多様な商品特性を考慮した知識工学応用商品 配置決定システムの提案

正 員 天 満 正 (日 立)

正 員 明 石 吉 三 (日 立)

A Knowledge Based Facing Control System Designed under Consideration of Various Goods Characteristics

Tadashi Tenma, Member, Kichizoo Akashi, Member (Hitachi)

The facing control in retail-industry is to rearrange number and position of each goods on a gondola in order to increase the total amount of sales as much as possible. It is difficult to mathematically formulate this control problem. Because the total amount of sales is not only influenced by the number and position of each goods but also by various factors such as advertisement, climate, price and so on.

To solve this problem, a facing control system has been developed. The system utilizes rearrangement knowledge of expert planners who considers various characteristics (color, container, package, etc.) of goods. In the proposed system, number and position rearrangement are attained by repeating the following process; (1) Alternatives for partial rearrangement are generated automatically by using the knowledge. (2) The layout of each alternative is generated by layout computation with the size data of each goods and shelves. (3) A suitable layout is selected from the above alternatives by evaluating the sales performance based on an evaluation function which is defined by the planner beforehand.

Further, the proposed system is possessed of the following display functions. (1) A goods layout is displayed by using goods images. (2) Each characteristics data of goods is displayed on a goods layout.

キーワード：知識工学，流通分野，商品特性，商品陳列計画

1. はじめに

流通システムの基本要素は、配送センタを中心とする物流拠点、店舗を核とする販売拠点、この両者を結ぶ輸送路の三つである。これら三つの要素での計画問題として、従来、次の問題が取上げられてきた。物流拠点では、配送センタの設備レイアウト計画、設備運用計画などが挙げられる。輸送路では、配車・配送計画、積載計画などが挙げられる。販売拠点では、従業員作業割当て計画、商品配置計画などが挙げられる。本論文では、その一つである商品配置計画問題を取上

げ、食料品、日用雑貨品などの最寄り品を対象に、陳列棚上での個々の商品の配置、すなわち、個々の商品の陳列位置とフェイス数（商品の消費者に正対する面をフェイス面と呼び、その個数をフェイス数と呼ぶ）とを決定する商品配置決定方式およびそのシステムを提案する。

商品配置決定方式の研究は従来より進められており、次の二つの方式⁽¹⁾⁽²⁾が提案されている。

〔従来方式1〕⁽¹⁾ 「位置パワー」の大きい位置へ「アイテムパワー」の大きい商品から順次、割当てていく方式である。ここで、「位置パワー」とは、個々

の陳列位置が商品の売上げに与える影響度合である。この位置パワーは陳列する商品に依存しない。「アイテムパワー」とは、個々の商品の販売力を示す度合である。このアイテムパワーは、陳列する位置に依存しない。個々の陳列位置に対する位置パワーの設定、個々の商品に対するアイテムパワーの設定は、業務エキスパートが、経験を基に、対話形式で行う。

この方式は、商品配置を新たに決定する場合を対象としており、既存の商品配置を部分的に修正する場合については対象としていない。

〔従来方式2〕⁽²⁾ 個々の商品の売上げ実績を基に、単位面積（1フェイス）あたりの売上げが均一になるように、個々の商品の陳列スペース（フェイス数）を決定する方式である。具体的には、「個々の商品のフェイス数に対する売上げ個数の比率」を商品回転率と定義し、個々の商品の商品回転率が均一化するように、個々の商品のフェイス数を決定する。個々の商品の陳列位置は、計画立案者が対話形式で設定する。

この方式は、既存の商品配置を部分的に修正する場合を対象としており、商品配置を新たに決定する場合を対象としていない。

これら二つの方式は、商品および陳列位置の売上げ特性を評価尺度に商品配置の是非を判断する。しかし、商品配置の是非の判断基準は売上高だけでない。色合い、安定感などといった種々の判断基準で評価する必要がある。ところが、従来方式は、これらに対する配慮がなされておらず、計画立案者が経験を基に手作業で計画しているのが現状である。そのため、計画立案者の熟練度によって商品配置が異なり、必ずしも競合店に対する優位性を確保する商品配置を実現できていないと考えられる。更に、この配置決定に長時間を要する場合が多い。

この問題を解決するため、知識工学技術を応用し、熟練計画者のもつ商品配置に関する知識（以下、商品配置決定知識と呼ぶ）を知識ベース化し、商品配置を自動的に決定する機能を備えた商品配置決定システムを提案する。

本論文では、まず商品配置計画問題を定義する。次に、商品配置決定システムの考え方とその構成を述べる。そして、このシステムの核をなす、商品配置決定知識を用いた商品配置決定方式を提案する。最後に、このシステムの有効性を考察する。

