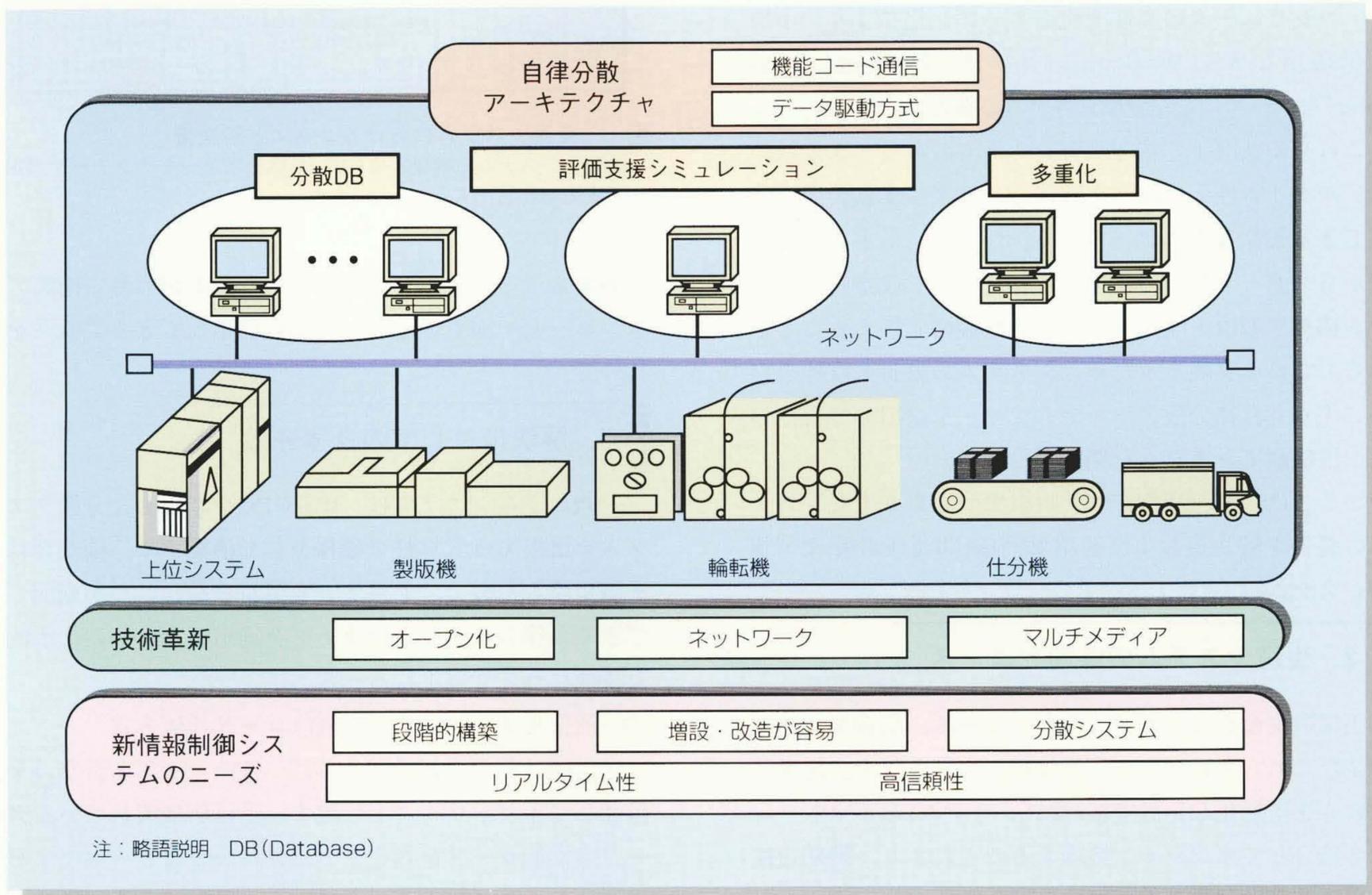


システムの成長と維持を容易にする自律分散アーキテクチャ

Autonomous Decentralized Information Control System with Easy Expandability and Maintainability

