

キー・コンピテンシーの概念に基づいた
考える力を育む中学校数学科の授業

Lessons of Junior High School Mathematics Based on the Concept
of Key Competencies Which Develop the Power to Consider

垣水 修・泉田 悠貴・加賀谷かおり
藤崎 直子・松浦 康平・金澤 茉依子

Osamu KAKIMIZU, Yuki IZUMIDA, Kaori KAGAYA
Naoko FUJISAKI, Kouhei MATSUURA and Maiko KANAZAWA

Abstract

In today's world, technology changes quickly and continuously, and people are faced with complicated situations in various scenarios. In such a society, people need to continue studying throughout their whole life. Children have to establish the role of the study of mathematics in and for their life. The OECD has engaged in a Programme for International Student Assessment (PISA) regarding students' study achievement every three years since 2000. The purpose of this achievement test was to measure how much students are mastering the knowledge and skills needed for their future life after compulsory education. The definition of mathematical literacy in PISA is as follows. "Capability to find and understand the role which mathematics plays in the world. Capability to judge based on a positive mathematical basis. Capability to be engaged in mathematics."

On the other hand, from the DeSeCo project, the OECD performed a study on a new domain of competencies, and has proposed a framework of "key competencies for a successful life and a well-functioning society." We researchers, thought it important to consider lessons and teaching materials based on the concept of key competency and in the process studied about how the lesson and study materials of mathematics develop the power to consider. The function of teaching materials is to refresh growth processes. Education is re-systematizing of experiences which increase the capability to assign the meaning to the experience and to orient the course of a subsequent experience. We think that it is important to give children experience in which they perform analysis and discernment. Moreover, for solution of a problem, it is important to have an exact and comprehensive insight. We performed examinations from various perspectives regarding the achievement test of PISA and the concept of key competency and on this basis practiced it by creating a lesson for junior high school mathematics for students to develop the power to consider. In this paper, we consider how the view of key competency should be utilized for lesson or teaching-materials development. Furthermore, we consider the design for lesson practice and analyze the practice results.

0. はじめに

今日の世界では、技術は急速かつ継続的に変化し、人々は様々な場面で複雑な状況に直面しながら、膨大な量の情報を処理し、それを利用していくことを迫られている。こうした社会にあっては、人はみな生涯を通じて学び続ける必要があり、子供たちは、数学および科学を人生のために学ぶべきものとして位置づけ、それらを学ぶことを通してさらに、自ら学ぶ力を身につけていかなければならない。経済協力開発機構（OECD）は、2000年以来3年ごとに、生徒の学習到達度に関する国際比較調査（PISA調査）をおこなってきた。この調査は、各国の子供たちが将来生活していく上で必要とされる知識や技能が、義務教育終了段階において、どの程度身につけているかを測定することを目的としたものである。PISA調査においては、数学的リテラシーを「数学が世界で果たす役割を見つけ、理解する能力。確実な数学的根拠に基づき判断を行う能力。数学に携わる能力」と定義している [5]。

一方でOECDはDeSeCoプロジェクトにより、新しいコンピテンシー領域の調査研究をおこない、「キー・コンピテンシー」の枠組みを提案している [6]。我々は、考える力を育む数学科の授業と学習材について研究していく過程で、キー・コンピテンシーの概念に基づいて授業や教材を考えていくことが重要であると感じた。ジョン・デューイによれば「教材の機能とは、成長過程を生き生きとさせておくこと」であり、「教育とは、経験の意味を増加させ、その後の経験の進路を方向づける能力を高めるように経験を再組織化すること」である [7]。原因と結果を結びつけ、そこに介在するものを知るために分析と洞察をおこなうような経験を子供たちに与えることが大切である。また課題の解決のためには、正確で包括的な見通しを持つことが重要であることを、子供たちは学んでいかなければならない。我々はPISAの学力観とキー・コンピテンシーの概念について検討をおこない、それに基づいて考える力を育むための中学校数学科の授業を構想し、授業実践をおこなった。本稿では、キー・コンピテンシーの考え方を授業や教材開発にどのように活かしていけばよいかについて考察し、それを基に授業の構想と授業実践に関する分析をおこなう。

1. 数学的リテラシーについて

PISA調査における数学的リテラシーの領域は、生徒が様々な状況における課題に対して問題を数学的に設定し、定式化をおこない、それを解決するために概念を有効に分析し、推論し、他者に伝達することのできる能力に関係している。数学的リテラシーは、「数学が世界で果たす役割を見つけ、理解し、現在及び将来の個人の生活、職業生活、友人や家族や親族との社会生活、建設的で関心を持った思慮深い市民としての生活において確実な数学的根拠に基づき判断を行い、数学に携わる能力」と定義されている [1]。

数学的リテラシーの概念においては、「数学化」すること、およびそのプロセスが最も重要である。数学化とは、現実に存在する問題から出発し、数学的な概念によってその問題を構成すること。さらに問題のどの主要点が重要であるかを仮定し、それを一般化し、定式化することによって、現実の問題をその状況を忠実に表現する数学的な問題へと変換することである。そのうえで数学的な問題を解き、それを現実の状況に即した形で解釈することが重要となる。

