

脳症判定における熟練者と初学者の注目領域の比較検討

井上 路子^{†1} 近藤 貴大^{†1} 白岩 史^{†1} 大栗 聖由^{†2} 西山 正志^{†1} 岩井 儀雄^{†1}

概要：

本稿では、熟練医師の知見を明らかにすることを目的とし、てんかん重積を発症した小児患者の脳波データから診断時に注目すべき領域を視線計測とマーキングを用いて検証する。てんかん重積の脳波データは健常者の脳波データと非常に類似していることが多い。このため、十分な知見を持っていない初学者が、てんかん重積と診断すべき注目領域を見つけ出すことは難しい。実験では、熟練者と初学者に患者と健常者の脳波データを提示し症名を診断させるタスクを与えた。タスク実行中の熟練者と初学者が注目する領域を視線計測とマーキングを用いて獲得し、いくつかの傾向がみられることを確認した。

1. はじめに

初学者が経験を積み、熟練者となることで技術が受け継がれるという点から初学者を育てる事は大切である。技術の専門性が高ければ、初学者をサポートするシステム [1], [2] を用い、その知見を初学者が体得することは困難である。そのため、初学者が知見を体得するだけの経験を積むまでかなりの時間を要することが予想される。この問題を解決するためには、初学者がより早く熟練者となれるよう熟練者の知見を明らかにする必要がある。

本研究では専門性の高い技術として脳神経小児科における脳症診断を対象とする。てんかん重積は100人に1人の割合で発症し、脳症の中で発症する確率が高い。そのため、本研究では特にてんかん重積をターゲットにして医師が脳症を判別する際の知見を明らかにする。てんかん重積とは小児期に発症することが多く、全身が激しく痙攣する発作を伴う脳症である。多くの場合は治療薬の服用など適切な治療によって発作を抑えることが可能だが、放置すると治療が困難になる。そのため、患者が安静に過ごすためにはてんかん初期段階の小児期に医師が診断し、発作が起らないよう患者に促すことが重要である。

てんかん重積の診察には脳波計が用いられる [3]。医師は脳波計に表示された脳波データから視覚的に情報を獲得し、知見と照らし合わせることで特定の領域に注目し、てんかん重積であるかどうかを判別する。てんかん重積を判別するための注目領域の知見としては、脳の左右の部位に対する領域で波形が非対称になっていることや、棘派や除派が領域内に出現することが挙げられる [5], [6]。これらの

知見が分かりやすく脳波データの注目領域に現れた波形が出現していれば初学者でも診断は容易であるが、そのような症例では極度に病症が進んでいる場合が多い。てんかん重積を発症した初期段階では熟練の医師であっても判別が難しい微小な波形が出現することが多い。そのため、十分な知見を持っていない初学者がてんかん重積の典型的な注目領域を見つけ出すことは非常に困難である。てんかん重積発症の初期段階を初学者が判別可能にするためには、熟練の医師が注目する波形の知見を初学者が体得する必要がある。また、医師の知見を定量的に集計することで、注目領域を初学者に理解しやすく表現することが有効であると考えられる。

そこで本研究では、てんかん重積と健常者の熟練の医師による判別に用いる知見を明らかにするために初学者が注目すべき脳波データの注目領域について検討する。判別にはてんかん重積の脳波データと、熱性けいれん重積が治った小児や身震い発作の小児といった脳波に異常が診られない健常者の脳波データとを用いる。これらのデータに対し、熟練の医師と初学者との視線計測とマーキングを用いてそれぞれ比較することで、初学者が正しい診断を行うために有効である注目領域について検討する。2では、視線計測やマーキングに用いる手法を含めた実験計画を、3では熟練の医師と初学者の比較を行う。

2. 実験計画

熟練の医師によるてんかん重積と健常者の判別において初学者が注目すべき知見を明らかにするため、熟練の医師と初学者との注目領域を記録する計画をたてる。実験協力者は熟練の医師1名と初学者1名とする。注目領域の比較