藤岡誠一*	Seiichi Fujioka	吉澤 顕***	Akira Yoshizawa
綿谷 洋*	Hiroshi Wataya	石井良和****	Yoshikazu Ishii
田中直亨**	Naomichi Tanaka		



変化と成長にスピーディに対応できる自律分散システム

自律分散アーキテクチャをベースに、分散DB・評価支援シミュレーション・多重化の拡張機能を用いることにより、システムを容易に構築、改造することができるようになった。

今日、製造業や公共分野などでは、サービスの多様化と社会や環境の変化にスピーディに対応できることが強く求められている。それには、従来のリアルタイム性(即時性)と高信頼性に加えて段階的にシステムが構築でき、増設・改造を短期間で行える新情報制御システムの導入が必要である。

今回、この情報制御システムの構築を実現するため、ワークステーションやパソコンを用いた分散システムに、日立製作所が提案してきた「自律分散アーキテクチャ」を適用した。

具体的には、(1)分散システムを動作させるのに必要な情報はできるかぎり自システム内に置き(分散DBの実現)、(2)他分散システムとの結合はできるだけ疎にする(データ駆動方式の採用)こととした。このことにより、各分散システムは独立性を保持しながら必要に応じて他分散システムと協調して動作することにより、トータルシステムとしての機能実現が可能となる。本稿では、自律分散アーキテクチャの適用例として、紙面構成や発行部数が刻々と変動する新聞製作の管理・制御システムを取り上げた。

*日立製作所 大みか工場 **日立製作所 機電事業部 ***日立製作所 システム開発研究所 ****日立製作所 電力・電機開発本部

1. はじめに

社会ニーズと経済環境の変化に合わせて生産形態は多種少量生産から変種変量生産へと変貌(ぼう)し、設備の自動化や情報制御システムも工程ごとから工場単位へ、さらに企業全体へと拡大し、統合化が急速に進んできた。また近年、革新的な進歩を遂げた半導体・ネットワーク・コンピュータの高性能化とオープン化により、小型で低価格なWS(Workstation)やPC(Personal Computer)をベースにした分散システムの構築が可能となった。

これらの状況下で情報制御システムのあるべき姿は、リアルタイム性と信頼性を確保し、将来の変動要因が吸収できる柔軟なシステムである。つまり、最小のシステムからスタートして、環境変化に合わせて段階的にシステム構築や増設・改造が短期間で低価格で行えることである。これを実現するため、システムの成長と維持を容易にする「自律分散アーキテクチャ」を適用して自律分散型情報制御システムを開発した。

ここでは、情報制御システムの典型である生産システムの要件と解決策および適用事例(新聞製作の管理・制御システム)について述べる。

2. 生産システムの課題とニーズ

工場の生産システムは、設計フェーズ、製造フェーズおよびこれらを管理する生産管理に大別される。従来はこれらを階層化した計算機(サブシステム)をネットワークで結合してオンライン処理することにより、納期短縮と在庫縮減の効果を上げてきた。

しかし、今日のように周囲環境が急激に変化する時代では、消費者の多様なニーズを的確かつ迅速に商品やサービスに反映することが、企業にとって最重要課題である。これに対応する生産システムとしての要件を以下に述べる(図1参照)。

