

# いまだからこそ目視検査を見直す\*

Now Is the Time for Reviewing Visual Inspection

石井 明\*\*  
Akira ISHII

**Key words** visual inspection, peripheral vision, visual processing

## 1. はじめに

今、製造現場における目視検査への取り組み方が大きく変わろうとしている。目視検査の達人が、剣道の達人とともにNHK 総合テレビ『ガッテン!』（2017年4月26日放送）に初登場した。“意識せずに対象を見る技術”を会得すれば、剣道では対戦相手の頭からつま先の範囲の変化を、目視検査では検査ワーク表面のわずかな変化を瞬時に感じ取ることができる。キーワードは周辺視。この技術は誰もが身に付けることができるものである。目視検査においては、検査時間の大幅な削減、不良品の見逃しの激減、そして、検査員の健康改善につながる技術である。周辺視目視検査法は、佐々木<sup>1)</sup>らが日本IBMに在職中の1998年にパソコン用ハードディスクの磁気ヘッド（HGA）の目視検査の大幅な生産性向上のために開発した検査法である。本検査法により生産性倍増と同時に見逃し率の半減、検査員の教育期間の短縮にも成功した。その後、日本IE協会の『IEレビュー』誌に連載（2005年8月から2006年8月）<sup>1)</sup>されてから注目を集め、さまざまな検査対象へ

の応用が行われている。また、2010年2月に画像応用技術専門委員会に設置された感察工学研究会<sup>\*1</sup>では、周辺視目視検査法の科学的解明と普及活動を進めており、その成果をホームページおよびワークショップで紹介してきた。

ところで、**図1**は（公財）ちゅうごく産業創造センターによる「ものづくり企業の生産現場における検査の自動化促進可能性調査」<sup>2)</sup>（有効回答企業数：241社）結果の一つで、人による検査と自動検査のあるべき姿に対する回答である。「補完し合う形で共存する」との意見が69%と特に高いことが分かる。一方、**図2**は人による検査の困難点に対する回答結果である。多くの企業が、検査能力の個人差が大きいこと、検査員の確保・増員が困難であること、教育・訓練が難しいことを挙げている。特に、検査員の確保・訓練に関しては、**表1**のヒアリング結果抜粋に示されるように深刻な状態にある。

もし、周辺視目視検査法の導入によって人による検査（目視検査）の問題点を克服することができれば、人と機械の適性を踏まえた役割分担・補完が可能になり、検査の

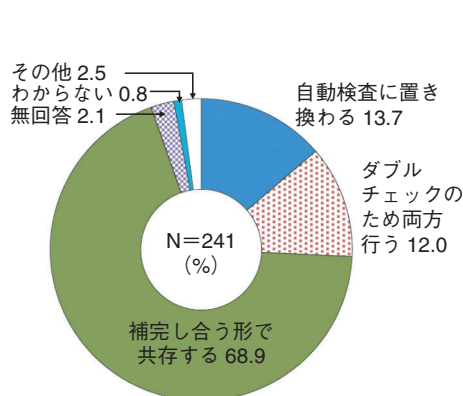


図1 人による検査と自動検査のあるべき姿<sup>2)</sup>

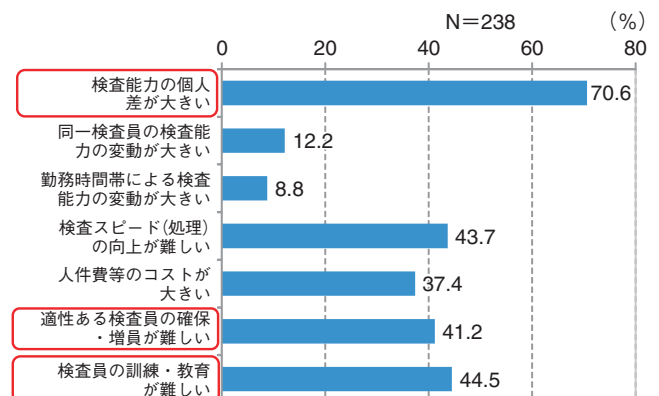


図2 人による検査の困難点<sup>3)</sup>

\*原稿受付 平成30年9月19日

\*\*正会員 香川大学創造工学部機械システム工学領域（香川県高松市林町2217-20）

\*1 感察工学研究会：公益社団法人 精密工学会 画像応用技術専門委員会内に2010年に設置されたワーキンググループ。http://www.kagawa-u.ac.jp/~ishii/kansatsu

