

資料👉 <https://toiee.jp/ldf/>

生命科学学的視点による ラーニングの本質と アクティブ ラーニングへの 応用

ともに学び、ともに成長する
by toiee Lab

【視聴メインの講義形式です】

🗣️ ビデオ、音声オフで
気軽にご参加ください

チャットで質問、交流しながら
進めていきます！



今日のテーマ

- ラーニング・デザイン & ファシリテーションという新しい教育方法を知って
- ワクワクしてもらおうこと！



参加方法

- 💬 コメントで質問、交流
- ✨ 楽しんで、気づきや感想を！
- ※ ポジティブに便乗 🙌🙌🙌



変な授業やってみました

誰が先生か分からない
・・・だけでなく

実は、
写真のプロはいない



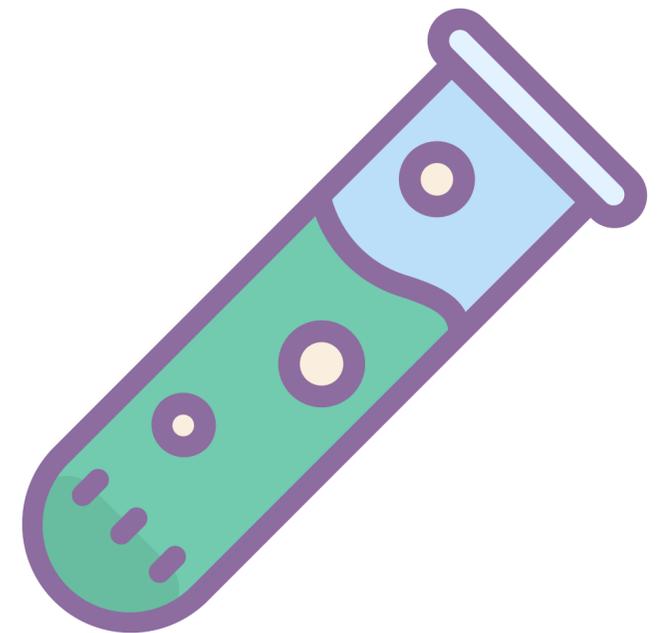
変わっているところ

- その道の専門家（先生）が、いない 
- 90%以上は、生徒が喋る
- 先生（ファシリテーター）は、ワークのやり方を説明
- どんな結果になるかは、
毎回違う（集まったメンバー次第）
- 先生が「毎回、勉強に」なる



たくさんの実験

- 初テーマのファシリテーションで、どんな結果になるか？
- 様々な分野（IT、プログラミング、文章、コンセプト作り、読書術、写真）
- 様々なレベルの人を、ごちゃ混ぜ（プロと素人が一緒に）
- 同じ授業を3回受けてみる



体系化

- どんな分野でも、安定して、「変な授業」が設計できる
- どんな授業でも、安定して「ファシリテーション」ができる

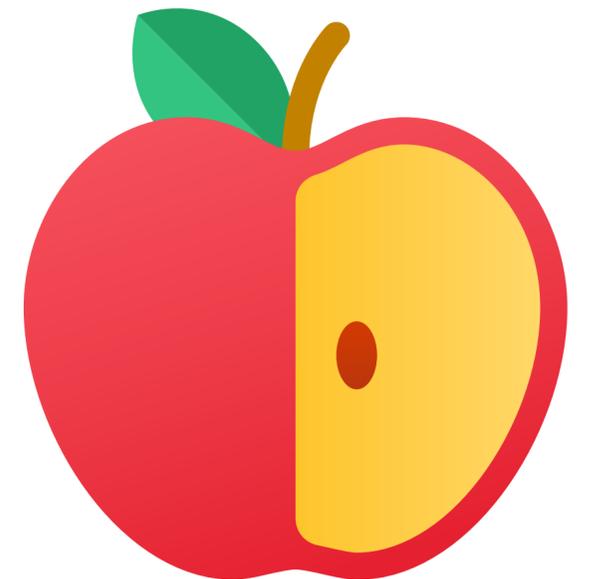
- 学習とは何か？ . . . 新しい科学パラダイムで定義
- 良い学習とは何か？ . . . 定義する
- どうすれば？ . . . ラーニング分析 → デザイン → ファシリテーション

大学の研究室で
発見したもの



小学生の頃からの疑問

- 家庭科 . . . りんごを放置すると、どうなる？ (▲酸化、🍷茶色くなる)
- オツベルと象の解釈 . . . 宮沢賢治の他の著作から考えれば (嫌な顔)
- 成績が「中の下」と言われる . . . マンモス塾で、トップから二番目
- 大学に入って、自分で調べて学んだ方が面白いし、学べる
- 研究室は、めっちゃ面白い！！！！
- 研究は、めっちゃ面白い、勉強になる



トドメの発見

- 研究室に入って
 - 誰もプログラミングできない（そのまま卒業）
 - 2年間で学んだことよりも、たった一年で深く、広く、本質的
- 研究という構造（研究は新しいことをする）
 - 先生も、何が正しいか分からない（教えられない）
 - それなのに、みんな学習できている

自己紹介

亀田 学広 (たかひろ)

- 人工知能の研究で、博士号を取得 (今流行りのNNから、GAなど)
- 主に「知性」を工学的に応用する方法について研究
- 人間の知性、生命の知性そのものに大きな興味が湧いた
- ソフトウェア開発会社を起業後、譲渡し、教育の会社を立ち上げ
- 一般向けに「変な授業」を提供し、先生むけに理論を提供
- 今は「オンライン」で実現中

人工知能研究から

- 生命、生態系、生物の「知性」の構造をコンピュータで実現
- 人間の脳、体を使う学習などを紐解く
- そこから考えると、現代の教育の方が「変？」と思い始めた

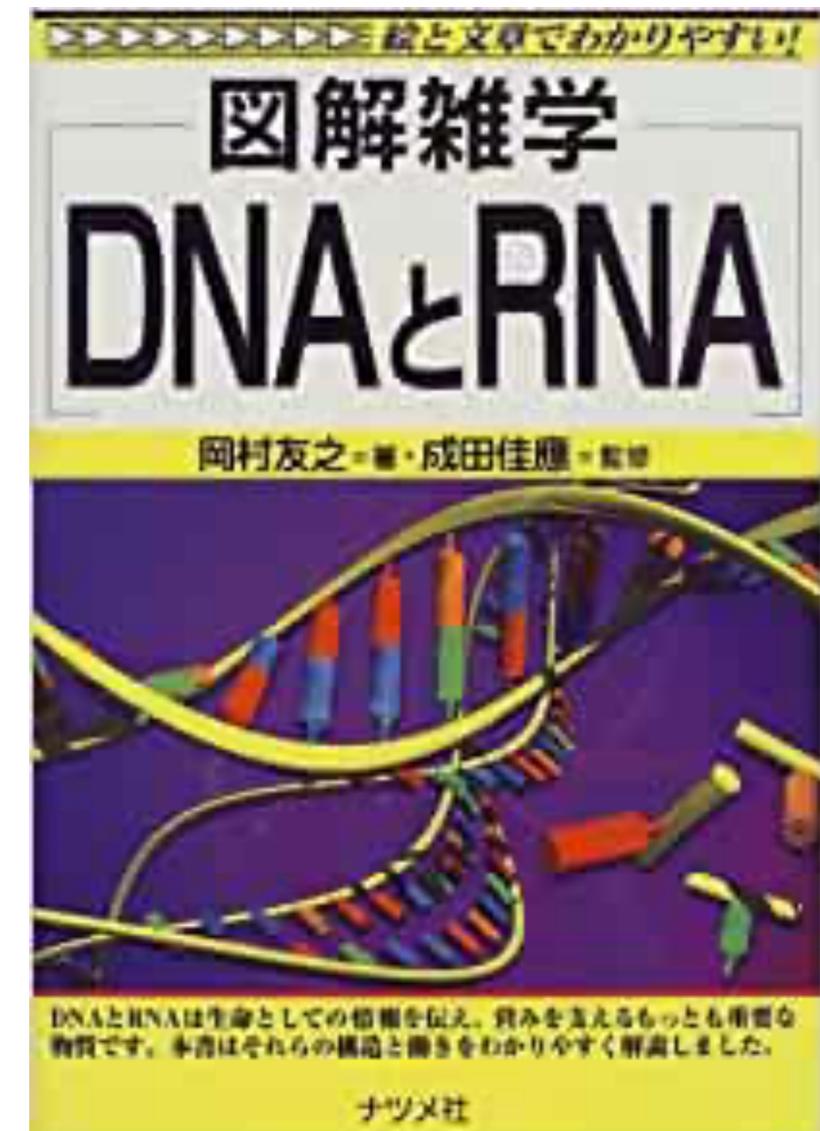
先生不要論



働く細胞

- 大人気？ アニメ
- 興味を持ったので、図解の本を渡す
- 夏休みイベントで、主催者が驚く
- 「高校で習うレベル全部わかっている」

- 私「えー！高校でやるの？」



既に起こった未来

- 学校を卒業した後も、ずっと学習し続ける必要がある社会（知識社会）
- 知識の変化、進歩、高度化、複雑化、統合は「止まることがない」
- プロ、その道の専門家から学べる（書籍、動画、オンラインコース、ウェビナー）
- プロダクトから専門知識が学べる（デザインを学びたければ、製品から）
- CAE まで登場

