

セラミック生産計画エキスパートシステム

—日本特殊陶業株式会社—

Ceramics Product Planning Expert System

阿知波 陽*	Hikaru Achiha	石田 真人****	Masato Ishida
宮田 明和**	Akikazu Miyata	加藤 彰*****	Akira Katô
田島 章**	Akira Tajima	三田 幸宏*****	Yukihiro Sanda
大成 宣行***	Noriyuki Ônari		



システム画面(タイトル画面・ガントチャート画面・結果表示メニュー画面) ガントチャート画面によって製品の製造課程が一目でわかる。

日本特殊陶業株式会社は、生産管理システムの一環として、計画エキスパートシステムの調査、研究に長年取り組んできた。

このたび、次段階として計画エキスパートシステムの実用化を目指し、セラミック生産計画エキスパートシステムを開発した。このシステムは、工程、装置、品種などの制約条件に対する変更柔軟性を持った、多段工程の生産計画エキスパートシステムである。AIツールとしては、日立製作所のクリエイティブステーション3050上で稼動するエキスパート

構築支援ツールES/KERNEL2/W (Expert System/KERNEL2/Workstation)を用いて開発した。

このシステムは、プロトタイプ作成が完了し、現在運用テスト中である。運用テストと並行して、性能、機能、運用、保守などに対する評価も行っている。

これらの評価の結果を踏まえ、計画エキスパートシステムの実用化、および他の計画業務への適用拡大を図っていく考えである。

* 日本特殊陶業株式会社 圧電セラミック事業部 ** 日本特殊陶業株式会社 情報システム部 *** 日立製作所 情報システム事業部
**** 株式会社システムリサーチ システム開発部 ***** 株式会社日立情報システムズ 民需システム部
***** 日立中部ソフトウェア株式会社 システム技術本部

1 はじめに

近年、製造業ではCIM化が進み、製造現場の自動化はかなり進展してきた。しかし、製造現場の計画業務は複雑であるにもかかわらず、変動要素が強いということで、自動化の対象要素から除外されてきた。その結果、特定の熟練担当者に作業負荷が集中し、労務管理、要員育成などに問題が生じてきた。

工程計画の機械化に取り組んできた日本特殊陶業株式会社は、製造現場の工程数の多さや工程の変更が多いことから、特にメンテナンス性に優れたシステムの開発を目指してエキスパートシステムを開発することにした。

それにはエキスパートシステム開発の経験とノウハウ取得のためのモデルシステムの開発を行うこととし、パイロットモデルとして、工程数や品種の比較的少ないセラミックの生産計画業務を選択した。このシステムは次の項目で構築することとした。

- (1) 生産計画立案時間の短縮化
- (2) 生産計画立案作業の容易化
- (3) 生産計画立案結果のメンテナンスの容易化
- (4) 生産効率の向上
- (5) システム開発、保守の容易化

ここでは、開発したセラミック生産計画エキスパートシステムの概要と機能について述べる。

2 システムの概要

セラミック製造工程は、大別すると次の5工程から成り立っている。

- (1) プレス工程…原料をプレス機で製品に近い形状に打

ち抜きをする。

- (2) 生加工工程…NC(数値制御)機で製品の形状に加工する。
- (3) 焼成工程…窯で製品を焼成する。
- (4) 研磨工程…製品の寸法精度を得るために研磨する。
- (5) 検査工程…製品の検査を行う。

