

変更影響分析による 設計課題抽出プロセスの構築

菅ヶ谷貴也* 山本順司**
長江雅史*
西島暁生*

Frontloading Design Verification Technology by Change Impact Analysis

Yoshinari Sugegaya, Masashi Nagae, Akio Nishijima, Junji Yamamoto

要旨

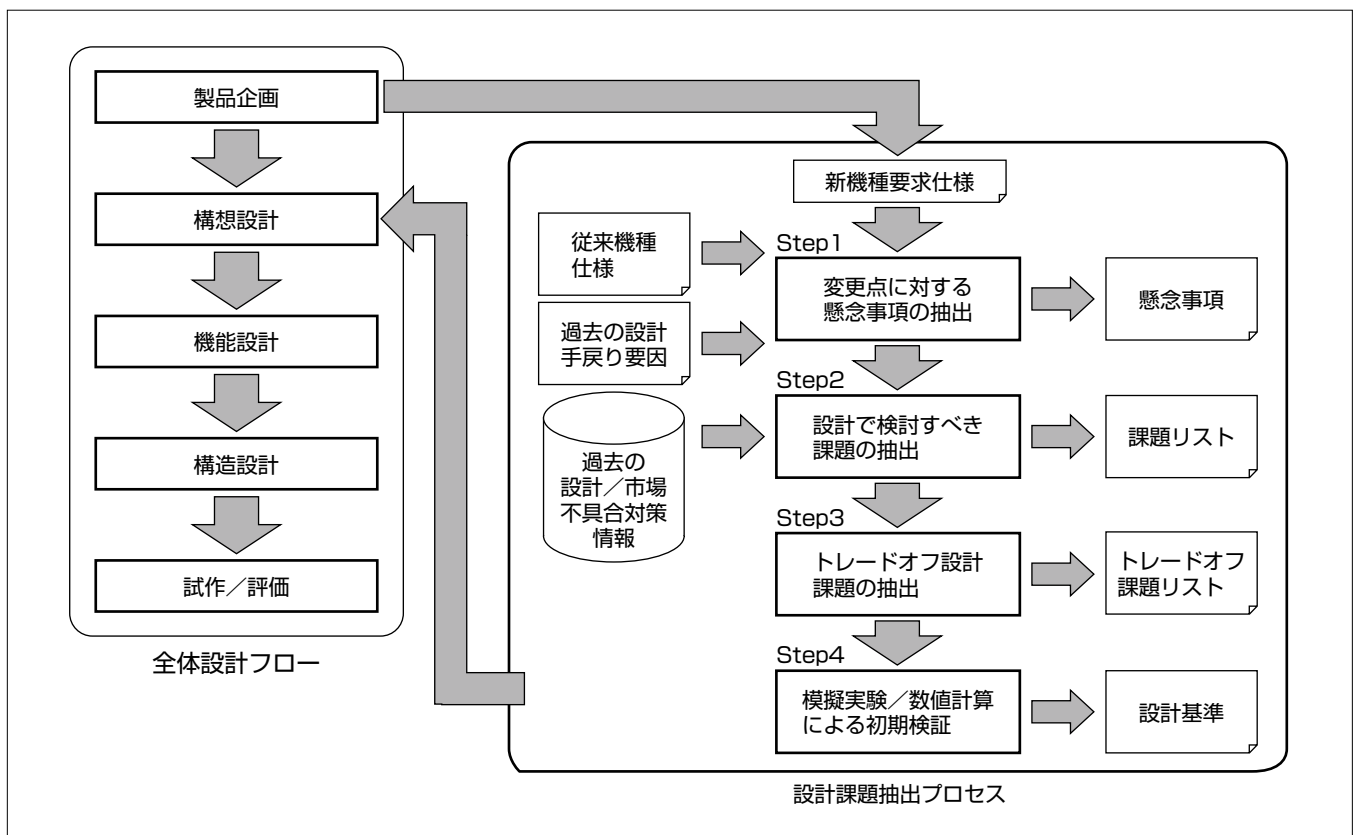
近年、電子機器の高機能化、高性能化、小型化等が進み他社との競争が激化する中、顧客のニーズに合わせた新製品の市場投入が競争力強化の重要なポイントとなっている。その中で、新製品の市場投入を、計画通りに行うためには、開発遅延の要因となる後工程からの設計手戻り抑制が課題であった。

