

問題の原因となる オブジェクトのノブとその設定 ($X_1 X_2 X_3 X_4 \dots$)



矛盾

(あるいは、まれに、
矛盾なしの解決策)

はじめに

原因-結果分析によって、問題を引き起こすノブ(knobs)とその設定が分かった。そこでつぎに、主問題に対する永続的な解決策を創るためにノブを回さないといけない。

説明の例として、いま、大きな建物の土台を作るために、浅い水辺に杭を打ち込んでいますと仮定しよう。杭の打込みに時間がかかり、作業コストと杭打ち機のレンタルコストが高いついでいる。われわれは打込みの速さを改善したい。

われわれはすでに、(ここには示さないが)原因-結果分析などの前段階の分析を済ませていると仮定しよう。打込み速度が遅い理由はつぎのように分かった。地面が硬い、打込みの要求深さが大、杭の直径が大きい、杭の先が鈍い、...。さて、これらのノブをまったく違う設定になるように回したら、どうなるだろうか？杭の打込みがずっと速くなるのは、地面が柔らかいか、打込み深さが浅いか、杭の直径が小さいか、あるいは、杭の先が鋭ければよいと、知っている。

しかし、それぞれのケースで新しい問題が生ずる。地面は硬いかもしれないし、またその硬さが大きく変化していることもありうる(もし柔らかい場合、建物の支持力が減るから、より深く打ち込む必要があるだろう)。深く打ち込むことが要求されるのは、地震や波に起因する横負荷に対して建物を支えるのに必要だからである。杭の直径は建物を支えるのに大きくなければならない。杭は地震時の垂直負荷を支えるために鈍くないといけない。もし鋭い杭を使うとしたら、もっと深く打ち込むことが要求される(深さが大きくなると、支持力も大きくなる)。より深く打ち込むことは、より速く打ち込むという当初の利得を打ち負かせてしまう！

このような反論が、十分なところまでノブを回すことを人々に止めさせる。ほとんどの人はノブを途中まで回して、そこで妥協しようとする。不幸なことに、妥協は必ずリスクを伴い、問題の解決を先送りする。この窮地を脱する道はただ一つである。「**主たる問題を解決するのに十分なだけノブを回しきらねばならない**」。(この結果として生ずる問題を無視するのではなく、それを使って明瞭な矛盾を形成し、その矛盾を後で解決するのである)。

われわれは自然に、いくつかのノブは熱心に回すが、他のノブを回すのは好まない。この傾向が可能な解決策の範囲を限定する。さまざまなタイプのノブを以下に詳しく見ていこう(次のページのイラストを参照)。

第一のタイプのノブは容易に回せるものである。例えば、より大きな杭打ち機を考えることができる。杭が掘り進まないなら、われわれは満足できるまで杭打ち機のパワーを上げることができる。この解決策は、弱いパワーの機械から始めた場合は有効である。

第二のタイプのノブは、それを回してもほとんど影響をもたないものである。杭には打込み速度にほとんど/まったく影響を持たないノブまたは属性が多数ある。例えば、杭の色や温度がそうである。

第三のタイプのノブは、通常、われわれが制御できる設計特性である。主たる問題を解決しようとしてこのノブを回すと、何か他の面が悪化する。いままでの例では、杭の鋭さと直径がある。これらを設計で制御できるが、他の要件がノブの設定を変えないように指示する。

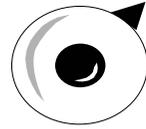
第四の種類のノブは、限定された「特性値(flavor)」を伴って現れるものである。ほとんどの人はこの種類のノブをまったく回そうとしない。顧客要求または自然状況に起因して、オブジェクトが一定の特性値を持つことが要求されることがある。このよい例は、われわれが杭を打ち込もうとしている地面の硬さである。

最後のタイプのノブは、結果ノブである。これは各等式におけるY(「従属変数」)である。実のところ、われわれはすべてのXとその設定に関係なく、YはOKであるという。杭打ち機の問題の場合、Yは打込み速度である。打込み速度は、生産性を上げるには速くしなければならないが、すべての入力が変わらないままだろうから遅くしなければならない。

最後の3種のノブ、「何かが悪化する」ノブ、「一つの特性値」のノブ、そして「結果」ノブは、最も回しそうでないものであるが、それらのノブを回すと、常套的でないが非常に満足できる解決策を見つけられることがしばしばある。「原因-結果ダイアグラムの中のすべてのノブを回してみるべきこと」を覚えておこう。