2. 商品配置計画問題

〈2・1〉 商品配置計画問題 商品配置計画業務は、次の2タイプに分類できる。一つは商品配置を新たに

決定する業務である。これは、新規（新装）開店、シーズン切換えなどの時期に行われる。他の一つは既存の商品配置を部分修正する業務である。商品の販売状況などに応じて随時行われる。これらの業務では、陳列棚上での空き位置に適切な未陳列商品を適切なフェイス数で追加する、あるいは陳列済み商品を適切なフェイス数で適切な位置に移動することで、商品配置を決定する。従って、本論文で対象とする商品配置計画問題は、次のように述べることができる。

（1）与えられるデータ

（a）陳列棚の属性

本論文では、複数個の棚段をもつ一つの陳列棚を取上げる（商品を陳列するじゅう器には、このほかに、平台、ワゴンなどがある。これらについても、本論文の考え方は適用可能と考えている）。従って、対象とする陳列棚は、次の属性をもつ。

（i）陳列棚の特性：扉の有無、開閉方向など

（ii）個々の棚段の属性：

個々の棚段は次の属性をもつ。

①名称、②高さ、幅の寸法、

③特性：床面からの高さの寸法など

（b）未陳列商品の属性

個々の未陳列商品は、次の属性をもつ。

（i）名称、（ii）フェイス面の高さ、幅の寸法、

（iii）商品の特性：売上げ実績、味覚、容器など

（c）陳列済み商品の属性

個々の陳列済み商品は、次の属性をもつ。

（i）名称、（ii）フェイス面の高さ、幅の寸法、

（iii）商品の特性：売上げ実績、味覚、容器など、

（iv）陳列位置：棚段の名称、棚端からの並び番号、（v）フェイス数

（2）決定すべきデータ

陳列棚上での個々の商品の陳列位置とフェイス数

（3）目的関数

商品配置計画の目的は、売上げの最大化を図ることにある。しかし、対象とする問題の特徴（〈2・2〉節参照）から、目的関数、評価尺度の設定は、計画者に委ねることとする。

（4）制約条件

制約条件は、対象とする商品によって異なる。そこで、ここでは、多くの商品に共通な制約条件である次の2点を考慮する。個別的な制約条件については、計画者との対話形式で、あるいは後述する知識ベース内の知識に組込むことで対処する。

（a）棚段の高さ、幅を越えて、商品を配置しない。

(b) 同じ名称の商品を分散して配置しない。

〈2・2〉 商品配置計画問題の特徴 この問題は、次の二つの特徴をもつ。

(1) 売上げと商品配置との関係の数学的定式化、検証が困難である。

商品配置の是非が売上げに影響を与えることは、経験的に知られている。しかし、売上げに影響を与える要因は、商品配置だけでなく、広告・催事の有無、価格の高低、天候など多岐にわたり、売上げと商品配置との関係を厳密に定義することは困難である。また、社会システムを対象とするこの問題では、消費者の購買意欲、競合店での広告・催事の有無、天候などを制御できないため、実験を通して、売上げと商品配置との関係を検証することも困難である。

(2) 種々の判断基準による結果の評価が必要である。

配置結果の是非を、売上高特性だけでなく、配置全体の見栄え(色合い、安定感など)、配置変更作業のしやすさなどの種々の判断基準で評価する必要がある。

3. 商品配置決定システム

〈3・1〉 考え方 提案方式の考え方を述べる前に、まず計画立案者による配置決定手順を考える。

計画立案者は、次の手順を繰返し、商品配置を決定していくと考えられる。

〔配置方針の設定ステップ〕 ここでは、配置方針を設定する。配置方針とは、個々の店舗あるいは売場の販売戦略を商品配置上に具現化するためのものである。例えば、新商品の追加、売上げが不振な商品のカット、新商品に対する陳列位置・陳列量の設定、販促対象品に対する陳列位置の設定、陳列量の変更などである。この配置方針は、商品配置を決めるうえでの個別的な制約条件になる。このステップは、商品配置を新たに決定する場合、既存の商品配置を部分修正する場合、いずれの場合にも行う。

〔商品配置の決定ステップ〕 〈2・1〉節で述べた商品配置計画問題は、このステップが対象とする問題である。従来方式が対象とする商品配置計画問題も、このステップが対象とする問題である。

商品配置を新たに決定する場合には、上記ステップで新商品に対する陳列位置・陳列量、販促対象品に対する陳列位置・陳列量が決定されている。他の商品は、未陳列商品である。既存の商品配置を部分修正する場合にも、上記ステップで、新商品の追加およびその商品に対する陳列位置・陳列量、販促対象品に対する陳列位置・陳列量が決定されている。従って、この段階

では、陳列棚から既存の商品がはみだすことがある。この商品は未陳列商品になる。また、この段階で、売上げが不振な商品は、陳列棚上からカットされている。従って、陳列棚上に空き空間(商品が陳列されていない空間)が生じることがある。

