

評価センターの設立

Establishment of an Evaluation Center

林 輝 年 蜂 谷 勉 中 嶋 則 久 大 下 薫
Terutoshi Hayashi Tsutomu Hachiya Norihisa Nakajima Kaoru Oshita

要 旨

当社は、日本無線グループの評価試験及び解析業務を一元的に遂行する「評価センター」を設立する。「評価センター」は、日本無線グループの製品を熟知し、最先端の技術、設備等を備える。「評価センター」は、“世界標準レベルの質を満たすサービスの提供”を理念とし、評価試験及び解析に関する業務を低コストかつ一元的にクライアントへ提供することで、高品質なものづくりに貢献する。

Abstract

"Evaluation Center" will be established to carry out the evaluation test and analysis work of the JRC group in an integrated way. "Evaluation Center" is familiar with the products of the JRC group, equipped with the most advanced evaluation technology, evaluation equipment, etc. "Evaluation Center" will contribute to high-quality manufacturing by offering services related to evaluation tests and analysis to clients in an integrated way at a low cost, with the philosophy of "offering services that meet the requirements of the world standard level".

1. まえがき

当社における通信機器製品や部品などの評価分析機関である「信頼性センター」が設立されてから20年以上が経過した（現在は「評価分析グループ」と改名して業務を継続）。

本機関では、新規採用部品の信頼性試験や半導体の不具合解析を主に実施しているが、近年では半導体デバイスの高機能化（複雑化、高集積化）が進み、信頼性試験や不具合解析には、従来以上に高い専門性が要求されている。この一方で、製品や部品の不具合が社会におよぼす影響は従来と比べ大きくなっている。

以上の動向を受け、当社製品を熟知し、かつ、最新の評価分析手法に関する技術レベルを高めた「評価センター」を新たに設立する。

2. 「評価センター」のビジョン

日本無線グループ内のクライアントのニーズならびに業界内の動向を精査し、「評価センター」のビジョンを次のように定める。

私たちは、評価試験・不具合解析を通じて製品の品質向上に寄与することで日本無線グループの恒久的発展に貢献します。このために以下の目標を掲げます。

- ①電気、機械、物理化学の総合評価によるワンストップのサービス提供
- ②コストセンターとして低コスト・短納期かつ高品質な作業

- ③顧客に寄り添い、顧客に信頼される「顧客第一主義のプロ集団」としての存在
- ④日清紡*グループ連携による問題解決の仕組みづくり

※日清紡：日清紡ホールディングス株式会社（日本無線の親会社）

3. 「評価センター」実現に向けての取り組み

下記事項は、「評価センター」の設立に向けた取り組みである。

①作業プロセスの最適化

作業手順の見直しと併せ、新たな手法の有無（現在の手法が陳腐化していないか）を調査する。

新たな作業手法が既に確立されている場合は、必要な装置の導入による費用対効果を検証し、採算性等の理由により導入困難な場合は日清紡グループ内の既有装置の有無、共用の可否、装置の仕様、共用に要する費用を調査する。また、既存の作業手法が継承できる場合には、改善プロセスの有無を精査するとともに標準作業時間を新たに設定する。

例えば、部品実装基板のはんだ剥離等の不具合事象を解析するために有効な手法として「断面解析」があるが、その手順が煩雑である。この手法に代わり、超音波探傷装置（SAT）や非破壊のX線CTによる手法を採用することで作業手順を簡素化できることが判明したため、そのガイドラインを設定する。

②日本無線グループ会社の連携体制構築

日本無線グループのエレクトロニクス関連会社（日本無線、長野日本無線、上田日本無線）共通の評価分析担当機関として作業を一元化する。具体的には、「作業者」「作業内容」「作業時間」「作業装置」の各要素に関わる環境と手順書を整備する。また、作業は社外機関へ委託する場合もあるため、納期短縮とコスト削減の視点から作業プロセスを明確化する。

③新たな業務の取込み

「評価センター」では、従来、社内で体系化されていなかった測定業務を新たに取込む。測定業務のニーズは、日本無線グループにおける多様なシーンで生じ、これら全てのニーズに対応することを目指す。測定業務の例として、EMI試験、無線機器に関する各種測定、衝撃試験等がある。

④作業メニューと作業価格のリスト化

評価分析の全ての作業メニューと作業価格をリスト化する。作業価格は、作業の所要時間と社内原価計算レートに基づき、市場相場も考慮して算出したものであり、作業内容ごとに使用装置の減却費と消耗品価格を反映させ、算出精度を高める。

