

視線データを活用した建設現場の品質管理技能伝承への取り組み Approach to the transfer of quality control skills at the construction site using eye-gazing data

森田 順也*¹
Junya Morita

藤本 奈央*¹
Nao Fujimoto

柳田 克巳*¹
Katsumi Yanagita

*¹ 鹿島建設株式会社
KAJIMA Corporation

Quality control at the construction site is subject to differences in results depending on the skill level of the field supervisor and precision collateral is a problem. In addition, to do precise quality check, it is important to find a suitable "Viewpoints". But it is difficult to efficiently train because it is difficult to extract these "Viewpoints". Also, due to the rapid expansion of the construction market in the current metropolitan area, we can not place employees enough, and we can not provide appropriate guidance by OJT (On-the-Job Training), which is the key to technology transfer. In this study, using an eye-tracking device, we tried to find out skilled field supervisors' "Viewpoints" or how to "recognize situation", and clarify "judgement criteria" that lead to "action". Then, we show how to inherit the extracted behavior process to supervisor with low skill level.

1. はじめに

建設業にとって、施工不良や材料不足などの品質事故(不具合)は、社会に与えるインパクトのみならず企業の死活問題につながりかねない大事である。にもかかわらず類似の事故は後を絶たず、原因を探ると、「いつもと違う作業(人)だった」「忙しくて見逃した」といった些細な見落としなど、日々行っている品質確認で「気づける」ものがほとんどである。このように建設現場の品質管理は、現場監督員の熟練度により品質確認の結果に差が出やすく、精度担保が課題である。加えて、精度の高い品質確認を行うには、現場の状況に即して適切な「着眼点」を見出すことがポイントとなっているが、形式知化が難しいため、効率的なトレーニングや人材育成の難易度が高い。さらに、現在の首都圏建設市場の急拡大により、社員をバランス良い年齢構成で配置することができず、技術伝承の要となる OJT (On-the-Job Training) による適切な指導ができていない。若手の早期戦力化は遠のくばかりである。

一方、他産業では、建設業と共通点が多い農業で先進的な取り組みが行われている。農業も自然を相手にしているため状況対応的な作業が多く、また、同種類の野菜でも作り方によって美味しさが変わる等、農家の技能が品質を左右する。これら農家が持つコツ・ノウハウは身体に染みついているものなので形式知化は難しいと言われていたが、アイトラッキングという視線計測技術を用いることで、何を手掛かりにして「状況認識」し、その後どのような「判断」で「作業」をしているか、一連の作業プロセスが明らかにできるという[神成 15]。

これを建設業に当てはめると、建設業で言われている「着眼点」が「状況認識」能力に該当し、その後の「判断」「行動」につ



図 1: 現場監督員の行動プロセス

連絡先: 森田順也, 鹿島建設株式会社, 東京都港区赤坂 6-5-11, 03-5544-1440, moritaj@kajima.com

ながるものと考えられる(図 1)。そこで本研究では、現場監督が行う日々の品質確認作業において熟達者と未熟者の違いが「着眼点」に現れるのかを見出すことにした。そして、抽出された熟達者の行動プロセスを未熟者に継承していく方策について、今後の展望を示す。

2. アイトラッキングを用いた状況把握能力の抽出

アイトラッキング(eye-tracking)とは、「人がどこを見ているか」を調べる技術であり、アイトラッカー(EMR: Eye Mark Recorderとも呼ぶ)という装置(図 2)で目の動きを検知し、カメラで撮影する視野画像に視線(アイマーク)を重ねて表示する。こうして得られた動画データには、視線、音声、動画像が含まれており、これを見るだけでも被験者の目線を疑似体験することができるし、データ解析によって詳しい分析も可能となる。鈴木は、視線データの分析方法は発展途上にあると指摘しつつも、医療スタッフの熟達度評価の一部としてアイトラッキングの可能性を見出している[鈴木 16]。



図 2: アイトラッカーと現場監督員

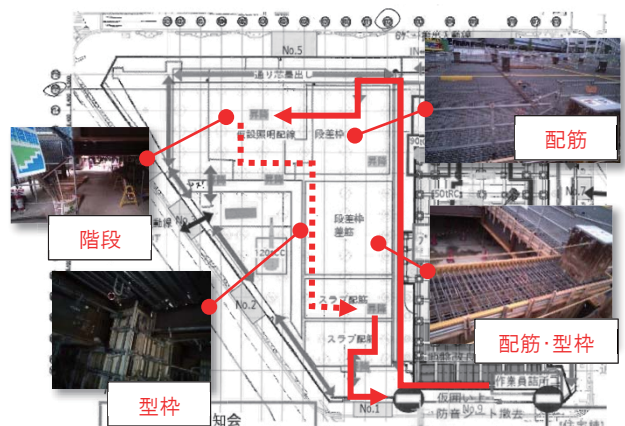


図 3: 現場巡回ルート

2.1 実験方法

今回の実験では、眼鏡型のアイトラッカー(Tobii Pro Glasses2)を用い(図 2),「着眼点」が抽出可能かを検証した。未熟者と熟達者の違いを把握するため、経験年数が異なる 4 人の現場監督員(26 年, 15 年, 5 年, 1 年)を被験者とし、施工現場を同一ルートで巡回させてデータを収集した(図 3)。

