

STEAM教育の理論と実践

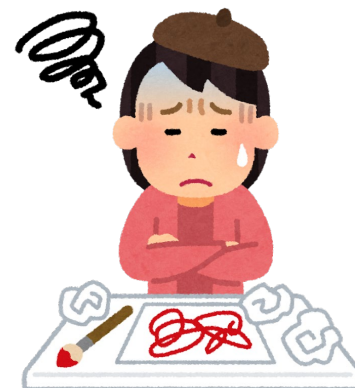
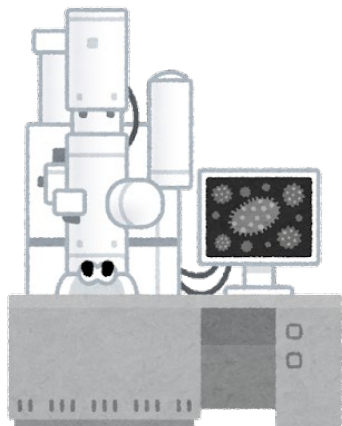
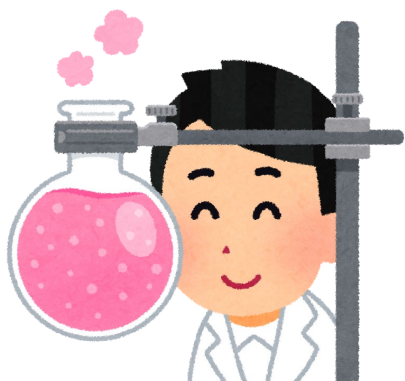
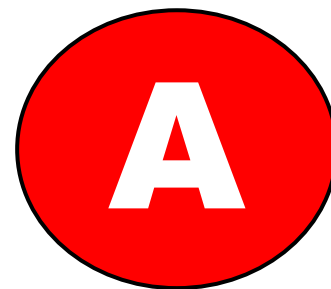
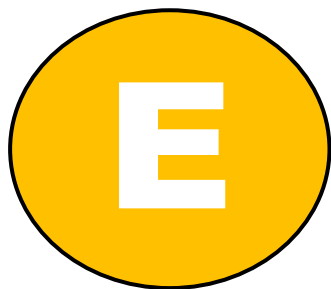
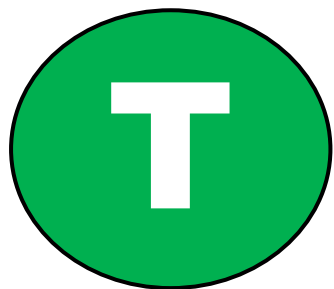
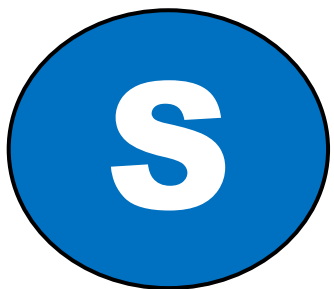
「見方・考え方」と「資質・能力」に着目して

森 健一郎

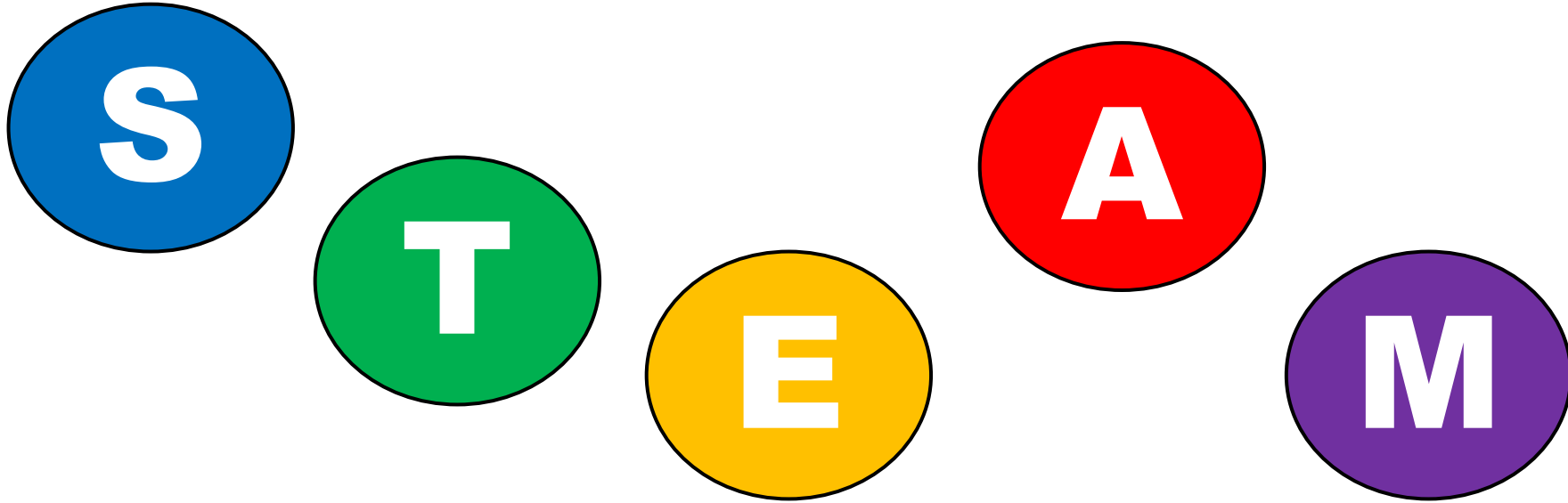
北海道教育大学釧路校／教職大学院担当

mori.kenichiro@k.hokkyodai.ac.jp

STEAMの各分野のイメージ



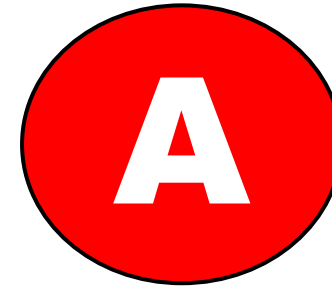
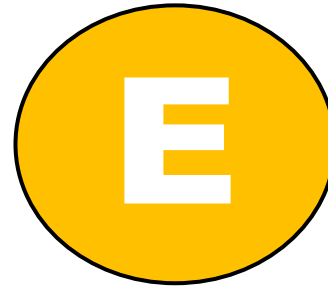
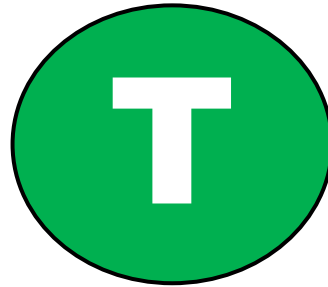
STEAM教育の枠組みとは？



各領域の性質を相対的に決めてみましょう。

STEAM教育の評価の観点も、**学習活動全体としての特性（調和）**を評価するはずでず。

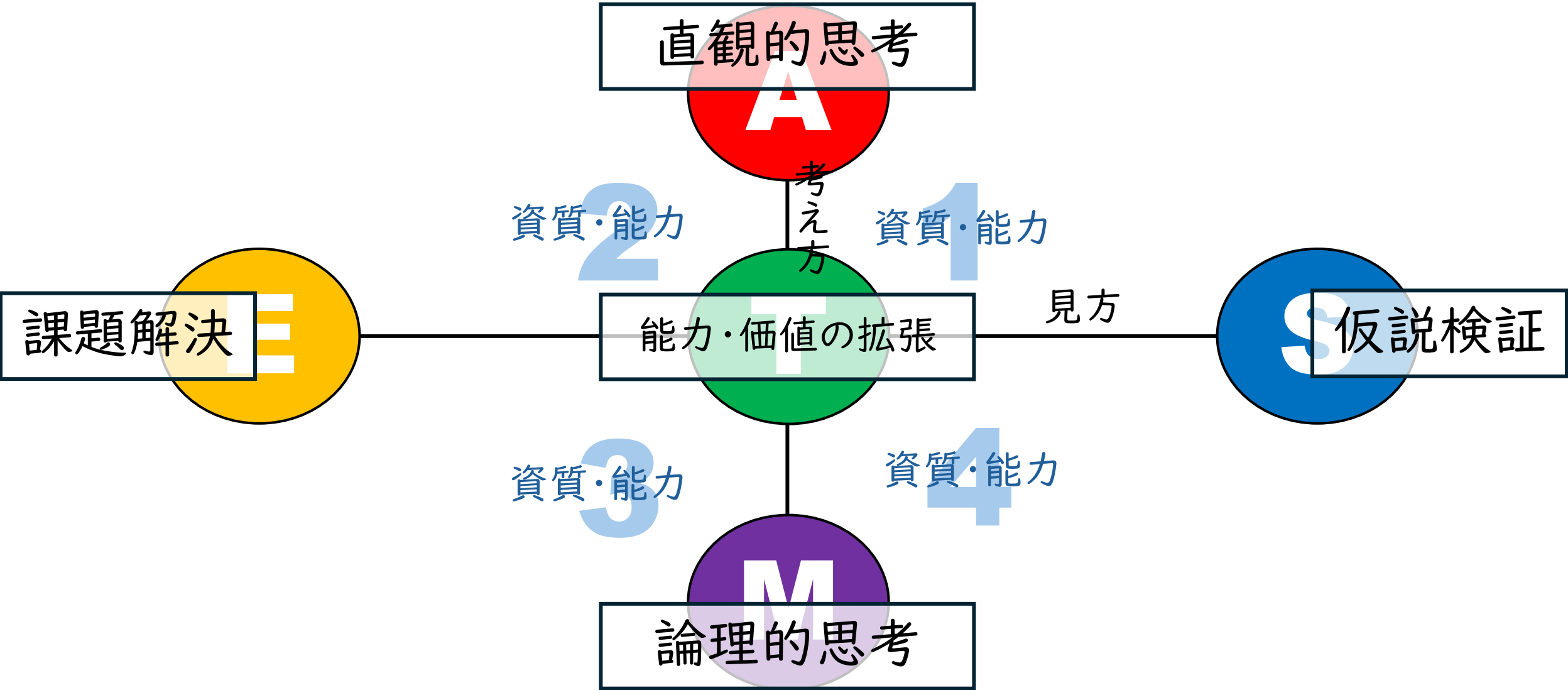
「調和」は統合したときにしか現れない観点です。



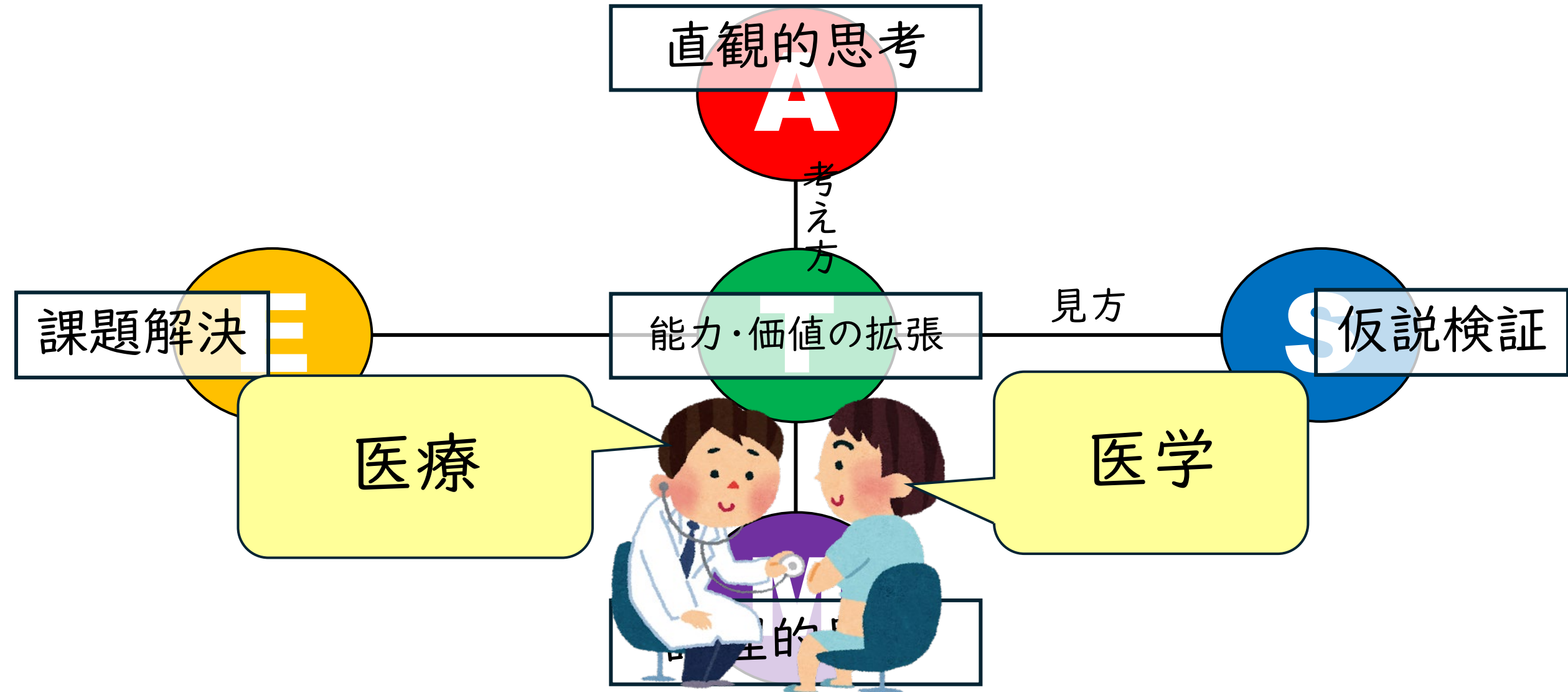
	Science	Technology	Engineering	Art (Arts)	Mathematics
1時間目	○	○	○		
2時間目			○	○	
3時間目		○			○
4時間目	○				



STEAM教育の枠組み



同じ現象を相手にしているが、立場が変わると発言も変わる。



直観的思考

A

考え方

課題解決

E

医療

能力・価値の拡張

医療技術

見方

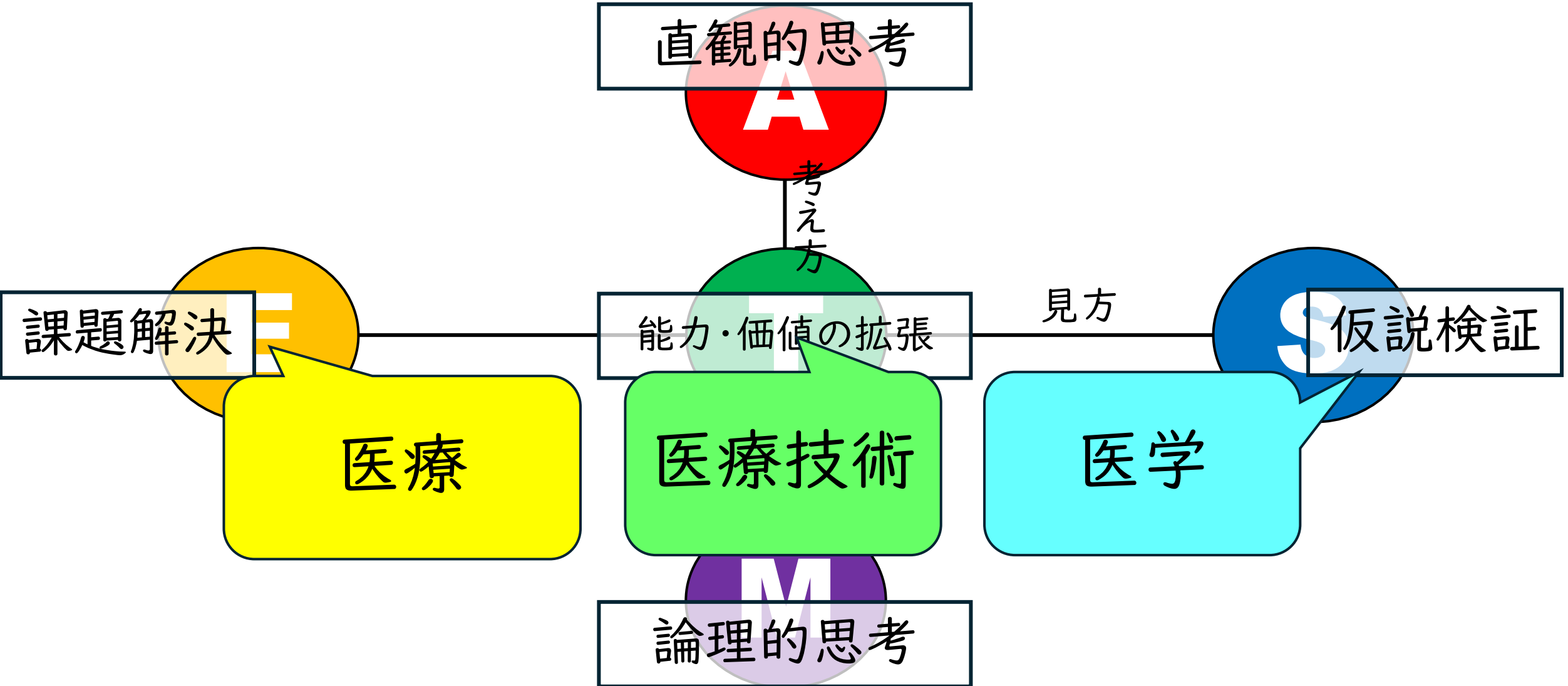
仮説検証

S

医学

論理的思考

M



高レベル放射性廃棄物の地層処分

課題解決

社会実装

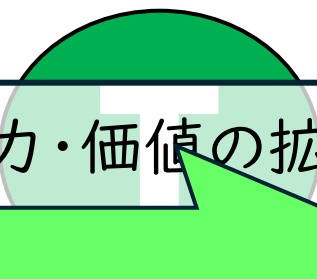
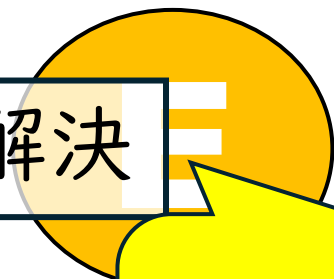
能力・価値の拡張

