

# 化学における主体的・対話的で深い学びの検討

北海道帯広柏葉高等学校 教諭  
伊藤 宇飛

## Outline

- ① はじめに・SCRUMについて
- ② 主体的・対話的で深い学びによる授業改善について
  - ア 簡易的PIEによる中和滴定実験
  - イ 実験計画立案を意識した実験授業の実践
  - ウ 通常授業でのミニ黒板を用いたグループワークの取組
  - エ 天然有機化合物に関する探究型実験の実践
- ③ おわりに

## はじめに

### 新学習指導要領の理科目標

自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。...

(3) 自然の事物・現象に主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。



### 主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善

第3款 各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い

1 指導計画の作成に当たっては、次の事項に配慮するものとする。

(1) 単元など内容や時間のまとまりを見通して、その中で育む資質・能力の育成に向けて、生徒の主体的・対話的で深い学びの実現を図るようにすること。...

理科においても主体的・対話的な活動は重要視

## 現在までの取組

2010年～2012年 北海道古平高等学校(2年)

炎色反応実験の検討  
他領域と関連させた授業の実践



2012年～2017年 北海道紋別高等学校(5年)

グループ実験の実践  
理セン化学研究班「実験パック」の活用  
簡易的PIEによるメチルオレンジ合成実験の実践



2017年～ 北海道帯広柏葉高等学校(3年目)

予習型実験の実践  
簡易的PIEによる中和滴定実験の実践  
天然有機化合物の同定グループ実験  
実験デザインを取り入れた実験の実践



# 本校のSURUM事業

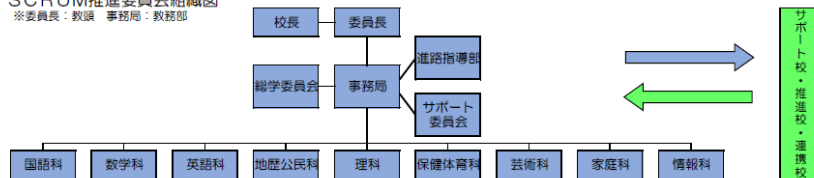
SCRUM拠点校 2019年度実施計画

S	C	R	U	M
【生徒理解】	【連携】	【学習実態調査】	【ユニバーサルデザインによる授業・環境改善】	【探究型授業】
進路状況の分析を進路指導部を中心に行う。その際、カリキュラムとの関連性を考慮する。 ◎第1回校内研修会で報告	新たなアンケート調査を各校で実施し、集約した上で、比較・検討する。 ◎実践報告書等にまとめる	以前から行っている学習実態調査を継続実施する。加えて、サポート校の創設湖陵高校のアンケート調査をたまたまとした新たな調査を実施する。SCRUM推進委員会によって精査し、サポート校、推進校へ情報提供する。 ◎第3回校内研修会で報告	特別な支援が必要な生徒に対する、授業・環境の改善は急務になっている。各教科からのレポートを集約し、全校で共通理解を図るべく、校内研修会を実施する。サポート委員会によるサポートの実態をまとめる。 ◎第2回校内研修会で報告	1 総合的な学習（探究）の時間 探究型の学習に転換してから3年目。導入の工夫。 1 学年：(探究)まわしよみ新聞 2 学年：(探究)テコちゃんに叱られる ◎第1回校内研修会で報告 2 教科での探究型授業 英語科の実践 数学科の実践 国語科の実践 3 公開授業 後期に公開授業選考を置く。評価シートを用い、相互に授業を批評し、授業改善に役立てる。

