

科学的アプローチをデザインする③

先端の科学研究 から学ぶ

科学的アプローチ：仮説の設定

問い

アリはどうやってエサを探すのか？

具体化

- ・偶然に見つけたエサの場所を記憶しているのか。
- ・匂いによって、エサを探すのか。
- ・仲間にエサの場所を教えてもらっているのか。

検証
可能

- ・アリは甘い匂いでエサを判断する。

答えを
予想

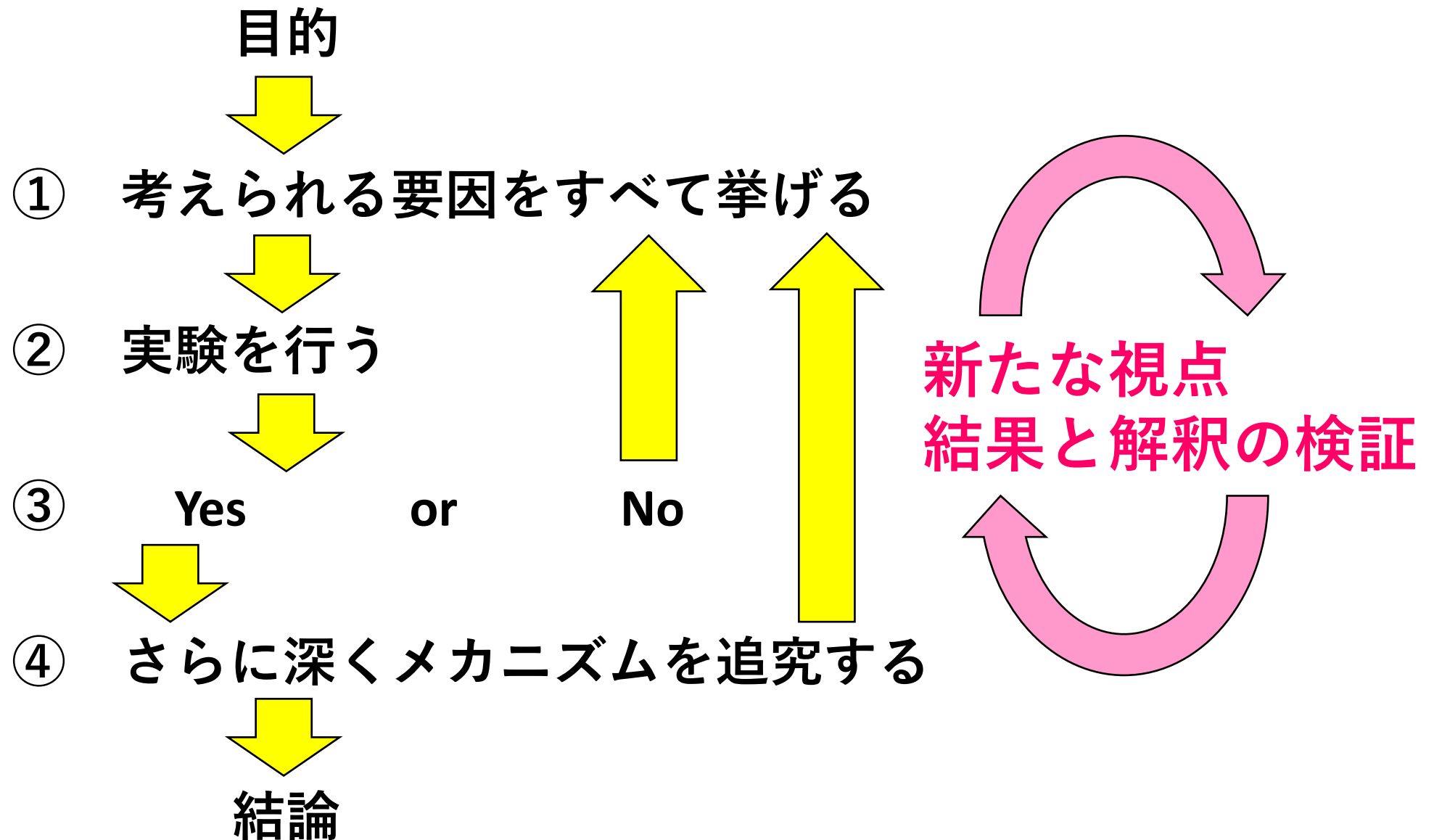
- ・アリは視覚情報なしに甘い匂いに誘引される。

= 仮説

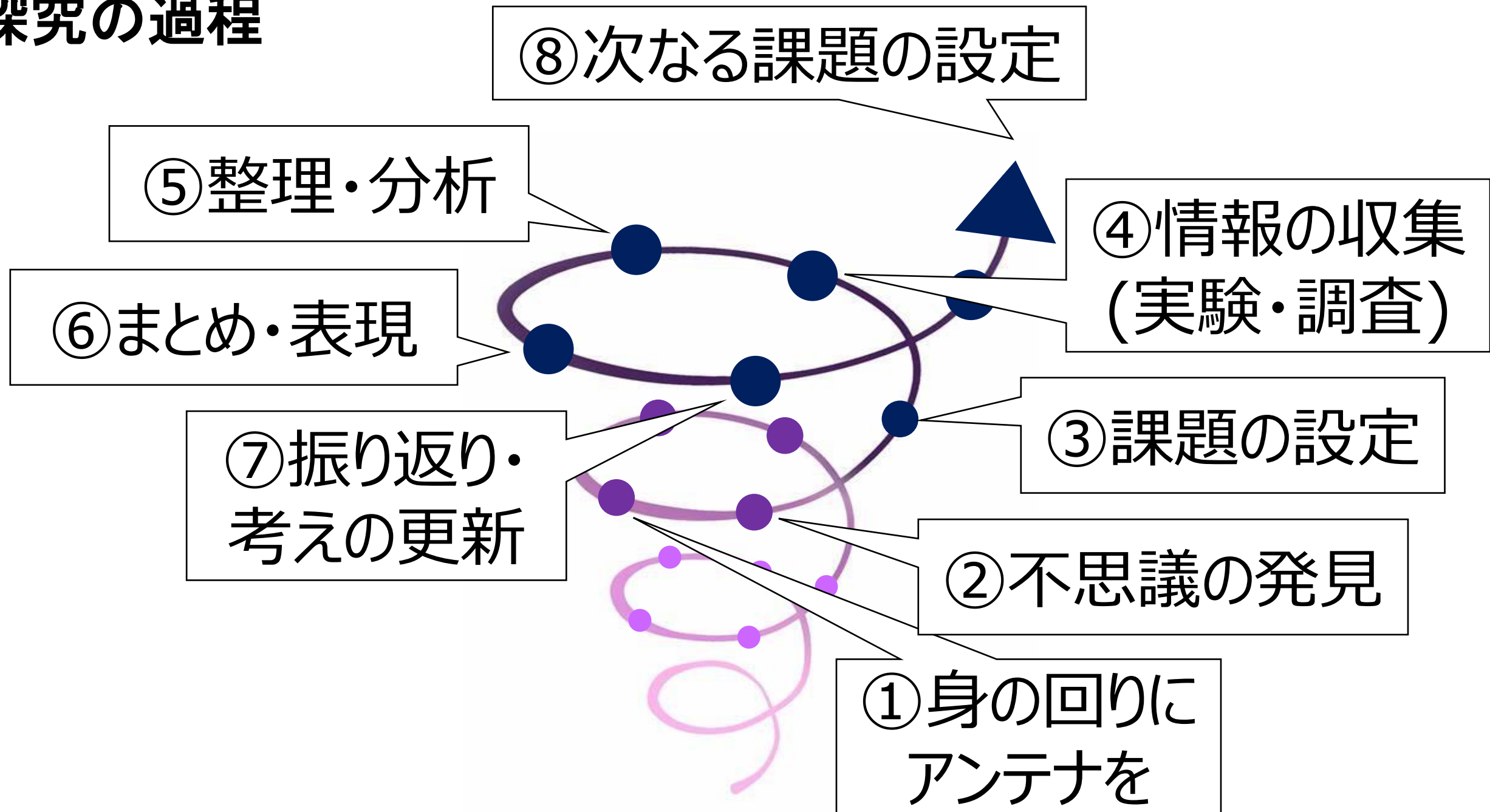
科学的アプローチ：仮説の設定



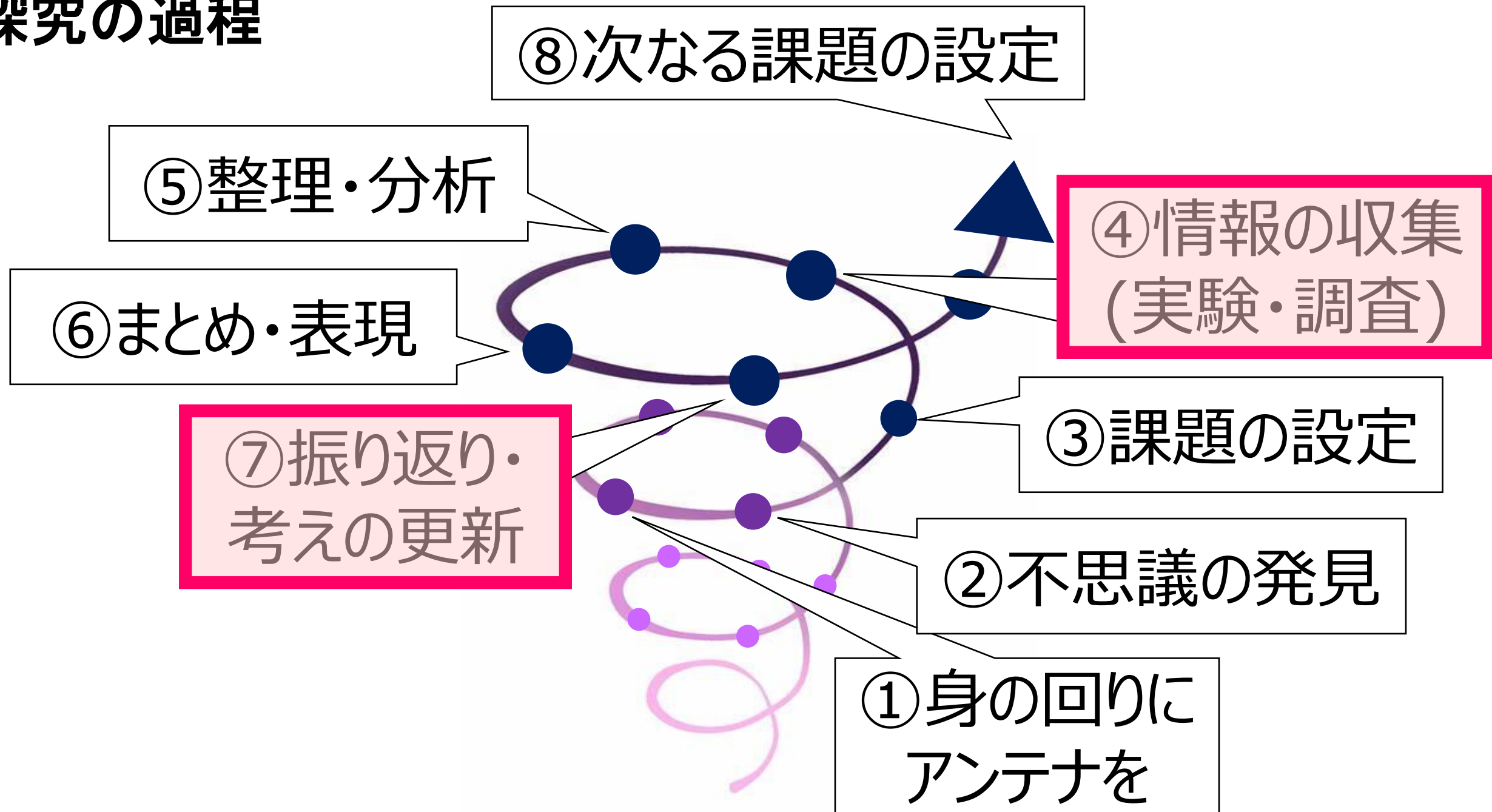
科学的アプローチ：研究デザイン



探究の過程



探究の過程



先端の課題研究から学ぶ

参考図書：

竹内薫(2010), 『ブレイクスルーの科学者たち』



本の表紙
画像

先端の課題研究から学ぶ

「ブレイクスルー」とは??

先端の課題研究から学ぶ

「ブレイクスルー」とは??