世の中の風潮（先進的な）

- 子供たちの学習の邪魔をするな！
- 無限の可能性があるのに、邪魔している

- 科学の世界では「発見型教育」と似ている発想だが、これは「ほぼ、何も生み出さない」ことが、わかっている

- 私たちがやってきたことは「意図して、ラーニングを引き起こす」こと

注意点

- 私たちが思う「ラーニング」は、多くの先生たちが思うことと違う
- 多くの親が望んでいることと違う
- 違うポイント
 - 結果をコントロールしない（どこまで行くかは、状況次第）
 - 線形ではない（非線形、見えない学力）
 - 具体的な知識よりも、プロセス、学び方の変化力を見る

Teaching to Learning



- Teaching to Learning (教えられるのではなく、学ぶ)
- Teach to Learning facilitation (教えるのではなく、学習をファシリテート)
- 少ないコンテンツで、多くの学びを
- 教えられた以上を、学べるようになる
- 学習者・中心 (比較しない)
- 個別対応だが、チームの力、多様性、違いが役立つ、協力する学習体験

未来の先生

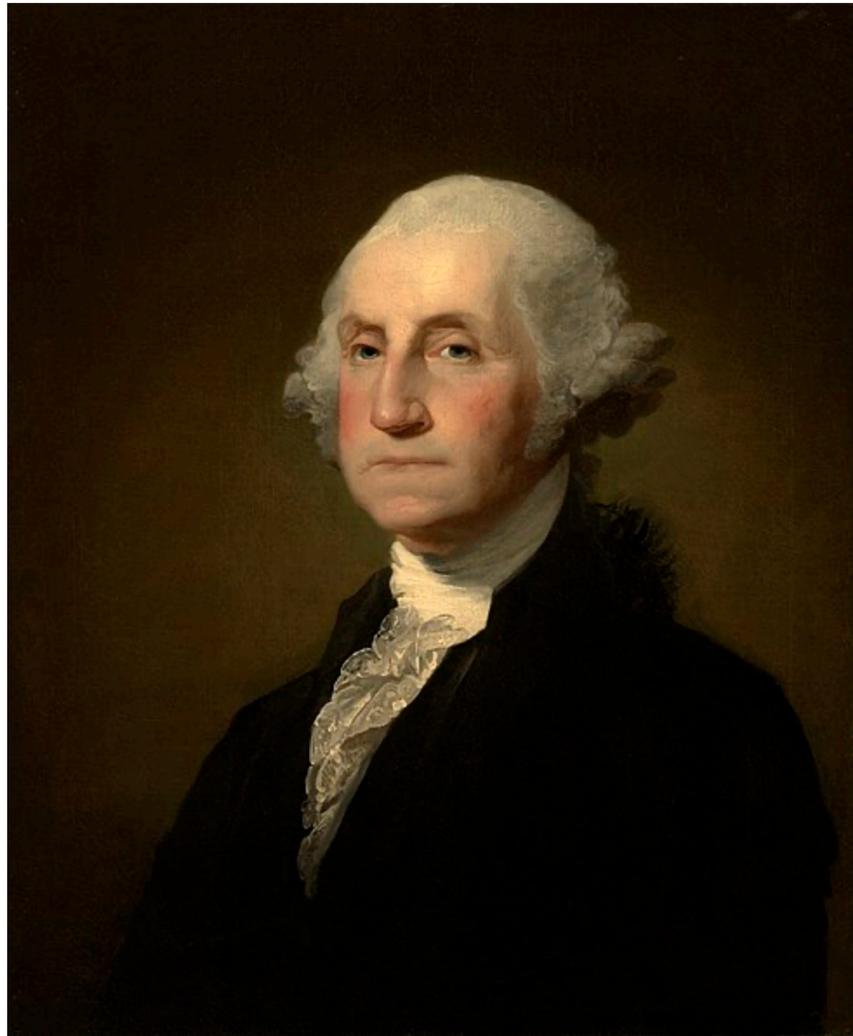
- 学習に関する「新しい」明快な定義を持っている
- 良い学習についての明快な定義を持っている
- 学習する対象の「分析」し（あるいは、分析結果を理解し）
- 学習をデザインし（究極は、ほぼ説明しない）
- 学習をファシリテーションし
- 思ってもいない結果を生成する

既に使えるものがある

- ニューサイエンス（システム思考、複雑系、適応システムなど）は、既に30年は経て、多くのことがわかっている
- 知識を分析する方法は、十分にわかっている
- 既に使える「パターン」や「ノウハウ」はある
- あとは、たくさんの事例を作り、共有し、高めていけるか？にかかっている

見える化？

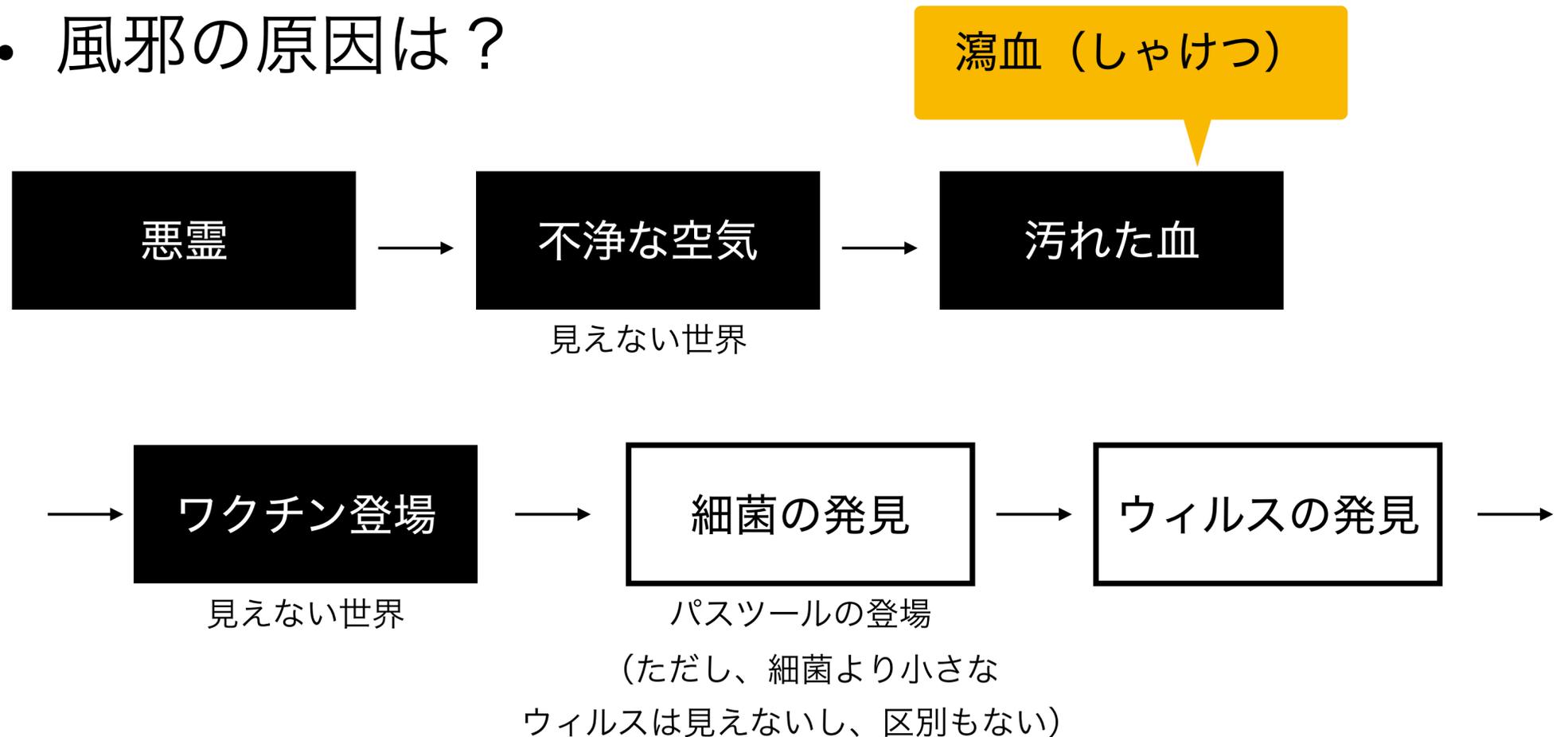




ジョージ・ワシントン
(アメリカ・初代大統領)

