

言語活動を取り入れた授業における形態素解析を用いた

「指導と評価の一体化」への試み

— 高等学校「物理基礎」の知識習得の授業を例として —

棟田 陽^{*1}, 永山 忍^{*1}, 市原 英行^{*1}, 井上 智生^{*1}

^{*1} 広島市立大学 大学院 情報科学研究科

An Attempt on “Integration of Instruction and Evaluation” Using Morphological Analysis in Classes with Language Activities - In a Class for Knowledge Acquisition of High School “Basic Physics” -

Yo Muneta^{*1}, Shinobu Nagayama^{*1}, Hideyuki Ichihara^{*1}, Tomoo Inoue^{*1}

^{*1} Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

新高等学校学習指導要領の総則において「指導と評価の一体化」の必要性が明確化された。「指導と評価の一体化」を図るために行われる形成的評価としては、生徒の記述文の分析によるものがよくみられる。しかしその分析には多くの時間を必要とし、その結果を直ちに指導の改善に反映させることは難しい。本稿では、高等学校「物理基礎」の知識習得の授業において「指導と評価の一体化」の試みを紹介する。言語活動を取り入れ、「指導」「記述文による形成的評価」「形成的評価に基づく指導改善及び指導の手当ての提示」を1単位時間内に行う。「記述文による形成的評価」のために、記述文の形態素解析の結果から形成的評価を行う関数を提案する。この関数を実際の授業での生徒の記述文に適用した結果、生徒の理解の状況や思考の変容を可視化することができた。このことは、1単位時間の授業内で「指導と評価の一体化」の実現に有用であることを示すものである。

キーワード: 高等学校学習指導要領, 言語活動, 指導と評価の一体化, 形態素解析

1. はじめに

平成30年に告示された高等学校学習指導要領の「第3款 教育課程の実施と学習評価」では、「主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善」及び「学習評価の充実」が示されている⁽¹⁾。「主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善」の中では、学習の基盤となる資質・能力としての言語能力を育成するために、各教科・科目等の特質に応じた「言語活動の充実」が求められている⁽²⁾。「学習評価の充実」では、生徒の主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を行うと同時に、いわゆる評価のための評価に終わることのないよう「指導と評価の一体化」を図り、学習の

成果だけでなく、学習の過程を一層重視し、生徒が自分自身の目標や課題をもって学習を進めていけるような評価が求められている⁽²⁾⁽³⁾。

「指導と評価の一体化」の効果的な実現に寄与する評価として、形成的評価がある⁽⁴⁾。形成的評価とは「単元などの教育プログラムの開始後、教育目標に応じた成果が得られているかについて、指導過程の途上で適宜把握、判断し、その結果をそれ以降の教育計画に活用するための評価」⁽⁴⁾のことである。「指導と評価の一体化」を図るために行われる形成的評価としては、生徒の記述文の分析によるものがよくみられる⁽³⁾⁽⁵⁾。しかし、教師は記述文の分析を授業終了後に実施し、次

表 1 一般的な問題形式

問題文	(物理量 x' を与えて) 物理量 $x = x_1$ の場合, 物理量 y はいくらになるか.
評価	「理解できている」, 「理解できていない」の2通り

の時間の授業で生徒にその評価を伝えることとなり、記述文による形成的評価を直ちに指導の改善に反映させることは難しい。また、教科指導を担当する生徒数が 300 人程度の場合もあり、分析・評価に多大な時間を必要する場合もある。令和 4 年度高校教師の 1 日当たりの在校等時間が 10 時間⁶⁾とあるように、教師への負担が大きい。

本稿では、高等学校「物理基礎」の知識習得の授業において形態素解析を用いた「指導と評価の一体化」の試みを紹介する。言語活動を取り入れ、「指導」「記述文による形成的評価」「形成的評価に基づく指導改善及び指導の手当ての提示」を 1 単位時間内において行う。「記述文による形成的評価」のために、記述文の形態素解析を行い、形態素の品詞と語の分析結果から形成的評価を行う関数を提案する。