数学化のプロセスにおいては、問題を「現実」から数学に翻訳することが必要となる。このプロセスでは、現実に基づいた問題の観点から関連する数学の分野を特定し、問題を数学的概念に従って構成し、適切な仮説を設定して問題を表現する作業をおこなう。そのうえで、既知の問題と同型の側面がないかどうか検討し、数学的モデルを構築する。問題を解決するための最後の手順は、数学化のプロセスとそれから得られた結果について熟考することである。ここで、生徒は批判的な態度で結果を解釈し、プロセス全体を検証しなければならない。このような熟考はプロセスのすべての段階においておこなわれる必要がある。この熟考・検証プロセスには次のような側面が考えられる。すなわち、数学的概念の範囲と限界を理解すること、数学的議論について熟考し、結果を説明し、正当化すること、プロセスと解を伝達すること、である。

数学的リテラシーの概念はまた、もう1つのリテラシー領域である「問題解決能力」と密接に関連している。例えば [8] においては、これら2つのリテラシーの間の相互関係について考察し、問題解決能力と表現力を育む中学校数学科の興味深い授業実

践をおこない、それに関する分析をおこなっている。一方で数学的リテラシーの概念はまた、次のような今日の社会の要請に応えるものでなければならない。すなわち、

- ・技術が急速に継続的に変化する世界では、技術に関する学習はプロセスの一時的なマスターだけでなく、高い適応可能性が求められる。
- ・社会がますます多様で細分化されるようになってきており、個人的な関係においても、いっそう異なった他者との交流が求められている。
- ・グローバリゼーションは新しい形態の相互依存性を作り出しており、さまざまな行為は、経済競争のような影響と公害のような結果の両方を考慮することが必要となり、その効果は個人の地域共同体や国家共同体を越えて広がっている。

本稿では、数学的リテラシーの概念を、さらに一般的なキー・コンピテンシーの概念の中で捉え、その文脈に沿う形で、具体的な授業の構想を提案する。

2. キー・コンピテンシーについて

一般的に数学および科学は、人々を日常的な目的への没頭から精神を解放し、新たな目的を計画的に追求することを可能にするものである。教育課程の中で数学および科学が果たさなければならない機能は、経験を一時的で個人的な出来事から解放し、個人の習慣や好みという偶然的な要素によって曇らされない知的展望を開くことであった。しかし今日の教育においては、数学や科学の果たすべき役割、および個人の身につけるべき数学的リテラシーや科学的リテラシーを、さらに一般的な文脈において捉えなおす必要がある。

今日の社会では、人々は生活の様々な場面で複雑な状況に直面している。OECDはDeSeCoプロジェクトにおいて、こうした状況にあって人々が持つべきコンピテンシーとはどのようなものなのかを調査研究し、「キー・コンピテンシー」の枠組みを提案している[6]。「そうしたコンピテンシーを定義すれば、青年や成人が人生において課される挑戦に対し、どう備えればよいのかを評価することができるし、教育システムや生涯学習の包括的目標を設定することができる」と述べている。ここではコンピテンシーは、知識や技能以上のものであると捉えられている。個人は広い範囲のコンピテンシーを必要と

するけれども、人生のある時点を考え、いろいろな状況の中で必要とされることをすべて列挙した長いリストを作ったとしても、その実用的な価値は限られたものになってしまうため、少数のキー・コンピテンシーを考えることが重要になる。キー・コンピテンシーの条件は次の3つである。

- ・社会や個人にとって価値ある結果をもたらすこと。
- ・いろいろな状況の重要な課題への適応を助けること。
- ・特定の専門家だけでなく、すべての個人にとって重要であること。

こうした観点に立って、キー・コンピテンシーは次の3つのカテゴリーにまとめられる。

(カテゴリー1) 相互作用的に道具を用いる。

(カテゴリー2) 異質な集団で交流する。

(カテゴリー3) 自立的に活動する。

カテゴリー1：相互作用的に道具を用いる

グローバルな経済や情報社会において専門的に求められるのは、コンピュータのような物理的な道具と同様に、言語、情報、知識といった相互作用のための社会文化的な道具への熟達である。相互作用的な道具の活用において求められるのは、単に道具を使いこなすための技術的なスキル以上に、人が世界と相互作用する方法を道具がどのように変化させるか、また目標を達成するためにどのように道具を使うことができるかを理解することである。

カテゴリー2：異質な集団で交流する

社会が様々な点でいっそう断片化し、多様化する時代に、個人間の人間関係をうまく管理することは、個人の利益からも新しい形の協力関係を作る上でもいっそう重要になってきている。このカテゴリーのキー・コンピテンシーは、他の人々とともに学び、生活し、働くことを個人に求めるものであり、共感性、協力しチームで働くこと、争いを処理し解決する能力を意味している。

カテゴリー3：自立的に活動する

現代社会はそれぞれの人の立場が伝統的な社会の場合のように明確に定義されていないことから、自立的に活動することが重要になる。大きな展望の中で活動する能力。人生計画や個人的プロジェクトを設計し実行する能力。自らの権利、利害、限界やニーズを表明する能力が重要である。

