グループ各社の様々な分野に展開が進みつつあり、この手法を使った各種のプロジェクト (PJ) がスタートしている。

Toshiba group is currently actively promoting innovation activities. These activities are based on management innovation (MI) activities, which were initiated in 1998 but were found to be somewhat lacking for use in development and design sections.

We have newly introduced the “define, measure, analyze, design, validate” (DMADV) method, which promises to provide sufficient support to development and design sections. The deployment of DMADV started in 2006 at the corporate level.

The DMADV method is characterized by preventive measures to ensure that key parameters are not overlooked, so that no retrogression occurs in development and design work. This is assured by systematic extraction, selection, and optimization of the design parameters of the object of development. A number of projects have started to deploy the DMADV method with the aim of disseminating innovation throughout Toshiba group.

1 まえがき

現在、東芝グループ全体で強力に進められている“東芝イノベーション活動”は、1998年から開始されたMI活動をベースにし、手法もMI手法が活用されている。MI手法には、シックスシグマの基本となるDMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) とVoC (Voice of Customer) を起点とした商品開発手法であるDFACE (Define, Focus, Analyze, Create, Evaluate) がある。MI活動ではこれらを使った様々なPJが実施され、その結果多くの成果が上がり、東芝グループの業績に多大な貢献をした。

しかしながら、これらの手法には、技術開発又は製品の設計作業を直接的にサポートしていないという問題点があった。

それは、DMAICは多くの場合、一つの特性 (Y) を最適化して管理する手法のため、複数の特性 (Y's) を同時に最適化する必要のある設計作業では工夫が必要であり、DFACEは基本的に商品企画に重点を置いた手法のため、製品の具体的な特性群 (Y's) を実現する設計パラメータ (X's) の決定方法を十分にサポートできていなかった。

そこで2006年から、新たに特性群 (Y's) を同時に最適化する手法としてDMADVを米国SigmaPro社から導入し、これによりやり直しのない品質の高い開発・設計の実現を図ること

にしたものである。

2 DMADVの概要

これまでのDMAICとDFACEは、前述のとおり製品の設計作業のサポートが不十分だった。DMADVはこれを補うものであるが、この状況を新製品開発のプロセスに対して示したのが図1である。

