

# ケーブルの被覆材の解析

＜概要＞ キーワード：成分特定、定性・定量分析、GC/MS、ICP-MS、充填剤、可塑剤、滑剤

基板上の部品に接続されているケーブルは、下図の通り導電線の他に様々な材料から構成されています。特に被覆材は有機物・無機物共に多岐にわたる物質が含まれています。

今回は橙色の外部被覆材についてGC/MS、Py-GC/MS、ICP-MSによる定性・定量分析を行いました。その結果、外部被覆材の材料組成が判明しました。

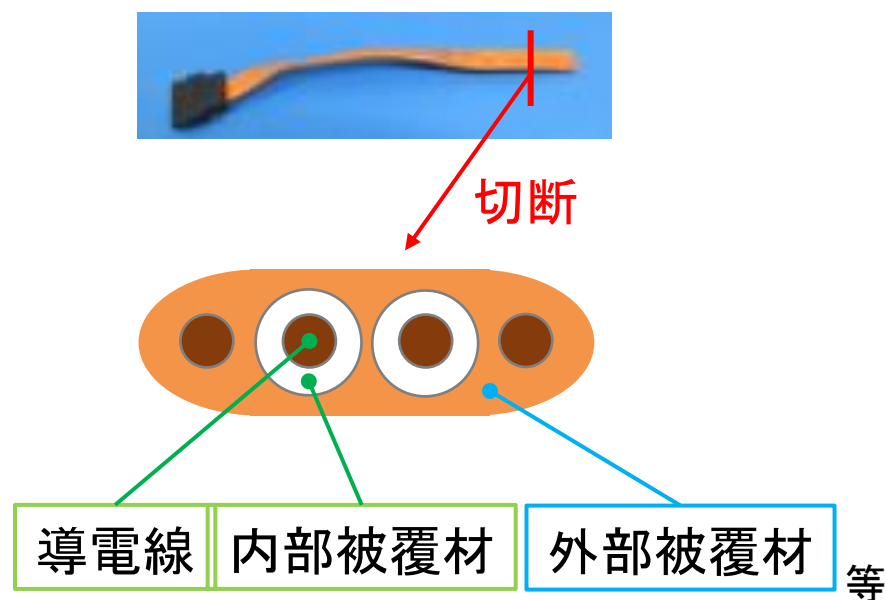


図1 電線断面構造のイメージ図

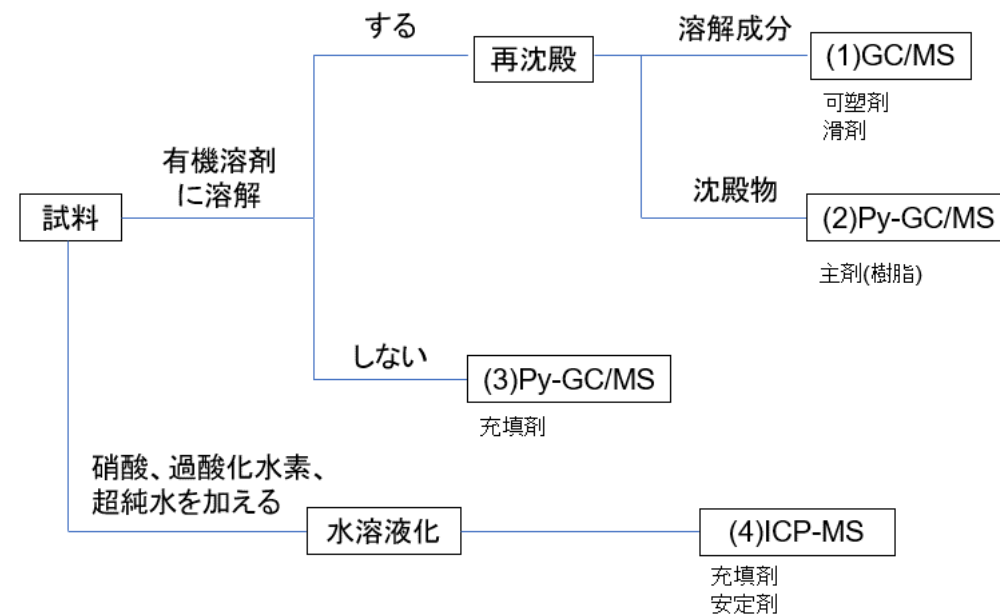


図2 外部被覆の分析フロー

# ケーブルの被覆材の解析

## 外部被覆材の解析結果

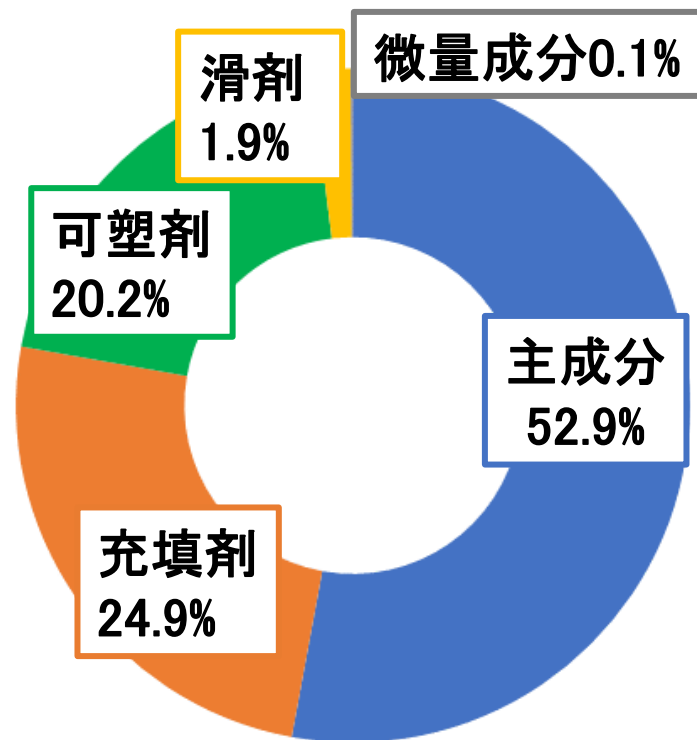


図3 外部被覆材の分析結果

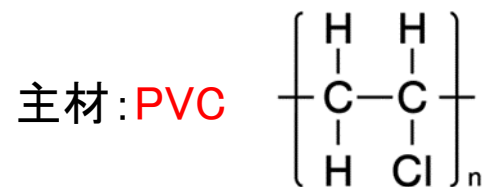
表1 含有成分の詳細

| 組成   | 成分名            | 配合[%] | 性質                              |
|------|----------------|-------|---------------------------------|
| 主成分  | PVC            | 52.9  | 柔軟性、耐久性など                       |
| 充填剤  | 炭酸カルシウム<br>タルク | 24.9  | 電氣的・機械的性質向上<br>(一般配合量 最大50%)    |
| 可塑剤  | フタル酸ジイソニル      | 20.2  | 柔軟性付与・機械的性質向上<br>(一般配合量 10-60%) |
| 滑剤   | パルミチン酸メチル      | 1.9   | 表面仕上げ、印字性向上等                    |
| 微量成分 | Ba, Zn, Tiなど   | 0.1   | 不純物、その他                         |



