

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

平成28年3月

公益財団法人 ちゅうごく産業創造センター

巻 頭 言

21 世紀に入って、市場のグローバル化が急速に進み、ものづくり企業においてはグローバル市場における競争力を確保するため、従来より高いレベルの品質管理と生産性が求められる時代に突入した。我が国においては「ものづくり基盤技術振興基本法」（1999 年）などの整備に見られるように、日本の競争力をものづくりから再構築しようという機運が高まっており、ロボットや自動機械の導入により製造・生産工程においては生産性の向上が著しい。特に、アベノミクスの第三の矢である成長戦略「日本再興戦略 2014」の一つとして「ロボットによる産業革命」が打ち出され、2020 年までにロボット市場を製造分野で現在の 2 倍、サービスなど非製造分野で 20 倍に拡大することが明記されており、製造分野におけるロボットイノベーションが実現すれば、新たな経済成長だけでなく、労働力の確保、さらにはロボット化による技術・技能の継承などもものづくり企業が抱える課題を一挙に解決できる可能性がある。

しかしながら、不良品を出さない製造設備は存在しないといっても過言ではない。多くのものづくり企業が不良品ゼロを目標としているが、不良品を全く出さないということは、現実には困難であり、検査工程によって不良品の発生・流出を防ぐことが品質管理上、極めて重要となる。また最近の食品メーカーにおける異物混入とその後の社会問題化は、検査工程の重要性を再認識させる結果となった。

生産性を向上させるためには、製造・生産工程だけでなく、検査工程の自動化を進めることが必要不可欠である。ところが、現状の検査工程では人間の検査員の五感、とりわけ視覚に頼った検査を行っているところが多い。特に、中国地域のものづくり企業では、検査の自動化があまり進んでいない一方、技術力を支えてきた技能者の高齢化や労働人口の減少が進む中で、検査人材の確保は、企業にとって重要な経営課題となっている。

最近の画像処理技術やコンピュータ性能の向上により、自動検査技術も急速に進歩している。にもかかわらず、最新の検査技術が、ものづくり現場に普及が進まない要因はどこにあるのだろうか。また、完全自動化が困難な検査作業の場合、人による検査作業をサポートし、作業員の負担を軽減することはできないものだろうか。

このような背景のもと、本調査は、中国地域のものづくり企業における検査の状況を調査・分析し、検査の自動化を促進するための方策を検討することを目的として実施した。中国地域には検査機器メーカーは少ないものの、大手自動車メーカーの生産拠点・サプライヤーをはじめとして多くの業種のものづくり企業が集積しており、検査機器導入に対するニーズは高い。本調査報告書は、中国地域で、今後取り組むべき検査の自動化促進方策を具体的に示しており、本提案が実現されれば、ものづくり企業において検査の自動化が進むだけでなく、中国地域のものづくりが大きく成長するきっかけとなるに違いない。本提案が早期に実現することを願ってやまない。

本調査では、中国地域を中心とした産学官の関係者・有識者で構成する委員会において、熱心なご審議をいただいた。また、中国地域や他地域のものづくり企業や公的機関等に対して実施したアンケート及びヒアリング調査は、本調査の根幹をなしており、これらの調査に多くの方々のご協力をいただいた。参加いただいた委員の皆様に深く感謝するとともに、調査にご協力くださった多くの方々に心より御礼申し上げたい。最後に、調査機関として公益社団法人中国地方総合研究センター、事務局として公益財団法人ちゅうごく産業創造センターのご協力をいただいたことを付記し、ご協力いただいた関係各位に厚く感謝申し上げます。

平成28年3月

「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」委員会
委員長 辻 敏夫

「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」

委員会名簿

(委員：所属名の50音順、敬称略)

区 分	氏 名	所 属・役 職
委員長	辻 敏夫	国立大学法人広島大学 大学院工学研究院 電気電子システム数理部門 教授
副委員長	野中 一洋	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 エレクトロニクス・製造領域研究戦略部 イノベーションコーディネーター
委 員	山西 麻雄	株式会社アクティブ 代表取締役
委 員	水田 邦成	株式会社アンデルセン・パン生活文化研究所 専務取締役
委 員	相川 誠	宇部興産株式会社 執行役員 化学生産本部長
委 員	堂本 竜也	岡山県 産業労働部 産業振興課 総括副参事（技術振興班長）
委 員	田中 麻里	島根県 商工労働部 産業振興課 事業化支援・産学官連携スタッフ 調整監
委 員	有馬 俊幸	中国経済連合会 部長
委 員	神田 弘道	中国電機製造株式会社 生産管理部 副部長
委 員	大井 博文	中国電力株式会社 エネルギー総合研究所 マネージャー 経済・産業担当
委 員	西村 茂樹	株式会社トクヤマ 徳山製造所 Si 製造部技術一課 主任
委 員	藤岡 慎也	鳥取県 商工労働部 商工政策課 主事
委 員	上田 康志	株式会社トリコン 代表取締役
委 員	中野 隆裕	広島県 商工労働局 イノベーション推進チーム 主幹
委 員	佐野 誠	広島県立総合技術研究所 西部工業技術センター 生産技術アカデミー 生産システム研究部長
委 員	上杉 憲雄	広島市 経済観光局 工業技術センター 専門員
委 員	中山 大輔	マツダ株式会社 品質本部 品質保証部 グローバル品質管理グループ マネージャー
委 員	佐藤 敦	丸紅株式会社 中国支社 支社長
委 員	田中 輝久	三井物産株式会社 理事 中国支社長
委 員	稲田 和典	山口県 商工労働部 新産業振興課 技術革新支援班 主査

オブザーバー	西村 祐希	中国経済産業局 地域経済部 次世代産業課 参事官（産学官連携・産業クラスター担当） 企画係長
事務局		公益財団法人 ちゅうごく産業創造センター
	佐原 一弘	// 専務理事
	楫野 肇	// 常務理事
	木村 宜克	// 調査部長
	岸本 真明	// 調査部 部長
	石岡 孝治郎	// 調査部 部長
シンクタンク		公益社団法人 中国地方総合研究センター
	小早川 隆	// 理事 事務局長
	本郷 満	// 主席研究員
	和田 周大	// 主任研究員

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 〔要約〕

調査の目的

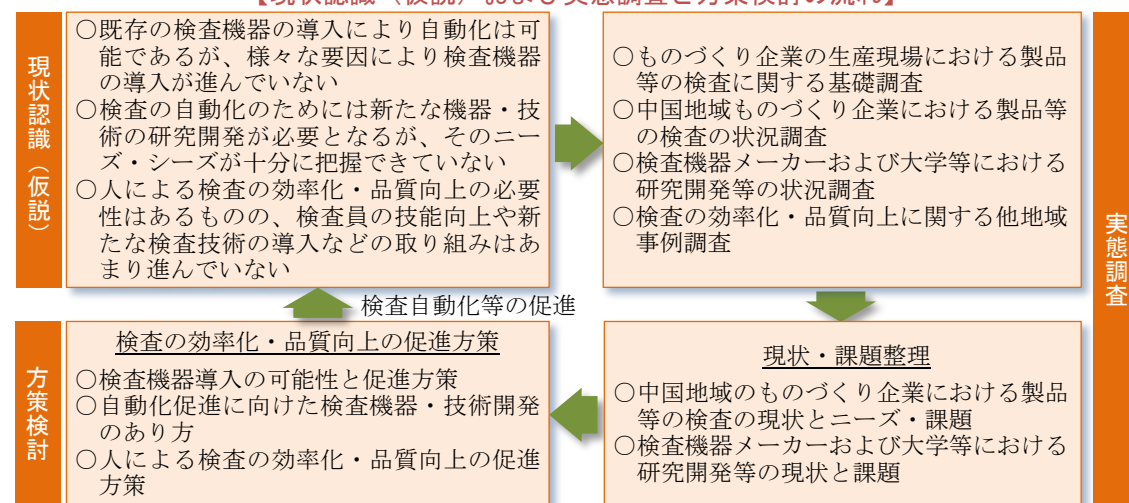
報告書 p 1 参照

近年、ものづくり企業の生産現場では、「労働力不足」「競争力強化に向けたさらなる生産効率向上」「顧客要求品質の高度化」等への対応が急務となっている。

こうした状況下、ものづくり企業においては、製品等の検査を主として人の五感に頼っているところも多く、「人手が掛かり非効率」「高度な検査が困難」「人による品質ばらつき、見落とし」「定量的検査データが残らず品質管理が不十分」等の問題がある。これらの問題の改善策として、検査機器の導入による検査の自動化とともに、人による検査の効率化・品質向上の必要性が挙げられている。

以上を踏まえ、中国地域のものづくり企業や検査機器メーカーおよび大学等における製品等の検査に関わる現状と課題について調査し、検査機器導入による自動化の可能性とともに、検査の自動化や人による検査の効率化・品質向上に向けてどのような支援が可能かを検討する。

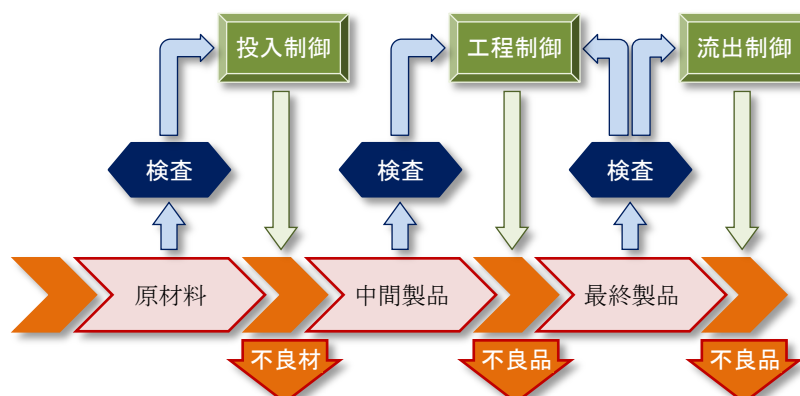
【現状認識（仮説）および実態調査と方策検討の流れ】



1. ものづくり企業の生産現場における製品等の検査に関する基礎調査 報告書 p 4 参照

検査は、品質管理の一環として行われるもので、段階的検査によって、製造工程を適切に制御しつつ不良品の流出を防ぐ役割を果たしている。

製造工程における検査の位置付け



2. 中国地域のものでづくり企業における製品等の検査の状況

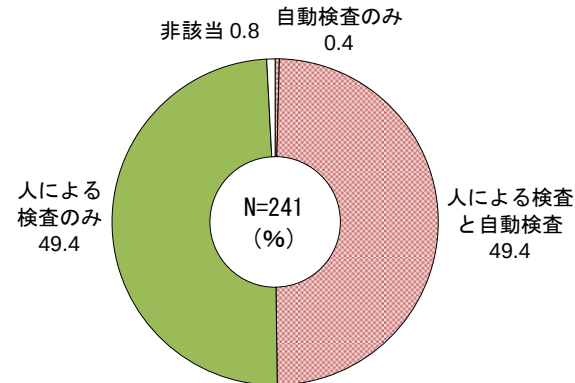
報告書p8参照

(1) 検査自動化のニーズ

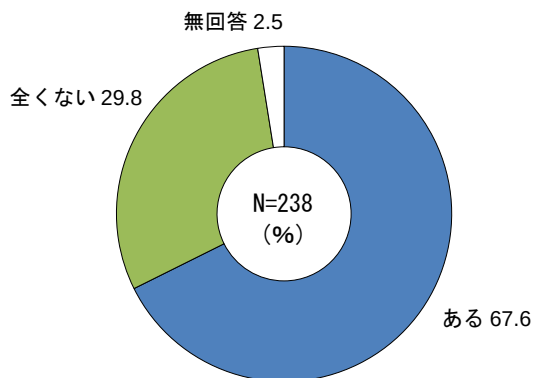
中国地域のものでづくり企業の約5割が既に検査工程を自動化し、約7割が今後の自動化意向を有する。なお、その目的は、検査品質向上（見逃し削減、品質保証強化）、効率化（検査スピード向上）、コストダウン（人件費等のコスト削減）が主である。

検査自動化の現状と意向

(検査工程自動化の実施状況)

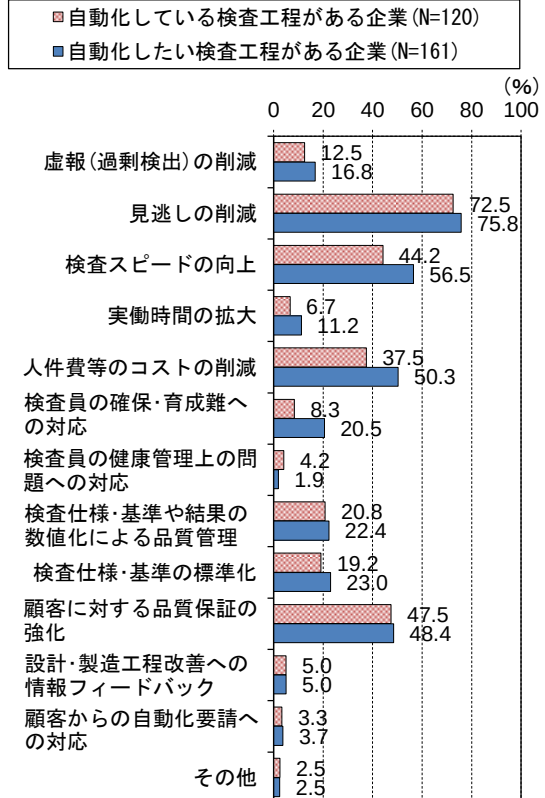


(自動化したい検査工程の有無)

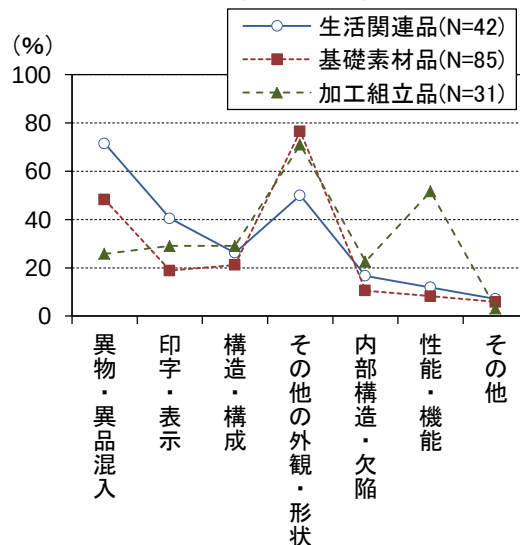


自動化の可能性の高い検査対象品・業種や検査項目は、食料品の異物・異品混入検査、自動車部品の外観目視検査などであり、性能・機能検査や寸法検査等の計測・数量化が容易な検査対象品・項目は自動化が比較的容易である。

検査自動化の目的



自動化したい検査工程の検査項目



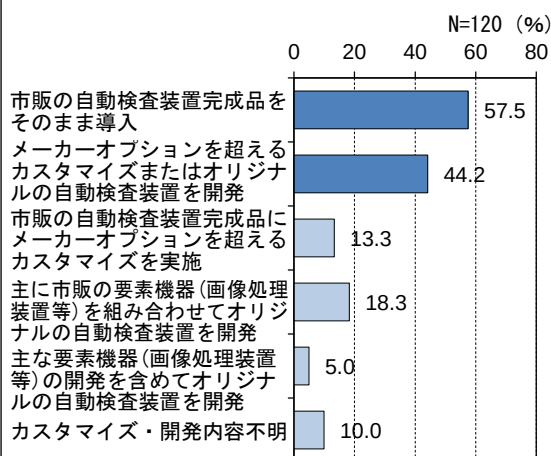
(2) 検査自動化の課題

検査装置が多様な要素機器・技術から構成されることを背景に、これらのインテグレーション力（検査対象・項目等に応じて機器・技術を組み合わせる能力）の補完が必要になる。実際、自動化実績のある企業では、メーカーオプションを超えるカスタマイズまたはオリジナルの装置を開発するケースが4割超であり、開発に当たっては、自動検査装置完成品メーカーや画像処理装置等の要素機器メーカーを協力先としている。

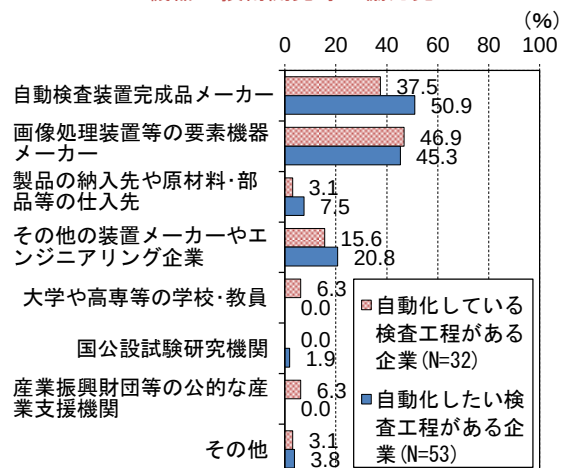
また、検査機器・技術の精度やスピード等の性能不足が指摘されるほか、検査対象・項目、仕様・基準等の多様性や変化、検査対象の形状・材質・色等の特性に起因する困難性も指摘されており、精度・スピードや汎用性・融通性を高める開発も課題である。

なお、ICT化による検査データの有効活用も求められる。

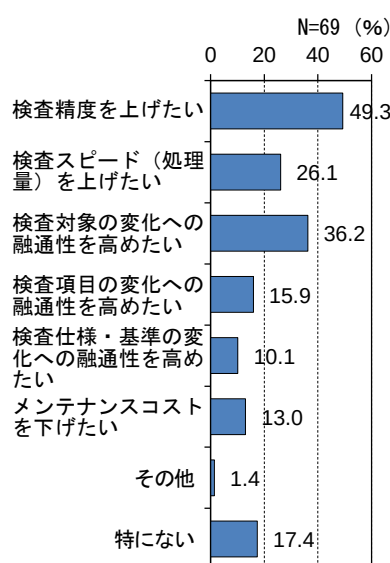
検査自動化の手法



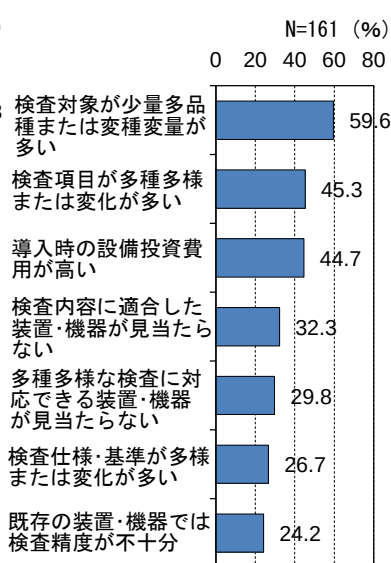
機器・技術開発等の協力先



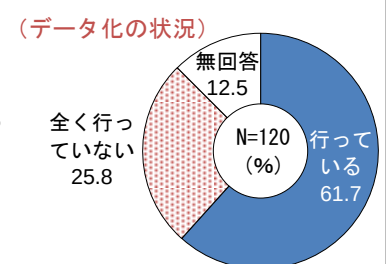
市販自動検査装置完成品の改善したい点



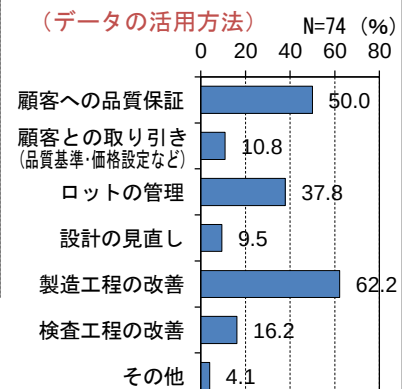
検査自動化の阻害要因・問題点



自動化を通じたデータ化状況とデータの活用方法



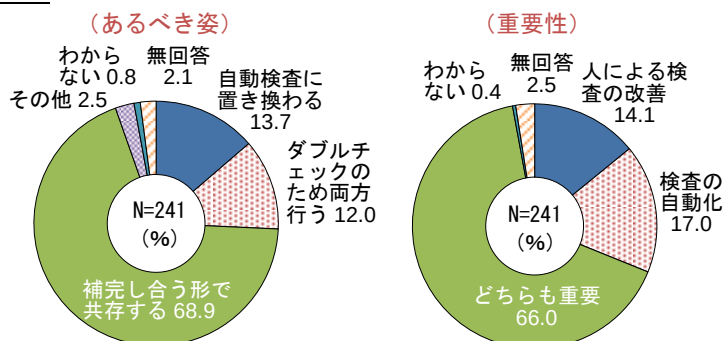
(データの活用方法)



(3) 人による検査改善の位置付け

自動検査と人による検査について、中国地域ものづくり企業の8割強が補完・共存または両立関係にあるべきと考え、7割弱がどちらも重要と認識している。

自動検査と人による検査のあるべき姿と重要性

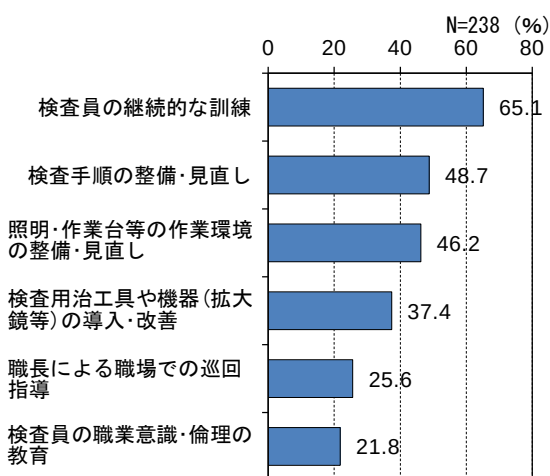


(4) 人による検査改善の課題

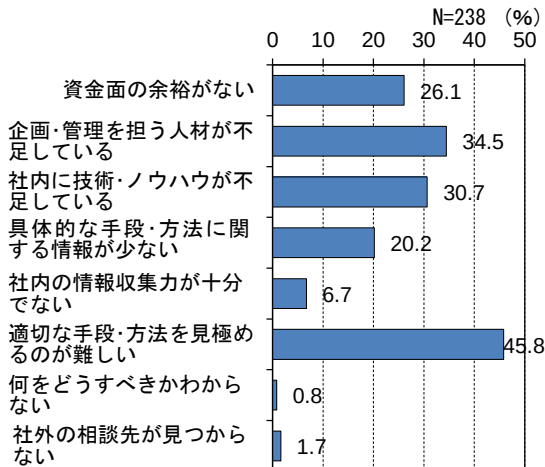
検査員の訓練、手順の見直しや検査環境の整備が必要となる中、新たな検査手法・手順の導入や検査環境・器具などを改善する手段・方法の見極めが難しいこと、検査管理（生産技術）を担う人材と技術・ノウハウの不足が問題となっている。

このため、7割弱は、目視検査を中心に、検査の手法・手順や組織・体制等に関するセミナー等の受講意向を有する。なお、島根県で開催されたセミナーの受講企業では、同様なセミナー開催や改善事例紹介を希望する企業が多く、指導人材育成や現場指導への支援、他企業との情報交換を希望する企業もみられる。

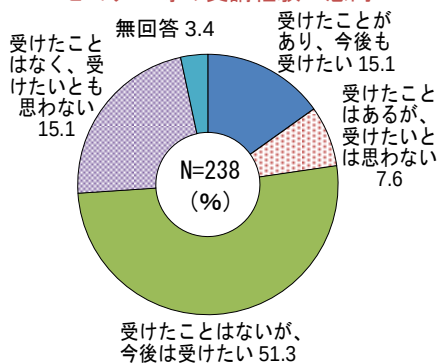
人による検査の改善への取り組み



人による検査改善の阻害要因・問題点

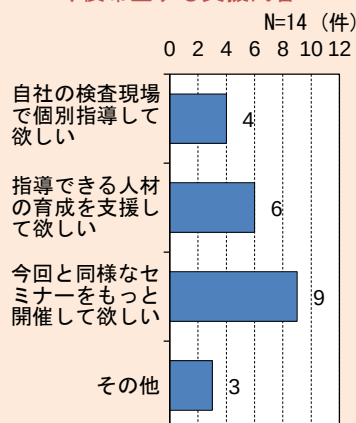


セミナー等の受講経験・意向

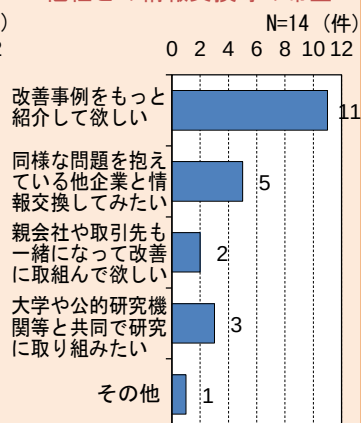


〔セミナー受講企業アンケート〕

今後希望する支援内容



他社との情報交換等の希望



3. 検査装置・機器メーカーおよび大学等における研究開発等の状況

報告書 p 79 参照

(1) 検査機器メーカー・大学等有する技術・研究シーズ

検査装置・機器メーカーには多種多様な企業があり、要素機器メーカーやその他の装置メーカー等がインテグレータとして重要な役割を担っている。

なお、中国地域では公設試験研究機関の研究開発実績や大学等の研究シーズはみられるものの、検査装置・機器メーカーや大学等の研究者は少ない状況にある。

(2) 検査機器メーカー・大学等からみた検査機器・技術普及の課題

検査機器メーカー・大学等へのヒアリングから、以下の通り、検査機器インテグレーションの必要性のほか、ものづくり企業の課題等が指摘されている。

【検査機器インテグレーションの必要性和実態】

インテグレーションの必要性	◇画像処理は汎用技術が確立していないので、検査対象品に応じた個別の応用技術の開発も必要になる。画像処理技術を適用するシステムインテグレータ的技術が必要であり、これはユーザー企業が独自にできる範囲の技術ではない。
インテグレーションの実態・ノウハウ	◇画像検査装置の製作に必要なのは、既存の画像処理技術を検査対象品・項目等に合わせて組み合わせる適用技術である。その中でプログラミング能力と画像処理に関する知識が要求されるので、これらに関する膨大な専門技術を持たないと達成できない。

【検査機器メーカー等からみたものづくり企業の検査自動化の課題】

検査の位置付け・状況	◇製造設備と違って売り上げを生まないコスト（マイナスの売り上げ）と考えられがちであり、現実には検査員の労務費、不良品の流出が経営の大きな負担となっている企業が増えている。
企業の技術力	◇ユーザー企業には、制御や機械関係の技術者はある程度はいるが、画像処理のことがわかる技術者は極めて少ない。ただ、ユーザー企業が自動化を進める際に、必ずしも画像処理に精通した人材を自社内に抱えておく必要はない。
企業の情報力	◇ユーザー企業は、画像検査を知らないか、知っていてもどういうものでどの程度の効果が期待できるのか判断する情報を持っていない。このため、適用範囲等について適切なアドバイスが必要である。
検査仕様・基準の明確化	◇検査で難しいのは、限度見本である。ちょっと傷が付いている程度でも、顧客は「この傷はダメ、不良だから持って帰れ」となる。その取り決めがうまくできていないケースが中小企業に多い。目立つところに付いた何ミリ以上の傷はダメで、裏側に付いた傷は何ミリまで許すなど、そういう取り決め・ルール化ができていない。検査を自動化するには、顧客と取り決めをして、それを装置に反映することが必要である。
支援の可能性	◇検査の自動化に際しては、大量生産品など自動検査に向けた対象製品を選定し、そのハンドリング方法なども検討した上で、画像検査の場合は検証を行う必要があり、こうした作業を支援することによる効果は絶大である。そのためにも、検査自動化に関する情報提供（セミナー等）が重要になる。

4. 検査の効率化・品質向上に関する他地域事例調査

報告書 p 115 参照

検査の効率化・品質向上に関する課題・参考点として、以下の点が指摘できる。

調査先		課題・参考点
導入・開発事例	・(株)岩崎電機製作所	計器計測が容易な検査工程からの自動化や半自動化の推進 ○岩崎電機製作所では、計器計測できる性能・機能検査を自動化し、高品質・低コスト化を実現している。一方、画像処理等の限界・制約を踏まえ、自動検査によるグレーゾーン品抽出と人による検査を組み合わせた半自動化の必要性も指摘されている。
		自動化推進に当たっての社内組織・体制整備と人材確保・育成 ○岩崎電機製作所は、独自の検査装置開発により性能・機能検査を自動化するに当たり、社内の組織・体制整備と技術人材の確保・育成を推進し成果を上げている。
検査効率化	・ペガサスミシン製造(株)	製造・検査工程改善へのICTの有効活用 ○岩崎電機製作所では、自動化した検査工程から得られるデータについて、製造工程の品質保証および目視検査の有効性評価や検査員教育等に有効活用している。 ○ペガサスミシン製造の検査管理システムやデジタル作業分析システムなどの工場支援システムは、人による検査工程の効率改善とともに、検査データに基づく製造工程の改善にも寄与する有効なツールである。
		検査機器メーカーや生産設備メーカーとの連携 ○オプテックス・エフエー（センサ・画像処理用照明メーカー）や三友工業（生産設備メーカー）は、コア技術をベースに、ものづくり企業の生産現場における検査自動化を支援するシステムインテグレータとしての機能を発揮している。
検査自動化	・オプテックス・エフエー(株) ・三友工業(株)	要素機器・技術の進歩への対応 ○オプテックス・エフエーや三友工業では、光切断法による三次元画像検査装置など最先端の技術を活かしつつ検査自動化を支援している。機能が不十分な旧来の装置に懲りて検査自動化に二の足を踏むユーザーもみられるが、進歩を続ける画像処理技術等を活用することで検査の効率化・品質向上を図る必要もある。
		検査装置・機器メーカーにおける外部資源活用と人材確保・育成 ○オプテックス・エフエーは、ドイツのセンサメーカーと連携して事業展開し、三友工業はドイツ製画像ライブラリに精通した人材を外部から招き人材確保・育成を図るとともに、画像処理技術の高度化のため産学連携を積極的に行っている。

5. 中国地域のものづくり企業の生産現場における検査の効率化・品質向上の支援方策 報告書 p 127 参照

(1) 調査結果の概要～検査の効率化・品質向上の課題～

以上の調査結果から、検査の効率化・品質向上の課題として以下の点が挙げられる。

ものづくり企業の検査自動化のニーズ・課題	検査装置・機器メーカーや大学等の検査自動化シーズ活用の課題	人による検査の効率化・品質向上のニーズ・シーズと課題
①競争力強化に向けた検査自動化の推進 ②インテグレーション力（検査対象・項目等に応じて機器・技術を組み合わせる能力）の補完 ③検査自動化に向けた機器・技術開発（精度・スピード向上、汎用性・融通性向上、コスト低減） ④ICT化による検査データの有効活用	①中国地域外の検査機器メーカー・大学等を含めた広域連携の推進 ②検査自動化に当たってのインテグレータとの連携・活用 ③自動検査機器・技術開発に当たっての検査機器メーカー等との連携 ④検査機器メーカー・大学等が有する先端的な技術・研究シーズの活用	①自動検査と人による検査の補完・共存関係の構築 ②検査員の能力向上（効率化・品質向上）と検査環境の整備 ③目視検査を中心とする検査の手法・手順や組織・体制等に関わる情報の発信 ④人による検査の改善に資する検査手法等の普及促進

（２）検査自動化の可能性とものづくり企業の取組課題

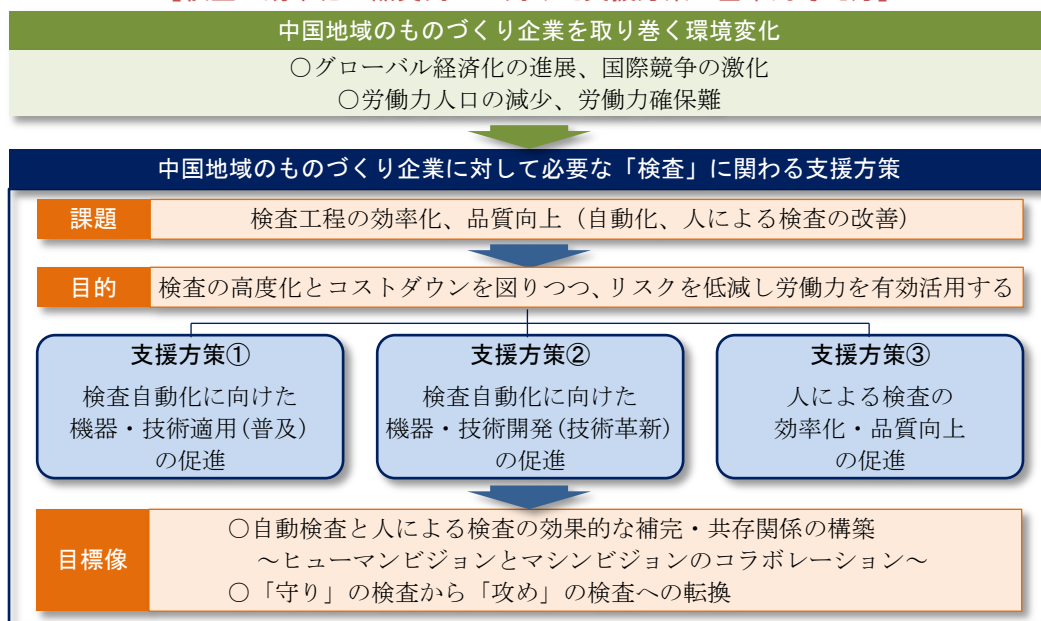
中国地域のものづくり企業の約７割は検査自動化の意向を有しており、後述の支援を通じ自動化が進む可能性は高いが、①画像処理等の検査機器・技術に関する情報収集、②外部資源の有効活用、③品質管理の強化に自ら努めることが求められる。

（３）検査の効率化・品質向上の支援方策

a. 基本的考え方

中国地域のものづくり企業を取り巻く環境変化を踏まえた課題・目的のもと、目標像の実現に向けて三つの支援方策を実施する。

【検査の効率化・品質向上に向けた支援方策の基本的考え方】



b. 支援方策の内容

支援方策① 検査自動化に向けた検査機器・技術の適用（普及）の促進…利用できる機器・技術はあるがインテグレーション力（検査対象・項目等に応じて機器・技術を組み合わせる能力）の制約で自動化できていない企業・工程を対象として、検査機器・技術に関する情報発信とともに、検査自動化の個別相談・指導を推進する。

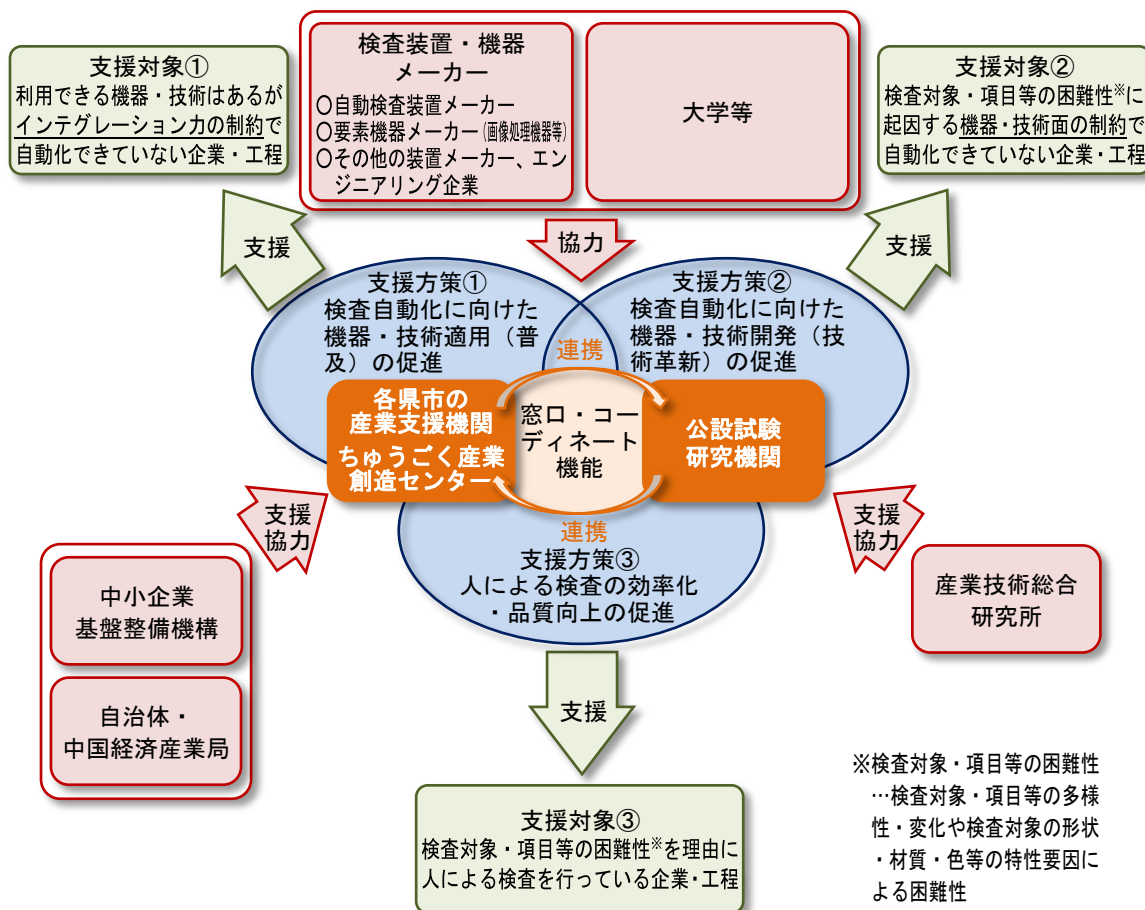
支援方策② 検査自動化に向けた検査機器・技術開発（技術革新）の促進…検査対象・項目等の多様性・変化や検査対象の形状・材質・色等の特性要因による困難性に起因する機器・技術面の制約（精度・スピードや汎用性・融通性の不足など）で自動化できていない企業・工程を対象として、産学官・産産連携や異業種交流を促進し、研究開発コンソーシアムの創生を図る。

支援方策③ 人による検査の効率化・品質向上の促進…検査対象・項目等の多様性・変化や検査対象の形状・材質・色等の特性要因による困難性を理由に人による検査を行っている企業・工程を対象として、検査手法・手順や環境整備等に関する情報発信・交流とともに、人による検査改善の個別相談・指導を推進する。

c. 推進体制イメージ

各県市等の産業支援機関と公設試験研究機関が中心となり、両機関が連携して窓口・コーディネート機能を果たしつつ、公的機関や検査機器メーカー・大学等の支援・協力を得ながら支援方を推進することが望まれる。

【支援方策の推進体制イメージ】



d. 実施時期・主体イメージ

支援方策については、既存の制度・仕組みなどを活用してすぐに実施でき、原則として不特定多数のものづくり企業を対象に行う情報発信や交流促進に関する方策は、先行的に実施すべき方策（先行方策）に位置付ける。また、その成果を受け、主に特定企業を対象に実施する成果直結型の方策を基幹方策に位置付ける。

個別の支援方策の実施主体については、各県市等の産業支援機関と公設試験研究機関の役割分担・連携が期待される。具体的には、経営支援を中心とする方策は産業支援機関が、技術支援は公設試験研究機関が主に担い、産業技術総合研究所を含め必要に応じて相互に支援・協力し合うのが妥当と考えられる。

国・自治体や中小企業基盤整備機構には、情報発信や連携・交流促進に関する方策への支援・協力が望まれる。加えて、企業の設備投資や研究開発のほか、産業支援機関や国公設試験研究機関の事業実施に対して、補助金を通じた側面的支援も期待される。

検査装置・機器メーカーと大学等には、検査自動化に向けたセミナー等の開催、専門家のネットワーク形成・派遣や、機器・技術開発（技術革新）において、専門家としての協力・参画が求められる。また、大学等（感察工学研究会など）には、人による検査改善のための技術相談・指導への支援・協力が期待される。一方、検査装置・機器メーカーには、自動化事例情報の収集・発信、検証（自動検査テスト）の場の提供においても、情報・場の提供主体として協力が期待される。

【支援方策の位置付けと主体イメージ】

区分	支援方策	位置付け		期待される関係主体					
		先行方策	基幹方策	国・自治体等	産業支援機関	国公設試験研究機関	大学等	検査装置・機器メーカー	
①検査自動化に向けた機器・技術適用（普及）の促進	検査機器・技術に関する情報発信	セミナー等の開催	☐		○	◎	○	○	○
		自動化事例情報の収集・発信	☐		○	◎			○
	検査自動化の個別相談・指導の推進	巡回指導を含めた技術相談・指導	☐		○	◎			
		専門家のネットワーク形成・派遣	☐		◎	○	○	○	
		検証（自動検査テスト）機会の提供	☐		○	◎			○
②検査自動化に向けた機器・技術開発（技術革新）の促進	産学官・産産連携や異業種交流の促進	☐		○	◎	○	○	○	
	研究開発コンソーシアムの創生	☐			○	◎	○	○	
③人による検査の効率化・品質向上の促進	検査手法・手順や環境整備等に関する情報発信・交流	セミナー等の開催	☐		○	◎		○	○
		産産連携・交流による改善の促進・支援	☐		○	◎			
	人による検査改善の個別相談・指導の推進	巡回指導を含めた技術相談・指導	☐		◎		○		
		専門家のネットワーク形成・派遣	☐		◎		○	○	

（注）期待される関係主体欄の◎は実施主体、○は支援・協力先

e. 支援方策の実現に向けて

支援方策の実現に向けては、各縣市等の産業支援機関と公設試験研究機関における人材・組織、設備、資金等の体制整備が求められる。

人材・組織、設備、資金等の不足を補うため、中小企業基盤整備機構と各縣市等の産業支援機関相互、産業技術総合研究所と公設試験研究機関相互の連携強化が求められる。連携をさらに深化し、広域的な体制づくりを図ることも重要である。

なお、企業支援の中心的役割を担う産業支援機関には、多分野の技術者・専門家の中から複数の指導人材を発掘し、これらの人材を束ね支援体制を構築するためのコーディネーターとしての役割が求められる。また、この企業支援を通じて指導人材を育成するための機会を提供していくことも望まれる。

目 次

調査の実施概要	1
1. ものづくり企業の生産現場における製品等の検査に関する基礎調査	
1. 1. ものづくり企業の生産現場における製品等の検査の位置付けと概要	4
1. 2. 検査装置・手法の概要	6
1. 3. 官能検査の概要	7
2. 中国地域のものづくり企業における製品等の検査の状況	
2. 1. アンケートおよびヒアリング調査の実施概要と回答企業の属性	8
2. 1. 1. アンケート調査の実施概要	8
2. 1. 2. 回答企業の属性	9
2. 1. 3. ヒアリング調査の実施概要	9
2. 2. 検査工程の概況	10
2. 2. 1. 実施している検査項目・方法	10
2. 2. 2. 人による検査と自動検査の関係	13
2. 2. 3. 検査仕様・基準および限度見本の状況	19
2. 3. 人による検査の現状と課題	22
2. 3. 1. 人による検査の困難点と改善の取り組み	22
2. 3. 2. 人による検査に関するセミナー等の受講	29
2. 4. 人による検査の自動化ニーズ	32
2. 4. 1. 自動化したい検査工程の有無と工程概況	32
2. 4. 2. 自動化の目的と阻害要因	40
2. 4. 3. 自動化に当たっての機器・技術開発ニーズ	50
2. 5. 自動検査の現状と課題	56
2. 5. 1. 自動化の手法と目的	56
2. 5. 2. 自動化を通じたデータ化の状況	65
2. 6. 検査の自動化に関する既存調査との比較	68
2. 6. 1. 熊本県産業技術センターが実施した外観検査ニーズに関する調査 研究	68
2. 6. 2. 精密工学会画像応用技術専門委員会「感察工学研究会」が実施し た製品の目視検査に関するアンケート調査	71
2. 6. 3. 中国地域のものづくり企業を対象とした調査結果との比較	74
2. 7. まとめ	76

3. 検査装置・機器メーカーおよび大学等における研究開発等の状況	
3. 1. 検査装置・機器メーカーの製品開発等の状況	79
3. 1. 1. 検査装置・機器業界の概要	79
3. 1. 2. 検査装置・機器メーカーの製品開発動向	82
3. 1. 3. 検査機器メーカー・大学等からみた検査機器・技術普及の課題	85
3. 2. 試験研究機関・大学等における研究開発等の状況	88
3. 2. 1. 産学官連携や学会活動にみる研究開発動向	88
3. 2. 2. 周辺視目視検査法の普及・導入の取り組み	98
3. 2. 3. 中国地域の公設試験研究機関・大学等における研究開発等の状況	109
3. 3. まとめ	113
4. 検査の効率化・品質向上に関する他地域事例調査	
4. 1. 他地域事例調査の実施概要	115
4. 2. 個別事例の調査結果	116
4. 2. 1. (株)岩崎電機製作所	116
4. 2. 2. ペガサスミシン製造(株)	118
4. 2. 3. オプテックス・エフエー(株)	120
4. 2. 4. 三友工業(株)	123
4. 3. まとめ	126
5. 中国地域のものづくり企業の生産現場における検査の効率化・品質向上の支援方策	
5. 1. 調査結果の概要	127
5. 1. 1. ものづくり企業の検査自動化のニーズ・課題	127
5. 1. 2. 検査装置・機器メーカーや大学等の検査自動化シーズ活用の課題	129
5. 1. 3. 人による検査の効率化・品質向上のニーズ・シーズと課題	130
5. 2. 検査自動化の可能性とものづくり企業の取組課題	132
5. 2. 1. 検査自動化の可能性	132
5. 2. 2. 検査自動化に向けたものづくり企業の取組課題	132
5. 3. 検査の効率化・品質向上の支援方策	134
5. 3. 1. 検査の効率化・品質向上に向けた支援方策の基本的考え方	134
5. 3. 2. 検査自動化に向けた機器・技術適用（普及）の促進	135
5. 3. 3. 検査自動化に向けた機器・技術開発（技術革新）の促進	139
5. 3. 4. 人による検査の効率化・品質向上の促進	142
5. 3. 5. 支援方策の推進方向	145
参考資料	
1. アンケート調査票	149
2. 周辺視目視検査法セミナー受講企業向けアンケート調査票	159

調査の実施概要

調査計画の概要

調査の目的

近年、ものづくり企業の生産現場では、「労働力不足」「競争力強化に向けたさらなる生産効率向上」「顧客要求品質の高度化」等への対応が急務となっている。

こうした状況下、ものづくり企業においては、製品等の検査を主として人の五感に頼っているところも多く、「人手が掛かり非効率」「高度な検査が困難」「人による品質ばらつき、見落とし」「定量的検査データが残らず品質管理が不十分」等の問題がある。これらの問題の改善策として、検査機器の導入による検査の自動化とともに、人による検査の効率化・品質向上の必要性が挙げられている。

以上を踏まえ、中国地域のものづくり企業や検査機器メーカーおよび大学等における製品等の検査に関わる現状と課題について調査し、検査機器導入による自動化の可能性とともに、検査の自動化や人による検査の効率化・品質向上に向けてどのような支援が可能かを検討する。

調査の対象地域

調査対象地域は、中国地域（鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県）とする。ただし、検査機器メーカーの実態把握等については、中国地域に限定せず全国も視野に入れて調査・分析を行う。

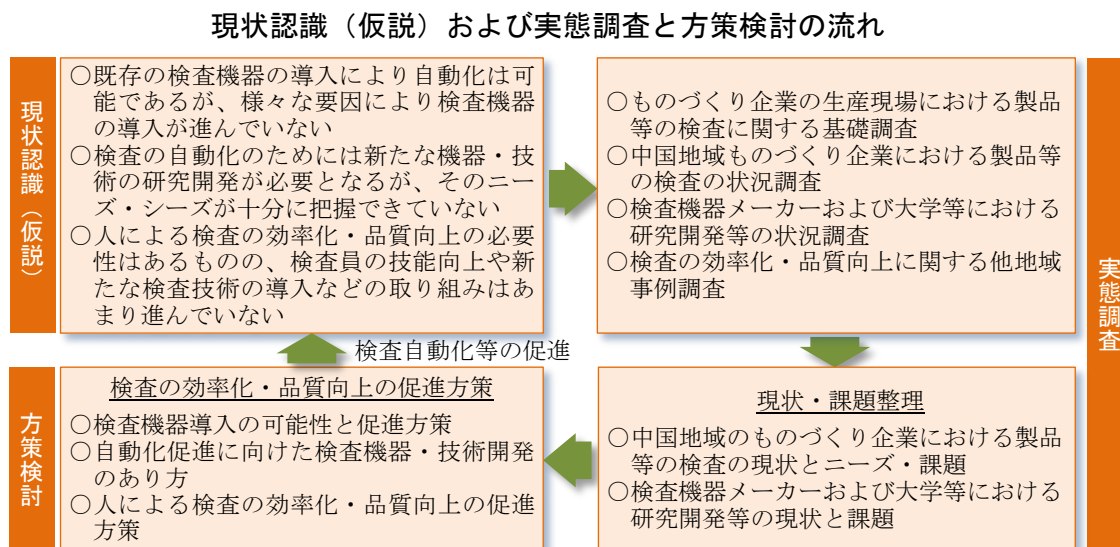
調査方針

現状認識（仮説） および実態調査と方策検討の流れ

調査の目的を踏まえ、本調査の現状認識（仮説）および実態調査と方策検討の流れを下図のように考える。

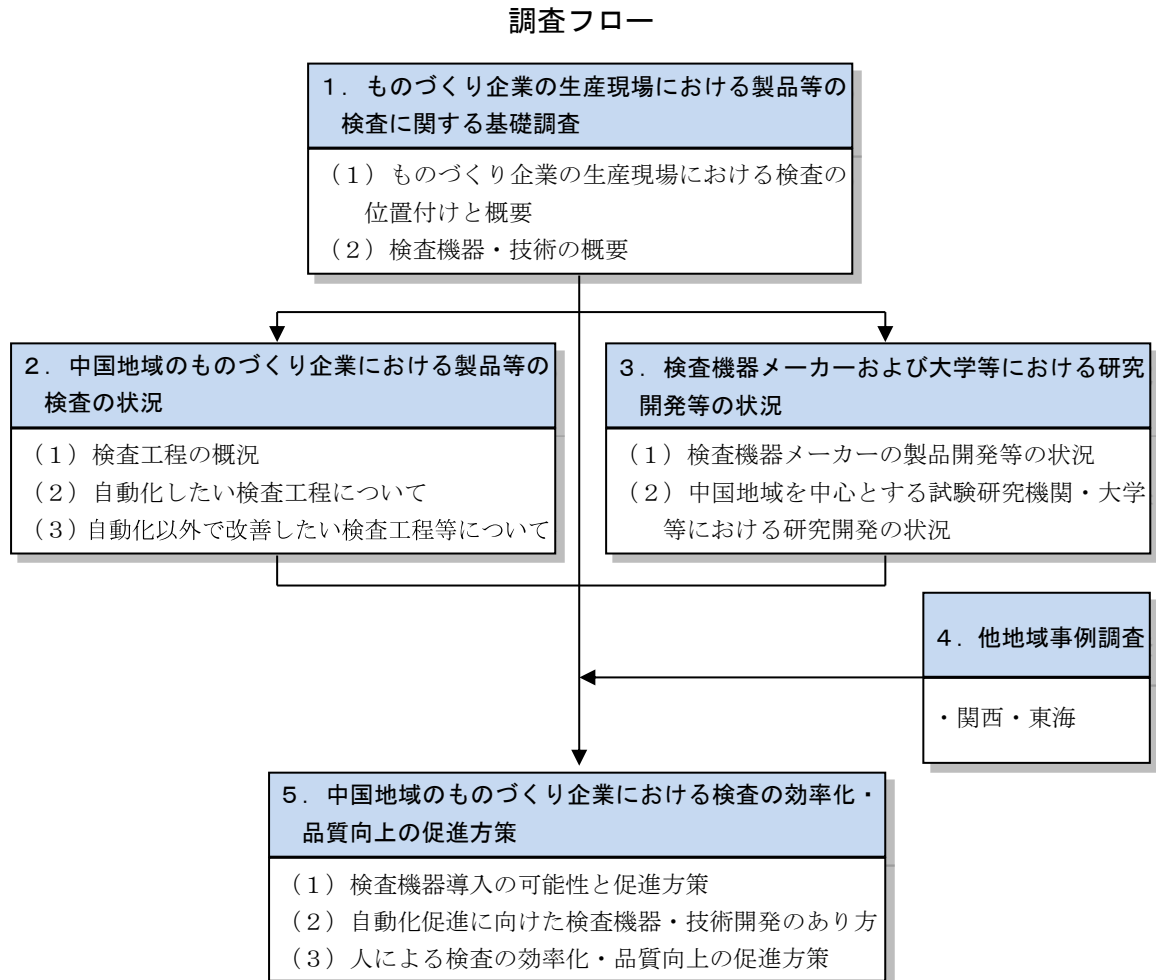
現状認識（仮説）として、第一に、中国地域のものづくり企業においては「既存の検査機器の導入により自動化は可能であるが、様々な要因により検査機器の導入が進んでいない」と考えられる。第二に、「検査の自動化のためには新たな機器・技術の研究開発が必要となるが、そのニーズ・シーズが十分に把握できていない」ことも考えられる。さらに第三として、「人による検査の効率化・品質向上の必要性はあるものの、検査員の技能向上や新たな検査技術の導入などの取り組みはあまり進んでいない」ことが想定される。

こうした現状認識（仮説）のもと、アンケート調査、ヒアリング調査や他地域事例調査等の実態調査を行い、中国地域のものづくり企業における製品等の検査の状況、検査機器メーカーや大学等における研究開発等の状況、検査の効率化・品質向上に関する他地域事例（取組状況）を把握した上で、中国地域のものづくり企業における検査の効率化・品質向上の促進方策を検討する。



調査フロー

以上を踏まえた調査フロー（調査事項の流れ）は下図の通りとする。



1. ものづくり企業の生産現場における製品等の検査に関する基礎調査

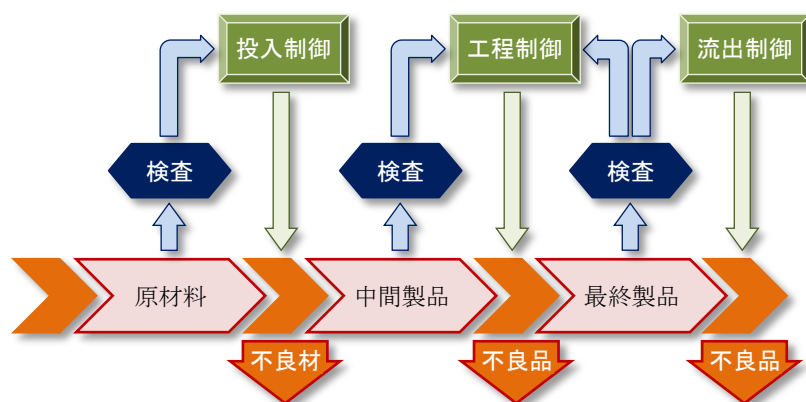
1. 1. ものづくり企業の生産現場における製品等の検査の位置付けと概要

ものづくり企業の生産現場における製品等の検査の定義については、日本工業規格（旧 JIS Z 8115:1981）の「品物をなんらかの方法で試験した結果を、品質判定基準と比較して、個々の品物の良品・不良品の判定を下し、またはロット判定基準と比較して、ロットの合格・不合格の判定を下すこと」との定義を踏まえ、「顧客や次工程への品質保証を目的として、品物をなんらかの方法で測定し、その結果をあらかじめ設定した基準と比較して、個々の品物の良・不良、またはロットの合格・不合格を判定して、製品を処理し、品質情報を提供すること」（佐々木脩ほか「検査管理の実際」1989 年、西塚宏「外注品質管理入門」2012 年）とする。

具体的には、検査は、①次の工程や顧客に不良品が渡されるのを防ぐこと、②品質情報を提供すること、③作業員の品質向上意欲を刺激したり、顧客に品質に対する安心感を与えることを目的として、①検査基準の設定、②製品の測定、③基準と測定結果との比較、④良・不良または合格・不合格の判定、⑤製品の処置、⑥品質情報の提供という段階を経て実施される（前掲書）。

また検査は、品質管理の一環として行われるもので、会社の方針決定から、設計、調達、製造、検査、出荷、販売、使用に至る全段階に及ぶ品質管理の適用範囲の一つに位置付けられる（前掲書）。特に、製造工程で行われる検査は、原材料の選別から中間製品・最終製品の良否判定に至る段階的検査によって、製造工程を適切に制御しつつ不良品の流出を防ぐ役割を果たしている（図表 1.1）。

図表 1.1 製造工程における検査の位置付け



資料：阿部淑人「入門外観検査実施手順書」2012 年を加筆修正

製造工程においても多段階で行われる検査は、その目的のほか、場所、性質、やり方などの分類視点により、多様な種類に区分できる（図表 1.2）。

例えば、検査の目的によると、外部から素材や部品等の原材料を受け入れる際に行う受入検査（購入検査）、前の製造工程から次の製造工程に移る場合に行う工程検査（中間検査）、製造工程の最終段階で完成品を対象に行う完成検査（最終検査）、製品を出荷する際に行う出荷検査などに分けられる。

検査の性質による分類には、製品を抜き取り破壊して検査する破壊検査、製品を損なわずに行う非破壊検査のほか、製品の使用を想定し過酷な状態で試験する環境検査、平常の使用状態で製品の寿命を調べる寿命検査（耐久検査）や、人の感覚を計器として使い品質特性を検査する官能検査などがある。

検査のやり方からは、製品すべてを対象とする全数検査（個別検査）、ロットごとに製品の一部を抜き取るロット別抜取検査、検査の管理・調整などを目的に行う管理抜取検査、単純な検査で良品・不良品を選別する全数選別検査、確率基準にこだわらず適当に抽出して行うチェック検査のほか、品質情報等に基づき実際の検査を省略する無試験検査（無検査）に区分される。

検査の項目に着目すると、規定数量の有無を調べる数量検査（員数検査）、規定の標示（表示）がされているかを調べる標示検査（表示検査）、傷・割れ等の欠陥や色などが限度見本等の基準と合致しているを確認する外観検査、寸法・角度・平行度等の長さの単位で表示できる寸法検査・寸度検査、規定の重量であるかを確認する重量検査、機械的・電氣的・光学的・物理的な性能（機能）を調べる性能検査（機能検査）、二つ以上の個体が組み合わさっている場合に規定通りの構造であるかを調べる構造検査、形状が規定通りであるかを確認する形状検査などに区分できる。

図表 1.2 検査の種類

分類視点	区分	分類視点	区分
目的による分類	○受入検査（購入検査） ○工程検査（中間検査） ○完成検査（最終検査） ○出荷検査 ○その他（入庫検査、出庫検査、受渡検査）	やり方による分類	○全数検査（個別検査） ○ロット別抜取検査 ○管理抜取検査 ○全数選別検査 ○チェック検査 ○無試験検査（無検査）
性質による分類	○破壊検査 ○非破壊検査 ○環境検査 ○寿命検査（耐久検査） ○官能検査	項目による分類	○数量検査（員数検査） ○標示検査（表示検査） ○外観検査 ○寸法検査・寸度検査 ○重量検査 ○性能検査（機能検査） ○構造検査 ○形状検査

資料：佐々木脩ほか「検査管理の実際」1989年、西塚宏「外注品質管理入門」2012年

1. 2. 検査装置・手法の概要

検査は、検査装置による自動検査と人による検査に大別される。検査の自動化の目的は、品質保証と経営効率と人間性尊重の三面から考えなければならないが、最大の目的は省力化によるコスト削減にあり、機械化によるスピードアップや正確性・精度向上も可能であるほか、単純作業の繰り返しによる「人間機械」の汚名も返上でき、人間尊重の上でも貢献できる（西塚宏「外注品質管理入門」2012年）。

また、検査自動化の着眼点としては、①測定と判定の段階の自動化、②良品と不良品を選別する段階の自動化だけでなく、③ハンドリング（選ぶ、一列に整列して並べる、取り上げる、セットするというような要素作業）の自動化や、④測定結果のデータ整理段階の自動化の4点に注目する必要がある（前掲書）。

このような自動検査を支える装置について、日本検査機器工業会では寸法測定、材料評価、探傷、その他に大別しており、探傷に代表される外観検査装置や寸法検査装置が代表的な検査装置であることがうかがえる（図表 1.3）。また、検査手法による分類をみると、エックス線からレーザまでの光学系を中心とする電磁波のほか、音波や電気・磁気等の物理的性質を用いた多様な手法がある。

図表 1.3 検査装置の分類例

目的分類	小分類	手法分類	小分類
寸法測定	・長さ ・厚さ ・幅	手法分類	・エックス線 ・ガンマ線 ・ベータ線 ・ビジュアル工学 ・サーモグラフィ（赤外線） ・マイクロ波 ・レーザ ・超音波 ・アコースティックエミッション（音波） ・渦流 ・磁気 ・磁粉 ・浸透 ・歪 ・漏えい ・その他
材料評価	・判別 ・導電率 ・異材 ・硬度 ・焼入れ深さ ・溶接不良 ・接着不要 ・弾性率測定		
探傷	・割れ ・ラミネーション（鋼板内部層状亀裂） ・コロージョン（錆び、腐食） ・ボイド（気泡） ・巣 ・異物検出 ・インクルージョン（内包物）検出		
その他	・残留応力 ・食品検査 ・電子部品検査 ・コンクリート検査 ・その他		

資料：日本検査機器工業会「第7回総合検査機器展 展社ガイドブック」

1. 3. 官能検査の概要

人による検査では、主に人の五感によって行う官能検査が行われている。なお、官能検査は、人の五感を計測器のように活用して製品の理化学的状态を測定する分析型と、製品の嗜好（好ましさ）を調べる嗜好型に分けられ、ものづくり企業の生産現場における官能検査は前者に該当する。こうした官能検査が行われるのは、味やにおいなど官能検査によらないと品質特性を測定することが困難なものがあるほか、官能検査による方が簡便かつ経済的で精度が高い場合に科学的測定の代用として使用されるためである（佐々木脩ほか「検査管理の実際」1989年）。

しかし、官能検査には、検査員の感覚や識別能力には個人差があること、人の感覚は環境や健康状態等に左右され同じ基準で測定することは難しく判定がそのつど変化する恐れがあること、検査員が習熟するにつれて以前より厳しい判定をしがちであること、主に嗜好型官能検査においては知覚した内容を正しく表現・報告できるとは限らないことなどの問題点がある（前掲書）。

また、人の感覚には、一定強度の刺激を提示し続けると感覚強度が次第に減少する（明所から暗所に入ると初めは何も見えないが徐々に見えるようになるなどの）順応効果、刺激が完全に除去されずに残る（嫌な味は口をすすいだ後でも感覚が残るなどの）残存効果、先に提示された刺激を過大評価する順序効果や、特定の位置にあるものが多く選ばれる位置効果などがあることを踏まえる必要がある（前掲書など）。

官能検査を行うに当たっては、以上のような問題点や特性を踏まえ、検査員の選定と訓練、照明や騒音等の検査場の環境条件に配慮するとともに、限度見本（不良品または良品の限度を与える実物見本）の提示、品質基準の文章化や不良現象を表す用語の標準化など、検査基準を設定することが重要である（前掲書）。

2. 中国地域のものづくり企業における製品等の検査の状況

2. 1. アンケートおよびヒアリング調査の実施概要と回答企業の属性

2. 1. 1. アンケート調査の実施概要

ものづくり企業の生産現場における製品等の検査の概要を踏まえ、人による検査および自動検査の実態・ニーズと阻害要因・問題点などを把握するため、中国地域に立地する製造企業（域外本社企業の工場を含む）を対象としてアンケート調査を実施した。

具体的には、一般対象企業 1000 社および中国地方 5 県等の推薦企業 370 社、計 1370 社を対象とした。なお、一般対象企業 1000 社については、総務省・経済産業省「平成 24 年経済センサス活動調査」による都道府県別・産業中分類別企業数データに基づいて、信用調査会社企業データベースから抽出した。抽出に当たっては、業種区分別・県別に、従業員数の多い企業から順に抽出している。調査対象企業の概要および回答企業数は図表 2.1 に示す通りであり、241 社（有効回収率 17.7%）から有効回答を得た。

図表 2.1 調査対象企業の概要および回答企業数

（調査対象企業の概要）

	計	鳥取県	島根県	岡山県	広島県	山口県
推薦企業	370	29	97	118	27	99
一般対象企業計	1,000	61	83	284	435	137
うち地元企業	717	53	68	186	347	63
うち域外本社企業	283	8	15	98	88	74
対象企業	1,370	90	180	402	462	236
A. 有効対象企業	1,360	88	178	400	458	236

（注）有効対象企業は、宛所に尋ね当らなかった 10 社を除く

（回答企業数）

	計	鳥取県	島根県	岡山県	広島県	山口県
B. 回答企業数	244	12	39	54	90	47
C. 有効回答企業数	241	12	39	54	90	45
B/A. 回収率(%)	17.9	13.6	21.9	13.5	19.7	19.9
C/A. 有効回収率(%)	17.7	13.6	21.9	13.5	19.7	19.1

（注）回答企業数計には所在県不明の 2 社、有効回答企業数計には所在県不明の 1 社を含む

2. 1. 2. 回答企業の属性

回答企業の属性は図表 2.2 に示す通りである。

図表 2.2 回答企業の属性

(所在地)

	計	鳥取県	島根県	岡山県	広島県	山口県	無回答
有効回答企業数	241	12	39	54	90	45	1
構成比(%)	100.0	5.0	16.2	22.4	37.3	18.7	0.4

(従業者数)

	計	9 人以下	10～29 人	30～49 人	50～99 人	100～199 人	200～299 人	300 人以上
有効回答企業数	241	4	28	32	63	47	16	51
構成比(%)	100.0	1.7	11.6	13.3	26.1	19.5	6.6	21.2

(業種)

	計	生活関連型	食料品・飲料	繊維	家具・装備品	その他	基礎素材型	木材・木製品	ハルブ・紙・紙加工品	化学
有効回答企業数	241	58	29	12	5	12	106	10	4	17
構成比(%)	100.0	24.1	12.0	5.0	2.1	5.0	44.0	4.1	1.7	7.1

