

2026年度 てんかんに関する臨床検査技師研修会

ワダテスト、頭蓋内脳波記録

太田 智慶

国立病院機構西新潟中央病院 機能脳神経外科



本日の内容

1. てんかん外科と術前評価
2. ワダテストとは
3. ワダテストの実際と評価
4. 頭蓋内脳波記録とは
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）
6. 頭蓋内脳波の限界と今後の展望



本日の内容

1. てんかん外科と術前評価
2. ワダテストとは
3. ワダテストの実際と評価
4. 頭蓋内脳波記録とは
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）
6. 頭蓋内脳波の限界と今後の展望



1. てんかん外科と術前評価

てんかん外科にはさまざまな治療法がある

てんかん外科を検討

→頭部MRI/長時間ビデオ脳波検査/神経心理検査/PET/SPECT/MEG

てんかん外科

- ・ 焦点切除/離断/凝固術
- ・ 脳梁離断術
- ・ 迷走神経刺激療法
- ・ 脳深部（視床前核）刺激療法

発作消失が目標

発作軽減が目標



1. てんかん外科と術前評価

てんかんの発作消失を目標とした手術を行うために

焦点切除/離断/凝固術を行うために知っておく必要があること

①脳のどこを治療すれば発作が止まるのか？

→てんかん原性領域の推定（頭蓋内脳波記録）

②どこまで治療しても重要な機能を保てるのか？

→機能野の評価

（ワダテスト, 頭蓋内脳波電極を用いた機能Mapping）



本日の内容

1. てんかん外科と術前評価
2. ワダテストとは
3. ワダテストの実際と評価
4. 頭蓋内脳波記録とは
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）
6. 頭蓋内脳波の限界と今後の展望



本日の内容

1. てんかん外科と術前評価
2. ワダテストとは
3. ワダテストの実際と評価
4. 頭蓋内脳波記録とは
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）
6. 頭蓋内脳波の限界と今後の展望



2. ワダテストとは

一側大脳半球を一時的に機能抑制し, 言語・記憶機能を評価する.

言語機能

右利きの健常人では92%が左半球優位である. (Knecht Sら)

左利きの健常人では左優位が38~70%, 右優位が15~60%, 両側に言語機能
ありが0~38%とばらつきが大きい.

てんかんの焦点が左の場合, 言語機能は右半球優位であることが多く, 右への
言語機能の移動がみられる可能性. (Kurthen Mら)



言語優位半球の言語野近傍にてんかん原性領域の存在が疑われれば, 頭蓋内
電極を留置して機能Mappingを行う必要がある.



2. ワダテストとは

一側大脳半球を一時的に機能抑制し, 言語・記憶機能を評価する.

記憶機能

両側の海馬, 扁桃体が関与.

左は言語性記憶に関与し, 右は非言語性・視空間記憶により関与することが多く, 左右の機能分担には個人差がある.

海馬硬化を伴う内側側頭葉てんかんに対する海馬切除術による発作消失率は約80%である.

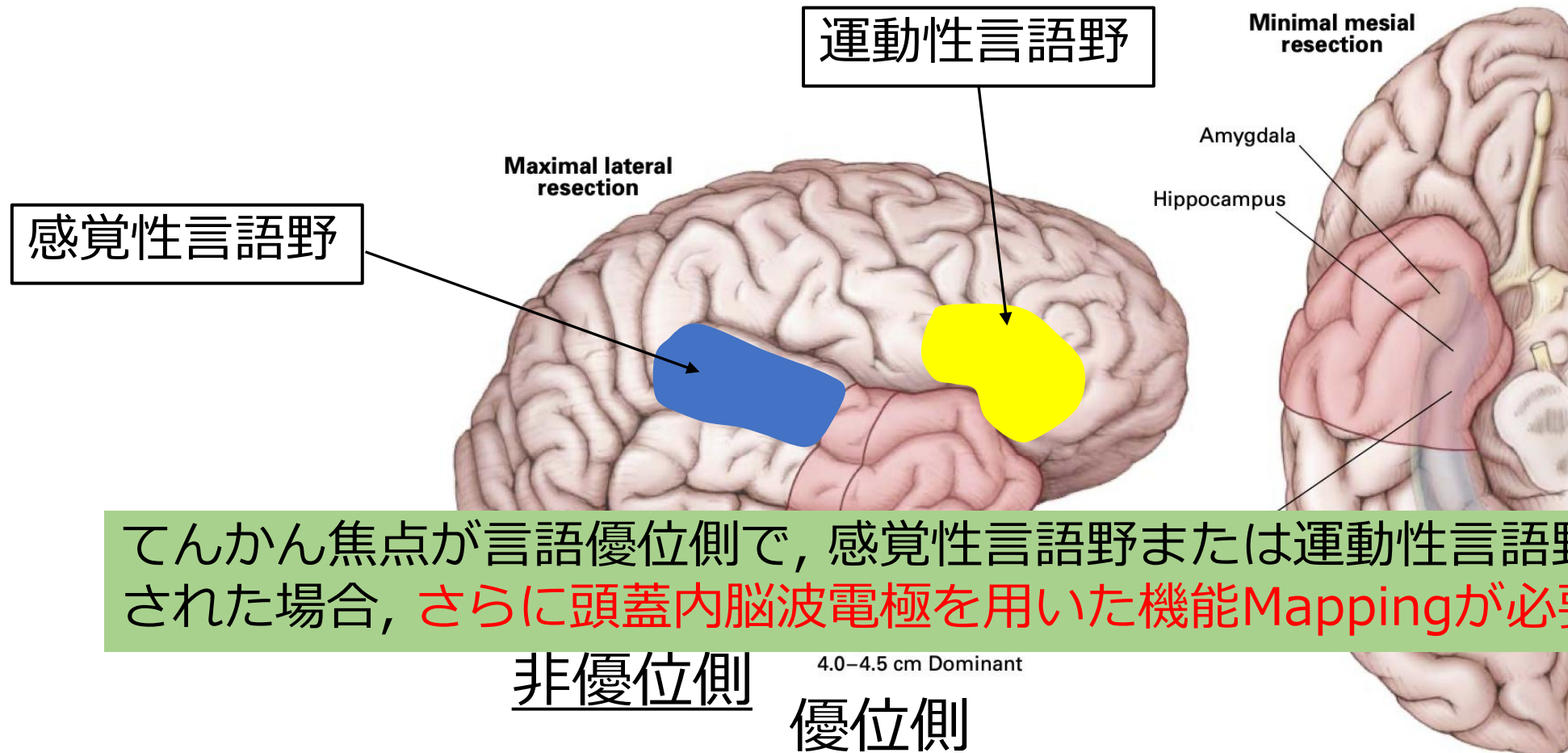


切除の反対側の海馬, 扁桃体だけで術後の記憶機能を維持できるかを検討.
手術方針の決定に利用する (明らかな記憶優位側であれば海馬多切術を選択)



2. ワダテストとは

一側大脳半球を一時的に機能抑制し, 言語・記憶機能を評価する.



てんかん焦点が言語優位側で, 感覚性言語野または運動性言語野近傍に推定された場合, さらに頭蓋内脳波電極を用いた機能Mappingが必要.



本日の内容

1. てんかん外科と術前評価
2. ワダテストとは
3. ワダテストの実際と評価
4. 頭蓋内脳波記録とは
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）
6. 頭蓋内脳波の限界と今後の展望



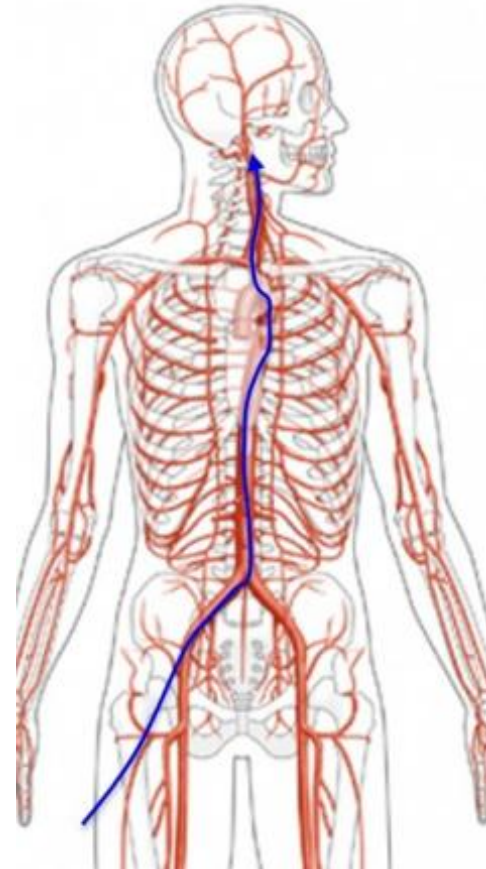
本日の内容

1. てんかん外科と術前評価
2. ワダテストとは
3. ワダテストの実際と評価
4. 頭蓋内脳波記録とは
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）
6. 頭蓋内脳波の限界と今後の展望



2. ワダテストの実際と評価

脳血管撮影用のカテーテルを左右の内頸動脈まで進めて、麻酔薬を注入して同側大脳半球を一過性に麻痺させることで脳機能を評価する。



- ①脳血管撮影
- ②逆行性健忘課題（麻酔薬注入前）
- ③麻酔薬（プロポフォール）注入
- ④言語性課題, 前向性健忘課題
- ⑤失語の消失を確認
- ⑥即時記憶課題, 高次認識機能課題
- ⑦麻痺の回復を確認
- ⑧記憶の確認
- ⑨自覚症状の聴取

対側の脳血管撮影を行い、
最初の麻酔薬注入後から30分以上
の間隔をあけて対側の上記評価



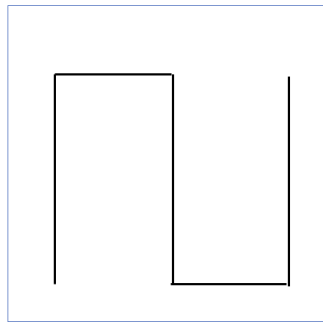
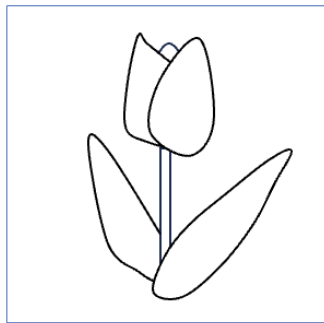
<https://neurosor.kuhp.kyoto-u.ac.jp/patient/disease/dis22/>

2. ワダテストの実際と評価

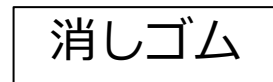
脳血管撮影用のカテーテルを左右の内頸動脈まで進めて、麻酔薬を注入して同側大脳半球を一過性に麻痺させることで脳機能を評価する。

逆行性健忘課題

<視覚> 「これから見せる絵をよく覚えてください」



<触覚> 「これから触るものを、見ないでよく覚えてください」



<聴覚> 「今から言うことをよく覚えてください」

「扇風機」

「上着のポケット」

言語性課題

「住所はどちらですか」、「口を開けて下さい」
「閉じて下さい」、「今日は何曜日ですか」
「では、私のまねをして言って下さい。」
33（さんじゅうさん）、47分の1（よんじゅうななぶんのいち）」

前行性健忘課題

<視覚> , <触覚> , <聴覚>

即時記憶

3桁	5 8 2	2 8 3
4桁	6 4 3 9	3 7 2 9
5桁	4 2 7 3 1	2 6 3 7 1
6桁	6 1 9 4 7 3	5 1 7 2 6 9

