

イノベーション技法 **TRIZ**

小冊子 2 矛盾 - 進化の源泉

出典: 「TRIZ Technology for Innovation」 Isak Bukhman 著
和訳監修: NPO 法人 日本 TRIZ 協会

2013年9月5日

目次

まえがき

恩師 **Genrich S. Altshuller** について

著者について

1. はじめに

1.1. TRIZ の考え

1.2. まとめ

2. 矛盾 - 進化の源泉

2.1. はじめに

2.2. システム矛盾

2.2.1. システム矛盾 – パラメーター間の争い

2.2.2. システム矛盾を解決するための発明原理

2.2.3. Altshuller のマトリックス- 39 のパラメーターの対立する全ての組み合わせに対する表

2.3. 物理矛盾

2.3.1. 物理矛盾 – 1つのパラメーターに対する2つの異なる要求値間の対立

2.3.2. 物理矛盾解消のための分離原理

2.4. ソフトウェア矛盾

2.4.1. ソフトウェア矛盾

2.4.2. ソフトウェア矛盾解消のためのソフトウェア原理

2.4.3. ソフトウェア関連問題用の対立パラメーターの各種組み合わせに対する表

2.5. まとめ

2.6. 演習

付録 1

あらゆるレベルの革新スペシャリストを養成するためのTRIZトレーニング・コース

付録 2

企業へのTRIZ導入計画の例

付録 3

新たな専攻 – 革新技法

用語解説

引用文献 / 参考文献

日本の読者のみなさまへ

創造性と革新における仲間の方々

地上で最も知的で発展した国のひとつとしてみなさまに敬意を表せることを大変嬉しく誇りに思います。あなた方は短期間のうちに素晴らしい品質と進歩した教育システムをもって非常に効率が良く高度な産業を築きあげました。あなた方の企業の多くは世界をリードし、多くの国々の人々が日本の製品を選び、日本の技術を使っています。

あなた方は産業、科学、教育において申し分がないばかりでなく、創造やシステム発展のために独自の先進技術を用いることにおいても指導的立場にあります。あなた方はシステム進化法則と何千人にも及ぶ開発者や科学者の最優良事例に基づくシステム発展の科学としての TRIZ の真価を認識した最初の国のひとつです。私の恩師でありパートナーでもあった Genrich S. Altshuller が確立した道に沿っていることを嬉しく思います。

みなさまへ TRIZ の知識を創始者の Genrich S. Altshuller から直接お届けするのは私の権利、義務そして恩師に対する深い尊敬の念によるものです。平易で魅力的で理解しやすいけれども完全な TRIZ およびイノベーション技法 TRIZ の姿をご用意いたしました。7つの小冊子には 408 の図、表、写真、218 の例、そして 69 の演習問題が含まれます。

まず「はじめに」（各小冊子の第 1 章）を読んでみてください。これはとても特別な章です。この章では、TRIZ が文明の存続と発展に関する主要な問題とどのように関連しているかを示そうとしています。これらの問題がどのようにして Altshuller に適切な答えを見出させ、TRIZ を作り始めるきっかけとなったのかを示そうとしています。

TRIZ（イノベーション技法 TRIZ）は、あらゆる人工システムの創造と発展および関連問題の解決のための非常に強力な最も有効な科学です。これは、TRIZ の主たる機能のひとつです。どうか、プロジェクトを問題解決から始めないでください。プロジェクト（既存の製品/技術/サービス/ビジネスの発展のプロセス）の開始時点では、要求を満たすために製品 / 技術 / サービス / ビジネスの何が変えられるべきか分からないので問題がありません。まず、最も重要な問題の一覧を作るための適切なステップを踏む必要があります。小冊子 7（イノベーション技法）に、既存システム発展やそれに関連する問題解決のために TRIZ の各要素を他の実績ある設計開発手法や有能なプロジェクトチームの最優良事例と組み合わせてどのように使うかについての答えがあります。

TRIZ は人生哲学として、社会の一員として創造的な人間として創造的な人生を送る権利と義務を認識させるのに役立ちます。小冊子 6（創造的人物の育成）の第 3 章が TRIZ のこの大変重要な役割を理解する手助けとなってくれることでしょう。TRIZ は特別な準備もなく、特別な才能も必要とせずに、誰もが利用可能です。TRIZ は、高校レベルの確かな知識のある方であればどなたでも利用可能です。

Altshuller が私に与える影響がこれほどまでに大きく深いものになるとは思っていませんでした。彼は私の人生を変え、私はそのことを大変嬉しく思います。今現在、「Genrich S. Altshuller は私達の師です」と言いたいところです。彼の精神は私達とともにあり、私達が創造的で幸せな人生を送るのを手助けしてくれます。

