

Healy, L., Pozzi, S., and Hoyles, C. (1995)  
COGNITION AND INSTRUCTION, 13(4), 505-523.

## Making Sense of Groups, Computers, and Mathematics

はじめに

我々はこれまで...

- ・「生徒がどのように数学的な知識を構築していくのか」という点について、構成主義的なパラダイムによる、生徒の概念や用いる方略に焦点を当てた検討を行ってきた

本研究では...

- ・生徒と課題のインタラクションによって、数学的な理解がうまく発達するような課題をデザインする（生徒が数学的な興味を引くような課題であり、かつ多様な回答が可能であるもの）
- ・実験質的な状況ではなく、実際の教室でのコンピュータを用いた子ども達のグループ活動を検討する

コンピュータの協同的な利用

- ・多様な方法論が用いられてきた
  - ・パラメータの違い（学習期間、テストの性質、年齢）
  - ・コンピュータ（ソフトウェア）の位置づけの違い
    - ・単なる道具の一つ（Messer et al., 1993）
    - ・協同を構成するもの（Blaye, 1988; Davidov et al., 1989）

本研究のソフトウェアの位置づけ

- ・数学的な表現を共有することで、社会的相互作用の媒介となるもの
- ・生徒の問題空間の構成の手段を提供するもの
- ・コミュニケーションの機能をもつ（話し合いができる）もの
- ・活動や表象の相互理解につながるもの（Confrey et al., 1991; Roschelle, 1992）

共同作業を促進させる要因

- (1) グループの共通の目標の設定
- (2) 課題の分割
- (3) 特定の役割の割り当て

本研究では(1) , (2)を設定  
(3)は獲得される数学的知識が断片的になる危険がある)

#### 社会的な知識の構成に関する理論

(どのように子どもが他者の異なる考え方から認識を再構成するのか)

- ・ 数学教育においてディスカッションを取り入れることの政策的な要請
- ・ 社会認知的 ( sociocognitive ) な対立は学習のメカニズムの一つであることが示唆されている

本研究では対立と協調を含むようなグループ活動を分析

### THE STUDY

#### 本研究の概要

- ・ "Groupwork With Computers"プロジェクトの一環
- ・ 複数の学校の複数のクラスの生徒が対象
- ・ 教師に対して、共同作業の進め方の教示、ソフトウェアの学習、導入の支援を行った
- ・ 学校のカリキュラムに基づいた課題を設定

#### 本研究の目的

- ・ グループ活動の有効性を検討すること (他の方法との比較ではない)
- ・ 課題、コンテンツ、ソフトウェア、グループプロセス、生徒の数学的な学習の各要素のつながりを検討すること  
量的な分析と質的な分析の両方を行う

### RESEARCH DESIGN

#### 学習者

- ・ 7クラスの生徒 (9~12歳) から case study 条件の生徒を抽出  
(残りの生徒は non-case study 条件)
- ・ case study 条件
  - ・ 8グループ (1グループ6名)
  - ・ グループのメンバーは同じクラスの人 (基本的に仲のよい人)
  - ・ グループは男女3名ずつ (男女とも高・中・低達成度の人を配置)
- ・ non-case study 条件
  - ・ プレ / ポストテストのみに参加

## 学習環境

- ・各グループに3台のコンピュータを設定
- ・ソフトウェア：Logo

## 課題

- ・3種類の課題（そのうちの2課題を分析の対象）
  - ・ Letters task (図1): Logo を使って"PIZZA"の文字を描く  
プログラミングのプロセスに注目した課題
  - ・ Spokes task (図2): Logo を使ってスポークを描く  
角度に注目した課題
- ・各課題について2つの目標を設定
  - ・ Local targets (分担してコンピュータに向かうような目標)
  - ・ Global targets (Local targets の結果をもとに話し合うような目標)
- ・各課題の制限時間は2.5時間

## 観察者

- ・プロセスをビデオカメラで録画
- ・2名の観察者
  - ・1名はLocal target と Global target のインタラクションを記録
  - ・もう1名はグループ内の関係（協同のようす）を記録

