



90分で分かる ビジネスパーソンのための認知科学② 問題解決のしくみ

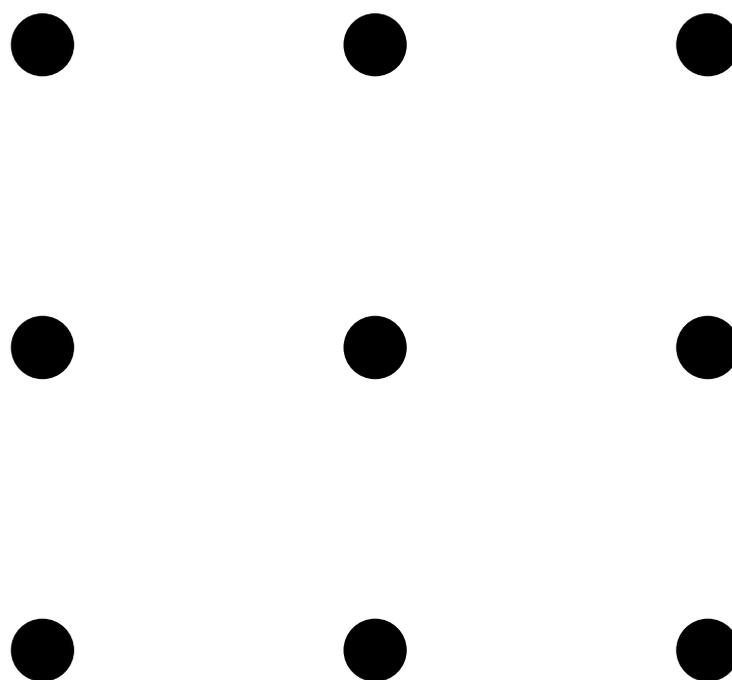
有限会社ローク・インターナショナル代表取締役
東京大学・お茶の水女子大学・青山学院大学・日本大学講師
羽山 博

hiros-h@rogue.co.jp



簡単な問題から(考えてみてください)

- 以下のような9つの点がある



- 問題

- 一筆書きで、9つの点をすべて通るような直線(線分)を描いてみてください。ただし、線は4本まで(折れ曲がるのは4回まで)とします(ルーマルハート, 1979)。



問題解決とは

■ 問題

- **現在の状態と目的の状態**の乖離(かいり)

■ 問題解決

- 乖離をなくすこと

■ 私たちの関心

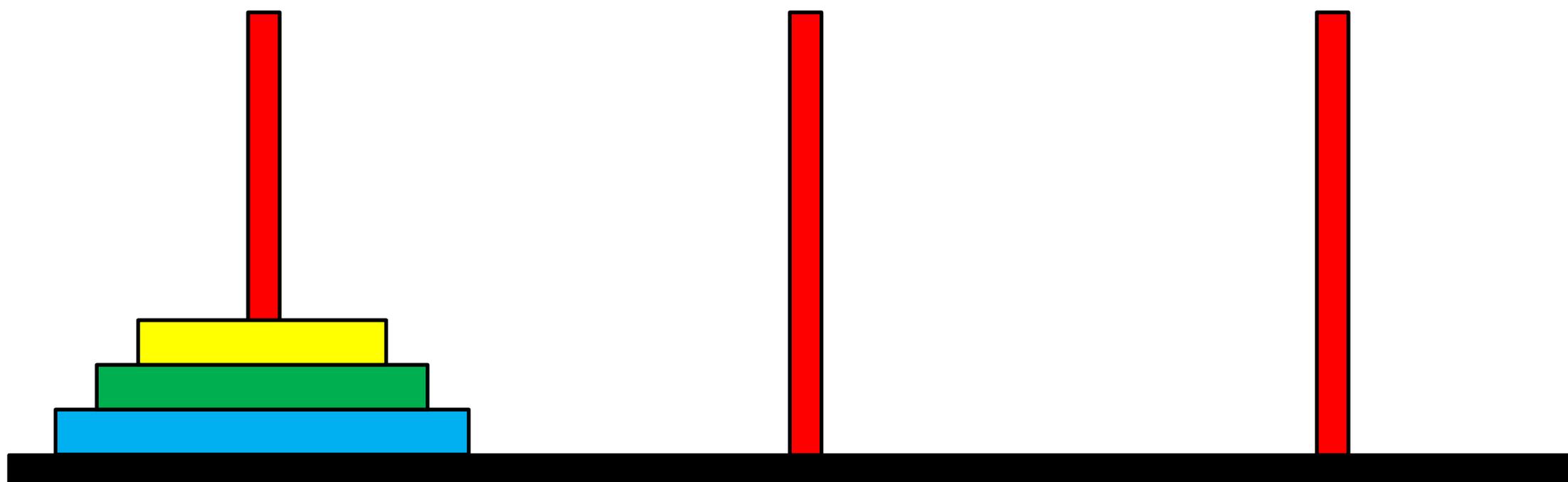
- 問題解決を**阻害**するものは
- 私たちどのようにして問題解決しているのか
- 問題解決の方法にはどのようなものがあるか

