

配車計画エキスパートシステム

Truck Operation Planning Expert Systems

流通分野では、物流の効率化、配送依頼から貨物到着までの配送時間の短縮が必要になっている。現在人手で行われている配車計画の自動化は、その中心的課題の一つである。これに対し、知識工学アプローチによって配車計画エキスパートシステムを開発した。このシステムによって、配車計画の時間が大幅に短縮できるほか、配送先への納入を早期化できる。更に、ベテランの配車担当者の持つ各種のノウハウを有効活用でき、配車結果の質の向上や担当者の違いによる結果のばらつきの防止が期待できる。

本システムは、ルールの変更によって各種の変化にも対応することができる構成としているため、配送センタや扱う貨物が異なっても適用が可能である。

若杉強根男*	Tsuneo Wakasugi
薦田憲久**	Norihisa Komoda
奥村雅彦***	Masahiko Okumura
山本太三雄***	Tamio Yamamoto
山田力****	Tsutomu Yamada
原敬市*****	Keiichi Hara

1 緒言

流通分野では、納品リードタイムの短縮、伝票照合の省力化などが図られている。その結果、配送単位の小口化と件数の増大あるいは納品時刻の指定などの傾向が強まっている。この傾向に対応するため、物流の効率化、配送依頼から貨物到着までの配送時間の短縮などの配送業務の改善が必要になっている。

各車両の積荷構成と運行経路を決める配車計画は、現在人手で行われている。その自動化は配送業務改善の中心的課題である。配車計画業務は、例外処理的な内容が多く、しかも担当者の経験と能力に負うところが大きい。配車効率の良否は担当者に依存する。また、計画立案に時間がかかり、状況変化に対する即応性の面でも問題がある。

配車計画業務の計算機による自動化の試みがなされてきているが、配送センタや配送物ごとの計画条件の違いや時間的変化に対応できず、必ずしも十分な成果が得られていない。しかし、知識工学の進歩によって、計画条件の変更に対するフレキシビリティを知識工学アプローチで確保できるようになってきた。今回、知識工学アプローチによって配車計画を自動化するための、配車計画エキスパートシステムを開発した。配車計画エキスパートシステムによって配車計画業務の迅速化、省力化が図れるばかりでなく、各種の変化にも対応することができるため、配送センタ、扱う貨物が異なっても知識ベース内のノウハウの変更によって適用が可能である。

2 配車計画業務の概要

2.1 配車計画業務の手順

配車計画業務では、例えば、午後3時までに受け付けた伝

票で指定された貨物を翌日配送すると仮定する。翌日使用する車両は、受注締切時刻以前に、例えば正午までに数十台の車両を手配しなければならない。伝票は配送先別に数百枚あり、配送すべき複数の貨物が記述されている。人手による配車計画では、車両と伝票の組合せを一度に考えることは困難であるため、配送エリア内を複数の配送区域に分け、その配送区域内で車両と伝票の組合せを考えることで、一度に考える必要のある問題の規模を小さくしている。