2. 物理授業における言語活動について

2.1 物理授業における言語活動の必要性

物理の授業において、教師による一方向的な講義形式による授業は、生徒に物理を理解させることにあまり成功していないことが明らかになっている⁷⁾。これに対して、授業へ生徒の積極的な参加をうながすために、例えば出題された問題を周辺の生徒どうして話し合うような言語活動を取り入れると、学習効果の上がる研究報告がある⁷⁾。

以上のことから、物理の授業において、言語活動を取り入れた主体的・対話的な深い学びの実現が必要である。

2.2 言語活動を取り入れた知識習得を目的とした物理授業における形成的評価のための問題文の在り方

高等学校学習指導要領解説総則編において、「主体的・対話的で深い学び」の「深い学び」の実現には、生徒が各教科等の特質に応じた「見方・考え方」を働

かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したりすることなどが求められている²⁾。そして、高等学校学習指導要領解説理科編において、高等学校理科の「見方・考え方」とは、「自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること」とある⁸⁾。さらに、文部科学省国立教育政策研究所の『指導と評価の一体化』のための学習評価に関する参考資料(高等学校理科)において、ワークシートの記述文の評価の例として、「根拠を示して定量的に回答しているもの」を評価 A, 「定量的に回答しているもの」を評価 B, 「定性的に回答しているもの」を評価 C としている⁹⁾。

以上のように、言語活動を取り入れた知識習得を目的とした物理の授業において、「深い学び」の実現には、定性的、定量的な理解度の評価を行う必要がある。しかし、物理量 x , 物理量 x' , 物理量 y の間に関係式があり、この関係式の理解度に関わる形成的評価の一般的な問題形式は、表 1 のような形式が多く見られる。この形式では 2 通りの評価しかできないため、定性的、定量的な理解の状況の評価を行うことができない。そのため、形成的評価のための問題に対する回答は、定性的、定量的どちらでも回答可能な記述文で回答させる必要がある。

2.3 形成的評価の問題文に対する回答記述文の形態素解析を用いた分析について

前述したように、教師が記述文の分析を行うには多くの時間を必要とし、記述文による形成的評価を直ちに指導の改善に反映させることは難しい。しかし、形態素解析を用いて記述文を分析することで、記述文による形成的評価を 1 単位時間内において指導の改善に反映させることは可能である。

形態素解析とは、文を、意味を持つ最小単位である形態素に分割し品詞等を判別する処理のことである。生徒の回答記述文を形態素解析し、形態素の品詞と語を分析することで、生徒の基本的な概念や原理・法則の定性的・定量的な理解の状況を把握することができる。例えば、形態素の品詞の「形容詞」・「数詞」が現れた場合は、その語を分析することで、教師は生徒の定性的・定量的な理解の状況を把握できる。一方、「形

表 2 多段階評価が可能な問題形式

問題文	(物理量 x' を与えて) 物理量 $x = x_1$ の場合と物理量 $x = x_2 = x_1 \times 2$ (2倍) の場合では, 物理量 y はどのようにになるか.
評価	「物理現象の理解」, 「定性的な理解」, 「定量的な理解」, 「表現力」等の多段階評価

容詞」・「数詞」が現れない場合は, 基本的な概念が理解できていないことが分かる. これを物理の問題に当てはめると, 物理量 x と物理量 y の間に反比例の関係がある問題で, 「物理量 x を 2 倍にすると, 物理量 y はどのようにになるか」という問いに対して, 生徒 P は「小さくなる.」, 生徒 Q は「大きくなる.」, 生徒 R は「1/2 倍になる.」, 生徒 S は「2 倍になる.」と回答があったとする. 形態素の品詞を分析すると, 生徒 P と Q の文では「形容詞」が現れ定性的に考えていることが分かり, 生徒 R と S の文では「数詞」が現れ定量的に考えていることが分かる. また, 「形容詞」と「数詞」の形態素の語を解析すると生徒 P と R は正解で法則等が理解できているが, 生徒 Q と S は不正解で法則等が理解できていないことが分かる.

このように, 形態素の品詞の「数詞」「形容詞」の語を分析することで, 生徒の基本的な概念や原理・法則の定性的・定量的な理解の状況を把握することができ, 多様な観点での多段階評価が可能となる.