このセラミック製品は、10～15品種存在する。

専門家は、ホストコンピュータからの計画データ(受注情報)を基に、納期、設備使用状況、要員負荷、工程在庫などを配慮して、2か月分の小日程計画を作成していた。

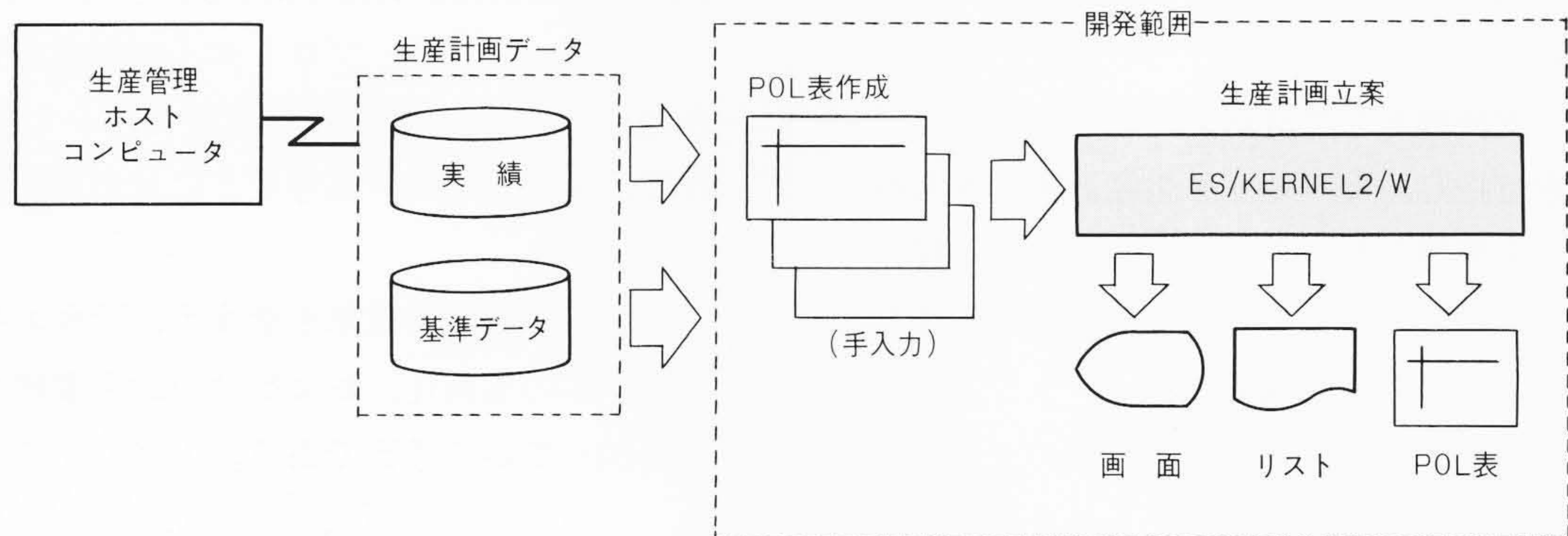
開発したシステムは、専門家の負荷削減、計画作成時間の短縮、および生産計画の精度向上を目的とし、専門家の代わりに生産計画を行うことができる。

このシステムの概要を図1に、製造工程を図2に示す。このシステムは、ホストコンピュータとの接続を行っていないので、生産計画データについてはホストコンピュータのデータを基にPOL(Problem Oriented Language)形式で作成し、それを入力データとして使用した。

このシステム開発の開始時点では、ES/KERNEL2/W(Expert System/KERNEL2/Workstation)はまだ製品化されていなかったため、製品化されるまではES/KERNEL2/Wでプロトタイプの開発を行い、完成後にES/KERNEL2/Wへ移行するという方式で作業を行った。

3 システムの機能

このシステムは、クリエイティブステーション3050/WS(Workstation)上のES/KERNEL2/Wを用いて、セラミック製造工程の作業スケジュールを2か月間分作成



注：略語説明 POL (Problem Oriented Language)
ES/KERNEL2/W (Expert System/KERNEL2/Workstation)

図1 システム概要 本来、ホストコンピュータとのデータ受け渡しは、RDBを介する予定である。このシステムでは、プロトタイプということで手入力によるPOL表を利用している。

