

## 登録認定

### ISO/IEC 17025

#### 試験所認定



- 機関名称 JAPAN TESTING LABORATORIES株式会社  
神奈川事業所 振動試験ラボ
- 認定機関 公益財団法人日本適合性認定協会(略称 JAB)
- 認定番号 RTL-03890
- 認定範囲 機械・物理試験  
(JIS D 1601 5.1 5.3 自動車部品の振動耐久試験)
- 初回登録 2014年3月18日

### ISO/IEC 17025

#### 試験所認定



認定番号 110903

- 規格名称 ISO/IEC 17025:2017
- 機関名称 JAPAN TESTING LABORATORIES株式会社  
(1)名古屋事業所 (2)春日井事業所
- 認定機関 ベリージョンソン ラボラトリー  
アクレディテーション インク(略称 PJLA)
- 認定番号 110903
- 認定範囲  
(1) 鉄鋼・非鉄金属のJIS Z 2241に基づく金属材料引張試験  
(2) 金属・樹脂・その他素材のJIS C 60068-2-14 Naに基づく  
低温・高温変化試験

### ISO/IEC 27001

#### 情報セキュリティマネジメントシステム認定



JQA-IM1310

- 機関名称 JAPAN TESTING LABORATORIES株式会社 本社
- 認定機関 一般財団法人日本品質保証機構(略称 JQA)
- 認定番号 JQA-IM1310
- 認定範囲 開発品の信頼性を評価する計測・試験・分析事業
- 初回登録 2015年5月15日



JAPAN TESTING LABORATORIES

## ECU評価カタログ

### ECU EVALUATION CATALOG



JAPAN TESTING LABORATORIES 株式会社

▶ 評価技術に関するご質問・ご相談は  
web のお問い合わせフォームまで

<https://jtla.co.jp>

# ECUの評価技術サービスを提供し、 自動車部品の評価業務をトータルサポートします

自動車は益々電動化が進んでおり、その制御を司るECUの搭載数も、車種により大きなばらつきがあるものの平均で20〜30個とも言われています。ECUが制御する対象も多種多様ですが、いずれの部品もECUが故障すると正常に動かすことが出来ません。従いまして、ECUの信頼性は非常に重要であると言えます。

JTLではそのECUの信頼性を評価する機器を多数保有しており、また、豊富な経験に基づく確かな知見があります。本サービス案内では、ECUの信頼性試験業務を中心に、試験後の評価の一例をご紹介します。中には一般的な信頼性評価には含まれない事例も複数含まれますが、関連業務の一端としてご紹介します。

JTLはこれらの技術を活かし、お客様の評価業務をトータルサポートします。

ADAS 系 ECU

セーフティー系 ECU

シャシー系 ECU

ボディー系 ECU

パワートレイン系 ECU

プリント基盤

ケース

コネクタ

## 開発工程別の評価一覧

開発の工程ごとに必要となる評価内容は異なります。

JTLでは多様なサービス展開により、すべての工程に対して以下のような評価が可能です。

1

設計・開発・試作

形状および寸法評価・CAE 解析 / 材料および部材の選定・検証

2

評価・試験

信頼性試験 / 特性評価（電氣的・機械的）

3

生産技術・製造

接合評価（はんだ・接着）

4

品質管理・品質保証

不具合解析 / 故障解析

## 対応規格例

対応可能規格の一例を紹介します。下記規格以外にもメーカー個別規格など多数対応実績があります。

IEC 規格

|               |                 |
|---------------|-----------------|
| IEC60068-2-6  | 正弦波振動試験         |
| IEC60068-2-14 | 温度変化試験          |
| IEC60068-2-27 | 衝撃試験            |
| IEC60068-2-30 | 温湿度サイクル試験       |
| IEC60068-2-38 | 温湿度組み合わせサイクル試験  |
| IEC60068-2-52 | 塩水噴霧サイクル試験      |
| IEC60068-2-60 | 混合ガス流腐食試験       |
| IEC60068-2-64 | 広帯域ランダム振動試験     |
| IEC60068-2-78 | 高温高湿（定常）試験      |
| IEC60068-4-2  | 静電気放電イミュニティ試験   |
| IEC60068-4-4  | 電氣的ファストランジェント試験 |

ISO 規格

|            |              |
|------------|--------------|
| ISO16750-2 | JASO D001-94 |
| ISO16750-3 | JASO D014-3  |
| ISO16750-4 |              |
| ISO10605   |              |

