

「目視検査を成功させる」

発表者：石井 明

1. 目的

工業製品の製造工程で行われる目視検査を想定して、周辺視目視検査法を紹介するとともに、目視検査は当該工程の最後の砦の意識のもとに不良の見逃しゼロの目視検査体制をいかに構築していくかについて紹介する。

2. 研究概要

目視検査は目で見て、その製品・部品が良品であるか不良品であるかを判断し、不良品を取り除くことである。しかし、熟練した検査員が感じている目視検査の様子はこれとは少し違う。良品とは異なるものが現れたときに「変だと感じ」、次に変だと感じた箇所を確認し不良品の判断を行う。この良品とは異なるものが現れたときに、変だと感じる技術は、熟練した検査員が知らず知らずのうちに身につける技術であり、言葉で表現できない暗黙知でもある。この技術のポイントは目の使い方、ワークのハンドリング、照明（光源）の使い方にある。1点を見つめずに視野を広く取り（周辺視）ぱっと見る（瞬間視）。リズムカルなハンドリングで検査面を切り替えながら、正常でない箇所が視野に入ると変だと感じる技術である。この目視検査方法を周辺視目視検査法という。本研究ではこの検査方法をいかにして検査員に習得させるかについての教育モデルの構築を行っている。また、本検査法を身につけることによって不良品の見逃しがなく、かつ終日、検査速度・検査品質が変わらず、さらには検査員の健康を維持できることを示し、本検査法の一層の普及を目指している。

3. 成果の活用

（1）目視検査動作の自己点検支援

図1は検査員同士の作業動作比較である。互いの検査動作の違いを理解して、よりよい検査動作を身につける支援を行う。

（2）検査環境を含めた合理的な目視検査動作の提案

図2は3DCGを使って照明を含めた検査環境を模擬し、合理的な目視検査手順書の作成支援を行う。

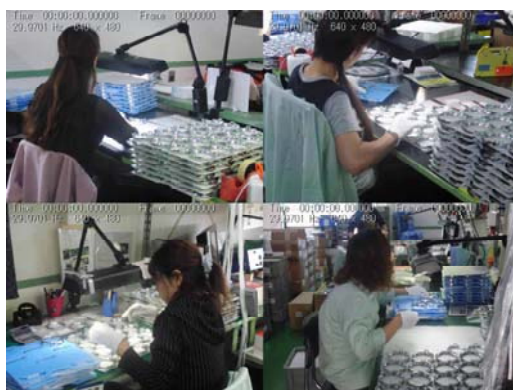


図1 検査員同士の作業動作比較

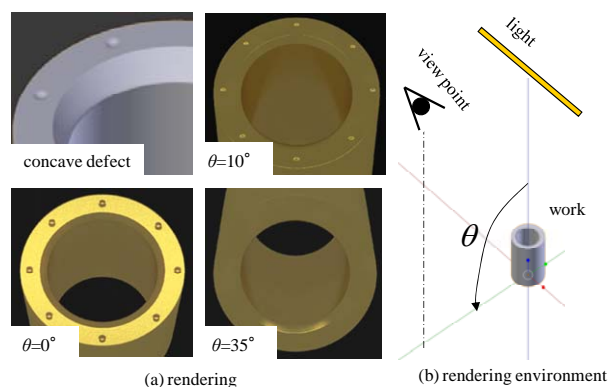


図2 アニメーション利用による検査環境評価

目視検査を成功させる

Successful Visual Inspection

知能機械システム工学科 石井明

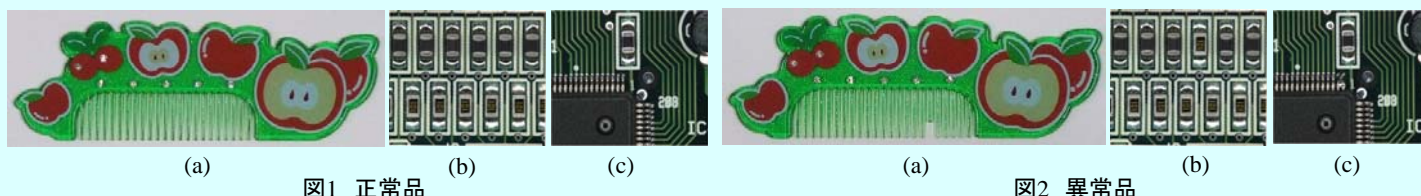
目的 工業製品の製造工程で行われる目視検査を想定して、周辺視目視検査法を紹介するとともに、目視検査は当該工程の最後の砦の意識のもとに不良の見逃しゼロの目視検査体制の構築の道筋を示す。

