



「個」を強くする大学。
We strengthen the individual.



明治大学
MEIJI UNIVERSITY

サイエンティフィック・システム研究会

理解を深めるクラスルーム型授業の課題と提案 - 教育の質の向上WG 成果報告 -

明治大学 阪井和男

2008年9月1日

SS研教育環境分科会2008年度第1回会合
汐留シティセンター 富士通(株) 24階大会議室



略歴



明治大学法学部教授(理学博士)

阪井和男 Kazuo Sakai

sakai@isc.meiji.ac.jp

プロフィール:

<http://rwdb2.mind.meiji.ac.jp/Profiles/0011/0000657/profile.html>

< 略歴 >

- 1952年 和歌山県生まれ
- 1977年 東京理科大学卒業
- 1985年 同大学院博士課程退学
- 1987年 理学博士取得
- 1990年 明治大学法学部専任講師
- 1998年 明治大法学部教授
- 1999年 ポルトガル国立リスボン大学客員教授

< 公職・役職・所属 >

- 情報コミュニケーション学会会長
- 明治大学死生学研究所副代表
- NPO実務能力認定機構理事
- NPOオンデマンド授業流通フォーラム理事
- 次世代大学教育研究会事務局長
- Japrico Club ユーザ会会長
- Ja Sakai Community運営委員(設立発起人)
- 日本語プログラミング研究会会長



目次

- **WG活動の概要**
- **理解にいたる教えと学びのプロセスモデル**
 - 知の変容モデルと学びのイノベーション・ダイアグラムの提案
 - 1. はじめに
 - 2. 教育効果とは何か
 - 3. 知の変容モデル
 - 4. 学びのイノベーション・ダイアグラム
 - 5. おわりに

2008年9月1日

明治大学 阪井和男

3



MEIJI
UNIVERSITY

WG活動の概要

2008年9月1日

明治大学 阪井和男

4



前身のWG活動(前々回)

■ e-Learningコンテンツ生成WG [活動期間:2003年度]

<http://www.sskn.gr.jp/wg/Lom/report.html>

□ 活動方針

- 学生に最適な難易度の教材コンテンツを提供するe-Learningシステム
 - 自分の教材や他の先生の教材を再利用するといった教育資源共有
- コンテンツを作成する先生の負荷を軽減させる教材コンテンツの自動生成
 - 教材コンテンツをどのように部品化していくか
 - 教材部品を使ってどのように教材コンテンツを自動生成するか

□ 活動内容

1. 会員必要機能の要件検討
2. 利用技術の検討
3. 課題・対策の検討と取りまとめ



前身のWG活動(前回)

■ 難易度別コンテンツ提示WG [活動期間:2004年度-2005年度]

<http://www.sskn.gr.jp/wg/Lom/report2005.html>

□ 活動方針

- 学生個別に分かり易い教材を提示する他にも
- 教員がもっと簡単にその教材を作成することができないか
- シラバスから授業で使う教材が簡単にできないか

□ 活動内容

1. 教材レベル選択状況表示
2. 教材コンテンツ用データベース等の必要機能の検討と実装方法の検討
3. 実装後の評価実験と有効性評価の実施



今回のWG活動

■ 教育の質の向上WG [活動期間:2006年度-2008年度]

<http://www.sskn.gr.jp/MAINSITE/activity/workinggroup/lom/index.html>

□ 活動方針

- 理解度とは何かについて本質的な検討を含む理解度向上の研究
 - 新たな手法を見出し、得られた知見(成果)を得る
 - 情報量操作(難易度別の教材提供する)の観点から離れ
 - 理解度を高める(理解を深める)教育効果のあるコンテンツの提供という観点
 - 教育の質保証を担保してみよう



今回のWG活動

■ 教育の質の向上WG [活動期間:2006年度-2008年度]

<http://www.sskn.gr.jp/MAINSITE/activity/workinggroup/lom/index.html>

□ 活動方針

- クラスルーム型授業(対面授業)における理解度向上の研究
 - 理解度を高める(理解を深める)教育効果のある教材コンテンツの作成方法
 - 作成した教材を実際の授業実験の実施とその評価を行う
 1. 理解についての検討(理解の向上と記憶の定着支援)
 2. 理解の向上のための適応技術の検討と評価
 3. 理解を深めるコンテンツを利用しての授業実験とその評価



今回のWG活動

■ 教育の質の向上WG [活動期間:2006年度-2008年度]

<http://www.sskn.gr.jp/MAINSITE/activity/workinggroup/lom/index.html>

□ 活動内容

- 「理解とは何か」の基本検討
 - クラスルーム型授業で効果のある教材の作成方法
 - 授業報告、教育効果についての実際の事例
 - 理解を深めるコンテンツ作成方法に欠かすことのできないもの
- 結果的に、第一段階の活動で終わった

□ 本WGの意義

- 本質的人間活動全般にわたる極めて重要な課題
 - 事象をどのような認識のもとに、従来持っている知識体系に組み込むか
 - 21世紀に入りいろいろなところから糸口がほぐれ始めてきた
- 次の次の世代の糧に！

2008年9月1日

明治大学 阪井和男

9



WGメンバー

■ 会員

□ まとめ役

- 家本 修 (大阪経済大学)
- 阪井和男 (明治大学)
- 中西通雄 (大阪工業大学)
- 宮原俊之 (明治大学)
- 栗山 健 (明治大学)

□ 協力者

- 及川義道 (東海大学)
- 井上 明 (甲南大学)
- 三石 大 (東北大学)

■ 富士通

□ まとめ役

- 戸田博人 (富士通ラーニングメディア)
- 役 誠雄 (文教リレーション事業本部文教リレーション統括部)

□ 協力者

- 多賀万里子 (文教リレーション事業本部文教リレーション統括部)
- 直井 聡 (富士通研究所)
2006年度まとめ役
- 小澤憲秋 (富士通研究所)
2006年度メンバー

2008年9月1日

明治大学 阪井和男

10



WG活動経過(2006年度)

1. 2006年9月22日(金) 第1回会合 富士通本社
 - 理解についての自由討論
2. 2006年11月10日(金) 第2回会合 富士通本社
 - 「理解とは何か？」についての報告と理解についての議論
 - 「品質の考え方とeラーニング学習モデルの定義」
 - 「オンデマンド授業における理解の表象」
3. 2006年12月28日(木) 第3回会合 富士通本社
 - 「理解とは何？」についての報告と理解についての議論
 - 「理解と創造と実行の関係について」
 - 「理解のプロセスについて」
4. 2007年3月14日(水) 第4回会合 富士通本社
 - 「理解とは何？」についての報告と理解についての議論
 - 「eラーニングの個別化」
 - 「アメリカおよび日本におけるFDの現状」



WG活動経過(2007年度)

