
原料購買情報システム

Raw Material Purchase Information System

島津 等 (Hitoshi Shimazu) 花井 宏己 (Hiromi Hanai) 衣笠 千鶴子 (Chizuko Kinugasa)

要旨：

原料調達コスト管理の強化，業務の高度化・効率化，生産操業の安定をねらいとして原料購買情報システムをリフレッシュした。本システムは，製鉄主原料である鉄鉱石および原料炭を対象とした購入計画と配船計画さらに原料全品目を対象とした契約購入，原料代金支払管理および購買情報分析のサブシステムで構成され，計画・契約から支払までの製鉄所も含めた総合一貫オンライン・データベースシステムである。とくに，購入計画および配船計画では数理計画法を利用し，それぞれ最も経済的な計画案を自動立案し評価・決定する仕組みを提供するなど，原料部門業務全般をサポートするトータルシステムを実現した。

Synopsis：

Kawasaki Steel has refurbished the raw material purchase system for the purpose of more effective raw material purchase cost management, more efficient daily business operation and more stabilized production operation. This information system is composed of the following subsystems : Purchase planning subsystem covering iron ore and coal, vessel assignment planning subsystem, contract/purchase subsystem covering all raw material, raw material payment subsystem, and purchasing information analysis subsystem. This is an integrated on-line data base system ranging from purchase contract to payment and covering all steelworks. Especially purchase planning and vessel assignment planning subsystems, which use linear programming, automatically calculate the most economical scheme, and provide a basis for review and decision-making.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

Raw Material Purchase Information System



島津 等

Hitoshi Shimazu

本社 システム部シ
ステム室 主査(掛長)



花井 宏巳

Hiromi Hanai

川鉄システム開発(株)
FA 開発部プロジェク
ト開発グループ 主席
課長



衣笠 千鶴子

Chizuko Kinugasa

川鉄システム開発(株)
第2システム事業部神
戸システム部システム
技術グループ 課長

1 緒 言

鉄鋼生産においては主原料として鉄鉱石および原料炭を、また副原料として石灰石、合金鉄などを大量に使用する。

川崎製鉄では、原料調達コスト管理の強化、業務の高度化・効率化、操業の安定をねらいとして原料購買情報システムのリフレッシュを行い、61年3月より全面稼働した。当システムは、主原料を対象とした購入計画と配船計画および原料全品目を対象とした契約・購入、原料代金支払管理および購買情報分析の各サブシステムより構成され、計画・契約から支払までの製鉄所も含めた総合一貫オンライン・データベースシステムである。

主原料について、従来は中長期の購入計画策定、新規購入銘柄の価格評価などに数理計画法を用いた購入計画・銘柄評価システムをバッチ処理で運用してきた。今回、これをリアルタイム処理による迅速な計画立案を可能にするリフレッシュをはじめ、新たに輸送量、船腹量、速度、バンカーオイル価格、為替レートなどの諸条件を設定することにより数理計画法を用いて一番経済的な配船計画を自動作成する配船計画システムを新規開発するなど、原料購買業務全般にわたって総合的な効果発揮をねらったトータルシステムを実現した。

以下に、開発リフレッシュの背景と目的、各サブシステムの概要およびその効果について述べる。

2 システム開発の背景と目的

2.1 原料部門の役割と業務

製鉄主・副原料の購買を担当する本社原料部門の基本的役割は、資源を長期にわたり安定して確保すること、調達コストの管理を強

要旨

原料調達コスト管理の強化、業務の高度化・効率化、生産操業の安定をねらいとして原料購買情報システムをリフレッシュした。本システムは、製鉄主原料である鉄鉱石および原料炭を対象とした購入計画と配船計画さらに原料全品目を対象とした契約購入、原料代金支払管理および購買情報分析のサブシステムで構成され、計画・契約から支払までの製鉄所も含めた総合一貫オンライン・データベースシステムである。とくに、購入計画および配船計画では数理計画法を利用し、それぞれ最も経済的な計画案を自動立案し評価・決定する仕組みを提供するなど、原料部門業務全般をサポートするトータルシステムを実現した。