配車担当者の業務は、図1に示す三つの業務から構成されている。

(1) 車両手配

車両手配は、受注の締切時刻の前に行わなければならない。このため、受注引当て処理が終わった伝票の受付状況から、

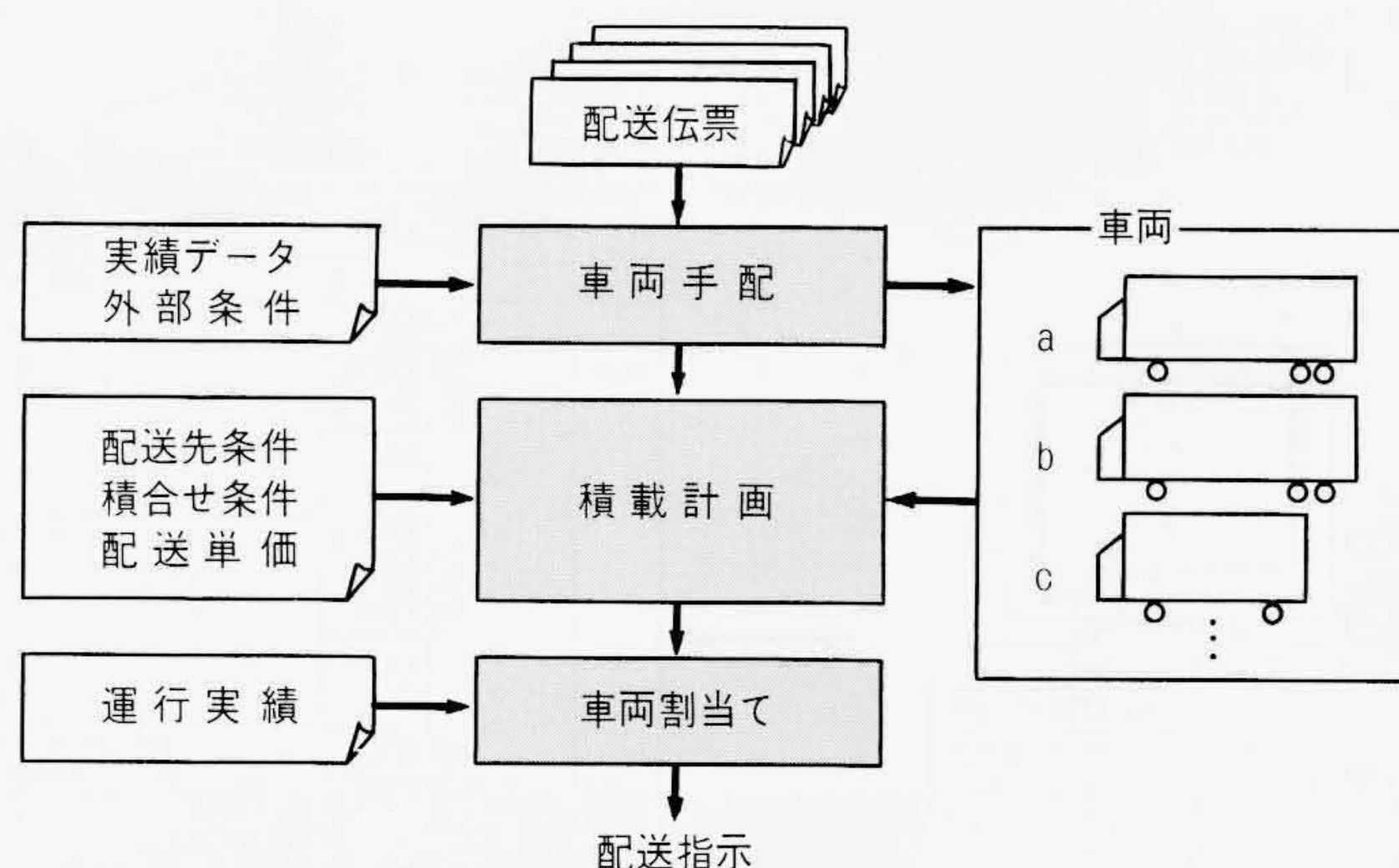


図1 配車担当者の配車計画業務の流れ 翌日の配送量を予測し車両を手配後、各車両に積む荷物を決定する。

* 株式会社ニチレイ情報システム部 ** 日立製作所システム開発研究所 工学博士 *** 日立製作所大森ソフトウェア工場
**** 株式会社日立物流情報システム部 ***** 日立マイクロコンピュータエンジニアリング株式会社

受付終了までに到着する翌日配送分の伝票を含めた配送量を予測する。予測した配送量に基づき、使用する車両の車種及び台数を決定して業者に手配する。その際、配車担当者は、配送先の制約(例えば、配送時刻指定、道路事情による車種の制約など)、配送する貨物の制約(例えば、貨物の積合せの制約、貨物による使用車種の制約)、業者への平等な車両の手配などを考慮しなければならない。

