

# 熟練者の視線分析に基づく AR 型採点システムの提案

## —採血技術における—

陳 璞<sup>\*1</sup>, 真嶋 由貴恵<sup>\*1</sup>, 柘田 聖子<sup>\*1</sup>

\*1 大阪府立大学 人間社会システム科学研究科 現代システム科学専攻

## A proposal of AR scoring system in nursing education based on skilled nurses' line-of-sight analysis

## -on the blood collection technology-

Pu Chen<sup>\*1</sup>, Yukie Majima<sup>\*1</sup>, Seiko Masuda<sup>\*1</sup>

\*1 Graduate school of Humanities and Sustainable System Sciences,  
Osaka Prefecture University

In recent years, one of the reasons for the retirement of new nurses is that nursing skills are not sufficient. Therefore, learning and improvement of nursing skills have become an issue. However, the skills are tacit knowledge of individuals, and it is difficult to teach others explicitly. In this research, to formalize the "tacit"-tips of skilled nurses, we focused on the gaze of a skilled nurse in the blood collection procedure, and analysed the time required for blood collection with each blood vessel model, the location of gaze during blood vessel selection and puncture, and the characteristics of gaze movement. Then made a proposal of AR-type scoring system based on the analysis results.

キーワード: 採血技術, 手順, 暗黙知, 視線分析, 血管モデル, 評価システム, AR 教育

### 1. はじめに

近年の新人看護師の離職理由<sup>(1)</sup>として、「教育終了時点の能力と現場で求める能力とのギャップが大きい」などの要因が挙げられ、看護技術の未熟さによることが多い。そこで基礎教育で学んだ看護技術だけでなく、臨床現場に即した熟練看護技術を学ぶ必要がある。しかし、熟練した看護技術は個人の暗黙知であり、教授することは難しい。そこで、著者は熟練看護師の暗黙知を解明することを目的とし、視線に着目し、熟練看護師の視線行動を抽出してきた<sup>(2)(3)</sup>。

また、真嶋ら<sup>(4)</sup>は「看護技術提供場面を映像や音声で示したことで、学生のイメージ化を助け、看護技術習得に関する達成度を高めることができる」ことを指摘している。

加えて、技能に対する評価方法は観察法が最も適切であり<sup>(5)</sup>、自己評価やアンケート形式による他者評価は新卒看護師の看護技術を正確に評価しているとは言い難い。評価は、評価者がもつ目標や理想を基準にして行われる判断であり、評価の際の着眼点や「できる」と判断する状態は、評価者が目指している方向性を示している<sup>(6)</sup>。したがって、看護教員と看護実践者の新卒看護師の看護技術に対する評価の視点と到達基準が明確になることは、両者が看護技術に対して大切にしていることが明らかになり、看護基礎教育と看護実践現場における連携した教育方法の構築を可能にする。

そこで本研究では、看護技術の向上を支援するために熟練看護師のスキルとコツを数値化してわかりやすく可視化し、自己学習自己評価できる AR 型看護技術

採点システム（以下、AR型採点システム）の構築を目指している。

本稿では、先に開発したAR型採血シミュレーションに抽出した熟練看護師の視線行動特徴を活用した、AR採点システムの提案について述べる。

## 2. 先行研究

### 2.1 暗黙知の継承について

Nonaka & Takeuchiによると、「言葉や数字で表現できる知識は、知識全体の氷山の一角にすぎない」とするように、知識の大半は暗黙知として存在している<sup>(7)</sup>。看護学は実践の科学であり、どの知識も多くは臨床で磨かれ、非言語的な暗黙知として存在している<sup>(7)</sup>。詳しくいうと、看護技術の暗黙知は看護師個人や一部の看護組織では保有・活用されているが、言語化が困難、またはされていないために体験的にしか伝授・共有ができず、場や関わる人の個性という状況に依存して成り立っている知識である<sup>(7)</sup>。習得困難である暗黙知を伝承するため、アイデンティファイ、収集、テキスト化をすることが必要である<sup>(8)</sup>。また野中<sup>(9)</sup>は「技術・技能伝承サイクル」を提唱し、それを通して実現が可能となると述べている（図1）。

