

月刊

食品工場長

4

APRIL

食品の生産拠点を支援する情報誌

2021

No.288

TOP
INTERVIEW

ト ッ プ イ ン タ ビ ュ ー

(株)アレフ

代表取締役社長

庄司 大氏



びっくりドンキー 石川店 (北海道函館市)

日本の年間1000億食に
貢献できる外食産業をつくる



特集

異物混入対策

【連動企画】 食品工場着衣トレンドリサーチ

ルポ&インタビュー 笠原産業(株) 製粉工場

増ページ!

照度を下げ、検査現場を明るくする

製造現場における周辺視目視検査法の導入で 最初にすべきこと

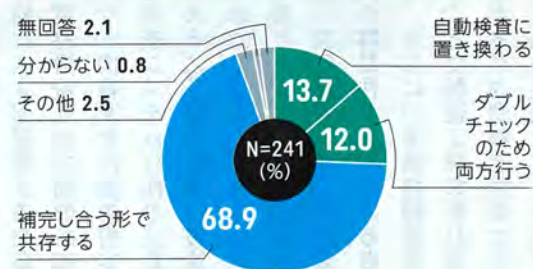


画像応用技術専門委員会
感察工学研究会 主査
香川大学 名誉教授
石井 明
Akira Ishii

【プロフィール】
1955年生まれ、東京都出身。80年電気通信大学大学院電気通信学研究科修了、同年同大学助手。98年香川大学工学部助教授。2002年同大学教授。博士(工学)。人間支援工学、マシンビジョン、目視検査の研究に携わる。

自然界の食材を使って異物混入ゼロの食品を大量に作り出す。それは混入異物を効率的に完全除去するためのシステムをいかに構築し、そのシステムをいかに維持するかに尽きる。人による検査にも機械による検査にも弱点がある。本稿では、人による検査の弱点を知り、人による検査を成功させる周辺視目視検査法の導入で最初にすべきことについて解説する。

図1 人による検査と自動検査のあるべき姿¹⁾



出典：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、(公財)中国地域創造研究センター

人による検査と自動検査のあるべき姿とは

表は目視検査の現場でよく見掛ける検査員に対する指導の一例である。この指導の中で正しいものはいくつあるか。

表	目視検査員に対する指導	人の機能など
①	よく見ることが重要	中心視
②	明るいほど検出しやすい	
③	検査結果をフィードバックして注意を促す	精神的負荷
④	検査業務を1人で完結	リズムの阻害
⑤	不良見本による訓練	不良を探す検査

○筆者作成

るだろうか。全て正しいと思われる方はいないだろうか。答えは全て間違っている。このような指導をしていると、不良(異物)の見逃しが止まらないだけでなく、検査員は定着せず、検査員の確保は困難となり、検査できないという最悪の状態を迎える恐れがある。①は見つめる見方(中心視)であり、不良探しの見方でもある。この見方を長時間続けると目は疲れる。目が疲れば、不良は見にくくなるので、明るくする。②のように明るくすれば、暗のコントラストが高くなるので見やすくなる。しかし、目の疲労はさらに進むため、目が痛くなるとともに、肩・首が凝り、身体の健康が損なわれる。③は検査員に精神的ストレスを与える

ことになり、不安を抱えながらの作業を強いることになる。④は検査のリズム生成を阻害する恐れがあり、⑤は記憶と想起を難しくする。ところで、図1は(公財)中国地域創造研究センターによる「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」¹⁾(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しての回答である。「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。それでは、どうすればよいか。これに対する答えとして、人の(瞬時的)気付きに基づく周辺視目視検査法を導入することである。条件がそろえば人による検査を成功させることがで

きる。人による検査を成功させる仕組みが分かれば、自動化の専門家も人による検査を支援することができ、補完し合う形で共存が可能になる。

人による検査を成功させる方法

人による検査を成功させる方法とは、一言で言えば「不良(異物)」を探さない見方を身に付けさせることである。逆に言えば、不良を探す見方では不良を見逃すことになり、人による検査は失敗する。そこで、最初に、従来の「不良探し」の見方がなぜ問題であるかを説明し、次に、「不良(異物)」を探さない見方、周辺視目視検査法について説明する。

