

Eva Erdosne Toth, David Klarh, and Zhe Chen (2000)

COGNITION AND INSTRUCTION, 18(4), 423-459

**Bridging Research and Practice:  
A Cognitively Based Classroom Intervention for Teaching Experiment Skill to  
Elementary School Children**

はじめに

この雑誌の読者に共有されている2つの信条

- (a) 認知心理学と発達心理学の基礎研究は教育実践に貢献できる。
- (b) 教育実践での挑戦は、基礎研究に新たな疑問を導く

しかし...

これらの2つ領域の重なりのない研究の多さを嘆くものもあり(例 . Strauss,1998) , これらの領域を横断するアクティブな研究も存在する . (Carver & Klarh, in press; Klahr 1976)

いくつかの注目すべき例外を除き(Brown, 1992, 1997; Fennema et al., 1996; White & Fredriksen, 1998) , 認知と教授の間における研究の多くは , 心理実験や , クラスルームのどちらかで行われており , 双方に渡るものはなかった .

結果

実験室ベースの研究 : 教育に対する重要な示唆をするが , 実行に関してはほとんどない .  
クラスルームへの介入 : 多くは , 実験室の知見から理論の基礎をおくが , クラスルームの実践では , 異なる研究者が行う . (Christensen & Cooper, 1991; Das-Smaal, Klapwijk & van det Leij, 1996)

筆者ら

実験室ベースの認知研究と , クラスルーム研究の区分は理解できるが , それは意味がないだろう . なぜなら , ほとんどが , 心理実験から教室への変換法を見失っているからである .

本論文では , 実験室研究と実践を同じ研究者たちによって行われる , より強固に結合した流れを作り出すこと試みる .

参加者 : 発達心理学 , 教育心理学 , 学校の教師など

方針 : 理論から , 実際のクラスルームにおける制約に適用するための変換は最小限のものとする .

## DESIGNING UNCONFOUNDED EXPERIMENTS: THE CONTROL OF VARIABLES STRATEGY

科学研究の基本となる 2 つの側面

- ・ 混乱していない実験デザイン
- ・ 実験結果からの妥当な推論

科学教師と政策決定者に広く合意されていること

「生徒は、何が証拠か、データのメリット、強調点を判断すること、説明をするために必要となる情報について学ぶべきである。」(National Research Council, 1996, p. 122)

実験の、デザイン、実行、評価ということを子供たちに教えることの重要性は、国家規格ではあるが、これらの概念や手続きの教授法は明確でない。

科学実験の中心は、変数統制方略(control of variables strategy :CVS)を使用する能力にある。

小学生に、これらの概念と手続きの学習と使用を上手く行わせるにはどうするのか？

教育や心理学の文献はこの質問に対する明確な答えは示していない。

例

**Chen & Klarh(1999)**

科学の授業のある学校の 4 年生における CVS のテストを行う。

結果：正しいものは 50%以下であった。

**Ross(1988)**による 70、80 年代における、CVS トレーニング研究のメタ分析

多様なトレーニング法が CVS のパフォーマンスの改善を示すが、小学生の研究はほんの一握りであった

これらの研究や、近年の研究から、小学生は、明らかに CVS の使用と理解について、複雑な状況にあることが示されている。

(Bullock & Ziegler, 1996; Case, 1974; Kuhn & Angelev, 1976; Kuhn, Garcia-Mila, Zohar, & Anderson, 1995; Schauble, 1996)

トレーニングの研究においては、トレーニング前後において、統計的な差を示すが、教育的に要求されるレベルではない。Ross(1988)の例 = .73

## BACKGROUND: A LABORATORY TRAINING STUDY

教授における，もっとも議論のある一つの問題

ガイドされない調査といったものが，多かれ少なかれ，教師からの，大いに直接的にそして，特定の教授よりも効果があるのかということ．

Chen and Klarh(1999)：心理実験室でこの問題にあたった．

異なる教示法によって，小学2，3，4年生の合計87人について調査．

教示法

### 1．Explicit training

training-probe condition

どのように混乱のない比較を作成するのかと同様に，変数統制の理論的根拠の説明を行う．さらに，調査質問として，生徒らは，自分たちの作成した，めいめいの比較（テスト）について質問を受ける．