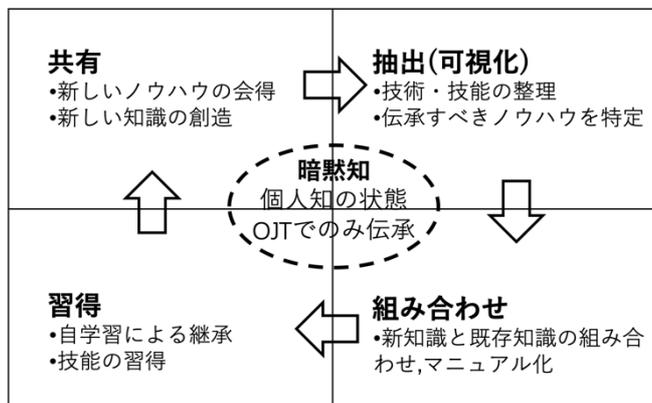


図1 技術・技能伝承サイクル

### 2.2 視線分析

現実世界で人の眼の位置と動きを測定する視線分析は人間の行動も分析することもできる<sup>(10)</sup>。例えば、陶芸家の技の抽出するため作品を作成過程の視線特徴の抽出<sup>(11)</sup>；医師の内視鏡技術の評価基準として使われる試み<sup>(12)</sup>がある；OsvaenderとColmsjöは、視線追跡は、操作制御中の技術員がどの様な手がかりに焦点を合わせるかを理解するのを促すとしている<sup>(13)</sup>。また、Tony

Tien BScらは視線追跡を通して技能習得に関する12,051部の文献レビューで、視線追跡は客観的な評価ツールとして信頼出来る定量的なデータを提供する能力があることを示した<sup>(14)</sup>。

### 2.3 AR学習支援について

仮想現実（VR）と拡張現実（AR）は仮想環境と物理環境を情報フィルタリングし、組み合わせることで、没入型体験を提供し、特に技能教育で使われている。Jun-Hao YINらはVRとARを利用した模擬手術の訓練についての調査から、VRとARは手と目の調整の強化、3D視覚化スキルの向上、知識の伝達の向上、人間のパフォーマンスを向上させることを明らかにした<sup>(15)</sup>。また看護技術においても、マネキンに経鼻胃チューブを挿入する実験でARオーバーレイを使用した看護学生の方が満足度と能力の改善がより高くなることを明らかにした<sup>(16)</sup>。ARスキルラボ環境（AR画像認識用のタグが付けされた器具が備われた環境である）で看護学生の学習モチベーションが向上した<sup>(17)</sup>。

そこで著者らは看護学習を支援するために、採血手順における熟練看護師の視線行動を分析することで、コツや技などの暗黙知を抽出している。今回では抽出した視線データを用い、開発中のAR型学習システムで活用できる採点システムを提案した。

## 3. 実験

### 3.1 実験概要

本実験では、看護技術の中でも特に、日常業務において実施する頻度が高い「採血技術」に着目し、採血時の視線軌跡を計測した。採血は腕モデルを用いた。採血の臨場感を出すために腕モデルの前には患者役を配置し、看護師は患者と会話しながら採血できる環境とした。

### 3.2 対象者及び実験期間

研究協力への同意が得られた、病院に勤務する現役看護師19名を対象とした。看護師のラダーレベルと人数の内訳を表1に示す。ラダーレベルとは日本看護協会が定める看護師の能力開発・評価のシステムの1つであり、その能力・キャリアにおいてI～Vの5段

階が存在し、数字が大きい人ほど高い看護実践能力を有しているとする評価軸である。

表 1 ラダーレベルと人数の内訳

ラダーレベル	目安勤続年数	人数	ID 番号	区分
I	1年未満	9	1,3,4,7,8,13,15,16,17	新人
II	1年以上～3年未満	0	-	熟練
III	3年以上～5年未満	4	5,6,10,14	
IV	5年以上～8年未満	4	2,9,11,12	
V	8年以上～	2	18,19	
合計		19		

## 使用器具

### 3.2.1 採血訓練用血管モデル

看護師に採血訓練用の血管モデルを装着できる腕モデルに模擬採血を実施してもらい、その際の視線を測定した。腕モデルの血管には、「①標準」・「②扁平」・「③細い」・「④深い」・「⑤蛇行」の5種類がある(図2)。また、これら血管モデルは左から右へ向かうにつれて難易度が上がるように設定し、実験を行った。



図 2 血管モデル

採血実験では5種類のうち4種類の血管モデルを選択した。それらに各5回、計20回実施してもらった。なお、本実験環境では同時に複数のデータを取得するために、被験者には視線分析機器だけではなく、脳波計や脳血流計、指の圧力を計測する圧力センサーなど一度にいくつかの測定機器を装着してもらった。用いた血管モデルと装着した測定機器を表2に示す。

