

機能とプロセスオブジェクト概念を基礎にした差異解消方法

—またはBall氏の“階層化TRIZアルゴリズム”についてのコメント—

A Method of Resolving Differences Based on the Concepts of Function and Process Object

—Or a Comment on “Hierarchical TRIZ Algorithms” —

高原利生
TAKAHARA Toshio

1. はじめに

本稿は、従来の「問題解決」に換えてこれを包括する、機能に関する**差異解消過程**の構造の枠組みを明らかにする。差異解消は創造思考(Inventive Thinking) [5]の現実変革という面に関する内容の全てである。

本稿の方法の特徴は、認識できるもの全てを反映するオブジェクトに対し、論理的に網羅されたオブジェクト操作の可能性の中から、差異の内容に規定された変更を自ら選んでいこうとすることである。

本稿の方法の大きな欠点は、オブジェクト、機能、属性、矛盾、対立物、量質転化についての従来の概念を、いくつかについては根本から変えなければならないことである。

例は、Ball氏の「階層化TRIZアルゴリズム, HTA」[16]から取り、そのコメントにもなっている。

2. 理論の要件と準備

21. 認識と操作の理論的要件

現実世界を認識し操作する理論の最低要件は、認識可能なあらゆるものを扱う対象とすることができること、それに対してあらゆる操作可能な変更の型を適用できることまたはこれらに対する態度が明確であることである。以下この要件を満たすための準備を行う。

22. オブジェクト[1][2]と機能[1][8] ([5]に要約)

オブジェクトは現実を構成する単位についての概念である。オブジェクトを「他のオブジェクトと相互作用するもの」と再帰的に定義した(第一の意味)[1]。「認識可能かつ操作,制御可能なもの」としてのオブジェクト(第二の意味)は、このサブセットになっている。実用上重要なことは、オブジェクトの規定を「認識可能なもの」とゆるめた第三の意味のオブジェクトが、この二つの中間にあり、第一の意味のオブジェクトのサブセットになっていることであった[2]。

認識可能なオブジェクトの内容は、物、「観念」(物質的実体に担われた誰かの観念内容および私が主体である場合の私の頭脳の中にある観念内容)という二つの**存在**に対応するシステムオブジェクトおよび**運動過程**に対応する**プロセスオブジェクト**である[1][2][6] (表-1)。以下オブジェクトをそれに対応する現実の要素で表現することがある。

表-1 私の扱えるオブジェクト

現実	オブジェクト
物	システムオブジェクト；物
運動過程	プロセスオブジェクト
実体に担われた誰かの観念	システムオブジェクト；観念
自分の観念	システムオブジェクト；観念

ここで運動とは、力学的移動に限らず化学反応、思考、

社会活動等を含んだ活動一般である。

このオブジェクト概念は理論の要件の内、認識の要件を満たす。操作可能なオブジェクトはこの中にある。

オブジェクトを、存在と運動過程に対応するものにとらえる根拠と利点は次のとおりである。

1) 存在と運動過程の双方によって全世界を漏れなく認識でき、操作,変更できる

存在と運動過程をともに扱うことにより、世界の認識可能な全てをオブジェクトとして漏れなく扱うことができる[1]。理由は存在と運動過程は、認識可能である故オブジェクトの定義を満たし、この二つがオブジェクトの種類の列挙された全てであるからである。扱う分野は、技術だけでなく、共同観念も存在オブジェクトにとらえる故に制度に広がり、また扱う対象は、ある分野からその分野の思考方法そのもの等に深化する。

操作,変更の網羅性については233節に示される。

2) 存在と運動過程の相互転換と相対性を認識、操作するためには、両者をともに明示的に扱わねばならない

相互規定しあっている存在と運動過程の双方によってはじめて一つの現象を分析でき、現象の全体が明確になる。例えば労働過程の作用結果は製品という存在に結実、外化し、認識過程の結果は科学という観念体系を作る。逆にできあがった製品や科学的認識はその後の過程をより有意義にし、存在と運動過程は続いていく。こうして世界は、存在と運動過程が相互規定しあう複雑な複合体となっている。そのため複数の運動過程と複数の存在からなる個々の現象において、一般的にはある運動過程を担う存在を特定することは不可能である。水の汲み上げにおいて、汲み上げ装置が汲み上げ過程を実現しているのは自明のように見える。しかし実際は、この過程には、汲み上げ装置の各部分と全体だけでなく、その設計者,製作者,利用者,汲み上げの決定者,具体的な汲み上げの指示者,汲み上げ装置の操作者,管理組織が関わり、汲み上げという運動過程を「何の」運動過程と認識すべきかは視点が確定して後初めて定まるのである[1]。

操作する立場においても、運用過程において存在と運動過程は相対的であり時に相互転化する。2トン積みのトラックを5回使っても10トン積みトラック1回でも同じ量の積荷が運べる[1]。また存在の状態が自分の運動過程を起動することがある。タオルがタオル掛けに中途半端に掛かっている状態がタオルの落下運動を起す。

3) 機能にとっての運動過程の基本的役割

存在と運動過程は対称な役割を持っているのではない。

運動過程(プロセスオブジェクト)の存在が私にプラスの意味を持つとき、この意味を機能[1]という。また副次的に存在、運動過程またはオブジェクトの属性がこのプラスの意味に資すると考えられるとき、この意味も副次的に機能とする。この基本機能、副次的機能の両者を合わせた広義の機能[1][9]を質,量という軸から見ると、質的面が狭義の

機能、量的面が性能(パフォーマンス)である[1]。オブジェクト操作に関して、プロセスオブジェクトは独立変数として扱うことが可能であり必要である。

属性とは、オブジェクトを各**粒度**(空間的、時間的大きさ)、各**密度**(細かさと抽象度)[3]において、具体的に規定する全てのものである。これを変化しにくい(狭義の)属性と変化しやすい状態に分ける[1]。上位のオブジェクトの属性、状態は、

1. 全体属性、全体状態、2. 下位のオブジェクトの構造(下位のオブジェクトそのもの、その数、その間の構造)である。

オブジェクト世界とは、オブジェクト、その属性、状態、オブジェクト間の関係の集まりを関連付けた現実に対応する像である。

23. 運動過程

231. オブジェクト間関係を見る視点

現実に対応しているオブジェクトの認識像は、現実の物事の客観的状态と私のその物事との関係の双方によって定まる。現実の要素間、現実に対応しているオブジェクトと別のオブジェクトの関係は、1) 変化を見る位置から見ると、静的関係、動的关系(因果関係、弁証法的関係)、2) 変化を起こす方向性から、無方向関係、一方向関係、双方向関係という区別に規定される。変化の方向性把握を規定する主な形式上の要因は粒度である。もともとの双方向の関係は、とらえる粒度を大きくしていくと一方向になり無方向になる[3]。無方向の関係は静的関係であり変化の起こり得ない関係である。変化が起こり得る関係は、状況における自分の物理的な空間的、時間的位置によって**因果関係**と**弁証法的関係**に分かれる。因果関係は、その系の一ステップ毎の変化をその空間的、時間的位置の**外から私が認識し操作し記述する**もので、弁証法的関係は、**系への入力のみ私が操作し系それ自体の内的運動の結果を認識、記述する**ものである。

232. 弁証法的関係、矛盾

内的自律運動のメカニズムは矛盾ととらえられる。矛盾とは、「対立物」が相互に対立しあいながら統一的に関連しあっている過程ととらえられる。「**対立物**」を構成するものは、現実の場合、二つの現実の要素またはその属性、状態[10]、オブジェクトの場合、二つのオブジェクトまたはその属性、状態である。何が「対立物」であるかは、矛盾解決にとって極めて重要である。「対立物」を「特性」(属性、状態)と狭くとらえると解決に回り道が必要になることが多い。現に対立の過程にあるものと、その結果をともに「対立物」というのも注意を要する点である。