目標 新カリキュラムの編成  
上記実践をもとに新カリキュラムの編成を行う。

SCRUM推進委員会組織図

※委員長：教諭 事務局：教務部



主体的・対話的で深い学びのあり方について学校で検討している

## 簡易的PIEによる中和滴定実験

生徒に身につけさせたい資質・能力

- ① 中和滴定実験に対する**主体的な取組**の促進
- ② 教え合い学び合いという対話的な学びによる**中和滴定の定量的な概念**

## PIEについて

PIE = Peer Instructing Education

クラス内で成績に関係なく数名の**教師役を決め**、事前に生徒と教師のディスカッションや予備実験を行った上で**教師役に生徒実験を実践してもらい授業**



## 簡易的PIEによる中和滴定実験

1年次、2年次に導入する簡易的PIE実験として、**中和滴定実験**への導入を検討した

実施の大まかな流れ

- ① **事前指導・簡単な予備実験**(昼休み20分間×2回)  
【1回目】 中和滴定の流れの理解(VTR視聴)・実験器具の説明・器具の使い方  
【2回目】 実験結果の処理の仕方・器具の使い方・レポートの書き方
- ② **本実験**(1時間)
- ③ **レポート返却・実験の振り返り**(1時間)

学校や生徒の実態を踏まえ、事前指導は**昼休みに2回程度**実施する方法とした

# 実験の様子



インストラクター



インストラクター



インストラクター



インストラクター

# 振り返り学習



1年化学基礎 中和滴定実験 振り返りシート

1年 組 番 ( 姓 ) 氏名 \_\_\_\_\_

<振り返り1> 実験の振り返りVTRを見て、気づいたことを以下に記入しよう。  
 【振り返りのポイント】  
 目での実験操作は適切であったか  
 VTRの中で実験結果に影響を与えるあるいは工夫されていると思われる操作

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

<振り返り2> 実験結果について  
 【結果】 市販の食酢のラベルを調べたところ、食酢の濃度は \_\_\_\_\_ %であった。  
 (1) 組の実験結果について  
 実験結果 \_\_\_\_\_ %  
 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩  
 ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳

あてはまるものに1つチェック  
 よく一致している  おおむね一致している  あまり一致していない

(2) (1)の理由について短く書えてみよう  
 【振り返りのポイント】  
 ● よく一致している場合  
 実験操作で気づいた点やもった点はないか、そして、それがどのようにその結果につながっていると考えられるか。  
 ● おおむね一致している・あまり一致していない場合  
 実験操作でうまくいっていないかと思った点や理由はあるか。  
 振り返って実験操作においてどのような気づきや気づきがあるか、改善が小さくなるか。

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

※ <振り返り2>を括弧の代表に1分程度で発表してもらいます。

# 事後アンケート結果

(事後アンケート)

Q3. Q2の理解度について、この結果はインストラクター役に実験を進めてもらうこのような実験形式によるものであったからであると思いますか。

1. **そう思う**
2. **どちらかといえばそう思う**
3. どちらかといえばそう思わない
4. そう思わない

Q5. この実験を行ったことで、授業で取り扱った「中和滴定実験」について、あなたの理解度は

1. **よく理解できている**
2. **どちらかといえばよく理解できている**
3. どちらかといえば理解できていない
4. 理解できていない

回答	1	2	3	4	計
Q3	21	38	12	4	75
Q5	19	49	7	1	76

※ Q3は未回答者が1名

インストラクターによる簡易的PIEの手法により、**中和滴定実験の理解度が向上した**

# 実験前後の理解度の相関

(事前アンケート)

Q3. 授業で取り扱った「中和滴定実験」について、あなたの理解度は

1. **よく理解できている**
2. **どちらかといえばよく理解できている**
3. どちらかといえば理解できていない
4. **理解できていない**

(事後アンケート)

Q5. この実験を行ったことで、授業で取り扱った「中和滴定実験」について、あなたの理解度は

1. **よく理解できている**
2. **どちらかといえばよく理解できている**
3. どちらかといえば理解できていない
4. **理解できていない**

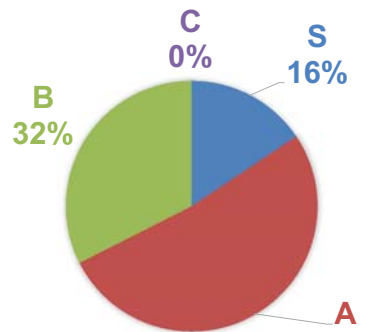
75名中49名(65%)が左シフト

		事後Q5				
		1	2	3	4	計
事前	1		1			1
	2	12	20			32
	3	7	24	4		35
	4		3	3	1	7
計		19	48	7	1	75