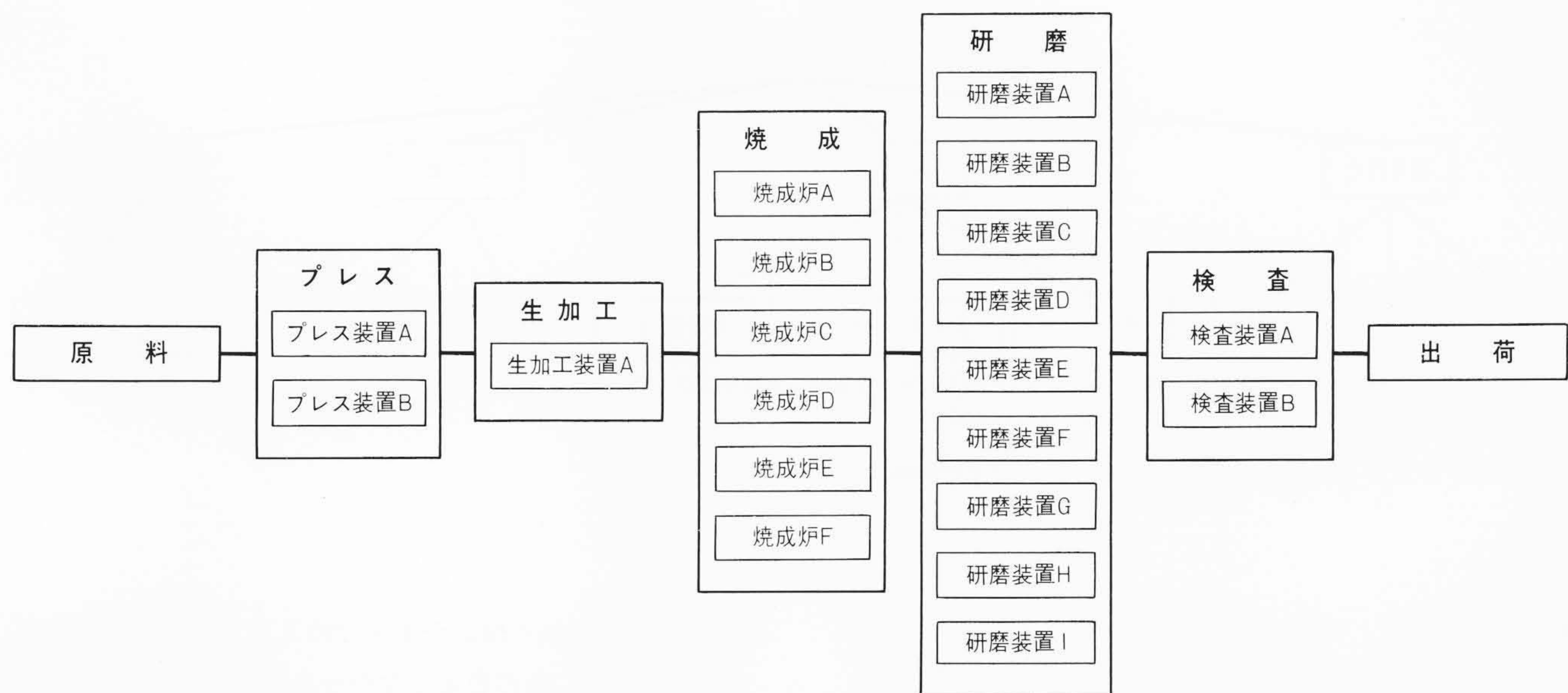


図2 製造工程と装置 セラミック製品の製造工程の流れ，および各工程の装置状況を示す。

するものである。機能は次の3項目に大別できる。

(1) 前処理

スケジューリングに必要な工程情報，装置情報，品番情報などの静的知識をPOL表から読み込んでオブジェクト展開を行う(図3参照)。

(2) 割り付け処理

後工程の検査工程から前工程のプレス工程へ計画データを割り付けていく納期優先の後積み方式である。

割り付けは工程ごとに行い，時間単位は分である。割り付ける順番は，基本的に納期優先であるが，計画データごとに割り付け優先順位が別に指定されている。

割り付ける制約条件は次のとおりである。

- (a) 段取り
- (b) 途中段取り
- (c) ワークシーケンス
- (d) 工程間リードタイム
- (e) 窯の製作車数制限
- (f) 工程在庫引き当て

以上すべての制約条件を満たした後に割り付けを行う。

(3) 後処理

割り付け結果を基に，次の帳票を出力する。

- (a) 生産計画表
- (b) 生産時間表
- (c) 稼働率表

グラフィック出力としては，ガントチャート画面(49ページの図参照)を出力する。ガントチャート画面は，計画

データごとに，品番，数量を表示する画面であり，計画データごとに表示色を変化させている。

4 割り付けアルゴリズム

このシステムは多段工程であるため，工程ごとに割り付け方法が異なるが，検査・プレス・生加工工程，研磨工程，焼成工程の三つに大別することができた。各処理の内容について次に述べる。

(1) 検査・プレス・生加工工程

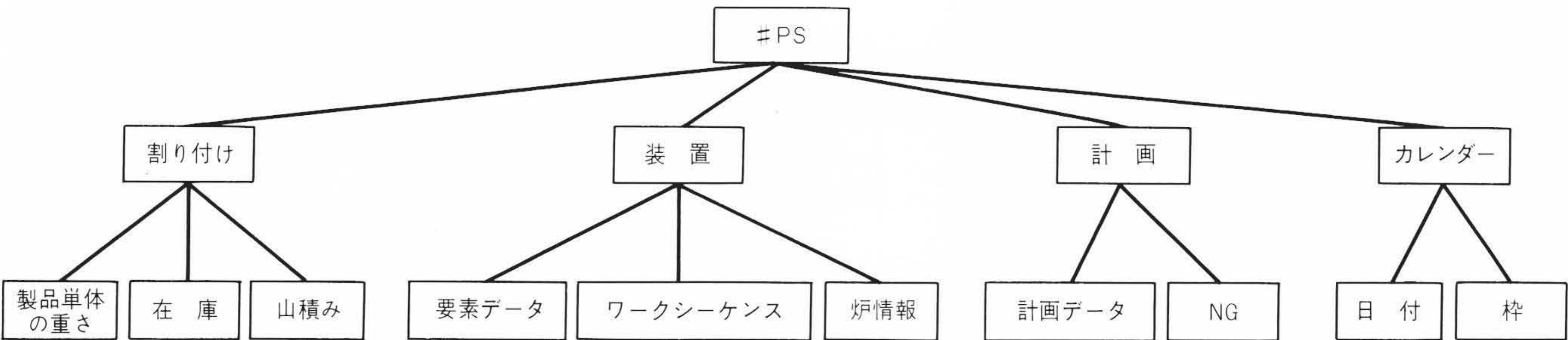
一度に稼働できる装置数は，操作者の人数に比例するので，操作者の勤務時間を装置に対して割り振っていく割り付けアルゴリズムである。工程での処理装置数は，1装置である。

