

同期型CSCLにおける 仮説の操作と学びに関する研究

ー仮説に対する「自信」と「証拠」の
二次元マトリックスの利用を通してー

- 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

角屋(1998)

理科の追究を深めていく上で、学習者が仮説を設定することは重要である。

波多野(2002)

設定した仮説や仮説に付随する価値を共有させ、それを修正することで、さらに理科の追究は深まる。

学習者に仮説を共有させる取り組み

- 学習者の**仮説の内容**と、その仮説の内容に対する**自分の位置**を**操作**する実践が今まで行われてきた。

仮説の内容と位置を操作する先行実践

菅野ら(2006)

小学校と中学校の理科実験において**ネームプレート**を活用して仮説の位置を**黒板に示す**実践を行った。

久保田(2000)

運勢ライン法（自分の仮説に対する**自信**の程度を、強まれば上向き、弱まれば下向きに学習者に書かせる）による実践を行った。

藤本(2007)

デジタル運勢ライン法（運勢ラインをデジタル化）による実践を行った。

仮説の内容と位置を操作する先行実践に 共通する成果と課題

成果

- ・仮説を表出させるだけでなく、それらの変更や移動を可能にしている。
- ・仮説を操作することで、学習者が自身の考えを常に意識したり、仮説に対する考えを説明し合う姿が見られた。

課題

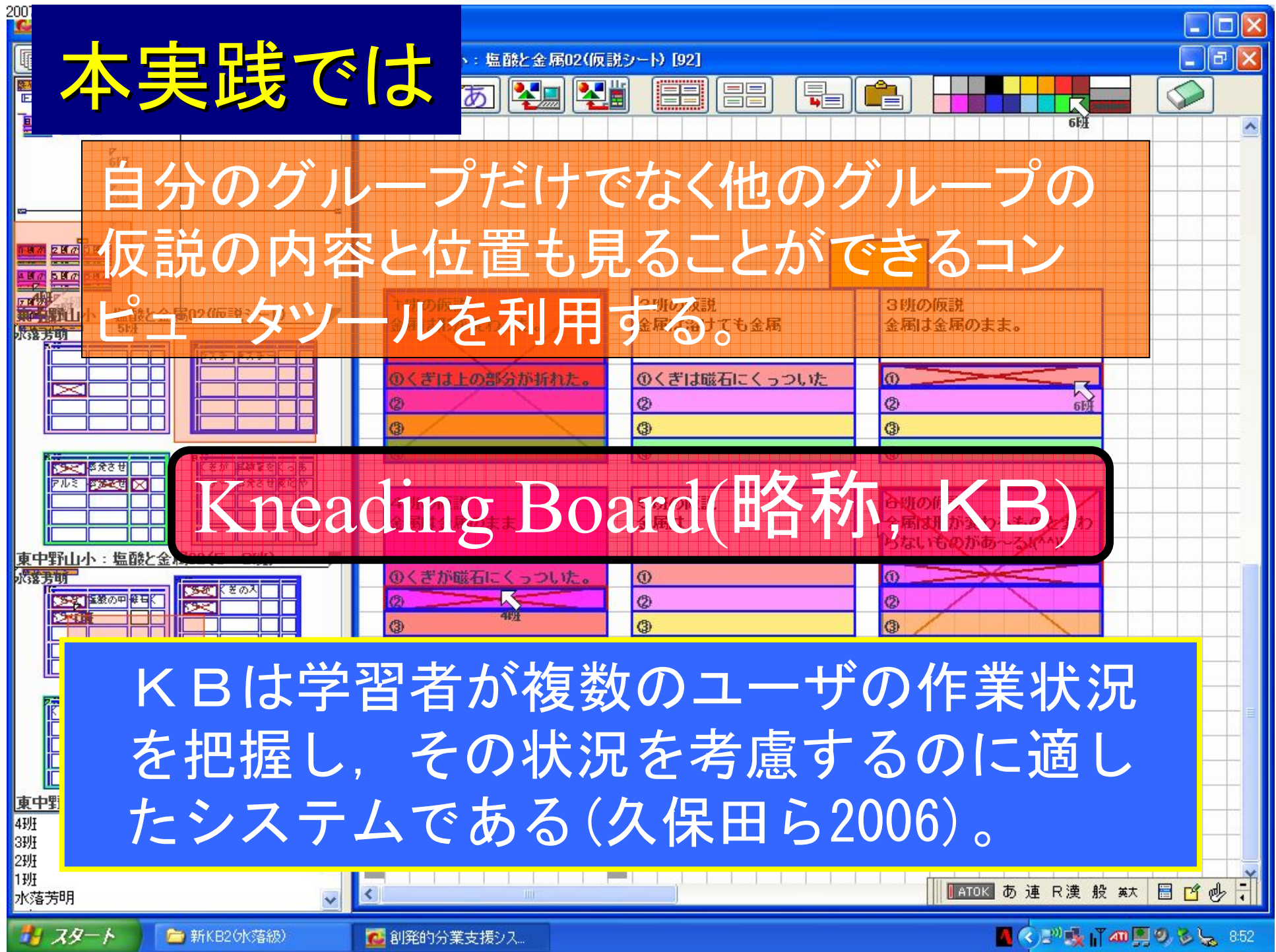
- ・仮説の選択肢にとらわれてしまったり、仮説の内容を表出できないために、他者とのかわりの中でその都度確認しなくてはいけなかった。

