

Computer-Integrated Manufacturing System
for Iron Powder, "SKIP"

杉原 裕
Hiroshi Sugihara
千葉製鉄所 管理部鉄
粉管理室



福元 孝男
Takao Fukumoto
千葉製鉄所 管理部検
査課



吉田 直史
Naofumi Yoshida
千葉製鉄所 工部工
程課



秋山 守
Mamoru Akiyama
千葉製鉄所 制御技術
部 制御技術室



若井 邦允
Kunimitsu Wakai
千葉製鉄所 管理部鉄
粉管理室 主査(部長
補)



蛸島 武誠
Busei Takosima
川鉄システム開発(株)
千葉事業所 システム
技術グループ 次長

1 結 言

近年、粉末冶金製品などの需要増に支えられ、鉄粉の出荷量は順調に増加している。このため、千葉製鉄所の鉄粉生産設備の増強と生産管理体制の強化を進めてきた。

一方、鉄粉は、問屋在庫を持たずにお客様に直納し、オーダーには看板方式、または短納期のものが多く、かつお客様のニーズに対応し銘柄の種類が多く、しかも品質要求が厳しいといった特徴がある。

そこで、品質保証と納期保証体制の確立、および業務の効率化を図るため鉄粉生産管理の総合システム SKIP (System of Kawasaki Iron Powder) の構築を図った。SKIP の構築にあたっては、全体構想をまとめ、基本機能の早期運用を第1ステップとして、標準型の整備・充実を並行させながら開発に着手し、順次システム機能を基本機能の上に立った総合システム化(第2ステップ)を狙った。本システムは、1989年より適用され、順調に稼働している。

* 平成4年7月22日原稿受付

要旨

千葉製鉄所の鉄粉部門における品質保証と納期保証体制の確立、および業務の効率化を図るため、鉄粉生産管理の総合システム「SKIP」を開発した。当システムは、鉄粉の受注から出荷までの一貫生産管理機能をベースに、オペレーションガイダンスおよび製鉄所中央コンピュータとリンクさせて統計解析までを行える総合システムである。

標準の充実と基準値のデータベース化を進め、順次開発、順次移行のプロトタイプ開発方式を採用し、1988年12月から本格的に稼働している。納期達成率の向上、品質の安定、在庫削減、省力などに成果をあげている。

Synopsis:

Kawasaki Steel Chiba Works has developed a computer-integrated manufacturing system for iron powder called "SKIP". The system deals with a production plan from order to delivery, operation guidance and statistical analysis with use of TOMAS (total management and analysis support system). SKIP is based on a prototype development procedure and has improved operational manuals and well developed processing data-bases. This system was implemented in December 1988 and has made remarkable achievements for shortening delivery time, improving stability of quality, inventory reduction and manpower saving.

以下に、鉄粉生産管理の総合システム化の狙い、システム開発の基本方針およびシステムの機能概要を主体に報告する。

2 鉄粉生産管理の課題

高品質の製品をジャストインタイムでお客様に納入する使命を果たすため種々の改善に努めてきたが、需要の増加にともない以下の項目の充実が必要となってきた。

- (1) 生産、操業および品質管理の基本情報
 - ・正確な評価判断とタイムリーなアクション
- (2) 業務の標準化と改善の仕組み
 - ・計画、実行、評価および改善の管理サイクルの円滑化
- (3) 総合的な需給管理と工場全体の現品管理
 - ・原料から最終仕上げ工程、すなわち還元鉄粉用原料および、アトマイズ鉄粉用原料製造工場、ならびにこれらの原料鉄粉の仕上げ還元と、仕上げ還元した鉄粉を配合・混合・梱包する仕上げ工場までの一貫生産計画の立案
- (4) 品質つくり込み・評価・改善の仕組み
 - ・お客様の品質要請に対する即応性



Fig. 1 The structure and aim of computer integrated manufacturing (CIM) system for iron powder

・お客様のニーズに対応した高付加価値品、および小ロット品の生産管理

(5) 突発オーダーに対する対応

お客様へのサービス向上、および競争力強化の観点より、抜本的な業務改善のための鉄粉の CIM (computer integrated manufacturing system) 構築を決定した。基本的な狙いは Fig. 1 に示すように、

