

PVI2019 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, 香川大学)

目視検査に特化したワークショップ, PVI2019 外観検査ワークショップ を2019年9月25日にAGCモノづくり研修センター(横浜市)で開催した。今年の副題は、「環境と身体動作が創る効率と健康」。周辺視目視検査法の大きな特徴である高速且つ低疲労の仕組みを脳科学的にある程度説明することができるようになったことを受け、確かな根拠に基づいた目視検査の見直し方法を紹介した。特に、照明環境が重要であり、検査に不要な周囲光を遮ることにより、低照度で高感度の検査が可能となるとともに、検査員の健康に寄与することを実演・体験・事例紹介・特別講話を通して紹介した。参加者は54機関105名。その内、大学関係者は7機関11名、企業関係者は47機関94名で、まさに現場ニーズに沿ったワークショップとなった。また、ワークショップに対する評価アンケートには、8割の参加者から回答が寄せられ、総合評価は5段階評価で4.5と昨年と同様、非常に満足度の高いワークショップとなった。

1. はじめに

今年のPVI2019外観検査ワークショップはAGCモノづくり研修センター(横浜市)で開催した。実行委員長は感察工学研究会委員の篠田正行氏(AGCモノづくり研修センター)。IEとして社内目視検査カイゼン活動を牽引する指導者である。会場は4Fのパーティションで区切られる会議室4室の内、3室(4K1~4K3)のパーティションを外し1室として使用した(図1参照。9.6m×16.2m×3。PVI2017¹⁾で使用したパシフィコ横浜のアネックスホールの1/6利用のほぼ2倍の面積)。図1の右2室分が講演・実演用、左1室分が10ブースの体験展示として割り当て、講演で聞いたことをその場で体験し、確かめる配置である。そのため、参加者数は募集の際に100名と制限した。ワークショップ開催に理想的な施設と規模である。

本来、ワークショップは、中野民夫氏²⁾の定義「講義など一方的な知識伝達のスタイルではなく、参加者が自ら参加・体験して共同で何かを学びあったり創り出したりする学びと創造のスタイル」にみられるように、参加・体験し、共同で学び合う場であり、主催者には常にそのような場の創出を求められている。PVI2017(パシフィコ横浜)では、講演会場内に3社の目視検査支援機器の体験展示を行った。PVI2018³⁾(大阪工業大学)では、体験展示会場内に4社の目視検査支援機器とともに、検査実演コー

ナーを設け、自社製品を持ち込んだ5社に対して検査実演とその指導を行った。これらの取り組みはいずれも参加者から高い評価をいただいた³⁾。しかし、参加者全員が参加・体験することは、会場の広さと時間の制約によりできなかった。

そこで、PVI2019では、AGCより提供された広い会議スペースを利用して、参加者全員が参加・体験できるワークショップを開催した。そして、周辺視目視検査法をより身近に感じて頂くために、次の3つの新たな試みを行った。

- 1) 周辺視目視検査の実演・指導のリアルタイム解説
- 2) 目視検査に特化した照明と照明環境の体験
- 3) 自動検査機, AI検査機とのコラボレーション

2. プログラム

プログラム構成を表1に示す。プログラムは、超入門「環境と身体動作が創る効率と健康」で始まり、周辺視目視検査法の理解と普及のための支援技術の紹介3件、それらに関する支援機器のデモ展示10件、自社製品持ち込みによる検査実演と指導2件、改善報告3件、最後に、健康に関する講話2件が行われた。

表1 プログラム構成

超入門	○環境と身体動作が創る効率と健康(石井明)
支援技術	○目視検査のための照明と照度 (カネカ, オーツカ光学)
	○瞬目・視線解析による訓練支援と習熟度評価 (ガゾウ)
検査実演と指導	○キーレックス・アトライズヨドガワ
支援機器デモ	○目視検査員の健康のための照明 (カネカ, オーツカ光学, レイマック)
	○訓練評価(ガゾウ, 香川大学, ナックイメージテクノロジー, 成城学園, レイマック)
	○画像検査・AI検査・ガラス検査(オムロン, リンクス, AGC, Cominix, レボックス)
改善事例紹介	○キーレックス, デンソー北海道, AGC
講話	○目視検査健康学(中村俊)
	○人を健康に導くインテリア健康学(尾田恵)

