

イノベーション技法 TRIZ

小冊子 3

問題解決のための標準的アプローチシステム — 標準解法システム

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

2014年9月11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. 問題解決のための標準的アプローチシステム - 標準解法システム

2.1. はじめに

2.2. 物質一場のモデリングと分析

2.3. 標準解法システム

2.3.1. クラス 1 基本的 (簡単な) 物質-場モデルの構築、変形および削除

2.3.2. クラス 2 物質一場モデルの展開

2.3.3. クラス 3 上位システムやマイクロレベルへの遷移

2.3.4. クラス 4 システム (およびシステム内で) の検出や測定のための標準解法

2.4. まとめ

2.5. 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。

著者について

Isak Bukhman、TRIZ マスター、TRIZ Solutions LLC 社長兼グローバル・コンサルタント、Altshuller Institute for TRIZ Studies 副会長

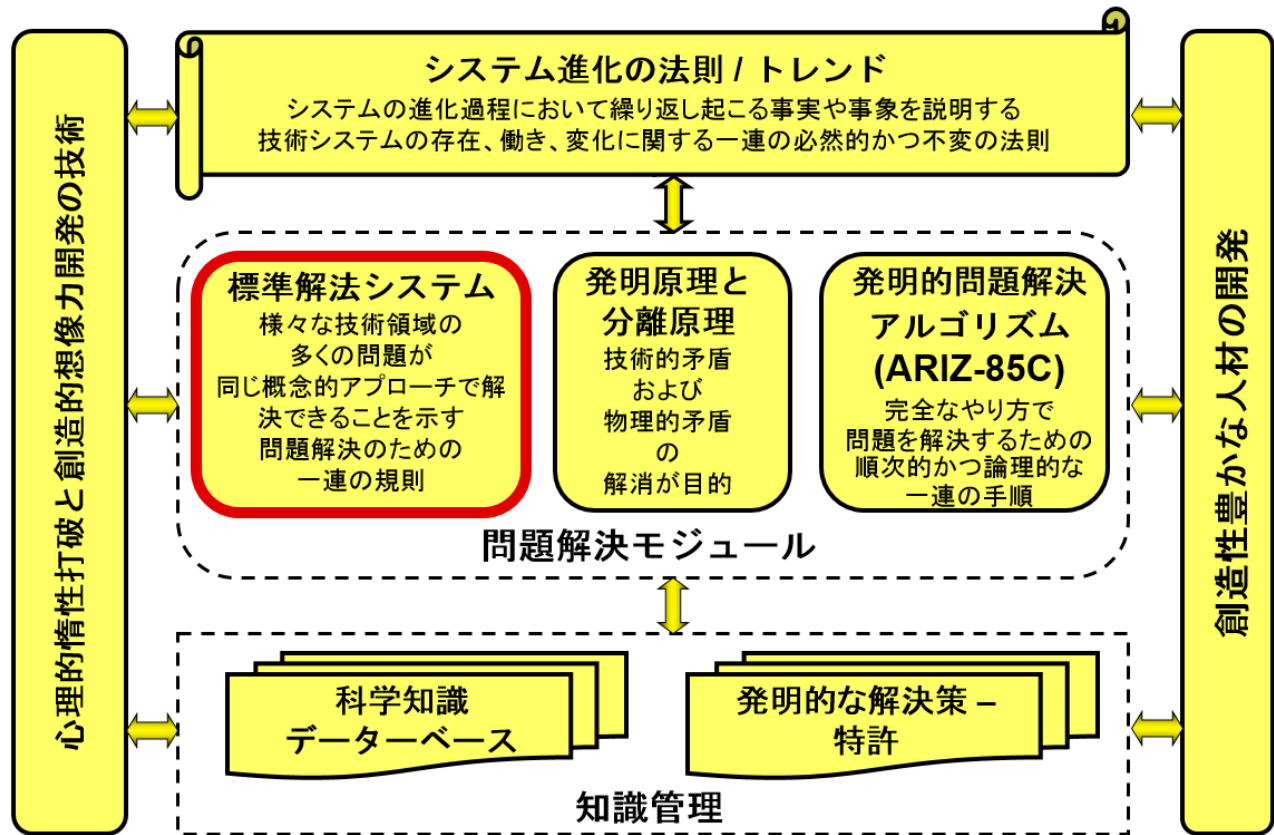
TRIZ、価値方法論 (Value Methodology: VM) およびシックス・シグマの専門家であり、製品/プロセス開発および製造の分野で 35 年以上の実戦経験を有する。

