




よくわかる
LED照明
ハンドブック



画像処理用LED照明の基礎知識

～照明選定による検査画像のカイゼン～

オプテックス・エフエー株式会社
LED営業部 田中 大貴



セミナー内容

- **はじめに、画像検査とは？**
- 画像検査における照明の重要性
覚えておきたい用語
- 画像処理用LED照明の形状と使い方
- 代表的な画像検査例
- 事例紹介
- まとめ

はじめに

● 画像処理用LED照明とは、

ご家庭で使う一般照明のように空間を明るく照らす照明ではなく、製品の製造/検査ラインで利用される専用の照明です。

一般照明（家庭用照明）



- ・ 家庭やオフィスで利用
- ・ 日常生活でモノを照らす

検査用照明（画像処理用LED照明）



- ・ 製品の製造/検査ラインで利用
- ・ 製品（対象物、ワーク）を照らす

はじめに

● 画像処理用LED照明とは、

ご家庭で使う一般照明のように空間を明るく照らす照明ではなく、製品の製造/検査ラインで利用される専用の照明です。

● 検査方法

- ・ 目視検査
人が目で見て製品を検査。

- ・ 画像検査
カメラで製品を撮像して検査。
※画像処理を伴う検査です。

検査用照明（画像処理用LED照明）



- ・ 製品の製造/検査ラインで利用
- ・ 製品（対象物、ワーク）を照らす



画像検査とは

- **画像検査とは、**
カメラで撮影した画像に**画像処理を加えて**、必要な情報を抽出して検査し、**OK/NGを判断**する手法です。

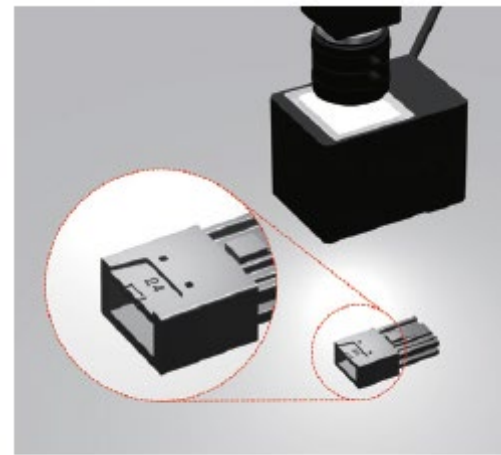
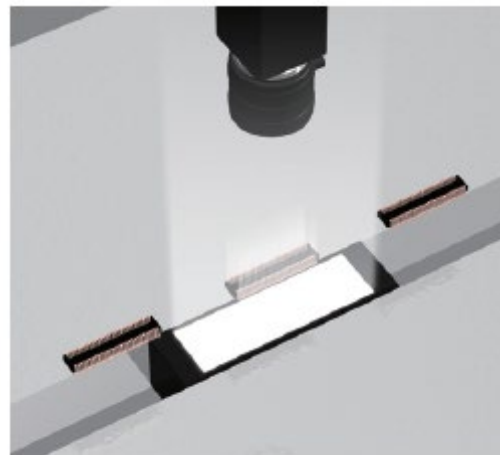


画像検査とは

- **画像検査とは、**
カメラで撮影した画像に**画像処理を加えて**、必要な情報を抽出して検査し、**OK/NGを判断**する手法です。
- **画像検査では、**
ワーク(検査対象)に**特定の方向から光を照射**し、照らされたワークをカメラで撮像します。

画像検査とは

- **画像検査とは、**
カメラで撮影した画像に**画像処理を加えて、必要な情報を抽出して検査し、OK/NGを判断する手法**です。
- **画像検査では、**
ワーク(検査対象)に**特定の方向から光を照射し、照らされたワークをカメラで撮像**します。

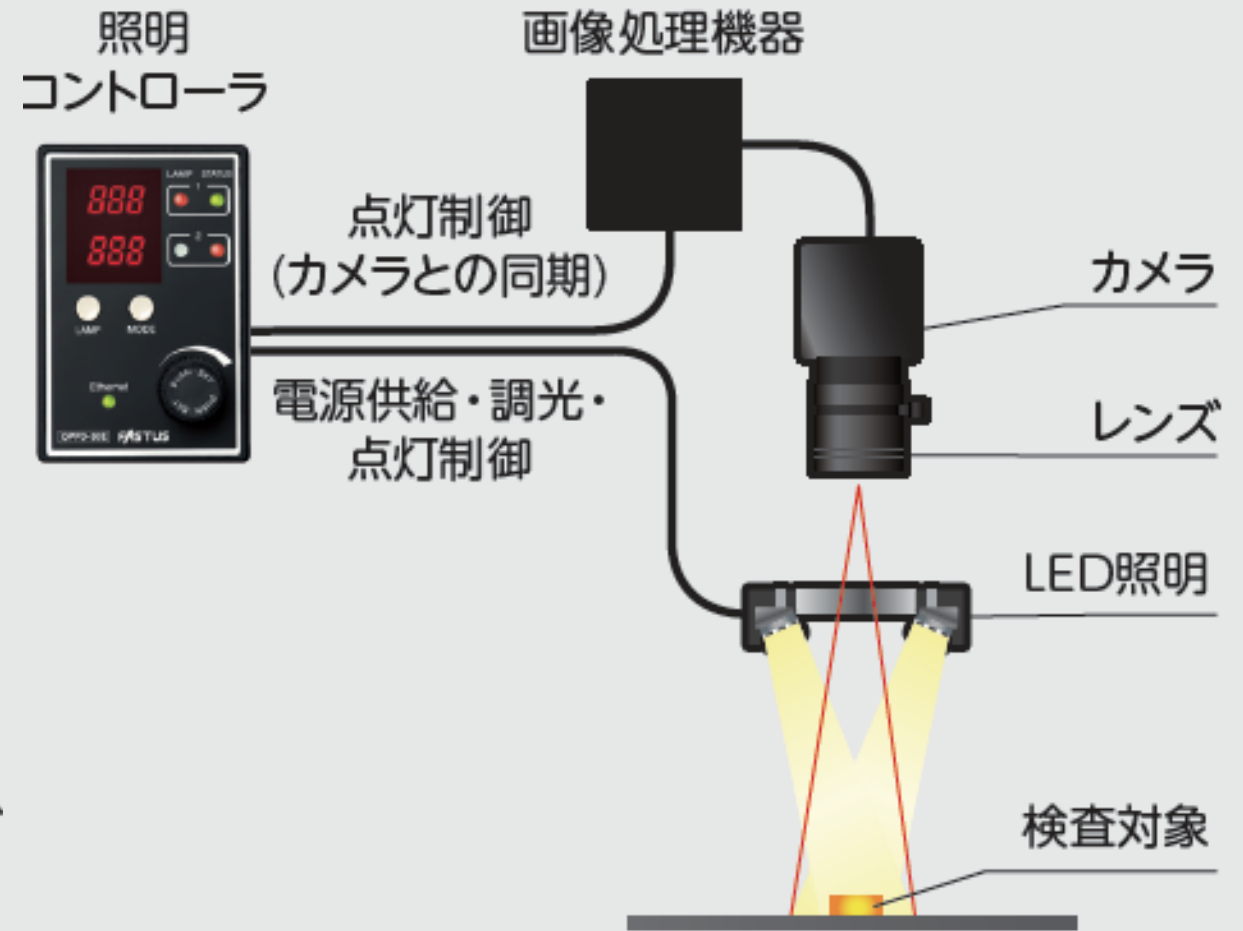


一般的に、画像検査装置ではカメラと照明の位置は固定です。

画像検査の機器構成例

- ・カメラ
- ・レンズ
- ・画像処理機器
(画像処理システム,PCなど)
- ・照明
- ・照明用電源・コントローラ*
- ・その他制御機器
(PLC, 搬送,ロボットなど)

*照明への電源供給、照明の明るさ調整、
点灯制御(カメラとの同期)など

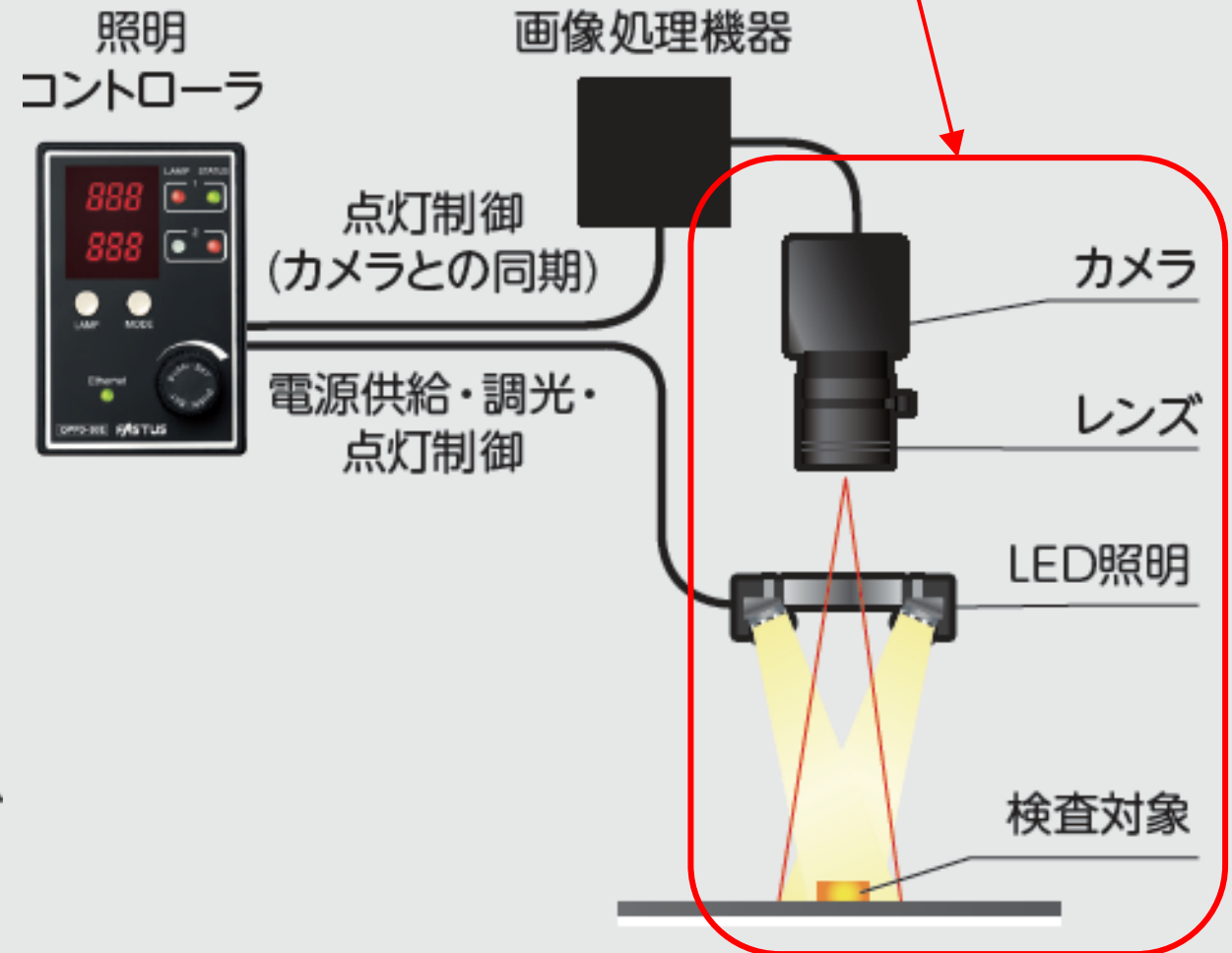


画像検査の機器構成例

カメラ・照明・ワークの位置が固定

- ・カメラ
- ・レンズ
- ・画像処理機器
(画像処理システム,PCなど)
- ・照明
- ・照明用電源・コントローラ*
- ・その他制御機器
(PLC, 搬送,ロボットなど)

