

TRIZ 適用事例 1

TRIZ 技法活用による技術課題のイノベーション的解決

有田 節男 *Setsuo Arita*
(株)日立製作所

津波古 和司 *Kazusbi Tsuwako*
(株)HGST ジャパン[元 (株)日立 GST]

1 実問題における TRIZ 適用法

実問題に TRIZ を適用するにあたっては、まず問題を定義し、次に TRIZ の課題解決技法を適用して問題を解決することが重要である。日立製作所では、図 1 に示すように、問題解決、未来予測、不具合分析に分類して TRIZ の課題解決技法を適用するようにしている。本稿では、これらの課題解決技法を駆使し、かつ問題を解決するためにユニークな工夫を図った適用事例について紹介する。

多くの企業では TRIZ の適用事例を所有しているが、なかなか公開されていないのが現状である。

本稿ではこれまでに日本 TRIZ シンポジウムで発表された公開事例の中から、わかりやすかつ大きな効果を得た、TRIZ の典型的適用事例 2 件（日立 GST 社及び韓国の現代・起亜自動車）について述べる。

まず、日立 GST 社（現 HGST ジャパン）のハードディスク製品開発における TRIZ の適用であり、製品分野に特化した技術パラメータを定義し、これを用いた技術矛盾マトリックスと 40 の発明原理を利用して問題を解決した事例を紹介する。

次は、韓国の現代・起亜自動車において可変圧縮比エンジンの開発コンセプト創出に TRIZ を適用

し、単なる特許回避のアイデア創出にとどまらず、代替案の創出、予想される不具合の回避、機能の拡張と様々な視点でアイデアを創出した事例である。

2 日立 GST でのハードディスク開発における TRIZ の適用事例¹⁾

社内の TRIZ 教育で真っ先に習得するのが矛盾マトリックスと発明原理である。よってハードディスクドライブ（HDD）の製品開発において、まずエンジニアが試みることは、問題解決に技術矛盾マトリックスを適用する機会が多い。そして TRIZ の初心者エンジニアがまず迷うことは、技術的問題をどうやって TRIZ の問題に置き換えるかである。

すなわち普段使っている HDD の技術用語と TRIZ が取り扱う矛盾パラメータに置き換えることに戸惑うエンジニアが多いということである。そこで表 1 にあるような HDD 用語と TRIZ 矛

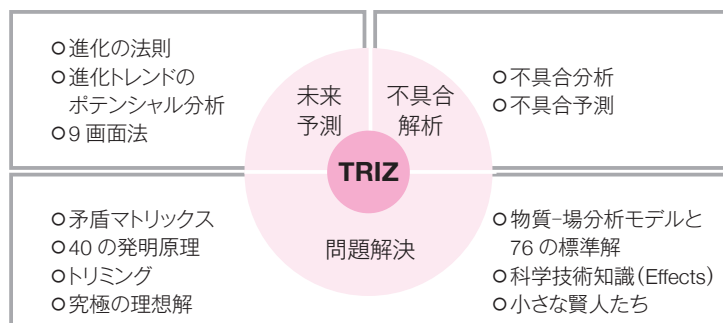
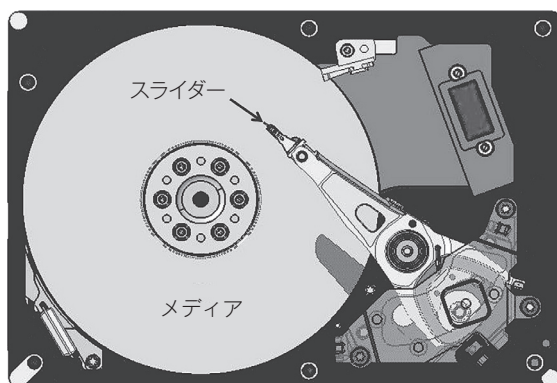


図 1 TRIZ の課題解決技法



メディアは1分間に5,400回転又は7,200回転し、その上をスライダーが数ナノの高さを維持して飛行する。

図2 HDDの内部構成

表1 HDD技術パラメータとTRIZの矛盾パラメータの相関表

Key Word of HDD parameter	TRIZ 48 Parameters
Bit length on the Disk	静止物体の長さ・角度(4)
Error Rate	時間の損失(26), 情報の損失(28)
Seek Time	移動物体の動作時間(12)
Weight Saving	静止物体の重量(2)
Sound	雑音(29)
Thermal Stability	安定性(21)
Track Per Inch	情報の量(11)
Reliability	信頼性/ロバスト性(35)
Write Fault Frequency	情報の損失(28), 時間の損失(26)
Power Consumption	エネルギーの損失(27)
Positioning Accuracy	信頼性/ロバスト性(35)
Rotational Waiting Time	時間の損失(26)
Cost	生産性(44)
Radiation	温度(22)
Detectability of media defect	検出/測定的能力(47)
Test Time	時間の損失(26), 生産性(44)