読者のみなさまには幸運をお祈りします。あなたを手助けし、あなた方の創造的な仕事と生活を支援するために喜んでお手伝いします。あなたとご家族が愛に満ちた、幸せで健康な生活を送られることを願っています。

まえがき

問題をより創造的に解決しようと努力されている方のための本を用意いたしました。複雑化した世界の皮肉は、私達が生活で直面する問題に対する真に革新的な解決策が単純明快であるということです。それでは、複雑性の中を体系的にかいくぐってこのような創造的で単純な解決策を明らかにするにはどうすればよいのでしょうか。イノベーション技法 TRIZ が著者の恩師であり TRIZ の創始者でもある Genrich Altshuller のメッセージを伝えてくれます。Altshuller やその信奉者によりもともと作り出された TRIZ の考えや手法が分かりやすく示されています。TRIZ という、ロシア語の “Teorija Reshenija Izobretatelskih Zadach” の頭字語は “発明的問題解決理論” を意味し、システム進化法則と何千もの開発者や科学者の最優良事例に基づくシステム発展に関する科学です。TRIZ の適用可能性については何ら制約がありません。如何なる問題状況においても、そして如何なる新たなあるいは既存のシステムの開発にも適用できます。潜在的には、TRIZ にはひとつだけ制約が存在します ... それは、物理的世界の制約です。

ここで提示されている情報は、単に問題に対する解決策を提供するものではなく、社会の各人が創造的な人間として創造的な人生を送る権利と義務を実現するためにはどうすればよいかを示すものです。過去のある時点で、誰かしらが私達の今日の生活をより快適にすることをしてくれました。今度は私達が今の世の中そして将来世代のために役に立つことを何か今やるべきです。

この本には3つの付録があります。ここに、TRIZ をどのように学ぶか、TRIZ をどのようにして社内に導入するか、そして、どのようにして新たな専攻（イノベーション技法）を開拓するかについての考えやお勧めがあります。

本書は大学や高校の学生や教員向けの教科書として、また、技術やサービスの開発に関与されるエンジニアや専門家の実用ハンドブックとしてお勧めしますが、年齢や専門を問わず、探究心のある方であればどなたにとっても有益で興味を持てる内容であると思います。

TRIZ が自身の人生の一部になり得る、自身の TRIZ キャリアを開始したい、職場に TRIZ を導入したい、あるいは TRIZ の理論や実践に関する質問があると感じられた場合には、ご遠慮なくお問い合わせください（付録3参照）。喜んで支援し、私達の TRIZ ファミリーの一員として歓迎いたします。

著者について

Isak Bukhman、TRIZ マスター、TRIZ Solutions LLC 社長兼グローバル・コンサルタント、Altshuller Institute for TRIZ Studies 副会長

TRIZ、価値方法論 (Value Methodology: VM) およびシックス・シグマの専門家であり、製品/プロセス開発および製造の分野で 35 年以上の実戦経験を有する。

