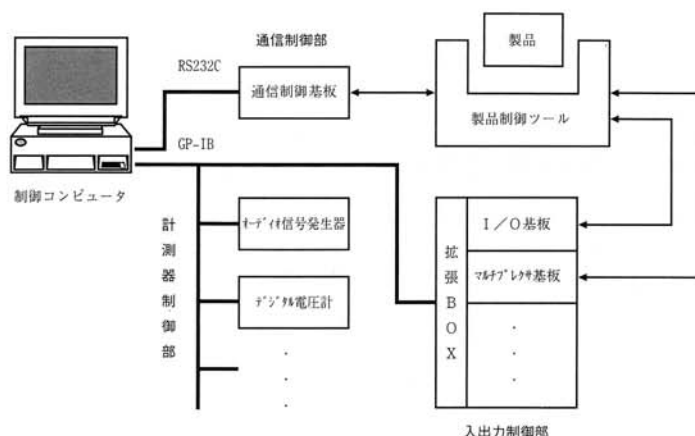


汎用自動性能検査装置

General-purpose Automatic Performance Test Equipment

磯川 雅人 Masato Isokawa
山本 和幸 Kazuyuki Yamamoto
中村 貴志 Takashi Nakamura
植原 孝之 Takayuki Uehara



要 旨

当社では、製造の総合効率の向上、画期的原価低減、製造品質の確保をねらいに生産技術開発を行っており、当社製品群に共通する生産技術要素を抜き出し、材料や工法および設備の標準化を進めてきた。しかし、製品性能の検査装置については、検査対象の機能や性能に大きく左右されるため、個別の設備としてきた。

近年、米国・フィリピン等当社海外工場での生産の拡大により、性質の違う製品が、海外の同一工場で生産されるようになり、特に生産技術の共通化・標準化が求められるようになった。

そこで、今回、これまで蓄積した製品検査技術をベースに、検査に必要な要素機能を抽出することで、新製品に対し共通で使える汎用の自動性能検査装置を開発したので紹介する。

Abstract

We have developed Production Engineering to improve the total efficiency of production, to reduce the primitive cost drastically, and to keep the high production quality. We have pulled out the common Production Engineering element to our product, and have proceeded standardization of materials, production method and equipments.

Test equipment for product performance test has been as individual facility because it depends on functions and performance of objects to check greatly.

Recently, production in our overseas factory is increacing. And different types of products have been produced in the same foreign factory. As a result of that, the standardization of Production Engineering in particular has been required

This paper introduces the general-purpose automatic performance test equipment which is developed based on the test technology accumulated until now, and is usable for new products test commonly.

1. はじめに

当社には、オーディオ製品とモータロニクス製品との2つの大きな柱がある。オーディオ製品は、ラジオ・CD・TV等の機器であり、モートル製品は、EFI・ABS・エアバッグ等の自動車の電子制御機器である。

これらの製品は全く性質が異なるため、国内では効率の面からそれぞれ別の工場で生産してきた。しかし近年、海外工場での生産の拡大により、両製品が海外の同一工場生産されるようになり、特に生産技術の共通化・標準化が求められるようになった。

生産技術開発部では、以前より両製品に共通する生産技術要素を抜き出し、材料と工法および設備の標準化を進めてきたが、検査装置については、検査対象の影響を大きく受けるため、個別の設備としてきた。

しかし、今回、これまで蓄積した製品検査技術をベースに、検査に必要な要素機能を抽出することで、これら性質の異なる製品に対し共通で使える汎用の自動検査装置を開発したので紹介する。

2. 開発のねらい

当社では、製造の総合効率の向上、画期的原価低減、製造品質の確保をねらいに生産技術開発を行っている。

従って、検査対象や製品の機種によって個別に検査設備を開発することは、開発効率・設備の品質・設備コスト・技術蓄積等の面からロスが多い。

検査装置をソフト・ハード共に、検査対象によらない

標準部と検査対象によって変える個別部とに分けることおよび適切な管理ツールを利用することにより、上記ロスを最小限にすることをねらう。

3. 自動検査の歴史

当社の自動検査は、1972年に始まるが、汎用性を意識した装置では、1979年が最初である。(図-1) これは16ビットボードマイコンを制御部とし、A/Dコンバータにより計測を行い、判定の規格値を外部からROMデータとして与えられるようにした検査装置である。ほぼ全てのラジオの検査工程に適用したが、ラジオの機種毎にハードウェアを合わせ込む必要があり、メンテナンス性に問題があった。