簡易的PIEによって**中和滴定実験の理解度の向上が図られている**

# 実験後のルーブリック評価

区分	S	A	B	C
到達状況	全員でしっかり協力でき、インストラクターを中心に班で効率よく実験を進めることができた。	全員で協力することができ、インストラクターを中心に班で実験を着実に進めることができた。	実験の要所で協力することができ、班で実験に取り組むことができた。	あまり協力して実験に取り組むことができず、実験も思うようにできなかった。



3分の2以上の生徒がA評価以上で学びあいが促されたと考えられる

※ 実施2クラスの合計(N = 77)

# 実験後の生徒の感想

インストラクターが生徒のためで実験しやすかったし、分かりやすく楽しませてくれました。

実験の工程多くをインストラクターに任せました。インストラクターでなくてももう少し器具の使い方を知っていればより積極的に参加できたと思う。

今回、生徒がインストラクターになって実験をする姿が、自分たちからとって楽しかった。実験をする中で、知識や技術を習得することができたらいいと思います。

インストラクターの説明を聞いて理解しやすかったです。手順や器具の使い方は普通に実験するより、実験の中で覚えられたと思います。

インストラクターのくわしい説明で納得しやすくなり実験ができて良かったです。一周分の準備のおかげで、実験がスムーズに進められました。

実験や実験内容に対して主体的に理解が進んでいることが示唆される

# 実験計画立案を意識した 実験授業の実践

生徒に身につけさせたい資質・能力

- ① 実験に対して見通しを持って取り組み、主体的に実験活動に取り組むこと
- ② セッケンの合成に関する有機反応の理解

# 主体的な取組を促すために

2. 実験手順  
 【実験1】セッケンの合成 ※ 安全めがね必ず着用  
 (1) 100 mL ビーカーに50 mL の水道水をとり、大さじ4 (約60 g) の塩化ナトリウムを十分に溶かし、飽和食塩水を作る。  
 (2) (1) の上澄みを300 mL のビーカーにとる。  
 (3) 調整湯浴に水道水をいれ、70℃～80℃の湯浴を作る(十分な火力で)。  
 【設問】ここからの実験の流れを班で相談してデザインしてみよう。試薬・器具等は上記に記載があります。使用試薬の分量についても正確に記載すること。  
 【ヒント】① 50 mL のビーカーにけん化の反応液を作ります。  
 ② けん化の反応は(3)の湯浴につけて加熱(加熱時間は10分程度)  
 ③ 反応後の溶液は湯浴に冷却します。

生徒自身に実験計画を立てさせる

実験に見通しを持たせ、さらに主体的な取組を促すきっかけに

【実験デザイン】  
 (手順を書いてみよう) (簡単な装置図を書いてみよう)

実験の一部を生徒自身に組み立てさせる場面の導入

# 実験計画立案を意識した実験の概略

実験 「セッケンの合成実験」\*

対象 北海道帯広柏葉高等学校 3年B組 医進類型選択 11名

## 実験の前時

- ① セッケンの合成実験のけん化から塩析までの手順をグループワークで生徒に考えさせた(実験計画の立案)



- ② その他実験手順やセッケンの合成について、グループで予習



- ③ 計画内容について教員が添削(実験事故防止のため)

