

パソコン NC “PNC-RT” の開発と適用

Development of PC-based NC PNC-RT and its application

キーワード

オープン化, パソコン NC, リアルタイム性, リアルタイム OS, CPU, ネットワーク

開発本部 開発一部 ES 室
三田 豊
東 真一
中井 正信

■ 摘要

工作機械, ロボットなどにパソコンベースの制御装置が使われるようになった。これまで, パソコンのオープン性を活用することが主な目的であったが, パソコン性能の急速な向上により制御装置本来の機能・性能も向上した。パソコン NC である PNC-RT の適用例でこのことを示した。

■ Abstract

For the control of machine tools and robots, etc., the controller based on the personal computer would be used. Until now, though the main purpose using personal computer was openness, it also improved function and performance which were originally necessary for the controller by the rapid improvement in the personal computer performance.

Application case of NC "PNC-RT" based on personal computer developed in our company is shown in the following.

1. はじめに

国際的に広まりつつあるグローバルスタンダードに対応し, 工作機械, ロボットなどの設備機械にパソコンベースの制御装置が取り入れられるようになってきた。パソコン NC はそのひとつでパソコン機能と NC 機能を併せ持つものである。

当社では, 1995 年からパソコン NC を開発し実用化してきた。パソコンのオープン性を活かしたシステム統合や汎用アプリケーションの活用が当初の目的であったが, 最近のパソコン性能の向上はめざましく, NC としての機能・性能向上ができるようになった。

本稿では当社の精密加工機, 計測機の制御装置として使用されてきたパソコン NC 装置 PNC シリーズの開発の経緯と, 本シリーズの現行の主力である

PNC-RT の特徴, その特徴を生かした適応例について説明する。

2. パソコン NC 開発の経緯

当社では, 1995 年にパソコンを使用しオープン化に対応した位置決め制御装置 PNC01 を開発したのを初めに, 1996 年に実用的な NC 機能を備えた PNC95 を開発し, 精密測定/精密加工機のコントローラに採用してきた。その後, パソコン OS の性能向上と平行して, WindowsNT に対応した PNC-NT を開発し, NC 性能を向上してきた。これらのシリーズでは, 制御対象の基本性能(加工・位置決め精度・速度等)に影響するようなモーション制御や緊急度の高い処理を 32 ビット CPU を搭載した専用カードで行うことでリアルタイム性を実現していた⁽¹⁾。

リアルタイム性とは、短周期の定期割り込みや緊急時の割り込み処理実行に短時間で切り替えることができる OS としての性能を意味する。

近年は、パソコン性能の向上、特に CPU 性能の

向上はめざましく、これらの処理をパソコンに搭載された CPU で実行することが可能となってきた。

今回開発した PNC-RT は、これを実現し基本性能を向上した (表 1, 表 2, 図 1 参照)。

表 1 パソコン NC 開発の経緯

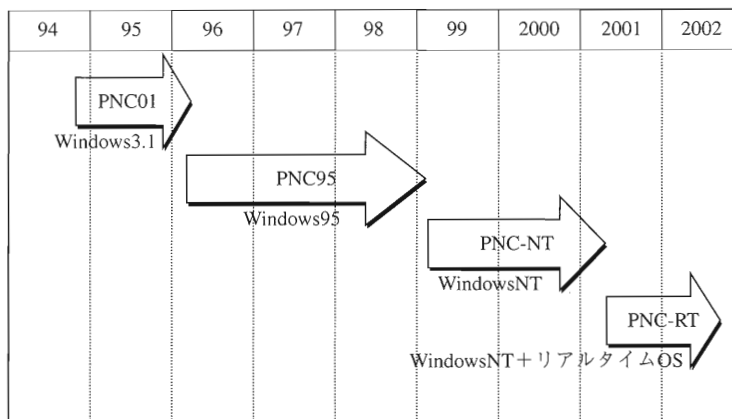
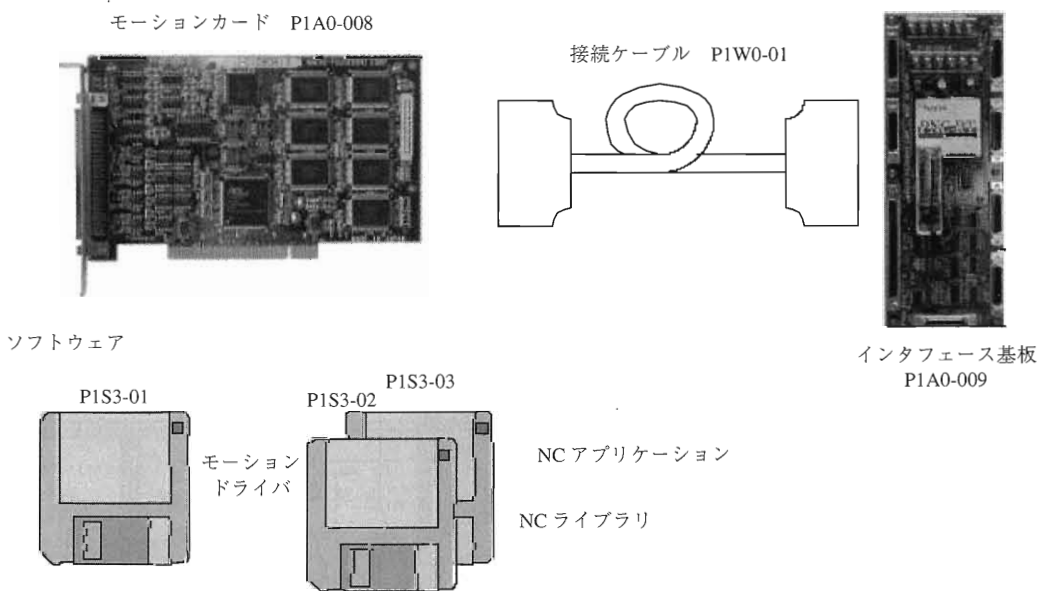