本実践では

自分のグループだけでなく他のグループの仮説の内容と位置も見ることができるコンピュータツールを利用する。

Kneading Board(略称, KB)

KBは学習者が複数のユーザの作業状況を把握し、その状況を考慮するのに適したシステムである(久保田ら2006)。



自分で自由にラベルを貼り付け、移動することができる。

自分の マウスカーソル

他ユーザが 編集中のラベル

他ユーザの名前付き マウスカーソル

ログインした複数のユーザが共同で一枚のシートに情報が書き込める。

同期型CSCLなので、ライブ感を
味わいながら学習ができる。

研究の目的

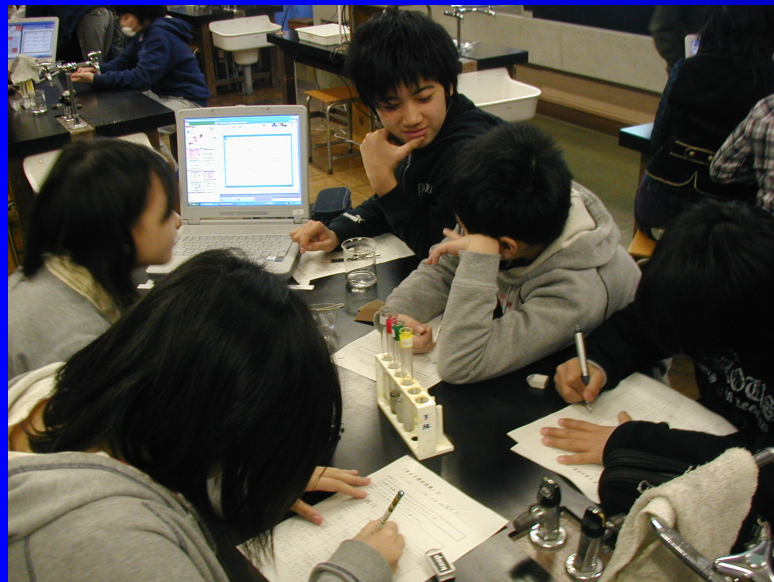
- KB上で仮説を操作することで、学習者が学びをどのように変容していくかを検証する。

調査の概要

- 実践の対象は、新潟県のN市立H小学校の6学年1クラス(38人)である。
- 実施時期は平成19年2月。
- 実践はすべて理科室で行い、コンピュータは5人の班で1台ずつ使用した。

記録の方法

授業の様子は、ビデオカメラとでボイスレコーダーで記録し、各班のコンピュータの画面は3秒おきにキャプチャーした。また、授業後に学習内容やKBの機能に関する質問紙調査とインタビュー調査を行い分析対象とした。



2007/02/16 11:37:48
創発的分業支援システム Kneading Board [6 班]

東中野山小：磁石と金属02(5～8班) [91]

6 班	○○○なら△△△だ	<実験方法>	結果	わかること
実験 1	スチールウールならもう一度磁石にいれてもまた溶ける。(△○△) 磁石にもくっつくはず。	溶かさせてこねをだして磁石にいれる。 溶かさせて磁石にくっつくか？	磁石にはくっつかなかった。 磁石に入れたら溶けずるようには溶けた。	形も変わって鉄ではない！
実験 2	アルミホイルならもう一度磁石にいれてもまた溶ける。(△△△) 磁石にもくっつくはず。	溶かさせて粉を出して磁石に入れる。(△○△) 溶かさせて磁石にくっつくか？	磁石に入れるとすぐに溶けた。(V○△△○) 磁石にくっつかなかった。	形も変わって鉄ではない！
実験 3	くぎならくぎでくぎらしく磁石にくっつく(△△△)。	くぎを取り出して磁石にくっつける。(△△△)。	磁石にくっついた。	とけ残った釘は鉄のままだ。
実験 4	アルミニウムならもう一度磁石に入れても溶けるはず。	溶かさせて、粉を出して磁石に入れる。 溶かさせて、磁石にくっつくか。	磁石に入れるとすぐに溶けた。(V○△△○) 磁石にくっつかなかった。	形も変わって鉄ではない！
実験 5	くぎなら、もう一度磁石に入れても溶けるはず。 磁石にもくっつくはず。	溶かさせて、粉を出して磁石に入れる。 溶かさせて、磁石にくっつくか。	磁石に入れるとすぐに溶けた。(V○△△○) 磁石にくっつかなかった。	形も変わって鉄ではない！

