

人は、過去の株価時系列にどのような未来を投影するのか？

What image of future people find from past time series of stock price?

橋本 文彦¹

Fumihiko HASHIMOTO¹

¹ 大阪市立大学大学院 経済学研究科

¹Graduate School of Economics, Osaka City University

Abstract: The purpose of this study is not predict a future stock price based on the past time series data, but is to clarify that how human predict a future stock price, when they see the past time series data.

Our experiments use computer program that shows time series data on discrete graph to subjects. It is considered that these time series data (1 – 15 day or 1 – 30 day) are the past stock price. Subjects are required to predict future price of this stock at certain future time (31st, 35th, 45th, 55th day).

The result of this experiment is that human adopt two ways of prediction. The first way is strong depend on nearest past data, man use this way to predict very near future. The second way is almost linear regression using all given data. However this is not just linear regression, but their prediction is approached to average of the past data.

1. 本研究の目的

本研究は、過去の株価の時系列をもとに、将来の株価がどのようになるのか、を予測することを目的としているのではない。そうではなくて、過去の株価の時系列を提示されたときに、「人間は、その株価が今後どのようになっていくと予測するのか」ということを明らかにすることを目的としている。

すなわち、本研究は、以下に述べる「テクニカル分析」を行おうとするものではなく、予測が不可能かもしれない、ランダムかもしれない時系列に対して、人間がそこにどのような規則性を見出し、あるいは見出せず、予測しようとするのか、を調べようとするものである。

なんとなれば、テクニカル分析そのものが客観的な根拠を持つにせよ持たないにせよ、人間がある意思決定をした上で、その株を購入したり売却したりすることは、株価に大きな影響を与えるからである。

2. 株価時系列の特徴

過去の株価や現在の情報をもとに、株価が将来どのように変動するかについて、予測する方法には大きく分けて二つのものが存在する。

第一は、ファンダメンタル分析である。この分析方法は、企業の開発能力、その他企業の本来の基礎

的な力と現在の株価とを考慮に入れて将来の株価の推移を分析・予測しようとするものである。この分析は本来の株価の意味を確かにとらえており、本来的な手法であると思われるが、予測のためにどのような情報(企業の力を測る尺度など)が必要で、どのような情報は必要でないのか、またそれらの情報がどの程度株価の変化に影響をもたらすのか、について未だ確立した予測手法はないと考えられる。

他方、テクニカル分析と呼ばれるものは、上述のような情報を利用することなく、過去の株価の時系列のみを参考にして、今後の株価の変動を予測しようとするものである。たとえば、上昇⇒足踏み⇒上昇という過去の時系列が観察されていたら、次は下降する、などといった予測手法である。

テクニカル分析については、従来よりさまざまな予測手法が提唱されており、現実には多くの投資家がそれを利用していると思われるが、テクニカル分析の手法が成立するためには、過去のグラフに表れている情報の中に、未だ現れていないが将来に通じるための何らかの法則や情報が含まれていなくてはならない。

ところが一方で、「効率的市場仮説」によれば、現在の(最新の)株価は、市場のすべての情報をすでに反映しており、現在の価格にない情報や法則はない、ということになる。

もしも効率的市場仮説が正しいならば、すべての

テクニカル分析は意味を持たない、ということになる。

しかしながら、すでに「目的」で触れたように、人間はこのようなテクニカル分析の客観的・科学的な可否とは別に、与えられた過去の時系列をもとに、将来の株価を「予測」しようとする。たとえ、その予測が客観的な意味づけを全く持たないものであったとしても、人間がその予測をもとに意思決定し、株を購入・売却することで、株価は大きな影響を受けることになる。

つまり、「テクニカル分析」だけを取り出して議論しても、現実の株価の推移を説明することはできないのである。

本研究では、テクニカル分析そのものの意味を問うたり、テクニカル分析での予測手法を精緻化しようとするのではなく、過去の時系列チャートが与えられた際に、人はそこから何を読み取り、どのような未来を投影するのか、について調べようとするものである。

3. 人間の情報処理と意思決定

人間は環境からさまざまな情報を受け取り、処理し、行動に移す。特定の個人に対して同時に与えられる情報は、一つだけではなく、多くの場合複数である。この複数の情報には、情報の「真の」部分だけでなく、一般に「ノイズ」を含んだものとなっており、人間はその中から、「真の」情報部分を抜き出して、意思決定を行い、適切な行動をとる必要がある。