質問内容

テストの前：なぜそのようなデザインにしたのかについての質問

テストの後：テストから，自分たちのテストした変数が，効果をもたらすのかということと，なぜ，自分たちは確信したのか，確信しなかったのかという，質問を受ける．

### 2．Implicit training

no-training-probe condition

明確なトレーニングは受けないが，調査質問を1．と同様に受ける．

### 3．Unprompted exploration

no-training-no-probe condition

トレーニングも，質問も受けないが，他の群と比べて，実験をたくさん行える．

## Materials, Procedure, and Measures of Laboratory Training Study

実験に使用した3つの課題と目標

- (a) バネ...バネの伸びを決定する要因の決定
- (b) 沈没(sinking)...どれだけ早く水に沈むかの要因の決定
- (c) 斜面...詳細はあとで

この3つの対象は，同一の構造を持っている．

### ***Ramps Task***

斜面課題では，ボールが斜面から離れてから，どれだけ転がるのかという要因の決定をめざす．

素材：図 1

木製の斜面

生徒が決定できるもの

下り坂の険しさ：high or low

斜面の表面：rough or smooth（カーペットまたは木）

ボールの位置：long or short

ボールの種類：rubber or golf

### ***Procedure***

実験室の第一部は，4つのフェーズからなる． ， ではバネ課題， ， では斜面と沈殿課題が用いられた．

#### 第一部

##### ．調査

生徒の混乱のない実験デザイン能力の基準を調査する．

training-probe condition では，調査フェーズの後すぐに，どのようにコントロールされた実験を作るのかについての説明的な教示を受ける．

##### ．評価

の調査で使用したのと同じ課題で，違う変数に

##### ．転移 1

##### ．転移 2

1週間後， ， と異なる課題で，混乱のない実験をデザインするように求められた．

#### 第二部

個人個人のインタビューから7ヵ月後に，筆記課題におけるポストテストを実施．

### ***Measures***

#### **CVS performance score**

デザインテストにおける，生徒の CVS 能力

## Robust use of CVS

パフォーマンス + 言語による正当化 ( 質問の回答 )

## Domain Knowledge

領域固有の知識

### *Results of the Laboratory Training Study*

#### CVS の知識

training-probe condition の生徒のみが、有意に向上。

これは、説明的な教示と質問が結びついて学習を導いたのであり、質問だけでも、導かれていない調査だけでもいけないのである。

#### 学年間における、転移能力の差

2 年生: 教示の後でわずかに CVS 得点が向上するが、転移課題時にはベースラインに戻る。

3, 4 年生: 説明的な教示を受けたものは、うまく転移を行え、( 非トレーニング群と比べ )

4 年生のみが有意な CVS 能力の向上を示した。

#### 重要な結果

- (a) 説明的な教示を行わないと、実際の実験を繰り返しても、生徒は CVS を学ばなかった。
- (b) CVS の簡単な説明的な教示は、CVS 能力の十分な獲得を促進した。
- (c) これらの獲得したものは、他の課題に転移された ( 4 年生 )

## MOVING FROM THE LABORATORY TO THE CLASSROOM: THE DESIGN OF A BENCHMARK LESSON

実験室の研究は、マンツーマンによる簡単な説明的教示と、典型的な心理実験において、CVS の十分な、そして長期的な学習を促進した。

しかし、これは明らかに、日常のクラスルームでの使用は実用的でなく、この研究は、通常クラスルームで行われる実験デザインについての教育に対して、相対的に狭い焦点にある。

これより、我々は、実験室の研究の結果を基礎とし、クラスルームの学習環境のデザインを試みる (Brown, 1992)

## 研究の流れ

- (a) 教師とのネットワーク
- (b) カリキュラムの調査
- (c) クラスルームの現在の実務調査
- (d) 基準となる授業の発展と遂行
- (e) 実験のデザインと評価における生徒の CVS 使用能力の調査

初めに...ベテラン科学教師との小さなネットワークの構築。これらの教師とインフォーマルなワークショップを開いたり、現在教師たちが行っている CVS についての内容、方法、カリキュラム等について尋ねた。