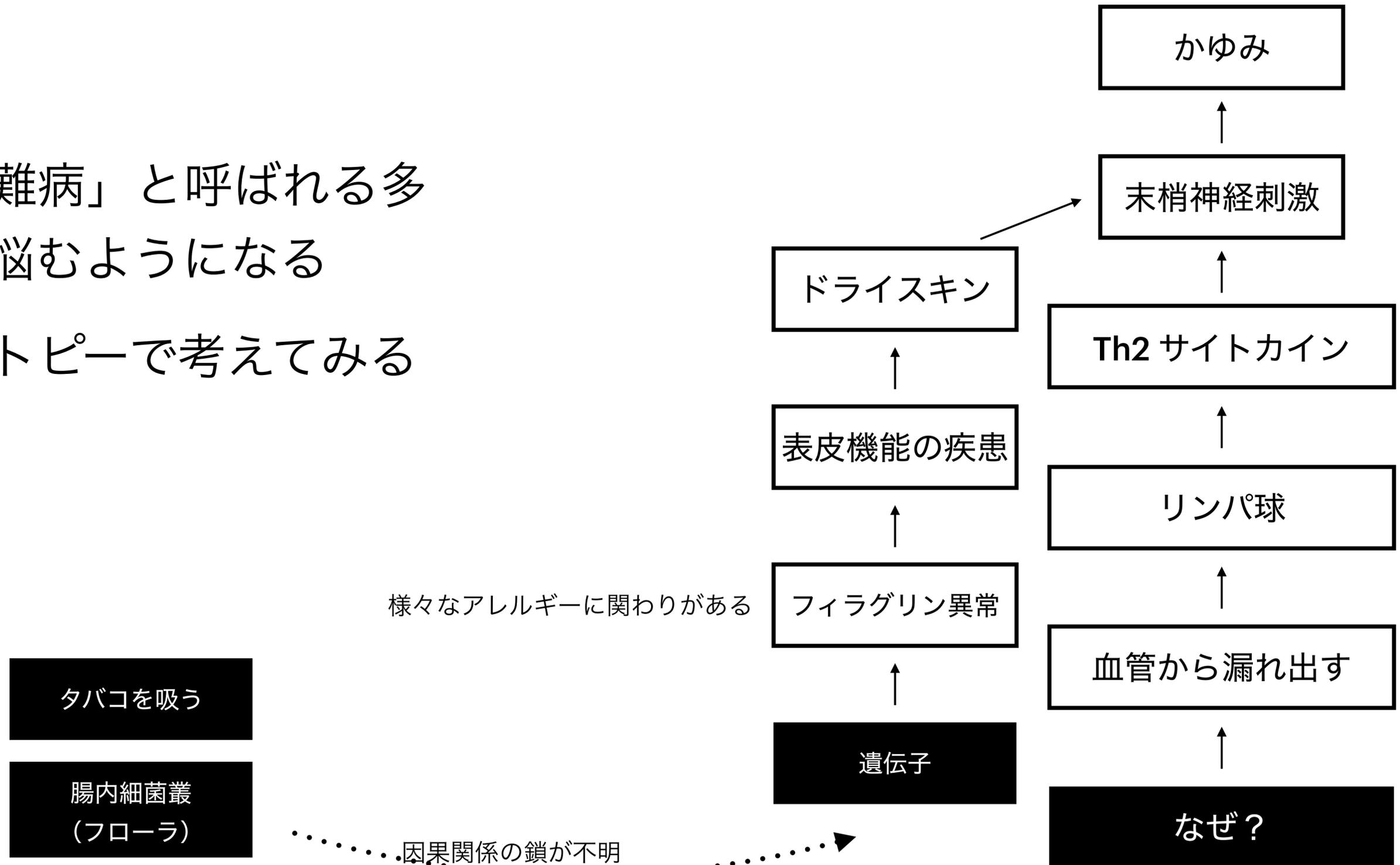
- 風邪（扁桃腺炎）をひいた時、瀉血（血を抜く治療）を行い大量失血のショック（と脱水症状）が死因とされている

- 風邪の原因は？



科学の転換期

- 人類は、「難病」と呼ばれる多くの病気に悩むようになる
- 例えば、アトピーで考えてみる



新しい科学の登場

- システム思考 . . . 相互作用とプロセスに注目する
- カオス . . . 複雑性の性質を知り、うまく付き合う
- 自己組織化 . . . 自然発生する秩序
- フィードバック制御システム、ヒューリスティクス
. . . 生体が持つ、知性が宿る場所
- 創発現象 . . . 制御はできない、コントロールはできないが新しい機能を発現（発達に近い）

一昔前、ニューサイエンスと呼ばれていた分野を使って、学習を捉えよう！

学習とは何か？

未知への欲



ホラー映画あるある

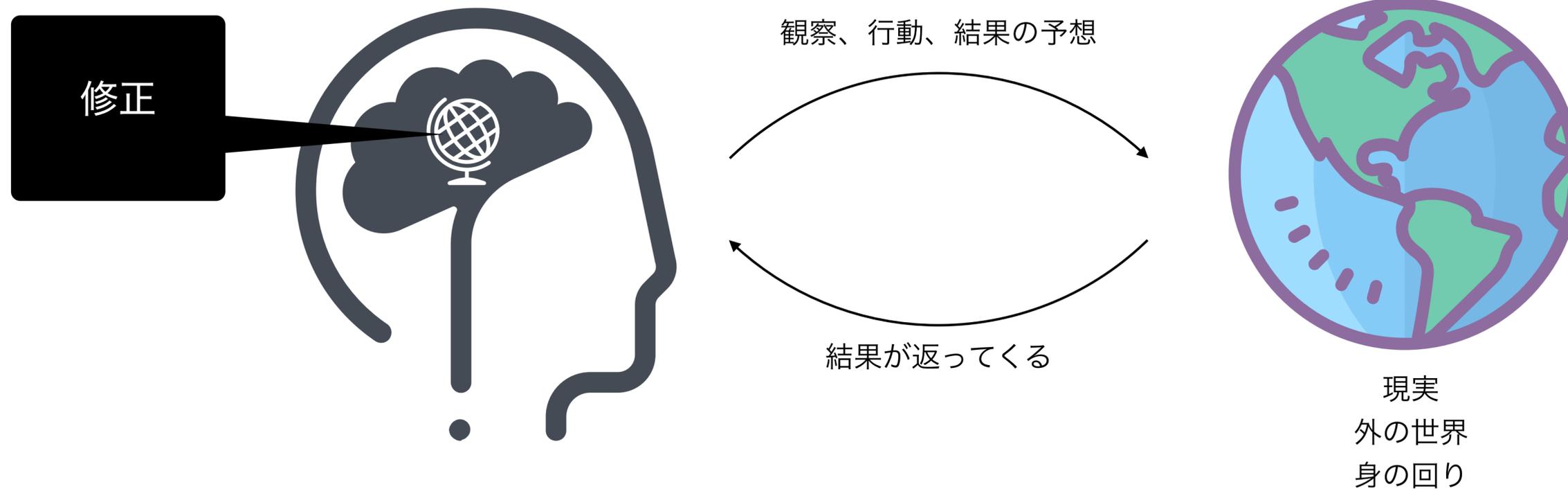
- 奇妙な音がした・・・
何かが見えた
- やめておけばいいのに、、、
- 見に行ったら、※※※※※ (キャー)
- なぜ、そんなことをするのか？



人間の脳を大雑把に捉える

※ 高次の役割

- 自分の周りの世界の「予想通り」となるように、脳内の世界の模型（メンタルモデル）を修正し続けている



不安、わかった

- 感情の役割 . . . 複雑な脳内の処理結果を「わかりやすく」伝える
- 「わかった！」 . . . 予想通りになっているよ（私が観測する範囲では）
- 「不安」 . . . 予想通りにならない、予想が立ってない
- 「好奇心」 . . . 修正できそう！ 修正したい！

再び、ホラー映画

- こんなお化け屋敷や嫌だ・・・
- 入る前に、どんな脅かし方があるかレクチャー
- 心理学的なテクニックを教えてくれる
- さらに、館内マップを渡され、仕掛けを説明
- 仕掛けが動く前に、簡単なサインが出る



なぜ、人間は驚かされたいのか？

「問う」とは何か？

- 門（扉）の前で、口を開いて道を尋ねる . . . 正解！ではなく、、、
- システムとして考えてみよう

- 予想外を「自ら能動的に作り出す行為」
- 遊びとは？
- サプライズを仕掛けられて嬉しいとは？

未知に出会い、解決したときの安堵感(プライミング)？
少しずつわかること（安心の小出しの報酬）？

良い学習とアクティブラーニング

- 受動的とは、世界から勝手に押し付けられた「予想外」に対応すること
- 能動的とは、自ら進んで「予想外」を作り出し、世界を広げていくこと
(メンタルモデルの再構築)
- 「問うという構造」を使うことは、アクティブラーニングには欠かせない
- ※ 構造であって、質問すること自体ではない

