

報酬の価値割引に影響を及ぼす心理的要因の解明

(研究課題番号 13610075)

平成13年度～平成16年度科学研究費補助金（基盤研究C）

研究成果報告書

平成17年4月

研究代表者 高橋 雅治

(旭川医科大学・医学部)

はじめに

本研究の目的は、報酬の価値割引を規定する年齢・性別・性格特性等の心理学的要因を系統的に解明することにより、人間の複雑な選択行動を総合的に解明することである。ここでいう報酬の価値割引とは、選択肢が遅延や確率等を伴って提示される不確実状況下で、その選択肢の主観的な価値が減少する（割り引かれる）ことを意味する。自らの欲望を制御し、目先の小さな報酬に惑わされないためには、遠い将来に与えられる報酬の選択肢の価値を割り引くことなく、より長期的な視点に立った選択を行わなければならない。本研究により、そのようなより長期的な視点に立った選択行動を形成・維持するための一般法則が解明されることが期待される。

現代社会においては、医療場面における治療方法の選択や、経済活動場面における貯蓄・年金の選択等に代表されるように、きわめて複雑な選択肢間の選択を迫られる事態が急速に増えてきており、複雑な事態における選択行動についての一般法則の解明が急がれている。また、今日注目を集めている社会問題の中には、学級崩壊や凶悪犯罪の増加等のように、欲望の制御の問題に関連するものも多い。

従来選択行動研究では、年齢、性別・性格特性等の心理学的要因の効果があまり重要視せずに研究が行われてきており、そのことが選択行動に関する一般法則の解明の進展を遅らせていた原因であると考えられる。また、脳の高次機能に関する認知神経科学的な研究から、極端な価値割引に基づく衝動的な行動と脳活動との関係が明らかにされつつある。本研究において、価値割引を規定する心理学的な要因が系統的に明確化され、さらに、それらの心理学的要因と高次脳機能との関係が解明されることにより、不確実状況下での選択行動に関する一般的な法則や、衝動性等の重要な社会問題を論じるための心理学的及び認知神経科学的な基礎データが得られることが期待される。

(1) 研究課題 報酬の価値割引に影響を及ぼす心理的要因の解明
課題番号 13610075

(2) 研究代表者 高橋 雅治 (旭川医科大学・医学部・教授)

(3) 交付決定額 (配分額)

	直接経費	間接経費	合計
平成13年度	1,000	0	1,000
平成14年度	1,100	0	1,100
平成15年度	700	0	700
平成16年度	500	0	500
総計	3,300	0	3,300

(5) 研究発表

ア. 論文

高橋 雅治 近赤外線分光法による高次脳機能の認知神経科学的解析. 旭川医科大学フォーラム、4巻1号、2004、25—29.

Takahashi, M. Preference and resistance do not always covary. Behavioral and Brain Sciences: Open Commentary, 23, 112-113, 2000.

イ. 学会発表

高橋 雅治・池上 将永. 光トポグラフィーによる聴覚弁別時の脳血流変化の計測. 日本心理学会第65大会、2001.

高橋雅治・池上将永・佐久間博敏. 光トポグラフィーと3次元MRI画像を用いた脳機能の研究(2)－聴覚弁別課題遂行時の側頭葉活動－. 日本心理学会第66大会、2002.

佐久間 博敏・池上 将永・高橋 雅治. 光トポグラフィーと3次元MRI画像を用いた脳機能の研究(1)－シューティング・ゲーム課題遂行時の運動野活動－. 日本心理学会第66大会、2002.

池上 将永・高橋 雅治・佐久間 博敏. 光トポグラフィーと3次元MRI画像を用いた脳機能の研究(3)－視覚的注意課題遂行時の後頭葉活動－. 日本心理学会第66大会、2002.

池上 将永・高橋 雅治. 光トポグラフィーと3次元MRI画像を用いた脳機能の研究(4)－視覚的注意課題遂行時の頭頂葉活動－. 日本心理学会第67大会、2003.

高橋 雅治・池上 将永. 光トポグラフィーと3次元MRI画像を用いた脳機能の研究(5)－他者動作観察中の運動野活動－. 日本心理学会第67大会、2003.

高橋 雅治・池上 将永. 他者動作観察時の運動野活動－動作対象物体の有無の効果－. 日本心理学会第68大会、2004.

池上 将永・高橋 雅治. 注意移動課題遂行時の頭頂葉活動－聴覚刺激を用いた検討－. 日本心理学会第68大会、2004.

高橋 雅治・池上 将永. オペラント課題遂行中の前頭葉活動－連続強化スケジュールと定間隔強化スケジュールの比較－. 日本心理学会第69回大会、2005.

池上 将永・高橋 雅治. 空間的注意課題遂行時の前頭葉活動. 日本心理学会第69回大会、 2005.

