

Title	DFM(Design For Manufacturability)を加速する生産技術マネジメント(技術経営(7),一般講演,第22回年次学術大会)
Author(s)	清野, 武寿; 西田, 直人; 藤武, 浩二
Citation	年次学術大会講演要旨集, 22: 625-628
Issue Date	2007-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7352
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

DFM（Design For Manufacturability）を加速する生産技術マネジメント

○清野 武寿， 西田 直人（東芝）
藤武 浩二（東芝ライテック）

1. はじめに

近年の著しいアジア諸国の成長の中、日本の製造業にとって競争力確保・持続的成長のための活路を見出すことが重要となってきた。新たな活路を見出すために、技術経営の分野においても、画期的な技術開発や顧客の潜在ニーズ発掘によって新製品・サービスを生み出し、全く新しい市場・事業を創出するイノベーション（バリュー・イノベーション）の実現にむけて様々な議論が行なわれている。

一方で、製造業の多くは既存事業での売上高、利益の割合が大半を占めており、これまでの業務プロセスの変革（プロセス・イノベーション）の実現も重要な経営課題となっている。

戦後の我が国の製造業は、欧米諸国の技術導入・活用によって生み出した新製品を、現場の創意工夫（現場力）によって、高品質・低コスト・高スピードで製造・生産するプロセス・イノベーションを実現することで成長し続けてきた。しかし、近年、現場力を支えてきた優秀な技能者（熟練工）の減少や熟練工の少ない海外工場への展開等から、現場力だけに依存した品質・コスト・スピードの確保は限界に近づいている。

この課題を解決する方法の1つとして、「製造性（作りやすさ）を考慮した設計（DFM：Design For Manufacturability）」の重要性が見直されてきている。DFMに関しては、製造性を向上するために設計段階で考慮すべき視点・指針（ガイドライン）[1]、製造性向上の重要性・効果[2],[3]、DFMをサポートするIT（情報技術）システムのフレームワークやITツール[4],[5]、DFMに有効なモジュール設計[6]等、様々な視点から研究が行なわれている。

しかし、これらの先行研究は、製品開発・設計者への啓蒙が主な対象となっており、製造方法・製造プロセス開発、生産性・品質を向上させるための技術・手法・仕組みの開発、作業・管理方法の改善など、生産・製造の課題解決を専門とする生産技術の視点からDFMを促進する方法については十分な議論・研究が行なわれていない。

本報告では、日本の製造業がプロセス・イノベーションによって競争力を確保し、持続的に成長していくために重要なDFM加速の方法について生産技術の視点から考察し、生産技術部門における具体的なマネジメント方法を事例とともに提案する。

第一に、製品設計段階で製造性を十分に考慮していないために実際に発生している問題を調査する。第二に、調査結果からDFMを促進するために有効な、生産技術部門から設計部門へのアプローチを考察する。第三に、考察したアプローチを実際に適用した事例を示し、考察したアプローチの有用性および各アプローチにおける生産技術部門におけるマネジメント（生産技術マネジメント）について考察する。

2. 設計起因による製造性低下の実態調査

生産技術の視点からDFMを促進する方法を考察するために、製品設計に起因する生産・製造段階の品質、コスト、スピードにおける問題点を調査した。

本調査では可能な限り詳細な情報を入手するために、生産・製造の実態を熟知している日本の製造業の生産技術部門のマネジャを対象にインタビュー調査を行なった。また業種による偏りを避けるために、異業種6社（映像機器、情報機器、情報周辺機器、電子部品、感光材料、化学材料）を選択した。表1にインタビューから抽出した製品設計に起因する生産・製造段階の問題点を示す。

これまで数多くの先行研究においてDFMの必要性・重要性が提唱されおり、日本の製造業の設計部門においてもDFMの必要性はある程度認識されているはずである。しかし、表1に示した問題点は、日本の製造業においてDFMが十分に実行されていない現状を示している。

表1に示した問題点から、DFM実現の課題として以下の点があげられる。

- ・開発・設計部門（以降：設計部門）が、DFMの重要性を具体的に認識・実感できていないため、製造性を向上させるよりも製品の機能・性能を実現することを優先してしまう。
- ・設計部門の決定する設計緒元が製造へ与える影響を把握できていないために、設計段階で製造性を考慮した設計緒元を決定できない。
- ・部品やデバイス等の製造精度（加工・組立・実装精度）が、製品仕様精度に与える影響を把握できていないために、安全性を考慮して過剰な製造精度を設定してしまう。