(2) 研磨工程

一度に稼働できる装置数は，操作者の人数に比例しないので，操作者は複数の装置の操作が可能である。工程での処理装置数は品番によって1～3装置あり，1日を3シフトに分け，シフト時間に対して割り付けるアルゴリズムである。

(3) 焼成工程

割り付けの対象とするのは窯であり，操作者は窯に対し製品の出し入れを行う。窯へ製品を入れてから出すまでのリードタイムは約3日間であり，休日も窯を稼働させておくので，休日には出し入れを行えないようになっている。窯は，車単位で処理するので，車と出し入れ時間に対して割り付けるアルゴリズムである。



注：略語説明 #PS (プロダクションシステム・ES/KERNEL2/Wの推論用の上位オブジェクト)
NG (計画データが割り付け不可能になったもの)

図3 オブジェクト展開 展開されたオブジェクトが推論の対象となる。

表1 処理時間 ES/KERNEL/Wは、ワークステーション2050/32E+を、ES/KERNEL2/Wは、クリエイティブステーション3050を使用して計測した結果である。

処理内容	ES/KERNEL/W	ES/KERNEL2/W	
	インタプリタ型 トランスレート	インタプリタ型 トランスレート	コンパイル型 トランスレート
データ読み込み	2分59秒	2分19秒	1分46秒
推 論	7分42秒	8分55秒	2分20秒
結 果 出 力	2分41秒	2分10秒	1分27秒
合 計	13分22秒	13分24秒	5分33秒

5 システムの評価

(1) 生産計画立案時間

従来、専門家が手作業で行っていた生産計画立案作業は、約1日間を要していた。このシステムは、生産計画立案時間を30分以内にすることを目標に開発し、実測テストの結果、十分可能であることを実証した。

インタプリタ型(ES/KERNEL)からコンパイル型(ES/KERNEL2)への移行による効率向上としては、当初2倍の効率向上を期待していた。移行前後の生産計画立案時間の評価の結果、2倍を上回る2.5倍の効率向上を図ることができた。データ件数53件で行った実測値を表1に示す。

(2) ヒューマンインタフェース

生産計画表、生産時間表、稼働率表の3種類のリストとガントチャート画面の出力によって、スケジュール結果が見やすくなり、容易に評価できるようになった。

基準データや計画データは、テーブル形式で整理してPOL表に持ったため、データのメンテナンスが容易になった。

(3) プログラムの保守性

このシステムは、データ構造やモジュール構造の統一

化に対する当初の検討が不十分のまま、開発作業を行った。そのため、当初想定しなかった工程、装置、品種などの構造変化に対して、ケースごとの対応となってしまった。これからのシステムでは、変化の範囲を想定したメンテナンスインタフェースといったものが必要となろう。

(4) スケジューリング精度

受注量がピーク時の実データを基にしてテストを行った結果、基本的な割り付け機能は専門家とほぼ同じ水準に達することができた。

しかし、このシステムにはまだバックトラック機能がなく、制約条件も一部しかサポートしていないので異常データ入力時や、未割り付け発生時の解の精度の評価に課題が残る。

(5) 評価のまとめ

セラミック生産計画エキスパートシステムの開発により、計画型エキスパートシステムの実用化に対する評価、つまり性能、機能および運用に関しての実用化の可能性が十分にあることが実証できた。

6 おわりに

ここでは、計画型エキスパートシステムの実用化を目指して開発したセラミック生産計画エキスパートシステムについて述べた。近年、計画型エキスパートシステムでは、開発・保守の効率向上をねらいとして、ドメインシェルと呼ばれる生産計画に特化したAIツールが開発されている。しかし、ドメインシェルは適用可能範囲や提供機能が限定されており、カスタマイズによる効率低下の危険性がある。

今後、計画型エキスパートシステムの実用化を目指すためには、性能、機能および運用の充実化だけでなく、開発・保守の効率向上をも十分に配慮する必要がある。