

生産管理システムの試作と 螺子製造模擬装置との連携

— 事業主団体研究開発事業としての技術支援活動 —

近畿職業能力開発大学校 相澤靖弘
作 成一郎 他^(注1)

Approach to Manufacturing as Experiment;
Material Requirement Planning System combined with Machinery Model System
— Technical Report: Review and Consideration for System Essential Factor —

Yasuhiro AIZAWA, Seiichirou SAKU, et al.

要約 協力企業（日東精工株式会社：以下協力企業と表記）と本校が連携し、協力企業の形態に合わせた「クライアント・サーバ型データベースシステム」の生産管理システムを試作した。また一方で螺子製造模擬装置（以下模擬装置と表記）を用いて、前述のシステムとの連携を実験的に再現した。これは企業側にとって製造工程システムと作業現場の機械装置システムの管理情報の受渡し、及び機械装置個々の情報（処理時間、稼働率等）の把握が可能となるものである。実際の試作では後者の完了情報としては良数・不良数の連携を実現した。

このプロジェクト取組みは事業主団体研究事業^(注2)として本大学校と附属校の京都校で技術支援活動の一環として実施している。本稿では取組み経過、研究開発経過を述べるとともに、システム要件、技術問題の観点から考察を行なったものを報告する。

I はじめに

応用課程生産システム系の開発課題（卒業研究テーマ）への題材提供をお願いして、協力企業との交流の中で次の状況を聞き出したことに端を発する。それは「現行の生産管理システムはパソコンネットワークの技術を取り入れているが、その基幹部分がまだメインフレームで処理されている。近々この部分もクライアントサーバ型システム^(注3)として、移行切替を行ないたいと考えている。技術交流には大いに期待がある」ということであった。

これらの経緯から、事業主団体研究開発事業の取組みになったものである。

II 研究目的

1 研究の目的

本取組みは、前述のように協力企業と本校が連携し、「クライアントサーバ型データベースシステム」としてのMRP生産管理システム^(注4)の試作を行なうものである。特に製造工程管理に着目し、その効率化を図る。また螺子製造の機械に見立てた螺子製造装置の模型を用いて、それとの連携をもつシステムとした。試作成果物は協力企業にとって新たなシステム開発（移行）準備作業の参考資料、人材教育の教材と位置付ける。またそれを足掛かりに双方の技術交流を深め、当方にとっては技術教育の教材開発を模索したいということである。

2 取組み方

2-1 応用課程開発課題取組み

開発課題としての試作システムの制作を行なった。
システム環境は次のようなものである。

機器：PC/AT互換機

OS：Windows2000 Server

Windows2000 Professional

言語：Visual Basic 6.0

DBMS：SQLServer7.0

Web：VBScript、IIS5.0 (ASP3.0)

2-2 技術交流と人材教育支援

京都校と連携しながら関連技術要素を取り上げ、「技術交流会」を数回実施してきた。

協力企業は、生産管理の事例及び螺子の製造技術、製造過程における技術題材・問題点等を提供し、当方からは人材教育の観点で情報技術、機械制御技術等の情報提供を行なった。

2-3 成果物の活用

双方でのレビュー評価を経て、協力企業には参考資料として成果物を提供した。当方ではセミナー等に活用しながら見直しをしている。

III 試作システムの概要

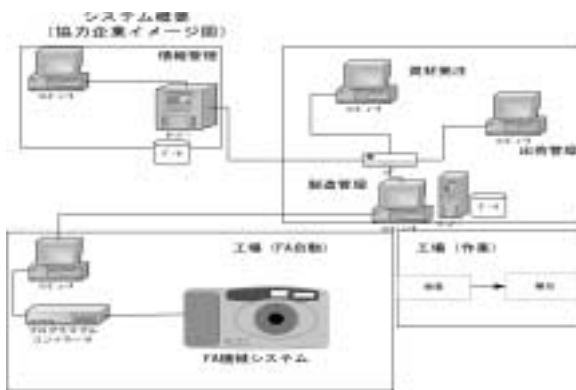


図1 システムの機器概要

1 生産管理システムの概要

図1にクライアント/サーバ型生産管理システムの概要を示す。協力企業の工場を見学し、その中から問題点要望点を聞き出した。先ずそのいくつかを解決すべく、開発課題取組みで先行して基本部分の制作を行なった。F方式メンバーの指導員も本稿2名がその技術指導に加わった。

