

課題解決の認知傾向が教科における文脈依存性に及ぼす影響*

—数学と理科における問題解決を利用して—

清和嘉子（筑波大学附属視覚特別支援学校）・大井修三

The influence of cognitive tendencies in task solving on context dependencies in mathematics and science.

キーワード：教科文脈依存性 認知の好み 中学生 数学の学習 理科の学習

要約 本研究では、中学生を対象に、Heath (1964) によって提唱された4つの認知傾向（疑問型・原理型・記憶型・応用型）が、数学と理科における文脈依存性に及ぼす影響を検証することを目的とした。認知傾向は、生徒自身と教員によって評価された。生徒に、同じ概念が必要とされる比例課題を含む数学と理科のテストを解答させて、生徒自身が評価した認知傾向と文脈依存性の関係を検討したところ、両教科で正答できる生徒は、基本的原理を考えながら学習することを好む傾向にあり、数学文脈に依存する生徒は、事実の記憶を中心に学習することを好まない傾向にあった。一方、教員が評価した生徒の認知傾向と文脈依存性との関係をみた結果では、両教科で正答できる生徒は、疑問を抱いたり、基本的原理を理解したり、実用的応用を考えたりしながら学習していた。数学あるいは理科の文脈に依存する生徒は、事実や用語の記憶を中心に学習しようとしており、生徒自身の評価による場合とは違っていた。認知傾向の評価が文脈依存性に及ぼす影響に、生徒自身と教員とで違いが見られた。これは、生徒自身の評価には、個々の生徒が持つ認知への願望が反映されていると解釈され、したがって、認知傾向と文脈依存性を検討するには、教員による評価を用いることが適切であることも示された。

1. 目的

教育実践場面において、ある教科で学んだ知識を別の教科や活動で利用すべき場合がある。ある教科で習得した知識や概念を、他の場面で適用して考察できるようになれば、学習効率は高くなると考えられる。例えば、数学で学んだ比例の概念や計算が、理科で事物や現象を解明するためにしばしば用いられる。ところが、数学では能力を発揮できるのに、同じ能力を用いれば解決できる問題を、理科では解決できない生徒が存在する。このように、ある教科での能力が他の教科で使えないことを、教科の文脈依存性と呼ぶ。

本研究では、数学と理科の教授・学習場面における問題解決に注目し、文脈依存性を規定する要因を明らかにする。Heath (1964) は、学年を超えて学習に共通に影響する要因に注目し、教材に対する認知傾向や学習の構えを示す認知スタイルを指摘して、これらを認知の好みと呼

んだ。

Heathが作成した認知の好みを測定する質問紙では、ある理科の事実や現象に関する一つの記述に続く文章として4つの正しい文章を提示し、それらから好きな文章を選ばせることによって、認知の好みによる認知傾向が測定された。その調査結果から、生徒の疑問型傾向・原理型傾向・記憶型傾向・応用型傾向という4つの認知傾向が示されてきた。本研究では、この各生徒のもつ4つの認知傾向が、数学と理科の文脈依存性を規定する要因であるとする仮説を検証することを目的とした。

Heathが作成した認知の好みによる認知傾向は、生徒自身による好みの評価に基づいて作成されたプロフィールによって示されたものである。一方で、教科担当教員や担任も、それぞれの生徒の持つ問題解決における認知傾向を把握している。生徒自身による評価と教員による評価は必ずしも一致している保証はない。そこで、

*本論文は、平成17年に提出された清和嘉子の修士論文の修士論文を修正して作成されたものである。

数学と理科の授業担当教員および担任が見る生徒一人一人の認知の好みを、4つの認知傾向の程度を評価することによって測定することとした。この結果に基づいて、教員が評価している傾向と数学と理科の文脈依存性との関係についても検証することとした。

2. 方法

(1) 被験者

岐阜県R中学校の1年生2クラス44名(1組:男子12名・女子10名, 2組:男子13名・女子9名)および2年生2クラス59名(1組:男子15名・女子15名, 2組:男子14名・女子15名)の計103名を、調査対象とした。同学年の2クラスは、4月に、それまでの成績に基づいて、学力が同程度となるように分けられており、本研究においても学力面では同質の集団であるとみなした。

また、4クラスの数学担当教員、理科担当教員(各クラス2名)、担任のべ16名、実質10名の教員に、生徒一人一人の学習に取り組む様子や生活の様子に関するアンケート調査を実施した。

(2) 実施時期

平成17年度2学期(9月~12月)

