

金融ディーリングのチャート分析における 知識獲得支援システム

安信 千津子[†] 丸岡 哲也[†]
重見 一秀^{††} 島崎 誠^{††}

エキスパートシステムは、専門家の知識を知識ベースに格納しておき、知識ベースに基づいて推論を行うことにより、専門家並の問題解決を行う。しかしながら、知識獲得がエキスパートシステム構築のボトルネックであると言われて久しく、様々な知識獲得方法が研究されている。本論文では、金融ディーリングのチャート分析において、問題解決を完全には行えない知識ベースを、専門家が意思決定のために利用しながら、同時に新たに有効な知識の獲得を行う、知識獲得支援システムについて述べる。このシステムは、理解容易な知識表現のルールを記憶する知識ベース、専門家が利用可能なルールエディタ、推論の入力データと望ましい結論を記憶する事例ベース、事例とルールに基づいて推論を行う推論部、推論を繰り返し事例に適用し結果を評価する検証部、以上の構成要素を繰り返し起動するユーザインタフェース管理部とから構成される。推論過程と検証結果を視覚的に表示することにより、意思決定のための材料を充実し知識の発想を促す。試行錯誤的にルールを定義し検証できる環境により、より良い知識の獲得を支援する。本システムの開発と利用を通して、専門家がシステムの提供する各種の情報を売買判断の材料とし、新しいルールを発想し登録し検証することを確認し、チャート分析において、提案した知識獲得支援システムが有用であることを実証した。

A Knowledge Acquisition Support System for Chart Technical Analysis in Financial Dealing

CHIZUKO YASUNOBU[†], TETSUYA MARUOKA[†], KAZUhide SHIGEMI^{††}
and MAKOTO SHIMAZAKI^{††}

Knowledge acquisition often bottlenecks during the building of the expert system (ES). In this paper, we describe a knowledge acquisition support system for chart technical analysis in financial dealing, with which experts can organize and explore their knowledge, in parallel with using it for decision-making. The system is composed of the following components: (1) a knowledge base, (2) a case data base, (3) a knowledge definition facility which enables the user to manipulate rules, (4) an inference facility which applies rules to case data, (5) a knowledge verification facility which tests the validity of rules against case data, and (6) a user interface management facility which can invoke the other facilities repeatedly. Through development and use of this chart technical analysis support system for financial traders, it is demonstrated that the system can provide traders with useful information for defining new knowledge and supporting trading decision-making.

1. はじめに

エキスパートシステム (ES) は、知識ベースに格納された専門知識を利用して、専門家並の問題解決を行うシステムである。ES 構築のボトルネックは、専門知識を獲得して知識ベースを構築する点であると言わ

れて久しく、様々なアプローチで知識獲得の研究が進められている^{1)~5)}。例えば、専門家をインタビューして知識を引き出す方法¹⁾や、事例から帰納的にルールを学習する方法²⁾などである。これらの知識獲得の研究では、より高い問題解決能力を持つ知識ベースを構築することを目的とし、解決できない問題を利用して、不足する知識を専門家に聞き出して追加したり、事例を利用して、より多くの事例について解決できる知識を生成したりする。

しかしながら、金融ディーリング業務などのビジネスの分野では、これらの知識獲得技術の適用が困難な

[†] (株)日立製作所 システム開発研究所
Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd.

^{††} (株)富士銀行 資金証券営業部
Capital Markets Trading Division, The Fuji
Bank, Ltd.

場合がある。専門家間でさえもノウハウの定義と蓄積が不十分であったり、有効なノウハウがビジネス環境とともに変化したり、属人的な要素や直観が重要な要因になったりするからである。

このような業務のESでは、不十分な問題解決能力しか持たない知識ベースを活用しながら、知識を獲得し続けることが不可欠である。これを可能にするには、専門家がESの推論結果に属人的な要素や直観を加えて意思決定を行うことと、同時にビジネス環境の変化に応じて新しい知識を発想することを、システムが支援するアプローチが重要である。

本論文では、このような業務の例の一つとして、金融ディーリングのチャート分析をとりあげ、専門家に有効な知識を発想させて獲得する方法およびこれを実現するシステムについて提案する。チャート分析(テクニカル分析とも呼ばれる)では、これまでに獲得した価格動向の予想に関するノウハウを、専門家が売買判断の意思決定のために利用している。テクニカル分析支援システムでは、ノウハウをルールとして知識ベースに格納し、ルールを適用して価格動向を予想すると同時に、ビジネス環境の変化などによって生じた新たな有効な知識の獲得を行う知識獲得支援機能を備えることが必要である。このためにシステムは、理解容易な知識表現のルールを記憶する知識ベース、専門家が利用可能なルールエディタ、チャート作成の元になる価格データを過去に遡って記憶するデータベースとチャート作成部(事例ベース)、チャートとルールに基づいて推論を行う推論部、推論を繰り返し過去のチャートに適用し結果を評価する検証部、以上の構成要素を繰り返し起動するユーザインタフェース管理部とから構成した。開発したシステムでは、推論過程と検証結果を視覚的に表示することにより、専門家の知識の発想を促すことに特徴がある。また、試行錯誤的にルールを定義し検証できる環境により、より良い知識の獲得を支援することが特徴である。