3. 形成的評価のための問題文と回答記述文に対する形態素解析を用いた評価手法

物理の知識習得を目的とした授業で, 言語活動を取り入れた主体的・対話的な深い学びの実現を図るために, 形成的評価の問題文を, 「物理現象の理解」, 「定性的な理解」, 「定量的な理解」等の多様な観点での多段階評価が可能のように工夫する方法と, その回答記述文に対する形態素解析による評価手法について述べる.

3.1 多段階評価の可能な問題文の工夫

物理量 x , 物理量 y の間に比例や反比例の関係があり, この 2 つの物理量に関係する演示実験を行った後の形成的評価を行うための問題を, 表 2 の工夫した問

表 3 想定される物理量 y_1, y_2 の回答

① 物理量 y_1, y_2 を定量的な数値で回答
② 物理量 y_1, y_2 の間の定量的な関係 (比例・反比例等の関係) を回答
③ 物理量 y_1, y_2 の間の定性的な関係を回答
④ 誤った回答

題形式にする. このように, 工夫した問題では, 生徒の回答記述文の形式がある程度定まるため, 形態素解析を用いることで回答記述文の評価が可能となり, 1 単位時間内に「指導」, 「記述文による形成的評価」, 「形成的評価に基づく指導改善」という形式の「指導と評価の一体化」が実現できる可能性がある.

3.2 形態素解析を用いた回答記述文の評価の方法

表 2 の工夫した問題に対する回答記述文に形態素解析を用い, 評価を出す方法を述べる.

表 2 の工夫した問題文に対して, 回答記述文が下記のようになったとする.

「物理量 x が x_1 の場合, 物理量 y は y_1 となり, 物理量 x が x_2 の場合, 物理量 y は y_2 となる.」

この場合をテンプレートとして, 形態素解析を用いた評価を出す.

生徒は, 与えられた物理量 x_1, x_2 に対して求める物理量 y_1, y_2 の回答について, 表 3 の①~④の場合が想定される. ①の理解度が最も高く, ①から④に従って, 理解度が低くなっている.

以下に, 形態素解析を用いた評価の方法を示す.

(1) 回答記述文の形態素解析

本手法では, Gi NZA⁹⁾を用いて回答記述文の形態素解析を行う.

物理量 x が x_1 の 場合 , 物理量 y は y_1 と なり , 物理量 x が x_2 の 場合 , 物理量 y は y_2 と なる .

(2) 評価のために必要な語句の抽出

(1)の形態素解析の結果から, 「 x_1 」「 y_1 」「 x_2 」「 y_2 」を抽出し, 以下の組合せを作る.

$(x_1, y_1), (x_2, y_2)$

表 4 抽出語句 y_1, y_2 から Y_1, Y_2 への数値化

抽出語句 y_1 or y_2	Y_1 or Y_2 への数値化
「正解の大きな方の数値」	+9
「正解の小さな方の数値」	-9
「2 倍」	+3
「1/2 倍」	-3
「大きい」	+1
「小さい」	-1
上記以外の記述	0

(3) 回答記述文のベクトル化

ここで「ベクトル化」とは、回答記述文から評価のために抽出した語句を数値に変換することを示す。(2)で抽出した語句の組合せを数値 X_1, X_2, Y_1, Y_2 に変換して、回答記述文をベクトル化する。

抽出語句(x_1, y_1)	→ベクトル化→	(X_1, Y_1)
抽出語句(x_2, y_2)	→ベクトル化→	(X_2, Y_2)

以下に具体的な変換手順を示す。

(a) 数値 X_1, X_2 及び数値 Y_1, Y_2 の符号について

数値 X_1, X_2 の符号は、それぞれの数値に対応する語句 x_1, x_2 の大きさを比較して、大きな値を示す語句に対応する方を正の数、小さな値を示す語句に対応する方を負の数とする。例えば x_1 が「10kg」、 x_2 が「20kg」であれば、 X_1 がマイナスで、 X_2 がプラスとなる。なお、数値 Y_1, Y_2 の符号についても数値 X_1, X_2 と同様に、それぞれに対応する語句 y_1, y_2 が示す大きさから決定した。例えば y_1 が「小さい」、 y_2 が「大きい」であれば、 Y_1 がマイナスで、 Y_2 がプラスとなる。

