

TRIZを活用した対極類比アプローチによる創造手法
Antithetical analogical approach to creativity method
with the use of TRIZ techniques

三菱電機株式会社
人材開発センター ものづくり教室
教室長 織田 昌雄 CVS

★要旨

第49回VE全国大会（平成28年開催）において、「対極類比アプローチによる創造手法の提案と検証」と題したVE研究論文を発表した。この中で、企画段階のVEプロセスで顧客の潜在的な要求に応えるアイデアの創造手法を提案し、その有効性を検証した。今回、その創造手法にTRIZの発明原理を取り入れて、より普遍性の高い技術的な観点を付与しさらに有効性を高めた。

本論文では、TRIZを活用した対極類比アプローチによる創造手法を企画段階のVEに適用することで、技術的方向性に沿った信頼性の高い革新的アイデアを創造できることを検証する。リサイクル工場の冷媒用フロンの回収技術の開発に本創造手法を適用し、国内最高レベルのフロン回収率を実現することができた。

★キーワード

開発設計段階のVE、アイデア、発想、対極、類比、TRIZ、40の発明原理

1. はじめに

企業には顧客に感動を与える新たな価値の創造が求められている。新たな価値の創造には革新的アイデアが不可欠であり、革新的アイデアを得るためにはVEの創始者マイルズが提唱したVEの基本的考え方Blast（破碎）、Create（創造）、Refine（洗練）に基づいて思考する必要がある。特に開発設計の最初の企画段階は、VEの出発点であるBlastに従い、従来の方式を破碎してゼロベースに立つことの重要性を認識しなければならない。

著者は前報¹⁾で、Blastの思考に基づき、新たな着眼点を発想する「対極類比アプローチによる創造手法」を提案しその有効性を検証した。今回、その手法の有効性をさらに高めるために、TRIZの発明原理を取り入れてより普遍性の高い技術的な観点を付与した。

本論文では、TRIZを活用した対極類比アプローチによる創造手法を企画段階のVEに適用することで、技術的方向性に沿った信頼性の高い革新的アイデアを創造できることを検証する。

2. 研究の背景

顧客に感動をもたらす価値を持つ製品を提供するためには、企画段階のVEで、革新的なアイデアを創造する必要がある。しかし現状では、企画段階は個人の活動となりがちで集団による創造性の拡大が難しい。また個人の創造性を拡大する手法について、多くを知らず訓練も十分にできていない。提案する創造手法は個人の活動に適合するものである。

3. 従来研究

著者は前報¹⁾で、開発対象の対極となるものとその特性を手がかりに、新たな着眼点を発想する「対極類比アプローチによる創造手法」を提案し、その有効性を検証した。

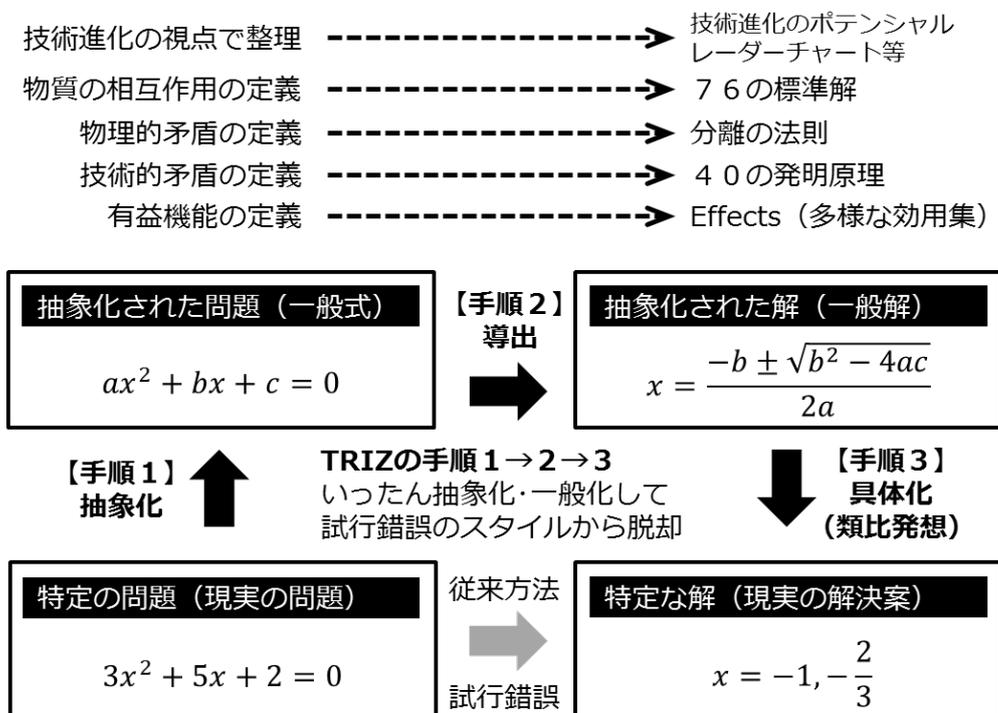
本論文で提案する創造手法は、この対極類比アプローチによる創造手法に、TRIZの持つ普遍性の高い技術的な観点を取り入れた点が最大の特徴となる。