本ステップの出力は、(ノブが容易に回せる場合)解決策であるか、または矛盾である。例に戻って、ノブの一つ、杭の鋭さ、を選んでみよう。そして、「もっと速く打ち込むために、杭は極めて鋭くないといけない」と主張しよう。こうしてわれわれは矛盾を形成する。「**打込みを速くするには、杭は鋭いことが必要。十分な支持をするには、杭は鈍いことが必要。**」(これが不可能に見えることを心配しないでよい。われわれはこの矛盾を、次のステップで克服し解決するだろう。)

ノブの5つのタイプ



(1) 容易に回せる

(自由に制御でき、他の何も悪化しない)

(2) 効果がほとんどない

(このノブを全領域で回してもほとんど影響がない)

(3) 他の何かが悪化する

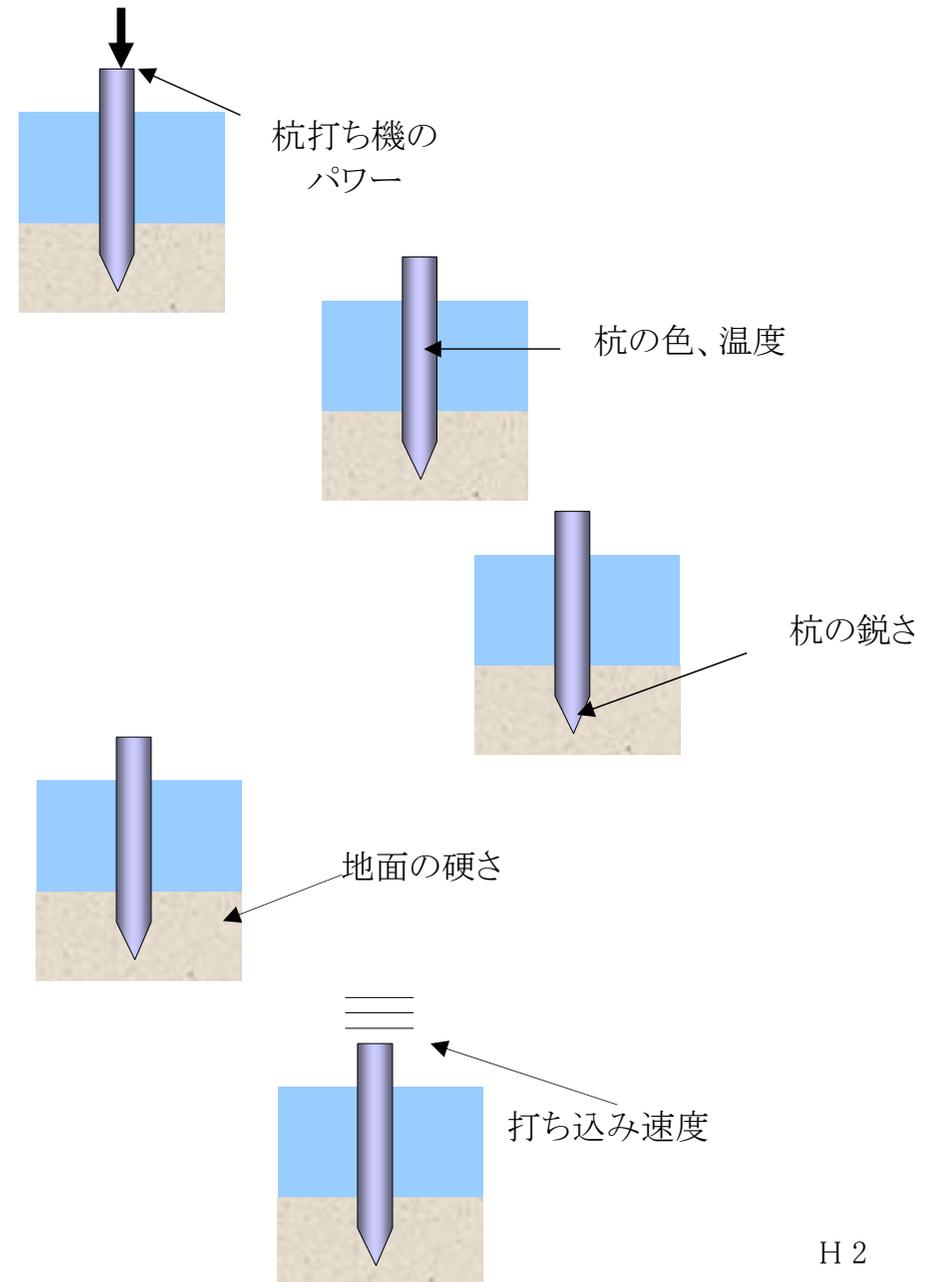
(このノブを回すと他の何かが悪化する)

