

第86回 事前テストにおけるフィードバックの効果

1 問題1

得点: 10 2%の食塩水120gを沸騰させて60gを蒸発させた。これに7%の食塩水を加えて5%の食塩水にしたい。5%の食塩水は何gできるか。

1つの答え
を選択して
ください

- ☐ A. 60 g
- ☐ B. 90 g
- ☐ C. 95 g
- ☐ D. 100 g
- ☐ E. 110 g
- ☐ F. 120 g
- ☐ G. 130 g
- ☐ H. 該当なし

問題

補助回答

学習者状態ごとにフィードバックをうまくコントロールすれば学習効果向上が期待できそうだ。

2 質問

上の「問題1」に対するあなたの学習状態・解答スタンスと解答の自信度は？

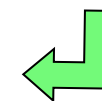
1つの答え
を選択して
ください。

- ☐ 1. 知っている、学習したことがある。(解答に自信あり！)
- ☐ 2. 知っている、学習したことがある。(解答に自信なし…)
- ☐ 3. 知っている、学習したことがあるが手も足も出ない。(「喉まで出かかかっているのに思い出せない」も含む)
- ☐ 4. 未学習だが、自分の知識・経験から推測し、自分なりに考えた。(自分なりに考えた上での「勘」も含む)
- ☐ 5. 未学習なので手も足も出ない。考えることのないまま当てずっぽうで答えた。

- [期待される効果](#)
- [背景と目的](#)
- [懸念材料](#)
- [先行研究](#)
- フィードバック仮説 [既習・未習](#)
- 実験: [概要](#)・[フィードバック条件](#)
- 実験結果: [平均点と完遂率](#)・[属性別平均点](#)・[事前テスト平均点と既習率](#)
- [考察](#)
(参考) 学習者状態別分析 [1](#)・[2](#)・[3](#)・[4](#)
- [得られた知見\(まとめ\)](#)
(参考) [学会発表での議論から](#)
(参考) [事前テストとは](#)
(参考) [テスト効果](#)
(参考) 仮説の整理 [既習・未習](#)

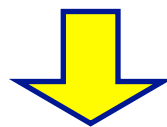
事前テスト時フィードバックで期待される効果

- フィードバックを与える必要のない事前テストであえてフィードバックを与える効果とは？
- 正誤通知によって自分が間違えたところを意識
→ 間違えた箇所を意識して学習するため効率的な学習が行われることが期待される。
- 学習者状態にあわせた解答・解説等のフィードバック
→ 心理学研究の成果を主たる拠り所として導出したフィードバック法によって、後続の学習をより効果的にすることが期待される。



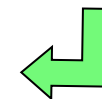
背景と目的

- 事前テストは学習を効果的にする役割も持ち得ることに注目
- 事後テストと同質・同水準、ポイントが不足なく集約
 - 学習前判定ツール以外の学習資源として、学習を効果的にするためにも利用する価値がある。
 - 事前テスト設計段階から学習を効果的にする工夫を行い、有効利用するための方法を検討、提案したい。



フィードバックを与えるという新たな方法によるアプローチ

学習者状態によって異なるフィードバックを与えるという手法



懸念材料

事前テスト時、学習者の多くはこれから学習するため解説を示しても理解できないことがある。

→学習モチベーションが低下するのでは？

受験後のフィードバック



認知的負荷の増大



先行研究

☆ 事前テストを学習ツールとして利用するもの

- 松本馨・宮内浩・古賀暁彦（2008）問題演習型eラーニングシステムSANNOKNOWLEDGEFIELDのSCORM規格への適用と実装，教育システム情報学会誌，25(3)，pp.304-320
- テキスト学習前に代表的問題で構成されるテストから開始することを選択でき、不正解の場合に当該問題に対応するテキスト部での学習を強制する。
- うろ覚えながら正解した、勘で答えて正解したという場合であってもテキストでの学習を省くことができるという点においては、従来の事前テストと同じ問題を抱えている。