これは本取組みのベースとしての役割を果たしている。そして取組みの過程で技術交流会での検討材料として取り上げていった。

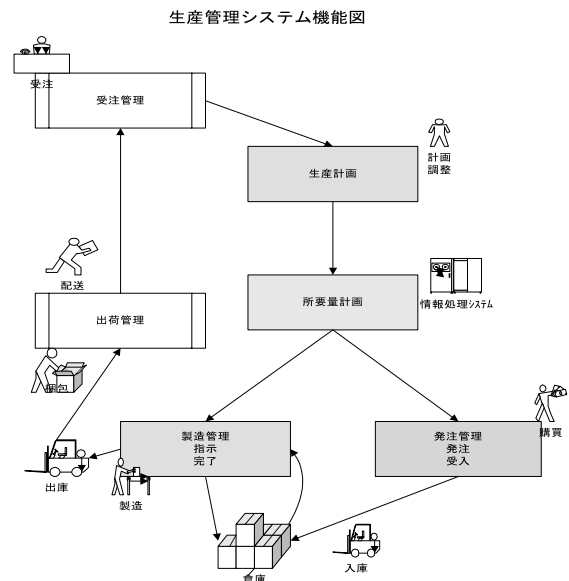


図2 生産管理システム機能図

1-1 生産計画の入力

受注情報に基づき、工場では各製品の製造計画を立て、計画入力を行なう。

1-2 MRP処理

MRP処理は計画入力情報に基づき、その製品に必要な材料を部品展開し、発注残・在庫を見ながら正味所要量を手配する処理である。これにより後節の材料の発注手配と、各製造工程のための製造指示を行なう。

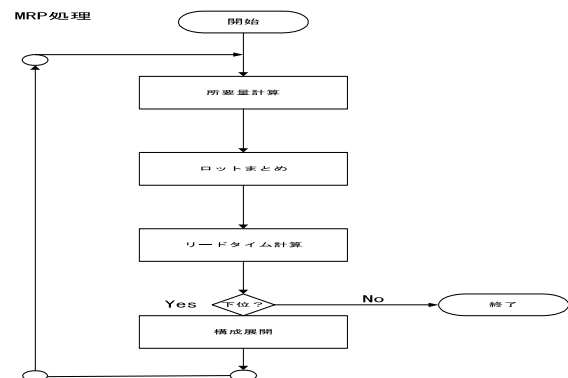


図3 MRP処理

1-3 発注管理

① 発注処理

協力企業の管理形態を考慮し、先行計画発注と都度発注の2種類の発注を行なう。

- 発注点管理による手配（実績からの先行計画）
使用頻度の高い一般材料について用いられる発注方法で方式としては発注点管理発注となる。安全在庫数や発注量、発注点などは過去3ヶ月分の実績から算出する。

協力企業独自の傾向分析評価に従っている。

- MRPによる発注手配（受注からの都度発注）
都度発注は受注対応の計画毎に所要量計算処理を行なう方法で、依存度の高い発注が必要な材料について用いる発注方法である。

$$\begin{aligned} \text{発注数} &= \text{需要見込数} - \text{在庫数} + \text{安全在庫数} \\ &\quad - \text{入庫予定数} + \text{出庫予定数} \quad \text{式(1)} \end{aligned}$$

