HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	行為選択論
Author(s)	戸田, 正直
Citation	北海道大學文學部紀要, 5, 15-37
Issue Date	1956-03-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/33233
Type	departmental bulletin paper
File Information	5_P15-37.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

行為選択論

戸田正直

行為選択論

戸田正直

一、緒論

行為する人の置かれている状況の大きな特徴は、人がどんな時でもたつた一つの行為しか可能でも許されてもいないという様に縛られているわけではないと言う事である。行為をしないという事も矢張別の一つの行為と考えるならば、人は殆どいつでも現在している行為をし続けるか、止めるか、だけの自由は持つているといえよう。たとえし続ける事が、或は止める事が、現実のどんなに大きい抵抗に遭遇しようとも、原則的には、自分の行為が自分の意図に従う限り、人はそれだけの自由を持つている。そして、普通はもつと多くの自由を持つている。これをする事も出来るし、あれをする事も出来る。そしてその様な自由を持ち続ける限り、人の行為は、その行為の自由度の中の選択の連続とも云えるであろう。その選択如何が非常に重大な帰結を齎す場合、つまり、どの行為を選ぶかという事で結果が非常に大きく違つて来る様に思われる場合以外は人は自分の選択を意識しないが、然しそれは決して、人が不断の選択という状況下にあるという事を否定するものではない。

人の行為に横たわる法則を見出し、それによつて人の将来の行為を予測するという事は疑いもなく心理学の大きな目的であるけれども、然し今述べた様な行為の『主観的』な見方は今迄余り心理学では顧みられなかつた。というのは『主観的』な見方は余りにも屢々多くの常識的解釋を含み、そして常識は屢々科学的真実と隔る事遠いからである。ワトソン以来の行動主義心理学は、その理由で心理学から一切の主観的要素を追放する事に専念した。然し、心理学に於て科学的方法論が確立された今となつては、最早徒らに主観的要素を排撃する理由は消滅したと云つても良いであろう。統一的理論というものは一つのモデルである。あるモデルが科学的理論であるかないかという事は、偏えにそのモデルの基礎諸概念が科学的に定義されているか否か——即ち、測定手続きが厳密に与えられているか、という事と、その与える予測が現実に検証可能であり、且つ有用であるか否かにかかつている。そしてそれだけにかかつているのであつて、そのモデルが如何なる型の思考法から発生したかという事それ自身は、モデルの科学性とは何の関係もない。

人の行為選択の理論を得ようとする時、徒らに主観的要素を排撃するのは明らかに有効な方法ではない。我々が通常他人の行動を、前科学的にではあるけれども、彼が行為選択の自由を持ち、彼がそれを選択するという主観的見方によつて把握し、且つ可成な程度予測に成功するという事実は、その様な見方を科学的に洗煉し、科学的方法によつて更に追求するという所に一つの法則に至る道のあるのを示しているからである。問題はだからまず、いかにして成るべく少数の、測定手続きの与えられる基礎諸概念——我々は数量的理論を目ざしているから、基礎諸量——によつて充分、簡潔な行為選択の理論を構成し得るかにかかつている。この試みは今の所まだ完全な成功を収めたとは云い難いにしても、現在迄の成果は、将来の希望を裏附けるに充分なものである。

二、行為選択論小史

本稿の目的は、そこでどの様な『主観的』な基礎概念によつて、どの様な理論が組立て得るかという事に関して筆者のモデルの概観を示す事にあるのであるが、それは現在に於て一般に認められている理論の共通

の原型から出発するのであるから先ずそれを明らかにしておく必要がある。

現在の所、理論に登場して来る基礎概念は只二つである。そして今後ともこの数はそう殖える事はないであろうと考える充分の理由がある。そして、その二つは、既に第一節の冒頭の叙述に姿を現わしている。即ち、行為の結果の評価と、どういう結果が得られる様に思われるか、という事、つまり、ある行為がある結果を帰結する事の主観的な確からしさである。

行為の結果の評価に関する基本量は『効用』と呼ばれる。効用というのは直観的にいうと、ある結果の望ましさの度合を表す量と云えよう。つまり、より望ましい結果はより大きな効用を持ち、より望ましくない結果はより小さな効用を持つ。もつと操作的に云うならば、二つの行為が選択可能であつて、それぞれが夫々別の定まつた結果を帰結する事が確実である時、実際に選択された方の行為の結果の効用は、選択されなかつた行為の結果の効用より小ではない、というわけである。

この効用の概念の登場は古く一七三八年ベルヌーイ(1)にさかのぼる。そして以後専ら、経済学に於て、消費者の購買行為理論の為に利用されて来た。消費者がある収入を持つている。同じ金額で市場でいろいろなものをいろいろな組合せで買う事が出来る。何をどの様に買うか、之は一つの典型的な選択事態である。そこで考える財のすべての量の組合せに対して効用と云う量が与えられ、効用の最大な組合せが購入されると考える。但し、効用というのは個人的な主観的な量であるから、それだけでは理論が出来ない。そこで、どの個人の効用に対しても共通する法則として、限界効用逓減の法則というものが仮定される。限界効用逓減の法則とは、先ずある財Xを量xだけ所有する事の効用 $U(x)$ は、xの単調増大函数である事を前提とした上で、xの増大に対する $U(x)$ の増大の割合 $\frac{\partial U(x)}{\partial x}$ は、xの単調減少函数であるという事を主張するのである。つまり同じ米一合の値打でも、現に米びつが空の時と、一升ある時と一俵ある時と、蔵に一杯ある時では、全体としては多い方がいいに違いないとしても、その附加えられる一合の値打は現在量が多い程少ないというわけである。

この様に量として登場した効用はメンガー、ジエボンスを経て、ワルラス(32)に至つて美しい理論に仕立てあげられ、そしてパレート(19)によつて廃棄された。廃棄された理由は、測定手段がないという事である。そしてその代りパレートは、エッジウォースの無差別曲線群というものを基礎概念として取り入れた。無差別曲線の考え方というのは、例えば二財X, Yの量x, yのすべての組合せを考えた時、その中どれがより他より選択に優位をしめるという事もない、つまり相互に選択に関して無差別である、という点x, yの組は二次元平面X, Yに於て下に凸な曲線群をなすという仮定である。この仮定は、今迄効用概念に含ませられて来た内容を実質的にすべて含み、而も無差別関係は原理的に測定可能であるから、明らかに従来の効用概念よりも好ましいものである。無差別曲線はいかなる意味に於ても量ではない。そして微視経済学が尚平均経済人のみを考え、個々の消費者の実際の購買行動を考えないで済し得た限り、量としての基本概念は必要でなかつた。

量としての効用が、その測定手続きの示唆と共に復活したのは比較的新しく、一九四七年に、フォン・ノイマンとモルゲンシュテルンの著名な書物「ゲームと経済行動の理論」(31)に於てであつた。但しここでは最早効用は単独な基本概念ではなく、新しくもう一つの基本概念、『確率』を伴つていた。(効用の定義には直接関係していないが、この書物で導入されているもう一つの行為選択に関する基本概念『方略』(ストラテジー)は今後の行為選択論に大きな意義を持つ事が予想される。それについては後に少し触れる)。彼等の提出した測定手続きは、次の様な仮定の上に打ち立てられる。即ち、一つの行為が、一つの結果を確実

帰結するのではなく、一つの行為の結果は多かれ少なかれ不確実であり、どの結果が実際に帰結するかの確率のみが与えられている様な状況に於て行為選択が行われる場合には、人はその結果の効用の期待値、(各結果の効用にその結果の得られる確率を掛け、すべての可能な結果について加えたもの)、つまり同じ行為を同じ状況で無限回繰返した場合得られる効用の平均値、の最大を与える行為を選択する。この仮定、つまり、この行為選択機構のモデル、を持てば、効用の測定可能性は明らかである。確率は測定者の操作可能なものであり、どの様に小さな確率でも原理的には得る事が出来るから、それを効用に掛ける事によつて、どの様に小さな効用のフランクションをも得る事が出来る。従つて任意の結果の効用を零と置いて効用の原点を決め、任意のそれよりもより望ましい結果の効用を1と置いて効用の単位を決めれば、任意の結果Xの効用 U(X) は、

$$pU(X)+(1-p)\times O=p'\times 1+(1-p')\times O$$

かまたは

$$pU(X)+(1-p)\times 1=1\times O$$

の型の無差別関係を求める事によつて得られる。(但し各項の掛算の前項は確率、後項は効用)。

このフォン・ノイマンーモルゲンシュテルンの提案は大きな反響を持つた。彼等の前提が測定可能な効用概念を与える事は明らかであり、又行為選択論に確率的要素を導入する事は必要であり、望ましい事であるのは間違いない。何故なら、人の行為選択に於て結果が一義的に決つているという様な場合は寧ろ例外であつて、厳密に云えば殆ど大抵の場合が多かれ少なかれ不確かさを含んだ状況に於て実際の選択はなされているからである。然し、その確率が客観的確率であるという事は果して現実的仮定であろうか。いかに客観的確率が明瞭に人に示されている場合であつても、人が実際にその客観的確率の値そのものを彼の行動の指標として行動するという何の先験的保証も経験的証拠も存在していないから、フォン・ノイマンーモルゲンシュテルンの仮定は単に測定手続きを与える為のモデルから甚だしく大膽な一歩を踏み出していると云わなければならない。多くの批判がこの点について為された。ある結果を得る事の確からしさは確かに選択に影響するだろう。然し、その確からしさも尚、効用と同じく、主観的な確からしさでなければならないと。フォン・ノイマンーモルゲンシュテルンが主観的な確率でなくて客観的確率を用いたのは勿論意味がある。主観確率はそれ自身未知数であり、測定されなければならぬものである。そうであると彼等の効用の測定可能性の証明は再び潰えてしまう。然し、実際の所単に原理的に測定可能の証明が出来るというだけの理由で宙に浮いた理論を得た所で何にもならない。従つて現在では彼等の仮定に於て、確率と呼ばれるものは主観確率でなければならないという事になつている。そして効用と主観確率の同時測定という困難な課題に、いかにして満足出来る手続きを与えるかという問題に、独り心理学者のみならず、哲学者、数学者、経済学者等の手によつて、不完全な方法によつて測定実験を試みつつ模索が進められているというのが現況である。