(1) 他システムとの容易な結合

生産に必要な情報だけでなく、他工場の状況や市場動向など生産活動での総合的な情報がいつでもどこでも簡単に見られ、必要に応じてデータが加工できる。

(2) 生産を止めずに増設、改造が可能

市場への早期投入のために全部門の迅速性が求められており、生産システムもほかに影響を与えることなく増設、改造ができるなどの拡張性を持つ。

(3) 最適なシステムを低価格で構築

最新のWSやPCと市販ソフトウェアを用途に応じて

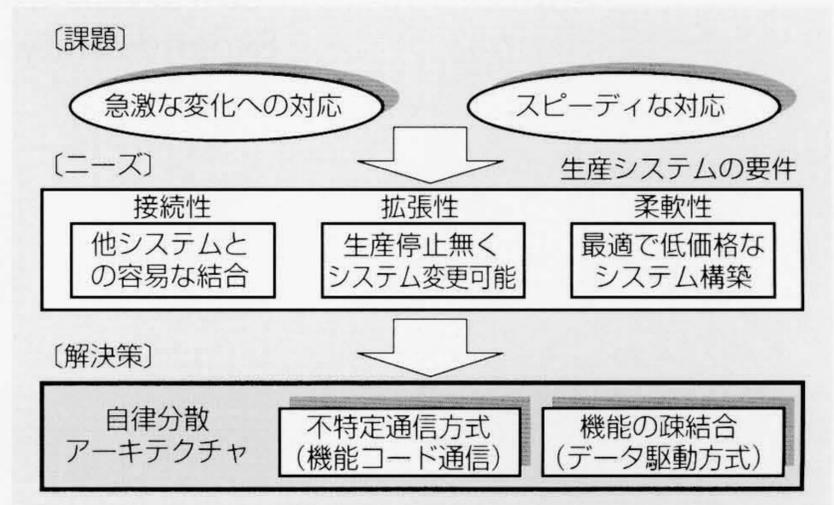


図1 生産システムにおけるニーズと解決策

柔軟なシステムを構築するには、自律分散アーキテクチャを適用して変更を容易にする。

配置することによって低価格なシステムが容易に構築でき、ユーザー側での追加・変更も簡単にできる柔軟性を持つ。

3. 解決策としての自律分散

一般に生産システムは、WSやPCを多用した分散システムを汎用ネットワークで結合して構築する。前記要件を満足するために、システム変更が容易にかつ短期間でできる自律分散アーキテクチャを適用した。その代表的な特徴について以下に述べる。

(1) 通信相手を意識しない機能コード通信方式

送信側はデータに識別子(以下、機能コードと言う。)を付加してネットワーク上に流す。受信側は流れているデータの機能コードを判定して自分に必要なデータだけを取り込む。これにより、送受信とも通信相手を意識せずにシステムの追加・変更ができ、また、1回の送信で n か所への同時転送(同報機能)が可能となり、ネットワークや計算機負荷の軽減となる。

(2) プログラムを疎結合にするデータ駆動方式

ネットワークにデータが流れるとそのデータを必要とするプログラムが自動的に起動されるのが駆動方式である。従来のような特定プログラム間での起動ではないので、ほかに影響を与えることなくシステムを変更することができる。

(3) プログラム構造の可視性向上

自律分散対応のプログラムは、先頭にどの機能コードデータを取り込むか、処理終了後にどの機能コードデータを送出するかを記述する。この機能コードに着目し、抽出することによってシステム全体のデータ流れがわかり、トラブルシューティングが容易となる。

4. 新聞製作への自律分散適用事例

新聞製作システムには、カラー化や地域に密着した記事の掲載といった、読者の多様なニーズや突発事件などの変動要因にも即座に対応できる、柔軟性と拡張性が強く要求されている。

この要求にこたえて新聞製作管理・制御システム(以下、「新聞管制システム」と略す。)に自律分散アーキテクチャを適用し、システムの接続性、増設・改造のしやすさを実現した。