本論文では、テクニカル分析支援システムにおける知識獲得支援機能について述べる。本システムに関して、対象業務とAI適用のアプローチ、目的、概要、適用状況と効果などは、文献11)で簡単に紹介している。また、本システムの推論方法については文献10)、知識ベースと時系列データに基づくシミュレーション機能については、文献12)で述べている。

本論文では、まず2章で、チャートのテクニカル分析における知識獲得方法について述べる。3章で、知

識獲得支援機能を有するチャートのテクニカル分析支援システムの構成について述べる。4章で本システムを利用した知識獲得の具体例と評価について述べる。

2. チャートのテクニカル分析における知識獲得

2.1 金融ディーリング業務とチャートのテクニカル分析

ディーラーは、外国為替や証券などの市場価格の変動に応じて売買を繰り返し、売値と買値の価格差により収益を得る。そのために、市場価格の動向を予想し、価格が予想通りに動けば収益が向上するような取引戦略を採用し、戦略に基づいて個々の売買を決定する。短い間隔で売買を繰り返すため、短期的な価格予想が重要である。

チャートのテクニカル分析とは、チャートに基づく予想手法で、特に短期的な価格予想に広く用いられている⁶⁾⁻⁸⁾。チャートとは、取引の価格や量などの実績データから作られる図やグラフである。テクニカル分析は、「チャート上には類似したパターンが繰り返し現れることが多い」という経験則を前提としており、古くから株式市場などで利用されている。ディーラーは特定のパターンとそのパターン発生後の価格の動きとの相関関係を示すノウハウを用いて、チャート上からパターンを検出することによりその後の価格の動きを予想する。

ディーラーは、複数のチャートを継続的に眺め、自分で各チャートにノウハウを適用して、予想を組み立てている。このため、テクニカル分析に利用する有効なノウハウを持つことは、より多くの要因を考慮した予想を可能にし、ディーリング業務の収益を左右する重要な要素となっている。

2.2 テクニカル分析における知識獲得の特徴

チャートのテクニカル分析のノウハウには、広く知られているものも多い。広く知られているノウハウは、他の市場参加者の行動を予想するのに必要である。一方で、市場参加者が同じノウハウに基づいて行動すると、需要と供給で価格が決まるという性質上、もはやそのノウハウは有効性を失う。ディーリングの収益を向上するためには、他の参加者に勝る独自のノウハウを必要とする。しかもこのような有効なノウハウは、市場の動向、参加者の戦術の変化などにより状況に応じて変化する。

専門家は次のようにして状況に応じた新たなノウハ

ウを獲得していくものと考えられる。

- (1) これまでのノウハウにはない、あるいは、これまでのノウハウでは理解しがたいパターンが発生する。
- (2) 過去の経験から、類似するチャートのパターンを思い出す。思い出せない場合は、ノウハウにない事例として記憶しておき、再度同様なパターンが発生するのを待つ。
- (3) 類似パターンが見つければ、新しい有効なノウハウとなる可能性を期待して、有効なノウハウの代替案（パターンと予想の組）とする。
- (4) これらの代替案を、過去のチャートに広く適用し、検証を試みる。
- (5) 予想が当たる割合がある程度以上で、パターンが当てはまる回数がある程度以上あれば、有効なノウハウとして記憶する。
- (6) その他の場合、予想がはずれる割合を減らすようパターンの条件をきつくしたり、パターンが当てはまる回数を上げるようパターンの条件を緩くしたりして、ノウハウの案を修正して（4）に戻る。

2.3 知識獲得支援システム構築のアプローチ

以上の専門家が有効なノウハウを開拓する過程を、本システムでは次のように支援する。

- A 専門家のノウハウをルール形式で知識ベースに蓄積し、ルールの適用状況と、ルールに基づく予想を示す。専門家がこの情報を参考にしてディーリング業務を遂行すれば、自然にルールの予想と現実の価格動向とを比較する。
- B 最新時点のチャートと類似している時点を検索し、チャート上に検索した時点を示す。視覚的な表示により、専門家がパターンを発見することを支援する。
- C 専用のルールエディタを提供し、専門家がノウハウ案をルールとして定義可能にする。
- D 定義したルールを過去のチャートに適用して検証する。検証方法としては、まず過去のチャート上からルールに記述されたパターンが当てはまる事例を検索し、チャート上に表示する。次に検索した事例について、予想の当たり具合を評価し、グラフを用いて表示する。
- E Dの視覚的な表示により、専門家が結果を分析して、ルールの有効性を判断することを支援する。
- F Dの視覚的な表示により、専門家がパターンの修

正案を発想することを支援する。専門家は、ルールエディタを用いてルールを修正する。さらに、試行錯誤が容易な環境を利用して、以上の機能を自分の希望するように繰り返す。

以上の考え方に従った知識獲得支援機能を有するテクニカル分析支援システムを構築することにより、専門家は、視覚的に表示されたルールの適用状況や評価結果を見て、ディーリングの意思決定の材料としたり、新しいノウハウを発想したりすることができる。さらに、発想したノウハウをルールとして登録し、適用状況を見てルールの適用条件のきつさ・緩さを考え、予想の評価によりルールの予想の適切さを考えることができるようになる。