(2) 積載計画

受注引当て処理をした翌日配送の貨物の伝票を、車両手配で手配した各車両に割り当てて、車両ごとの積み荷構成を決定する。同じ車両でどの伝票の貨物を配送するかは、配車担当者が長年の経験を基に、輸送コスト、制限重量、制限容積などを考慮して決定している。

(3) 車両割当て

手配先による依頼の優先度、手配先の得意区域、車両を運転する運転手のローテーション(同じ配送区域に連続して割り当てない。)、稼働時間の平準化などを考慮して、積載計画結果に実際に手配した車両及び運転手を割り当てる。

2.2 配車計画システムの開発方針

配車計画システムのねらいは、次の二点である。

(1) 配車業務の効率化

現在、人手で2時間程度を要している配車業務の計画時間の短縮、緊急便や受注の取消しなど例外的処理に対する即応性を持たせ、配車業務の省力化を図る。

(2) 車両運用の効率化

少量・多頻度・短納期配送に対応できる、不確定な配送要求下での正確な車両手配や、大量の貨物の積み荷構成を短時間に決定できるようにする。人手による計画では、車両手配数の増加、各車両の積載率の低下を招き対応できない。

上記ねらいを実現するシステムの開発方針として、以下の二つを設定した。

(1) システムの保守性・適応性

配車計画では、配送先の制約条件、配送する貨物の制約条件、車両の車種、扱う貨物などが配送センタごとに異なり、

その方式も時間とともに変化する。更に、計画条件には、必ず守らなければならない条件、できれば守りたい条件があり、その条件が、計画結果によって緩和されるものが多い。配車計画システムでは、このような問題の定式化が困難な場合に有効である知識工学アプローチによって、計画のノウハウや条件をif then形のルールで記述し、知識ベース化する。これによって、配送センタなどが変わっても対処できる適応性を確保する。また、計画作業の高速化を図るため、具体的な車両の割当て、配送コストの計算など変更の少ない部分は、従来形の計算機言語によって実現する。

(2) 配車担当者の創造的業務の支援

配車計画では、緊急便、受注の取消しなど例外的処理が多数発生する。これらに対する対応をすべて前もってシステムに入れておくことはできない。このため、完全自動化を目指すのではなく、ワークステーションを活用し、担当者の判断を支援する使い勝手の良い対話形システムを目指す。

