



令和2・3年度
教育課程研究指定校（高等学校・理科）

研究主題

**課題解決に主眼を置いた、
生徒の思考力，判断力，表現力等を育成す
るための指導方法の開発**

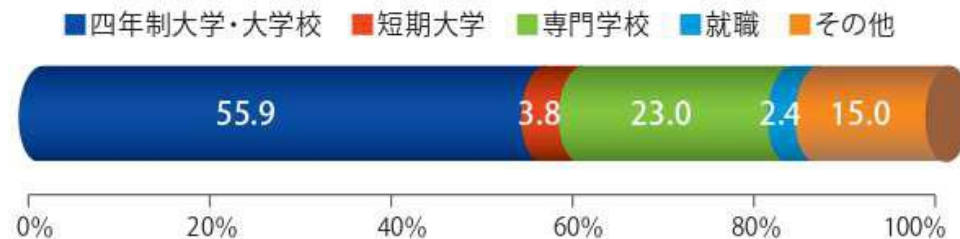
東京都立小川高等学校



本校の概要

- 全日制普通科 1 学年 7 学級・ 2 学年 7 学級・ 3 学年 8 学級
- 創立昭和54年11月（42年目）
- 地域の生徒が集まる中堅校
- 東京都教育委員会指定「地域探究推進事業アソシエイト校」

過去3年間の進路決定状況 (%)



本校の過去3年間の進路決定状況(令和4年度向け学校案内パンフレットより)



本校の教育課程における理科の配置

1年次 2020年度 (41期生)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31						
	国語総合 (5)					世界史A (2)		地理A (2)		数学Ⅰ (3)			数学A (2)		化学基礎 (2)		生物基礎 (2)		体育 (3)			保健 (1)	音楽Ⅰ 美術Ⅰ 書道Ⅰ (2)		コミュニケーション 英語Ⅰ (3)		英語表現Ⅰ (2)		総合 (1)	L H R (1)							
																							1科目選択														

2年次 2021年度 (41期生)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31							
	現代文B (2)	数学Ⅱ (4)				物理基礎 (2)		体育 (2)		保健 (1)	音楽Ⅱ 美術Ⅱ 書道Ⅱ (2)		コミュニケーション 英語Ⅱ (4)				英語表現Ⅱ (2)		家庭基礎 (2)		古典B (4)		日本史B (4)				総合 (1)	L H R (1)										
																						1科目選択		選択														

※「古典B、日本史B」と
「日本史A、数学B、化学または生物」のどちらかを選択

3学年 2021年度 (40期生)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
	現代文B (2)	倫理 (2)		政治・経済 (2)		体育 (3)			コミュニケーション 英語Ⅲ (3)			英語表現Ⅱ (2)		社会と情報 (2)		【自由選択科目】(例) 国語総合、国語表現、古典B、世界史B、日本史B、地理B、倫理、政治・経済、数学Ⅰ、数学Ⅱ、数学Ⅲ、数学B、物理、化学、生物、生物基礎、音楽Ⅲ、美術Ⅲ、書道Ⅲ、コミュニケーション英語Ⅱ、子どもの発達と保育、フードデザインなど												総合 (1)	L H R (1)					
																							0科目～12単位まで 選択可能											



生徒の様子と育成したい資質・能力

- 理科・数学に対する苦手意識を持つ生徒が多い
（2年次文系選択率73.8%（現2学年））
- 答えから振り返り課題を理解する学習の方法に慣れ、
観察、実験から得られた結果を分析して解釈するなどの
活動に対して苦手意識をもつ生徒が多い。

**➡ 生徒の思考力、判断力、表現力等を育成し、
社会で活用できるようにする。**



研究の主題

課題解決に主眼を置いた、

→ 探究の過程（課題の発見、探究（追究）、解決）

生徒の思考力、判断力、表現力等を育成するための

→ 育成を目指す資質・能力

指導方法の開発



2年間の研究の取組

単元全体の学習における探究の過程の設計

1年目(令和2年度)

- ・ルーブリック・実験内容の検討と相互評価の実施
- ・外部講師による指導・助言
- ・校内研究授業の開催(2回)

2年目(令和3年度)

- ・ルーブリック・実験の題材・内容の改善
- ・校内研究授業の開催と他の教員による実践



本研究における学習設計

次の学習へ

考察・実験レポートの修正

考察・実験レポート作成

レポートの相互評価

実験の実施

基礎・基本の学習



年間指導計画上の位置付け

時期	内容	
	大項目	中項目
1 学期	化学と人間生活	化学と物質
	物質の構成	物質の構成粒子
		物質と化学結合
2 学期	物質の変化とその利用	物質量と化学反応式
3 学期		化学反応
		化学が拓く世界

実験① 液体の混合

実験② 200mLの水素

実験③ 酸とマグネシウムの反応



学習設計のねらいと生徒の資質・能力

実験① 液体の混合

- 観察・実験の結果の情報を整理し、既習の知識と関連付けて分析する力
- 科学的な根拠を基に、考察し表現する力

実験② 200 mL の水素

- 科学的な根拠を基に、実験の計画を表現する力
- 探究の過程において、仮説の妥当性を検証する力

実験③ 酸とマグネシウムの反応

- 観察・実験の結果を分析・解釈する力
- 探究の過程において、仮説の妥当性を検証する力



実験① 液体の混合

【操作】

1. 液体の表面張力を比較する

- ① 呈色皿のくぼみの 1 か所に洗ピンから純水を 1 滴ずつ調整しながら滴下し、どの程度まで膨らんだ状態にできたか観察する。
- ② 呈色皿のくぼみの 1 か所に目薬ピンからエタノールを 1 滴ずつ調整しながら滴下し、どの程度まで膨らんだ状態にできたか観察し、水と比較する。

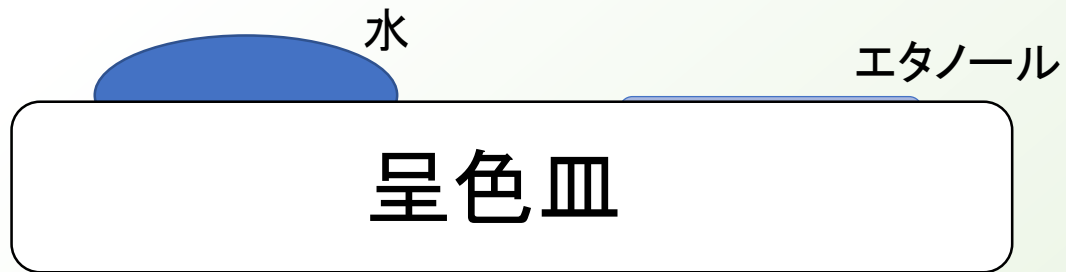
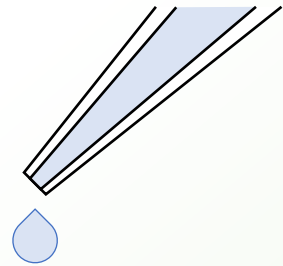
2. 液体を混合する前後での体積を測定する