●不良探しの問題点²⁾

目視検査にとって、不良の見逃しは絶対に避けなければならない重要課題である。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】A製品には時々**図2a**のような4種類の不良（打痕、汚れ、欠け、スクラッチ）が見つかった。ある日の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」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らしておく必要がある。すなわち、**図2b**に示すように、

図2 「不良探し」の方法による見逃しのイメージ



出典：周辺視目視検査法の理解と導入のためのヒント、(公財)中国地域創造研究センター

特定の不良である「汚れ」の見逃しを注意されると、汚れのイメージが強く想起され、そのイメージと一致するものを見つけようとする。結果として、

汚れ以外の不良には気付くことが困難になり、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。**表**の①「よく見ることが重要」と③「検査結果をフィードバックして注意を促す」が間違いである理由は、この不良探しの見方になるからである。

●「不良」を探さない見方と周辺視目視検査法

検査現場には、必ず作業が速くて不良を見逃すことがない検査員がいる。そこで、その検査員の動作をそばから観察して、その動作に隠された視覚機能について考えてみよう。

【事例】検査員の手（指も）は、ぱっぱと動き、一瞬たりとも止まることがない。しかし、その動きが一瞬止まる時がある。それは不良（異物）に気づき、良品限度であるかどうかを一瞬で判断するときである。その後は、何もなかったように作業を続けている。しかしながら、その検査員がきちんと製品を見て検査しているか、観察者は自信を持って答えられない。

図3 くしの良品・不良品



○筆者作成

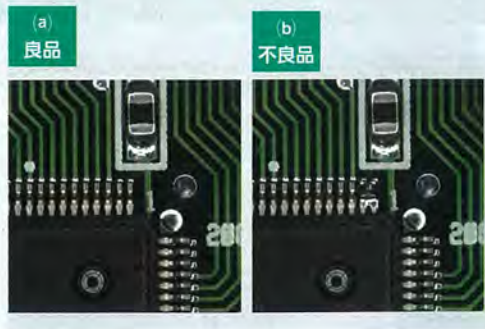
この検査員の動作の表現で重要なポイントは、「ぱっぱと」と「一瞬たりとも止まらない」である。前者は、製品が視野に入った瞬間（あるいは新たな検査面が視野に入った瞬間）に異変を察知する瞬間視の機能である。後者

は、異変を感じるための周辺視の機能を継続して働かせるための動作である。

最初に前者の瞬間視を説明する。**図3**のくしは、見た瞬間に**図3b**の中央下部の歯が一本欠けていることに気付く。**図4**の実装基板は、多くの方にとって見慣れないものなので、どこに不良があるのか一瞬迷い、左右を見比べるのではないか。しかし、本製品の検査担当者は、**図3**と同様に一瞬で異変に気付き、それがハンダ不良（**図4b**中央）であることを認識し、選別することがができる。製品全体が視野に入った瞬間に違和感を察知するのが、瞬間視の機能である。

一方、後者の「一瞬たりとも止まらない」検査動作は、習熟したハンドリングによって生み出される。例えば、

図4 実装基板の良品・不良品



○筆者作成

図5aのように検査照明（直管）を検査品の上方に固定し、検査面を前方に回転させ、不良（ここでは打痕・へこみ）を顕在化させてみよう。このとき、照明からの光線は検査面で反射し、光源像は**図5b・c**のように6×6個の製品群（右端最下端は不良）の表面に帯状に見え、回転に応じて上から下に移動するものとする。製品面に打痕がある場合には、本来なら光らない右端最下端の製品表面に明るい点が出現する（**図5b**）。さらに、前方に少し傾けると、光っている右端最下端の製品