Chief methodologist として 10 年近く Invention Machine Corporation (IMC) に勤め、その間に IMC は世界的な評価を確立した。現在は独立したグローバル・コンサルタントおよび TRIZ Solutions, LLC の所有者として従事している。

近年、14 カ国 (米国、英国、スペイン、ドイツ、オランダ、ロシア、イスラエル、中国、香港、日本、韓国、インド、台湾、シンガポール) において Eaton, American Axle & Manufacturing, Johnson Controls, BYD, Bobcat, Shell, Masco-Behr, Baker Hughes, Chemtura, Henkel, Samsung, Intel, Microsoft, NXP, Johnson-Johnson, Mattel/Fisher-Price, Kaifa, GAF, Clorox, Corning, Compal, Epistar, Whirlpool, Alcon, DePuyOrthopaedics, Flowserve, Savannah River Site, Steris, Biomerieux, Medtronic, Philips, Delphi, POSCO, Xinetics, BaoSteel, A.O.Smith Corporation など 40 以上の一流グローバル企業に対し、TRIZ 研修会を行い、100 以上の革新プロジェクト開拓を導く活動をしている。

数多くの基本と応用のトレーニング・セミナーを (一部 Genrich Altshuller とともに) 行い、何千にもおよぶマネージャ、技術者、研究者に TRIZ/価値方法論を教育し、母国ラトビアでは 7 年間に渡って子供や若者に創造性 (TRIZ) を教えている。

2. 問題解決のための標準的アプローチシステム - 標準解法システム



2.1. はじめに

産業や科学の様々な領域に存在する何千もの各種システムには何百万もの多岐にわたる問題があります。でも、このたくさんの問題を記述する図式モデルとそれらに対する解決策を示す変形図式モデルの数は限られています。これが、標準解法の主たる考え方であり、標準解法の殆どがこのような図式モデルの対を表しています。

標準解法システムは、似通った標準的な問題のみならず非常に複雑な問題をも解決するための TRIZ ツールです。標準解法は特定の技術分野に関連付けられていないので、有効な解決策がある技術分野から別の技術分野へ持ち込むのに役立ちます。

標準解法の記述のほとんどは以下の二つの部分により構成されています (図 2-1-1):

- この特定の標準解法の使用が勧められる問題状況に対する抽象的な記述と図式モデル
- その問題状況をお勧めの方法で変形した場合に得られる解決案の図式モデル

アルトシュラーとそのチームは 76 の標準解法を見出して文書化し、以下の 5 つのクラスに分類しました:

- **クラス 1.** 基本的 (単純な) 物質-場モデルの構築、変形および削除 - 2 グループ、13 項目
- **クラス 2.** 物質-場モデルの展開 - 4 グループ、23 項目
- **クラス 3.** 上位システムやマイクロレベルへの遷移 - 2 グループ、6 項目
- **クラス 4.** システム (およびシステム内で) の検出や測定のための標準解法 - 5 グループ、17 項目
- **クラス 5.** 標準解法適用のための指針 - 5 グループ、17 項目

