

モートロニクス生産拠点—中津川工場—

Car Electronic Devices Production Site—Nakatsugama Factory—

浜野 洋	Hiroshi Hamano
勝岡 律	Ritsu Katsuoka
北川康史	Yasushi Kitagawa
三枝佳弘	Yoshihiro Mieda
糸魚川功	Isao Itoigawa
伊藤政博	Masahiro Itoh
石井孝司	Takashi Ishii



要 旨

当工場は、1975年9月1日に設立された中津川テン株式会社を前身とし、1987年富士通テン株式会社に吸収合併され、創立以来19年目を迎えた。

操業開始当初は、従業員53名、生産面積250㎡の極小規模でのスタートであった。しかし、技能レベルの向上と共に順次モートロニクス生産の移管を受け、その後は自動車の電子化の進展によって生産は順調に拡大した。操業2年目（1979年）25億円であった生産高は、1993年度には281億円を達成した。

1991年に第4期工場棟を増築（鉄骨4階建、延床面積16,300㎡）し、現在、工場の総床面積は26,800㎡従業員数619名となった。最近では、工場内物流の改善や生産システムのトータルの効率化など体質強化に向けた新たな施策に取り組んでいる。

Abstract

The forerunner of the factory was Nakatsugawa Ten Ltd. which was established on September 1, 1975 by Fujitsu Ten Ltd. In 1987, the company was merged into Fujitsu Ten Ltd. This year, the factory marks its nineteenth anniversary.

In the beginning of its operations, production scale of the factory was very limited, with the work force of 53 people and a floor area of only 250 square meters. However, as the level of its technology upgraded, it was progressively entrusted to produce car electronics. Thereafter, production has steadily increased along with the advancement of electronics in automobiles. The production record, 2.5 billion yen for fiscal 1979, the second year of operations, reached 28.1 billion yen for fiscal 1993.

In 1991, the fourth-term plant (a steel frame 4-story building with a total floor area of 16,300 square meters) was additionally constructed. The factory has now a total floor area of 26,800 square meters and the work force of 619 people. In recent years, the factory is taking various new measures for reinforced structural base, such as the improvement of physical distribution within the factory and the upgrading of total efficiency in production systems.

1. はじめに

当工場は、モートロニクス生産の歴史とほぼ同期して来年には20年目の節目を迎えようとしている。

操業以来1980年代後半まではモータリゼーションの進展と共に生産も順調に拡大したが、1990年代に入ってから経済のバブル現象の影響や地球環境保全活動のクローズアップなど、激変する経営環境への対応に努力を重ねてきた。(表-1)

本稿では、当工場およびモートロニクス生産の発展の経歴とその過程から生まれた製造技術・生産体制の特徴、そして現在取り組んでいる製造工程管理システムの構築について紹介する。

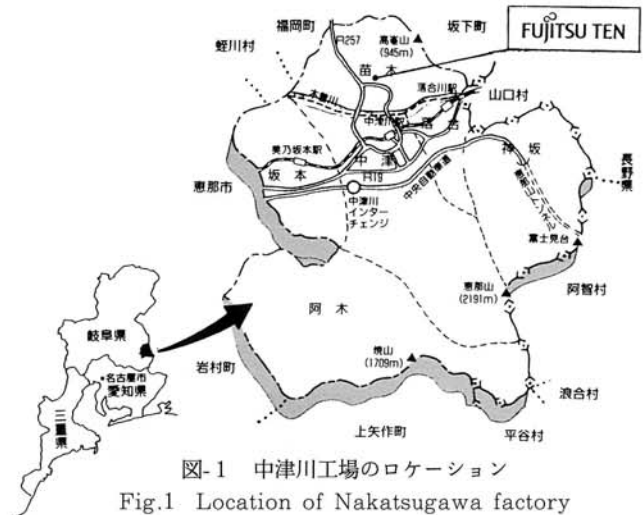


図-1 中津川工場のロケーション
Fig.1 Location of Nakatsugawa factory

2. 工場の概要

当工場のある中津川市は、日本のほぼ真ん中・岐阜県の東南端に位置する人口5万5千人の田園都市である。周辺は中央アルプス最南端・標高2190m余りの恵那山や木曽川を代表とする美しい流れを有し、水と緑あふれる大自然を背景として、テクノパークの建設や中央リニア新幹線の停車駅誘致など、全市を揚げて『四季豊かな田園工業都市』に向かって取り組んでいる。

工場へのアクセスは、市の中央を横断する中央自動車道やJR中央本線と国道257号線を結んで、名古屋から約1時間である。(図-1)

1994年8月現在、従業員619名で月産約37万台/25億円(内モートロニクス20億円)の製品を生産・出荷している。(図-2)