3. 知識獲得支援機能を有するテクニカル分析支援システムの構成

3.1 従来のテクニカル分析支援システムと知識獲得の問題点

従来、チャートのテクニカル分析支援システムは、移動平均線*やローソク足**などの各種のチャートを表示する機能のみをもっていた。一つの画面に複数のチャートを組み合わせる表示させたり、チャートのパラメータを変更したりするためのユーザインタフェースや、リアルタイムデータフィードに応じた自動更新などを特徴としていた。この種のシステムが、現在のディーリングルームで広く利用されている。ディーラーは、各人が画面上に好みのチャートを組み合わせる表示させて注視し、自分で各チャートにノウハウを適用して、予想を組み立てている。

AIを適用したテクニカル分析支援システムの例としては、ルールを用いて警告するシステムがある⁹⁾。ルールのif部でチャート上の特定のパターンを記述し、then部で価格変化の予想を記述する。システムは、新しいデータが到着しチャートが更新されると、推論を起動する。推論の結果、大きな価格変化が予想されると、ユーザにその旨を警告する。

知識獲得支援機能として、専用のルールエディタを提供しており、2.3節で述べた知識獲得支援システム構築のアプローチCのルールの定義を実現している。問題は、知識を入力できるが、発想を支援し、思い付いたノウハウの妥当性を検証し、試行錯誤を容易に行

* 時系列データの最新*n*個のデータの平均値である移動平均の折線グラフ。

** 4本値（始値、高値、安値、終値）に基づき、白黒の長方形とその上下辺中央から出る線からなる図。

える機能がないことである。

一方、テクニカル分析の知識の学習システムの例もある⁵⁾。過去のデータで予想が良く当たるように、ルールの原形を変形することにより、より良いルールを自動的に学習できる。このシステムでは、2.3節のD, E, Fのルールの洗練をユーザを介さずに実現しているが、問題は、ユーザインタフェースと他の項目の支援が欠如していることである。

3.2 提案システムの構成要素

2.3節で述べたアプローチで構築した知識獲得支援システムの構成について述べる。テクニカル分析支援システムの全体構成を、図1に示す。本システムの構成要素と、各構成要素の機能について説明する。

(1) 知識ベース

テクニカル分析向けに開発した知識表現¹⁰⁾で、ノウハウを記憶する。ルールは、チャート上の特定のパターンと、そのパターン発生後の価格変化の予想との相関関係を示す。パターン発生後に警告するメッセージも記憶する。知識表現方法については、3.3節で詳細に述べる。

(2) データベース

過去から現在までの価格データを時系列データとして記憶する。価格データを加工してチャートデータを生成したり、予想と実績の差を評価したりするのに利用する。

(3) ルールエディタ

ユーザがノウハウを、ルールとして修正、追加、削

除するための、専用のグラフィカルエディタである。

(4) データ管理部

データベースからデータを読み出す。また、新しいデータを受け付け登録する。

(5) チャート作成部

データベースに格納された時系列データから、チャートの描画に必要なデータとルールを記述するのに利用したいデータを計算し、時系列のチャートデータとして記憶する。

(6) 推論部

指定された時点のチャートデータに、ルールを適用することにより、テクニカル分析向けに開発したファジィ推論¹⁰⁾を行い、予想を求める。ファジィ推論方法については、3.3節で詳細に述べる。

(7) 予想警告部

予想警告部は、ある時点での推論結果に基づいて、各ルールの適合度、警告メッセージ、および予想を表示する。また、チャートやルール一覧も表示する。

(8) 事前予想警告部

事前予想警告部は、最新時点の次の時点のデータを想定して推論することにより、次の時点のデータが判明する前に、適合するパターンやさらにその次の予想を表示する。つまり、予想警告部が価格データの過去の一時点で推論を行うのに対して、事前予想警告部は、価格データの最新時点の次の時点で、複数の値を仮定して推論を繰り返す。その結果、次の時点で適合する可能性のあるパターンを、そのパターンが適

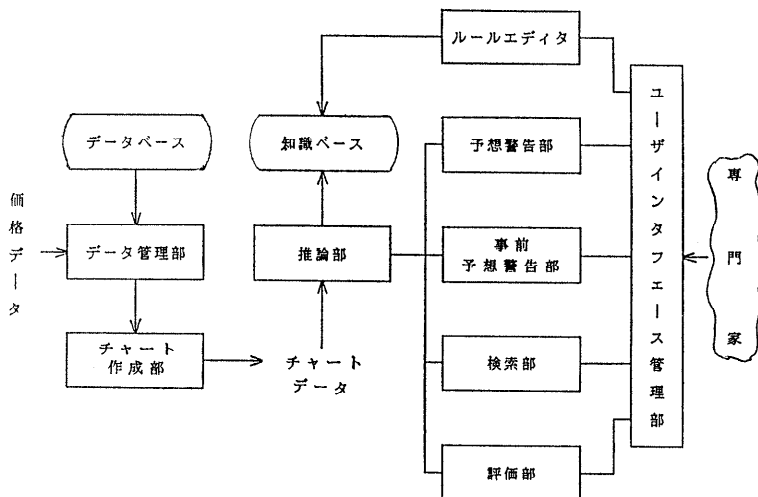


図1 テクニカル分析支援システムの構成

Fig. 1 Architecture of the technical analysis system.