*照明への電源供給、照明の明るさ調整、
点灯制御(カメラとの同期)など

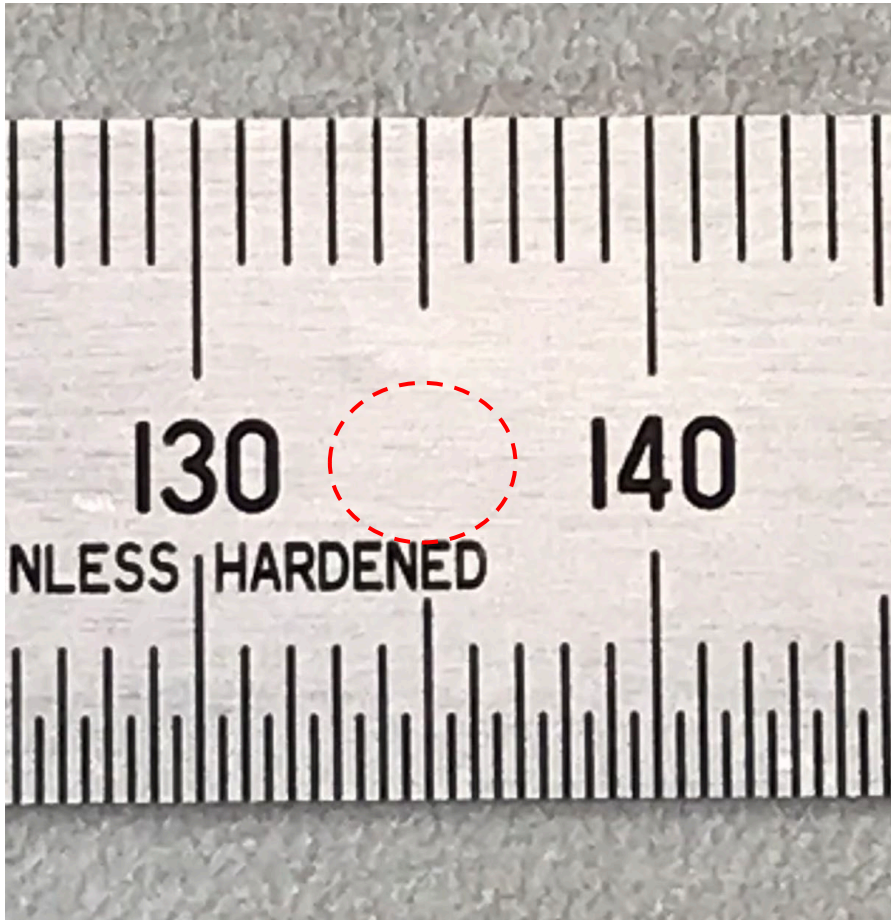


画像検査と目視検査との違い



金属定規を、スマートフォンで撮影したものです。

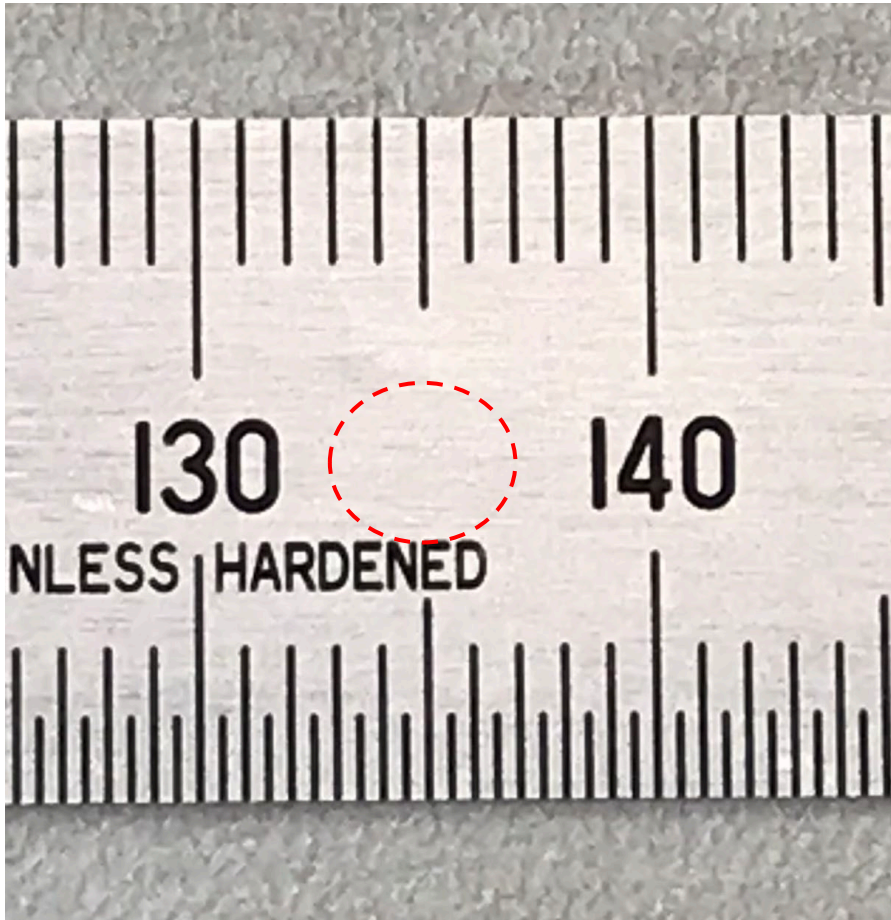
画像検査と目視検査との違い



金属定規を、スマートフォンで撮影したものです。

赤丸部に、キズがあります。

画像検査と目視検査との違い



金属定規を、スマートフォンで撮影したものです。

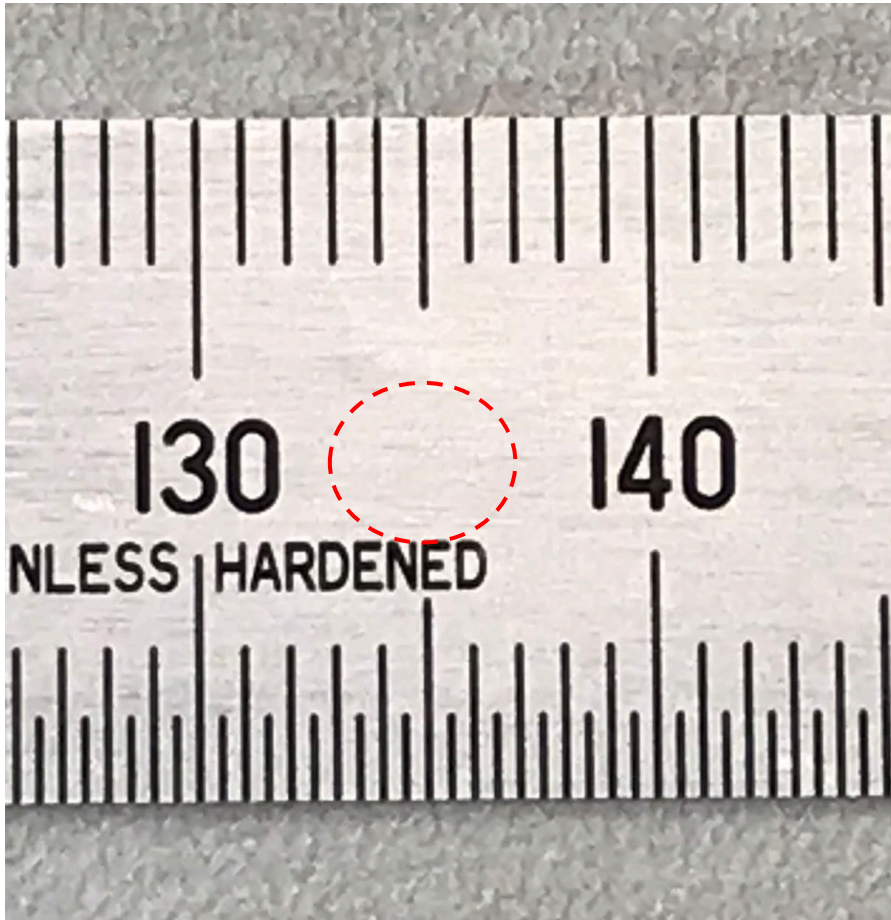
赤丸部に、キズがあります。

目視の場合、このような時には

- ・見る角度、
- ・照明の当たり具合、

を自由に調整できます。

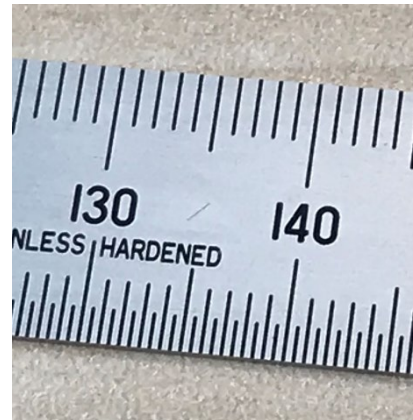
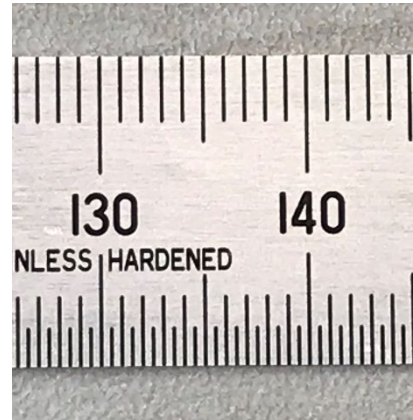
画像検査と目視検査との違い



スマホの位置(見る角度)を変えて、
照明の当たり具合を変えると、
キズが確認できます。

画像検査と目視検査との違い

目視検査




- ・ 照明位置、検査方向に自由度あり
- ・ 官能検査のため、検査員による検査ばらつきが存在する

画像検査



- ・ 照明位置、検査方向に制限あり
- ・ 画像の写りが安定していれば検査自体も安定する。
- ・ 画像が検査に適していないと、検査ができない。



セミナー内容

- はじめに、画像検査とは？
- **画像検査における照明の重要性
覚えておきたい用語**
- 画像処理用LED照明の形状と使い方
- 代表的な画像検査例
- 事例紹介
- まとめ

画像検査における照明の重要性

- ① 照明は、画像検査においてなくてはならないものです。光の無い環境下では検査ワークをカメラで撮像できません。
- ② 画像検査における照明の役割は、**ワークを照らし、検査したい特徴情報(キズ・凹み、異物など)だけを抽出できるようにすること**です。



CHECK IT

- ☑ 画像検査用の照明は、単に検査ワークを照らすだけでは、検査に必要な画像を取得することはできません。

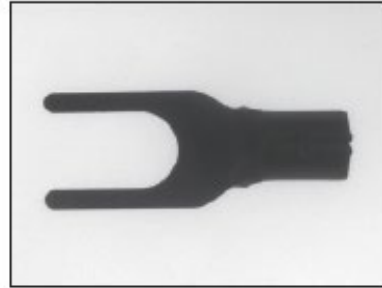
例えば、白黒カメラで撮像・検査する場合、

「特徴情報だけが白く光っている」もしくは、

「特徴情報以外が白く光っている」画像が検査に最適です。

画像検査における照明の重要性

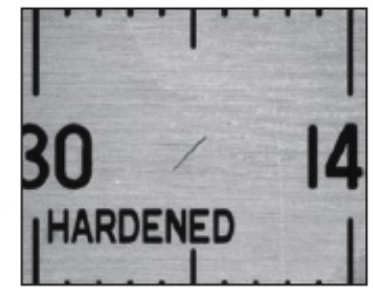
検査に適した画像 …… 検査したい特徴情報が抽出できている



寸法検査



刻印読み取り



キズ検査

検査に適さない画像 …… 検査したい特徴情報が抽出できていない



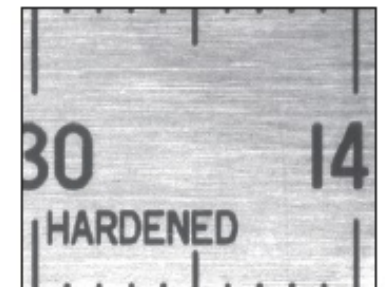
寸法検査

光が回り込んでおり、
細く見えてしまっている



刻印読み取り

輪郭のみ光っており、
文字認識が困難



キズ検査

キズが消えて
しまっている

覚えておきたい用語 《直接光・散乱光》

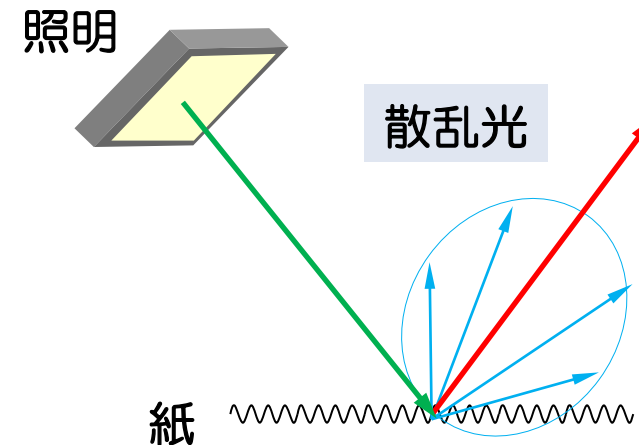
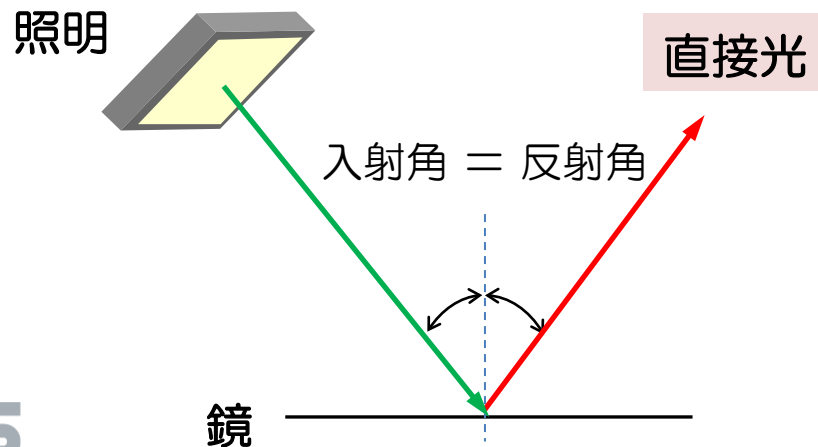
- **直接光**

ワークに当たった光のうち、**正反射・正透過方向へ**進んだ光

- **散乱光**

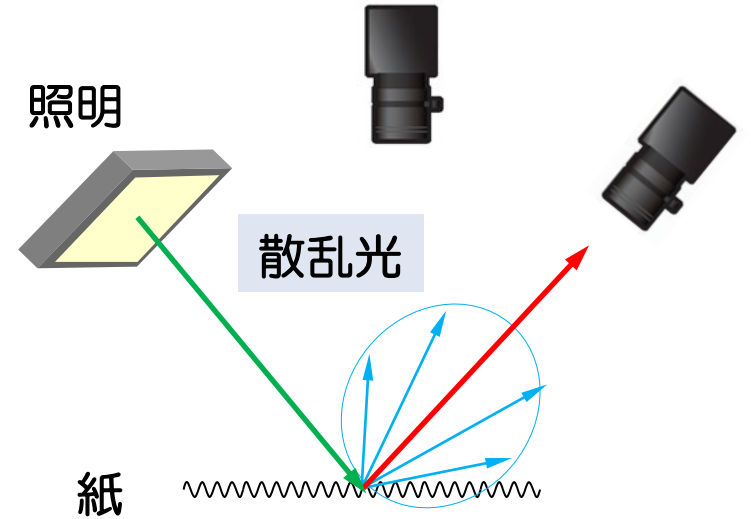
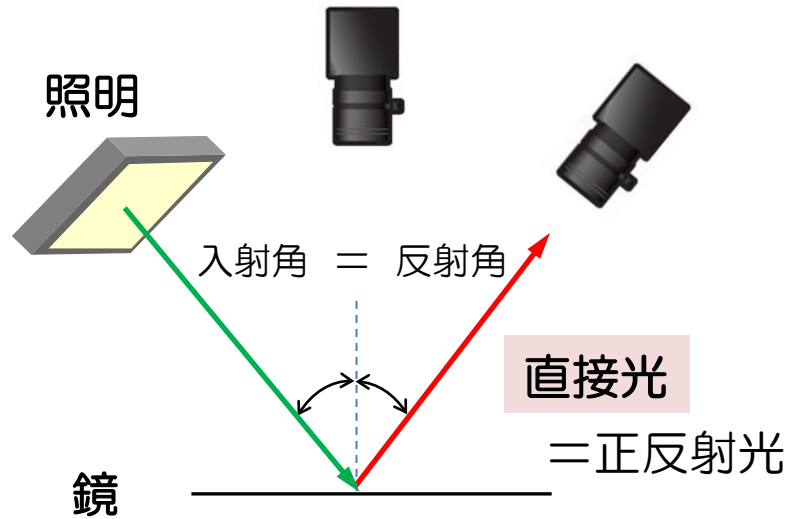
ワークに当たった光のうち、**正反射・正透過方向と異なる方向へ**進んだ光

<直接光と散乱光のイメージ>



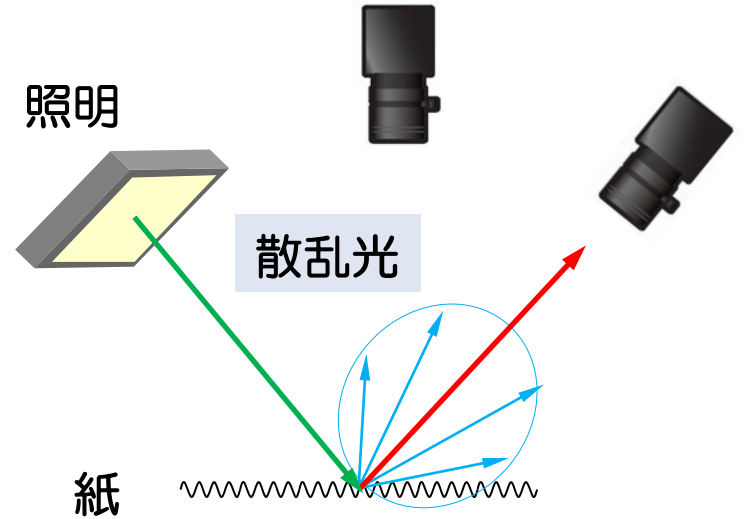
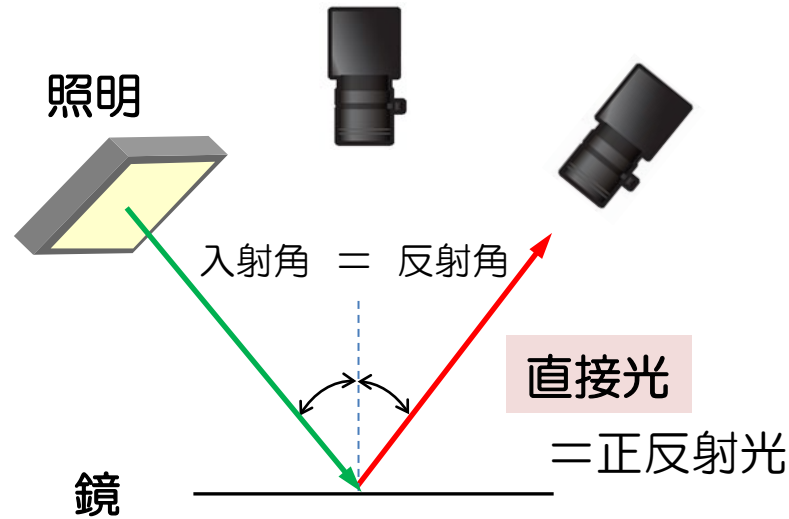
覚えておきたい用語 《直接光・散乱光》

反射

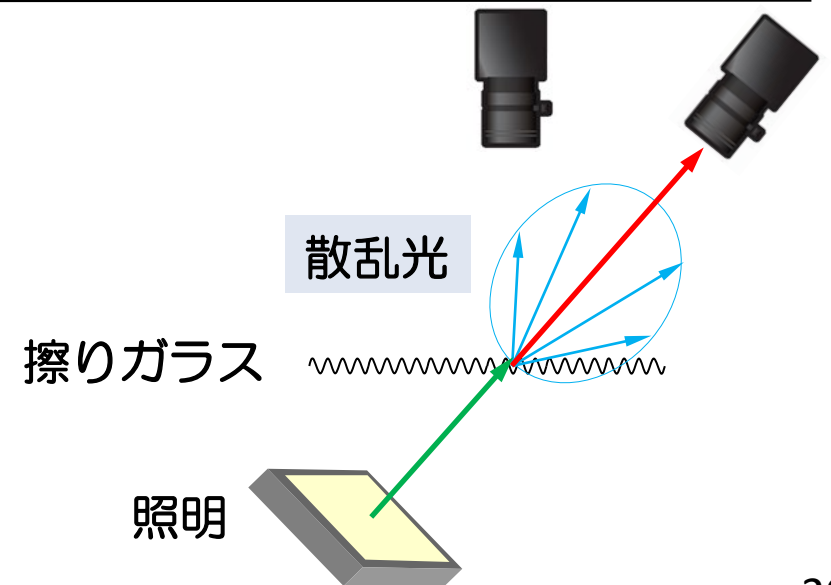
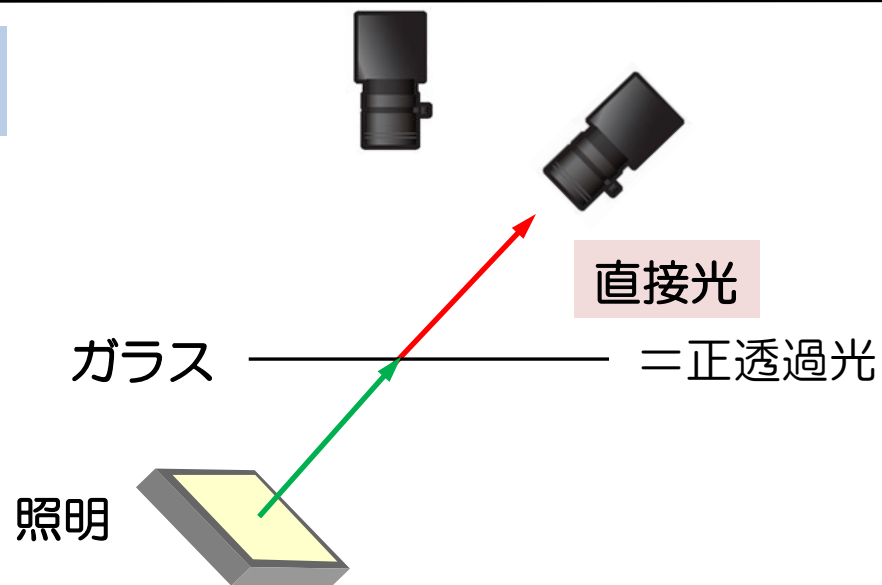