従来の弁証法論理は、内的自律運動を対象として成立している。また扱うオブジェクトの粒度があいまいなまま論じられてきた。必ずしも自律運動を対象としない実際の適用に当たってはこの二点に注意して理解する必要がある。主な弁証法の法則[12]を次のように見直す。

1) 「対立物の統一の法則」は、運動、変化一般の原動力についての最も普遍的な法則である。「対立物の統一」は自律運動に限定すると運動の唯一の原動力である。対立物の相互転化は、対立物の統一の、質的变化という特殊な場合である。

2) 「量質転化の法則」については、まず「量」を「**量と構造**」に読み替えなければならない。理由は、オブジェクトの内実である属性は、1. 全体属性、全体状態の量的側面(水が沸騰する 100 度)、質的側面、2. 下位オブジェクト要素、その数という「量」(CO と CO₂ は別の質)、その構造からなる下

位オブジェクトの「構造」であり、この全体が質を変化させるのだからである。量が質に変化するのではない。この法則は、対立物の相互転化そのものについての法則であり、ある属性(量と構造)を持ったものが、その属性(量と構造)の変化によって別の質のものに変化することを表現する。この「対立物」は結果としての対立物である。「量(量と構造)質転化」は、自律運動に限定すると新しい質を生ずる唯一の構造である。量と構造変化だけが人のオブジェクト操作の粒度に適合している。つまり人がそれを変更しうる。しかし、入力の変化がオブジェクトの質変化に与える作用過程の構造は必ずしも明確になっていない。

3) 「否定の否定の法則」は、よりマクロな粒度における発展という特殊な変化の結果についての特殊な法則である。

オブジェクト世界の矛盾は、現実と直接対応しているオブジェクト世界と、思考世界にのみあるオブジェクト世界の双方に存在する。

233. 運動過程の構造

現実の各要素間の関係は、人間が関与しない場合、それ自体は意味を持たない多対多の双方向関係である。今私が具体的なオブジェクト世界を論ずるとき、すなわち現実からオブジェクト世界に場面が転換するとき、変化の連鎖のネットワークから変化の終着点である一つの機能に直接関連するもの以外を捨象するため、多対多の双方向リンクのいくつかは縮退し、現実の今の私にとって意味のある変化を伴う一対一またはせいぜい多対一の一方向リンクだけを残してしまう[3]。

認識された運動過程はこの捨象された関係の一部である[3]。運動過程が成立する条件は次の三つである。・客観的に時間的差異がある。・私とその差異を変化ととらえる。・私とその変化の前後を媒介する運動過程が存在すると認識する。

運動過程の構造は、a) **運動過程の作用の結果は何か、b) 何がこの運動過程を起動するか**を規定すると定まる[注 1]。[注 1]: [5]42.3) 項の修正

[5]42.3) 項での「オブジェクト間の動的关系」の最初の二つの文章は、1.何が何に作用する運動過程であるか、運動過程が何をもたらすかを述べている。これに、何がその運動過程をもたらすかについての視点を追加する。三番目の文章では、2. 運動過程が、存在、運動過程またはオブジェクトの状態を変化させるか、存在、運動過程またはオブジェクトの生成、属性変更、消滅をもたらすかであると述べている。これは、容易な変化と困難な変化という区別に視点を置いたものであった。これを、本稿の区別に変更する。

b) **運動過程を起動するものは、「内」から「外」の順に、4) 当の運動過程自体の自律的变化、3) 作用を受けるもの(存在または運動過程)自身の状態、属性、1)2) 作用を与えるその外部**である。外部から作用を与えるものは**運動過程**である。

- 1) 作用を受けるものの外部の新しい存在の運動過程
- 2) 作用を受けるものの外部の既設の存在の運動過程
- 3) 作用を受けるもの自身の状態、属性

31) 作用を受けるもの自身を運動の対象に投入、または除外して運動を起動、消滅させる場合。例: 燃える対象を除去し消火する。酸を入れた容器がなくなり酸浸食が停止する。

32) 作用を受けるもの自身の外部との関係設定により運動を起動、消滅させる場合。例: 容器が酸と接触し酸浸食が始まる。

33) 作用を受けるもの自身の内部状態生成により運動を起動、消滅させる場合。例: タオルのタオル掛けに中途半端に掛かっている状態が、タオルの落下運動を起こす。

34) 作用を受けるもの自身の内部状態,属性が運動過程の条件を満足するかしないことにより運動を起動,消滅させる場合. 例: ある温度以上になると発火する.

- 4) 当の運動過程の内部の自律的变化
- b) 運動過程を起動するものに関しては, 1)2)3) は因果関係, 4) は弁証法的関係(量と構造の変化による質変化)の場合である.

- a) 運動過程の作用の結果については, 次の場合がある.
- 5) 存在, 運動過程の状態,属性の変化をもたらす場合,
- 6) 運動過程そのものの変化をもたらす場合,
- 7) 存在, 運動過程の状態,属性の変化が, 存在, 運動過程自体の変化をもたらす場合.
- 5)6) は因果関係, 7) は弁証法的関係(量と構造の変化による質変化)の場合である.

これを図-1に示す. 図-1は, 後述の図-5のようなモデル(または類似のモデル)より大きな粒度を持ち, 図-5(または類似のモデル)に分解できる因果関係の部分と, そうできない量と構造の変化による質変化の表現の部分とをあわせ持つ.

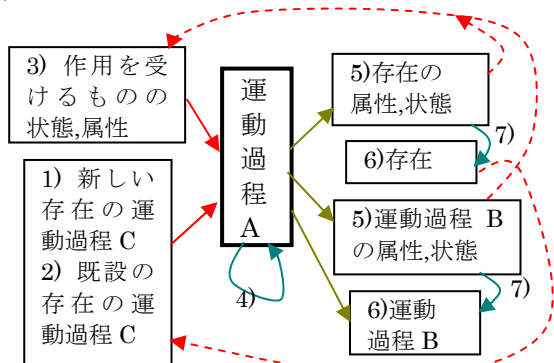


図-1 運動過程の構造モデル

1)–4), 5)–7) の構造は, 単純な力学的運動から複雑な社会運動に至る運動過程と存在の粒度, 自律性の程度によっておそらく異なっている. これらの構造を明らかにしていくことが必要である. ともあれ, 以上の把握が世界変更のための全操作の型の網羅を可能にし, 操作の理論の要件が満たされる. プロセスオブジェクト(運動過程), 機能, 属性の概念と図-1から, 全ての本稿の結論が導かれる.

3. 差異, 差異構造

31. 差異, 差異構造, オブジェクト操作の概要

現実世界の自律的变化は, 矛盾が起動力である.

もともと現実には客観的差異は常に過剰に存在している. 特定の価値の把握を前提にした 1) 望ましい機能と現実の機能の差異があることを見つけることが差異発見である. 差異発見に続き差異認識が行われる. 差異発見と差異認識が変化の出発点であり起動力である. 21 節で述べたように機能はオブジェクトの用語で述べられる. 特定された 1) 望ましい機能と現実の機能を表現する 21 3) 項で述べた(主たる機能を作る) プロセスオブジェクトまたは(副次的機能を作る) オブジェクトの属性,状態, 2) それ以外の関与するオブジェクトとその属性,状態が差異認識のアウトプットである. 差異の定式化とは, 認識した差異を表現することである. どう適切な価値の特定とそれによる差異の発見, 差異認識を行うかは全体の過程を左右する困難な課題である.

