

1 物理的矛盾が生まれた経緯

1) (1975年に書かれた論文¹によれば)

* アルトシューラ等は1946年に過去の発明家が直面した課題とその解決策とを研究することを通じて、発明の方法を科学的に解明しようとし始めた。

* 初めて間もなく次のことを発見した

「課題に対する解決策が優れている（有効性が高い）のは課題に含まれている技術的矛盾を解決している場合であり、逆に技術的矛盾が発見されていないか克服されていない場合には解決策はつまらない（効果が小さい）。」

2) 1956年アルトシューラ・シャピロ共著のTRIZ処女論文²の中での矛盾

「問題の解決とは、技術的矛盾の表面化と克服である」（1986年の表現³）

新たな技術課題を創造的に解決するには、それがどの技術分野に属するかにかかわらずなく、次の3つの基本的要件が求められる。

A) 課題を設定すること、および当該の技術分野に既知の通常の方法による課題の解決を妨げている矛盾を明らかにすること

B) 新たな、より高度の技術的効果を実現するために矛盾の原因を除去すること

C) 対象システムの構成要素のなかで変更されたものと他の要素との間の整合を実現すること（新たな質に適合する新たな形がシステムに与えられる）

3) 発明原理と矛盾表

* 矛盾表は科学的な発明の方法を開発しようとする過程で1964年に始めて作られた

(発表者はその内容を直接確認できていません)

* 1965年に作られた矛盾表は16特性X16特性の表で発明原理の数は35個⁴

¹СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ, Альтшуллер Г.С., Фильковский Г.Л., 1975

²О ПСИХОЛОГИИ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОГО ТВОРЧЕСТВА//Вопросы психологии, № 6, Альтшуллер Г.С., Шапиро Р.Б., 1956, - с. 37-49

³ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ АРИЗ (конспек), Альтшуллер Г.С., 1986

⁴ВНИМАНИЕ: АЛГОРИТМ ИЗОБРЕТЕНИЯ! ОН ПОВЫШАЕТ К.П.Д. ТВОРЧЕСКОГО ПРОЦЕСС,

- * 現在に残っている矛盾表は1971年に作られたもの⁵

- 4) 1971年：ARIZ-71⁶に物理的矛盾の原型を導入
 - * ARIZのステップとして分析ステップに、操作空間とその空間に求められる互いに矛盾する（2つの）要請を特定するステップが挿入された。
（このARIZでは、解決策 - システムをどのように変化させるか - を検討する操作部は矛盾表 + 発明原理になっているが、その前段階として上のステップが導入されたのである）

- 5) 発明原理の有効性の限界の自覚 → 物理的矛盾の発見(Altshuller et al. - 1975⁷)
 - * 気づき：
「発明原理から優れた解決策が得られるのは、発明原理を一つだけ独立して使うのではなく、特定の組み合わせ（ある原理とその逆向きの原理）でペアで適用した時だ」
 - * ARIZ-71では物理的矛盾の原型を導入した結果、矛盾表が実質的に不要になった
「発明原理に関する研究は四分の一世紀続けられたがARIZ-71が登場したことによって発明原理のリストと矛盾表とは実質的に不要になった。ARIZ-71での分析作業は物理的矛盾の解明まで深く行われる。多くの問題はこれによって解決される。もし解決されないとしても、もう一度更に深い分析を行う方が、より表面的な技術的矛盾に戻るより効率的である。」
 - * 技術的矛盾と物理的矛盾との本質的な相違点の発見：
「物理的矛盾の特定とその克服とは単なる問題解決の方法ではない。これは、技術システムを進化において客観的に不可欠なステップなのだ。
技術的矛盾と異なって物理的矛盾はそれを克服する方法（つまりは、技術システムを変化させる操作 = オペレーション）と有機的に結びついているのだ。このた

Альтшуллер Г.С. Техничко-экон. знания: Приложение к «Экономической газете». — 1965, 1 сент. — Вып. 27(41).

⁵ТАБЛИЦА ПРИМЕНЕНИЯ ПРИЕМОМ РАЗРЕШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ, Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - М.: Московский рабочий, 1973 - Приложение 1.

⁶АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ <АРИЗ-71>, Альтшуллер Г.С. Алгоритм решения изобретательских задач АРИЗ-71. – Баку: ОИИТ при ЦК ЛКСМ Азербайджана и Азербайджанском РС ВОИР, 1971. – С.18. – Приложения.