それぞれの処理は、DB内のストアードプロシジャをクライアントからの呼出命令で実行する。

これは「クライアントサーバ」の2階層処理^(注5)と言われる特徴のひとつである。

② 受入処理

発注先より材料・部品を受入れたときの処理を行なう。

③ 検査検収処理

受入検査により合格分が入庫更新され、仕入扱いとなる。

1-4 製造管理

① 製造手配

製造手配もMRPによる工程構成展開等に作業指示を行なうための指示書を発行する。

② 製造処理

螺子の製造工程は次のものからなる。

- ヘッド
- ローリング
- 熱処理
- めっき
- 製品検査
- 箱詰め

また作業の種類として

- 機械システムによる製造
- 人手による製造作業

とがある。実際には製品の種類により様々の形態がある。試作システムでは両方に対応している。

③ 完了処理

製造完了時に完了処理により、製品入庫が更新される。

また次節の螺子製造模擬装置はヘッドロールの製造機械装置を参考にしたものであるが、全自動のFAシステムと見立てて、それとの連携機能ももつ。

現品札の出力も行なう。このとき材料・部品の出庫が更新される。



図4 現品札

1-5 生産管理システムの制限事項

試作という形で取組んだもので、必ずしもこのシステムで実用性まで求めたものではない。

システム要件分析段階で次のものを対象外としている。

- 受注管理との連動
- 出荷管理
- 発注管理の中の仕入・支払管理等

また、成果物の運用面（日次・月次・年次処理）の部分も退避・更新処理とも外している。

ソフト開発の受託を行なったわけではないという点を念のため言い添えておきたい。

2 螺子製造模擬装置システムの概要

実際の螺子製造装置の課題製作は無理があったため、それに見立てた模擬装置を試作し、実験を行なった。

- 動力：AC.100V及びエアコンプレッサ
- 制御方式：PC^(注6)によるシーケンス制御
- PC-パソコン間通信方式：

RS232Cインタフェースによるシリアル通信

- コンベアとハンドアームによる模擬装置

上記環境で、機械制御用パソコンからの指令によりPCを操作することで、ミニFAラインを実現した。また持ち運びできるようにトランク形態とした。

また、これは2001年度の応用課程開発課題で制作した「制御実習教材用FA負荷ユニット」を活用し、新たな部品を加え、制御機構配線と制御プログラムを行

なったものである。

その図(写真)を図5に示す。

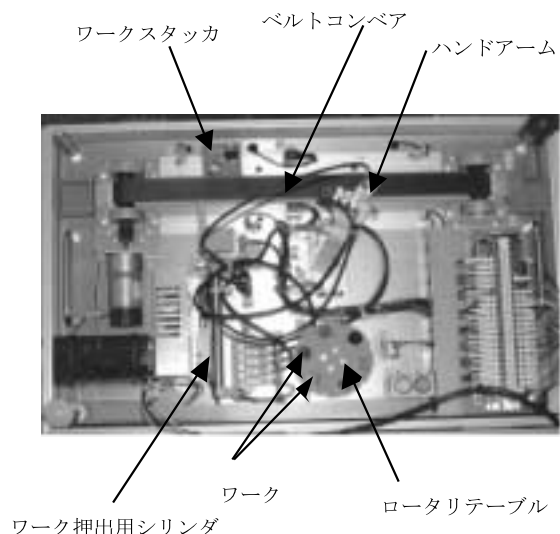


図5 螺子製造模擬装置

2-1 模擬装置の構造と動作

螺子製造におけるH/R(ヘッドロール)工程を意識したものである。実機にはほど遠いが、単一の工程を再現している。しかし機械装置との連動を実験するには充分である。

模擬装置は、ロータリテーブル部、ハンドアーム部、ベルトコンベア・スタッカ部に大きく分けることができ、各部の構造は次のとおりである。

① ロータリテーブル部

回転角60°毎のインデックス機構を備えており、6つのワークホルダを設置している。

② ハンドアーム部

ハンドアームは、上下駆動付振動型ピック・アンド・プレイスユニットとなっており、バキュームチャックとチャック上下駆動用シリンダそして回転角180°のロータリアクチュエータから構成されている。

③ ベルトコンベア・スタッカ部

ベルトコンベアはワークの位置検出用のセンサが2箇所を設置されており、ワークの位置検出により駆動用モータの起動、停止が行われる。また、スタッカ部には、ベルトコンベアで移送されてきたワークをワークスタッカへ格納する為のワーク押出シリンダがスタッカステーションに備えられている。

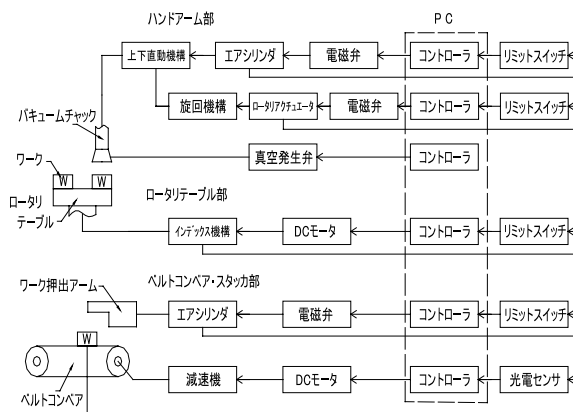


図6 模擬装置ブロック図

次に、模擬装置の動作順序を示す。

- 動作1 ロータリテーブルにセットされているワークをハンドアームの取出しステーションの位置まで回転移送する。
- 動作2 ハンドアームでハンドリングを行ない、ベルトコンベアの受入れステーションまでワークを移送する。
- 動作3 ベルトコンベアによりワークをスタッカステーションまで移送する。
- 動作4 ワーク押出シリンダによりワークをワークスタッカに移動し格納する。