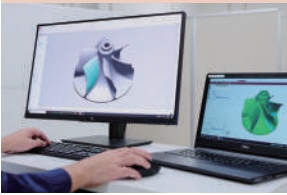
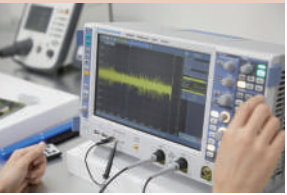
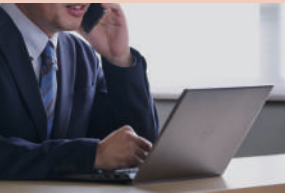
JIS 規格

|            |
|------------|
| JIS D 1601 |
| JIS D 0203 |
| JIS D 0207 |

JASO 規格

|              |
|--------------|
| JASO D001-94 |
| JASO D014-3  |

評価サービス一覧

| 信頼性試験手法、試験機の選択                                                                     | 試験前準備 P.5                                                                          | 初期特性 P.6                                                                                                                | 信頼性試験の実施 P.7-9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                      | 中間確認                                                                                                                       | 試験後特性 P.6                                                                                                             | 報告書作成 / 提出<br>サンプル納品                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 試験内容の摺合せをします。<br>依頼内容の分かる資料をご準備ください。<br>また、規格外の試験も試験方法の検討から始めますので、まずはご相談ください。      | 試験前の準備をします。<br><br>例<br>・試験治具、固定治具の設計製作<br>・製品の組み立て<br>・必要機材の手配<br>・CAE 解析         | 試験前の初期特性を計測します。<br><br>例<br>・電圧降下<br>・締め付けトルク<br>・絶縁抵抗<br>・耐電圧<br>・温度上昇<br>・瞬断モニタ<br>・エアリーク<br>・挿抜荷重<br>・液圧 / 空圧<br>・外観 | 信頼性試験を実施いたします。温度環境下、通電条件での試験も可能です。必要な機器類もご用意します。<br><br>振動試験<br>・複合環境試験<br>・ストローク試験<br>・共振点検出試験 / 共振耐久試験<br>・衝撃試験<br>・ランダム試験<br>・衝突荷重印加試験<br>・SOR 試験 /SOS 試験<br><br>環境試験<br>・サーマルショック試験<br>・パワーサイクル試験<br>・結露試験<br>・恒温恒湿試験<br>・温湿度サイクル試験<br>・高温放置試験<br>・低温放置試験<br>・耐油試験<br><br>電気試験<br>・薬品試験<br>・塩水噴霧試験<br>・複合サイクル試験<br>・ガス腐食試験<br>・キセノンウェザーメーター<br>・耐水性試験<br>・耐塵 / 粉塵試験 |                                                                                      | また、必要に応じて立会い試験（一部、オンラインも可）も可能ですのでお気軽にご相談ください。<br><br>試験経過をご報告します。<br><br>例<br>・サンプル取り出し<br>・写真撮影<br>・温度プロファイル<br>・電气的特性データ | 試験後の特性を計測します。<br><br>例<br>・電圧降下<br>・締め付けトルク<br>・絶縁抵抗<br>・耐電圧<br>・温度上昇<br>・瞬断モニタ<br>・エアリーク<br>・挿抜荷重<br>・液圧 / 空圧<br>・外観 | 評価内容を報告書にまとめ、提出します。<br>貴社指定の様式での作成も可能です。                                             |
|  |  |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                        |                                   |  |

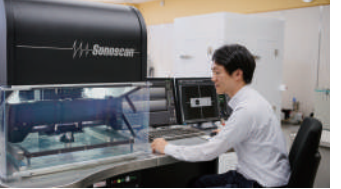
併用して評価

↑

↑

↑

↑

| 形状評価 P.10                                                                                                                                                               | 分析・解析 P.11-12                                                                                                                                                              | 材料評価 P.13                                                                                                                                                                   | 膜調査 P.14                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| サンプルの形状確認をします。<br><br>・3D 形状測定 (3D デジタイザ、X 線 CT)<br>・輪郭形状測定<br>・表面粗さ測定                                                                                                  | サンプルの分析・解析をします。<br><br>・クラック・ポイド調査<br>・BGA の広域 CP 加工 ×EBSD 解析<br>・マイグレーション評価<br>・防湿材の材料同定<br>・3D-SEM 立体構造解析                                                                | サンプルの材料評価をします。<br><br>・引張試験<br>・破面解析<br>・組成分析                                                                                                                               | サンプルの膜調査をします。<br><br>・アルマイト膜の断面観察<br>・ナノインデントーション硬さ評価<br>・摩耗特性評価                                                                                                            |
|   |   |   |   |



# 試験前準備

試験を実施するには、サンプルの準備や治具など、前準備が重要となります。  
また、試験前に CAE 解析を実施することで、試験精度の向上が可能です。  
JTL ではこれらを一括で対応します。

## サンプル組み立て

“部品”を支給いただければ、全工程において弊社がサンプル組み立てを対応します。  
評価に合わせた部材・線材の選定や加工（防水加工）、組み立てながらの試験実施もお任せ下さい。