技術開発

見方

基礎研究

仮説検証



高レベル放射性廃棄物の地層処分

直観的思考



考え方

課題解決

- 地層処分場のサイト選定
- 安全試験
- 地域とのコミュニケーション
- 政策決定

能力・価値の拡張

- 人工バリア・緩衝材開発
- 環境モニタリング技術の向上

論理的思考

見方

仮説検証

- 岩盤・地質の安定性の解明
- 放射性物質による環境への影響の解明

高レベル放射性廃棄物の地層処分

直観的思考

A

納得

技術的に正しくても、
伝わらなければ進まない

考え方

課題解決

能力・価値の拡張

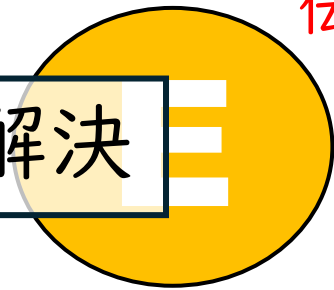
見方

仮説検証

理解

論理的思考

M



専門知と社会のギャップ

専門家の「当たり前」は、社会の「当たり前」ではない

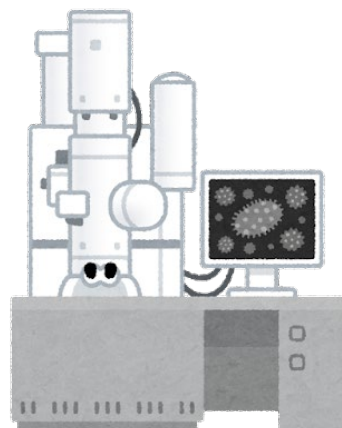
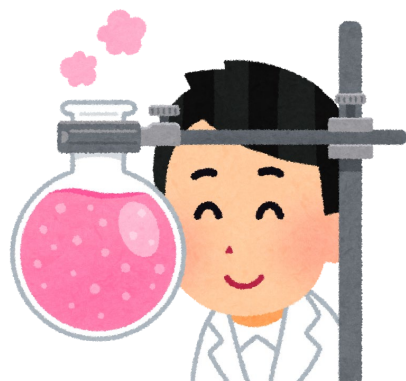
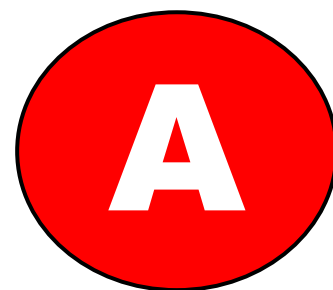
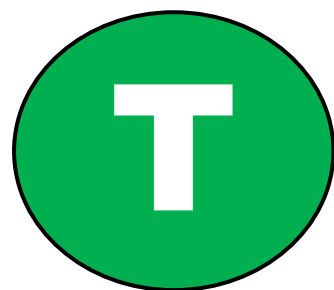
専門家：論理、データ、検証を重視（正確さの追求）
理解 安全

一般市民・子供：直観、感情、生活実感を重視
（分かりやすさ・安心の追求）
納得 安心



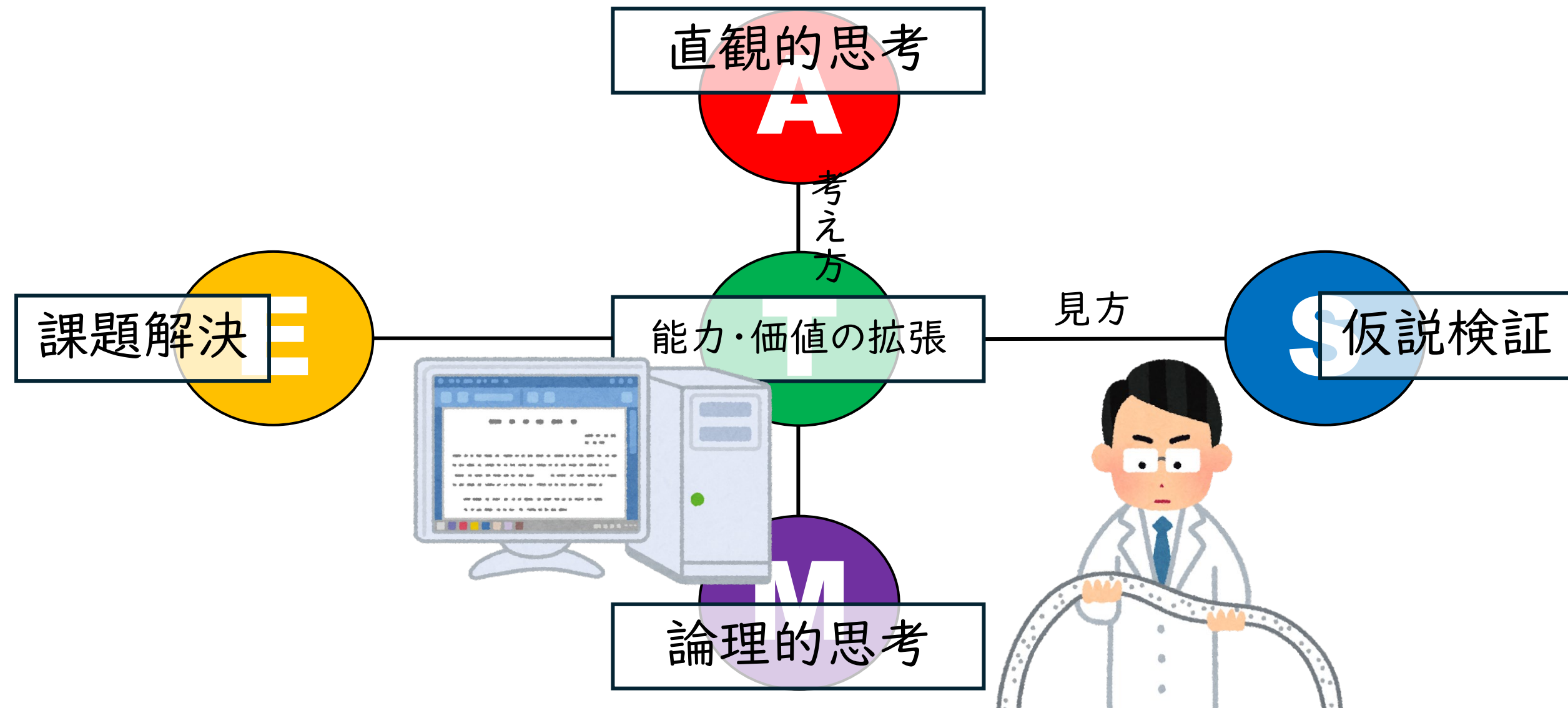
この「言語の違い」が、エネルギー問題の合意形成を難しくしている。
技術的に正しくても、伝わらなければ進まない