## プレ/ポストテスト（筆記式）

- ・授業の1週間前にプレテスト
- ・授業直後にポストテスト
- ・授業の4週間後に遅延ポストテスト

## QUANTITATIVE ANALYSIS OF LEARNING

### Comparison of Case Study and Non-Case Study Students

- ・ case study 条件と non-case study 条件のプレ/ポストテストの得点（表1）
  - ・ 事前知識の差の比較
    - ・ Letters task において, case study 条件と non-case study 条件のプレテストに有意な差 ( $t(128)=2.13, p<.05$ )
  - ・ プレ/ポストの差（学習効果）の比較
    - ・ case study 条件ではプレテストから遅延ポストテストにかけて得点が上昇していた
    - ・ 回帰分析の結果, case study 条件のほうが有意に得点が上昇していた

( Letters task : 8.2% , Spokes task : 12.0% ,  $p < .05$  )

得点の上昇はグループ活動を行ったことによる効果であり , テストを繰り返し行ったことによる効果ではないことが確認された

#### Influences of Background Variables on Learning

- ・ 生徒の特徴 ( 性別・年齢・事前の達成度 ) による影響は見られなかった
  - ・ グループ内の対立の有無による影響が見られた
    - ・ Letters task では対立がわずかによい効果をもたらしていた
    - ・ 反対に Spokes task では悪い影響をもたらしていた
- そこでグループの活動の様子を質的に分析する

#### QUALITATIVE ANALYSIS OF GROUP PROCESSES

##### Episode Analysis

- ・ 以下のデータをもとにグループのプロセスをエピソード単位に分割
  - ・ 観察者の記録
  - ・ ビデオカメラの記録
  - ・ コンピュータの記録 ( 履歴 )
  - ・ 生徒が紙に書いた記録
  - ・ 教師へのインタビューデータ

##### エピソードの基準

- ・ Local target と Global target の切り替えで区切る
- ・ 前に行った活動に戻ったときは新しいエピソードとする

#### Comparison of Settings Through Process Descriptors

##### Style of organization

- ・ 16 の活動 ( 8 グループ × 2 tasks ) における協同のスタイルを分析した ( 表 2 )

##### Local target sharing

- ・ Distributed : 分担して取り組んでいた
- ・ Replicated : 全員が一通り取り組んでいた

### Global target sharing

- ・ 目標の共有の程度 ( High / Middle / Low )

### Style of organization ( 図 3 )

- ・ Integrated
  - ・ Local target に分担して取り組み , Global target はみんなで話し合った
  - ・ 具体例 : Extract 1 ( 約 30 分 )
  - ・ 最も多く見られたスタイル ( 16 例中 10 例 )
- ・ Connected
  - ・ Local target に全員が一通り取り組むが , Global target では Middle~High レベルの話し合いがみられた
  - ・ 1 例のみ
- ・ Fragmented
  - ・ Local target にも Global target にもバラバラに取り組んだ
  - ・ 16 例中 5 例

### Cross-computer activity

- ・ Local target におけるコンピュータ使用時のサブグループ間のインタラクションのあるエピソードの割合 ( High / Middle / Low )
- ・ Integrated および Connected スタイルで割合が高い

### Computer-centered activity

- ・ ずっとコンピュータを使用していたエピソードの割合 ( High / Middle / Low )
- ・ Connected および Fragmented スタイルで割合が高い ( 全員で話し合わないため )

### Off-task activity

- ・ 活動の中断 ( Disruption ) あるいはモチベーションの低下 ( Demotivation ) の有無
- ・ 具体例 : Extract 3
- ・ Fragmented スタイルに多く見られた ( 別のサブグループが自分たちより先に進んでいるときに起こる )

### Local target help

- ・ Local target のときに , サブグループ間の助け合いがあったか
- ・ 具体例 : Extract 2

- ・ Integrated および Connected スタイルに多く見られた  
( Cross-computer activity が高いため )

#### 性別とスタイルの関係

- ・ Fragmented スタイルの場合，男子グループと女子グループに分かれていた（他のスタイルではそのようなことはなかった）

#### Pattern of interaction

- ・ グループのインタラクションについて，提案するメンバーの偏りに注目して 3 つのパターンに分類した
  - ・ Directed
    - ・ 一貫して特定の生徒に偏ったインタラクション
  - ・ Mediated
    - ・ 一貫して提案の偏りのないインタラクション
  - ・ Navigated
    - ・ Local target のときには偏りがなく，Global target のときに 1-2 名の生徒が場を仕切る
    - ・ Integrated スタイルのみに見られた

