

リスクマネージメントの概念形成を目指した授業の開発 —ゲーム理論からギャンブルまで—

Development of Classes which Aim at the Formation of the Concept about Risk Management

- From a Theory of Games to a Gamble -

武蔵 振一郎

千葉大学大学院教育学研究科カリキュラム開発専攻

本研究は、リスクマネージメントの概念形成を目指した授業を開発し、中学校3年生対象に選択数学の授業で実践することによってその授業の有用性を検討したものである。

我々は、生きていくなかで、数多の意思決定を行う。その際、リスクマネージメントという判断基準を持ち合わせておくことで、自ら行った決定が大惨事をまねくような事態を避けることができる。リスクマネージメントには様々な領域や考え方が存在するので、何をもちってリスクマネージメントの概念が形成されたとするかが問題となる。本研究では、①リスクマネージメントの基礎である確率論の理解 ②生じたときに膨大な損失となりうるリスクの回避・最小化 ③リスクリターンの比較・検討ができるようになった状態を、リスクマネージメントの概念形成がなされたとし、「ゲーム理論」「ギャンブル」「保険」を扱うことでこれらの定着をねらう。

なお、本稿は筆者の修士論文を再構成したものである¹⁾。

キーワード：授業づくり、リスク、ゲーム理論、ギャンブル、確率、選択数学

1. 問題の所在

我々は、人生において選択を迫られる場面に何度も会う。どんな仕事に就くか、誰と結婚するか等の大きな選択から、今夜何を食べるか、傘を持っていくか否か、眼鏡にするかコンタクトにするか等の小さな選択まで、様々な場面が想定される。その選択一つひとつが、大きな結果をもたらすことは少ない。我々が誤った選択をしたとしても、その影響は無視できるぐらい些細なことだろう。しかし、そのような小さな判断でも、誤った判断を繰り返していくことが大きな失敗を生じさせかねない。

不確実な事柄に関する選択を迫られた場合、我々は何を基準に決定するのだろうか。運を天に任せて判断するだろうか。いや、そうではない。我々人間は、既に行った意思決定により生じる結果から、様々なことを学ぶことができる。ある決定が良い結果を生んだのなら、似た場面では同じように振る舞い。ある決定が悪い結果を生んだのなら、似た場面では、違った選択をする。我々は成功や失敗の経験を、それ以後の場面における判断に適用することができるのだ。そうして、大小さまざまな経

験を積み重ね、それらを一般化することで、我々は自分なりの判断基準を作り上げる。何年もの年月を経て出来上がった判断基準の妥当性は、一定の水準を保っている。例えば、年配者が語る経験則が、ある種の妥当性を持っていることは一般に知られている。また、我々は「何か嫌な予感がする」といった感覚により、危険を察知できるという場合がある。このような、直感的な判断も、何らかの経験による判断基準がそう思わせているのだろう。人間は非常に賢い生き物である。

しかし、そのようにして作り上げられた判断基準は、時としてやっかいな存在となる。自身の持つ判断基準が、どのような場面にも適用可能だと思込んでしまう場合があるのだ。そうすると、適用範囲を拡大させすぎているにもかかわらず、自身の判断基準が有効だということを感じて疑わない。判断基準を無根拠に適用していることや、経験を過度に一般化していることに気付かない。大失敗をするまで気づかないのだ。そして、気づいたときにはもう後戻りできなくなるのである。

そのような失敗例として、飲酒運転をしてしまう人が挙げられる。飲酒運転で検挙されたことが一度もないという経験や、帰り道において警察が検問をしている様子

を見かけたことがない等の経験だけで、飲酒運転をしても大丈夫だという判断を下してしまう者がいる。具体的な場面を想定してみよう。あなたは平凡な会社員だとする。会社までは、毎日10kmの道のりを通っている。家のまわりは、あまり公共交通機関が普及していない。自宅の近くにバス停があるが、バスは1時間に1本程度しか来ないので、自家用車を使っている。また、酒が好きあなたは、週に2度は会社の近くにある飲み屋で同僚と宴会をする。今日は金曜日なので、今夜も当然のように宴会があるようだ。宴会はいつも以上に盛り上がり、調子にのったあなたは、気前よく後輩の分もお金を払う。店を出て、いつものように代行運転を頼んで自宅まで帰ろうとすると、財布の中には2000円しか入っていないことに気づく。自宅まで帰るために必要な代行運転の料金は4600円²だ。先ほど後輩に奢った分で財布の中身を使い果たしてしまったのだ。しかし、いまさらお金を貸してくれというのは、あまりに格好が悪い。そこで、あなたは飲酒運転をしておもうかと考える。実際のところ、週に2度4600円を払うのは厳しい。だが、今まで何度もこの道を通ってはいるが、警察が検問をしているのを見たことは一度もない。それに、わずか10kmの道のりである。結構酔ってはいるが、信号もあまりないこの道ならば、自宅までの運転はできるのではないかなどと思う。少しためらいはあったが、大丈夫だと思い飲酒運転をしてしまう。その後、あなたは週2回ある宴会のたびに飲酒運転をするようになる。そして、ある日、いつものように酒を飲んだ後、運転をしていたら、交通事故を起こしてしまった。

