

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：12612

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K15237

研究課題名（和文）人間の視覚特性に基づいた目視検査作業の設計・訓練・管理システムの構築

研究課題名（英文）Development of Design / Training / Management System for Visual Inspection Work Based on Human Visual Characteristics

研究代表者

中嶋 良介（Nakajima, Ryosuke）

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・助教

研究者番号：70781516

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：目視検査における欠点の視認性を定量的に評価するための測定システムを開発するとともに、検出すべき欠点の特徴に合わせて検査精度と検査効率を両立する検査方法を設計する方法の手順化とシステム化を実施した。これらの検討の結果、多くの目視検査工程の対象製品に対して、検査環境や検査方法、訓練方法、管理方法のあり方を示すことができた。そして、実際の製造業の協力を得て、これまでの研究で得られた方法論に基づいて検査環境と検査方法を設計し、その有用性を検証した結果、これまでは生産現場で検出が困難とされていた欠点であっても比較的容易に検出できるようになり、検査精度と検査効率を向上させる効果があることが確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、高度な技能が求められる目視検査作業を対象として、検査対象と検査環境、検査者の3つの観点から整理し、高い検査精度と検査効率を実現するための要件を検討した。そして、人間の視覚特性に合わせて検査環境と検査方法を設計・訓練するシステムを開発するとともに、それらの作業を訓練・管理するためのシステムを構築した。これらの研究の結果、実際の目視検査工程において製品や検出すべき欠点の特徴に合わせて検査精度と検査効率を両立する検査環境と検査方法の設計が可能となり、さらに訓練・管理システムを用いることで、特に高度な技能を要しない作業でも高い検査精度と検査効率で作業が遂行できることが示された。

研究成果の概要（英文）：In this study, a measurement system was developed to quantitatively evaluate the visibility of defects in visual inspection. In addition, a procedure and systematization of a method for designing an inspection method that achieves both inspection accuracy and inspection efficiency according to the characteristics of defects to be detected were implemented. As a result of these examinations, inspection environment, inspection method, training method, and management method are shown for target products of many visual inspection processes. Then, with the cooperation of the actual manufacturing industries, the inspection environment and inspection method are designed based on the methodologies obtained in the studies, and their usefulness is verified. As a result, it has been confirmed that even defects that were previously difficult to detect at the production site can be detected relatively easily, which has the effect of improving inspection accuracy and inspection efficiency.

研究分野：インダストリアル・エンジニアリング

キーワード：目視検査 外観検査 作業設計 作業訓練 作業管理 作業改善

1. 研究開始当初の背景

2018年度版のものづくり白書(経済産業省, 厚生労働省, 文部科学省)において、「強い現場力の維持・向上(品質管理)」や「品質が担保される仕組みの構築」といった製造業の品質保証体制の確立・強化が急務であることが指摘されており、いかに生産現場内で製品の検査の徹底やその維持・運用をするかという課題を日本の製造業が共通して抱えている。

製造業で行なわれている製品の検査は、製品の性能を確認する機能検査と製品のキズや汚れ、表面の凹み、塗料の色ムラなどの欠点を確認する外観検査に大別できる。機能検査は機械による自動化が非常に進んでいる一方で、外観検査は欠点が多様な状態を呈することから自動化が容易でない。さらに、昨今のように製品の小型化や精密化、多品種少量生産化が進むと、画像を用いた自動検査機の測定限界を超える欠点の検出が求められ、加えて、過検出(第一種過誤)と誤検出(第二種過誤)をバランスするための閾値の調整も難しく、技術的にも経済的にもその自動化は困難となる場合がある。この傾向は、液晶テレビやスマートフォンなどのディスプレイガラス、高級車に代表される高品質塗装など、日本の戦略的な製品で顕著にうかがえる。このような製品における外観検査は、人間の視覚による目視検査が大きな役割を担っている。