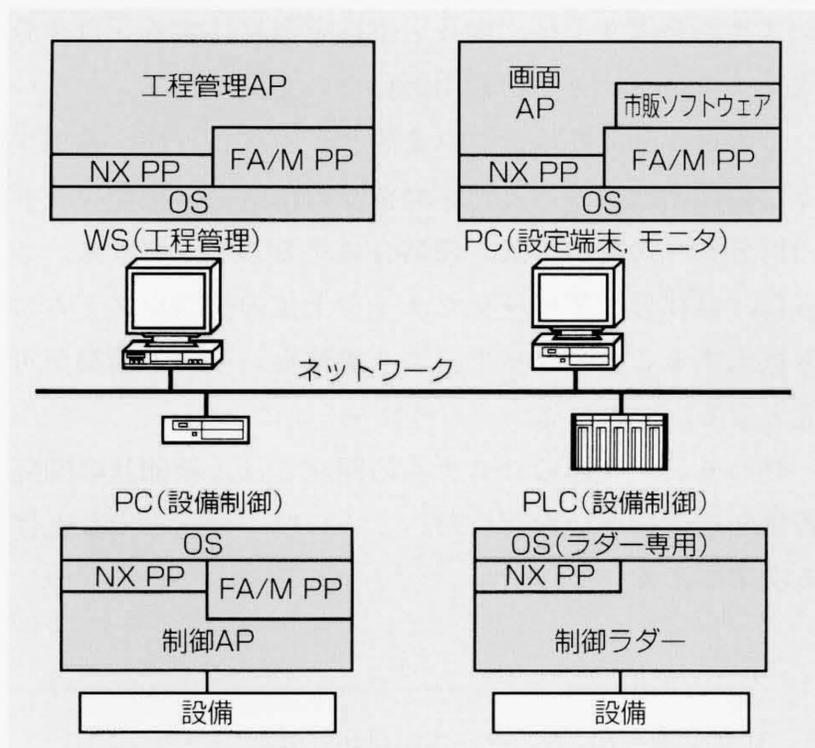
4.1 ハードウェア、OSの違いを吸収したミドルウェア

規模に応じたシステム構築や将来の技術動向に対応するためには、ハードウェアやOS(Operating System)に左右されないシステム作りが必要である。その対応策として、OSとAP(Application)との間に新聞管制システムとして重要な通信(NXPP)とリアルタイム(FA/MPP)のミドルウェアを配置し、そのミドルウェアでハードウェア・OSの違いを吸収することにした。その適用例を図2に示す。

これにより、APの独立性と移植性が高まり、ハードウェア・OSを問わずに短期間で低価格なシステム構築や増築、改造が可能となった。

4.2 同報機能とマルチメディア対応モニタ

新聞製作は時間との勝負であると言われるように、品



注：略語説明 NX PP(自律分散通信ミドルウェア)
FA/M PP(リアルタイム ミドルウェア)
PLC(シーケンサ)