→ それらが分かれば、さまざまな問題を効率よく解決できる



問題解決の例～ハノイの塔

- 棒に刺さっている円盤を右端の棒に移動する



- ルール(制約)
 - 1回に1つの円盤を動かす
 - 大きな円盤の上に小さな円盤は置ける
 - 小さな円盤の上に大きな円盤は置けない



問題解決の例～ハノイの塔(続き)

- 現在の状態

- 左端の棒に円盤が下から大→小の順に刺さっている

- 目的の状態

- 右端の棒に円盤を下から大→小の形になるように移動する

- 制約

- 前のスライドに記した通り

→どうすればいい？



問題の表象

■ 三兄弟と帽子の問題

■ 三兄弟がいて帽子を持っている

- 長男は小さな帽子を持っている
- 二男は中ぐらいの帽子を持っている
- 三男は大きな帽子を持っている

■ 帽子を交換する

- 長男が大きな帽子、二男が中ぐらいの帽子、三男は小さな帽子を持つようにする

■ ルール

- 一度に1つしか移動できない
- すでに帽子を持っている人には、それより大きな帽子しか渡せない
- すでに帽子を持っている人には、それより小さな帽子は渡せない



問題解決を阻害するもの(1)

- 三兄弟と帽子の問題は難しい
 - そもそも問題の意味が分からないという人も多い
 - しかし、ハノイの塔と同じ構造
 - 問題の表象がうまくできないと解決できない**
 - 表象：(脳内)でどのように表されているか
 - では、どうすればいいか
 - 似たような易しい問題を探す
 - 異なる視点から問題を表す
- (あらかじめ、さまざまなストックを持っておく必要がある)



参考 問題の表象～異なる観点から

- 列車と鳥の問題(鈴木, 2016)
 - A町からB町まで200kmを時速50kmで走る列車がある
 - ある鳥が列車の先頭に止まっている
 - 列車が走り出すと同時にその鳥は時速80kmでB町に向かって飛ぶ
 - B町に到着するとやはり時速80kmで列車の方に戻ってくる
 - 列車に到着するとまたB町に向かって時速80kmで飛ぶ
 - 上を繰り返す
 - 列車がB町に到着するまでにその鳥が飛んだ距離の合計は何kmか



参考 問題の表象～同型問題に落とし込む

■ Number Scrabble



- カードを交互に1枚ずつ取り、合計が15になるカードを集めたら勝ち(例：8-2-6-7と取る→ $2+6+7=15$)
- どちらも15にならなかつたら引き分け
- このゲームの必勝法(少なくとも負けない方法)は？



問題解決を阻害するもの(2)

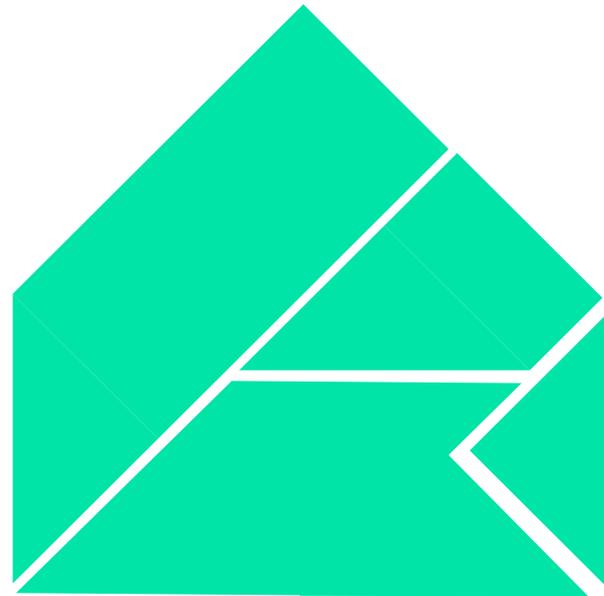
■ 制約

- ルールだけが制約ではない
- 9点問題の例では「よい形」が制約になっている
→一般的に言う「スキーマ」による制約
本来は制約ではないのにその中で考えてしまう



問題解決の例(やってみてください)