盾パラメータとの相関表を作成した。これはごく一部ではあるが、この表を参考にすることによって、TRIZ 初心者でも業務で直面する技術問題をTRIZの48のパラメータに置き換えて考えることができるようになった。また発明原理の理解を助ける目的で、表2にあるようなTRIZ発明原理とHDDで既に使われている特許及び新技術の相関を示す表も作成した。これら二つの表により、技術

問題をまずTRIZ矛盾パラメータに置き換え、そこから発明原理を選択し、更に解決策(特許)に置き換えるといった一連の流れを通常業務において気軽に行えるようにTRIZ初心者教育に組み込んだ。この手法は当社におけるTRIZを使った問題解決の最も主流のものとなっている。

次にこの手法を使って技術問題を解決した過去の事例を紹介する。図2と図3に簡単な説明が

示してある。HDDはスライダーが回転するメディアの上を数ナノメートルの高さを飛行しながら、メディアに書かれた情報を読む(リード)が、メディアの上に傷などの突起物があるとスライダーがそれにぶつかり、データを読むセンサー部分にダメージを与えたり、データである信号にノイズがのって、正確に読み取ることができなくなる。そこでこのような突起物をどうするかが大きな技術問題となった。

まず図4でこの技術問題をTRIZの矛盾パラメータで置き換えてみる。改善したいパラメータとしてスライダーの飛行高さを選んだ。これは矛盾パラメータにおける“移動物体の長さ・角度”に対応すると考えた。HDDの新製品において容量を増やすにはどうしても飛行高さを低くせざるを得ないという宿命をもっている。そのためにそれまで見えなかった様々な小さな傷などの突起物が見え始めたりする。

悪化するパラメータとして、電気信号上の雑音の増加、読取りセンサーへのダメージの増加を選び、これらに対応する矛盾パラメータとして“雑音”と“信頼性・ロバスト性”を選んだ。

図5には、矛盾マトリックスから導出された発明原理“もう一つの次元”が示されている。これをもとに考えだされたアイデアが低回転エラーリカバリー方法である。HDDのヘッドは、常に一定の高さを維持して飛び続ける。すなわちメディアと平行した1次

表2 HDD 特許と TRIZ 発明原理

発明原理	定 義	HDD に用いられている特許例
1. 分割	システムを分離した部分あるいは区分に分割する。 組立と分解が容易なようにシステムをつくる。	MR Head Thermal Flying Height Control Virtual Track Table
2. 分離	システムが提供している複数の機能の一つ（以上）が、ある条件下では必要とされない（かつ有害な可能性がある）場合にはそれらの機能を分離し、あるいは分離可能なようにそのシステムを設計する。	Media Servo Write P2 Connector Adaptive Format
4. 非対称	物体やシステムが対称的、あるいは対称の線（対称の中心・線・軸）を含んでいるところに非対称性を導入する。	Streamline Suspension
6. 汎用性	一つの物体やシステムが複数の機能を実行できるようにし、他のシステムの必要性をなくす。	No ID Format
7. 入れ子	一つの物体あるいはシステムを別のものの内部に入れる。	Wedge Servo
9. 先取り反作用	一つの作用が有害効果と有用効果をもつ場合、あらかじめ反対の作用（すなわち反作用）を施し、有害な効果を減じるか除去する。	RRO Feed Forward Write Compensation
10. 先取り作用	物体又はシステムに有用な作用を、それが必要となる前に（十分に、あるいは部分的に）導入する。	Look Ahead Function
11. 事前保護	物体の信頼性が潜在的に低い場合に、それを緊急時に補償するためのバックアップを導入する（ベルトとズボン吊り）。	Reassign Function ECC Function

元の直線上を移動していることになる。そのためエラーを読み取る繊細なセンサー部分と同じ高さの突起物があると、どうしても一番弱いセンサーがダメージを受けてしまう。そこでスライダーが移動している直線とは別の次元、すなわち垂直方向を利用することになる。

図6に示すように、メディアの回転数を落とすことによりスライダーの飛行高さを意図的に下げ、突起物にスライダーの頑丈な部分をぶつけることにより突起物を破壊するといったアイデアである。この方法は当時画期的にHDDの読取り精度をあげることに成功した。そしてこのアイデアは、米国及び日本で特許として登録されている。