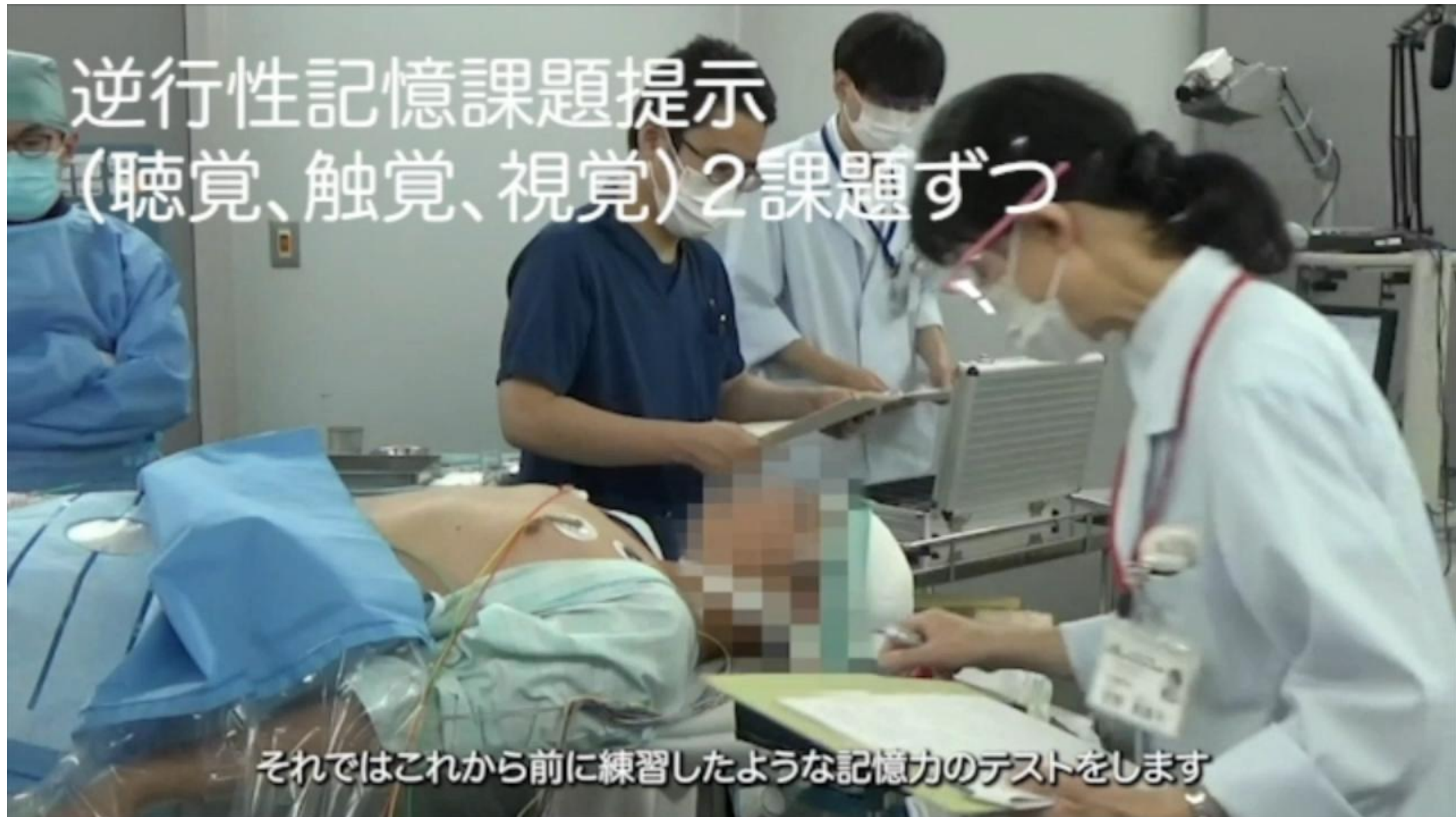
高次認識機能課題

2つのものの共通点を答えて下さい。

「にんじんときゃべつ」「机と本棚」「自転車と飛行機」



2. ワダテストの実際と評価



2. ワダテストの実際と評価

脳血管撮影用のカテーテルを左右の内頸動脈まで進めて、麻酔薬を注入して同側大脳半球を一過性に麻痺させることで脳機能を評価する。

《記憶》

		逆向性得点			前向性得点			
		0	1	2	0	1	2	3
練習	聴覚	+	+	+	+	+	+	+
	視覚	+	+	+	+	+	+	+
	触覚	+	+	+	+	+	+	+
右脳	聴覚	+	+	+	+	+	+	+
麻痺 — 左脳	聴覚	+	+	+	+	+	+	+
	視覚	+	+	+	+	+	+	+
	触覚	+	+	+	+	+	+	+

逆行性記憶

麻酔薬注入前の記憶

前向性記憶

麻酔薬注入以降の記憶

患側の麻酔薬注入で記憶機能検査成績が67%以上であれば、患側切除後に記憶障害のリスクが少ない。



本日の内容

1. てんかん外科と術前評価
2. ワダテストとは
3. ワダテストの実際と評価
4. 頭蓋内脳波記録とは
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）
6. 頭蓋内脳波の限界と今後の展望



本日の内容

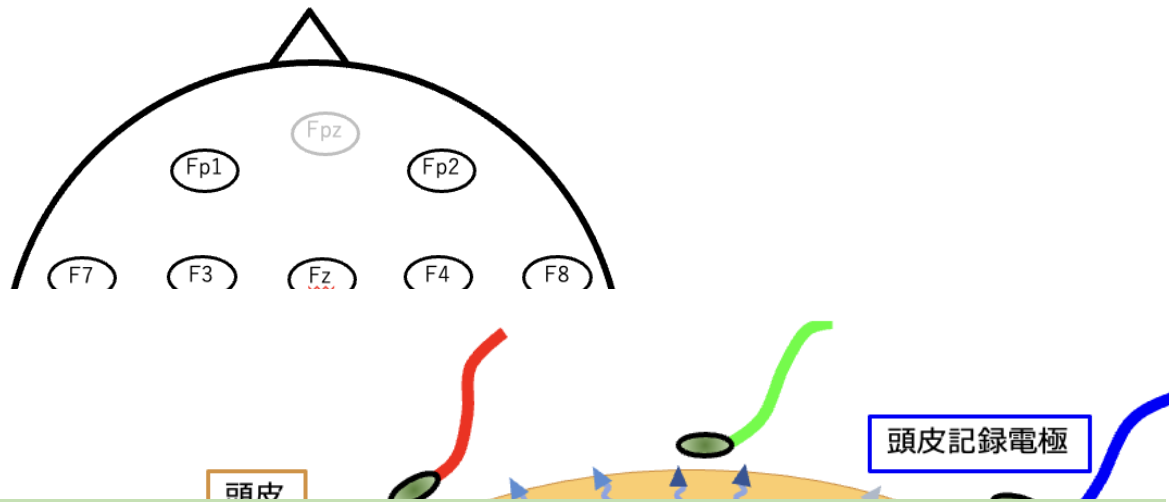
1. てんかん外科と術前評価
2. ワダテストとは
3. ワダテストの実際と評価
4. 頭蓋内脳波記録とは
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）
6. 頭蓋内脳波の限界と今後の展望



4. 頭蓋内脳波記録とは

頭蓋内に電極を留置し, てんかん原性領域をより正確に推定する.

頭皮上脳波記録 (国際10-20法)



- ・ 導体 (脳脊髄液, 頭蓋骨, 頭皮) の抵抗値によって, 電位は約1/10程度に減衰する.
- ・ 6~10cm²以上の広さの大脑皮質が同時に活動しないと, 頭皮上では脳波が記録されない.

→頭皮上脳波による電気活動の情報は, かなり希釈されたものである.

頭蓋内脳波記録 (硬膜下電極/脳深部脳波記録電極)

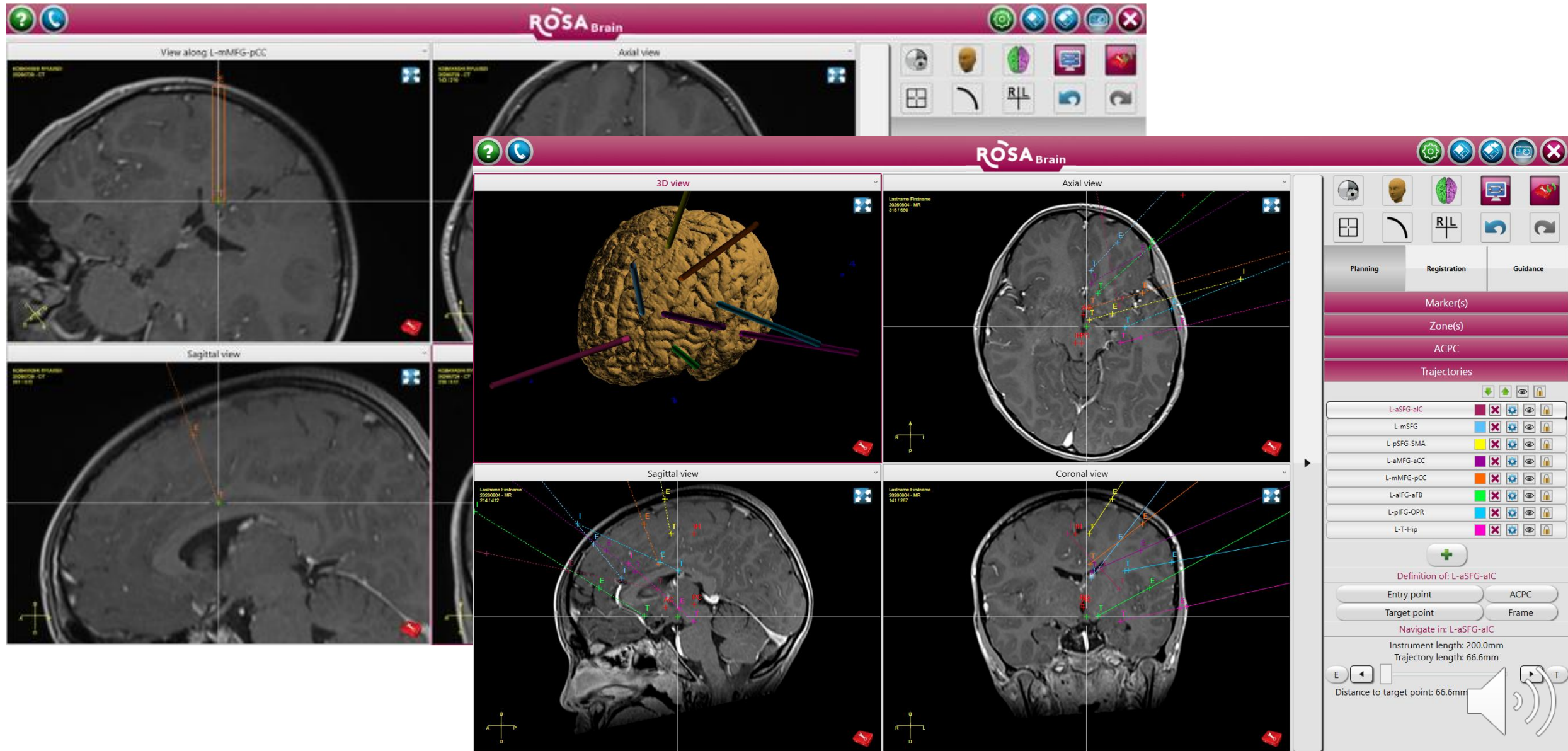


- ・ 硬膜下電極記録では約1cm間隔で脳表をsampling.
- ・ 脳深部脳波記録では各コンタクト周囲の数mm程度をsampling.

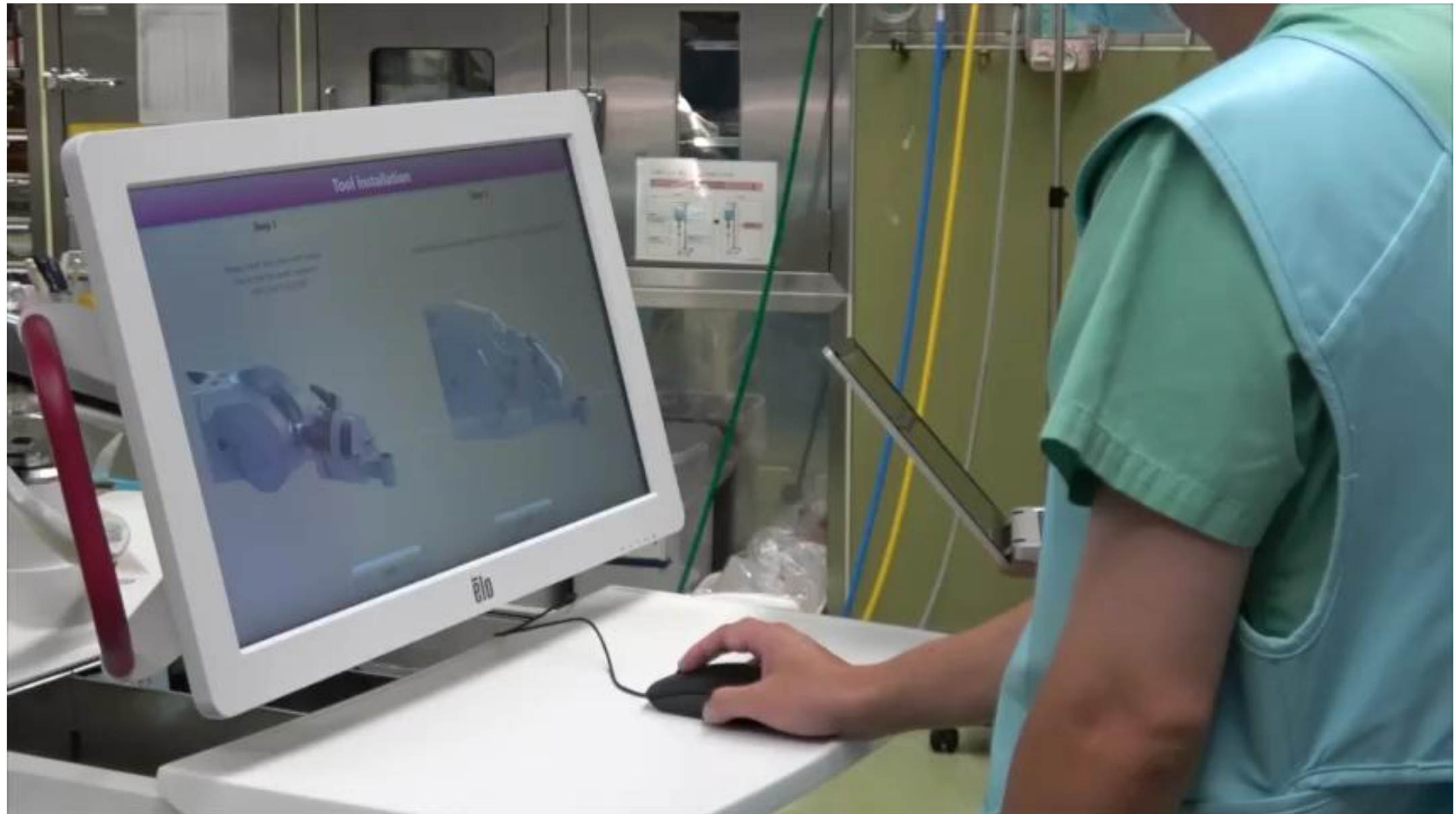
→脳から直接電気活動を記録可能である.