Synopsis:

Kawasaki Steel has refurbished the raw material purchase system for the purpose of more effective raw material purchase cost management, more efficient daily business operation and more stabilized production operation. This information system is composed of the following subsystems: Purchase planning subsystem covering iron ore and coal, vessel assignment planning subsystem, contract/purchase subsystem covering all raw material, raw material payment subsystem, and purchasing information analysis subsystem. This is an integrated on-line data base system ranging from purchase contract to payment and covering all steelworks. Especially purchase planning and vessel assignment planning subsystems, which use linear programming, automatically calculate the most economical scheme, and provide a basis for review and decision-making.

化することおよび生産設備の安定操業に資することである。この基本的役割を果たすために原料部門は以下の基本業務を遂行している。

(1) 原料政策策定

原料資源、山元動向、原料市場、輸送市場などの環境前提のもとで、購入銘柄の構成指針等の政策を策定する。

(2) 購入計画立案

原料政策、生産操業条件等に関する環境前提のもとで、量・品位確保とコストミニマムな短・中・長期の原料購入計画および備船計画を立案する。

(3) 配船計画の立案と管理

購入計画と備船計画をもとに輸送コストミニマムな短期配船計画を立案し管理・実行する。また、輸送、生産などの環境変化に対応して配船計画の見直し再立案を行う。

(4) 契約および購入

計画にもとづき、原料、備船、保険、検定などの契約を行う。また、各銘柄の検収内容と契約内容をもとに各費用を確定する。

* 昭和63年1月14日原稿受付

(5) 原料代金支払管理

入船予定と受入金額をもとに、買掛金および原料代金支払予定を管理する。また、支払日と支払金額を確定し財務部門へ支払を依頼する。

(6) 購買情報分析

原料購買に関するあらゆる情報を蓄積し、予定と実績の差異分析、費用や品位などの比較評価、計画要素が変化した場合の影響度の分析などを行う。また、各種管理用資料を作成する。

2.2 従来のシステム化状況と問題・課題^{1,2)}

原料部門業務を支援する従来のシステム化状況は、いずれも主原料を対象にして、計画分野では購入計画、事務処理分野では契約、購入および支払の業務を中心とするシステムを提供し、これまで多くの効果を上げてきた。しかし、配船計画の策定、購買情報の分析判断および主原料以外の品目に関する契約、購入、支払業務はシステム化されていないこと、製鉄所と本社の関連する他システムとの連携が不十分であることなど、システム化範囲に跛行性があり、処理の連続化および部門業務全体を支えるトータルシステム化という観点で必ずしも十分なサポート状況とは言い難かった。個別業務別に見ると以下のような問題と課題を有していた。

- (1) 従来の鉄鉱石購入計画モデルや CST (Companhia Siderúrgica de Tubarão) 用原料炭購入計画モデルに物理性状、焼結・高炉操業などの操業特性に依存する評価要素を考慮したモデルの改良が望まれていた。また、バッチ型処理のため瞬時に多くのケーススタディを実行できなかった。
- (2) 輸送コストミニマムとなる配船・備船計画を策定・実行し運航状況を管理調整する総合的な情報システムがなく、担当者の経験と時間を必要とした。
- (3) 主原料以外の品目に関する契約、購入、支払の業務はハンド作業であり、とくに契約書類作成、検収・入庫、支払検証などに労力を要していた。
- (4) 実務部門主体で購買情報分析を行うことができず、システム部門でメンテナンスの一環として対応していた。

2.3 システムリフレッシュのねらいと解決方向

前述のシステム化状況と問題・課題の解決および原料部門の基本的役割を効果的かつ効率的に果たしていくためには、原料部門業務全体を支える新しい情報システムの構築が必要である。構築にあたっては、計画から事務処理分野の全業務を連続した処理としてとらえ、情報の一元管理と関連システムとの連携強化を果たし、総合的效果の発揮がねらえる全社一貫システムの実現を目指した。これをふまえ、業務ごとに以下のねらいと解決方向を定めた。