科学研究におけるブレイクスルーとは、以下の3点に集約されます。

- **既存の知識や常識を覆す発見**：これまでの科学的な理解を根本から変え、新しい視点や理論を提示します。
- **新たな研究分野や技術を創出**：未開拓だった領域への道を開き、その後の研究や技術開発の方向性を大きく変えます。
- **社会や他の分野へ波及する大きな影響**：その発見や技術が、医療、産業、人々の生活など広範な領域に劇的な変化をもたらします。

(Google Geminiによる回答, 2025年7月)

障壁を新たな方法で突破し、科学技術を飛躍的に進歩

先端の課題研究から学ぶ

参考図書：

竹内薫(2010),『ブレイクスルーの科学者たち』

- ①先端科学の概要を理解しよう
- ②ブレイクスルーのポイントをつかもう
 - ・どのような課題をどのように突破したか
 - ・そのきっかけはなんだったのか

先端の課題研究から学ぶ

13:25 本時の目標

13:30 個人での読み取り①

13:45 班でのまとめ①

14:00 個人での読み取り②

14:15 休み時間

14:25 班でのまとめ②

14:35 全体共有

14:55 本時のまとめ

iPS細胞 （山中伸弥氏）

- 神戸大学医学部卒
- 整形外科での臨床研究
- 大阪市立大学→グラッドストーン研究所
- 京都大学iPS細胞研究センター長

2012年 ノーベル生理学・医学賞
をジョン・ガードンと共同受賞

やんちゃな科学少年

- 祖父、父 ミシン工場を経営
- 機械に囲まれて育つ。ラジオ、時計の分解。
- 科学雑誌の附録で危うく火事に！
- 柔道でケガばかり
- ミシン部品の在庫管理 BASIC言語で作成



整形外科医

ブレイクスルー

先行研究

1960年代 カエルの細胞核からオタマジャクシを誕生

1997年 羊のドリー（大人の細胞の核から子羊を誕生

受精卵からつくる **E S細胞**

倫理問題、拒絶反応

基礎医学の研究

?

少年の時のコンピュータの知識

ゲノム・プロジェクトにより様々な研究が
インターネットでフリーアクセス

何万という因子から **iPS細胞** となる細胞の再生能力を引き出す **4つの因子** を発見

今後の課題

アメリカiPS予算 日本の数十倍

設備の規模が違う 全てが逆転されている

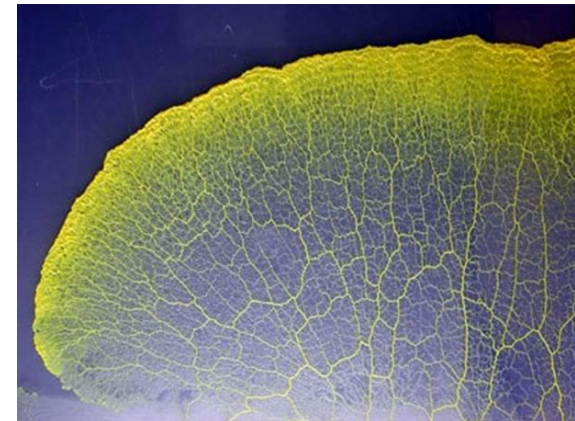
オープンラボでの議論 アメリカの数日＝日本の数ヶ月

今はチームでの仕事主流（人を引き寄せる力、まとめる力）
後続く人が必要

粘菌にも知性がある（中垣俊之 氏）

としゆき

- 北海道大学薬学部卒
- 名古屋大学人間情報学研究科（学術博士）
- 理化学研究所特別研究員
 - オックスフォード大学数学研究所
- 2008年イグ・ノーベル賞
- 北海道大学電子化学研究所准教授



