

デッキユニット保証システム

Deck Unit Assurance System

生 長 浩 一	Koichi Ikinaga
大 井 慎 一	Shinichi Ohi
増 永 愛	Ai Masunaga
田 嶋 今日子	Kyoko Tajima
中 西 英 子	Eiko Nakanishi
山 川 隆 史	Takashi Yamakawa



トレーサビリティシステム



x-R管理システム

要 旨

当社製品のキーパーツであるチェンジャデッキにおいては、従来は機能が複雑に入り組んだ構造になっていたが、CH-05では大幅な設計改良を行い、4つの基本機能を各ユニット内で完結させる構造を実現した。

この設計意図を生かすため、完成品状態ですべての検査を行うのではなく、ユニット単独で機能・性能を保証し、それらのユニット同士を組み立てて良品完成品とする製造工程を構築する必要がある。

そのため、仕入先も含めた重要寸法や特性の測定データ収集と一元管理、測定データを活用したリアルタイムな傾向管理、生産技術標準に基づいた工程異常の自動検出と関係部門への一斉通知、対策状況の把握、組織をまたがった情報共有、部品 - ユニット - 完成品の製造履歴把握（トレーサビリティ連携）などを実現する製造支援システムを開発した。

実現のために当社の自動化技術や情報処理技術を駆使したので、その概要を報告する。

Abstract

The changer deck, a key component of Fujitsu Ten products, previously combined a variety of complex functions in its structure. In the new CH-5, a wide range of design improvements were performed, in which an improved design structure was achieved with the four basic functions integrated into each unit.

To ensure this design, it is necessary to implement a production procedure in which the functions and capabilities of each unit are ensured individually, rather than examining the completed product, with the units then assembled into a fault-free product.

In order to achieve this, we developed a manufacturing support system (including suppliers) that achieves the collection and uniform control of important dimensions and special characteristic data, real-time trend control utilizing measurement data, automatic detection of process errors based on FUJITSU TEN manufacturing standards and simultaneous notification of related departments, understanding of countermeasure status, sharing of data throughout the organization, and the understanding of manufacturing history from parts, to units and completed products (traceability).

This report outlines the automation technology and data processing technology utilized by Fujitsu Ten to achieve these goals.

1

はじめに

当社製品のキーパーツであるチェンジャデッキは、小型化により高精度・複雑化が進んでいるが、安定して高品質な製品を提供し続ける必要がある。

そこで、その品質向上策として新開発のCH-05では、完全な“ユニット化”の概念を導入した。これは、チェンジャデッキが実現すべき下記の4つの機能を、それぞれ一つのユニットに割付け、そのユニット単独で機能を完結させた構造をいう。

- 1) 演奏機能
- 2) ディスク挿入 / 排出機能
- 3) ディスクチェンジ機能
- 4) ディスク収納機能

この構造であれば、製造工程内においてユニット単独で機能・性能のチェックが出来、保証されたユニット同士を組み立てて完成品とするため、確実な良品生産が可能で歩留まりが向上する。また部品 - ユニット - 完成品の保証記録に一連の繋がり（トレーサビリティ）を持たせることにより、お客様への品質信頼性が向上する。しかしこの考え方の実現には、それに対応した製造工程変革が前提である。

そこで今回紹介する「デッキユニット保証システム」は、前述の製造工程を実現したい製造のニーズと、生産拠点のグローバル化により、ロケーションが離れた現場の生産状況を、データでリアルタイムに把握したい設計部門のニーズに応えるべく、開発を行った。

本稿では、まずユニット化に対応した製造工程管理のあるべき姿を述べた上で、2005年7月 天津富士通天に富士通テングループ初の導入を果たした「デッキユニット保証システム」の概要および特長について紹介する。

2

システム開発の概要

2.1 ユニット化に対応したデッキ製造工程

前述のユニット化に対応したデッキ製造工程管理のあるべき姿を図-1に表す。

本製造工程管理の主な特長は、以下の通り。

1) 各工程での計測検査と傾向管理（ $\bar{x}$ -R管理）

デッキのような精密駆動機器においては、部品および組立で発生する「バラツキ」が、可動部位の停止位置精度や動作負荷に影響を及ぼす。そのため従来のOK / NG判定ではなく、日々の「バラツキ」を計測・傾向管理し、前工程にフィードバックをかけ、未然防止を実現する。