### 3.2.2 視線測定機器

装着できる計測機器の関係で、本研究での視線分析は一人の看護師に対して、図2の血管モデルの「③細い」、「④深い」、「⑤蛇行」の中から2種類への採血技術(5回ずつ計10回分)を対象にした。視線分析には Tobii Pro Glasses2 (図3) を使用した。

表 2 用いた血管モデルと測定機器

回目	※血管モデル	測定機器		
		脳血流	脳波	視線
1～5	①or②	○	○	×
6～10	③or④	○	○	×
11～15	③or④	×	○	○
16～20	⑤	×	○	○

※①:標準 ②:扁平 ③:細い ④:深い ⑤:蛇行



図 3 視線計測機器 Tobii Pro Glasses2

## 3.3 採血手順

採血の手順は、大きく分けると図4のように「1.駆血帯をつける」「2.血管選択」「3.消毒」「4.穿刺」「5.血液採取」「6.抜針」の6つの段階がある。

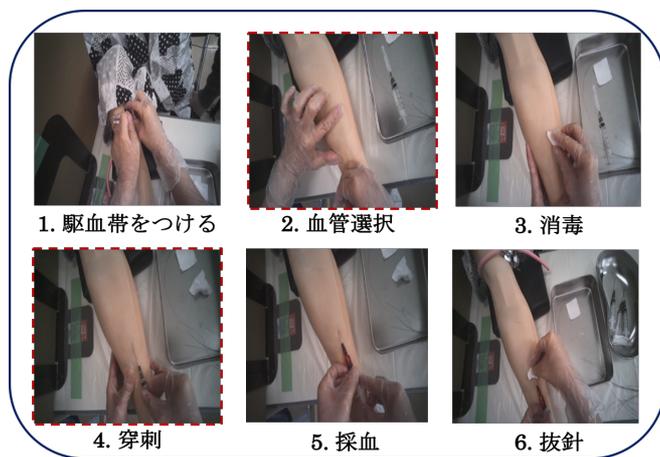


図 4 採血手順

## 4. 視線データ分析

6段階の採血手順の中で、看護師により所要時間のばらつきが大きかった「2.血管選択」「4.穿刺」に着目し、視線分析を行った<sup>(2)(3)</sup>(図4の赤点線枠)。

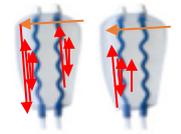
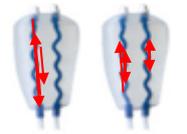
これら2つの手順に対して、成功率が高く、ラダーレベルの高い看護師4名(ID:18,11,9,19)の「血管選

択」と「穿刺」時の視線を分析し、特徴を明らかにした。結果を以下に示す。

### (1) 「血管選択」時の視線行動

「血管選択」時の視線行動に関しては、「横への視線移動（←）」の有無により大きく2群に分ける。表3に示すように、成功率100%の看護師（ID:11,18）は横への視線移動を行い「穿刺」の場所を決定した後、「縦への視線移動（↑↓）」を行う。徐々に注視範囲も小さくなっていく様子が見られた。

表3 「血管選択」時の視線行動

看護師ID	11	18	9	19
成功率	100%		80%	
視線行動				

### (2) 「穿刺」時の視線行動

「穿刺」時の特徴として、「血管選択」で定めた個所の注視範囲は最初に最も大きく、「穿刺」に向かって徐々にその範囲を小さくしていた。図5に、その動きの特徴と各対象者にみられた回数を示した。