このステップでは、商品が陳列棚をおおいつくすまで、個々の未陳列商品の陳列位置・陳列量の決定、個々の既存の商品の陳列位置・陳列量の変更を、商品ごとに繰返し、段階的に商品配置を決定する。具体的には、次の手順を繰返ししながら、段階的に商品配置を決定する。

手順1: まず、現段階での商品配置と未陳列商品とから「次に、どの商品をどの位置にどれだけ陳列(移動)すべきか」の代替案を作成する。

手順2: その代替案に基づいて、新たな商品配置を求め、その結果を紙面上に書き表す。

手順3: 上記の結果を評価し、不満足ならば、代替案の変更を行う。

〔配置結果の評価ステップ〕 上記手順の繰返しによって、常に満足な配置が実現できるとは限らない。このステップでは、売上高、色合い、安定感、配置変更作業のしやすさなどの面から、商品配置を総合的に評価する。不満足ならば、配置方針の設定ステップ、商品配置の決定ステップにさかのぼり、商品配置のやり直しを行う。

計画立案者は、以上のステップを繰返し、商品配置を決定していると考えられる。

商品配置決定システムとして、この手順を支援することを考える。以下、その考え方を述べる。

(1) 配置方針の設定 配置方針のすべてを満たしても、満足な配置ができるとは限らない。この場合には、配置方針を変更するが、変更が必要か否かは配置結果を見なければわからない。そこで、計画立案者が対話形式で配置方針の設定・変更を行える機構にする。更に、配置方針の変更に対処する配置方針記述機能と、核となる汎用的な配置決定機能とを分離することで汎用性を高めることにする。

(2) 商品配置の決定 商品配置計画問題は、数学的定式化が困難な問題の一つである。この種の問題に対する有効なアプローチとして、知識工学の活用が試みられている。本論文でも、一つのアプローチとして知識工学の応用を考える。具体的には、売上げ特性、色、容器種などの多様な商品特性を考慮した商品配置決定知識を知識ベース化し、商品配置を自動的に決定することにする。

図 1 システム構成

Fig. 1. Configuration of facing control system.

(3) 配置結果の評価 (2・2)節の議論から、商品配置決定知識のすべてを知識ベース化することは困難である。従って、知識ベース内の知識を活用するだけで、常に満足な配置が得られるとは限らない。そこで、計画立案者との対話形式で配置の変更を行う機構を設けることにする。更に、配置結果を計画立案者へビジュアル表示することで、種々の判断基準での評価を支援する。

〈3・2〉 システム構成 システム構成を図 1 に示す。本システムでは、配置方針記述機能と配置決定機能とを分離した。配置方針記述機能では、まず、計画立案者が対話形式で配置方針を設定する。具体的には、新商品の追加、売上げが不振な商品のカット、新商品に対する陳列位置・陳列量の設定、販促対象品に対する陳列位置の設定、陳列量の変更である。配置決定機能は、ルールベース(商品配置決定知識群)と配置決定部とで構成し、知識獲得機能とのインタフェースを設け、エキスパートから知識を獲得できる構成とした。配置決定の実現法と知識の表現法については後述する。更に、計画立案者との対話形式による配置修正、配置結果のビジュアル表示を行う構成にした。本システムでは、次の二つの表示法で配置結果をビジュアル表示する。

(1) 配置結果の画像表示 配置全体の見栄えは色合い、安定感などで評価するが、これらの評価は計画立案者の感性に頼らざるを得ない面が多い。そこで、陳列イメージを画像表示することで、計画立案者の感性に訴えることにする。表示結果の一例を、図 2 に示す。これにより、計画立案者は、ワークステーションの前に居ながらにして店頭での陳列イメージを評

図 2 商品配置の画像表示例
Fig. 2. Goods layout by natural image.

図 3 売上げ特性による表示例
Fig. 3. Goods layout by sales character.

価できる。

(2) 多様な商品特性による配置結果の多面的表示 配置全体の見栄えは、色合い、安定感などで評価する。そのためには、個々の商品の色、容器種などの情報が必要であろう。売上高を評価するためには、個々の商品の売上高の情報が必要である。そこで、多様な商品特性(売上高、色、容器種など)で多面的に配置結果を表示することで、計画立案者の種々の判断基準による評価を支援する。表示結果の一例を、図 3 に示す。この図は、売上高特性を商品筋という売上高の分類手法⁽³⁾で表示したものである。例えば、稼ぎ筋商品とは、売上高、利益高がともに高い商品のことである。

以上の考え方に基づいて、商品配置決定支援システム(フェイシングコントロール・エキスパートシステム)を開発した。本システムは、日立 CWS 2050 上で稼働する。