(3) 質問紙

① 数学と理科の文脈依存性を調査する問題

文脈依存性を分析するための数学と理科のテスト問題は、西川(1994)を参考に、実際の教授・学習場面で用いられる数学や理科の問題に準拠して作成された。

各2問で構成されたテストの問題1は、数学と理科の文脈を強調するために、数学のテストには中学1年生の数学の問題、理科のテストには中学1年生の理科の問題を配置した。問題2には、教科文脈の効果を測定するための問題を配置した。このために、同じ比例の概念と計算能力を必要とする数学の問題と理科の問題を1種類ずつ用意した。数学テストと理科テストのいずれにおいても、問題1は小問3問で、問題2は小問5問で構成された。両教科の問題2の小

問5問は、それぞれ同じ計算を必要とするように対応させられていた。

理科テストの内容は、物質の酸化における定比例の法則で、中学校2年生の学習内容である。この調査時期の2年生の被験者にとっても未習の課題であった。しかし、その中の計算自体は、中学校1年生の数学で学ぶものであり、この調査時期の1年生の被験者にとっても既習であった。

② 生徒本人の評価による認知傾向(認知の好み)を測定する質問紙

認知傾向(認知の好み)を調査するために、杉原(1981)によって開発された認知スタイルを測定する検査問題から、認知の好みに関する6問を抜粋して利用した。各問は、物理的事象に関する文章が一文と、それに関する4つの正しい文章の選択肢から構成された。先に提示された一文に続く文章として、被験者が好む文章を選ぶ形式である。4つの文章は、先に提示された文章に対して、疑問型・原理型・記憶型・応用型にあたる認知の好みを表す文章で構成された。杉原の検査では、それぞれの質問に対する4つの選択肢が、すべての問で、疑問型・原理型・記憶型・応用型の順に並べられていたが、本調査では、順序の効果を排除するために、問ごとに選択肢をランダムに並べ替えて用いた。

③ 教員が評価する生徒の認知傾向を調査する質問紙

数学と理科の担当教員および担任が、それぞれの生徒の認知傾向(認知の好み)をどのように評価しているかを調査する質問紙を作成した。生徒が学習に取り組むときの様子を、生徒一人一人について、各教員に尋ねる形式のものである。質問項目は4つで、4つの認知の好み(疑問型・原理型・記憶型・応用型)のそれぞれに、各生徒がどの程度あてはまると感じるかについて、「1. 非常にあてはまる」から「5. 全くあてはまらない」の5点法で回答を求めた。

(4) 手続き

① 数学と理科における文脈依存性の調査

各学年とも、調査対象2クラスは、それぞれ異なった手続きに割り当てられた。この調査で

は、同じ生徒に同種の問題を繰り返し実施するため、後に実施した調査が前の調査による影響を受ける可能性がある。そこで、表1に示すように、各学年の2つのクラスを、数学のテストを先に実施するクラスと理科のテストを先に実施するクラスに割り振った。また、2つのテストの間の影響を考慮して、テスト1とテスト2の実施には約3週間の間隔をあけた。

数学テストは数学担当教員によって数学の授業時間内に、理科テストは理科担当教員によって理科の授業時間内に実施された。各テストの実施時間は10分であった。

表1 本調査における各クラスのテスト実施状況

学年	クラス	テスト1		テスト2
1年生	1組	数学	約3週間	理科
	2組	理科		数学
2年生	1組	数学		理科
	2組	理科		数学

② 生徒本人の評価による認知傾向（認知の好み）の測定

数学と理科の文脈依存性を調査する問題に回答している生徒に対して、認知の好みレベルで測定される認知傾向の調査を、学年やクラスにかかわらず、全員にほぼ同じ時期に行った。

質問の内容が理科に関する記述であるため、理科担当教員によって理科の時間内に実施された。実施時間は10分とした。

回収した後、1番好きな文章として選ばれた認知傾向を2点、2番目に好きな文章として選ばれたものを1点とし、各生徒の疑問型得点・原理型得点・記憶型得点・応用型得点を、6問の合計によって算出した。

③ 教員が評価する生徒の認知傾向を調査する質問紙の実施

数学と理科の担当教員および担任による、各生徒の認知傾向を評価する調査を、生徒本人による認知傾向の測定と同時期に行った。

数学担当教員と理科担当教員には、担当している教科の学習の様子に基づいて、担任には生活の様子に基づいて、担当しているクラスの生徒一人一人の認知傾向を、なるべく感じたままに回答するように求めた。制限時間は設けなかつ