それなりにうまくいっている教授法はみな、学習した概念を応用することの必要を認めるものである。応用の練習はしばしばすでに学習したことを固定させ、それを上手に操作するための方策とみなされている。しかし学習においてすでに獲得したものを応用する練習は、知的性質を持っていなければならないであろう。決まりきった一律的な練習は、ある特定のことをなすための熟練を増すものであり、その限りにおいて教育的効果を持つといえるかもしれない。しかしキー・コンピテンシーという視点から学習過程や授業について考えるならば、意味や関連の新たな認知に至るような応用のための教材の開発と、それをういた授業が今後ますます重要になっていくと考えられる。

子供たちの経験はすべて、うまくいくまであれこれやってみるという試行錯誤の側面を含んでいる。子供たちは、原因と結果、活動と結末を結びつけるために、そこに介在するものを知ろうとして分析的な洞察を働かせるであろう。授業において、この思考あるいは洞察という要素を何ら含まないならば、それは意味のある経験であるということとはできない。我々はこのような観点に立って、子供たちの考える力を育むための授業を構想し、授業実践をおこなった。次節では授業の構想と内容を詳しく述べ、続くと実践結果の分析をおこなう。

3. 授業実践

(1) 目的

我々は「先を見通し、選択する力を身に付けよう」というテーマを掲げ、さまざまな数学的情報をもとに、先を見通し、選択していくような授業作りを目指した。生徒がこれまでに学習してきた数学を親しみやすい形で取り上げるためにも、ゲーム性の強い題材を選んだ。この活動は、ただ知識があればよい結果を得られるというわけではなく、推測スキル、選択スキル等を活用することが必要である。中学3年生で学習する「確率」の内容も少し含まれているが、日常的な天気という要素に置き換えることで、自然に考えられるように工夫した。

この授業は、ゲームの中で次に何をしたらよいか、ということを計画的に筋道立てて見通すことができる力が重要となる。ゲームの途中段階の結果を見て次回はこうすればうまくいくはずだ、というような生徒の考える過程にキー・コンピテンシーの概念を組み込んだ授業を目指す。そしてチームで協力して

活動する中で、共感性の資質を發揮できるように授業展開を考えた。

(2) 授業の実践

a) 授業名：「木を育てよう」

b) 授業の目標

- 数学的な要素を含む課題に取り組むことで、情報を適切に整理し、それに基づいて合理的に判断することができる。
- 与えられた様々な数学的条件を考慮して、見通しを立てた考えを持つことができる。
- 班の仲間と協力して、1つの課題に取り組むことができる。

c) 題材観

今日の社会では、人々は生活のさまざまな場面で複雑な状況に直面している。どのような条件の下に置かれたときにも、その課題に対していかに挑戦できるかということが社会で生きていく上で大切であることを学ばなければならない。そのために必要なキー・コンピテンシーは3つのカテゴリーとして特徴づけられる。

- ① 相互作用的に道具を用いる。
- ② 異質な集団で交流する。
- ③ 自律的に活動する。

①としては、数学的な内容を含む情報を与え、それらの情報を総合的に照らし合わせて判断すること。②としては、個人的な考えだけではなく、周囲の人の話を聞く能力や協調性。③としては、自分がどのような立場にあるのかを見極めて、その場に適した行動をとるといことが挙げられる。

今回の授業実践は、さまざまな数学的情報を考えながら、木をどれだけ大きく伸ばせるかというゲーム的要素を含んだ内容を設定した。考察の中で次に何をしたらよいか、ということを計画的に筋道立てて見通すことができる力が重要となる。

d) ゲームの説明

まず授業のために我々が考案したゲームについて説明する。このゲームは木を育てるゲームであり、木をより大きく成長させることを目標とする。木を育てるためには、以下の3つのポイントを攻略する必要がある。

- ① 成長に必要な水分量を保つ。
- ② 季節と天気を味方にする。

③ 肥料と土、薬といったアイテムを効果的に使用する。

この3つのポイントを攻略し、より大きく木を成長させた班がこのゲームの勝者になる。

- 「働く」ことによって、「買い物」のための収入を得ることができる。収入は働く期間に応じて表3.1のようになる。

表3.1 働く期間と収入

A	B	C
1 期間	2 期間	3 期間
2,000円	5,000円	8,000円

・木を大きく育てるためには「肥料」、「土」、「薬」を有効に用いることが必要である。買い物の種類とその代金は表3.2のようになる。

・期間における「水分量」によって、木の「成長量」が異なるように設定する。水分量と成長量の関係は表3.3で与えられる。

・期間の天候によって水分量が変化する。天気と水分の変化量の関係は表3.4のように定める。

表3.5はゲームで使用する用紙である。ここではすでに数値等が記入されているがこれは以降にシミュレーションを兼ねて説明するためである。第1期から第6期までゲーム展開のシミュレーションをおこなって、ゲームの進め方を解説する。

表3.2 買物の種類とその代金

	a	b	c	d	E	f
ア イ テ ム	肥料 普通	肥料 良	肥料 高級	土 良	土 高級	薬
代 金	1,000円	2,000円	30,000円	2,000円	3,000円	5,000円
効 果 (倍率)	×1.5	×2	×3	×2	×3	×5

