

金融取引引きのための 意思決定支援エキスパートシステム

—株式会社富士銀行の債券ディーリング支援システム—

Decision Support Expert Systems for Financial Trading
—Bond Dealing Support Systems of The Fuji Bank, Ltd.—

金融機関では、金融取引引き業務から得られる収益の重要性が増している。金融取引引きには、複雑な業務知識と熟練者のノウハウとが必要であり、AIシステム化への期待が大きい。そこで、株式会社富士銀行と日立製作所は、共同で債券ディーリング業務へのAI適用技術について研究を行った。この研究の中で、市場価格動向の予想を支援するチャートのテクニカル分析支援システムと、最適な取引引きの決定を支援するオプションの最適取引引き決定支援システムを開発し、試用・実用化を進めた。

ディーリング業務では、ノウハウが確立されておらず、ノウハウの有効性がダイナミックに変化する。単にノウハウを知識ベース化しても、ES(Expert System)として利用できない。そこで、ノウハウを試行錯誤的に定義し、適用し、検証する機能を備え、専門家がノウハウのシミュレータとして利用するAIシステムとした。このシステムにより、ディーラーは独自の有効なノウハウを研究すること、およびノウハウに関連する多角的な情報を得て取引引きの意思決定に役立てることが可能になった。

重見 一 秀* *Kazuhide Shigemi*
中村 喜 昭* *Yoshiaki Nakamura*
安信千津子** *Chizuko Yasunobu*
堀 米 明*** *Akira Horimai*

1 緒 言

金融機関での初期のAIの適用は相談システムが中心で、相談相談¹⁾、年金相談²⁾などのES(Expert System)が開発された。これらのESは、営業店で顧客相談に利用され、顧客サービス向上に貢献してきた。

一方、金融機関を取り巻く環境は、金利の自由化、業務規制の緩和、金融の国際化などによって一段と厳しくなり、より直接的に収益向上に関係する業務でのAIシステムの利用が期待されてきた³⁾。特に、金融・資本市場での金融取引引き業務は、複雑な業務知識と経験によって蓄積されるノウハウとを必要とし、利用する計算機システムによって収益が左右されると言われている。

株式会社富士銀行と日立製作所は、金融取引引き業務の一つである債券ディーリング業務について、AI適用技術の共同研究を行った。ディーラーのニーズが高く、かつ適用範囲の広い技術を必要とする二つのシステムを開発し、試用・実用化を進めている。すなわち、チャートのテクニカル分析支援

システムとオプションの最適取引引き決定支援システムである。

本稿では、ディーリング業務の概要、AI適用の可能性と開発した二つのシステムについて述べる。

2 債券ディーリング業務へのAI適用

2.1 債券ディーリング業務

ディーラーは、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って収益を得る。ディーリング業務の概要を図1に示す。市場価格の動向を予想し、価格が予想どおりに動けば収益が得られる取引引き戦略を採用し、戦略に基づいて個々の売買を決定する。予想と戦略が対象とする期間は、分単位の短期もあれば1週間程度のものもある。

ディーリングの意思決定のためには、多種多様な情報を利用する。取引引きデータはリアルタイムで画面上に数値やチャートとして現れる。成立した取引引きのタイミング、価格、

