

# ものづくりを通して科学的な探究力を育む理科指導法

～ 探究の過程を見通す力と振り返り評価改善する力に着目して ～

埼玉県立総合教育センター 本庄 秀行

# 研究の背景



## 全国学力・学習状況調査

自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てていますか

「当てはまる」 19.4%

観察や実験の進め方や考え方が間違っていないか振り返って考えていますか

「当てはまる」 20.7%

## 課題

「見通しを持って実験を計画」  
「実験を振り返って計画が適切か評価して改善」

# 研究の背景



ものづくりの推進



中学校理科

作る楽しさや達成感を目的とする(濱保,2012)

教科書は作成の手順だけ(木内・藤田,2021)

出典:文部科学省(2017):『中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 理科編』,学校図書

濱保和治(2012)「科学的な思考力・表現力を育む授業の創造Ⅳ-②~中学校理科における『ものづくり』指導の工夫と効果~」,日本理科教育学会全国大会要項,第62巻,248

木内裕佑・藤田剛志(2021)「エンジニアリング・デザインに基づくものづくり活動に関する実践的研究」-中学校2年理科「電流とその利用」を通して-,理科教育学研究,第61巻,第3号,417-427

# 研究の背景



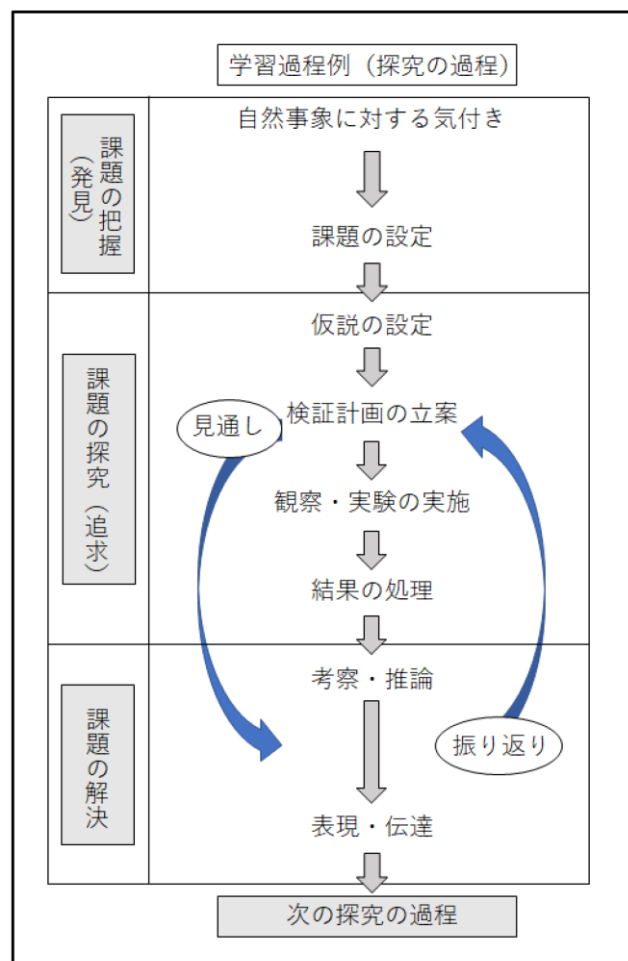
ものづくりを各内容の特質に  
応じて適宜置行うこと



小さな仮設と検証の繰り返しとなる(寺田,2014)

ものづくりを通じた探究の技能の育成の可能性を示唆(渥美・小林,2018)

# 探究の過程



どこに重点を置くのか

どうやって取り組むのか

何を身に付けさせるのか

文部科学省『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』学校図書p.9(2018)

