

大学も
変わりつつ
あります...



中京大学
情報科学部
認知科学科

授業風景...

学習科学と持続する社会

中京大学
三宅なほみ

学習科学

- 学習理論
人はいかに学ぶかを明らかにする
- 学習支援
人がうまく学べるための工夫を実践的に確かめる

背景に認知科学(1)

- Bruner, J. 1960's
 - 知識とは、たくわえではない。科学や数学において「学ぶ」ことの大半は、すでに「知って」いるものだ。多くの場合「学習」は、現在考えていることを越えて進むために、すでに知っていることをいかに使うか、その方法を見つけ出すことである。

背景に認知科学(2)

- ~ 1980
 - 問題解決や記憶に「構造化された知識」が大きな影響を持つことが繰り返し確認される
- ~ 1990
 - 教室で記憶理論や問題解決方略の支援が可能か実践的に確かめられる
 - 状況依存的認知 vs. メタ認知による制御
- ~ 2000
 - 大型実践プロジェクト（中・高理数中心）の成果報告・・・スケール問題

うまくいく学び：得意になるまで

- 一定以上の時間をかける
- 強い動機付けを持つ
- 積極的に情報を収集して、覚える
- 教えあったり、議論したりする仲間がいる
- さまざまなレベルの先輩がいる
- 試行錯誤を繰り返して自分の知識を作る
- 学んだ成果が次の学びに結びつく
- 対象は限定されている

学習の目的

- Portability
 - 学校の外に持ち出せる
- Dependability
 - 必要なとき、必要な場所で使える
- Sustainability
 - 一生学び続けるための基礎力をつける
 - 科学を日常化する(Dinner table science)

学習の方法

- Portability
 - 複数解を多視点からみて一般化、抽象化
- Dependability
 - 十分使いこなせるところまで時間をかける
- Sustainability
 - 学習の仕方、メタ認知、自己学習管理能力
 - 「学習し続けるもの」のコミュニティを形成する

学習方略の基本形

- 繰返し、時間をかけて自分で知識を作る
- 社会の中で、他人と協調的に学ぶ

協調作業の典型例？！

- 「分数が解けない大学生」問題
- OECD PISA 国際比較問題

大学生が、3から5人のグループで
解くと、そのうち解ける・・・

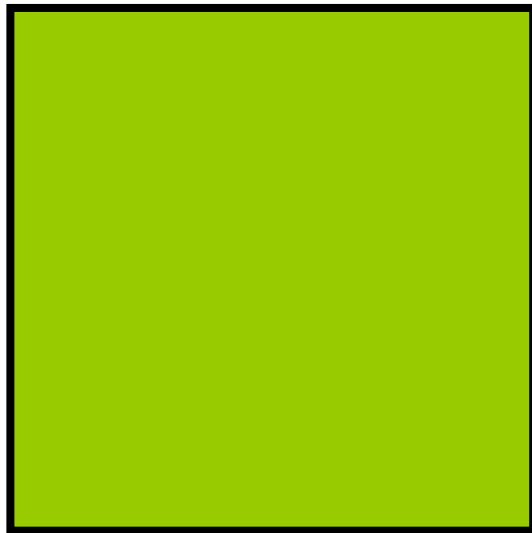
二人で解くとうまくいく？

- いつでも二人寄れば一人よりうまくいく、というわけではない
 - 水がめ問題 9 Lと4 Lから6 Lを汲め
 - 9点問題 9点を4本の直線の一筆書きで通過せよ

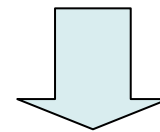
$$\frac{3}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{1}{2}$$

課題

「折り紙の4分の3の3分の2に
斜線を引いてください。」



たいていの人には計算せずに
折ったり目盛をつけたりして
答えを出す



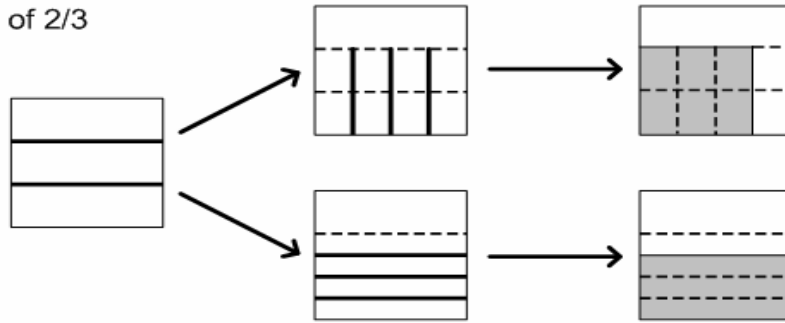
軌跡が残る

吟味の対象

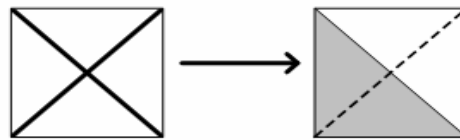
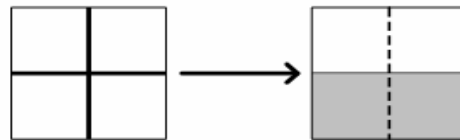
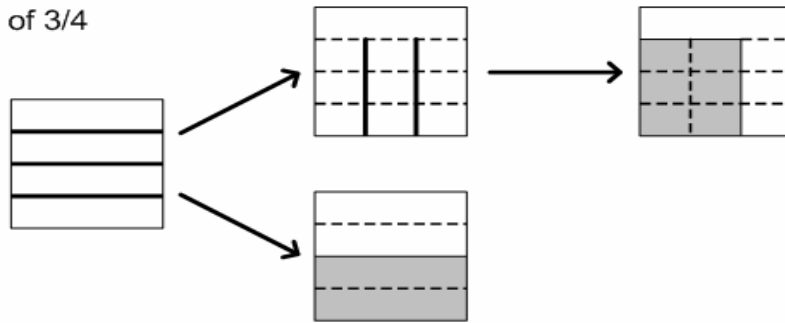
Schematic Solution Steps