このちがいがよくわかったね ひらさわ

スタート 新KB2(水簿録) 創発的分業支援シス...

11:37

本実践 小学校6年「水よう液の性質」単元の流れ

● 第1次「何がとけているのだろう」(2時間)

- ・食塩水, うすい塩酸, アンモニア水, 炭酸水を提示して, それぞれの臭いや色を調たり, 水を蒸発させてとけているものを取り出して調べる。

● 第2次「気体がとけている水よう液」(2時間)

- ・炭酸水から出るあわの正体を調べる。
- ・二酸化炭素が水にとけるかどうかを調べる。

● 第3次「金属をとかす水溶液」(4時間)

- ・鉄やアルミを塩酸の中に入れたらどうなるかを調べる。
- ・塩酸にとけた鉄やアルミはどうなったのかを調べる。

KB利用

● 第4次「水よう液をなかま分けしてみよう」(4時間)

- ・水溶液をリトマス紙を使ってなかま分けをする。
- ・うすい塩酸にうすい水酸化ナトリウム水溶液を加え, 酸性, 中性, アルカリ性の変化を調べる。

シート全体のデザイン

- 本実践で、KBのシートは
「仮説シート」 と 「実験シート」
を用意した。

実際のキャプチャー画面

仮説シート

実験シート
1班～4班

実験シート
5班～8班

サムネイル機能。ここをクリックすることで見たいシートに瞬時に切り替えられる。またピンクの四角をドラッグすることで当面の作業シートをスクロールすることも可能である。

本実践では、「仮説シート」と「実験シート(2枚)」を用意して、これらのシートを切り替えながら学習をすすめるようにした。

東中野山小：塩酸と金属02(仮説シート)

東中野山小：塩酸と金属02(5～8班)

東中野山小：塩酸と金属02(1～4班)

4班
3班
2班
1班
水落芳明

実験シートのデザイン

予想

方法

結果

わかったこと

東中野山小：塩酸と金属02(仮説シート)

東中野山小：塩酸と金属02(5～8班)

東中野山小：塩酸と金属02(1～4班)

4班

3班

2班

1班

水落芳明

班	〇〇〇なら△△△だ	<実験方法>	結果	わかること
実験 1	☆スチールウール☆が鉄じゃなくなったら磁石にくっつかないはず！	★スチールウール★を蒸発させて出てきた粉に磁石をくっつけてみる(√) /	磁石を近づけると、くっつかなかった！！	ｽﾁｰﾙｰｰﾙは溶けると金属じゃなくなる(△△)
実験 2	くぎは鉄だから磁石にくっつくはず！！	くぎが入っている試験管に磁石をくっつける♪	磁石をくっつけたら・・・寄ってきた。	くぎは溶けても金属ま☆
実験 3	アルミホイルは金属じゃないからくっつかないはず！！	アルミホイルを蒸発させて出てきた粉に磁石をくっつけてみる！！!(^ε^)	磁石にくっつかなかった・・・	ｱﾙﾐﾎｲﾙは溶けると金属じゃなくなる・・・
実験 4	アルミニウムは鉄じゃないから、磁石にくっつかないはず！(>-<)	アルミニウムを蒸発させてでてきた粉に磁石をくっつける！！	磁石にくっつかなかった・・・	ｱﾙﾐﾆｳﾑは溶けると金属じゃなくなる(△△)
実験 5	くぎは			

「実験シート1」には1～4班が、「実験シート2」には5～7班が、実験の予想、方法、結果、わかったことをまとめた。

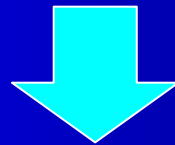
ナイス！
ひらさわ

ATOK あ 連 R 漢 般 英 大

「仮説シート」のデザイン

「自信」の度合いを可視化 ← 運勢ライン法

「証拠」の度合いを可視化 ← PISA(2003)