⁷СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ, Альтшуллер Г.С., Фильковский Г.Л., 1975

め、物理的矛盾に移行したことによって技術的矛盾を解決する矛盾表から物理的矛盾を解決する理論への移行も進むことになる。この観点から言えば、発明原理についても改良が必要なことになるり、発明原理のリストはオペレータのシステムへと変わることになる。」

2 現代の TRIZ 理論による矛盾発生構造

1) TRIZ の三つの基本要素

A システム・アプローチ

何らかの指向性で切り取った**意味**（機能、有用性などと言うこともできます）の体系を中心に世界を捉える世界観。その単位である意味（要素機能）を担うものを「システム」と捉える。1950年代にUSAでJames J. Gibson提唱したAffordanceの概念との極めて親和性の高いアプローチである。

B 進化のパターン（法則、トレンド）

システムの「進化の過程に観測される Laws=法」（強い傾向性）の肯定。理想性に向かう進化、リズムの一致、ダイナミック化、不均衡進化、進化のライフサイクルなどがパターンの具体的内容である

C 人が価値を実現するために利用可能なモノを「資源」と捉えるアプローチ

TRIZの歴史では「資源」は比較的新しい概念である。しかし、アルトシュューラの「理想性」の概念には「資源」の概念が胚胎されている。

2) 三つの基本要素と矛盾との関係

A システムは資源を消費して進化する

システムを改良する時には、必然的に、それ迄利用され（尽くし）ていなかったなんらかの資源を新たに（追加して）使用することになる

B システムが持つ資源には限界がある

システムは何らかの特定の定義で指定される内容を持っている。したがって、システムにはその定義に固有の限界された領域が存在することになる。システムの領域が限定される以上はそのシステムが保有している資源には限界がある。

C システムの発展の過程で資源の限界に到達する

（ある領域によって定義された）システムの改良を重ねると、何らかの資源が限界に達す時が当然やってくる

D 資源の限界は（TRIZの捉え方での）矛盾を発生させる

資源 X が限界に達している状態でシステムを更に進化させようとする時に、ある特性を改良するために X を新たに使用すると、他の何らかの特性にとって X が不足し、結果としてその特性が悪化することになる。これが「矛盾」発生に関

する TRIZ の原理である

- E 2) のまとめ：資源の限界は（TRIZ の捉え方での）矛盾を発生させる
「システム」が「進化してゆく過程」で必ず「資源」が不足し、その結果として
「矛盾」が発生する

3 物理的矛盾の克服

- 1) 古典的 TRIZ の集大成である ARIZ85C の意味（アルトシューラの位置づけ）

* 標準的問題の解法

（簡単なもの：発明原理または、矛盾表＋発明原理、発明原理の組み合わせ）

一般的なもの：物質・場分析と標準解

* ARIZ85C は標準的解法で歯が立たない問題を解決するために用いる

ARIZ85C とは、非標準的な問題状況の背景にある物理的矛盾を明らかにして矛盾を克服する方法を発見するための手順である

- 2) 技術的矛盾と物理的矛盾との関係（状況の捉え方、その形式・内容の相違点）

A 形式上の相違点

* 技術的矛盾：状況を二つの特性の間のジレンマと捉える

「特性 A の値を好ましい状態にしようとする、特性 B の値が悪化する」

例：システムの強度を上げようと（構造材の厚さを増す）と重量が増加してしま

う

* 物理的矛盾：状況をある一つの特性に関して二つの状態が求められるジレンマと捉える

「ある観点 I からは、特性 A の状態は状態 X でなくてはならない、しかし、別の観点 II からは、特性 A の状態が非 X でなくてはならない」

例：

システムの強度の観点からは、構造材は厚くなくてはならない

システムの重量の観点からは、構造材は薄くなくてはならない

B 内容上の相違点

* 技術的矛盾：状況を問題解決の課題と捉えている

「これこれの状況が問題なのだ！」

例：重量を増やさないでシステムの強度を上げなくてはならない

* 物理的矛盾：状況をシステムを改良（革新・進化）させる上での課題と捉えている

「これこれの課題が解決できないとシステムを改良できない！」

例：次のいずれかの課題の解決ができないとシステムを改良できない！

- (十分な強度が得られるだけ) 厚くても軽い構造材を開発する、あるいは
- 薄くても強い構造材を開発する

3) 物理的矛盾を解決する方法

ここでは、国際 TRIZ 協会の教科書に書いてある方法を紹介する。著作権の関係で内容を変更してある。(実際の内容はプレゼンテーションの中で紹介する)

ステップ 1 : 問題を既知の方法で解決できないか検討する

何らかの問題を従来から使われている方法、あるいはよく使われる一般的な方法で解決しようとする。結果として何の問題も発生しなければ矛盾は存在しない。何か問題があれば次のステップに進む。

技術的矛盾の定義 :

技術的矛盾とは、技術システムを何らか具体的に变化させた場合に生じる肯定的な結果と否定的な結果と双方を取り出して併記する発明状況の記述モデルである。

(要点 : なんらかの問題について、その問題を既知の方法で解決したときにどんな問題が生じるかその状況から出発して矛盾を抽出するのが、TRIZ による矛盾定式化の伝統。)

ステップ 2 : 既知の方法で解決しようとした場合に生じる問題状況を明らかにする

ステップ 1 で既知の方法を使って改良しようとした特性 (特性 A とします) は何か?