これを解決するため、1985年当時はまだ高価ではあったが、制御部としてパソコンを採用した。BASICでプログラミングし、電圧計や歪率計など汎用の計測器を、汎用の計測器インターフェースであるGPIBで制御する装置とした。機能的には前述の装置の置き換えであるが、動作状態が把握しやすくなり開発効率も向上した。

以降、パソコンをコストパフォーマンスの良い富士通製に、プログラム言語をC言語に変更し、多くの検査項目に対応するために大規模化したプログラムを階層化した。さらに、ラジオのみならず他のオーディオ製品に対しても同様の自動検査ニーズが高まった。そこで、オーディオ製品に共通する検査機能をソフト・ハード共に整理し、検査対象によらず必要になる共通の機能を抜き出

区分		70年代	80年代		90年代	
主な対象製品	オーディオ	ラジオ	DAT カセット CD		チューナユニット TV CD-ROM	MD 車載ハココン ナビゲーション
	モートル	EFI		ABS	エアバッグ レーザーレーダ	
検査装置	全体制御	16ビットマイコン	16ビットハココン (HP製)	32ビットハココン (富士通製)		DOS/V互換機
	プログラム言語	マシン語	BASIC・アセンブラ	C言語・アセンブラ		
	機器制御	独自	GPIB・RS232C			GPIB・ISA
	検査項目数	50	100	200	300	400

図-1 自動検査装置の歴史

Fig.1 History of automatic test system

して標準化した。ソフト面の階層化方法については次章で述べるが、その他の汎用化策として、検査シーケンスを記述するプログラムに現れる計測器の状態設定、製品の応答待ち時間等の定数をすべて変数とし、機種別データとして外部から与えるようにしたため、機種毎に最適な検査ができるようになった。ハード面では、I/O制御や信号切り替え等の標準の制御ボードを用意し、それらで機種別の治具を制御する方式とすることで、機種によらない標準部と機種別に用意する部分とに分離する構造が確立できた。この階層構造とデータの考え方は今も変えていない。

一方モトロニクス製品については、約10年前にパソコンを制御部とする検査装置をBASIC言語で開発した。GP-IBによる制御などオーディオと同様の構成としたが、まったく別のチームで開発したために、ソフト・ハード共、コンセプトが違っていた。そこでオーディオとモトロの両方で使える構造に共通化した。

検査は最終的には、検査対象に所定の信号を加える等処理をして検査をするための条件を与え、その状態での検査対象の出力を測定し、規格値と比較して良否を判定する。当社製品のような電気製品が検査対象の場合、検査条件は何らかのアナログ信号源やパルス信号で与え、出力は電圧・周波数・歪み・応答時間等を測定することが多い。(図-2)

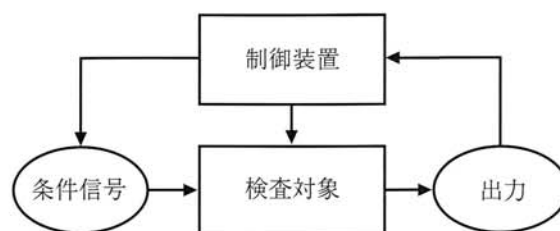


図-2 検査の基本構造
Fig.2 Basic construction of test

その1組を1項目とし、検査条件を順次変えながら、多角的に検査対象が持つ機能や性能を、複数の検査項目として測定・検査する。

基本的には、全検査項目に必要な入力条件を与える機能と、出力値を測定する機能およびそれら入出力を適切に切り換える機能に汎用性を持たせ、自由に組み合わせるシーケンスを組むことができれば、汎用化が可能である。そのような考えに沿った検査システムについて次章以降で詳細に述べる。