* 株式会社富士銀行 市場営業部 ** 日立製作所 システム開発研究所 *** 日立製作所 情報システム工場

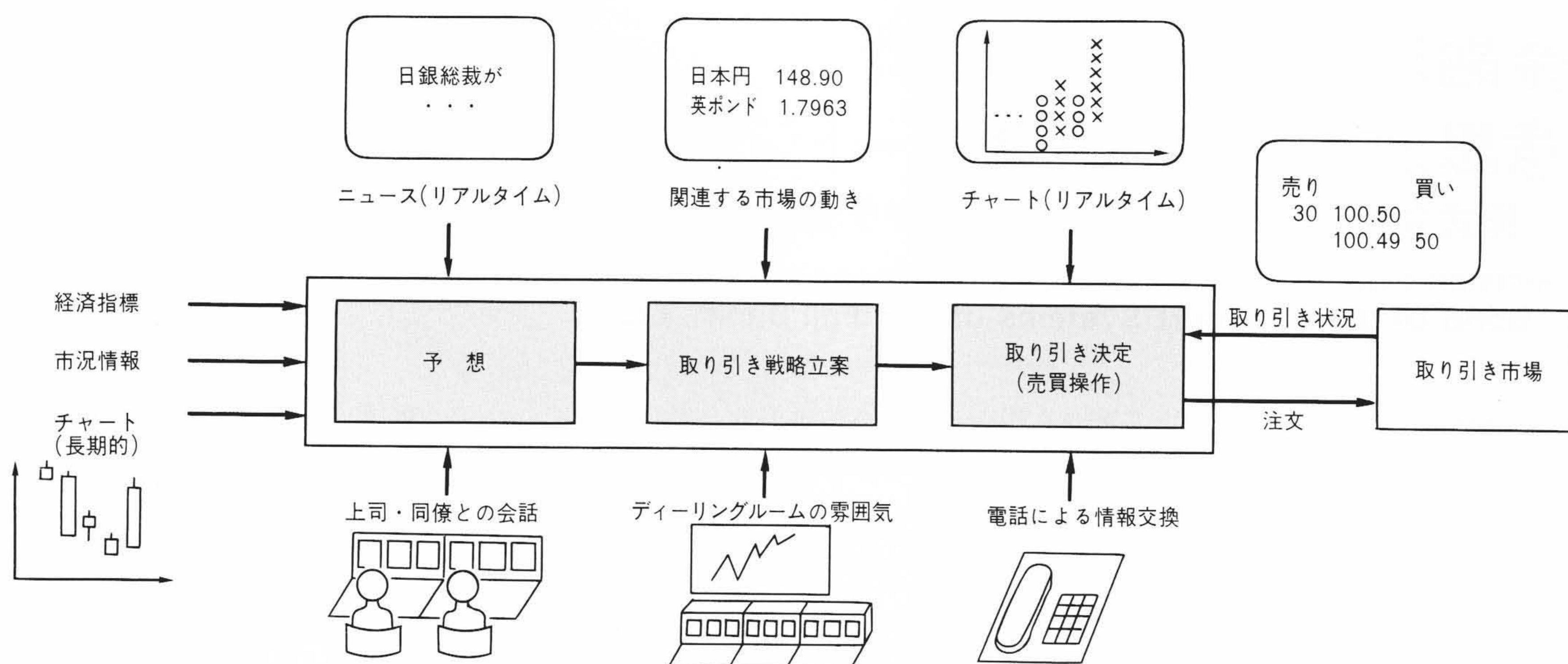


図1 デーリング業務の概要 デーリングでは、取引データ、ニュース、電話による情報、ディーリングルームの雰囲気など、多種多様な情報を参考にする。

額、希望の取引の価格、額などである。ニュースはリアルタイムで画面に現れ、経済指標の発表も含む。その他、電話による情報、同僚や上司との意見交換や指示、ディーリングルームの雰囲気なども影響を与える。

2.2 AI適用のアプローチ

ディーリング業務にAIを適用するには、さまざまな問題点がある。一応、新商品の取引を除いては、エキスパートが存在し一般に知られているノウハウもある。しかしそれらは、あいまいさを含み明確に記述しにくく、有効性も不確かである。さらに業務の性格上、収益を確保するためには、一般のノウハウに差をつける有効なノウハウを必要とする。利

用するデータとしては、ニュースや他のディーラーの動向に関するうわさなど、入力して処理しにくい情報も重要な意味を持つ。計算機出力はそのまま利用されるのではなく、ディーラーが説明しにくい勘を含めての最終意思決定を行うのに参考にされる。

しかし、AIへの期待は大きい。勘をより確かに働かせるために、質量ともに充実した情報の提供が望まれている。さらに、勘を排除するシステムティックなディーリングも望まれている。

以上の状況を考慮して、ディーリング業務に有用なAIシステムは、ディーラーの意思決定に役立つ情報を提供し、ディーリングのノウハウを研究するための機能を持つシステムであると考えられる。つまり、専門家の知識を利用して非専門家が問題解決を行う従来のESではなく、専門家が自身の知識を研究し、自身の意思決定の材料を得るためのESであると言える。

3 チャートのテクニカル分析支援システムの概要

3.1 システムの目的

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あり、古くから株式市場などで用いられている⁴⁾。チャートとは、取引データから作られる図やグラフである。「チャート上に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、特定のパターンと、その後の価格の動きを結び付けるノウハウを利用する。特に、広く用いられているろうそく足チャートを図2に示す。