(b) 求める物理量 y の語句 y_1, y_2 から対応する数値 Y_1, Y_2 への変換

回答記述文における語句 y_1, y_2 からは、生徒の定量的な理解、定性的な理解等の理解度を把握することができる。数値 Y_1, Y_2 の絶対値は、定量的な回答の場合は大きく、定性的な回答の場合は小さくした。次に、本手法での数値 Y_1, Y_2 の数値化について述べる。

表 3 の①～④の理解度に応じて、 Y_1, Y_2 の絶対値を、①の場合は「9」、②の場合は「3」、③の場合は「1」、④の場合は「0」とした。①場合は②

表 5 抽出語句 x_1, x_2 から X_1, X_2 への数値化

抽出語句 x_1, x_2	X_1, X_2 への数値化
語句 x_1 が有り	$X_1 = -20$
語句 x_1 が無し	$X_1 = 0$
語句 x_2 が有り	$X_2 = +20$
語句 x_2 が無し	$X_2 = 0$

(ただし、 $x_2 = x_1 \times 2$ のため、 $X_1 < X_2$ となる.)

の場合の 3 倍、②の場合は③の場合の 3 倍とした。3 倍した理由は以下のとおりである。②の回答記述文が「 x_1 の場合は、 x_2 の場合と比較して 2 倍である。」の場合、 Y_1, Y_2 の絶対値は「3」である。一方、「 x_1 の場合は、 x_2 の場合と比較して 2 倍であり、 x_2 の場合は、 x_1 の場合と比較して 1/2 倍である。」のように、1 つの回答が 2 つの文からなるとき、本手法での分析方法では、 Y_1, Y_2 の絶対値の合計は「6」となる。この場合の評価値が、最も理解度の高い回答文①に対する評価値との差が大きくなるようにした。具体的には、① : ② = 9 : 3 とした。語句 y_1, y_2 と対応する数値 Y_1, Y_2 の関係を表 4 に示す。

(c) 与えられた物理量 x の語句 x_1, x_2 から対応する数値 X_1, X_2 への変換

回答記述文において、 x_1, x_2 またはその特徴を用いて回答を試みている場合は、その対応する X_1, X_2 の絶対値を大きくし、 x_1, x_2 を使わずに回答している場合は、 X_1, X_2 の値を小さくした。本手法では、2 つの場合を明確に区別するために、前者の絶対値として「20」、後者の絶対値として「0」を用いた。なお、前者の値として「20」を用いた理由は、次のとおりである。 x_1, x_2 を使わずに表 3 の①を回答している場合の Y_1, Y_2 の絶対値の合計値は表 4 から「18」となる。後述する(4)の関数 S から回答記述文の定量的・定性的等の評価を算出する際に、表 4 の最大値「9」の 2 倍よりも大きい値にする必要があるためである。表 2 の例では $x_2 = x_1 \times 2$ としており、これに従って、語句 x_1, x_2 に対応する数値 X_1, X_2 の関係を表 5 に示す。

以上のように、語句を数値化することにより、後述

表 6 関数 S の値と評価との関係

関数 S の値	評価	
$S = +378$ または $S = +189$	A (A1/A2)	学習した知識を理解して正しい値を求めており、定量的に理解している。
$+189 > S \geq +63$	B	比例・反比例の関係として定量的に理解している。
$+63 > S \geq +21$	C	定性的に理解している。
$+21 > S \geq +3$	D	定量的に回答しようとしているが、表現に誤りがある。
$+3 > S \geq +1$	E	定性的に回答しようとしているが、表現に誤りがある。
$S \leq 0$	F,G	基本的な概念や原理・法則の理解ができていない。