定位的脳深部脳波記録電極留置術の実際



定位的脳深部脳波記録電極留置術の実際



本日の内容

1. てんかん外科と術前評価
2. ワダテストとは
3. ワダテストの実際と評価
4. 頭蓋内脳波記録とは
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）
6. 頭蓋内脳波の限界と今後の展望



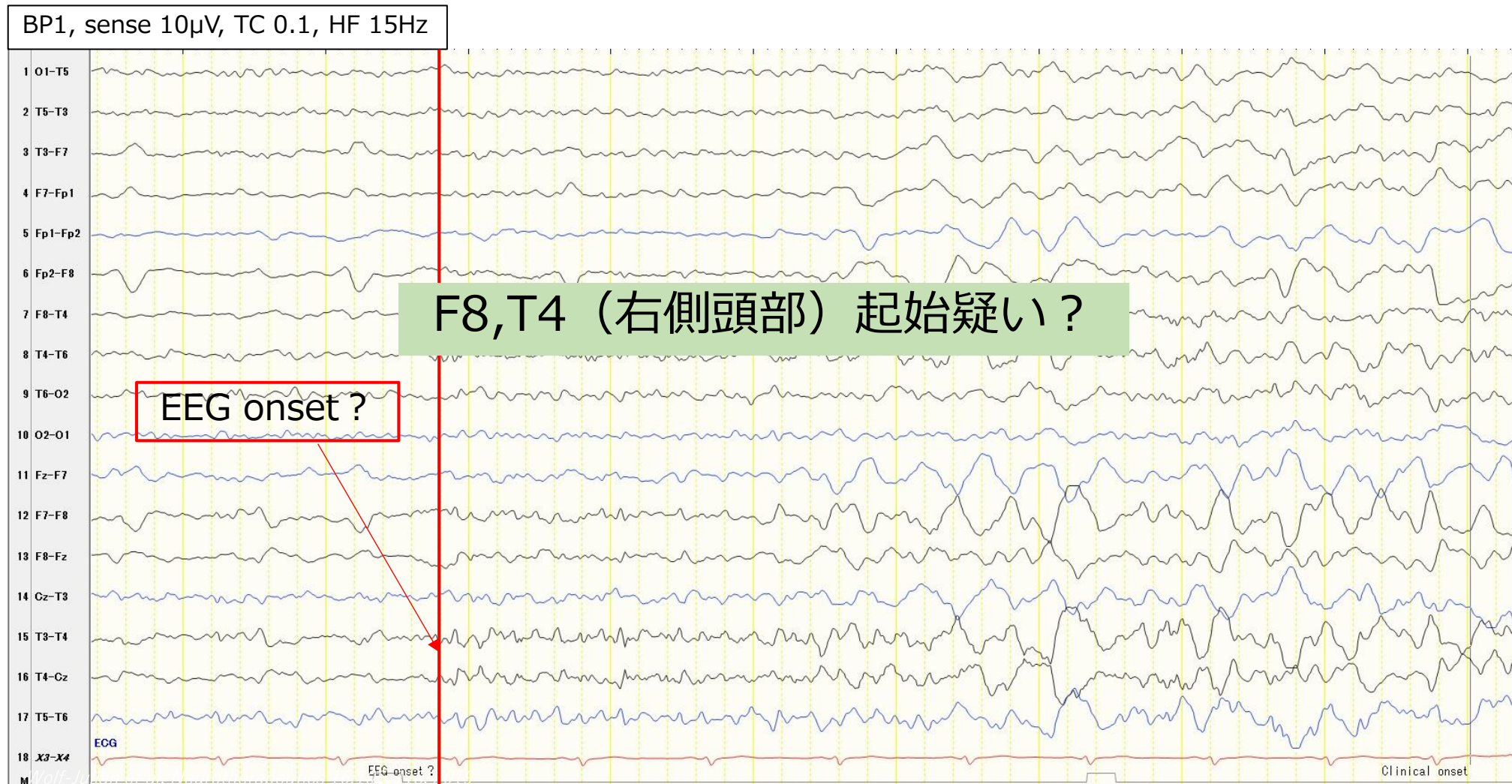
本日の内容

1. てんかん外科と術前評価
2. ワダテストとは
3. ワダテストの実際と評価
4. 頭蓋内脳波記録とは
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）
6. 頭蓋内脳波の限界と今後の展望



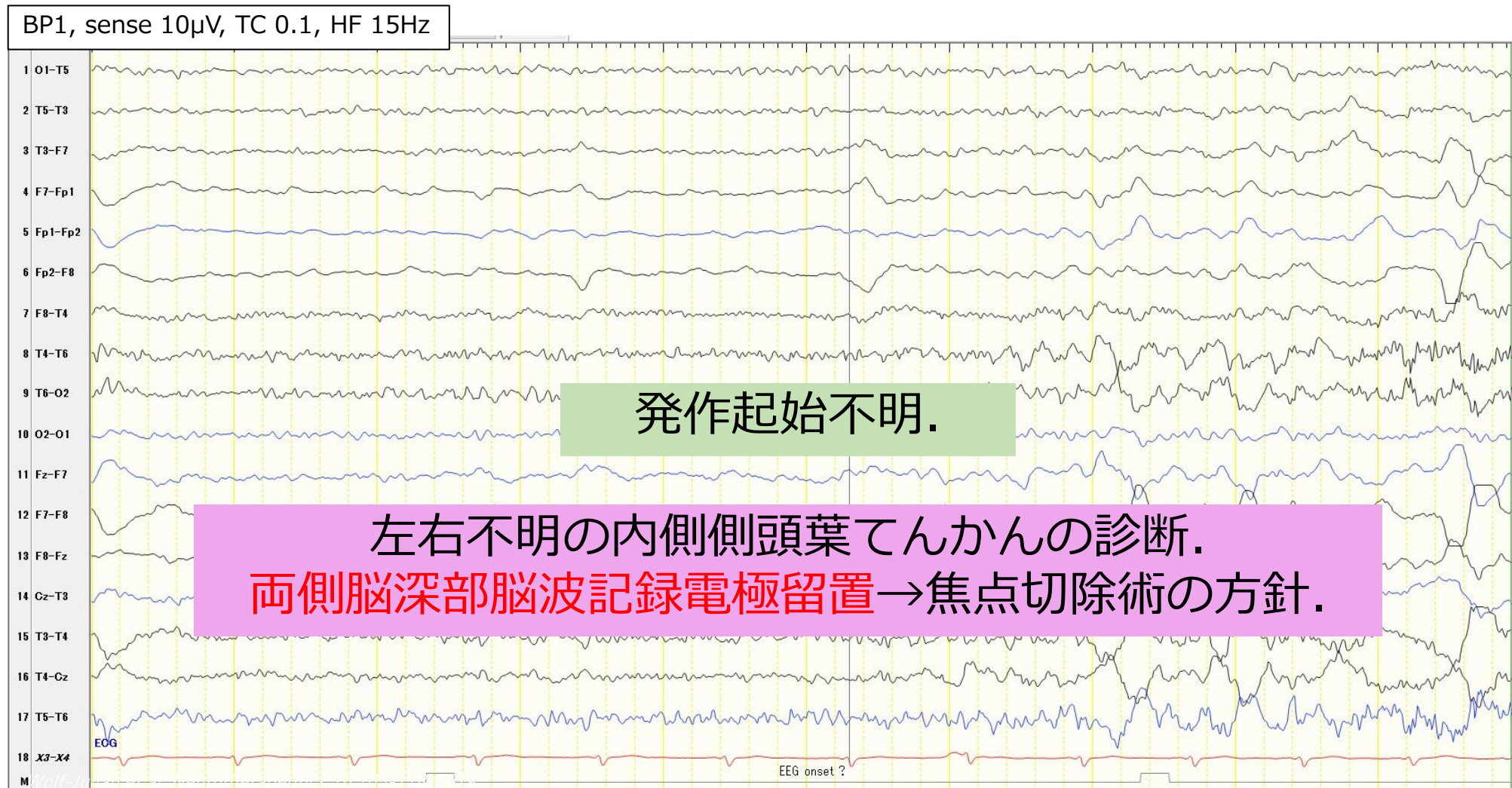
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）

