

物質-場分析と標準解を用いた オープンタスクに対する解答案の創出

NPO法人 日本TRIZ協会
新しい時代の教育研究分科会

(学)産業能率大学
総合研究所
吉澤郁雄

新しい時代の教育研究分科会とは

- 2013年11月より「新しい時代の教育研究分科会」(NPO法人 日本TRIZ協会)が発足した。
- 主査: 黒澤慎輔氏
- 本研究会においては、「TRIZの教育方法」および「一般教育の有効性を高めるためのTRIZの活用」を狙いとしたTRIZの適用方法、事例研究など、TRIZを活用するための研究とガイダンス構築を目指し、TRIZの普及・発展に供することを目的として活動している。



TRIZの普及・発展
TRIZの普及・発展

概要

- 研究テーマのひとつとして学生や一般社会人を対象とした「一般教育の有効性を高めるためのTRIZの活用」による問題集や解説用の事例集づくりがある。
- その事例集づくりの一環を紹介する。

【Contents】

1. 事例づくりの対象として、オープンタスクを取り上げる。
2. オープンタスクへの課題設定と解決策探しにTRIZの特徴的な手法である「物質-場分析」と標準解(または発明標準解)の適用方法について考察する。
3. 「物質-場分析」と標準解(または発明標準解)をオープンタスクに適用してみる。



1. 事例づくりの対象として、 オープンタスクを取り上げる。

- オープンタスクとは、「**解答を知識として学ぶのではなく自ら解答を捜す問題**」をいう。
- TRIZの考え方に基づいた教育法の開発・普及を進めているTRIZマスターのアナトーリー・ギン氏他の運営する「**新しい時代の教育**」研究室が提唱している。

オープンタスクを取り上げる背景・理由

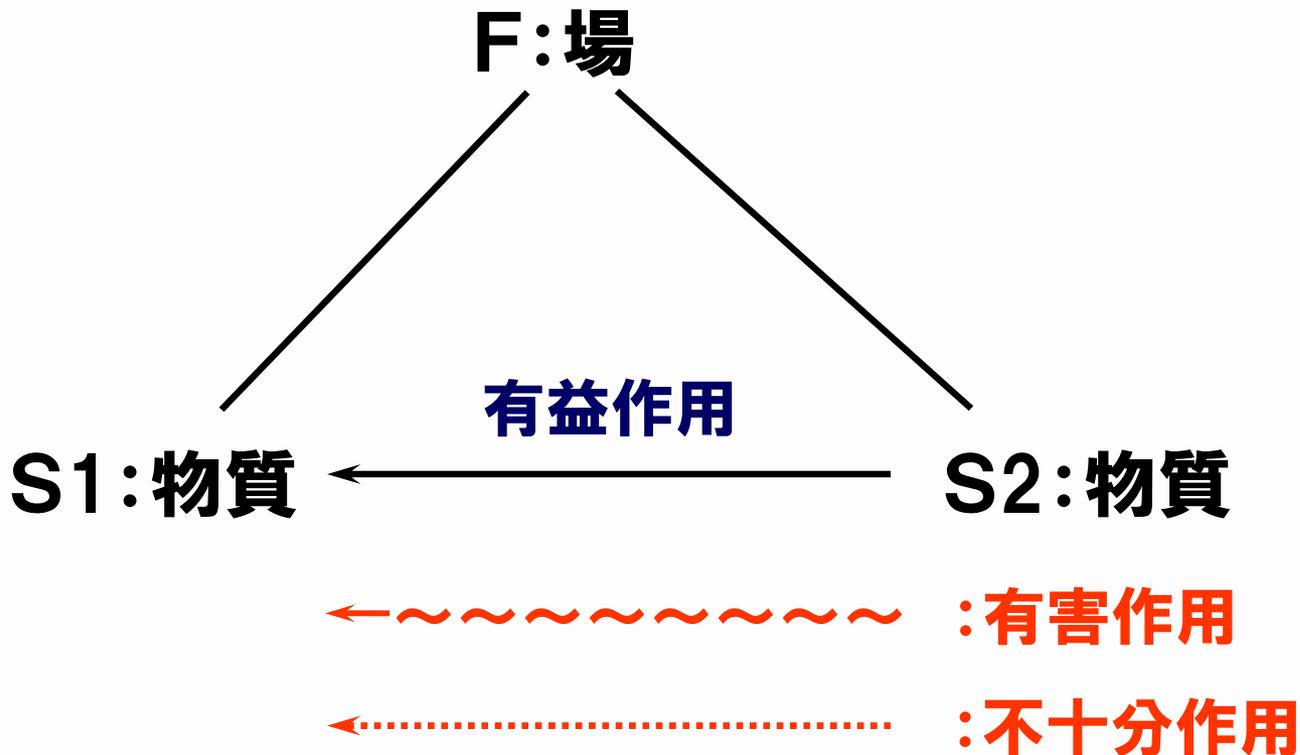
- 義務教育や高等教育においては、既に誰かが課題を設定して解決策を見出しているといった、唯一の解が存在する問題を扱うことが多い。
- いわば、答えを教える教育であり、答えを自ら探す教育ではないようである。
- 答えを教える教育に終始していると創造的な思考ができなくなる可能性が高まる。
- 日常生活や業務遂行においては、その多くが置かれた状況に応じて自らが課題を見出し、創造力を駆使して解を探し、最適な行動をとることになる。
- そこで、事例づくりの研究題材として、アナトリー・ギン氏他著の「オープンタスク集」を扱うこととした。

2. オープンタスクへの課題設定と解決策探しにTRIZの特徴的な手法である「物質-場分析」と標準解の適用方法について考察する。

- 「物質-場分析」は、TRIZの特徴的な手法であり、技術システムにおいて、有害作用を引き起こす、または、十分に機能しないといった問題を持つ部分の、【物質-場】構造を分析し、標準解（または発明標準解）という解法の原理に沿って、解決案を導き出そうとするものである。
- 物質-場モデルは、【物質-場】構造を分析するためのモデルであり、2つの物質（Substance）と場（Field）による三角モデルを構成する。
- 「物質」とは材料、道具、部品などの技術システムやその部分をいい、人、生物、環境なども含める。
- 「場」とは物質が相互に作用して機能するために存在する力やエネルギーのことをいう。

物質-場モデル

【Substance-Field Model】 or 【Su-Field Model】



「物質-場モデル」は、システムとして機能し、制御可能な最小の技術システムのモデルである。

2-1. 課題設定の方法

① 資源分析

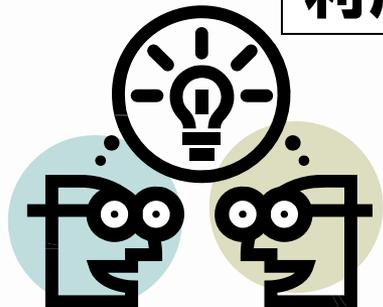
- a. **物質的資源**: システム、およびその環境を構成するあらゆる種類の物質
 - ・廃棄物・素材・システム要素・物質の流れ・物質の特性など
- b. **場の資源**: システム、またはその周辺環境に存在していて使用可能なあらゆる種類の場
 - ・システム内の場/重力・太陽光/熱・その他の輻射
 - ・地球の電磁場などの自然界のエネルギーを含むシステムの周辺環境の場
 - ・利用可能な様々な物質の中に存在する場
 - ・システム、またはプロセスから放出される音/熱/電磁場などのエネルギーなど
- c. **空間的資源**: システムまたはその周辺にある自由な空間
 - ・システムの中や周りにある空間・2次元から3次元への配置
 - ・多層的な配置・対象物の背面の空間・対象物の内側の空間・他の物体のもつ利用可能な空間など
- d. **時間的資源**: 開始前の時間、終了後の時間、および技術プロセスのサイクル間の一部、または全体などの使用されない時間
 - ・事前の時間を利用した処理や配置・処理が中断し続行するまでの間隔・無駄な動作時間
 - ・併用できる時間(同時並列)・時間差・後処理の時間を利用した処理や配置など
- e. **情動的資源**: システムの産出物やシステムを構成する物質・場の持つ特性が発する情報
 - ・対象物から放出される音/熱/磁気/電磁気/光などのエネルギー
 - ・物質特性・物質特性の変化・システムを通過する物質/場の特性など
- f. **機能的資源**: システム全体や構成要素本来の機能以外に存在する補助的機能
 - ・システム全体や構成要素に存在する補助的機能・構成要素の持つ本来意図しない潜在的機能