従来の取組みでは、機能／構造設計段階で数値計算を活用した設計検証を強化し、試作／評価時のカットアンドトライ対策などの設計手戻りを抑制した。今回、構想設計段階で、設計課題の抽出とその初期検証の強化に取り組み、

機能／構造設計段階での設計検証漏れや設計変更に伴う設計手戻りを抑制した。

具体的には、構想設計段階で、設計で検討すべき課題を漏れなく抽出するために、従来機種からの変更点に着目し、次の標準的な設計課題抽出プロセスを構築した。

- Step 1：変更点に対する懸念事項の抽出
- Step 2：設計で検討すべき課題の抽出
- Step 3：トレードオフ設計課題の抽出
- Step 4：模擬実験／数値計算による初期検証



電子機器の設計フローと構想設計段階における変更点に着目した設計課題抽出プロセス

電子機器の構想設計段階での網羅的に設計課題を抽出するプロセスを示す。従来機種と新しく開発する新機種の要求仕様に対する変更点に着目し、マトリックス表と過去の設計手戻り要因や設計／市場不具合対策情報のデータベースを活用した変更影響分析による網羅的な設計課題の抽出が特徴である。

1. ま え が き

近年、電子機器の高機能化、高性能化、小型化等が進み他社との競争が激化する中、顧客のニーズに合わせた新製品の市場投入が競争力強化の重要なポイントとなっている。その中で、新製品の市場投入を、計画通りに行うためには、開発遅延の要因となる後工程からの設計手戻り抑制が課題であった。