覚えておきたい用語 《直接光・散乱光》

反射

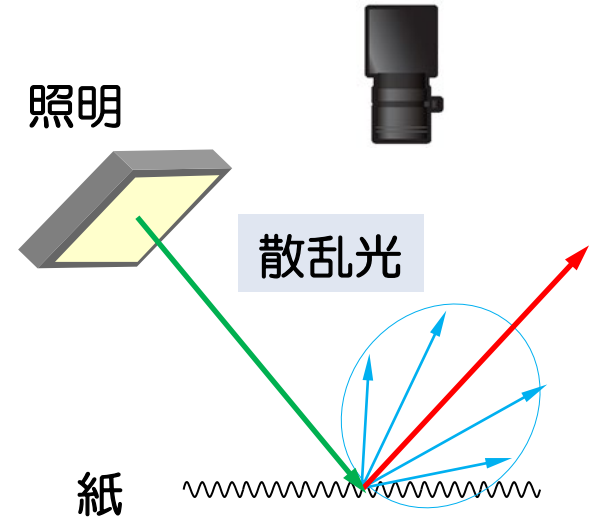
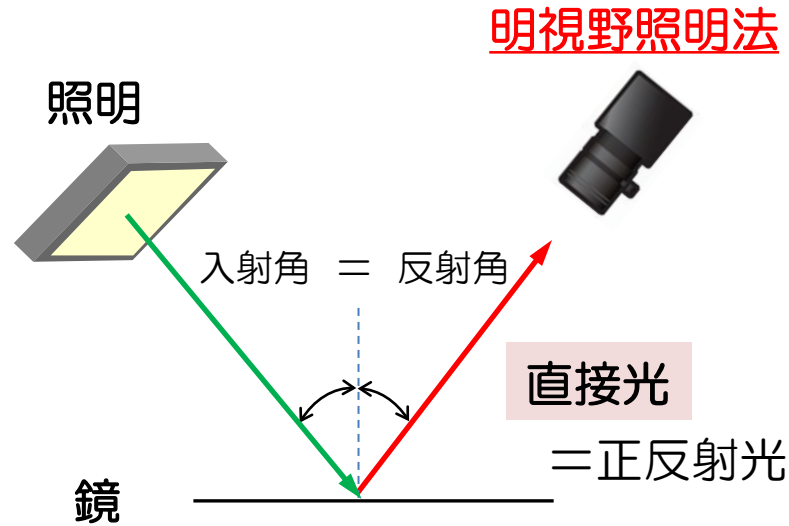


透過

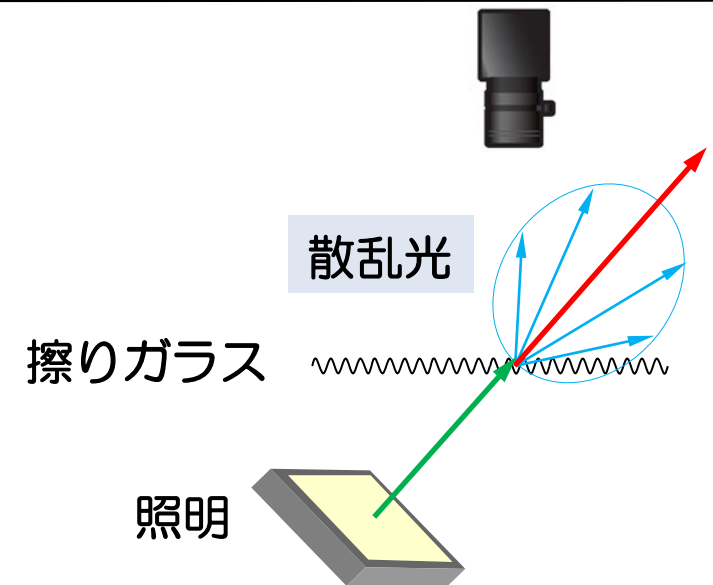
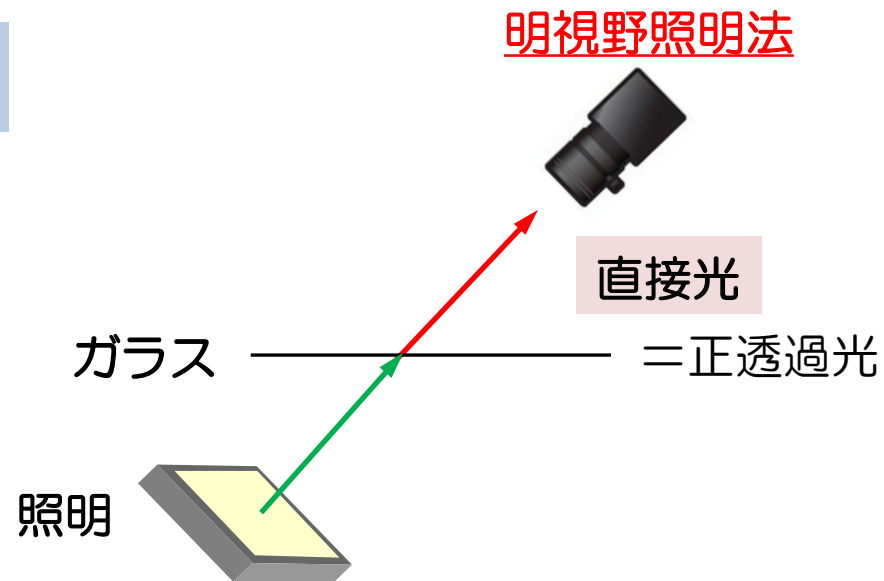


覚えておきたい用語 《照明法》

反射

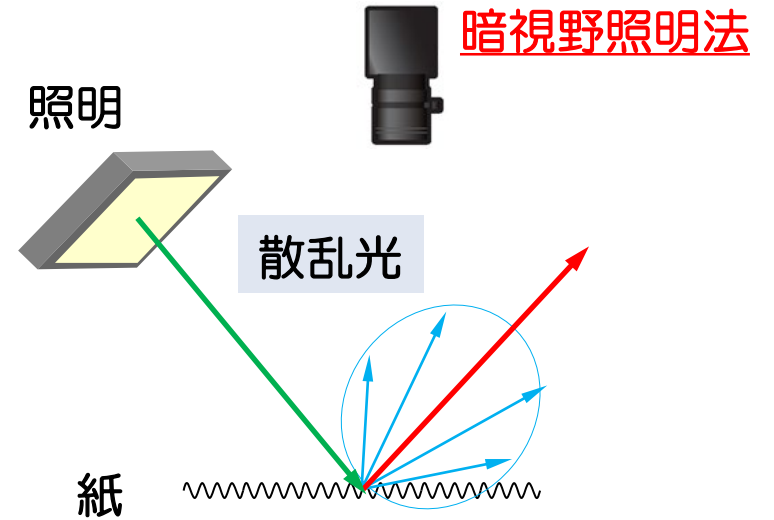
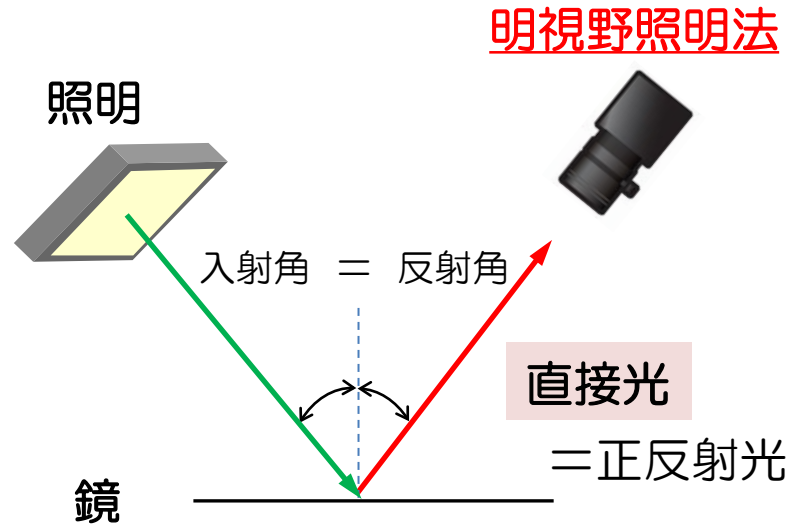


透過

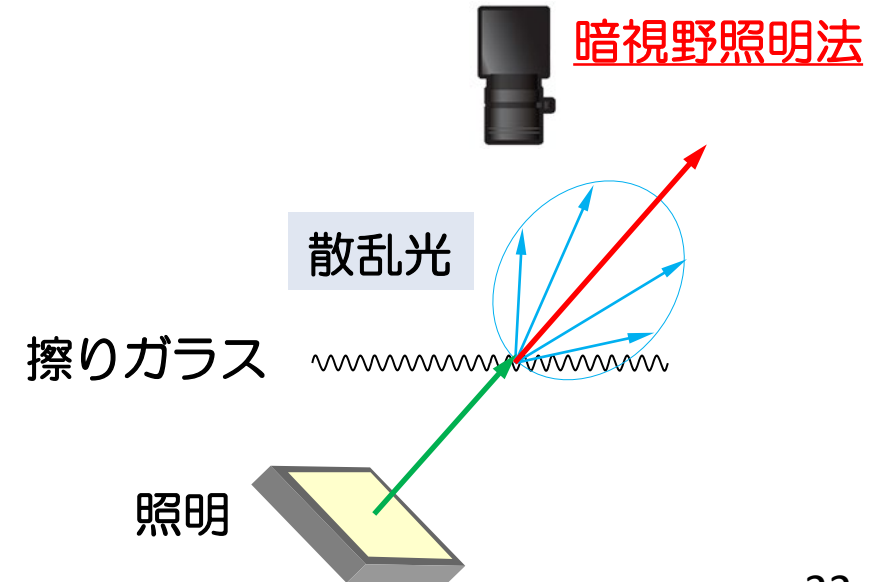
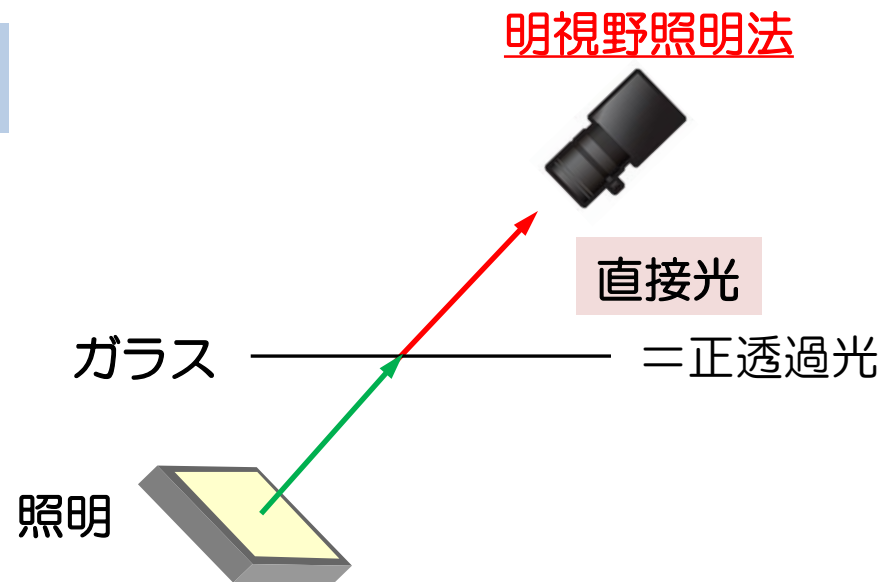


