

研究ノート

## 痛覚評価スケールのための色彩情報を用いた 感覚表現に関する研究

堀井 千夏

Sensory Expression with Color Information for Pain Rating Scale

Chinatsu HORII

**【要旨】**

高齢者は加齢変化に伴ってさまざまな疾患を抱える場合が多く、看護師や介護士、在宅介護する家族などは、高齢者の健康状態を常に把握しなければならない。しかし、身体の不快な症状を高齢者に直接確認しても、感覚退化や会話能力の低下などから、その状態を看護・介護する相手に上手く伝えることは難しい。本研究では、こうした感覚機能が低下した高齢者の不快感に関する状態表現を第三者が容易に把握することが可能な情報提供を目的として、色彩情報を用いた感覚表現の提示支援手法について述べる。

## 1. はじめに

近年にみられる高齢者ケアは、高齢者への接し方について熟練した知識や技術を持った看護師や介護士だけでなく、経験の浅い家族が在宅介護する場合も多い。高齢者の症状や家庭の事情によりケアする環境は異なるが、いずれにしても容態が急変する可能性のある高齢者の健康状態は頻繁に把握することが欠かせない。しかし、同じ高齢者であってもその健康状態や病状には個人差があり、また、看護・介護する側の世代が高齢者と大きく異なる場合には、高齢者が抱える状態を共有することは容易でない。特に、身体的な不快感（痛み、痒み、しんどさ、暑さ、寒さなど）は主観的な感覚情報であり、この情報を高齢者の限られた動作や会話から第三者が読み取ることは難しい。在宅介護の場においては介護する家族が必ずしも医療に携わっているとは限らず、高齢者が訴える症状を経験や勘だけに頼るわけにはいかない。本研究では、看護や介護の場で高齢者の状態を把握することが難しい点に着目し、不快感といった高齢者の基本的な感覚の指標として、色彩情報による提示手法の可能性について述べる。

人間の感覚は特殊感覚（視覚、聴覚、嗅覚、味覚）、体性感覚（触覚や痛覚、温熱感、運動感覚など）、内臓感覚（内臓痛覚など）の3つに大きく分類される[1]。特殊感覚は外界からの情報を処理するとき大きな影響を受け、体性感覚や内臓感覚は体調変化を知覚する上で重要な役割を担っている。しかし、一般的な高齢者の加齢症状として、こうした感覚機能の衰退は避けることが難しく、この機能低下が日常生活における活動の大きな妨げとなってしまう[2]。例えば、嗅覚や味覚における感覚が衰えると食生活の質が低下し、聴覚や視覚が衰えると周囲の異変や危険に対する反応が鈍くなる。また、痛みや不快感を知覚するために欠かせない皮膚感覚の衰えは、皮膚表面の変化に対する気付きの遅れから暑さや寒さに対する反応が鈍く、風邪や熱中症、怪我の悪化に繋がる恐れがある。

本研究ではこうした背景に基づいて、高齢者における感覚低下に着目し、看護や介護する相手に伝える必要性の高い不快感として痛みを取り上げ、この痛みに関する情報を色彩で直感的に提示する方法について述べる。色彩情報としては色相と彩度を用いるが、高齢者の視覚機能における加齢変化には、水晶体の混濁と黄変、老人性縮瞳による網膜照度の減少などが生じ、この症状によって色の見え方が異なることから加齢変化に応じた情報を提示しなければならない。著者はこれまでに、高齢者の色の見えに関する研究として光の波長に着目して、色相に基づいた色補正で色値をHSVカラー空間に変換し、黄系色を示す600[nm]付近を境界として実際の色値から遠ざかる方向に波長の長さを補正する手法を提案してきた[3]。高齢者の色の見えについては、この色補正の手法を適用することを想定する。

## 2. 高齢者における体性感覚の低下

令和4年版高齢社会白書によると、65歳以上の人口は3621万人となり、総人口に占める割合は28.9%と高齢化率は上昇する一方である[4]。平均寿命の推移についても年々延び、令和47年には男性85.0歳、女性91.4歳と90歳を超える高齢者が珍しくない時代が見込まれている。しかしその一方で、日常生活に支障のない健康寿命については、健康意識の強まりや運動習