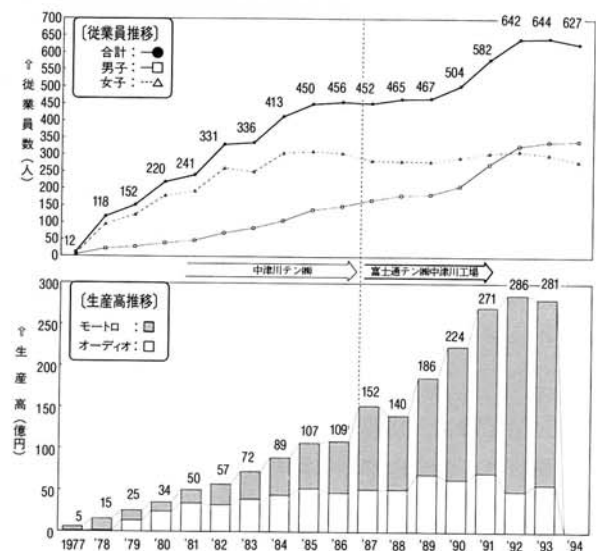


図-2 人員と生産高の推移
Fig.2 Employee and production growth

表-1 中津川工場の沿革

年	1975	80	85	90	95
1975 中津川テン株式会社設立					
1977 第1期工場棟完成 (3000㎡) ・モートロニクス製品生産開始					
1978 ・オーディオ製品生産開始					
1980 第2期工場棟完成 (2600/5600㎡)					
1982 第3期工場棟完成 (4900/10500㎡) ・ハイブリッドIC生産開始					
1987 富士通テン㈱と合併、 中津川工場発足					
1991 第4期工場棟完成 (16300/26800㎡) [土地: 31000㎡]					
モートロニクス		〔機関制御〕	EFI トランスミッション EGR ディーゼルグロータイマ		
デバイス		〔安全機器〕	キーリマインダ セキュリティウォーニング エアバック		
オーディオ		〔シャーシ・走行制御〕	VSS ABS		
		〔HIC〕	オーディオ用		
		〔センサ・モジュール〕	雨滴センサ 車速センサ Gセンサ アンテナアンブ		
			一体機 パワーステアリング		
			オートラジオ カーナビゲーション		

3. 工場レイアウトと製造工程の概要

1989年以降の大幅増産に対応するため増築した第4期工場棟（A棟）の完成を機として、工場内物流の効率化と製造ラインの本格的な自動化に着手した。

まず、A棟をモータロニクス、C棟（第3期工場棟）をオーディオの専用棟として工程を集約、特にA棟では建物の設計段階からプロジェクトを結成し、工場内物流の自動化と整流化を実現させた。（図-3、図-4）

また、製造ラインは「線の自動化」方式（詳しくは「5. 2 自動化」で紹介する）を取り入れ、規模と生産量に応じた形で本格的な自動化を推進した。（図-5）製造工程の概要を次項図-6に示す。

