

時系列的データに対する人間の情報処理行動の特性

橋本文彦¹ 上田智巳² 北澤裕子³

1 大阪市立大学大学院経済学研究科 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138

2 大阪市立大学大学院経済学研究科 後期博士課程 理論経済学・経済史専攻

〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138

3 奈良女子大学文学部 〒630-8506 奈良市北魚屋西町

E-mail: 1 hashimo@econ.osaka-cu.ac.jp, 2 ueda@econ.osaka-cu.ac.jp, 3 zay.kitazawa@cc.nara-wu.ac.jp

あらまし 株価データを模した経済指標情報を用い、時間・精度をパラメタとして被験者がどの程度精確に情報を捕らえ、また予測を行うかを検討した。時間・精度ともに、より少ない情報量の場合でもより多くの情報量を与えられた場合に比べて成績は下がらなかった。むしろ、確信度や答えの実測分布において情報量が少ない場合の方が安定した結果を得ることができた。

キーワード 情報量・意思決定・時系列データ・処理資源

Information processing and decision making of human to the time series data

Fumihiko HASHIMOTO¹ Tomomi UEDA² and Yuko KITAZAWA³

1 Faculty of Economics, Osaka City University 3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka-shi, Osaka, 558-8585 Japan

2 Faculty of Economics, Osaka City University 3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka-shi, Osaka, 558-8585 Japan

3 Faculty of Letters, Nara Women's University Kitauoyanishi-machi, Nara-shi, Nara, 630-8506 Japan

E-mail: 1 hashimo@econ.osaka-cu.ac.jp, 2 ueda@econ.osaka-cu.ac.jp, 3 zay.kitazawa@cc.nara-wu.ac.jp

Abstract Using the economic index information, which imitated stock price data each differed in display interval or numerical accuracy, we examined how accurate subjects understand these data and appropriately forecast from them.

The subject's performance is not differ in different interval nor different accuracy.

Rather, well performance in less information, measured in confidence or response distribution.

Keyword Information, Decision Make, Time Series, Resource

1. イントロダクション

人間は外部から得た情報をもとに、過去の経験や知識その他を援用しながら、それらの情報を集約し、意思決定を行ない、何らかの行為をなす。

特に経済システムにおいて、外部から人間に与えられる情報は「より精確に」「より迅速に」を目指して構築されることが多かったが、人間自身の情報処理資源自体は有限であると考えられるため、現実場面において迅速・精確・安定に意思決定を行なうためには、人間の情報処理過程を念頭においた情報提示システムを構築することが必要であると考えられる。

本研究では、株価に模した経済指標情報を異なる時間間隔や異なる精度で与えられた場合に、人間はどのような判断をなすのか、を検討している。

また、これらの意思決定を必要とする多くの場合、私達は時間や利損などのさまざまな制約の中での意思

決定を迫られるが、このような環境による制約条件が意思決定へのプロセスにどのような影響を及ぼすのかを実験的に検討した。

2. 実験 1

2.1. 方法

2.1.1. 被験者および装置

被験者は 30 名で、すべて大阪市立大学経済学部の学部生であった。

装置として、コンピュータとディスプレイが用意された。

2.1.2. 用いられた時系列的データと実験変数

被験者に提示された時系列的データ（以下、“提示データ”とする）は、4 桁のアラビア数字であった。この数字は株価を表しているものとされた。提示デー

タは、30秒間にわたって次々と更新された。提示データはディスプレイの中央に提示された。

実験変数として、提示データの変動パターン、時間分解能、深度（精度）が操作された。変動パターンは4パターン用意された。時間分解能と深度については、2水準が設定された。よって、合計16（ $4 \times 2 \times 2$ ）の条件が用意された。