2-1. 課題設定の方法

②物質-場モデルの構築

物質-場分析 (Su-Field Analysis)

出張先でのハードワークも無事終了し、ホテルに入ったA氏、一杯やろうとウイスキーの小ビンを手に入れました。
ところがなかなかキャップが開きません。
それどころか、手が傷つきそうです。
さて、どうしたらよいでしょうか。
利用できるものは、室内の備品ぐらいです。



物資一場モデル構築のフロー

STEP 1 : 要素の明確化

機能：キャップを開封する

物質1：キャップ

物質2：手

場　　： 力学的場(モーメント力)

◇ **現在は、物質2とエネルギー源としての場が
不十分**

STEP 2 : モデルの構築

2-1. 不完全なシステム <A.B.C.>

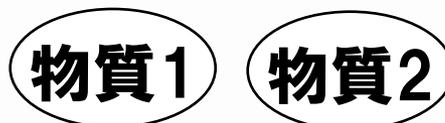
A



キャップ

キャップだけでは
開封できない

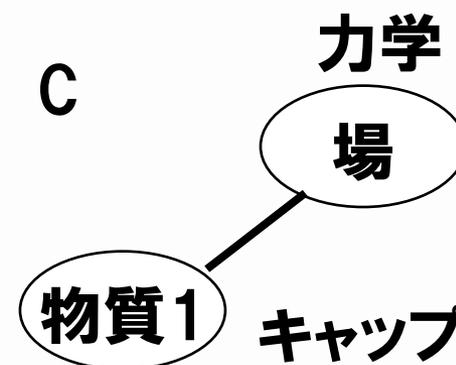
B



キャップ 手

キャップと手が別々に
存在するだけでは、
開封できない

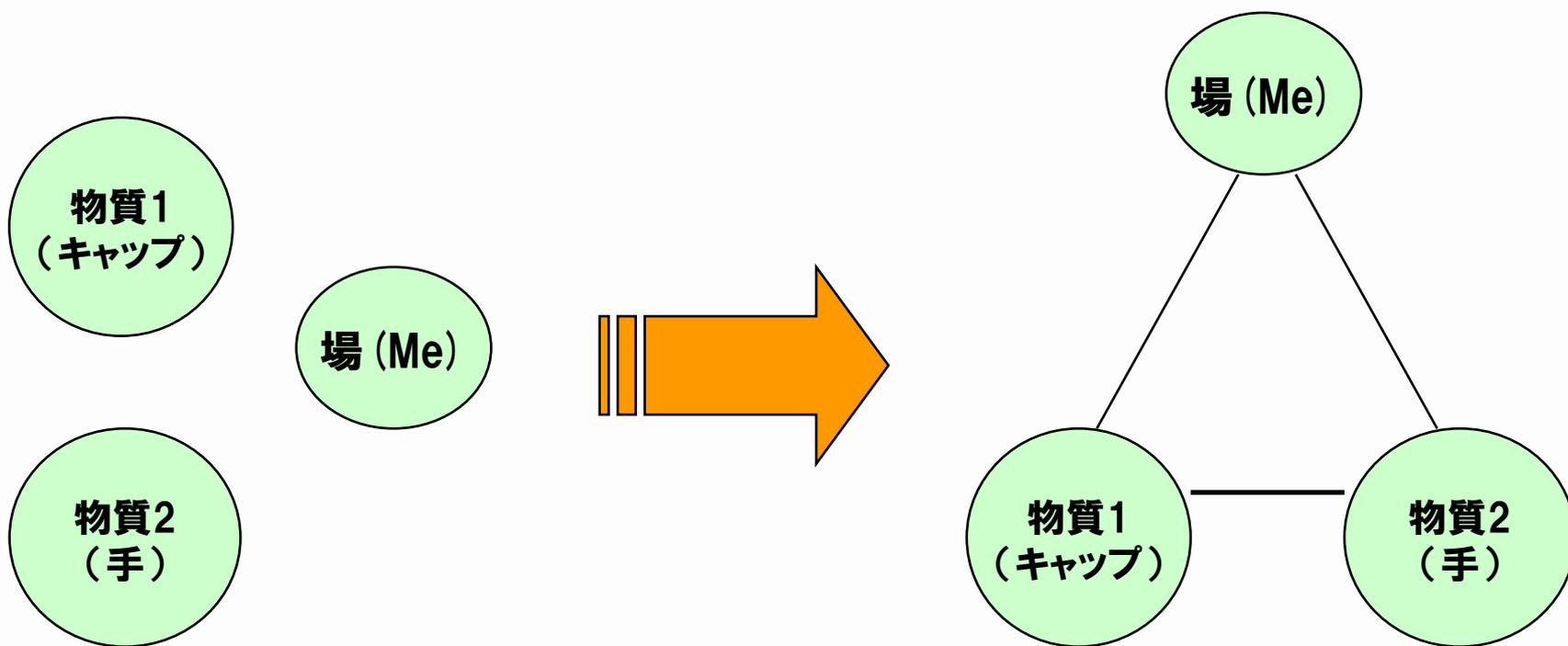
C



キャップと力学の
場があるだけでは
開封できない

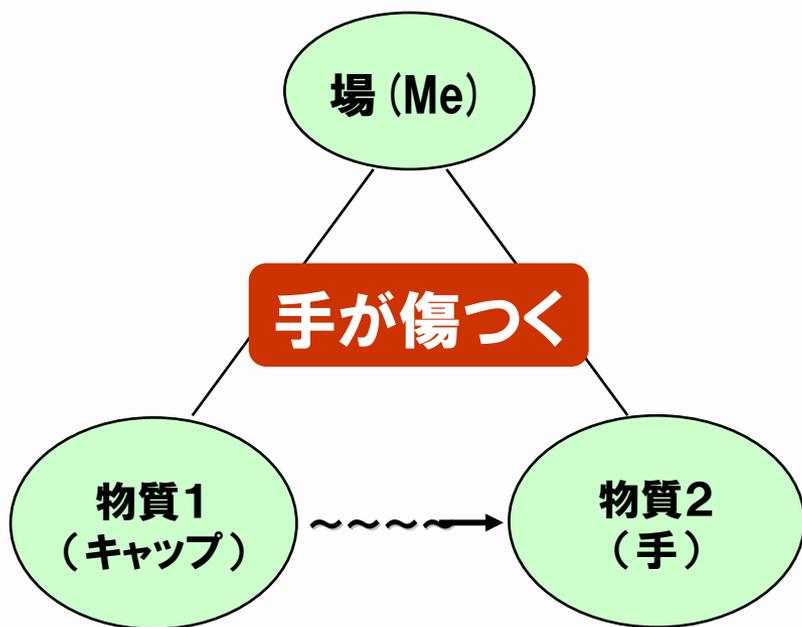