■ Tパズル



- 現在の状態
 - 4つのピースがホームベース型に組み合わされている
- 目的の状態
 - 4つのピースを**T**の形に組み合わせる
- ルール(制約)
 - ピースは裏返したり、回転させたりできる



Tパズルにおける制約

■ 2種類の制約

- 基準線に沿って(水平または垂直に)配置したくなる
- 組み合わせたときの形が「よい形」になるように配置したくなる



問題解決の例～水差しの問題

- 以下のa, b, cの水差しを使って目的の量の水を得るには(ルーメルハート, 1979)

問題	水差しの容量			得たい水の量
	a	b	c	
1	29	3	-	20
2	21	127	3	100
3	14	163	25	99
4	18	43	10	5
5	9	42	6	21
6	20	59	4	31
7	23	49	3	20
8	15	39	3	18

(解答例) 1 : aの水差しに水を入れ、そこからbの水差しに3回水を注ぐ

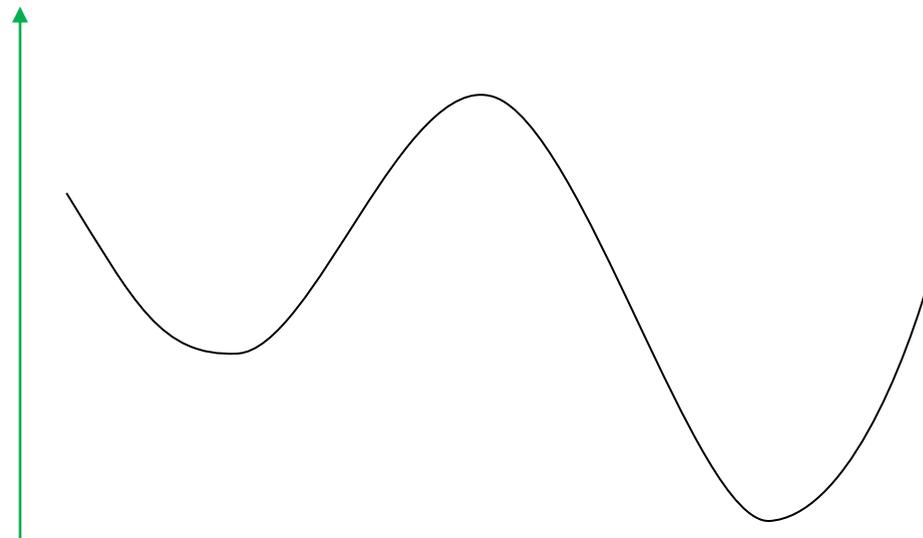
(解答例) 2 : bの水差しに水を入れ、そこからcの水差しに2回、aの水差しに1回水を注ぐ



問題解決を阻害するもの(3)

■ 固着

- 過去に成功した方法が逆に問題解決を阻害する
 - より効率的な方法があるのに気づかない・やらない
- 局所最適と全体最適



処理時間や誤差、
コストなど

(参考) アンラーニング



(参考) 二分法へのこだわり

私は、自分のとりうる立場を直線上に配し、両極端な立場に代わりうるのは両者の中間の立場しかないという概念図は、いかなるものであれ断固拒否する。それよりも実り多い見解を得るには、二分法の直線から離れねばならない場合が多い

－ スティーブン・J・グールド(2000)



問題解決を阻害するもの～まとめ

- 不十分な表象
 - 問題を正しく理解していない
- 制約
 - スキーマによる制約
- 固着
 - 以前のやりかたに固執する
- 未熟な方法
 - 道具・やり方の理解が足りない、使いこなせない
 - 素朴概念



問題解決の方法



問題解決の方法

■ アルゴリズム

- 正しいアルゴリズムであれば必ず答が得られる
- 総当たりなど組み合わせが多いと計算量爆発が起こる
 - 良いアルゴリズムの発見により計算量が減らせる(情報科学のお話なので割愛)

■ 試行錯誤

- とはいえ、まったくのでたらめでもなさそう
- ヒューリスティックス(経験則)：バイアスを含む



問題解決の方法～手段-目標分析

■ 手段-目標分析(Newell & Simon, 1972)