2.3.1 原料政策および購入計画の策定

各種の環境条件のもとで、量・品位確保とコストミニマムな短・中・長期の購入計画を随時かつタイムリーに立案する。

- (1) 製鉄プロセスにおける現在および将来の操業技術を想定した鉄鉱石モデルの再構築および CST の操業に即した原料炭モデルを構築する。
- (2) モデルの開発と変更が容易なインタフェース・ルーチンを開発する。
- (3) リアルタイム処理によるシミュレーション実行、他システムの最新データ利用による計画精度向上およびデータ入力負荷の軽減を図る。

2.3.2 配船計画策定および日常運航管理

量・品位の確保と同時に輸送コストをミニマムにする配船計画の

立案および調整を随時かつタイムリーに行う。

- (1) 備船契約、運航条件、原料需給計画および輸送費削減策を総合的に考慮し、どの船がどの港で何トン積み、どの航路を選べば輸送費が最小になるかをシミュレーションできるシステムを構築する。
- (2) 結果を自動スケジューリングし、必要に応じ対話的に調整し実行案を決定する仕組みを構築する。
- (3) 他システムのデータを有効利用し入力負荷の軽減を図る。

2.3.3 契約、購入および支払

本社および製鉄所の一貫した新しい事務処理体制を確立する。

- (1) 原料全品目の契約から支払までの製鉄所をも含めた全事務処理業務をシステム対象範囲とする。
- (2) 本社および製鉄所の関連システムとの連携を強化し、情報授受を自動化する。

2.3.4 購買情報分析

実務部門主体で情報分析や資料作成を可能にする。

- (1) データベースの実務部門へのオープン化を図る。
- (2) 簡便かつ迅速に必要な情報を必要な場所にとり出せる仕組みを構築する。

3 システム概要と特徴

3.1 全体像

原料購買情報システムの全体像を Fig. 1 に示す。本システムは前述したシステム・リフレッシュのねらいを達成するために、主原料を対象とした購入計画と短期配船計画および原料全品目を対象とした契約・購入、原料代金支払管理および原料購買情報分析のサブシステムより構成した。各サブシステムはデータベースを介して、最新の契約・購入実績情報を計画システムへ提供したり、配船計画情報を契約購入システムへ提供するなど情報の有効活用と計画および事務処理をととした処理の連続化を実現するとともに、財務・利益計画など本社関連システムとの情報授受の自動化を実現した。また、当システムと共同歩調をとりながら設計・開発を進めた製鉄所の原料管理システムは、製鉄所における原料の受入および使用に関する機能を主に分担している。両システムは、お互いに機能を分担し必要情報を授受しあうことにより、本社と製鉄所を含めた原料総合一貫オンライン・データベースシステムを実現した。

3.2 計画分野のシステム^{3,4)}

計画分野のシステムとしては、購入計画および配船計画のサブシステムがある。原料調達コスト管理の強化、操業安定、計画立案業務の高度化・効率化をねらった計画サポートシステムの構築は極めて重要である。これら計画システムでは、前提条件のもとでコストミニマムとなる計画が要求されるが、当システムでは最適化手法の1つである線型計画法—LP(Linear programming)—を利用している。

計画システムの要件として重要なことは、環境条件の変化に対応して容易かつタイムリーに多くのケーススタディが実行できること、最適計画選択にあたり結果の評価分析ができること、モデル変更が容易かつ迅速にできることなどが上げられる。当システムの特徴は次のとおりである。

- (1) ケーススタディの実行については、対話方式を採用した。
- (2) ケースデータのコピー・メンテナンス機能、他システムデータの利用などにより、入力負荷を軽減した。
- (3) モデル変更を容易かつ迅速にできるようにするために、LP