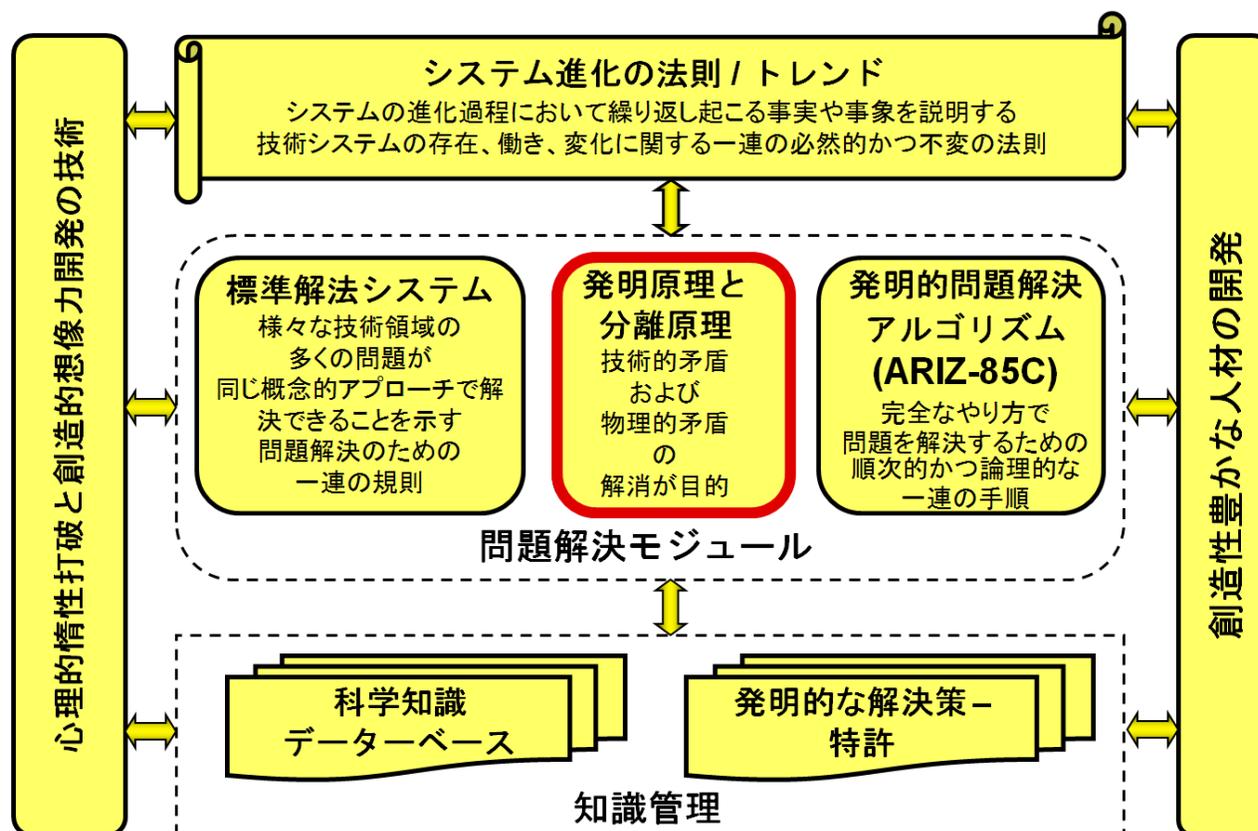
Chief methodologist として 10 年近く Invention Machine Corporation (IMC) に勤め、その間に IMC は世界的な評価を確立した。現在は独立したグローバル・コンサルタントおよび TRIZ Solutions, LLC の所有者として従事している。

近年、14 カ国 (米国、英国、スペイン、ドイツ、オランダ、ロシア、イスラエル、中国、香港、日本、韓国、インド、台湾、シンガポール) において Eaton, American Axle & Manufacturing, Johnson Controls, BYD, Bobcat, Shell, Masco-Behr, Baker Hughes, Chemtura, Henkel, Samsung, Intel, Microsoft, NXP, Johnson-Johnson, Mattel/Fisher-Price, Kaifa, GAF, Clorox, Corning, Compal, Epistar, Whirlpool, Alcon, DePuyOrthopaedics, Flowserve, Savannah River Site, Steris, Biomerieux, Medtronic, Philips, Delphi, POSCO, Xinetics, BaoSteel, A.O.Smith Corporation など 40 以上の一流グローバル企業に対し、TRIZ 研修会を行い、100 以上の革新プロジェクト開拓を導く活動をしている。

数多くの基本と応用のトレーニング・セミナーを (一部 Genrich Altshuller とともに) 行い、何千にもおよぶマネージャ、技術者、研究者に TRIZ/価値方法論を教育し、母国ラトビアでは 7 年間に渡って子供や若者に創造性 (TRIZ) を教えている。

2. 矛盾 – 進化の源泉

“矛盾は真実の基準であり、矛盾の不在は – 誤りの基準である” ヘーゲル (Hegel)



2.1. はじめに

朝、目を覚ますと、その日の最初の矛盾に遭遇します。起きるべきか寝るべきか？起きるべき理由は、登校する、出勤する、赤ちゃんにミルクを飲ませるなど多数あります。更に様々な選択肢とそれらに付随する矛盾について考えているうちにまた寝入ってしまいます。多分、夢の中でも矛盾が続きます。

5 分前、妻に呼ばれ、電話に出るかこの章の続きを書くかという二択を与えられました。彼女は、白と黄色の何れの色靴を買えばよいか訊いてきました。白い靴は、多くの形や色の服と合いますが、黄色い靴は、特定色の服としか合いません。でも、私にとっては、黄色のほうが面白みを感じます。妻は最終的に黄色い靴のほうを購入しました ... が、2 週間後に返品しました。

あらゆる問題が様々な選択肢間の対立や矛盾に集約されます。第 1 選択肢は、あることにとって良いけれども何か別のことにとって悪いです。第 2 選択肢についても同じことが言えます。休暇にはどこへ行こうか？どの女性（あるいは男性）と結婚すべきか？時間をどう使えばよいか — 本の執筆、それともバスケットボールの試合？本の執筆は読者やビジネスのためになるけど、大好きなチームの応援もしなくちゃ。バスケットボールの試合に行くのは楽しみだしチームの収入も増えるけれど、読者やビジネスの足しにはなりません。私達は皆、生活上の矛盾には慣れっただし、最善案選択の難しさを知っています。