表3.3 水分量と成長量

水 分 量	-1以下	0~3	4~6	7~10	11以上
成 長 量	-2	+1	+2	+1	-2

表3.4 天気と水分の変化量

天 気	快晴	晴れ	曇り	雨	雪
水分の変化量	-3	-2	0	+2	+3

表3.5 ゲームのシミュレーション

	1 期	2 期	3 期	4 期	5 期	6 期
所持金(前)	① 5,000円	9,000円	8,000円	7,000円	4,000円	⑦ 0円
季節		春1	春2	春3	夏1	夏2
天 気		晴れ-2	晴れ-2	くもり±0	晴れ-2	雨+2
水 分 量	3	1	-1	4	2	4
木の 高 さ	1	2	③ 1	3	4	16
水やり・水抜き			④ +5			
働 く	② B 5,000円 →					A 2,000円
買 い 物				b 2,000円	e 3,000円	
アイテムの使用					⑤⑥ b,e×6	
所持金(後)	10,000円	9,000円	8,000円	5,000円	1,000円	2,000円

・初期設定は、次のように定める。

- a) 所持金は5,000円とする。お金は各期間に支払う「生活費」および、アイテムを買うために使われる(表3. 5①)。
 b) 水分量は、各チームで決める。表3. 3と表3. 4を基にして作戦を立てる。
 c) はじめの木の大きさは1とする。

<第1期>

まず水分量を決定する。ここでは「3」に設定した。次にこの期間おこなうことを決定する。この期の中でできることは「水やり・水抜き」、「働く」、「買い物」の3つの中の1つであり、2つ同時には選択できない。この期間では「働く」のBを選択する。ここで表中の②説明をする。Bを選択したので2期間働くことになり、次の期間は新しく何もする

ことができない。またお金は働き終わったら得られる訳ではなく、選択した期間で得ることができるものとする。この期間はこれで終了し、一番下の「所持金(後)」の欄にこの期間の最終的な金額(ここでは10,000円)を記入する。

<第2期>

第2期に移ったのでまず最初に生活費として1,000円を所持金から引く。よってこの期の初めの所持金は9,000円になる。ここで「春1」の天気を決定する。

天気は季節により晴れや雨の割合が変化する。また天気はサイコロを振り、出た目で決定する。天気とその割合(サイコロの目)の関係は表3. 6のよう

表3. 6 サイコロの目と天気

	春	夏	秋	冬
晴れ	1, 3	2, 3, 4	1, 3	1
雨	5	5	4, 6	2, 3, 4
くもり	2, 4, 6		2, 5	
雪				5, 6
快晴		1, 6		

春1での天気は「晴れ」とする。表3. 4から、「晴れ」の場合は水分量が2減少するので、3から1になる。天気が決定し、水分量が変化した時点で、木の成長が決定する。木には成長するために適切な水分量が存在する。水分量が4~6の間にあるとき木は大きく成長する。表3. 3により、今は水分量1なので木は1だけ成長し、木の高さは2になる。この期間はまだ働いているのでこのまま終了し、下の所持金の欄に9,000円と記入する。

<第3期>

最初に生活費1,000円を支払う。天気を決定するわけであるが、この期間は「晴れ」とする。よって水分量は-1になってしまい、木が2縮んでしまう。しかし今の木の高さは2で、木は1より小さくなることはできないので1で止まる(表3. 5③)。この期間であることを選択する。今は水分量がマイナスなので「水やり・水抜き」を選択する。「水やり・水抜き」においては-5から+5までを水分量に加えることができる(表3. 5④)。ここでは+5を

加え、その結果水分量は4に上昇する。この期間はこれで終了し、下の所持金の欄に8,000円と記入する。

<第4期>

最初に生活費1,000円を支払い、天気を決定する。この期間は「くもり」とする。よって水分量の変化はなく4のままである。木の高さは、水分量が今は4なので1から3に成長する。この期間では買い物をする。アイテムはa~fの6種類あり、値段に応じてその効果が異なる(表3. 2)。ここでbの肥料を購入する。これにしたがって所持金が7,000円から5,000円に変化し5,000円を下の所持金の欄に記入する。

<第5期>

生活費1,000円支払う。天気は「晴れ」とし、水分量が4から2に変化する。これに伴い木の高さは3から4になる。この期間でも「買い物」をする。eを購入し、3,000円を支払う。所持金は4,000円か

ら1,000円になる。ここでアイテムを使用してみよう。アイテムは「水やり・水抜き」、「働く」、「買い物」の選択の後にいつでも使用することができる(表3. 5⑤)。またアイテムは違う種類であれば、いくつでも重複して使用することができる(表3. 5⑥)。この期間ではアイテムのbとeを使用する。アイテムが効果を発揮するのは使用した次の期間である。所持金の残高1,000円を下の所持金の欄に記入する。

<第6期>

生活費1,000円支払う。天気は「雨」であるとする。水分量が2から4に変化する。木の高さは「アイテムを使用したことにより」4から16になる(4 + 2 × 6 = 16)。