生き物好き

- ファーブル昆虫記の愛読者
- 生物学科での分子生物学、分類学の研究にうんざり
- 薬学部製薬化学科に進学



粘菌に出会う

物質から自然と生命が生まれる「自己組織化」の研究

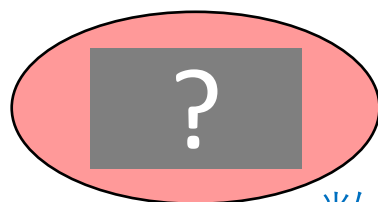


やりたいこと？

製薬会社に就職、退職、**数学**を学び直す

ブレイクスルー

生態の研究



数学の方法論



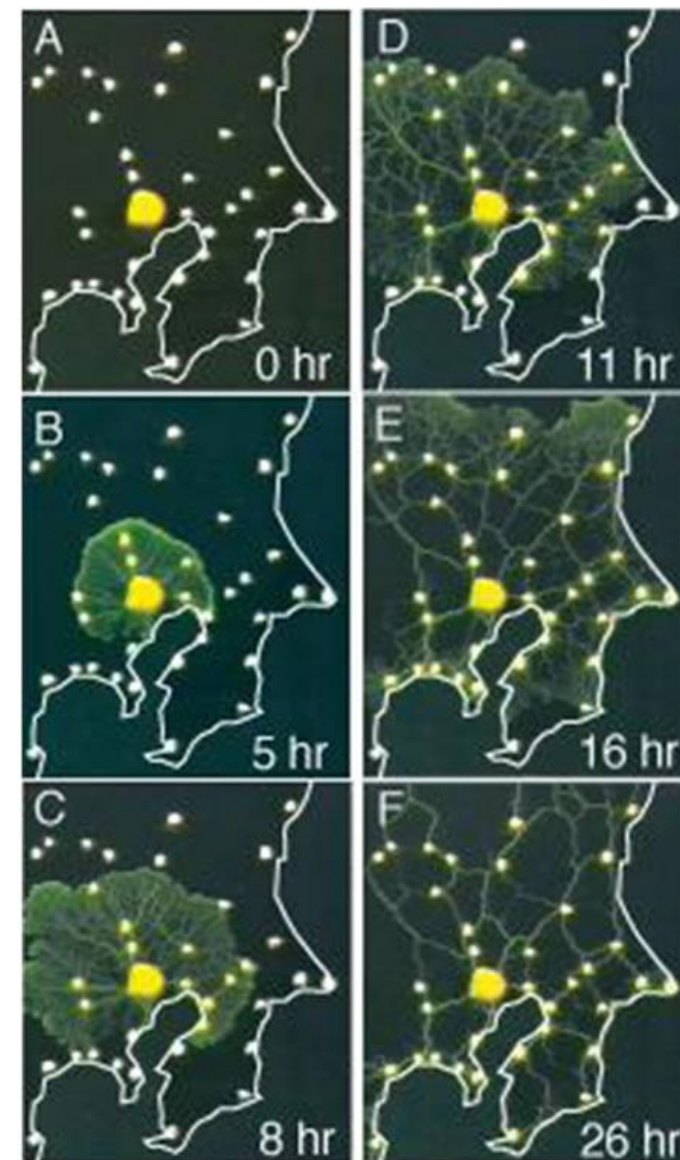
「粘菌が立派な知性を持つ」

- ・粘菌が迷路を解く
- ・粘菌が環境悪化の周期を記憶する



粘菌の行動を、数理モデルを考えて再現

自動車道路、鉄道ネットワークへの応用



火山のマグマを透視する

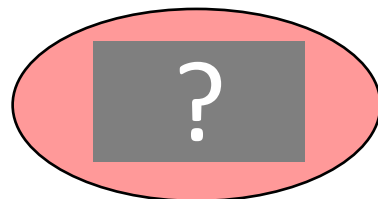
ひろゆき
(田中宏幸 氏)

- 名古屋大学卒
- 理化学研究所
- カリフォルニア大学リバーサイド校
- 東京大学地震研究所 火山噴火予知研究推進センター特任助教
- 東京大学高エネルギー素粒子地球物理学分野教授 (H27)

ブレイクスルー

素粒子物理学 ミューオンの研究

「エジプトのピラミッドを
ミューオンでレントゲン撮
影」に発想のヒント



地球物理学 火山噴火予知研究

問題点
装置が巨大で、電源が必要

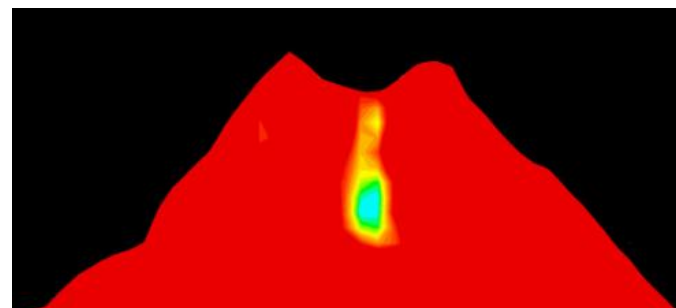


何気なくインターネット
原子核写真乾板の話

火山透視技術
フランス、イタリアの研究者から高い評価



1 + 1 = 2 以上？
溶鉱炉や原子炉内部の
可視化



素粒子と宇宙のあいだ

(羽澄昌史 氏)