ウ. 出版物

高橋雅治 新・心理学の基礎知識 第4章 第8節 「強化スケジュールの意義」(p109-110). 有斐閣, 2004.

(6) 研究成果の概要

本研究では、以下の2つの研究から構成されていた。

- (1) 旭川医科大学の医学科・看護学科及び、放送大学の学生における報酬の時間割引と性格検査の関係の実験的解明
- (2) NIRSを用いた各種認知課題遂行時の大脳活動についての研究

まず、(1)の研究において、報酬の時間割引と性格検査（LOC検査、認知的熟慮尺度、時間的展望尺度）の関係が、旭川医科大学の医学科学生・看護学科学生、及び、放送大学の学生を被験者として分析し、報酬の時間割引と、被験者の所属・報酬金額・性格検査と報酬の関係を組織的に解明した。

次に、(2)の研究において、NIRを用いて、認知課題遂行時の大脳活動を、注意集中、セルフコントロール、及び、衝動性との関連で分析し、いくつかの重要な結果を得た。

目次

- (1) 旭川医科大学の医学科・看護学科及び、放送大学の学生における
報酬の時間割引と性格検査の関係の実験的解明 高橋 雅治
- | | | |
|----|------|----|
| 1. | はじめに | 8 |
| 2. | 手続き | 10 |
| 3. | 結果 | 13 |
| 4. | 考察 | 18 |
| 5. | 引用文献 | 21 |
- (2) NIRを用いた注意集中と衝動性課題遂行時の大脳活動についての研究
1. 光トポグラフィーと3次元MRI画像を用いた脳機能の研究(1)22
—シューティング・ゲーム課題遂行時の運動野活動—
佐久間 博敏・池上 将永・高橋 雅治.
2. 光トポグラフィーと3次元MRI画像を用いた脳機能の研究(2) ...27
—聴覚弁別課題遂行時の側頭葉活動—
高橋 雅治・池上 将永・佐久間 博敏
3. 光トポグラフィーと3次元MRI画像を用いた脳機能の研究(3) ...29
—視覚的注意課題遂行時の後頭葉活動—
池上 将永・高橋 雅治・佐久間 博敏.

4. 光トポグラフィーと3次元MRI画像を用いた脳機能の研究(4) —視覚的注意課題遂行時の頭頂葉活動—	...31
池上 将永・高橋 雅治.	
5. 光トポグラフィーと3次元MRI画像を用いた脳機能の研究(5) —他者動作観察中の運動野活動—	...33
高橋 雅治・池上 将永.	
6. 他者動作観察時の運動野活動(1)—動作対象物体の有無の効果—	...35
高橋 雅治・池上 将永.	
7. 注意移動課題遂行時の頭頂葉活動—聴覚刺激を用いた検討—37
池上 将永・高橋 雅治.	
8. オペラント課題遂行中の前頭葉活動 —連続強化スケジュールと定間隔強化スケジュールの比較—39
高橋 雅治・池上 将永.	
9. 空間的注意課題遂行時の前頭葉活動.42
池上 将永・高橋 雅治.	

旭川医科大学の医学科・看護学科及び、放送大学の学生における
報酬の時間割引と性格検査の关系的実験的説明

高橋 雅治

はじめに

「今すぐもらえる報酬」と「一定の遅延時間の後にももらえる報酬」のどちらか一方を選択する場合、人間は後者の報酬の価値をより割り引いて選択することが知られている。心理学や経済学では、「時間割引(temporal discounting)」という概念を使ってこの現象を説明してきた(Green & Myerson, 1993; Green, Fry, & Myerson, 1994; Green, Myerson, Lictman, Rose, & Fry, 1996; Green, Myerson, & Mcfadden, 1997; Myerson, Green, & Warusawitharana, 2001; Ostaszewski, Green, & Myerson, 1998; Raineri, & Rachlin, 1993; Rachlin, Raineri, & Cross, 1991)。ここで、時間割引とは、報酬がもらえるまでの遅延時間が大きくなるにつれてその報酬の主観的な価値がしだいに低下することを意味している。たとえば、10年後にももらえる100万円は、実際には100万円以下の価値しか持たないという考え方である。

米国人を被験者とした過去研究から、報酬は価値割引率が年齢とともに小さくなる(子供よりも大人の方がより小さく、大人よりも老人の方がより小さくなる)こと(Green, Fry, & Myerson, 1994; Green, Myerson, Lictman, Rose, & Fry, 1996)、価値割引率は年収が大きいほど小さくなること(Green, Myerson, Lictman, Rose, & Fry, 1996)が示唆されている。

一方、報酬金額や遅延時間が同一であっても、報酬の価値割引率には大きな個人差があることが知られている。実際、同一の報酬金額と遅延時間に対して、同一の年齢の被験者が大きく異なる割引率を示すことは多い。このような個人差の原因が解明されない限り、報酬の価値割引率についての一般的な傾向を論じることはできず、それ故、得られた知見を発達心理学や犯罪心理学に応用することも難しい。