定性→定量のステップを踏むことで  
未知試料の組成分析が可能

# 補足1:Py-GC/MS、GC/MSによる外部被覆の分析



可塑剤: **フタル酸ジイソニル(DINP)**

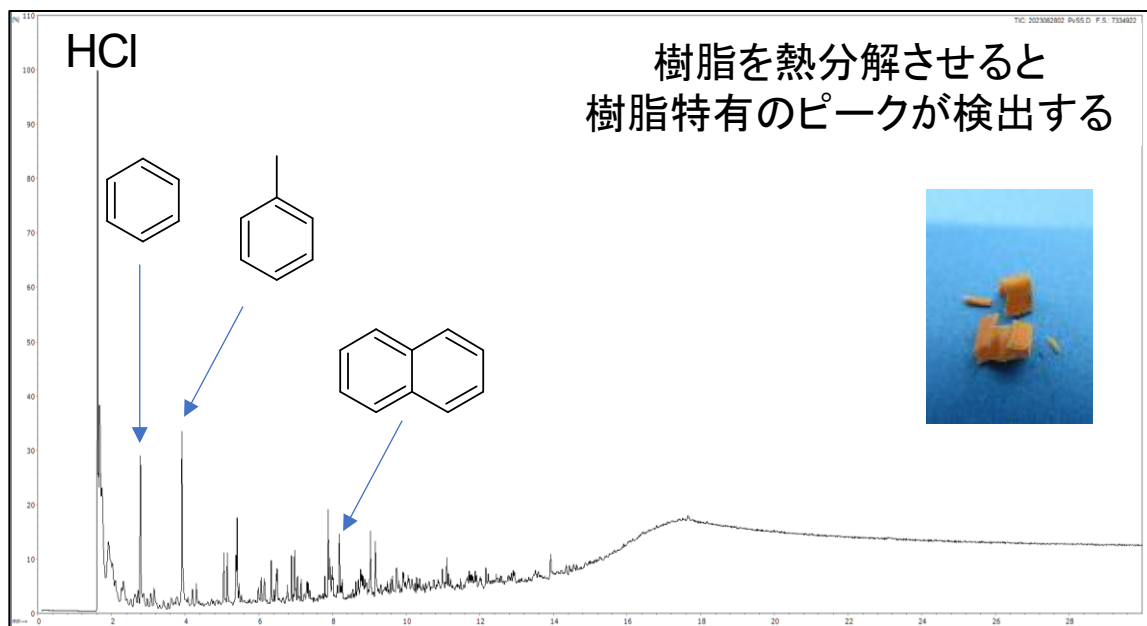
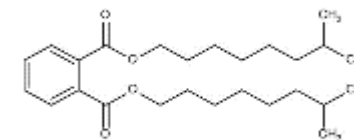


図4 外部被覆のPy-GC/MSクロマトグラム

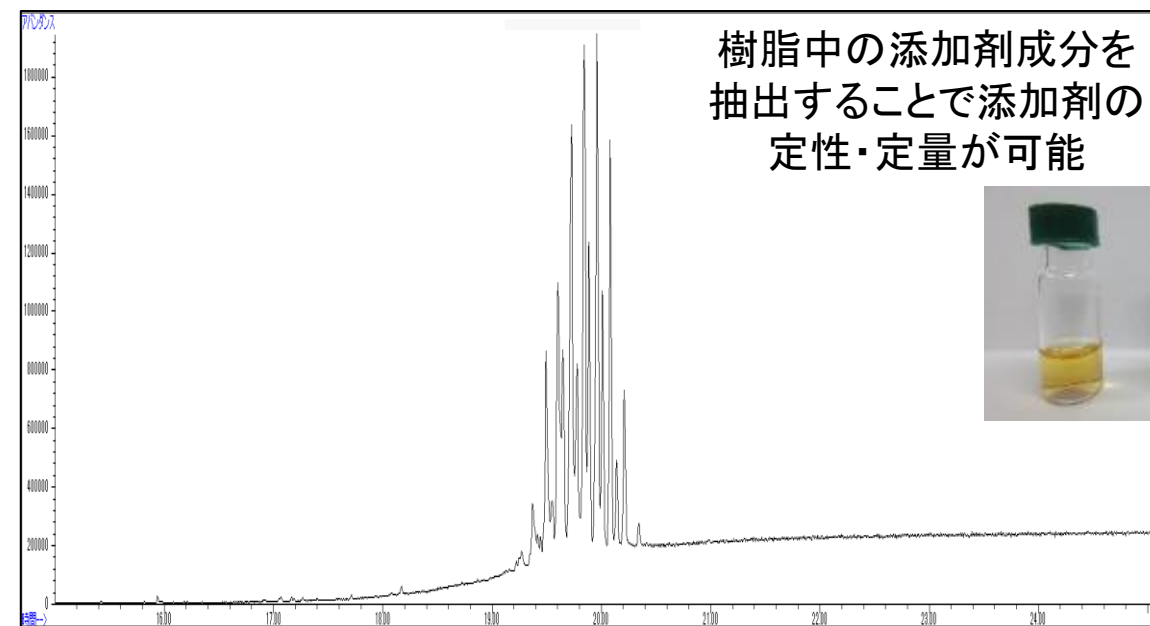


図5 可塑剤のGC/MSクロマトグラム



外部被覆に用いられる樹脂成分や可塑剤の分析には、Py-GC/MSやGC/MSが有効！

# 補足2:ICP-MSによる金属元素分析

## STEP1:全測定可能元素の簡易分析(定性分析)

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| H  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | He |
| Li | Be |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | B  | C  | N  | O  | F  | Ne |
| Na | Mg |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Al | Si | P  | S  | Cl | Ar |
| Na | Ca | Sc | Ti | V  | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| Rb | Sr | Y  | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I  | Xe |
| Cs | Ba | L  | Hf | Ta | W  | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn |
| Fr | Ra | A  | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Cn | Nh | Fl | Mc | Lv | Ts | Og |
|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|    |    | L  | La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu |
|    |    | A  | Ac | Th | Pa | U  | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr |

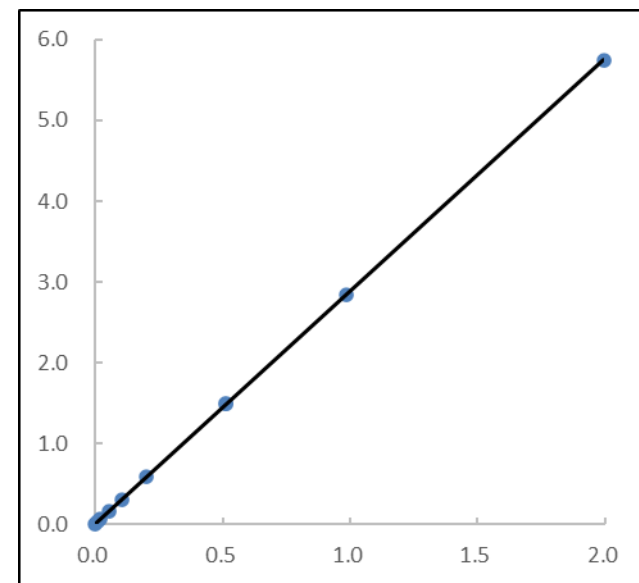
測定可能  
 測定不可

図6 ICP-MSで測定可能な元素一覧

- 定性分析の結果、外部被覆材からMg, Si, Ca, Ti, Znが検出された。

## STEP2:検量線法による定量分析

強度比[-]



濃度[mg/L]

図7 Ca検量線

表2 定量分析結果

| 元素 | 含有量   |
|----|-------|
| Mg | 0.90  |
| Si | 0.090 |
| Ca | 9.1   |
| Ti | 0.027 |
| Zn | 0.050 |

単位[%]