た。

質問紙では、4つの認知傾向について、それぞれの特徴を文章で記述し、当該生徒にどの程度あてはまるかを回答させた。回収した後、「非常にあてはまる」を5点、「少しあてはまる」を4点、「どちらともいえない」を3点、「あまりあてはまらない」を2点、「全くあてはまらない」を1点と換算し、4つの認知傾向について、それぞれ得点化した。

しかし、評価した4名の担当教員はクラスごとに異なっていた。したがって、4名の担当教員の評価にはクラスごとに差がある。そのため、素点のままでは教員評価を同等に扱うことはできない。そこで、4つのクラスをすべて担当した理科（生物地学分野）担当教員の評価に基づいて、各教員の各生徒に対する評価得点を、次の式にしたがって修正した。

$$Y_i = (m/M) \times X_i$$

Y_i ：各教員の各生徒に対する修正得点

X_i ：各教員の各生徒に対する評価素点

m ：各教員が評価した素点の認知傾向ごとの平均値

M ：理科（生物地学分野）担当教員が評価した素点の認知傾向ごとの平均値

各生徒に対して、4名の教員による修正得点を算出後、4名の教員による修正得点を認知傾向ごとに合計した。以後の、各生徒に対する教員による評価は、この修正得点の合計を用いて行われた。

3. 結果

(1) 調査問題の実施順序による効果の検討

分析の対象とした問題は、数学テストと理科テストで、同じ比例の概念と計算能力を必要とする問題2のみとした。しかし、両教科で同種の問題を繰り返したため、後に実施した調査が前の調査の影響を受けた可能性がある。これを検討するために、数学テストを先に実施したクラス（1組）と理科テストを先に実施したクラス（2組）の間での理科の成績を比較した。

このために、1組と2組における理科の問題での、小問1から小問5について、正答の人数と誤答の人数をそれぞれ集計し、表2に示した。

表2 理科テストにおける各小問のテスト実施順序別(組別)の正誤人数

	1組 (数→理)		2組 (理→数)		確率
	正答	誤答	正答	誤答	
問1	45	7	40	11	0.310(n.s.)
問2	17	35	13	38	0.517(n.s.)
問3	35	17	32	19	0.682(n.s.)
問4	28	24	25	26	0.695(n.s.)
問5	16	36	15	36	1.000(n.s.)

1組と2組で理科テストの正誤の人数に有意な偏りがあるのかをみるために、小問ごとにフィッシャーの直接確率計算を行った。その結果、いずれの小問においても、有意な人数の偏りはみられなかった。したがって、数学のテストと理科のテストの実施順序は、理科テストの正誤に影響を与えていなかったとみなし、以後の分析では、テスト教科の順序を考慮しないこととした。

(2) 解答における文脈依存性に関する群分け

各教科における5つの小問の正誤に基づいて、数学と理科の比例の課題に対する解答における文脈依存性を、以下のように定義した。それぞれの生徒の両教科における正誤が一致、もしくは不一致であった設問数を集計し、両教科において正答が一致した状態を対正答、誤答が一致した状態を対誤答とした。

そして、対正答であった設問数が過半数以上(3問以上)あった生徒を両文脈対正答群、対正答であった設問数が0問の生徒を両文脈対正答なし群とした。

また、数学では正答で理科では誤答であった設問数が2問以上あった生徒を数学文脈依存群、その設問数が0問であった生徒を数学文脈非依存群とした。数学文脈依存群の条件を、数学では正答で理科では誤答であった設問数が2問以上としたのは、次の2点の理由による。第一に、小問5問のうち過半数以上(3問以上)の小問で数学に依存した生徒を対象とすると7名と少なく、この後の分析が難しくなる。第二に、数学文脈または理科文脈のいずれかに依存して解答された設問数を確認したところ、最大数が4問であったため、いずれかの文脈に、4問の半

数である2問以上で依存した生徒は、その文脈に依存する傾向にあると考えた。ただし、数学文脈と理科文脈で依存した設問数が2問ずつと同数であった生徒はいないことを確認した。

理科では正答で数学では誤答であった設問数が2問以上あった生徒を理科文脈依存群、その設問数が0問であった生徒を理科文脈非依存群とした。さらに、対誤答であった設問数が過半数以上(3問以上)あった生徒を、両文脈対誤答群、対誤答であった設問数が0問であった生徒を、両文脈対誤答なし群とした。それぞれの群の人数を表3に示した。

表3 群分けの条件とその人数

群の名称		条件		数
両文脈	対正答群	対正答	3問以上	29
	対正答なし群		0問	17
数学文脈	依存群	数学正答	2問以上	19
	非依存群	理科誤答	0問	63
理科文脈	依存群	理科正答	2問以上	17
	非依存群	数学誤答	0問	60
両文脈	対誤答群	対誤答	3問以上	38
	対誤答なし群		0問	30