# 研究の背景

---

単元

問題解決型

創意工夫

ものづくり

試行錯誤

探究の技能

# 研究の目的

単元

ものづくり

仮説

検証

探究の過程を見通す力

振り返り評価・改善する力

探究活動

# 指導法の設計

科学的な探究力

手立てⅢ ●

検証方法結果分析【振り返り評価・改善】

手立てⅡ ●

合い言葉で検証方法の立案【ものづくり活動】

見通し

手立てⅠ ●

既習事項と自然現象をつなげる【ゴールをイメージ】



# 研究方法 (調査校と協力校)

埼玉県公立A中学校

調査校

長期研修教員

埼玉県公立B中学校

協力校

勤務校の教員

# 研究方法 (実施单元及び調査時期等)

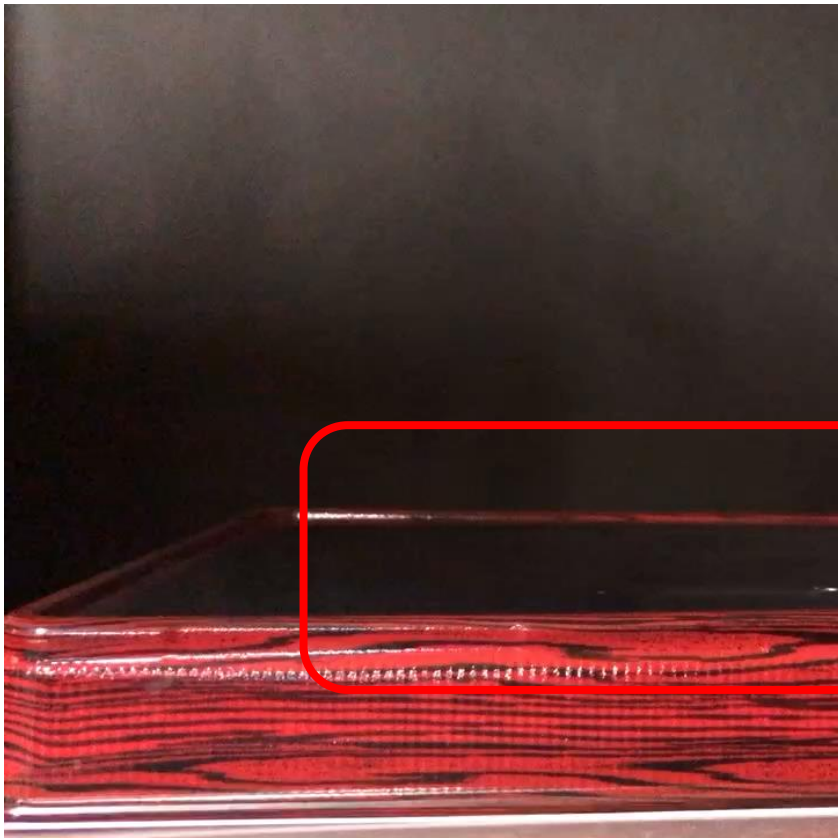
対象学年	单元名	事前調査	検証授業	授業時数	事後調査	ものづくり
第1学年	单元2 「身のまわりの物質」	12月上旬	1月上旬～ 1月中旬	4時間 (特別授業含む)	1月下旬	ミョウバンの結晶
第2学年	单元3 「天気とその変化」		12月上旬～ 12月下旬	4時間 (特別授業含む)	12月下旬	すじ雲

# 研究方法 (実施単元及び調査時期等)

第1学年				
月	単元	章	時数	章名
6 ~ 10	2 身のまわりの物質 (29)	1	7	さまざまな物質と その見分け方
		2	5	気体の性質
		3	5	水溶液の性質
		4	8	物質の状態変化
		4		ゆとり (年間で12時間程度)

第2学年				
月	単元	章	時数	章名
10 ~ 12	3 気象とその変化 (32)	1	7	気象の観測
		2	8	空気中の水の変化
		3	4	低気圧と天気の変化
		4	6	日本の気象
		5	3	大気の躍動と恵み
		4		ゆとり (年間で12時間程度)

# 手立て(説明)



# 研究の手立て

- ⑤ いげんできますか
- ⑥ いくすうは何回行えば信頼できる結果が得られますか
- ⑦ なっとくすることができますか
- ⑧ あんぜんですか
- ⑨ ①ついで「変える条件」と「変えない条件」を区別していますか
- ⑩ ②た（結果）をどのように整理して表現したらわかりやすくなりますか
- ⑪ ③とは何人必要で（だれが）なにをどんな順番で行いますか
- ⑫ ④ものは何がどのくらい必要ですか