4. システム構成

この章では、検査の汎用化を可能にした現在のシステム構成について述べる。

図-3にシステムの基本構成を示す。

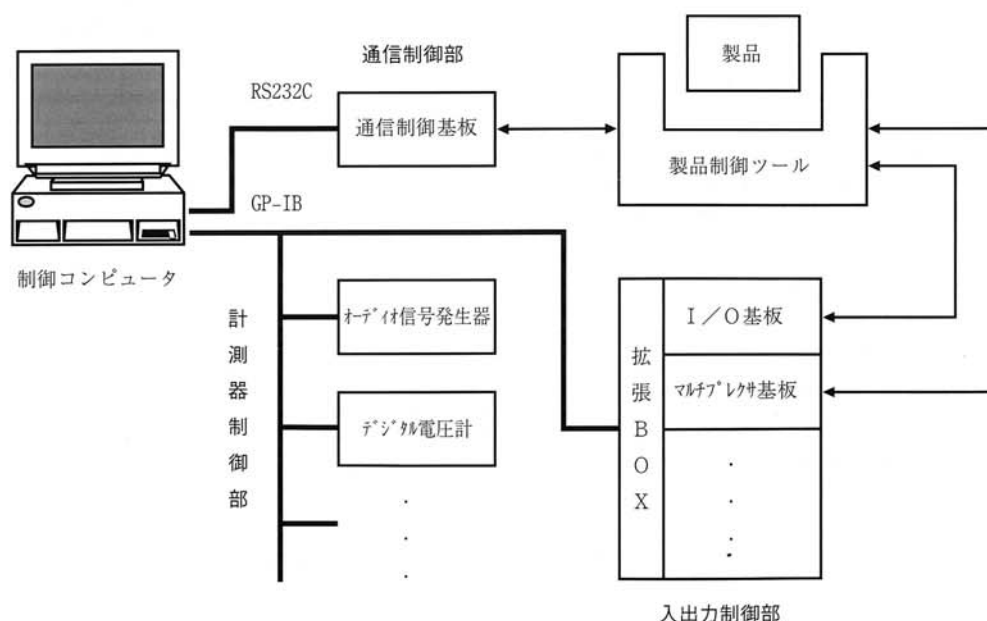


図-3 システムの基本構成
Fig.3 Basic constitution of system

本装置は、制御コンピュータを全体制御部として、計測器制御部、入出力制御部、通信制御部より構成され、これらを組み合わせることにより検査の汎用化を実現している。各部について以下に詳細に説明する。

4. 1. 計測器制御部

計測機能を検査装置に持たせる場合、スタンドアロンの計測器を組み合わせる場合と、A/Dコンバータ等を使用した回路基板で必要機能を実現する場合が考えられるが、両者を比較した結果、現状ではコスト・品質の面で前者の方が優っており、その方法で検査装置を構成している。

計測器の制御には、制御コンピュータに依存しないハードウェア構成が必要なことから、図-3の計測器制御部のように、IEEE-488規格に準拠したGPIBを用いており、計測器も制御可能なものを選択して標準品としている。

4. 2. 入出力制御部

図-4に本システムにおける製品検査の基本概念を示す。検査の汎用化を実現するためには、複数のチャンネルに対して同時に同じ信号の供給を行う入力信号選択部、製品から出力される複数のオーディオ信号（AC電圧）や端子電圧（DC電圧）を任意に選択可能にする出力信号選択部、製品に対して特定の制御を可能とするI/O制御部といった機能が必要である。

拡張ボックスは用途に応じて数種類あり、基板を挿入するためのスロット数が異なるが、どのタイプでもコンパチブルに使用可能な構造となっている。

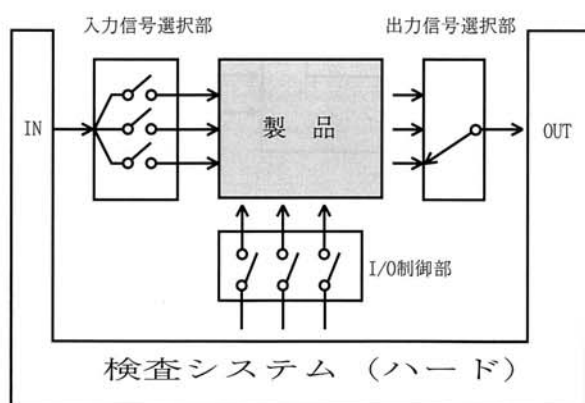


図-4 製品検査の基本概念
Fig.4 Basic concept of product test

4. 3. 通信制御部

当社の製品は、近年のマルチメディア化に伴い、何らかの通信機能を内蔵しているものが増加してきている。

そのような製品は単体では動作や制御が不可能であるため、マニュアル検査においては、マスタ製品と接続して動作を確保した上で検査を実施するという手段が取られている。しかし、マスタ製品が、当社製品でない場合などは入手が困難である上、非常に高価であった。