・アイテムの効果について

前の期間でアイテム「b」(効果が×2)を使用したとする。次の期間で天気が決まり、水分量が「4」となった場合には通常「2」の成長となるが、前の期間でアイテムを使用しているのでその「2」に「×2」をして「2 × 2 = 4」成長することになる。

ただし、水分量が「-」や「11以上」のときはアイテムの効果は無効となる。

この期間で選択するものを決めるのだが、今所持金が0円である。お金はマイナスにすることができないので、この期間ではどうしてもはたらかなければならぬ(表3. 5⑦)、よって「働く A」を選択することにする。2,000円を下の所持金の欄に記入する。

以上では第1期から第6期までのゲームのシミュレーションをおこなってみた。このようにしてゲームが展開していくことになる。

e) 指導の構想

・複数ある選択肢の中から先のことを予測し、適切な手段を見出す場を設定する。

ゲーム全体を通しては、どのような流れで目標に向かうかを考察することができる生徒の姿を期待する。1つ先のことを予測する材料として、季節ごとに天気の割合を変えた。これにより、生徒たちは「次は夏だから晴れる確率が高い。だから水をあげよう」などや、「次は冬だから雨や雪が降る確率が

高い。だから水をあげないほうがいい」というように考える。ここで生徒たちが先のことを予測し、手段を決定する姿がみられる。予期せぬ天気になっても、その場で最善策を考えられるようになってほしい。また、毎月生活費として1,000円引かれていく設定にした。これは、生徒に「水をあげたいが、今働かないとお金がなくなる」という場面を作りたかったからである。これにより、生徒たちに、次に何をやるかだけでなく、もっと先のことを見通し、考えていく姿を期待することができる。

・協調性や授業に対する意欲の向上を図るため、班で活動する場面を設定する。

4～5人の班を作り、1つの課題に取り組んでいく。個人では、自分の考えをしっかりと持ち、相手に伝わるように説明する姿を期待し、班としてはそれぞれ意見をもとめ、適切な手段を決定する姿を期待する。また、班で競わせることで授業の意欲を高める活動を組織する。

・それまでの自分たちの過程を振り返る場を設定する。

分析シートを配り、自分たちの班のゲームを振り返る。個人で分析シートに記入し、代表者に発表させる。ここでは、結果だけを重視するのではなく、「もっとこういうふうによかった」など、改善点を考えさせたい。

f) 観察の視点

- ・複数ある選択肢の中から、先のことを予測し考えることができていたか(ワークシートおよび机間指導による)。
- ・班の仲間と協力して、1つの物事を考えることができていたか(机間指導による)。

4. 授業実践に関する考察

(1) 授業の分析

今回の授業の流れを次のように分ける。

- ① 導入
- ② ゲームのルール説明
- ③ 作戦タイム(前半)
- ④ 実践(前半)
- ⑤ 作戦タイム(後半)
- ⑥ 実践(後半)
- ⑦ ゲームの振り返り

⑧ まとめ

以上の①～⑧について順に、今回の授業実践を生徒の実際の発言やワークシートから振り返り、それを分析して改善案を挙げていくことにする。

① 導入： 今回の授業では、まずは生徒の興味を引くことが大切だと考え、どのような導入をすれば生徒に興味・感心を持ってもらえるか検討した。そこで、視覚的に訴えるものとして、木の模型を見せ、「木を育てるには何が必要か」という質問を投げかけてみた。このような唐突な質問に、生徒が反応を示してくれるか不安はあったが、実際には発言が飛び交い、生徒たちに興味・関心を抱かせることができ、望むような効果が得られたと考えられる。

② ゲームのルールの説明： ルールの説明では、水分量、所持金、アイテムなど全ての内容について生徒みんなにルールを把握してもらうために、授業者の話を聞きながら実際にワークシートに書き込んでもらうようにした。ここでは授業者の一方的な説明が多く、ルール理解が目的であるので生徒が発言する場はほとんどなかった。生徒は授業者の話を聞きながら私語をすることなく、それぞれの用紙に書き込んでいた。全員が静かに取り組めたのは、授業者が「説明をしっかりと聞かないとゲームを楽しめない」と最初に言ったこと、注意事項を順を追って説明を進めたことで効果が得られたと考えられる。しかし、目的である「ルール理解」に関しては、一部の生徒が把握できていなかった。原因としては、ルールが複雑なことと長いことが考えられる。それは準備段階から不安要因と考えていたことだが、何度も検討を重ねた結果、必要最低限の時間と説明であると判断したので、これが最善に近い方法であると考えられる。

③ 作戦タイム（前半）： ここでは、ワークシートに作戦の具体的な内容と、どういった理由でその作戦を立てたのかがわかるような記述を期待していた。しかし実際はそのような記述は見られず、ワークシートの改善の必要がある。その他にも、生徒が書きやすくするために授業者からも例を挙げるべきだったと考えられる。

また、本来の授業の目的である「先を見通して選択する」ことや、話し合いの中で自分の意見を持つこと、人の意見を聞くことを期待した。実際には、予想していた発言を聞き取ることができたのはよかつ