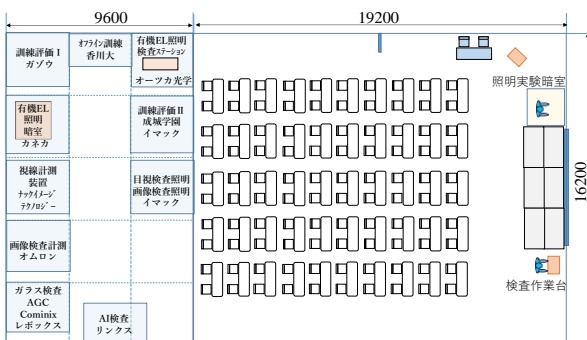


図1 会場配置

*本文は画像応用技術専門委員会研究会報告 Vol.34, No.4(2019.1)掲載予定

2.1 超入門

超入門「環境と身体動作が創る効率と健康」では周辺視目視検査ができるようになるには、まず、キズがなぜ目に見えるかというキズの検出原理を理解すること、次に、検出原理に基づいた照明環境を構築することが重要であることを実演交えて紹介した。図2は、そのときの様子である。壇上に目視検査作業台、その左側に簡易暗室を置き、アイカメラを介して眼と眼から見た前方の様子をスクリーンに映し出している。目視検査作業台には、LED照明、有機EL照明が取り付けられており、室内照明も含めて各照明を点灯・消灯したときの瞳孔径の変動の様子を観察することができる。光沢反射の強いワークでは、検査照明以外の不要な周囲光を除外すると、ワーク面上で100lx以下の極めて低照度でキズが良く見えること、周囲光の影響が強い場合には、検査照明の照度を高くする必要があるが、キズの見易さは低下することなどを紹介した。しかし、周辺視目視検査法の説明、周辺視目視検査状態の評価と働きだす条件については割愛し、次の支援技術の講演と体験展示に委ねた。

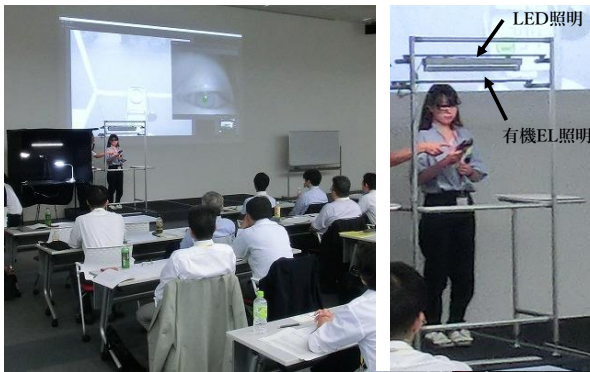


図2 照明による瞳孔径の変動の実験

2.2 周辺視目視検査法展開のための支援技術

本セッションでは、周辺視目視検査法展開のための支援技術として次の3点を紹介した。最初の2点はどこに着目し、どのように改善するのか、改善効果をどのように評価するのか、午後からの検査実演・指導と支援機器の体験展示に関する支援技術である。3点目は、今回のワークショップの目玉の一つである「自動検査機、AI検査機とのコラボレーション」のための画像処理・AI技術の動向である。周辺視目視検査法は万能な目視検査法ではない。周辺視目視検査が効果的な対象・工程の選択が必要である。そのため、自動検査で容易にできることは、自動検査に委ねることが大切である。日々、目視検査で問題を抱えている技術者に是非とも、自動検査とAI技術の動向を知ってもらいたいと思い講演依頼したものである。

①目視検査のための照明と照度

(奥山弦：カネカ、溝呂木亨介：オーツカ光学)

- ・カネカ有機EL (OLED) 照明の特徴
目に優しいリラックス光、就寝前の読書等に最適
- ・光沢反射が強い製品の目視検査に最適
- ・本ワークショップ用に開発した OLED 照明付拡大鏡と目視検査ステーションに注目

