

知覚と概念の相互作用: 医用画像診断における熟達化の検討

森田 純哉・三輪 和久・北坂 孝幸・森 健策・末永 康仁・岩野 信吾・池田 充・石垣 武男

今回は、大会発表賞という賞を頂けたことを大変うれしく、また光栄に思っております。これまでに多大なご指導をいただき、研究を導いてくださりました名古屋大学の三輪和久教授、北坂孝幸助手、森健策助教授、末永康仁教授、岩野信吾助手、池田充助教授、石垣武男教授に心から感謝致します。また、発表において、本学会の先生方より大変貴重なコメントを賜り、考えを深める契機になりました。ここに厚く御礼を申し上げます。私の研究「知覚と概念の相互作用: 医用画像診断における熟達化の検討」では、知覚と概念の相互作用に関する理論を医療現場へ展開し、工学的応用への知見を得ることを目指しました。現在までに得られた研究の成果は、このような目標に対して、まだ十分ではありませんが、この度の受賞を励みとし、今後の研究の発展につなげたいと考えております。

1. はじめに

CT (Computed Tomographs) 像を利用した医用画像診断に対する熟達化の影響を検討した。医用画像診断とは、「画像上の特徴の知覚 (“知覚処理” と呼ぶ)」を通して「患者の疾患を推測 (“概念処理” と呼ぶ)」する活動である。本研究では、発話プロトコルの定量的な分析を通して、(1) 熟達化による知覚処理と概念処理の発達、(2) 熟達化による処理間の相互関係の変化を検討した。なお、X 線写真などの 2 次元像を利用した診断について、心理学的な検討はこれまでも行われてきた (e.g., Lesgold et al., 1988)。しかし、CT 像を利用した診断についての検討はあまり行われてこなかった。CT 像とは人体構造の断層像であり、その積み重ねから 3 次元的な構造を観察するものである。CT 像は現代医療の主要な画像メディアであり、この課題

Interactions of Perceptual and Conceptual Processing: Investigations on the expertise in Medical Image Diagnosis, by Junya Morita (Nagoya University (Currently at Japan Advanced Institute of Science and Technology)), Kazuhisa Miwa (Nagoya University), Takayuki Kitasaka (Nagoya University), Kensaku Mori (Nagoya University), Yasuhito Suenaga (Nagoya University), Shingo Iwano (Nagoya University), Mitsuru Ikeda (Nagoya University), Takeo Ishigaki (Nagoya University).

に対する心理学的検討は、認知科学の応用研究としても重要と考えた。

2. 実験の方法

診断の現場を記録する実験を行なった。実験課題は、胸部 CT 像に投影された結節影について、良悪性の鑑別診断を行なうことであった。

2.1 被験者

名古屋大学医学部の医師を対象とし、研修医の参加するノービス群 ($n = 5$) と専門医の参加するエキスパート群 ($n = 5$) を設定した。医用画像診断の業務に関して、ノービス群の被験者は 2 年以下の経験を持し、エキスパート群の被験者は 5~20 年の経験を持した。

2.2 材料

確定診断付きの症例が含まれるデータベースから、良性 ($n = 7$) と悪性 ($n = 6$) の画像を選んだ。なお、臨床情報 (カルテ) については、統制上の理由から、使用しなかった。

2.3 手続き

被験者は実験に個別に参加した。実験において、

被験者は、CT 像を 1 症例ずつ提示された。被験者は提示された画像について、思考を発話しながら、異常を調査し、通常業務と同様の形式で診断レポートを記述した。そして、各症例のレポート記述後に、CT 像中の結節影に対する悪性らしさの評定を行なった (0: 完全に良性 ~ 10: 完全に悪性)。

3. データの分析

データの分析形態素解析ツール“茶筌”を利用し、発話データを定量的に分析した。以下に手法を説明する。

a. 1 回目の形態素解析。まず、本課題中の被験者の発話を書き起こし、茶筌に入力した。茶筌によって総数 104,473 語が切り出された。

b. 単語の選定。上記の出力から、分析に使用する単語を選んだ。非自立語や接続詞、フィラーを除き、医学用語や画像上の特徴に関わる単語のみを取り出した。

c. 単語辞書の作成。選定された単語から、新たに単語辞書 (660 語を登録) を作成した。さらに、辞書中の各単語を 4 種類のカテゴリのいずれかに分類した (“知覚 (328 語)” “概念 (177 語)” “場所 (136 語)” “目的 (19 語)”)。“知覚”は視覚的特徴に関わる語彙である (“丸い”, “スピクラ”など)。“概念”は疾患名など病理学的概念に関する用語である (“肺癌”, “肺炎”)。“場所”は肺野の位置や肺組織など、解剖学的な用語である (“肺野”, “上葉”)。“目的”は画像の名称や診断の方針に関する単語である (“肺野条件”, “鑑別”)。これらのカテゴリを表すタグを辞書中の単語に直接記載した。この作業は、基本的に第 1 著者が行なった。第 1 著者によって作成された辞書について、放射線科医である第 6 著者が修正を加えた。

d. 2 回目の形態素解析。茶筌に標準の単語辞書を上記の手続きで作成した単語辞書に置き換え、再度、形態素解析を実行した。結果、13,578 語が切り出された。表 1 に示されるように、出力された単語は自動的に 4 種類のカテゴリに分類された。

