

# 技術紹介

## 製品成熟度とプロセス改革

### Product's maturity and Process innovation

齊木 英夫 Hideo Saiki 戸口 孝則 Takanori Toguchi  
土手 啓二郎 Keijiro Oue 大上 智之 Tomoyuki Oue  
ITセンター技術電算グループ

To strengthen the competitive power of a product, there have always been tasks, such as defining the quality and the cost of the product in its early stage of development and realizing the short-term development capability. The earlier completion of the product's maturity is one of these issues. Process innovation is a method to achieve this. This report is made to explain and consider the contents and the relations of these two subjects.

### 1 はじめに

製品競争力の強化のために、開発期間の短縮は常に課題とされている。開発期間の短縮のためには製品開発の早い段階において製品品質、製品コスト、製造要件などを作り込むという製品成熟度の早期立ち上げが有効である。またそれを実現するための大きな手段としてプロセス改革がある。本報ではそれらの内容、関係などを解説、考察する(図1)。

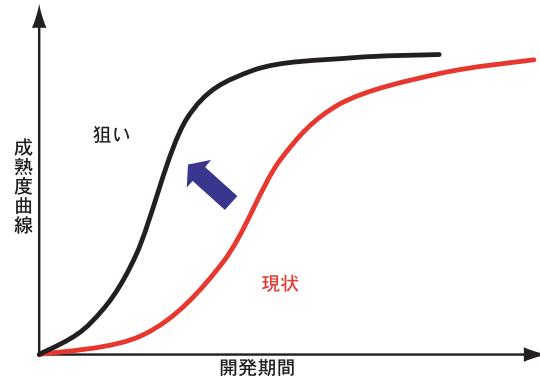


図1 成熟度曲線

### 2 課題解決グラフ

東京大学の藤本は成熟度曲線を問題解決カーブと称し、その前方シフトにより製品開発リードタイム短縮競争について解説している<sup>1),2)</sup>。藤本の資料をアレンジして課題解決グラフとして図2に示す。

このグラフは製品開発における課題解決の状態をシンボリックに表したもので、横軸は開発タイミング、縦軸は課題の数である。その中に「課題発見曲線」「対策案曲線」「成熟度曲線」の3つの曲線が描かれている。横軸のフルスケールは開発期間、縦軸のフルスケールはその開発期間において顕在的、潜在的の全ての解決すべき課題の総数を表している。

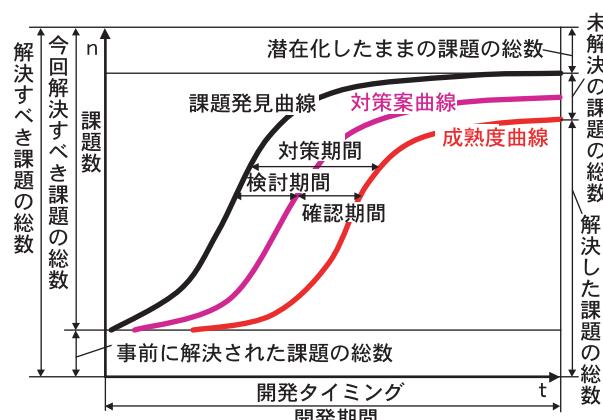


図2 課題解決グラフ



## 2.1 課題発見曲線

「課題発見曲線」はある開発タイミングにおいて顕在化された課題の数を表す曲線である。開発期間の終了時にその値は最大となるが、解決すべき課題の総数の差として「潜在化したままの課題」が残ってしまうことになる。この潜在課題は製品のリリース後に問題として発生することになり、製品品質の面ではこの「潜在化したままの課題の総数」の最小化が大きな課題となる。また、成熟度向上のためには早期にこの「課題発見曲線」を立ち上げることが必要である。

## 2.2 対策案曲線

「対策案曲線」はある開発タイミングにおいて発見された課題に対して、それを解決するための対策の方法が明確になった課題の数を表す曲線である。ある課題数における「課題発見曲線」と「対策案曲線」の差は、その課題数の対策案の検討をするのに要した期間である。「対策案曲線」は「問題発見曲線」に限りなく近づくことが理想である。