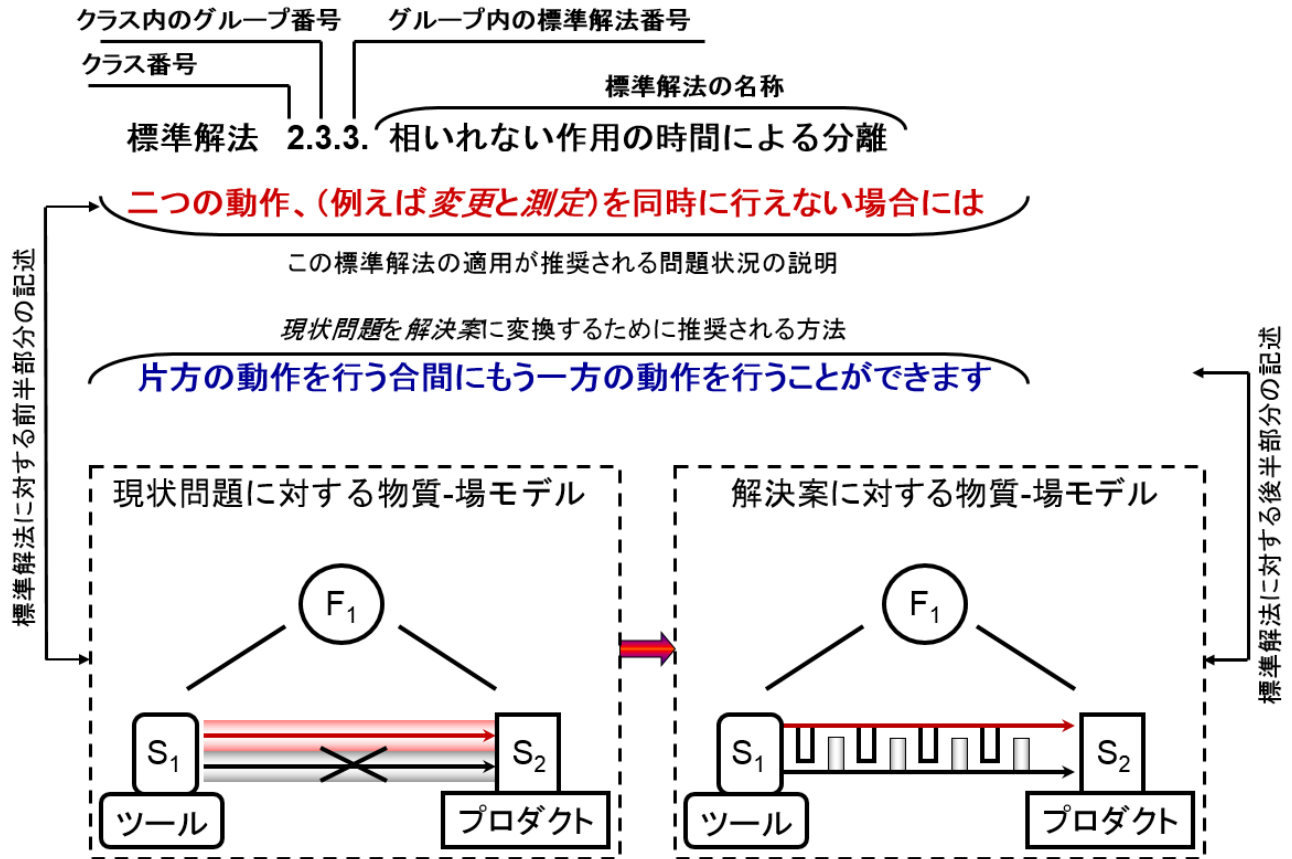


図 2-1-1 典型的な標準解法記述の構造

ここでは、物質一場分析と標準解法システムについて一つの章で説明します。物質一場分析は、標準解法システムの言葉で記述されます。物質一場モデリングは、ほぼ全ての標準解法の統合化された部分です。物質一場モデリングは、ARIZ-85C (ステップ 1.7 と 3.6)でも標準解法選択のための問題の物質一場モデルを構成するのに使われます。5.3 節では、標準解法の最初の 4 つのクラスの各グループに対して一つの標準解法と例を示します。

2.2. 物質一場のモデリングと分析

物質一場モデルには、互いに作用する以下の 2 つの構成要素のグループが含まれています：

最初の構成要素グループ: 物質

物質は、分子、水、気体、砂、コンピューター、ペン、車、犬、月、車輪など任意の有形物であり得ます。

2つ目の構成要素グループ: 場

場は、エネルギー源を表し、通常、磁気、電気、力学、化学、熱、原子力、音響などのモデルで用いられているエネルギーの種類により識別されます。場のより詳細な一覧を小冊子 4 に掲載する予定です。

モデルにおいては、'S' という文字が物質を表し、'F' という文字が場を表します。

物質一場モデルは、状況、問題そして解決策を抽象的な図式で表現します。

最も単純な物質一場モデルには以下の 3 つの基本構成要素が含まれています (図 2-2-1):

