

Developing Science Communication in Classrooms : A Sociocognitive Approach

The Journal of the Learning Sciences, 1999, 8, 451-493

Leslie Rupert Herrenkohl

Annemarie Sullivan Palincsar

Lezlie Salvatore DeWater and Keiko Kawasaki

概要

- * 課題：Floating と Sinking に関する観察
- * 目的：理論とモデルを構築する能力の向上
生徒の議論を高める足場づくり
知的なコミュニティの発達を促進させる介入をデザイン
- * 科学教授と学習に関する社会認知的展望から導かれた3つの原則
生徒の根拠付けを促進
自分や同僚の思考をモニターする役割に関して、明示的なガイダンスを提供
修正のプロセスを経験させることにより科学的認識を促進
- * 対象：小学校3・4・5年
- * 教授セッション：グループと集団で10週間
- * 事前と事後テスト：科学的問題解決に関する信念の変化、概念の変化
- * 主なデータ：クラス単位の討論
- * 分析対象：生徒に与えられた役割、質問チャートのような道具、生徒の理論づけ

科学的思考の訓練

- * 科学学習：活動・道具・科学的コミュニティの価値を考慮した社会的プロセス。
興味のある材料と問題だけで生徒に科学的思考を理解させることは
難しい(Driverら、1994の科学的知識に関する記述参照)。
学問に関する実際的な知識と統語論的な知識、
両方を反映する理解(Schwab,1978)が必要。
- * 実際的な知識：学問の優先する概念・理論・原則
- * 統語論的な知識：証拠の形・調査の方法・分析に関するアプローチ

- * 科学における3つの方略：予測と理論化
結果の要約
予測・理論・結果の関連付け
- * モデル化：思考を組織化する方法

生徒役割

- * ガイダンス
教師中心の活動と討論は生徒の自発的な質問を引き出せない。
材料や物理的な操作の機会だけではなく、明示的なガイダンスが要る。
- * 生徒の活動の場
小グループとしての観察活動、その観察をクラスに発表する活動
- * 聴衆の役：生徒に他人の思考について質問やコメント
- * 聴衆の3つの責任：予測と理論をチェック
結果の要約
予測と結果の間の関係を評価

生徒の認識論の発達：科学の修正への注目

- * 本アプローチの3つ目の特徴：
科学というのは繰り返し思考を改良する課程であることを生徒に理解させる。
科学は事実の観察的なセットではなく、絶えず吟味されて発達する表象である。
間違っはいけないという神話が学校内で絶えず再生産。
間違いこそ科学的知識の発達に重要であるから間違いを吟味させる環境を提供。
- * 公式的な文書としての「理論チャート」： 当日の報告者がそのチャートに記入
クラス全体がそれを修正

リサーチデザイン

- * セットと参加者
2人の教師：20年以上の経験者（3・4年27人担当）
4年の経歴（5年24人）
クラスの構成：3・4年（男18人、女9人、3年13人、4年4人）
5年（男11人、女13人、5年24人）
- * 材料
Sinking と Floating、浮力、密度に関する子どもの理解を紹介した論文を収集。
生徒はプログラムが始まる前、大きさと体積に関する思考をレビュー。
16個のアイテム：プラスチックスプーン、黒鉛、リンゴなど

活動：予測と根拠付け 予測をテスト 結果の報告（クラス単位でベー
スライン討論を引き出す）

4・5人の2つのグループ

知的な聴衆の役割

質問チャート：報告者に聞ける質問の一般化を助ける、教師と生徒が協同で作成

理論チャート：グループが出したすべての理論の報告がみられる

* 教室文脈

4つの構造：全体クラス時間

小グループの結果報告

小グループ観察

記録活動

添付資料 A 参照

90分の教授時間

総 19 セッション(10 週間)