^{†1} 現在、鳥取大学 大学院工学研究科

^{†2} 現在、鳥取大学 医学部 保健学科

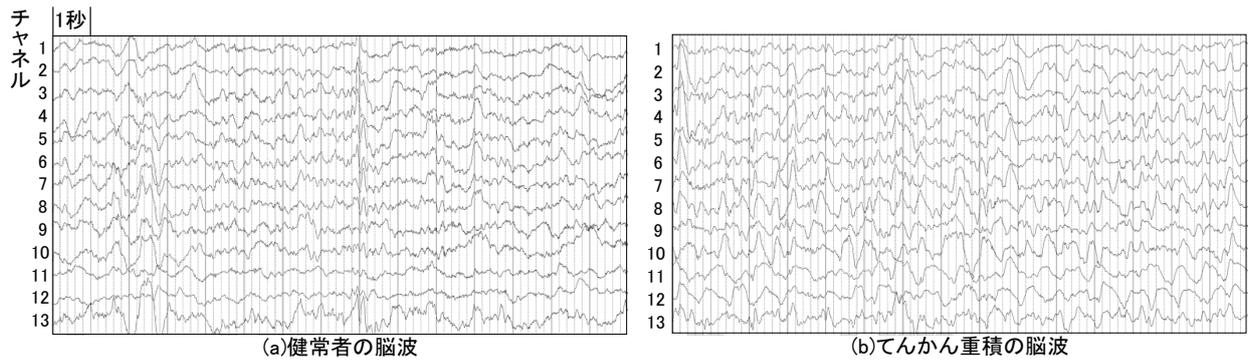


図 1 刺激画像の例.

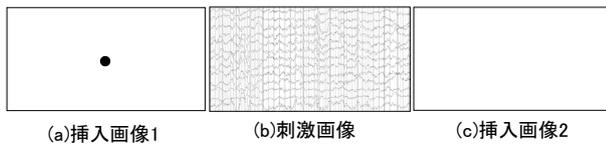


図 2 表示画像の例.

方法としては、医師や初学者が視線計測により注目領域を明らかにする方法と直接マーキングする方法とをとる。以下ではてんかん重積を判別するために使用した脳波や、注目領域を明らかにするための手法について視線計測とマーキングとに分けて具体的に述べる。

2.1 表示画像

図 1, 2 に示す表示画像は脳波が記録された刺激画像、挿入画像 1, 挿入画像 2 とした。刺激画像については、図 1 の通り、現場の医師が診断する脳波の表示形式を参考に用意した。(a) は健常者、(b) はてんかん重積の脳波である。現場の医師は脳波計に刺激画像を表示させ病症を判別する。脳波計では患者の脳波を測定する際、図 3 のように、複数の電極を頭部表面に空間的に配置し、電極間での電位差を計るチャンネルを設けることで時間方向の電位差の変化を記録している。脳波のチャンネル数は 13 チャンネル (Fp1-A1, Fp2-A2, F3-A1, F4-A2, C3-A1, C4-A2, P3-A1, P4-A2, O1-A1, O2-A2, T3-A1, T4-A2, Cz-A1) とし、医師が指定した波形を用いた。刺激画像の表示には、日本光電の脳波解析ソフト (レビュープログラム QP-112A) を使用した。刺激画像の表示設定として Sens=10 μ V, TC=0.3 秒, HF=60Hz, 脳波表示間隔を 15 秒とした。実験協力者が疲労を感じずに視線計測を行うことが可能であるという観点から、刺激画像を 30 枚使用した。てんかん重積と健常者の割合が等しくなるように、てんかん重積 5 名と健常者 5 名からそれぞれ 3 枚ずつ刺激画像を選んだ。挿入画像 1 では、図 2 (a) の通り、中央に丸を打つことで、刺激画像が始まる際の実験協力者の視線位置を統一するようにした。このことで、表示した刺激画像が表示された直後の実験協力者の視線位置にばらつきがないようにした。挿入画像 2

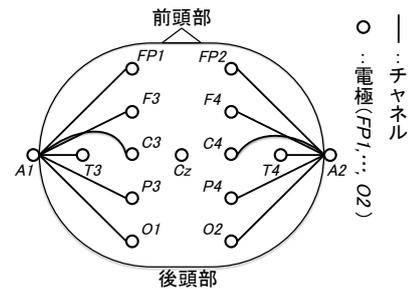


図 3 チャンネルの配置図.



図 4 視線計測の実験環境と実験風景.