- ① 5 mL 程度の純水を 10mL のメスシリンダーに入れ、体積を正確に測定する。
- ② 5 mL 程度のエタノールを 25mL のメスシリンダーに入れ、体積を正確に測定する。
- ③ 10mL メスシリンダー内の水をエタノールが入っている 25mL メスシリンダーに移し、液体内の様子を観察する。
- ④ 25mL メスシリンダー内の混合物の体積を正確に測定し、混合前の体積と比較する。

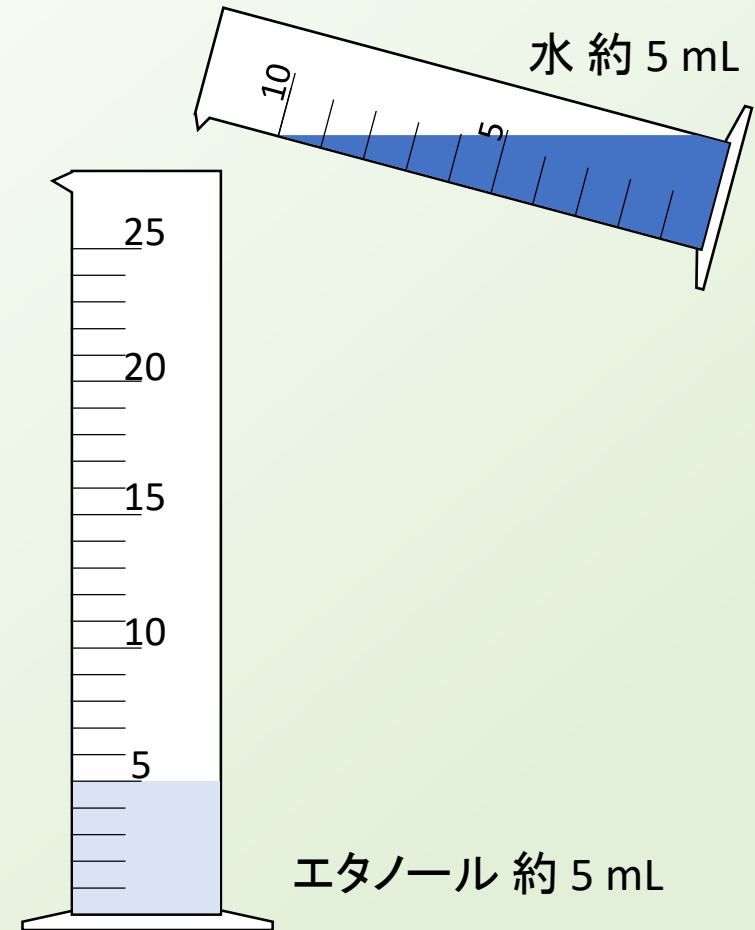


実験① 液体の混合

【実験1】



【実験2】

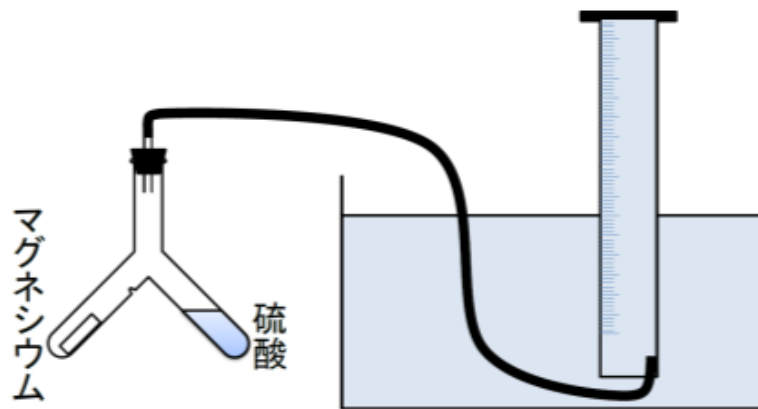




実験② 200mLの水素

【操作】

- (1) 200mLの水素を発生させるために、必要なマグネシウムリボンと硫酸の量を計算する。
- (2) 計算した量のマグネシウムリボンと硫酸を測り取る。
- (3) 二股試験管の、くぼみがある方にマグネシウムを、くぼみのない方に硫酸を、互いに触れないように気を付けながら入れる。
- (4) 300mLメスシリンダー水槽中で水を満たした状態で逆さにする。右上の図のように二股試験管にゴム管が接続されたゴム栓を取り付け、ゴム管の先をメスシリンダーの口に入れる。
- (5) 二股試験管を傾けて、硫酸をマグネシウムに注ぎ、水素を発生させ、発生が止まるまで静かに待つ。この間、ゴム管の先がメスシリンダーから抜けてしまわないように気を付けること。
- (6) 水素の発生が止まったら、メスシリンダー内の目盛りを読み取る。





実験② 200mLの水素



生徒に事前学習として見せた動画(この条件では、捕集された気体が238 mLになった)