⑤業務評価

評価分析の主要な業務内容、設備、売上等を社外機関と比較（ベンチマーキング）することにより現状を評価し、「評価センター」の目標を設定する。

⑥日清紡グループ内における業務連携

日清紡グループ内各社の相互連携を強めるとともに、作業依頼の仕組みを構築する。この結果、日清紡グループ内各社*の保有装置や知見の共有も進み、一連の業務を完遂することが可能となる。

※評価分析業務担当部門や評価分析装置を保有する主な日清紡グループ内企業：

新日本無線、佐賀エレクトロニクス（半導体解析）、日新環境調査センター（環境に関する解析）、日清紡ホールディングス中央研究所（最新の解析装置類の保有）

⑦評価試験の自動化

作業効率向上を目的として製品の評価試験作業を自動化し、24時間連続での評価試験を可能とする。一例として「ラボビュープログラミング」による電気的特性試験の自動化、キーパネル打鍵試験、塗装試験の自動化が挙げられる。

4. 「評価センター」の業務

「評価センター」の主要業務について解説する。

4.1 評価試験

評価試験は「部品単体の評価」「部品を実装したプリント基板の評価」「製品（電子機器）の評価」に大別できる。

①部品単体の評価

部品は耐環境性が高く故障しにくいいため、試験の条件を厳しく設定し、十分な数量を用いて統計的に評価する。

②部品を実装したプリント基板の評価

部品単体と比べて評価のポイントが増え（はんだ接合部等）、また故障メカニズムも部品単体と異なるため、多面的な評価を行う。またEMC試験、機械的視点の評価、物理化学的視点の評価も必要である。

③製品（電子機器）の評価

製品が部品単体や部品実装基板と大きく異なる点は、振動や衝撃、温度変化により性能への影響を受けやすいことである。これらの点を踏まえ、使用環境等も加味して評価を行う。

4.2 解析

解析は「良品解析」「不具合解析」「材料分析」に大別できる。

①良品解析

設計部門から依頼された信頼性試験を補完することを目的とし、部品の状態や欠陥等を様々な視点で観察し、将来的な故障の危険性を予測する。実施例として、部品の品質比較調査や各種規格に対する合否判定等がある。

②不具合解析

不具合による悪影響を最小限に抑えることを目的とし、故障の原因を特定して故障の発生範囲や今後の波及予測を行う。実施例として「設計に起因する不具合」と「部品不良に起因する不具合」の切り分け等がある。不具合解析事例を4.4項で紹介する。

③材料分析

材料に含まれる物質を特定する目的で実施する。分析は元素・分子レベルで実施する。実施例として、RoHS指令が定める特定有害物質の含有量分析、プリント基板への付着物の分析等がある。

4.3 解析結果のフィードバック

解析結果を設計作業へフィードバックする。再設計後にCAEにより改めて解析を行い、最終的な機械強度評価を行う。

4.4 不具合解析事例

「評価センター」設立後は、日清紡グループ内各社の業務連携により遂行可能となる作業範囲が拡充され、従来、当社だけでは部分的な対応しかできなかったが、全てのプロセスで遂行可能となる。

以下、不具合解析の事例として「半導体解析」と「破断面解析」の過去の実施例について紹介する。

4.4.1 不具合解析事例1---半導体解析

①不具合現象 リフロー時のポップコーン現象

当社製品（無線機器）に使用されたFETにおいて動作不良が生じ、調査の結果、FET内部のフレーム-ダイス間の接着界面剥離が確認された。原因は、FETの吸湿によりリフローはんだ実装時の加熱で水蒸気爆発を起こす「ポップコーン現象」であると推定された。この事象は部品ロット不良の大きなリスクである。FETの内部構造を図1に示す。