この測定にからむ理論的問題、及び、現在及び現在迄実験について得られた事実の検討は後節に譲つて、次節では効用と主観確率を基本概念とする筆者の理論がどの様な意味と発展性を持つているかという事に考察を集中したい。

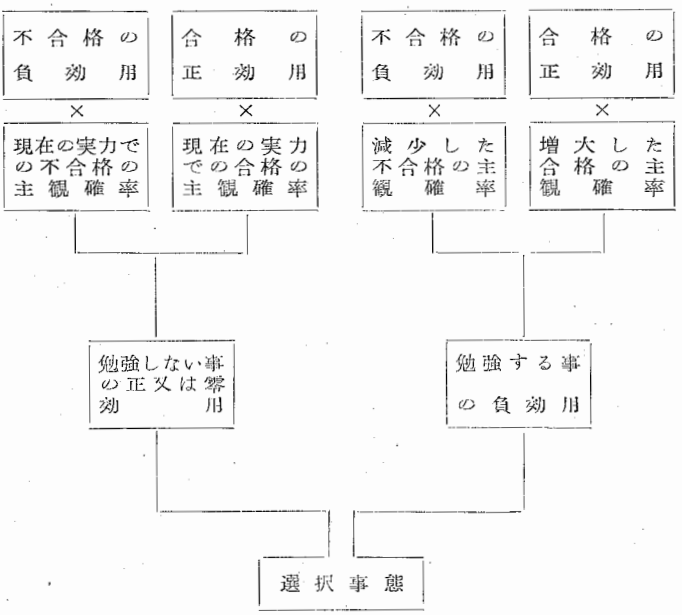
三、行為選択のモデル

先ず効用と主観確率の意味であるか、形式的な議論は後廻しにして、日常卑近な例から直観的に考えて見る事にする。

学生が受験する場合、そこへ入れたらいいだろうなあという学校と、そこへ入つてもまあどこへも入らないよりもましだといういろいろな学

校がある。この時入れたらいいだろうなあというその良さには、少くとも順序がつくという事は一応認められるだろう。その上に、学校Bは学校Cより確かに良いが、然しほんの少し良いだけであつて、それに較べて学校Aは学校Bよりうんといいと云う様に、良さの差も意味を持つという考え方も出来る。この第一の順序関係だけを認めようというのが、無差別曲線群だけを認めて効用を否定する経済学者達の考え方であり、心理学者でもクームス(2)などは考え方は別として問題の取り上げ方はこの派に属する。そして良さの差迄意味があると考えるのが、量としての効用を考える筆者を含めての他の研究者達の考え方である。

さて、そこで各学校へ入れる良さの量としての効用を考えてどういう事になるか。受験生達はことごとく、一番自分が入れたらいいなあと思われる、つまり効用の最大の学校へ殺到するかというとそんな事は起らない。効用の非常に大きな学校というものは、受験生間でそう食い違いはないと考えられるが、そういう学校だけが受験生ブームになつて、他がガラ空きになるという事は普通起らない。というのは受けても受かりそうもない人間が断念するからである。受験料とか落ちた時の状態とかそんな雑多な条件を無視し得るとすれば、どういう受験校を選ぶかという事は、夫々の学校へ入る事の効用と、その学校を受けて入れそうに思える度合、つまり主観確率との兼ねあいであると考えられる。受験期日の重なつた幾つかの学校があつて、その中に非常に効用の大きな学校があつたとしても、そこへ入れる主観確率が甚だしく小さいと、受験者はそこを受けないだろう。又逆に受ければ必ず入れるという学校があつても効用が非常に小さければ、やはり受験しないだろう。今は雑多な条件を無視したが、之は多くの場合矢張重要であるし、そして同様に効用と主観確率の概念によつて記述し得る。例えば、効用は任意に原点を決め得るから、(つまり意味のあるのは効用の差であつて絶対値ではないから)現状のままという状態の効用を仮に零とすると、受験の為に物質的精神的負担を担う事は負の効用を持ち、受験校の数が多ければ多い程より負である事が予想される。でこれは無闇やたらに受験する事の障害として働く。又物質的負担の負効用は金持程小さいであろうから、金銭的に余裕のある者程多校を受験する傾向が予想される。更に浪人する事も負効用を持つであろうが、この負効用が大であればあるだけ多校を受験する傾向が出るであろう。何故なら受験する学校が多ければ多いだけ、そのすべての学校に落ちる主観確率は減るであろうし、而もこの時受験範囲は、やさしい学校の方に主として拡がるという事が当然予想される。何故ならやさしい学校程どこかに入るという事の主観確率への寄与



が大きいからである。戦時中、理科系の学校へ在学すると徴兵を免れた時この傾向は顕著に現れた。

所でこれは願書を出す直前の選択状況である。それよりもつと以前になると、それに関連して別の選択事態が現れる。つまりどの程度に勉強するかという事。普通の学生にとつては勉強する事は重荷である。従つて負効用を持つと云つていいだろう。激しい勉強であればある程負効用は増大する。然し一方では激しい勉強程、彼の将来の受験に際して入りたい学校へ入れる事の主観確率を増す。この関係を図示すると前掲の図の様になる。この関係図から直ちに見てとれる様に、合格の正効用又は不合格の負効用が大きければ大きい程、勉強への熱意が増すであろう。又、勉強によつて合格の主観確率が大きく増加する事の確からしさ、つまり勉強のしがいのある事に対するもう一つの主観確率、が大きければ大きい程熱意が増すであろうと云う事は容易に予想される。という様に、主観確率は屢々一つの効用に二重三重に作用する。例えばある受験生は、家庭の事情で果して受験期日には受験させて貰えるかどうか解らないとしよう。こういつた事情では通例勉強の熱意は減退する。と云うのは主観確率は一般に1より小さいから、掛ければ掛ける程減少するからである。

次の例として、母親が外出して、戸棚の中には菓子がある事を知つている子供を考えよう。菓子を喰べる事は正効用を持ち、菓子を喰べて母親に叱られる事は負効用を持つ。うんと小さい幼児だと、母親に叱られる事などお構いなしに菓子を喰べてしまう。がもつと大きくなつて来ると、母親に叱られる事を考慮に入れて、正負の両効用を秤に掛ける様になる。この様に同じく効用又は効用期待値、(今後期待効用と呼ぼう。)を最大にする行為を選択するといつても、どの程度迄の未来の事象を考慮に入れて最大を考えるかという事は、年齢により、性格により、又性別により差がある事が考えられる。この時間限界は条件によつて異り、必ずしも個人によつて一定とは限らないが、おおざつばな枠を考えて、それを境界時限と呼ぶ事にする。

さて今の例で、叱られるなら喰べないという子供を考えよう。然し、喰べた事が見つからないかもしれないという場合がある。この時は見つかる事の主観確率の大きさ如何が選択を決める。若し絶対見つからないと確信出来る時、彼はお菓子を喰べるとしたら、絶対見つからないとの中間のある見つかる確からしさの所で、つまり見つかる事の主観確率の値が1と0の間のある値で、彼の選択が一方から一方に変るという場所がある筈である。若しこの様な、つまり無差別な、事態が成立し、且つ効用の値が解つているとすれば、その時の主観確率の値は求められる。即ち、菓子を喰べる事の正効用をX、叱られる事の負効用を$-Y$、喰べない事の効用を0、見つかる事の主観確率をpとするならば、この時は次の関係式が成立しなければならない。

$$X-pY=0 \qquad \cdots\cdots(1)$$

故に

$$p=\frac{X}{Y}$$

(ここで$X\vee 0$、$Y\vee 0$で、又絶対見附かるのなら喰べないのだから、$Y\vee X$、従つて、$1\vee p\vee 0$)

次に主観確率は非常に小さくても、効用が更に大きい為に、期待効用が有効な大きさを持つてくる例として、火災保険の場合を考えて見よう。自分の家が火災で焼ける確からしさなどというものは、普通の人の場合ごく小さいと云つていいだろう。然し、その小ささは、火災の負効用を覆い尽す程ではない事がある為に、火災保険を掛ける人が出て来るものと考えられる。例えば掛け捨ての火災保険であれば、掛金は只払うだけなのであるから、それは明白に負効用に甘んじる事である。然し、人は期待効用を最大にする様行動するのであるから、この際掛金の累積の負効用よりも、火災の起る主観確率と、火災の起つた時に保険金の入

る正効用の積の方が大きくなくてはならない。そして純粋に金銭の出入りだけを問題にすると、保険会社が儲かる以上、この取引は客観的には平均して被保険者に不利である。だから、今主観確率と客観確率のずれを無視し得るとするならば、フリーデマンとサヴェジが指摘した様に、保険を掛ける人がいるという事は、その人達にとつては一般の予想を裏切つて少くとも損失の場合を問題にする時は、金の限界効用は、逓減する所か寧ろ増大すると考えなくてはならない事になる。

然し実は損失の場合に限らず、利益を得る場合でも同様の例はいくらでも発見出来る。例えば、宝籤を買う人々について同じ論理を適用すれば矢張金額の正の場合にも、限界効用逓減の不成立は直ちに認められる。然し之等の事実は、効用によらず、小さい確率の主観的過大視という仮説によつても同様に説明されるので、今の所判定の方法はない。

勿論、小さい確率がいつでも過大視されるという様な事は考えられない。例えば、外を歩いている時は、隕石が頭の上に落ちて来るという危険をいつでも我々は冒しているわけであり、而もその結果は死という非常に大きな負効用を持つているのであるが、そんな危険を顧慮する者はない。もつとずつと大きな確率、例えば交通の激しい道路を横切つて、自動車に轢かれるという危険さえ、通常は殆ど無視される。然しこの場合には殆ど無視されるのであつて、全く無視されるのではない、という事は、例えば斜めに横切つた方が目的地点へ到着するのが早くても、交通の激しい所では通常人は直角に、而も出来るだけ早く横切ろうとする事から明らかである。