- (1) 販売面： 受注予測精度の向上による納期達成率の向上
- (2) 生産面： 計画生産命令レベルと管理水準の向上
- (3) 技術面： 製品品質の評価と製造技術標準へのフィード・バックを核とする管理サイクルの確立

とした。

3 システム開発の基本方針

業務改善の緊急性から、着実かつ早期にシステムの開発を行うためには、システム開発の方針の意志統一、および生産性が高く、かつシステム開発経験をあまり要しないシステム開発アプローチが必要と考え、開発の基本方針を以下のごとく設定した。

3.1 総合システム化のための視点の明確化

開発に先立ち、実務部門とシステム部門で、統一的な開発視点を共有することがもっとも重要と考えた。Fig. 2 にその関連を示す。

(1) 戦略性・方向性

納入日の未確定なオーダーの見込み製造を含めたお客様への納期管理と総合需給管理の強化による計画生産方式の確立

(2) 総合性・一貫性

受注、生産、出荷および品質の一貫実績管理方式と管理サイ

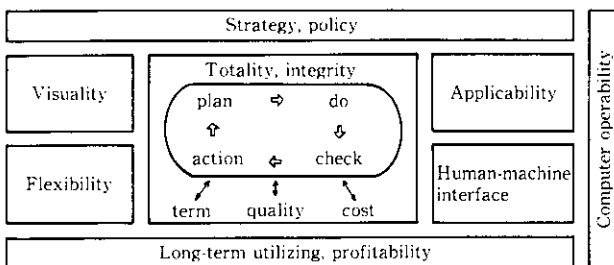


Fig. 2 View point of integral systematization

クルの確立

- (3) 可視性・柔軟性
標準化の推進と基準値のデータベース化によるシステムメンテナンス、および標準改定の負荷の低減と迅速化
- (4) 実務運用性・MMI (man machine interface) 融和性
標準の充実とそれに連動した実務運用方式
- (5) 高効率システム開発技術¹⁾の採用
第4世代言語によるプロトタイプ開発

3.2 標準の充実と基準値のデータベース化

システムの開発・移行に際しシステムを利用する実務部門への円滑な標準の浸透を図るため、システム機能の運用に先行して、以下に記載した重要標準を基準データベースとして先行登録し運用することとした。基準のビジュアル化による全体的整合性の維持および適用時のメンテナンスの容易化を狙ったものである。

(1) 製品管理基準

製品別、お客様別仕様と見込み製造パターンを示す、当システムの基本となる基準である。原料管理、製造命令および品質評価の各基準との対応を持たせている。

(2) 原料管理基準

原料の品質特性を管理する基準で、オーダー、製品および原料の総合需給管理のためのグルーピングキーでもある。

(3) 製造命令基準

目標品質と操業条件をベースにして製造ロットを規定した基準で、計画、命令、生産実績評価および品質実績評価のすべての管理キーともなる。

(4) 品質評価基準

つくり込み技術の向上のための製造目標値と最終製品の品質保証のための製品規格値を規定し、品質評価を行う基準である。

3.3 順次開発・順次移行 (プロトタイピングの開発アプローチ)

開発ステップを、日常業務の実行管理機能を主体に基本情報の整備および実務担当者への情報システムの習熟を狙いとする Step 1 と基本情報処理機能の安定化の上に立った総合システム化を狙いとする Step 2 に分け、さらにおおのの段階的な機能開発と検証を繰り返す、プロトタイピング的な開発アプローチを開発した。

また、Step 1 開発終了 (1986年7月) 後に、運用面での十分なフォロー・改善を行い、さらに Step 2 開発 (1987年10月~1988年12月) に先行して、前述の基準のデータベース化を実施した。これが広範囲なシステム機能を安定して運用できている最大の要因と考えられる。

4 システム機能概要

当システムは、受注から出荷までの一貫生産管理機能をベースに、オペレーションガイドスおよび製鉄所中央計算機とリンクさせた統計解析の実施までをカバーする総合システムである。各サブシステム機能の役割の明確化と、主要基準のビジュアル化によって実務運用をわかりやすくし、『計画-実行-評価-改善』の管理サイクル構造をもつシステム機能構成を意図した。

