

Title	アーキテクチャ複雑化による開発遅延の「負のスパイラル」: BtoB機器の標準品・カスタム品の並行開発
Author(s)	土田, 健吾; 内海, 京久
Citation	年次学術大会講演要旨集, 40: 47-50
Issue Date	2025-11-08
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	<a href="https://hdl.handle.net/10119/20117">https://hdl.handle.net/10119/20117</a>
Rights	本著作物は研究・イノベーション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 Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨



## アーキテクチャ複雑化による開発遅延の「負のスパイラル」 -BtoB 機器の標準品・カスタム品の並行開発-

○土田健吾（東京理科大）、内海京久（高知工科大／東京理科大）

### 1. はじめに

BtoB 機器製造業では、従来から汎用性のある標準品と個別最適のカスタム品の「並行開発」が実施されてきた。近年、デジタル化の進展に伴う市場環境の変化や顧客ニーズの多様化などにより、並行開発の必要性がさらに高まっている。一方で、このような外部環境の変化により、並行開発の現場では新たな課題が顕在化している。具体的には、アーキテクチャの混在に加えて、開発主体が自社内製に限定されず、ODM/OEM や転売品の活用など多角化が進展しており、開発環境の複雑化により、開発遅延が深刻な課題として浮上している。しかしながら、外部環境の変化による製品アーキテクチャの複雑化によって、なぜ開発遅延が生じるのかについて明らかにされていない。

そこで、本研究では、BtoB 機器開発の事例分析を通じて、標準品とカスタム品の並行開発が困難になる根本的な要因に焦点を当て、そのメカニズムを明らかにすることを目的とする。

### 2. 先行研究

企業の開発戦略と環境適応を説明する理論的枠組みとして、本研究では以下の二つの理論に着目する。

#### (1) 製品アーキテクチャ

藤本(2004)による製品アーキテクチャ論では、製品の構成設計思想をモジュラー型とインテグラー型に分類し、企業間の連携関係をオープン／クローズの観点から論じている。先行研究においては、市場の多様な要求に応えるためには、モジュラー型アーキテクチャへの移行が合理的な戦略とされている。しかしながら、藤本(2004)の理論では、オープン／クローズが混在する状況下における開発リソースの配分が商品開発プロセスに与える影響については十分に扱われておらず、アーキテクチャの混在が開発の時間軸に与える影響についても、明らかにされていない部分が残されている。

#### (2) ダイナミック・ケイパビリティ

ティース(2007)によるダイナミック・ケイパビリティ論は、企業が激しい環境変化に適応し、競争優位を維持するための力を「探索(Sensing)」「捕捉(Seizing)」「変革(Transforming)」の三つのプロセスにより説明している。ティース(2007)の理論は、継続的な組織変革の重要性を示しているが、外部環境変化に対して適応が困難となる要因については十分に検討されていない。

本研究では、先行研究では未解明だったアーキテクチャの混在による商品開発プロセスの複雑化と、組織の「変革」プロセスが機能不全に陥る具体的なメカニズムに注目する。そこで、本研究のリサーチクエスチョンは以下とする。

#### 『なぜ、複雑化する製品アーキテクチャの並行開発は遅延するのか』

研究方法として、新製品開発におけるアーキテクチャの混在やリソース調整の実態について、詳細な事例分析を行い、標準品とカスタム品の並行開発が困難となる根本的な理由に焦点を当て、そのメカニズムを明らかにすることとする。

### 3. 事例研究

本研究では、新たな仮説の導出を目的として、BtoB 機器開発メーカーA 社における標準品とカスタム品の並行開発環境下で発生した新製品開発の失敗事例を対象に、定性分析を実施した。分析対象として、以下の三つの典型的な失敗事例を選定した。

#### (1) 製品アーキテクチャの変化への対応

本事例は、カスタム製品開発において、前機種と新機種で基本的な製品構成が同一であるにもかかわらず、開発体制およびプロジェクト管理に大きな違いが生じたケースである。

前機種はインテグラー型の一体型構成で、必要な機能がすべて筐体内で完結する設計であったため、開発は一つの大規模プロジェクトとして進行し、自社設計を中心とした体制が構築されていた。開発主