この例で注意すべき事は、この際、道路を横切る事その事の期待効用は負だという事である。ここで、負という事は、道路を横切らないでおく事の効用を零としてという事なのであるから、零が負より大である以上、この横切るか横切らぬかという選択の問題は、只横切るか横切らぬかだけに焦点を当てて済ませるわけにはゆかない。人が明らかな期待負効用を敢えて取るには常に取るだけの理由があるのであつて、ただその期待負効用を取るという行為のみが、その期待負効用を補償して上廻る期待正効用を与えると考えなければならない。

所で、全く同じ様な期待負効用を経て期待正効用へという行為であつても、期待負効用が相当大きいと、従つて、勿論期待正効用も大きい場合であるが、種々の、所謂心理的な現象が現れて来る。例えば病気を治す為に一旦は手術を決意しても、愈々手術の日が近づくと、何とかして一日のばしにしようとする。という様に、明確に一聯の行為が最善と決意されていても、実際に負効用を取らねばならぬ時が近づくと屢々著しい逡巡が現れ、果ては行為そのものから尻ごみする様になる。もつと極端になるとこの様な事態は種々の精神障害を惹き起す事も知られている。という事に行為選択論では、どの様な仮説が与えられるであろうか。つまり効用と主観確率が時間と共に変らないとするならば、このような現象は明瞭に最大期待効用の原理に反するからである。勿論、この様な意味の不変性は、理論のどこにも仮定されてはいない。特に主観確率は外界から与えられる情報によつて容易に変化し得る。然しその変化が、いつも行為の逡巡の方向へ向うという事は、確かに説明を必要とする事である。

一つの考えられる理由は、境界時限の退行という事である。境界時限というものは、前にも述べた様に、人が選択決定に当つて考慮に入れる未来の事象の大まかな時間的範囲の事であつて、例えば子供は、どんなに病気が重い場合でも単純に医者に見て貰う事を嫌がる。つまり子供は、行為のごく直接の帰結の所に境界時限があつて、負効用の先の正効用を認める事が出来ないのだと考える事が出来る。然し大人になると、この境界時限がもつと先へのびてゆき、自発的に歯医者に行つて厭な思いをするという事が出来る様になる。そこで、ここで考えられる仮説というのは目前の負効用が極端に大きくなるとこの範囲が縮んで、つまり

退行を起すのではないかという事である。一度この退行を仮定として置けば、負効用を実際に取らねばならぬ時間が切迫すればするだけ逡巡が増すという事は容易に説明出来る。何故なら、始めにその負効用—正効用という行為系列を選択した時には、それはそうしようと決めたというだけの事であつて、まだ将来に於て決定的な時迄に止めようとすれば止められるという自由を残しているからである。そして止める事が出来る限り止めるかもしれないのだから、そう決めた時その行為系列の期待効用の中には、実際にそれをするという事の、1より小さい主観確率が含まれていると見なければならない。別の直観的な言葉で云うと、その時にはまだ現実度が不足しているのである。所で時日が切迫して来ると、当然この主観確率は1に近づき、目前の期待負効用の大きさも増大して来、仮定により退行が増し、将来の正効用は選択場面から薄れて来て逡巡が激しくなる。之は、彼が行為の中に決定的な一歩を踏み出して最早止める自由がなくなるか、或いは止める事が更に大きな負効用に接続する様になる迄続くであろう。

もう一つの考えられる仮説は、期待効用のふらつきに結びつけるものである。効用自身のふらつきについては後に触れる事にして、主観確率の方は今述べた様に、外界から情報が与えられれば当然変るが、その様な外界の影響が全くなくとも、それ自身絶えず多かれ少なかれ値がふらふらと動いていると考えなければならないいろいろの理由がある。いずれにせよ期待効用の値がふらつくと、ある瞬間に一方の行為が最大期待効用を持つていたのが、次の瞬間に別の行為が最大期待効用を持つという様な事が起り得る。又今問題にしている負効用—正効用という様な場合には、全期待効用の値が正になつたり負になつたりする事も起つて来る。そこで、この様な場合どの様にして行為決定がなされるかという大きな問題に我々はどうしても直面しなければならない。若し瞬間最大期待効用のみによつて行為が決定されると考えると、ある瞬間に始められた行為が、次の瞬間には止められる、そして再び始められるという大変な混乱が起つて来る。従つて、どうしても瞬間最大効用のみによつて行為が決定されるという考えは、捨てられなければならない。という事は一見この理論の中心原理の廃棄を意味するかに思えるけれども、そうではない。というのはこの様な混乱そのものが負効用を持つているから、何でもいいから決めてしまう事その事が相対的に正効用を持つのである。だから競りあつている二つの行為の期待効用の差——それは競りあつている限りそう大きくはない——のふらつきの幅が、この決定する事の正効用より大きくない限り、迷わず決めてしまう事が却つてより大きな局面に於て、最大期待効用を与えるのである。然し問題となつている効用自体が相当大きいと、小さい主観確率のふらつきも大きな期待効用のふらつきとなつて現れて来るから、そう簡単に決めてしまうというわけにゆかなくなつて来る。我々は誰でも、日常屢々この様な不決定の事態を経験しているであろう。そしてこの様な不決定の期間には、我々只主観確率のふらつくのに委せているのでなく、通常は問題となつている行為場面の精しい検討が行われているものと考えなければならない。

元来、主観確率のふらつきは、問題の行為場面に関する予測の資料の不充分さに大部分起因すると考えられる。それには又実験的根拠もあつて、事態が確率的な意味で明確化して来るに従つて、主観確率も落ちついて来る。従つて、重大な行為決定の場合はそれに先立つて屢々その様な資料蒐集という行為が取られる。その様な蒐集行為自体はそれ自身として通常負効用を持つが、誤つた決定をする事に起因する負効用と、誤る事の主観確率の積が、その負効用よりも大きければ、そういう蒐集行為をしてのち決定するという行為自体が正の期待効用を持つわけである。然し、この様な資料は必ずしも外界にのみ求められるわけではない。屢々資料は我々の記憶の中に未整理で所蔵されており、不決定期間というものは多く、その記憶の中の資料の発掘、整理、評価という思考

行為に捧げられているものと考えられる。という事は立場を逆にして見ると、それ程重大でない行為選択の場合、期待効用というものは、殆ど概算又は近似によつてまかなわれているという事を示すものであつて、主観確率のふらつきというものは、丁度その概算に起因する誤差範囲に対応していると考える事が出来よう。この様な概算が行われる事には、はつきりした期待効用的意味がある。何故なら、行為を選択するには只、可能な行為の選択肢に於て期待効用の最大なものが見出されれば良いのであつて、その際必ずしも期待効用の正確な値は必要ではなく、一番大きな概算期待効用と次のものとの誤差範囲が重なりあいさえしなければよい。だから期待効用の精密な値を一々決める為に必要以上の精神活動を行う事は、一般に負効用を持つ事が当然考えられる。

この精神活動の負効用という問題は、非常に重要な意味を持つているので、もう少しつつこんで考えてみたい。勿論すべての精神活動が負効用を持つわけではない。然し、精神活動というものが多かれ少なかれエネルギーの消費を伴い、そして、エネルギーの平均消費率というものには一定の限界があるであろうから、そこで有限のエネルギーをいかなる種類の活動に、いかに配分するかという問題が生じて来る。之はやはり選択の問題である限り、最大期待効用の原理に従うであろう。という事は、今問題を外界に対する行為決定場面に於ける精神活動に限るならば、期待効用が大きく、且つふらつきが大きく、誤差範囲が重なりあつている時程、配分されるエネルギーは大きく、でない程小さいであろうという事を意味する。という事から、日常的な屢々繰り返される選択場面で殆ど反射的に行為が決定される事の説明が直ちにつく。その様な日常的な選択場面では、それが馴れた選択場面のうちのどれであるかという事のサインが知覚されるや否や、自動的に特定の行為を開発するという慣習系が採用されていると見るべきであつて、実際に個々の選択場面で期待効用は必ずしも最大化されていなくても、この様な慣習系の採択という行為自体が思考経済の面から全体として期待効用を最大化していると、我々は考える事が出来る。

同じ様な考え方が、ある一つの正効用負効用の入り混つた可成複雑な行為系列の選択に当つて、行為場面を検討する場合にも適用される。同じく一定のエネルギー消費を伴う期待効用の厳密決定という思考活動であつても、誤差を出来るだけ小さくする為には、全体の行為場面のうち、なるべく部分の期待効用の大きい所、主観確率のふらつきの大きい所へ集中するのが有効であるし、又、出来るだけ時間的に現在に近い所分に主として集中するのが多くの場合有効である。何故なら、通常後の事は又後で考える時間的余裕を持つからである。この事はそれ自身では何等の不合理をも含んでいない。然しその様な配分の仕方そのものが又一つの慣習系として確立して来ると、局部的にいろいろな不合理な事態が発生して来る。

大分寄道をした様であるが、ここ迄の寄道で始めて、何故主観確率のふらつきが、負効用―正効用の例に於けるパラドックスを説明するかが明らかとなる。つまり負効用を実際に取る事態が時間的に接近すると、その時間的接近と期待負効用の増大とによつて、その負効用場面に配分される精神活動のエネルギーが増大し、その当然の帰結として更に将来の出来事である正効用場面へのエネルギー配分が減つて、その結果、正効用場面の選択事態からの脱落が起つて来ると考えられるのである。だからここ迄考えて来ると、始めに、パラドックス説明の為の仮定として考えた境界時限の退行と、主観確立のふらつきから出発して、精神活動エネルギーの配分の慣習系を考える考え方とは無関係なものでない事になる。

いずれにせよ、この様なメカニズムで期待効用の値が変るとすると、時日の切迫と共に彼は実行を中止したり、或いは安易に実行をのばしたりするであろう。そしてその様にして再び実行がより未来の出来事とな

るとこの効果が消えて前の事態に戻り、再びこの負効用―正効用と云う行為系列が正効用を持つに至る。そして又同じ事が繰り返される。然しこの様な逡巡の繰り返しは、やがてそれ自身負効用を持つて来る。そしてこの負効用の大きさ如何が、ある場合には人を決定的な行為の中止に追いやり、或る場合には逡巡の中止に追いやり、いずれにせよ行為をどちらかに決めてしまう事になるであろう。

