HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	選言効果の量子意思決定モデルによる分析 ： ニューカム問題を中心とした行動科学的研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	大村（石橋）, 伸恵
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(文学)
Dissertation Number	甲第12829号
Issue Date	2017-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/67907
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Nobue_Ohmura_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（文学）　　氏名：大村（石橋）　伸恵

学位論文題名

選言効果の量子意思決定モデルによる分析：ニューカム問題を中心とした行動科学的研究

・本論文の観点と方法

本論文は，人々の意思決定（選択）の記述理論を構築する試みの中に位置づけられる．現代における代表的な意思決定理論は期待効用理論だが，この期待用理論は人々の実際の選択とは解離しており，記述理論として棄却されることが指摘され続けてきた．そのため，期待効用理論に代わる全称命題の公理論体系が記述理論として必要とされているが，これまでに決定的な新しい理論はあらわれていない．そのような状況に対して，人々の不確実性下の選択は古典確率論（コルモゴロフ確率論）に従わないことが多くの実験によって示唆されていることから，確率の扱いを非古典確率論的に一般化することが新たな理論構築に重要な点ではないかと考えられるようになってきた．非古典確率論の代表は量子確率論であることから，人々の認知・情報処理の記述に量子論的概念が利用できるのではないかという観点のもとに生まれたのが量子意思決定理論である．

ニューカム問題とは，期待効用理論において「選択と帰結の間の因果性」を考慮すべきであることを示した特異的な問題であり，期待効用理論と人々の選択との解離を示す問題の１つでもある．ニューカム問題におけるその解離とは，期待効用理論の前提である当然原理に人々の選択が合致しないことであり，選言効果と呼ばれる．選言効果において，人々の「不確実な状況における選択」と「確実な状況における選択」が整合せず，人々の不確実性下の選択が古典確率論に従わないことが示されている．

本論文は，ニューカム問題における人々の非古典確率論的な選択（選言効果）に注目し，量子意思決定理論の記述理論としての正しさを検討した．具体的には，実際にニューカム問題における人々の選択を測定する質問紙実験を行い，結果を量子意思決定理論から導かれる数理モデルの等式に代入し，その等式が成り立つかどうかによって理論の検証を行った．

・本論文の内容

本論文は序論，研究の背景，目的と検討事項，実験概要，実験結果，考察の全 6 章からなり，内容は以下のようなものであった．

期待効用理論とは不確実状況において得られる効用（帰結に対する好み・欲求などの感情）を最大化するための意思決定はどのようなものであるかを定めた規範的理論である．ニューカム問題を解こうとすると，期待効用理論の 2 つの原理―期待効用原理と支配原理―が対立してしまう（Nozick, 1969）．ニューカム問題の特異性は，選択肢と得られる結果の間に因果関係はないが強い相関関係があり，その相関は選択行動と結果に共通する原因があることで生じている点，そのため支配原理から導かれる選択と期待効用原理から導かれる選択が一致しない点にある（Nozick, 1969; Eells, 1982）．Nozick によるニューカム問題の議論を発端として，因果関係を考慮する手続きを明示した因果的意思決定理論（Gibbard & Harper, 1978; Campbell & Sowden, 1985 など）が生まれた一方，相関関係にもとづいて選択を導く証拠的意思決定理論（Jeffrey, 1965 ）が生まれた．その後，Savage の理論は帰結主義に則ったものであると指摘され，期待効用原理は支配原理から導かれることが示された（Eells, 1982; Hammond, 1988）．このようにニューカム問題は，哲学・意思決定科学領域で重要な問題として扱われてきた（Campbell & Sowden, 1985; Spohn, 2012）が，心理学領域ではあまり知られておらず ，ニューカム問題を課題として用いた実験は本研究以前に 3 つのみで（Shafir & Tversky, 1992; Stanovich & West, 1999; Goldberg et al., 2005），重要性に比して実証研究に乏しい．