作業風景



はんだ付け

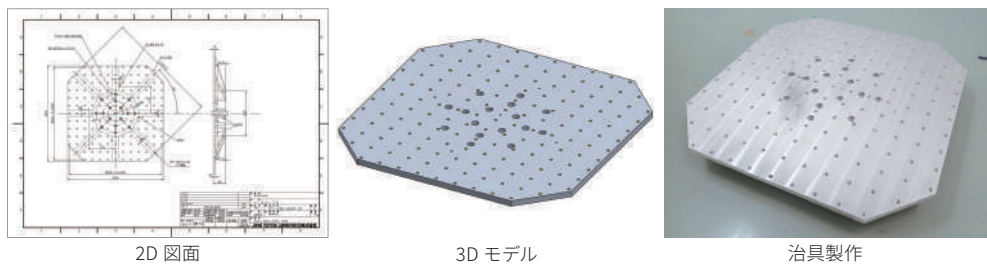
防水加工

部材選定

## 治具設計・製作

サンプル形状や試験目的に合わせて、[周波数や加速度][通電]等を考慮した治具形状や材質をご提案します。  
評価業務で培ったノウハウを活かし、測定線や電源線が断線しないように設計・製作します。

治具イメージ（例：加振機への取付治具）



2D 図面

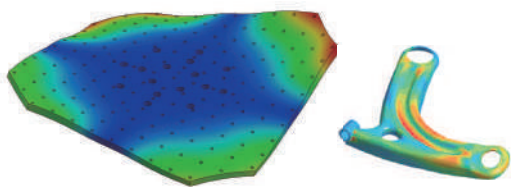
3D モデル

治具製作

## CAE 解析

CAE とは設計・製品開発の初期段階から、パソコン上でシミュレーションできる技術です。  
振動や衝撃といった構造上の問題、熱の発生や伝わり易さの熱問題、不具合で発生したお困りごとにも、  
CAE 解析にて提案・解決が可能です。

アウトプットイメージ



解析データ

所有ソフト

- Hyper Works
- Femap with NX Nastran
- ANSYS
- Stream
- SCRYU/Tetra
- 3D-TIMON

依頼実績（一部抜粋）

- 振動治具の共振 / 周波数応答解析
- ECU の振動解析
- 試作品の衝撃解析
- はんだ部の疲労解析
- ダイカスト品の熱流体解析

# 試験前後の特性評価

信頼性試験前後で必要となる電気特性や機械特性の評価が対応可能です。  
以下はコネクタ評価を中心に紹介していますが、  
下記以外の評価も対応可能ですので、まずはご相談ください。

## 電圧降下

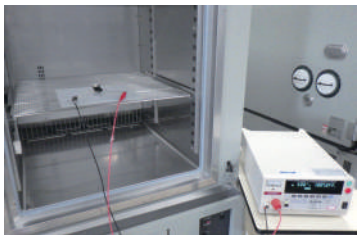
測定部位の両端に発生する電位差を測定します。微小電流から高電流まで対応可能です。



100μA～100A（過去実績範囲）

## 絶縁抵抗

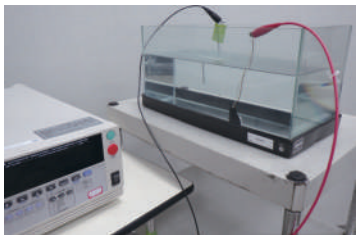
直流電圧を印加した際の絶縁抵抗を測定します。



温湿度環境下、水中での測定も可能

## 耐電圧・水中耐電圧

交流電圧を印加した際の漏れ電流を測定します。



温湿度環境下、水中での測定も可能

## 温度上昇

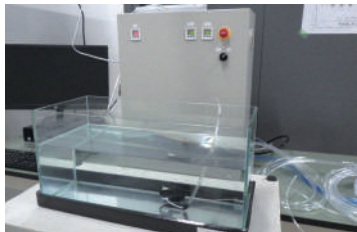
通電による発熱量を測定します。



- 無風室サイズ：2m（高温無風層と組み合わせも可能）
- 自然対流式槽内寸法：W600×H500×D500mm

## シール性能試験

圧縮空気を送り、コネクタのシール性を測定します。



最大荷重：200kPa

## ネジ締めトルク 増し締め/戻し/破壊

トルク値の測定や破壊トルクの実施が可能です。

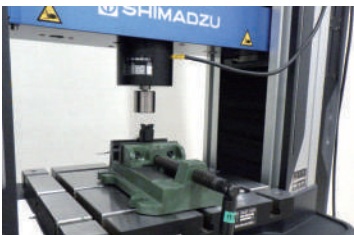


試験対応範囲：2～200N・m

## コネクタ挿入力 / 離脱力 / 保持力の一般試験

オートグラフを使い、引張圧縮試験で荷重値を測定します。

- キャップ挿入 / 保持
- ハウジング挿入 / 離脱 / 保持
- コネクタ挿入 / 離脱 / 保持
- 端子挿入 / 保持
- 端子 / シールド圧着部強度
- カラー部保持力
- ナット離脱 / 支持荷重