これまでの目視検査に関する学術的な研究として、検査者の適性評価や教育、および疲労に着目した検討は行なわれているが、検査精度や検査効率に及ぼす影響について検討されるまでには至っていなかった。その一方で、実務的な報告として、周辺視野を活用した検査方法が提案され、高い検査精度と検査効率を維持した上で、疲労感の訴えが非常に少ない検査が可能であることが報告されてきた(佐々木, IEレビュー, Vol. 46(2)~47(3), 2005-2006)。ただし、「なぜ、その検査方法では高い検査精度や検査効率が可能となるのか?」といった科学的な根拠が解明されるには至っていなかった。

上記の学術的な背景のもと、研究代表者は2014-2015年度に科研費・特別研究員奨励費(DC2)、2016-2017年度に科研費・研究活動スタート支援の助成を受け、研究を推進してきた。具体的には、実際の目視検査工程での実態調査と実験室での被験者実験を並行して実施し、高度な技能を有する熟練検査者と非熟練検査者の特徴を定量的に定義することで、それらの相違が検査精度と検査効率に及ぼす影響について検討した。その結果、(1)一度の注視で検査する範囲(人間工学, Vol. 51(5), 2015)、(2)一度の注視で検査する時間(Nakajima, et al., Proceedings of The International Conference on Advances in Production Management Systems2013, 2013)、(3)現在の注視点から次の注視点へと視線を移動させる際の眼球運動(バイオメカニズム学会誌, Vol. 36(4), 2012)、(4)検査対象から検査者の眼球までの視距離(設備管理学会誌, Vol. 26(4), 2015)の4つによって検査精度と検査効率が異なることが明らかになってきた。これらの研究成果は、周辺視野を活用した検査方法が人間の本来持つ視覚機能やメカニズムに基づくという点で、特殊な適性や能力を必要とするものではなく、適正な作業設計や訓練を行なうことで多くの検査者が習得できる可能性があることを示唆すると考えられる。

2. 研究の目的

これまでの研究により、一部の限られた目視検査工程において高い検査精度と検査効率を両立する目視検査方法が可能となる理由が明らかになってきた。ただし、その検査方法を日本の製造業の目視検査工程に広く適用しようとした場合、「どのような検査対象(製品の大きさや形状、材質、欠点の特徴や種類など)に適用できるのか?」「どのような検査環境(照明の種類や配置)を設計すべきか?」「どのように検査者の検査方法(注視点や眼球運動、ハンドリングなど)を設計すべきか?」「どのように検査者を訓練すべきか?」「検査者の目視作業をどのように管理すべきか?」といった解明・解決すべき問題が多くある。そのため、実際には微小な欠点を検出するために検査者に対して「集中して上手く・良く見なさい」といった非科学的な指導が行なわれているのが現状である。

そこで本研究では、上述した問題に答えるべく、図1に示す通り目視検査を検査対象と検査環境、検査者の3つの観点から整理し、高い検査精度と検査効率を実現するための要件を解明する(分析的アプローチ)。そして、人間の視覚特性に合わせて検査環境と検査方法を設計・訓練するシステムを開発するとともに(設計的アプローチ)それらの作業を管理するシステムを構築する。さらに、構築したシステムを実際の目視検査工程に適用し、その有効性を検証することを目的とした。

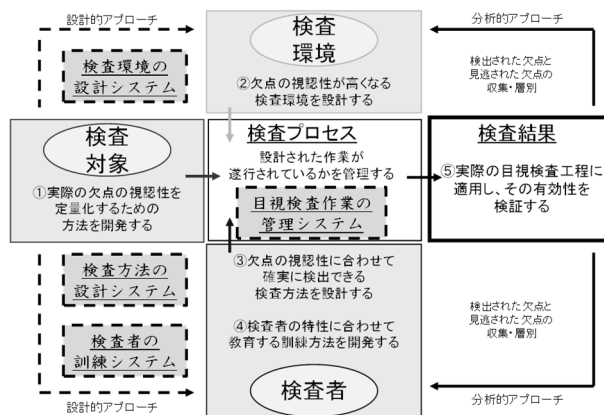


図1 本研究の目視検査システムの全体像

3. 研究の方法

本研究では、人間の視覚特性に基づいた目視検査作業の設計・訓練・管理システムの構築を目指し、実験室での被験者実験・システム開発と実際の目視検査工程での実態調査を並行して実施した。具体的には、(1)欠点の視認性が高く、かつ検査者にやさしい検査環境の設計システム、(2)人間の視覚特性と欠点の視認性に合わせた検査方法の設計システム、(3)設計した検査方法を適切に教育するための実践的な訓練システム、(4)設計した検査方法が正しく遂行されているかを確認するための管理システムの構築を進め、(5)実際の生産現場でその有効性を検証した。