20代女性 内側側頭葉てんかん疑い
— 頭皮上脳波記録（発作1） —



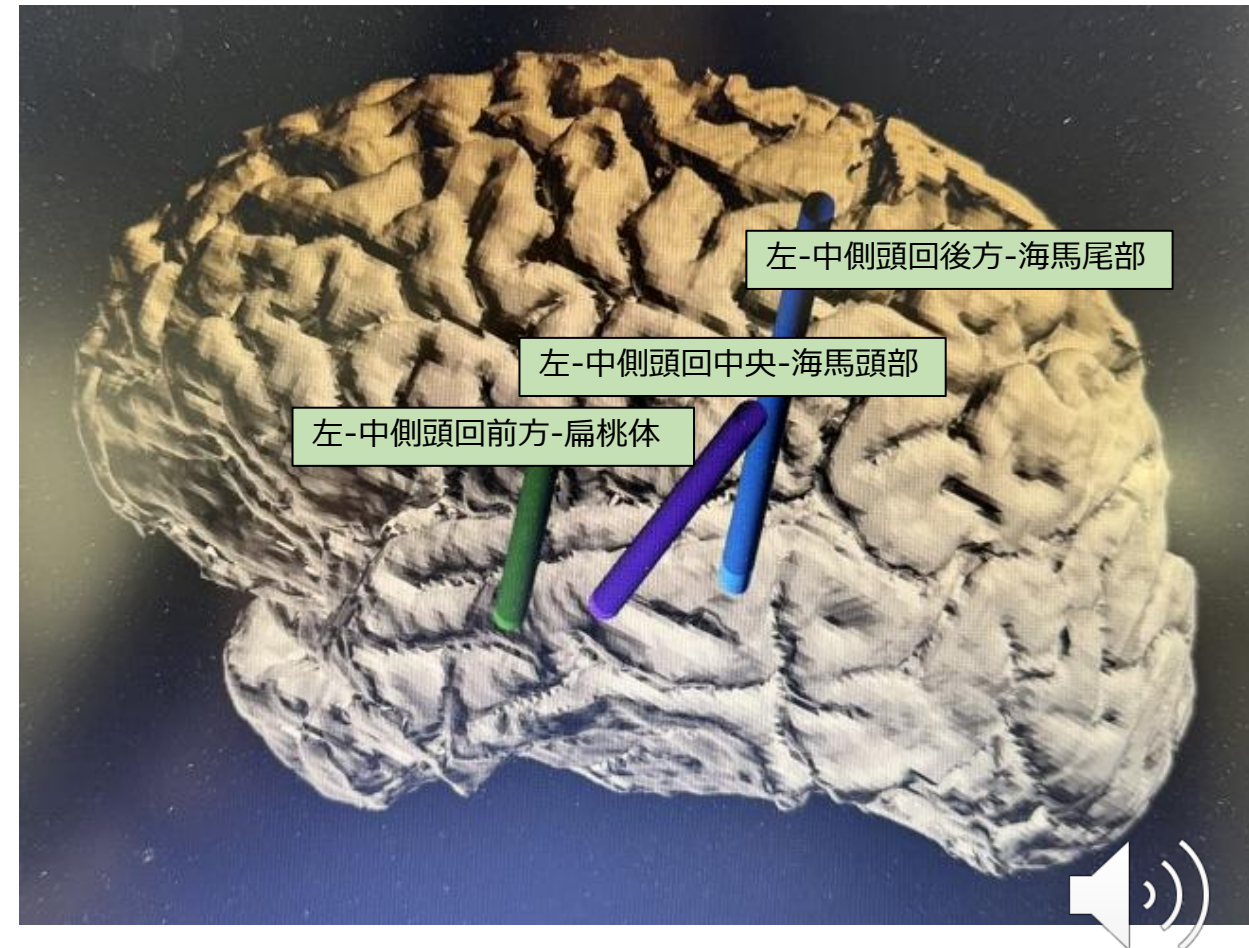
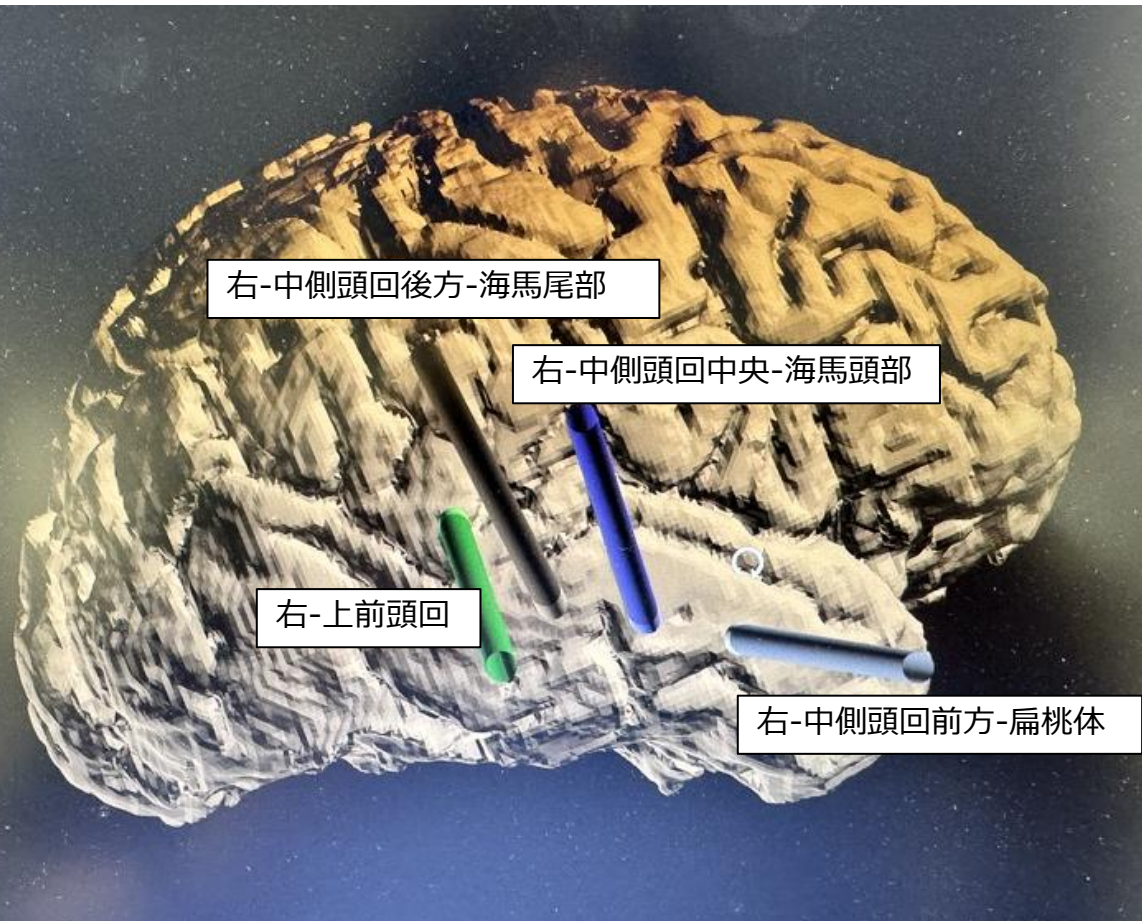
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）

20代女性 内側側頭葉てんかん疑い
— 頭皮上脳波記録（発作2） —



5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）

20代女性 内側側頭葉てんかん疑い
— 頭蓋内脳波（脳深部脳波記録） —

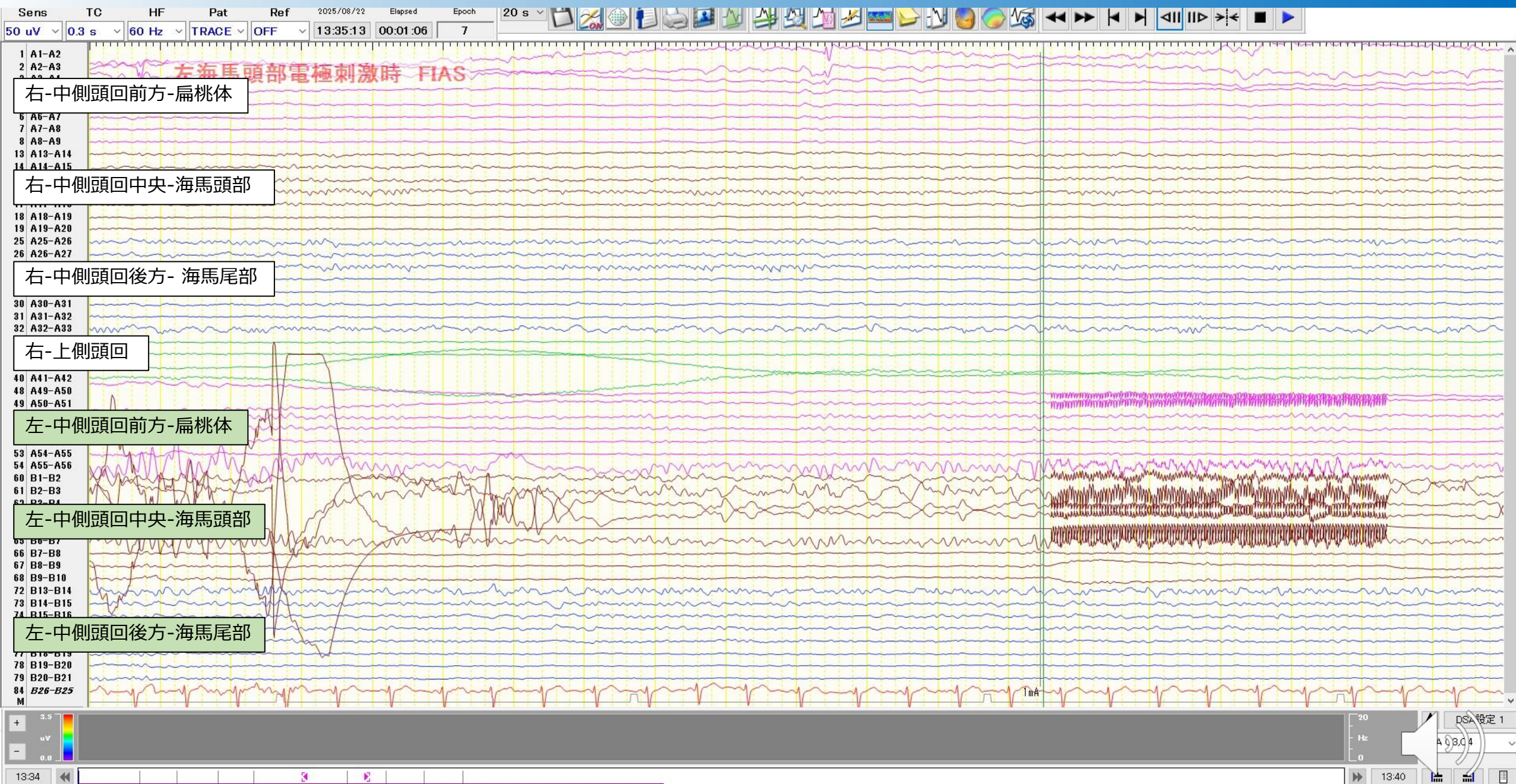


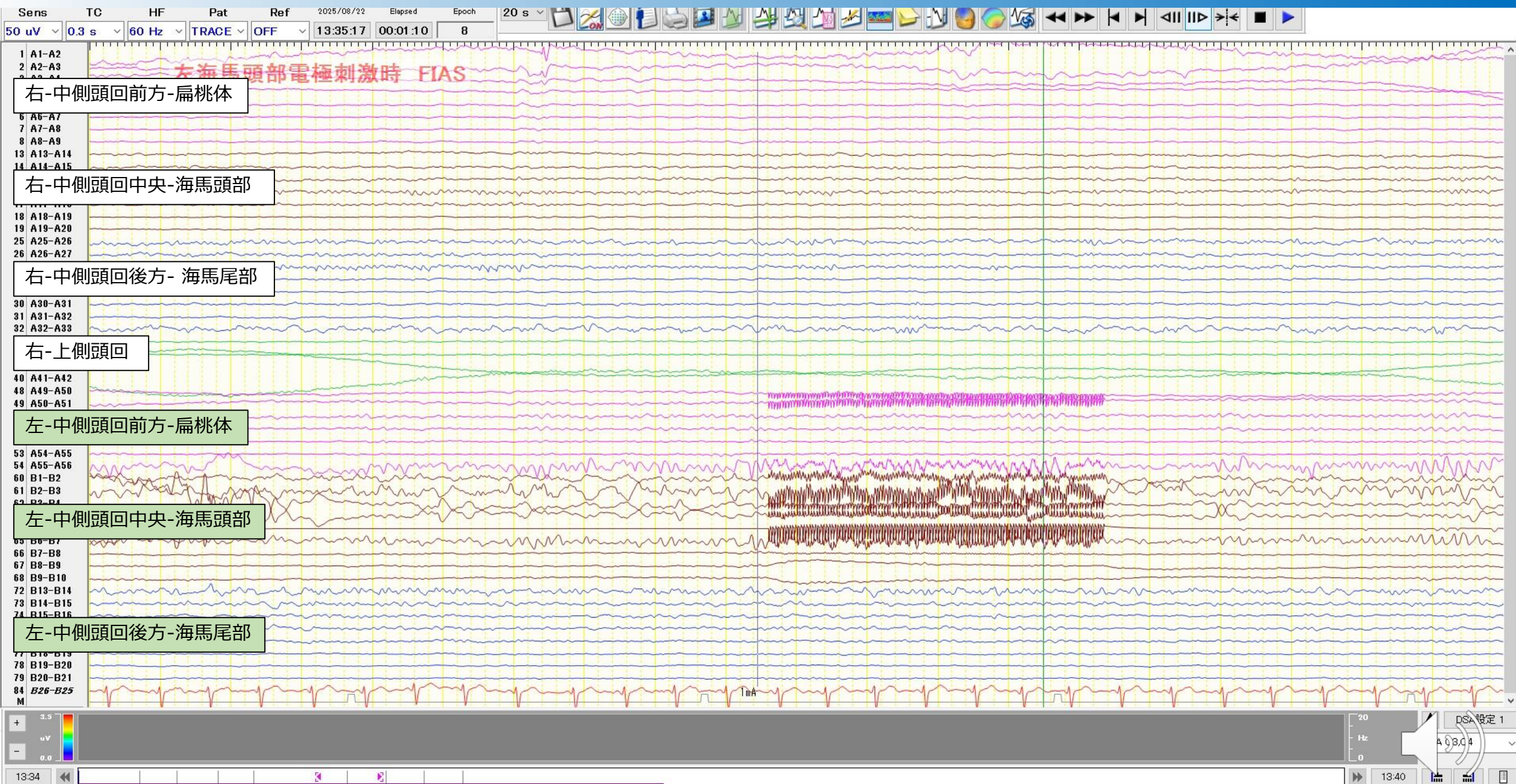
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）