然し、只一つの行為選択場面に限らず、一般にこの様な逡巡の傾向を持つ事それ自体が大きな期待負効用を持つている。避けられれば避けるにこした事はないが、その為には考えられる只二つの方法しかない。一つは、後に述べる効用の転化を意図的に用いる事であつて、つまり、予め決めた行為の線から逸れる事自体に負効用を与える事。之は性格的に容易な場合と困難な場合がある。何故なら効用の転化という事は後に述べる様に、本来自然発生的な現象であつて直接には行為ではないからである。もう一つは、時間的接近に起因するエネルギー配分の変化を意図的に防ぐ事である。之も同様にそう容易ではない。何故なら慣習系の適用を妨げる事それ自身に、大きな精神活動エネルギーが必要とされるからである。いずれにせよ、然し、この様な逡巡を防ぐ為の精神活動は、通常意志と呼ばれている精神活動の一部の行為選択論的意味附けを与えるであろう。

又この様に局部に大きなエネルギーが集中されると、精神障害の原因となるという事は全く考え得る事であつて、正負両極からの力という様な特別な精神分析学的な概念をここに導入する必要は全くない。

さてここでは、精神活動エネルギーの行為選択への寄与の一端に触れたわけであるが、身体活動エネルギーについても同様の事が考えられなければならない。身体活動エネルギーも亦限界を持ち、その限界内で配分される。従つて、小さな期待効用しか与えない行為に、適正以上の身体活動エネルギーが要求される時は、それは負効用として作用するであろう。つまりここでも又、エネルギー配分の為の慣習系が存在し、それに反する事自体が負効用を持つものと考えられる。

之等の活動エネルギーは、現実の行為に於いては、いついかなる場合でも、たとえ実際には選択肢間で相殺しあつているとした所で、常に原理的には効用的寄与を持つ極めて重要な因子であるが、ここにもう一つ同様に例外なく期待効用に関与して来る因子がある。即ち時間である。若し全く同一の期待効用を与える二つの行為があつたとして、一方が一方より時間が長くかかるとしたら、どちらが選ばれるであろうか。若し時間の短くてすむ方を選べば、そこで余分の時間が得られる事になる。だから若しその時間に彼が何かして正の期待効用を得る余地があるならば、同一時間内にそちらを選ぶ方が全体として大きな期待効用を得る事が出来る。だから同一時間内という比較規準を置く事によつて、時間はいずれにせよあたかもそれ自身効用を持つものの様に働く事になる。ここにも亦思考経済の慣習系が働くものとするならば、我々が日常得ている単位時間当りの平均効用と時間の長さの積が、時間そのものの期待効用として選択に影響して来るという仮説も考えられるであろう。

次に我々は、効用の誘導と転化の問題を考えておかなければならない。今迄、我々は効用を行為の結果について定義して来たが、行為の結果とはどの範囲の事柄を指すものであるか。行為の途中に起る事は結果であり、行為完了の直後に起る事も亦結果である。然し、時として行為の終つてずつと後に起る事が亦結果であり得る。お菓子をくすねた子供が母親に叱られるのは、お菓子をくすねるという行為の完了からある時間経つた後に起る事であるが、それは明瞭に行為の結果である。一つの犯罪行為の結果は時としてその人間の一生を支配する。元来行為というものは人の外界への働きかけであるから、原理的にはその外界への影響が実質的に消え去る迄は、その行為の結果というものは時間的に持続すると考えなければならない。然し、人の住んでいる世界は本来近似的に

は平衡状態にあると見なされる得るのであつて、平衡状態にあるという事は大部分の小さな影響は拡大する事は稀で、比較的短時間に実質的に消滅する事を意味するのである。子供が今日砂に穴を掘つた所で明日は埋つてしまうし、今日髭を剃り忘れた所で明日剃れば、その後は同じ事だし、今日一寸した失敗をして人に笑われても、暫くすると人はみんな忘れてしまう。その様にして、自然界も人間社会も一種の準平衡状態にあるものと見なされる。だから、大部分の些細な行為に関しては、その期待効用をそう長い未来に立ち入つて求めなければならぬ理由はない。更に、たとえ結果がずつと未来迄影響を持つても、若し、選択肢として問題になつている行為が、みなある時より将来に関しては全く同じ結果を持つならば、つまりある時から先は、今どんな事をしても全く同じ成行になるならば、同様に夫等の結果は期待効用の算定からはずしてよい。何故ならば選択をきめるのは、どの行為の期待効用が最大であるかという事であつて、期待効用の絶対的な大きさではないのであるし、という事は云いかえると、重要なのは期待効用間の差なのであるから、共通の項は省いて良い事になる。この、その時間範囲迄は選択肢間の結果の差が有効である範囲を有効時限と呼ぶ事にしよう。つまり境界時限も共に期待効用の算定限界であるが、前者が能力の限界であるに反して、後者は主観的判断に基づくカット・オフの限界である。勿論境界時限が有効時限以内である時は、有効時限は無意味である。だから成人に於ける境界時限の大きさは重要な問題であるが、屢々人は死後の事迄気にするから、特殊の場合を除き、有効時限に比して境界時限は無視して良い事が多い様に思われる。

さて、一般の有効時限が充分短い選択の場合は問題ないとしても、之が相当長い様な場合には色々の問題が起つて来る。たとえば、その様に長い時間に起り得る無数の結果に関する錯綜した期待効用を如何にして算定するかという事がある。その一つの解答は最初にあげた受験生の例に含まれている。ある学校に入る事の効用というものにはどんな要素が含まれているであろうか。合格そのものの喜びとか、その学校の学生である事の誇りとか、校風に対する好みとか、学校に直接附随した色々の要素の他に、その学校を出た時にどの様な就職が出来るか、就職後の昇進の見通しはどうか、一般にその学校の卒業生である事によつて、社会的にどの様に待遇されるか、そんな卒業後のこと、つまり、受験という行為の終つたずつと先の事が、その学校に入学する事の効用の中にはこみになつて一緒に入つている事が当然考えられるであろう。という事は、卒業後の就職の見通しと、各業種の景気如何によつて、受験率が可成大幅に変動する事から明らかである。事実、どの学校（特に最終学校の場合は）へ入るかと云う事は、有効時限が殆ど一生に亘る極めて重要な選択である事は直観的にも明らかであつて、そしてこの様な選択が普通は只ある学校へ入る事の効用と、学校へ入る事の主観確率の積という形で単純になされるという事は、ここである学校へ入る事の効用というものが、純粋に只その学校へ入ることその事の効用ではないという事を意味している。若しそれが純粋にその学校の入試に合格するというだけの効用だつたら、仮にその学校の卒業生の就職を法律で禁止したにせよ、受験率は変らぬ筈であるが、そんな事は到底考えられない。従つてこの場合、ある学校へ入る事の効用として働くものは、本来の合格の効用に、入学したという状態から将来に予想される全期待効用を加算したものであると考えなければならない。この様に、ある状態が本来持つている効用――原効用――に加算されたより将来の期待効用を誘導効用と呼ぶ。誘導効用は、その状態に実際なつた時にと云う条件の下で算定される期待効用であつて、そこに含まれるすべての主観確率は条件附き主観確率である。

この様に、全期待効用を、ある状態になる主観確率掛ける〔その状態の原効用プラスその状態への誘導効用〕という形に表す事には勿論形式

的に矛盾はない。事実的に意味があるのは、この誘導効用というものが、屢々本来の多数の要素からなる期待効用という意味を離れて、それ自身が独立した一つの単位として作用すると云う事その事にある。例えば、大学の建築科に入ろうとしている学生にとつて、建築家であると云う事は、一つのはつきりした誘導効用を持つているが、元来建築家であると云う事は、建築家である点だけが共通であとは異つた無数の実際の状態に確率的にあるという事を意味するものであるのに、通常彼は、建築家であるという誘導効用を個々の実際の要素に分解出来ないのである。つまり、建築家である事の効用というのは、無数の実際の建築家としての可能な状態の効用の一種の平均的なものと見なさるべきであつて、平均的なものである限り、それは外界の少々の状況変化では容易の事では変化しないと云う事が予想され、その意味で誘導効用というものが一つの比較的不変な単位として作用する事が理解出来る。勿論この様に一種の平均を以て実際の期待効用を置きかえてしまう事は、思考経済的に大きな意味がある。そして比較的未来の出来事に関しては、この様な平均期待効用の比較的少数の一群を持つてさえいれば、我々は大抵の行為選択をある誤差範囲の中で、可成簡単な操作で片附けてしまう事が出来る。何故なら遠い未来になればなるだけ世界の準平衡条件がきいてきて、多かれ少なかれ比較されている行為間の期待効用の差は小さくなつて、つまり、誤差範囲が小さくなる事が期待されるからである。