STEAMの各分野のイメージ

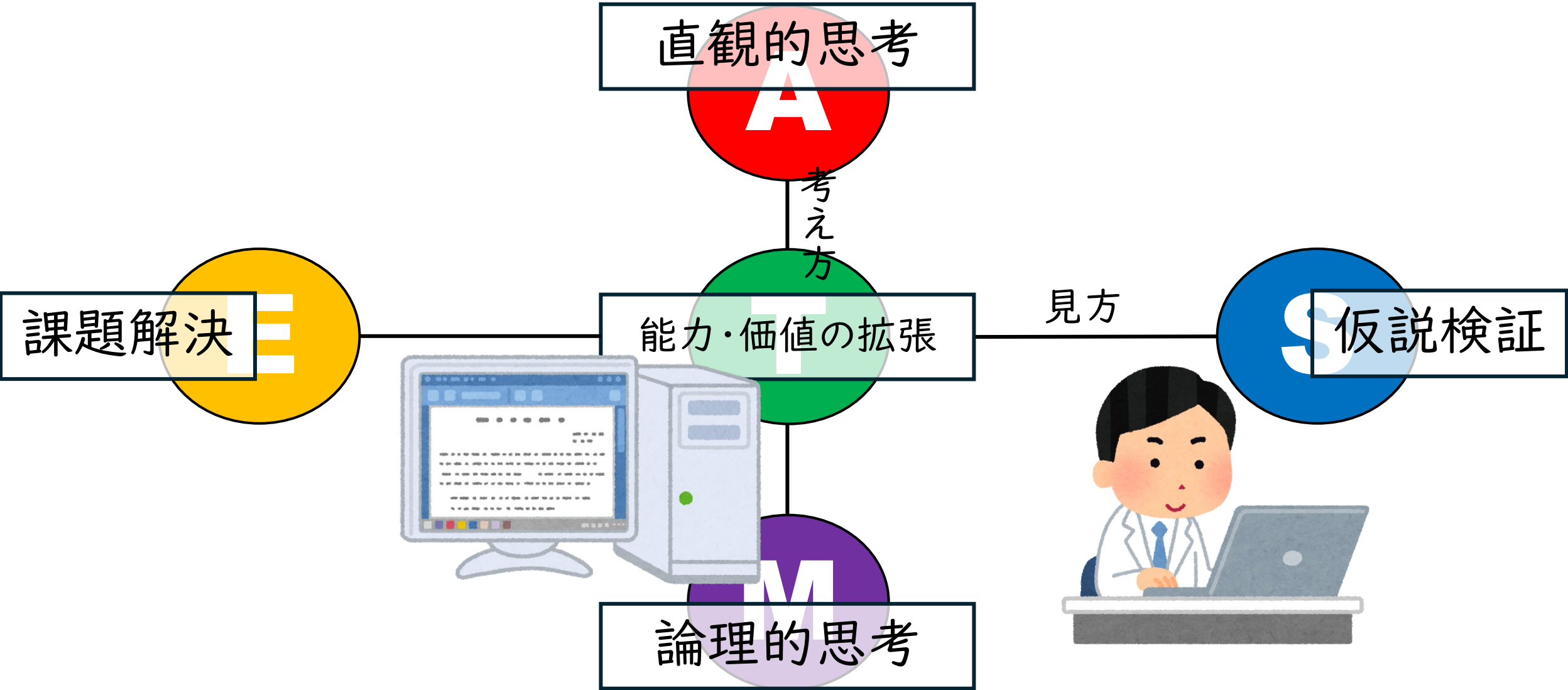


技術的に正しくても、
伝わらなければ進まない

STEAM教育がカバーする学習内容・学習活動のイメージ



STEAM教育がカバーする学習内容・学習活動のイメージ



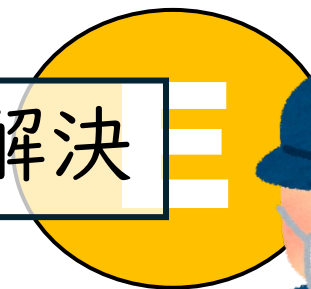


直觀的思考

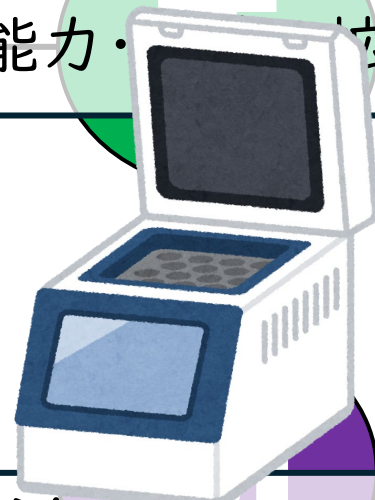


考え方

課題解決

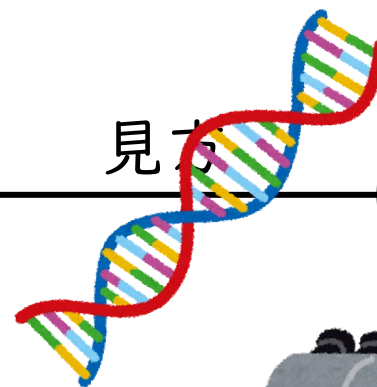


能力・拡張



論理的思考

見方



検証



放射能がうつる……

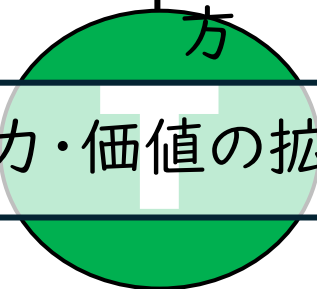


直観的思考



考え方

能力・価値の拡張



見方

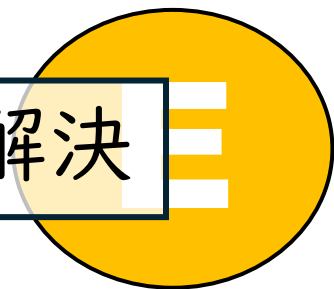
仮説検証



論理的思考

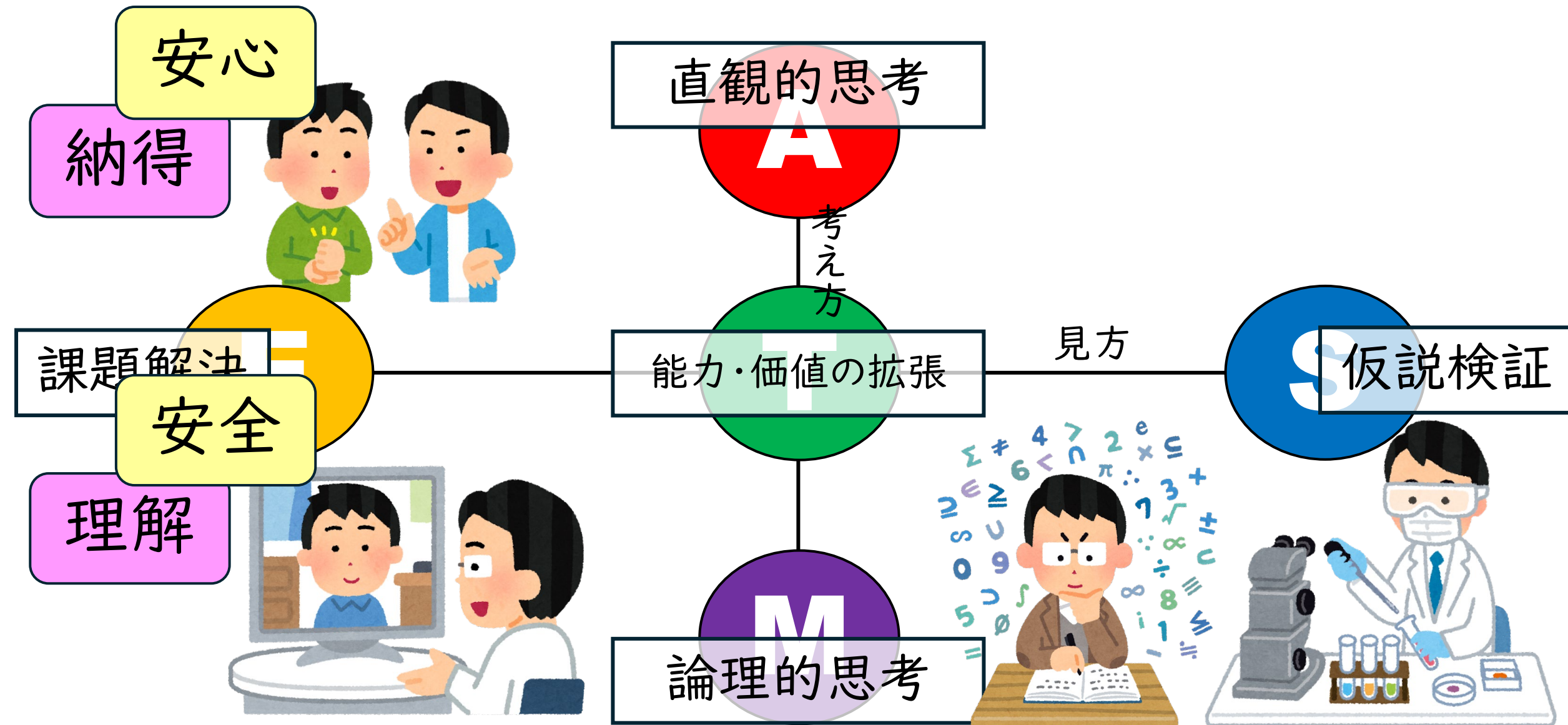


課題解決

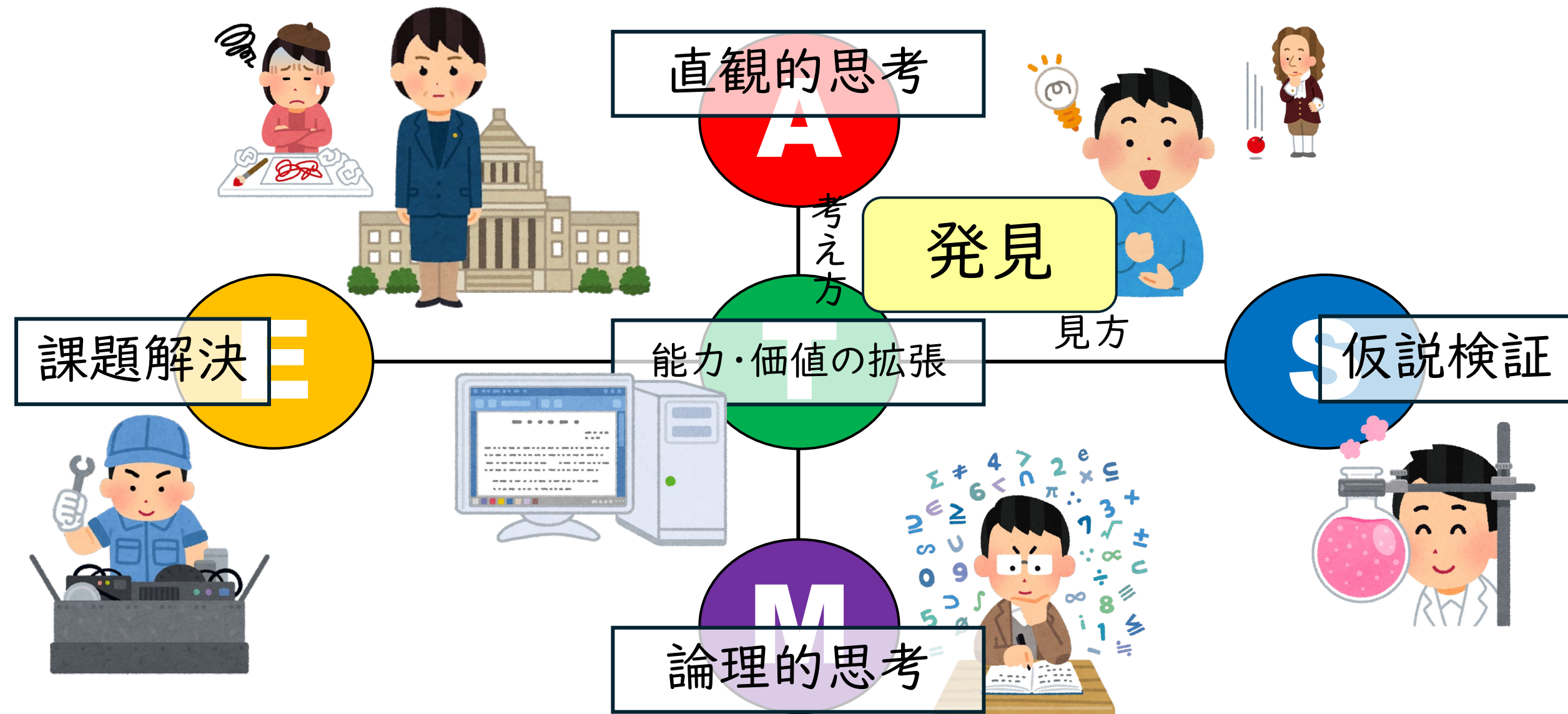


技術的解決と心理的解決

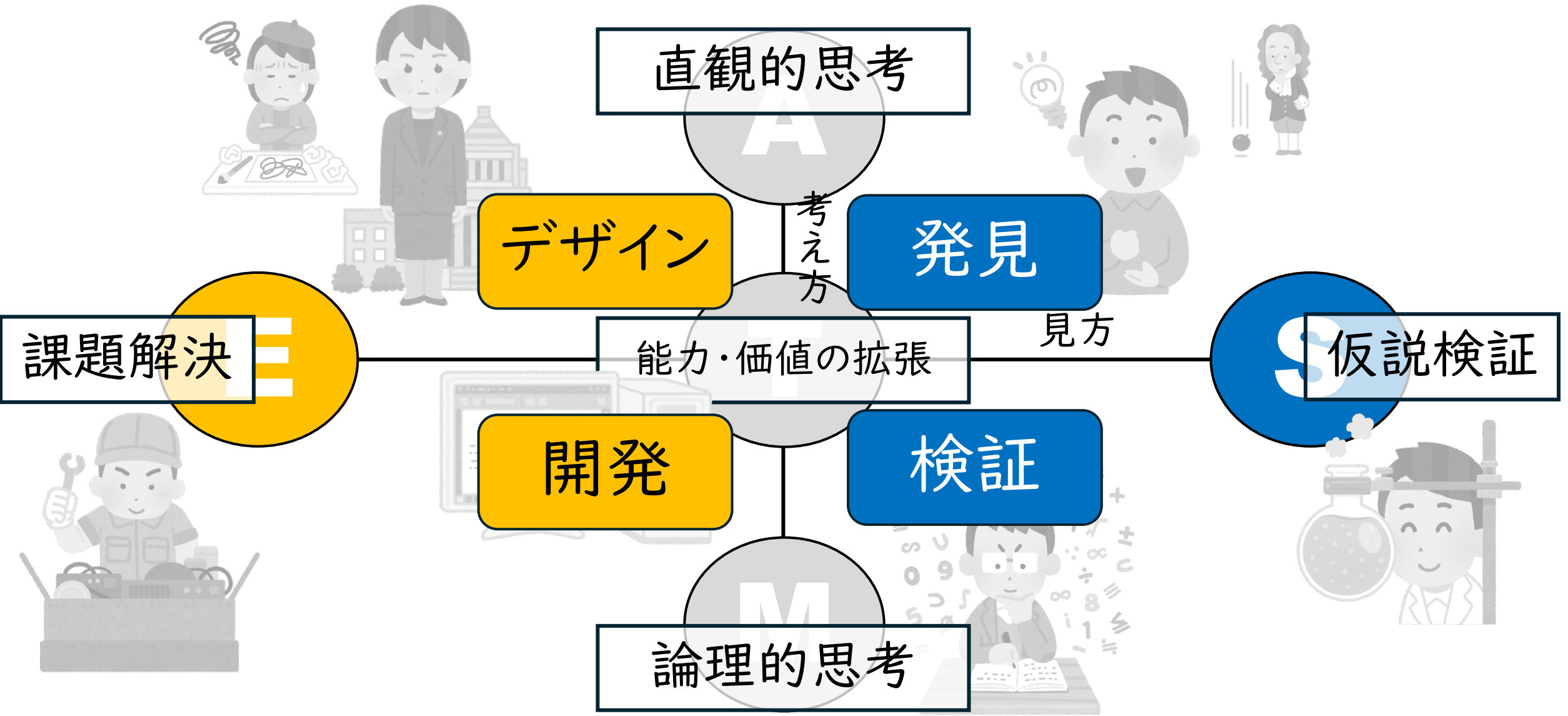
専門知識を持たない人に、複雑な問題をどう「デザイン」して届けるか？



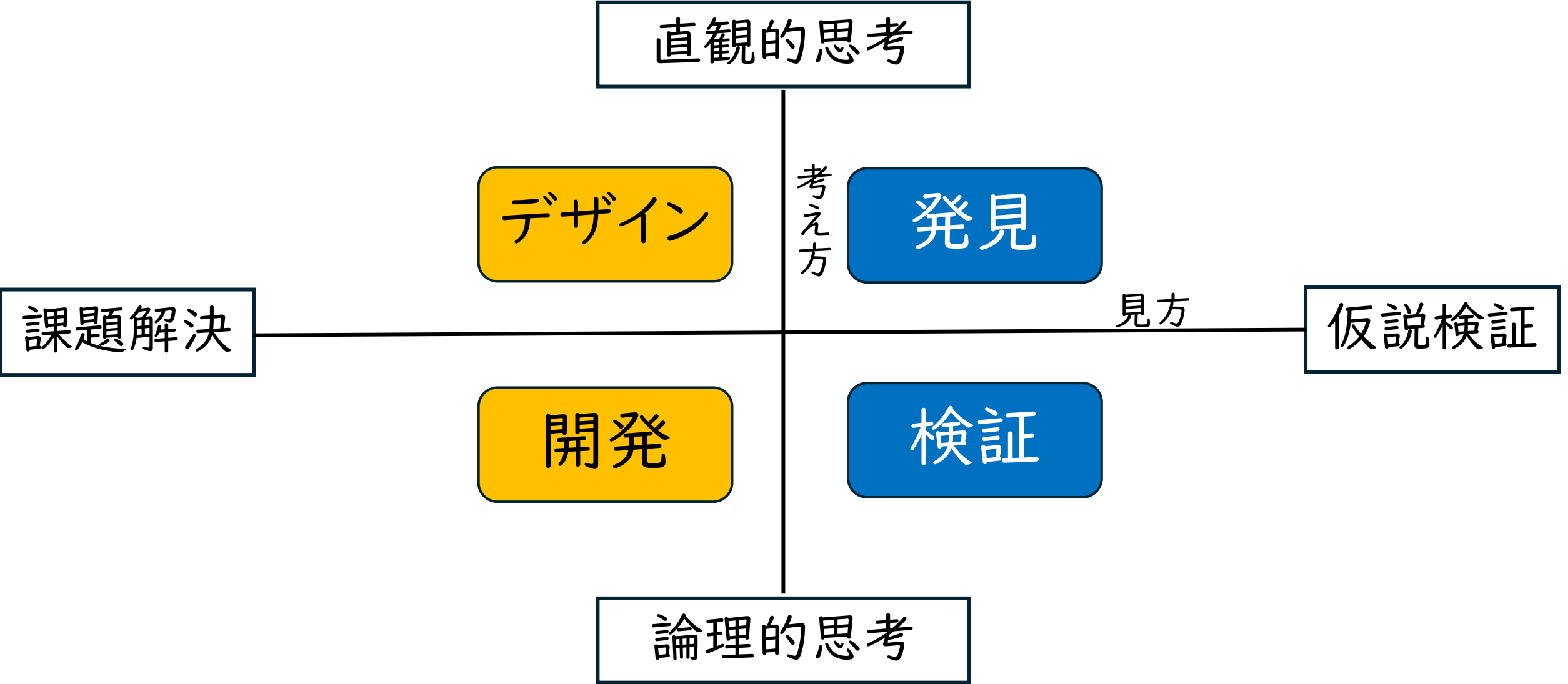
STEAM教育がカバーする学習内容・学習活動のイメージ



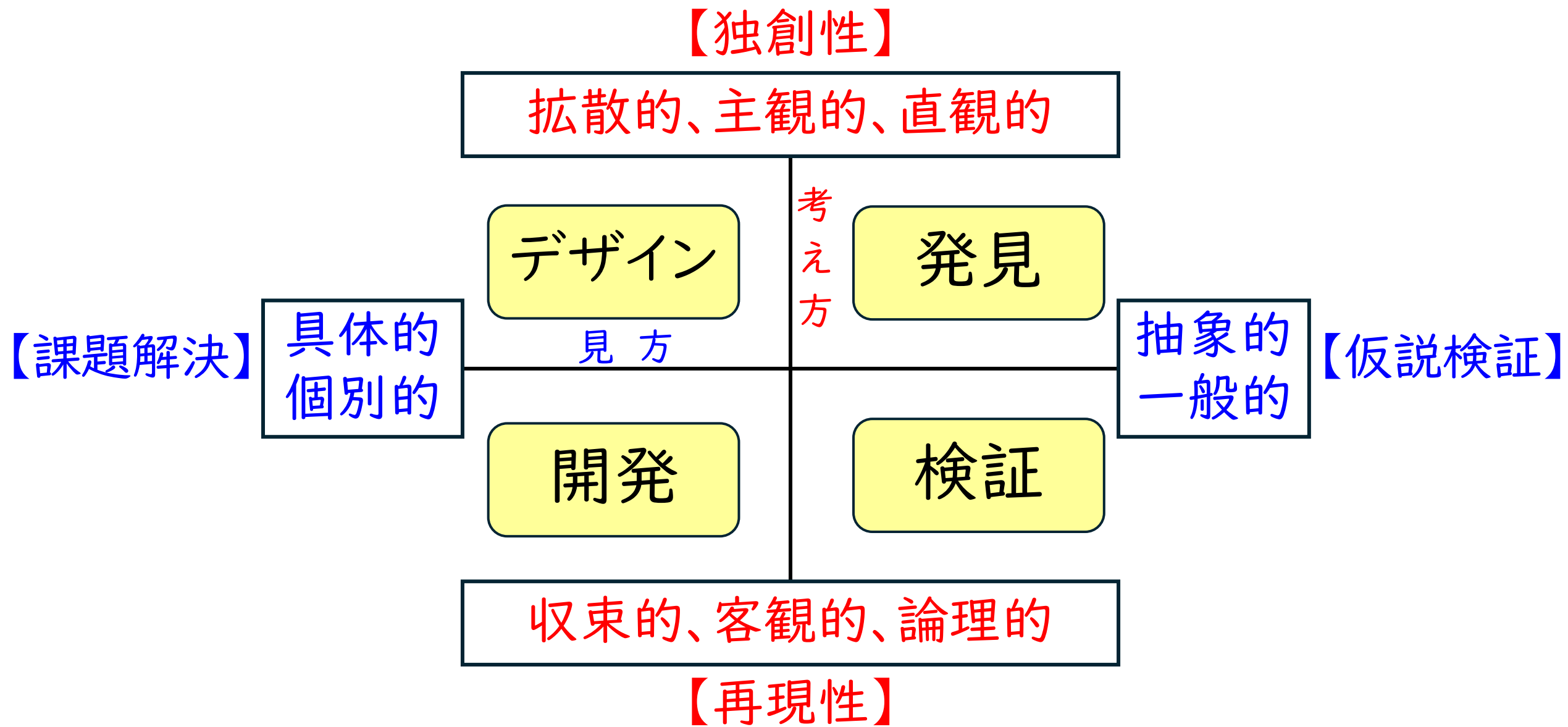
STEAM教育がカバーする学習内容・学習活動のイメージ



STEAM教育がカバーする学習内容・学習活動のイメージ

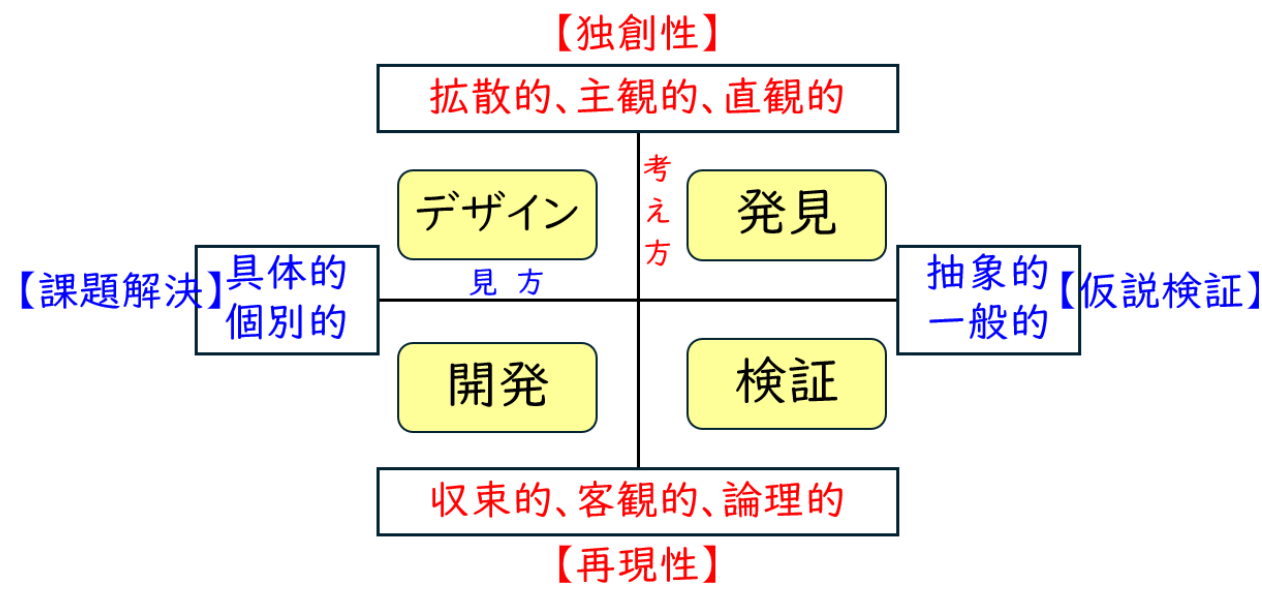


4つの象限の意味



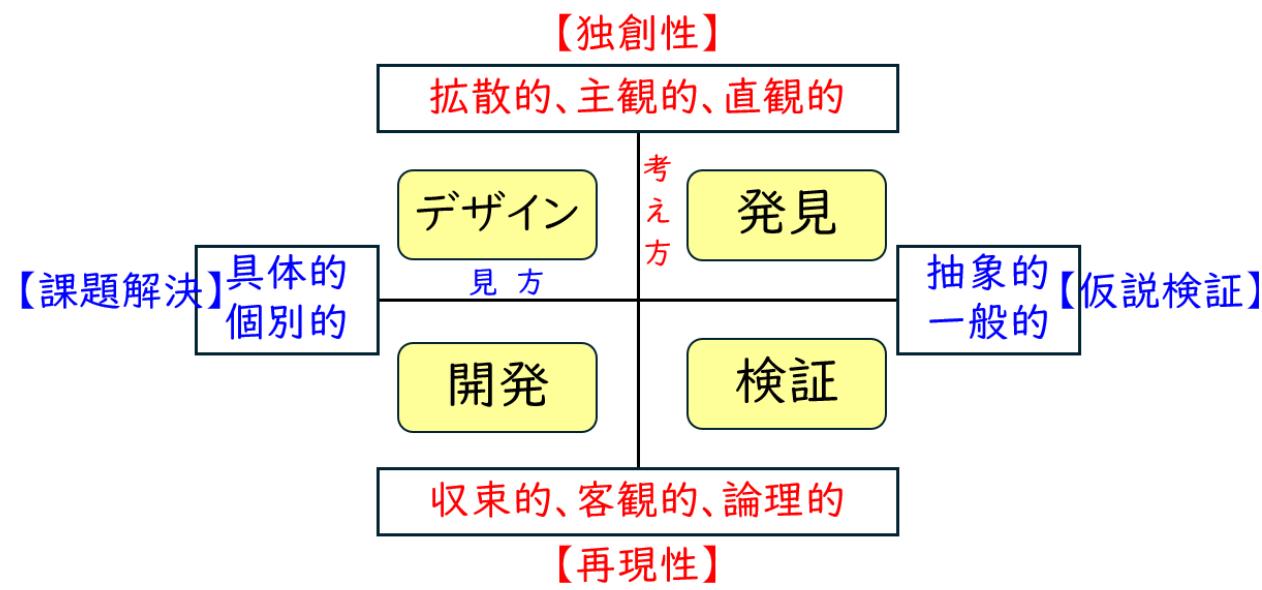
横軸「見方」の根拠: Question と Problem

Question (仮説検証)	「これは(一般に) 真か」を問う。答えは、独立に存在する実在についての説明
Problem (課題解決)	「これは(この目的・この文脈で) 十分に機能するか」を問う。答えは、目的に適合した解決策



縦軸「考え方」の根拠：拡散的思考と収束的思考

拡散的思考 (Divergent Thinking)	一つの問題に対して、できるだけ多くの異なるアイデア・解を生み出す思考
収束的思考 (Convergent Thinking)	複数の候補から、唯一の正しい・最適な答えへと絞り込んでいく思考

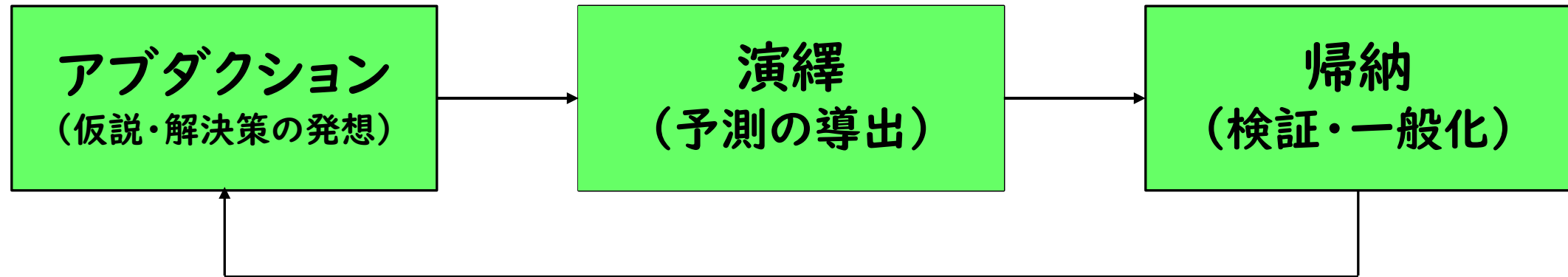


4つの象限の意味

各象限は、「対象 (Question／Problem)」と「思考のフェーズ (発想／検証)」の組み合わせを表す

	Problem (課題解決)	Question (仮説検証)
拡散的 (発想)	2 デザイン (革新的アブダクション) 目標を実現する手段・原理の発想。類推 (デザイン・バイ・アナロジー) を伴うことが多い	1 発見 (説明的アブダクション) 既存の現象の原因の推測。類推によるモデル構築を伴うことが多い
収束的 (検証)	3 開発 (演繹 → 帰納) 設計の性能をシミュレーションで予測 (演繹) → 試作を重ねて信頼性を確認 (帰納)	4 検証 (演繹 → 帰納) 仮説から観察されるはずの予測を導出 (演繹) → データを一般化し法則化 (帰納)

探究の基本サイクル（ドメイン非依存）



拡散的思考（発想）が前半を、収束的思考（検証）が後半を駆動する

類推（アナロジー）は、独立した段階ではなく、
アブダクションを駆動する生成的なエンジンとして働く

NGSSの科学的プラクティスと工学的プラクティス

- 1. Questionの設定 / Problemの定義
- 2. モデルの使用
- 3. 計画の実行
- 4. データの分析と解釈
- 5. 数学と計算を用いた思考
- 6. 説明の構築 / 解決方法のデザイン
- 7. 証拠に基づくアーギュメント
- 8. 評価によるコミュニケーション

科学的プラクティス（Question／仮説検証）のサイクル

類推	未知の現象を、構造の似た既知の現象になぞらえてモデルを作る（例：電流を水流にたとえる）
アブダクション （説明的）	すでに観察された現象の原因・機構を推測する
演繹	仮説が正しければ何が観察されるはずかを論理的に導く
帰納	観察データを一般化し、法則・規則性に近づける

