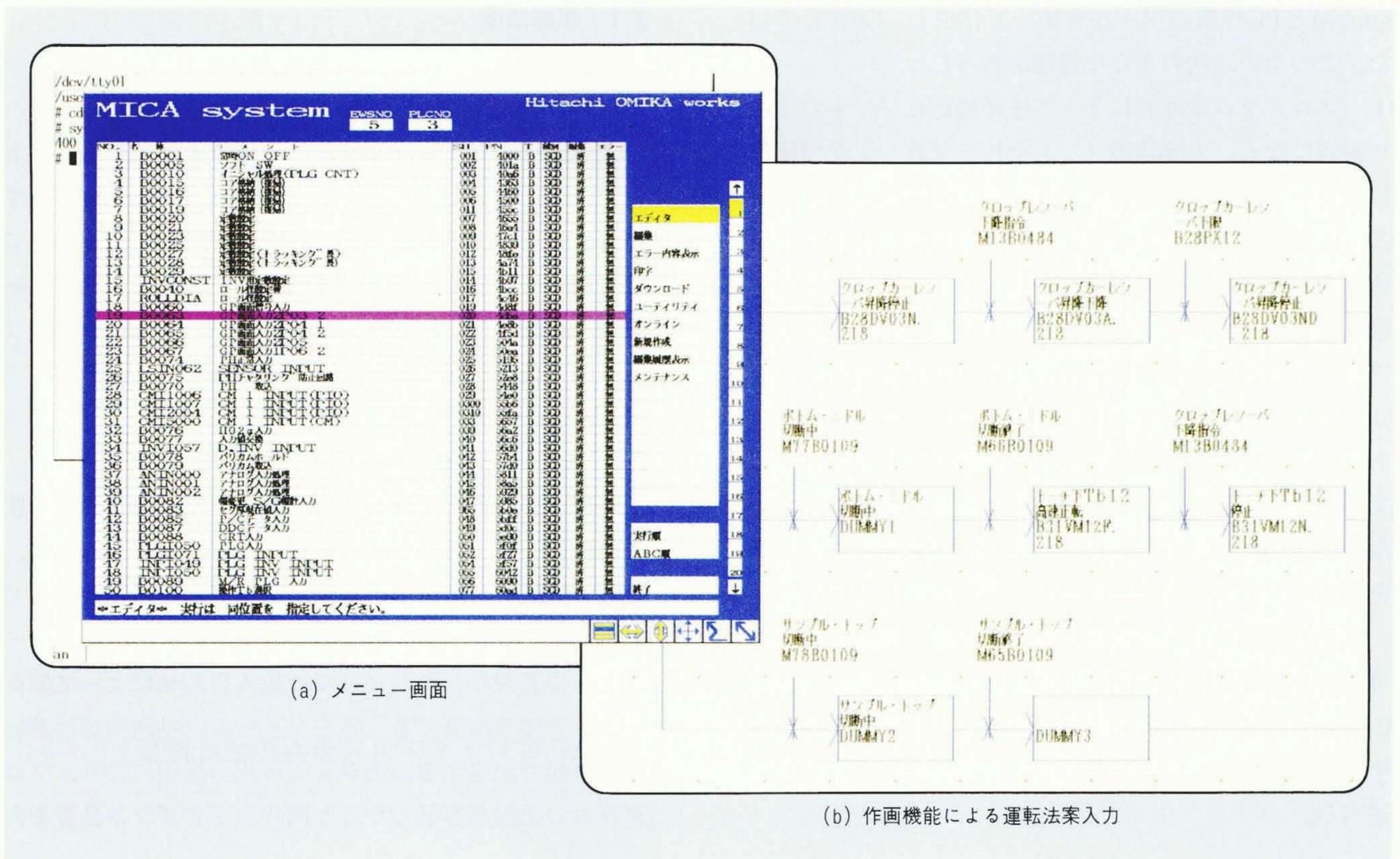


運転法案をベースとした圧延機運転ソフトの 自動生成システム

Program Generation System of Mill Operation Software
Based on Operation Procedure Document