実験③ 酸とマグネシウムの反応

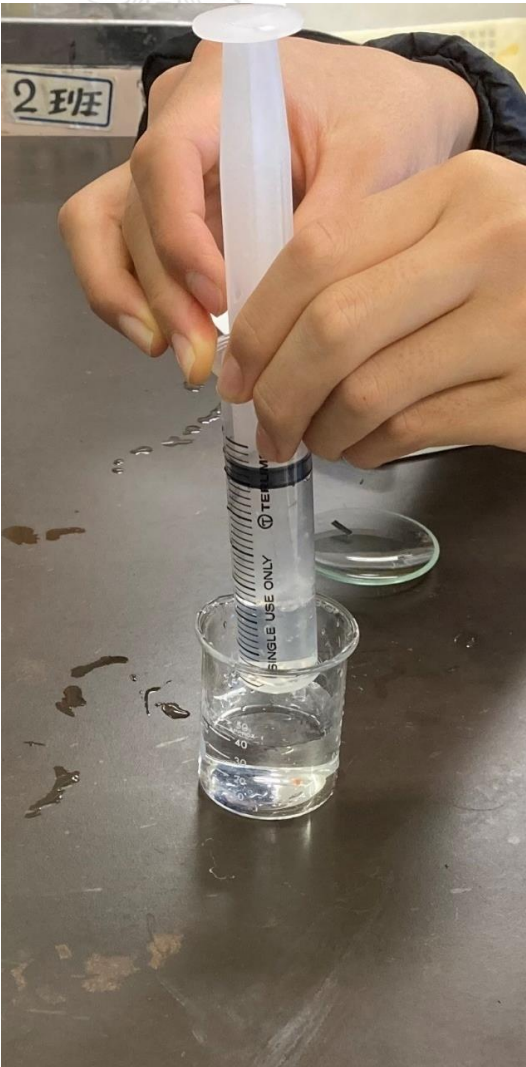
【操作】

- (1) マグネシウムリボンを正確に 10 mm に切ったものを 3 つ作る。
- (2) 50 mL のビーカー 2 個に、1 mol/L の塩酸と純水をそれぞれ 50 mL ずつ入れる。
- (3) シリンジのピストンを引き抜き、中に 10 mm のマグネシウムリボンを 1 つ入れ、ピストンを押し入れる。
- (4) シリンジで純水を 10 mL 吸い込み、空気を押し出すように水をできる限り押し出す。
- (5) シリンジを、塩酸を入れた 50 mL のビーカーに入れ、ピストンを引き上げて 30 mL の目盛りに合わせて止める。このとき、ピストンを引き上げ始めると同時に時間の計測を始める。
- (6) 塩酸の水面の位置に注目し、20 秒ごとに水素の発生量を反応停止まで読み取り、記録する。
- (7) 塩酸を 1 mol/L の酢酸に変え、(2) ~ (6) を繰り返す。
- (8) 酢酸を 1 mol/L の硫酸に変え、(2) ~ (6) を繰り返す。