以上の動作は生産管理の発令に基づき、機械制御用パソコンからの操作指示により、その数量分動作を繰り返す。

2-2 螺子製造模擬装置の制御システム

模擬装置の制御は直接的にはPCによるシーケンス制御方式を用いており、模擬装置の入出力機器はPCの入出力デバイスに割付けを行ないI/O接続されている。

更にPCの上位コントローラとして機械制御用パソコンを設置し、機械制御用パソコンとPC間にシリアル通信を用いてデータの授受を行なうことにより、機械制御用パソコンからは模擬装置の起動、停止、動作の繰返し回数等の製造指示がPCに与えられ、反対にPCからは模擬装置の駆動状況やワークスタッカへのワーク格納数等の生産情報がリアルタイムに機械制御用パソコンへ報告される。

尚、機械制御用パソコンとPC間のシリアル通信はRS232Cを用いており、機械制御用パソコンのシリアルポートとPCのシリアルコミュニケーションインタフェースとの間をRS232C用通信ケーブルで接続している。

機械制御用パソコンでのPCとのRS232Cによるリアルタイム制御はVisual Basic言語を使用し、コミュニケーションコントローラ（Microsoft Comm Control）を用いて通信条件の設定及びタイマーイベントの発生を利用した自動送受信を行なう通信プログラムを制作し使用している。

尚、通信プロトコルとしては、PCメーカーの専用プロトコルの一形式を用いた。

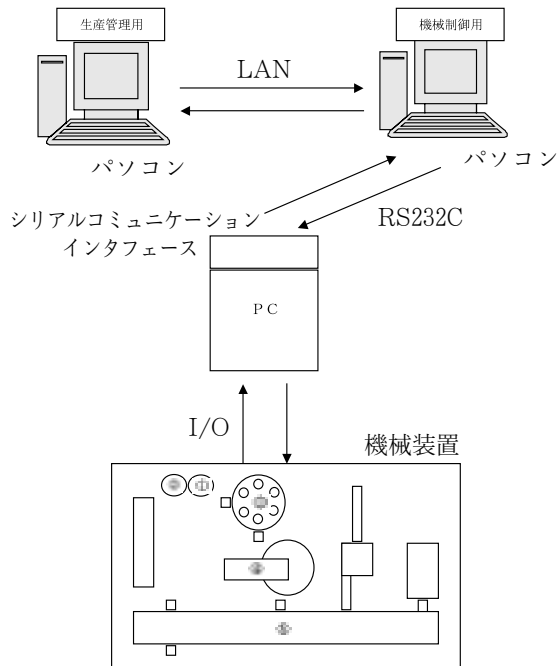


図7 模擬装置の制御システム

2-3 生産管理システムとの連動

・製造指示による模擬装置起動

機械制御用パソコンは、生産管理用パソコンから生産管理システムのデータベースにある「作業指示情報」を受けて、対応する製品（ワーク）の製造を指示数量だけ製造（ワークスタッカへ格納）する指令をPCに指示し、模擬装置を駆動する。

・進捗管理

機械制御用パソコンは、PCより模擬装置の製造の進捗状況（ワークスタッカへの格納数）の情報を受信し、リアルタイムでグラフ表示によるモニタリングを行なう。

・完了報告

製造終了時に「完了報告」をPCから機械制御用パソコンを介し生産管理用パソコンのデータベースに返し、生産管理システムでは、在庫の更新と発注残情報の消込を行なう。

試作ではこのように指示数に対し、製造結果の

良数不良数の情報受渡しを行なっている。

2-4 システムの発展性

模擬装置の情報としては、各アクチュエータ及びセンサ等の情報を認識しており、監視モニタシステムを制作することも可能であり、更に生産管理システムとは処理時間、稼働率、歩留等の情報交換の可能性を有する。また、PCを作業工程毎に複数用いる中・大規模の機械システムの場合においては、PC間ネットワーク機能を用いることにより、機械制御用パソコンに各PCの情報を伝達することで、生産管理システム及び監視システムを構築することも可能である。