そこで、本研究では、Rachlin & Raineri (1991)およびGreen, & Myerson (1993)において用いられた時間割引検査の日本語版を被験者に実施し、さらに、被験者

の性格特性として、報酬の価値割引に関連すると考えられる3つの心理検査を各被験者に対して実施した。そして、それらの結果と価値割引率との関係を明確化することが試みられた。

用いられた心理検査は、LOC(Locus of Control)尺度、認知的熟慮尺度、時間的展望尺度であった。まず、LOC尺度(鎌原ら、1982)は、被験者が自分に関連する環境側の事象の原因が自分内部にあると考える傾向を持つ(内的統制者)のか、それとも、自分の外部にあるととらえる傾向がある(外的統制者)のかを測定する尺度である。一般に、内的統制者は自分の人生を自分で改善することを優先するので、内的統制者は、貯金よりも自己投資を選択する(報酬の価値割引が大きくなる)ことが予測される。一方、外的統制者は貯金を優先することが期待される。

次に、認知的熟慮尺度(滝間と坂元、1991)は、日常生活において何かを決める際に、よく考えて決める傾向があるのか、それとも、よく考えずに衝動的な選択を行ってしまう傾向があるのかを測定する尺度である。従って、もし認知的熟慮傾向がある人ほどより長期的な視点に立って判断するとすれば、認知的熟慮者ほど価値割引率は小さくことが期待される。

また、長期的展望尺度(白井、1997)は、やはり日常生活において、常に長期的展望に立って物事を決定するのか、それとも、短期的展望に立って物事を決定するのかという尺度である。従って、もし、長期的展望に立って物事を決定する人ほど長期的に有利な選択を行うとすれば、長期的展望者ほど割引率が小さくなることが期待される。

本研究では、さらに、3種類の被験者グループで、同一の心理テストと時間割引テストの結果を比較した。すなわち、旭川医科大学医学部の医学科の学生、旭川医科大学医学部看護学科の学生、および、放送大学の学生であった。前者の2つのグループは、理系専攻の学部学生という点では共通しているが、学力や男女比などの点では異なるため、比較の対象とされた。また、放送大学の学生は、社会人として経済的な活動の訓練をより受けている点、および、平均年齢が高い点で、前者の2つのグループとは異なる可能性もあるため、検討の対象とされた。アメリカにおける時間割引の研究では、年齢が高いほど割引率が小さくなること、および、年収が

高いほど割引率が高くなるという結果が報告されている。この傾向が日本人の被験者においても見られるなら、放送大学の学生の割引率は小さくなることが予測された。一方、医学科と看護学科の学生は、学力や男女比などさまざまな点で異なっているので、結果を予測することは難しいが、医学科の学生の方が、将来期待される年収が大きいことから、医学科の割引率の方が小さいかもしれない。

以上に加えて、本研究では、従来の研究において報告されている「報酬金額が小さいほど時間割引の程度は大きくなる」という広く報告されている現象 (Green & Myerson, 1993; Green, Fry, & Myerson, 1994; Green, Myerson, Lictman, Rose, & Fry, 1996; Green, Myerson, & Mcfadden, 1997; Ostaszewski, Green, & Myerson, 1998) の確認も試みられた。これらの過去研究との一致度を分析することにより、本実験から得られる結果の一般性を検討した。

方法

(被験者) 旭川医科大学医学科学生171人、看護学科学生114人、および、放送大学の学生129名人 (合計414人) が実験に参加した。これらの被験者はすべて心理学実験実習の参加者であった。実験は2002年から2004年に、心理学実験実習の一環として行われた。

(手続き) すべての被験者は、最初に3つの心理検査を受け、次に、時間割引検査を受けた。

心理検査としては、LOC検査、認知的熟慮性尺度、時間的展望尺度の3つが用いられた。LOC検査は、鎌原他 (1982) により開発された検査が用いられた。この検査は、自分の行動が強化を制御できるかどうかについての信念を測定する検査である。自分の行動が強化を制御すると認知する傾向を内的統制、反対に、自分の行動が強化を制御しないと認知する傾向を外的統制という。そして、これらの内的—外的統制の傾向がどれくらいであるかを、ローカス・オブ・コントロールという。一般に、内的統制者は環境に積極的に働きかける行動方略をとるのに対し

て、外的統制者は運任せの行動方略をとるであろう。

2つ目の検査は、時間的展望体験尺度であった。この尺度は白井（1997）によるもので、各個人の過去と未来についての見解をどの程度もっているかを分析する尺度である。一般に、将来のことを考えて行動する人はこの得点が高くなり、将来のことをあまり考えずに行動するひとはこの得点が低くなると考えられる。

3つ目の検査は、認知的熟慮性衝動性尺度である。これは滝聞と坂元（1991）によるもので、多くの情報を収集し、熟慮した上で判断するか、少ない情報で早急に判断するか、という認知傾向を調べる。