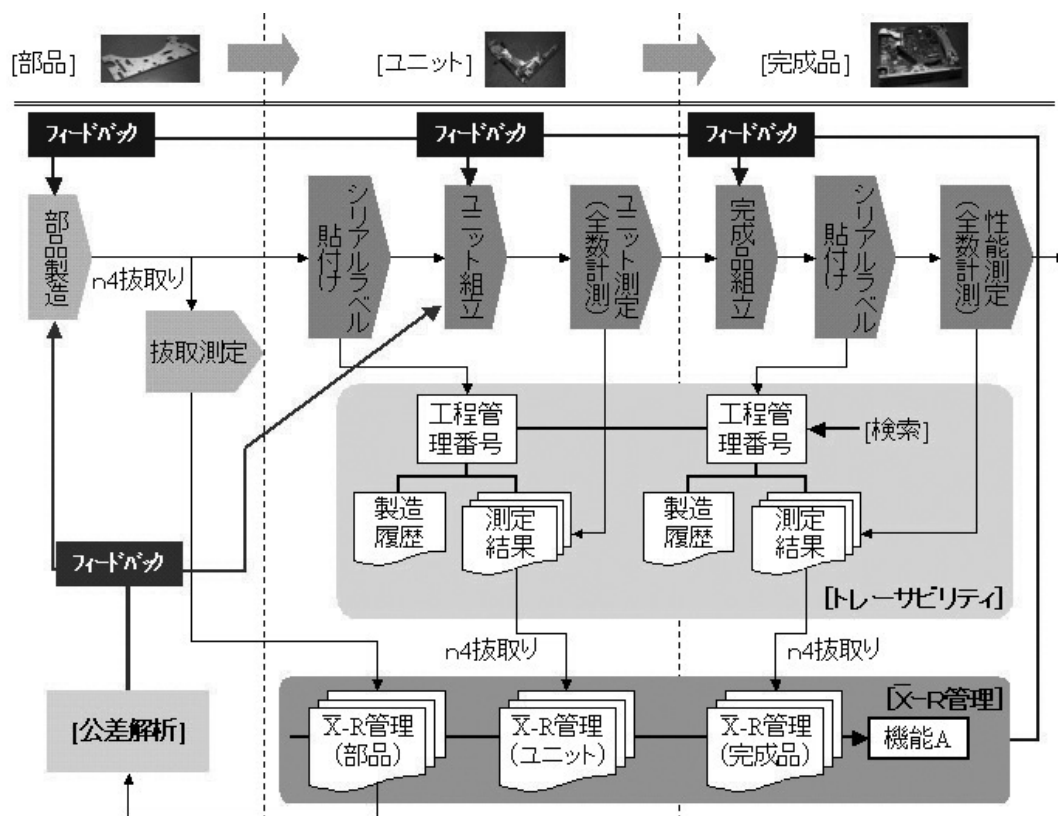


図-1 ユニット化に対応したデッキ製造工程の管理方法
Fig.1 Deck manufacturing control process for unitization

2) 部品・ユニット・完成品の傾向管理データを一元管理

製品機能で傾向管理データに横串を通し、問題発生原因の所在を迅速に発見することが可能。また、一元管理により、組織横断で情報共有が可能。

3) 公差解析⁽¹⁾に部品の測定値を入力し、ユニット組立状態(寸法)を事前予測

近年、製品設計で活用されている公差解析に、部品の「バラツキ」を1Cpkという仮定ではなく実測値を入力し、現実のユニット「バラツキ」を予測する。これによりユニット組立前に、部品及びユニット工程にフィードバックをかける事が可能で、更にデッキ製造現場での不具合の未然防止を図ることが出来る。

