

## Collaborative inquiry and the construction of explanation in the learning of science

S.Kaartinen and K.Kumpulainen

### 概要

- ・ 化学(Chemistry)の学習における説明構築プロセスを分析した
- ・ 物質の溶解の概念の獲得を目指す  
「溶解とは溶質が溶媒の中で、分子やイオンとして分離すること」
- ・ 分析ツールを開発  
: 質的、量的に検討

## 1 . Introduction

### 1.1 説明構築のプロセス研究に関する背景

- ・ 科学教育において、クラスの Discourse は多く行われている
- ・ 学習者主体のグループ学習における説明構築プロセスについて分析した研究はほとんどない  
: 議論と説得に基づいた学習状況  
: 学習者が交渉や正当化のために、Formal や Informal な説明を持ち込む可能性のある学習状況
- ・ Discourse における説明構築プロセスに焦点を当てるツールがない

### 1.2 社会文化的な視点

- ・ 科学の学習は科学者集団における文化的なやりとりを含んだ参加や相互作用のプロセス  
: 説明構築 擁護 批判に対する挑戦 証拠の解釈 モデルの使用や発展 観察から発見を導くこと 理論の主張

### 1.3 分析ツール：共時的な観点と通時的な観点

- ・ 共時的な観点：4 つの平行した分析の枠組み  
: Discourse move 論理的なプロセス 説明の質 認知方略
- ・ 通時的な観点：一瞬一瞬の Bias を含んだミクロな分析

## 2 . 理論的な枠組み

### 1 . 概念変容アプローチ

- ・ 科学教育の流れ  
: 学習者は、学習前に構築した Alternative framework や誤概念を持っている  
概念変容の妨げとなる
- ・ 認知発達の流れ  
: 学習者の持っている概念と科学概念との関係

## 2. 社会文化的アプローチ

- ・ 学習状況は会話を伴った多様な状況によって構成される
- ・ 学習とは文化的な活動に対する参加のプロセス  
言葉の役割と記号論的なツールに焦点を置く

## 3. まとめ

- ・ 概念変容アプローチ：概念の獲得やそのプロセス
- ・ 社会文化的アプローチ：参加の仕方が活発的になっていくプロセス  
： Discourse の実践、ノルマをこなす、考え方を学習

## 4. 目的

- ・ 教育学的な視点：確実な科学の学習を起こすこと  
： 目的に沿って実験をして結果を解釈する、理論や説明の修正、グループのメンバーとのコミュニケーション
- ・ 方法論的な視点：分析ツールの開発  
： 動的でプロセスに依存した説明を与えるツール  
： コミュニケーションの要素と認知的要素の相互作用によるもつれを解くツール

### 2.1 協同発見型の実験授業

- ・ 従来の科学教育  
： 実験学習が教えた理論が正しいことを確かめる確認実験  
： 教師を科学の権威と捉え、正しく実験をやって正しい解を見つけること  
問題解決学習ではない  
現実の問題解決では問題が先あって解決をする
- ・ この実践の教育原理  
： 学習者の初期状態、興味を重視  
： 問題を学習者自ら設定して解決する  
： 解釈と推測を重視  
： 広範囲の専門性を重視  
： 教師を科学の専門家として参加する共同研究者とする  
協同で行う実験、社会的相互作用、説明構築が含まれる

## 3. 研究

### 3.1 目的

- (1)社会的な科学学習における説明構築のプロセスを捉える分析ツールの開発
- (2)協同発見における説明構築プロセスの検討
- (3)学習者の説明の統合に関する検討

### 3.2 学習者

- ・ フィンランド Uulu 大学の教員養成大学の2年生：男子8名、女子10名  
： 化学教育(Chemistry)専攻

- : 平均年齢 23.6 歳
- : 化学の知識・スキルは大学の平均レベル

### 3.3 学習環境

#### (1)教育目標

- ・ 物質の溶解に関する概念の発達  
「溶解とは溶質が溶媒の中で、分子やイオンとして分離すること」
- ・ 科学の学習、教授に関する概念の発達

#### (2)教材

- ・ 白い粉を与えて物理的な特性、溶解度、電気の伝導性を協同で検討  
食塩、砂糖、いもの粉、ベーキングソーダ、小麦粉とベーキングソーダの混合物

#### (3)グループ構成

- ・ 1グループにつき平均 4 人
- ・ 男女混合

### 3.4 データ収集

#### (1)グループ活動の場面

- ・ ビデオで記録をする  
: これらのデータは大きなプロジェクトの一部

#### (2)プレ・ポストテスト

- ・ 課題: 物が溶ける過程を記述しなさい  
正答: 溶解とは溶質が溶媒の中で、分子やイオンとして分離すること
- ・ 時期  
: プレは授業のある同じ日に  
: ポストはセッションの 2 週間後