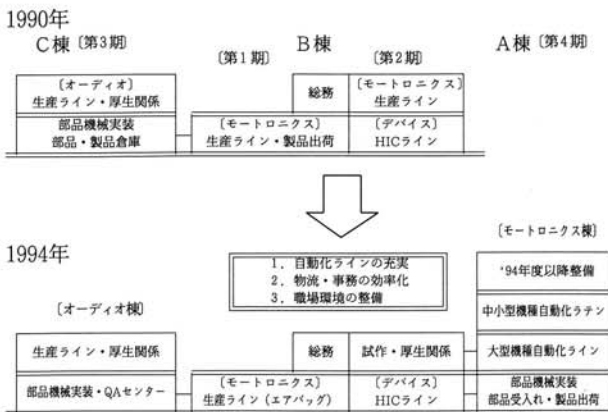


図-3 工場利用計画

Fig.3 Factory layout plan

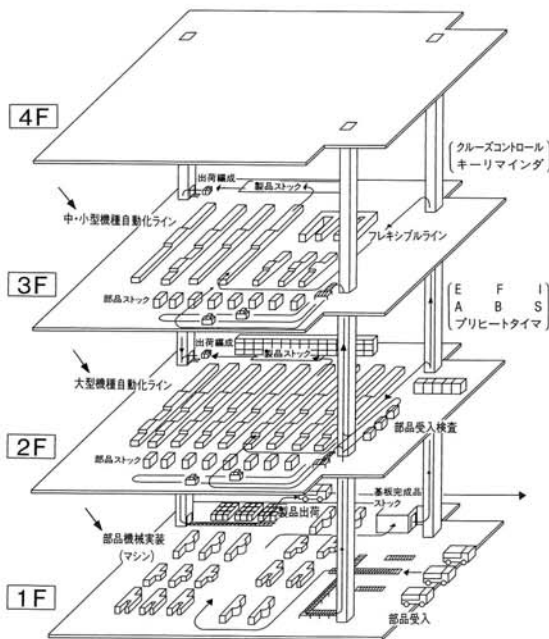


図-4 A棟レイアウト

Fig.4 Layout of A plant

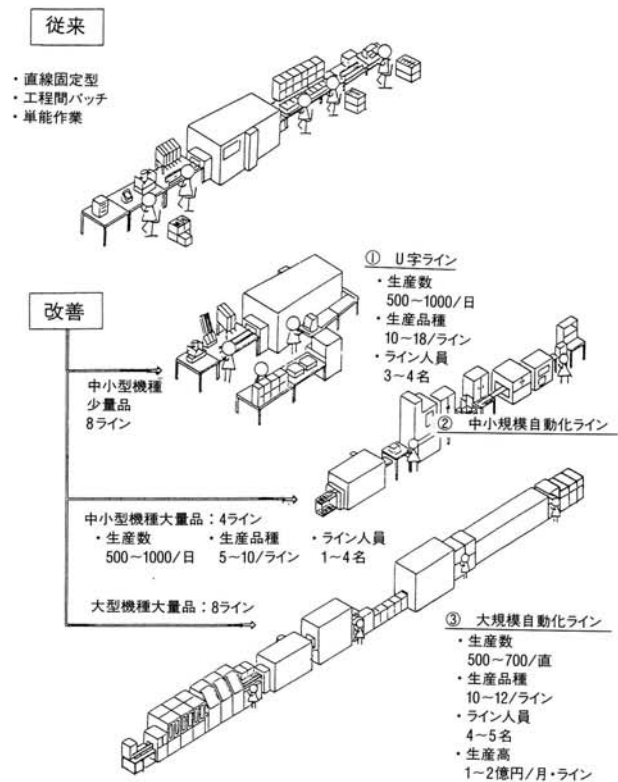


図-5 製造ラインの改善

Fig.5 Improvement of production line

4. 生産管理

4. 1 製品物流（直送システム）

当工場の製品物流の特徴は、顧客の納入指示（かんばん）により納入先工場へ直接出荷（直送）していることである。

直送化は1990年4月から実施しており、毎日4便6台の定期便で納入先工場の受入れ窓口別に納入している。現在の納入工場は23、受入窓口は57におよぶ。

直送化以前は外部に出荷倉庫を持ち、そこから顧客のかんばんにより出荷していた。工場と出荷倉庫の両方で在庫を持っていたため、必要な製品の情報がつかみにくく、不足・余剰が頻発していたが、直送化で情報がダイレクトに入手できるようになり、製造ラインに優先順位をつけた生産指示ができるようになった。出荷数に応じて、必要なものを必要なだけ生産する生産方式の基礎ができたのもこの時期といえる。

中津川工場の製造工程概要

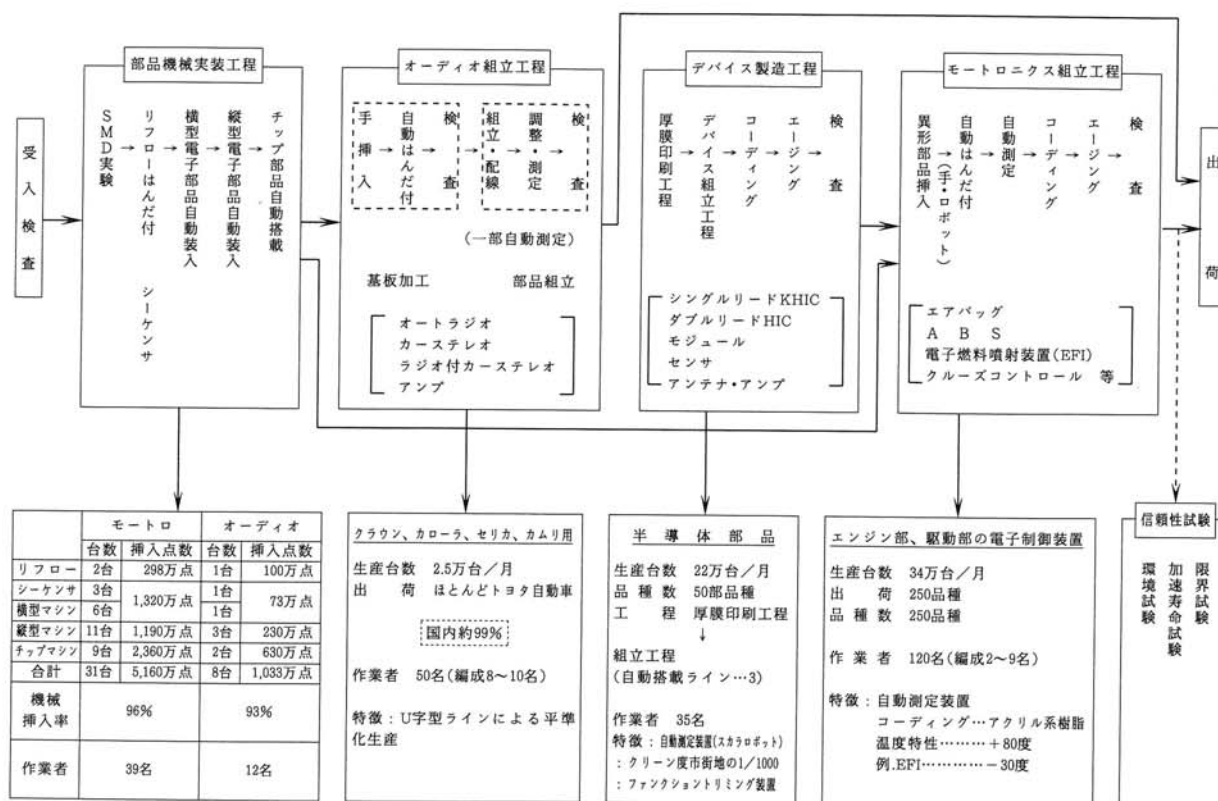


図-6 製造工程の概要
Fig.6 Outline of production process

4. 2 製造ライン形態

製造ラインを製品の規模、生産量に応じて設置している。EFIを組み立てている自動化ラインでは、出荷用製品在庫、半完成品ストック、ライン内の仕掛かりのデータがホストコンピュータに送られ、後述する生産管理システムにより生産指示を行っている。

製品	日当生産数	ライン形態	機種
大規模	多 500〜	自動化ライン	EFI
中小規模	多 500〜	直線ライン	クルーズコントロール
小規模	少 500〜	U字ライン	他