表 2 PNC-RT の基本性能

| 名 称 | 機 能 | | |
|-----------|---------------------------------|----------------|-------------------------------|
| | PNC01/PNC95 | PNC-NT | PNC-RT |
| 制御軸数 | 4 軸 最大 8 軸 (モーションカード 2 枚使用時) | 8 軸 | 6 軸+手動パルスハンドル, 主軸速度指令 (計 7 軸) |
| 同時制御軸数 | 4 軸 | 4 軸 | 4 軸 |
| サーボ指令出力 | 速度電圧指令, パルス列出力 | 速度電圧指令, パルス列出力 | 速度電圧指令, パルス列出力 |
| 対応 OS | Windows95 | WindowsNT | WindowsNT + リアルタイム OS |
| インタフェース | ISA バス | ISA バス | PCI バス |
| カード搭載 CPU | i386DX | i486DX4 | なし (パソコン CPU) |



| 名 称 | 形 式 | 概 要 | 備 考 |
|-------------|----------|--------------|--------------------------|
| モーションカード | P1A0-008 | 7 軸制御 | PCI バス (ショートカードサイズ) |
| インタフェース基板 | P1A0-009 | サーボ接続用中継 | パソコン外部に設置 |
| パルス軸基板 | P1A0-010 | 4 軸パルス軸制御 | モーションカードに取り付け |
| モーションドライバ | P1S3-01 | 基本制御ソフト | モーションドライバ (WindowsNT 対応) |
| NC ライブラリ | P1S3-02 | NC 互換操作サポート | NC インタプリタ, NC マネージャ |
| NC アプリケーション | P1S3-03 | NC 表示画面サポート | NC 標準操作画面, NC 操作パネル |
| 接続ケーブル | P1W0-01 | インタフェース基板接続用 | 標準ケーブル長 2m |

図 1 PNC-RT の基本構成

3. パソコン NC PNC-RT の特徴

3.1 標準パソコンアーキテクチャ

基本ハードウェアとして標準パソコンアーキテクチャを持った PC-AT 互換機パソコンを使用し基本ソフトウェアは汎用マルチタスク OS (マイクロソフト社: WindowsNT) を採用している。これにより世の中の Windows 上で動作する汎用アプリケーションや、市販の汎用カードを利用することができ、さらには汎用言語・ライブラリを利用したユーザー独自の制御システムを構築し1台のパソコン上で複数の独立した制御を同時実行させることも可能としている。

3.2 各種サーボシステムに対応

機械を駆動するモータ等のサーボシステムは、目的・用途毎に最適化したシステムを構築できることが望ましい。この意味でサーボシステムのインターフェイスは標準化されていることが望ましいが、現状実用できる各メーカー統一仕様のインターフェイスは存在しないため、複数メーカーの各種サーボ方式とのインターフェイスを同時に持つことで対応している (図2 参照)。