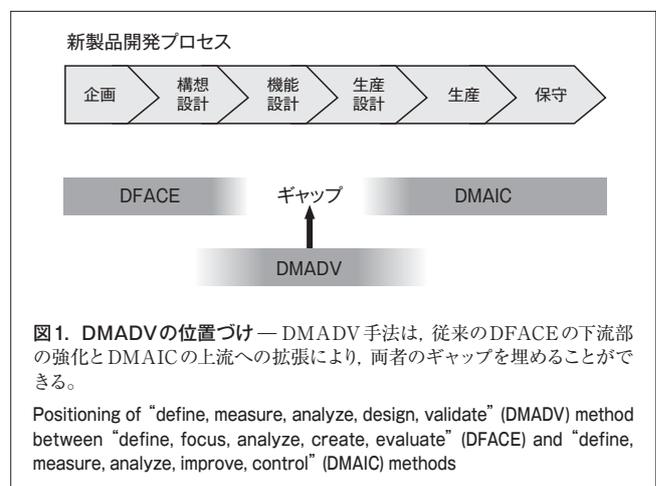


図1. DMADVの位置づけ — DMADV手法は、従来のDFACEの下流部の強化とDMAICの上流への拡張により、両者のギャップを埋めることができる。

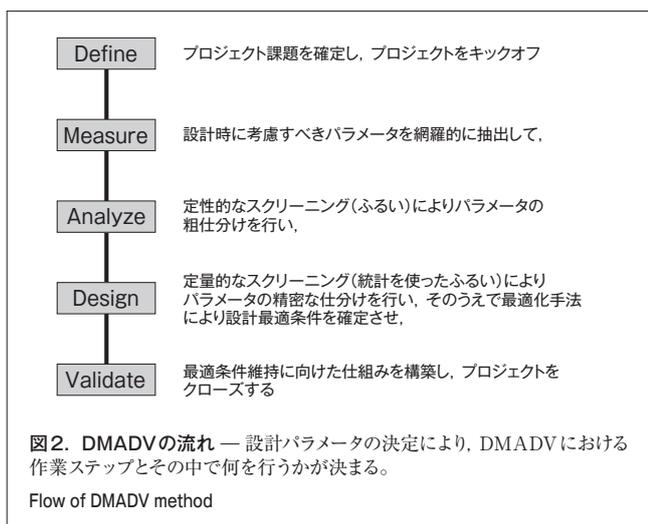
Positioning of “define, measure, analyze, design, validate” (DMADV) method between “define, focus, analyze, create, evaluate” (DFACE) and “define, measure, analyze, improve, control” (DMAIC) methods

このようにDMADVは、これまでサポートできていなかった機能設計や生産設計のギャップを埋めるものであり、これにより、新製品開発プロセス全体がMI手法でカバーされるようになった。

DMADVは、製品の具体的な特性群 (Y's) を実現する設計パラメータ (X's) の決定方法であるが、これは図2に示すような五つのステップ：Define-Measure-Analyze-Design-Validateにより実施される。

ここでポイントとなるのが設計パラメータの網羅的な抽出である。これまでの設計のやり方では、ここでパラメータの見落としが起りやすく、このため特性のコントロールが不十分になる場合があった。

これまで多くの場合、そのことが試作段階で初めてわかり、その結果設計のやり直しが発生していた。これは開発遅延の大きな要因の一つであったが、DMADVを使うことでこのリスクを大きく低減でき、その結果開発期間の大幅な短縮が期待される。



3 DMADVの特長

DMADVには次の二つの特長がある。

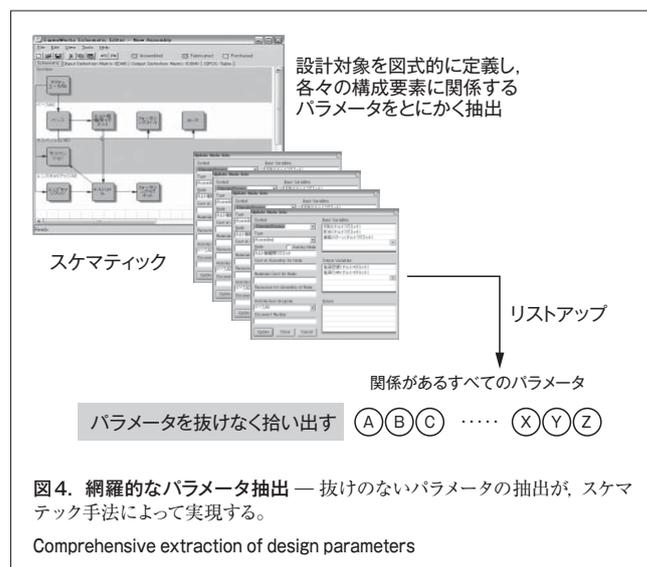
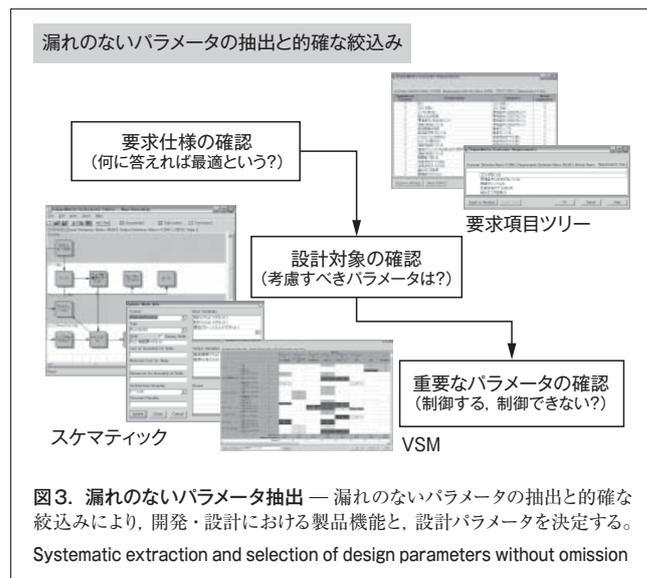
- (1) 漏れのないパラメータの抽出と的確な絞込み
- (2) 効率的なパラメータの最適化