*各群の条件に該当しない生徒は分析の対象外とした

(3) 生徒本人の評価による認知傾向(認知の好み)の分析

生徒本人の評価によって、認知の好みレベルで測定された4つの認知傾向(疑問型・原理型・記憶型・応用型)を得点化し、平均と標準偏差を表4に示した。得点の合計の最大値は、6つの質問で、特定の認知傾向を示す文章だけが1番好きな文章として選ばれた場合であり、12点であった。

また、この調査では、1番目に好きな文章と2番目に好きな文章で同じものを選択した生徒が1名いたため、この生徒を除いた102名を分析の対象とした。

認知の好みレベルで測定される4つの認知傾向の間で、生徒が好む傾向に差があるのかを調べるために、1要因4水準の被験者内分散分析を行った。その結果、4つの認知傾向の間に有意な差がみられた(F(3,101)=21.59, p<0.01)。そこで、bonferoni法による多重比較を行ったところ、疑問型得点は記憶型得点及び応用型得点よりも有意に高く、原理型得点は他のいずれ

の認知傾向得点よりも有意に高いことが示された。

表4 生徒本人の評価による4つの認知傾向得点の平均値と標準偏差 (N=102)

	疑問型	原理型	記憶型	応用型
平均値	5.13	6.04	3.57	3.28
標準偏差	2.27	2.73	2.07	2.66

(4) 教員が評価する生徒の認知傾向の分析

数学担当教員1名と理科担当教員2名(物理化学分野担当と生物地学分野担当)および担任の計4名によって評価されたものを修正した得点を用いて、生徒一人一人の認知傾向を分析した。

4名の教員による修正得点を合計し、これらの平均値と標準偏差を表5に示した。

表5 担当教員が評価した4つの認知傾向得点の平均値と標準偏差 (N=103)

	疑問型	原理型	記憶型	応用型
平均値	12.05	13.51	14.20	12.10
標準偏差	3.04	3.28	2.58	2.86

(5) 数学と理科における文脈依存性と生徒本人の評価による4つの認知傾向との関係の分析

表3に示した文脈依存性の4つのタイプが、生徒本人の評価による4つの認知傾向によってどのように影響しているのかを分析した。

それぞれの2群間で、生徒本人による4つの認知傾向得点のそれぞれに、有意な差がみられるのかを調べるために、t検定を行った。

その結果、両文脈対正答群と対正答なし群の間では、対正答群の方が、原理型得点に有意に高かった ($t(43)=2.507, p<0.05$)。また、応用型得点では、対正答なし群の方が有意に高かった ($t(43)=2.648, p<0.05$)。疑問型得点と記憶型得点では、対正答群と対正答なし群の間に差はみられなかった(疑問型： $t(43)=0.163$, 記憶型： $t(43)=0.182$)。

また、数学文脈依存群と非依存群の間では、依存群の方が記憶型得点に有意に高かった ($t(79)=2.412, p<0.05$)。疑問型得点、原理型得点、応用型得点では、依存群と非依存群の間に

表6 文脈依存の各群間における4つの本人認知傾向の差の分析【数値は平均値(左)と標準偏差(右)】

	疑問型	原理型	記憶型	応用型
両文脈対正答群 (28人)	5.18 2.33	7.25 2.68	3.36 1.95	2.21 2.54
両文脈対正答なし群 (17人)	5.06 2.49	5.12 2.91	3.47 2.15	4.35 2.76
t 値 (df=43)	0.163 (n.s.)	2.507 (p<0.05)	0.182 (n.s.)	2.648 (p<0.05)
数学文脈依存群 (19人)	5.79 2.76	5.42 2.69	2.63 2.01	4.16 3.04
数学文脈非依存群 (62人)	5.02 2.14	6.08 2.72	3.87 1.95	3.03 2.40
t 値 (df=79)	1.282 (n.s.)	0.927 (n.s.)	2.412 (p<0.05)	1.679 (n.s.)
理科文脈依存群 (17人)	4.65 1.66	5.71 2.82	4.24 2.05	3.41 2.67
理科文脈非依存群 (59人)	5.37 2.23	6.07 2.63	3.37 2.21	3.19 2.65
t 値 (df=74)	1.245 (n.s.)	0.493 (n.s.)	1.439 (n.s.)	0.308 (n.s.)
文脈対誤答群 (38人)	5.53 2.31	5.42 2.77	3.45 2.19	3.61 2.50
両文脈対誤答なし群 (29人)	4.76 2.64	7.34 3.04	3.21 2.04	2.69 2.64
t 値 (df=65)	1.267 (n.s.)	2.702 (p<0.05)	0.458 (n.s.)	1.448 (n.s.)