所で誘導効用とは、本来この様な思考経済的意味を持つた期待効用の概算値である筈なのに、従つて又その値の算定に参与した条件附き主観確率が大きく変ると、当然変らなければならないものであるのに、あまり何時も同じ状態に同じ誘導効用が附与され続けると、それは屢々本来のその様な性格を失つて、その状態の原効用の一部の様になつてしまう事が見られる。之が効用の転化である。例はいくらでも考えられるであろう。例えば金を所有する状態の効用と云うものは、本来殆どが誘導効用である。例えば紙幣は、交換性を失つたら、丁度日本の軍票の様に紙屑に等しい。だから金の効用というものは、元来が金を持つた状態というものが持たない状態に比して、より多くの期待効用を約束するという意味での誘導効用と考えられなければならない。もつと卑俗な言葉で云えば、金は使う為のものなのである。が屢々金を使用しないで所有する事自体に大きな効用を見出す人々が存在する。然し、金の場合は普通は誘導効用の転化部分は、全体に比べてそれ程大きくはない。恐らく大部分の愛銭家は、それでも金の価値がゼロになりそうな事態が来たら、急いで物に換えるであろうから、たとえ大いに悲しいにせよである。もつと転化部分の割合の大きい場合が、物への愛着の例にいくらでも見出せる。本来何かの為に使用する筈であつた物がこわれて用をなさなくなつてしまつてからも、以前同様に大切にされるとか、或いは負効用の場合では、屢々失敗の機因となつたある物それ自体が憎悪の対象となるとかいつたたぐいであつて、物以外の人についても動物についても、矢張同じ様な場合が沢山ある。いずれにせよ転化という現象は、大ざつばに云つて手段が目的になると云う言葉で特徴づけられるものであり、特に転化のうち重要なのは、手段が現実の物とか人とかという事物である場合よりも寧ろ行為そのものである場合である。元来期待効用というものは行為の函数であつて、その意味で、一般に期待効用をある行為をするという条件下に於ける誘導効用と見なす事も可能なのである。従つてある特定の行為なり行為のシステムなりが、何時も似た様な効用を与えると、その効用の一部が転化して行為そのもの、或いはその行為をするという状態の原効用の様になつてしまう。この現象については、社会心理学が我々に多くの例を提供する。(17)あるグループに属して、そのグループに属する事で効用を得ているものは、そのグループと無関係な場面でもそのグループ特有の行為を好んで取る。例えば曾て軍人達は、軍隊外に於ても屢々余りに軍人らしく振舞つた。それは習慣以上のものであ

る。それに反してあるグループに属する事で寧ろ負の効用を得ているものは、グループと無関係な場面では寧ろ出来るだけそのグループの成員らしからぬ様に振舞う事が認められる。行為に対する所謂道徳的束縛というものの多くに対しても同様の意味づけを行う事が出来るであろう。社会構造が異なるに従つて、各社会は夫々の行為のノームを持つている。その社会の中では、その社会のノームに従う事が一般に正効用を与え、反する事が負効用を与える。という事が転化して来ると、たとえその社会を出ても、又は、ノームに従つたり反したりする事が実際に検知され得ない場合でも、そのノームに反する行為が転化した負効用の為に行われ難いという事が予見出来る。勿論すべての行為の行為自体の効用がこの様な転化効用であるというのではない。又一方では転化効用は只特定の行為に与えられるだけでなく、行為の一般的なやり方、行為系列の特定の一群、或いは、特定の方略（ストラテジー）にも結びつく。そして後に明らかになる様に、これは屢々効用と主観確率測定の邪魔をするのである。

以上で筆者の理論の直観的な概説を打ちきつて、次にもう少し公式的な、理論の細かい問題点について多少触れる事にしよう。

四、理論模型に於ける中心問題

現在の所、エドワーズが新しく試験的に提出した理論模型(11)を除いては、行為選択理論の共通に認められている枠組は次の様なものである。即ち、二つ以上の行為選択の自由があつて、その行為の各々が、その行為をする事によつて生じ得る総結果について、幾つかの可能性を持つているとする。ここで一つ一つの行為を i、可能な行為の数を n、行為 i をした時の可能な結果を j_i、結果の数を m_i とすると、各 j_i につき実数値を取る効用函数 $U(j_i)$ 及び1から0迄の間の実数値を取る主観確率 $p(j_i)$ が存在し、ある行為 i を選んだ時の期待効用 $E(i)$ を次の様に定義したとして、

$$E(i)=\sum_{j_i=1}^{m_i} p(j_i)U(j_i),$$

$$\sum_{j_i=1}^{m_i} p(j_i)=1. \quad (i=1,2,\cdots n) \qquad \cdots\cdots(2)$$

そこで

$$E(i_0)=\mathrm{Max}_i E(i)$$

であるとすると、n 個の行為のうち i_0 が実際に選択される。尚この際 $r(j_i)$ は事象 j_i に関して一意であり、$U(j_i)$ は、一次変換の自由を残して一意である。即ち効用函数は無数に存在するが、その任意の二つは常に次の一次関係によつて結ばれる。

$$U'(j_i)=aU(j_i)+b, \text{但し } a>0 \qquad \cdots\cdots(3)$$

ここで U と U' が(2)に於て同一の i_0 を与える事は容易に解る。

所で我々が前節に於て直観的に述べて来た理論は明らかにこの枠組から出発しているけれども、之に加えるにもう一つ極めて重大な仮定を含んでいる。つまり、効用の加算性の仮定がそこには含まれていたのである。例えば、菓子と子供の例の取扱い方を考えてみよう。我々は何も起らない状態の効用を零として効用の原点をきめ、その上に二種類の効用つまり菓子を食べる効用 $U(C)$ と叱られる効用 $U(S)$ と、母親に見附かる主観確率 p を考えて、菓子を喰べるという行為の期待効用を次の式で考えた。

$$B=U(C)+pU(S) \qquad \cdots\cdots(4)$$

(1)ではこのBを零と置いたのである。）所が一般理論で考えられている結果、即ち(2)に於ける j_i は常に結果の総体であつて、（結果の総体などと云うものがどの様にして定義され得るかは別問題としても）、効用は只結果の総体に対してのみ定義される。従つて今の場合、起り得る結果の総体は喰べて叱られる事と、喰べて叱られない事を考えられるから

それを夫々 U(C,S) と U(C,nonS) と書くならば、(2)に従うと

$$B=pU(C,S)+(1-p)U(C,nonS) \quad \cdots\cdots(5)$$

となる。(5)と(6)は一見甚だしく異る様に見えるが、結果の総体の効用は個々の結果の効用の加算であるという仮定を置けば、同じものである事が直ちに証明される。即ち、そう仮定すると

$$U(C,S)=U(C)+U(S),$$
$$U(C,nonS)=U(C)$$

であるから之を(6)に代入すると

$$B=p(U(C)+U(S))+(1-p)U(C)$$
$$=U(C)+pU(S)$$

効用の加算性の仮定は有用であつて、行為選択論の問題を著しく簡明にする。事実若しこれがなく、効用は常に結果の総体についてのみ定義されるとするならば、あらゆる結果のあらゆる組合せについて、一々新しく効用の測定を繰返さなければならぬ事になり、理論の予言性は現実場面では殆ど全く失われてしまうと云つてよい。勿論、有用である事と許される事とは別問題である。然し、若し許されるならば、有用であると云う事は、理論の評価上重要な一規準である。そして許されるという事は、それが論理上の矛盾を持たず、そして現在迄には経験的に確立された反証が上つておらず、又現在考えられるあらゆる証拠から見て、少くとも近い将来には経験的に確立された反証があげられそうにもない事と云えよう。(或る理論の採択不採択も一つの行為であり、この有用さとか許容可能とかいう事も、矢張期待効用の言葉で表現可能であり、そしてこの方向に合理性を追求しようとするのがサヴェジ(22)の規範学としての行為選択論のゆき方である。)そしてこの意味で我々はこの加算性の仮定は後に時間を導入して厳密化した時に許されると考える。そして近い将来直ちに矛盾に遭遇する事にはならないだろうという事の直観的根拠としては、例えば相当有効時長限のい可成複雑な行為の選択に悩んでいる時、果して我々は全結果を常に総体として部分に分割不可能なものとして評価しているだろうか。或いは屢々全体を部分に分割して、その望ましさを秤にかけてはいないだろうかという事を考えて見ればよい。勿論だからといつて全体の効用が個々の効用の和であると云いきる事には飛躍がある。然し、少くともこの意味で許される限りは、この仮定は最も有効であるが為に、作業仮説の第一候補として立てられるべきであると我々は考える。

勿論多くの人々は効用の加算性の不成立は事実として確立された事だと考えている。が、それは只効用概念の不適切な定義によつて起つて来る表面的矛盾に過ぎない。効用は第一節に述べた様に最初は経済学に於て個人の所有する財又は財の組合せの総量に対して定義された。そして効用が財に関して定義されている限り、加算性の成り立たないのは明白である。例えば、前に述べた様に米一石の効用は決して米一合の千倍とは考えられない。然し効用を財に対して定義する事には明瞭な缺陥がある。その定義が経済行動以外に適用出来ないという点は別としても、我我が一度平均経済人という枠を離れて現実の個人を考える時、たとえそれが消費者としての購買行為であつても最早財に対して定義された効用は理論の基本概念として最も重要な一義性を持たないのである。例えば商品の価格と貨幣価値が同じであり、ある消費者が所有している財の総量が同じであるとしても、彼は空腹の時なら買うパンを満腹の時は買わないであろうし、彼女は、流行の時にはとびついて買つた筈の洋服を流行遅れになると見向きもしないであろう。又小遣で本を買つていた学生が恋人が出来てからはそれをデートに使うという事もある。という事は若し一義性を持つた効用の定義を得ようと思つたら、それはどうしても彼個人の状態、自身の内部の生理的な状態、彼を取り巻く外部世界の状態、そして彼と外部世界との関係の仕方の状態、それ等すべてをひつくるめて考えた個人の状態というものに関して定義されなければならない

事を意味すると考えられる。我々は既に我々の例に於て、効用をすべて状態に対して定義されるものと暗々裏に仮定して来た。勿論例えば『菓子を喰べる状態』というのは今述べた意味での効用の一義性を保証する程の厳密な概念ではないと云われるかもしれない。無数の相互に異つた『菓子を喰べる状態』というものがあり得るからである。然し、実際にある特定の人間が特定の状況のもとに特定の瞬間に特定の菓子を特定の喰べ方をしている状態というものは微塵の曖昧さもなく考え得るのであつて、只、それを言語的に『菓子を喰べる状態』と名付けた所に、その状態の名称附けの過程に於て曖昧さが生ずるのである。勿論、何等かの方法で指定し得ない限り、状態は科学的意味を持ち得ないが、少くとも効用函数が状態の時間変化に対して殆ど連続に変化すると仮定すれば、(つまり直観的に云つて殆と相互に区別し得ない状態間では効用の差が無視し得れば)この状態をどの程度厳密に指定すべきかという問題は、どの程度精密な予言を理論が要求されており、且つどの程度精密な測定が可能であるかという事に関係して決る純粋な手続き上の問題であると云える。