4. 3 生産方式

その他の小規模製品のラインでも、後工程の引きに対して自工程をしかける「かんばん生産方式」を採用している。

従来は一日4便の出荷の都度、出荷用製品在庫をみて一日単位での生産指示を行っていたが、一部のラインで出荷の都度生産指示を行う方法を取り入れ、仕掛かり・製品在庫の低減に効果をあげている。現在は約半数にあたる11ラインで実施しており、順次拡大していく計画である。製品の出荷単位と生産工程の流動単位の整合をとるために、ロットの単位を決め、段取り替え回数を減らすなどの工夫をしている。これらの活動は「自主研活動」として多くの部門で知恵を出し合って実現するかたちで進めている。

4. 4 生産管理

当工場では、かんぱんによる部品の払出し、工程内・工程間かんぱんによる生産指示など、「かんぱん」を使った生産管理方式を早い時期から導入してきた。

現在はこれらの「かんぱん」にバーコードを採用し、部品の入荷検収処理から部品自動搬送車のルート指定、部品の払出し実績の入力、工程内の仕掛かり数把握、製品の品番照合、製品通箱の保管場所などのデータ採取を行い、部品の在庫管理や製品の在庫・出荷管理などの棚卸し資産の管理精度を高めるうえで効果をあげている。

5. 製造技術

当工場生産の製品は80%がモートロニクス（自動車用電子機器）製品である。

モートロニクス製品は次の3つに大別される。

- ①EFI、プリヒートタイマ、クルーズコントロールなどのパワートレイン制御ECU
- ②エアバッグ、ABSなどのシャーシ、安全制御ECU
- ③シートコントロール、ランプフェリアなどのボディ制御、艤装ECU

いずれも車の性能・安全に直接かわる製品だけに、高度な品質と信頼性レベルを要求される。そして、これははんだ付け・脱フロン・自動化など、当工場の製造技術の特徴づける大きな要素となっている。また、当社唯一のデバイス生産工程を持つことも高密度実装技術などの特徴につながっている。

5. 1 はんだ付け技術と脱フロン

当工場におけるはんだ付け技術工場の取り組みは、1982～83年当時の「はんだ耐力向上活動」に始まり、その後も継続的に設備・製造条件・工程管理・設計標準などに多くの改善を施してきた。近年では、改善対象ははんだ付けの基礎メカニズム材料にまでおよんでいる。

こうした取り組みの結果は、この10年間ではんだ付け修正率を2桁近く低減させる大きな成果につながっている。（図-7）

また、こうしたはんだ付け技術の実績は、1990年からの脱フロン技術にも大きな役割を果たすこととなった。当工場は実装PC板洗浄用フロンの全廃策として、他社に先駆けてN₂はんだ付けを用いた無洗浄を採用した。これは、N₂（窒素）雰囲気中ではんだ付けをするため、極めて活性力の低いフラックスが使用できることで無洗浄を可能とするものであるが、非常に繊細なはんだ付け

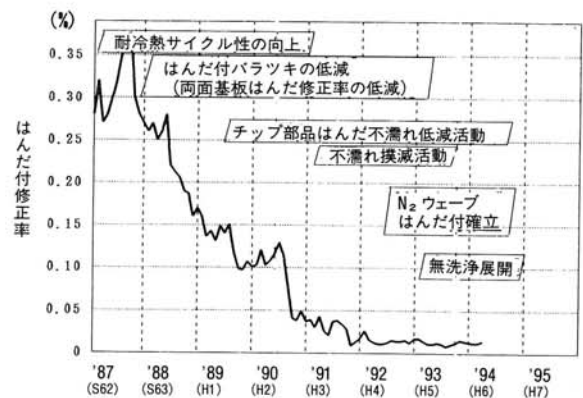


図-7 はんだ付け修正率の推移

Fig.7 Reduction of soldering faults

が要求される。前述の精度の高いはんだ付け技術があって初めて可能となる技術である。

さらに、N₂技術導入に当たっては当社独自の技術が数多く開発され、これが脱フロンのみならずECUメーカーとしての当社の大きな強みとなっている。（図-8）

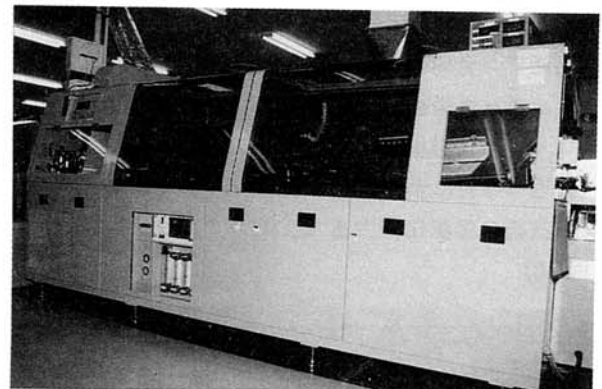


図-8 N₂フローはんだ付け装置

Fig.8 N₂flow soldering equipment

5. 2 自動化

製造ラインの本格的自動化は1989～91年、EFIの大幅増産とA棟増築に合わせて実施してきた。

EFIは製品規模が比較的大きく、シリーズ化が進んでいる。また、以前より設計部門とタイアップして自動化しやすい製品設計に標準化してきている。こうした背景から自動化ライン構築に当たっては、工程設計段階からライン全体の自動化設計を組み入れる「線の自動化」方式を取り入れることができた。EFIラインは自社開発の各種インライン型自動機や内製小型ロボットなどをフルに活用し、「線の自動化」を完成させている。（図-9）

