

PVI2024 外観検査ワークショップ報告

石井明 (WG14感察工学研究会主査)

目視検査に特化した外観検査ワークショップ、PVI2024 を 2024 年 9 月 16 日、17 日にワークピア広島 (広島市) で 5 年振りに開催した。今年の副題は、「不良を見逃さず、健康で楽しくなる目視検査」。不良の見逃しは作業員にとっては意識できなかったことであり、タイムラグがある注意・叱責では不良の見逃しは止められない。周辺視目視検査法は不良の見逃しがなく、高速且つ低疲労でその上、健康になる検査法である。そこに今回は、新たな 2 つの取り組みが紹介された。一つは「なきこと」主義からの決別。例えば、「 ϕ 1.0mm 以上の欠点なきこと」。これを実現するために欠点の視認性を定量的に評価 (面光度) し、「誰でも」「正確に」「ムリなく」検査できるよう検査環境、検査方法・訓練方法を設計する取り組みである。もう一つは、不良を見逃した瞬間をアイカメラで捉え、その要因を検査環境と検査方法に分け、後者については周辺視の見方が定着できるよう有効視野拡大トレーニングを導入した取り組みである。講演では参加者の目の前で実ワークによる検査実演とその指導を紹介し、検査指導のポイントを解説。目視検査支援機器の体験は各社が用意した卓上検査ブースで行われるなど即実践への展開に結び付く内容であった。一方、参加者同士の交流を図る機会が十分に設けられ、参加者は多くのことを体験し、学び、討論し、楽しむワークショップになったのではと思う。

1. はじめに

5 年振りに PVI2024 外観検査ワークショップをワークピア広島 (広島市) で開催した。2017 年に創設した目視検査に特化したワークショップ PVI2017 (パシフィコ横浜) はその後、PVI2018 (大阪工業大学)、PVI2019 (AGC モノづくり研修センター) として開催した。しかし、PVI2020 はコロナ禍により開催中止となり、その後もしばらく開催することができなかった。一番の理由は対面での開催。本ワークショップでは、講演以外に、実ワークを用いた目視検査の実演指導及びその際の実演者の作業動作と眼球運動 (視点、瞬目) の測定 & リアルタイム表示、目視検査支援機器の展示・体験を重要視してきたからである。

開催会場は PVI2020 で予約していたワークピア広島。広島駅から歩いて 7,8 分で好アクセスである。実行委員会の委員長は (株) キーレックス 副社長 菅康宏に、副委員長は感察工学研究会委員の大阪工業大学教授 皆川健多郎にお願いしたが、これには 2 つの理由があった。

一つは、大阪工業大学で開催した PVI2018 (2018 年 11 月 21 日) での検査の実演指導にあった。それは目視検査時には検査照明以外の照明光 (天井照明を含めて) を排除すれば不良は見やすく、周辺視の見方ができれば不良に気づきやすくなることを実演者も参加者も理解したことであった。ワークを持参した企業 5 社の 1 社がキーレックスであった。キーレックスでは開催の翌月には皆川を中心に周辺視目視検査法の導入のための検討が始まり、2019 年 3 月から 2020 年 3 月まで目視検査改善キャラバン (感察工学研究会の調査研究活動) を 3 回実施した。そして、照明環境の改善効果の測定と周辺視目視検査法を指導できる匠検査員の育成の取り組みを実施してきたことである。

もう一つは、周辺視目視検査法の普及活動の拠点

づくりである。周辺視目視検査法が良い方法であると理解できたとしても、目視検査現場に展開するのは容易なことではない。例えば、「よく見れば不良は見逃さない」、「明るくすれば不良は見逃さない」は、当たり前なこと (常識、固定観念) と思われがちである。しかし、これらこそが不良を見逃す主要因である。これらの誤った常識を正すのは現場の検査員と指導員のみでは容易ではなく組織的な取り組みが必須である。そこで、周辺視目視検査法を導入し成果をあげている企業をその地域のコア企業とし、周辺視目視検査法の普及活動の拠点づくりを進める。そのきっかけをこの PVI の開催で作りたいと考えたからである。

そこで、コア企業 (今回は (株) キーレックス) を中心として地域委員を募り、これまでの PVI の活動に積極的に参画した人を委員とする新たな組織体制の実行委員会を構築し、周辺視目視検査法の普及活動の拠点づくりをめざした。

