

化学部合宿で、発表力、研究力を強化する ～ルーブリックを活用した評価の分析～

兵庫県立神戸高等学校 中澤 克行

概要：神戸高校自然科学研究会化学班（部活動）で合宿を実施した。実施前と後の生徒の能力の変化をルーブリックで調査した。その分析の結果から発表力・研究力につながる8つの力が、総合的に伸びた。生徒の育成に、合宿が効果的であること、そして生徒の能力の伸張を詳細に評価・分析するのにルーブリックを用いることが有効であることが分かった。

1. はじめに ～自然科学研究会化学班～

[経緯]

神戸高校には、自然科学系の部活動として、自然科学研究会化学班、物理班、地学班、生物班の4つがある。それぞれの部は、独立で活動している。

2008年4月に、中澤が神戸高校に赴任した。その直後に、2年生6名が活動をしたいと申し出てきた。ひとまず、自治会から認められるまで同好会として活動をすることにした。同好会ではあるが、文化祭から始まり、児童館でのサイエンス教室や青少年のための科学の祭典に参加、さらに研究活動も行い、近畿地区高等学校・中学校生徒化学研究発表会での発表活動など、現在と変わらない積極的な活動を行った。2年目からは部に昇格し、毎年入部者があり、現在に至っている。

[化学班の活動]

活動は次の4本柱を中心に、生徒達が自主的に運営し、活動を行っている。また、その活動を後輩に引き継いでいる。顧問2名は、ほとんど口を出さず、時々相談に乗るくらいで、基本的に見守ることにしている。

- (1) 化学・実験方法の学習
- (2) 子どもたちへの科学の普及活動
- (3) 研究活動
- (4) 研究発表



[活動の4本柱の具体例]

(1) 化学・実験方法の学習

- ・化学グランプリ（7月）の受験に向けての学習会

[内容]・講義と実習（6月中）

電子配置と化学結合、物質質量

酸塩基とpH、酸化還元反応と酸化数

電子軌道と分子の形、反応とエネルギー

有機化学、高分子の化学

光と物質の相互作用

分光光度計でスペクトル分析実験

2017年度は、大学生の元部員が講師役をしたが、それ以外の年は、顧問が講師をしている。

(2) 子どもたちへの科学の普及活動

- ・文化祭（5月）：サイエンスショー
- ・白川台児童館（7月）：親子サイエンス教室
- ・上野児童館（8月）：サイエンス教室
（小学3年生と高学年の2日開催）
- ・オープンハイスクール（8月）
- ・こべっこランド（8月）：高校生によるサイエンス教室、今年度は「電気と磁石の不思議な世界」というタイトルで30名の教室を2回実施した。
- ・青少年のための科学の祭典・神戸会場（9月）「カラフル砂糖水」のタイトルで、偏光による色の変化を実演して紹介した。

(3) 研究活動

個人又はグループで自由にやりたいテーマで研究している。最近のテーマの例としては、

- ・テルミット反応とマグネシウムの関係
- ・ブリックス・ラウシャー反応の原理
- ・砂糖と食塩を分離するにはどうすればよいか
- ・酸化亜鉛のドーピングの試み～次世代スマホの素材を作れ！
- ・保存料ソルビン酸の定量法
- ・溶液が花崗岩に与える影響
- ・食塩水のモル濃度による光の屈折率の相関関係
- ・毒植物への毒物使用による影響とその予備実験としての毒物の効率的な抽出方法の確認
- ・紫キャベツで紫外線予防！？

(4) 研究発表

次の発表会やコンクールに参加している。年度により、参加していないものもあるが、できるだけ毎年1つ以上の研究班が参加するようにしている。

- ・ Science Conference in Hyogo (7月)
- ・ 日本学生科学賞兵庫県コンクール (10月)
- ・ 兵庫県高等学校総合文化祭 (11月)
- ・ 近畿地区高等学校・中学校生徒化学研究発表会 (12月) 日本化学会近畿支部主催
- ・ 甲南大学リサーチフェスタ (12月)
- ・ サイエンスフェア in 兵庫 (1月)
- ・ 神戸高校 SSH 課題研究発表会 (2月)
- ・ その他、学会等



[背景]