以下に、これらについての詳細を述べる。

3.1 漏れのないパラメータの抽出と的確な絞込み

DMADV最大のポイントである“漏れのないパラメータ抽出”は、図3のような三つのステップで実施する。

ここでスケマチック (図式的な) というのは、図4に示すように、設計対象物の構造をドリルダウン形式で分解し分析する手法である。この中で対象物を構成する部品を漏れなく記述し、それにより漏れなく設計パラメータをリストアップする。それらを要求仕様と比較して重要パラメータを決定し、それを元

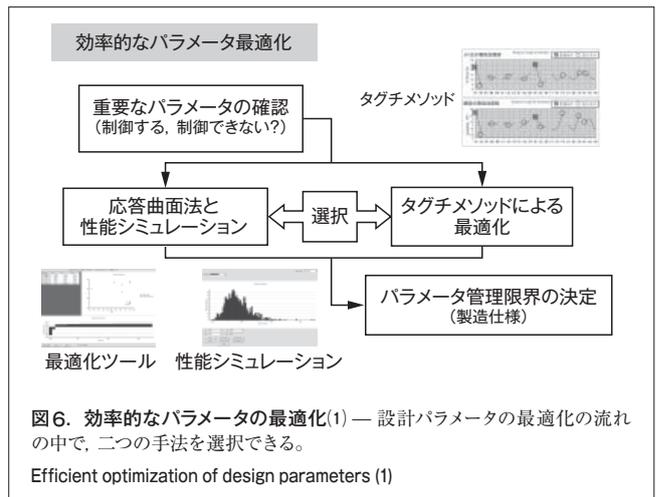
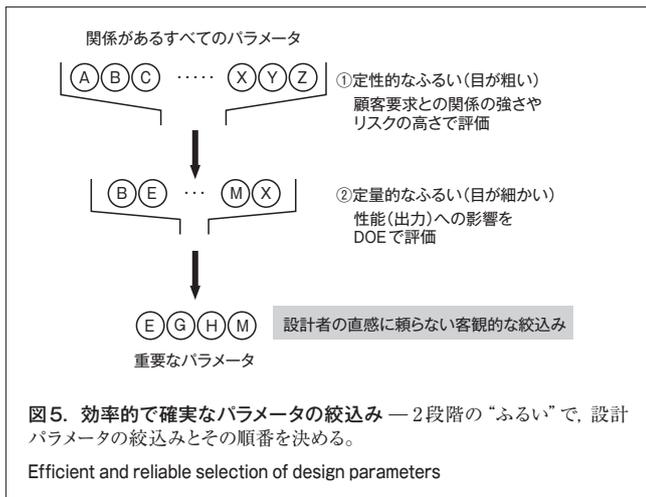


に次のステップである統計的なパラメータの抽出計画 VSM (Variable Selection Matrix)を作成する。

次に、DMADVでは図5に示すやり方により、2段階の“ふるい”でパラメータを効率よく確実に絞込む。このような2段階のふるいを行う理由は次のとおりである。

絞込み作業とは、最適化したい各特性 (Y) に対して有効に働く設計パラメータ (X's) を見つけることであるが、設計対象物には通常数十から数百の設計パラメータが存在するため、いきなりそれらすべてに対して DOE (実験計画法) を用いた定量的 (統計的) な絞込みを行うことは現実的ではない。

このため、まず顧客要求との関係の強さと設計が失敗するリスクの高さを評価し、定性的な絞込みを行っている。このとき、顧客要求のリストアップも重要であり、それらも設計パラメータを評価して絞り込むうえでポイントとなる。設計が失敗する場合のリスクについてはFMEA (Failure Mode and



Effects Analysis) 手法を用いて評価する。

そして、現実的な数にまで設計パラメータを絞った後に、DOEにより定量的な絞り込みを行う。この作業はスクリーニングDOEと呼ばれ、その特性(Y)に対して有意に働かない設計パラメータのふるい落としが目的である。このため、解像度の低いDOEを用いることができ、これにより実験回数を減らすことができる。