その結果、表 1 に示すように、実行委員会は、地域委員 21 名 (7 企業) と委員 47 名 (顧問 4 名を含む、43 機関) で構成され、地域委員の割合は 3 割となり、周辺視目視検査法の普及活動の拠点づくりの形にはなった。参加登録者は 71 名となり、定員 70 名を越えるとともに、4 割が地域の委員/企業からの参加となり、狙い通りの地域中心の構成となった。

表 1 委員構成と参加登録と交流討論会参加状況

| 参加者区分 | 実行委員会 | | 参加登録 | | 交流討論会 | | |
|-------|-------|-----|------|-----|-------|-----|------|
| | 人数 | 機関数 | 人数 | 機関数 | 人数 | 機関数 | 参加割合 |
| 地域委員 | 21 | 7 | 29 | 6 | 15 | 3 | 52% |
| 委員 | 47 | 43 | 26 | 19 | 20 | 16 | 77% |
| 一般 | — | — | 16 | 9 | 9 | 7 | 56% |
| 小計 | 68 | 50 | 71 | 34 | 44 | 26 | 62% |

2. プログラム

2.1 開始と終了時刻

プログラム構成を表2に示す。1日目は交流討論会(18:00~20:00)、機器展示見学(20:00~20:45)。2日目は機器展示(8:30~9:10)で始まり、開会は9:20、終了は16:40とする変則的な構成とした。これは、開催場所が広島駅に近い週末に広島球場で広島戦が繰り広げられる場合には、ホテルの確保が難しくなるため、週末を避け、週初めとし、遠方からも参加しやすいように3連休の最終日の9月16日(月)18時に開始とした。一方、2日目の終了16時40分は、遠方からの参加者でもその日の内に帰宅できる時間とした。

2.2 交流討論会

PVIは目視検査が抱えている問題の解決の糸口を見つける場所となるよう、講演とともに目視検査の実演・指導、支援機器の体験展示を行ってきた。今回は東京、大阪から離れた地域での開催ということで、地元の技術者とも交流が図れるよう、初日に立食形式の交流討論会(参加費2,000円)を開催した。ワークショップの本番は2日目であるためどのくらいの人が参加してくれるか不安であったが、参加者は表1に示すように44名で参加登録者の6割に達したのは驚きであった。ただし、地域企業からの参加が6社中3企業と半分であった。これは、当日は祝日であったが、自動車の部品製造企業では仕事日であったことが大きく影響したようである。

表2 プログラム構成

| 9月16日(月)18:00~20:45 | |
|---------------------|---|
| 交流討論会 | ・ショットガン自己紹介「今後の自動検査と目視検査の展開について」 ・主会場の機器展示見学 |
| 9月17日(火)8:30~16:40 | |
| 機器展示 | ・目視検査照明 カネカ、シーシーエス、オーツカ光学 ・視線/動作解析/据置型視線分析システム ガゾウ |
| 開会 | 開会の辞 菅康宏：キーレックス |
| 講演 | I 照明環境の見直しから始まる目が疲れず、不良品を流出させない目視検査 石井明：香川大学名誉教授 II 人間の視覚特性に基づいた外観検査作業の改善の理論と実践 中嶋良介：慶應義塾大学 |
| 紹介 | ・機器展示紹介 カネカ、シーシーエス、オーツカ光学 ・参加者手土産自己紹介 |
| 講演 | III 有効視野拡大トレーニングの導入効果について ・ビデオ講演 水野修司、近藤嘉彦：トヨタ自動車 ・ビデオ解説 石井明 IV 周辺視目視検査の実演指導&検査作業の実技指導のポイント 佐々木章雄：周辺視目視検査研究所 |
| 目視検査訓練体験 | 4社の機器展示の体験と検査ブースでの目視検査体験 |
| 講話 | インダストリアル・エンジニアリングの立場から目視検査を考える 皆川健多郎：大阪工業大学 |
| 閉会 | ・地域企業代表挨拶 蔵田 亮祐：キーレックス ・PVI2025の開催案内 金田 篤幸：ガゾウ ・閉会の辞 皆川健多郎：大阪工業大学 |