覚えておきたい用語 《照明法》

反射

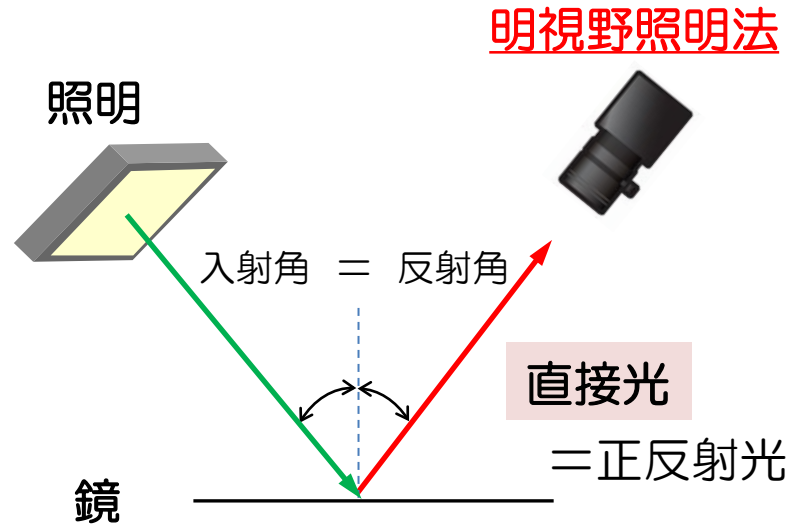


透過



覚えておきたい用語 《照明法》

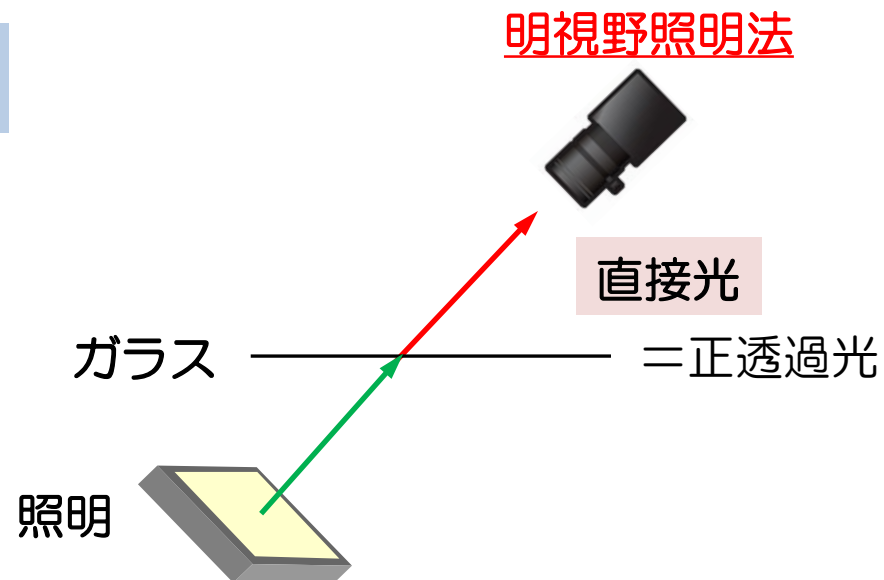
反射



● 明視野照明法

カメラで直接光を観察できるように照明を配置した撮像方法。
⇒カメラの観察軸と照明の光軸が一致している。

透過



【ポイント】

鏡のようなワークの場合、照明そのものを見ている(撮像する)イメージ。
⇒発光面にムラの無い、均一な照明が求められる。

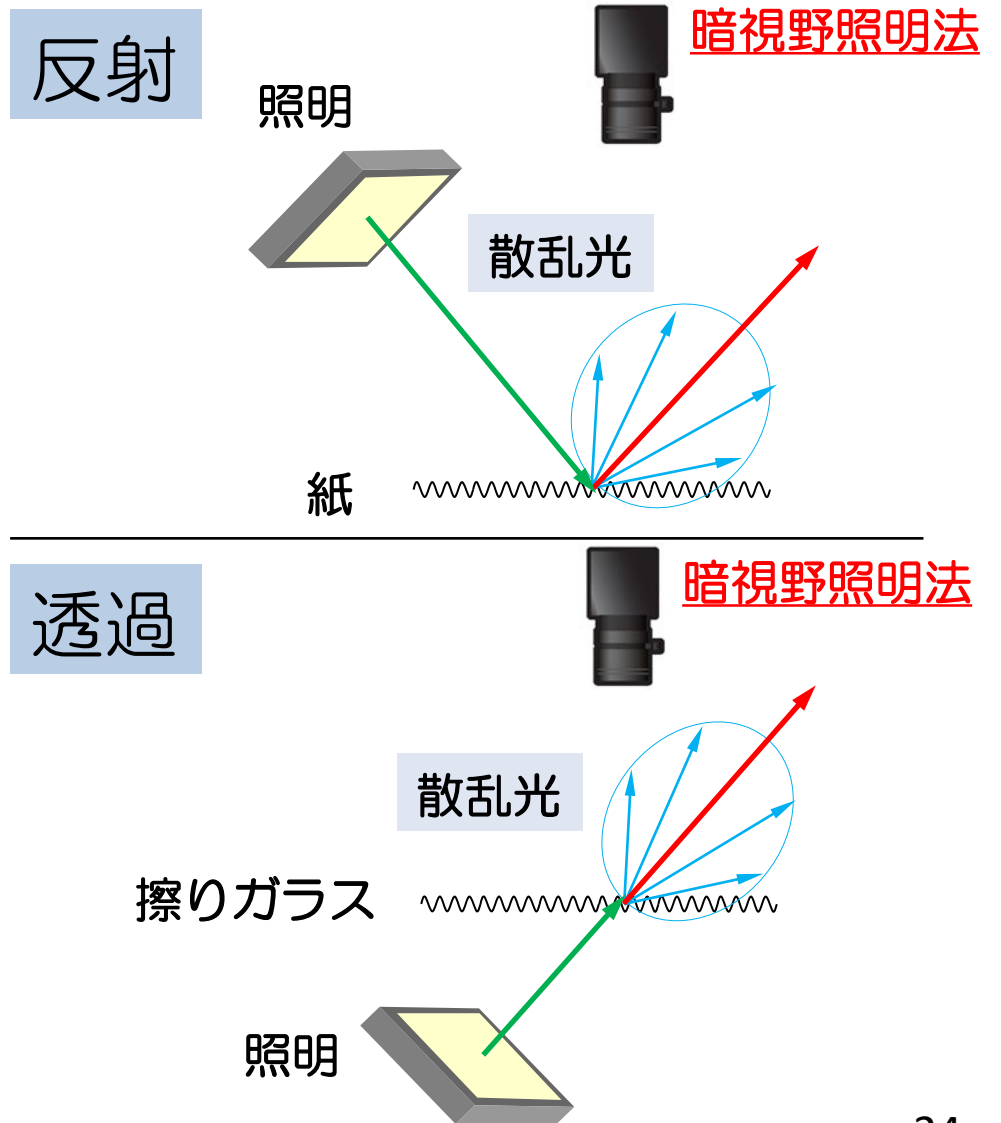
覚えておきたい用語 《照明法》

● 暗視野照明法

カメラの観察軸と照明の光軸をずらして配置した撮像方法。
正反射方向・正透過方向以外の光（散乱光）を撮像できる。

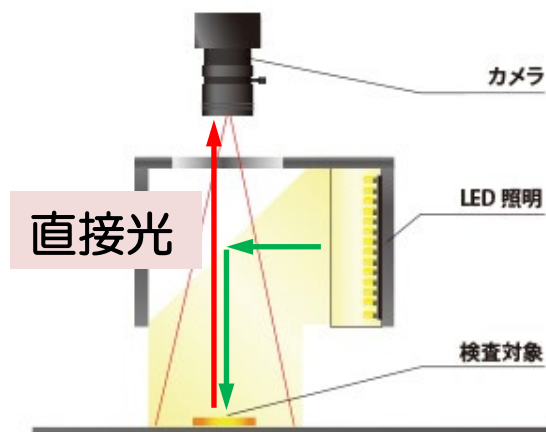
【ポイント】

カメラの観察軸と照明の光軸がずれているため、正反射方向の明るい光を取り込めない。
⇒照明の明るさ（照度）が求められる。

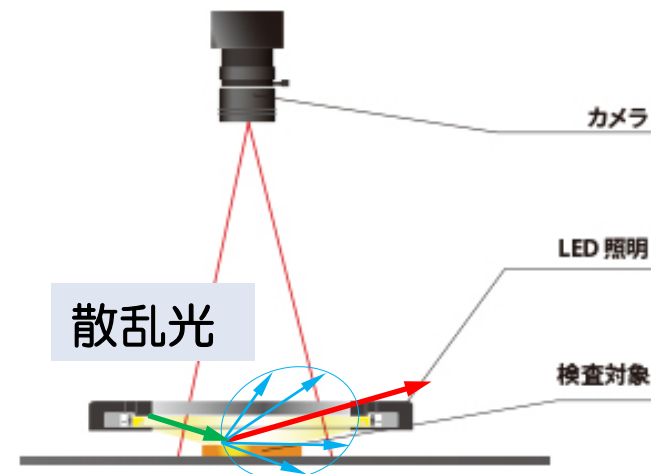



照明法と見え方

明視野照明法 → 直接光を見る



暗視野照明法 → 散乱光を見る





セミナー内容

- はじめに、画像検査とは？
- 画像検査における照明の重要性
覚えておきたい用語
- **画像処理用LED照明の形状と使い方**
- 代表的な画像検査例
- 事例紹介
- まとめ

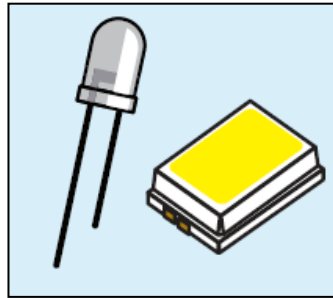
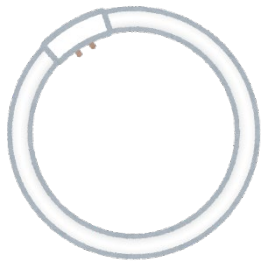
画像処理用LED照明の形状と使い方

LED照明とその他光源(蛍光灯・ハロゲン)の比較

光源	LED	蛍光灯	ハロゲン
寿命	◎	△	×
明るさ	○	○	◎
波長の選択	◎	×	△
形状自由度	◎	×	△
指向性	◎	×	△
応答性	◎	×	×

画像処理用LED照明の形状と使い方

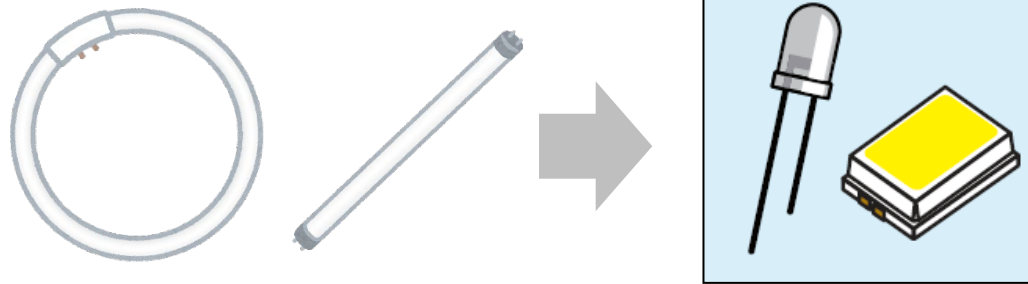
ハロゲン・蛍光灯からLED照明へ



光源	LED	蛍光灯	ハロゲン
寿命	◎	△	×
明るさ	○	○	◎
波長の選択	◎	×	△
形状自由度	◎	×	△
指向性	◎	×	△
応答性	◎	×	×

画像処理用LED照明の形状と使い方

ハロゲン・蛍光灯からLED照明へ



光源	LED	蛍光灯	ハロゲン
寿命	◎	△	×
明るさ	○	○	◎
波長の選択	◎	×	△
形状自由度	◎	×	△
指向性	◎	×	△
応答性	◎	×	×

画像処理用LED照明の分類



リング照明



バー照明



ドーム照明



バックライト照明



同軸照明



スポット照明

形状による分類

分類方法は他に、照明の波長、利用用途、光の指向性による分類もあります。



リング照明

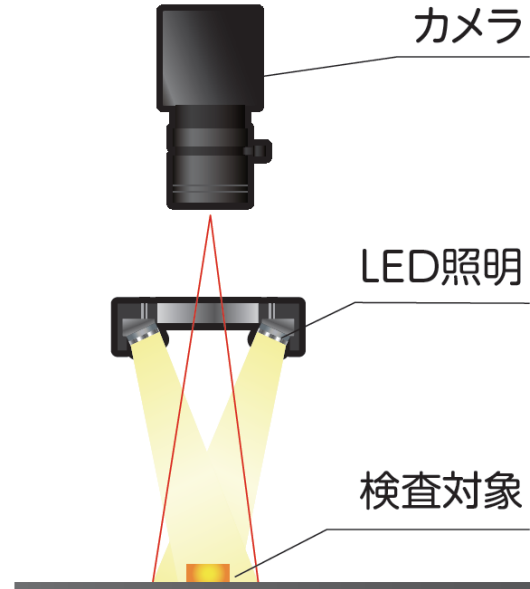
特徴

リング形状にLEDを配列した照明です。円周から中心に向かって照射するため、照射エリア中心部の均一性が高いことが特徴です。一般的にリングの穴からのぞくようにカメラを設置します。

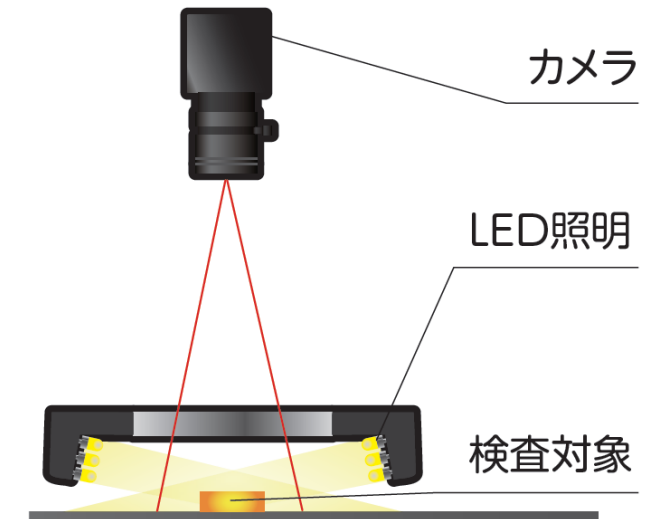
用途例

- ・明るさ均一性を活かした印字検査
- ・浅い角度(ローアングル)からの照射による、キズ・打痕検査、エッジ抽出

通常の場合



ローアングルの場合



バー照明

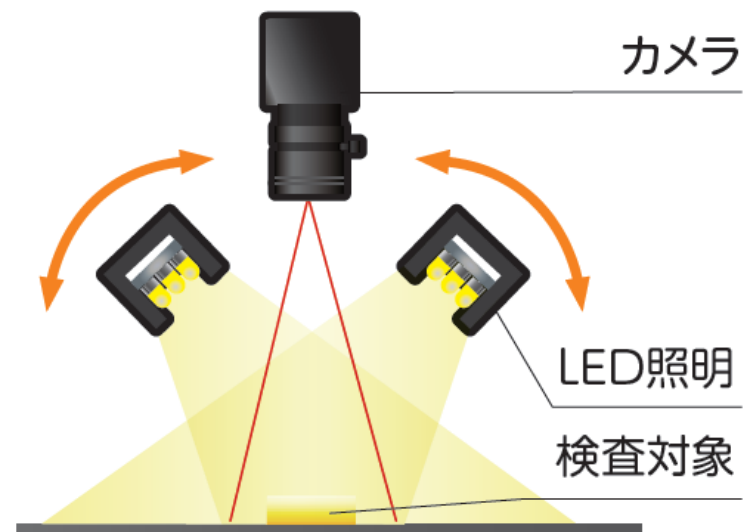


特徴

バー型(棒状)のLED照明です。
リング照明と異なり、照射角度などの
設置自由度が高く、様々な用途の検査
に使用可能です。

用途例

- ・ 外観検査(キズ・凹み・異物など)
 - ・ 印字検査
 - ・ 位置決め(アライメント)
 - ・ 方向判別
- など多岐





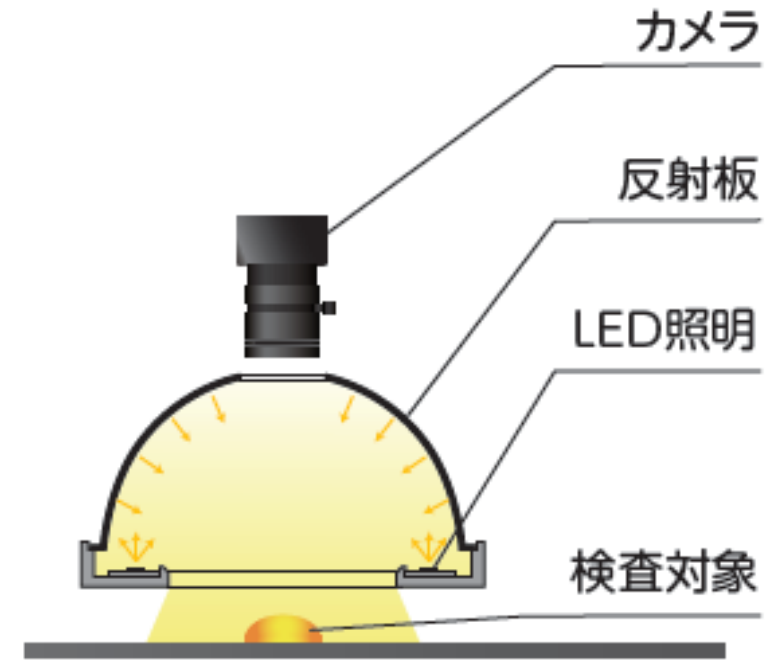
ドーム照明

特徴

拡散反射面のドームに光を照射し、その反射光をワークに照射する照明です。ドームに反射させることでワークに対して多方向から光が照射され、段差やR形状のワークでも影のない画像が撮像可能です。

用途例

- ・ 表面の光沢や凹凸の影響を抑えた外観検査や印字検査



バックライト照明



特徴

明るさの分布が均一な面発光の照明です。主に背面から照射する「バックライト」として、製品の寸法検査(シルエット検査)や半透明ワークの透過検査に使用します。

照射する光の角度によって抽出できる特徴(輪郭・異物・キズなど)が異なりますので、用途に応じてタイプを選択します。

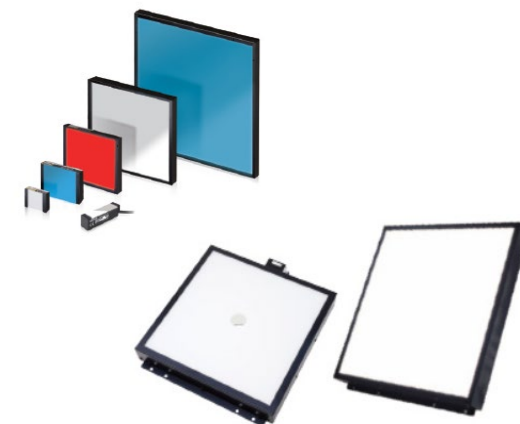
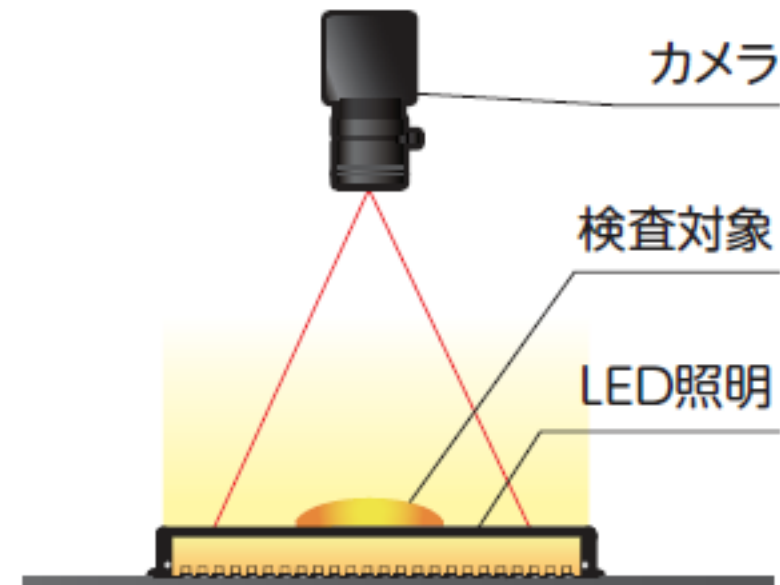
用途例

狭指向角タイプ

- ・電子部品コネクタのピッチ計測
- ・金属ワークなどの寸法計測
- ・ガラス材などのキズ検出

拡散タイプ

- ・樹脂ワークの異物検出
- ・ガラス基板のアライメント





同軸照明（同軸落射・疑似同軸）

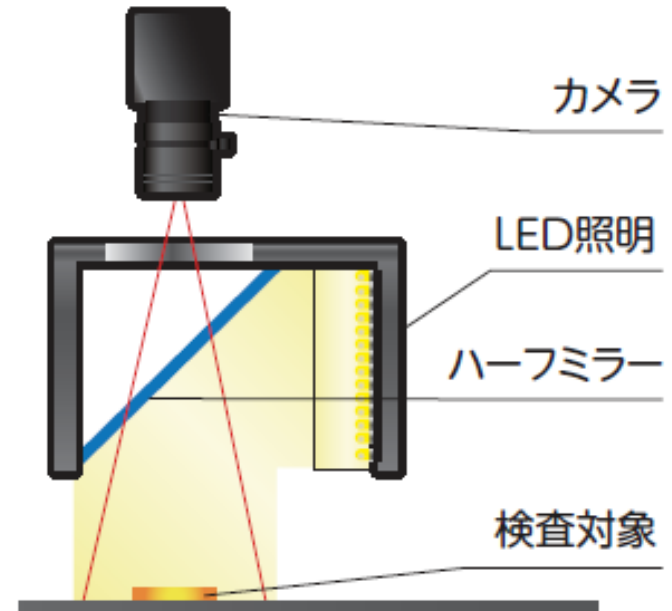
特徴

均一な面光源とハーフミラーを組合せた照明です。カメラの光軸と照明の光軸が一致した「同軸」で照射が可能で、ワークからの正反射光を撮像することができます。（＝明視野照明法）

例えば、平坦な光沢ワークに照射すると、キズのある箇所だけ正反射光が弱くなり、キズを暗く撮像することができます。

用途例

- ・平坦ワーク表面のキズ検出、打痕検出
- ・プリント基板のパターン検査
- ・基板のアライメント





スポット照明

特徴


カメラの光軸と照明の光軸が一致した「同軸」で照射が可能なテレセントリックレンズの光学系に最適化された小型照明です。

ピン先端のピッチ計測や鏡面ワークのパターン認識など、レンズの特性を活かした小型ワークの検査に使用します。

用途例

- ・アライメントマークの撮像
- ・2Dコードの読み取り
- ・各種コネクタのピン先端ピッチ計測

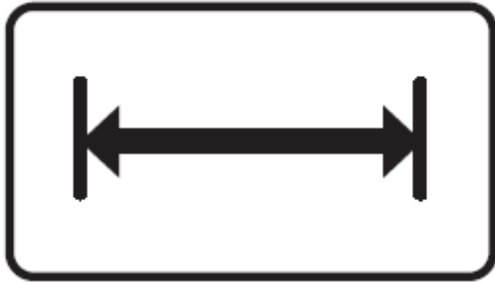




セミナー内容

- はじめに、画像検査とは？
- 画像検査における照明の重要性
覚えておきたい用語
- 画像処理用LED照明の形状と使い方
- **代表的な画像検査例**
- 事例紹介
- まとめ