これらの背景から、Chen & Klarh(1999)の方法を基準とし、レッスンプランを構築した。レッスンプランとその関連する調査のデザインをするにあたり、以下の疑問を導いた

- (a) 4年生は、クラスルームにおける協同の環境において、説明的教示を受けたときに、CVSを学び、転移することはできるのか？
- (b) 生徒たちの、実験スキルと領域知識の獲得の関係は？
- (c) デザインと生徒の自分たちの実験の正当化に焦点を置いた教示は、他人によってデザインされた実験の評価能力をも向上させるのか？
- (d) 心理実験からクラスルームへの移動にあたり、さらなるリサーチクエスチョンは生じるのか？

## Pedagogical Constraints

効果的な教育への介入のためには、実験室の研究で用いられた教育方法から、最小減の変更である必要がある。

そのために、ここでは、

- ・ CVS を教えること
- ・ 説明的な教示

の2つを使用する。

## Pragmatic Constraints

実験室からクラスルームへの移動：多数の実際的な制約が存在する。

- ・ マンツーマンから生徒は、3～5人のグループにする。(割り当ては、能力によって教師が行う)
- ・ 実験条件の記録は、生徒たちが表に埋める方式とする。
- ・ 斜面課題のみを用いる。

## Classroom Assessment

評価方法は、実験室研究の方法を、わずかに変更し、新たな測定と分析を加えた。

- ・ 正しい実験を構成する能力は、インタビューと生徒たちが作成したもので測定
- ・ 実験の正当化と確信度はビデオテープ
- ・ 領域知識は事前、事後教示の前に行われた。

新たな測定と分析については後ほど...

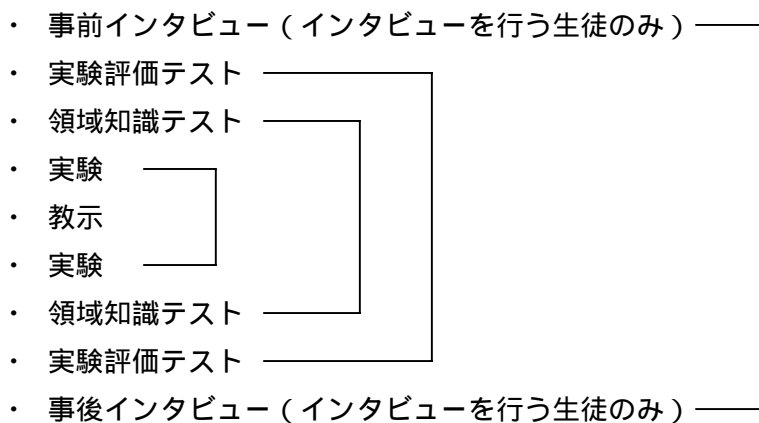
## METHODS OF CLASSROOM STUDY

### Participants

- ・ ペンシルバニア南西の小学4年生77名（一校は男女共学，一校は女子校）
- ・ 女性50名，男性27名
- ・ インタビュー参加者はボランティアで43名が参加（女子31名，男子12名）

### Research Design

図2



### Procedure

#### *Individual Interviews*

最初と最後の調査は、Chen & Klarh(1999)の第一部と同様に個人のインタビューをベースとした。

ただし、インタビューについては、親の同意が得られた43名の生徒が参加し、ランダムに事前と事後に分けた。

バネと沈殿についても、ランダムに振り当てられた。

インタビューは、クラスルームと別の部屋で行われた... 実際的な制約のため

インタビュアーのスクリプトは Chen & Klarh(1999)と同様にした。

生徒：9つの実験のデザインと実施を求められた。

実験者：生徒がデザインした比較の変数が，結果に違いをもたらすかについてを決定する。

実験のデザインの後，生徒は，それらの実験の正当であることの証明を求められる。

さらに，

「あなたは，この比較から，[変数]が違いをもたらすということについて，確信があるといえますか？」

「なぜあなたは，確信があるまたは，ないのですか？」

という質問を受けた。

全行程は，ビデオにおいて撮影。

### *Experiment Evaluation Assessment*

クラスルーム活動の初日，全ての生徒は，個人個人で，筆記試験を受ける。

試験内容は，すでに構成された実験について，よいか，わるいかを判断するものである。

4つのタイプの実験が提示される（図3）

- (a) 混乱のない比較
- (b) 一つ混乱した比較
- (c) 複数混乱した比較
- (d) 非対立的比較

### *Classroom Activities*

クラスルームでの活動は，通常のクラスの教師がおこない，第一著者は，非関与的観察者であった。

概要

- ・ 教師によるデモンストレーション（器具の使用法，ワークシートの埋め方）
- ・ 異なる変数の役割に対する生徒の信念についての，領域知識の筆記試験
- ・ 説明的教示