本実践では、
「仮説シート」に「自信」と「証拠」の2つの度合い
を可視化できるようにした。

仮説シートの全体画面

証拠あり

自信あり

自信なし

証拠なし

仮説の
ラベル

仮説のラベルを二次元マトリックスの座標上に配置し、実験の進行状況に応じてその位置とラベルの色を変更していくようにした

証拠なし

自信あり

「」の気づきはすごい！平澤
もっと自信もって
いいよ
平澤

どう溶けたのかが
大事。泡は？平澤

全部泡が出ました。

自信なし

1 期の仮説
金属は形・色・性質が変わる

- ①くぎは鉄では無くなった。
- ②スチルは性質が変わった。
- ③ニウムは性質が変わった。
- ④ホイルは性質が変わった。

性質も変わるの？
3班

くぎは性質は変わってですか？
7班

7巻の仮説
金属・・・別のものに変わる
①鉄-鉄-鋼はつかない！！
②くぎは磁石につかない！！
③刃は木につかない☆
④刃は石につかない！！！！

アミシロとアミシロって、元
から磁石にはつかなかっ
たんじゃないんですか？
4班

2 班の仮説
金属は溶けると金属ではなくなる

①くぎは鉄ではなくなった
②釘-10-11は鉄でなくなった
③刃ミウは鉄ではなくなった
④刃ミウは鉄ではなくなった

3 班の仮説
金属は変わる。

①くぎは、鉄ではなくなった
②スチールウールは変わった
③アルミホイールは変わった。
④アルミニウムは変わった。

6 班の仮説
金属は、形が変わる。

① スチールは鉄ではない。
② 銅は鉄ではない。
③ アルムは鉄ではない。
④ アルホは鉄ではない。

● 5 班の仮説
金属は溶けると変わる

● くぎは鉄ではなくなった

● アルミニウムは溶けた

● スチールウールは溶けた

● 溶けた〈アルミホイル〉

アルミホイルとアルミニウムは溶けてど〜なったんですか?? (?!?)
☆7期☆

4班の仮説
金網は溶けると別のものになる。

①くぎが磁石にくっついた。
②スチールボールがくっついた。
③アルミは溶けた。
④アルミニウムは溶けた。

証拠ってなんですか？ 4班

いい仮説ですね
証拠もあるみたい。
ひらさわ

本当？
8班

コメントをどんどん書こう。
コメントのお返しも、お忘れ無く！

上のラベルは、それぞれの実験の後に、結果を書いた色に変えていこう。

記入例	8
-----	---

鉄やアルミニウムはどうなったのだろう。
それぞれの実験が終わったら、仮説の位置を動かしてみよう。
仮説は変えてもいいよ。

8 班の仮説
鉄もアルミもちょっとだけ違
うものになった

①くぎはじやくについた。
②スリカは塩酸にとけない
③
④

仮説ラベルの書き込み

仮説の内容

1 班の仮説
金属は

①

②

③

④

各実験の解釈

1 班の仮説
金属は形が変わった。

①くぎは上の部分が折れた。

②スチールウール

③

④

1 班の仮説
金属は形が変わった。

①くぎは上の部分が折れた。

②スチールは茶色っぽくなった。

③ニウムは白っぽくなった。

④ホイルは黄色っぽくなった。

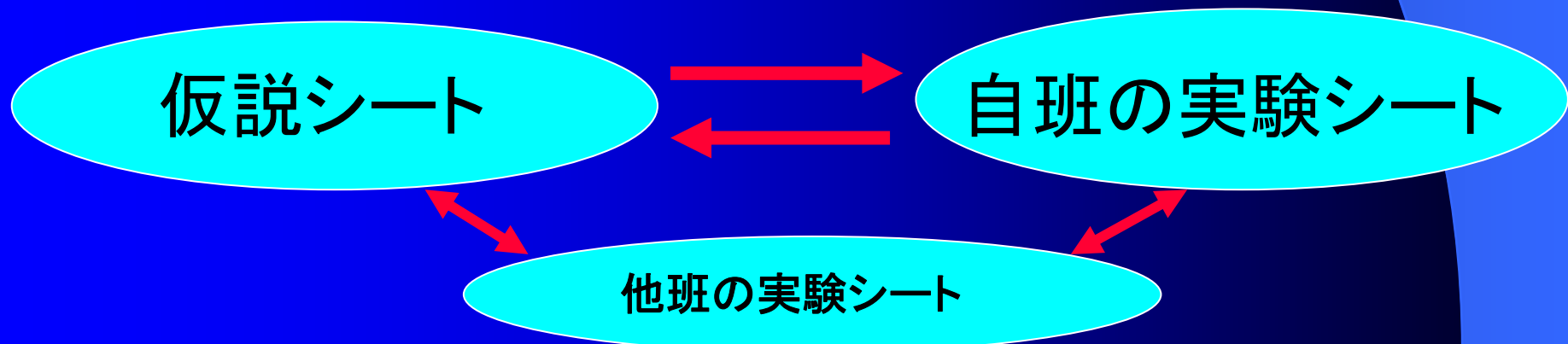
実験を進めることにラベルの色を変えていき、他班に実験の進行状況がわかりやすいようにした。