さらに、従来の研究において用いられてきた時間割引関数を推定するための教示と選択肢を日本語に翻訳し、かつ、複数の被験者のデータを同時に収集するために、これまでは実験者がカードを使って被験者に見せていた2つの選択肢をあらかじめ解答用紙上に並べて印刷した質問しを作成した。

各条件の質問紙の最初のページには以下の趣旨の教示が書かれていた。

『この研究の目的は、もらえる時期と金額の異なるお金に対するあなたの好みを調べることです。この研究では、あなたに、お金に関する架空の選択肢の間の選択をおこなってもらいます。ご覧のように、2つの選択肢の組みがあります。左手の選択肢はすぐにももらえるお金の額が書かれています。この金額は選択肢によって毎回異なります。右側の選択肢の金額は常に10万円ですが、支払いは遅れます。

例

今すぐもらえる	1ヶ月後にももらえる
と	
9万1千円	10万円

あなたの仕事は、示されている2つのカードのどちらかを選んで、好きなほうの選択肢に、上の例のように○をつけることです。その際大切なことは、いつも2つの選択肢の組み合わせのみに基づいて意思決定を行うこと

です。以前に見た選択肢の組み合わせや、これから示されると思われる選択肢の組み合わせに基づいて選択を行わないでください。正しい選択、あるいは、誤った選択というものはありません... (略)。』

全ての被験者は、10万円条件と100万円条件の2つを経験した。それらの経験の順序は被験者によって異なっていた。

各条件は、遅延時間によって6ヶ月後、1年後、5年後、10年後、20年後という5つのブロックに分けられていた。これらのブロックの提示順序は、常にこの順番であった。各ブロックは50試行から成り立っていた。たとえば、6ヶ月後のブロックにおいては、すべての選択肢が「今すぐもらえるx円」と6ヶ月後にももらえる10万円」という組み合わせであり、xの部分が1千円から9万9千円の間を25ステップで上昇する試行と下降する試行から成り立っていた。

実験者は数秒毎に選択すべき試行名を読み上げ、被験者はそれにあわせていっせいに選択結果を解答用紙に記入した。

遅延される報酬の主観的価値は、以下の2つの指標を用いて算出された。

(割引率) まず、同一の遅延時間条件2つの各ブロックの上昇および下降系列において被験者が選択を切り替えた時点での「今すぐもらえる金額」の平均とされ、それらの主観的価値の低下を記述する時間割引関数が最小自乗法により推定された。その際に用いられた関数のモデルは、

$$\text{主観的価値} = \text{報酬金額} / (1 + k \cdot \text{遅延時間})$$

という双曲線モデルであった (Green & Myerson, 1993; Green, Fry, & Myerson, 1994; Green, Myerson, Lictman, Rose, & Fry, 1996; Green, Myerson, & Mcfadden, 1997)。このモデルではパラメータkの値が大きいほど時間割引率がより大きくなる。

(割引関数下の面積) 割引関数は、一般に、横軸を遅延時間とし、縦軸を主観的価値とする曲線で表現される。この時、縦軸に最大金額を1とした金額の相対値(0から1)をとり、横軸に最大遅延時間を1とした時の遅延時間の相対値(0から1)をとることもできる。このような両軸を相対値とする割引関数曲線では、曲

線下の面積 (AUC: area under the curveまたは、AUEDF: area under the empirical discounting function) を計算するとその最大値は1、最小値は0となり、割引率の指標として用いることができる(Myerson, Green, & Warusawitharana, 2001)。しかも、この指標は、前述の割引関数の推定のようなプロセスを含まないので、確実に計算されるというメリットをもつ (Myersonら、2001)。

結果

(1) 性格検査の得点

所属の異なる3つの学生グループ (医学科、看護学科、放送大学) について、3つの性格検査のそれぞれの得点が異なるかどうかについて、分散分析が行われた。まず、LOC検査の平均値は、医学科が50.7、看護学科が51.6、放送大学が48.0であり、分散分析の結果、所属による有意な差が見られた ($F=8.68$, $p<0.002$)。下位検定の結果、医学科と看護学科には有意差が見られなかったが、医学科と放送大学 ($p<0.001$)、および、看護学科と放送大学 ($p<0.0001$) の間に有意差が見られた。したがって、医学科と看護学科の学生は、放送大学の学生よりも有意に内的統制傾向が高いことが示された。

次に、時間的展望尺度の平均値は、医学科が64.9、看護学科が68.7、放送大学が68.9であり、分散分析の結果、所属による有意な差が見られた ($F=6.77$, $p<0.001$)。下位検定の結果、放送大学と看護学科には有意差が見られなかったが、医学科と放送大学 ($p<0.01$)、および、医学科と看護学科 ($p<0.003$) の間に有意差が見られた。したがって、医学科の学生は、看護学科と放送大学の学生よりも有意に時間的展望傾向が低いことが示された。