現在のディーリングルームでは、リアルタイムでチャートを表示するシステムが利用されている。ディーラーは、複数のチャートを注視して、自分でノウハウを適用して予想を組

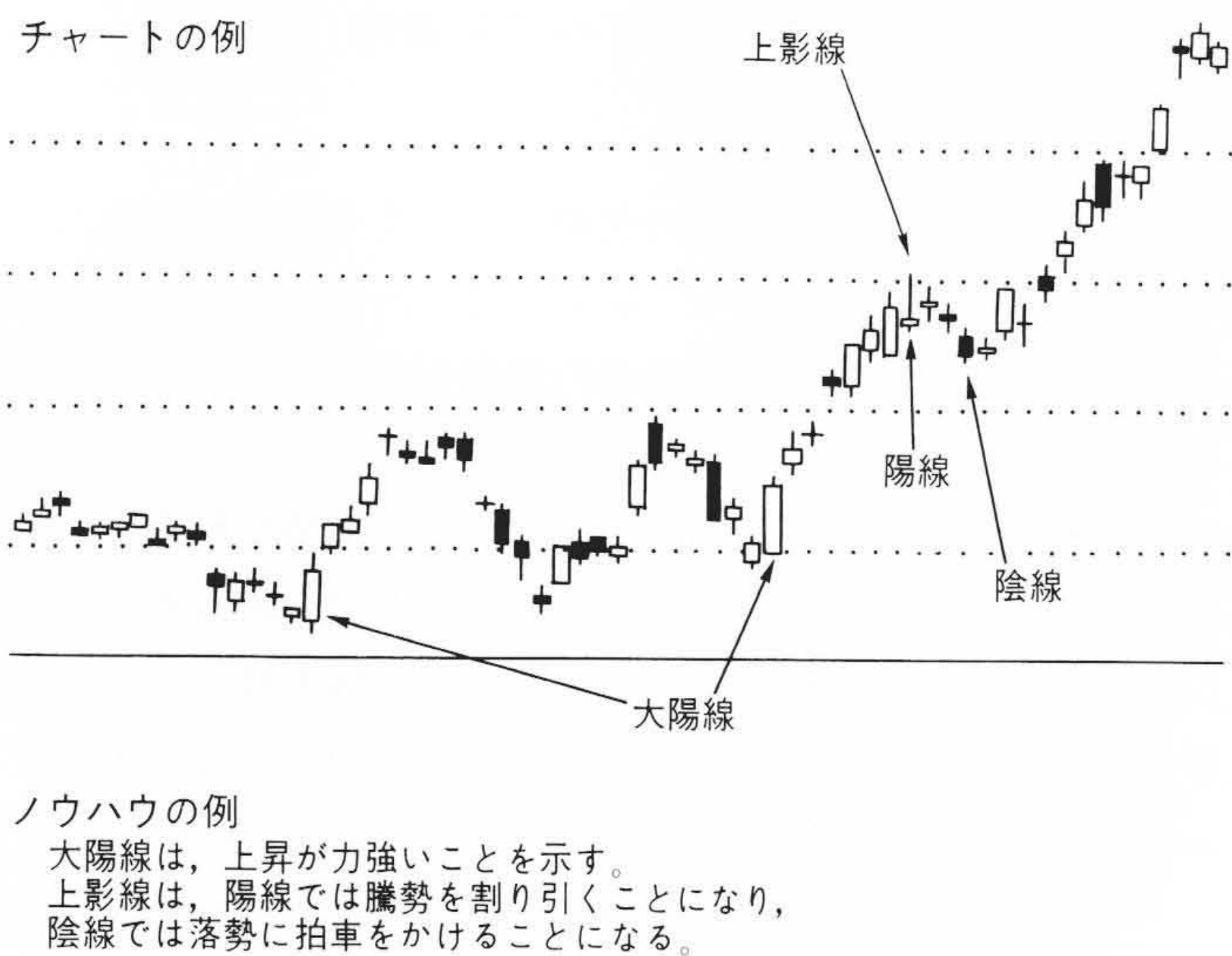


図2 ろうそく足チャートのテクニカル分析例 チャートに繰り返し現れるパターンを利用して、価格動向を予想する。

み立てている。ルールによって記述されたパターンの発生を警告するAIシステムもある⁵⁾。

チャートのテクニカル分析支援システム⁶⁾は、以下の目的で開発した。

- (1) 最新のチャートに適合するテクニカル分析のノウハウを、漏れなく、かつすばやく警告する。
- (2) ノウハウによる予想の的中率を評価する。
- (3) 過去のチャートの中から、チャートが類似している時点を検索する。
- (4) ディーラーがより良いノウハウを研究するための機能を提供する。

3.2 システムの概要

システムの基本部分は、チャートのテクニカル分析のために開発した知識表現と推論方式である⁷⁾。システム構成を図3に示す。知識ベースはノウハウを記憶する。推論は、チャートとノウハウを照合して、ノウハウの適合状況を求めることとなる。チャートは、時系列データ(特徴データと呼ぶ。)として表現している。

ノウハウの例を図4に示す。知識表現にルール形式を用いている。ルールは、チャートの特定のパターン(if部)、パターン発生時に警告するメッセージおよび発生後の価格の動きの予想(then部)を結び付ける。知識表現の特徴を次に示す。

- (1) 時系列データの名称と相対的な時点とを用いることで、ノウハウを自然に記述できる。
- (2) パターンの発生をファジィ集合として検出しており、類似するパターンの発生も認識できる。
- (3) then部でパターンの名称を定義し他のルールで参照する

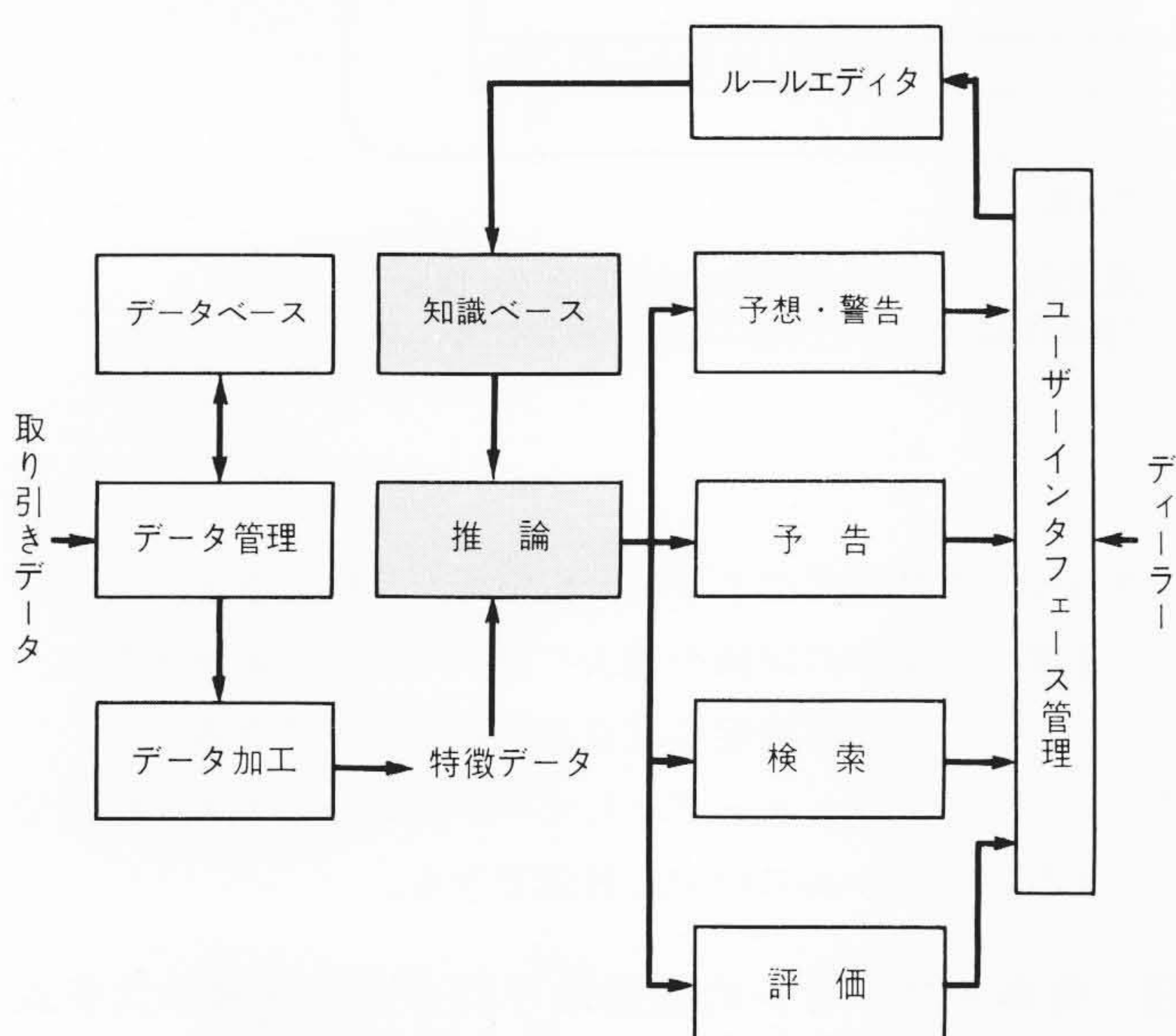


図3 チャートのテクニカル分析支援システムの構成 時系列の特徴データに、知識ベース内のノウハウを適用する推論が基本となる。推論を利用して、予想・警告、予告、検索、評価を行い、ディラーに有用な情報を提供する。