	石油・石炭製品	プラスチック製品	ゴム製品	窯業・土石製品	鉄鋼	非鉄金属	金属製品	加工組立型	電子・電気機械器具	輸送用機械器具
有効回答企業数	4	15	7	8	11	4	26	77	20	20
構成比(%)	1.7	6.2	2.9	3.3	4.6	1.7	10.8	32.0	8.3	8.3

	その他の機械器具
有効回答企業数	37
構成比(%)	15.4

2. 1. 3. ヒアリング調査の実施概要

アンケート調査結果を受けて、企業の回答内容を補完し深掘りするため、検査自動化の有無および自動化の取組実績や今後の意向などを勘案して選定した企業 25 社のほか、検査機器メーカー・大学等を対象にヒアリング調査を実施した。

図表 2.3 ヒアリング調査対象企業の属性

	計	検査自動化工程あり			検査自動化工程なし		
		生活関連型	基礎素材型	加工組立型	生活関連型	基礎素材型	加工組立型
対象企業数	25	4	4	7	3	3	4

2. 2. 検査工程の概況

2. 2. 1. 実施している検査項目・方法

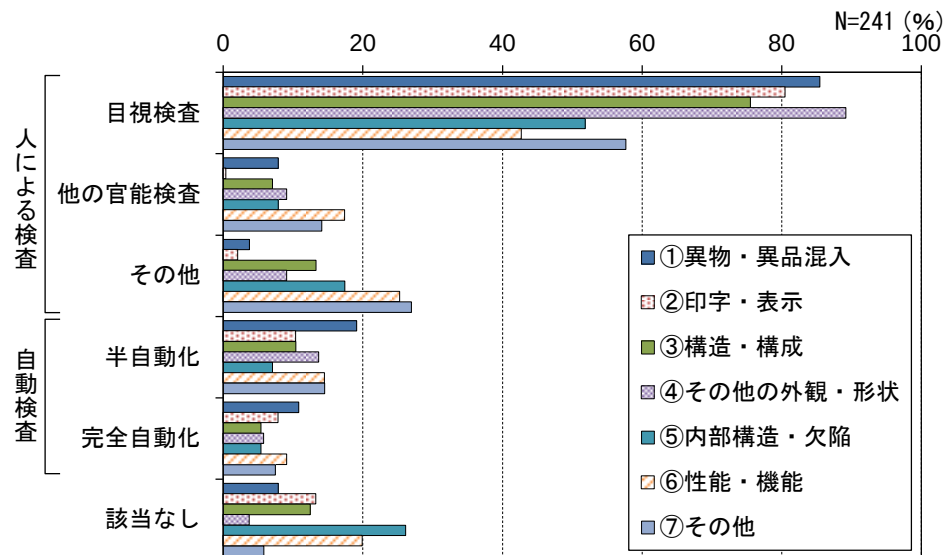
ものづくり企業の生産現場で行われている検査の項目・方法をみると、異物・異品混入、印字・表示、構造・構成（構成物の欠落・位置ずれ、構成物の接合不良、全体パターン・模様・きめ、組成・混合状態等）、その他の外観・形状（傷・割れ・欠け、気泡・穴、凹凸、しわ・よじれ、歪み・形ずれ、色合い・むら、光沢、汚れ・濁り等）といった外観・形状についての目視検査の実施率が80%程度で特に高い（図表2.4）。次いで、内部構造・欠陥、性能・機能、その他（寸法・寸度、重量・容量、体積・容積、柔軟性・伸縮性、個数・員数、異音・異臭、味、包装・梱包不良等）の項目についても、目視検査の実施率が40～50%程度と高い。

目視検査を除くと、人による検査のうちその他の方法による検査（計器計測による良否判定など）の実施率が、性能・機能や寸法等その他項目の検査で25%程度と比較的多く行われている。

また、自動検査（半自動化または完全自動化）の実施率は、検査項目ごとにみると5～20%程度であり、中でも異物・異品混入の検査自動化が進んでいる。

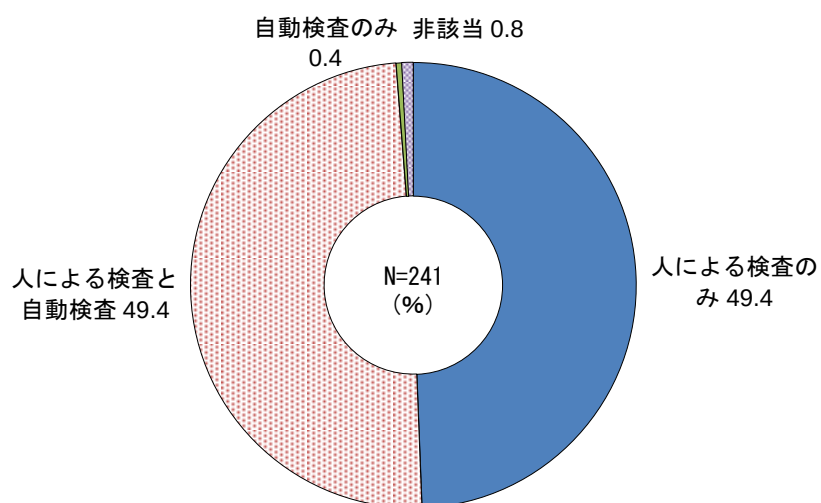
図表 2.4 実施している検査項目・方法

問2 貴社・工場の製造工程における人による検査（人の五感による官能検査など）と自動検査の実施状況について、①～⑦の検査項目ごとにお知らせください。（○印はそれぞれいくつでも）



なお、人による検査のみ行っている企業・工場は 49%であり、残りの 49%は人による検査と自動検査の両方を行っている（いずれかの検査項目で自動検査を行っている企業・工場が 49%を占める）。

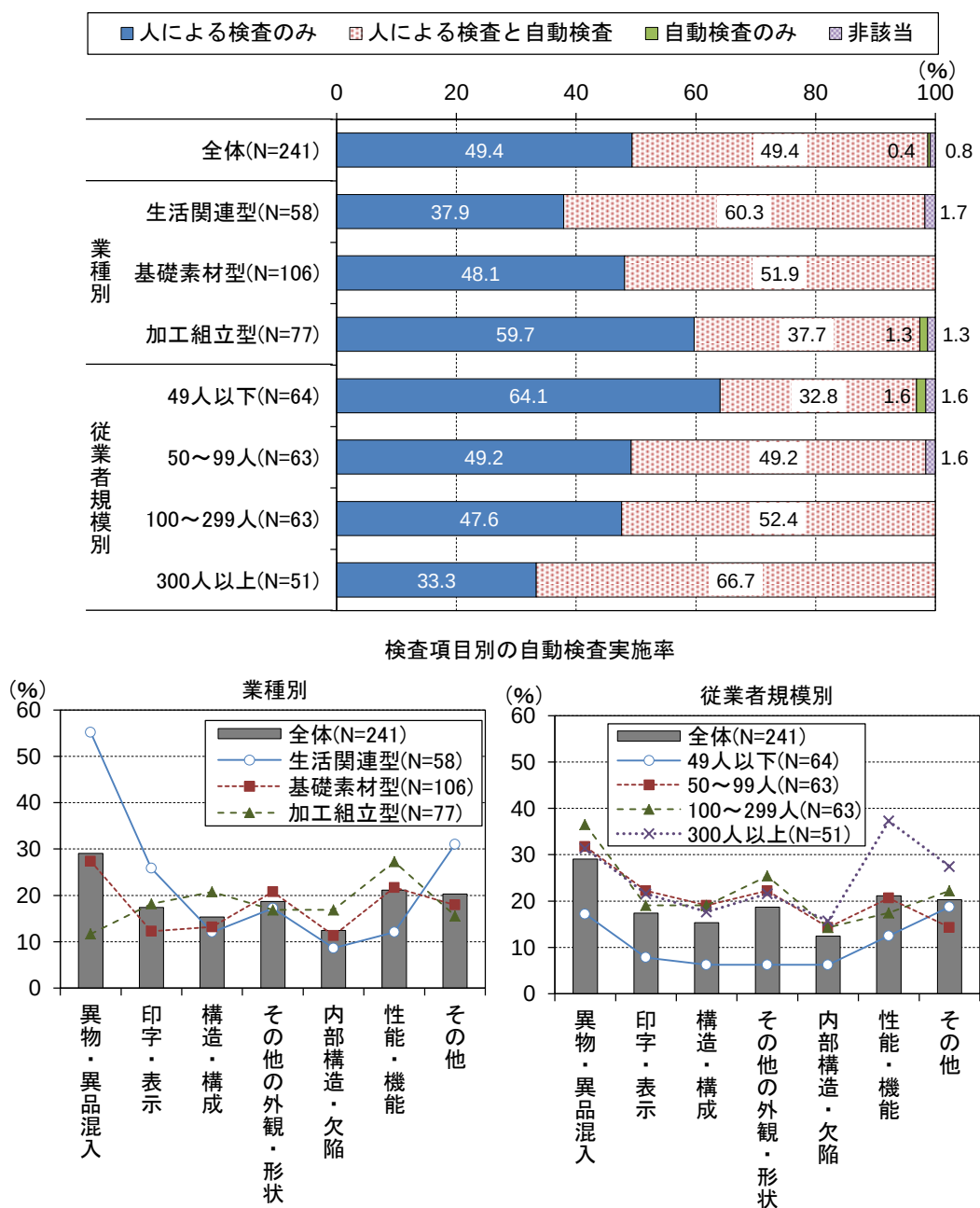
図表 2.4 実施している検査項目・方法一つづきー



検査自動化率を業種別にみると、生活関連型（60％）で高いのに対して加工組立型（38％）で低い。また、従業者規模別にみると、規模が大きいほど自動化率は高い。

これを検査項目別にみると、生活関連型で自動化率が高いのは、異物・異品混入の自動化率が 55％と特に高いことを反映している。また、従業者 300 人以上の企業・工場では特に性能・機能や寸法等その他項目の自動化が進んでおり、49 人以下の企業・工場では外観・形状検査項目を中心に自動化率が特に低い状況にある。

図表 2.4 実施している検査項目・方法一つづきー



2. 2. 2. 人による検査と自動検査の関係

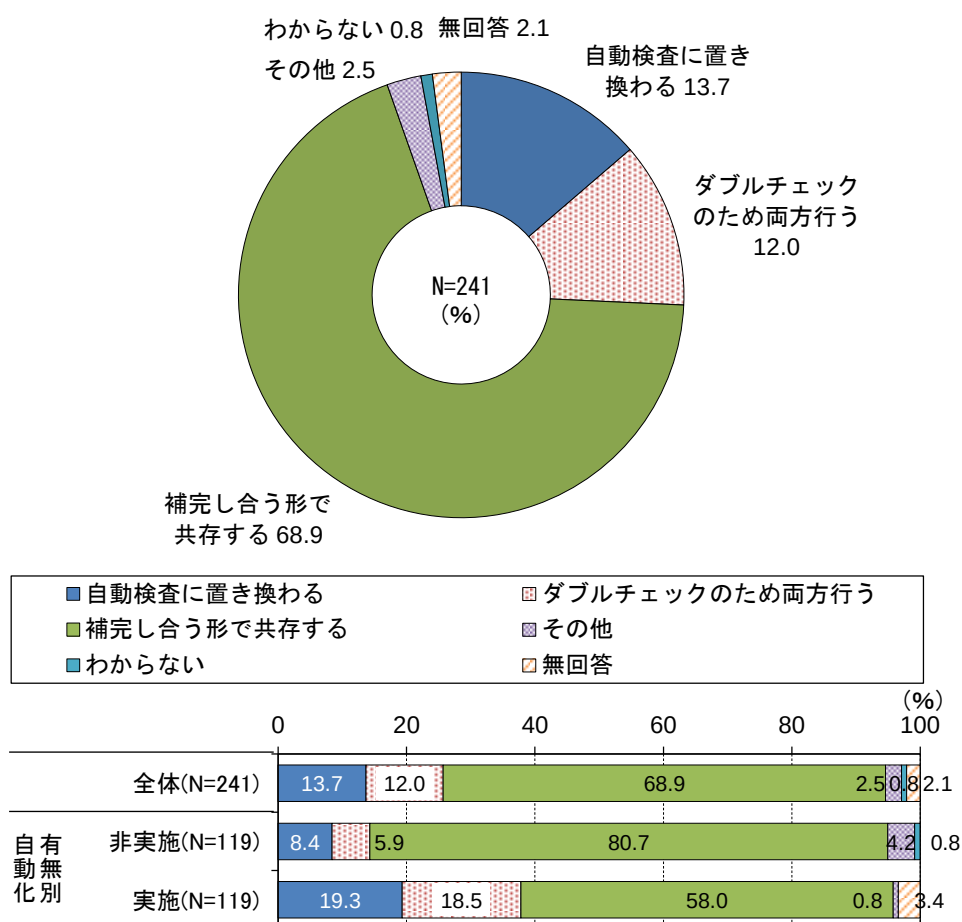
a. 人による検査と自動検査のあるべき姿

人による検査と自動検査のあるべき姿については、「補完し合う形で共存する」との意見が 69%と特に多く、「ダブルチェックのため両方行う」（12%）を含めると共存志向が8割超となるが、「自動検査に置き換わる」との自動化重視の意見も 14%を占める（図表 2.5）。

自動化有無別にみると、自動化実施企業・工場では、「補完し合う形で共存する」との意見は 58%と比較的少なく、「ダブルチェックのため両方行う」（19%）さらには「自動検査に置き換わる」（19%）との意見が比較的多い。

図表 2.5 人による検査と自動検査のあるべき姿

問3 人による検査と自動検査の関係はどうあるべきと思いますか。（○印は1つ）



中国地域のものづくり企業等へのヒアリング結果によると、共存・ダブルチェックに関しては、人と機械の適性を踏まえた役割分担・補完、品質向上や効率化への効果などが指摘されている（図表 2.6）。これと関連して、計測・数量化が容易な検査対象品・項目など自動化に向けた製品特性等の条件のほか、自動検査への置き換えに関する全工程自動化の考え方などが挙げられている。このほか、中小企業は製造工程に改善点があることに気付いていないとの問題の所在・課題認識を指摘する意見もある。

図表 2.6 人による検査と自動検査のあるべき姿に関するヒアリング結果

区分	内容
共存・ダブルチェック	◇機械は、対象物に応じた柔軟性で人の目にはかなわないが、基準がぶれない、いつまでも疲れないことが強みである。 ◇人と機械のハイブリッド検査、人と機械の両方でチェックすると、リスクが軽減し品質が安定する。へたに機械化し人手を排除すると、逆にコストアップになり、100%の保証も難しい。 ◇すべては自動化できない。機械が得意なところだけを自動化し、人と機械がコラボレーションすることが成功の鍵である。検査対象品・項目に応じて、人と機械で補完し合うことが有効。 ◇目視検査を助ける補助装置の導入でもよい。例えば、ディスプレイは光って眩しいので、欠陥部分を強調して表示するものがあれば検査しやすい。カメラで撮影して欠陥を強調できるものがあれば、人はそれを見て判断するということもあり得る。 ◇自動化しても虚報（過剰検出）はゼロにはできないので、過検出分は検査員が再検査する必要がある。過検出が5%出るとしても全体の20分の1なので、検査員の作業は大幅に減らせる。 ◇自動化しても100%の精度を期待するのは無理で、人が検査する数が減れば、それだけでも随分省力化になる。大抵の場合は、基準を厳しめに設定し、出てきた不良品は人が見て再度良否の判断をすることでノウハウを積み重ねていくべきである。 ○国内で生産を続けるにはコスト的にも人材確保の点からも自動化は必要であり、検査においても簡単なことは機械化し難しいことは人がやるという棲み分けが求められる。
自動化条件	◇検査の自動化ができるかどうかは、生産量と製品のライフサイクル次第である。生産量が年に何万個とかあれば、自動化してもペイできる。自動機が一つ500万円とすると、それを何年で償却するかの問題で、生産量がそれなりにあれば検査装置は有効である。反対に、商品寿命が短い製品の検査には、検査装置を入れられない。寿命の長い製品、大量生産品が自動化には向いている。 ◇生産数量（大量生産品でなくても効果が出る場合もある）と製品寿命および品質要求レベルの三つが、自動化の判断基準となる。 ◇画像検査については、形状が幾何学的に単純なものであることも条件になる。 ○機能部品は、隠れて見えない部品が多く、求められる規格・スペックに納まっていれば満足でき、計測・数値化による管理がしやすいので自動検査を行っている。 ○自動検査は、数値化しやすい寸法や部品隙間、重量の検査や、電流特性等の機能検査で行っている。 ○コイル状鉄鋼製品の傷等の欠陥検査は、冷間圧延後の焼鈍ラインで行う。鋼板は時速40km程度のスピードで移動するため人の目で検査するのは無理で、レーザを使った表面検査機を使用して計測している。
自動検査への置き換え	◇自動化できることはやり尽くし、今はできないところが残っているという状況だと思う。 ○人の感性による検査では、熟練の作業員だから歪みがわかる、傷がわかることがあるため自動化のハードルは高いが、すべての検査を自動化することが目標。 ○自動化したい工程はまだたくさんあり、最終的に目指すのは完全無人化。当面は、カメラ、レーザセンサによる樹脂のショートショット検査を横展開し、すべて工程内で自動検査することが課題。 ○製品検査においては、人が見てわかるものは人、人が見てわからないものを自動化するという考え方で、人の作業を自動化するのではなく、人が苦手な分野を自動化するのが優先である。
問題の所在・課題認識	○中小企業の多くは現状の製造工程に改善点があることに気付いていない。専門家に現場を巡回してもらうことにより自動化の案件は出てくると思う。

（注）○：ものづくり企業、◇：検査機器メーカー・大学等

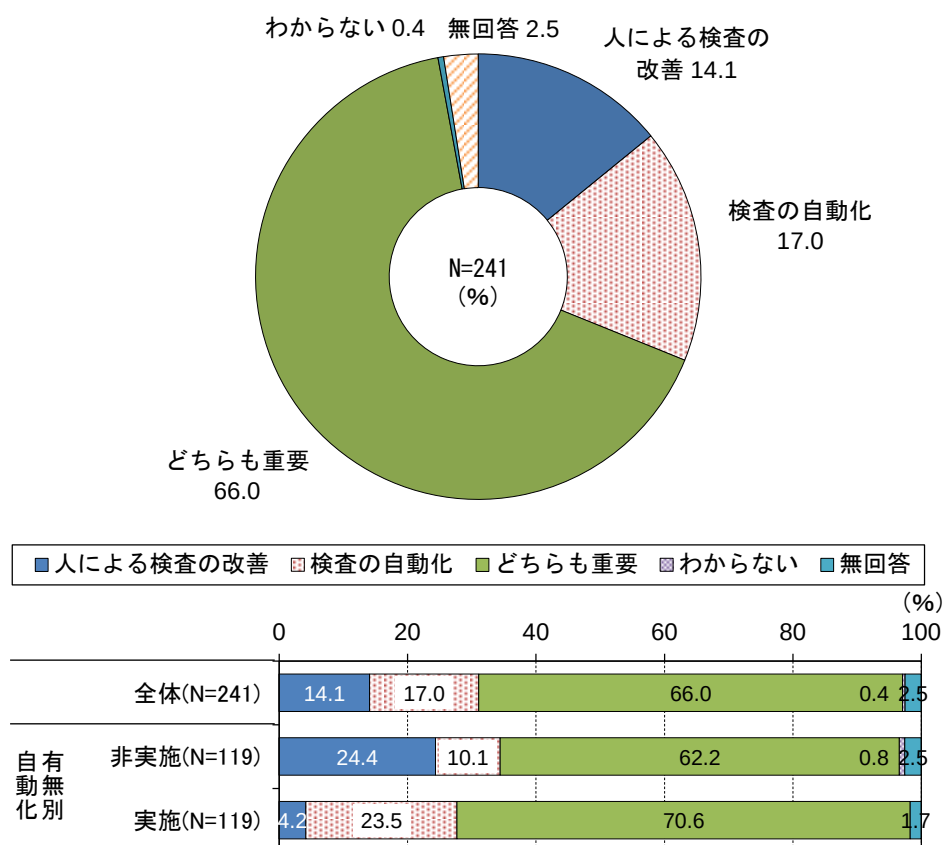
b. 人による検査と自動検査の重要性とその背景

人による検査と自動検査の重要性については、「どちらも重要」との意見が66%と特に多く、「検査の自動化」(17%)を重要視する意見と「人による検査の改善」(14%)を重要視する意見に大差はない(図表2.7)。

自動化有無別にみると、「どちらも重要」との意見が特に多いことに変わりはないが、自動化実施企業・工場では「検査の自動化」(24%)を重要視する意見、反対に自動化非実施企業・工場では「人による検査の改善」(24%)を重要視する意見が比較的多い。

図表 2.7 人による検査と自動検査の重要性

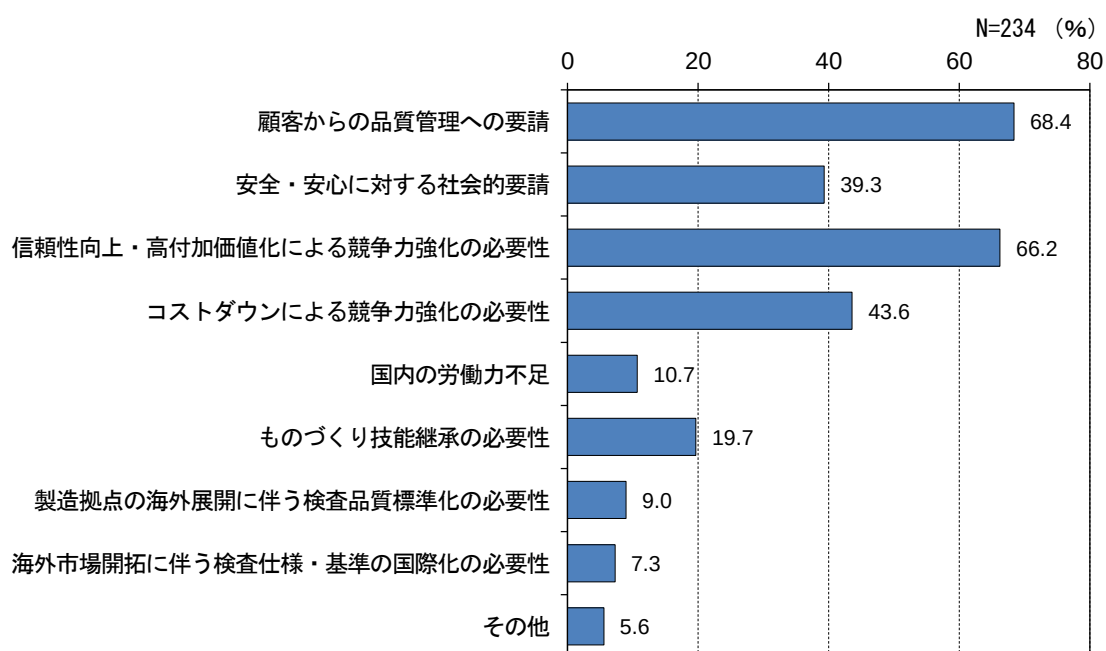
問4 人による検査の改善と検査の自動化のどちらが重要と思いますか。(○印は1つ)



人による検査の改善や検査の自動化が重要となる背景・理由については、「顧客からの品質管理への要請」(68%)や「信頼性向上・高付加価値化による競争力強化の必要性」(66%)が最も多く、このほか「安全・安心に対する社会的要請」(39%)も含め、品質向上に関わる要請・必要性が主因といえる(図表 2.8)。また、「コストダウンによる競争力強化の必要性」(44%)も多く、コストダウンのために検査効率化が求められている側面も指摘できる。

図表 2.8 人による検査の改善や検査の自動化が重要となる背景・理由

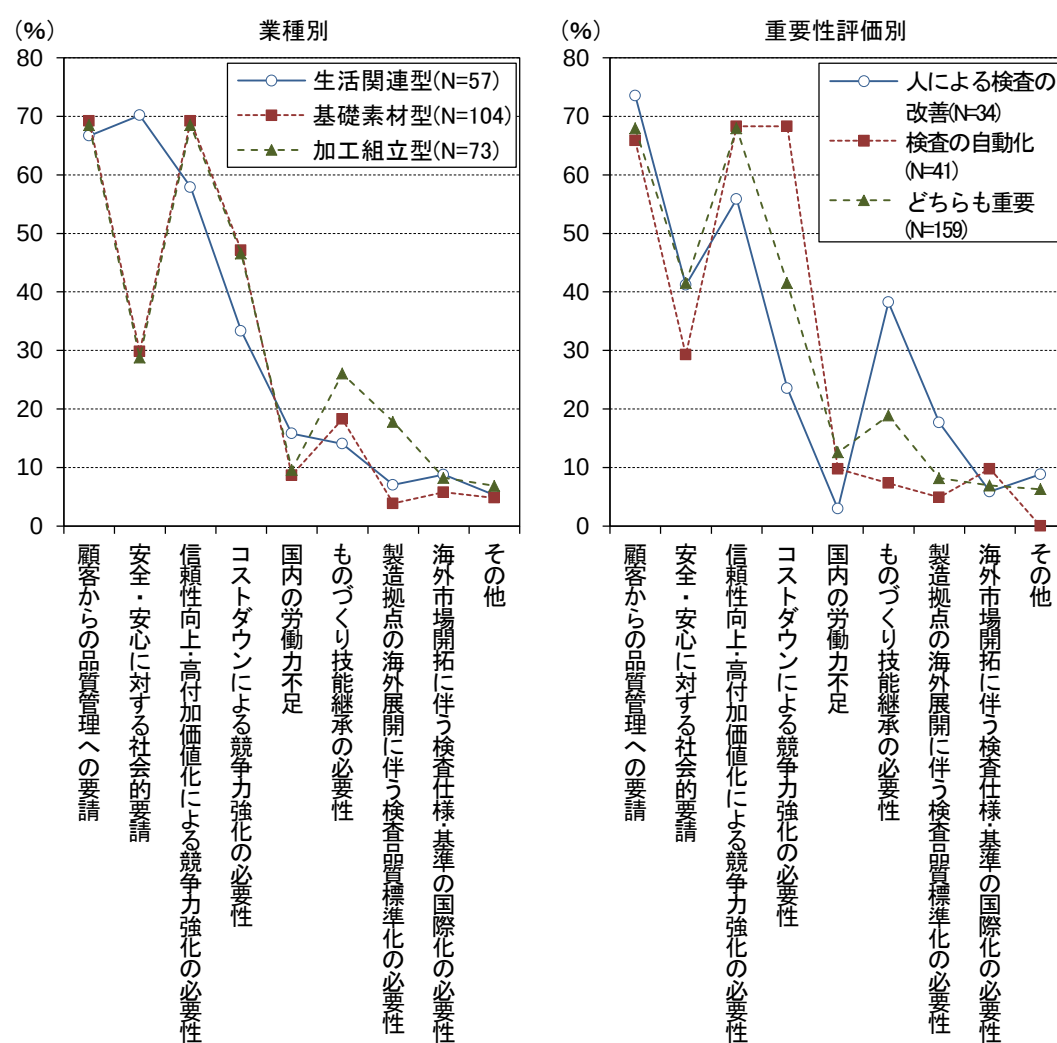
副問 【問4で「人による検査の改善」「検査の自動化」「どちらも重要」と回答した企業が対象】人による検査の改善や検査の自動化が重要となる背景・理由は何ですか。(〇印はいくつでも)



人による検査の改善や検査の自動化が重要となる背景・理由を業種別にみると、食品・飲料が半数を占める生活関連型では「安全・安心に対する社会的要請」が最も多いことが注目される。

また、人による検査と自動検査の重要性評価別にみると、検査の自動化を重要視する企業・工場では「コストダウンによる競争力強化の必要性」が多く、人により検査の改善を重要視する企業・工場ではコストダウンよりも「ものづくり技能継承の必要性」が大きな背景・理由として挙げられている。

図表 2.8 人による検査の改善や検査の自動化が重要となる背景・理由一つづきー



中国地域のものづくり企業等へのヒアリング結果によると、品質管理への要請に関しては、自動車部品関連メーカーをはじめとして品質要求水準の高さが指摘され、その対応が進んでいる様子がうかがえる（図表 2.9）。また、労働量不足・技能継承やグローバル化等に関わる背景・理由の具体的事例が挙げられている。このほか、I o Tの進展や国際標準化の観点からの意義・必要性を指摘する意見もある。

図表 2.9 人による検査の改善や検査の自動化が重要となる背景・理由に関するヒアリング結果

区分	内容
品質管理への要請	◇検査自動化の最終目的は検査をしないことで、不良品が出ないよう工程能力を高めることが目標となる。自動車メーカーでは、後工程を顧客と考え不良品を出さないために、上流工程に検査機械を入れて徹底的に不良品流出を抑えている。 ○特に国内顧客からの外観上の品質要求が非常に厳しい。機械工作に使用する消耗部品であるが、性能に直接影響しない部位についても外観上のクレームが出る。そのため、多人数の検査部隊を持ち厳しく管理していかざるを得ない。 ○最近では特に欧米の顧客から検査成績書の提示を求められる。 ○最終的に外部から見えなくなる部分についても外観上の厳しいチェックを求められる。 ○一般的に工場内に設置される当社製品は、塗装の品質に対し以前は厳しく言われることはなかったが、事務機器レベルの見掛けの品質が求められるようになってきた。 ○顧客の要求が厳しくなり、かつては指摘されることのない印刷品質の苦情が最も多くなってきたので、生産設備更新に合わせ画像検査装置の導入を実現したい。 ○自動車用の外観部品は、見た目など人の五感に関わるもので、検査員が目視で検査を行うが、最終ユーザーの要求水準が厳しい。一個たりとも不良品流出は許されないので、製造工程での検査を基本とし、出荷前に検査専門のスタッフが最終検査をしている。 ○車に取り付けられれば目にするのではない自動車部品への外観品質の要求水準が高まり、不良ゼロが当たり前であるため検査項目も増えていく一方である。 ○
安全・安心	○細菌や毒性についての科学的検査知識が足りないので、生物学的安全性を追求したい。
信頼性向上・高付加価値化	○今後、CFRP（炭素繊維強化プラスチック）になっていくと、繊維の充填不足（樹脂リッチ）などについて全数X線検査を行う必要が出てくる。
労働力不足・技能継承	◇自動化の相談を受けた企業の状況からすると、既にパートの検査員が集まらない状態が顕在化している。 ◇今は熟練者が検査を行っているからできるが、そういう人材がいなくなるとできなくなるので、費用が掛かっても自動化したいというニーズはある。
グローバル化	◇X線検査装置による内部欠陥検査が必要になった事例として、海外工場で生産された鋳造品の中になぜか事務用のクリップ、ボルトやネジが入っていることがあり、それをX線で見ている。 ◇中国や東南アジアからの部品を購入することが増え、受入検査が大事になっている。最初は良い見本を持ってくるが、長く続くとだんだん悪いものになることがある。日本の品質は世界で一番厳しいから、質の悪い海外製品を使うことは中小企業にとっては死活問題になることもある。 ○輸入部品には、直角の許容誤差を超える部品が出てくるなど、日本のように不適合がゼロになるよう改善していく姿勢にないため、全品につて図面と照合しながら目視および寸法検査を実施している。
その他	◇付加価値を生まないという考えから、これまで最終検査工程は自動化が先送りされてきたが、今後はビッグデータの活用など検査の付加価値を向上させて「守りの検査」から「攻めの検査」に変えていく必要がある。検査自動化の遅れがI o Tの進展に及ぼす影響も相当あるのではないかとと思われる。 ◇国際競争力の観点からは、官能検査の自動化技術の標準化が非常に重要であり、他国に主導権を握られないように対応していかなければならない。

（注）○：ものづくり企業、◇：検査機器メーカー・大学等

2. 2. 3. 検査仕様・基準および限度見本の状況

a. 検査仕様・基準の状況

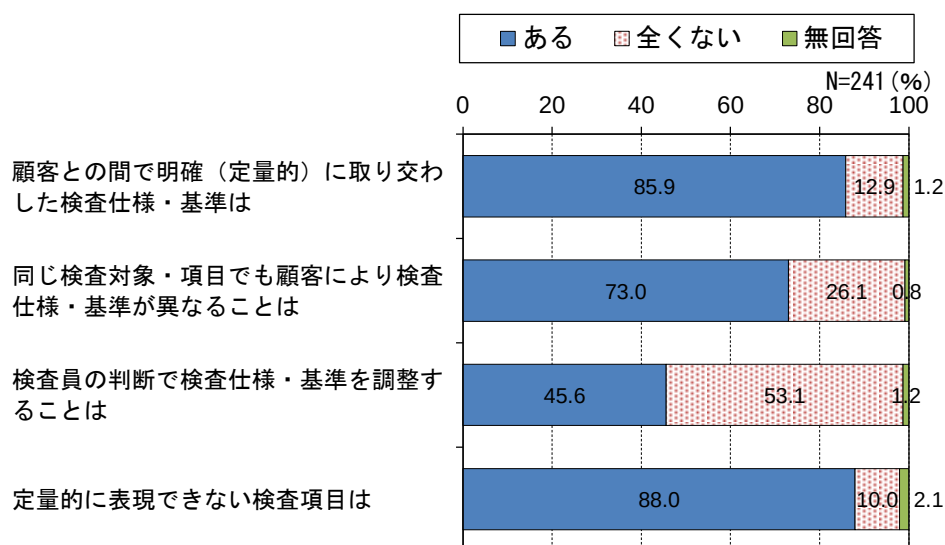
検査仕様・基準についてみると、顧客との間で明確（定量的）に取り交わした検査仕様・基準があるのは 86%であるが、73%は同じ検査対象・項目でも顧客により検査仕様・基準が異なることがあるとしており、検査仕様・基準が一定ではない状況が認められる（図表 2.10）。

さらに、46%は検査員の判断で検査仕様・基準を調整することがあるとしており、検査員の技量等に応じて柔軟な運用が行われるケースも少なくない。

なお、88%が定量的に表現できない検査項目があるとしており、人の感性・判断に頼る部分の大きさがうかがえる。

図表 2.10 検査仕様・基準の状況

問5 検査仕様・基準について伺います。（○印は1つずつ）



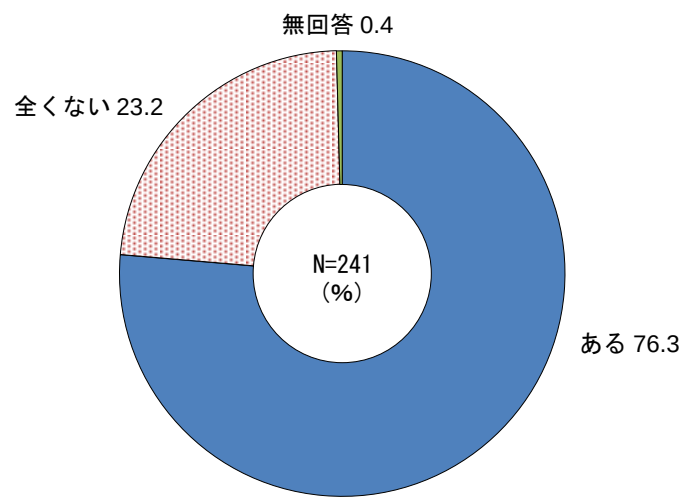
b. 限度見本の状況

限度見本は 76%が有しており、限度見本を有する企業・工場の 64%は不良品と良品の両方を備え、不良品のみは 33%である（図表 2.11、図表 2.12）。

図表 2.11 限度見本の有無

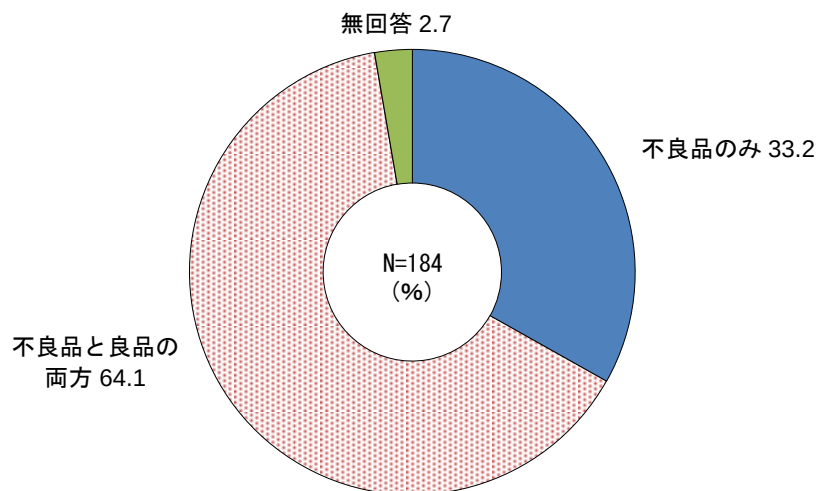
問 6 限度見本について伺います。（○印は 1 つずつ）

①限度見本はありますか



図表 2.12 限度見本の内容

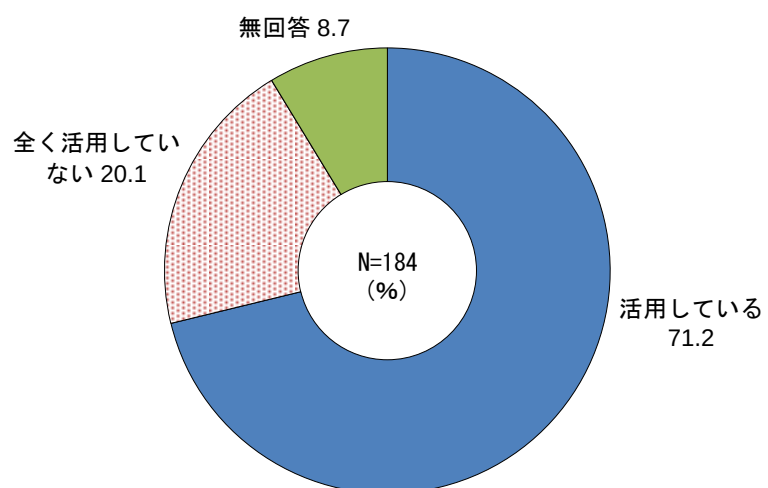
副問 1 【問 6 で「ある」と回答した企業が対象】②どのような限度見本をお使いですか



また、限度見本を有する企業・工場の 71%は、限度見本を顧客との目合わせ（基準の共有化）に活用している（図表 2.13）。

図表 2.13 限度見本の顧客との目合わせへの活用

副問 2 【問 6 で「ある」と回答した企業が対象】③限度見本を顧客との目合わせに活用していますか



2. 3. 人による検査の現状と課題

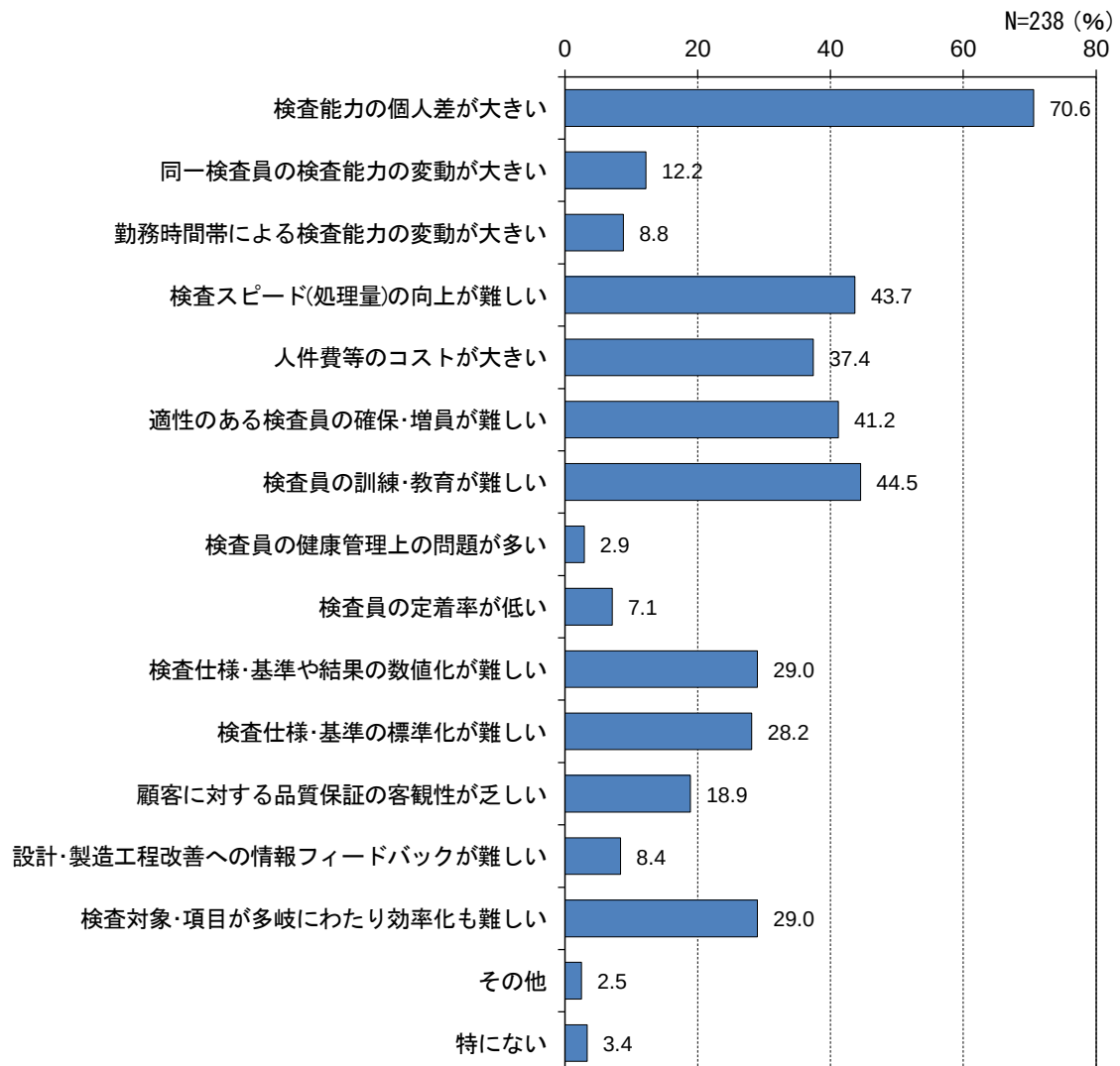
2. 3. 1. 人による検査の困難点と改善の取り組み

a. 人による検査の困難点

人による検査の困難点としては、「検査能力の個人差が大きい」(71%)が最も多く、「検査スピード(処理量)の向上が難しい」(44%)を含め、検査員の能力向上が大きな課題といえる(図表 2.14)。このほか、「検査員の訓練・教育が難しい」(45%)、「適性のある検査員の確保・増員が難しい」(41%)など人材確保・育成難が指摘されるとともに、「人件費等のコストが大きい」ことも困難点とされている。

図表 2.14 人による検査の困難点

問7 【人による検査の実施企業が対象】人による検査で困っていることはありますか。(〇印はいくつでも)

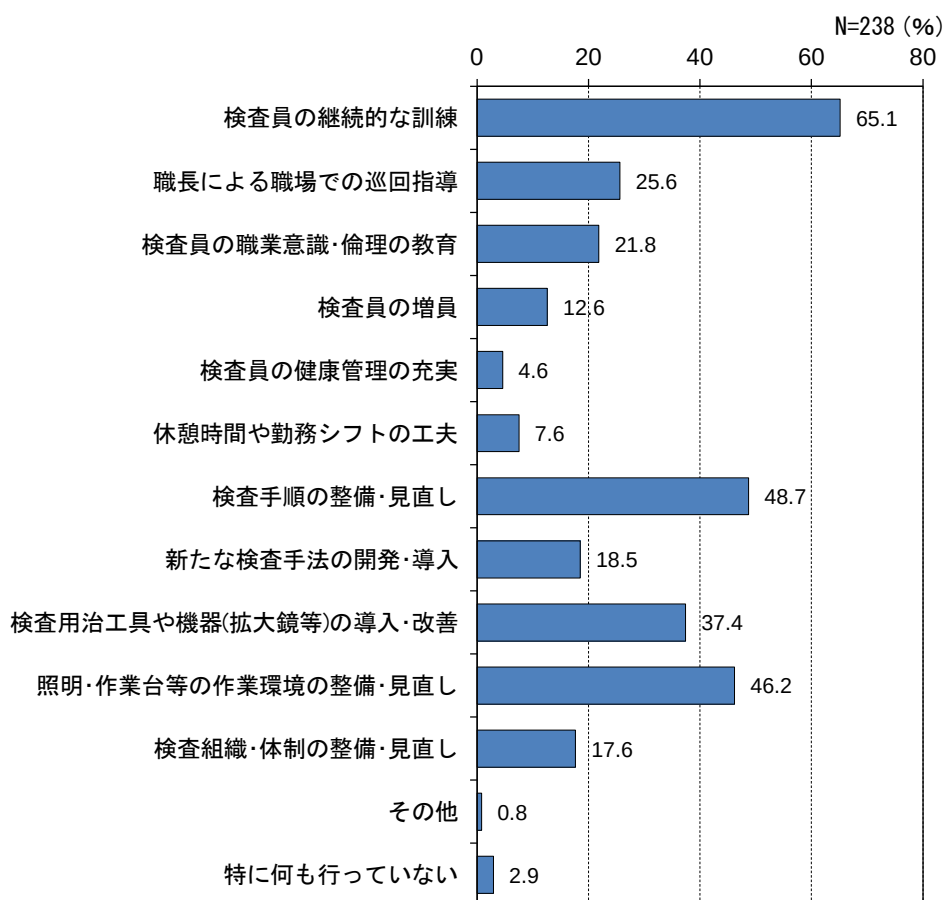


b. 人による検査の改善への取り組み

人による検査の改善への取り組みとしては、検査員の能力向上が大きな課題になるとともに人材確保・育成難にあることを背景として「検査員の継続的な訓練」(65%)が最も多く、「検査手順の整備・見直し」(49%)のほか、「照明・作業台等の作業環境の整備・見直し」(46%)や「検査用治工具や機器(拡大鏡等)の導入・改善」(37%)も多く行われている(図表 2.15)。

図表 2.15 人による検査の改善への取り組み

問 8 【人による検査の実施企業が対象】人による検査の改善に向け、どのような取り組みを行っていますか。(〇印はいくつでも)

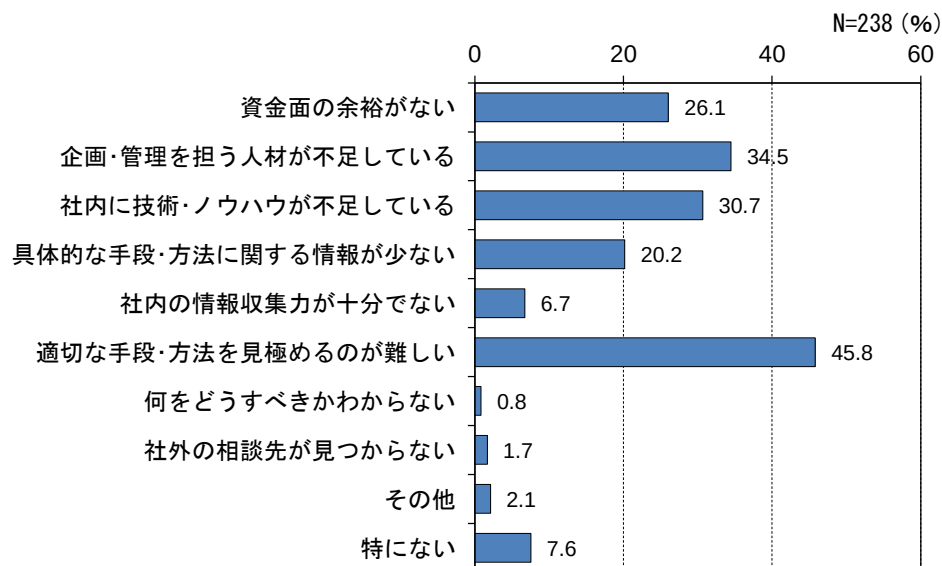


c. 人による検査の改善の阻害要因・問題点

人による検査の改善を進める上での阻害要因・問題点としては、「適切な手段・方法を見極めるのが難しい」（46％）ことが最も多く挙げられ、「具体的な手段・方法に関する情報が少ない」（20％）ことも問題視されている（図表 2.16）。また、「企画・管理を担う人材が不足している」（35％）や「社内に技術・ノウハウが不足している」（31％）が示すように、検査管理（生産技術）を担う人材と技術・ノウハウの不足が問題点とされている。このほか、「資金面の余裕がない」（26％）ことを挙げる企業・工場も少なくない。

図表 2.16 人による検査の改善の阻害要因・問題点

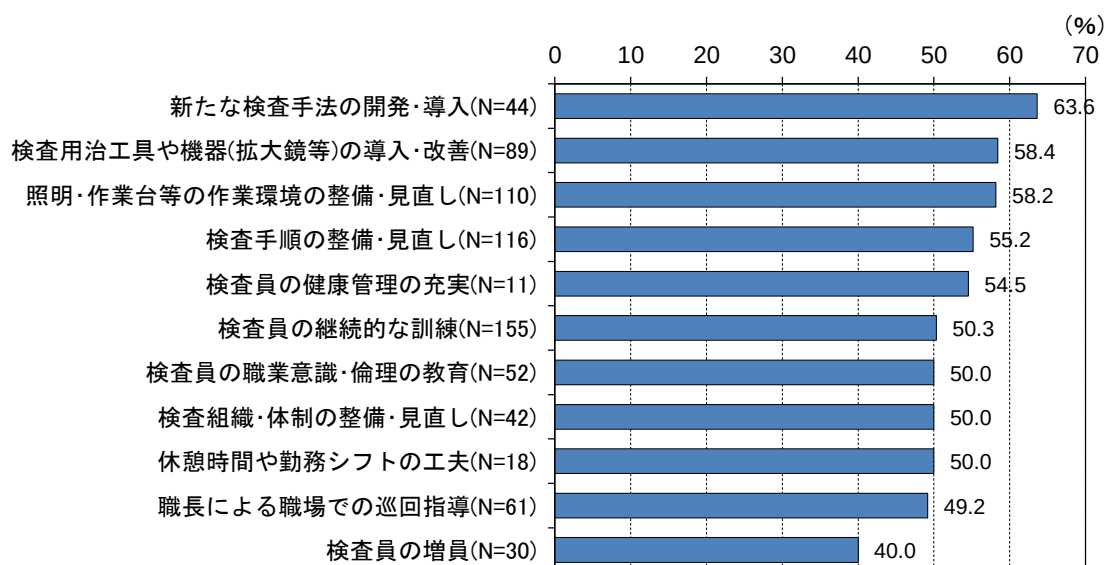
問9 【人による検査の実施企業が対象】人による検査の改善を進める上での阻害要因・問題点は何ですか。（○印はいくつでも）



なお、「適切な手段・方法を見極めるのが難しい」との回答率を人による検査の改善への取組内容別にみると、特に「新たな検査手法の開発・導入」「検査手順の整備・見直し」といった検査手法・手順の改善への取り組みで適切な手段・方法を見極めるのが難しく、また、「検査用治工具や機器（拡大鏡等）の導入・改善」「照明・作業台等の作業環境の整備・見直し」といった検査環境・器具を整備するに当たっても適切な手段・方法を見極めるのが難しいことがうかがえる。

図表 2.16 人による検査の改善の阻害要因・問題点一つづき

取組内容別にみた「適切な手段・方法を見極めるのが難しい」との回答率



d. 人による検査改善のニーズ・課題に関するヒアリング結果

中国地域のものづくり企業等へのヒアリング結果によると、人による検査改善のニーズ・課題として、検査能力の個人差・変動と検査員の確保・訓練の必要性・難しさが指摘されている（図表 2.17）。また、作業環境、検査仕様・基準や手順、検査組織・体制の整備に関わる意見も挙げられる。このほか、人による検査のデータ化・効率化の必要性・難しさや、他社との交流・連携の効果についての指摘もある。

図表 2.17 人による検査改善のニーズ・課題に関するヒアリング結果

区分	内容
検査能力の個人差・変動	○現場の声として、人による検査でのバラツキを問題視している。体調や曜日などによる能力の変化がある。 ○外観の成形不良についての基準が明確でないこともあり、人により判断の基準がぶれることが悩みである。 ○判断基準の定量化が難しく、客先と取り決めた製品ごとの限度見本と写真を揃えているが、官能検査的な領域であり、ある程度の個人差・バラツキが出るのが悩み。 ○現状で人の感覚に頼らざるを得ない「曖昧さ」を伴う検査として、操作スイッチの操作感、バックライトにLEDランプを使ったデジタル表示器で表示する文字の明るさ、色合い、色調の差などがある。感性による評価となるため、定量的な判定基準の設定が難しく、バラツキが発生することが悩みである。 ○ベテラン検査員の中でも、良否の判定については微妙に差がある。このため、検査員同士で目合わせをすることはある。
検査員の確保・訓練	◇目視検査員に対する適切な教育と訓練、定期的な評価が必須である。現在、目視検査の現場に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。 ○食品業界では人の採用が難しく、現在は中国・ベトナムからの研修生に頼っているが、円安および中国国内での賃金上昇を考えると、研修生での対応も今後は難しくなりそうだ。

図表 2.17 人による検査改善のニーズ・課題に関するヒアリング結果一つづきー

区分	内容
検査員の確保・訓練	○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。 ○新規に募集をかけても人は集まりにくい、新人教育については手順書・マニュアルがある。指導担当者によるバラツキをなくすため、これに基づいて一律の教育をするようにしている。このほか作業要領書、検査要領書、製品の持ち方や見方を教えるビデオツールなどもある。これらは、自動車部品受注をするに当たって客先から監査を受ける際に必ず必要になる。 ○多種多様な成形品の様々な不良について、ベトナム子会社からの研修生や中国人研修生に指導することが難しいのが悩み。 ○品質管理のチェックリストを準備しているが、書いていないことは見逃してしまう。以前は通りすがりにでも製品を全体的にばやっと思って違和感を感じ不具合を発見できる熟練者がいたが、最近は手順やリストに頼り切ってしまう熟練の能力・感覚が薄れているようだ。異常を違和感として感じる能力や方法について、セミナー等による普及を期待したい。 ○人によるバラツキが少ない検査方法や、見逃し削減の方法などのセミナーがあれば関心がある。 ○ライン作業者が検査作業を兼務しており、教育マニュアルや再教育制度はありトレーナーもいるので、新人でも半年から1年で検査もできるようになる。しかし、傷のレベル判定はできても、その発生原因は何かを判断できるようになるには長年の経験が必要となる。検査員は検査成績票を作成することも大事だが、工程異常を早く見付けることも大切な役割で、それには10年程度の経験を要する。 ○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。
作業環境	○傷をみるには照明が重要であるので、1000ルクス以上と規定するとともに、白色光で見えにくい場合にはオレンジ色の光を灯光器で当てて見るなどの工夫をしている。 ○目視検査では、照度に配慮。1000ルクス以上という基準を750ルクス以上に変更。また、周囲との照度差が大きくなるようにしている。 ○作業環境について、今は倉庫の片隅で行っているが、しっかりとスペースを設け作業台の整備も行いたい。 ○検査環境の改善に関して顧客から情報をもらうこともある。具体的には、ほこりの付着を防止するためクリーンベンチの導入を勧められ現在検討している。 ○大きく重い製品でもあるので、クレーンなどの装置を利用することで検査員の負担軽減ができないかも検討したい。 ○検査・判定を自動化する方向もあるが、検査環境を改善する設備面でのサポートも重要と考えている。
検査仕様・基準、手順	○限度見本については、製品の種類が多いためすべての製品については作成してない。過去に問題があったものや判断が難しいものは作成している。 ○検査手順書はすべてにあるのではないので、この点を見直していきたい。 ○塗装検査の官能要領書を作成し、ブツやタレの大きさなどをレベル分けして細かく書いたが、いちいち厳密に対応するのが煩雑で、見逃しも起こるなどうまく機能できていない。 ○検査基準は、自社ブランドと相手先OEMブランドで異なる場合がある。 ○最終顧客・客先によって品質レベルが違ふことがあるので、外観検査の基準について、自動化・ロボット化の促進と並行して、人目に触れる部分と隠れる部分などでランク分けをし標準化する取り組みを国や業界団体等が中心となって行っていたけると有り難い。
検査組織・体制	◇目視検査員に対しても日々の改善活動が必要であり、そのための支援の体制づくりも重要である。 ○検査管理担当が不在であるので、検査管理の仕組み・体制を整備していきたい。
データ化・効率化	◇不良品が出たとき原因を究明し再発を防ぐために検査は重要だが、人による検査はデータが残らず前工程へのフィードバックが難しいことが問題。 ○検査とバリ取りなどの仕上げ作業を並行して行っているため、効率化を図ることが難しい。 ○現実的には難しいかもしれないが、同一規格で何枚も製造しているので、全数検査でなく抜き取り検査ができると効率化が可能になる。
他社との交流・連携	○自動車メーカー系列で、工程内不良の削減や生産性向上などのテーマで技術交流会活動があり、その中で作業環境の改善などの情報交換を行っている。 ○異業種の取り組みを知ることで改善のヒントが掴めることもある。

(注) ○：ものづくり企業、◇：検査機器メーカー・大学等

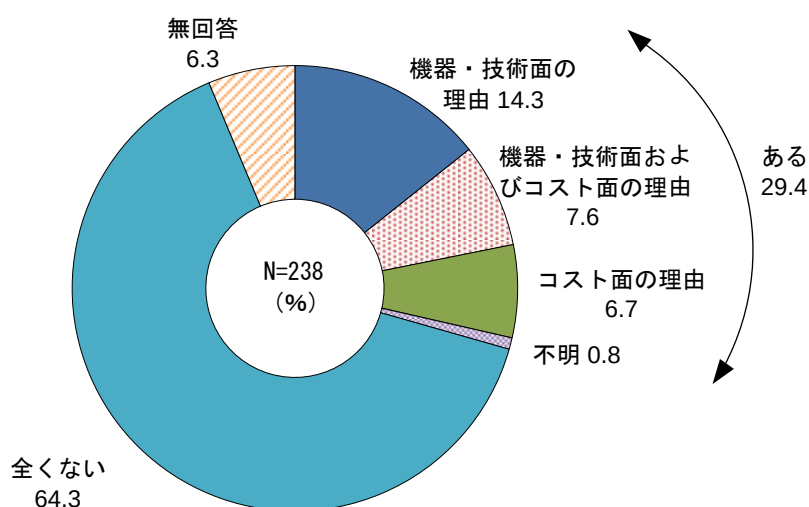
e. 人による検査の自動化の中止・断念経験

人による検査の自動化を検討・実施したが中止・断念したことがある企業・工場は29%を占める（図表 2.18）。

その理由をみると、コスト面よりも、精度不足を中心とする機器・技術面の問題が多く挙げられている（図表 2.19）

図表 2.18 人による検査の自動化の中止・断念経験

問 11 【人による検査の実施企業が対象】人による検査の自動化を検討・実施したが中止・断念したことはありますか。（○印は1つ）



図表 2.19 人による検査の自動化を中止・断念した理由

副問【問 11 で「ある」と回答した企業が対象】中止・断念した理由を具体的にご記入ください。

区分	中止・断念した理由
機器・技術面	(精度不足) ○良品、不良品の判断が難しい。 ○カメラにより外観検査に検出精度が不足していた。 ○クレームが多く、トラブルも多かった。 ○人の検査に置き換わる性能がない。 ○誤判定により機械的能力がなかった。 ○良否判定が困難だった。 ○当時の自動検査の能力が不足しており、見逃しが多かったから。 ○自動分析結果と官能評価が一致しなかった。 ○画像検査機の性能に限界があった。 ○画像処理にて外観検査を検討したが、埃などを不良と判定したり、特定の不良が検出できないため、工数低減にならず断念。 ○製品表面の色ムラなど自動検出が難しい。 ○20年以上前に、かしめ部の目視検査の画像処理による自動判定（不合格と判断される場合、アラームを出す）を導入したことがあるが、キズだけでなく小さなゴミも欠陥と判定してしまうため、本設備による検査の継続を断念した経緯がある。 ○誤判定が問題視されている中で、自動検査機が NG 判定したにもかかわらず、見逃してしまった経緯がある。 ○表面の汚れなどの外観検査で精度、多品種への対応などで困難であった。 ○エアコンの冷媒ガス漏れガス漏れ検知精度が検査基準にマッチせず、ラインタクトにも合わせる事ができない。ヒーター機能（ショートノステアリング）の温度特性保証の自動化は、工場内の検査環境に影響されやすく、なおかつタクトに入らない。 ○誤判定が多く、設定が難しかった。 ○技術的なノウハウ不足、信頼性の不足。

図表 2.19 人による検査の自動化を中止・断念した理由一つづきー

区分	中止・断念した理由
機器・技術面	(検査対象・項目等の多様性) ○サイズ、形状が多数あり、自動化が難しい。 ○対象項目が多い。全ての項目を対象として 100%を製造が要求する。検知できないものがあった。 ○1品1品がオーダー品であり、同じ発注先でも仕様が異なることから断念した。 ○多品種少量生産であるため。 (その他) ○自動化を検討するが、製品の並び判定ができず断念する。 ○検査内容に適合した機器が見つからなかった。 ○機械化が難しい。 ○乾燥小魚原料中のプラスチック異物除去の自動化を検討したが、除去できる設備がない。 ○効率的な検査ができるシステムがない。システムが不充分。 ○自動化に対応する手法（機器）が見つからないため。 ○適正な機器がない。 ○正確なデータが得られなかった。 ○技術が確立されていない。 ○工場単独では行っておらず、開発センターにて取り組んでいるが、技術的問題で実現できていない。 ○治具が使い難い。 ○塗装外観をカメラで判定させようとしたが、ボールのような製品であり、全体が検査できない。 ○現状では技術が追いついていない。
機器・技術面およびコスト面	○検査精度とコスト。 ○費用が掛かり過ぎる。精度の確保が難しい。 ○良品を良品と判断するのが難しい。NG品をNG品として判断するのが難しい。コストが高い。 ○カメラによる検査設備を導入したが、ゴムが黒いため安価なカメラでは性能が出ない。 ○コストと自動化できる対象物が少なかった。 ○高額。すべての検査ができるわけではない。検査判定後の処置は人がやる。このためコストメリットがでない。 ○汎用性に乏しい。検査対象が多種多様。検査機の処理能力。コストが掛かる。 ○コスト。製品改良・変更時の対応。 ○多品種少量生産であると、電気的性能検査を自動化してもLEDの色調などは人的検査となり、コスト面で価値を見いだせなかった。 ○検査スピードがラインスピードに追い付かない。検査スピードが満足できる自動化は高額となり、費用対効果が合わない。 ○機器導入のコストおよび能力不足。 ○コスト、手法。 ○技術的に目視に代わるものはない。コストが高過ぎる。 ○技術者の不足。資金面の余裕がない。 ○費用対効果の面で中止、また技術的に画像処理が難しい。 ○製品の傷、錆などの外観検査において、有効的な自動検出方法（機器）が見当たらず選定できていない。また、コスト的にも負荷が大きいと考えられるため。 ○費用的に割が合わない（人を雇った方が安価）、技術的に不可能。 ○費用対効果。
コスト面	(企業内資金不足) ○資金面の余裕がない。 ○予算的な問題。 ○資金不足。 ○予算不足。 ○資金面で。 (価格・費用) ○コスト面。 ○コストが掛かり過ぎる。 ○多大な費用が掛かるため。 ○コストおよび人件費（取り扱うためのメンテ作業量の問題）。 ○設備費用大。 ○コスト。検査設備を置くスペースがない。 ○高額である。 ○コスト面で採算が合わない。 ○資金的に高額。 ○他工場にて画像処理の実施を進めているところだが、コストが掛かり過ぎる。 ○完全合否の基準レベルを行うための技術代、設備費用が多大となる。

2. 3. 2. 人による検査に関するセミナー等の受講

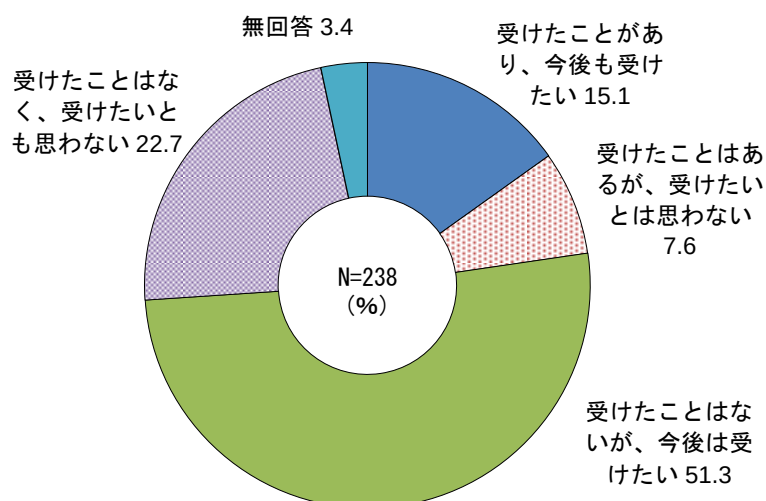
a. 人による検査に関するセミナー等の受講経験・意向

人による検査に関するセミナー等の受講経験がある企業・工場は 23%、今後の受講意向がある企業・工場は 66%である（図表 2.20）。

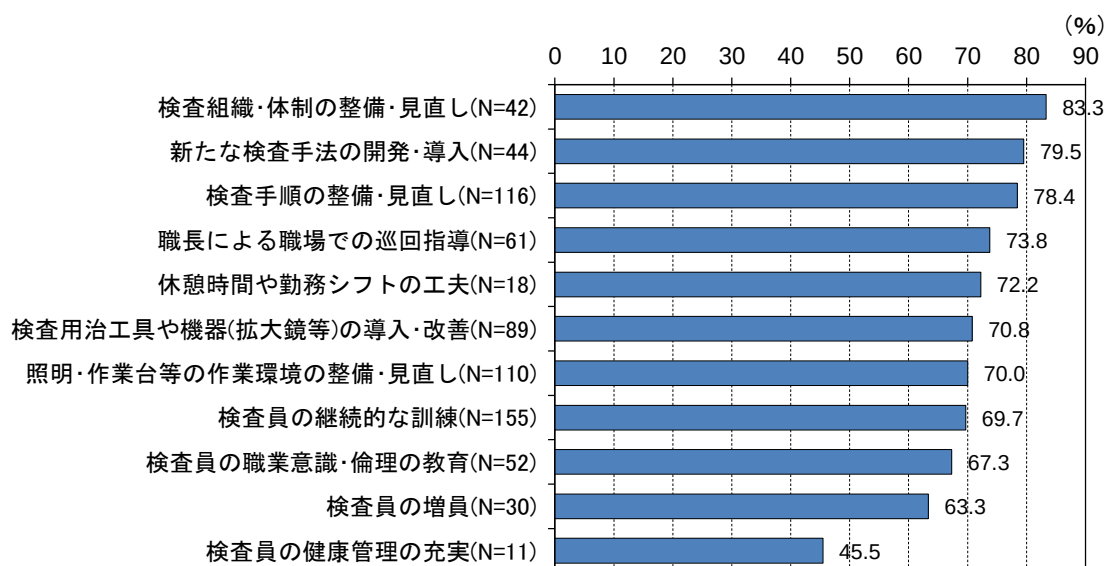
なお、人による検査の改善への取組内容別にみると、検査組織・体制や検査手法・手順の改善に取り組む企業・工場でセミナー等の受講意向が強いことから、こうした取り組みの参考となるセミナー等へのニーズが強いことがうかがえる。