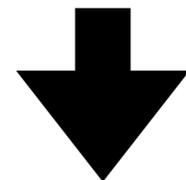
How to

- 質問ブレストをする たくさん自由に質問を出す
- 質問の変換をする オープン ↔ クローズ
- 順位付けをする トップ5でOK
- これらを他の人と見比べたりする

- 興味、関心がわく質問の作り方を洗練させ続けると良い

個人的に不思議に思うこと

- 「この問題、わかる人手をあげて！」 (ハイハイハイハイ・・・)
- 「手を挙げた子供を当てる」 (もし外したら次)
- なんのためだろうか？



- 学習を引き起こすには、「わからない人」を理解する

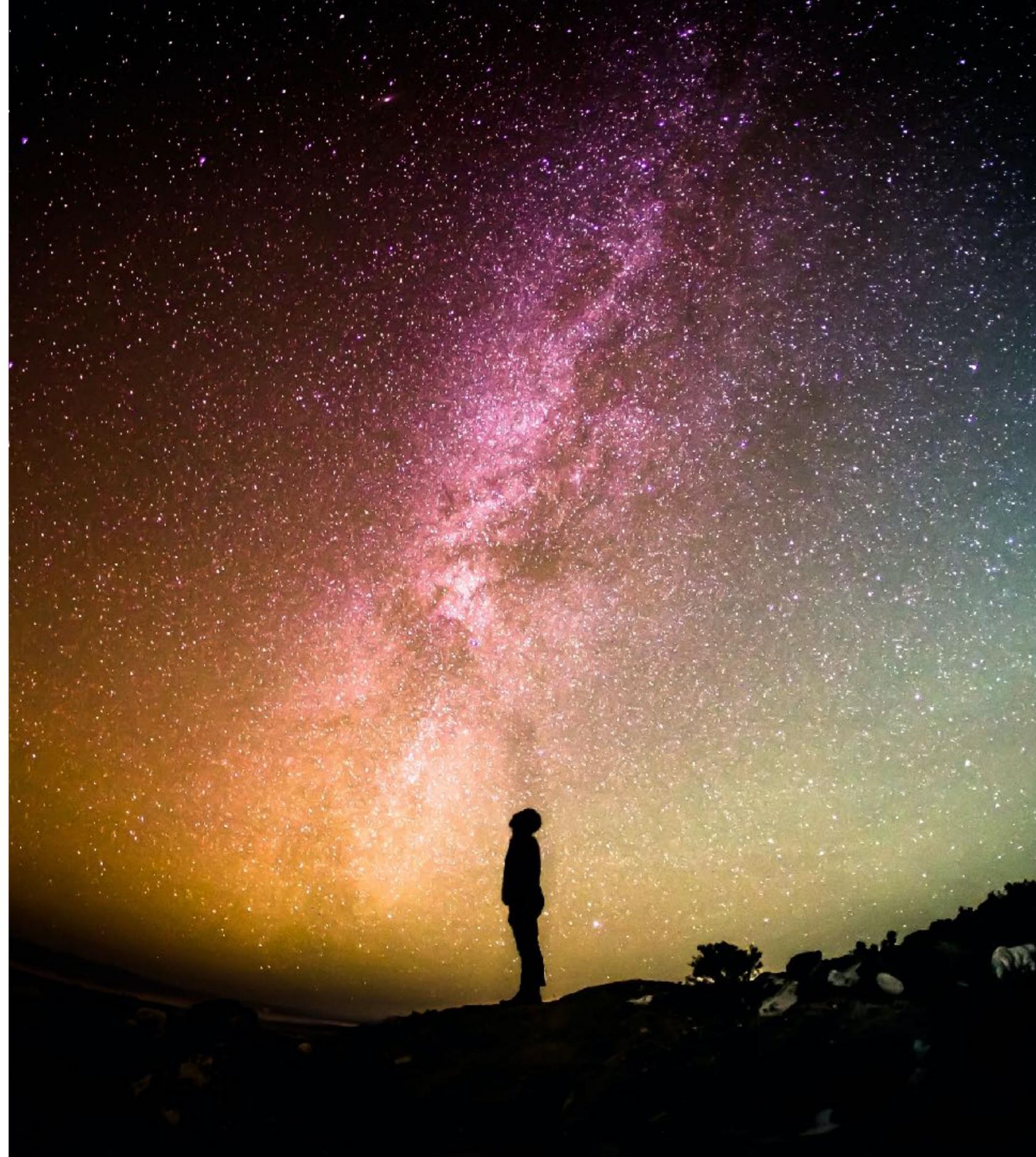
どうすれば、わかるようになるか？のプロセスを周りと共有する

周りが助けて、感謝し合えばいい

「分からない」を表明しやすい場
むしろ感謝される場
情けは人の為ならずができる場

学習とは何か？

メンタルモデルの再構築
の中身



フラクタル構造をしたフィードバック制御システムが集まって機能を発生させている状態

FILM2

- **Fractal** . . . フラクタル構造、自己組織化
- **Feedback** . . . フィードバック制御システム
- **Intentional** . . . 意図的
- **Lasting** . . . 永続的
- **Meaningful** . . . 意味、意義
- **Meta Inquire Learning** . . . メタ探究型学習

ポイント

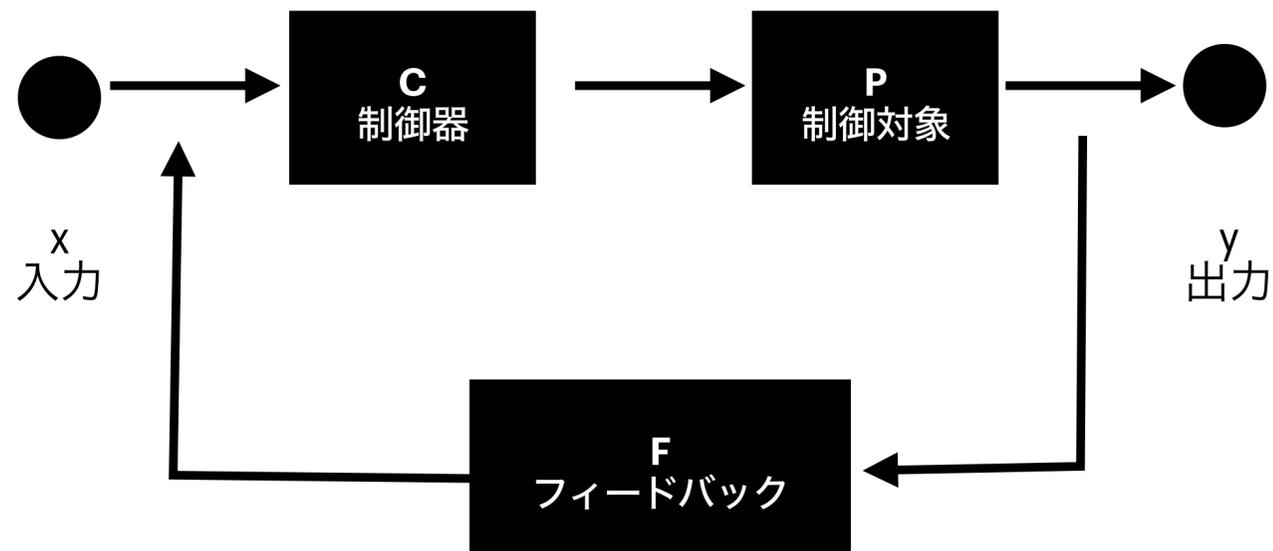
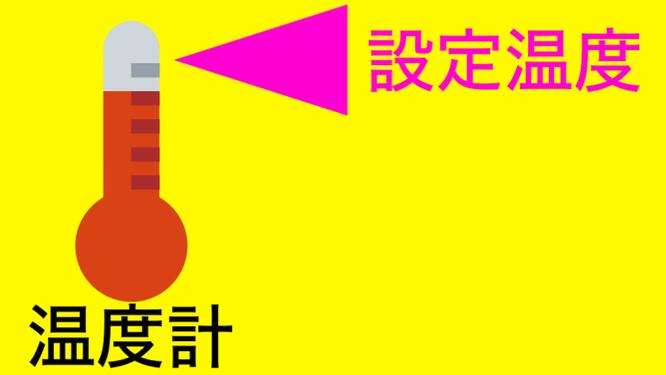
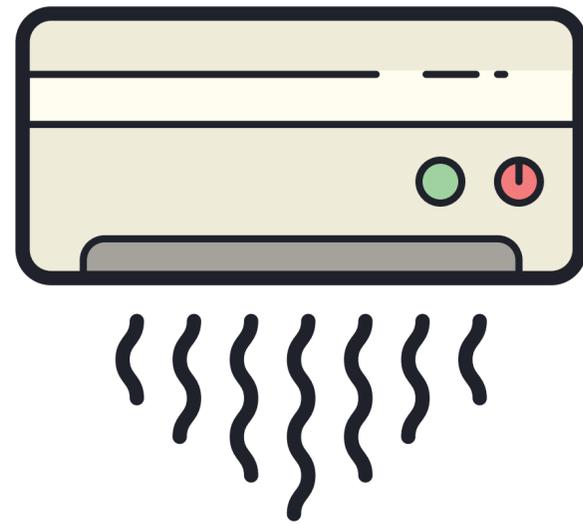
- フラクタル構造化した、フィードバックシステムという視点でいるんなことを分析し、FILM2視点を手に入れる
- あとは、それが活性化する、様々なアイデアを増やせばOK
- いろんなシーンで、あれこれ使っていると上達する