3.3 リアルタイム OS の採用

NC は加工・位置決め、周辺機器とのインタフェ

ース等を実時間で処理する必要があるため、NC 用の OS には割り込み要求に対して短時間で割り込み処理を実行できるリアルタイム性が要求されるが、WindowsNT は、要求されるリアルタイム性を満足しない。そこで、PNC-RT では、NC の基本性能に影響するようなモーション制御部の処理や緊急度の高い処理を WindowsNT リアルタイム拡張 OS 上で実行することにより、専用カードを使用した従来品と同等以上のリアルタイム性を実現した。

このリアルタイム OS は、WindowsNT の機能を拡張し、Windows にリアルタイム性を持たせることが可能なツールであり、単一のプラットフォームでリアルタイムアプリケーションと非リアルタイムアプリケーションを Windows システム上で同時に実行することができる。

WindowsNT リアルタイム拡張 OS を使用することによる利点を以下に示す。

- (1) 従来のカード搭載 CPU より高速な CPU (パソコン搭載) でモーション制御部の処理を行うことにより、従来より処理速度、NC 性能の向上を図ることができる。
- (2) Windows アプリケーションが実行可能であるため、Windows システム上で動作する従来や市販のソフトウェア資産をそのまま活用することが可能である (図3 参照)。

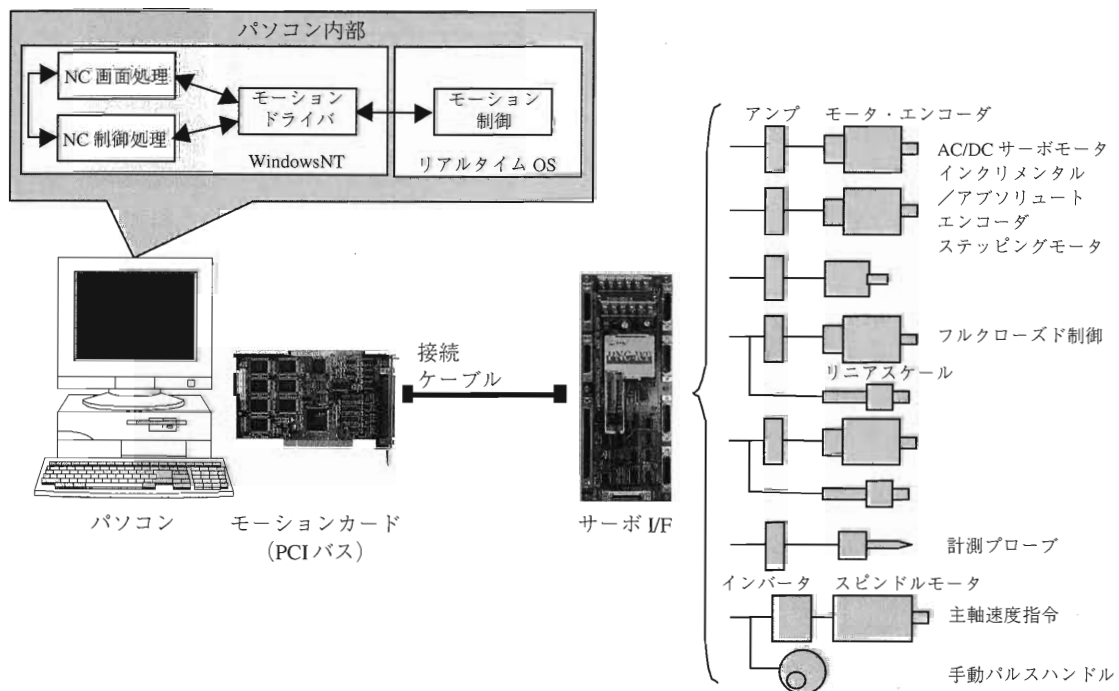


図2 PNC-RT 接続例

4. PNC-RT の適用

PNC-RT は当社の精密加工機，計測機の制御装置として使用している。以前の報告では PNC95 の適応例として，加工・画像計測統合システムの，サイクルタイム短縮に効果があることを示した⁽¹⁾。PNC-RT では以下の例について説明する。

- ネットワーク
- 超精密加工
- 大容量微小ブロックプログラム
- 机上計測機能

4.1 ネットワーク

近年の情報技術の進歩はめざましく，パソコンで簡単にネットワークを構築することが可能となった。これに伴い，パソコン NC にもネットワークを介した通信機能を搭載した。