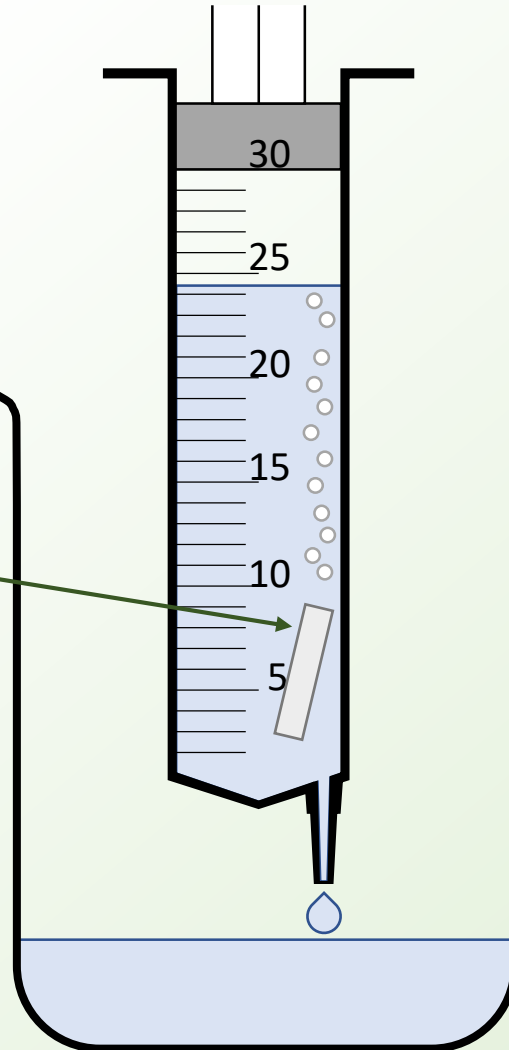
実験③

酸とマグネシウムの反応



マグネシウム
リボン

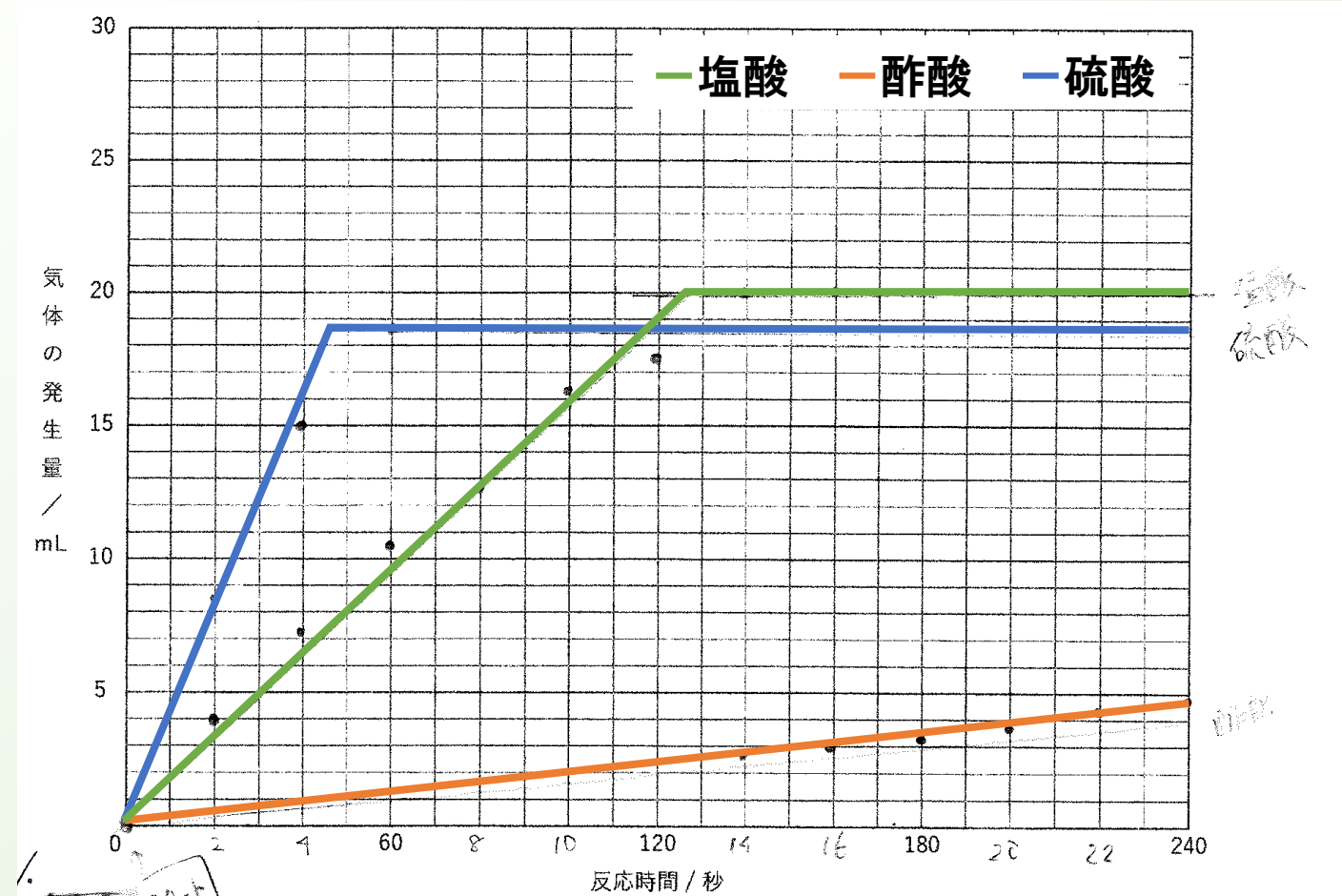
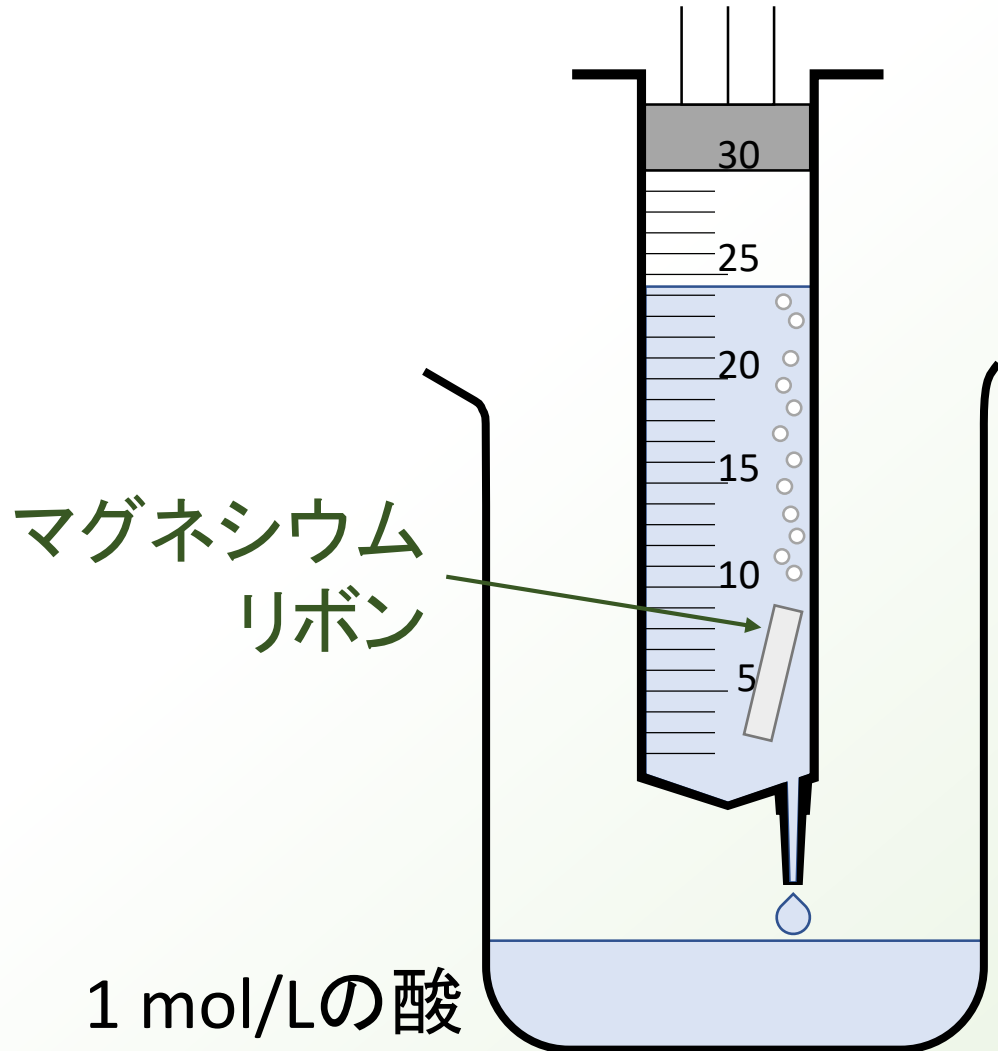
1 mol/Lの酸



1mol/Lの酸(塩酸、酢酸、硫酸)のそれぞれについて実験を行い、反応開始から20秒ごとに水面の高さをシリンジの目盛りから読み取り、生じた水素の体積に換算して記録させた。



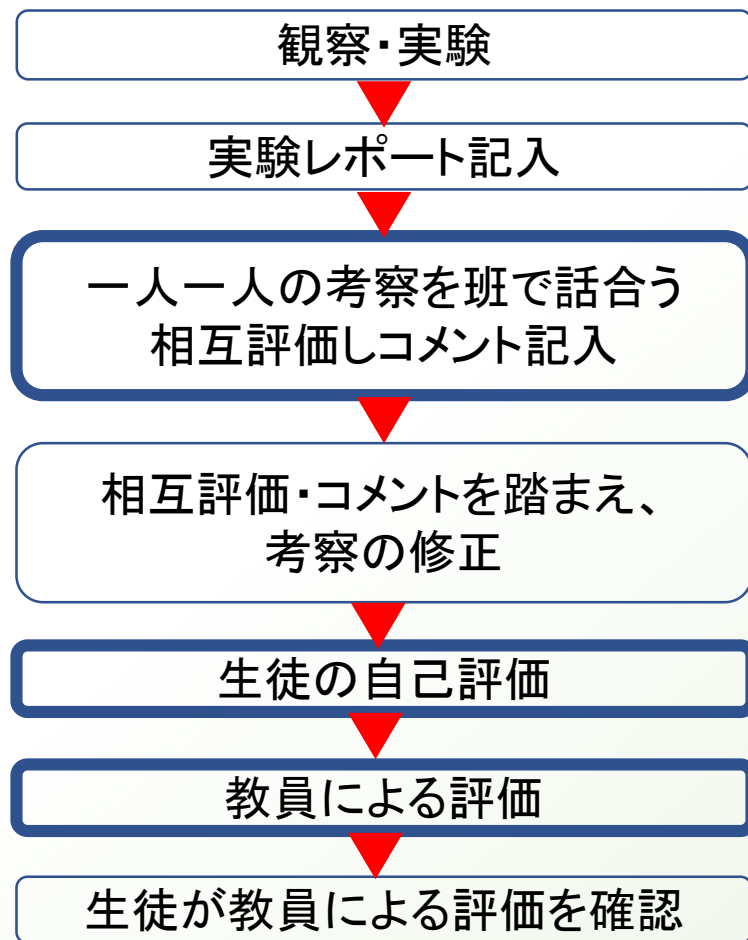
実験③ 酸とマグネシウムの反応



生徒の実験結果(【事例1】の生徒レポートより)