さらに、認知的熟慮尺度の平均値は、医学科が28.6、看護学科が26.1、放送大学が28.1であり、分散分析の結果、所属による有意な差が見られた ($F=6.88$, $p<0.001$)。下位検定の結果、医学科と放送大学には有意差が見られなかったが、医学科と看護学科 ($p<0.0003$)、および、放送大学と看護学科 ($p<0.006$) の間に有

意差が見られた。したがって、看護学科の学生は、医学科と放送大学の学生よりも有意に認知的熟慮傾向が低いことが示された。

性差が性格検査の結果に与える効果を分析するために、所属にかかわらず全ての被験者を対象として、性別とそれぞれの性格検査の関係を分散分析を用いて検討した。その結果、時間的展望尺度については、女性の平均が68.2、男性の平均64.8がであり、性差の効果は有意であった ($p < 0.003$)。しかし、LOCについては女性の平均が49.8、男性の平均が50.7であり、性差の効果は有意ではなかった。また、認知的熟慮性尺度については女性の平均が27.5、男性の平均が28.3であり、性差の効果は有意ではなかった。

(2) 時間割引の割引率

a. k値を指標とした場合

全被験者について、等式(1)の推定が行われた。k値の推定における決定係数(r^2)の値に基づいて、414人の被験者の中の99人は10万円条件と100万円条件のどちらかまたは両方において、双曲線モデルから逸脱した時間割引パターンを示し、その結果、割引率kの推定を行うことができなかった。したがって、以下の結果の分析には両条件において双曲線モデルに適合する選択を示した315人のデータが用いられた。医学科の10万円条件におけるk値の平均は0.08 ($s^2 = 0.12$)、100万円条件におけるk値の平均は0.054 ($s^2 = 0.163$)、看護学科におけるk値の平均は0.08 ($s^2 = 0.224$)、100万円条件におけるk値の平均は0.021 ($s^2 = 0.036$)、放送大学におけるk値の平均は0.026 ($s^2 = 0.067$)、100万円条件におけるk値の平均は0.019 ($s^2 = 0.053$)であった。学生の所属(医学科・看護学科・放送大学)と報酬量(10万円と100万円)を独立変数とする分散分析が行われた結果、所属の効果($F=5.92$, $p < 0.003$)、および、報酬量の効果($F=11.37$, $p < 0.001$)が有意であった。有意な交互作用はなかった。

b. 面積を指標とした場合

前述のk値の推定における決定係数(r^2)の値に基づいて、10万円条件と100万円条件のどちらかまたは両方において、双曲線モデルから逸脱した時間割引パターン

を示した99人の被験者を除いた315人の被験者について、割引関数下の面積が計算された。その結果、医学科の10万円条件における面積の平均は0.34 ($s^2 = 0.22$)、100万円条件における面積の平均は0.45 ($s^2 = 0.27$)、看護学科における面積の平均は0.40 ($s^2 = 0.23$)、100万円条件における面積の平均は0.55 ($s^2 = 0.24$)、放送大学における面積の平均は0.57 ($s^2 = 0.22$)、100万円条件における面積の平均は0.66 ($s^2 = 0.24$)であった。学生の所属（医学科・看護学科・放送大学）と報酬量（10万円と100万円）を独立変数とする分散分析が行われた結果、所属の効果 ($F=29.01$, $p<0.001$)、および、報酬量の効果 ($F=160.98$, $p<0.0001$) が有意であった。さらに、所属と報酬量の間には有意な交互作用が見られた ($F=3.72$, $p<0.025$)。

また、割引関数下の面積は、双曲線関数への当てはまりにかかわらず、すべての被験者について計算することが可能である。そこで、全被験者414人について、割引関数下の面積が計算された。その結果、その結果、医学科の10万円条件における面積の平均は0.38 ($s^2 = 0.25$)、100万円条件における面積の平均は0.48 ($s^2 = 0.26$)、看護学科における面積の平均は0.48 ($s^2 = 0.26$)、100万円条件における面積の平均は0.59 ($s^2 = 0.26$)、放送大学における面積の平均は0.58 ($s^2 = 0.23$)、100万円条件における面積の平均は0.66 ($s^2 = 0.25$)であった。学生の所属（医学科・看護学科・放送大学）と報酬量（10万円と100万円）を独立変数とする分散分析が行われた結果、所属の効果 ($F=21.91$, $p<0.0001$)、および、報酬量の効果 ($F=153.86$, $p<0.0001$) が有意であった。しかし、所属と報酬量の間には有意な交互作用は見られなかった。

c. 性差について

k値と面積について、所属にかかわらずすべての被験者において、性差と報酬金額が割引率に及ぼす効果が分析された。まず、k値を指標とした場合、男性の10万円割引率（平均）は、0.079、100万円の割引率は0.057、女性の10万円割引率は0.055、100万円の割引率の平均は0.022であり、分散分析の結果、性別の効果 ($p<0.02$) と報酬金額の効果 (0.004) が有意であった。