4. 結果

4.1 診断の正確さ

各症例に対する悪性らしさの評定から診断の正確さを算出した。悪性の症例に対する評定値については 5 を引き、良性の症例に対する評定値について

表 1 形態素解析による出力の一部

| 発話時間 | 単語 | カテゴリ |
|------|------------|------|
| 32 | メジャーフィッシャー | 場所 |
| 32 | 巻き込む | 知覚 |
| 37 | 胸膜 | 場所 |
| 37 | 連続 | 知覚 |
| 37 | 線状影 | 知覚 |
| 41 | 胸膜陥入像 | 知覚 |
| 47 | 周り | 場所 |
| 47 | 血管 | 場所 |
| 47 | 引き込む | 知覚 |
| 50 | 悪性 | 概念 |
| 80 | リンパ節 | 場所 |

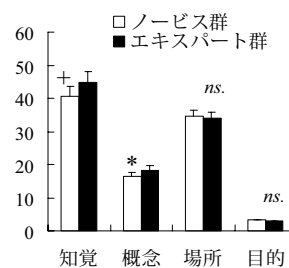


図 1 発話された単語の内容。
両側 t 検定 (+: $p < .10$, *: $p < .05$).
エラーバーは標準誤差を示す。

は 5 を引いた値に -1 を乗じた [0 を中心、-5 ~ 5 の範囲]。群間での比較の結果、ノービス群に比べて、エキスパート群の診断が正確であったことが確かめられた [ノービス群: Mean 1.05, SD 2.32. エキスパート群: Mean 1.55, SD 2.46. $t(12) = 1.80$, $p < .05$].

4.2 発話された単語内容の全体的傾向

診断中に発話された 4 種類の単語の数を群間で比較した (図 1)。結果、“場所”と“目的”については群間での差が認められず、“知覚 ($p < .10$)”と“概念 ($p < .05$)”において、エキスパート群がノービス群を上回った。この結果は、熟達化による知覚処理と概念処理の発達と解釈できる。

4.3 発話された単語の時系列的な変化

熟達化による知覚処理と概念処理の相互関係の変化を検討するために、各症例の診断に所要した時間を 3 分割し、それぞれの区間での単語数をカウントした (図 2)。結果、“知覚”については、両群とも

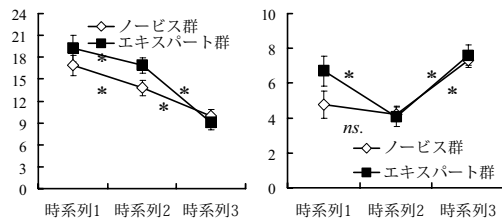


図2 “知覚”単語数の変化(左), “概念”単語数の変化(右). 検定は2×3(群×時系列)分散分析. 多重比較はLSD法(*: $p < .05$). エラーバーは標準誤差を示す.

に,前半から後半にかけて減少したことがわかった.一方,“概念”は群間で異なる推移を示した.ノービス群では時系列2から時系列3への上昇のみが示され,エキスパート群では時系列1から時系列2への減少と時系列2から時系列3への上昇が示された.

以上の結果から,エキスパート群とノービス群では,診断中の知覚処理と概念処理の関係が異なっていたことが示唆される.ノービス群における知覚処理と概念処理の関係は,ボトムアップ的なものとみなすことができる.つまり,知覚処理を集中的に行い(画像特徴の集中的な発話),その後観察された特徴に基づいて疾患を推測(概念処理)するという一方向的な関係が伺われる.それに対して,エキスパート群では,診断の初期から“概念”が多く発話された.このことから,エキスパート群の被験者は,画像の初期の観察から,疾患に関するとりあえずの仮説を想起し(概念処理),その仮説に基づいて,トップダウン的に画像を観察し(知覚処理),最終的な決定を行ったものと解釈できる.

5. まとめ

本研究では,CT像を利用した医療診断に関与する認知プロセスを検討し,それに及ぼす熟達化の影響を検討した.分析の結果,(1)熟達化による診断の正確さの向上,(2)知覚処理と概念処理の発達,(3)処理間の相互関係の変化が示された.なお,これまでの研究において,診断の正確さや個別の処理に対する熟達化の効果は示されてきた.しかし,熟達化による処理間の相互関係の変化については,議論はあるものの(e.g., Lesgold et al., 1988),充

分には示されてこなかった.本研究の意義は医用画像診断における知覚処理と概念処理の相互関係の変化を定量的に示したことにある.知覚処理と概念処理の相互関係の変化に関する明確な結果が得られたことは,形態素解析ツールを利用した分析上の利点によると考える.形態素解析ツールの利用によってコーディングの揺れを最小限に抑え,膨大なデータを利用した定量的分析が可能になった.

なお,本研究は,認知科学,画像処理工学,放射線医学が連携した学際的共同研究であり,「熟達化に応じた診断支援システムの構築」を長期的目標とする.ここで示したような分析の積み重ねにより,医学用語に関連したシソーラスの構築が促され,さらに,熟達化に応じた支援方法が特定されると考える.

謝辞

本研究は21世紀COEプログラム「社会情報基盤のための音声・映像の知的統合」より分配された研究費の支援を受けた.実験に参加いただいた名古屋大学医学部放射線医学講座の医師に感謝の意を表する.

文献

Lesgold, A., Rubinson, H., Feltovitch, P., Glaser, R., Klopfer, D., & Wang, Y. (1988). Expertise in a complex skill: Diagnosing x-ray pictures.. In M.Chi, R.Glaser, & M.Farr (Eds.), *The nature of expertise*, 311-342. Erlbaum, Hillsdale, NJ.

(Accepted)

2006年名古屋大学大学院博士後期課程人間情報学研究科修了.博士(学術).現在,北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科助教.認知の基礎理論を複雑な状況へと適用することに関心がある.現実場面での類推利用に関する研究,医用画像診断におけるプロセスの分析などに取り組んでいる.日本認知科学会,人工知能学会,日本デザイン学会, Cognitive Science Society 各会員.