

高等学校化学における到達度学習の研究

神元 正勝^{*} 中村 健^{**} 濱川 敦^{***}

高等学校化学の学習で、学習（評価）目標を明確にした学習指導を進めることにより、生徒一人一人に豊かな物質観を身に付けさせることができる。これからの評価の在り方、高等学校における学習指導と評価の現状や学習評価の種類と特徴を整理し、目標規準に準拠した評価、到達度評価を取り入れた学習指導について検討し、「化学Ⅰ学習目標」、「評価規準の具体例」を作成した。

1 これからの評価の在り方

これからの評価の基本的な考え方として、教育課程審議会答申（平成12年12月）では、「観点別学習状況の評価を基本とした現行の評価方法を発展させ、目標に準拠した評価（いわゆる絶対評価）を一層重視するとともに、児童生徒一人一人のよい点や可能性、進歩の状況などを評価するため、個人内評価を工夫することが重要である」と述べている。

そして指導要録の改訂（平成13年4月）により、小中学校でも目標に準拠した評価（いわゆる絶対評価）で評定が行われるようになった。それとともに、「児童生徒一人一人のよい点や可能性、進歩の状況などを評価するため、個人内評価を工夫」し、「各学校において、指導と評価の一体化、評価方法の工夫改善、学校全体としての評価の取組が進められるとともに、学習の評価の内容について、日常的に児童生徒や保護者に十分説明し、共通理解が図られる」よう求めている。

2 高等学校における学習指導と評価の現状

高等学校では、各教科（科目）の評定を「現行同様、目標に準拠した評価（絶対評価）とする」とされているが、現状はどうだろうか。

(1) 高等学校の教師は、それぞれの教科（科目）のプロとして、年間の指導計画を立てて日々の学習指導に取り組む。

(2) その後、中間考査・実力テスト・学期末考査等を行い、平均点を出す。

(3) それに、ノートやレポート（作品）の提出状況、出席状況等を考慮して評点をつける。その際、評点が60点前後になるように調整する。

(4) 校内内規に従って評点から、5段階で評定を行う。

(5) その結果を基に、成績会議、進級（卒業）判定会議を行う。

大部分の学校では、このような評価方法（相対評価）がとられているのではないだろうか。これまで、各校でさまざまな努力や工夫をしながら学力をつける取り組みが進められているが、成果の現れない場合がみられる。そういうときに、「生徒の学習意欲が低い」「努力不足である」と、原因を生徒のせいだけにしてはいないだろうか。

3 学習評価の種類と特徴

学習評価には、集団基準に準拠した評価（相対評価）、目標規準に準拠した評価（絶対評価）、個人内基準に準拠した評価（個人内評価）の3つのタイプがあり、以下の特徴がある。

(1) 集団基準に準拠した評価（相対評価）

- ・集団内での相対的な位置を明らかにする。
- ・得点は正規分布を前提にしている。
- ・客観性が高く、異なる評価資料を比較できる。
- ・小集団には適用できない。
- ・指導の効果が適切に反映されにくい。

(2) 目標規準に準拠した評価（絶対評価）

- ・指導や学習の成果を直接確認できる。
- ・指導過程で目標への到達状況を明らかにできる。
- ・無用な競争心や利己的な行いをなくす。

(3) 個人内規準に準拠した評価（個人内評価）

- ・生徒の個人内基準に照らして行う評価。
- ・生徒の長所と伸長の状況とを明らかにできる。
- ・生徒の意欲、努力などを評価するのに有効。
- ・教育の個別化、個性化に有効。
- ・その時点、その時点での学習状況の測定が重要。

^{*} 教育センター理科研修課 ^{**} 北中城高等学校
^{***} 西原高等学校

4 目標規準に準拠した評価

生徒一人ひとりに各教科・科目の学習の基礎・基本を確実に身に付けさせ、自ら学び自ら考える力などの「生きる力」を育むには、目標規準に準拠した評価を活用し、生徒の到達状況を把握しながら学習指導を行うことが有効である。

