2017OEGセミナー

# 特殊環境試験による劣化評価

## LEDデバイスの劣化と再現試験

2017年7月11日

沖エンジニアリング株式会社
システム評価事業部
佐藤 晃太郎

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 目次

1．特殊環境試験について
2．特殊環境試験の劣化評価
3．LEDデバイスの市場劣化と再現試験
4．まとめ

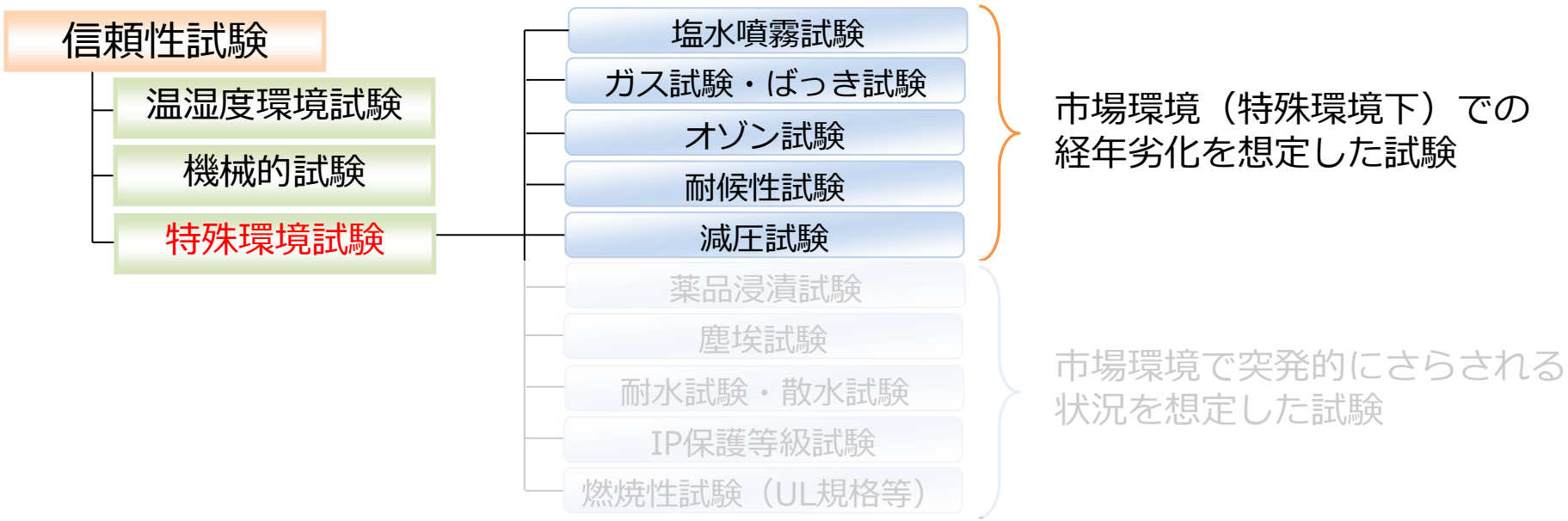
© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 1.1　特殊環境試験と劣化

- 特殊環境試験とは・・・

工場や車の排気ガスや温泉地域などに存在する腐食性ガス、沿岸地域での塩分、屋外での太陽からの紫外線など、温度や湿度といった一般的な市場環境とは異なる特殊な環境下におけるサンプルの劣化を再現する試験のこと。

- OEGの特殊環境試験

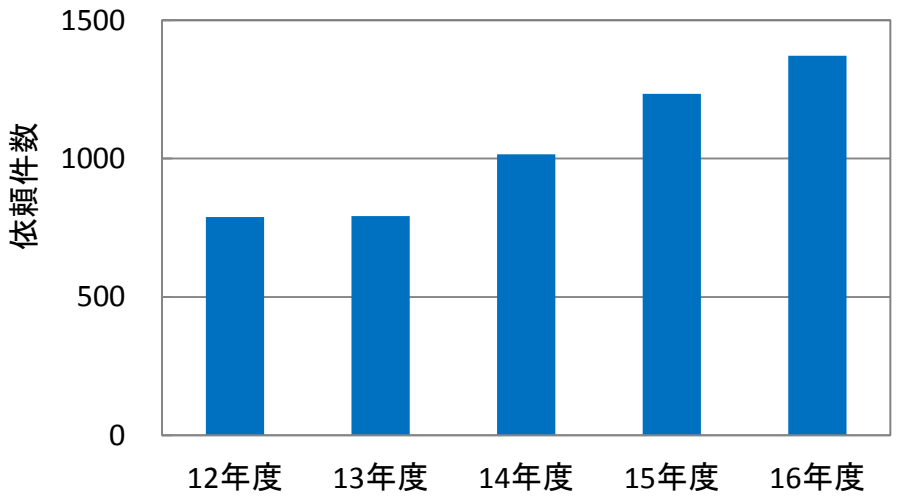



<u>試験の特徴</u>　塩分やガスによる金属の腐食、オゾンや紫外線による樹脂の化学構造の変化など、製品のウィークポイントに着目し、製品の耐久性について評価する試験

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 1.2　特殊環境試験の需要

- 近年の依頼件数の推移




・国外での使用
・規格整備が進む

特殊環境試験の需要は増加する傾向

- 問い合わせ内容の変化

**今まで**　**Q.** 規定の試験条件で実施して欲しい

**近年**　**Q.** 規定の試験条件で試験を実施した場合、何年相当の試験となるのか？

**製品の劣化傾向**や、**製品寿命**に関連した問い合わせが増加

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 2.1　特殊環境試験の課題と解決策

**Q.** この試験条件で実施した場合、何年相当の試験となるのか？

**課題**

特殊環境試験は、製品のウィークポイントに着目し、劣化を促進する試験

- **同一の試験条件でも製品毎に劣化の進行速度が変化**
- **試験の加速係数は、製品によって異なる**

- 製品の構造
- 製品の構成材料
- 製造プロセス

**OEG解決策**

- **様々な製品に対する劣化評価データを蓄積する（データベース化）**
- **近い材料、構造の製品を参考にして劣化メカニズムを予想、加速性の推定**

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 2.2　劣化評価のフロー

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 2.2　劣化評価のフロー

市場劣化品　　新品

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 2.2　劣化評価のフロー

市場劣化品および新品の入手

**劣化状況の確認**

市場環境の推定

加速試験の実施

劣化状況の比較

加速性の評価

市場劣化品　新品

| 確認内容 | 劣化（規定以内） | 故障（規定以上の劣化） | 劣化の状況（1例） |
|---|---|---|---|
| 外観 | 有 | 無 | 変色 |
| 電気的特性 | 無 | 無 | ー |
| 製品の出力 | 有 | 有 | 製品出力低下 |

劣化状況から劣化要因を推測する。
　腐食性ガス、塩分、紫外線、etc.