生徒の役割：他のグループの報告に対して予測と理論をチェック、結果の要約、
予測・理論・発見の間関係を検討する責任を持つ。

添付資料 B 参照（報告者と書記）

* データ

全体クラスの時間と小グループの観察時間はすべてビデオで記録。

事前と事後テストは書かれたプロトコルの形態で収集

（生徒の概念的理解のレベル、科学的知識の本質、科学的問題解決の活動などに
関する信念を問う質問）

発見

1 . 我らの科学コミュニティ

* 主な問題：いかに知的コミュニティが発達するのか。

科学的思考のための道具に関する子どもの科学的説明と理解の変化。

各クラスがいかに概念的道具としての「理論」の意味を交渉するのか。

2 . Sinking と Floating に関する生徒の説明

例示を見せた後、次のような質問を生徒にする。

「プラスチックが水には沈み、塩水には浮く理由に関してあなたの説明とモデルを書
いてください。」

2つの焦点になる領域からコーディング（書かれた説明、モデル）

説明は密度に関する指標として利用。

「密度、込み、詰まった、サイズに比べ重いなど」が密度の説明にはいる。
モデルは「Dots と Boxes」タイプであるかどうかを判断。

表 1 参照 (3・4 年の事前・事後の変化)

表 2 参照 (5 年の事前・事後の変化)

3. 科学的思考方略の使用と生徒の理解

次のような質問により判断。

「予測は？理論は？科学的方法で問題を解決することの意味は？

どれが最も科学的思考であるかはいかに決めるのか？」

* 予測：推測のレベルに注目してコーディング

理論主導として定義された明示的な予測を含む

* 理論：Why・How レベルである出来事が起きる理由を定義するかどうか注目。

* 問題解決：科学的道具や方略の使用に関する指示を含むかどうか。

* 科学的思考の評価：主張を正当化する証拠に関する指示があるかどうか。

表 3 参照 (3・4 年の事前・事後の変化)

表 4 参照 (5 年の事前・事後変化)

教室議論の探索

1. クラスを通じた類似性

* 4 つの主な論争点

理論とは理由をいうこと (予測とは区別)

理論は一時的である (変化可能性)

理論は証拠を持つべき。

理論は予測を立たせる。

予想の支持しない結果を考慮するために新しい理論が形成される。

* 3・4 年クラスと 5 年クラスの基礎的違い

教師： 3・4 年の教師は生徒を助けるために何を支援すべきか曖昧、

5 年の教師はこのアプローチに確信があった。

方向： 3・4 年の教師はパートナーとして、5 年の教師は生徒に直接に定義を提供。

焦点： 授業の最後に 3・4 年の生徒は証拠の重要性を理解し始めた反面、5 年の生徒はそれを超えて科学における論争の役割について議論した。

2. 理論に関する意味づけ：3・4年生からの展望

* 初日

教師は予測と理論化について生徒自身の説明を聞く。

生徒から educated guess、foretelling などの言葉が出る。

しかし、それ以上教師は問わずに次のステップに移行しようとする。

研究者が介入、何か（理論に関する議論）抜けてないのかクラスに聞く。

3・4年の教師は理論に対する自分の理解に自身がないので、生徒に対する指導にも不安を持っていた。

その後、教師と研究者は授業で協力し進める。

研究者により why「理由」に関する議論が続けられ、

教師と生徒の間には「過去の経験、観察が根拠になる」という議論が引き出された。

* 四日目と五日目

生徒はまだ聴衆の役割が紹介される前なので、教師がほとんどの質問者役を勤める。

教師は生徒が結果の報告に移る前に理論を提供するように要求。

生徒は教師が予め理論に関して考慮するように指示しなかったと反論。

ほとんどのグループが理論を自発的に言及されなく、

報告者の実験ノートを議論するうちにそれを形成した。

1つのグループを除外すれば生徒たちは経験や観察にアピールせずに

Whyに関する応答を提供した。

用語になれるにつれて教師のプロンプトなしでもいけるようになったと思われた。

しかし、次の日、依然として生徒は概念的道具として理論を使うのに苦労していた。

* 六日目

生徒に聴衆役が始めて共有される。

報告者 Katie と Shawn に対する Alan の問い。

理論の要求に対して日常経験を理由として提示したが、

Alan は満足せずに理由を突き詰める。

それに対して彼らは lucky educated guess「運のよい推測」と答える。

続く質問に対しても言い訳で一貫する Katie に対して

Alan は自分のグループの理論を例として提供する。

ここで教師は口実の繰り返しを一区切りし結果のチェックへ移行させる。

しかし、最も難しい役割である予測・理論・結果の関連のチェックは困難にぶつかる。

日常的な理由と科学的な理論の間の混乱が最も重要な原因。

S&F について考えるプロンプトになる観察と、

観察された現象から説明することの違いが生徒たちには理解しにくい。

そのなか、理論に対する Alan の答えで knowing why with certainty という答えが出たことがきっかけで教師と研究者は理論の可変性を知らせる必要を感じる。