1. 2007年7月24日(火) 第5回会合 富士通本社
 - 「対面授業で効果のある(理解を深める)教材の作成方法」の報告と検討
 - 「授業における学習目標とその体系内相対位置」
 - 「対面授業で効果のある(理解を深める)教材の作成方法」
2. 2007年10月19日(金) 第6回会合 関西システムラボラトリ
 - 「対面授業で効果のある(理解を深める)教材の作成方法」の報告と検討
 - 「教育活動におけるeラーニングの効果的な活用を実現するための提案」
 - 「PBL(Problem Based Learning)による情報教育」
3. 2008年3月21日(金) 第7回会合 富士通本社
 - 「対面授業で効果のある(理解を深める)教材の作成方法」の報告と検討
 - 「スタンフォード大学における教育制度と教育支援」
4. 2008年6月13日(金) 第8回会合 富士通本社
 - 活動成果報告および活動まとめ

理解にいたる教えと学び のプロセスモデル

知の変容モデルと学びのイノベーション・ダイアグラムの提案

2008年9月1日

明治大学 阪井和男

13



概要

■ 教育における「理解」をモデル化する

□ プロセスモデルを提案

教育活動における「理解」の構造をモデル化

1. 教育活動における知の状態変化を検討
2. 「教え」と「学び」の活動
 - 中間状態を境として独立した2つの活動「教授活動」と「学習活動」を定義
3. 「知の変容モデル」を導入
 - 中間状態における知のダイナミクスを明らかにするため
4. 「学びのイノベーション・ダイアグラム」を定義
 - 「教えの効果」と「学びの効果」の2つの評価軸を独立なものとしてダイナミクスを記述する方法
5. 状態遷移図を定義
 - プロセスを因果関係として全体を表すため

2008年9月1日

明治大学 阪井和男

14



概要

■ 本モデルの意味

- 認知主義と構成主義を統合

教育活動の記録を本モデルに適用する

- 行動主義をも包含できる可能性



MEIJI
UNIVERSITY

はじめに



はじめに

- 教育における「理解」を考える
 1. 教育活動における「理解」の構造をモデル化
 2. そのプロセスを明らかにする
 - 教員の意図だけで学生の深い理解が得られると考えるのは幻想
 - 学生の自発的な活動を扱う必要あり



はじめに

- 「教育活動」 = 「教授活動」 + 「学習活動」
 - 「教授活動」
 - 教員による学生への「教え」のプロセス
 - 「教えの効果」が期待される
 - 「学習活動」
 - 理解 = 学生の主体的な活動としての「学びの効果」
- 「理解」を問う = 「学びの効果」を問う
- 期待される「教えの効果」 学生の「学びの効果」
- 理解のプロセス
 - 「教え」と「学び」が織り成すダイナミカルなもの
- 理解の構造とプロセスを明らかにする
 - 「教え」と「学び」が織りなすプロセスモデルを提案

教育効果とは何か



教育効果とは何か

「教育効果」 = 「教えるの効果」 + 「学ぶの効果」

□ 互いに独立！

■ 教授活動

教員の意図によって制御できる

□ 授業設計

- 各回の授業をどのような目的に沿ってどのように構成するか
- 一回の授業をどのような教材を用いてどのように教えるか

□ 効果 = 「教えるの効果」

- 直接測定できない

□ 外部から測定できるのは・・・？



教育効果とは何か

学生の状態変化

教員の教授活動による「教えるの効果」

= 学生の学習活動による「学ぶの効果」

- 「教えるの効果」
 - 教員の意図にもとづき教員が手を下せる教授活動の効果
- 「学ぶの効果」
 - 教員の意図とは直接的に関わらない
- 学生の状態が教えるを受けてどう変化するか？
 - 学生の状態を表現すべし！



教育効果とは何か

■ 知の変化

- 「既知」
 - 学習の初期状態
 - 授業前から授業テーマに沿ってもともと学生自身があつていた既知の知識

学習後に新しい知の状態に変化

- 4つの終状態
 - 「無駄」「混乱」「定着」「開眼」

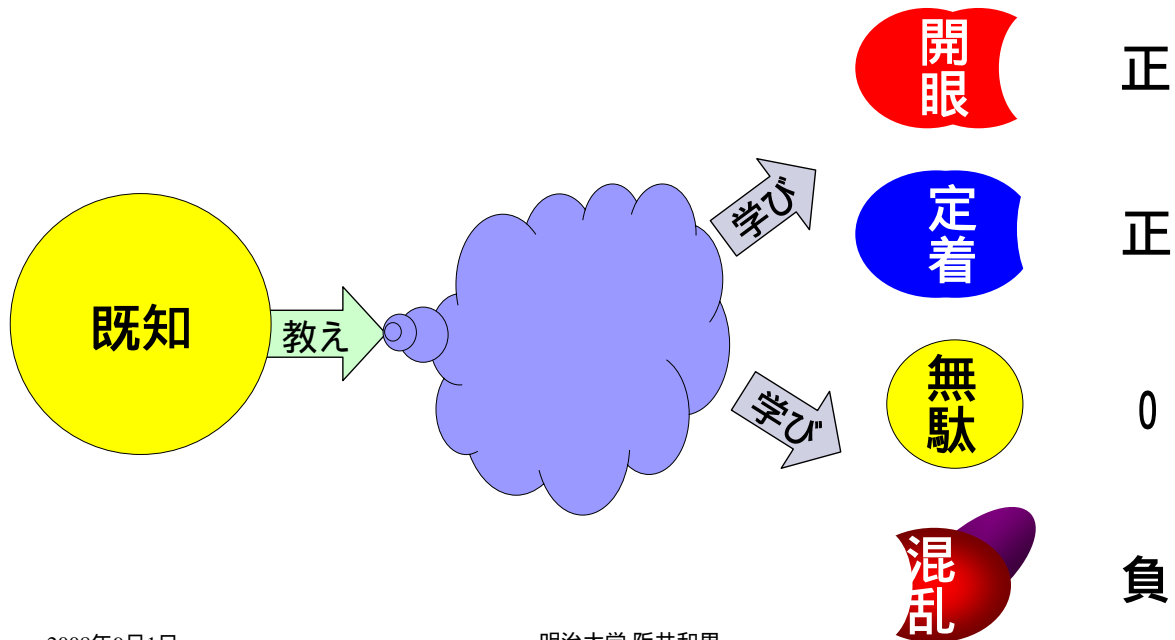


教育活動による状態変化

初期状態

中間状態

終状態 教育効果



2008年9月1日

明治大学 阪井和男

23



状態変化と教育効果

- 「無駄」：教育効果 = ゼロ
 - 教わったことが跡形もなくなり初期状態の「既知」に戻る
- 「混乱」：教育効果 = 負
 - 「既知」よりも知の体系が混乱をきたしてしまった
- 「定着」：教育効果 = 正
 - 教わったことがすんなりと腑に落ちて、知の体系がより強化された
- 「開眼」：教育効果 = 正
 - 意味を成さなかった知識が思かけず結びつき、新しい意味を見出した