最大荷重：500kH/専用治具も製作可能

## 取り付け部強度確認

プッシュプルゲージを用いて供試品の変形有無を確認します。



最大荷重：500N



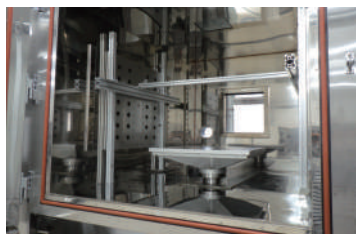
# 信頼性試験（1/2）

各種耐久試験装置を複数台保有しており、付帯設備の選定からセッティングまで全て対応可能です。  
評価内容に合わせた試験・設置方法など技術相談にも対応します。

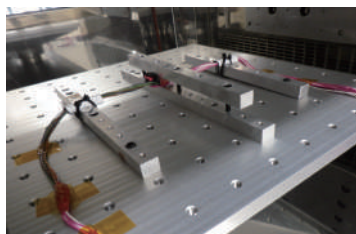
## 振動試験

温湿度環境・通電負荷を組み合わせた、複合環境条件での振動試験です。  
測定線・電源線が断線しないようノウハウを活かしてセッティングを行います。

- ・複合環境試験
- ・ストローク試験
- ・共振点検出試験  
/ 共振耐久試験
- ・衝撃試験
- ・ランダム試験



最大加振力：6.5t  
最大恒温槽サイズ：□1,500mm  
最大変位：100mmp-p



恒温槽壁有りのため外部固定可能  
対面両扉有り

## サーマルショック試験

高温・低温による急激な温度変化を加え、加速劣化させる試験です。



低温範囲：-70 ～ 0℃  
高温範囲：60 ～ 200℃  
2ゾーン・3ゾーン方式に対応可能  
試験室耐荷重：100kg（等分布荷重）

## 結露試験

低温低湿・高温高湿のサイクルにより結露を生じさせる試験です。



結露サイクル試験時  
高温範囲：-10 ～ 100℃  
低温範囲：-40 ～ 10℃  
湿度範囲：40 ～ 95%RH

## 恒温恒湿試験 温湿度サイクル試験

高温高湿（95℃、98% RH）や、温湿度勾配制御下での試験です。



温度：-70 ～ 180℃  
湿度：20 ～ 98%RH  
勾配：15℃/ 分  
最大□2,000mm 程度の槽有り

## 高温・低温放置試験

一定温度（高温・低温）を負荷する事で、評価する試験です。



温度範囲：-70 ～ 360℃

## 薬品試験

酸・塩基性溶液またはオイル等を塗布し、温度環境下で放置する試験です。



SDS をご準備ください

## 耐油試験

オイルで満たしたタンク内に供試品を浸漬し、高温条件・圧力条件等を負荷する試験です。



多様なサイズのタンク有り  
排気ダクト完備

## 負荷装置・カレントサイクル・過電流

数十台の負荷装置を用いたヒューズボックスの試験などにも対応します。長期間のプログラム通電や短期的な過負荷通電試験が可能です。



## ガス腐食試験

環境条件下にて、単一ガスや下記 4 種を複合させた混合ガスを曝露させ、供試品の耐食性を評価する試験です。



ガス種類：SO<sub>2</sub>（二酸化硫黄）、NO<sub>2</sub>（二酸化窒素）、  
Cl<sub>2</sub>（塩素）、H<sub>2</sub>S（硫化水素）  
機内寸法：W440×H500×D500mm

## 耐水性試験

耐湿性、耐水性、防水性を再現・評価する試験です。



主な対応規格：IPX1 / IPX2（滴下試験）  
IPX3 / IPX4 / IPX4K（散水試験）  
IPX5 / IPX6 / IPX6K（噴流試験）  
IPX7 / IPX8（浸水試験）  
IPX9K（高压洗浄）

## 塩水噴霧試験・複合サイクル試験

塩水噴霧のみ、または塩水噴霧・乾燥・湿潤を組み合わせ、耐食性や絶縁劣化を確認する試験です。



槽内寸法：W2,000×H1,000×D500mm

## キセノンウェザーメーター

キセノンランプを用いて屋内外を模擬した環境下で耐候性を確認する試験です。



放射照度：①60 ～ 180W/m<sup>2</sup>②0.51 ～ 1.65W/m<sup>2</sup>  
波長：300 ～ 400nm  
インナーフィルタ：石英ガラス  
アウターフィルタ：#275、#295