4) ユニットレベルでのトレーサビリティ

従来デッキ完成品に付与されていたユニークな工程管理番号を各ユニットにも付与し、工程内で測定した検査記録と関連付ける。これにより、完成品またはユニットの工程管理番号から、各ユニットの組立履歴を確認することが可能となり、不具合原因の解析基礎データとして使用することが出来る。

- 部品製造は社外仕入先、ユニット・完成品製造は社内
- 多数あるユニット・完成品の測定ポイント
- 製造ラインのレイアウトや工程変更の自由度確保
- 自工程完結 / 多品種混流生産
- ネットワーク障害に対するリカバリ可能
- システムトラブルでのライン不停止
- 品質記録の管理可能 (TS16949の遵守)

この条件を満たすシステムを実現するには、以下の課題が考えられる。

【 $\bar{X}$ -R管理、公差解析】

- A) 測定値の複数入手経路(社外・社内)の対応
- B) 登録作業の効率化
- C) 原因究明の迅速化を支援する多様な表示
- D) 確実な工程管理を促す仕掛け

【トレーサビリティ】

- E) 異常作業防止機能(ポカよけ)
- F) システムトラブル時のライン停止防止
- G) ネットワークトラブル時のライン停止防止
- H) 工程変更等への柔軟対応

2.2 システム課題

前述の4つの特長をもった製造工程管理を実現するためには、製造ラインの情報システム化が必須となる。そのシステム構築の前提条件を整理しておく。

(1) 公差解析

部品の寸法や、幾何形状のバラツキ(公差)の積上計算を行い、組付け状態でのバラツキを予測するCAE(Computer Aided Engineering)