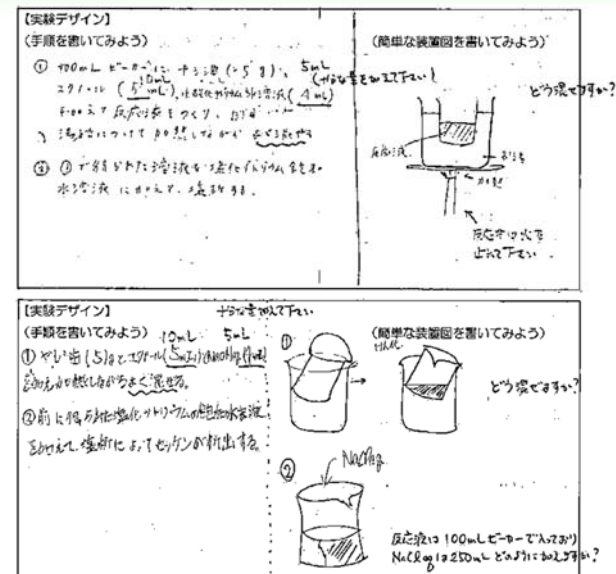
## 実験当日



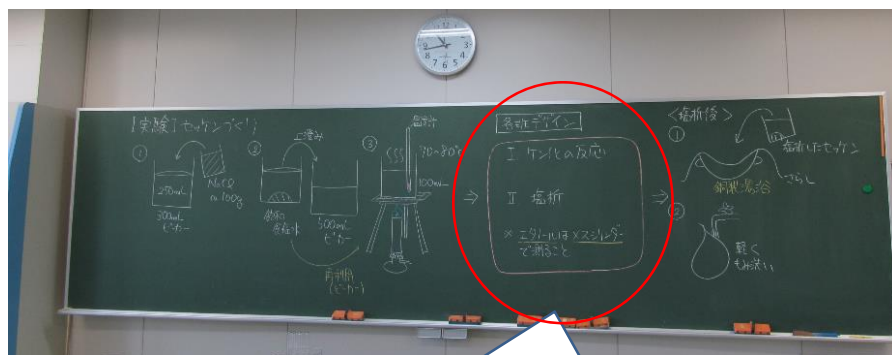
- ④ 添削内容を確認し、当日各班で実験

\*「セッケンの合成実験」の実験方法は永木正彦先生(帯広柏葉高校教諭)が従来から取り組まれている方法を利用

# 生徒の計画記入例



# 実験当日の板書



当日の板書(けん化～塩析まで)は具体的な図はなし

# 実験の様子



# 実験アンケートの結果

Q1. 今日の実験授業について

(N = 9、当日欠席1、1名未回答)

- 1. おもしろかった 9名
- 2. どちらかといえばおもしろかった 0名
- 3. どちらかといえばつまらなかった 0名
- 4. つまらなかった 0名

Q4. けん化やセッケンについて理解が深まりましたか。

- 1. そう思う 8名
- 2. どちらかといえばそう思う 1名
- 3. どちらかといえばそうは思わない 0名
- 4. そうは思わない 0名

Q5. このような班での実験について

- 1. 良いと思う 9名
- 2. どちらかといえば良いと思う 0名
- 3. どちらかといえば良いとは思わない 0名
- 4. 良いと思わない 0名

実験計画を含む班での実験及び教科内容の理解度について  
肯定的な意見が多数

# 生徒の感想

自己評価	実験をデザインし反応を調べ、自分たちの考えを自信をもって発表することが出来た。また、セッケンが出来たことで、自分たちが考えたことが実際に出来たことが嬉しかった。また、先生が丁寧に説明してくださったので、理解が深まった。
良	悪
④・3・2・1	
↑ 番号に1つ0	

自己評価	あらかじめ計画して、スムーズに行えた。実験を通して、セッケンの生成について理解が深まりました。
良	悪
④・3・2・1	
↑ 番号に1つ0	

自己評価	今回は自分で実験方法を考えるというので、本当に成功するのめ、ちゃんとセッケンが出来た。自分たちが考えたことが実際に出来たことが嬉しかった。また、先生が丁寧に説明してくださったので、理解が深まった。
良	悪
④・3・2・1	
↑ 番号に1つ0	