2008年9月1日

明治大学 阪井和男

24



「中間状態」の効用

「中間状態」

初期状態と終状態の中間

□ 2つの活動を峻別できる

■ 「教え」 = 教授活動

□ 初期状態の「既知」から
中間状態へ至るまで

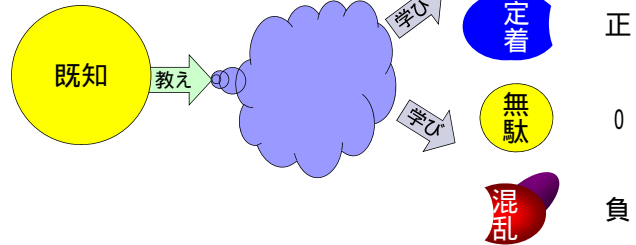
■ 「学び」 = 学習活動

□ 中間状態から4つの終
状態へのプロセス

初期状態

中間状態

終状態 教育効果



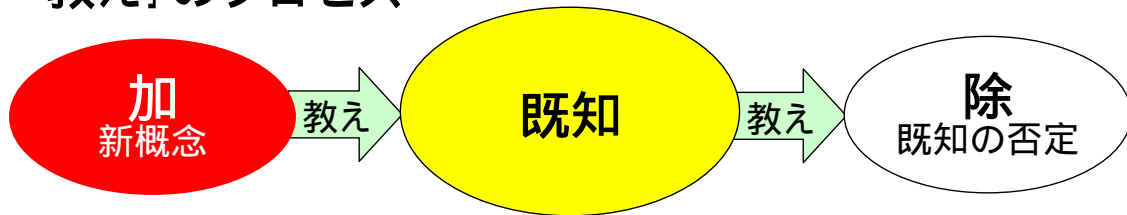
MEIJI
UNIVERSITY

知の変容モデル



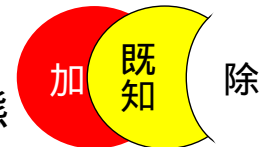
中間状態で何が起こるか？

■ 「教え」のプロセス



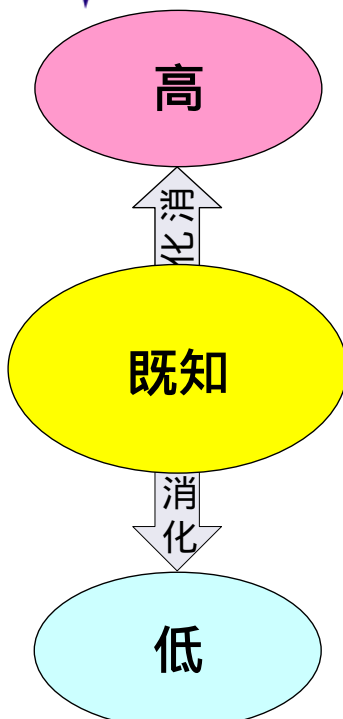
- 初期状態の「既知」にたいして
 1. 新しい考え方や概念を付け加えること
 2. 思い違いの知を除去すること
- 教授活動でなされる作用
 - 初期状態が中間状態に変化

中間状態 = 既知の一部が除かれ
新しい概念が付加された状態



中間状態で何が起こるか？

■ 「学び」のプロセス



- 中間状態から終状態へ至る学習活動
- 知を消化吸収する作用
 - 加除された知を全体として再構成するために
中間状態で生成された知の体系を
つじつまが合うよう高めたり低めて調整する作用