表 7 回答記述文例と評価に至るまでの分析の流れ

回答記述文例	語句抽出	ベクトル化	関数 S の値	評価
物理量 x が x_1 の場合、物理量 y は y_0 となり、物理量 x が x_2 の場合、物理量 y は $y_0/2$ となる。	(x_1, y_0) $(x_2, y_0/2)$	$(-20, +9)$ $(+20, -9)$	+378	A
物理量 x が x_2 の場合は、物理量 x が x_1 の場合と比較すると、物理量 y の値は $1/2$ 倍となる。	$(x_2, 1/2 \text{ 倍})$ $(x_1, \text{〃})$	$(+20, -3)$ $(-20, 0)$	+63	B
物理量 x が x_2 の場合は、物理量 x が x_1 の場合と比較すると、物理量 y の値は小さくなる。	$(x_2, \text{小さい})$ $(x_1, \text{〃})$	$(+20, -1)$ $(+20, 0)$	+21	C
$1/2$ 倍となる。	$(\text{〃}, 1/2 \text{ 倍})$	$(0, -3)$	+3	D
小さくなる。	$(\text{〃}, \text{小さい})$	$(0, -1)$	+1	E
物理量 x が x_2 の場合は、物理量 y の値は 2 倍となる。	$(x_2, 2 \text{ 倍})$	$(+20, +3)$	-57	F
物理量 x が x_2 の場合は、物理量 y の値は 4 倍となる。	$(x_2, 4 \text{ 倍})$	$(+20, 0)$	0	F
「語句 x_1, x_2, y_1, y_2 」が無い文	$(\text{〃}, \text{〃})$	$(0, 0)$	-400	G

するように、2次元座標 (x - y 平面) 上で、生徒の回答を可視化することができる。

(4) 評価のための関数 S の値の計算

生徒の回答記述文の評価のための関数 S は X_1, X_2, Y_1, Y_2 を変数とする関数として、次のように定義する。

$$S = a(X_1 \cdot Y_1 + X_2 \cdot Y_2) + |Y_1| + |Y_2|$$

($X_i = 0, Y_i = 0$ の場合 $S = -400$)

関数 S の定義の意図を以下に述べる。

(a) $a(X_1 \cdot Y_1 + X_2 \cdot Y_2)$ の項

a は、+, - の符号であり、物理量 x と物理量 y が反比例の関係の場合 - とし、物理量 x と物理量 y が比例の関係の場合 + とし、 $X_1 \cdot Y_1 + X_2 \cdot Y_2$ は、物理量 x と物理量 y が比例または反比例の関係であることを理解しているかを評価する。以上のことから、比例・反比例の関係を正しく捉えている場合は $S > 0$ 、誤って捉えている場合は $S < 0$ となる。さらに、 X_1, X_2 や Y_1, Y_2 の値の大きさにより定量的、定性的な理解も評価する。

