

理科実験における 同期型CSCLの利用と 学習者の変容

-小学校5年「もののとけかた」の実践から-

- 平澤林太郎 (上越教育大学大学院)
- 久保田善彦 (上越教育大学)
- 鈴木 栄幸 (茨城大学)
- 舟生日出男 (広島大学大学院)
- 加藤 浩 (メディア教育開発センター)

はじめに

- ・子どもたちの新しい学習が進展する上で「模倣」は重要な概念とされている (Vygotsky, 1935)。

模倣の役割 (Vygotsky, 1935)

学習者の「模倣」の活動は、新しい学習と発達を作り上げていくうえでの中心的なモメントである。



「**模倣**」とは、単なる他人のまねごとではない。最近接領域 (ZPD) の中で与えられた他者からの教示、ヒント、共同的作業が、**学習者の能動的な模倣によって、学習と発達を実現していくのだ。**

今までの理科実験での模倣をふりかえる

自分の今までの実践でも、学習者の模倣は多くの場面で見られていた。

ただ学習の転機になった模倣は「実験班内の模倣」ではなく「他の実験班からの模倣」を行った時であった。

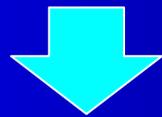
「流れる水のはたらき」では、モデル実験で他の実験班の水の流し方を模倣して、川の浸食作用について学びを発展させていた。

理科実験においては、**実験班を超えた模倣**が大切であると考えます。



他の実験班からの模倣を保証するために

- 久保田ら(2006)は、同期型CSCLを理科実験で利用することで、小集団間の相互作用が活発になったという実践報告を行っている。相互作用が活発になるということは、模倣も多に行われ、学習者は追究をより発展させていくのではないだろうか。

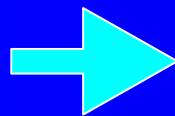
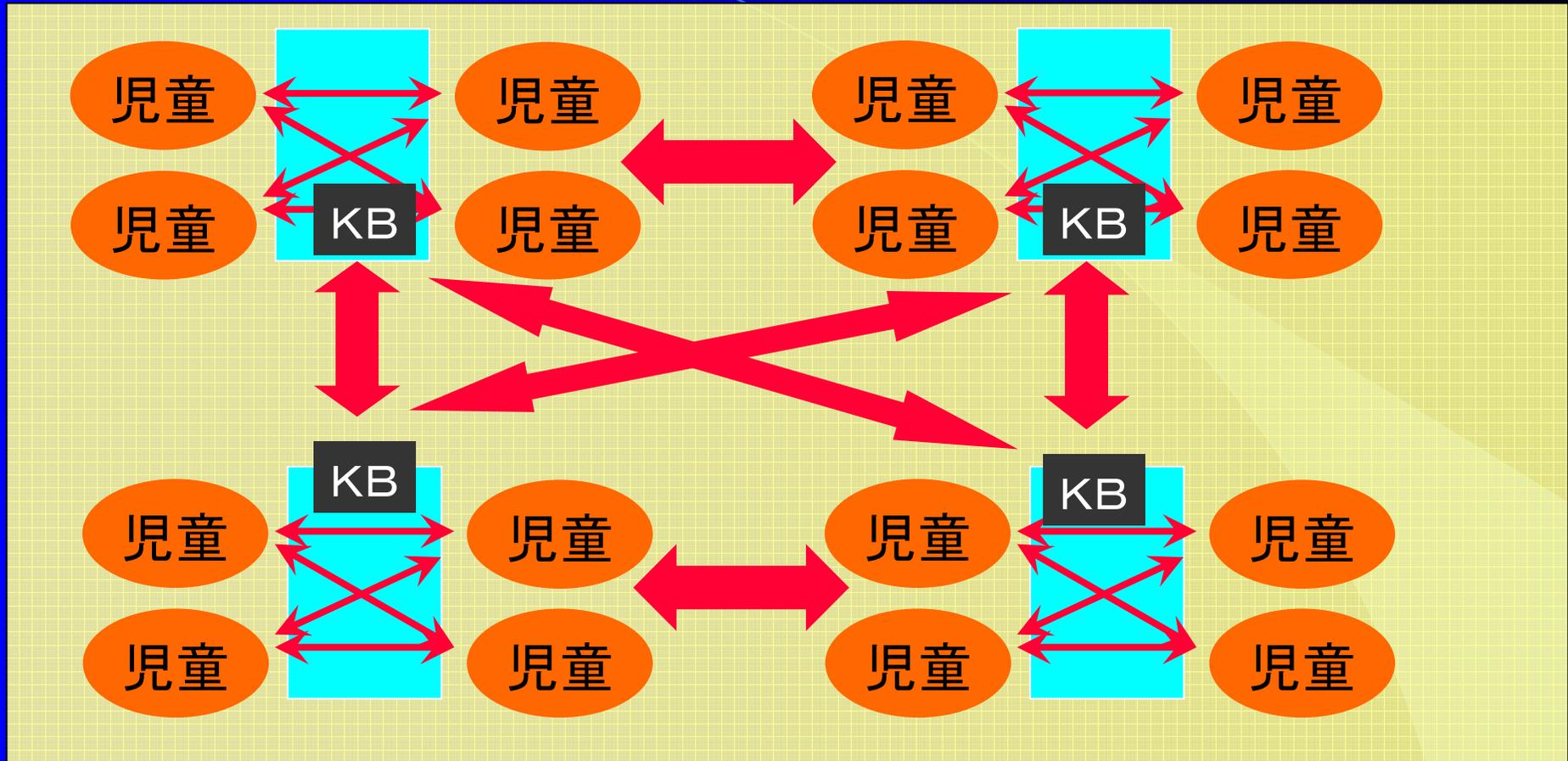