合する必要条件となる価格の範囲とともに表示する。すなわち、次の時点の価格がある範囲に入ると、パターンが適合することを今の時点で予告する。

(9) 検索部

検索部は、ユーザに指定されたルールが適合する時点、およびチャートが類似した時点を、過去のチャートの中から検索する。

(10) 評価部

評価部は、過去の価格データを用いて、ルールによる予想と実績の差を統計的に評価して表示する。

(11) ユーザインタフェース管理部

ユーザの指示を待ち、指示の種類に応じて適切な処理を起動することを繰り返す。

システムは、以下のように動作する。システムは起動されると、データ管理部でデータベースから価格データを読み込み、チャート作成部でチャートを作成する。推論部で最新時点のチャートについて推論したのち、予想警告部でチャートと推論結果を表示する。後はユーザインタフェース管理部で、ユーザの指示により、ルールエディタ、予想警告、事前予想警告、検索、評価の各機能の起動を繰り返す。

なお、(2)データベース、(4)データ管理部、(5)チャート作成部は、従来のテクニカル分析支援システムと基本的には同等な機能であり、(1)知識ベース、(6)推論部、(3)ルールエディタ、(7)予想警告部は、前述の AI を適用したシステムでも用いられてい

るものである。

本システムでは、独自に、(8)事前予想警告、(9)検索、(10)評価、(11)ユーザインタフェース管理部を追加して、ユーザの発想を支援し、思い付いたノウハウの妥当性を検証し、試行錯誤を容易に行える環境を構築した。

以下ではこれらの知識獲得に特に関連した要素について、詳細に説明する。

3.3 専門家による定義を容易にする知識表現と

ルールエディタ

知識獲得を容易にすることを考える場合、専門家のノウハウを表現する枠組みと、その枠組みの中でどうやって専門家のノウハウを組み入れるかを考える必要がある。3.3.1 項で枠組みを、3.3.2 項で組み入れる方法を述べる。

3.3.1 知識表現

テクニカル分析のノウハウの表現方法と利用方法を調査した結果、ノウハウを自然に表現でき、専門家による変更・追加が容易に行えることが特に重要であると考え、知識表現を以下のように実現した。

ルールの例を、図 2 のルールエディタ画面により示す。ルールは基本的に、チャートの特定のパターン (if 部) と、パターン発生後の価格予想 (then 部) を結び付ける。図 2 のルールは移動平均線チャートのルールの一つで、「各移動平均線が昨日より上昇しており、今日も昨日も『ブル・オーダー』であれば、このパターンをブル・トレンドと呼び、0.5 の可能性

ルール定義							登録	ルール削除	ルール評価	終了
チャート名称: 移動平均線		ルール名称: ブル・トレンド		パターン: ブル・トレンド						
条件	パターン名	Time	比較	特徴名	Time	演算	Fuzzy	予想		
	MAa	0	≧	MAa	-1			確率: 0.50		
	MAb	0	≧	MAb	-1			変動値: 10 ~ 30		
	MAc	0	≧	MAc	-1			アラーム: ON		
	MAd	0	≧	MAd	-1			メッセージ		
	ブル・オーダー	0	○					ブル・トレンド,安心感のある強気相場		
	ブル・オーダー	-1	○							

図 2 ルールエディタ画面

Fig. 2 Sample of rule editor screen.

で、価格は10銭から30銭上昇し、『ブル・トレンド、安心感のある強気相場』というメッセージを表示する。」という知識を示す。『ブル・オーダー』は別のルールで定義されるパターンであり、「各移動平均線が平均期間の短い順に上から下へ並んでいるパターン」と定義されている。

このシステムでは知識表現自体には、文献10)のものをもそのまま使用している。その内容と特徴は以下のようなものである。

- (a) ルールで参照するデータは、時系列データの名称と相対的な時点とで指定する。図2で「特徴名=MAa, Time=0」は「今日のa日移動平均線」という意味である。このように、データを自然に参照できる。
- (b) ファジィ集合をルールの中で直接記述する。図2では下左部の表の一行が、if部の条件節に相当しており、「比較」欄から「Fuzzy」欄までの値により、ファジィ集合のメンバシップ関数を定義している。先頭の行では「 \geq 」が左下がり型、「MAa(-1)」が下がり始めの点、「3」が下がる傾きを指定しており、「MAaがMAbよりほほ大きい」という意味である。このように、MAbの値により変わるメンバシップ関数を扱える。また、「70から80くらい」というように、概数で記述されるノウハウを自然に表現できる。
- (c) if部の演算結果であるファジィ集合の名称を定義し、その名称を他のルールのif部で参照することができる。図2ではブル・オーダーは他のルールで定義されているパターンの名称であり、「今日も昨日もブル・オーダーである」という意味である。パターン名は、図2のエディタ画面の「パターン」欄(ブル・トレンド)に記述することにより定義できる。このように、複雑なパターンも段階的に定義できる。