No.309 チャート：移動平均線

```

if   ブル・オーダー( 0)
      ブル・オーダー(-1)
      MAa( 0) ≥ MAa(-1) ファジィ(0.03)
      MAb( 0) ≥ MAb(-1) ファジィ(0.03)
      Mac( 0) ≥ Mac(-1) ファジィ(0.03)
      Mad( 0) ≥ Mad(-1) ファジィ(0.03)
then 予想：      0.00-0.10(0.5)
      メッセージ：ブル・トレンド
  
```

注：MAa, MAb, MAc, MAd：平均期間の異なる4本の移動平均線、MAaの平均期間が最も短い。

MAa(0), MAa(-1)：0は基準時点、-1は1時点前を示す。

≥, ファジィ(0.03)：演算子(≥)とパラメータ(0.03)により、ファジィ集合のメンバシップ関数が定まる。

ブル・オーダー：パターン名称の例、別ルールで定義されたものを参照している。

図4 テクニカル分析のノウハウの表現 パターンを特定する条件と、パターンの名称、パターン発生後の価格動向の予想、メッセージなどを記述する。

ことで、複雑なパターンも段階的に定義できる。

推論の基本は、チャート上のパターン認識である。つまり、指定された時点の特徴データと、指定されたルールのif部に記述されるパターンとの適合度の計算である。

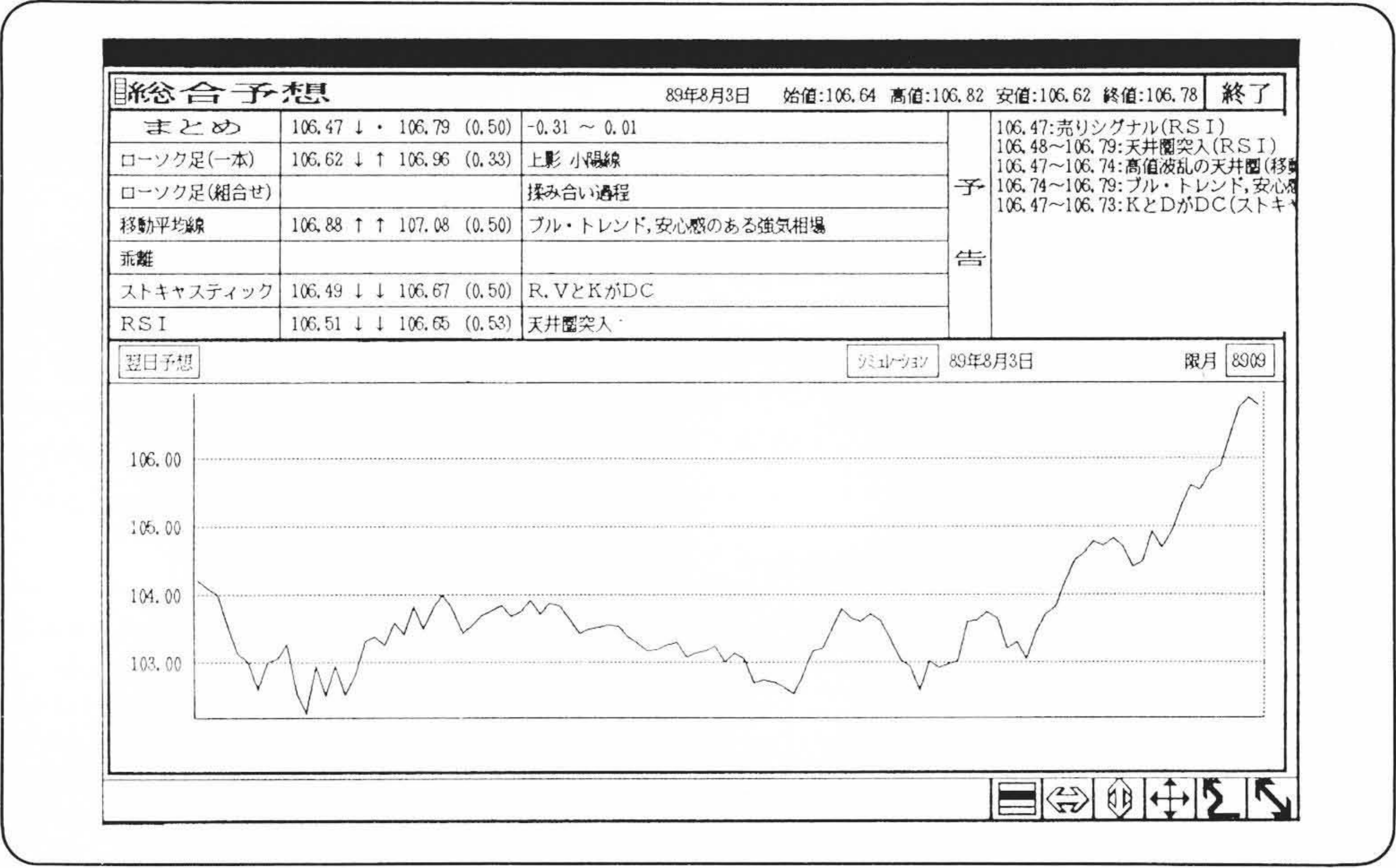
推論結果に基づいてディラーにさまざまな情報を提供する機能として、図3の予想・警告、予告、検索、評価を実現している。

(a) 予想・警告は、図5(a), (b)に示す画面を出力する。適合するノウハウのメッセージを表示することによってパターンの発生を警告し、適合するノウハウの予想を合成することによってその後の価格を予想する。