## 耐塵・塵埃試験

ダストを供試品に噴き付け塵埃に対する耐塵性能を評価する試験です。



試験用粉体：タルク、関東ローム、AC ダスト、  
ポルトランドセメント（過去実績）  
IP5X、IP6X、IP5KX などに対応可能  
浮遊、気流式試験機を保有

# 信頼性試験（2/2）

各種環境試験に加え、EMC 試験（ノイズ試験）や電気安全試験にも対応しています。  
EMC 試験は各国際規格に対応しており、異常発生時の調査まで含めワンストップで対応可能です。

## 電気安全・電気化学試験

高電圧を印加し絶縁性を確認する絶縁耐圧試験や、絶縁欠陥の確認を行う部分放電試験、漏れ電流試験、腐食のされやすさを評価する電気化学試験を行います。



[耐電圧]  
AC 0 ～ 5,000kV 電流 100mA  
DC 0 ～ 6,000kV 電流 20mA  
[絶縁抵抗]  
DC 50 ～ 1,000V  
0.001GΩ ～ 50.00GΩ



ポテンショスタット  
/ ガルバノスタット  
  
最大出力 ±15V ±1A

## EMC 試験（イミュニティ試験／エミッション試験）

車載電子機器を対象とした EMC 試験専用暗室と、高いシールド性能を有したシールドルームで国際規格、国内外自動車メーカー規格などさまざまな規格に対応しています。



シールドルーム



静電気試験機



誘導ノイズ試験機

### ▶ エミッション（妨害波）測定

|                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| CISPR 25（放射エミッション、伝導エミッション） | MIL-std-461（磁界放射エミッション） |
|-----------------------------|-------------------------|

### ▶ イミュニティ試験（電磁波・ノイズ耐性）

|              |             |               |              |             |
|--------------|-------------|---------------|--------------|-------------|
| ISO 11452-2  | ISO 14452-3 | ISO 14452-5   | SAE J1113-25 | ISO 11452-9 |
| ISO 11452-8  | ISO 11452-4 | ISO 7637-2    | ISO 7637-3   | ISO 7637-4  |
| JASO D001-94 | NECA TR-28  | IEC 61000-4-4 | ISO 16750-2  | ISO 21780   |
| ISO 21498    | ISO 10605   | レーダーパルス       |              |             |

### ▶ その他

|           |           |
|-----------|-----------|
| IEC 62311 | ISO 13766 |
|-----------|-----------|

### ▶ E マーク認可取得代行

|         |          |
|---------|----------|
| ECE R10 | ECE R116 |
|---------|----------|

# 形状評価

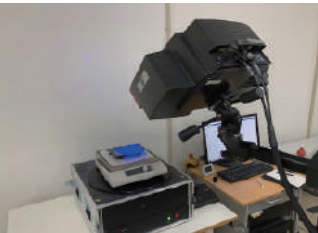
各種環境試験を実施したサンプルは、その評価内容に応じて形状変化が生じます。  
その変化を可視化した事例を紹介します。

## 3D 形状測定（3D デジタイザ）

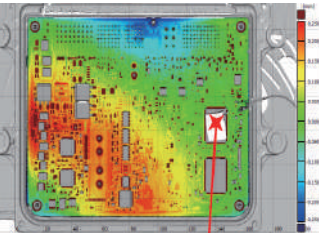
電子基板を加熱した状態で 3D デジタイザを使用して形状測定したところ、一部で基板の膨らみが確認されました。  
このように、基板の反りを含め様々な形状変化の可視化が可能です。

### ▶ 3D デジタイザによる形状比較

装置／ GOM 製 ATOSIII Triple Scan  
使用レンズ／ MV320  
測定範囲／ 320×240×240mm  
（縦）（横）（奥）  
測定精度／ ±16μm



3D デジタイザによる測定



電子基板の反り状況

## 輪郭形状測定

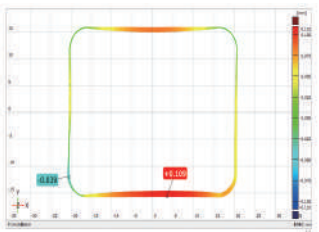
熱衝撃試験後のコネクタの輪郭形状を初期状態と比較したところ、一部が内側に向かって反っていることが分かりました。  
勘合に対する影響（干渉）の有無も確認することができます。