また、最近では後述の情報システムのダイレクト接続や物流システムとの連動など「面の自動化」への取り組みも進行中である。



生産数：700台／直
作業人員：4名／ライン
ライン数：5ライン（内2ラインは2直）

図-9 EFI自動化ライン
Fig.9 EFI automating production line

5. 3 高密度実装技術

当工場ではデバイス生産技術の長い実績があり、これを生かした高密度実装技術への取り組みにも力を入れ、富士通テン全体の実装技術の牽引役となっている。古くはセラミック基板レーザートリミングに始まり、両面リフロー、樹脂封止技術などをいち早く実用化してきた。

最近では特にセンサに使用されるアルミワイヤボンディング技術の量産化が大きなトピックスとなっている。（図-10）

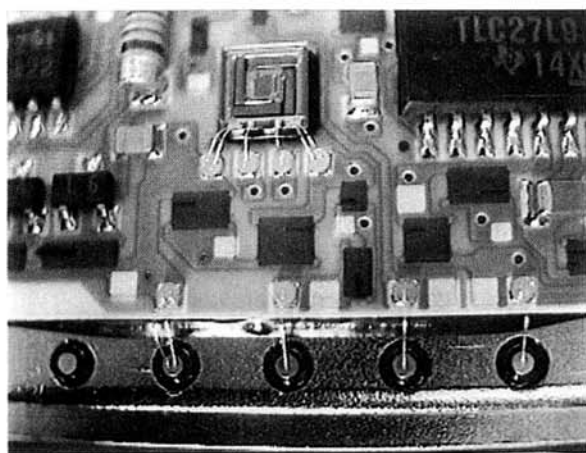


図-10 ワイヤボンディング(Gセンサ)
Fig.10 Wire bonding(G sensor)

6. 品質管理

品質管理部門は1983年に本社から当工場に移り、現在は品質管理課と検査課で顧客対応、工程内品質改善、部品品質改善および製品・部品の信頼性評価などの業務を行っている。

高品質・高信頼性が要求されるモータロニクス製品に対しては、品質管理部門のみならず技術・製造・製造技術部門が一体となり、各種の改善に取り組んでいる。主な活動を以下に紹介する。

6. 1 初期流動管理活動

品質、コスト両面において新製品開発段階からの作り込みが重要であり、本部初期流動会議で新製品の設計・生産準備の進捗をフォローするなど、初期流動管理活動を強化している。特に当工場においては、試作段階から製造・製造技術・品質管理部門も参加して製品のプロダクトレビューを実施し、問題点を早期に設計部門へフィードバックしている。号試の時期には連日のように新製品流動のアナウンスが工場内に流れ、関連部門立会いで流動確認や問題点のフォローを行い、円滑な量産立ち上げを目指している。

6. 2 重要機能部品・安全制御ECUの管理体制

製品のFMEAにより工程での管理項目・製品の検査内容および重要機能部品の受入検査内容を充実し、車両での重要問題の発生防止をはかっている。特にエアバック・ABSなどの安全に係わる製品に対しては、PLの観点から、それらの管理データの「15年保管体制」とをとっている。

重要機能部品については、立ち上がり時には全数受入検査を実施し、品質実績を見ながら抜き取り検査、さらに無検査へ移行させている。また、マイコンについてはバーインも実施し、初期不良のスクリーニングを強化している。これは、当社として初めてのEFIを満を持して慎重に立ち上げた際に確立し、その後、踏襲してきた方法であるが、非常に高額な専用設備が必要であり、近年マイコンの品質が向上してきている中で、顧客品質を維持しながら、いかに管理コストを下げていくか見直しをしているところである。

6. 3 品質改善活動

量産段階では毎月の本部品質会議において、市場を主体に品質改善の推進と工程内での重要問題に対する対策状況の監査を行っている。当工場内では、工程品質会議や月例報告会で号口納入不良・工程内不良の対策状況をフォローし、品質改善を推進している。これらの会議体のほか、特に号口納入不良低減のために次の活動を行っている。

6. 3. 1 金属性異物低減活動

部品実装の高密度化および脱フロン対応での基板無洗浄化に伴い、はんだをはじめとする金属性異物による部品リード間ショートがクローズアップされている。この

種の不具合は電氣的検査で必ずしも検出可能ではないため、発生源に対して手を打つ必要があり、現在、隔週で関連部門が集まって工程内・納入先での金属性異物不良の発生源の究明と対策およびその横展開を推進し、再発防止をはかっている。

6. 3. 2 部品品質向上活動

1993年度から仕入先の品質評価点制度を導入し、重点仕入先へ毎月の評価点を提示して自主的な活動を促し、改善をフォローしてきた。94年度からは、それを全仕入先へ展開するとともに、購買部門・技術部門と協力して重点仕入先の改善活動強化をはかっている。また、故障部品の社内解析を推進し、解析設備の整備・解析技術の向上・原因追求の迅速化をはかって部品破壊の場合などの工程へのフィードバックをスピードアップしている。

6. 3. 3 日常管理のサポート体制

前述の特別活動と併せて重要なのは製造現場の日常管理である。号口納入不良発生時の関連部門による暫定処置の決定・実施・原因調査などの迅速な対応、工程内での品質異常に対する関連部門の連携のとれた的確な動きなど、品質向上に努めている。この現場での日常管理をサポートするため、1989年より品質管理システムの整備を進めてきている。

品質管理システムについては7.2項で紹介する。

7. 製造工程管理システム

〔生産システムのトータルの効率化〕

当社の製造ラインは、U字ラインから大規模自動化ラインまで市場ニーズに応じて効率化を進めてきた。近年の社会情勢から製造ラインの効率化のみならず、生産周辺のサポート業務を含めた効率化が要求されている。これらに対応するため、当工場では製造工程管理システムを核に生産のトータルの効率化に取り組んでいる。