体が明確で、設計思想も統一されていたことから、プロジェクト管理やリソース調整は比較的容易であった。

一方、新機種ではモジュラー型の分散型構成が採用され、製品機能が複数ユニットに分割されたことで、複数の小～中規模プロジェクトが同時並行で進行する必要が生じた。各ユニットには、自社設計に加え、ODM や転売品など異なる供給元の部品が混在しており、開発主体が多様化した。この構成の変化により、以下のような実務的課題が発生した。

- ① 人員・技術リソースが複数プロジェクトに分散し、各プロジェクトの対応力が低下。
- ② プロジェクト数の増加と体制の小規模化により、進捗管理・品質管理が複雑化。
- ③ 複数プロジェクト間での情報共有や設計整合性の確保が困難となり、同期・統合不全が発生。

結果として、製品構成が同一であるにもかかわらず、開発体制の分散とアーキテクチャの混在により、納期遅延や品質ばらつきといった問題が顕在化し、開発効率の低下を招いた。

#### (2) 過剰な品質基準の適用

本事例は、自社製品において強みとされてきた社内品質基準を、OEM 開発および転売品評価業務といった異なる開発主体に対して一律に適用した結果、開発現場に複数の実務的課題が生じたケースである。

従来の社内品質基準は、自社設計・製造プロセスと整合性が取れており、品質保証の観点から高い有効性を発揮していた。しかしながら、OEM 製品や転売品は外部設計・製造によって供給されるため、社内基準との整合性が不十分であり、過剰な検証作業や仕様確認が必要となった。この結果、以下のような課題が発生した。

- ① 評価項目の増加と検証工数の増大により、担当者の作業負荷が増加。
- ② 評価完了までの時間が長期化し、製品採用の意思決定が遅延。
- ③ 評価業務の遅延が開発スケジュール全体に波及し、納期遵守が困難に。
- ④ 汎用品である転売品にも過剰な品質要求が適用され、結果的にカスタム品化が進行。

結果として、この問題は開発主体の多様化に伴い、従来の品質管理手法がそのままでは適用困難であることを示している。

#### (3) リソース調整が引き起こした設計ミス

本事例は、標準品開発において、前機種の設計資産を流用しつつ、最新部品への一部変更を加えた結果、重大な不具合と開発遅延が発生したケースである。

当該開発では、前機種と同様の基本設計を踏襲しながら、特定の部品を最新仕様に置き換えることで、設計効率の向上と開発期間の短縮を図った。しかしながら、周辺部品との整合性が確保されておらず、新たな設計変更が必要となった。さらに、変更対象となった部品が長納期品であったため、設計の大幅な後戻りが発生し、試作評価のやり直しを含めて、開発スケジュールに影響を及ぼした。加えて、設計変更は「リソース調整」によって、本来の担当外である設計者が対応したものであり、前機種において形式化されていなかった「設計情報」を十分に把握しないまま設計変更が行われた。この結果、以下のような課題が生じた。

- ① 部品調達の遅延により、開発スケジュールの再構築が必要となった。
- ② 周辺部品との整合性確保のため、複数ユニットにわたる設計変更が発生。
- ③ 設計・評価・調達の各工程において再作業が発生し、追加リソースが必要となった。
- ④ プロジェクト全体の進捗が停滞し、追加コストが発生。

結果として、この問題は設計資産流用の有効性とその限界、ならびにリソース調整の形式化と設計知識の継承の重要性を示しており、標準品開発においても設計情報の暗黙知化や担当者間の連携不全が開発効率に影響を与えることを示している。

## 4. 考察

三つの事例分析の結果、市場環境の変化や顧客ニーズの多様化により、従来の並行開発体制では対応が困難になってきていることが明らかとなった。特に、モジュラー型開発の増加や開発主体の混在により、製品アーキテクチャの複雑化が進行している。加えて、要求製品の転換の加速や顧客との共創開発の拡大により、探索的開発への適応が不可避となった。これらの変化は、商品開発プロセスの複雑化を招き、並行開発を困難にしている。その結果として、開発現場では以下の二つの直接的な問題が発生している。