というわけで、私達の生活は次々と起こる矛盾に満ちています。人間がつくり出したシステム（製品、プロセスあるいはサービス）も矛盾を内在させています。システム進化のどの段階も矛盾を含んでいます。私達の生活において、矛盾とは、選択しなければならないことの間違いです。私達がつくり出したシステムにおいて、矛盾とは、システムのパラメーター間の違いです。Altshuller は、これらのパラメーターの違いを

TRIZ は、何千にもおよぶ製品やプロセスで発生するシステムの矛盾や対立を解決するための 39 個の最も頻繁に使われるパラメーターを提供します。パラメーターが何故 39 個しか無いのか不思議に思うかも知れません。この疑問に対する答えは 2 つあります：

1. 数多くの製品やプロセス（即ち、システム）の特徴や機能を記述するには何千ものパラメーターが必要となりますが、特定のパラメーターをより抽象的なレベルで記述するものを 39 の汎用的な一覧の中から常に一つあるいはそれ以上見つ出すことができます。
2. 何千ものパラメーターをリストアップしたとしたら、対立パラメーターの組み合わせが何千にもおよぶ、使用不能な表となってしまいます。39 のパラメーターの詳細説明が、システム矛盾構築のための適切なパラメーターの選択を手助けしてくれます。

システム矛盾を記述するための 39 のパラメーターの一覧

移動物体: 物体がその位置を変える場合

静止物体: 物体がその位置を変えない場合

1. 移動物体の重さ

2. 静止物体の重さ

地上における物体の重さとは、地球がその物体に及ぼす重力のことです。

3. 移動物体の長さ

4. 静止物体の長さ

長さとは、物体の寸法のことです。物体の長さは、両端間の距離、即ち、端から端まで測った時の直線距離です。長さは高さ（物体の垂直方向の広がり）や幅（長さとは垂直な方向で物体を端から端まで測った距離）とは異なります。物理化学や工学において、長さという語は距離と同義に使われ、 l あるいは L という文字で表されます。

5. 移動物体の面積

6. 静止物体の面積

面積は、面（長さ×高さの積、長さ×幅の積、半径の二乗と π の積など）の一部の大きさを表す物理量です。表面積とは、物体の露出面の総和のことです。

7. 移動物体の体積

8. 静止物体の体積

固体の体積とは、それがどれだけの空間を占めるかという三次元的な概念のことであり、数量化されることが多いです。一次元物体（線など）や二次元物体（正方形）の三次元空間における体積は 0 です。直線や円で構成される形状物の体積は計算式により求められます。その他の曲面形状物の体積は微積分により求められます。

9. 速さ

速さとは、動きの割合または位置変化の割合のことです。単位時間 t あたりの移動距離 d で表現されることが多いです。速さは一秒あたりの回転数で表現されることもあります。速さは、距離/時間の次元を有するスカラー量であり、これと同等のベクトル量が速度です。速さは、速度と同じ物理単位で測定されますが、速度に付随する方向という要素を含んでいません。従って、速さは、速度の大きさに対する構成要素ということになります。速さはまた、プロセスや動作の時間的割合を示します。

10. 力（強さ）

力は、システム間の相互作用を測定します。力には大きさと方向があるので、ベクトル量となります。ニュートンの第二法則によると、物体は、それに働く合力に比例し、物体の重さに反比例して加速します。三次元物体に作用する力により、物体が回転したり変形したり、あるいは圧力が変化したりすることもあります。軸周りの回転を生じる力の特性をトルクと呼びます。

11. 応力または圧力

応力とは、物体を変形する傾向のある、加えられた力（または結合された力）のことであり、また、このような加えられた力または結合された力に対する物体の内部抵抗のことです。圧力とは、ある物体から、それ

例

速度 ↑ (9. 速度) ⇔ 空気抵抗 ↑ (11. 応力または圧力) ⇒ 対立 (SC)

トラックの速度を上げると、空気抵抗が増大してしまう問題があることに気が付きます。39 のパラメーターのリストから最も適切な 2 つのパラメーターをすでに選んでいます: 速度に対して 9.速度、そして、空気抵抗に対して 11.応力または圧力です。

図 2-2-46 は、Altshuller のマトリックス上でパラメーター 9 と 11 が交差する箇所を示しています。選択されたシステム矛盾に対処する発明原理を見つけるのには、以下の 4 つのステップで事足ります;

ステップ 1 39 のパラメーターの縦軸リストから 9.速度を選びます。各行は、改善するパラメーターを示しています。

ステップ 2 39 のパラメーターの横軸リストから 11 列目の 応力または圧力を選びます。各列は、最初に選んだパラメーターの改善により悪化するパラメーターを示しています。