工学的ブラックティス (Problem／課題解決) のサイクル

類推	自然・他分野の仕組みを手本に解決策を発想する (例: 生物模倣設計／デザイン・バイ・アナロジー)
アブダクション (革新的)	目標(まだない状態)を実現する手段と原理を同時に 発想する
演繹	選んだ設計が目標の機能を満たすかをシミュレーション で予測する
帰納	試作・実験を重ね、様々な条件下でも信頼できる設計 かを確認する

比較表：同じサイクル、異なる中身

段階	Question (科学的プラクティス)	Problem (工学的プラクティス)
類推	モデル構築のための見立て	解決策発想のための見立て
アブダクション	既存の現象の説明を推測	未存在の解決策を発想
演繹	予測の真偽を判定	設計の適否を判定
帰納	法則への一般化	信頼性・頑健性の確認
出口	説明 (Explanation)	解決策 (Solution)

一つの単位の中に科学的プラクティスと工学的プラクティスの両方が必要な場合がある。

↑

例えば、理科の「エネルギー」に関する単位では、仮説検証の内容と課題解決の内容が混在している。

↓

しかし、理科の教科書では、すべての内容を仮説検証の流れで扱う傾向がある。

STEM教育の「7つの横断的な概念」

- 【1】 パターン
- 【2】 原因と結果
- 【3】 スケール・比・量
- 【4】 システムとシステムモデル
- 【5】 エネルギーと物質
- 【6】 機能と構造
- 【7】 安定性と変化

STEAM教育の「7つの横断的な概念」

【1】 パターン

【2】 原因と結果

【3】 スケール・比・量

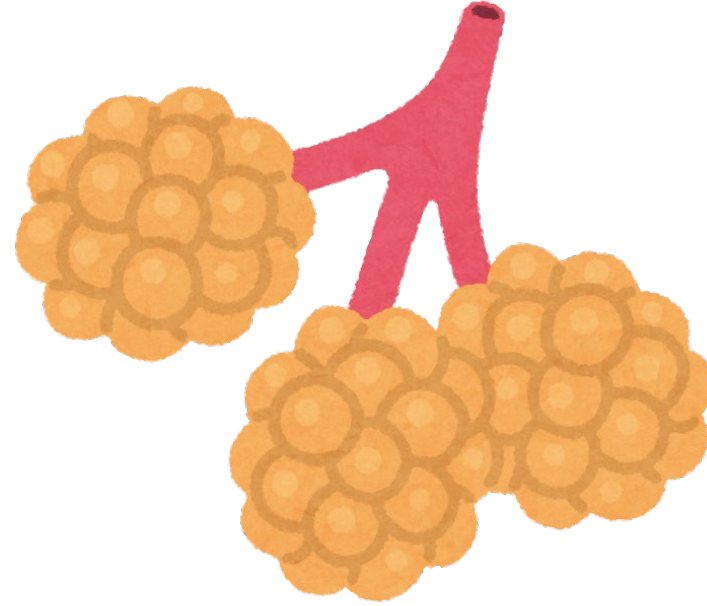
【4】 システムとシステムモデル

【5】 エネルギーと物質

【6】 機能と構造

【7】 安定性と変化

【6】 構造と機能（作りと働き／技術科ではよく用いられる）



「ものの構造がその機能を決定する」、「機能の要求が構造の設計を導く」という双方向の関係に注目する見方。

エネルギー・原子力分野との親和性が非常に高い概念です。

【6】 構造と機能（作りと働き／技術科ではよく用いられる）

科学的プラクティスによる学習（「発見」「検証」局面中心）

学習目標

原子核の構造（陽子・中性子の数、核力）と、核分裂という現象（機能）の関係を説明できる

原子炉の各構成要素（燃料棒・減速材・制御棒・冷却材）の構造が、それぞれの機能を担うかをモデルで表現できる

【6】 構造と機能（作りと働き／技術科ではよく用いられる）

科学的ブラックティスでの活動案

「原子炉の構造モデルをつくる」

原子炉の断面図をもとに、各部位の材料・形状・配置（＝構造）と、それが果たす役割（＝機能）を対応させる。

「なぜ制御棒は上下に動くのか」「なぜ減速材が必要か」という問いを設定し、構造と機能の因果関係を説明する。

【6】 構造と機能（作りと働き／技術科ではよく用いられる）

工学的プラクティスによる学習（「デザイン」「製作」局面中心）

学習目標

安全性・効率性・持続可能性という機能要件を設定し、それを満たす構造（設計）を提案できる

複数の発電方式（原子力・太陽光・風力など）の構造を比較し、機能上のトレードオフを指摘できる廃熱利用など、機能の最適化を目指した設計変更を評価できる

【6】 構造と機能（作りと働き／技術科ではよく用いられる）

工学的プラクティスによる活動案

「再生可能エネルギーとのハイブリッド設計」

「安定供給（原子力の機能）＋低炭素（再エネの機能）」を同時に達成するエネルギーシステムの構造を設計し、クラスで発表・評価する。

この設計の核心的な問い（両プラクティス共通）

「構造が機能を決める」：科学的プラクティス

「機能への要求が構造を生む」：工学的プラクティス

これは4象限フレームワークにおける「発見」と「デザイン」の局面の違いにも直接対応する。

7つの概念は、4象限の中のどこかに固定されるのではなく、4象限全体を貫く、もう一つ別の軸として機能する。

「構造と機能」

Problem (課題解決)

Question (仮説検証)

拡散的
(発想)

2

デザイン

(革新的アブダクション)

「構造と機能」を発想する。

1

発見

(説明的アブダクション)

「構造と機能」を説明する。

収束的
(検証)

3

開発

(演繹 → 帰納)

「構造と機能」を試作し確かめる。

4

検証

(演繹 → 帰納)

「構造と機能」を一般化する。

「領域横断的な概念に基づく問いの例」

(California Department of Education (2016) より内ノ倉 (2016) が作成したもの)