については、図 2 (c) の通り、注目領域が刺激画像毎に記録されるように刺激画像の間に表示させた。画像切り替えにおいて刺激画像や挿入画像 1 のみを表示していると、1 つ前に表示した刺激画像を実験協力者が覚えてしまう可能性がある。挿入画像 2 によって、記録したい刺激画像以外の注目領域が記録されてしまう問題を避けることが可能である。

表示画像のサイズは 1920 × 1080 画素とし、図 2 (a)(b)(c) の順に繰り返し表示した。

2.2 注目領域の獲得手段

熟練の医師と初学者との注目領域を比較するため、医師や初学者による視線計測とマーキングを行った。視線計測では医師が実際に注目した脳波波形から注目領域を得た。マーキングでは医師がてんかん重積特有であると判別した脳波波形から注目領域を得た。以下では、注目領域を得るためのインターフェースについてそれぞれ述べる。

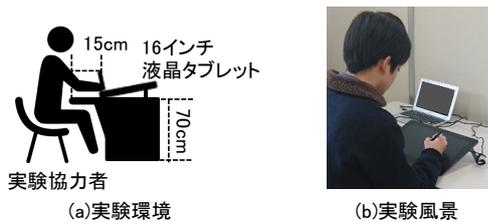


図 5 マーキングの実験環境と実験風景.

2.2.1 視線計測装置

視線計測の環境と実験風景を図 4 とした。ディスプレイには刺激画像を表示し、実験協力者には画面が見えやすいようディスプレイの高さを調節させ、座らせる。視線計測装置 (Gaze Point3 Desktop Eye Tracker with Gazepoint Analysis, 米国 Gazepoint 社, Professional Edision) を用い、24 インチディスプレイに表示された刺激画像上の実験協力者の注目領域を記録する。縦 3 × 横 5 個の等間隔に打たれた点が順に表示される動画を用い、注目領域の検出誤差を計測した。実験協力者の視線位置と動画上に表示されていた点との距離を計測誤差とすると、その平均値は 97.0 ± 78.2 画素であった。

医師の意見を参考に診断可能な時間を考慮し、各画像を見せる時間を以下の通りとした。

1. (挿入画像 1) 2 秒
2. (刺激画像) 15 秒
3. (挿入画像 2) 5 秒

各画像が表示されているときの実験協力者への指示を以下とした。

挿入画像 1：白い丸付近に注目

刺激画像：診断

挿入画像 2：口頭でてんかん重積か健常者かを回答

2.2.2 マーキング装置

マーキングの環境と実験風景を図 5 とした。マーキングには 16 インチ液晶タブレット (Wacom Cintiq Pro 16) を使用し、刺激画像を表示する。実験協力者を視線計測と同じ高さの椅子に座らせ、液晶タブレットに表示された刺激画像に注目領域を記録させる。刺激画像上の脳波をへの記入が実験協力者に見えやすいよう、実験協力者の意見を参考にペンの描写半径を 15 画素とした。このとき、注目領域の記録誤差は十分に小さく、実験結果に影響する可能性は低いと考えられる。記録において実験協力者が意図しない領域に記録された場合に備え、消しゴム機能を用意することで対処する。

視線計測と異なり、マーキングではペンによって記録する時間が必要となる。この手法において診断可能な時間が視線計測の 2 倍程度であるという医師の意見を参考に、各画像を見せる時間を以下の通りとした。

1. (挿入画像 1) 最大 4 秒
2. (刺激画像) 最大 30 秒

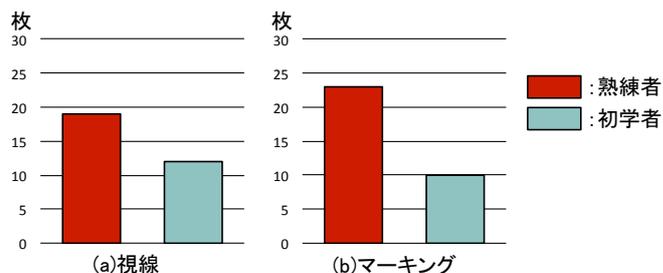


図 6 熟練の医師と初学者の正答枚数.