製造工程管理システムの概要を図-11に示す。

製造ラインからの生産・品質・設備などのダイレクトデータを利用し、生産管理・品質管理・設備管理の各システムによりサポート業務を効率化している。

以下に各システムの詳細を説明する。

7. 1 生産管理システム

組立自動化ラインにおける生産管理システムは、ライン作業員への生産指示の効率化、ラインリーダー・管理者の実績管理の充実をねらいとしている。(図-12)

ラインへの生産指示には、ラインに対する投入指示と最終工程(組付Ⅱ)に対する倉入指示の2種類がある。倉入指示は、製品を顧客に出荷した数を補充することを原則とし、顧客からのかんぱん受注データを倉入指示データの基本として社内かんぱんによる運用管理を行って

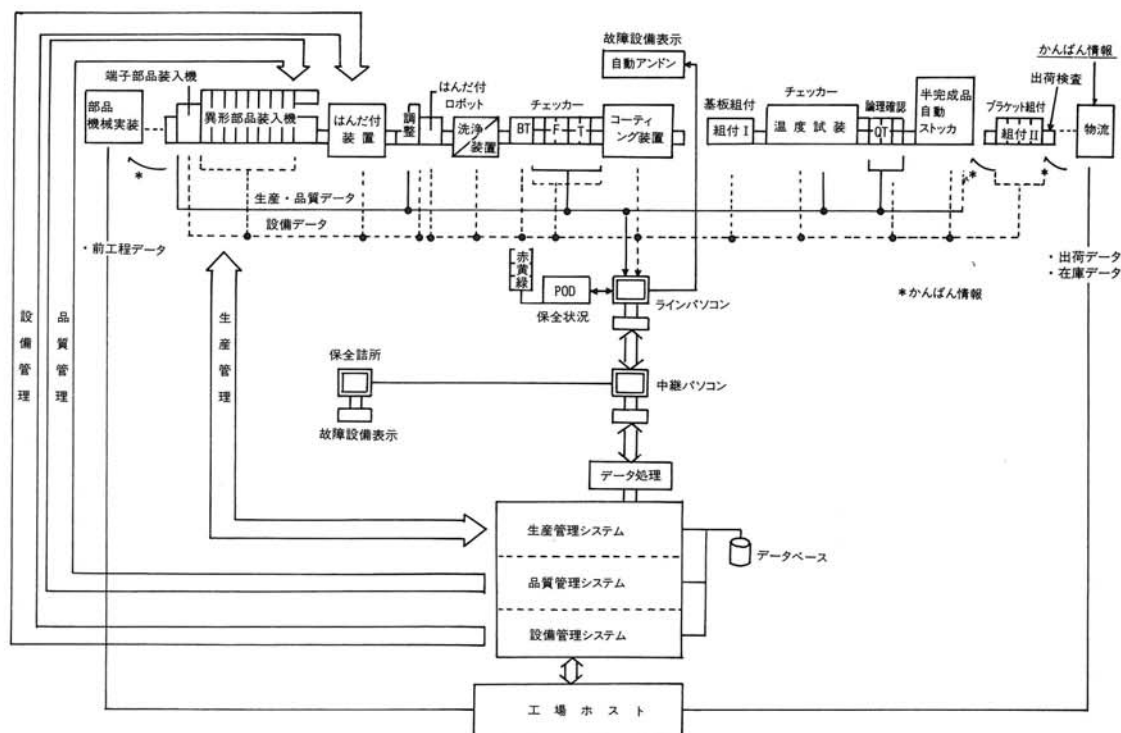


図-11 製造工程管理システム

Fig.11 Production process control system

る。投入指示は、ライン先頭から半完成品自動ストックまでの仕掛数基準数に対する不足数が、実装済プリント基板のマガジンの入数単位にまとまった（ロット形成）時にマガジン単位で指示している。

投入指示数と倉入指示数は、生産管理課の端末で指示数を確認した後、各ライン先頭端末に伝送・表示する。これにより従来ラインリーダーに配布していた生産指示書を廃止することができた。さらに各ラインの先頭端末には、指示数のほかに仕掛数と生産実績がリアルタイムで表示され、進捗状況が確認できる。

この自動化ラインでは、半完成品自動ストックにECU完成品を一時保管することにより、アッシー完成品在庫数を最小限に抑えることができる。以前は、そのための生産指示をする際の基本データである出荷・在庫・仕掛などの各情報が分散しており、管理者が各帳票での確認や現場確認などにより指示数を算出する必要があったが、当システムでは、基準算出式により自動的に算出された指示数に対し、端末で算出式に使用された各データを一度に確認することができ、算出結果の根拠を容易にチェックできるしくみとなっている。

今後は、各ライン内で採取している工程データの活用（作業票の自動発行・仕損数データの作成など）と進捗管理情報の活用（アラーム管理）および部品手配への連携を検討する。

7. 2 品質管理システム

品質管理システムにおいては、品質情報（主に工程内で検出した工程内不良情報）の入手方法とその活用内容の2点から紹介する。

7. 2. 1 品質情報の入手方法

当工場では、工程内不良を一件毎に登録し、不具合検出時の現象から不良解析結果・原因・対策まで一件一様の形式でホストコンピュータに保管している。不具合検

出時に確定している情報（品番・検出場所・日時・不具合現象など）は、自動的にホストコンピュータへ登録ナンバーと共に登録される。その後、不具合解析により判明した解析結果・原因・対策を端末より追加入力する形態を取っている。このようにして工程内不良の全ての情報を入手し、管理している。

