

視線計測を用いた熟練農家の特徴抽出の試み Investigation of features of expert farmer based on eye tracking

福田 亮子^{*1} 吉田 可奈子^{*1} 松原 仁^{*2} 工藤 正博^{*1} 神成 淳司^{*1}
Ryoko Fukuda Kanako Yoshida Hitoshi Matsubara Masahiro Kudo Atsushi Shinjo

^{*1} 慶應義塾大学
Keio University

^{*2} 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate

Japanese society has aged rapidly and has now become a “super-aged” society. This tendency is especially strong in agriculture, so that younger farmers should be developed as soon as possible by teaching experts’ know-how. In order to extract implicit knowledge of expert farmers in decision making based on environmental and growing condition, eye tracking was introduced, which has already been applied in studies on expertise in several fields. Eye tracking data of field study showed clear difference between experts and novices and facilitated verbalization of thoughts during farm work. The results revealed that eye tracking is effective to convey experts’ know-how.

1. はじめに

日本は高齢化が急速に進み、世界有数の高齢社会となっている。特に農業においては、高齢者が主な担い手となっており、70代、80代の農業従事者も少なくない。しかし、今後の日本の農業の発展のためには、若い世代の人材育成が不可欠である。一刻も早く人材育成を進めるためには、経験豊富な熟練農家の持つノウハウを伝達することが有効である。

熟達化の研究方法は、他に比べて例外的に優れた人物の特徴を抽出するものと、熟練者而非熟練者の比較の2つに分けられるが[Chi 2006]、後者の方法で行われることの方が多い。ここで比較されるデータは、外界より情報を受容する段階に関するもの、その情報の処理、すなわち思考に関するもの、情報処理した結果に基づいて行われた行動に関するものに大別される。最後の行動の部分は外部から直接観察可能であるが、ここに至るまでの思考プロセスについては、作業者本人による言語化を通して間接的に捉えるほかない。実際、プロトコル分析による分析は多く行われている。しかし、この方法で把握できるのはあくまでも作業者自身が意識している部分であり、熟練者の場合、自らの自動化している行動を言語化するのはややもすると困難であるという問題点がある。

人間の認知プロセスをさらに詳細かつ客観的に把握するには、アイカメラを用いた視線計測が有効な手法であると考えられる[大野 2002]。この方法であれば、作業者本人が意識していない部分も視線データにより定量的に把握することが可能である。さらに、これを提示しながら被験者に実験時の思考内容を問うレトロスペクティブレポート法を用いれば、実験時にその場で思考内容を発話するシンクアラウド法よりも多くの発話データが得られることも知られている[Hansen, 1991]。近年、モバイル型アイカメラは小型軽量化が進み、フィールドでの使用も容易となった。したがって、農地において熟練農家がどのように農作物を見、作業内容に関する判断を行うかを把握するうえで、視線計測は有効な方法であると考えられる。

本稿では、トマト栽培を例に、視線計測により熟練農家の特徴抽出を試みた結果について、報告する。

2. 実験方法

本実験は2010年12月7日～10日に、栃木県のハイワイヤ一誘引法によるトマト栽培を行っているビニールハウスにて実施した。

2.1 被験者

熟練者として農林水産省認定「農業の匠」のトマト農家1名が、非熟練者としてこの熟練者が技術指導を行うJAしもつけトマト生産部会の農業従業者5名(就農1～13年)が、本実験に協力した。熟練者は4日連続、非熟練者は1日のみの協力であった。

2.2 使用機材

視線計測には、小型軽量のコントロールユニット(約590g)と野球帽型の軽量ヘッドユニット(約150g)から成る、モバイル型アイカメラEMR-9(ナックイメージテクノロジー社製)を使用した。視野カメラは視野角62度のものを使用し、キャリブレーション距離は1mとした。データサンプリングレートは60Hzであった。できるだけ被験者の視界を妨げないよう、視線計測は利き目側のみで行った。被験者の発話も併せて記録するため、イヤホンマイクを用い、コントロールユニットはウエストポーチに入れて被験者自身が携帯した。

見回り中の被験者の行動の様子は、実験者が手持ちのビデオカメラにより録画した。

2.3 手順

アイカメラの装着とキャリブレーションが終わった後、いつものようにビニールハウス内を見回り、気づいたことは口に出して言うよう被験者に教示を与え、視線計測ならびに行動観察を開始した。被験者は2名1組でハウス内を見て回った(熟練者は2日目以降は単独で実施した)。行動観察用のビデオカメラを持った実験者は被験者の後からついていき、被験者が見回りをする様子を記録した。

一通り見回りが終わったら、ある特定の株のところへ移動し、その株の生長点、花、茎(の太さ)の状態、元気さや心配な点について、現状と1週間後の予測に分けてインタビューにより訊ねた。さらに、視線計測データを提示しながら、見回り時の思考について事後インタビューを行った。

3. 結果ならびに考察

3.1 熟練者と非熟練者の見方の差

熟練者と非熟練者の視線データを比較するにあたり、見回り中の注視対象を「生長点」「苗・葉」「実」「土」として分析したところ、熟練者はどの被験者よりも生長点を特に注視していた一方、実はほとんど見ていなかった。また、苗全体の注視時間は他の被験者と比べて低く推移していた。非熟練者については、就農年数が長い者ほど、生長点の注視時間が長い傾向が見られた。ただし、就農1年目の非熟練者も、成長点に対する注視時間は比較的高かった。また、非熟練者は熟練者に比べ、実や土に対する注視の割合が高かった。