技術問題を会議でTRIZ用語に置き換えて、矛盾マトリックスを眺めて、一つひとつの発明原理をもとに解決策がないかを思案す

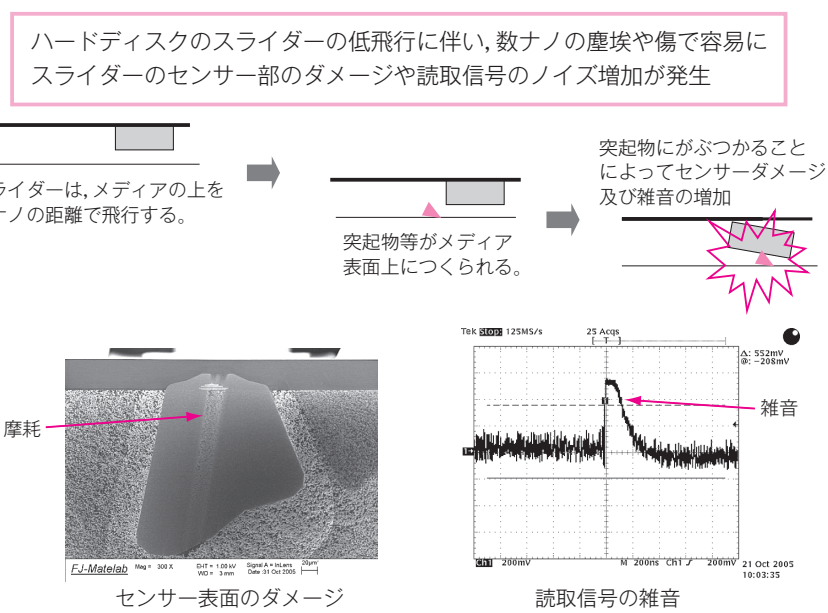


図3 スライダーのリードハードエラーのメカニズム

改善したいパラメータ：スライダーの飛行高さを低くする
- 3：移動物体の長さ／角度

悪化するパラメータ：電気信号上の雑音の増加
読取りセンサーへのダメージ増加

- 29：雑音
- 35：信頼性／ロバスト性

図4 矛盾マトリックスの適用1

- スライダーの飛行高さの低下は、信号の雑音増加とセンサーダメージの増加を加速する。
- 発明原理からの矛盾マトリックス

-3×29

- 17: もう一つの次元
- 3: 局所的性質
- 1: 分割
- 13: 逆発想

-3×35

- 35: パラメータの変更
- 10: 先取り作用
- 14: 曲面
- 17: もう一つの次元

物体が直線形状を含むか又は直線上を移動する場合には、その直線外の次元を利用する又は直線外の動きを考慮する。

→ 低回転エラーリカバリー

図5 矛盾マトリックスの適用2

- Step 1 読取り信号上の雑音増加
- Step 2 メディアの回転速度を下げて、飛行高さを低くする
- Step 3 スライダーを傷又は突起物にぶつける
- Step 4 回転数を元に戻し、飛行高さを元の高さに戻しデータを読む

