

## 知識ばらし™を活用した 新規技術の開発コスト見積もり手法

New Technology Development Cost Estimation Method Using "CHISHIKI BARASHI"

酒井 理佐 SAKAI Risa 後藤 亮 GOTO Makoto

製品開発の初期段階に、新規技術の開発コストを把握して適切なコストで開発できることを確認する必要がある。従来は、過去の実績から開発コストを見積もっていたが、新規技術の開発項目の見落としなどにより追加開発や工程後戻りなどが発生し、実際のコストと乖離（かいり）することがあった。

そこで東芝は、経験者の業務知識を形式化して記述する知識ばらし™を活用して開発項目を網羅的に可視化し、開発項目同士の影響を考慮して新規技術の開発コストを高精度で算出する開発コスト見積もり手法を開発した。この開発コスト見積もり手法を大型インフラ機器の新規技術開発に適用した結果、実際のコストに対して誤差21%の高精度で予測できた。

In the initial stages of product development, it is necessary to identify whether new technology can be developed at an appropriate cost. Conventionally, development costs have been estimated based on the results of past projects, however, oversight of development items in new technologies can result in additional development steps and going back to previous steps, resulting in a cost that diverges from initial estimates.

With this in mind, Toshiba Corporation has developed a cost estimation method that precisely calculates the development cost of new technologies by comprehensively visualizing development items to assess their mutual impact using "CHISHIKI BARASHI", a method that converts and describes the knowledge of experienced individuals into explicit knowledge. By applying this estimation method to the development of new, large-format infrastructure equipment technology, we have confirmed that it offers high-precision predictions with an error rate of approximately 20%.

### 1. まえがき

受注生産など多品種少量生産では、顧客要求による製品仕様の変更や設計変更などの変動要素に効率良く対応し、基礎収益力を確保するエンジニアリングプロセスの策定が必要である。このような変動要素による事業への影響を、コストや設計工数などで定量的に把握する評価手法を確立し、業務に適用している<sup>(1)</sup>。

中でも、品質改良や新規機能実装などの技術開発では、利益が確保できることを確認した上で開発実行を判断する必要があり、開発初期段階における高精度なコストの見積もりが重要である。しかし、新規技術は開発実績がなく工数やコストの見積もりが困難であり、勘や経験などに頼ることも多いため、実際のコストと乖離することがあった<sup>(2)</sup>。また、開発項目を抽出する際には、過去の類似した開発を参考にすが、開発が複雑になるほど網羅的な抽出が難しくなる。そのため、開発途中に予想外の追加開発や工程後戻りが発生し、開発コストの増大につながることがあった。このように従来は、新規技術の開発コストの見積もり精度が十分ではなかった。

そこで東芝は、知識ばらし™を活用して新規技術の開発項目を網羅的に可視化し、開発項目同士の関係を考慮して

総合的なコストを高精度で算出する開発コスト見積もり手法を構築した。

ここでは、開発した手法の概要と適用事例について述べる。

### 2. 新規技術の開発コスト見積もり手法の概要

#### 2.1 開発コスト見積もりのステップ

技術開発は幾つかの開発項目に分割され、その内容によって、互いに影響し合って開発コストが変動する。これらを踏まえて、高い精度を確保できる開発コスト見積もり手法を検討した。この手法では、開発項目の網羅的な可視化、及び開発項目同士の関係を考慮したコスト見積もりの二つのステップで開発コストを算出する(図1)。

#### 2.2 開発項目の可視化

技術の開発コストを算出する際は、開発項目を全て抽出し、それぞれの開発手段を決定する。開発項目の抽出と開発手段の決定で抜け漏れがあると追加開発や後戻り発生の原因となるため、開発項目を細分化して網羅的に抽出する必要がある。

細分化した開発項目を網羅的に抽出する手法の一つとして、当社は知識ばらし™を開発し、活用してきた<sup>(3)</sup>。知識ばらし™は、有識者が顕在的及び潜在的に持つ知識を効率的に整理・視覚化する手法である。

知識ばらし™による開発項目の可視化を、図2に示す。新規技術に要求される機能を要素技術に分割し、要素技術を実現する手段を洗い出す。次に、それぞれの手段の実現に必要な要件とその要件を満たす手段を、順番に洗い出していく。更に、要件と手段を対にしてツリー構造で細分化を繰り返し、全ての手段が新規技術のどの構成機器の機能に割り当てられるかが明確になったら、細分化を終える。この細分化の結果として得られた手段を開発項目とすることで、開発項目の網羅的な抽出が完了する。