合い言葉



- ⑬ よそうと結果にどんな違いがあった？（結果の見直し、振り返り）
- ⑭ こさの原因は何？（データのずれ、誤差の検討）
- ⑮ すべての実験結果を使って大丈夫？（データ処理、結果の見直し）
- ⑯ かえる条件と変えない条件ではそれぞれ何を？（実験の見直し、振り返り）
- ⑰ ④けんからわかったことは？（論理性）

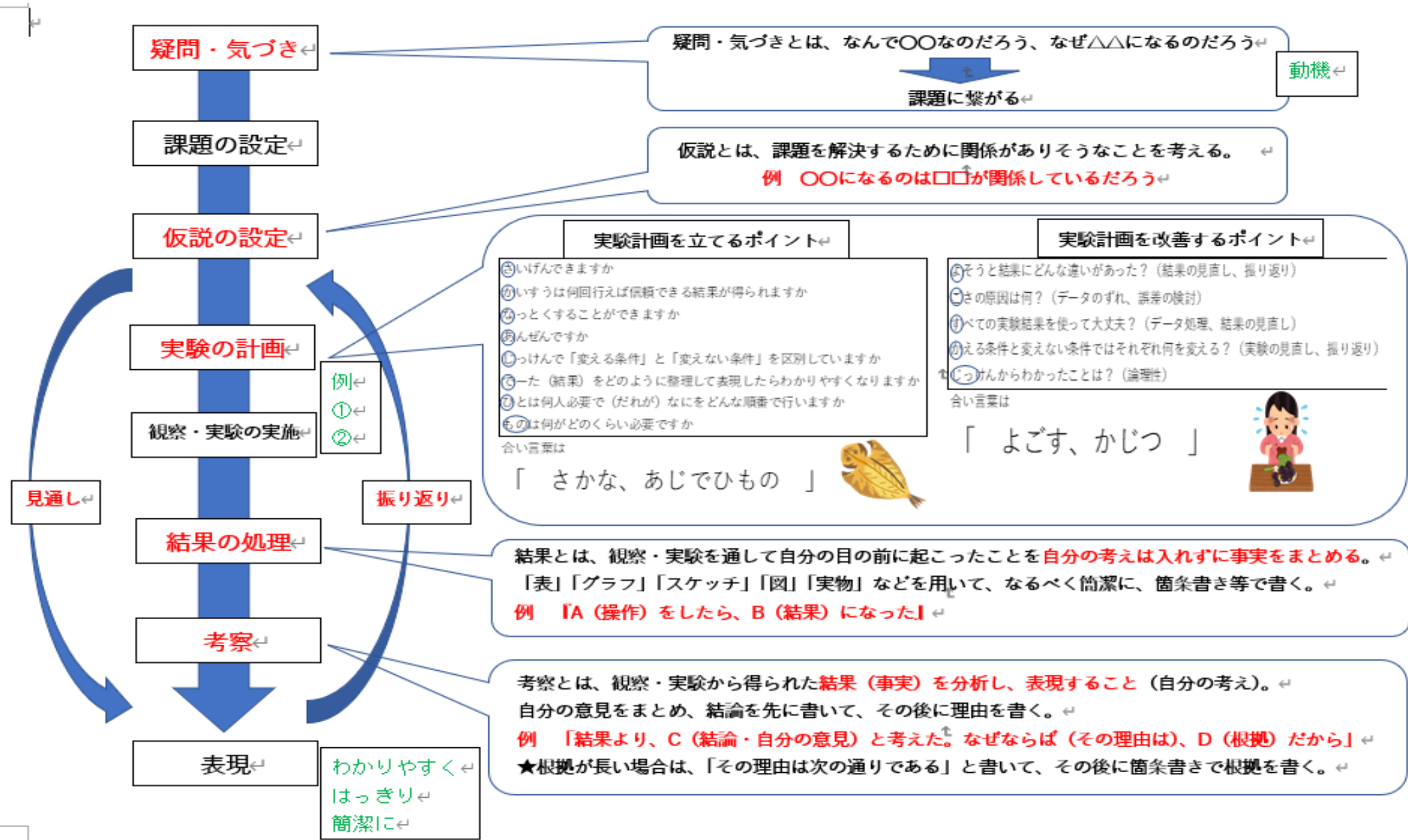
単元3 気象とその変化

気温 \_\_\_ 湿度 \_\_\_ 天気 \_\_\_ R 年 月 日 2年 組 番 氏名；

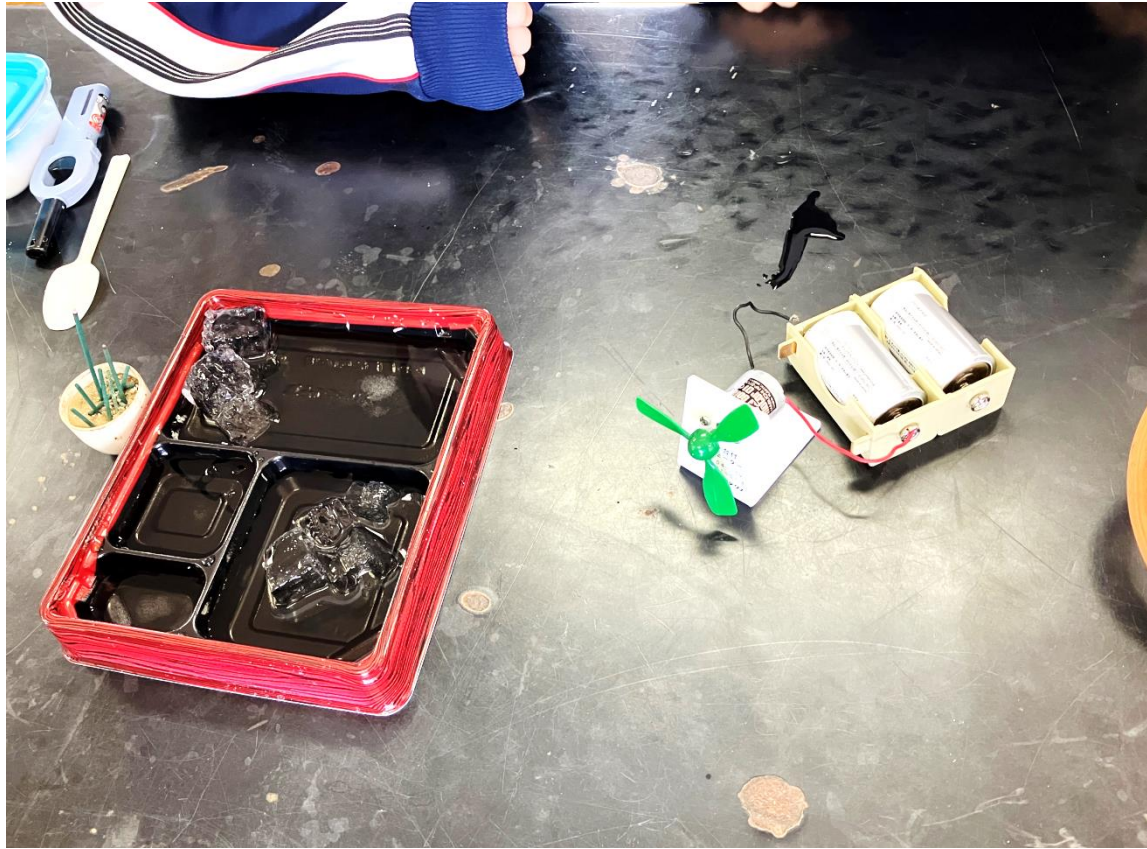
冬の日本上空にできる雲

課題	
第1次仮説	
方法1とその予想1	【質問内容】
結果1	【質問内容】
第2次仮説	
方法2とその予想2	【質問内容】

繰り返す



# 結果



# 結果





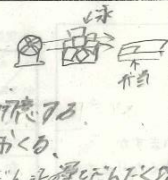
# 結果

単元3 気象とその変化  
 気温 12 湿度 38 天気 0 : R 4年 12月


冬の日本上空には、頻繁にこのような雲が発生するのはなぜか

課題 可成り雲のできるを再現する。

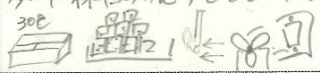
第1次仮説 風の温度が関係しているのではないか？

<p>方法1とその予想1</p> <p>弁当の中にあるお湯を入れる。冷たい風を再現するために、弁当の横に、氷を入れた容器を置く。氷の横から、扇風機で風をかく。</p> 	<p>【質問内容】</p> <p>冷たい風を吹かせる。</p> <p>モーターを動かす。</p> <p>①</p>
<p>結果1</p> <p>1, 3, 5, 7, 9, 11月</p> <p>可成り雲ができた。 氷の量を減らして変化はなかった。</p>	<p>【質問内容】</p> <p>氷をもう少し入れて、塩をかける。</p> <p>②</p>