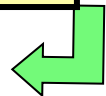
☆ 補助回答を利用するもの

- 津森伸一・伊藤敏・磯本征雄（2006）情報処理技術者試験対策学力評価システムのMoodleによる構築，電子情報通信学会技術研究報告．ET, 教育工学，105(581)，pp. 19-24
- 学力評価算出用、すなわち事後テストを対象
- 解答の確信度を数値(1～5)で回答させ、数理的処理から受験者の理解度を計算
- 「勘で答えて正解」であった場合に「理解している」と誤認・誤判定となることへの対応が可能。
- 学生のメリットは少ない。教員が学生の本当の理解度を知ることができ、次期の教材改善へつなげることができるというあくまでも教員の視点。(次期の学生にはメリットがあるが・・・)



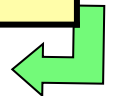
学習者状態ごとのフィードバック

学習者状態		正誤	有効と考えられるフィードバック	科学的根拠
既 知 既 習	(A 1) 解答に自信あり	正解	一般的な解答・解説 発展学習や関連情報の提示も可	ポジティブ感情
		不正解	一般的な解答・解説	認知的葛藤 ネガティブ感情
	(A 2) 解答に自信なし	正解	一般的な解答・解説	ポジティブ感情
		不正解	要点や間違いやすいポイント、必要となる前提知識等、認知的負荷を増大させないもの	認知的負荷
	(A 3) 手も足も出ない・忘れてしまった	正解	一般的な解答・解説に加え、より詳しく丁寧な解説やポイント提示(前提知識や下位技能)	ポジティブ感情 意味記憶ネットワークモデル プライミング効果
		不正解	一般的な解答・解説に加え、より詳しく丁寧な解説やポイント提示(前提知識や下位技能)	意味記憶ネットワークモデル プライミング効果



学習者状態ごとのフィードバック

学習者状態		正誤	有効と考えられるフィードバック	科学的根拠
未知未習	(B 1) 既有知識や経験から推論・考えた上での勘	正解	一般的な解答・解説に加え、より詳しく丁寧な解説やポイント提示(前提知識や下位技能)	ポジティブ感情 認知的葛藤
		不正解	一般的な解答・解説に加え、より詳しく丁寧な解説やポイント提示(前提知識や下位技能) 説明オーガナイザー・比較オーガナイザー	先行オーガナイザー ツァイガルニク効果 認知的葛藤
	(B 2) 当てずっぽう	正解	ポイント提示(前提知識や下位技能) 説明オーガナイザー・画像オーガナイザー (解答・解説は示さない)	先行オーガナイザー プライミング効果 画像優越性効果
		不正解		
	(B 3) 手も足も出ない	正解		
		不正解		



実験 — 実施条件等 —

- 実施時期 : 2010年1月下旬
- 被験者 : 熊本大学関係者20名(年齢:20~30代)
- 学習内容 : 知的技能(SPI 濃度算・n進法・場合の数)
- 実施方法 : 被験者を統制群と実験群に2分(無作為)し、それぞれが自宅等で事前テスト(30分)→学習(時間無制限)→事後テスト(30分)の順にMoodle上で行った。(テキスト学習は市販教材とWeb上の教材を使用)

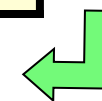
統制群・・・事前テスト直後に得点のみ提示

実験群・・・事前テスト直後に得点および正誤通知
と解答・解説等のフィードバックを提示



実験 — 与えるフィードバック —

学習者状態		与えるフィードバック
既知・既習	解答に自信あり	通常の解答・解説……………(A)
	解答に自信なし	
	手も足も出ない (思い出せないも含む)	
未知・未習	経験・既有知識から 推論(自分なりに考えた上での勘含む)	より詳しく丁寧な解説 + わらなくてもかまわないという助言とともに示す通常の解答・解説……………(B)
	手も足も出ない 当てずっぽう	要点や前提知識等、先行オーガナイザー的なもの……………(C) (解答・解説は示さない)



フィードバック例(A)

問題

9 問題5

得点: 10
ジャズとクラシックのお気に入りのCDが5枚ずつ合計10枚ある。旅行に行くにあたり、このうちの何枚かを持っていきたい。ジャズのCDとクラシックのCDをどちらも少なくとも1枚は入れることにして、合計5枚を持っていくとしたら、選び方は何通りあるか。