基本的に劣化状況の中では、製品の故障の要因として、最も影響がある特性に着目する。

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 2.2　劣化評価のフロー

市場劣化品および新品の入手

劣化状況の確認

**市場環境の推定**

加速試験の実施

劣化状況の比較

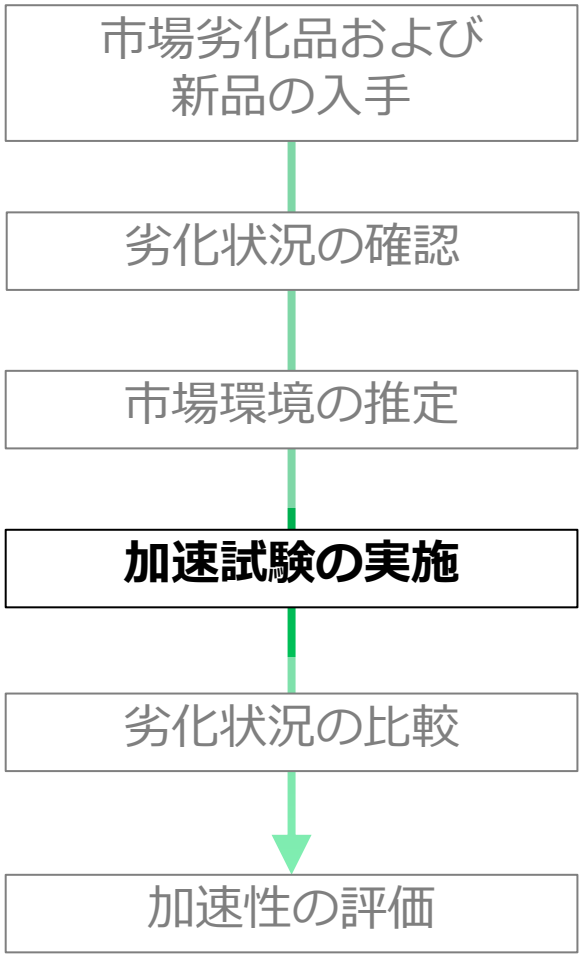
加速性の評価

市場劣化品　新品

劣化要因から、市場環境を推定する。
温度・湿度・その他劣化の要因となる因子など

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 2.2　劣化評価のフロー




市場劣化品　　新品

市場環境、試験規格から加速試験の条件を決める。

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 2.2　劣化評価のフロー

市場劣化品と新品（加速試験後）で、劣化状況を比較し、評価したい劣化状況が再現できているか確認する

| 確認内容 | 劣化再現度 |
|---|---|
| 外観 | △ |
| 電気的特性 | × |
| 出力特性 | ○ |

評価対象

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 2.2　劣化評価のフロー

市場劣化品および新品の入手

↓

劣化状況の確認

↓

市場環境の推定

↓

加速試験の実施

↓

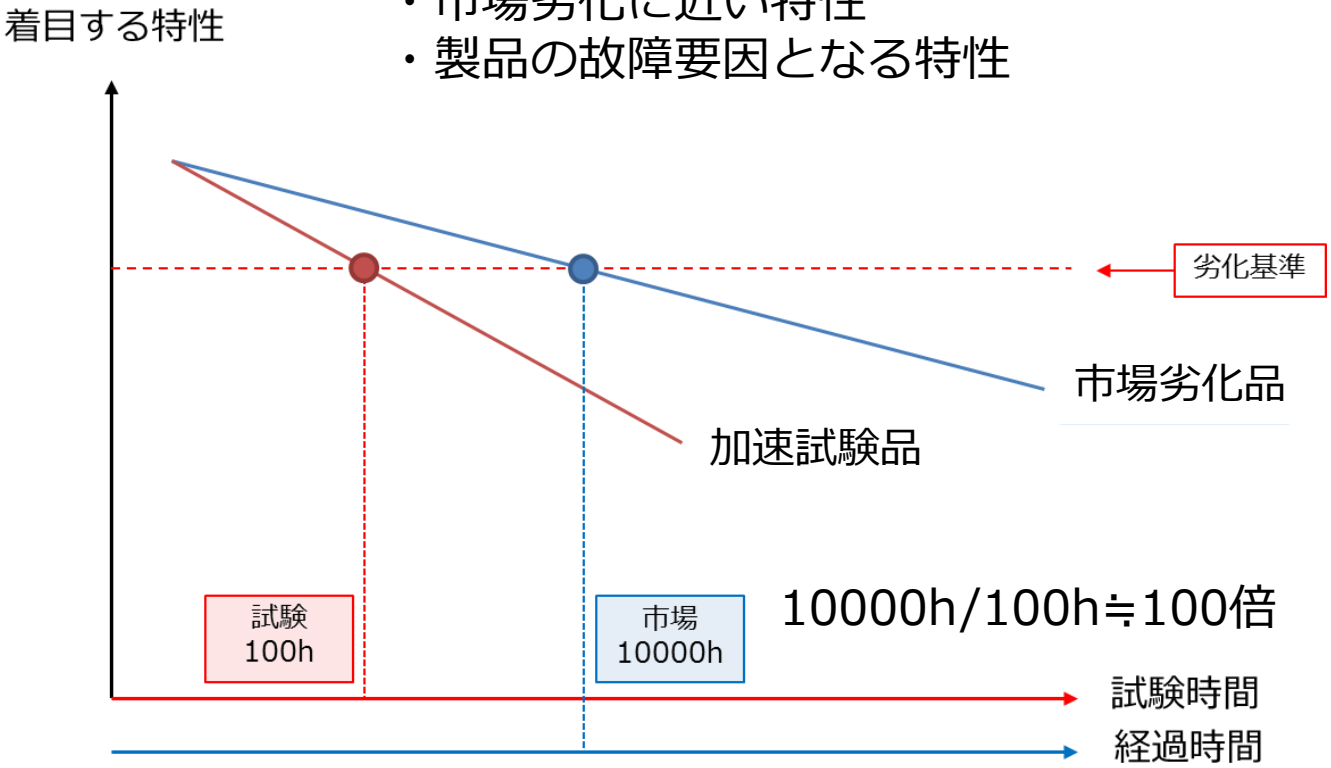
劣化状況の比較

↓

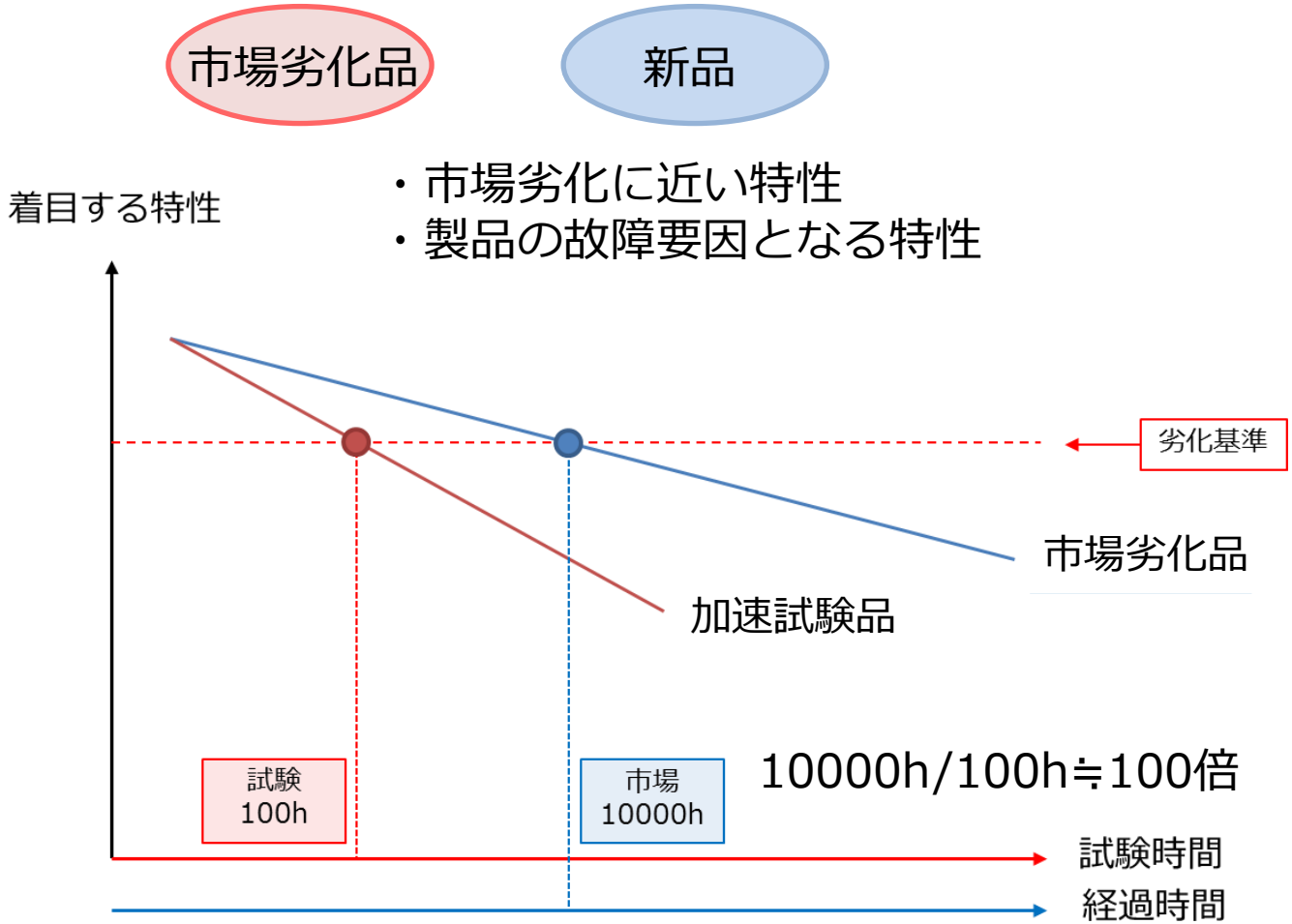
**加速性の評価**

市場劣化品　　新品

・市場劣化に近い特性
・製品の故障要因となる特性



# 2.2　劣化評価のフロー

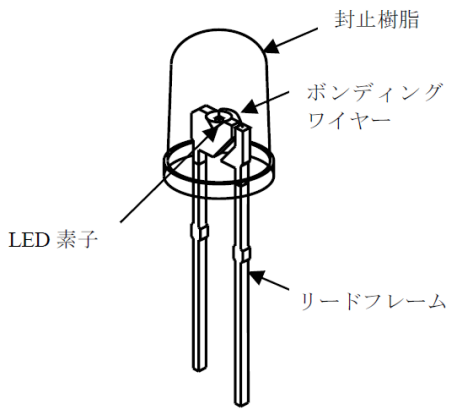



このような劣化評価の一例として、近年市場で広く普及が進んでおり、
特殊環境下で硫化による劣化が懸念されるLEDについての評価事例を紹介する。

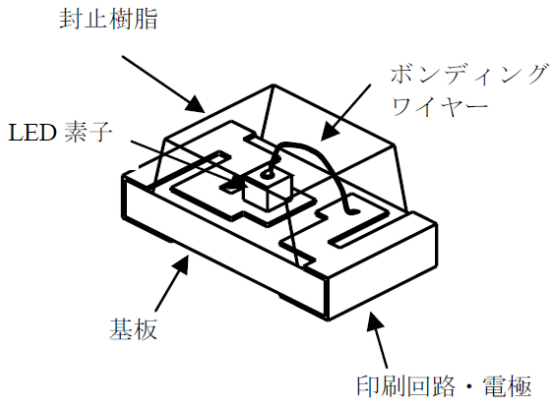
© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 3.1　LEDの種類と構造