この様に効用を状態に対して定義しておくと、財に対して定義された効用に加算性の成立を許さなかつた要素がここでは消滅するのである。何故なら人は任意の単位の財を同時に所有する事が出来たけれども、二つ以上の状態に同時にある事は出来ない。状態は蓄積されるものでなく、人は一つの状態から次の状態へと遷移してゆくのである。だからここで加算というのは、同時的にあるものの加算ではなく、時間的に経由されてゆくものの加算なのである。それにも拘らず、いや恐らくそれだからこそ、我々は更に多くの問題に直面しなければならない。

その問題の一つは次のパラドックスによつて与えられる。或る人間が二枚のビスケットを一度に与えられるか、それを一枚ずつ次々に与えられるかどちらかを選ばなければならないとする。細かい心理的因子を無視し得るとすれば、人はこの両者に関して無差別であるだろう。然し今迄述べた事を杓子定規にあてはめてゆくと、一度に貰えば人は一枚も持つていない状態から、二枚持つている状態に直ちに移るのに反して、分割して貰うと先ず一枚持つているという状態を通つて、次に二枚持つているという状態になる。だから一枚持つていると云う状態が正の効用を持てば、人は分けて貰う方を選択する明確な理由がある事になる。このパラドックスは直ちに次のパラドックスを産む。元来効用には一次変換を施す事が出来るのであるから、適当な値を全部の効用から引いてやると、一枚持つている状態の効用は負になり、従つて、人は二枚を一度に貰う方を選択する明確な理由を持つ事になる。

このパラドックスを解く鍵は、加算性という言葉の中にある。効用を最も厳密な意味での状態に対して定義する限り、状態は絶えず変化するであろうから、厳密には人は一つの状態に一瞬しか止まり得ない。だからその様に厳密に考えると、どんな短い有限時間の間にでも、人は連続無限個の状態を経由するのである。又もつと現実的に状態というものを操作的に指定し得る範囲に止めて、その範囲内では効用は実質的に同じとして、同じ効用の状態に人が有限時間止まり得るとしても、その止まり得る時間が長いか短いかによつて、その状態の望ましさというものは異る筈である。だから始めの意味で考えると、加算性というものは単純な和と云う意味ではなく、積分と云う意味に解されなければならないし、二番目の意味で考えると効用は時間の函数でなければならない。いずれにせよ、だから、状態に対して定義された効用というものは、時間密度的な意味を持つているのであつて、期待効用と云うものは、主観確率と効用のの時間積分であると考えなければならないし、又そう考える事によつて解決がつくのである。既に述べた様に、選択される行為間の結果は、すべて同一時間範囲に於て比較されるべきであるから、その時間範囲を今Tとすると、効用に一次変換を施す事、つまりbだけふやし

たと考えると、すべての行為の期待効用が等しくdだけ増す事になり、従つて期待効用の差は一次変換に対して不変であり第二のパラドックスは解決するのである。第一のパラドックスはもつとトリヴイアルである。本来ビスケットを持つ状態の効用は殆ど、持つたビスケットを喰べる状態の効用の喰べ始めから喰べ終る迄の時間積分の誘導効用であると考えられる。だから、そう考えると二枚一度に貰おうと一枚ずつ貰おうと、この時間積分には無関係であるから、両行為の期待効用は等しく、従つて無差別である。

之でパラドックスは解決したわけであるが、ここで今食べ終る迄の時間積分といつたのは便宜上の意味であつて誤解されてはならない。屢々食べる前の状態と後の状態が極めて重要である。例えば、腹の非常に減つている人間は、同じだけの食物をそれ程減つていない時に較べてうんと急いで食べる。之は一見食べる間の時間積分の範囲を狭くして効用を減らす様であるがそうではなく、食べる前の状態の効用と食べた後の状態の効用の差が非常に大きい為に、一刻も早く食べた後の状態に達するのが全効用を大きくするのである。だから又腹の減つている人間はどうせ呉れる筈のビスケットをわざわざ一枚ずつゆつくり呉れたとしたら腹を立てるであろう。

結論的に云うと、我々は効用を各個人に於て最も厳密に規定されたすべての可能な状態に対して定義する。(フォン・ノイマンとモルゲンシュテルンは効用を財に対してでなく、事象に対して定義した。然し一般の意味での事象に対しての効用を定義する事は、財に対して定義すると同じ難点を持つ様に思われる。)それに対して、主観確率は、その個人がある行為によつてある状態になると云うすべての事象に対して定義される。そして期待効用は一定時限迄の主観確率と効用の積の時間積分である。従つて効用に一次変換を施してこの時限で割つておけば、期待効用は効用の時間—空間的平均値という意味を持ち、(この際空間とは全状態の集合を云う)我々の理論の中心原理は、この平均効用を最大にする行為が選択されるという事になる。

五、測　定

理論の始めの枠組に戻つて、効用と主観確率の定義が(2)で与えられるとしよう。そこで、たとえどんなに適用範囲の狭い方法でも良いから、定義(2)のみによつて効用と主観確率を測定する手続きが与えられるかというと与えられないのである。その理由は、(2)の定義としての不完全性の為というよりは、寧ろ人間の状態の統制困難さにある。

一見(2)は、期待効用の大きさを与えず、只選択肢中の最大を知る手続きを与えるのみである所から、たとえ状態が統制されても効用と主観確率の別個の量的測定は不可能に見えるのであるが、ラムゼイはその無視されて来た論文(21)の中で一九三一年に既に巧妙にこの問題の論理的解決を与えていたのである。然し一度ラムゼイの論理を実際の測定手段に移すと、ここに幾多の問題が生じて来る。最近デヴイドソン—シイゲル—スツペス(7)がラムゼイの方法に従つて測定を行つたので、先ずそれについて述べてみよう。

(一)　ラムゼイ—デヴイドソン—シイゲル—スツペスの賭博法

(2)は確かに、選択肢中の期待効用の最大なものを指示するのみである。そして最大だけを問題にしている限り、期待効用に関しては只大きさの順序しか測れない。然し結果のどれかをある方向に変化させて行く事によつて、二つの選択肢のうち、選択が一方から一方へ移り変る場所、つまりそこでは両選択肢が無差別であるという状況を作り出す事が出来る筈である。そしてそこでは両選択肢の期待効用は等しい筈であるから、この無差別状況を実験的に作り出す事によつて我々は、効用と主観確率のみを含む等式を得る事が出来る。その等式は最も簡単な場合、次の様な形をしている。

$$pU(A)+(1-p)U(B)=U(C) \qquad \cdots\cdots(6)$$

つまりAかBかどちらかの結果がある不確かさで与えられる行為と、Cが確実に与えられる行為との間に無差別関係が成立したのである。ここで効用に関しては原点と単位が自由にきめられるから$U(A)=0$、$U(B)=1$とすると此の方程式は尙二つの未知数pと$U(C)$を持つている。通常のデザインではどうしても最後迄主観確率と効用が切り離せない。（勿論$p=1$又は0では昔の無差別曲線群に逆戻りするだけである。）そこで、ラムゼイのアイディアと云うのは、只一つ$p=\frac{1}{2}$が成立しているかどうかだけは実験的に検証する手段が作り出し得、従つて、それが成立している事態を作り出し得れば、その事態ではpが解つているのであるから(6)の$U(C)$が求められるというにある。そしてその手段というのは、二つの選択肢の一方は、ある事象が生起した時αが与えられ、生起しなかつた時はβが与えられ、もう一方では、生起した時βが与えられ、生起しなかつた時αが与えられるというそういう選択事態を与える事である。（勿論$U(\alpha)+U(\beta)$を仮定する。）そこで、その事象の確率的性格を徐々に変えていつて、この二つの選択肢の間に無差別関係を作りあげたとするならば、その時は、

$$pU(\alpha)+(1-p)U(\beta)=pU(\beta)+(1-p)U(\alpha)$$

が成立している筈であるが、この式を変形すると、

$$(1-2p)U(\alpha)=(1-2p)U(\beta)$$

そこで$U(\alpha)\neq U(\beta)$であるから$p=\frac{1}{2}$　そこでこのpが(5)の場合にも使われているとすると、$U(A)=0$、$U(B)=1$で$p=\frac{1}{2}$であるから、$U(C)=\frac{1}{2}$が求まり、ここでCの効用が測定された事になる。そこで次に(6)の左辺$U(B)$の代りに$U(C)$を使い、右辺に$U(D)$を得たとすると$U(D)=\frac{1}{4}$を得る。同様の手続きを繰返して我々は効用の尺度を作る事が出来、尺度の精度によつて任意の効用を任意の精度迄測る事が出来る。そして効用が測れれば$p=\frac{1}{2}$以外の主観確率を測るのは何でもない。勿論(6)の右辺は客観的に確実と云う事が$p=1$を意味すると考えているのであるが、色色の理由で之は好ましくないので、実際には右辺も左辺と同じ形のものを使う。そうすると未知数が一つ殖えるが、之は適当な数の独立な無差別関係を求めて、連立方程式を立ててゆくと云う事によつて解ける。

この方法には形式的には一見非の打ち所がない。然しそこには幾多の隠された仮定があつて、この方法の是非はこれら仮定が正当化されるか否かにかかつているのである。つまり、此の方法では、先ず無差別関係を得る為に測定を繰返してゆかなければならない。そして無差別関係から又次の無差別関係へと進んでゆかなければならない。その様な測定の繰返しと、時間の経過によつて、効用と主観確率は変らないか、或いは殆ど変らないと云う仮定が先ず第一にどうしても必要である。いずれにせよ、理論が予言性を持つ為には、効用と主観確率の時間的変化の何等かの法則が(2)に附け加えられなければならない事は確かである。特に効用の方は、若しそれが厳密に規定された状態に対して定義されれば、一見効用の時間的変化の問題はあり得ない様であるが、然しこの様な厳密な意味の状態は、たとえもつと大まかに指定された状態群の中に止まつていたとしても、その内部では刻々に変つているのであるから、その状態の時間変化に依存した効用の時間変化の問題が考えられなければならない。一方主観確率の方についても同様の事が云えて、例えば、デヴィドソン等が用いた三面ずつに別々の無意味綴りの記載された骰子にせよ、その客観的確率構造は不変であつても、その確率事象の主観的意味というものは測定の繰返しによる先行経験の累積によつて当然異つて来る筈である。然しこの場合では、客観的確率構造が不変なのであるから、主観確率の変化は一種の学習曲線の様な形をとる事が予想され、（筆者の実験に於ても確かめられた）充分の数の予備訓練を行う事によつて、ほぼ一定の水準に落ちつく事が期待される。（但し水準は落ちついてもふらつきは容易に無くならない。）賭博法による測定が行われる