はずみ まさし

- 東京大学大学院理学系研究科（博士）
- 大阪大学理学部助手
- ドイツ、米国、日本で加速器を用いた素粒子研究
- 高エネルギー加速器研究機構（K E K）教授

哲学少年

- 非常に不器用
- ウィトゲンシュタインの哲学に共鳴

ブレイクスルー

C P 対称性の破れ
対称性を出発点とする物理法則にはほころびが！

物質と反物質が対称でない

高い
技術力

1994年 350億円加速器を建設開始

極微の観測
素粒子物理学の研究

宇宙の観測
究極の宇宙始まりの研究

追求する力

極微

?

極大

ビッグバン、インフレーション、究極の宇宙始まりの研究
量子理論と重力理論の検証？

深層水が豊饒（ほうじょう）の海を育む （大内一之 氏）

おおうち かずゆき

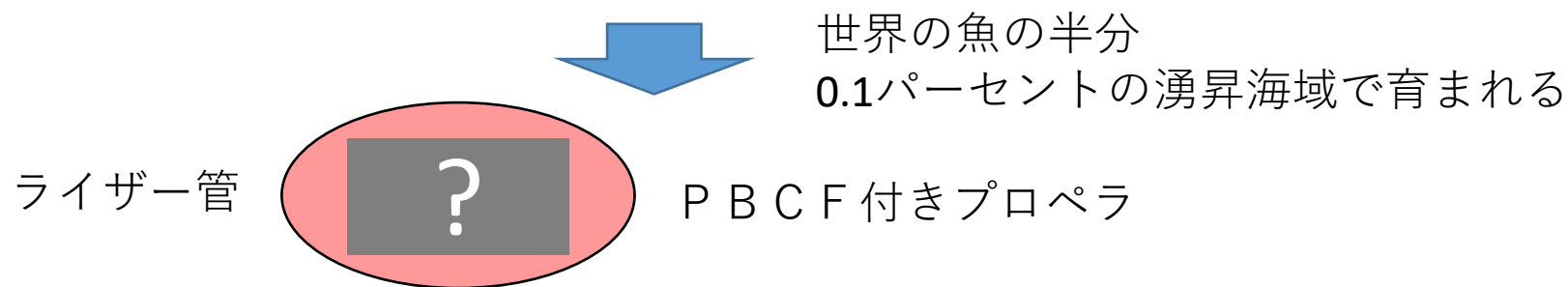
- 東京大学工学部造船工学科卒
- 大阪商船入社
- プロペラ開発
- 退職→大内海洋コンサルタント設立
- 東京大学大学院工学系研究科特任助教

造船にあこがれたジャズ少年

- 父親は船長
- 船乗りではなく、造船に興味
- クラシック・ピアノの習い事→ジャズに興味
 - ジャズはテクニックがあっても、個性がないと認められない
- 商船三井でプロペラ（スクリュー）の開発
 - 運輸大臣表彰→スペシャリストは出世しない
 - 退社
- コンサルタント設立

ブレイクスルー

大企業の出世コースから外れる



- 富山湾で実験プロジェクト「拓海（たくみ）」
肥沃な深層水をくみ上げ、たくさん魚が育つ豊かな漁場をつくる
- 海洋深層水発電
- 海洋深層水発電 & その副産物で淡水をつくる