表7 文脈依存の各群間における4つの教員認知傾向の差の分析【数値は平均値(左)と標準偏差(右)】

	疑問型	原理型	記憶型	応用型
両文脈対正答群 (29人)	13.48 2.83	15.50 2.73	13.76 3.07	13.36 2.50
両文脈対正答なし群 (17人)	11.20 2.04	12.62 2.55	14.54 1.94	11.30 1.60
t 値 (df=44)	2.906 (p<0.01)	3.531 (p<0.01)	0.938 (n.s.)	3.051 (p<0.01)
数学文脈依存群 (19人)	12.18 3.30	14.17 3.35	15.24 2.45	12.69 3.35
数学文脈非依存群 (63人)	11.97 3.15	13.16 3.43	13.77 2.71	11.72 2.82
t 値 (df=80)	0.253 (n.s.)	1.137 (n.s.)	2.117 (p<0.05)	1.260 (n.s.)
理科文脈依存群 (17人)	13.17 3.23	14.74 3.79	15.40 2.96	12.90 3.13
理科文脈非依存群 (60人)	11.43 2.97	12.95 3.36	13.89 2.57	11.62 2.86
t 値 (df=75)	2.108 (p<0.05)	1.895 (n.s.)	2.062 (p<0.05)	1.591 (n.s.)
文脈対誤答群 (38人)	10.75 2.66	11.69 2.81	13.88 2.19	10.63 2.19
両文脈対誤答なし群 (30人)	14.07 2.89	16.05 2.65	14.29 3.21	14.16 2.64
t 値 (df=66)	4.907 (p<0.01)	6.510 (p<0.01)	0.626 (n.s.)	6.023 (p<0.01)

有意な差はみられなかった（疑問型： $t(79)=1.282$ ，原理型： $t(79)=0.927$ ，応用型： $t(79)=1.679$ ）。

理科文脈依存群と非依存群の間では、いずれの認知傾向においても有意な差はみられなかった（疑問型： $t(74)=1.245$ ，原理型： $t(74)=0.493$ ，記憶型： $t(74)=1.439$ ，応用型： $t(74)=0.308$ ）。

両文脈対誤答群と対誤答なし群において、対誤答群の方が、原理型得点が有意に低かった（ $t(65)=2.702$ ， $p<0.05$ ）。疑問型得点，記憶型得点，応用型得点では、対誤答群と対誤答なし群の間に有意な差はみられなかった（疑問型： $t(65)=1.267$ ，記憶型： $t(65)=0.458$ ，応用型： $t(65)=1.448$ ）。

（6）数学と理科における文脈依存性と教員による生徒の4つの認知傾向との関係の分析

本人認知傾向と同様に、教員が評価した生徒の4つの認知傾向（教員認知傾向）に基づいて、数学と理科における文脈依存性との関係を分析した。

表3で分類された、両文脈対正答群と両文脈対正答なし群、数学文脈依存群と数学文脈非依存群、理科文脈依存群と理科文脈非依存群、両文脈対誤答群と両文脈対誤答なし群のそれぞれにおいて、教員が評価した4つの平均認知傾向得点を表7に示した。

それぞれの2群間で、教員が評価した4つの認知傾向得点のそれぞれに差がみられるのかを調べるために、 t 検定を行った。

その結果、両文脈対正答群と対正答なし群において、対正答群の方が、疑問型得点，原理型得点，応用型得点で有意に高かった（疑問型： $t(44)=2.906$ ， $p<0.01$ ，原理型： $t(44)=3.531$ ， $p<0.01$ ，応用型： $t(44)=3.051$ ， $p<0.01$ ）。記憶型得点では、対正答群と対正答なし群の間に有意な差はみられなかった（記憶型： $t(44)=0.938$ ）。

数学文脈依存群と非依存群において、依存群の方が、記憶型得点が有意に高かった（ $t(80)=2.117$ ， $p<0.05$ ）。疑問型得点，原理型得点，応用型得点では、依存群と非依存群の間に有意な差はみられなかった（疑問型： $t(80)=0.253$ ，原理型： $t(80)=1.137$ ，応用型： $t(80)=1.260$ ）。