3.3.2 ルールエディタ

専門家による変更・追加が容易に行えるルールエディタの特徴を次に示す。

- (a) ルールの定義全体を画面に表示するので、定義中のルール全体を把握でき、変更したい部分を直接指定できる。
- (b) 入力する文字列の選択は、すべてマウスでピックアップすることにより行うので、簡単に操作できる。文字列は、「パターン1」、「特徴名」、「比較演算子」などをピックアップすると現れるプルダウンメニュー

ューを用いて指定する。

- (c) 関連して変更すべき欄や入力可能な選択肢を強調表示することにより、一連の変更をガイダンスする。例えば図2では、新しい条件節を追加する場合、新しい行の「特徴名/パターン名」欄をピックアップすると、その欄に入力可能な選択肢として、「パターン名1, 2」と「特徴名」をガイダンスする。また、すでにある条件節の「特徴名/パターン名」欄の削除を指定すると、その行の値がすべて消去される。

3.4 知識獲得のための機能

3.3節では、知識獲得を容易にするための、知識を組み入れる方法について述べた。3.4節では、知識の発想を支援する推論方法と、推論結果の利用方法について述べる。

具体的な推論方法は、文献10)で詳しく述べている。推論部は、3.3.1項で述べた知識表現に基づいて、ある時点のチャートとルールのif部のパターンの適合度を計算し、予想を出力する。推論部の入力には、チャートデータと、チャート上の時点と、利用するルールの集合であり、出力は、各ルールの適合度と予想である。

通常のファジィ推論と異なる点は、各ルールのif部の各条件節の適合度を評価するのに、比較の条件節の場合は、その場でメンバシップ関数の計算をすること、パターン参照の条件節の場合は、そのパターンを定義するルール(1個以上)の推論を先に行うことにある。

推論の実行例を、図3の移動平均線チャート画面により示す。8月3日時点の移動平均線チャートに、29個のルールを適用している。出力として、各ルールの適合度は「ブル・トレンド」「ブル・オーダー」というルール名の2つのルールが「1.0」であり、他のルールが「0.0」(表示は省略)であることを示している。予想は、8月3日の終値(当日最後の取引価格)106.78円を基準にしている。「ブル・トレンド」ルールには「10銭から30銭上がる」と記述されていたので、「106.88円から107.08円」になると示している。移動平均線チャートの予想値の「まとめ」は、チャート内の適合するルールの予想値を、適合度に応じて合成することにより得られる。この場合、適合しておりかつ予想値を持つルールが「ブル・トレンド」一つだけなので、ルールの予想と同じになっている。

これらの推論の出力を、予想警告部、事前予想警告

部、検索部、評価部が、それぞれ知識獲得に有用な情報に変換して表示する。各部が、2.3節で述べたアプローチAからFの中で、どのように役立つかについて述べる。

(1) 予想警告部

予想警告部は、最新時点またはユーザが設定した時点での推論結果を、チャート別画面と総合予想画面に表示する。総合予想画面の例を図4に示す。

チャート別画面(図3)には、チャートの図と、適合度の高い順にソートされたルール、適合度がしきい

値を越えるルールについて、予想値とメッセージを表示する。チャートのまとめの予想も表示する。総合予想画面(図4)では、チャート別予想値と主なメッセージを記し、チャート別予想値を合成して得られる総合予想値を示す。

ユーザはこれらの画面を見ながら、ディーリングすることにより、どのルールが適合しているかという情報で予想の根拠を知り、意思決定の材料としたり、ルールの有効性を経験的に評価したりする(A)。

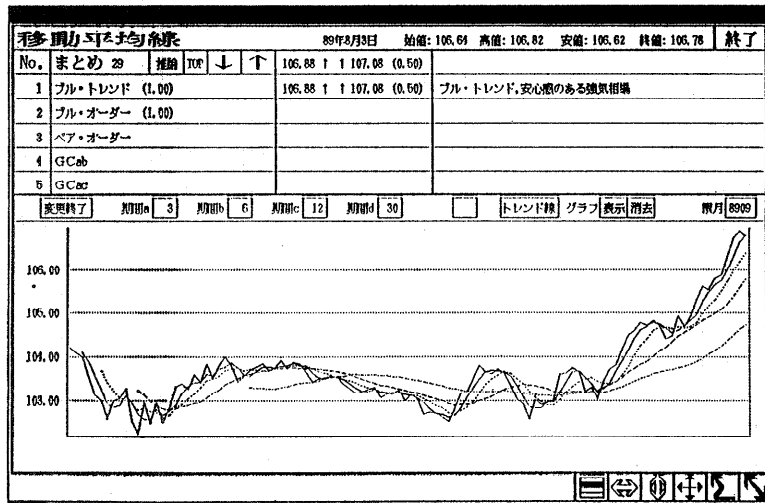


図3 移動平均線チャート画面
Fig. 3 Sample of moving average screen.