神戸高校は、スーパーサイエンスハイスクール (SSH) に 2004 年度から指定を受けており、16 年経過している。現在 4 期目で研究開発をしている。

SSH の主対象は、総合理学科 (理数科) 1 クラス (40 名×3 学年) と自然科学研究会 (部活動) の部員である。しかし、現在は普通科 8 クラス×3 学年にもその成果を普及させている。

SSH の予算があるので、研究に必要な試薬や機器を購入することが出来るので、生徒達がやりたいテーマで研究を進めることが出来ている。この点は、恵まれている。

2. 合宿実施の経過

リーダーの生徒が、2019 年度 6 月下旬になって急に、「今年の夏休みに合宿をしたい」と申し出てきた。私はこれまで勤めてきた学校において、サイエンス部や化学部の顧問をしてきたが、合宿はしたことがなかった。そのため、正直なところ余り乗り気ではなかった。それに対して、生徒は大変真剣にやりたいと申し出てきたので、条件を出して、認めることにした。その条件は、顧問の手を煩わせることなく、指導部への申し込みや場所の予約、貸し布団の発注、食事の予約、集金と支払いなどの段取りは自分たちですることである。

ここで、顧問としてやるからには、成果を出したい。つまり、部員の研究力や発表力を伸ばすことを目的にプログラムを組み、どれだけ伸びたか、その能力の伸びを確認することにした。その能力の伸びの評価ため

にルーブリックを使うことにした。神戸高校では、総合理学科の必修科目である「課題研究」の評価にルーブリックを既に使っていたので、その様式をそのまま使うことにした。これによって、「課題研究」を行ったことによる能力の伸びと今回の化学班合宿による能力の伸びの比較もできるだろうと考えた。

[合宿]

1泊2日校内で実施 8月16日(金)～17日(土)

・目的

プレゼン能力の強化と研究能力の強化
及び研究活動の推進

・プログラム内容

こべっこランドでのプレゼンの練習と検討会
シンガポール姉妹校との交流会のプレゼン打合せ
科学の祭典でのプレゼンの練習と検討会
溶液の吸収スペクトル測定実験、結果の解析
研究グループ、研究テーマの設定と相談
比色分析実験、結果の解析実習

3年生から研究発表と後輩へのアドバイス

(残念ながら、警報発令による模試日程の変更のため3年生が出席できず急遽中止)

・成果の検証方法

開始時と終了時の2回、ルーブリックに自己評価を記入してもらい顧問が分析をした。

・調査対象

参加部員 12名

1年生:2年生 8:4

男子:女子 10:2

普通科:総合理学科 5:7

3. ルーブリックの分析結果

[仮説] 結果の予想

- ・発表活動を軸に合宿を実施しているので、8つの力のうち「知識を統合して活用する力」と「発表する力」が大きく伸張するだろう。
- ・その他の能力も全般に、伸張するだろう。
- ・総合理学科1年生の能力は、入学後「サイエンス入門」の授業を受けることで1学期の間にすでに多面的に伸ばしているの、特に普通科の生徒の力が大きく伸びるだろう。

[分析の結果]

- ・伸びた力: 次の5つの力が伸びていた。(図1)

() は、能力の項目番号

議論する力 (17, 16)

交流する力 (10)

問題を解決する力 (8)

質問する力 (15)

未知の問題に挑戦する力 (5)

[分析のまとめ]

・予想していた「知識を統合して活用する力」、「発表する力」ではなく、「議論する力」、「交流する力」、「問題を解決する力」、「質問する力」、「未知の問題に挑戦する力」が伸びていた。