第2次仮説 エラニア大陸をさけるために、もっと冷たい風

<p>方法2とその予想2</p> <p>弁当の中、30℃以下のお湯を入れる。弁当の上には、氷をたくさん入れて、塩をかけたものを置く。横からモーターで風をかく。</p> 	<p>【質問内容】</p> <p>なぜ塩をかけるのか？</p> <p>食塩が溶ける下への溶解熱が氷からうばい取った水がより早く溶けて氷に溶け、氷が溶けて液体の水に溶けると、食塩が液体の水にとける2つの現象によって、温度が下がったから。</p> <p>③</p>
<p>結果2</p> <p>可成り雲ができた。 とんりに温度を下げた意味はない。</p>	<p>【質問内容】</p> <p>雲をペットボトルでつくった実験にちなんで、氷を一つ加えてみる。</p>

第3次仮説 線香のけむりを加えてみる。

<p>方法3とその予想3</p> <p>弁当の中、30℃のお湯を入れる。とんりにお湯をたくさん入れて、塩を少しだけ入れる。横からモーターで線香のけむりととも風をかく。</p> 	<p>【質問内容】</p> <p>なぜ線香のけむりが必要？</p> <p>空気中の水蒸気は、空気中のろりを凝結核として水滴や氷の粒になる。そのために、線香の火煙が凝結核の役目をするから。</p>
<p>結果3</p> <p>可成り雲ができた。</p>	<p>【質問内容】</p>

考察

実験では、線香のけむりを混ぜて、冷たい風が、弁当箱の30℃以下の温水の上を通ることによって、可成り雲が発生した。これらのことから、日本海の上で頻繁に可成り雲が発生するのは、北の方向からの空気中のろりを多く含む風が、北極圏や、冷帯のロシア大陸の地域を通って冷たい風となり、世界的に温暖な日本海を通ることによって、可成り雲が頻繁に発生するということが考えられる。さらには、風に空気中の水蒸気が含まれていることが大切で、さらには、風に空気中の水蒸気が凝結核として水滴や氷の粒になるから。

結論

冷たい風と、温暖な水、がさらさら合うことで、可成り雲ができて、差が大きいほど可成り雲の量が増える。

振り返り・自己評価 (当てはまるものに丸をつける)

科学的に考察をすることができた (A B C) 意見を発表した (A B C) 授業内容が理解できた (A B C)

ワークシートに生徒が記入した例 2年生

# 効果の検証

---

## 理科に対する 意識調査

- 4件法で数値化
- (以下, 質問紙調査)

## 検証方法立案力 調査問題

- 観点につき1点として得点化
- (以下, 調査問題①)

## 振り返り評価・ 改善調査問題

- 観点につき1点として得点化
- 協力校との相対比較
- (以下, 調査問題②)

