

小学校理科授業でのリアルタイムなデータ共有と会話

松浦執*1・神嶋凌介*1

Email: shumats0@gmail.com

*1: 東京学芸大学教育学部

◎Key Words 小学校理科実験, タブレット, Apache Wicket

1. 目的

理科の実験・観察授業では、まず教師が全体に対して導入を行い、次に班別の実験し、最後に結果を全体で共有して結論を導くという形態が多い。この場合、実験中から班ごとのデータを可視化し、互いの進捗や結果を知り合うことで、班ごとの活動への意欲を高め、授業終盤で帰納的に結論を導くフェーズの効率を高められないだろうか。これを明らかにする目的で、教室内に web サーバーを立ち上げ、プライベートネットワークによって各班から iPad でサーバー上に実験データなどを送信させ、班ごとの結果をリアルタイムに可視化するシステムを作成して授業実践を試みた。班ごとの会話音声から発話内容を調べたところ、協働的な活動にかかわる発話は 2 割程度で、サーバーシステムによって実現されるデータ共有に立脚した発話は 1 割以下ながら自然に発生していることが見られた。こうした会話は帰納的推論の習得に役立つと思われる。

2. 方法

2.1 教室内ネットワーク

Apple AirMac Externe を Wi-Fi ベースステーションとし、OS X server をインストールした Mac mini を web サーバーとした教室内プライベートネットワークを設定した。iPad はこのプライベートネットワークに接続し、Safari ブラウザを用いて web サーバーと通信した。通信用の iPad は各班に 1 枚ずつ配布した。授業者は AppleTV を用いて iPad をディスプレイモニターにミラーリングして集められたデータを表示した。

Web サービスには Apache tomcat と Apache wicket を導入した。Wicket により、Java ベースの web サービス開発にするとともに、各班の iPad から送信されたデータなどの同期をとれるようにした。Wicket によってページを遷移せずに各班からデータが集められる様子を見られるようにした。

2.2 作成したツール

本研究では、数量データをグラフにより可視化する「グラフマン」と、テキストデータを表示する「インプットン」を作成した。いずれも、班ごとにデータ送信することで、教室全体のデータを可視化するものであり、全体を可視化することで、協働的な学習が起りやすい環境を実現しようと意図するものである。

いずれのツールも、“先生モード”で入力コンポーネントや出力のタイプを設定したのちに、児童に入力を

指示するスタイルである。したがって、例えばグラフタイトルや横軸縦軸の項目のように、入力データの種別などは児童の入力時には指定されている状態であり、児童自ら項目や表スタイルなどを選択できるようにはしなかった。児童は設定されたスタイルでのみ入力が可能である。

グラフマンは、フリーの web グラフライブラリである JFreeChart (Object Refinery Ltd.) を使用し、棒グラフ、折れ線グラフ、および散布図を生成できるようにした。

インプットンは主としてテキストベースでの、実験結果や自由記述などのデータ収集ツールである。班ごとに一つの結果（テキスト、選択項目、○×や N 極 S 極など選択シンボルなど）とそのコメントなどをリストするシングルリストと、班ごとに複数の結果を配列してリストするマルチプルデータセットを設定した。

これらのツールは学級全体の実験結果や意見などを可視化するためのものであり、その評価などをフィードバックする機能は導入していない。

2.3 試行授業での応用

開発システムを用いて、都内の公立小学校 6 学年の 1 学級 33 名を対象にして授業実践を行った。児童は 8 班に分かれ、班に 1 枚の送受信用 iPad を配布した。対象学級は普通の授業から iPad を導入しており、タブレットの操作や授業内での使用には馴染んでいる。ただしネットワークは使用していなかった。授業は大学生授業者 1 名と、大学生 TA4 名の構成で、連続 2 校時 (90 分) 理科室で実施した。

授業内容は理科の水溶液の性質の単元であり、リトマス紙での液性の判定は学習済みで、リトマス紙以外の身の回りの液体（ジュースなどの飲料）で液性が判定できるかどうかを調べることを課題とした。

導入では演習実験で、試験水溶液の液性をリトマス紙で判定した。そして幾つかの飲料を示し、実験目的と方法を確認した。つぎに実際に児童が班ごとに実験をおこない、結果をワークシートに記入するとともに、インプットンをマルチプルデータセットの形式で入力していった (図 1)。この時には実験しながら他班の状況を知ることができた。

インプットンに可視化された実験結果をみながら、最終的に班ごとに意見をまとめ、再度インプットンをシングルリストに設定して考察意見を入力させ、全体表示した (図 2)。最後に本時のまとめとして、液性が色によって指示されること、酸性からアルカリ性まで

実験結果 (変化の様子)

	1班	2班	3班	4班	5班	6班	7班	8班
オレンジーA	薄い黄色	薄い黄色	うすい黄色	沈殿していた	薄い黄色	薄い黄色とうめいっぽい	少し黄色く濁った	薄い黄色
オレンジーB	薄い黄色	薄い黄色	うすい黄色	少し沈殿していた	Aより少し濃い黄色	Aより少し濃い黄色	少し黄色く濁った	薄い黄色
オレンジーC	濃い黄色	黄色	黄色	AとBより色が濃かった	A,Bより黄色で濃い色になった	ABより濃い黄色	AとBより少し濃い黄色になった	少し濃い黄色
アセロラーA	薄いピンク	薄いピンク色	うすいピンク	変化なし	すごく薄い	澄んだピンク色になった	赤紫色になった	薄いピンク
アセロラーB	薄いピンク	薄いピンク色	うすいピンク	変化なし	あまり変化なし	ずんだピンク色になった	あまり変わらない	薄いピンク
アセロラーC	薄い黄色	薄い黄色	うすい黄色	薄いオレンジにかわった	はだいろになった	A,Bより濃いピンク黄色	少し黄色く濁った	薄い黄色
ブルーベリーーA	赤紫色	赤色	紅色	ぶどうジュースより薄い	ピンクに近い色になった	赤紫色	赤色になった	濃い赤
ブルーベリーーB	赤紫色	紫色	赤紫色	変化なし	濃いピンクに近い	薄い紫	赤紫色になった	薄い赤
ブルーベリーーC	青紫	紺色	濃い青	黒に近い色だった	紺色	藍色	藍色み合いになった	濃い青