PNC-RT では，ネットワーク上に接続された外部のパソコンとの通信を可能とする通信ライブラリを提供している。

ユーザは，これを利用して，ネットワーク上のパソコンから NC の運転状態，異常状態等の情報を取得することができる（図 4）。

また，ネットワーク機能を活用することにより，遠隔地からの機械の稼動監視，トラブル発生時の休止時間短縮などを目的としたリモートメンテナンスシステムを構築することができる。これにより，サービスコストの削減，障害発生時の復旧時間の短縮を図ることができる。

4.2 超精密加工

高速・高機能の制御，種々のサーボシステムへの柔軟な対応で，ナノメートルオーダの超精密加工が可能である。



図 3 PNC-RT 画面表示例

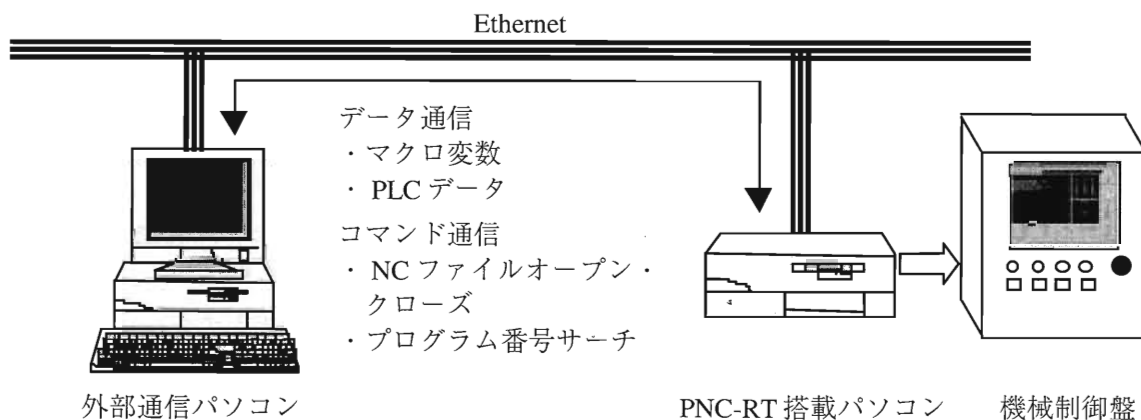


図 4 ネットワーク通信構成図

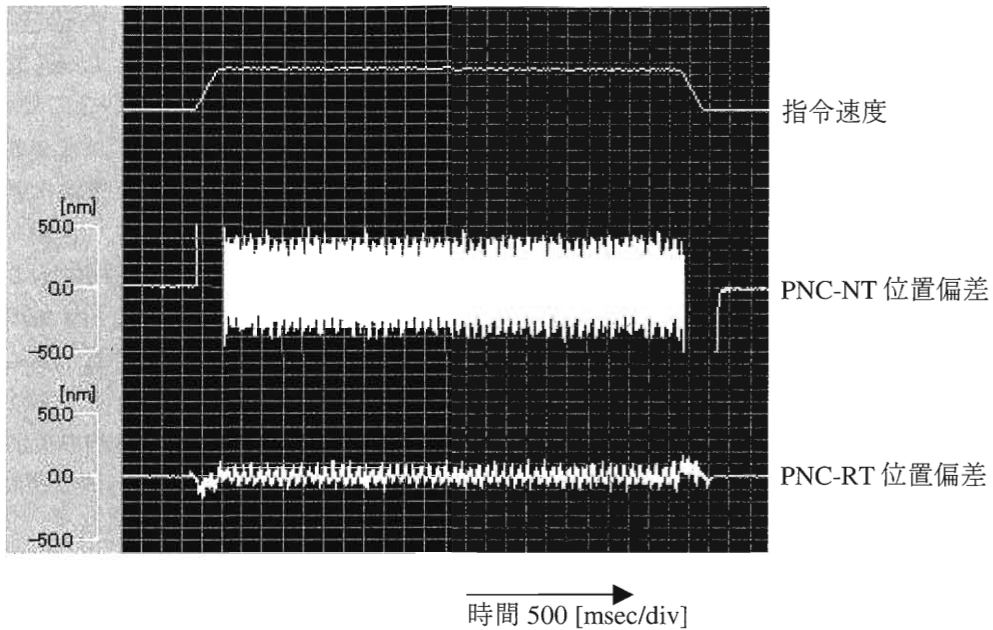


図5 位置偏差測定結果

当社加工機において一定速度で単軸移動を行った時の位置偏差を測定した(図5参照)。位置偏差は、プログラムなどで指令される軌跡と実際の軌跡との差を示す。

PNC-RTはCPU性能向上により、モーション制御の高速・高機能化を行い、ワーク加工における形状精度の向上を実現した。

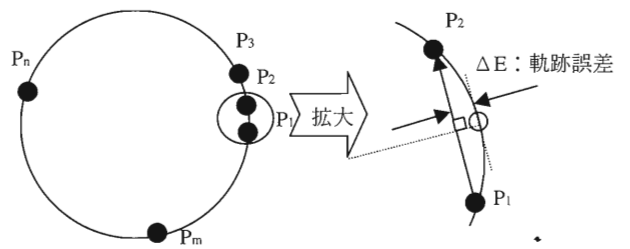


図6 微小ピッチ連続送り(円弧)

4.3 大容量微小ブロックプログラムへの対応

パソコンはCPU高速化とともにメモリや補助記憶装置の大容量化が進んでいる。パソコンNCはパソコンのCPUと記憶装置を活用し、大きなサイズの微小ブロックプログラムに対応することができる。