株価の提示は、Visual Basicにより制御された。

変動パターン この実験では、提示データ（株価）の変動は、本質的な変動にノイズが加わったものと考えられた。すなわち、本質的な変動に従う値を p 、ノイズを N とすると、株価は $p + N$ と表現されるものと想定された。よって、本実験では、 p の変動パターンの操作をもって、提示データの変動パターンの操作とした。

p の変動パターンは4種類用意された。それぞれ AA、AC、CA、CC とする。いずれの変動パターンにおいても、最初に提示される数値は2000であった。

AAは、30秒間 p が上昇し続けるパターンであった。上昇率は一定で、1秒当たり20であった。よって、最終的な（すなわち、30秒経過した時点での） p の値は2600となった。

ACは、30秒間のうち、前半の15秒間は p が上昇し、後半の15秒間は p が一定となるパターンであった。前半15秒間における p の上昇率は一定であり、1秒当たり40であった。よって、最終的な p の値は2600となった。

CAは、前半の15秒間の p は一定であり、後半の15秒間は p が上昇に転じるパターンであった。後半15秒間における p の上昇率は一定であり、1秒当たり40であった。よって、最終的な p の値は2600であった。

CCは30秒間 p が一定のまま推移するパターンであった。すなわち、 p は、30秒の間、2000のままであった。

ノイズは正規乱数（平均0、標準偏差100）であった。

時間分解能 被験者に提示された株価が更新されるタイミング（すなわち、ある数字が提示されてから次の数字が提示されるまでの時間）が操作された。0.5秒と2秒の2水準が設定された（以下では、それぞれ T0.5、T2.0 と表記される）。

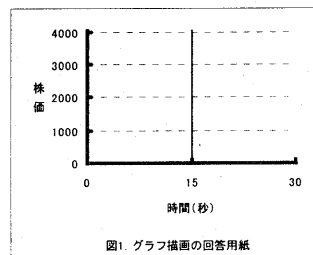
深度 提示データを構成する個々の数値を切り捨てるか否かの2条件が設定された（以下、切り捨てなし条件は NR、切り捨てあり条件は R と表記される）。R では、数値は10の位で切り捨てられた。よって、R では、1の位と10の位は常に0であった。

2.1.3. 課題と手続き

被験者は、提示データを観察し、その提示が終了した後に提示データの変動をグラフに描くように指示さ

れた。また、被験者は、描いたグラフについての確信度（自信度）を評定するように求められた。

グラフ描画 グラフは2本の直線を用いて描くこととされた。すなわち、被験者に求められたのは、提示データの前半（提示開始から15秒まで）における変動にもっともよく当てはまると思われる直線を1本描き、後半（15秒から提示終了まで）における変動にもっともよく当てはまると思われる直線を1本描くことであった。ただし、ディスプレイには、提示データの中間時点（前半と後半の区切りとなる時点）を知らせるものは表示されなかった。また、時計を見ることも禁止された。被験者には、それぞれの直線の両端を“×”で明示することが求められた。直線はフリーハンドで描いてもよいとされた。被験者は、あまり深く考え過ぎずに思ったままに描くように教示された。時間制限は設けられなかった。図1はグラフ描画用の回答用紙を示す。



確信度の評定 グラフを描き終わった後、被験者には、描いたグラフが提示データの変動によく当てはまっているか否かについての確信度（自信の程度）を評定することが、要求された。2本の直線のそれぞれについて評定するように求められた。評定は、「1：自信がある」～「5：自信がない」までの5段階からいずれかを選択することによってなされた。被験者は、あまり深く考え過ぎず、思ったままに評定するように教示された。時間制限は設けられなかった。

2.1.4. 実験デザイン等

提示データの観察、グラフ描画、確信度の評定をもって1試行とした。16条件のそれぞれについて1試行ずつが行われた。試行順序はランダムとした。ただし、連続する2試行の変動パターンが同じものにならないようにした。