目標規準は、学習により生徒が習得することを期待されている資質、能力のこと（指導目標）である。

(1) 目標規準に準拠した評価の手順

① 指導目標の設定

学問大系、学習指導要領（学習指導要領解説）、教科書の分析・整理、各学校の教育課程、生徒の実態等に基づいて、指導目標を設定する。

指導目標は、学習が終了した時点で、生徒に何ができるようになればよいかを記述したものであり、教師に観察可能な行動を表す言葉を用いて表す。その際、生徒に主体を置き、学習者が読んでもわかるように、具体的な書き方をし、学習の結果、何ができるようになればよいかかわかるように書くことが必要である。

「～を理解させる」というような多岐的な動詞を用いた表現は好ましくなく、理解したかどうかは生徒のどのような行動をみればわかるかを考え、「～について指摘できる」、「～を操作できる」、「～を書くことができる」、「～を図示する」等と書くことである。

適切な「行動のことば」⁽⁵⁾

書く	述べる	指摘する
説明する	区別する	解く
構成する	分類する	つくる
比較する	同定する	図示する
結論する	要素をあげる	予測する
回答する	概算する	完成する
操作する	測定する	推論する

指導目標は、あらかじめ単元レベルで設定し、毎時間の授業ごとに修正していく。

指導目標の設定に当たり、「目標の具体化表」⁽²⁾を使用すると有効である。具体化表は、縦の欄に内容（学習事項）を、横の欄に行動（観点別学習状況の観点）を書いたものである。

具体化表を用いると、内容、行動の偏りの確認が容易にできる。

② 評価目標の設定⁽¹⁾

指導目標は数が多く、そのすべてを評価の対象とすることは困難なので、重要度に応じて分類し、A、B、Cの記号をつけ、その中から鍵となる重要なものを抽出し、評価目標として設定する。その際、評価目標が客観的なものとなるよう、教科（科目）担当教師間の協力が必要である。

目標の具体化表から評価目標を抽出することにより、指導目標同様、評価目標にも偏りがなくなる。学期や学年に比べ1時間や単元の方が学習目標を明確に、具体的に書き出しやすいので、目標の具体化表は、単元ごとに作成する。

③ 評価技術の選定⁽¹⁾

次に、評価目標に適した評価技術（方法）を選定する。評価技術は、「学習において、学習者の変容を把握し、学習過程・教材・教師の指導の適否を判断する資料を得る方法」である。

下記のそれぞれの評価技術の長所、短所を知り、評価目標に応じて選定し、いくつか組み合わせる等の工夫をする。そして、学習指導計画作成時に、いつ、どのような評価を実施するのかを検討して、学習の評価計画を立てることが必要である。

「関心・意欲・態度」

○観察法、○質問紙法（自己評価や相互評価）、
○ペーパーテストの工夫

「思考・判断」

○ペーパーテストの記述問題、問題場面テスト、
○計算、○作図、○資料やデータの解釈や推論、
○実験レポート、○ワークシート、
○発言や発表の観察

「観察実験の技能・表現」

○ペーパーテスト、○実験レポート、○観察、
○ワークシート、○パフォーマンステスト

「知識・理解」

○ペーパーテスト、○ワークシート、
○発言の観察

④ 評価基準の設定⁽¹⁾

上記の評価方法により到達度を判定するために、あらかじめ、目標をどの程度達成しているかを評価する尺度（評価基準）を設定する。

観点別評価基準は、ある目標や内容についてどのような状況が見られれば、「十分に満足」、「おおむね満足」、「努力を要する」と判定をするかという表である。

達成しているかないかの2段階で評価するという場面も考えられる。

「目標の具体化表」のように学期や学年に何回か期待する状況を設定してA, B, Cの判定基準を設定して評価をしたり、2段階評価のデータを蓄積して学期末、学年末に「十分満足」「おおむね満足」「努力を要する」の3段階の状態を設定してA, B, Cの評価をする。

⑤ 評価資料の整理と活用⁽¹⁾

・観点別学習状況の評価と評定をどのように進めるかについて、教科・科目担当者で十分に検討し基本方針を決める。

・ペーパーテスト、実験報告書、観察(チェックリスト)、パフォーマンステスト、生徒の感想などについて、指導計画に基づいて各観点の配分を決める。
・学習の目標基準となる指導目標と指導計画を明確にし、学習の過程に沿って、評価資料を意図的、計画的に収集する。