4. 研究成果

(1)欠点の視認性が高く、かつ検査者にやさしい検査環境の設計システム

研究代表者らの先行研究(人間工学, Vol. 51(5), 2015)より、欠点の視認性は背景と欠点との輝度コントラストが高いほど、あるいは、欠点の面積が大きいほど高くなることが示されている。さらに、欠点の輝度コントラストにその面積を乗じて得られる欠点の面光度という指標が欠点検出の評価指標になりうることが示されている。

そこで本研究では、市販のデジタルカメラで撮影した欠点の画像と画像処理技術を用いて、背景の平均輝度と欠点の平均輝度、および欠点のピクセル数から欠点の面光度を算出するシステムを開発した。これにより、従来は定性的に評価をされていた欠点の特徴量を欠点検出の観点から簡易に測定することが可能になった。

(2)人間の視覚特性と欠点の視認性に合わせた検査方法の設計システム

先行研究(佐々木, IE レビュー, Vol. 46(2)~47(3), 2005-2006)より、人間の視覚特性のひとつである周辺視野を活用した検査方法の有用性が一部の生産現場において報告されている。ただし、実際の目視検査の対象となる製品は形状や寸法、意匠などが多種多様で、検出対象となる欠点についても同様に多種多様なものが存在している。

そこで本研究では、検査対象の複雑性や欠点の形状、色みなどを実験要因とする被験者実験を実施し、それらが欠点検出に及ぼす影響を定量的に評価した。さらに、これらの実験により得られた実験データを統合データベースとして構築した。これにより、実際の生産現場においても上記のシステムで計測した欠点の面光度を計測し、検査すべき製品と検出すべき欠点の特徴を入力とすることで、検査精度と検査効率を両立するための検査方法(一度に注視する範囲や注視時間など)を出力する手順・システムを開発した。これにより、従来は熟練検査者や現場の勘で設定されていた見方を科学的に設計することが可能になった。

(3)設計した検査方法を適切に教育するための実践的な訓練システム

実際の生産現場における検査者の訓練では、必ずしも事前に十分な訓練を受けないまま OJT (On the Job Training) での対応がとられることが多い。ただし、OJT は教える人の経験や能力に依存する部分も多く、多くの作業者に対して画一的かつ効率的に訓練するには難しいという実態もある。

そこで本研究では、上記で設計した検査方法を体験的に学習できる実践的な訓練ツールを開発した。具体的には、大型ディスプレイに検査対象を想定したモデル製品を表示するとともに、検査者の眼球運動や身体動作をアイカメラとモーションキャプチャーを同期させて計測した。そして、事前に教示された検査方法と検査者の眼球運動・身体動作の条件が同定されたときのみ、はじめて欠点を表示させることで、検査者に作業の成功体験を与え、訓練効果を促すシステムを開発した。また、開発した訓練システムの有効性を検証するための被験者間実験を実施した結果、訓練システムには検査精度を向上させる効果があることが確認された。これにより、従来は熟練検査者などによる OJT に頼らざるを得なかったが、検査作業に従事する前にオフラインでの作業訓練が可能になり、昨今の新型コロナウイルスの感染症防止のための「人と人の接触機会の減少」にも活用しうると考えられる。

(4)設計した検査方法が正しく遂行されているかを確認するための管理システムの構築

従来の目視検査工程における品質を管理する仕組みとしては、検査済の製品のデジタル画像を保存するといった“作業結果の品質”を保証することがほとんどである。これに対して本研究では、上記で開発した訓練システムを応用し、実際の生産ラインにおいて検査者が設計された検査方法を正しく遂行しているかをアイカメラとモーションキャプチャーで計測し、“作業プロセスの品質”の保証を実験的に試みた。その結果、工場内のトレーサビリティを向上させ、不良品の発生源の特定や対策にまで活用しうることが確認された。この点については、今後も継続的にデータ収集・分析・検証を進めていく予定である。