ノイズの乱数は試行ごとに生成されたので、条件が同じでも、被験者ごとに提示データは異なっていた。

実験には、教示等を含めて、約1時間を要した。

実験終了後、被験者は報酬として1000円を受け取った。

2.2. 結果

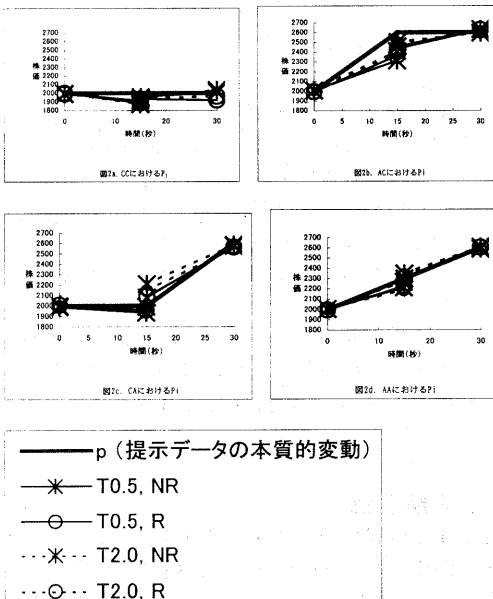
グラフ描画については、“×”が示す値を読み取り、その値を分析対象とした。それぞれの試行において、“×”は4個ずつ記されたが、それぞれの示す値を、グラフ上で左に位置するものから順に P_1, P_2, P_3, P_4 とした。すなわち、前半の変動を表した直線の左端と右端の“×”が示す値をそれぞれ P_1, P_2 とし、後半の変動を示す直線の左端と右端の“×”が示す値をそれぞれ P_3, P_4 とした。

P_i ($i=1,2,3,4$)の読み取りは、2000の水準からの距離を定規で測定することによってなされた。測定の精度は1mmであった。すなわち、1mm未満は四捨五入された。四捨五入は目分量によった。グラフ上での1mmは62.5に換算された。

以下で報告されるいずれの統計的検定においても、有意水準は5%に設定された。

2.2.1. グラフ描画

16条件のそれぞれについて、 P_i の全被験者にわたる平均値が算出された。図2a, 2b, 2c, 2dは、変動パターンごとに、SOA×切り捨ての4条件のそれぞれについての、各 P_i の平均値を示している。また、同時に p (提示データの本質の変動が反映された値)も示している。



P_i に対応する時点での p を p_i とする。図2a~図2dより、 P_i と p_i とのずれ(差)は、いずれの変動パターンにおいても、 P_1 と P_4 にかんしては小さく、 P_2 と P_3 にかんしては比較的大きかったといえる。

被験者ごとに、条件別に、 P_i と p_i との差の絶対値(D_i)

が算出され、さらに D_i はすべての i について合計された。この合計値を D とする。 D について、時間分解能×深度×変動パタンの3要因分散分析が行われた。その結果、有意であったのは、時間分解能と深度の交互作用($F(1,29)=8.01, p<.05$)、時間分解能と変動パタンの交互作用($F(3,87)=7.44, p<.05$)、深度と変動パタンの交互作用($F(3,87)=3.15, p<.05$)、深度の主効果($F(1,29)=4.28, p<.05$)、変動パタンの主効果($F(3,87)=6.75, p<.05$)であった。

時間分解能と深度の交互作用の様相は以下のとおり。この交互作用について下位検定を行った結果、深度NRにおける時間分解能の単純主効果、時間分解能T0.5における深度の単純主効果が有意であった(それぞれ $F(1,58)=5.84, p<.05$; $F(1,58)=10.94, p<.05$)。すなわち、T0.5・NR条件における D は、T0.5・R条件およびT2.0・NR条件よりも、有意に大きかった。

また時間分解能と変動パタンの交互作用について下位検定を行った結果、変動パターンACおよびCAのそれぞれにおける時間分解能の単純主効果が有意であった(それぞれ $F(1,116)=12.74, p<.05$; $F(1,116)=6.86, p<.05$)。すなわち、ACについてはT2.0よりもT0.5での D が有意に大きく、CAについてはT0.5よりもT2.0での D が有意に大きかった。また、時間分解能T0.5およびT2.0のそれぞれにおける変動パタンの単純主効果が有意であった(それぞれ $F(3,174)=9.49, p<.05$; $F(3,174)=4.40, p<.05$)。多重比較の結果、T0.5のとき、ACにおける D は他の変動パターンよりも有意に大きかった。また、T2.0のとき、AAよりもCAにおける D が有意に大きかった。