生長点は、作物全体の成長具合や健康状態、生育環境の状態を把握するのに最も重要な部位であるということであるが、これらの視線データにより、熟練者は長い就農経験に基づき、その部分を見ておおよその状態を把握していることが示唆される。就農1年目の被験者のデータが類似した傾向を示したのは、熟練者とペアを組んで見回りをしていたことが影響していたことや、重要であると言われている生長点に視線を向けることに意識を集中していたことを表していると推測される。また、実に対して目を向ける割合は熟練者よりも非熟練者の方が高かったが、これは、現段階での収穫がどうであるかという現状に対する注意の表れであり、これからの収穫がどのようになるかを予測するような見方はしていなかったことを意味すると推測される。

視線の動きを詳細に分析すると、熟練者はある対象を継続して見ているのに対し、非熟練者は注視対象間の視線移動が激しいという傾向が見られた。1注視点あたりの平均注視時間は熟練者が最も長く、非熟練者の中では経験年数が長い方がそれぞれの部位に対して視線を向けている時間が長いことが示された。また、視野内の視線のばらつきを、視線方向を表す座標値の標準偏差をもとに見ると、横方向、縦方向ともに熟練者の方が非熟練者よりも視線のばらつきが少ない傾向が見られた。これらのデータにより、経験を積むに従い、あちらこちらをせわしく見まわすのではなく、ポイントとなる部分をまとめてじっくり見るようになるものと示唆される。

熟練者の発話データの中に「点で見るか面で見ると」という言葉があったが、非熟練者はそれぞれの「要素」を点としてとらえ、それらを次々と見ていくのに対して、熟練者は生長点に主に注意を向けつつも、全体を面として捉えていると考えられる。

3.2 熟練者の見方の日による相違

熟練者については4日間連続してデータを収集したが、これらを比較したところ、日によって観察ポイントに差があることが示された。ここでは、見回りの際ならびに事後インタビューの際の発話データとともに、視線データの変化について述べる。

初日の12月7日は葉がカサカサしておりいつもと違う印象を受けているという発話が何度も聞かれたが、その際視線を向けていたのは、生長点ならびに茎・葉の部分であった。

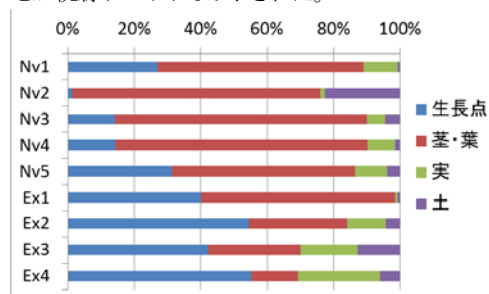
これに対し、その翌日、12月8日は木の元気がなくなっているのを気にしていた。特に葉先枯れが出てきているのが気になっている様子であった。温度的には問題はないように見えるが、例年に比べると木が若干細めとのことで、木をもう少し元気にするために、この2,3日で液肥をやることを考えているという話があった。この日の見回りの際の注視点データでは、生長点を見ている割合が前日に比べて圧倒的に高くなっていた。

12月9日は、生長点を少しでも強くするため、前日に液肥と灌水をし、夜温は0.5度上げ、日中(午後)の温度は若干下げたとのことであった。この日の見回りにおいては、下の方を見て

いる様子がこれまでよりも多く見られたが、これはビニールシートの隙間にのぞく土を見て土壌水分量をチェックしていたとのことであった。生長点を見る割合は高めであったが、8日に比べると土や実を見る時間が増えている分、生長点に対する注視の割合は低かった。

12月10日は、葉の乾きが気になったことから灌水や温度調整を実施し、3,4日経過した、ちょうどその効果が表れていると思われる日であった。この日の視線を分析したところ、生長点よりもむしろ視線の高さくらの葉を見たり、根元を見たりする割合が格段に増えていた。また、実を見る割合も今までになく高かったが、これは収穫を翌日に控えていたためであった。

このように、熟練者は生長点を中心に状態を把握し、そこで何らかの問題を発見した場合にはその問題に対して何らかの処置をし、その結果が出てくると思われる日に、問題が発生していた部分(例:「葉がカサカサしていた」ということであれば、葉)を中心に見るという見方をしていることが示唆された。収穫が近くなると実にも目を配るなど、状況に応じた柔軟な見方をしているということが視線データにより示された。



見回り中の視線の配分 (Nv: 非熟練者, Ex: 熟練者)

4. 視線計測データの活用に関する展望

これまでに行われてきた様々な認知的タスクの場合同様、農作業時においても、視線計測に基づいて熟練者の特徴を把握可能であることが、本実験により示された。熟練者と非熟練者の視線配分の差異にとどまらず、視線データを提示しながら事後インタビューを行うことにより、熟練者自身が自分の行っている判断内容を詳細に述べることも可能となった。したがって、熟練農家が暗黙的に行っている判断の手がかりを得る方法として視線計測は有効であると考えられる。

農業における人材育成に視線データを活用するためには、作物の生育フェーズごとに熟練農家の注目点を明らかにし、これを非熟練者に伝達する必要がある。非熟練者に自身の視線データをフィードバックし、熟練者のそれと比較して問題発見を促すのも1つの方法である。今後は、このような農家の記述に農地状態の記述をあわせ、最終的な作物の状態との関連性を検討していく予定である。

参考文献

- [Chi 2006] Chi, M.T.H.: Two approaches to the study of experts' characteristics, The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance, Cambridge University Press, pp.21-30, 2006.
- [Hansen 1991] Hansen, J.P.: The use of eye mark recordings to support verbal retrospection in software testing, Acta Psychologica, Vol. 76, pp. 31-49, 1991.
- [大野 2002] 大野健彦: 視線から何がわかるかー視線測定に基づく高次認知処理の解明, 認知科学, Vol.9, No.4, pp.565-579, 2002.