複数の情報を同時に扱う問題へのアプローチとしては、Massaroら（1990）の情報統合処理モデルが上げられる。そこでは、Evaluation（複数の情報をそれぞれ数値化）⇒Integration（数値化された情報を一つの統合値にまとめる）⇒Decision（統合値から決定に至る）というプロセスが提案されている。彼らの研究ではG-Q課題と呼ばれるパタン認知問題を題材として、Fuzzy-Logical Model of Perception (FLMP)が提唱された。

私たちが、株価等の時系列データを扱う際にも、この「複数情報」の処理が問題となる。なぜならこれらの経済時系列データを扱う際に、私たちはまさに、過去のデータをにらみながら、また同時に刻一刻とあらたな情報が積み上げられていく中で、ノイズに惑わされることなく、その大量のデータの中から「真の」情報を取り出すという処理をしなくてはならないからである。

Massaroら（1990）の先行研究を参考にすれば¹、このような経済時系列情報についても、私たち人間の情報処理モデルとして、以下のようなものが考えられる。

1. ベイジアンおよびその改良モデル
2. 回帰直線型モデルおよびそれに類するモデル
3. 単純延長モデル
4. 最終データ依存モデル

1. は、過去のデータが情報として与えられたあと、被験者が次の情報の値を確率分布的に予測し、その後与えられた新たなデータによって、次のデータに対する確率分布を逐次更新しながら予測していくというものである。
2. は、データの逐次更新は行わず、与えられたデータをすべて一括して(直線回帰のように)処理することで、どのような大量のデータでも短時間で処理することができる。
3. は、本研究の場合、与えられたグラフと同様にランダムウォークを予測すべき未来時点まで頭の中で行い、その結果を予測値とするものである。これには、予測すべき時点が遠くなるほど長い時間を要することになる。
4. は、過去のデータにはほとんど依存せず、もっぱら与えられたデータの最後のもの（または最後から数番目まで）のみに着目して、その位置（またはその傾向）に従って将来を予測しようとするものである。

本研究では、時系列情報を用いた未来予測を行う際の人間の情報処理が上記のどのようなモデルに従うのかも検討対象となる。

4. 実験的アプローチ

3. 1 先行研究

3. 1. 1 用いられたパラメタ

先行研究²においては、以下のようなパラメタが用いられた。

¹ Massaroらは、主としてベイジアンモデルとFLMPモデルとの比較を行っている。そのほかにもさまざまな研究がベイジアンとその他のモデルの比較を行っている。

² 橋本・上田・北澤（2003）、橋本・北澤（2003）など

1. 実験場面

- (1) 予測のための時間制約の有無
1.8秒・無制約 の2条件
- (2) 結果に対する報償の有無
0円・一定金額(1000円)・正答率依存(0-5000円) の3条件

2. 時系列データの特徴

- (1) 提示される過去データの期間
15日・30日 の2条件
- (2) 提示されるデータの情報量
毎日のデータ提示・一日おきのデータ提示・二日おきのデータ提示 の3条件
- (3) 提示されるデータのパターン
上昇・水平・下降 の3条件³

3. 予測

- (1) 予測すべき時点
31日目・35日目・45日目・55日目 の4条件

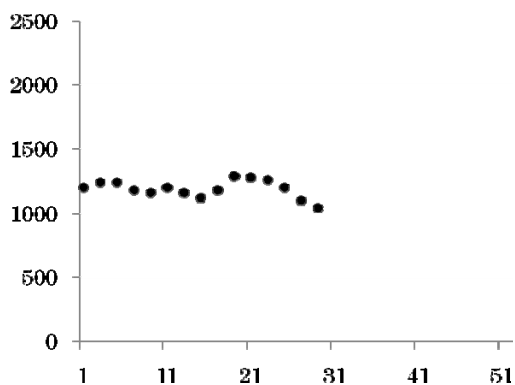


図1. 提示された過去データグラフの例

3. 1. 2 共通する手続き

被験者は、株取引経験のない大学生。人数は実験によって異なるが、15名~41名。

Visual Basic で作成されたプログラムを用いて、ランダムウォークによって生成した離散グラフを画面上に提示。被験者には、「これはある株価の推移を示したグラフである」と教示。

グラフは500msecごとに1ドットずつ時系列順に提示された。呈示期間が15日の場合や、データの密度が2日おきの場合も、各ドットの提示感覚は500msecであった。