図2 自律分散型新聞管制システムのソフトウェア構造
ハードウェア、OSの違いをミドルウェアで吸収することにより、柔軟なシステムが構築できる。

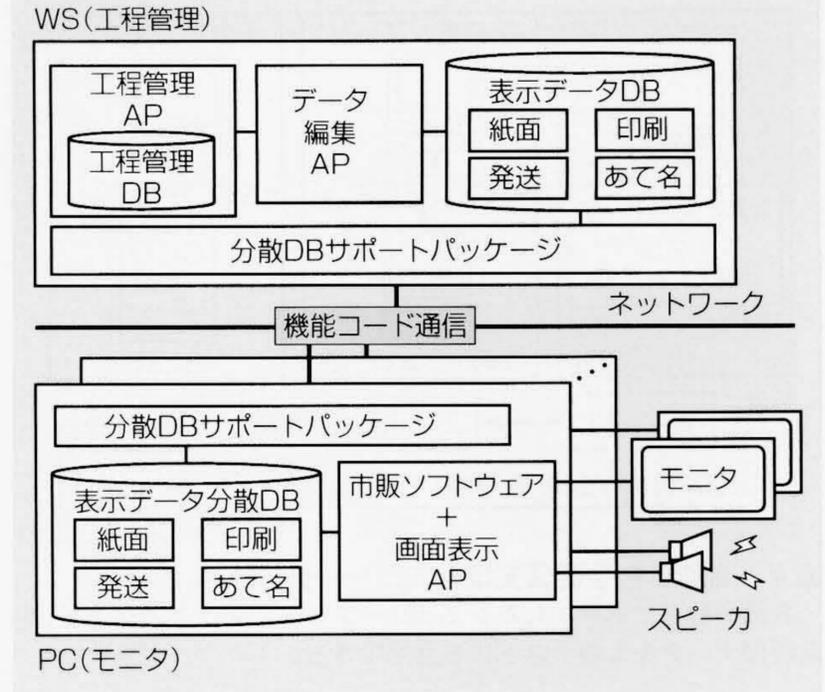


図3 機能コード通信による同報モニタ
機能コード通信によってモニタ台数に関係無く表示データの転送ができ、モニタの追加も簡単にできる。

種(記事)と生産量(発行部数)が即座に変更できることが必須である。そのために、各生産現場に10数台から数十台の画面切り替え型モニタを設置し、各工程の進捗(ちよく)状況や緊急連絡内容を表示することによって作業員間での情報の共有化を図り、突発的な設備トラブルや事件に対して柔軟にかつ迅速な対応ができるようにしている。この構成を図3に示す。

PC(モニタ)への表示データ転送方式は、表示要求ごとにWSからPCへ転送するのではなく、PC内にWSと同じDB(分散DB)を置き、絶えずDB間のデータを一致させることにした。これにより、PC表示ソフトウェアはWSを意識せずにPC内DBへのアクセスとなるので、プログラムが簡単になって高速表示が可能となった。

また、このDB間の一致化を行うために、自律分散の機能コード通信である同報機能を用いた分散DBサポートパッケージを新たに開発した。これには、変化情報だけを転送できる機能と、万一のデータ抜けに対して通番チェックを行って再送する機能も具備している。また、緊急連絡表示データに音声データを付加してわかりやすい情報伝達を行っている。

4.3 評価支援シミュレータの活用

新聞製作工程には製版機、輪転機や仕分けコンベヤなどの設備があり、これらを数台ずつ組み合わせてプラント全体を構成している。これら設備の性能や運転状態、品種(記事)の切り替え、生産量(発行部数)の変動、紙切れなどの異常時の対応を考慮し、全体のシステム計画を

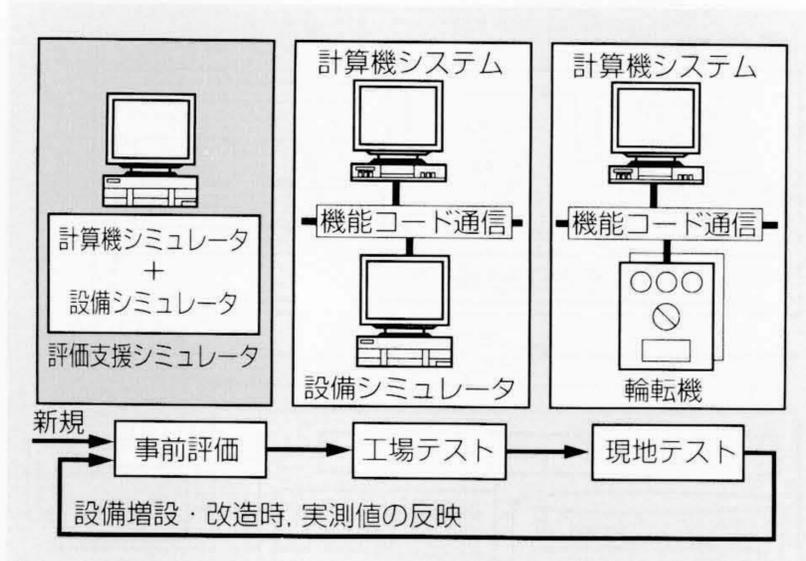


図4 自律分散型評価支援シミュレータの活用

自律分散をサポートしたシミュレータを使用することにより、事前評価データを工場テストにも活用できる。

行わなければならない。

そこで、基本設備モジュールの組合せにより、プラントのモデル化とシナリオ定義が自由にできる自律分散をサポートした評価支援シミュレータを開発した。シミュレータの使用方法を図4に示す。