図表 2.20 人による検査に関するセミナー等の受講経験・意向

問 10 【人による検査の実施企業が対象】人による検査に関するセミナーやコンサルティングを受けたことはありますか。また、受けたと思いますか。（○印は1つ）



取組内容別にみたセミナー等の受講意向



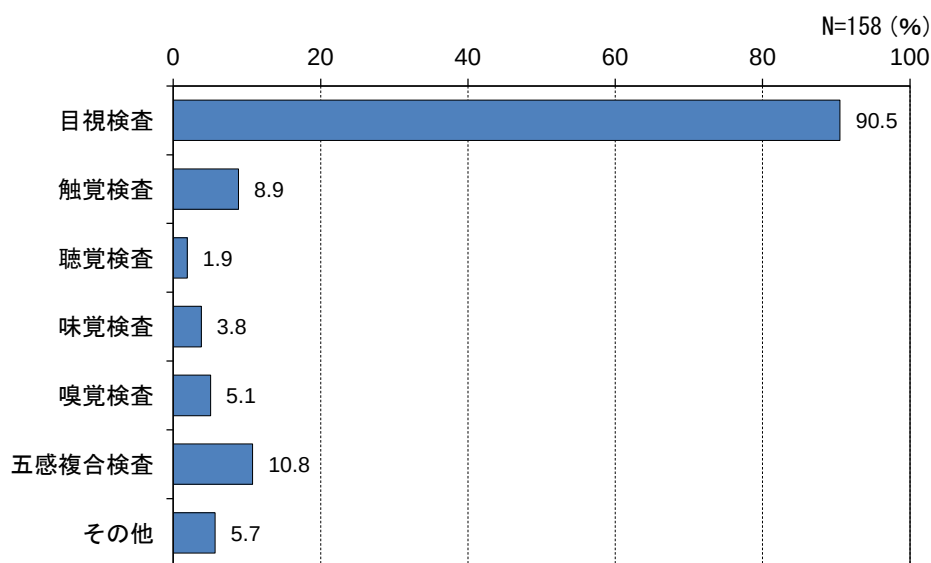
b. 人による検査に関するセミナー等で関心のあるテーマ

セミナー等で関心のあるテーマ（検査方法）としては、「目視検査」がほとんどを占めている（図表 2.21）。

また、目視検査に関心を有する企業・工場の 36%（調査対象企業全体の 21%）は、周辺視目視検査法を認知している（図表 2.22）。

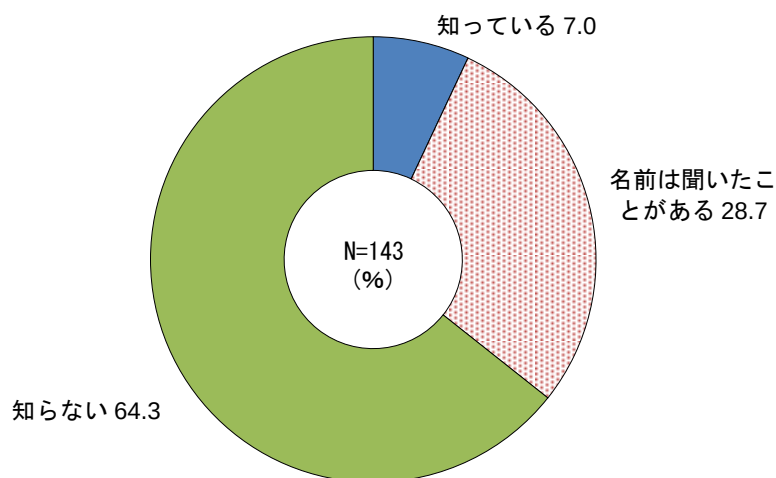
図表 2.21 人による検査に関するセミナー等で関心のあるテーマ

副問 【問 10 で「受けたことがあり、今後も受けたい」「受けたことはないが、今後は受けたい」と回答した企業が対象】どのようなテーマに関心がありますか。（○印はいくつでも）



図表 2.22 周辺視目視検査法の認知状況

副々問【副問で「目視検査」と回答した企業が対象】周辺視目視検査法をご存知ですか。（○印は1つ）



なお、中国地域のものづくり企業へのヒアリング結果によると、周辺視目視検査法については、公開セミナー参加のほか、取引先・系列企業グループ内の勉強会等の場で情報を得ている企業がみられることが注目される。また、既に導入に取り組んでいる企業、具体的な効果が現れている企業もみられる（図表 2.23）。

図表 2.23 周辺視目視検査法に関するヒアリング結果

区分	内容
情報源	○周辺視目視検査法については、大阪で開催されたセミナーに参加し導入を試行している。 ○セミナー等については、Tire 1 主催での色検査の仕方などのセミナーを受けたことがある。 ○周辺視目視検査法についても、自動車メーカー系列企業が集まる品質会議の場で紹介されていたので知っている。 ○自動車メーカー系列の技術交流会活動の中で、周辺視目視検査法の資料を得たことがある。
導入・適用の取り組み	○2年前から専門家の指導を受けて周辺視目視検査法の導入に取り組んでおり、直接指導の効果もあり検査効率の向上に成果が現れている。この経験を踏まえて独自に整理した手順書に基づいて、取り組みをさらに広げたい。 ○周辺視目視検査法の導入を試行しているが、今のところ効果は不明確でもうしばらく様子をみたい。 ○周辺視目視検査法のセミナーは受講したが、当社に取り入れるにはどうすればよいか、細かな点を見る必要があるので取り入れるのは難しいという印象であった。

2. 4. 人による検査の自動化ニーズ

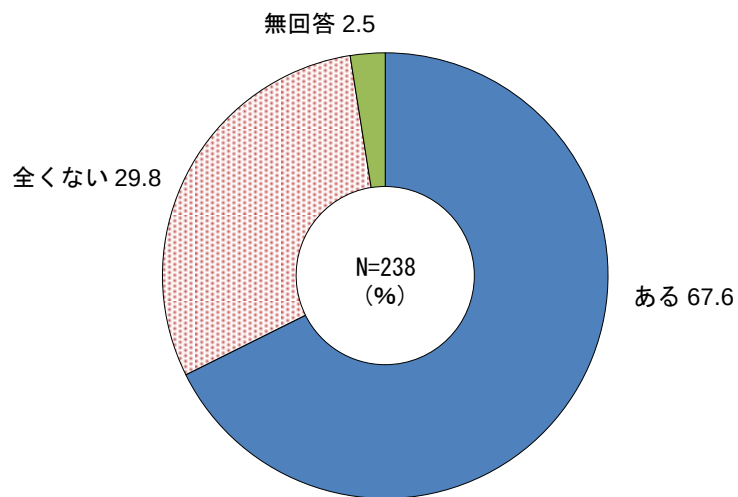
2. 4. 1. 自動化したい検査工程の有無と工程概況

a. 自動化したい検査工程の有無と進捗状況

人による検査を行っている工程で自動化したい工程がある企業・工場は 68%を占めている（図表 2. 24）。

図表 2. 24 自動化したい検査工程の有無

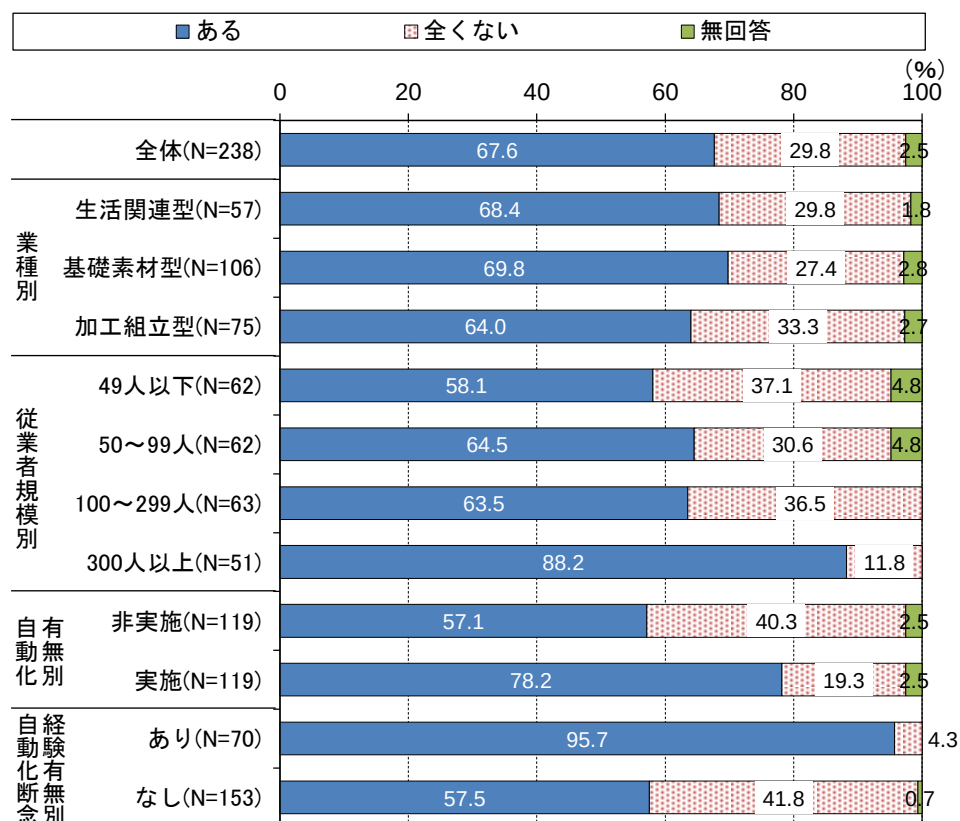
問 12 【人による検査の実施企業が対象】人による検査を行っている工程で自動化したい工程はありますか。（○印は 1 つ）



自動化意向は、業種別では大差ないが、従業員規模別では 300 人以上の大規模企業で特に強い。また、自動化実施企業・工場や自動化断念経験がある企業・工場で自動化意向が強く、自動化に積極的な企業がさらなる自動化を目指す状況がうかがえる。

なお、当該工程の自動化の進捗段階をみると、「調査・検討中」(43%)や「可能性を調査中」(32%)が多い(図表 2.25)。

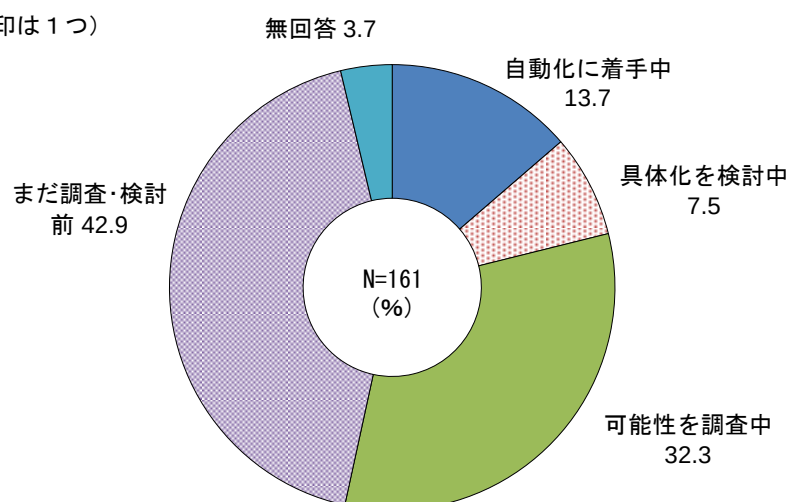
図表 2.24 自動化したい検査工程の有無一つづきー



図表 2.25 自動化したい検査工程の自動化進捗段階

問 13 【自動化したい工程のある企業が対象】当該工程の自動化は、どの程度の進捗段階にありますか。

(○印は1つ)



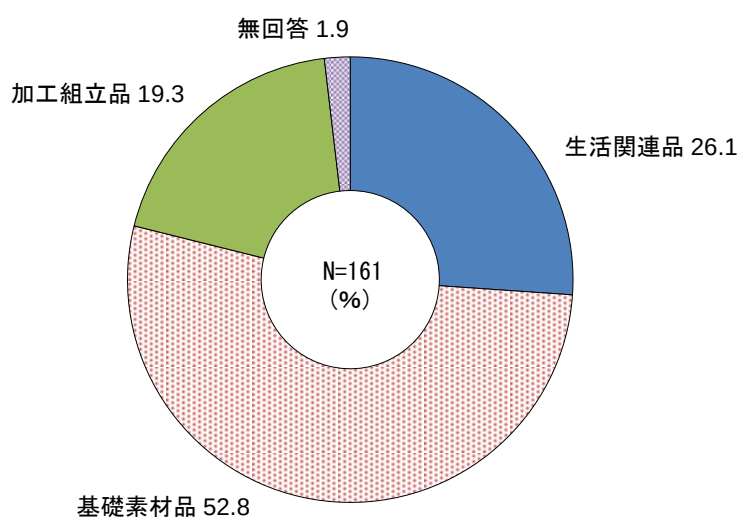
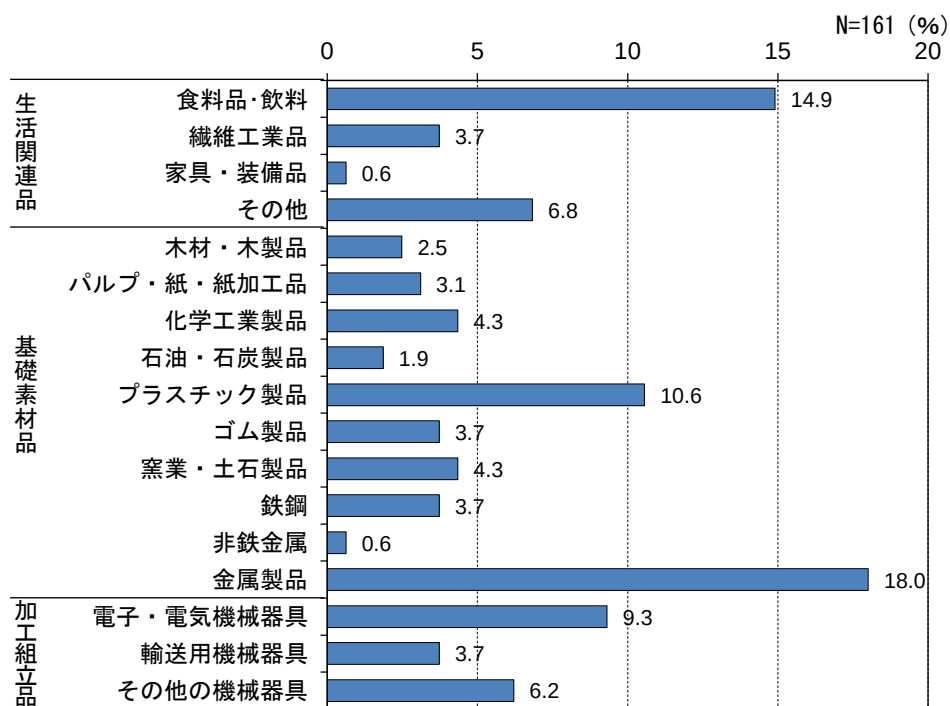
b. 自動化したい検査工程の検査対象品

自動化したい検査工程の検査対象品は、アンケート調査対象企業の業種構成を反映し、食料品・飲料、プラスチック製品、金属製品が多い（図表 2.26）。

図表 2.26 自動化したい検査工程の検査対象品

問 19 【自動化したい工程のある企業が対象】当該工程の検査内容等について伺います。（○印は 1 つずつ）

③検査対象品



c. 自動化したい検査工程の検査項目・方法

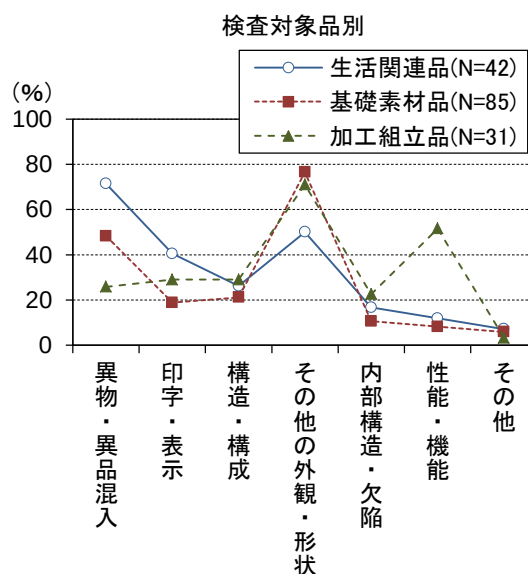
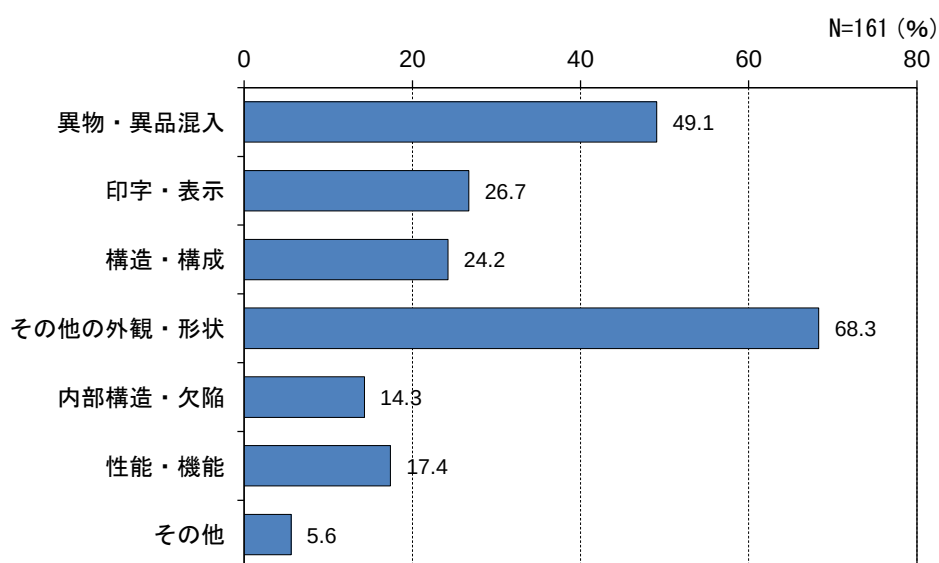
自動化したい検査工程の検査項目は、「異物・異品混入」(49%)や「その他の外観・形状」(68%)が多い(図表 2.27)。

検査対象品別にみると、「異物・異品混入」は食料品・飲料を主とする生活関連品、「その他の外観・形状」はプラスチック製品や金属製品を主とする基礎素材品および加工組立品で多く、加工組立品では「性能・機能」も多いことが注目される。

図表 2.27 自動化したい検査工程の検査項目

問 19 【自動化したい工程のある企業が対象】当該工程の検査内容等について伺います。(○印は1つずつ)

⑥検査項目(複数回答可)



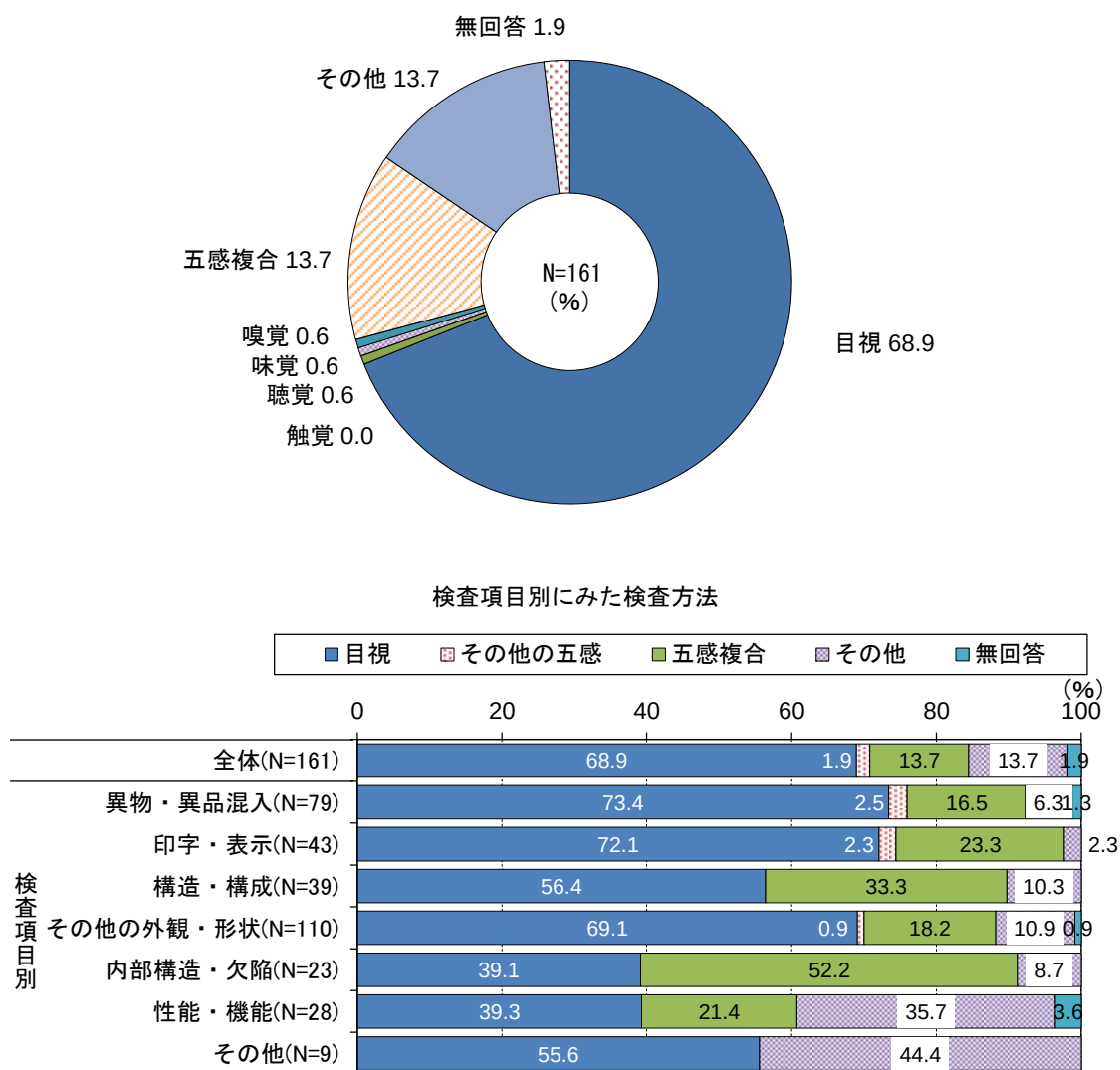
また、自動化したい検査工程の検査方法については、「目視」(69%) が特に多く、「五感複合」(14%) や「その他 (計器計測による良否判定など)」(14%) もみられる (図表 2.28)。

検査項目別の検査方法をみると、異物・異品混入からその他の外観・形状までの外観検査については「目視」が特に多いが、内部構造・欠陥については目視をはじめとする「五感複合」、性能・機能や寸法等その他項目では「その他 (計器計測による良否判定など)」が多い。

図表 2.28 自動化したい検査工程の検査方法

問 19 【自動化したい工程のある企業が対象】当該工程の検査内容等について伺います。(〇印は1つつつ)

⑦検査方法



d. 自動化したい検査工程の諸特性

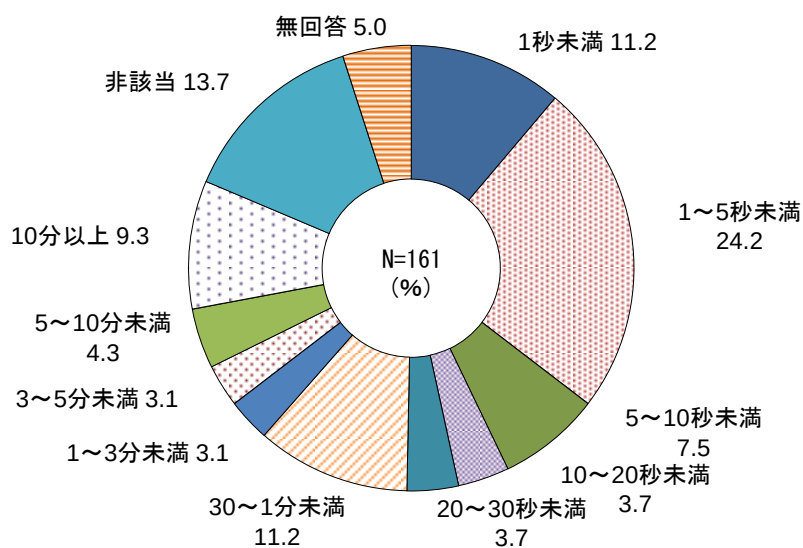
自動化したい検査工程のタクトタイムは、「1秒未満」「1～5秒未満」の合計で35%を占めるが、「10分以上」を含めて幅広く、平均では108秒となる（図表 2.29）。

当該工程の位置付けは、「完成品検査」（57%）が過半を占めている（図表 2.30）。

図表 2.29 自動化したい検査工程のタクトタイム

問 19 【自動化したい工程のある企業が対象】当該工程の検査内容等について伺います。（○印は1つずつ）

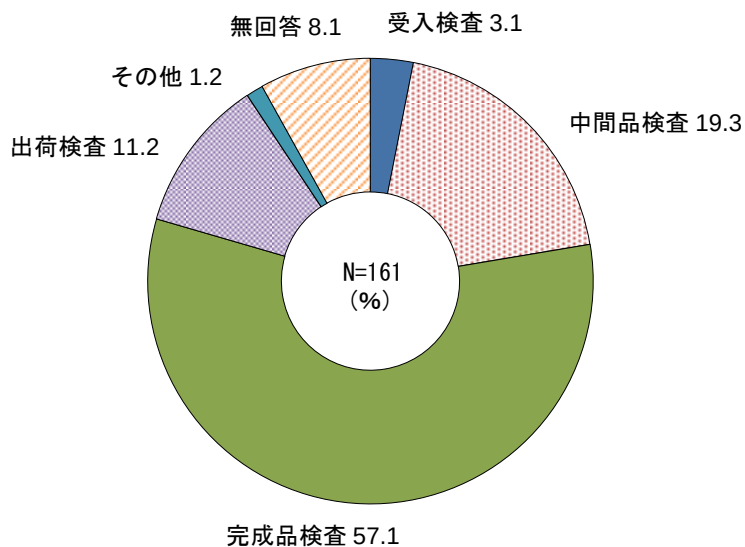
④検査対象品のタクトタイム



図表 2.30 自動化したい検査工程の位置付け

問 19 【自動化したい工程のある企業が対象】当該工程の検査内容等について伺います。（○印は1つずつ）

①検査工程の位置付け

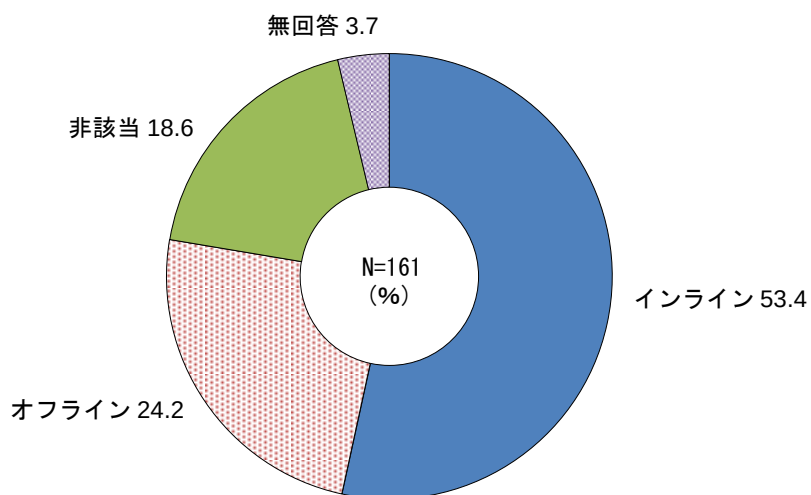


また、「インライン」検査が 53%、「全数」検査が 78%を占めている（図表 2.31、図表 2.32）。

図表 2.31 自動化したい検査工程のインライン・オフラインの別

問 19 【自動化したい工程のある企業が対象】当該工程の検査内容等について伺います。（○印は 1 つずつ）

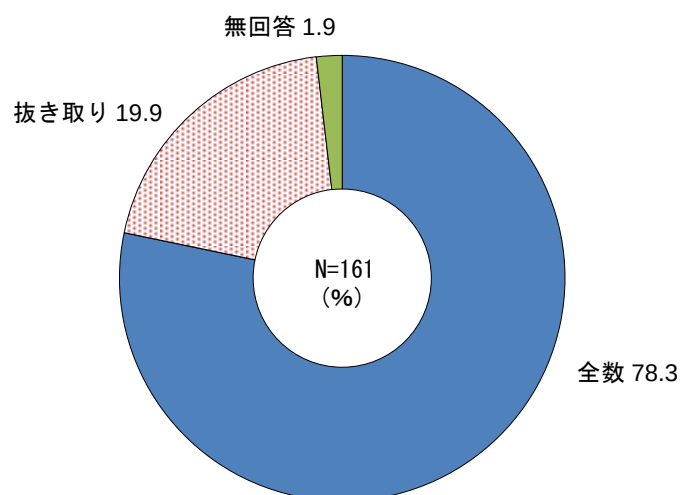
②インライン・オフラインの別



図表 2.32 自動化したい検査工程の全数・抜き取りの別

問 19 【自動化したい工程のある企業が対象】当該工程の検査内容等について伺います。（○印は 1 つずつ）

⑤全数・抜き取りの別



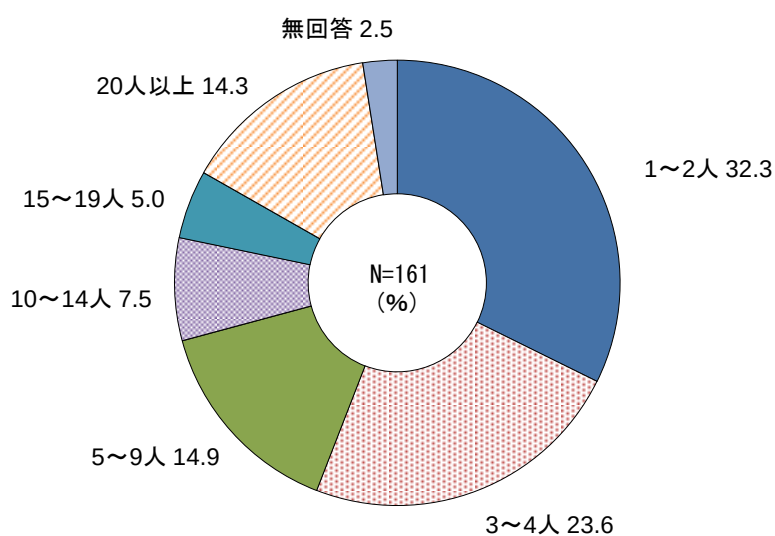
検査員総人数は、「1～2人」が32%、「3～4人」が24%で、4人以下が56%を占める（図表 2.33）。

なお、検査員養成の難易度については、「普通」（45%）が最も多い中、困難（困難＋やや困難）とする見方（40%）が、容易（容易＋やや容易）とする見方（13%）を上回っている（図表 2.34）

図表 2.33 自動化したい検査工程の検査員総人数

問 19 【自動化したい工程のある企業が対象】当該工程の検査内容等について伺います。（○印は1つずつ）

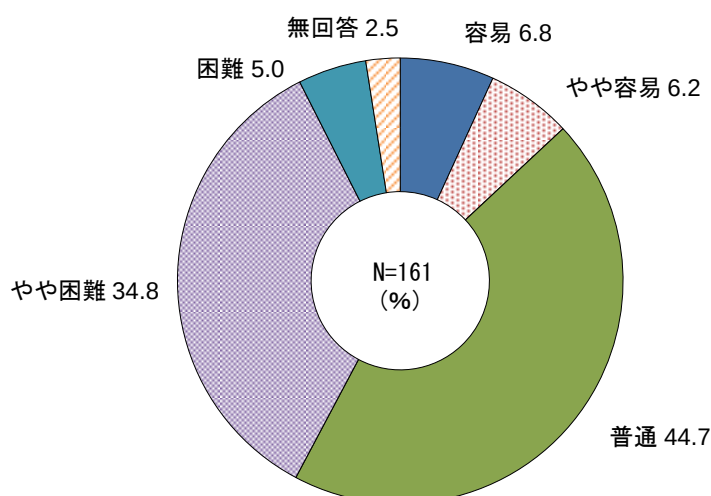
⑧検査員総人数



図表 2.34 自動化したい検査工程の検査員養成の難易度

問 19 【自動化したい工程のある企業が対象】当該工程の検査内容等について伺います。（○印は1つずつ）

⑨検査員養成の難易度



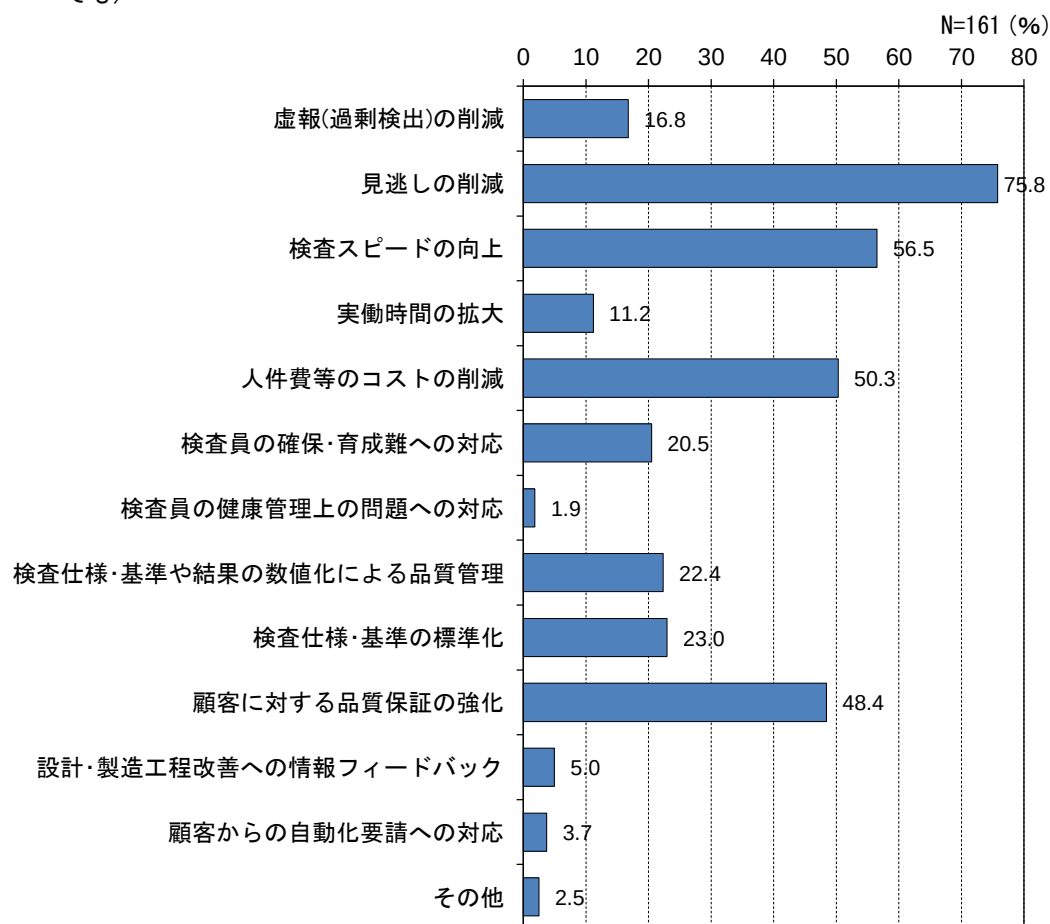
2. 4. 2. 自動化の目的と阻害要因

a. 自動化の目的

自動化したい目的は、「見逃しの削減」(76%)が最も多く、これに「顧客に対する品質保証の強化」(48%)を含め、検査品質向上が主な狙いといえる(図表 2.35)。さらに、「検査スピードの向上」(57%)による効率化や、「人件費等のコストの削減」(50%)に示されるコストダウンを目的としている。

図表 2.35 自動化の目的

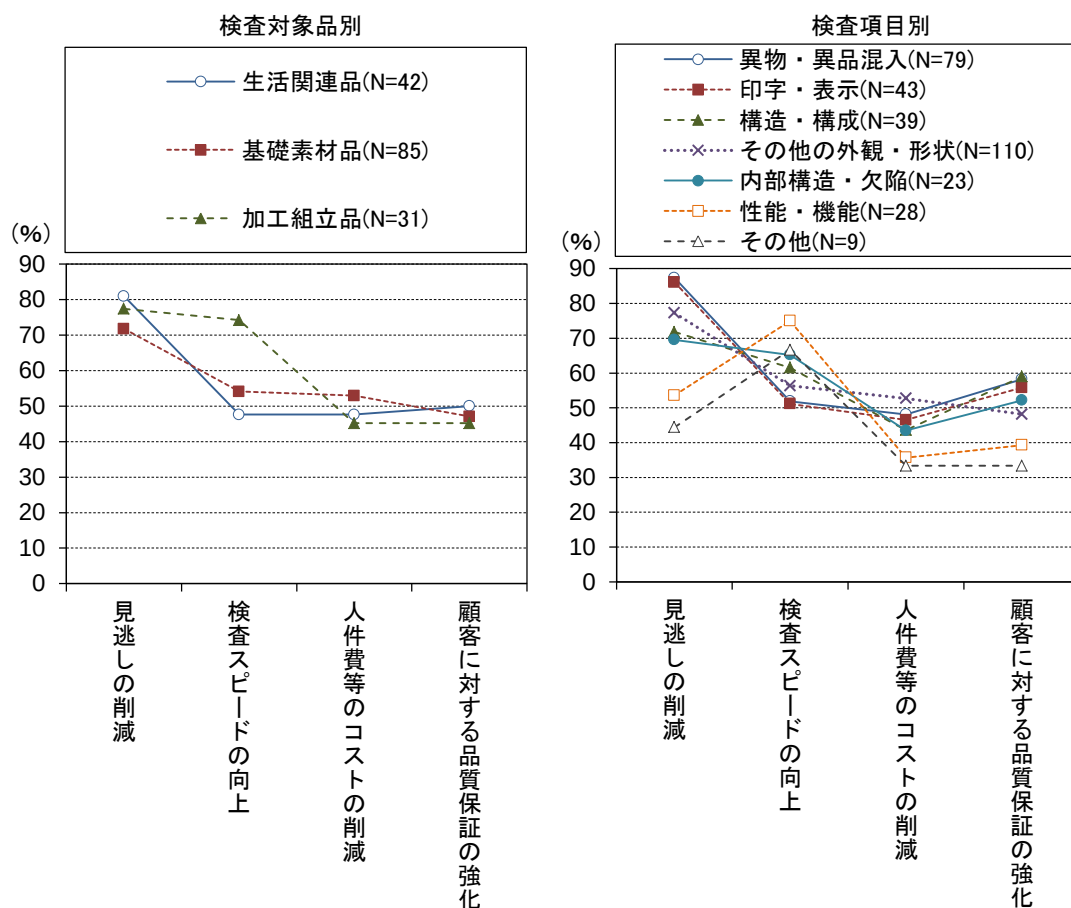
問 14 【自動化したい工程のある企業が対象】当該工程を自動化する目的は何ですか。(〇印はいくつでも)



自動化したい目的を検査対象品別にみると、加工組立品では「検査スピードの向上」が比較的多い。

また、検査項目別にみると、性能・機能や寸法等その他項目では「検査スピードの向上」が特に多いことに特徴がある。

図表 2.35 自動化の目的一つづきー

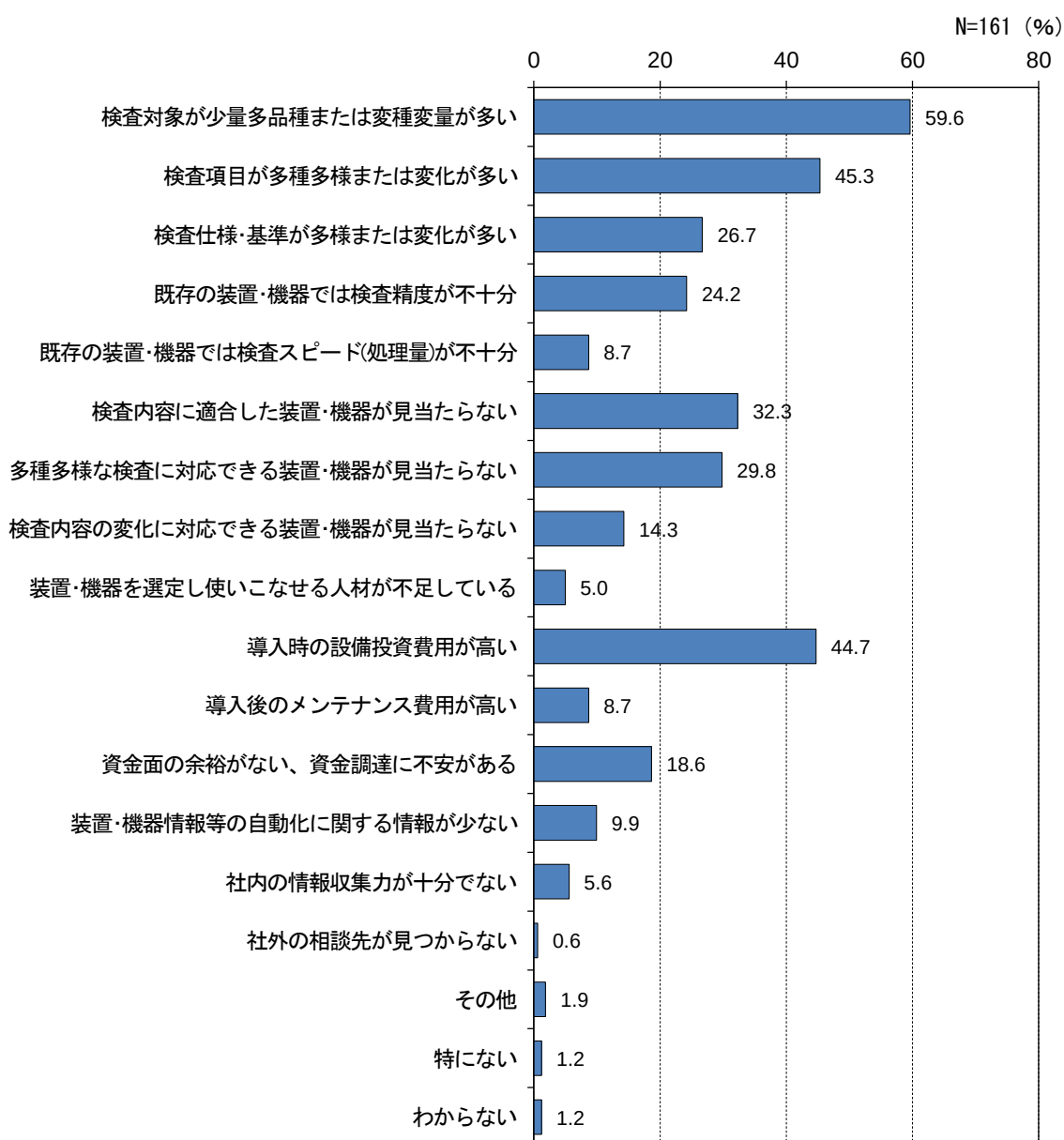


b. 自動化の阻害要因・問題点

自動化の阻害要因・問題点としては、「検査対象が少量多品種または変種変量が多い」（60％）や「検査項目が多種多様または変化が多い」（45％）といった検査対象・項目の多種多様性・変化のほか、「検査仕様・基準が多様または変化が多い」（27％）ことも問題視されている（図表 2.36）。

図表 2.36 自動化の阻害要因・問題点

問 15 【自動化したい工程のある企業が対象】当該工程を自動化する上での阻害要因・問題点は何ですか。（○印はいくつでも）

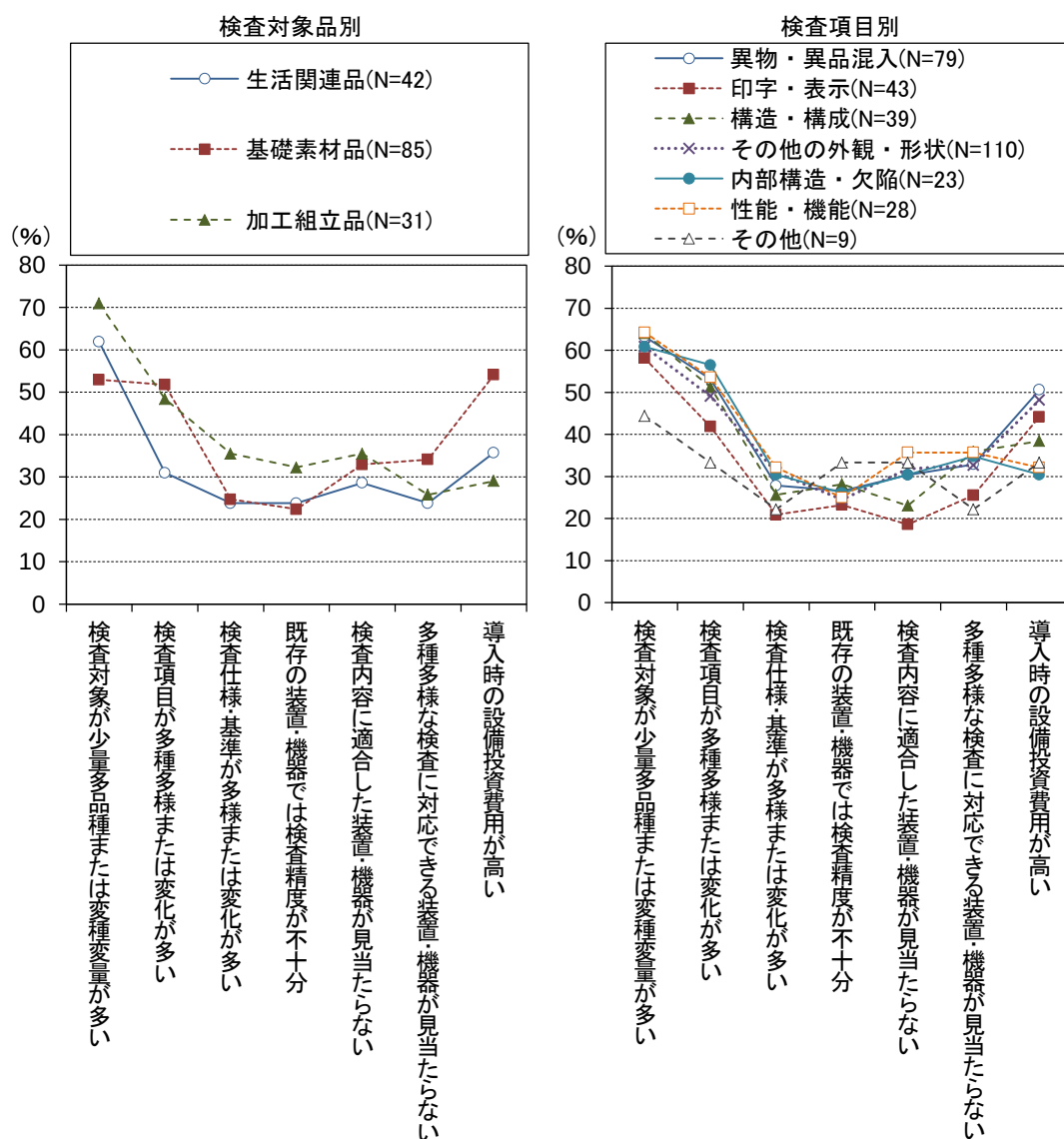


また、「検査内容に適合した装置・機器が見当たらない」(32%)、「多種多様な検査に対応できる装置・機器が見当たらない」(30%)など、多様性・変化に対応できる装置・機器が見当たらないことに加えて、「既存の装置・機器では検査精度が不十分」であることも指摘されている。

このほか、「導入時の設備投資費用が高い」(45%)や「資金面の余裕がない、資金調達に不安がある」(19%)ことも阻害要因とされている。

なお、自動化の阻害要因・問題点を検査対象品別にみると、検査対象・項目の多種多様性・変化は加工組立品、設備投資費用の高さは基礎素材品で比較的多い。また、検査項目別にみると、いずれも検査対象・項目の多種多様性・変化が大きな問題点とされている。

図表 2.36 自動化の阻害要因・問題点—つづき—



自動化の阻害要因・問題点の具体的内容をみると、コスト面よりも、検査対象・項目等の多様性やこれらへの機器・技術の適用性を中心とする機器・技術面の問題が多く挙げられている（図表 2.37）

図表 2.37 自動化の阻害要因・問題点の具体的内容

副問 【問 15 で何らかの阻害要因・問題点を回答した企業が対象】主な阻害要因・問題点について具体的に記入ください。

区分	主な障害要因・問題点
機器・技術面	（精度不足） ○小さいものが見えない。 ○画像認識の精度が悪く、人によるダブルチェックが欠かせない。 ○検査精度に不満足。 ○分析結果（機械）と官能評価が一致しない。 ○測定ミスが発生するため、部品交換が多い。 ○良品と不良品が混在してしまう（精度がまだ十分でない）。 （検査対象・項目等の多様性） ○検出すべき特性が多く、なおかつ検出範囲が広い。検出技術に課題があり、既存メーカーの技術がない。基準と精度がマッチしない。 ○汎用品と特定ユーザーで品質が異なる場合がある。品質に対する製造とのギャップがある。対象物の検知能力不足。 ○天然素材（木材）の分別が困難。色、空目、ツヤ、硬度、色相、光反射率、比重など。 ○検査内容の変化に対応できない（対象物が多様）。 ○印刷物はオーダーメイドのため適合する機器がない。 ○2 万 5000 品番以上の多様化により困難。 ○毎日検査しているが、工数が少なく、自動化が困難だと思っている。 ○多品種少ロット。 ○少量多品種で検査項目が多様多様。 ○1 つの検査機でいろいろな形状の物を検査できないかと模索している。 ○多品種あり、多くの品種に対応させることが難しい。不良内容が多く、同時に多くの不良の種類を検知できるか心配。 ○製品により外観（色調など）が異なるため、画像処理が困難である。 ○少量多品種のため、自動化困難。 ○人の柔軟性、スピード、判断力を自動化すること。 （機器・技術の適用性） ○信頼性、安定性、耐久性がどこまで追求できるか。設備投資に見合った、または、追い求める性能の機械（検査機）が作れるのか疑問がある。 ○希望する検査機器がない。 ○取扱原料の性質上、自動化が困難。 ○透明の液体だけではないので、検査機器が見当たらない。 ○自動化のための装置、機器を開発できるかどうか。 ○検査における機械化が難しい。 ○適正な機器がない。 ○特に外観検査における機械化が能力的に困難となっている。 ○職種が特殊なため、適合する設備の会社がみつからない。 ○センサの耐久性。 ○製品に適合した装置、機器が見当たらない。 ○適合装置がない。 ○合否判定が難しい。 ○ハーゼンという着色の程度を評価する基準があるが、自動で定量化できる方法がない。 ○検査内容に適合した装置・機器が見当たらない。 ○フィルム外観検査において、ムラを検出できる自動検査装置がない。 ○外観品質の自動化は、方向や角度などの変化による不良の見え方の違いがあるため、難しいのでは？ ○不良項目が特殊。メッキ面、シミ、クモリ、キズが画像で判定できない。 ○検査する面が平面でない、透明、反射するなど自動化が難しい。 ○塗装外観をカメラで判定させようとしたが、ボールのような製品であり、全体が検査できない。 ○種々の形状部（内径加工、セレーション（鋸歯形状）、スプライン（回転動力伝達部品）、ネジ）を人力確認中で、よい装置がない。 ○検査内容に適合した装置、機器が見当たらないことと、方策を検討する技術的知識、専門技術員が不足。 ○検査判定値の定量化が難しい。 ○対象は非破壊検査であるが、現在、事務所内で実施していない検査方法であり、検査員の技量がないことがネック。また、自動化するよりも人の手で検査したほうが容易に想像できるため、詳細検討まで進まない。

図表 2.37 自動化の阻害要因・問題点の具体的内容－つづき－

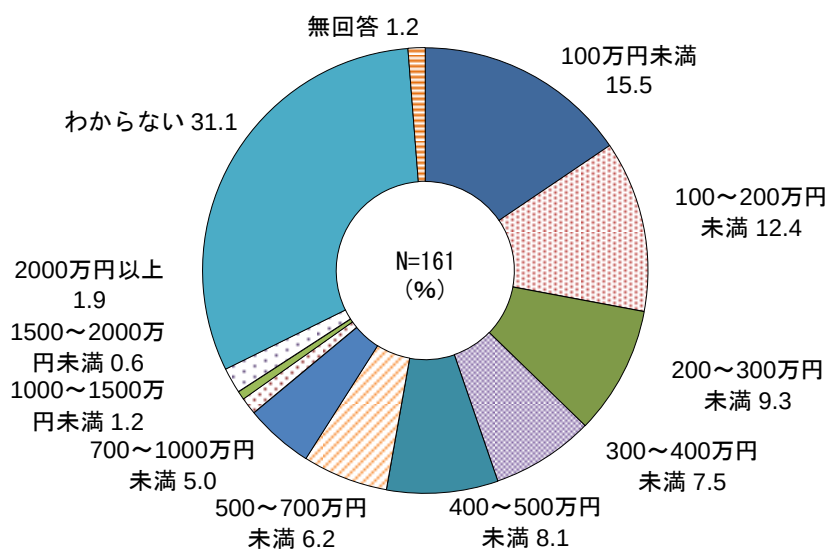
区分	主な障害要因・問題点
機器・技術面およびコスト面	○誤作動が多い。費用が高い ○外観検査において欠陥が多様であり、検出精度を維持させることが難しいと思われる上に、高価な装置が必要となる。 ○コスト。検査可能物が極少数しかない。 ○多種多様な検査が必要な上に、自動化する資金もない。 ○品種ごとに必要で、コストが掛かる。 ○多品種少量生産なので、大掛かりな設備を投入してもコスト面で問題がある。 ○自動化するには、投資、スペースの負担が掛かる。目視検査箇所が多く、何面も見なければいけないため、技術的・資金的に問題となる。 ○高度な検査を自動化しようとすれば費用が掛かり過ぎる。多品種に対応するにはセッティングが大変。 ○検査対象が多品種。検査項目が多項目。検査スピード要。製造機械からデータのアウトプットおよびデータ使用などを考慮すると、ソフト面でも高額化が予想される。 ○投資費用に見合った効果が得られない。 ○官能検査など数値化できない。また、数値化できても測定できない。測定できても高価で買えない（色差計など）。
コスト面	○資金不足。 ○資金面での余裕がない。 ○導入時の設備投資費用が高い。 ○製品の大きさ、焼色など単体では技術は確立されていると思われるが、投資費用が高い。 ○コスト面で採算が取れない。 ○メーカーに話は聞いているがかなり高額。 ○現在の目視検査の項目と取り扱い品種へ対応する設備となると、大きさ、コストとも建屋に合わない。
その他	○シート状製品の穴の検査の自動化。必要があるのは、ある特定の要求精度が高い製品である。ほかの製品に使えたととしても、利点は少ない。 ○検査場所が固定できない。 ○人による検査結果の数値化。 ○設備投資について品質向上目的だけの投資は現状、難しい。 ○部品受入事務が忙しく検討する時間がない。 ○自動化する工程（検査項目）が集約できていない。 ○安全上の問題が多い。

c. 自動化費用の投資可能額

自動化費用の投資可能額については、検査員一人当たりで「100万円未満」から「1000万円以上」まで幅広く、平均では260万円となる（図表2.38）。

図表 2.38 自動化費用の投資可能額

問 16 【自動化したい工程のある企業が対象】当該工程の自動化費用は、検査員一人当たりでどの程度なら投資可能ですか。（○印は1つ）



業種別従業者規模別の自動化費用投資可能額等への回答に基づき、中国地域製造業の検査自動化による労働力創出効果*と自動化投資市場規模について、単純な仮定のもと大胆に試算した。なお、試算に当たっては、アンケート回答結果における半自動化と完全自動化の比率に基づき（p 10、図表 2.4 参照）、自動化意向のある企業において検査工程の一部が自動化されるものと仮定して推計した。

試算によると、労働力創出効果は約 2 万 400 人、自動化投資市場規模は約 380 億円となる（図表 2.39）。

※労働力確保難が指摘される中、検査工程の自動化によって、労働力（検査員）を製造工程等の他の部門や新規事業展開等に有効活用できる効果。

図表 2.39 中国地域製造業の検査自動化による労働力創出効果と自動化投資市場規模の試算

	①	②	③(②/①)	④	⑤	⑥	⑦	⑧(③*⑦)	⑨((①-④)*⑤*⑧)	⑩(⑥*⑨)
	回答企業 総数	自動化 意向あり 回答企業数	同比率 (%)	半自動化率 (%)	検査員 総人数 平均値 (人)	検査員 一人当たり 投資可能額 平均値 (万円)	中国地域 製造業 事業所数 (所)	自動化 意向あり 事業所数 (所)	労働力 創出効果 (人)	自動化 投資 市場規模 (億円)
合計	241	161	-	-	-	-	26,144	15,431	20,374	380
生活 関連型	49 人以下	17	64.7	63.2	3.7	191	10,602	6,860	9,420	180
	50～99 人	20	60.0	68.3	3.3	425	410	246	257	11
	100～299 人	15	66.7	80.0	6.1	275	223	149	182	5
	300 人以上	6	100.0	40.0	7.1	92	40	40	170	2
基礎 素材型	49 人以下	27	66.7	84.2	4.3	139	7,808	5,205	3,561	49
	50～99 人	30	66.7	65.0	10.4	325	383	255	928	30
	100～299 人	25	64.0	50.0	9.2	219	260	166	763	17
	300 人以上	24	83.3	71.1	9.1	458	73	61	160	7
加工 組立型	49 人以下	20	35.0	9.1	2.1	136	5,598	1,959	3,689	50
	50～99 人	13	61.5	93.8	3.6	200	372	229	52	1
	100～299 人	23	60.9	55.9	10.7	268	264	161	761	20
	300 人以上	21	90.5	52.5	9.1	179	111	100	431	8
(参考) 全体	241	161	66.8	63.3	63.3	260	-	-	-	-

- (注) 1. ④半自動化率は、自動検査実施企業における半自動化のウェイトであり、アンケート調査問 2 の半自動化・完全自動化回答企業数の検査項目（7 項目）平均値から算出（p 10、図表 2.4 参照）
2. ⑨労働力創出効果および⑩自動化投資市場規模は、④半自動化率に基づき、半自動化（全体の 66.8%）では検査員の他業務への振り替えはなく、完全自動化（全体の 33.2%）では検査員全員が他業務に振り替えられるものと仮定して算出

d. 自動化のニーズ・課題に関するヒアリング結果

中国地域のものづくり企業等へのヒアリング結果によると、自動化のニーズ・課題として、検査対象の形状、材質、色等の特性、検査対象・項目等の多様性、機器・技術の精度や適用性に関わる難しさなどが具体的に指摘されている（図表 2.40）。また、機器・技術の導入方向やコスト面での制約に関する意見のほか、ものづくり企業の技術力・情報力が不十分であることを指摘する意見もある。

図表 2.40 自動化のニーズ・課題に関するヒアリング結果

区分	内容
検査対象の特性	○画像検査については、製品の形状が立体的で全面検査が必要であること、不具合の程度が微小欠陥でそれを適切に識別できる機器が見当たらないことから、現時点では自動化は難しいと判断している。 ○自由曲面の不良検出が難しく、現在のところ、使えそうな検出装置が世の中に出てくるまで様子見の状態である。 ○画像処理による自動検品機は一般に販売されているが、天然物を使う当社製品の場合は表面に原料由来の斑点が出るので、斑点か異物かの判別が難しい。カメラで見えるよう画素数を上げると高価でコストとの兼ね合いが問題になるほか、当社製品は多品種少量生産でもあるので自動化は非効率にもなる。 ○同業者で自動検査装置の導入を図ったところがあったが、当社では機械化は困難と判断し人による検査を続けている。色合いや模様が頻繁に変わるなど多種多様で良否の判定基準はそれぞれ異なり、また、デザインした模様なのか織り傷、色ムラ・汚れなのかの判断は難しく、判定基準をうまく設定できることが理由である。 ○製品自体が大きく外観目視・官能検査が主体となるので自動化は難しいと思うが、製造過程での網目の揃い具合など全体的な画像検査、網目の長さや結び目形状の検査のほか、折り畳み・箱詰め作業は機械化したい。
検査対象・項目等の多様性	○板状の樹脂製品なら画像検査も可能で、例えば色判別のプログラムもあるが、立体形状の大きなプラスチック部品について、限られたタクトタイムの中で様々な外観欠陥を検査するのは難しい。 ○検査自動化について検討したが、生産種類が60種類と多く、コストが割けない等で中止している。 ○自動化への最大の障害は多品種少量であること。比較的生産数量の多い製品用に、LEDの点灯・非点灯自動検査装置と色相自動検査装置を内製化したが、特定の製品専用であるため、他の製品への横展開はできていない。 ○自動化は、できればマルチ対応できることが望ましい。多品種少量なので、製品ごとに専用機を導入するのは難しい。複数種類で応用のきくものがあれば有難い。とはいえ、あらゆる欠陥を検査することは難しいだろうから、例えば、色々な形状・大きさの製品について黒点だけでも自動で検査できれば効果はあると思う。 ○寸法など計測・数値化できるものはインラインで自動検査を行っており、ネジ穴の切粉のチェックなど単機能なものは画像検査装置も導入しているが、多種多様な項目・内容を見る外観品質検査は自動化ができない。 ○比較的に数量が出る部品向けに内製した検査装置でも、客先の仕様変更により使えなくなったり、オプションの追加に対応できないなどの問題が発生し、使いづらい面がある。 ○電子部品用品の性能検査を自動化したいが、大きさは様々で形状等も違い、それぞれに合ったテスト具が必要になるので費用面で制約があり、人手でテスターを使い検査している。
機器・技術の精度、適用性	○5年前から画像寸法測定センサの導入を検討していたが、当時は精度等の問題があり導入できなかった。最近になって精度が向上してきたので2014年末に導入した。曲面の寸法精度がもう少し上るとよい。 ○ゴム成形品の色合いの違いは、人の目では判別できるが機械ではできない場合があり自動化を断念した。また、金型成形品の寸法検査機はあるが精度が悪く使い勝手が悪い。 ○高速で動くプレスラインの検査自動化を行いたい、タクトタイムの制約がある中、様々な品質確認が必要。1台のカメラですべての検査ができるとよいが、検査項目に応じて色々なセンサが必要で、膨大なデータを一瞬で処理する画像処理能力も必要になる。 ○亀裂の大きなものならば写真で判定できるが、歪みは難しい。光の当て加減を工夫しても至難の業で、熟練工でなければわからない。見たいものによってセンサは変わるが、歪みの判定は今まで検証してきた中ではできない。 ○自動車部品の中繰り部分の真円度を内径検査機で先ず測定するが信頼度が100%でないため、再度人手により栓ゲージで検査している。自動測定に100%の信頼が置けない要因は、切粉による誤測定、測定端子の磨耗による精度低下などがあるので、非接触で検査できるようにしたい。

