

# イノベーション技法 **TRIZ**

## 小冊子 4

### 資源およびシステム進化発達のための科学

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

2016年9月1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. 資源および資源パラメーター

2.1. はじめに

2.2. 時間の資源

2.3. 空間の資源

2.4. 物質の資源

2.5. 場の資源

2.6. パラメーター

2.7. 資源の定義と活用の方法

2.8. まとめ

2.9. 演習

### 3. システム進化発達のための科学

3.1. はじめに

3.2. 科学の力

3.3. 科学知識データベース

3.4. まとめ

3.5. 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。

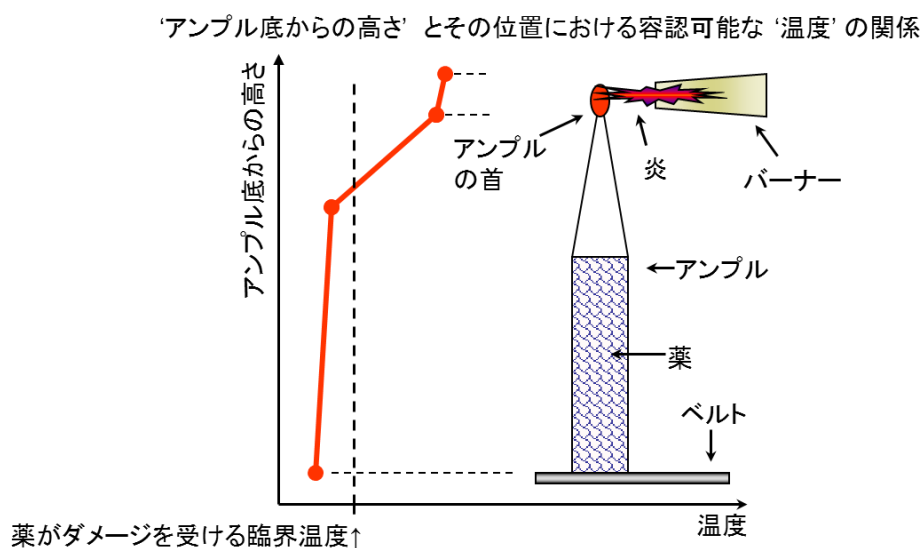


図 2-3-2 'アンプル底からの高さ' と容認可能な '温度' の関係

対立する温度の値を分離するために空間の資源を利用することがどのようにして、温度を制御するためにアンプル内を部分分離可能にしてくれるかが分かります。アンプルを密封するためには首の部分の温度は高くなくてはなりません、薬にダメージを与えないためには温度はもっと低くなくてはなりません。アンプルの首と薬の間に何か、例えば、空気や水の流れなどを持ち込むことにより、過剰な伝熱が起こらないようにすることができます。

### 空間の分割 (図 2-3-3)

新たなシステムは、その要素が占める空間がより効率的に使われるように進化します。空間の分割はシステムの効率を高めるために空間資源を活用できるようにするシステム進化コンセプトのひとつです。空間分割の進化によって単一のブロックの用途が拡大することを考えてみてください。空間分割という進化トレンドの出発点はモノリスなシステムです。次のステップはひとつの空洞を有するシステムであり、複数の空洞を有するシステムがそれに続きます。このトレンドの次のフェーズは毛細または多孔質なシステムであり、さらに、活性毛細を有するシステムへと進化していきます。



図 2-3-3. 空間分割のトレンド

以下に、上述のシステム進化の図をアイロン底板および半導体結晶放射クーラーの進化に適用して空間分割の概念を説明します。

- コリオリ力
- 慣性力
- 摩擦力
- 光圧力
- ジャイロ力
- 力積
- 磁気の場合:
  - 磁場
  - 磁力
  - アンペールの力
- 熱の場合:
  - 熱エネルギー
  - 熱流
- 核エネルギーや核反応の場合:
  - α粒子流
  - 電子流
  - イオン流
- 圧力
- 回転
- 熱張力
- 推力/反力
- ねじれ歪み
- ローレンツ力
- 静磁スピン波
- 中性子流
- 陽子流
- 放射線

場や力は定数パラメーターと変数パラメーターの何れをも持ち得ます。場や力を変動させることにより、工学システムにおけるそれらの効率を高めることができます(図 2-5-3)。