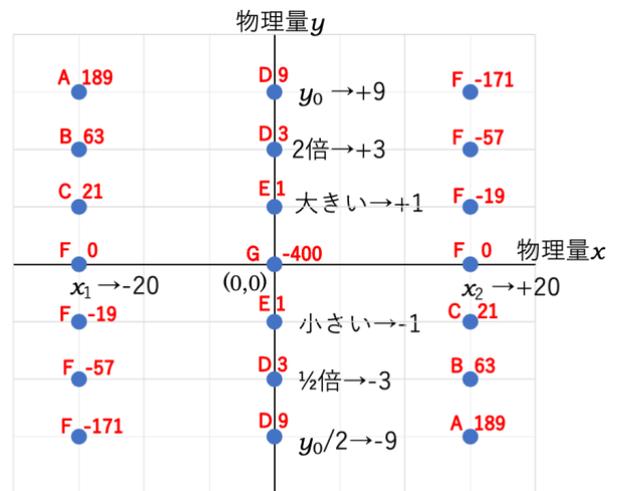


図 1 物理量 x と物理量 y が反比例の場合の回答記述文のベクトル化と評価との関係

(b) $|Y_1| + |Y_2|$ の項

求められている物理量 y を答えているか否か、定量的、定性的に捉えているかを評価する。

(5) 関数 S から評価への変換

表 6 に、関数 S の値と評価との関係を示す。

表 8 「指導と評価の一体化」を図る授業の流れ

授業の流れ	指導要領との関係
物理量 x と物理量 y との間に因果関係がある日常生活と関連した演示実験を見せる.	「主体的な学び」のきっかけ
物理量 x と物理量 y に関わる基本的な概念や原理・法則の説明を行う.	「知識習得」
物理量 x と物理量 y に関わる問題「物理量 $x = x_1$ の場合と物理量 $x = x_2 = x_1 \times 2$ (2倍) の場合では、物理量 y はどのようになるか。」を思考させる.	「形成的評価」を行うための問題の出題
生徒に、簡単に1回目の思考をさせ、回答させる。回答は記述文形式とし、生徒には定性的、定量的どちらで回答しても良いことを伝える.	「言語活動」
生徒の回答をクラスに提示し、教師はコメントを行い、生徒は、2回目の思考の参考とする.	「対話的な学び」「指導と評価の一体化」
生徒に2回目の思考をさせて、根拠も合わせて回答させる.	「深い学び」
形態素解析を用いて生徒の記述文を評価する。評価に応じて、生徒に「指導の手当て」を提示し、3回目の思考をさせる.	形態素解析を用いた「指導と評価の一体化」「深い学び」

表 9 指導の手立て

評価	指導の手立て
A (A1/A2)	基本的な概念や原理・法則を使って回答の根拠を説明させる.
B	授業で学習した式を使って、正しい値を考えさせる.
C	授業で学習した式を使って、定量的に考えさせる.
D	文章を修正させる.
E	文章を修正させる.
F	教科書や映像を見て、現象の理解をさせる.
G	教科書や映像を見て、現象の理解をさせる。義務教育段階の復習をさせる.

3.3 回答記述文例と関数 S による評価

物理量 x と物理量 y の関係が反比例の関係の場合について、表 7 に、回答記述文例と評価に至るまでの分析及び評価を示す。また、図 1 に、回答記述文のベクトル化及び評価と関数 S の値を示す。各点が回答記述文のベクトル化されたもの、各点の左上の記号が評価、右上の数値が関数 S の値である。第 2 象限、第 4

表 10 言語活動を取り入れた知識習得の授業の流れ

授業の流れ	指導要領との関係
閉管楽器を吹いて、閉管楽器の長さ L 変えると音の高さ f が変化する演示実験を行う.	「主体的な学び」のきっかけ
演示実験に関わって、問題「音の高さは閉管楽器の何と関連しているか」を回答させる.	「診断的評価」を行うための問題
音の高さ f と閉管楽器の長さ L の間には、 $f = v / (4L)$ (v :音速)の関係式が成り立つことを教える。(開口端補正は無視)	「知識習得」
問題「楽器において、340Hz の低い音と 1 オクターブ高い 680Hz の高い音を出したい。それぞれの音を出すためには、管の長さをどのようにするとよいか。」を考えさせる.	「形成的評価」を行うための問題
生徒に、簡単に1回目の思考をさせ、回答をパソコンに入力させる。回答は記述文形式とし、生徒には定性的、定量的どちらで回答しても良いことを伝える.	「言語活動」
生徒の回答をクラスに提示し、教師は回答にコメントを行うことで、生徒の2回目の思考のための手助けとする.	「対話的な学び」「指導と評価の一体化」
生徒に、2回目の思考をさせて、根拠も合わせて回答させる.	「深い学び」
生徒の記述文を分析し、評価する.	「指導と評価の一体化」

象限にベクトル化されたものが正解となり、第 1 象限、第 3 象限にベクトル化されたものが不正解となる。また、第 2 象限、第 4 象限の縦軸の絶対値が大きいほど、定量的に考えており、理解度が高いことを示す。

このように、形態素解析と数値化・ベクトル化を行うことで、生徒の回答・思考を上手く分類でき、可視化することができる。これにより教師は、生徒の理解の状況を把握することができる。

4. 言語活動を取り入れた知識習得の物理授業

4.1 言語活動を取り入れた知識習得の物理授業における形態素解析を用いた「指導と評価の一体化」を図る授業

言語活動を取り入れた知識習得の物理授業において

表 11 1 回目の思考と 2 回目の思考の回答記述文

生徒の回答記述文を分類した文	評価
340 Hz の音は 0.25m の管を使い, 680Hz のほうは 0.125m の管を使う.	A
高い音の方が低い音の場合の 1/2 倍の長さにする. 高い音の方が低い音の場合の半分の長さにする. 低い音の方が高い音の場合の 2 倍の長さにする.	B
高い音は低い音よりも短くする. 低い音は高い音よりも長くする.	C
2 倍する. 1/2 倍する. 半分にする.	D
長くする. 短くする.	E
文章の誤り	F
無回答等	G