フラクタル構造とは？ 自己相似形

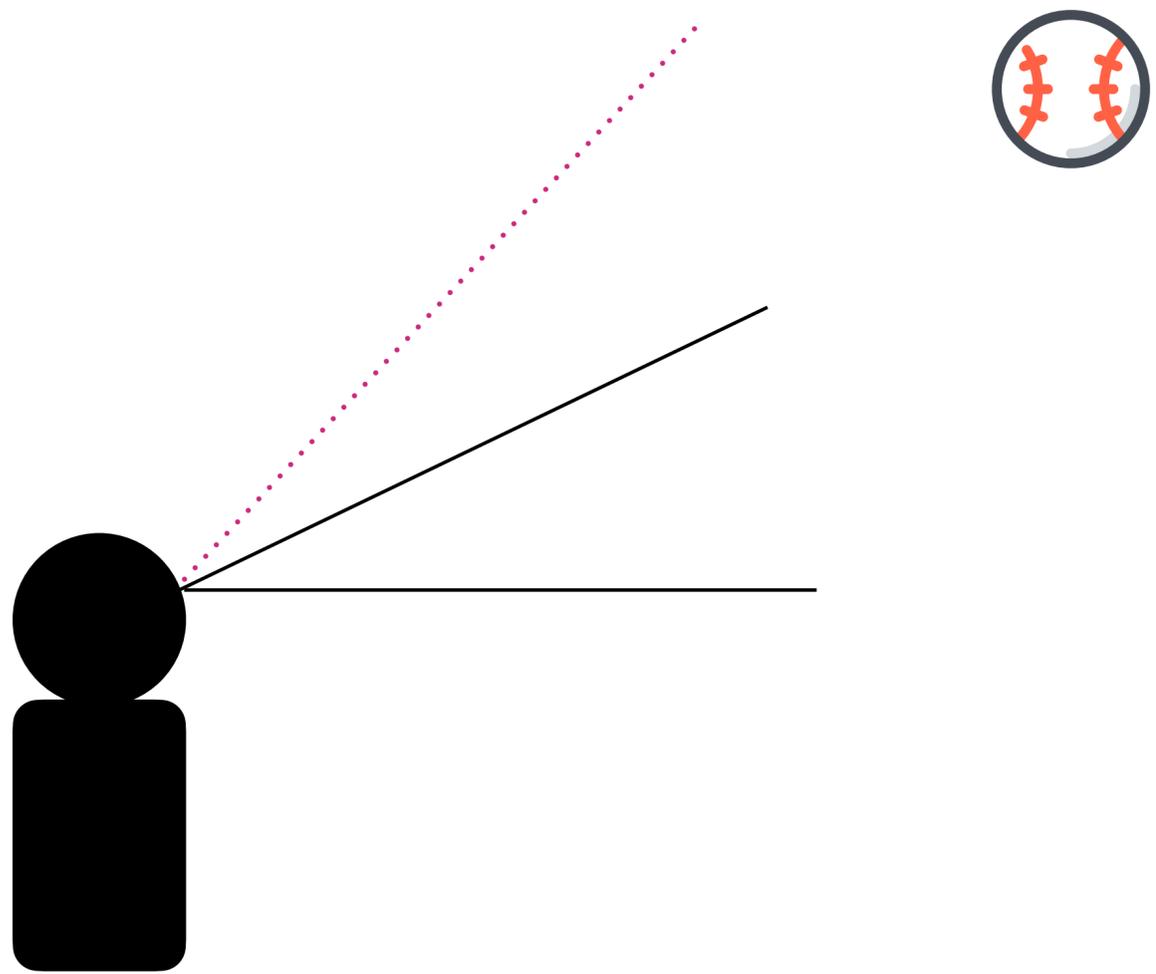


- 部分と全体の構造が「相似」
- 同じ構造が発展していく状態
- 自然界に多くみられる
- ※ ブロッコリーは、物理現象面
- 機能のフラクタル化は階層構造を産む