Non-Arithmetic Strategies

3/4 of 2/3



2/3 of 3/4



「答えはどうなりましたか？」

「これです」

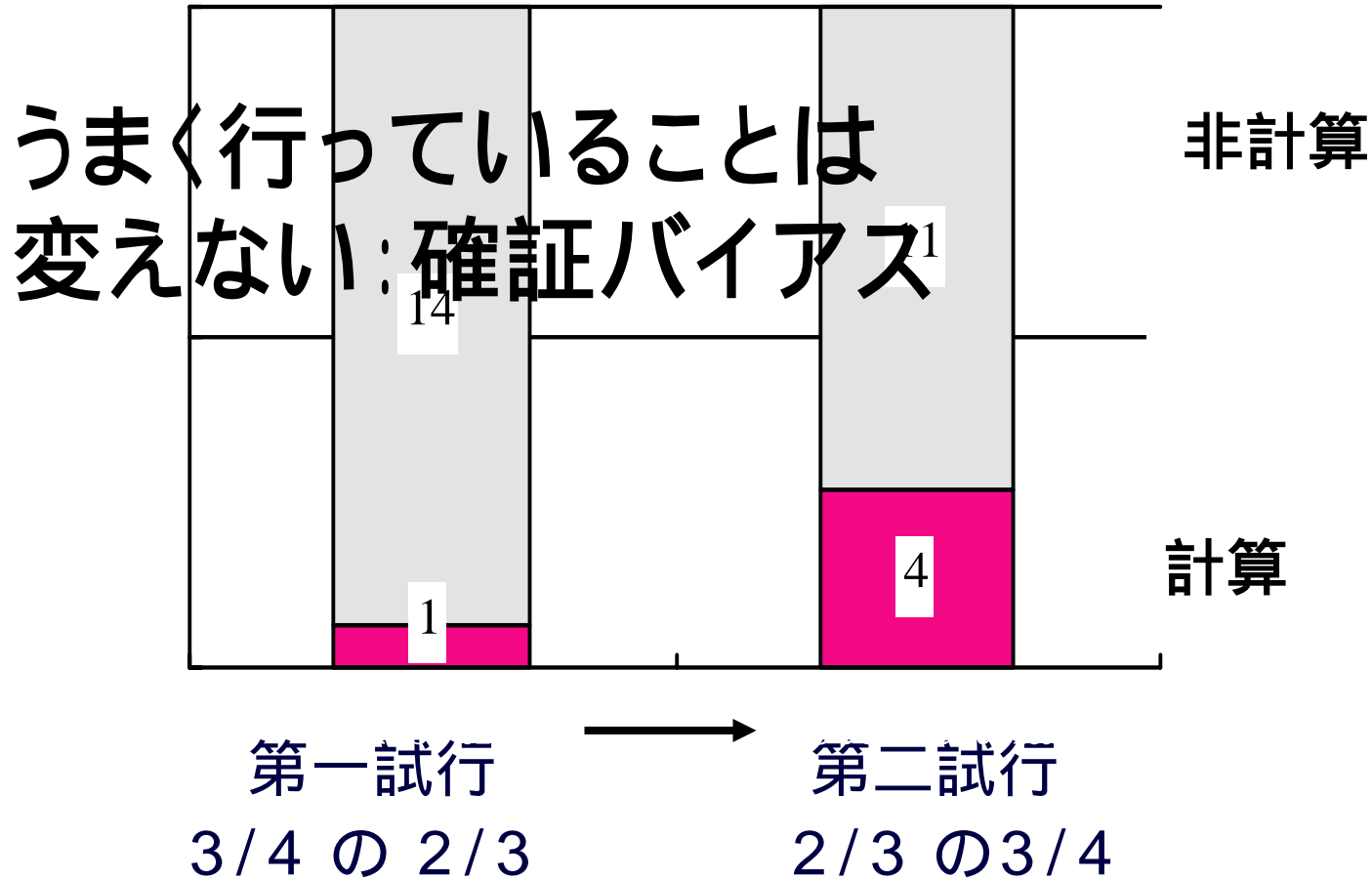
「？」

続けて解いたら？

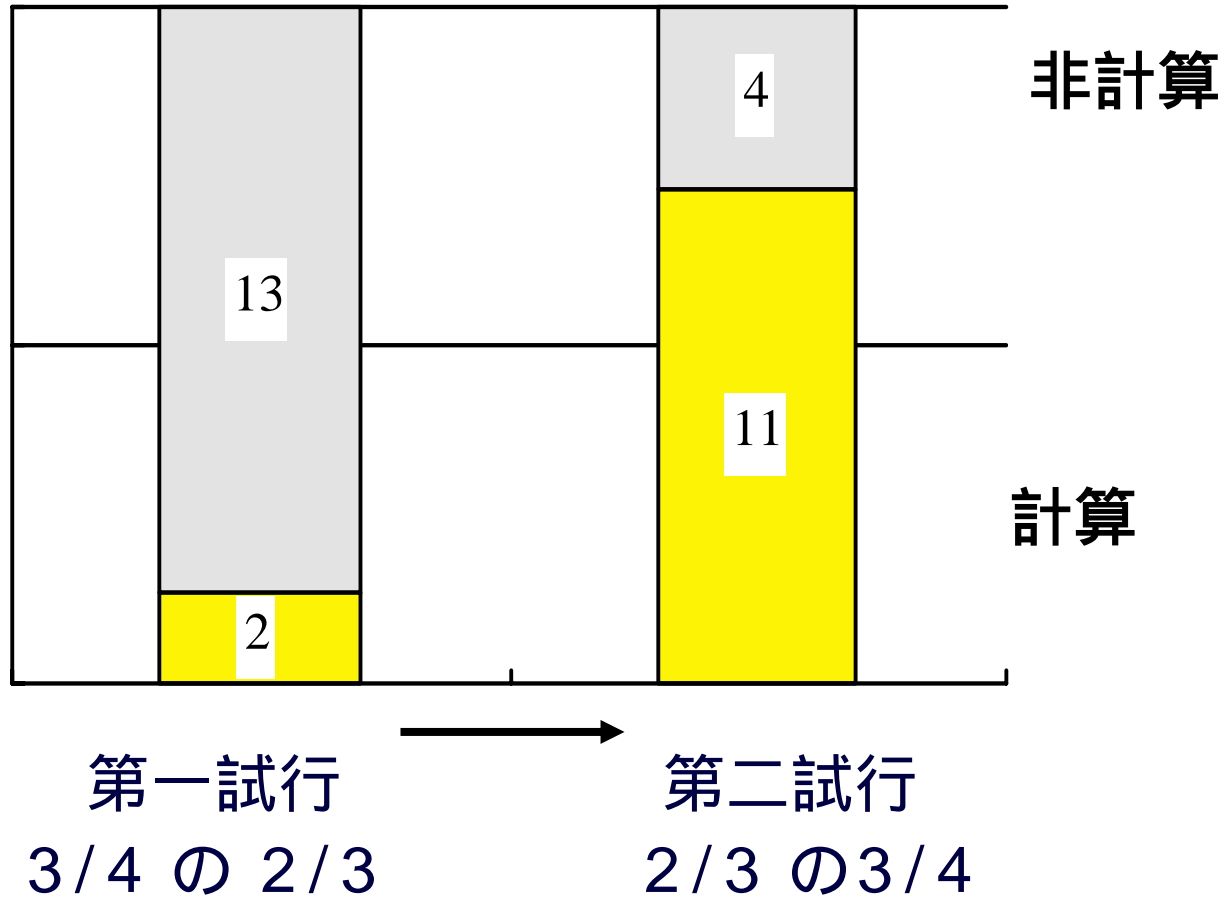
第一試行: $3/4$ の $2/3$

第二試行: $2/3$ の $3/4$

被験者が一人のとき



二人ペアだと



ペアで何が起きているのか

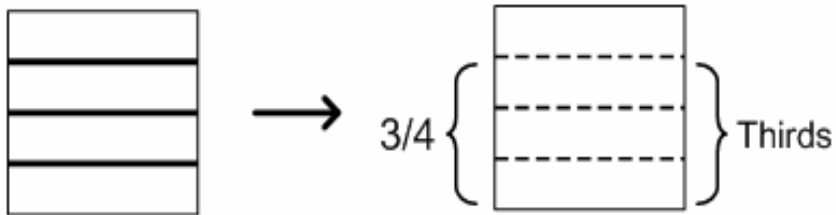
4等分して



ペアで何が起きているのか

4等分して

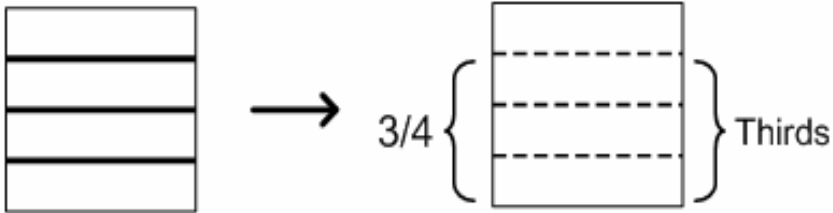
4分の3の部分を
3等分して



ペアで何が起きているのか

4等分して

4分の3の部分を
3等分して

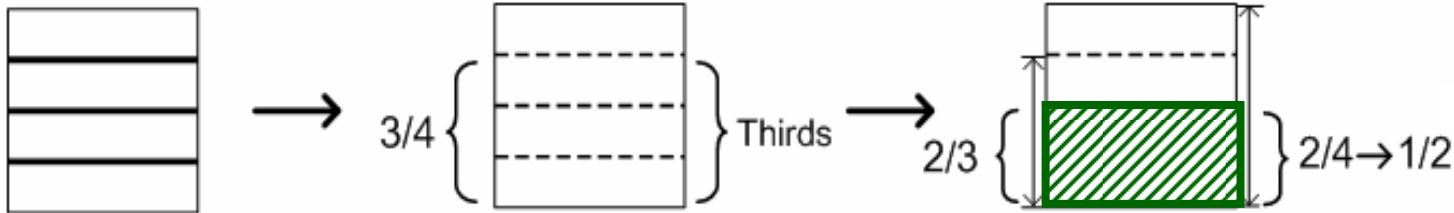


3等分ならもう
できているから

ペアで何が起きているのか

4等分して

4分の3の部分を
3等分して