1. 第 1 物質 (S_1) : プロダクトを生成するために使われる、あるいは、プロダクトのパラメーターを制御、測定、変更するために用いられるツール

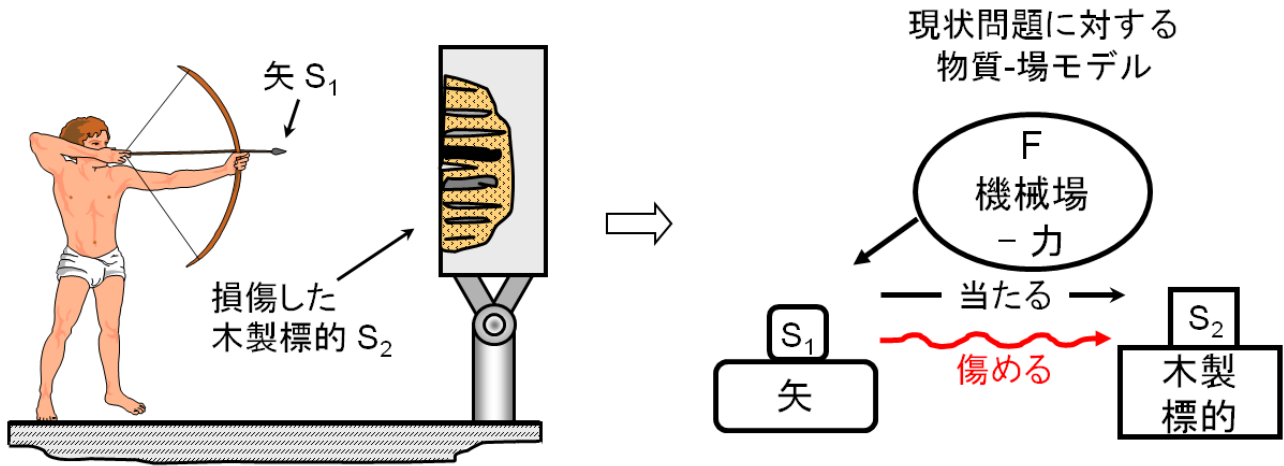


図 2-3-17 ‘傷める’ という有害作用を低減あるいは排除する必要がある、矢によってすぐに損傷してしまう木製標的の物質-場モデル/分析

自動修復標的の設計に強磁性粒子と電磁場を用いましょう(図 2-3-18)。

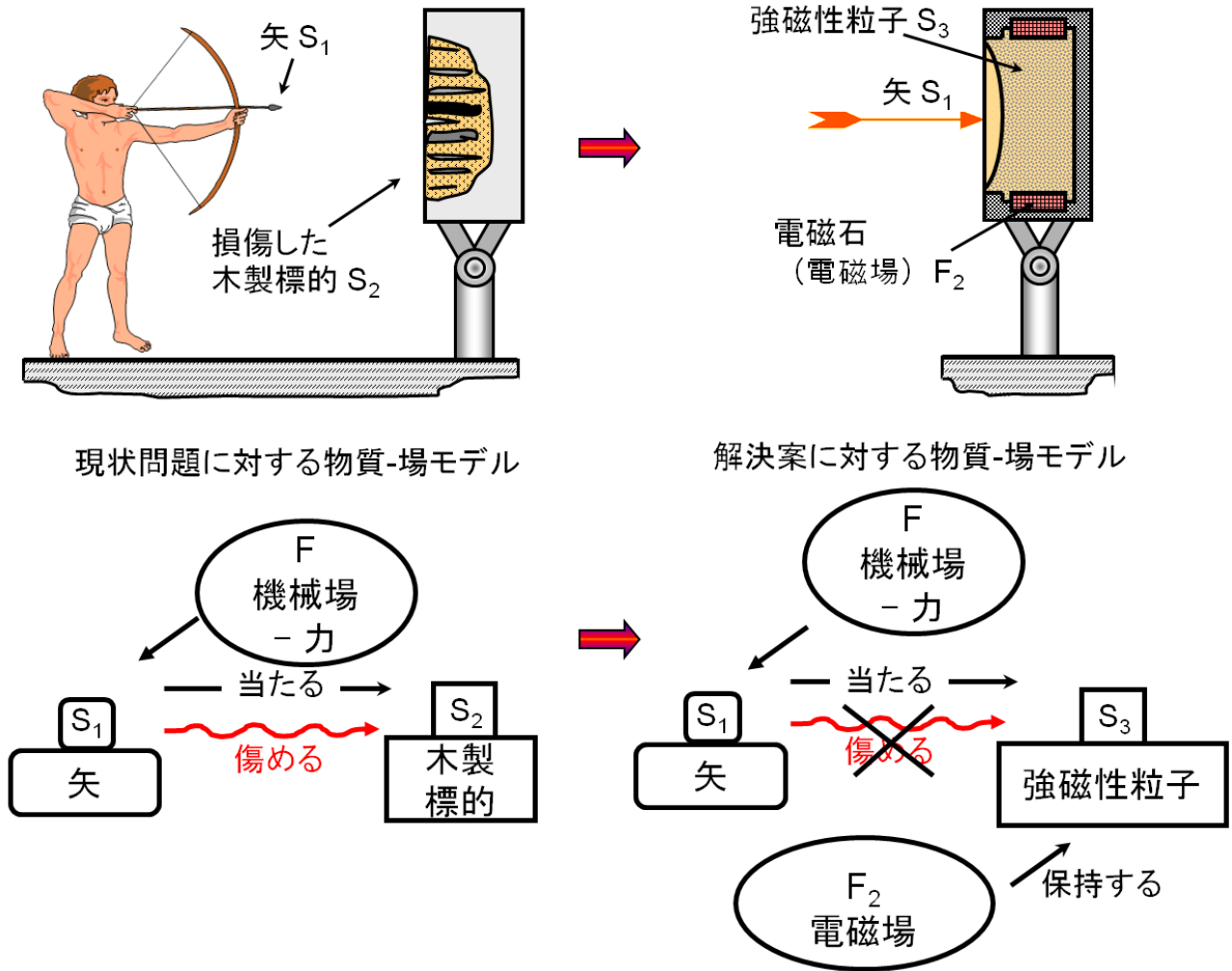