次に、面積を指標として、かつ、k値の推定ができなかった被験者を除いた場合、

男性の10万円割引率（平均）は、0.341、100万円の割引率は0.460、女性の10万円割引率は0.471、100万円の割引率の平均は0.590であり、分散分析の結果、性別の効果 ($p < 0.001$) と報酬金額の効果 (0.0001) が有意であった。

さらに、面積を指標として、k値の推定にかかわらずすべての被験者を用いた場合、男性の10万円割引率（平均）は、0.363、100万円の割引率は0.483、女性の10万円割引率は0.515、100万円の割引率の平均は0.615であり、分散分析の結果、性別の効果 ($p < 0.001$) と報酬金額の効果 (0.0001) が有意であった。

なお、いずれの場合も交互作用は有意ではなかった。

(3) 性格検査と時間割引率の相関

これまでの結果の分析から、性格検査と時間割引率はどちらも所属によって大きく異なることが示された。そこで、学生の所属ごとに、3種類の性格検査の得点、および、報酬量が異なる場合の2つの時間割引率という5つの指標の間の相関係数が計算された。

a. k値を指標とした場合

所属にかかわらず全ての学生について、LOC得点、時間的展望得点、認知的熟慮性得点、10万円の割引率（k値）、100万円の割引率（k値）という5つの指標の間の相関係数が計算された。その結果、10万円割引率と100万円の割引率の間に0.27というわずかな相関が有意に見られた ($p < 0.0001$)。さらに、LOC得点と時間的展望尺度得点の間に0.24というわずかな相関が有意に見られた ($p < 0.0001$)。しかし、それ以外の相関は見られなかった。

b. 面積を指標とした場合

所属にかかわらず全ての学生について、LOC得点、時間的展望得点、認知的熟慮性得点、10万円の割引率（面積）、100万円の割引率（面積）という5つの指標の間の相関係数が計算された。その結果、10万円割引率と100万円の割引率の間に0.81という高い相関が有意に見られた ($p < 0.0001$)。また、時間的展望尺度と10万円の割引率（面積）の間に0.10というわずかな相関が有意に見られた ($p < 0.05$)。さらに、LOC得点と時間的展望尺度得点の間に0.25というわずかな相関が有意に見られ

た($p < 0.0001$)。しかし、それ以外の相関は見られなかった。

さらに、 k 値の推定ができなかった被験者を検査に適切に反応できなかった被験者と考えて除外し、残りの被験者について、LOC得点、時間的展望得点、認知的熟慮性得点、10万円の割引率（面積）、100万円の割引率（面積）という5つの指標の間の相関係数が計算された。その結果、10万円割引率と100万円の割引率の間に0.81という高い相関が有意に見られた($p < 0.0001$)。また、時間的展望尺度と10万円の割引率（面積）の間に0.13というわずかな相関が有意に見られた ($p < 0.03$)。さらに、LOC得点と時間的展望尺度得点の間に0.25というわずかな相関が有意に見られた($p < 0.0001$)。しかし、それ以外の相関は見られなかった。

今回の実験では、一人の被験者が10万円と100万円の検査の両方を体験しているので、10万円と100万円の割引率には大きな相関が見られることが期待された。分析の結果、 k 値を指標とした場合よりも、面積を指標とした結果の方が、10万円と100万円の割引率の間に高い相関が見られることが示された。そこで、性格検査と割引率の関係について、面積を指標として、かつ、 k 値の推定ができなかった被験者も含むすべての被験者の結果を用いて、所属ごとの相関係数が分析された。

医学科の学生について、LOC得点、時間的展望得点、認知的熟慮性得点、10万円の割引率（割引関数下の面積）、100万円の割引率（割引関数下の面積）という5つの指標の間の相関係数が計算された。その結果、10万円割引率と100万円の割引率の間に0.81という高い相関が有意に見られた($p < 0.0001$)。さらに、LOC得点と時間的展望尺度得点の間に0.43という相関が有意に見られた($p < 0.0001$)。

また、看護学科の学生について、同じ5つの指標の間の相関係数が計算された。その結果、10万円割引率と100万円の割引率の間に0.77という高い相関が有意に見られた($p < 0.0001$)。さらに、10万円割引率と時間的展望尺度得点の間に0.21、100万円割引率と時間的展望尺度得点の間に0.26、という弱い相関が有意に見られた($p < 0.005$)。加えて、LOCと熟慮性の間に0.21という弱い相関が有意に見られた($p < 0.03$)。

