

# 気をつけようでは防げない！ヒューマンエラーの撲滅 ～基板廃却 0(ゼロ)への挑戦～

三菱電機株式会社 名古屋製作所 FA 工作部 PC 工作一課  
 サークル名:BST/BICT 発表者:熊崎 悠起

**会社紹介**

可児工場

ナゴヤドーム

三菱電機(株) 名古屋製作所

新城工場

大倉橋駅

**会社紹介**

三菱電機 名古屋製作所

FA機器のMOTHER FACTORY

シーケンサ 表示器  
コントローラ製品

三相モータ インバータ 数値制御装置  
駆動製品

ACサーボ

変圧器 電磁開閉器  
配電制御製品

旋削加工機 レーザ加工機 マイクロレーザ加工機  
メカトロ製品

産業用ロボット

## 【会社紹介】

三菱電機(株) 名古屋製作所は、1924 年に産業用電機品・家庭用機器生産の中核工場として設立。現在はファクトリーオートメーション(FA)分野のトータルサプライヤとして、常に世界トップレベルのFA機器・サービスを提供し続けています。

私たちの職場である PC 工作第一課では、自動機械の制御に使われる中大型シーケンサを主に生産しており、自グループは其中でもシーケンサ Q シリーズ、iQ-R シリーズの CPU ユニットを生産しています。

**シーケンサとは？**

あらゆるオートメーションへ、  
最適な頭脳を！

液晶製造装置

食品・飲料機械

自動生産ライン

自動ドア

化学プラント

エレベーター

Programmable Controller  
**MELSEC**  
designed with automation in mind

## 【製品紹介】

シーケンサとはプログラマブルロジックコントローラの自社商品名で、豊富な品揃えを誇り「MELSEC シリーズ」といいます。

高い信頼性と優れた性能により、様々なシーンで TCO の削減を実現します。デバイスレベルからコンピュータレベルまでをシームレスにつなぎ、円滑なデータ通信を実現、多彩なシステムの構築に貢献します。工場の自動機器制御やエレベーター、自動ドア等様々なものに使用されています。

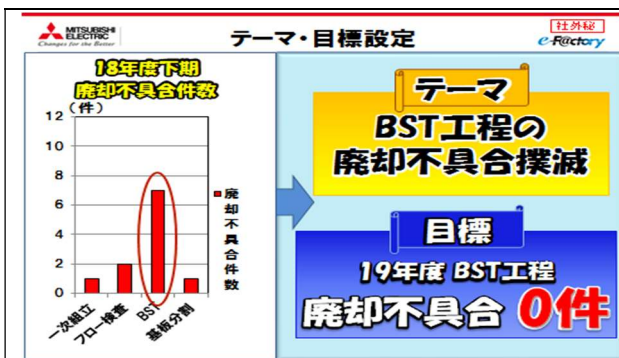
**テーマ・目標設定**

**職場方針**

- ① **ロット不良の撲滅。過去不具合対策の徹底状況に合わせた対策見直しと水平展開の徹底**
- ② **工程内の不具合発生リスクの顕在化と流出防止の仕組み構築**
- ③ **教育資料の充実と定期技量確認作業の確実な実施**
- ④ **製品トレーサビリティ体制の構築**