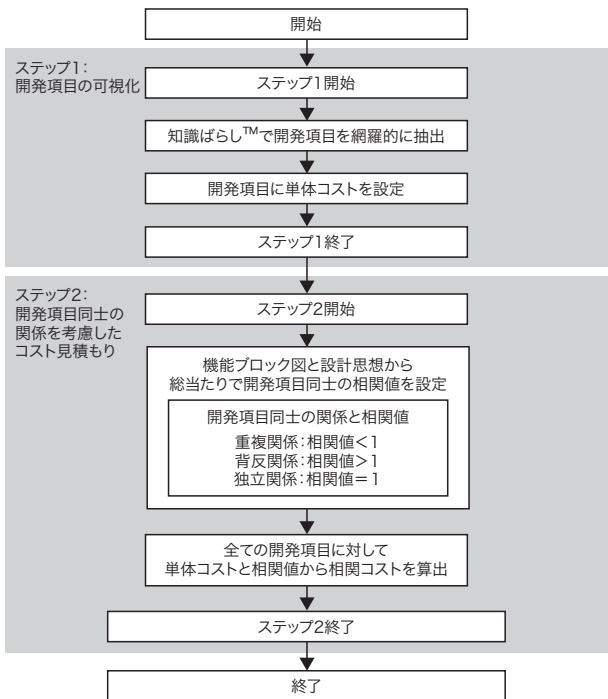


図1. 開発コスト見積もりのステップ

二つのステップで、開発コストを高精度で算出する。  
Development cost estimation steps

抽出した各開発項目に対して、過去の開発実績を参考にして単体での開発コスト(以下、単体コストと略記)を設定する。

2.3 開発項目同士の関係を考慮したコスト見積もり

知識ばらし™で抽出した開発項目は、ほかの開発項目と開発内容が独立している項目だけでなく、内容の一部が重複する項目や、一方の開発内容に応じて他方に一層複雑な開発が必要になる項目など、項目同士で影響を与え合う場合もある。

図3に、開発項目同士の関係を示す。例えば、ある機器の開発において、軽量化、小型化、剛性向上、熱耐性向上の四つの開発が必要であるとする。軽量化の開発で部品を小型にして軽量化が実現すれば、同時に小型化もできるため、小型化の開発コストが減少する。このように、一方を実現すると他方も実現できる関係を、重複関係と定義する。逆に、軽量化のために小型にしたことで剛性が低下する場合もある。

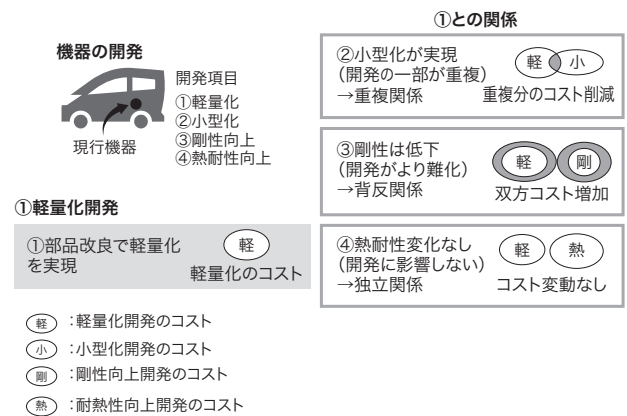


図3. 開発項目同士の関係

開発項目同士の関係によって、開発コストが変わる。  
Relationship of development items

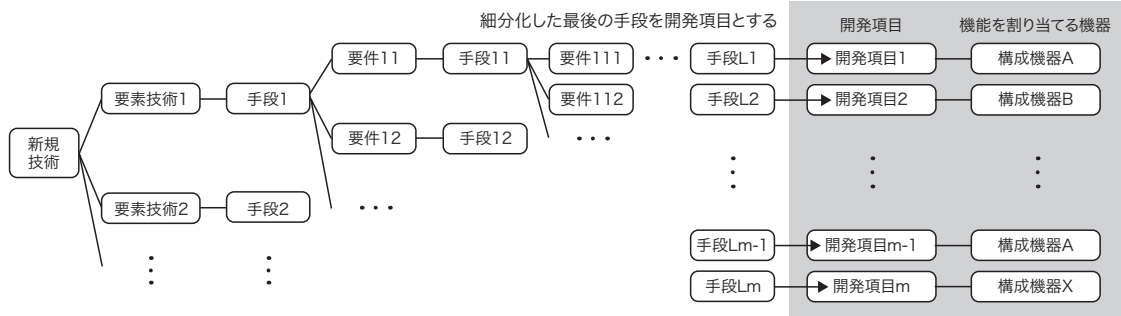


図2. 知識ばらし™による開発項目の可視化

新規技術をツリー構造で洗い出すことで、開発項目を漏れなく抽出できる。  
Visualization of development items using "CHISHIKI BARASHI"