本実践では、同期型CSCLである
Kneading Board(略称, KB)を用いて実験を行った

同期型CSCLシステムの利用

- CSCL (Computer-Supported Collaborative Learning) とは, 「コンピュータにおける協同学習支援」のことである。
- CSCLシステムは, 以下の2つに分けられる。
 - 同期型 (テレビ電話など) と、
 - 非同期型 (メール、電子掲示板など)
- 同期型CSCLシステムでは、リアルタイムで実験のデータや感想を書きこむことができるので、**学習活動がさらに活性化される**ことが明らかになっている (竹中, 2004)。
- 同期型CSCLシステムの一つにKneading Board (略称, KB) がある。

理科実験における模倣



KBで他班を可視化することにより、他班を模倣して、学びをより発展させるのではないか。

研究の目的

- ・理科実験において、同期型CSCLを利用することによる模倣の実態及び模倣による学習の変容過程を明らかにする。

実践の方法

実践の対象と利用環境

実践の対象は、新潟県の公立小学校の
5学年1クラス(36人)。

実施時期は平成18年10月～11月。

実践は理科室で、**同期型CSCL**を用いて学習
を行った。

実践の評価

授業中の相互作用の様子(ビデオ、ボイスレコーダー)、質問紙、子どもたちが書き込んだKBの画面、インタビュー等から評価する。



The screenshot shows a software window titled "Kneading Board [半澤林太郎]". The window contains a grid of text boxes, some of which are highlighted in pink, yellow, or blue. Arrows connect these boxes, suggesting a flow or relationship between the content. The text is in Japanese and appears to be a structured note or a flowchart related to a lesson plan or student work. The interface includes a toolbar at the top and a status bar at the bottom.

単元の流れ

第1～3時 実験①「とけた食塩はどこへ行ったのか」

第4～5時 実験②「ミョウバンをたくさんとかすにはどうしたらいいだろうか」

第6～7時 実験③「ミョウバンの結晶の上の液体にはミョウバンがとけているのだろうか」

第8～9時 実験④「いろいろなものをとかして、とけているかとけていないか調べよう」

第10～11時 実験⑤「食塩と片栗粉をとかした水から、食塩だけ取り出すにはどうしたらよいか」

第12時 学習のふり返し。まとめ。

KBは、「もののとけかた」全12時間すべてで利用した。

結果

- 第1～3時 実験①「とけた食塩はどこへ行ったのか」
第4～5時 実験②「ミョウバンをたくさんとかすにはどうしたらいいだろうか」
第6～7時 実験③「ミョウバンの結晶の上の液体にはミョウバンがとけているのだろうか」
第8～9時 実験④「いろいろなものをとがして、とけているかとけていないか調べよう」
第10～11時 実験⑤「食塩と片栗粉をとがした水から、食塩だけ取り出すにはどうしたらよいか」
第12時 学習のふり返し。まとめ。

本報告では、第6～7時の学習者の模倣して学びを発展している様子を報告する。

実験②「ミョウバンをたくさんとかすにはどうしたらいいだろうか」
で、水温を上げてミョウバンをたくさんとかした後、水温が下がるとミョウバンの結晶がビーカーの底に現れた。