従来の取組みでは、機能／構造設計段階で数値計算を活用した設計検証を強化し、試作／評価時のカットアンドトライ対策などの設計手戻りを抑制した⁽¹⁾。

今回、構想設計段階で、設計課題の抽出とその初期検証の強化に取り組み、機能／構造設計段階での設計検証漏れや設計変更に伴う設計手戻りを抑制した⁽²⁾⁽³⁾。

本稿では、今回実施した構想設計段階における設計課題抽出プロセスと電子機器への適用効果について述べる。

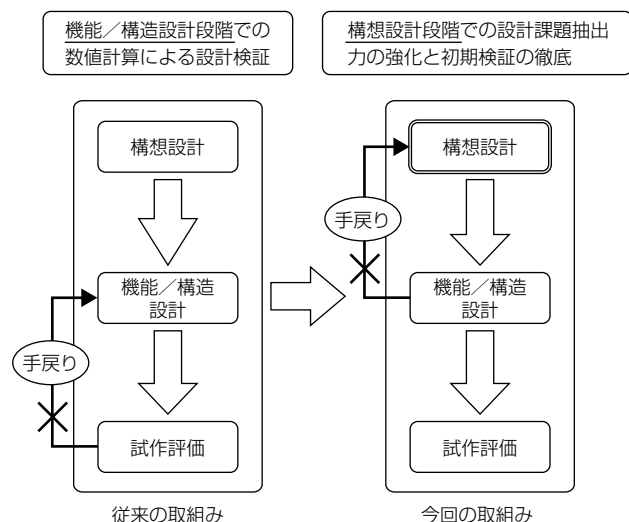


図1. 設計手戻り抑制に向けた取組み

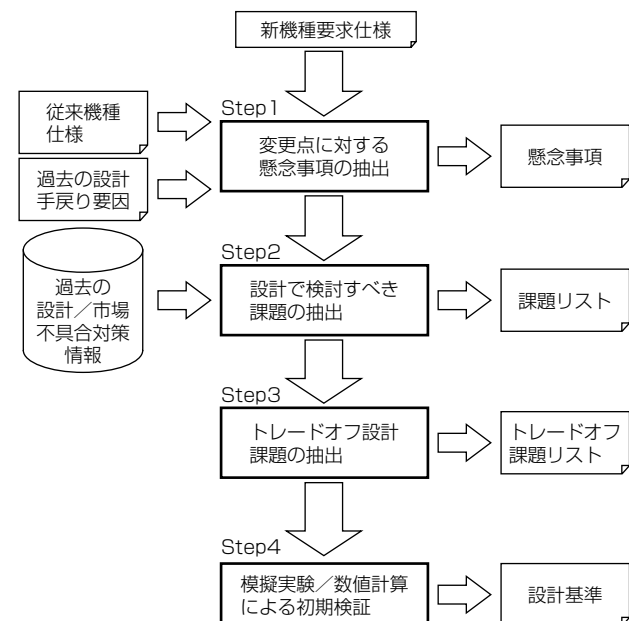


図2. 変更点に着目した設計課題抽出プロセス

2. 構想設計段階における課題抽出プロセスの構築

設計手戻りの多くは従来機種からの変更点に対する影響で発生していた。従来では、設計者によるブレンスティングで変更点に対する影響範囲を設計課題として抽出していたが、人の知識、経験に依存していたため、全ての設計課題を抽出することは困難であった。そこで、構想設計段階で、設計で検討すべき課題を漏れなく抽出するために、従来機種からの変更点に着目した標準的な設計課題抽出プロセスを構築した(図2)。具体的には次に示す4つのステップを構築した。次章で具体的な事例を述べる。

Step 1 : 変更点に対する懸念事項の抽出

- ・従来機種と新しく開発する新機種の要求仕様に対する変更点を定義
- ・変更点と過去の設計手戻り要因を比較検討し懸念事項を抽出

Step 2 : 設計で検討すべき課題の抽出

- ・懸念事項に対する優先度の設定
- ・優先度の高い懸念事項をキーワードに、過去の市場不具合対策、設計不具合対策、設計検討事例等を用いて変更起因する設計課題を抽出

Step 3 : トレードオフ設計課題の抽出

Step 2 で抽出した設計課題に対して、複数の設計技術分野で相互の関係を考慮しながら設計解を導出するトレードオフ設計が必要な課題を抽出

Step 4 : 模擬実験／数値計算による初期検証

Step 2, Step 3 で抽出した設計課題に対して、機能／構造設計前に初期検証

3. 変更影響分析技術を活用した課題抽出

機能／構造設計段階の設計手戻りを抑制するために、構想設計段階で、設計手戻り要因となる設計課題を網羅的に抽出し、検証すべき課題を設定する。

3.1 変更点に対する懸念事項の抽出

従来機種からの仕様変更点に対する懸念事項を網羅的に抽出するために、表1に示す“変更点－設計手戻り要因のマトリックス表”を構築した。表1では、縦軸に従来機種と新機種の仕様変更点と構成要素、横軸に過去の設計手戻り

表1. 変更点－設計手戻り要因のマトリックス表

変更点	変更点に対する懸念事項		過去の設計手戻り要因			
	仕様	構成要素	温度	伝送	ノイズ	...
小型化		筐体	○		○	
		基板	○	○	○	
		⋮				
高速化		筐体				
		基板		○	○	
		⋮				
⋮						

表 2. 変更点に対する優先度評価表

変更点	手戻り要因	問題発生 の確率	追加 工数	根拠	優先度 ^(注)	
小型化	筐体	温度	大	大	基板改定, 仕様変更 に時間必要	高
	基板	温度	中	中	手戻り対策の検討実 績あり	中
	⋮					
⋮						

(注) 優先度の判断基準：問題発生率と追加工数の組合せで判断
 ・優先度高：過去に検討実績がなく初期検証すべき課題が抽出される可能性あり
 ・優先度中：過去に検討実績があり既に対策方針・基準の明確な課題が抽出される可能性あり
 ・優先度低：詳細設計段階で、数値計算によって設計検証する課題が抽出される可能性あり