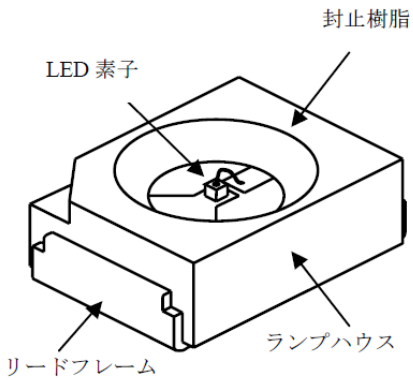
## LEDの種類




砲弾型



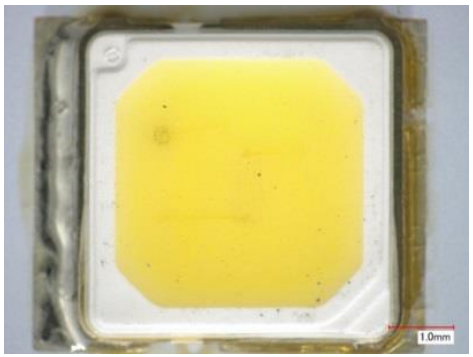

チップLED（PWB）

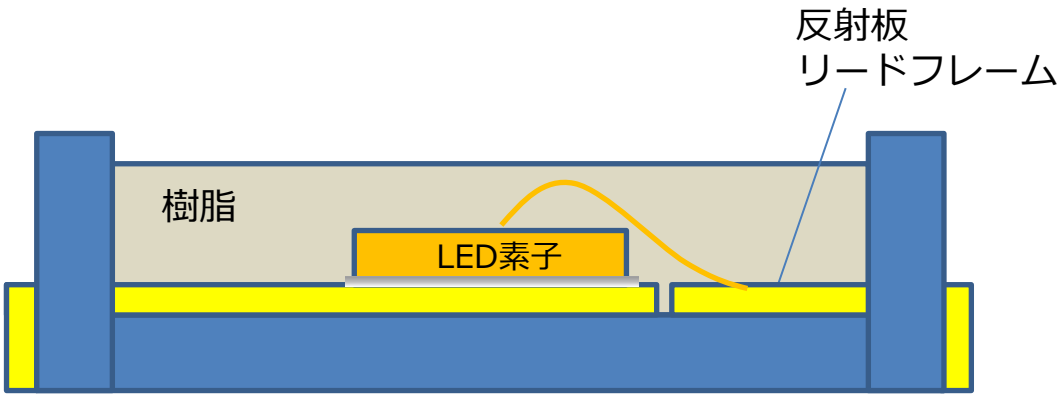



チップLED（PLCC）

スタンレー電気㈱　LEDの基本構造より抜粋

## LEDの基本構造




© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 3.2　LEDの劣化要因

## LEDの特性劣化

### 光学的劣化

- 全光束の低下
- スペクトルの変化
- 色温度の変化

### 電気的劣化

- $V_F$の変化
- リーク電流増加　など

## 劣化部位

- 封止樹脂
- 電極、反射板

- LED素子
（ボンディング部、欠陥準位）

## 劣化要因（環境）

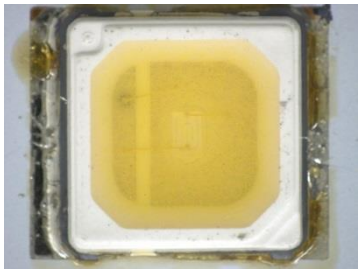
- 特殊環境
  腐食性ガスなど
- 温度・湿度

- 温度・湿度

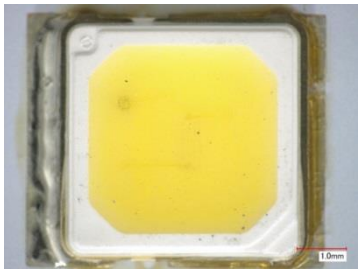
© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 3.3　市場劣化品および新品の入手

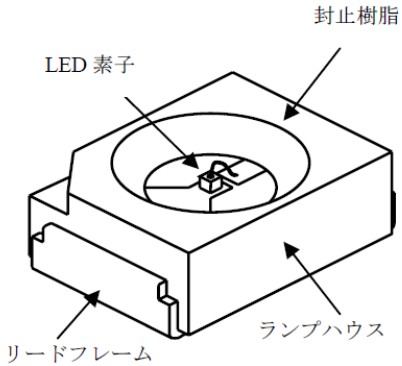
- 評価サンプル
  - 成形枠付チップLED（市場劣化品）
  - 成形枠付チップLED（新品）



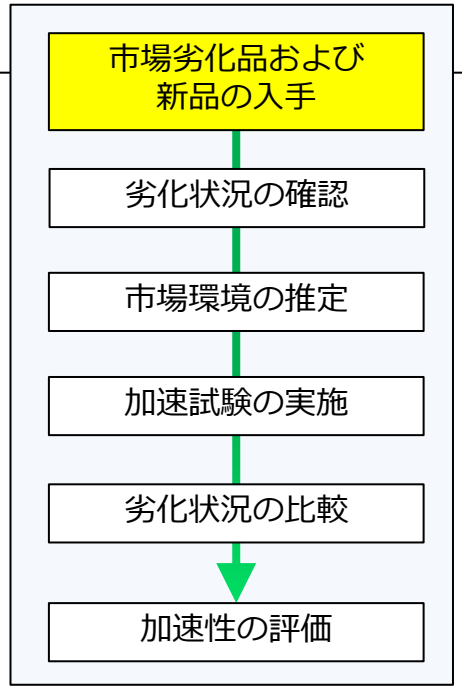
市場劣化品



新品




チップLED（PLCC）



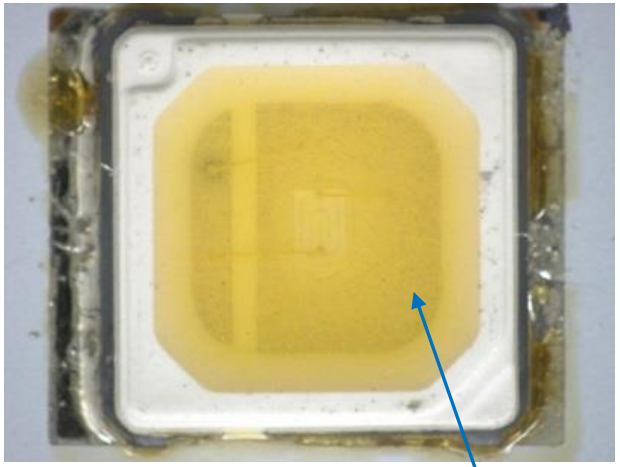

- 評価項目
  - 外観観察　　：反射板、封止樹脂
  - 光学特性　　：全光束、スペクトル、色温度
  - 電気的特性　：$V_F$

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

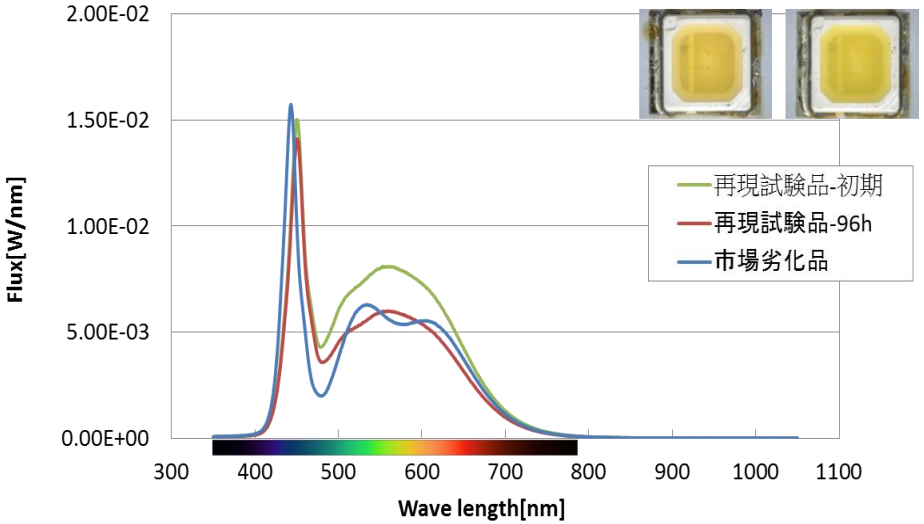
# 3.4　市場劣化状況の確認

- 硫化と推測される反射板の変色を確認
- 光束の低下を確認

劣化因子→硫黄系ガスと推測

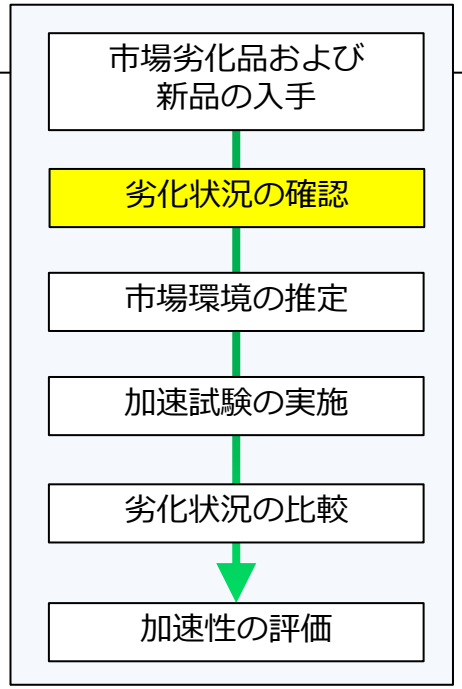


市場劣化品




反射板（Ag系）の硫化と考えられる変色

光束の低下



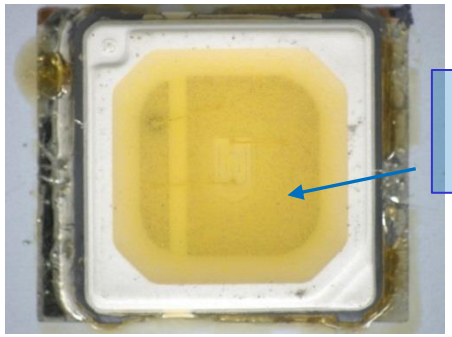

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 3.5　市場環境の推定（推定と試験条件）

- 市場環境

| | |
|---|---|
| 温度 | 11～23℃程度 |
| 湿度 | 60～95%RH程度 |
| $H_2S$濃度 | 10ppm以下*1 |
| 使用期間 | 1.5年（13140h） |
| 市場環境 | 温泉施設など |