■パターン

この現象やシステムでどんなパターン(サイクルの繰り返し, 空間的・形態的な特徴, 事象間の関係性や特徴)に気付くだろうか。

■原因と結果;メカニズムと説明

事象間のどんな関係が, 観察したものでのどんなパターンが, 因果関係として記述されうるか。

■スケール, 割合, 量

より正確にシステムを記述するためには, このシステムのどのような側面を測定し定量することが必要か。

■システムとシステムモデル

この現象を説明する(このデザインを開発する)ために, どのようなシステムをモデル化する必要あるか。

■エネルギーと物質;流れ, サイクル, 保存

どのような物質がシステムに流入・流出, 滞留しているのか。どのような物理・化学変化が生じるか。

■構造と機能

どのような条件の差異が構造や外見に見られる差異のパターンと関連しているのか。

■安定性と変化→平衡

どのような変化に気付くか。その変化はどれくらい迅速に生じるのか。

STEM教育を構成する概念「7つの共有する大切な概念」

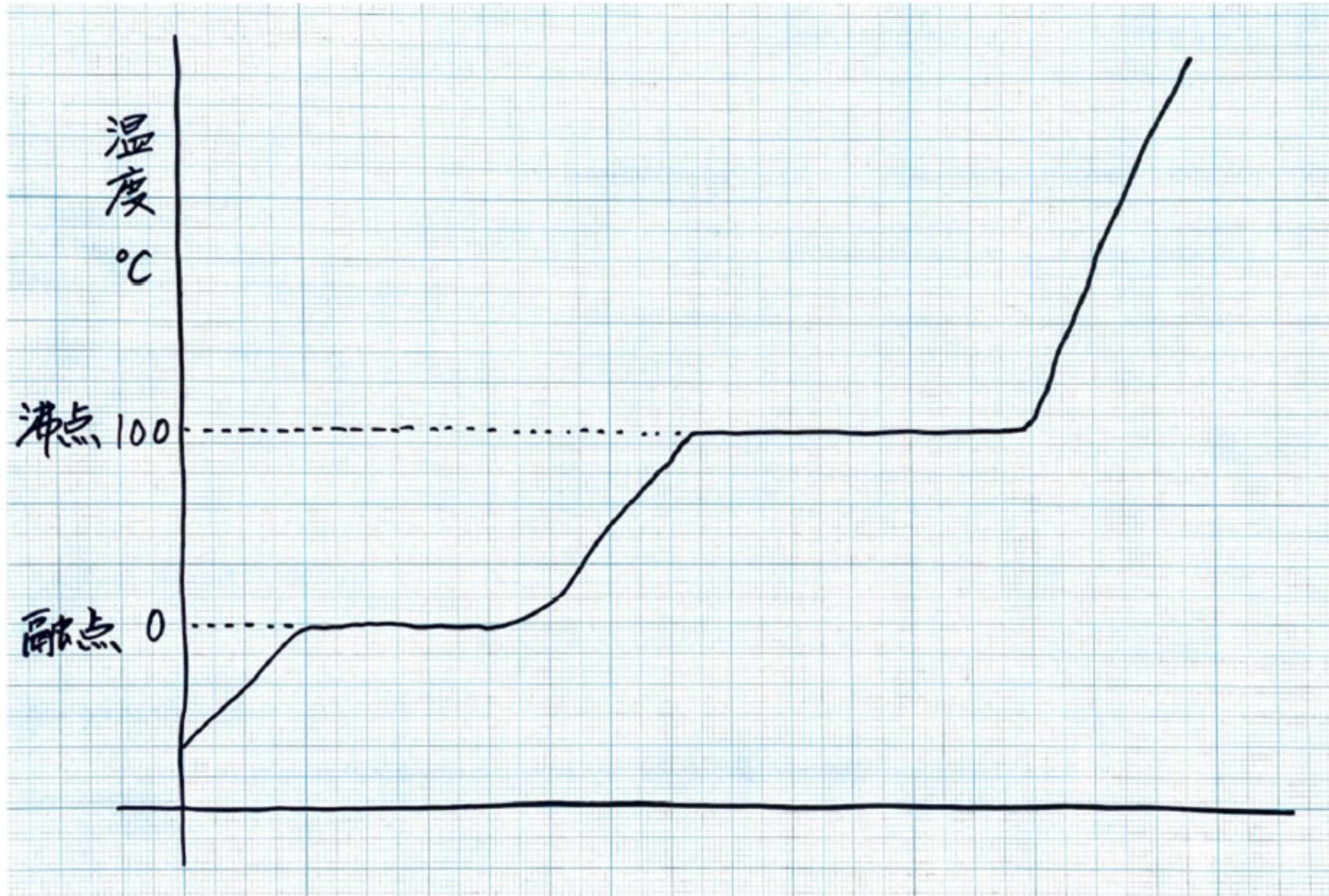
【1】パターン

繰り返し 変化のある繰り返し 対称性 周期性
規則性 etc.

※見えるパターン、見えないパターン

【1】パターン(見えるパターン/見えないパターン)





加熱は連続的におこなっているが、温度変化が連続的になっていない。
中学校で温度変化のパターンに着目させる。非線形的な現象～相転移～潜熱

STEAM教育の「7つの横断的な概念」

【1】 パターン

【2】 原因と結果

【3】 スケール・比・量

【4】 システムとシステムモデル

【5】 エネルギーと物質

【6】 機能と構造

【7】 安定性と変化

閾値、システムのジャンプの具体例

●ししおどし



閾値、システムのジャンプの具体例

- ダイオードやLEDは「順方向電圧」のしきい値を超えると電流が流れる。
- 「発火点（着火温度）」を超えると自然発火が起こる。
- 雲や雨は大気中水蒸気が「凝結の閾値」を超えた時にできる。

↑

どの現象も「しきい値（閾値）を超えることでシステムの状態が急激に（非線形で）変化する」という特徴をもっている。

急激な変化が見られたら、背後にはシステムの構造があるかも。

システム概念は自然科学の伝統的な手法（分析的手法）と対比的であるためか、小学校や中学校の学習では現象面での扱いにせざるを得ない。

【4】 仕組み(系)とそのモデル (Systems and System Models)

気象 (日本の気象)



STEM教育の「7つの横断的な概念」

【1】 パターン

【2】 原因と結果

【3】 スケール・比・量

【4】 システムとシステムモデル

【5】 エネルギーと物質

【6】 機能と構造

【7】 安定性と変化

【3】 スケール・比・量

長さ、面積、体積の関係

時間のスケール

空間のスケール

【3】 スケール・比・量

全国学力・学習状況調査の算数・数学「割合」

「スケール・比・量」については、算数の段階（小学6年）の全国学力・学習状況調査においても、その理解に課題があることが示されている。

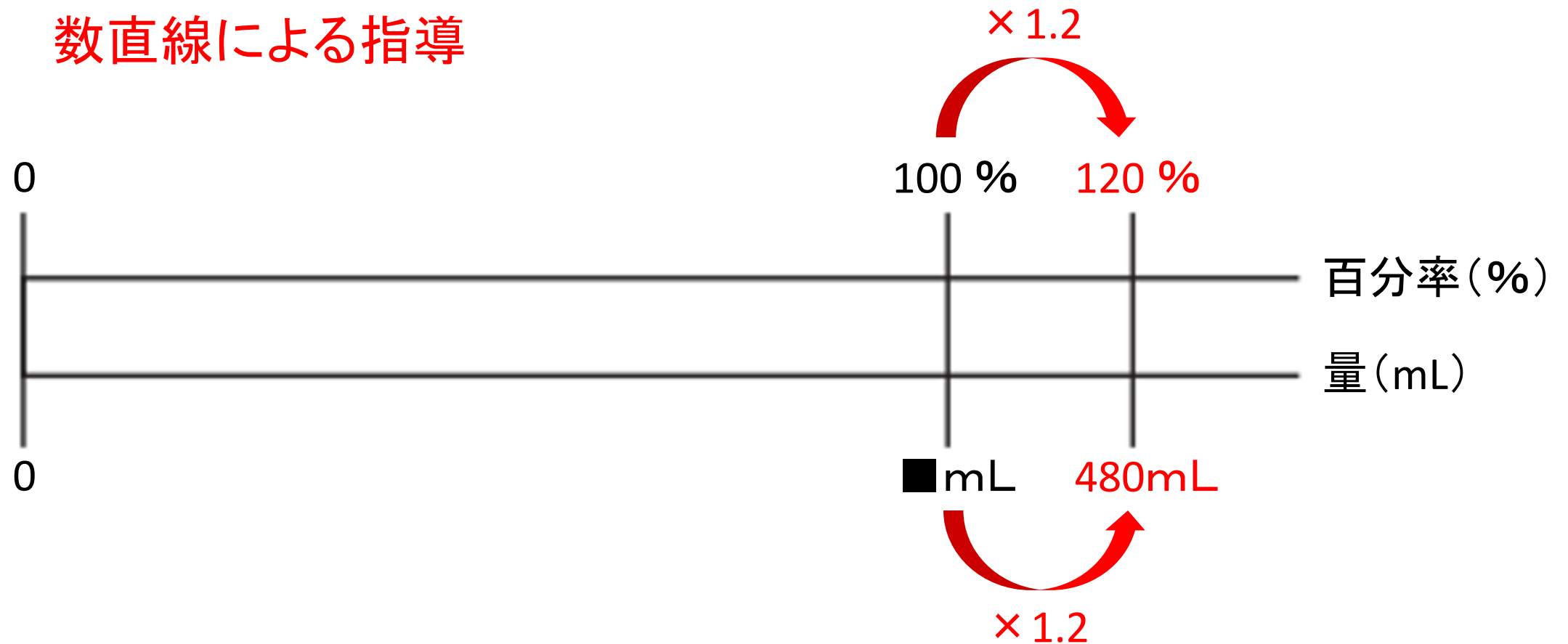
例えば、H27算数Bの「20%増量問題」を正答できた子どもは全体の1割未満であった。

いつも買う洗剤が20%増量で売られていました。
増量後の洗剤の量は480mLです。増量前の洗剤の量は何mLですか。
求める式と答えを書きましょう。

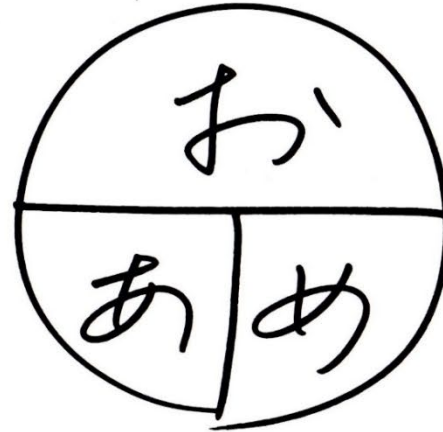
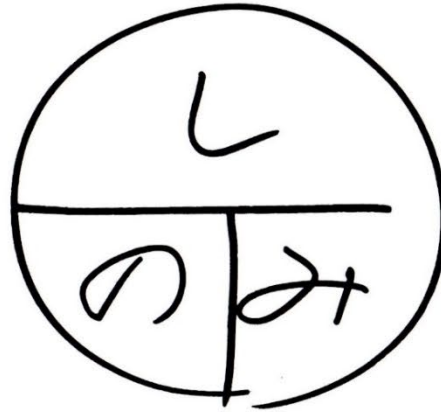
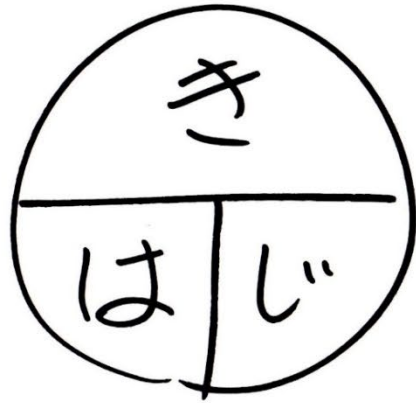


いつも買う洗剤が20%増量で売られていました。
増量後の洗剤の量は480mLです。増量前の洗剤の量は何mLですか。
求める式と答えを書きましょう。

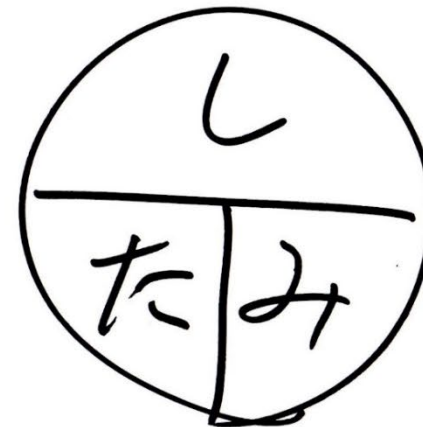
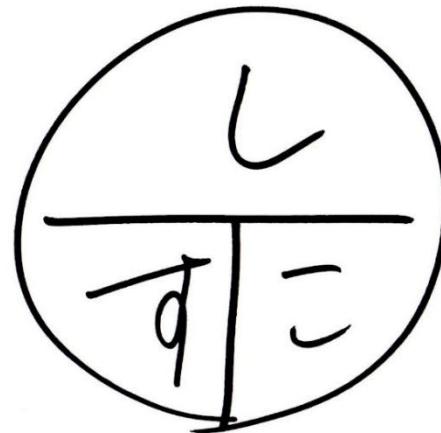
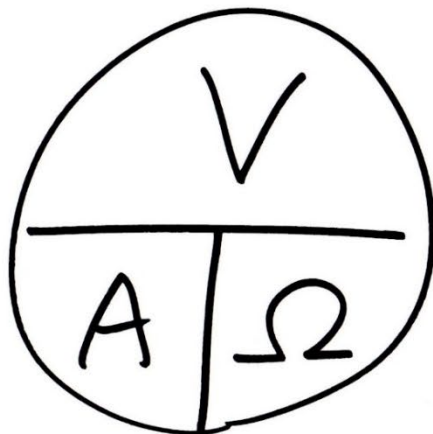
数直線による指導



いつも買う洗剤が20%増量で売られていました。
増量後の洗剤の量は480mLです。増量前の洗剤の量は何mLですか。
求める式と答えを書きましょう。



好ましくない指導の例



質量パーセント濃度 (%)