深度と変動パタンの交互作用について下位検定を行った結果、変動パターンCCにおける深度の単純主効果が有意であった($F(1,116)=12.76, p<.05$)。すなわち、CCでは、RよりNRにおける D が有意に大きかった。また、深度NRおよびRのそれぞれにおける変動パタンの単純主効果が有意であった($F(3,174)=4.66, p<.05$; $F(3,174)=6.06, p<.05$)。多重比較の結果、深度NRでは、AAよりもACおよびCCにおける D が有意に大きかった。また、深度Rでは、AAおよびCCよりもACにおける D が有意に大きかった。

2.2.2. 確信度

被験者ごとに、条件別に、前半と後半の確信度評定値の平均値が算出された。さらに、これを条件ごとに全被験者について平均した値が計算された。時間分解能にかんしては、T0.5とT2.0とで確信度に大きな差はなかった。また、深度にかんしては、NRとRとで確信度に大きな差はなかったが、NRよりもRにおいて確信度が低いという傾向があった。

条件別に、前半と後半の確信度評定値を平均したものに對して、時間分解能×深度×変動パタンの3要因分散分析が行われた。その結果、2次の交互作用は有意ではなかった。1次の交互作用および主効果についても、有意であるものはなかった。

2.3. 考察

描画データにおけるDは被験者の反応と提示データの本質的な変動とがどの程度一致していたかについての指標と看做される。すなわち、Dが小さいほど、被験者は提示データの本質的な変動をより上手く捉えていたといえる。

T0.5・NR条件と比較して、T2.0・NR条件やT0.5・R条件のDが小さかったという結果は、時間分解能や深度を低減させると、人間は時系列的データの変動を把握しやすくなることがある、ということを示す。

時間分解能がT2.0の場合、深度がNRとRとでDの大きさに差はなかった。また、深度がRの場合、時間分解能がT0.5とT2.0とでDの大きさに差はなかった。これらの結果は、異なる時間分解能や異なる深度を持つ時系列的データに対して、人間は同様の反応を示しうるということを示唆する。これは先行研究[1]の見解と一致する。

以上より、人間が、時系列的データに基づいて何らかの反応や判断をするとき、データの時間分解能や深度が高いほど反応や判断の質が向上するとは限らないことが示された。むしろ、時間分解能や深度の適度な低減が、よりよいパフォーマンスを導くことがあると考えられる。

本実験では、変動パターンによって、Dの大きさが異なっていた。AAは、いずれの時間分解能×深度条件においても、もっともずれが小さいパターンであったといえる。このことは、被験者にとって、AAは変動の様相をつかみ易いパターンであったことを示唆する。この理由の一つには、AAでは変動傾向の変化がなかったということがあるのではないかと考えられる。この考えは、AAでは、前半と後半とで変動傾向が異なったACやCAよりも、Dが小さかったことにより支持される。また、 P_1 と p_1 とのずれは、 P_2 や P_3 に比べてより大きかったのであるが、これがACおよびCAにおいて顕著であったことも支持材料として挙げられる。すなわち、ACおよびCAにおいて、 P_2 や P_3 の時点は変動傾向が切り替わる時点であり、その切り替わりを被験者はうまく捉えられていなかったと考えられる。

しかしながら、AAと同様に変動傾向の変化がなかったCCでは、ACやCAと比較してDが小さかったとはいえない。これは、人間にとって、(上昇傾向でも下

降傾向でもないという意味で)変動のないパターンを正しく(変動なしと)認知することが困難であるからではないかと考えられる。これは、変動のない部分を含むACおよびCAにおいて、AAよりも大きなDが示されたこととも矛盾しない。本実験と同様の提示データが用いられた先行研究[1]においても、上昇傾向でも下降傾向でもないパターンは、そのようなパターンとして(変動なしと)捉えることが難しいということが示唆されている。また、CCにおける数値の変動はすべてノイズによる変動であるが、人間はランダムな事象のなかにも何らかの傾向を見出しがちであるということが指摘されている。