フィードバック制御システム

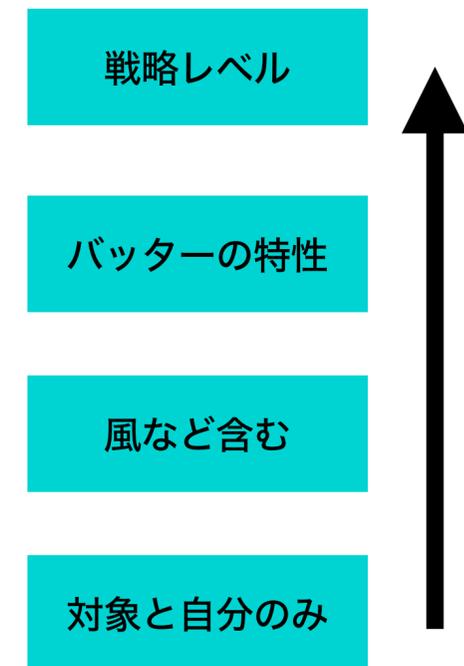


1. 温度計チェック
2. 設定温度チェック
3. 差分を測る
4. On / Off



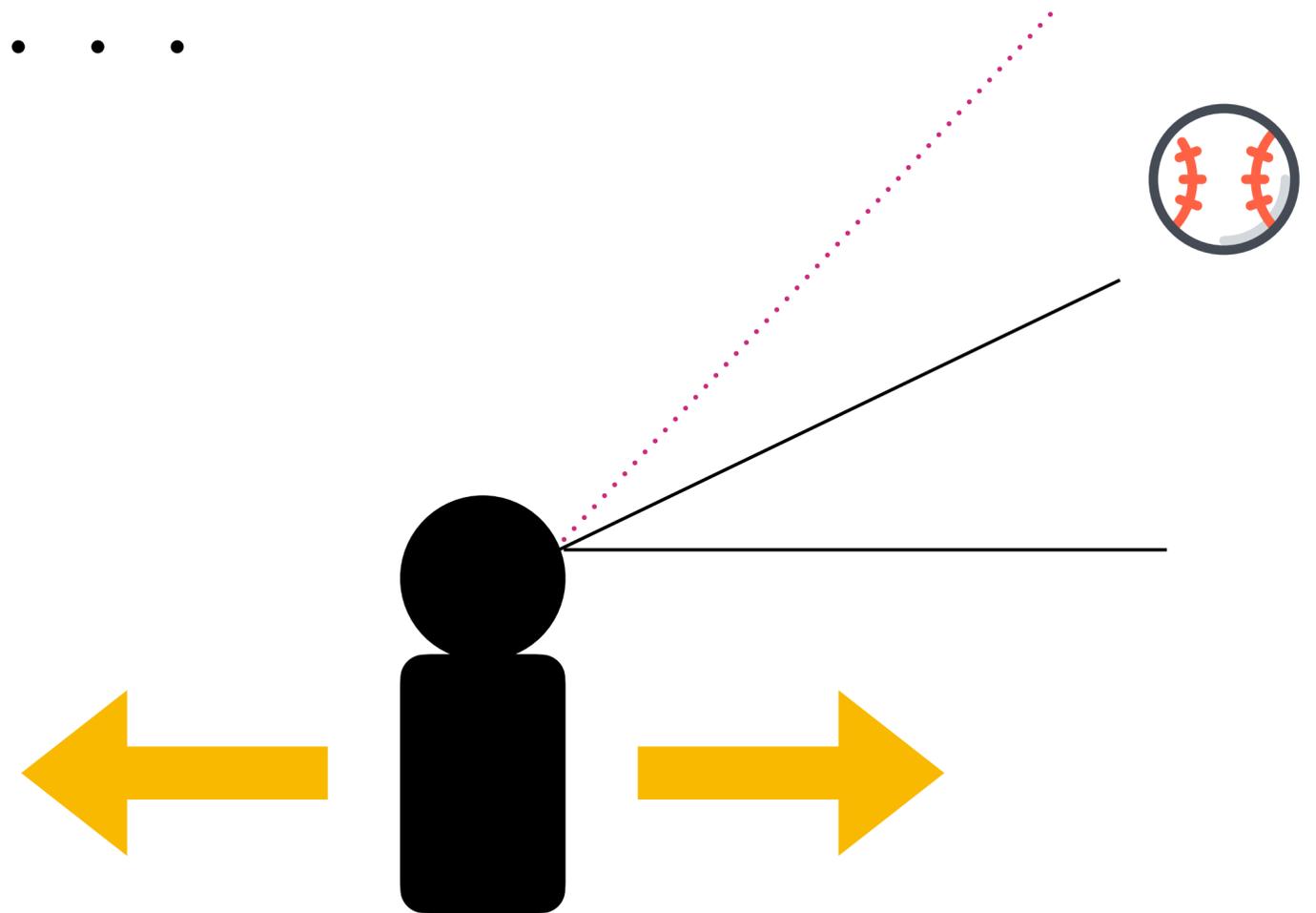
制御系が「階層」を作っている

- いつ、こんなアルゴリズムを手に入れたのか？ . . . 進化の過程で
- 人間は、他の動物よりもキャッチが高度化できる
 - 基本アルゴリズムを踏まえて、乗り越える
 - 新しい情報を予測に取り入れ、調整する
 - どんどん外の情報を増やす（戦略レベル）



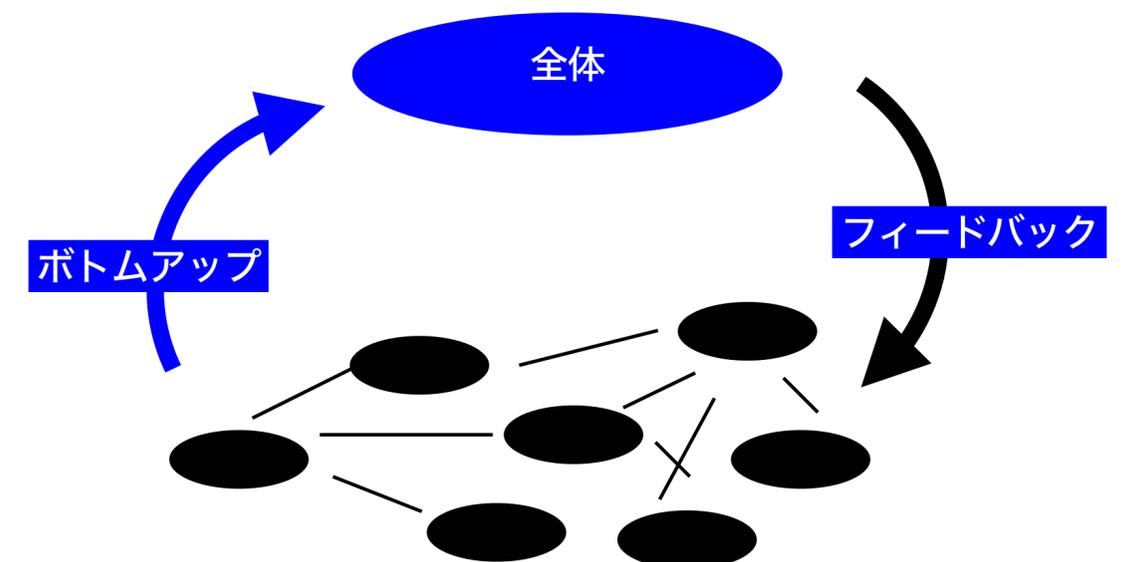
フィードバック制御を支えるパーツも

- 角度を見て、移動の「移動部分」を見てみると
- ここにもフィードバック制御システムが・・・
- 多段になっているよね？



ポイント

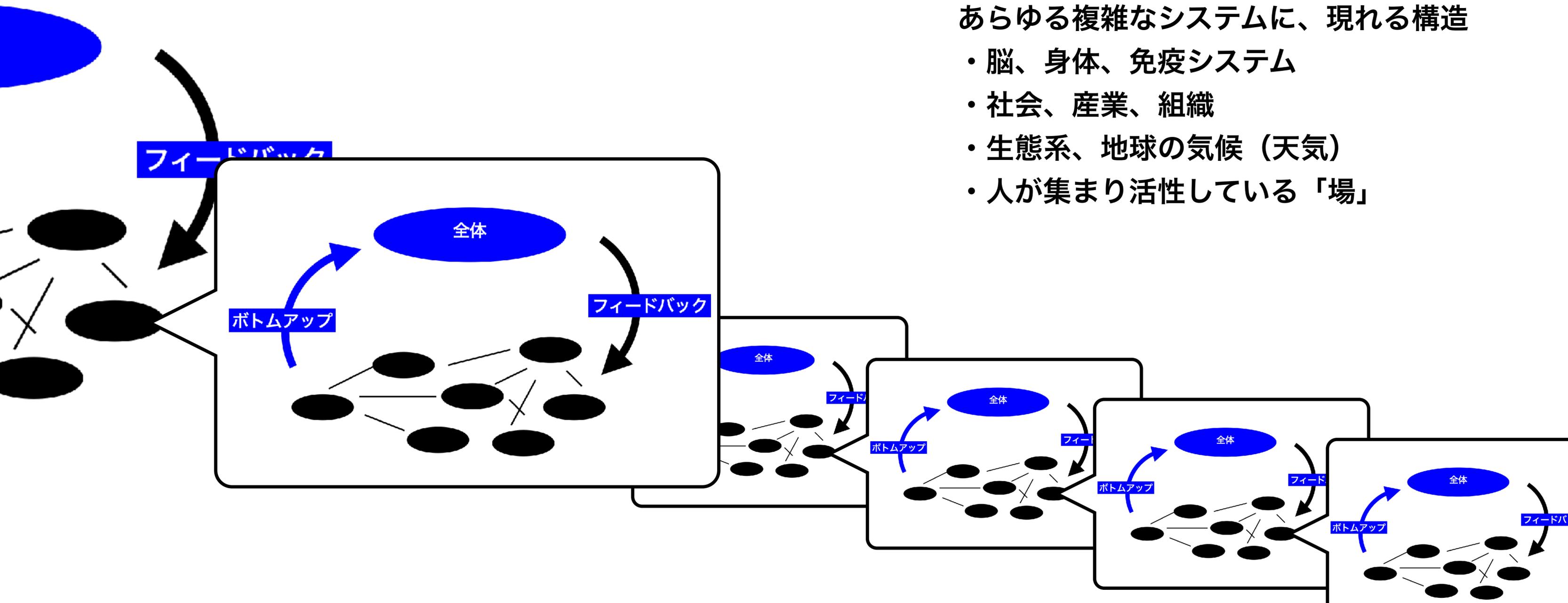
- 個々の要素の相互作用がある
- 全体を統括するものはない。全体は部分を作り出す。
- その全体が、部分に影響を及ぼす。
- 何かしらトップダウンの指示がなくても、部分から秩序が生まれる



自己組織化とフラクタル

あらゆる複雑なシステムに、現れる構造

- ・ 脳、身体、免疫システム
- ・ 社会、産業、組織
- ・ 生態系、地球の気候（天気）
- ・ 人が集まり活性している「場」



具体例を考えよう

脳は情報を統合して、抽象化する

抽象的なものは、直接理解できない

つまり、具体事例の共通点を自分で統合する必要がある

具体例を考える

- コーヒーのドリップをマスターする
 - コーヒードリップ、作業手順、機器の配置
- ゴルフ
- スキー
- 算数
- プログラミング . . .