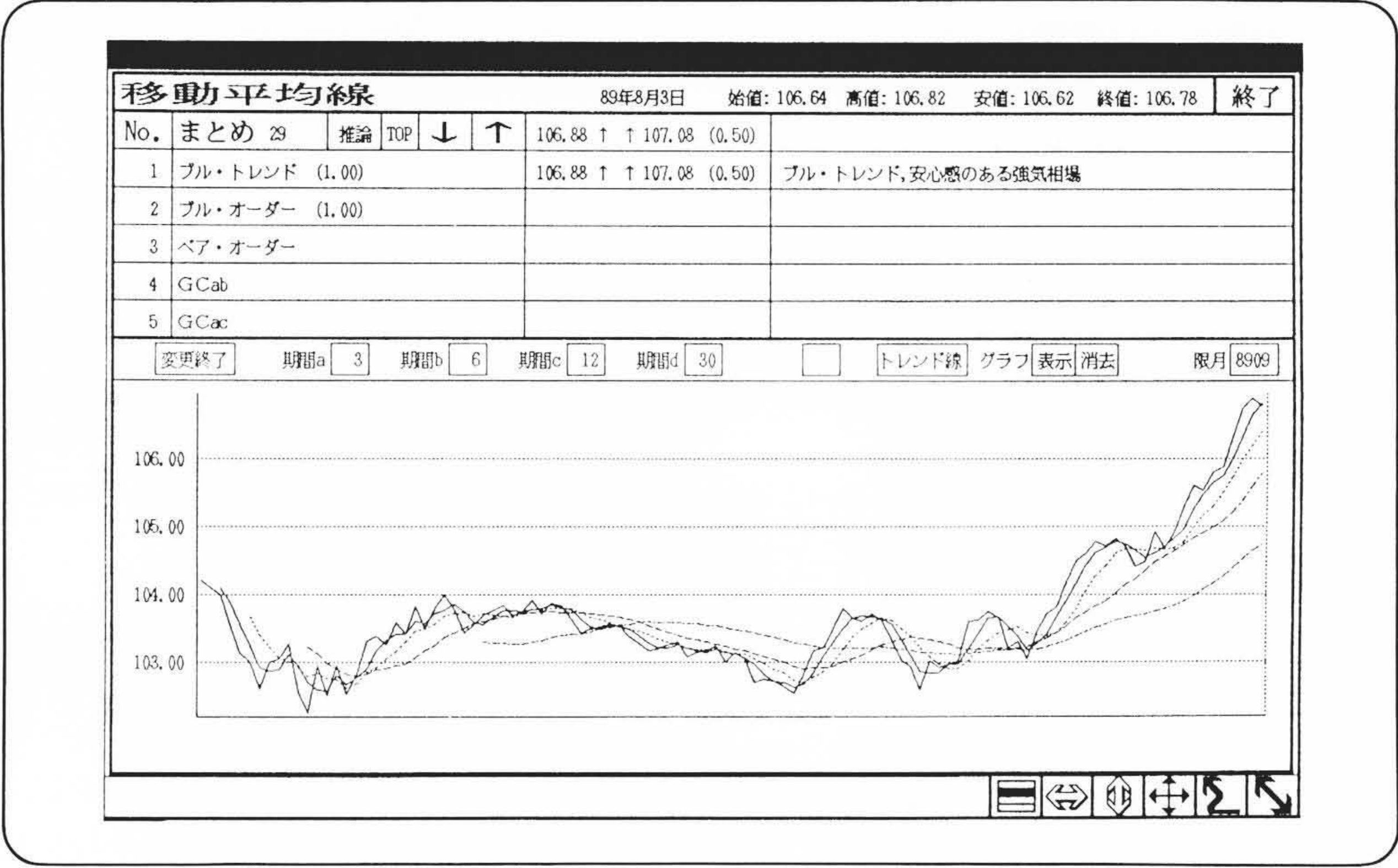
(b) 予告では、図5(a)の予告を出力する。将来の価格を仮定して推論のシミュレーションを行い、将来適合する可能性のあるノウハウと、適合の必要条件となる価格の範囲を求める。

(c) 検索と評価は、過去のデータを利用して過去の時点で推論のシミュレーションを行う。それぞれ、類似した時点の検索と、類似時点のその後の価格変動の統計的な評価を行う。

システムは起動後、データを読み込み、最新時点で推論を行い、複数チャートから得られる情報の摘要である図5(a)の総合予想画面を表示する。ユーザーの指定により、同図(b)のチャート別の予想・警告画面、推論時点の変更と再推論結果、ルールエディタ画面、評価画面、検索結果などを表示する。ユーザーは、対話的にルールを定義し、定義したルールを用いて予想させたり、チャートを検索したり、さらにルールによる予想を評価したりできる。



(a) 総合予想画面



(b) チャート別予想画面

図5 チャートのテクニカル分析支援システムの出力画面例 総合予想画面(a)は主画面で、総合予想とチャート別の予想および主な警告を示す。チャート別予想画面(b)は、チャートとノウハウの適合状況(1.00など)、予想および警告を示す。

3.3 適用状況と効果

このシステムは、債券先物の日単位の1年分のデータと5種類のチャートを用意して、平成2年1月からディーリングルームで試用されている。ディーラーは、自分自身でシステムを操作して、所望の情報を得ることができる。さらに、ルールエディタを用いて思いついたノウハウを登録し、評価と検索の情報に基づいてルールを調整している。

試用の結果、次の効果が認められ、このシステムはディーラーの意思決定に有用であることが実証された。

(1) テクニカル分析の専門家の思考を模擬して、相場観に左

右されない客観的テクニカル分析情報を提供できる。

(2) 予想的中率の評価や過去の類似時点の検索結果など、ディーリングの意思決定に役立つ情報を提供できる。

(3) ルールのシミュレータとしてディーラーの思考を模擬でき、より良いルールの研究に利用できる。

4 債券オプションの最適取り引き決定支援システムの概要

4.1 システムの目的

オプションとは、商品を売買する権利のことである⁸⁾。売る

権利(プット)と買う権利(コール)の2種類があり、売買の時期(行使日)、価格(行使価格)、売買額の三つのパラメータがある。オプションの価値は、これらの種類とパラメータによって異なる。さらに、対象とする商品の価格変動、時間の経過などの環境変化によって影響を受ける。