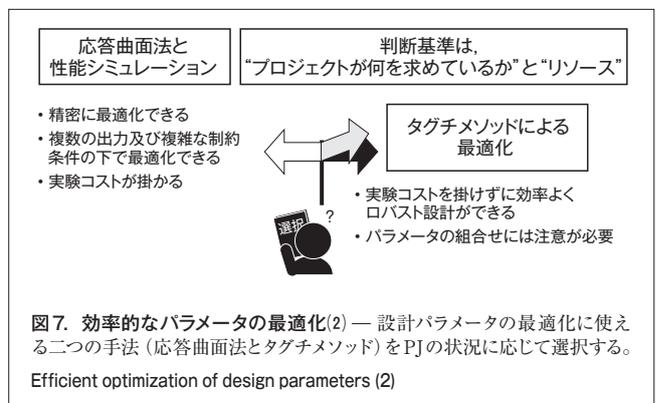
これらの作業は、製品に求められる特性群(Y's)のうち重要なものすべてについて行う。この重要度も顧客要求を元に評価しておく。この結果、重要特性(Y's)のそれぞれに対して重要な設計パラメータ(X's)が抽出される。

3.2 効率的なパラメータの最適化

次に、絞り込んだパラメータの最適化を行う。最適化のやり方にはいくつかの選択肢が存在する。幸運な場合、スクリーニングDOEの段階で特性(Y)と設計パラメータ(X's)の間の一次の関係式 $Y=f(X's)$ が得られる。重要な特性群(Y's)のいずれのYに対してもこれが得られた場合、それらを用いた連立方程式を解くような形で、各Yの要求仕様を同時に満たす設計パラメータ(X's)を求めることができる。

しかしながら、Y'sとX'sの間に一次の関係式が成り立たない場合も多く、そのときは図6のように、二次の関係式を求める作業(応答曲面法)と、そこから得られる関係式群を用いたMinitab(統計分析パッケージソフトウェア)などの最適化ツールによる最適条件抽出作業を行い、更に、モンテカルロ法による性能シミュレーションで得られた設計パラメータ(X's)の妥当性検証作業を行う。あるいは、タグチメソッドにより最適条件抽出作業を行う。そして、それらのいずれかの方法によりパラメータの管理限界を決定する。

応答曲面法とタグチメソッドのいずれを選択するかは、それぞれに一長一短があるため、PJの状況に応じて選択することになる(図7)。応答曲面法の場合、複数の特性(出力)に対して精密な最適条件が抽出できるが、多くの実験が必要であ



り、その後の検証にも手間が掛かる。一方、タグチメソッドは、少ない実験で効率よくロバスト(注1)な設計パラメータ(X's)を抽出できるが、実験に用いるパラメータの設定には注意が必要であり、得られるパラメータは厳密な意味での最適値とは言えない。これらから、手間を掛けても精度の高い設計パラメータの最適化を行うべき場合には応答曲面法を、開発期間が限られ、とにかく要求特性を満足する設計パラメータ(X's)を急いで入手したい場合にはタグチメソッドを使用する、といった使い分けが考えられる。

東芝グループではDMADV導入以前に、既にタグチメソッドの導入と活用が進んでいたが、タグチメソッドは最適化対象となるパラメータ抽出作業をサポートしておらず、この点が弱点とされていた。前述のようにDMADVは、タグチメソッドのこの弱点を補うものでもある。

また、後述するDMADV PJはいずれもタグチメソッドを用いたものではないが、タグチメソッドのロバスト設計に対するアドバンテージは大きく、今後DMADVでタグチメソッドを使用するPJも現れるものと予想される。

更に、タグチメソッドの考え方を取り入れて、より簡便で精

(注1) ノイズ(外乱)の影響を受けにくいこと。

度の高いロバスト設計を実現する手法の開発も期待される。

4 DMADVの実施状況

これまで、DMADVを使って、東芝グループで約20件のPJが実施されている。2007年春までにそれらのうちの約半分が完了し、これまでの手法だけでは難しかった多くの問題が解決されて、いくつものイノベーションが実現している。