3.1 TRIZ

(1) TRIZのプロセス

TRIZとは、旧ソ連の特許審議官であったアルトシュラーが何十万件もの特許分析の結果から帰納的に導いた、技術矛盾解決の発明原理や技術進化のパターンなどから構成された革新的な技術課題解決法である²⁾。TRIZの問題解決アプローチ³⁾を図表1に示す。このTRIZ特有のアプローチは、二次方程式の論理的解法のような数学的アプローチを理想形としており、以下に示すように三つの手順を経て行われる。

- 【手順1】 TRIZは特定の問題を技術的矛盾等の視点により再定義し抽象化する。
(数学は特定の二次方程式 $3x^2+5x+2=0$ を抽象化して一般式 $ax^2+bx+c=0$ を得る。)
- 【手順2】 TRIZは創造の公式である40の発明原理等から抽象化された解を導出する。
(数学は二次方程式の解の公式を用いて一般解 $x=\{-b \pm (b^2-4ac)^{1/2}\}/2a$ を得る。)
- 【手順3】 TRIZは類比発想を用いてアイデアを創造し、抽象化された解を具体化する。
(数学は一般解の係数に所与の数値を入れて特定の数値解 $x=-1, -2/3$ を得る。)



図表1 TRIZの問題解決のアプローチ³⁾

(2) TRIZの効果

アルトシュラーは、モデル化した典型的な技術的矛盾を解消するのに有効な『発明原理(40個の発明原理に限定している)』を体系化し、それらをヒントにして、現状手段にとられない革新的なアイデアを発想するアプローチを開発した⁴⁾。

40の発明原理が膨大な数の特許分析から導き出されていることから、この発明原理を用いた類比発想により、技術的方向性に沿った信頼性の高いアイデア発想が可能となる。

このことによりTRIZには三つの大きな効果が生まれている⁵⁾。

- ① 創造すべき方向性を論理的に示唆してくれる。
- ② 汎用的なアイデア発想を促進する。
- ③ 普遍性の高い技術的な観点からのアイデア発想になる。

3. 2 対極類比アプローチによる創造手法

(1) 対極類比アプローチによる創造手法のプロセス

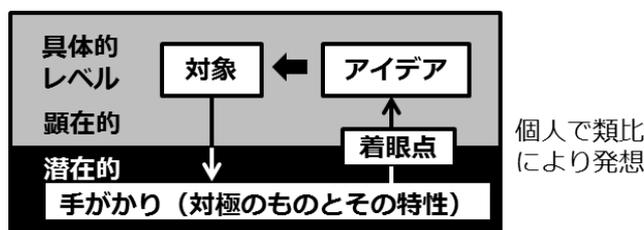
対極類比アプローチによる創造手法は、開発する対象と概念的に対極のものを発想し、対極のものとその特性を手がかりに新たな着眼点を得るものである。そして着眼点からの類比発想を用いて顧客の潜在的な要求に応えるアイデアを創造する。ここで対極とは、対象と手がかりが両極端のかけ離れた特性を備えている状態をいう。

対極類比アプローチによる創造手法の手順1～5は次のとおり。この手順に従うことで顧客の潜在的な要求に応えるアイデアの創造が可能となる。

- 【手順1】 開発する対象の特性と顧客の顕在的要求事項を挙げる。
- 【手順2】 開発する対象とその特性から対極の特性と対極のものを発想する。
- 【手順3】 対極のものとその特性、顧客の顕在的要求事項から新たな着眼点を発想する。
- 【手順4】 新たな着眼点の中から顧客が強く関心を寄せる観点を取り上げる。その観点から対象に要求する事項を発想し、顧客の要望を加えて潜在的な要求事項とする。
- 【手順5】 顧客の潜在的な要求事項から新たな価値を生むアイデアを創造する。

(2) 対極類比アプローチによる創造手法の効果

対極の概念から手がかりを得てアイデアを創造するプロセスを図表2の概念図に示す。



図表2 対極類比アプローチによるアイデアの創造

対極類比アプローチによる創造手法は、対極という概念を指針に、具体的なものとその特性を手がかりに設定し着眼点を得る。抽象的思考が不要かつ対極という対象との関係性が与えられているので、シネクティクス法⁶⁾や焦点法⁷⁾に比べて、個人レベルでも発想の手がかりを容易に設定できる。

また図表2の概念図に示すように、対象と着眼点は対極の特性を経て結びつきを持つが、両者はかけ離れている。着眼点は普段見慣れないものとなり、そこからは対象とかけ離れた意外性のあるアイデアを創造することが可能となる。

対極類比アプローチによる創造手法には、

- ① 発想の手がかりを容易に設定できる。
 - ② 個人のレベルで意外性のある着眼点を発想できる。
- という効果がある。

(3) 対極類比アプローチによる創造手法の課題

革新的なアイデアを得るためには、VEの基本的考え方の出発点であるBlastにしたがって、従来のものや方法を破砕しゼロベースに立って自由にアイデアを発想する。

対極類比アプローチによる創造手法も、Blastの考え方に従い開発対象とそれを取り巻く現状からいったん遠く離れて、対極の手がかりを発想する。そしてその手がかりから意外性のある着眼点を発想し、革新的なアイデアを自由に創造する。