## 2.3 成熟度曲線

「成熟度曲線」はある開発タイミングにおいて課題対策が実施され、保証された課題の数を表す曲線である。ある課題数における「課題発見曲線」と「成熟度曲線」の差はその課題数の対策を実施するのに要した期間であり、「対策案曲線」との差は対策を実施して確認を確認をできた期間である。もちろん、「成熟度曲線」も「問題対策曲線」「問題発見曲線」に限りなく近づくことが望ましい。「成熟度曲線」は「対策案曲線」を「対策案曲線」は「課題発見曲線」を上回ることはない。成熟度を論じる場合は「成熟度曲線」だけでなく「課題発見曲線」「対策案曲線」を無視することはできない。「成熟度曲線」だけに焦点を絞ると目的を見失った対策、評価に陥る可能性があり、「問題発見曲線」すなわち対策、評価の目的を明確にした対策が必要である。

## 2.4 積み残しの課題

開発終了時における「課題発見曲線」と「成熟度曲線」の差は、課題が顕在化されたにもかかわらず何らの理由で対策が実施されなかった課題、すなわち「未解決の課題の総数」である。これは「潜在化したままの課題の総数」と同様に、製品のリリース後に問題として発生する可能性のある課題の総数である。もちろん、この課題数は最小化されなくてはならない。また、同様に「課題発見曲線」と「対策案曲線」の差は、問題が発見されたにもかかわらず、その対策案が見出されなかった課題の数である。

## 2.5 事前に解決された課題

開発の初期において、三種類の曲線とも初期値として既に幾つかの課題数を持っている。これは開発着手時に「事前に解決された課題の総数」を表している。この数が多ければ多い程、開発期間内で解決すべき課題の数は小さくなり、効率良く、早期の成熟度向上、開発期間の短縮を実現することができる。

### 3 成熟度向上のための課題

前述の様に、成熟度を論じる場合、「成熟度曲線」だけでなく三種類の曲線について論じる必要がある。それらの課題について図3の様に整理し、「製品品質向上」「開発期間短縮」「開発効率向上」の観点から整理する。

#### 3.1 製品品質の向上

製品品質の観点からは製品のリリース後の問題発生を無くすことであり、そのためには開発終了時点での解決された課題の総数の最大化を図ることである。それは「問題発見曲線」の最大値をより大きくし、「潜在化されたままの課題の総数」を最小化することであり、「成熟度曲線」の最大値をより大きくし、「未解決の課題の総数」を最小化することである。そのためには課題をできるだけ顕在化させ、顕在化された課題を解決する技術力をつけることである。

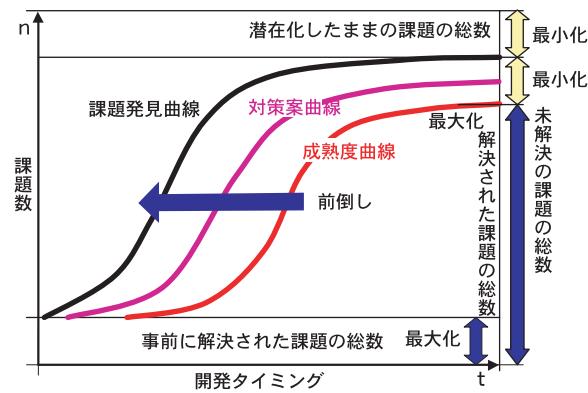


図3 成熟度向上の課題

#### 3.2 開発期間の短縮

開発期間短縮の観点では「問題発見曲線」の前倒し、すなわち立ち上がりの傾きを鋭くし、早期化することである。「対策案曲線」「成熟度曲線」についても同様であり、「問題発見曲線」との差ができるだけ小さくすることである。課題の発見から対策のタイミングを早期化すること、課題発見から対策までの期間を短くすることである。

#### 3.3 開発効率の向上

開発効率向上の観点では「事前に解決された問題の総数」の最大化を図り、開発において解決すべき課題の総数を最小化することで、課題解決の業務量を減らし開発効率の向上を図ることができる。そのためには出来るだけ多くの課題を何らかの形で事前に解決しておくことである。