さらに、放送大学の学生について、同じ5つの指標の間の相関係数が計算された。その結果、10万円割引率と100万円の割引率の間に0.79という高い相関が有意に見

られた ($p < 0.001$)。さらに、LOC得点と時間的展望尺度得点の間に0.18という弱い相関が有意に見られた ($p < 0.03$)。

考察

(1) 学生の所属と性格検査

本実験の結果から、旭川医科大学の2学科の学生、および、放送大学の学生の性格検査にいくつかの有意差がみられた。まず、LOC検査の平均値については、医学科と看護学科の学生の方が、放送大学の学生よりも、内的統制傾向が高いことが示された。つまり、自分の周りの出来事は自分の心理行動によって決まると考える傾向が高いと考えられる。また、性差が検討された結果、LOC検査には性差が見られなかった。したがって、医学科・看護学科と放送大学の差は性差によるものではないと考えられる。

次に、時間的展望尺度については、医学科の学生の方が、看護学科と放送大学の学生よりも低いことが示された。言い換えれば、医学科の学生だけは過去や未来に対する展望をあまり持たない傾向があるという結果であった。また、性差が検討された結果、時間的展望尺度には明確な性差が見られることが示された。したがって、医学科と看護学科の差の大部分は、性差によるものであることが示唆された。しかし、放送大学と医学科の差については、男女比に大きな違いが見られないことから、性差だけでは説明できないと思われる。

さらに、認知的熟慮尺度については、看護学科の学生の方が、医学科と放送大学の学生よりも認知的熟慮傾向が低いことが示された。これは、看護学科の学生があまり熟慮せずに物事を決める傾向があることを示している。また、性差が検討された結果、認知的熟慮傾向には性差が見られなかった。したがって、看護学科の結果は、性差だけでは説明できない。

(2) 時間割引の割引率

双曲線への当てはめによって得られた k 値と割引関数下の面積を指標としたデ

一タの解析が行われた結果、どちらの指標においても、学生の所属が割引率に明確な影響を及ぼすことが示された。すなわち、医学科の学生がもっとも高い割引率を示し、看護学科の学生はそれよりも少し小さい割引率を示し、放送大学の学生はそれよりもさらに小さい割引率を示したのである。このことは、医学科の学生がもっとも衝動的な選択を行っていたことを意味する。

この原因としては、いくつかの要因が考えられる。まず、性差の問題である。所属に限らず、すべての被験者を用いて、性差が割引率に及ぼす効果が分析された結果、 k 値と面積のどちらを指標として用いた場合にも、明確な性差が見られた。したがって、医学科が看護学科より割引率が高いのは、医学科には男性が多いためであるといえよう。

さらに、年齢要因が影響している可能性が考えられる。つまり、過去研究では、年齢が高いほど割引率が低いという結果が示されている。放送大学の学生の年齢は旭川医科大学の学生よりも明らかに年齢が上なので、今回の結果は、年齢によってある程度説明されるかもしれない。また、放送大学の学生は、通常は、社会経験が豊富であることが多いので、それも影響しているかもしれない。しかし、医学科と看護学科は、年齢や社会経験にそれほど差が無いので、割引率の差は年齢や社会経験よりもむしろ性差に起因すると思われる。

一方、過去研究では、年収が低いほど割引率が高くなることが示されている。今回の実験結果に学生の年収が影響しているかどうかは現時点では不明である。なぜならば、すべての被験者の年収を調査していないからである。もし、今回の所属の効果に年収の効果が寄与しているのであれば、放送大学が最も豊かで、医学科が最も貧しいことになる。しかし、実際にそれほどの年収差があるとは思えない。むしろ、医学科と看護学科の学生は将来に安定した収入が得られるので、むしろ年収が少ない今こそ報酬を得たいのかもしれない。だとすれば、旭川医科大学の学生は、現在の経済状況は良くなくても、将来は安定した年収が望めるので、割引率を大きくする（今すぐもらえる小さな報酬を選ぶ）のかもしれない。そして、その傾向は、より安定した高収入が望める医学科において、より大きいかもしれない。

なお、k値と面積のどちらも同じような有意差が見られた。その点では、これら2つの指標はどちらも有用であるといえる。しかし、k値では、双曲線を推定できなかった99人の被験者のデータを除外しなければならない点で、劣っていると言えるであろう。また、面積の方が一貫して標準偏差が小さくなった。このことは、面積の方が、割引関数が双曲線に一致するかどうかにかかわらず、安定した指標となっていることを示唆しているように思われる。しかし、k値が計算できなかった被験者の除いた残りの被験者における面積を計算したところ、標準偏差がより小さくなり、かつ、所属と報酬金額の間に有意な相互作用が見られた。したがって、k値は割引検査の意味を理解できず、矛盾した選択を行う被験者のデータを除外するという点では、より優れた指標かもしれない。