たが、班の中での話し合いがうまくいっていなかった班があり、その点ではもっと支援すべきだったという反省が残った。この時点で、「45倍になる」ことに気づく班が一班だけでもあることを期待した。実際にこのことに気づいた班が一つあったので、この点に関しては期待通りだった。

<改善点>

・ワークシート

- 1) いくつかの例を挙げることで、どういうことを書けばよいかわかりやすくする。
- 2) 漠然とした質問項目だったので、はっきりと、こちらが知りたい内容は何かわかるようにする。

・支援

班であまり話し合いを行わない場合、私たちから声をかけ話し合いを促すようにする。また、ワークシートに記入する際、具体的な内容がわかるように書いてもらうための支援も行うとよい。

④ 実践（前半）： ③と同様の生徒の姿や反省に加えて、他の班と木の高さを比べることで意欲的な姿が見られた。模型を作ったことの良さがここで表れたと思う。また班の中では天気を意識していない班もあり、黒板に天気の様子を貼るだけでなく、もっと違った提示の仕方があると感じた。

また、ゲームのルールが複雑なため、ゲームがスムーズに進むよう、班ごとに一人ずつ授業者以外のゼミ生をつけた。それは、数値ミスがないよう確認し、支援を行うためである。しかし、支援の仕方については個々で違いがあったので、班の関わり方についても話し合いを重ね、統一するべきだった。

<改善点>

・天気の提示の仕方

それぞれの班に配る、ワークシートに載せる、提示する位置を変える、もっと目につきやすい位置にする、などの工夫をすることにより、生徒はもっと天気を意識してゲームをおこなうことができるようになるであろう。

・班ごとの支援の仕方

ゲームの勝敗に関わるようなことにはあまり触れずに、話し合いをスムーズに行えるよう支援したり、生徒たちを授業に集中させることがさらに必要である。

⑤ 作戦タイム（後半）： 前半を振り返り、前半の失敗を活かす作戦を立て直すことを期待した。しかし実際は、前半のことにはほとんど触れておらず、

振り返るといよりも秋・冬に向けて天気を予測して作戦を考えている班が多く見られた。これは、私たちの意図を生徒に伝えられなかったことが原因だと考えられる。後半の作戦タイムを始める前に、前半のことも念頭において考えてほしいということを、はっきりと伝える必要があった。

後半になるとよりいっそう他の班との差も気になりだし、木を高くするにはどうすればよいか、ということを考えて作戦を練っていた。

<改善点>

・前半の反省について

作戦シートに、前半を振り返るための項目を設ける。そうすることで、後半の作戦を具体的に考えられるようになるであろう。

⑥ 実践（後半）： 実践も後半戦に入るとほぼ全員がゲームを理解しており、木を高くするために班のメンバーが一丸となってゲームに参加していた。そこでは、まだ学習していない「確率」ということを話していた班や、⑤の作戦タイム同様に先を見通して、秋に冬の計画を立てていた班もあった。具体的には、最後にお金を0円で終わるようなお金の使い方の計画や、秋にアイテムを購入しておいて、冬にまとめて使用するという計画で、「先を見通す」ことが実践できていた。これと同時に、複数のアイテムを重複して使おうとする班が見られた。

後半では数値ミスが3班もあった。班に一人ずつゼミ生がついていたにもかかわらず、このようなミスが起きてしまったことは、大いに反省しなければいけない。研究授業を行う重要性をもっと自覚するべきだった。

・数値ミスについて

それぞれの班についているゼミ生が生徒と一緒にワークシートに書き込めば、ミスにも気づきやすく、今回のような失敗は起きなかったと考えられる。

⑦ ゲームの振り返り： ここではまず、自分たちの班が、作戦通りに成功したか失敗したかを「分析シート」に記入してもらった。ゲーム開始前の作戦が成功したかどうかは、「はい」と答えた班が5班、「いいえ」が2班、意見が割れた班が1班あった。中間発表後では、「はい」と「いいえ」が4班ずつであった。成功した点の中で、私たちが期待していた「アイテムを重複して使えたこと」「お金を0円で終えられたこと」が複数の班から挙がっていた。また最初の水分を決めることもゲームの勝敗を分け

る重要なポイントと考えていた。この点に関しては成功したと考えた班、失敗したと考えた班、どちらもあった。その原因としては、予想した確率通りに天気が決まらず晴れが続いたことで、予想通りならばうまくいくはずの水分量でも、結果としてうまくいなくなってしまうことが挙げられる。よって水分量をかなり多めにした班だけが成功する結果となった。

次に、「次回はどんな作戦にしたいですか」という項目について記入してもらった。「アイテムをまとめて同時に使う」「アイテムをたくさん使う、たくさん買う」といった、アイテムについて考えている生徒が多かった（33人中21人）。また、アイテムを購入するために「働く」ことを次回の作戦のポイントとしている生徒もいた（9人）。ゲームの最後には、ほとんどの生徒がアイテムをまとめて同時に使用する方が効果的だと気付いていたため、このような結果になったと考える。他には、今回のゲームにおける天気で晴れの割合が多かったこともあり、「最初の水分を多めにする!」「水を多くあげる」、「天気に気をつける」という点に注目した生徒もいた。