第6時～第7時 実験③の課題

ミョウバンの結晶の上の液体には
ミョウバンがとけているのか

実験③のKB画面

実験回数	1回目	2回目	3回目
0回目	班の子想を書きましよう。	班の子想を書きましよう。なるべく詳しく。	班の子想を書きましよう。なるべく詳しく。めざせノーベル賞！
1回目	上の水はミョウバンがある。	スポイトで上をすいて冷やす。	氷がなかった。
2回目	結晶の上の液は、ミョウバンだと思おう。	結晶の上の液を、スポイトでとって、蒸発皿に1てき入れてアルコールランプで温めてミョウバンは溶けているか。	3、4分くらいで、蒸発皿にはりついた。
3回目	ミョウバンの結晶の上にある液は、ミョウバンが溶けていると思おう！	スポイトで上の方の水を取り取りアルコールランプで温める	熱したら白いものがでてきた。
4回目	ミョウバンの結晶の上の水はミョウバンが溶けていると思おう	スポイトでミョウバンの上の水をとって、アルコールランプで温めてみる。	熱したらミョウバンみたいなのがでてきたけどそれがミョウバンがわからないからいっばい熱したミョウバンをいっばい作る。
5回目	結晶はないと思おう	結晶の上の水をひやす。	透明な細かい粒が出てきた。
6回目	ミョウバンは、全部結晶になっていると思おう	上の液体をスポイトでとってビーカーに入れて周りを氷水にする。	たたいま冷や中・・・光っている粒っぽいミョウバン見たいのが出てきた
7回目	ミョウバンは、全て結晶になっている。7班	ミョウバンを溶かした水の上の方をスポイトで吸って別の容器に移してアルコールランプで温める 7班	容器の周りに氷霧がっている地味な方には、ならなかった。透明でも、ミョウバンは出ない。7班
8回目	ミョウバンは、水と少し温ざっていると思おう	スポイトで1てきとってアルコールランプで、蒸発させる	あまりにおおきくは、ほじけなかった。たぶん、結晶のところにならなくてあったときは、結晶とたおもう。
9回目	温めて冷やミョウバンと思おう	温めて冷やミョウバンと思おう	ミョウバンの粉が出てきたのは結晶の上の粉が含まれているか
0回目	予想は？変わっても変わらなくても書こう	3回目の実験方法を詳しく書こう。	実験結果とわかったことめざせノーベル賞！
1回目			
2回目	ミョウバンは、ある。	90度のお湯で、温めて10秒の、水に入れてみる。	少し、出てきた・・・
3回目	ミョウバンはあると思おう。	ホットプレートで上の方の液を吸い取ってやってみる。	ちゅんちゅんミョウバンがでた。
4回目			
5回目	ミョウバンはあると思おう。	スライドガラスであたためる。	白い粉が出た。
6回目	ミョウバンは全部とけていない	結晶の上の液体をとってアルコールランプで温める(25ml)	ちゅんちゅんだけたけっこうあたためたらいいでできた
7回目	ミョウバンの上の液にはミョウバンが含まれている	ビーカーのなかに、液を入れて、氷で冷やす 7班	下の方にミョウバンみたいなのがでてきた。最初は2班たったけど、冷やしていくと8班になった。7班
8回目	全部溶けていると思おう。	氷で冷やした結晶の上の水をホットプレートで、蒸発させ	蒸発するのが、遅かった左にあるのは、下の方の液です。右の方は
9回目	温めて冷やミョウバンと思おう	温めて冷やミョウバンと思おう	ミョウバンの粉が出てきたのは結晶の上の粉が含まれているか

実験1回目

実験2回目

実験3回目

班ごと、実験中に

予想

方法

結果と考察

を書きこむ。

コメント

も書きこんでいく。

事例① 8班の実験を模倣する6班A児



KB画面

6班A児

1回目の実験
冷やしてもミョウ
バンが出て
こない。おかし
いな。

KBの画面を見て 実験結果を見直そうとする6班A児

6A: (KBの画面で8班の結果を見る)

結晶の、できた水を、氷で冷やす。	ずっと冷やしていると、下のほうに結晶が、少しよみがえった。
------------------	-------------------------------

よし。(8班へ情報収集)

6B: 本当にでるん。

6D: 何やってんの。

6B: 回せば出るかなあとと思ってさ。

6A: (戻ってきてもう一度KB画面を見る)