3種類の学習

- 最適化型 . . . 決められた問題の範囲内で、よし悪しを判断する基準が決まっていて、それを使って最善を目指し活動すること
- メタ最適化型 . . . 最適化のすぐ外側（1つ上の階層）で、フィードバック制御そのものを制御するようなもの
- 再構築型 . . . 複数のフィードバック制御システムの調整を必要とする、あるいは別の制御系を組み合わせるもの。一時的な混乱を引き起こすこともある

包丁で切る

- 最適化型 . . . 包丁の動きは、慣れでどんどん洗練されていく。
- メタ最適化型 . . . よく切れる包丁を選び、反発力が適度なまな板を使う、まな板が滑らないようにするなどの工夫をする（1つ上）
- 再構築 . . . そもそも、みじん切りできればいいから、全く別の道具を選ぶ（ミキサー？）。それによって料理の手順が変わる

まとめ

- 学習とは「フラクタル構造化した、フィードバックシステムの集まり」によってできたシステムが発揮する能力のこと
- 別の言葉に置き換えると、「適応」「探究」「科学的プロセス」に近い
- 良い学習とは？

人工知能との2つの違い

(1) 進化の過程で獲得したアルゴリズム

- ところで、この角度っていう、もっともコアな部分って、いつ知ったの？
- 教えられたのか？
- 遺伝子レベルで持っている（他の生命が持つように）
- もともと備わっているものを「踏まえて、乗り越える」= 発達（インテグラル理論などの考え方とぴったりに合う）

人間特有の「問う」機能

- 適応システムとしての脳は、世界を常に観察し、予測能力を鍛えている
- 予測能力を支えている「周りの世界のシミュレーター（脳内に構築）」のことを「メンタルモデル」と呼ぶ
- メンタルモデルを使って、大抵の予想が当たる状態を判定する方法は、「わかった」という感情
- 予想外が起こることによって、メンタルモデル修正のフィードバック制御が始まる
- メンタルモデルの修正をすることで、より複雑な状況を捉えられるようになる
- 一方で、「予想外」は、不安にも、好奇心にもなりうる（だからこそ、安心空間が必要）

How to

- 目標値（期待する結果）は、どうなっている？
- 実際の結果は目撃できている？
- その差を理解、実感できている？
- 次どうするか？のアイデアを出せている？
- 上位、下位の階層のフィードバック制御の動かさせている？
- 下位階層を無意識レベルにするための上部を作れている？
- 予想外を積極的に見つけている？
- コントロールしようとしてないか？

良い学習とは？



良い学習の定義

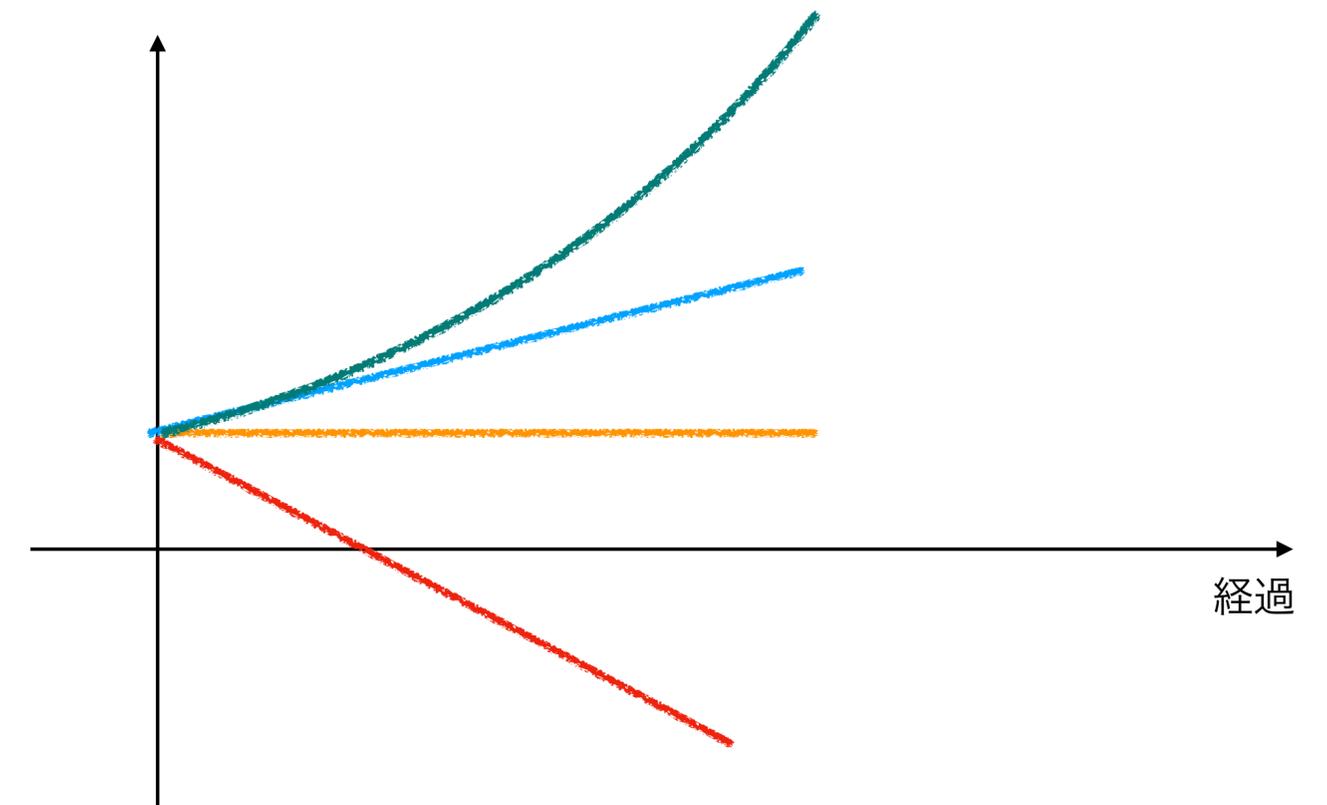
- 様々な階層のフィードバック制御システムが、いつでも動き出せる状態になっている状態
- 積極的に、様々な階層のフィードバック制御システムを動かしている状態
- それによって、3つの学習のスピードを上げられる状態になっていること

- 要するに「学習システム」が活性化している状態なら、良い学習
- ※ 誰かと比べたり、絶対的な基準があるわけではない

見分けるための指標 LQ

Learning Quotient

- 学習で得られる成果を微分した値で現した
- LQ -1 . . . 嫌い、離れたたい
- LQ 0 . . . 繰り返しているだけ
- LQ +1 . . . 探求して学んでいる
- LQ +2 . . . 探求の仕方を探求しながら学ぶ



どうすれば良いか？

ラーニング・ファシリテーション

&

ラーニング・デザイン



普遍的な最良の学び方は、存在しない

- 学び方、メソッドを決定する5つの指標
 - (1) 目標（高い、低い、高度、単純、複雑、単一分野、複数分野）
 - (2) 学習者の現在の能力（知識、経験、スキル、姿勢）
 - (3) 学習者が使える関連分野の能力
 - (4) 学習者の特性（強み、弱み、性格、価値観など）
 - (5) 環境（没頭できる、仕事で使う、隙間時間しか使えないなど）
- **以上の5つの指標は、学習の過程の中で変化する**

メタ探究型学習

大学生の例

| | |
|----|---|
| #1 | 宿題を出す → 「マインドマップを使えるようになること」 (あえて、漠然とした指示) |
| #2 | 半数が何もせず → 「なぜ、しなかったのか？」 書けた人の中でも、良い、悪いがある → その違いが生まれた「学び方の違い」をインタビュー 次の週までに、どう取り組むか？ (書いてきた人は、さらに！のアイデアを出す) |
| #3 | 書いてくる人が増える (まだ、残っている人がいる) 書けていない理由などがはっきりする (例えば、授業でいきなり使おうとしたなど) 上手くなっている人は、学び方をどんどん改善している 次の週までに・・・ |
| #4 | 「学び方を改善しながら学ぶ」「いつも工夫を入れる」が身につく生徒がで始める 使えば使うほど、無自覚に、上達している状態が作れる |

メタ探求型学習を自分で実行する

- FILM2 シート
 - Inside
 - Outside
- <https://toiee.jp/ldf>

| | | |
|-------------------|------------------|--------------------|
| 🌐 前提、仮説 | 👤 プロセス・姿勢 | 🏆 期待する結果 |
| 😊 まとめ、次のFILMへ | メモ欄(意味、価値、背景) | 📊 実際の結果と差異 |
| 前提、仮説に対して 👍🔧💡▶ | プロセスに対して 👍🔧💡▶ | 期待する結果に対して 👍🔧💡▶ |

OUT SIDE

| | | |
|--------------|------------|----------------|
| 🌐 なぜならば・・・ | 👤 取り組み方 | 🏆 どうなる？ |
| 😊 次の取り組みアイデア | 👤 取り組みアイデア | 📊 実際の結果と差異 |
| 💡 学び、発見、気づき | 👁️ 予期せぬこと | 👍 よかった点、楽しかった点 |