$$= \frac{\text{溶質の質量 (g)}}{\text{溶液の質量 (g)}} \times 100$$

$$= \frac{\text{溶質の質量 (g)}}{\text{溶質の質量 (g)} + \text{溶媒の質量 (g)}} \times 100$$

STEAM教育を構成する概念「7つの共有する大切な概念」

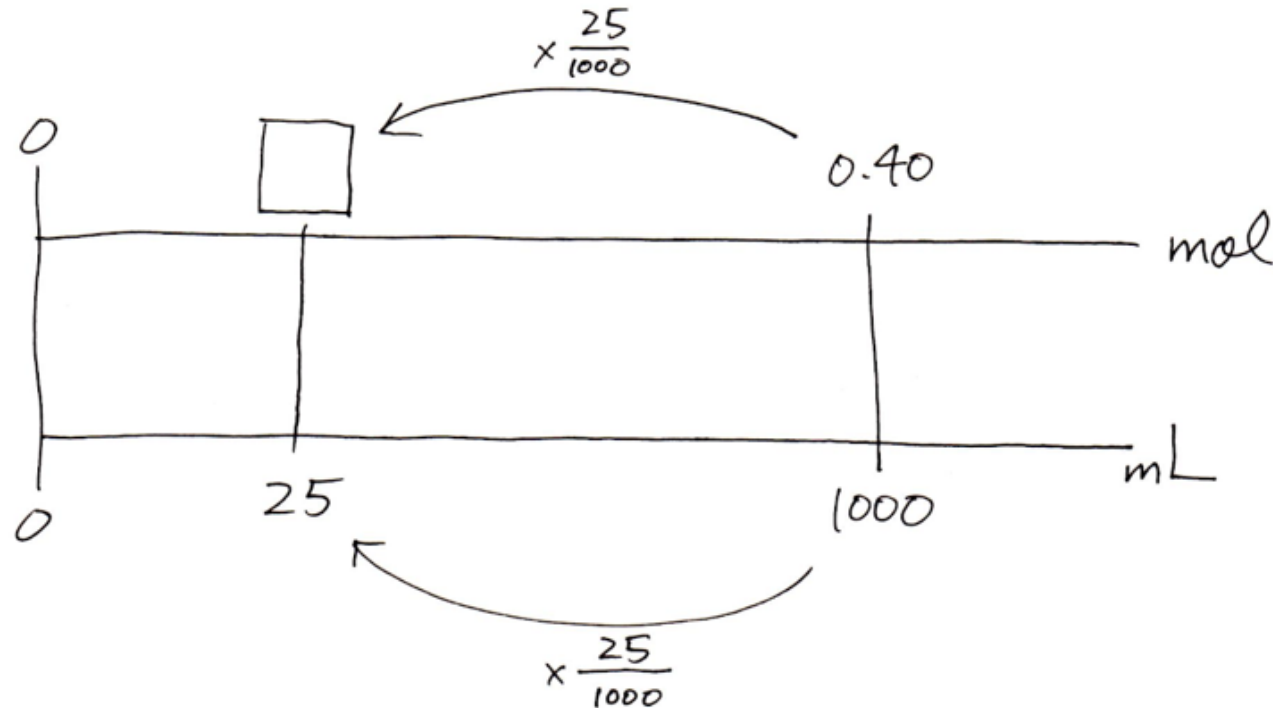
③ スケール・比・量

0.40 mol/L の塩化ナトリウム水溶液25mL 中の
塩化ナトリウムは何molか。

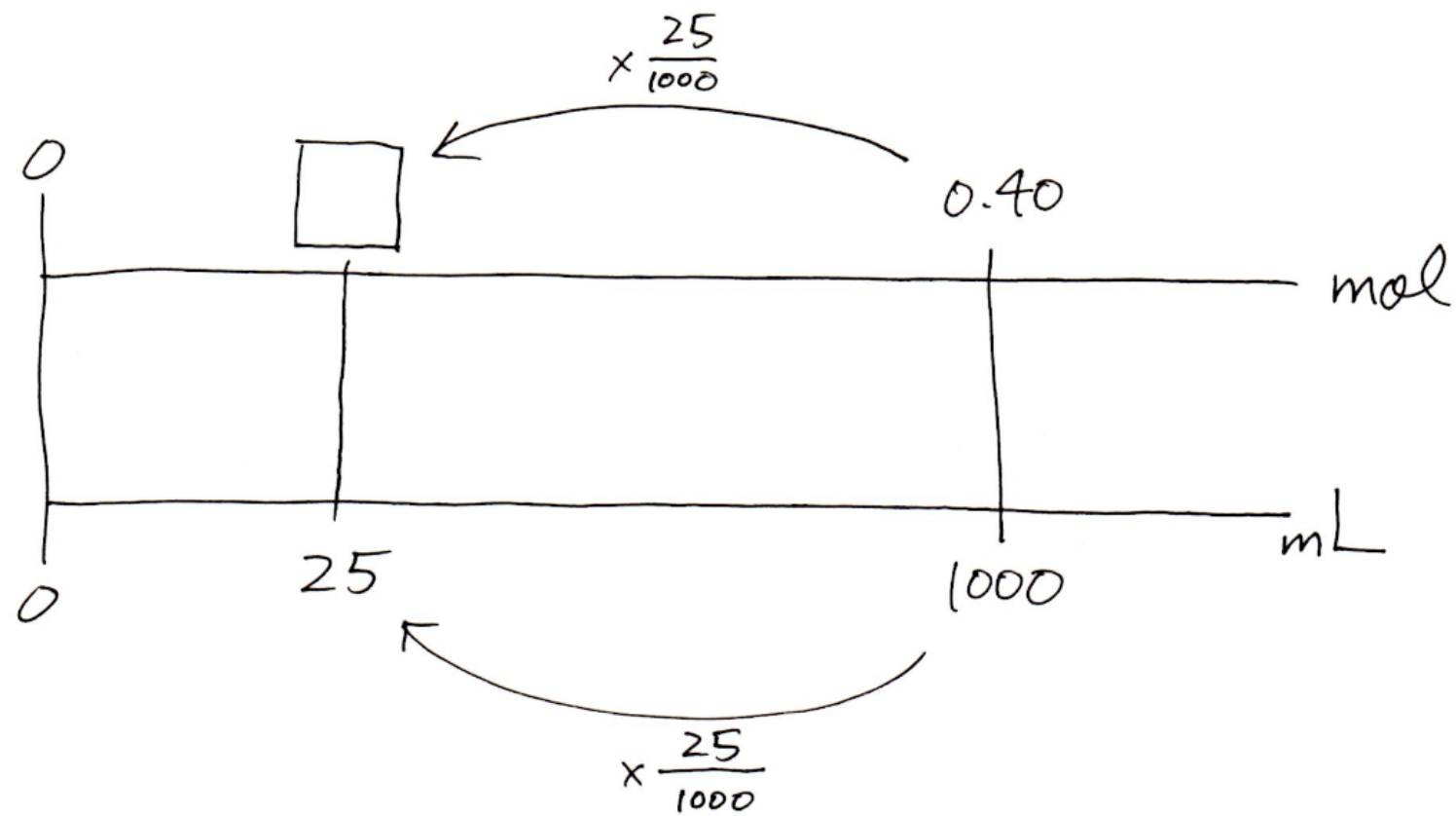
STEAM教育を構成する概念「7つの共有する大切な概念」

③ スケール・比・量

0.40 mol/L の塩化ナトリウム水溶液25mL 中の
塩化ナトリウムは何molか。

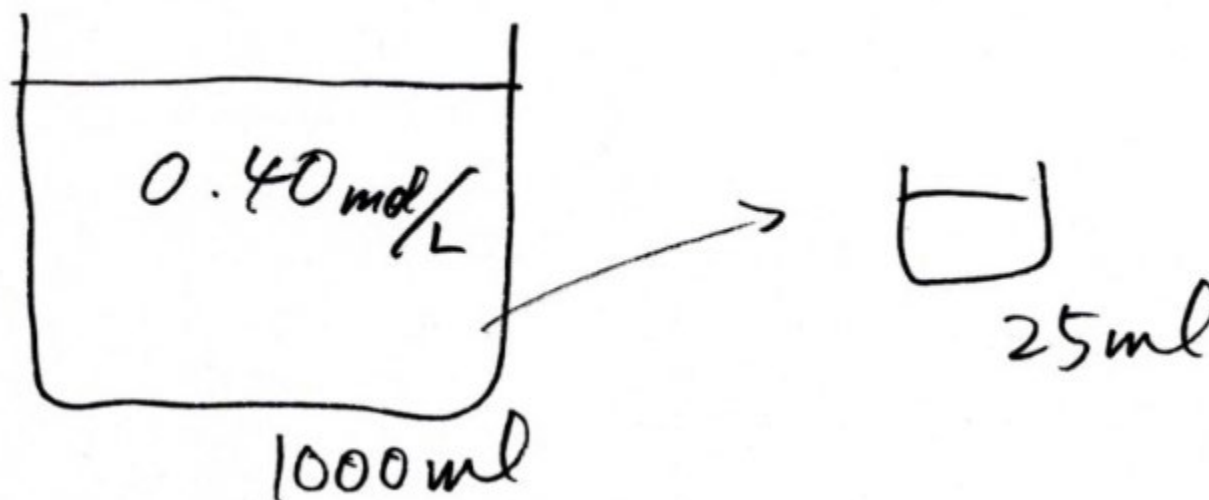


0.40 mol/L の塩化ナトリウム水溶液25mL 中の
塩化ナトリウムは何molか。



概念図

0.40 mol/L の塩化ナトリウム水溶液25mL 中の
塩化ナトリウムは何molか。



情景図

STEM教育の「7つの横断的な概念」

- 【1】 パターン
- 【2】 原因と結果
- 【3】 スケール・比・量
- 【4】 システムとシステムモデル
- 【5】 エネルギーと物質
- 【6】 機能と構造
- 【7】 安定性と変化

【5】 エネルギーと物質：流れ・循環・保存

「先生, 火って何℃ですか?」という質問
火を物質だと認識している?



【5】エネルギーと物質：流れ・循環・保存

例えば、「気象」単元の内容は
突き詰めると「地球規模でのエネルギー移動」



潜熱

わかっていることを前提として登場しがち。
状態変化のためだけに使われる熱。温度はあがらない。

温度と熱（エネルギー）は異なる。



エネルギーが地球規模で循環している。

STEM教育の「7つの横断的な概念」

【1】 パターン

【2】 原因と結果

【3】 スケール・比・量

【4】 システムとシステムモデル

【5】 エネルギーと物質

【6】 機能と構造

【7】 安定性と変化

【7】 安定性と変化

学習指導要領に示されている中学校理科の単元名

第1分野

- (1) 身近な物理現象
- (2) 身の回りの物質
- (3) 電流とその利用
- (4) 化学変化と原子・分子
- (5) 運動とエネルギー
- (6) 化学変化とイオン
- (7) 科学技術と人間

第2分野

- (1) いろいろな生物とその共通点
- (2) 大地の成り立ちと変化
- (3) 生物の体のつくりと働き
- (4) 気象とその変化
- (5) 生命の連続性
- (6) 地球と宇宙
- (7) 自然と人間

【7】 安定性と変化

→ 変化していないように見えて

実は変化している現象がある。【動的平衡】

酢酸の電離平衡： $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ 正反応と逆反応が同じ速さで進み、濃度が一定に保たれる

水の蒸発と凝縮：密閉容器内で水分子の蒸発と液化が同速度で起こり、見かけ上の水面が変わらない

生物内の水分バランス：細胞膜を介した浸透圧の平衡。水分子は常に行き来しているが、細胞の体積は維持される

【7】 安定性と変化 → カーボンニュートラル

地球上の炭素循環は、大きく見ると動的平衡に近い。

植物の光合成による CO_2 吸収 $\rightleftharpoons$ 生物の呼吸・分解による CO_2 放出

海洋への CO_2 溶解 $\rightleftharpoons$ 海洋からの CO_2 放出

これらが釣り合っている状態が、産業革命以前の地球の炭素サイクル。

カーボンニュートラルとは、人間活動による CO_2 排出量と吸収量を釣り合わせることで、つまり人為的にこの平衡を回復・維持しようとする取り組みと解釈できる。

STEM教育の「7つの横断的な概念」

【1】 パターン

【2】 原因と結果

【3】 スケール・比・量

【4】 システムとシステムモデル

【5】 エネルギーと物質

【6】 機能と構造

【7】 安定性と変化

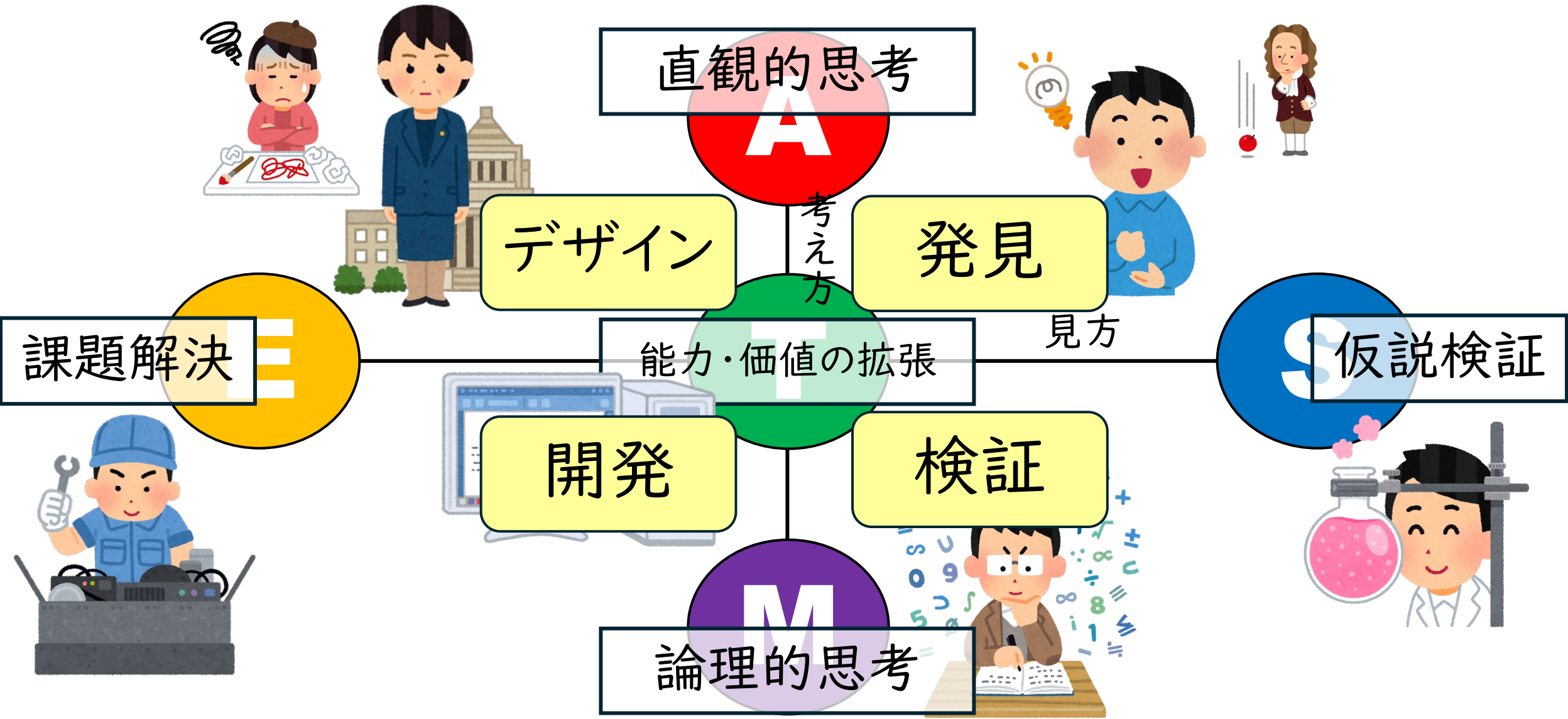
「原因と結果」は、他の概念を使って説明するときの接続詞の役割を果たします。

「スケールが変わると（原因）、パターンが崩れる（結果）」

「構造が変わると（原因）、安定性が失われる（結果）」

つまり他の6概念は説明の素材であり、
「原因と結果」は説明の形式です。

STEAM教育がカバーする学習内容・学習活動のイメージ



考えるための**枠組み**の必要性

方向感覚は揃えることができる。

【独創性】

拡散的、主観的、直観的

2

見方

1

考え方

具体的
個別的

抽象的
一般的

3

4

収束的、客観的、論理的

【再現性】

【仮説検証】

【課題解決】

考えるための**枠組み**の必要性

枠の中で悩むことができる。

【独創性】

拡散的、主観的、直観的

2

見方

考え方

1

具体的
個別的

抽象的
一般的

3

4

収束的、客観的、論理的

【再現性】

【仮説検証】

【課題解決】

『主題の設定』とよく言いますが、それだけでは探究は始められない。

課題解決【どうする?】

Problem

実践的、具体的
特殊解、見解を示す
目的を重視

「技術的」

見 方

仮説検証【なぜ?】

Question

理論的、抽象的
一般解、知見を得る
定義を重視

「科学的」



主題 (Subject) 『腹痛』

『主題の設定』とよく言いますが、それだけでは探

『設定した主題』をどうとらえるかを意識する必要がある。

課題解決【どうする?】

Problem

実践的、具体的
特殊解、見解を示す
目的を重視

「技術的」

見 方

仮説検証【なぜ?】

Question

理論的、抽象的
一般解、知見を得る
定義を重視

「科学的」



主題 (Subject) 『腹痛』

主題が決まっても見方を決めないと迷走してしまう。

それだけでは探

『設定した主
識する必要がある。

課題解決【どうする?】

Problem

実践的、具体的
特殊解、見解を示す
目的を重視

「技術的」

見 方

仮説検証【なぜ?】

Question

理論的、抽象的
一般解、知見を得る
定義を重視

「科学的」



主題 (Subject) 『腹痛』

『設定したままにしてしまう。
認識する必要がある。』
テーマが決まっても見方を決めないと迷走しただけでは探

課題解決【どうする?】

Problem

実践的、具体的
特殊解、見解を示す
目的を重視

「技術的」

見方

仮説検証【なぜ?】

Question

理論的、抽象的
一般解、知見を得る
定義を重視

「科学的」

社会的な主題 (Subject)