#### (1) 製品アーキテクチャの複雑化が引き起こす、同期・統合不全

複数のプロジェクトおよび開発主体が混在することで、「同期・検証の遅れ」「情報のブラックボック

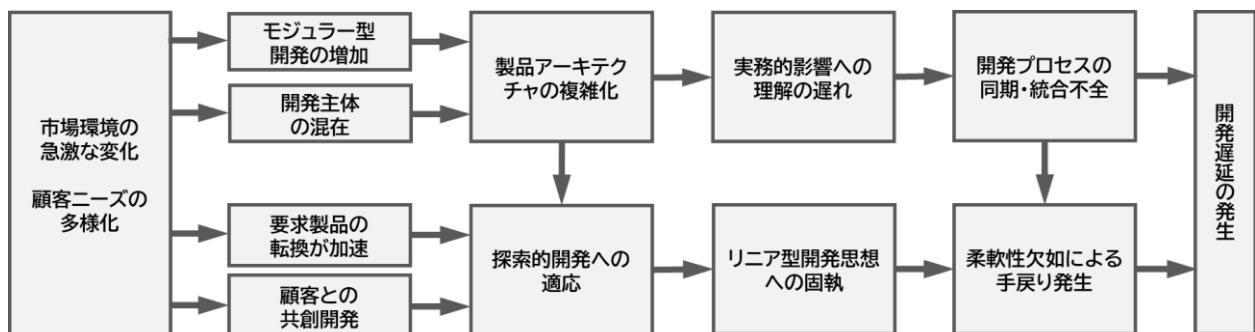
ス化」「品質のばらつき」といった実務的影響が発生する。これらに対する理解と対応が遅れることで、各工程間の整合性確保や情報共有が困難となり、全体的な同期・統合不全が生じる。結果として、プロジェクト間の連携が機能不全に陥り、商品開発プロセスの停滞を引き起こす。

## (2) 旧来のリニア型開発思想が招く、非効率な手戻りの発生

探索的開発への適応要求が高まる中、完成度を重視する旧来型の開発思想に固執することで、柔軟な仕様変更や差分対応が困難となる。その結果、商品開発プロセスで非効率な手戻りが発生する。

この一連の流れを「並行開発体制の開発遅延モデル」として図示する（図1）。

図1：並行開発体制の開発遅延モデル



出所:筆者作成

こうした開発遅延への対応として、リソース調整による乗り切ることが一般的であり、このリソース調整が円滑に機能することで、開発遅延は緩和される。多くの標準品およびカスタム品開発案件に対応するために、従来は二つタイプのリソース調整が行われてきた。

一つ目は、対応可能な他の既存チームに製品アイテムを渡して対応する「請負型」。二つ目は、他チームから製品担当チームにサポートメンバーを追加してもらい対応する「補強型」である。

これらは、製品担当チームを中心に、チーム内のリソース調整や、既存チーム間の協力によって行われるリソース調整である。

しかしながら、事例研究では、これら従来の二つとは異なる第三の新たなリソース調整が確認された。それが、余力のあるメンバーを場当たり的に集めて新しい対応チームを構成して対応する「流動型」であり、本研究ではこれを「場当たり的リソース調整」と定義する。

この調整は、標準品とカスタム品開発という異なる開発サイクルや目標を持つ間でのリソースの奪い合いににも関与する。納期を重視するカスタム品が優先される傾向が強まり、その結果、標準品開発の中斷・遅延が生じ、並行開発の偏りが「場当たり的リソース調整」を常態化させる。

この調整は、以下のような負のスパイラルを形成し、開発遅延をさらに深刻化させる。

### 1) リソースの計画外消費(a)の発生

同期・統合不全に起因する不具合対応や非効率な手戻り発生による開発遅延から、リソースの計画外消費(a)が発生する。

### 2) 場当たり的リソース調整の実行

リソース需要を乗り切り、開発要求への対応を優先するため、現場は場当たり的リソース調整に頼る。

### 3) スキルミスマッチ(b)の発生

この場当たり的調整の結果、スキルミスマッチ(b)が発生する。具体的には、場当たり的にアサインされた担当者は、プロジェクト固有の技術や設計の背景への理解が不足しているためである。