(5)実際の生産現場で有効性の検証

実際に目視検査を実施する製造業 3 社の協力を得て、これまで得られた実験結果をもとに、実際の欠点を対象として検査環境と検査方法を設計し、適用した。その結果、従来は実際の目視検査現場で検出が困難とされていた欠点であっても比較的容易に検出できるようになることが生産現場で確認された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 山田孟, 杉正夫, 長野真大, 中嶋良介, 仲田知弘, 松野省吾, 岡本一志, 山田哲男	4. 巻 34(1)
2. 論文標題 水平作業台ディスプレイにおける作業者の注視点推定システム	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本設備管理学会誌	6. 最初と最後の頁 8-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 中嶋良介, 深草祐喜	4. 巻 63(2)
2. 論文標題 JIIIE相互研究会 外観検査を深議する	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEレビュー	6. 最初と最後の頁 67-73
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 山田哲男, 岡本一志, 中嶋良介, 長沢敬祐, 伊集院大将, ウアテイ, 滝聖子	4. 巻 31(2))
2. 論文標題 Withコロナのグローバル社会課題を統合知で同時解決を目指すサステナブルCOVID-19リカバリーの研究と課題 - 第26回ICPRにおけるオーガナイズドセッション, 博士・若手研究者ワークショップと国際共同研究 -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 経営システム	6. 最初と最後の頁 115-125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 中嶋良介, 小林亮太, 肥田拓哉, 松本俊之	4. 巻 33(3)
2. 論文標題 周辺視野を活用した外観検査における拡大鏡の拡大倍率が欠点検出に及ぼす影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本設備管理学会誌	6. 最初と最後の頁 86-95
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nakajima Ryosuke, Nakamura Ryuta, Hida Takuya, Matsumoto Toshiyuki	4. 巻 82
2. 論文標題 Effect of bright and shade, and luminance difference of defect on defect detection in appearance inspection utilizing peripheral vision	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Industrial Ergonomics	6. 最初と最後の頁 103086
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ergon.2021.103086	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 中嶋良介, 深草祐喜	4. 巻 62(4)
2. 論文標題 JIIIE相互研究会 外観検査を深議する	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEレビュー	6. 最初と最後の頁 59-65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中嶋良介, 仲田知弘, 杉正夫, 山田哲男	4. 巻 64(10)
2. 論文標題 機械学習・スマートデバイスを活用した循環型生産システムの生産性向上へのチャレンジ	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 システム/制御/情報	6. 最初と最後の頁 380-387
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中嶋良介	4. 巻 60(1)
2. 論文標題 人間の視覚特性に基づいた外観検査作業の改善活動の進め方	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEレビュー	6. 最初と最後の頁 47-51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中嶋良介	4. 巻 60(1)
2. 論文標題 第3回産学連携研究交流会(分科会4)「品質と効率の改善方法」開催レポート	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEレビュー	6. 最初と最後の頁 79-85
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計39件(うち招待講演 9件/うち国際学会 10件)