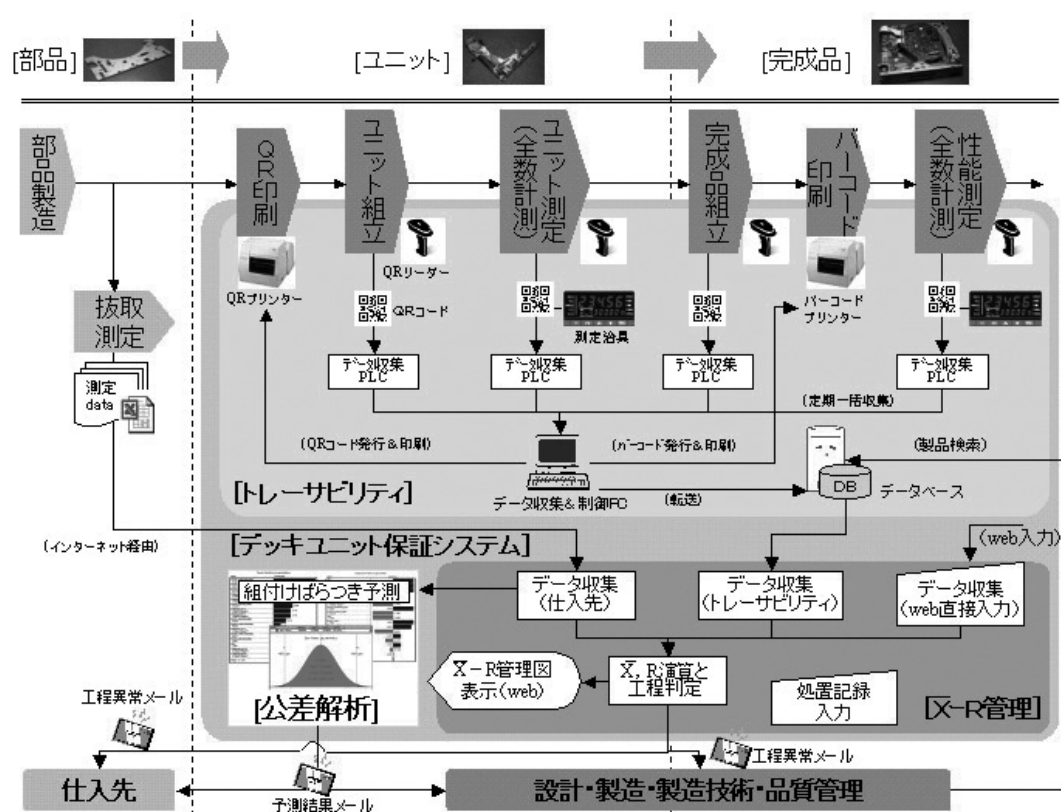


図-2 システム全体像
Fig.2 Overall system

これら要件を満たす市販システムを調査したが、個々の要件は満足しても、全てを満足するものはなかった。そのため、本システムは社内開発で実現することにした。

2.3 システム全体像

デッキ製造工程と「デッキユニット保証システム」の全体像を図2（前項）に示す。

まず $\bar{x}$ -R管理だが、社外調達の部品はインターネット経由で、またユニット及び完成品のデータは製造現場に配置したデータ収集PLC（プログラマブルコントローラ）が書き込んだデータベース（またはweb端末への手入力）から取り込み、一元化する。そのデータを元に、全測定項目の $\bar{x}$ -R管理図をwebで表示し、ルールに則った工程判定を行う。悪化傾向の場合は工程異常メールを関係者に送付し、原因究明・対策を促し、その記録をシステムに入力しなければならないようにしている（閉ループ化）。これら一連の動作を全て自動で実施する。

公差解析は、製品設計時に実施した解析モデルに対し、 $\bar{x}$ -R管理のために収集した実際の部品データを入力して、現実に即した組立ばらつきを予測する。これによりユニット組立前に、部品工程・ユニット工程にフィードバックをかける事が可能となる。（図-3）

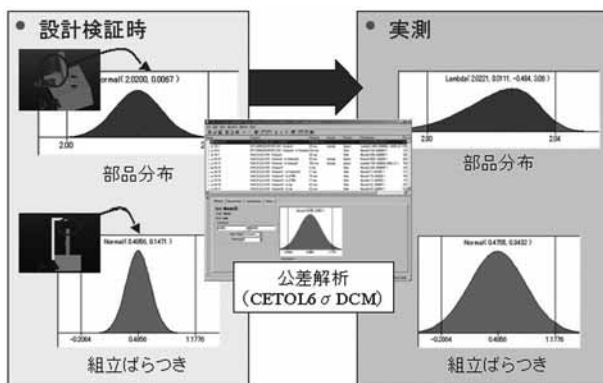


図-3 公差解析
Fig.3 Tolerance analysis

なお、公差解析ソフトに実測値を入力する機能は備わっていたが、今回実測値入力から結果出力までを全自動で実行出来るように、ソフトメーカと共同開発を行った。

次にトレーサビリティは、ユニット組立前に工程管理番号が記録されたQRコード⁽²⁾を貼付け、これをキーに製造履歴（製造日時・就業シフト・作業班・作業者）と測定値を紐付ける。更に各ユニットと完成品とも紐付け、データベースに蓄積する。トレーサビリティの制御は、製造工程に配置されたデータ収集PLC & 制御P Cが行っている。（図-2の中央）

なお今回のシステム開発は、1stステップと位置付け、 $\bar{x}$ -R管理システムとトレーサビリティシステムの導入を

果たした。公差解析に関しては、ソフト単体での開発は完了しているが、本システムへの組み込みは未実施である。そこで次章では、導入完了済の2つのシステムに関し、前述の課題を解決した技術について説明する。