当の差異に関する現実世界の構造認識が, 次の差異構造認識のステップである. 差異構造認識の内容は, オブジェクト世界認識と差異をもたらす原因の構造認識である. 差異構造認識のアウトプットは, 3) 結果としての機能の原因となる操作オブジェクトとその属性,状態, 4) オブジェクト間の関係の認識である. 後述の図-4に例を示したものは, 4) についての表示法の一つである. この表示法は, 図-1の内容を具体的, 形式的に表示する方法であり, 運動過程の変化を起動するものと運動過程の作用の結果が漏れなく表示される. [2][5]と, その改良を述べた [4]に詳細がある.

3) 操作オブジェクト, 4) オブジェクト間の関係を利用, 操作して, 望ましい機能という目的の 5) 実現の手段を実現の「解候補」として得, 6) 「解候補」とそれが起こす副作用間の矛盾を解決して最終の解を得るか, 副作用を起こさない解を直接求めるのがオブジェクト操作のステップである.

一般にこれらステップは, 次のいずれかの役割を果たす.

1. 知見を利用しデータを変換して, データを作る, 2. 知見を利用しデータを変換して, 知見を得る, 3. 後のステップのどれを実行するか決める. 私は, 差異認識(1), 差異構造認識(1,2), オブジェクト操作(2)の三ステップを経てオブジェクト世界を変化させ, その後現実を変化させる. これらの間には相互作用がある.

32. 差異, 解の手段の型

321. 差異解消の型

図-2に, 差異の型, 解の手段の型に対応した下記の現在の各差異解消の型の全体像を示す.

[現実システムの問題を解決する型: 三種]

1. 現実の分析を行い, 問題の原因を除去することによる問題解決: 例, TRIZ[18], USIT[19], HTA F-I 章[16]
2. 現実の分析を行い, 直接目的を実現する問題解決
3. 現実の分析をしないで, 直接目的を実現する問題解決: 例, (通常の)ASIT[13]

[現実システムを改善する型: 二種]

4. システムの理想化, 単純化: 例, TRIZ[18], HTA E 章[16]
5. システムのリプレース
- [新しく市場に対応する型: 二種]
6. 既設品を変更して対応する市場を発見: 例, ASIT[14][15]
7. 通常の新設計: 例, HTA(途中まで) A-E 章[16]

これら差異解消の型の差異を生み出す個々の要素である差異の型, 解の手段の型は, 各差異解消の型が何かに関わらずある程度共通な形式である. これらは, 解探索や矛盾処理のオブジェクト操作の仕方を決める. 次の順に検討する.

322. 差異の型

以下の差異の状況 1)2)は, 比較的客観的に定まる.

1) 新規に作るか現実を変更するか

新規に何かを作る場合と現実を変更する場合がある.

「新しく」作るというのは誰にとって「新しい」のか, 「現実システム」として「既設」であるのは誰にとって「既設」なのかを決めておかねばならない. ここでは, 世界のどこにもない, 誰も今まで作ったことのないものを作ることを「新しい」ものを作ることとして扱う. したがって他の組織が類似プロダクトを作っている場合に市場に新規参入して新プロダクトを設計するのは「現実システムの変更」である.

2) 現実の「問題」があるかないか

現実を変更する場合には, 現実は何らかの不具合がある

場合と、不具合はないが改良したい場合がある。つまり**差異**には、機能に関する現実の不具合と望ましい状態との差異(いわゆる「問題」), および望ましい機能と現実の機能との

比較による差異がある。後者には、現実の「問題」はない。現実システムを理想化, 単純化する **TRIZ** のアプローチも後者に属する。この差異毎の分析法がある。

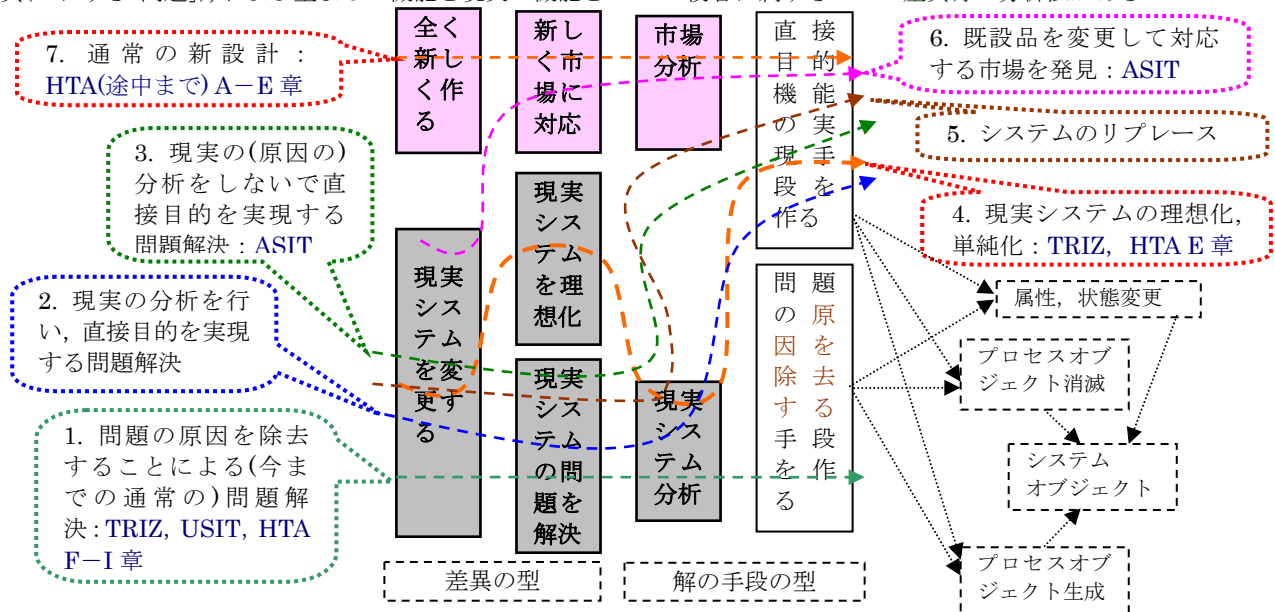


図-2 差異の型と解の手段の型に対応した差異解消

3) 目的はプロセスオブジェクト生成, 消滅か, 属性, 状態の変更か, その粒度

差異の内容が実現する目的を作る。目的は、様々な視点, 粒度において設定される。基本的機能としてのプロセスオブジェクト生成, 消滅, 副次的機能としてのオブジェクトの属性, 状態の変更それぞれを多様な粒度で検討すべきである。

どんな場合でもこの両者とも必ず目的となり得るだろうか。新規に何かを作る場合、プロセスオブジェクトの生成が目的となる。同時に、このオブジェクトの属性, 状態の値は通常ある適切な値であったり小さければ小さいほど良かったりするが、この属性, 状態だけが単独で目的となることはない。

現実を変更する場合は、プロセスオブジェクトの削除, 生成, 取替えを行う場合と、オブジェクトの属性, 状態の変更のみの場合がある。オブジェクトの属性, 状態の変更の場合はさらにその値をある値に制御する場合と、値は小さいほど良い場合、大きいほど良い場合、値を0, または無制限にする場合がある。

この内、プロセスオブジェクトの削除が目的となる場合は、オブジェクトの属性, 状態が、値の小さいほど良い場合、値を0にする場合を、時には簡易解として同時に目的の候補とする。例えば、騒音を小さくすることと騒音発生過程の削除は双方とも目的とし得る。