理科文脈依存群と非依存群において、依存群の方が、疑問型得点と記憶型得点が、有意に高かった（疑問型： $t(75)=2.108$ ， $p<0.05$ ，記憶型： $t(75)=2.062$ ， $p<0.05$ ）。原理型得点と応用型得点においては、依存群と非依存群の間に有意な差はみられなかった（原理型： $t(75)=1.895$ ，応用型： $t(75)=1.591$ ）。

両文脈対誤答群と対誤答なし群において、対誤答群の方が、疑問型得点，原理型得点，応用型得点が、有意に低かった（疑問型： $t(66)=4.907$ ， $p<0.01$ ，原理型： $t(66)=6.510$ ， $p<0.01$ ，応用型： $t(66)=6.023$ ， $p<0.01$ ）。記憶型得点では、対誤答群と対誤答なし群の間に有意な差はみられなかった（ $t(66)=0.626$ ）。

4. 考察

（1）生徒本人の評価による認知傾向が数学と理科における文脈依存性に及ぼす影響

数学文脈でも理科文脈でも正答できる生徒は、どちらでも正答することができない生徒と比べて、原理型得点が有意に高く、応用型得点が有意に低かった。このことは、どちらの文脈でも正答できる生徒は、基本的な原理を考えることを好む傾向にあり、応用面や実用面を考えることを進んでは行わない傾向にあることを示している。

基本的な原理を好んで考えることは、両文脈に共通する原理に気がつきやすい傾向を表し、その結果、文脈から脱して、数学文脈でも理科文脈でも正答できるのではないかと解釈できる。一方、両教科で共通に正答することができない生徒は、基本的原理を考えることを比較的好まず、応用面や実用面を考えることを好む傾向にあった。これは、課題を与えられるとそこから思考を始めようとする傾向が強いので、思考が各教科の枠組みから出られず、したがって、原理が両教科に共通することに気づかないことを示していると考えられる。

これに対して、数学文脈に依存する生徒は、数学文脈に依存しない生徒に比べて、記憶型得点が有意に低かった。すなわち、数学文脈に依存する生徒が文脈に依存しない思考ができないのは、事実や記述にあまり関心を示さないため

であろう。すなわち、これらの生徒は、理科の事物や現象にあまり関心を示さないために、数学で関連する内容を学んでも、理科で学んだ内容に結び付けられず、数学の問題は数学の問題として対処してしまうのではないかと思われる。

理科学脈に依存する生徒と理科学脈に依存しない生徒の間には、疑問型得点、原理型得点、記憶型得点、応用型得点のいずれにおいても差はみられなかった。このことから、理科学脈に依存する生徒は、特定の認知傾向と関係付けて考えることはできないようである。

どちらの文脈でも正答できない生徒は、そうではない生徒に比べて原理型得点が有意に低かった。このことは、両文脈で正答できない生徒は、基本的な原理を考えることを好まない傾向にあるといえる。しかし、この群間の特徴は、文脈依存の観点からよりも、当該の課題に対する理解の可能性の問題として考えなければならない側面を含んでおり、学習指導に当たっては別の指導を考えなければならないのかもしれない。

以上より、本人評価による認知傾向で、基本的原理を考えることを好む傾向は、同じ知識や能力を必要とされる問題には、文脈に関係なく正答できる可能性を増すと考えることができる。

(2) 教員が評価した4つの認知傾向と数学と理科における文脈依存性との関係

各生徒の認知傾向は、生徒自身が評価した場合と教員が評価した場合では必ずしも一致しなかった。そこで、教員評価による各生徒の認知傾向が文脈依存に及ぼす影響を検討した。

教員評価に基づく生徒の認知傾向では、文脈依存との関係が、生徒自身の評価による場合よりも明確に現れた。両文脈で正答できる生徒は、どちらの文脈でも正答できない生徒と比べて、教員評価の疑問型得点、原理型得点、応用型得点が有意に高かった。このことは、学習した事実について、疑問を抱いたり、基本的な原理を考えたり、応用や実用を考えたりしながら学習する傾向が強い生徒は、数学文脈でも理科学脈でも正答できると解釈することができる。すなわち、文脈にとらわれない思考をすることができることを示している。逆に、このような学習

を進める傾向が弱い生徒は、文脈を離れて思考することができないことを示している。

学習した事実の基本的な原理を理解しようとし、さらに疑問や応用面も考察しながら学習していると評価される生徒は、様々な角度から事実を捉えようとすることで基本的な概念が定着し、文脈にかかわらず正答することができると思えることができる。

次に、数学文脈に依存する生徒は、数学文脈に依存しない生徒と比べて、記憶型得点が有意に高かった。また、理科学脈に依存する生徒は、理科学脈に依存しない生徒と比べて、疑問型得点と記憶型得点が有意に高かった。