土井克彦* Katsuhiko Doi 伊藤正己** Masami Ito
上原義人* Yoshito Uehara 新堀俊明** Toshiaki Shinbori
上金良博** Yoshihiro Kamigane



圧延機運転ソフト自動生成システムによるプログラム生産画面例 モジュール化した運転法案の一覧表示を(a)に示す。運転法案は作画機能によって入力し(b)、この記述からPC(Programmable Controller)ソフトの自動生成を行う。

鉄鋼プラントの圧延機運転ソフトには高い品質、保守性および可視性が要求されている。

今回、圧延機運転ソフトを自動的に生成するシステムを開発し実用化した。このシステムはプラントの運転方法、処理内容を記述したドキュメントである運転法案を専用の作画機能を使って入力し、直接圧延機運転ソフトまで生成するシステムである。運

転法案を機能ごとにモジュールとして管理し、標準ロジックを再利用し組み合わせることで品質の向上を実現した。運転法案を修正することによって、圧延機運転ソフトを直接修正できるため保守が容易である。可視性の面では、入力した運転法案そのままの形で操業用CRTによるオンラインモニタが可能であり、トラブルへの対応も迅速に行うことができる。

* 川崎製鉄株式会社 制御技術部 ** 日立製作所 大みか工場

1 はじめに

鉄鋼プラントは、高い生産性の追求や省力化のニーズから年々大規模化してきた。PC(Programmable Controller)が実行する圧延機運転ソフトは、プラントの大規模化とPC自体の性能向上からステップ数が増加し、その内容も複雑なものとなった。一方で、PCのソフトはラダー図などに代表されるPOL(Program Oriented Language)とPC専用のツールを使って作成し、保守していた。このため、次のような課題があった。

- (1) プログラム設計者にとって圧延機運転ソフトの作成が困難になる。大容量のソフト全体を見渡し、かつ細部にわたって高品質を確保するには多大な労力を要する。
- (2) 圧延機運転ソフトを保守する保全担当者にとって、POLでは複雑な処理内容を理解しにくい。プログラムを修正するにはプログラム設計者が行うか、保全担当者がプログラムの知識を修得して行わなければならない。
- (3) プラントを運転するオペレーターにとって、プラントのトラブル対応が困難である。制御ソフトをモニタして調査するには、PCが設置されている電気室で専用ツールをPCに接続しなければならず、またPOLでロジックを表示するのでオペレーターにとって理解しにくい。

以上の課題に対応しプログラムの品質、保守性および可視性を改善するために、MICA(Modular Integrated Concept Architecture: 圧延機運転ソフト自動生成システム)を開発した。ここではこのシステムの概要について述べる。

2 MICAシステムの特長

鉄鋼プラントの処理内容を記述したドキュメントを運転法案と呼ぶ。従来は運転法案を元にシステム設計者が仕様書を作成し、プログラム設計者がプログラムを作成していた。MICAでは、この運転法案の記述法を見直し、電子化することでプログラムの自動生成システムを実現した。

2.1 運転法案

運転法案はプラントでの処理内容をロジック図(インターロック図やフロー図)で表現しており、各信号をデバイス名と呼ぶプラントで使用する機器名称に対応した名称で表す。このため可視性が高く、直感的に理解しやすい。また、プログラムの知識を必要としない。MICAでは専用の作図機能を使って運転法案を入力し、その運転法案を直接PCの命令語に変換する。作図機能ではロジック図で使うシンボルをメニュー化しており、デバイス名をそのまま入力する。

2.2 モジュール化

処理内容が大規模化しているため、運転法案の量も膨大な量になる。処理全体を把握しやすくするためには、処理を機能ごとに分解、整理して扱える仕組みが必要である。MICAでは一つの機能を実現する単位をモジュールとして管理し、モジュールの組み合わせによって制御ソフト全体を構築する。各モジュールの処理内容は運転法案の形で記述する。モジュール化の採用により、プログラムの把握が容易となると同時にプログラム品質を向