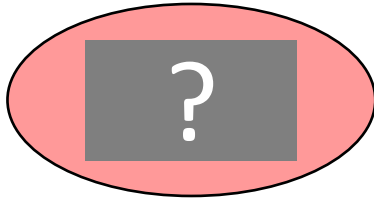
先端の課題研究から学ぶ

「ブレイクスルー」のポイント

i P S 細胞

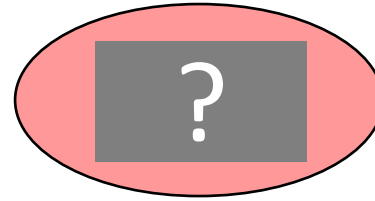
粘菌にも知性がある

生態の研究



数学の方法論

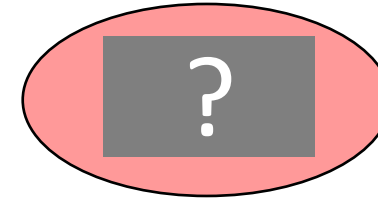
少年の時のコンピュータの知識



基礎医学の研究

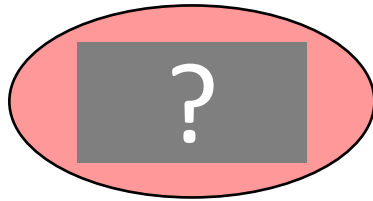
火山のマグマを透視する

素粒子物理学 ミューオンの研究



地球物理学
火山噴火予知研究

レーザー管

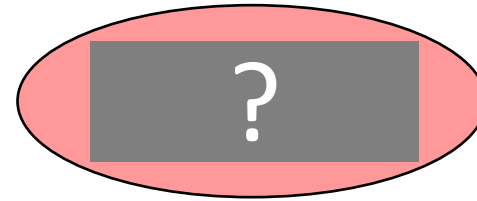


P B C F 付きプロペラ

深層水が豊饒（ほうじょう）の海を育む

宇宙の観測
究極の宇宙始まりの研究

極微



極大

素粒子と宇宙のあいだ

先端の課題研究から学ぶ

「ブレイクスルー」のポイント

i P S 細胞

粘菌にも知性がある

生態の研究

異分野を
つなぐ

数学の方法論

少年の時のコンピュータの知識

異分野を
つなぐ

基礎医学の研究

火山のマグマを透視する

素粒子物理学ミューオンの研究

異分野を
つなぐ

地球物理学
火山噴火予知研究

レーザー管

独自性を
持つ

P B C F 付きプロペラ

深層水が豊饒（ほうじょう）の海を育む

宇宙の観測
究極の宇宙始まりの研究

極微

難解なことに
挑戦する力

極大

素粒子と宇宙のあいだ

先端の課題研究から学ぶ

「ブレイクスルー」のポイント

独自性を持つ

異分野をつなぐ

難解なことに挑戦する力

山中先生のメッセージ

- ・今はチームでの仕事が主流（人を引き寄せる力、まとめる力）
- ・後が続く人が必要

先端の課題研究から学ぶ 「ブレイクスルー」に必要なこと



(Google Geminiによる生成, 2025年7月)

先端の課題研究から学ぶ 「ブレイクスルー」に必要なこと

みんなスマホいじっているな...



(Google Geminiによる生成, 2025年7月)

先端の課題研究から学ぶ 「ブレイクスルー」に必要なこと

みんなスマホいじっているな...

ゲームセンターみたいだなあ
集中できる図書館みたい
お経を読んでみたい

●何か似ているものはないだろうか
(類推)



(Google Geminiによる生成, 2025年7月)

先端の課題研究から学ぶ 「ブレイクスルー」に必要なこと

みんなスマホいじっているな...

ゲームセンターみたいだなあ
集中できる図書館みたい
お経を読んでみたい

●何か似ているものはないだろうか
(類推)



日本人は、他人と視線が合うのを
嫌う国民性なんだな
ビジュアルと音を外界から遮断す
れば、どこでも自分の空間になる
んだな
遠距離通勤の人の方がスマホの接
触時間が長いのでは？

●何が言えそうかな (考察)

(Google Geminiによる生成, 2025年7月)

先端の課題研究から学ぶ 「ブレイクスルー」に必要なこと

みんなスマホいじっているな...

ゲームセンターみたいだなあ
集中できる図書館みたい
お経を読んでもみたい

●何か似ているものはないだろうか
(類推)

もし、今この全員にメッセージ
を送れたら何をいおうか

●もしも・・・(仮想)



日本人は、他人と視線が合うのを
嫌う国民性なんだな
ビジュアルと音を外界から遮断す
れば、どこでも自分の空間になる
んだな
遠距離通勤の人の方がスマホの接
触時間が長いのでは？

●何が言えそうかな (考察)

(Google Geminiによる生成, 2025年7月)

先端の課題研究から学ぶ 「ブレイクスルー」に必要なこと

●ブレイクスルーはいつ起こるのか？

- ×あることに集中している時
- そのことから離れて何か別のことをしている時
- 関係ない刺激がインプットされるとき



(Google Geminiによる生成, 2025年7月)

●何が必要か？

- ①考えるテーマをセットしておく
- ②思考フィルターを作動させる
(類比、仮説・仮想、組み合わせ、逆転)