再度、それぞれの選択について整理してみよう。

代行運転を頼む場合は、宴会のたびに4600円の金を支払わなければならない。少々厳しい出費だが、飲酒運転で事故を起こしたり、警察に検挙されたりする可能性をなくすることができる。

一方、飲酒運転を選択した人は、代行料金の4600円は払う必要がない。代行運転を頼む人と比較すると、4600円貯まると考えてよい。しかしながら、もし検挙されてしまえば、大きな損失を被る。

昨今、飲酒運転により事故を起こしたという報道は少なくない。大半の人は、飲酒運転で検挙された場合の危険性を認識しているだろう。しかし、それでも、このように飲酒運転をしてしまう人が一定の割合で存在する。

飲酒運転の危険性を認識しているというだけでは、飲酒運転に対する欲求を防ぐことはできない。このような事態を防ぐためには、経験による判断基準だけでは不十分なのである。では、どのような判断基準を持っておけばよいのだろうか。

ここで、リスクという概念を導入したい。田辺³によるリスクの定義は、英語における'risk'と完全に同義ではなく、危険という意味に加えて、その度合いや確率に関する意味も含まれる。従って、「飲酒運転のリスク」と言った場合には、飲酒運転による危険の程度および確率も表

していることになる。この概念を導入することで、危険を二元的ではなく、量的に判断できるようになる。どれぐらいの確率で、どの程度危ないかということを考えることができるのである。すると、リスクの程度や確率を評価した後、リスクを処理することができるようになる。これらがリスクマネジメントという考え方である。

では、先ほどの飲酒運転の例をリスクマネジメントの考え方を基にみてみよう。

リスクマネジメントの最初の段階として、まず、リスクの程度や確率の評価がある。飲酒運転をする場合のリスクはどれほどだろうか。検挙されたり、事故を起こしたりする確率は正確に測定することはできないが、比較的低い確率だろう。その確率は無視できる程ではないのだが、飲酒運転をしてしまう人は、それらの確率を無視するものとみなす傾向があるのだ。この判断が大きな問題を生むのである。これによって、具体的にどのような損失が生じるかについて、あえて考えないようにしてしまっているのである。

では、具体的にどのような被害が生じるか、つまり、リスクの程度をみてみよう。飲酒運転で検挙されれば、5年以下の懲役又は100万円以下の罰金が科される⁴。また、免許停止になる。今回の例において、免許停止になることはかなり厳しい。職場に通えなくなってしまふ。必然的に仕事を長期休養するか、辞めなければならなくなる。そもそも、飲酒運転をしたら即、免職処分という職業も少なくない。このように、飲酒運転で検挙されると、その場で終わらずに、後にも様々な損失が重なっていくことが多い。また、摘発されるだけで終わればよいが、事故を起こしてしまえば、相手方の関係者に大きな損害を負わせることになる。多額の慰謝料を払わなければならないし、自身は精神的な損害も被る。さらには、運転をしていた自分が死ぬという最大のリスクもある。代行運転でも、交通事故で死ぬリスクがないわけではないが、飲酒運転のそれとは確率に大きな差がある。

以上の内容を考慮すると、飲酒運転のリスクは、確率という面では低いものだが、程度という面では甚大なものだと評価できる。

このようにリスクを評価した後、リスクを処理する等といった過程がリスクマネジメントである。今回の例でいえば、飲酒運転の危険性を把握した後、代行運転を頼むという選択をすることにより、リスクを低減してやることがそれにあたる。リスクマネジメントの考え方を身につけることで、飲酒運転のように甚大なリスクを伴う選択を避けることができるようになるだろう。

また、飲酒運転のみならず、我々の身の回りに起こる様々な意思決定の場面において、リスクマネジメントという基準は適用可能である。

一方、ギャンブルをリスクという視点から見てみよう。リスクマネジメントの考え方が欠如している者が、ギャンブルに手を出すと、谷岡のいう⁵「破滅型ギャンブラー」となることが懸念される。「破滅型ギャンブラー」

とは、ギャンブルをする際、少しずつ勝つが、時として一気に負けるような者のことを指す。また、谷岡によれば、破滅型ギャンブラーは、主にマーチンゲール法を使って賭けを行う。マーチンゲール法とは、100円賭けて負けたなら、倍の200円を賭け、勝てばまた100円に戻すが、さらに負けたなら、また倍の400円を賭け、これを勝つまで繰り返すというものである。