4.1 システム機能と業務フロー

システム機能と業務フローの関連を Fig. 3 に示す。①(図中の

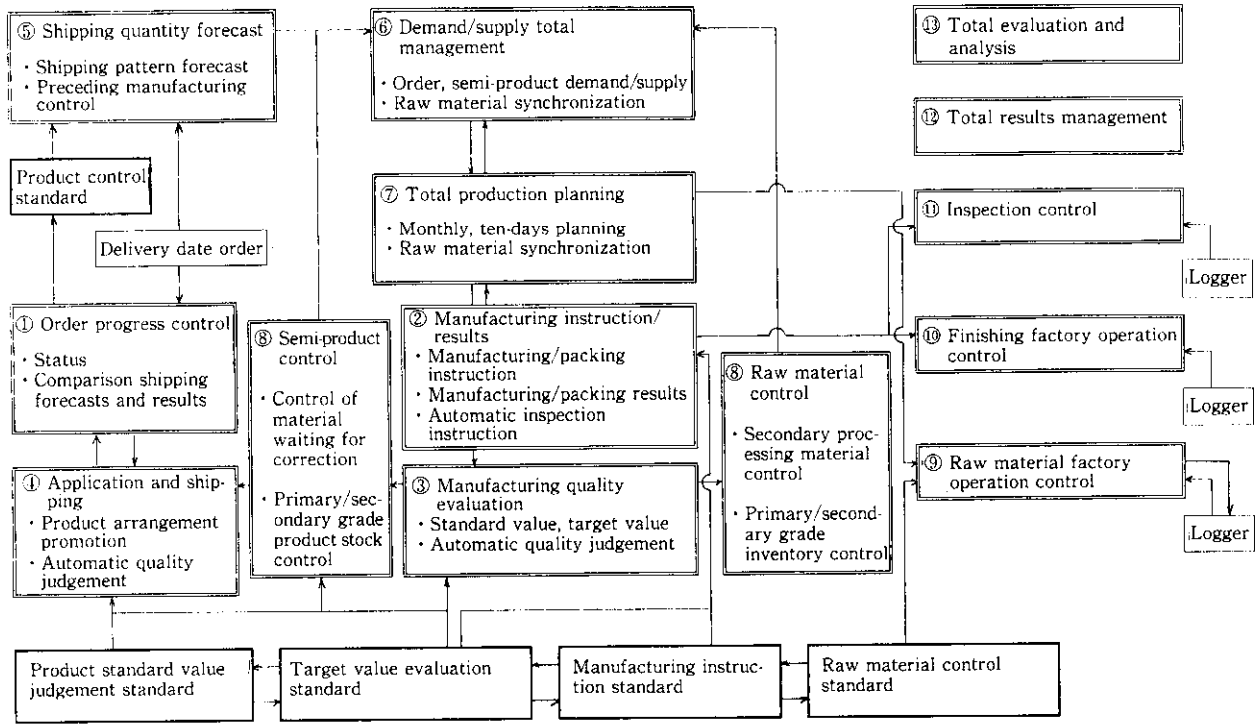


Fig. 3 System functions and procedure flow

番号に対応) 受注オーダーごとの確定納入日に基づき, ②製品の製造梱包命令および実績把握を行い, ③製品の品質を目標値および規格値と照合・評価(自動合否判定)後, ④オーダー充当/出荷までを管理する」製造から納入までの実行管理が基本機能である。この機能が定常的かつ円滑に運用できれば工程管理上の問題は発生しないが, 現実には看板オーダーなど短期間での納入指示が多く, 製造チャンスの選択の自由度が少ないため適切な生産指示を行うことはかなり困難な状況であった。

そこで, 「⑤受注状況をベースにお客様ごとに定めた適正保有在庫基準と出荷実績の解析に基づく出荷パターンから, 見込み生産基準テーブルを作成して出荷量を予測し, ⑥成品および原料在庫との需給総括を行い, ⑦総合的に生産計画を立案して」製造命令に反映できるようにシステム開発を行った。

なお, 需要総括管理上は, 成品および原料の状況を絶えず適確に把握することが重要であるため, 「⑧適合品と不適合品の区分を明確化し, かつ不適合品の迅速な処置を促す仕組み」としている。

また, 各鉄粉原料製造工場と仕上げ工場のプロセス制御コンピュータをリンクし, 「⑨原料工場操業管理, ⑩仕上げ工場操業管理, ⑪自動検査命令に基づく検査業務の進捗管理」を行い, 種々の命令の管理強化を図っている。

