

リスクと不確実性の下でのチキンゲーム

水戸康夫・進本眞文

要約：リスク下での選択と、不確実性下での選択は相違するのであろうか。実験1では相違したが、実験2では相違しなかった。したがって、リスク下での選択と、不確実性下での選択は相違する場合と、相違しない場合があることになる。では、どのような場合に相違し、どのような場合には相違しないのかに関する分析を行なう。本論では、リスク下における客観的な確率と、不確実性下における主観的な確率との差異が大きいか小さいかが、選択に大きな影響を与える可能性を指摘する。

キーワード：リスク、不確実性、確率計算、チキンゲーム

1 はじめに

リスク下での選択と不確実性下での選択は、相違するのであろうか。直感的には、相違しないと考えられるため、相違するか否かを検討する実験はほとんど存在していない。本論では、よく知られたゲームであるチキンゲームを利用して、リスク下と不確実性下での選択は相違するのかに関する実験を行なう。チキンゲームを利用するのは、チキンゲームでの「選択A」、および「選択B」における反応が、相違するか否かを明らかにしたいと考えたからである。

本論においては、リスク下での選択とは、選択肢の確率が呈示された場合の選択を、不確実性下での選択とは、選択肢の確率は呈示されずに、選択肢の確率の大小関係のみ呈示された場合の選択を意味することとする。この時、リスク下と不確実性下での選択は相違する場合があることと、相違しない場合のあることを報告する。リスク下と不確実性下での選択は相違するという本論の実験結果は、予備実験の結果と整合的であったが、相違しない場合があるという結果は予想しておらず、意外であった。

2節では、リスク下と不確実性下におけるチキンゲーム実験結果を紹介する。3節では実験結果に関する考察を行ない、4節でまとめを行なう。

本論は本学経済学会から、九州共立大学経済学部ゲーム理論研究会への、平成20年度研究助成による研究成果である。記して感謝の意を表したい。

2 実験

実験1は、平成20年1月19日の九州共立大学における「総合科目特殊講義B(ことばと文化特講B)」受講生に対して行なった。「総合科目特殊講義B(ことばと文化特講B)」の講義を早めに終了して、教室に残っている受講生に対して、回答してくれた学生には、ボーナス点を与えることを伝え、配付する用紙(資料1と資料2)に答えてくれるよう、協力を要請した。「総合科目特殊講義B(ことばと文化特講B)」を受講している学生は、経済学部、工学部、スポーツ学部の3・4年生である。実験協力者に袋から数字の書かれた紙を取り出させ、数字が奇数なら資料1を、偶数なら資料2を配付した。

資料1と資料2を用いて、チキンゲームの実験を行なった。チキンゲームにおいては、2つのナッシュ均衡があり、事前の情報のない同時手番のゲームにおいては、「選択A」を選択することも、「選択B」を選択することも、間違った選択ではない。この時、資料1では相手プレイヤー92人のうち「選択A」を選択するのは59人(「選択A」を選択する確率が64.1%)、92人のうち「選択B」を選択するのは33人(「選択B」を選択する確率が35.9%)であることを提示した。資料2では、相手プレイヤーにおいては、「選択A」を選択する人の方が多い(「選択A」を選択する確率の方が高い)ことが分かっているという想定を提示した。資料1においても、資料2においても、相手プレイヤーがどちらを選択したかわからない状況で、つまり同時手番時に、実験協力者はどちらを選択するのかについて質問した。

「総合科目特殊講義B(ことばと文化特講B)」受講生のうち、実験協力者として40人程度と予想したが、実験協力者(当日の受講生)は変動するものなので、50人、60人参加する可能性を否定できない。そこで、50人、60人、あるいはそれ以上参加しても対応できる人数として、相手プレイヤーとなりうる別の大学で同様な課題を行なった学生を、90人程度と設定した。しかし、90人と設定すると、架空の数字であると感じる実験協力者が出てくるかも知れないので、あえて92人と設定した。同様な理由で、33人、59人と設定した。そして「選択A」と「選択B」の選択比率は1対2程度とすることで、実験協力者から十分な反応を引きだせると考えた。この比率は暫定的なものであり、十分な反応を引きだせないのなら、1対3や、1対4といった比率での実験も必要となってくるであろう。

