

条件付き確率(原因の確率)とリスク教育 ～感染症を題材に～

千葉女子高等学校 西川 洋一郎

1 はじめに

本誌では、「偽陽性」「偽陰性」を題材とした教材の意義、教材研究の背景、授業実践、生徒の反応、そして第105回日本数学教育学会(青森大会)で頂戴した意見に関して述べる。

2 教材の意義

数学の授業の中で誤った情報(今回では偽陽性, 偽陰性を指す)を元に意思決定をしてしまう傾向があることを学ぶのは、「数学は実生活では役に立たない¹⁾」と生徒が感じてしまっているという一つの課題に焦点を当てうる題材である。そして、教材として扱うリスクは現実の文脈に存在する。

すなわち、文脈の知識²⁾が必要とされる問題となるため、他教科ですでに扱っている、すなわち生徒間で文脈の知識に差が無い様な事実を題材として、数学という立場で、そしてリスクという立場で教材を考えるのが適当である。また後述するようにエイズを取り巻く問題は人間関係、医療、社会に存在し複数の角度からリスクを考える契機となる。

さて、教科保健では「現代における感染症」という単元で新興感染症(エボラ出血熱, 腸管出血性大腸菌感染症, MERS等)や性感染症(エイズ, 梅毒, ヒトパピローマウイルス感染症等)を学ぶ。さらに教科歴史総合では第一次世界大戦の学習に際して、戦争終盤で兵士を出兵することができなくなった理由としてペストを取り上げる指導もある。

このようにして「感染症」をリスク教育の立場から指導すると、事前に生徒に文脈の知識があり、議論や意見をもつことができると予想できる。さらに、感染症をはじめとする検査結果に対し、医師ですら誤った解釈をし得るというという事実があり数字に基づいた意思決定として感染症を題材として扱う意義がある(Gerd Gigerenzer,2007)。

多くの感染症が世に存在する中で、本実践ではエイズ(HIV 感染陽性)を扱った。

¹⁾ 例えば令和3年度全国学力・学習状況調査を参照

²⁾ 文脈の知識とは、本稿では問題文に関する用語の知識や、その問題文に登場するモデルへの理解等を指す。

3 教材研究の背景：なぜエイズを取り扱うのか

(1) 先進国で日本のみ感染者が増え続けているため

「先進国で日本だけがエイズ患者が増えている」(尾上,2020)という事実がある。右に示したように新規 HIV 感染者として報告される人数(実線)は2008年でピークを迎え、一日に4人も感染者が報告されていた。そのうち平均して1名はHIV陽性者かつエイズ陽性という「いきなりエイズ」と呼ばれる感染者である。すなわち発症まで平均10年程度かかり、そして他者へうつすリスクがある病気をもらったまま生活をしている人が現在もいることを示している。



さらに、尾上(2020)はHIV感染について、同性間での性交渉にのみ罹患する印象をもつ人が多いが、世界におけるHIV感染者の内、男性同士による感染は17%のみである事を指摘している。HIV感染のリスクというのは誰もが考えるべき事柄の一つであるといえる。

先進国の中で日本のみ感染者が増え続けている理由は多岐にわたる³⁾がこの感染症について自分事として考え、うつさない、うつされない、というリスク管理を考える必要性に迫れる、という点で価値がある。

(2) スクリーニング検査を過剰医療の原因だと指摘する反対意見が存在するため

特定の疾患に罹患しているかどうかを明らかにするために、リスクが高いであろうと予想される集団に対し行う検査をスクリーニング検査という。これは地方自治団体が運営するコミュニティセンターでの検査や休日街頭検査がこれに当たり、無料で行うことができ匿名性を保ったまま結果を知ることができる。

HIVのスクリーニング検査は、その場で検査結果がわかる手法をとっている。そして、検査の目的上陽性の反応率が高くなるように検査薬を設定している。これは検査薬が被験者の検体に対し、陰性なのに陽性と誤って反応する、すなわち偽陽性の確率が高くなることを示している。偽陽性であるにもかかわらず、パートナーと検査をした際に、見かけ上の陽性が出たがゆえに破局してしまう、また見かけ上の陽性判定を受けたがために、不必要な精神的被害を受けてしまう人も存在する(Gerd Gigerenzer,2007)。

スクリーニング検査による精神的な損失に関しては日本でも指摘されており、例えば葛西ら(2020)が指摘している。Muir Gray(2008)は偽陽性の検出率が特に高いマンモグラフィーのスクリーニング検査に対する意見を述べる文脈において「All screening programs do harm; some do good as well, and, of these, some do more good than harm at reasonable cost.