3等分ならもう
できているから

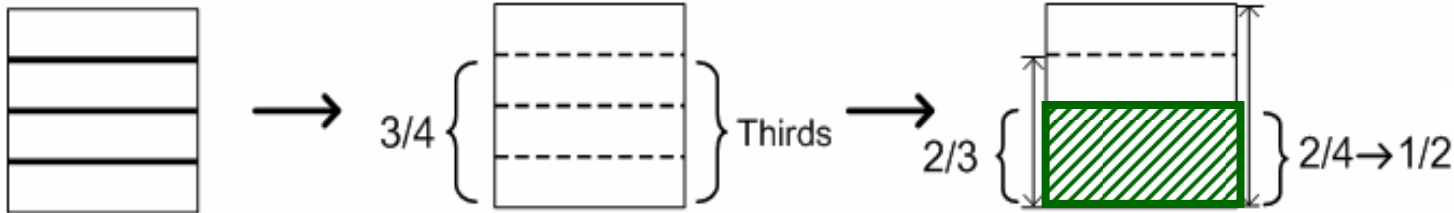
その3分の2を
取って

ペアで何が起きているのか

4等分して

4分の3の部分を
3等分して

ということは
全体の4分の2？
なら2分の1??



3等分ならもう
できているから

その3分の2を
取って

ペアで何が起きているのか

4等分して

4分の3の部分を
3等分して

ということは
全体の4分の2？
なら2分の1？？



3等分ならもう
できているから

その3分の2を
取って

計算しても
よかった？

建設的相互作用

- 二人で考えたり、問題を解いたりすると、一人一人が互いに相手の解を「少しでも一般化可能な形で見直す」ことによって自分のアイディアを作り直し、その繰り返しによってより深い理解（後で新しい問題に応用可能な理解）が生み出される

(Miyake, 1986, *Cognitive Science*, 10(2), 151-177)

(Shirouzu, Miyake, & Masukawa, 2002

Cognitive Science, 26 (4), 469-501)