図表 2.40 自動化のニーズ・課題に関するヒアリング結果—つづき—

区分	内容
機器・技術の精度、適用性	○機械的に一定の判断基準で検査できれば、人間での判断基準のバラツキ、うっかりミスが防止できる。そのため、5年前に補助金を受けて自動化にチャレンジしたが、見えるものと見えないものがあり、めっき特有の薄い傷やけむり状模様など特定の不良が検出できないなど成功には至っていない。 ○目視検査は続けるが、色々なものをターゲットとすると大変で見逃す危険性も高まるので、原料中のプラスチック片除去について、色々な方法を検討し各種メーカーに相談してきたが、除去したいプラスチック片を異物として識別できる機械が現時点ではない。 ○篩い機や金属検知器、X線照射装置により異物混入は防止できるが、プラスチック片、ステンレス・アルミ、小石等の鉙物の混入など、その他の事項は現状では人海戦術で人が確認をしている。 ○自動化を断念した例として、毛髪混入の自動検出がある。毛髪が細すぎて失敗した。 ○脱酸素剤により賞味期限を長くする製品があり、袋に穴がないかの検査はインジケータを使って目視で検査しているが、これを検出器のあるヘリウムガスを使って自動化できないかと考えているが、大きさの制約があることがネックとなっている。また、包装の密封状態の検査も人が少し押さえて行っているが装置が見当たらない。商品の焼き色も目視で検査しているが、焼き色センサの適切な装置が開発できれば自動化したい。 ○完成した製品と外箱記載の製造番号の一致を確認するためのレーザ検査を検討。 ○自動化できない検査として、鋼板表面の色合い、光沢など見た目の目視検査がある。光沢度計もあるがある水準を超えると判別できない問題もあり、人が鋼板の検査箇所を間隔を置いて目で見てランク判定を行っている。ここの自動化は課題である。
機器・技術の導入方向	○今後は、外観検査の自動化に取り組みたい。外観検査項目は色々あるが、その中の一部でも自動化できないか。過去にチャレンジした経験から色ムラは難しいことがわかったので、内製部品を含めてブレーカーの傷などの定量化しやすいものから取り組みたい。
コスト	○1年ほど前に、特定の製品用にバリ取りと寸法測定を同時に行う装置について自動機メーカーに相談したが、300万円程度を要するとのことで金額的に折り合わず取り止めた。
企業の技術力	◇ユーザー企業には、制御や機械関係の技術者はある程度はいるが、画像処理のことがわかる技術者は極めて少ない。ただ、ユーザー企業が自動化を進める際に、必ずしも画像処理に精通した人材を自社内に抱えておく必要はない。 ◇画像処理装置が十分普及していない現状では、画像処理の技術者をユーザー企業で育てることは困難である。シーケンサの場合も企業への導入が拡大してから育成が始まった。
企業の情報力	◇ユーザー企業には、機能が不十分な旧来の画像処理装置によりライン停止等の苦勞をした経験もあって、画像検査装置の導入に二の足を踏む傾向もある。 ◇大手画像処理装置メーカーは日常的にユーザー企業を訪問しているので、ユーザーも何ができるかわかっている。一方、規模が小さく営業力がない自動機メーカーは、ユーザーに対する訴求力に乏しい。

(注) ○：ものづくり企業、◇：検査機器メーカー・大学等

2. 4. 3. 自動化に当たっての機器・技術開発ニーズ

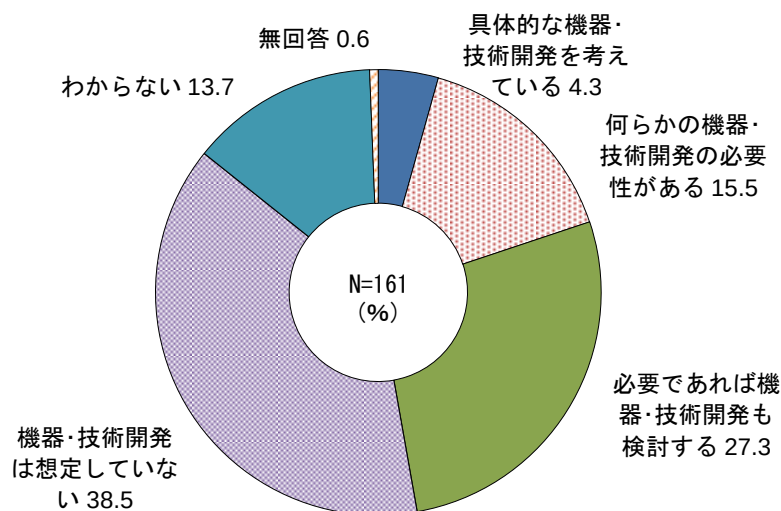
a. 機器・技術開発の想定

自動化に当たって機器・技術開発を想定している企業・工場は、検査装置・機器の汎用性や検査精度の不十分さを背景として、47%（調査対象企業全体の 32%）を占めている（図表 2.41）。

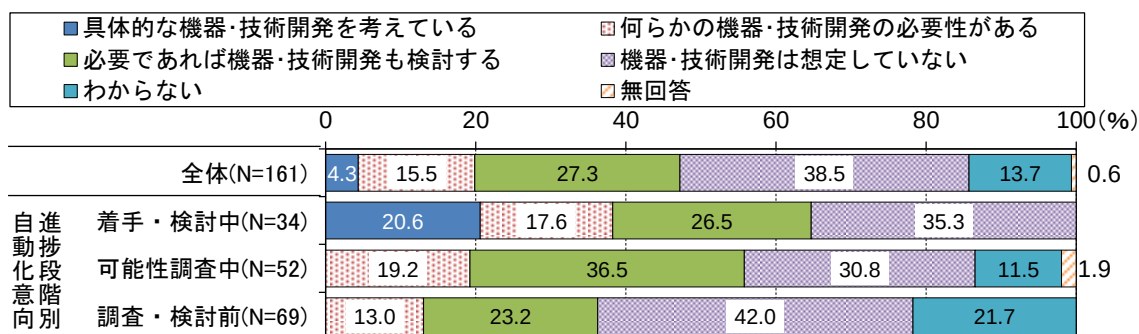
自動化意向進捗段階別にみると、自動化の検討が進みより具体化するほど機器・技術開発を想定する企業・工場は多くなり、その必要性への認識が高まる傾向にある。

図表 2.41 自動化に当たっての機器・技術開発の想定

問 17 【自動化したい工程のある企業が対象】当該工程の自動化に当たり、機器・技術の開発を想定していますか。（○印は 1 つ）



自動化意向進捗段階別にみた機器・技術開発の想定



なお、機器・技術開発の具体的内容については、外観検査の画像処理・センサなどの開発が想定されている（図表 2.42）。

図表 2.42 機器・技術開発の具体的内容

副問 1 【問 17 で「具体的な機器・技術開発を考えている」「何らかの機器・技術開発の必要性がある」と回答した企業が対象】機器・技術開発の内容を具体的にご記入ください。

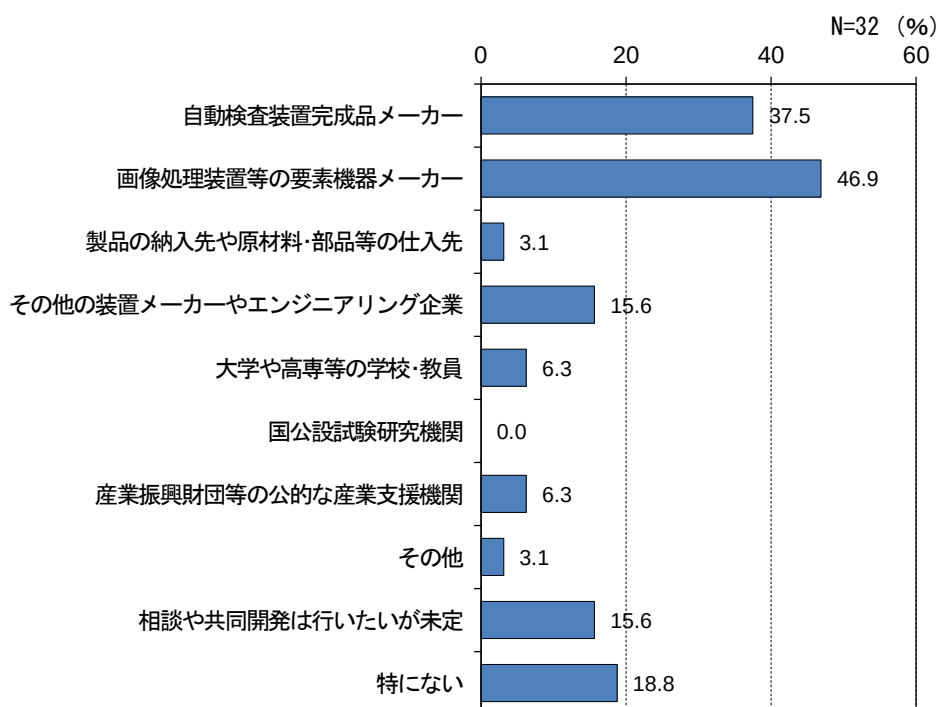
検査対象品等	機器・技術開発の内容
食料品・飲料（飲物）	微生物判定。
繊維工業品（衣服）	生地色判定。印字ラベル不一致発見。
繊維工業品（漁網）	網目の長さの測定、結節形状の良否判定。長く重いものの折り畳む装置。
プラスチック製品（スイッチ関連製品）	製品の形状不良（例：ショートショット）を自動判定できるもの。検査する製品の形、不良が発生する位置は多種多様。
プラスチック製品（射出成形）	プラスチック（透明、有色）の表面検査。透明の内部異物検査。
ゴム製品（タイヤ）	外観の傷、凸凹、異物付着、色合い。
金属製品（自動車部品）	画像判定機器を利用した金属製品（加工面、素材面）の外観品質（欠陥）の良否判定技術。
金属製品（自動車部品）	市販の各種センサの組み合わせ。
金属製品（自動車部品）	製品検査は機器にて行い、そのほかは作業員。すべてを自動化するのではなく、半自動化。
電子・電気機械器具（遮断機等）	画像検査技術の開発。
電子・電気機械器具（変圧器等）	画像処理。
輸送用機械器具（自動車関連）	塗装外観保証するための検査機器（人間の官能判定と同等の精度）。冷媒ガスや水やオイルの漏れ・気密性を保証するための検査機器。
輸送用機械器具（シャフト部品）	種々の形状部（内径加工、セレーション（鋸歯形状）、スプライン（回転動力伝達部品）、ネジ）を検査する装置。
その他（鋳物砂）	①テストピース自動焼成機→自動抗折力試験機→自動計算→（自動計算後の）値転送。②自動照度測定機→（自動照度測定値の）値転送。

b. 機器・技術開発に当たっての協力先の想定と外販意向

機器・技術開発に当たっての協力先については、製造現場で実用化する具体的な機器・技術開発であることから、「自動検査装置完成品メーカー」（38％）や「画像処理装置等の要素機器メーカー」（47％）が特に多く想定されており、国公設試験研究機関や産業支援機関、大学等の活用は少ない（図表 2.43）。

図表 2.43 機器・技術開発に当たっての協力先の想定

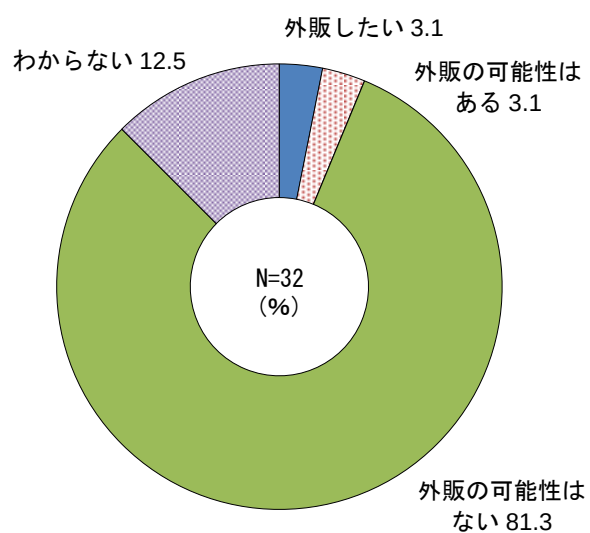
副問2 【問17で「具体的な機器・技術開発を考えている」「何らかの機器・技術開発の必要性がある」と回答した企業が対象】機器・技術開発に当たり、相談や共同開発を行いたい協力先はありますか。（○印はいくつでも）



また、開発した機器・技術の外販意向を有する企業・工場は少ない（図表 2.44）。

図表 2.44 開発した機器・技術の外販意向

副問3 【問17で「具体的な機器・技術開発を考えている」「何らかの機器・技術開発の必要性がある」と回答した企業が対象】開発した機器・技術を外販する考えはありますか。（○印は1つ）

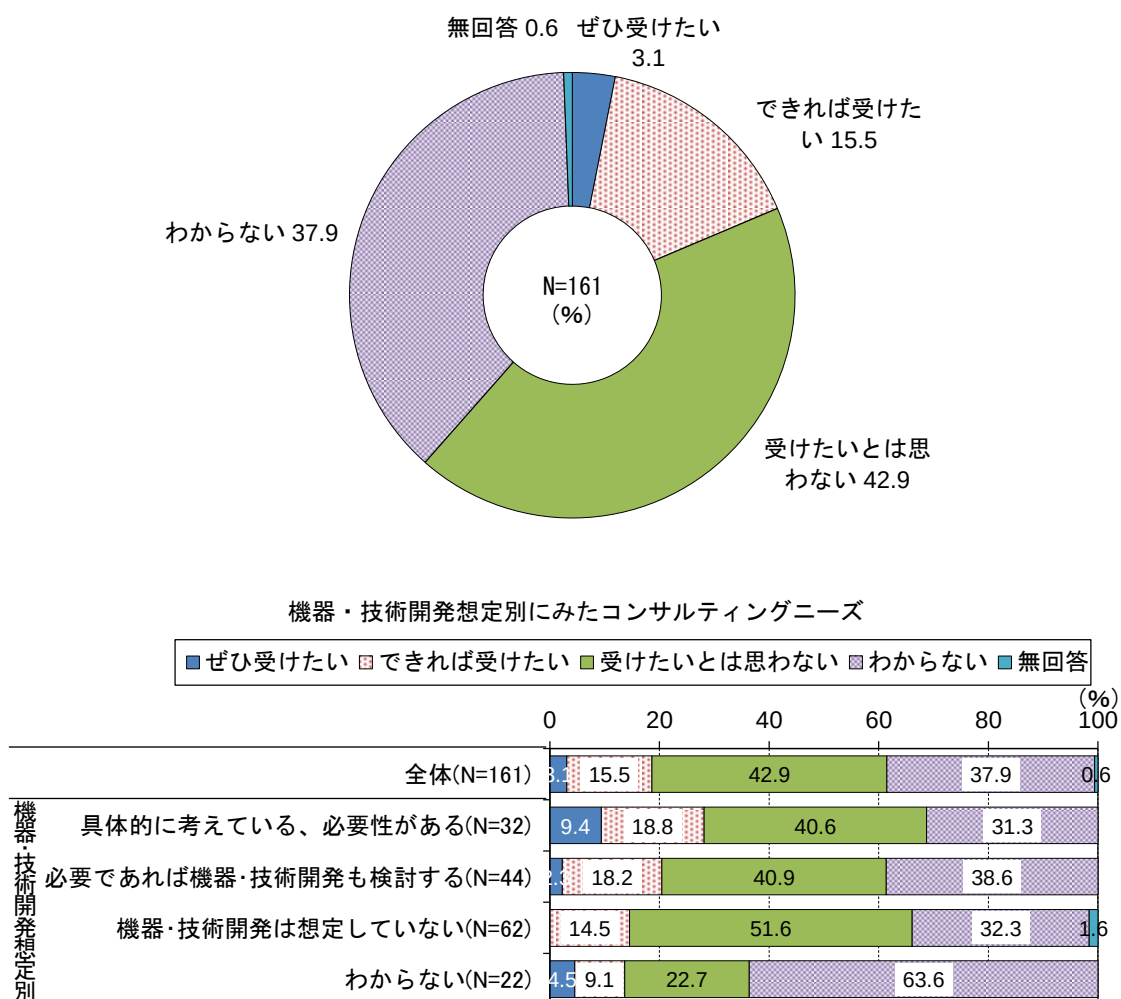


c. 自動化に当たってのコンサルティングニーズ

自動化に当たってコンサルティングニーズを有する企業・工場は 19%であるが、機器・技術開発想定別にみると、機器・技術開発の必要性への認識が高いほどコンサルティングニーズは高まる傾向にある（図表 2.45）。

図表 2.45 自動化に当たってのコンサルティングニーズ

問 18 【自動化したい工程のある企業が対象】当該工程の自動化に当たり、コンサルティングを受ける考えはありますか。（○印は1つ）



d. 機器・技術開発のニーズ・課題に関するヒアリング結果

中国地域のものづくり企業へのヒアリング結果によると、機器・技術開発のニーズ・課題として、モジュール化、技術シーズの情報収集、産学官連携の必要性が指摘されている（図表 2.46）。また、機器・技術の導入方法について、画像処理装置メーカー等の要素機器を購入し検査機器・システム構築を内製化している事例、検査機器・システムの仕様を設計し生産設備メーカーに製造外注する事例がみられる。さらに、多品種少量品の様々な不具合を検査できる人工知能を持ったロボットの国等による開発を期待する意見もある。

図表 2.46 機器・技術開発のニーズ・課題に関するヒアリング結果

区分	内容
モジュール化	○急速な技術進歩に低コストで対応できるよう、最先端のところだけを取り換えていけるようなモジュール化にもっていく必要があるのではないか。
技術シーズの情報収集	○画像処理については技術が進みユーザー企業では技術がわからなくなっている。ユーザー、特に現場サイドがシーズをもっと知る必要がある。
産学官連携	○検査の自動化については、単純にシーズ・ニーズのマッチングで終わるものは少なく、研究開発の要素が高いと思われる。それを念頭に置いてマッチングを進めてほしい。
機器・技術の導入方法	○検査自動化に当たっては、既存の検査機器を導入し、自社のノウハウを活かして製品・目的に応じたアルゴリズムやソフトの開発を内製化して使用する考えである。そうでないと検査機器は使い物にならない。 ○検査装置は、見る項目によりセンサを変え、画像で見る場合は画像処理装置、電気的な検査は市販の計器を調達し、ケースバイケースで外注する場合とハード・ソフトとも社内で内製化する場合がある。 ○インラインの自動検査装置は、市販品をそのまま導入することではなく、NC工作機等の加工品の検査であればNC工作機メーカーに仕様要求して設置し、非破壊、磁気や渦流探傷等の装置はそれらの専用機メーカーに仕様発注するものがほとんどである。 ○プラスチック部品の外観検査では、カメラによる画像識別が考えられ、5年以上前だが客先や商社に相談し社内で検討もしたが、曲面を持つ小物部品は難易度が高く低単価に見合うコスト面での制約もあることから断念した。また、不具合の内容が多岐にわたること、多品種少量生産で頻繁に切り替えが必要なことも制約となる。人間のように多品種少量品の様々な不具合を検査してくれる人工知能を持ったロボットができれば、高額でも購入して使いたい。そのようなロボットを一企業が開発するのは困難なので、国とかが主体となって開発するようになれば実現するのではないだろうか。

2. 5. 自動検査の現状と課題

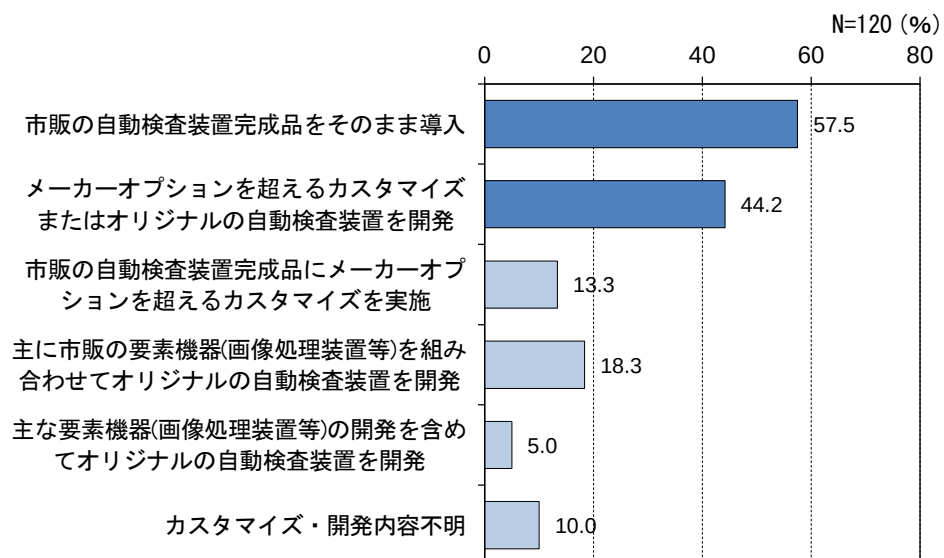
2. 5. 1. 自動化の手法と目的

a. 自動化の手法

自動検査を実施している企業・工場では、「市販の自動検査装置完成品をそのまま導入」するケースが 58%であるのに対し、「メーカーオプションを超えるカスタマイズまたはオリジナルの自動検査装置を開発」するケースが 44%を占めている（図表 2.47）。

図表 2.47 自動化の手法

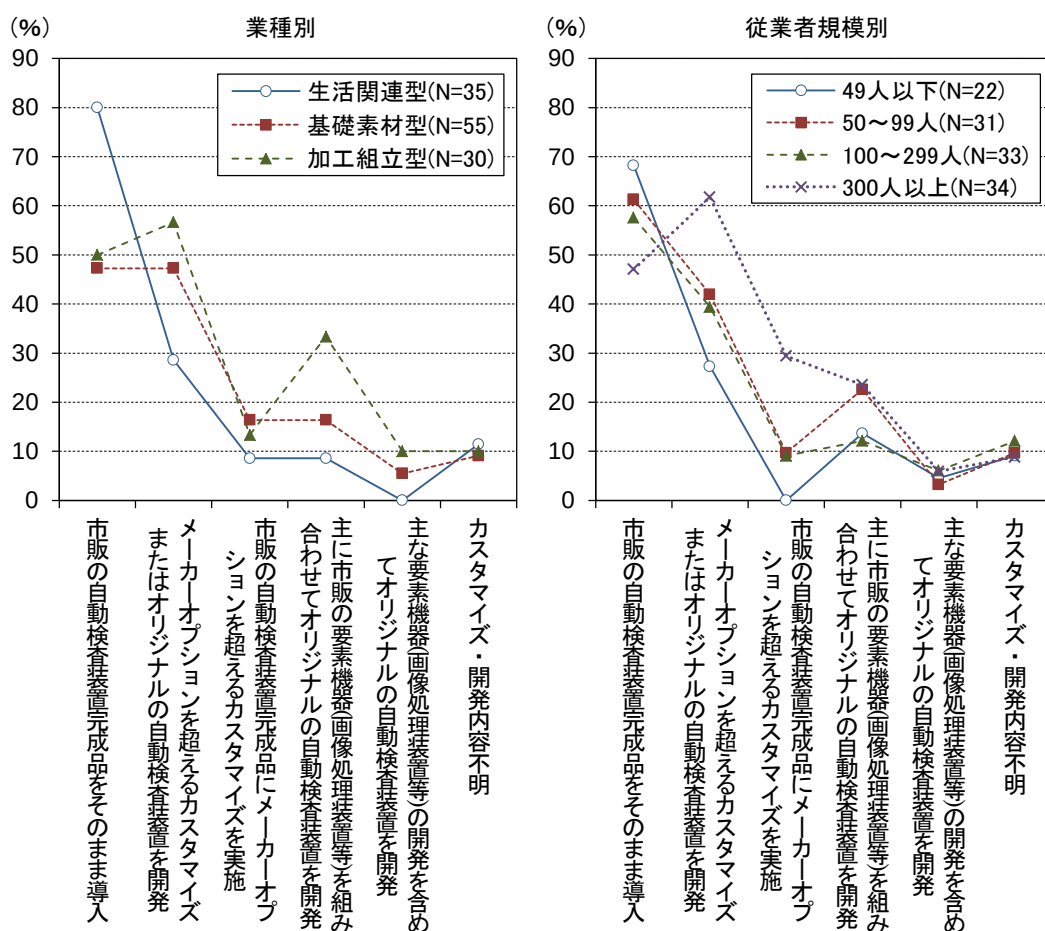
問 20 【自動検査の実施企業が対象】導入している自動検査装置は次のどれに該当しますか。（○印は
いくつでも）



これを業種別にみると、「市販の自動検査装置完成品をそのまま導入」するケースは生活関連型で特に多く、基礎素材型と加工組立型では「市販の自動検査装置完成品をそのまま導入」するケースと「メーカーオプションを超えるカスタマイズまたはオリジナルの自動検査装置を開発」するケースがほぼ半々である。

また、従業者規模別にみると、規模が大きいほど「市販の自動検査装置完成品をそのまま導入」するケースは少なく、「メーカーオプションを超えるカスタマイズまたはオリジナルの自動検査装置を開発」するケースが多くなり、300人以上の大規模企業では「メーカーオプションを超えるカスタマイズまたはオリジナルの自動検査装置を開発」するケースの方が多い。

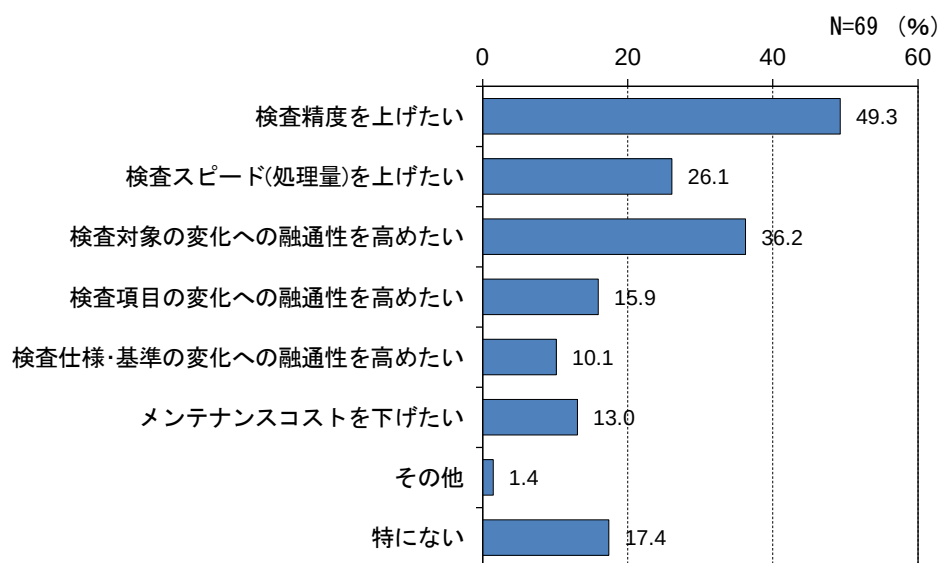
図表 2.47 自動化の手法－つづき－



なお、市販の自動検査装置完成品をそのまま導入した企業・工場では、改善したい点として「検査精度を上げたい」（49%）、「検査対象の変化への融通性を高めたい」（36%）、「検査スピード（処理量）を上げたい」（26%）としており、検査精度、検査対象の変化への融通性、検査スピードの向上を志向している（図表 2.48）。

図表 2.48 市販自動検査装置完成品の改善したい点

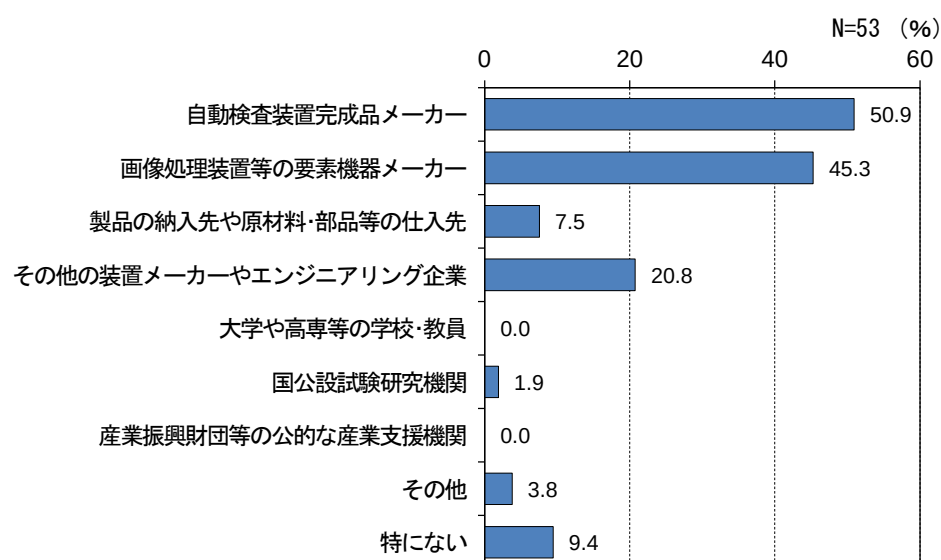
副問1 【問20で「市販の自動検査装置完成品をそのまま導入」と回答した企業が対象】市販の自動検査装置完成品に改善したい点がありますか。（○印はいくつでも）



また、メーカーオプションを超えるカスタマイズまたはオリジナルの自動検査装置を開発した企業・工場が相談や共同開発を行った協力先としては、自動化意向のある企業・工場の想定と同様に、「自動検査装置完成品メーカー」(51%)や「画像処理装置等の要素機器メーカー」(45%)が特に多く、国公設試験研究機関や産業支援機関、大学等の活用は少ない(図表 2.49)。

図表 2.49 自動検査装置のカスタマイズや装置開発に当たっての協力先

副問2 【問20で「市販の自動検査装置完成品にメーカーオプションを超えるカスタマイズを実施」「主に市販の要素機器(画像処理装置等)を組み合わせるオリジナルの自動検査装置を開発」「主要素機器(画像処理装置等)の開発を含めてオリジナルの自動検査装置を開発」と回答した企業が対象】カスタマイズや装置開発に当たり、相談や共同開発を行った協力先はありますか。(〇印はいくつでも)

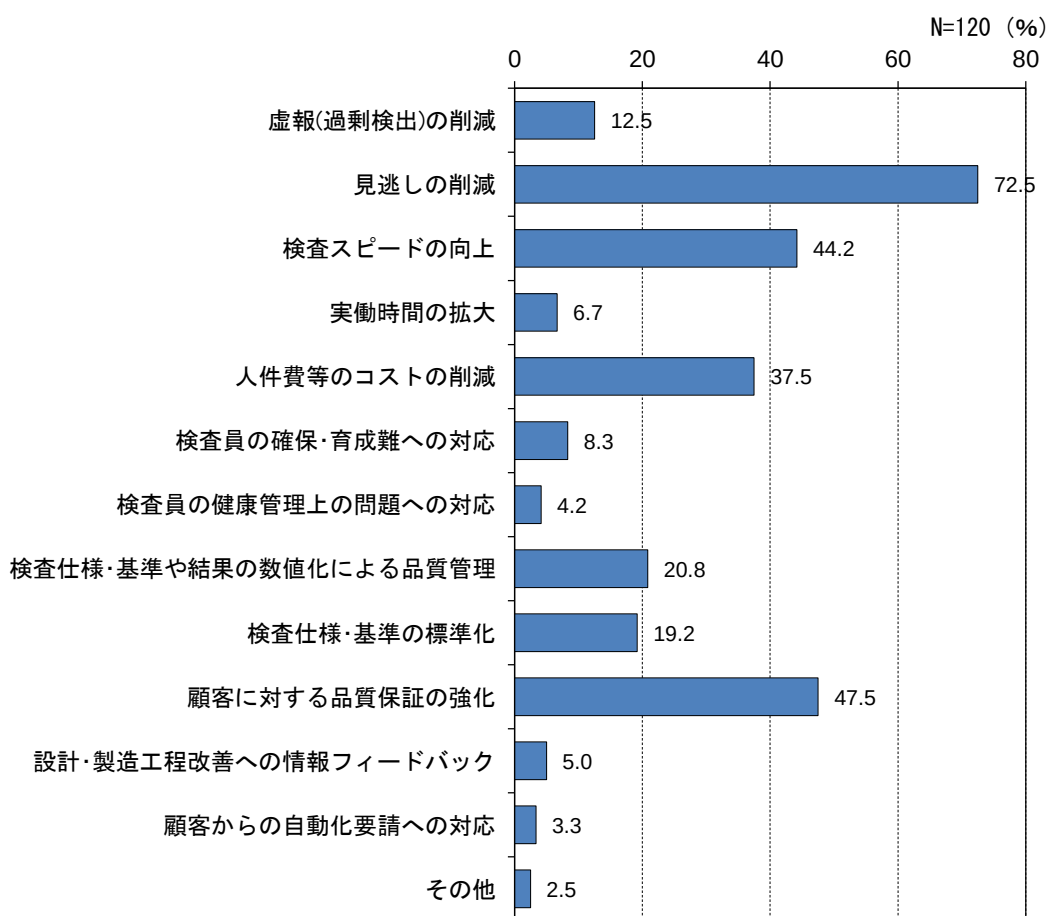


b. 自動化の目的

自動検査を実施している企業・工場の自動化の目的は、自動化意向のある企業・工場の意向と同様に、「見逃しの削減」(73%)が最も多く、これに「顧客に対する品質保証の強化」(48%)を含め、検査品質向上が主な狙いである(図表 2.50)。さらに、「検査スピードの向上」(44%)による効率化や、「人件費等のコストの削減」(38%)に示されるコストダウンを目的としている。

図表 2.50 自動化の目的

問 21 【自動検査の実施企業が対象】自動化の目的は何ですか。(〇印はいくつでも)



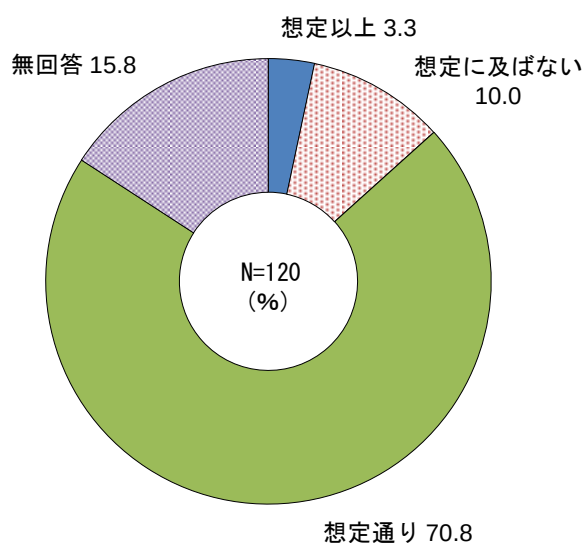
c. 自動化の効果

検査工程を自動化した効果については、「想定通り」が71%と大半を占めるが、「想定以上」が3%であるのに比べ、「想定に及ばない」が10%と多い（図表 2.51）。

想定に及ばない具体的内容をみると、虚報・見落としや融通性のなさなど、機器の能力不足が多く挙げられている（図表 2.52）。

図表 2.51 自動化の効果

問 22 【自動検査の実施企業が対象】自動化の効果について、総じてどのように評価していますか。（○印は1つ）



図表 2.52 自動化の効果が想定以上または想定に及ばない具体的内容

副問 【問 22 で「想定以上」「想定に及ばない」と回答した企業が対象】「想定以上」または「想定に及ばない」内容を具体的にご記入ください。

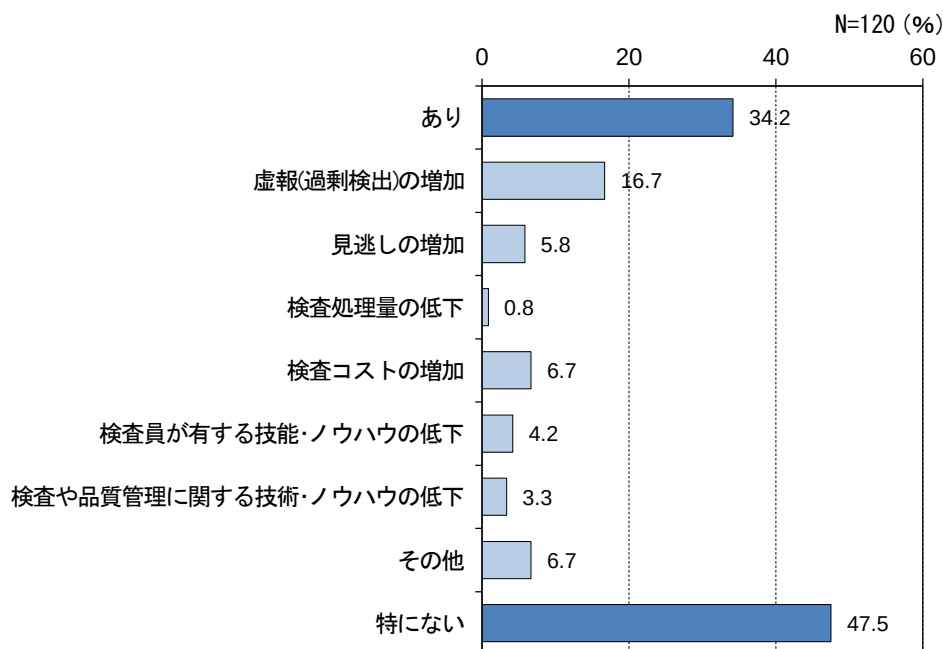
区分	具体的な内容
想定以上	○リスク低減。 ○定量的なデータがスピーディーに得られるようになった。
想定に及ばない	○できる、できないの判断が現時点でできない。 ○故障が多い。 ○虚報がある。 ○カタログと実能力が一致しない。 ○見落としがある。 ○融通性がない。 ○検査能力が信頼できない場合がある。 ○分析装置のため、顧客とのクロスチェックにおいて誤差が出ることが多々ある。 ○画像検査機調整をよりよい状態にしようとしても、スキル不足、精度に限界があると思う。 ○カメラの性能不足。 ○現場の環境の変化への対応（照明など）。検査員 1 人が行う検査の作業項目をすべて自動化するにはさまざまな技術が必要。

d. 自動化により新たに発生した問題点

検査工程を自動化した企業・工場の 34%は、新たに発生した問題があるとしている（図表 2.46）。その内容を具体的記述を含めてみると、自動化の主目的が見逃しの削減であることを反映して「虚報（過剰検出）の増加」が多いが、自動化の目的に反する「見逃しの増加」や「検査コストの増加」のほか、「検査員が有する技能・ノウハウの低下」を挙げる企業・工場もみられる（図表 2.53、図表 2.54）。

図表 2.53 自動化により新たに発生した問題点

問 23 【自動検査の実施企業が対象】自動化により新たに発生した問題がありますか。（○印はいくつでも）



図表 2.54 新たに発生した問題に対応する上で困っている点

副問 【問 23 で何らかの問題点を回答した企業が対象】新たに発生した問題に対応する上で困っていることがあれば具体的にご記入ください。

問題点	対応する上で困っていること
虚報（過剰検出）の増加	○再検査の工数削減。 ○閾値の設定と造り手側の改善。 ○機器の精度維持。
見逃しの増加	○ウェイトチェッカーでの総重量チェック。餃子 30 粒入りで 29 粒入りでも通過してしまう。 ○ガスクロマトグラフィーでは、ピーク位置が少しずれるだけで、違う物質に帰属されることがある。規格にある物質が検出されないことがある。
検査コストの増加	○判定機用のマスター管理が増加。判定機そのものの異常の検出が難しい。
検査員が有する技能・ノウハウの低下	○外部指導、外部情報がなかなか受けにくい状態である。 ○検査員の技能や知識低下。検査行為からオペレーター行為に作業が変わってしまった、考えることがなくなってしまった。 ○人員（能力不足）。
その他	○お客さまが設置されたとき、品質要求が厳しくなる。 ○自動化によりメンテナンス技術が必要となるが、新たに教育をするのに時間が掛かる。
—	○自動化で装置の基準がずれて不良が大量発生してしまうので、管理が必要になる。

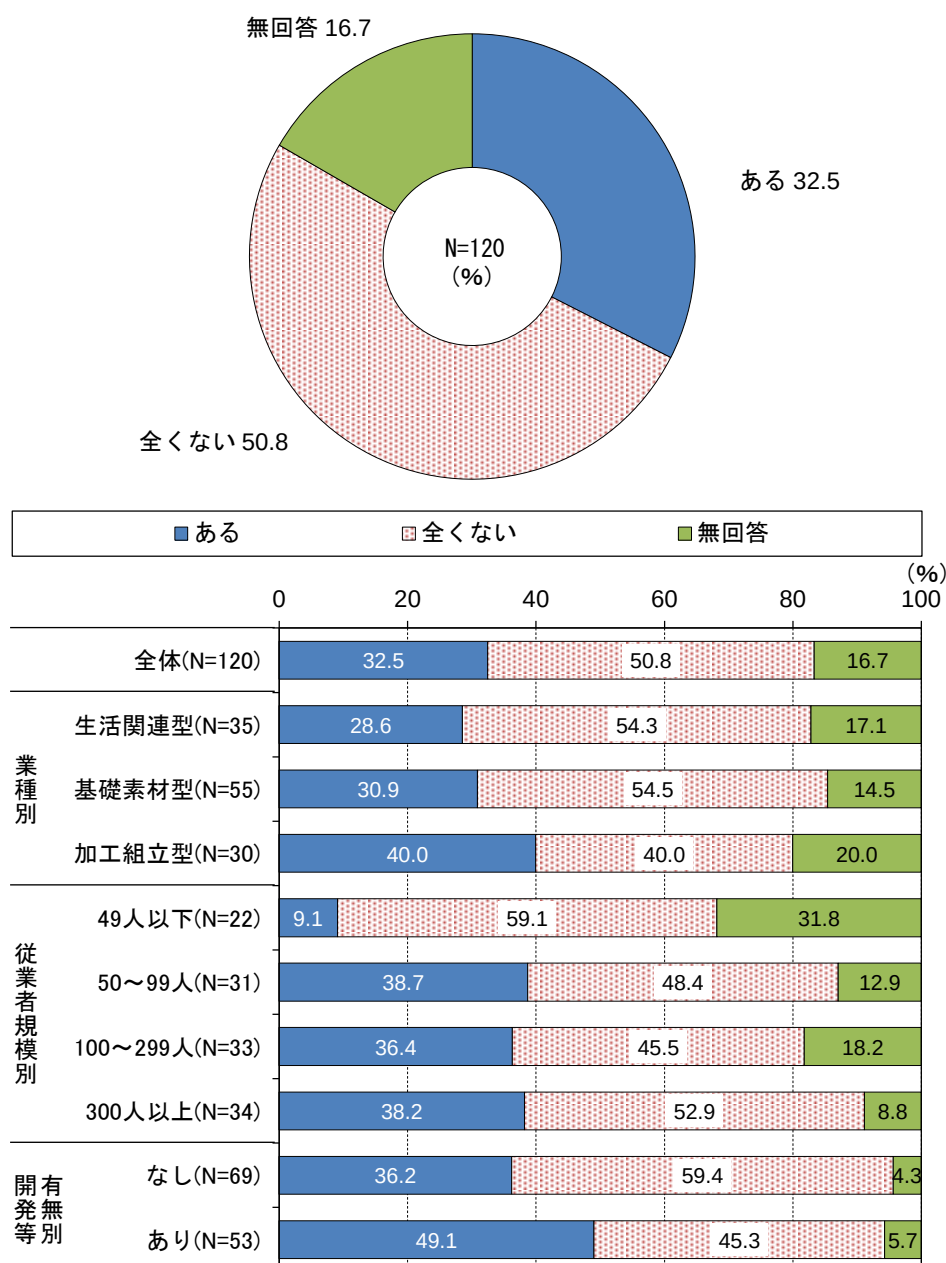
e. 自動検査工程の高度化意向

検査工程を自動化した企業・工場の 33%は、自動検査工程の高度化意向があるとしている（図表 2.55）。

業種別では加工組立型で高度化意向が強く、従業者規模別では反対に 49 人以下の高度化意向が弱い。また、自動化に当たっての機器のカスタマイズ・開発の有無別にみると、カスタマイズ・開発を実施した企業・工場の方が高度化意向は強い。

図表 2.55 自動検査工程の高度化意向

問 26 【自動検査の実施企業が対象】自動検査を行っている工程で自動化をさらに進歩させたい工程はありますか。（○印は 1 つ）



なお、自動検査工程高度化の具体的内容をみると、検査装置の精度・能力向上や、汎用性・融通性の強化（検査対象品・項目の拡大）が志向されているほか、人による操作等の改善、低コスト化や、データ・生産管理強化の狙いもみられる（図表 2.56）。

図表 2.56 自動検査の工程を進歩させたい具体的内容

副問 【問 26 で「ある」と回答した企業が対象】自動検査の工程を進歩させたい具体的な内容をご記入ください。

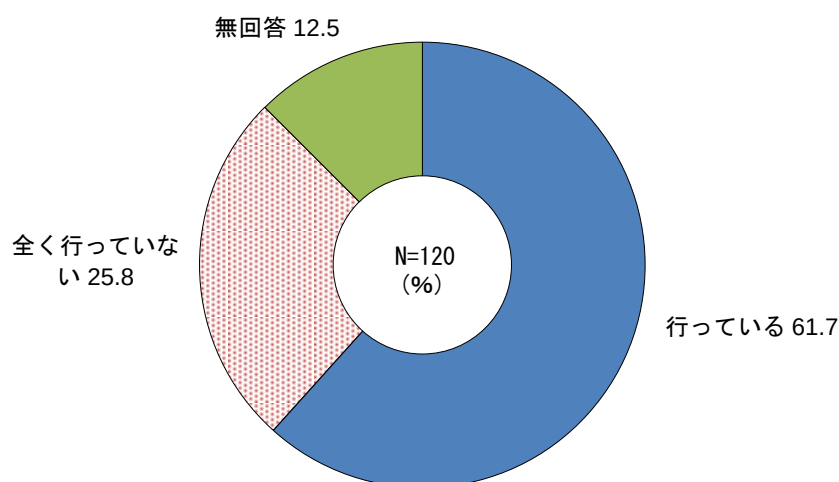
区分	具体的な内容
装置精度・能力向上	○はんだ状態の精度を上げる。画像検査精度を上げることで人による目視検査の負担軽減。 ○ラベルの画像処理能力。 ○画像処理能力。 ○人の目のようにしたい。 ○金属検出機、エックス線検出機の検出精度を安定させたい。 ○検出精度の維持。 ○製品の検査精度の向上とバラツキ低減、再現性向上（ときどき、大きく外れた値がでるが原因不明）。 ○多種の欠陥事象に対する対応能力。 ○表面の状態や照明のムラなどの影響を防止したい（キズ、不良の適切な検出）。濃淡の適切な検出。費用対効果を考えると厳しい。
検査対象品・項目等の拡大	○オンラインGC（ガスクロマトグラフ）を気体の分析に使っており、液体にも適用したいが、ハードルが高い。 ○他への横展開、全自動化、手動による不良除去などの排除。 ○異物（バリ残り、付着）の検出。欠けや裂けなどの外観欠陥。 ○異物混入。 ○基板外観検査および通電検査、板金塗装の官能検査。 ○気密検査。 ○商品形態の画像処理。 ○人はどうしてもミスをするので自動検査を取り入れたい。 ○全く人の手が入らない完全自動化。 ○対象設備を増やす。 ○対象品種を拡大したい（パラメータチューニング）。 ○目視検査（最終検査）。色や品質不良。
人による操作等の改善	○ハンドリングで誤差がでるような前処理を少なくしたい。 ○機械的に検出できないものの補完。 ○手作業後の確認検査。
低コスト化	○低コストで、LEDの色調・輝度を検査できるようにしたい。
データ・生産管理強化	○IoTを活用した生産管理。 ○画像情報の保存、検出力向上など。 ○基準に対してOK・NGを判定させるだけでなく、データを記録し、品質改善に役立てていきたい。 ○検査データ集計結果の前工程へのフィードバック。

2. 5. 2. 自動化を通じたデータ化の状況

検査工程を自動化した企業・工場の 62%は、自動化を通じて製品の仕上がり状態や検出した欠陥の大きさ・数などをデータ処理し数値化しており、数値データを「製造工程の改善」(62%)、「顧客への品質保証」(50%)、「ロットの管理」(38%)などに活用している(図表 2.57、図表 2.58)。

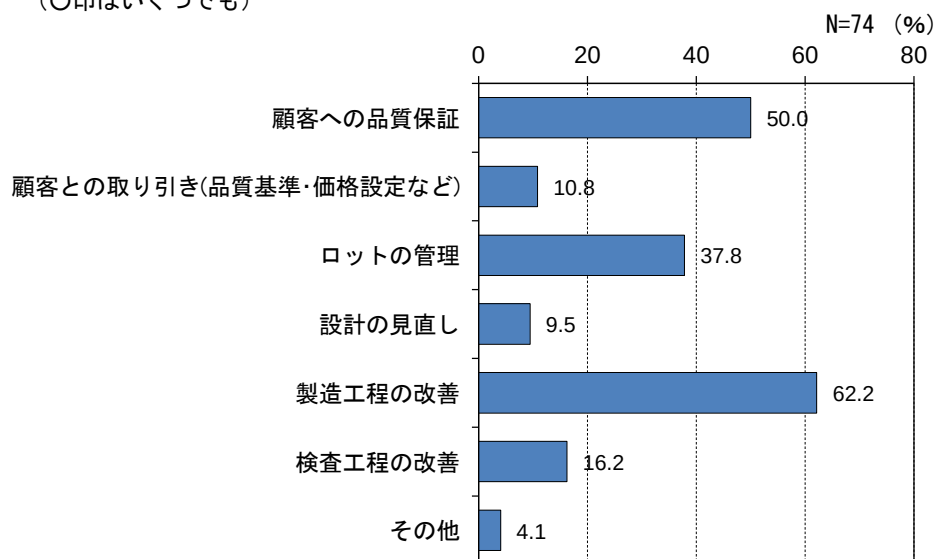
図表 2.57 自動化を通じたデータ化の有無

問 24 【自動検査の実施企業が対象】自動化を通じ、製品の仕上がり状態や検出した欠陥の大きさ・数などをデータ処理し数値化していますか。(○印は1つ)



図表 2.58 数値データの活用方法

副問 1 【問 24 で「行っている」と回答した企業が対象】数値データはどのように活用していますか。(○印はいくつでも)

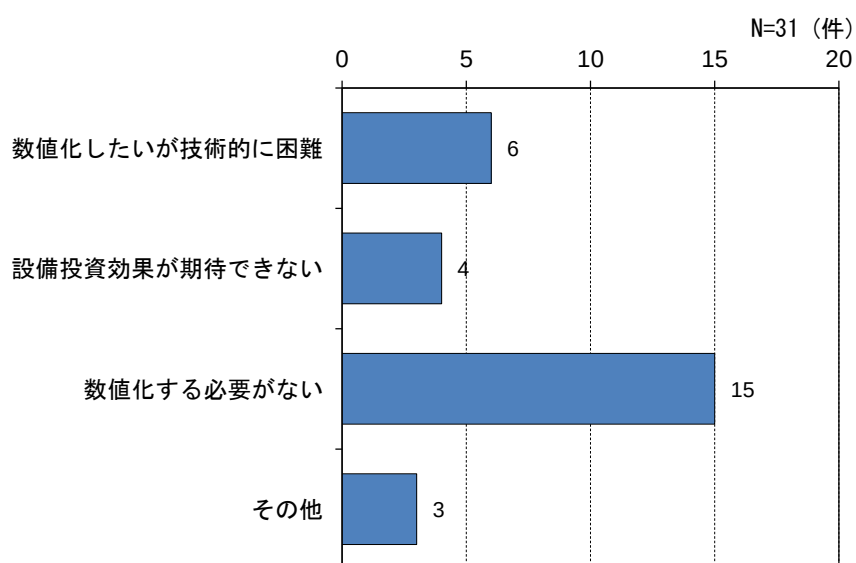


なお、数値化していない主な理由は、「数値化する必要がある」ことである（図表 2. 59）。

また、「数値化したいが技術的に困難」とする企業・工場では、技術的な問題点として、「センサーの検出精度・認識性能が不足」、「データ処理系の性能が不足」、「検査スピードが低下する」ことが挙げられている（図表 2. 60）。

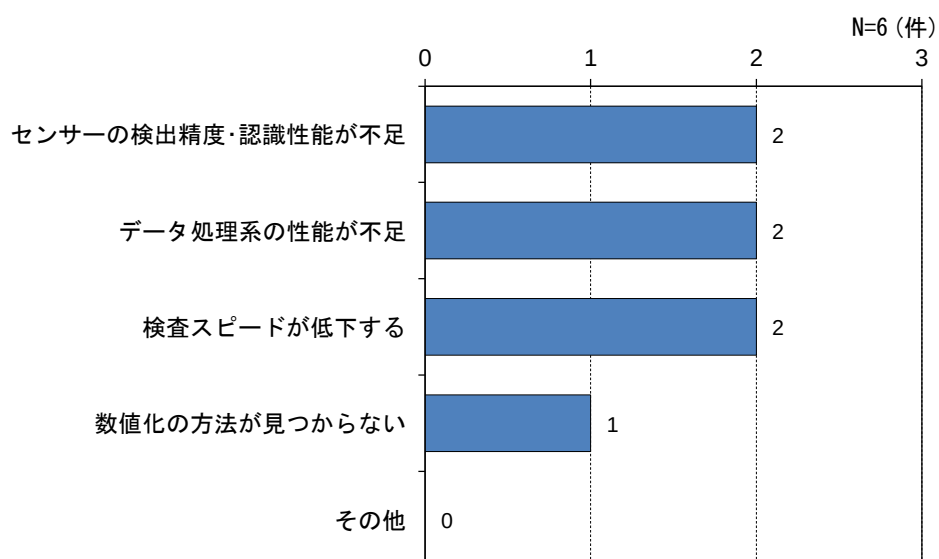
図表 2. 59 数値化していない理由

副問2【問 24 で「全く行っていない」と回答した企業が対象】数値化していない理由は何ですか。（○印はいくつでも）



図表 2. 60 数値化の技術的な問題点

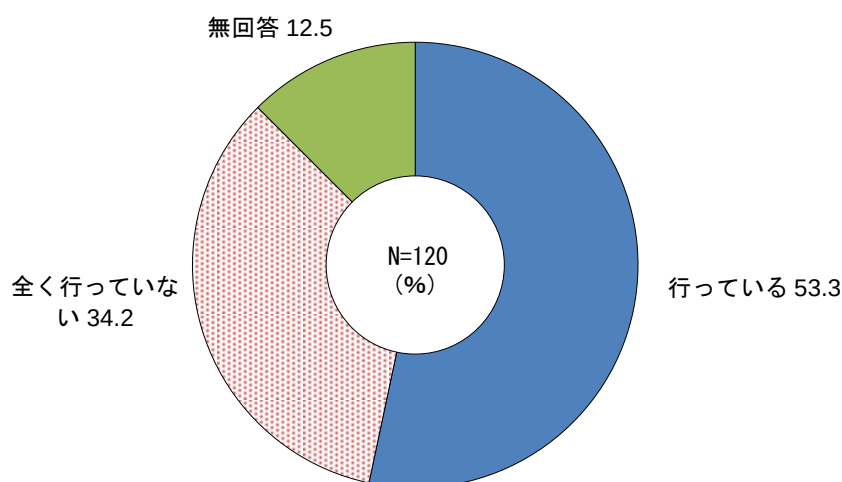
副々問【副問2で「数値化したいが技術的に困難」と回答した企業が対象】技術的な問題点は何ですか。（○印はいくつでも）



さらに、検査工程を自動化した企業・工場の 53%は、品質・生産性の維持・向上のため、新たな種類の欠陥の発生や虚報・見逃しについてデータ分析・チェックを行っている（図表 2.61）。

図表 2.61 自動化工程のデータ分析・チェックの有無

問 25 【自動検査の実施企業が対象】自動化した工程において、品質・生産性の維持・向上のため、新たな種類の欠陥の発生や虚報・見逃しについてデータ分析・チェックを行っていますか。（○印は1つ）



自動化を通じたデータ化について、中国地域のものづくり企業等へのヒアリングにおいては、データによる品質管理の必要性のほか、ブラックボックス化による技能・ノウハウ低下への懸念が示されている（図表 2.62）。

図表 2.62 自動化によるデータ化・データ分析に関するヒアリング結果

区分	内容
データによる品質管理	○自動化というのは手段で、基本は、官能から計測へということで、データを取って定量的に品質管理するのが大きな流れ。重要な特性は全数を定量的に測ってデータを残すことを目指している。 ○ゴム成形品の画像検査装置で不良項目と数はカウントされるので、製造現場にフィードバックし改善に活用している。 ○検査データの活用として、特定の仕入先からの原材料に異物混入が多いことがわかるので、データと異物実物をフィードバックし改善してもらうことがある。
技能・ノウハウの低下	◇製造現場では日々の改善が製品品質の維持、コスト削減、歩留り向上につながるが、逆に自動化したところはブラックボックス化してしまう恐れがある。自動化後も過検出になっていないか、新たな欠陥の見逃しが発生していないかのチェック体制が必要である。

（注）○：ものづくり企業、◇：検査機器メーカー・大学等

2. 6. 検査の自動化に関する既存調査との比較

検査の自動化に関して、公設試験研究機関や学会により比較的最近実施された既存の調査結果を調べ、ユーザー企業や自動検査装置製造企業が抱える課題等について整理し、中国地域のものづくり企業を対象とする調査結果との比較を行った。

2. 6. 1. 熊本県産業技術センターが実施した外観検査ニーズに関する調査研究

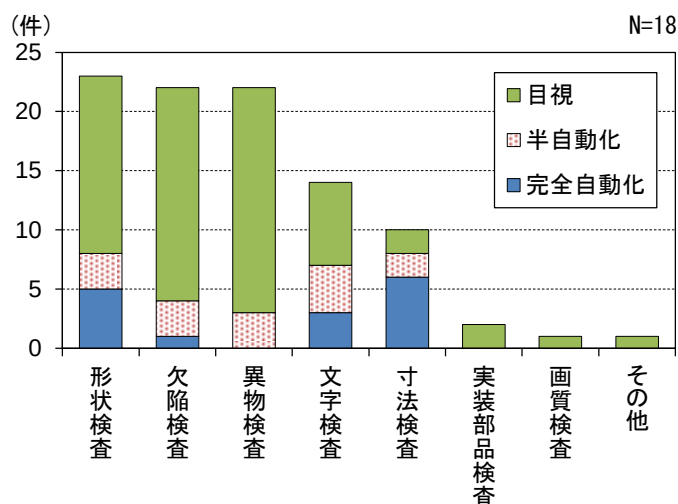
熊本県産業技術センターは、熊本県内企業の外観検査の自動化を支援するため、自動化の状況と企業が抱える外観検査の諸問題を明らかにすることを目的として、2001年度、半導体後工程関連企業を中心に外観検査に関するニーズ調査を行っている。

この調査は、電気機械器具製造業、金属製品製造業、一般機械器具製造業の合計18社を対象として実施され、検査の概要と状況、外観検査の問題点、自動化への取組状況等が取りまとめられており、調査結果に基づく考察では、以下の点が指摘されている。

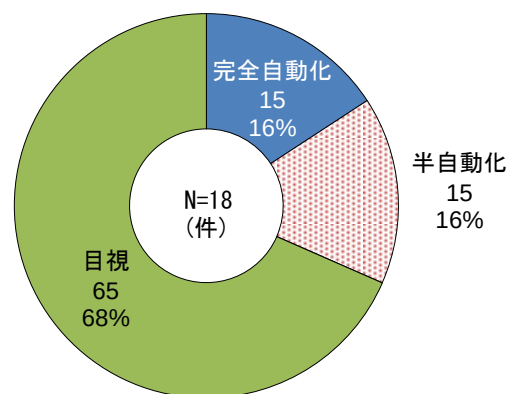
a. 自動化の状況

寸法検査等の計測関係については自動化が進んでいるものの、形状検査、欠陥検出および異物検出については自動化が遅れており、7割近くの外観検査が目視で行われている（図表 2.63、図表 2.64）。

図表 2.63 検査項目ごとの自動化状況



図表 2.64 外観検査自動化率



資料：重森清史・園田増雄「外観検査ニーズに関する調査研究」（熊本県工業技術センター「熊本県工業技術センター研究報告第42号（平成15年度）」所収）、以下同様

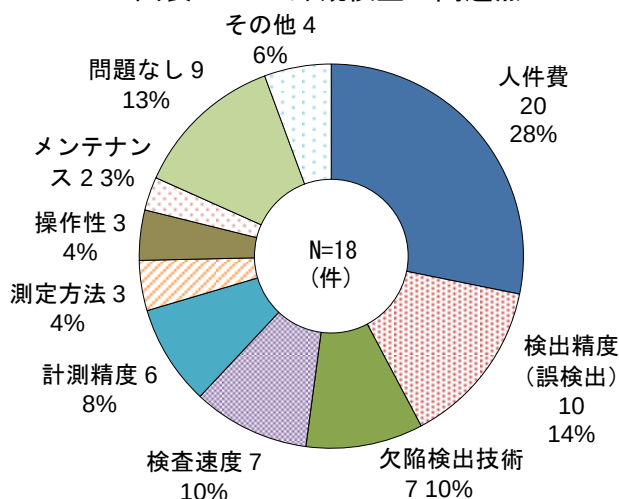
b. 外観検査上の問題点

外観検査上の問題点として一番多く挙げられたのが人件費であった（図表 2.65）。多数の検査員を抱え、海外からの安価な製品に対抗する必要がある企業の場合、早急な対策が必要である。

同時に、導入した自動検査装置の検出精度についても問題となっている。これは、品質および歩留りを良くしようとするのとトレードオフになるが、企業としてはその両方を満足しなければならず、重要な問題となっている。

また、画像処理上の問題点としては、異物を含んだ欠陥検出技術が問題となっており、検出精度の高い検出方法の開発が望まれている。

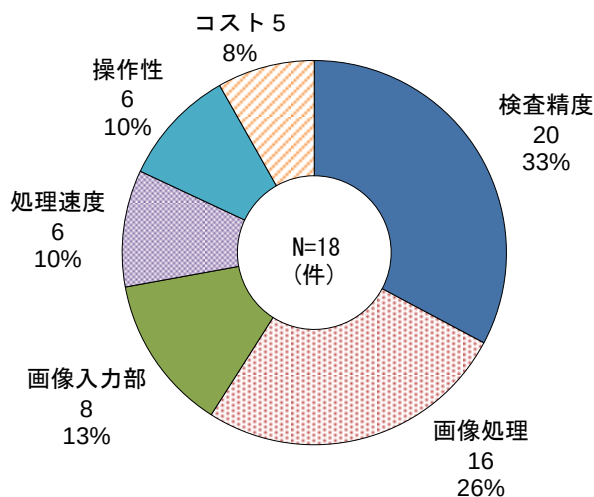
図表 2.65 外観検査の問題点



c. 自動化失敗の原因

現在目視で行っている異物検査、欠陥検査の約半分の項目に対して、何らかの試みが過去になされているが、検査精度、画像処理および画像入力部の問題から、断念せざるを得なかったことがわかった（図表 2.66）。今後は、欠陥、異物検査の自動化を行うには、これらの問題をクリアする必要がある。

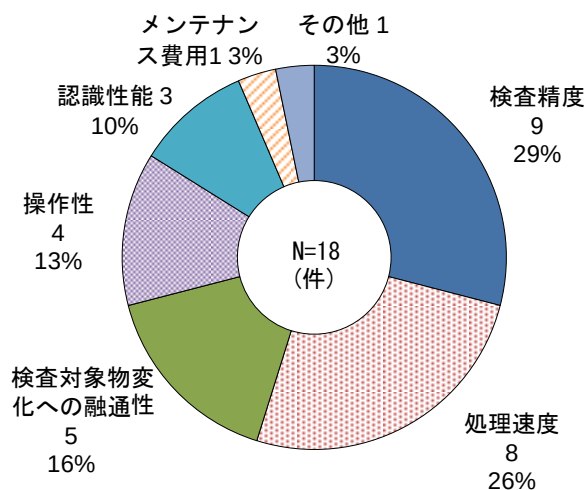
図表 2.66 自動化失敗の原因



d. 市販の画像処理装置への不満

市販の画像処理装置への不満も調査したところ、こちらも検出精度（29％）への不満が一番多かった（図表 2.67）。次に、検査速度（26％）が続いたが、検査対象物変化への融通性（16％）も、多品種少量生産の現在においては、大きな問題である。

図表 2.67 画像処理装置への不満



2. 6. 2. 精密工学会画像応用技術専門委員会「感察工学研究会」が実施した製品の目視検査に関するアンケート調査

精密工学会画像応用技術専門委員会の下に設置された「感察工学研究会」は、目視検査の課題を明らかにするとともに目視検査の改善に対するニーズを把握することを目的として、2011年12月に同専門委員会主催で開催された「ビジョン技術の実利用ワークショップ View2011」の参加者を対象として「製品の目視検査に関するアンケート調査」を行っている。

この調査では、自動化の程度、自動化の阻害要因、自動化の効果等、自動化の実態を調査するとともに、検査員の配置・訓練状況、検査スペックの整備状況、使用している照明器具・治工具等、目視検査の実態についても詳細に調査している。また、今後の目視検査と自動検査のあり方について、企業がどのように考え方しているかについても調査している。

回答者は41名で、従事している産業分野は主に製造業、医療、サービス業である。

このたび、同研究会の協力によりアンケートデータの提供を受けることができたため、その結果の一部について以下に整理した。

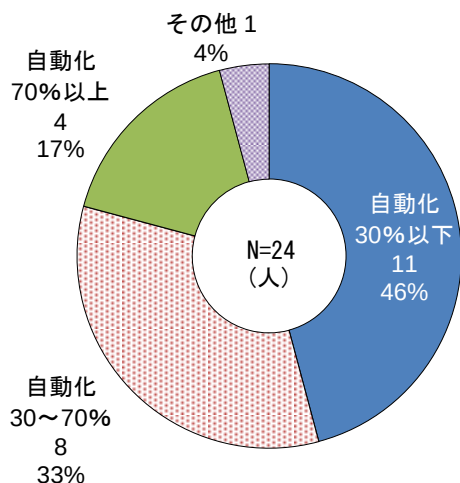
なお、質問により有効回答数が異なること、複数回答の質問があることから、母数が回答者数と一致しないものがある。

a. 自動化の状況および目視検査を続けている理由について

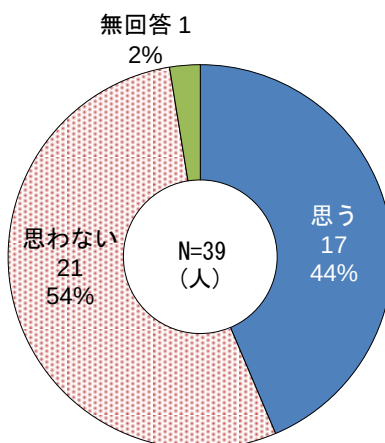
約半数が自動化率30%以下で、自動化が進んでいると思わないと考えているが、約7割が今後は自動化が進むとみている（図表2.68、図表2.69、図表2.70）。

目視検査を続けている理由としては、導入コストの問題より技術的な困難さを挙げている回答が多く、そのポイントとなるのは検査対象やスペックの変化に対する柔軟性である（図表2.71、図表2.72）。