*1温泉の利用基準参考



反射板の硫化と考えられる変色

劣化因子 → 硫黄系ガスと推定

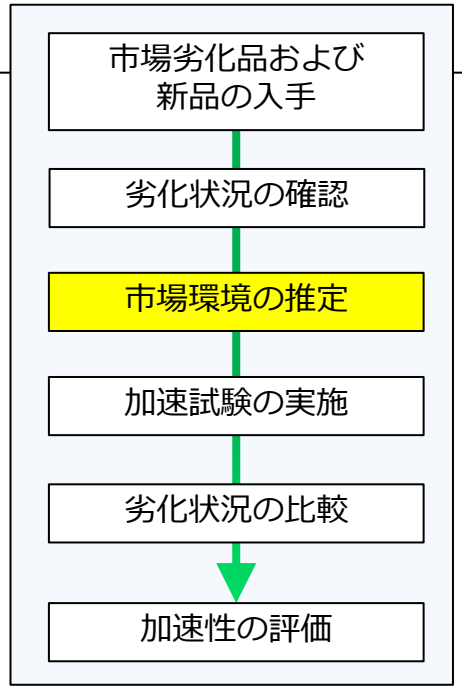
温泉施設

- 劣化試験条件*2

| | |
|---|---|
| 温度 | 40℃ |
| 湿度 | 80%RH |
| $H_2S$濃度 | 15ppm |
| 試験時間 | 96h |
| 試験機 | ガス腐食試験機 |

*2JIS C 60068-2-43
比較試験・信頼性確認試験として問い合わせが多いため選定

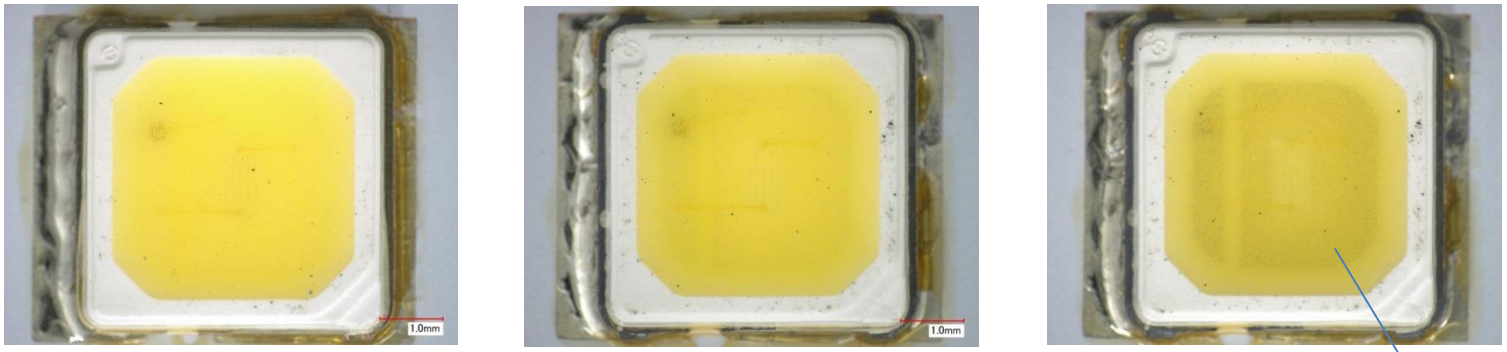
ガス腐食試験機




© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 3.6　加速試験の実施（結果）

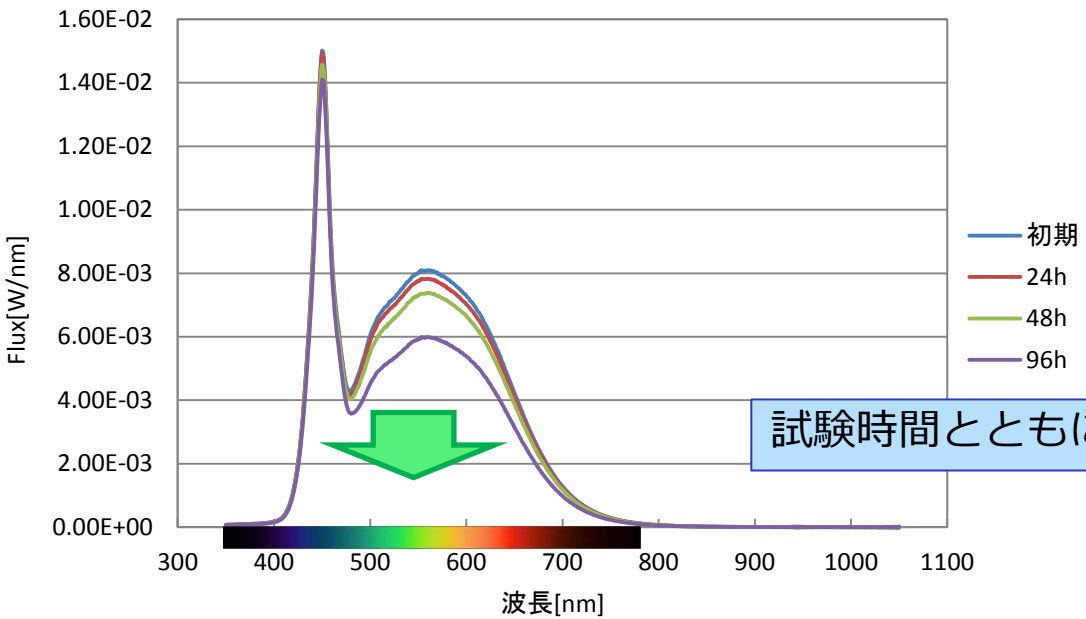
- 外観観察結果



初期 → 48h → 96h

試験時間とともに反射板の硫化を確認

- 光学特性結果




試験時間とともに波長毎の光束が低下

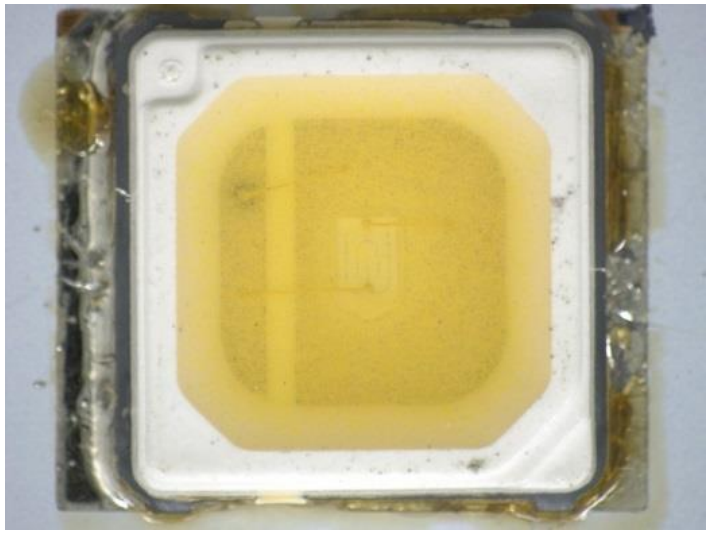
- 市場劣化品および新品の入手
- 劣化状況の確認
- 市場環境の推定
- **加速試験の実施**
- 劣化状況の比較
- 加速性の評価