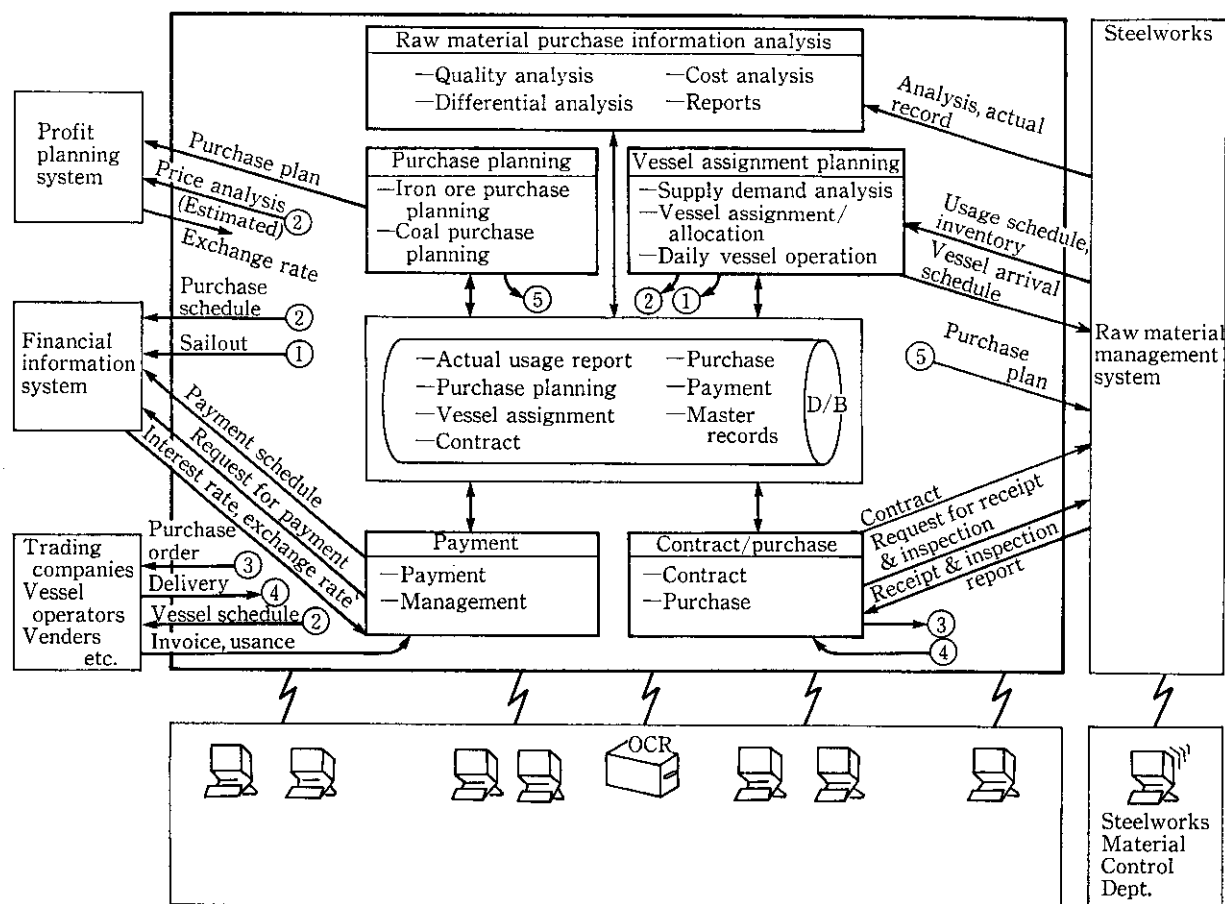


Fig. 1 Outline of the raw material purchase information system

パッケージとの入力インタフェース・ルーチンと事後処理解析ルーチンを開発した。

- (4) 非線型モデルに対しては、線型近似くり返し計算により最適解を求める方式とした。

3.2.1 主原料購入計画サブシステム

当システムの原形は1963年にLPを利用して開発され、その後、製鉄および鉄炭操業技術、コンピュータ利用技術の進歩に合わせシステムをレベルアップさせつつ今日まで効果的に活用されてきた。購入計画モデルは、銘柄別購入量制約および各種操業制約のもとで、操業コストを最小にする銘柄別購入量を決定するものであり、銘柄選択や操業条件の検討に利用している。また、購入政策立案および契約価格交渉にあたっては、原料市場において各銘柄の妥当な価格はいくらかという評価価格の算出と、なぜそういう評価価格になるのかをその銘柄のもつ品位属性と操業制約要因で関係づけて要因分析できることが必要である。当システムでは、最適購入量情報と整合性のとれた評価価格および実務担当者にもわかりやすい要因分析情報を、線型計画法双対定理に基づくモデルを開発し、システムに組み込むことにより実現している。今回のリフレッシュでは、前述した従来の問題と課題を解決するとともに、これらの計画システムに必要な要件を満足させ、より多くの充実した購入計画策定を可能にした。