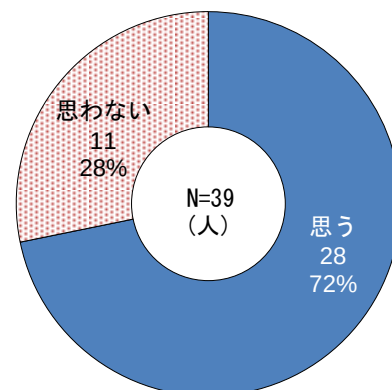
図表 2.68 目視検査と自動検査の比率



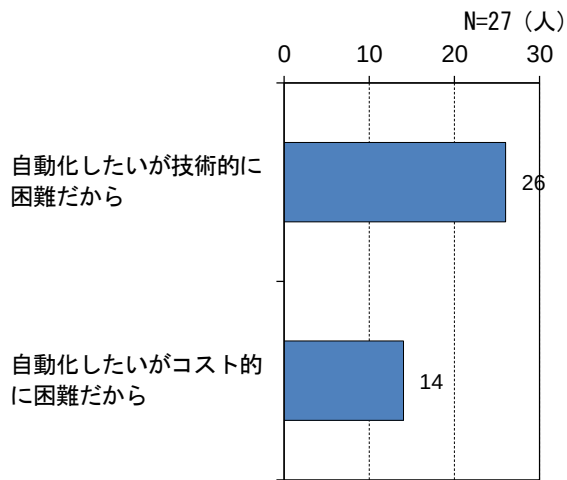
図表 2.69 自動化が進んでいると思うか



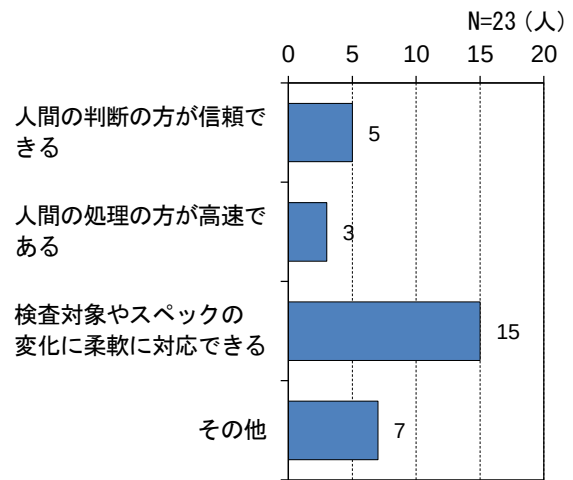
図表 2.70 今後、自動化が進むと思うか



図表 2.71 現在も目視検査を続けている理由



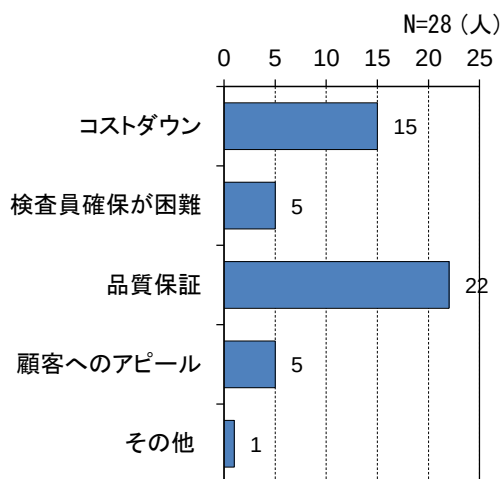
図表 2.72 目視検査を続けている理由のポイント(目視検査のメリット)



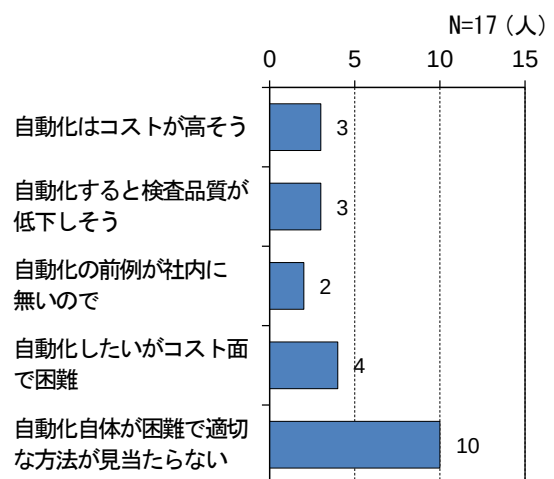
b. 自動化の目的(動機)および自動化検討を避けた理由について

自動化の目的としては、コストダウンよりも品質保証が上回っている(図表 2.73)。また、自動化の検討を避けた理由についても、コスト面より技術的な困難さを挙げる回答が多い(図表 2.74)。

図表 2.73 自動化の動機の重要点



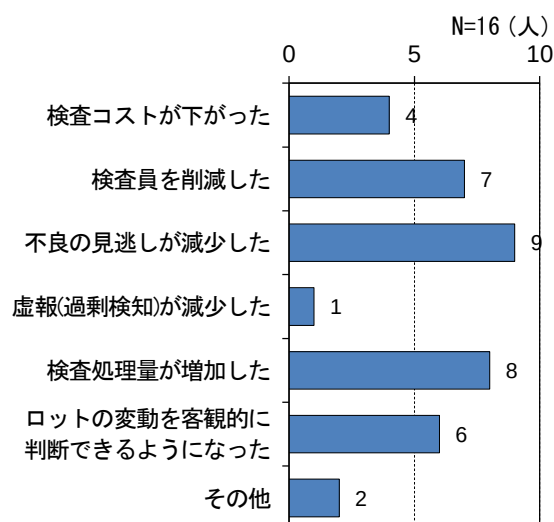
図表 2.74 自動化の検討を避けた経験がある場合その理由



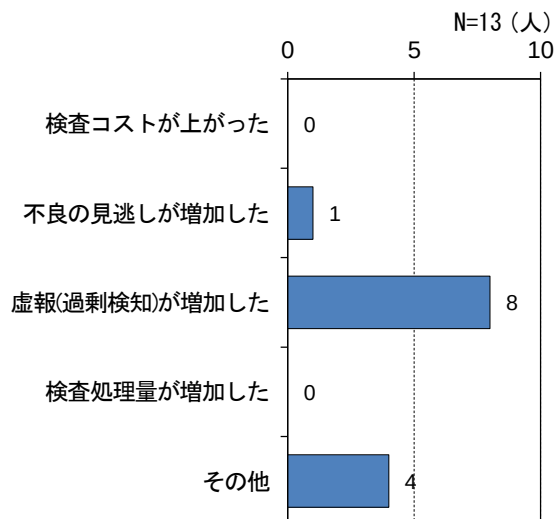
c. 自動化の効果と発生した問題点について

自動化によって、不良の見逃し減少、検査処理量増加の効果が得られた一方で、虚報（過剰検知）の増加などの新たな問題が発生したケースがみられる（図表 2.75、図表 2.76）。

図表 2.75 自動化による効果



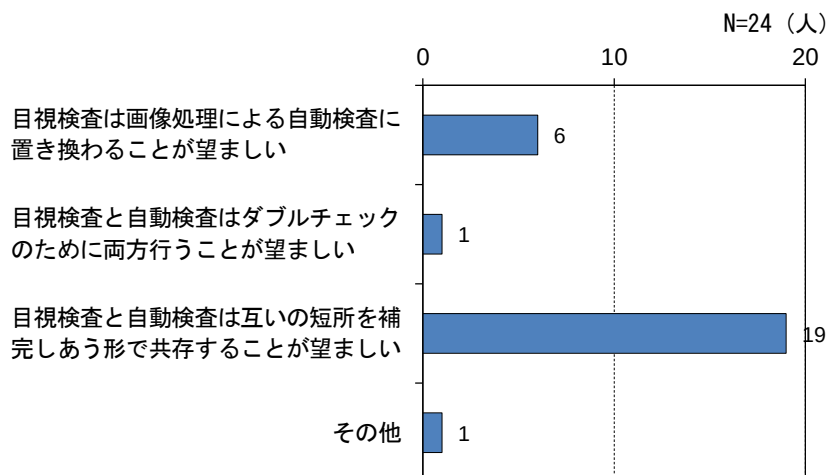
図表 2.76 自動化により発生した問題点



d. 目視検査と自動検査のあり方について

約 8 割の回答者が目視検査と自動検査はお互いの短所を補完し合う関係が望ましいとしている（図表 2.77）。

図表 2.77 目視検査と自動検査のあるべき姿



2. 6. 3. 中国地域のものづくり企業を対象とした調査結果との比較

調査の実施時期、対象および回答数が異なるため単純に比較できないが、前節までに示した中国地域のものづくり企業を対象としたアンケート調査と上記二つの調査の結果から、定性的な共通点として以下の点が挙げられる。

- a. 自動化の目的として、コスト面より品質保証面が優先されている。(p 60・図表 2. 50、p 72・図表 2. 73)
- b. 自動化に取り組んだが失敗・断念した理由として、コスト面より検査機器の精度不足・融通性など技術的な問題が多い。(p 27～28・図表 2. 19、p 69・図表 2. 66)
- c. 市販の検査機器への不満・改善したい点として、検査速度、検査精度、検査対象物の変化への融通性が大きなウェイトを占めているが、検査速度よりも精度・融通性のウェイトがより高い傾向にある。(p 64・図表 2. 56、p 70・図表 2. 67)
- d. 自動化によって不良の見逃し減少、検査処理量の増加の効果が得られた一方で、主に虚報の増加の問題が発生したケースが比較的多い。(p 60～62・図表 2. 50～54、p 73・図表 2. 75～76)
- e. 人による検査と自動検査の関係性では、どちらも重要であり両者は補完し合う形で共存すると考えている企業が大半を占めている。(p 13～15・図表 2. 5～7、p 73・図表 2. 77)

このことは、検査工程の自動化においては、検査装置の導入のみに焦点を当てるのではなく、人の検査特性（ヒューマンビジョン）を十分理解し、検査環境の改善も含めた総合的な工程改善の検討が必要であることを示唆している。

なお、自動化率について大まかな見方をすると、この 10 数年間、自動化はあまり進展していない状況にあるといえる。この原因について、前節までに示した中国地域のものづくり企業を対象としたアンケート、ヒアリング結果等から推察すると、解決すべき技術的課題が依然として多く残っていることに加えて、画像処理技術に関して、ユーザー企業内での技術者の不足と最新の技術・製品等の情報の不足から、近年急速に進歩している画像処理技術に多くの企業が追随できていない状況があるのではないと思われる（図表 2. 78）。さらには、「最終検査は付加価値のない工程である」との認識から、他の製造工程に比べて自動化対応の優先度が低くみられがちであること、また、これまでは比較的容易に検査員が確保できていたことなどが背景にあると思われる。

以上のような共通点が指摘できる一方で、中国地域のものづくり企業を対象とした今回のアンケート調査により、企業の業種や検査対象品ごとの検査の実態が詳細に明らかになり、併せて検査自動化のニーズが業種・検査対象品や検査項目ごとに把握できた。また、人による検査の改善と検査の自動化のそれぞれについて阻害要因・問題点を明らかにした上で、外部資源活用の実態・必要性が把握できたことが主な成果といえる。

図表 2.78 自動化が進展しない要因に関するヒアリング結果等

区分	内容
技術的困難性、個別対応の必要性	◇自動化できることはやり尽くし、今はできないところが残っているという状況だと思う。 ◇デジタル画像処理において、傷・欠陥信号が残存するように照明・光学系は工夫され、高精細なカメラを用意することは可能となった。それにもかかわらず、目視検査の自動化はいまだ一品一様であり、対象ごとにある種のノウハウを駆使した画像処理アルゴリズムを設計するのが一般的であるし、必ずしも成功しない。(青木公也・奥水大和「人に学ぶ画像検査機器開発」(日本非破壊検査協会「非破壊検査 2014 年 1 月号」所収)) ○検査自動化に当たっては、既存の検査機器を導入し、自社のノウハウを活かして製品・目的に応じたアルゴリズムやソフトの開発を内製化して使用する考えである。そうでないと検査機器は使い物にならない。
ものづくり企業の人材・情報不足	◇ユーザー企業には、制御や機械関係の技術者はある程度はいるが、画像処理のことがわかる技術者は極めて少ない。ただ、ユーザー企業が自動化を進める際に、必ずしも画像処理に精通した人材を自社内に抱えておく必要はない。 ◇画像処理装置が十分普及していない現状では、画像処理の技術者をユーザー企業で育てることは困難である。シーケンサの場合も企業への導入が拡大してから育成が始まった。 ◇中小企業は、高価な画像処理装置を購入しても使いこなせないのではないかなど、画像処理装置を使うのは敷居が高いと感じている。 ◇ユーザー企業には、機能が不十分な旧来の画像処理装置によりライン停止等の苦勞をした経験もあって、画像検査装置の導入に二の足を踏む傾向もある。 ◇大手画像処理装置メーカーは日常的にユーザー企業を訪問しているので、ユーザーも何ができるかわかっている。一方、規模が小さく営業力がない自動機メーカーは、ユーザーに対する訴求力に乏しい。 ○中小企業の多くは現状の製造工程に改善点があることに気付いていない。専門家に現場を巡回してもらうことにより自動化の案件は出てくると思う。 ○画像処理については技術が進みユーザー企業では技術がわからなくなっている。ユーザー、特に現場サイドがシーズをもっと知る必要がある。
自動化の優先度	◇付加価値を生まないという考えから、これまで最終検査工程は自動化が先送りされてきたが、今後はビッグデータの活用など検査の付加価値を向上させて「守りの検査」から「攻めの検査」に変えていく必要がある。

(注) ○：ものづくり企業、◇：検査機器メーカー・大学等

2. 7. まとめ

中国地域のものづくり企業を対象とするアンケート・ヒアリング調査の結果から、検査自動化や人による検査の効率化・品質向上のニーズ・課題として、以下の点が指摘できる。

①外観目視検査を中心とした検査自動化の促進

中国地域ものづくり企業は、品質向上（品質管理、信頼性・付加価値向上）とコストダウンを両輪とする競争力強化の必要性を背景に、検査品質向上（見逃しの削減、顧客に対する品質保証の強化）、効率化（検査スピードの向上）、コストダウン（人件費等のコストの削減）を主な目的として、約5割が既に検査工程を自動化しており、約7割が外観目視検査を中心に今後の自動化意向を有している。

自動化意向のある工程の検査対象品は、アンケート調査対象企業の業種構成を反映して食料品・飲料、プラスチック製品、金属製品が多く、検査項目・方法は、異物・異品混入（特に食料品・飲料を主とする生活関連品）、その他の外観・形状（プラスチック製品や金属製品を主とする基礎素材品および加工組立品）の目視検査が多い。

特に、自動車部品においては、品質要求水準が高く、検査自動化の実績・意向が多いほか、改善の取り組みも活発である。なお、検査の自動化は、計測・数量化が容易な検査対象品や検査項目（性能・機能や寸法等）で展開しているとの意見もある。

②既存の自動検査装置の導入にみられる限界

自動化意向を有する企業における検査自動化の阻害要因・問題点は、検査対象・項目の多種多様性・変化、検査仕様・基準の多様性・変化、これらに応える装置・機器が見当たらないことで、導入費用の高さや資金不足も問題視されているほか、企業の技術力・情報力が不十分であることを指摘する意見もある。

また、検査工程自動化実績のある企業では、市販の自動検査装置完成品をそのまま導入するケースが6割弱を占めているが、これらの企業では、検査精度、検査対象の変化への融通性、検査スピード等の改善を志向している。

③検査自動化を阻害する機器・技術要因の解消に向けた研究開発

中国地域ものづくり企業の約3割は、精度不足を中心とする機器・技術面の問題を理由に、検査の自動化に挑んだものの中止・断念した経験を有している。また、自動化意向を有する企業における検査自動化の主な阻害要因・問題点としても、既存装置・機器の検査精度が不十分であることが挙げられている。このほか、検査自動化を中止・断念した理由を含め、検査自動化の困難点としては、多品種少量など検査の対

象、項目、仕様・基準等の多様性・変化とともに、検査対象の形状、材質、色等の特性要素も挙げられる。

検査装置・機器の汎用性や検査精度の不十分さを背景として、自動化意向を有する企業の約5割は、外観検査の画像処理・センサなどに関する機器・技術開発を想定しており、自動化の検討が進みより具体化するほど機器・技術開発の必要性への認識が高まる傾向にある。

実際に、検査工程自動化実績のある企業では、メーカーオプションを超えるカスタマイズまたはオリジナルの自動検査装置を開発するケースが4割超を占めており、3割強では、今後の検査機器の精度・能力向上、汎用性・融通性の強化（検査対象品・項目の拡大）などに向けて、自動検査工程の進歩を志向している。

④検査機器・技術の導入・開発に当たっての外部資源の活用と情報収集

自動化意向を有する企業の約2割はコンサルティングニーズを有しており、機器・技術開発想定がより具体化するほどコンサルティングニーズは高まる傾向にある。

中国地域のものづくり企業が、現場導入する自動検査機器・技術を開発するに当たっては、自動検査装置完成品メーカーや画像処理装置等の要素機器メーカーが協力先となり、国公設試験研究機関や産業支援機関、大学等の活用は少ない。実際に、オリジナル装置を開発した企業では、画像処理装置メーカー等の要素機器を購入し検査機器・システム構築を内製化するケース、検査機器・システムの仕様を設計し生産設備メーカーに製造外注するケースがある。

また、ものづくり企業における技術情報の不十分さから、技術シーズの情報収集の必要性が認識されている。

⑤ICT化による検査データの有効活用

検査工程自動化実績のある企業の6割強は、データ処理・数値化を行い、製造工程の改善、顧客への品質保証、ロットの管理などに活用している。また、約5割は、品質・生産性の維持・向上のため、新たな種類の欠陥の発生や虚報・見逃しについてデータ分析・チェックを実施している。

⑥自動検査と人による検査の補完・共存関係の構築

自動検査と人による検査の関係について、中国地域ものづくり企業の8割強が補完・共存または両立関係にあるべきと考え、7割弱がどちらも重要と認識している。

⑦検査員の能力向上、検査環境の整備と他社との交流・連携を通じた情報収集・交換

中国地域ものづくり企業の人による検査の主な困難点は、検査員の能力向上（個人差縮小・底上げ、スピードアップ）、人材確保・育成難、人件費コストの大きさであ

る。これらの困難点を背景に、企業では検査員の訓練に取り組むとともに、検査手順や検査環境（照明、治工具等）の改善に注力している。

しかし、改善を進める上で、新たな検査手法・手順の導入や検査環境・器具などを改善する手段・方法の見極めが難しいこと、検査管理（生産技術）を担う人材と技術・ノウハウの不足が問題となっている。

このため、他社との交流・連携を通じた情報交換や何らかのヒントを得ることの重要性が指摘されている。

⑧目視検査を中心とする新たな検査手法等の情報発信

中国地域ものづくり企業の7割弱は、検査の手法・手順や組織・体制等に関するセミナー等の受講意向を有している。関心のあるテーマ（検査方法）は、目視検査がほとんどを占める中、周辺視目視検査法の認知率は21%である。

なお、周辺視目視検査法等については、公開セミナー参加のほか、取引先・系列企業グループ内の勉強会等の場で情報を得る例が少なくない。

以上のように、検査の自動化および人による検査の改善に対しては、外観目視検査へのニーズが特に強いことを踏まえ、3章以下においては、外観目視検査に焦点を当てて調査・分析を行うこととする。

3. 検査装置・機器メーカーおよび大学等における研究開発等の状況

3. 1. 検査装置・機器メーカーの製品開発等の状況

3. 1. 1. 検査装置・機器業界の概要

わが国の検査装置・機器メーカーは、①自動検査装置メーカー、②画像処理機器等の要素機器メーカー、③その他の装置メーカーやエンジニアリング企業の3タイプに大別できる（図表 3.1）。

自動検査装置メーカーは、放射線や光学系等の電磁波のほか、磁気、浸透、渦流、超音波などの手法を用いた検査装置・システムの完成品メーカーである。わが国では、非破壊検査装置の関連メーカーが日本検査機器工業会を組織しており、同工業会が2年ごとに開催している総合検査機器展（次回は2016年9月開催）では、最新の検査・計測技術について展示および技術セミナー等で幅広く紹介している。

要素機器メーカーは、画像処理機器を扱うコグネックス、オムロン、キーエンス等のほか、画像処理機器を構成するカメラ、レンズ、光源・照明や画像処理ソフトウェア等を扱う多種多様な専門メーカーがある。これらの専門メーカーの中には、得意とする機器に関連機器等を組み合わせて検査装置を提供するインテグレータ企業もみられる。

その他の装置メーカーやエンジニアリング企業は、検査装置を扱う自動機メーカーやエンジニアリング企業であり、主に個別ユーザー企業の注文に対応して要素機器を取りまとめ検査装置を提供するインテグレータ企業により構成される。

図表 3.1 わが国の主な検査装置・機器メーカー

自動検査装置メーカー	要素機器メーカー (画像処理機器等)	その他の装置メーカー エンジニアリング企業
○日立パワーソリューションズ（茨城県日立市） ○東芝ITコントロールシステム（東京都） ○ニコン（東京都） ○IHI検査計測（横浜市） ○アンリツインフィビス（神奈川県厚木市） ○菱電湘南エレクトロニクス（神奈川県鎌倉市） ○名古屋電機工業（愛知県あま市） ○島津製作所（京都市）	【画像処理機器】 ○コグネックス（東京都） ○オムロン（京都市） ○キーエンス（大阪市） 【カメラ】 ○ソニー（東京都） ○東芝テリー（東京都） ○ブルービジョン（横浜市） 【レンズ】 ○興和光学（埼玉県草加市） ○CBC（東京都） ○オプトアート（東京都） 【光源・照明】 ○セリック（東京都） ○オプテックス・エフエー（京都市） ○シーシーエス（京都市）	○マイスターエンジニアリング（千葉市） ○新興技術研究所（東京都） ○丸由製作所（名古屋市） ○三友工業（愛知県小牧市） ○山岡製作所（京都府城陽市） ○因幡電機産業（大阪市） ○アクティブ（兵庫県明石市） ○昭和電気研究所（福岡市）

資料：日本検査機器工業会ウェブサイト、アドコム・メディア「国際画像機器展 2015 PRODUCTS GUIDE BOOK」等

検査装置・機器メーカーの多くは三大都市圏に立地しており、中国地域に立地する企業は少ない。中国地域においても、検査装置・機器を扱う企業はみられるが、オーダーメイドの各種自動機メーカーが主体であり、検査に特化した装置・機器メーカーやインテグレータ企業は少ないのが現状である（図表 3.2）。

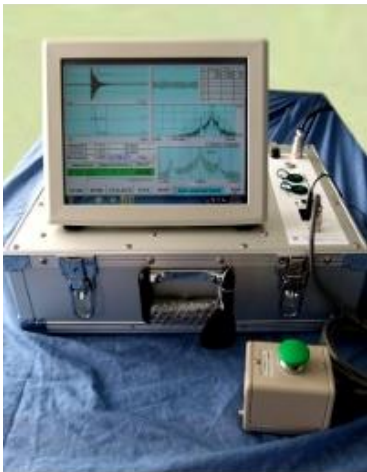
こうした中、オー・エイチ・ティーやエヌ・ケイ・システムなどは、検査装置に特化した数少ない企業として挙げられる（図表 3.3）。

図表 3.2 中国地域の主な検査装置・機器メーカー

区分	会社名（所在地）	概 要
自動検査装置メーカー	光システムズ（倉敷市）	オーダーメイドの各種自動機メーカーだが、外観検査装置についてはオーダー品のほか画像検査汎用機として「イーグルアイ」シリーズ等を開発。
	シグマ（呉市）	自動車部品メーカーの事業多角化として、国の新連携補助事業を活用し、レーザ傷検査装置「穴ライザー」シリーズを開発。
	オー・エイチ・ティー（福山市）	半導体、液晶向けなどの非接触検査装置メーカーで、プリント基板用の電気検査装置のほか、画像処理による外観検査装置等も製造。
要素機器メーカー	YOODS（山口市）	ソフトウェアや組込コンピュータシステムのメーカーで、画像処理機器や三次元画像計測システム等の画像処理システムを開発。
その他の装置メーカー エンジニアリング企業	島根自動機（松江市）	オーダーメイドの各種自動機メーカーで、電気・電子部品、電池部品、自動車部品向けのリーク検査機、性能・外観検査機等を製造。
	サンポーエンジニアリング（岡山市）	オーダーメイドの各種自動機メーカーで、樹脂製品組立・検査ラインや自動車部品検査装置等の実績がある。
	ハイサンテック（岡山市）	オーダーメイドの各種自動機メーカーで、専用の計測器や画像処理機器等とマテハンシステムを組み合わせて寸法・外観等の自動検査装置を製造。
	コアテック（総社市）	オーダーメイドの各種自動機メーカーで、パワートレインや液晶用の検査装置のほか、画像検査用カメラ、溶接の三次元画像検査システムも開発。
	フジックス（備前市）	オーダーメイドの各種自動機メーカーで、ベアリングや自動車関連向けなど画像処理を含めた検査機を扱い、設備レイアウト一式の提案にも対応。
	中央電子計測（広島市）	コンピュータシステム技術を活かし、自動車向けの電子制御ユニット検査機、画像処理応用のヘッドライト検査機や塗装外観検査装置などを開発。
	寿エンジニアリング（広島県熊野町）	オーダーメイドの各種自動機メーカーで、検査装置をはじめとしてソフトウェア開発から基板製造、部品・機械加工、組立て・検査まで一貫生産。
	エヌ・ケイ・システム（岩国市）	自動車部品向けを中心に非破壊検査、打音検査、超音波探傷検査など最先端の技術を用いてオーダーメイドの検査装置を製造。
	マエダエンジニアリング（北九州市）	前田機工（下関市）子会社のエンジニアリング企業で、レーザセンサ検査ユニット、Ｏリング自動外観検査装置等の各種検査装置の実績がある。

資料：各社ウェブサイト等

図表 3.3 中国地域メーカーの検査装置例

オー・エイチ・ディー		
非接触電気検査装置 (GX-3 完全非接触検査装置)  有機発光ダイオード (OLED)、液晶、タッチパネル向けの完全非接触検査装置。電極パターンに傷を付けずパーティクル (電極に付着する微細浮遊粒子) の発生もない、超ファインパターン (微細回路) 検査が可能。検査タクトタイムは、第8世代液晶クラスで約95秒 (業界最高速)。	外観検査装置 (はんだ印刷画像検査機)  三次元ラインスキャン (線走査方式) レーザにより、二次元・三次元画像を表示しながら電子回路基板のはんだ状態を高速検査。レーザ光を上部から検査対象物に照射し、斜めに固定したカメラで検査対象物の撮像を行う (基板全面に走査して検査を行う) レーザFLY方式を採用。	
エヌ・ケイ・システム		
同社では、「既存の検査システムでは解決が難しい」「製品検査に最適な検査機器が見つからない」などのユーザー企業の要望に応え、多種多様な製品に対応するオーダーメイドの検査システムを提案。球状黒鉛鋳鉄品の超音波による球状化率判定装置、素材の固有周波数解析・判別による打音検査装置、ピストン渦流検査装置、熱交換チューブ腐食探傷装置などのシステムアップ事例を有する。		
黒鉛球状化率判定装置 	打音検査装置 	ピストン渦流検査装置 

資料：各社ウェブサイト

3. 1. 2. 検査装置・機器メーカーの製品開発動向

a. 外観検査（画像処理）装置の機器構成

検査装置は検査対象品や応用技術等により多種多様であるが、中国地域ものづくり企業においては外観目視検査の自動化ニーズが強いことを踏まえ、画像処理による外観検査装置を例に機器等の構成を整理したのが図表 3.4 である。同図に示すように、外観検査（画像処理）装置は、撮像部と画像処理部に大別され、これに関連・周辺機器が加わって完成品を構成する。

撮像部は、イメージセンサ、光源および光学系の様々な機器等を組み合わせたカメラと照明から成り、特にカメラが適切な光を捉えるための照明の当て方（光源の選定、照射方法、光学系機器等の組み合わせ）が重要になる。

画像処理部は、カメラから送られてくる画像データを処理するために必要なハード（画像入力ボード、画像処理ボード）と画像処理ソフトウェアが中心となる。画像処理ソフトウェアには、画像処理機器メーカー等が提供する汎用アプリがあるほか、HALCON に代表される開発ツールや OpenCV に代表されるオープンライブラリなどを用いて、検査対象品・項目、仕様・基準等に応じたアルゴリズムに基づき専用ソフトが作成される。具体的には、画像処理ソフトウェアによって、画像データの前処理（フィルタと呼ばれる近傍画素処理や 1 画素処理）および計測処理（登録画像と比較判定するパターンマッチングや位置計測など）が行われている。

図表 3.4 外観検査（画像処理）装置の主な機器等の構成

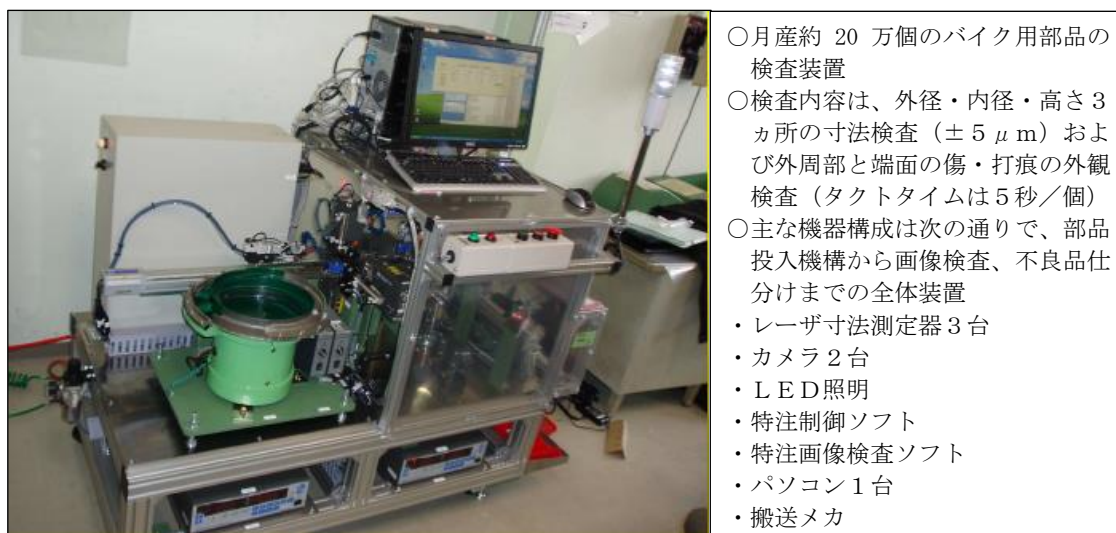
撮像		画像処理	関連・周辺機器
カメラ	イメージセンサ ○信号転送方式…CCD、CMOS ○走査方式…エリア(面)、ライン(線)、ポイント(点) ○分光方式…モノクロ、カラー	機器等 画像入力ボード 画像処理ボード 画像処理ソフトウェア ○汎用アプリ…コグネックス、オムロン、キーエンス ○開発ツール…HALCON ○オープンライブラリ…OpenCV	関連機器 ○画像伝送用機器 ○記録用機器 ○ケーブル、コネクタ ○インターフェイス規格…IEEE1394、Camera Link、USB、CoaXPress、GigE(Gigabit Ethernet)
	光学系 ○レンズ…テレセントリック、CCTV、マクロ、ラインセンサ専用 ○フィルタ…カラーフィルタ、偏光フィルタ ○プリズム、反射鏡、波長板、導光板、光ファイバ		
照明	光源 ○種類…LED、蛍光灯、ハロゲンランプ ○形状…点、線、面、リング、ドーム、薄針状 ○照射方法…斜光（拡散反射、正反射）、同軸落射、透過	画像処理手法 前処理 ○近傍画素処理（フィルタ）…ノイズ除去、濃淡平滑化、エッジ抽出・強調、モフォロジー（形状調整） ○1 画素処理…二値化処理、グレースケール処理、色抽出 計測処理 ○パターンマッチング（登録画像との比較判定）、位置計測、個数計測、寸法・形状計測、プロブ解析（面積、周囲長等）	周辺機器 ○PLC（シーケンサ） ○パソコン ○モニター ○プリンター、XYプロッター ○ロボット ○マテハン・搬送用機器

資料：阿部淑人「入門外観検査実施手順書」2012年、日本工業出版「マシンビジョン・画像検査のための画像処理入門」2014年、キーエンス「画像処理豆知識」、同「10分で学ぶ！画像処理のA to Z」等

このほか外観検査（画像処理）装置には、画像伝送用機器等の関連機器のほか、機器をコントロールする P L C（シーケンサ）、パソコン、モニターやロボット、マテハン・搬送用機器等の周辺機器が必要となる。特に、画像処理機能を有するロボットを導入した検査装置は、外観検査ロボット、ロボットビジョンシステムとも呼ばれる。

以上のように、多種多様な機器・技術を組み合わせて完成される外観検査（画像処理）装置の導入に当たっては、インテグレーション力（検査対象・項目等に応じて機器・技術を組み合わせる能力）が必要となる。このため、画像処理機器等の要素機器メーカー、その他の装置メーカーやエンジニアリング企業が担うインテグレータ企業の役割が大きいといえる（図表 3.5）。

図表 3.5 外観検査（画像処理）装置の例



資料：アクティブ

b. 外観検査（画像処理）装置の製品開発動向

外観検査（画像処理）装置の製品開発動向について、直近の専門雑誌での受賞実績、特集記事や展示会セミナー内容からみると、高性能・特殊カメラや三次元画像処理に関する機器・技術が注目できる（図表 3.6）。

例えば、高性能カメラとして、東芝テリーの USB3.0 インタフェイスクメラ（高性能 CMOS センサ搭載の高画質・高解像度・高速カメラ）のほか、コグネックスの汎用的な外観検査ツール F F D（簡易操作で汎用性が高く検知結果の製造工程フィードバックも可能なカメラ一体型画像処理システム）を含めた、撮像・画像処理一体型のスマートカメラ（インテリジェントカメラ）が挙げられる。

また、特殊カメラとしては、可視光領域外の近赤外線・遠赤外線や紫外線領域に感度を持つ特殊用途カメラ、特に、紫外線から遠赤外線までの幅広い波長帯域に対応し

た分光イメージング（二次元上での位置情報と各ポイントの波長情報の計測・解析）が可能ハイパースペクトルカメラが注目される。

さらに、三次元画像処理に関しては、オプテックス・エフエーの卓上3D形状計測装置「3D Eye スキャナー」や、アバールデータの光切断法の新手法による三次元画像処理ソフト「AZP-ALS-01」が高い評価を得ている。

図表 3.6 外観検査（画像処理）関連の製品開発例

製品等名称 [企業名]	概 要
USB3.0 インタフェイスカメラ [東芝テリー]	組込用途に最適な USB3.0 インターフェイスを採用した、高性能 CMOS センサ搭載のカメラで、CCDカメラに劣らない高画質を実現し、2014 年度映像情報 AWARD の金賞を受賞。高解像度での高速取込を実現し、白黒 1 種、カラー 2 種の計 3 種を発売。他の特長として、超小型軽量、4.8Gbps 通信帯域対応 USB3.0 採用、ユーザー設定により異なる露光時間画像の順次出力可能な 3 点。
卓上 3D 形状計測装置 「3D Eye スキャナー」 [オプテックス・エフエー]	研究開発や品質管理用途で三次元形状測定を行う簡易型卓上検査装置で、3 軸高精度版は 2014 年度映像情報 AWARD の金賞を受賞。3D カメラとレーザ光源により、表面形状を高精度に計測・検査でき、表面の欠陥を定量化した数値で判定できる。新発売の 3 軸仕様は、Z 軸を稼働させることで、従来の 70 倍となる 35mm までの段差を測定できる。さらに、高分解能タイプの高さ分解能は $0.42\mu\text{m}$ で、数 μm レベルでの高さ判別が可能。
画像処理ソフトウェア 「AZP-ALS-01」 [アバールデータ]	物の高さの測定と物体表面の模様を同時にカラー画像で撮影する光切断法の新手法による三次元画像処理ソフトで、2014 年度映像情報 AWARD の金賞を受賞。光切断法の欠点であった測定スピードの遅さや、光沢のある物の測定ができなかった点を解決するために開発。光切断法に従来のレーザ光に変わり白色 LED を用いることで、三次元形状と表面質感・模様の同時検査を可能とし、アルゴリズムを見直して高速、高分解能化も実現。
汎用的な外観検査ツール 「FFD (Flex Flaw Detection)」 [コグネックス]	カメラ一体型の画像処理システム「In-Sight」シリーズに搭載された外観検査ツール。検査対象物ごとに必要な検査条件（パラメータ）の設定を簡易化するとともに汎用性を高め、6 種類のレシピから一つを選ぶことで多くの外観検査に対応。また、欠陥のサイズと製造バラツキの程度の条件設定により、欠陥と製造バラツキを判別するとともに、製造バラツキの発生を検知し製造工程にフィードバックする仕組みの構築も可能。
スマートカメラ (インテリジェントカメラ)	CPU や専用プロセッサ等を搭載した撮像・画像処理一体型のカメラ。カメラ内部で画像取得から処理・解析を行い、結果に応じた出力制御が可能で、単体でマシンビジョンとして機能する。効率的かつ低コストで画像認識処理システムの構築が可能になるだけでなく、多種多様なセンサを接続できるなど利便性に優れ、活躍の場を広げている。
特殊用途カメラ	可視光領域外の近赤外線・遠赤外線や紫外線領域に感度を持つカメラで、人の目や一般的な CCD・CMOS のカメラでは撮影が困難なものを可視化できる。近赤外線カメラは、シリコンやプラスチックの内部検査、水分や水蒸気の検出などに利用可能。遠赤外線カメラは、サーモグラフィを利用し対象物の温度を熱画像として捉えるもので、熱検査などに利用可能。紫外線カメラは、波長が短いため微細な傷や埃などの撮影に有利。
ハイパースペクトルカメラ	紫外線から遠赤外線までの幅広い波長帯域に対応した分光イメージング（二次元上での位置情報と各ポイントの波長情報の計測・解析）が可能ハイパースペクトルカメラで、従来のカメラ・手法に比べ、多くの波長情報を取得できるため色や成分の微妙な違いを識別できる。データ量が膨大になるが、コンピュータの進歩およびカメラの性能向上と価格低下に伴い、成分検査や異物検査など多様な用途での応用が進み注目を集めている。

資料：産業開発機構「映像情報 Industrial 2015 年 4 月号ー不良ゼロを目指す「外観検査システム」ー」、同「映像情報 Industrial 2015 年 8 月号ーハイパースペクトルカメラ徹底解説ー」、同「映像情報 Industrial 2015 年 10 月号ーさらに賢く！インテリジェントカメラー」国際画像機器展 2015 セミナー資料等

3. 1. 3. 検査機器メーカー・大学等からみた検査機器・技術普及の課題

a. 検査機器の開発動向に関するヒアリング結果

検査機器の開発動向について、検査機器メーカー・大学等へのヒアリングにおいては、画像処理・三次元計測の技術課題が挙げられる一方で、汎用品の画像検査装置の進歩などが指摘されている（図表 3.7）。

図表 3.7 検査機器の開発動向に関するヒアリング結果

区分	内容
画像処理	◇画像処理による検査は、曲面のほか、ガラス製品など透明体も難しい。 ◇三次元測定器は安価になり、三次元の歪みや傷はかなり検出できるようになってきた。ただ、まだ機材が追いついていない面があり、大きなボディなどは難しいだろう。 ◇今の汎用品の画像検査装置は、バリエーションが豊富で色々な既成ソフトが 20～30 種類も組み込まれ、テレビゲームのように画面の中で設定してすぐ撮像できるようになっており、ものすごく良くできている。
その他	◇音の検査は難しいようで、よい検査装置がないようだ。 ◇目で見えないものは X 線で検査する。X 線装置は、透過率の高いものは値段も高く資格も必要であるが、透過率が低いものは 400 万円くらいで、かなり安いものもある。

b. 検査機器インテグレーションの必要性和実態

検査機器メーカー・大学等へのヒアリング結果によると、検査対象・項目等に応じた機器・技術を組み合わせるインテグレーションの必要性が指摘されるとともに、自動検査装置の価格帯やインテグレーションに当たって必要となる具体的なノウハウ等が示されている（図表 3.8）。

c. 検査機器メーカー等からみたものづくり企業の検査自動化の課題

検査機器メーカー・大学等へのヒアリング結果によると、自動化の促進・阻害要因となるものづくり企業における検査の位置付け・状況や、技術力、情報力の問題が挙げられている（図表 3.9）。また、自動化に当たっての検査仕様・基準の明確化の必要性が強調されるとともに、機器・技術の導入に際しての検証や情報提供の重要性も指摘されている。特に、検査仕様・基準の明確化においては、検査仕様・基準の定量化・数値化が必要といえる。

図表 3.8 検査機器インテグレーションの必要性と実態

区分	内容
インテグレーションの必要性	◇汎用品の画像検査装置も使い方次第で、きちんと使えば必ずしも特注装置に比べ悪いことはない。汎用品の画像検査装置もかなり進歩してきており、へたな特注装置よりしっかり撮れることもある。しかし汎用品では無理で、特殊な検査装置を作り込まなければいけないケース、例えば特殊なソフト的な処理、光の当て方、カメラの持っていく方などが必要になることがある。 ◇製品の検査では、センサを置いて良・不良を判定するだけではダメで、それを仕分けるなど前後の自動化を一緒にしておかないと、結局、使えない。自動機メーカーはそこが専門であるが、画像処理機器メーカーは、そういうことはやらず単品で収めるだけである。 ◇自動車メーカーの二次下請企業の検査自動化への対応をしてきた経験からいうと、外観検査の自動化はほとんど成功していないというのが実感である。汎用品の画像検査装置について、見逃しがあるなど精度が不十分、虚報（過剰検出）が多い、検査スピードが遅いといった不満が聞かれるが、これは不適切な使い方をしているからと考えられる。大手画像処理機器メーカーの装置で対応できる範囲は単純明快なところだけである。 ◇検査対象品に応じて、ハンドリング等のメカも含め、専用の検査装置を設計すれば、見逃し・精度、虚報、スピードの問題のない装置にできるし、各種設定を行う必要もない（日常的に設定を必要とする装置は現場では使えない）。 ◇画像処理は汎用技術が確立していないので、検査対象品に応じた個別の応用技術の開発も必要になる。画像処理技術を適用するシステムインテグレータ的技術が必要であり、これはユーザー企業が独自にできる範囲の技術ではない。 ◇大手画像処理機器メーカーは日常的にユーザー企業を訪問しているので、ユーザーも何ができるかわかっている。一方、規模が小さく営業力がない自動機メーカーは、ユーザーに対する訴求力に乏しい。 ◇明確な検査装置ニーズを持っている企業は補助金を活用して導入を図ればよいが、そうでない企業は情報提供・マッチングにより導入につなげることが必要。一点突破で成功事例をつくり、それをPRしていけば裾野が広がるのではないかと。
インテグレーションの実態・ノウハウ	◇画像処理による検査装置の場合、部品供給機器（パーツフィーダー）を付けた簡単なもので、画像処理機器を除いて200～300万円で行える。製品をあちこち見るために、反転させたりカメラの台数を増やしたりすると、カメラの値段を除いて2000～3000万円くらい掛かる。装置の内容と検査の項目によって200万円から3000万円くらいまでの幅がある。 ◇検査自動化への投資可能額は、検査員一人当たりでせいぜい150～200万円／年程度と思われる。 ◇画像処理で外観検査を行う場合、製品が曲面を持っていると光の当て方でまったく見え方が違ってくる。カメラはただ光を受けるだけ、何画素あるかで、重要なのは画像処理ソフトと光の当て方、特に光の当て方のノウハウであり、実際のところ90%以上は光の当て方で決まる。 ◇ユーザー企業には、不良品は捨てないようにお願いしている。自動化の場合には不良品が多ければ多いほどよく、不良の過剰検出を少なくするために重要な点である。 ◇画像検査装置の製作に必要なのは、既存の画像処理技術を検査対象品・項目等に合わせて組み合わせる適用技術である。その中でプログラミング能力と画像処理に関する知識が要求されるので、これらに関する膨大な専門技術を持たないと達成できない。 ◇検査対象品に対して不良品の画像検出を行うためには、画像による検査が可能であることを先行してしっかり検証する必要がある。10個や20個の製品で検証してOKを出し、1万个流してみたらうまくいかないということになる。検証は技術的に難しくユーザー企業単独では十分な対応ができない。また、検査対象品の種類が多い場合には個別の検証が必要である。 ◇検査の自動化について指導できる人材は少ない。

図表 3.9 検査機器メーカー等から見たものづくり企業の検査自動化の課題

区分	内容
検査の位置付け・状況	◇製造設備と違って売り上げを生まないコスト（マイナスの売り上げ）と考えられがちであり、現実には検査員の労務費、不良品の流出が経営の大きな負担となっている企業が増えている。 ◇納品先からのクレームを中心として検査項目が徐々に増え、気が付けば検査員が増え大きなコスト負担となっているが、それでもボカミスがあり不良品流出がなくなる。 ◇検査自動化、特に外観検査の自動化の必要性は充分認識しており、一部企業では既にトライしているが良い成果が出ていない場合も多い。これは、最も重要な画像による検出可能性の検証が不十分なまま推進したのが大きな要因である場合が多い。 ◇検査自動化の失敗によって再度挑戦する意欲を失っている企業が多い。失敗の原因を探りそれを改善することによって次は成功させるといのが本来の開発であるが、「熱物に懲りてナマスを吹く」状態になっている。
企業の技術力	◇特に中小企業は、百万円もする高価な画像検査装置を買ってきてでも使いこなせないのではないかなど、画像検査装置を使うのは敷居が高いと感じているようだ。使ってみれば意外と簡単であっても、一歩踏み出すのが難しいということがある。その点で、親会社から自動化の要請があると、何百万円もする装置でもすぐにつくってくれとなることが多い。 ◇検査について真剣に考えているところが少ないように思える。不良品への対応において、工程改善では対応できないとあきらめたときに検査自動化のニーズが出てくる。 ◇ユーザー企業には、制御や機械関係の技術者はある程度はいるが、画像処理のことがわかる技術者は極めて少ない。ただ、ユーザー企業が自動化を進める際に、必ずしも画像処理に精通した人材を自社内に抱えておく必要はない。 ◇画像検査装置が十分普及していない現状では、画像処理の技術者をユーザー企業で育てることは困難である。シーケンサの場合も企業への導入が拡大してから育成が始まった。
企業の情報力	◇検査自動化を未経験な企業では、検査負担の増大は認識しているが、どうしたらいいかわからない。 ◇ユーザー企業は、画像検査を知らないか、知っていてもどういうものでどの程度の効果が期待できるのか判断する情報を持っていない。このため、適用範囲等について適切なアドバイスが必要である。
検査仕様・基準の明確化	◇自動化されない検査として残っているのが人の感覚で行う検査。その感覚がよくわからない、感覚を数字に置き換えるのが難しいためにまだ残っている。感覚による判断は基準がはっきりしないので、仕様書でも「…無きこと」と書いてあるなど明確でなく、そういう仕様では受ける方も難しい。 ◇検査で難しいのは、限度見本である。ちょっと傷が付いている程度でも、顧客は「この傷はダメ、不良だから持って帰れ」となる。その取り決めがうまくできていないケースが中小企業に多い。目立つところに付いた何ミリ以上の傷はダメで、裏側に付いた傷は何ミリまで許すなど、そういう取り決め・ルール化ができていない。検査を自動化するには、顧客と取り決めをして、それを装置に反映することが必要である。 ◇外観検査の場合、傷、打痕、割れ、欠けなど様々な不具合がある。傷もその位置、大きさ、深さ、変色具合など様々であって、すべての限度見本を揃えて、ここまでは良、これ以上は不良などと取り交わすことは手間でも時間も掛かる。そのため仕様書では「傷無きこと」とし、後は一般的な常識の範囲、人の感覚の範囲で対応することが多いと思われる。良品・不良品のグレーゾーンの判断基準が熟練工の頭の中にあり、人による検査はこれで対応できるが、自動化には対応できない。 ◇人が検査するため「検査基準の曖昧さ」が許されており、その結果、「検査基準のオーバースペック化」が進んでいる。人が感知できる範囲はすべて不良となっているが、自動化を機会に、あるいは納品先との間で協議し、適正化する場合もある。
支援の可能性	◇検査の自動化に際しては、大量生産品など自動検査に向けた対象製品を選定し、そのハンドリング方法なども検討した上で、画像検査の場合は検証を行う必要があり、こうした作業を支援することによる効果は絶大である。そのためにも、検査自動化に関する情報提供（セミナー等）が重要になる。

3. 2. 試験研究機関・大学等における研究開発等の状況

3. 2. 1. 産学官連携や学会活動にみる研究開発動向

a. 産学官連携による検査自動化関連の研究開発

産学官連携による検査自動化関連の研究開発の動向を過去5年間の戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン）の実績からみると、エレクトロニクス、自動車や航空機等を対象として、三次元・画像処理関連の研究開発が多く行われていることがうかがえる（図表3.10）。

なお、中国地域関連の研究開発としては、ひろしま産業振興機構が事業管理者となる「内面欠陥検査・径測定・真円度測定を同時に可能にするレーザ三次元内面検査装置の実用化開発（2014年度採択）」および「次世代8K高精細フラットパネルの高歩留まり製造を実現する欠陥検査システムの実用化開発（2015年度採択）」がある。

図表 3.10 戦略的基盤技術高度化支援事業における主な検査自動化関連の研究開発例

年度	テーマ	概要	事業管理者
2011	近赤外線分光法による食品混入毛髪の新破壊探知装置の開発	食品製造工程に用いる高性能・短納期・低コスト化に対応した毛髪等の非破壊的な異物検査装置が実用化されてなく、食品業界では新規な異物検査技術の開発を切望している。本研究開発は、サポートベクターマシンを利用した高性能化・高機能化に対応する組み込みソフトウェア技術を確立し、近赤外線分光法による非破壊的な食品の毛髪探知装置を開発する。	青森県産業技術センター
	外部変調器を用いた光受信器向け検査技術の開発	10Gb/sを超える大容量光通信の開発が加速している。光デバイス製造業者にとっては、光デバイスの高速化とともに、測定技術の開発が不可欠である。市販測定器では、二次標準的な原理なので、測定精度が±50%と極めて悪く、かつ数千万以上の価格であった。本事業では、外部変調器を用いた超小型標準器を用いて、一次標準的な測定原理にすることで、高精度化を図り、また低コスト、高機能化を図るものである。	トリマティス(千葉県)
	並列画像処理技術による産業用高精細スクリーン印刷マスク検査装置の開発	太陽電池、スマートフォン等の電子・情報機器の回路パターン形成に多用される高精細スクリーン印刷では、機器の高密度化からスクリーンマスクには、10μmオーダーの高精細化が要求され、現状の目視検査では対応困難である。このため、複数カメラから成るカメラ配列モジュールと、個々のカメラ画像を高速処理するハードウェア画像処理基板で構成するマスク検査装置を開発し、スクリーンマスクの品質向上と生産性向上を実現する。	岐阜県産業経済振興センター
	電子部品・デバイスの内部欠陥をその場で非接触探傷できる革新的レーザ超音波検査装置の開発	現状の超音波検査技術は、(1)複雑形状物体の検査が難しい、(2)検査に時間が掛かる、(3)欠陥検出精度が悪い、等の問題点を有している。これらの問題を一挙に解決する検査技術として、レーザ超音波走査レーザ受信法によって高周波超音波の動画映像をその場でほぼリアルタイムに計測・解析し、電子部品・デバイスに内在する微細な形状欠陥を高速検査できる革新的レーザ超音波検査システムを開発する。	つくば研究支援センター(茨城県)

資料：経済産業省報道発表

図表 3.10 戦略的基盤技術高度化支援事業における主な検査自動化関連の研究開発例—つづき—

年度	テーマ	概要	事業管理者
2011	半導体デバイス検査装置に組み込む大容量欠陥データの解析ソフトウェアの開発	新規半導体デバイスの早期立ち上げに不可欠な1億個程度のシステムティック欠陥データの人的解析を自動化する大容量データベースを中核とした見える化機能と、人的解析では不可能な高度解析機能を実装した世界初の画期的ソフトウェアを検査装置に組み込み、検査装置の飛躍的普及を図る。この結果、人的解析を20分の1以下の時間で自動実施し、1日当たり1億円の機会損失を大幅に削減し、関連製造業者の活性化等に大きく寄与する。	NGR (東京都)
	中間工程の人的管理を自動モニタリングに置き換えた超小型・超低コストの革新的生産方式の研究	本事業では、部品の管理・検査・在庫のない一貫生産のために、良品の評価手法と機械動作の評価手法を研究する。最終製品は、良品の特徴を研究し、合致するものだけを拾い出すことで、品質を全数直接保証する。一方、工程途中では部品の検査は行わず、機械の正常動作をモニターして、品質を間接保証する。これを実現するために、部品加工には小型機を新たに開発し、すべて組立LTに同期させて、1個取り連続供給にする。	ものづくり品川宿(東京都)
	透過型格子フィルタ法を用いた次世代型フィルム検査装置の開発	「透過型格子フィルタ法」を用いた次世代型フィルム検査装置を実現する研究開発である。第一に「透過型格子フィルタ法」の実用化を行い、簡易的な機構を開発し、制御装置に移植する事でインラインでの評価検証を行う。第二に高性能画像処理用プラットフォームを開発統合し、ユーザー試験運用に対応した機構の開発を行う。実運用の結果、改善点に対応しさらには機能の向上を目指す。	名古屋産業振興公社
	航空機主翼組立におけるファスナ装着状態の革新的な検査技術の開発	近年航空機には複合材が適用されるようになり、航空機産業では新しい技術への対応に迫られている。主翼外面のファスナ装着状態は安全性(耐雷性)を左右する非常に重要な要素になっており、現状何万本ものファスナを人間が目視で検査しているが、精度や信頼性など多くの問題を抱えている。また、今後大幅な生産レートの増加が見込まれており、人的作業では対応が困難になる恐れがある。これらの問題を解決する為、大型三次曲面パネル上にあるファスナ装着状態を自動で正確に検査する技術を確認する。	科学技術交流財団(愛知県)
	ミニマル三次元積層LSIデバイス製造ファブに対応したデバイス検査装置の開発	多品種少量生産方式のミニマルファブをLSIデバイス製造に応用する研究開発が行われ注目されている。LSIデバイスにシリコン貫通電極を形成して三次元積層する次世代集積技術の研究開発が世界的に進んでいる。本提案では、0.5インチ(10cm角)の小型基板を用いるミニマル三次元積層LSIデバイス製造ファブの構築に必須な、積層前と積層後に機能・良品検査を効率的に実施するためのデバイス検査装置を開発する	九州産業技術センター(福岡県)
	液晶表示用ガラス欠陥検査装置を高度化する画像処理組込みソフトウェアの開発と事業化	新たに開発する高精度画像処理ソフトウェアと高解像度光学系を適用することで欠陥分類の高精度化を実現する。従来困難であった欠陥の分類、分別が可能となるため目視検査の自動化が進む。これにより検査品質の向上、コスト競争力向上を実現する。本研究技術を使用し、液晶表示用ガラス欠陥検査装置市場へ参入する。また技術を応用してフィルムシート加工、レンズ加工などの他市場への参入も目指す。	インテリジェント・コスモス研究機構(宮城県)

資料：経済産業省報道発表

図表 3.10 戦略的基盤技術高度化支援事業における主な検査自動化関連の研究開発例—つづき—

年度	テーマ	概要	事業管理者
2012	画像処理による鮮魚用小骨検査システムの開発	魚、食肉等の残骨検査はX線平面画像を通して作業員の目視による異物や不良品の透視検査が行われているが、作業員の肉体的負担増による微細な骨の検出の見落としや、処理時間が掛かるという課題がある。本提案は移動テーブル上の検査物に対して照射角度の異なる複数X線画像を同時撮影し、従来検出困難であった微細な骨や異物を位相限定相関法を主とする画像処理技術により立体的に検出する魚・食肉等の自動残骨検出装置を開発する。	インテリジェント・コスモス研究機構（宮城県）
	三次元LSI積層実装技術に対応した微細先鋭バンブ検査装置の開発	LSIデバイス接続技術においては、低加重・低温でチップ間接続が実現できる円錐・角錐形状の微細先鋭バンブが、次世代三次元実装技術として有望である。従来、先鋭バンブは、電子顕微鏡を形状観察に用いるが、光学的に高速検査できる技術はない。微細先鋭バンブ・接続技術の実用化には、バンブ形状検査技術の確立が不可欠であり、スタッドバンブ形状検査装置の技術に基づいて微細先鋭バンブ形状検査装置を開発する。	浜名湖国際頭脳センター（静岡県）
	エネルギー社会に対応した高機能パワーデバイスの高信頼性を確保する超小型電流センサおよび製造ライン向け検査装置の開発	IGBTなどの高機能パワーデバイスはHEVや風力発電、鉄道輸送など各種産業分野に応用され、社会インフラの重要なキーコンポーネントとなってきた。高機能化に伴い信頼性確保が課題となっており、特に並列チップ間での電流集中による破壊の防止は安全確保の面からも重要である。本研究では非破壊で正確な電流バランスの高速測定が可能な革新的超小型電流センサおよびIGBT製造ライン向け検査装置の開発を行う。	北九州産業学術推進機構
	高精度形状追従技術を用いた多品種対応型切削工具検査装置の開発	自動車部品等の高精度化に伴い切削工具自体の高精度検査が必須となってきたが、多様な形状を持つ工具刃先の微小不良自動検査技術はその難易度の高さから未だ開発されておらず、切削工具メーカーやエンドユーザーでは未だ精度の悪い目視検査を行っている。本研究により、多様で複雑な刃先形状に倣い追従する撮像検査装置を実用化することで、検査コスト5分の1の達成や高品質化など、川下製造業者のQCDs改善に大きく貢献する。	鹿児島TLO
2013	光干渉断層画像化法による塗装膜検査システムの開発	自動車産業は近年、工程短縮とVOC低減のため3ウェットオン塗装が導入され、塗装膜管理の高度化が求められている。提案者らはOCT（光干渉断層映像法）の高度化を図り、塗装膜層毎の厚みを一瞬に非接触、非破壊で測定できる膜評価装置を開発し、塗装工程の条件設定の簡素化や高精度化、不具合解析の効率化を支援する。さらに高度化OCTの断面解析データを活用して塗装の官能的評価を定量的評価に置き換える技術を開発する。	インテリジェント・コスモス研究機構（宮城県）
	高度情報認識による異物混入医薬品の除外システムの開発	医薬品の生産ラインにおける異物対策が大きな課題であり、異物検査や異物混入防止対策の徹底が必須である。本提案では、異物混入製品の出荷を未然に防ぐために、異物が混入した医薬品を検出し、生産ラインから除外することを目的とした高度情報認識（データマイニングなど）を用いた異物混入医薬品の除外に係る異常認知・品質管理アルゴリズムと実装ソフトウェアを開発する。	スペクトルデザイン（栃木県）
	電子部品・デバイスの三次元外観検査用高速度・高精度カメラの研究開発	電子部品・デバイスの高密度化の進展とともに、電子基板の三次元形状を計測して、高速・高精度に外観検査する装置の開発が要請されている。本申請では、和歌山大学・モアレ研究所・4Dセンサの特許技術を高速度カメラに適用して、2000fpsの速度で撮影し、精度10μmで三次元形状を計測できるセンサを開発する。これを用いて、生産ライン上で電子基板などのインライン検査が可能となる。	和歌山県中小企業団体中央会

資料：経済産業省報道発表

図表 3.10 戦略的基盤技術高度化支援事業における主な検査自動化関連の研究開発例ーつづきー

年度	テーマ	概要	事業管理者
2013	超音波を用いた自動車用マフラー等気密容器漏れ検査装置の開発	自動車業界では、マフラー・燃料タンクなどの気密性を要する部品については、欠陥に基づく漏れの確認検査が必須である。例えばマフラーは全品目視による検査を実施し、漏れの有無を確認しているが検査にバラツキが生じるなどの課題がある。そこで、漏れた 0.2mm 以上の気泡の周期性と上昇運動を検出原理とした超音波を用いた自動検査装置を開発し、自動車部品だけでなくガスボンベ等気密性が求められる製品全般への応用を目指す。	四国産業・技術振興センター（香川県）
2014	金属ベローズ外観目視検査の光学自動化による高品質低コスト化技術の研究開発	金属ベローズは省エネ型エアコンの流量制御弁用に多用されているが、品質確保のため、その傷検査工程を熟練工による目視検査に頼らざるを得ず、低コスト化の大きな障害になっている。そこで光学画像処理関連技術シーズをもとに、従来不可能とされてきた複雑な形状の金属ベローズの外観不良の光学自動検査技術を開発する。本開発により検査コストが大幅に低減され、製造力強化と信頼性向上が可能になる。	石川県産業創出支援機構
	自動外観検査とトレーサビリティの活用による鋳鉄部品の革新的品質保証システムの開発	川下企業から鋳鉄部品に対し高い品質保証体制が求められている。不良流出防止には外観検査が極めて重要であるが、複雑形状・黒皮表面等が阻害要因となり未だ不確実な目視検査に頼っている。本事業では CCD カメラ技術を活用し、鋳鉄部品に最適な高い信頼性をもつ自動外観検査システムを開発、不良流出ゼロを実現する。さらに過去に開発したトレーサビリティシステムと統合し、革新的な品質保証システムを開発する。	素形材センター（東京都）
	機能性フィルム表面改質度合測定用、非接触・リアルタイム・定量測定装置の研究開発	包装用途、フラットパネルディスプレイ、二次電池などに広く用いられている高分子機能性フィルムは、コロナ・プラズマ放電処理などの表面処理が必須である。ロール to ロールで大量生産される機能性フィルムの表面処理度合をリアルタイムに定量測定する装置はなく、抜取感応検査によるロットアウトが大きな課題となっている。それら表面改質度合を非接触でリアルタイムに定量測定する装置を開発する。	大阪科学技術センター
	内面欠陥検査・径測定・真円度測定を同時に可能にするレーザ三次元内面検査装置の実用化開発	自動車のシリンダーブロック等の穴を有する精密部品を大量生産・加工する業者においては、現状、内面欠陥検査、径測定・真円度測定はそれぞれ個別に行われており、効率化と検査精度の高度化が強く求められている。本研究開発はレーザを用いた内面の三次元情報から、これらの検査・測定を同時に行えるオンリーワン検査装置を実用化し、川下製造業者のニーズに応えるものである。	ひろしま産業振興機構
2015	次世代 8 K 高精細フラットパネルの高歩留まり製造を実現する欠陥検査システムの実用化開発	8 K T V 等高精細化するフラットパネルのメーカーには、欠陥見逃しによる歩留まり低下の課題がある。センサ・検出回路の S/N 比向上およびデジタル信号処理によるノイズ除去率の向上でセンサの高感度化を図り、高解像度パネルの欠陥検出能力を 60% から 97% 以上とすることで工程歩留まりを飛躍的に改善させ、製造コスト削減によって、パネルメーカーが安価でかつ安定した製品供給ができることを目指す。	ひろしま産業振興機構

資料：経済産業省報道発表

また、産業技術総合研究所九州センターでは、企業・大学等から会員を募り研究会を運営する産総研コンソーシアムとして「計測・診断システム研究協議会」を設置しており、研究会の一つとしてインスペクション技術研究会を運営している(図表3.11)。同研究会では、九州地域に集積する半導体産業を対象に、画像処理を活用した官能検査の自動化など検査技術の高度化に取り組んできた実績を活かし、こうした検査技術の自動車、電子、素材等の他の主力産業への応用展開を図っている。

図表 3.11 産業技術総合研究所九州センターの計測・診断システム研究協議会

設 置 年	2005 年 (2010 年に九州イノベーション創出促進協議会 (K I C C) の研究会活動を継承し研究会を再編、協議会名称変更)
目 的	あらゆる産業の基盤となる生産現場での計測・診断技術に関する現状分析や将来展望を議論する場であり、同時に産業技術開発を押し進めている企業がものづくり産業や食品・健康産業等の現場で直面している計測・診断技術等における課題を明らかにし、技術シーズ橋渡し(テクノブリッジ) などによりその問題解決を図る。
事 業	○機関誌の発行 ・計測・診断技術の動向、特許調査などの紹介 ・技術調査の報告 ○生産現場での計測・診断技術に関する講演会等の開催 ○研究開発プロジェクトの企画・提案
研究会組織	○インスペクション技術研究会 ○精密加工プロセス研究会 ○プラズマ技術研究会 ○ミニマル3D I C (三次元集積回路) ファブ開発研究会 ○食品・バイオテクノロジー技術研究会
インスペクション技術研究会の趣旨	九州地域では、半導体産業は牽引産業と位置付けられており、ウエハ製造から各種デバイスまで、わが国を代表するいくつかの量産工場が活動している。また、関連の半導体後工程と呼ばれる I C パッケージの組立工程に関しては非常に多くの中小企業が展開しており、海外との熾烈な競争の中で、高品質で高効率な生産力の確保が必要になっている。 これらに直結する検査技術については、年々進む半導体の微細化に伴って、高精度化および高速化などの要求が高まっている。さらに、人間の感覚に頼った官能検査の自動化・定量化など、従来技術では対応できない新たな検査ニーズも増加している。 これらの検査ニーズに対応するために、九州イノベーション創出促進協議会 (K I C C) ・画像処理技術研究会 (2008～2009 年度) においては、産総研を中心とし、福岡、熊本、および鹿児島県の各県工技・産技センターと連携して「高精度・高スループット 2 D - 3 D インスペクション技術の開発」に取り組み、半導体外観検査技術の高度化と、その成果普及に努めてきた。 インスペクション技術研究会では、これまでの活動をさらに発展させ、九州地域の企業ニーズに応え、企業技術力向上、課題解決等を目的として、九州地域の公設試メンバーとの緊密な連携のもと、講演会を含む種々の情報発信、プロジェクト化等に取り組む。さらに、半導体を中心としたインスペクション技術から、自動車、電子、素材など、九州地域の他の主力産業への応用展開を図る。
産業技術総合研究所九州センターの概要	○所在地…佐賀県鳥栖市 (福岡市に福岡サイト設置) ○研究推進組織…エレクトロニクス・製造領域の製造技術研究部門のうち、センサシステム技術研究グループ、センシング材料研究グループ、トリリオンセンサ研究グループ、生物化学プロセス研究グループ。 ○研究概要…製造現場における生産技術の高度化や維持管理の効率化、あるいは安全な社会を実現するために、新たなセンシング技術、センサーネットワーク技術、収集データ利用技術等の研究開発を推進。

