

Students collaborating with computer models and physical experiments

Rep.松河秀哉

Robert B.Kozma

SRI International, Center for Technology in Learning

要旨：この研究では、化学実験コースにおいて、学生が利用可能な社会的、物理的リソースと相互作用をする場面での、活動と会話を検証する。一方のセッションでは、実験室で実験を行い、もう一方のセッションでは分子モデルソフトを利用する。分析によって、コンピュータによって生成された表象の特徴が概念的な議論を支持したことが明らかになった。タスクの構造と実験室における利用可能な物理的リソースが、結果として助けを求める行動に結びつくことがより頻繁に見られた。

はじめに

人間の知識に関する最近の理論

- ・理解 = 他者や環境の中に含まれる物理的、技術的リソースとの相互作用を含んだ、問いと会話の実践に参加すること
- ・状況に埋め込まれたプロセスを強調する。

社会的文脈の中で見ると

- ・科学的な問いは、科学者間のそして科学者と彼らが扱える「素材」の間の相互作用の現れとしてみることができる。
- ・表象は、科学実践の集団の会話と意味構築を支える「素材となる対象」の間に存在する。

状況論的見方では

- ・学習は一方的な意味の伝達と教授ではなく、協同的な活動に従事している二人の対話者の間の空間に意味を生むような双方向の変容のプロセス
- ・会話を通して、対話者は最初に示したお互いの理解よりもさらに協同的な意味に収束するかもしれない

- ・表象は科学のコミュニティーにおいて協同的な理解を進めるのに大変重要な役割を果たす。　ダイアグラム、グラフの使用

この研究では、協同的学習を支援するために科学的な現象をコンピュータに基づいて表象することの可能性を見る。コンピュータによって生み出された表象が実験室の「媒介されていない」化学の環境での会話に対して学生の会話に影響を与える様子を比較する。タスクの構造によって使用された会話やリソースにどう違った影響があるかを見る。最後に、化学の学習を支持する探索活動のデザインのための示唆を示す。

方法論

被験者

18～21歳の女性7人、男性1人、計8人

4ペア

文脈

よけいな介入をしない「naturalistic study」

最初の2つのピリオドを比較

なぜなら、ペアや長さが同じ。調べた化学物質も同じ。使用できた道具や表象、タスクのデザインや構成乗れ方が違うから。

本物の実験室：

目的は、2段階を経てジベンズアセトン？を合成すること。融点をはかって成功かどうか確かめる。

ペアも別々に作業する。レポートも別々。

コンピュータ実験室：

ワークステーションで分子モデリングソフトを使う。

ジベンズアセトンの分子モデルを作り、実験室で合成したのはどの異性体かを見るのが目的。

ペアごとに操作。課題もペアで。

リソースとタスクの構造が生徒の会話や理解にどう影響を与えるかを見ていく。

手続き

セッション中フィールドノートを取り、出来事にわけてコード化する。出来事は参加者の他タイプ、物理的、言語的活動のタイプで分類

分析

セッションの長さの平均は2:37（実験室2:30、コンピュータ2:43）

612の出来事（実験室294、コンピュータ318）。一分ごとの数は同じ。

しかし、出来事のタイプは違った。

実験室では協同作業が少なく、助けを求める行動が多かった。

- ・47.3%が助けを求める行動。器具のセットアップや、実験の手続きや結果の分析など2者間、生徒-教師間
- ・教師-生徒間は手続きの確認や結果の分析が多かった。
- ・協同的な活動は少ない20.7%だけ。
- ・協同的な活動で一番多かったのは推論と判断に関して。

コンピュータ実験室における協同と概念的会話

- ・ふつうの実験室と比べて協同の量も比率も高かった。
- ・50.9% (ふつう 20.7%)
- ・協同活動の54.7%が実質的な化学についての会話で最多。
- ・93の会話のうち47が「双極子モーメント」や「ねじれストレス」といった化学的概念についてのもの。分子構造について - 29。分子モデリングの結果 - 17。

ソフトを使う中で、「結合角」の話が、「電気陰性度」や「双極子モーメント」に移っていく例

- ・助けを求める出来事は少ない(ふつうの47.3%に対して、コンピュータ 16.7%)
- ・特に教師に助けを求めない
- ・助けを求めても、化学的概念についてのことが多い。
- ・教師は求められてないのに助ける - 化学の概念を語る。

教師の酵素の説明から、分子をどう作るかの生徒間の話に変わっていく例

考察

- ・タスクのデザインと表象の使用は2つの実験室で違っているが、結果ではなく、プロセスを見ることで因果関係を見ることが可能。
- ・協同の量と性質は、コンピューターソフトの効果よりも教師が課題をどうデザインし構成したかに関係している。
- ・ふつうの実験室では平行して同じことをやっているので協力があまり見られない
- ・生徒間や生徒と教師間の相互作用は助けを求める行動が多かった。
- ・コンピューター実験室では協同するように課題が組まれていたので、行き詰まる前に理解を共有できた。一人一人だと行き詰まる。

- ・ふつうの実験室で協同の例が少なく助けを求める行動の例が多いのは教師による課題の構成の仕方に帰属できるが、概念的な話の例は二つの状況使用できる物質的、象徴的リソースの違いに帰属できる。
- ・ふつうの実験室の器具が促すのは操作の仕方についてのコメントだけ
- ・コンピューター実験室で概念的な話の例が増えたのはソフトを協同で使ったこととソフトによって提供された象徴に帰属することができる
- ・概念的な議論には象徴的なりソースが必要
- ・分子を表象できて、さらにそれを操作できることで、化学的概念に対応した議論ができる。
- ・より抽象的な関連する議論にも発展しうる
- ・教師 - 生徒間の概念的な議論も増えた

コンピューターシミュレーションによって、生徒は象徴的、手続き的能力を与えられ、概念的な議論と理解の社会的構成が支持された。