際には必ずこの予備訓練が行われるから、主観確率が殆ど不変という仮定は、少くとも経験的に相当の根拠があると云つて良い。

然し、効用の方はそうは行かない。前にA、B等で記号したものが状態であるとするならば、一つの測定でAと云う状態が与えられた者に、更にAを与えるわけにはゆかない。だから同じ選択肢に同じ意味を持たせる為には、Aを与えてすぐ又もとの状態に戻さなければならないが、そうするともとの状態に戻されるという事迄含めての期待効用が選択の際に働いて来る事になつてうまくゆかない。実際に賭博法でA、B等が意味しているのは一定量の財（特に金）の授受であるが、然し財の所有高以外の状態変化が無視し得れば、財の所有高によつて状態は一義的に決定されるのであるから、その場合は、財の効用測定は状態の効用測定と一致し、而も今述べた理由で賭博法では状態の効用は測れないのであるから、従つて賭博法で測られているものは財の効用でもない。それならば何であるか。つまり云いかえると、賭博法ではA、B等は、十$貰つたり五$損したりする事を意味するのであるから、ここで効用が不変という仮定を置く事は、つまり現在の所有高如何に拘らず、所有高が十$殖える事とか、所有高が五$減るとかと云う事の効用が不変である事を意味する。之は大変大膽な仮定であつて、例えば、限界効用逓減の法則の上に打ち立てられているすべての経済学の原理を否定するに等しい。にも拘らず、賭博法が相当の成功を収めている事、特に所有高如何に拘らず被験者の選択に相当の一貫性が認められる事等は、特に金の効用と云うものに特有な一つの奇妙な現象であると云わなければならない。此の現象の理由について深入りする前に、もう一つ賭博法が繰り返しを必要とするという事に起因する矛盾に触れておこう。つまり賭博法には、効用と主観確率の不変性以外にもう一つの仮定が内在しているのであつて、つまり、(2)は繰返される測定の一回一回に対して適用されると云う事である。これは被験者の有効時限が一回の測定以上にのびない時のみに正しい。それに反して、若し被験者が測定の繰返される事を知悉しており、そして繰返される測定の全体として期待効用を最大化しようとするならば、つまり(2)を測定全体に対して適用するならば、最早一回一回に(2)を適用する事は出来なくなるのである。ここでは余地がないので議論を省いて結論だけ云うと、金の所有高の効用が単調非減少であり、被験者が測定を通じて最終的に到達する状態の効用を最大化しようとする時は、まだ先に充分多くの測定が、（つまり賭けが）可能である時は、一回の測定では、あたかも金の効用ではなくて金の額を最大化しようとする傾向が生ずるという事である。直観的にその様な行動を自分なら取るに違いないと思わせる様な状況を考える事は容易である。だから賭博法の測定でこの効果、つまりあたかも金の効用が金額に比例する様に測られてしまうと云う効果、が現われないと断言出来る理由はない。

そこで金の効用についての奇妙な現象に戻ろう。この現象をエドワーズ(11)は、マーコウィッツ(15)の考えにヒントを得て、少くとも金に関する限り、効用には絶対原点があり、それは現在の所有高であるとして説明する。若しこれが事実であれば、今述べた繰返しによる矛盾は消滅する。つまり一回金を貰つたりやつたりする事で直ちに効用は貰つたりやつたりする前の原点に戻るのであれば、全体として効用を最大化する、つまり長い有効時限の中で結果の総体の効用を云々すると云う様な事は全く無意味になつてしまうからである。然し、之は勿論この奇妙さの何の説明にもならないばかりか、問題を更に奇妙にする。若し別の、もつと一般的な説明原理が見出せたらその方が好ましいであろう。

一つ考えられる事は、実験に用いられる金額は勿論少額であるが、その範囲では効用が可成直線的であるかもしれないという事である。だから一つの仮説としては、金の所有高に対する効用が実際に可成直線的であり、従つて少金額の変動に関しては、効用も矢張直線的に変化すると云う事が考えられる。そうすれば、プラス十$、マイナス五$等の効用

が不変であつてもおかしくない。又、金の所有高に対する効用が直線的ではなくとも、今述べた繰り返しによる線型化が働いているとすれば、全体を平均した時、矢張プラス十$等の所謂効用は略々不変で、直線的であるという結果が得られてもおかしくない。但し、これが事実であればこの測定法は何を測つているか解らない事になる。

もう一つ、多分一番重要だと思われるのは、賭博すると云う行為そのものの効用の介入である。勿論、デヴィドソン等の実験計画は、この効用を勘定に入れ、出来るだけそれが働かない様に作つてはあるけれども、それは賭博行為の効用が金額にも確率にも関係ないという事を仮定した上での事であつて、その仮定は、直観的にはどうも成り立ちそうにも思われない。そして、この賭博の効用が、少金額の授受による効用の変化に較べて、可成無視出来ないとすると、この賭博法の奇妙な現象の一つの説明が与えられる様に思われる。つまり賭博の効用の如く行為に附随した効用は金の誘導効用の如く所有されるものではないから、行為が終つた後は近似的にもとの状態に戻る。だとすれば同様の賭博的状況は、常に略々同様な期待効用の分布を持つから被験者の選択には一貫性が生ずる。もう一つ行為の効用として考えられるのは方略の効用である。こう云う場合にはこうすべきだと云う方略に関する慣習系が出来上つていて、それに反する事が相対的負効用を持つとすると、矢張被験者の選択には一貫性が生ずる。そして事金銭の授受に関する限り方略の慣習系が出来上つている事は充分考えられる。

行為の効用が実際に相当強くあるとして、それが若し、方略の効用が主であるならば、それはエドワーズの絶対原点の考えと形式上は類似点を持つ事になるであろう。そして若し賭博の効用が主であるならば、賭博法によつて測定されるものの意味づけは大変厄介な事になるだろう。所で次に述べるエドワーズの実験結果を見ると、どうも賭博の効用は無視出来ない様に思われるのである。

(二)　エドワーズの賭博法

エドワーズは一応、(2)の上に立ちながらも、先ず無色の立場から選択の規定因子を発見する為に、全く客観的には同じ価値を持つた籤、つまり客観的確率と与えられたり取られたりする金額の積が相互に等しい籤を幾種類か作り、之を二つずつ組合せてどういう種類の籤が選択に優位に立つかを実験した。(4)(5)(6)(7)(8)(9)(10)。その結果、客観的期待金額が正の場合は、客観的確率が1/2である籤が選ばれ易く、3/4が選ばれ難く、客観的期待金額が零の場合も同様であり、負の場合は、客観的確率が小さいもの程選ばれ易く大きいもの程選ばれにくいという強い傾向の上に、正の場合の傾向の裏返しが重なつたものが得られた。更に期待金額の絶対値を変化させてもこの傾向が変らなかつた所から、人の選択を決定する何か主観的な要素があり、而もそれは主として確率に依存すると考えた。そこで(2)のモデルに帰ると、ここで此の選択傾向を作るのに預つた因子は、効用と金額とのずれではなく、主観確率の客観的確率からのずれであると見なさなければならない事になる。然しそれを裏づける為には、効用と金額とのずれが、選択に与らない程小であるという明確な保証はないから、効用と切り離された主観確率の測定を行わなければならない。その為に彼も亦、主観確率から切り離された効用を先ず測定する事を考え、その為に彼のN枚籤法というものを編み出した。

N枚籤法は一つの彼独自の新しい仮定の上に組み立てられている。その仮定と云うのは、全く同一のN枚の籤の期待効用は、一枚の籤の期待効用のN倍であると云う仮定であつて、之は明らかに一種の加算性の仮定である。が、誤解されてならない事は、ここで効用と云われているものは、すべての賭博法の場合と同じく、プラス十$とかマイナス五$とかの効用であつて、状態の効用ではないという事、従つてエドワーズに於ける期待効用の加算性は、前に述べた意味の加算性とその本質を全く

異にするのである。という事はここで主観確率が1の場合を考えて見ればすぐ解る。そうすると期待効用は最早期待効用でなく純効用であるから、エドワーズの仮定は、例えばN$の効用は一$のN倍であるという事を仮定する事になり、従つてそれは、効用が金額に比例するとア・プリオリに見なすという大変な事になつてしまう。勿論エドワーズもこの事は認めるが、然しそれでもP＝1の場合には、必ずしもこの仮定は効用の金額に対する一次関係を仮定するものではないと主張する。勿論、それはそうである、と云つてそれはこの仮定が正しいとする根拠としては余りに薄弱である。又、一方之が誤つているという積極的な反証も与え得ない。というのはN枚の籤の全体の期待効用を一枚の籤の期待効用と比較する何等の方法もないからであり、又理論的に推論するにしても、主観確率の積がどの様な法則に従うかについては何も知られていないからである。だから結局、前の許容可能の規準に於て、矛盾を内包する可能性というものに照してみるより仕方がないが、そこでこの仮定には大きな疑問が生ずる。つまり今、主観確率の積が仮に客観的確率の法則に従うとして理論的計算を行うと、この仮定の下に測定された効用の値は、金額と効用の直線関係の方に実際よりも近寄りすぎるという偏りを含んでいるという結果が得られる。勿論主観確率の積の法則が求められる迄は、この結果は決定的な反証ではあり得ないが、然しエドワーズ自身も認めている様に彼の仮定に彼の直観以外に根拠がないとしたならば、この様に種々の矛盾の可能性を含んでいる仮定の下に測定された値は、到底現在の段階では効用と呼ぶ事は出来ないであろう。然し、兎に角、この方法で測定されたプラスX$マイナスX$の効用曲線は、五人の被験者中四人迄が実質的に直線であり、一人だけが可成曲つた曲線を与えた。そしてこの効用曲線と客観的確率を使つて後に行われた予言実験の結果を予測してみると有意ではないが誤予言数の方が正予言数より多かつた。それは兎に角、そこで一応効用が測れたとして、之を使つて主観確率を測定すると、正の期待金額の場合は主観確率は一般に客観的確率に比べて過大視され、大体その過大視は客観的確率が1/2の所が一番大きい。それに反し、負の期待金額の時は特定の過大視過少視傾向がない。予言実験の結果に、主観確率と効用の両方を使つたもの、主観確率と金額を使つたものは共に有意な予言の適中数を示した。