図5 「穿刺」時の視線範囲の特徴とその回数

## 5. AR型採点システム

今回提案するAR型採点システムは、①AR動画学習、②採点の二つのモジュールからなる（図6）。

①AR動画学習モジュールでは、分析で得られた熟練看護師の視線データを用い、作成した学習動画で学習を行う。

②採点モジュールでは、Tobiiで看護師の視線データを取り、採点ルールに基づいた採点を行う。

新人看護師はこの二つのモジュールを通し、学習して採点を繰り返しながら、採血技術の向上を図ることができる。

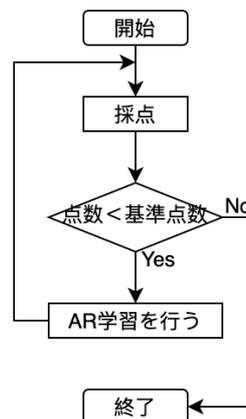


図6 AR型採点システム

### 5.1 AR動画学習について

熟練者の視線データを用い、ウェブAR学習動画を作成した。学習者はARメガネをかけ、その動画で技術を模倣しながら、いつでも学習できる（図7）。

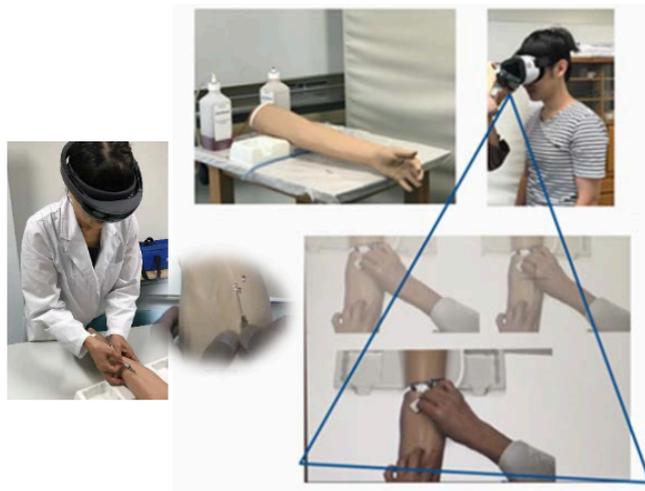


図7 AR型学習システム

AR学習動画は「血管選択」と「穿刺」の二つの項目からなる。ここで、ID.18の熟練看護師の映像に「横への視線移動（←）」と「縦への視線移動（↑↓）」のアノテーションをつけ、その後「穿刺」に向かって徐々にその範囲を小さくしていく。

### 5.2 採点ルールについて

#### (1) 採点項目及び重み決め

これまでに対象者4人の視線を分析した結果により、視線行動の「上下を見る」「左右を見る」「穿刺点に視線を集中する」などを採点項目とした。一方、ラダーレベルは看護師の経験を反映することができるため、採点項目の重みはラダーレベルとの関与度で求めた。

今回は細い血管モデルを例にして、ラダーレベルと各採点項目との相関を表 4 に、関与度を図 8 に示す。

表 4 ラダーレベルと各採点項目との相関

項目	成功率	視線行動		
		血管選択		穿刺
		左右	上下	集中
ラダーレベルとの相関	0.083	0.66	0.33	0.18

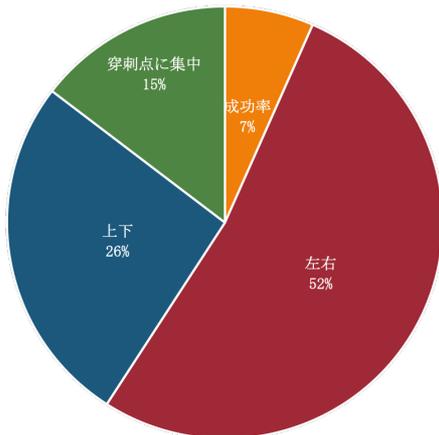


図 8 ラダーレベルと各採点項目との関与度

## (2) 採点ルール

採点ルールを(1)に基づいて、各項目の重みを設定する。この採点ルールを用いると、細い血管モデルでの採点ルールは、「得点 = 7%成功率 + 53%左右\*回数 + 26%上下\*回数 + 14%穿刺点に集中の\*回数」となる。

## 6. 結果および考察

### 6.1 視線行動について

成功率の高い看護師は、「血管選択」時に、「横に見る」ことで一つの血管を選択し、次いで「縦に見る」ことで血管の走行を把握すること、また「穿刺」に向けて注視箇所を縮め「穿刺」箇所に集中していくことから、これらの順にアドバイスを出すことが重要であると考えられる。

### 6.2 細い血管モデルでの採点について

細い血管で実験した看護師の視線特徴を集計し、採点ルールで計算した得点を表 5 に示した。得点から見ると成功率一つだけの評価基準より、ふさわしいと言える。成功率が 0%の ID.10 は技術的にはできた部分があるので、相応な点数が得られた。一方、成功率が

80%の ID.15 は技術的にまた不十分なので、点数がそれほど高くなれなかった。したがって、この採点ルールは、成功率だけでの評価を修正することができると言える。

表 5 細い血管モデルでの採点

ID	成功率 (低い順)	視線行動(*回数)			得点 (満点:5)
		血管選択		穿刺	
		左右	上下	集中	
10	0%	1	4	3	2.1
16	20%	3	5	0	3.1
19	20%	4	4	0	3.4
14	40%	3	3	4	3.1
17	40%	3	4	0	2.8
11	60%	3	2	5	3.0
13	60%	1	1	5	1.6
12	80%	3	3	5	3.3
15	80%	1	1	5	1.6
18	80%	5	5	5	5.0