ステップ 3 行と列の交点には、このシステム矛盾を解決するのに最も役立つ、発明原理の番号が示されています: 6. 汎用性、18. 機械的振動、38. 高濃度酸素利用、そして 40. 複合材料。

ステップ 4 4-2-2 項では、40 の発明原理それぞれについて説明してありますので、各々に対する提案内容を検討してください。選択された発明原理を手始めに、システム矛盾に対する良い解決策を見出すための探求に取り掛かることができます。

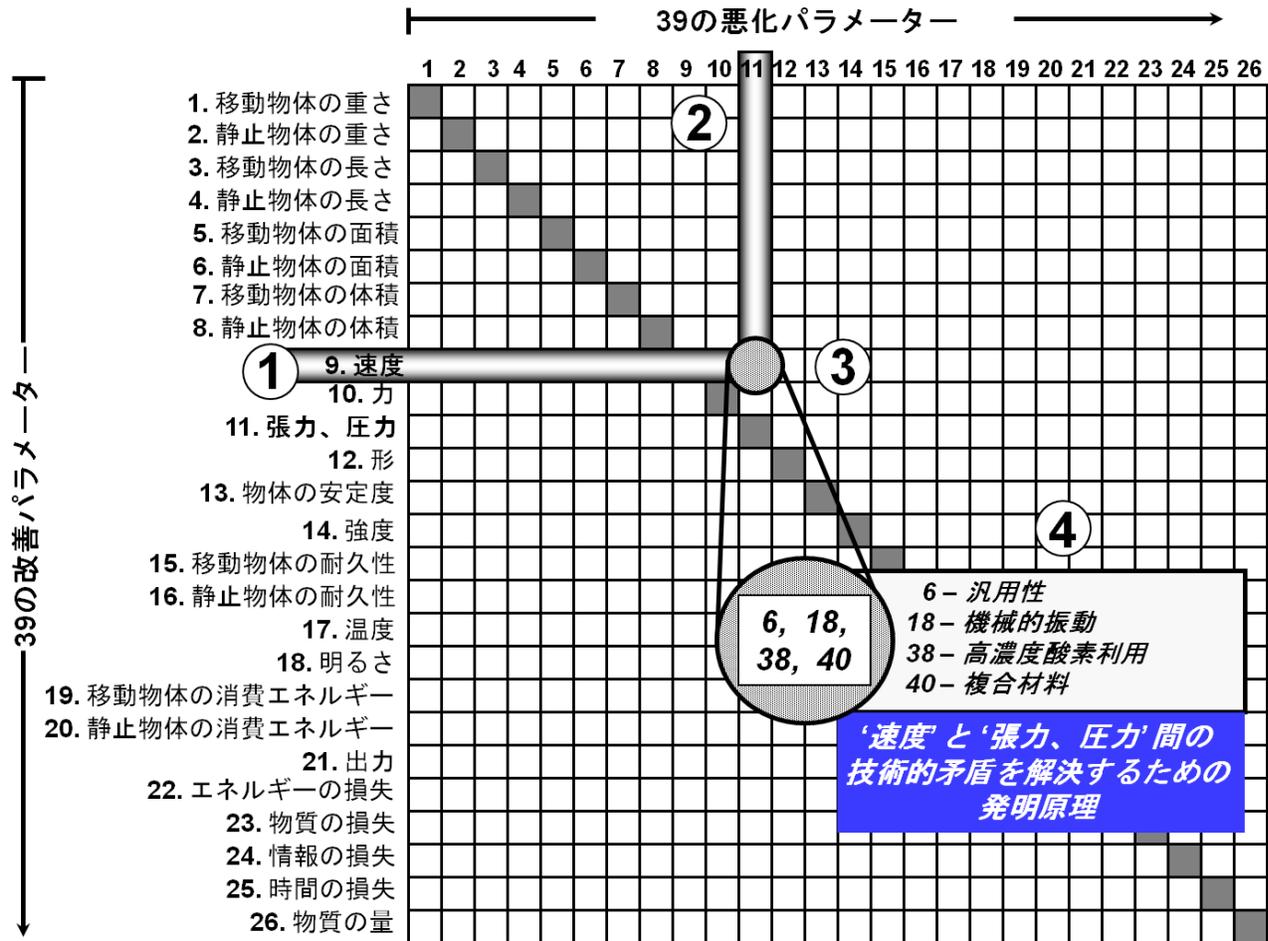


図 2-2-46 Altshuller のマトリックスの一部 - トラックの速度 (9. 速度) 増加と空気抵抗 (11. 応力または圧力) 増大の間の対立 (システム矛盾) を解決するために発明原理 6, 18, 38 および 40 を提示