STEP 2 : モデルの構築

2-2. 完全なシステムの構築

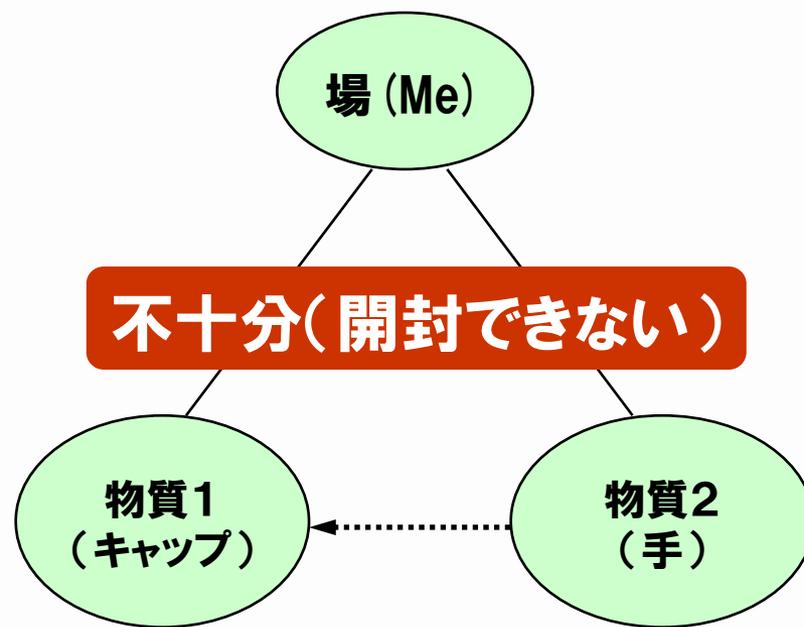


STEP 2 : モデルの構築

2-3. 完全なシステムの機能遂行度の分析



<有害な完全システム>

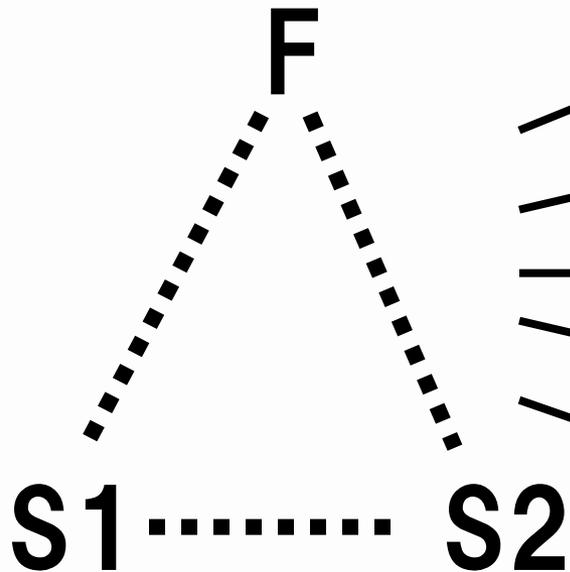


<効果的でない完全システム>

2-2. 創造力による解決策探しのヒント

- 「物質-場分析」による課題設定ができれば、闇雲にアイデア発想を行うこともなく、**標準解**（または**発明標準解**）という解決策を見出す指針を活用した**強制連想**と強制連想により発想されたアイデアについての**自由連想**という**体系的思考（発想）**が期待できる。
- **標準解 ⇒ 強制連想 ⇒ 自由連想**
- 多面的に解決策を見出し、最適な解を設定することになる。
- 76の標準解といわれているが、全てを適用する必要はないと考える。ここでは、**汎用性の高い標準解を選定しての適用**を考える。

物質一場分析と76の標準解



クラス1:不完全、有害

クラス2:不十分

クラス3:スーパー、ミクロ

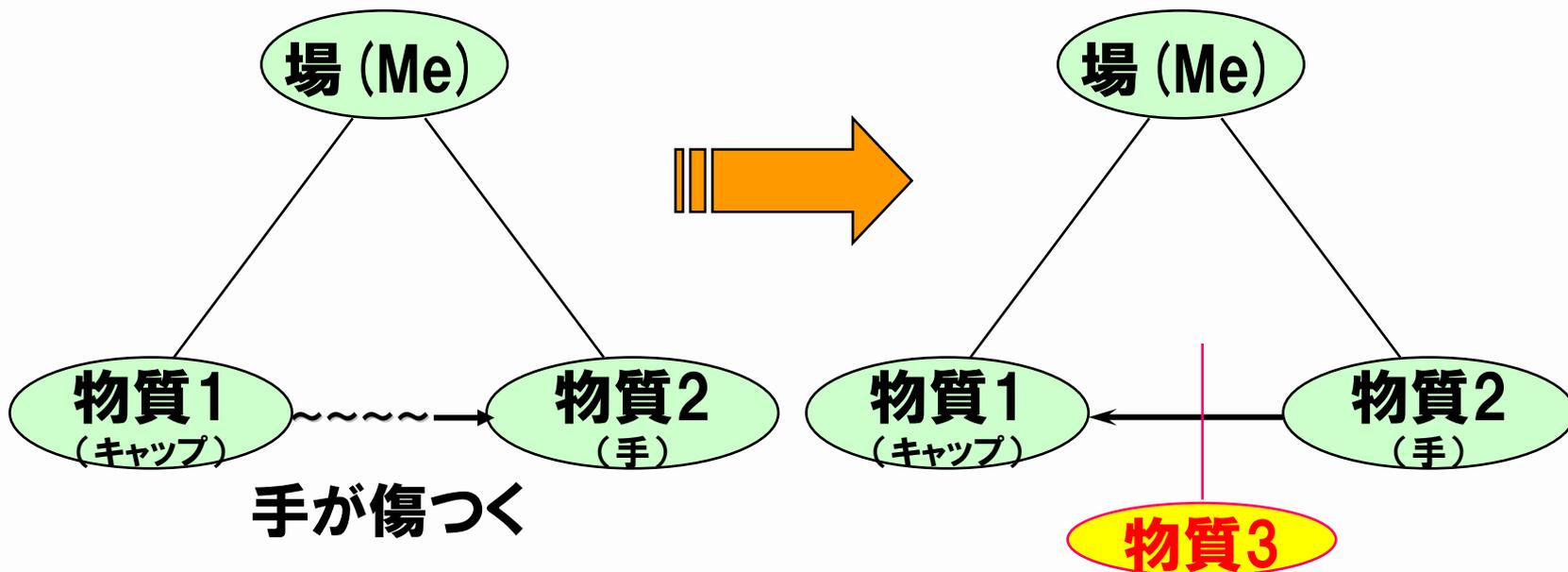
クラス4:検出、測定

クラス5:簡素化

標準解による解決法(代表的な標準解の適用)