これまでに実施された主なPJを表1に示す。このように東芝グループ各社の様々な分野で実施されており、また、製品設計だけでなく技術問題の解決にも多く使用されている。

表1. DMADV実施PJ一覧

DMADV project list

分野	PJテーマ
半導体	寄生素子の特性改善
半導体	保護素子の特性改善
半導体	MOS素子の特性改善
デジタル製品	プリンタ機構の開発
家電製品	熱構造設計
電子部品	X線管の開発
家電製品	インバータ回路の開発
電子部品	インダクタ素子の開発
パソコン	EMI対策
産業機器	インバータ回路の開発
半導体	FET素子の特性改善
半導体	回路設計の精度改善
医療機器	X線装置の開発
医療機器	画像処理装置の開発
産業機器	産業用モータの設計
パソコン	基板設計の最適化
家電製品	蛍光灯の回路設計

MOS : Metal Oxide Semiconductor EMI : Electron Magnetic Interference
FET : Field Effect Transistor

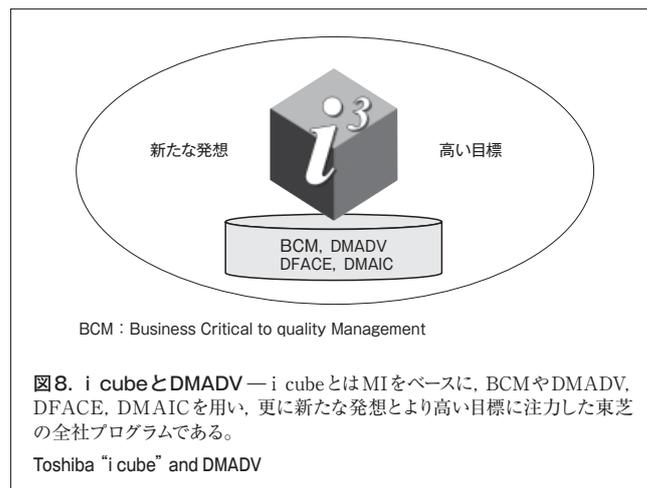
5 期待されるDMADVの今後

DMADVの導入と時を同じくして、MI活動はいつその企業変革の高みを目指した東芝イノベーション活動に発展した。この東芝イノベーション活動はMI活動を基本に行われ、そしてこのなかで、イノベーションを実現するための有力な手段としてDMADVの活用が進められている(図8)。

今後、DMADVによって生み出されるイノベーションと、それにより実現される顧客価値の高い東芝グループの新しい商品群に是非期待願いたい。

6 あとがき

東芝グループ内へのDMADVの展開はPJの事例作りをするところから始まったが、当初は当然ながら手本とするものが



なく、手探りの状態であった。努力の結果、現在ではいくつもの良質の事例が蓄積されるとともに、この手法の理解も深めることができた。そして、材料開発や純粋なソフトウェアといった不得手とするところもわかってきた。

今後は、引き続き各分野でのPJ活動をサポートしていつその事例の積上げを図るとともに、グループ内における開発の標準的なツール及び考え方として使用されるよう、普及活動を更に進めていきたい。

文 献

- (1) Douglas P. Mader. Design for Six Sigma, Quality Progress. 米国, American Society for Quality, 2002.
- (2) Douglas P. Mader. DFSS and Your Current Design Process, Quality Progress. 米国, American Society for Quality, 2003.



白井 浩司 SHIRAI Koji

イノベーション推進本部 イノベーション推進室 経営変革上席エキスパート。DMADV展開をはじめとする社内のイノベーション活動の推進に従事。

Innovation Promotion Div.



上田 悦史 UEDA Yoshifumi

東芝シグマコンサルティング(株) 戦略企画部長 兼 経営変革上席エキスパート。MI手法の教育、コンサルテーション、及び新手法の評価、導入、展開業務に従事。

Toshiba Sigma Consulting Corp.



上村 純一 KAMIMURA Junichi

東芝シグマコンサルティング(株) 戦略企画部 経営変革上席エキスパート。MI手法の教育、コンサルテーション、及び新手法の評価、導入、展開業務に従事。

Toshiba Sigma Consulting Corp.