7. 2. 2 品質管理への活用

これらの情報は、大別して二通りの使用方法がある。まず第一はデータベースとして提供しているため、データを端末から取り出し、使用者が自由に加工して使用する方法である。第二は品質管理に必要な情報形式へデータを加工し、即使用できる情報の提供である。これは品質情報のみならず、生産情報・設備情報も含めたデータ加工により、より正確な情報を提供している。（図-13）

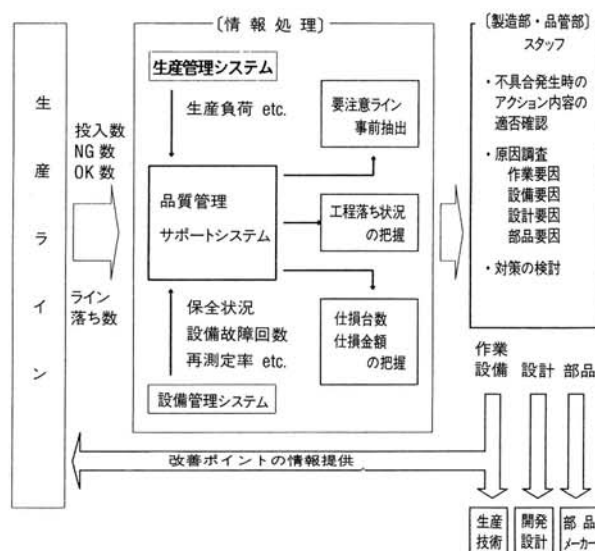


図-12 品質管理システム
Fig.12 Quality control system

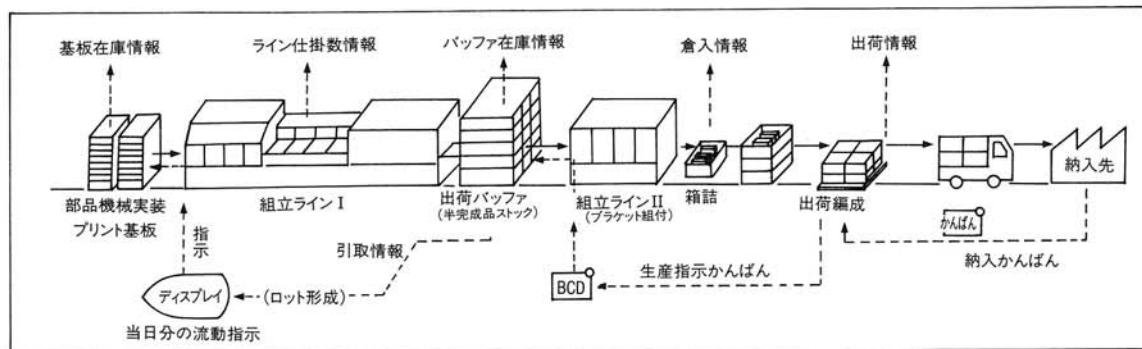


図-13 生産指示のしくみ
Fig.13 Production instruction system

加工情報の代表的なものを次に掲げる。

- ①工程落ち状況の把握
- ②仕損台数、仕損金額の把握
- ③号口納入不良の要注意ラインの事前抽出

〔 工程内不良状況・設備故障回数・生産負荷・再測定率などから独自の重み付けをした指数を算出してアラームを発信し、改善ポイントの情報を提供する。〕

これらの活用により情報伝達の迅速化がはかれ、さらに不良率・不良数の多いものの優先的活動から、号口不良に関する項目や仕損金額の高い不具合を優先に「お客様・コスト」に重点を置いた活動へ移行してきた。

7. 3 設備情報システム

設備情報システムは次の三つが中心となっている。

- ①定期保全支援システム…保全業務の効率化
- ②突発故障支援システム…故障処置の迅速化
- ③ネック工程分析システム…改善の効率化

7. 3. 1 定期保全支援システム

自動化ラインの増加により定期保全を行う必要がある設備が増え、それに伴い管理面において実施状況を把握することが課題となっている。本システムは保全情報のデータベース化により実施管理を確実にを行うことを目的としている。

保全作業者に保全実施予定情報を提供し、実施実績をリアルタイムに入力する。実施状況は端末画面表示機にて確認でき、実施遅れに対するアクションがとれる。

(図-14)