また通信方式も搭載される自動車のグレードや通信データにより数種類存在する。

そこで、自動検査においては、図-2の通信制御部のように、マスター製品の働きをする基板を当社製品の各システム内通信対応に開発し、その基板に制御コンピュータからRS232Cの通信ラインを介して命令を送ることにより、製品制御・ステータス読み込みを可能とした。

5. 階層化プログラミング構造

この章では、汎用自動検査装置のソフトウェアの特長である、階層化プログラミング構造について述べる。

5. 1. 階層化の考え方

階層化の考え方について簡単に表したものが図-5である。

本プログラミング構造は大きく分けて、標準部とする

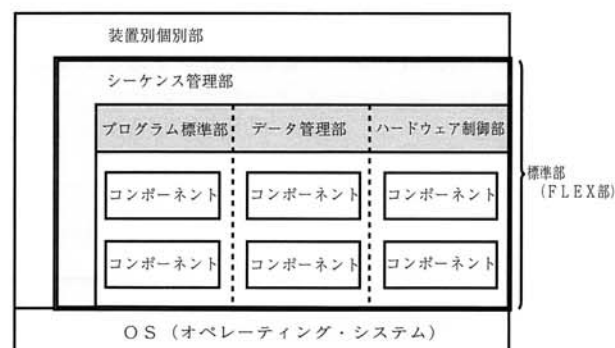


図-5 自動検査システムのプログラムモデル
Fig.5 Program model of automatic test system

FLEX部と装置別個別部の2つの部分で構成した。これらは、自動検査に必要な機能を標準部として1つにまとめることにより、

- (1) 開発工数の低減
- (2) 専任化の防止
- (3) 重複業務の防止
- (4) プログラム品質の向上
- (5) 技術力の向上
- (6) 保守・変更・管理の効率化

を図ることを目的としている。

このような構成にすることにより、検査装置開発時には図-6のように、FLEX部は共通で、装置別個別部を差し替えることにより、プログラム全体の機能が変えられるようになっている。

5. 2. 検査シーケンス制御部

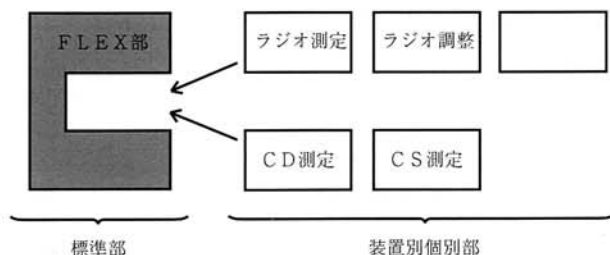


図-6 検査システム構成概念図
Fig.6 Conceptual diagram of test system

検査シーケンス制御部は、文字通り、検査の一連の流れを決める重要な部分であり、図-5においてはシーケンス管理部にあたる。この部分の主な機能は以下の通りである。

1) プログラムメイン部

検査の手順・動作環境等を決める重要な部分であり、通常、変更されることはない。

2) 流動状況表示部

- ・検査を実行した結果を表示する機能

検査数 OK数

NG数 項目別NG数

などのデータを処理する。

- ・インラインで検査を実行している際には画面には表示されないが、ユーザのマニュアル操作によって表示される。

3) 検査モード設定部

- ・検査を実行する際の環境を設定する機能

- ・検査装置起動時にはファイルからデータを読み込んで設定を行い、起動後もマニュアル操作で設定を変えることが可能

- ・NG時の処理、検査項目の設定等を行う。

4) モニター表示部

- ・システム画面をモニターに表示する機能

- ・システムとしての標準画面を表示すると同時に、装置固有情報は装置別個別部から読み込んで表示

するため、開発者は画面構成について意識することなく検査装置を開発することが可能である。

5. 3. 検査モジュール部

検査モジュール部は、シーケンス管理部以下の要素的なモジュール群を総じて呼んでおり、図-5においては“プログラム標準部”、“データ管理部”、“ハードウェア制御部”に分けられる。それぞれのグループをライブラリ化して管理・運用しており、開発者は検査装置を開発する際には、装置別個別部と各ライブラリをリンクすることで、システムの機能を活用することが可能となる。それぞれの機能は以下の通りである。