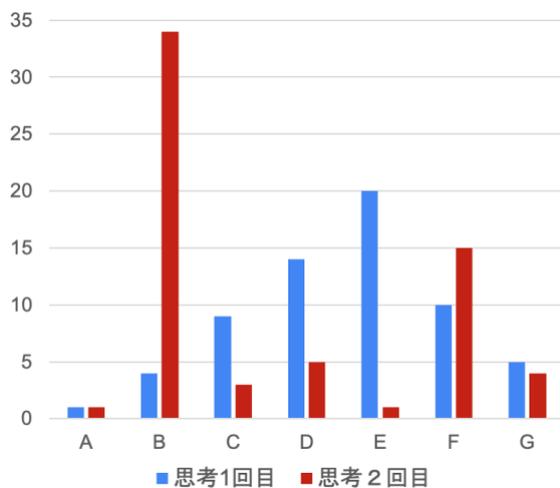


図 2 評価と各評価の人数

形態素解析を用いた「指導と評価の一体化」を図る授業の流れを表 8 に示す. また, 表 9 に, 表 8 の最後の「指導の手立て」を示す.

4.2 実践授業の実施

実践授業を表 8 に基づいて実施した.

- (1) 日時: 2023 年 3 月 6 日
- (2) 場所: 中国地方 Y 高等学校
- (3) 学年: 1 学年
- (4) 人数: 63 名 (2 クラス)
- (5) 単元: 「物理基礎」波 (音と振動)
- (6) 内容: 「楽器の物理」
- (7) 回答データの収集: Google Workspace
- (8) 授業の流れ: 表 10 に示すとおり

4.3 生徒の回答記述文による評価

表 11 に, 表 10 の 1 回目の思考と 2 回目の思考にお

表 12 評価が下がった生徒の回答記述文

思考 1 回目	思考 2 回目「評価 F」
「評価 C」 低い音は長く, 高い音は短くする.	基本振動を 1m の長さとし, 100Hz とすると, 340Hz の低い音を出すには, 基本振動の 3.4 倍, 長さは 3.4m となる. 680Hz の高い音を出すには, 基本振動の 6.8 倍, 長さ 6.8m よって, 低い音は高い音の 1/2 の長さとなる.
「評価 B」 340Hz の時の 2分の1 の長さでふくと 680Hz に	340Hz の波長が 1m のとき, 680Hz にするには, 波長を 2m にする. 680Hz の波長が 1m のとき, 340Hz にするには, 波長を 0.5m にする.

思考 2 回目

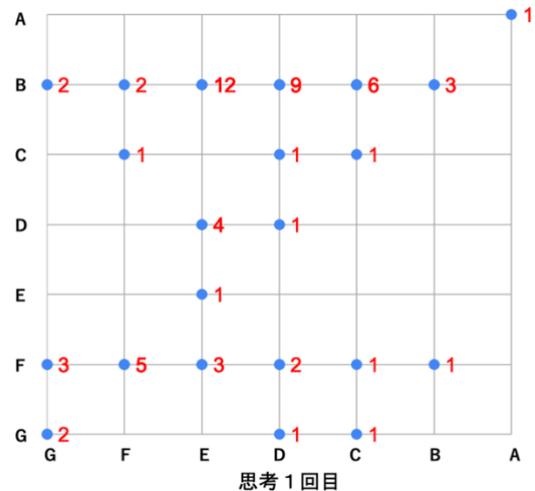


図 3 思考 1 回目から思考 2 回目の評価の変容

いて, 生徒の回答記述文を分類した文と表 6 に基づく回答記述文の評価を示す.

4.4 「対話的な学び」・「深い学び」による評価の変容

図 2 と図 3 は, 表 10 の 1 回目の思考の回答の評価と, 1 回目の思考の後, 「対話的な学び」「深い学び」を行った後の, 生徒の 2 回目の思考の評価の変容をグラフにしたものである.