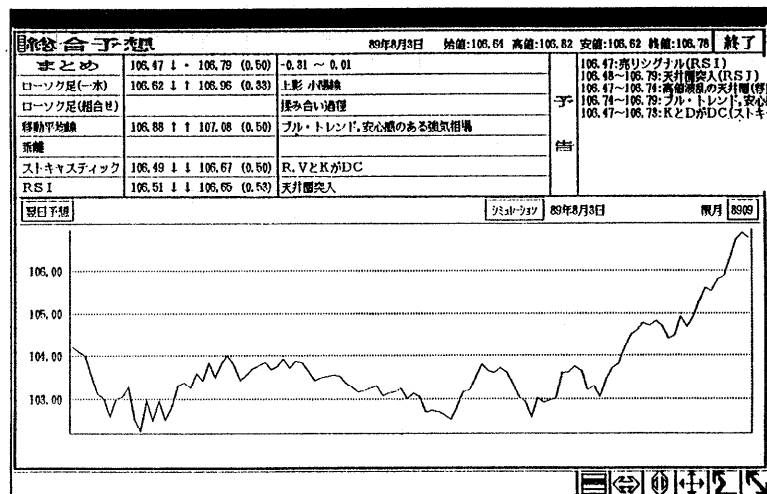


図4 総合予想画面
Fig. 4 Sample of summary screen.

(2) 検索部

検索部は、過去のチャートの中からあるパターンを検索する。そのために推論の基準時点を過去のチャートの中で一時点ずつ変更しながら、推論部を繰り返し起動する。ルール別検索、チャート別検索、総合検索の3種類があり、それぞれ推論に用いるルールが異なる。ルール別検索では、指定されたルールのみについて推論を行い、そのルールの各時点での適合度を出力する。チャート別検索と総合検索では、最新時点と過去のある時点のルールの適合度から、その2つの時点のパターンの類似度を計算する。

ルール別検索では、そのルールの各時点での適合度に応じて、図5に示すようにマークをチャート上に表示する。特定のルールが成立する時点、すなわち特定のパターンが発生している時点を検索できるので、ルールのif部の条件を調整したり(D, F)、新しいパターンを発想したり(B)するのに役立つ。

チャート別検索では、当該チャートの中で最新時点で適合しているルールのみを用いて推論を行う。類似度に応じてマークを表示する。総合検索もチャート別検索と同様のことを、全チャートで行う。これにより、最新時点と同じようにルールが成立する時点、すなわち、最新時点と類似しているパターンの時点を検索できる。ユーザは今日とチャートが類似している、過去の時点を思い出すことができる(B)。

(3) 評価部

評価部は、過去のチャートを用いて予想を評価す

る。検索部と同様に基準時点を過去のチャートの中で一時点ずつ変更しながら、推論部を繰り返し起動する。ルール別評価、チャート別評価、総合評価の3種類があり、それぞれ推論に用いるルールの範囲が異なる。いずれも、推論による予想値と実績値の差を計算し、統計的に評価して表示する。

ルール別評価では、指定されたルールのみについて推論を行う。チャート別評価と総合予想評価は、それぞれ、チャート別予想値と総合予想値について、ルール別評価と同様に評価する。ユーザは、ルールによる予想の当たり具合を知ることができ、ルールの有効性を評価できる(D, E)。

4. チャート分析の知識獲得の具体例と評価

4.1 知識獲得の方法

知識獲得支援機能を利用した、知識獲得の具体例について説明する。

ユーザはディーリング中、総合予想画面(図4)とチャート別予想画面(図3など)を常時表示しておく。今、ブル・トレンドという価格の上昇を示すルールが適合している(図3)にもかかわらず、市場価格が下降したとする。そこで、「ブル・トレンド」のパターン発生状況を確認する。図3の「ブル・トレンド(1.00)」の欄をピックアップすると、「エディタ・検索・評価」というプルダウンメニューが現れる。「検索」を選択すると、図5に示す、ルール別の検索結果が表示される。「○」が1.0の適合度で「ブル・トレンド」

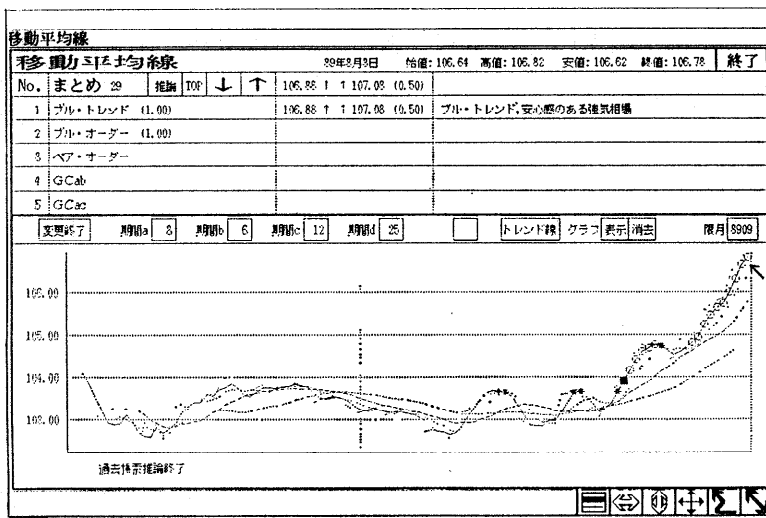


図5 検索結果の画面
Fig. 5 Sample of retrieval result result screen.