確信度についての実験結果は、時間分解能や深度が異なっても、同程度の確信度が得られうること示唆する。すなわち、時系列的データに対する人間の情報処理において、その処理結果の正しさに対する自己評価はデータの時間分解能や深度によって影響されるとは限らないと考えられる。また、上述のように、本実験においては、データの時間分解能や深度は人間の判断や反応に影響を与えたと考えられることから、人間の判断・反応の正しさや質の高さにかんする客観的評価と主観的評価は必ずしも一致しないということが示唆される。

3. 実験2～実験4

3.1. 方法

3.1.1. 被験者および装置

国立大学学部学生および公立大学経済学部の学生41名(男性23名、女性18名)が実験に参加した。このうち33名は集団、8名は個別に実験に参加した。全員株式投資の経験はないことが報告された。分析の結果、学部・実験状況による差は見られなかった。

パーソナルコンピュータで刺激提示の統制を行った。予測判断の際には、キーボードを使用した。実験プログラムは、Visual Basicで作成されたものを使用した。

3.1.2. 実験計画

提示する情報について次の条件を設定した。それは、単位時間におけるグラフ上の情報量(細かさ)(以下「情報量」、過去の株価呈示期間(以下「過去データ」、予測すべき点(以下「予測位置」)であった。情報量3(被験者間)×過去データ2(被験者内)×予測位置4(被験者内)の、3要因計画であった。
刺激(提示する情報)
RWでつくられた点によって継時的に提示される

時系列グラフで、株価チャートを想定し、ひと月（30日）分のものとした。

時系列は実際の株価チャートでみられるパターンにならない、上昇、下降、水平、谷、山傾向をもつ時系列各2つずつ計10種類を設定し、1人の被験者あたり3種類の時系列になるようカウンターバランスを行った。また、実際の株価取引における株価の提示のされ方に従い、点ごとのインターバルは500msと定めた。本実験での条件は次のとおりである。

(1) 情報量：3条件

全ての情報を提示、つまり1日目から30日目までの計30個を提示する条件（以下「情報量大」）、株価データを1日おきに提示する、つまり計15個を提示する条件（以下「情報量中」）、株価データを2日おきに提示する、つまり計10個を提示する条件（以下「情報量小」）の3条件を設けた。

(2) 過去データ：2条件

株価のデータを30日分（1日目から30日目までの範囲）提示する条件と、15日分（16日目から30日目までの範囲）を提示する条件であった。

(3) 予測位置：4条件

31日目、35日目、45日目、55日目の4条件を設けた。

手続き

実験の課題は、決められた時点での株価を予測することであった。

30日分、あるいは15日分の株価の変動がコンピュータ画面上に点として次々に呈示される。点が30日目まで呈示されると、予測すべき時点が垂直に点線で表示される。その際、同時に予測判断の基準となる太い実線がでる。

これは、正解の点（RWが予測すべき時点まで進んだ場合の株価の位置）を中心とした正規分布（平均0、偏差70）の範囲で上下に動き、実線の長さも正規分布に従い変化するようにした。

被験者には、株価の変動が決められた時点まで進んだと想定した場合に、株価がこの実線の「範囲内に入る」と判断すれば、テンキーの「4」を、「その範囲より上」なら「7」を、「その範囲より下」なら「1」を押すように求めた。

判断する時間は、予測すべき時点が提示されてから実験2および実験4においては3秒以内とした。これは予備実験において十分余裕を持って判断できる時間であることが確認されている。また実験3においては1.8秒以内とした。これは、時間的に制

約が課された場面での意思決定の状況を見るためである。また、実験4においては、正答に対して+10点、誤答に対して-50点が計算され、初期保持得点2000点（これは、実験2と同様の正答率が維持された場合に多くの被験者が0点を下回らない程度の値である）に加減算された。