※ 有害な完全なシステムの場合 < 標準解その1 >

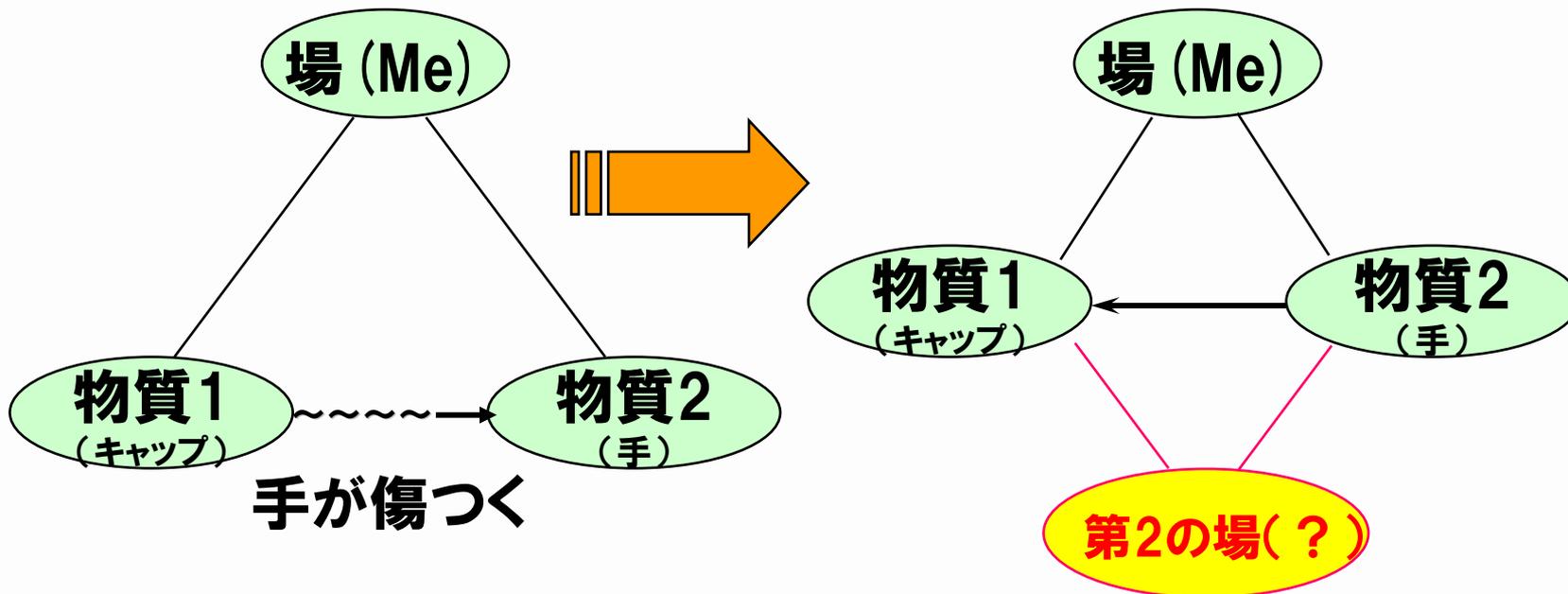
標準解(1-2-1)
第3の物質を導入して有害作用を防ぐ



標準解による解決法(代表的な標準解の適用)

※ 有害な完全なシステムの場合 < 標準解その2 >

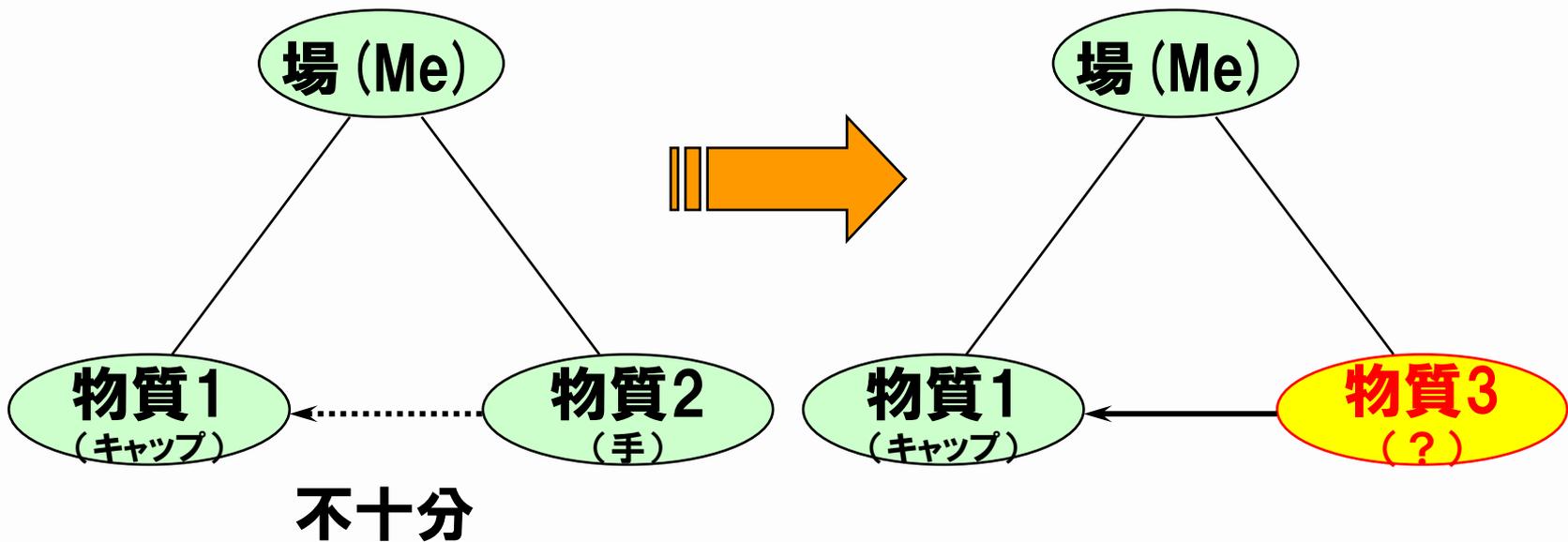
標準解(1-2-4)
第2の場を導入して有害作用を防ぐ



標準解による解決法(代表的な標準解の適用)

✳ 効果的でない完全なシステムの場合 <標準解その1>

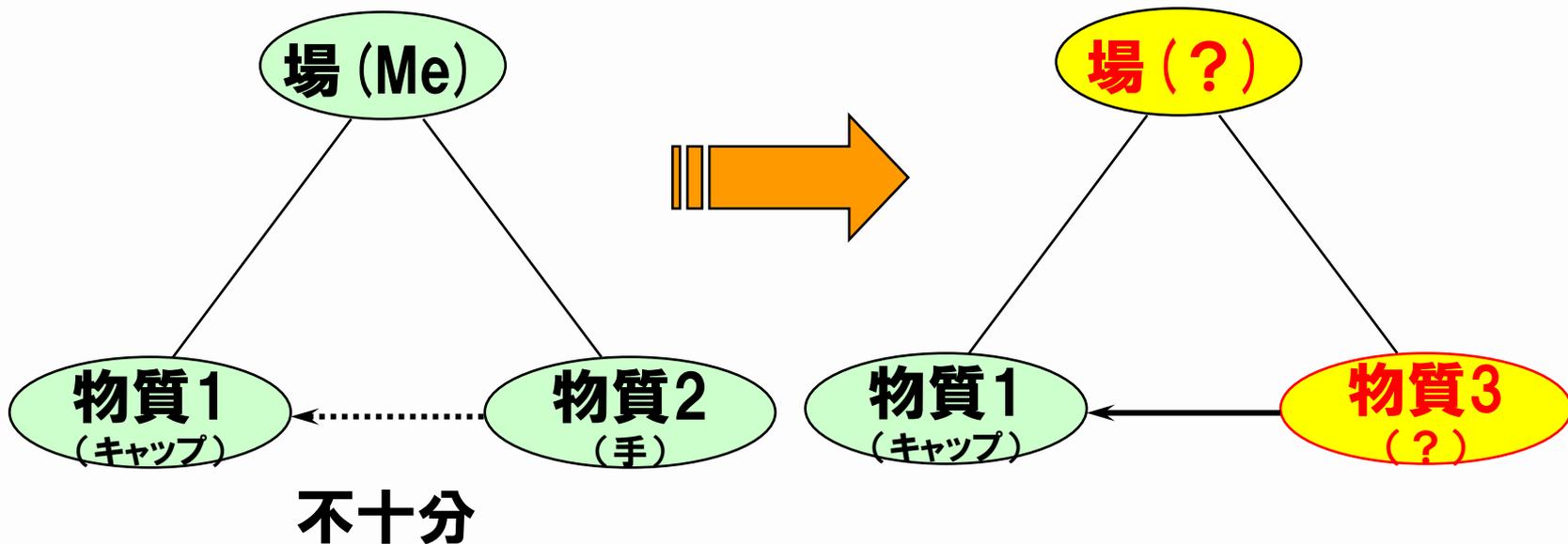
標準解(2-2-6)
効果十分な第3の物質を導入する



標準解による解決法(代表的な標準解の適用)