IN SIDE

Evolutional Learning

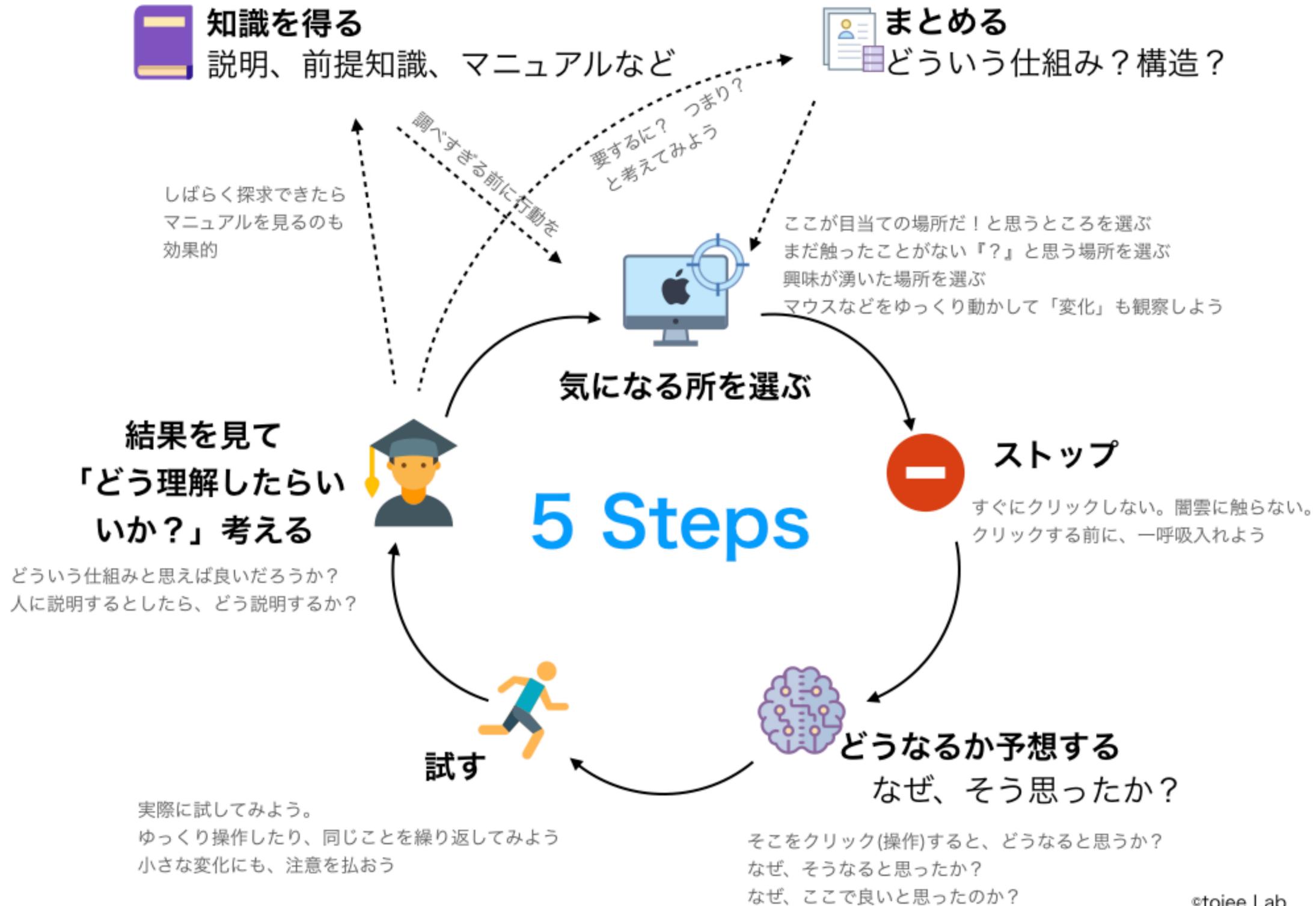
進化的学習

- 人によって経験が違う
- ものの見方、得意、不得意が違う
- 使う言葉も違う
- 結果、「様々な学び方」が存在する
- それらをシェアして、組み合わせ、新しい学び方を生み出す
- その結果を、またシェアしていき発展させる

例えば、、、知識だけでなく、プロセスも伝え、掛け合わせる郷中(ごちゅう)教育

ラーニング・デザイン

ITを学ぶ5つのステップ



基本的なスタンス

- FILM2 のコンセプトから、様々な発想を取り出して試す
- つまり、先生側も「良い学習状態」になって、良い学習を引き起こす手伝いをする
- 例)
 - フィードバック制御システムは、「期待値と現状の差」がないと動かない
 - → 現状と期待値の差を見えるようにする（本人が）
 - → より細かく見えるようにする（本人が）

持っているものを最大限活用する

- もともと、持っているものを「最大限」活用する
- 様々な研究が行われている（赤ちゃんを使った実験、未就学児、言語獲得前など）
- 数の概念は、もともと持っている
- 言語は・・・
- 運動に関しても同じ
- 今後も、こういった新しい科学的発見（ミクロの世界）には注目していくべき
- ただし、経験則でもわかることではある

分析と設計

- 知識、スキルの階層を分析する
- コアとなりうる「スキル（行動ループ）」を見つける
- それらを軸に、下位階層、上位階層を見つける
- 様々な階層を上がったたり、下がったりしながら、フィードバック制御が様々なレベルで発生するような学ぶプロセスを設計する
- ある程度、型が存在する。具体例をたくさん貯めていければ、発想しやすい

具体事例 - 写真講座の場合

階層が上がっていく

- (1) 構図（3分割、寄り&引き、高さ&角度）
- (2) テーマを決めて撮影（(1)をフルで使う）
- (3) テーマに近づくように編集（様々な編集機能を探るプロセス）
- (4) 奥行き、カラー、光（実例を分析し、ノウハウを取り出し、試す）
- (5) プロの写真的分析（これまでの知識で、どう撮影したか？を考える） → 仮説検証
- (6) メッセージ分析（伝えたいものが何か？どう撮影したか？）
- (7) 自分なりのメッセージを伝えるために写真を撮影

その他

- プログラミング教育の場合
- コーヒーのドリップの場合
- 料理の場合
- ヨーガの場合
- 文章の場合
- 情報デザインの場合
- 漢字の場合

ラーニング・ファシリテーション

従姉妹とのスキーから学んだこと

- 一緒にスキーに行く
- 従姉妹は、運動が苦手を自認している
- 雪を感じて滑る。感じて曲がる、シンプルなことを教える
- ショートスキー（90cmぐらいのもの）を渡す
- 一日中、転んで、ドロドロ。10m ぐらい進んだら転ぶ状態
- でも、「すっごく楽しかった！」と満面の笑み

もっとも重要なこと

- ラーニングは、個人の中で起こるもの
- 誰かと比較したり、教える側の基準で評価しない、褒めもしない
- 教えなくていい、役に立とうとしなくていい



- 環境を整える
- コントロールするのではなく、楽しみ、寄り添い、創造に参加する
- お互いが学び合う姿勢と、楽しむこと

LEARNING FACILITATOR MINDSET

私は、すべての人の学ぶ力を誰よりも信じています
そしてこの「学ぶ場の力」と「可能性」を誰よりも信じています

今日集まった人々は必然であり、お互いを必要とし
それぞれに重要な役割があると信じています

すべての出来事(良いことも悪いことも)は、学習に必要であり
学習に利用できることを確信しています

私は「失敗など存在しない、あるのは結果のフィードバック」と知っています

私にとって重要なことは、私の立場、権威、到達目標ではなく
参加者の成長、学び取ったものです

私は学習者が自分を易々と超えていくことを見て、誇らしく思います

私の役割は、多様性を受け入れる場を創造し
新しい知が生まれる場を整えることです

私の役割は、学習者が問題を解くことを手助けすることではなく
学ぶ勇気をくじかれた時に勇気づけることです

勇気は成功から得られるのではなく「学びを引き出しことができた時」である

成長や進化は、狭い階段を駆け上がり競争することではなく
同じ水平面を各人がそれぞれの方向に向かって歩むプロセス

私が世界を変える方法は「良き学習プロセス」です

私の役割は知識を伝達するのではなく、共に探求する仲間になることです

役に立とうとしなくていい、十分に役立っている

期待ではなく、あるがままを受容し、観察し、行動せよ

理解のギャップ、認識のギャップ、期待のギャップを探求し
勇気を持って、それを皆の前に提示せよ

何かを愛しているなら、それを与えよ

無為の為 DOING WITHOUT DOING

ラーニング・ファシリテーション

- 学習者が、様々な学び方（取り組み方）を試し、組み合わせ、創造しながら学ぶ状態を作る支援をする
- 学習者だけでなく、「学習の場」も、同様になるようにする
- これをラーニング・ファシリテーションと呼んでいる
 - ファシリテーターの姿勢（マインドセット）
 - ファシリテーターの技術（相手を深く理解するプロセスで、相手が自分自身を深く理解する、適切な声かけ、問い）

まとめ



- ラーニングとは . . . フラクタル構造化したフィードバック制御システムが集まって、適応システムとしての能力を発揮している状態
- 良い学習とは . . . 適応システムが活発、柔軟、動き続けている（特に、上位層をどんどん作っている）
- どうすればいいか？ . . . 生命として捉え、ラーニングをデザインし、ラーニングをファシリテーションする

やっていききたいこと

- 新しい「ラーニング」の世界を、共に作っていききたい
- 私たちが理解したことを、wiki で発信する
- 興味を持った人たちと、事例を共有して学ぶ

- 学ぶこと自体が、それだけで楽しい世界を広げる
- 一人で学ぶのではなく、チームで学ぶ楽しさを広げる
- オンラインなら、場所、時間、年齢関係なくできるはず！

To be continue...

<https://toiee.jp/ldf>