しかし自由連想に任せたアイデア発想は、ともすると技術的内容から遠く離れてしまうという欠点を持っている⁸⁾。こうした欠点が現れると、製品開発や設備開発のように動作原理および動作構造を技術的に探索する必要がある場合に、得られたアイデアから原理的設計解を導き出すことが難しくなる。

対極類比アプローチによる創造手法が持つこの欠点を克服することができれば、意外性という革新的なアイデアを生み出す特徴を保ちながら、同時に技術的方向性に沿った信頼性の高いアイデアを創造することができる。

4. TRIZを活用した対極類比アプローチによる創造手法

4.1 創造手法の概要

本研究で提案するプロセスは、TRIZの発明原理の活用により前項で述べた対極類比アプローチによる創造手法の欠点を克服し、手法の有効性を高めるものである。TRIZの40の発明原理の内、意外性のあるアイデアが得られる発明原理を選定し活用する。その発明原理は、対象とは異質でかけ離れた特性を導き出す対極の概念を内在するものである。それら発明原理の数は10となり、以降、10の対極発明原理と称する。

対極類比アプローチによる創造手法の手順1～5の中の手順1～2で、10の対極発明原理をガイドに、開発する対象とその特性から対極の特性と対極のものを発想する。この対極発明原理の活用方法については、後の4.2項で詳しく説明する。

10の対極発明原理から得られる対極の特性と対極のものは、技術的問題解決が一般化された方法を指し示すTRIZの優れた特徴を備えている。TRIZと対極類比アプローチの優れた特徴を併せ持つ手がかりからアイデアの着眼点を発想することで、技術的方向性に沿った信頼性の高い革新的なアイデアを創造することが可能となる。

4. 2 10の対極発明原理

(1) 対極発明原理の選定

高木 (2014) は、40の発明原理には順番があり、順番の数が大きくなるに従い抽象的なものから具体的なものに遷移していくことから、発明原理を番号順にほぼ4つずつ9つのグループに分けてその共通項でくくり、名前を付けた⁹⁾。さらに最初の3グループ12原理(①~⑫)を構想系、次の4グループ16原理(⑬~⑳)を技巧系、最後の2グループ12原理(㉑~㉔)を物質系として大きく3系統に分けて、原理の説明と習得を平易にしている。

構想系は、複雑な事態を整理して打開する「分ける①~④」、二つのものを組み合わせで新しいものを想像する「合わせ⑤~⑧」、前もって準備をする「事前に⑨~⑫」である。構想系は、具体的なものに縛られることの少ない、最も広く活用できる発明原理である。

技巧系は、ものの形状を工夫する「変形⑬~⑯」、ものの動作や効率を改善する「効率化⑰~⑳」、ものの働きの有害作用を抑える「無害化㉑~㉒」、ものの働きのランニングコストを減らす「省力化㉓~㉔」である。技巧系は、より形あるものに関連した工夫を示し、ものを意識したシステム一般に当てはめることができる。

物質系は、ものの材料の形態を直接変化させる「変材㉕~㉗、㉙」、物質の三相状態やとりまく環境を制御する「変相㉚~㉜」である。物質系は、最も具体性の強い発明原理で、個々の適用範囲は狭いものの、即効性がある発明原理になっている。

この体系に従って整理された40の発明原理から対極発明原理を選定した。40の発明原理から10の対極発明原理を選定する過程を図表3に示す。

最初に大きく構想系/技巧系/物質系の3系統から対極の概念に適合しない系統を除き、次にグループ単位で対極の概念に適合しないものを除き、そして残った発明原理の中から対極発明原理に適合するものを選定した。

先ず3系統の内、物質系(㉕~㉙)は対極の発明原理とならない。物質系の原理は、材料の形態や状態の変化という具体的な特定の概念に縛られているために、異質でかけ離れた対極の概念に結びつかない。

次に構想系・技巧系の7グループの内、「合わせ」「事前に」(⑤~⑫)は対極の発明原理とならない。これら2グループは、それぞれ既にあるものを組み合わせたり、予測できるものを準備する原理で、それらに共通する既知の特性が対極の概念に結びつかない。