り要因のマトリックスを構成している。

この表で変更点と過去の設計手戻り要因の関係を明確化することで、懸念事項の設定漏れを防止することができた。

表 1 の例では、小型化-筐体(きょうたい)の変更点に対して、温度、ノイズの懸念事項があり、伝送の懸念事項はないと判断している。

3.2 設計で検討すべき課題の抽出

懸念事項に対する優先度の設定と、設計で検討すべき課題の抽出を行う。

3.2.1 懸念事項の優先度設定

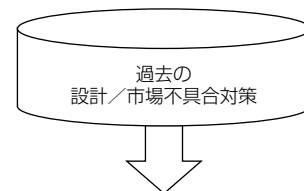
設計で検討すべき課題を抽出するために、表 2 に示す“変更点に対する優先度評価表”を用いて、各懸念事項に対する優先度を設定した。この表では、問題発生率と設計手戻り発生時の追加工数を評価し、その組合せで優先度を決定する。優先度が高いほど、上流設計で対策が必要と判断し、優先度“中”以上を構想設計段階で検討すべき課題抽出の対象とする。

表 2 の例では、小型化-筐体-温度の懸念事項に対して、過去に設計手戻りがあったため問題発生率“大”、対策として筐体金型の再製作が想定されるため、追加工数“大”とし、優先度“高”とした。また、小型化-基板-温度の懸念事項に対しては、過去の設計検討実績があるため問題発生率“中”、追加工数“中”とし、優先度“中”とした。

3.2.2 設計で検討すべき課題の抽出

設計で検討すべき課題を漏れなく抽出するため、優先度の高い懸念事項をキーワードとして、過去の設計/市場不具合対策情報等を収集し、抽出された手戻り事例から検証すべき設計課題を設定した。

図 3 の例では、小型化-筐体-温度のキーワードに対して“筐体の開口率を上げた”、小型化-筐体-ノイズのキーワードに対して“静電気対策で筐体開口形状を変更した”の不具合対策事例があることから、設計で検討すべき課題とした。



変更点	手戻り 要因	設計で検討すべき課題	
小型化	筐体	温度	筐体の開口率を上げた
	筐体	ノイズ	静電気対策で筐体開口形状を変更した
	基板	温度	発熱部品の部品配置を変更した
	⋮	⋮	

図 3. 設計で検討すべき課題の抽出

表 3. 課題-技術分野マトリックス表

トレードオフ設計課題		設計技術分野			
		熱設計	電気設計	構造設計	...
設計で検討 すべき課題	筐体の開口率	○	○	○	
	部品配置	○	○		
	⋮				

3.3 トレードオフ設計課題の抽出

それぞれの設計技術分野で独自に設計課題に対する検討を進めた場合、検討結果がほかの設計技術分野に悪影響を及ぼし、後工程の設計手戻りにつながる可能性がある。

そこで、複数の設計技術分野間で影響範囲を確認しながら設計するトレードオフ設計が必要である。このトレードオフ設計の対象課題を事前に抽出するために、表 3 に示す“課題-技術分野マトリックス表”を構築した。この表では、縦軸を設計で検討すべき課題、横軸を設計技術分野のマトリックス構成として、関係技術分野のマッピングを行った。

表 3 の例では、図 3 で示した熱設計で“筐体の開口率を上げた”、ノイズ設計で“静電気対策で筐体開口形状を変更した”という“筐体開口率”に対する相反する不具合事例があったため、トレードオフ課題として構想設計段階で検証を実施し、設計条件を決定した。

4. 初期検証と効果

4.1 初期検証事例

3章で抽出した設計課題に対して、設計技術分野ごとに設計検証を実施した。また、設計技術分野間で調整が必要な設計課題については、トレードオフ設計検証を実施した。

図 4 で示した“熱設計とノイズ設計のトレードオフ課題”では、熱設計制約から基板温度を下げる対策と、ノイズ設計制約から静電気耐量を上げる対策が、ともに筐体の開口率の調整であり、対策効果が相反するものであった。このトレードオフ設計課題を、構想設計段階で抽出することができたため、熱設計、ノイズ設計双方の制約が守れるように模擬実験/数値計算による初期検証を行い、設計基準化した。