- 差異を解消する手段を探す

- その手段が使える状態をサブ目標とする

(例) ハノイの塔：いちばん大きな円盤を右端に移動

(例) ルービックキューブ：まず、1面を揃える

- プログラミングで「分割統治」と呼ばれる方法にも通じる

(例) 画像をグレースケール化する：まず、1つの点の [r, g, b] の値、0(黒)～255(白)の値に変換することを考える

(参考)NTSC系加重平均法： $0.298912r + 0.586611g + 0.114478b$

→次に、画像のすべての点に適用する



問題解決の方法～類推による問題解決

■ 放射線問題

- あなたは、胃に悪性腫瘍ができた患者を担当した医師だとしよう。
- 患者を手術することはできないが、腫瘍を破壊しないと患者は死んでしまう。
- ここに腫瘍を破壊することのできる放射線の一種がある。
- 放射線が一度に十分な強度で腫瘍に到達すれば、腫瘍は破壊される。
- しかしながら、その強度では放射線が腫瘍に到達するまでに通過する健康な細胞組織も破壊されてしまう。
- それより低い強度では放射線は健康な細胞組織に対しては無害だが、腫瘍にも効果はない。
- 放射線で腫瘍を破壊すると同時に、健康な細胞組織を破壊から守るためにはどのような方法が使えるだろうか。



問題解決の方法～類推による問題解決

■ ヒントとなる問題

- 独裁者の要塞があり、そこには放射状に多くの細い道が通じており、それらの道には地雷がしかけられている。
- その地雷は少数の人間ならば安全だが大勢の人間が通ると爆発する。
- しかし、一度に大軍で責めれば要塞を攻撃できる。
- 要塞を攻め落とすためにとるべき戦略は何であろうか。

■ ヒントになると教示した群vs教示しない群

- 正解率70%vs30%
→ **単に知識があるだけでは問題を解決できない** (Gick, M. L. & Holyoak, K. J., 1983)



日常(ビジネス)における問題解決

- 精神論(心構え)だけでなく方法論(やり方)を
 - 特別な能力がなくてもできる方法論のほうがよい
 - チームで方法論を統一しておく
 - 目標・目的が同じでも、各メンバーの考えている方法論が異なるとプロジェクトが上手くいかなくなりがち
 - 確立された手法があればいいが、そうでない業務も多い

(参考) 教訓帰納(市川, 2013)

- 失敗から学ぶ
- メタな視点を持つ



参考 問題構造化

- ブレーンストーミングなどの進め方についてのヒント
 - クリエイティブな活動なのか問題解決のための活動なのか
 - 前者なら自由にアイデア出しをするのはよいこと
 - 後者なら……以下、**1つの方法論**
 - 問題をポストイットなどにできるだけたくさん書く
 - 1つの紙には1つの文を書く
 - 「AだからBとなっている」→「Aである」と「Bである」に分けて書く
 - 読み合わせをする→似たような問題はまとめて見出しを付ける
 - 見出しレベルで構造化する