交流討論会では、始まって20分後に、参加者全員対象のショットガン形式の自己紹介を試みた。図1にそのときの様子(a)と予め事務局で作成したパワーポイントのスライド(b)を示す。スライドには氏名と所属と共に下欄にプログレスバーによる時間経過を表示し、パワーポイントの自動送り機能を使用して1分間で次の人のスライドに変わるよう設定した。参加者には1分間で自己紹介と共通テーマ「今後の自動検査と目視検査の展開」についてご意見、ご要望を語って頂いた。参加者は44名であったので、当初は2回に分けて行う予定であった。しかし、図1(a)のように全員が静かに自己紹介を聞き入っていたので一気に行った。要した時間は1分×44名の44分間で終わった。一人1分という短い時間であったが自動検査、目視検査に対する各自の立ち位置の違いがわかる感慨深い内容であった。ひとつ披露する。「検査ラインを自動化したら検査ができる人が居なくなってしまう」とのこと。製造現場の切実な嘆きである。共感する人が多くいたようで実に興味深い自己紹介であった。今、振り返ればこのときに作られた雰囲気が翌日のワークショップにも現れ、充実した討論になったのではと思う。交流討論会という前夜祭。PVIでは初めての試みであった。通常のワークショップ1日目の後に行う懇親会とは異なり、参加者全員が各自の思いを伝える格好の機会になったようだ。交流討論会は予定通り20時で終了し、その後は、同じ建物の2階上の主会場での機器展示の見学(自由参加)を20時45分まで行った。

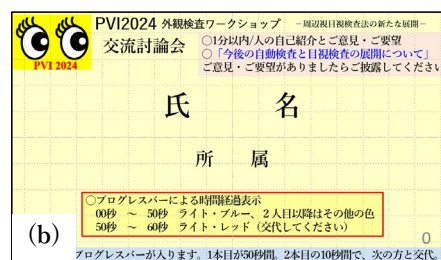


図1 交流討論会でのショットガン自己紹介
(a) 自己紹介の様子
(b) スクリーン表示内容(赤枠内は説明用)

2.3 主会場

主会場(広さ：幅 15m×長さ 16m)の配置図と会場前方の様子を図2に示す。会場前方には実演・指導・体験スペースを作り、表3の5社の協力を得て、目視検査支援機器を配置した。図3に支援機器の体験の様子、図4に実演用検査台での検査指導の様子を示す。実演作業台は折り畳み式の簡易ブースで、通常は周囲光の遮光のため暗幕で覆われるが、会場内の天井照明を消せば、暗幕は不要である。会場は奥行きを狭くしているため検査の様子を後部席からでも見る事ができる。また、検査員にアイカメラを装着するとともに、検査員の左斜め後方に固定カメラを配置し、検査員の視点の動きと、体幹の動き(骨格推定)を会場前方の4mのスクリーンに映し出すことができる(図4(b))。このような配置・工夫によって検査の様子と検査指導の様子を後部席から見えるようにした。目視検査支援機器の体験は、次のように4回用意した。

き(骨格推定)を会場前方の4mのスクリーンに映し出すことができる(図4(b))。このような配置・工夫によって検査の様子と検査指導の様子を後部席から見えるようにした。目視検査支援機器の体験は、次のように4回用意した。

1日目：交流討論会終了後 (20:00~20:45)

2日目：受付開始から開会 (8:30~9:20)

昼食後から午後講演(12:30~13:00)

目視検査訓練体験 (14:50~15:40)

目視検査支援機器を会場前方に置くことによって支援機器担当者も参加者として上記の時間以外は講演をじっくり聞くことができるようになった。ただし、支援機器担当者は最後のプログラム(講話)を

表3 目視検査支援機器の内容

| 展示企業 | 内 容 |
|--------|------------------------|
| カネカ | 机上簡易暗室(有機EL照明) |
| ガゾウ | 視線・動作分析・周辺視トレーニング |
| シーシーエス | 机上簡易暗室(LED照明)・モニター目視 |
| オーツカ光学 | 卓上型目視検査ブース(有機EL照明/拡大鏡) |
| キーレックス | 実演用検査台(有機ELベースライト) |