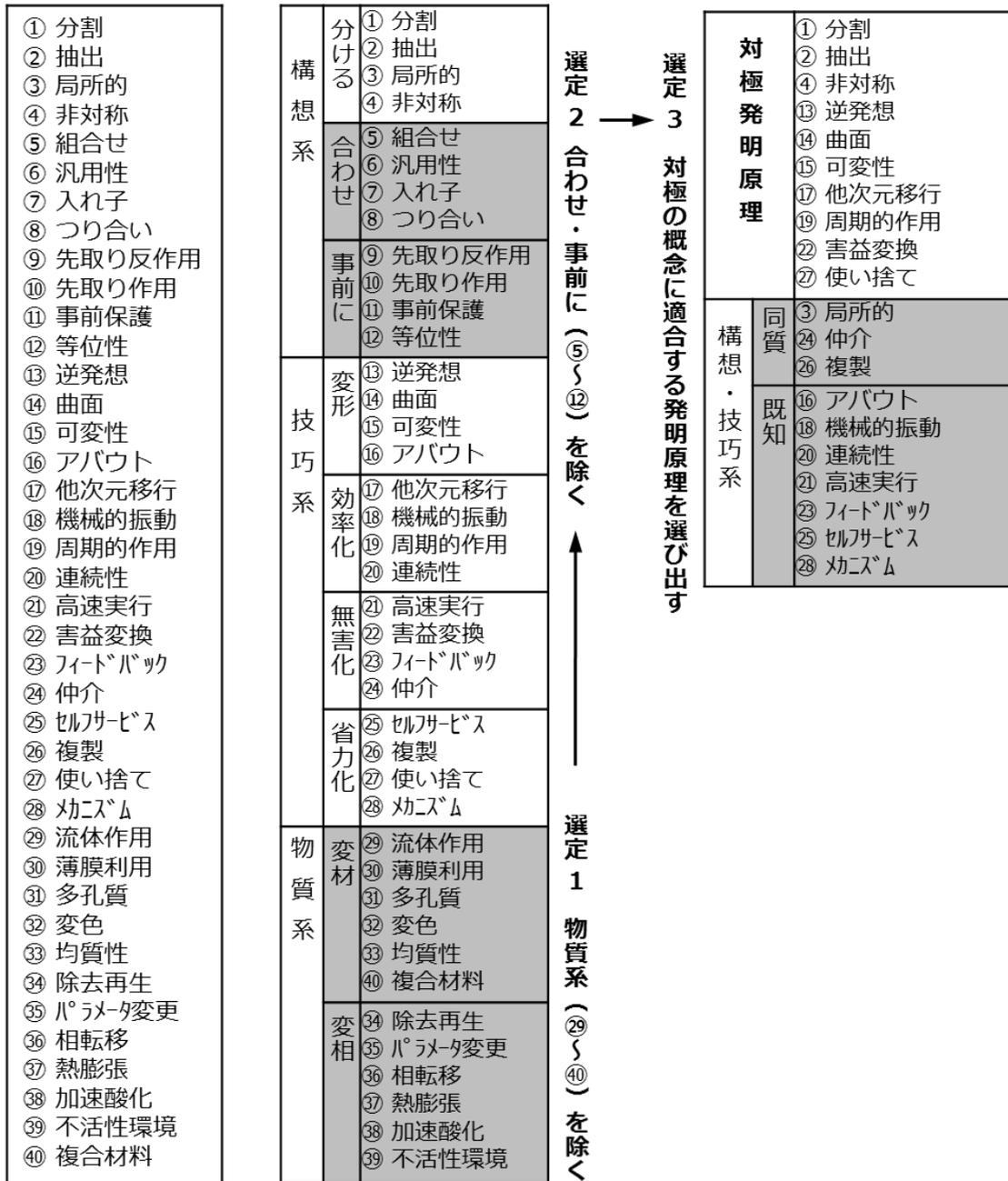
構想系・技巧系の残りの20原理(①~④、⑬~⑳)の中から、対極の概念に適合する発明原理を選定した。①分割、②抽出、④非対称、⑬逆発想、⑭曲面、⑮可変性、⑰他次元移行、⑲周期的作用、㉑害益変換、㉒使い捨てるの10原理は、発明原理の名称それ自体が対極の特性を示すもので、原理の内容も対極の概念を内在しており、対極の関係にある一対の特性を直ちに導き出すことができる。これらの10原理を対極発明原理とし、対極の関係にある一対の特性と共に図表4に示す。

最後に、対極発明原理の選定後に残った発明原理を確認した。③局所的、④仲介、⑥複製、は同質の概念を活用する原理、そして⑯アバウト、⑱機械的振動、㉑連続性、㉒高速実行、㉓フィードバック、㉔セルフサービス、㉕メカニズム、は既知の概念を活用する原理であり、対極の概念を内在するものではない。