- この過程をもっと人数の多い状況で作り出し、一人一人の学習促進に役立てる

持続的な理解の促進

- 一人一人のアイデアを外化する
 - e.g. 同じ問題の多様な解き方を集める
- 集めた解を相互に比較対照、吟味する
 - パターンが見つかる

こちらは比較的簡単

- パターンの意味を理解する

こちらはとても難しい

多様解を集めパターンを見せる

- 大数の法則

紙テープ : 10cmを100本切る

個人データ 1

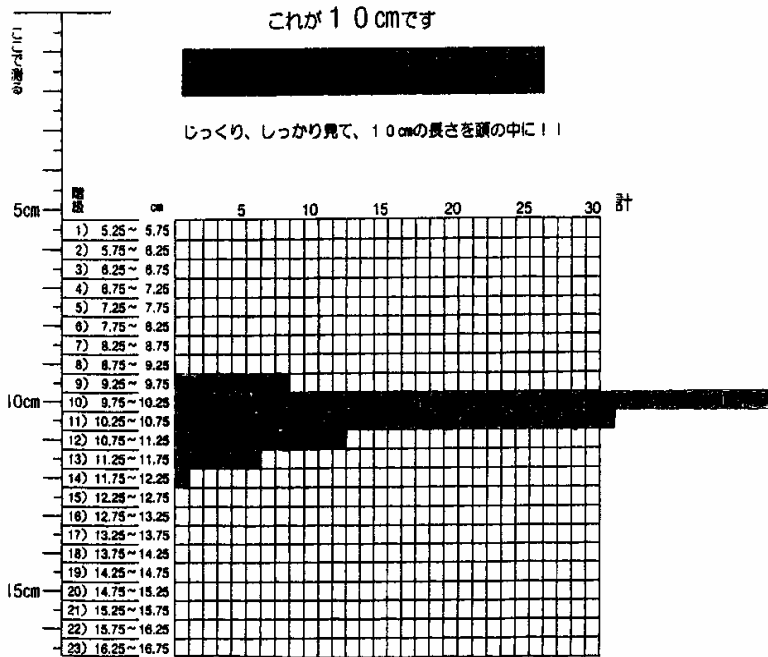


図1a 散らばりの小さいデータ

個人データ 2

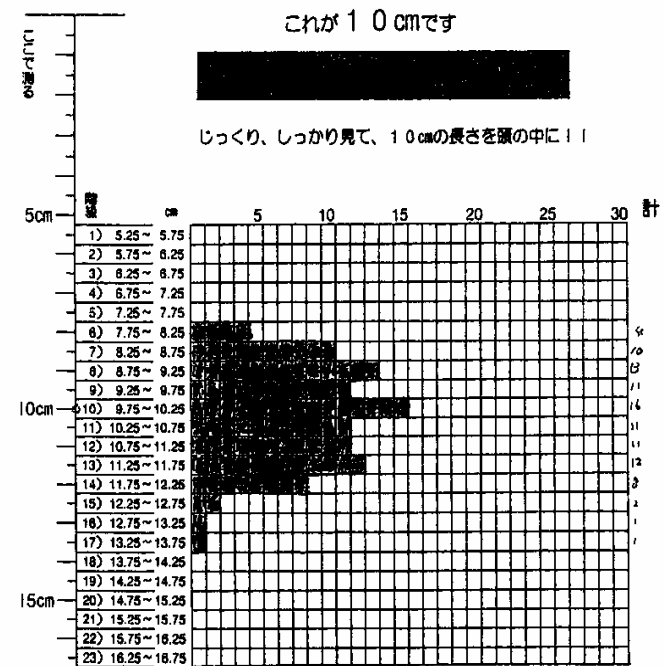


図1b 散らばりの大きいデータ

100本をたくさん集めると

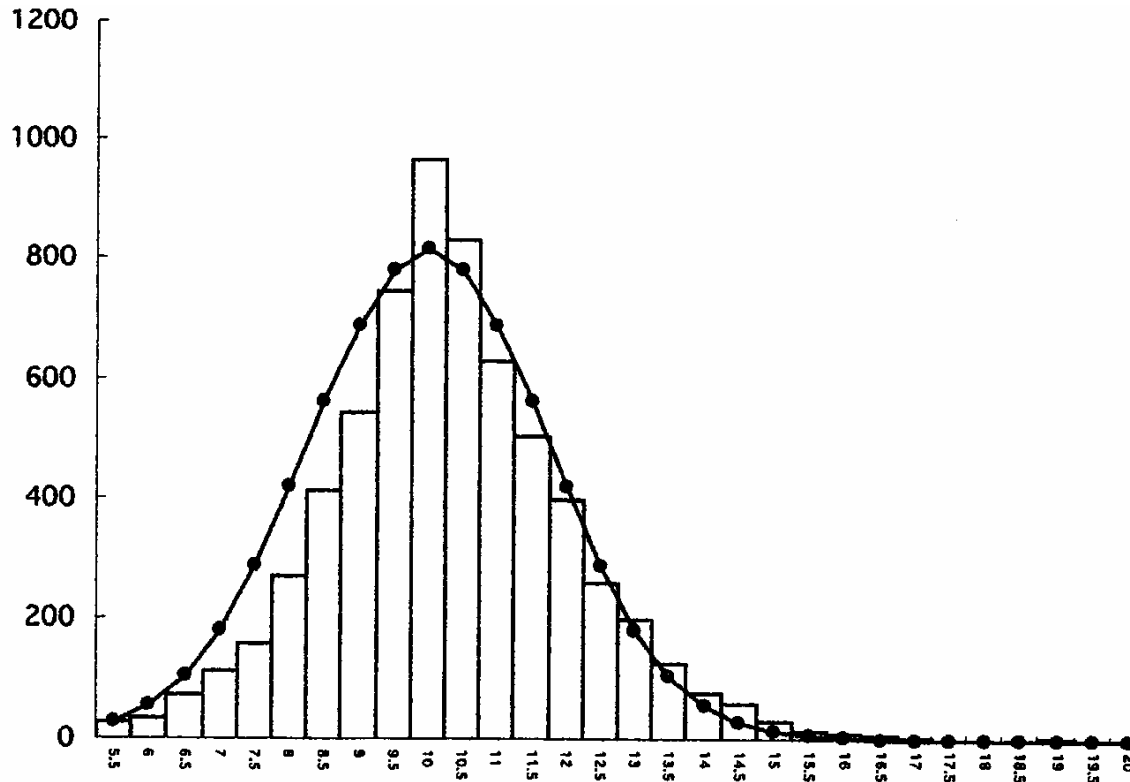


図2 10 cm テープ 6517 本のデータ (縦軸：本数, 横軸：長さ)

正規分布として了解？

- 「集めるとききれいな山形分布になる」ことは了解される
- ここから正規分布の性質を了解するためには長い時間がかかる
 - そのための相互吟味を促進する必要がある
- さまざまな山形分布の吟味、正規分布の性質についての議論などを通すと了解が得られる

「意味を理解する」学習

- 大学生に
 - 「単に公式を覚える」のと、具体的な問題をいくつか解いて解き方を納得するのではどんな違いがあるでしょう？
 - 学生：「具体的な問題で解く」って???
 - 私：時速の計算なんかが出てくる問題で、具体的に、時速60kmの車が3時間走ったら、とかあるじゃない？
 - 学生：あ、は-じ-き だ

一例紹介： LearningByDesign

一般的な原理



プロの科学者の協調活動



モノを使った実験

走る車を作る

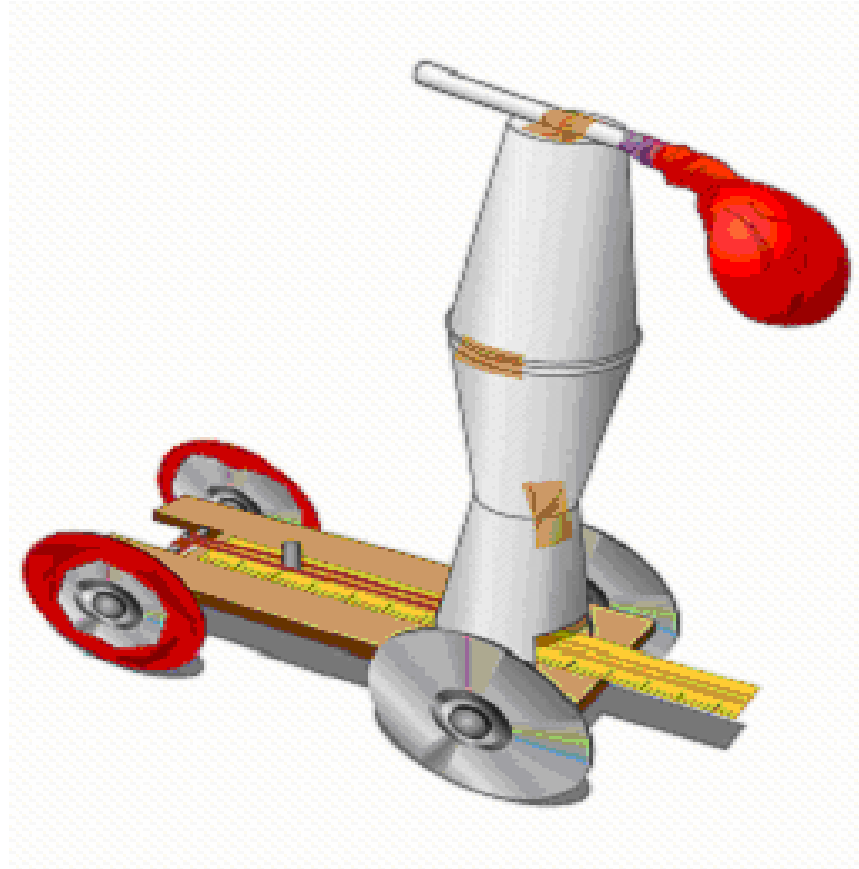
- コースター・カー : 車体、構成
- バルーン・カー : 動力
 - ラバーバンド・カー
- 最終課題 : 車体と動力の統合