(4) 一つの特性値または設定

(このノブは回せない。これはただ一つの設定を持つか、あるいは設定が極めて可変的である)

(5) 結果

(このノブは回せない。
このノブは他のノブの設定に依存する)



簡易版

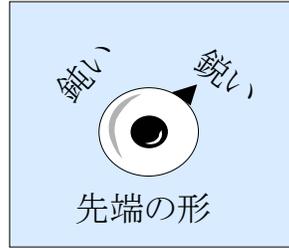
問題を
解決するために
ノブを回せ
— 矛盾を
生成せよ

問題を解決するノブ
を取り上げよ



- ・ 主問題を完全に解決するノブだけを回せ。

問題を解決するために
ノブを目いっぱい回せ



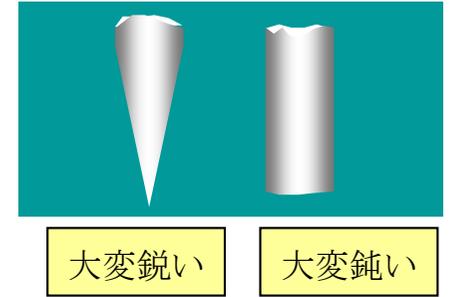
- ・ 永続的な結果を与えるのに十分なほどに目いっぱいノブを回せ。
- ・ 問題が発生したり、ノブが回せないといった事実を一時的に無視せよ。

解決策の表を
参照せよ

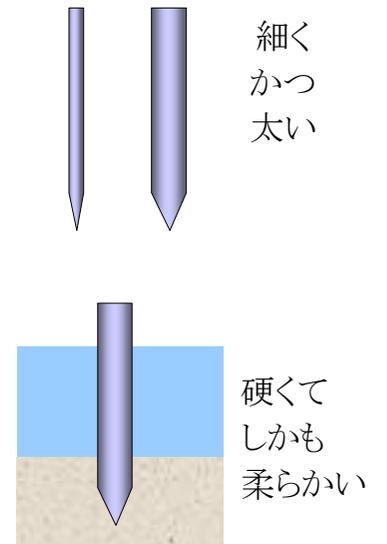
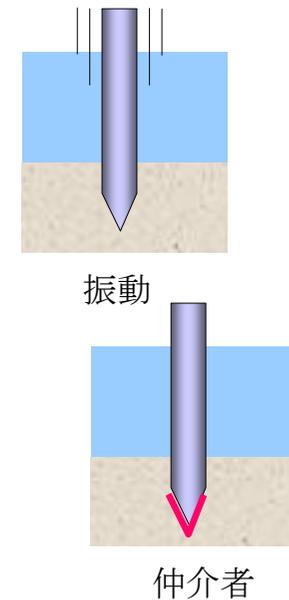
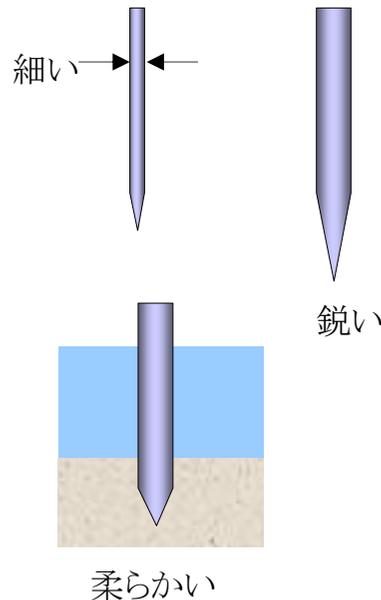
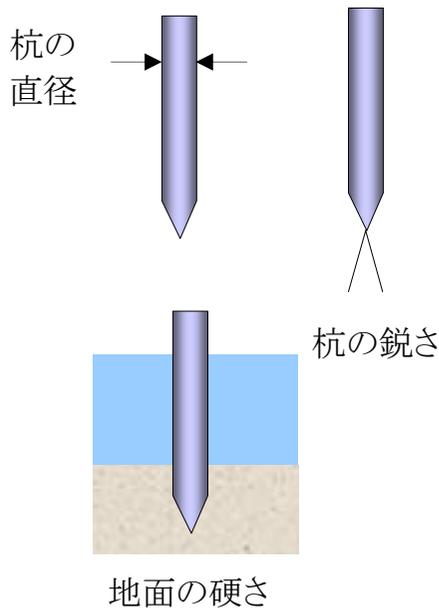