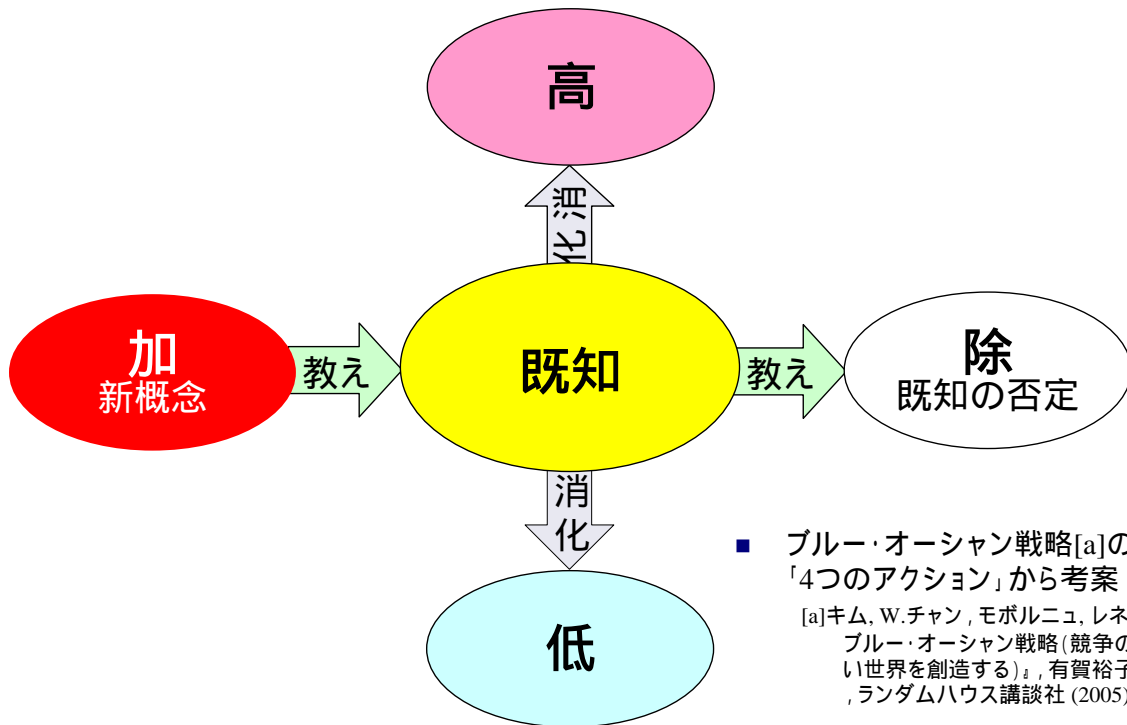
中間状態から

「無駄」「混乱」「定着」「開眼」のどの終状態へ至るか

- 縦方向の「学び」の調整作用に依存する



知の変容モデル



2008年9月1日

明治大学 阪井和男

29



MEIJI
UNIVERSITY

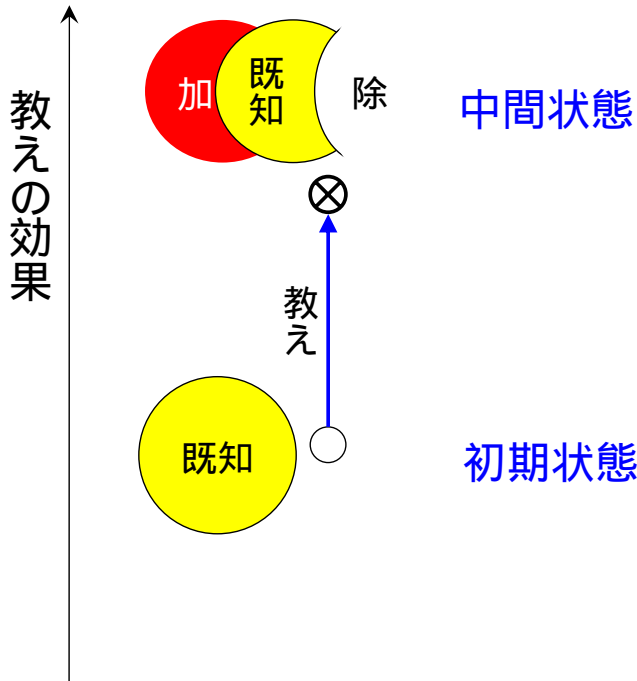
学びのイノベーション ・ダイアグラム

2008年9月1日

明治大学 阪井和男

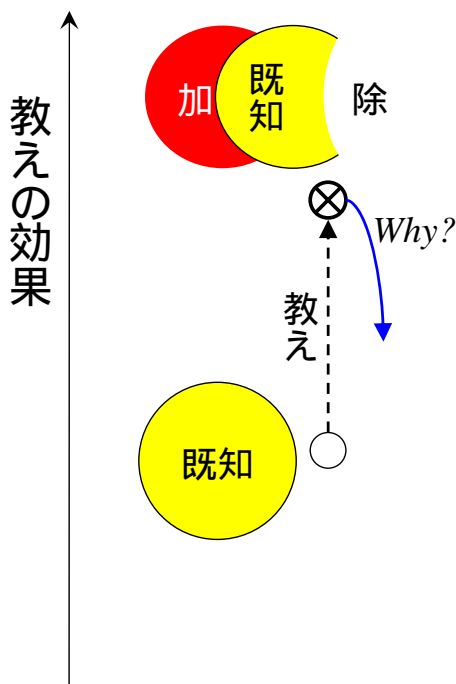
30

「教え」の効果



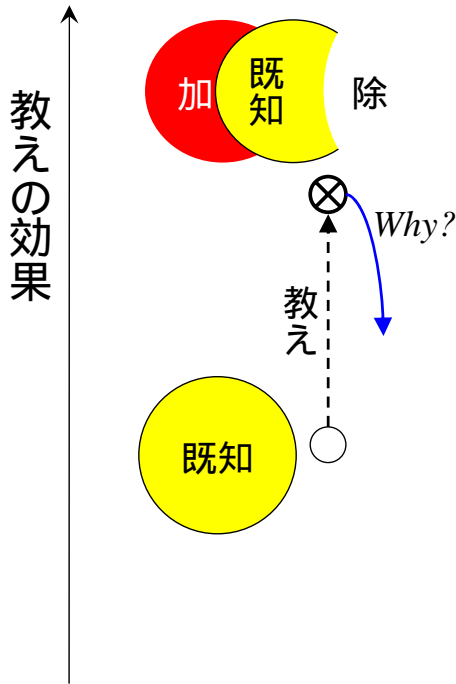
- 「教え」による効果
 - 「教え」によって新たに追加された知と取り除かれた知
 - 消化されず中間状態へ
- 「教え」が消化できるか
 - 中間状態から終状態への「学び」のプロセスで決まる

知を消化する問いかけ



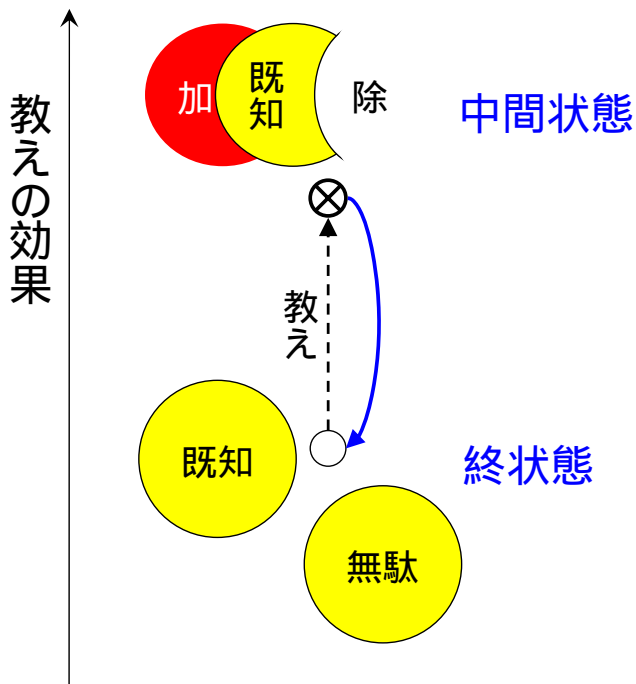
- 中間状態
 - 一時的で不安定
 - 教えられた知と除かれた誤解は「既知」とつじつまが合わない
- 調整プロセスが自発的に誘発
 - 気持ち悪い
 - 「なぜか？」という問いかけ
 - 「教え」に逆行する抽象化の向き
 - 「教え」は問題解決を目指す具体化の向き

縦軸のアナロジー効果



- 「教えの効果」を高める
 - 教え込もうとすればするほど
 - 「教え」は縦軸で高いところに
 - 中間状態がより不安定になる

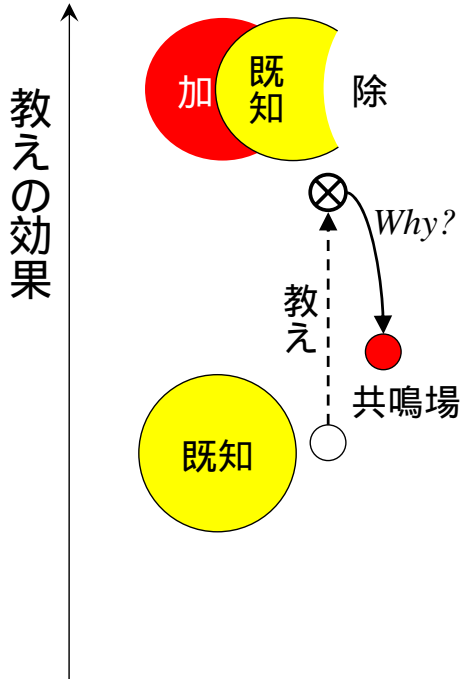
「無駄」へのプロセス



- もとの「既知」状態へ
 - 教わったことを忘れたかのごとく
 - 教えられたことが「無駄」になった



「共鳴場」との出会い



- 一人では理解できない
 - 他の学生との出会いによる語らいで気づく
 - 予期しない気づきが他の学生との出会いで起こる
- 「共鳴場」[b]
 - 「共鳴」する「場」
 - [b] 山口栄一:『イノベーション 破壊と共鳴』, NTT出版 (2006).