### ▶ 3 次元測定機による形状比較

装置／ Mitsutoyo 製  
CRYSTA-ApexC7106  
スキャニングプローブ／ SM25-2  
測定精度／ 2.3μm 以下



測定風景



コネクタ熱処理前後の比較結果

## 表面粗さ測定

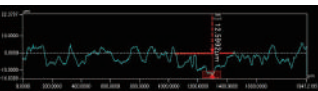
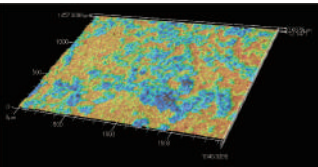
ECU を腐食試験にかけアルミ筐体の腐食具合を比較したところ、白錆の発生と共に、表面が粗くなっている状況が確認できました。  
表面粗さは三次元的に定量評価ができます。

### ▶ 腐食試験／複合サイクル試験

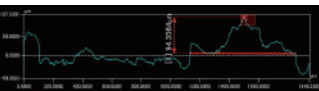
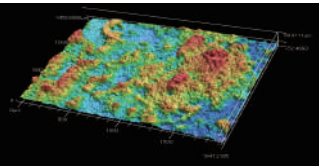
装置／ スガ試験機製 CYP-90

### ▶ 表面粗さ測定／レーザー顕微鏡

装置／ キーエンス製 VK-X1100  
高さ分解能／ 0.5nm  
測定精度／ 0.2+L/100μm 以下



試験前



試験後



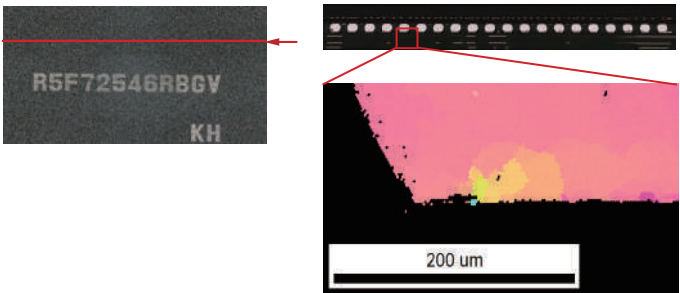
# 分析・解析

各種環境試験により電子基板に生じた変化を分析した事例を紹介します。  
発生した事象に合わせて、目的に対して最適な手法での分析・解析が可能です。

## BGA の広域 CP 加工 ×EBSD 解析

冷熱衝撃試験後の BGA はんだボールの断面観察を行いました。  
断面加工後、EBSD 解析を行ったところ、熱応力による微小クラックの発生と、クラック周辺の結晶組織の微細化が確認されました。

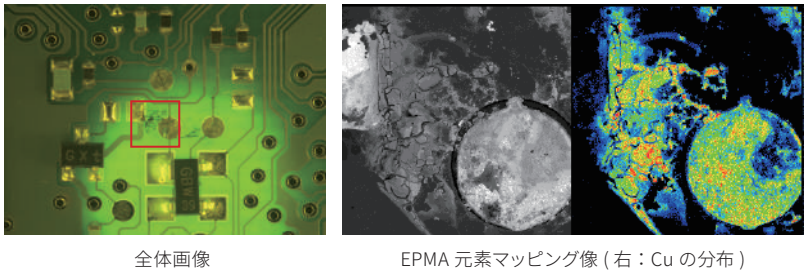
- ▶ 広域イオンミリングによる加工  
装置／ 日立ハイテック製 Arblade5000  
最大加工幅／ 8mm
- ▶ EBSD 解析  
装置／ 日立ハイテック製 FE-SEM  
Regulus 8230



## マイグレーション評価

電子基板に通電した状態で恒温恒湿試験を実施したところ、マイグレーションの発生が確認されました。  
EPMA での分析を組み合わせる事で、事象の特定と要因推定が可能です。

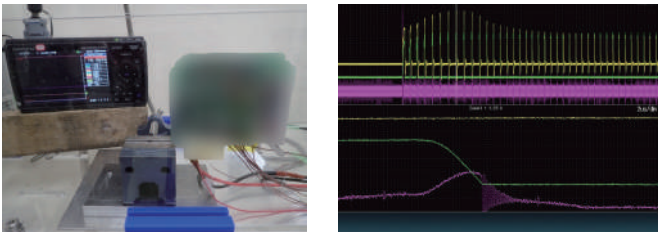
- ▶ 恒温恒湿試験  
装置／ ETAC 製 TH403EH
- ▶ 元素マッピング  
装置／ JEOL 製 FE-EPMA  
JXA-8500F  
最大分析領域／ 90×90mm



## FH(Fire Hazard) 評価

通電によるショートなどの故障発生有無および故障発生時における故障モードを確認しました。  
製品規定や回路を確認の上、基板改造を含む試験方法の提案、試験のカスタマイズが可能です。

- ▶ 通電  
電源／ 高砂製 FX010-300 ほか  
ファンクションジェネレータ／  
横河製 FG8724D
- ▶ 計測  
電流プローブ／ 岩崎通信機製 SS-270  
データロガー／ GRAPHTEC 製 GL840