1つの答え
を選択して
ください。

- ☐ A. 30通り
- ☐ B. 100通り
- ☐ C. 120通り
- ☐ D. 250通り
- ☐ E. 720通り
- ☐ F. 1400通り
- ☐ G. 2520通り
- ☐ H. 30240通り

10 質問

上の「問題5」に対するあなたの学習状態・解答スタンスと解答の自信度は？

1つの答え
を選択して
ください。

- ☐ 1. 知っている、学習したことがある。(解答に自信あり！)
- ☐ 2. 知っている、学習したことがある。(解答に自信なし…)
- ☐ 3. 知っている、学習したことがあるが手も足も出ない。(「喉まで出かかっているのに思い出せない」も含む)
- ☐ 4. 未学習だが、自分の知識・経験から推測し、自分なりに考えた。(自分なりに考えた上での「勘」も含む)
- ☐ 5. 未学習なので手も足も出ない。考えることのないまま当てずっぽうで答えた。

通常の解答・解説

① 10枚から5枚を選ぶ組み合わせから、ジャズだけ、クラシックだけの組み合わせを除く（ジャズだけ、クラシックだけということはない＝ジャズもクラシックも少なくとも1枚は入っている。）

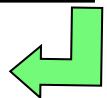
② 10枚から5枚を選ぶ組み合わせ

$${}_{10}C_5 = \frac{\overbrace{10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6}^{10 \text{ から } 5 \text{ つ}}}{\underbrace{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}_{5 \text{ から } 1 \text{ まで}}} = 252 \text{ (通り)}$$

③ ジャズだけ5枚の組み合わせ（5枚から5枚を選ぶ組み合わせ）
= 1 (通り)

④ クラシックだけ5枚の組み合わせも同様に 1 通り

⑤ $252 - 1 - 1 = 250$ (通り)



フィードバック例(B)

より詳しく丁寧な解説
＋
わらなくてもかまわない
という助言とともに示す
通常の解答・解説

このような問題があります。

高校野球で1000チームが出場してトーナメント戦（勝ち抜き戦）を行う時、優勝が決まるまでに全部で何試合行う必要があるでしょうか。

これをまともに考えていくととても数え切れないと思いませんか？
しかし、ここで発想を変えるだけで、いとも簡単に答えが出ます。
それが**余事象**の考え方です。

先ほどの高校野球の話に戻ります。
トーナメント戦ということは、負けるとそこで終わりです。
つまり、負けたチームの数だけ試合が行われるということです。

一方、優勝する（一度も負けない）チームは1つだけですから、
決勝戦までに999チームが負けることになります。
ということは、優勝が決まるまでに、 $1000 - 1 = 999$ （試合）
が行われるということになります。

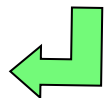
このような、一見複雑に見えることでも、
発想の転換ともいえる余事象の考え方が有効ことがあります。
このような考え方もあるということ念頭にテキストで学習して下さい。

ここでは、組み合わせ計算の公式を詳しく理解できなくてもかまいませんが、
参考までに、問題の解き方の中から**余事象**の考え方を見てください。

- ① 10枚から5枚を選ぶ組み合わせから、ジャズだけ、クラシックだけの組み合わせを除く（ジャズだけ、クラシックだけということはジャズもクラシックも少なくとも1枚は入っている。）
- ② 10枚から5枚を選ぶ組み合わせ

$${}_{10}C_5 = \frac{\overbrace{10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6}^{10から5つ}}{\underbrace{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}_{5から1まで}} = 252 \text{ (通り)}$$

- ③ ジャズだけ5枚の組み合わせ（5枚から5枚を選ぶ組み合わせ）
= 1（通り）
- ④ クラシックだけ5枚の組み合わせも同様に1通り
- ⑤ $252 - 1 - 1 = 250$ （通り）



フィードバック例(C)

要点や前提知識等、
先行オーガナイザー
的なもの
(解答・解説は示さない)