これらの課題を設計部門が単独で解決することは難しく、生産技術部門と連携して生産・製造の現状を理解することから始めることが重要である。

表1 製品設計起因による問題点調査

製品設計起因による問題点	
品質	■性能・機能達成を最優先する為に、量産段階で品質トラブルが発生する
	■生産段階の不良要因を特定できない為に、設計を変更できず、不良が再発する
	■生産・製造からの設計段階での対策を要求しても、設計変更が行なわれず、品質トラブルが発生する
コスト	■製造プロセスを考慮した設計になっていない為、量産段階で工数の増加、不良発生によって目標コストを達成できない
	■生産技術部門から製品構造・材料変更が要求されても、良好な性能・機能が得られた構造・材料を変更できず製造コストを低減できない
	■部品の加工・組立精度への要求機能が過剰となり、設備コストが増加する
スピード	■設計初期段階で性能・機能達成を最優先にし、製造品質やコスト設計が不十分な為、量産直前で設計変更が多発し後戻りが発生する
	■製造ばらつきを試作・実験段階で評価しきれないため、生産段階で性能・機能を実現できず、後戻りによって納期遅延が発生する

3. DFM 加速にむけた生産技術部門から設計部門へのアプローチ

設計に起因する生産・製造段階の問題点から考察した DFM 実現にむけた課題を解決するには、設計部門が生産・製造の実態を把握し、専門性を有する生産技術部門の情報・知識・知見を活用す

ることが必要となる。

しかし、DFM を加速するには、生産技術部門が設計部門からの要求・要請を待って行動するのは十分ではなく、自らが設計部門に働きかけるアプローチが必要である。

上記、課題から DFM を加速するための生産技術部門から設計部門へのアプローチ方法を考察すると以下があげられる。

(1) 製品設計に反映できる製造知識の提供

設計部門が DFM の重要性を具体的に認識するに必要な施策の1つは、設計部門への製造知識や知見の提供があげられる。しかし生産技術部門が有する生産・製造の知識を単純に提供・伝達しても専門性の相違から、設計部門が全てを理解することは難しい。

したがって生産技術部門は、単に生産・製造に関する実態や製造プロセスに関する情報を設計部門に提供するのではなく、製品の設計段階で製造性を考慮するために必要となる情報や知識を抽出して提供する必要がある。

このことは DFM を推進する最初の段階では、特に重要である。

(2) 製造性を加味した設計ルール・定石の提供

設計部門への生産・製造の情報・知識・知見の提供は重要であるが、上述したように専門性の相違から、設計部門が生産・製造に関する知識・知見を十分に理解することは難しい。したがって、設計部門が生産・製造の知識が不足していても設計段階で製造性を判断できるような施策も必要である。

その1つの方法として、生産技術部門から設計部門へ、製造性を考慮した設計ルールや定石を提示するアプローチが有用である。先行研究においても、製造性を向上させる設計ルール・定石の活用が提案されているが、生産・製造に関する知識が十分でない設計部門が単独でこのルール・定石を整備することは難しい。生産技術部門が、安定した生産・製造を実現できる設計緒元の範囲を明確化し、設計ルール・定石として設計部門に提供することを推進することが重要となる。

(3) 製品精度を考慮した適正部品精度の提供

製品の多様性や高性能化・高機能化にともなう製品構造が複雑になってきている。そのため、設計段階で製品の構成要素（部品）の精度を製造性まで考え適正化することは容易ではない。

構成要素の精度を適正化するためには、構成要素の精度が製品の最終精度に与える影響を生

産技術部門が分析し、生産・製造の知識・知見を活用して、製造性が困難な構成要素の精度緩和、製造性が容易な構成要素の高精度化するなどのアプローチが有用であると考えられる。

4. DFM 加速にむけた生産技術部門の活動 事例・生産技術マネジメントの考察

本節では上述した3つのDFM加速にむけた「生産技術部門から設計部門へのアプローチ」について具体的な事例を示し、生産技術部門におけるマネジメント（生産技術マネジメント）のポイントを考察する。