慣者の増加から令和元年で男性が72.7歳、女性が75.4歳と延びてはいるものの平均寿命に比べるとその延び率は緩やかである。こうした状況は、介護保険制度における要介護または要支援の認定を受けた人が平成21年度で469.6万人であったのに対して令和元年度になると更に186.2万人も増加していることや、要介護の認定を受けた人の割合が65～74歳では2.9%であったのが75歳以上になると23.1%と急増することからも伺える。高齢者によって個人差はあるが、身体や感覚機能の衰えから看護や介護によるケアを避けることは難しい。

感覚機能のなかでも体性感覚である触覚や痛覚、温熱感、運動感覚などの低下は、高齢者の日常生活にさまざまな支障をきたし、看護や介護の必要性が高まることに繋がる。図1に一般社団法人 人間生活工学研究センター (HQL) による日常生活の不具合点に関するアンケート調査の結果を示す[5]。この調査は20～80代の男女188名を対象として34歳以下、65～74歳、75歳以上における日常生活の事柄について「いいえ (上手くできない)」と回答した結果を比較したものである。結果から高齢者は若者に対して触感や指先を使う微妙な操作感覚や、「他の人が冷たい (熱い) と言っても自分はそれほどでもないことが多い」といった皮膚の体性感覚が鈍くなる傾向が分かる。

体性感覚は、皮膚感覚と深部感覚に細分化され、触覚、皮膚痛覚、温度覚、圧覚などは皮膚感覚に含まれ、それぞれの刺激に応じる部位は感覚点として分布する[6]。この感覚の感度が加齢に伴って鈍くなるのは、老化と共にこの痛みを感受する皮膚の痛点数が減少するためだとされている。看護や介護の場では、高齢者の不快感、特に、痛みについて把握することが欠かせないが、この理由から高齢者が痛覚情報を正確に知覚して、この情報を第三者に伝えることは難しいことが分かる。本研究では、痛覚などの不快感を高齢者が容易に伝えることを目的とした支援手法の実現を目指す。

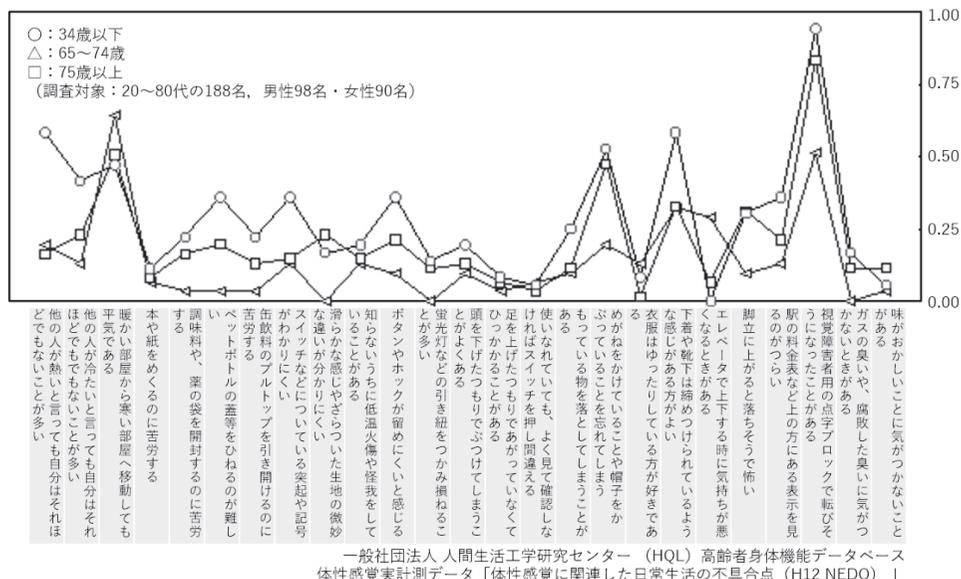


図1 高齢者における感覚低下に伴う不快感[5]

### 3. 評価スケールを用いた痛みの表現

看護や介護を必要とする高齢者が、自分の症状や不快感を相手に適切に伝えることができないければ、周囲の者が重篤な疾患に気付くのに遅れ、症状の悪化を見逃すことになりかねない。高齢者からの訴えがないことを理由に大きな問題に発展する可能性もある。2章で述べたように、高齢者はさまざまな感覚機能が低下し、特に体性感覚の衰えから不快感を知覚することが難しいため、自分の状態を言葉で第三者に伝えることは容易ではない。しかも、看護者や介護者は若年層や中年層である場合が多く、高齢者との世代の違いから高齢者特有の感覚を読み取ることは難しい。たとえ看護者が高齢者と近い世代であっても、その個人差から十分に理解することには限界がある。このため、高齢者の把握が実際の症状と異なった場合、その差分を定量評価し、また、その内容を医療の知識を持たない第三者であっても容易に把握できる手段が求められている。