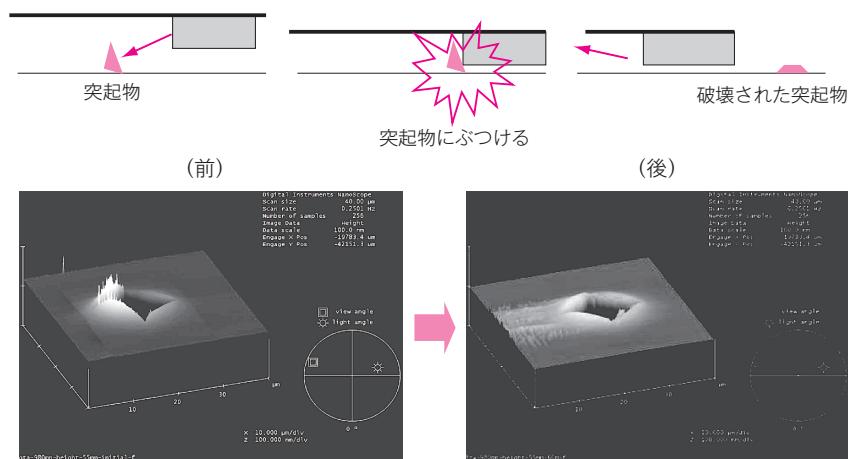


図6 低回転エラーリカバリー方法（特許）

る、その間約 30 分程度であった。いろいろやって行き詰まったときの切り札としても役立つと確信する。

3 Hyundai-Kia Motors R&D における TRIZ 利用の可変圧縮比エンジンの開発コンセプト創出例²⁾

ガソリンエンジンの圧縮比を大きくすると熱効率は向上するが、エンジン出力はノッキングにより低下する。この工学的矛盾を解決するための基本的考えは既に

あり、エンジンの圧縮比を運転状態に応じて制御することが知られている。複数の他社重要特許があるが、これらを回避するアイデアを創出することが本開発の狙いである。マルチリンクタイプの可変圧縮機は大量生産の点で優れており、韓国の現代・起亜自動車ではこの方式の特許を回避する方式を検討した。

現代・起亜自動車による TRIZ 利用の可変圧縮比エンジンの創生プロセス全体像を図7に示す。まず、特許回避のアイデア創生のために、TRIZ の一手法であるトリミングを適用した。開発者らは、コンパクト化で問題となるコントロールリンクを削除し、既にあるリソースを利用してこの機能を代替することを考えた。

トリミング問題からのアイデア創出においては、図8に示すように、まずコントロールリンクを廃止し、かつコントロールリンクの機能を既にあるリソースを利用して生成することを考え、軌跡を維持する方法を探し出すことを検討した。TRIZ の発明原理 14「局面原理」と発明原理 15「ダイナミックス性原理」からヒントを得て、コントロールリンクを廃止して、この機能をコントロールスロットで果たすアイデアを創生した。

TRIZ ではシステム中に存在するリソースを利用して要求される機能を達成させるという重要な考えがある。上記の検討プロセスでは、既に複数の他社重要特許がある中から、コントロールリンクの

機能をシステム中のコンポーネントを活用して代替することで、従来システムとは異なるシステム構成を創出することに TRIZ が効果的に活用されている。

これで可変圧縮比エンジンの創生プロセスが完了したのではなく、さらに本アイデアに関して対抗戦略を検討し、図 9 に示すように、コントロールスロットをアッパーピンに連結する別アイデアを創出し、攻めるアイデアにまで内容を高めた。

さらに、現代・起亜自動車の開発者らは創生した図 8 のアイデアに潜在的な問題点がないかを検討し、コントロールスロットの構造に着目した。コントロールスロットとコントロールピンとの隙間が適切か、コントロールスロットの均質性の確保は大丈夫か、スロットの熱膨張による変形はどの程度になるかを検討した。ARIZ を用いて、隙間が減少すると、コントロールスロットはピンウォールをガイドするが、摩擦が増大すると思った。逆に隙間が増加すると、摩擦は小さくなるがピンをガイドすることが困難になることも考えた。この技術矛盾の解決法するために、小さな賢人たちのモデルを用いてコントロールスロットとコントロールピンの接触状況を評価し、コントロールピンの形状を変更することを検討した。結果として、図 10 に示すように発明原理 13「逆発想原理」を利用してコントロールスロットをコントロールバーに置換するアイデアを創生し、予想される問題を事前