図8 製造指示と進捗管理

IV 試作システムの評価

1 開発課題取組み

応用課程生産システム系の開発課題として指導員と学生の取組みから成果を得た。

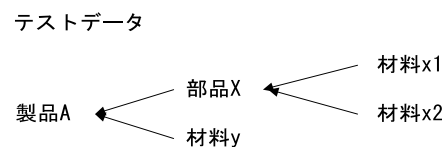
- ① 螺子製造の生産管理システムの試作開発
- ② 模擬装置システムの製作（ミニモデル）
- ③ 生産管理システムと模擬装置との連携

2 結果の検証

2-1 生産管理システム

ソフトウェアエンジニアリング技法（データ中心アプローチ^(注7)）の開発を行なってきた。検証においてもそれに基づいた。

- ① 当方での簡略テストデータ



② 協力企業からのテスト実データ

題名	子コード	単量(個)
A000001 A4 0000 BT P1 7-2-0	Wres0001	0.6
A000002 A4 0000 BT P1 8-2-0	Wres0002	0.6
A000003 A4 0000 BT P1 9-2-0	Wres0003	0.6
A000004 A4 0004 BT P1 1-1-8	Wres0004	0.6
A000005 A4 0005 BT P1 2-2-0	Wres0005	0.4
A000006 A4 0006 BT P1 3-2-1	Wres0006	0.6
A000007 A4 0007 BT P2 4-2-0	Wres0007	0.6
A000008 A4 0008 BT P1 5-2-3	Wres0008	0.6
A000009 A4 0009 BT P1 7-2-4	Wres0009	0.4
A000010 A4 0010 BT P1 7-2-0	Wres0010	0.6
A000011 A4 0011 BT P1 8-2-0	Wres0011	0.6
A000012 A4 0012 BT P1 8-2-1	Wres0012	0.6
A000013 A4 0013 BT P1 8-2-3	Wres0013	1.3
A000014 A4 0014 BT P1 8-2-2	Wres0014	1.3
A000015 A4 1000 HT P1 5-2-1	Wres0015	1.3
A000016 A4 0000 BT P1 8-1-8	Wres0016	1.4

図9 テスト実データ

①によりデバッグ作業を進め、協力企業の②のテスト実データにて検証した。

学生の課題取組みにおいては検査仕様を作成し、結果の検証を行なっている。

総合テストにおいてはⅢ試作システムの概要の手順をたどり、MRPアルゴリズム結果の整合性と入力出力の対比が確認されている。

2-2 螺子製造模擬装置

機械部分とプログラム部分の動作が対応し、PCの仕様に留意、検証はそれに基づいた。生産管理との連携の整合性の確認を行なった。

3 試作成果の検討

基本部分制作の成果を待って、協力企業と当方のワークメンバー、製造に当たった学生で、その評価と改良点の検討にあたった。

① 成果物の試用評価

協力企業の協力のもとで、レビューを設けた。

協力企業の窓口の方に向けた発表及びデモ操作を行なって評価を受けた。

② ①の評価の場に対しF方式ワークメンバーも加わり、不備点、改善点、要望点の検討会を行なっている。

Ⅲの式(1)において発注残の考慮及びMRP納期逆算の際の休日扱いなどにおいて、若干の問題点もあるがここではそれらには触れない^(註8)。協力企業からは大筋でそれなりのよい評価を受けた。

4 試作成果の改良と発展活用

協力企業においては、必要に応じて試作成果物を自社の状況に照らして改良を加えていただく。そのための方からの技術支援がこの後考えられる。本来の意味でのF方式取組みはこれからである。その後、発端となった「クライアントサーバシステム」への移行のための参考資料及び人材教育に活用していただく成

果物ができあがる。現段階で生産管理システムの基幹部分を試作したに過ぎないが、それでも先方から「現行システムに近いものを再現している。当初自分たちにとって不明確な状態が、少し見えてきた」という感想を得た。またさらにWebプログラム等によるインターネット技術を製造現場に持ち込みたいという要望も出ている。機械装置システムについては、さらに双方にとって興味ある問題も出てきている。具体的に挙げると次のようなものである。

- ・もう少し実機に近い形での稼動監視・進捗管理
- ・製品検査等における検査システム
- ・工場現場でのインターネット技術活用

V 技術交流会

取組み当初の工場見学と説明、さらには課題システムに関連した技術要素等について、F取組みメンバーとの勉強会・技術交流会を持ちながら、螺子製造における諸作業の技術情報と題材の提供を受けている。