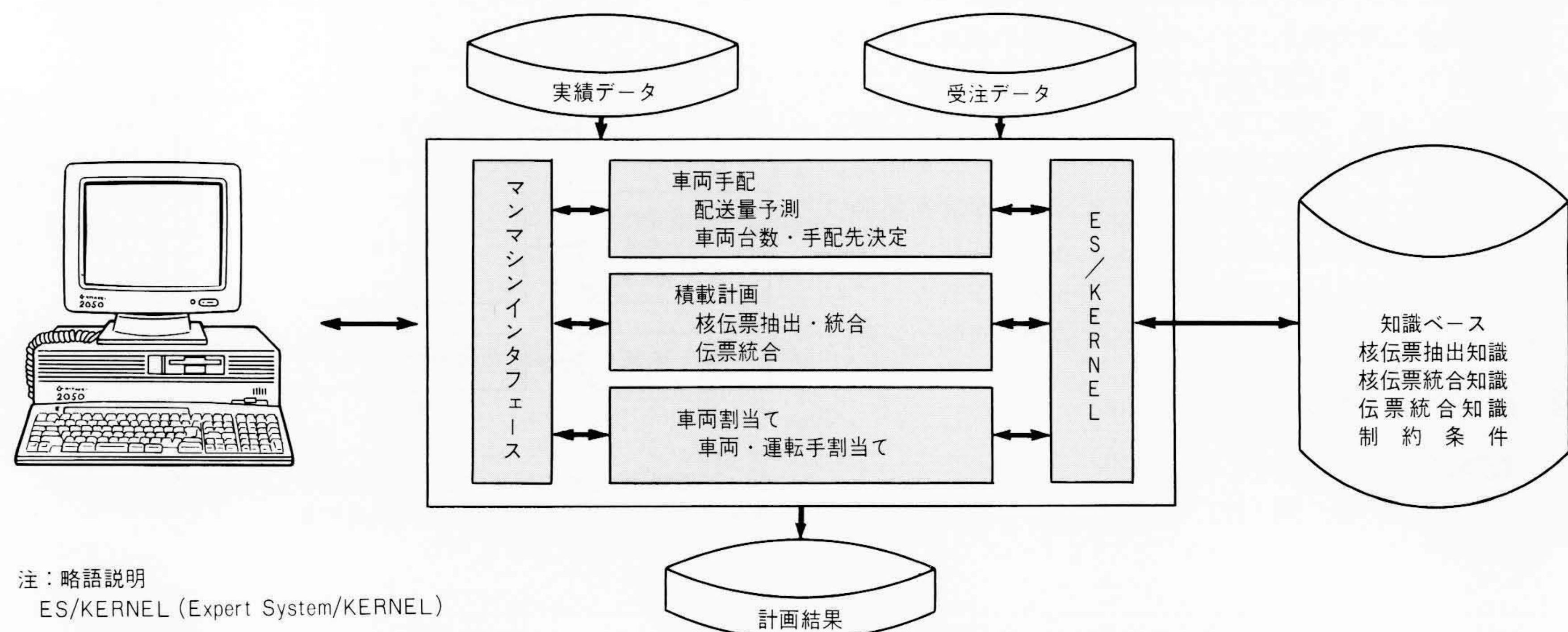
3 システムの構成

開発した配車計画エキスパートシステムは、クリエイティブワークステーション2050上で動く。その構成を図2に示す。推論エンジンとしてはES/KERNEL¹⁾(Expert System/KERNEL)を用い、マンマシンインタフェース部分や運賃計算部分などはC言語で開発している。各機能の内容を以下に説明する。

3.1 車両手配機能

(1) 配送量予測

車両手配時には翌日配送分の伝票のすべてがそろっていないため、まず、過去の実績データから、季節や曜日を配慮した予測方式(移動平均法、指数平滑法など)を用いて総配送量を予測する。同様に、区域別配送量を実績データから予測し、現在及び過去の受注量と予測結果を表示する。特別な外的要因(例えば、新製品のキャンペーンなど)によって予測結果と実際の配送量が異なることが予想される場合には、コマンドによる予測結果の修正が可能である。



注：略語説明

ES/KERNEL (Expert System/KERNEL)