グラフの全体が描画された後、画面上の予測すべ

³ この3条件のサブセットとして、水平4パターン、上昇3パターン、下降3パターンを用意した。

き時点に縦の点線が現れ、さらにその一部に太い実線が提示される。被験者は、その時点での株価が実線部分に含まれると考えた場合は、キーボードテンキーの「4」を、実線よりも上と考えた場合は「7」のキーを、実線よりも下と考えた場合は「1」のキーを押すように要請された。

株価に模したデータが実際に被験者の判断した領域に入った場合は「正解」⁴、入らなかった場合は「不正解」とされた。

実験計画はデータの密度(3群)、時間制約条件(2群)、利得条件(3群)を被験者間とし、呈示データの期間(2群)・データのパターン(3群)・予測時点(4群)を被験者内の要因として、各被験者240試行を行った。

所要時間は情報量によって異なったが、約30分から45分であった。

3. 1. 3 結果の概要⁵

各実験で若干の差はみられるが、全体を通じて次のようなことが確認された。

- 1. 予測すべき未来の時点が、遠くなるほど反応時間は長くなるが、比例的な関係ではなく、遠い未来になるほど、徐々に水平(反応時間一定)に近づく。

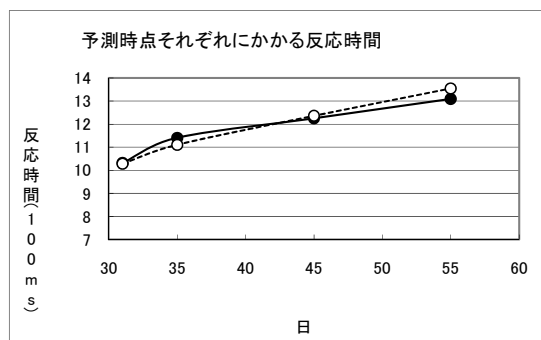


図2. 予測時点の距離による反応時間

- 2. 予測すべき未来の時点が、遠くなるほど正答率は低くなるが、比例的な関係ではなく、遠い未来になるほど、徐々に水平(正答率一定)に近づく。

⁴ もちろん、もともとランダムウォークによって生成されたグラフなので、そもそも「正解」を予測することはできない。

⁵ ここで示した結果は、橋本・上田・北澤(2003)の後に行われた実験結果も追加したものである。

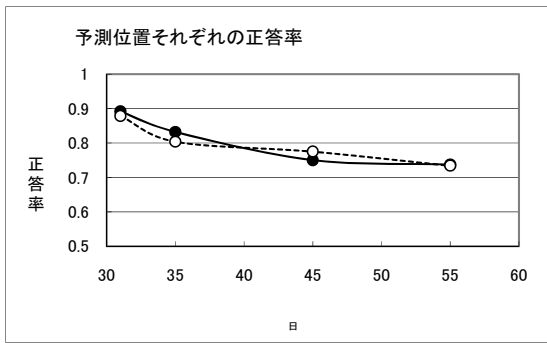


図3. 予測時点の距離による正答率

3. 情報量の大きさ（提示されるデータの細かさ）は大きいほど反応時間も長い傾向が見られるが、強い特徴ではない。

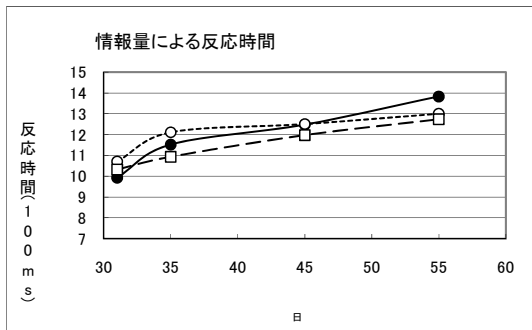


図4. 情報量の大きさによる反応時間

4. 情報量は大きいほど正答率が上がるわけではない。

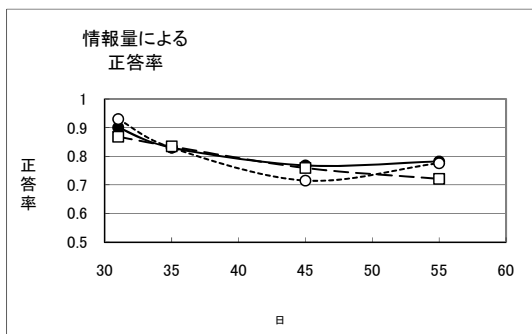


図5. 情報量の大きさによる正答率

上記の結果が意味するところは、

1. 被験者がもしもデータの系列をそのまま延長して予測をしているのであれば、反応時間は予測すべき未来位置に比例して増大するはずであり、逆にすべてのデータを一括処理しているのであれば、未来時点までの速さにかかわらず反応時間は一定であるはずである。結果はそのいずれでもなく、近い未来について