被験者が判断を行なった後、その判断に対して、実際の株価の範囲（これは、RWをそのまま55日目まで続けた場合の値である）が一致していたか否かが画面右端に、○か×で表示された。なお、実験2および3においては、被験者には、○か×はあくまで参考であり、あまり気にしないように教示した。また実験4においては、できるだけ高い得点をとることを要請し、最大得点者には1000円相当の商品が贈与されることが教示された。試行は、実験2および4では練習試行5回、1.8秒条件の実験3では練習試行10回の後に、本試行240回、そのうち半分の120回が終わったところで休憩を入れた。所要時間は情報量の条件によって異なったが、約30分から45分であった。

コンピュータ・シミュレーションによる実験の終了後、株価投資経験の有無、判断時間に対する評価、実験の感想などを所定の用紙に記入してもらった。

3.1.3. 結果

反応時間と正答率

欠損値のある被験者を除外した30名のデータを分析対象とした。

図3は、過去データ、情報量それぞれに着目した際の平均反応時間を、図4はそれらの平均正答率を示している。

図3から、約1～2秒間を判断に費やしており、予測位置が遠くなるにつれて増加する傾向にあることが分かる。しかし、その増加の仕方は直線的ではなく、31日目から35日目にかけては比較的急な、そして後半はゆるやかな曲線を描いている。反応時間において、情報量3（被験者間）×過去データ2（被験者内）×予測位置4（被験者内）の3要因の分散分析を行なった結果、過去データ（ $F(1,27)=4.540, p<.05$ ）、予測位置（ $F(3,25)=20.000, p<.05$ ）のそれぞれの主効果が有意であった。

次に図4を見ると、予測位置が遠くなるにつれて正答率は低下していることが分かる。だが、その低下の仕方は反応時間と同様、直線的なものではなく、31日目から35日目にかけては比較的急に低下し、後半はゆるやかに低下している。また、底打ち傾向が見られ、正答率約70%で落ち着いている（チャンスレベルは約33%）。得られた正答率を逆正弦変換値に直し、3要因の分散分析を行なった。その結果、予測位

置の主効果のみ有意であった ($F(3,25)=77.407, p<.05$). 反応時間の傾きが予測位置が遠くなるとゆるやかになることと、正答率の底打ち減少から、RWをそのまま目(あるいは頭の中で)追いかけるのではなく、何らかの形式化を行った上で、一気に予測を行っている可能性が示唆される。

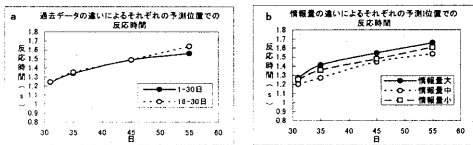


図3 過去データ別、情報量別に見た際の反応時間

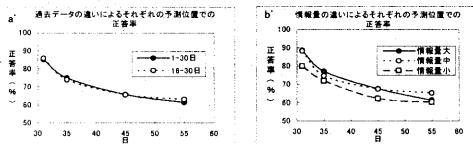


図4 過去データ別、情報量別に見た際の正答率

3.2. 考察

情報量別にみると、表 1, 2, 3 から、制約に関わらず情報量が小さいほどより RW に近いこと、また、ベイズとの差分比較において、得られた実測分布は情報量が小さいほど分布の広がり小さいことから、判断は的確にある一定の個所に集中していると考えられる。よって、情報量が少ないほうがむしろ、本研究でいう「最適」な意思決定を導いていると考えられる。この結果は、BRN の適応的合理性として指摘される(南,1997)、認知的経済性(佐伯,1986)の利点から説明できるだろう。つまり、人の処理資源には限界があり、情報量が少ないと比較的小さい処理資源ですむためと解釈できるのではないだろうか。

表1 実験1において、得られた分布の平均からそれぞれの方法の平均までの平均距離

情報量	31日			35日			45日			55日		
	RW	回帰	ベイズ	RW	回帰	ベイズ	RW	回帰	ベイズ	RW	回帰	ベイズ
大	24.671	23.275	40.594	37.987	55.971	49.800	39.938	44.939	39.562	57.347	80.077	40.021
中	37.304	42.886	48.268	36.078	37.652	46.665	31.872	51.606	51.403	41.455	71.403	65.180
小	33.021	43.935	81.952	25.680	30.751	70.223	25.896	56.495	66.191	42.270	94.907	63.684
総合	28.775	38.078	61.250	27.613	35.089	53.459	27.592	58.522	54.064	28.361	83.081	53.725