どんな賭けでもいつかは当たりがくる。これを繰り返せば、当たったときには必ず100円の利益が出ている。その作業を繰り返し行うことで、100円ずつこつこつと稼ぐことができるという方法がマーチンゲール法である。

この方法を使えば、ギャンブルで勝ち続けることができるのではないと思われるかもしれない。確かに、一定の条件下では、有効な賭け方である。一定の条件とは、賭ける回数や、賭ける金額の上限を、自分なりに設定しておくことだ。そして、必ず条件の範囲内でマーチンゲール法を行うのであれば、勝ってギャンブルを終えることができる可能性は高い。

しかし、これはあくまで、賭けの回数や金額を限定した場合である。この方法を使うことで、常に勝ち続けることができるわけではない。

そもそも、この方法を使って勝ち続けようとするならば、無限の所持金が必要となってくる。しかし、どんな富豪であろうと、所持金は限られている。

また、普通、カジノなどでは、賭けることのできる金額の上限が設けられている場合が多い。従って、負けが大きくなりすぎると、その分を取り返すような大きな賭けはできなくなる。日本の公営競技などでは、賭けられる金額に上限は設けられていないが、パリティ方式⁶が用いられているため、大金を賭けて当たったとしても負け分を取り戻すことはできない。以上の事柄を性格に理解せずに、ギャンブルにおいてマーチンゲール法を用いるのはあまりに危険である。もし、安易に用いれば、大きな損失が残るという結果を生むだろう。このように大きな損失を被ってしまう者こそが、谷岡のいう破滅型ギャンブラーである。

ギャンブルにおいて、破滅型ギャンブラーへの道を選避けるためには、リスクマネージメントの考え方が有効である。マーチンゲール法という賭け方が、どのようなリスクをどの程度持ち合わせているかという確率を伴った評価を下し、その評価を基に意思決定を行うことで、マーチンゲール法の危険性に気づくことができるだろう。

また、確率を伴った評価は、主に期待値という考え方が重要になってくる。例えば、様々なギャンブルにおける、100円賭けたときの期待値は、ルーレットが94.7円、公営競技が75円、宝くじが46.4円である⁷。飲酒運転の例ならば、代行運転の金額と、飲酒運転における罰則金等と、統計による確率を比較して期待値を求めることができるだろう。期待値はリスクを考える際には、重要な材料となる。

ただし、必ずしも期待値という基準に従えば良いのではない。期待値を計算した結果、飲酒運転をする方がやや合理的だということがいえたとしても、飲酒運転はしてはならない。それは、他人に迷惑をかけるからという理由ももちろんだが、飲酒運転という行為は、マーチンゲール法に伴うリスクと同様のことがいえるからである。飲酒運転をして、検挙されたり、事故を起こして逮捕されたりした場合、我々が被る損失は大きい。検挙される確率は低いので、たいていの場合はよいかもかもしれないが、時として一度に損失を被る。このような状況は、破滅型ギャンブラーのそれと酷似している。従って、リスクを考慮すれば、飲酒運転は絶対にしてはならないのである。

また、極端な例かもしれないが、2億円を得るために300円の宝くじを1枚買うのと、36倍の賭け、例えばルーレットの1数字賭けなどに570万円投入するのではリスクの大きさが異なる。宝くじの期待値は確かに低いが、失敗したときの損失は300円である。ルーレットで失敗すれば570万円というあまりに莫大な損失である。あまりに大きな損失は避けなければならないだろう。リスクという観点で見ると、他のギャンブルと比べて圧倒的に期待値の低い宝くじが、広く支持されていることも納得できる。

このように、期待値という基準だけで判断できない、判断してはいけない事象も存在する。リスクの最大値を把握し、それがあまりに甚大な場合には回避するといった判断も必要になるだろう。

ここまでで、飲酒運転とギャンブルにおけるリスクマネージメントの例を取り上げてきたが、他にも様々な事象にリスクマネージメントの概念は適用できる。例えば、保険制度などはリスクマネージメントの考え方そのものだといえる。

以上のことを踏まえれば、我々は自らの経験によって構築された判断基準だけでなく、リスクマネージメントという判断基準を持つておく必要があるといえるだろう。

さて、ここで、リスクマネージメントという考え方が学校教育においてどのように扱われているかをみてみよう。例えば、防災訓練や、交通ルールの指導などは、リスクマネージメントが基になって為されているものだろう。もし、地震や火災、または不審者の侵入等が起きてしまった場合に、子どもたちはどのような行動をとればよいかということをやめ指導しておくことで、被害を未然に防いだり、最小に食い止めたりすることができるのである。学校において、リスクマネージメントが扱われている場面の一例を挙げた。このように、具体的なリスクを想定した指導をしておくことは、生徒が同様の場面に遭遇した際には有効だろう。しかしながら、それはいわば個別の知識にすぎないので、少しでも異なる場面に出くわしてしまうと、適用できないという欠点がある。一般化して適用できるようになるためには、防災訓練や交通ルールの中身が、どのような統計や理論によっ