6B: 変な白いのがある？

事例① 8班の実験を模倣し、実験結果を見直す 6班A児



1回目の実験結果を見直す6班A児

1回目の
実験

・上の液をビーカーにとって、まわりを
→ヤ
失敗実験
出てきた。成功実験！

2回目の
実験

・逆にアル
ためる
→ミヨウ
実験の見方の模倣

8班のKB画面

ずっと冷やしていると、下のほうに結晶が、少しよみがえった。

「冷やすとミヨウバンの結晶が出てくる」

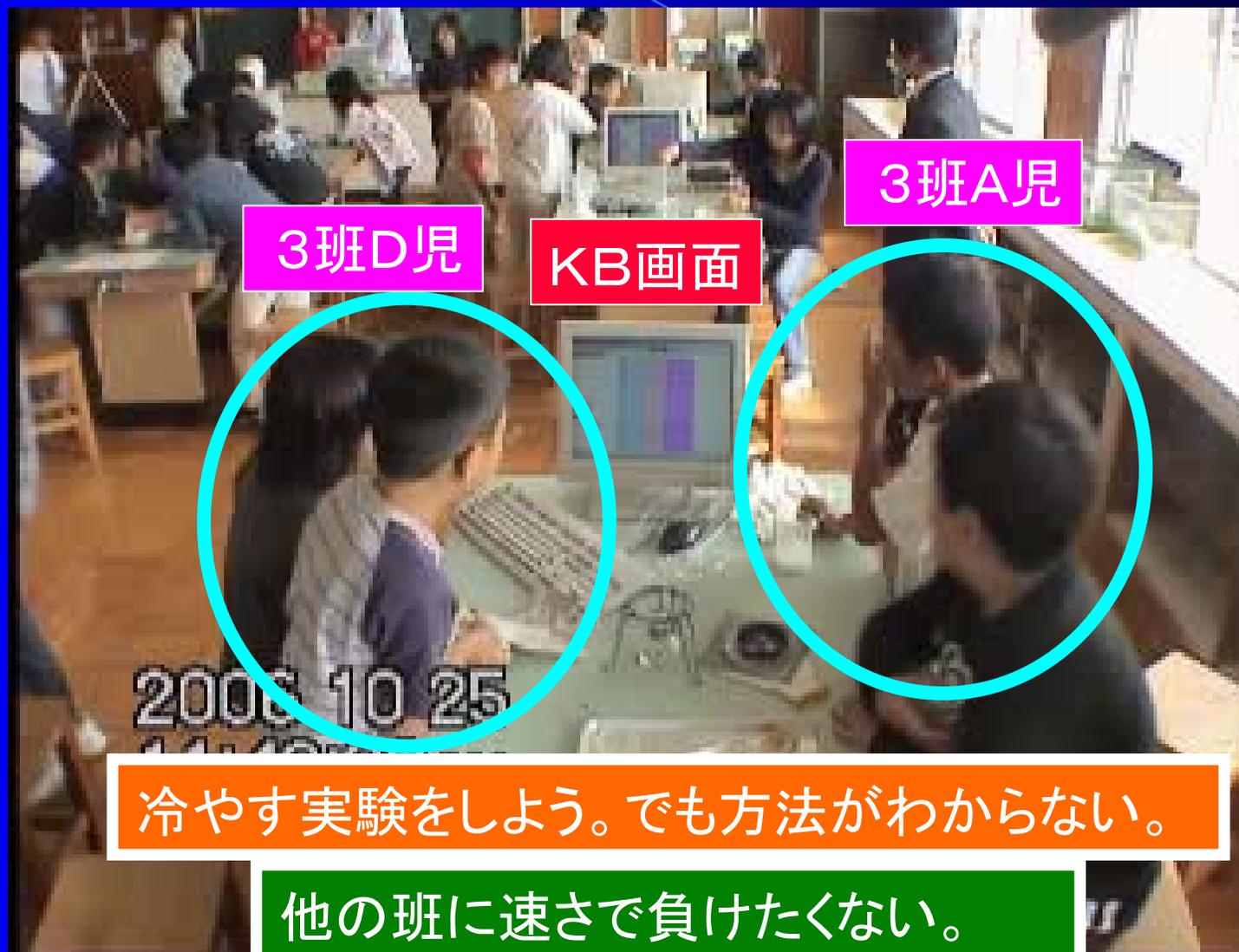
8班への情報収集

新しい推論

「(再結晶の上の液にも)ミヨウバンがとけている。」

他班の**実験の見方を模倣**したことにより、自分の実験結果の見方が変容し、新しい推論を立てることができた。

事例② KBの画面を見て、実験方法を模倣する3班



事例② KBの画面を見て実験方法を模倣する3班

3D: おっし、実験。(実験用の液を教卓へ取りに行く)

3A: おい、3D、氷いらないぞ。ボール、ボール。

(2班に行って) 氷何個入れた？(だが2班の子は答えてくれない)

(KBの画面を示しながら)

氷5個でいい、氷5個でいい。

3D: (KBの画面を見る)

2班のラベル

氷5個で、冷やしてとけているが、どうか調べる。

実験方法を考える中で、KBの画面や実際の実験の様子を見て、他班の実験方法を「模倣」している。

KBの画面に書かれた他班の実験結果を見て、
自分たちの実験結果に見通しを持つ3班D児



3班D児

冷やしてもミョウバンが出てこない。おかしいな。

KBの画面に書かれた他班の実験結果を見て、 自分たちの実験結果を予測する3班D児

3A: (氷水に入れたビーカーを見ながら)これ、いつまでやるんだよ。

3D: えー、出るまででしょ。

3A: 何が。

3D: ミョウバン。

3B: 出るわけねえ。

3A: 出るはずないじゃん。

3D: こっちで出たじゃん(1回目の実験で使用した蒸発皿を指さす)

3B: 熱するしか出ないよ。

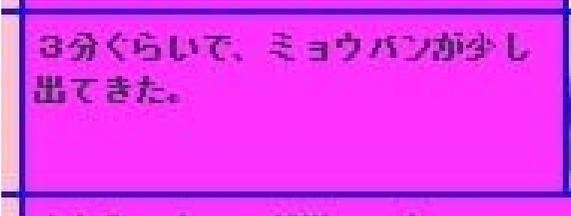
3A: (他班へ立ち歩き)