\*5回採血の中視線行動の特徴がある回数

## 7. まとめ

これまで、看護技術のコツを明らかにするため、採血技術に着目し、言語化が困難な熟練看護師の暗黙知データを抽出してきた。今回は新人看護師の自己学習を支援するため、熟練看護師の視線特徴を用いた動画と採点ルールによる AR 型看護技術採点システムを提案した。初学者は視線行動をわかりやすい AR 動画で自己学習を行い、採点システムで学習効果を検証することを繰り返しながら、看護技術の学習を行うことができる。

今後は、このシステムによる自己学習と採点機能の評価と検証を行っていく予定である。

### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP17H04433, JP19K22774 の助成を受けたものです。また、本研究にご協力をいただいた看護師の皆様に感謝します。

## 参 考 文 献

- (1) 日本看護協会: “新人看護職員の早期離職実態調査”, (2004)
- (2) 陳璞, 真嶋由貴恵, 柁田聖子: “看護教育における “技” の伝達を促進するための熟練看護師の視線分析”, JSiSE Research Report (2020年05月)
- (3) 陳璞, 真嶋由貴恵, 柁田聖子: “採血技術における熟達者の視線特徴の分析 –VR型看護教育システム提案に向けて–”, 教育システム情報学会, 第45回全国大会 (2020年09月)
- (4) 真嶋由貴恵, 迫田真幸, 前川泰子, 曾我真人: “自己学習支援システムデザインと初学者の看護スキル習得状況 (スキルの分析・教育・学習と支援環境/一般)”, 電子情報通信学会技術研究報告 ET 教育工学, Vol.111, No. 39, pp. 65-70 (2011)
- (5) 橋本重治: “到達度評価の研究—その方法と技術—”, 図書文化社, pp. 13-19, 東京 (1985)
- (6) 新美綾子: “新卒看護師の看護技術に対する看護教員と看護実践者の評価の視点と到達基準 —輸液ラインのある患者の寝衣交換技術の観察を通して —”, 日本看護研究学会雑誌, pp.4\_33-4\_44 (2011)
- (7) 村上成明: “看護実践の知識伝授プロセスにみられる暗黙知伝授の有用性の検討—看護管理者の知識伝授体験より—”, The Journal of the Japan Academy of Nursing Administration and Policies Vol 9, No 2, pp. 50-57 (2006)
- (8) Smith, E.A.: “The role of tacit and explicit knowledge in the workplace”, J. Knowl. Manag. 5(4), pp.311-321 (2001)
- (9) 野中帝二: “技術・技能伝承への取り組み”, FRI コンサルティング最前線.Vol.1 (2008)
- (10) Duchowski, A.T.: “Eye Tracking Methodology”, Theory and Practice. Springer, London (2007)
- (11) Jun Nakamura, Sanetake Nagayoshi: “The pottery skills and tacit knowledge of a maser: An analysis using eye-tracking data”, Procedia Computer Science Volume 159, pp.1680-1687 (2019)
- (12) Urvi Karamchandani, Simon Erridge, Keane Evans-Harvey, Ara Darzi, Jonathan Hoare, Mikael Sodergren: “1190 Eye-Tracking Technology Differentiates Visual Gaze Patterns Between Trainee Endoscopists According To A Validated Objective Skills Assessment Scale”, Gastrointestinal Endoscopy Volume 91, Issue 6, pp.AB113-AB114 (2020)
- (13) Osvalder, A-L., Colmsjö, A.: “Transferring tacit knowledge in process control”, 7th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics and the Affiliated Conferences, pp.29-31 Orlando (2016)
- (14) Tony Tien BSc, Philip H. Pucher MRCS, Mikael H. Sodergren PhD, FRCS, Kumuthan Sriskandarajah MRCS, Guang-Zhong Yang PhD, Ara Darzi FACS, FRCS: “Eye tracking for skills assessment and training: a systematic review”, Journal of Surgical Research Volume 191, Issue 1, pp.169-178 (2014)
- (15) Jun-Hao YIN, Chin-Boon CHNG, Pooi-Mun WONG, Nicholas HO, Matthew CHUA, Chee-Kong CHUI: “VR and AR in human performance research—An NUS experience”, Virtual Reality & Intelligent Hardware 2020 Vol2, Issue5: pp.381-393 (2020)
- (16) Aebbersold, M., Voepel-Lewis, T., Cherara, L., Weber, M., Khouri, C., Levine, R., et al.: “Interactive anatomy-augmented virtual simulation training”, Clinical Simulation In Nursing, 15, pp.34-41 (2018)
- (17) Garrett, B.M., Anthony, J., & Jackson, C.: “Using mobile augmented reality to enhance health professional practice education”, Current Issues in Emerging eLearning (2018)