て成り立っているかということを理解する必要がある。それはつまり、リスクマネジメントの概念そのものなのである。

リスクマネジメント概念を、その基となっている確率論とともに数学の授業として扱うのである。そのような実践は現段階では行われていない。リスクマネジメント概念そのものを扱うことで、生徒はそこで獲得した概念を様々な事象に適用できるようになるだろう。

一方で、防災訓練などの具体的なリスクに対する指導と比較すると、それぞれの事象に対する効力は弱いかもしれない。しかしながら、リスクマネジメントの概念を持った上で、様々な具体的な事象を見えることで、リスクを考慮することの意義を理解し、個別的な事象における対処もできるようになると思われる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、中学校段階におけるリスクマネジメントの概念形成を目指した授業プランを作成、実践することで、その成果と課題を考察し、作成したプランの有効性を明らかにすることである。

3. 研究の方法

千葉県公立中学校の3年生20名を対象に、選択数学において作成した授業を実施する。

授業実施には以下の制約がある。

- ・週に1度の間隔で5回、選択数学の時間に行う。
- ・希望者のみを対象に、通常の授業とは別の教室にて実施する。

実施した授業における生徒の様子や記述を考察することで、授業プランの有効性を明らかにする。

4. 授業プランの作成

リスクマネジメントの考え方は、これまでに挙げたもの以外にも様々な領域が存在する。しかしながら、その全てを5時間の授業で網羅することは不可能だろう。そこで、以下の3点を兼ね備えている者を、リスクマネジメント概念が形成された者とし、これらの達成を目指した授業を作成する。

- ① 大数の法則および期待値などの、確率論に関する理論や法則を理解している。
- ② 生じたときに膨大な損失となり得るようなリスクを、回避したり、最小にしたりできる。
- ③ 提示された情報のリスクリターンを比較・検討し、それを基に適切な意思決定をすることができる。

これらの達成を目指して以下の教材を取り上げる。

(i) 大数の法則および期待値の理解を目指した物語教材「ヒロキの葛藤」をつくる。主人公ヒロキが、サイコロの目によってお小遣いを決められてしまうという内容である。物語の中で、ヒロキは3つの選択を迫られる。奇数の目ならば3000円、偶数の目ならば4000円がもらえる「こつこつプラン」。サイコロの出た目×1000円の額がもらえる「ドキドキプラン」。1～5の目では200円だが、6の目が出れば20000円もらえる「ギャンブルプラン」。これらのどのプランを選ぶかを考えさせることで、リスクの概念および、期待値の理解をねらう。

(ii) ゲーム理論の基礎としてグリコゲーム⁸を用いる。グリコゲームとは、じゃんけんをして、グーで勝てば3進み、チョキ・パーで勝てば6進むというルールของเกมである。階段などで行うのが一般的だが、ここではすごろくのような台紙を用意し、そこで行う。どのような作戦をとればゲームを有利に進めることができるかを考えさせる。

自分が3つ進む場合を+3、相手が6つ進む場合を-6というように表し、下図のような利得表を書かせる。

	グー	チョキ	パー	計
グー	0	+3	-6	-3
チョキ	-3	0	+6	+3
パー	+6	-6	0	0

そうすることで、リスクリターンを比較することの有効性に気付かせる。また、グリコゲームに必勝法はあるか、もしあるならばグー、チョキ、パーをどのような割合で出せばよいかを考えさせる。

しかし、実際にはグリコゲームは人為的な要素が入るので、割合で考えさせることはできない。そこで、じゃんけんカードというものを作成した。トランプの表面にグー・チョキ・パーの絵を貼り付ける。それを用いることで、一定の割合で出すことができるようにした。例えば、グー：チョキ：パー=1：2：3の割合で出すのならば、グー1枚、チョキ2枚、パー3枚の計6枚を使わせる。カードを十分にきってから出させることで、1：2：3の割合を作り出すのである。このじゃんけんカードを用いて、各々の生徒が予想した戦略同士でグリコゲームを行わせる。ゲームが終了したら、利得表を用いて、今行った対戦のしくみを確認させる。これを繰り返し、グリコゲームにおける最強の戦略を考えさせるのである。