### 3.5 Discourse における説明構築プロセスの検討

- ・ 4 つの平行な分析フレーム  
: Discourse move 論理的なプロセス 説明の質 認知方略
- ・ 分析カテゴリーの構築  
第 1 フェイス: 社会的な活動を分析  
・ はじめに 1 人の研究者が行い次に 2 人で協同して分析  
第 2 フェイス: 書き起こし  
第 3 フェイス: 分析カテゴリーの構築(Tab1)
- ・ コーディング  
: 会話のターンに注目してコーディングをする  
: 一致率 83.8%  
: 意見が一致しないところは話し合った

#### 3.5.1 Discourse moves

- ・ 会話の流れを捉える

**Initiating** : 新しいエピソードが始まったとき  
**Continuing** : 自分の考えや他者の考えを統合したとき  
**Extending** : 新しい視点を持ち込んだとき  
**Referring back** : 既出のアイデアに立ち返ったとき  
**Agreement/disagreement** : アイデアに対して賛成かまたは反対したとき  
**Replying** : 質問をしたとき  
**Commenting** : 意見を言ったり、評価をしたとき  
**Concluding** : 説明が構築されたことを示す

### 3.5.2 論理的なプロセス

- ・ 説明構築に対する関与の仕方を捉える

**Propose a cause** : ものが溶ける原因(プロセス)について述べたもの

例 ものは溶けると液体となって存在する

例 ものは溶けると結晶が小さくなり分離する

**Propose a result** : 結果について述べているもの

例 物が溶けることによって新しい物質ができた

**Advances evidence** : Formal な議論かまたは Informal な議論により深めたもの

**Suggest a method** : 手続き的な方略・方法を述べたもの

**Evaluates** : 問題解決を評価

**Contradicts** : 意見の対立

注 : すべてをコードするわけではない

### 3.5.3 説明の質

**Formal explanation** : 化学に関する Formal な言葉や手続きを用いたもの

**Causal explanation** : Informal な言葉によって結果や原因を説明したもの

**Descriptive explanation** : 現象について述べているが原因については述べていないもの(原因 : 溶質と溶媒の関係)

**Everyday explanation** : 日常の議論に基づいて状況を説明したもの

### 3.5.4 認知方略

**Constructing a question** : 問題を提起したもの

**Raising a new question** : 問題に対して下位の問題を提起したもの

**Using evidence** : 実験結果に基づいて議論したもの

**Applying a principle to a case** : 知識を事例に当てはめたもの

**Using everyday knowledge** : Informal なものや日常経験に基づいた議論

### 3.6 プレ-ポストテストによる評価

- ・ 課題 : 物が溶ける過程を記述しなさい
- ・ 評価

**Descriptive** : 現象は記述してあるがその原理の説明がないもの

例 物質が何かに溶けるとそこで液体になっている

**Practical** : 日常の事例に基づいて説明したもの

例 溶解というと、お湯にティーバッグを入れたり、ポンチを作ることを思い出す

**Explicatory**

1) **Propose a result** : 結果に基づいて説明したもの

例 2つ以上の物質が混合物となって溶けること

2) **Propose a cause** : 溶解の原理(理由)を説明したもの

例 溶解とは構造が分離していくこと

3) **Provides a formal explanation** : 一般的な観点から溶質-溶媒の関係と因果関係を議論したもの(化学に関する概念を用いて説明したもの)

例 溶解とは物質が異なるイオンに分かれる物理現象である

## 4 . 結果

### 4.1 事例に基づいた検討

#### (1) 1グループを対象

- ・ 4人で構成
- ・ 拡散的な解釈や説明によって社会的な説明構築がされていたため選択

#### (2) 6つのエピソード

- ・ エピソード 1 : 実験に基づいて溶質と溶媒の相互作用の議論  
: 問題が提起される
- ・ エピソード 2 : 物理的な特徴や化学的な特徴に関する議論  
: 化学式を用いて考えている  
: 発散的な認知方略が用いられていた(Constructing a question、Raising a new question、Using evidence、Applying a principle to a case)
- ・ エピソード 3 : 化学反応であるという考え方を排除  
: 自分たちの問題解決を教師に話す
- ・ エピソード 4 : 溶液の特徴を検討する実験をする  
: 方略を評価している
- ・ エピソード 5 : 食塩の事例に基づいて砂糖について考える
- ・ エピソード 6 : 溶解の意味について考える  
: 評価的であったり、議論をしたり、説明的な活動をしている  
: Initiation から始まって Continuing か Extending に続く