プロセスオブジェクトの生成, 取替えが目的となる場合は、新規に何かを作る場合と同様であり、その属性, 状態だけが目的となることはない。

オブジェクトの削除, 生成, 取替えを伴わない場合は、オブジェクトの属性, 状態の変更を目的とし得る。

以上から、現実を変更する時、属性, 状態を小さな値に変更する場合は、プロセスオブジェクトの削除も選択肢に加えてみるべきである (表-2)。

プロセスオブジェクトを消滅させることによって、プロセスオブジェクトの属性, 状態の値を0にすることができ

る。システムオブジェクトの属性, 状態の値を0にすることは、そのシステムオブジェクトに関わる全てのプロセスオブジェクトそのものを消滅させるという解によってももたらされる。「問題」解決の場合、問題を起こしている運動過程、プロセスを消滅させることはどんな場合でも、必ず根本的解決の第一の解の候補である。実用上重要な、プロセスオブジェクトの属性, 状態の値を0にする解、プロセスオブジェクトを消滅させる解のメリットは、この属性, 状態の値に掛け合わされる(他の入力)変数との相互作用がなくなることである。残念ながら、この解は副作用をなくすという期待は必ずしも実現されない(入力と出力の相互作用は残る)。

表-2 差異解消の目的

目的		目的のありかた	
		プロセスの生成, 消滅	属性, 状態の変更
新規に作る	プロセスオブジェクト生成	主目的	付随
現実を変更する	プロセスオブジェクト生成, 取替え	主目的	付随
	プロセスオブジェクト削除	主目的	主目的
	属性, 状態変更		主目的

323. 解の手段の型

1) 直接目的機能の実現手段を作るか, 問題の原因を除去する手段を作るか

目的が実現されて解となる。解を求める手段として本項の検討が必要となる。

新規に何かを作る場合、望ましい機能を直接結果として実現する。

現実を変更する場合、望ましい機能、または属性、状態を直接結果として実現する(例えば ASIT[13])か、望ましくない機能、または属性、状態を現実にもたらしめている原因を差異構造認識によって探求し、この原因を逆方向に操作し結果として望ましい機能、または属性、状態を実現する(例えば HTA[16])かである。現実を変更する場合、このどちらの方法を取るか決定する必要がある。三つの場合がある。

1. まずマイナスの価値を持つプロセスオブジェクトがあり、差異解消の目的がその削除である場合について考えよう。試料の酸テストに際し、酸が容器を浸食している。「酸が容器を浸食している」という目の前で起こっている具体的な現実、「酸が容器を浸食しない」という一般的目的を実現する数多くの可能性を、具体化された一つの特異な手段で否定している。

この酸が容器を浸食している具体的な現実から、酸が容器を浸食しないという目的をそのまま実現する手段を考えるという転換は何を意味するか。この転換は、具体的な状況の具体的な一つの運動過程で酸が容器を浸食しているある現実を抽象化して、酸が容器を浸食しないという目的を実現する手段を一般化して考えるということである。酸が容器を浸食している現実の原因をなくす手段を考えることは、酸が容器を浸食しないという条件で試料の酸テストを行うという目的を実現する具体的な手段の一つに過ぎない。マイナスの価値を持つ何かを起こさないことは、マイナスの価値を持つ何かを具体的に起こしているある一つの原因をなくすことより一般的でありそれを一部として含んでいる。

2. 二番目の場合を考える。マイナスの価値を持つ何かを起こさない、しないことがプロセスオブジェクトの削除であるのに対し、プラスの価値を持つ何かをする、させることはプロセスオブジェクトの生成である。プラスの価値を持つプロセスオブジェクトが起こっていないことの原因を考えようとする。今度は現実にはプラスの価値を持つプロセスオブジェクトがないのだから、ないことの原因を探索することは不可能であることが分かる。プラスの価値を持つプロセスオブジェクトの生成は、これを直接目的として行うほかないのである。

このようにプロセスオブジェクトの削除とプロセスオブジェクトの生成には状況の非対称性がある。直接目的機能の実現手段を作ることと差異の原因を除去する手段を作ることの比較検討は、マイナスの価値を持つプロセスオブジェクトの削除とプラスの価値を持つプロセスオブジェクトの生成との比較検討とは異なるカテゴリーの課題である。しかし以上の検討はマイナスの価値を持つプロセスオブジェクトの削除、プラスの価値を持つプロセスオブジェクトの生成の差異の説明にもなっている。

つまり、既設システムと「問題」の有無に関わらず、プラスの価値を持つプロセスオブジェクトの生成は、直接目的として行うしかない。マイナスの価値を持つプロセスオブジェクトの削除、変更の場合は、このプロセスオブジェクトの原因を解決する具体的なアプローチとこれを直接指す一般的なアプローチのいずれも可能である。

3. 三番目は属性、状態を実現することが目的の場合である。オブジェクトの属性、状態の変更の場合はさらにその値がある値に制御する場合と、値は小さいほど良い場合、大きいほど良い場合、値を0、または無限大にする場合がある。これらについては一般的には現状の問題分析とその解決が必要である。特に、ある値への制御、値を0にする、無限

大にする場合には、直接実現手段を作ることが可能な場合がある。

以上を表-3にまとめる。

表-3 差異解消の目的と手段

目的		手段	
		直接目的機能の実現手段を作る	問題原因を除去する手段を作る
新規に作る	プロセスオブジェクト生成	可能	
現実を変更する	プロセスオブジェクト生成	可能	
	プロセスオブジェクト削除、変更	可能	可能
	属性、状態変更	場合によって可能	可能

2) 認識の対象 (既存システム (通常の運用過程, 問題原因-結果過程, 起こりうる可能性のある過程), 市場)

認識対象は解の手段の一つである。結論を次に記す。

表-4 差異解消の目的と分析対象

差異解消目的		手段の形態	分析対象		
			市場	システム	問題原因
新規に作る	プロセスオブジェクト生成	直接目的機能の実現手段を作る			
現実を変更する	プロセスオブジェクト生成	直接目的機能の実現手段を作る			
		問題原因を除去する手段を作る			
	属性、状態変更	直接目的機能の実現手段を作る			
		問題原因を除去する手段を作る			

4. オブジェクト操作

4.1. オブジェクト操作表

図-1の運動過程の構造を、表に変換、展開すると表-5 オブジェクト操作表ができる。これは差異解消の目的とその実現のためのオブジェクト操作内容の概要である。

表中に示したツール名は、Enhanced ASIT[8][5]の場合を示しており、ASITに追加とらえ方の変更を行ったものである。「閉世界条件」(全く新しいタイプのオブジェクトをオブジェクト世界に追加しない[15])を前提としているが、一般化も容易に可能である。

1. **Unification** : 既存のオブジェクトの新しい利用。
2. **Multiplication** : 既存のオブジェクトを少し変化させたオブジェクトを追加。
3. **Object Removal** : オブジェクトの削除。
4. **Object Replace** : Multiplication で得られたオブジェク

トで既存のオブジェクトを置き換え. Unification で得られた既存のオブジェクトの利用法で既存の利用法を置き換え.
 5. **Division** : オブジェクトを分割, 再構成.

6. **Attribute Change** : 全体属性, 状態の変更.
 (5.6.には, 7. **Breaking Symmetry** (対称的なものを非対称なものに変える)を含む).