②瞬目・視線解析による訓練支援と習熟度評価

(金田篤幸：ガゾウ)

- ・視線解析システムの応用
視線解析による周辺視目視検査法の習熟度評価
俯瞰カメラによる検査訓練支援

③外観検査・目視検査のための画像処理・AI技術の上手な活用 (青木公也：中京大学)

- ・所謂AI技術で、解決できそうな点もあるが、現状では「痒い所に手が届かない」。目視検査では外観検査基準が曖昧であるため基準の統一化が困難。
- ・画像処理ネットワークプログラミングによる画像検査ソフトの自動生成システムの紹介。
従来と同様の画像処理系が構築されるのでメンテナンス性が高く、処理ロジックが明確。
- ・傷の気付き処理のアプローチ。
様々なキズに対して汎用的に使える画像処理を目指す。

2.3 検査実演と指導

検査実演と指導は、検査製品を持ち込んだ2社に対して行った(図3)。検査員が検査時にどこを見ているか、眼球運動、瞬目の様子がリアルタイムにスクリーンに表示される。そのため、過剰な照度の影響、中心視と周辺視での見方の違い、製品の把持・ハンドリング・据置きの一連の動作が一瞬たりとも止まることなくリズムカルに行われることの重要性等を容易に理解できたものと思われる。



図3 検査実演・指導の様子

左下の左端は佐々木氏：スクリーン映像をパソコンで見ながら検査を指導。

2.4 支援機器デモ

(1)目視検査員の健康のための照明

2.2 節に関連した目視検査支援機器のデモと体験が 10 ブースで行われた（図 4）。検査用照明としては、既に製品化されている有機 EL 照明を使ったデスクライト、ベースライトの他、本ワークショップでの発表を目指して目視検査用として開発した製品が新たに 2 社から展示された。蛍光灯から LED への切り替えが急速に進む中、高効率・高輝度を指すのではなく、検査員の眼の健康を守るための製品が開発され、出展されたことに、本ワークショップの活動の影響力の大きさをひとしと感じた。特に、目視検査用照明は検査に不要な環境光を除外することが重要なことから、2 社からは暗室型の検査ルーム・検査ステーションの展示が行われた。参加者に、暗室での欠陥等の検査の重要性を伝えることができたものと思われる。

(2)周辺視目視検査の訓練評価

視線計測装置を用いた目視検査への応用の体験展示は 2 社で行われた。その内 1 社からは視線計測とともに、検査員の体幹動作を撮影し、視線による訓練支援、体幹動作の解析による訓練支援を行うシステムの紹介があった。周辺視目視検査の検査動作を眼も含めて多角的に解析することによって、周辺視目視検査の習熟度・完成度を評価できるようになるものと思われる。

また、重心動揺測定を活用した疲労度評価・作業リズム計測は、周辺視目視検査法の体得状況と疲労の低減効果を重心移動の解析から容易に評価できる方法である。上述の体幹動作の解析結果との対応関係が待たれる。

(3)画像検査・AI 検査・ガラス検査

自動検査機、AI 検査機とのコラボレーションを目指した試みは、4 社の協力を得て実現することが

できた。既存の自動検査機にも AI 機能が組み込まれはじめてきた現状を知り、そして、利用する。自動検査だけでは、あるいは、目視検査だけでは解決できない検査内容とは何かを共有ができたのではと思う。

2.5 目視検査改善事例紹介

3 社の周辺視目視検査法導入の成果報告があった。1 社目のキーレックスは、今年の 2019 年 3 月末より感察工学研究会の目視検査改善キャラバンとの連携活動が始まったばかりの企業である。しかし、最初に検査環境の見直しとして、検査室内への環境光の遮断と LED 照明から有機 EL 照明への変更を行い、周辺視目視検査法の指導を受けた結果、1 名の検査員は、8 月末に行った 2 回目の目視検査改善キャラバンでは、周辺視目視検査がほぼできるようになるまで上達していた。今後、この取り組みを社内並びに取引先に展開し、その成果を次回の PVI2020 で報告するとのことであった。