(1) 製品設計に反映できる製造知識の提供

① 事例：筐体製造に関する知識の提供

製品の外観や強度を左右する筐体などの機械部品は、設計部門によって決定された筐体の形状データを基に生産技術部門が金型の設計・製造を行ない、製造された金型を用いて射出成形・板金成形、その後に塗装が行なわれる。

すなわち、設計部門による筐体の形状や精度によって金型の加工・組立しやすさ、成形・塗装のしやすさ等の製造性が左右される。

これまでも生産技術部門から設計部門に、設計形状・精度が、金型の構造や、金型の加工・組立、成形・塗装などに与える影響に関する情報を提供してきたが、設計部門での製造性向上の必要性に対する認識が十分とはいえなかった。そこで、生産技術部門が設計部門の技術者（設計者）に金型の組立、成形、塗装を体験する場を提案・設定した。

筐体関係の機構（機械）系の設計者を召集し、設計者が金型の組立、成形、塗装を実際に体験する中で、設計形状・精度が金型の加工・組立性、成形性、塗装への影響を説明・解説した。

この施策によって、設計部門がこれまで漠然としか認識していなかった製造性の影響を自らが体験することでDFMの必要性の認識を向上させることができた。

② 事例から考察する生産技術マネジメント

本事例に示すように、設計部門のDFMの重要性・必要性の認識を向上させるためには、生産技術部門が保有している生産・製造に関する情報・知見・知識を単純に伝達するだけでは十分ではない。設計部門が実施している設計が製造性に与える影響を可視化するとともに、設計者自身がDFMの必要性を納得・実感できるように情報・知識・知見を提供していくことがマネジメント上のポイントとなると考えられる。

(2) 製造性を加味したルール・定石の提供

① 事例：プリント基板の設計ルールの提供

プリント基板（PCB：Printed Circuit Board）の設計では、電子部品の選定から電子部品のレイアウト、部品間の配線方法の他、電子部品毎にPCB上に装着・はんだ付けする部分（パッド）の設計等が行なわれる。

製品の軽薄短小化にともなって、PCBの小型化・高密度化が進み、電子部品の実装プロセスにおける余裕度が減少している。そのためパッド設計が不適切であると、電子部品のはんだ付け工程において不良が発生する頻度が増加する。しかし、設計部門だけで電子部品の装着・はんだ付けプロセスを把握し、適正なパッド設計を実現することは難しい。

そこで、実装プロセスを把握している生産技術部門が、製造の余裕度が少ない重要な電子部品に対して、パッド設計寸法毎に電子部品の実装プロセス（製造条件）を適正化した上で、はんだ付け不良が発生しない設計寸法の範囲を明確化した。さらに、設計者がPCB設計を行なうCAD上で、電子部品毎に適正なパッド設計寸法を自動設定するツールを提供した。

その結果、設計者は電子部品の製造性を意識することなく、適正なパッド設計を行なうDFMを実現することができるようになった。

② 事例から考察する生産技術マネジメント

本事例が示すように、生産技術部門から設計部門への設計ルール・定石の提供がDFM促進に有効なアプローチであることがわかる。

これらの設計ルールは、製品やそれを構成する部品の小型化が進む中、一度作成したルール・定石が半永久的に使用できるとは限らない。

DFMを推進しつづけていくためには、生産技術部門が、設計部門によって決定された設計緒元の製造プロセス・製造条件を決定するだけでなく、製造ばらつきが発生した場合に、設計緒元に与える影響を実験・シミュレーションして明確化していくことがマネジメントにおける重要なポイントとなると考えられる。

(3) 製品精度を考慮した適正部品精度の提供

① 事例：精密機構製品における部品の適正精度の提供

設計製品の構成要素の適正な精度を明確化するために、生産技術部門が構成要素の精度（公差）が製品の最終精度に与える影響を分析した。

製品の設計データ（3次元CADデータ）をもとに、構成部品の公差から製品やユニットの組

立精度を算出するとともに、各構成部品の公差が組立精度に与える影響度を統計的に分析した。

構成部品の公差が組立精度に与える影響度から、当初、設計部門によって設定されていた精度配分を見直した。製造性が困難な構成部品の精度を緩和し、製造性が容易な構成部品の加工精度を高精度化することで、当初設計と同等の組立精度を実現できることを示した。