資料：産総研コンソーシアム「計測・診断システム研究協議会」ウェブサイト

b. 学会活動にみる検査自動化関連の研究開発

検査自動化に関する学会として、エレクトロニクス実装学会の官能検査システム化研究会（主査：産業技術総合研究所・野中一洋イノベーションコーディネーター）が挙げられる。同研究会の概要は図表 3.12 に示す通りであり、官能検査の自動化技術の開発とその標準化・規格化に取り組んでいる。

図表 3.12 官能検査システム化研究会（エレクトロニクス実装学会）の概要

目 的	目視検査に代表される官能検査の抱える問題点に着目して、それを自動化する技術、また開発した技術を標準化していく試みについて、実装分野を中心に幅広く議論を行うこと。
経 緯	2013年度 官能検査自動化研究会として設置 2015年度 官能検査システム化研究会へ改称
活 動	委員会および公開研究会（2回／年）※公開研究会のテーマと講演プログラムは以下の通り 第1回（2013年7月24日） ○テーマ…画像検査、外観検査の最新技術の紹介と次代へ向けた提案 ・検査画像処理開発の道程…青木公也（中京大学） ・人間の目に学ぶ ニューロ視覚センサの原理と応用…山田吉郎（テクノス） ・ロボットと画像処理の融合…澤田匡希（丸由製作所） ・FPC金めっき光沢ムラ小型検査装置の開発－目視検査の自動化、客観化、共通化－…野中一洋、坂井一文、古賀淑哲、蒲原敏浩、檜枝龍美（産業技術総合研究所） 第2回（2014年1月29日） ○テーマ…画像処理、粘着・接着評価、外観検査の実際と最新技術動向 ・画像処理の電子産業への応用－特に大型計算機回路板の検査技術について－…原靖彦（日本大学） ・計測・試験と評価法の信頼性－粘着・接着特性評価法の開発を事例として－…宮城善一（明治大学） ・細部・暗部の欠陥検出能力を向上させた高速・高性能な最終外観検査装置の製品技術紹介…塩見順一（大日本スクリーン製造） ・X線によるハンダ接合部の自動検査技術…村田恒隆（名古屋電機工業） ・ICリードフレーム表面不具合検出技術の開発…重森清史（熊本県産業技術センター） ・精密研磨面の潜傷検査技術の開発…坂田義太郎（産業技術総合研究所） 第3回（2014年7月30日） ○テーマ…検査における画像化と視覚の定量化に関する最新技術動向－見えないもの・見えにくいものを捉える－ ・鏡面反射面の三次元形状計測可能なレーザーレンジファインダの開発…馬場充（茨城大学） ・高速ビジョンとそのセンシング応用…石井抱（広島大学） ・製品のばらつきに強い高感度、高速フルカラー最終外観検査装置…村上知広（インスペック） ・ISO表面性状パラメータを粗さの物理指標としたテクスチャ表面の定量化手法…米原牧子（近畿大学） ・タルボ干渉計を用いたX線非破壊検査の検討…上原雅人（産業技術総合研究所）、矢代航、百生敦（東北大学） 第4回（2015年1月28日） ○テーマ…競争力のあるものづくりを目指して－官能検査自動化に関する最新技術動向：高速化、可視化、定量化、および共通化－ ・今こそ競合に勝てるPCB作りを実践せよ…長谷川堅一（経営支援NPOクラブ） ・高速度カメラを用いた画像処理とその応用～ラインおよびエリアスキャンカメラによる外観検査システム～…鈴置昌宏（伊藤忠テクノソリューションズ） ・三次元測定を用いた傾き、たわみ、寸法検査技術…渡辺惇（富士テクニカルリサーチ） ・静電気分布計測技術…菊永和也（産業技術総合研究所） ・めっき外観異常（光沢ムラ・色ムラ）の検査技術と国際標準化…野中一洋（産業技術総合研究所） 第5回（2015年7月28日） ○テーマ…進化する画像センシングの最新技術動向 ・画像技術の元気の素…奥水大和（中京大学） ・光学技術と画像処理技術の融合…大島琢也（昭和電気研究所） ・スギの葉形状による品種分類について－林業における官能検査の事例紹介…重森清史（産業技術総合研究所） ・Trillion Sensors Universeを拓くセンシング…寺崎正（産業技術総合研究所） 第6回（2016年1月27日） ○テーマ…IoT時代に対応する検査を見据えて ・人工知能技術による異常検知システムとその産業応用…村川正宏（産業技術総合研究所） ・プリント実装基板における品質コストの最小化－3D-SJIで資源（人財、機械）間コミュニケーションが変化する－…杉山俊幸（オムロン） ・半導体ウエハの欠陥分布解析技術…渋谷久恵（日立製作所） ・パンプ高き計測技術…石原満宏（東光高岳） ・実装基板のX線による検査…栗原則和（東芝ITコントロールシステム）

資料：エレクトロニクス実装学会ウェブサイト等

また、精密工学会の画像応用技術専門委員会は、画像処理技術の向上を図り産業分野における自動検査など実用化に寄与することを目的として、年5回の定例研究会のほか、実利用の面に重きを置いた研究開発の発表の場として、12月に「ViEW ビジョン技術の実利用ワークショップ」および同3月に「DIA 動的画像処理実利用化ワークショップ」を毎年開催しており、企業からの参加者を多く集めている（図表 3.13）。なお、画像技術関連の主要な学会活動として、このほかにも画像センシング技術研究会が毎年6月に開催する「SSII 画像センシングシンポジウム」が挙げられる。同シンポジウムは、画像センシング技術の実用化を意識した研究発表の場として、企業からも多くの発表者・参加者を集めている。

これら学会活動の研究動向を把握するため、毎年多くの参加者を集める「ViEW ビジョン技術の実利用ワークショップ」における最近の研究発表テーマをみると、外観検査と三次元計測が定番テーマの位置付けにある（図表 3.14）。このうち外観検査においては、気付きアルゴリズムや周辺視目視検査を模擬したインライン外観検査など、人による検査から得られた知見を自動化に活かす研究もみられる。また、三次元計測においては、単眼カメラで撮影された二次元画像からの高速三次元認識や、安価なカメラとして注目されている Kinect などのRGB-Dの活用なども進んでいる。これらの定番テーマのほか、各年の企画テーマとして、2014年にはロボットビジョン（マシンビジョン）、2015年にはディープラーニング（機械学習）が取り上げられており、これらが最新の研究シーズの潮流となっていることがうかがえる。

図表 3.13 画像応用技術専門委員会（精密工学会）の概要

目 的	画像処理技術の向上を図り、産業分野における自動検査、自動監視、画像理解、物体認識などの実用化へ寄与するために基礎技術の確立と具体的な解析法の確立、画像情報の抽出から処理プロセスに至る手法の確立、さらに応用、実用化に向け、調査研究、情報交流を行い、産業界の発展に寄与すること。
経 緯	1983年 生産自動化のための画像処理技術研究分科会を発足 1986年 画像応用技術専門委員会を設置
主な活動	①定例研究会（5回／年）…先端的な研究、開発の状況を発表と質疑とを通じて、会員相互の意見交換と交流の場として開催 ②ワークショップ ・ViEW ビジョン技術の実利用ワークショップ（パシフィコ横浜で毎年12月に開催）…2002年までは外観検査の自動化ワークショップとして13年にわたり開催。近年の画像応用技術の幅広い拡大と参加者のニーズに応るために、2003年より名前と装いを新たにして開催。「ものづくり」を支える基盤技術として外観検査など生産技術に関わる画像処理応用技術の発信源として貢献。最近は画像処理、マシンビジョンの応用分野が着実に拡大。これに呼応し、人や車の認識理解など交通からセキュリティなど社会システムまで視野を広げたビジョン技術の実利用を迫り、実用化をめざす多くの企業や大学の発表と意見交換、情報収集の場として評価を得ている。 ・DIA 動的画像処理実利用化ワークショップ（全国各地持ち回りで毎年3月に開催）…近年の画像応用技術の高速化、実時間化に対応して、そのシーズとニーズを議論するためのワークショップ。近年、画像処理技術は動画像の応用も取り込み始めていることから、実利用に重きをおいたワークショップを開催することとしている。 ③サマーセミナー…画像処理技術に関連した様々な分野の一線の研究者を招き、泊り込みの勉強会を開催。近年は、若い研究者の発表会が行われるようになり、2004年からは映像情報メディア学会メディア工学研究会との共催で実施。 ④外観検査アルゴリズムコンテスト…実際に生産現場で課題となっている画像に対して、検査プログラムを開発し、欠陥認識率と検査時間を競うもの。

資料：画像応用技術専門委員会（精密工学会）ウェブサイト

図表 3.14 ViEW2014～2015 における外観検査および三次元計測関連の研究発表

区分	テーマ	発表者
外観検査	時間相関技術の塗装検査への応用	栗原徹(高知工科大)、安藤繁(東大)、吉村礼彦(リコーエレクトロニクス)
	内視鏡型センシングと気付きアルゴリズムによる自動車部品検査方式	長嶋千恵(豊田中研)、青木公也(中京大)、塚田敏彦(豊田中研)、三和田靖彦(トヨタ自動車)、奥水大和(中京大)
	周辺視目視検査を模擬したインライン外観検査の一手法—LCI法と簡易3D計測による「発見」と「精査」の分離—	広瀬修(住友化学)
	クリーン鋼管内面傷の光学自動検査技術の開発と実用化	亀本朗弘、南部修太郎、狩場雅則、中西俊裕(ステンレス久世)、山田真友、高森瞳、橋本進(アセット・ウィッツ)、森田義則(石川高専)、渡辺弥壽夫(金沢工大)
	蛍光画像による樹脂の硬化状態検査技術	酒井寛、穂刈守、安部貴之、西山陽二(富士通研)、甲斐智司、野村進直(富士通)
	移動光源を利用した凹凸欠陥可視化技術	菅野純一、山口新(ヴィスコ・テクノロジーズ)
	リング状光源を用いた法線方向の分散に基づく欠陥検査	中村良治(三井ハイテック、九工大)、榎田修一(九工大)
	自動車用タイヤの外表面欠陥検査装置の開発—回転偏芯抑制と光切断法による欠陥特徴計測—	舟橋琢磨(中京大)、藤原孝幸(北海道情報大)、金子祥人、奥水大和(中京大)
	外観検査における機械学習	永田毅氏(みずほ情報総研、筑波大)
	半導体 Chip 実装のための位置計測の一検討	上山真司、梶並将人(サムスン日本研究所)、キム・サンユン、キム・ヒジエ、ソク・スンデ、シン・ジェボン、イ・ビュンジュン(Samsung Electronics)
	ブレーキホースメスロ金部品の外観検査①構造を利用したシート面撮像方法	長嶋千恵、塚田敏彦(豊田中研)、宮地修平、鯛直樹、猪原友紀、宮崎秀和(豊田合成)
	ブレーキホースメスロ金部品の外観検査②検査アルゴリズムとその性能評価	宮地修平(豊田合成)、長嶋千恵、塚田敏彦(豊田中研)、鯛直樹、猪原友紀、宮崎秀和(豊田合成)
	画像処理プログラムの自動生成技術における適用範囲拡大	長門毅(富士通研)、澁谷大貴(富士通)、高橋文之、岡本浩明、布施貴史、肥塚哲男(富士通研)
	スリット光の投影および撮影の両方に光学合成を用いた稼働の安定性が高くかつ高精度な三次元形状検査装置	谷本尚之、宮下武志、野沢省吾(池上通信機)、新保誠(テクニカル)、柴垣太郎(池上通信機)
	大量生産部品の個体管理に向けた物体指紋の自動撮影とモバイル機器による認証	高橋徹、工藤佑太、石山壘(NEC)
三次元計測	基調講演 物体認識のための三次元特徴量の基礎と動向	橋本学(中京大)
	Surface-Slope Finder:大型金属形状測定のための表面傾斜角ファインディング・プローブ	小林茂樹(形相研究所)、高橋久範、名取孝(富士テクニカルリサーチ)
	球面参照波を用いた小型デジタルホログラフィック顕微鏡による細胞計測	星野和博、渡邊恵理子(電通大)
	多項式近似を用いた水中アクティブ三次元形状計測システムの開発	華山達也、汪佐夫(鹿児島大)、佐川立昌(産総研)、古川亮(広島市立大)、川崎洋(鹿児島大)
	インスタント3D復元による画像データベース構築と分割画像記述子を用いた自己位置・方位推定	董亜飛、井上優希、鳥居秋彦、奥富正敏(東工大)
	デジタルホログラフィによる透明物体に対する三次元形状検査手法	柳琢磨、田口亮(名工大)、服部公央亮、保黒政大(中部大)、梅崎太造(名工大)、堀米秀嘉(3Dragons)
	非剛体変形をする三次元点群間における任意箇所に対応点探索と測地線距離計測	菅井駿、池上舞、玉木徹、Bisser Raytchev、金田和文、間野聡実、吉利怜奈、川村健介、黒川勇三、小櫃剛人、沖田美紀、杉野利久(広島大)
	物体認識のための三次元データ処理	橋本学(中京大)
	Depth From Defocus 技術のオートフォーカスへの応用	河村岳、グエンカン、安木俊介、磯貝邦昭(パナソニック)、長原一(九州大)
	精密切削とエッチングを用いた鉄鋼組織の三次元観察	山下典理男(理研)、松野崇、前田大介(新日鐵住金)、横田秀夫(理研)
	距離画像と濃淡画像を利用した工業部品の位置姿勢検証法	中野裕太、古川亮、日浦慎作、宮崎大輔、馬場雅志(広島市立大)
	階層的統合モデルを用いた単眼カメラからの高速三次元物体位置・姿勢認識	小西嘉典、半澤雄希、川出雅人(オムロン)、橋本学(中京大)
	粗密探索法を用いた合焦法による半透明物体に対する三次元計測	高橋直也、鷺見典克、田口亮(名古屋工大)、服部公央亮、保黒政大(中部大)、梅崎太造(名古屋工大)
	RGB-D整合性と物理的整合性評価に基づく三次元多品種物品の識別と姿勢認識	秋月秀一、橋本学(中京大)

資料：精密工学会画像応用技術専門委員会ウェブサイト

検査の自動化、特に外観目視検査の自動化を支える研究として注目される気付きアルゴリズムや、周辺視目視検査を模擬したインライン外観検査の概要は図表 3. 15 に示す通りであり、いずれも人の視覚生理機構である「周辺視」に学び、人が欠陥を「発見」する仕組みを取り入れた外観検査（画像処理）システムを開発したものである。

図表 3. 15 外観検査（画像処理）に関わる主な研究テーマ

気付きアルゴリズム			
人の視覚生理機構の一つである「周辺視」と「固視微動」の知見に学びながら検査画像処理を実装するもので、検査員の「発見と精査」の二段階の検査プロセスにおける「発見」に当たる画像処理アルゴリズム（図表 3. 16 の「周辺視目視検査法」参照）。周囲とはわずかに異なる傷・欠陥を発見することができることから、気付きアルゴリズムと呼ぶ。 ある範囲において全体を見るのは比較的低解像度の「周辺視」とし、「固視微動」（注視中における眼球の微振動）に模してサイズ拡大と位相シフト（位置調整）を行った複数の画像を統合することにより、傷・欠陥の「ポップアウト」（異常領域にスポットライトが当たったような）画像を出力する（下図）。従来の高精細のワンショット画像から傷を検出する画像処理アルゴリズムとは異なり、様々な解像度と位相でサンプリングされる複数枚の画像を使用したアルゴリズムである。 このアルゴリズムは、形状異常、シミ・汚れ、粒子状パターン異常、スクラッチ傷等、様々な傷・欠陥を発見できる性能を有しており、様々な目視検査対象における傷発見プロセスとして、高い汎用性を有する可能性がある。また、極めてシンプルで、パラメータのシビアな調整は不要なことも特徴である。			
周辺視目視検査を模擬したインライン外観検査			
人による外観検査において近年注目されている「周辺視目視検査」の機能（欠陥の「発見」）が、二次元画像のインライン処理手法である L C I 法で模擬できることを示した。L C I 法は、製造ライン中で搬送状態にあるウェブ品（ロール状に巻き取ることができるフィルム・板状製品）に対して、様々な光学条件下での外観検査を一度に行う手法である。具体的には、エリアセンサを用いて同一フレーム内に暗視野・明暗境界・明視野の明暗各領域を含むことにより、同一欠陥に対して照明との相対位置が異なる複数の二次元画像を取得する。このため、ラインセンサを用いて一次元画像を取得する従来法では、欠陥の種類ごとに観測する必要			
L C I 法と従来法および周辺視目視検査との比較			
機能	周辺視目視検査	L C I 法	従来法
撮像	視野全体(二次元)	エリアセンサ(二次元)	ラインセンサ(一次元)
光学条件	光学条件を変化させながら全体を見る	光学系内に明視野～暗視野を含む	固定光学系
画像処理	中心視を使わない (=思考を伴わない =画像認識をしない)	各フレームに対しては画像認識を行わない	原画像に対して画像処理・認識を行う
主な動作	良品の確認と変化への気付き(良品は見流す)	変化部の抽出(正常部の情報は流れ去る)	欠陥の検出と認識
その他	疲れない	CPU負荷は従来と同程度(二次元→一次元への変換)	

資料：青木公也・舟橋琢磨・奥水大和・三和田靖彦「周辺視と固視微動に学ぶ「傷の気付き」アルゴリズム」2013年（精密工学会「精密工学会誌Vol. 79, No. 11」所収）、長嶋千恵・青木公也・塚田敏彦・三和田靖彦・奥水大和「内視鏡型センシングと気付きアルゴリズムによる自動車部品検査方式」（産業開発機構「映像情報Industrial 2015年3月号」所収）、広瀬修「周辺視目視検査を模擬したインライン外観検査の一手法—L C I 法と簡易 3 D 計測による「発見」と「精査」の分離—」（産業開発機構「映像情報Industrial 2015年3月号」所収）等

また、ロボットビジョン（マシンビジョン）の新たな可能性を拓く高速ビジョンの製品検査などへの応用展開が進展しているほか、画像処理分野を中心に脚光を浴びているディープラーニング（機械学習）の製品検査への応用研究も進んでいる。

図表 3.15 外観検査（画像処理）に関わる主な研究テーマーつづきー

高速ビジョン	
高速ビジョンは、通常のカメラ（30 フレーム／秒）を大幅に上回るスピード（約 1000 フレーム／秒）で画像取得・処理ができるシステムであり、ロボットを含む自動制御機器に応用されてきた。以前は、システム構築の難しさが障害であったが、近年では周辺技術の開発が進んだこともあり導入のハードルは下がってきている。また、ビジョンシステムそのものの開発から、高速ビジョンの応用システムの開発や使用方法に焦点が移りつつある（右図）。 東京大学の石川渡辺研究室では、高速ビジョンを活用した様々な高速検査システム（F A・視覚検査・計測システム）が開発されている。例えば、高速に移動する対象物（部品等）の個数検査や欠陥検査、振動する高速回転面の表面パターンの検査システムなどである。	超高速マシンビジョンの応用展開例 ディスプレイパネルの位置合わせ 半導体製造装置向け画像センサ 画像による製本検査 レーザースペックル計測 透過型電子顕微鏡（TEM）向け画像解析装置 資料：青木孝文「画像分野における産学連携オープンイノベーション」（組込み産業地域交流プラザ 2013in 宮城 セミナー資料）
ディープラーニング（機械学習）	
機械学習は人工知能の一分野で、データの背景にある傾向や法則を探り、現象の解析や予測をすることを目標としており、人間がルールを明示的に与えるのではなく、データから機械自身に法則を学習させるのが特徴である。機械学習で扱われる計算アルゴリズムの一つに、脳を模倣したモデルで入力層・隠れ層・出力層の3種類の層から成るニューラルネットワークがある。これは、入力に対して単純な変換を何回も繰り返し、予測結果などを出力する構造をしているが、隠れ層を何層も重ね「深い構造」にしたものがディープラーニングと呼ばれており、ニューラルネットワークの精度向上に寄与するものとして注目されている。 機械学習は、ディープラーニングの登場で脚光を浴びており、特に画像処理の分野でその有効性が確認され様々な応用手法が提案されている。工業部品の検査においても、例えば精密工学会主催の外観検査アルゴリズムコンテストにおいて、ディープラーニング（機械学習）を用いた手法が提案されるなど、実用化に向けた研究開発が進められている（右図）。	機械学習による鋳造部品の欠陥検出例 下図は学習サンプルが少ない場合の画像認識の例。統計的なバラツキを考慮しつつ学習サンプルを擬似的に増やす工夫を行い、複雑な鋳造部品の画像から欠陥領域を正しく検出し、誤検出をゼロに抑えることに成功。この技術は精密工学会主催の外観検査アルゴリズムコンテスト 2013 にて最優秀賞を受賞。 資料：みずほ情報総研ウェブサイト（画像提供：外観検査アルゴリズムコンテスト 2013 出題画像）

資料：日本ロボット学会「日本ロボット学会誌 2014年11月号ー特集「高速ビジョンの応用展開ー」、東京大学石川渡辺研究室ウェブサイト、大野健太「ディープラーニングのビジネス活用を探る(1)」2015年（日経B P社「日経ビッグデータ」ウェブサイト所収）、永田毅「外観検査における機械学習」（精密工学会画像応用技術専門委員会「ViEW 2015ビジョン技術の実利用ワークショップ講演概要集」所収）等

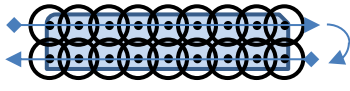
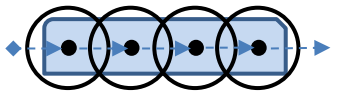
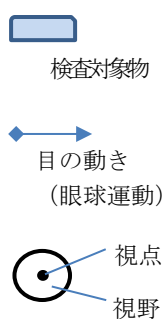
3. 2. 2. 周辺視目視検査法の普及・導入の取り組み

a. 感察工学研究会による周辺視目視検査普及活動

精密工学会画像応用技術専門委員会を親委員会として 2010 年に設置された感察工学研究会（主査：香川大学工学部・石井明教授）は、検査自動化への応用も図られている周辺視目視検査法について、学術的調査等を行うとともにその普及活動にも取り組んでいる（図表 3.16）。

周辺視目視検査法は、人による検査の方法について、視覚機能である「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り、検査効率の向上、見逃しの削減のほか、検査員の疲労低減等健康状態の改善に効果があることが報告されている。

図表 3.16 感察工学研究会（精密工学会画像応用技術専門委員会）の概要

目的	中心視と周辺視を対立軸として、それらを包含する学問領域の創出を図るとともに、現状の技術の調査、整理を行うこと。								
経緯	2010年2月 設置（2年間の時限設置後、1年ごとに更新中） 2012年6月 SSII2012 第18回画像センシングシンポジウムの研究展示として、画像センシング展に「周辺視目視検査法」ブースを設置 2012年12月 ViEW2012 ビジョン技術の実利用ワークショップと併催の国際画像機器展で紹介ブースを設置し無料セミナーを開催 2013年度から、①現場実測&指導検討グループと②周辺視の画像処理実現検討グループを設置 2015年度から、「周辺視目視検査法」の現場視察・指導を行う目視検査改善キャラバンを開始								
活動	研究会（2～3回／年）、勉強会（特定テーマについての学習）、企業見学（目視検査現場の視察・討論）、周辺視目視検査の普及活動、感察工学の体系化								
周辺視目視検査法	佐々木章雄氏らが日本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）の目視検査の生産性倍増のために開発した検査法で、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レビュー誌への連載（2005年8月から2006年8月）により公開されてから注目を集め、様々な検査対象への応用が試みられている。 周辺視目視検査法は、人間が元々持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検査方法である。 従来の目視検査法  周辺視目視検査法   <table><tr><td>■視点を滑らせるように細かく移動 ・滑動性眼球運動・走査眼球運動 ■視野が狭い「じっと見て、探す」</td><td>■視点を飛ばす ・衝動性眼球運動 ■視野が広い「ぱっと見て、感じる」</td></tr><tr><td>「不良探し」 照合・想起 認知・判断</td><td>「良品確認」 違和感 異常検出</td></tr><tr><td>集中 短時間、高疲労</td><td>リラックス 低疲労</td></tr></table>			■視点を滑らせるように細かく移動 ・滑動性眼球運動・走査眼球運動 ■視野が狭い「じっと見て、探す」	■視点を飛ばす ・衝動性眼球運動 ■視野が広い「ぱっと見て、感じる」	「不良探し」 照合・想起 認知・判断	「良品確認」 違和感 異常検出	集中 短時間、高疲労	リラックス 低疲労
■視点を滑らせるように細かく移動 ・滑動性眼球運動・走査眼球運動 ■視野が狭い「じっと見て、探す」	■視点を飛ばす ・衝動性眼球運動 ■視野が広い「ぱっと見て、感じる」								
「不良探し」 照合・想起 認知・判断	「良品確認」 違和感 異常検出								
集中 短時間、高疲労	リラックス 低疲労								

資料：感察工学研究会ウェブサイト等

周辺視目視検査法の専門家へのヒアリング結果によると、周辺視目視検査法定着のポイントは「適正な光源、照度、光の方向」と「作業リズム」であり、「職場の改善力と改善体制」や「検査員の健康管理」も重要になる（図表 3. 17）。

図表 3. 17 周辺視目視検査法の専門家へのヒアリング結果

区分	内容
光源・照度・光の方向の重要性	○光源の改善無しでリズムだけができていても周辺視は不完全である。強い光は人体の交感神経系の働きを強め、高い緊張状態を作り出す恐れがあり、その状態が長時間続くと、健康被害の問題が現れると考えている。 ・適正照度はワーク面上で概ね1000±200ルクスが望ましい。周辺視は網膜全体にある桿体細胞を使うが、明るすぎる場所では桿体細胞による明暗知覚の機能が低下し、網膜の中心窩に集中する錐体細胞を使う中心視の見方に変化する。 ・周辺視への移行がしやすいように検査室につながる通路の照度を落とした例もある。 ・天井灯や手元照明からの光が直接目に入らないようにしたほうがよい。 ・作業機の天板は光が反射するものや白色のものは避けた方がよい。 ・作業着・作業手袋からの反射光を軽減するために白色から暗色に変更した例もある。
正しい作業姿勢とリズム	○リズムカルな作業をするためには正しい作業姿勢を保つことが重要である。 ・作業機に肘をつくとリズムカルな動作の妨げになる。また、作業機が高すぎてもリズムカルな動作ができない。人間工学的には心臓より上に手を持って行くと疲労度が高くなる。 ・背筋・首はまっすぐにすることが基本。首の前方傾きの許容限度は20度までである。首が曲る人は覗きに行っている。覗き込む姿勢ではリズムカルな動作ができない。 ・両目を結ぶ線が水平になるように姿勢を保つ必要がある。頭が左右に傾くと三次元位置が正しく認知できなくなる。ベテラン検査員は頭が動かない。 ○椅子・作業台・什器（拡大鏡、実体顕微鏡、検査品を入れるケースなど）の位置関係を見直し、ハンドリングがダイナミックに行える空間を確保する必要がある。実体顕微鏡に専用アームを取り付け、前かがみにならないようにした例がある。 ○よいリズムは人によって異なる。 ・メトロノームを使って複数の検査員に同じリズムを付けさせようとしたところ、かえってリズムが崩れ、1日で取り止めた例がある。いいリズムができている人はその人独自の「ゆらぎ」ができている。メトロノームの使用はこのリズムを乱した例である。 ○検査作業中に思考や不定期な作業が断続的に入るとリズムが崩れる（不良の細かい分類と記載、頻繁に運搬が必要など）。また、プレッシャーもリズムが崩れる原因となる。
職場の改善力と改善体制	○周辺視の指導をしても、その職場のリーダーや検査員の改善能力が高いか低いかでどのくらいの検査員が習得できるかは分かれる。 ○経営者の関心が高いとうまくいく。 ○難しい理論はリーダーたちが理解していればよいが、今まで考えている方法と異なる方法があることを検査員たちにも理解させることは習得の早道となる。 ○検査員を改善リーダーにして全責任を負わせると大きなプレッシャーを掛けることになり、検査員としてのパフォーマンスの低下を招きかねないので注意が必要である。
検査員の健康について	○不良箇所を見付け出すような見方、また、不良箇所を見付けて、その不良の種別を確認する見方は中心視を使う。これらの見方ではリズムカルな動きが止まり、目が疲れ、長時間にわたって作業することができなくなる。この作業が1日中続けば、首・肩の凝り、腰の痛みを発症し、健康に大きな影響を与える。 ○不良の見逃しを指摘したり、作業を急がすことは、緊張やプレッシャーを強いることになり、胃腸の調子まで害することになる。

b. 中国地域の産業支援機関における周辺視目視検査法の普及に向けた取り組み

島根県・しまね産業振興財団では、県内企業の検査品質向上を目的として、2015年8月に周辺視目視検査法についてのセミナーを開催した（図表 3.18）。当初の予定を上回る申し込みがあるなど、地域企業の目視検査改善へのニーズや周辺視目視検査法への期待の高さがうかがえ、受講者の満足度も高いものであった。

図表 3.18 中国地域における周辺視目視検査法普及の取組事例

島根県・しまね産業振興財団による普及の取り組み－セミナー開催－

区分	取組概要
開催時期	2015 年 8 月 28 日
開催目的	島根県内企業の検査に際する見逃し率削減、検査スピード向上による品質力アップ。
講 師	周辺視目視検査研究所 代表 佐々木 章雄氏
講師補助	香川大学工学部 知能機械システム工学科 教授 石井 明氏
参加人数	105 名
満 足 度	84%（アンケートの総合評価で大変良いまたは良いとの回答を集計） 当初は参加定員を 50 名としていたが、申し込み多数のため、急遽定員を増やす必要が生じるほど多数の申し込みあり。県内企業では、検査工程がボトルネック工程となっている現状がうきぼりとなった。また、県内企業では全数検査が必要な自動車産業の仕事が多いことと、比較的設備投資が旺盛な企業でも検査工程への設備投資は二の次になってしまいがちな点も要因と思われる。講演後に、個別相談（1 社 10 分）の場を設け、セミナー内容から具体事例に対するアドバイスを頂ける場をセッティング。

資料：しまね産業振興財団資料

c. 周辺視目視検査法セミナー受講企業の取組状況

しまね産業振興財団の協力を得て、周辺視目視検査法のセミナー受講企業のその後の取組状況等を把握するため、受講企業 35 社を対象にアンケート調査を実施した。調査は、受講後約 3 ヶ月の 11 月末に実施し、16 社から回答を得た（回収率 45.7%）。

（a）回答企業が周辺視目視検査法の適用を考えていた検査工程の概要等

回答企業が周辺視目視検査法の適用を考えていた検査工程の概要等は図表 3.19 に示す通りである。

図表 3.19 回答企業が周辺視目視検査法の適用を考えていた検査工程の概要等

(検査工程の位置付け)

	計	受入検査	中間品検査	完成品検査	出荷検査
有効回答企業数	16	1	3	11	3
構成比(%)	100.0	6.3	18.8	68.8	18.8

(検査対象品)

	計	生活関連型	繊維	基礎素材型	プラスチック製品	ゴム製品	金属製品	加工組立型	電子・電気機械器具	その他
有効回答企業数	16	1	1	10	2	1	7	3	3	1
構成比(%)	100.0	6.3	6.3	62.5	12.5	6.3	43.8	18.8	18.8	6.3

無回答

※検査対象品の具体的内容例
プラスチック製品…産業機器用スイッチ部品
ゴム製品…自動車用部品
金属製品…自動車用ホースクランプ、帯鋼材製品
電子・電気機械器具…産業機器・制御基板組み立て、砲弾型LED
その他…シュレツダ等

(検査項目)

	計	異物・異品混入	印字・表示	構造・構成	その他の外観・形状	無回答
有効回答企業数	16	10	4	2	14	1
構成比(%)	100.0	62.5	25.0	12.5	87.5	6.3

※検査項目の具体的内容例
異物・異品混入…ゴミ・塗装スケ
その他の外観・形状…表面欠陥
異物・異品混入、その他の外観・形状…黒点・バリ・ショート・フローマーク等外観、汚れ・ボイド(気泡)、錆び・変色
その他…製品の不具合、はんだ・ユニット組立

(全数・抜き取りの別)

	計	全数	抜き取り
有効回答企業数	16	12	4
構成比(%)	100.0	75.0	25.0

(1日当たりの検査個数)

	計	1000個未満	1000～3000個未満	3000～5000個未満	5000～10000個未満	10000～30000個未満	30000個以上	無回答
有効回答企業数	16	5	5	1	－	－	4	1
構成比(%)	100.0	31.3	31.3	6.3	－	－	25.0	6.3

(検査員総人数)

	計	1～2人	3～4人	5～9人	10～14人	15～19人	20人以上
有効回答企業数	16	1	7	4	2	－	2
構成比(%)	100.0	6.3	43.8	25.0	12.5	－	12.5

(セミナー当日の個別指導の受容)

	計	はい	いいえ
有効回答企業数	16	4	12
構成比(%)	100.0	25.0	75.0

(個別指導への満足)

	はい	いいえ
有効回答企業数	2	2
構成比(%)	50.0	50.0

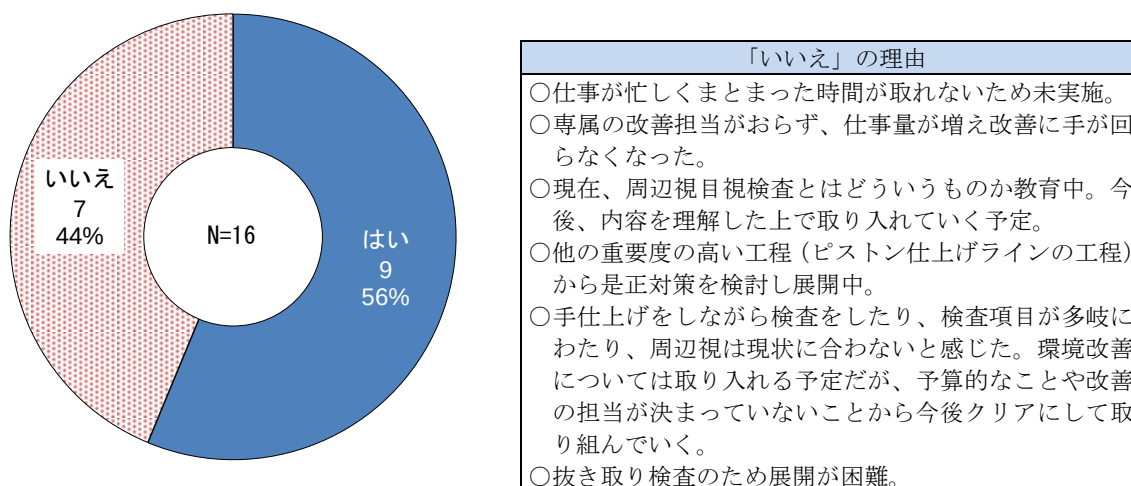
※「満足」の理由
○検査ラインでの光源の種類、角度、明るさを具体的に説明いただいた。
○不具合に対しての再発防止策の進め方について大変参考になった。
※「満足」でない理由
○時間が不足。相談できる時間が少なかった。
○時間的に短く、もっと具体的に指導していただきたかった。

(b) 受講後の社内での展開状況

調査結果によると、セミナー内容を改善活動に取り入れている企業は9社（56%）で、取り入れていない理由として時間的・人的余裕のなさなどが挙げられている（図表 3. 20）。

図表 3. 20 セミナー内容の改善活動への取入状況

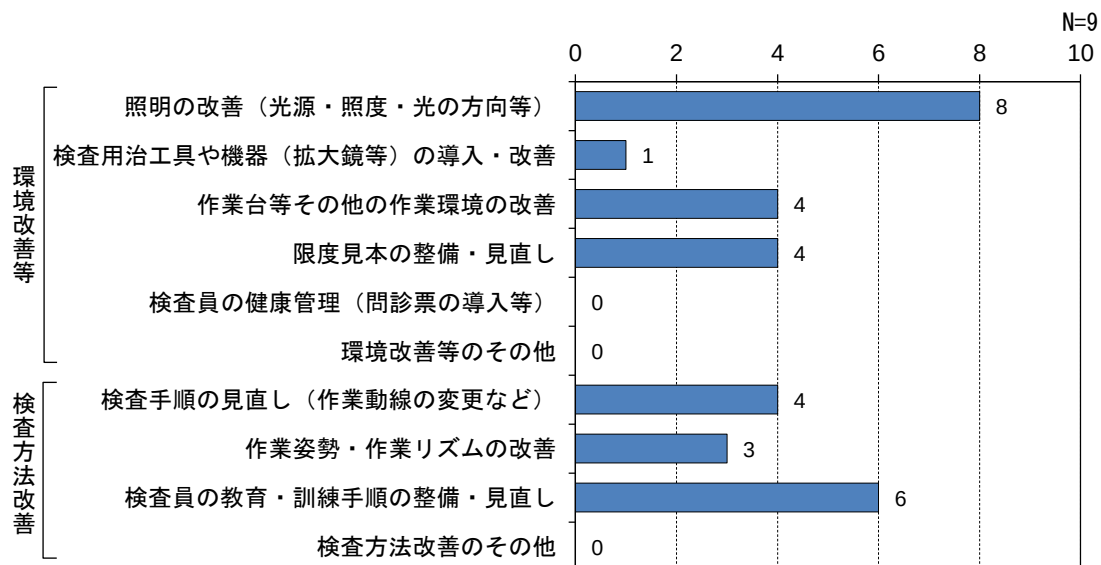
問 4 セミナーの内容を社内の改善活動に取り入れていますか。



改善の内容については、照明の改善や、検査員の教育・訓練手順の整備・見直しが多い（図表 3. 21）。

図表 3. 21 改善の内容

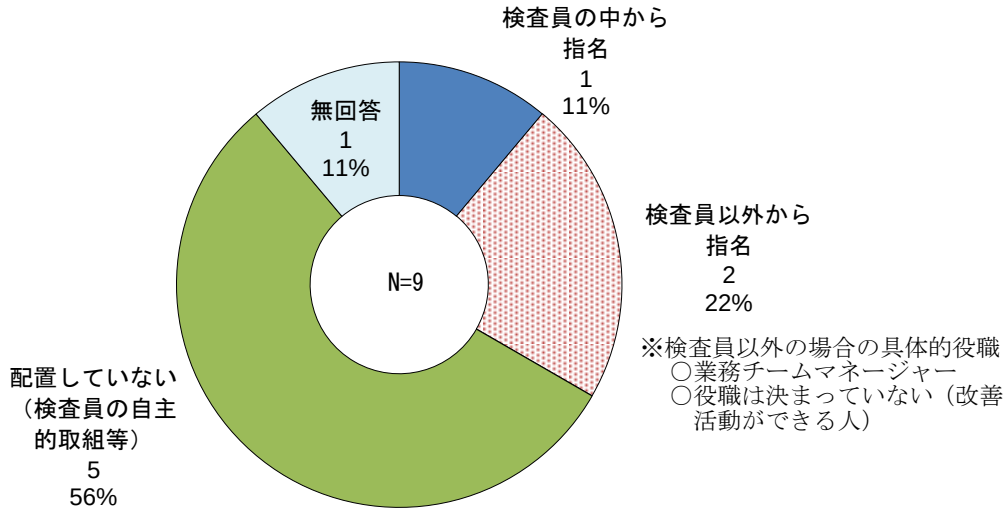
問 4－1 【問 4 で「はい」と回答した企業が対象】どのような取り組みに反映していますか。



また、セミナー内容を改善活動に取り入れている企業で、改善活動の責任者を配置しているのは3分の1であり、過半は配置していない状況にある（図表 3. 22）。

図表 3. 22 改善活動の責任者配置

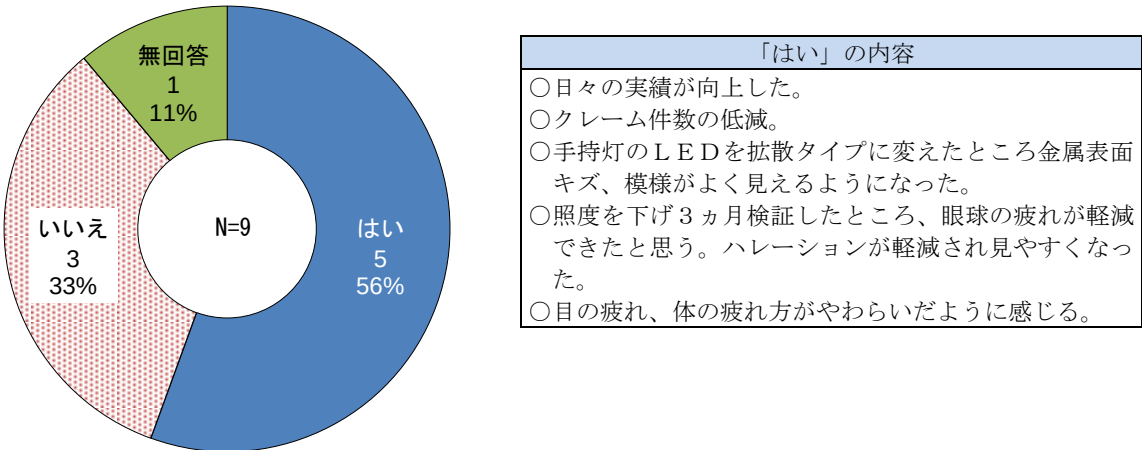
問 4－3 【問 4 で「はい」と回答した企業が対象】改善活動の責任者は配置していますか。



さらに、セミナー内容を改善活動に取り入れている企業の過半では、検査の効率や品質の向上、検査員の疲労軽減など、具体的な改善効果が得られている（図表 3. 23）。

図表 3. 23 改善効果の有無

問 4－3 【問 4 で「はい」と回答した企業が対象】具体的な改善効果は得られましたか。

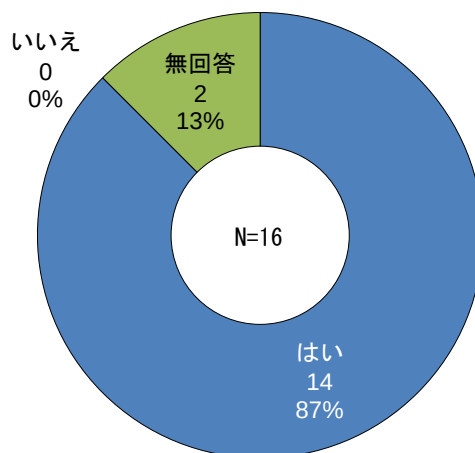


(c) 今後の改善への取り組み

今後の周辺視目視検査法を取り入れた改善活動の意向については、14 社（88%）と受講企業のほとんどが有している（図表 3. 24）。

図表 3. 24 今後の周辺視目視検査法を取り入れた改善活動の意向

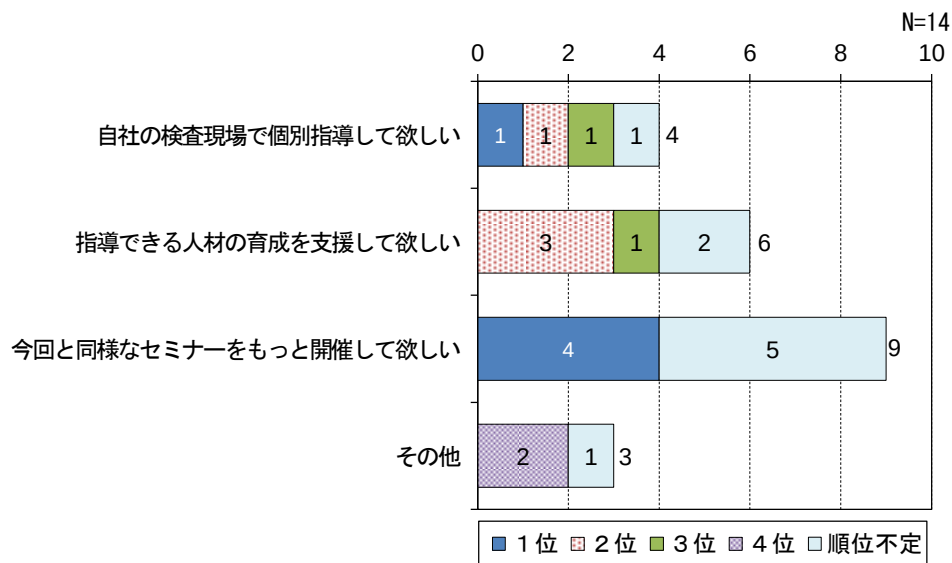
問5 今後、周辺視目視検査法を取り入れた改善活動を進めていきたいですか。



今後希望する支援内容については、今回と同様なセミナー開催が最も多く、以下、指導人材の育成支援、自社検査現場での個別指導の順である（図表 3. 25）。

図表 3. 25 今後希望する支援内容

問6 【問5で「はい」と回答した企業が対象】今後、希望する支援等がありますか（優先順位を記入）。



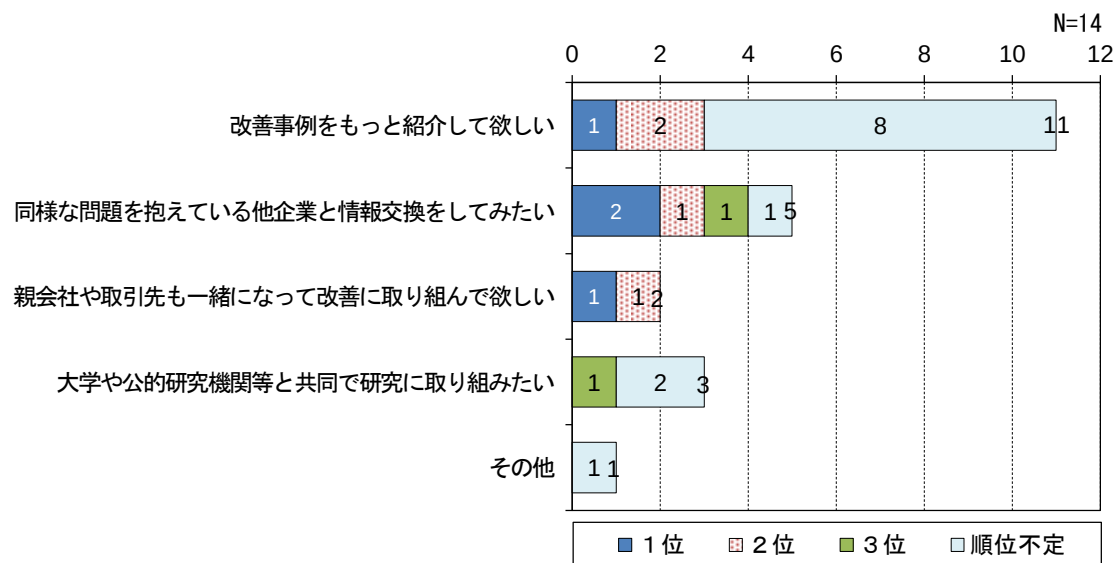
「希望する支援等」の内容

- 自社開発のタブレット版の検査管理ソフトを活用しています。この仕組みについて、指導願います。
- 目視機材導入時の援助。
- 改善事例をもっとたくさん紹介してほしい。

また、他社との情報交換や共同研究等については、改善事例の紹介への要望が特に多く、同様な問題を抱えている他企業との情報交換を希望する企業もみられる（図表 3.26）。

図表 3.26 他社との情報交換や共同研究等の希望

問 7 【問 5 で「はい」と回答した企業が対象】他社との情報交換や共同研究等の希望はありますか（優先順位を記入）。



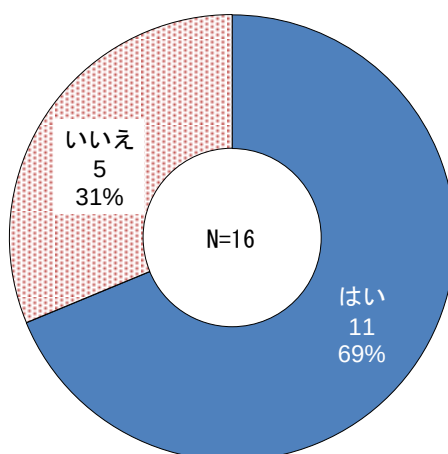
「大学や公的研究機関等と共同で研究に取り組みたい」の内容
○開発を進めている検査管理ソフトへの意見を聞きたい。
○周辺視訓練ソフト、検査員養成ソフト。
「その他」の内容
○生産工程のモニタリング情報と連携して、不良発生原因について対策が取れる改善活動が推進できる仕組みづくり。

(d) 検査員の能力の差等について

検査員ごとの検査能力については、11 社（69%）が把握している（図表 3.27）。

図表 3.27 検査員ごとの検査能力の把握

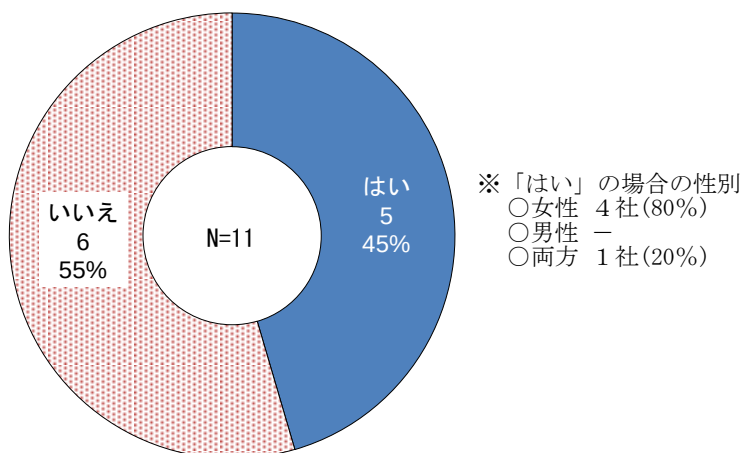
問 8 検査員ごとの検査能力（検査個数／人・日）を把握していますか。



検査能力を把握している企業に、検査能力が平均を 5 割以上上回る検査員の有無を質問したところ、半数近くの企業が主に女性にいと回答している（図表 3.28）。

図表 3.28 検査能力が特に高い検査員の有無

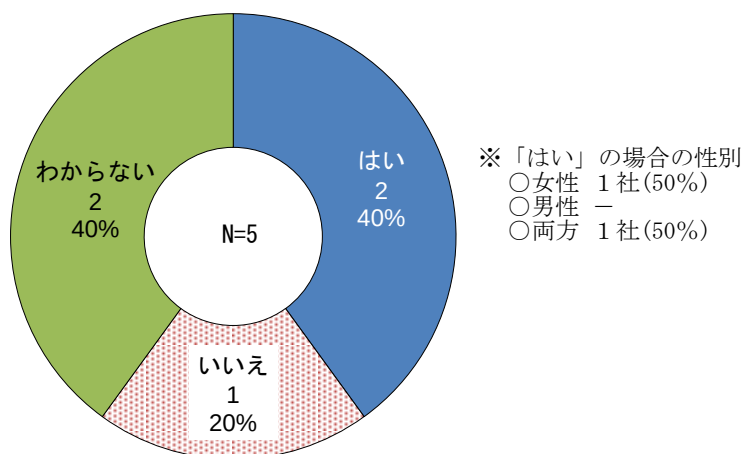
問 8－1 【問 8 で「はい」と回答した企業が対象】検査能力が平均を 5 割以上上回る検査員がいますか。



検査能力が平均を5割以上上回る検査員の中に、周辺視による方法で検査ができていると思われる検査員の有無を質問したところ、5社中の2社が女性を中心にいると回答している（図表3.29）。

図表3.29 周辺視による方法で検査ができていると思われる検査員の有無

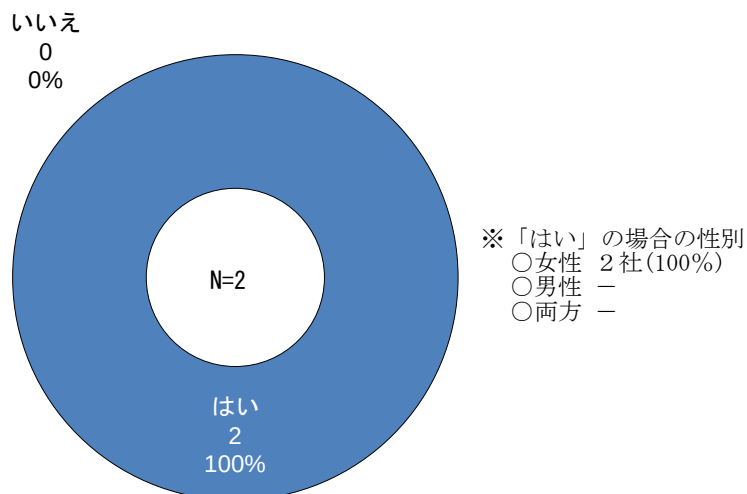
問8-2 【問8-1で「はい」と回答した企業が対象】平均を5割以上上回る検査員の中に、周辺視による方法で検査ができていると思われる検査員はいますか。



周辺視による方法で検査ができていると思われる検査員の中に、検査員の指導者として活躍が期待できる人材の有無を質問したところ、2社とも女性に期待できる人材がいると回答している（図表3.30）。

図表3.30 検査員の指導者として活躍が期待できる人材の有無

問8-3 【問8-2で「はい」と回答した企業が対象】周辺視による方法で検査ができていると思われる検査員の中に、検査員の指導者として活躍が期待できる人材はいますか。



d. 中国地域の企業による周辺視目視検査法の導入の取り組み

日立メタルプレシジョン安来事業所では、島根県・しまね産業振興財団によるセミナー開催に先駆けて、2013 年から自動車エンジン用部品の外観検査への周辺視目視検査法の導入に独自に取り組んでいる（図表 3.31）。代表チームにおいて導入に取り組んで間もなく、検査スピードの向上や検査付帯時間の削減など検査効率化の効果が現れたことから、経験を踏まえて整理した「周辺視目視検査法導入・運用の手順とポイント」に基づき、チームを拡大し効果の拡大を図ることとしている。

図表 3.31 中国地域における周辺視目視検査法導入の取組事例

日立メタルプレシジョン安来事業所による導入の取り組み

区分	取組概要			
検査概要	自動車エンジン用タービンホイール外観検査			
導入背景	月産100万個のタービンホイールの目視検査(現状検査員数44名)における不良品流出対策として、同社グループ会社の協力も得ながら画像処理による自動化にも挑戦してきたが、過検出が多いことなどから、大きな実用化に踏み切れずにいた。 2013年8月に佐々木章雄氏の講習会を受講し、人の能力を最大限に引き出すツールとしての周辺視目視に着目し、試行錯誤の中、精力的な挑戦を実行中である。			
導入経緯	2013年8月 佐々木章雄氏の講習会 代表チーム3名を選定し取組開始 照明の照度変更 11月 拡大鏡廃止 12月 佐々木章雄氏の講習会 観察時の製品操作を改善 視野の範囲、視点の置き方を改善			
導入効果	佐々木章雄氏の2回目の講習会を受け検査方法を改善してから、時間当たり検査個数(最大6割改善)、サイクルタイム(約2割改善)、運搬・確認等の検査付帯時間削減の面で効果発揮。			
今後の展開	経験を踏まえて整理した「周辺視目視検査法導入・運用の手順とポイント」に基づき、チームを拡大し効果の最大化を狙う。			
	周辺視目視検査法導入・運用の手順とポイント			
		実施事項	内容(ポイント)	備考
	導入	現状把握	①作業手順・作業の内訳・生産性の把握(検査以外の作業および作業継続性阻害要因把握) ②不良モードの確認・判断基準の確認 ③まばたきの回数の確認 ④健康状態の把握	アンケート・インタビュー等で健康状態の確認をしておく。
		環境設定	①照度:1500ルクス以下(欠陥が見えるギリギリまで照度を落とす) ②照明角度・視野範囲・視点位置の設定 ③検査姿勢(負担の掛からない検査姿勢が取れる環境をつくる)	照度が低い方が凝視が減り、周辺視が使いやすい。
		検査方法の標準化	①検査手順(リズムカルな検査となるようにすること) ②検査方法(製品を回転・移動させて行えることが望ましい) ③不良モード・判断基準の明確化	頭・体は動かさず、製品を動かして検査するのが望ましい。
		周辺視の訓練	①周辺視訓練ソフト等によるオフライン訓練 ②実検査での訓練(良品でイメージ植付・検査リズムの習得、不良品ですべてのモードが見えることのテストを実施)	検査員が納得することが大事。丁寧に進めること。 まばたき確認で状態チェック。
		移行前準備	①検査員とのミーティング(不安要因を取り去ること) ②検査だけに集中できる状態の構築	結果がすぐに出ないことが多い。 上記のいずれかに問題があるので、あきらめず、立ち返って対策すること。健康状態の変化などを確認することで問題点を確認することができる。
	運用	検査前準備	①良品の確認(検査前に良いもののイメージを植え付ける) ②不良品のすべてのモードの定期テスト(日々行わない方がよい)	
リズムの維持		①リズムの監視(リズム固定化できる仕掛けがベター。時間当たりの処理量の達成を行い、管理するなどの工夫が必要)		

資料：日立メタルプレシジョン安来事業所資料

3. 2. 3. 中国地域の公設試験研究機関・大学等における研究開発等の状況

a. 公設試験研究機関における研究開発

中国地域の公設試験研究機関を対象に実施した照会調査結果から、過去5年程度の間に実施した検査工程の効率化・自動化に関わる研究開発の実績をみると、三次元・複雑形状や画像処理が主要な研究開発テーマとなっていることが指摘できる（図表3.32）。

図表 3.32 中国地域の公設試験研究機関における研究開発への取組状況

機関名	テーマ	概要	区分
鳥取県産業技術センター電子・有機素材研究所	高速画像処理による複雑特徴抽出解析技術に関する研究	マイクロプロセッサ（パソコン）による画像処理に加え、前処理・特徴抽出機能等のハードウェア化を行うことで、複雑な形状を持つ製品を高速で検査可能なシステムを構築する。	単独研究
	ウェアラブルコンピューティング技術による車載実装部品の装着自動検査研究開発	自動車の組立作業で人為ミスを阻止する信頼性の高いチェックシステムが求められている。このため、ウェアラブルコンピューティング技術、画像処理、音声処理技術を活用した装着自動検査を開発し、検査工程の製造コスト削減、品質の向上、生産性の向上を目指す。	受託研究（サポイン）
鳥取県産業技術センター機械素材研究所	作業手順の直感的表現による生産ラインの効率改善に関する研究	三次元動体センサを活用し、生産ラインにおけるジェスチャー入力による生産履歴の入力作業改善、ジェスチャー動作解析を自動化する手法、チュートリアル表示機能を有する作業手順の直感的表現による生産ラインの効率改善を行う。	単独研究
	非接触測定による三次元形状評価に関する研究	非接触測定機を用いて得られる形状データの高品質化および高精度化のための測定条件を確立する。	単独研究
島根県産業技術センター	FPGAを用いた画像処理システムの開発	現在使っている画像処理による検査システムを、FPGA（Field Programmable Gate Array、プログラミング可能な大規模集積回路）を用いて低コスト化を図る。	共同研究
広島県立総合技術研究所西部工業技術センター生産技術アカデミー	画像処理技術を活用した自動車部品等の表面状態高速検査技術の開発	自動車部品等の欠陥検出技術の開発を行った（プラスチック成形品のショートショット、ヒケ、色調不良など）。	単独研究
	歯面打痕の高速検査装置の開発を支援	ギアの歯面に打痕のある不良品が生じるため、手作業で全数検査を行っていたが、これを自動化（ギヤの噛み合い振動波形の周波数解析による）した。	受託研究（民間企業）
	在宅・介護施設における要介護者の見守りとベッドからの転落事故防止システム	介護現場などでのベッドからの転落事故防止のために、三次元距離画像センサを用いて、プライバシーに配慮した見守りシステムを開発した。	受託研究（民間企業）
広島県立総合技術研究所東部工業技術センター	主軸回転同期撮像による工具の振れ測定	実加工で回転するエンドミルの振れ量の測定時間を、従来の23秒から5秒以下へと大幅に短縮できることを示した。	単独研究
	木材表面の撮影における照明光の波長の影響	木目などのテクスチャ（表面質感）を抽出するため、明暗階調差が大きい画像を撮影できる照明光の波長、材の色調、反射率を調査した。	単独研究
	機上工具観察システム専用照明の開発	加工中の工具を機上で観察できるシステムを実用化するため、鮮明な画像が撮影でき、防水、防塵機能を備えた専用照明を開発した。	単独研究
山口県産業技術センター	微小な傷検出を行う画像処理技術に関する研究	画像の高解像度化が可能な超解像技術を用いて製品表面の微小傷を検出する技術について検討する。	単独研究
	画像処理による移動微小傷の自動検出技術に関する研究	ステンレス箔上の傷は、傷の付く原因によっていくつかの種類に分けられ、種類によって形状や色、大きさは様々である。単純な二値化などの画像処理手法では検出できない傷も多く、照明の照射方向によっても見え方が異なる。本研究では、傷の種類に応じた最適な検出手法の検討・構築を行う。	単独研究

（注）過去5年程度の実績を対象とする

b. 公設試験研究機関および産業支援機関における技術相談・指導

中国地域の公設試験研究機関および産業支援機関が、過去5年程度の間に実施した検査工程の効率化・自動化に関わる技術相談・指導の実績をみると、外観目視検査や画像処理が地域企業の主要な技術課題となっていることがうかがえる（図表3.33）。

図表 3.33 中国地域の公設試験研究機関および産業支援機関における技術相談・指導への取組状況

機関名	技術相談・指導の概要
鳥取県産業技術センター電子・有機素材研究所	製品の面取り部分検査の自動化について、センターの研究成果を用いた画像処理技術およびプログラミングの知見を応用したカメラを用いた検査装置が完成し、企業の品質向上およびトレーサビリティの確保が可能となった。
	画像処理による製品の外観検査自動化について相談があり、画像処理アルゴリズム、画像処理プログラムの作成について指導を行った結果、自動検査装置の試作設計が可能となった。
	白ネギの外観検査を行う際に、使用する照明器具の照度測定と計算方法について相談があり蛍光灯の配光測定、壁材等の反射率測定法を支援した。照度計算方法とシミュレーションの方法を説明し、簡易照度計算方法の習得について貢献した。
	自社製品の外観検査を自動化するために画像処理を用いたいとの要望があり、現在の外観検査工程を現場で確認・把握し、画像処理導入に必要な技術と概算コストを説明した。その後、実践的産業人材育成事業を活用して画像処理技術やプログラミングの基礎習得について支援を行った。
	現在目視で確認している製品の外観検査についての相談に、画像処理ソフトウェアの試作を行った。その結果、企業の画像処理導入による生産コスト削減に貢献した。
鳥取県産業技術センター機械素材研究所	多段階曲げ加工品における精度評価に関する相談があり、加工の段階ごとに部品の検査と解析を支援し、解析手法を提案した。その結果、経験的にしか把握できなかった不具合の状態を定量的に把握できるようになり歩留まり向上につながった。
	樹脂成形品図面中の幾何公差指示の解釈と測定方法について相談があり、各測定要素の位置関係や実形状の出来映えを把握しながら測定手順についてアドバイスを行った。その結果、測定データのバラツキが抑えられ検査時間短縮につながった。
	自動紙袋製造機の圧縮ローラ装置の開発のため、ローラの試作開発、寸法検査および圧縮試験を実施し、実装置へ反映できるデータを抽出できたことで、圧縮ローラの開発につながった。
鳥取県産業技術センター食品開発研究所	アレルギー反応や炎症の発現に関連するヒスタミンの検査方法について、各種の方法を検討した上で、簡易法ならびに機器測定による検証を支援したところ、企業にて簡易測定用の機器が整備され、企業の自主検査体制の構築に貢献した。
	鮮魚の市場外取引に際して、商品企画書を提出するようにとのことで、その検査項目について相談があり、微生物検査の外部依頼だけでは不十分で、日常の品質管理の方法をリスト化してチェックし、記録として残す方法を提案した。その手法の抜き取り検証方法として微生物検査を実施する方法を提案し、マニュアル作成に貢献した。
鳥取県産業振興機構	鳥取県西部で運輸業の傍ら車の部品（3点）の外観検査とその組立を行っている企業。現在パート社員、派遣社員による人海戦術（16人）で約4万個の外観目視検査の処理を行っている。この外観目視検査を外観検査・画像検査装置に変更したい、何か適当な補助事業がないかとの相談。 部品の外観検査は熟練を要し、作業習得に時間が掛かるほか、不具合を恐れ、新規、欠員補充の対応が困難な状態にある。作業効率化、品質の安定、熟練を要しない装置の導入を検討したい。 対応として、設備導入の補助、正規雇用、商品開発などが補助対象となる鳥取県版の経営革新認定（補助上限500万円）を案内した。