## 【テーマ・目標設定】

職場方針より過去不具合対策の徹底をすべく 18 年度下期、担当エリア(一次組立・フロー検査・BST・基板分割)にて発生した不具合を調査しました。

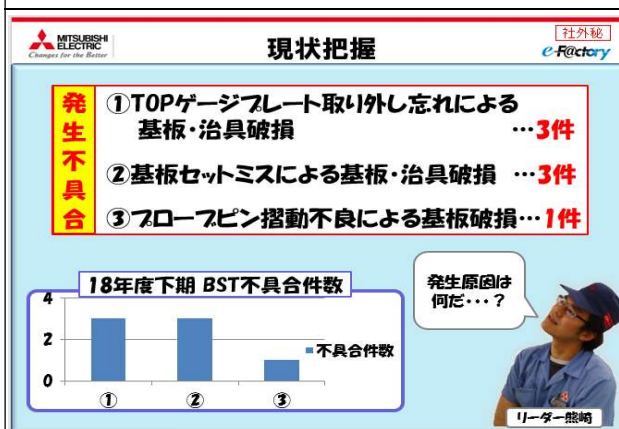


すると、BST 工程に廃却不具合が集中的に発生していることが分かりました。

よって、活動テーマを「BST 工程の廃却不具合撲滅」、目標を「19 年度 BST 工程の廃却不具合件数 0 件」としました。

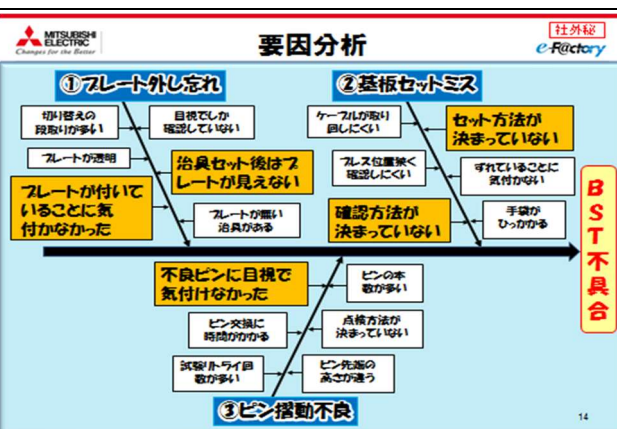


BST とはプリント基板のはんだブリッジや、パターン切れ有無の検査、実装された抵抗・コンデンサ等の部品容量などを測定する装置です。数百本のプローブピンが付いた上治具・下治具を取り付けて基板をセットし、上治具を押さえ付け測定します。



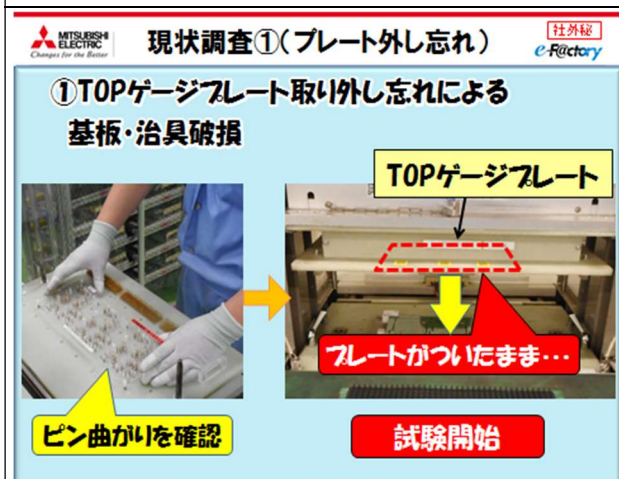
#### 【現状把握】

18 年度下期、BST 工程にて発生していた 7 件の不具合を内容別に分類したところ、①～③までの 3 種類の不具合が発生していました。



#### 【要因分析】

①から③の不具合の問題点を洗い出す為、担当作業者にヒアリングを実施後、「特性要因図」を用いて解析を実施、推定した内容を確認するべく、3 現主義に徹し調査を開始しました。



#### 【現状調査①】

まず①の TOP ゲージプレート取り外し忘れによる基板、治具破損からです。

この不具合は上治具に、ピン曲がり確認用のプレートがついたままとなっていることに気付かず、試験を開始し製品である基板が破損・廃却となるとともに、BST 治具やプレートも破損し、修理完了まで、該当治具が使用不可能になることもありました。