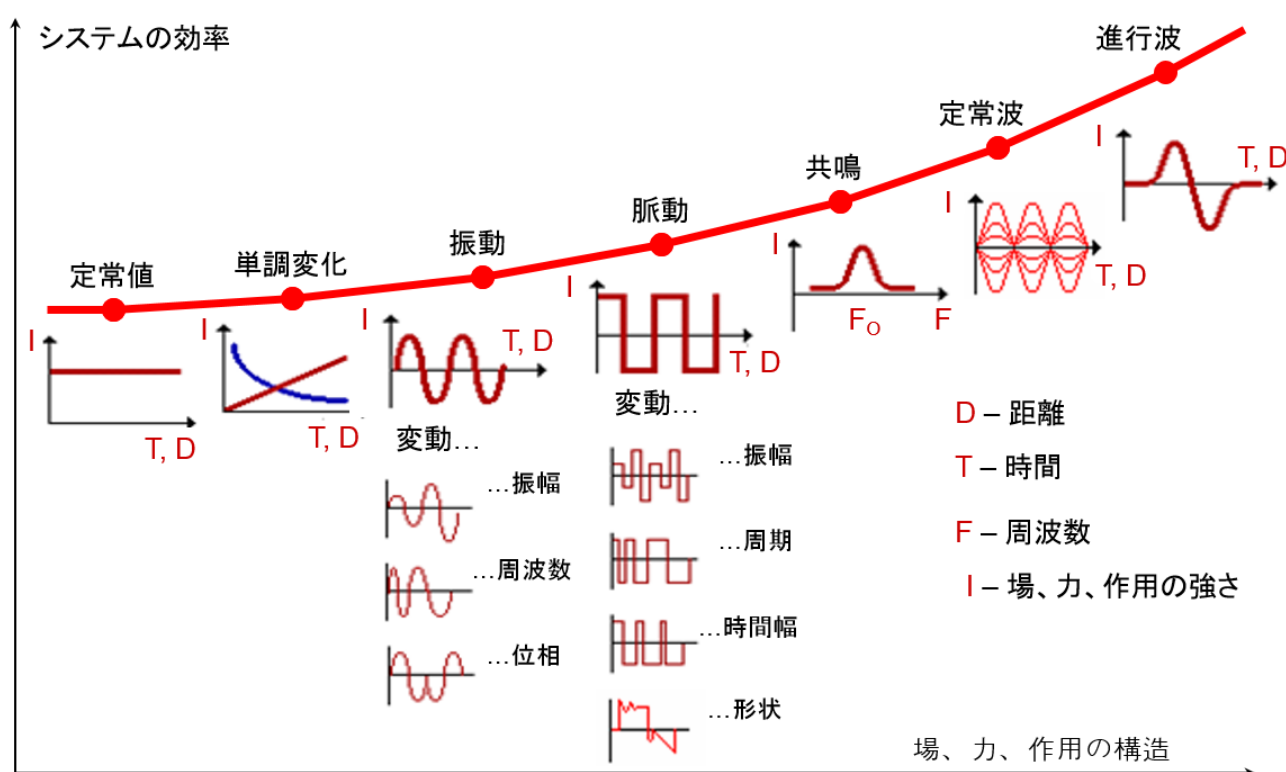
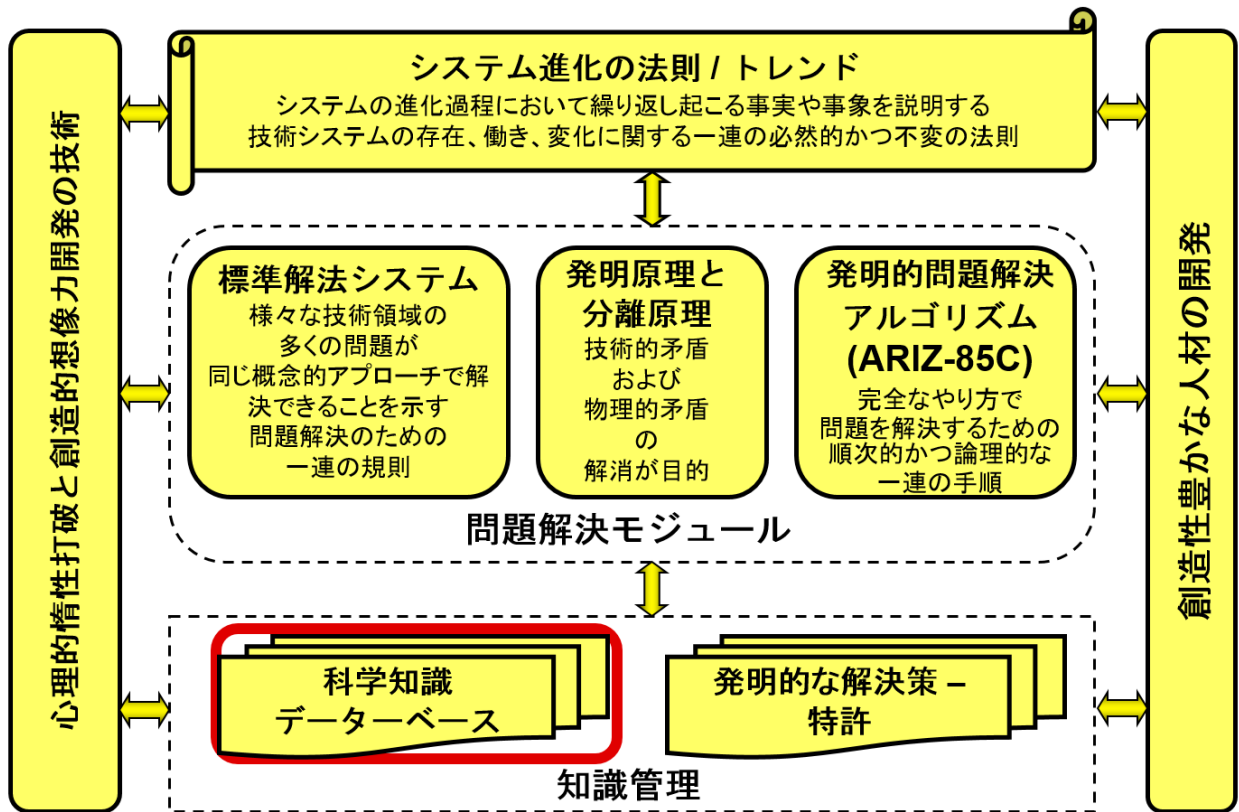