周辺視目視検査法 良品のイメージをハンドリング動作と共に記憶・定着化を図った後、製品の検査時に良品とは異なるイメージを違和感として感じ取り、良品のみを選別する目視検査法のこと。1998年に当時日本IBM在職の佐々木章雄氏※が発案。

※周辺視目視検査法【I】～【V】、IEレビュー、日本IE協会、46-4～47-3(2005-2006)。

違いを感じ取る仕組み

視覚探索において意識的に探索することなく異変箇所が他の箇所と目立ってポップアウトして(飛び出して)知覚される現象をポップアウトとよぶ。特定の製品から異常品を検出する視覚探索課題を訓練すると、ポップアウトのように異常品を知覚することができる。図1、2において(a)は瞬時、(b)、(c)は訓練が必要。



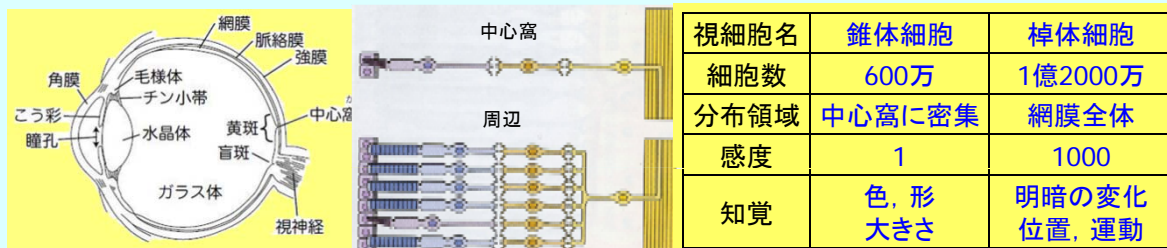
周辺視の必然性

無意識下での視覚探索

- ◆思考・言語中枢等の意識から切り離しての低次視覚機能の活性化
- ◆学習し記憶した良品イメージとの高速比較
- ◆周辺視野での高感度の明暗知覚と位置・運動方向の高速な知覚

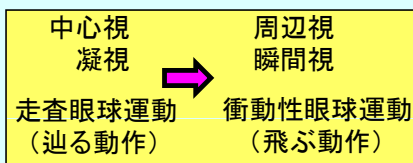
参照: 小柴満美子, 周辺視目視検査の神経生物メカニズムの推定, 第21回感覚工学研究会(2014.9.12)。

周辺視を形成する視細胞



周辺視目視検査法の留意点

①眼の使い方



②照度: 1000～1200Lux以下

- ・無意識下の視覚探索 (周辺視) ⇒ 明るくし過ぎない
- ・知覚した異変を意識下で認識 (中心視) ⇒ 明るさを重視

③体の動作: 固定→ハンドリング

- 頭部を動かさずに手でワークをリズムカルに動かす
- ⇒動作と共に良品イメージを記憶
- ⇒長時間の安定した検査動作

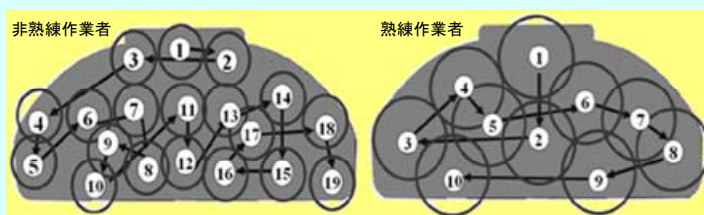


図3 熟練作業者と非熟練作業者の眼球運動

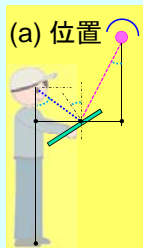
改善効果 ①作業時間の半減 ②見逃し率の激減 ③健康状態の改善

協力機関

県内: 東洋炭素, 大倉工業, 山城金属, 四国グラビア印刷, 四国電子, 長峰製作所, 葵機工, レグザム
県外: 住友化学, トヨタ自動車, イナコー, 三郷金属工業, マツダ, Kohsei Multipack Vietnam, 本多プラス

1. 見逃しゼロの目視検査体制の確立のためのステップ

(1) 標準検査手順書の作成



(b) 検査姿勢・目視角度

| 部位 | 不良項目 | 検査姿勢 (検査位置基準) | 有効目視 視角度 範囲 | 検査目視 視角度 範囲 |
|----|------|------------------|-------------------|-------------------|
| A | ブツ | ・傾斜角 ・眼距離 | 30° ~60° | 30° ~50° |
| | 糸ゴミ | ・光源距離 ・眼入射角 | 20° ~50° | |
| B | 欠け | ・光源入射角 | | |

(c) 検査範囲・視点位置・検査順序

| 部位 | 不良項目 | 視野範囲 (cm) | 検査視野 範囲 | 視点位置と移動順序 | 部位の検査 順序 |
|----|------|--------------|------------|-----------|-------------|
| A | ブツ | 10×12 | 5×6 | | 2 |
| | 糸ゴミ | 5×6 | | | |
| B | 欠け | 10×12 | 10×12 | | 1 |

① 全不良項目把握

② 検査動作指示

参照: 菅原隆宏: 不良項目別の有効視野範囲と目視角度に着目した新たな周辺視目視検査の作成手順の提案, 日本経営工学会論文集, 62-4, pp.153-163(2011).