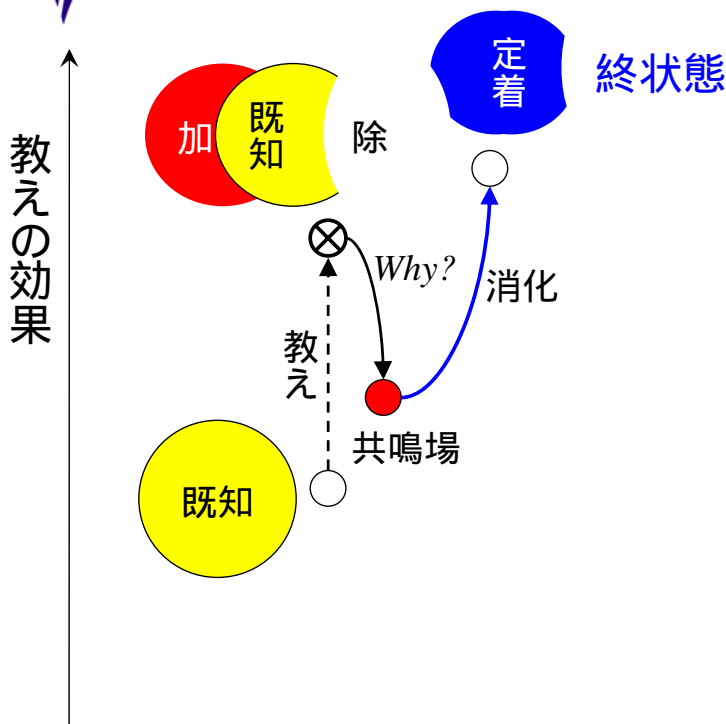
2008年9月1日

明治大学 阪井和男

35



「定着」へのプロセス



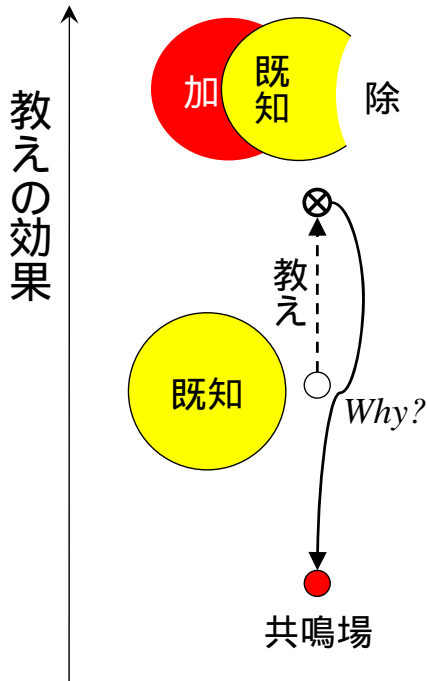
- 「共鳴場」で気づき
- 知の消化が進んで
- 「定着」に至る

2008年9月1日

明治大学 阪井和男

36

深い問いかけで出会う共鳴場



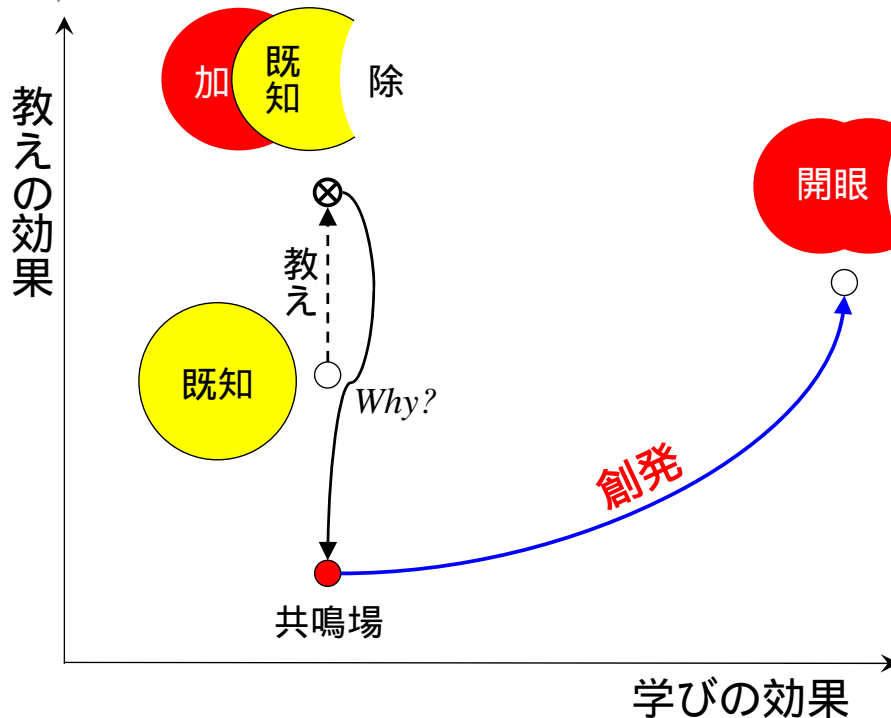
- なかなか「共鳴場」に出合えず
 - 深く「なぜか？」と問い続ける
 - より抽象的なレベルで深い思考を育む
- 「共鳴場」に出会うと・・・

2008年9月1日

明治大学 阪井和男

37

学びの効果と「開眼」へのプロセス



- 思いがけない発見によって鮮明でみずみずしい意味が明らかに

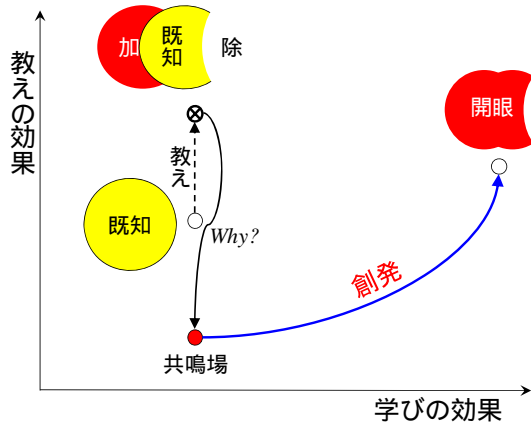
2008年9月1日

明治大学 阪井和男

38



学びのイノベーション・ダイアグラム



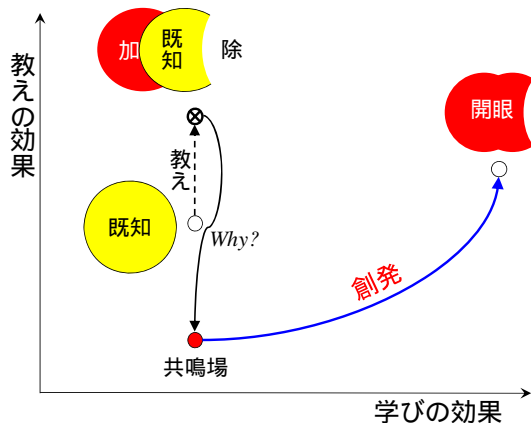
■ 「学びの効果」

- 「教えの効果」に直交し
独立な軸
- イノベーション・ダイアグラム[b]から発案

[b] 山口栄一:『イノベーション 破壊と共鳴』, NTT出版 (2006).