説明的教示

- (a) 小グループにおける予備的実験
- (b) クラス全体における説明的教示
- (c) 小グループにおける応用実験



### *Exploratory experiments*

実験の目標：斜面から，どれだけ遠くへころがすことができるのはなにか？ということを実験によって探求する．

4つの実験が行われ，2回の実験に分けることができる．

生徒：どのようにセットするか，焦点にある変数が違いを生むよい比較にはボールがどれだけ遠くへ転がるのかについて決定する．

#### 質問

(a) [変数]は違いを生みますか？Yes か No に丸をしてね

(b) よく考えてください．あなたは確実にこの[変数]が違いを生むといえますか？Yes か No に丸をしてね

この実験において，生徒のベースラインを測定

本フェーズにおける，教師の役割

- ・ グループ活動と個人個人のリフレクションの促進．

例：「ボールを転がす前に，グループみんなの同意を得てね」

「個人個人であなたの考えを記録してください」

### *Expository instruction*

5段階，20分の教示

#### 1．初期リフレクティブディスカッション

悪い比較をベース（複数混乱した比較）とし，この悪い実験をセットした後，生徒に良いテストか悪いテストかを尋ねる．

単に Yes か No かを聞くのではなく，生徒に対し，考えを説明させ，異なる視点，矛盾，説明についての時間や機会を与える．

2つの斜面の間で，どの変数が異なるのか，この比較から，生徒は「確かである」と言えるのかどうか，焦点にある変数が結果に違いをもたらすのかどうかについてを指摘させる．

#### 2．正確な思考のモデル化

いくつかの対立意見を聞いた後，教師は，よくなかった比較の例を示す．ここで教師は，焦点にある変数に加えて，他の変数も変えていることを説明し，もし，結果に違いがでてでも，それは，変数が原因で結果に違いがあるということとはできないことを示す．

### 3. 実験理解

生徒の理解を試すために、他の悪い比較の例を示し、生徒に質問を行う。

### 4. 正確な思考の強化

悪い比較における間違いを指摘し、詳細な説明を行い、生徒の正しい思考を強化する。

### 5. 論理的説明の要約

最後のステップ。以下のような言葉で、CVSのための全体的な一般化を行う。

「今、あなたたちは、斜面において、ボールをどれだけ遠くへ転がすかということについて、何が変化を起こすのかということについて学びました。あなたは、テストにおいて、ひとつのものだけを変化させなければいけませんでした。

このような種類の比較を行ったときだけ、あなたは本当に確信があるといえるのですよ。」

## *Application experiments*

### 第3 フェーズ

生徒は新しく学習した CVS を他の実験セットに応用する。

このフェーズにおける教師の役割は、予備の実験のときと同様で

- ・ 協同活動を促進すること
- ・ 生徒の実験デザインについてはフィードバックを行わない。

## Measures

### *CVS Performance Score*

混乱のない比較：1点

他の比較：0点

インタビューにおける最高得点：9点

クラスルームワークにおける最高得点：4点

### *Robust CVS Use Score*

インタビュー中において、生徒に実験の理由を提示するように求めた。

1点：それぞれの実験において、2つの質問のうち少なくとも1つは、CVS をベースとした論理的説明を行った。

この指標は、インタビューのみで用いた。

### *Domain Knowledge Score*

斜面課題において，どの変数がボールをより遠くへころがせるのかについての質問．  
めいめい，2つのレベルの変数が示され(例.high-low , long-short)丸をつけて答えるよう  
に求められた．  
正しければ1点．間違っていれば0点．