図 2-3-18 右図の FS 場モデルへの移行では、木製標的を強磁性物質 S₃ と電磁場 F₂ で置き換える解決案が示されている

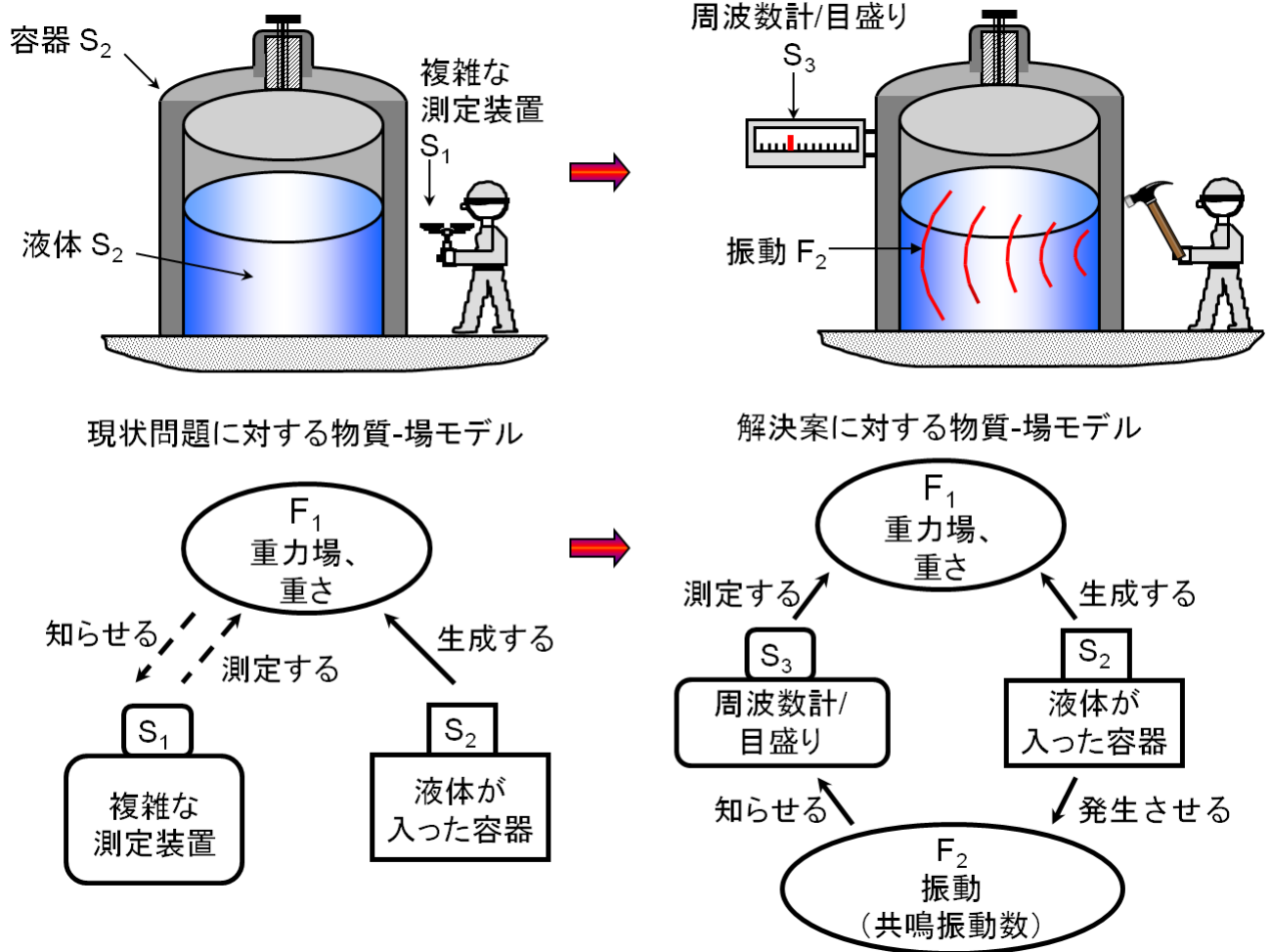


図 2-3-32 液体を格納している容器の共鳴振動数による液体の重さ測定

グループ 4.4. 強磁性物質一場 (FS 場)モデルへの移行 - 5 標準解法

強磁性物質一場モデルへの移行は、物質一場モデルの測定にとりわけ効果的です。

標準解法 4.4.1. 強磁性体を含む測定可能な FS 場モデルへの移行

非磁性場における物質一場モデルの測定は、強磁性体と磁場を使うことにより改善することができる (図 2-3-33)。

演習 2-5-1 水分子 (図 2-5-1)

水の分子は、小さな磁石のように結びつけられた3つの原子（酸素原子1つと水素原子2つ）で構成されています。水素の原子核には1つ、酸素の原子核には8つの陽子があります。原子核には、中性子と呼ばれる非荷電粒子も含まれています。原子には、陽子や中性子以外にも、原子核の周りの電子雲にあるマイナス電気を帯びた電子が含まれています。原子内の電子数は原子核内の陽子数と同じです。陽子と電子の間に働く引力により原子が一つにつながり止められています。水分子の構造として考えられる全ての物質一場モデルを構築してみましょう。