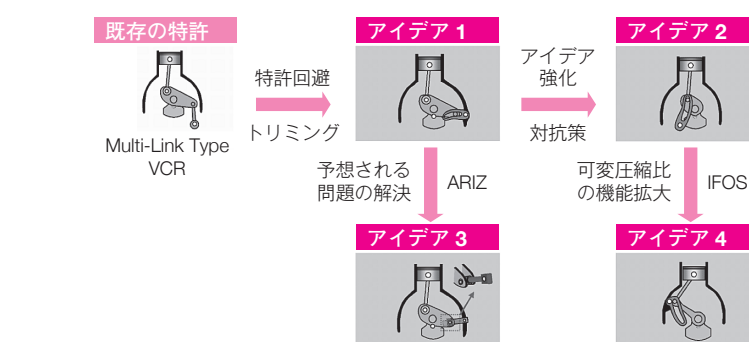


図 7 TRIZ 利用の可変圧縮比エンジンの創生プロセス

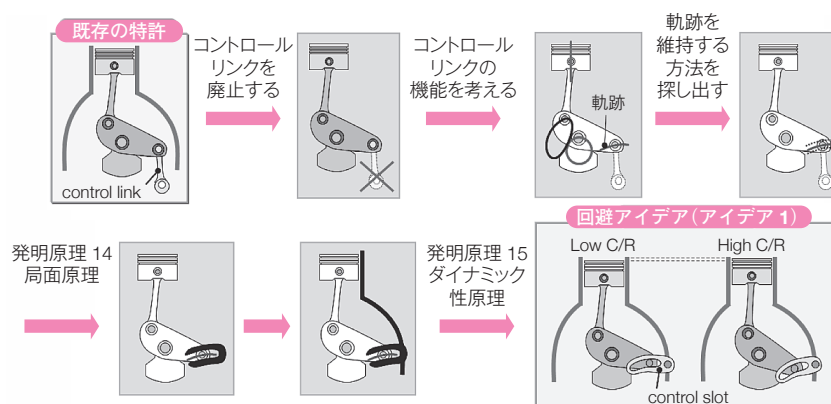


図 8 トリミング技法利用によるコントロールスロット方式の創生

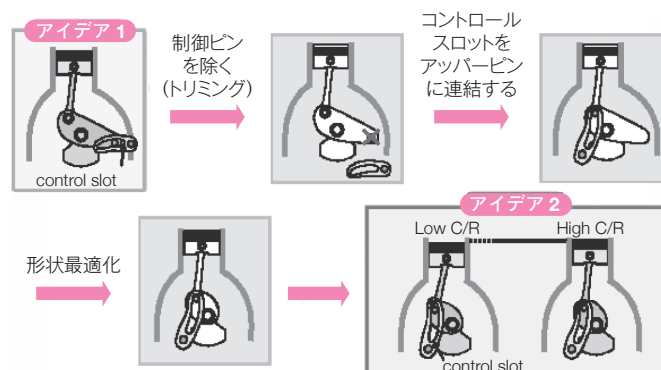


図 9 コントロールスロットをアッパーピンに連結する別アイデアの創生

に解決するようにした。

さらに、開発者らは、図 11 に示すようにコントロールスロットの機能を拡張することを考え、IFOS（Inverted Function-Oriented Search）により、コントロールスロットの取付け方を工夫してバルブの変位量を変更可能な可変変位エンジンを創出した。

以上のように、本 TRIZ 適用事例では、単なる特許回避のアイデア創出にとどまらず、代替案の創出、予想される不具合の回避、機能の拡張に至るまで様々な視点でのアイデア創生を図っており、TRIZ 適用法及びシステム構築網羅性として大いに参考になる。

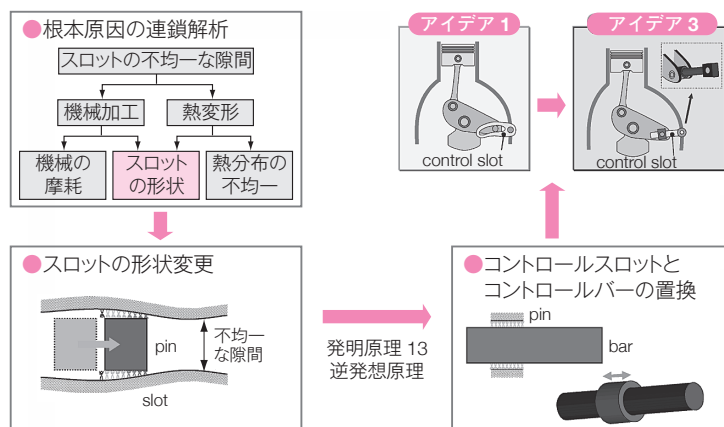


図 10 コントロールスロットをコントロールバーに置換するアイデアの創生

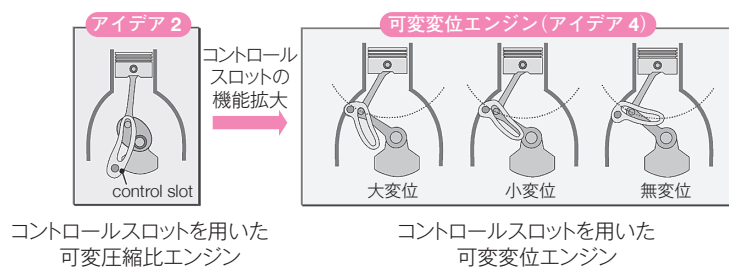


図 11 可変変位エンジンの創出

参考文献

- 1) 有坂寿洋, 津波古和司, 鈴木博之: 開発エンジニアのための TRIZ 推進活動とその実務適用例, 第 3 回日本 TRIZ シンポジウム予稿集, 2007 年 9 月
- 2) Hong-Wook Lee, Won Gyu Kim 他 3 名: TRIZ を用いた可変圧縮エンジンの開発コンセプト, 第 6 回日本 TRIZ シンポジウム予稿集, 2010 年 9 月