表1 ヒアリング結果抜粋 (検査員の確保・訓練)

<ul style="list-style-type: none"> <li>・現在、目視検査の現場では大勢の外国人が入ってきているが、そのほとんどはパート勤務であり定着率の悪さが問題になっている。パート勤務では日本人の定着率も決してよくない。</li> <li>・パート採用が多いため入れ替わりが多い。最近では1~2年で入れ替わり、3年間で半数は替わった。</li> <li>・検査の管理者や中堅・ベテラン検査員の確保が課題となっている。</li> </ul>
---

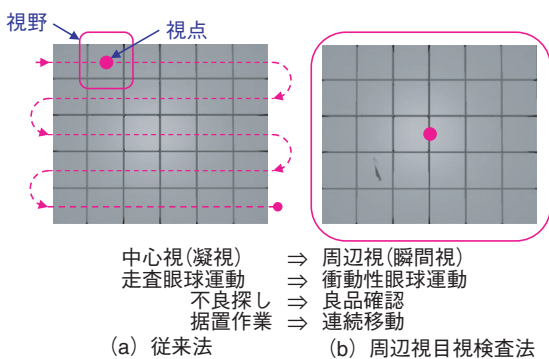


図3 従来法と比較イメージ

効率化と品質向上に大きく寄与するはずである。同時に、検査員の健康改善は健康経営の観点から重要であり、雇用の継続・定着率の向上に大きく寄与するものと思われる。

本稿では、感察工学研究会の成果をもとに、従来の“不良探しの目視検査”の問題点と周辺視目視検査の利点を脳の視覚情報処理の観点から解説する。

## 2. 周辺視目視検査法

### 2.1 周辺視目視検査法とは

人は何か異変が生じると特段、意識することなく瞬時にその異変に気づく機能を有している。周辺視目視検査法は、この機能を目視検査に適応させて人が元々もっている視覚機能のうち、「周辺視」「瞬間視」「衝動性眼球運動」を有効に働かせるように見直したものである。図3はその様子を縦5行×横6列の正方形（実際は立方体）の仮想ワークで表したものである。仮想ワーク群は紙面上方の点光源で照明されており、図(a)の仮想ワークはすべてが同一（良品）であるのに対し、(b)では一つだけ他と異なる仮想ワーク（不良品：スクラッチ）がある（4行2列目）。図(a)の従来法では、よく見ることに重点が置かれるため、左上の仮想ワークから順に一つずつ中心視（仮想ワークに焦点を合わせて見る見方）で不良品であるかどうかを確認する見方となる。一方、図(b)では、視野を拡大し、仮想ワーク群を一度で見る周辺視（視野を広げ、焦点は仮想ワークに合わせるのではなく、その奥（紙面後方）に合わせる感じ）で、良品とは異なる箇所が現れた瞬間を違和感として感じる。そして、違和感として感じた付近を中心視で見て、良・不良を判断し、不良品は排除す

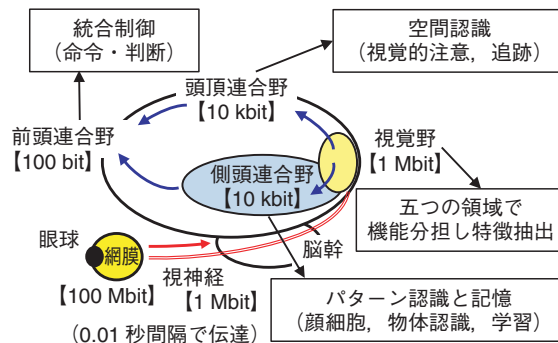


図4 視覚情報の伝達経路と情報の抽出

る。このような見方（周辺視→中心視）を定着させる検査法が周辺視目視検査法である。

### 2.2 脳の特徴から見た「不良探し」の問題点<sup>3)</sup>

目視検査にとって重要な問題点として、不良品の見逃しが挙げられる。従来は疲れて集中力が途切れることにより見逃しが発生すると考えられていた。しかし、次のような事例の原因を考えると、疲れによる集中力の途切れでは説明できない。