まず事前評価として、計算機のハードウェア、ソフトウェア機能と設備機能をすべてシミュレーションすることにより、計算機機種の妥当性、最適な設備台数や運転人数などが決定できる。

次に、工場内で計算機システムが完成してからの設備との結合模擬テストでは、設備シミュレータをネットワークに接続し、事前評価で使用したデータに自律分散の機能コードを付加してネットワークに流す。このため、従来のように通信相手ごとに通信プログラムを作成することなく簡単にテストができ、作業効率を向上することができる。

また、オンライン稼働後の設備増設に対しては、現地での実測値をシミュレーションデータに反映することにより、増設後の精度の高い事前評価ができる。

4.4 信頼性向上の多重化

新聞管制システムは新聞製作の全体をつかさどっている重要なシステムであり、計算機の高信頼性が要求され

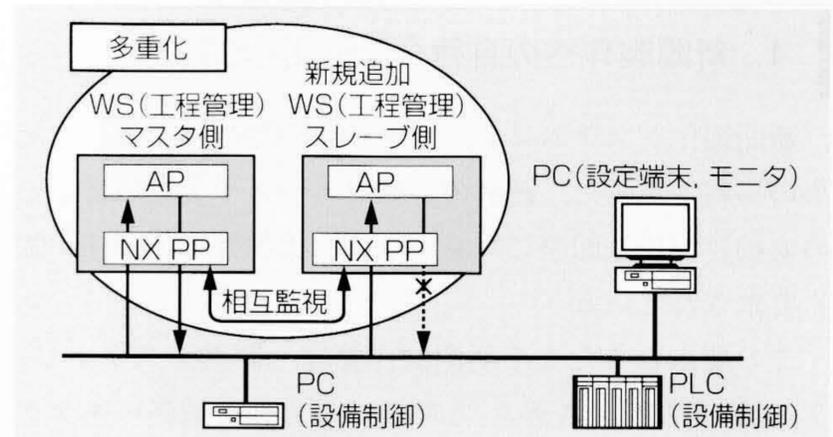


図5 フリーラン多重系構成

自律分散多重化サポートによって容易に信頼性向上を図ることができる。

ている。これを自律分散アーキテクチャの拡張機能である多重化機能によって実現した。

具体的には、同一機能を持つ複数の計算機(WS)をネットワークで接続し、(1)機能コード通信で流れるデータを各計算機で受信して非同期で処理するフリーラン多重系処理(図5参照)、(2)送信データはスレーブ側で出力抑止、(3)機能コード通信での計算機の相互監視と異常時での計算機の切り替えをサポートしている。これにより、特別なハードウェアなしで高信頼なシステムを容易に構築することができる。

5. おわりに

ここでは、情報制御システムの代表例として新聞管制システムを取り上げ、成長と維持を容易にする「自律分散アーキテクチャ」の適用例について述べた。

この自律分散では、これまでリアルタイム性を確保するために密結合であったプログラム構造を、機能コード通信とデータ駆動方式で疎結合にすることができる。さらに、自律分散アーキテクチャを上位の情報システムにも拡大することによって、より柔軟なシステム構築が可能となる。

終わりに、今回のシステムの開発では、新聞社の関係各位からご指導いただいた。ここに厚くお礼を申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 森, 外: 鉄鋼計算機制御システムにおける自律分散システムの適用, 日立評論, 70, 5, 521~526(昭63-5)
- 2) 林, 外: 産業用情報制御システムの成長を支える協調自律分散システム, 日立評論, 77, 7, 459~464(平7-7)
- 3) 浅見, 外: FA/CIMシステムにおける情報・制御技術, 日立評論, 75, 10, 641~648(平5-10)
- 4) 綿谷, 外: 自律分散による制御と情報の結合, 電気学会, 産業電力電気応用研究会資料, IEA-96-2