次に、このシステムの核をなす知識工学応用の商品配置決定方式を提案する。この方式は、〈3・1〉節の「商品配置の決定ステップ」の計算機化を図る方式で

ある。議論の便宜上、まず、商品配置知識の表現法を述べ、次に商品配置決定の手順を述べる。

③・3) 商品配置決定知識の表現法 ある計画段階での商品配置が与えられたとする。そのとき計画立案者は、陳列棚の特徴と未陳列商品の集合の特徴と、その段階での商品配置の特徴、すなわち、陳列済み商品の集合の特徴と、空き場所（未陳列商品あるいは陳列済み商品を1フェイス以上陳列可能な空き空間）とから、「どの商品をどの空き場所にどれだけ陳列すべきか」を決定する。従って、商品配置知識は、次の構造をもつと考えられる。

商品配置知識＝

陳列棚の特徴が…でかつ

未陳列商品の集合の特徴が…でかつ

陳列済み商品の集合の特徴が…でかつ

空き場所の集合の特徴が…であるならば、

…の特徴をもつ未陳列商品を、

(あるいは、…の特徴をもつ陳列済み商品を)

…の特徴をもつ空き場所に、

…の特徴をもつ陳列量で陳列(追加, 移動)せよ

ただし、「…」とは、それぞれの特徴を示す。

次に、上記八種類の特徴の表現法を示す。

(1) 陳列棚の特徴 陳列棚の特性が異なれば、顧客の買いやすさ、商品の補充作業のしやすさを向上させるために、商品配置を変えるべきである。例えば、扉つき陳列棚であれば、商品の取出口が限定されるため、取出口の近傍に稼働商品配置すべきであるが、扉なし陳列棚ではこの制限がない。従って、商品の陳列位置を決めるためには、陳列棚の特性に関する特徴づけが必要であろう。陳列棚の特性を表現する要素には、①形状(ストレート形、L形など)、②扉の有無、③扉の開閉方向(上、下、右、左)などが考えられる。いずれの要素の組で特徴を表現するかは、陳列棚に応じて決定すべきである。

以上の議論から、陳列棚の特徴 S は、個々の要素特性 i の特徴を $a(i)$ で表せば、次式で表現できる。

$$S = \{a(i)\} \dots\dots\dots (1)$$

(2) 個々の未陳列商品の特徴 高売上げな商品配置を実現するためには、売上げ実績の高い商品を追加することが一つの方策である。従って、「どれだけの売上げをもつ商品か」という売上げに関する特徴づけが必要である。また、「どれだけの大きさの空き場所に追加できる商品か」という大きさに関する特徴づけも必要である。その他、商品の特性を表現する要素には、①メーカー名、②色、③味覚(甘口、辛口など)、④容器種(ビン、缶など)、⑤広告・催事対象の

有無、⑥利用時期(夏、冬、雨など)などが考えられる。いずれの要素の組で表現するかは、対象に応じて決定すべきである。以下では、売上げ、大きさの表現方法を述べる。

まず、売上げの表現方法について述べる。陳列すべき商品を売上げで選択するためには、個々の商品の売上げの絶対値を特徴づける方法でなく、売上げを商品間で相互に比較することで売上げを特徴づける方法が必要である。これを実現する方法として、流通業界では、商品筋という売上げの分類手法が既に提案されている⁽³⁾。この手法は、流通業界で広く用いられている手法であり、その活用実績も多い。そこで、この手法で売上げを特徴づけることにする。

次に、商品の大きさの表現方法について述べる。商品の大きさを表現する方法として、フェイス面の高さ、幅の組で表現する方法と、面積で表現する方法とが考えられる。ここでは、面積が同じでも、高さ、幅の寸法の違いによって、陳列できる空き場所が異なるため、前者の方法で表現することにする。具体的には、「陳列棚の高さ、幅の寸法に対する、商品のそれぞれの寸法の比率」の大小で商品の大きさを特徴づけることにする。本方式では、各要素特徴に幾つかのレベル(例えば、「高い」、「低い」、「広い」、「狭い」というレベル)を設定し、そのレベルで表現する。要素特徴のレベル数は対象に応じて設定すべきである。