【事例】業務開始時に検査部署の指導者から、「昨日は『汚れ』の検査漏れがあったので、今日は『汚れ』を見逃さないようにしなさい」という指示があった。その結果、その日は、「汚れ」の見逃しはゼロとなった。しかし、汚れ以外の不良の見逃しが発生した。

この現象を理解するためには、脳は必要最小限の情報で目的を達成するように機能することを知っておく必要がある。図4は視覚情報の伝達経路と情報量の減衰および各脳部位の機能を示したものである。網膜で捉えた視覚情報は、認識そのものといわれている前頭連合野に送られたときには100万分の1に減衰している。ただし、潜在意識といっている視覚野では意識にないところまではっきり情報を捉えていることが分かる。これが、脳の特徴である情報の減衰で、脳自体は疲労を少なくするために省エネ・オペレーションの体制になっている。

図5は「不良探し」の方法による見逃しの発生イメージである。今、①に示すように、良品とは異なる4種類の不良（打痕、汚れ、欠け、キズ）を考える。視覚野では、視神経を通して送られてくる視覚情報を「良品」「不良品」の区別なくさまざまな特徴抽出処理が行われる。しかし、前述の【事例】のように、特定の不良（汚れ）の見逃しを注意されると、前頭連合野では、「不良（汚れ）探し」に注意が向くことになる。結果として、側頭連合野では、側頭連合野に記憶または刷り込まれた「汚れ」のイメージのみが選択され、このイメージと視覚野から伝達されてきた視覚情報とが無意識下で機械的に比較される。そして、比較結果（Yes, Noの判断情報）のみが前頭連合野に伝達されることになる。すなわち、前頭連合野からの指令は、「汚れと一致するかどうか」だけを見ているため、「汚れ」以外の不良イメージとの比較が行われず、結果として「汚