『設定したままにしてしまう。
認識する必要がある。』
テーマが決まっても見方を決めないと迷走しただけでは探

課題解決【どうする?】

Problem

実践的、具体的
特殊解、見解を示す
目的を重視

「技術的」

見 方

仮説検証【なぜ?】

Question

理論的、抽象的
一般解、知見を得る
定義を重視

「科学的」



教科: Subject
特定の分野や科目

既存の教科は、どのような見方・考え方によって構成されているのか？

これから、いろいろな教科を配置していきますが、話の進行上、かなり一面的です。

【独創性】

拡散的、主観的、直観的

2

1

【課題解決】

具体的
個別的

国語

抽象的
一般的

【仮説検証】

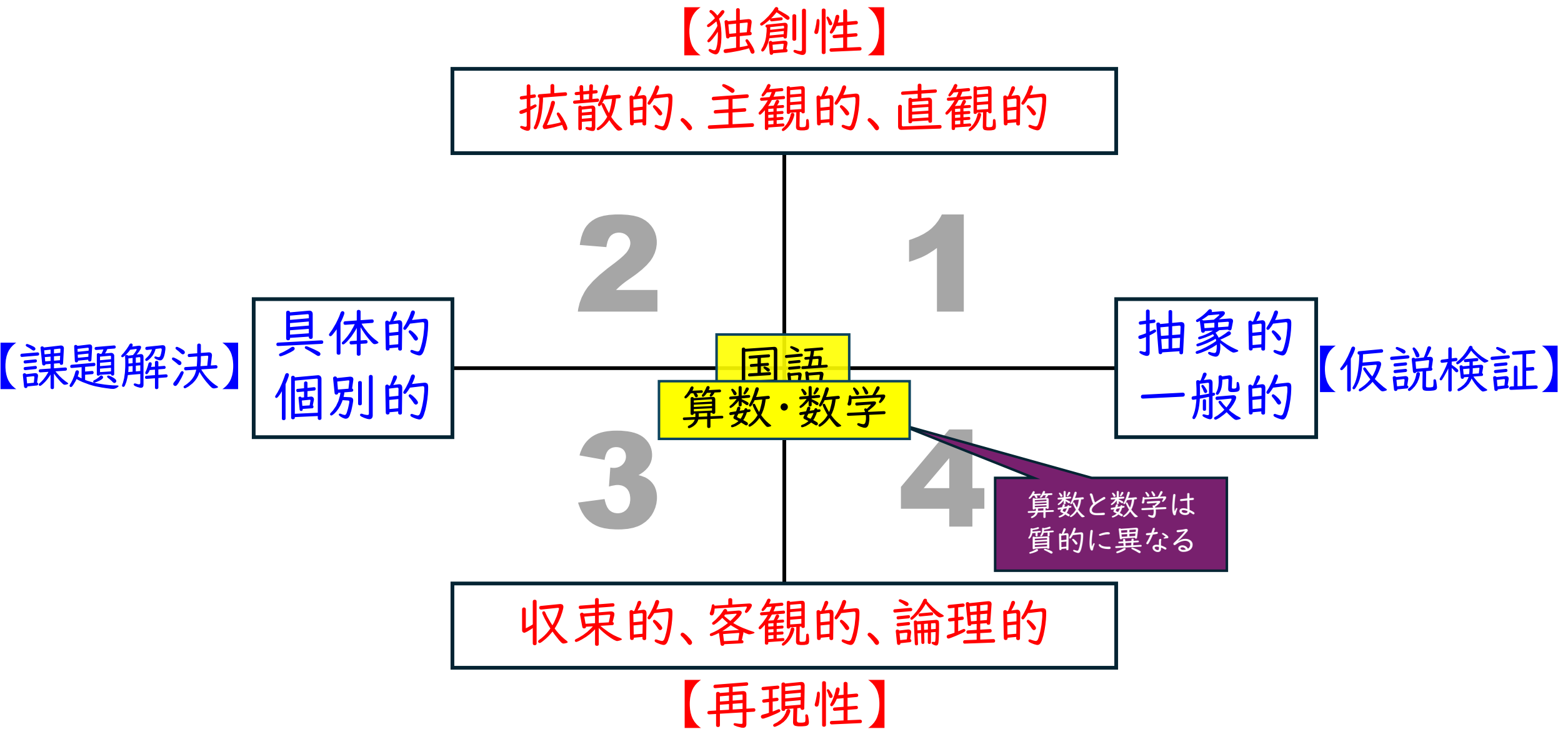
3

4

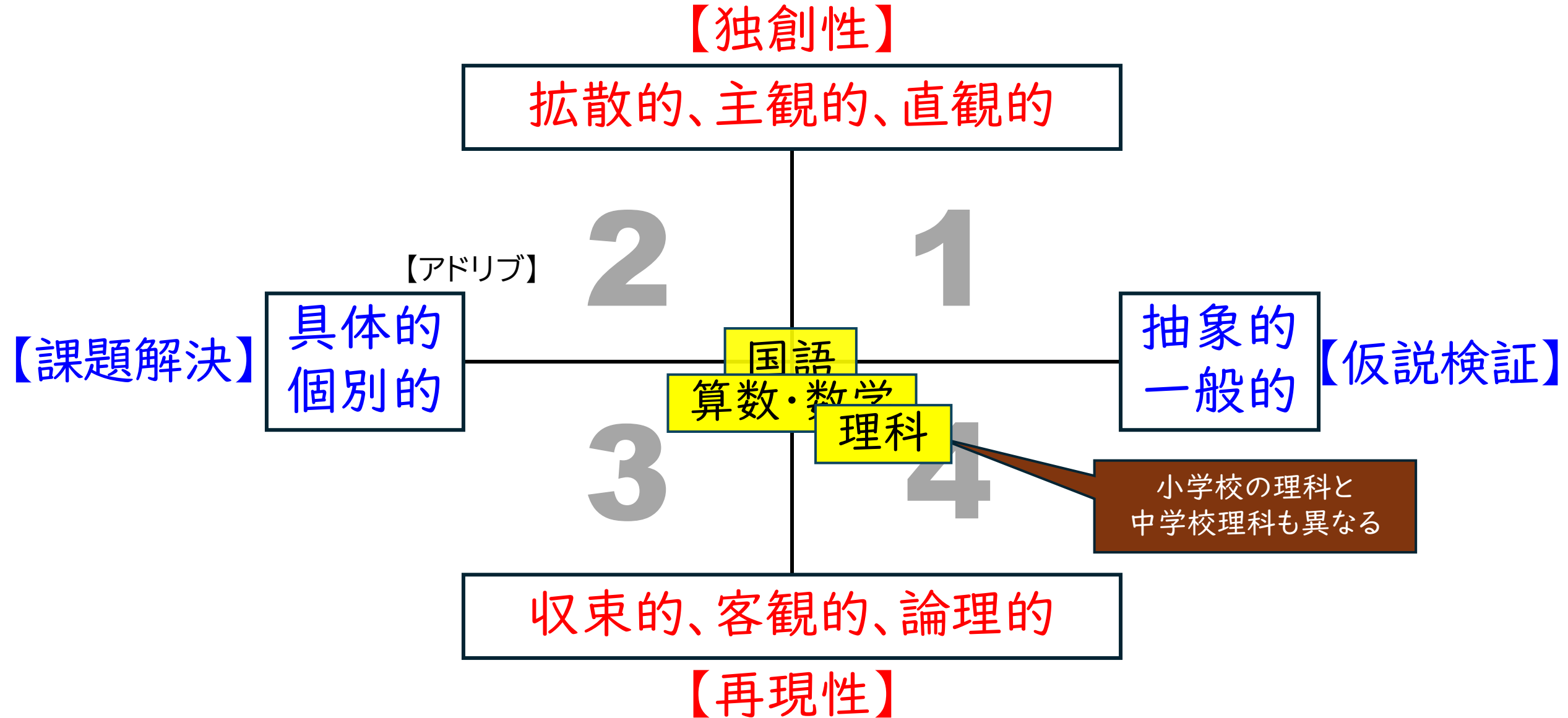
収束的、客観的、論理的

【再現性】

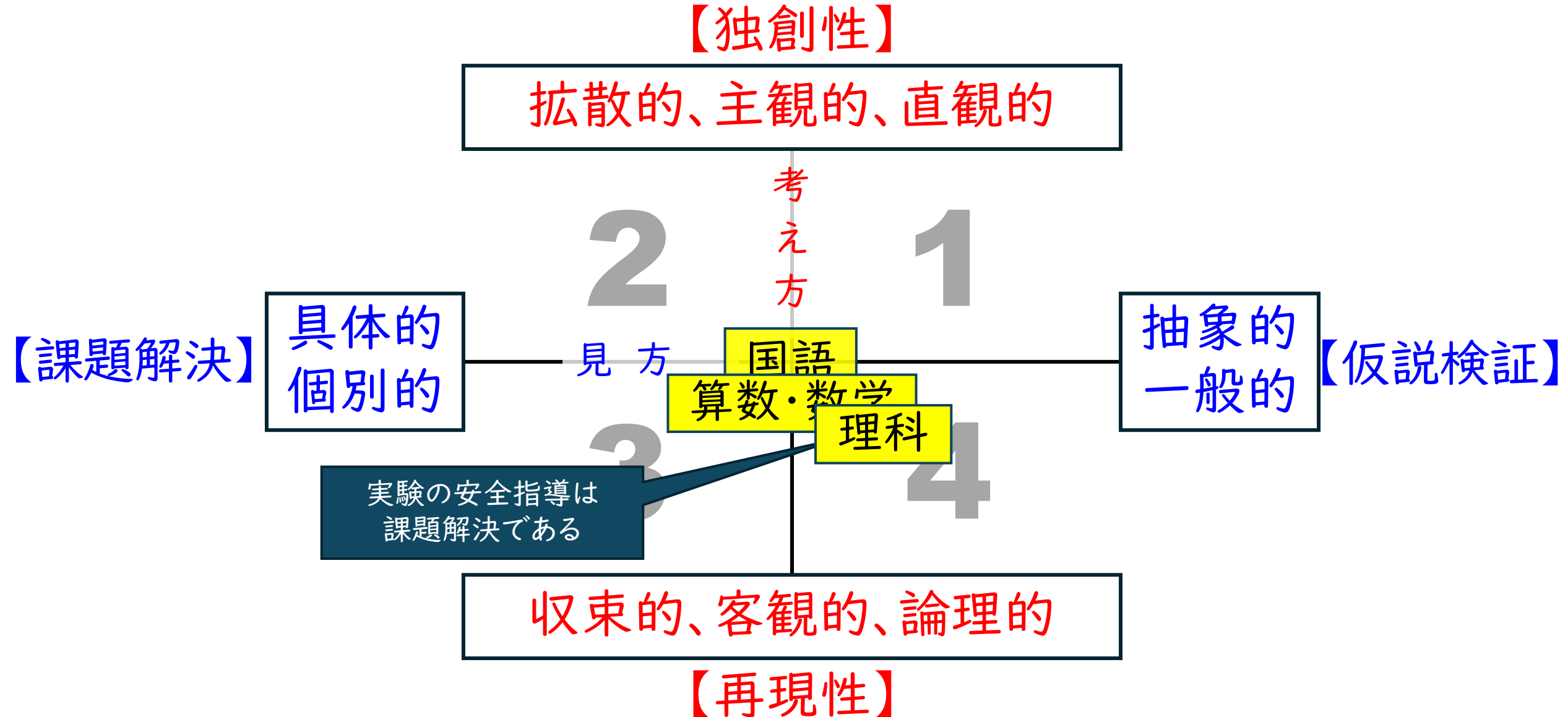
既存の教科は、どのような見方・考え方によって構成されているのか？



既存の教科は、どのような見方・考え方によって構成されているのか？



既存の教科は、どのような見方・考え方によって構成されているのか？



既存の教科は、どのような見方・考え方によって構成されているのか？

【独創性】

拡散的、主観的、直観的

考え方

2

1

見方

国語

算数・数学

理科

抽象的
一般的

【仮説検証】

具体的
個別的

【課題解決】

3

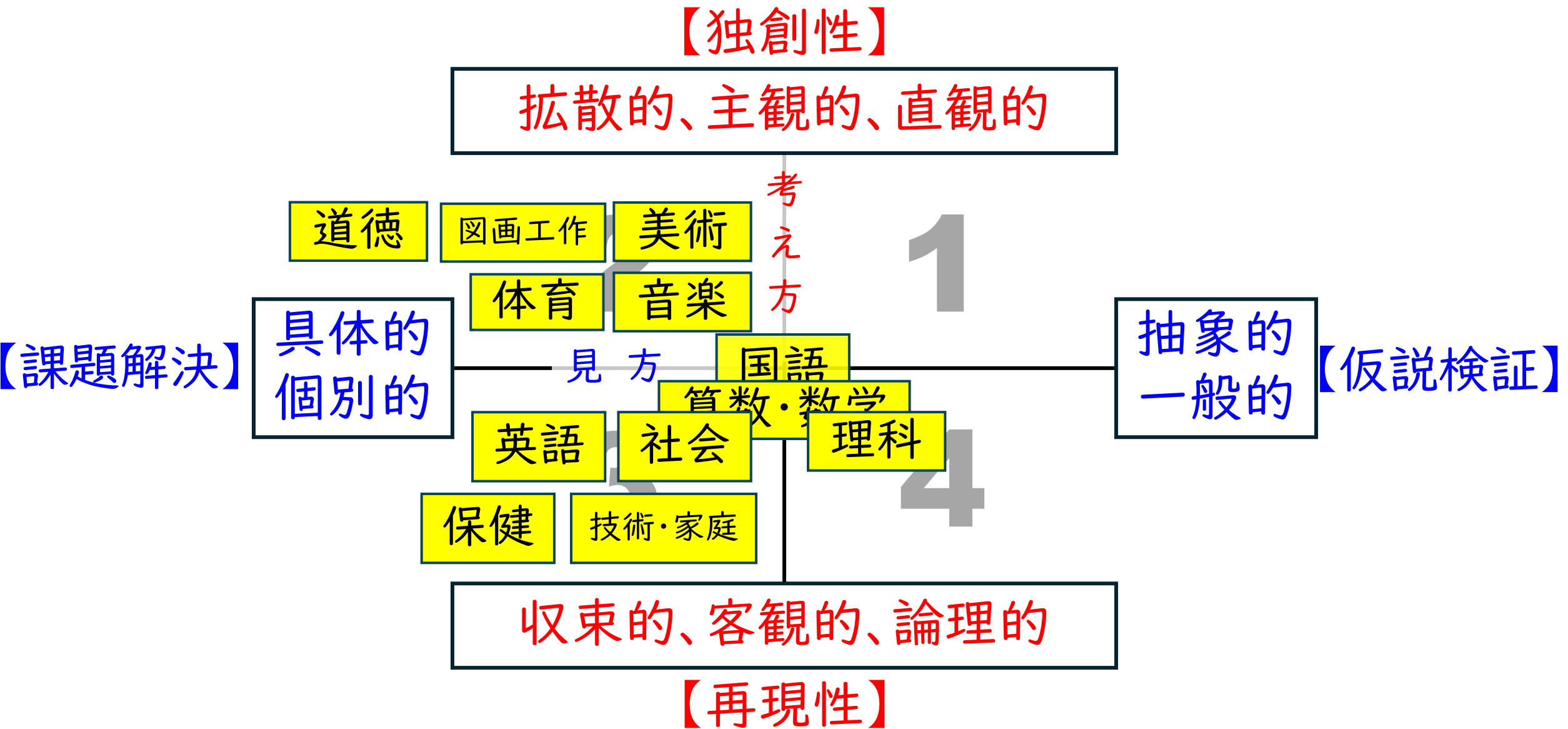
4

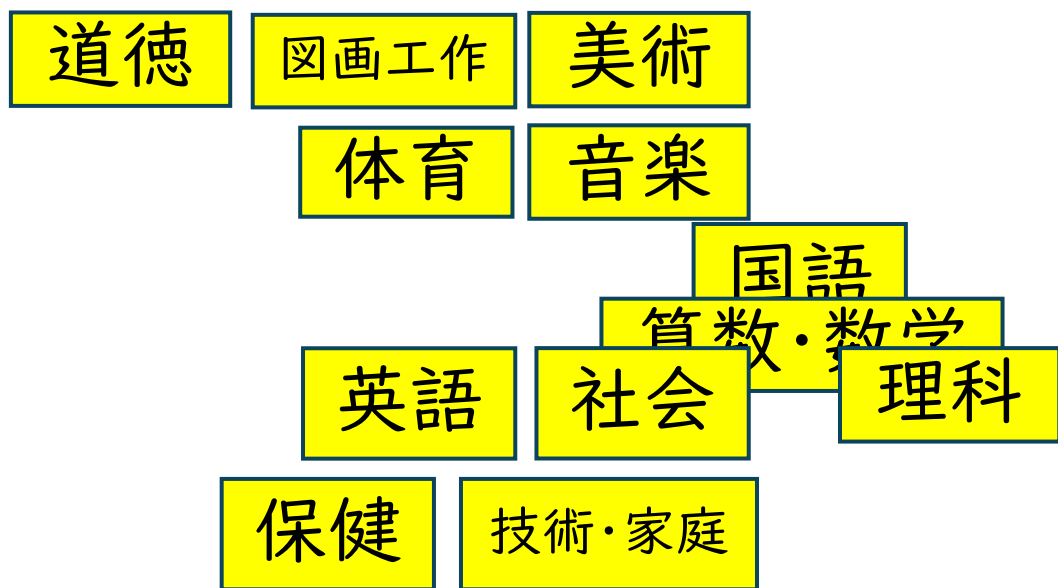
理科における防災は
課題解決である

収束的、客観的、論理的

【再現性】

既存の教科は、どのような見方・考え方によって構成されているのか？





道德

保健

技術・家庭

図画工作

美術

体育

音楽

理科

英語

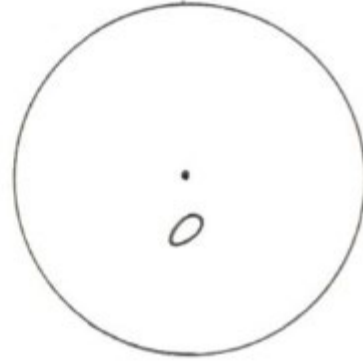
社会

国語

算数・数学

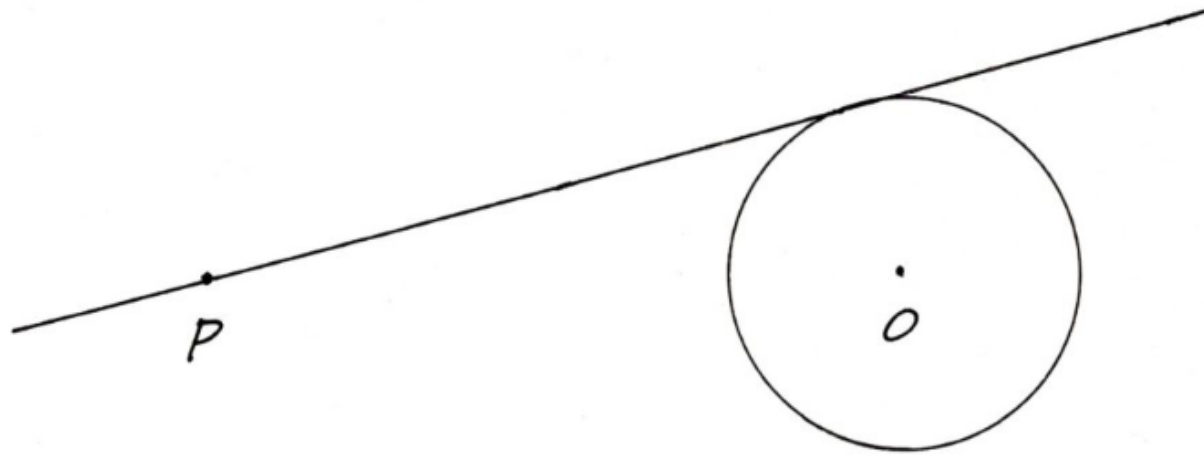
「教科」の「役割」を明確にしないと迷走してしまう。

$\dot{P}$



技術的にはこれで問題はない。

しかし、数学的には間違いである。なぜ？



点Pから点Oを中心とする円に接線を書きなさい。

技術的にはこれで問題はない。

しかし、数学的には間違いである。なぜ？



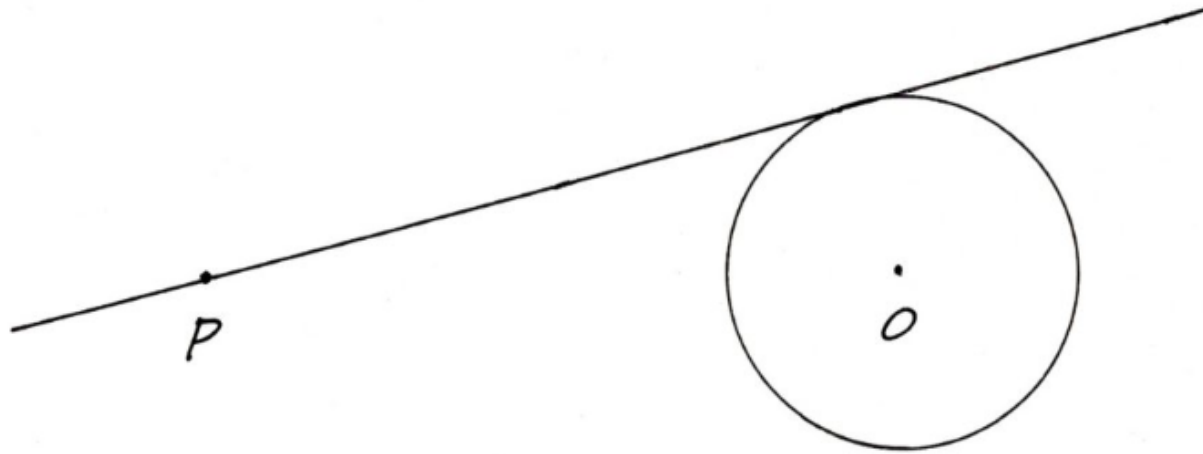
点Pから点Oを中心とする円に接線を書きなさい。

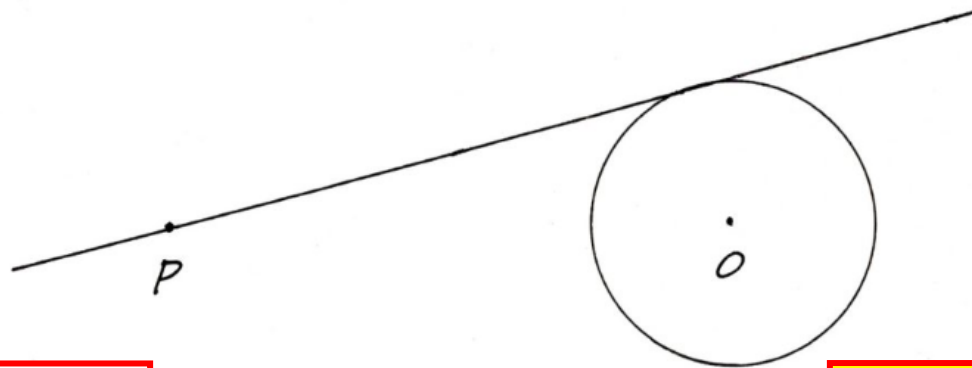