以上の議論から、個々の未陳列商品の特徴を、売上げ、高さ、幅、その他の特性の集合の四つで表現することにする。従って、ある商品 n の特徴 N は、売上げの要素特徴レベルを $s(n)$ 、高さの要素特徴レベルを $h(n)$ 、幅の要素特徴レベルを $w(n)$ 、その他の特性の要素特徴の集合を $A(n)$ で表せば、次式で表現できる。

$$N = \{s(n), h(n), w(n), A(n)\} \dots\dots\dots (2)$$

(3) 未陳列商品の集合の特徴 どの未陳列商品を追加すべきかを定めるためには、「どんな特徴の未陳列商品が存在するか否か」という未陳列商品の集合を特徴づける必要があろう。そこで、未陳列商品の集合の特徴を、「任意の要素特徴の組で表現された特徴に対して、その特徴をもつ未陳列商品が存在するか否か」で表現することにする。従って、未陳列商品の集合の特徴 N は、任意の要素特徴の組で表された特徴をもつ商品 n の有無を $a(n)$ で表せば、次式で表現できる。

$$N = \{a(n)\} \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 $a(n)$ は、 $a(n)=1$ ならば“存在する”， $a(n)=0$ ならば“存在しない”を示す。

(4) 個々の陳列済み商品の特徴 陳列済み商品の特徴づけるためには、「その商品がどんな特性の商品か」といった商品の特性に関する特徴づけが必要である。更に、「その商品がどんな場所に陳列されているか」といった陳列位置に関する特徴づけも必要である。以下、これらの表現方法について述べる。

個々の商品の特性の表現方法については、未陳列商品の場合と同様の考えから、売上げ、高さ、幅、その他の特性の集合の四つで表現することにする。

次に、陳列位置の表現方法について述べる。「消費者の目にとまりやすい場所とそうでない場所とでは、商品の売上げが異なる」など、陳列位置によって売上げが異なることは経験的に知られている。従って、「どんな販売力をもつ場所か」という販売力に関する特徴づけが必要である。更に、隣接する商品の特性をそろえるために、「どんな商品が周辺(上下左右)に陳列されている場所か」という周辺の商品の特性に関する特徴づけも必要である。周辺の商品の特性の表現方法については、未陳列商品の場合と同様の考えから、売上げ、高さ、幅、その他の特性の集合の四つで表現することにする。以下では、販売力の表現方法を述べる。流通業界では、一般に、高売上げな場所を「ゴールデンゾーン」と呼ぶ。しかし、〈2・2〉節の議論から、商品の陳列位置と売上げとの関係を厳密に定義することは困難である。更に、高売上げな場所は、陳列棚の店舗での配置、陳列棚の特性、陳列する商品などによって異なる。そこで、ここでは、「ゴールデンゾーン」、「準ゴールデンゾーン」といった要素特徴を設定し、この要素特徴で販売力を表現することにする。陳列場所と要素特徴との対応づけは熟練計画者に委ねることにする。

以上の議論から、個々の陳列済み商品の特徴を、陳列済み商品の特性の特徴、陳列位置の販売力の特徴、周辺の陳列済み商品の特性の特徴の三つで表現することにする。従って、ある陳列済み商品 m の特徴 M は、その商品の特性の要素特徴の集合を $A(m)$ 、販売力の要素特徴を $p(m)$ 、上下左右の商品の特性の要素特徴の集合を $A(u), A(d), A(l), A(r)$ で表せば、次式で表現できる。

$$M = \{A(m), p(m), A(u), A(d), A(l), A(r)\} \quad \dots\dots\dots (4)$$

(5) 陳列済み商品の集合の特徴 どの陳列済み商品を移動すべきかを定めるためには、「どんな特徴の陳列済み商品が存在するか否か」という陳列済み商品の集合を特徴づける必要があろう。そこで、陳列済

み商品の集合の特徴を、「任意の要素特徴の組で表現された特徴に対して、その特徴をもつ陳列済み商品が存在するか否か」で表現することにする。従って、陳列済み商品の集合の特徴 M は、任意の要素特徴の組で表された特徴をもつ商品 m の有無を $\beta(m)$ で表せば、次式で表現できる。

$$M = \{\beta(m)\} \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここで、 $\beta(m)$ は、 $\beta(m)=1$ ならば“存在する”， $\beta(m)=0$ ならば“存在しない”を示す。

(6) 個々の空き場所の特徴 「どんな大きさの商品を陳列できる場所か」という空き場所の大きさの特徴づけが必要である。更に、これまでの議論から、「どんな販売力をもつ場所か」という販売力、「どんな商品が周辺(上下左右)に陳列されている場所か」という周辺の陳列済み商品の特性に関する特徴づけも必要である。

以下、それぞれの表現方法を述べる。まず、大きさの表現方法について述べる。これは、商品の大きさと同じ考え方から、高さ、幅との組で特徴づけることにする。具体的には、「陳列棚の高さ、幅の寸法に対する、空き場所のそれぞれの寸法の比率」の大小で特徴づけ、「広い」、「狭い」といったレベルで表現することにする。