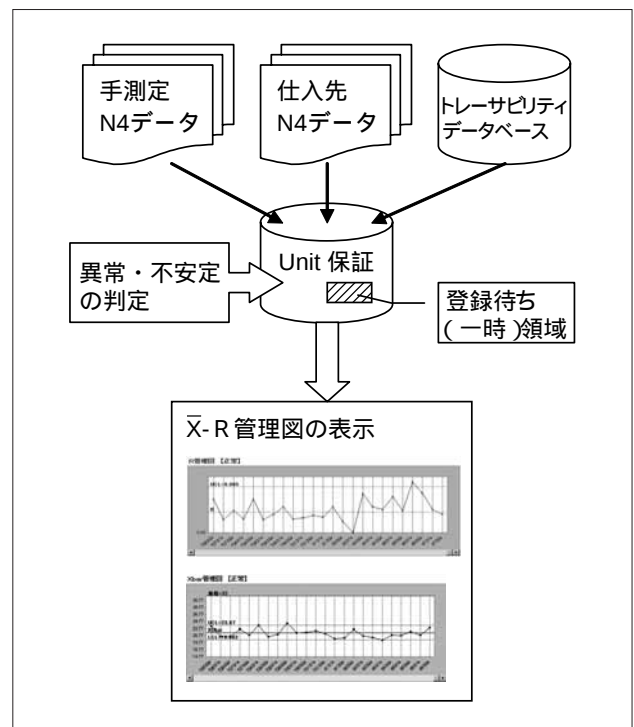
3

$\bar{x}$ -R管理システムの特長

3.1 測定値の複数入手経路（社外・社内）の対応

$\bar{x}$ -R管理システムに用いるデータは前述の通り下記にあげる3種類の経路で登録できるようにした。（図-4）

1. web画面でのファイル登録（従来の人手による測定記録）
2. 社外データの自動取り込み（仕入先からの入手）
3. $\bar{x}$ -Rの標準サンプリング数である4件のデータ（N4）をトレーサビリティデータベースから抜き取り自動転送



「異常・不安定の判定」は生産技術標準FMB-002準拠

図-4 データ収集のイメージ
Fig.4 Data collection image

これら3つの経路からばらばらに登録されたデータをシステム内で集約、一括管理する。これにより、仕入先の部品の傾向、社内のユニットの傾向、完成品の傾向、の3つを関連付けて連鎖的に把握できるデッキユニット保証のベースシステムを実現させた。

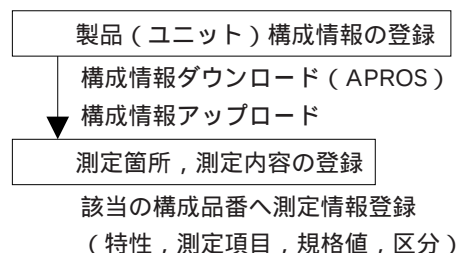
(2) QRコード®

株式会社デンソーウェーブの登録商標

なおトレーサビリティシステムからのデータ転送実現の背景には、2004年度の海外ネットワークの自営化（フラット化）に伴い、国内網と海外網の通信の自由度が上がり、海外拠点と日本の連携技術課題が解決していることが強い要因になっている。

3.2 登録作業の効率化

登録作業の流れ



製品（ユニット）構成情報の登録

まず、管理対象となる製品（ユニット）の構成（部品表）情報をシステムへ登録する。構成情報は、当社PDM（Product Data Management）システム「APROS」⁽³⁾の情報を取り込む機能を実装し、ファイルのダウンロードとアップロードだけで登録が完了する仕組みになっている。（図-5、6）

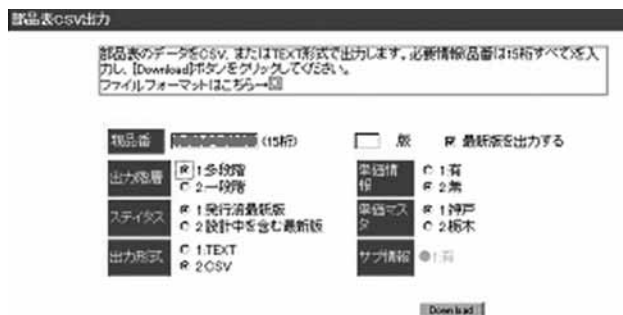


図-5 APROSの構成情報ダウンロード画面

Fig.5 Screenshot of APROS configuration information download



図-6 登録画面

Fig.6 Registration screen

測定箇所，測定内容の登録

構成情報の一覧の中から、それぞれの部品、ユニットに対し測定箇所の情報を登録する。測定箇所は1つの入力画面で複数の内容を入力することが可能なため、登録時に測

定箇所全体を確認することが可能なインターフェースになっている。（図-7）



図-7 測定箇所の登録画面

Fig.7 Registration screen of measurement location

各測定箇所の登録内容は以下の通り。

- ・特性（寸法，時間，力，電流，電圧，その他）
- ・測定項目（測定箇所の名称）
- ・規格値（基準値，上限値，下限値，単位）
- ・区分（ $\bar{x}$ -R管理，公差解析）

