

氏名	浅川 徹也
学位の種類	博士 (応用情報科学)
学位記番号	博情第 2 4 号
学位授与年月日	平成 2 5 年 3 月 2 2 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 (課程博士)
論文題目	脳波コヒーレンス解析による脳内情報処理過程の定量的評価
論文審査委員	(主査) 教授 水野(松本) 由子 (副査) 教授 石垣 恭子 (副査) 教授 堀尾 裕幸

学位論文の要旨

本論文は、情動ストレス下での脳波の部位間関連性と情報伝播を、コヒーレンス解析、人工ニューラルネットワークを用いて、分類、評価したものである。実験は、2 種類行い、PC による情動刺激と、携帯端末によるメールを模擬した情動刺激による実験を行った。さらに、被験者の心身状態を質問紙を用いて評価し、心身状態による情動刺激に対する脳機能の反応の違いを調べた。研究は 3 段階により構成した。

第 1 段階は、情動ストレス下の脳波における部位間での関連性と情報伝播について、コヒーレンス解析を用いて、心身状態の違いによる時間変化を定量的に評価することを目的とした。被験者は健常成人 22 名 (男性 14 名, 女性 8 名, 平均年齢 25.0 ± 4.7 歳) とし、Cornell Medical Index (CMI) を用いて、心身状態の違いにより、I 群を正常群、II-IV 群を神経症予備群に分類した。脳波は、安静、快、不快刺激の視聴覚動画像を用いて情動刺激下で測定した。部位間のコヒーレンス解析と伝播解析を行い、比較した。 θ 帯域での快、不快刺激の 120-150 秒と β 帯域での安静刺激の神経症予備群のコヒーレンス値は、正常群と比較して、有意に高値を示した。 $\alpha 2$ 帯域での不快刺激の正常群と神経症予備群の 30-60, 120-150 秒は、安静刺激と比較して有意に高値を示した。 θ 帯域の活動は、直接的な行動に関わる非合理的で、予測不可能な情動に関連していることを意味している。そして、 β 帯域の活動は、神経症予備群において、内部よりも外部刺激に対して注意が向いていることを意味している。 α 帯域の活動は、正常群では、不快な状況に対して、内的活動が、早く行われることに対して、神経症予備群では、内的活動が欠落または遅くに行われる。正常群の不快刺激は、時間経過に伴い、コヒーレンス値が増加し、刺激後 30-60 秒で伝播速度が増加した。神経症予備群の不快刺激は、時間経過に伴いコヒーレンス値に有意な差はみられなかったものの、伝播速度は、刺激後 60-90 秒および 120-150 秒で増加した。神経症予備群では、前頭部内の多くの部位間で、コヒーレンス値と伝播速度が高値を示し、その反応は、正常群と比較して時間的に遅くにみられた。情動ストレス負荷に対する脳内の情報伝播過程は、心身状態の違いにより異なることが示唆された。

第 2 段階は、情動刺激下における脳機能の関連性を評価し、人工ニューラルネットワークを用いて判別評価することを目的とした。被験者は、健常成人 22 名であり、心身状態の違いを CMI によって、正常群と神経症予備群に分類した。脳波は、視聴覚動画像を用いた情動刺激下で測定し、コヒーレンス解析を行った。各群、各セッション、各帯域、各領域について、コヒーレンス値を分散分析で比較した。また、人工ニューラルネットワークを用いて、2 群の判別を行った。神経症予備群は正常群と比較して、快、不快刺激で外側矢状方向と内側冠状方向のコヒーレンス値が有意に高値を示した。コヒーレンス値による群の判別評価の結果は、 $\beta 1$ 帯域において、正解率、感度、特異度のいずれも 80%以上を示した。心身状態の違いにより、情動刺激に対する脳内の情報処理過程が異なることが示唆された。さらに、脳波コヒーレンス値に、人工ニューラルネットワークを用いることで、被験者の心身状態を判別評価することが可能であることが示された。

第 3 段階は、携帯端末上での情動刺激下の脳内部位間関連性を調べることを目的とした。被験者は健常成人 23 名とし、日本版 State-Trait Anxiety Inventory (STAI) を用いて、不安状態の違いにより、低不安群と高不安群に分類し、脳波を携帯端末上の情動刺激下で測定した。部位間のコヒーレンス解析を行い、比較を行った。頭頂部では、 α 、 β 波帯域において、高不安群の不快、快文章、不快文章刺激は、安静刺激と比較して有意に高値を示し、高不安群の快文章、不快文章刺激は、低不安群と比較して有意に高値を示した。不安度の違いにより、脳内の携帯端末における情動刺激に対する情報処理過程が異なることが示唆された。

本研究より、心身状態や不安状態により情動ストレス刺激による脳機能反応が異なることを示すことができた。脳機能の不適切あるいは過剰な反応が、臨床症状として精神症状の発現をもたらしていると考えることができた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、情動ストレス下での脳波の部位間関連性と情報伝播を、コヒーレンス解析、人工ニューラルネットワークを用いて、分類、評価したものである。実験は、2種類行い、PCによる情動刺激と、携帯端末によるメールを模擬した情動刺激による実験を行った。さらに、被験者の心身状態を質問紙を用いて評価し、心身状態による情動刺激に対する脳機能の反応の違いを調べた。研究は3段階により構成した。

第1段階は、情動ストレス下の脳波における部位間での関連性と情報伝播について、コヒーレンス解析を用いて、心身状態の違いによる時間変化を定量的に評価することを目的とした。被験者は健常成人22名とし、CMIを用いて、心身状態の違いにより、I群を正常群、II-IV群を神経症予備群に分類した。脳波は、安静、快、不快刺激の視聴覚動画像を用いて情動刺激下で測定した。部位間のコヒーレンス解析と伝播解析を行い、比較した。θ帯域の活動は、直接的な行動に関わる非合理的で、予測不可能な情動に関連していることを意味している。そして、β帯域の活動は、神経症予備群において、内部よりも外部刺激に対して注意が向いていることを意味している。α帯域の活動は、正常群では、不快な状況に対して、内的活動が、早く行われることに対して、神経症予備群では、内的活動が欠落または遅くに行われる。情動ストレス負荷に対する脳内の情報伝播過程は、心身状態の違いにより異なることが示唆された。

第2段階は、情動刺激下における脳機能の関連性を評価し、人工ニューラルネットワークを用いて判別評価することを目的とした。心身状態の違いにより、情動刺激に対する脳内の情報処理過程が異なることが示唆された。さらに、脳波コヒーレンス値に、人工ニューラルネットワークを用いることで、被験者の心身状態を判別評価することが可能であることが示された。

第3段階は、携帯端末上での情動刺激下の脳内部位間関連性を調べることを目的とした。被験者は健常成人23名とし、日本版STAIを用いて、不安状態の違いにより、低不安群と高不安群に分類し、脳波を携帯端末上の情動刺激下で測定した。不安度の違いにより、脳内の携帯端末における情動刺激に対する情報処理過程が異なることが示唆された。

本研究より、心身状態や不安状態により情動ストレス刺激による脳機能反応が異なることを示すことができた。脳機能の不適切あるいは過剰な反応が、臨床症状として精神症状の発現をもたらしていると考えることができた。

以上を総合した結果、本審査委員会では、本論文が「博士（応用情報科学）」の学位授与に値する論文であると全員一致により判定した。