その回答としては、ミニマックス定理を提示する。グリコゲームは二人ゼロ和ゲームである。ゼロ和ゲームとは「利得が敗者から勝者に払われるために利得と損失が相殺し合って合計額がつねにゼロとなるゲーム⁹」をい

う。噛み砕いて言うならば、「片方が勝った分だけもう片方が負ける¹⁰⁾」ゲームのことである。二人で行うゼロ和ゲームを二人ゼロ和ゲームと呼ぶが、二人ゼロ和ゲームには、ミニマックス法といわれる最良の戦略が存在する。ミニマックス法とは、フォン・ノイマン¹¹⁾が提唱した定理によるものであり、最大の損失が最小となる選択をとる方法である。

グリコゲームにおいてミニマックス定理を用いると、「グー：チョキ：パー＝2：2：1」という比で出すのが最良の戦略となる。この戦略をとった場合、相手がどんな手を使ってきても、こちらにとって最も良い結果が得られることが保証されるのである。グリコゲームにおいて、相手がどんな手を使ってきても同等の結果が保証される、いわば「負けない手」なのである。

グリコゲームにおいて必勝法と呼べる戦略はないが、負けないようにする戦略はあるということを生徒に提示する。勝つことではなく、負けないということへ発想を転換させることで、リターンからリスクへ意識を向けさせることをねらう。

(iii) リスクを最小にするための制度としての保険と、ギャンブルを扱うことが、リスクの概念形成に有効なのではないかと考えられる。谷岡のいう「破滅型ギャンブラー」になってしまうという事態を避けるためにもリスクの概念は必要となる。保険のしくみそのものは、ギャンブルと共通する部分が多い。保険に入ることは、期待値という基準で見てみると、決して合理的な選択ではない。保険会社は、統計をもとに保険料と保険金を設定することで利益を出している。つまり、しくみそのものはギャンブルと何ら変わらない。しかし、ギャンブルをしない者でも保険には入る。それは、保険に加入することで、「生じたときに膨大な損失となり得るようなリスクを、回避したり、最小にしたりすることができる」からである。まさに②そのものを目指した制度である。

また、保険制度の重要性は、しくみの似たギャンブルと比較することで見えてくる。従って、保険とギャンブルを共に扱うことで、②の達成が為されるのではないだろうか。

ギャンブルにおけるリスクマネジメントの有効性は本稿の前半にも述べた。また、ギャンブルは期待値や大数の法則といった確率論とも大きく関連している。それら概念の定着を図る目的で、ギャンブルを教材として扱う際、生徒はギャンブルで儲けようとする立場に置かれる必要がある。以前、ナンバーズを扱い、生徒にその的中率を求めさせるという授業実践を見たことがある。しかし、その内容だけで授業を終えてしまえば、ギャンブルのリスクやそこに隠された確率論の重要性を扱うことはできない。生徒を、ギャンブルで儲けるという立場に置かせてこそ、期待値や大数の法則の重要性および、ギャンブルのリスクを理解させることができるのである。

そこで、本授業では、ルーレットを扱う。4人に1つのルーレットを配布し、賭けをさせる。ルーレットは、

37個のポケットがあるにもかかわらず、的中したときの倍率が36倍だということに気付かせ、その意味を考えさせることで、期待値および大数の法則を理解させる。また、マーチンゲール法と逆マーチンゲール法¹²⁾とで、どちらの賭け方が有効かを考えさせ、実際にシミュレーションさせる。そこで、マーチンゲール法の危険性に気付かせることでリスクの概念形成を目指す。

また、保険は、自動車保険を取り上げる。年間の自動車走行距離および、自動車保有台数、事故件数、死者数などのデータを提示し、生徒に情報を読み取らせた後、自動車保険という制度を取り上げる。保険に加入しない状況とマーチンゲール法の危険性と照らし合わせることで、甚大なリスクを回避することの意義を理解させる。

これらの教材を並び替え、単元構成を以下のとおりとする。

時数	教材	授業内容
1	グリコゲーム	利得表によるリスクリターンの比較
2	グリコゲーム	ミニマックス定理 勝つことから負けないことへ意識を転換
3	ヒロキの葛藤	大数の法則・期待値
4	ルーレット	大数の法則・期待値
5	ルーレット 保険	マーチンゲール法 膨大なリスクの回避・最小化

5. 授業の実際と考察

1時間目の授業は、グリコゲームの活動を行っている最中だけでなく、最適な戦略を考えさせる場面でも生徒らは生き生きと活動していた。

利得表を書かせ、グリコゲームにおいてチョキが有利だということを確認した時点で、ある生徒が「逆に、チョキを出してきたら、グーの方がいいかもしれない。」という発言をした。つまり、単純戦略から混合戦略へと話題を発展させる場面である。そこから、「それはギャンブルだ。」「相手がこの表を知っていれば、効果がある。」「心理的なものを考えずに、相手がグーチョキパーを同じ確率で出してきたら、チョキが有利」等の議論がなされた。