さらに, これらの生産, 操業および品質実績データを, 「⑫統一された管理指標に基づいて評価するほか, ⑬上位大型コンピュータ上に長期操業データベースとして蓄積し, 総合管理解析システム(TOMAS: total management and analysis support system)を利用」して解析を行っている。

4.2 システムハードウェア構成

生産管理機能実行用ホストマシン, 下位の工場制御・操業情報収集用ロガー, 鉄粉検査情報収集用ロガーおよび上位統計解析用大型マシンとのネットワークをもつ三階層コンピュータ構成が特徴であり, それぞれ所内の光 LAN 経由で命令の指示伝達, 操業実績収集

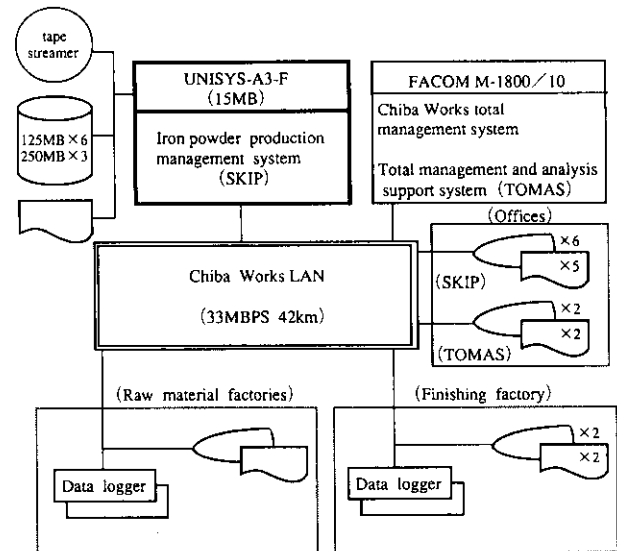


Fig. 4 Hardware configuration of system

および検査実績収集を行うとともに, 技術スタッフによる統計解析を可能にしている(Fig. 4)。

4.3 システム機能構成とサブシステム機能の概要

システム機能構成を, Fig. 3 とは視点をかえ, 主要サブシステムの機能面から整理して Fig. 5 に示す。基本的には, これらのサブシステムが順次開発・順次移行の単位である。各サブシステムの機能の概要を以下に記述する。

4.3.1 納入管理

オーダーエントリーでは, 月間単位での受注枠をベース登録のうえ納期確定の都度追加登録し, 予定と実績の差をフォローする。納入確定分については, 確定順にしたがって現品の自動充当, ま