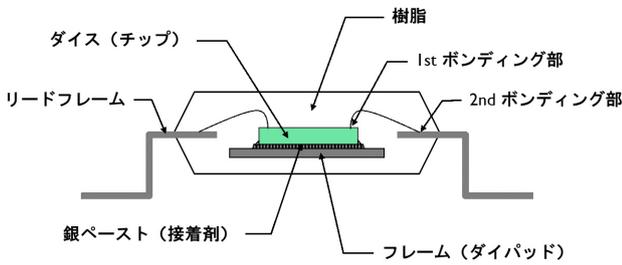


図1 半導体パッケージ内部構造

Fig.1 Internal structure of semiconductor package

②解析手順

図2に示す故障解析フローに従い、「一次解析」「二次解析」「三次解析」の順で実施した。

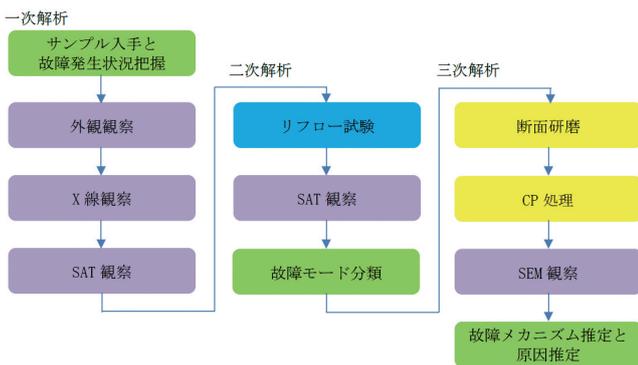


図2 故障解析フロー

Fig.2 Failure analysis flow

③解析結果

FETのロット毎の耐湿性の差が確認され、製造品質のばらつきが不具合発生の一因であることが判明した。解析結果を表1に示す。また解析結果に関連するデータを図3～図6に示す。

表1 解析結果

Table 1 Analysis result list

解析	観察法	解析結果	関連図
一次	外観	寸法・外観：異常なし，メッキ膜厚・組成：良品と不良品で相違なし	—
	X線	ペースト量・ダイス位置：良品と不良品で相違なし	図3
	SAT	LOTによる差異無し，剥離発生数：ゼロ	図4
二次		吸湿リフロー後不具合品対象LOTのみ剥離が発生	図5
三次	SEM	剥離を確認	図6

※SAT：超音波探査映像装置（Scanning Acoustic Tomograph）
SEM：走査型電子顕微鏡（Scanning Electron Microscope）

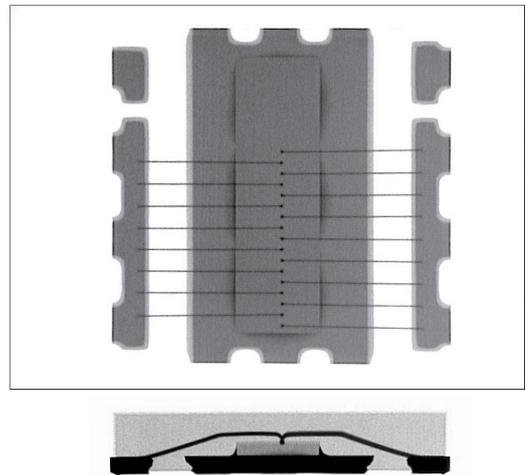


図3 X線透視画像

Fig.3 X-ray fluoroscopic image

1) 剥離を生じていない状態

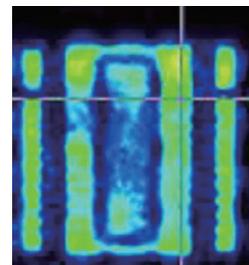


図4 剥離を生じていない状態のSAT画像

Fig.4 Tomographic view in a state of no delamination

2) 剥離を生じている状態 (吸湿リフロー後・不具合品対象ロット)

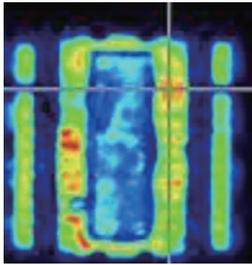


図5 剥離を生じている状態のSAT画像

Fig.5 Tomographic view in a state of delamination

※赤い部分が剥離を生じている

3) CP処理 (断面研磨) 後の状態

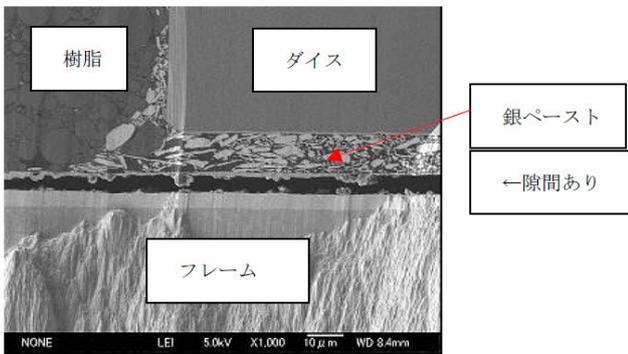


図6 CP処理した断面のSEM画像

Fig.6 Scanning electron micrograph of the cross-section

※CP処理：アルゴンイオンビームで断面を研磨し、平滑化する処理 (Cross Section Polisher)