図表 3.33 中国地域の公設試験研究機関および産業支援機関における技術相談・指導への取組状況－つづき－

機関名	技術相談・指導の概要
島根県産業技術センター	生産現場（食品系）における目視検査の画像処理による自動化の相談。
しまね産業振興財団	2015 年 8 月 28 日「周辺視目視検査法について」セミナー開催。 開催目的：島根県内企業の検査に際する見逃し率削減、検査スピード向上による品質力アップを目的とし開催。 講 師：周辺視目視検査研究所 代表 佐々木 章雄氏 講師補助：香川大学工学部 知能機械システム工学科 教授 石井 明氏 参加人数：105 名 満 足 度：84%（アンケートの総合評価で大変良いまたは良いとの回答を集計） 当初は参加定員を 50 名としていたが、申し込み多数のため、急遽定員を増やす必要が生じるほど多数の申し込みあり。県内企業では、検査工程がボトルネック工程となっている現状がうきぼりとなった。また、県内企業では全数検査が必要な自動車産業の仕事が多いことと、比較的設備投資が旺盛な企業でも検査工程への設備投資は二の次になってしまいがちな点も要因と思われる。 講演後に、個別相談（1 社 10 分）の場を設け、セミナー内容から具体事例に対するアドバイスを頂ける場をセッティング。
しまね産業振興財団	2010 年度より毎年開催の「表面分析セミナー」。 開 催 目 的：表面にある異物の発見による品質向上 講 師：島根県産業技術センター職員 定 員：6 名程度 使用設備例：赤外分光光度計、走査電子顕微鏡・元素分析装置など （島根県産業技術センターに設置設備） 少人数制とし、講師も島根県産業技術センター職員であることから、サンプル品を持ち込んでセミナー中に実機操作をする等、柔軟な対応も可能。毎年コンスタントに参加者がある。 検査工程の自動化案件について、当財団が実施する助成金や国の補助金（ものづくり補助金等）紹介から申請書作成補助も実施。
広島県立総合技術研究所西部工業技術センター生産技術アカデミー	「近赤外撮影が行えるデジタルカメラの製品化を支援」 市販のデジタルカメラの画素数、撮影範囲の広さ、高速度動画撮影などカメラ本来の性能はそのまま活かして、近赤外の波長を取り込めるように改造した。企業にて製品化済み。 「化粧の筆ムラの分析」 熊野筆の筆ムラの品質を定量的に評価する手法を開発したいとの要望があり、バイオスキャン（擬似皮膚）に塗布された化粧の筆ムラを分析する手法を提案した。 「煮干し用小魚（イリコ）の外観検査」 イリコにはあらゆる種類の異物が混入したり、海藻等が付着したもの、頭や尾が欠損したものなどがあるが、これらの異物や不良品を検出する技術を提案した。
ひろしま産業振興機構	センサメーカーからの技術相談。製造品の最終検査工程で、既知の性状であるセンシング対象を用いた直接的な検査方法から、電気信号等を活用した代替的な手法を実現することによる、効率化・自動化の可能性についての相談があった。センシング技術に長じた「産総研」を紹介し、さらに詳細の検討ができるようなマッチングを実施した。
山口県産業技術センター	画像処理技術によるタイヤの検査工程の自動化について、設備やハード開発、画像処理手法等についてアドバイスをを行った。 画像処理技術による窯業製品の的外観検査工程の自動化について、設備や画像処理手法等についてアドバイスをを行った。 X線CT装置による部品の接合に関する非破壊検査について、機器の貸し出し及び検査方法に関するアドバイスをを行った。 3Dデジタイザーによる電気器具製品の形状評価について、機器の貸し出し及び検査方法に関するアドバイスをを行った。
やまぐち産業振興財団	県内中小企業から量産部品の全量検査の相談があり、県内中小企業に装置の開発を財団から相談・依頼。その後、全自動検査装置を開発し、依頼のあった企業へ 50 台導入した。

（注）過去 5 年程度の実績を対象とする

c. 大学等における検査自動化関連の研究シーズ

中国地域の大学等における検査自動化関連の主な研究シーズについて、画像処理関連の代表的なワークショップ・シンポジウムにおける最近の研究発表テーマなどからみると、DIA2015 が広島工業大学を会場に開催されたことも反映し、広島大学、広島市立大学、広島工業大学といった広島市内の大学が多いものの、松江高専等の他地域の大学・高専を含めて、検査自動化に関連する研究シーズがみられる（図表 3.34）。中でも、検査自動化への応用展開が期待される研究テーマといえる人の視覚機能である固視微動の模倣、ディープラーニング（機械学習）の手法であるニューラルネットワークや、高速ビジョンに関する研究シーズが注目される。

とはいえ、大学等における検査自動化関連の研究シーズについても、検査装置・機器メーカーの立地と同様に三大都市圏に集中する傾向がみられ、中国地域には検査自動化関連の研究者は多くないのが現状といえる。

図表 3.34 中国地域の大学等における検査自動化関連の主な研究テーマ例

テーマ	研究者名(所属)	備考
固視微動に倣った物体検出機能の開発	高尾和希、藪田義人(鳥取大学)	DIA2015
同期現象を用いた距離画像圧縮における圧縮対象の形状に関する考察	加藤涼子、三島貴務、廣瀬誠(松江高専)	DIA2015
引き込み制御を用いたステレオマッチング手法の提案	廣瀬誠、寺本圭佑、加藤涼子、稲葉洋、久間英樹(松江高専)	SSII2015
引き込み制御を用いた超解像技術	廣瀬誠、藤原克駿、加藤涼子、稲葉洋(松江高専)	ViEW2015
正規化カイ 2 乗混合モデルの学習に基づく自動目視検査	山根延元(岡山大学)	
エネルギー保存を考慮した画像の任意変形法	山内仁、尾崎公一、佐藤洋一郎、福田忠生、小武内清貴(岡山県立大学)	SSII2015
ニューラルネットワークによるパターン認識に関する研究	竹谷尚(津山高専)	
確率ニューラルネットワークによる機械学習アルゴリズムと動画像識別	辻敏夫(広島大学)	
高速ビジョンシステム・デバイス	石井抱(広島大学)	
確率的証拠に基づくパターン認識－識別のための最適なカーネル関数－	栗田多喜夫(広島大学)	DIA2015
R G B カラー画像をこえて	日浦慎作(広島市立大学)	DIA2015
画像応用としての偏光	宮崎大輔(広島市立大学)	DIA2015
距離画像と濃淡画像を利用した工業部品の位置姿勢検証法	中野裕太、古川亮、日浦慎作、宮崎大輔、馬場雅志(広島市立大学)	ViEW2015
画質定量評価技術の開発	浅野敏郎(広島工業大学)	
産業素材を対象にした X 線画像を用いた異物認識	落合俊介、櫻田はなみ、神原卓也、藤井周、前田俊二(広島工業大学)	DIA2015
超音波音圧画像に基づく透明ボトルの識別と位置計測	小島弘義、津田純平、宮本洋輔、大谷幸三(広島工業大学)	DIA2015
異同識別のための位置と周波数に関する類似性評価手法の検討	大西淳、藤井周、中田英紀、前田俊二(広島工業大学)	DIA2015
データスヌーピングを使った相互標定の大誤差検知	服部進(福山大)	ViEW2015
外観品質検査の自動化技術に関する研究	河村圭(山口大学)	
画像処理による色識別に関する研究	橋本基(宇部高専)	
カラー画像処理技術とネットワークカメラ制御技術の融合	百田正広(徳山高専)	
照明の特性を活用した画像処理による各種外観検査法の開発	杉野直規(大島商船高専)	

資料：精密工学会画像応用技術専門委員会「DIA 2015 動的画像処理実利用化ワークショッププログラム」、同「ViEW 2015 ビジョン技術の実利用ワークショッププログラム」、画像センシング技術研究会「SSII 2015 第 21 回画像センシングシンポジウムプログラム」、各大学等ウェブサイト

3. 3. まとめ

検査装置・機器メーカーおよび大学等における研究開発等の状況から、検査自動化や人による検査の効率化・品質向上のシーズ・課題として、以下の点が指摘できる。

①検査機器・技術のインテグレータとの連携・活用

ものづくり企業アンケート結果にみられる検査精度の不十分さは、検査装置が多様な要素機器・技術から構成されることを背景として、要素機器・技術のインテグレーション力も大きな要因になっていると考えられる。

検査装置・機器メーカーには多種多様な企業があり、要素機器メーカーやその他の装置メーカー等がインテグレータとして重要な役割を担っているが、中国地域には検査装置・機器メーカーは少ないのが現状である。

②検査機器メーカー・大学等有する技術・研究シーズの活用

検査装置・機器メーカーおよび大学等の研究開発動向をみると、ものづくり企業の関心が高い外観目視検査の自動化に有効な製品・技術の開発や、目視検査等の自動化技術の標準化・規格化に関する研究開発が行われている。

例えば、検査機器メーカー等のカメラ（イメージセンサ）関連の新製品・技術として、RGB-Dカメラによる三次元計測や、ハイパースペクトルカメラ等の特殊用途カメラなどが注目される。また、産学官連携のテーマとしても、三次元・複雑形状の計測や画像処理関連の研究開発が活発に行われている。さらに、大学等の先端的研究として、人の周辺視・固視微動に学ぶ気付きアルゴリズムや、画像処理を高度化させるディープラーニング（機械学習）、ロボットビジョンへの応用も可能な高速ビジョンなどが注目される。

こうした中、中国地域では公設試験研究機関の研究開発実績や大学等の研究シーズはみられるものの、検査装置・機器メーカーと同様に研究機関や大学等についても三大都市圏に集中する傾向にあるため、中国地域の検査装置・機器メーカーや大学等の研究者は少ない状況にある。

③人による検査の効率化・品質向上への技術・研究シーズの活用

人による検査の効率化・品質向上への効果が期待される新たな検査方法として、周辺視目視検査法が注目されており、精密工学会画像応用技術専門委員会の感察工学研究会（主査：香川大学工学部・石井明教授）では、周辺視目視検査法に関する学術的調査等のほかその普及活動にも取り組んでいる。

④人による検査の効率化・品質向上の促進に向けた情報発信等による支援

周辺視目視検査法について、島根県・しまね産業振興財団がセミナーを開催し、日立メタルプレシジョン安来事業所で運用されるなど、中国地域でも普及・導入が進みつつある。

島根県・しまね産業振興財団のセミナー受講企業を対象に実施したアンケート結果によると、受講企業の過半はセミナー内容を改善活動に取り入れ、さらにその過半で具体的な改善効果を得ているとともに、ほとんどの企業が今後の改善活動に取り入れる意向を有している。一方、受講後に時間的・人的余裕のなさなどから改善活動に取り入れていない企業や、改善活動に取り入れているが具体的な改善効果がまだ得られていない企業もみられる。こうした中で、今後、同様なセミナー開催や改善事例紹介を希望する企業が多く、指導人材育成や現場指導への支援、他企業との情報交換を希望する企業もみられる。

4. 検査の効率化・品質向上に関する他地域事例調査

4. 1. 他地域事例調査の実施概要

ものづくり企業の生産現場における検査の効率化・品質向上の促進方策の検討に当たっての参考とするため、次の通り他地域事例調査を実施した。

図表 4.1 他地域事例調査の訪問先、調査項目等

No	日時／訪問先	区分	特徴	調査項目	所在地
1	9/ 9(水) 14:00 (株)岩崎電機製作所	導入・開発事例	検査自動化研究開発事業を展開するワイヤーハーネス・制御機器メーカー。	・検査自動化の目的・効果や困難点 ・自動検査装置開発のニーズ・課題 ・製造業の検査自動化の阻害要因・促進方策	第三工場：兵庫 県篠山市川原町 229-2 本社：同池上 593-2
2	9/10(木) 9:30 ペガサスマシン製造(株)	検査効率化	工業用マシンメーカー。工場支援ソフトウェアとして2015年2月に Inspection Control System (検査管理システム) 発売。	・企業概要と工場支援ソフトウェア事業の展開経緯・特徴 ・検査管理システム ICS 開発の背景・狙いと特徴・対象業種等 ・製造業の検査工程効率化のニーズ・課題	大阪市福島区鷺洲五丁目 7-2
3	9/10(木) 14:00 オブテックス・エフエー(株)	検査自動化	F A 用光電センサ関連機器メーカー。画像検査装置 J F A S シリーズ展開。テストセンター開設、3 D 画像検査出張セミナー開催。	・企業概要と画像検査装置開発の経緯・特徴 ・画像センサ・画像検査装置のラインナップ・対象業種等 ・製造業の検査自動化のニーズ・課題と貴社の取組	京都市下京区中堂寺栗田町 91 京都リサーチパーク 9 号館
4	9/11(金) 10:00 三友工業(株)	検査自動化	三菱電機ロボット S I。ゴム射出成形機国内トップメーカー。画像検査装置等の自動化・省力化設備のエンジニアリング・製造企業。	・企業概要と自動化学業の展開経緯・特徴 ・画像検査装置の構成・特徴と対象業種等 ・製造業の検査自動化のニーズ・課題と貴社の取組	愛知県小牧市大字舟津 1360

4. 2. 個別事例の調査結果

4. 2. 1. (株)岩崎電機製作所

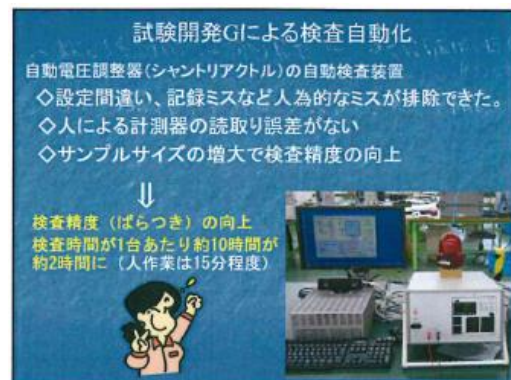
a. 企業概要

所在地	兵庫県篠山市
企業規模	従業者数 180 人、資本金 9819 万円
事業内容	ワイヤーハーネス、ロボットコントローラ、半導体製造装置、電力機器関連製品等の製造（産業機械メーカーと直接取引）
拠点配置	本社工場、第一工場、第二工場、第三工場（いずれも篠山市内） ベトナム工場（Iwasaki Electric Mfg.Vietnam Co.,Ltd.）
沿革	1974 年 設立 2002 年 ベトナム工場設立 2007 年 検査工程自動化の取組開始 2008 年 ひらめき提案制度（提案活動による品質改善）開始

b. 取組内容

（a）自動検査装置開発にあたっての体制整備

同社では、トップが参画する個人提案活動である「ひらめき提案制度」を 7～8 年前から推進しており、この活動による工数削減効果は、2014 年時点で累積 14 人／月となった。同提案制度のもとで従業員の品質意識が高まり、個人・現場だけでは対応できない高度な提案が増加してきたことから、提案制度で削減した人役で試験開発・研究開発を専門で行う組織として技術部を設置した。技術部には社内から技術力・スキルの高い人材を集める一方で初心者に登用し人材育成においても成果を上げている。また、リーダー等には外部から専門人材を招いており、検査工程自動化の統括責任者は、他社の品質管理部門出身で、日本品質管理学会代議員も務めている。なお現在、技術部には、試験開発グループと研究開発グループに計 12 人が在籍しており、検査工程自動化は試験開発グループが担っている。



また、自社製品の検査用に始まった自動検査装置の開発技術を活かして、現在、新たな分野として医療機器の自動検査に取り組んでいる。新規事業分野であり、医療機器の開発には厚生労働省のGMP・CSV等、品質保証制度に関する専門知識が必要となることから、製薬業界で専門職として働いていたOBをシニア枠で採用した。その結果、自動検査器の開発だけでなく、品質保証制度に関する顧客からのコンサルティングやアドバイスの要望にも応えることができる体制ができた。

(b) 自動検査装置導入の効果

社内での自動検査装置開発のきっかけは、2004年に、新規顧客のハーネス製造における誤配線、断線、短絡の対策として、作業や検査手順の標準化に取り組んだことが発端であり、不適合を完全になくすことの難しさから検査器を2006年に試作、2007年に量産型を開発したことに始まる。ハーネス検査器の導入により、不具合をほぼゼロにするとともに、検査結果をデータ化し不具合の傾向を把握したことで、製造過程での注意点を明確化することができた。その後、以下の表に示すような自動検査装置の自社開発に継続的に取り組み、自社工場での製品の機能検査や製品納入後に顧客が行う検査において品質向上とコスト低減の両立を達成している。

〔自動検査装置導入の効果事例〕

装置の種類	導入の効果	
	個別事項	共通事項
開閉器の自動検査装置	検査時間短縮と夜間の無人検査導入により、1日の検査台数が約2台から約10台に増加。	・検査時間の短縮と24時間化・無人化 ・人為的ミス(間違い、記録漏れ等)の撲滅 ・計測誤差(個人差)の排除 ・検査精度(品質)の向上 ・検査作業の容易性の達成 ・検査員の負担軽減
トランスの自動検査ライン構築	1日の検査台数が2人作業で50台から、1人作業で60台に増加。	
デジタルリレーユニットの自動検査装置	1台30時間の検査を無人で約4時間に短縮。	
自動電圧調整器(シャントリアクトル)の自動検査装置	1台約10時間の検査を約2時間に短縮。	

(c) 検査データの活用による品質保証等

上表のような自動検査装置の開発だけでなく、自動検査によって収集されたデータ等、検査データを製造工程の品質保証や目視検査の有効性評価および検査員の教育等に活用する取り組みも行っている。

〔検査データ活用事例〕

- ・自動検査によって収集されたデータから管理図を作成し、工程に異常がないかを判定（重要品質特性の監視によりバリデートされた工程を保証）。
- ・検査結果をデータ化し、仮説検定分析（クロスタブ法）により目視検査の有効性を評価。また、この評価結果を検査員の教育に利用。

4. 2. 2. ペガサスミシン製造(株)

a. 企業概要

所在地	大阪市福島区
企業規模	従業員数 221 人（連結 1283 人）、資本金 22 億 5555 万円
事業内容	工業用ミシン（環縫いミシン）の製造
拠点配置	本社、滋賀工場、美馬精機(株)（徳島県） ペガサス(天津)ミシン有限公司（中国）、PEGASUS VIETNAM SEWING MACHINE CO.,LTD.（ベトナム）、PEGASUS SEWING MACHINE PTE.LTD.（シンガポール）、PEGASUS CORPORATION OF AMERICA（アメリカ）、PEGASUS EUROPA GmbH（ドイツ）
沿革	1914 年 創業（美馬ミシン商会） 1968 年 滋賀工場設立 1972 年 美馬(香港)有限公司設立 2007 年 自動車部品等の新規事業展開（中国に現地法人設立）

b. 取組内容

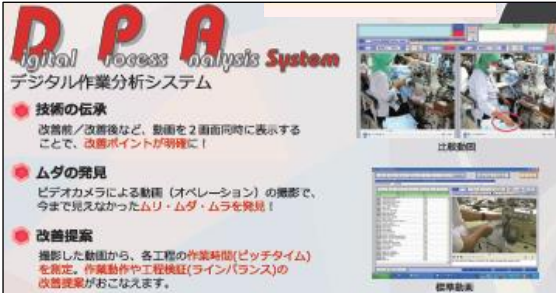
同社は、縫製工場を中心とした工場支援ソフトウェアの一つとして、2015 年 2 月に検査管理システム（ICS：Inspection Control System）の販売を開始した。これは、デジタル作業分析システム（DPA：Digital Process Analysis System）、バーコード確認システム（DBK）、ワイヤレス工程進捗管理システム（WPC）に続く工場支援システム第 4 弾であり、いずれもシステム開発を担う協力先企業との連携のもとで発売している。

これらのシステムは、同社製品の納入先である縫製工場が抱える生産性向上や技術伝承・教育等の課題に対応して開発されたものであるが、他業種として電線、自動車エンジン製造企業への販売実績がある。



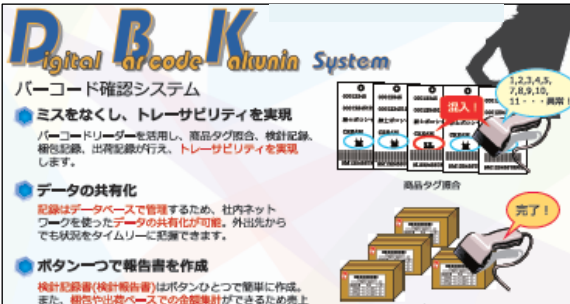
ICS
Inspection Control System
検査管理システム

- 検査工程をペーパーレスに
タブレットPC(タッチパネル)の仕様で書き込みをなくします。
- 不良品・補修品の管理
補修品バーコードの発行により、補修品の記録(トレーサビリティ)が可能。現場にモニターを設置すると不良品、補修品の一覧を見える化できます。
- 検査報告書の自動作成
検査工程で登録したデータは、品番別・サイズ別・原因別・ライン別でリアルタイムに集計可能。既定結果からの分布図も自動作成できます。



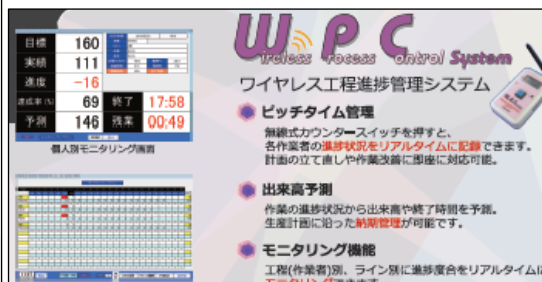
DPA
Digital Process Analysis System
デジタル作業分析システム

- 技術の伝承
改善前/改善後など、動画を 2 画面同時に表示することで、改善ポイントが明確に！
- ムダの発見
ビデオカメラによる動画（オーバーレイ）の撮影で、今まで見えなかったムリ・ムダ・ムラを発見！
- 改善提案
撮影した動画から、各工程の作業時間(ピッチタイム)を測定。作業動作や工程検点(ラインバランス)の改善提案がおこなえます。



DBK
Digital Barcode Confirmation System
バーコード確認システム

- ミスをなくし、トレーサビリティを実現
バーコードリーダーを活用し、商品タグ照合、検針記録、梱包記録、出荷記録が行え、トレーサビリティを実現します。
- データの共有化
記録はデータベースで管理するため、社内ネットワークを使ったデータの共有化が可能です。外出先からでも状況タイムリーに記録できます。
- ボタン一つで報告書を作成
検針記録書(検針報告書)はボタンひとつで簡単に作成。また、梱包や出荷ベースでの在庫集計ができるため売上集計もラクです！



WPC
Wireless Process Control System
ワイヤレス工程進捗管理システム

- ピッチタイム管理
無線式カウンタースイッチを押すと、各作業者の進捗状況をリアルタイムに記録できます。計画の立て直しや作業改善に即座に対応可能。
- 出来高予測
作業の進捗状況から出来高や終了時間を予測。生産計画に沿った納期管理が可能です。
- モニタリング機能
工程(作業者)別、ライン別に進捗割合をリアルタイムにモニタリングできます。

(a) 検査データの製造工程への迅速なフィードバック～検査管理システム（ICS : Inspection Control System）の概要～

本システムは、顧客・バイヤーへの報告のためではなく製造工程改善のために検査データを活用できないか、検査データをリアルタイムで可視化することで製造工程改善に結び付けたいとの現場のニーズを捉えて開発した。また、海外展開が進む縫製業では、海外の多様な地域での統一的な品質管理も課題となっていた。

そこで、以下の4点を同時に達成するユーザー支援ツールとして、検査員がタブレットPCを用いて検査結果をデジタル化するシステムを開発した。

- ・検査工程のペーパーレス化（不良内容の手書き記帳の廃止）
- ・不良品・補修品の管理（トレーサビリティの確保）
- ・検査結果の共有化・見える化（検査報告書の自動作成）
- ・検査方法・技能の平準化（多言語・汎用システム化）

縫製工場では一般的に外観の全数検査、採寸の抜取検査が行われ、不良内容は手書きで記帳されるが、これをタブレットPCのタッチパネルを使用しデジタル化した。また、バーコード付き不良・補修明細シールを発行し、不良品・補修品の追跡を可能にするとともに、WiFi 環境下で検査結果をリアルタイムで集計し現場でモニター表示することで、ライン（縫製担当者）別・サイズ別や検査員別などの不良発生状況の即時把握と対策検討を可能にしている。さらに、タブレットPCの写真撮影機能も活用して、写真や図表を用いて検査報告書を自動作成する機能も有するほか、多言語に対応し縫製工場以外（電線、自動車部品等）での利用も可能な汎用性も有している。

(b) 動画を活用した作業分析および技術伝承・教育訓練～デジタル作業分析システム（DPA : Digital Process Analysis System）の概要～

本システムは、異なる縫製作業者の作業動作をビデオカメラで撮影して2台のビデオデッキでの動画再生により比較していたものを、もっと簡単にできないかとの現場ニーズを捉えて開発した。ピッチタイムの概念を取り入れたところに特徴があり、撮影した動画から直接各工程の作業時間（ピッチタイム）を測定することが可能で、撮影には軽量小型のデジタルムービーカメラを利用している。

動画の比較やピッチタイム計測などにより作業者の動作を分析できるほか、動画に作業ノウハウや改善点などのコメントを入力できる機能を備えており、技能伝承（新人教育、作業マニュアル・手順書づくり）、作業改善（動作のムリ・ムダ・ムラの発見）に活用できる。例えば、熟練者と新人の作業動作を動画比較により分析し、両者のピッチタイムに差が生じている要因を抽出し教育することにより、新人の作業スピードの大幅な改善に結び付けている。また、作業者の人員配置のシミュレーションやラインバランス（編成効率）の検証機能も有している。

4. 2. 3. オプテックス・エフエー(株)

a. 企業概要

所在地	京都市下京区
企業規模	従業者数 182 人（連結）、資本金 5 億 5324 万円
事業内容	F A用センサ、画像処理用 L E D照明、画像検査装置等の製造
拠点配置	本社、営業所（東京、海老名、名古屋、神戸、九州） 広州奥泰斯工業自動化制御設備有限公司（中国）
沿革	2002 年 オプテックス(株)の F A用センサ事業部門を分社化し設立 2006 年 L E D照明事業開始 2007 年 日本エフ・エーシステム(株)を子会社化 2013 年 日本エフ・エーシステム(株)を吸収合併 (システム事業部として、画像検査装置事業を開始) 広州奥泰斯工業自動化制御設備有限公司設立

b. 取組内容

(a) システム事業部（画像検査装置事業）の概要

システム事業部は、多くの顧客に近接する東京営業所を拠点としているが、ドイツのセンサメーカーであるジック社への O E M供給が多く輸出をメインとしており、国内展開は後発である。同社のセンサは高品質で低価格（国際標準での適正価格）が特徴であり、センサや L E D照明を用いた画像検査装置を開発・販売するシステムインテグレータ機能を担うのが、システム事業部である。

同社は、自動車・同部品メーカーや電子部品メーカーを中心として、最先端の画像処理装置（カメラ）を核に、光学設計、機構・ライン設計、ソフトウェア開発を一体化した三次元画像検査装置を提供している。従来の二次元画像に比べ、三次元画像は高精度な形状検査が可能であり、技法としては光切断法（レーザを対象物に照射して多層の輪郭形状を得る手法）を用いている。2008 年に高速カメラが登場してから本格的に納入を始め、これまでの実績は日本最多、ラインナップも最多である。

(b) 従来の自動検査装置の課題への対応

同社が開発したレーザ光と 3 Dカメラを使用した三次元画像処理装置は、従来の自動検査装置の課題を次表のとおり解決している。

〔従来の自動検査装置の課題解決〕

従来の自動検査装置の課題	解決できたこと
2 D画像処理装置では以下の課題がある。 ・電子部品の形状検査など多数の検査項目に対応するためには、複数台のカメラを導入するか、目視検査員の数を増やすことで対応していた。 ・高さ情報の計測を必要とするヒビ・凹み・体積の検査ができない。	外観形状検査における多数の検査項目を1装置で対応可能となった。また、新たな検査項目の追加もできる。ただし、汚れ、ムラなど色の検査はできない。 〔対応可能な検査項目〕 ・長さ、幅、高さ、面積、体積などの計測（最大測定分解能：スキャン幅7mmの場合X Y軸5μm、Z軸0.635μm）。 ・物体の数、正しい部品かどうかのマッチング、角度、位置、文字認識、パターン等。
・コントラスト差によって欠けや割れを検出（色調不良のみで形状不良の判定を代行）しているため、白色単色ワークの欠け・割れの検査や黒色ワーク上の黒色文字等の検査では誤判定の可能性が高くなる。また、「汚れ」と「キズ」の判別ができない。	色情報を排除するため、色ムラの影響を受けにくく、白色単色ワークでも、欠けやヒビに対して高精度な外観検査が可能となった。また、「汚れ」と「キズ」の判定が可能となった。
2 D画像だけ、もしくは3 D計測だけの方式が一般的。	外観形状だけでなく、必要に応じて濃淡情報を同一カメラで取りこむことにより、2 D画像と3 D計測の同時検査が可能となった。
表面粗さの計測では、触針式表面粗さ計による計測が一般的であるが、以下の課題がある。 ・半田など軟質材では計測できない。 ・対象物にキズが生じる可能性がある。 ・対象物全体をトレースするのに時間が掛かる。	対象物に傷を付けずに、短時間で表面粗さ計測が可能となった。（最大：幅解像1536ピクセル×切断面取得速度3.5万プロファイル／秒）

（c）三次元画像検査装置の用途例

三次元画像検査装置の用途は、BGA（ボール状の電極を配列したICチップパッケージ）のボール形状検査、コネクタピンの形状検査、ブレーキパッドの着座確認、金属部品の溶接部検査、刻印文字の読取検査、住宅用のレンガ模様外壁材の凹凸検査、パック内豆腐の形状検査、おにぎりの形状不良検査、錠剤の割れ・欠け検査など多様である。

透明電極のパターン欠けやパターン幅の検査を例にすると、会社ごとに判断基準や注目箇所が異なり要求事項が相違するため、カスタム対応が必要となる。また、ワークの特性に合わせてセンサの波長等や照明の当て方を工夫し、時間制約への対応や前

後処理のあり方にも知恵を出す必要がある。通常、工程改善の提案も含めて、費用は500～1000万円程度掛かり、2014年に映像情報アワードで金賞を受賞した卓上形状計測装置の3D-Eye スキャナー3軸高精度版は700万円台で、これにPCやソフトウェア等のカスタムメイドを加えると1000万円程度と高価になることもある。標準タイプは定価480万円である。

(d) ユーザー企業が留意すべき点

人の集中力は15分が限界で、目視では均一に検査することも難しい。このため、多品種少量品には難しさはあるが、人への負荷を減らす観点から、機械でできるところは機械化することが望ましい。すべてを自動化するという考えではなく、グレーゾーンをすべて排除し、それを人が再検査することにより、検査員の負担は軽減される。

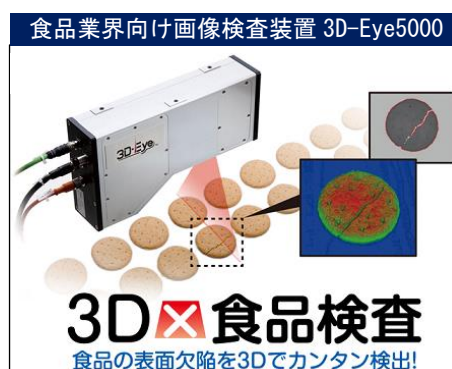
(e) ユーザーニーズへの対応

検査工程の自動化だけでなく、前後の工程改善も含めた自動化装置の設計も行うことがあり、NG品の排除装置を納入したケースもある。また、ワークが変わるとパラメータ設定あるいは装置全体の再設計が必要となるが、多品種（約1000品種）に対応できる装置の納入実績もある。

なお、装置の導入に向けて、試験ワークによる読み取り試験を受け付けている。

(f) その他～欧州企業の動向等～

ドイツ自動車メーカーは部品供給メーカーに対して強く検査の自動化を要求しており、三次元検査も要求している。センサ等の自動化関連機器の製品カタログに価格を記載するメーカーはないが、同社では日本国内向け製品カタログ（機器・自動化装置）には標準価格を記載している。



4. 2. 4. 三友工業(株)

a. 企業概要

所在地	愛知県小牧市
企業規模	従業者数 280 人、資本金 1 億円
事業内容	ゴム成形機、画像検査装置等自動化設備、防音・消音装置等産業用機械システム、車両・建機用発電機の製造
グループ 拠点配置	(株)三友工業ホールディングス、三友エレクトリック(株)、三友機器(株)、三友電装(株)、サンテクノ(株) SANYU U.S.A. Inc. (米国)、昆山三裕机械有限公司(中国)、SANYU TECHNICAL INDUSTRIES CO., LTD. (タイ)
沿革	1954 年 設立(工作機械修理、起重機・エレベーターの製造開始) 1962 年 消音装置等の大型設備の操業開始 1967 年 ゴム加硫プレス・同関連設備の製造開始 1974 年 電装組立品の操業開始 1978 年 発電機組立工場新設

b. 取組内容

(a) 自動化学業の概要

ゴム成型機に代表される生産設備メーカーとして発展してきた同社は、その技術を活かして省人化・自動化システムの設計から製作までをトータルで提供し、技術提案型の受注体制でユーザーのニーズに応えるシステムインテグレータとして自動化学業を展開している。自動化学業部には、機械設計、画像設計、制御設計それぞれのエンジニアが多数在籍しており、市販の画像処理装置等のセットアップ、プログラムの内製とともに、各社ロボットのティーチングも行っている。

(b) 画像処置装置の特徴と用途例

生産設備メーカーとしての強みを活かし、生産設備(ロボット、搬送設備、組付機等)と画像処理を一体化した画像検査装置を提供できることに強みを有する。設備メーカーおよび画像メーカーがそれぞれ不得意とする領域をカバーすることによって、完成度の高い生産設備を提供している。

〔同社の画像処理装置の特徴〕

対象とする検査領域	処理速度が比較的遅く、画像処理の難易度が高い領域。 ・画像ライブラリ(プログラム)として世界トップクラスの普及率を有するドイツ製の HALCON を用い、画像処理装置メーカーのパッケージ品では対応が困難な難易度の高い市場に対象を絞って画像ソフトを内製化。
-----------	--

画像機器構成	カメラ、照明、P Cからなるシンプルな構成。 ・操作性も簡便にしつつ、カメラについては可視光・赤外線・紫外線などから幅広く選定し、照明の当て方等も工夫することで、複合的手法で同時に検査を行うなど高度な画像処理を実現。 ・至近では、液晶ディスプレイのバックライトを利用することにより、照明機器や検査対象物を移動させることなく、光の形状（線状・格子状等）や色彩を自由に変化・移動させることが可能な検査装置も開発している。
--------	--

また、表面検査、形状認識、外乱光対策などのユーザー企業のニーズに対して、以下の解決策により種々の検査に対応している。

〔ユーザーニーズへの対応事例〕

ユーザーニーズ	解決策	実施例
表面検査	ロボットビジョンの活用	・接着剤塗布検査 ・樹脂製品表面検査 ・機械加工面検査
	ラインカメラの活用	・タイル表面検査 ・印字検査
	特殊照明の活用	・ゴム表面検査 ・鋼材表面検査 ・医療用具表面検査 ・基板防滴剤検査
表面検査・形状認識	レーザ変位計光切断法の活用	・木材表面検査 ・刻印文字検査 ・溶接ビード検査
形状認識	ステレオカメラの活用	・ロボットピッキング
外乱光対策	近赤外線の利用	・溶接ビード検査

接着剤塗布画像検査装置の事例



カメラと照明

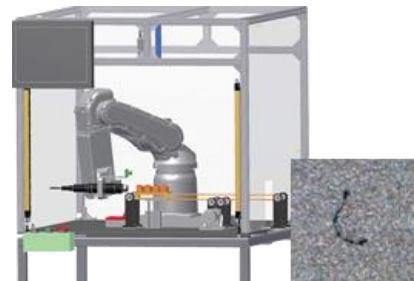


ヘムシール検査装置（ドア外板内側に塗られるヘムシールを画像処理にて検査する装置）



ガラスプライマー塗布検査（ロボットの先端にカメラを取り付け、ガラスプライマーのかすれを画像検査）

ロボットを使用した樹脂製品表面画像検査の事例



ロボットに取り付けたカメラで樹脂部品の表面を撮像し、画像処理検査を行う

(c) ユーザー企業における画像検査装置導入の阻害要因

ユーザー企業には、機能が不十分な旧来の画像処理装置によりライン停止等の苦勞をした経験もあって、画像検査装置の導入に二の足を踏む傾向もある。こうした中では、同社工場内でデモやテスト検査を行い、レポートを作成して説明するほか、機械化できる可能性を提案するとともに立ち上げ時の難しさも伝えるなど、少しずつ説明していく努力が必要となる。

また、新規プログラム等の開発費も掛かるため導入コストの面での厳しさは常にある。難易度・精度と汎用性とはトレードオフの関係にあり、画像検査装置に汎用性を求めると精度は低下し、照明のテクニックなどでカバーすることもできるが、人の目に勝るものはないというのが現状である。

(d) 画像処理装置開発にあたっての体制整備・大学との連携

画像処理制御のノウハウを内製化するために、大手重工メーカーから HALCON に精通した人材をリーダーとして招き、社内で外部人材も対象にした講座も開催している。また、画像処理技術の高度化のため、大学の研究室への人材の派遣や共同研究の実施など、名古屋大学、名古屋工業大学、中京大学等との産学連携を積極的に行っている。

4. 3. まとめ

以上の他地域事例調査結果から、ものづくり企業の製造現場における検査の効率化・品質向上に関する課題・参考点として、以下の点が指摘できる。

①計器計測が容易な検査工程からの自動化や半自動化の推進

岩崎電機製作所では、計器計測できる性能・機能検査を自動化し、高品質・低コスト化を実現している。一方、画像処理等の限界・制約を踏まえ、自動検査によるグレーゾーン品抽出と人による検査を組み合わせた半自動化の必要性も指摘されている。

②自動化推進に当たっての社内組織・体制整備と人材確保・育成

岩崎電機製作所では、独自の検査装置開発により性能・機能検査を自動化するに当たり、社内の組織・体制整備と技術人材の確保・育成を推進し成果を上げている。

③製造・検査工程改善へのICTの有効活用

岩崎電機製作所では、自動化した検査工程から得られるデータについて、製造工程の品質保証および目視検査の有効性評価や検査員教育等に有効活用している。

ペガサスミシン製造の検査管理システムやデジタル作業分析システムなどの工場支援システムは、人による検査工程の効率改善とともに、検査データに基づく製造工程の改善にも寄与する有効なツールである。

④検査機器メーカーや生産設備メーカーとの連携

オプテックス・エフエー（センサ・画像処理用照明メーカー）や三友工業（生産設備メーカー）は、それぞれのコア技術をベースに、ものづくり企業の生産現場における検査自動化を支援するシステムインテグレータとしての機能を発揮している。

⑤要素機器・技術の進歩への対応

オプテックス・エフエーや三友工業では、光切断法による三次元画像検査装置など最先端の技術を活かしつつ検査自動化を支援している。機能が不十分な旧来の装置に懲りて検査自動化に二の足を踏むユーザーもみられるが、進歩を続ける画像処理技術等を活用することで検査の効率化・品質向上を図る必要もある。

⑥検査装置・機器メーカーにおける外部資源活用と人材確保・育成

オプテックス・エフエーは、ドイツのセンサメーカーと連携して事業展開しており、三友工業ではドイツ製画像ライブラリに精通した人材を外部から招き人材確保・育成を図るとともに、画像処理技術の高度化のため産学連携を積極的に行っている。

5. 中国地域のものづくり企業の生産現場における検査の効率化・品質向上の支援方策

5. 1. 調査結果の概要

5. 1. 1. ものづくり企業の検査自動化のニーズ・課題

前章までの調査結果を踏まえると、ものづくり企業の生産現場における検査自動化のニーズ・課題は、①競争力強化に向けた検査自動化の推進、②インテグレーション力の補完、③検査自動化に向けた機器・技術開発、④ICT化による検査データの有効活用の4点に集約される。

①競争力強化に向けた検査自動化の推進

- ・中国地域ものづくり企業の約5割が既に検査工程を自動化し、約7割が今後の自動化意向を有する（p11、p32）
- ・自動化の背景は、品質向上（品質管理、信頼性・付加価値向上）にコストダウンを加えた競争力強化の必要性（p16）
- ・自動化の目的は、検査品質向上（見逃し削減、顧客に対する品質保証強化）、効率化（検査スピード向上）、コストダウン（人件費等のコスト削減）が主（p40、p60）
- ・社内の組織・体制整備と技術人材の確保・育成を通じた検査装置開発により性能・機能検査を自動化し、高品質・低コスト化により検査工程を含めた受託拡大にも寄与（p116-117）

（食料品の異物混入、自動車部品の外観検査などの自動化の促進）

- ・アンケート調査対象企業の業種構成を反映し、自動化意向のある工程の検査対象品は食料品・飲料、プラスチック製品、金属製品が多い（p34）
- ・自動化意向のある工程の検査項目・方法は、異物・異品混入（特に食料品・飲料を主とする生活関連品）、その他の外観・形状（プラスチック製品や金属製品を主とする基礎素材品および加工組立品）の目視検査が多い（p35-36）
- ・自動車部品の品質要求水準が高く、検査自動化の実績・意向が多いほか改善の取り組みも活発（p18）
- ・検査の自動化は、計測・数量化が容易な検査対象品や検査項目（性能・機能や寸法等）で展開（p14）

②インテグレーション力（検査対象・項目等に応じて機器・技術を組み合わせる能力）の補完

- ・自動化意向を有する企業における検査自動化の阻害要因・問題点は、検査対象・項目の多種多様性・変化、検査仕様・基準の多様性・変化、これらに応える装置・機

器が見当たらず、既存装置・機器の検査精度が不十分であることで、導入費用の高さや資金不足も問題視（p42）

- ・検査工程自動化実績のある企業では、市販の自動検査装置完成品をそのまま導入するケースが6割弱（p56）
- ・市販の自動検査装置完成品をそのまま導入した企業では、検査精度、検査対象の変化への融通性、検査スピード等の改善を志向（p58）
- ・検査精度の不十分さは、検査装置が多様な要素機器・技術から構成されることを背景として、要素機器・技術のインテグレーション力も大きな要因になっていると考えられる（p113）

③検査自動化に向けた機器・技術開発（精度・スピード向上、汎用性・融通性向上、コスト低減）

- ・中国地域ものづくり企業の約3割は、精度不足を中心とする機器・技術面の問題を理由に、検査の自動化に挑んだものの中止・断念した経験を有する（p27-28）
- ・自動化意向を有する企業における検査自動化の阻害要因・問題点は、検査対象・項目の多種多様性・変化、検査仕様・基準の多様性・変化、これらに応える装置・機器が見当たらず、既存装置・機器の検査精度が不十分であることで、導入費用の高さや資金不足も問題視（p42）
- ・検査自動化を中止・断念した理由を含め、検査自動化の困難点としては、多品種少量など検査の対象、項目、仕様・基準等の多様性・変化とともに、検査対象の形状、材質、色等の特性要素も挙げられる（p47-48）
- ・検査装置・機器の汎用性や検査精度の不十分さを背景として、自動化意向を有する企業の約5割は機器・技術開発を想定しており、自動化の検討が進みより具体化するほど機器・技術開発の必要性への認識が高まる（p50）
- ・機器・技術開発の内容は、外観検査の画像処理・センサなど（p51）
- ・検査工程自動化実績のある企業では、メーカーオプションを超えるカスタマイズまたはオリジナルの自動検査装置を開発するケースが4割超（p56）
- ・検査工程自動化実績のある企業の3割強は、検査装置の精度・能力向上、汎用性・融通性の強化（検査対象品・項目の拡大）などに向けて、自動検査工程の進歩を志向（p63-64）

④ICT化による検査データの有効活用

- ・検査工程自動化実績のある企業の6割強は、データ処理・数値化を行い、製造工程の改善、顧客への品質保証、ロットの管理などに活用（p65）
- ・検査工程自動化実績のある企業の約5割は、品質・生産性の維持・向上のため、新たな種類の欠陥の発生や虚報・見逃しについてデータ分析・チェックを実施（p67）

5. 1. 2. 検査装置・機器メーカーや大学等の検査自動化シーズ活用の課題

ものづくり企業の生産現場における検査自動化に向けては、検査装置・機器メーカーや大学等の検査自動化シーズ活用の課題として、①中国地域外の検査機器メーカー・大学等を含めた広域連携の推進、②検査自動化に当たってのインテグレータとの連携・活用、③自動検査機器・技術開発に当たっての検査機器メーカー等との連携、④検査機器メーカー・大学等有する先端的な技術・研究シーズの活用の4点が挙げられる。

①中国地域外の検査機器メーカー・大学等を含めた広域連携の推進

- ・中国地域では、公設試の研究開発実績はみられるものの、検査装置・機器メーカーや大学等の研究者は少ない（p113）

②検査自動化に当たってのインテグレータとの連携・活用

- ・自動化意向を有する企業の約2割はコンサルティングニーズを有しており、機器・技術開発想定がより具体化するほどコンサルティングニーズは高まる（p54）
- ・検査装置・機器メーカーには多種多様な企業があり、要素機器メーカーやその他の装置メーカー等がインテグレータとして重要な役割を担う（p113）
- ・センサ・画像処理用照明メーカーや生産設備メーカーが、システムインテグレータ機能を発揮（p126）

③自動検査機器・技術開発に当たっての検査機器メーカー等との連携

- ・中国地域のものづくり企業が、現場導入する自動検査機器・技術を開発するに当たっては、自動検査装置完成品メーカーや画像処理装置等の要素機器メーカーが協力先となり、国公設試験研究機関や産業支援機関、大学等の活用は少ない（p52、p59）
- ・検査工程自動化実績のある企業のうちオリジナル装置を開発した企業では、画像処理装置メーカー等の要素機器を購入し検査機器・システム構築を内製化したり、検査機器・システムの仕様を設計し生産設備メーカーに外注するケースがある（p55）

④検査機器メーカー・大学等有する先端的な技術・研究シーズの活用

- ・新製品・技術としてRGB-Dカメラによる三次元計測やハイパースペクトルカメラ等の特殊用途カメラなどが注目される（p113）
- ・大学等の先端的研究として、人の周辺視・固視微動に学ぶ気付きアルゴリズムや、画像処理を高度化するディープラーニング（機械学習）、ロボットビジョンへの応用も可能な高速ビジョンなどが注目される（p113）
- ・検査の自動化を支える要素機器・技術は進歩を続けており、最先端の機器・技術の活用で検査の効率化・品質向上を図ることも必要（p126）

5. 1. 3. 人による検査の効率化・品質向上のニーズ・シーズと課題

検査工程の自動化を促進してもなお残る人による検査については、その効率化・品質向上のニーズ・シーズや課題として、①自動検査と人による検査の補完・共存関係の構築、②検査員の能力向上と検査環境の整備、③目視検査を中心とする検査の手法・手順や組織・体制等に関わる情報の発信、④人による検査の改善に資する検査手法等の普及促進の4点が指摘できる。

①自動検査と人による検査の補完・共存関係の構築

- ・中国地域ものづくり企業の8割強が補完・共存または両立関係にあるべきと考え、7割弱がどちらも重要と認識（p13、p15）

②検査員の能力向上（効率化・品質向上）と検査環境の整備

- ・中国地域ものづくり企業の人による検査の困難点は、検査員の能力向上（個人差縮小・底上げ、スピードアップ）、人材確保・育成難、人件費コストの大きさ（p22）
- ・これらの困難点を背景に、検査員の訓練に取り組むとともに、検査手順や検査環境（照明、治工具等）の改善に注力（p23）
- ・人による検査の改善を進める上では、新たな検査手法・手順の導入や検査環境・器具などを改善する手段・方法の見極めが難しいこと、検査管理（生産技術）を担う人材と技術・ノウハウの不足が問題点（p24-25）

③目視検査を中心とする検査の手法・手順や組織・体制等に関わる情報の発信

- ・中国地域ものづくり企業の7割弱は、検査の手法・手順や組織・体制等に関するセミナー等の受講意向を有する（p29）
- ・関心のあるテーマ（検査方法）は目視検査がほとんどを占め、周辺視目視検査法の認知率は21%（p30）
- ・周辺視目視検査法等については、公開セミナー参加のほか、取引先・系列企業グループ内の勉強会等の場で情報を得る例が少なくない（p31）
- ・周辺視目視検査セミナー受講企業の過半はセミナー内容を改善活動に取り入れ、さらにその過半で具体的な改善効果を得ているとともに、ほとんどの企業が今後の改善活動に取り入れる意向を有する（p102-104）
- ・受講後に時間的・人的余裕のなさなどから改善活動に取り入れていない企業、改善活動に取り入れているが具体的な改善効果がまだ得られていない企業もみられる（p102-103）
- ・今後、同様なセミナー開催や改善事例紹介を希望する企業が多く、指導人材育成や現場指導への支援、他企業との情報交換を希望する企業もみられる（p104-105）

④人による検査の改善に資する検査手法等の普及促進

- ・精密工学会画像応用技術専門委員会の感察工学研究会（主査：香川大学工学部・石井明教授）では、周辺視目視検査の普及活動を推進（p98）
- ・検査管理システムやデジタル作業分析システムなど、製造・検査工程改善への I C T の活用も有効（p126）

5. 2. 検査自動化の可能性とものづくり企業の実現課題

5. 2. 1. 検査自動化の可能性

前節で整理したように、中国地域のものづくり企業の約7割は検査自動化の意向を有しており、後述の阻害要因・問題点を解消する支援の実施を通じて、検査工程の自動化が進む可能性は高いと考えられる。

調査結果によると、自動化の可能性の高い検査対象品・業種や検査項目は、食料品の異物・異品混入検査、自動車部品の外観目視検査などであり、性能・機能検査や寸法検査等の計測・数量化が容易な検査対象品・項目は自動化が比較的容易であることも指摘できる。

ただし、検査自動化の主な阻害要因・問題点として、第一に、検査装置が多様な要素機器・技術から構成されることを背景に、これらのインテグレーション力（検査対象・項目等に応じて機器・技術を組み合わせる能力）の補完が必要になることが挙げられる。また第二として、インテグレーション力が不十分であることとも関連し、既存の検査機器・技術の精度やスピード等の性能不足が指摘されるとともに、検査の対象・項目、仕様・基準等の多様性・変化および検査対象そのものの形状・材質・色等の特性に起因する困難性も指摘されるなど、精度・スピードや汎用性・融通性の面で適用できる検査機器・技術が見当たらないことが自動化の阻害要因・問題点となっている。これらに加えて、導入費用の高さや資金不足も問題視されている。

5. 2. 2. 検査自動化に向けたものづくり企業の実現課題

以上のように、検査工程の自動化ニーズは高いものの、インテグレーション力や機器・技術面を主な阻害要因として、自動化を中止・断念し実現に至っていない状況を踏まえると、ものづくり企業においては、①画像処理等の検査機器・技術に関する情報収集、②外部資源の有効活用、③品質管理の強化に自ら努めることが必要と考えられる。

①画像処理等の検査機器・技術に関する情報収集

アンケート調査結果によると、自動化実績のある企業の6割弱は自動検査装置完成品をそのまま導入しているが、検査精度・スピードや融通性等の面で改善の必要性を感じている。一方、4割超の企業はメーカーオプションを超えるカスタマイズまたはオリジナルの自動検査装置を開発しており、その際には、自動検査装置完成品メーカーや画像処理装置等の要素機器メーカーの協力を得ている。

ものづくり企業が検査工程の自動化を図るに当たっては、自動検査装置完成品をそのまま導入する場合でも、自社製品に応じた機器・技術開発等を行う場合でも、検査装置・機器メーカーの情報を収集し、必要に応じて機器・技術開発等に協力を得るこ

とが重要になる。このため、自動検査装置完成品、画像処理等の要素機器・技術、インテグレータ企業等の協力先など検査機器・技術に関する情報について、インターネットの活用や展示会・セミナーへの参加などにより独自に収集する必要がある。

②外部資源の有効活用

上記のように、ものづくり企業が検査工程を自動化するに際しては、検査機器・技術に関する情報収集が必要になる。また、自動検査装置完成品をそのまま導入する場合でも、自社製品に応じた機器・技術開発等を行う場合でも、インテグレータ企業を含めた検査装置・機器メーカーの協力を得ることが不可欠となる。さらに、独自に機器・技術開発等を行う際には、検査装置・機器メーカーのほか、研究開発人材や資金を補うために産業支援機関、国公設試験研究機関や大学等との連携も有効である。

これらを踏まえ、ものづくり企業が検査自動化を図る際には、検査機器・技術の情報収集および導入と開発の各面で、インテグレータ企業を含めた検査装置・機器メーカーとともに、公的支援機関や大学等の外部資源を有効活用することが求められる。

③品質管理の強化

ものづくり企業の生産現場における検査は、品質管理の一環として行われるものであり、他地域事例で紹介した岩崎電機製作所の「ひらめき提案制度」のように、改善活動が検査自動化の発端となり、品質保証の強化につながった事例もみられる。

このため、ものづくり企業においては、効率化・品質向上を基本とする検査工程の自動化を効果的に進めるため、品質管理を強化する観点からQC活動やIE活動を推進することも必要と考えられる。

5. 3. 検査の効率化・品質向上の支援方策

5. 3. 1. 検査の効率化・品質向上に向けた支援方策の基本的考え方

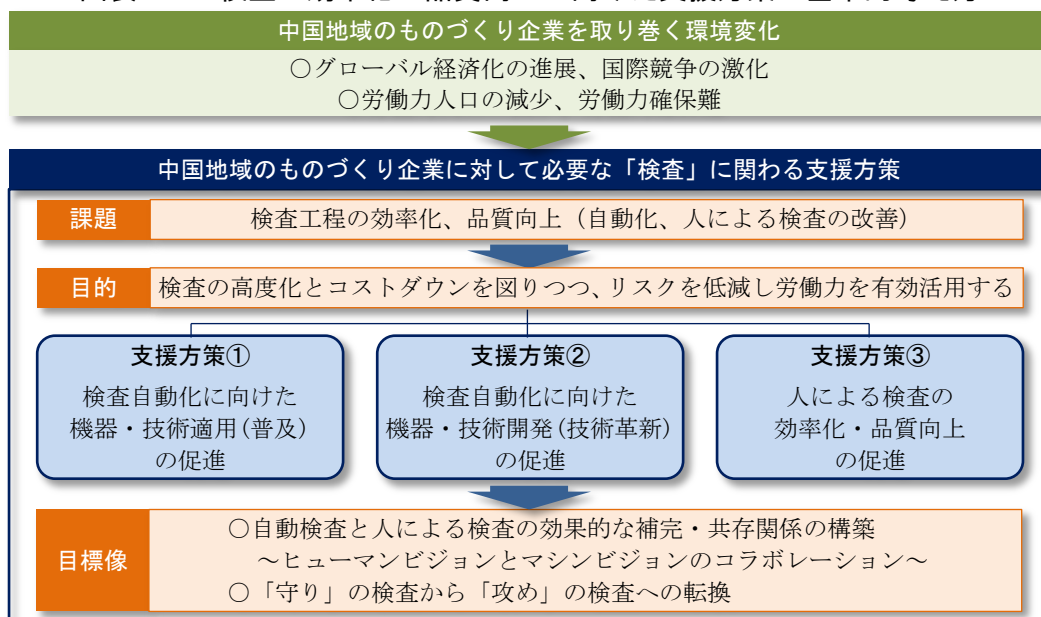
グローバル経済化が進展し国際競争が激化するとともに、労働力人口の減少等に伴い労働力の確保が困難になりつつある中、中国地域のものづくり企業では品質向上と効率化による競争力強化が必要となっている（図表 5.1）。

こうした状況のもと、検査工程においては、自動化および人による検査の改善を進め、効率化と品質向上を図ることが求められている。このため、検査の高度化に併せてコストダウンを図り、不良品流出による信用失墜リスクを低減するとともに、労働力を他部門や新規事業展開等に有効活用することを目的として、前項までに整理した現状・課題や企業の取組課題を踏まえ、ニーズが大きい外観・形状の目視検査に焦点を当てて、中国地域のものづくり企業に対する支援方策について検討する。

具体的には、約7割の企業が自動化意向を有する中で、インテグレーション力（検査対象・項目等に応じて機器・技術を組み合わせる能力）の補完や、機器・技術開発（精度・スピード向上、汎用性・融通性向上）などが課題となることを踏まえ、検査基準・仕様の定量化・数値化も見据えつつ、検査機器・技術の適用（普及）と開発（技術革新）を促進する。また、ほぼ全企業が実施している人による検査では、検査員の能力向上と検査環境の整備および関連情報の発信などが課題となることを踏まえ、人による検査の効率化・品質向上の促進を図る。

こうした支援方策の実施により、自動検査と人による検査の効果的な補完・共存関係（ヒューマンビジョンとマシンビジョンのコラボレーション）を構築し、付加価値を生まない「守り」の検査から品質価値を高める「攻め」の検査への転換を目指す。

図表 5.1 検査の効率化・品質向上に向けた支援方策の基本的考え方



5. 3. 2. 検査自動化に向けた機器・技術適用（普及）の促進

利用できる機器・技術はあるがインテグレーション力（検査対象・項目等に応じて機器・技術を組み合わせる能力）の制約で自動化できていない企業・工程を対象として、検査自動化に向けた検査機器・技術の適用（普及）を支援する。

具体的には、競争力強化に向けた検査自動化が課題となる中、インテグレーション力の補完やインテグレータとの連携・活用のほか、機器・技術開発やプロセスイノベーションが求められることを踏まえ、検査機器・技術に関する情報発信とともに、検査自動化の個別相談・指導を推進する（図表 5.2）。

図表 5.2 検査自動化に向けた機器・技術適用（普及）の支援方策

現状・課題	支援方策
1. ものづくり企業の検査自動化の主なニーズ・課題 ○競争力強化に向けた検査自動化の推進 【ものづくり企業アンケート】 ・中国地域ものづくり企業の約 5 割が既に検査工程を自動化し、約 7 割が今後の自動化意向を有する ○インテグレーション力（検査対象・項目等に応じて機器・技術を組み合わせる能力）の補完 【ものづくり企業アンケート】 ・自動化意向を有する企業における検査自動化の阻害要因・問題点は、検査対象・項目の多種多様性・変化、検査仕様・基準の多様性・変化、これらに応える装置・機器が見当たらないことで、導入費用の高さや資金不足も問題視 ・検査工程自動化実績のある企業では、市販の自動検査装置完成品をそのまま導入するケースが 6 割弱 ・市販の自動検査装置完成品をそのまま導入した企業では、検査精度、検査対象の変化への融通性、検査スピードの改善を志向 【検査機器メーカー・大学等調査】 ・検査精度の不十分さは、検査装置が多様な要素機器・技術から構成されることを背景として、要素機器・技術のインテグレーション力も大きな要因になっていると考えられる ○検査自動化に向けた機器・技術開発（精度・スピード向上、汎用性・融通性向上、コスト低減） 【ものづくり企業アンケート】 ・中国地域ものづくり企業の約 3 割は、精度不足を中心とする機器・技術面の問題を理由に、検査の自動化に挑んだものの中止・断念した経験を有する ・自動化意向を有する企業における検査自動化の阻害要因・問題点は、既存装置・機器の検査精度が不十分であること ○ICT化による検査データの有効活用 【他地域事例調査】 ・検査工程自動化実績のある企業の 6 割強は、データ処理・数値化を行い、製造工程の改善、顧客への品質保証、ロットの管理などに活用	①検査自動化に向けた機器・技術適用（普及）の促進 ○検査機器・技術に関する情報発信 ・セミナー等の開催 ・自動化事例情報の収集・発信 ○検査自動化の個別相談・指導の推進 ・巡回指導を含めた技術相談・指導 ・専門家のネットワーク形成・派遣 ・検証（自動検査テスト）機会の提供
2. 検査装置・機器メーカーや大学等の検査自動化の主なシーズ・課題 ○検査自動化に当たってのインテグレータとの連携・活用 【ものづくり企業アンケート】 ・自動化意向を有する企業の約 2 割はコンサルティングニーズを有しており、機器・技術開発想定がより具体化するほどコンサルティングニーズは高まる 【検査機器メーカー・大学等調査】 ・検査装置・機器メーカーには多種多様な企業があり、要素機器メーカーやその他の装置メーカー等がインテグレータとして重要な役割を担う	

なお、検査自動化については、図表 5.3 に示す機械と人の特性を踏まえ、完全自動化に限らず、自動検査と人による検査が共存した半自動化を促進することにより、検査員の負担軽減・省力化および不良品流出（見逃し）の防止を目指す。

具体的には、大量生産品、単純形状品やライフサイクルの長い製品など自動検査向きの製品を中心として、完全自動化のほか、機能分担・補完および一定の虚報（過剰検出）の容認を前提とした二段階検査による半自動化を促進する（図表 5.4）。

ここで、半自動化の一形態である機械が人をサポートする検査は、検査自体は人が行うが、機械で画像強調や可視化などを行うことにより人の視覚機能の増強を図る方法である。判断基準を定量的に表現することが難しい場合や、少量生産で同一の検出ロジックが利用できない場合であって、かつ人の視覚能力が不足している場合に利用できる。

また、機械・人の並列検査は、同一製品でも検査対象品・項目や仕様・基準等の相違に応じて機械による検査と人による検査を使い分けるものである。例えば、同一製品について、寸法・重量や性能・機能等の物理的計測は機械で行い、定量化が難しい多種多様な外観検査は人が行うなどのケースである。

さらに、機械・人の二段階検査は、原則として、一次検査で高速かつ低精度な検査を行い、二次検査で低速かつ高精度な検査を行う。一次検査では虚報（過剰検出）が発生するため、検査対象数が減った二次検査で高精度な再検査を行うもので、人と機械を比べ高速・粗検査に向いている方が一次検査を担う。なお、検査対象の歩留まりが低く不良品が多くを占める場合には、見逃しの発生を容認した上で、良品判定された検査対象を再検査し不良品を除去する。

図表 5.3 機械と人の特性比較

	機械（○：強み、×弱み）	人（○：強み、×弱み）
特性	×定量的検査基準が必要 ×検査対象・項目や仕様・基準等の条件の変動に弱い ×多角的な測定には多くの機器を要する ○可視光以外（紫外線、赤外線等）も処理可能 ○画一的に安定して動作	○定量的検査基準がなくても実施可能 ○検査対象・項目や仕様・基準等の条件の変動に強い ○多様な検査項目に対応できるなど自由度が高く、多角的な測定が可能 ×見えるのは可視光に限られ、錯視も起きる ×集中力や単純作業を継続することが難しいなど検査員への負荷が重く、検査員ごとのバラツキも多い（能力や生理的・心理的要因による）
検査適性	比較的条件設定を固定しやすく、大量生産で同様の製品が連続するような場合に力を発揮。人が拡大鏡を用いるような微細・精密検査にも有効。	不定形な判断が必要な製品やロットごとに検査条件が大きく異なるような製品の検査に適し、オフライン検査に向く。

資料：阿部淑人「入門外観検査実施手順書」2012 年を加筆修正

図表 5.4 半自動化の形態

形態	機械	人
機械が人をサポートする検査	画像強調、可視化等	検査
機械・人の並列検査	検査（特定項目等）	検査（他の項目等）
機械・人の二段階検査	一次検査	二次検査
	二次検査	一次検査

資料：同上

a. 検査機器・技術に関する情報発信

(a) セミナー等の開催

中国地域のものづくり企業の3割が機器・技術面等の問題を理由に検査自動化の中止・断念経験を有する中、こうした企業をはじめとして約7割は今後の自動化意向を有している。

そこで、ものづくり企業の検査自動化を後押しするため、検査装置を構成する広範な要素機器・技術の現状のほか、大学・国公設試験研究機関等が有するAIや高速画像処理等の最新技術を含めた技術・研究シーズなど、検査機器・技術の研究開発動向に関するセミナー等を開催することが求められる。また、インダストリー4.0（第四次産業革命）の動きにみられるように、IoT時代に対応した新たな生産プロセスの開発を目指した動きが本格化していることも踏まえ、検査データとICT活用による製造・検査工程の改善や、新たなビジネスチャンス拡大の可能性などに関する情報の提供も必要といえる。

(b) 自動化事例情報の収集・発信

ものづくり企業の検査自動化を後押しする上では、自動化事例情報の収集・発信が有効と考えられる。例えば、国（経済産業省）では、ロボット革命の促進に資する「ロボット技術導入事例集」を取りまとめており、こうした事例を参考に、検査自動化の取組事例集等を作成することが望まれる。

b. 検査自動化の個別相談・指導の推進

(a) 巡回指導を含めた技術相談・指導

検査自動化の阻害要因・問題点として、既存装置・機器の検査精度が不十分であることが挙げられている一方で、自社の検査工程に適した装置・機器が見当たらないことなども指摘されており、検査装置が多様な要素機器・技術から構成されることを勘案すると、要素機器・技術のインテグレーション力（検査対象・項目等に応じて機器・技術を組み合わせる能力）も大きな要因になっていると考えられる。

そこで、ものづくり企業の検査自動化を個別に支援するため、具体的な機器・技術の導入・開発について、各州市の公設試験研究機関の機能を活かすとともに、インテグレータとしての役割を担う検査装置・機器メーカーとの連携のもと、製造現場での出張相談・指導など巡回指導を含めた技術相談・指導を推進することが求められる。

また、個別の技術相談・指導を通じて、検査工程等の自動化の基礎知識を有する社内技術人材を育成するとともに、中国地域のものづくり企業や検査装置・機器メーカーの中からインテグレータへと発展する企業が生まれてくることが期待される。

(b) 専門家のネットワーク形成・派遣

検査自動化の個別相談・指導を推進するに当たっては、検査機器・技術の専門的な知識・ノウハウを有する検査装置・機器メーカーや大学等の専門家の協力を得ることが不可欠であることから、これらの専門家とのネットワークを形成しものづくり企業に派遣する体制を構築する必要がある。その際には、OB人材を含めた既存の人材バンクの活用や、検査機器・技術の専門家を集約した人材バンクの構築を検討することも求められる。