合、軽量化と剛性向上を両立させるには、小型にする以外の手段を検討するか、剛性を向上させる追加の施策が必要になる。この結果、双方での開発の難易度が上がり、開発コストは想定より増加する。これを、背反関係と定義する。更に、軽量化と熱耐性向上は、双方の開発成立性に対して相互影響がない。これを、独立関係と定義する。これら三つの関係に基づいて、開発コスト(相関コスト)を算出する。

開発項目同士の関係を示す相関値は、製品の構成機器同士の機能的な関係を評価する機能ブロック図や設計思想から数値化し、開発項目m個に対して総当たりの相関マトリックスを設定する。相関値は、独立関係を1、重複関係を1未満、背反関係を1より大きい値とする。各項目のコストに対して、背反関係の場合は、両項目の単体コストに相関値を乗じてコストを増大させ、重複関係の場合は、片方の項目だけの単体コストに相関値を乗じてコストを減少させた相関コストを算出する。

この手法を、東芝グループの大型インフラ機器の新規技術開発に適用した結果、開発コストの実績値と予測値との誤差が21%になった。開発項目同士の関係を考慮しないで単体コストを積み上げる従来手法では、誤差が117%と乖離が大きかったのに比べて、高精度で予測できることが分かった。

### 3. 開発コスト見積もり手法の適用事例と相関コスト自動算出システム

2.2節で述べた開発項目の可視化では、知識ばらし™を活用することで要素技術を実現する要件とその手段が整理

されるため、有効な開発項目が複数抽出できることもある。複数の開発項目の中で、最適なものを採用して技術開発するのが望ましい。対象の開発項目だけではなく、ほかの開発項目との相性や総合的な開発コストや工数などの開発全体を考慮した上での採用が重要となる。開発コスト見積もり手法では、開発全体での相関コストを算出できるため、最適な項目を採用するための判断指標として活用できる。

適用事例として、ヘアドライヤーの新規機能開発を挙げる。知識ばらし™により、モーターの開発項目として、項目2と項目3が抽出された(図4)。この2項目のどちらを採用すべきかを判断するため、開発コスト見積もり手法を用いて、項目2、3をそれぞれ採用した場合の相関マトリックスを作成した(表1)。項目2及び3とほかの開発項目との関係を、ブロック図から判断して相関値を設定し、相関コストを算出した。その結果、項目2を採用した場合の相関コストの合計は201.5、項目3を採用した場合の相関コストの合計は227.8となり、項目2が最適な開発項目であると判断できた。

この手法では、技術開発の内容や適用範囲が広がるほど抽出される開発項目の数は膨大になり、相関コストの算出も複雑化する。そこで、実運用に向け、相関コストを算出支援するシステムの構築を検討している。相関値を設定した相関マトリックスを基に、2章に示した三つの関係に従って算出するアルゴリズムを適用し、相関コストを自動算出する。これにより、膨大な開発項目でも、相関コストを効率的に算出できる。