改良によってその特性の値をどのように変化させようとしていうのか?

その結果として悪影響を受ける特性 (特性 B とします) は何か?

その悪影響とはその特性の値がどのように変化するのか?

ステップ 3 : (当初の問題を解決し、かつ悪影響が生じないようにするために) 異なる

二つの値を持たせなくてはならない特性を特定する

一番単純な例ではステップ 2 の「特性 A」がこれに相当する。

物理的矛盾の定義 :

物理的矛盾とは、技術システムのなんらかの同一の要素に関して相互に対立する二つの要求が存在する問題の記述モデルである。

ステップ 4 : 物理的矛盾を克服する方法を発見する

1) 分離の原則

物理的矛盾を克服する方法を発見するための基本的なアプローチは、状況を二つの状態に分けて考えて、両立できない二つの要求のうち一方の要求を一つの状態で満足させ、他方の要求をもう一方の状態でも満足させることです。状況を二つの状態に分けることについての着眼点としてよく使われるのは

*時間の観点で二つに分ける

*空間の観点で二つに分ける

*他の状態・条件について二つに分ける

2) 他のシステムへの移行

分離の原則を使って物理的矛盾を克服する方法を発見できない場合は、矛盾がそもそも存在しなくなるような解決策を発見する。（機能を得る方法の変更など）

付録：ARIZ85に添付されている物理的矛盾の解決法⁸

	原理	例
1	対立する特性を空間で分離する	ソ連特許 No.256708：鉢内の粉塵を抑えるために水をまく際、水滴が細かいほど塵を捉える効果が高いが霧が生じて視界が悪くなる。これを避けるために、噴霧する際に中心部の細かい水滴の周囲を大きい水滴のコーンで包むように噴霧する
2	対立する特性を時間で分離する	標準解 (76の体系の) 2. 2. 3. ソ連特許 No.258490：溶接棒をテープ状にして溶接シームの幅に合わせてテープの幅を変化させる
3	システムの移行1A：同種あるいは異種のシステムを組み合わせてシステムに移行させる	標準解 3. 1. 1. ソ連特許 No.722624：圧延鋼のスラブを移動させる途中で温度が下がらないように次々と連続して流す
4	システムの移行1B：システムの反対は、システムの移行、システムと反対システムとの組合せ	標準解 3. 1. 3. ソ連特許 No.523695：傷口に異なる型の血液を染込ませたガーゼを当てる止血法
5	システムの移行1C：システム全体の特性の一部が特性反Pを	標準解 3. 1. 5. ソ連特許 No.510350：万力で複雑な形状の部品を固定する際使用する万能治具：細い円柱形状の棒を並べたもので、個々の円柱は硬いが、全体としては柔軟に部品の形状に合わせることができる
6	システムの移行2：マイクロレベルで作用するシステムへの移行	標準解 3. 2. 1. ソ連特許 No.179479：通常の機械式に替えて温度を利用するカラシ（活栓）。温度膨張係数の異なる2つの素材を組み合わせる。加熱すると隙間が生じて栓が開く。
7	相転換1：システム、あるいは、外部環境の一部の相態を替える	標準解 5. 3. 1. ソ連特許 No.252262：坑内で圧搾ガスを使用する現場への原動エネルギー供給法。液化ガスにして現場まで届ける
8	相転換2：システムの相態（重条別）の相態へ（ある部分の相態を別の相態に変化させる）	標準解 5. 3. 2. ソ連特許 No.958837：ニッケル・チタン（形状記憶）合金のプレートに多数取り付けた熱交換装置。温度が高くなるとプレートが立ち上がり冷却面積が増加するようにする
9	相転換3：相転換に伴う現象の利用	標準解 5. 3. 3. ソ連特許 No.601192：凍結した荷物を輸送するための装置。サポートの部分が氷の棒で作られている（移動させると氷が溶けるので摩擦が小さくなる）
10	相転換4：単相の物質を2相物質に替える	標準解 5. 3. 4. および 5. 3. 5. ソ連特許 No.722740：部品仕上げ研磨法。研磨材は液体（液状の鉛）と磁性の研磨粒子からなる
11	物理-化学転換：分解-化合を利用して物質を再結合/消滅させる	標準解 5. 5. 1. および 5. 5. 2. ソ連特許 No.342761：木材をアンモニアによって可塑化するために、摩擦によって分解するアンモニア塩を木材に浸透させる

⁸АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ АРИЗ-85-В, ТАБЛИЦА 2 РАЗРЕШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