特に、ここで登録される規格値は、 $\bar{x}$ -R管理上の重要な値のため、数値の誤入力防止機能も実装している。

3.3 原因究明の迅速化を支援する多様な表示

当システムには、下記のような多様な画面表示を用意し、製造現場での原因究明の迅速化に貢献している。

A) トップ画面の異常・不安定箇所の一覧（図-8）

B) $\bar{x}$ -R管理グラフ（正常，異常表示）（図-9、10）

C) 関連部品一覧表示（図-11）

D) キーワード検索結果（図-12）

E) 対策の過去履歴表示 / 登録機種一覧など

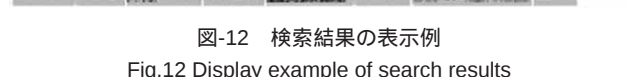
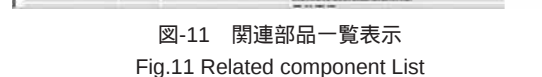


図-8 トップ画面の異常・不安定表示

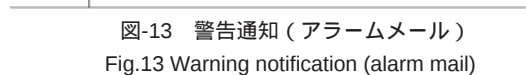
Fig.8 Error/instability display on top screen

(3) APROS

富士通テンオリジナルのPDM（Product Data Management）システム。



工程に異常・不安定が生じた場合、システムより自動的に全関係者へ警告通知（メール）が発信され、 $\bar{x}$ -R 管理図画面に処置入力欄を追加表示する。（図-13、14）本システムの対象であるチェンジャデッキは、中国（天津）にて製造されるため、日本語と中国語を併記し、どちらの国の担当者も内容が分かるように配慮している。



異常もしくは不安定状態になると、それ以降に取り込まれた測定データは登録待ち領域に保管され（図-4）、判定やグラフへ出力は実行されない。更にトップ画面は、処置入力が完了するまで、異常・不安定の表示を保持する。（図-8）そして、次のデータを受け付けられる状態（処置入力が完了）になると、別領域に保管した測定データは、すぐに保管庫から正式な測定データ領域へ移し、引き続き「異常・不安定の判定」を実行する。このように「異常・不安定」は放置させないが、対策が終了し登録されると即座に続きのデータを反映するという、機敏性に優れた機能を有するシステムにしている。

作業者はTSに接続した2次元コードスキャナでユニットに貼り付けられたQRコードを読み取る。

工程管理番号に付加されている機種コードをチェックし、誤品照合を行う。

TSから受け取った工程管理番号を、データ収集PCに保存されている前工程の履歴と照合して前工程未完了チェックを行う。

測定許可のフラグを測定器に送信する。

測定器が測定を行いTSへ測定値・測定結果を送信する。

取得した測定データをPromasへ転送する。

先に受け取った工程管理番号と共にデータベースに保存する。

4.2 システムトラブル時のライン停止防止

製造現場においては、システムトラブルによる製造ラインのストップは致命的である。よって、システムに異常やネットワーク断線等のトラブルが発生した場合にもライン停止せず生産が継続できるアルゴリズムを考慮した。

測定中、測定治具とTSはそれぞれ独立して動作する。測定治具はTSの動作に影響されないため、作業員からは測定治具のみが動作しているように見え、システム内の複雑さを感じさせない。測定治具とTSのハンドシェイクが唯一必要なのはTSから送信される測定許可信号のみである。しかし、システムにトラブルが発生した場合にはこの許可信号が送信できなくなる可能性がある。

そこで、測定治具だけで独立した測定が行えるように許可信号を手動で送信する代替ボタンを用意した。測定治具に代替ボタンを繋ぎ替えることで、TS無しでも測定が可能で、工程がストップすることがない(図-18)。