³⁾ 検査が煩雑、自費、ウィンドウ期間がある、偏見、検査忌避等

(すべてのスクリーニング検査は害をなす。害と同じくらい良い効果をもたらすものもあるし、適正な費用のもとで害より良いものをもたらすものもあるが。)」と述べている。

なぜ、このようなことが起きるだろうか。「医療スクリーニングの偽陽性が問題を引き起こすのは、1つには、わたしたちが医学検査の正確さをまったく疑っていないからだ。これは、しばしば「確かさの幻想」と呼ばれる現象で、特に医療に関しては、決定的な答えを手に入れて白黒をつけたいと思うあまり、得られた結果にそれなりの疑いをもつてのそむくことを忘れてしまう。」(Kit Yates,2020)とあるように、医療という文脈に対して批判的な態度を取りづらいことが指摘されている。

偽陽性や偽陰性によるトラブルに加え、一般企業における全職員が受けるがん検査や人間ドック、公的な機関が行う税金をもとに行われる検査は国際的な基準からすると必要以上の回数が行われている。検査には企業が関係しており、出資をする人間、金銭を受け取る人間がいる。利益の観点から不必要なスクリーニング検査を実施している可能性に対し、「過剰医療では」と指摘する意見も存在する。(葛西ら,2020)

このようにしてスクリーニング検査がもたらすものはメリットだけではない。特に公的な団体がやっている検査は税金が使われており、この検査の是非について考えることは社会的な文脈におけるリスクの学習という点で価値がある。

(3) 「エイズ薬害事件」や「神戸エイズパニック」といった事件が存在するため

企業による輸血剤の中に HIV 感染者の血液が混ざっているにもかかわらず、輸血剤として多くの患者に配付、HIV 陽性者を出したエイズ薬害事件がある。これは訴訟などを含め社会的な問題となった。

また 1987 年 1 月、日本で初のエイズ陽性者が確認された。しかし、その後新聞紙はどうすれば感染しないのか、感染を疑う人はどのように行動すればよいのかを示さず、不安だけをおおる形となりパニックを起こした神戸エイズパニックがある。

前者は社会的な問題、後者はメディアに対するリテラシーとリスクを関連させ学ぶ契機になり得る。

そして、これらの事実を確認することで、現在、そしてこれから感染症に対してどのような意思決定をすればよいのか学ぶことができる、という点で価値がある。



(4) まとめ

生徒は教科保健でエイズに関して学んでいる知識は確かにあるが、検査を踏まえて意思決定に関しては学んではいない。本節の(1)で述べたように日本においてエイズというのは他人事ではなく、いざ検査を受けようにも(2)で述べたようにそこに関する意思決定の難しさや、賛否が存在する。そして、過去に目を向けてみると(3)で述べたように今後も多くの感染症が流行することが予想され、その際の我々のリテラシーが機能しなかったことを生徒に提示することができる。

以上のようにこの教材には価値があると主張する。しかしながら、一般に性感染症を教材化し、授業空間で焦点化する際には様々な困難があると予想される。そこで、女子高で勤務する自分が実際に実践し、種々の困難について紙面越しではあるが共有することで、今後の実践の一助になればと考えた。

次節に略案と生徒の反応の一部を記載する。

4 実践の概要とワークシートおよび生徒の反応

対象：千葉県内県立女子高校第1学年 36名

日時：2022年10月18日1時間

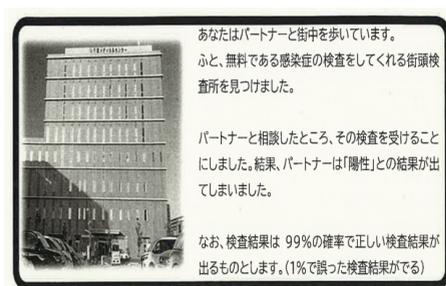
単元：第1学年数学A 確率「原因の確率」 条件付き確率は学習済み。

課題を示した後、一方が検査を受けた者とし、もう一方がそのパートナーとして、被検査者へ声掛けを行うロールプレイを行った。生徒は検査結果が正しくない可能性に注目し「1%にかけよう」という内容や99%の確率で罹患しているという声掛けをした(右図参照)。