### *Experiment Evaluation Score*

他人によって作られた，実験デザインの評価．  
飛行機課題(図3)  
与えられた比較がよいまたはわるいと正しく判断できた場合に1点．  
間違っていれば0点．

### *Certainty Measure*

この実験で初めて使用．  
「あなたは，この実験から，[領域]の[変数]が[結果]に違いをもたらすということに確信が  
ありますか？」  
+理由を答えさせる．  
学校での手続きを簡単にするために，授業中は行わず，インタビューのみで使用．

## RESULTS OF THE CLASSROOM STUDY

### CVS Performance and Robust CVS Use From Individual Interview

#### *CVS Performance*

実験前のインタビューにおける CVS スコア．  
Chen & Klahr(1999)...no-training no-probe に相当．4年生において，わずかな増加．  
生徒は9回の実験をデザインし，評価を行った．  
計算の簡易化のために，9回の実験を3フェーズに分ける．  
(実験は，3変数で，それぞれが3つの値を持っていた)  
事前インタビュー  
平均パフォーマンスが第一フェーズから，第三フェーズの間で，17%から41%に向上．  
事後インタビュー  
スコアはほぼ最高値になり，この傾向は見られなかった．

これより，  
事前インタビュー中に，わずかな“自発的な”改善が見られた．

#### 事前と事後インタビューの比較

劇的な向上

事前 平均 2.7 事後 平均 8.7  $t(41)=12.3$   $p<.0001$

事前群と事後群の比較 (表 2)

9 回の試行のうち 8 回は CVS を使用した一貫した CVS 使用者と定義.

事前: 21 分の 1 (5%)

事後: 22 分の 20 (91%)

一貫したパフォーマンスを示した.  $\chi^2(1,N=43)=31.9$ ,  $p<.0001$

### *Robust CVS Use*

混乱していない実験デザイン能力と CVS の論理的根拠を示した生徒の能力 (最大 9)

平均スコア

事前: .57 (6.3%)

事後: 7.0 (78%)

有意な向上が見られた.  $t(41)=11.7$   $p<.0001$

事前群と事後群の比較 (表 2)

事前: 22 分の 0 (0%)

事後: 22 分の 12 (55%)

一貫したパフォーマンスを示した.  $\chi^2(1,N=43)=15.9$ ,  $p<.0001$

### *Analysis of CVS Performance From Classroom Activities*

#### *Analysis of Classroom Laboratory Worksheets*

実験はグループで行ったが, 比較法は個人個人で記録.

ただし, ここでは, グループのパフォーマンスをベースとした解析を行う.

理由: みんな同じものを記録しているから.

平均 CVS パフォーマンススコア

有意な向上  $t(21)=4.2$ ,  $p<.0004$

教示前 2.32(58%)

教示後 3.86(97%)

CVS パフォーマンスの一貫性 (4 つすべての実験の正確なデザイン)

教示前 45 (%)

教示後 91 (%)

2乗検定：教示前と教示後で有意な差  $\chi^2(1, N=44)=10.48, p<.0012$

ワークシートにおいては、正当化はたずねていないために、Robust CVS use は分析しない。

### *Analysis of Domain Knowledge Test*

我々の説明的な教示の重要な側面

- ・ 領域一般な変数調整能力とコントロールされた実験の妥当な正当化
- ・ 領域知識については、教示を行っていない

しかしながら、教示前と教示後における、領域知識は有意に向上した。

教示前 79%

教示後 100%

$t(71)=4.3, p<.0001$

### *Analysis of Experiment Evaluation Test*

他人によってデザインされた実験の評価能力：10点の評価

平均スコアが有意に向上

教示前 61(%)

教示後 87(%)

$t(70)=8.72, p<.0001$

一貫してよい評価を行ったもの(10実験中9個を正しく評価)が有意に向上

教示前 28(%)

教示後 76(%)