は、グラフを徐々に延長しており、遠くなると全体のデータを一括処理していると思われる。

2. 正答率が底打ちになっていることは、上記の一括処理の手法が、大きく外れていないことを示している。
3. 実験によって若干の違いはあるが、情報量が大きいほど反応時間は少し長くなる。これは、被験者がそれらのデータを無視せずに利用していることを示していると思われる。
4. 情報量が多くなっても正答率が上がるわけではない、という点は、一連の研究以外のさまざまな先行研究で報告されている⁶。これは人間の情報処理能力の限界にうまく合わせて提示された情報量でもっともパフォーマンスが高くなることを示している。

これらの結果の全体から、被験者は与えられた時系列データから近い未来については、時系列をランダムウォークで補外して予測を行い、遠い未来になると、直線回帰または、最終データの単純延長を行っているようであると考えられた。

3. 2 タッチパネル実験

3. 2. 1 目的

先行研究の実験で、問題と考えられた、次の三点を改良した上で、新たな実験を行い、これまでの結果と比較することが新たな実験のもくてきである。第一は、先行研究では、被験者にあらかじめ範囲を示したうえで、過去の時系列が延長された場合にその範囲に入るか否か、が問われていた、という点である。

このために、ある種の「ヒント」が被験者に与えられた形になり、被験者がみずからの予測をどのように行うのか、について正しく測定しているかどうか若干の疑問があった。

そこで、本研究では、株価に模した時系列グラフが提示される場所までは同一で、その後の被験者の反応をタッチパネルによって直接取得することで、被験者の自由な予測を調べることを目的とした。

また、第二に、用いられた時系列がランダムウォークによって生成されたもので、この特徴が真に株価を模したのものとしてよいかどうか、議論のあると

⁶ 橋本・上田(2002)など

ころであった。そこで、現実の株価⁷から上昇・下降など先行研究で用いられたものと同様の特徴をもった時系列グラフを切り出し、呈示グラフのデータとした。

第三に、呈示されるデータの情報量が小さい場合に、先行研究では、各ドットごとに 500msec の間隔を取っていたために、最終データまでの経過時間が、情報量によって異なる（情報量大の場合は情報量が小さい場合よりもグラフ描画に 3 倍の時間がかかる）という問題があったために、本実験では提示されないドットに対しても 500msec を費やして、同じ呈示期間であれば情報量が異なってもグラフ描画に要する時間が同一であるようにした。

ただし、与える過去データの期間が 15 日の場合と 30 日の場合とで、15 日の描画終了後に時間をあけることはせずに、ただちに反応を取るための縦点線が提示された。

3. 2. 2 方法

被験者: 大学生 8 名。タッチパネルを用いるため、実験は個別実験で行われた。

装置: Visual Basic で作成されたプログラムを用いて株価に模した時系列グラフを PC 画面上に提示、タッチパネルを用いて被験者の反応を取った。

手続き: 画面に提示される時系列データの特徴と、予測すべき時点は、先行研究と同一とした。ただし、実験場面については、先行研究の結果を踏まえて⁸、時間制約を 1.8 秒とし、報酬による利得は 0 円とした。

グラフの全体が描画された後、画面上の予測すべき時点に縦の点線が現れる。被験者は、呈示された株価がその時点でどのくらいの価格になるかを予測し、点線上をタッチすると、その場所に赤い丸が示されてタッチした場所が確認される。

被験者のタッチの精度を考慮して、プログラムでは左右方向（時間方向）については、左右に多少ずれていても要求された時間に対する反応として許容した。一方、上下方向（価格方向）については、タッチされた場所をそのまま予測された価格として受け取った。

3. 2. 3 結果の概要

本実験では、タッチした場所が「点」であるために、「正解」の概念は用いることができなくなったために、「正答率」は計算されない。

提示された時系列の各パターンとそれに対する被験者の反応の分布を次に示す。

以下の図 6～図 8 では、なだらかでない点線が実際に提示された過去データの離散グラフ。その近辺の点直線が呈示データに対する回帰直線。

図は、すべての被験者のすべての試行をパターンごとにまとめたものである。各予測時点におけるデータは本来すべて上下方向の一直線に乗る（被験者のタッチの誤差を除いて）ものであるが、見やすさのために、データを左右にばらした形で表現している。また、上下方向についても、「点」ではなく、上下に数ドット引き伸ばした形で示している。