このような問題があります。

高校野球で1000チームが出場してトーナメント戦（勝ち抜き戦）を行う時、優勝が決まるまでに全部で何試合行う必要があるでしょうか。

これをまともに考えていくととても数え切れないと思いませんか？
しかし、ここで発想を変えるだけで、いとも簡単に答えが出ます。
それが**余事象**の考え方です。

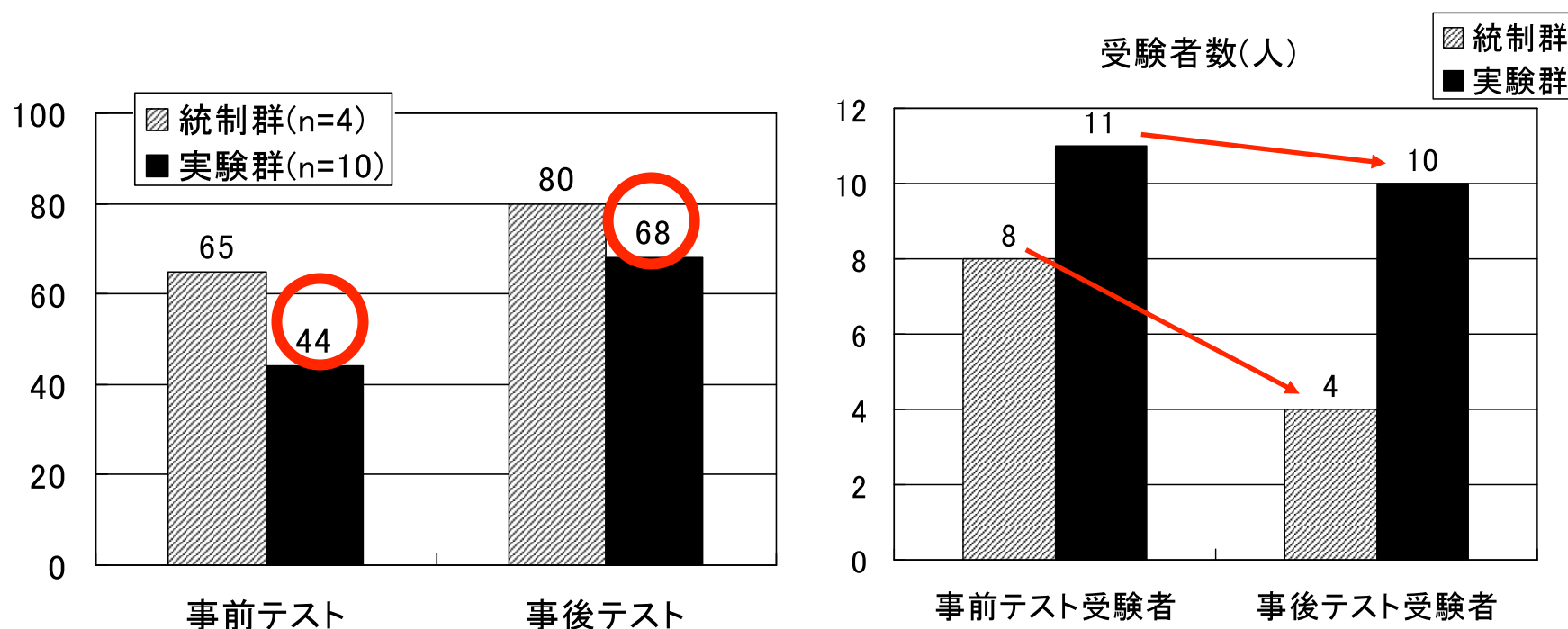
先ほどの高校野球の話に戻ります。
トーナメント戦ということは、負けるとそこで終わりです。
つまり、負けたチームの数だけ試合が行われるということです。

一方、優勝する（一度も負けない）チームは1つだけですから、
決勝戦までに999チームが負けることになります。
ということは、優勝が決まるまでに、 $1000 - 1 = 999$ （試合）
が行われるということになります。

このような、一見複雑に見えることでも、
発想の転換ともいえる余事象の考え方が有効なことがあります。
このような考え方もあるということを念頭にテキストで学習して下さい。