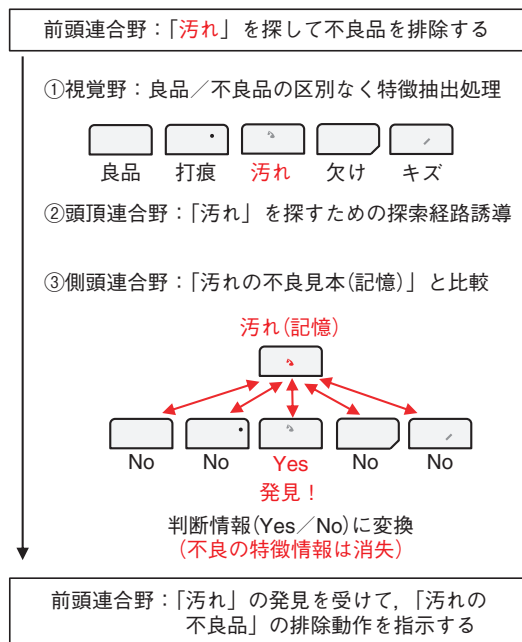


図5 「不良探し」の方法による見逃しの発生イメージ

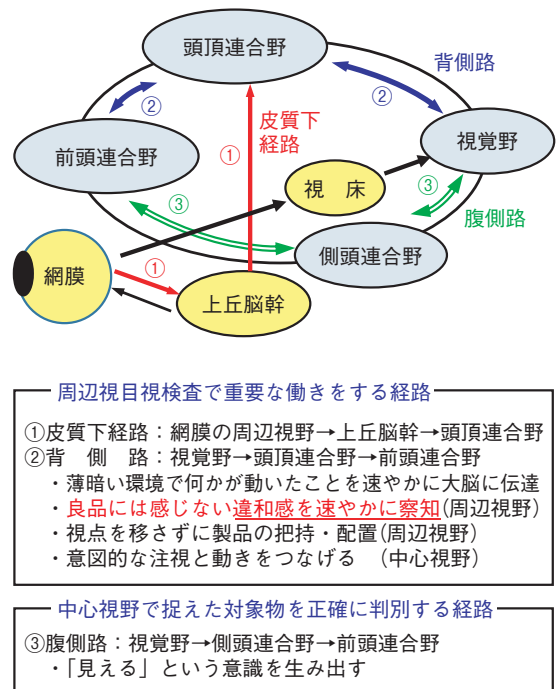


図6 人の視覚的認知経路

れ」以外の不良を見逃すことになる。これが、不良探しの問題点である。特定の不良を強く意識してしまうことが、結果としてそれ以外の不良の見逃しにつながる。

### 2.3 脳の特徴から見た周辺視目視検査法の利点<sup>3)</sup>

#### (1) 高速かつ不良品を見逃さない仕組み

人の視覚的認知には図6に示すように、物体の動きや操作する対象の形状などを識別する背側路（where 経路）と詳細な形状の知覚に関わる腹側路（what 経路）の存在が知られている。背側路は頭頂連合野から前頭連合野に至る経路で、対象物に対する行為のための視覚機能を担っており、対象物の位置、運動の方向、形状を認識し、対象物に腕を伸ばしてつかむなどの動作を可能としている。また、薄暗い環境で何かが動いたことを速やかに大脳に伝えるために、周辺視野から皮質下の中脳上丘を介して頭頂連合野に信号が直接送られている（皮質下経路<sup>4)</sup>。したがって、周辺視目視検査で重要な働きをするのは、この皮質下経路と背側路だと考えられる。

これらの経路は、良品と検査品の見比べではなく、良品には感じない違和感を瞬時に察知することに貢献していると思われる。すなわち、適切な照明下で、キラッと光ったり、影が見えたりすることを瞬時に知覚する。また、視点を移さずに眼の端にある製品をつかみ、目の前にもってきて検査し、不良品を仕分けして置くという一連の動作を意識することなくスムーズ（無駄な動作がなく高速）に行うことにも貢献していると思われる。

ところで、背側路には周辺視野からの入力があるが、中心視野との機能的つながりもある。また、対象に注意を向けることにより中心視野の情報が際立ち、周辺視野からの情報が抑制されることも知られている<sup>5)</sup>。したがって、背側路には、周辺視野と中心視野からの情報が入力されてい

て、視覚的注意の状態によって、それぞれの入力を選択されると考えられる。

かくして、不良は良品には感じない違和感として察知され、その箇所はサッケード（衝動性眼球運動）によって中心視野で瞬時に捉えられるため、高速かつ見逃しのない察知が可能になるものと思われる。

一方、腹側路は側頭連合野から前頭連合野に至る経路で、中心視野で捉えた箇所を精査し、良品／不良品を判別する機能を担っている。違和感の察知と精査。この二つの機能を有効かつ連続的に働かせることが、周辺視目視検査法の習得で最も重要である。

#### (2) 低疲労の仕組み

脳の中にはさまざまなネットワークがあるが、近年提唱されているものにタスクポジティブネットワークとタスクネガティブネットワーク（「デフォルトモードネットワーク」とも呼ばれるため、以下、DMNと略す）というものがある。DMNは外的な処理をしているときは活動が低下し、安静にしてリラックスしているときは活動が活発化するネットワークである。最新の脳科学研究により、中心視野・周辺視野と脳内ネットワークの関係、また、自発性瞬目と脳内ネットワークの関係が次第に明らかになってきた。前者については、中心視野は背側路と、周辺視野はDMNと、中間領域は「顕著性ネットワーク」と呼ばれる背側路とDMNの切り替えに関わるネットワークと、それぞれ強いつながりが見つかった。この結果は、中心視は意図的な注視と動きをつなげる働きをしているのに対し、周辺視は皮質下の受動的「気づき」と自動化された動作に関連が深いことを示唆している。

一方、後者については、映像情報や発話の切れ目で自発

性瞬目が生じるとともにDMNが一過性に賦活することが見つかった<sup>6)</sup>。この結果は、周辺視目視検査において、自発性瞬目が検査動作の区切りで出現することとも対応する。検査動作の区切りが映像情報や発話の切れ目と同様なメカニズムで起こっているとすると、動作の区切りに自発性瞬目が起こり、そのときDMNが活性化していると解釈できる。周辺視野が活性化していれば、この状態が実現しやすいと思われる。安静時に中心視野と背側路との機能的結合が高いという知見が目視検査時にも正しいとすると、目視検査において中心視がメインになっている場合には、背側路の中心視野機能が活性化し、一方でDMNは抑制されるために、DMNにつながっている周辺視野の機能も抑制される可能性を示している。したがって、周辺視が活性化する周辺視目視検査では、自発性瞬目が検査動作の区切りごとに入り、結果として大脳疲労の低減につながっていると思われる。