3. (挿入画像 2) 最大 10 秒

各画像が表示されているときの実験協力者への指示を以下とした。

挿入画像 1：白い丸付近に注目

刺激画像：診断、記録し口頭でてんかん重積か健常者かを回答

挿入画像 2：刺激画像で回答できなかった場合のみ口頭でてんかん重積か健常者かを回答

また、記録された領域はてんかん重積であると判断した注目領域とし、実験協力者に説明を行った。

2.3 実験条件

実験協力者には以下の順番で刺激画像の注目領域に記録を依頼する。

1. 前提条件の説明
2. 視線計測実験
3. マーキング実験

手順 1 では、各手法について実験協力者に説明し、実験時の記録をスムーズに行うようにした。刺激画像におけるてんかん重積と健常者の割合は伝えず、実験協力者が脳波のみによって診断できるようにした。手順 2 では、刺激画像 5 枚を 1 セットとし、視線計測を 6 セット行った。また、実験協力者が疲労しないよう、3 セット目で 1 分休憩を入れた。手順 3 でも同様にして、視線計測を 6 セット行った。

3. 実験結果

3.1 正答枚数

図 6 に実験協力者が回答した診断結果の正答枚数を示す。視線計測時 (a) とマーキング時 (b) のどちらとも熟練者の方が正答枚数が高くなっていた。また、チャンスレートに対する初学者の正答枚数が低くなっている。そのため、てんかんについて全く学んでいない場合と比べると偏っている可能性がある。

視線において、てんかん重積を健常者と回答した枚数は熟練の医師が 6 枚で初学者が 7 枚であった。また、健常者をてんかん重積と回答した枚数は、熟練の医師が 5 枚で初学者が 11 枚であった。マーキングにおいて、てんかん重積を健常者と回答した枚数は熟練の医師が 4 枚で初学者が