図2 配車計画エキスパートシステムの構成 人手による計画の流れと計画知識を、計算機上に実現する。

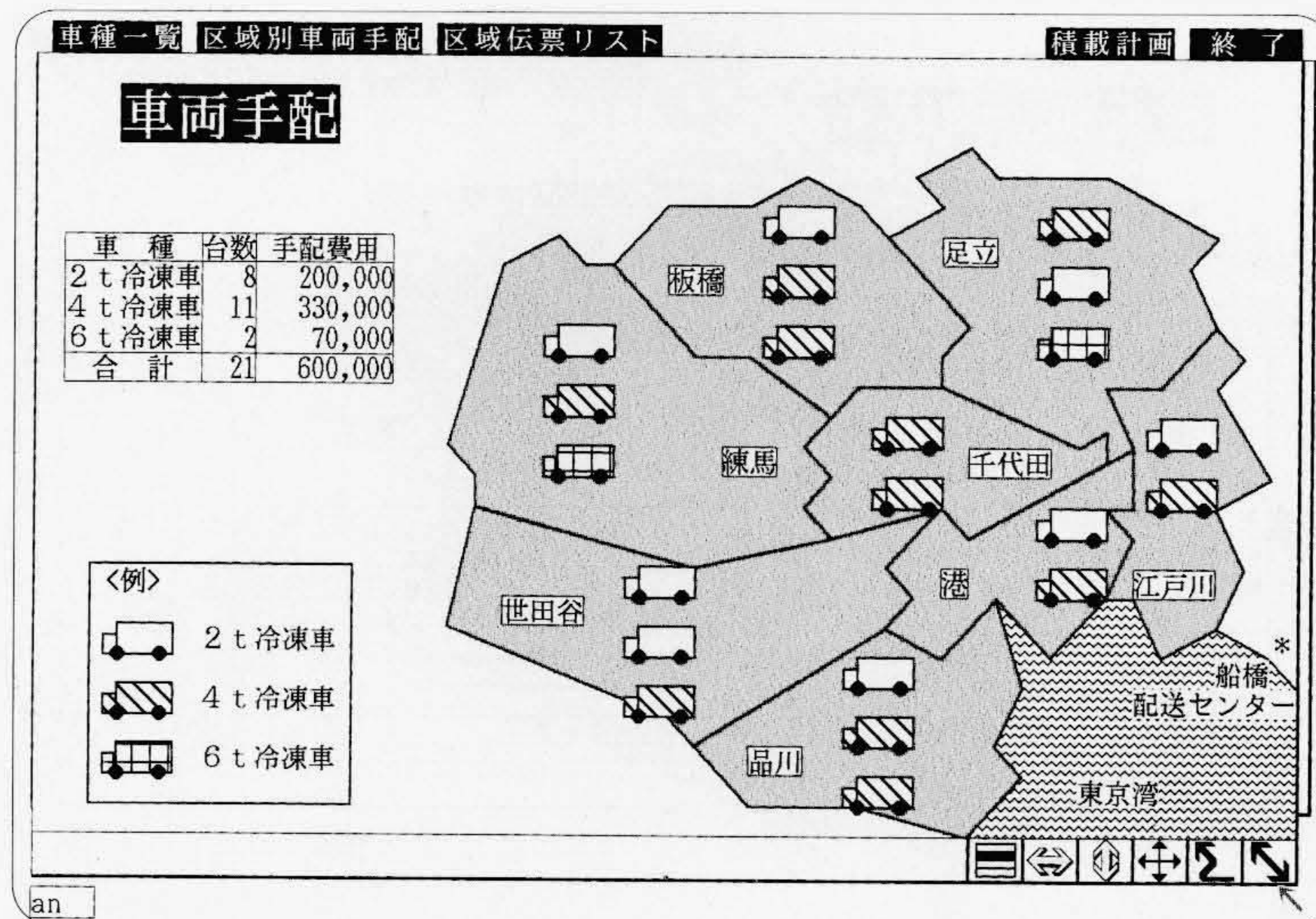


図3 車両手配結果の表示例 地区ごとの手配車両の種類、台数が画面上に表示される。

```

if (貨物名称が[アイスクリーム]と貨物名称が[肉]は)
  then (積合せ[不可]である)
if (貨物名称が[アイスクリーム]ならば)
  then (配送可能車種は[冷凍車]である)
if (貨物名称が[野菜]ならば)
  then (配送可能車種は[保冷車]である)
if (顧客名称が[ショッピングプラザ杉江]ならば)
  then (配送可能車種は[2 t車]である)

```

図4 貨物積合せ・車種制約に関するルールの例 ルール表現された制約条件に基づいて、受け付けた貨物を配送できる車両があるかどうかをチェックする。

```

if (伝票の車種指定が[2 t車]ならば)
  then (車種は[2 t車]で)
    (当該伝票を[核伝票]とする)
if (伝票の車種指定が[無し]で)
  (伝票の配送時刻指定が[有り]ならば)
  then (車種は[4 t車]で)
    (当該伝票を[核伝票]とする)
if (伝票の車種指定が[無し]で)
  (伝票の貨物容積が[MIN] m3以上で)
  (伝票の貨物容積が[MAX] m3未満ならば)
  then (車種は[4 t車]で)
    (当該伝票を[核伝票]とする)

```

図5 核伝票抽出に関するルールの例 積載計画の中心となる伝票(核伝票と呼ばれる。)を決めるためのルールを示す。抽出された核伝票に残りの伝票を順次付けていき、1台分の貨物にまとめる。