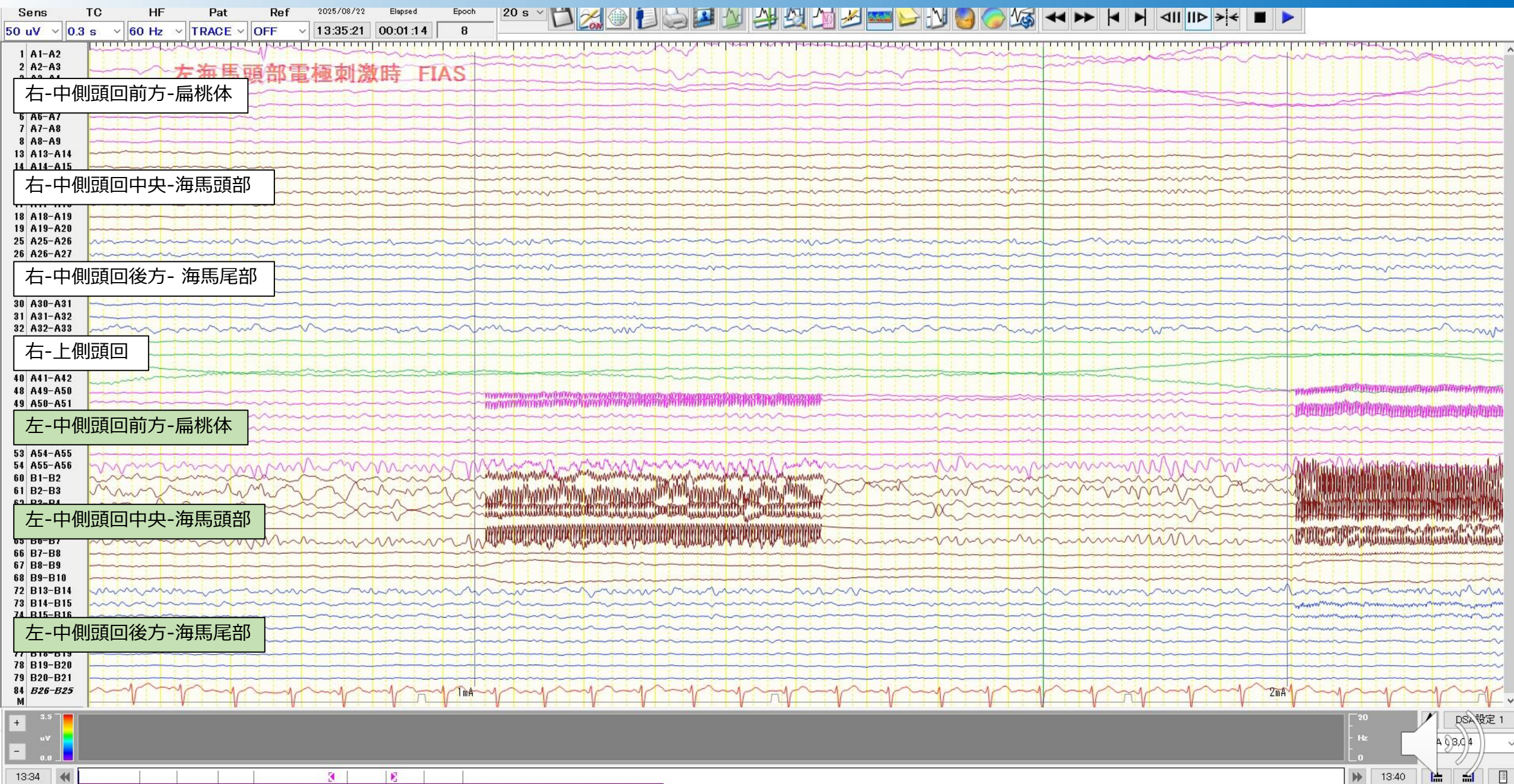
20代女性 内側側頭葉てんかん疑い
— 頭蓋内脳波（脳深部脳波記録） —

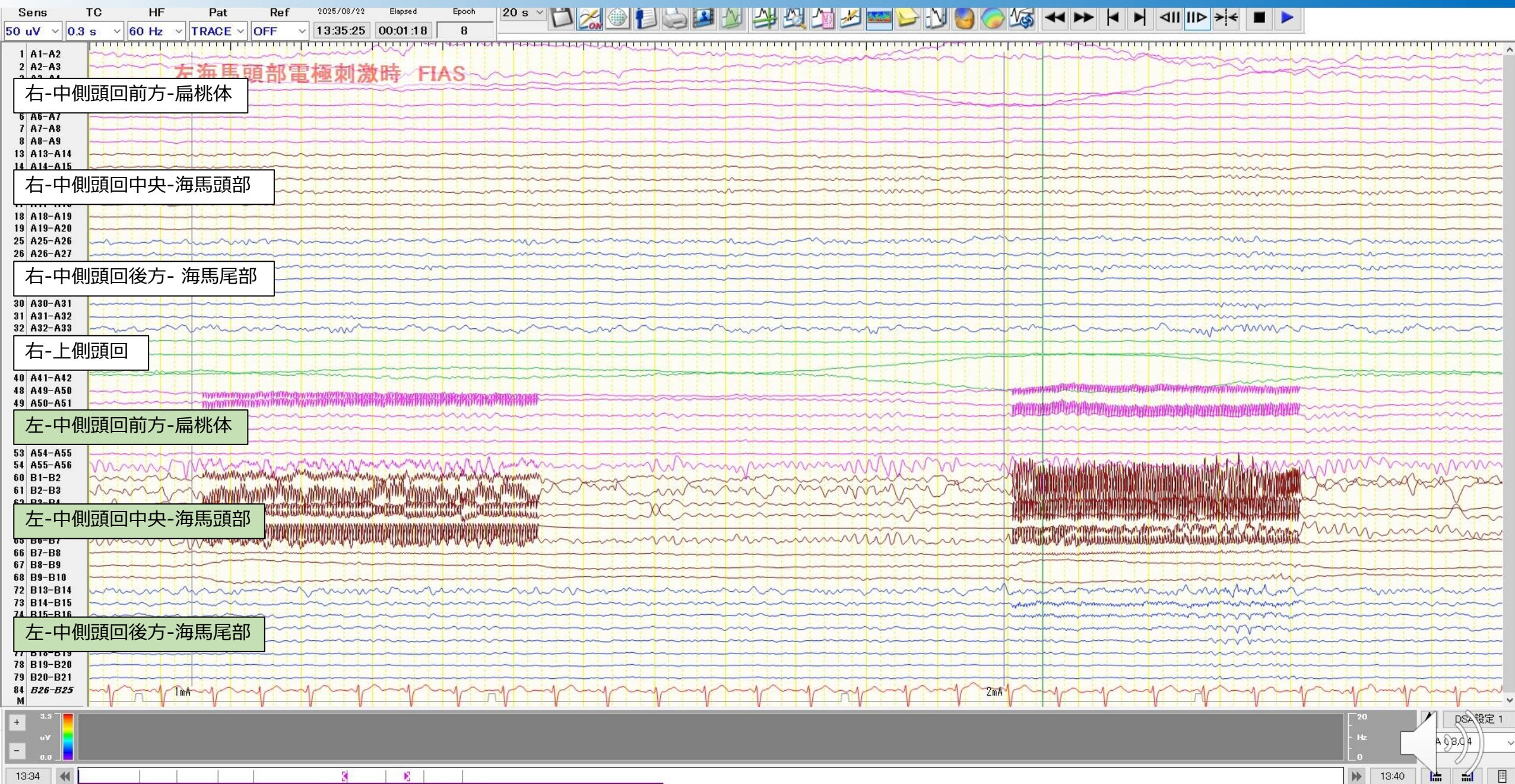
発作 1 （左海馬頭部試験刺激中）

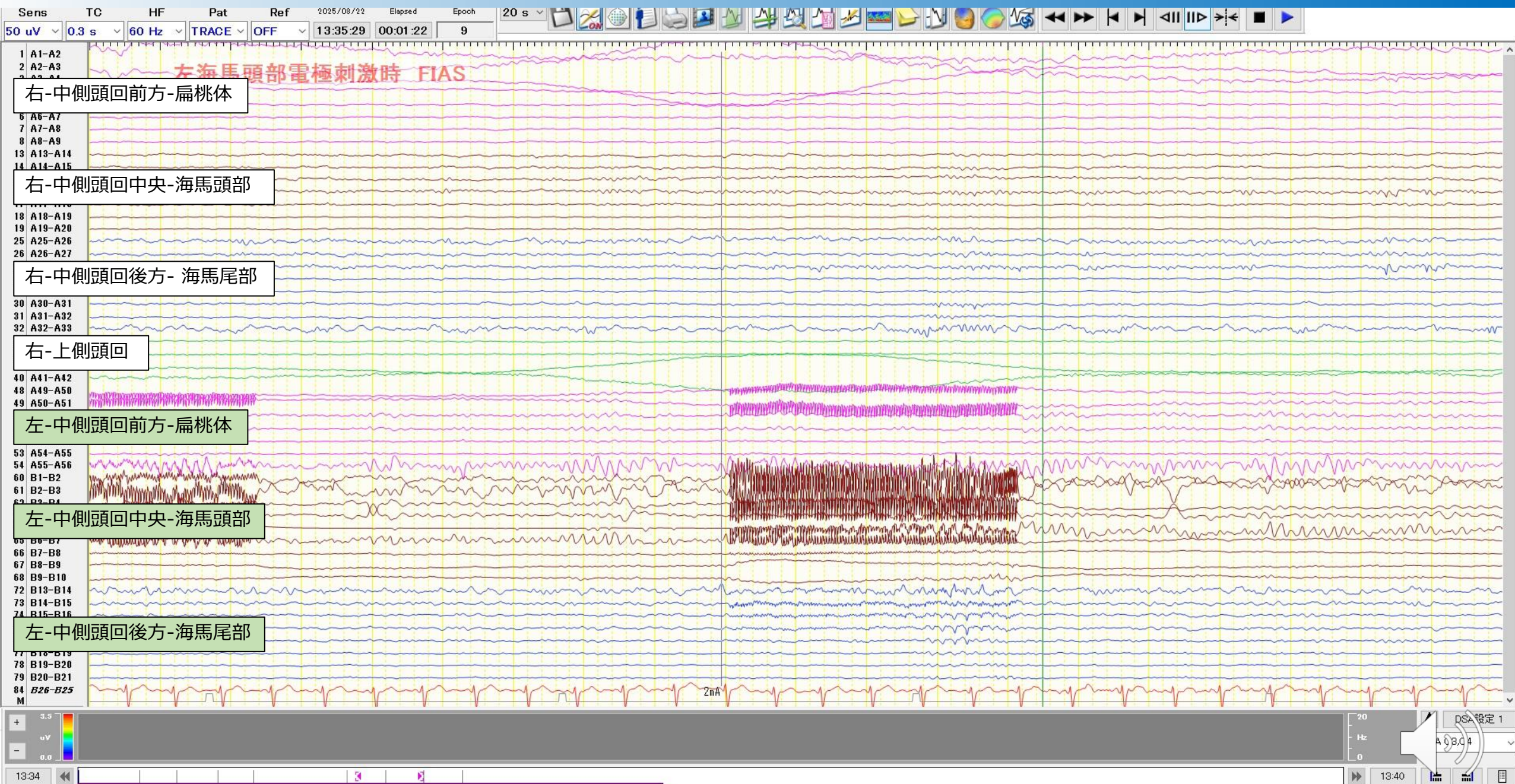