2時間目の授業は、予想以上に授業時間が不足した。グリコゲームは、じゃんけんで行う場合より、じゃんけんカードで行う場合の方が、生徒間の進行速度に大きな差が生じたのだ。

また、利得表の数値が複雑になってくると、その理解が困難になってくる生徒が見受けられた。生徒が初めて学習する内容が多いので、教師は丁寧に説明するなどして、生徒全員が理解してから次の内容へと展開させるべきだった。しかし、授業時間の不足によりそれは不可能

だった。

このことは、本単元がきちんと系統化されていなかったことにも関連する。5時間の内容が連続的ではなく、独立した部分があったため、各授業において、予定された箇所まで必ず終えなければならないという状況が生じていた。そこで、授業の進行を遅らせ、生徒が理解するまで丁寧に説明することができなかった。

3時間目の授業は、全体的に生徒は物語の内容に興味を示していた。しかし、この授業が大数の法則、期待値、または分散のどこの理解をねらったものなのか焦点が明確になっていなかった。

ギャンブルプランを選択したある男子生徒は、その理由として「結果的にどのプランもサイコロのどの目も出る可能性が同じでも、24回程度では1/6にならないと思うので、ハイリスクハイリターンなのを選んだ。」と記述をしている。「24回程度では1/6にならない」と言っている点に注目したい。彼はすでに大数の法則の概念があるのだろう。24回程度では期待値に収束していくことはないということに気づいている。そして、分散が大きくなるような選択をすることで、大きなリターンを得ようとしている。

しかしながら、その概念が正確なものかどうかは定かではない。中途半端な知識では、かえって大失敗を起こしかねない。

一方、3時間目のように現実的な文脈を扱うことが、現実におけるリスクを考えさせることにどの程度寄与するのだろうか。

ギャンブルプランを選んだある生徒は、「(もし本物のお金でやった場合) みんな3000円とか4000円とかもらってるのに自分だけ200円だったらショックだよな。」と発言した。本授業において、彼はギャンブルプランを選んでいるが、本物のお金だった場合は異なる選択をすることが考えられる。この活動を本物のお金で行った場合には、ギャンブルプランを選ぶ生徒が少なくなるだろう。この箇所から、学校で扱う教材を現実にあてはめようとするものの限界を感じた。学校教育において、どんなに現実に近づけた教材を扱おうとしても、それが現実ではない限り、教師のねらった学びが達成されないのではないだろうか。

現実におけるリスクとみなしてよい教材や方法を探し出す必要があるのかもしれない。本時における課題の一つである。

4時間目の授業におけるルーレットという教具は、あまりに遊びの要素が強かったため、教室内は騒がしくなった。

しかしながら、ルーレットと確率との関連には、多くの生徒が驚きを示していた。クラス20人中8名が表1、12名が表2のような結果を書いていた。

	倍率	当たる確率
赤・黒	2倍	1/2
列	3倍	1/3
1数字	36倍	1/36

表1

	倍率	当たる確率
赤・黒	2倍	18/37
列	3倍	12/37
1数字	36倍	1/37

表2

表1の値は、ルーレットにおいて控除率が設定されていなかった場合、つまり、「0」の目がなかった場合の値である。一方、表2の値は、控除率が設定されている場合である。この表を扱うことで、ギャンブルにおける控除率というしくみを知ることができる。

表2の値が正解だが、表1のように書いた生徒はもちろん、表2のように書いた生徒も、そのしくみに関心を示していた。同時に、大数の法則が関連していることを扱うことで、確率論の重要性に驚きを示していた。

また、宝くじは、回収率が低いにも関わらず他のギャンブルより印象が良いという事柄を教師が提示すると、ある男子生徒は興味を示した。

5時間目の授業において、マーチンゲール法の魅力に引き込まれていた生徒が数人見受けられた。さらに、そこでマーチンゲール法の危険性を提示すると、彼らは大きなショックを受けていた。マーチンゲール法の危険性をリスクという観点から説明することで、その危険性を理解させることができた。

同時に、マーチンゲール法の危険性と保険とを結びつける点は成功したように思われる。リスクをコントロールできる保険制度に感心していた。

一方で、保険の代表例として自動車保険を扱ったが、それが適切だったかどうかには疑問が残る。保険そのものが中学生にとって身近ではないが、自動車保険は特に無縁だったかもしれない。年間の自動車走行距離および、自動車保有台数、事故件数、死者数などのデータは理解しやすいと思われたため、自動車保険を扱った。しかし、生徒の立場を考慮した場合は、他にも適切な題材があったかもしれないので以後検討したい。