実験協力者がリスク中立的であり、期待効用=ボーナス点であるならば、期待値のボーナス点の高い方の選択肢を選択することが、経済的に合理性を持つ選択である。資料1のゲームにおける「選択A」の期待値は $4.641 (= 5点 \times 0.641 + 4点 \times 0.359)$ 、「選択B」は $4.923 (= 6点 \times 0.641 + 3点 \times 0.359)$ となるので、「選択B」を選択するべきである。ただし、「選択B」を選択する場合には、ボーナス点が3点となる可能性を避けることはできないことに留意しなければならない。

理由に関する記述が半分以下であったり、記述が5行以下であったり¹⁾、明らかに課題を誤って理解しての記述がある場合は、無効回答とした。資料1は18枚を配り、無効回答が6枚あり、有効回答は12枚であった。資料2は19枚を配り、無効回答が6枚あり、有効回答は13枚である。合計では37枚を配り、無効回答が12枚あり、総有効回答は25枚である。

表1 資料1と資料2における選択結果(単位:枚数)

	「選択A」	「選択B」
資料1:リスク下の選択	2	10
資料2:不確実性下の選択	11	2

出所) 筆者作成

表2 資料2における実験協力者の「選択A」想定人数

	平均	中央値	標準偏差	最頻値	選択数
「選択A」選択者	72.9	70.0	13.3	70.0	13
「選択B」選択者	65.3	55.0	22.4	—	3
全 員	71.7	70.0	13.6	70.0	16

出所) 筆者作成

表1によれば、期待値で見た時、資料1において不利である「選択A」の選択比率は16.7% (= 2/12)であり、不利な選択は避けられる傾向があるといえる。資料2においては、「選択A」の選択数として、どのような人数を想定していようと、「選択A」を選択する方が期待値は低い。それにも関わらず、資料2においては、不利である「選択A」の選択比率が84.6% (= 11/13)であり、有利な「選択B」よりも「選択A」の選択比率の方が高い。どちらの資料における実験においても、不利である選択肢は少なからず選択されている²⁾。

母集団を九州共立大学で「総合科目特殊講義B(ことばと文化特講B)」を受講している学生とし、講義終了後、調査に協力して参加した学生を実験協力者とする。実験においては、確率の数値を呈示している資料1と、相手プレイヤーは「選択A」を多く選択しているという確率の大小関係を呈示した資料2において、確率の数値を明示的に呈示するか否かが実験協力者の選択に影響しているかどうかに関する検定を行なう。具体的には、資料1における「選択A」と「選択B」の比率と、資料2における「選択A」と「選択B」の選択比率は同じという仮説(帰無仮説)を検定する。Pearsonの χ^2 乗の統計検定量は10.165(自由度1)であり、Fisherの正確有意確率(両側)は0.004であった。有意水準を0.05とする時、上述の帰無仮説は棄却されるので、資料1における「選択A」と「選択B」の選択比率の比率と、資料2における比率は相違するといえる。

資料1と資料2を比較することで、リスク下の選択と不確実性下の選択は相違するという結論を得たが、この結論は頑健なものであろうか。条件を変更して、同様な実験を行なってみた。

実験2は、平成20年1月8日の九州共立大学における「日本語表現法」受講生に対して行なった。「日本語表現法」の講義を早めに終了して、教室に残っている受講生に対して、回答してくれた学生には、ボーナス点を与えることを伝え、配付する用紙(資料3と資料4)に答えてくれるよう、協力を要請した。「日本語表現法」を受講している学生は、経済学部、工学部の1~4年生である。実験協力者に袋から数字の書かれた紙を取り出させ、数字が奇数なら資料3を、偶数な

ら資料4を配付した。

資料3と資料4を用いて、資料1と資料2と同様のチキンゲームの実験を行なった。チキンゲームにおいては、2つのナッシュ均衡があり、事前の情報がない同時手番のゲームにおいては、「選択A」を選択することも、「選択B」を選択することも、間違った選択ではない。この時、資料3では相手プレイヤー92人のうち「選択A」を選択するのは33人（「選択A」を選択する確率が35.9%）、92人のうち「選択B」を選択するのは59人（「選択B」を選択する確率が64.1%）であることを提示した。資料4では、相手プレイヤーにおいては、「選択B」を選択する人の方が多い（「選択B」を選択する確率の方が高い）ことが分かっているという想定を提示した。資料3においても、資料4においても、相手プレイヤーがどちらを選択したかわからない状況で、つまり同時手番時に、実験協力者はどちらを選択するのかについて質問した。