である時点を示す。

ユーザは、「ブル・トレンド」は継続して現れることを確認し、その終了を検出するルールを作りたいと思う。検索結果を示したチャートから、3日間(期間a)の移動平均線の値が横ばいに近くなるというパターンはどうかと発想する。そこで、図3の「ブル・トレンド(1.00)」の欄のプルダウンメニューの中から「エディタ」を選択すると、図2のルールエディタ画面になる。3日間の移動平均線に関する条件を、「今日が昨日より大きい」から「今日は、高くて昨日より10銭から15銭止まり」に変更する。そのため、比較演算子「 \geq 」をビックすると、「比較演算子」がガイドされるので、そのプルダウンメニューの中から、「 \leq 」を選択する。「演算」欄に、「+」と「10」「Fuzzy」欄に、「5」を入力する。さらに、ルール名称を「ブル・トレンド終了」に、予想の「変動値」を下降を示す数値に変更する。「登録」「終了」を続けてビックし、新しいルールとして追加する。

エディタ終了後、推論が自動的に再起動される。移動平均線チャートのルール一覧に「ブル・トレンド終了」が追加されているので、そのプルダウンメニューの中から「評価」をビックし、適合度0.5以上が過去13回発生し、うち10回は翌日の終値が下降していることを確認する。

4.2 チャート分析の知識獲得としての評価

本システムを、債券先物市場を対象にして利用した。知識ベースには、当初、一般に知られているノウハウとして、文献^{6)~9)}を参考にして、約150のルールを定義した。

まず、ディーラが本システムの機能、操作方法について学習した。与えられたルールをそのまま用いて、操作方法、表示される情報の意味を理解した。次から、知識獲得が始まった。ノウハウのif部のパターンの記述とthen部のメッセージについて、既存のルールを修正し、さらに独自にルールを追加した。さらに、ノウハウのthen部の予想値を修正した。この過程で、ディーリングの意思決定に役立つ情報を、ディーラが自分で操作して得ることができること、さらにルールエディタを用いてルールを登録できることを確認した。

初期知識ベースが、ディーラにとって納得のいくものになった後、知識を変更・追加しながら利用するという定常的な運用になった。その過程で、予想、検索、評価の情報を基に、新しいルールを発想したり、

定義したルールを調整できることを確認した。

新しいルールの発想の方法として、例で述べたような既存の一つのパターンを調整するほか、既存の複数のパターンを組み合わせる例も多かった。例えば、ある日あるチャートでルール1とルール2が成立し、チャート別検索で今日と類似する時点を検索・評価してみると、ルール1とルール2の両方が成り立つ日は上昇または下降する日が多いことがわかる。この場合、ルール1とルール2の両方が成り立つという新しいパターンが簡単に作れる。

逆に一度定義したルールを削除することは少なく、予想値のみを無効にしておくことが多かった。無効にするルールを決めるためには、全ルールをバッチ的に評価する機能を追加した。

適宜ルールを見直しながら本システムを継続的に利用した結果、特に次の効果が認められ、本システムがディーラの意思決定支援と知識獲得に有用であることが実証された。

- (1) 予想的中率の評価や過去の類似時点の検索結果が、意思決定支援と知識獲得に役立つ。ルールは、当初より約1.5倍に増加している。
- (2) 専門家の考え方の模倣が可能で、相場観に左右されない客観的テクニカル分析情報を得られる。
- (3) 初心者へのディーラの教育に利用できる。

4.3 結果の考察

本システムによる知識獲得が成功した大きな理由は、ユーザが持つパターンを発想する能力を取り込んだ点にある。その前提として、本システムがなくても、優秀なディーラは、競争相手以上に収益を上げるために、独自のノウハウを模索していることがある。ディーリング業務のように競争ではなくても、状況変化に応じてルールを変更・追加しようと努める専門家に適用可能性がある。

問題点としては、知識定義の負担が大きいことがある。ルールのパラメータを変化させて、評価を繰り返すという利用方法が定着するにつれて、パラメータの自動調整を行って欲しいというニーズが現れてきた。帰納学習の研究成果である、ルールの原型を事例により洗練したり、ルールの原型を提案する方法を取り込むことが有効と考える。

また別の問題点として、知識表現の枠組みが不十分で、発想したパターンを記述できないことがある。新しい枠組みのパターンも取り込めるようにするには、知識表現と推論方法も改良しながら利用できるように

する必要があるが、ソフトウェアや知識処理をあまりよく知らない一般のユーザには困難である。パターンの例を用いて指定し、ニューラルネットワークシミュレーションや事例ベース推論などの手法により例を活用する方法が考えられる。

本システムによる知識獲得の特徴は、ユーザが積極的に知識獲得に参加することにある。帰納学習のように、理由が不明だが良い結果が得られる知識を得るのではなく、ユーザが考えて説明が可能な知識のみを取り込むことができる。推論結果と併せて結果を導いた知識を参考にする意思決定支援業務に、本知識獲得方法は適している。