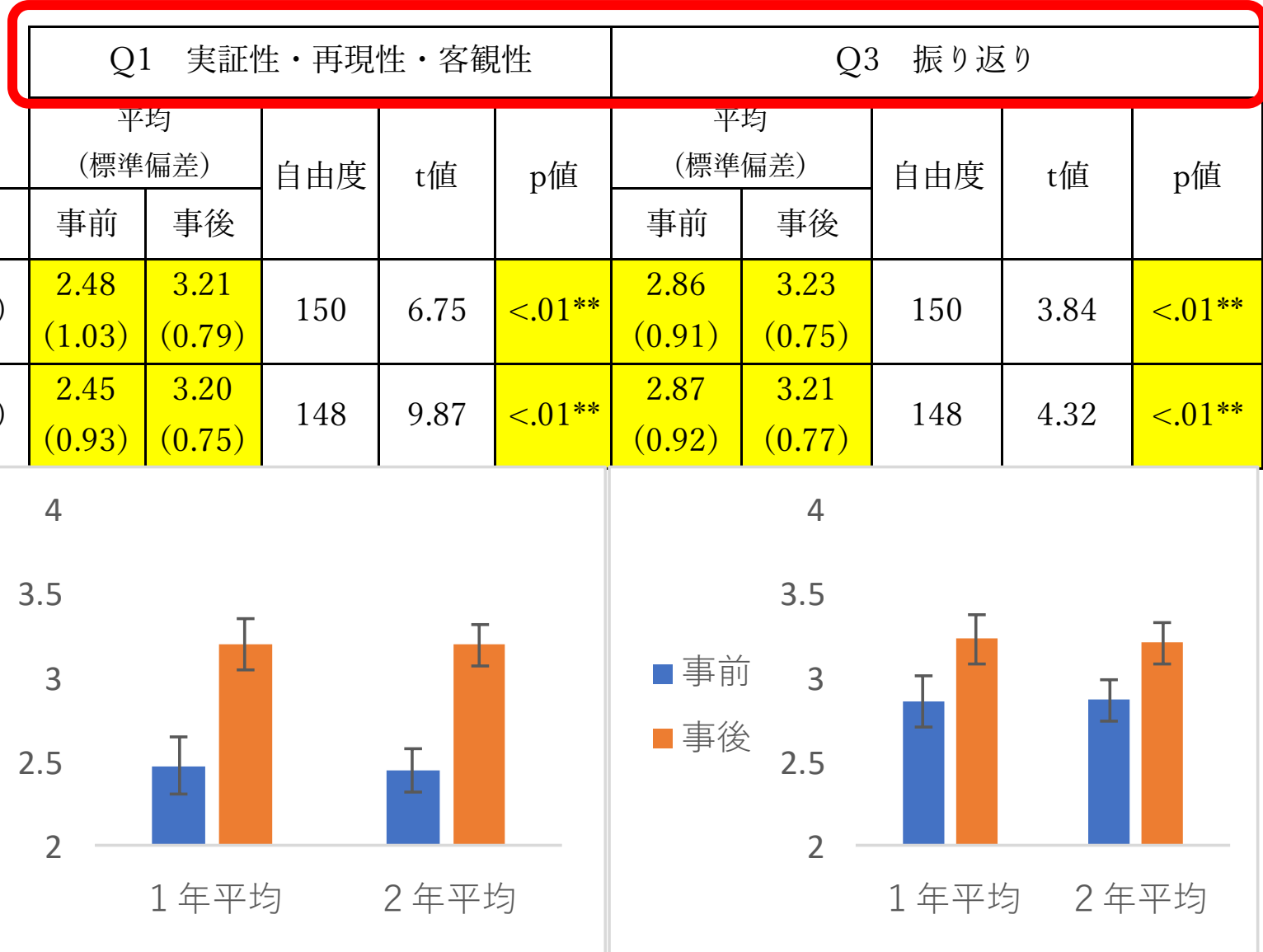
# 結果と分析（理科に関する意識調査）

	質問項目	ラベル化	1年(p値)	2年(p値)
Q1	理科の授業では自分の仮説を確かめられる実験計画を立てている	実証性、再現性、客観性	**	**
Q2	理科の授業では観察や実験の結果から、どのようなことが分かったのか考えている	考察		
Q3	理科の授業では観察や実験の進め方や考え方が間違っていないかを振り返っている	振り返り	**	**

# 結果と分析

(理科に対する意識調査)

対応のある  
t検定で分析



# 結果と分析 (検証方法立案力調査問題)

(調査問題①)

理科に関する調査問題 A-1

	調査項目 (採点基準)	ラベル	1年(p値)	2年(p値)
(1)	実験に再現性がある	実験の再現性	**	**
(2)	実験の結果起こる現象が明確、または、数値をもって結果が示され、 仮説の正当性が示される	実験の実証性	**	**
(3)	記述してある文や絵の通りに実験を行っても、実験者または周囲に危険 が生じない	実験の安全性	**	**
(4)	実験の手順の各段階において(誰が)どのような作業をするのかの記述 がある	実験の計画性	**	**
(5)	実験に必要な器具とその数が明確に示されている	器具の取り扱い	*	**