40の発明原理

40の発明原理の
3系統9グループ

10の対極発明原理



図表3 40の発明原理から10の対極発明原理を選定する過程

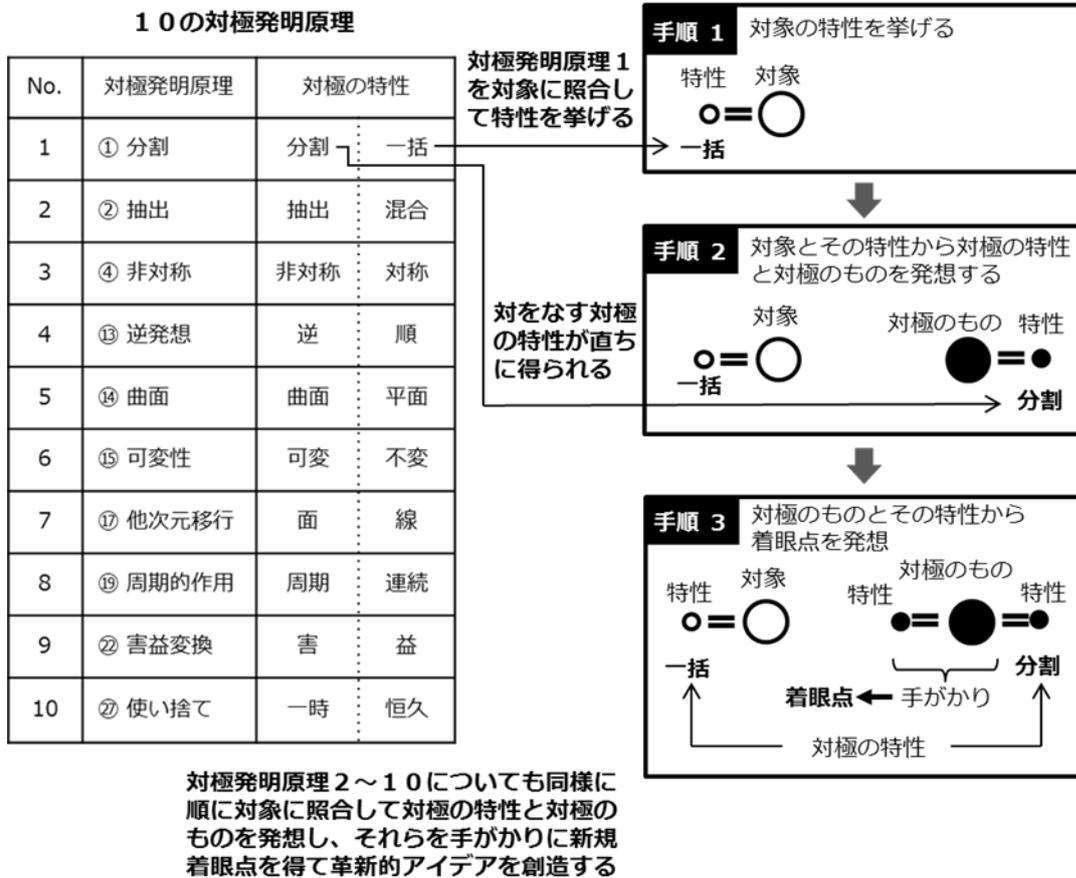
(2) 対極発明原理の活用方法

対極の概念から新たな着眼点を発想する手順1~3の中で10の対極発明原理を活用する。対極発明原理の活用方法を図表5に示し、手順に沿って説明する。

No.	対極発明原理	原理の内容	対極の特性
1	① 分割	お互いに独立した複数部分に分ける	分割 : 一括
2	② 抽出	必要な特性だけを取り出す	抽出 : 混合
3	④ 非対称	対称形の物体を非対称の物体に置き換える	非対称 : 対称
4	⑬ 逆発想	仕様で指示された作用とは反対の作用を実施する	逆 : 順
5	⑭ 曲面	曲線、円、球面、アーチ、螺旋を利用する	曲面 : 平面
6	⑮ 可変性	物体を不動的なものから動的・可変的なものにする	可変 : 不変
7	⑰ 他次元移行	線を面に置き換える、面を立体に置き換える	面 : 線
8	⑲ 周期的作用	連続的作用を周期的作用に置き換える	周期 : 連続
9	㉓ 害益変換	有害物をうまく転用して役に立つものにする	害 : 益
10	㉗ 使い捨て	高価な対象を安価な集合体で置き換える	一時 : 恒久

図表4 10の対極発明原理と対極の特性

対極の概念からの着眼点の発想 (手順1~3)



図表5 10の対極発明原理の活用プロセス

【手順1】図表4に示す10の対極発明原理の対極の特性（1. 分割／一括、2. 抽出／混合、・・・、10. 一時／恒久）を、開発する対象に順に照合し適合する特性を選ぶ。例えば第一の対極発明原理（分割）では、分割または一括の対極の特性が対象に適合するか否かを考察する。対象が一体構造のものであれば一括を特性に選び、対象が複数のモジュールから構成されているのであれば分割を特性に選ぶ。

【手順2】対極発明原理から選んだ対象の特性は、既に対極の特性と対をなしている。したがって対象の特性が一括であれば分割、抽出であれば混合のように直ちに対極の特性を挙げることができる。そしてそこから対極のものを発想する。対象の対極の特性が分割であれば、対象を独立した部分に分けたものや、分解可能にしたものを発想する。

【手順3】開発する対象に10の対極発明原理を1から10まで順に照合し対極の特性と対極のものを発想し、それらを手がかりに着眼点を得て革新的アイデアを創造する。

10の対極発明原理を活用して発想を拡大するための留意点は次のとおり。

- ① 対極発明原理の数は10個と多くないので、開発する対象には全ての原理を順に照合し、多くの手がかりを得るように努める。
- ② 対極発明原理を開発対象に照合しても、直ちに対象の特性や対極の特性が思いつかない場合は、特定の原理に拘らず次の原理に移り新たな視点で発想する。
- ③ 複数の原理を組み合わせることで発想を拡大する。特に逆発想原理は他の原理と組み合わせることで発想を拡大できる。例えば分割原理と逆発想原理を組み合わせることで、分割原理本来の思考を逆転し、分割されたものを一括の状態にまとめる逆発想を得る。