2.3. 物理的矛盾

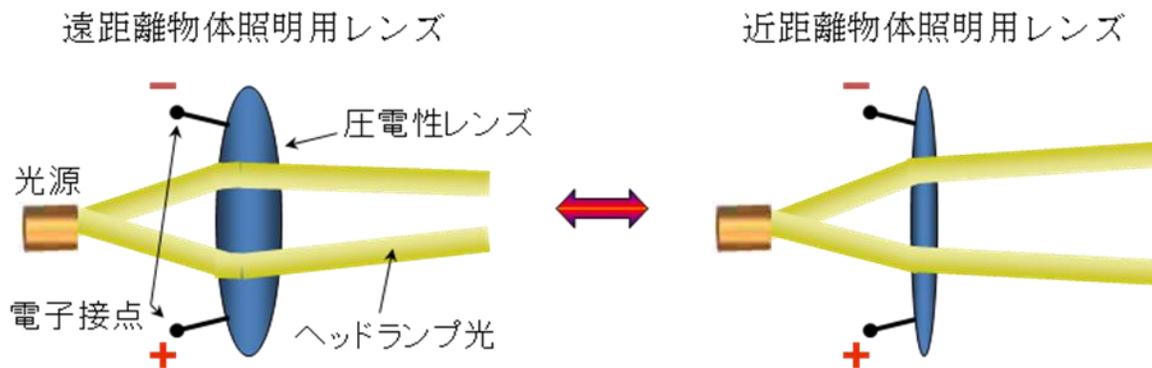


図 2-3-12 圧電性レンズに左図のように電圧をかけるとレンズの焦点距離は短くなり、右図のようにかけると長くなる

2.4. ソフトウェア矛盾

2.4.1. ソフトウェア矛盾

ソフトウェア矛盾はシステム矛盾の変形であり、特にソフトウェアや IT 関連の問題を解決するために用意されました。ソフトウェア矛盾の論理と技術はシステム矛盾のものと同様です。

例 2-4-1 データベースの正規化

ソフトウェア矛盾: データベースが大きくなると、重複情報が含まれることが多く、その結果、データベースが肥大化してデータの整合性や保全性に関する問題を引き起こしかねない。

対立パラメーター: 有用性や実用性を高めるためにデータベースのボリュームは大容量であった方が良いが、そうすると、データベースが扱いにくくなりかねない。データの整合性や保全性は、有用性や信頼性を高めるためには高くなくてはならない。

例 2-4-2 オーディオファイルやビデオファイルのビットレート

ソフトウェア矛盾: オーディオファイルやビデオファイルは固定ビットレートで符号化されている。ビットレートを上げると再生時の品質を高められるが、より多くの記憶空間を必要としてしまう。

対立パラメーター: サービスの質向上がメモリ消費を増大してしまう。

ソフトウェア矛盾を定義するのに用いる 24 個のパラメーターの一覧:

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| 1. 適用性 | 13. 保守性 |
| 2. 制御の複雑度 | 14. メモリ消費量 |
| 3. システムの複雑度 | 15. 性能 |
| 4. ハードウェア費用 | 16. サービスの質 |
| 5. データアクセス (より多くの人々が利用可能) | 17. サポートするシステムや機器の範囲 |
| 6. データの完全性 | 18. 信頼性 |
| 7. データ量 | 19. リソースの消費量 |
| 8. 使いやすさ | 20. セキュリティ |
| 9. 柔軟性 | 21. データアクセスの速さ |
| 10. データ使用の度合い | 22. 処理能力 |
| 11. データの損失 | 23. 非デジタルリソースの使用量 |
| 12. 時間の損失 | 24. ユーザ容量 |

2.4.2. ソフトウェア矛盾解決のためのソフトウェア原理

ソフトウェア原理は、ソフトウェア矛盾を解決するための抽象的なルールです。

ソフトウェア原理 1 分割

- オブジェクトを複数の独立部分に分割する
- オブジェクトを分解しやすいようにする
- オブジェクトの断片化（または分割）の度合いを高める

例: データベースの正規化

データベースが大きくなると、重複情報が含まれるようになり、その結果、データベースが肥大化してデータの整合性や保全性に関する問題を引き起こしかねない。

データベースを正規化し、複数のテーブルに重複格納されているような冗長データをなくすとともに、一つのテーブルには関連するデータのみを格納するなど、意味あるデータの依存関係を保つようにします（図 2-4-1）。