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

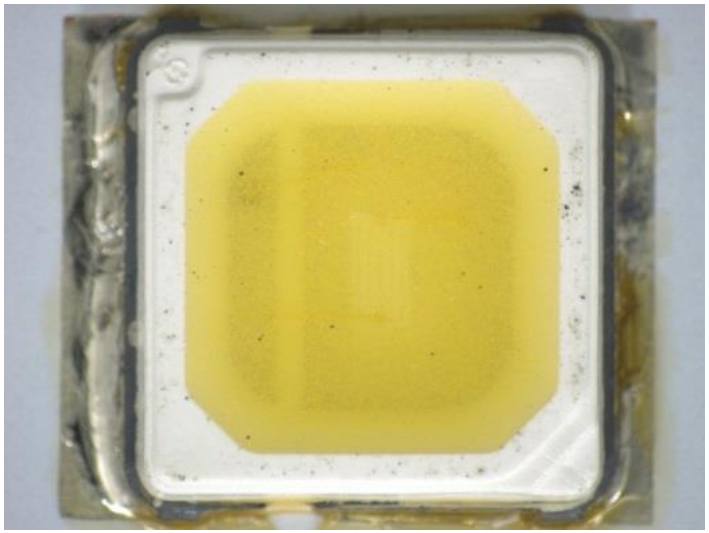
# 3.7　劣化状況の比較

- 外観観察

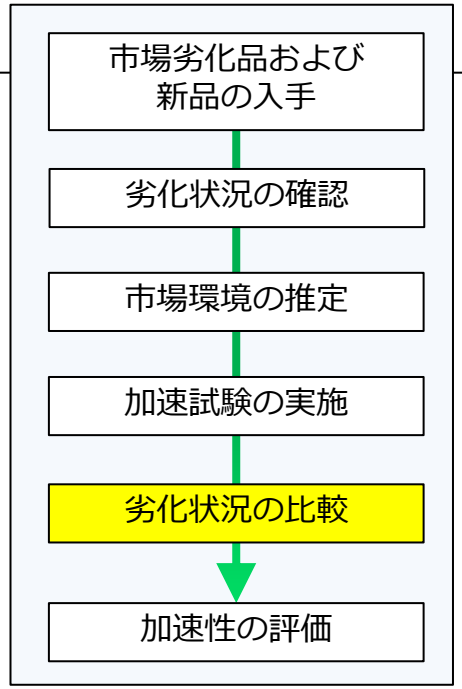
市場劣化品と同様に硫化と考えられる反射板の変色を確認
封止樹脂の色味がわずかに異なる



市場劣化品



再現試験品 96h



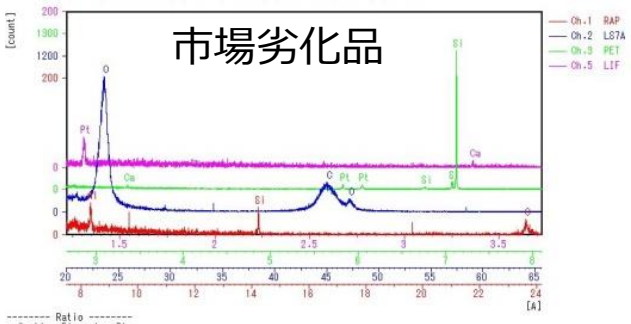

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 3.7　劣化状況の比較

- 組成、化学的構造の劣化

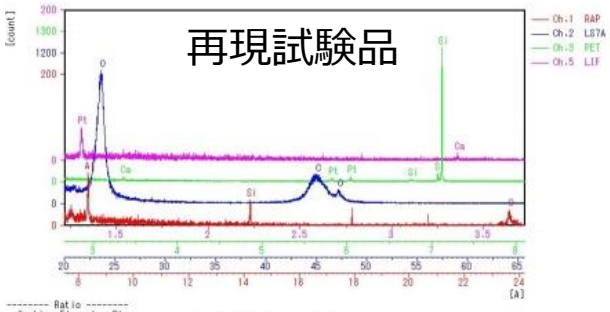
EPMAとFT-IRで組成と化学的構造劣化を調査したが、
市場劣化品と差は認められなかった。

## 組成の相違（EPMA）




-------- Ratio --------
Coating Element = Pt

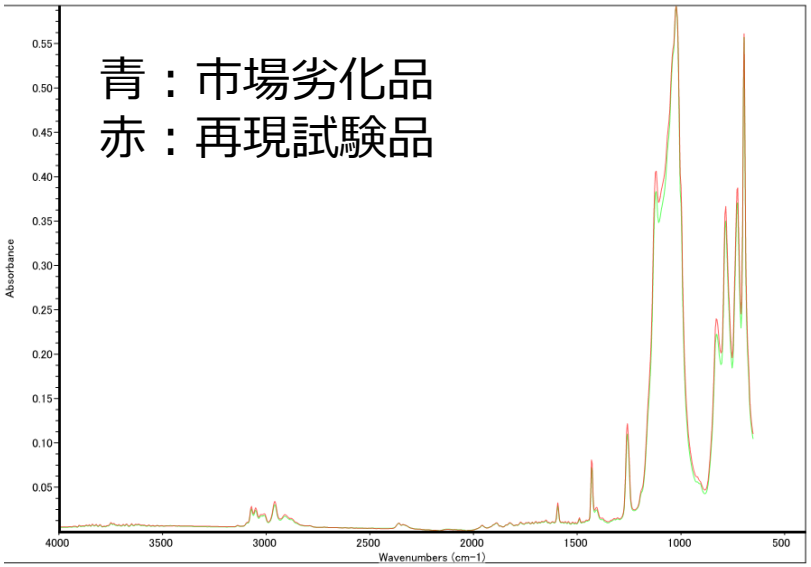
| No | ELE. | Crystal | W.L.(A) | PKI-BGI | STD(I) | I-Ratio | WT(%) | ELE. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Si Ka | PET | 7.1254 | 1148.11 | 891.08 | 1.2885 | 47.813 | Si |
| 2 | C Ka | LSTA | 44.7000 | 199.22 | 224.94 | 0.8857 | 32.866 | C |
| 3 | O Ka | LSTA | 23.6200 | 980.76 | 1951.11 | 0.5027 | 18.653 | O |
| 4 | Al Ka | RAP | 8.3393 | 36.41 | 3712.42 | 0.0098 | 0.364 | Al |
| 5 | Ca Ka | PET | 3.3584 | 28.57 | 3491.65 | 0.0082 | 0.304 | Ca |
| TOTAL | | | | | | | 100.000 | |




-------- Ratio --------
Coating Element = Pt

| No | ELE. | Crystal | W.L.(A) | PKI-BGI | STD(I) | I-Ratio | WT(%) | ELE. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Si Ka | PET | 7.1254 | 1148.12 | 891.08 | 1.2885 | 47.920 | Si |
| 2 | C Ka | LSTA | 44.7000 | 194.04 | 224.94 | 0.8626 | 32.083 | C |
| 3 | O Ka | LSTA | 23.6200 | 993.74 | 1951.11 | 0.5093 | 18.942 | O |
| 4 | Al Ka | RAP | 8.3393 | 65.40 | 3712.42 | 0.0176 | 0.655 | Al |
| 5 | Ca Ka | PET | 3.3584 | 37.55 | 3491.65 | 0.0108 | 0.400 | Ca |
| TOTAL | | | | | | | 100.000 | |