✳ 効果的でない完全なシステムの場合 <標準解その2>

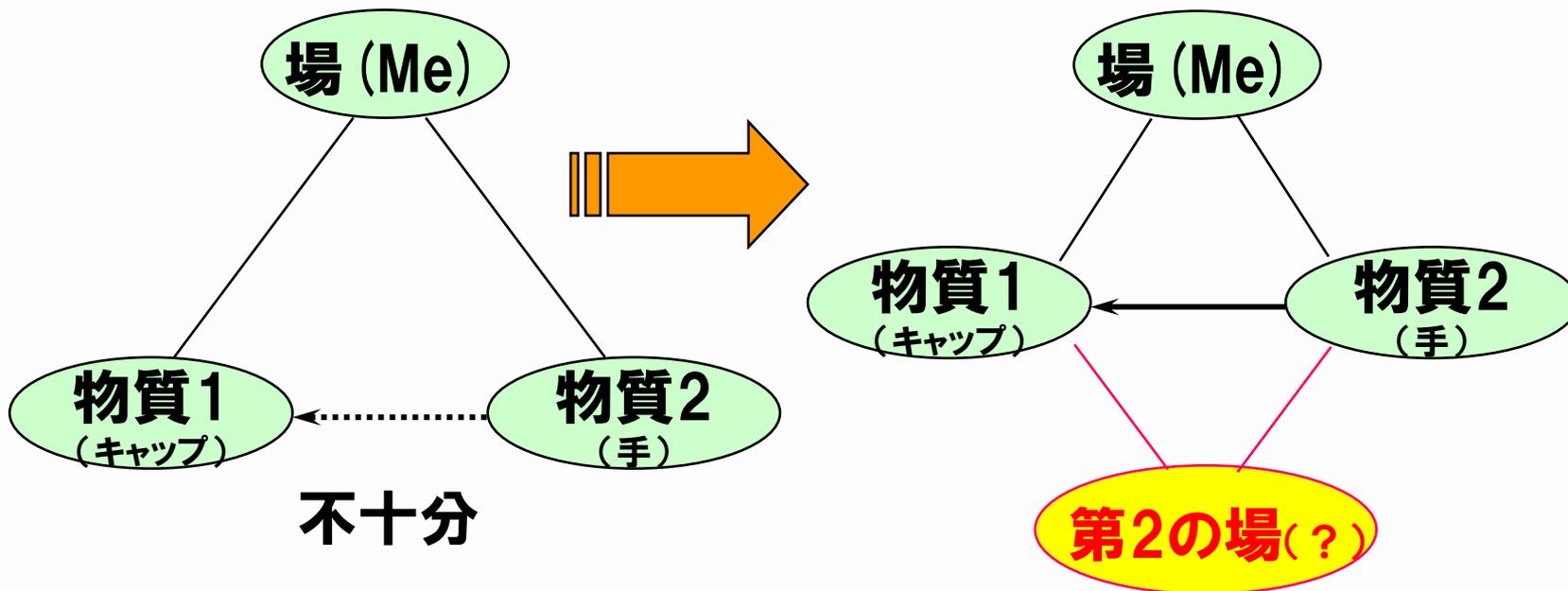
標準解(2-2-5, 6)
効果十分な場と第3の物質を導入する



標準解による解決法(代表的な標準解の適用)

✳ 効果的でない完全なシステムの場合 <標準解その3>

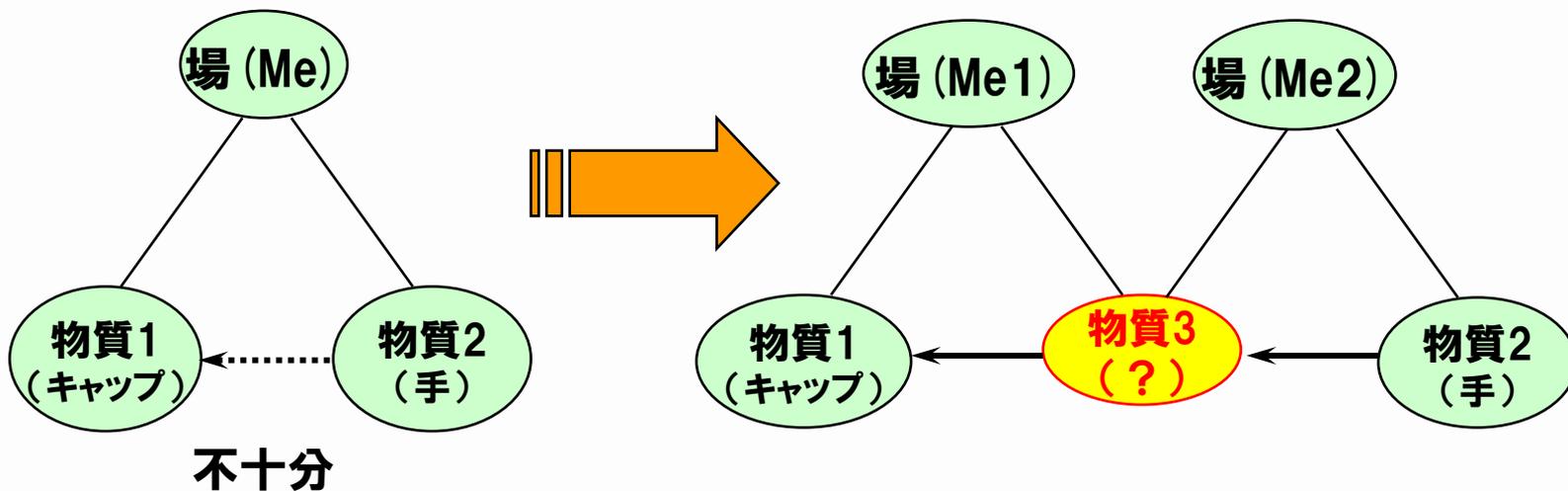
**標準解(2-1-2)
第2の場を追加する**



標準解による解決法(代表的な標準解の適用)

✳ 効果的でない完全なシステムの場合 <標準解その4>

標準解(2-1-1)
第1と第2の物質の間に第3の物質を追加する



3. 「物質-場分析」と標準解(または発明標準解)をオープンタスクに適用してみる。

- アナトーリー・ギン氏他著の「オープンタスク集」を扱う。
- いくつかのオープンタスクに適用する。
- 資源分析と物質-場分析、それと選定した標準解によるオープンタスクの解決事例を紹介する。

オープンタスク 事例 1

アナトーリイ・ギン、アレクサンドル・カフトリョーフ、「説明できない
ことの説明 世界文庫1」より

「耳の聞こえなくなったベートーヴェンはどのようにして音楽を聞いたので
しょうか？」

- ドイツの大作曲家ルートヴィヒ・ヴァン・ベートーヴェンは病気によって耳が遠くなり、晩年は聴力を完全に失ってしまったことは良く知られています。しかし、彼は難局を克服する方法を見つけ、ピアノの音楽を聞くことができるようになり、おかげで新しい曲の作曲が可能になりました。例えば、最も有名な交響曲第九を作曲した時にベートーヴェンは全く耳が聞こえなかったのです。
- 耳の聞こえないベートーヴェンはピアノの音をどのようにして聞くことができたのでしょうか？