- 濃度既知の標準液を使用して検量線を作成しMg, Si, Ca, Ti, Znの定量分析を行った。



ICP-MSは0.1%未満の微量元素でも分析が可能

## 補足3: EPMAを用いた元素マッピング

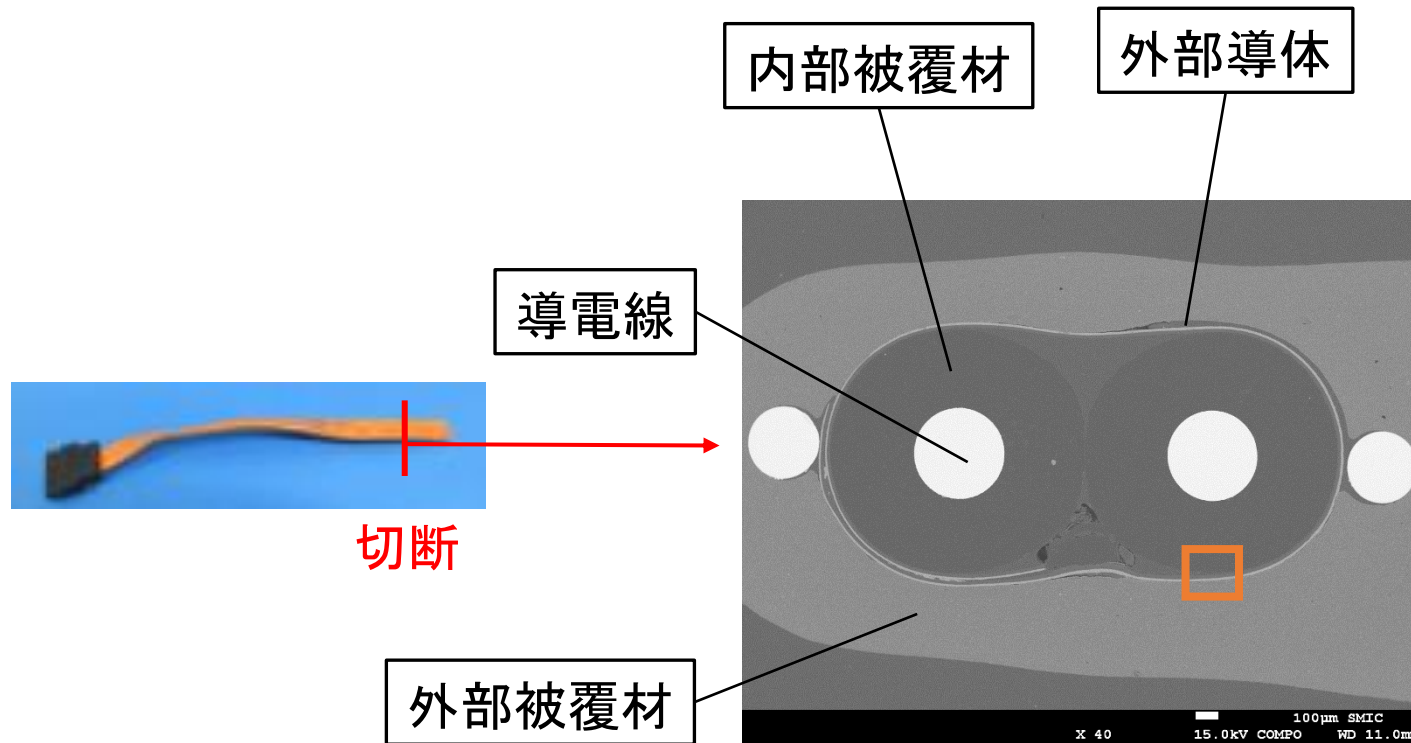


図8 電線断面のSEM像(x40)



EPMAを用いた各元素の分布から  
構造解析が可能

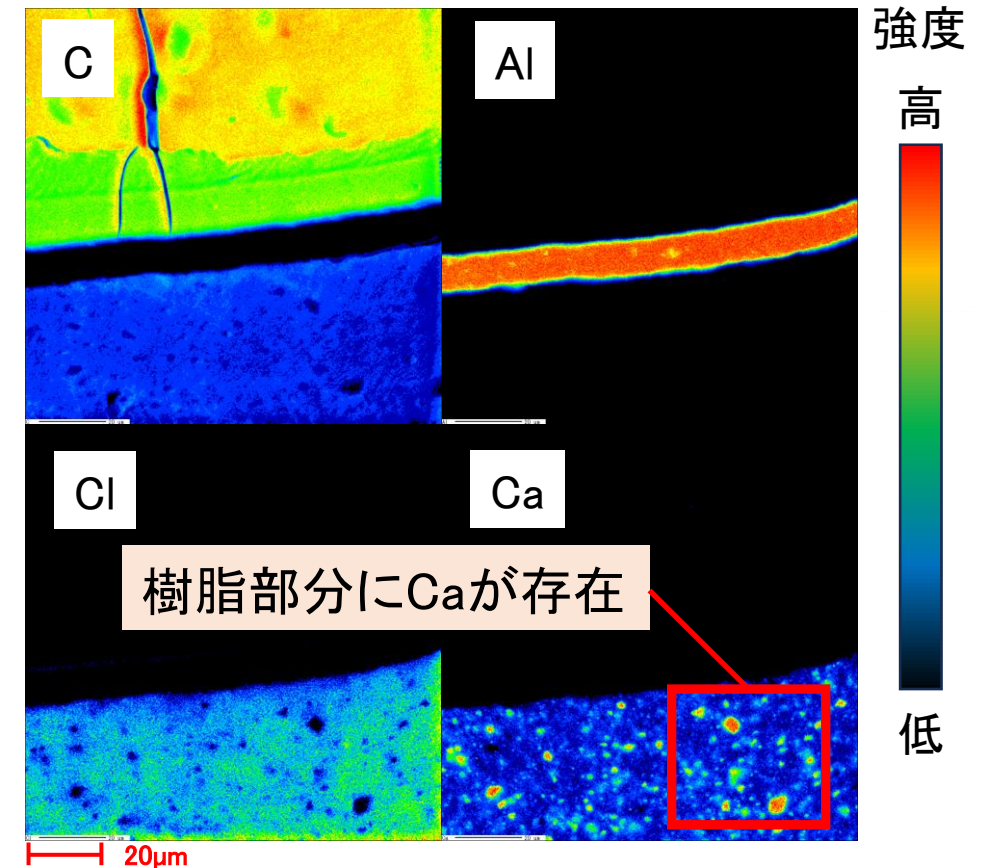


図9 外部導体付近(SEM像のオレンジ枠箇所)の  
元素マッピング