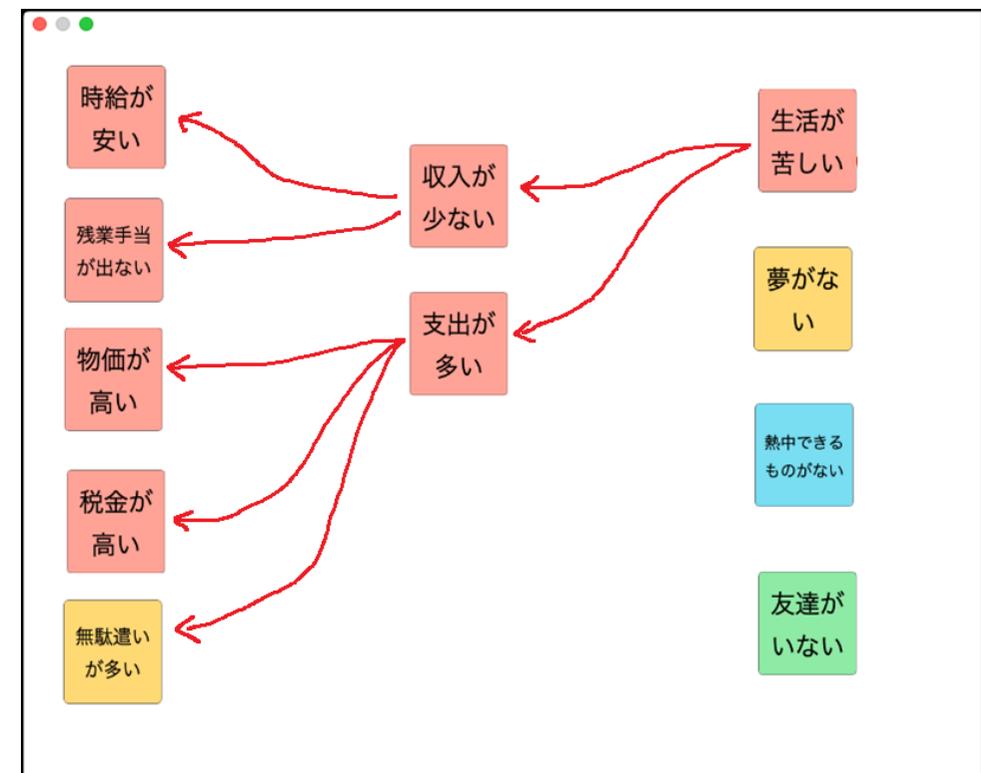
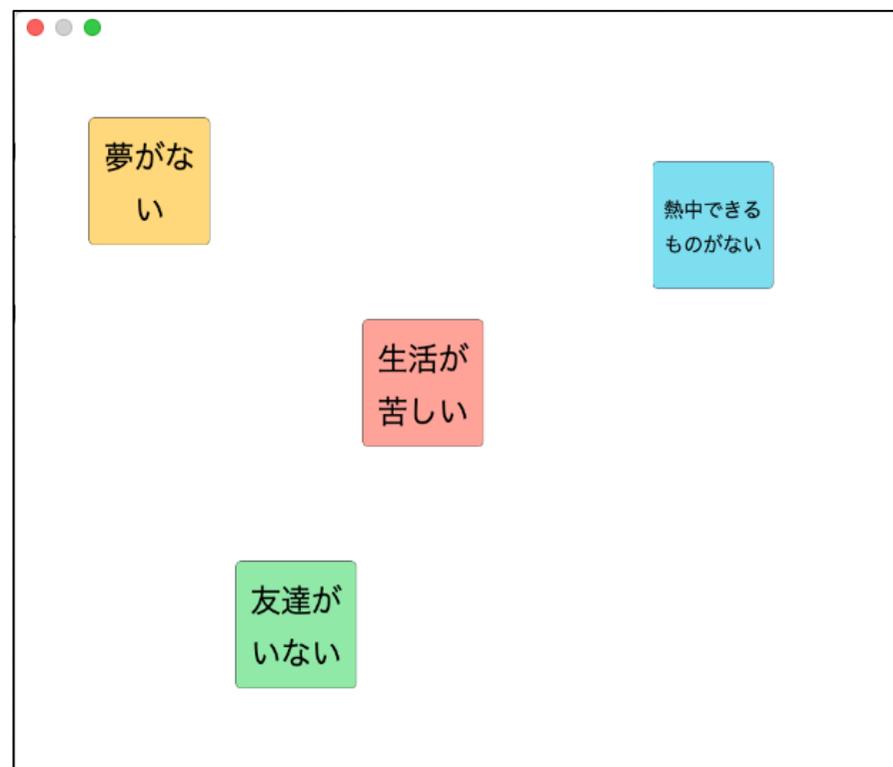
参考 問題構造化の例

- あまり意味のない例ですが手順のみ

どんどんカードを書いていく

持ち寄って構造化する

→ 結果的なものを右に、原因的なものを左に



その問題を解決すれば、問題の多くは解決するはず

クリティカルパスを引く

→ 最も重要だと思われる流れを太い線で描く



参考 原因溯及と改善アイデア出し

- クリティカルパスの左端にある問題について
 - その原因を考え得る限り洗い出す
 - 同じ手順で進める
 - 直接的な原因を右に、それを引き起こしている原因を左に書く
 - クリティカルパスを引く→その原因をつぶせば問題の多くは解決するはず
- クリティカルパスの左端にある原因について
 - 改善アイデアをたくさん出す
 - 同じ手順で進める→クリティカルパスの左端にあるアイデアを採用する

お疲れさまでした
ご質問があればどうぞ





文献

- Gick, M. L. & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology* 15, 1-38
- Newell, A. & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall.
- 市川伸一(2013). 勉強法の科学 岩波科学ライブラリー
- 鈴木宏昭(2016). 教養としての認知科学 東京大学出版会
- スティーヴン・ジェイ・グールド 渡辺政隆(訳) (2000). ハヤカワ文庫
- デーヴィッド・ルーメルハート 御領謙(訳) (1979). 人間の情報処理—新しい認知心理学へのいざない サイエンス社