(3) 性格検査と時間割引率の相関

学生の所属ごとに、3種類の性格検査の得点、および、報酬量が異なる場合の2つの時間割引率という5つの指標の間の相関係数が計算された結果、看護学科の学生において、10万円割引率と時間的展望尺度得点の間に0.21、100万円割引率と時間的展望尺度得点の間に0.26、という弱い相関が有意に見られた。それ以外の学生では、性格検査と時間割引率の間に有意な相関はみられなかった。

時間的展望とは、過去や現在を考えながら現在を生活している傾向を測定する尺度であるとされている。ということは、看護学科の学生の中には、そのような展望のある学生と無い学生がいて、時間的展望のある学生は衝動的な選択を行わないことが示唆される。しかし、相関係数は0.21と0.26であり、あまり明確な相関ではない。また、医学科と放送大学の学生ではそのような傾向は見られなかった。さらに、時間的展望尺度には明確な性差があり、女性の方が有意に高い傾向が見られた。しかも、放送大学の学生と医学科の学生の男女比に大きな差はないのに、割引率は大きく異なることも示された。したがって、性格検査と割引率の関係については、年齢の要因も考慮に入れながら、さらにデータを集める必要があると思われる。

(4) 結論

本実験から、時間割引検査と性格検査について、以下の結論が得られた。

- a. 女性よりも、男性の方が、より割り引く
- b. 報酬金額が小さいほど、割り引く
- c. 放送大学の学生よりも、旭川医科大学の学生の方が、より割り引く
- d. 男性よりも、女性の方が、時間的展望傾向が大きい
- e. 看護学科の学生では、時間的展望と割引率の間に弱い相関が見られた。
- f. 放送大学の学生よりも、旭川医科大学の学生の方が、LOCが高い
- g. 医学科や放送大学の学生よりも、看護学科の学生の方が、熟慮性が低い

これらのなかで、bの結果は、従来の研究から得られている知見と一致する。これは、今回の実験から得られた結果にある程度妥当性があることを示唆している。また、cの結果も、放送大学の学生の年齢が旭川医科大学の学生の年齢よりも上であることが影響している祖すれば、年齢が高いほど割引かないという過去研究の結果 (Greenら、1996) と一致するといえる。

一方、a、c、d、e、f、gの結果は、新しい知見である。まず、従来の時間割引研究では、性差の問題 (a, d) はこれまであまり検討されてこなかった。しかし、今回の結果から、割引率には明らかな性差があること、および、時間的展望尺度に性差があり女性のほうが過去や未来を見ながら生きていることが示された。さらに、看護学科の被験者に限定した場合には時間的展望と割引率の間に弱い相関がある (e) ことも示された。したがって、今後は時間的展望傾向が意思決定に及ぼす効果について詳しく分析する必要があるだろう。

加えて、放送大学のLOCが低い (f) という結果は、放送大学の学生が割り引かないという結果と関係があるかもしれない。放送大学の学生は年齢が高く、そのことが、割引率が低い原因であると解釈することができる。しかし、今回の結果から、年齢が割引率を低下させる原因は、加齢やその他の理由により、LOC、熟慮性、経済状況などが変化するためであるかもしれないことを示唆している。したがって、今後は、社会的立場や年齢が人間の性格特性に及ぼす効果を系統的に解明する必要があるだろう。

引用文献

Green, L. & Myerson, J. (1993). Alternative frameworks for the analysis of self-control. *Behavior and Philosophy*, 21, 37-47.

Green, L., Fry, A. F., & Myerson, J. (1994). Discounting of delayed rewards: A life-span comparison. *Psychological Science*, 5, 33-36.

Green, L., Myerson, J., Lictman, D., Rose, S., & Fry, A. (1996). Temporal discounting in choice between delayed rewards: The role of age and income. *Psychology and Aging*, 11, 79-84.

Green, L., Myerson, J., & Mcfadden, E. (1997). Rate of temporal discounting decreases with amount of reward. *Memory & Cognition*, 25, 715-723.

鎌原雅彦、樋口一辰、清水直治 (1982) Locus of Control尺度の作成と、信頼性、妥当性の検討 *教育心理学研究*、30, 141-149.

Myerson, J. Green, L. & Warusawitharana, M. Area under the curve as a measure of discounting. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior* 2001, 76, 235-243.

Ostaszewski, P., Green, L., & Myerson, J. (1998). Effects of inflation on the subjective value of delayed and probabilistic rewards. *Psychonomic Bulletin & review*, 5, 324-333.

Raineri, A., & Rachlin, H. (1993). The effect of temporal constraints on the value of money and other commodities. *Journal of Behavioral Decision Making*, 6, 77-79.

Rachlin, H., Raineri, A. & Cross, D. (1991). Subjective probability and delay. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 55, 233-244.

白井利明 (1997) 時間的展望の生涯発達心理学 勁草書房

滝聞一嘉、坂元章 (1991) 認知的熟慮性—衝動性尺度の作成—信頼性と妥当性の検討 日本グループダイナミクス学会第39回大会発表論文集、 39-40.