販売力については、陳列済み商品の場合と同じ考え方から、「ゴールデンゾーン」、「準ゴールデンゾーン」といった要素特徴で表現することにする。

周辺の陳列済み商品の特性についても、個々の陳列済み商品の特徴づけの場合と同じ考え方から、売上げ、高さ、幅、その他の特性の集合の四つの要素特徴の組で表現する。

以上の議論から、個々の空き場所の特徴を、高さ、幅、販売力、周辺の陳列済み商品の特性の特徴の四つの組で表現することにする。従って、ある空き場所 e の特徴 E は、高さの要素特徴レベルを $h(e)$ 、幅の要素特徴レベルを $w(e)$ 、販売力の要素特徴を $p(e)$ 、上下左右の商品の特性の要素特徴の集合を $A(u), A(d), A(l), A(r)$ で表せば、次式で表現できる。

$$E = \{h(e), w(e), p(e), A(u), A(d), A(l), A(r)\} \quad \dots\dots\dots (6)$$

(7) 空き場所の集合の特徴 どの空き場所に陳列すべきかを定めるためには、「どんな特徴の空き場所が存在するか否か」という空き場所の集合を特徴づける必要があろう。そこで、空き場所の集合の特徴を、「任意の要素特徴の組で表現された特徴に対して、その特徴をもつ空き場所が存在するか否か」で表

現することにする。従って、空き場所の集合の特徴 E は、任意の要素特徴の組で表された特徴をもつ空き場所 e の有無を $\gamma(e)$ で表せば、次式で表現できる。

$$E = \{\gamma(e)\} \dots\dots\dots (7)$$

ここで、 $\gamma(e)$ は、 $\gamma(e)=1$ ならば“存在する”， $\gamma(e)=0$ ならば“存在しない”を示す。

(8) 陳列量の特徴 フェイス数が同じでも、商品の寸法が異なれば、顧客に与える印象は異なる。数個のフェイス数で一個の棚段を被いつくすような商品ならば、1 フェイスの陳列でも顧客の目にはつきやすい。しかし、数十個のフェイス数でなければ一個の棚段を被いつくせないような商品では、1 フェイスの陳列では顧客の目につきにくい。そこで、「陳列棚の幅の寸法に対する、商品の占有寸法 (= 商品の幅の寸法 × フェイス数) の比率」を陳列量と定義し、この比

率の大小で特徴づけることにする。本方式では、陳列量に幾つかのレベルを設定し、例えば、「多い」、「少ない」といったレベルで表現することにする。

以上の議論から、ある商品 g の陳列量の特徴 V は、陳列量の要素特徴レベルを $v(g)$ で表せば、次式で表現できる。

$$V = v(g) \dots\dots\dots (8)$$

以上、本節の表現法を用いれば、商品配置知識 K は、次式で表現できる。

K = 陳列棚の特徴が S であり、かつ

未陳列商品の集合の特徴が N であり、かつ

陳列済み商品の集合の特徴が M であり、かつ

空き場所の集合の特徴が E である、ならば、

特徴が N である未陳列商品 (あるいは特徴が M である陳列済み商品) を、

特徴が E である空き場所に、

特徴が V である陳列量で陳列せよ

個々の知識は、IF/THEN ルールの形式で表す。

知識の一例を図 4 に示す。競合他店の広告・催事、日々の天候、地域行事 (運動会など) の外部環境と商品配置との関係をいかに表現すべきかは今後の課題である。

〈3・4〉 商品配置決定手順 前節までの議論から、商品配置決定は、次の手順の繰返しで実現できる。

〔ステップ 1：特徴の抽出〕 陳列棚の属性と、現段階での商品配置、未陳列商品の集合とから前節 (1) ~ (7) の特徴づけを行う。

〔ステップ 2：代替案の作成〕 〔ステップ 1〕で抽出した陳列棚の特徴、未陳列商品の集合の特徴、陳列済み商品の集合の特徴、空き場所の集合の特徴の四つに IF 部が合致する知識を知識ベースから選定する。この知識の THEN 部に記述されている内容が「どの商品をどの空き場所にどれだけ陳列すべきか」の代替案となる。

〔ステップ 3：配置計算〕 個々の商品の寸法と個々の棚段の寸法とから、各代替案について新たな商品配置を求める。

〔ステップ 4：代替案の評価〕 代替案ごとに求めた商品配置の中から、最も望ましい配置を 1 個選択する。第 2 章の議論から、この選択には、計画者があらかじめ設定した評価尺度を用いる。従来方式で提案されている、①「商品回転率」、②「位置パワーとアイテムパワーとの積」は、いずれも売上高を評価する一つの尺度である。