(2) 車両台数決定と手配先決定

区域別貨物量を、標準車種(例えば、2 t車)の許容質量・許容容量で割り、切り上げたものを区域別の車両台数の概算値とする。次に、車両に関するフレーム形知識ベースに記述されている車種別の優先度に従い、順次車種を仮割当てし、その車両の手配先及び手配台数を仮決定する。このとき、配送先の制約条件や配送する貨物の積合せに関する制約条件、及び車両の手配に関する業者別の優先順位などを表現したルー

ルによって、受け付けた伝票の貨物を配送できるだけの車両台数があるかどうかチェックする。車両台数の決定結果は、図3のように表示される。ここでのルールは、貨物どうしの積合せの条件、貨物による車種の制約、配送先による車種の制約に関するものがある(図4参照)。不具合が発生する場合は警告を発し、対話形式で修正する。

3.2 積載計画機能²⁾

上記車両手配で手配した車両ごとに積載すべき伝票群を作成し、車両ごとの積み荷構成を決定する。

(1) 核伝票抽出

区域ごとに分類された受注伝票の中から、配送時刻指定、車種指定がある、一配送先の物量が大、などの各車両の車両計画時に中心となる伝票を抽出する。このような伝票を核伝票と呼ぶ。核伝票抽出に関するルール形知識の例を図5に示す。

次に、制約条件が同一の核伝票をまとめていき、核伝票数が手配した車両台数と一致するようにする。ここでも、図5に示したような専門家のノウハウをルール化した核伝票統合に関するルール形知識が使用される。

(2) 伝票統合

上記によって抽出された核伝票に、知識ベース内に格納されているノウハウや制約条件を用いて伝票をグループ化し、1台の車両で配送すべき貨物を決定する。車両ごとにグループ化された伝票のリストを、積載率や配送コストと合わせて図6のように表示する。必要に応じて、図7に示す画面を用いてグループ化した伝票の削除、交換、追加ができる。