図 1. マルチプルデータセットでの実験結果の全体表示

班名	班の見解	その理由	班名	班の見解	その理由
1班	ブルーベリーー	三種類の中で一番変化大きかった。また、一番色が濃いから。	5班	ブルーベリーージュース	色の変化がはっきりして分かりやすかったから。
2班	ブルーベリーージュース	他のジュースよりも色がはっきりしているから	6班	一位、ブルーベリーー 二位オレンジ	二色の区別がしやすい。二A~Cにつれ、色が濃くなっている
3班	ブルーベリーージュース	オレンジジュースとアセロラジュースは濃い色に変化しなかったけれど、ブルーベリーージュースは濃い色に変化して色が分かりやすかったから。	7班	性質を調べる時ブルーベリーージュースが一番分かりやすい	オレンジジュース、アセロラジュースで調べた水溶液より、ブルーベリーージュースで調べた水溶液の方がA,B,Cの色が異なり、分かりやすかった。
4班	ブルーベリーージュース	色の濃さが一番はっきりしているから、性質を調べやすい。	8班	ブルーベリーージュース	アセロラジュースとオレンジジュースに比べて一番色に大きな変化があったから。

図 2. シングルデータセットでのまとめの全体表示

全般にわたって色の変化がみられるブルーベリーージュースが液性の判定にはわかりやすいことが示された。

2.4 児童の会話記録

児童の発話を録音するため、班に1枚づつ音声録音用のiPadを配布した。音声録音にはアプリケーション「スパイ録音機」を用いた。このアプリは画面表示を消したまま録音するので、録音中であることに気付きにくい。8枚のiPadのうち5枚で録音に成功した。

音声は、直接耳で聞きながら発話を手打ちでPCに入力し、逐語記録テキストファイルを作成した。

3. 結果

3.1 会話の分類と比率

録音されていた音声を次A~Tの8つのカテゴリに分類した。

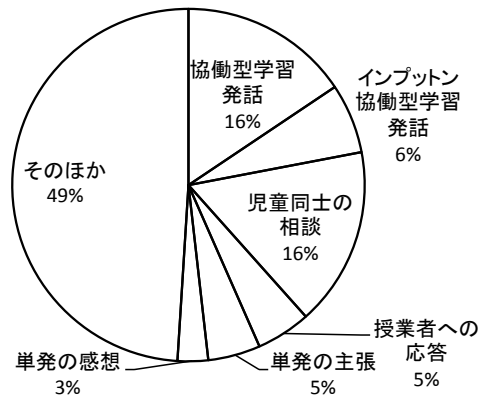


図 3. 実験中の児童の会話の内容ごとの割合

(A)協働学習型発話：本授業実践の課題解決に向かう内容を持つ協働的な発話。インプットン表示には関わらないもの。

(B)インプットンが関連する協働学習型発話：本授業実践の課題解決に向かう発話のうち、特にインプットン表示に関連する発話。

(C)児童同士の相談：本授業の課題解決に直接関係しないが、活動を進める上で必要な内容の発話。

(D)授業者へ応答：授業者やTAの声かけへの応答。

(E)単発の主張：個人の主張で、協働的会話でない発話。

(F)単発の感想：つぶやきや感想。

(G)その他：本授業実践の内容と直接関係ない私語など。

(T)教師発話：授業者やTAの発話。

教師の発話はやや長く説明的であることが多いが、本授業の児童の発話のほとんどは、非常に短いものであり、単語レベルのものが多かった。本研究では、単語の発話であってもその内容が実験の検討に関するもの(例えば「これ薄い紫」「赤でしょ」など)を言い合う場面は協働学習型発話に分類している。

(A)~(G)の割合を班ごとに集計し、5班で平均値をとった結果を図1に示す。実験の素材が身近な食品であるので、それに関わって出てくる実験とは直接関係しない発話が多い。実験と直接関係しない私語などの「(G)その他」の発話は49%にのぼった。また、「(C)児童同士の相談」の割合は班ごとに比較的に大きく異なり、その割合は16±5%であった。これに対し、「(A)協働学習型発話」は16±3%、「(B)インプットン関連の協働学習型発話」は6±2%という結果であった。協働的な活動における発話において、インプットンでの全体表示に関わるものは少なからず存在したといえよう。

4. おわりに

実験後に一定の時間を作って、各班の結果を直接発表させたり、黒板や掲示に書き込ませたりすることが通常行われるが、リアルタイム表示は時間の節約になり、実験中に他の班の結果を参考にできる。また児童自身のデータを全体の議論に活用しやすい。またデータは手元のタブレットで確認できるので、視覚的な障害も生じない。班のメンバーと自然に会話する機会が得られやすく、全体の結果から帰納的に結論を導くことが可能になる。学習に関する情報の環境化は、協働的学習を支える一つの要素になり得よう。