4. 3 創造手法の適用事例

TRIZを活用した対極類比アプローチによる創造手法の手順に従って、革新的なアイデアを創造した事例について説明する。開発の事例は、使用済み家電製品を分解処理し、再生素材を生産する家電リサイクル工場である。

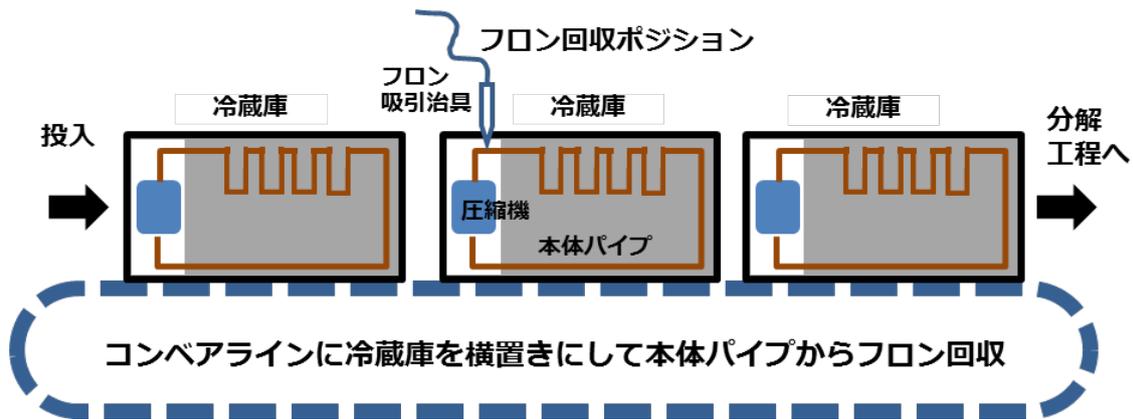
リサイクル工場を新設する顧客から依頼を受けて、使用済み冷蔵庫から冷媒用フロンを回収するラインの開発に、小規模のプロジェクトチームが取り組んだ。企画段階で顧客との仕様打合せはチームリーダーが対応し、リーダーは10の対極発明原理を活用した対極類比アプローチによりアイデアを創造した。

これらアイデアは普遍性の高い技術的な観点からの発想であるとともに、対極の概念に沿うことで革新的ライン構想をもたらした。プロジェクトチームは、アイデアの具体化に必要な技術を開発し、国内最高レベルの高効率フロン回収方法を実現することができた。

(1) リサイクル工場における一般的フロン回収方法

冷媒用フロンが使用済み冷蔵庫の本体パイプと圧縮機の中に封入されている。このフロンはオゾン層の破壊や温暖化要因となる有害な物質であるため、使用済み冷蔵庫から回収し適切な処理を行う必要がある。

使用済み冷蔵庫からのフロン回収は、一般に図表6の上図(a)に示す構成のラインで行われ、フロン回収の工程と共に次の項目①～⑤で説明する。



(a) 一般的フロン回収方法

No.	対極発明原理	【手順1】対象の特性 【手順2】対極の特性・もの	【手順3】着眼点
1	① 分割	【1】一括 本体パイプと圧縮機が結合 【2】分割 本体パイプと圧縮機が分割	【3-1】本体パイプと圧縮機を分割し別々にフロンを回収
2	② 抽出	【1】混合 冷蔵庫内に圧縮機と他の部品が混在 【2】抽出 冷蔵庫内から圧縮機を分離	【3-2】圧縮機を冷蔵庫から取り外してフロンを回収
3	④ 非対称	【1】対象 冷蔵庫が横置きに整列して移動 【2】非対称 冷蔵庫が傾斜し乱れて移動	【3-3】冷蔵庫を縦置きにしてフロンを回収
4	⑬ 逆発想	【1】順 フロン回収後に冷蔵庫を分解 【2】逆 冷蔵庫を分解後にフロン回収	【3-4】冷蔵庫を一部分解してからフロンを回収
5	⑭ 曲面	【1】平面 冷蔵庫が横置きに直線移動 【2】曲面 冷蔵庫が縦置きに回転移動	【3-5】フロン回収ラインのU字ライン化
6	⑮ 可変性	【1】可変 冷蔵庫が移動 【2】不変 冷蔵庫が静止	【3-6】冷蔵庫を静止させてフロン回収
7	⑰ 他次元移行	【1】線 直線的なフロン回収ライン 【2】面 分岐したフロン回収ライン	【3-7】本体パイプと圧縮機のフロン回収を別ライン化
8	⑲ 周期的作用	【1】周期 フロン吸引時間が周期的 【2】連続 フロン吸引時間が連続的	【3-8】フロン吸引停止をフロン回収量達成により設定
9	⑳ 害益変換	【1】害 冷蔵庫一台毎の面倒なフロン回収作業 【2】益 冷蔵庫複数台まとめてフロン回収作業	【3-9】圧縮機を複数台まとめてフロン回収
10	㉗ 使い捨て	【1】恒久 作業者が作業用工具を所持 【2】一時 使い捨ての治工具	【3-10】治工具を標準化し一部は使い捨て