実験協力者がリスク中立的であり、期待効用=ボーナス点であるならば、ボーナス点の期待値の高い方の選択肢を選択することが、経済的に合理性を持つ選択である。資料3のゲームにおける「選択A」の期待値は $4.359 (= 5 \text{点} \times 0.359 + 4 \text{点} \times 0.641)$ 、「選択B」は $4.077 (= 6 \text{点} \times 0.359 + 3 \text{点} \times 0.641)$ となるので、「選択A」を選択すべきである。そして、「選択B」を選択する場合には、ボーナス点が3点となる可能性を避けることはできないことに留意しなければならない。

理由に関する記述が半分以下であったり、記述が5行以下であったり、明らかに課題を誤って理解しての記述がある場合は、無効回答とした。資料3は26枚を配り、無効回答が7枚あり、有効回答は19枚であった。資料4は32枚を配り、無効回答が15枚あり、有効回答は17枚である。合計では58枚を配り、無効回答が22枚あり、総有効回答は36枚である。

表3 資料3と資料4における選択結果(単位:枚数)

	「選択A」	「選択B」
資料3:リスク下の選択	10	9
資料4:不確実性下の選択	7	10

出所) 筆者作成

表4 資料4における実験協力者の「選択B」想定人数

	平均	中央値	標準偏差	最頻値	選択数
「選択A」選択者	57.4	60.0	7.3	60.0	7
「選択B」選択者	66.4	70.0	12.5	70.0	10
全員	62.9	62.0	12.1	70.0	17

出所) 筆者作成

表3によれば、期待値で見た時、資料3において不利である「選択B」の選択比率は47.4% (=

9/19)であり、不利な選択であっても避けられるわけではない。結果として、実験協力者は、期待値を考慮せずに選択を行なっているかのように見える。資料4においては、「選択B」の選択数として、どのような人数を想定してしようと、「選択B」を選択する方が期待値は低い。資料4においては、不利である「選択B」の選択比率は58.8% (=10/17)である。どちらの資料における実験においても、不利である「選択B」は少なからず選択されている³⁾。

母集団を九州共立大学で「日本語表現法」を受講している学生とし、講義終了後、調査に協力して参加した学生を実験協力者とする。実験においては、確率の数値を呈示している資料3と、相手プレイヤーは「選択B」を多く選択しているという確率の大小関係を呈示した資料4において、確率の数値を明示的に呈示するか否かが実験協力者の選択に影響しているかどうかに関する検定を行なう。具体的には、資料3における「選択A」と「選択B」の比率と、資料4における「選択A」と「選択B」の選択比率は同じという仮説(帰無仮説)を検定する。Pearsonの χ^2 乗の統計検定量は0.472(自由度1)であり、Fisherの正確有意確率(両側)は0.525であった。有意水準を0.05とする時、上述の帰無仮説は棄却されないため、資料3における「選択A」と「選択B」の選択の比率と、資料4における比率は相違するとはいえない。

3 分析

実験1では、リスク下の選択と不確実性下の選択は相違した。なぜ相違したのであろうか。リスク下の選択を行なう資料1の場合は、相手プレイヤーのうち、59人が「選択A」を、33人が「選択B」を選択したのかは分かっている場合の選択を尋ねた。それに対して、不確実性下の選択の資料2の場合には、「選択A」を選択する相手プレイヤーの方が多いことが分かっている場合の選択を尋ねた。したがって、リスク下と不確実性下の選択の相違した理由として、最も可能性の高いものは、「選択A」を選択する相手プレイヤーの数に関する想定が、選択を相違させるほど大きいというものである。

そのことを確認するため、資料2においては、「選択A」を選択する相手プレイヤーの数についても尋ねており、その結果は表2に示している。表2によれば、有効回答16人の「平均」は71.7人、「中央値」は70.0人、「最頻値」は70.0人であり、資料1における「選択A」を選択する相手プレイヤーの想定数は59人であり、相違している。この相違が、資料1での「選択A」と「選択B」の選択比率と、資料2での選択比率の相違をもたらしたのかもしれない。