その結果、製品設計が変更され、部品加工・管理コスト、組立工数の低減を実現した。

② 事例から考察する生産技術マネジメント

本事例に示すように、製造性を向上させるために構成要素の精度緩和を設計部門に要求・要請するだけでなく、構成要素の精度が製品の最終精度に与える影響を可視化し、製造性と製品の最終精度の両方を満足するための代替案を、生産技術部門から設計部門に提案・提供することがマネジメント上重要なポイントであると考えられる。

5. おわりに

日本の製造業がプロセス・イノベーションによって競争力を確保し、持続的に成長していくために重要な DFM 加速の方法について生産技術の視点から考察し、生産技術部門における具体的なマネジメント方法を事例とともに提案した。

第一に、製品設計段階で製造性を十分に考慮していないために実際に発生している問題を調査し、第二に、調査結果から DFM を促進するために有効な生産技術部門から設計部門への 3 つのアプローチ方法を考察した。第三に考察した 3 つのアプローチを実際に適用した事例を示すことで、考察したアプローチの有用性を示すとともに、生産技術部門におけるマネジメント（生産技術マネジメント）のポイントを示した。

今後、これらのアプローチ・生産技術マネジメントを元に、異なる製品、製造技術に対応した具体的な施策を拡大していくことで DFM の加速を進めていく。

また、本報告では、売上高・利益の割合の大半を占める既存事業でのプロセス・イノベーション実現に着目したが、今後は、図 1 に示すように、競争力強化にむけて、技術経営の分野でも議論の中心となっている、これまでにない新しい製品・サービス創出（バリュー・イノベーション）のために、設計と生産技術の相乗効果による新しい価値創造と、そのマネジメントについても研究を進めていく。

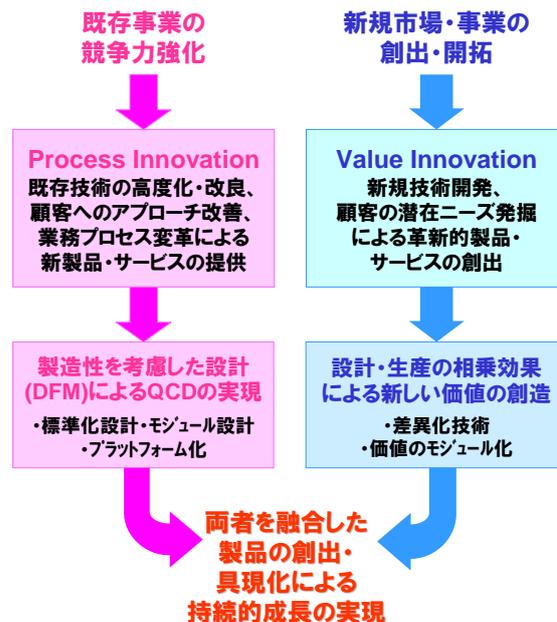


図 1 持続的成長・利益創出にむけた競争力強化

参考文献

- [1] Anderson, D., M., *Design For Manufacturability and Concurrent Engineering*, 2004.
- [2] Toupin, L., A., "DFM reduces product-development costs", DESIGN NEWS, CAHNERS BUSINESS INFORMATION, 1999
- [3] Munro, S., "DESIGN FOR ASSEMBLY/ MANUFACTURABILITY: WINNING THE GLOBAL MANUFACTURING WAR BY DESIGN", CSVA International Conference, 1998.
- [4] Baijaj, M., Peak, R., Wilson, M., Kim, I., Thurman, T., Jothishankar, M., C., and Benda, M., "Towards Next-Generation Design-for-Manufacturability(DFM) Frameworks for Electronics Product Realization", IEMT, 2003.
- [5] Paluri, S. and Gershenson, J., K., "ATTRIBUTE-BASED DESIGN DESCRIPTION SYSTEM IN DESIGN FOR MANUFACTURABILITY AND ASSEMBLY", Society for Design and Process Science, Vol.5, No.2, pp.83-94, USA, 2001.
- [6] Gershenson, J. K. and Prasad, G. J. "MODULARITY IN PRODUCT DESIGN FOR MANUFACTURABILITY", International Journal of Agile Manufacturing, Vol.1, Issue 1, 1997.