その後、授業者より「感染しているが、陽性と判断される確率」「感染していないが、陽性と判断される確率」を議論する必要があると確認した。

計算に必要な情報として、1000人中1人が本当に罹患している感染症である、性差による罹患人数の差はないことを仮定し、再度計算を行った。生徒に「この世に感染者がどれくらいいるかも確率に影響を与える」事の例として、撲滅宣言がされた天然痘を例に挙げ「この世に罹患者がいないことがわかっている感染症に陽性とされた」場合を議論させた。罹患している確率は前述の仮定では約10%であることを踏まえ、最初と同じロールプレイを行い、どのように声掛けが変化したかを確認、共有した。

授業の最後に授業の感想と「あなたが医療従事者ならば、罹患している確率を提示しますか」との質問を行った。



問1. あなたはどのようにパートナーに声掛けをしますか。また、その理由を書こう。

声掛けの文章または内容

マスクに付く約10%の確率で感染する病気を検査してもらうので検査してほしい

その理由

罹患している確率は低く相手も安心して貰えるから

授業の感想の一部を下記に掲載した。例えば「誤った計算を元に行動してしまう怖さを知った」、「数学が役に立つ場面を初めて理解した」という感想を得た。また、後半の質問に対して「本当に罹患しているかもしれないから伝えない」「可能性が低いから、励ますために伝える」という立場が現れた。実践後次時では意見を共有し、同じ数字でも立場、考え方により伝える内容が異なることを共有した。また、不必要な医療不信を招かないように実際の検査では複数回の検査を経ていることを伝えた。

ロールプレイを経て、誤った情報をもとに行動し得ることを感得させ、異なる立場を登場させることで、立場が変われば何を重要とするか、そして生徒間でも何をリスクとするか変わり得る、というリスクが個人の価値に依存し得るものであることを共有できた。

生徒の感想（抜粋）

- 計算前は99%正しい検査結果なのでほぼ陽性だと思っていましたが、実際、陽性の確率は10%と初めの予想と大きく異なっていることがわかった。誤診の可能性も非常に高く1回の検査で完全に信用することは良くないと思った。
- 検査をして結果が出て、その検査結果が正しいかどうかはこの世にいる感染者数が関係していることに気付いた。安易に99%結果が正しいから陽性と判断するのは危険と学んだ。
- 99%という数字だけに騙されて信じ込んでしまい相手も自分も勝手に思い込んでしまったが、実際確率を求めると10%でもう一度検査しようという根拠がもてた。このことをもっとたくさんの方が知るべきだと思った。また、数字に騙されるのはとても怖いと感じた。
- パッと出た数字を鵜呑みにするのではなく、もう一度よく考えたりすることも大事なんだなと思った。身の回りに数学がちゃんと活かせるのだなと思った。
- 条件付き確率を使って正しく確率を計算することで、説得力が増したし、もし自分が「(実際に罹患している確率が)10%の確率だよ」と言われたらまだ希望がもてると思うので数値は大切。数学を誰かを救うために使ったのは初めてで、今やっと数学を勉強していいこともあるんだなと学んだ。

あなたはパートナーと街中を歩いています。
ふと、無料である感染症の検査をしてくれる街頭検査所を見つきました。

パートナーと相談したところ、その検査を受けることにしました。結果、パートナーは「陽性」との結果が出てしまいました。

なお、検査結果は 99% の確率で正しい検査結果が出るものとします。(1% で誤った検査結果がでる)

問1. あなたはどのようにパートナーに声掛けをしますか。また、その理由を書こう。
声掛けの文章または内容

その理由

問2. パートナーが本当に陽性である確率を求めるのに、必要な情報は何か。
どのような条件で問題を考えるか整理しよう。

すなわち、この状況においてはパートナーが本当に陽性である確率は「約 10%」である。

問3. (問の文章は書かなくてよい)
陽性になり、それが本当に陽性の可能性はほんの 10% しかないから大丈夫だよ？
90% の確率で正しい結果が得られる気がする。

字んだこと-疑問
問題に書かれてある数値のつぎのみにせず、条件を出して計算して結果へ大きく変わることと字んた。

5 実践に対する意見

以上の内容をパワーポイントにまとめ、日本数学教育学会にて発表を行った。質疑の中では広義に渡るリスクの定義について確認を行ったり、生徒のリスクに対する解釈、意思決定、行動に関する様相について、研究を深めてはとのご提案を頂戴した。