表-5 オブジェクト操作表: 差異解消の目的とその実現のためのオブジェクト操作内容の概要

目的		オブジェクト操作		操作内容と使用ツール		
				生成	消滅	変更
プロセスオブジェクトの生成, 消滅, 変更	外部からプロセスオブジェクトそのものの生成, 消滅, 変更	新しいシステムオブジェクトを持ち込みプロセスオブジェクト操作 233 節 1)	オブジェクト	持ち込んだ新しいシステムオブジェクトによる新しい運動 Multiplication, Unification		
		既存のシステムオブジェクトを利用したプロセスオブジェクト操作 233 節 2)	オブジェクト	既存のシステムオブジェクトの新しい利用 Unification	既存のシステムオブジェクトの利用の停止 Object Removal	既存のシステムオブジェクトの別の利用 Unification
		私の行動 233 節 2)	オブジェクト	私の新しい行動 Unification	私の行動取りやめ Object Removal	私の別の行動 Unification
	作用を受けるもののプロセスオブジェクトの条件設定による生成, 消滅	作用の対象となるオブジェクトの投入, 除去 233 節 31)	オブジェクト	作用対象のオブジェクト投入により運動開始 Multiplication	作用対象のオブジェクト除去により運動除去 Object Removal	
		作用の対象となるオブジェクトの状態操作 233 節 32) 33)	オブジェクトの状態	外部との関係設定または内部状態生成により運動が起動 Unification	外部との関係設定または内部状態生成により運動が消滅 Object Removal	
		作用の対象となるオブジェクトの条件操作 233 節 34)	オブジェクトの属性	運動の条件を満足する Attribute Change	運動の条件を解除する Attribute change	
	プロセスオブジェクト自体の属性変化による生成, 消滅, 変更 233 4)節	全体属性, 状態変化による質変化	全体属性	全体属性, 状態変化 Attribute Change	全体属性, 状態変化 Attribute Change	全体属性, 状態変化 Attribute Change
		構造要素数変化による質変化	構造要素数	構造要素数変化 Division	構造要素数変化 Division	構造要素数変化 Division
		構造の変化による質変化	構造	構造そのもの変化 Division	構造そのもの変化 Division	構造そのもの変化 Division
		構造要素の変化による質変化	構造要素	構造要素の変化 Multiplication, Unification, Object Removal, Object Replace	構造要素の変化 Multiplication, Unification, Object Removal, Object Replace	構造要素の変化 Multiplication, Unification, Object Removal, Object Replace
オブジェクトの属性変化 (全体属性と構造) 変化 22 節	全体属性, 状態変化	全体属性			全体属性, 状態変化 Attribute Change	
	構造要素数変化	構造要素数			構造要素数変化 Division	
	構造の変化	構造			構造そのもの変化 Division	
	構造要素の変化	構造要素			構造要素の変化 Multiplication, Unification, Object Removal, Object Replace	

42. オブジェクト操作表の利用と改善

オブジェクト操作の方法には, 1. 特に形式を意識しない

実用手法, 2. オブジェクト操作内容を一般化構造化した形式的操作法(例: ASIT, USIT)がある. 本方法は 2. の構造

性、形式性を持ち、さらに、3. 差異の内容に依存してその知識を利用するオブジェクト操作方法として 2. から分化したものである。本オブジェクト操作表は、知識としてこの表だけがある場合、「2. 形式的操作」が可能である。これを「3. 差異の内容に依存した利用」に高め解空間を狭めるためのいくつかの道があるであろう。

第一は、一般的な差異構造の明確化による表自体の改善である。プロセスオブジェクトの生成、消滅、変更が目的の場合、目的実現のため 233 節 1)–4) のどれを選ぶかは、おそらく力学的運動から社会的運動に至る階層のシステムオブジェクト、プロセスオブジェクトの粒度、自律性の程度に依存している。この依存性は今後の検討課題である。オブジェクトの属性、状態の変更が目的の場合、この目的の属性、状態を、全体属性、状態、構造の各要因にどう分解、配置したらよいか検討しなければならない。

第二は、状況の絞込みによる表の利用の改善である。前に(323. 解の手段の型 1) 項)検討したように、直接目的機能の実現手段を作る方法しかないプロセスオブジェクト生成の場合と、具体的に問題の原因を除去する手段を作ることのできるプロセスオブジェクト削除、変更、属性、状態変更の場合があった。後者の場合、図-1 をこの状況に当てはめて原因-結果ダイアグラム(5章の例では図-4)を得た場合は、この知識によってオブジェクト操作表の精度の良い利用ができる。

プロセスオブジェクト生成の場合にはこの方法は有効でないで、今のところ本稿の要件を満足する良い方法はない。第一の道の進展を図るか、あるいは別の方法がないかどうか検討を行う必要がある。

43. 解の副作用と矛盾解決

残念ながら、問題の原因をなくす手段を採用した場合得られた解は、望ましい機能だけでなく、無視し得ない望ましくない副作用も結果として実現してしまうことがほとんどである。これは、現実からオブジェクト世界に場面を転換するときに、双方向の関連から一対一、一方向の関係に縮退したのであったが、そのとき無視した多対多、双方向

の関連が復活するためである。解が副作用を起こす構造、起こさない条件は今後の検討課題である。

ここで生じる「望ましい機能が実現でき、機能の副作用も生じないままである」という対立した事態は「機能矛盾」といふべきである。この対立を構成する要素は、何が作用の結果としてもたらされるかに規定されて決まる。機能は、本質的にプロセスオブジェクトの存在の意味、副次的にこれに資するシステムオブジェクトまたはプロセスオブジェクトの属性であったから、機能矛盾(技術的矛盾)を構成する対立物は、プロセスオブジェクトそのもの、システムオブジェクトの属性またはプロセスオブジェクトの属性である。つまり属性(特性)だけではない。

次に「望ましい機能が実現でき、副作用も生じないままである」という結果をもたらすために、原因となる現実を変更する段階を考える。「望ましい機能」を実現するために原因となるあるオブジェクトまたはその属性、状態を変更しなければならない。一方で「副作用を生じないまま」にするためには、そのオブジェクトまたはその属性、状態は今のままでなければならない。こうして「一つのオブジェクトまたはその属性、状態に対して互いに反する要求が同時にある」という事態が生じる。この原因矛盾(物理的矛盾)を構成する対立物は、何が作用を引き起こすかに規定される。これは、233 節 1)–4)より、全てのオブジェクトとオブジェクトの属性全てであることが分かる。ここでも原因矛盾(物理的矛盾)を構成する「対立物」は、属性(特性)だけではない。従来どおり原因矛盾(物理的矛盾)の「対立物」を「特性(属性、状態)」としてしまうと解が遠くなることがあるので注意が必要である。

この副作用が起きた場合には、「完全な矛盾」(「機能矛盾(技術的矛盾)」の「対立物」をもたらさないような「原因矛盾(物理的矛盾)」の「対立物」からなる矛盾) (HTA p.I3) を TRIZ, HTA の「分離原理」を利用し解決する。