図 2-5-3 場、力、作用の構造における進化トレンド

### 3. システム進化発達のための科学



#### 3.1. はじめに

科学的な効果や現象を問題解決に利用することは、TRIZの誕生以来 重要な役割を果たしてきました。科学は、革新的で特許の取れる解決策を創出する元です。異なる分野の科学から得られた効果を組み合わせなければならないこともよくあります。

科学知識データベースは、既にAltshuller の時代からTRIZにおいて大いに受け入れられてきた要素ですが、TRIZにおけるその活用は、技術が急速に進歩して自然資源や環境に関する問題の多い現代においてその重要性を更に増してきました。

この章では、いくつかの科学的効果とその応用の例、科学知識データベースの構成、科学的効果の選択方法についてお話しします。

#### 3.2. 科学の力

平均的な技術者は 20~50 個の科学的効果を憶えているそうですが、通常、それらの多くについて、問題解決に適用した実際的な経験を持ち合わせていません。けれども、数々の科学分野すべてを利用してそれらの力を組み合わせてのみシステムの進化発達が成し遂げられるということが経験的に明らかになっています。この節では、いくつかの最も一般的な科学的効果とその適用例を見てみましょう。

##### 圧電効果 (物理学)

この科学的効果の主要構成要素は圧電性結晶です。このような結晶に機械的圧力をかけると電気エネルギーを生じます。逆に、電気エネルギーを加えると、液晶の大きさが変わって機械的変形を生じます。

##### 圧電効果のいくつかの適用例

圧電型センサーによる通過車両の検知 (図 3-2-1)