ニューカム問題における因果性の議論とは別の問題として，期待効用原理と支配原理に共通す

る論理的な前提である当然原理（sure-thing principle; Savage, 1954）のやぶれが Tversky & Shafir（1992）によって実験的に示された．当然原理とは「考えられるどの世界の状態においても x を y よりも選好するなら，世界の状態がどのようなものかわからなくても x を y よりも選好する」ことを示す．Shafir & Tversky（1992）は，当然原理のやぶれを示す意思決定課題の一つとしてニューカム問題を用いたが，Shafir と Tversky が「当然」だと考えて検証しなかった点があるため，ニューカム問題における当然原理のやぶれはいまだはっきりと示されていない．

Savage（1954）や von Neumann & Morgenstern（1953）における確率についての前提・公理は，数学の標準的確率論であるコルモゴロフ確率論（Kolmogorov, 1933 坂本訳 2010）と同内容をもっており，当然原理は，コルモゴロフ確率論の公理から演繹される全確率の法則（law of total probability; LTP）の特殊例である（Khrennikov, 2010）．人間の意思決定が当然原理をやぶる事例が示されるならば，記述理論としての期待効用理論の公理が棄却されるし，全確率の法則もやぶられるため記述理論としてのコルモゴロフ確率論の公理も棄却されるといえる．期待効用理論は個人の意思決定についての理論であるにもかかわらず，これまで個人の選択を用いて全確率の法則のやぶれが検証されたことはない．また，集団の平均をもちいて全確率の法則のやぶれを検証した先行研究（Li, Wang, Rao, & Li, 2010; Cheon & Takahashi, 2012; Cheon & Takahashi, 2010 など）においても，全確率の法則の検証に必要な測定値が適切に用いられてきたとはいえなかった．

選言効果（全確率の法則のやぶれ・当然原理のやぶれ）を説明する 1 つのアプローチとして，量子論を用いた量子意思決定理論（Khrennikov & Haven, 2009; Pothos & Busemeyer, 2009, Franco, 2009 など）が提案されてきた．量子意思決定理論では，コルモゴロフ確率論を一般化した性質をもつ量子確率論（Khrennikov, 2010; von Neumann, 1932）が用いられている．また，コルモゴロフ確率論は事象を集合として表現するのに対し，量子確率論は事象をベクトルとして表現する．そのため，古典的意思決定理論に比べて不確実状況における実際の人々の選択を包含する範囲が広い．これまで，量子意思決定理論モデルをもちいることで全確率の法則のやぶれがみられなくなることが示されてきた（Pothos & Busemeyer, 2009; Busemeyer, Wang, & Lambert-Mogiliansky, 2009; Cheon & Takahashi, 2010 など）が，ニューカム問題における全確率の法則のやぶれが取り上げられたことはない．さらに前述のように，これまでは集団の平均データを用いて全確率の法則のやぶれが検討されてきたが，個々人の選択に対しては検討されてこなかった．

以上の背景を踏まえた本論文の主要な目的は次の 3 つである．(1) 意思決定研究分野における重要度に反して実証研究に乏しいニューカム問題において，人々はどのような選択するのかという基礎的な知見を追加する．(2) ニューカム問題を題材にして個人および集団の選言効果（全確率の法則のやぶれ）を適切に検証する．(3) ニューカム問題における集団の平均的選択および個人の選択の両方を対象として量子意思決定理論の当てはまりを検証する．

３つの実験の結果から，(1) ニューカム問題において人々は支配原理に従った選択を行わず，(2) 集団の平均データ，個人データのどちらにおいてもニューカム問題における選言効果が示され，(3) 集団の平均データの全てと，個人データの過半数が量子意志決定理論に合致することが示された．

本研究によってはじめて，適切な形で選言効果が証明された．そして，期待効用理論に代わる記述理論として，量子意思決定理論が個人の意思決定に対しても有用である可能性が示された．今回もちいた量子意思決定理論で説明しきれなかった部分については，人々の不確実性下の選択の仕方に合致するような非古典確率論を用いた意思決定理論によって説明できる可能性があり，そうなれば人間の意思決定を完全に記述可能になる．本研究はその礎となる成果をもたらしたといえる．