2 社目のデンソー北海道は 4 年前までは不良の見逃しの多発や検査員の疲弊の問題を抱えていた。2016 年 6 月から始まった目視検査改善キャラバンとの 2 年間にわたる連携活動により、周辺視目視検査への移行が進み、今年度中に全ラインに移行することが報告された。移行初期には、目視検査方法の変更承認のために 200 万個のワークに対してダブル外観検証を行うなど苦労もあったが、不良の見逃しが減り、検査時間の半減、終日に亘る高感度検査の持続、健康状態の改善が進んだことが報告された。

3 社目は開催元である AGC である。視線に着眼した周辺視目視検査による改善に取り組んでおり、検査効率の大幅 up、見逃し率の急減の効果がでていたとのことであった。詳細については、次回の PVI2020 で報告するとのことであった。

2.6 講話

(1)目視検査健康学

PVI 外観検査ワークショップでは、昨年、一昨年と最後の締めくくりとして、脳神経科学が専門である中村俊氏に、周辺視目視検査がなぜ不良を見逃すことなく高速且つ低疲労で検査ができるのか、脳科学者の立場から解説して頂いていた。一昨年は、特別講演「周辺視目視検査の脳科学的理解」(60 分)、昨年は、講話「疲労の低減メカニズム—システムとしての身体運動を脳科学する」(40 分)。今年は、講話は 2 件として、1 件目に、講話「目視検査健康学」(25 分)として、講演をお願いした。脳科学を専門としないものにとっては、内容が奥深過ぎてその場で理解することは難しい。そのため、講演の名称は特別講演から講話に、時間は 60 分⇒40 分⇒25 分と減らし、講話の趣旨「ある題目について、大勢の人にわかりやすく講義をすること」に沿って講演して

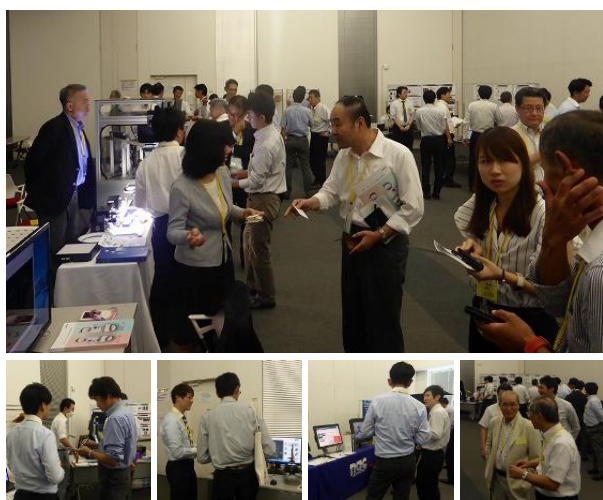


図 4 目視検査支援機器の体験展示

いただいた。とてつもなく分かりやすく奥行きのある素晴らしい講話であった。筆者の感想である。

安静時に活性化される神経回路 DMN (デフォルトモードネットワーク) の活動にはゆったりとした脳活動リズム (0.1Hz 以下) が観察される。リズムは健康を生み出す。周辺視目視検査では、無理の無い自然な姿勢で意識することなくリズムの良い作業動作が生み出され、自然な重心移動が創り出される。周辺視になると、目視検査は「見る」検査から「見える」検査に変わり、規則的な自発性瞬目が現われる。周辺視目視検査ができていない状態は、バラバラなリズムが同期している状態ではないだろうか。そうであれば、健康を生み出しても不思議ではないと中村氏は「目視検査健康学」をまとめた。

(2)人を健康に導くインテリア健康学「アクティブ・ケア」

一つ目の講話は、「周辺視目視検査を行うと健康になる」であった。二つ目の講話は、尾田恵氏による「インテリアの力でカラダとココロをケアし、人を健康に導く」であった。二つの講話の共通点は、「環境」である。周辺視目視検査では、周辺視をしやすい照明環境とリズムカルな検査動作を創り出す作業環境(パーソナルスペース)が重要であった。