耳の聞こえなくなったベートーベンはどうして音楽を聞いたのでしょうか？

① 資源分析

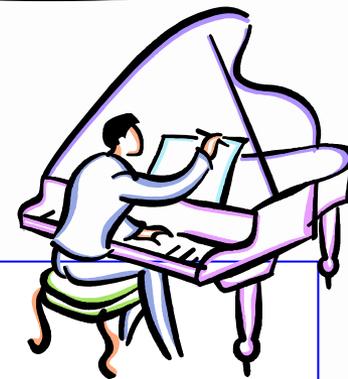
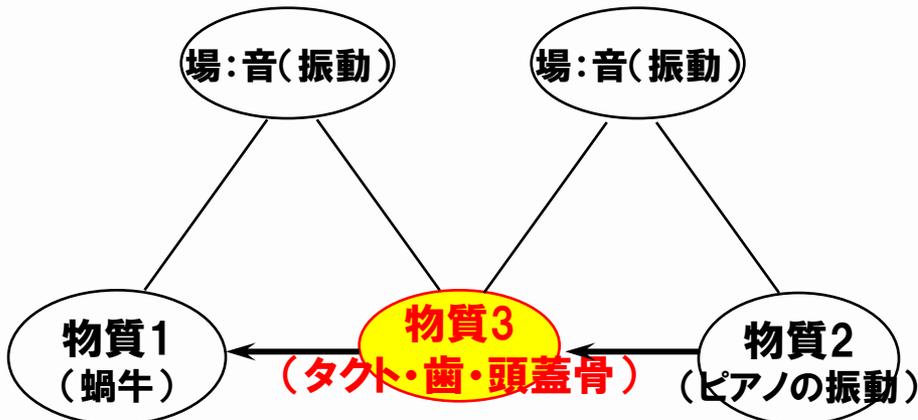
- 物資: ピアノ、タクト、歯、頭蓋骨、蝸牛
- 場: 振動(音の場)
- 空間: ピアノとタクトの接触空間
- 時間: 伝導速度
- 情報: ピアノの振動
- 機能: タクトの振動伝達機能

② 物資-場モデルの構築



③ 標準解による解決策

標準解: 2-1-1



1. ベートーベンが鍵盤をたたく。
2. ピアノ自体が震える。
3. ピアノの振動はタクトへと伝わる。
4. タクトの振動は(タクトを噛んだ)歯に伝わる。
5. 振動は歯から頭蓋骨に伝わる。
6. 振動は頭蓋骨から蝸牛へ伝わる。
7. ベートーベンは音を聴くことができる。

オープンタスク 事例 2

アナトーリイ・ギン、イリーナ・アンドレジェーフスカヤ、「私達の身の回りのことについての150の問題」より

- ワーニャ伯父さんのサクランボが熟れました。ワーニャ伯父さんの家の庭のサクランボがおいしそうに熟れてきました。でも問題があります。ムクドリムクドリの食害からサクランボを守らなくてはなりません。サクランボだけでなく、アメリカンチェリーもブドウも熟れてくるとムクドリ、スズメ、その他の鳥が飛んできてついばんでしまいます。
- さて、どうしたら折角の**果物を鳥の食害から守る**ことができるでしょうか？



🌀 どうしたら折角の果物を鳥の食害から守ることができるでしょうか？

① 資源分析

(a) 鳥の視覚

おおまかに言って、鳥の視覚はヒトと同程度かやや優れている。

◆見える色・・・ヒトは3原色、鳥は4原色

(多くの鳥は紫外線が見える)

◆視力・・・ヒトと大して変わらない。

◆視野・・・多くの鳥はヒトより広い。

そのかわり立体視できる範囲は狭い。

◆鳥は「鳥目」？・・・ヒトと同じくらいは見えるが、暗さに慣れるのが遅い。

(b) 鳥の聴覚

鳥の聴覚はヒトよりもやや劣る。

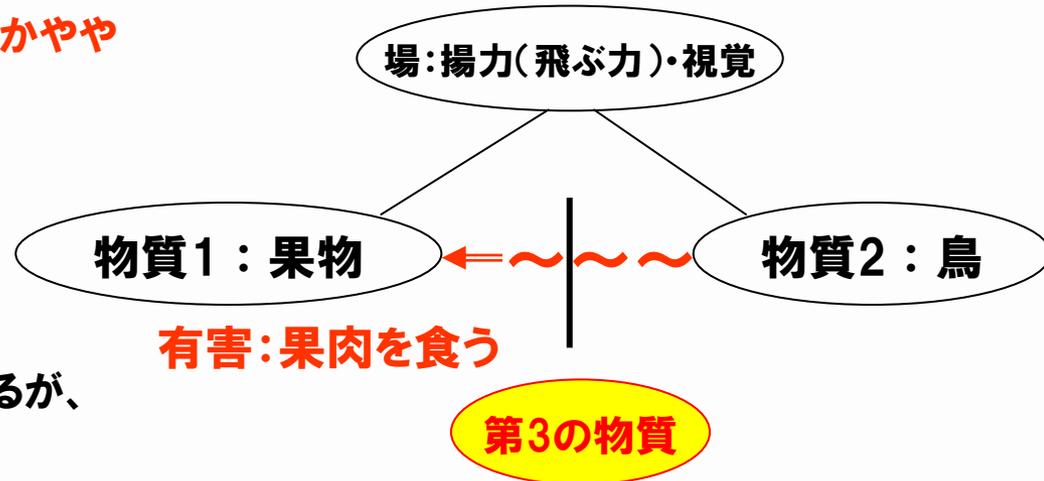
(c) 味覚・嗅覚

味覚を感じる細胞(味蕾)の数は、ニワトリやハトでは数十個で、ヒトの約一万個よりはるかに少ない。ただし、糖度の高い果実を選んで食べるなど、味を感じることはできる。

鳥の嗅覚は一般にヒト同様にたいして鋭くない。

カラスがゴミ袋の中の肉を見つける手がかりは、臭いではなく視覚であることを確かめた実験例がある。

② 物資一場モデルの構築



標準解：1-2-1

③ 標準解による解決策

☆ 飛来への対応

・果樹園に入れない様に網を張る。

☆ 視覚への対応

・果物を袋などで覆って見えなくする。

・煙幕を張って見えなくする。

オープンタスク 事例 3

アナトーリイ・ギン、イリーナ・アンドレジェーフスカヤ、「私達の身の回りのことについての150の問題」より「モグラ対策」

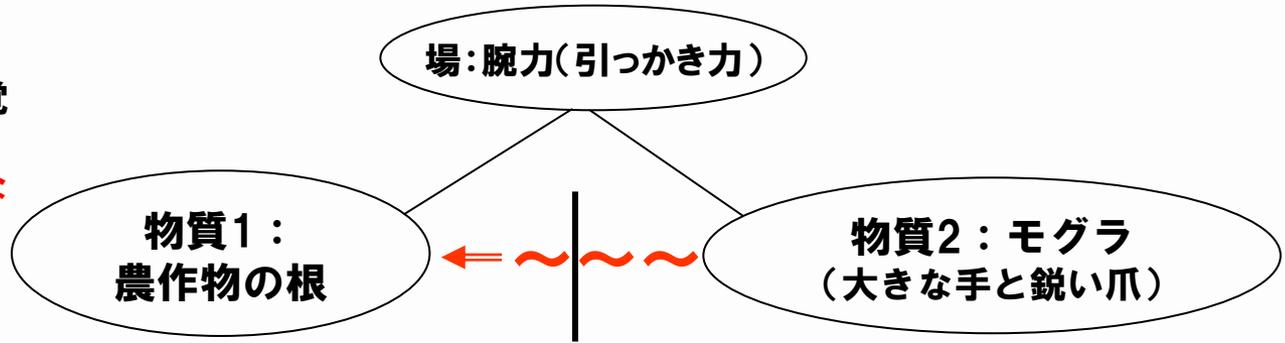
- 野原の一面の緑の中にモグラ塚というものがあるのを見つけたことはありませんか。モグラが地中のすみかの通り道や空気穴を掘った土を地表に押し出したものです。農地や菜園でなければモグラが巣を作っても一切害はありません。しかし、モグラが菜園に住みついてしまつて農作物の根を傷つけると収穫が失われてしまいます。そうなると何らかの対策が必要です。なお、モグラは常に地中にいるため視力は失われていますが、優れた聴力を持っています。
- **モグラが菜園に巣を作らないようにする対策**を考えて下さい。