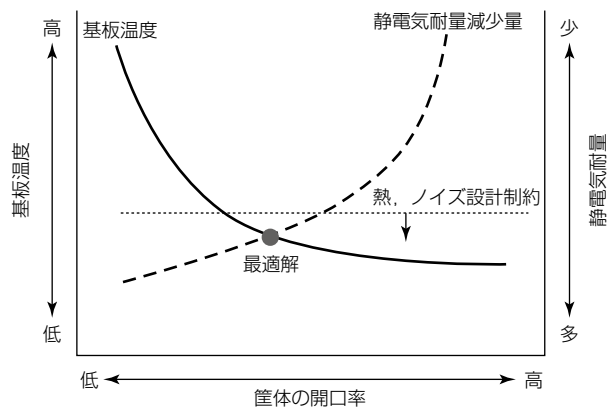


図4. 熱設計とノイズ設計のトレードオフ課題

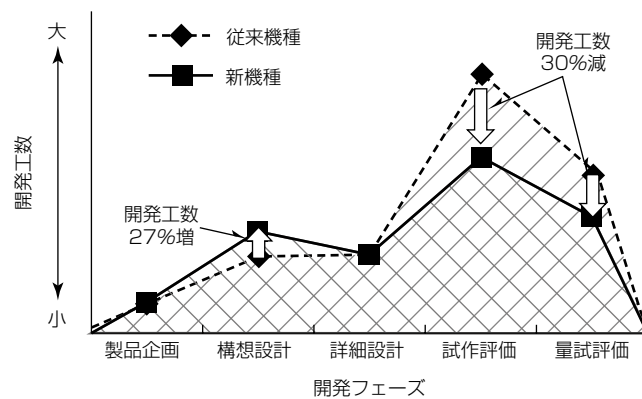


図5. 従来機種と新機種の開発工数比較

4.2 課題抽出プロセスによる効果

小型電子機器の開発で、構想設計段階における変更点に着目した網羅的な設計課題の抽出と初期検証の徹底に取り組んだ。その結果として、従来の機種開発と比較して、構想設計段階では、開発工数が27%増加したが、後工程では、試作評価、量産試作評価段階の設計手戻りが抑制でき、それぞれの開発工数を30%ずつ削減した(図5)。

その結果、開発期間についても、従来機種開発と比較して、17%の短縮を実現した(図6)。

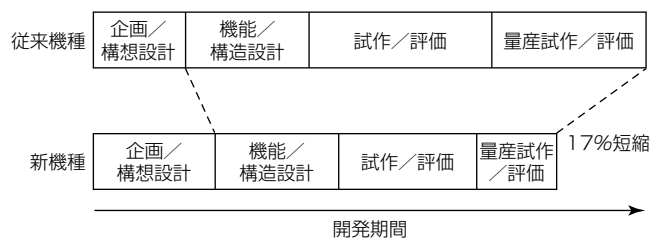


図6. 従来機種と新機種の開発期間比較

5. むすび

構想設計段階で設計課題の抽出力を強化したことで、開発期間と開発工数を削減できることを示した。三菱電機では家電機器、FA機器、通信機器等様々な機種開発を行っており、この取組みの適用拡大によって今後も引き続き各製品をタイムリーに市場へ投入していく。

参考文献

- (1) 中岡邦夫, ほか: 製品設計の現場で使うフロントローディング設計, 社団法人エレクトロニクス実装学会, エレクトロニクス実装学会誌, 7, No.7, 564~568 (2004)
- (2) PMBOKガイド(プロジェクトマネジメント知識体系ガイド 第3版), Project Management Inst (2005)
- (3) JASPIC CMMI Ver1.1翻訳研究会 訳: CMMI標準教本, 日経BP社 (2009)