一方、インテリア健康学「アクティブ・ケア」では、生活環境(インテリア)から受ける人への「刺激」に着目する。人は多くの時間を過ごす生活環境から知らず知らず様々な刺激を受け、疲れることがある。例えば、過剰な照明、光の色、内装色の組み合わせ、素材による照り返しなどが刺激になり、カラダやココロに負担を与えている。これらの刺激をインテリアの力で軽減し、カラダとココロをケアしようとする手法が、アクティブ・ケアである。

講話では、看護師寮の部屋のデザインを片頭痛患者に多い光過敏症に配慮したデザイン(主に照明計

画)に変えた所、その部屋への転居前に比して、片頭痛発作の日数が半減、頭痛薬の服用日が約 1/3 に減少と非常に大きな効果が現れた事例の紹介があった。頭痛発作中は感覚過敏となり、普段は気にならない程度の光、臭、音に過敏になるとのことであった。目視検査では高すぎる照度は健康を蝕む大きな要因であるが、同様なことが生活環境でも生じうることに驚くとともに、「アクティブ・ケア インテリア」の重要性を痛感した。

2.7 交流討論会

交流討論会は、同じ 4 階の広々した談話室で、ほぼ予定通りの 17 時 50 分から 19 時 20 分まで行われた。参加者は約 70 名。全参加者の 7 割の方々が参加した。参加者に事前にお願ひした参加者のご当地土産は、51 人から 47 セット(全個数 62)も集まった。図 5 にその様子を示す。懇親会用のテーブルが再び、手土産で埋め尽くされてしまった。今年も、北は北海道、西は広島・愛媛まで、恒例の奥山弦氏の名司会のもと、手土産を持参した一人一人から手土産の紹介とワークショップの感想を話して頂いた。参加者一人一人が主役となり、お土産を前にしてワークショップ参加を振り返っていただける。本当に貴重な機会と思う。参加者同士の親睦が一層深く図れたようでした。また、各テーブルには、最初からお土産を持ち帰るための生協の包み袋を用意した。真剣にお土産を選ぶ姿が微笑ましかった。



図 6 ご当地土産



図 5 講話「インテリア健康学」の様子
(異分野の講演をしっかりと拝聴)

3. 運営と評価

(1)運営

参加者は 54 機関 105 名。その内、大学関係者は 7 機関 11 名、企業関係者は 47 機関 94 名で、昨年と同様、まさに現場ニーズを的確にとらえたワークショップであった。運営は、12 機関による体験・展示があったため、機材等の搬入・設営・搬出の作業が複雑化し、AGC 側に多大なご負担をお掛けすることになってしまった。ご支援いただいた人事部の方々に感謝申し上げたい。また、交流討論会に移動する前に、展示機材の撤収、会議室の机・椅子等の配置換えの作業があったが、参加者の方々のお力を

借りて短時間で作業が済むことができ、予定通りに交流討論会を開始することができた。参加者のご協力に感謝する次第である。また、体験・展示に参加していただいた機関の方々の中には 3 週間前に開催した会場での打合せに遠路、お越しいただいたり、前日の朝から、そしてその夜 8 時から会場内設営を行ったりと、多大なご負担をお掛けしてしまった。お陰様で充実した内容の素晴らしい体験・展示を行うことができた。参加機関の方々に深く感謝申し上げます。

(2) 評価

参加者によるワークショップ評価アンケートでは、8 割の参加者から回答を得ることができ、ワークショップに対する関心の高さを実感した。ワークショップ全体の評価結果を図 7 に示す。全体の理解度と総合評価はそれぞれ 4.4 と 4.5 と昨年と同様に高い評価となり（グラフの中央は項目名と評点平均