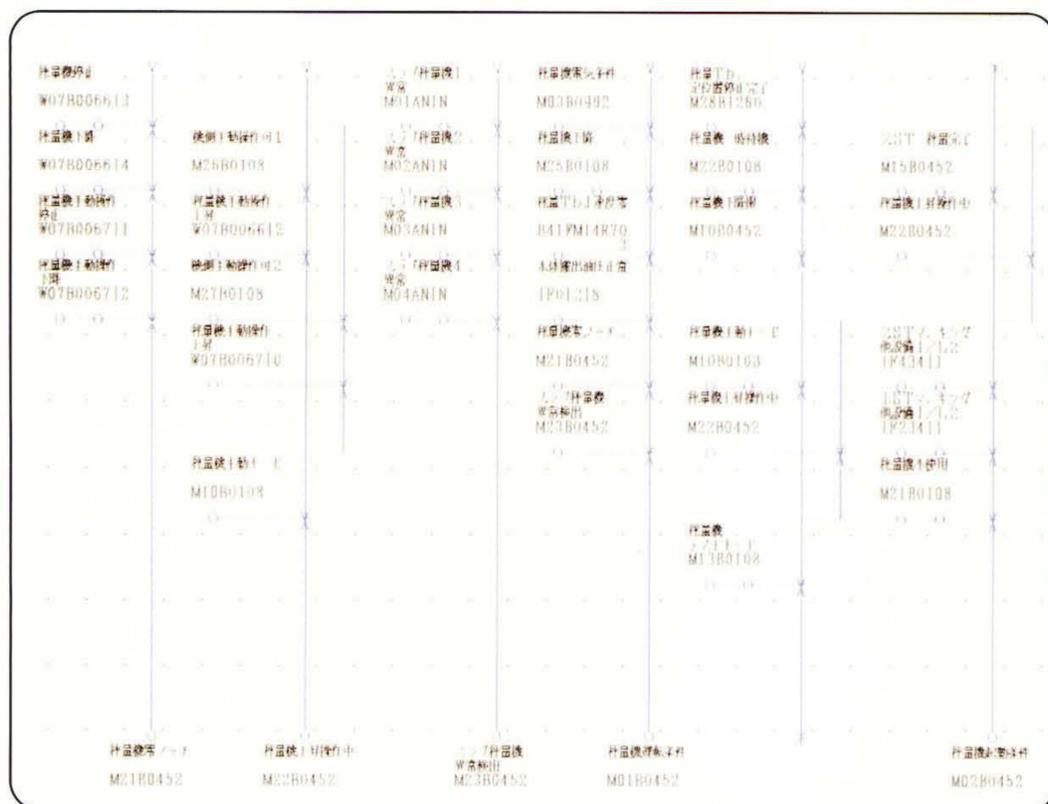


図1 作図画面例 この画面から運転法案を入力する。使用するシンボルはメニューから選択し、ロジックを作画する。カット アンド ペーストなど編集のための機能を持っている。

上させることができた。また、入出力ロジックなど、標準的な機能をモジュール化し、ライブラリの形で提供することにより、ソフトの再利用が容易となって高い生産性を実現した。

2.3 ネットワーク化

MICAでは制御で使用しているネットワークを生かして、操業用CRTによるオンラインモニタを可能とした。操業用CRTの置かれた場所であれば、どこでも任意のPCのプログラム実行状態をモニタできる。また、従来はPOL形式、絶対アドレス表現で表示していたのに対し、MICAのモニタでは入力した運転法案の形で表示し、各信号を日本語のコメントが付いたデバイス名で表示するので理解が容易である。