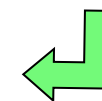
事後テストまで受けた人の平均点 および学習活動完遂率



属性別平均点

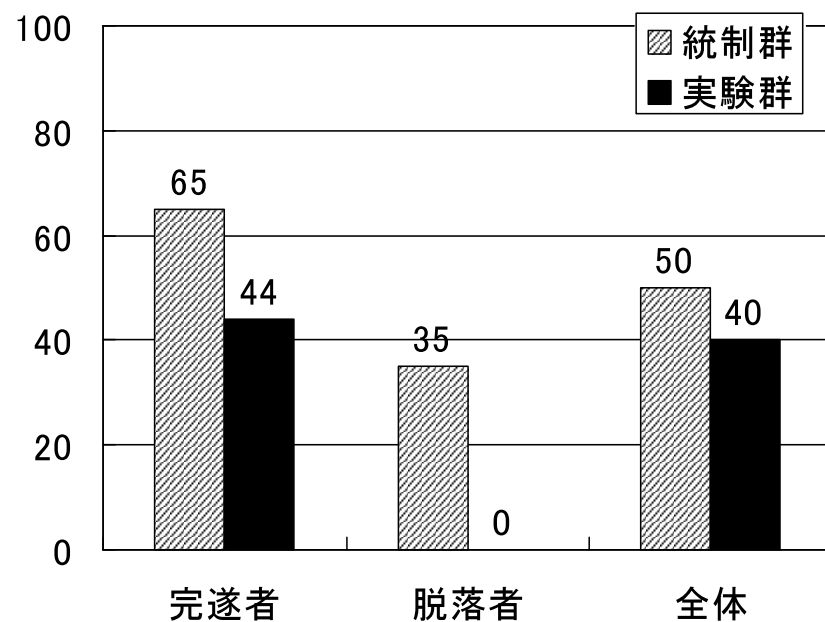
被験者属性別平均得点率(%)

		統制群			実験群		
		人数	事前	事後	人数	事前	事後
学生	完遂者	3人	66.7	80.0	6人	53.3	86.7
	全体	5人	64.0	—	7人	45.7	—
職員	完遂者	1人	60.0	80.0	4人	30.0	40.0
	全体	3人	26.7	—	4人	30.0	40.0

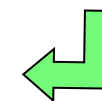
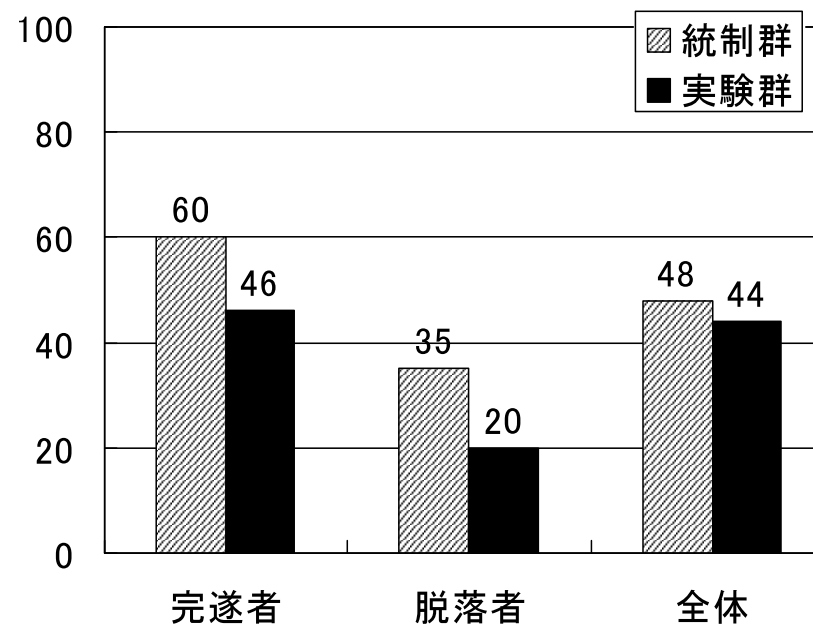


事前テスト時平均点・既習率

事前テスト平均得点率(%)



事前テスト時平均既習率(%)



考察

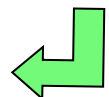
- 統制群データから
 - 事前テストである程度得点できると後続の学習に対するモチベーションが維持されるが、**得点が低すぎるとモチベーション低下を招く**恐れがあると考えられる。
- 実験群データから
 - 得点率、既習率が統制群に比べて低いにもかかわらず、**学習活動の高い完遂率**を示している。
 - 得点率・既習率の低い者に対して**事前テスト時のフィードバックが学習モチベーションの維持効果を持つ**可能性が考えられる。