(2) 検査員の教育と訓練

① 目視検査員指導の3つの問題点

- ★誰でもできると信じてしまう
- ★現在の検査方法が最善であるかを評価する人がいない
- ★欠陥の見え方の原理が分からずに検査を行う

② 教育(理解させる)

周辺視目視検査法
標準検査手順書
不良箇所の見える原理

③ 訓練

周辺視/瞬間視/サケット[®]
検出/確認後の復帰動作

(3) 確からしさの評価

① 検査員の認証/訓練・研修履歴

② 検査員の検査成績、ブラインドチェック

(4) 継続的取組み

① 異常/修正時のバックアップ体制

② 需要変動への対処(予備検査員育成)

③ 検査環境の整備

④ 検査員の技能向上研修

⑤ 現場改善活動

2. 目視検査動作の自己点検支援

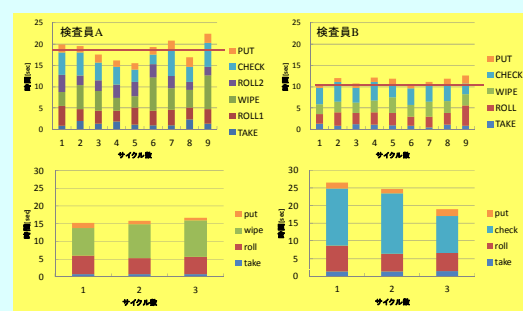
目的 複数の検査員の作業映像を同期編集すると共に各検査員の検査動作を動作解析する。得られた同期映像と解析結果を利用して、検査員が互いの検査動作の必然性を議論し、自己の検査動作を見直す検査動作の自己点検を支援する。



(a) 同期映像



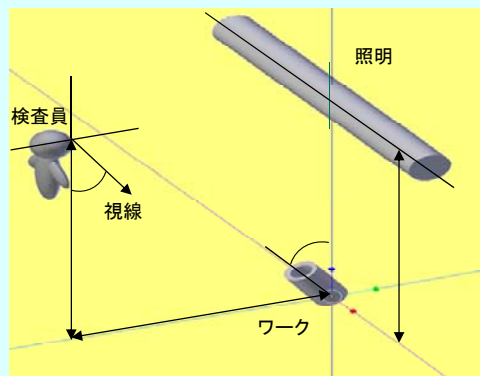
(b) 「タイムプリズム」による動作解析



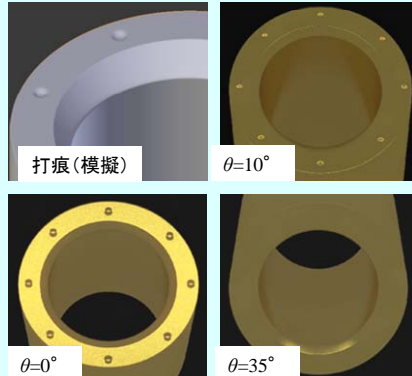
(c) 動作解析結果

3. アニメーションによる目視検査員教育の支援

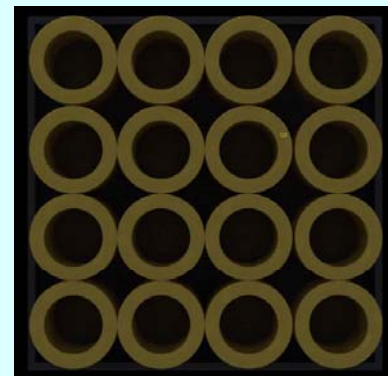
目的 欠陥の見え方の原理を理解させるために、レンダリングソフト(Blender)を利用して欠陥のアニメーションを作成する。照明の種類・位置、ワークのハンドリングによって欠陥がどのように見えるかを提示するとともに、検査治具の効果を検証する。



(a) 空間配置



(b) 模擬結果とレンダリング



(c) 治具を利用した検査

研究組織

感察工学会研究会(2010.2~: 委員36名・32機関 主査: 石井明)

(社)精密工学会画像応用技術専門委員会内のWG活動 <http://www.eng.kagawa-u.ac.jp/~ishii/kansatsu/>