・総合理学科の生徒の力が、普通科の生徒の力より大きく伸びていた

[結果の考察] 予想外だった！

予想に反して「議論する力」、「交流する力」、「問題を解決する力」、「質問する力」、「未知の問題に挑戦する力」が伸びたのはなぜだろうか？

それは、予想していた力は、すでに伸びており、他の能力をさらに伸ばすことができたと考えられる。

の力（グラフの×印）が伸びきっているように考えられる。そのために「知識を統合活用」と「発表」の力が伸びなかったのだと推測される。

・総合理学科の生徒の力が伸びたのはなぜか？

自らの能力を伸ばそうという、意識が高いからではないかと考えられる。

4. 合宿実施の結論

科学系部活動で合宿を実施すると発表力・研究力（求める8つの力）を総合的に伸ばすことができる。

特にSSHのカリキュラムで育ちにくい力を伸ばすことができると考えられる。

また、ルーブリックは、探究活動、課題研究、部活動における生徒の能力の伸張を評価するのに適していると考えられる。

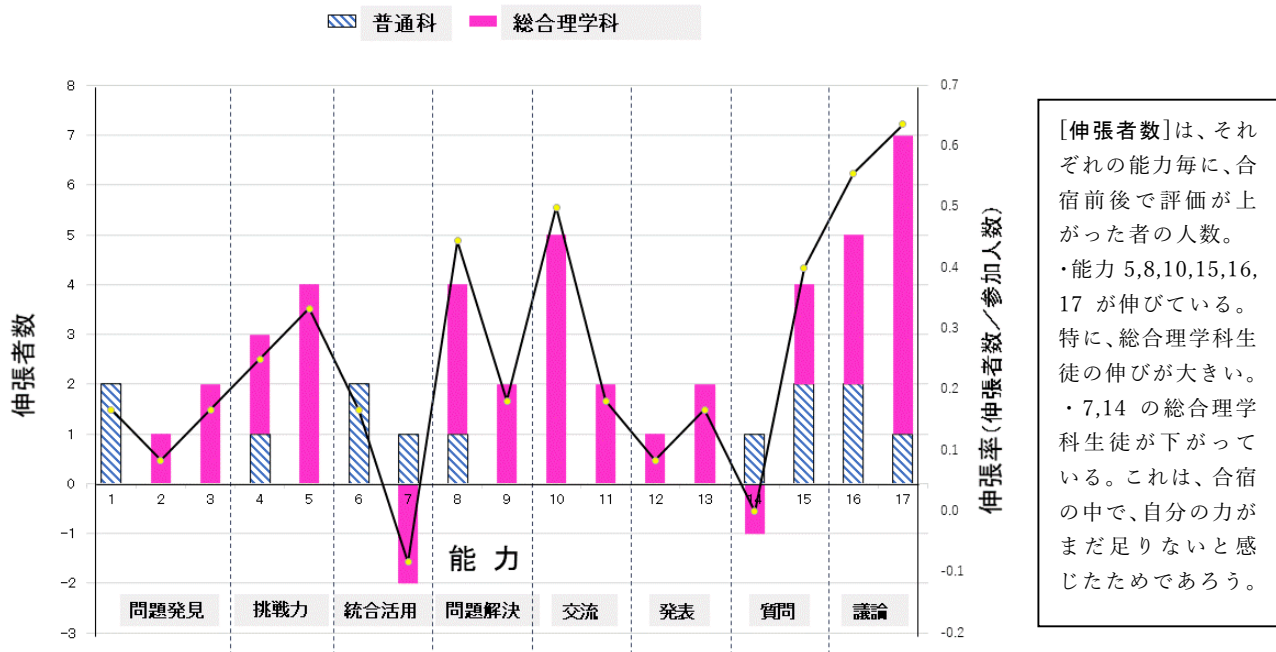


図1 合宿実施前後での能力の変化

ルーブリックの分析 調査対象：参加部員12名

・総合理学科の能力6,7、普通科の12,13が伸びなかったのは、合宿前から既に伸びていたためと考えられる。(○囲み)

・総合理学科で伸びていない6,7,14は、やはり合宿前から既に伸びきっているためと考えられる。(×印)