表2 時間的制約条件で得られた分布の平均からそれぞれの方法の平均までの平均距離

情報量	31日			35日			45日			55日		
	RW	回帰	ベイズ	RW	回帰	ベイズ	RW	回帰	ベイズ	RW	回帰	ベイズ
大	25.727	26.824	20.626	40.330	38.557	53.108	61.970	75.378	34.006	44.768	76.730	24.653
中	31.330	32.645	32.599	33.354	36.176	42.321	36.471	60.877	37.043	38.083	74.276	57.151
小	24.412	25.452	64.635	29.264	49.684	63.752	36.376	64.597	41.507	32.968	84.844	49.096
総合	24.570	22.152	37.209	28.208	37.269	47.148	49.327	69.214	32.507	32.007	64.338	52.535

表3 利得条件で得られた分布の平均からそれぞれの方法の平均までの平均距離

情報量	31日			35日			45日			55日		
	RW	回帰	ベイズ	RW	回帰	ベイズ	RW	回帰	ベイズ	RW	回帰	ベイズ
大	13.066	24.675	31.965	45.880	42.977	39.280	41.257	54.923	39.043	43.185	71.437	38.455
中	38.052	44.011	32.962	49.700	62.336	45.423	24.766	52.322	46.898	31.756	62.667	42.919
小	36.532	43.366	55.700	28.391	41.981	67.809	30.662	63.085	40.137	32.318	78.837	47.167
総合	43.660	44.657	34.147	37.206	44.776	30.993	31.774	50.022	42.974	32.077	63.220	52.775

以上より、実験 2~4 では、時系列データの処理過程は、RW を延長させていったものに近いこと、そし

てその処理過程の途中ステージは、Massaro & Friedman (1990) の情報統合処理モデルのような一定方向のものではなく、環境からの制約によって変化しうるとともに、処理資源によっても変化する、外的な制約と内的な制約の両方に関係していることが示された。

4 総合考察

実験 1~4 を通じて、被験者に提示する情報の頻度や精度を変化させた場合でも、被験者はほぼ同様の正答率を得ることが示された。特に、確信度評定や反応の実測分布の測定からは、むしろ情報量が小さい場合の方が安定的に意思決定を行っていることが観察された。

また時間の制約や正誤による利得・損害条件が組み入れられた場合にも、これらに柔軟に対応して、処理過程を変化させている様子を確認することができた。

今後、それではどの程度情報量を提示することが人間に最適なパフォーマンスを促すのかについて、より詳細な実験を行っていく必要があると思われる。

文献

- [1] 橋本文彦, 上田智巳, 北澤裕子, “人間の情報処理能力に基づく効率的な情報提示システム,” 計測自動制御学会第 26 回システム工学部会研究会, pp.39-42, Nov. 2002.
- [2] 佐伯 胖 1986 認知科学の方法 東京大学出版会
- [3] 南 学 1997 判断者のとる役割が確率判断に与える影響 心理学研究, 68,79-87.
- 佐伯 胖 1986 認知科学の方法 東京大学出版会
- [4] T. Gilovich, R. Vallone, and A. Tversky, “The hot hand in basketball: On the misperception of random sequences,” *Cognitive Psychology*, vol.17, pp.295-314, 1985.
- [5] Kahneman, D. & Tversky, A. 1972 Subjective Probability: Judgement of Representativeness. *Cognitive Psychology*, 3,430-454.
- [6] Kahneman, D. & Tversky, A. On The Psychology of Prediction. 1973 *Psychological Review*, 80,237-251.
- [7] Kahneman, D., & Tversky, A. 1979 Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk. *Econometrica*, 47,263-291.
- [8] Massaro, D.W., & Friedman. 1990 Models of Integration Given Multiple Source of Information. *Psychological Review*, 97,225-252.