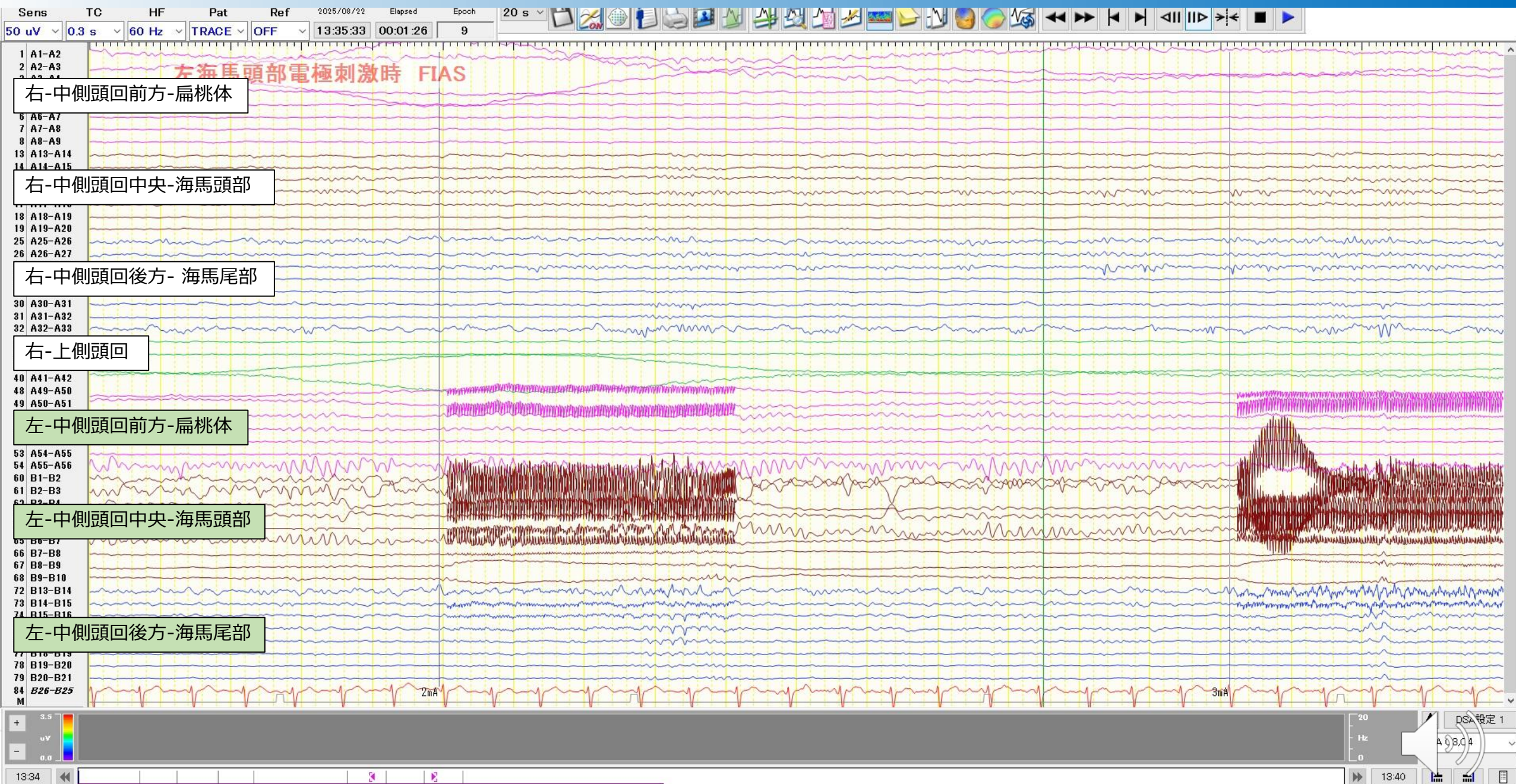


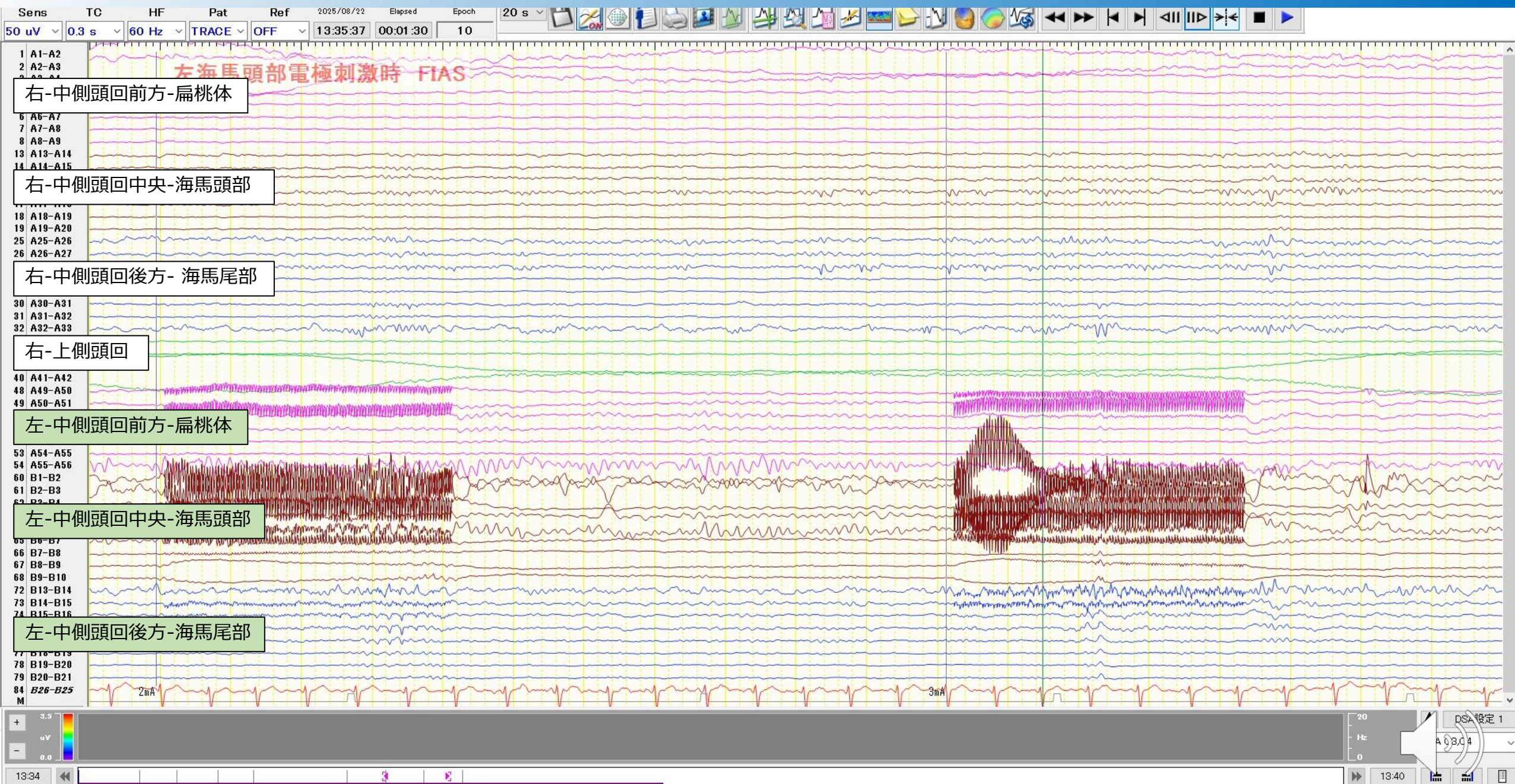


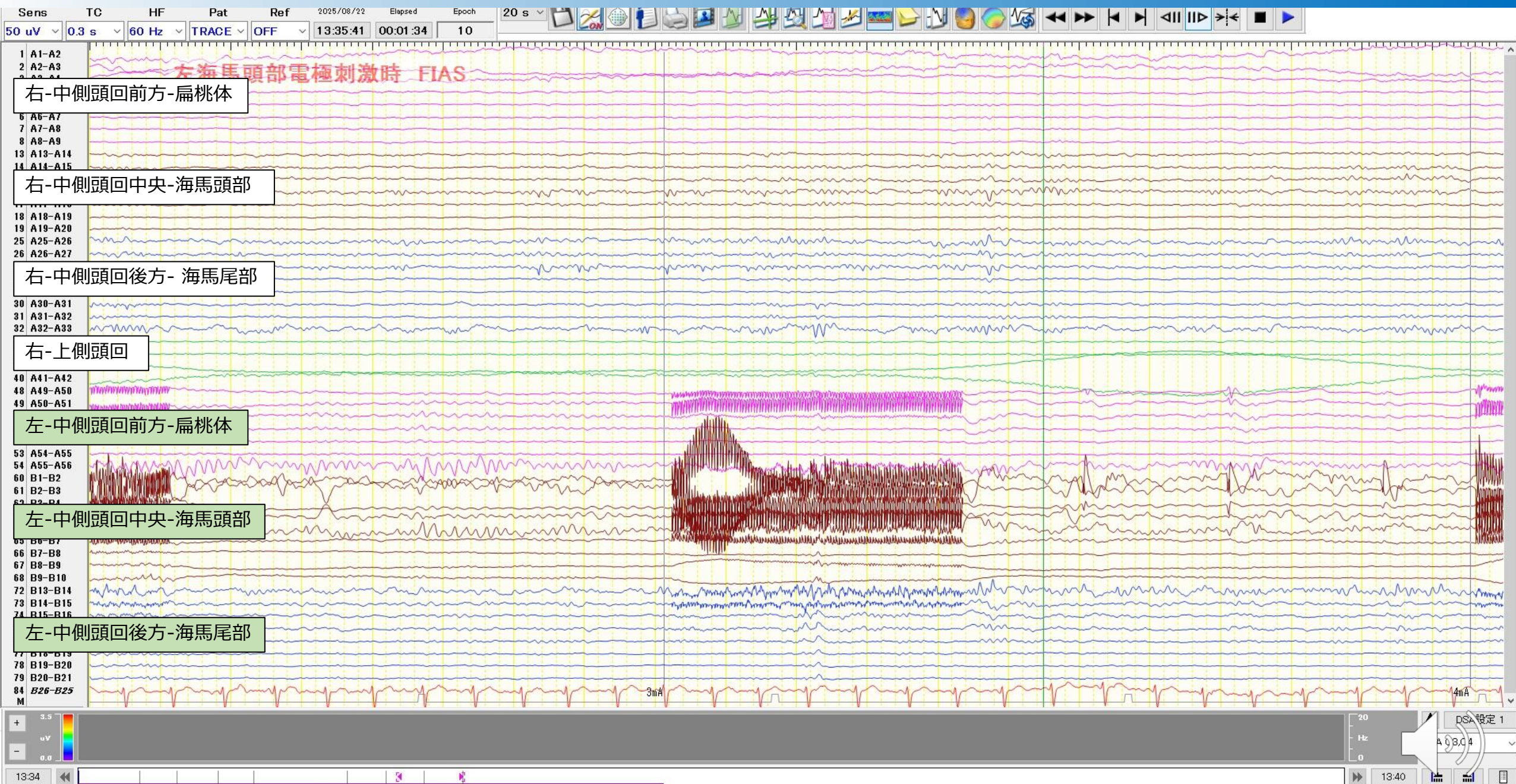