記述式で調査(勤務校 1, 2学年) 事前調査(手立て前), 事後調査(手立て後)

# 結果

## Wilcoxonの符号付き順位検定

検証方法調査問題

(調査問題①)

項目	1年生 (n=150)			2年生 (n=157)		
	事前-事後	Z値	p値	事前-事後	Z値	p値
実験の「再現性」	0.23-0.37	2.69	<.01**	0.09-0.43	7.10	<.01**
実験の「実証性」	0.26-0.44	3.52	<.01**	0.34-0.48	3.06	<.01**
実験の「安全性」	0.18-0.32	2.88	<.01**	0.17-0.43	5.98	<.01**
実験の「計画性」	0.34-0.57	3.95	<.01**	0.51-0.64	3.90	<.01**
「器具の取り扱い」	0.10-0.21	2.53	.01*	0.10-0.36	5.86	<.01**

\*p<.05    \*\*p<.01

# 検証方法Ⅲと結果

(振り返り評価・改善)

(調査問題②)

事前調査で6問  
事後調査で4問  
似た問題を実施



協力校の反応  
の変化で比較

理科に関する調査問題 B-2

四角で囲まれた実験に関する文には、「その実験をした以外の方が同じ条件で実験できない」「おかしい、まちがっている」「時間がかかりすぎる」「もっとこうした方が変化や違いがわかりやすい」のように感じる部分が1カ所ふくまれています。そこで、①その正しくない部分に線をひき、その後、下の四角の中に、②正しくないと思った理由、③正しく直した文、の2つを考えて書いてください。

問1. 白い粉末の区別をするために次のように考えました。

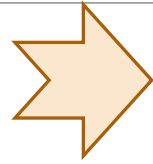
砂糖と食塩をそれぞれ大さじすりきり1杯ずつ用意し、常温の水 50mL に加え水に溶ける様子を比べる。