そのため、31 日目の分布と 35 日目の分布は若干重なっている。

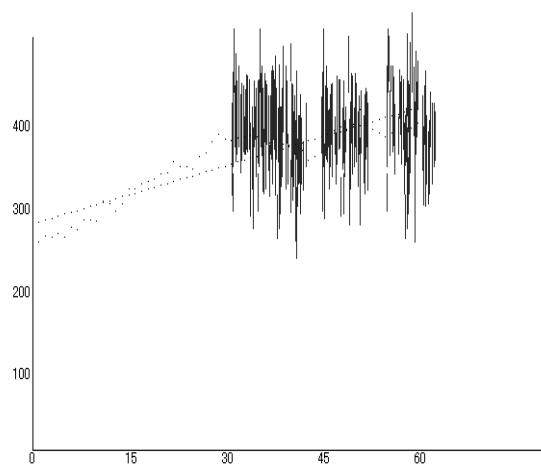


図 6. 上昇傾向の時系列への反応

⁷ 2007 年度の各種株価グラフから特徴的なパタンのデータを抜き出した。

⁸ 先行研究の結果、またタッチパネルを用いた予備実験の結果、ほとんどすべての被験者が 1.7 秒以内に反応した。また利得の条件による反応時間・正答率の差はほとんど見られなかったため。

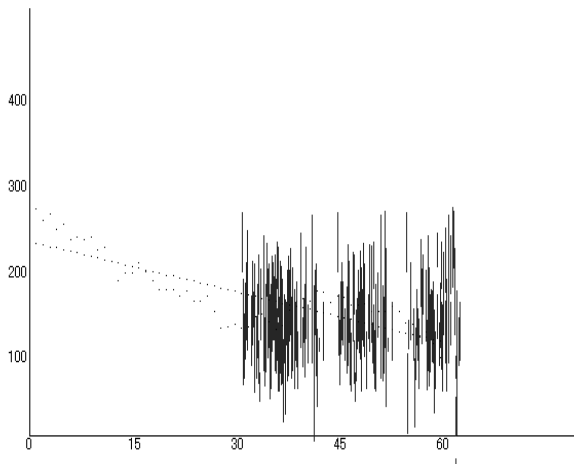


図7. 下降傾向の時系列への反応

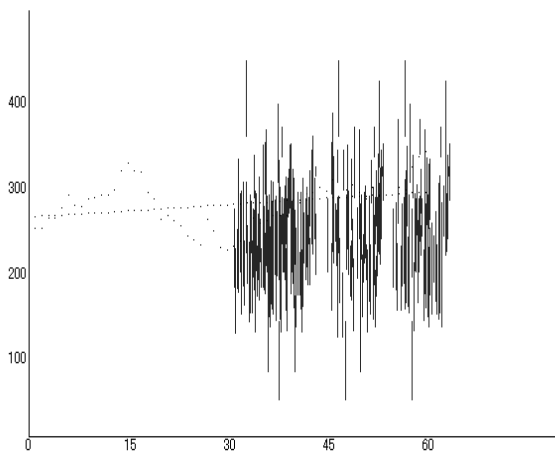


図8. 水平傾向の時系列への反応

図6～図8からわかることは、

1. 時系列が上昇・下降のいずれの場合も、特に55日目などの遠い予測位置においては回帰直線の傾きにかかわらず、過去データの終了時の価格からそれほど外れていない価格が予測されている。
被験者ごとに詳細に結果をみると、回帰直線にほぼ乗る形で予測する被験者と、最終位置からちょうど折れ曲がるような形で上昇傾向のグラフに対してむしろ低い価格を予測する被験者とがあり、それらの平均として最終提示点以降の「ほぼ水平」が成立しているようである。
2. 31日目の予測値と35日目の予測値との間には差があり、一方で35日目と55日目との予測値の間にはそれほど大きな差がない。

このことは、被験者が近い未来についての予測では与えられたデータを逐次補外していくことで予測を行い、やや遠い未来については、異なる処理（回帰直線や最終データ依存）を行っているという先行研究の結果を支持するものと思われる。

3. さらに、「回帰直線か、最終データへの依存か」という問いに対しては、反応の分布図に見られるように、回帰直線にはしたがっておらず、最終データに依存しているのではないかと考えられる。