一方、不足する知識を専門家にインタビューする方法では、一般に専門家が受け身になってシステムの問いに答える。本システムでは、専門家が主体となって発想し、システムは支援に徹する。ノウハウが蓄積されている場合、インタビューする方法は、システムティックに漏れなく知識を獲得できる可能性がある。ノウハウが蓄積されていない場合、本知識獲得方法は、思いがけず良い知識の発想を支援できる可能性がある。

本システムの知識獲得方法は、専門家の間でもノウハウの蓄積が不十分で、有効なノウハウが変化し、属人的な要素や直観も含めて意思決定するという特徴をもつテクニカル分析業務に、有効であった。逆に、ノウハウが、十分蓄積され、変化せず、推論結果がそのまま利用される業務には、本システムの知識獲得方法は効率や性能が劣るであろう。テクニカル分析と同様な特徴をもつ場合に、本システムで述べた知識獲得方法は適用可能性があると考えられる。

5. おわりに

チャートのテクニカル分析における知識獲得支援システムについて述べた。知識ベースと推論機能に加え、事例ベース、検証機能、試行錯誤的利用環境が重要であることを示し、具体的に有用であることを実証した。

本来 ES は、専門家の知識を非専門家が利用するためのシステムであった。本論文では、ES は専門家の思考のシミュレータとして使えることを示した。今後、ES の発展の一つの方向として、思考という人間の知的活動を支援するツールとしての利用が増えると考えられる。

謝辞 共同研究の機会を与えて頂き研究の便宜をは

かって頂いた(株)富士銀行の田中英雄次長、ディーリング業務について教えて頂いた同行の証券市場営業部債券営業室の各氏、本システムの開発に協力して頂いた(株)日立製作所の喜田真由美氏と(株)日立情報制御システムの三浦輝美氏、ならびに本研究にご指導を頂いた(株)日立製作所の森文彦博士と小坂満隆博士に心から感謝いたします。

参考文献

- 1) Boose, J. H.: Personal Construct Theory and the Transfer of Human Expertise, *Proc. of AAAI '84*, pp. 27-33 (1984).
- 2) Kahn, G. et al.: MORE: An Intelligent Knowledge Acquisition Tool, *Proc. of IJCAI '85*, pp. 581-584 (1985).
- 3) Michalski, R. S. et al.: *Machine Learning—An Artificial Intelligence Approach*, Chaps. 3, 4, and 15, Tioga Publishing, Palo Alto, California (1983).
- 4) Quinlan, J. R.: Induction of Decision Trees, *Machine Learning*, Vol. 1, pp. 81-106 (1986).
- 5) Yamaguchi, T.: An Incremental Knowledge Refinement System Based on Search, Task, and Domain Strategy, *Proc. of Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence '90*, pp. 601-606 (1990).
- 6) 合室: 株式相場のテクニカル分析 ファンドマネジャーの眼, 日本経済新聞社 (1985).
- 7) 日本証券新聞: 酒田五法は 風林火山=相場ケイ線道の極意=, 日本証券新聞社 (1987).
- 8) Murphy, J. J.: *Technical Analysis of the Futures Markets: A Comprehensive Guide to Trading Methods and Applications*, New York Institute of Finance, Prentice-Hall (1986).
- 9) Leinweber, D.: Knowledge-Based Systems for Financial Applications, *IEEE Expert*, Vol. 3, No. 3, pp. 18-31 (1988).
- 10) 安信 ほか: ファジィ推論のチャートのテクニカル分析への応用の一工夫, 情報処理学会論文誌, Vol. 33, No. 2, pp. 122-129 (1992).
- 11) 安信 ほか: エキスパートシステムの諸事例-V 金融ディーリング支援エキスパートシステム, 情報処理, Vol. 33, No. 9, pp. 1087-1091 (1992).
- 12) Yasunobu, C. et al.: A Knowledge-Based Technical Analysis System for Financial Decision-Making, *Proc. of Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence '90*, pp. 89-94 (1990).

(平成4年8月31日受付)

(平成5年3月11日採録)

**安信千津子 (正会員)**

昭和29年生。昭和52年東京大学工学部計数工学科卒業。同年(株)日立製作所システム開発研究所に入所。エキスパートシステムの研究開発に従事。人工知能学会, 日本オペレーションズ・リサーチ学会各会員。

**丸岡 哲也 (正会員)**

昭和37年生。昭和56年山口県立下関工業高等学校電子科卒業。同年(株)日立製作所システム開発研究所に入所。ビジネス分野におけるエキスパートシステム, 意思決定支援システムの研究開発に従事。

**重見 一秀**

昭和34年生。昭和57年東京大学経済学部経済学科卒業。同年(株)富士銀行に入行。現在, 債券ディーリング業務に従事。「金利相場がわかる本」(東洋館出版社)共著。

**島崎 誠**

昭和35年生。昭和58年一橋大学商学部商学科卒業。同年(株)富士銀行に入行。現在, 債券ディーリング業務に従事。「金利相場がわかる本」(東洋館出版社)共著。