5. 3. 1. プログラム制御部

システムの標準機能モジュールの集合である。

制御コンピュータ側に近い処理を行う部分で、開発者は高度な機能を簡単な処理で実現することができる。

機能内容は次のとおり、

- ・タイマー機能
- ・GPIB制御機能
- ・RS232C通信機能
- ・グラフィック描画機能
- ・キーボードインターフェース機能

5. 3. 2. データ管理部

検査実行時に必要なデータをファイルから読み込み、そのデータに基づいて動作環境・検査内容を設定する。

また、測定結果・流動結果等の検査データを保持し、必要に応じて格納する機能を持つ。

5. 3. 1. ハードウェア制御部

計測器、基板等、全てのハードウェアの制御を行う。

前章で一部触れているが、本システムでは通信用基板以外の基板は、全て拡張ボックスの中に納め、GPIBで用いて制御する。その際、開発者の作業を簡略化することを目的として、直接、計測器に命令を送るのではなく、中間にフィルタ部を置いている。

これを簡単に示したのが図-7である。

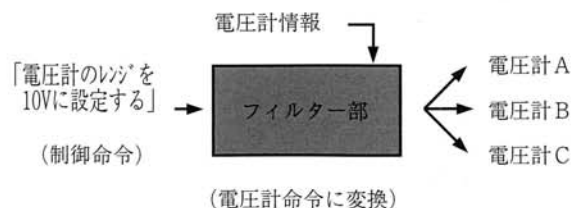


図-7 測定器制御システム的具体例
Fig.7 Example of measuring instruments control system

このシステムでは、ユーザアプリケーション部から、何の・どこを・どうする、といった直接的な命令を送ることで、フィルタ部でその命令を分析し、計測器が認識可能な命令に変換して送り出している。

また、基板制御に関しても同様なシステムを取り入れており、データとして各端子の名称を登録しておけば、開発者は各端子を任意の名称で制御することが可能である。例えば、開発者が検査装置のスタートスイッチをI/O基板の任意の端子に接続し、その端子を「START」という名前で制御することも可能である。

このような手法を取り入れ、開発プログラムの視認性や開発効率の向上を図った。

6. 開発環境について

ここでは、検査装置のプログラム開発環境について述べる。バージョン管理ツールを用い、複数の開発者でのチーム開発による効率化およびプログラムの品質管理ををねらいとしている。

6. 1. バージョン管理の必要性

従来、各検査装置のプログラム開発はスタンドアロンの開発パソコン上で行っていた。また、プログラムのバージョン管理も各開発者に依存する形で行われていた。しかし、この方法では以下の課題があった。

- 1) 以前のバージョンのプログラムソースを保存していない。また、保存するためにはプログラムのバージョン毎にバックアップを取らなければならない。
- 2) プログラムソースのバージョン管理は各開発者に存在しており、標準化されていない。
- 3) 課内で共通化したライブラリを用いて他部門との共同開発を行いたいが、ソース管理が困難である。

上記の問題点を解決する方策として、バージョン管理ツールを導入し、プログラムソース管理の自動化を図った。

6. 2. バージョン管理ツール

バージョン管理ツールを用いた開発環境での特徴を下に示す。

1) ファイル管理機能

- ①情報やファイルの誤削除が防止できる。
- ②ファイルをプロジェクト（データベース内のファイルの集まり）とサブプロジェクトの階層構造に編成できる。
- ③複数のプロジェクト、プラットフォーム、ドライ

バ共有ネットワークにまたがって複数のユーザがファイルを共有できる。

2) 履歴管理機能

- ①バージョントラッキング（開発者が行ったファイルの変更の追跡と記録）
- ②データベース内の全ファイルの変更日時の記録
- ③ファイルの2つのバージョン間の相違点の表示等履歴管理機能がある

3) セキュリティ機能

- ①各ファイルに対する操作権限をユーザ毎に設定できる。

図-8にバージョン管理ツールを用いた作業の流れを示す。

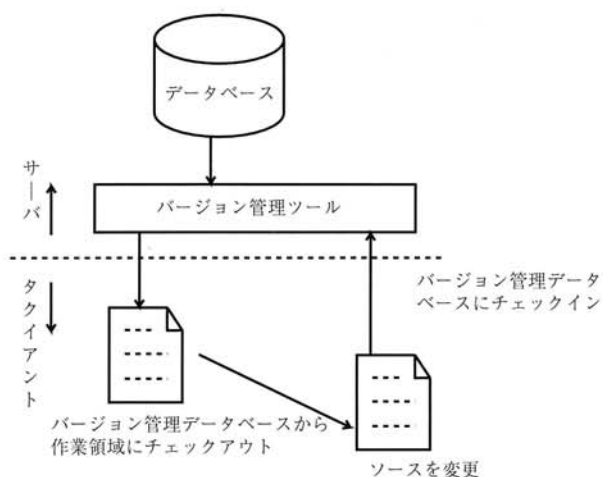


図-8 バージョン管理ツールでの作業の流れ
Fig.8 Flow of work with version management tool

6. 3. 開発体制

バージョン管理ツールを用いた開発体制と従来の開発体制を図-9と図-10に示す。各検査装置毎に開発パソコンが異なっていたが、サーバ上のデータベースに一元管理することにより資源の有効活用と開発環境の標準化を図っている。