記憶型は事実や記述を記憶しながら学習する傾向が強いことを示している。この傾向が強い生徒は、自分が記憶した知識に基づいて課題解決に当たる。この対処は、多くの応用を経験しなければ、他場面に適用することが難しい。このことは、記憶型と応用型がともに高くないと、文脈依存的になることを示している。したがって、数学文脈依存者は、記憶を頼りながら問題解決にあたる傾向が強いことを示している。

一方で、理科学脈に依存する生徒は、記憶型に加え疑問型の得点も高かった。このことは、与えられた課題に対して過去の記憶を紐解くだけでなく、そこに疑問を抱く傾向が強い生徒であることを示している。理科テストの内容が未習であったにもかかわらず、理科で正答を示したことは、単にテストの問題にとどまらず、これまでの経験などへと思考を広げ、内容をイメージして正答したものと考えられる。

以上より、教員評価の疑問型得点、原理型得点、応用型得点は、文脈から離れて正答できるかどうかと関係しており、教員が評価する記憶型得点は、文脈に依存する傾向にあるかどうかに関係しているといえるであろう。

(3) 文脈依存性を分析するための生徒本人評価と教員評価による認知傾向の違いの検討

数学文脈依存群と非依存群の間で、記憶型得点において、生徒本人による評価と教員による評価では違いがみられた。生徒本人の評価による得点では、非依存群の方が有意に高く、教員

の評価による得点では依存群の方が有意に高かった。これは、数学文脈に依存する生徒は、本人は記憶を好んでいないにもかかわらず、教員からは記憶を中心とした学習を行っていると思われることを示している。すなわち、記憶を中心とした学習行動をとっていると評価されている一方で、本人は事実や記述の記憶を好まないのではないかと考えられる。

このように、生徒の自己評価による認知傾向には、生徒の願望も入っていると考えられる。このために、生徒自身の評価による認知傾向に基づいた分析では、あまり明瞭な文脈依存に関する結論は得られなかった。それに対して、担当教員が評価する認知傾向は、実際に生徒が学習する際の行動から評価された。教員の評価による認知傾向に基づいた文脈依存の分析では、文脈に独立な思考を行える生徒は記憶型以外の認知傾向が強いことが示された。これらは、文脈に独立な思考が行えるためには、原理型の認知傾向が重要であるとするこれまでの知見に加えて、疑問型、応用型も、文脈に独立した思考を行うための助けとなることを示すものであった。このことは、文脈に独立な思考ができる生徒を育てるカリキュラムを考えるときに、多様なカリキュラムが可能であることを示すものといえる。

これらのことから、生徒自身による認知傾向の評価よりも教員評価による認知傾向の方が、生徒の文脈依存性と認知傾向の関係を分析する材料として適切であると考えられる。

(4) 全体的考察

本研究では、同じ比例の概念と計算を必要とする問題に対して、数学文脈でも理科文脈でも正答できる生徒は、生徒本人が基本的な原理を理解しようとするを好む傾向にあり、いずれの文脈でも正答できない生徒は、その逆であることを示した。これは、大村(1966)の研究において、学力型と認知傾向の対応をみたときに、原理型を好む傾向にある生徒は、どの学力型とも強い正の相関を示し、どのような形式の問題にも対応できたことと一致する。これらのことから、教授・学習場面では各教科内容の教

示と同様に、基本的原理を理解しながら学習することを好む生徒を育てる必要があることを示している。

また、4名の担当教員が評価した生徒の4つの認知傾向得点に注目すると、原理型得点と記憶型得点が、数学文脈依存性と理科文脈依存性に影響していた。すなわち、実際に基本的原理を理解しながら学習していると評価される生徒ほど、数学文脈でも理科文脈でも正答でき、逆に、事実や記述の記憶を学習の中心としていると評価される生徒ほど、どちらかの文脈に依存する傾向が強かった。

一方、数学文脈や理科文脈に依存する生徒は、教員評価の記憶型得点が高かった。ただし、未習の内容であった理科文脈に依存する生徒は、教員評価の疑問型得点も高かった。すなわち、記憶を中心に学習していると評価される生徒は文脈に依存しやすいが、他の認知傾向による学習も行う生徒は、未知の分野に対しても対応の可能性が高まることも示された。