### 4 課題の整理と施策

以上の課題を次のように整理し、それぞれの施策について考察を行う。

- ・課題の顕在化
- ・課題対策の早期化
- ・課題対策の期間短縮
- ・課題対策力の向上
- ・技術蓄積

#### 4.1 課題の顕在化

大阪大学の藤田らは品質機能展開(QFD: Quality Function Deployment)におけるユーザニーズ・技術項目・製品モジュール間の相関関係の評価を基盤として、製品の設計目標を各製造モジュール毎の設計目標として展開するための方法論を提案している<sup>3)</sup>。

問題をできるだけ顕在化して対策が行えるようにする。  
・QFDの活用

これを参考にして、図4の様に整理した。「課題発見曲線」の立ち上がりの早期化、最大化のためにQFDを活用した課題の顕在化をし、そこで設定される「信頼性目標」「機能性能目標」「コスト目標」を成熟度の評価対象とすることを提案する。

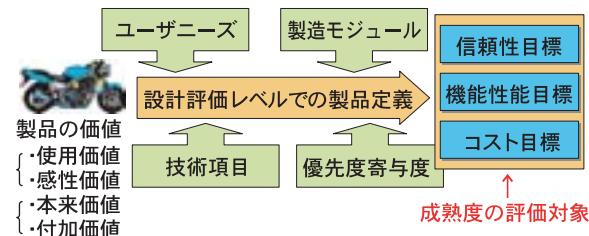


図4 課題の顕在化

#### 4.2 課題対策の早期化

本課題が命題として与えられている成熟度向上の課題である。もちろん、他の課題も同時に解決しなければならず、特に「課題発見曲線」「対策案曲線」の立ち上がりの早期化はこの課題の前提となる。主要な施策としては「プロセス改革」であり、その手法は図5に示す「独立化」「同時並行」「前倒し」の3つであると言われている。

図の様に直列につながった4つのプロセスを例に各手法について説明する。

「独立化」はあるプロセスを完全に他のプロセスと独立させて、他のプロセス同時並行で進めることである。規格化、標準化により他との関係を切り離すことで実現できる。また、コンポーネント化、モジュール化によりプロセスを独立させることもできる。システムサプライヤーの考え方はこれに基づいていえるとも言える。「独立化」については個別最適ではなく、全体最適となるように注意を払う必要があると考える。また、IT活用よりはむしろ製品モジュールの見直し、設計モジュールの見直し、それに対応する組織見直し等によって実施される。

「同時並行」は「独立化」と似てはいるが、平行で行われるプロセス間での密な連携をとるところが大きく異なる。コンカレント・エンジニアリング、サイマルテニアス・エンジニアリングと呼ばれるものがこの範疇である。部品表やCAD情報の共有化、メール等のコミュニケーションツール等のITツールの活用が効果を発揮する。

「前倒し」は前のプロセス内で、後で行われるはずのプロセス内の仕事を行うことであり、フロント・ローディングと言われているものである。ある意味では「同時並行」の究極的な姿であると言える。

「同時並行」「前倒し」は従来の後のプロセスで決定していたことを早い時期に決定することである。しかし、早い時期では情報は抽象的なままであり、その精度も高くない。また、詳細な図面や試作車など

成熟度を早い時期から立ち上げる  
・プロセス改革

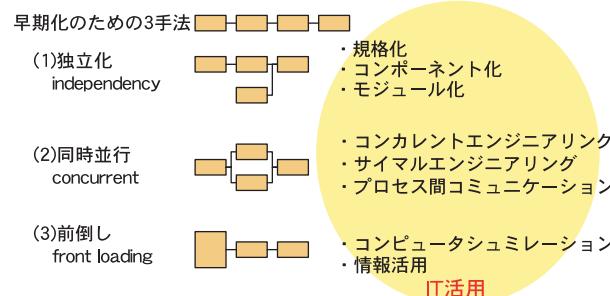


図5 課題対策の早期化



の物理モデルも存在しない場合が多く、情報の共有化、課題の共通認識や試験による問題共有なども行き難い。その対策としては、デジタルデータによる情報共有やコンピュータ画面へのビジュアルな表示、コンピュータシミュレーションの活用等が効果を発揮する。