## 化学的構造の相違（FTIR）



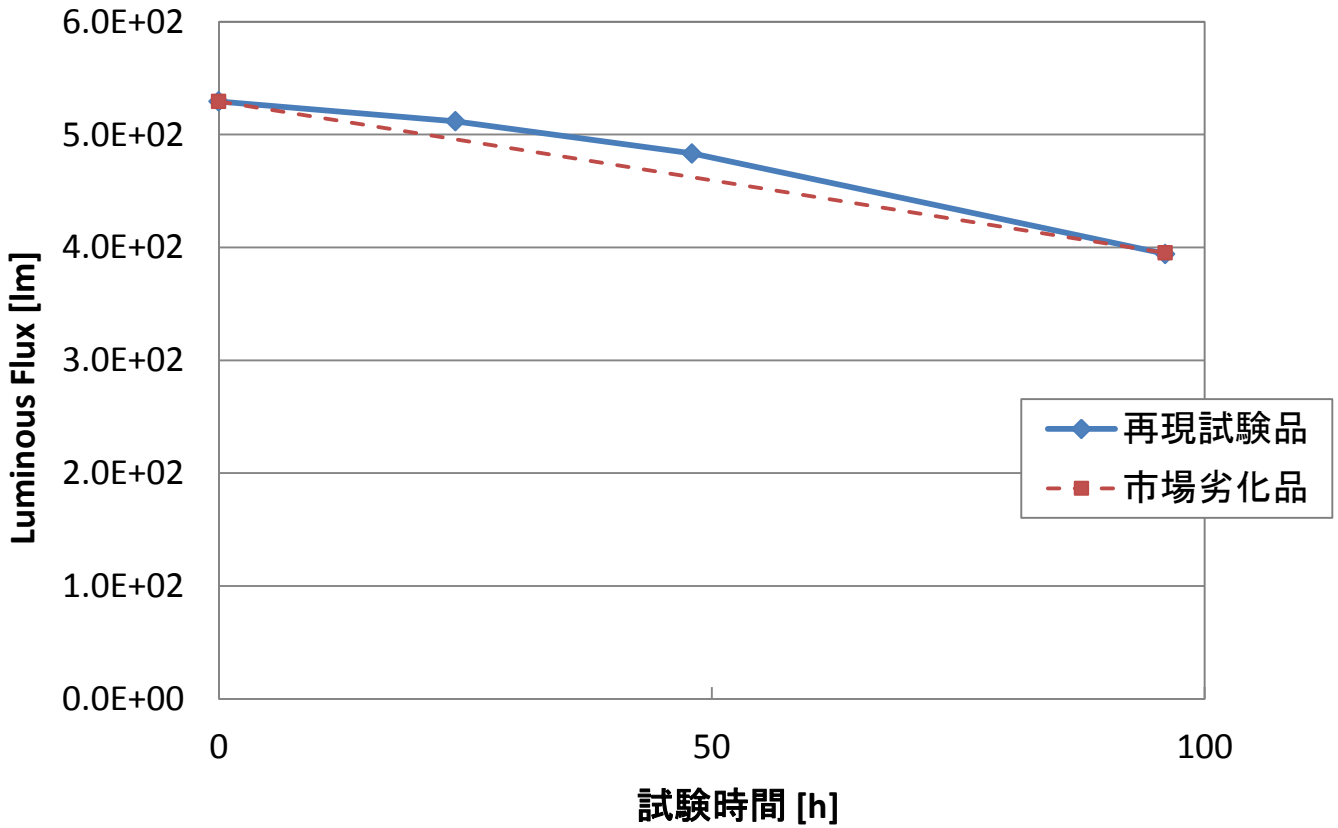

- 市場劣化品および新品の入手
- 劣化状況の確認
- 市場環境の推定
- 加速試験の実施
- **劣化状況の比較**
- 加速性の評価

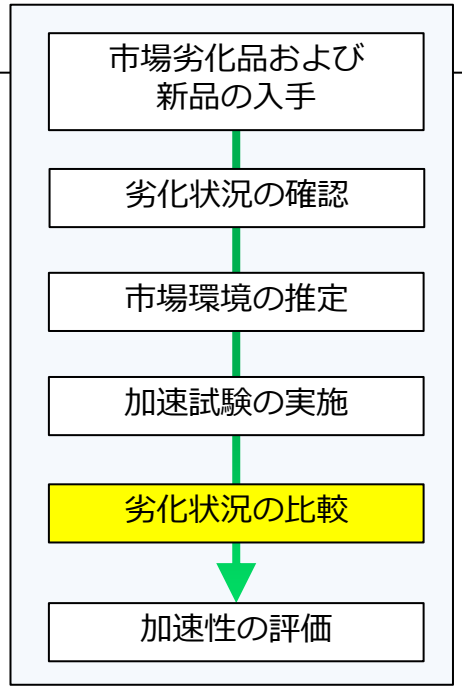
© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 3.7　劣化状況の比較