3 プログラムの自動作成

この章ではプログラムの自動作成処理について述べる。

3.1 運転法案の入力

運転法案は専用の作図機能を用いてモジュール単位に入力する。作図機能はパーソナルコンピュータ(以下、パソコンと略す。), EWS(Engineering Workstation)の上で動作する。作図画面の例を前ページの図1に示す。ユーザーは絵を描くのと同じ感覚で運転法案を入力する。運転法案で使用するシンボルはメニューから選択するだけでなく、各信号名も運転法案に書くのと同じデバイス名称で入力する。カット アンド ペーストなどの編集機能が充実しており、マウスやキーボードを使って簡単に運転法案を作成し修正することができる。図面を作る場合と同じく運転法案はシート単位になっており、シートが何枚か集まって一つのモジュールとなる。MICAはモジュールを最小単位としてプログラム管理を行っている。

3.2 編集処理

MICAでは入力が終わった運転法案からロードモジュールを作成する処理を編集処理と呼ぶ。パソコンやEWS上で作成し、修正したモジュールを1台のEWS上にまとめ、編集処理を実行する。プログラム作成の流れを図2に示す。作図機能は入力した運転法案をモジュールソースファイルとして格納する。ソースファイルは描画情報とデバイス情報を含む。編集処理の中でコンパイル機能が描画情報を解析して運転法案記述をプログラム命令語に変換し、アセンブラソースファイルを生成する。コンパイル機能によって、運転法案入力時プログラムを意識する必要がない。次にデバイス管理機能がモジュールソースファイルのデバイス情報からデバイスがピッ

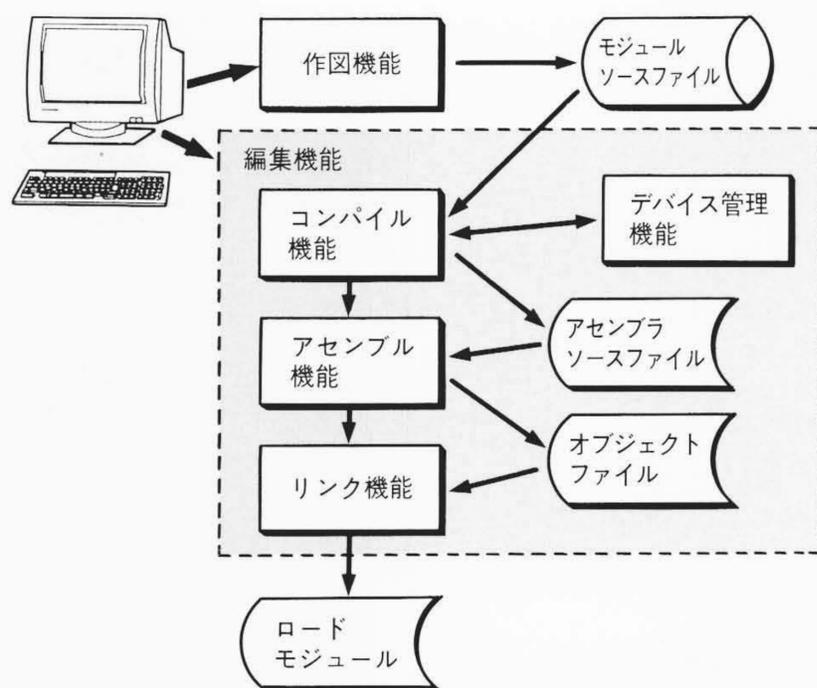


図2 プログラム自動生成の流れ 作図機能によって入力した運転法案(モジュールソースファイル)から編集処理が自動的にロードモジュールを生成する。

ト信号かワード信号かをチェックし、デバイス名に絶対アドレスを割り付けてアセンブラソースファイルを書き換える。デバイス管理機能により、入力時に絶対アドレスという考えを意識する必要がない。生成したアセンブラソースファイルはアセンブル機能がモジュール単位の機械命令語、オブジェクトファイルに変換する。リンク機能が個々のモジュールのオブジェクトファイルを組み合わせ、PC1台全体の機械語の集まりであるロードモジュールを作成してEWS上に格納する。