3D: (KB画面の2班のラベルを見て)こいつ見て
ごらん。こういう風にやって、ミョウバンが出てる。

3C: 出るんだ？

3D: えっ2班？

※2班のラベル→



3分くらいで、ミョウバンが少し
出てきた。

3C: 2班

3D: 2班だな。(2班へ情報収集。戻って来るなり)

3分くらいで出るって、5個で出たって言うてるよ。

「模倣」→「検証条件」に目を向けだした3班



氷の数を増やして、
保冷剤をのせる。



水温が気になり、
温度計で調べていく。

「3分間でミョウバンが出てくる」という形を模倣していたが、3分で出てこないことから、その後、ミョウバン再結晶の条件に迫る追究をはじめた。

模倣をしてからの3班の追究

3分くらいで、ミョウバンが少し出てきた。

模倣

3分たってもミョウバンが出てこない。



さらに他の実験方法を模倣して、水と保冷剤を追加する。

それでもまだ、ミョウバンが出てこない。



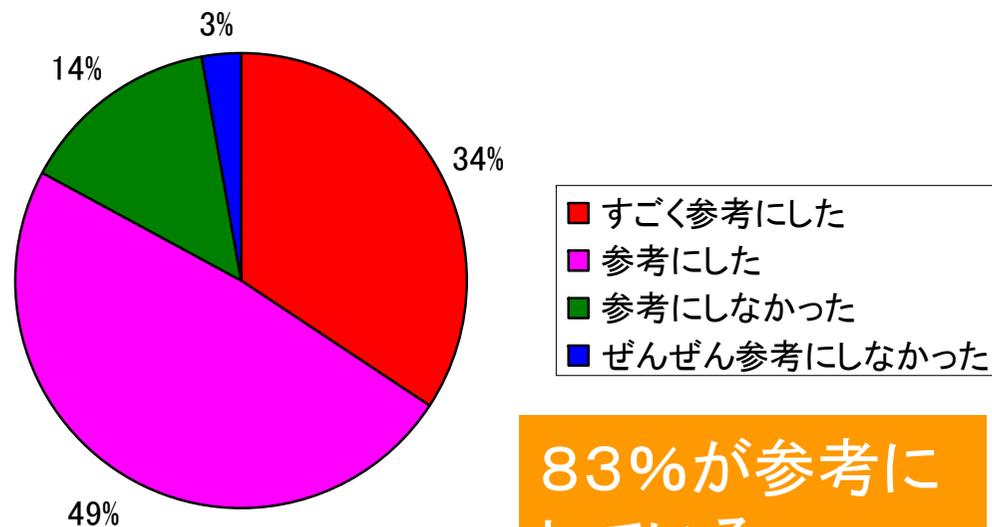
液体の温度を測る。

再結晶の本質に気づく

質問紙

「KBで他の班の様子を見て、何か考えを変えたり参考にしたりしたか」

実験③

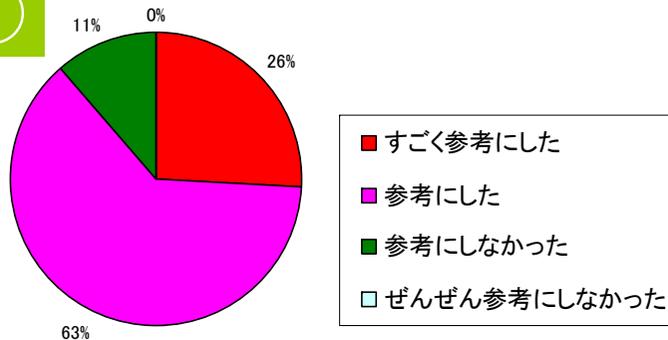


83%が参考に
している

質問紙

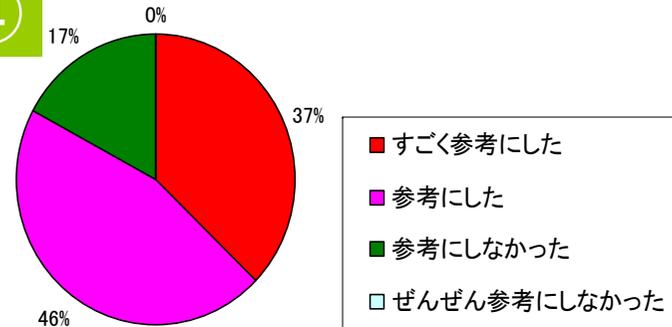
「KBで他の班の様子を見て、何か考えを変えたり参考にしたりしたか」

実験①



89%が参考にしている

実験④



83%が参考にしている

どの実験でも、8割以上の児童が
他の班を参考にしている

「KBを利用した模倣」を子どもたちはどの実験
でも行っている

インタビューから

T :じゃあ、どんなときに他の班を見ていたか。というところで「方法がわからないとき」と書いていた人が多かったんだけどさ。

7D:実験方法を参考にしてきっちり書いた。

T :結構わかんないとき、KB見た？

3人:うん

T :ヒントになった？

3人:うん

2A:参考になった。

8C:7班が一番ヒントになった。

T :そう言う7班はどうでしたか？どこかの班見ていた？

7D:えーと。みんなの班見て、みんながしていない実験とか、

T :してない実験をやろうと思ったの？

7D:うん。それもあつたし、何か、他の班見て、その方法がよくわかりそうだと思つたときは、その実験方法をやらせてもらった。

T :なるほどね。7班の実験いっぱいあつたじゃん。

どれか参考にしたものってあつた？

2A:うん。いろんな班のを参考にしてやった。

他の班を模倣している

考察

- 同期型CSCLによって、教室内の模倣が促進された。
- 模倣をきっかけに、活動が変容することが多かった。

Lampert(1990)の「ジグザグ過程」

数学の学習で、Lampert(1990)は「推論に始まり、反証や反駁を通して、推論の検証へ進むジグザグ過程をたどる証明によって、数学は発展する」ということを明らかにしている。