・評価目標に応じて、評価の方法を決めて、指導計画に記入する。

・評価計画に合わせて個人の記録用紙を作成し、評価資料の記録と集計を行う。

・生徒一人一人の評価資料を記録する。

・評価資料の中で、他の評価資料と同等に扱うことが難しいものがある。

・意図的、計画的に行っていても、評価資料が集められないことや偶然に資料が得られることがある。

⑥ 学期末や学年末の評価・評定⁽¹⁾

＜観点別学習状況の評価＞ 単元の終わり等にA, B, Cの評価をするとき 下表のような基準を設ける。

十分満足：満点に対して80%以上達成
おおむね満足：80%～60%達成
努力を要する：60%以下達成

この割合は学校の実状に合わせて決める。

＜評定＞ 学年末には単元や学期ごとの観点別評価資料に基づいて、総括的な5段階の評定を行う。

得点(100点満点に換算)と評定の例

得点	100～80	65～79	50～64	35～49	～34
評定	5	4	3	2	1

＜所見(個人内評価)＞

生徒一人一人のよい点や可能性、進歩の状況等を評価するため、個人内評価を工夫する。

⑦ 学習指導への活用⁽¹⁾

＜生徒の学習の改善への活用をはかる＞

・評価結果から得られた情報を生かして、学習の課題や重点を把握させる。

・学習改善への取り組みを援助する。

・自己評価能力を高め、主体的な学習への取り組みをうながす。

＜教師の指導の改善への活用を図る＞

・指導計画の改善に役立てる。

・観察、実験の改善に役立てる。

・指導法の改善に役立てる。

・評価法の改善に役立てる。

5 到達度評価を取り入れた学習指導

化学は、自然科学の一分野で、あらゆる物質の性質とその変化を研究する学問であり、私たちの日常生活に深いかかわりをもっている。

中学校理科(化学領域)では、物質のマクロな変化を中心に扱うが、高等学校化学では、目に見えないミクロな粒子の動きや化学変化の量的関係等を扱うため、理解しにくいことが多くなりがちである。

そこで、高等学校化学の授業に生徒一人一人が意欲的に参加できるようにするため、これまで、「学習意欲を喚起する実験例」について検討してきた。

今年度は、学習目標を明確にし、学習指導と評価の一体化を図ることにより、生徒一人一人が成就感を味わいながら基礎的な知識と豊かな物質観を身に付け、教科・科目の目標を達成することができると考え、高等学校化学における到達度学習の研究に取り組んだ。

＜化学I学習目標例＞

1-1-1 物質の構成

(1) 混合物はいくつかの物質がまじり合ったもので、一定の融点や沸点を示さず、その性質は、成分の混合比によって異なることを説明できる。

(B)

(2) 空気は窒素、酸素、アルゴンなどからなる混合物であることを指摘できる。(B)

(3) ろ過、蒸留、再結晶などの実験操作により、混合物を分離することができる。(A)

(4) 純物質は一定の融点や沸点を示すことを指摘できる。(C)

1-1-2 物質の成分

- (1) 単体は1種類の元素からなる純物質であることを指摘できる。(A)
- (2) 化合物は複数の元素からなる純物質であることを例をあげて説明できる。(C)
- (3) 現在、元素は100種あまり知られていることがいえる。(C)
- (4) 同素体について例をあげて説明できる。(B)
- (5) 酸素、黒鉛の同素体について説明できる(A)
- 1-2-1 物質の構成粒子
- (1) 物質を構成する基本粒子について、例をあげて説明できる。(A)
- (2) 水分子は、1個の酸素原子と2個の水素原子とでできていることを説明できる。(C)
- (3) 水素、塩素の単体の分子式を書くことができる。(C)
- (4) 二酸化炭素およびアンモニアの分子式を書くことができる。(B)

到達度評価の理論や実践については、公的な研究機関での研究以外に、京都での実践や民間教育研究団体などの取り組みがあるが、ここでは、山藤常雄⁽⁴⁾の実践に沿って検討する。