自然科学研究の基本である自ら考え研究を進めること  
の一端にも触れさせることができた

# 通常授業でのミニ黒板を用いた グループワークの取組

生徒に身につけさせたい資質・能力

- ① 他者と協働して主体的に学ぶ態度
- ② 課題解決に至るプロセスを考える思考力

# 通常の授業における取組

1年化学基礎「物質質量」、2年化学「電気分解」の単元で、主に計算の演習問題でグループワークを実施

1年化学基礎 自作「ミニ黒板」を用いた取組

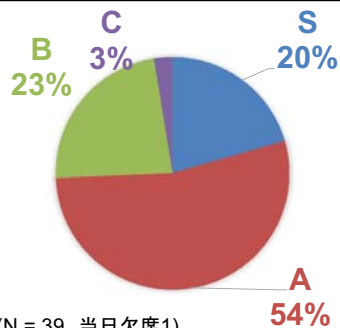


グループで問題について協議し、途中過程の式や答えを  
班で記述させ、クラス全体で共有する

# 生徒のルーブリック評価(1年化基)

## グループワークの自己評価

評価	S	A	B	C
グループワーク	グループワークに自ら積極的に取り組み、十分な協議ができた	グループワークに積極的に取り組み、話し合いを進めることができた	グループワークにある程度取組むことができ、ある程度話し合いもできた	あまりグループワークに取組むことができず、話し合いが不十分であった



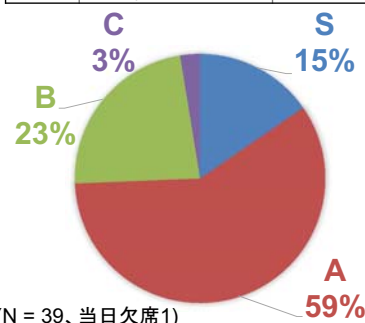
(N = 39, 当日欠席1)

約4分の3の生徒が対話的・協働的な学習にしっかりと取り組むことができた

# 生徒のルーブリック評価(1年化基)

## 物質量の理解度の自己評価

評価	S	A	B	C
物質量の理解度	物質量について十分理解し、反応式を立てて、計算問題を自分で解くことができる。	物質量について理解し、反応式を見ながら計算問題を自分で解くことができる。	物質量についてある程度理解し、教科書等を調べたりしながら計算問題を解くことができる。	物質量についてあまり理解ができておらず、調べても計算問題は自分で解くことができない。



(N = 39, 当日欠席1)

約4分の3の生徒が物質量について協働的な学習から理解を深めることができた

# 理解度の変化(1年化基)

物質量単元の中間と単元末に同一設問のアンケートを実施した

Q4. 物質量の理解について、あなた自身の理解度を 5点満点で採点すると何点ですか。

① 1点 ② 2点 ③ 3点 ④ 4点 ⑤ 5点 ⑥ 0点

選択肢	①	②	③	④	⑤	⑥	計	平均点
中間	0	2	9	23	4	0	38	3.76
単元末	1	4	10	20	4	0	39	3.56

相関表Q4

Q5. 今回は「物質量の計算」に関してグループワークを行いました、このことについて

- ① 良かった
- ② どちらかといえば良かった
- ③ どちらかといえば悪かった
- ④ 悪かった

選択肢	①	②	③	④	計
中間	32	6	0	0	38
単元末	30	9	0	0	39

単元末 Q4	中間Q4				
	5	4	3	2	1
5			①	①	②
4			④	⑫	1
3		①	①	6	1
2				2	1
1				1	
	1	2	3	4	5

難易度が上がっても70%の生徒の理解度が向上または維持された

# 天然有機化合物に関する 探究型実験の実践

## 生徒に身につけさせたい資質・能力

- ① 実験に見通しを持って主体的に取り組む姿勢
- ② 化学現象を分析し判断する力

# 天然有機化合物の同定実験

理科センターの実験パック「天然有機化合物の同定実験」を活用し、探究型実験を実施した

## 実験の前時(グループワーク)

- ① アミノ酸やタンパク質の性質について**授業で学んだ内容を整理**
- ② 未知試料6種の同定の**実験方法を協議**
- ③ 「**ミニ黒板**」を利用し、**グループ発表を行う**