次に、図9と図10に、反応時間のグラフを示す。

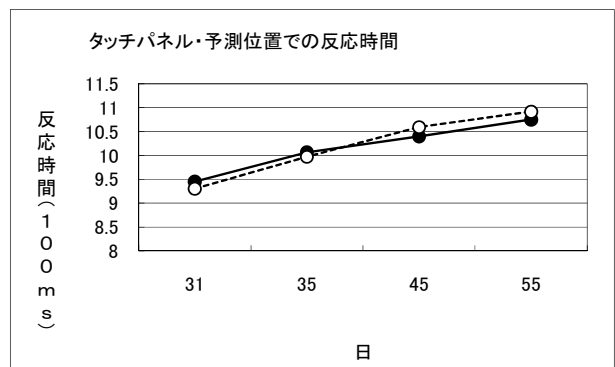


図9. 予測時点ごとの反応時間

●は1～30日のデータを提示した場合、○は1-16日のデータを提示した場合。

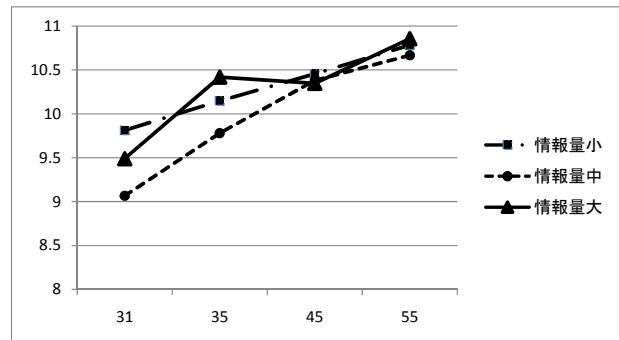


図10. 情報量ごとの反応時間

図9と図10からわかることは、先行研究のキーボード押しによる反応よりも、今回のタッチパネルでの反応が早くなったことである。

これには二つの理由が考えられる。ひとつは、キーボードとタッチパネルという入力デバイスの違いによる時間差であり、もう一つは、先行研究が「範囲に入るか?」という「正解」を問うているのに対して、今回の実験では、自由に好きな所をポイントすればよい、という点による時間差である。

このいずれであるかは、今後の実験を待たなくてはならない。

次に、予測位置が遠くなった場合に、先行研究のように反応時間が頭打ちになることなく、増大していることである。このことは、先行研究のように、「○か×か」を問われた場合と、自由なポイントを促された場合とで、被験者の予測戦略が変更されている、という可能性を示唆している。

この「反応時間」の結果と、先の「反応分布」とを合わせると、やや遠い未来の予測を単純な「最終データへの依存」で済ませていると考えると、「なぜ反応時間が長くなるのか？」という点が疑問となる。予測すべき時点が近い場合に、逐次補外で遠い場合に最終データへの依存であれば、反応時間はむしろある程度の未来まで時間がかかり、それ以降は早く判断できるはずと考えられるからである。

今後、さらに人間の情報処理モデルを検討するとともに、それを解明することで、経済時系列データの解明にも寄与できることを願う。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(萌芽研究：課題番号 19650057)の助成による。

参考文献

- [1] T. Gilovich, R. Vallone, and A. Tversky, The hot hand in basketball: On the misperception of random sequences, *Cognitive Psychology*, **17**, 295-314, 1985
- [2] 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資料2002
- [3] 橋本文彦・上田智巳・北澤裕子, 時系列データに対する人間の情報処理行動の特性, *信学技報*, Vol. **102**, 2003
- [4] 橋本文彦・北澤裕子, ランダムに変動する時系列データから人はどのような予測を行うか?, 進化経済学会 2003
- [5] 北澤裕子, 株価の変動グラフからその後の株価を予測することー時系列データに対する判断過程の認知心理学的分析一, 奈良女子大学文学部卒業論文 2003
- [6] 橋本文彦・上田智巳, 時系列的な数値情報に対する人間の情報処理行動, 進化経済学会, 2003
- [7] Kahneman, D., Tversky A. Subjective Probability: Judgement of Representativeness. *Cognitive Psychology*,

3, 430-454, 1972

- [8] Massaro, D. W., & Friedman, Models of Integration Given Multiple Source of Information. *Psychological Review*, **97**, 225-252, 1990
- [9] 南学, 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, 1997
- [10] 塩澤由典ほか, 人工市場で学ぶマーケットメカニズム, 共立出, 2006