Lampert(1990)の「推論と証明のジグザグ」

推 論

証 明

・ 5^4 の最後の数字は5であろう

・ある数に5をかけたとき、5または、0で終わる。
・5を5倍すると最後の数字は5になる。
・5を2乗した数を、もう一度2乗すると625になる。

・5の累乗の最後の数字はいつも5になるであろう。

・ $5^5 = 3125$
・ $5^6 = 15625$ の計算をする。

・5の累乗の最後の2桁の数字は25になるだろう。

事例① 6班A児の「推論と証明のジグザグ」

推 論	証 明
<ul style="list-style-type: none"> ・再結晶した上の液にはミョウバンはとけていない。 	
<ul style="list-style-type: none"> ・やっぱり、再結晶した上の液にはミョウバンはとけていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・上の液をビーカーにとって、まわりを氷水にする。 → 出てきた。成功実験 <p>模倣</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・実は、ミョウバンがとけている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・逆にアルコールランプであたためる(一滴だけ)。 →ミョウバンが出てきた。 <p>模倣</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・量を多くしてあたためる。 	

一回目の実験を見直す姿

事例② 3班D児の「推論と証明のジグザグ」

推 論

証 明

・温めたらミョウバンが出てきたのだから冷やしても出てくるかも。

・氷で冷やしてみる。 **模倣**
→3分くらいおいても出ない。

・もっと氷を入れれば出てくるのかな。

・氷や保冷剤を入れてみる。
→まだ出てこない。 **模倣**

・ミョウバンが出てくるのは、温度に関係しているのかな。

・温度計で液体の温度を測ってみる。

まとめ

- ①同期型CSCLを使用することで、他の実験班の追究の様子が同時に把握でき、他の班の模倣から学びを変容する姿が見られた。
- ②理科実験の中で、模倣をすることは、学習者が証明の段階から新しい推論を立てるきっかけになっていた。

今後の課題

- ①理科実験において、ランパートの「推論と証明の中でのジグザグ過程」の枠での分析を行ったが、実際にはこの枠よりも複雑に学習を行っていた。理科の学習過程に照らし合わせた**学習過程の見直しが必要である。**
- ②同期型CSCLの利用による模倣の特徴や機能を明らかにする。そのために、**同期型CSCLを使用していない単元等との比較も行う。**

ご静聴ありがとうございました。

相互作用の9つのタイプ (Granott, 1993)