科学的とは？

現象をいくつかの「**a 要素**」に分けること。

その「**a**」の「**b 関係**」を明確にすること。

それら「**b**」が成立する「**c 条件**」を明確にすること。





課題解決【どうする?】

Problem

実践的、具体的
特殊解、見解を示す
目的を重視

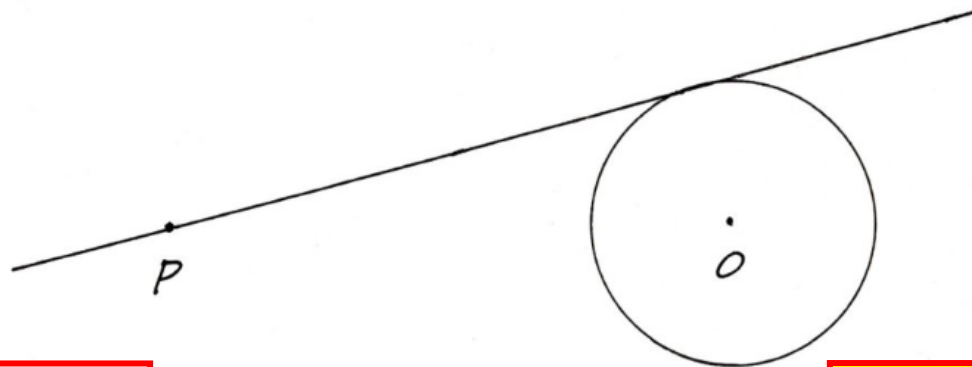
見 方

仮説検証【なぜ?】

Question

理論的、抽象的
一般解、知見を得る
定義を重視

「接線を引きなさい」と言われると、「どうする?」と捉えがちなか、ここで聞かれているのは「引いた線がなぜ接線といえるのか?」という「接線の定義」が理解されているかどうか、ということ。



課題解決【どうする?】

Problem

実践的、具体的
特殊解、見解を示す
目的を重視

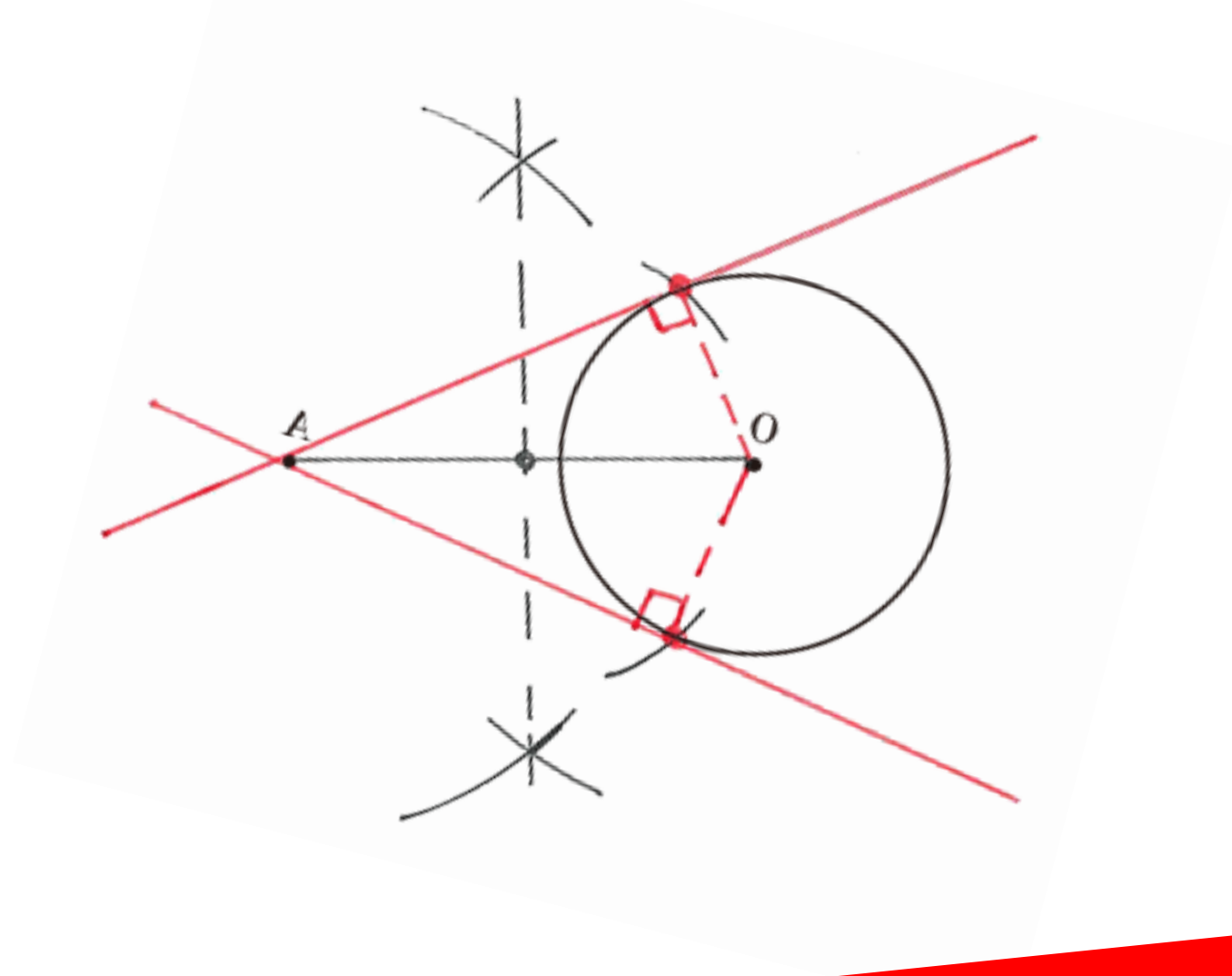
見 方

仮説検証【なぜ?】

Question

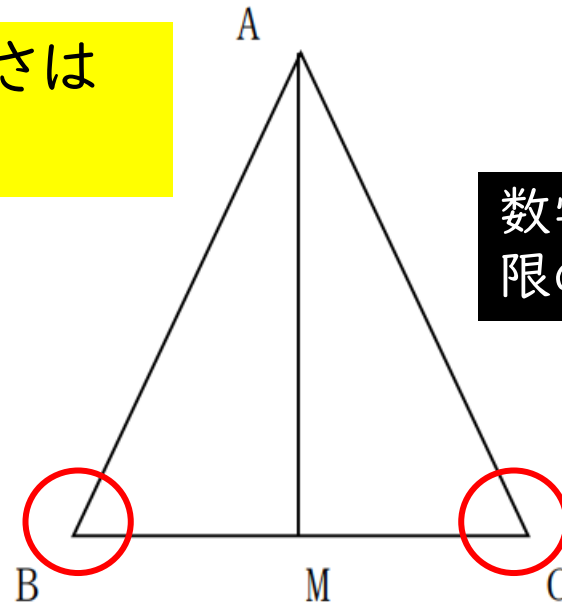
理論的、抽象的
一般解、知見を得る
定義を重視

垂直の性質: 円の接線は、接点を通る半径に垂直である。
距離の性質: 円の中心から接線までの距離は、その円の半径に等しい。



もうひとつ別の円を想定して、その円周角の直角を利用している。

二等辺三角形の2つの底角の大きさは等しいことを証明しなさい。



数学とは「最小限の約束(定義)」から「最大限の結論(性質)」を引き出すこと

課題解決【どうする?】

Problem

実践的、具体的
特殊解、見解を示す
目的を重視

仮説検証【なぜ?】

Question

理論的、抽象的
一般解、知見を得る
定義を重視

この問題が問うているのは、「角度が等しいかどうか」という事実の確認ではなく、「『2辺が等しい』という定義(前提)だけを使って、論理的なステップのみで『2角が等しい』という新しい事実を導き出せるか?」という推論のプロセスです。

数学とは「最小限の約束(定義)」から「最大限の結論(性質)」を引き出すこと

「算数・数学＝計算や数字を扱う学問」と思われがちですが、本来は「論理の構造」を扱う学問です。

数字は、その論理を最も簡潔に、かつ誤解なく表現するための「記号」に過ぎません。

数学とは「最小限の約束(定義)」から「最大限の結論(性質)」を引き出すこと

「Mathematics」の語源 ギリシャ語の「マテーマ(mathema)」

もともと「学ばれるべきこと」「知識」という意味。
そこには数字のニュアンスすら入っていません。

「二等辺三角形の証明」もそうですが、数学の高度な領域や論理学では、数字が一切出てこないことも珍しくありません。

STEAMの各分野のイメージ