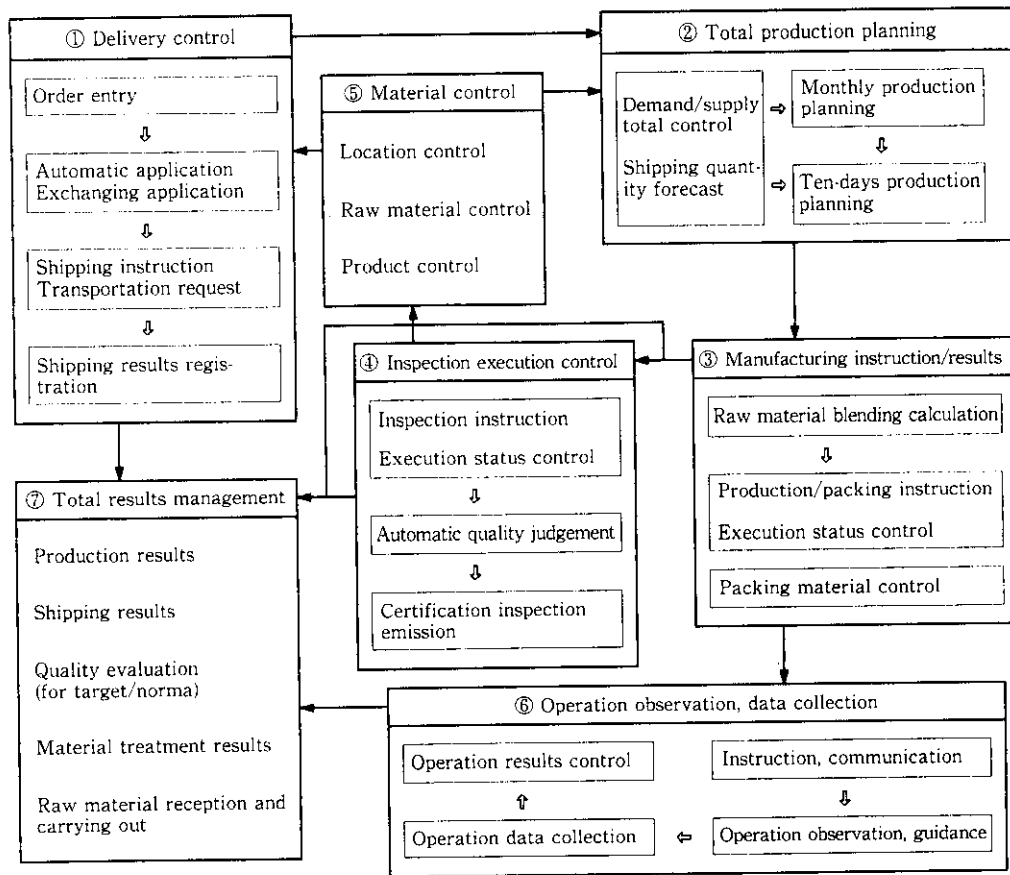


Fig. 5 Function configuration of system

たは振替充当を行い出荷対象品を確定する。その後、輸送便の手配依頼と製品の積み込み・出荷の指示命令書を発行する。

なお、出荷命令指示は納入日オーダーに与え、充当済現品のハンドリング指示に連動するようにしてある。また、出荷完了実績も、納入日オーダーに登録する方式で、入力の手簡素化とチェックの厳密化を図っている。さらに、月間受注枠への納入オーダーの確定状況・納入実績状況をオーダー状況解析リストで適宜評価し、営業部門へフィードバックしている。

4.3.2 総合生産計画

受注枠および納入確定オーダーと現品との需給総括管理に基づき、必要生産量を算出のうえ生産計画を立案し、製造命令につなげる機能である。しかし、看板オーダーなど短期間での納入指示が多く、一般に受注枠量の精度が低いため、お客様ごとに作成した上述の見込みオーダーとして生産計画に反映する需給管理を行っている。

すなわち、月間予測で月次計画を立てるが、実行ベースでの旬間計画は最新の需給状況に基づいて別途ローリングしながら運用される Push (未確定オーダーの出荷予測を考慮した生産計画) & Pull (個別オーダーごとの進捗管理の実施) 方式で、原料および仕掛品との需給評価も行う総合実行計画として活用される。

4.3.3 製造命令・製造実績

各原料工場および仕上げ工場の設備条件（能力、鉄粉の種類など）に応じた製造パターンにしたがって、実作業に1～2日先行して、実行計画から製造命令を出す。

製造実績は命令に対応させて把握し、予定と実績の差の解析を行える仕組みとしている。命令には製品仕様のほか、製造条件・目標品質レベルを2重に付加し、さらに使用原料を指定した作業指示の徹底により品質管理・作業管理を行っている。また、原料の配合計

算、梱包材料の在庫管理もこのサブシステムで行い、円滑な作業を行うのに役立っている。

4.3.4 検査業務実行管理

鉄粉は品質評価の項目数が多く、かつ評価する項目の組合せの種類も多いため、実行管理には細心の注意を要し、かつ作業負荷も大きい。正確・迅速に検査指示と検査証明書発行までを統括管理するサブシステムで、すべてデータベース化された評価基準にしたがって最終製品の合否判定と目標品質に対する評価も行う「2段階評価による品質保証」を行っている。前述の製造実績を入力すると自動的に必要検査項目を網羅した検査命令書が出力され、これにしたがって検査が行われ、結果はその都度自動的に合否判定され、つぎの現品管理サブシステムに受け継がれる。

なお、粉体特性値の測定結果と分析値は自動入力²⁴⁾され、また出荷時には対象品すべての検査証明書が自動発行され、検査精度の向上・作業の迅速化による品質保証レベル向上と作業効率の改善に大きく寄与している。

4.3.5 現品管理

現品の把握精度いかにシステムの有用度は影響を受ける。このため当システムでは、管理の視点として

- (1) 在庫内容（仕掛品、成品、製品の区別）の正確な把握による需給管理の精度保証
- (2) 出荷不適合品への処置の促進
- (3) 余剰品の転用の促進
- (4) 置場の地番管理によるハンドリング効率の向上