学びのイノベーション・ダイアグラム

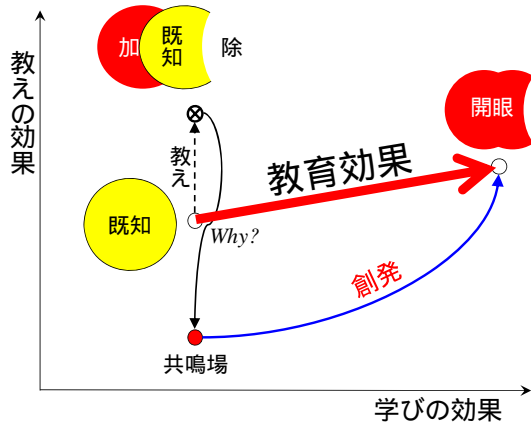


■ 学びに共鳴場は必須か

- No !
- よく訓練された頭のいい
学生
 - 自分の能力だけで「開眼」
できる
 - 共鳴場を自分の頭の中にもっている



「教育効果」の意味

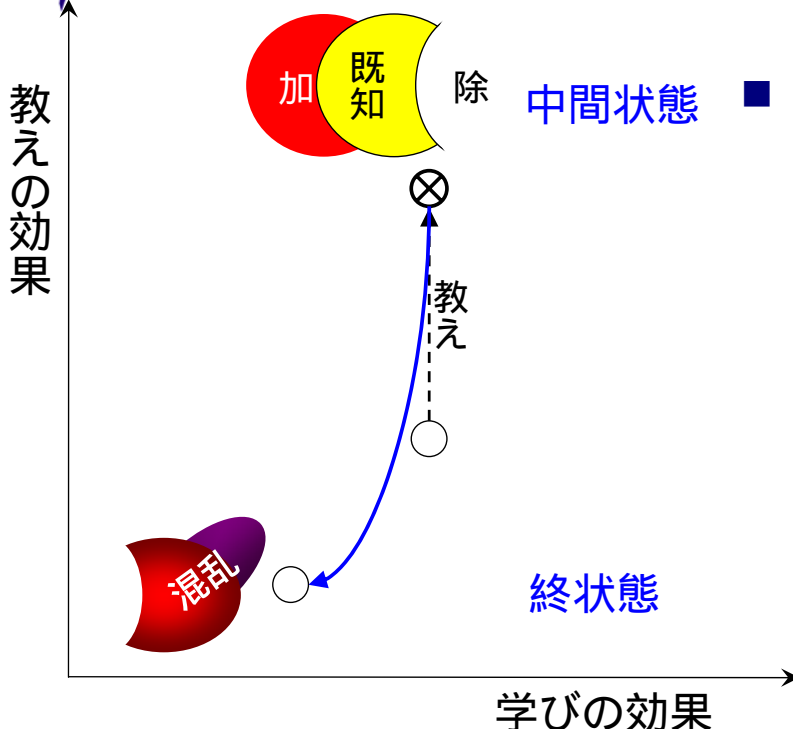


- 「教育効果」
 - 初期状態から終状態へ矢印
 - 向きと大きさの意味
- 向き
 - 両効果の割合
- 大きさ
 - 両効果の効き方

$$|\text{教育効果}| = \sqrt{\text{教えるの効果}^2 + \text{学ぶの効果}^2}$$



「混乱」へのプロセス



- 「混乱」
 - 「教えるの効果」も「学ぶの効果」も低い
 - 「既知」にはあったそれなりのつじつまもない
 - 奇妙奇天烈な知で固まった



4つのプロセス

「無駄」

- 終状態が初期状態と変わらず，学習が無駄

「混乱」

- 終状態が教わる前より混乱した状態

「定着」

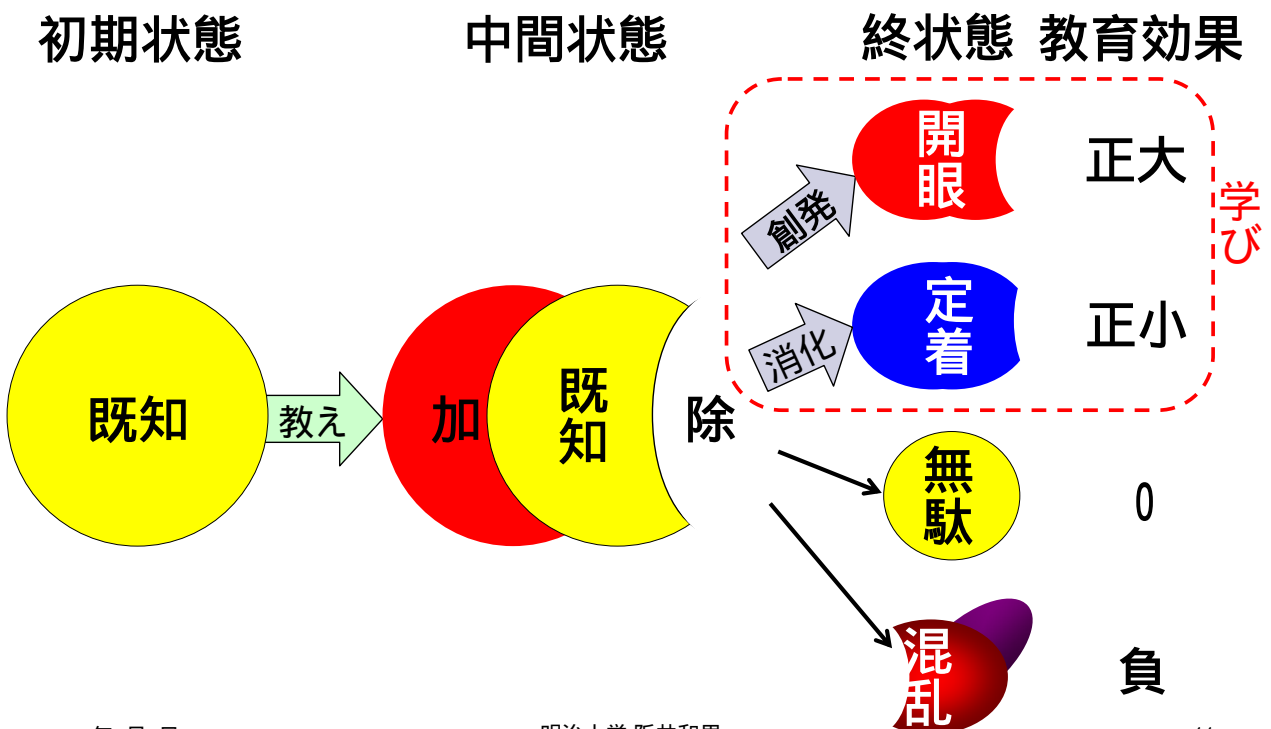
- 最初の知的興奮が治まるにつれて，どうしてかという問いを発する
 - 自分のなかで振り返って自己問答
 - 教室やBBSで他の学生と議論を行う
- すんなりと知が「定着」するプロセス
 - 急激な知の再配置は起こらないため，断熱的な準静的過程
 - 教室やBBSで，学生達が論じることが，互いに共鳴しあう共鳴場として機能