データ収集後、注視量の整理(表 1)、注視箇所の書き起こし図(図 4)、ヒートマップ解析図(図 5)などの資料を作成し、被験者とその上司(現場所長)を集めた映写会(図 6)を通じてインタビューを行った。

表 1: 被験者毎の注視時間(注視=60msec 以上の視線停止)

被験者	総時間(秒)	注視時間(秒)	注視率(%)
A(26)	1626	495	30
B(15)	1149	413	36
C(5)	1016	466	46
D(1)	805	308	38

※被験者の括弧は現場監督経験年数

2.2 実験結果概観

表 1 を見ると、熟達者であればあるほど巡回にかかる時間が長く、熟達者 A と未熟者 D では 2 倍も開きがある。これは「着眼点」の有無が反映されたためであり、予想通りの結果だった。

一方、「注視率(注視時間/総時間)」については熟達者のほうが少ない。映像で確認すると、未熟者 D はすれ違う人の顔を良く見ており、若手 C はデジカメで撮影しているシーンが多かった。後にインタビューで判明したが、C、D は安全についてしっかり見るように指導されていたため、安全上の観点で現場内をまんべんなく見て、気になることを記録に時間を割いていた。B は品質



図 4: 注視箇所の書き起こし図

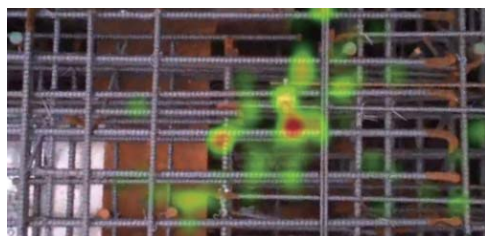


図 5: ヒートマップ解析図(被験者 A の視線)



図 6: 視線付き動画と現場での映写風景

管理を担っているが、この日の作業は最も重要なコンクリートを流す前の最終確認工程だったため、鉄筋や型枠などの品質の確認が多かった。A は品質・安全を問わず現場内全体を、ゆっくりとした足取りながら、じっくり見ていた。

2.3 インタビューで表出した知見

視線データをインタビューに併用することで、言葉だけのインタビューよりも 5 倍の情報を得ることができると言われる[Olsen 10]。今回、映写会を通じたインタビューと補助資料(図 4,5)を用いたことで多くの知見が得られた。以下、主なコメントを示す。

- 目線を見れば技能の有無が一目瞭然。C は型枠はわかっているようだが配筋の経験はないのだろう(所長)。→ その通りだった。所長と C はまだ面識が浅かった。
- D は新人なのでまだ見るべき所がわかっていない。A は品質と安全をバランスよく見ている。B は品質担当なので品質回が多い。C、D は安全面について厳しく言っているので安全に関しては A、B よりも細かく見ている(所長)。
- ヒートマップ(図 5)で鉄筋の間を注視していた理由は、型枠の底の汚れを気にしていたからである(A)。
- 視線付き映像(図 6)を見れば上司が気にする品質確認のポイントを知ることができる(C、D)。

このように視線データは想定以上に技能評価、技能訓練に効果があることが分かった。また、熟達者自身が言語化できていない知識や、その状況に直面して初めて引き出される知識を発見することもできるため、現場で動きながら記録・蓄積する仕組みは今後ますます重要になる。

3. まとめと今後の展望

本稿では、視線データを手掛かりにすれば熟達者が状況認識時に行っている「着眼点」を発見し、かつ、判断に解釈を与えられる可能性を見出した。そしてこの「着眼点」を疑似体験することで、これまで難しかった建設現場における品質監督業務の技能伝承を行える可能性も見出した。

今後、退職が迫る多くの熟達者からデータを収集・分析し、効率的なトレーニングや人材育成の仕組みを作り上げていく予定である。その際には、膨大な動画データの処理を効率的に行えるよう、音声識別や画像識別などの人工知能技術を適用する予定である。また、収集・処理したデータはアノテーション付きのデータセットになるので、そのデータセットを用いて未熟者に熟達者の「着眼点」を提供するシステムの開発を計画している。

これまで一品受注生産、かつ不確定要素が多いことを理由に生産性の向上が難しかった建設業だが、現場で使えるセンサー、デバイスの充実、画像・音声解析技術の進化により、向上の可能性が見えてきた。本稿を契機に、建設業に多くの関心が集まり、産業全体の底上げ、特に若い人が魅力を感じる業界になることを期待する。

参考文献

- [神成 15] 神成淳司: AI(Agri-Informatics)に基づく学習支援システムの研究開発, 人工知能, 30 巻 2 号, 2015.
- [鈴木 16] 鈴木聡: 血液透析の作業遂行に対するアイトラッキング技術の利用効果と期待-タスク関連注視の把握により可能になること-, 透析会誌, 49(10), 2016.
- [Olsen 10] Olsen, A.: Comparing different eye tracking cues when using the retrospective think aloud method in usability testing, Proceedings of the 24th BCS Interaction Specialist Group Conference, 2010.