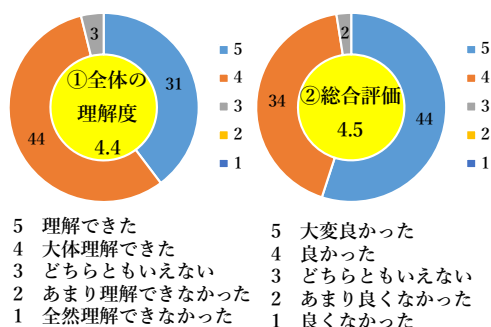


図 7 ワークショップ全体評価

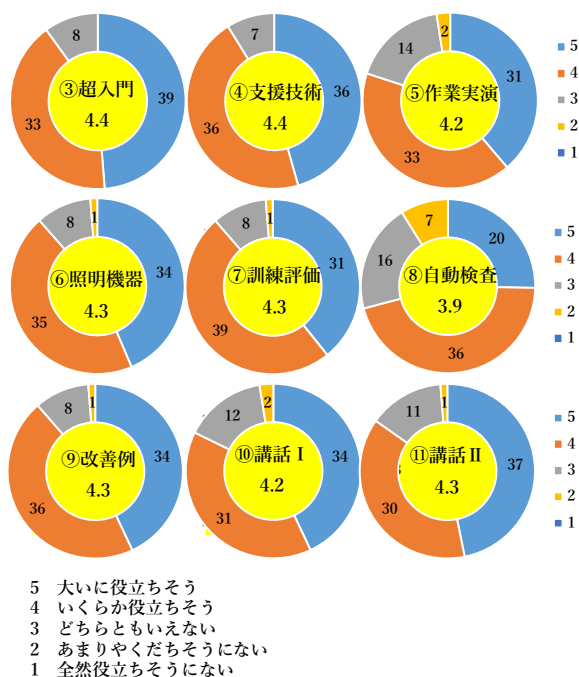


図 8 ワークショップ個別評価

である）、適切な理解水準のワークショップを行えたこと、そして、十分に満足していただいたことが伺われる。一方、図 8 の個別評価に関しては、役立ったかどうかを判断基準にして回答していただいた。⑧の自動検査を除いては、4.2 以上の高い評価となっており、狙い通りのワークショップを開催できたものと思われる。

4. おわりに

3 年連続して PVI 外観検査ワークショップを開催した。1 年目は周辺視目視検査がなぜ良いかについて脳科学的理解の立場から説明した。2 年目は検査に適した照明環境を整えることの重要性を実演・指導によって伝えた。3 年目の今回は、不要な周囲光を遮断すると極めて低照度の照明で高感度の検査ができるとともに周辺視目視検査をしやすくなることを実演、体験展示で示した。同時に、周辺視目視検査に移行するための技術基盤として、目視検査用の照明と検査環境の提案、訓練支援・訓練評価機器の提案、自動検査機との併用の提案がいくつも披露された。ようやく周辺視目視検査を容易に現場に展開できる技術基盤が整ってきたものと思う。残る課題は、周辺視目視検査員の育成、トレーナーの養成である。

一方、尾田恵氏の講話より、1 日の大半を過ごす生活環境を見直すことの重要性に気づかされた。生活環境＝職場環境でもある。健康に仕事が続けられる。そのための生活環境の見直しも周辺視目視検査法の解明と普及の取組の成果が使えるものと思う。

来年の PVI2020 は 2020 年 9 月 24 日（木）ワークピア広島で開催する。ぜひともこれらの課題に挑戦したい。

最後に、本ワークショップの開催に当たっては本当に多くの方々のご支援、ご協力をいただいた。協賛機関をはじめ、すべての検査実演者、発表者、支援機器展示者、座長、会場の準備・片づけを手伝った方々、ご当地手土産を持参した方々、アンケート回答した方々、そして、参加されたすべての皆様、開催ホームページを陰から支えて頂いた画像応用技術専門委員会副委員長 寺田賢治氏、画像事務局の松田静氏に心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 石井明：外観検査ワークショップ PVI2017 報告，画像応用技術専門委員会研究会報告，33-1(2018.5).
 - 2) 中野民夫『ワークショップ：新しい学びと創造の場』岩波書店，(2001).
 - 3) 石井明：外観検査ワークショップ PVI2018 報告，画像応用技術専門委員会研究会報告，33-5(2019.1).
- ※関連情報：感察工学研究会 HP
<http://www.eng.kagawa-u.ac.jp/~ishii/kansatsu/>