44. まとめ

三章、四章の内容を、図-3 にまとめる。

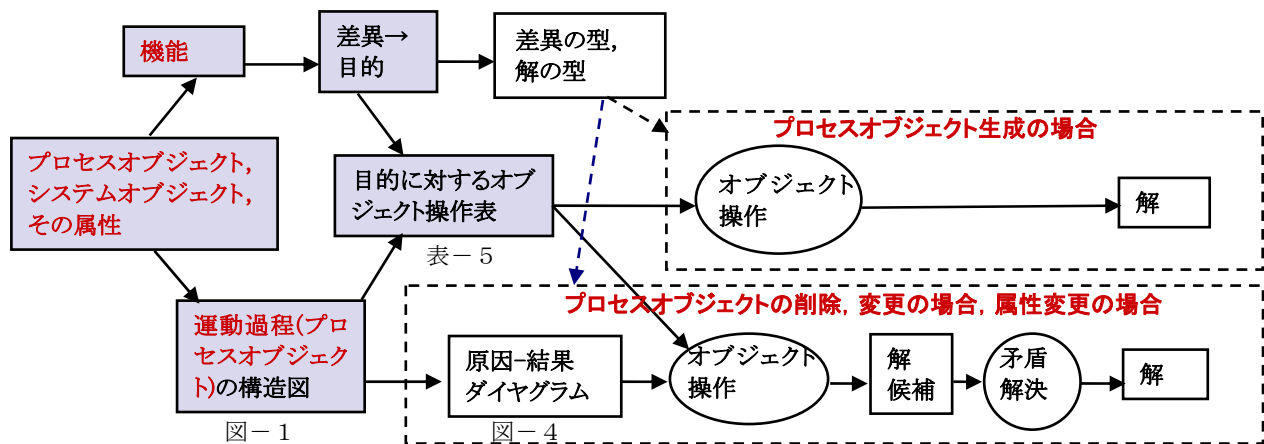


図-3 差異解消方法の全体図

5. 例：「階層化 TRIZ アルゴリズム」の酸浸食

51. 状況

Ball 氏の「階層化 TRIZ アルゴリズム」HTA に出てくる TRIZ の古典的問題である酸浸食の問題を例に取り上げる。「我々が酸の様々な金属に対する影響を測定している状況を考えよう。酸の浸食の影響を研究するために、我々は金

属試料の立方体を作り、それを酸で満たされた容器に入れ、オープンの中で加熱する。一定の時間の後、この立方体は取り出され検討される。不幸なことに、この容器も酸に浸食されるため定期的に交換が必要となる。我々としてはこの容器交換のコストを削減したいと思う」([16] p.F1, 以下記載ページは同書のページ)。この問題に今までの検討内容

を適用する。

52. 差異と差異構造

システムオブジェクト, プロセスオブジェクト, その属性, 状態をリストアップする。

システムオブジェクト:

試料, 容器 (属性: コスト, その値: C), 酸

プロセスオブジェクト:

試料テスト (状態: 運用時間, その値: t),

容器浸食 (状態: 全運用時間, その値: t, 属性: 浸食度, その値: 運用時間 t 間の取替え回数 n 回)

容器取替え (属性: 容器の一回の取替えコスト, その値: C, 状態: 容器の取替え時間, その値: tr)

図-1をこの状況に当てはめて図-4を得る([2][5]と,

その改良を述べた [4]に表示法の詳細を示す)。この図は p.G6, p.H6 に表現されたとほぼ同じ内容を示している。

差異の型

差異の型についての検討結果は次のようになる。

- 1) 新規に作るか現実を変更するか: 現実を変更する。
- 2) 現実の問題があるかないか: 現実の問題がある。
- 3) 目的は機能実現, 消滅か, 属性, 状態の変更か, その粒度: Ball 氏は「容器交換のコストを削減したい」つまり属性, 状態の変更から出発する。322. 項より属性, 状態を小さな値に変更する場合は, プロセスオブジェクトの削除も選択肢に加えるべきである。この二つを様々な粒度で検討しなければならない。

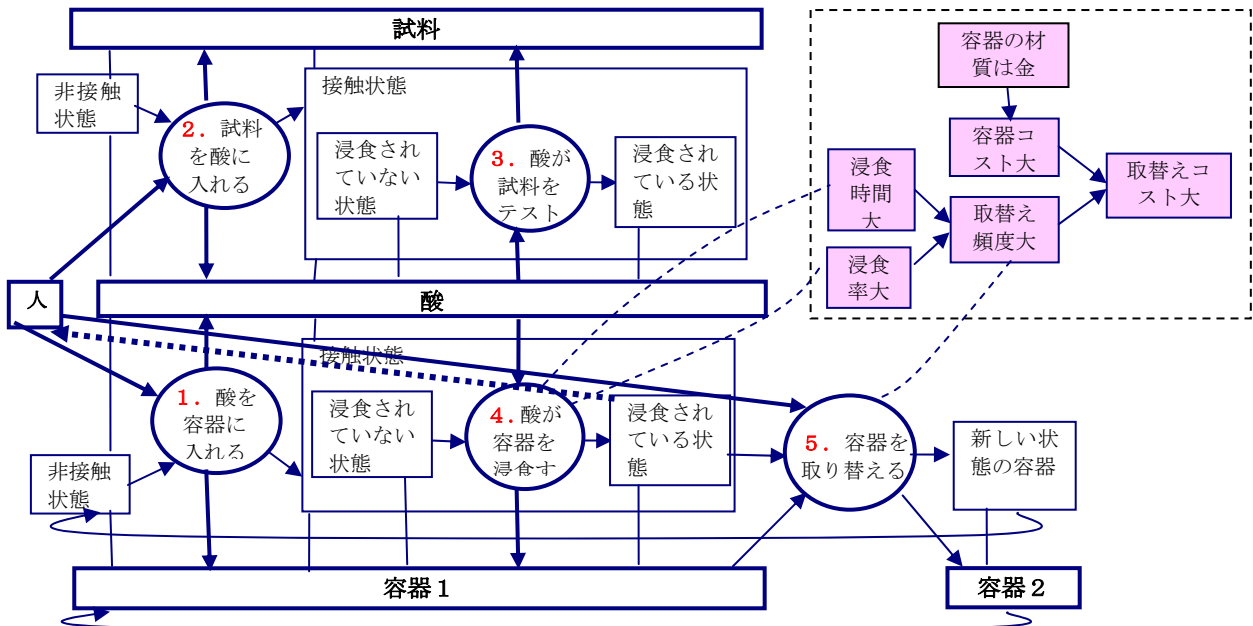


図-4 酸浸食の原因・結果ダイアグラム(p.G6, p.H6 の一部に相当)

目的を, まず Ball 氏のようにオブジェクトの属性, 状態の変更として, 「容器浸食の程度減少」または「取替えコスト減少」ととらえる。しかし運用の単位時間あたり容器取替えコスト $nC / t + ntr$ を最小にしても制御できる変数はない。ここでは与えられている変数はすべて要件である。しかしこのような属性, 状態の変更を目的にする場合でも n または C を 0 にすることを目指すことはできる。n を 0 にすることは, 取替えをしないことである。C を 0 にすることは, C を 0 にすることまたは取替えをしないことである。「n を 0 にすることは, 取替えをしないこと」とは「プロセスオブジェクトの属性, 状態を 0 にすることは, プロセスオブジェクトそのものをなくすことである」ということ, 「C を 0 にすることは, 容器のコストを 0 にすることまたは, 取替えをしないこと」とは, 「システムオブジェクトの属性, 状態を 0 にすることは, そのシステムオブジェクトに関わる全てのプロセスオブジェクトそのものをなくすことである」ということ具体化である。

「容器が浸食される」プロセスオブジェクト削除が目的になることが分かっているので最初からこれを検討することもできる。(Balls 氏は「原因-結果ダイアグラム」の「代替問題パス」から導こうとしている)。目的を, 酸が容器を浸食するというプロセスオブジェクトの削除ととらえる。

解の手段の型

- 1) 直接目的機能の実現手段を作るか, 問題の原因を除去する手段を作るか: 比較は 323 項のとおりである。ここでは後者をとる。

53. オブジェクト操作

目的を, 1) 酸が容器を浸食するというプロセスオブジェクトの削除ととらえ, 図-4に表-5を適用すると実現の具体的な一例として, 次の候補が得られる。

- 2) 酸と容器が接触状態にあるが酸浸食の起こらない条件設定(233 節 34),
- 3) 酸と容器の接触状態というシステムオブジェクト間の関係の消滅(233 節 32),
- 4) 酸を容器に注ぐというプロセスオブジェクトの削除(233 節 2),
- 5) 酸または容器の存在というシステムオブジェクトの除去(233 節 31)。