### 3. 周辺視目視検査が働きだす条件

表2は従来の目視検査の指導である。一見、いずれも適切な指導のように思える。しかし、これらはすべて周辺視が働かない指導である。これらを改善する方法が周辺視目視検査法である。特に重要な点は、照明とリズムである。その他については文献3)を参照してほしい。

#### (1) 照明

基本的には手元のワーク面での照度は1000±200lxを強く推奨する。多くの検査員は照度が高ければ高いほどよく見えると思っている。周辺視の感度を上げるためには、逆に照度を下げることが必要であり、800lx以下でも十分不良箇所を察知できる。また、キズや凹凸の検出では、検出に不要な照明(天井照明、隣・前・後ろの検査員の照明)を除去もしくは抑えることが必要である。また、最近では、蛍光灯からLED照明への置き換えが進んでおり、高照度とブルーライトには特に注意が必要である。

#### (2) リズム

周辺視は対象を動かしているときに(あるいは見た瞬間に)違和感を察知する見方である。そのため、検査トレイから検査品を取り、指定位置で検査し、納品トレイに置くまでの一連の作業は、作業動作を止めることなく行えるよう習熟が必要である。意識せずに一連の作業ができるようになるとリズムが生まれる。逆に、検査の途中で修繕・書き留め・不良の分別・製造番号の確認等の付帯作業がある場合、周辺視と中心視のスムーズな切り替えができなくなる。また、細い穴の中を覗き込むなど中心視的な作業がある場合には、リズムカルな検査は維持できなくなる。したがって、周辺視目視検査を有効に機能させるには、作業内容を見直し、場合によっては自動機による補完が必要である。

### 4. おわりに

周辺視目視検査法は、習熟すれば誰もが不良を見逃すこ

表2 従来の目視検査の指導

指導内容	人の機能等
よく見ることが重要	中心視
明るいほど検出しやすい	
目は製品に平行になるようにする	
製品がぶれないように固定する	精神的負荷
検査結果をフィードバックして注意を促す	
下限標準時間を設定	リズムの 障害
検査業務を1人で完結	
顕微鏡や拡大鏡を使用するときは腕・肘を作業台に固定する	
適性検査による検査員の選別	不良を探す 検査
検査仕様書の基準値の整理と記憶	
不良見本による訓練	

となく高速かつ低疲労で検査できる方法である。なぜ不良を見逃さないか。なぜ、高速かつ低疲労であるのか。その仕組みを脳の視覚情報の観点から解説した。これにより人の適性について理解が深まり、人と機械の役割分担と補完に対する方針を立てることができるようになると思われる。検査員の新たな確保が困難になりつつある今、目視検査を見直し、安定した品質の製品が生み出される製造を目指してもらいたい。

おわりに、本解説記事の多くは、感察工学研究会の活動成果としてまとめた文献3)「周辺視目視検査法の理解と導入のヒント」より引用した。共著者の中村俊氏(コラボ)、佐々木章雄氏(周辺視目視検査研究所)、森由美氏(横浜国立大学)、楯野肇氏(中国地域創造研究センター)に感謝申し上げる。

### 参考文献

- 1) 佐々木章雄: 周辺視目視検査法 [I] ~ [V], IE レビュー, 日本IE協会, 46-4 (2005) 65, 46-5 (2005) 61, 47-1 (2006) 55, 47-2 (2006) 53, 47-3 (2006) 67.
- 2) ちゅうごく産業創造センター: ものづくり企業の生産現場における検査の自動化促進可能性調査報告書, (2016).
- 3) 石井明, 佐々木章雄, 中村俊, 森由美: 周辺視目視検査法の理解と導入のためのヒント, ちゅうごく産業創造センター, (2017).
- 4) S.E. Leh et al.: Unconscious vision: new insights into the neuronal correlate of blindsight using diffusion tractography, Brain, 129 (2006) 1822.
- 5) H. Tsubomi et al.: Connectivity and signal intensity in the parieto-occipital cortex predicts top-down attentional effect in visual masking\_An fMRI study based on individual differences, NeuroImage, 45 (2009) 587.
- 6) T. Nakano et al.: Blink-related momentary activation of the default mode network while viewing videos, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 110, 2 (2013) 702.



石井 明

1980年電気通信大学大学院電気通信学研究科機械工学専攻修士課程修了。1993年博士(工学)。電気通信大学助手、講師、助教授。1998年香川大学助教授を経て教授。周辺視目視検査、自動外観検査の研究に従事。