医療の現場では適切な治療やケアに繋げるために、痛みの要因は多面的に判断する必要がある。痛みは脳で経験する不快な感覚であり、器質的な要因（関節障害や神経障害）だけでなく、心理社会的要因（ストレスや家庭環境）や、精神医学的問題（疾病利得や恐怖心・恨み・怒り）などが混在して影響する[7]。痛みを部位の視点から分類すると体性痛（皮膚痛、深部痛）、内臓痛、関連痛の3つに分けられるが、内臓痛は痛みの部位が明確でないことが多く、関連痛に至っては伝達経路の障害により痛みを発生させる部位とは異なる部位に痛みを感じる[7,8]。そこで本研究では、比較的痛みの部位が明確で器質的な要因として現れる体性痛について述べるものとする。

痛みは主観的な経験であることから、痛みの診断には病態を把握するための質問紙を用いた問診（評価票）を使用することが多い[9]。痛みの性質に関する評価ツールには、SF-MPQ-2（Short-Form McGill Pain Questionnaire 2）が広く用いられている[10]。SF-MPQ-2の基になるMPQ（McGill Pain Questionnaire）は、痛みの表現について20領域に渡る78語から成る質問を用意し、患者が自分の状況に最も適切な用語を各領域から1つずつ選択する形式で行う。しかし、MPQは選択肢が多いことから評価に時間が掛かるため、実際の臨床での利便性を考慮した短縮版に改変したものがSF-MPQとなる。その後、このSF-MPQに神経障害性の痛みを反映させて質問を22項目にした評価票がSF-MPQ-2である。このSF-MPQ-2の質問項目を「持続的な痛み」、「間欠的な痛み」、「神経障害性の痛み」、「感情的表現」の4つに分類したものを表1に示す。

痛みの強さについては、段階的な評価スケールを使用する類似した方法が利用されており、長さ10cmの直線上で左端を「痛み無し」、右端を「想像できる最大の痛み」として患者に痛みの程度を確認するVAS（Visual Analogue Scale）や、同様の直線上で0を「痛み無し」、10を「想像できる最大の痛み」とする11段階で痛みの程度を確認するNRS（Numerical Rating Scale）、笑顔から顔をゆがめて涙するまでの表情を6段階のイラストで表して痛みの強さを判定するFPS-R（Faces Pain Scale-Revised）などがある[11-13]。FPS-Rは視覚的に理解し易いことから、言語能力に限界のある子供や高齢者に有効な方法だが、簡便さや評価感度の良さ

表 1:日本語版 F-MPQ-2 (Short-Form McGill Pain Questionnaire 2) における痛みの分類[13]

持続的な痛み	ずきんずきんする痛み	間欠的な痛み	ビーンと走る痛み
	ひきつるような痛み		刃物でつき刺されるような痛み
	かじられるような痛み		鋭い痛み
	うずくような痛み		割れるような痛み
	重苦しい痛み		電気が走るような痛み
	さわると痛い		貫くような
神経障害性の痛み	焼けるような痛み	感情的表現	疲れてくたくたになるような
	冷たく凍てつくような痛み		気分が悪くなるような
	軽く触れるだけで生じる痛み		恐ろしい
	むずがゆい		拷問のように苦しい
	ちくちくする / ピンや針		
	感覚の麻痺 / しびれ		

の面からは NRS が広く利用されている。

本手法では、痛みの評価スケールについて実際の医療の現場で利用される SF-MPQ-2 および NRS による評価スケールを採用し、このスケールに色彩情報を用いて高齢者だけでなく看護や介護に携わる人が直感的に症状を把握できる支援を目指す。

#### 4. 色彩情報を用いた痛みの表現方法

本報告では、看護師や介護士、または介護する家族といった第三者に高齢者が痛みの症状を適切に伝達することが難しい問題を取り上げ、色彩情報を用いて直感的にその症状を把握する支援手法について述べる。痛みの評価スケールには 3 章で述べた医療の現場で利用されている SF-MPQ-2 および NRS を採用する。