- ・ ノブを回す可能性のいくつかを見落としているかもしれない。解決策の一覧表(次ページ)を参照して追加のアイデアを得よ。

矛盾を形成せよ

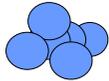


- ・ 相互作用のゾーンを両方の場合について描け。最も理想的か極端な条件でそれを描け。
- ・ 矛盾を短形式で形成せよ。



解決策 (極端にまで ノブを回す)

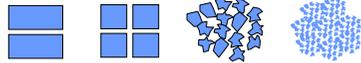
要素を複数化



- ・元の要素の数を多数にする
- ・要素のサイズを縮小する
- ・要素を結合するまたは相互作用させる

[発明原理]

1 分割



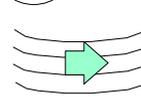
- ・独立した部分に - 分離・組立可能

4 非対称性



- すでに非対称なら
- 非対称性を増せ

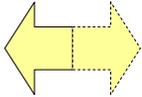
12 場の勾配を避けよ



[等ポテンシャル]

- ・持ち上げることを避けよ
- ・「場」の中で横方向に動け

13 逆に行なえ [逆発想]



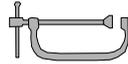
- ・部分を上下逆さまにする
- ・反対の作用を使え
- ・動く部分を静止状態にする

14 曲面



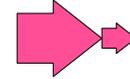
- ・曲線の形 - 直線でない
- ・ローラ、ボール
- ・回転運動 - 直線運動でない

15 調節可能にする [ダイナミック性]



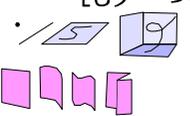
- ・操作の各段階に応じて調節可能にする
- ・操作条件に応じて調節する
- ・動かないオブジェクトを動けるようにする
- ・柔軟にする

16 過剰に実行する [アバウトの原理]



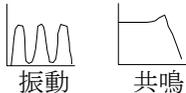
- ・それから後で調整する

17 新しい次元に移行する [もう一つの次元]



- ・物を尖らせよ
- ・他の面を使え
- ・線から平面、そして3次元の運動へ
- ・多重レベルに行け

18 機械的振動



- ・振動を導入せよ
- ・周波数を増せ
- ・共鳴を使え

19 周期的作用



- ・連続から周期性へ
- ・周期を変えよ
- ・間(休止)の活用

20 作用の連続性



- ・往復運動を回転運動に置き換えよ
- ・空運転をなくす
- ・すべての部分が常時働く

21 高速実行



- ・危険なまたは害のある作用を高速で実行する

24 仲介者を使う [仲介]



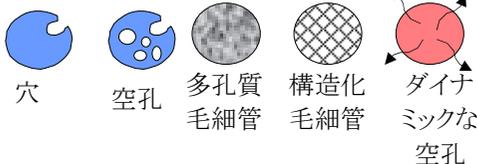
- ・仲介者とは相互作用する二つの部分をミックスしたもの。

30 薄膜の利用

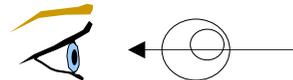


- ・硬い構造物を柔軟な膜で置き換える
- ・薄膜でオブジェクトを区切る
- ・泡を使う

31 空孔と毛細管構造 [多孔質材料]

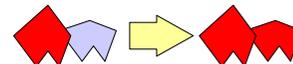


32 色を変える



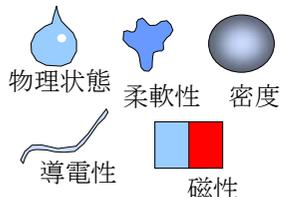
- ・半透明にする
- ・新しい色
- ・色を塗る

33 均質性



- ・相互作用する物を同じ物質で作れ。
- ・少なくとも特性を調和させよ。

35 全体の性質を変えよ [パラメータの変更]



36 相変化



- ・臨界点付近で動作させる

38 酸化の加速 [高濃度酸素利用]



- ・段階的に強く活性化された酸素を用いよ
- 周りの空気を、酸素を増した空気へ、酸素そのものへ、イオン化された酸素へ、オゾンへ、活性な酸素原子へ。

39 不活性物質



[不活性雰囲気利用]

- ・不活性ガスを導入せよ。
- ・不活性物質を導入せよ
- ・真空を利用せよ。