交通管制システムが機能するためには、車道上の特定箇所を通過する車両を検知する必要があります。



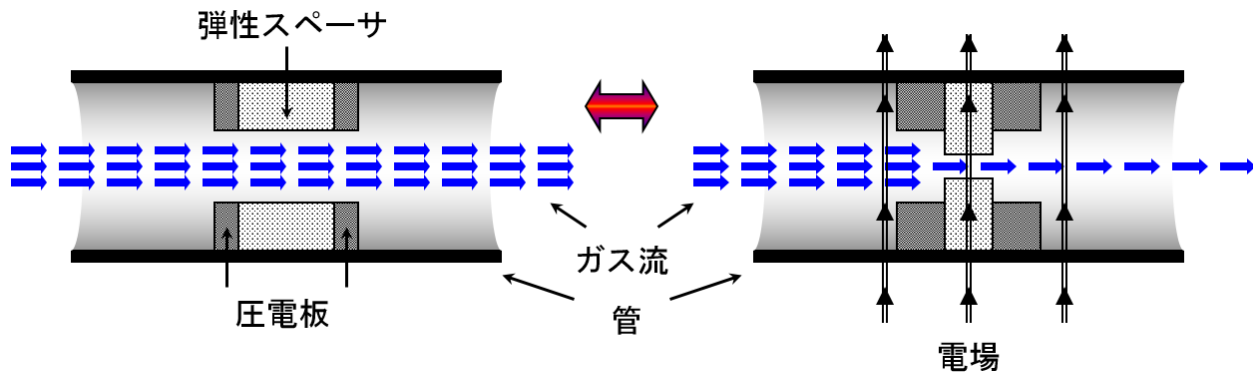


図 3-2-3 圧電板でガス流を制御

### 形状記憶効果（物理学）

形状記憶は、いくつかの物質（合金やポリマー）が持つ、熱すると初期形状に戻る特性です。マルテンサイト転移温度未満では、形状記憶物質に伸張外力が働いて長さが増大し、ポテンシャルエネルギーを蓄えます。その後、物質を熱すると、温度がマルテンサイト転移点を越えた時点で元の形に戻ります。この現象が起こる時、蓄積エネルギーが放出されるので、これを何か他の機能に使うことができます。

### 形状記憶効果のいくつかの適用例

#### 形状記憶を用いた電気スイッチ (図 3-2-4)

電気接点を開くために形状記憶スイッチを使用します。スイッチは、基板、2つの接点、弾性層、形状記憶導体で構成されています。接点は基板と弾性層の間にやや離して配置されていて、導体は、弾性層の接点に面した側に取り付けられています。導体に電流が流れると加熱されて温度が上がり、形状記憶効果によって元の変形されていない（湾曲した）形に戻ります。この動きによって電気接点が開き、電流の流れが止まります。

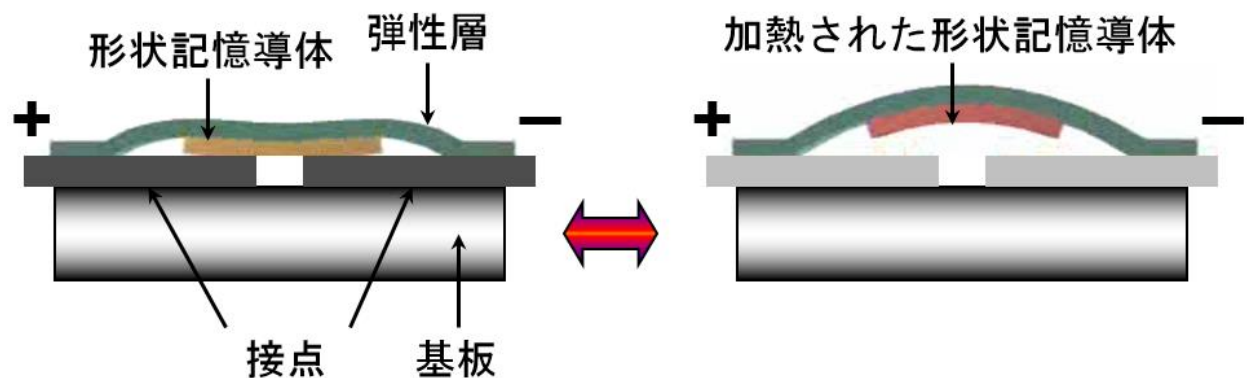


図3-2-4 形状記憶を用いた電気スイッチ

#### 形状記憶合金素子が組み込まれたポンプ (図 3-2-5)

このポンプは、シリンダ、ピストン、形状記憶合金素子、電気端子のついた端部キャップで構成されています。端部キャップでシリンダの終端がしっかりと閉じられています。形状記憶合金素子の片端はピストンにつながっていて、もう一端は端部キャップの端子に接続しています。電子端子に電気を流すと形状記憶合金素子が加熱され、一定温度に達してから形状記憶効果に従って長さが変化し、これによってピストンが端から端まで移動します。電流を切ると素子が冷却されて長さを復元し、ピストンを元の位置に戻します。