各シートを閲覧した回数とその閲覧時間の合計

	仮説シート	実験シート (自班)	実験シート (他班)
閲覧時間(秒) (%)	23168 (34.7)	38229 (57.2)	5417 (8.1)

※ 3次の4時間の学習でKBを利用していた時間は7班の合計で66814秒(18時間33分34秒)であった。

学習者は「自班の実験シート」を中心に閲覧し、「仮説シート」と切り替えながら学習をしていたことがわかる。また、一部であるが「他班の実験シート」にも切り替えて学習していたこともわかる。



結果と考察

- 第1次「何がとけているのだろう」(2時間)

- ・食塩水, うすい塩酸, アンモニア水, 炭酸水を提示して, それぞれの臭いや色を調たり, 水を蒸発させてとけているものを取り出して調べる。

- 第2次「気体がとけている水よう液」(2時間)

- ・炭酸水から出るあわの正体を調べる。
- ・二酸化炭素が水にとけるかどうかを調べる。

- 第3次「金属をとかす水溶液」(4時間)

- ・鉄やアルミを塩酸の中に入れたらどうなるかを調べる。
- ・塩酸にとけた鉄やアルミはどうなったのかを調べる。

KB利用

- 第4次「水よう液をなかま分けしてみよう」(4時間)

- ・水溶液をなかま分けしてなかま分けをする。

本報告では、KBを利用した第3次(第5～8時)の学習者の様子を報告する。

学習者の仮説シートの操作に対する認識

事例1 学習者の「自信」と「証拠」の認識

- 1B-1 これ(仮説)上に上げる↑
- 1D-1 自信なしの, 証拠あり。
- 1E-1 自信なしの, 証拠あり↑
- 1B-2 一番上↑
- 1D-2 このへん↑
- 1B-3 こくらへん↑ いっちゃう↑
- 1D-3 自信なしの, 証拠ありだよね↑
- 1B-4 自信なしの, 証拠あり↑
- 1D-4 まだアルミは全部とけているわけじゃないし、
ただ「アルミがとけた」という証拠があるだけだし。
- 1B-5 こんなもんですか↑ (仮説の位置を移動する)

仮説を協同で操作
している。

「証拠」の度合いは高いが、
「自信」の度合いは上げられない。

事例1 学習者の「自信」と「証拠」の認識(続き)

1 班の仮説
金属は 溶ける

①くぎ→細かい泡が出た。
②スチール→白い泡が出た
③アルミ→泡がついている
④アルミ→泡が出て溶けた

質問です！
どうして証拠あり
の方にあるのに、
自信はないんです
か？6班

証拠あり

の色で。どんど

6班から
「質問です！ どうして証
拠ありの方にあるのに、
自信はないんですか？」
とコメントがくる。

- 1D-5 証拠があるけど、自信がないから↑
- 1B-6 証拠があるけど自信がないから。
- 1D-6 (アルミは全部)とけないって。
- 1B-7 じゃあ(コメントの返しを)そう書くか
- 1D-7 証拠があるけど、でも//
- 1B-8 // 自信がない

その結果に自信がないからでいいから

ではどうすれば、
「自信」の度合
いを高めること
ができるのか

「証拠」の度合いは実験の回数で高めれるが、「自信」の
度合いは実験の回数では高めることはできない。

学習者の仮説シートの操作に対する認識

事例2 「自信」の度合いを高めるための 「過去の実験の再解釈」

- 1B-1 自信ありにすればいいじゃん。
1A-1 証拠と自信、どっちがあるんだよ。
1F-1 証拠あり。自信がねえ。
1E-1 うちら自信あり。
1A-2 証拠あり。
1E-2 自信あり。
1B-2 (KBを操作しながら)ここらへんで。
1E-3 そこにしよう。そこに。そこだ。