1. 発表者名 Ryosuke Nakajima
2. 発表標題 Effect of Inspector's Characteristics on Defect Detection in Appearance Inspection utilizing Peripheral Vision,
3. 学会等名 13th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Mana Nishino, Ryosuke Nakajima, Akiko Takahashi, Atsushi Sugama, Kazuki Hiranai
2. 発表標題 A Proposal for Work Procedure Manuals to Improve Work Compliance Rates in Construction Sites
3. 学会等名 The 23rd Korea-Japan Joint Symposium of Human Factors and Ergonomics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryosuke Nakajima, Jyunya Fujimoto
2. 発表標題 Development of Training System for Appearance Inspection Using Motion Capture and Large Size Display
3. 学会等名 26th International Conference on Production Research 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryosuke Nakajima, Sae Onodera, Takuya Hida, Toshiyuki Matsumoto
2. 発表標題 Effect of Complexity of Inspection Surface on Defect Detection in Appearance Inspection utilizing Peripheral Vision
3. 学会等名 12th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mana Nishino, Ryosuke Nakajima, Akiko Takahashi, Atsushi Sugama
2. 発表標題 A Fundamental Study on Easy-To-Understand Work Procedure Manuals for Safety Work in Construction Sites
3. 学会等名 2021 IEEE 8th International Conference on Industrial Engineering and Applications (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryosuke Nakajima, Yuuki Kojima, Takuya Hida, Toshiyuki Matsumoto
2. 発表標題 Effect of Movement of Light Source on Defect Detection in Appearance Inspection utilizing Peripheral Vision
3. 学会等名 11th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ryosuke Nakajima, Keita Hashimoto, Takuya Hida and Toshiyuki Matsumoto
2. 発表標題 Effect of Viewing Angle of Inspectors on Defect Detection in Appearance Inspection
3. 学会等名 2020 IEEE 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ryosuke Nakajima, Momoko Harada, Takuya Hida, Toshiyuki Matsumoto
2. 発表標題 Effect of Ancillary Works of Inspectors on Defect Detection in Appearance Inspection
3. 学会等名 The 20th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ryosuke Nakajima, Riho Yamamoto, Takuya Hida, Toshiyuki Matsumoto
2. 発表標題 A Study on the Effect of Defect Shape on Defect Detection in Visual Inspection
3. 学会等名 25th International Conference on Production Research 2019 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sae Onodera, Takuya Hida, Yosuke Kurihara, Satoshi Kumagai, Toshiyuki Matsumoto, Ryosuke Nakajima
2. 発表標題 Proposal for Quantitative Evaluation Method of the Complexity of Inspection Surface in Appearance Inspection
3. 学会等名 International Institute of Social and Economic Sciences 49th International Academic Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中倉悠汰, 手水孝亮, 西野真菜, 中嶋良介
2. 発表標題 外観検査における製品画像を活用した検査方法に関する事例研究
3. 学会等名 日本設備管理学会2022年度春季研究発表大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西野真菜, 高橋明子, 菅間敦, 平内和樹, 島田行恭, 石垣陽, 島崎敢, 三品誠, 中嶋良介
2. 発表標題 建設現場における作業者に提示する作業手順マニュアルの相違が 作業効率と作業安全に及ぼす影響の分析
3. 学会等名 安全工学シンポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中倉悠汰, 手水孝亮, 西野真菜, 中嶋良介
2. 発表標題 Deep Learning を活用した外観検査の作業支援システムの実用化に関する事例研究
3. 学会等名 2022年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 手水孝亮, 中倉悠汰, 西野真菜, 中嶋良介
2. 発表標題 外観検査における製品画像を活用した検査方法に関する基礎研究
3. 学会等名 日本設備管理学会2021年度秋季研究発表大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西野真菜, 岩津龍太, 中嶋良介