学習者状態1の正答数変化 — 既習・解答自信あり —

	正誤	n	事前	事後	正答率変化(%)
統制群	正解	3	3	2	100 → 67
	不正解	2	0	1	0 → 50
実験群	正解	2	2	2	100 → 100
	不正解	1	0	1	0 → 100

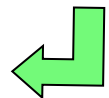
- 既習・自信ありで正解なら事後も正解して当然だが統制群で1問落とす。
 - 既習・自信ありで不正解なら、フィードバックで修正可能なはず。
 - 統制群は第1フィードバック(正誤通知)も第2フィードバック(解答・解説等)も示されない。そのため、誤りの認識や修正を行わないまま学習に入る。
(自分では理解しているつもりなので油断が生まれる?)
- 解答に自信がある既習問題については、誤概念・誤認を定着させないためにも正誤通知と解答・解説が必要



学習者状態2の正答数変化 — 既習・解答自信なし —

	正誤	n	事前	事後	正答率変化(%)
統制群	正解	4	4	4	100 → 100
	不正解	2	0	2	0 → 100
実験群	正解	5	5	5	100 → 100
	不正解	2	0	2	0 → 100

- 統制群は自分の考えが正しかった否かを学習するまで、実験群はフィードバックを得るまで確認できない。
- 自信がないため、いずれも課題を完了できないという状態であり、ツァイガルニク効果が働きやすいと考えられる。
- 統制群は学習時に修正または強化が、実験群はフィードバックで修正または強化、学習で強化が行われる。
- 解答正誤にかかわらず、ツァイガルニク効果によって必ずしもフィードバックは必要とはならない。ただし、早期の知識修正・強化が必要な場合は解答・解説が必要



学習者状態4の正答数変化－未習・自分なりに考えた－

	正誤	N	事前	事後	正答率変化(%)
統制群	正解	5	5	4	100 → 80
	不正解	0	—	—	—
実験群	正解	8	8	6	100 → 75
	不正解	7	0	4	0 → 57

- 実験群正解の事後テスト不正解2問は被験者A1＝全問題未学習→認知的負荷大(唯一テキストが理解しづらいと回答)
- 被験者A1はアンケートの嬉しいテスト経験で「自信があった問題で正解したとき」のみを回答→ポジティブ感情は期待できない
- 事後テストで正解している他の3名の被験者はすべて「勘で答えたのが正解だったとき」を嬉しいと回答(学習能力の高い被験者A10を除く)
- 自分なりに考えた結果正解だった者で、ポジティブ感情を持つ性向がある場合、丁寧な解説でのフィードバックによる学習効果が期待できる。



学習者状態3・5の正答数変化

学習者状態3(既習・手も足も出ない・忘れた)

解答・解説のみ

	正誤	n	事前	事後
統制群	正解	—	—	—
	不正解	1	0	1
実験群	正解	3	3	1
	不正解	9	0	4

学習者状態5(未学習・あてずっぽう)

解答・解説なし(ポイント提示のみ)

	正誤	n	事前	事後
統制群	正解	1	1	1
	不正解	—	—	—
実験群	正解	3	3	1
	不正解	9	0	7

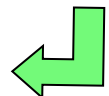
◇ 学習者状態3と5のデータが似ている。

● 一応考えても解答までたどり着けない勘や当てずっぽうでは、偶然の正解に対するポジティブ感情は期待できない。

➤ 勘や当てずっぽうで正解してしまうと完了意識が働き、フィードバックの効果が低くなる。(ツァイガルニク効果)

● 学習者状態5実験群不正解の事後での高い正解数のうち4つは学習能力が高い被験者A11(事前すべて未習0点→事後満点)