バルーン・カー課題

「風船がしぼむ力だけで
平面をできるだけ遠くまで走る車を作れ」

- 1) 課題を理解する
- 2) 実験で風船の力を調べる
- 3) 走る車をデザインする

バルーン・カー





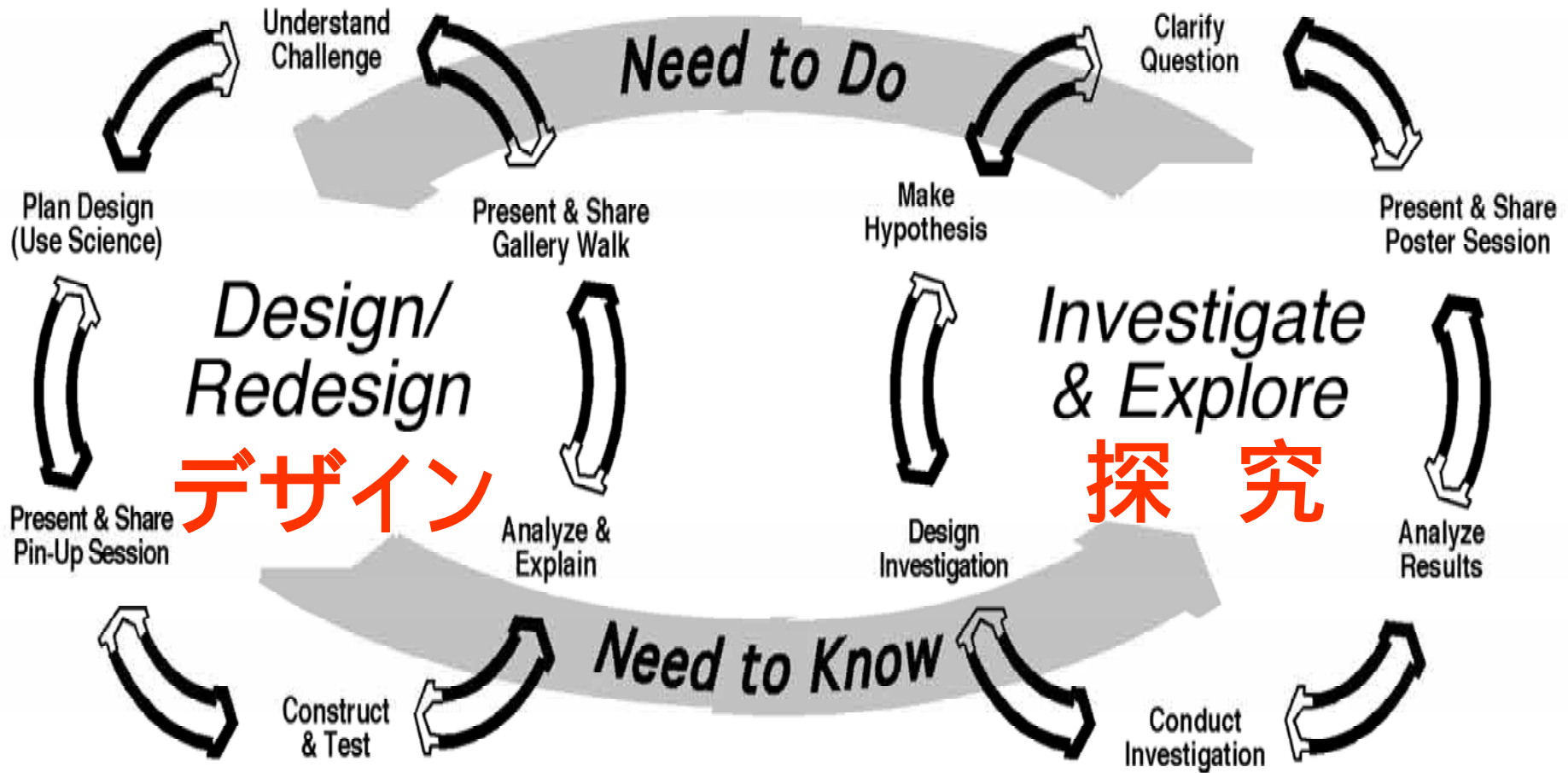
LBD Parking Lot
Parking in Assigned Places Only.
Improperly Parked Vehicles Will
Be Impounded.
Impounded Vehicles Will Be Released
After Fines Are Paid.



協調的な理解深化が起きるのは

- 相手のやっていることが見えるとき
- いろいろ試せるとき

発表、話し合いを繰り返す
工夫についての実験結果
計画
途中の作品



遠くまで行くバルーン・カーをデザインするには、
ストローを1本より2本にするとよい。
なぜなら、空気がバツと出て
力がたくさん車にかかるから。

遠くまで行くバルーン・カーをデザインするには、
ストローを1本より2本にするとよい。
なぜなら、一気に空気を吹き出して
車の動力を強くすると、
加速度をつけられるから。
バルーン・カーは風船がしぼんでからも
長い距離を走るので、
加速度をつければ
速く走っている時に滑走に入れるから。

作用反作用の法則：

風船から出る空気の力は
車の動力に当たる

運動の法則：

車の動力が「重さ × 加速度」に当たる

風船が空気を押し出す力を上げると、
<この> 加速度が上がる！



観察された初期の実践の欠点

- 生徒は最初からうまく協調できるとは限らない
- グループ活動が遊びや競争になってしまって科学の学習に結びつかない
- 教員がデザインの難しいところを手助けしてしますぎる
- 教員が協調活動をどう支援したらいいのかわからない

協調的な学習方法を学ぶための

打ち上げ（Launcher）ユニット

ブック・サポート課題

- 3 × 5 インチのインデックス・カードと輪ゴムとクリップを使って、本を机上から4インチ以上持ち上げるブック・サポートを作れ
- ギャラリー・ウォーク
- 教員：「もう一度やる？」
- 生徒：「先生、真似されました」
- クレジットを出そう！

ブック・サポート課題から 学べること

- 科学は協調作業である
- 人から学んでよい
- 人の考えを利用する時には
考えの「出所」を明示して感謝する
- 「出所」になるのはいいことである

他にも強力なプロジェクト...

- NSF Learning Science Center助成

大学での実践

- 協調過程を利用して、学生が自身で知識を作り上げる
- 「他の人に自分の意見を言うことが、自分の得になるだけでなく、他の人のリソースにもなる」ことを理解し、協調的に学習するスキルを身につける
- 対象は「認知科学」

研究対象授業

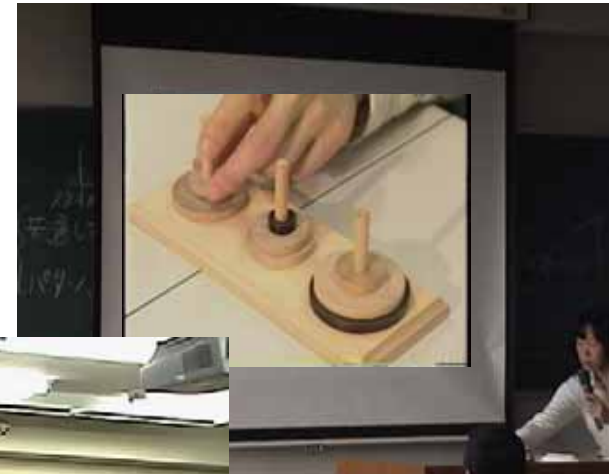
	Admitted in 2001	Admitted in 2002	Admitted in 2003	Admitted in 2004
Spring 2001	Orientation to CogSci			
Fall 2001	CogSci Method 1			
Spring 2002	CogSci Method 2	Orientation to CogSci		
Fall 2002	CogSci 2	CogSci Method 1		
Spring 2003		CogSci Method 2	Orientation to CogSci A/B	
Fall 2003		Cogsci 2	Introduction to CogSci A/B	
Spring 2004			Medium CogSci CogSci Method 1	Orientation to CogSci A/B
Fall 2004			Advanced CogSci CogSci Method 2	Introduction to CogSci A/B