色彩情報には、痛みの性質を色相、痛みの強さを明度で表現する。まず、痛みの性質については、事前処理として表 1 に示した SF-MPQ-2 の用語に関連する派生語を求め、この派生語に対する連想色の色値を色空間にデータベース化しておく。SF-MPQ-2 の用語にはオノマトペ（擬音語・擬態語の総称）が多く含まれ、この用語に対する概念は時代の流行や地方独特の表現などによるさまざまな要因によって異なる場合がある[14]。このため、高齢者と対話システムとのやり取りを通じて、表 1 の 22 項目の用語から高齢者が抱くイメージを導き出し、このイメージから成るキーワードを抽出する。次に、このキーワードを用いてインターネットの画像検索を行い、収集した画像から連想する色をマッピングしていく。例えば、表 1 の持続的な痛みにおける「ずきんずきん」という用語に対して高齢者が抱くイメージが「頭」や「脈」というイメージであれば、このイメージから派生する画像を検索した結果から連想する色相を調べることになる。

ここでは、連想色をさまざまな視覚情報や感覚情報を色として知覚する共感覚ではなく、個々が経験から得た記憶による色のイメージを指すものとする[15]。人が色を見る仕組みは、光源から発したフルスペクトルが物体で反射して目の網膜に入り、視細胞で電気信号に変換されて

脳の大脳視覚連合野で色として知覚される[16]。しかし、脳で色情報を定量的な指標を用いて記憶することは非常に困難であり、我々が実際に色として見た結果は、正確な色情報ではなく個々が抱くイメージ色に置き換えられて記憶されることになる。このため、別の人間が同じ色を見ても記憶されたイメージが優先され、これが個々の色の感じ方の違いとして現れる。色と人間の感覚に関する研究は、これまでに配色デザインを目的としたカラーイメージスケールが広く利用されてきた[17,18]。このスケールは、SD法を用いて色相とトーンで心理調査を行い、この結果の平均値を因子分析することで求められ、近年では深層学習を用いて画像の印象を求める報告などがある[19]。しかし、このような手法は一般的な傾向との比較には有効だが、高齢者や各々が抱く感覚に焦点を当てた場合には適さない。本手法ではこの点を考慮して、SF-MPQ-2の用語から派生した画像に対して個々が抱くイメージ色を連想色として蓄積する。また、本手法は色彩情報を用いることで、SF-MPQ-2を用いた痛みに対する回答結果が重複する場合においても、色分布の傾向から痛みの相関を探ることが期待される。

一方、痛みの強さについては11段階の数値評価で表すNRSを色の彩度で表現する。先の痛みの性質として得た色値の彩度スケールを用い、このスケールに応じて痛みの鋭さと鈍さを示す。このとき、高齢者の自己評価は実際の症状を正確に回答しているとは限らないため、別途、症例による一般的な相対指標を保持し、自己評価と相対指標の色差についても提示する。この色差により、体性感覚の低下によって痛みの知覚が衰えた場合について考慮することが可能となり、症状の危険性を見逃さないことに繋がる。

色彩情報を用いた痛みの評価スケールの生成方法は以下の通りである。

- ① SF-MPQ-2における22項目から成る質問票の用語に対して高齢者が抱くイメージを概念辞書を参照してキーワードとして導き出す対話システムを構築する。
- ② ①で抽出したキーワードを用いてインターネットの画像検索を行い、収集した画像群から使用頻度の高い色候補をマッピングしていく。
- ③ 高齢者に色候補をフィードバックし、痛みをイメージする色としてのキャリブレーションを行い、この結果を連想色の色値としてデータベース化する。
- ④ ③で求めた色値について彩度をNRSと同様に11段階のスケールとして作成し、この彩度の結果に応じて痛みの鋭さと鈍さを示す。
- ⑤ 一般的な症例による相対指標を参照データベースとして保持し、④を用いて高齢者が自己評価した色値と相対指標から推定した色値との色差を算出する。

また、痛みに関する情報を直感的に提示する手法として、HMDなど比較的小型で身体的な負担の掛からない軽量の複合現実感技術を用いることを想定する。今回の報告では色彩情報で痛みの評価スケールを提示する手法についての方向性を述べたが、今後は複合現実感を用いたシステムとしての実装を試みたい。