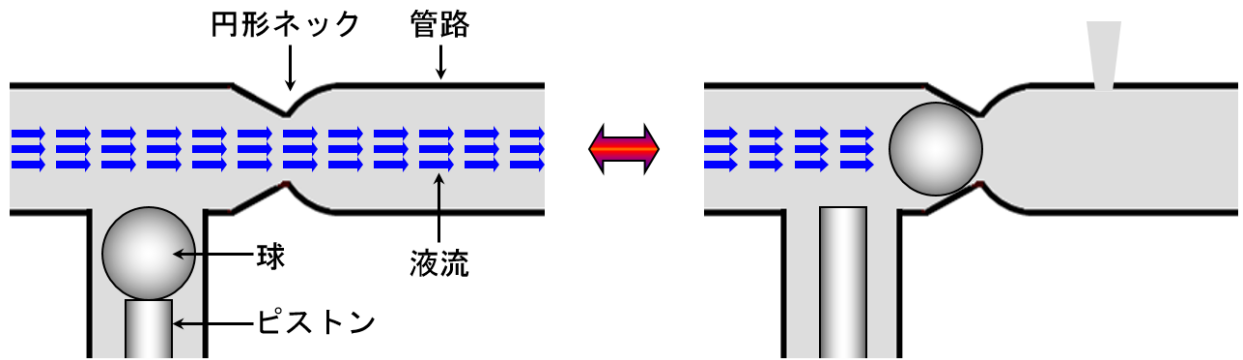


図 3-2-11 緊急時に球が管路を遮断

### 正弦曲線（幾何学）

正弦法則または余弦法則に従う周期的過程を調和振動とといいます。

#### 正弦曲線のいくつかの適用例

##### 正弦曲線軌道を用いた飲酒運転の検査 (図 3-2-12)

正弦曲線を組み合わせた軌道に沿ってドライバーに車を運転させます。正弦曲線に沿って車を運転するには最大限の注意力と集中力が必要とされます。ドライバーの血中アルコール濃度が高いほど、正弦曲線軌道からの車のずれが大きくなってしまいます。

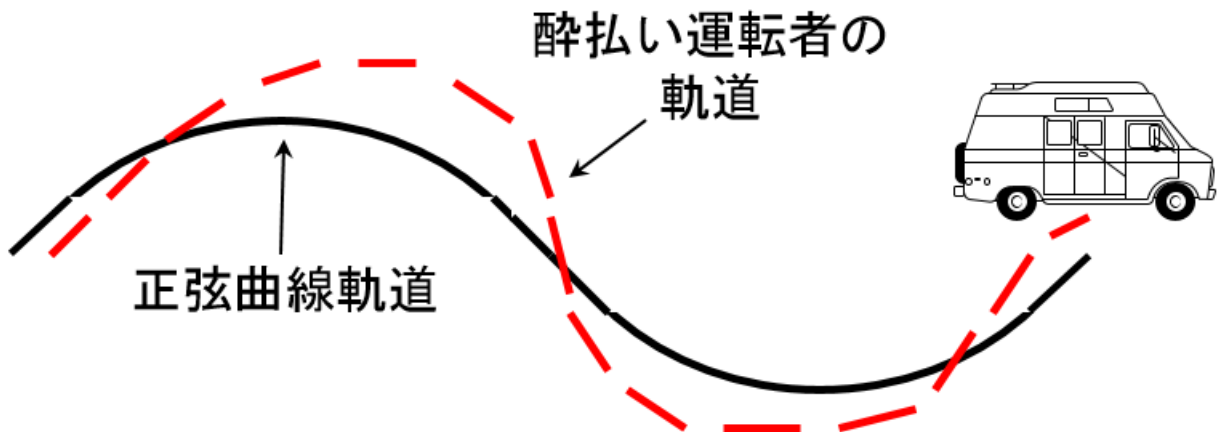


図 3-2-12 正弦曲線軌道を用いた飲酒運転の検査

##### 一次回折線の生成 (図 3-2-13)

光ディスク装置の光学ヘッド中では、互いに小さな角度をなして伝わる3本の並列光線が用いられる。これらの光線を出すために、長方形断面で平行溝を有する回折格子が使われるが、これらの回折格子は不要な高次回折光線を出すので、レーザ光線を最大限に利用することができなくなってしまう。

3本の回折ビームを出すのに正弦波状の回折格子を用います。これに並列レーザ光線を入射すると、一次回折光線しか発生させられないので、回折格子を通過した光は2本の一次回折光線と1本の非回折光線の計3本で構成され、不要な高次回折線を出さずに済みます。