以上、四つのステップを代替案が立案されなくなるまで繰返す。

IF (「扉なし」陳列棚である)
 (「赤色」かつ「売れ筋」の未陳列商品がある)
 (「緑色」の陳列済み商品がない)
 (「青色」の陳列済み商品がない)
 (「黄色」の陳列済み商品がない)
 (「白色」の陳列済み商品がない)
 (「赤色」の陳列済み商品がない)
 (「ゴールデンゾーン」かつ「広い」
 の空き場所がある)
 THEN (「赤色」かつ「売れ筋」の未陳列商品を)
 (「ゴールデンゾーン」かつ「広い」の空き場所に)
 (「多い」の陳列量で陳列せよ)

IF (「扉なし」陳列棚である)
 (「赤色」の未陳列商品がある)
 (「赤色」の陳列済み商品がある)
 (「赤色の商品が左にある」かつ「狭い」
 の空き場所がある)
 THEN (「赤色」の未陳列商品を)
 (「赤色の商品が左にある」かつ「狭い」
 の空き場所に)
 (「少ない」の陳列量で陳列せよ)

IF (「扉なし」陳列棚である)
 (「赤色」かつ「売れ筋」の未陳列商品がない)
 (「赤色」かつ「売れ筋」かつ
 「非ゴールデンゾーン」の陳列済み商品がある)
 (「赤色の商品が左にある」かつ「広い」かつ
 「ゴールデンゾーン」の空き場所がある)
 THEN (「赤色」かつ「売れ筋」かつ
 「非ゴールデンゾーン」の陳列済み商品を)
 (「赤色の商品が左にある」かつ「広い」かつ
 「ゴールデンゾーン」の空き場所に)
 (「多い」の陳列量で陳列せよ)

図 4 商品配置決定知識例

Fig. 4. Example of facing control knowledge.

4. 数値実験による評価

数値実験により、提案方式（知識工学を応用して商品配置を決定する方式）と従来方式（位置パワーの大きい位置へアイテムパワーの大きい商品から順次、割当てていく方式）との配置結果を比較する。従来方式での商品配置の評価尺度は次のとおりである。

- 位置パワーの大きい位置にアイテムパワーの大きい商品が陳列されている配置

提案方式での商品配置の評価尺度は次の三種類である。

- 位置パワーの大きい位置にアイテムパワーの大きい商品が陳列されている配置、かつ同じ色の商品が分散していない配置
- 位置パワーの大きい位置にアイテムパワーの大きい商品が陳列されている配置、かつ同じメーカーの商品が分散していない配置
- 位置パワーの大きい位置にアイテムパワーの大きい商品が陳列されている配置、かつ同じ色の商品が分散していない配置、かつ同じメーカーの商品が分散していない配置

（1）実験に用いたデータ 以下の実験で用いたデータは、次のとおりである。なお、本実験で用いたデータは模擬データである。個々の商品のアイテムパワー、色、メーカー、個々の陳列位置の位置パワーは、乱数表を用いて設定した。

	商品数	色合い特性	メーカー特性
データ1	20商品、40個	5種	4種
データ2	20商品、40個	10種	4種
データ3	20商品、40個	5種	10種
データ4	20商品、40個	10種	10種

知識ベースの規模は、色合い特性に関するルール（同じ色の商品を隣接配置させるルール）が20ルール、メーカー特性に関するルール（同じメーカーの商品を隣接配置させるルール）が16ルールの合計36ルールである。

提案方式における代替案の評価尺度は、従来方式と同じ「売上げ予想値」を採用した。売上げ予想値とは、「個々の陳列位置の位置パワーとその位置に陳列されている商品のアイテムパワーとの積の総和」である。

（2）実験結果 提案方式による配置結果と従来方式による結果配置との比較を表1に示す。一つのく形は一個の商品を表す。同模様のく形は、色合い特性

あるいはメーカー特性が同じな商品を示す。

（3）考察

（i）提案方式と従来方式とで商品配置が異なる。

提案方式は、知識工学的アプローチを採用し、ルール上に多様な商品特性を表現できるようにしたこと、複数の評価尺度による商品配置の評価を可能にした。しかし、従来方式は、「位置パワーの大きい位置にアイテムパワーの大きい商品が陳列されている」といった売上げ特性（売上げ予想値）を唯一の評価尺度に商品配置を評価する。「同じ色の商品が分散していない」、「同じメーカーの商品が分散していない」といった尺度での評価はできない。そのために、提案方式は、従来方式と異なる商品配置を導出できたと考える。

（ii）提案方式の売上げ予想値は従来方式より低下するが、その低下は少ない。

模擬データの作成方法から、「アイテムパワー」と「色特性」、「メーカー特性」との相関は小さいと考えられる。従って、「色の分散」、「メーカーの分散」を少なくするために、位置パワーの大きい位置にアイテムパワーの大きい商品を配置できない場合が生じる。そのため、提案方式の売上げ予想値は、従来方式より低下する。しかし、提案方式では、「売上高特性」と「色特性」、「メーカー特性」との両者を評価尺度に商品配置を評価するために、売上げ予想値の低下は少ない。