②

③

# 結果 (振り返り評価・改善 ※調査問題②)

事前調査  
全て有意差無し



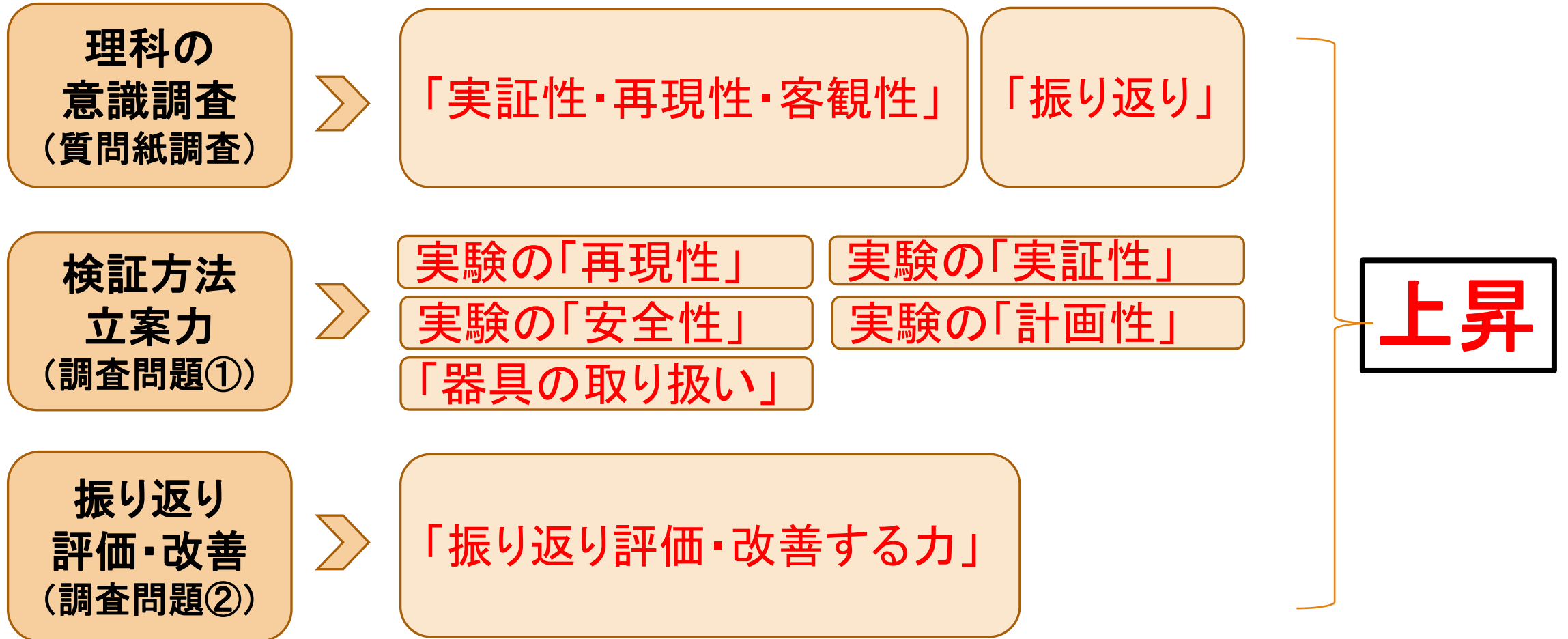
事後調査  
4問中3問で有意差が認められた

各問に対する正答者数と誤答者数をフィッシャーの直接確率検定2×2(両側検定)

事後調査問1	正答	誤答	p値
勤務校(n=159)	90人(56.6%)	69人(43.4%)	.03*
協力校(n=95)	40人(42.1%)	55人(57.9%)	
事後踏査問2	正答	誤答	p値
勤務校(n=159)	43人(27.0%)	116人(73.0%)	.04*
協力校(n=95)	15人(15.8%)	80人(84.2%)	
事後調査問4	正答	誤答	p値
勤務校(n=159)	102人(64.2%)	57人(35.8%)	.04*
協力校(n=95)	48人(50.5%)	47人(49.5%)	



# 考察



# 結論と今後の展望

---

ものづくりの過程で自分たちで実証性のある方法を立案・具体化・結果を振り返り改善し、次の方法につなげることを繰り返し探究する活動を単元末に取り入れると科学的な探究力の育成を図ることに有効

## 今後の展望

- ・継続的に実施で科学的な探究の思考力を高める
- ・異校種や異なる単元での教材を開発・効果の検証が必要

# 引用・参考文献

---

- ・渥美猛・小林辰至(2018)「探究の技能を育成するものづくり学習に関する研究—探究の技能育成と規則性の理解に及ぼす効果—」日本科学教育学会研究会研究報告,第28巻,第3号,49-52
- ・濱保和治(2012)「科学的な思考力・表現力を育む授業の創造Ⅳ—②～中学校理科における『ものづくり』指導の工夫と効果～」,日本理科教育学会全国大会要項,第62巻,248
- ・勝俣暎史(1998)「記憶療法における記憶技法と記憶材料:頭文字法にとる記憶材料の開発法」,熊本大学教育学部紀要,47巻,281-293
- ・木内裕佑・藤田剛志(2021)「エンジニアリング・デザインに基づくものづくり活動に関する実践的研究」-中学校2年理科「電流とその利用」を通して-,理科教育学研究,第61巻,第3号,417-427
- ・岸田拓郎(2015)「科学的な思考力・表現力を高める授業の工夫」-実験計画力および批判的思考力を育成する「実験計画シート」を用いた教授学習モデルの開発-,平成27年度埼玉県長期研修教員研修報告書
- ・岸田拓郎・小倉康(2018)「実験計画力を育成する『実験計画シート』の開発とその有効性の検討」理科教育学研究,第59巻,第1号,39-48
- ・国立教育政策研究所(2018)「平成30年度全国学力・学習状況調査報告書中学校・理科」
- ・文部科学省(2017)「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編」,文部科学省,67
- ・濁川智子・小倉康(2022)「思考の『不確かさ』を批判的に指摘し合うことで,考えを見直し改善できるようにする理科指導法の開発」理科教育学研究,第62巻,第3号,631-641
- ・寺田光宏(2014)理科教育における「ものづくり」の研究,日本評論社
- ・ウェザーニュース(2022/10/05)

<https://weathernews.jp/s/topics/202210/050085/>(検索日:2022年10月30日)

---

ご清聴ありがとうございました