6. 研究の成果

本実践の成果として主なものを以下に挙げる。

はじめに、リスクマネジメントの概念を構成する要素の一つであるリスクを最小にするというⅡの②において設定した目標は達成されたといえる。2時間目の授業および、5時間目の授業における生徒の感想には、「リスクを少なめにして生きてゆきたい」などリスクを最小に

することに対する記述が目立った。また、3時間目の授業において、リスクが最小となるような選択を好む生徒が多くなっていた。一方で、Ⅱの①および③の達成は不十分であった。生徒の意識はリスクを最小にすることばかりに向いており、リスクリターンを共に考慮した選択には向いていなかった。

次に、ゲーム理論は、リスクリターンを考慮させるための教材として適さないといえる。ゲーム理論に対して生徒らは強い関心を示したが、そこで生徒が持った感想は、リスクに関するものではなかった。「グリコゲームはふつうにやったことがあったけど、勝つ確率とか細かく出したことは、初めてで色んなことを考えて楽しかった。」「グリコゲームの必勝法を見つけるにあたって、普段何気なく遊んでいた遊びにも、数学的な視点からみれば様々な法則などがあるという事がわかり、とても楽しく遊ぶことができた。」「グリコゲームと確率が結びつくのがいいだった。」「私は、今まで何も考えずにグリコゲームをしていたけれど、今回のミニマックス値を知って、こんな方法もあるんだなあと思いました。ちょっとした遊びの中に数学があることに驚きました。」などのように、普段何気なく接していたものに数学が隠れていることに対する驚いている生徒が大半である。また、「ミニマックスの発想は、素晴らしいと思った。グリコゲームにかかわらず、別のゲームにも、グリコゲームのように何か違う必勝法や規則性があるのではないかと興味と疑問を持った。」「グリコゲームをつくった人は、こんな確率のことも考えながらつくったのかなと思いました。こんなシンプルゲームでもよくできているなと思った。」「グリコゲームも奥が深かったんだなと思いました。数学も考えを固定しないことだなと思いました。こり固まった数学ってつまらなそうですもんね。」など、ゲーム理論へ強い関心を示している生徒が多く見られた。

本授業が当初の目標を達成できたか否かには疑問が残るが、グリコゲームという教材は様々な可能性を秘めているだろう。グリコゲームを扱った1、2時間目の授業は、他の3時間と比較して教師が発言する場面が少なかった。まず、グリコゲームは誰もが知っているゲームなので、ルールの説明等は不要であった。そして、その単純なゲームの中に、ゲーム理論という数学的な要素、思考するに値する要素が隠れていたことにより、生徒らの活動が活発になったのではないだろうか。従って、教師が多くを述べずとも生徒が自ら学習していくような状況が生まれたのだろう。

一方で、ギャンブルという教材はどうだろうか。ギャンブルを期待値という観点から扱うことで、ギャンブルに対して拒否感を与えることが分かった。4時間目における生徒の感想には、「ギャンブルはこうやって計算して確かめると、もうかる時もあるけれど、負けることの方が多いの、なんでそんなにやりたがるのか分からない。」「大数の法則を知って、ギャンブルのむなしさを知った。より、やりたくなくなった。」などの記述が見られ

た。授業前にも、生徒らがギャンブルに対して何らかの嫌悪感を抱いていた可能性はある。ここで取り上げたいのは、ギャンブルに対する拒否反応が、単なる印象によるものなのか、数学的な裏付けによるものなのかということである。どちらにせよ、ギャンブルに対して拒否をするような態度を見せるという点では区別はないかもしれない。しかし、

そのしくみを知った上でギャンブルを拒否している者は、その印象から拒否をする者に比べて、様々なギャンブルに類するような場面において適切な判断を下すことができるのではないだろうか。

一方で、「ギャンブルはやめたほうがいいことがよくわかった。(でも、宝くじは買うかも)でも楽しかった。生活の中でもリスクを少なくして生きていきたい。」「ギャンブルはやっている人が損をするように上手く作られていることがわかった。ギャンブルも数学的に考えてからやったほうがよいと思った。」「思ったことは、ギャンブルで勝っているとちょうしをこいてだんだん負けてしまうことです。だからギャンブルは恐いなと思いました。やっぱりギャンブルはやらない方がいいと思いました。けど、とても楽しかったから、やるときは計画をたててからやったほうがいいなと思いました。」などの意見もあった。彼らは、ギャンブルに対する拒否感のようなものは抱いていない。そのしくみやリスクを知ったことで、どのように付き合っていけばよいかという自分なりの考えを持つことができているといえる。