作成したルーブリック



	結果の整理・分析	考察・まとめ	振り返り・新たな気付き
S	全ての実験結果を記録し、 <u>適切に処理</u> できている。その際、必要に応じて表やグラフなどを用いている。	実験結果から必要な情報を抽出し、 <u>既習内容を踏まえて</u> 説明している。	<u>複数の資料を調査し</u> 、記述等を引用して考察の妥当性を説明している。
A	全ての実験結果を記録し、 <u>処理</u> している。その際、必要に応じて表やグラフなどを用いている。	実験結果から <u>必要な情報を抽出し</u> 、説明している。	資料1点を調査し、 <u>記述等を引用して</u> 考察の妥当性を説明している。
B	<u>全ての実験結果を記録</u> している。	<u>実験結果に基づいて</u> 説明している。	<u>調査した資料の記述等を</u> 、考察とともに併記している。
C	実験結果の一部を記録していない。	実験結果に基づかない説明をしている。	新たな資料は調査せず、考察の妥当性を説明している。



ルーブリックの項目と資質・能力①

	考察・まとめ
S	実験結果から必要な情報を抽出し、 <u>既習内容を踏まえて</u> 説明している。
A	実験結果から <u>必要な情報を抽出し</u> 、説明している。
B	<u>実験結果に基づいて</u> 説明している。
C	実験結果に基づかない説明をしている。



科学的な根拠を基に考察し表現する力



ルーブリックの項目と資質・能力②

ルーブリックの項目	資質・能力
結果の整理・分析	➤ 観察・実験の結果を分析・解釈する力
考察・まとめ	➤ 科学的な根拠を基に考察し表現する力
振り返り・ 新たな気づき	➤ 情報収集して仮説の妥当性を検討し考察する力



実験の内容と資質・能力 ～実験③ 酸とマグネシウムの反応～

ルーブリックの項目	学習活動における具体の評価規準
結果の整理・分析	<ul style="list-style-type: none">➤ 実験結果を、反応時間と生成物の量の関係をグラフで表す。➤ 発生した水素の体積を、シリンジ中の酸の量から推察しグラフを作成する。
考察・まとめ	<ul style="list-style-type: none">➤ 実験結果のグラフから、酸の種類による反応の速さの違いを把握する。➤ 反応の速さの違いが水素イオン濃度によることを正しく説明する。



考察の変化【生徒A】

実験① 実験結果を踏まえた考察をしている。

② 水 5mL と、水 5mL を混ぜると 10mL になるが、水 5mL と エタノール 5mL を混ぜると 8mL 等に減っていた。これは、エタノールの粒子は水の粒子に比べて大きさが大きいため、各々を混合させると、エタノールの粒子の間に水の粒子が入りこむから試験管の中での空気が減っていた。

① 水とエタノールの表面張力では水の分子どうしの引力が強く、エタノールは分子どうしの引力が弱いからこぼれる。

実験② 実験結果から必要な情報を抽出している。

① H₂O (水) 中に電気を通すと分解され水素と酸素が発生する。
 ② マグネシウムが最後の最後まで頑張って水素を出した。
 水素が増えた理由として②が近いと思ってる。 変化はありません。
 他のチームの実験では、硫酸 20.0mL を入れて反応させたところ 234mL 水素が発生した。 20.0mL の中で 8.93mL が反応に使われるのだから、そもそも硫酸を増やせば、水素が多くなる。 Mg は反応が早いから出た方がいい。

実験③ 既習事項を踏まえて説明している。

濃度 1.0mol/L は三つ共に同じ、異なるのは水素イオンの濃度なのだ。計算に使用可能な価数(水素原子のうち水素イオンとして電離できる水素原子の数)は本件との関係は有り。そして電離度αは仮として使用する。

HCl	[H ⁺] = 1価 × 1.0mol/L × 1 = 1.0	水素イオンの濃度が高い順として硫酸、塩酸、酢酸になっている。
CH ₃ COOH	[H ⁺] = 1価 × 1.0mol/L × 0.2 = 0.2	弱酸は水素イオンが供給されているため長く反応できているから
H ₂ SO ₄	[H ⁺] = 2価 × 1.0mol/L × 1 = 2.0	最終的に予測として約940秒になるのではないだろうか。

学習の過程を経て、
 学習したことを活用し
 結果を深く分析
 できるようになった



感想・意見の変化【生徒A】

実験① 学ぶことの楽しさに気付く。

表面張力の数式があることも初めて知った。

実験② 自らの学びを振り返るようになってきた。

今回の実験は最終的に自分達は何を求めるために実験しているのかもよく考えておくべきだった。
自分達は模範の化学反応が早く終わらせ、200mLの水を発生させる。そのためには時間を計らなくてはならなかった。どうすれば200mLに近づけるかを事前に考え把握して実験すべきだった。

実験③ 考察から新たな仮説を導き出している。

弱酸(酢酸)はもと長く計測していいが木炭発生量は
強酸と大体同じ値に収まるか。 30分近く待てば、
ほぼ同じ量になる(月)です。はあ、あ。
()、提出締め切りは 12/20