#### 協同のスタイルとインタラクションのパターンの関係

- ・ Integrated スタイルのとき
  - ・ Local target のときにはほとんど偏りがなく，互いに貢献するような話し合いが行われる
- ・ Fragmented スタイルのとき
  - ・ Directed パターンになる傾向がある
  - ・ 具体例：Extract 4

### COMBINING ANALYSIS: LERANING AND GROUP PROCESSES

#### Returning to Quantitative Analysis

##### 協同のスタイル別の non-case study 条件との比較

( Connected スタイルは 1 例のみなので分析から除外 )

- ・ Letters task では Fragmented スタイルのみに有意な差 ( 11.4%,  $p < .05$  )
  - ・ Spokes task では Integrated スタイルのみに有意な差 ( 23.8%,  $p < .05$  )
- 課題のスタイルが学習の重要な要因であることを確認

### 協同のスタイル間の比較

- ・ Spokes task では Integrated スタイル > Fragmented スタイル ( 13.5%,  $p < .05$  )
- ・ Letters task では差なし ( 人数が少なかったから ? )

### インタラクションのパターン間の比較

- ・ パフォーマンスの差は見られなかった

### Returning to Qualitative Analysis

- ・ プレ / ポストテストの問題を各 task の学習効果が評価できるように選定
  - ・ Letters task : プログラムの書き方に関する問題
  - ・ Spokes task : 回転の対称性に関する問題
- ・ 各生徒の学習結果を 4 種類に分類 ( 表 3 )
  - ・ Knower : プレテストが 100 点だった人
  - ・ Learner : 0 点から 100 点になった人
  - ・ Consolidator : 0 点以外から 100 点になった人
  - ・ Nonlearner : 遅延ポストテストで 100 点をとれなかった人

### 協同のスタイルと各生徒の学習結果の関係

- ・ Spokes task
  - ・ Integrated スタイルの 55% の人に学習効果あり ( Learner 50% , Consolidator 5% )
  - ・ Fragmented スタイルの 11% の人に学習効果あり ( Learner 11% )
- ・ Letters task
  - ・ Integrated スタイルの 33% の人に学習効果あり ( Learner 19% , Consolidator 14% )
  - ・ Fragmented スタイルの 39% の人に学習効果あり ( Learner 8% , Consolidator 31% )

### インタラクションのパターンと各生徒の学習結果の関係

- ・ 学習に一番関連しているようなのは Mediated パターン
- ・ Navigated パターンのよさについては確認できなかった  
今後の課題

## CONCLUSIONS

### Reflections on Our Findings

- ・ コンピュータを使ったグループ学習は数学学習を促進する

- ・性別や能力（年齢）に関係なく頑健で長期的な効果が確認された（ただし個人差やタスクの種類による効果の違いがみられた）

#### 効果的なグループ学習

- ・一般的にはIntegratedスタイルでMediatedまたはNavigatedパターンのときに効果的
- ・Fragmentedスタイルはtechnology-drivenな課題のときには効果的だった（コンピュータを使用する時間が相対的に増加するため）
- ・なんでIntegratedスタイルが効果的だったのか
  - ・個人の課題の成功よりも解決プロセスの共有に焦点を当てていた可能性
  - ・Global targetのときに全員で話し合うことによって自己の活動を省察する機会を得ていた
  - ・意見が分かれたときに、コンピュータの実行結果をもとに意見の一致を得ることができた
- ・コンピュータを用いた共同作業と各メンバーの考え方の調整のバランスのとれた活動が重要
  - ・前者がないと生徒の考え方が進展しない
  - ・後者がないと自分の考え方に固着してしまう

#### Reflections on Methodology

##### 本研究における関心

- ・グループ学習の効果をシステマティックな方法で調べること
- ・数学的な知識の構築プロセスをトレースすること
- ・現実の教育場面に近い状況でもこれまでに実験的な研究で報告されている認知的な効果がみられるかどうかを確認すること  
本研究の方法論によって検討することができた

##### 本研究の方法論のよかった点

- ・複数の学校，クラスに対して同様のグループ構成・課題を設定したこと  
量的な分析が可能
- ・量的分析と質的分析を繰り返し行ったこと  
どちらかだけでは詳細な検討ができなかった