以上のことをまとめると、実際の教授学習場面においては、基本的原理を理解しながら学習する生徒を育てることが大切であると同時に、事物や記述の記憶だけで学習するのではなく、学んだ内容に関する疑問を抱いたり、応用面や実用面を考えたりすることのできる生徒を育てる必要があると感じられる。小学校学習指導要領(1998)によると、算数の目標には、「考える能力を育てる」ことが含まれている。中学校学習指導要領(1998)では、数学の目標に、「考察する能力を育てる」という言葉に変えて明記されている。これらのことは、考える能力や考察する能力の一部として、基本的原理を理解しようとする力、疑問を抱いたり応用面を考察したりする力を育てる必要があることを示すものである。

ただ、生徒が記憶だけで学習することを回避させたいが、記憶を全く好まない生徒も文脈に依存したことを忘れてはならない。学習においては、基本原理を適用する場合にも、各教科の具体的内容から離れることはできない。基本的原理を理解しながら本質を捉え、それを整理して記憶内容と整合できる生徒を育てる必要があ

るのかもしれない。

そして、これらのことは、数学と理科の教科間だけの問題ではない。各教科で様々な知識や概念を学ぶが、それを他の教科学習や活動場面で活用できるようになるためには、各教科の学習で学んだ内容の基本的原理をきちんと押さえること、そしてそれを記憶することを指導することが必要なのだと思われる。

(5) 問題点と今後の課題

本研究では、生徒の間に存在する学習特性の違いに注目し、認知の好みによって測定される認知傾向が数学と理科における文脈依存性に及ぼす影響を検討した。このとき、認知の好みについて、生徒自身による好みの評価からプロフィールを作成した。一方で、教科担当教員や担任もそれぞれの生徒が持つ認知傾向を把握しており、それらの教員による評価も分析対象とした。しかし、生徒自身が好む認知傾向と教員が評価する認知傾向、すなわち実際に行動する際に取られる認知傾向とは一致していなかった。生徒本人の評価による認知の好みを測定する調査問題では、生徒が学習において実際に採用する認知行動ではなく、願望に基づく認知行動を測定した可能性が考えられる。今後、客観的に生徒の学習における認知行動を測定するテストの検討が必要である。

また、本研究の結果から、基本的原理を理解しながら学習することを楽しいと感じられ、実際にもそのような学習行動をとることのできる生徒、決して事実や記述の記憶だけで学習を進めず、疑問を抱いたり、実用面への応用などを考えたりできる生徒を育てることが必要であることを先述した。学校における数学や理科の授業を考えたとき、具体的にどのような展開をすれば上記のような生徒を育てられるのか。今後は、この課題を考えていく必要があると思われる。

これまでの研究では、湯澤・山本(2002)が、金属の酸化の授業において、従来行われてきたような酸化の実験を踏まえて定比例の法則を帰納するのではなく、定比例の法則を原子モデルから演繹した後に、数学で学習した比例の知識

を用いて課題を行わせた。このような授業では、基本的原理を明確に押さえた指導が行われたために、数学の知識や概念を理科でも適用することができたのだと思われる。

また、荷方・島田(2005)が主張した類題作成活動経験は、基本的原理の理解を促す介入法であるといえる。この経験は、類題を作成するにあたり、問題の中のどの部分を変えられるか、どのような内容に応用できるのかを考えることとなり、疑問型の考え方や応用型の考え方も促進する活動であるといえよう。

しかしながら、これらの授業によって、原理型の考え方をするようになっていくかどうかの検討はなされていない。今後、基本的原理を理解しながら、他の認知型をも用いることによって学習するようになることを促す指導法の開発が必要であると思われる。

引用文献

- 中学校学習指導要領(平成10年2月)解説—理科編—
1999 文部省.
- Heath, R. B. 1964 Curriculum, cognition and educational measurement. *Educational Psychological Measurement*, 24(2), 239-253.
- 文部省告示小学校学習指導要領 1998 大蔵省印刷局.
- 文部省告示中学校学習指導要領 1998 大蔵省印刷局.
- 荷方邦夫・島田英昭 2005 類題作成経験が類推的問題解決に与える効果 教育心理学研究, 53, 381-392.
- 西川純 1994 理科における計算能力の文脈依存性に関する研究—オームの法則を事例として— 日本理科教育学会研究紀要, 35(1), 53-58.
- 大村彰道 1966 高校物理学習における生徒の認知傾向 教育心理学研究, 14, 1-8.
- 杉原一昭 1981 認知スタイルの発達と認知スタイルと学力の関係 科学研究費総合研究A報告書所収, 34-45.
- 湯澤正通・山本泰昌 2002 理科と数学の関連づけ方の異なる授業が中学生に及ぼす効果 教育心理学研究, 50, 377-387.