学ぶことの面白さに
気付く段階

自らの学びへの振り返りを行ったり、自ら実験結果に対する詳細な分析に基づき、単元で学習した知識を活用して仮説を立てたりするようになった



考察の変化【生徒B】

実験① 実験結果を踏まえた説明をしている。

表面張力は液体によって変わり、水=72.75

エタノールは22.55となっている。そのため水の方が表面を見た時に

膨らんでいたと考えられる。

実験② 実験結果について既習事項を踏まえて考察している。

比を使った計算で水素の発生量が200mLになるようにした。

$0.127 : 238 = x : 200$ x に入るのはマグネシウムの

質量で、答えは0.182gだった。

学習内容・収集した情報をもとに仮説を立てることができるようになった



考察の変化【生徒B】

実験② 実験結果について、新たな仮説を説明をしている。

実験① 実験結果を踏まえた説明をしている。

またエタノール5.00mLに水5.10mLを混ぜた時、予想していた10.10mLではなく9.60mLと減っていた。その理由としてはエタノールと水の粒子の大きさは違く、エタノールの大きな粒子の間に水の小さな粒子が入り込んだため減ったと考えられる。↓

この原因として考えられるのは反応した際に生じた熱にあると思います。熱となって外に出ていったことにより結果として、3%の誤差が生じたと考えられます。その対策としては冷やせばいいのではないかと思いました。冷やすことにより、熱として外に出ていくことはなくなると思います。

実験③ 実験結果について既習事項を踏まえ、新たな課題を説明をしている。

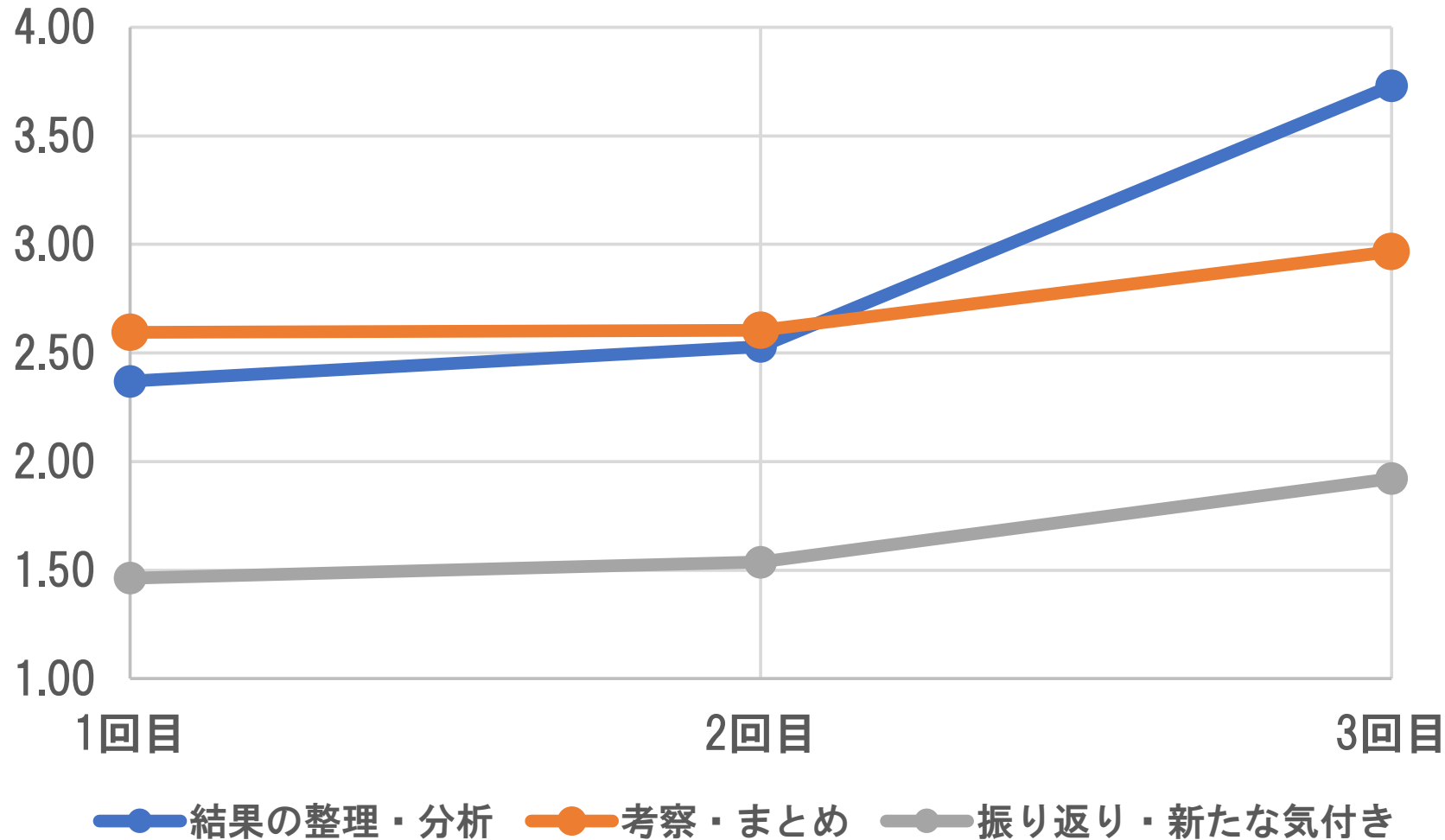
観察・実験を通した自らの気づきを基に、学習内容を踏まえて立てた仮説を論理だてて説明できるようになった

この反応速度の違いは、酸の価数や酸の強さが関係しているのでは感じました。硫酸ならH₂SO₄ 2価で強酸、塩酸ならHCl 1価で強酸、酢酸なら1価で弱酸なので、価数や酸の強さが関係していると考えられる。また強酸や弱酸で電離度が変わる。なので強酸の塩酸と硫酸はより多く電離し、気体を発生させる。弱酸は電離度が低いので発生する気体は少ない。また、価数が高いればもっと気体が発生する。