3.3 ダウンロード、モニタ

ロードモジュールを実機PCに転送する処理をダウンロードと呼ぶ。MICAを適用したシステムではEWSとPC間のネットワークを経由してダウンロードを行う。ダウンロードが終了するとMICAで生成したロードモジュールが初めて実行可能となる。プログラムの実行状態はEWS上で運転法案の形でオンラインモニタすることができる。また、ネットワークには操業用CRTが接続しており、どのCRTでも、任意のPCのプログラムを運転法案の形で内容をモニタできる。操業用CRTでのモニタ画面の例を図3に示す。表示しているのは入力したのと同じ運転法案である。信号の成立、不成立は表示色によって区別される。また、演算処理の場合は、逐次現在値を表示する。各信号にはデバイス名、日本語名称を表示している。

4 実プラントへの適用

MICAを組み入れたシステムの例を図4に示す。EWS

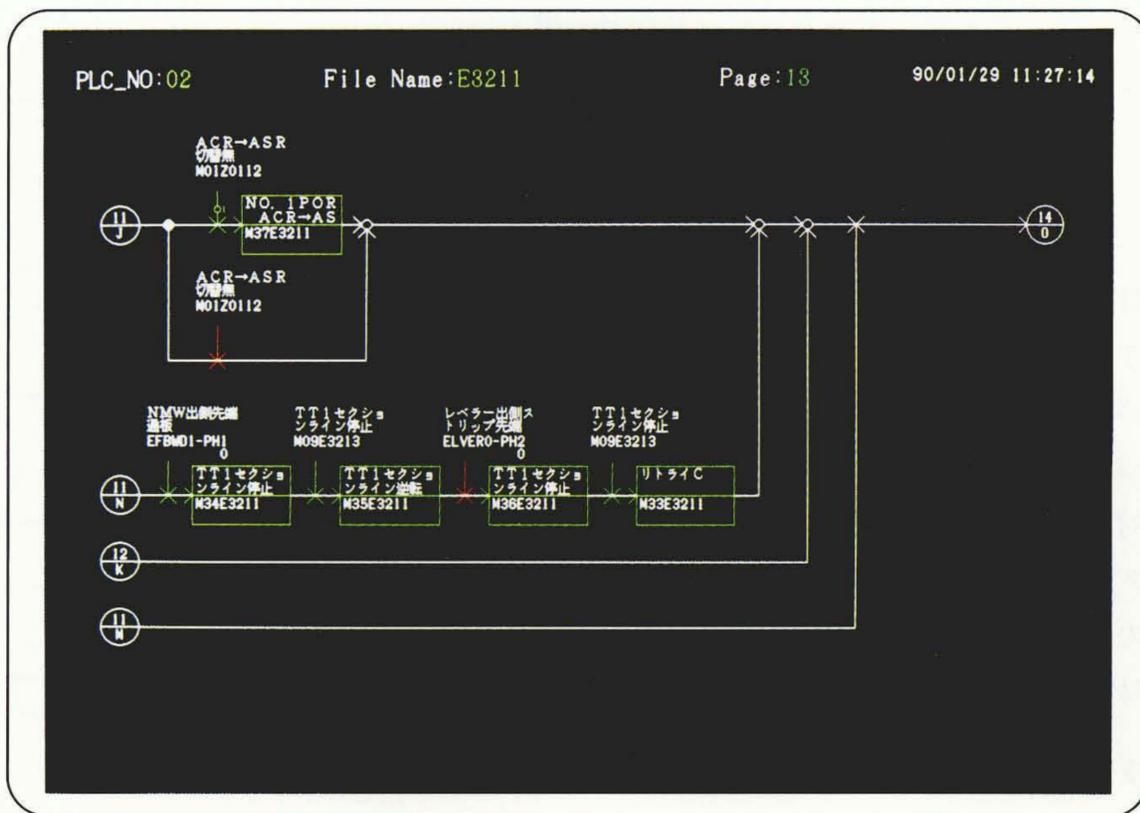
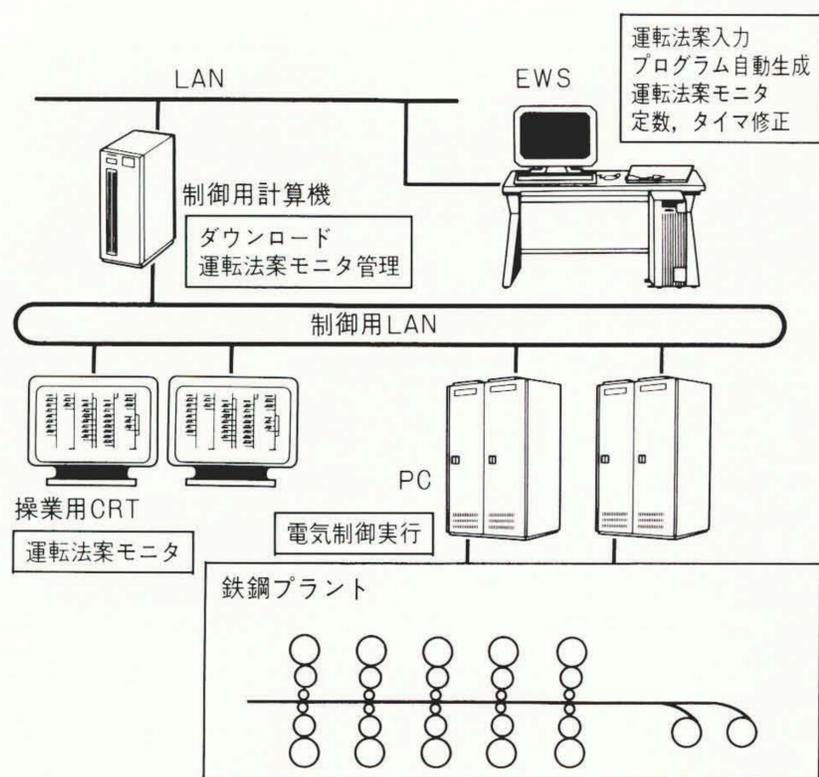