これらは, 目的を実現する手段の粒度を次第に粗くしていったオブジェクト操作である。この例から, 表-5において, 作用を受けるもののプロセスオブジェクトの条件設定による操作を行う四つの解はどれも解の可能性があり, またこのうち作用の対象となるオブジェクトの設定という解 (作用対象のオブジェクト除去により運動除去等)

は粒度が大きく根本的であることが示唆される。

3) まだに実現手段が見つからず、4) または 5) まだに至ると、酸の試料テストができないという副作用が生ずる。目的を実現する手段の粒度の細かいうちは副作用の範囲も狭いが、手段の粒度が粗くなるにつれは副作用の範囲も広く及ぶようになることは実用上重要である。これにつれ矛盾の解決の仕方がどうなるかにも注意して今後の検討が必要である。

4) の段階で生じる完全な矛盾の対立物は、「容器を酸に触れさせないために酸を容器に注がないこと」と「酸を試料に触れさせるために酸を試料に注ぐこと」というプロセスオブジェクトである。この解決は、「酸を容器に触れないように試料に注ぐ」というプロセスオブジェクトの生成である。

5) の段階で生じる完全な矛盾の対立物は、「容器を酸に触れさせないため酸または容器がないこと」と「酸を試料に触れさせるため酸と酸を保持する試料があること(または酸と試料があること)」というシステムオブジェクトである。この解決は、「容器をなくし試料を酸保持の入れ物とする」というシステムオブジェクトの除去と既存のシステムオブジェクトの新しい利用法の生成である。

使用する分離原理は、「入れ子」(p.I24)や「反作用」(p.I28)、またこれらをプロセスオブジェクトに拡張解釈したものである。(なお ASIT はこの問題解決において、Unification による矛盾を生じない解を直接求める[13])。

Ball 氏と従来の TRIZ は、オブジェクトを物質とするだけでなく、「物理的矛盾」の対立物を物質オブジェクトの属性、状態(特性)のみに限定してしまう(p.I12)。そもそも従来の「物理的矛盾」の「定義」上そうなるのであった。こうして解決に回り道をしてしまう(43 節)。これに対し本稿の方法では回り道のない明快な解が得られる。

6. “階層化 TRIZ アルゴリズム” について

以上の全体が“階層化 TRIZ アルゴリズム”(Hierarchical TRIZ Algorithms, HTA) に対するコメントでもある。以下コメントを追加する。

61. 全体構造と機能

1) TRIZ の見直しの中の位置づけ

古典的 TRIZ は長年月をかけて豊富な内容を持つに至った。ASIT, USIT が、古典的 TRIZ の簡易化を目指しているのと異なり、HTA は、古典的 TRIZ の豊富な内容を保持したまま、(余りに簡潔な形で)体系化した試みといえるだろう。「発明原理」、「発明の標準解」や「究極の理想解 the Ideal Final Result, IFR」といった古典的 TRIZ の各要素は、HTA の各ステップの中に横断して埋め込まれている(付録 K 章の「はじめに」の説明を参照)。

2) 使い方

HTA の扱う範囲は、図-2 のように、新設計(の途中まで)、問題の原因を除去することによる現実システムの問題解決、現実システムの理想化、単純化の三分野である。これら差異解消に HTA を全体として適用する使い方がある。

もう一つの使い方は、HTA の一部、特に、「矛盾表」「場のテーブル」を含む I 章「得られた矛盾を解決する」(全 34 ページ)、付録 K 章「機能を理想化する」(全 24 ページ)、オブジェクト操作の一覧である付録 L 章「ノブ一覧表」(全 22 ページ)

を、非常に有用な資料として単独で利用することである。ただしこれらは全体として技術に重点をおいた記述である。

62. 基本概念および方法

1) オブジェクト概念およびモデル

Ball 氏にとってオブジェクトは物質である(USIT, ASIT のオブジェクトについては[5])。

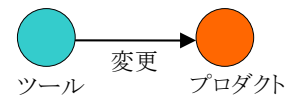


図-5 ツール-変更-プロダクトモデル

ツール、プロダクトというオブジェクトが変更(Modification)という関係で結ばれているというモデル(図-5 (p.B2))が、分析と付録 K 章の「理想化機能」、付録 L 章の「ノブ一覧表」等のオブジェクト操作全体に使われている。TRIZ の他の手法と類似のものである。

2) B-G 章におけるシステム分析と表示方法

HTA のシステムの理想化、単純化と問題解決という二つの主機能はいずれも、システムの分析がもとになって実現される。HTA ではシステムの分析は、次の三つのモデルで行われる。

a) 機能ダイアグラム(p.B5, p.D3, p.D5, p.E3)

機能ダイアグラムは、ツール-変更-プロダクトの連鎖である。TRIZ の機能分析に多く用いられているものとほぼ同様である。

b) 機能プロセスマップ(p.E3, p.K10)

機能プロセスマップは、システムのプロセスの一ステップが一つの箱として表され、これが単に時間の進行の流れに沿って矢印でつながって作られるプロセスのシーケンスの一覧である。

c) 原因-結果ダイアグラム(cause-effect-chain, cause-effect diagram)(p.D4, p.G6, p.G8, p.H6)

原因-結果ダイアグラムは、1. 物質オブジェクトの属性、状態(とそれを表現する値)、2. 運動過程オブジェクト(後述)の属性、状態(とそれを表現する値)、3. 「ツール-変更-プロダクト」のいずれかを表す箱(または単語)が、因果関係とその条件に沿って矢印で結合されて示される。Ball 氏の原因-結果ダイアグラムの表示方法には次の課題がある。

1) 様々な時間尺度が混在する場合の分かりやすい表示方法(例: p.H6 の酸浸食過程と容器取替え過程の表示)。

2) 同じ名称(ということは同じもの)が図のあちこちに何度も出てくるので、不必要に図が煩雑になる。全体に系統だっていない。

本稿の図-4 は、これらの問題の一部を解決する表示法である。

3) E 章、付録 K 章「機能を理想化する」

本書の特徴がよく現れた部分である。機能、運動過程も変更対象として見事に説明される。

4) H 章、付録 L 章「ノブ一覧表」

オブジェクトを操作する視点から見ると、ノブ(knobs)という独特の表現が使われる。ドア、操作パネルのノブのように操作、変更できるオブジェクトの属性、状態を意味する Ball 氏の用語である。p.G1 でノブは「オブジェクトのパラメーター、特性または属性」と明記されている。設定を変更することは「ノブを回す」と表現される。「ノブを回す」オブジェクト操作の一覧が付録 L 章に「ノブ一覧表」として示されている。これは豊富な内容を有しており極めて有益である。これは USIT オペレータ[17]と並ぶ、従来の TRIZ のオブジェクト操作内容の成果の集大成である。しかし次のような不備が残っている(運動過程、

プロセスオブジェクトの扱いについては USIT オペレータも同様である)。

1. 原因-結果ダイアグラムでは、説明と異なり、正当に運動過程の特性(属性,状態)が実質的にノブと扱われている。酸が試料を浸食する問題において、「容器の使用時間」が「ノブ」と記されており、その属性(および状態)の決定がその「設定」となっている(p.G6,p.H6)。容器の使用という運動過程が物質オブジェクトと同様にその属性,状態もノブになり操作の対象となっている。このことを Ball 氏は例として説明しているだけである。しかしこの点は重要であり、十分明示的に説明すべきである。