図-9 従来の開発体制
Fig.9 Conventional developing system

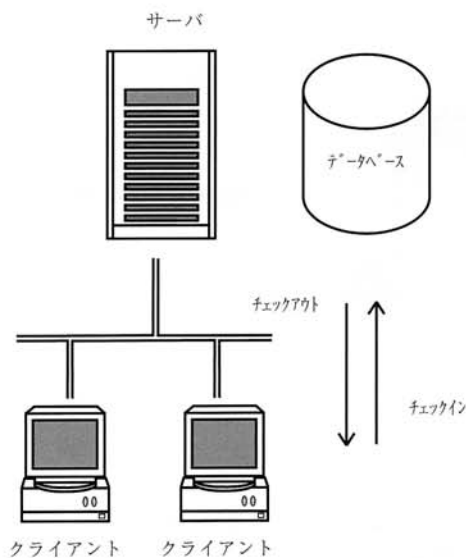


図-10 バージョン管理ツールを用いた開発体制
Fig.10 Developing system with version management tool

当課では、図-11のようなプロジェクト構造を取り、汎用自動検査装置のプログラムでの標準部、装置別個別部を別々のプロジェクトで保存している。このうち標準部を共有プロジェクトにしている。これにより標準部の変更が共有しているすべてのプログラムに反映されるので開発効率が向上した。

このように標準部、装置別個別部を分けてサーバ上のデータベースにファイルを管理することにより他部門間でのチーム開発を可能にした。

また、リリースされる実行形式のプログラムにもバージョンを設定し、現場内で使われている検査装置とデータベースに保管されたソースコードとの同期をはかっている。これらの開発環境でソフトウェア開発を行うことにより品質管理記録を恒久的に確実に残すことが可能である。

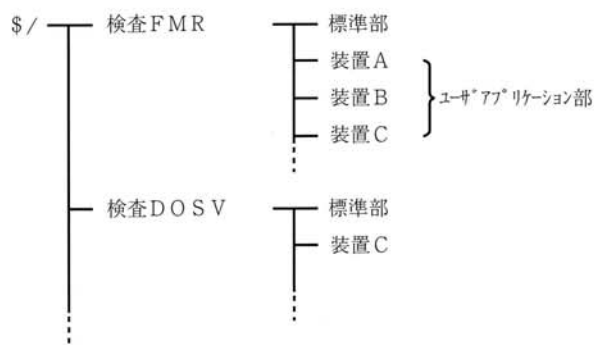


図-11 プロジェクト構造例
Fig.11 Project construction example

7. 開発の効果

これまでも述べてきた通り、検査装置を標準部とユーザアプリケーション部に分けたことによって、開発者は検査装置を短期間で、しかも確実に構築することが可能となった。また、同時に、開発環境・運用環境の両面において整備することが出来たため、他部門を交えた開発プロジェクトにおいても、プログラムの品質を保持することが可能となった。

8. おわりに

以上、汎用自動性能検査装置と開発環境について報告した。検査装置においては、現在、関係会社を含む各工場にて稼働している。

今後は、この検査技術を生かして、多様化する当社製品の検査にも迅速に対応し、製品の品質確保を図りたい。

筆者紹介



磯川 雅人（いそかわ まさと）

1979年入社。以来生産用自動化設備の開発に従事。現在、生産技術開発部自動機開発課長。



山本 和幸（やまもと かずゆき）

1989年入社。以来自動化技術の開発に従事。現在、生産技術開発部自動機開発課在籍。



中村 貴志（なかむら たかし）

1989年入社。以来オーディオ機器製造の自動化技術の開発に従事。現在、生産技術開発部自動機開発課在籍。



植原 孝之（うえはら たかゆき）

1992年入社。以来自動化機器の開発に従事。現在、生産技術開発部自動機開発課在籍。