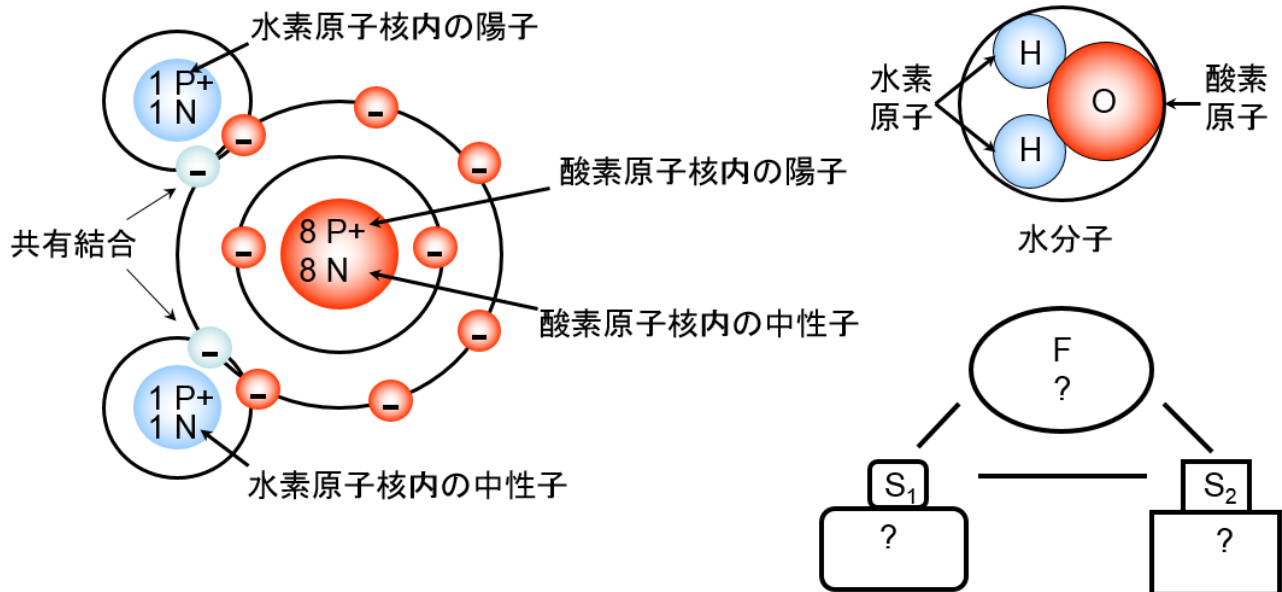


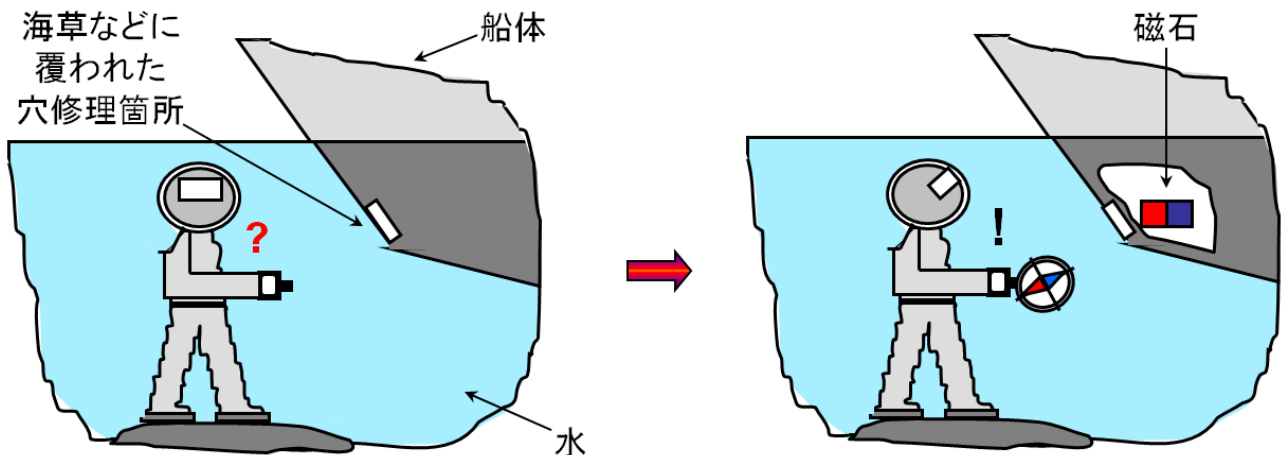
図 2-5-1 水分子の構造

以下の演習ではそれぞれ、問題とその解決案についてイラスト付きで説明しています。既存の問題とその解決策に対する物質一場モデルを構築してみましょう。

演習 2-5-2 修理した穴の位置確認 (図 2-5-2)

問題: 以前修理した船体の穴の位置を確認し、水漏れがないか検査する必要がありますが、船体に海草、沈泥、氷などが付着して目視検査が困難な場合があります。

解決案: 修理箇所をふさぐ時、穴に永久磁石を埋め込んでおけば、方位磁石を使用して修理箇所的位置を容易に特定できます。



解決案: 化合物半導体の化学蒸着を行っている間、レーザパルスを基板に照射します。レーザを照射したりしなかったりすることにより、エピタキシャル層構造の組成を変化させます。レーザを照射した層と照射しなかった層の界面で組成を急激に変化させることができます。