自分たちの認知過程を振り返り経験則を見つける

教材



支援ツール



学習の形

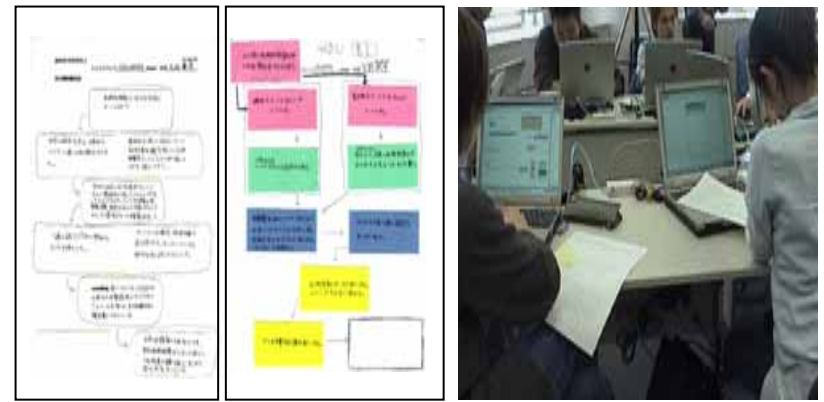


一年秋から二年春

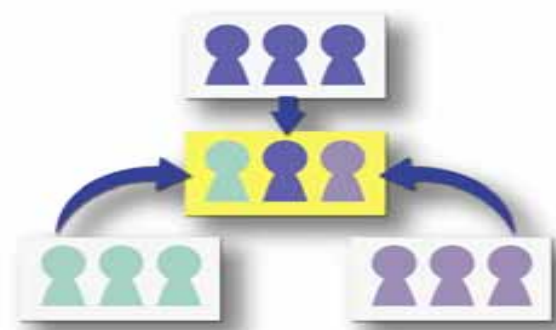
経験則を入門用の専門基礎知識資料と関連付ける

教材

支援ツール



協調学習の形



ジグソー法

2年秋：24資料のジグソー

専門資料を分担し、相互に教え合って 理解の幅を広げる

言語・概念獲得、生得性
認知プロセス、知識処理
認知的バイアス、社会的相互作用、日常的認知
科学的発見と確証バイアス
知識が豊富にあることの功罪
状況・課題理解と問題解決
推移率理解と文化差
感情システムの進化論的説明
ハトの日常適応知識の脳内分散
社会的認知：認知的不協和
社会的認知：同調とステレオタイプ



資料例

認知科学上巻資料 2004 資料番号 04_106 1/2

多岐な心理的動機による認知バイアス

多岐な心理的動機による認知バイアスとは、何らかの動機によって認知プロセスが歪められることで、客観的な事実から離れた判断や意思決定を生じさせる心理的現象を指す。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。

多岐な心理的動機による認知バイアス

多岐な心理的動機による認知バイアスとは、何らかの動機によって認知プロセスが歪められることで、客観的な事実から離れた判断や意思決定を生じさせる心理的現象を指す。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。



図1 黒い犬はドイツ牧羊犬、白い犬はラブラドル・リトリバーである。

認知科学上巻資料 2004 資料番号 04_106 2/2

多岐な心理的動機による認知バイアス

多岐な心理的動機による認知バイアスとは、何らかの動機によって認知プロセスが歪められることで、客観的な事実から離れた判断や意思決定を生じさせる心理的現象を指す。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。

多岐な心理的動機による認知バイアス

多岐な心理的動機による認知バイアスとは、何らかの動機によって認知プロセスが歪められることで、客観的な事実から離れた判断や意思決定を生じさせる心理的現象を指す。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。

多岐な心理的動機による認知バイアス

多岐な心理的動機による認知バイアスとは、何らかの動機によって認知プロセスが歪められることで、客観的な事実から離れた判断や意思決定を生じさせる心理的現象を指す。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。

多岐な心理的動機による認知バイアス

多岐な心理的動機による認知バイアスとは、何らかの動機によって認知プロセスが歪められることで、客観的な事実から離れた判断や意思決定を生じさせる心理的現象を指す。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。

多岐な心理的動機による認知バイアス

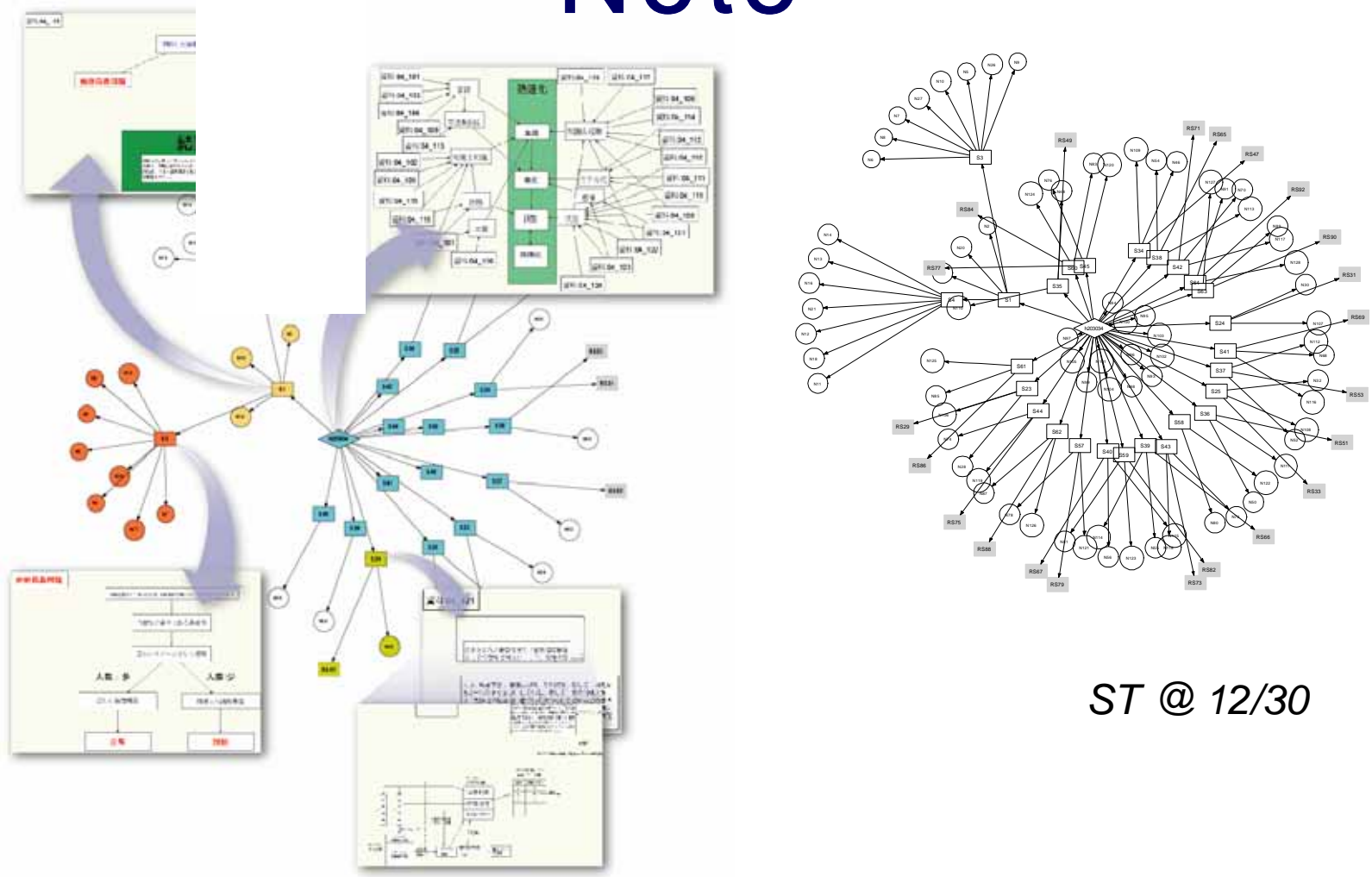
多岐な心理的動機による認知バイアスとは、何らかの動機によって認知プロセスが歪められることで、客観的な事実から離れた判断や意思決定を生じさせる心理的現象を指す。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。動機は、認知バイアスを生じさせる要因となる。