を重視し、原料、仕掛品および製品のおのおのについて現品の状況をコード化し厳密な仕分け管理を行っている。とくに、出荷不適合品に対し不適合内容を明確にして、迅速な処置を行えるよう配慮し

ている。

4.3.6 工場操業監視・情報収集

各工場への命令伝達、操業監視、オペレーションガイダンス、操業情報収集および操業実績管理が主機能で、操業のベースをサポートしている。これらの情報は、最終的に上位大型コンピュータに蓄積され総合的な統計解析に利用され、操業技術の向上のほかスタッフの業務効率化に寄与している。

4.3.7 総合実績管理

各サブシステム機能の実績データを整理し、日次および月次レベルで総合的な実績管理を行っている。生産、出荷、目標品質評価、製品品質評価、現品処置および原料受払の各実績管理が主である。

5 効果

当システムは、第4世代言語を用いたプロトタイプ開発方式により開発されたため、高い開発生産性（従来方式に比しCOBOL換算ベースで2.8倍）が得られ、早期稼働をもたらした。その開発効果を各機能に対応させて以下に示す。

(1) 納入管理

納入量の予測とオーダーの進捗管理レベル向上（push & pull方式の採用）により納期達成率は99%以上に向上。

(2) 総合生産計画

月間生産計画、旬間生産計画、製造命令までの一貫性確立により、原料手配を含めて計画生産が可能となり、かつ納期間近にオーダー変更があっても迅速、かつ柔軟に変更に対応できるようになったため、仕上げ還元炉の1製造チャンス当たりの通炉時間の拡大をもたらすなど、操業・品質の安定および生産性の向上に寄与。

(3) 製造命令・実績

全ての命令に基づいて行われ、それらが計画と実績の差の解析に活用されることによる操業技術の向上。

(4) 検査実行管理

検査業務の効率化と検査期間の短縮により、品質評価がスピードアップし現品処理を促進し、また、検査結果の製品規格値と製造目標値との2重チェック、および一部検査の自動化と検査証明書自動発行による品質保証体制の強化。

(5) 現品管理

全ての現品の仕分け管理が可能となり、かつ適性保有在庫量との対比により、計画生産レベルは向上し、在庫削減、とりわけ不適合品や仕掛品の削減促進に寄与。

(6) 工場操業監視

操業管理レベル向上とこれにともなう品質の安定に貢献。

(7) 総合実績管理

原料～製品までの一貫管理可能化によるつくり込み技術と生産管理および操業管理水準の向上。

6 今後の課題

今後、蓄積された生産・操業のデータベースをもとにシステム機能のレベルアップを図るとともに、計装設備の増強を行いプロセス制御の向上を図り一層の品質保証、納期保証体制の強化と業務改善を、ニーズの変化に柔軟に対応しながら進めたいと考えている。

7 結 言

千葉製鉄所の鉄粉部門における品質保証と納期保証体制の確立、および業務の効率化を図るため、鉄粉生産管理の総合システム「SKIP」を開発し、1989年より稼働を開始した。この結果は次のとおりである。

(1) 第4世代言語を用いたプロトタイプ開発的アプローチにより、高い生産性でシステムの開発を行い、システムの早期稼働をもたらした。

(2) 納入予測と、オーダー進捗管理レベルの向上により、納期達成率が向上した。

(3) 計画生産の実施と、実施結果の解析への活用により、操業技術の向上および品質の安定に寄与した。

(4) 検査精度の向上および検査業務の迅速化により、品質保証と納期保証体制を強化した。

以上のとおり所期の目標を達成することができた。今後は、これまでに蓄積されたデータベースの活用と、プロセス制御の充実を行い、本システムの一層のレベルアップを図りたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 嶋島武誠：「LINCによるCIM構築のアプローチ」ユニシス研究会平成2年春季全国大会、(1990)、C-1
- 2) 福元孝男：「鉄粉の粉体特性迅速測定法の開発」、日本粉末冶金工業会効率化事例発表会、8 (1987)、1
- 3) 福元孝男：「鉄粉粉体特性値測定自動化」、日本粉末冶金工業会効率化事例発表会、11 (1990)、7
- 4) 福元孝男、白石利明、篠原忠廣、菅原昭男：材料とプロセス、4(1991)、5