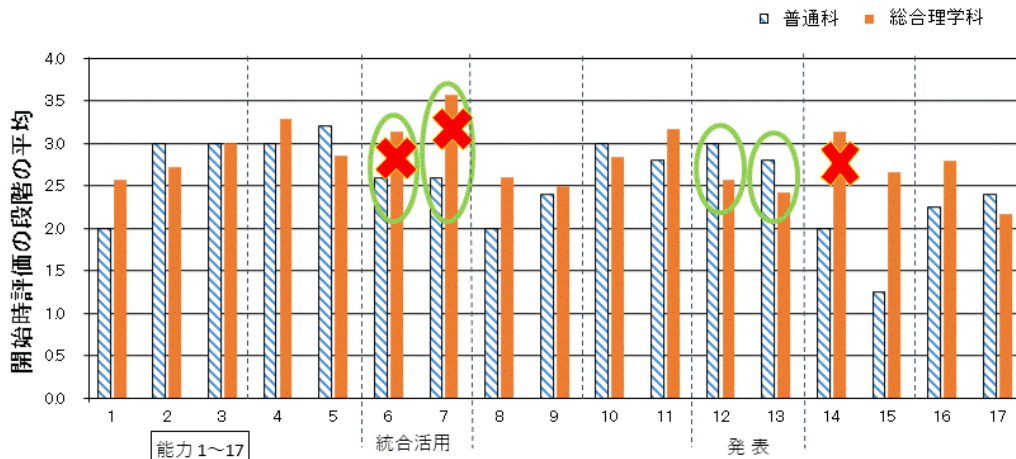


図2 合宿開始時の評価平均

表 1 神戸高校で使用しているルーブリック

定義の	「8の力」の定義と17の項目	評価の段階			
	身につけたい内容	4	3	2	1
問題	問題を発見する力				
問題	「 該当の分野の基礎知識や先行研究の知識が多い。(知識・理解)	該当の分野全般において知識が充実している	該当の分野の先行研究については、知識が充実している	該当の分野の先行研究についても、十分な知識がない	該当の分野の先行研究についても、調べていない
	「 事実」と「意見・考察」を区別できる。(思考・判断)	他者の説明を聞いたり読んだりするとき「事実・出来事」と「意見・考察」の部分を適格に区別して考えている	他者の説明を聞いたり読んだりするとき「事実・出来事」と「意見・考察」の部分がほぼ区別できる	他者の説明を聞いたり読んだりするとき「事実・出来事」と「意見・考察」の部分を区別できないことがある	他者の説明を聞いたり読んだりするとき「事実・出来事」と「意見・考察」の部分をほとんど区別できない
	「 既知と課題の区別」自分にとっての「未知」(課題)を説明できる。(思考・判断)	「既知と課題の区別」ができて自分にとっての「未知」(課題)を説明でき、自己の具体的な課題ととらえることができる	「既知と課題の区別」ができて自分にとっての「未知」(課題)を説明できるが、自己の具体的な課題ととらえることはできない	「既知と課題の区別」が曖昧なため自分にとっての「未知」(課題)を説明ができない	「既知と課題の区別」ができていないため自分にとっての「未知」(課題)がなかなかわからない
未知	未知の問題に挑戦する力				
	「 自らの課題に対して意欲的に努力することができる。(意欲・関心・態度)	生じた課題や疑問を他者にメール等で尋ねたり、文献やネット等で調べたりして解決できる	生じた課題や疑問を自分で文献やネット等で調べたい解決できる	生じた課題や疑問を自分で文献やネット等で調べるが解決に至らないことが多い	生じた課題や疑問を自分で文献やネット等で調べたことがない
未知	「 計画性」問題点の関連から取り組む順序を考えることができる。(思考・判断)	実験や調査や課題に取り組むとき、しなければならぬこと、順番を決め、計画を書き記してから取り掛かる	実験や調査や課題に取り組むとき、しなければならぬこと、順番を決めるが、計画を書き記さず取り掛かる	実験や調査や課題に取り組むとき、直近にしなければならぬことだけ考えて取り掛かる	実験や調査や課題に取り組むとき、何をすればいいかわからず取り掛かれない
	知識を統合して活用する力				
知識	「 関連性を見出し分類 」データの構造化が(メモ・箇条書き・分類・図式化等によって)できる。(思考・判断/技能・表現)	データを適格に構造化し(箇条書き・分類・グラフ化・図式化・数式化など)できる	データをある程度構造化ができる	データを構造化が十分にできない	データを構造化できない
	「 分析や考察のために、適切な道具(機器やソフトウェア)を使うことができる。(知識・理解/技能・表現)	分析や考察に適切な道具(機器やソフトウェア)を適切に使うことができる	分析や考察に道具(機器やソフトウェア)の一部使うことができる	分析や考察に(機器やソフトウェア)をほとんど使うことができない	分析や考察自体ができない
問題	問題を解決する力(まとめる力・理論的な背景)				
問題	「 論理的な完全性の追求 」学会等で通用する形式の論文を書くことができる。(思考・判断/技能・表現)	形式の整った論文を作成し、その中に適切なデータ等の示し方ができ信頼性を担保できる	ある程度形式の整った論文を作成し、その中に適切なデータ等の示し方ができる	形式の整っていない論文を作成し、データ等の示し方が十分でない	論文が作成できず、データ等が示されていない