実験当日 班ごとの手順で実施

5 実験結果  
実施した実験及び結果について、以下に記入せよ。(実施していないものは空欄でよい)  
↓ 実験した番号を記入 ↓ 反応したものを「○」、反応しないものを「×」

実験番号	A	B	C	D	E	F
ニンヒドリン反応						
ヨウ素デンプン反応						
フェーリング反応						
ビuret反応						
キサントプロテイン反応						
糖質の検出						

【結果】

A	B	C
D	E	F

# グループワーク・実験の様子

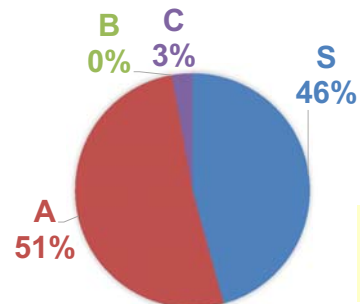


# 実験後のルーブリック評価

## グループワークの自己評価

令和元年度(2019年度)

評価	S	A	B	C
グループワーク	グループワークに自ら積極的に取り組み、十分な協議、考察ができた	グループワークに積極的に取り組み、話し合いを進めることができた	グループワークにある程度取り組むことができ、ある程度話し合いもできた	あまりグループワークに取り組むことができず、話し合いが不十分であった



ほぼ全員がグループワークにしっかりと取り組むことができた

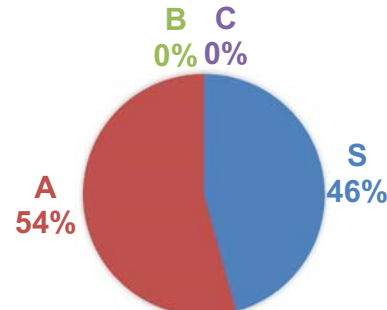
(N = 35、当日欠席2)

# 実験後のルーブリック評価

## 計画立案への自己評価

令和元年度(2019年度)

評価	S	A	B	C
実験計画立案	グループで満足できる適切な実験計画を立てることができた	グループでしっかりとした実験計画を立てることができた	グループでやや不十分な内容であるが、実験計画を立てることができた	グループで実験計画を立てることができなかった



実験計画の立案に全員主体的に取り組むことができた

(N = 35、当日欠席2)



## 実験後アンケートの結果から

Q4. 天然有機化合物の反応（ピウレット反応など）に関するあなた自身の理解度を10点満点で採点すると何点ですか。その点数を記述してください。

得点	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
回答数					1	1	6	11	8	6	1	34	7.35

平均点 7.35点/10点

実験を通じて天然有機化合物の反応について理解を深めることができた

Q5. 天然有機化合物実験に関してグループワークを行いました。このことについて

- ① 良かった                      ② どちらかといえば良かった  
③ どちらかといえば悪かった      ④ 悪かった

選択肢	①	②	③	④	計
回答数	33	2	0	0	34

探究型実験のグループワークについては生徒に受け入れやすいものであった

## まとめ

- ① 主体的・対話的で深い学びの実践をSCRUM事業も活用して取り組んできた
- ② 簡易的PIEの手法による実験では、教えあい・学びあいにより教科内容の理解度が高まった
- ③ 実験デザインや探究型実験を取り入れることで、生徒が主体的に実験に取り組み、実験に見通しを持って取り組むきっかけとなった
- ④ グループワークや、生徒が主体的に取り組む実験は、生徒にとって受け入れやすいものであることが、アンケートや生徒のルーブリック評価の結果から明らかとなった。

学校や生徒の実態に合わせた主体的・対話的で深い学びのあり方について、生徒に身に付けさせたい資質・能力を踏まえ、今後も検討していきたい。