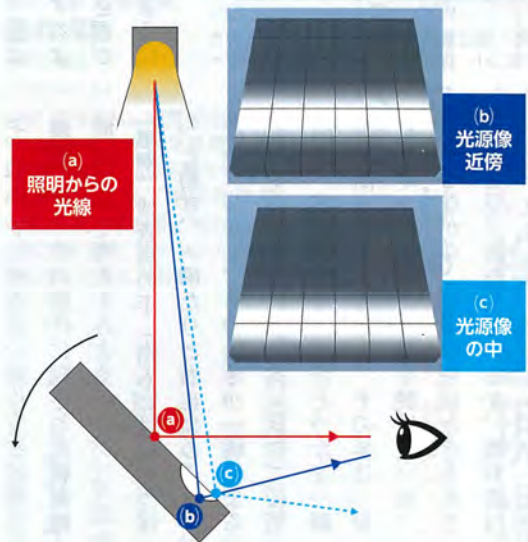
表面に暗い点が出現する(図5c)。それらの出現や形状の違いの出現などを違和感として察知するのが周辺視の機能である。

瞬間視も周辺視も良品とは異なる変化を違和感として瞬時に察知し、その箇所をサッケード(衝動性眼球運動)によって瞬時に捉えるため、高速かつ見逃しのない察知が可能となる。これが、不良(異物)を探さない見方であり、この一連の動作を継続させる方法が周辺視目視検査法である。

● 周辺視目視検査法の導入で最初にすべきこと

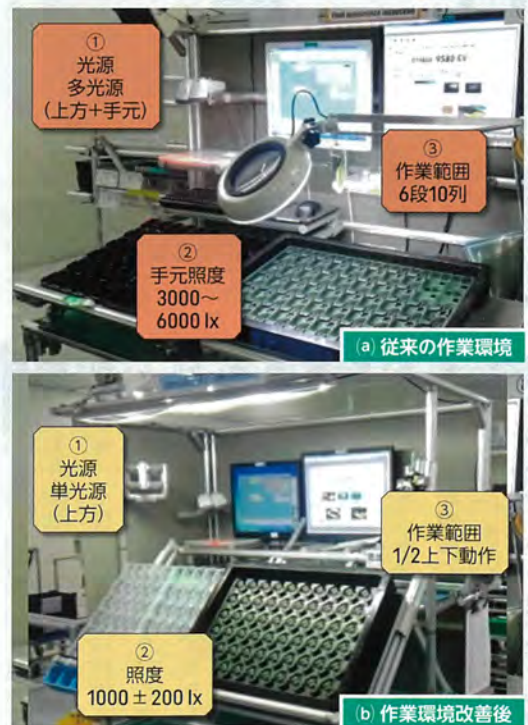
一例として、D社の改善事例³⁾を紹介する。感察工学研究会では、周辺視目視検査法の普及のための指導ならびに調査活動を目的とした「目視検査改善キャラバン」を、2015年からこれまで4社で行ってきた。D社では16年6月から取り組みを始めたが、その

図5 不良(打痕)の顕在化の原理



○筆者作成

図6 作業環境の改善³⁾



出典：出荷目視外観検査事例報告、PVI2017

図7 検査の様子



(a) 検査の様子



(b) 視線カメラ映像

○筆者作成

効果はすぐに表れ、クリーンルーム内での検査の様子がNHK総合「ガッテン！」(17年4月26日放送分)の番組中で「目の達人その2 検査技師」として紹介されるまでに改善した。そこで、D社の改善の様子について図6・7を用いて説明する。改善のポイントは二つ。照明環境と作業台の見直しである。● 照明環境の見直し① 照明環境の見直しが最も重要であり、「検査光源の最適化」と「照度の適正化」を同時に行ってもらいたい。「検査光源の最適化は、従来は図6a)に示すように、検査台上方に設置した直管型LED照明のほかに、小さな欠陥も見つける必要性から、手元設置の拡大鏡付きのリング照明が使われていた。改善後は直管型LED照明のみとした。その結果、欠陥部の明暗のコントラストが増加したため拡大鏡は不要となった。これは、図5で説明したようにハンドリングで検査品を回転させて検査する場合には、検査用光源は一つであることが望ましい。他の光源があれば、欠陥部での明暗のコントラストが減少する恐れがある。また、他の光源による反射光が目に入る恐れがあり、違和感の誤察知が生じる恐れがある。光沢反射の強い製品や、食品関連でぬれものを扱う場合には特に注意が必要である。