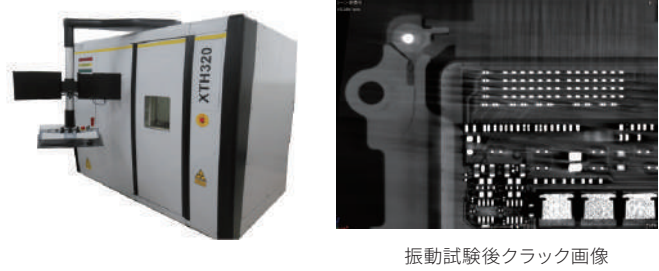


各部材に着目し、非破壊観察や分析を実施した事例を紹介します。  
非破壊解析と各種解析を組み合わせることで、ベンチマーク目的の調査も可能です。

## 非破壊解析

振動試験を実施後、ECU 全体を X 線 CT で観察し、各部の構造を確認しました。結果、ケースの一部にクラックが確認されました。  
非破壊の特性を活かして、各部の状態変化を捉えることができます。

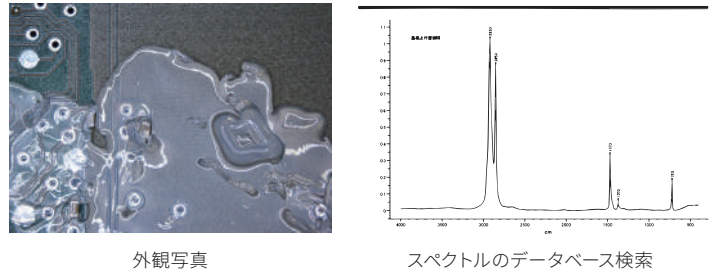
- ▶ X線CT  
装置／ Nikon 製 XTH320  
最大管電圧／ 320kV  
フラットパネル／ 16inch  
最大撮像範囲／ φ300×H300mm



## 有機物の材料同定

電子基板に付着していたゲル状の物質の材料同定を行いました。結果、ポリエチレンを主とする物質と同定されました。  
有機物に対する材料同定が可能です。

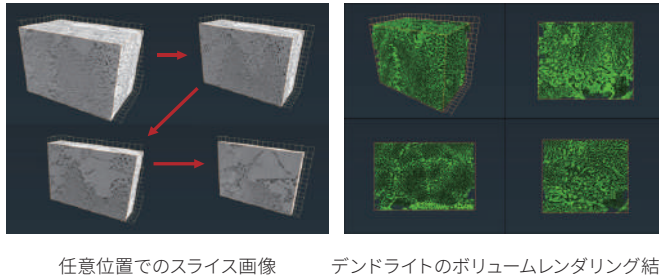
- ▶ FT-IR による材料同定  
装置／ パーキンエルマー製  
FrontierGold  
測定モード／ 透過・反射・ATR  
マッピング対応可



## 3D-SEM 立体構造解析

ケースに使用されているアルミダイカストが有する微細合金組織を 3D-SEM で可視化しました。  
組織の微細化や均一化の定量的評価が可能で、後工程に有益な知見を得ることができます。

- ▶ FIB-SEM による 3D シリアル  
セクションニング方式 (破壊検査)  
装置／ 日立ハイテック製 NX5000  
測定領域／ 20×20×15μm  
スライス取得枚数／ 300 枚



# 材料評価

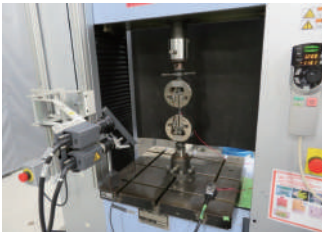
使用されている材料の物性評価や組成分析が可能です。  
製品から切り出してこれらの評価が可能ですので、製品の実体を正確に把握し、設計に活かすことができます。

## 引張試験

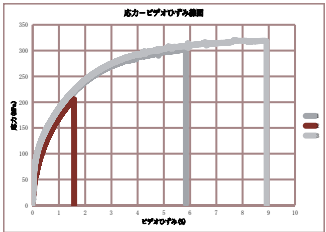
アルミ筐体から試験片を切り出して S-S 線図を取得しました。  
このような材料物性としての評価はもちろん、専用治具の設計・製作による製品評価にも積極的に対応しています。