（iii）色合い特性に関するルールとメーカー特性に関するルールとを併記すると、それぞれを単独で活用した場合に比べて、配置の見栄えが低下する。

これは、次の理由によると考える。色合い特性とメーカー特性とを個別のルールで表現したために、計画過程の各段階で、色合い特性を考慮する代替案とメーカー特性を考慮する代替案とを作成する。いずれの代替案を採用するかは計画過程の各段階で異なるため、同じ要素特性をもつ商品が分散したと考えられる。

これを解決する方法として、次の方法が考えられる。すなわち、色合い特性とメーカー特性との優先関係を1個のルール上に表現することである。しかし、この方法だけでは不十分である。なぜならば、特性の種類が増加した場合、その組合せを表現するために膨大なルールが必要になり、計画時間の増加、ルールの保守性の低下を招くからである。そこで、提案システムでは、知識ベースを活用して商品配置を決定する機能だけでなく、配置結果をビジュアル表示し、計画者と対話形式で配置結果を修正する機能、商品配置に対する配置方針を対話形式で設定する機能を設けている。そのため、たとえ知識ベースによる自動決定の結果が

表 1 実験結果
Table 1. Experimental results.

	従来方式 (色合い)	色合いルールのみ (色合い)	色合い、メーカールール併用 (色合い)
データ 1 (5色) (4メーカー)			 (対従来: 99.6%)
データ 3 (5色) (10メーカー)		売上げ予想値 (対従来: 97.9%)	 (対従来: 99.5%)
データ 2 (10色) (4メーカー)			 (対従来: 99.5%)
データ 4 (10色) (10メーカー)		売上げ予想値 (対従来: 99.9%)	 (対従来: 99.5%)

	従来方式 (メーカー)	メーカールールのみ (メーカー)	色合い、メーカールール併用 (メーカー)
データ 1 (4メーカー) (5色)			 (対従来: 99.6%)
データ 3 (4メーカー) (10色)		売上げ予想値 (対従来: 98.1%)	 (対従来: 99.5%)
データ 2 (10メーカー) (5色)			 (対従来: 99.5%)
データ 4 (10メーカー) (10色)		売上げ予想値 (対従来: 99.5%)	 (対従来: 99.5%)

不満足であっても、配置の不具合点を計画立案者が容易に検出し修正できるので、計画時間の短縮が期待できる。更に、熟練度の違いによる質のばらつきの削減をも期待できると考えている。

提案システムは、既に複数の食品メーカー、量販店で実適用されている。一陳列棚あたりの知識ベース規模は、200～300ルール程度である。

5. む す び

知識工学技術を活用した商品配置決定システムを提案した。本システムでは、配置方針記述機構と配置決定機構とを分離し、配置決定機構を知識ベースと配置決定部とで構成した。更に、計画立案者による配置結果の対話修正、配置結果のビジュアル表示を行う構成とした。本システムの特徴は、

(1) 多様な商品特性(売上げ、色、容器種など)を考慮した配置決定ノウハウを知識ベース化し、商品配置を自動的に決定する。

(2) 次の二種類の表示方法で配置結果をビジュアル表示する機構を備える。①陳列イメージを画像表示

することで、計画立案者の感性による評価を支援する。②多様な商品特性で配置結果を多面的に表示することで、種々の判断基準による評価を支援する点にある。

本研究の機会を与えていただいた(株)日立製作所システム開発研究所 堂免信義所長、同所副所長 春名公一博士、同所第1部部长 中尾和夫博士に深謝いたします。また、本研究の推進にあたり、御指導、御協力いただいた同社情報システム工場の多くの方々に感謝いたします。(平成2年7月9日受付)

文 献

(1) 沢:「戦略的意思決定支援システム」, AIジャーナル, No. 9, p. 58 (昭62)
(2) 中野:「店舗活性化のための棚割最適化シミュレーション」, 情報処理学会第32回全国大会予稿集, p. 2047(昭61)
(3) 蔵下, 森:「チェーンストアの実務講座8—これからの数量管理」(昭57) 実務教育出版

天 満 正 (正員)

昭和30年7月2日生。49年3月徳島県立徳島東工業高等学校卒業。同年4月(株)日立製作所入社。システム開発研究所に勤務し、現在に至る。生産・流通システムの計画・管理技法に関する研究に従事。情報処理学会，計測自動制御学会会員。

明 石 吉 三 (正員)

昭和17年11月1日生。44年3月早稲田大学大学院理工学部修士課程修了。同年4月(株)日立製作所入社。現在，同社システム開発研究所主任研究員。工学博士。この間，生産・流通などの情報システムを対象に，スケジューリング手法，システム分析計画手法の研究に従事。計測自動制御学会，情報処理学会，IEEE 会員。