代表的な画像検査例



寸法検査



キズ検出



異物検出

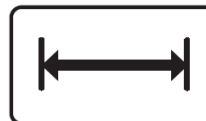


印字検査



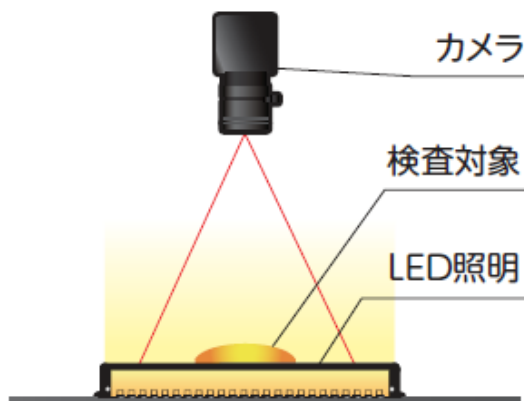
刻印読取

寸法計測 〈主な検査・計測方法〉

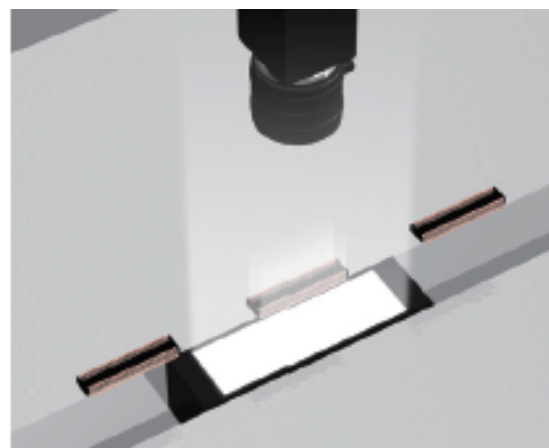


バックライト照明を用いて、ワークの真下から照らすことで
ワークのシルエットを作り、カメラ画像から寸法を計測します。

【撮像レイアウト】



【検査イメージ】

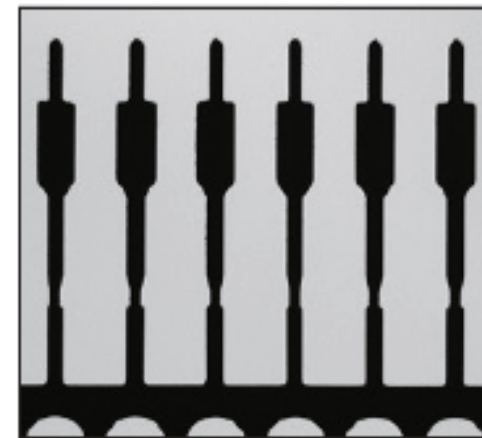


コネクタリードの寸法計測

【撮像例】

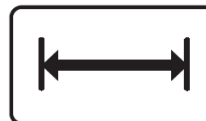


Y型圧着端子

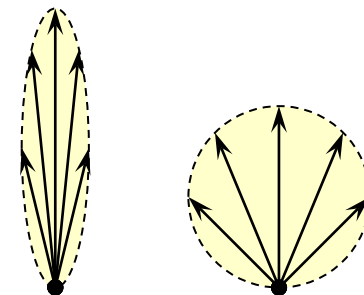


リードフレーム

寸法計測 〈補足〉



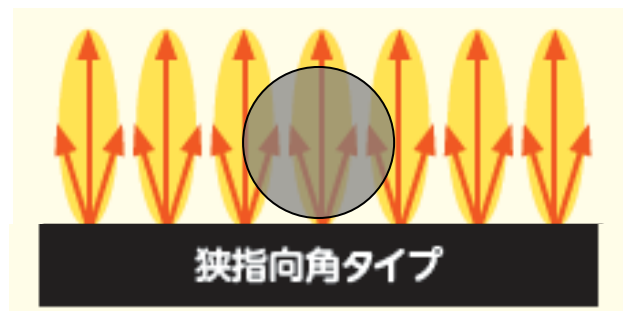
光の指向性とは、光の拡がり方のこと。
指向性が高い = 光がまっすぐに進むイメージ
指向性が低い = 光が拡がって進むイメージ



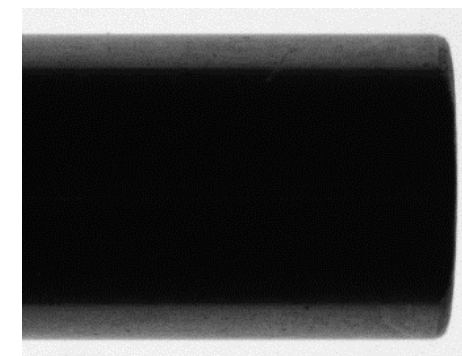
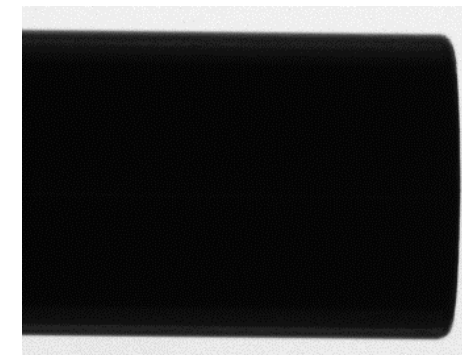
金属円筒ワーク
(精密シャフト)



指向性の高いバックライト
⇒狭指向角タイプ



指向性の低いバックライト
⇒拡散タイプ



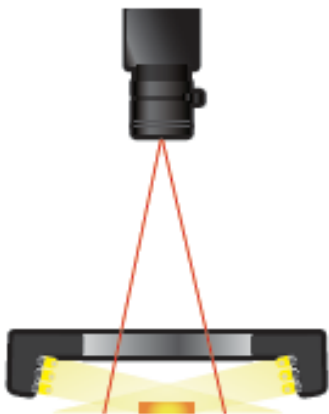
キズ検出 〈主な検査・計測方法〉



不透明ワーク：ローアングル照明でキズに対して浅い角度で照射し、キズを光らせて撮像します。

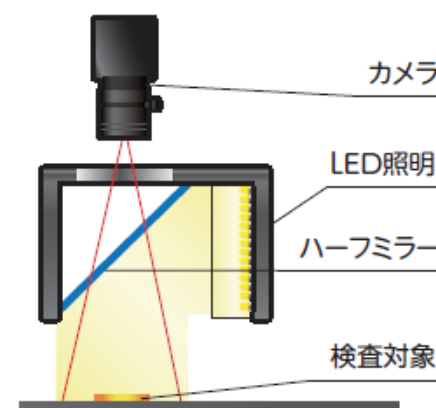
光沢ワーク：同軸照明で撮像するとキズの箇所を黒く抽出可能です。

【検査イメージ】 【撮像例】



〈ローアングル照明〉
反射／暗視野

【検査イメージ】 【撮像例】



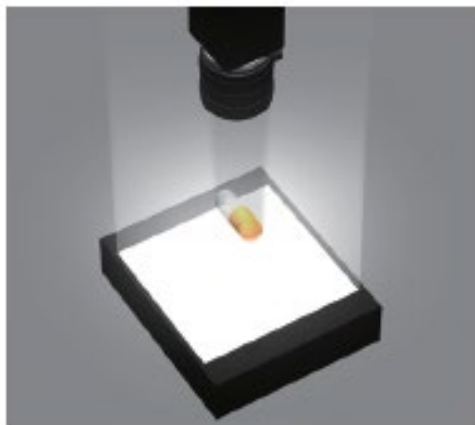
〈同軸照明〉
反射／明視野

キズ検出 〈主な検査・計測方法〉



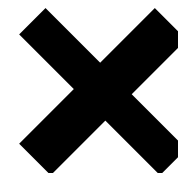
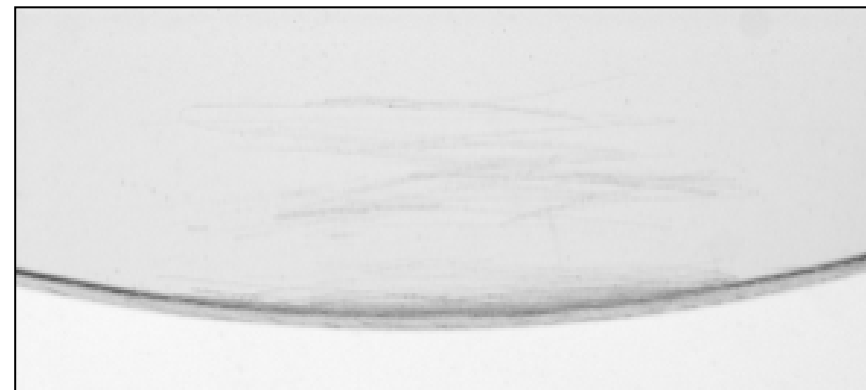
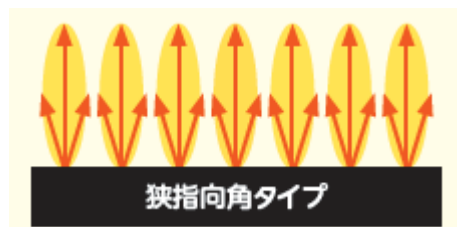
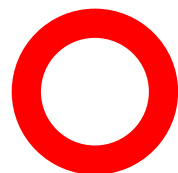
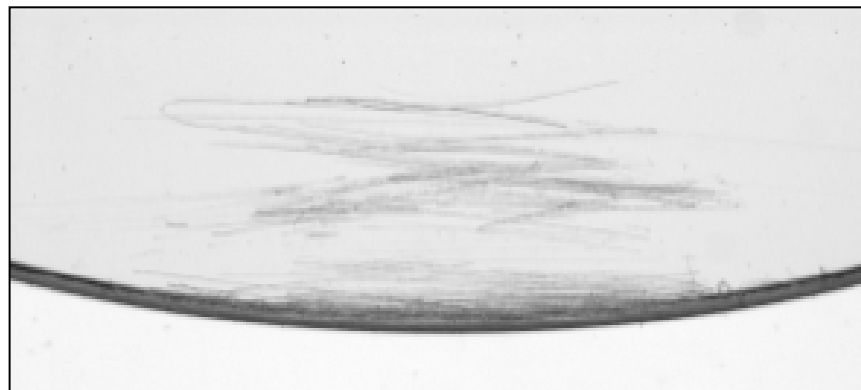
透明ワーク : 指向性の高い**バックライト照明**を使用した透過検査で、キズのシルエットを撮像します。

【検査イメージ】



〈バックライト照明〉
透明カプセルの外観検査

【撮像例】



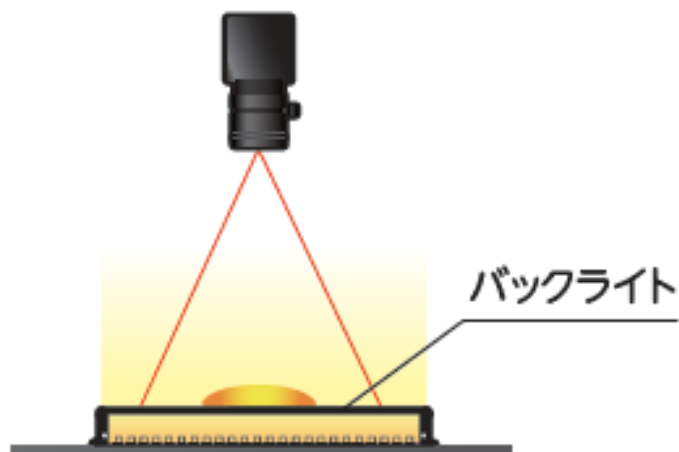
異物(有無)検査 〈主な検査・計測方法〉



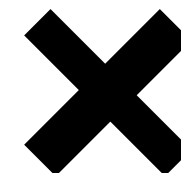
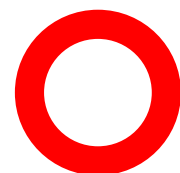
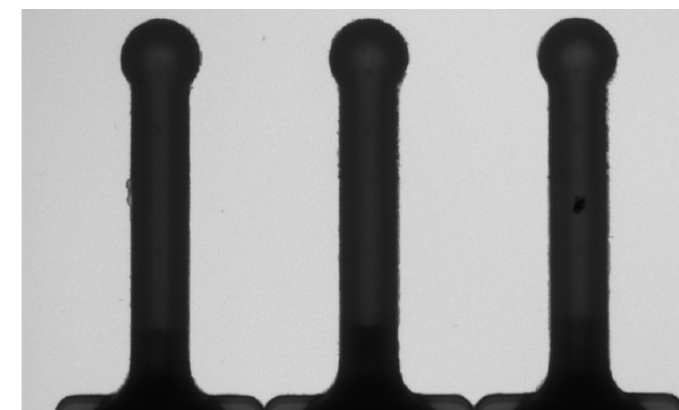
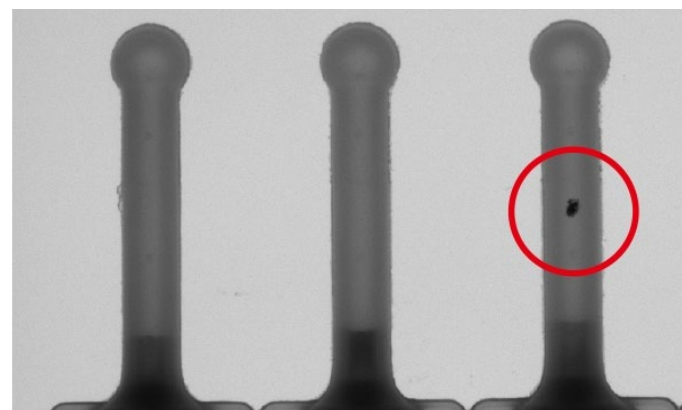
透明ワーク内部の異物：

バックライト照明を使用した透過検査で、内部の異物を黒く撮像します。ワークを透過し、かつワーク内の異物で吸収される照明色を選ぶことで異物を黒く撮像することができます。

【検査イメージ】



【撮像例】

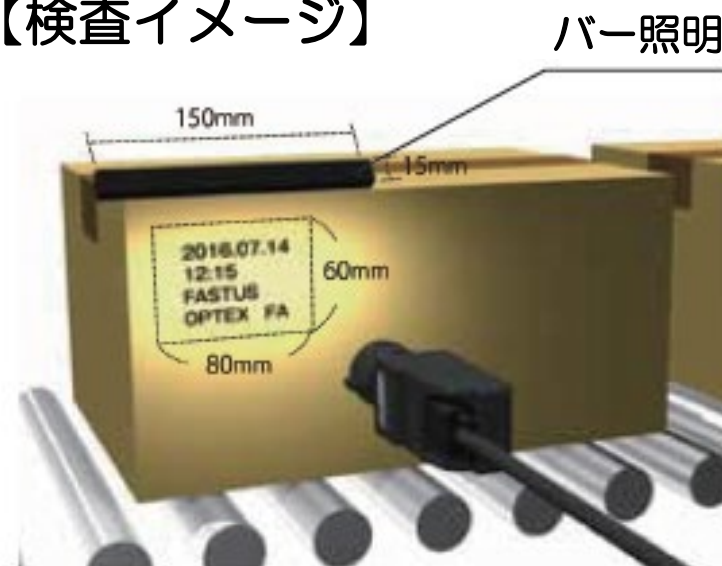


印字検査 〈主な検査・計測方法〉

消費期限
2020.11.14

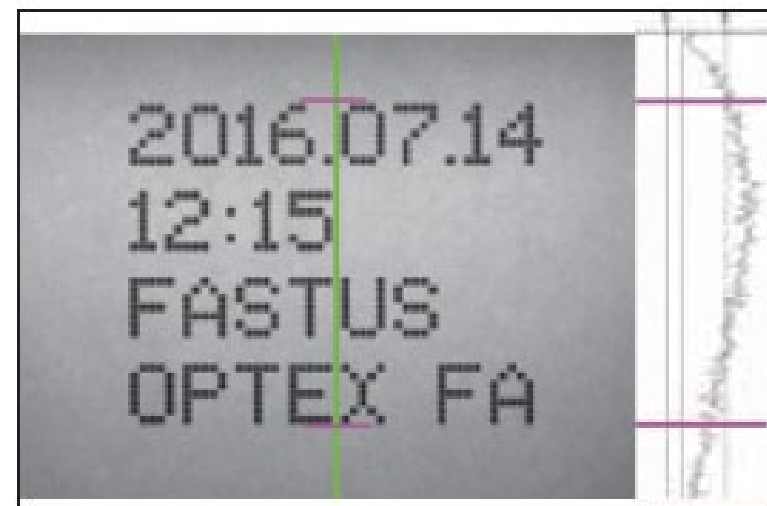
バー照明や**リング照明**を使用して、印字とその周囲を均等に照らし、カメラで読み取ります。背景と印字にコントラスト差が生じる照明色を選択します。また、光沢ワークには「偏光板（次頁）」を用いて、反射によるギラつきを抑えて撮像します。