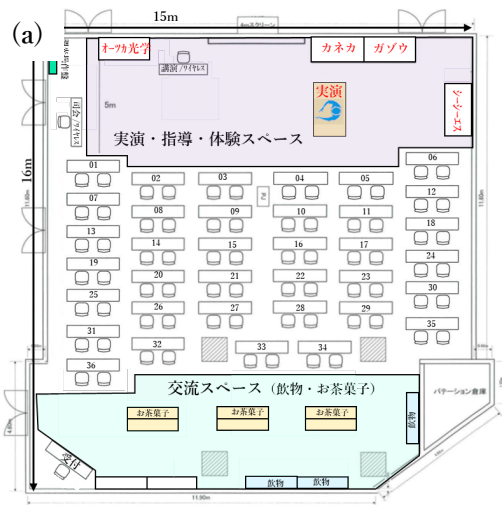


図2 主会場
(a) 配置図 (b) 会場前方の様子



図3 目視検査支援機器の体験の様子



図4 検査指導の様子 (a) 検査実演
(b) 検査動作の観察と動作のスクリーン表示

聞くことはできなかつた。それは、その直前に機材を場外に撤去し、宅急便返送のための梱包作業を行う必要があつたからである。

一方、会場の後方に交流スペースを用意した。交流スペースは参加者同士の交流を図る場所とし、コーヒー/紅茶の飲み物を用意し、参加者が持参した郷土のお菓子（を陳列した。持参は任意であつたが、8割の参加者(56名)から58箱/袋の本州・四国・九州のお菓子が集まり、図5のように3テーブルがお菓子で一杯になつた。当初は手土産の持参は県外参加者への呼び掛けであつたが、県内参加者も持参してくれた。持参した理由を尋ねると是非とも地元のお菓子を召し上がってお土産に持ち帰ってほしいとのことであつた。

2日目の昼食直前のセッションで、手土産を持参した参加者が主催者側で作成したお菓子紹介スライド(一例:図6)を使って手土産の紹介を行った。昼食後からの目視検査支援機器の体験時に、お菓子を賞味しながら楽しい交流が図れたものと思う。最後の体験時には、持ち帰り用としてビニール袋を用意し、お菓子を詰めることができるようにしたが、閉会時には3つのテーブルが空っぽになつた。きっと、家庭に持ち帰って各地のお菓子で楽しい団らんが出来たのではと思う。



図5 参加者持参の郷土菓子



図6 手土産の紹介スライド

2.4 講演と講話

(1)講演Ⅰ「照明環境の見直しから始まる眼が疲れず、不良品を流出させない目視検査」では、不良の見逃しは作業員にとっては意識できなかつたことであり、タイムラグがある注意・叱責では不良の見逃しは止められない。そこで、不良の見逃しを事故として捉え、作業員の責任を問うのではなく、その原因を安全工学における4M5E分析の手法を使って明らかにし、その対策を講じる新たな提案が示された。特に検査照明と検査方法の見直しは重要であり、理論とその場での検査実演による解説が行われた。なお、不良を見逃した瞬間のアイカメラ映像を分析することによって、見逃しの要因を特定することができる。見逃しの要因が分かれば、適切な対策を取ることができる。次の2つの講演Ⅱ,Ⅲではその事例が紹介された。

(2)講演Ⅱ「人間の視覚特性に基づいた外観検査作業の改善の理論と実践」では、「なきこと」主義、例えば、「 $\phi 1.0\text{mm}$ 以上の欠点なきこと」からの決別を実現するために、欠点の視認性を定量的に評価(面光度)し、「誰でも」「正確に」「ムリなく」検査できるよう検査環境、検査方法・訓練方法を設計する手法が提案された。面光度は次式で定義される値である。

面光度=欠点の面積×輝度コントラスト(Michelson)
欠点の面光度が小さくなると急激に検出率は下がる。また、欠点の位置が注視点から離れるにしたがって、視認性が低下する。そのため、許容できる面光度を定めることによって、欠点検出率が100%を維持できるように適正な検査範囲を設計することができる。また、面光度を用いることによって検出すべき欠点に合わせた適正な検査環境を設計することができる。講演ではトピー工業との共同研究によるアルミホイールの目視検査への適用結果が報告された。

(3)講演Ⅲ「有効視野拡大トレーニングの導入効果について」では、トヨタ自動車衣浦工場の鍛造部品の目視検査の改善に有効視野拡大トレーニングを取り入れた成功事例が紹介された。本来であれば、同工場 鍛造部ドライブライン鍛造課の水野修司と同工場品質管理部品質監査室の近藤嘉彦が講演する予定であつたが、社内事情により出張することができなかつた。代わりに二人から講演内容を8分にまとめたビデオが提出され、講演依頼者である石井がビデオの紹介を行うことになった。しかし、ビデオを視聴するとあまりにも素晴らし内容であり、周辺視目視検査法の現場展開を図りたいと思つている方々には是非とも理解し、取り組んでもらいたいと思つた。そこで、

講演では最初にビデオを1回再生し、次にその内容を4枚のパワーポイントのスライドで解説し、最後にもう1回再生した。ビデオの内容は、年数件の不良の見逃しが10年近く続いていた目視検査の現場において、不良の見逃しの原因をアイカメラで究明し、2つの課題（一つは検査箇所の一部が影となって見えていなかった。もう一つは中心視の見方のため視野に不良があっても気づけなかった。）を明らかにし、その課題を解決するための改善チャレンジの紹介であった。前者に対しては暗幕による外光遮断と適切な検査照明の導入。後者に対しては、最初に中心視でも見逃さない見方（視点の置き方）を動画で教示、次に周辺視での見方を動画で教示するとともに、市販の周辺視トレーニングソフトにより違和感を察知する感覚の訓練であった。その結果、不良の見逃しは0件/年を3年以上継続しているとのことであった。