(b) 10の対極発明原理を活用し得られた対象の特性・対極の特性と着眼点

図表6 創造手法の適用事例（一般的フロン回収方法に10の対極発明原理を活用）

- ① 使用済み冷蔵庫を横に倒してコンベアラインに投入する。冷蔵庫はコンベアライン上をフロン回収ポジションに向かって移動する。
- ② 冷蔵庫がフロン回収ポジションに到着したところで、冷蔵庫の本体パイプに注射針状のフロン吸引治具を刺し込む。
- ③ フロン吸引治具とチューブで接続されたフロン回収機により、本体パイプと圧縮機の中に封入されたフロンを吸引し回収容器に貯蔵する。
- ④ 冷蔵庫がフロン回収ポジションを抜け出す手前で、フロン吸引治具を冷蔵庫の本体パイプから取り外してフロン回収を終了する。
- ⑤ 冷蔵庫をコンベアラインから取り出して次工程の分解ラインに送る。

このように一般的なフロン回収方法では、フロンを吸引できるフロン回収時間は冷蔵庫がフロン回収ポジションを通過する時間となる。フロン回収ポジション長を長くコンベアライン速度を低速にしてフロン回収時間を長くすれば、フロンの回収効率を高めることができる。しかしフロン回収ポジション長を長くするとフロン回収ラインが長大化し、コンベアライン速度を低速にすると冷蔵庫の処理台数が減少する、といった問題が発生する。

(2) 創造手法の適用による革新的フロン回収方法

開発対象の一般的フロン回収方法に、10の対極発明原理を照合して対極のものを発想し、それらを手がかりに着眼点を得てアイデアを創造した。対極発明原理を活用して得た対象の特性(手順1)、対極の特性・もの(手順2)、着眼点(手順3)を図表6(b)に示す。本体パイプと圧縮機の分割(3-1)から使い捨ての治工具(3-10)まで、通常では思いつかない着眼点を得られた。

これら着眼点から発散思考によりアイデアを創造し基本着想に総合化することで、革新的フロン回収方法を構想することができた。この方法のStep1~3と各Stepのアイデアの素になった着眼点と基本着想を図表7に示す。得られた10個の着眼点の内、(3-5)を除いて9個の着眼点が基本着想の起点となっている。

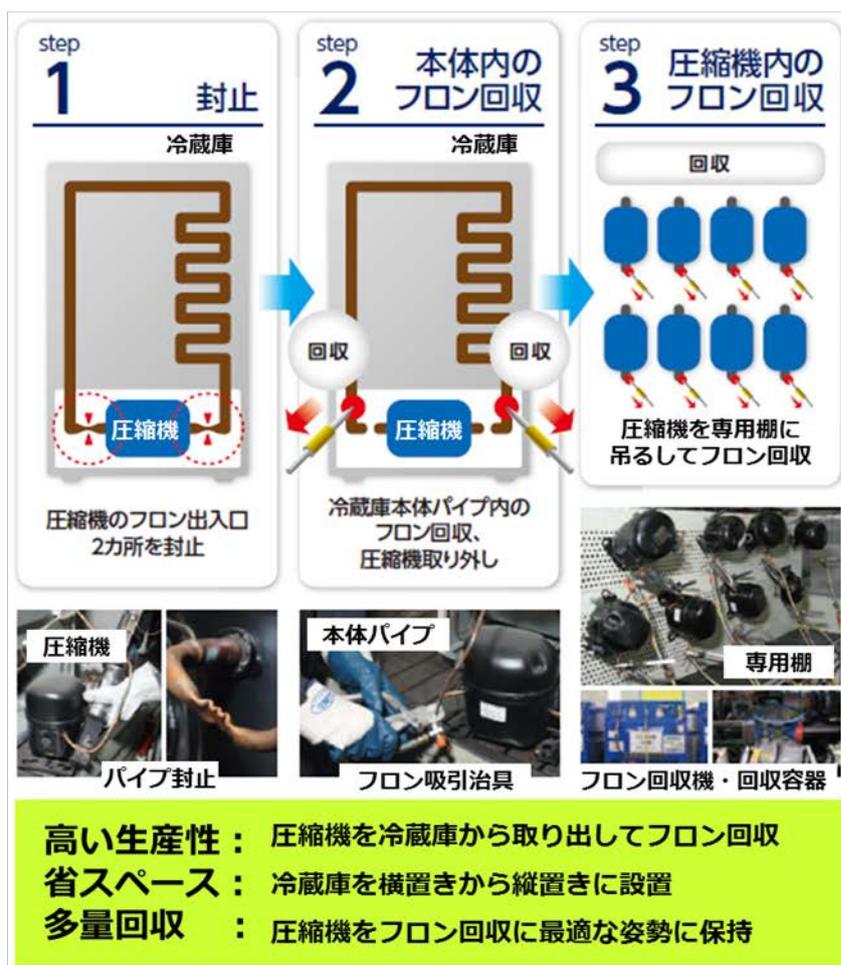
一般的なフロン回収方法では、冷蔵庫がフロン回収ポジションを通過する間に行われていたフロン回収を、革新的フロン回収方法では、圧縮機を取り外し専用棚に吊るして連続的にフロンを吸引し全てのフロンを回収する。そして面倒なフロン回収作業の害と見なす圧縮機を、複数まとめて作業することでフロン回収の作業性を格段に向上している。