実験2は、「選択B」の方が多としている点で、実験1とは相違している。実験2では、資料3での「選択A」と「選択B」の選択比率と、資料4での選択比率の相違をもたらさなかった。実験2においては、「選択B」を選択する相手プレイヤーの数に関する想定は、実験1と相違していたのであろうか。表4によれば、有効回答17人の「平均」は62.9人、「中央値」は62.0人、「最頻値」は70.0人であり、資料3における「選択B」を選択する相手プレイヤーの想定数は59人であり、ほぼ同じ程度といえよう。「選択B」を選択する相手プレイヤーの想定数が、資料3と資料4でほぼ同じ程度であったということが、資料3での「選択A」と「選択B」の選択比率と、資料4での選択比率の相違をもたらさなかった理由なのかもしれない。

では、なぜ資料1と資料2では「選択A」を選択する相手プレイヤーの想定数は相違し、資料3と資料4では「選択B」を選択する相手プレイヤーの想定数は同じ程度であったのであろうか。

これについては、さらに実験を行なうことによって、その理由を探るしかない。現段階では、可能性のある要因を列挙するしかない。例えば、実験協力者である留学生間での情報交換や、偶然や、実験協力者の属性(工学部所属である、女性である、昨年行なった実験に参加していた4年生である等)などが考えられる。想定数の相違の程度に影響を及ぼす要因については、今後の課題としたい。

4 まとめ

表1のデータに基づいて独立性の検定を行なえば、資料1における「選択A」と「選択B」の選択比率の比率と、資料2における比率は相違するといえる。したがって、リスク下における選択と不確実性下における選択は相違するといえる。その理由として、「選択A」を選択する相手プレイヤーの想定数の相違が理由であるかもしれないことを指摘した。これは、表3のデータに基づいて独立性の検定を行なえば、資料3における「選択A」と「選択B」の選択比率の比率と、資料4における比率は相違するといえず、リスク下における選択と不確実性下における選択は相違していない。この時、表4より明らかなように、資料3と資料4では「選択B」を選択する相手プレイヤーの想定数は同じ程度であったことから推測されるものである。

今後の課題としては、どのような状況の時に、リスクの場合と不確実性の場合の「選択A」や「選択B」の想定数が同じ程度になり、相違するのはどのような状況の時であるのかを明らかにしていきたい。

資料1

レポート

平成21年 月 日

このレポートは集計データとして、論文に利用する予定であり、個人データとしては利用しません。また、プライバシーは保護します。このレポートの論文利用を承諾する場合は、裏面に半分以上書き込んで提出してください。裏面での書き込みが半分未満の場合は、ボーナス点として1点しか加えません。論文データとして利用されるのがいやな学生は、学籍番号と名前のみ書いて提出するか、提出しないでください。そのことによる不利益な扱いはしません。ただし学籍番号と名前のみ書いて提出する場合のボーナス点は1点となり、提出しない場合のボーナス点は0点となります。

学科

学籍番号

名前

列2の学生の行動

	「選択A」	「選択B」
列1の学生の行動 「選択A」	(5, 5)	(4, 6)
「選択B」	(6, 4)	(3, 3)

利得：（列1の学生のボーナス点、列2の学生のボーナス点）

上述のゲームを分かりやすく示せば、

列1の学生が「選択A」を選択し、列2の学生が「選択A」を選択する時、
 列1の学生のボーナス点は5点、列2の学生のボーナス点5点
 列1の学生が「選択A」を選択し、列2の学生が「選択B」を選択する時、
 列1の学生のボーナス点は4点、列2の学生のボーナス点6点
 列1の学生が「選択B」を選択し、列2の学生が「選択A」を選択する時、
 列1の学生のボーナス点は6点、列2の学生のボーナス点4点
 列1の学生が「選択B」を選択し、列2の学生が「選択B」を選択する時、
 列1の学生のボーナス点は3点、列2の学生のボーナス点3点
 となります。あなたが列1の学生の立場に立つ時、「選択A」と「選択B」のどちらを選択するか答えてください。選択結果に応じたボーナス点を与える予定です。列2の学生は、別の大学で同様な課題をやった学生のデータを使います。「選択A」を選択した学生59人と、「選択B」を選択した学生は33人の合計92人のうちの誰か1人と無作為（ランダム）にペアを組むと想定してください。ただし、ボーナス点についての問い合わせには答えません。