「証拠」の度合いは実験を4回やったために
高めることができるが、自信については、
まだ上げることができない。

1 班の仮説	3 班の仮説
金剛は形が変わった。	金剛は金剛のまま。
①くきは上の部分が折れた。	①くきは溶けた。
②スチールは茶色くなった。	②スチールウールは溶けた。
③ニウムは白っぽくなった。	③アルミホイルは溶けた。
④ホイルは黄色っぽくなった。	④アルミニウムは溶けた。

どう溶けたの
大事。泡は？

自信なし

1 班の仮説	3 班の仮説
金剛は形が変わった。	金剛は金剛のまま。
①くきは上の部分が折れた。	①くきは溶けた。
②スチールは茶色くなった。	②スチールウールは溶けた。
③ニウムは白っぽくなった。	③アルミホイルは溶けた。
④ホイルは黄色っぽくなった。	④アルミニウムは溶けた。

証拠はあるが
自信はまだない

学習者の仮説シートの操作に対する認識

事例2 「自信」の度合いを高めるための「過去の実験の再解釈」(続き)

- 1F-2 スチールウールは白っぽくなったけど。 → 過去の実験の再解釈
- 1C-1 白っぽくなったというか、液体になった↑ → 過去の実験の再解釈
- 1E-4 (アルミ)ホイルは↑(アルミ)ホイルは色が変わった↑ → 過去の実験の再解釈
- 1A-3 そっち(実験シート)ではどうなっているの↑
- 1C-2 ねえ、「形、色が変わる」にしない↑ → 総合的な解釈を共有
- 1E-5 色が変わる↑ → 総合的な解釈を共有
- 1C-3 えー、だってさあ、「形だけ」じゃなくて、「形、色が変わる」。
- 1A-4 全部形も変わったんだからいいじゃん。

仮説を
操作

自信の度合いを
高められない

解釈を共有してい
ないことに気づく

「自信」の度合い
を高める

総合的な解
釈を共有

過去の実験
の再解釈

学習者の仮説シートの操作に対する認識

事例3 「自信」の度合いを高めるための 「それまでの仮説の修正」

2E-1 自信あり↑証拠なし。証拠あり↑

2B-1 証拠あり、ってことはどの辺。

2A-1 ここってありだっけ。じゃあこのへんてこと↑じゃあ
真ん中あたりにしておく↑(仮説の位置を亦ラス)

2E-2 ちょっとしか(塩酸にとけていたくき
と思ったら、なかなか出てきている

2C-1 くつつくでしょうか↑

2E-3 くつつく、くつつく、あっ、下に落ちたし。

2A-2 金属は、えーととけると別のものになる

2C-2 うん。

2A-3 (仮説を「金属は金属のまま」から
「金属はとけると別なものになる」に書き換える。)