異なった
熟達の
レベル

熟達の
程度

同じ
熟達の
レベル

模倣

指導あるいは
徒弟制

足場作り

速い模倣

レベルの異なる
者どうしの対位
法的関わり

レベルの異
なる者による
協同作業

並行活動

同じレベルの者
どうしの対位法
的関わり

対等な
協同作業

独立した活動

協同性・中

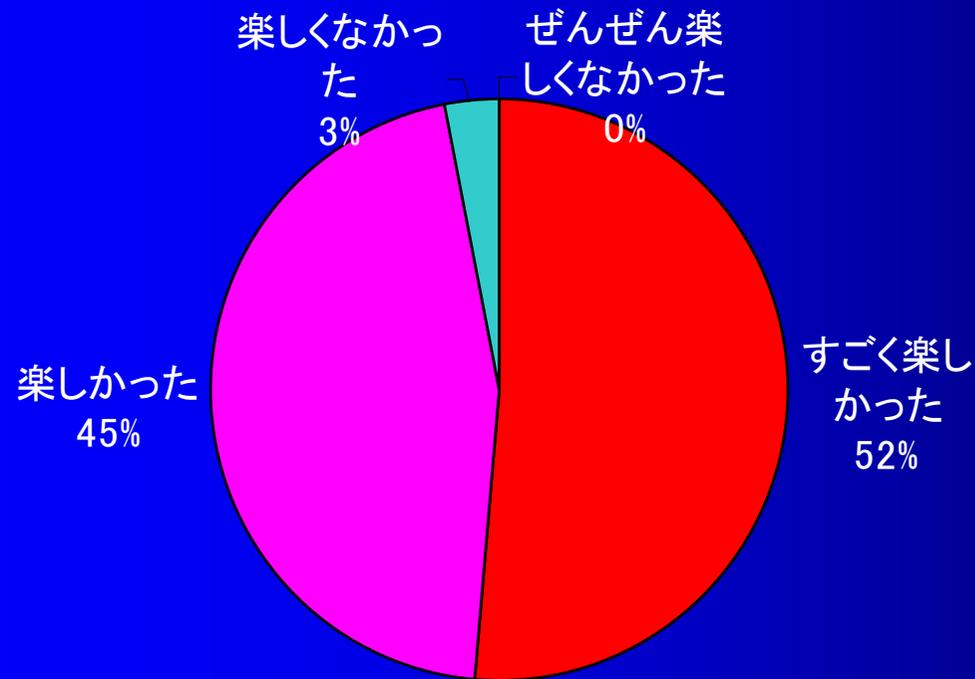
協同性・大



協同性の程度

質問紙の結果から

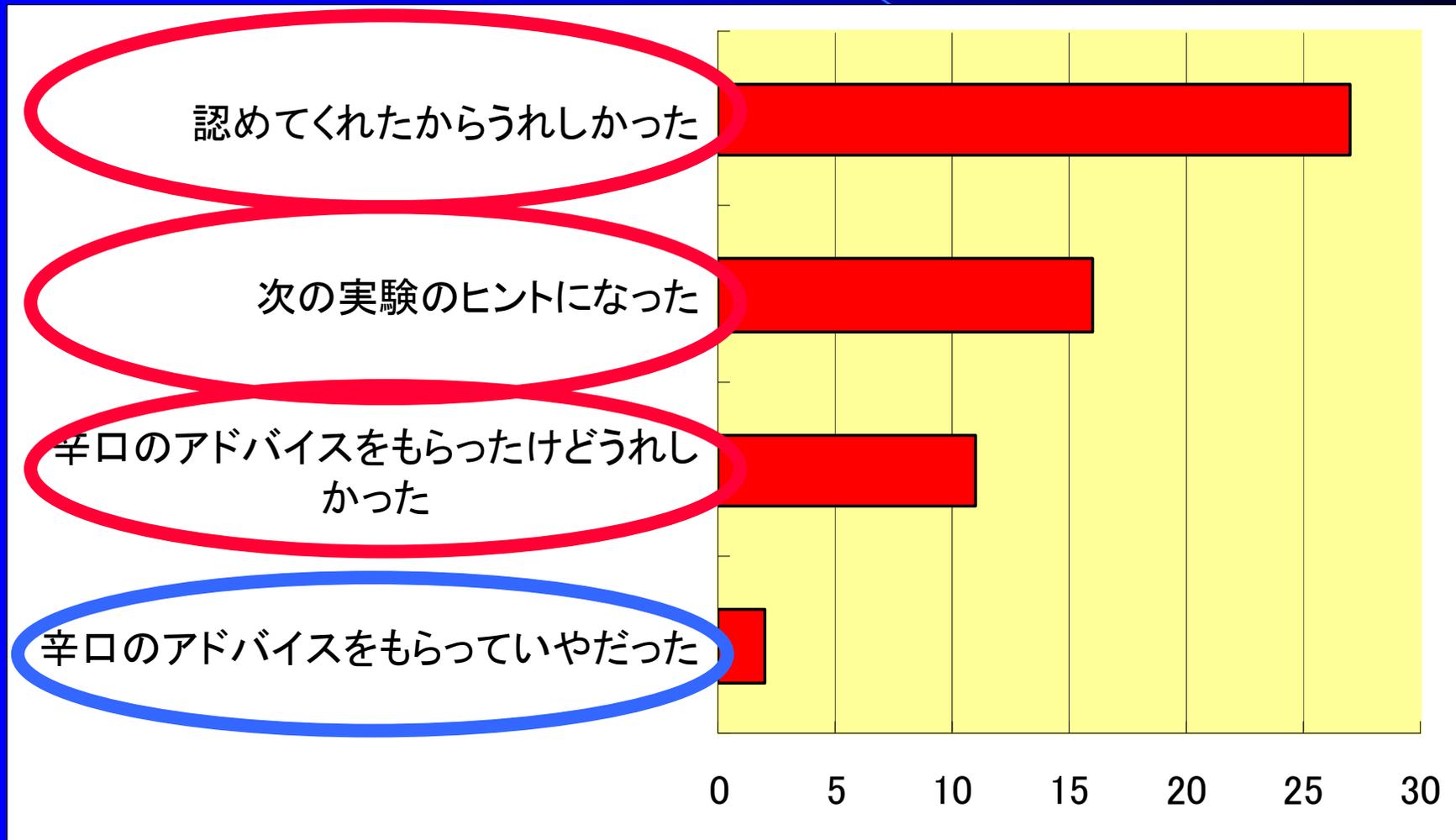
KBを使った理科実験はKBを使わない実験と比べて、クラス全体の様子が見れて楽しかったですか。