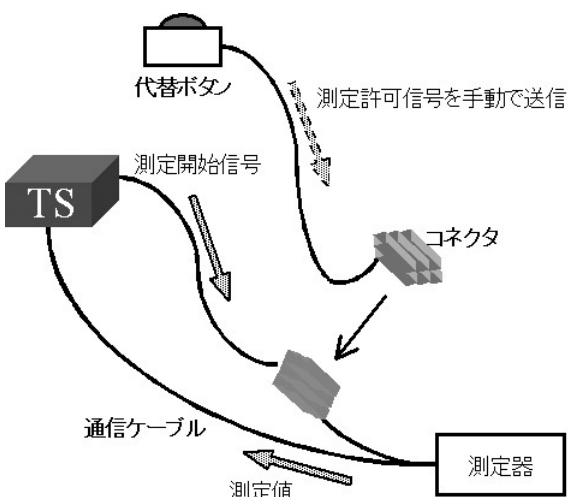


図-18 Trace Stationと測定器の接続

Fig.18 Connections between trace station and measurement instrument

4.3 ネットワークトラブル時のライン停止防止

Promasは前述したようにTSからのデータ収集、収集データ転送機能を持っている。また、Promasはシステム

起動時にサーバ上のマスタデータを獲得し、データ収集PCに保存する。一方、ネットワーク機器などのトラブルで工場のネットワークが断線することがある。ネットワーク障害やサーバの障害が起きた場合、サーバとの通信が不可能になるが、データ収集PCに残るデータを利用することでシステムのローカルネットワーク運用を可能にしている。また、サーバとの接続が断続的であるとき、サーバへ転送失敗した履歴データは次回の転送の際に再転送し、履歴データ閲覧のリアルタイム性を損なわない機能も備えている。

4.4 工程変更等への柔軟対応

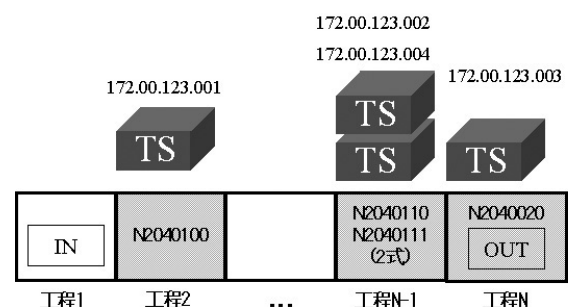
トレーサビリティを実行するにはトレーサビリティの設備を製造ラインに設置し、多くのケーブル接続を行う必要がある。製造ラインのレイアウト変更や工程変更の際には再設置・接続などの作業が生じる。このような作業の負担を減らし、工程変更に対応できるようなシステム構成を以下の3つの方式により実現した。

4.4.1 IPアドレス付与による各TSの独立化と省配線化

Promasは各TSに与えられたIPアドレスによってTSを識別する。TSをネットワーク機器の一つとして扱うので、配線は一般的なLANケーブル一本で良い。各ケーブルを、Hubを介して接続すれば、TSの接続数に関わらず簡単にPromasとのネットワークを構築することができる。また個々が独立しているので、配線形態を問わない。

4.4.2 Station Code

製造ラインの各工程にStation Codeという識別コードを割り付ける。Station CodeをTSのIPアドレスと紐付けることで、どのIPアドレスのTSがどの工程の履歴管理を行うのかを知ることができる(図-19)。また、同じ工程が2式(測定器が2台)存在する場合、Station Codeの下一桁の追



IP Address	Station Code
172.00.123.001	N2040100
172.00.123.002	N2040110
172.00.123.004	N2040111
172.00.123.003	N2040020

図-19 TSとStation Codeの紐付け

Fig.19 Links between TSs and station codes

番で2式の工程を識別する。製造ラインの工程が新規に増える場合には新しく Station Codeを発番する。Station Codeによって全ての工程がユニークに識別可能となる。

4.4.3 履歴管理工程順の柔軟な設定

製造ラインの履歴管理を行う工程の順番は、製造ラインのレイアウト変更や、履歴管理工程の追加によって変更することがある。そこで、Station Codeと履歴管理工程順の対照表を用いて工程順の変更に柔軟に対応できるようにした。図-20に例を示す。