オプションの在庫(ポジション)の管理は、価値が多くの変因に左右されるため、必然的に複雑となる。オプションディーラーは、環境変化に対する自己のポジションの価値の変化に注意を払わねばならない。また、環境変化を予想し、予想の下で有利となる目標のポジションを定め、現状のポジションを目標に近づける(ポジションの調整)ために必要となる追加取引の種類と、パラメータを決定しなければならない。

現状のオプション取引支援システムは、オプションの価値の計算、環境変化に対する価値の変化(感応度)の分析を支援する。AIを利用した例として、既存の投資戦略(オプション取引の組み合わせ)の選択を支援するものや、制約論理言語によって制約条件を満足する取引の組み合わせの決定を行うものがある⁹⁾。

オプションの最適取引決定支援システムは、オプションディーラーのポジション管理を支援すること、そのために特に次の二つを支援することを目的として開発した。

- (1) ポジションを調整するために追加すべき最適な取引の組み合わせの決定を支援する。
- (2) 環境変化によるポジションの価値(保有するオプションの価値の合計)と感応度の分析を支援する。

4.2 システムの概要

このシステムは、前記二つの目的を達成するため、それぞれ最適取引決定のための一連の機能とポジション分析の機能とを提供する。システム構成を図6に示す。二つの機能はポジション管理を支援するために、有機的につながっている。ディーラーは、ポジション分析により、調整の目標を定める。最適取引決定のための機能を利用して追加取引を求め、追加取引実行後のポジション分析を行い、追加取引の妥当性について吟味する。

ポジション分析の例を図7(a)に示す。環境変数に対するポジションの価値の変化をグラフで表示している。グラフの横軸に環境変数、縦軸に価値または感応度、分析対象のポジションとして現状、追加取引だけ、追加取引実行後(現状と追加取引の合計)が指定でき、複数のグラフを組み合わせた表示が可能である。ディーラーは、ポジションの価値を多角的に把握できる。

図6の最適取引決定のための一連の機能では、まず調整目標を設定し、設定された目標の下での最適取引を二段階で探索する¹⁰⁾。調整目標設定で、ポジションの感応度に対して、それぞれ変化させたい方向を指定する。取引戦略選択で、ノウハウを利用して、調整目標を満足する可能性の

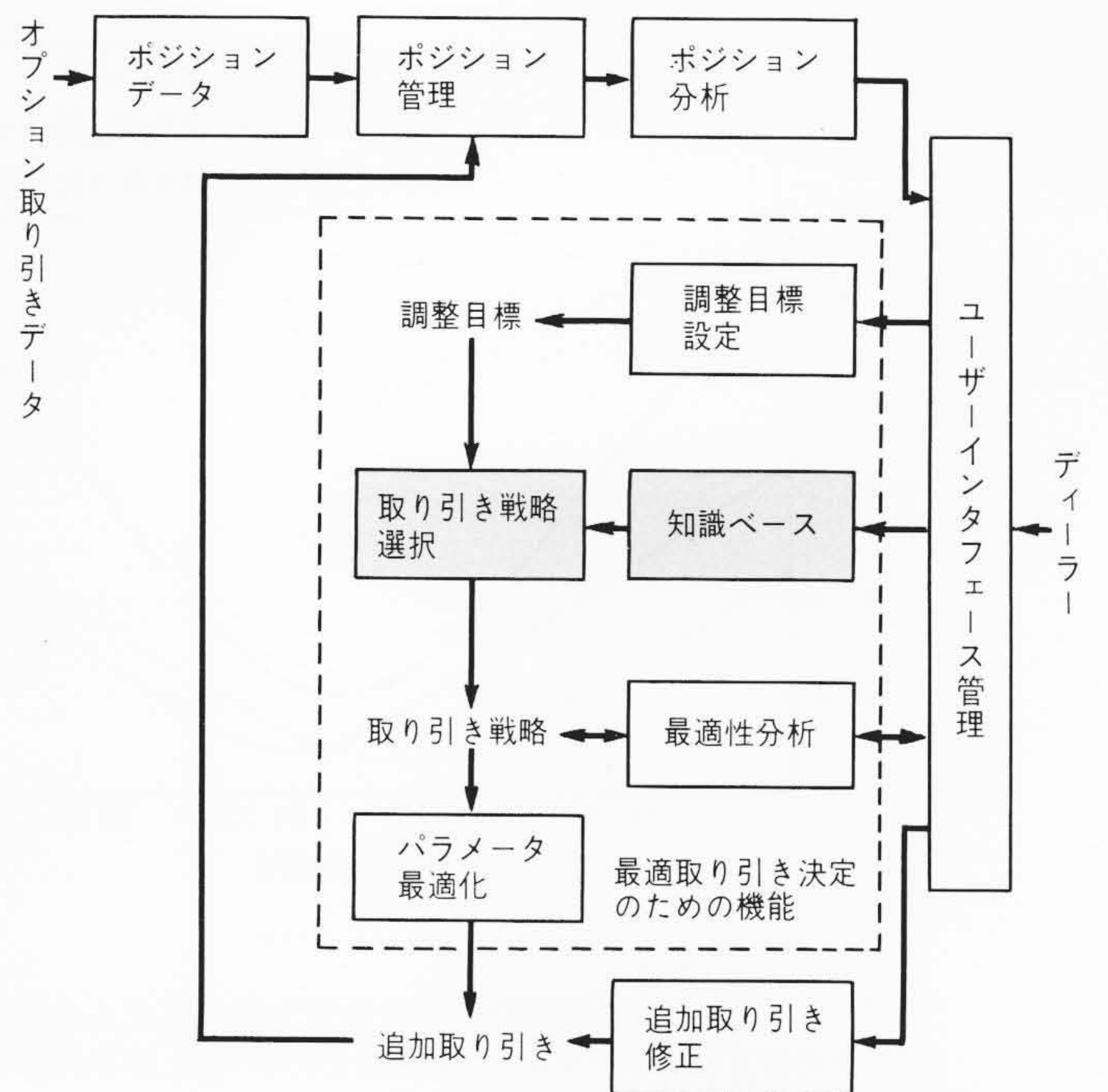


図6 オプションの最適取引決定支援システムの構成

ポジションデータを分析し、調整目標を設定し、取引戦略を選択し、取引パラメータを決定し、調整後のポジションを確認する。取引戦略選択にノウハウを利用する。

ある取引戦略(オプション取引の組み合わせとパラメータ間の制約条件)を選択する。パラメータ最適化で、取引戦略の範囲内で、取引パラメータを最適化する。

取引戦略選択で利用するノウハウの例を図8に示す。ノウハウはルール形式で表現している。ルールは、取引戦略(then部)と、取引戦略の感応度の定性的情報(if部)を持つ。推論では、調整目標とノウハウのif部を照合して、ポジションを調整目標に近づけるのに役立つ取引戦略を選択する。