- 全光束

市場劣化品と同程度まで全光束が低下



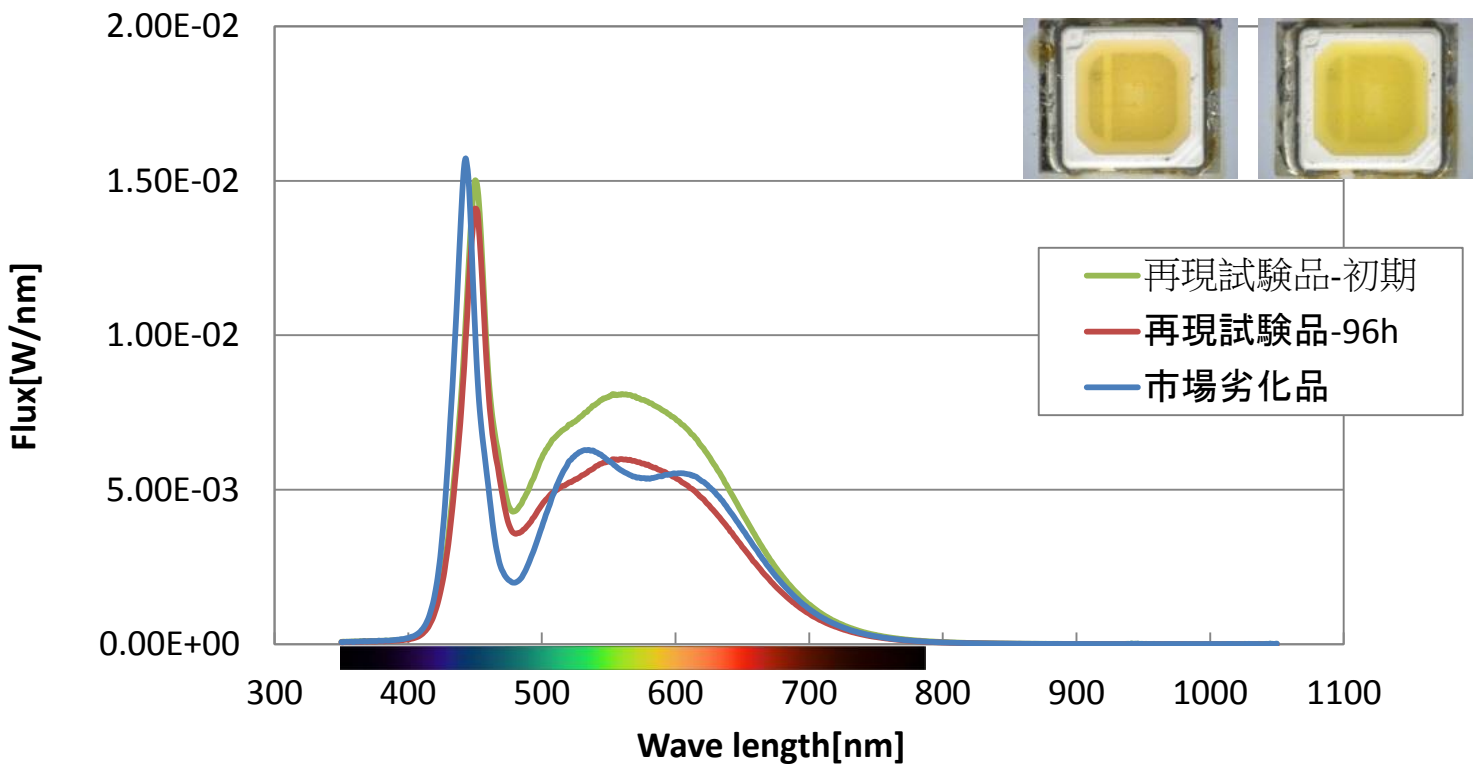



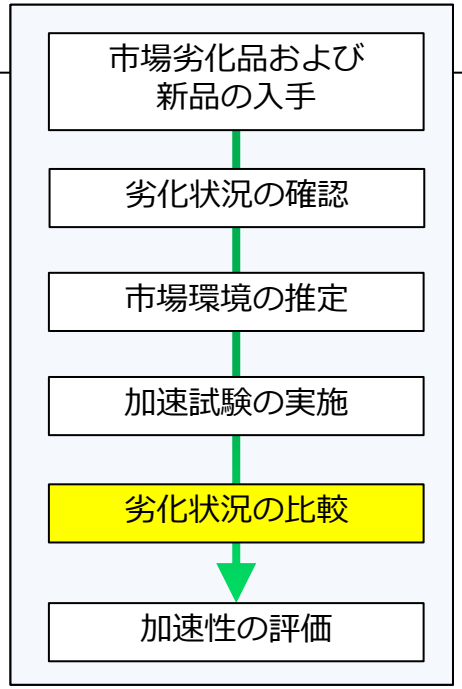

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 3.7　劣化状況の比較

- スペクトル

各波長毎に市場劣化品と同程度まで放射束の低下が確認された
480～700nmでは一部スペクトル波形が異なる状態が確認された



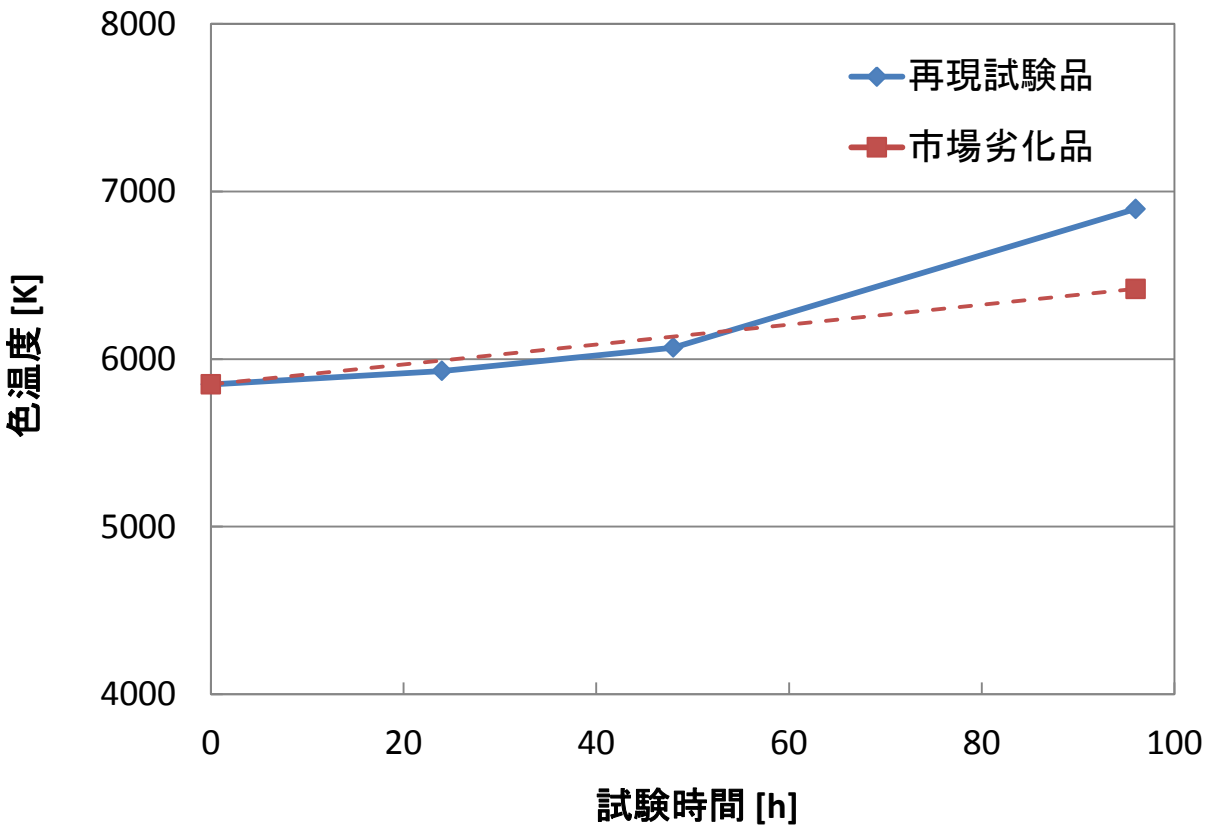



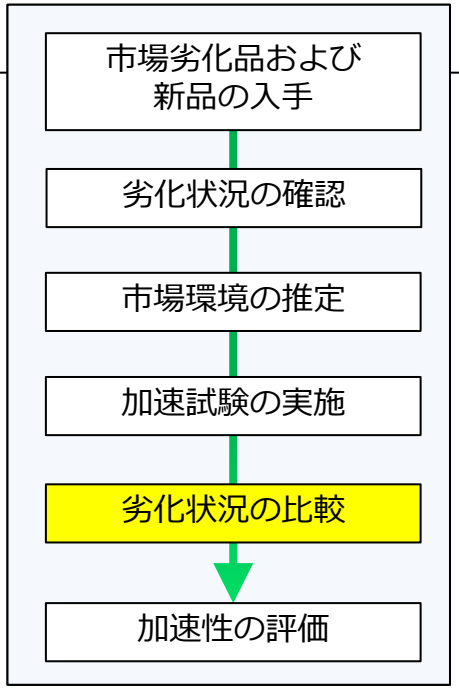

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 3.7　劣化状況の比較

- 色温度

試験時間の増加に伴って色温度は増加
再現試験品の方が色温度の増加が大きい

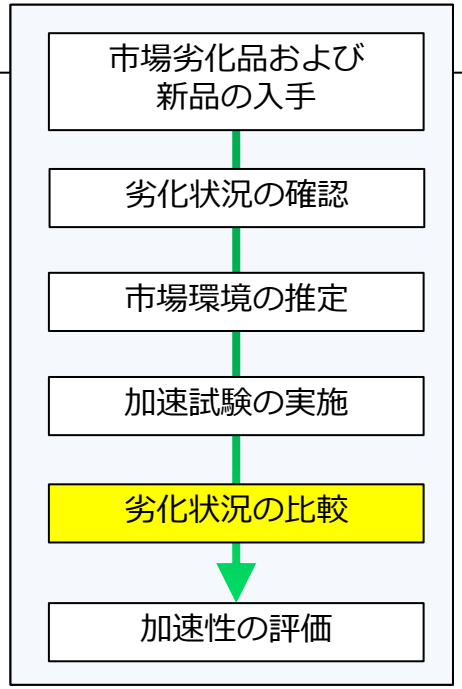


| | 色温度 |
|---|---|
| 再現品(初期) | 5849K |
| 再現品(96h) | 6896K |
| 市場劣化品 | 6419K |

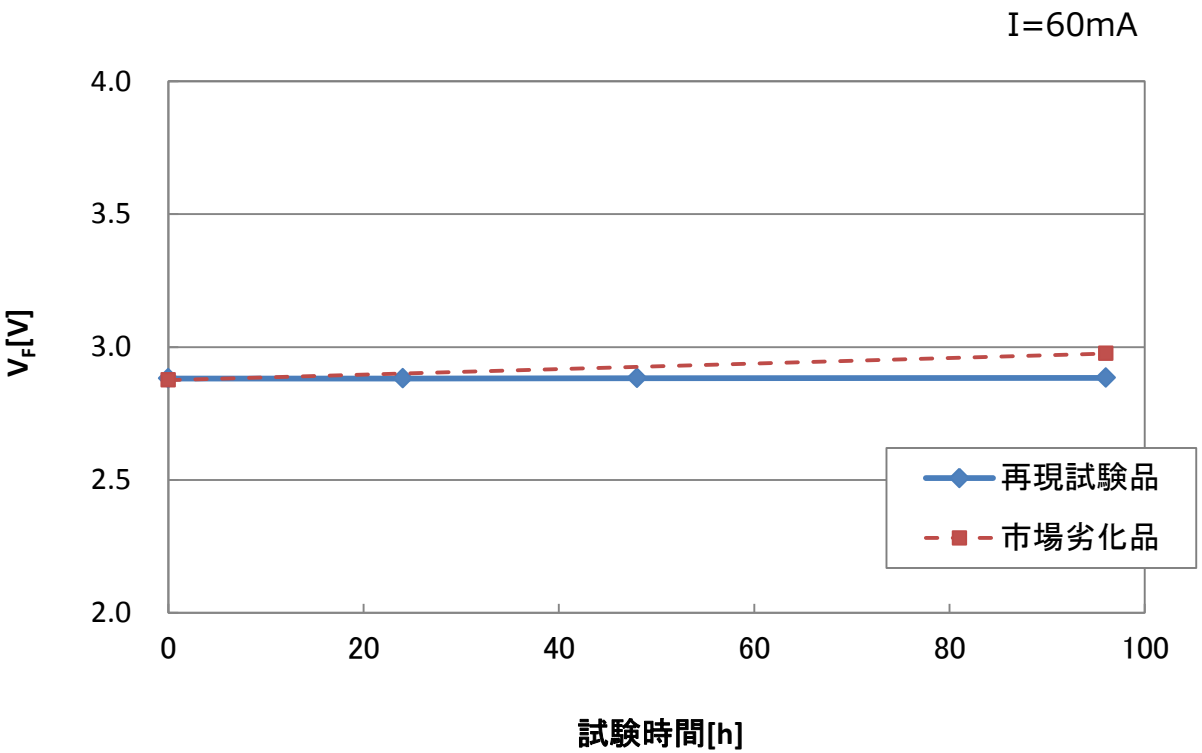
© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 3.7　劣化状況の比較



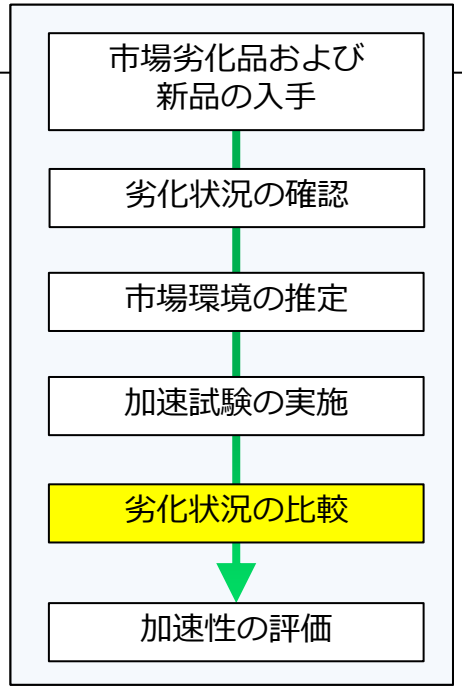

- $V_F$の変化

・$V_F$に大きな変化は確認されない
　－再現試験では$V_F$の劣化が認められない
　－市場故障品も近い値である（ばらつきの範囲）




© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 3.7　劣化状況の比較




- 市場劣化品を基準として、再現試験品の再現度を判定

製品の特徴的な劣化傾向については
加速試験により再現できている

| | | 劣化再現度 |
|---|---|---|
| 外観観察 | 反射板の硫化 | ○ |
| | 封止樹脂 | × |
| 光学特性 | スペクトル | △ |
| | 全光束低下 | ○ |
| | 色温度 | △ |
| 電気的特性 | $V_F$ | △ |