▶ 引張試験

装置／ 島津製 オートグラフ  
AG-100kNX  
伸び測定／ ビデオ伸び計  
取得データ／ 応力-ひずみ線図  
弾性率



引張試験



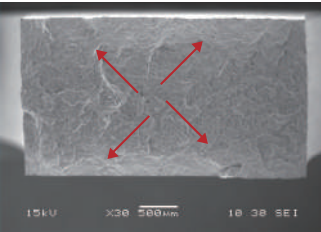
応力 - ビデオ歪み線図結果

## 破面解析

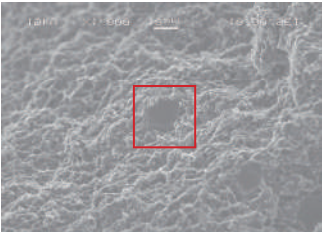
引張試験後の破面を SEM で観察したところ、大きな凹凸とディンプルが確認されました。  
このことから延性破壊と推定できます。破面を観察することで破壊モードの推定が可能です。

▶ SEM 観察

装置／ JEOL 製 SEM JSM-6480LA  
最大試料サイズ／ φ180mm×70mm(H)  
分解能／ 3.0nm(15kV)



破断面全体 (SEI)



破断面拡大 (BEC)

## 組成分析

アルミ筐体の組成分析を行いました。主成分は蛍光 X 線分析で分析し、微量元素は ICP-AES で分析しました。  
これらの分析結果と引張試験結果から材料を推定することが出来ます。

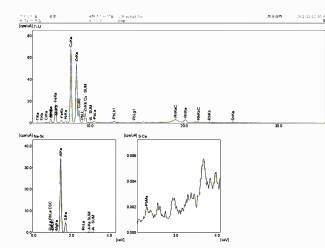
▶ 主成分分析

装置／ 島津製作所製 EDX-7000



▶ 微量成分分析

装置／ SPECTRO 製 ICP-AES  
SPECTRO BLUE



蛍光 X 線分析

|     | アルミ材(w/w%) |
|-----|------------|
| Cu  | 1.9        |
| Si  | 11         |
| Mg  | 0.087      |
| Zn  | 1.3        |
| Fe  | 0.76       |
| Mn  | 0.22       |
| Ni  | 0.039      |
| Sn  | 0.012      |
| Pb  | 0.048      |
| Ti  | 0.063      |
| Al* | 85         |

ICP 分析

# 膜調査

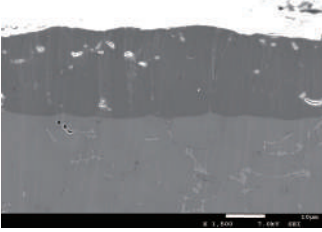
薄膜の評価事例を紹介します。  
本事例のアルマイト膜に限らず、めっき、コーティングなどあらゆる薄膜に対して、同様な評価が可能です。

## 断面観察

アルミ筐体を断面観察したところ、アルマイト膜が確認されました。  
膜厚の測定はもちろん、封孔処理の状態を確認することもできます。

▶ SEM 観察

装置／ JEOL 製 FE-SEM JSM-7000F



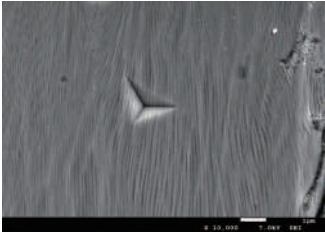
アルマイト膜の断面観察

## ナノインデンテーション硬さ評価

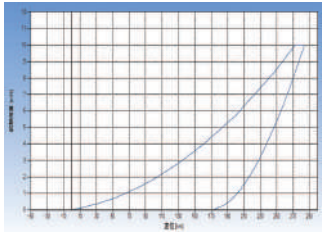
ナノインデンテーション試験によりアルマイト膜の硬さを評価しました。  
ビッカース硬さ計では対応の難しい薄膜の評価を行うことができます。

▶ ナノインデンテーション試験

装置／ ELIONIX 製 ENT-NEXUS  
荷重範囲／ 5μN ～ 2N  
取得データ／ ビッカース硬さ ( 換算値 )  
弾性率  
オプション／ 加熱対応可



圧痕画像



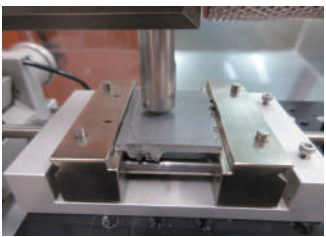
荷重変異曲線

## 摩耗特性評価

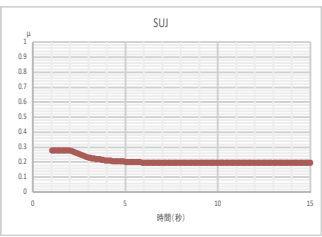
ボール on ディスク法によりアルマイト膜の摩擦係数を測定しました。  
ボールの材質を変えることで、相手材毎の摺動特性を評価することができます。

▶ 摩擦係数測定

装置／ CSM 製 TRB-S-DU0000  
荷重範囲／ 1 ～ 10N  
取得データ／ 摩擦係数  
オプション／ 液中・加熱対応可



アルマイト膜の摩擦摩耗試験



摩擦係数結果