解釈の共有
仮説の操作

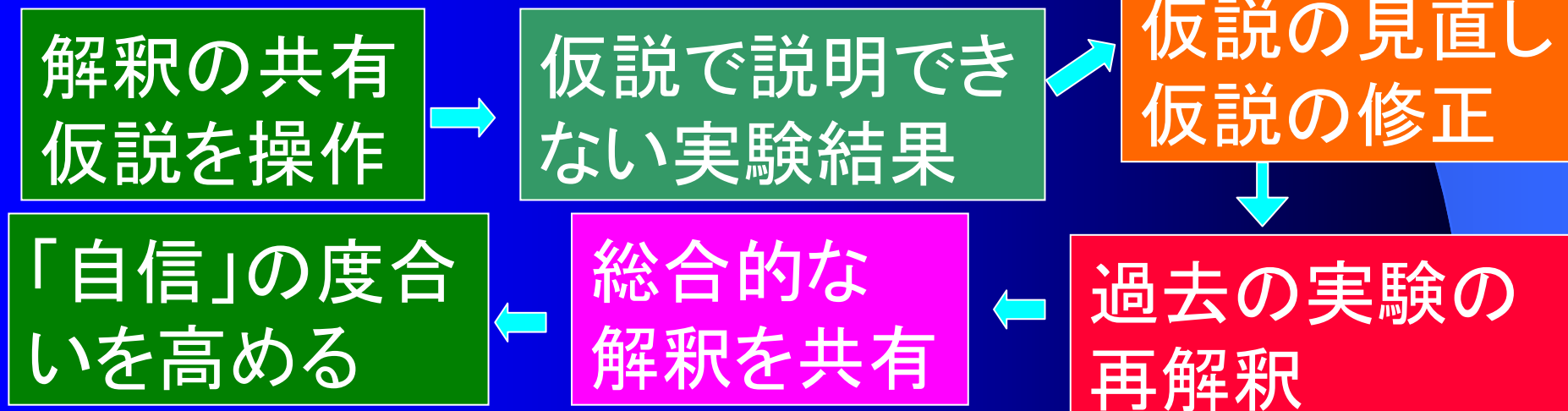
それまでの仮説で説明
できない実験結果

仮説が違っていたこと
に気づき、見直す

仮説の修正

事例3 「自信」の度合いを高めるための「それまでの仮説の修正」

- 2E-4 実験1の結果はまちがっていた↑ **実験の再解釈**
- 2A-4 間違っていないでしょう。くぎに反応しているってことでしょ
- 2B-2 じゅあ、とけるとくぎでなくなった、ということ↑
- 2A-5 とけるとくぎではなくなった↑ **総合的な解釈を共有**
- 2C-4 くぎは、残っているくぎは金属のままだけど、とけたくぎは金属ではなくなった。
- 2A-6 どうしよう。これだと今、自信なし、になっている。
これでいいですか↑それとももう少し自信ありにする↑
- 2C-5 うん。かえよう。 **「自信」の度合いを高める**
- 2A-7 (「自信あり」へ仮説の位置を変える)



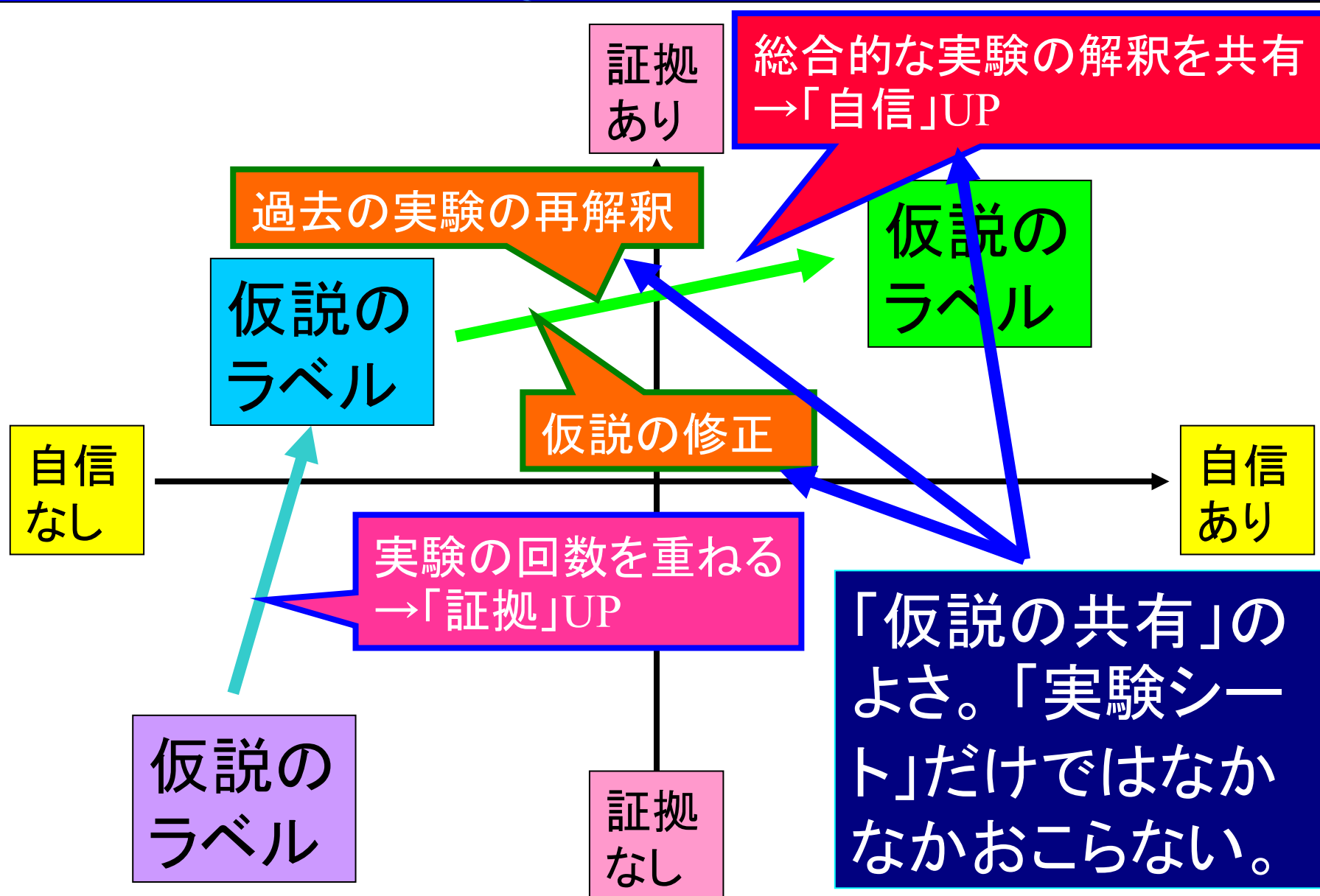
授業後の質問紙調査から(自分の「仮説」について)