任意形状加工を行う場合、そのNCプログラムは軌跡を形成する多数の微小移動ブロックで構成される。ブロックの移動ピッチを細かくすることにより軌跡精度が向上するが、プログラムは膨大なサイズとなる。また、移動ピッチを1/2にすると1ブロックあたりの実行時間も1/2にスピードアップしなければならないので、NC性能にも高いパフォーマンスが必要である。PNC-RTは、大容量記憶装置と高性能CPUにより、軌跡精度の向上を実現した。

一例として、半径100[mm]の円弧形状を微小ブロックで構成した場合について、移動ピッチと軌跡精度を示す。(図6, 図7参照)。

PNC-RTは、CPU高速化により従来より移動ピッチの微小化が可能となった。CPU性能向上により、

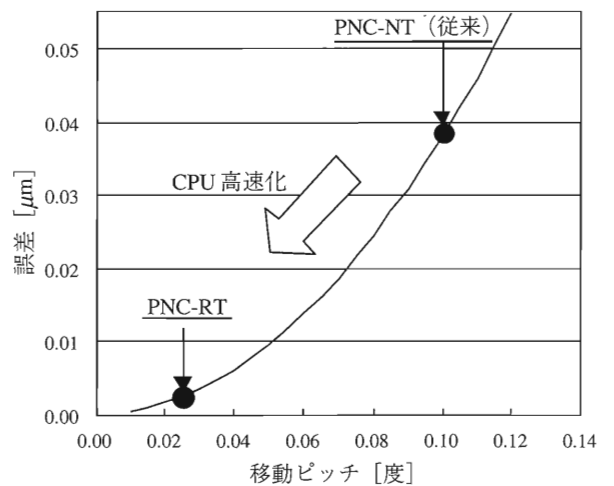


図7 移動ピッチと軌跡誤差

更に軌跡精度向上が可能である。

4.4 機上計測機能

機上計測機能はパソコンのネットワーク機能や補助記憶容量を利用し、加工されたワークの形状を専

用の測定機を使用することなく、ワーク脱着なしでそのまま機上で測定を行うことができる機能である。収集した計測データは補正加工プログラムの作成に使用される。

従来の計測サイクルは、測定点へステップ移動→停止→ドウェル→計測データ収集の繰り返しサイクルで、一旦停止してから計測を行っていたため、測定点数が増えると計測時間がかかる問題があった。ドウェルは停止時の待ち時間である（図8参照）。

PNC-RTではモーション制御をパソコン上で行えるようになったことで高速データ通信が可能になり、無停止での計測機能を実現し計測時間の短縮、さらには計測精度向上に効果を上げている（図9参照）。例えば測定ピッチ 0.1mm で計測ストローク 20mm のワーク形状の計測を行った場合、精度は従来比約2倍向上し、計測時間 135秒→48秒と約1/3の時間短縮を達成している。（図10、図11参照）