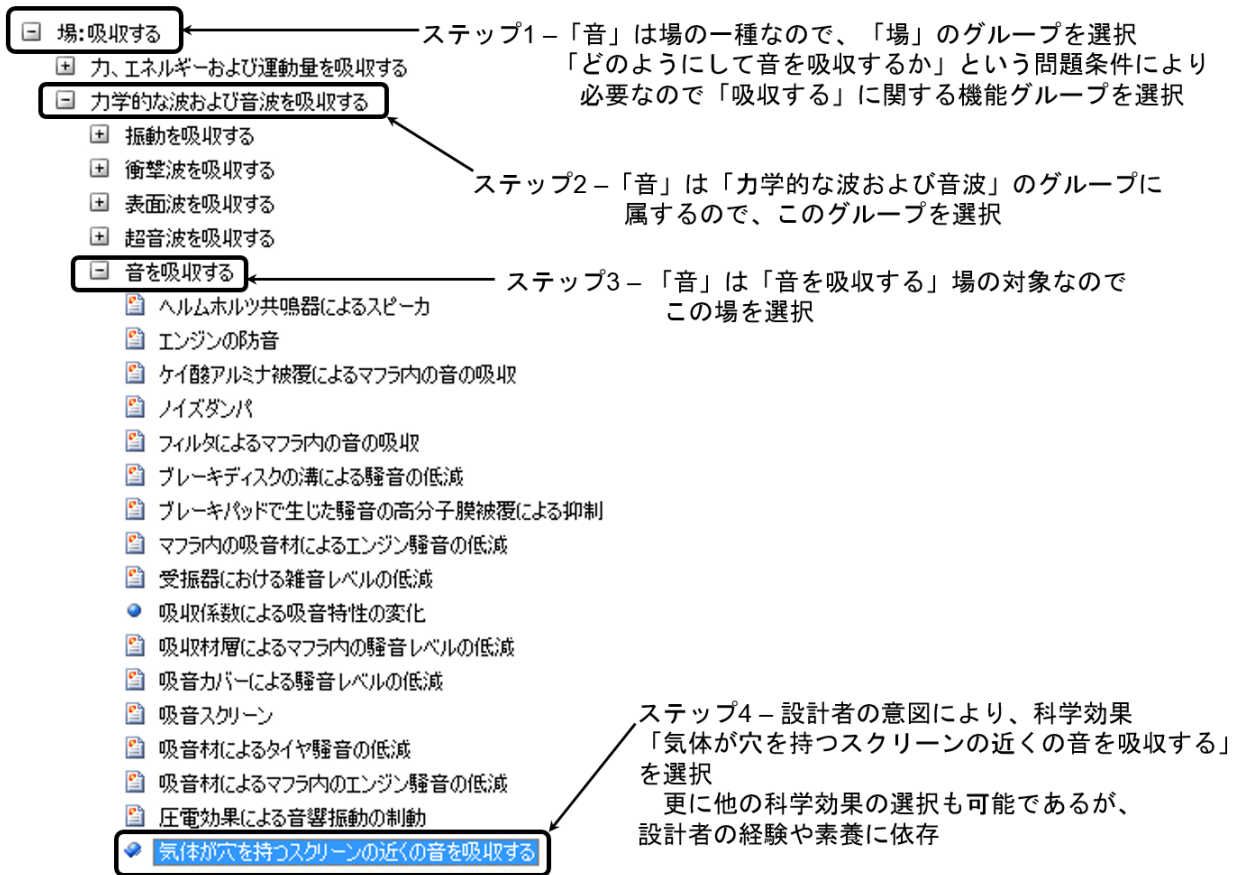


図 3-3-2 ‘音をどのようにして吸収するか’に対する科学的効果を選択するための4ステップ過程

**例 2** ‘液漏れを防ぐ’のを手助けしてくれる科学的効果の検索 (図 7-3-3)

**ステップ 1** (「液体」は物質の一種なので) 「物質」のグループの中から ‘物質: 回避する’ を選択

**ステップ 2** 「液体」は「液体物質」の物質グループに属するので、このグループを選択

**ステップ 3** 「液体の流れを回避する」ための科学的効果のグループを選択

**ステップ 4** 「液体の流れを回避する」ために提案された 38 件から適切な科学的効果をを選択

## 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.

2016年9月1日 発行

NPO 法人 日本 TRIZ 協会

E-mail: [info@triz-japan.org](mailto:info@triz-japan.org)

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