7. 今後の課題

本授業では単元を構成するにあたり、グリコゲームを単元の冒頭に位置づけた。サイコロのように、いかにも確率と思えるような教材ではなく、奇をてらうような材料を扱った内容から始めることで、単元全体に対する生徒の期待や関心を高められると思われたためである。しかしながら、実際には確率論をきちんと扱った後に、ゲーム理論やリスクという内容を扱うべきであったと思われる。1・2時間目において大数の法則や期待値の概念なしで、利得表の意味を理解させることは困難だった。

本授業は、希望者のみを対象としたので、比較的数学に対する意欲が高い生徒が集まっていた。従って、どの授業においても、生徒らは教材にある程度の興味を示していた。

一方で、本授業を必修として扱う場合について考えてみたい。必修の授業にて扱う場合、数学が嫌いな生徒も受けることになる。そのような生徒は、本授業に興味を示すだろうか。本研究で扱った教材は遊びの要素が強いものが多かったので、数学が嫌いな生徒も授業に興味を持つ可能性はある。しかし、ただ楽しむだけでなく、その教材から目標となる学びができるかどうかは課題である。

前述したが、3時間目の授業において「ギャンブルプ

ラン」を選んでいた生徒が、本物の金銭で行った場合には「こつこつプラン」を選択するということを述べている。教材が現実的になればなるほど、生徒はリスクを考慮するようになるといえる。では、ゲームのように非現実的な場面を設定すればよいかというと、必ずしもそうとはいえない。そのようにして培われたリスクの概念は非現実的な場面ではしか適用されないと考えられるからだ。現実即した場面で、リスクリターンを比較させられるような教材を探し出すことが今後の課題となる。

以上のように様々な課題は挙げられるが、単元の課題を総括して述べるならば、やはり生徒の意識がリスクの最小にすることへ偏ってしまったことだろう。リスクを理解することの意義は、リスクを恐れ回避に意識を向けることだけではない。リスクの概念を理解し、評価することで、ある程度のリスクを許容し、受け入れ、そのリスクに見合った、またはそれ以上のリターンを得ようとするところにある。そうすることで、様々な事柄に対して挑戦しようとする意欲を持つことができたり、不安を取り除いたりすることが可能になるだろう。今回の実践において為された②の達成だけでは、リスク概念としては不十分である。③、つまりリスクリターンを比較・検討できるようになって、リスク概念を獲得したといっただろう。そのためには、今回の教材では不十分であり、教材を再検討しなければならない。しかしながら、現段階では、5時間の授業で①②③を網羅できると思われる教材は見当たらない。やはり、5時間では不十分であり、10時間程度の単元を作り直す必要がある。5時間では、それぞれの教材がいわば導入の段階で終わってしまい、生徒が理解を示してきたところで終わりになってしまうという事態が起こった。今回の授業では、普段の授業で扱っている内容の発展ではなく、全く新しいものを扱っているのだから、導入からまとめまで、より緻密に、丁寧に進行できるようにつくりにすべきだった。各々の教材にあてる時間を増やし、10時間程度の単元を再構成することが今後の課題となる。

方式を採用している。パリミュチュエル方式に対して、最初から倍率が決定している方式を、ブックメーカー方式という。同じ競馬でも、英国などではブックメーカー方式がとられている。

7 前掲『ツキの法則』

8 正式名称は分からないので、ここでは「グリコゲーム」とする。

9 徳崎進『ファイナンシャル・マネジメント・ハンドブック』2002年 東洋経済新報社

10 トム・ジューグフリード『もっとも美しい数学 ゲーム理論』2008年 文藝春秋

11 ジョン・フォン・ノイマン、ハンガリー生まれの数学者。数学以外にも物理学、経済学、など様々な分野の発展に貢献した。

12 マーチンゲール法とは逆に、勝った際に賭け金を倍にしていく方法である。連続して勝てば大きな儲けが得られる上に、負けても1回につき100円という利点がある。

1 本論文は、筆者の平成20年度千葉大学大学院教育学研究科修士論文「リスクマネージメントの概念形成を目指した授業の開発 — ゲーム理論からギャンブルまで —」の内容を抜粋し、新たに考えたことをつけ加えたものである。

2 千葉県千葉市の運転代行業社「BIG WAVE 運転代行」の料金を参考にした。

3 田辺和俊『ゼロから学ぶリスク論』2005年 日本評論社

4 道路交通法 第8章 罰則 第117条2の2第1・5号

5 谷岡一郎『ツキの法則』1997年 PHP新書

6 パリミュチュエル方式とは、ギャンブルの運営側が、全売上の一部を控除し、残った金額を的中者に配分するという方式である。従って、パリミュチュエル方式では、ある買い目に賭ける金額が大きくなればなるほど、その買い目が的中した際に配当される倍率が下がってしまう。日本においては、競馬、競輪、totoなどが、この