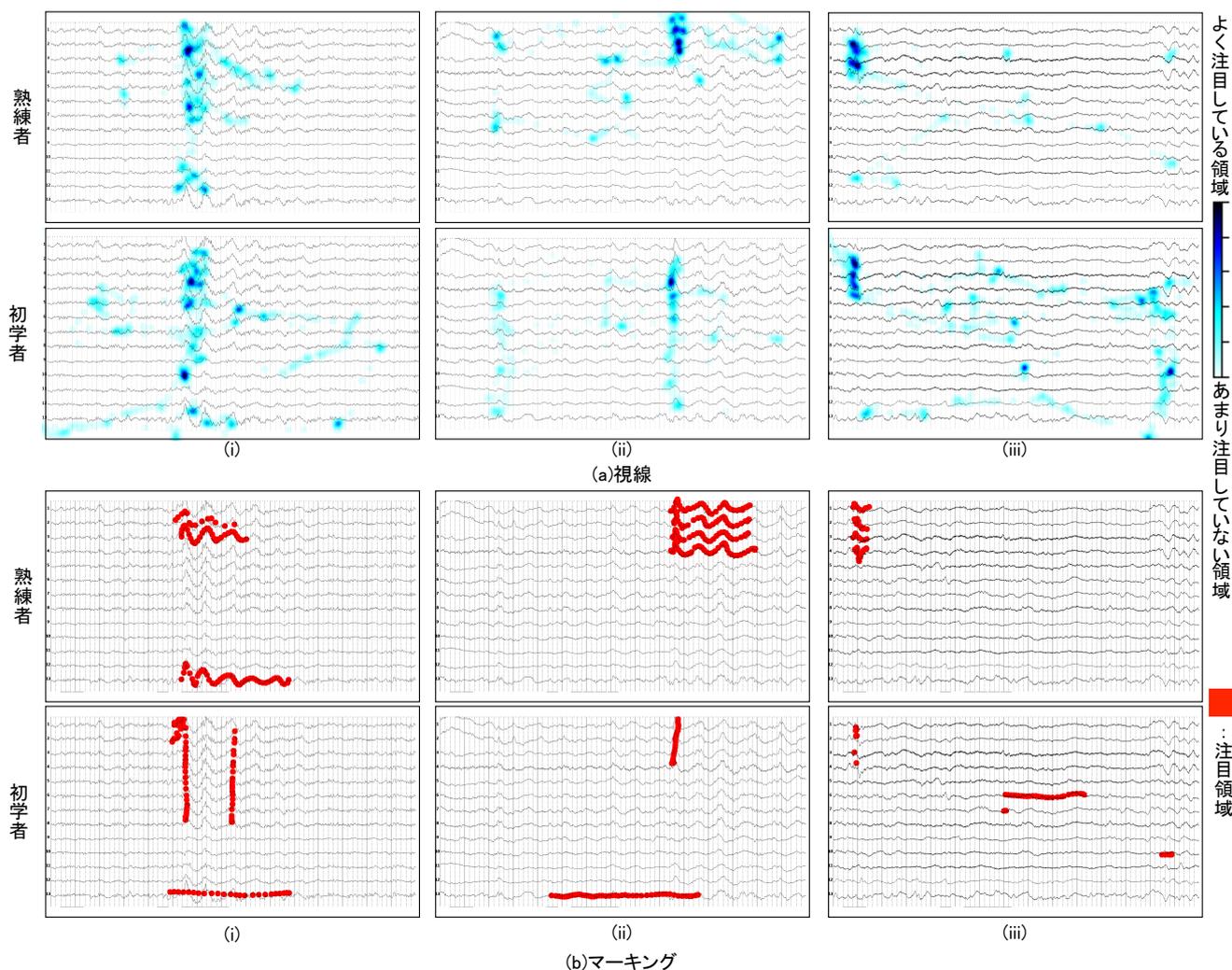


図 7 熟練の医師は正答し初学者は誤答したてんかん重積の刺激画像に対する注目領域。

8枚であった。また、健常者をてんかん重積と回答した枚数は、熟練の医師が3枚で初学者が12枚であった。

3.2 視線とマーキング

図 7 (a) に視線計測結果を示す。これらは熟練の医師は正答したが、初学者は誤答したてんかん重積の刺激画像に対する結果 4 枚のうちの 3 枚にあたる。(i)(ii)(iii) では濃い青で描写されている位置ほど注目領域である。注目領域では熟練者が見ている範囲が初学者が見ている範囲より狭いことが読み取れる。

3.3 考察

図 7 (a)(b) において熟練者と初学者の注目領域を比較する。マーキングで得られた注目領域に視線計測で得られた注目領域が含まれることから、視線計測とマーキングによる注目領域には相関がある可能性が高い。また、視線計測とマーキング共に健常者であると初学者が誤答する際には見るべき注目領域、見なくて良い注目領域が存在すると考えられる。熟練者や初学者毎に視線計測とマーキングを比

較すると、見てはいるがマーキングはしなかった注目領域や、マーキングしたが見てはいない注目領域が存在すると思われる。これらの注目領域についてはてんかん重積か健常者かの判別が難しい領域であることが予想される。ただし、本稿の評価結果は実験協力者の人数が少ないため十分とは言えない。今後は実験協力者の人数を増やしながらか慎重に議論を進めていく予定である

4. まとめ

本研究では、熟練の医師によるてんかん重積と健常者の判別において初学者が注目すべき知見を明らかにするための注目領域について検討した。注目領域を記録するため、視線計測とマーキングを用いるための手法を設け、刺激画像を見せた。医師は正答したが初学者は誤答した刺激画像についてそれぞれ解析した。視線計測では、熟練者が見ている範囲が初学者が見ている範囲より狭いことが考えられた。マーキングでは、重なっている注目領域はあるが、全体では重ならない領域の方が多いと考えられた。今後の課題として、視線やマーキングによって得られた刺激画像を

定量的に変換し，解析する必要がある．

参考文献

- [1] Yuki Ikenobo and Yuka Takai and Akihiko Goto and Noriaki Kuwahara: *Transactions of Japan Society of Kansei Engineering*,13,1,307-314,2014.
- [2] 横井 達枝 , 箕浦 哲嗣 , 大津 廣子: 危険場面における看護学生と熟練看護師の注視の比較, 日本看護技術学会誌,13,2,132-139,2014.
- [3] V. Bajaj, and R.B. Pachori, “Classification of Seizure and Nonseizure EEG Signals Using Empirical Mode Decomposition,” *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 16, no. 6, pp. 1135 – 1142, 2012.
- [4] S. Chandaka, A. Chatterjee, and S. Munshi, “Cross-correlation aided support vector machine classifier for classification of EEG signals,” *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, no. 2, pp. 1329 – 1336, 2009.
- [5] 前垣 義弘, “実践小児脳波入門—日常診療に役立つ脳波アトラス—,” 永井書店, 2012.
- [6] 日本臨床神経生理学会, “デジタル脳波の記録・判読の手引き,” 診断と治療社, 2015.