$\chi^2(1, N=74)=31.2, p=.001$

### **Surprise and New Issue for Teaching and Learning Science Inquiry Skills**

本論文での試み

実験室 クラスルームへの単方向的視点だけでなく、実験室とクラスルーム双方に拡張できる話題の提供

(a) 個々の生徒の実験方略

(b) 実験の正当性を主張したあとの確信度

### *Students' Strategies of Experimentation*

実験評価テスト：クラスルーム活動の事前と事後に行われた。

内容：混乱のないもの、一つ混乱したもの、複数混乱したもの、非対立的なものの評価

結果：教示の後で，それぞれにおいて，平均スコアが向上． $F(1,70)=76.5, p<.0001$

問題のタイプに主効果． $F(3,210)=15.2, p<.0001$

調査時間と問題タイプの間交互作用． $F(3,210)=10.3, p<.0001$

#### 図 4

##### 教示前

- ・ 混乱のないものと，非対立についてより正確な評価
- ・ それぞれにおいて，有意差あり( $p<.05$ )

##### 教示後

- ・ 混乱のないもの，非対立についてなお好成绩を残す．
- ・ 混乱なしと非対立において差はなし．
- ・ 1つおよび，複数混乱したものは，非対立と有意差あり( $p<.05$ )

これらの結果から

生徒は，実験の評価において，一貫しているが，正しくない方略を用いていることがわかる．

実験評価における，これらの問題に対する仮定

生徒は以下の3つの側面において，問題を持っているのではないか？

- (a) 焦点にある変数の再認
- (b) 焦点にある変数の作用
- (c) 焦点にない変数の作用

以上の3つの側面から考えられる5つの方略

#### 表 4

- 1 . **Vary only the focal variable and control other variables**  
正しい CVS . 混乱のない問題のみを正しいとする .
- 2 . **Vary focal variable but ignore other**  
非対立以外のすべてを正しいとする .
- 3 . **Vary any (only) one variable and control all others**  
混乱のないもの，非対立を正しいとする .
- 4 . **Vary at least one variable and ignore others**  
全てを正しいとする . 混乱のした実験の不確かさを認識していない . (Fay & Klahr, 1996)
- 5 . **Other**  
判断できない . 「全部変える」「全部 OK」「ランダム」な方略 .

生徒のすべての回答をこれらに分類．

事前と事後のテストで，異なる方略の分布は有意であった．  $\chi^2(1, N=77)=32.6, p<.0001$

### *Students' Certainty*

#### *Individual interviews*

表 5

確信度：事前 70 (%) 事後 84 (%) 差はなし  $t(37)=1.5, p=.14$

事後においては，ほぼ完璧な CVS パフォーマンスを見せるが，このうち 16% は確信を持っていない．

確信度において，一貫してよいパフォーマンスを見せた生徒の分析をすると，興味深い反応のパターンがあることを発見．

以下の 4 つの論理的根拠があった．

表 6

- 1．実験のセットアップ
- 2．実験結果
- 3．領域知識
- 4．セットアップと結果を統合したもの

#### *Laboratory worksheets*

実験は小グループで行ったが，生徒は個々で実験結果の確信度をワークシートに書いていた．

インタビューと同様に，CVS の手続きに関する知識は劇的に増加したが，確信度については，一定のままであった．

さらに，生徒の確信度と正しい実験の数の関係を調べる．

再度，一貫してよい成績を挙げたものについての調査．

一貫してよい成績を挙げた生徒は 2 種類に分類できる．

- ・ 教示の前からよい成績を挙げている **know-all-along** 群
- ・ 教示の前では，一貫した CVS を使用しなかった **learn-by-end** 群

**know-all-along** 群が **learn-by-end** に多大な利益をもたらしているのでは??

分析 (表 7)

**learn-by-end** 群の確信度：クラスルーム活動の最後で向上 (.51 → .81) ただし，差は有意で

ない( $t(12)=.97, p < .35$ )

驚くこと！！

Know-all-along 群の確信度：100%正しい実験を計画するが，有意に減少．( $t(27)=2.56, p < .017$ )