【検査イメージ】

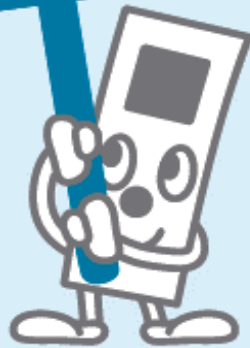


〈バー照明〉段ボール上の印字検査

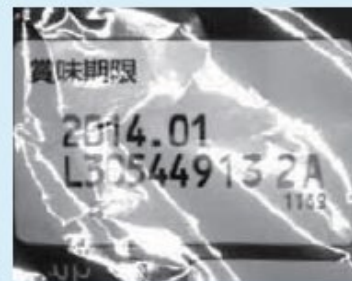
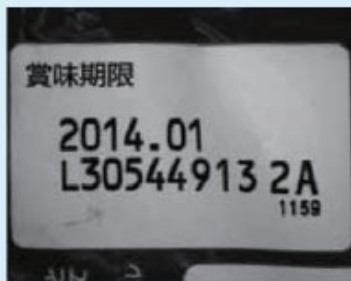
【撮像例】



偏光板とは



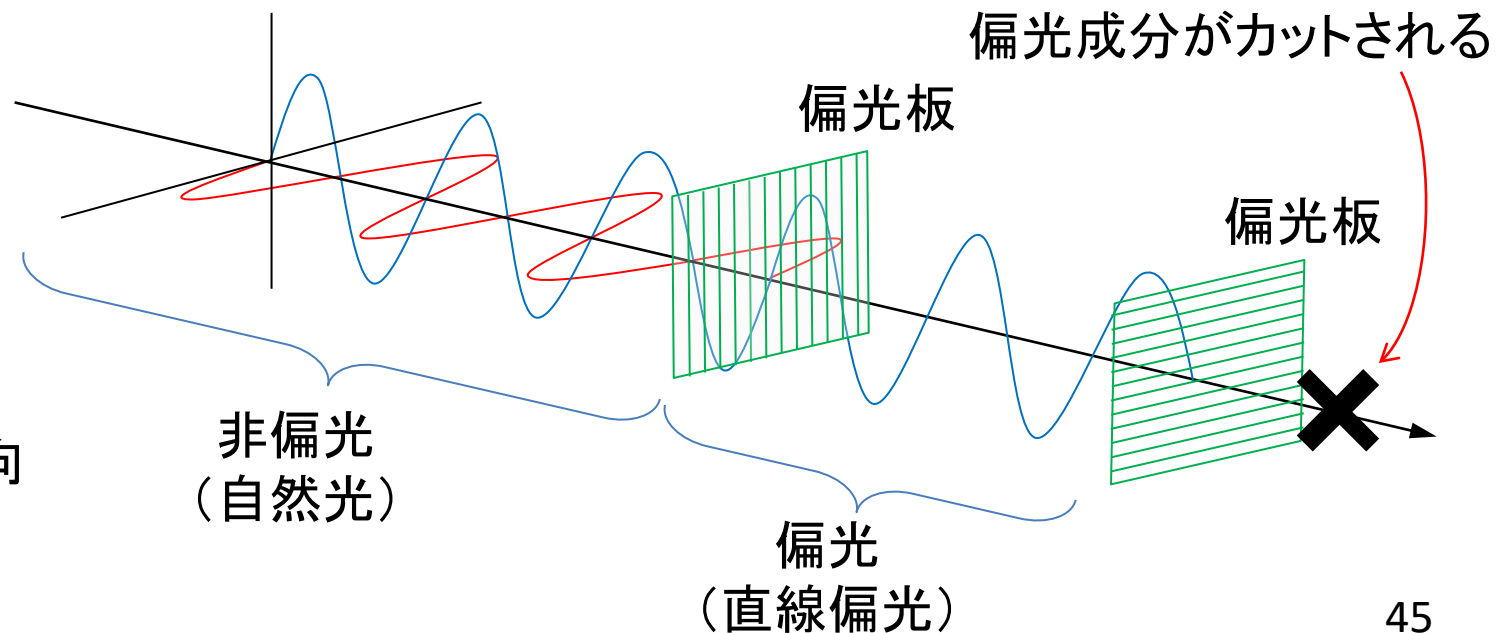
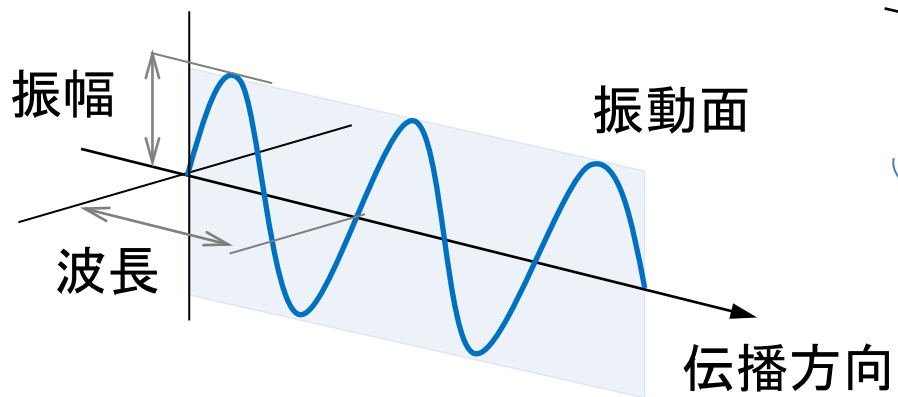
偏光板は検査用途で役立つ光学素子の1つです。
照明側とカメラ側に偏光板を取り付けることで正反射光
(による白飛び) をカットすることが可能です。



○ 偏光板あり

✕ 偏光板なし

< 光の性質 >



補足：カメラの撮像と照明色の関係



CHECK IT

- ✓ 白黒カメラで色の付いた異物を検出する場合、検出したい異物が吸収する波長(色)を照射するとコントラストが得られます。例えば、白紙の上の黄色い文字であれば、青色照明を利用します。



補足：カメラの撮像と照明色の関係

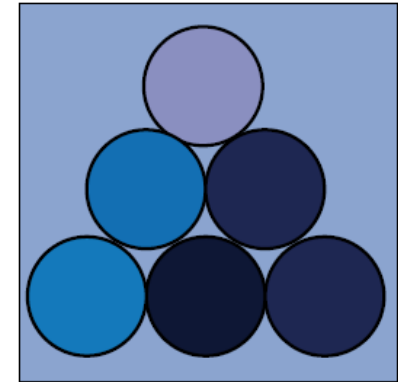
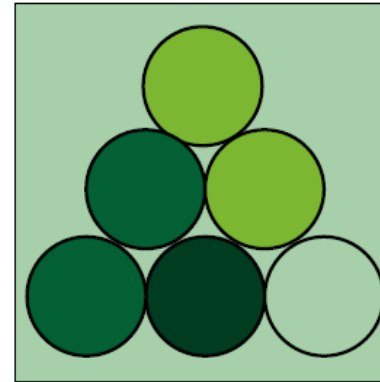
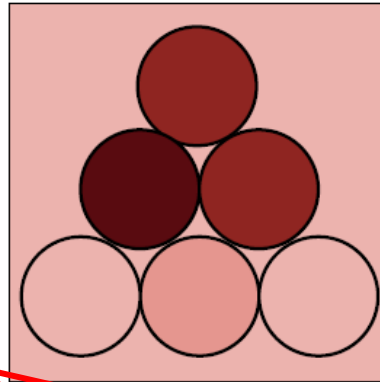
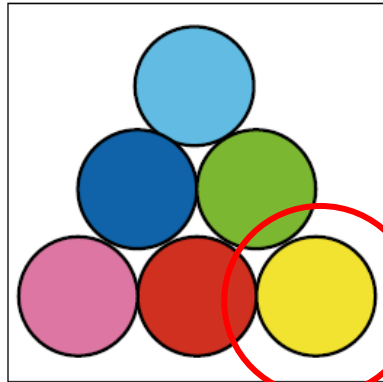
<白色照明>

<赤色照明>

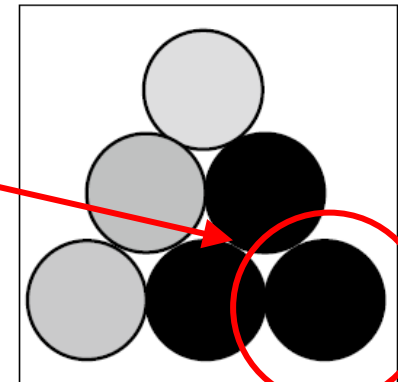
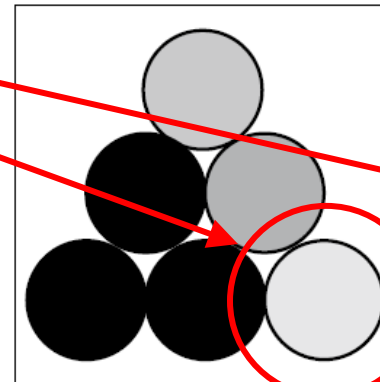
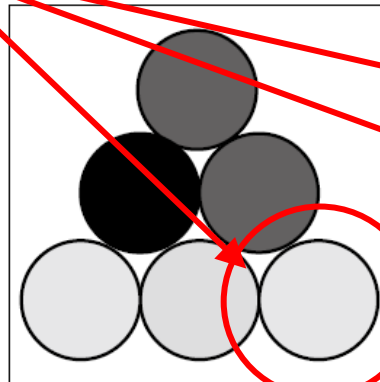
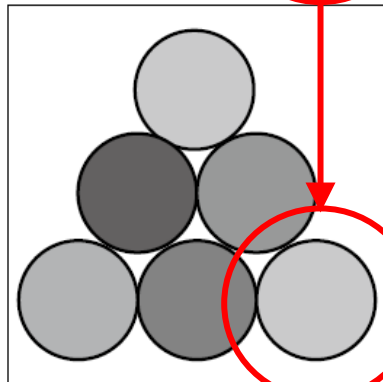
<緑色照明>

<青色照明>

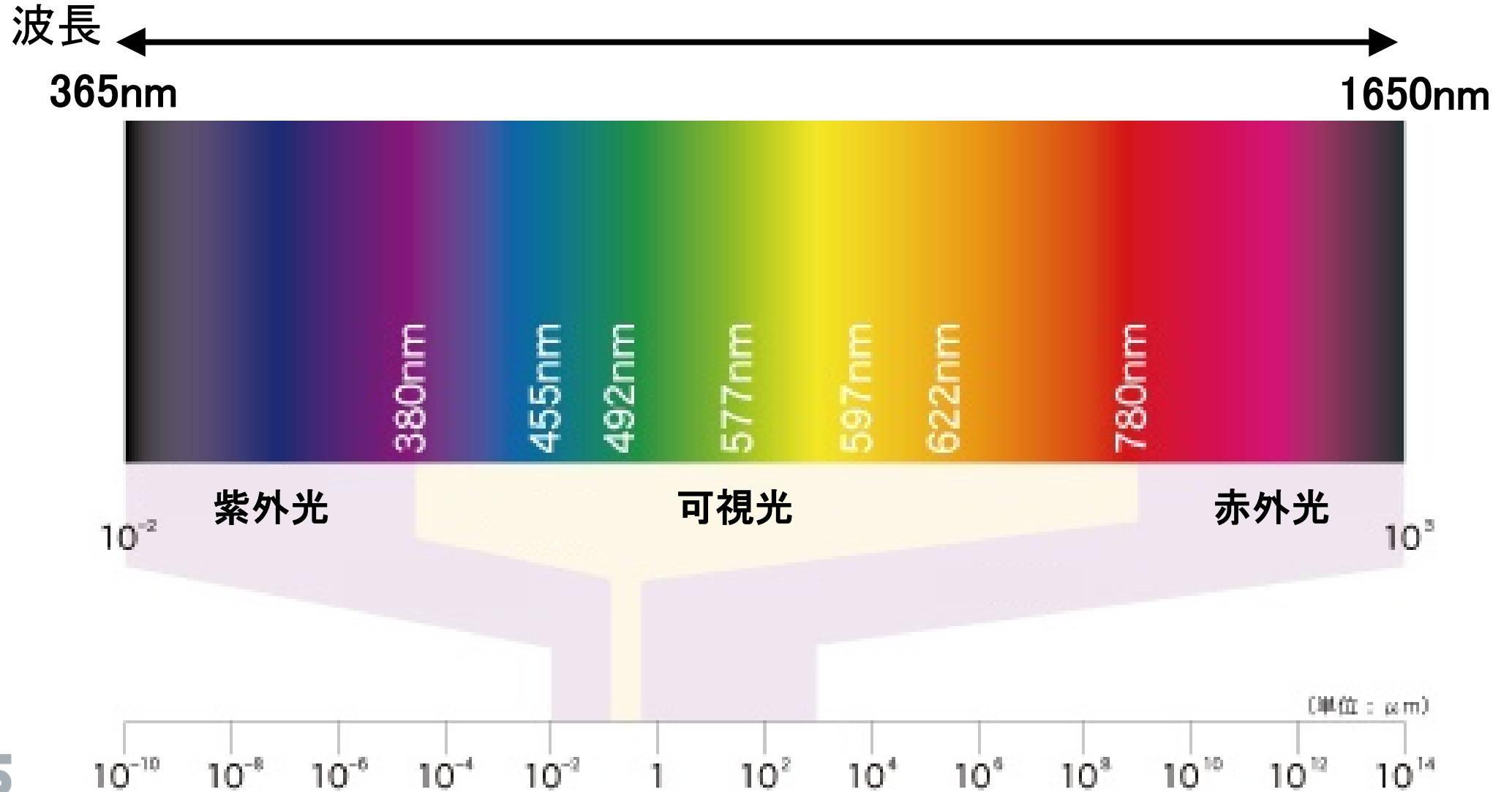
カラー画像



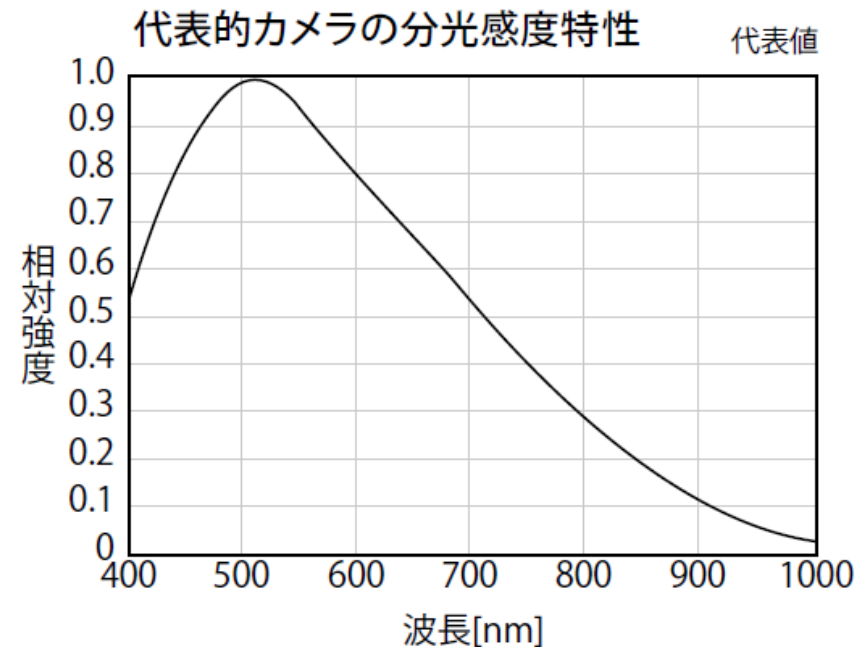
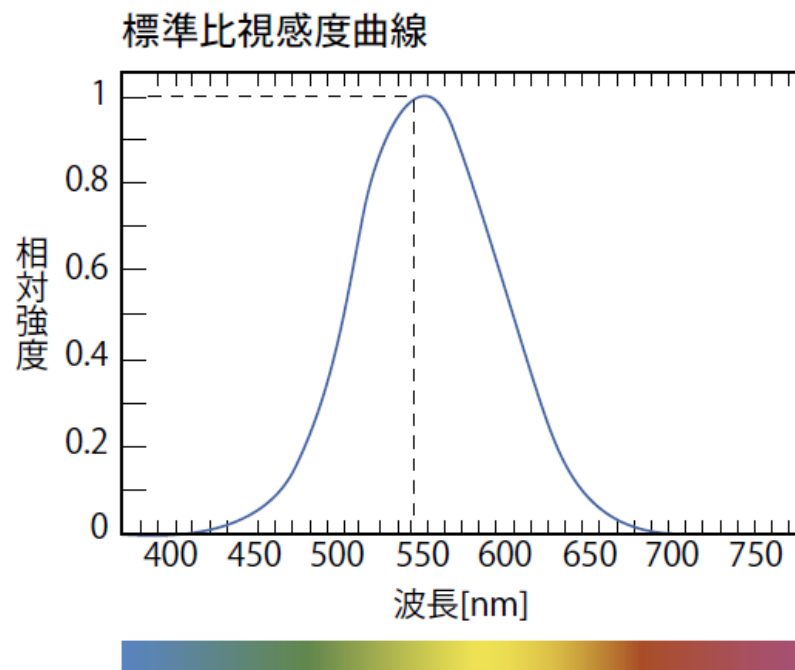
モノクロ画像



補足：FAで使われる波長域



補足：波長と感度



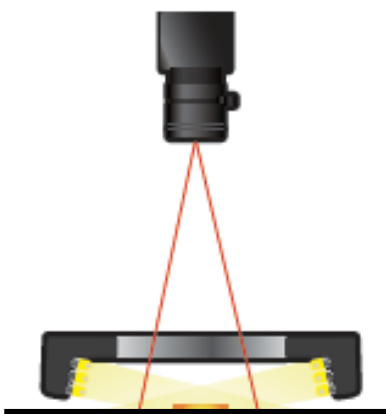
「見える範囲の違い」「感度の違い」があることで、カメラで撮像した画像と目視との違いが生じる。