5. 結果と考察

開発設計型VEにおける企画段階のVE実施手順(機能分析/創造/評価決定)の創造の手順で、本創造手法を活用し基本着想を得た。そして基本設計段階のVE、詳細設計段階のVEへと進み、図表7に示すStep1~3のアイデアを具現化する設備と治工具の開発設計をプロジェクトチームで行った。

本創造手法を適用して得たフロン回収方式の基本着想は、従来に無い画期的なものであったが、各ステップを構成する個々の新しいアイデアは非現実的なものではなく、チームデザインにより短期間に開発を完了し実用化できた。その結果、国内最高レベルのフロン回収効率を実現した。

	Step 1 封止	Step 2 本体内のフロン回収	Step 3 圧縮機内のフロン回収
着眼点	<p>【3-1】 本体パイプと圧縮機を分割し別々にフロンを回収</p> <p>【3-3】 冷蔵庫を縦置きにしてフロンを回収</p> <p>【3-10】 治工具を標準化し一部は使い捨て</p>	<p>【3-2】 圧縮機を冷蔵庫から取り外してフロンを回収</p> <p>【3-4】 冷蔵庫を一部分解してからフロンを回収</p>	<p>【3-6】 冷蔵庫を静止させてフロン回収</p> <p>【3-7】 本体パイプと圧縮機のフロン回収を別ライン化</p> <p>【3-8】 フロン吸引停止をフロン回収量達成により設定</p> <p>【3-9】 圧縮機を複数台まとめてフロン回収</p>
基本着想	冷蔵庫を縦置きのままコンベアラインに投入し、冷蔵庫内部の本体パイプと圧縮機を、刃先を使い捨てにした封止工具を用いて分離する。	本体パイプからフロンを回収し、並行して冷蔵庫から圧縮機を取り出す。	取り出した圧縮機を棚から吊るし、複数台まとめてフロンを回収する。



図表 7. 創造手法の適用事例（革新的フロン回収方法）

このようにTRIZと対極類比アプローチの優れた特徴を併せ持つ手がかりから発想することで、技術的方向性に沿う信頼性の高い革新的なアイデアの創造が可能となった。

この事例の新たな価値を生み出す過程において重要な点は、開発対象の一般的な方式の問題点を出発点にするのではなく、一般的な方式そのものに10の対極発明原理を当てはめ、対極類比アプローチを適用したことである。一般的な方式をBlastし、それを出発点にCreate、Refineに取り組んだ結果、従来の問題点それ自体を消し去る画期的な方式を生み出すことができた。

従来方式の問題点や技術的矛盾の解決や改善は重要な取り組みである。しかし問題解決に固執するあまり、改善ツールの適用だけがVEの役割と取り違えてはならない。視座高く視野広く開発対象とその先の顧客を見つめ、社会に感動を与える価値を提供する役割を果たすことが、VEの本来のあるべき姿である。今後、VEが果たす役割はより重要になる。VEのあるべき姿を見出し、VEの果たすべき役割を教え伝え、社会貢献としての価値づくりに資する人材を育成していく。

【引用文献】

- 1) 織田 昌雄：『対極類比アプローチによる創造手法の提案と検証』，第49回VE全国大会VE研究論文集，日本バリュー・エンジニアリング協会(2016)
- 2) 上野 一郎：『VEハンドブック参考資料（VE関連用語・索引）』，p. 3，日本バリュー・エンジニアリング協会(2011)
- 3) 澤口 学：『[最新]日本式モノづくり工学入門～イノベーション創造型VE/TRIZ～』，p. 80，同友館(2015)
- 4) 上野 一郎：『VEハンドブックⅢ』，p. 53，日本バリュー・エンジニアリング協会(2011)
- 5) 上野 一郎：『VEハンドブックⅢ』，p. 60，日本バリュー・エンジニアリング協会(2011)
- 6) 上野 一郎：『VEハンドブックⅡ』，p. 170，日本バリュー・エンジニアリング協会(2011)
- 7) 上野 一郎：『VEハンドブックⅡ』，p. 174，日本バリュー・エンジニアリング協会(2011)
- 8) 上野 一郎：『VEハンドブックⅢ』，p. 61，日本バリュー・エンジニアリング協会(2011)
- 9) 高木 芳徳：『トリーズ（TRIZ）の発明原理40 あらゆる問題解決に使える[科学的]思考』，p. 30，ディスカヴァー・トゥエンティワン(2014)

【参考文献】

- 1) G. Pahl 他 著，金田 徹 他 訳：『エンジニアリングデザイン 工学設計の体系的アプローチ（第3版）』，森北出版株式会社(2015)
- 2) 澤口 学：『TRIZ手法を活用した新製品の企画・開発段階のVE』，第34回VE全国大会VE研究論文集，日本バリュー・エンジニアリング協会(2001)
- 3) 澤口 学：『VEとTRIZ—革新的なテクノロジーマネジメント手法入門』，同友館(2002)
- 4) 土屋 裕：『コストダウンとVEの違い，バリューマネジメント実践塾「VEの原点的思考（機能分析編）」配布資料』，日本バリュー・エンジニアリング協会(2012)