山藤は、「到達度学習は、到達度評価を取り入れた学習指導であり、『学力をつける学習指導のシステム』である」と述べている。

到達度学習では、目標分析（何を）によって教育目標を確認し、学習指導の元帳である行動目標一覧表を作成する。そして、行動目標一覧表から到達基準（どこまで）を設定し、形成的評価（どのように）を行いながら、日々の学習指導を改善していく。要点は次の3点である。

- 生徒に競争させない（偏差値教育の排除）
- 生徒全員に学力をつける（完全習得学習）
- プロ教員の教育技術（権威ある教員の育成）

到達度学習は次のように進められる。

①行動目標一覧表の作成

教科・科目の学問体系と高等学校の教育目標、学習指導要領、複数の教科書などを参考に、教育的な配慮をしながら教科・科目全体についての目標分析を行う。基本概念、概念系、下位概念によって、学習指導内容を構造化し、行動目標一覧表を作成する。

②目標を行動目標で書く

到達度学習では、学習指導を「生徒の行動のパターンを変えるプロセス」と考える。そのため、学習指導による成果（生徒の行動の変容）が教師にはつきりわかるように、目標を行動目標で書く。

③重要度に応じて、行動目標一覧表の目標にA、B、Cなどの印をつける。

授業をする前に点数や文章等で、試験問題の基準を設定する。

⑤行動目標一覧表から学習目標を達成するための教材等を作り、学習指導を進める。

⑥行動目標の提示

行動目標を明示した予習プリントなどを作成し、何が目標かを生徒に提示するように努める。

⑦形成的評価を導入して、時々刻々に変化する生徒の学力を調べる。

⑧総括的評価（学期末試験等）で学力の評価・評定を行う。

⑨行動目標一覧表の見直し・修正

行動目標一覧表は具体的な学習指導の体系である。行動目標一覧表は教育内容を精選・整理するのにも役立つ。随時見直して修正する。学期末には、その期間の反省をし、修正しておく。

⑩目標達成のための努力

目標分析を行い、到達基準を設定し、形成的評価をしながら学習指導を進める。目標を設定したら、教師はプロの誇りにかけて到達基準まで生徒の学力が到達するように努力するようになる。

山藤は教師の日々の教育実践の積み重ねが本質的な学校教育の改革につながることを指摘している。

参考文献

- (1) 文部省、1993、理科における学習指導と評価の工夫・改善、大日本図書
- (2) 文部科学省、2001年4月、中等教育資料
- (3) 山藤常雄、2001、新学習指導要領を具体化する高校教育改革の決め手、学事出版
- (4) 山藤常雄、<http://www5a.biglobe.ne.jp/~totatu/index.html>
- (5) 古藤泰弘他、1998、指導プログラムの理論と作成(Ⅱ)、才能開発教育研究財団／教育工学研究協議会
- (6) 辰野千壽、1995、新しい学力観に立った学習評価基本ハンドブック、図書文化社