また、柔軟性をもたせるため自動設定予定日を変更可能としている。

7. 3. 2 突発故障支援システム

本システムは、従来、作業者の経験・カンにより故障

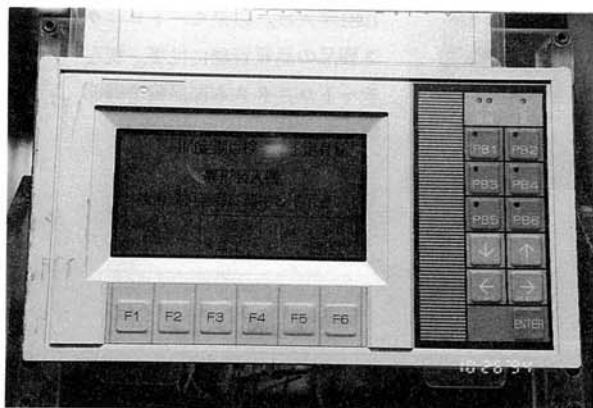


図-14 定期保全支援システム

Fig.14 Periodic maintenance support system

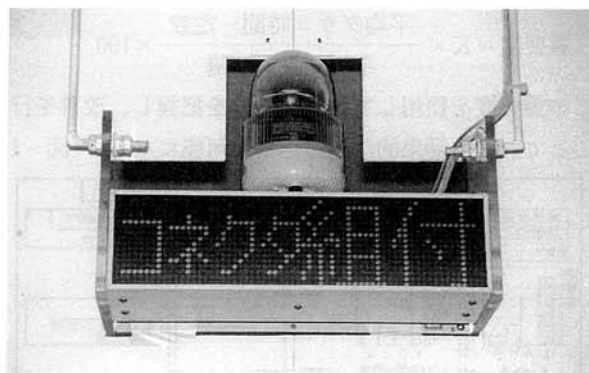


図-15 突発故障支援システム(自動アンドン)

Fig.15 Emergency breakdown prevention support system

と判断していた設備をデータに基づいて自動判定し、保全作業への報知(呼び出し)により迅速な対応を行うものである。故障の判定方法は、①ラインの流動に支障をきたす場合、②ラインの能率低下につながる場合の二つを基本とし、各設備ごとに故障の判断レベルを設定している。(図-15)

また、このデータをデータベース化して設備設計や定期保全などへのフィードバックデータ・故障時のトラブルシューティングデータへの活用を目指している。

7. 3. 3 ネック工程分析システム

自動化ラインの自動機はマシンタイムが一定でないため、搬送バッファにより連結されている。このような工程は前後の自動機の影響を受けるため、IN-OUTだけのマシンタイムではどの自動機がネックなのか分析が難しい。(図-16)

本システムは、各設備の状況を指標にした重要度(ネック度)により改善ポイントを抽出するシステムである。重要度は、ライン設備のダイレクトデータにより次式にて算出された数値が大きいほどラインに与える影響が大きい。

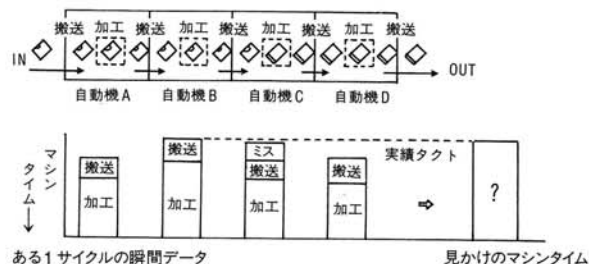


図-16 自動化ライン設備のマシンタイム

Fig.16 Machine time of automating production line equipment

$$\text{重要度} = K \times \frac{\text{平均ダウン時間} - \text{一定数}}{\text{平均ダウン間隔}} \times 100$$

この重要度を使用してネック設備を把握し、改善を行うことで、最も効果的な改善活動が可能になる。(図-17)

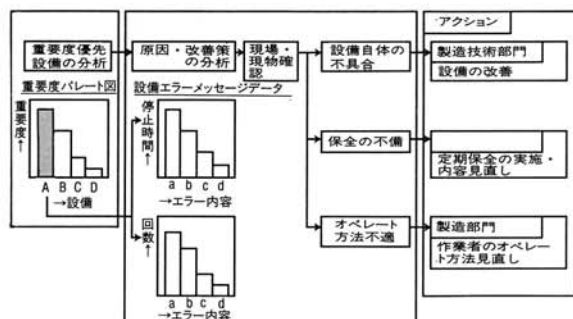


図-17 工程改善・設備改善の基本例

Fig.17 Examples of process and equipment improvement

筆者紹介

浜野 洋 (ハマノ ヒロシ)



1966年入社。以来モートロニクス機器の設計に従事。
現在、モートロニクス本部生産部長

勝岡 律 (カツオカ リツ)



1982年入社。以来自動車用電子機器の生産技術開発に従事。現在生産技術開発部長

北川 康史 (キタガワ ヤスシ)



1981年入社。以来AVC、モートロニクス製品の品質管理に従事。現在モートロニクス本部品質管理部検査課長

三枝 佳弘 (ミエダ ヨシヒロ)



1982年入社。以来オーディオ・モートロニクスの生産管理に従事。現在モートロニクス本部生産部第一生産管理課在籍

糸魚川 功 (イトイガワ イサオ)



1977年入社。以来自動車用電子機器の製造技術に従事。現在モートロニクス本部製造技術部生技開発課在籍

伊藤 政博 (イトウ マサヒロ)



1981年入社。以来モートロニクス製品の品質管理に従事。現在モートロニクス本部品質管理部検査課在籍

石井 孝司 (イシイ タカシ)



1972年入社。以来庶務、工場管理に従事。現在中津川工場総務部総務課在籍

8. む す び

以上、当工場およびモートロニクス生産の発展の経緯と特徴および現在の取り組みについて述べた。

今後は、複合不況下での新たな飛躍、海外シフトへの対応など、この試練の時期を体質変革の好機と捉え、全社革新運動RT95 (Renewal TEN 95) への取り組みを更に強化すると共に、社会貢献・環境保護など地域社会との共生の面においても売上高1,000億円企業に相応しい努力をしていく所存である。

最後に、当工場の設立に色々ご支援いただいた中津川市の諸氏と工場の発展に努力された諸先輩に心から感謝の意を表する。