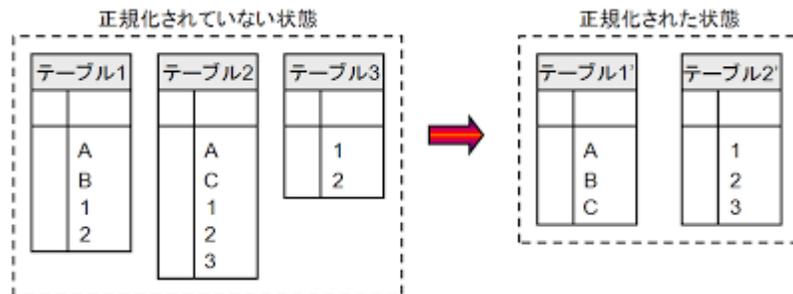


図 2-4-1 正規化されていないと複数箇所に格納されるデータが存在（左図）
正規化状態では、関連データのみが各テーブルに含まれる（右図）
正規化状態への移行は、データに基づくテーブルの分割を意味する

ソフトウェア原理 2 分離

- オブジェクトから邪魔となる部分（または特性）を分離する
- オブジェクトの必要な部分（または特性）だけを選び出す

例: コネクション共有（多重化）

2つのノード（例えば、プロセス）の間で複数のデータストリームを転送するためにおのおの個別のコネクションリンクを用意したのでは高くついてしまうことがある。

多重化と呼ばれるコネクション共有の技術を利用し、単一のコネクションで複数のデータストリームを転送できるようにします。マルチプレクサを用いて複数の入力データをひとつにまとめた上で単一のコネクションに送出し、デマルチプレクサを用いて受信データを元の個別のデータストリームに戻します。この技術を用いることによって複数のデータストリームが単一の通信リンク上で送信可能となり、コストを減らせます（図 2-4-2）。