最適性分析の例を先の図7(b)に示す。ある取引戦略について、未定の取引パラメータの値と調整目標の達成具合との関係をグラフで表示する。ディーラーは、適切なパラメータの傾向を直観的に把握できるとともに、より良いノウハウを学ぶことができる。

システムの標準的な利用手順は、現状のポジションの分析、調整目標の設定、取引戦略の選択・最適性の分析、取引パラメータの最適化、追加取引実行後のポジションの確認となる。途中を省略したり、途中から実行したり、後戻りしたりすることも可能なので、試行錯誤的に利用して自分の納得する取引を決定することができる。

4.3 適用状況

このシステムは、平成2年7月から現物債券のオプション取引の支援に試用している。ポジション分析と最適性分析を中心に利用している。今後、分析結果を反映させて、ノウハウの調整を進める。

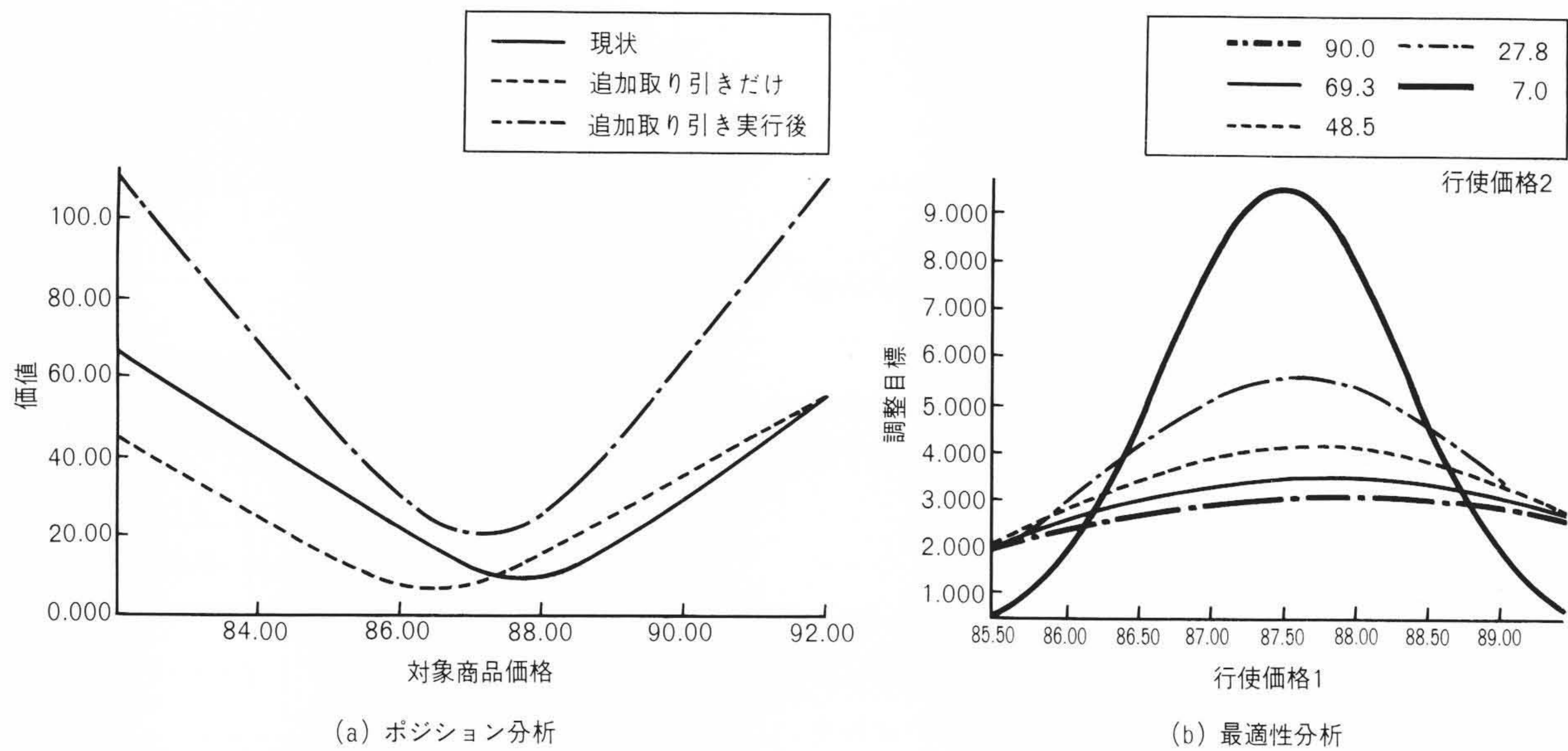
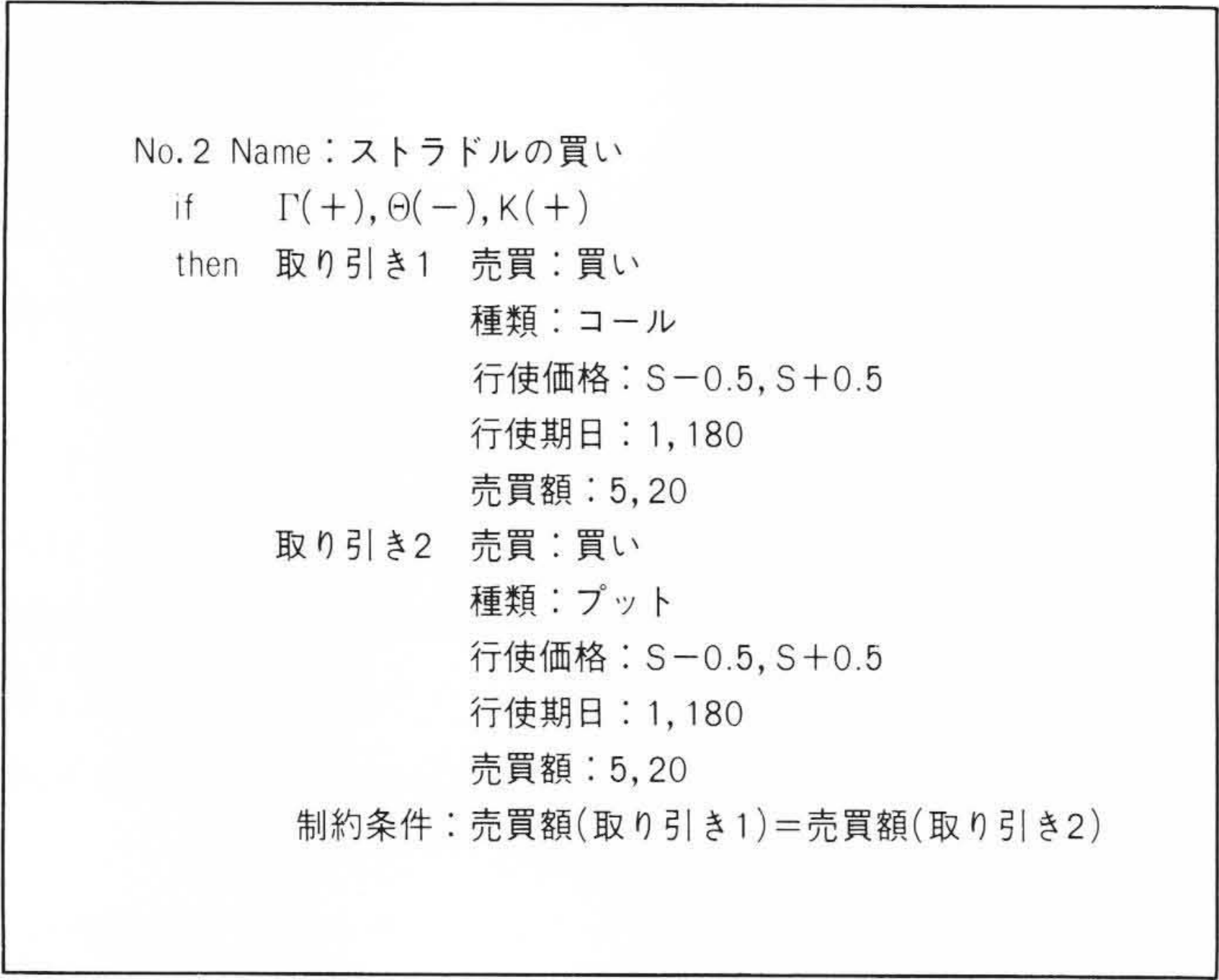