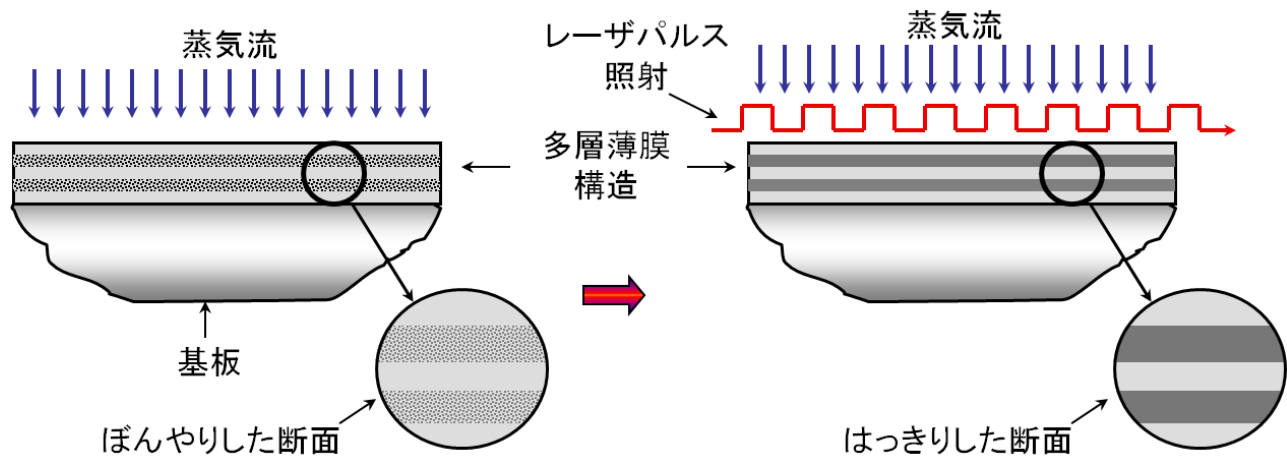


図 2-5-5 化合物半導体の気相成長のレーザによる促進に対する問題とその解決案

演習 2-5-6 氷の厚さ測定 (図 2-5-6)

問題: 夜間に氷の厚さを測定するためには、船を停泊させて観測者が浮氷まで移動する必要があります。

解決案: 通常の投射器を用いて目盛りの像を浮氷に投射します。正確な厚さは計算によって求めます。この方法により、停泊させることなく、船上から氷の厚さが測定できます。

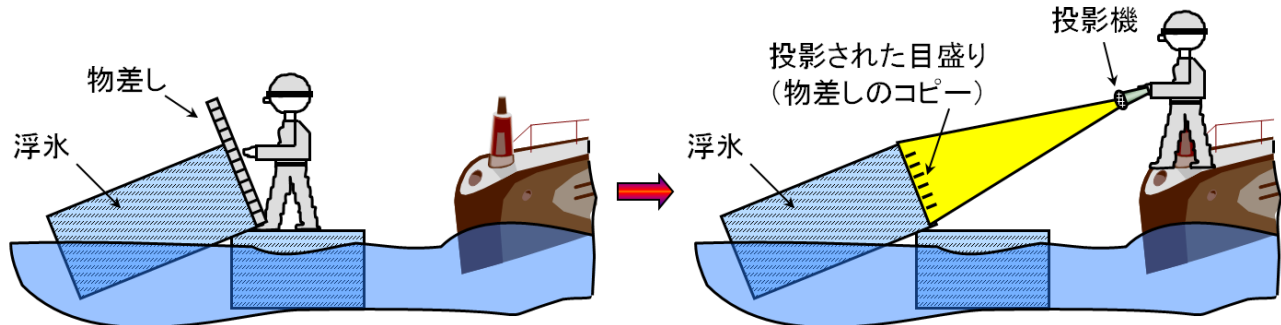


図 2-5-6. 氷の厚さ測定に対する問題とその解決案

演習 2-5-7 宇宙船用の断熱材 (図 5-5-7)

問題: 大気に再突入する宇宙船を過熱から保護するのに断熱材が用いられます。断熱材は一般に、異なる物質のいくつかの層から成ります。通常の熱絶縁材の熱伝導率と重さは、十分に小さな値ではありません。さらに、断熱材は再突入時の温度勾配のために高い熱応力を受けてしまいます。

解決案: 断熱材の内層の1つまたはいくつかを多孔質に、できれば繊維質にします。これにより、断熱材の熱伝導率と重さが減少し、断熱材内の熱応力が弱まります。

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.

2014年 9月11日 発行
2015年10月28日 改訂

NPO 法人 日本 TRIZ 協会
E-mail: info@triz-japan.org

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