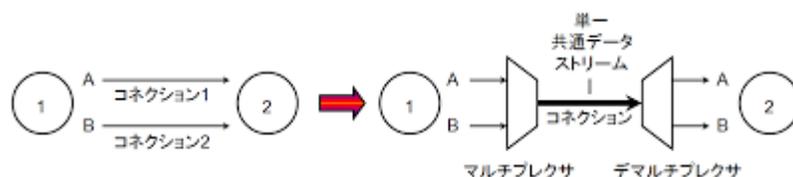


図 2-4-2 マルチプレクサで複数の入力データを単一の共通データストリームにまとめ、
デマルチプレクサで受信内容を元の入力データに分解して多重化前の形に復元

ソフトウェア原理 3 局所性質

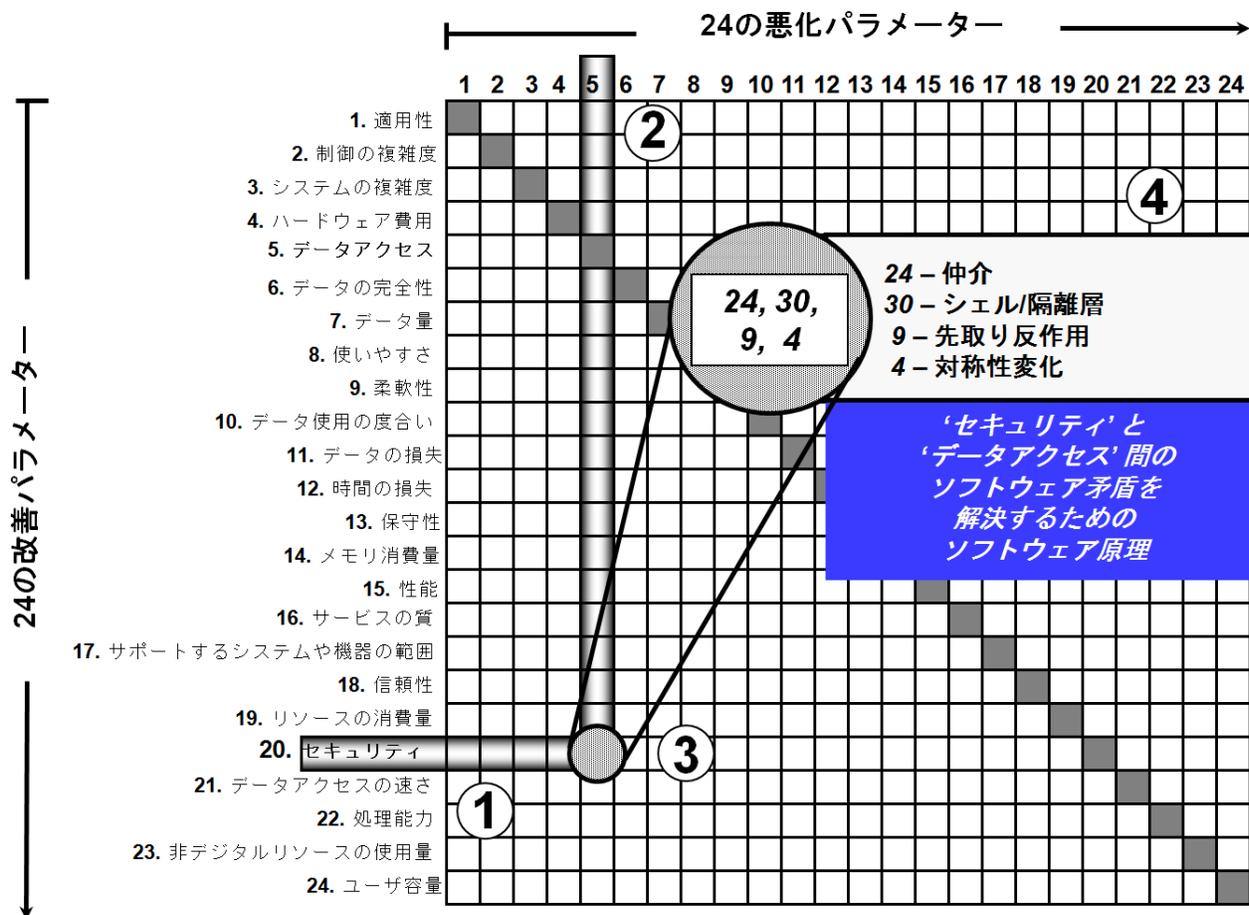


図 2-4-41 所与のソフトウェア矛盾を解決するためのソフトウェア原理を選ぶための4ステップ

ソフトウェア原理 24. 仲介 はプロクシーサーバーを使用するコンセプトを提案してくれます。クライアントはプロクシーサーバーにより、他のネットワークサービスへの間接ネットワーク接続が可能になります。クライアントがネットワーク上のリソースをリクエストすると、プロクシーサーバーがそのリソースを指定サーバまたはキャッシュから提供します (図 2-4-42)。

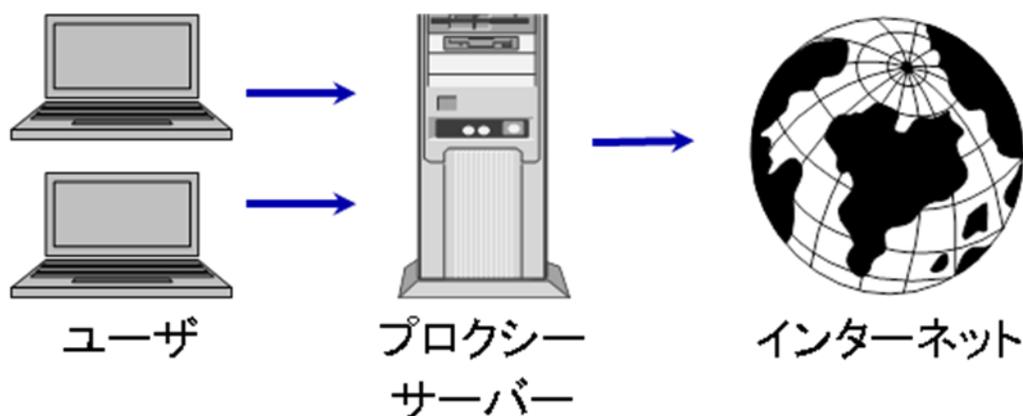


図 2-4-42 プロクシーサーバーは、ユーザー情報に対する高レベルのセキュリティを提供するとともに、他のネットワークサービスへの間接ネットワーク接続によりユーザーに対して快適なデータアクセスをも提供

引用文献 / 参考文献

- Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an Exact Science*. New York, NY: Gordon and Breach.
- Altshuller, G. S. (1996). *And Suddenly the Inventor Appeared*. Worcester, MA: Technical Innovation Center.
- Altshuller, G. S. (1997). *40 Principles: TRIZ Keys to Technical Innovation*. Worcester, MA: Technical Innovation Center.
- Altshuller, G. S. (2000). *The Innovation Algorithm*. Worcester, MA: Technical Innovation Center.
- Bach, R. (1973). *Jonathan Livingston Seagull*. New York, NY: Avon Books.
- Goldfire, Invention Machine Corporation, <http://www.invention-machine.com>.
- Kaufman, J. (1998). *Value Management*. Menlo Park, CA: Crisp Publications.
- Miles, L. (1989). *Techniques of Value Analysis and Engineering*. Washington, DC: Lawrence D. Miles Value Foundation.
- Saint-Exupery, Antoine (1971). *The Little Prince*. Orlando, FL: Harcourt Brace and Company.

2013年9月5日 発行

NPO 法人 日本 TRIZ 協会

E-mail: info@triz-japan.org

TRIZ Solutions LLC copyright © all rights reserved
©Japan TRIZ Society, NPO