	かなり そう 思う	やや そう 思う	あまり そう 思わな い	全く そう 思わな い	直接確率計 算(両側検定) **p<.01
1 仮説シートの自分の班の <u>仮説 の位置</u> が気になったか。	20	14	4	0	p=.00**
2 仮説シートの自分の班の <u>仮説 の位置</u> が役に立ったか。	5	28	5	0	p=.00**
3 仮説シートの自分の班の <u>仮説 の内容</u> が気になったか。	15	20	3	0	p=.00**
4 仮説シートの自分の班の <u>仮説 の内容</u> が役に立ったか。	14	21	3	0	p=.00**

N=38

質問1, 2から, 学習者は仮説シートの二次元マトリックス上の位置を気にしながら仮説を移動し、学習に役立てていたことがわかる。質問3, 4からは, 学習者は自分の仮説の内容を気にしながら学習を進め、役立てていたことがわかる。→「仮説の修正」の有効性

事例1～3からわかること



まとめ

- 理科実験において「仮説」を共有するために同期型CSCLであるKneading Boardで「仮説シート」に「自信」と「証拠」の度合いを二次元マトリックス上に示す実践を行った。
- すると、学習者は「証拠」の軸については実験の回数を確認することで「証拠あり」に移動し、「自信」の軸についてはそれまでの実験を再解釈し、その総合的な解釈を共有できたら「自信あり」に移動していた。
- 仮説の共有を目的とした「自信」と「証拠」の二次元マトリックスは、実験結果の再解釈、仮説の修正の契機となり、学習者の協同的な学びに有効に利用されていた。

今後の課題

- 本研究では、「仮説シート」上で、仮説を共有し操作する中での学習者の様子を分析したが、本実践では「実験シート」によって実験の過程も共有している。「仮説シート」と「実験シート」のそれぞれのシートを閲覧したり、操作したりしているときの学びに違いはあるのかを分析する必要がある。
- また、両シートとも「他班からのコメント」が書き込まれていた。学習者はそのコメントに応えたり、コメントを参考にしたりしていくことでより深い学びを成立させていた。自班だけでなく、他班との相互作用による学習者の変容について詳細な分析を試みたい。

参考文献

- ・角屋重樹:『理科学習指導の革新』pp.286-304, 1998, 東洋館出版社.
- ・波多野誼余夫, 永野重史, 大浦容子:『教授・学習過程論—学習の総合科学をめざして—』pp.91-100, 2002, 放送大学教育振興会.
- ・菅野幸洋, 松本謙一:「ネームプレートを活用した授業についての一考察—理科・生活科の授業実践の分析から—」, 日本理科教育学会北陸支部大会講演要旨集, p.2, 2006.
- ・久保田英慈:「生徒の理解を把握し進める 理科授業—運勢ライン法によりコミットメント測定を試み」理科の教育, 日本理科教育学会, Vol.49, No.7, pp.4-7, 2000.
- ・藤本雅司:「児童の探究的な学習を支援する授業デザイン—デジタル運勢ラインを活用した小学校4年生「電流」の実践から」理科の教育, 日本理科教育学会, vol.56, No.4, pp.8-10, 2007.
- ・久保田善彦, 鈴木栄幸, 舟生日出男, 加藤浩, 西川純, 戸北凱惟:「創発的分業支援システムによる教室内コミュニティの変容と科学的実践—6年生「電磁石のはたらき」の実践から—」理科教育学研究, vol.46, No.2, pp.11-19, 2006.
- ・清水誠, 山浦麻紀:「観察時に生徒が演繹的に学習に取り組む効果—花のつくりの学習を事例に—」理科教育学研究, vol.47, No.3, pp.9-14, 2007.
- ・国立教育政策研究所:『PISA2003年調査評価の枠組み』ぎょうせい, 2004.

ご清聴ありがとうございました。