#### 【対策案検討①】

特性要因図で着目した 2 点は、一つ目が透明アクリル製の素材で視認性が悪いことです。

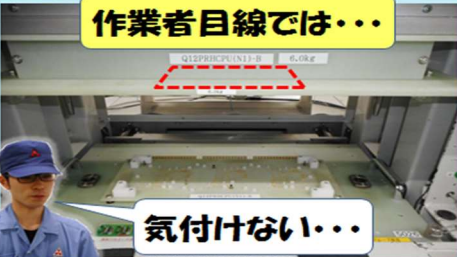
写真右側で見落としやすさが確認できます。



**対策案検討①(プレート外し忘れ)** [社外秘] e-Factory

**TOPゲージプレートの視認性問題**

**改善前**




作業者目線では…

気付けない…

二つ目はプレートを外し忘れたまま治具をセットしてしまうと、プレートは下から覗きこまないと見えないことです。これらの調査から、プレートに何かを取付け、視認性を改善出来ないか検討しました。

**改善事例①(プレート外し忘れ)** [社外秘] e-Factory

**TOPゲージプレートに外し忘れ防止表示を取付けた改善後**



外し忘れに気付く!

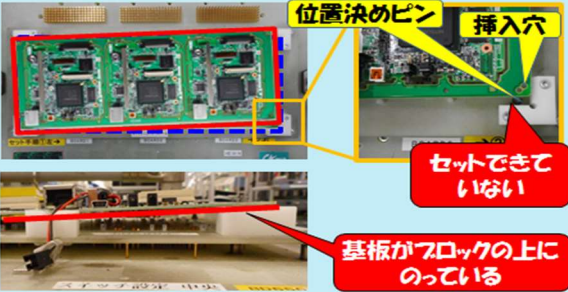
外し忘れ防止表示

**プレート外し忘れ不具合撲滅!**

【改善事例①】  
手軽に実行できる改善策としてプレートに黄色の帯状の外し忘れ防止表示を取り付け、プレート有りの視認性を向上、上治具セット後も取り付け表示が垂れ下がって非常に目立つためプレートを外し忘れることがなくなりました。

**現状調査②(基板セットミス)** [社外秘] e-Factory

**②基板セットミスによる基板・治具破損**



位置決めピン 挿入穴

セットできていない

基板がフロックの上のっている

【現状調査②】  
次に②の基板セットミスによる基板、治具破損についてです。  
BST 治具に基板をセットする際、基板に傾きが発生。そのまま試験開始し、上治具をプレスしたことで、基板は破損し廃却。BST 治具も破損し修理完了まで生産が STOP してしまいました。

**対策案検討②(基板セットミス)** [社外秘] e-Factory

**セット・確認方法**

**パターン1 4箇所同時入れ+目視確認**



基板がずれてセットされやすく、確認もしづらい

【対策案検討②】  
特性要因図での「基板のセット方法・確認方法が決まっていない」に着目し、全作業者を確認すると、大きく分けて二つのパターンがありました。  
パターン1は4カ所ある位置決めピンに同時挿入し、目視のみで確認する方法です。  
手早く行えますが、基板のずれが発生しやすく、確認しづらいという問題点があります。

**対策案検討②(基板セットミス)** [社外秘] e-Factory

**パターン2 1箇所ずつ入れて奥に降ろす+手で押さえて確認**



①左手前 ②右手前 ③降ろす

④四隅を押さえてガタツキ確認

**この方法に決定**

パターン2は、位置決めピンに1カ所ずつ挿入・指で押さえて確認する方法です。  
パターン1より多少手間はかかりますが、位置決めピンが基板の穴に入ったか、1箇所ずつ触りながら確認することで、確実性が増します。

**対策案検討②(基板セットミス)** [社外秘] e-Factory

**パターン2 1箇所ずつ入れて奥に降ろす+手で押さえて確認**



④四隅を押さえてガタツキ確認

**この方法に決定**

基板四隅を押さえて確認することで、基板が傾いてセットされていた際にガタツキが発生し気づきやすいという利点があります。  
実際セットミス不具合を出した作業者はいずれもパターン1の方法で行っていた為、パターン2の方法を標準作業とすることに決定しました。



【改善事例②】  
手順、注意点を明確なルールとして要領書化、  
作業者に再教育を実施し、作業方法を統一しまし  
た。  
ルール化については他の班と合同で進め水平展  
開が出来ました。