【参考資料】



教員評価の経過



ルーブリック評価を

S → 4

A → 3

B → 2

C → 1

として集計

● 結果の整理・分析

➡ 課題設定によるブレが大きい

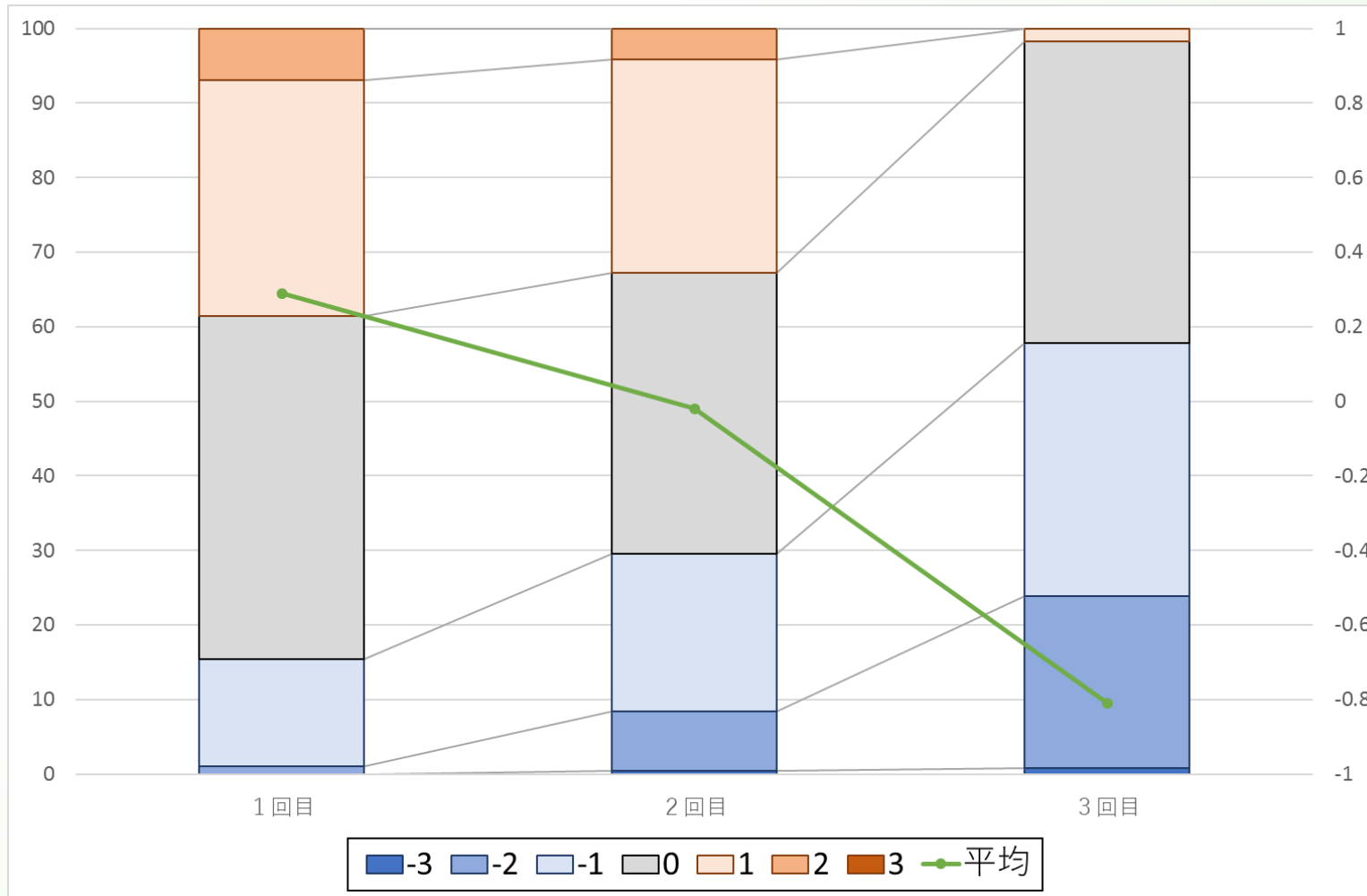
● 考察・まとめ

● 振り返り・新たな気付き

➡ 生徒の変容により伸びた



教員評価を基準とした生徒の自己評価 「結果の整理・分析」



ルーブリック評価を

S → 4

A → 3

B → 2

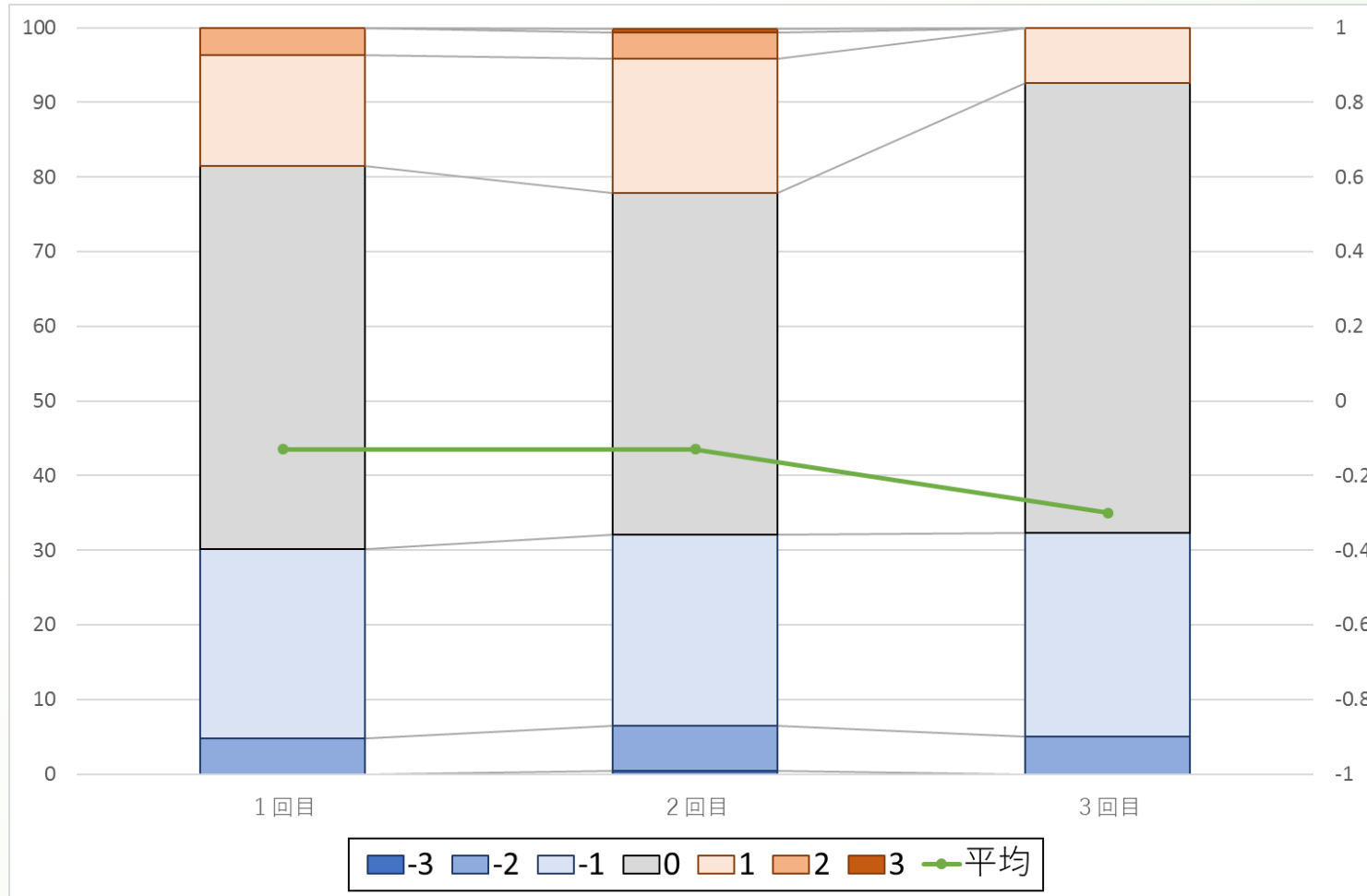
C → 1

として集計

回数を重ねると
生徒の自己評価が
教員の評価より
低くなっていった



教員評価を基準とした生徒の自己評価 「考察・まとめ」



ルーブリック評価を

S → 4

A → 3

B → 2

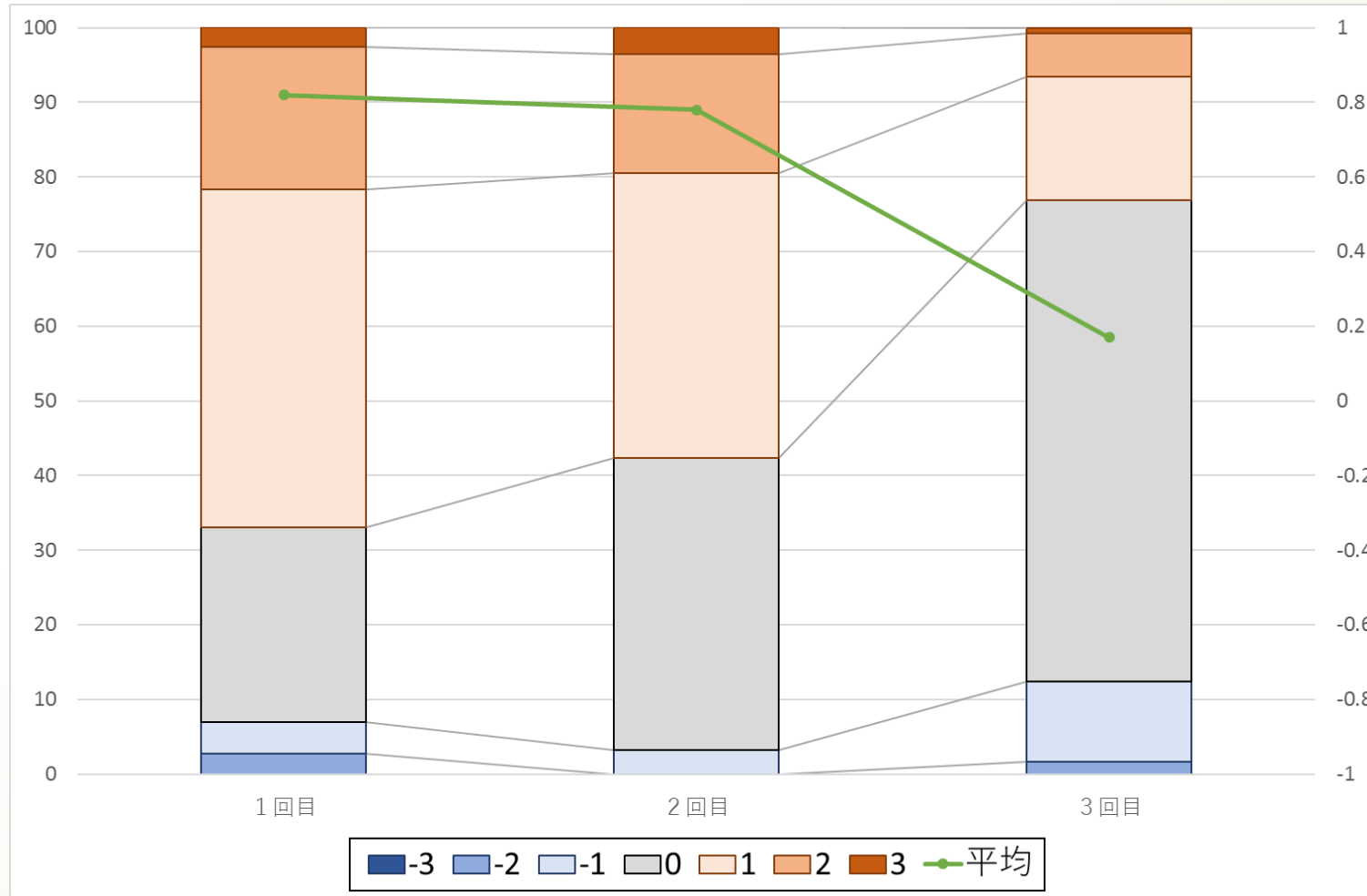
C → 1

として集計

回数を重ねると
生徒の自己評価を
教員の評価より
高くつける生徒が
少なくなっていた



教員評価を基準とした生徒の自己評価 「振り返り・新たな気づき」



ルーブリック評価を

S → 4

A → 3

B → 2

C → 1

として集計

回数を重ねると
生徒の自己評価が
教員の評価と
一致する生徒が
多くなっていった



その他、生徒の実感など

- 実験結果に対して検証を行い、それをもとに調査・考察を行おうとする態度が見取れた。
- 「あっ、そういう風にすればよかったのか！」レポート返却後の教室での生徒同士の自主的な振り返り会話が見られた。
- 考察を進める中で、本人の想定する実験結果と実際の実験結果が合わず、実験方法の改善して再検証したいという要望があった。



成果

- 探究の過程でルーブリックを活用することにより、観察・実験の結果を分析・解釈する力、科学的な根拠を基に考察し表現する力、情報収集して仮説の妥当性を検討し考察する力の変容を見取ることができた。



今後の取組

- ルーブリックを活用し生徒の変容をより正確に把握するために、実験の課題の検討を行い、実験の題材により評価の軽重を付ける。
- ルーブリックの内容について、今後も検討を重ね、改良を進める。
- 生徒の変容から、主体的に探究しようとする態度をみとることも考えられる。



**ご清聴
ありがとうございました。**