🌀 どうしたら折角の農産物をモグラから守ることができるでしょうか？

① 資源分析

- (a) モグラの聴覚
 - ・ 250～3500ヘルツの音に敏感に反応
- (b) モグラの触覚
 - ・ 鋭い**アイマー器官**という臭覚器官を持っている
(ミミズなどの**小動物の微弱な動きを察知して捕食する**)
- (c) モグラの臭覚
 - ・ 敏感
- (d) モグラの移動・侵入
 - ・ 大きな手
 - ・ 鋭い爪
 - ・ モグラ塚
 - ・ 地中のトンネル
 - ・ モグラの巣
 - ・ 農作物を栽培する土地
(耕された土)
 - ・ 土の水分
 - ・ モグラの餌
(ミミズ、昆虫やその幼虫)
 - ・ **450㎡の範囲を縄張りにしながら、一匹だけで生活行動をしている** (餌が豊富であれば200㎡でも)

② 物資一場モデルの構築



有害：農作物の根を傷つける

第3の物質

標準解：1-2-1

③ 標準解による解決策

☆ 進入への対応

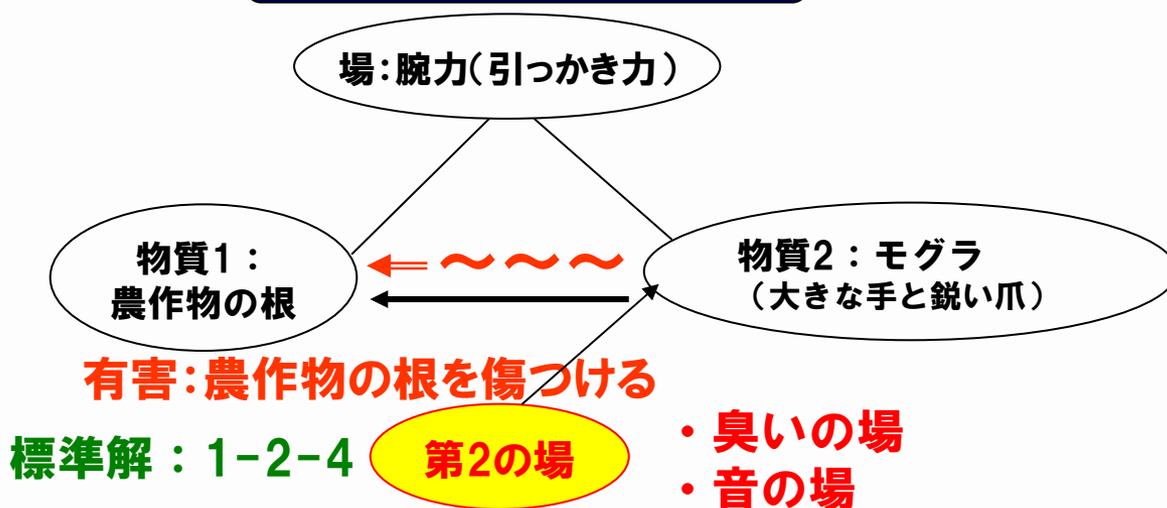
- ・ 周辺に金網やトタンを深さ50～60cmほどで埋め、物理的に侵入できないようにする。

どうしたら折角の農産物をモグラから守ることができるでしょうか？

① 資源分析

- (a) モグラの聴覚
 - ・ 250～3500ヘルツの音に敏感に反応
- (b) モグラの触覚
 - ・ 鋭い**アイマー器官**という臭覚器官を持っている
(ミミズなどの**小動物の微弱な動きを察知して捕食する**)
- (c) モグラの臭覚
 - ・ 敏感
- (d) モグラの移動・侵入
 - ・ 大きな手
 - ・ 鋭い爪
 - ・ モグラ塚
 - ・ 地中のトンネル
 - ・ モグラの巣
 - ・ 農作物を栽培する土地 (耕された土)
 - ・ 土の水分
 - ・ モグラの餌 (ミミズ、昆虫やその幼虫)
 - ・ **450㎡の範囲を縄張りにしながら、一匹だけで生活行動をしている (餌が豊富であれば200㎡でも)**

② 物資一場モデルの構築



③ 標準解による解決策

☆ 臭覚への対応

- ・ ナフタレン、木タール系の臭い、ヨウドなど忌避剤を撒き追い払う。
(山火事等から身を守るために本能的に煙りの臭いを嫌う)

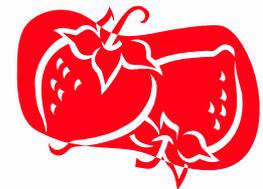
☆ 聴覚への対応

- ・ モグラの苦手な音波を出し、別の場所に追い払う。
(300～400ヘルツ)

オープンタスク 事例 4

アナトーリイ・ギン、イリーナ・アンドレジェーフスカヤ、「私達の身の回りのことについての150の問題」より「イチゴの収穫」

- イチゴが実りました。今年は豊作です。イチゴは毎日というより1時間ごとに見る見る熟れてゆきます。サクランボも収穫の時期を迎えました。今年は、スモモと見紛う程大きく育ちました。ベリーも熟しています。熟れすぎて地面に落ち始めています。果物農家ではどこでも収穫が忙しくて人手がたりません。近くに街があるのですが、町の人をアルバイトに頼んだのでは賃金が高くてやってゆけません。
- 果物農家の視点に立って対策を考えてください。



果樹の収穫

① 資源分析

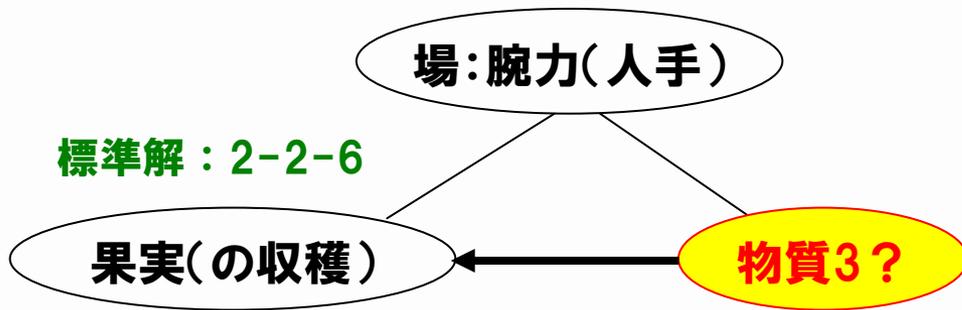
- 物質的資源：大量のイチゴ・サクランボ・スモモ・ベリー、農家の人・人数、町の人・人数
- 場的資源：農家の人の収穫力、町を人の収穫力
- 空間的資源：農場の広さ、果実の栽培面積
- 時間的資源：果実の収穫時期、収穫の時間差