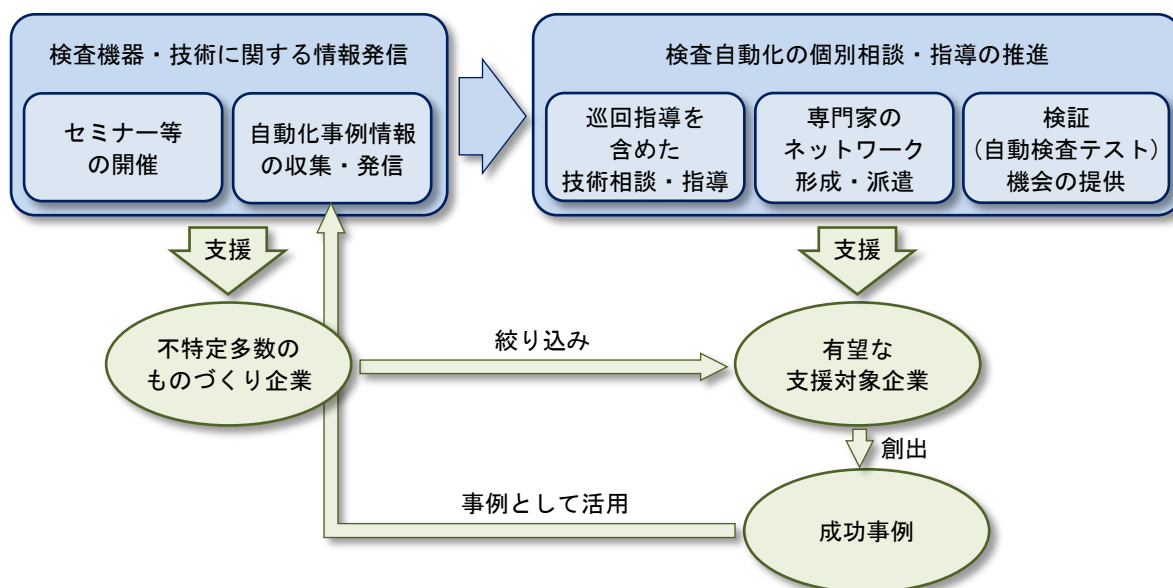
(c) 検証（自動検査テスト）機会の提供

各社の検査工程に適した検査装置を構築する上では、検査対象の特性に関する知識・ノウハウと要素機器・技術のインテグレーション力を活用し、検証（自動検査テスト）を重ねることが有効である。インテグレータとしての役割を担う検査装置・機器メーカーでは、ユーザー企業向けに検証（自動検査テスト）機会を提供するケースもみられるところであり、検査自動化の個別相談・指導の実効性を高めるために、自動化意向を有する企業に検証（自動検査テスト）機会を提供することも望まれる。

c. 検査自動化に向けた機器・技術適用（普及）の促進方策の展開イメージ

検査機器・技術適用（普及）の促進に向けては、まずは不特定多数のものづくり企業に対して、検査機器・技術に関する情報発信を行い、企業の意識・気運を高めることが望まれる（図表 5.5）。その上で、情報発信の成果を活かして有望な支援対象企業を絞り込み、検査自動化の個別相談・指導につなげることにより、検査機器・技術導入の成功事例を生み出していくことが重要である。こうした成功事例の創出とその情報発信により、さらに企業の意識・気運が高まっていく好循環が期待できる。

図表 5.5 検査自動化に向けた機器・技術適用（普及）の促進方策の展開イメージ



5. 3. 3. 検査自動化に向けた機器・技術開発（技術革新）の促進

検査対象・項目等の多様性・変化や検査対象の形状・材質・色等の特性要因による困難性に起因する機器・技術面の制約（精度・スピードや汎用性・融通性の不足など）で自動化できていない企業・工程を対象として、検査自動化に向けた検査機器・技術開発（技術革新）を支援する。

具体的には、検査自動化に向けた機器・技術開発が課題となる中、検査機器メーカー等との連携や検査機器メーカー・大学等有する技術・研究シーズの活用が求められることを踏まえ、産学官・産産連携や異業種交流を促進し、研究開発コンソーシアムの創生を図る（図表 5.6）。

図表 5.6 検査自動化に向けた機器・技術開発（技術革新）の支援方策

現状・課題	支援方策
1. ものづくり企業の検査自動化の主なニーズ・課題 ○検査自動化に向けた機器・技術開発（精度・スピード向上、汎用性・融通性向上、コスト低減） 【ものづくり企業アンケート】 - 検査装置・機器の汎用性や検査精度の不十分さを背景として、自動化意向を有する企業の約5割は機器・技術開発を想定しており、自動化の検討が進みより具体化するほど機器・技術開発の必要性への認識が高まる - 検査工程自動化実績のある企業では、メーカーオプションを超えるカスタマイズまたはオリジナルの自動検査装置を開発するケースが4割超 【ものづくり企業ヒアリング】 - 検査自動化を中止・断念した理由を含め、検査自動化の困難点としては、多品種少量など検査の対象、項目、仕様・基準等の多様性・変化とともに、検査対象の形状、材質、色等の特性要素も挙げられる	②検査自動化に向けた機器・技術開発（技術革新）の促進 ○産学官・産産連携や異業種交流の促進 ○研究開発コンソーシアムの創生
2. 検査装置・機器メーカーや大学等の検査自動化の主なシーズ・課題 ○自動検査機器・技術開発に当たっての検査機器メーカー等との連携 【ものづくり企業アンケート】 - 中国地域のものづくり企業が、現場導入する自動検査機器・技術を開発するに当たっては、自動検査装置完成品メーカーや画像処理装置等の要素機器メーカーが協力先となり、国公設試験研究機関や産業支援機関、大学等の活用は少ない ○検査機器メーカー・大学等有する技術・研究シーズの活用 【検査機器メーカー・大学等調査】 - 新製品・技術としてRGB-Dによる三次元計測やハイパースペクトルカメラ等の特殊用途カメラなどが注目される - 大学等の先端的研究として、人の周辺視・固視微動に学ぶ気付きアルゴリズムや、ディープラーニング、高速ビジョンなどが注目される 【他地域事例調査】 - 検査の自動化を支える要素機器・技術は進歩を続けており、最先端の機器・技術の活用で検査の効率化・品質向上を図ることも必要	○機器・技術開発テーマ ・現状技術レベルでの足元の課題への対応 ・普及途上にある最新製品・技術の活用 ・将来を見据えた先進的な研究開発

a. 産学官・産産連携や異業種交流の促進

検査装置・機器の汎用性や検査精度の不十分さを背景として、自動化意向を有する企業の約5割は機器・技術開発を想定しており、その際には、検査装置・機器メーカーが協力先として期待されるとともに、検査機器メーカー・大学等有する技術・研究シーズを活用することの有効性も指摘できる。

このため、産学官・産産のマッチングや異業種との意見交換の機会を提供する産学官・産産連携や異業種交流を促進する必要がある。また、意見交換の方法として、交流会等の直接面談の場だけでなく、インターネット環境を活用した交流・マッチングの仕組みを構築することも有効と考えられる。

b. 研究開発コンソーシアムの創生

検査自動化に向けた機器・技術開発（技術革新）に向けては、産学官・産産連携や異業種交流を通じて、個別具体的な共同研究のニーズ・シーズを擦り合わせた上で、ものづくり企業と検査装置・機器メーカーや大学等とが連携した研究開発コンソーシアムを創生し、共同研究を具現化していくことが求められる。その際には、産総研コンソーシアム等の既存の仕組みを活用するほか、新たに共同研究組織を立ち上げることも考えられる。

なお、検査装置・機器メーカーや大学等有する主な技術・研究シーズを活かした研究開発として、現状技術レベルでの足元の課題への対応、普及途上にある最新製品・技術の活用、将来を見据えた先進的な研究開発といった各レベルでのテーマ例が挙げられる（図表 5.7）。

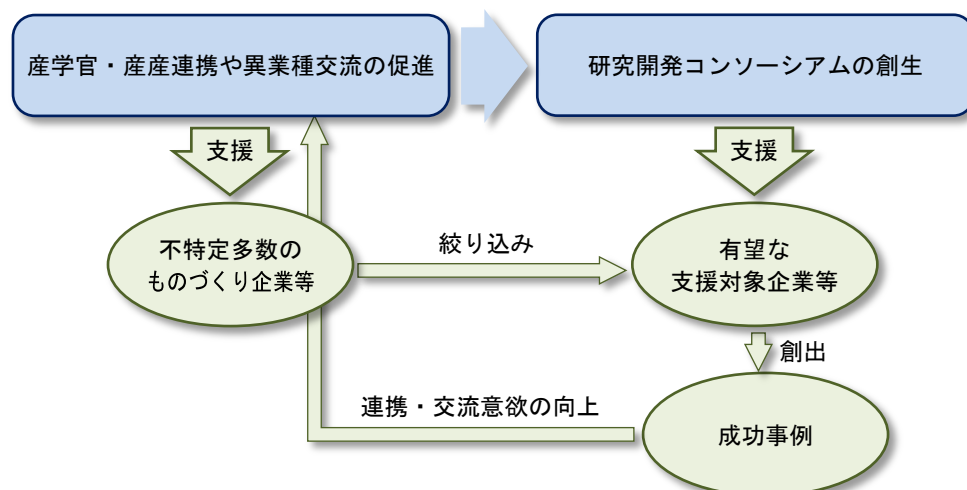
図表 5.7 検査自動化に向けた機器・技術開発（技術革新）のテーマ例

区分	テーマ例
現状技術レベルでの足元の課題への対応	○要素機器のモジュール化 ○検査対象・項目等に応じた標準検査システム・アルゴリズムの開発 ・金属素材の品質管理のための迅速検査技術 ・自由曲面の外観検査における汎用的な処理技術 ・研削スジと傷の判別技術 等
普及途上にある最新製品・技術の活用	○ハイパースペクトルカメラによる異物混入検査 ○三次元画像処理による立体ワークの外観検査 ○高速画像処理によるインライン外観検査 ○気づきアルゴリズムを用いた探傷検査（周辺視目視検査法の自動検査への応用） ○ディープラーニングによる画像認識の外観検査への応用
将来を見据えた先進的な研究開発	○AIを備えた汎用型検査ロボットの開発（多品種少量、検査項目や仕様・基準変化への柔軟な対応） ○検査データのフィードバックによる製造工程のリアルタイム制御（第四次産業革命・IoT時代に備えたデジタル生産技術革新）

c. 検査自動化に向けた機器・技術開発（技術革新）の促進方策の展開イメージ

検査機器・技術開発（技術革新）の促進に向けては、まずは不特定多数のものづくり企業を対象に、産学官・産産連携や異業種交流の機会を設け参加を促進し、企業と大学等のニーズ・シーズを発掘しマッチングを図ることが望まれる（図表 5.8）。その上で、交流を通じたマッチング成果を活かして有望な支援対象企業とその連携先を絞り込み、具体的な研究開発テーマに関する研究開発コンソーシアムを形成することにより、検査機器・技術開発の成功事例を生み出していくことが重要である。こうした成功事例の創出により、さらに企業や大学等の連携・交流意欲を高める好循環が期待できる。

図表 5.8 検査自動化に向けた機器・技術開発（技術革新）の促進方策の展開イメージ



5. 3. 4. 人による検査の効率化・品質向上の促進

検査対象・項目等の多様性・変化や検査対象の形状・材質・色等の特性要因による困難性を理由に人による検査を行っている企業・工程を対象として、人による検査の効率化・品質向上を支援する。

具体的には、検査員の能力向上と検査環境の整備が課題となる中、検査の手法・手順等に関する情報発信が求められる一方で、検査手法等の普及促進活動も進んでいることを踏まえ、検査手法・手順や環境整備等に関する情報発信・交流とともに、人による検査改善の個別相談・指導を推進する（図表 5.9）。

図表 5.9 人による検査の効率化・品質向上の支援方策

現状・課題	支援方策
3. 人による検査の効率化・品質向上の主なニーズ・シーズと課題 ○検査員の能力向上（効率化・品質向上）と検査環境の整備 【ものづくり企業アンケート】 ・中国地域ものづくり企業の人による検査の困難点は、検査員の能力向上（個人差縮小・底上げ、スピードアップ）、人材確保・育成難、人件費コストの大きさ ・人による検査の改善を進める上では、新たな検査手法・手順の導入や検査環境・器具などを改善する手段・方法の見極めが難しいこと、検査管理（生産技術）を担う人材と技術・ノウハウの不足が問題点 ○目視検査を中心とする検査の手法・手順や組織・体制等に関わる情報の発信 【ものづくり企業アンケート】 ・中国地域ものづくり企業の7割弱は、検査の手法・手順や組織・体制等に関するセミナー等の受講意向を有する 【ものづくり企業ヒアリング】 ・周辺視目視検査法等については、公開セミナー参加のほか、取引先・系列企業グループ内の勉強会等の場で情報を得る例が少なくない 【受講企業アンケート】 ・今後、同様なセミナー開催や改善事例紹介を希望する企業が多く、指導人材育成や現場指導への支援、他企業との情報交換を希望する企業もみられる ○人による検査の改善に資する検査手法等の普及促進 【検査機器メーカー・大学等調査】 ・精密工学会画像応用技術専門委員会の感察工学研究会（主査：香川大学工学部・石井明教授）では、周辺視目視検査の普及活動を推進 ・検査管理システムやデジタル作業分析システムなど、製造・検査工程改善へのICTの活用も有効	③人による検査の効率化・品質向上の促進 ○検査手法・手順や環境整備等に関する情報発信・交流 ・セミナー等の開催 ・産産連携・交流による改善の促進・支援 ○人による検査改善の個別相談・指導の推進 ・巡回指導を含めた技術相談・指導 ・専門家のネットワーク形成・派遣

a. 検査手法・手順や環境整備等に関する情報発信・交流

(a) セミナー等の開催

中国地域のものづくり企業の7割弱は検査の手法・手順等に関するセミナー等の受講意向を有しており、周辺視目視検査法のセミナー受講企業では同様なセミナー開催を希望する企業が多い。

そこで、こうした企業ニーズを踏まえ人による検査の効率化・品質向上を後押しするため、周辺視目視検査セミナーなど、検査手法・手順や環境整備等に関するセミナー等を開催することが求められる。また、検査結果のデータ化や作業分析等のために情報・通信システムを導入し、人による検査のICT化を図る取り組みについても、効率化・品質向上の一形態としてその促進を図ることが望まれる。

(b) 産産連携・交流による改善の促進・支援

周辺視目視検査法等については、取引先・系列企業グループ内の勉強会等の場で情報を得る例が少なくないほか、周辺視目視検査法のセミナー受講企業には、改善事例紹介を希望する企業が多く、他企業との情報交換を希望する企業もみられる。

このため、検査工程は付加価値に直結しないものの不良品流出は大きな問題となるため社外に公開されにくいことも勘案すると、取引先・系列企業グループ等における垂直・水平の産産連携・交流の機会を提供し、人による検査の改善を促進・支援することが有効と考えられる。

b. 人による検査改善の個別相談・指導の推進

(a) 巡回指導を含めた技術相談・指導

中国地域ものづくり企業が人による検査の改善を進める上では、新たな検査手法・手順の導入や検査環境・器具などを改善する手段・方法の見極めが難しいこと、検査管理（生産技術）を担う人材と技術・ノウハウの不足が問題点となっている。また、周辺視目視検査法のセミナー受講企業では、指導人材育成や現場指導への支援を希望する企業もみられる。

そこで、人による検査の効率化・品質向上を個別に支援していくため、各県市の公設試験研究機関の機能を活かすとともに、関連知識・ノウハウを有する検査装置・機器メーカーや大学等との連携のもと、製造現場での出張相談・指導など巡回指導を含めた技術相談・指導を推進することが求められる。

また、上記のセミナー等の開催や個別の技術相談・指導を通じて、各企業に人による検査の企画管理・指導人材を育成していくことが期待される。

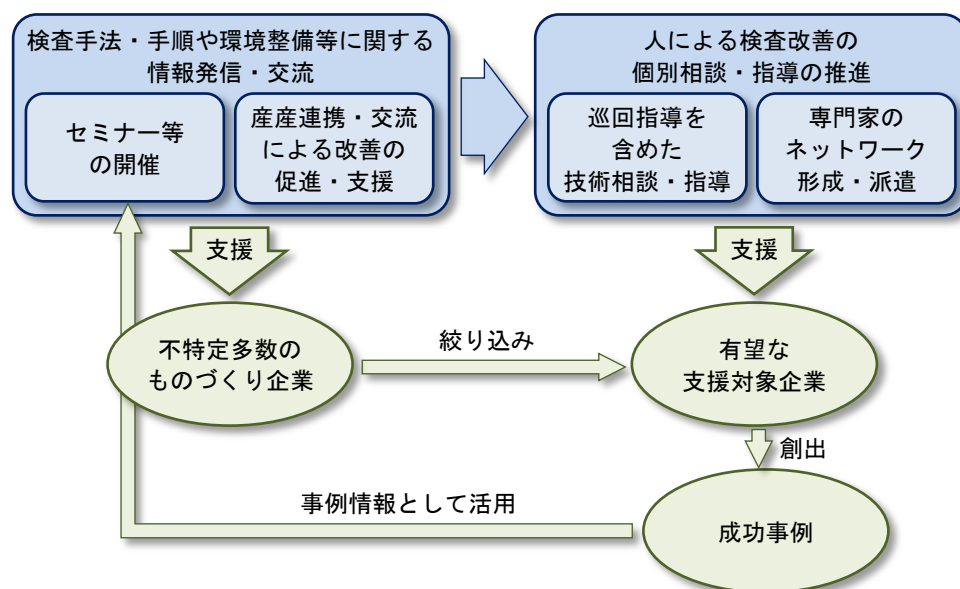
(b) 専門家のネットワーク形成・派遣

人による検査改善の個別相談・指導を推進するに当たっては、検査手法・手順や環境整備等のほか、知覚・認知や生理学等に関する専門的な知識・ノウハウを有する専門家の協力を得ることが不可欠であることから、これらの専門家とのネットワークを形成しものづくり企業に派遣する体制を構築する必要がある。その際には、OB人材を含めた人材バンクの構築・活用とともに、感察工学研究会目視検査改善キャラバンをはじめとする学会活動等との連携を検討することも求められる。

c. 人による検査の効率化・品質向上の促進方策の展開イメージ

人による検査の効率化・品質向上の促進に向けては、まずは不特定多数のものづくり企業に対して、検査手法・手順等に関する情報発信を行い、企業の意識・気運を高めるとともに、取引先・系列企業グループ等の産産連携・交流を促進し情報共有を図ることが望まれる（図表 5.10）。その上で、情報発信・交流の成果を活かして有望な支援対象企業を絞り込み、人による検査改善の個別相談・指導につなげることにより、人による検査の効率化・品質向上の成功事例を生み出していくことが重要である。こうした成功事例の創出とその情報発信により、さらに企業の意識・気運が高まっていく好循環が期待できる。

図表 5.10 人による検査の効率化・品質向上の促進方策の展開イメージ



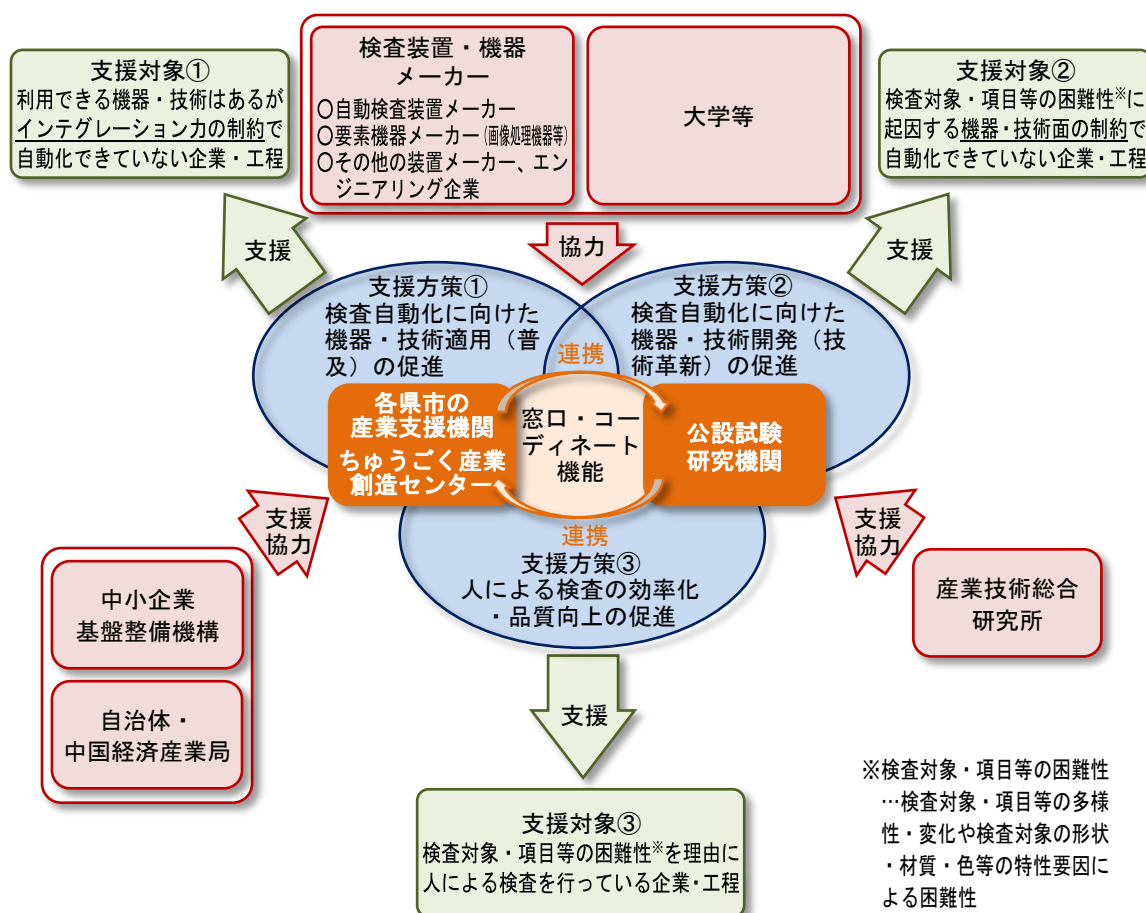
5. 3. 5. 支援方策の推進方向

a. 推進体制イメージ

以上のような中国地域のものづくり企業に対する支援方策の推進体制については、各縣市等の産業支援機関と公設試験研究機関が中心となり、両機関が連携して窓口・コーディネート機能を果たし支援方策を推進することが望まれる（図表 5.11）。

こうした産業支援機関と公設試験研究機関の連携体制のもとで、各県等の自治体や中国経済産業局のほか、県境を越えた広域的な機関である中小企業基盤整備機構や産業技術総合研究所の支援・協力を得ながら企業への支援を推進していくことが求められる。さらに、これらの公的機関だけでは検査機器・技術の専門的な知識・ノウハウが不十分であることから、これらの知識・ノウハウを有する中国地域内外の検査装置・機器メーカーや大学等の専門家の協力を得る体制とする必要がある。

図表 5.11 支援方策の推進体制イメージ



b. 実施時期・主体イメージ

支援方策については、既存の制度・仕組みなどを活用してすぐに実施でき、原則として不特定多数のものづくり企業を対象に行う情報発信や交流促進に関する方策は、先行的に実施すべき方策（先行方策）に位置付ける。また、その成果を受け、主に特定企業を対象に実施する成果直結型の方策を基幹方策に位置付ける（図表 5. 12）。

個別の支援方策の実施主体については、窓口・コーディネート機能を連携して果たし支援方策全体の推進主体となることが望まれる各県市等の産業支援機関と公設試験研究機関の役割分担・連携が期待される。具体的には、情報発信や連携・交流促進等の経営支援を中心とする方策は産業支援機関が、技術相談・指導や研究開発等の技術支援は公設試験研究機関が主に担い、産業技術総合研究所を含め必要に応じて相互に支援・協力し合うのが妥当と考えられる。なお、ちゅうごく産業創造センターには、保有する制度・仕組みや情報等を活かして、セミナー等の開催や、巡回指導を含めた技術相談・指導のほか、人による検査の効率化・品質向上を促進するための産産連携・交流による改善の促進・支援について、先導的に実施することが望まれる。

図表 5. 12 支援方策の位置付けと主体イメージ

区分	支援方策	位置付け		期待される関係主体					
		先行方策	基幹方策	国・自治体等	産業支援機関	国公設試験研究機関	大学等	検査装置・機器メーカー	
①検査自動化に向けた機器・技術適用（普及）の促進	検査機器・技術に関する情報発信	□	□	○	◎	○	○	○	○
	検査自動化の個別相談・指導の推進	□	□	○	◎	○	○	○	○
②検査自動化に向けた機器・技術開発（技術革新）の促進	産学官・産産連携や異業種交流の促進	□	□	○	◎	○	○	○	○
	研究開発コンソーシアムの創生	□	□	○	◎	○	○	○	○
③人による検査の効率化・品質向上の促進	検査手法・手順や環境整備等に関する情報発信・交流	□	□	○	◎	○	○	○	○
	人による検査改善の個別相談・指導の推進	□	□	○	◎	○	○	○	○

（注）期待される関係主体欄の◎は実施主体、○は支援・協力先

また、国・自治体や中小企業基盤整備機構には、情報発信や連携・交流促進に関する方策への支援・協力が望まれる。加えて、中国地域のものづくり企業の設備投資や研究開発のほか、産業支援機関や国公設試験研究機関の事業実施に対して、補助金を通じた側面的支援も期待される。具体的には、検査自動化に関わる技術相談・指導の一環としての自動化投資補助（ロボット導入実証補助金等）や、研究開発コンソーシアムの創生への技術開発補助（ロボット活用型市場化適用技術開発補助金等）による支援のほか、検証（自動検査テスト）の場の提供に向けた設備・施設整備費の補助が想定される。

さらに、検査装置・機器メーカーと大学等には、検査自動化に向けたセミナー等の開催、専門家のネットワーク形成・派遣や、機器・技術開発（技術革新）において、専門家としての協力・参画が求められる。また、大学等（感察工学研究会など）には、人による検査改善のための技術相談・指導への支援・協力が期待される。一方、検査装置・機器メーカーには、自動化事例情報の収集・発信、検証（自動検査テスト）の場の提供においても、情報・場の提供主体として協力が期待される。なお、人による検査の効率化・品質向上に向けたセミナー等の開催や専門家のネットワーク形成・派遣においては、光源・照明関連等の検査機器メーカー、知覚・認知や生理学等を含めた大学等の専門家の協力が求められる。

c. 支援方策の実現に向けて

以上のような支援方策の実現に向けては、支援方策全体の窓口・コーディネート機能を担う実施主体に位置付けている各県市等の産業支援機関と公設試験研究機関における人材・組織、設備、資金等の体制整備が求められる。中国地域の公設試験研究機関と産業支援機関を対象に実施した照会調査結果によると、検査工程の効率化・自動化に関わる研究開発や技術相談・指導の実績はあるものの、検査自動化や人による検査の効率化・品質向上への支援を本格的に実施するとすると、体制整備が必要になると考えられる。特に、窓口・コーディネート機能の発揮に向けては、自動化による生産性・品質向上を支援する拠点機能整備への自治体単独事業や国庫補助による支援が期待される。

また、人材・組織、設備、資金等の不足を補うため、中小企業基盤整備機構と各県市等の産業支援機関相互、また、産業技術総合研究所と公設試験研究機関相互の連携強化が求められる。例えば、これまでの産業技術連携推進会議の取り組みに加え、産業技術総合研究所の地域連携の担い手となるイノベーションコーディネーターについて、2015 年度から公設試験研究機関に委嘱し拡充を図るなど、連携への取り組みが行われている。産業支援機関相互、国公設試験研究機関相互の連携をさらに深化し、機能分担や相乗効果の発揮により一体となって支援する広域的な体制づくりを図ることも重要である。

なお、本節では、機器・技術の普及と技術革新による自動化促進および人による検査の効率化の二つについて、それぞれの支援策を示した。企業アンケートで明らかになったように、自動検査と人による検査は互いに補完し合う関係が望ましいと考える企業が大半を占めているが、効果的にそれぞれの長所を活かし、また、短所を補うことができる検査工程を構築するためには、自動化システムの検討と同時に、人による検査の長所が最大限発揮できるよう検査環境の改善を図っていくことが重要である。そのためには、自動化と人による検査の改善を個別に扱うのではなく、両面から総合的に検討を行うための支援体制をつくる必要がある。さらには、ビッグデータの活用やI o Tの進展に遅れることなく対応していくため、検査結果の数値化やデータのさらなる活用について、情報通信、情報処理の分野でも企業を支援していくことが望まれる。企業支援の中心的役割を担う産業支援機関には、これら多分野の技術者・専門家の中から複数の指導人材を発掘し、これらの人材を束ね支援体制を構築するためのコーディネーターとしての役割が求められる。また、この企業支援を通じて指導人材を育成するための機会を提供していくことも望まれる。

参考資料

1. アンケート調査票

製造工程における検査の自動化および 人による検査の効率化・品質向上に関するアンケート

【本調査について】

- ◆ 本調査は、中国地域に立地する製造業の企業の皆様にご協力をお願いしています。
- ◆ 本調査は、検査部門または品質管理部門の責任者、あるいはそれに準じる方がご記入ください。
- ◆ 本調査は公益財団法人ちゅうごく産業創造センターが実施し、同センターから委託を受けた専門調査機関の公益社団法人中国地方総合研究センターが調査票の回収・集計を行います。

【調査結果の取り扱いについて】

- ◆ 本調査の結果は、外部にデータが漏れることのないよう厳正に管理・保管致します。
- ◆ 調査結果は統計的な処理等を行い、中国地域製造業の検査の自動化および人による検査の効率化・品質向上について検討するための基礎資料と致します。他の目的への利用や回答企業が特定される形で個別の内容を発表することは決してありません。
- ◆ 本調査の結果は報告書にとりまとめ、ご回答頂いた企業様も閲覧できるよう、ちゅうごく産業創造センターのホームページに掲載致します（平成28年4月上旬予定）。

【アンケート回答の進め方】

- ◆ このアンケートは、該当する部分のみご回答頂けるように、Ⅰ～Ⅴのパートで構成されています。以下の通り、該当するパートのみご回答ください。
- ◆ 「Ⅰ. 貴社・工場について」「Ⅱ. 人による検査と自動検査の関係等について」は、全ての企業・工場の方
- ◆ 「Ⅲ. 人による検査について」は、人による検査を行っている企業・工場の方
- ◆ 「Ⅳ. 人による検査の自動化について」は、人による検査を自動化したい企業・工場の方
- ◆ 「Ⅴ. 自動検査について」は、自動検査を行っている企業・工場の方

【回収方法について】

- ◆ ご記入頂いた調査票は、同封の返信用封筒（切手不要）に入れ、平成27年8月5日（水）までにご投函頂きますようお願い致します。

【調査に関するお問合せ先、返送先】

■公益社団法人中国地方総合研究センター
〒730-0041
広島市中区小町4番33号中電ビル3号館
TEL 082-245-7900（代表）
担当：本郷

【調査実施主体】

■公益財団法人ちゅうごく産業創造センター
〒730-0041
広島市中区小町4番33号中電ビル2号館
TEL 082-241-9959（直通）
調査部：岸本

I 貴社・工場について

問1 最初に、貴社・工場の概要およびご回答頂く方についてご記入ください。

①貴社名または工場名			
②ご所属			
③お役職・ご芳名	お役職	ご芳名	
④所在地・連絡先	県 市・町・村 TEL () -		
⑤従業者数(1ヵ月以内の臨時雇用を除く)	1. 9人以下 5. 100～199人	2. 10～29人 6. 200～299人	3. 30～49名 7. 300人以上
⑥業種	1. 食料品・飲料 2. 繊維 3. 木材・木製品 4. 家具・装備品 5. パルプ・紙・紙加工品 6. 化学 7. 石油・石炭製品 8. プラスチック製品 9. ゴム製品 10. 窯業・土石製品 11. 鉄鋼 12. 非鉄金属 13. 金属製品 14. 電子・電気機械器具 15. 輸送用機械器具 16. その他の機械器具 17. その他(具体的に)		
⑦主な製品			

II 人による検査と自動検査の関係等について

問2 貴社・工場の製造工程における人による検査（人の五感による官能検査など）と自動検査の実施状況について、①～⑦の検査項目ごとにお知らせください。（○印はそれぞれいくつでも）

	人による検査	自動検査
①異物・異品混入	1. 目視検査 2. 他の官能検査 3. その他※ ⁴	4. 半自動化 5. 完全自動化 6. 該当なし
②印字・表示	1. 目視検査 2. 他の官能検査 3. その他	4. 半自動化 5. 完全自動化 6. 該当なし
③構造・構成※ ¹	1. 目視検査 2. 他の官能検査 3. その他	4. 半自動化 5. 完全自動化 6. 該当なし
④その他の外観・形状※ ²	1. 目視検査 2. 他の官能検査 3. その他	4. 半自動化 5. 完全自動化 6. 該当なし
⑤内部構造・欠陥	1. 目視検査 2. 他の官能検査 3. その他	4. 半自動化 5. 完全自動化 6. 該当なし
⑥性能・機能	1. 目視検査 2. 他の官能検査 3. その他	4. 半自動化 5. 完全自動化 6. 該当なし
⑦その他※ ³	1. 目視検査 2. 他の官能検査 3. その他	4. 半自動化 5. 完全自動化 6. 該当なし

※1. ③構造・構成…構成物の欠落・位置ずれ、構成物の接合不良、全体パターン・模様・きめ、組成・混合状態 等

※2. ④その他の外観・形状…傷・割れ・欠け、気泡・穴、凹凸、しわ・よじれ、歪み・形ずれ、色合い・むら、光沢、汚れ・濁り 等

※3. ⑦その他…寸法・寸度、重量・容量、体積・容積、柔軟性・伸縮性、個数・員数、異音・異臭、味、包装・梱包不良 等

※4. 人による検査の「その他」…計器計測による良否判定など

問3 人による検査と自動検査の関係はどうあるべきと思いますか。（○印は1つ）

1. 人による検査は自動検査に置き換わることが望ましい
2. 人による検査と自動検査はダブルチェックのために両方行うことが望ましい
3. 人による検査と自動検査は互いの長所を活かし短所を補完し合う形で共存することが望ましい
4. その他(具体的に)
5. わからない

問4 人による検査の改善と検査の自動化のどちらが重要と思いますか。(○印は1つ)

1. 人による検査の改善 2. 検査の自動化 3. どちらも重要 4. どちらも重要でない 5. わからない

▶ 人による検査の改善や検査の自動化が重要となる背景・理由は何ですか。(○印はいくつでも)

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. 顧客からの品質管理への要請 | 2. 安全・安心に対する社会的要請 |
| 3. 信頼性向上・高付加価値化による競争力強化の必要性 | 4. コストダウンによる競争力強化の必要性 |
| 5. 国内の労働力不足 | 6. ものづくり技能継承の必要性 |
| 7. 製造拠点の海外展開に伴う検査品質標準化の必要性 | 8. 海外市場開拓に伴う検査仕様・基準の国際化の必要性 |
| 9. その他(具体的に |) |

問5 検査仕様・基準について伺います。(○印は1つずつ)

①顧客との間で明確(定量的)に取り交わした検査仕様・基準はありますか	1. ある 2. 全くない
②同じ検査対象・項目で顧客により検査仕様・基準が異なることはありますか	1. ある 2. 全くない
③検査員の判断で検査仕様・基準を調整することはありますか	1. ある 2. 全くない
④定量的に表現できない検査項目はありますか	1. ある 2. 全くない

問6 限度見本について伺います。(○印は1つずつ)

①限度見本※はありますか	1. ある 2. 全くない
②【①で「1」に回答の方】どのような限度見本をお使いですか	1. 不良品のみ 2. 不良品と良品の両方
③【①で「1」に回答の方】限度見本を顧客との目合わせに活用していますか	1. 活用している 2. 全く活用していない

※. 限度見本…不良品または良品の限度を与える実物見本

Ⅲ 人による検査について【問2の①～⑦で「1～3」に回答の方に伺います】

問7 人による検査で困っていることはありますか。(○印はいくつでも)

1. 検査能力の個人差が大きい	2. 同一検査員の検査能力の変動が大きい
3. 勤務時間帯による検査能力の変動が大きい	4. 検査スピード(処理量)の向上が難しい
5. 人件費等のコストが大きい	6. 適性のある検査員の確保・増員が難しい
7. 検査員の訓練・教育が難しい	8. 検査員の健康管理上の問題が多い
9. 検査員の定着率が低い	10. 検査仕様・基準や結果の数値化が難しい
11. 検査仕様・基準の標準化が難しい	12. 顧客に対する品質保証の客観性が乏しい
13. 設計・製造工程改善への情報フィードバックが難しい	14. 検査対象・項目が多岐にわたり効率化も難しい
15. その他(具体的に	) 16. 特にない

問8 人による検査の改善に向け、どのような取り組みを行っていますか。(○印はいくつでも)

1. 検査員の継続的な訓練	2. 職長による職場での巡回指導
3. 検査員の職業意識・倫理の教育	4. 検査員の増員
5. 検査員の健康管理の充実	6. 休憩時間や勤務シフトの工夫
7. 検査手順の整備・見直し	8. 新たな検査手法の開発・導入
9. 検査用治工具や機器(拡大鏡等)の導入・改善	10. 照明・作業台等の作業環境の整備・見直し
11. 検査組織・体制の整備・見直し	12. その他(具体的に
13. 特に何も行ってない	)

問9 人による検査の改善を進める上での阻害要因・問題点は何ですか。(○印はいくつでも)

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1. 資金面の余裕がない | 2. 企画・管理を担う人材が不足している |
| 3. 社内に技術・ノウハウが不足している | 4. 具体的な手段・方法に関する情報が少ない |
| 5. 社内の情報収集力が十分でない | 6. 適切な手段・方法を見極めるのが難しい |
| 7. 何をどうすべきかわからない | 8. 社外の相談先が見つからない |
| 9. その他(具体的に |) 10. 特にない |

問10 人による検査に関するセミナーやコンサルティングを受けたことはありますか。また、受けたと思いますか。(○印は1つ)

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1. 受けたことがあり、今後も受けたい | 2. 受けたことはあるが、受けたとは思わない |
| 3. 受けたことはないが、今後は受けたい | 4. 受けたことはなく、受けたとは思わない |

▶ どのようなテーマに関心がありますか。(○印はいくつでも)

- | | | | |
|---------|-----------|-------------|---------|
| 1. 目視検査 | 2. 触覚検査 | 3. 聴覚検査 | 4. 味覚検査 |
| 5. 嗅覚検査 | 6. 五感複合検査 | 7. その他(具体的に |) |

▶ 周辺視目視検査法をご存知ですか。(○印は1つ)

- | | | |
|----------|----------------|---------|
| 1. 知っている | 2. 名前は聞いたことがある | 3. 知らない |
|----------|----------------|---------|

問11 人による検査の自動化を検討・実施したが中止・断念したことはありますか。(○印は1つ)

- | | |
|-------|---------|
| 1. ある | 2. 全くない |
|-------|---------|

▶ 中止・断念した理由を具体的にご記入ください。

問12 人による検査を行っている工程で自動化したい工程はありますか。(○印は1つ)

- | | |
|-------|--|
| 1. ある | 2. 全くない → 自動化の実績がある場合はp6「V. 自動検査について」へ |
|-------|--|

IV 人による検査の自動化について【問12で「1」に回答の方に伺います】

▶ 以下の問13～問19は、人による検査を自動化したい工程のうち「主な工程一つだけ」について伺います。

問13 当該工程の自動化は、どの程度の進捗段階にありますか。(○印は1つ)

- | | | | |
|------------|------------|------------|-------------|
| 1. 自動化に着手中 | 2. 具体化を検討中 | 3. 可能性を調査中 | 4. まだ調査・検討前 |
|------------|------------|------------|-------------|

問14 当該工程を自動化する目的は何ですか。(○印はいくつでも)

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. 虚報(過剰検出)の削減 | 2. 見逃しの削減 |
| 3. 検査スピードの向上 | 4. 実働時間の拡大 |
| 5. 人件費等のコストの削減 | 6. 検査員の確保・育成難への対応 |
| 7. 検査員の健康管理上の問題への対応 | 8. 検査仕様・基準や結果の数値化による品質管理 |
| 9. 検査仕様・基準の標準化 | 10. 顧客に対する品質保証の強化 |
| 11. 設計・製造工程改善への情報フィードバック | 12. 顧客からの自動化要請への対応 |
| 13. その他(具体的に |) |

問 15 当該工程を自動化する上での阻害要因・問題点は何ですか。(○印はいくつでも)

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. 検査対象が少量多品種または変種変量が多い | 2. 検査項目が多様多様または変化が多い |
| 3. 検査仕様・基準が多様または変化が多い | 4. 既存の装置・機器では検査精度が不十分 |
| 5. 既存の装置・機器では検査スピード(処理量)が不十分 | 6. 検査内容に適した装置・機器が見当たらない |
| 7. 多種多様な検査に対応できる装置・機器が見当たらない | 8. 検査内容の変化に対応できる装置・機器が見当たらない |
| 9. 装置・機器を選定し使いこなせる人材が不足している | 10. 導入時の設備投資費用が高い |
| 11. 導入後のメンテナンス費用が高い | 12. 資金面の余裕がない、資金調達に不安がある |
| 13. 装置・機器情報等の自動化に関する情報が少ない | 14. 社内の情報収集力が十分でない |
| 15. 社外の相談先が見つからない | 16. その他(具体的に) |
| 17. 特になし | 18. わからない |

▶ 主な阻害要因・問題点について具体的にご記入ください。

問 16 当該工程の自動化費用は、検査員一人当たりでどの程度なら投資可能ですか。(○印は1つ)

- | | | | |
|-------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| 1. 100 万円未満 | 2. 100～200 万円未満 | 3. 200～300 万円未満 | 4. 300～400 万円未満 |
| 5. 400～500 万円未満 | 6. 500～700 万円未満 | 7. 700～1000 万円未満 | 8. 1000～1500 万円未満 |
| 9. 1500～2000 万円未満 | 10. 2000 万円以上 | 11. わからない | |

問 17 当該工程の自動化に当たり、機器・技術の開発を想定していますか。(○印は1つ)

- | | |
|-----------------------|--|
| 1. 具体的な機器・技術開発を考えている | 2. 何らかの機器・技術開発の必要性がある |
| 3. 必要であれば機器・技術開発も検討する | 4. 機器・技術開発は想定していない
(市販の自動検査装置完成品の導入を想定) |
| 5. わからない | |

▶ 機器・技術開発の内容を具体的にご記入ください。

▶ 機器・技術開発に当たり、相談や共同開発を行いたい協力先はありますか。(○印はいくつでも)

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1. 自動検査装置完成品メーカー | 2. 画像処理装置等の要素機器メーカー |
| 3. 製品の納入先や原材料・部品等の仕入先 | 4. その他の装置メーカーやエンジニアリング企業 |
| 5. 大学や高専等の学校・教員 | 6. 国公設試験研究機関 |
| 7. 産業振興財団等の公的な産業支援機関 | 8. その他(具体的に) |
| 9. 相談や共同開発は行いたい但未定 | 10. 特になし |

▶ 開発した機器・技術を外販する考えはありますか。(○印は1つ)

- | | | | |
|----------|--------------|--------------|----------|
| 1. 外販したい | 2. 外販の可能性はある | 3. 外販の可能性はない | 4. わからない |
|----------|--------------|--------------|----------|

問 18 当該工程の自動化に当たり、コンサルティングを受ける考えはありますか。(○印は1つ)

- | | | | |
|-----------|-------------|---------------|----------|
| 1. ぜひ受けたい | 2. できれば受けたい | 3. 受けたいとは思わない | 4. わからない |
|-----------|-------------|---------------|----------|

問 19 当該工程の検査内容等について伺います。(○印は1つつ)

①検査工程の位置付け	1. 受入検査 2. 中間品検査 3. 完成品検査 4. 出荷検査 5. その他
②インライン・オフラインの別	1. インライン 2. オフライン 3. 非該当(非ライン生産)
③検査対象品	1. 食料品・飲料 2. 繊維工業品 3. 木材・木製品 4. 家具・装備品 5. パルプ・紙・紙加工品 6. 化学工業製品 7. 石油・石炭製品 8. プラスチック製品 9. ゴム製品 10. 窯業・土石製品 11. 鉄鋼 12. 非鉄金属 13. 金属製品 14. 電子・電気機械器具 15. 輸送用機械器具 16. その他の機械器具 17. その他 [具体的に記入ください]
④検査対象品のタクトタイム	1. 1秒未満 2. 1～5秒未満 3. 5～10秒未満 4. 10～20秒未満 5. 20～30秒未満 6. 30秒～1分未満 7. 1～3分未満 8. 3～5分未満 9. 5～10分未満 10. 10分以上 11. 非該当(非ライン生産)
⑤全数・抜き取りの別	1. 全数 2. 抜き取り
⑥検査項目(複数回答可)	1. 異物・異品混入 2. 印字・表示 3. 構造・構成 4. その他の外観・形状 5. 内部構造・欠陥 6. 性能・機能 7. その他
	[具体的に記入ください]
⑦検査方法	1. 目視 2. 触覚 3. 聴覚 4. 味覚 5. 嗅覚 6. 五感複合 7. その他
⑧検査員総人数	1. 1～2人 2. 3～4人 3. 5～9人 4. 10～14人 5. 15～19人 6. 20人以上
⑨検査員養成の難易度	1. 容易 2. やや容易 3. 普通 4. やや困難 5. 困難

V 自動検査について【問2の①～⑦で「4～5」に回答の方に伺います】

問 20 導入している自動検査装置は次のどれに該当しますか。(○印はいくつでも)

1. 市販の自動検査装置完成品をそのまま導入

→ 市販の自動検査装置完成品に改善したい点がありますか。(○印はいくつでも)

1. 検査精度を上げたい 2. 検査スピード(処理量)を上げたい
3. 検査対象の変化への融通性を高めたい 4. 検査項目の変化への融通性を高めたい
5. 検査仕様・基準の変化への融通性を高めたい 6. メンテナンスコストを下げたい
7. その他(具体的に) 8. 特にない

2. 市販の自動検査装置完成品にメーカーオプションを超えるカスタマイズを実施
3. 主に市販の要素機器(画像処理装置等)を組み合わせてオリジナルの自動検査装置を開発
4. 主要要素機器(画像処理装置等)の開発を含めてオリジナルの自動検査装置を開発

→ カスタマイズや装置開発に当たり、相談や共同開発を行った協力先がありますか。(○印はいくつでも)

1. 自動検査装置完成品メーカー 2. 画像処理装置等の要素機器メーカー
3. 製品の納入先や原材料・部品等の仕入先 4. その他の装置メーカーやエンジニアリング企業
5. 大学や高専等の学校・教員 6. 国公設試験研究機関
7. 産業振興財団等の公的な産業支援機関 8. その他(具体的に)
9. 特にない

5. その他(具体的に)

問 21 自動化の目的は何ですか。(○印はいくつでも)

1. 虚報(過剰検出)の削減	2. 見逃しの削減
3. 検査スピードの向上	4. 実働時間の拡大
5. 人件費等のコストの削減	6. 検査員の確保・育成難への対応
7. 検査員の健康管理上の問題への対応	8. 検査仕様・基準や結果の数値化による品質管理
9. 検査仕様・基準の標準化	10. 顧客に対する品質保証の強化
11. 設計・製造工程改善への情報フィードバック	12. 顧客からの自動化要請への対応
13. その他(具体的に	)

問 22 自動化の効果について、総じてどのように評価していますか。(○印は1つ)

1. 想定以上	2. 想定に及ばない	3. 想定通り(目的を概ね達成)
---------	------------	------------------

▶ 「想定以上」または「想定に及ばない」内容を具体的にご記入ください。

問 23 自動化により新たに発生した問題がありますか。(○印はいくつでも)

1. 虚報(過剰検出)の増加	2. 見逃しの増加
3. 検査処理量の低下	4. 検査コストの増加
5. 検査員が有する技能・ノウハウの低下	6. 検査や品質管理に関する技術・ノウハウの低下
7. その他(具体的に	)
8. 特になし	

▶ 新たに発生した問題に対応する上で困っていることがあれば具体的にご記入ください。

問 24 自動化を通じ、製品の仕上がり状態や検出した欠陥の大きさ・数などをデータ処理し数値化していますか。(○印は1つ)

1. 行っている
▶ 数値データはどのように活用していますか。(○印はいくつでも)
1. 顧客への品質保証 2. 顧客との取り引き(品質基準・価格設定など) 3. ロットの管理 4. 設計の見直し 5. 製造工程の改善 6. 検査工程の改善 7. その他(具体的に
2. 全く行っていない
▶ 数値化していない理由は何ですか。(○印はいくつでも)
1. 数値化したいが技術的に困難 2. 設備投資効果が期待できない 3. 数値化する必要がない 4. その他(具体的に
▶ 技術的な問題点は何ですか。(○印はいくつでも)
1. センサーの検出精度・認識性能が不足 2. データ処理系の性能が不足 3. 検査スピードが低下する 4. 数値化の方法が見つからない 5. その他の技術的な理由(具体的に

問 25 自動化した工程において、品質・生産性の維持・向上のため、新たな種類の欠陥の発生や虚報・見逃しについてデータ分析・チェックを行っていますか。(○印は1つ)

1. 行っている

2. 全く行っていない

問 26 自動検査を行っている工程で自動化をさらに進歩させたい工程はありますか。(○印は1つ)

1. ある

2. 全くない

▶ 自動検査の工程を進歩させたい具体的な内容をご記入ください。

－ ご協力ありがとうございました －

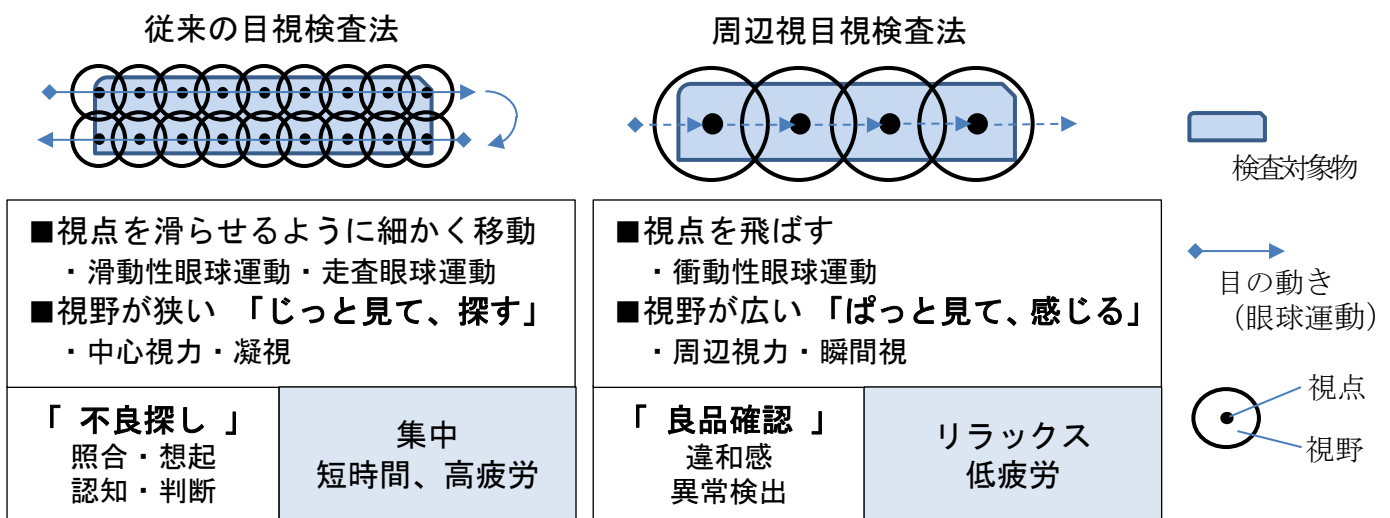
周辺視目視検査法とは

「周辺視目視検査法」は、佐々木章雄氏らが日本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）の目視検査の生産性倍増のために開発した検査法で、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ました。

その後、日本IE協会のIEレビュー誌への連載（2005年8月から2006年8月）により公開されてから注目を集め、様々な検査対象への応用が試みられています。注）文末参照

周辺視目視検査法は、人間が元々持っている視覚機能のうち、「**周辺視力**」、「**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検査方法です。

ポイントはこの3つの機能を組み合わせて検査を行うことです。従来法との比較をイメージ図で示した後、それぞれについて説明します。



1. 中心視力と周辺視力について

人間の視覚機能（情報処理機能）の中には中心視力、周辺視力と呼ばれるものがあります。

■中心視力とは、「**見ている先に焦点を合わせて見る見方**」です。

検査の現場でよく指導される「不良探し」「もっとよく見ろ」式の検査は、見ている先に焦点を合わせる「中心視力」を使う方法です。この方法は、視覚機能で言えば高等で負荷の高いものになり直ぐに疲労してしまいます。（30分から1時間くらいで疲労がたまり抽出力は低下しはじめるといわれています。）

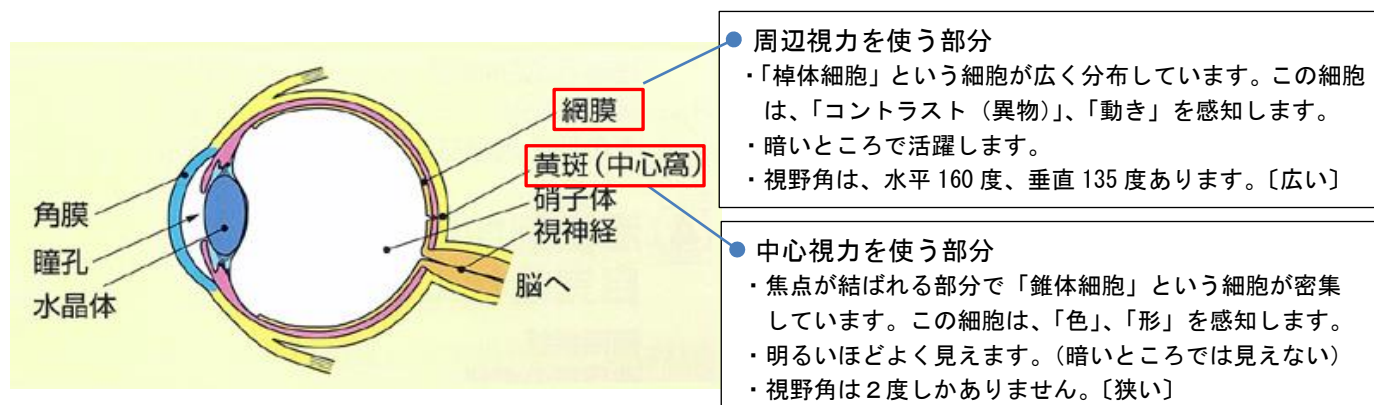
脳は疲労すると自動的に外界と回路を切断して、オーバーヒートから身を守るためブロッキング現象と呼ばれている症状を起こし、これが見逃しの原因となります。ブロッキング現象が厄介なのは、検査作業の外見は変わらなく見えることで、反射的に作業は継続していても、実はこの間はほとんど検査になっていません。

■周辺視力とは、「**視野全体を見る見方**」です。

小さくて見えにくいものを探するとき、例えば飛んでいる蚊を探するとき、蚊に焦点を合わせながら顔を回しながら見つけようとするでしょうか。一旦距離を取るために身をそらせて顔をあまり動かさずに全体を見ます。しかも焦点を合わせずに目の端の方で探します。そして発見後、焦点を当てて確かめます。「焦点を合わせずに目の端の方で探す」のが「周辺視力」による方法です。

これは誰に教えてもらった訳でもないのに誰でも行っている方法です。すなわち、元々人間に備わった機能です。もし、危険が迫ったと感じたら、まず全体を把握してから一番怪しいものに焦点を合わせることは本能として持っています。人間にとっては自然な方法と言えます。

この見方を検査へ適用すると、視点を移した先の視野全体を一度に見て、良品と異なるものが現れたとき変だと感じ、その個所が許容範囲を越えているかを確認し、許容範囲を越えていれば不良品とするという方法になります。



2. 凝視と瞬間視

網膜は画像データを数十ミリ秒単位でパルスに変換しているので、一か所に焦点を合わせてじっと見つめると何枚もの画像データができてしまいます。これを全て順番に処理しているのが大脳の後ろ側にある視覚野です。前の画像データと今送られてきた画像データは逐次比較され、同じなら消去するという処理を繰り返しますが、データ量が多くなると処理しきれなくなります。チラッと見るだけでもしっかりした画像データは視覚野に送られ、しっかり識別されます。

このように人間の目は感光フィルムではないので、露光時間が長ければ鮮明な画像データが得られるということにはなりません。「よく見ろ」式が目視検査の大きな勘違いがここにあります。

3. 目の運動機能（眼球運動）について

眼球の動かし方の中には、滑動性眼球運動、走査眼球運動、衝動性眼球運動と呼ばれるものがあります。

- 滑動性眼球運動は「ゆっくり動いている目標物を追いかける動き」です。ゆっくり目で追う又は頭を動かす見方です。
- 走査眼球運動は「静止している目標をたどるように移動する動き」です。線やものの縁を細かくたどる見方です。
- 衝動性眼球運動は、「視点がジャンプする動き」です。対象物の数箇所を写真に撮るように全体を把握する見方です。カメレオンのような目の動きになります。

「よく見ろ」と言われると滑動性眼球運動および走査眼球運動を使った見方になりますが、これは、細かいコントロールが必要になるため疲労を伴います。

注）本資料は、佐々木章雄氏による I E レビュー誌への連載記事をもとに作成しています。

周辺視目視検査法は、佐々木章雄氏らにより日本 I B M で開発された後、しばらくは社外秘扱いにされていました。中国においても色々な製品に適用されましたが、いずれも効果が出たため中国人の I E エンジニアの何人かはこの方法をマスターしました。また、日立 G S T フィリピンの I E エンジニアもマスターし始めたことから、佐々木章雄氏が日本の若いエンジニアたちに知ってもらいたいと考えていたところ、日本インダストリアル・エンジニアリング協会の協会誌への掲載の機会を得て公開に至ったものです。

なお、公益社団法人精密工学会の画像応用技術専門委員会では、2010 年度に「感察工学研究会」（主査：香川大学工学部 石井明 教授）が設置され、周辺視目視検査法の解明とその普及ならびにそれらを包含する学問領域の創出を目的としたワーキング・グループ活動が行われています。

2. 周辺視目視検査法セミナー受講企業向けアンケート調査票

周辺視目視検査法セミナー受講後の状況に関するアンケート

【本調査について】

- ◆ 本調査は、平成 27 年 8 月 28 日に（公財）しまね産業振興財団の主催で開催された「周辺視目視検査法セミナー」に参加された企業の皆様にご協力をお願いしています。
- ◆ 本調査は、改善を図りたい検査を所管する部署の責任者、あるいはそれに準じる方がご記入下さい。
- ◆ 本調査は公益財団法人ちゅうごく産業創造センターが実施し、同センターから委託を受けた専門調査機関の公益社団法人中国地方総合研究センターが調査票の回収・集計を行います。

【調査結果の取り扱いについて】

- ◆ 本調査の結果は、外部にデータが漏れることのないよう厳正に管理・保管致します。
- ◆ 調査結果は統計的な処理等を行い、中国地域製造業の人による検査の効率化・品質向上について検討するための基礎資料として、また、（公財）しまね産業振興財団への情報提供用資料と致します。他の目的への利用や回答企業が特定される形で個別の内容を公表することは決してありません。
- ◆ 本調査の結果は報告書にとりまとめ、ご回答頂いた企業様も閲覧できるよう、ちゅうごく産業創造センターのホームページに掲載致します（平成 28 年 4 月上旬予定）。

【回収方法について】

- ◆ ご記入頂いた調査票は、同封の返信用封筒（切手不要）に入れ、平成 27 年 12 月 4 日（金）までにご投函頂きますようお願い致します。

【調査に関するお問合せ先、返送先】	【調査実施主体】
■公益社団法人中国地方総合研究センター 〒730-0041 広島市中区小町 4 番 33 号中電ビル 3 号館 TEL 082-245-7900（代表） 担当：本郷	■公益財団法人ちゅうごく産業創造センター 〒730-0041 広島市中区小町 4 番 33 号中電ビル 2 号館 TEL 082-241-9959（直通） 調査部：岸本

【アンケートにご回答いただいた企業様への参考資料の送付について】

- ◆ 本アンケートにご回答いただいた場合には、周辺視目視検査法に関する以下の資料を送付いたします。
 - ・ 佐々木章雄氏（周辺視目視検査研究所代表）著 『周辺視目視検査法〔Ⅰ〕～〔Ⅴ〕』
「Ⅰ E レビュー」（日本インダストリアル・エンジニアリング協会発行）連載講座
2005 年 8 月～2006 年 8 月 ※本連載講座により周辺視目視検査法が国内で初めて公開されました。
 - ・ 石井明氏（香川大学工学部教授）著 『目視検査を成功させる』
「非破壊検査」（日本非破壊検査協会発行）第 63 巻 1 号 解説 2014 年 1 月
- なお、公益社団法人精密工学会の画像応用技術専門委員会では、2010 年度に「感察工学研究会」（主査：香川大学工学部 石井明 教授）が設置され、周辺視目視検査法の解明とその普及ならびにそれらを包含する学問領域の創出を目的としたワーキング・グループ活動が行われています。
- ・ 本研究会のホームページも是非ご覧ください。⇒ 感察工学研究会 で検索

I 貴社・工場およびセミナー当日の個別指導実績について

問 1 最初に、貴社名およびご回答頂く方についてご記入ください

①貴社名または工場名		
②ご所属		
③お役職・ご芳名	お役職	ご芳名
④連絡先	TEL () —	

問2 セミナー当日に個別指導を受けましたか

1. はい 2. いいえ ⇒ 「いいえ」の場合は問3へ



問2-1 個別指導に満足しましたか

1. はい 2. いいえ

理由：_____

Ⅱ 周辺視目視検査を適用したいと考えた検査工程について

問3 セミナー参加にあたり、周辺視目視検査の適用を考えていた検査工程の検査内容等について伺います（○印は1つずつ）

①検査工程の位置付け	1. 受入検査 2. 中間品検査 3. 完成品検査 4. 出荷検査 5. その他
②検査対象品	1. 食料品・飲料 2. 繊維工業品 3. 木材・木製品 4. 家具・装備品 5. パルプ・紙・紙加工品 6. 化学工業製品 7. 石油・石炭製品 8. プラスチック製品 9. ゴム製品 10. 窯業・土石製品 11. 鉄鋼 12. 非鉄金属 13. 金属製品 14. 電子・電気機械器具 15. 輸送用機械器具 16. その他の機械器具 17. その他
	[具体的にご記入ください]
③検査項目(複数回答可)	1. 異物・異品混入 2. 印字・表示 3. 構造・構成 4. その他の外観・形状 5. その他
	[具体的にご記入ください]
④全数・抜き取りの別	1. 全数 2. 抜き取り
⑤１日あたりの検査個数	１日あたり約〔 〕個
⑥検査員総人数	1. １～２人 2. ３～４人 3. ５～９人 4. １０～１４人 5. １５～１９人 6. ２０人以上

Ⅲ 周辺視目視検査セミナー受講後の社内での展開状況等について

問4 セミナーの内容を社内の改善活動に取り入れていますか

1. はい 2. いいえ ⇒ 「いいえ」の場合は理由を記入して問5へ

理由：

➡ 問4-1 どのような取り組みに反映していますか（○印はいくつでも）

環境改善等	1. 照明の改善（光源・照度・光の方向等） 2. 検査用治工具や機器（拡大鏡等）の導入・改善 3. 作業台等その他の作業環境の改善 4. 限度見本の整備・見直し 5. 検査員の健康管理（問診票の導入等） 6. その他〔具体的に：〕
検査方法改善	7. 検査手順の見直し（作業動線の変更、検査とその他の作業との分離等） 8. 作業姿勢・作業リズムの改善 9. 検査員の教育・訓練手順の整備・見直し 10. その他〔具体的に：〕

➡ 問4-2 改善活動の責任者は配置していますか

1. 検査員の中から指名
2. 検査員以外から指名〔具体的役職：〕
3. 配置していない（検査員の自主的な取り組みに任せている等）

➡ 問4-3 具体的な改善効果は得られましたか

1. はい〔具体的な内容：〕
2. いいえ

Ⅳ 今後の改善への取り組みについて

問5 今後、周辺視目視検査法を取り入れた改善活動を進めていきたいですか

1. はい 2. いいえ ⇒ 「いいえ」の場合は問8へ

問6 今後、希望する支援等がありますか（複数回答可 複数の場合は〔 〕内に優先順位を記入）

1. 〔 〕 自社の検査現場で個別指導して欲しい（周辺視目視検査法の説明含む）
2. 〔 〕 指導できる人材の育成を支援して欲しい
3. 〔 〕 今回と同様なセミナーをもっと開催して欲しい
4. 〔 〕 その他

具体的な内容：

問7 他社との情報交換や共同研究等の希望はありますか（複数回答可 複数の場合は〔 〕内に優先順位を記入）

1. 〔 〕 改善事例をもっと紹介して欲しい
2. 〔 〕 同様な問題を抱えている他企業と情報交換をしてみたい
3. 〔 〕 親会社や取引先も一緒になって改善に取り組んで欲しい
4. 〔 〕 大学や公的研究機関等と共同で研究に取り組みたい

（例）周辺視訓練ソフトの開発、作業動作解析ソフトの開発、検査専用の照明器具の開発 など

〔 具体的な内容： 〕
[.....]

5. 〔 〕 その他

〔 具体的な内容： 〕
[.....]

V 検査員の能力の差等について

問8 検査員ごとの検査能力（検査個数／人・日）を把握していますか

1. はい
2. いいえ ⇒ 「いいえ」の場合は問9へ

→ 問8-1 検査能力が平均を5割以上上回る検査員はいますか

1. はい（女性・男性・両方）
2. いいえ ⇒ 「いいえ」の場合は問9へ

→ 問8-2 平均を5割以上上回る検査員の中に、周辺視による方法で検査ができていると思われる検査員はいますか

1. はい（女性・男性・両方）
2. いいえ
3. わからない

→ 問8-3 この中に、検査員の指導者として活躍が期待できる人はいますか

1. はい（女性・男性・両方）
2. いいえ

VI その他

問9 平成27年8月28日に（公財）しまね産業振興財団の主催で開催されたセミナー当日のアンケート結果を、本調査を行う（公財）ちゅうごく産業創造センターが利用し、調査報告書に掲載（※）することに同意していただけますか

※アンケート結果は統計的な処理等を行い、回答企業が特定される形で個別の内容を公表することは決してありません。

1. はい
2. いいえ

— ご協力ありがとうございました —