4.4.2 不具合解析事例2---破断面解析

①不具合現象 ー材料の破壊による不具合ー

材料 (機構部品) の一つである回転軸に破断が生じた。このような材料の破壊に起因する不具合は製品市場における大きなリスクである。

②解析手順

電子顕微鏡 (SEM), 高倍率光学顕微鏡を用いて破断面を観察し、破断の起点、破壊応力の伝播方向、破断の種類とその原因を特定した。

③解析結果

観察された破断面の特徴的な模様から破断原因が特定された。特定された破断原因の例を図7~11に示す。

a) 延性破壊 (応力による塑性変形をともなう破壊)

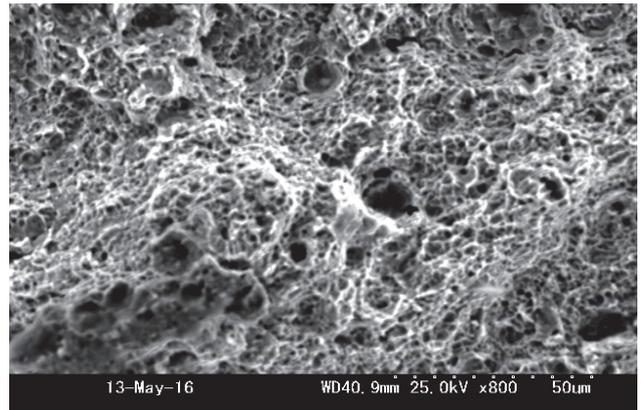


図7 延性破壊の様子 (SEM画像)

Fig.7 Ductile fracture view (SEM)

b) 脆性破壊 (応力による塑性変形をとまわらない急激な破壊)

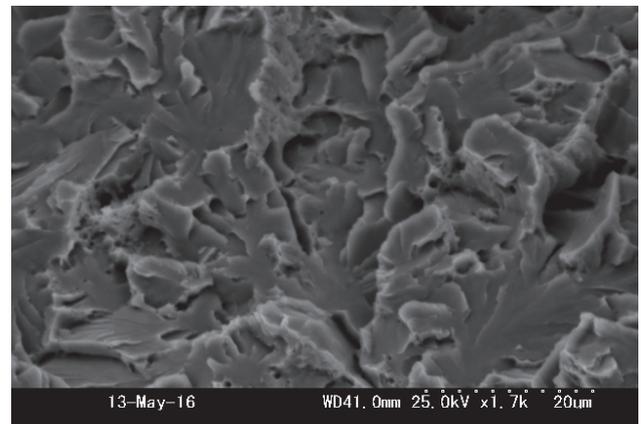


図8 脆性破壊の様子 (SEM画像)

Fig.8 Brittle fracture view (SEM)

c) 疲労破壊 (繰り返し応力による破壊)

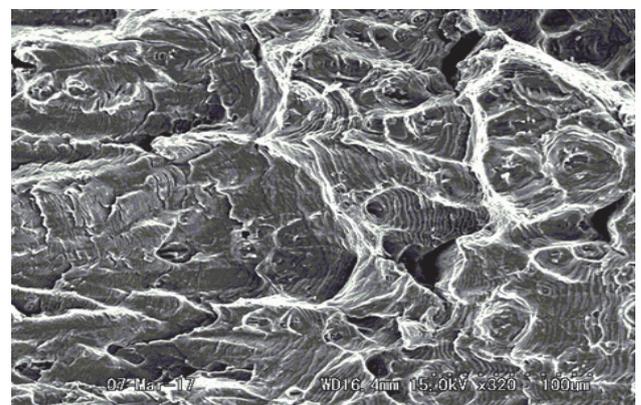


図9 疲労破壊の様子 (SEM画像)

Fig.9 Fatigue failure view (SEM)

d) 応力腐食割れ (応力と腐食による脆化の相互作用による破壊)