## DISCUSSION OF CLASSROOM STUDY RESULTS

本研究の主目標：心理実験室からクラスルームへの変換

結果

- ・ コントロールされた実験の計画
- ・ 妥当な正当化
- ・ 領域知識
- ・ 他人によってデザインされた実験の評価

といった能力を得ることができた．

さらに，いくつかの驚くべきことを発見した．

### CVS Performance and Justification in a Classroom Setting

本研究は，おおいに成功し，教育関連の利益を得ることができた．

予想したように，

- ・ CVSのパフォーマンス
- ・ CVSのパフォーマンスの一貫性

の有意な向上

さらに，

- ・ 実験単体での CVS パフォーマンスの向上
- ・ 正しいパフォーマンスと妥当な推論は実験単体では向上しない．

このような robust CVS use における知見は，クラスルーム実験固有の困難さを強調させるであろう．

教示の後

- ・ CVSの正しい使用と，妥当な推論は有意に向上
- ・ 正しい実験の後の，一貫した推論については，減少．

CVSの使用は必要ではあるが，十分ではない．きちんと推論できることが大切．

今回の教示においては，どのように CVS を使用するのかについては，明示的な教示を行っ



たが、言語で自分たちの手続きをどのように正当化するのかについては、直接的には教示を行わなかった。

この側面におけるさらなる教示については、今後の課題であり、科学的推論における、されなる支援の提供（evidence map, 表, グラフ等）が生徒の言語による正当化を向上させるであろう。（Toth, 2000; Toth, Suthers, & Lesgold, 2000）

### **Students' Experimentation Skills and Domain Knowledge**

領域固有の知識は明確には教えなかったが、生徒の領域知識は CVS の教示後有意に向上した。

我々の解釈：正しい実験からもたらされるデータが、変数の役割についての正しい理解の助けとなるのであろう。

実験室研究においても、同様の結果が得られているが（Chen and Klahr, 1999）、これらの結果は予備的なものであり、さらなる研究が必要である。

### **Students' Ability To Evaluate Experiments**

#### **Designed by Others**

教示後、生徒の他人によってデザインされた実験の評価能力は有意に向上。さらに、少なくとも、10回中9回、よい、または、悪いデザインを正しく評価できた生徒が有意に向上。

### **Surprises and New Directions for Research**

我々の主な焦点：心理学実験からクラスルームへの遷移

クラスルームの我々の研究は、実験室、クラスルーム双方に、新たなアイデアを提供する。

### ***Students' Strategies of Experiment Evaluation***

我々の発見。

教示前に、多くの生徒が正しくない CVS 方略を用いていた。

多くの生徒は教示の後、改善されたが、“狂った”方略が消えることはなかった。

これらの結果から、教示法のさらなる改善がの必要性を示す。

### ***Students' Certainty and Reasoning***

確信度と推論：予期しなかったが、重要である可能性がある知見が導かれた。

CVS パフォーマンスは十分に向上するが、はっきりとした結論を導けないものが多い。

教示後

個人インタビューにおいて約6分の1、クラスルーム実験においては約4分の1の生徒が、

正しい実験を計画していても、結果に対する焦点にある変数の効果について確信がもてなかった。

これは、斜面課題においては、全ての変数が結果に関与するためであるが、この知見は驚くべきものである。

詳細を見てみると、確信度の推論において、生徒の方略があることを発見。

## CONCLUSIONS

本研究においては、現在論争となっている、心理学実験と教育実践の橋渡しについて報告した。(Glaser, 1990,1991; Schoenfeld, 1999; Strauss, 1998)

実験心理学者と、クラスルームの研究者が別れて研究を行う一般の形と異なり、多用なバックグラウンドを持つ者の協力によって、効果的な教室環境を構築することができた。

さらに、以下の3つのフェーズを含む持続する研究サイクルの構築を可能とした。

- (a) 実験室における、ベーシックな研究
- (b) 実験室の知見のクラスルームでの検証
- (c) 基礎(実験室)と応用(クラスルーム)のフォローアップ

### 実験結果から

研究をベースとした、クラスルーム環境の構築は一方方向、ワンステップのものではない。3つの原則を導いた。

1. Translation(not transfer)は、実験室とクラスルームの橋渡しを行う方法を概念的に説明する、最もよい方法である。このプロセスは、実験室からクラスルームへの単純な転移ではなく、研究をベースとした教育実践は、クラスルームの環境の制限を考慮することで作られる。
2. 双方向の情報の流れは、2つの環境を結ぶ相互の学習のために必要である。
3. 複数年、多面的な努力という、研究と発展の反復サイクルが、長期的な結果の構築のために必要である。