図 2 では, 横軸を評価, 縦軸を各評価の生徒人数としており, クラス全体の評価の変容を見ることができると. 図 3 は, 横軸に思考 1 回目の評価, 縦軸に思考 2 回目の評価, グラフ中に該当する人数を示す. グラフの右下の部分は評価が下がった生徒, 左上の部分は評価が上がった生徒を示している.

このように, 生徒の思考の変容をも可視化できる.

4.5 実践授業の検証と考察

図 2, 3 をもとに「対話的な学び」「深い学び」に関

する学習効果について考察する。これは、思考1回目に評価Eの人数が多かったものが、思考2回目に評価Bが増えている。これは、1回目の思考の後、生徒の回答のクラスの提示によって、他の生徒の回答や教師からのコメントによる学習効果が現れたためと考える。

一方、思考2回目に評価Fの生徒も増加している。思考1回目は評価Cまたは評価Bで、思考2回目に評価Fになった生徒の回答記述文を表12に示す。思考1回目の回答から、どちらの生徒も演示実験をよく観察していたことがわかるが、思考2回目でそれを正しく記述しようとしたときに、振動数と波長の反比例の関係を誤って比例関係と表現していることがわかる。このように、言語活動により生徒の理解の状況やその変化を明確にできることがわかる。今後、「振動数」と「波長」の関係の正しい概念を定着させる指導改善を行う必要があることが明らかとなった。

以上のように、形成的評価のための問題文を工夫し、実践授業での生徒の回答記述文を分析した結果、多段階評価が可能になった。

5. おわりに

本稿では、言語活動を取り入れた「知識習得」の授業において、形成的評価のための問題文を工夫し、形態素解析を用いて記述文の評価を行うことで、より一層の「指導と評価の一体化」の充実に図る試みを行った。高等学校「物理基礎」の知識習得の授業において、生徒の回答記述文を、形態素解析(Python「GiNZA」)を用いて分析した。その結果、教師が行う評価とかなり一致した。

今後は、回答文が長文になると形態素解析を用いての評価が困難であったため、記述文の回答方法を工夫したり、形態素解析による記述文の分析の精度が上がるようにプログラムを修正したい。そして、1単位時間内で「指導」・「記述文による形成的評価」・「形成的評価に基づく指導改善及び指導の手当ての提示」という形式の「指導と評価の一体化」の実現を図っていきたい。このことは「学習指導要領の趣旨の実現に向けた個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する参考資料(令和3年3月版)」⁽¹⁰⁾に示されている「ICTも最大限活用しながら、多様な子供たちを誰一

人取り残すことなく育成する『個別最適な学び』の実現へと繋がっていく可能性があると考えられる。

参考文献

- (1) 文部科学省: “高等学校学習指導要領”(2018)
- (2) 文部科学省: “高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 総則編”(2019)
- (3) 文部科学省国立教育政策研究所: “「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料(高等学校理科)”, 東洋館出版社(2021)
- (4) 有斐閣 現代心理学辞典: “教育評価”, 有斐閣(2021)
- (5) 大方祐輔: “「指導と評価の一体化」を図る授業デザイン: 高等学校化学基礎「酸化還元反応」の単元開発”, 中等教育研究紀要/広島大学附属福山中・高等学校, 63巻, pp.43-50 (2023)
- (6) 文部科学省: “教員勤務実態調査(令和4年度)【速報値】(概要版)”, https://www.mext.go.jp/content/20230428-mxt_zaimu01-000029160_1.pdf (2023年9月25日確認)
- (7) エドワード・F・レディッシュ著, 日本物理教育学会監訳: “科学をどう教えるか: アメリカにおける新しい物理教育の実践”, 丸善出版, 東京(2012)
- (8) 文部科学省: “高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 理科編 理数編”(2019)
- (9) Megagon Labs: “GiNZA: 日本語自然言語処理オープンソースライブラリ”, <https://www.megagon.ai/jp> (2023年9月28日確認)
- (10) 文部科学省: “学習指導要領の趣旨の実現に向けた個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する参考資料(令和3年3月版)”, https://www.mext.go.jp/content/20210428-mxt_kyoiku01-00014639_13.pdf (2023年9月27日確認)