工程順	Station Code		工程順	Station Code
1	N2040100	2と3の工程順 を入れ替える	1	N2040100
2	N2040110		2	N2040020
2	N2040111		3	N2040110
3	N2040020		3	N2040111

図-20 履歴管理工程順の柔軟な設定

Fig.20 Flexible setting of history control process order

実際のシステムでは履歴管理工程の追加、工程式数の追加、履歴管理工程順の変更を行う場合、システムのマスターデータメンテナンス画面上で工程を追加・変更し、Promasを再起動するだけで工程順の変更が完了するので、変更に対応可能である。(図-21)

Line Code	Process List	Station	Process CD	Pokayoke
CH-05_A	1	N2010010 Lower/assembly drive	242 Lower/assembly drive unit	☒
CH-05_A	2	N2010020 Lower/Drive	243 Lower/Drive height&starting	☒
CH-05_A	3	N2010030 Position of drive unit	244 Position of drive unit	☒
CH-05_B	1	N2020020 Drive/starting voltage	245 Drive/starting voltage	☒
CH-05_B	2	N2020050 DU/Clamp arm height	247 Clamp arm height	☒
CH-05_B	3	N2020070 DU/Force of lever	248 Force of lever measurement	☒
CH-05_C	1	N2030000 Loading/Internal Serial	249 Internal Serial Issue	☒
CH-05_C	2	N2030090 Force of loading Unit	250 Force of loading Unit	☒
CH-05_D	1	N2040000 Elevator/external Serial	249 Internal Serial Issue	☒
CH-05_D	2	N2040100 Elevator/Measuring	251 Measuring height of the	☒
CH-05_D	3	N2040020 Elevator/starting voltage	246 Elevator/starting voltage	☒
CH-05_D	4	N2040111 Holder altitude check	252 holder altitude check	☒

図-21 マスターデータメンテナンス画面

Fig.21 Master data maintenance screen

5

おわりに

以上今回開発し、現場に導入を果たした2つのシステムの特長について紹介した。

本システムの導入により、何時でも何処でも工程内のばらつき変化や不良発生前に異常を検知することが可能となり、未然防止の下地が出来た。しかし不良に至る以前の、管理範囲内での傾向データのみで工程解析や改善を実施するには、本システム（ハード）だけでなく、解析ノウハウ（ソフト）が必要となる。

今後は、公差解析機能のシステム組み込みは言うまでも無く、製造現場が解析ノウハウを蓄積し、有効に閉ループが回せる業務の仕組みになるように、システム開発当初に発足した「デッキユニット保証WG」⁽⁴⁾にて、引き続きフォローを続けていく。

最後に、本システム開発に当たり、ご協力、ご指導を頂いたWGメンバー及び天津富士通の皆様に心より感謝申し上げます。

(4) デッキユニット保証WG

デッキ技術部・検査部・技術支援部・FTIS・グローバル生産推進センター・製造技術部・生産技術開発部のメンバーで構成されたワーキンググループ

参考文献

- 1) 藤本他；小型In dash CDCHデッキ（CH-05）の開発，富士通テン技報，Vol.45，（2005）

筆者紹介



生長 浩一
(いきなが こういち)

1993年入社。以来、工法開発、CAE推進業務に従事。現在、生産本部生産技術開発部在籍。



大井 慎一
(おおい しんいち)

1993年入社。以来、トレーサビリティシステムの推進・開発に従事。現在、富士通テン情報システム（株）開発部在籍。



増永 愛
(ますなが あい)

2004年入社。以来、トレーサビリティシステムの開発に従事。現在、富士通テン情報システム（株）開発部在籍。



田嶋 今日子
(たじま きょうこ)

2000年入社。以来、情報システム構築業務に従事。現在、開発本部技術支援部在籍。



中西 英子
(なかにし えいこ)

1997年入社。以来、情報システム開発業務に従事。現在、開発本部技術支援部在籍。



山川 隆史
(やまかわ たかし)

1981年入社。以来、製品の自動検査システムの開発に従事。1997年より加工技術やCAEを担当。現在、生産本部生産技術開発部担当部長。