#### 4.1.4 参加のレベルと本質

##### (1) Discourse move (Tab5)

- ・ Initiating、Continuing、Extending によって特徴付けられる
- ・ 本質的には協同していた : 対等な協同
- ・ Paula は数値の上では少ないが、本質的には協同していた

##### (2) 論理的なプロセス (Tab6)

- ・ 評価的な会話であった(Evaluate が一番多い)
- ・ 次に、Cause と Result が多い
- ・ 個々のメンバーの関与の仕方に違いがあった
  - : Juho は提案役(Propose cause が多い)
  - : Elina は評価役(Evaluate が多い)
  - : Paula の関与が証拠や評価を発展させていた

### (3)説明の本質(Tab7)

- ・ より本質的な説明をしていた
  - : Causal explanation と Formal explanation が多い
- ・ Paula は積極的に参加しなかった

### (4)認知方略(Tab8)

- ・ 発展的な方略をよく用いていた
  - : Constructing a question、Raising a new question、Using evidence、Applying a principle to a case
- ・ 個々のメンバーの関与の仕方に違いがあった
  - : Juho は Using evidence と Constructing a question が多い
  - : Elina は Applying a principle to a case が多い
  - : Jarmo は Using everyday knowledge が多い
  - : Paula は全体的には少ないが批判的な関与をしていた

## 4.2 プレ-ポストテストの結果

### 4.2.1 事例のグループ

#### (1)Paula と Elina の事例

- ・ 2 人共にプレとポストにおいて変化があった

#### (2)Jarmo の事例

- ・ 協同場面では Formal な説明が多かったが、プレ-ポストテストでは実用的な説明をしている

#### (3)Juho の事例

- ・ 協同場面、プレ-ポストテスト共に現象の記述や因果関係の説明をしている

### 4.2.2 クラス全体の結果

- ・ プレでは、日常経験に基づいた説明や現象の記述が多い
- ・ ポストでは、科学的・化学的な説明が増える
  - 授業が溶解に関する概念を統合する機会を与えた

## 5 . Discussion

- ・ 協同発見に基づいた学習における説明構築プロセスを分析した
- ・ 個々のメンバーの関与の仕方に違いがあった
  - Paula : 批判的な参加者 : 全体的に発言は少ないが重要なポイントで関与をしていた

Juho : よくしゃべっていた

Jarmo : Formal な理解や Informal な理解を調節しながら参加していた

Elina : Fromal な理解を拡張、発展させる関与をしていた

- 学習者によって問題の設定がされていた
- 認知プロセスとコミュニケーションのプロセスに相互の関係があった
  - : Propose a cause、Propose a result、Advances evidence、Evaluates と Formal explanation と causal explanation の間に関連がある
  - : Formal explanation や causal explanation をするときには方略として Using evidence と Applying a principle to a case であった
  - : Everyday explanation を構築するときは方略として Using everyday knowledge を使う
- 協同による発見学習が代替的な説明を引き起こした
  - : プレとポストテストにおいて質的に変化をした
    - プレ : 現象の記述
    - ポスト : 因果関係に基づいた説明や Formal な説明
- 社会的な活動における相互作用や異なった視点が個々人の説明の統合を起こす
  - : 日常経験に基づいた説明と科学的説明が相反するものではなく相補的に説明へと導くもの

## 6 . Conclusion

- 協同発見学習における説明構築のプロセスを分析することの重要性を示した
- 異なる視点や説明によって交渉されるプロセスを分析した
  - : 共時的な分析と通時的な分析を行った
- コミュニケーションプロセスの分析が相互作用のサイクルを明確にした
- 説明のプロセスの分析が意味と文脈を与えた
- 今後の課題
  - : 異なった文脈や異なる学年への適用が今後の課題
  - : 概念変容において個々人の異なる説明を共通の枠組みへと分化したり統合するプロセスの検討
  - : 学習者が問題を設定する発見型科学学習の発展
  - : 分析ツールの発展