## 5. おわりに

本報告では、色彩情報を用いて高齢者の痛みを直感的に提示することが可能な支援手法の方向性について述べた。看護や介護を必要とする高齢者は、加齢に伴う体性感覚の低下により痛みといった不快感を把握することが難しいとされ、専門的な医療知識の有無に依ることなく直感的に高齢者の状況を確認できる方法が求められてきた。高齢者の痛みについて色相と彩度を用いて表現する本手法は、高齢者の不快感に逸早く気付くことや、病状の悪化などの危険性を見逃さないといった効果が期待できる。今後は、複合現実感を用いた仮想的な色再現システムによる高齢者の感覚支援を目指し、高齢者が抱える問題の解決を目的とした実装と検証を行っていく予定である。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP 22K11248 (2022 ~ 2025 年度) の助成を受けたものである。

## 【参考文献】

- [1] 片野由美、内田勝雄(2015)、「新訂版図解ワンポイント生理学」、サイオ出版。
- [2] 北川公路(2004)、「老年期の感覚機能の低下—日常生活への影響」、駒澤大学心理学論集、No.6、pp.53-59.
- [3] 堀井千夏(2015)、「高齢者の色の見えを考慮した食彩改善のための色補正手法」、経営情報研究：摂南大学経営学部論集、Vol.23、No.1・2、pp.37-50.
- [4] 内閣省、「高齢者白書」、[<https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/index-w.html>] (2022年8月27日閲覧)。
- [5] 一般社団法人 人間生活工学研究センター (HQL) 高齢者身体機能データベース、[<https://www.hql.jp/database/terms>] (2022年8月27日閲覧)。
- [6] 田口孝行、新岡大和(2021)、「加齢に伴う感覚機能の変化」、理学療法学 Vol.48、No.3、pp.343-349.
- [7] 池本竜則(2016)、「慢性疼痛診療ハンドブック」、中外医学社。[[https://www.jspc.gr.jp/igakusei/igakusei\\_hyouka.html](https://www.jspc.gr.jp/igakusei/igakusei_hyouka.html)] (2022年8月27日閲覧)。
- [8] 厚生労働省 厚生労働科学研究「痛みの教育コンテンツデータ (痛みに関する教育と情報提供システムの構築に関する研究)」、[[https://itami-net.or.jp/itamikyouiku\\_form](https://itami-net.or.jp/itamikyouiku_form)] (2022年8月27日閲覧)。
- [9] 厚生労働行政推進調査事業 慢性の痛み政策研究事業 慢性の痛み診療・教育の基盤となるシステム構築に関する研究班(2021)、「慢性疼痛診療ガイドライン」、真興交易(株)医書出版部。
- [10] 圓尾知之、中江文、前田倫、高橋・成田香代子、Morris Shayn、横江勝、松崎大河、柴田政彦、齋藤 洋一(2013)、「痛みの評価尺度・日本語版 Short-From McGill Pain uestionnaire 2(SF-MPQ-2)」の作成とその信頼性と妥当性の検討」、PAIN RESEARCH、Vol.28、No.1、pp.43-53.
- [11] 日本緩和医療学会 ガイドライン統括委員会(2017)、「患者さんと家族のためのがんの痛み治療ガイド増補版」、金原出版株式会社。
- [12] 一般社団法人 日本ペインクリニック学会、「痛みの診断と評価」、[[https://www.jspc.gr.jp/igakusei/igakusei\\_hyouka.html](https://www.jspc.gr.jp/igakusei/igakusei_hyouka.html)] (2022年8月27日閲覧)。

- [13]一般社団法人日本ペインリハビリテーション学会、[<https://www.japr.org/>] (2022年8月27日閲覧).
- [14]清水祐一郎、土斐崎龍一、坂本真樹(2014)、「オノマトペごとの微細な印象を推定するシステム」、人工知能学会論文誌、Vol.29、No.1、pp.41-52.
- [15]長田典子(2019)、「色と共感覚」、日本色彩学会誌、Vol.43、No.2、pp.111-114.
- [16]日本色彩研究所(2001)、「色彩科学入門 第2版」、日本色研事業.
- [17]小林重順、日本カラーデザイン研究所(2001)、「カラーイメージスケール 改訂版」、講談社.
- [18]東京商工会議所編、「カラーコーディネーションの基礎」、東京商工会議所.
- [19]津野邊純一(2019)、佐久田祐子、松本和幸、吉田稔、北研二、「深層学習に基づく配色イメージの感性マッピング」、情報科学技術フォーラム(FIT)、J-004、pp.233-236.