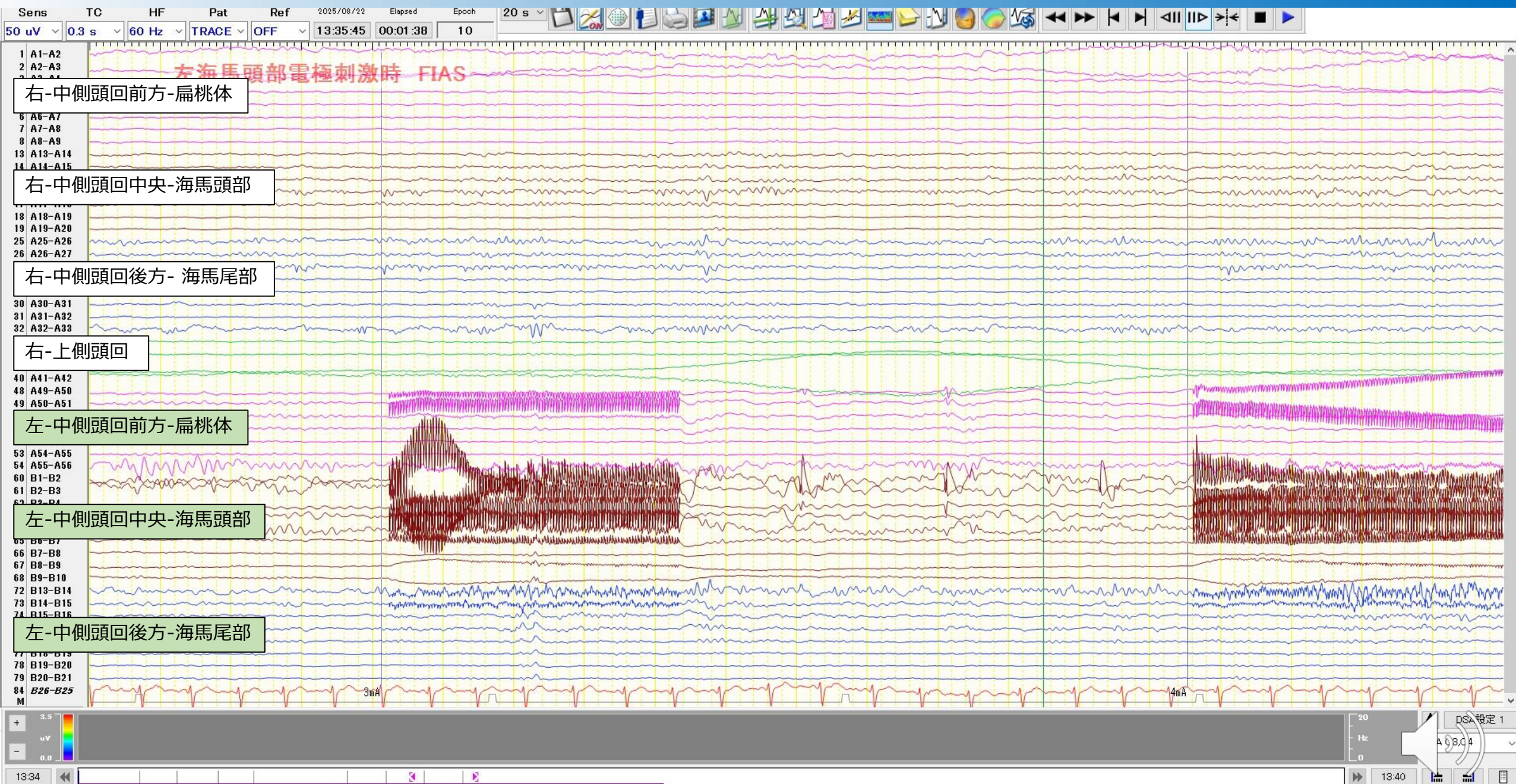


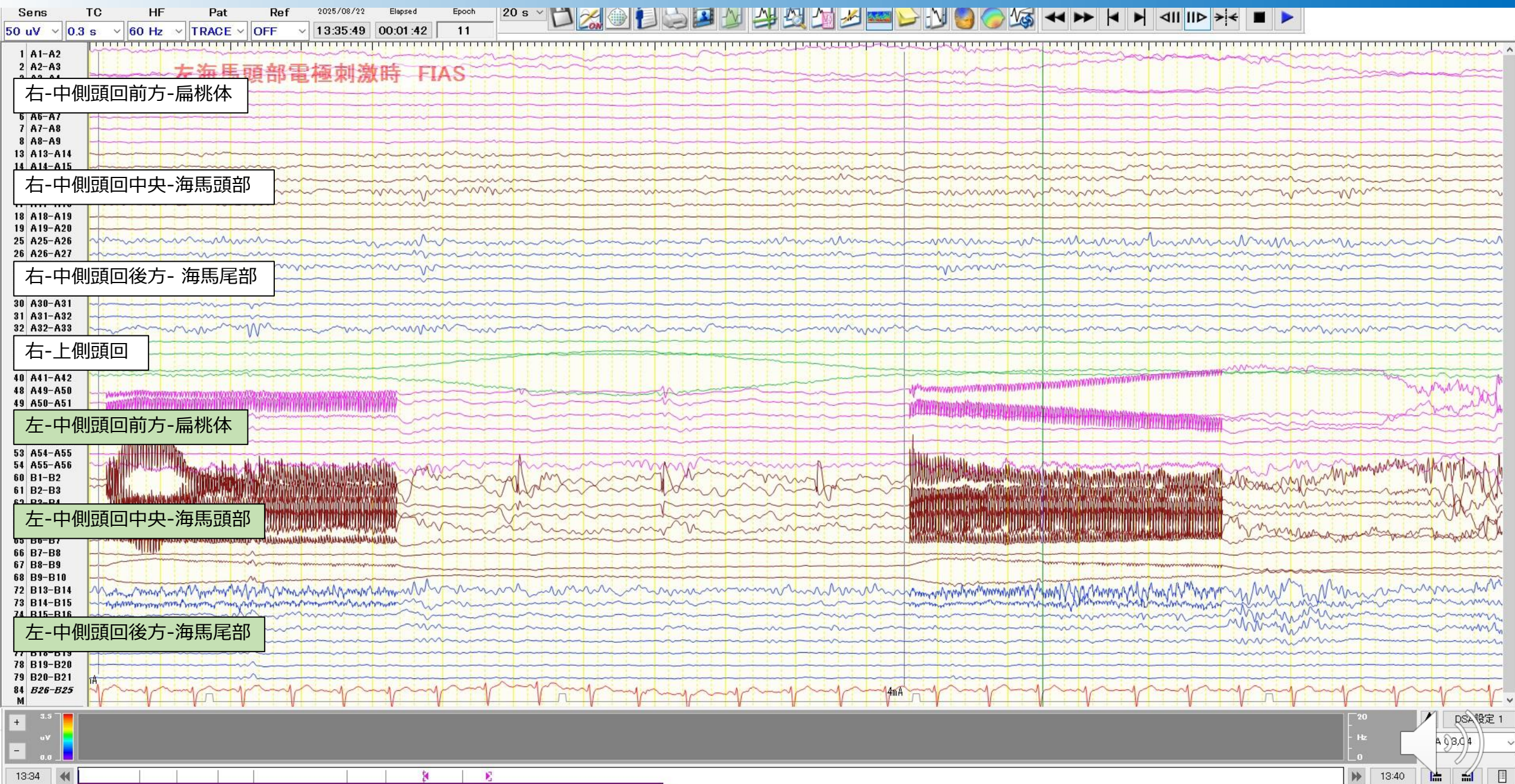


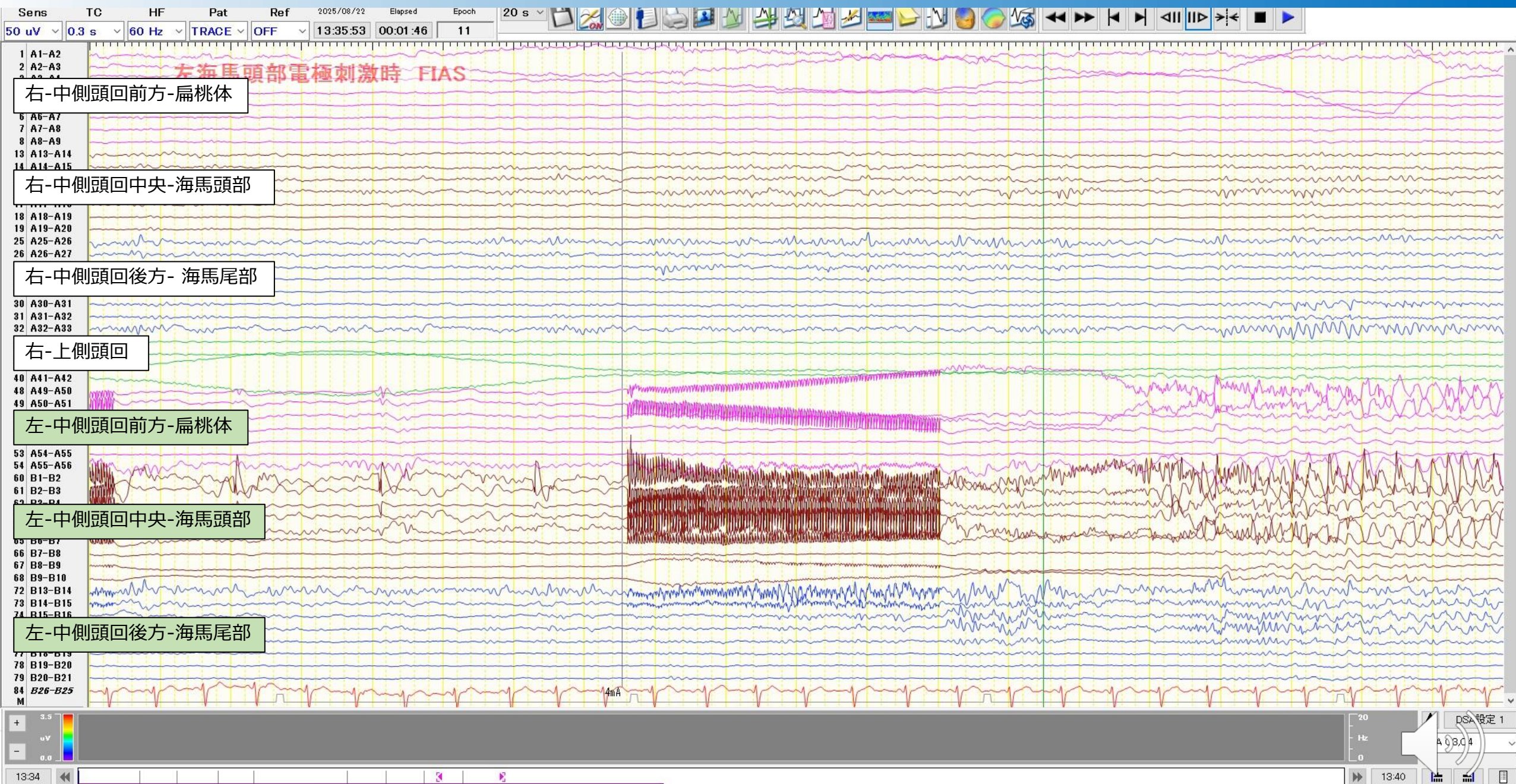


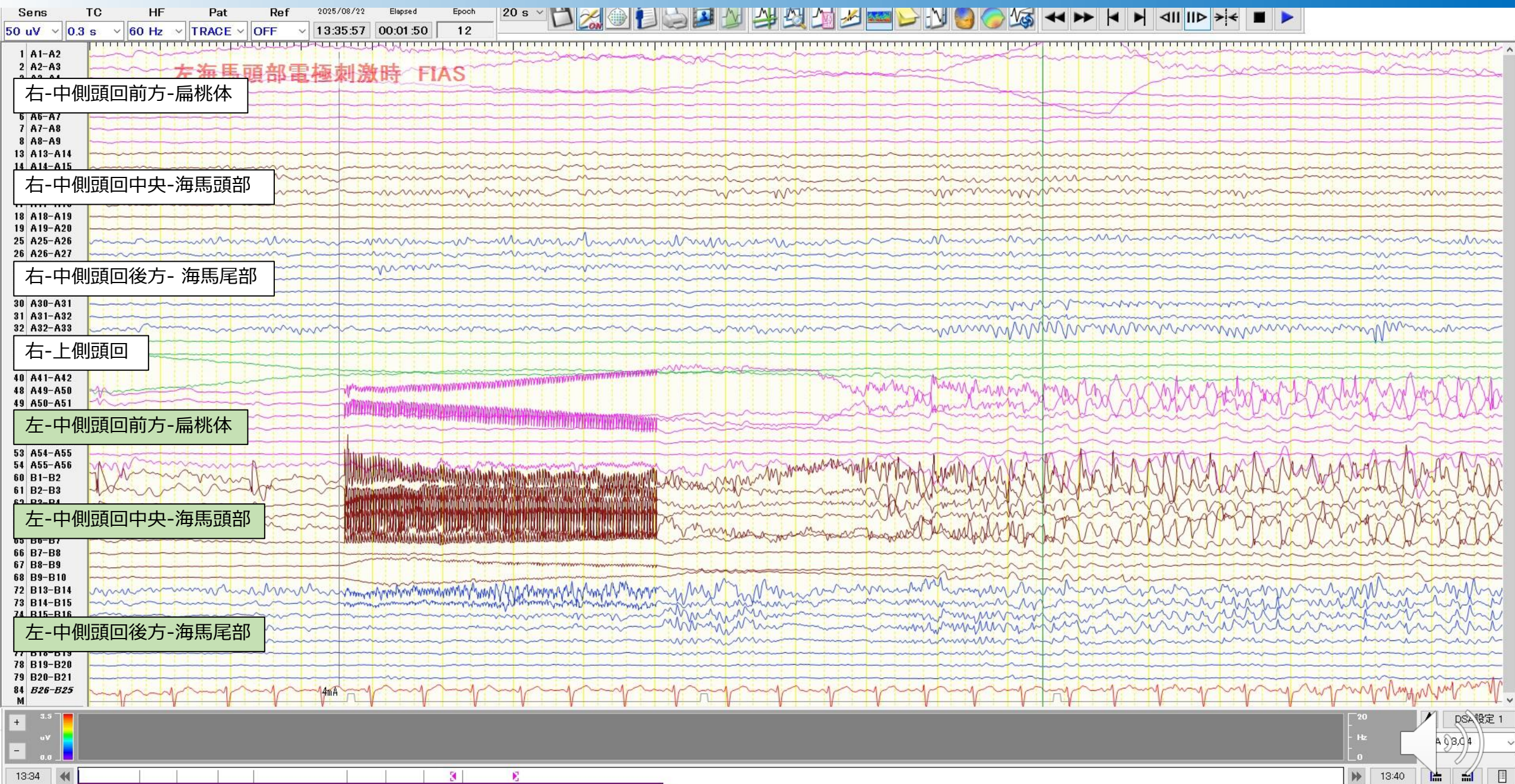