- ① IT技術勉強会（試作システムに関連した技術要素等）双方の勉強会に加えて当方からも研修会を開いている。
- ② 螺子の構造、製造の仕組みと製造技術^(註9)
大きな螺子から精密螺子に至る具体的な製造の仕組みを知ることができた。
- ③ 螺子製造における生産管理上の問題点、関心点の技術交流

この取組みは発展的に「技術交流会」という形で現在も日東精工株式会社、京都校、近畿校の三者で継続されている。

VI 教材開発と技術教育への利用

今回の取組みで得られた実用技術は、協力企業の所属する綾部鉄工協同組合傘下企業へのIT技術教育セミナーの形で活用を図りたい。

また製造技術の一般的なもの螺子製造技術についても、当方の学生教育、セミナーに活用させていきたい。

本取組みから得られた実用技術を元に、「ITものづくりコース」として企画し、製造業向けの生産管理セミナーとして実施している。それはFAシステム（「オルゴール組立ライン」）を利用するもので、次の3つの要素が挙げられる。

- ① 生産管理システム技術の習得
- ② FAシステムとの連携方法の習得
- ③ FAシステムの制御技術の習得

VII おわりに

生産管理技術は業種業態によりその形態と運用は様々異なるものであり、企業事情の例外処理も少なくない。この取組みにより事例の蓄積を得たことも大きな収穫であった。

企業と交流をもつ形での開発課題取組みにおける経験は、次年度の別の課題にもつながりを得ている。また今後も機械系と情報系の連携の形で「開発課題を通じた近隣企業との交流」を進めていきたい。

当校と京都校と連携・協力して取組むというものさらに別の観点から価値あることと考える。施設を超えたブロック取組みの必要性が叫ばれる昨今、特筆しておきたい。

謝 辞

日東精工株式会社ファスナー事業部殿には、本取組み（生産管理システム試作、螺子製造装置模型の制作など）において、親身にご協力をいただいた。関係者に深く感謝いたします。

日東精工(株)八田工場



図10 協力企業工場

[注]

(注1) 取組みには他に多数の作業メンバーが関与している。

京都職業能力開発短期大学校

青山貴伸、塚原周信

近畿職業能力開発大学校

長澤健一、新山巨、諸頭眞和、西山勉、山口和美
また、開発課題として学生の基本部分制作の協力（参考資料）があったことを特記する。

本稿では技術考察を取上げた。具体的試作に携わった冒頭記名の2者でまとめている。

(注2) 事業主団体研究開発事業：F方式取組み

(注3) クライアント／サーバ：従来の汎用機に対する表現

(注4) MRP（：所要量計画）を考慮した生産管理システム

(注5) 2階層：DBサーバ経由。これに対しWebサーバ経由の加わるものが3階層。

(注6) PC：プログラマブルコントローラ。PLC。

(注7) データ中心アプローチ（DOA）：ソフトウェア開発技法アプローチの一つ。データベースを重視するもの。

(注8) 次年度の別の業種業態での課題でもMRPを扱ったが投稿現在でこの問題は解決している。

(注9) 業界の先導的立場にあり、「螺子の製造に関してはいかなる形状・形態の注文にも応じている」とのこと。

[参考文献・資料]

隅田・鳥羽 SEのためのMRP 日刊工業新聞社

熊谷英樹 Visual Basicを活用した機械制御入門

日刊工業新聞社

(株)ティーピクス研究所 生産管理システムTPiCS-X、
ユーザーズマニュアル

三菱電機 三菱マイクロシーケンサ、FX（RS232C、
RS485）ユーザーズマニュアル

三菱電機 三菱マイクロシーケンサプログラムマニュアル

小林幸二 生産管理システム実習教材、標準課題、

2000年度版、職業能力開発総合大学校東京校

柳原他 生産管理システムの開発、2000年度開発課題、
職業能力開発総合大学校東京校

梅田他 FA負荷ユニット〈MFA-001〉、2001年度開
発課題、近畿職業能力開発大学校

門田・坂本・松田・松本 生産管理システムの開発と

機械装置連携,2002年度開発課題,近畿職業能力開発
大学校

青山・塚原・作・相澤他 生産管理システムの試作と
機械装置との連携,2003/3/10 近畿職業能力開発大
学校紀要