● 被験者A11と同じような学習者状態・得点は実験群ではA5、統制群ではB4とB6だが、いずれもリタイア

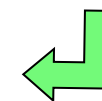


得られた知見

事前テストにおいて以下の可能性が考えられる

学習者状態		フィードバック(FB)の与え方
既知 既習	解答自信あり	誤概念・誤認を定着させないために正誤通知と解答・解説が必要
	解答自信なし	解答正誤にかかわらず、ツァイガルニク効果によって必ずしもFB必要とはならない。ただし、早期の知識修正・強化が必要な場合は解答・解説が必要。(例えば正解部分の学習免除を行う場合)
未知 未習	経験・既有知識から推論	正解だった者でポジティブ感情を持つ性向がある場合、丁寧な解説でのFBによる学習効果が期待できる。
勘・当てずっぽう		正解すると完了意識が働き、解答・解説やポイントの提示でもFB効果が低くなる。
学習者状態を問い、FBを与えることで、学習動機づけを高め学習の完遂率が上がる。		

課題：20人程度の被験者から得られた知見であるため、さらに大規模な実験による検証が必要



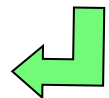
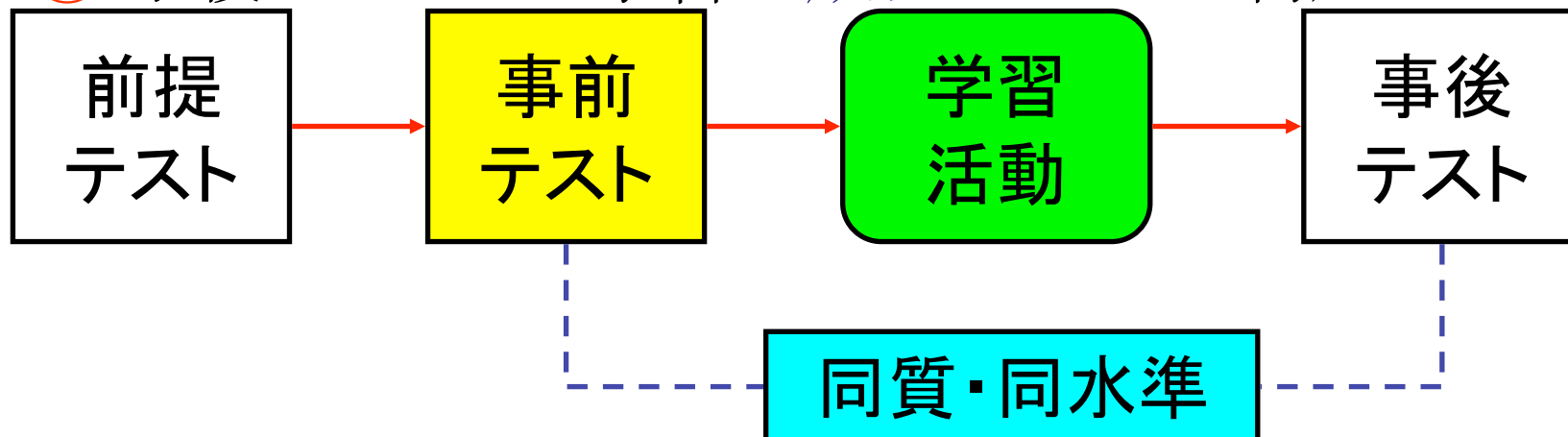
学会発表での議論から

- 「私たちは事前テスト・事後テストともに実施はするのだが、後ろ(事後テスト)の方に力を入れて、前(事前テスト)の部分はやってこなかった。その点においてこれは非常に重要な点を突いている」との旨で評価。
- 被験者が学生と大学職員混在にもかかわらず、それぞれについて分析していない点を指摘。→ **分析追加**
- やはり高校以上の1クラスを対象に実験をするべきだとの指導。
- ドロップアウトのデータについて「あまりにも綺麗なデータになっているので、ピグマリオン効果の影響が出ているのではないか」との指摘。実験群において「自分たちは選ばれた者である」という意識がモチベーションを維持しているのではないかということ。→ **あるいは、統制群に対するゴーレム効果？**
- 被験者のプロフィールを把握しておくことの必要性の指導。