刻印読取 〈主な検査・計測方法〉

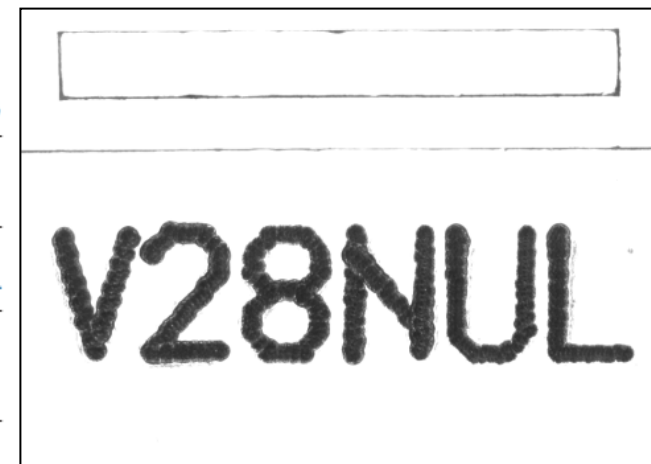
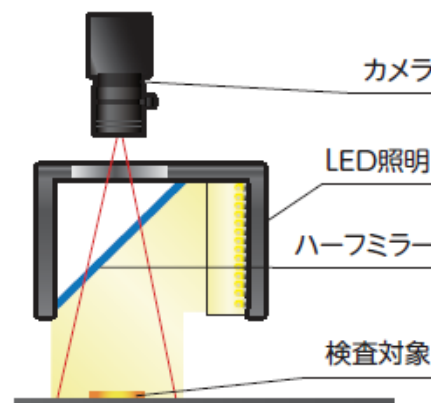
ローアングル照明や同軸照明を使用して、刻印や刻印のエッジもしくは周囲を光らせて読み取ります

【検査イメージ】 【撮像例】



〈ローアングル照明〉
反射／暗視野

【検査イメージ】 【撮像例】



〈同軸照明〉
反射／明視野



セミナー内容

- はじめに、画像検査とは？
- 画像検査における照明の重要性
覚えておきたい用語
- 画像処理用LED照明の形状と使い方
- 代表的な画像検査例
- **事例紹介**
- まとめ