○：類似の状態
△：劣化傾向は近いが、一部異なる
×：劣化傾向が異なる

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

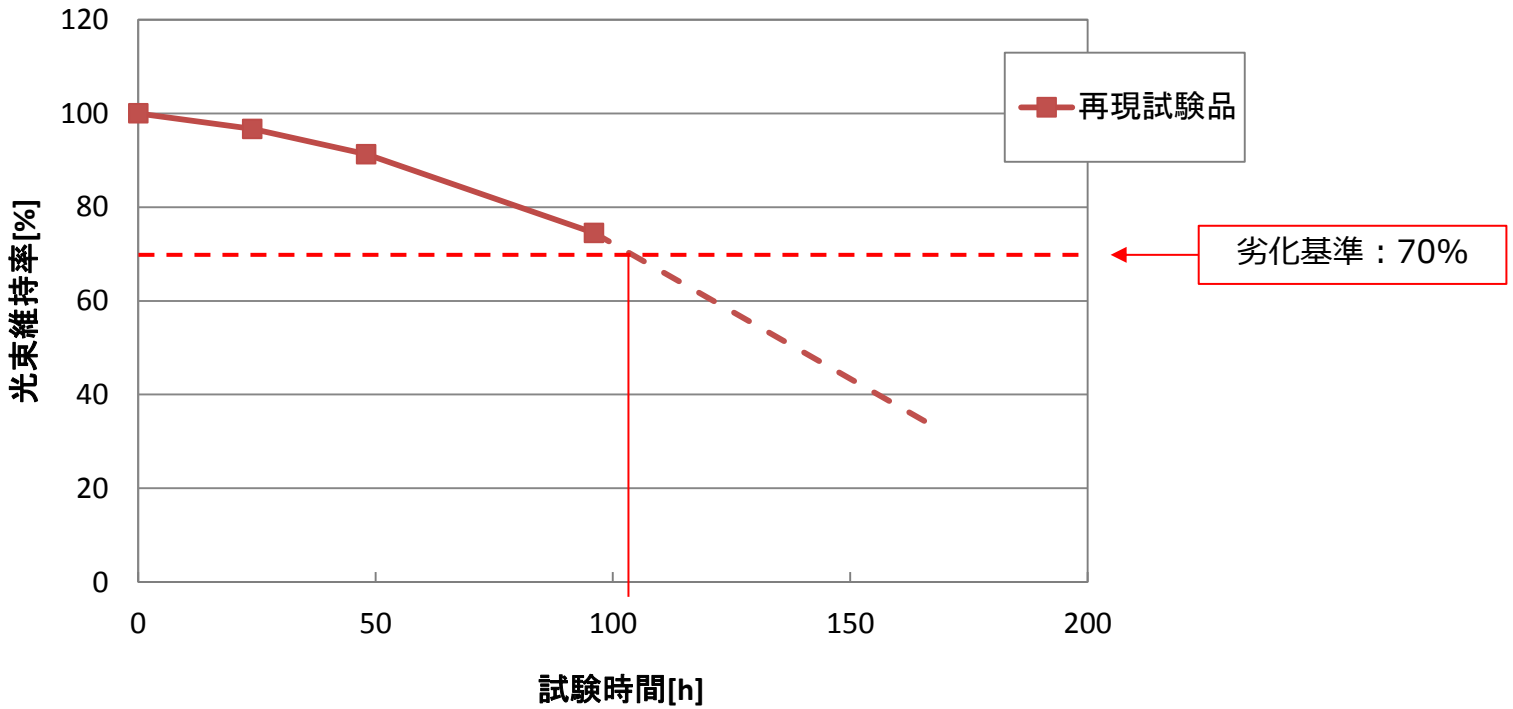
# 3.8　加速性の評価

- 劣化判定基準

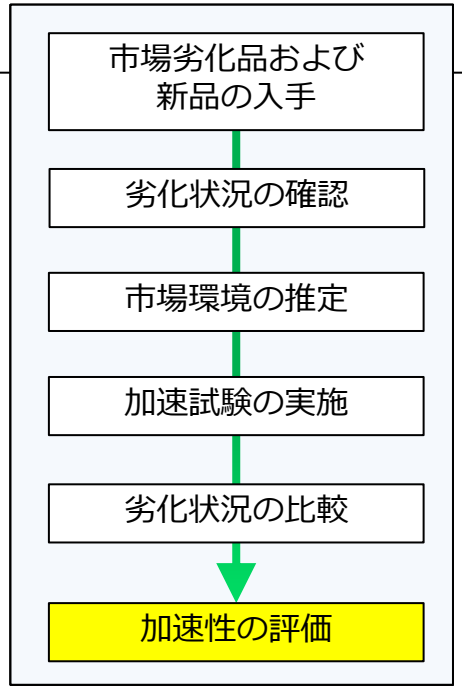
  初期の光束値を基準として、経時でどの程度光束を維持できるか

  光束維持率70%以下を故障とした

  JIS 8105-3、日本照明工業会 技術資料134



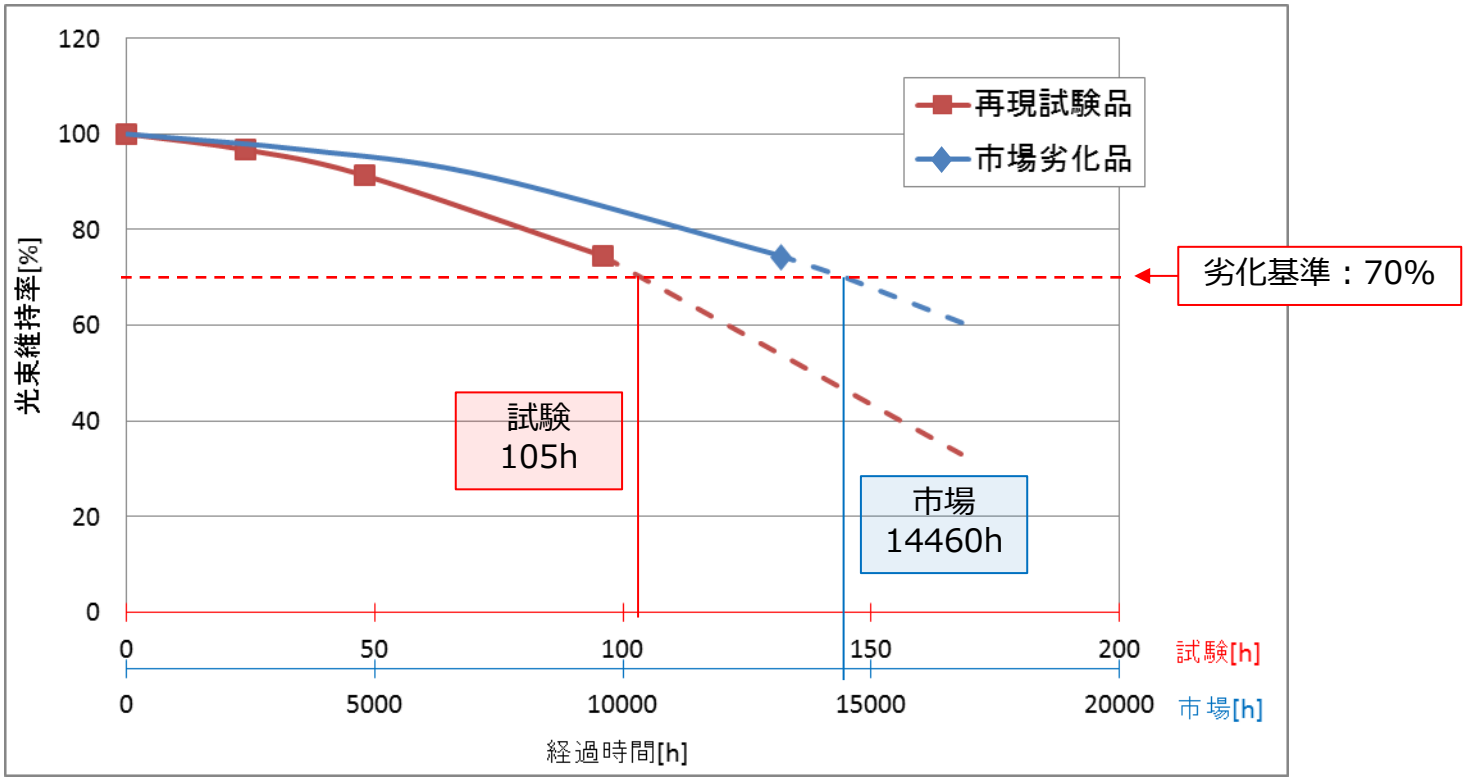

光束維持率が70%となるまでの時間：105h

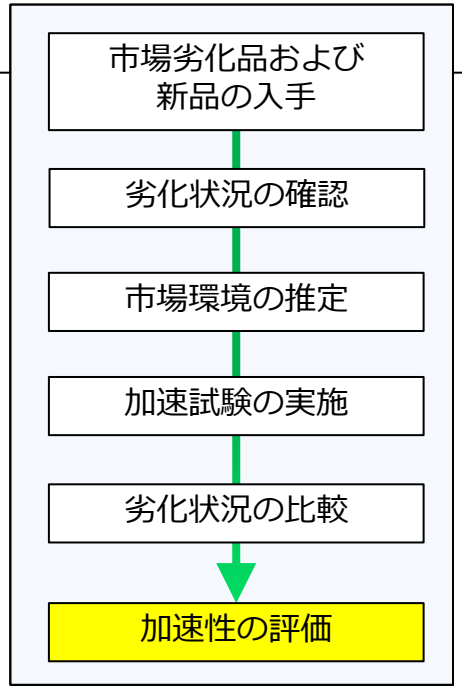



© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# 3.8　加速性の評価

**評価する特性に合わせて信頼性試験の加速係数の算出が可能**




- 光束維持率70%を劣化の指標とし、試験の加速性を評価

市場環境：14460h
試験環境：105h
⇒ 試験環境は　14460h/105h≒137倍の加速性

*市場劣化の劣化傾向は再現試験での劣化傾向を参考にして推定

加速試験例：市場で5年使用したい場合

(5×365×24)/137≒320hの信頼性試験が必要

*同様の市場環境および加速条件の場合

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# ４．まとめ

特殊環境試験による劣化評価について、
劣化評価フローに基づいた評価事例を紹介した。

劣化評価フローに沿って製品の劣化状況を評価することにより、
製品に対する特殊環境試験の加速率を算出可能

LED以外の劣化評価についてもご対応致します。
興味等ございましたら、是非一度ご相談下さい。

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.

# ご清聴いただき、ありがとうございました

》お問い合わせ先

沖エンジニアリング株式会社

□ システム評価事業部
　実装技術グループ
□ 担当：佐藤 晃太郎

□ TEL：03-5920-2354
□ E-mail：satou977@oki.com
□ URL：http://www.oeg.co.jp/

*Open up your dreams*

© Copyright 2017 Oki Engineering Co., Ltd.