⑧ まとめ： ここでは授業者がまとめの言葉を述べ、それによって生徒たちに「先を見通して選択する力を身につけよう」というテーマを再認識してほしいかった。しかし、生徒達がそれを認識していたかどうかを確かめる手段を設けていなかったため、感想欄を工夫する必要があると考えた。

<改善点>

・感想欄を設けたが、ただゲームの感想を書いていた生徒が多かった。しかし授業者のまとめの後に感想を書かせることにし、生徒たちがテーマを認識したかどうかを確認することが大切である。そのために「感想」と書かれた欄にせず、何もタイトルが書かれていない空欄を用意し、生徒が授業者から指示がある前に、感想を記述しないようにすべきである。

(2) データの分析

a) 「所持金」について（表4.1）

最初の期間はどの班も働いているので、所持金の額が全体を通して大きくなっている。そのため、平均値がゲームの中で1番高い。その後は、水分の調整をしたり、買い物をしたりと、どの班もお金を使っているため、平均値も値が減る傾向にある。天気が

不安定になる秋、冬を踏まえてか、「秋1」か「秋2」までに再び所持金を増やそうと思っている班が多く見られる。秋から冬の終わりにかけては、残りの期間を持っているお金で過ごそうと思っているためか、ゲームの終わりには0円で終わっている班が多く、所持金においては、先を見通して計画を立てることのできた班が多かったのではないと思う。

b) 「水分量」について (表4. 2)

春と秋は、どの天気も平均的な確率にしたが、晴れの日が続く結果となってしまう、生徒が予想していた割合の天気にならなかった。そのため、水分量を適正に保っている班は少なかった。大きく分けて3通りの水分状態の保ち方が考えられる。1つ目は各期間で確実に成長させようとするために、常に水分状態に気を配って水遣り水抜きをこまめに行う班、2つ目はアイテムを用いたときに水分の適正状態を合わせるために、通常ではマイナスにならないよう

に気を付けつつも、冬の後半から水分量に意識を向ける班、3つ目は成長がマイナスになってしまうにも関わらず、その水分量を放置し、最後の最後に調整に入る班である。そのために、「冬2」では、どの班も木の成長がプラスとなる水分量の領域になっているのが分かる。

c) 全体の動きについて (図4. 3)

全体の流れを見てみると、「春1」と「春2」にかけては働いている班が多い。また「夏3」と「秋1」にかけても、天気の安定があったためか、働いている班が半数以上あった。水やり水抜きについては、晴れが続いた春の後、晴れる確率の高い夏の辺りではほとんどの班が水分調整を行っていた。また、冬の最後にアイテムを用いるための調節としてか、「冬2」の期間ではほとんどの班が水分を調節している。買い物については、前半ではそれほど多くの班が行っているわけではなかった。休憩・作戦タイ

表4. 1 所持金の推移

(単位：千円)

	初期	春1	春2	春3	夏1	夏2	夏3	秋1	秋2	秋3	冬1	冬2	冬3
1 班	5	12	11	10	9	8	7	11	10	4	0		
2 班	5	9	8	7	5	4	1	0	7	6	5	1	0
3 班	5	12	11	10	6	5	2	9	8	7	1	2	1
4 班	5	12	11	10	9	3	10	9	8	9	5	1	0
5 班	5	9	8	12	11	10	14	13	7	3	0	1	0
6 班	5	12	11	10	9	5	4	8	7	1	5	4	0
7 班	5	12	11	10	4	8	7	6	2				
8 班	5	12	11	10	7	6	7	1	0				
平均	5.0	11.25	10.25	9.88	7.5	6.13	6.5	7.13	6.13	5.0	2.67	1.8	0.2

表4. 2 水分量の推移

	初期	春1	春2	春3	夏1	夏2	夏3	秋1	秋2	秋3	冬1	冬2
1 班	5	3	1	-1	2	4	7	7	7	5	8	
2 班	6	4	2	2	0	2	0	5	5	3	6	9
3 班	8	6	4	2	0	2	0	0	0	-2	1	4
4 班	6	4	2	0	3	0	-2	-2	-2	-4	-1	2
5 班	6	4	2	0	-2	0	-2	-2	-2	-4	-1	2
6 班	6	4	2	0	3	0	3	3	3	1	4	7
7 班	12	10	8	6	4	1	-1	4	4			
8 班	10	8	6	4	2	0	-2	-2	3			