97%「楽しい」

コメントについての質問紙の結果

- 実験④「コメントをもらったときどう思ったか」



コメントは「評価」

状況内評価を行っている



インタビューから

T :ここにやりとりがあったんだけどさ(KBのプリントを指さし)、8班が書いたのに7班が「すごい」と言って、8班が「ありがとうございました。7班もすごいわ」と言って書いたんだけど、こういうところが他にもあったんだと思うんだけどさ、これってコメント入れるとき7班さんどんな感じで書いた？

7A:えっと、写真がすごい見やすいし、実験方法とか、あの一、詳しく書いてあるから、全部まとめて、「すごい！」って書いた。

T :で、8班さんはどう思った？

8A:えー、こうやって褒めてくれるのがうれしい。で、うちらみんなで考えて、コメントのコメントどうする？って考えて、話し合っ、それで、こうやろう、と。

T :なるほど。7班さんも結構矢印来ているよね。これどう思った？見て。

7A:うれしい。

辛口コメントだって「うれしい」評価

インタビューから

T : 他の班はコメントいっぱいもらったときはどうだった？

辛口コメントとかももらったりした？

2A: たまーにもらっていた。

T : アンケートの結果みるとさあ、辛口コメントもらってもいやじゃないんだよねえ。

3人: うん。いやじゃない。

T: 何で？

2A: **アドバイスだと思って。**

8A: **アドバイスだと思えるから。そんなにきつくないんだよねえ。**

2A: **何か「こうやった方がいいんじゃない？」みたいな感じで。**

8A: **そうそう。**

2A: **そう書いてあって、あっそうか～って**

T : なるほど。

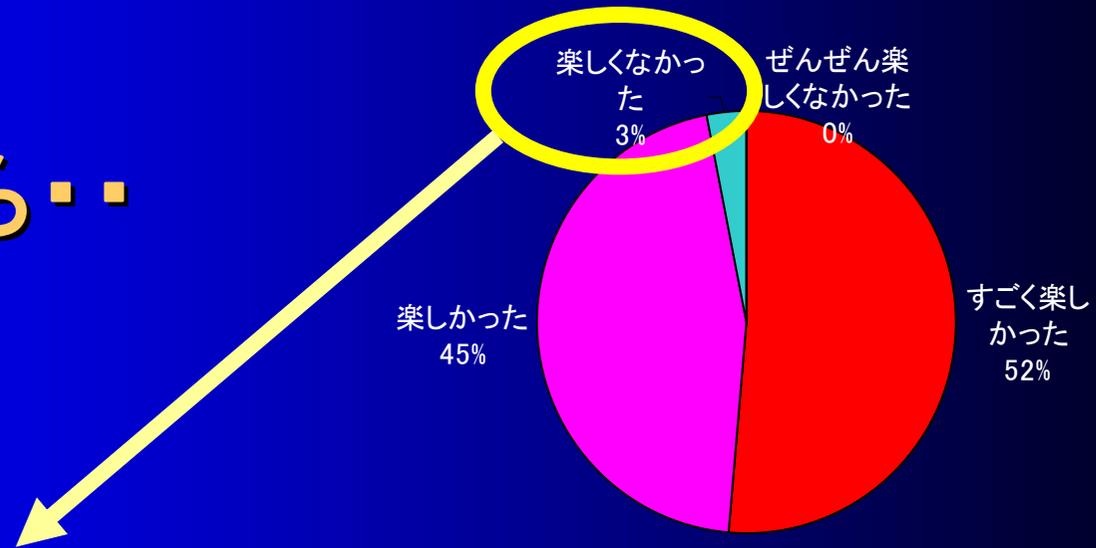
7A: とくに、いやではない。

T : あ、そう。先生もっといやかなあーと思ってどきどきしていたんだけど、君たちはそんなじゃなかったんだよね

7A: 全然そんなじゃない

辛口コメントでも、仲間の評価なら
プラスに捉えられる

コメントが こなかったから...



ただ一人、KBの学習が「楽しなかった」と答えた子のインタビューから

「KBを使ってクラス全体の様子が見れて楽しかったんだけど、コメントがこなくていやだった。」

子どもたちにとって、コメントがくることは意欲へつながる。