「開眼」

- 最初の知的興奮が急激に減少し，なぜかという疑問を強く抱く
 - 「共鳴場」で，これまで考えてもいなかった新しい意味を見出す創発プロセス
 - 暗礁に乗り上げた思考から脱却するプロセス
- 知識の変化は，断熱的に小さくなく，沸騰する急激な変化



教育活動による状態変化と教育効果

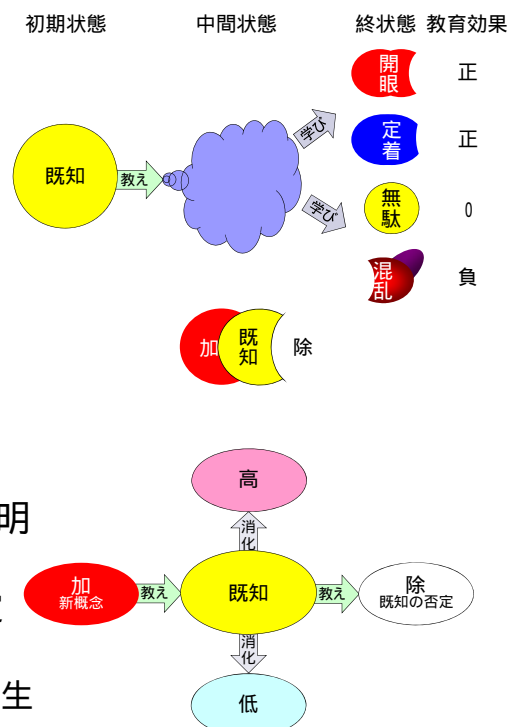


おわりに



まとめ

- 「理解」をモデル化
 - 「理解」の構造をモデル化し、プロセスモデルを提案
- 知の状態変化を定義
 - 初期状態 = 「既知」
 - 終状態 = 「無駄」「混乱」「定着」「開眼」
 - 中間状態を境に「教え」と「学び」
- 知の変容モデル
 - 中間状態における知のダイナミクスを解明
 1. 中間状態は、不安定で、「既知」への新概念の追加や一部否定
 2. 知を消化するため、中間状態の調整や組み替え作用が発生

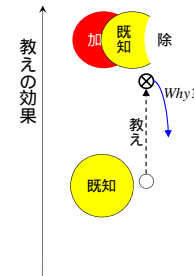
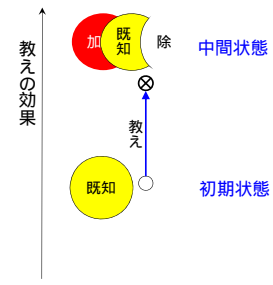




まとめ

■ 「教え」の不安定化の効果

- 「教え」が「既知」を中間状態に引き上げる
 - すんなりと解釈できず
 - 「なぜか？」を問い続けることで
 - 中間状態を自発的に調整しはじめる



■ 学びのイノベーション・ダイアグラム

(Learning Innovation Model)

- 「教えの効果」と「学びの効果」からなる2次元平面を定義
- 面内におけるダイナミクスを記述する方法を開発
- 初期状態と中間状態, 4つの終状態の全プロセスを記述できた