2. オブジェクト操作を示す「ノブ一覧表」には、これも Ball 氏自身の説明と異なり、物質オブジェクトの特性、属性の操作、変更だけでなく、正当にオブジェクトの分割、統合等「40の発明原理」や USIT のオペレータの物質オブジェクトの操作全般が含まれている。

したがって、p.H2 で「物質オブジェクトの属性(特性)」についての型であると説明されたノブの五つの型の分類は、ノブ全般の型として当てはまるものである(p.L22)。同様に、Ball 氏が十分には扱っていないプロセスオブジェクトの型の分類としても有用である(はずである)。

3. 最大の欠点は、オブジェクト、ノブの操作に「運動過程そのものの操作」が含まれていないことである。「運動過程そのものの操作」、特に問題となっている運動過程をなくすことは常に最大の解の候補であるにも関わらず直接は扱われない。このため、酸浸食の問題で「酸が容器を浸食する運動過程」そのものをなくすという発想になかなか到達しない。付録 K 章「機能を理想化する」で見事に機能、プロセスオブジェクトが扱われるのに対し、「問題を解決する」場合にプロセスオブジェクトの削除が直接の候補にならないのは不可解という他ない。機能を理想化する場合、問題を解決する場合、矛盾を解決する場合に応じたオブジェクト操作の型はできる限り統一した扱いをすべきである。

5) 「矛盾表」「場のテーブル」を含む I 章「得られた矛盾を解決する」

TRIZでは矛盾概念はその中核の一つをなすものである。矛盾解決の手法が方法に組み込まれている点が他の創造技法に比べTRIZにしかない特徴である。

ASITもUSITも、古典的TRIZが持っていた矛盾解決をそれぞれ「定性変化の原理」と「定性変化グラフ」「空間時間分析」で肩代わりして単純化を図っている。これに対しHTAは、TRIZと同様、問題解決を、矛盾を解決すること(または数少ないが矛盾なしの解決もないわけではない)とらえて直接矛盾と向き合う。

Ball氏の矛盾のとらえかたは従来の古典的TRIZの矛盾の把握と異なりそれを改善させている。すなわち、Ball氏は、「物理的矛盾」を構成する二面の片方から片方への変化が原因となって、もたらされる結果としての機能の二側面が「技術的矛盾」を形作るととらえる。物理的矛盾が「原因」の範疇に属するのに対し、技術的矛盾は「結果」「機能」の範疇に属する。Ball氏は、技術的矛盾は物理的矛盾に規定されており、両者を一体として扱うべきことを明確にした。彼は「技術的矛盾」の「対立物」をもたらさない「物理的矛盾」の「対立物」を**完全な矛盾**として扱うことを提案している。

さらに、Ball氏は、空間的分離、時間的分離と、部分と全体の分離(スケールによる分離)という従来からの古典的TRIZでの矛盾解決手段に加え、Ball氏は、徐々に起こる分離、方向による分離、見方による分離、場の特性による分離そして物質と場の間の分離を追加している。I章「得ら

れた矛盾を解決する」(全34ページ)の大半を占める「**矛盾表**」に示されている**矛盾の分離方法は、優れた分離原理の集大成**になっている。

一方で、「(物理的)矛盾」の「対立物」を物質オブジェクトの属性(特性)に限定して理解しているという従来の欠点がある。この点が改善されれば、「矛盾表」に示されている矛盾の分離方法は更に有用になったであろう。

7. おわりに

2003年よりオブジェクト、機能、属性についての見直しを行ってきた。今回思いがけず方法全体の概略枠組み検討に至ったのに際し、弁証法的論理のいくつかにも見直しの範囲を広げざるを得なかった。しかし、新しい論文や本を読むとき、従来と異なった用語や意味が使われているほど困ることはない。本稿の新しい概念が、(少なくともTRIZのある立場には)概念変更のマイナスに大きく勝るプラスをもたらすことを理解していただけるようお願いばかりである。また本稿の立場が、従来のTRIZの歴史と成果にも新しい光を当てTRIZの発展に役立つことを心から願っている。

以下のような大きな検討課題が残っていることも明らかになった。これも前向きに理解されることを望む。

1) 制度: 機能の基準。共通の機能。システムオブジェクト「誰かの観念」の内容検証の方法と制度。製作者と利用者の分離の扱い。**2) 運動過程の構造:** 運動過程と存在の相互転換の構造。各階層の各運動過程が起動される構造。運動過程の型の分類(普遍的な運動と個別的な運動、継続運動と瞬時運動他)。運動の可能性の扱い。「量と構造」が属性を変化させる構造、質を変化させる構造。**3) 方法:** 差異発見の構造。理想化の方法。直接目的を実現するプロセスオブジェクト生成の方法。システムオブジェクトの構成方法。**4) 解:** 目的と解の粒度。解が副作用を起こさない条件。解生成のコスト処理。実際の目的のプロセスオブジェクト生成、削除、属性変更の比率分析。

最後に、本稿のきっかけの一つとなった“Hierarchical TRIZ Algorithms”を読むようお願いいただいた大阪学院大学中川徹教授に厚く感謝申し上げます。

[参考文献]

- [1] 高原, “オブジェクト再考”, FIT2004, K-053, 2004.09.
- [2] 高原, “オブジェクト再考 2—現実表現のための最小オブジェクトセット—”, FIT2005, K-084, 2005.09.
- [3] 高原, “オブジェクト再考 3—視点と粒度—”, FIT2005, K-085, 2005.09.
- [4] 高原, オブジェクト世界の構造化表示方法—オブジェクト再考 4—, FIT2006, 2006.09. (投稿中)
- [5] 高原, “オブジェクトの再把握とそのTRIZ, USIT, ASITへの適用”, 第一回TRIZシンポジウム, 2005.09.
- [6] Takahara Toshio, “Application Area of Thinking Tool or Problem Solving Tool”, The TRIZ journal, Jun.2003.
- [7] Takahara Toshio, “How People Interact with Objects using TRIZ and ASIT”, The TRIZ journal, Aug.2003.
- [8] Takahara Toshio, “Logical Enhancement of ASIT”, The TRIZ journal, Sept.2003.
- [9] Takahara Toshio, “How Function is Realized in Problem Solving”, The TRIZ journal, Nov.2003.
- [10] G.シュティラー, “弁証法と矛盾”, (原著1967) 福田静夫訳, p.84, 青木書店, 1972. [11] 寺沢恒信, “弁証法的論理学試論”, 大月書店, 1957. [12] エンゲルス, “自然の弁証

法”,菅原訳, 国民文庫, pp.65-74.

[13] Roni Horowitz, “ASIT’s Five Thinking Tools with Examples”, The TRIZ journal, Sept.2001.

[14] Roni Horowitz, “Using ASIT to develop new products”, The TRIZ journal, Nov.2001.

[15] Roni Horowitz, “How to Develop New Winning Product Ideas Systematically”, Apr. 2004.

<http://www.start2innovate.com/>

[16] Larry Ball, “Hierarchical TRIZ Algorithms”, The TRIZ journal, 2005.05-. 日本語訳, “階層化TRIZアルゴリズム”,高原,中川訳,2006.01-.

<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/jlectures/2006Lec/BallHTA0601/BallHTA-0.htm>

[17] 中川,古謝,三原, “TRIZ の解決策生成諸技法を整理して USIT の5解法に単純化する”, 2002.9.

<http://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/>

[18] <http://www.triz-journal.com/>

[19] <http://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/>