早期化を進めていくと、概念設計段階での高い成熟度を要求することになる。その段階では課題そのものも曖昧であり、それを解決するための要件、条件も具体化されていない場合も多く、その状況下で課題解決として決定してしまうことへのリスクも高く、後々変更となってしまうこともある。反面、早い時期に高い確度で課題解決ができればその価値はかなり大きくなる。

製品開発全体に対し「課題対策の早期化」を実現する事は、企業競争力の向上に大きく貢献すると確信する。その大きな施策は「プロセス改革」であり、ITがその有益な手段であると考える。

また、先の大坂大学の藤田は概念設計の意義や意味について考察しているので参考にされたい<sup>4)</sup>。

#### 4.3 課題対策の期間短縮

発見された課題に対して、その対策案を素早く検討、対策する期間を短くすることである。前出の「プロセス改革」がその大きな施策の一つである。また、各プロセス内でも個別の施策をとることができる。実験プロセスを例にとると、走行実験で確認していたことを台上実験に替えること、また、特定な部品による代替実験により全体の評価を行うこと、特別に過酷な環境内で耐久試験の替わりを行う様にすること、あるいはコンピュータシミュレーションに置き換えること等である。もちろん、そのための技術開発、対策案を容易に導き出すための技術開発、技術蓄積も必要である。CADやCAE、コミュニケーションツール等のITの活用は効果を発揮する。

#### 4.4 課題対策力の向上

課題対策の期間短縮が「成熟度曲線」を前方シフトすることであれば、これは「成熟度曲線」を上方へシフトし、まさしく、未解決の課題を最小にすることである。IT活用もさることながら製品技術、製造技術の研究開発、技術開発が威力を示す。設計解析、実験解析、加工解析、鋳造解析等の解析力を向上し製品開発にフィードバックすることが重要である。まさしく、「プロセス改革」を支える技術力、底力ということになる。

#### 4.5 技術蓄積

これは「成熟度曲線」等の開発着手時の初期値であり、「事前に解決された課題の総数」である。もちろん、できるだけ多くの課題を事前に解決しておくことは望ましいことであり、それにより開発期間中の課題対策のための行為を少なくすることができる。具体的には規定化、標準化により新たに開発期間中に検討をする必要が無いようにしておくこと、先行開発による情報を活用することである。先行開発としては、以前に開発されたプロジェクト、機能やコンポーネント単位の先行技術開発、長年の開発経験の中で培われたものなどがある。また、それらの情報、ノウハウを蓄積してうまく活用するような仕組みも必要である。

## 5 おわりに

従来から言われてきている「コンカレントエンジニアリング」、「フロントローディング」、「プロセス改革」、「成熟度向上」等について鳥瞰的に眺め、整理をしてみた。「成熟度曲線」の前には「対策案曲線」「課題発見曲線」があり、「課題発見曲線」で抽出されたものの解決が成熟の目標となる。結果としての成熟度に目を奪われ、目標を掴みきれていないかと反省をさせられた。

また、実際の開発行為の中でこの三つの曲線を上手に表現する手法が確立できれば、開発中での成熟度管理が容易にできる。

今回は開発期間中についての考察であったが、製品リリース後に潜在化したままの課題の発見が開発チーム内の活動、市場活動から行われ、また、未解決の課題の対策も実施できるようになる。それにより、よりお客様に満足して頂ける製品に成熟し、新たな製品へと進化を続けていくことになる。製品リリース後の成熟度についての考察も今後行ってみたいと思っている。

### 参考文献

- 1) 藤本隆宏「21世の日本の製造業と情報技術の役割：カギを握る組織能力」  
日本機械輸出組合 JMC journal 2001年1月号
- 2) 藤本隆宏「わが国機械産業の国際競争力強化策 - 製品アーキテクチャーと能力構築競争 - 」  
日本機械輸出組合 JMC journal 2001年9月号
- 3) 藤田喜久雄「製品の高付加価値化とその品質機能展開による設計評価法」  
日本機械学会論文集 67巻 656号
- 4) 藤田喜久雄「概念設計を考える」  
日本機械学会[No.99-27]第9回設計工学・システム部門講演会