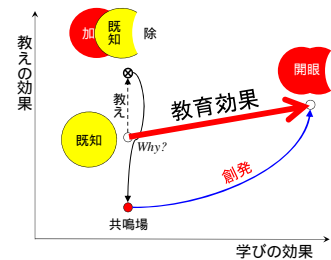
まとめ

■ 学びのイノベーション・ダイアグラム

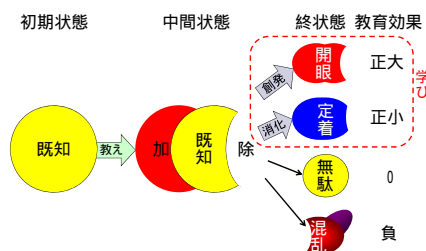
「教育効果」 = 「教えの効果」 + 「学びの効果」

□ 教育効果を上げるには

- 「教えの効果」だけではなく
- 「学びの効果」をいかに創発させるか
 - 共鳴場を利用！



■ 状態変化の全体像

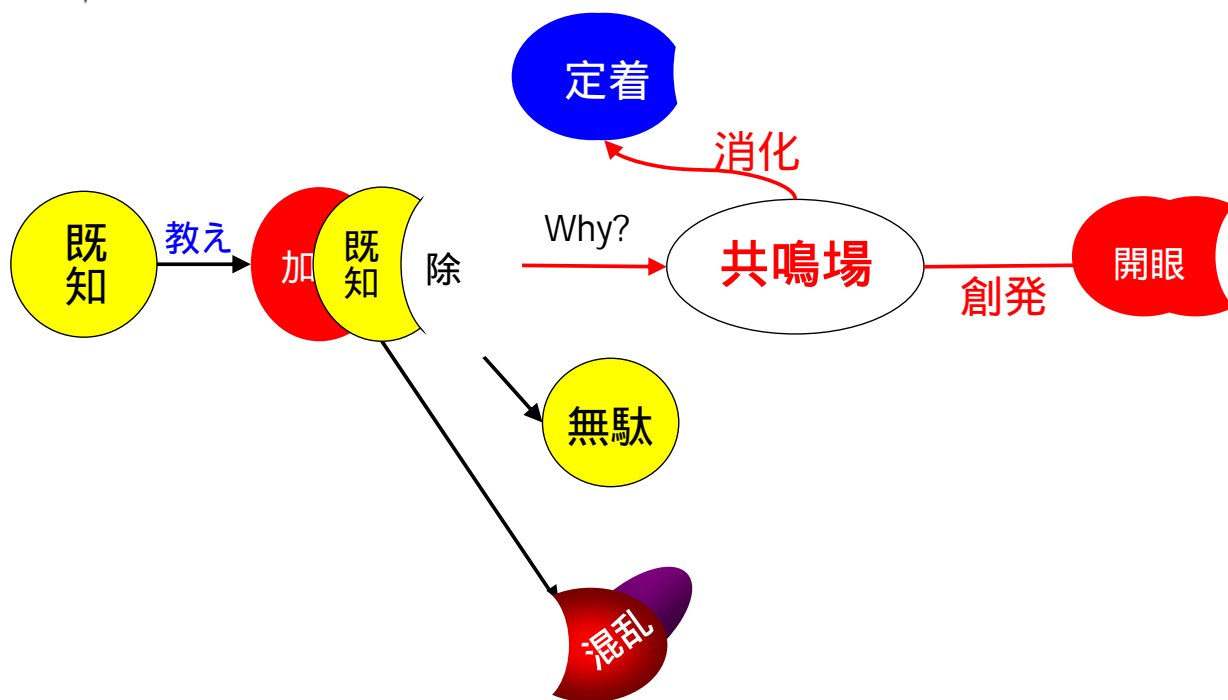


■ プロセスの因果関係

- 4つの終状態に至る遷移を次図にまとめる



教育活動における状態遷移図



2008年9月1日

明治大学 阪井和男

49



他の因果関係モデル

■ 学習効果の因果関係モデルの例[c]

□ 学習履歴から、主要5因子性格検査を用いて、学習データ指標と学習者特性との共分散構造分析を実施し、性格因子と事前・事後テストの因果関係モデルを構築

- 「協調性」「情緒安定性」が直接的
- 「勤勉性」が間接的に事後テストに影響

■ 教授方略を導出

1. 「勤勉性」を育成すること
2. 「協調性」を育成すること

[c] 片瀬拓弥, 山本洋雄, 矢野真弓, 六浦光一, 半田志郎, 大下真二郎: 「主要5因子性格検査によるBlended-Learningの学習者特性に関する分析」, 教育システム情報学会誌, vol. 24, no. 4, pp. 436-442 (2007).

2008年9月1日

明治大学 阪井和男

50



他の因果関係モデル

■ 片瀬らの研究の意味

- 学生同士の協調的コミュニケーションの学びにおける重要性を浮き彫り
- 個人の成果は重要ではない！
 - 注目すべきは協調・共鳴がもたらすことによる学習効果
なぜなら、学習とは、学ぶ主体としての学生同士が互いに刺激し合って学んでこそ身に付く
- 一種の相乗効果であり、個人に還元できない

■ Sakai et al.による同僚効果(colleague effect)[d]

- 個別の学習成果ではなく、クラス全体の成績を対象として教育効果を
[d] Sakai, K., Kuriyama, K., Miyahara, T., Yamada, H., Yasuhara, H., Matsuki, T. and Maekawa, Y.: "Learning innovation model in e-learning and its evaluation method", Proc. of the 8th Int. Conf. on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET 2007), 10th to 13th July 2007, Kumamoto (Japan), pp.567-572 (2007).



因果関係の成立条件[e]

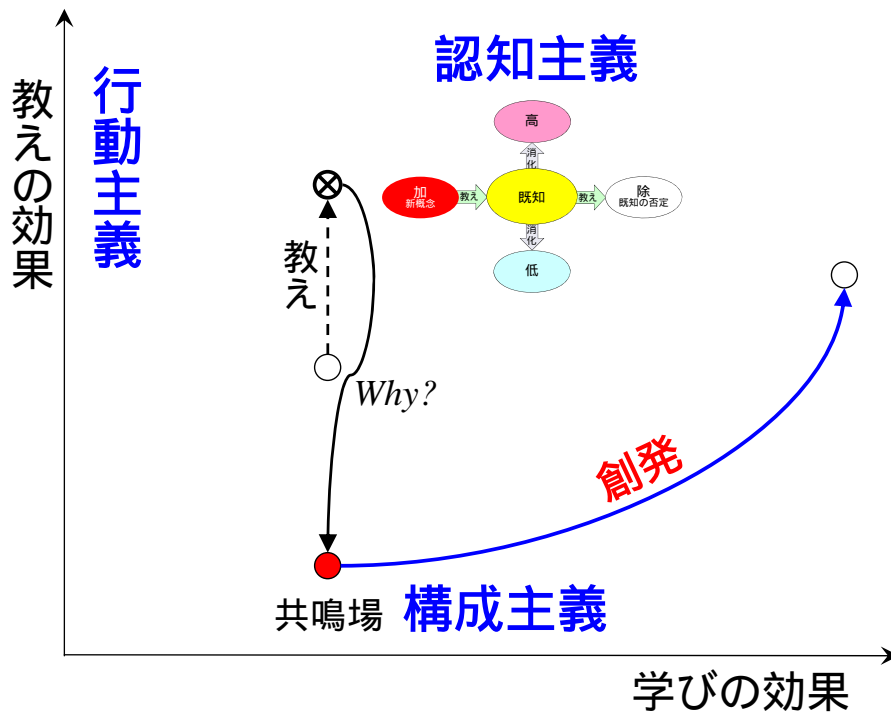
1. 先後関係(時間的順序関係)
 - 「原因」が「結果」よりも時間的に先行
2. 相関関係(共変関係)
 - 「原因」と「結果」に相関関係があり一緒に変化
3. 非擬似相関(外部変数の制御)
 - 第3の要因からの影響がなく擬似相関でない
 - 「結果」に影響する他の要因が固定
4. メカニズム解明
 - 「原因」と「結果」を結びつけるダイナミカルなメカニズムが存在
[e] 沼上幹:『行為の経営学(経営学における意図せざる結果の探究)』, 白桃書房(2000).

本報告でメカニズム解明のモデルを提案

- 残りの3条件はどうか？
 - オンデマンド授業に本モデルを適用した予備的な報告[d][f]

[f] 阪井和男, 栗山健, 宮原俊之, 山田浩子, 安原弘, 松木俊之, 前川裕作:「オンデマンド授業の学習効果と目標正解率にBBSの活用は影響するか」, 情報コミュニケーション学会第4回全国大会発表論文集, 情報コミュニケーション学会, pp.57-62 (2007).

行動主義・認知主義・構成主義



2008年9月1日

明治大学 阪井和男

53

行動主義・認知主義・構成主義

■ 認知主義と構成主義の統合モデル

□ 認知主義

- 「知の変容モデル」

□ 構成主義

- 「学びのイノベーション・ダイアグラム」の「共鳴場」

■ 行動主義の統合化に向けて

オンデマンド授業の事前テストと事後テストの正解率から「定着」と「開眼」の量を定義し、本プロセスモデルの適用を試み[d][f]

□ 正解率は行動主義にもとづく測定量

□ 3主義を統合するモデルとなる可能性あり

2008年9月1日

明治大学 阪井和男

54