2. 発表標題 Deep Learningを活用したサーブリグ分析システムの開発に関する基礎研究
3. 学会等名 日本設備管理学会2021年度秋季研究発表大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中嶋良介, 蔵方英紀, 三上彩寧
2. 発表標題 外観検査における人間中心型の作業と自動化のデザイン
3. 学会等名 Designシンポジウム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋良介
2. 発表標題 視線計測装置を用いた外観検査の作業分析に関する事例研究
3. 学会等名 2021年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊集院大将, 中嶋良介, 杉正夫, 仲田知弘, 山田周歩, 松野省吾, 岡本一志, 滝聖子, 山田哲男
2. 発表標題 スマートデバイスと機械学習を融合した人と環境に優しいサステナブル生産支援システムの設計
3. 学会等名 2021年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 樺島宏樹, 中嶋良介, 菅間敦, 高橋明子
2. 発表標題 脚立の設置位置が上向き作業時の作業性に及ぼす影響
3. 学会等名 日本設備管理学会2020年度秋季研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西野真菜, 中嶋良介, 高橋明子, 菅間敦
2. 発表標題 建設現場を対象とした新人作業者に優しい安全作業手順書の検討
3. 学会等名 日本設備管理学会2020年度秋季研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上村美晴, 秋本浩, 中嶋浩二, 三輪和広, 伊藤鉄朗, 中嶋良介
2. 発表標題 画像処理技術と視線解析技術を用いた外観検査作業のIE改善活動の推進に関する研究
3. 学会等名 日本経営工学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菅間敦, 中嶋良介, 高橋明子, 久我峻介
2. 発表標題 可搬式作業台を用いた高所作業中の注視行動に用具の構造が及ぼす影響
3. 学会等名 日本設備管理学会2020年度春季研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中嶋良介, 菅間敦, 高橋明子, 久我峻介
2. 発表標題 可搬式作業台を用いた高所作業中の注視行動に作業方法の教示が及ぼす影響
3. 学会等名 日本設備管理学会2020年度春季研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中嶋良介, 三上彩寧
2. 発表標題 外観検査における小物製品の背景色が欠点検出に及ぼす影響
3. 学会等名 日本人間工学会第61回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中嶋良介, 蔵方英紀
2. 発表標題 Deep Learningを用いた外観検査の作業支援システムの活用方法に関する研究
3. 学会等名 日本設備管理学会2020年度春季研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上村美晴, 秋本浩, 中嶋浩二, 金田守一, 伊藤鉄朗, 中嶋良介
2. 発表標題 外観検査作業を対象としたIE改善活動のための現状分析に関する実証研究
3. 学会等名 日本経営工学会2020年春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 蔵方英紀, 中嶋良介
2. 発表標題 Deep Learningを用いた外観検査の作業支援システムの開発に関する基礎研究
3. 学会等名 日本経営工学会2020年春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三上彩寧, 中嶋良介
2. 発表標題 外観検査における小物製品の整列度合いが欠点検出に及ぼす影響
3. 学会等名 日本経営工学会2020年春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中嶋良介, 小林亮太, 肥田拓哉, 松本俊之
2. 発表標題 拡大鏡を用いた外観検査作業における拡大倍率が欠点検出に及ぼす影響
3. 学会等名 日本設備管理学会2019年度秋季研究発表大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中嶋良介, 中村龍太, 肥田拓哉, 松本俊之
2. 発表標題 外観検査作業における照明の照度と検査対象面の輝度の関係性が欠点検出に及ぼす影響
3. 学会等名 日本経営工学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中嶋良介
2. 発表標題 高度な技能を要する外観検査作業における作業改善・作業設計・自動化の研究と課題に関する一考察
3. 学会等名 2022年度精密工学会春季大会学術講演会(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中嶋良介
2. 発表標題 外観検査の問題解決
3. 学会等名 日本IE協会第13回JIIE相互研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中嶋良介
2. 発表標題 外観検査の問題への実験的アプローチ
3. 学会等名 日本IE協会第6回JIIE相互研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋良介
2. 発表標題 Deep Learningを活用した作業支援システム
3. 学会等名 日本IE協会第3回JIIE相互研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中嶋良介
2. 発表標題 外観検査の改善活動の方法論とAI活用
3. 学会等名 日本経営工学会中国四国支部2020年度第1回講演会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上村美晴, 秋本浩, 坪井健一, 中島浩二, 三輪和広, 伊藤鉄郎, 中嶋良介
2. 発表標題 外観検査作業の I E 改善活動推進に関する実証研究
3. 学会等名 日本 I E 協会第 2 回 J I I E 相互研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021 年

1. 発表者名 中嶋良介
2. 発表標題 外観検査の問題の整理と共有
3. 学会等名 日本 I E 協会第 1 回 J I I E 相互研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021 年

1. 発表者名 中嶋良介
2. 発表標題 人間の視覚的・身体的特性を考慮した作業設計・作業改善に関する研究
3. 学会等名 電気通信大学産学官連携 DAY (招待講演)
4. 発表年 2020 年

1. 発表者名 中嶋良介
2. 発表標題 外観検査の改善活動の方法論と AI 活用
3. 学会等名 日本経営工学会中国四国支部第 3 回講演会 (招待講演)
4. 発表年 2020 年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------