② 物資一場モデルの構築



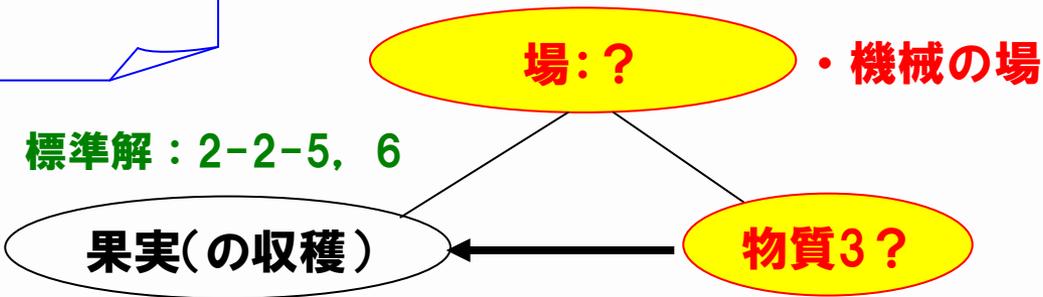
③ 標準解による解決策

農家の人だけでは果実の収穫が間に合わない。
さてどうするか？



☆ 収穫量への対応

- ・ 町の人を雇用する
- ・ 近隣の果実農家でない農家の人を雇用する
- ・ 果実農家間での相互に人手を貸す
- ・ 果樹のオーナー制度を実施する



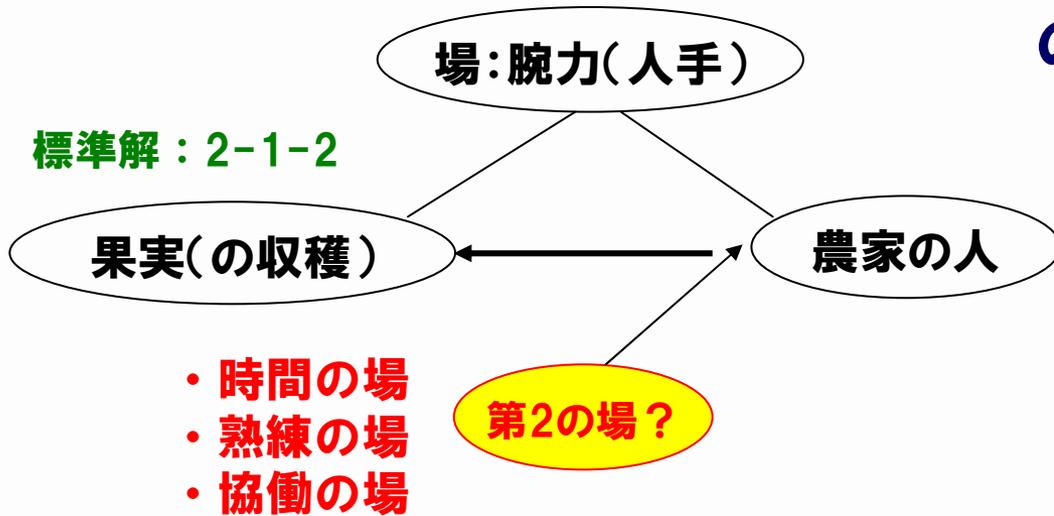
☆ 収穫量への対応

- ・ サクランボ、スモモ、ベリーは、果樹ごとに**収穫用機械**を用いて収穫する
(少ない人手で収穫量を上げる)

③標準解による解決策

農家の人だけでは果実の収穫が間に合わない。
さてどうするか？

標準解：2-1-2



☆時間への対応

- ・ 果実の収穫時期の差により人手を調整する

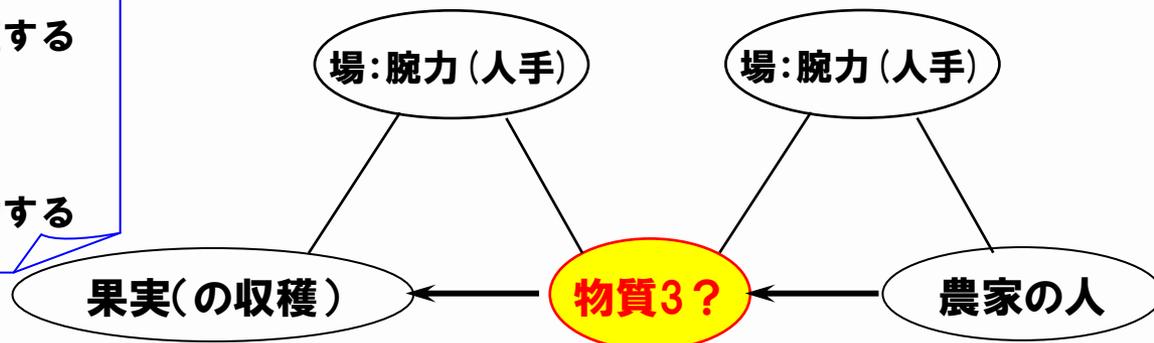
☆熟練への対応 (収穫量の増大)

- ・ 農家の人の収穫の熟練度を上げる

☆協働への対応 (人手の増強)

- ・ 果樹の成熟状況に応じて農家間で協働する

標準解：2-2-1

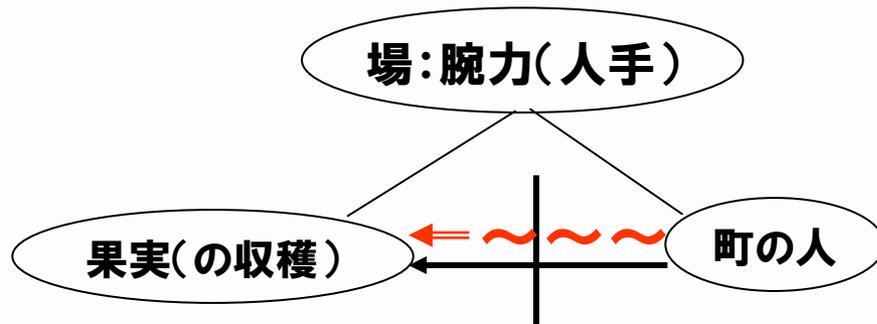


☆収穫量への対応

- ・ サクランボ、スモモ、ベリーは、果樹ごとにネットを張って果樹をゆすって収穫する (少ない人手で収穫量上げる)

町の人をアルバイトで雇うと 採算が合わない。 さてどうするか？

③標準解による解決策



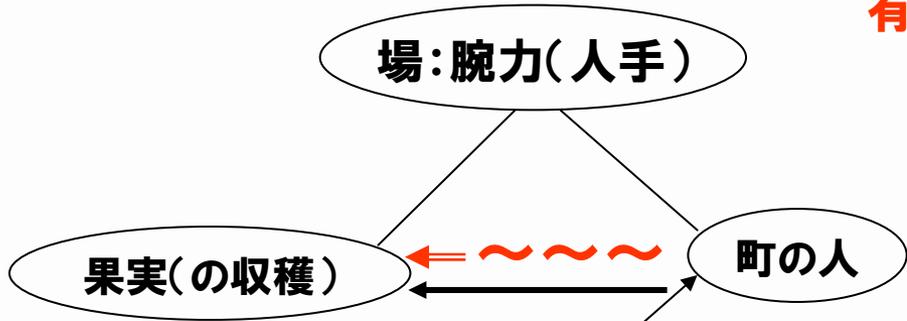
有害:労働賃金が高い

第3の物質

標準解: 1-2-1

☆労賃低減への対応

・?



有害:労働賃金が高い

標準解: 1-2-4

第2の場

- ・ 時間の場
- ・ 熟練の場
- ・ 契約の場
- ・ 雇用促進の場

☆時間への対応 (採算の改善)

- ・ 果実の収穫時期の差により雇用を調整する

☆熟練への対応 (収穫量の増大)

- ・ 町の人々の収穫の熟練度を上げる

☆契約への対応 (労働賃金の低減)

- ・ 果実を労働の対価にする
- ・ 収穫量に応じた対価とする

☆補助金への対応 (採算性の改善)

- ・ 雇用対策の補助金申請を行う

ご清聴ありがとうございました

**NPO法人 日本TRIZ協会
新しい時代の教育研究分科会**