照度の適正化では、手元の照度を3000～6000lxから1000±200lxに変更させた。周辺視目視検査法では、明暗の変化の察知が非常に重要なためである。網膜における明暗の感度は、照度を低くすれば高くなる。特に、明暗のみを感じる網膜の周辺視野のほとんどを占める桿体視細胞は照度が低ければ低いほど、明暗の感度は高くなる。しかし、違和感を察知した場所を精査するときには、ある程度の照度が必要になるため、1000±200lxとしている。

●作業台の見直し

二つ目の改善ポイントは、作業台の見直しである。D社の検査では、**図6**の右側の検査トレー（6段×10列＝60個）から、**図7b**の製品を1個ずつ、右手で取り、両手を使って前後左右、回転させて全ての面を検査し、良品を左側の検査済みトレーに左手で置く。従来は**図6a**のように、検査トレーが水平に置かれていたため、奥側の製品は手を大きく伸ばす必要があった。改善後の**図6b・図7a**では、検査トレーが手前に傾けられ、さらに上3段の検査が終わると、ワンタッチ操作で検査トレーが上方に3段分シフトする仕組みが追加された。これらの改善の目的は、「顔は前方を向いたまま、目は製品全体を見る周辺視の見方で、目を動かさず、

ブラインドタッチで製品を検査トレーから取り、検査し、製品を検査済みトレーに置く」ことを可能とするためである。自分の手が楽に届く範囲を自己周囲空間という。この空間での作業はパソコンのキーボードのブラインドタッチと同様に、位置を確認する必要はない（意識することのない）自動化した動作となる。不良を察知するまでは、意識することなくこの自動化した検査動作を途切れることなく続ける。結果として検査動作にリズムが生れ、身体は疲れにくくなる。一人一人の検査員に合わせた作業台が作り出す効果でもある。

●照明環境の見直し② 光沢度の高い製品の検査

工業製品にはメッキ製品やプレス製品、実装基板など光沢度の高い製品が多い。19年以降、感察工学研究会では、これらの光沢度の高い製品の検査に対して、**図8**の有機EL照明の適用を推進している¹⁾。有機EL照明は面発光かつ光源面積が大きいいため、光源を直接見ても、また鏡面反射の光源像が目に入っても、まぶし過

図8 有機EL照明による光沢面の検査



a 金属パイプ



b メタルメッキ製品

○筆者作成

【参考文献】

- 1) (公財)中国地域創造研究センター：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）
- 2) 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、(公財)中国地域創造研究センター（2017）
- 3) 山田規夫：出荷目視外観検査事例報告、PVI2017、21（2017）
- 4) 石井明：究極の外観目視検査技術を目指して、非破壊検査、69（7）、312-317（2020）
- 5) 画像応用技術専門委員会 感察工学研究会（2010.2～）、<https://www.eng.kagawa-u.ac.jp/~ishii/kansatsu/>

ぎず幻惑されにくい。周辺視の異変察知の機能を継続させるには極めて好都合である。一方、水にぬれた食品素材はメッキ製品と同様に光沢反射が大きいため、LED照明は、多数のLEDチップから構成されており、チップ単位で発生する強いグレア（まぶしさ）を完全に抑制するのは容易ではない。そのため、光源像は素材表面でギラつき、異物を見づらくする恐れがある。光源選びには十分な注意が必要である。異物が見にくいからと、間違っても光源輝度を上げることは避けてもらいたい。30分もしないうちに目が疲れて、検査の継続ができなくなるであろう。なお、検査用光源は有機EL照明のみとし、環境照明の影響を極力排除すれば、手元照度は300lxで十分であるという

適用事例が増えている。ぜひとも試してもらいたい。

◇

速くて不良を見逃さない検査員。そこには、無意識化での察知を可能とした熟練者の卓越した技があった。しかし、明る過ぎる環境、作業がしづらい作業台では、その検査員も疲弊する。まずは作業環境を改善し、無意識下での察知が容易にできるよう支援すれば、誰もが年齢にも性差にも関係なく、疲れことなく一日の検査業務を終えることができよう。業務を終えた検査員の表情は明るくなる。それが製造現場全体に伝わり、全社挙げての職場環境改善に進み、健康経営の実践に結び付く。経営者には従業員が健康に働き続けられる会社を目指してもらいたい。