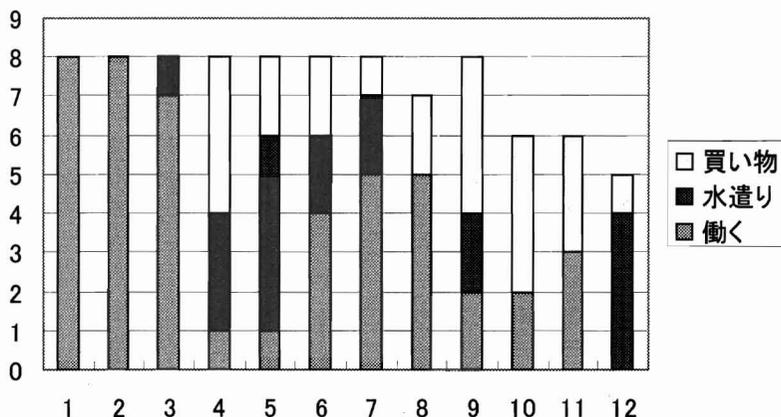


図 4. 3 各期間における行動

ムを挟んだ秋からの後半では、お金を使う傾向があり、アイテム購入の割合が高くなっている。

d) 「木の高さ」について (表 4. 4)

アイテムを効率的に用いて、最後の段階で効果的に木の高さを伸ばすことが狙いの1つだったので、その点では最後の「冬3」の期間で飛躍的に伸びている形は、理想の形である。その他では途中でアイテムの利用を計って伸ばす姿、水分量の箇所でも述べたように、水分を常に調節して伸ばす姿がみられた。

4つの視点から考察して、似たような行動の形をとってはいたが、どの班にもそれぞれの計画に沿った木の育て方、先の見通し方が見られた。このゲー

ムは結果的には木の高さが大きい班が勝者となるが、1つ1つの班の中で計画されていた、先を見通していると思われる行動が見られたことは、我々にとって嬉しい結果であった。

(3) まとめ

我々は「考える力を育む算数・数学の学習材に関する研究」というテーマのもとに研究を進めていく過程で、OECDによるPISA調査における学力観とキー・コンピテンシーの概念に出会った。キー・コンピテンシーの3つのカテゴリー：相互作用的に道具を用いる。異質な集団で交流する。自律的に活動する、に注目し、これらを次のように授業に取り入れることを考えた。さまざまな数学的情報を利用し

表 4. 4 木の高さの推移

	初期	春 1	春 2	春 3	夏 1	夏 2	夏 3	秋 1	秋 2	秋 3	冬 1	冬 2	冬 3
1 班	1	2	3	1	2	4	5	6	7	9	10		
2 班	1	3	4	5	6	7	10	12	14	15	17	20	21
3 班	1	3	5	6	7	8	9	10	11	9	10	12	42
4 班	1	3	4	5	6	7	5	3	1	1	1	2	47
5 班	1	3	4	5	3	4	2	1	1	1	1	2	32
6 班	1	3	4	5	6	7	8	11	12	13	15	16	46
7 班	1	2	3	5	15	16	14	16	18				
8 班	1	2	4	6	7	8	6	4	5				

て先のことを予測する。ゲームを3～5人の班で行う。ゲームを振り返る場を設定し、次回への展望を定める、である。

今回の授業実践は、木をどれだけ大きく伸ばせるかというゲーム的要素を含んだ活動を設定し、さまざまな数学的情報をもとに、先を見通し、選択していく授業を目指した。授業の中で、さまざまな条件のもとでどのように考えたか、また結果を見て次回に向けて改善点を考えることができたか、を重視した。当初我々は、生徒のコンピテンシーの高まりを期待した授業を構成することを目指した。しかしながら、実際授業を実践してみると、この授業では生徒のコンピテンシーを測ることはできたものの、コンピテンシーの高まりまでには及ばなかったと考える。それは授業実践前と後での生徒の能力変化を見る要素を含んでいなかったためであり、したがって実際にコンピテンシーの高まりについて確認することができなかった。このことが今回の授業実践の反省である。またコンピテンシーは一度の授業だけでは高められるものではない。日々の授業の中で、コンピテンシーを高める要素を少しずつ取り入れていき、生徒の能力を伸ばしていくことが大切であり、授業の中で少しずつ能力を伸ばし、生徒のコンピテンシーを確認していくことが重要であると考えた。

参考文献

1. 国立教育政策研究所編 (2002) 『生きるための知識と技能 OECD生徒の学習到達度調査 (PISA)』, ぎょうせい
2. 国立教育政策研究所監訳 (2004) 『PISA2003年調査 評価の枠組み OECD生徒の学習到達度調査』, ぎょうせい
3. 国立教育政策研究所編 (2004) 『生きるための知識と技能2 OECD生徒の学習到達度調査 (PISA)』, ぎょうせい
4. 国立教育政策研究所監訳 (2007) 『PISA2006年調査 評価の枠組み OECD生徒の学習到達度調査』, ぎょうせい
5. 国立教育政策研究所編 (2007) 『生きるための知識と技能3 OECD生徒の学習到達度調査 (PISA)』, ぎょうせい
6. ドミニク・S・ライチェン, ローラ・H・サルガニク編著 (2006) 『キー・コンピテンシー 国際標準の学力をめざして』, 明石書店
7. ジョン・デュイ (1975) 『民主主義と教育』 (岩波文庫 上, 下) 岩波書店
8. 垣水修, 瀬野大吾, 大面幸子, 笹崎俊, 甫俣南欧美, 阪中典子 (2007) 「問題解決能力と表現力を育む中学校数学の授業に関する実践的研究」, 『新潟大学教育人間科学部紀要 (自然科学編)』 Vol.10, 1-12