© 2004, S.A. 2004 Psychological Science 15(10): 644-649

24資料について, n^{i+1} 担当者は

1 x 1	n^{i+1} and n^{i+2}
2 x 2	$n^{i+1} + n^{i+2}$ and $n^{i+3} + n^{i+4}$
4 x 4	$n^{i+1} + n^{i+2} + n^{i+3} + n^{i+4}$ and $n^{i+5} + n^{i+6} + n^{i+7} + n^{i+8}$
1 st 8 x 8	$n^{i+1} + n^{i+2} + \dots + n^{i+7} + n^{i+8}$ and $n^{i+9} + n^{i+10} + \dots + n^{i+15} + n^{i+16}$
2 nd 8 x 8	$n^{i+1} + n^{i+2} + \dots + n^{i+7} + n^{i+8}$ and $n^{i+17} + n^{i+18} + \dots + n^{i+23} + n^{i+24}$

Reflective Collaboration Note



ST @ 12/30

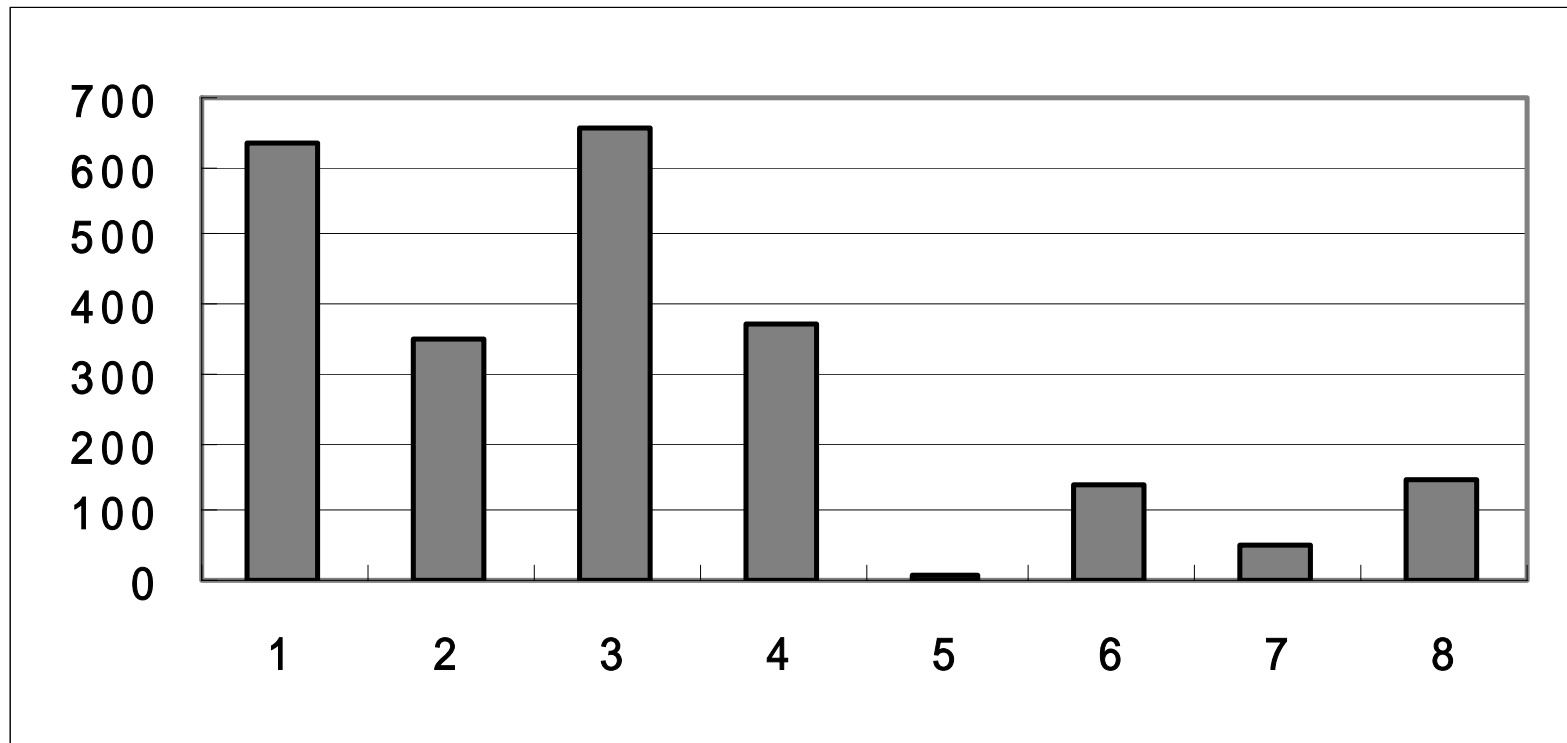
繰り返し説明することの効果

- 知識は portable になるか？

Y.O.のDunamic jigsaw過程

19/Oct	(115, 116) 組から116を選択
26/Oct	116, 115の構成要素質問解答
02/Nov	TA相手に116の説明練習
09/Nov	TA相手に115の説明練習
16/Nov	1X1 115と116
30/Nov	2X2 (115,116)と(113,114)
07/Dec	2X2の結果を吟味
08/Dec	4X4 (113-116)と(109-112)
14/Dec	8X8 (109-116)と(117-124)
15/Dec	8X8 (109-116)と(101-108)
22/Dec	クラス全体で自由討論