図7 オプションの最適取り引き決定支援システムの例 ポジション分析(a)は、追加取り引きによるポジションの価値の変化を把握することができる。最適性分析(b)では、取り引きパラメータ(行使価格1と行使価格2)が調整目標の達成へ及ぼす影響を読み取ることができる。



注: Γ(+)[感応度Γを上昇(+させる。]
Γ, Θ, K (感応度の例), S (対象商品の現在価格)

図8 ポジション取り引き戦略選択のノウハウの表現 価値と感応度の変化を示す定性的情報と、取り引き戦略を構成する取り引きの組み合わせを記述する。

5 結 言

以上、ディーリング業務へのAIの適用について述べた。ノウハウを、あいまいさを許容するルールによって記述し、ルールを試行錯誤的に定義、適用、検証するAIシステムが有効であることを示した。ディーラーは、AIシステムを利用して、ノウハウの検証と意思決定とに役立つ情報を得ることができる。具体的な適用例として、債券先物チャートのテクニカル分析支援システムと、オプションの最適取り引き決定支援シ

ステムについて述べた。
本来ESは、専門家の知識を非専門家が利用し、問題解決に役立てるというシステムであった。ディーリング業務はノウハウが確立されておらず、ノウハウの有効性がダイナミックに変化するのでESに適さない。本稿では、このような状況では、ESは専門家の思考を支援するツール、特に思考のシミュレータとして使えることを示した。人間の思考を支援するツールとしてのESの利用は、今後増加すると考える。

参考文献

- 1) 中村, 外: 相続相談エキスパートシステム, 日立評論, 70, 11, 1150~1155(昭63-11)
- 2) 坂本, 外: 年金相談エキスパートシステム, 日立評論, 70, 11, 1156~1159(昭63-11)
- 3) 坂本, 外: 新金融商品開発支援システム「天才くん」の開発, 日立評論, 72, 11, 1147~1150(平2-11)
- 4) 合宝: 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(昭60)
- 5) D. Leinweber: Knowledge-Based Systems for Financial Applications, IEEE Expert, Vol.3, No.3, pp.18~31(1988)
- 6) C. Yasunobu, et al.: A Knowledge-Based Technical Analysis System for Financial Decision-Making, Proc. of Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence '90(1990)
- 7) 丸岡, 外: 複数時系列データのパターン認識型推論方式の提案, 情報処理学会第41回全国大会, 2-35~2-36(平2-9)
- 8) 大村, 外: オプションの理論と応用, 東洋経済新聞社(昭63)
- 9) C. Lassez, et al.: Constraint Logic Programming and Option Trading, IEEE Expert, Vol.2, No.3, pp.42~50(1987)
- 10) 伊能, 外: オプション取引向けポジション管理支援システムにおける取引最適化方式の提案, 情報処理学会第41回全国大会, 2-39~2-40(平2-9)