3.2.2 短期配船計画サブシステム

当システムは、短期配船計画機能と日常運航管理機能で構成されている。短期配船計画では、鉄鉱石と原料炭の銘柄別輸送量、船腹量、速度、バンカーオイル価格等の諸条件やコスト管理強化の方策（満載運航、空船運航の削減など）などをもとに、輸送コストを最

小にする船別および航路別の航海数を線型計画法で算出し、それを指標として船の自動スケジューリングを行う。日常運航管理では、船会社および商社からの運航実績にもとづき運航スケジュールを調整し見直すとともに最新の入船予定情報を製鉄所の原料管理システムへ提供する。

当システムは計画策定作業の柔軟性を特徴としており、次のような手順で運用している。

- (1) 月次高炉需給計画、在庫量および契約数量にもとづき、期別・銘柄別の引取量および積港別の引取量を確定する。
- (2) 船型および港の水深にもとづき自動作成された船別採用航路案をもとに、必要に応じて航路の追加と削除を行い船別採用航路を確定する。さらにこれらの積高、輸送費用、航海日数などを求める。
- (3) 輸送コスト最小となる年間の船別および航路別の航海数を線形計画法で求め、各ケーススタディの結果を比較、評価および調整し最適な船別および航路別の航海数を確定する。
- (4) 運航スケジュール、積港柄等を自動作成し、必要に応じてこれらに対話型式で微調整し配船計画を確定する。
- (5) 船会社および商社からの運航実績をもとに、必要なら運航スケジュールを微調整するとともに、最新の運航スケジュール（入船予定など）を製鉄所の原料管理システムへ提供する。また、大きな環境変化（積港状況、バンカーオイル価格など）が生じた場合は配船計画の見直しを実施する。

3.3 事務処理分野のシステム

原料事務処理分野のシステムとしては、契約購入と原料代金支払

管理のサブシステムがある。原料購買の特徴は、輸入貿易処理がその基本であり、費用の種類、費用の確定方法、支払方法、支払先などが複雑多岐である。これらのことからこれまでは主原料のみを対象としたシステムを提供していたが、本リフレッシュでは原料全品目に対象を拡大するとともに、製鉄所の原料管理システムをはじめ関連システムとの連携を強化したシステムとして再構築した。

3.3.1 契約購入サブシステム

本システムは、原料長期契約にもとづく銘柄本体および備船、保険、検定などの諸契約内容を登録するとともに契約諸表を発行する。また最新の契約内容を計画システムおよび原料管理システムへ提供する。さらに、配船計画システムからの入船予定情報にもとづく原料管理システムへ銘柄の受入と検収を依頼するとともに、同システムから検収結果を入手し、契約情報にしたがって本体、運賃、保険料、銀行諸掛、立合料、検定料などの全費用を自動確定し、原料代金支払管理システムへ費用情報を提供する。

3.3.2 原料代金支払管理サブシステム

本システムは、確定された全費用を買掛計上し、買掛金と支払日別の予算管理を行う。さらに、輸入原料および運賃についてユーザンス決済をするものについては、買掛情報あるいはユーザンス情報から決済日にあわせて円貨および金種を自動確定する。その他の決済についても決済日にあわせて支払額および金種を自動確定し、財務システムへ支払を依頼する。

3.4 情報分析分野のシステム

従来からこの種の業務は非常に多く発生していたが、情報の未整備あるいは時間を要するなど十分にはこたえられていなかった。今回、原料購買に関する計画、本船、契約、購入、受払在庫、買掛金、支払などの情報を整備蓄積し、情報を公開するとともに利用者自らがEUL (End user language) を用いて各種分析資料の作成が可能なシステムを開発した。