事例紹介：アルカリボタン電池 LR43外観不良

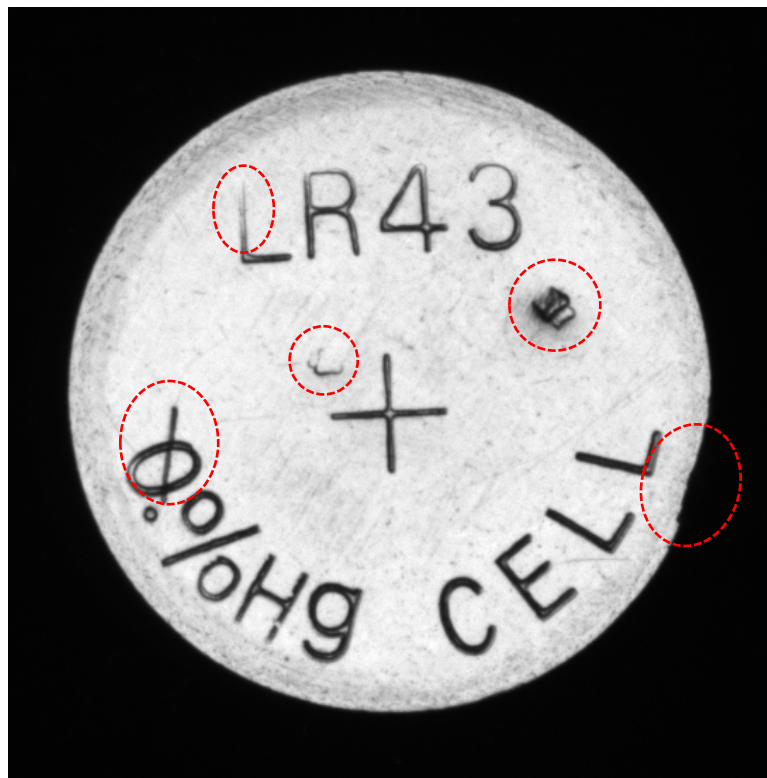
刻印不良



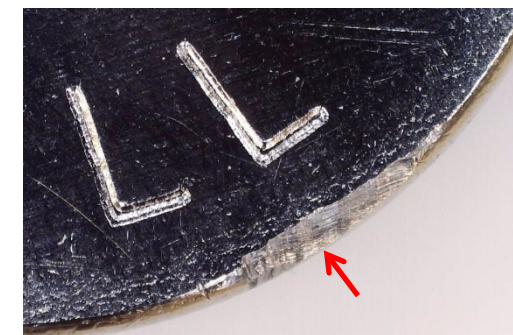
打痕*



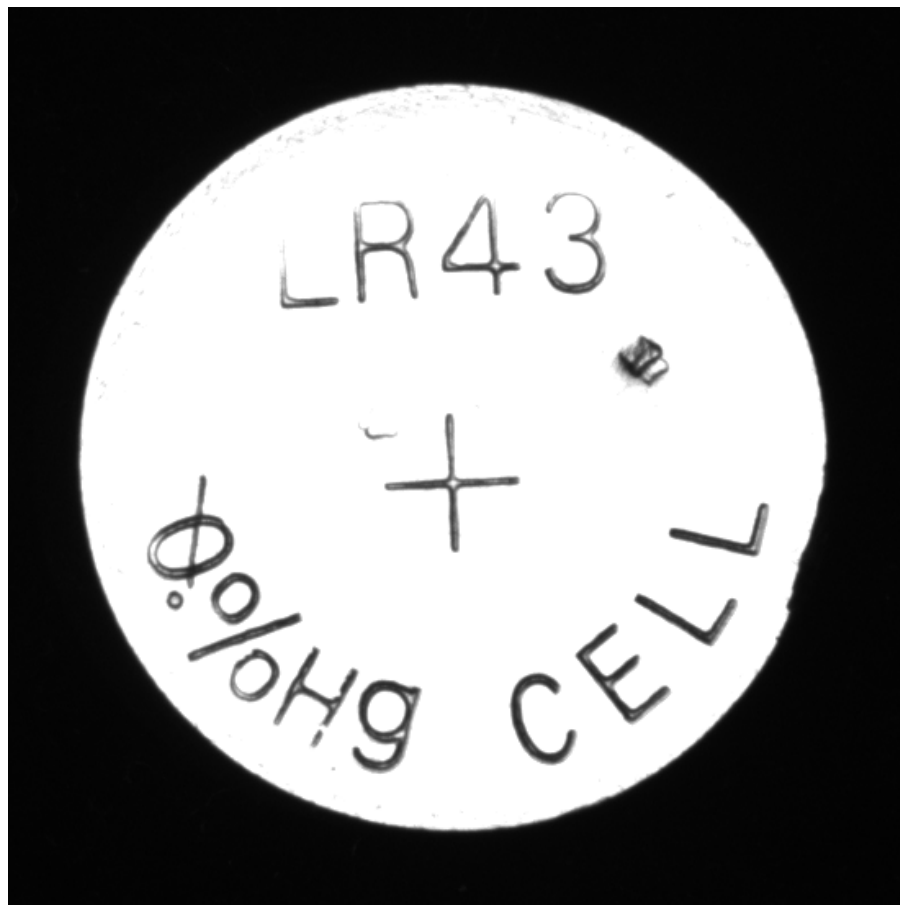
キズ*



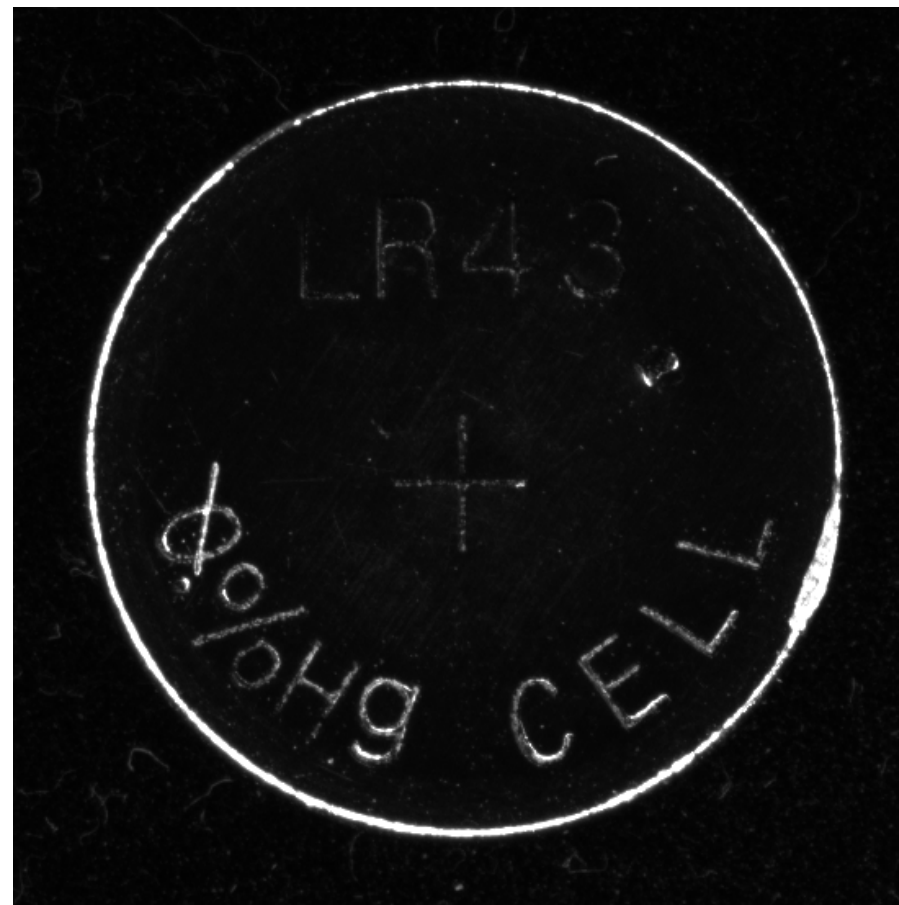
エッジの欠け*



事例紹介:問題

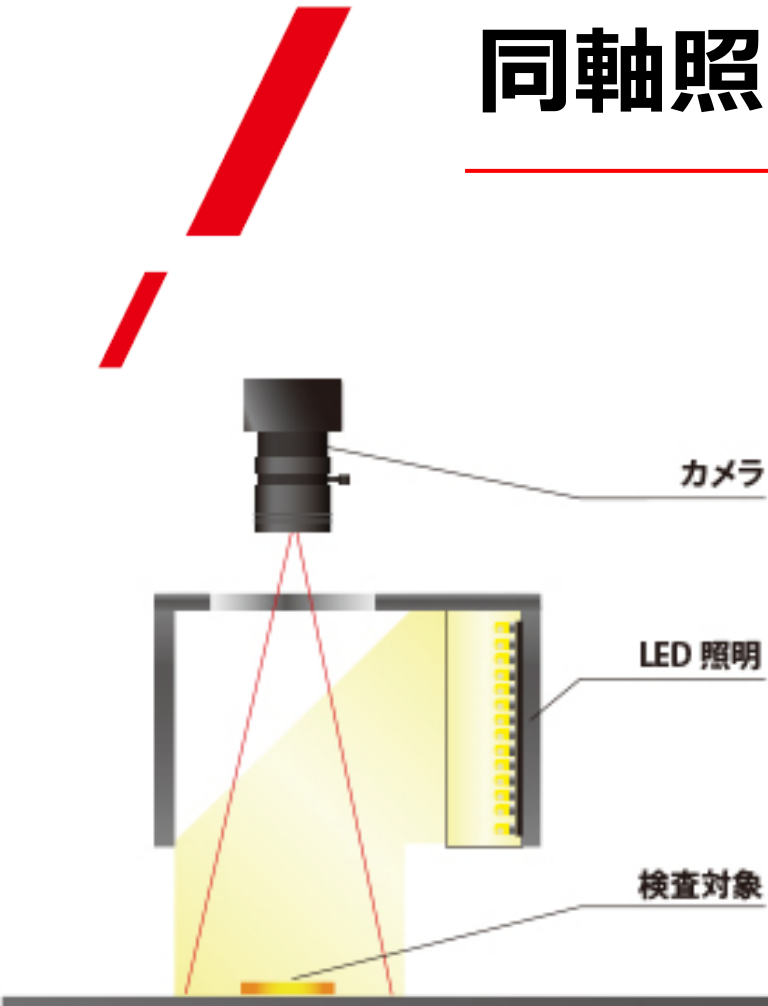


①



②

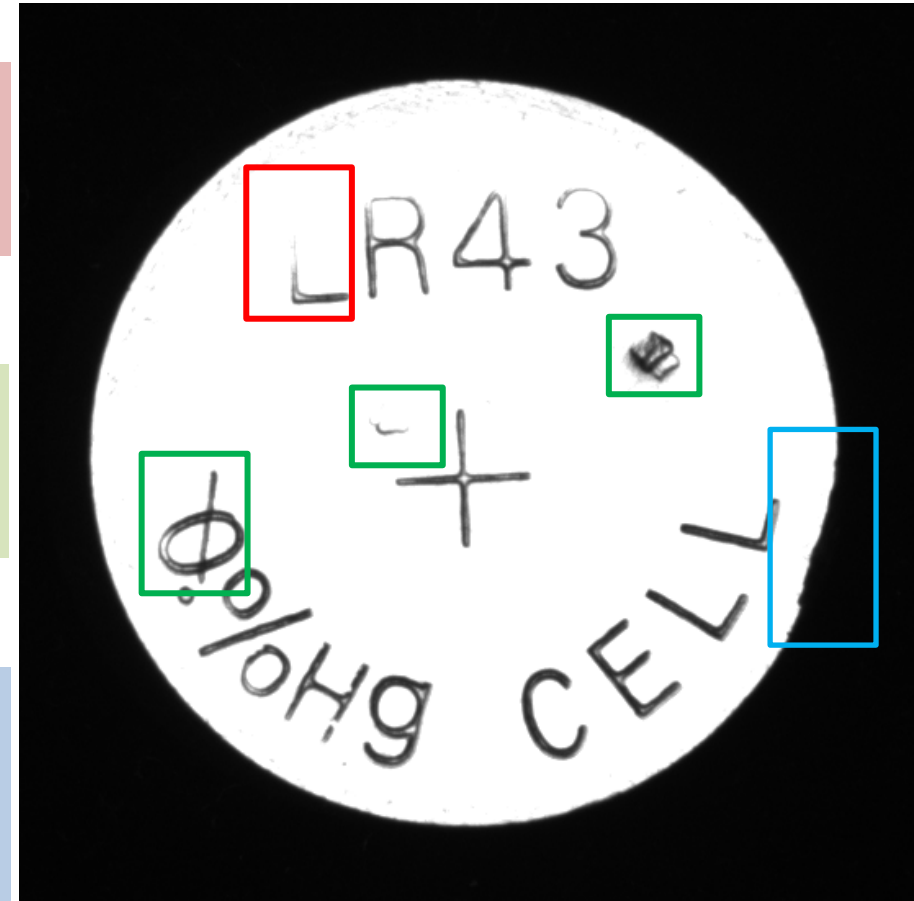
同軸照明を使った場合



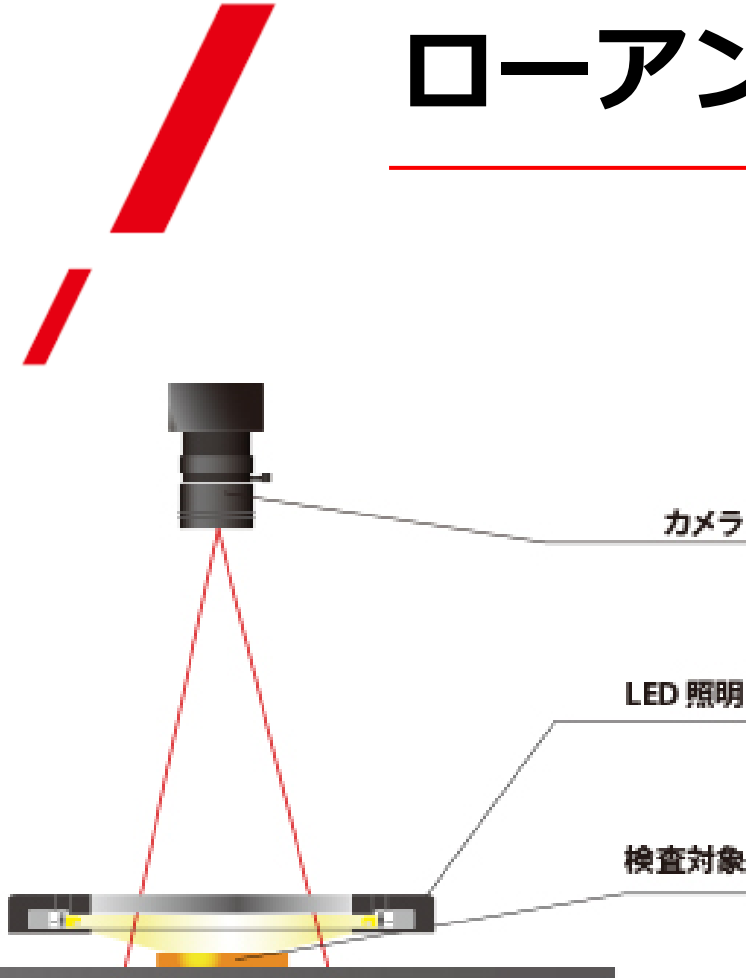
刻印不良
刻印が薄く、凹みが無いため、
正反射光(直接光)が白く撮像

キズ・打痕
表面の凹みで正反射光(直接光)
が逃げてしまうため黒く撮像

エッジの欠け
欠け部分は平面ではなく角度が
付いているため正反射光(直接光)
が逃げ、黒く撮像



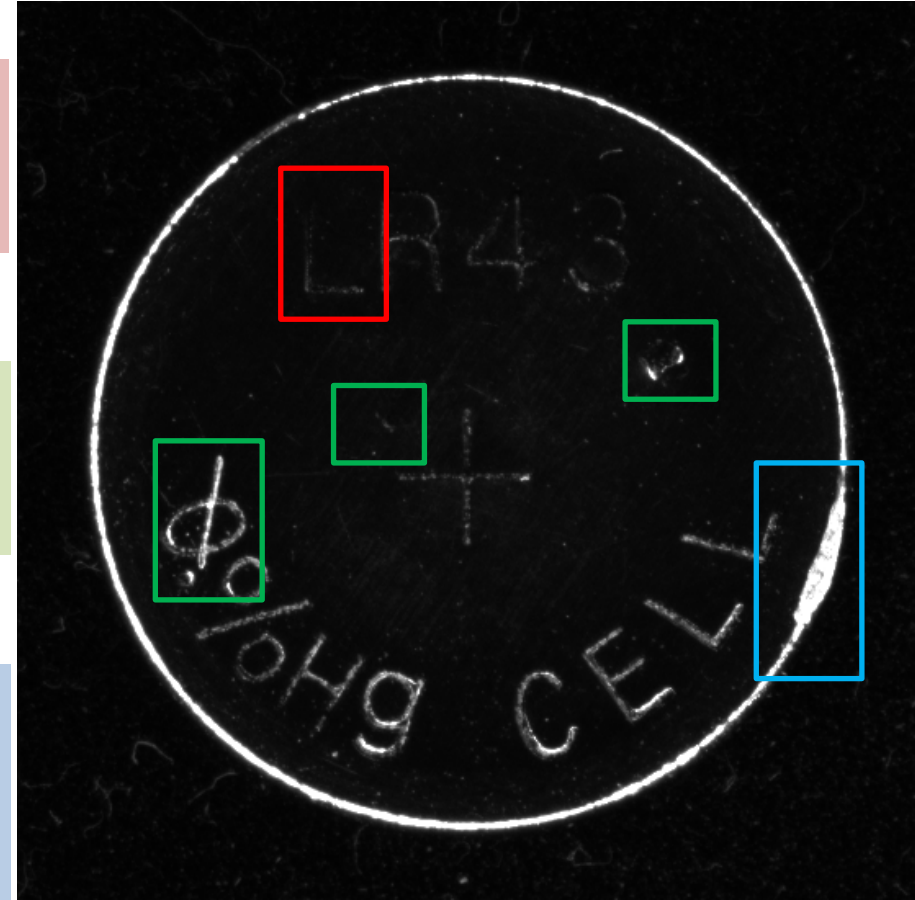
ローアングル照明を使った場合




刻印不良
刻印が薄く、凹みが無いため、
散乱光が少なく、黒く撮像

キズ・打痕
表面の凹みが大きければ散乱光で
白く撮像

エッジの欠け・エッジ
エッジおよび欠け部分に当たった
光の散乱光をカメラで取得するため
白く撮像



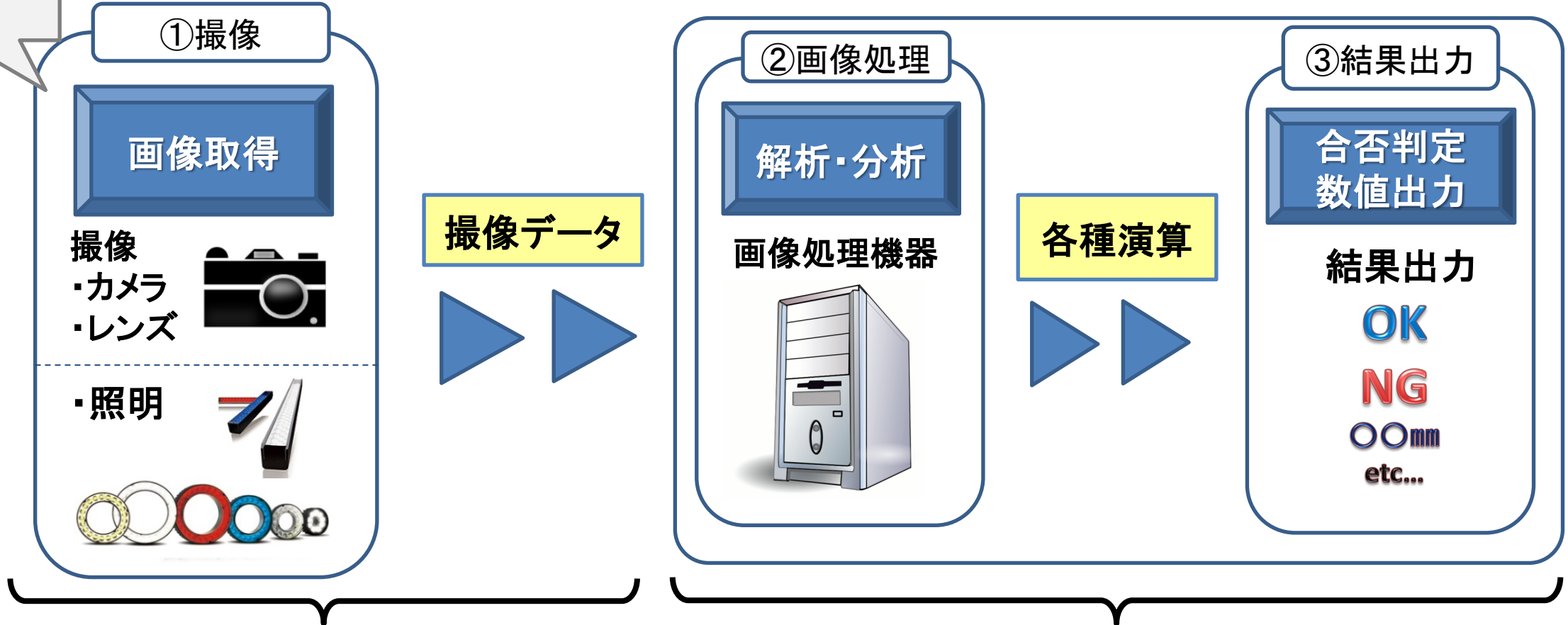


セミナー内容

- はじめに、画像検査とは？
- 画像検査における照明の重要性
覚えておきたい用語
- 画像処理用LED照明の形状と使い方
- 代表的な画像検査例
- 事例紹介
- **まとめ**

画像検査のおおまかな流れ

照明選定で検査
画像をカイゼン
できると、
画像処理も
楽になる



検査に適した画像をどう得るのか？

取得された画像にどう処理を掛けて、結果を出すのか？



元の画像が良ければ、処理が楽になる

まとめ

◆画像処理用LED照明とは？

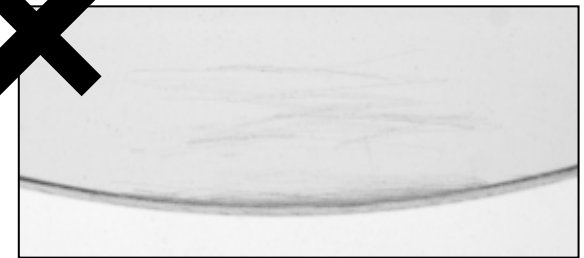
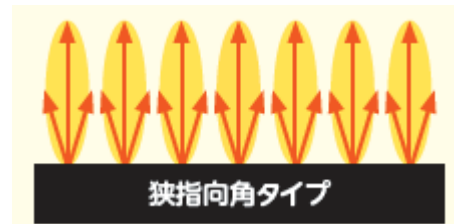
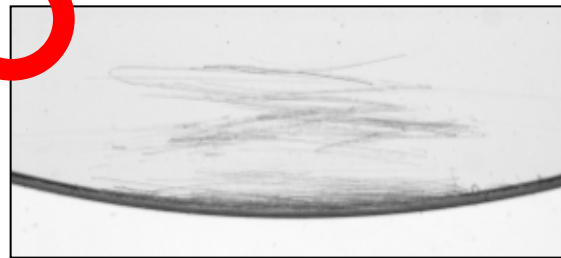
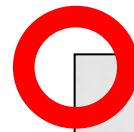
一般の照明と違い、**検査対象ワークの特徴点**（キズ・打痕・異物・寸法 etc…）を**コントラスト良く、カメラ画像で抽出するための照明**です。



まとめ

◆照明の選定基準は？

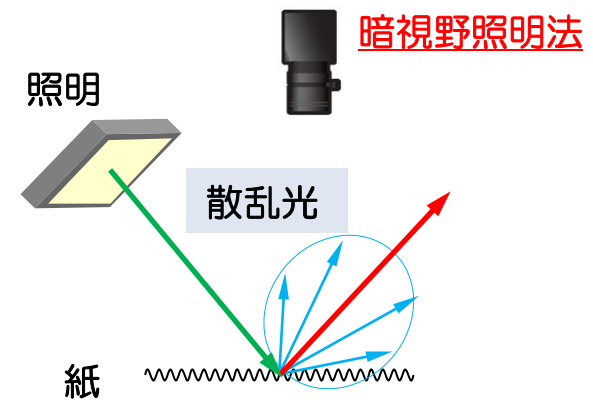
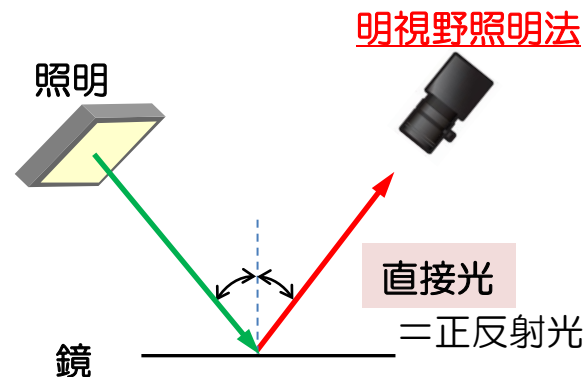
- ・ 画像処理用LED照明を購入すれば簡単にコントラストの高い画像が得られるわけではありません。
- ・ **検査内容に応じて、照明の形状、照射角度、波長など最適な照明を選ぶ必要があります。**



まとめ

◆照明選定のポイントは？

- ・ 『明視野』 『暗視野』 のどちらがよりコントラストが取れるか、を意識することがポイントです。
- ・ 検査ワークの表面状態や形状、反射率などの把握が重要です。
- ・ 事前に搭載設備の照明設置スペース、搬送条件の確認が必要です。



ご質問いただいた回答まとめ

No.	質問	回答
1	明視野照明法は反射光の角度が一意に定まる必要があるため、表面がフラットである検査対象でしか使えないような印象がありますが、合っていますでしょうか。	はい。正反射光を撮像しますので、基本的にはフラットな面の傷や汚れ、凹凸の形状の認識に使われることが多いです。 また緩やかなRがあるような曲面ワークの場合でも、映し込ませる照明の発光面のサイズが十分大きければ、明視野照明法で撮像が可能です。 この他にも、例えば、光沢のある球体ワークであれば、ドーム照明の発光面を写し込ませて撮像することもあり、この場合も明視野照明法と言えます。
2	印字検査の場合、照明の形状は特にこだわらなくて良いのでしょうか？	検査する面の状態によって変わります。平坦なもので、光沢がないものであれば、バー照明でもリング照明でも問題なくお使いいただけます。 ただし、凹凸があるような場合ですと、ドーム照明が有効なこともあります。
3	透明体端面を同軸照明で照らすと、ワークがぼやけてしまいました。暗視野照明法を用いてバー照明で照らすと解決しますか？	同軸照明を差し込むことで、ピント位置がズレた可能性があります。ガラス等を差し込むことで光路が長くなり、ピント位置が遠ざかります。 光源の波長によってもピント位置は変わりますので、フォーカス調整をお願いします。 バー照明の暗視野照明で、白黒反転した画像にすることで解決する可能性もあります。
4	ざらざらのプラスチック素材に付いたキズを判別するにはどういった照明が最適ですか？	明視野照明や暗視野照明どちらにしても、光の指向性を弱めることでザラザラ面をキャンセルしながら傷の判別が可能になる場合があります。 具体的にはドーム照明を使ったり、バー照明に拡散板に乗せるという方法があります。
5	例えばゴム製品のような材質だと反射が少なく、検査が難しい印象があります。そういった材質の凹みやキズなど検査する場合、どういった照明が適しているでしょうか。	ゴム製品のような反射の少ないものは確かに検査が難しいです。ただし、光沢があるゴム製品であれば、反射率は低くても明視野照明法で凹み部分を暗く、正常部を明るく撮像できると思います。キズなどであれば、暗視野照明法を用いてバー照明やローアングル照明でキズを光らせることができます。ゴム製品の形状や表面状態(光沢あり/無し)でも変わりますので、実際にワークを見ながら選定させていただければと思います。

理解度確認チェック問題(答えは次ページに掲載)

No.	問題	選択肢		答え
1	画像検査に適した画像とは、どのような画像でしょうか？	回答1	自分の目で見たとものが忠実に再現された見た目のキレイな画像	
		回答2	検査したい箇所(キズや異物など)が強調されている画像	
		回答3	どちらでもない	
		回答4	どちらも適している	
2	次のうち直接光の説明として正しいものを1つ選んでください	回答1	照明から直接出てくる光のこと	
		回答2	カメラに直接入ってくる光のこと	
		回答3	照明から照射してワークに反射した光のうち、正反射方向に進む光のこと	
		回答4	照明から照射してワークに反射した光のうち、正反射方向以外の方向に進む光のこと	
3	次の説明のうち、バー照明の特長を表しているものはどれでしょうか？	回答1	特定の距離・角度で照射するように設計されており、照射エリアの均一性が高い照明	
		回答2	さまざま角度の光が照射されるように設計されており、均一性も高く、凹凸の影響も抑えられる照明	
		回答3	発光面の均一性が高く、シルエット検査に適した照明	
		回答4	照射角度など設置自由度が高く、様々な用途に使用できる照明	
4	金属円筒ワークの寸法計測をします。円筒R部の影響を受けにくい検査方法を1つ選んでください。	回答1	リング照明で正面から照らし、円筒ワーク全体を光らせる	
		回答2	バー照明2本をハの字に設置し、円筒ワークのエッジを光らせる	
		回答3	拡散性の高いバックライト照明を円筒ワークの背面に設置して、シルエットを見る	
		回答4	指向性の高いバックライト照明を円筒ワークの背面に設置して、シルエットを見る	
5	次の照明選定のうち適切な選定はどれでしょうか？	回答1	検査ワークを良く観察し、「明視野」で撮れる照明を選定する	
		回答2	検査ワークを良く観察し、「暗視野」で撮れる照明を選定する	
		回答3	検査ワークを良く観察し、コントラストが取れる照明を選定する	
		回答4	検査ワークに限らず、とにかく明るい照明を選定する	

理解度確認チェック問題

No.	問題	選択肢	答え
1	画像検査に適した画像とは、どのような画像でしょうか？	回答1 自分の目で見たものが忠実に再現された見た目のキレイな画像	×
		回答2 検査したい箇所(キズや異物など)が強調されている画像	○
		回答3 どちらでもない	×
		回答4 どちらも適している	×
2	次のうち直接光の説明として正しいものを1つ選んでください	回答1 照明から直接出てくる光のこと	×
		回答2 カメラに直接入ってくる光のこと	×
		回答3 照明から照射してワークに反射した光のうち、正反射方向に進む光のこと	○
		回答4 照明から照射してワークに反射した光のうち、正反射方向以外の方向に進む光のこと	×
3	次の説明のうち、バー照明の特長を表しているものはどれでしょうか？	回答1 特定の距離・角度で照射するように設計されており、照射エリアの均一性が高い照明	×
		回答2 ささまざまな角度の光が照射されるように設計されており、均一性も高く、凹凸の影響も抑えられる照明	×
		回答3 発光面の均一性が高く、シルエット検査に適した照明	×
		回答4 照射角度など設置自由度が高く、様々な用途に使用できる照明	○
4	金属円筒ワークの寸法計測をします。円筒R部の影響を受けにくい検査方法を1つ選んでください。	回答1 リング照明で正面から照らし、円筒ワーク全体を光らせる	×
		回答2 バー照明2本をハの字に設置し、円筒ワークのエッジを光らせる	×
		回答3 拡散性の高いバックライト照明を円筒ワークの背面に設置して、シルエットを見る	×
		回答4 指向性の高いバックライト照明を円筒ワークの背面に設置して、シルエットを見る	○
5	次の照明選定のうち適切な選定はどれでしょうか？	回答1 検査ワークを良く観察し、「明視野」で撮れる照明を選定する	×
		回答2 検査ワークを良く観察し、「暗視野」で撮れる照明を選定する	×
		回答3 検査ワークを良く観察し、コントラストが取れる照明を選定する	○
		回答4 検査ワークに限らず、とにかく明るい照明を選定する	×