ピンの摺動不良は担当作業者による使用前点検での発見が必要で、設備課より教育を実施いただきました。

また教育いただいた内容をBST 治具のメンテナンス要領書にも盛り込み、目視確認のスキル向上が図られました。

【改善事例③】  
ピン摺動不良確認用治具の試作品です。ベアボールを貼る。更に銅箔テープにケーブルをはんだ付けしてこの治具を試験治具にセット・プレスした状態で「力」テストを実施します。摺動不良のピンがもしあった場合とで発見できる仕組みとなっています。  
この摺動不良点検を 治具の使用前と使用後に「力」損の発生と後工程流出を防ぐことができます。

【現状調査③】  
次は③のプローブピン摺動不良による基板破損についてです。  
プローブピン内部のバネ折損で摺動不良に気づかず BST を実施。摺動不良ピンが基板内層パターンを貫通し試験にて NG 判定となりました。調査すると貫通で NG 判定にならない基板が見つかり計 150 台廃却のロット不良となってしまいました。

【対策案検討③】  
しかし、数百本あるピンの中に潜んでいるかもしれない摺動不良ピンを、目視で漏れなく・確実に発見するのは難しいと感じました。対策を練るため、グループ討議を実施するも、現実的な案を出せず上長に相談しました。

そこで設備課に製作依頼していた治具が完成間近であったため、その治具を試してみました。

ボードの両面に銅箔テープを貼り、その上に OHP シートを作成してあります。

「ードテスト」と呼ばれるプローブピンの導通確認を行う場合はピンが OHP シートを突き破り銅箔とショートすることになるので、摺動不良ピンの有無を確実に検出、基板破

**改善事例③(ピン摺動不良)** 社外秘 e-Factory

**量産製作に向けた更なる改善**

断線時は治具使用不可能...

両面にケーブルをはんだ付け

銅箔テープで両面を導通!

クリップ接続で容易に交換!

グループ内でも更に改善案を検討し、治具製作の簡易化とメンテナンス性向上の改善を実施しました。(両面にケーブルはんだ付け→両面を銅箔テープで導通をとりクリップでケーブル接続)

**改善事例③(ピン摺動不良)** 社外秘 e-Factory

**メーカー版製作と水平展開**

正規版治具完成!

他職場も含め水平展開中!

改善版の治具をメーカーに作製を依頼し、その他細かな改良を加え、正規版の治具が完成しました。点検方法等を纏めた要領書も整備し標準化、他職場へも水平展開を進めています。(現時点で治具 10 台分・生産台数カバー率 69%)

**効果の確認** 社外秘 e-Factory

**19年10月までの不具合件数**

各対策を実施し  
BST不具合件数は

**19年度(10月時点) 0件維持**

**しかし、新たな問題!**

【中間効果確認】  
3 件の改善を実施、水平展開中のものもありますが、効果として 19 年度 10 月まで BST 工程での廃却不具合 0 件を維持できました。  
「このまま目標達成だ!」とグループ全員が安心し始めたころ、新たな問題が発生します。

**現状調査④(NG品分割)** 社外秘 e-Factory

**④BST試験結果確認不足によるNG品の次工程(基板分割)流出**

試験結果NG

基板分割機

NGが増えてきた...次で治具を確認しよう

試験結果を見落とし次工程へ...

【現状調査④】  
BST 作業者から試験結果確認不足により NG 品を次工程に流出しかけたと連絡を受けました。試験 NG を気づかず、次工程の基板分割に移行、基板分割実施前に気づき不具合発生は免れました。(BST 試験実績と完了数の照合でユニット工程以降へ流出はあり得ません。)

**現状調査④(NG品流出)** 社外秘 e-Factory

**改善前の試験結果OK.NG比較**

試験 OK 時 [PASS] 表示

試験 NG 時 [FAIL] 表示

試験結果以外差異がない!