### 4) 現場の対応能力の低下と問題の深刻化

スキルミスマッチにより現場の対応能力が低下し、以下の二つの問題が深刻化する。

#### ①同期・統合不全の悪化:

スキル・ノウハウ不足(c-1)により複雑性への対応力が低下し、同期・統合不全がさらに悪化する。

#### ②手戻り発生の助長:

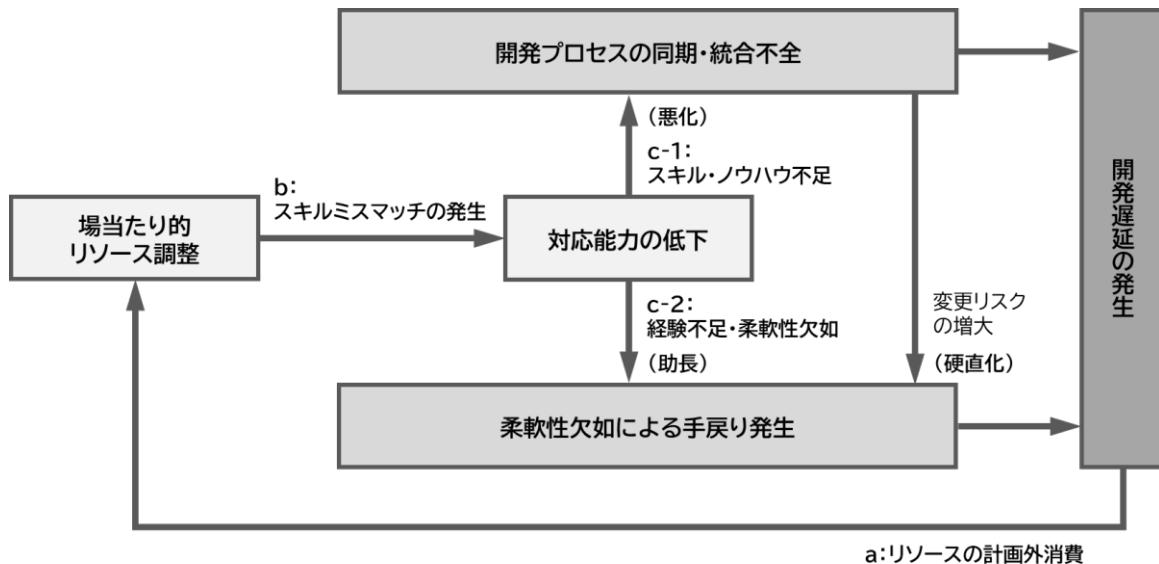
経験不足や柔軟性の欠如(c-2)により、試行錯誤への対応力が低下し、非効率な手戻りの発生を助

長する。

これらの同期・統合不全に起因する不具合対応や手戻り発生に起因する開発遅延により、再びリソースの計画外消費(a)が発生する。現場は場当たり的リソース調整にさらに依存せざるを得なくなり、スパイラルが継続する。

この流れを「リソース調整による負のスパイラルモデル」として図示する(図2)。

図2: リソース調整による負のスパイラルモデル



出所:筆者作成

## 5. 終わりに

本研究は、BtoB 機器開発における標準品とカスタム品の並行開発が、顧客ニーズの多様化に伴うアーキテクチャの混在と商品開発プロセスの複雑化によって、「負のスパイラル」に陥るメカニズムを示した。従来の製品アーキテクチャ論やダイナミック・ケイパビリティ論では十分に取り扱われていなかつた「場当たり的リソース調整」の常態化が、開発遅延や品質ばらつきの原因となることを新たな仮説として提示した。

実務面では、標準品とカスタム品の並行開発現場における場当たり的リソース調整が、現場の対応力低下や手戻りの増加、リソース奪い合いといった問題を深刻化させる実態を示した。これにより、開発体制やリソース管理手法の見直しの必要性を提起し、持続的な開発能力の確保と市場競争力維持に向けた実務的指針を提供した。

今後の理論的課題としては、場当たり的リソース調整が発生する要因のさらなる解明が挙げられる。また、アーキテクチャの混在や商品開発プロセスの複雑化が、どのように組織の変革プロセスや知識継承に影響を及ぼすかについて、より体系的な理論構築が求められる。

実務的課題としては、現場でのリソース調整の形式化や、設計情報の共有および知識継承の仕組みづくりが急務である。加えて、標準品とカスタム品の開発サイクルおよび目標の違いを踏まえた柔軟なリソース配分や、現場の対応力を維持・向上させるための教育体制や開発環境の整備が必要となる。

## 参考文献

- [1] 藤本隆宏 (2004) 『日本のもの造り哲学』日本経済新聞社
- [2] 藤本隆宏・桑島健一 (2009) 日本型プロセス産業 ものづくり経営学による競争力分析
- [3] Teece, D. J. (2007). Explicating Dynamic Capabilities: The Nature and Microfoundations of (Sustainable) Enterprise Performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319-1350.
- [4] D. J. ティース (2019) ダイナミック・ケイパビリティの企業理論