あなたの選択：（「選択A」、「選択B」）

資料2

レポート

平成21年 月 日

このレポートは集計データとして、論文に利用する予定であり、個人データとしては利用しません。また、プライバシーは保護します。このレポートの論文利用を承諾する場合は、**裏面に半分以上**書き込んで提出してください。裏面での書き込みが半分未満の場合は、ボーナス点として1点しか加えません。論文データとして利用されるのがいやな学生は、学籍番号と名前のみ書いて提出するか、提出しないでください。そのことによる不利益な扱いはしません。ただし学籍番号と名前のみ書いて提出する場合のボーナス点は1点となり、提出しない場合のボーナス点は0点となります。

学科	学籍番号	名前
列 2 の学生の行動		
	「選択 A」	「選択 B」
列 1 の学生の行動	「選択 A」	(5, 5)
	「選択 B」	(6, 4)
		(4, 6)
		(3, 3)

利得：(列 1 の学生のボーナス点、列 2 の学生のボーナス点)

上述のゲームを分かりやすく示せば、

列1の学生が「選択A」を選択し、列2の学生が「選択A」を選択する時、
列1の学生のボーナス点は5点、列2の学生のボーナス点5点
列1の学生が「選択A」を選択し、列2の学生が「選択B」を選択する時、
列1の学生のボーナス点は4点、列2の学生のボーナス点6点
列1の学生が「選択B」を選択し、列2の学生が「選択A」を選択する時、
列1の学生のボーナス点は6点、列2の学生のボーナス点4点
列1の学生が「選択B」を選択し、列2の学生が「選択B」を選択する時、
列1の学生のボーナス点は3点、列2の学生のボーナス点3点
となります。あなたが列1の学生の立場に立つ時、「選択A」と「選択B」のどちらを選択するか答えてください。選択結果に応じたボーナス点を与える予定です。列2の学生は、別の大学で同様な課題をやった学生のデータを使います。92人のうちの誰か1人と無作為(ランダム)にペアを組むと想定してください。そして、「選択A」を選択した人の方が多いということが分かっているとします。この時、「選択A」を選択した人を何人と予想して選択するのか教えてください。ただし、ボーナス点についての問い合わせには答えません。

あなたの選択：(「選択A」、 「選択B」)
あなたの考える「選択A」を選択している人数(人)程度

資料3

レポート

平成21年 月 日

このレポートは集計データとして、論文に利用する予定であり、個人データとしては利用しません。また、プライバシーは保護します。このレポートの論文利用を承諾する場合は、裏面に半分以上書き込んで提出してください。裏面での書き込みが半分未満の場合は、ボーナス点として1点しか加えません。論文データとして利用されるのがいやな学生は、学籍番号と名前のみ書いて提出するか、提出しないでください。そのことによる不利益な扱いはしません。ただし学籍番号と名前のみ書いて提出する場合のボーナス点は1点となり、提出しない場合のボーナス点は0点となります。

学科 学籍番号 名前

列 2 の学生の行動

	「選択A」	「選択B」
「選択A」	(5, 5)	(4, 6)
「選択B」	(6, 4)	(3, 3)

列 1 の学生の行動

利得：(列1の学生のボーナス点、列2の学生のボーナス点)

上述のゲームを分かりやすく示せば、

列1の学生が「選択A」を選択し、列2の学生が「選択A」を選択する時、
 列1の学生のボーナス点は5点、列2の学生のボーナス点5点
 列1の学生が「選択A」を選択し、列2の学生が「選択B」を選択する時、
 列1の学生のボーナス点は4点、列2の学生のボーナス点6点
 列1の学生が「選択B」を選択し、列2の学生が「選択A」を選択する時、
 列1の学生のボーナス点は6点、列2の学生のボーナス点4点
 列1の学生が「選択B」を選択し、列2の学生が「選択B」を選択する時、
 列1の学生のボーナス点は3点、列2の学生のボーナス点3点
 となります。あなたが列1の学生の立場に立つ時、「選択A」と「選択B」のどちらを選択するか答えてください。選択結果に応じたボーナス点を与える予定です。列2の学生は、別の大学で同様な課題をやった学生のデータを使います。「選択A」を選択した学生33人と、「選択B」を選択した学生は59人の合計92人のうちの誰か1人と無作為(ランダム)にペアを組むと想定してください。ただし、ボーナス点についての問い合わせには答えません。