見落とすと後工程流出

新たに見つかった問題点の芽を摘み取るべく、メンバーを率いて新たな改善に取り組みました。  
再度特性要因図による解析を行い調査した結果試験 OK 時と NG 時ではモニタ表示以外に差異がなく、表示を見落とすと、試験 NG に気づかず後工程に流出させてしまうリスクがあると分かりました。

**対策案検討④(NG品分割)** 社外秘 e-Factory

発生原因を更に分析しましょう

NG時の対応を考えていて試験に集中できていませんでした

試験結果を見落とし次工程に流れない仕組みがほしいですね

ICT(In-Circuit Tester)なら基板を取り出せなくなるので流出させないんですが

なんだってー!? ICTと挙動を比べてみよう!

更に、NG 品を分割した作業者にヒアリングをした結果、BST と 同じく基板の電気回路試験を行う 類似工程の ICT とでは、試験 NG 時の設備挙動が違うことが分かりました。



**対策案検討④(NG品流出)** 社外秘 e-Factory

類似工程との設備挙動比較

	試験OK時	試験NG時
ICT	<div style="background-color: red; color: white; padding: 10px; text-align: center;"> <b>NG発生時の 挙動が違う</b> </div>	<div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 5px;">           下降 維持         </div>
BST		<div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 5px;">           上昇         </div>

**改善事例④(NG品分割)** 社外秘 e-Factory

BST NG時の設備挙動を ICTと同一にできませんか？

一部メーカーに確認が必要ですが**可能**だと思います

有難うございます  
よろしくお願いします！

リーダー 熊崎 設備課

【対策案検討④】

ICT では OK の時のみプレスが上がり、NG 時はプレスダウンしたまま停止しますが、BST では、OK 時も、NG 時も共にプレスが上がって停止します。

類似工程でありながら、この違いがあると勘違いしやすいため、設備課に相談、設備メーカーにもご協力頂き、試験 NG 時の設備挙動を、ICT と同一となるように変更しました。

**改善事例④(NG品流出)** 社外秘 e-Factory

NG発生時のBST試験機の挙動を変更

課内対象設備に  
水平展開実施

設備課仕様書に  
盛り込み、  
標準仕様化

改善後

基板取り出し不可

手動操作が必要

誤認防止！

【改善事例④】

試験 NG 品の取り出しには、手動でのプレス上昇操作が必要となり試験結果の誤認を防げます。課内の全BSTに水平展開を実施しました。

更に、設備課の設備基本仕様書に反映し標準仕様としたことで今後導入される設備にも、NG 品の流出防止ができます。

**成果の確認** 社外秘 e-Factory

19年12月までの不具合件数

発生件数

19年度下期 8件

19年度(12月時点) **0件**

仕損金額 **¥139,833削減**  
(別途ロスト不良 ¥6825,300)

目標達成！！

19年度下期 8件

19年度(12月時点) 0件

仕損金額 ¥139,833削減  
(別途ロスト不良 ¥6825,300)

【成果の確認】

昨年度 7 件あった不具合と発生が予想された不具合にそれぞれ確実な再発防止策を実施したことで、今年度の BST 工程の不具合発生は「0 件」と目標を達成することができました。

**活動のまとめ** 社外秘 e-Factory

- ・BST工程の不具合件数を大きく削減できた
- ・品質に対する意識向上
- ・他部門と連携し、問題解決に取り組めた
- ・不具合の未然防止活動ができた

【活動のまとめ】

良かった点は現場の作業者と一丸となり目標に向けて取り組めたことや、対策を検討し、不具合発生の根幹に迫ろうとすることで品質に対する意識が向上したことです。

**今後の取り組み** 社外秘 e-Factory

- ・摺動不良確認治具の水平展開
- ・部品破損対策 リスク洗い出し
- ・BST試験の直行率改善
- ・他工程の不具合へ調査・対策

【今後の取り組み】

摺動不良確認治具の水平展開やライン内で稀に発生している部品破損対策など、不具合の未然防止活動に取り組んでいきます。