【「ハロゲンの単体とその化合物」の評価基準の具体例】

	自然現象への 関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の技能・表現	自然現象に についての知識・理解
ハロゲンの単体	○ハロゲンの単体の生成方法や性質とその規則性、及び日常生活での利用方法について関心を持つことができる。	○ハロゲンの単体の性質の規則性と元素の周期性や電子配置を関連づけて考えることができる。	○塩素の生成と性質の実験を通して、器具の使い方、観察の方法、記録の仕方、安全対策を習得している。 ○塩素の実験から他のハロゲン単体との関連や規則性を説明できる。	○ハロゲンとは、周期表の17族に属する元素だといえる。 ○ハロゲンには、フッ素、塩素、臭素があるといえる。 ○ハロゲンは7個の価電子を持ち、1個の陰イオンになることが説明できる。 ○ハロゲンの単体は、二原子分子で、有色、有毒であることがいえる。 ○原子番号が大きくなるにしたがって融点、沸点が高くなり、常温でフッ素、塩素は気体、臭素は液体、ヨウ素は固体であることがいえる。 ○強い酸化作用を示し、原子番号の小さいものほど酸化作用が大きいことが説明できる。 ○塩素の生成方法を説明できる。
ハロゲンの化合物	○いくつかのハロゲン化合物の性質と生成方法の共通性や規則性、及び日常生活での利用方法などについて関心を持つことができる。	○いくつかのハロゲン化合物の性質と生成方法についてその共通性や規則性を考察することができる。	○HClの生成と性質の実験を通して、器具の扱い方、観察の方法、記録の仕方及び安全対策を習得している。 ○HClの実験を通して、他のハロゲン化水素の生成方法や性質との共通性及び規則性について説明できる。 ○Cl ⁻ 、Br ⁻ 、I ⁻ は、Ag ⁺ やPb ²⁺ と反応して沈殿を生じることがいえる。	○ハロゲンは反応性に富み、化合物をつくりやすい元素であることが説明できる。 ○ハロゲン化水素の例(HF、HCl、HBrなど)をあげることができる。 ○ハロゲン化水素は刺激臭のある無色の気体で、水に溶けて酸性を示すことが説明できる。 ○HClの生成方法を説明できる。 ○HClの水溶液が塩酸であることがいえる。 ○HClは空気中でアンモニアと反応して塩化アンモニウムNH ₄ Clの白煙を生じることが説明できる。 ○塩素のオキシ酸の酸性は、塩素の酸化数が大きいほど強いことが説明できる。

【「有機化合物の特徴」の評価規準の具体例】

	自然現象への 関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の技能・表現	自然現象に についての知識・理解
有機化合物と 無機化合物	○有機化合物に関心をもち、身の回りの物質について区別のしかたを考えようとする。	○身の回りの物質について有機化合物を区別することができる。	○ナフタレンと塩化ナトリウムの水・ヘキサンの溶解性や、燃焼性を調べ、比較することができる。	○有機化合物は炭素を中心とした化合物であることを説明できる。 ○例をあげて有機化合物と無機化合物を分類することができる。
有機化合物の多様性	○有機化合物の多様性に関心をもち、結合の仕方や構造を意欲的に調べようとする。	○有機化合物は炭素を中心に数種の元素が組合わさってできていることを見いだすことができる。		○有機化合物の構成元素は、C、H、O、N、S、P、ハロゲンなどであることを説明できる。 ○炭素原子間の結合は、単結合、二重結合、三重結合のいずれかであることを説明できる。 ○二重結合や三重結合を不飽和結合ということが説明できる。 ○不飽和結合を含む化合物を不飽和化合物といい、含まない化合物を飽和化合物ということの説明ができる。 ○有機化合物は、炭素の結合のしかたで鎖式または環式構造をとることを説明できる。

【「有機化合物の構造と分類」の評価規準の具体例】

	自然現象への 関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の技能・表現	自然現象に についての知識・理解
炭化水素	○炭化水素に関心をもち、身の回りの物質について区別のしかたを考えようとする。	○身の回りの物質について有機化合物を区別することができる。	○ナフタレンと塩化ナトリウムの水・ヘキサンの溶解性や、燃焼性を調べ、比較することができる。	○炭化水素は炭素と水素のみで構成されていることを説明できる。 ○炭化水素は、炭素原子間の結合の仕方によって、単結合、二重結合、三重結合のいずれかであることを説明できる。 ○炭化水素は、炭素原子の結合の仕方によって、鎖式構造、環式構造、立体構造をとることを説明できる。
有機化合物 炭化水素以外の	○有機化合物の多様性に関心をもち、結合の仕方や構造を意欲的に調べようとする。	○有機化合物は炭素を中心に数種の元素が組合わさってできていることを見いだすことができる。		○有機化合物の構成元素は、C、H、O、N、S、P、ハロゲンなどであることを説明できる。 ○炭素原子間の結合は、単結合、二重結合、三重結合のいずれかであることを説明できる。 ○二重結合や三重結合を不飽和結合ということが説明できる。 ○不飽和結合を含む化合物を不飽和化合物といい、含まない化合物を飽和化合物ということの説明ができる。 ○有機化合物は、炭素の結合のしかたで鎖式または環式構造をとることを説明できる。