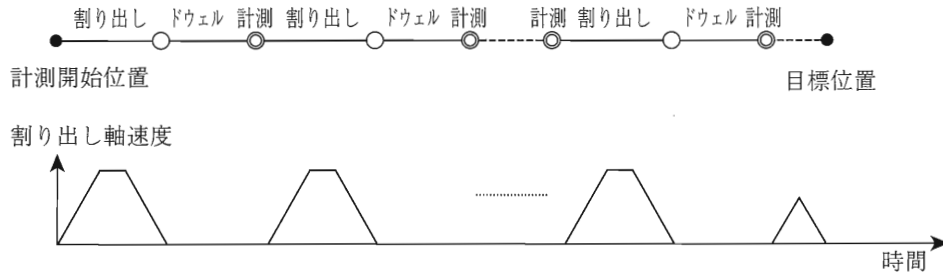


図8 従来型機上計測サイクル

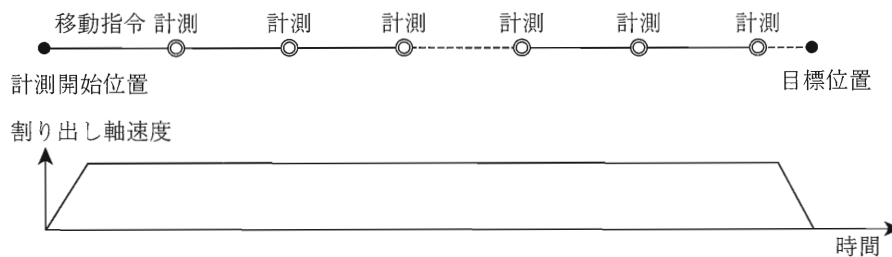


図9 高速機上計測サイクル

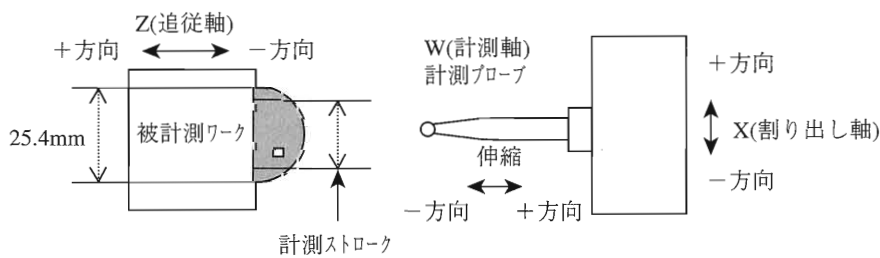


図10 機上計測システム構成

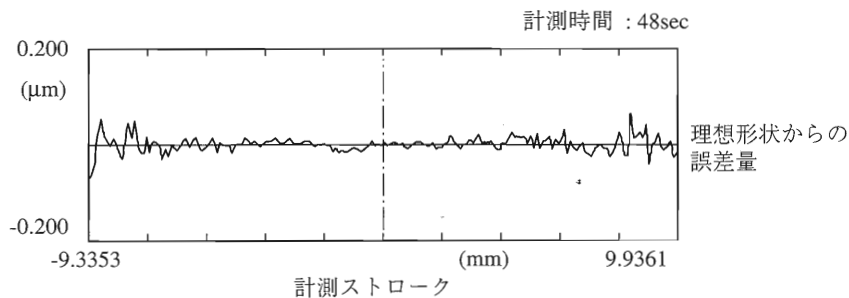


図11 機上計測形状測定

5. 終わりに

PNC-RT では、パソコンリアルタイム OS 採用により、従来専用の CPU で実行していた処理をパソコン上の CPU で実行することにより、パソコン NC のハードウェアを変更することなく、パソコン性能を向上するだけで、NC 性能の向上が可能となった。

PNC-RT では、複数メーカーのモータ・アンプ部とのインタフェースに対応しているが、各メーカーに合わせた個別のインタフェースとなっており標準化が進んでいない。今後は、各構成要素間のインタフェースの標準化が更に加速すると予想され、インタフェースの標準化、専用ハードウェアレス化に対応していきたいと考える。

- (注) ・ Windows95, WindowsNTは米国マイクロソフト社の登録商標です。
 ・ i386DX, i486DX4は米国Intel社の登録商標です。

文献

- (1) 中井, 加藤, 朝野;不二越技報, 52 (2), p.25-32 (1996)
 (2) 上;不二越技報, 52 (2), p.61-65 (1996)



三田 豊

1990年 入社
 画像処理装置, NC 装置 PNC シリーズのハードウェア, ソフトウェア開発・設計に従事し, 現在に至る



東 真一

1989年 入社
 画像計測システム, NC 装置 PNC シリーズのソフトウェア開発・設計に従事し, 現在に至る



中井 正信

1986年 入社
 NC 装置 Nucleus, PNC シリーズのソフトウェア開発・設計に従事し, 現在に至る