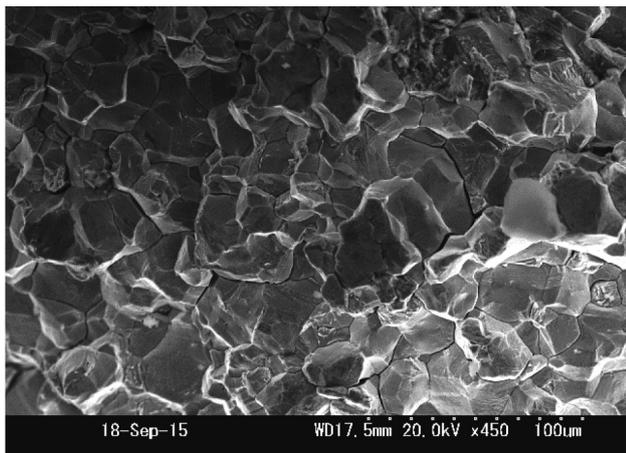


図10 応力腐食割れの様子 (SEM画像)

Fig.10 Stress corrosion cracking view (SEM)

e) ねじり・接触疲労破壊 (回転軸の摺動面が疲労で傷つくことによる破壊)

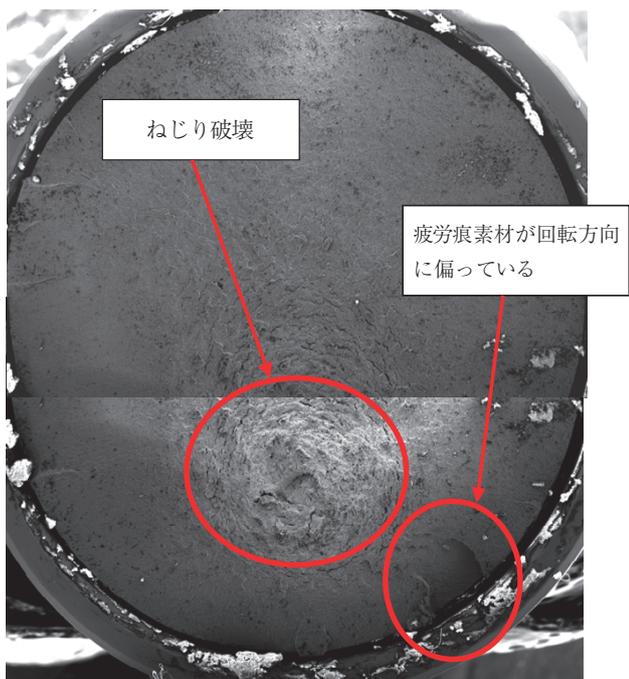


図11 ねじり・接触疲労破壊の様子 (SEM画像)

Fig.11 Torsion and contact fatigue fracture view (SEM)

5. あとがき

製品構造の複雑化や製品に対する要求の変化にともない、評価分析業務の在り方が問われている。この実情に対応すべく、評価分析業務を「垂直統合型」(単体の大型解析装置により全業務に対応する形態)から「水平分業型」(稼働率等の状況に応じて日清紡グループ内各社の装置を使い分ける形態)へ転換させ、ファブレス化によるコストダウンを図ることが求められる。また、評価試験の実施にあたり、製品の使用環境と故障モードとの相関を明確化するとともに開発設計部門との密な連携を図り、予防品質向上につながることが望まれる。今後はIEC電子部品品質認証制度 (IECQ制度) の独立試験所としての認証を取得し、コンサルティングをはじめとする付加価値の高い業務へ積極的に取り組み、新たな利益を創出するプロフィットセンターとしての活躍を目指す。

用語一覧

- EMI : Electromagnetic Interference (電磁気妨害)
- EMC : Electromagnetic Compatibility (電磁両立性)
- SAT : Scanning Acoustic Tomograph (超音波探査映像装置)
- CP : Cross Section Polisher
(アルゴンイオンビームで断面を研磨し、平滑化する方法)
- SEM : Scanning Electron Microscope (走査型電子顕微鏡)
- CAE : Computer Aided Engineering
(コンピュータ・シミュレーションによる分析技術)
- IECQ : IEC Quality Assessment System for Electronic Components
(IEC電子部品品質認証制度)
- X線CT : X-ray Computed Tomography
(ここではX線撮影した3次元透視画像)
- ポップコーン現象 : IC樹脂が吸湿していた水分により、リフロー時に体積膨張し、水蒸気爆発を起こしクラックが発生する現象