当システムは、EULとしてFOCUS (アシスト社提供) を利用している。また利用支援システムとしてFRIEND (FOCUS report and information support system for end user) を自社開発した^{5,6)}。当ツールは、メニュー画面からのデータ抽出キーの指定、IMS (Information management system) データベースの直接アクセス、出力媒体の指定などの機能を有しており、運用の容易性と効率性を実現している。

本システムは、購買部門への教育と普及にともない、きわめて効果的に活用されている。

4 効果

原料購買業務全般を対象とした本システムの効果を各サブシステムごとに記述すると以下のとおりである。

4.1 購入計画策定

対話型リアル処理により必要時に瞬時に多くのケーススタディが

でき、よりよい代替案の検討または環境変化にともなう再検討をとおして精度の高い銘柄選択、操業検討など充実した計画策定が可能となった。また長期契約戦略、銘柄構成検討、スポット銘柄評価など中・長期の計画および原料政策を支援するシステムとしても利用している。

4.2 配船計画策定

線型計画法による配船計画策定は、各船の効果的配船案、三国間カーゴ転売条件、運航速度などを総合的に評価し立案しており、輸送コストミニマムに大きく寄与している。また配船スケジュールの自動作成、2港揚・同時入港回避、容易なスケジュール調整などにより事務処理の精度向上と効率化に大きく寄与している。さらに、専用船建造、リブレース計画、専用船比率検討など中・長期の輸送政策検討にも利用している。

4.3 契約、購入、支払および購買の情報分析

意図した改善により原料全品目にわたって事務処理が標準化され業務効率化に大きく寄与している。とくに購買情報分析では、利用者がいつでも自由に必要な情報をとり出せるようになり極めて好評を博している。

5 結 言

川崎製鉄の原料購買情報システムをリフレッシュした。本システムは、昭和61年3月より稼働し現在安定稼働を続けている。本システムの特徴をまとめると以下のとおりである。

- (1) リフレッシュにあたっては、原料部門の計画・契約から支払までのすべての業務をサポートするトータルシステムの実現を目指した。
- (2) 本システムは、購入計画、配船計画、契約・購入、支払および情報分析の各サブシステムで構成しており、製鉄所の原料管理システムと連携をとった原料総合一貫オンライン・データベースシステムである。
- (3) とくに、計画分野のシステムでは、線型計画法を採用して、銘柄評価分析手法の確立、および従来、経験と専門知識を必要とした配船計画業務をシステム化した。両計画システムの実現により、原料コストミニマムを追求した精度の高い計画が短時間で策定可能になり、計画業務の高度化・効率化に寄与している。
- (4) また、事務処理分野のシステムでは、原料全品目をシステム化の対象にし、関連システムとの情報授受を自動化したことにより、日常事務処理業務を大幅に効率化した。

リフレッシュ後の原料購買情報システムは、システムのカバー範囲、機能ともに極めて高い水準のシステムとして評価されている。

今後の課題としては、主原料以外の購入計画をサポートするシステムの構築、商社、船会社など外部取引先との情報授受の自動化、本社原料部門、製鉄所材料管理部門および製鉄部門を含めたより全体的な仕組みの構築などがあり、さらに検討を進めていきたい。

参 考 文 献

- 1) 伏見清和、松井尚之: IBM REVIEW, 88 (1982), 13-22
- 2) 伏見清和: 「鉄鋼業におけるコンピュータ利用の現状と展望」第1・2回白石記念講座, (1982), 95-121
- 3) 伏見清和、堀添 智、新井慎也: 川崎製鉄技報, 11 (1979) 3, 68-80
- 4) 花井宏巳: オペレーションズ・リサーチ, 31 (1986) 6, 40-44
- 5) 財部忠夫、池田 博: 「川鉄システム開発(株)における外販ソフトウェア・パッケージ」川崎製鉄技報, 20 (1988) 2, 170-171
- 6) 福島英之: 「FOCUS 利用支援システム「FRIEND」」, 川崎製鉄技報, 20 (1988) 2, 172-173