(4)講演IV「周辺視目視検査の実演指導と検査作業の実技指導のポイント」では、最初に、参加者の眼前で検査実演と指導が行われた(図4)。佐々木章雄の検査作業の指導は作業動作(腕を含む上半身の動き、繰り返し性のある下半身の動き)の観察(5~10回)から始まる。身体の軸が偏っていないか、猫背になっていないか、半身になっていないかを作業者の後方から観察する。そして、動作に違和感がある場合には、手元が見える斜め後方から同様に観察し、その違和感の原因を探った上で、作業者との対話を重ねながら良い作業動作を作り上げていくとのことであった。作業者にとって慣れた作業動作(意識することのない自動化した作業動作)を変えることは容易ではない。そのことをよく理解しての指導である。図4の実演者は緊張している様子で不良を探すような見方(不良探しの見方)のため首は前方に大きく傾いている。薄板のプレス部品は両手で把持し、頭上前方の検査照明に対して前方・後方に傾けながら検査するが、傾けることに意識が集中してしまい滑らかでリズムカルな動きができていない。このような違和感のある動作を見出し、軽やかでリズムカルな動作へと導くのが佐々木章雄の指導であった。なお、手元照度を200lx程度から60lx程度に下げたところ、実演者は不良に気づきやすくなったとのことであった。ここでも検査環境と検査方法の見直しが重要であることが再確認された。

その後、スライドを使って検査作業の実技指導のポイントが解説された。また、網膜の視細胞からの入力を受け取る双極細胞には、明るい光を受容野の中心部に受けたときに興奮応答するON中心型と、暗い光を受けたときに興奮応答するOFF中心型の2種類が存在することが紹介された。ワークを連続的に傾けるハンドリングは、不良箇所では明るさが急

変(暗→明 or 明→暗)する不良に対しては、周辺視での察知に極めて効果的とのことであった。

(5)講話「インダストリアル・エンジニアリングの立場から目視検査を考える」では、製造工程においてはそもそも価値を生むことのない作業(非価値作業)である目視検査をIEの手法を使ってムリ・ムラ・ムダを顕在化させ、作業改善によって非価値作業を減らすと共に作業者の負担の軽減を図ることの必要性を説いた。その際、必要なことは、「虫の目」と「鳥の目」。常に製造工程全体を俯瞰し、視点を変えながらムダを顕在化させ、排除し、効率を高めること。目視検査は価値を生まない作業だからこそ、作業者と共にその作業のカイゼンを進め、作業者の能力を引き出すことができる良い現場を作り続けてもらいたいとエールが送られた。

3. おわりに

5年ぶり開催のPVI外観検査ワークショップ。製造現場に近い地域での開催、そして、コア企業を中心とした地域委員の形成、地域委員とPVI過去参加者を中心とした実行委員会の形成。計画した70名の定員を埋めることができるのか、前夜祭的な交流討論会に大勢参加してくれるのか、周辺視目視検査法の普及を進める新たな取り組みを紹介できるのか、心配の種は尽きなかった。しかし、開催すれば、万事吉であった。委員長をはじめ地域委員の奮闘にはただただ頭が下がった。会場運営もPVIの主たるメンバーと画像事務局に支えられて円滑に進めることができた。感謝申し上げたい。

閉会式では最初に地域委員/企業を代表してコア企業、(株)キーレックス代表取締役社長 藏田亮祐より、地域の製造業を目視検査の現場から強くするPVIの取り組みに全国から参集し、講演、討論ならびに技術者同士の交流を行った参加者に感謝の意が伝えられた。

次に実行委員の(株)ガゾウ代表取締役社長 金田篤幸より、PVI2025を実行委員長として郷里の新潟での開催について紹介があった。開催日は2025年9月18日(木)。すでに開催会場は決まり、魅惑的なエクスカージョンの紹介があった。[新進気鋭の実行委員長が切り拓くPVI2025](#)。是非とも参加を計画してほしい。

最後に副委員長の皆川健多郎より、参加者並びにワークショップの運営に携わった方々にお礼の言葉が述べられ、次回新潟開催での再会を祈念し、PVI2024は閉会した。

★感察工学研究会 HP <https://geo-kumotore.com/kansatsu/>