あなたの選択：(「選択A」、 「選択B」)

資料4

レポート

平成21年 月 日

このレポートは集計データとして、論文に利用する予定であり、個人データとしては利用しません。また、プライバシーは保護します。このレポートの論文利用を承諾する場合は、**裏面に半分以上**書き込んで提出してください。裏面での書き込みが半分未満の場合は、ボーナス点として1点しか加えません。論文データとして利用されるのがいやな学生は、学籍番号と名前のみ書いて提出するか、提出しないでください。そのことによる不利益な扱いはしません。ただし学籍番号と名前のみ書いて提出する場合のボーナス点は1点となり、提出しない場合のボーナス点は0点となります。

	学科	学籍番号		名前
列 1 の学生の行動	列 2 の学生の行動			
		「選択 A」		「選択 B」
「選択 A」		(5, 5)		(4, 6)
「選択 B」		(6, 4)		(3, 3)

利得：(列 1 の学生のボーナス点、列 2 の学生のボーナス点)

上述のゲームを分かりやすく示せば、

列1の学生が「選択A」を選択し、列2の学生が「選択A」を選択する時、

列1の学生のボーナス点は5点、列2の学生のボーナス点5点

列1の学生が「選択A」を選択し、列2の学生が「選択B」を選択する時、

列1の学生のボーナス点は4点、列2の学生のボーナス点6点

列1の学生が「選択B」を選択し、列2の学生が「選択A」を選択する時、

列1の学生のボーナス点は6点、列2の学生のボーナス点4点

列1の学生が「選択B」を選択し、列2の学生が「選択B」を選択する時、

列1の学生のボーナス点は3点、列2の学生のボーナス点3点

となります。あなたが列1の学生の立場に立つ時、「選択A」と「選択B」のどちらを選択するか答えてください。選択結果に応じたボーナス点を与える予定です。列2の学生は、別の大学で同様な課題をやった学生のデータを使います。92人のうちの誰か1人と無作為(ランダム)にペアを組むと想定してください。そして、「選択B」を選択した人の方が多いということが分かっているとします。この時、「選択B」を選択した人を何人と予想して選択するのか教えてください。ただし、ボーナス点についての問い合わせには答えません。

あなたの選択：(「選択A」、 「選択B」)

あなたの考える「選択B」を選択している人数(人)程度

注

- 1) 以前のレポートには、記述がA4用紙の半分未満である場合や、6～7行以下の場合、出席に関するボーナス点は1点となることを記載していた。しかし、誤って理解して、6～7行は書くが、用紙半分未満の回答用紙が何枚か見られた。このため、最近では、半分未満である場合は1点であるという条件だけ書くように変更した。しかし、このように変更すると、2行で用紙半分以上となるような大きな文字を書く実験協力者が見られるようになった。そのために、暫定的に、5行以下で用紙半分以上書かれている場合は、常識外れに大きな文字の大きさであるとみなし、無効回答とすることとした。
- 2) 有利でない選択肢を選択することは、水戸康夫・進本眞文・内藤徹(2004.6)や水戸康夫・進本眞文・八島雄士(2006.3)等でも確認されている。
- 3) 有利でない選択肢を選択することは、水戸康夫・進本眞文・内藤徹(2004.6)や水戸康夫・進本眞文・八島雄士(2006.3)等でも確認されている。

参考文献

- 川越敏司『実験経済学』東京大学出版会、2007年。
- 水戸康夫・進本眞文・内藤徹「安心」ゲームならびに「チキン」ゲームにおける不合理な選択『九州共立大学経済学部紀要』第97号、2004年6月。
- 水戸康夫・進本眞文・八島雄士「相手プレイヤーとの利得差の影響に関する一考察」『九州共立大学経済学部紀要』第104号、2006年3月。
- 水戸康夫・進本眞文・八島雄士「期待効用理論の現実妥当性」『九州共立大学経済学部紀要』第111号、2008年2月。
- 山岸俊男「社会的ジレンマ研究の新しい動向」今井晴雄・岡田章『ゲーム理論の新展開』勁草書房、2002年。