	「 問題解決に関する理論や方法論についての知識が多い。(知識・理解)	生じた問題を解決するため問題解決の手法(目的手段分析、クリティカルシンキング、PDS、PDCAなど)で問題を分析し解決できる	生じた問題を解決するため問題を分析することができ、解決しようとするところがある	生じた問題を解決するため問題を十分に分析できないため、解決に至らない	生じた問題を解決するため問題を分析できず、解決しようとしていない
交流	交流する力				
交流	「 積極的にコミュニケーションをとることができる。(意欲・関心・態度/知識・理解)	発表会やレポートでは積極的に主体となって発表し、質問に対して積極的に説明する	発表会やレポートでは発表に加わり、質問に対して問われたら説明する	発表会やレポートでは消極的であるが加わり、質問に対して答えようとしていない	発表会やレポートに無関心で、参加の意欲が見られない
	「 発表会や協同学習・協同学業の場において、「責任」と「義務」が自覚できる。(意欲・関心・態度)	グループ活動では、リーダーとして役割分担を行ったり、中心的な役割を受け持つことができる。	グループ活動では、役割が決まれば責任をもって取り組むことができる	グループ活動では、与えられた役割を果たすことができないこともある	グループ活動では、役割からのがれるか役割を果たさないことが多い
発表	発表する力				
発表	「 準備時 」発表のために、必要な情報が抽出・整理された資料を作ることができる。(思考・判断/知識・理解/技能・表現)	あらかじめ整えた資料から抽出・整理して発表のため効果的かつ適切な分量の原稿(発表原稿や要旨)を作ることができる	あらかじめ整えた資料から抽出・整理して発表資料を作るが不十分であったり適切な分量でなかったりすることがある	資料から抽出・整理して発表資料を作ることが苦手である。	発表資料を作ったことがない
	「 発表時 」発表の効果高める工夫ができる。(技能・表現)	発表の効果高める工夫(メモを見ない、ジェスチャーを交える、語りかける、聞き手に応じてわかりやすく説明する等)が十分できる	発表の効果高める工夫がある程度できる	発表の効果高める工夫を行おうとしているが十分でなく、メモを見ないと発表できない	発表の効果高める工夫をしたことがない
質問	質問する力				
質問	「 疑問に思う内容を、質問を前提にまとめることができる。(思考・判断)	発表会等で聞き手として参加するとき、疑問に思う内容を、質問を前提にまとめることができる	発表会等で聞き手として参加するとき、疑問に思う内容を質問に変えることができる	発表会等で聞き手として参加するとき、疑問に思う内容があっても質問できない	発表会等で聞き手として参加するとき、疑問に思うことがない
	「 伝えること 」発言を求めることができる。(思考・判断/技能・表現)	発表会等で聞き手として参加するとき、疑問が生じたら積極的に質問し、議論しようとする	発表会等で聞き手として参加するとき、疑問が生じたら質問するが、解決できなくても追質問はしない	発表会等で聞き手として参加するとき、疑問が生じても声をかけられないと質問しない	発表会等で聞き手として参加するとき、疑問が生じても、声をかけられても質問しない
議論	議論する力				
議論	「 予測して調査・資料の作成 」論点になりそうなことの準備ができる。(思考・判断)	発表会での発表や質問に対して、質問される内容を予測し、十分な資料等を準備できる	発表会での発表や質問に対して、質問される内容を予測し、ある程度資料等を準備できる	発表会での発表や質問に対し、質問を予測できず、資料等も十分に準備できない	発表会での発表や質問に対して、質問を予測できず、資料等を準備しない
	「 発表や質問に対して議論を進めることができる。(思考・判断/知識・理解)	相手の発表や質問に対し客観的な根拠を示し回答する。また、議論がかみ合うように相手の反応に対応し、議論の継続に努力する	相手の発表や質問に対し回答できる。また、相手の言い分も聞き議論を進行できる	相手の発表や質問に対し回答できる場面もある。また、相手の言い分も聞き議論を進行できる	相手の発表や質問に対し回答できない。また、相手の言い分も聞かず議論がなりたない