図3 操業用CRTでのモニタ例
作図機能を使って入力した運転法案の表現で、プログラムの実行状態をオンラインでモニタできる。



注：略語説明 EWS (Engineering Workstation)
PC (Programmable Controller)

図4 MICAシステムを適用したシステム構成例
プログラムの自動生成だけにとどまらず、保守、オンラインモニタまでサポートしている。

では運転法案入力、プログラムの自動生成を行う。生成したロードモジュールをLAN、制御用計算機および制御用LANを経由してPCにダウンロードし、PCが鉄鋼プラントの制御を実行する。EWSでは運転法案のオンラインのモニタを行うと同時に、定数、タイマ値の変更ができる。操業用CRTでも制御用LANを経由して運転法案モニタを行うことができる。平成5年3月現在、18プラントに適用して効果を上げている。

5 おわりに

以上、MICAシステムの開発によって運転法案から自動的に圧延機運転ソフトを自動生成することが可能となり、プログラムの保守性を飛躍的に高めることができた。モジュール化を採用したことにより、プログラムの品質、生産性が向上した。また、運転法案ベースでプログラムをモニタできるため、トラブルの早期原因解明とその対策が容易となった。

今後、さらに使い勝手の向上、機能の拡充および性能の向上を図っていく考えである。

参考文献

- 1) 新堀, 外: 電気学会金属産業研究会資料MID-92-3 (1992)
- 2) 土井, 外: 電気学会金属産業研究会資料MID-92-2 (1992)
- 3) T. Sakurai, et al.: An Automatic Programming System Based on Modular Integrated Concept Archi-

- tecture: Sixteenth Annual Conference of the IEEE Industrial Electronic Society, pp.1303-1308, November (1990)
- 4) 上原, 外: 電気制御DDC-PLC用プログラム自動生成システムの開発: 第118回日本鉄鋼協会講演会全国大会予稿, Vol.2, p.572 (1989年11月)