しかし、理論は確定されたものではなく、証拠に基づいて変えられるものであることを、生徒が理解するのは非常に難しい。

* 七日目

予測は think 「考えること」、理論は know 「分かること」というふうに、生徒の議論は続き、理論を論破できるものとして考えない様子。

しかし、理論はいつも正しいとは限らないという Zeke の定義が出現、それによってクラスの議論が促進される。

彼らは理論の変化可能性を受け入れ、観察からの証拠は理論を確認することも不確証することにも使用されるというアイデアを探索し始めた。

3 . 理論に関する意味づけ：4・5 年生からの展望

* 初日

教師は最初理論の意味を生徒に紹介、

観察は理論と統合されなければならないことを強調。

生徒は what と why の違いに対する区別から始めた。

* 三日目

Guessing は予測で、Telling why は理論であると生徒の一人が答え、

他の生徒たちもその定義に意義を示さなかった。

したがって、教師は予測と結果の報告へ早く移行した。

* 五日目

一部の生徒がまだ予測と理論の区別を明確にすることができないことに気づいた。

結果の報告や互いの質問のためには、彼らをガイドし、難関を一緒に克服しなければならない。ここで理論の意味を共有するための、知的道具の積極的な利用が現れた。

質問チャートから生徒は 3 人の役人に聞く質問を参照した。

そこで、初めて why つまり理論に関する質問が出された(今までは予測に関する質問)。再認と交渉のプロセスの例。

一部のグループが使用した用語とクラス全体が同意した定義の間の違いが生じた。

六日目からは予測と理論の区別の困難がほとんどなかった。

* 八日目

今までの生徒の役割訓練は、内容は副次的なプロセスとして残ったのだが、

徐々に質問リスト以外、理論と関連する自分たちの質問をつくるようになる。

その典型的な様子が Stuart と Sung、Stuart と Dennis の密度に関する会話である。

生徒たちはまだ証拠と理論の間の明確なリンクの必要性を明示できなかったが、Stuart は見事に理論に関する回答をするとき、観察からの結果を考慮すべきということを示した。

その後、生徒たちはチャートから特定な理論を消すかどうかを決めるために、

証拠を利用し始めた。

これは、生徒たちが討論の報告により責任を持つようになる大きな転換点になる。

* 九日目

Sung が理論を特徴づけるために explanation 「説明」という用語を使ったことから why の異なる側面が紹介された。

* 十日目

生徒たちは科学的理解を進めるための議論のメリットに関して意見を交換。

討論

* 科学に関する概念的理解に重要なこと

目的・方法・価値を考慮する知識の獲得。

理論の反映に従事する能力。

理論と証拠の間の関係に関する明示的な理解。

理論的アイデアの間、理論的アイデアとデータの間の一貫性に関する理解。

徒弟制の文脈で証拠と理論の評価、対案的な理論との交渉、非正常なデータに関する反応の討論の学習。

知的道具の使用、証拠と理論との間の関係における注意をサポートする反復的なプロセスにより生徒は説明の範囲を広げ、理論の特徴を交渉していた。

* 教師の役割

会話に直接指導することは控えて、思考の方略や理論チャートを利用、

一貫性と方向をモニター、討論が弱まるとき仲裁する。

教師が提供した道具は暫定的な要因の同定に焦点を当てた観察に貢献。

しかし、理論の表象やモデル化への移行には新しい道具のセットが必要された。

* 生徒の役割

アフォダンスと制約を提供。

授業の初期には必修的であるが、進行につれて生徒が熟達すると役割は制約になる面もあった。授業の進行とともに役割に自由を与えることも重要。

* 質問と理論チャート

公的文書、作業的な報告の場。

一部の生徒は聴衆や報告者の反応は聞かずにチャートを読むだけであったが、徐々に会話の本質を掴むようになる。

* 研究者と教師の協同

教師以外の他の大人が授業に参加することのメリットとデメリット。

結論

- * 本研究で生徒の身に付けようとしたこと
 - 洗練された会話への従事
 - 知の方略の設立
 - 説明の構築への注意向け
 - 協同と議論への動機付け
 - 公的文書を通じた思考の修正