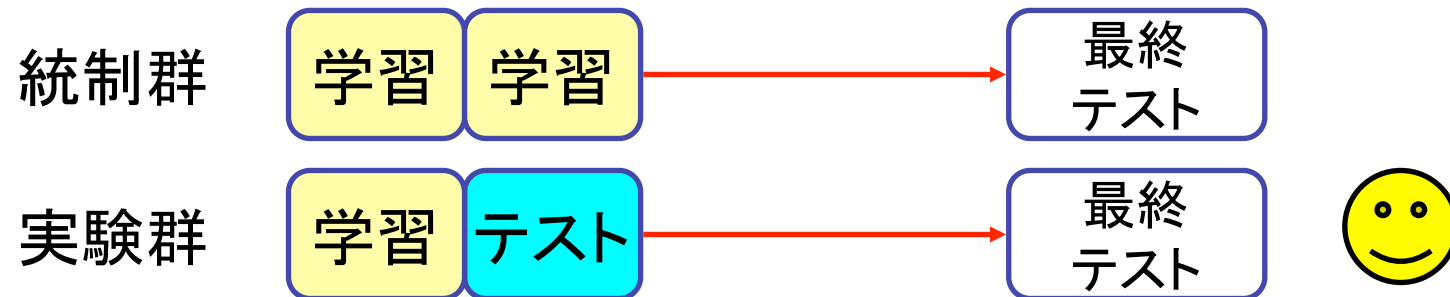
事前テストとは

- ① 前提テスト： 学習する資格があるかを判定
- ② 事前テスト： 学習する必要があるかを判定
(フィードバックは与えない)
- ③ 事後テスト： 学習が成功したかを判定



テスト効果

- テスト効果 = テスト自体が記憶を促進する効果
- 最終的に行われるテストの前に学習途中で行われる初期テスト(事前テストではない)によって確認されている。



- 学習前に行う事前テストにおいてはその効果がない？
- 事前テスト段階では、学習者の既有知識、既有スキーマによって解答されるため、そのようにして解答したものであるなら、学習後に行われるテストと同様に記憶の定着を促進するのではないか。
- 学習時の精緻化を起こりやすくするために、事前テスト時に適切なフィードバックを与えることができれば、学習効果を高められるのではないか。



仮説整理

(青色: 仮説支持の可能性) (赤色: 実験結果から考察)

学習者状態		正誤	有効と考えられるフィードバック	科学的根拠
既 知 既 習	解答 に自信あり	正解	一般的な解答・解説 発展学習や関連情報の提示も可	ポジティブ感情
		不正解	一般的な解答・解説	認知的葛藤 ネガティブ感情
	解答 に自信なし	正解	一般的な解答・解説 必ずしもフィードバックは必要ない	ポジティブ感情
		不正解	要点や間違いやすいポイント、必要となる前提知識等 、認知的負荷を増大させないもの 一般的な解答・解説も可だが、必ずしもフィードバック は必要ない	認知的負荷
	手も足 も出 ない・ 忘れ てしま った	正解	一般的な解答・解説に加え、より詳しく丁寧な解説や ポイント提示(前提知識や下位技能) 正解の場合、完了意識による油断を取り除くことが必要	ポジティブ感情 意味記憶ネッ トワークモデル プライミング効果
		不正解	一般的な解答・解説に加え、より詳しく丁寧な解説や ポイント提示(前提知識や下位技能)	意味記憶ネッ トワークモデル プライミング効果

仮説整理

(青色: 仮説支持の可能性) (赤色: 実験結果から考察)

学習者状態		正誤	有効と考えられるフィードバック	科学的根拠
未知未習	(B1) 既有知識や経験から推論・考えた上での勘	正解	ポジティブ感情を持つ性向があれば一般的な解答・解説に加え、より詳しく丁寧な解説やポイント提示(前提知識や下位技能) 解答までのどり着かない勘で正解の場合、完了意識による油断を取り除くことが必要	ポジティブ感情 認知的葛藤
		不正解	一般的な解答・解説に加え、より詳しく丁寧な解説やポイント提示(前提知識や下位技能) 説明オーガナイザー・比較オーガナイザー	先行オーガナイザー ツァイガルニク効果 認知的葛藤
	(B2) 当てずっぽう	正解	ポイント提示(前提知識や下位技能) 説明オーガナイザー・画像オーガナイザー（解答・解説は示さない) 正解の場合、完了意識による油断を取り除くことが必要	先行オーガナイザー プライミング効果 画像優越性効果
		不正解		
	(B3) 手も足も出ない	正解		
		不正解		