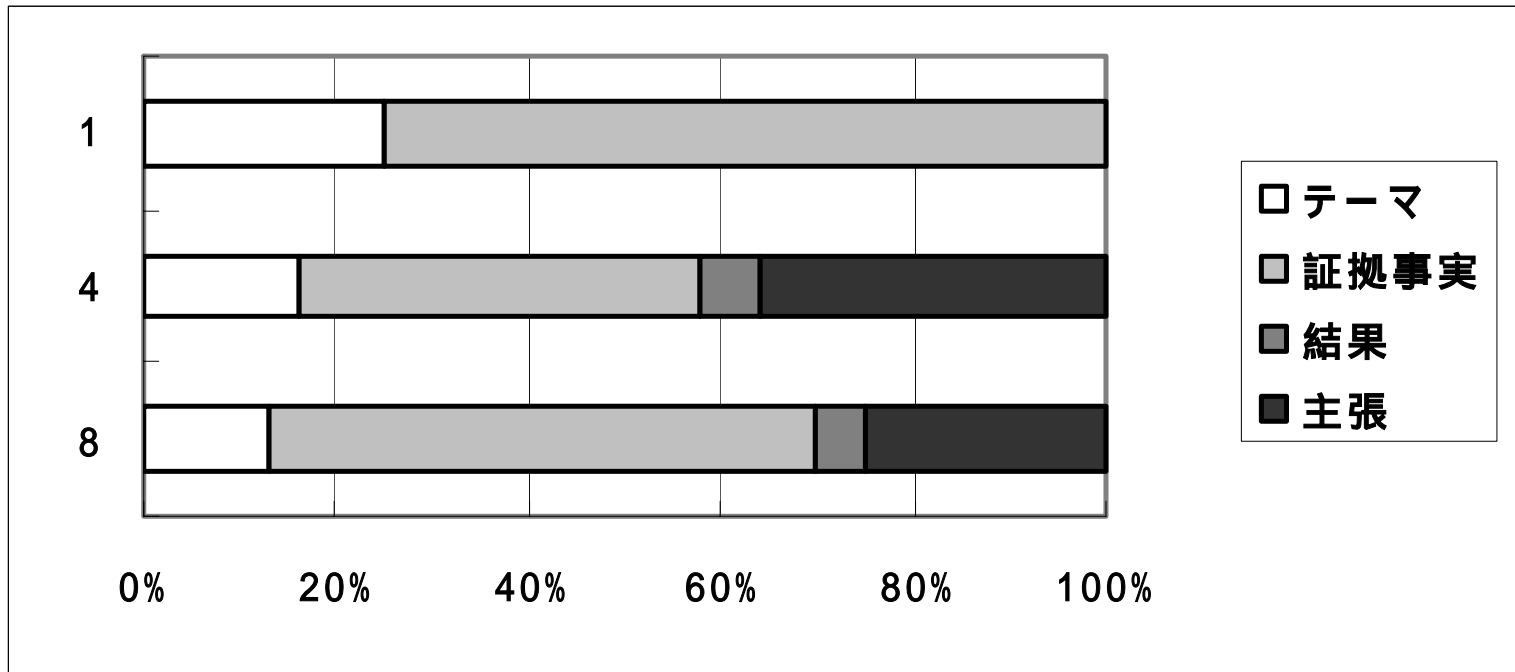
各回の説明にかかった 発話単位数



説明の構成要素

テーマ	資料で扱われているテーマ
証拠(事実)	実験、観察、シミュレーションなどの詳細
結果・主張	資料の著者による「結論」と「考察」
学生の考察・関連付け	学生自身による考察、他資料との関連付け

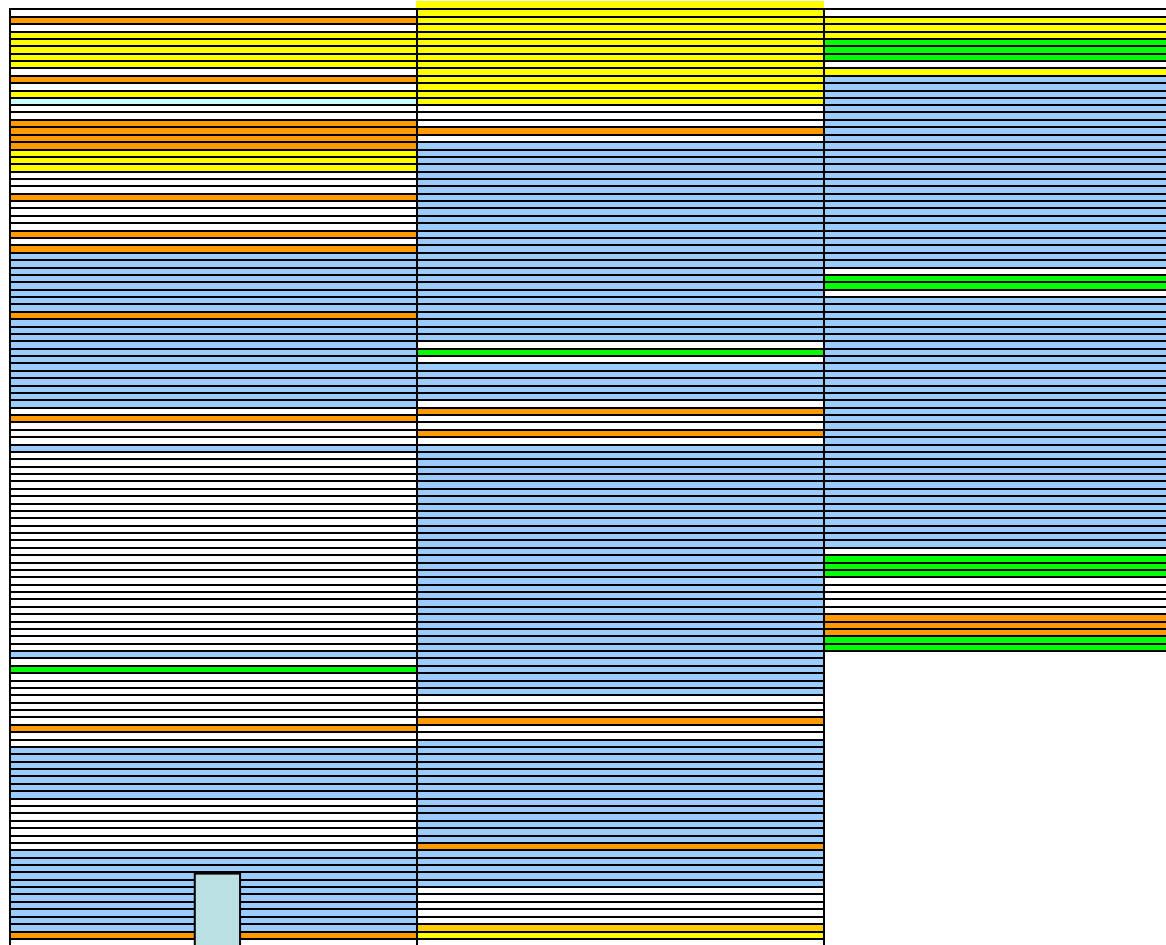
構成要素の出現割合



11/09
Prctc

12/07
4X4

12/15
8X8



11月2日(1回目 - 初めて他人に 説明)

えっと、これは章のぶ、
頭にある文だったと思うんですけどー
その文の後半は、何、書いてるかっていうと、
手続き型知識について
手続き型知識はどういうふうに表象されるのかとかー
まあ、手続き型知識には、こういうのがありますよー
とかいう例がいろいろありましてー
まあ、そういうことが書いてあったんですけど

11月30日（4回目、2×2 交換）

えーと、116の資料は
まあ、一番メインの主題となるのは、
宣言型知識と手続き型知識っていう話ねー
で、まあ、これを話す前に、何つうの
感覚的に言うと何か習うより慣れろとかさー
あの一、何だ
言葉で言っても分からないから
身体に覚えさせてやるみたいな、あるでしょう
よく聞くでしょう
あんな感じの、イメージしていただいてー
その、身体で覚えるっていうほうが、このー
手続き型知識

12月15日（8回目 換2度目）

116というのはですね、
手続き型知識と宣言型知識がありますよー
というお話をしましてーその後ー
あの、宣言型知識というものが
手続き型知識に変換されてしまいます、
するときがありますよというお話が116の資料です
で、まずですね、
その変換されることがありますよというのが、
この資料の主張なんですけどー
あの、各知識がどういうものなのかっていうのを
分かっていたくためにですね、
宣言型知識というのは、あの、
言語によって伝達できる情報であることが多い

学習科学

- 学びの仕組みを根本から考え直す
 - うまくいっている学びにはどんな特徴があるか
 - そもそも人は何を学ぶべきか
 - 学びはどうやって引き起こせるか
 - 「学びがうまくいかない」構造的な欠陥は何か
- 実践と理論作りを行き来して
 - 「今まで人類が見たこともない質の高い教育を、すべての人に可能にする」 (Bereiter, 2002)