そこでエドワーズは次の様に結論する。期待金額が正の時と負の時で同じ客観的確率に対して異なつた主観確率が得られた以上、効用と主観確率の間には交互作用がある。つまり、主観確率は客観的な意味で一義的な確立事象に対して一義的に決まらず、更にそれに結びつけられた効用によつて変る。更に、客観的確率1/2に対応する主観確立が、期待金額の正の時1/2にならないから、主観確率の和は1にもならないし、一定にもならない。

然しこの二番目の結論には、論理の誤謬がある様に思われる。大体確率の和が1になるという時の確率というのは、すべてを尽した排反事象の組、つまりそのうちのどれか一つが、又一つだけが必ず起るという事象の組、に対するものを云うのであつて、エドワーズの測定に於ては、常に当るか当らないかという籤が用いられており、そして測定されているのはそのうち当る確率だけなのである。だから客観的には、当る確率も当らぬ確率も1/2であつても、効用と主観確率に交互作用がある限り、当る主観確率が1/2以上であつたとしても、当らぬ主観確率が1/2以下であるという事は充分あり得るわけである。従つて、主観確率の和が1にならないと云う彼の主張の根拠を、彼の実験は与えてはいない。

然し、それなら交互作用があるという仮説についてはどうであろうか。私には、どうも之は賭博の効用の影響の様に思われる。若し主観確率と客観確率の差が無視出来る程度であつても、負の期待金額の場合には賭博の効用が少く正の期待金額の時は多く、而も当る当らぬ半々の時が一番多いとすると、彼の結果がそのまま説明出来てしまう。

要約すると、賭博法によつて効用と主観確率の測定が行い得る為には、特に金銭授受の場合に於ては所有高に無関係な効用が考えられ、そして繰返しが行われるにも拘らず、人は一回毎に限定して期待効用を最大化すると云う仮定の根拠が明らかにされなければならない。客観的確率の函数であり得る所の賭博の効用が介入しない様なデザインが考えられなければならない。之に成功すれば賭博法の長所は、効用と主観確率の可成の厳密測定が出来る所にある。短所は同じ主観確率を繰返して使う為に、測定期間中主観確率が不変であるか、或いはふらつくにしても一定の平均値の廻りに可成早い周期でふらつくといつた仮定の必要な事で、つまり一種の確率的平衡状態の中でしか測定出来ないから、確率学習とかその他主観確率の系統的な、然し速かな変化を絶対に追跡出来ない点にある。

(三)　戸田のゲーム法

筆者の方法に於ては、今述べた賭博法の短所が丁度長所に当る。この方法は只一回の測定によつてその時の主観確率を捕えるから、確率的平衡状態を全く必要としない。それ故に主観確率の諸法則を追求するにはこの上ない武器であり得る。が、と云つて筆者の方法が賭博法より優れているというわけではない。それは又それ特有の仮定を持つていて、その仮定が近似の仮定である為、本質的に近似値しか与えないのである。その仮定というのは、直観確率の測定に於て効用を切り離す為に、ラムゼィの方法の批判に於てのべた所の被験者が測定の繰返しを知つていて、全体としての期待効用を最大化しようとする時は、後に続く繰返しの数が充分多い時は、一回一回ではあたかも効用が線型である様に振舞うという事を使うわけである。勿論この効用の線型化は近似である。その意味で測定値も亦近似値である。

この筆者の仮定は、賭博法の仮定と根本的に相反するものである事は明瞭である。にも拘らずこの両者は状況が違えば両立し得ないものではない。というのは賭博法で行われるのは金銭の授受であり、金銭の授受という行為は我々の日常行為であつて特に測定の終りが金銭授受行為の終りというわけではない。そして日常的行為の慣習系が、一回一回の選択に働いて特に全測定の終り、又その終りの時の総収入というものが、それ程特別の意味を持たないという事は有り得る事である。一方に於て筆者のゲーム法では、行うのは二人ずつのゲームであつて、一回毎に授受されるのは単なる数である。そして測定の終りがゲームの終りであり、そこでプレイヤーとしての被験者はどの程度相手より余計に点を取つたか少くとつたかによつて、どの程度相手をやつつけたか、或いはやつつけられたかという状態の効用を得るわけである。単なる数の授受には、慣習系は働きにくい。終局が明確であるから、被験者が全体として効用を最大化するという方略を立て易い。つまり、一回一回はより良い終局に到る手段であるという事が、可成はつきりしているのである。単なる数の授受の場合、効用の直線化が起るという事には幾らかの実験的根拠もある。

方法そのものは可成複雑で、多くのヴリエーションを持つているので、ここでは精述し難いので筆者の論文を参照されたい。(25)(27)(30)。只一言附加えておくと、筆者の方法では賭博の効用を除く事は容易であり、又大体に於て金を使う必要がない。金を使うと、今迄述べて来た金に伴う種々の厄介な問題が起きて来るし、ゲームに勝つという状態の効用は事実、大部分の学生の被験者にとつては、少額の金よりも却つて有効に作用する様に思われる。

結局、賭博法とゲーム法両者共現在の段階では、独立ではまだ充分完備した方法と云い難く、今後更に改良を続けてゆかなければならないが、現在の段階のままでも、幸いにこの両法が長短相反しているので、之を併用する事によつて行為選択論には可成の程度の事実的内容を与えてゆく事が出来る様に思われる。

文　献

1. Bernoulli, Daniel. Specimen theoriae novae de mensura sortis. *Commentarii Academiae Imperiales Petropolitanae*, 1738, 5, 175-192. (Trans. by L. Sommer in Econometrica, 1954, 22, 23-36.)
2. Coombs, C.H., & Beardslee, D.C. On decision-making under uncertainty. (In *Decision processes*. (22))
3. Davidson, D., Mckinsey, J.C.C., & Suppes, P. Outlines of a formal theory of value, I. *Phil. Sci.*, 1955, 22, 140-160; and personal communication with Davidson.
4. Edwards, W. Probability-preferences in gambling. *Amer. J. Psychol.*, 1953, 66, 349-364.
5. Edwards, W. Probabilty preferences among bets with differing expected values. *Amer. J. Psychol.*, 1954, 67, 56-67.
6. Edwards, W. The reliability of probalility preferences. *Amer. J. Psychol.*, 1954, 67, 68-95.
7. Edwards, W. Variance preferences in gambling. *Amer. J. Psychol.*, 1954, 67, 441-452.
8. Edwards, W. The theory of decision making. *Psychol. Bull.*, 1954, 51, 380-417.
9. Edwards, W. An attempt to predict gambling decisions. In *Mathematical models of human behavior—Proceedings of a symposium.* Stamford, Conneticut: Dunlap and Associates, 1955.
10. Edwards, W. The prediction of decisions among bets. *J. exp. Psychol.*, 1955, 50, 201-214.
11. Edwards, W. An empirically oriented model for decision making. *Laboratory note*, ASPRL-LN-SS (Unpublished draft.)
12. Friedeman, M., & Savage, L.J. The utility analysis of choices involving risk. *J. Polit. Econ.*, 1948, 56, 279-304.
13. Friedeman, M., & Savage, L.J. The expected-utility hypothesis and the measurability of utility. *J. Polit. Econ.*, 1952, 60, 463-474.
14. Griffith, R.M. Odds adjustments by American horse-race betters. *Amer. J. Psychol.*, 1949, 62, 290—294.
15. Markowitz, H. The utility of wealth. *J. polit. Econ.*, 1952, 151-158.
16. Mosteller, F., & Nogee, P. An experimental measurement of utility. *J. polit. Econ.*, 1951, 59, 371-403.
17. Newcomb, T.M. *Social psychology*. New York: The Dryden Press, 1950.
18. 小濱思男，正しい予報を与える情報源の比率の変化が人の判断に及ぼす影響について。北大文学部紀要，1953.
19. Pareto, V. *Manuel d'économie politique*. Paris: Giard, 1909, 1927.
20. Preston, M. G., & Baratta, P. An experimental study of the auction-value of an uncertain outcome. *Amer. J. Psychol.*, 1948, 61, 183-193.
21. Ramsey, F.P. Truth and probalility. In F.P. Ramsey, *The foundations of mathematics and other logical essays*. New York: Harcourt Brace, 1931.
22. Savage, L.J. *The foundation of statistics*. New York: Wiley, 1954.
23. Thrall, R.M., Coombs, C.H., & Davis, R.L. (Eds.) *Decision processes*. New York: Wiley, 1954.
24. 戸田正直，行動基礎論の数理的研究。心研，1951, 21, 38-48.
25. 戸田正直，ゲーム・メソッドによる直観確率の測定について。心研，1951, 22, 29-40.
26. 戸田正直，人間における情報の受信。電気通信学会誌，1955, 38, 7-9.
27. 戸田正直，大田英昭，ゲーム・メソッドとゲッシング・メソッドの相互関係の実験的検討——人の予測値列の測定法として——。心研，1955, 25, 265-269.
28. Toda, M. State-space approach to behavioristics: Intuitive probability and behavior decision function. (Unpublished manuscript.)
29. Toda, M. Information-receiving behavior of man. *Psychol. Rev.* 1956. (In press.)
30. Toda, M. Experimental games for the measurement of subjective probability. (In preparation.)
31. Von Neumann, J., & Morgenstern, O. *Theory of games and economic behovior*. (2nd. Ed.) Princeton: Princeton Univer. Press, 1947.
32. Walras, M.E.L. *Elements d'économie politique pure ou theorie de la richesse sociale*. 1874.