3.3 車両割当て機能

伝票群ごとに、その伝票群の貨物を積載し配送する車両の具体的車両の番号を決定する。運転手の過去の実績を考慮して車両を割り当て、割当て結果を表示する。

3.4 マンマシンインタフェース

配車計画結果や対象データなどが、マルチウインドウ機能を活用して操作しやすく表示される。知識ベースの内容の変更も、日本語によって行える。

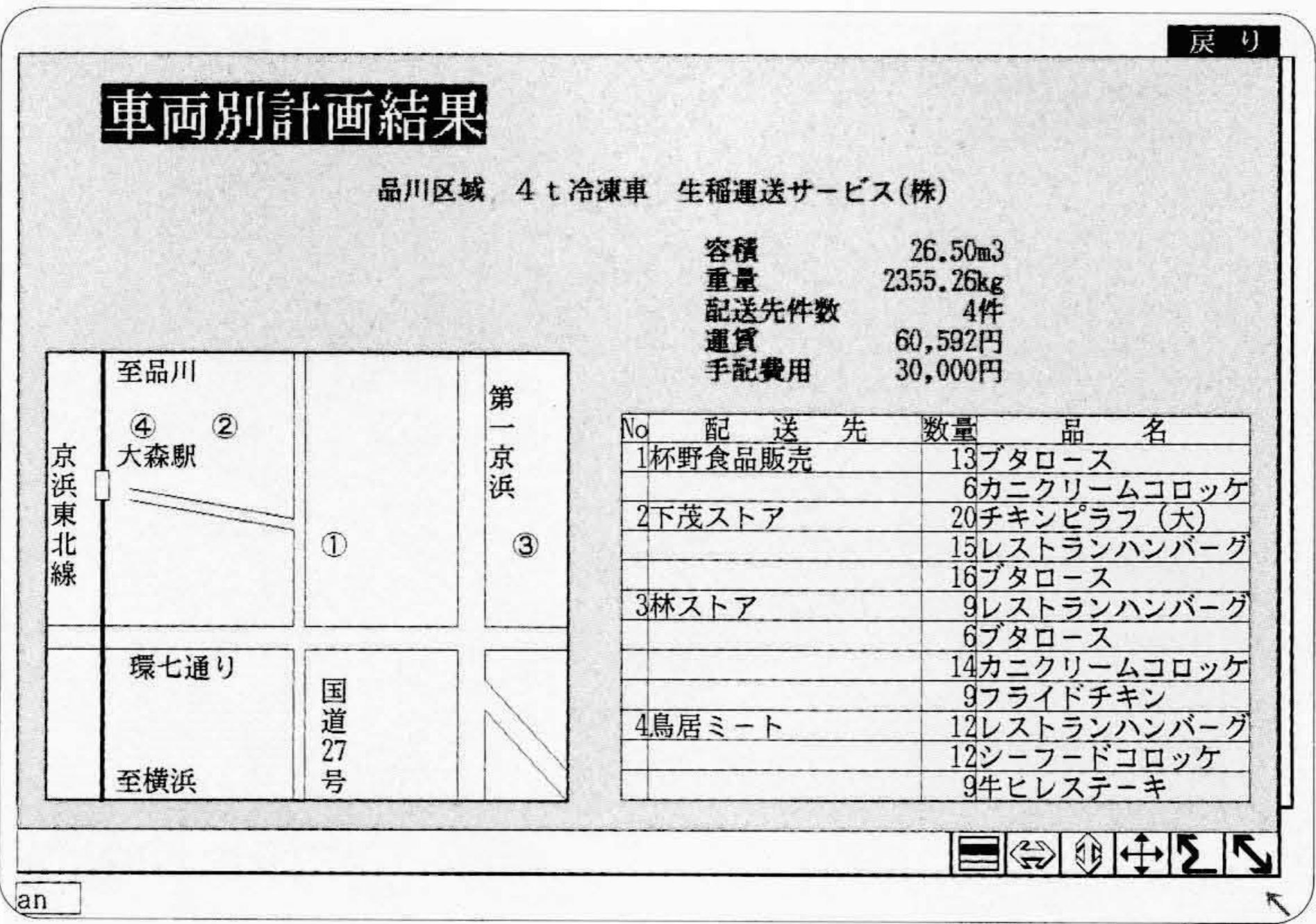


図6 車両別配車計画結果の表示例 1台の車両で配送すべき伝票群をまとめ、積載率、配送コストと合わせて表示する。

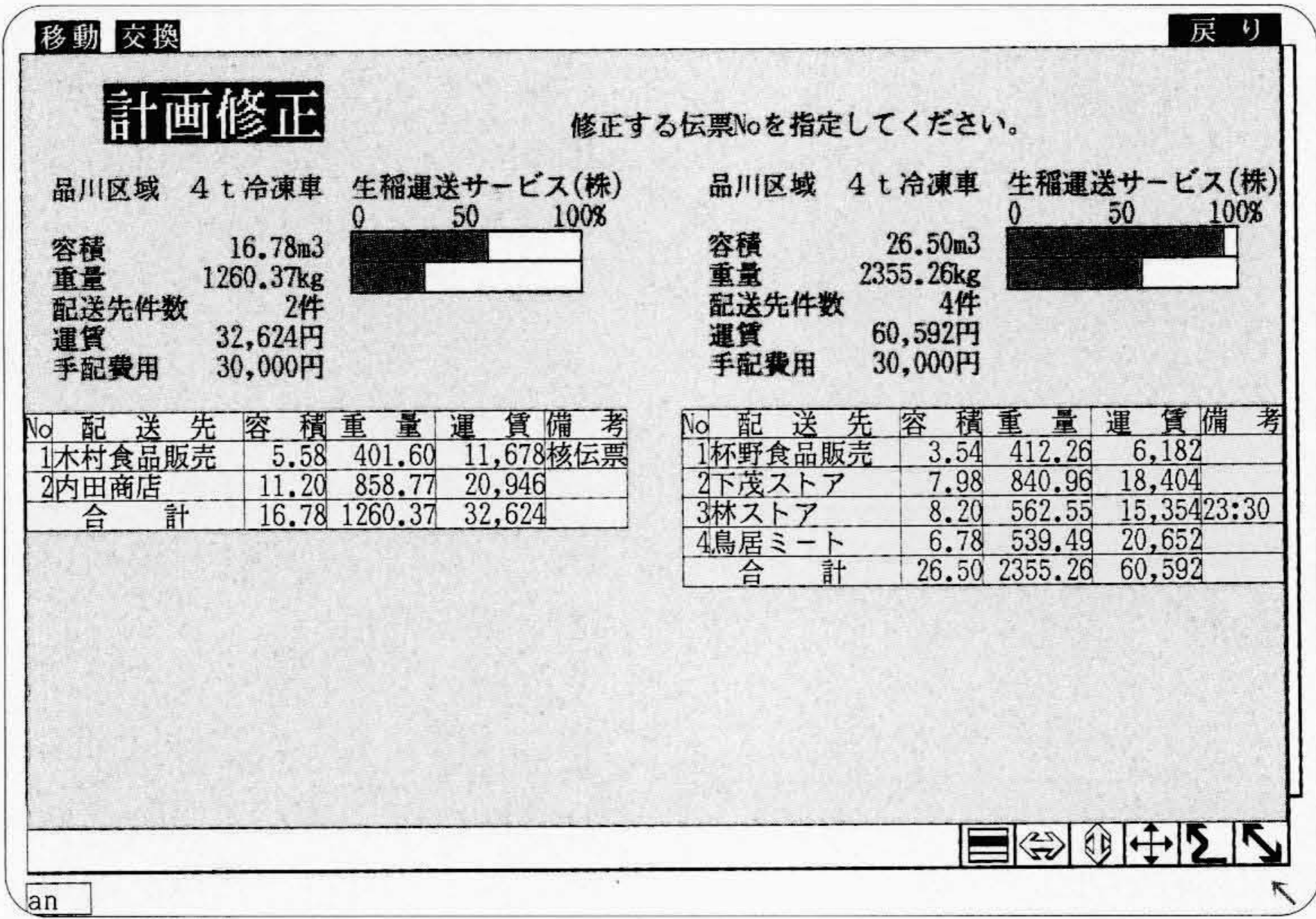


図7 配車計画修正画面の例 自動的に決定された計画に不都合がある場合は、車両間で貨物の積替えをマンマシンで行える。

4 システムの特徴

本システムによって、配車計画時間が大幅に短縮でき、省力化が図れるだけでなく、配送先への納入を大幅に早期化でき、発車直前の変更にも即座に対応できる。配車結果に関してもベテランの配車担当者の持つ各種のノウハウを有効活用できるため、質の向上や担当者の違いによる結果のばらつきの防止が期待できる。以上のように迅速かつ効率的な運搬が可能となることによって、配送効率を下げずに物流業務の拡大や流通在庫の削減に寄与することができる。

本システムはノウハウ、制約条件の変更に対処できる保守性、適応性を確保するため、知識工学手法を用いて、配車担当者が実際に配車計画を立案する手順で配車計画を立案する方式としている。この方式の採用によって、取扱い貨物や環境条件などの変化に際しても、配車担当者によるシステムの保守が可能になる。新しく配送センタに本システムを適用する場合でも、既存の標準的な知識ベースを基に、その配送セ

ンタ固有の知識を知識ベースに登録することによって、短期間に容易にシステム開発ができる。

5 結 言

流通業での急速なシステム化によって、各種の意思決定業務の計算機化が知識工学技術を利用して多方面で検討されていると思われる。本稿で紹介した配車計画エキスパートシステムはその一例であり、配送でのジャスト イン タイム化を、配送計画の専門家のノウハウ、知識を用いて実現するものである。知識工学の利用によって、適用環境の違いを容易に吸収できるようにしてあり、今後、製造業、卸売業、小売業など、多方面で利用されることが期待される。

参考文献

1) 金森, 外: ES/KERNELでの知識表現方法と高速推論方式, 日立評論, 69, 3, 219~224(昭62-3)

2) 原, 外: 配車計画エキスパートシステム, 情報処理学会第37回全国大会(昭63-9)