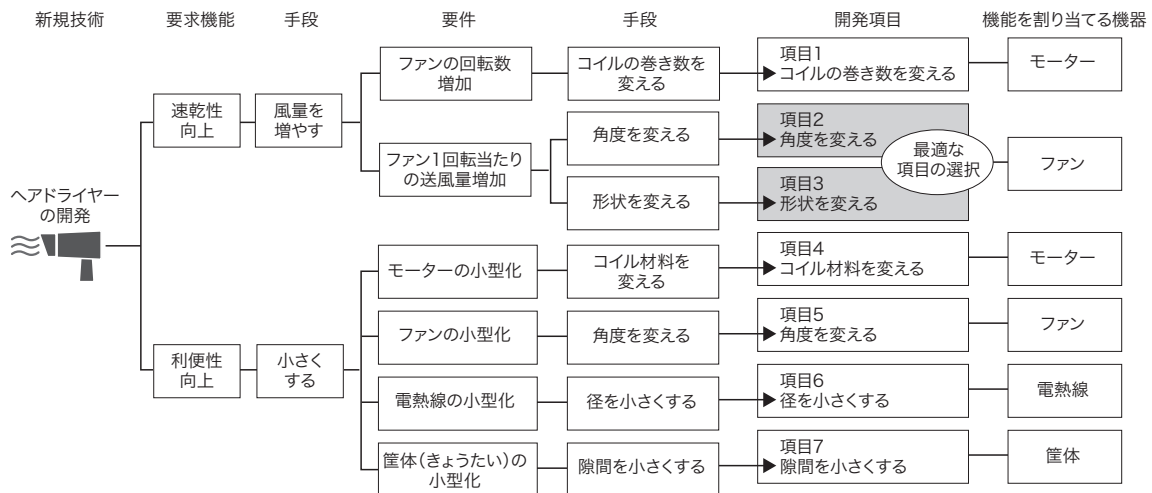


図4. ヘアドライヤーの新規機能開発への適用例

知識ばらし™を活用することで、実行可能な開発項目が複数抽出されることもある。

Example of application to development of new hairdryer functions

表1. 異なる開発項目を採用した場合の相関マトリックスと相関コスト  
Correlation matrix and correlation cost when using different development items

(a) 項目2を採用した場合

開発項目	単体コスト (任意単位)	相関値						相関コスト (任意単位)
		項目1	項目2	項目4	項目5	項目6	項目7	
項目1	10.0	1	1.5	1	1	1.5	22.5	
項目2	30.0	1	1	0.5	1	1.5	45.0	
項目4	50.0	1.5	1	1	1	1	75.0	
項目5	20.0	1	0.5	1	1	1	10.0	
項目6	30.0	1	1	1	1	1	30.0	
項目7	20.0	1.5	1.5	0.75	0.75	0.75	19.0	
コスト合計	160.0	-	-	-	-	-	201.5	

(b) 項目3を採用した場合

開発項目	単体コスト (任意単位)	相関値						相関コスト (任意単位)
		項目1	項目3	項目4	項目5	項目6	項目7	
項目1	10.0	1	1.5	1	1	1.5	22.5	
項目3	30.0	1	1	1.25	1	1.5	56.3	
項目4	50.0	1.5	1	1	1	1	75.0	
項目5	20.0	1	1.25	1	1	1	25.0	
項目6	30.0	1	1	1	1	1	30.0	
項目7	20.0	1.5	1.5	0.75	0.75	0.75	19.0	
コスト合計	160.0	-	-	-	-	-	227.8	

#### 4. あとがき

新規技術の開発項目を、知識ばらし™を用いて網羅的に可視化し、開発項目同士の相関を考慮して開発コストを高精度で算出する、新規技術の開発コスト見積もり手法を開発した。この手法を大型インフラ機器の新規技術開発に適用した結果、誤差21%の高い精度で開発コストを見積もることができた。

今後、この手法を新規技術開発に適用することで、追加開発や後戻りなどを未然に防止し、開発の効率化を進める。

#### 文献

- (1) 後藤 亮, ほか. “開発プロセスの定量化による影響範囲評価手法の開発”. 日本オペレーションズ・リサーチ学会2022年春季研究発表会アブストラクト集, オンライン, 2022-03 日本オペレーションズ・リサーチ学会, 2022, p.64-65.
- (2) 石谷 靖, “ソフトウェア開発見積りの基本的な考え方～見積り手法の課題・歴史とCoBRA法～”. <<https://www.ipa.go.jp/archive/files/000005394.pdf>>, (参照 2023-09-20).
- (3) 吉田 聡, ほか. 業務知識を形式知化して蓄積・活用できる知識ばらし™データベース. 東芝レビュー, 2020, 75, 1, p.30-33. <[https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/corp/techReviewAssets/tech/review/2020/01/75\\_01pdf/f01.pdf](https://www.global.toshiba/content/dam/toshiba/migration/corp/techReviewAssets/tech/review/2020/01/75_01pdf/f01.pdf)>, (参照 2023-09-20).



酒井 理佐 SAKAI Risa  
生産技術センター  
業務プロセス変革推進領域 設計生産システム変革推進部  
Design & Manufacturing Innovation Dept.



後藤 亮 GOTO Makoto  
生産技術センター  
業務プロセス変革推進領域 設計生産システム変革推進部  
Design & Manufacturing Innovation Dept.