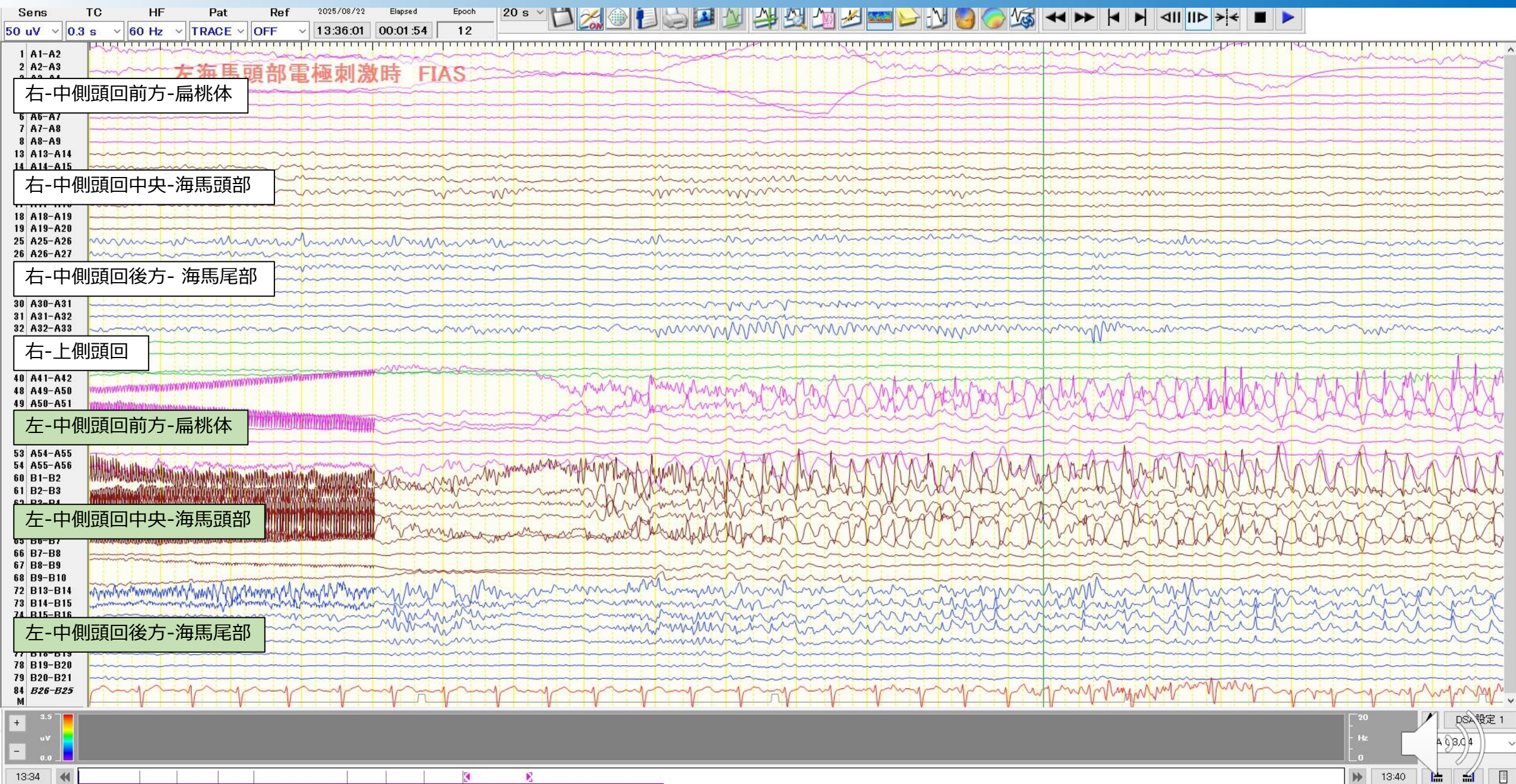


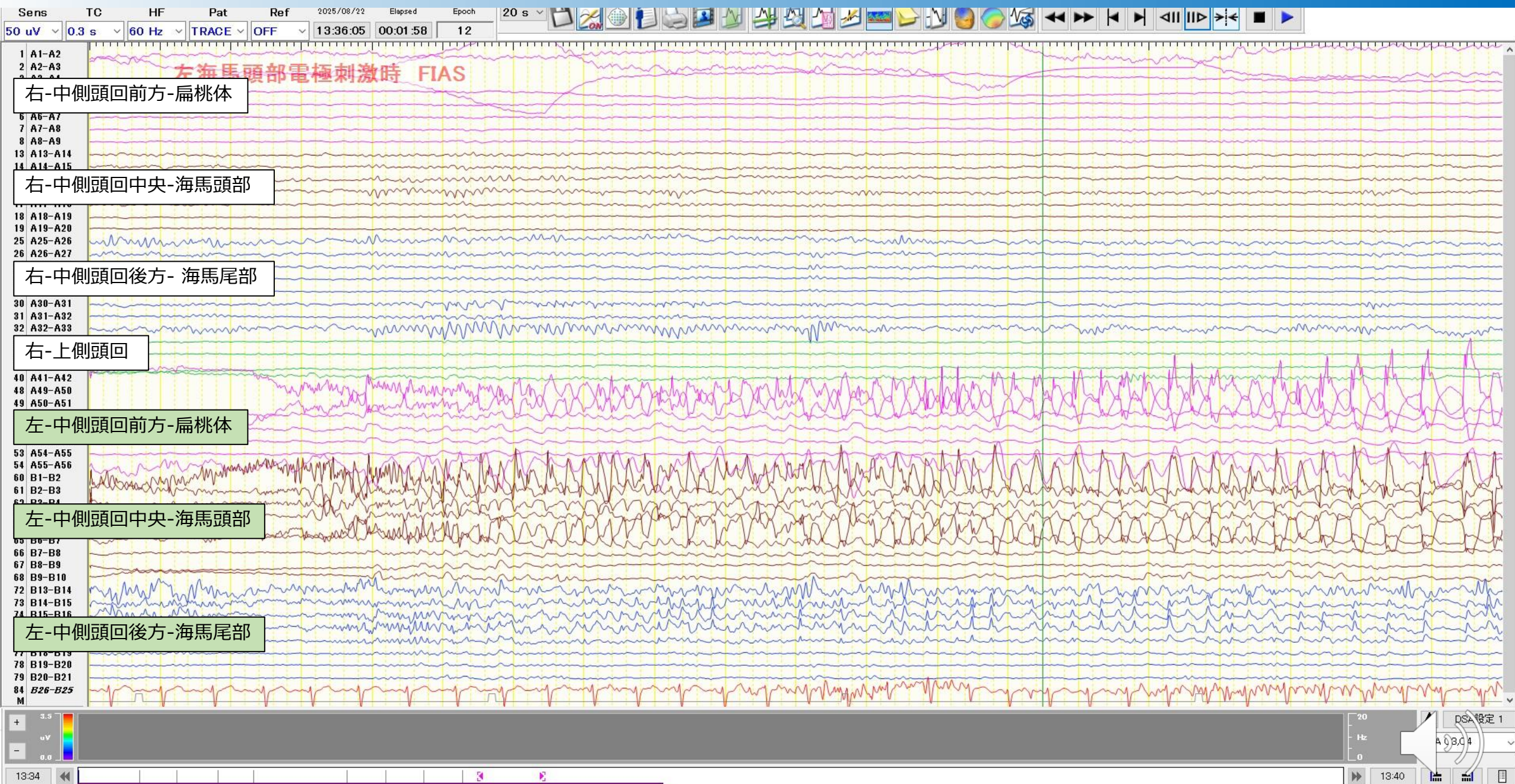


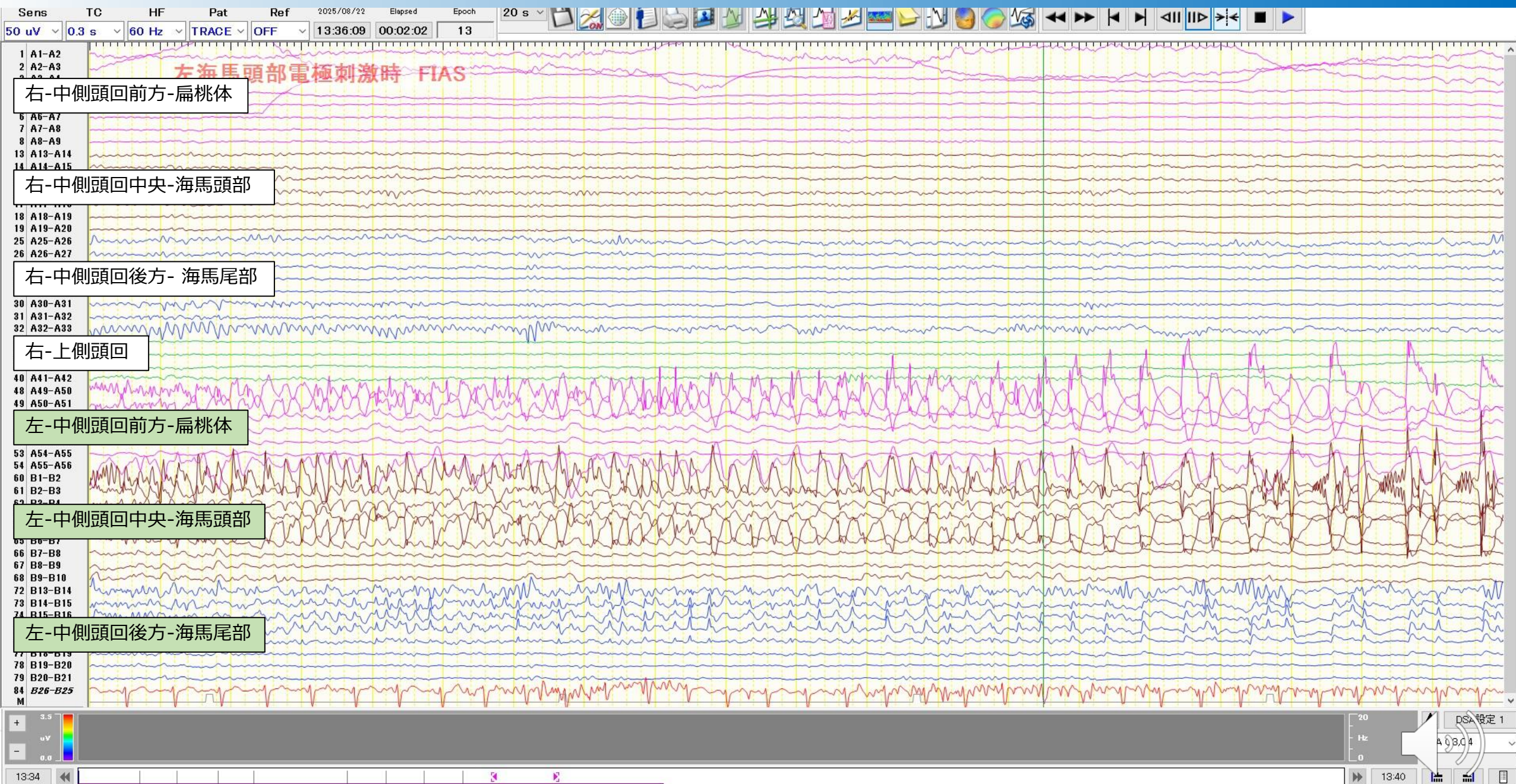






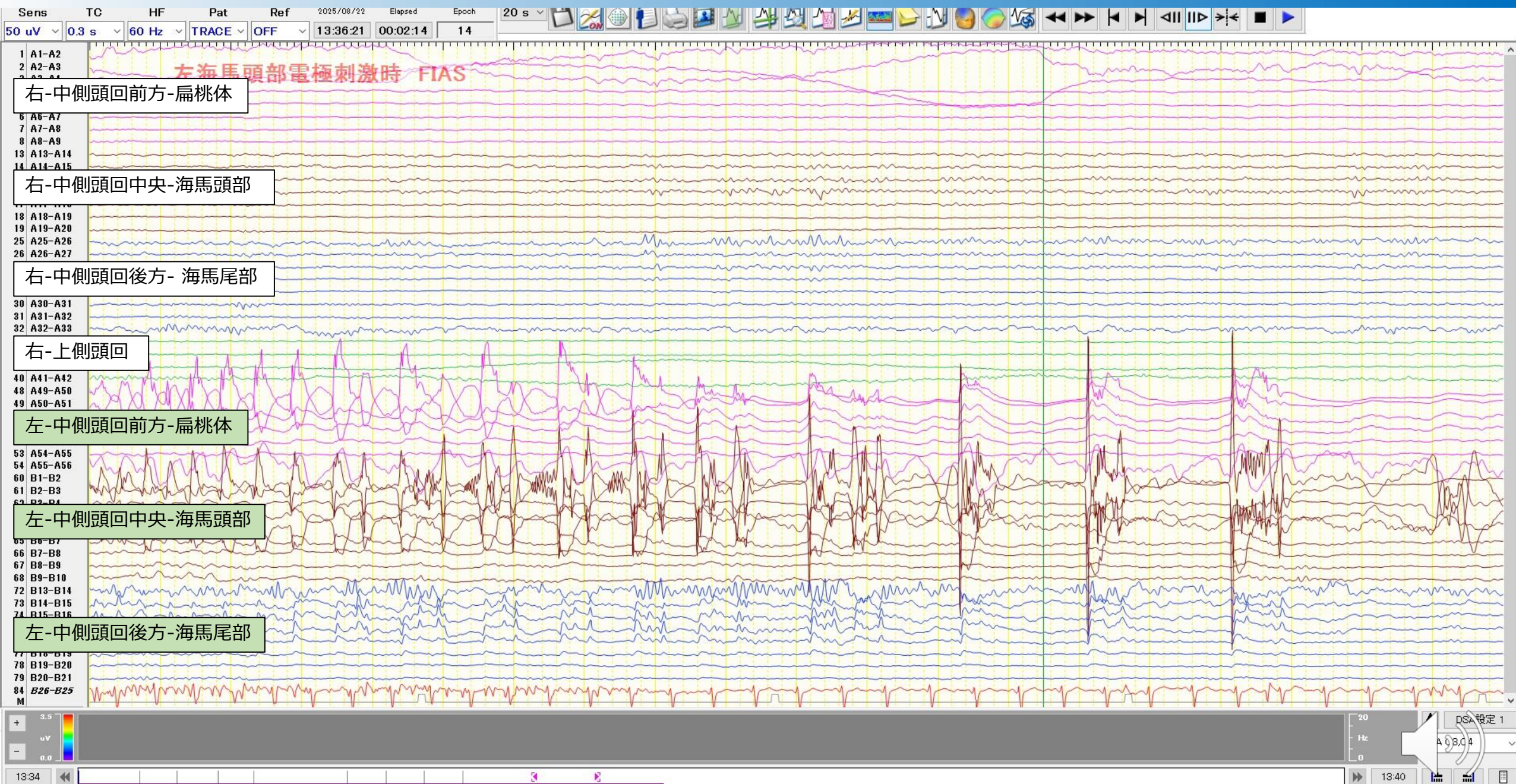


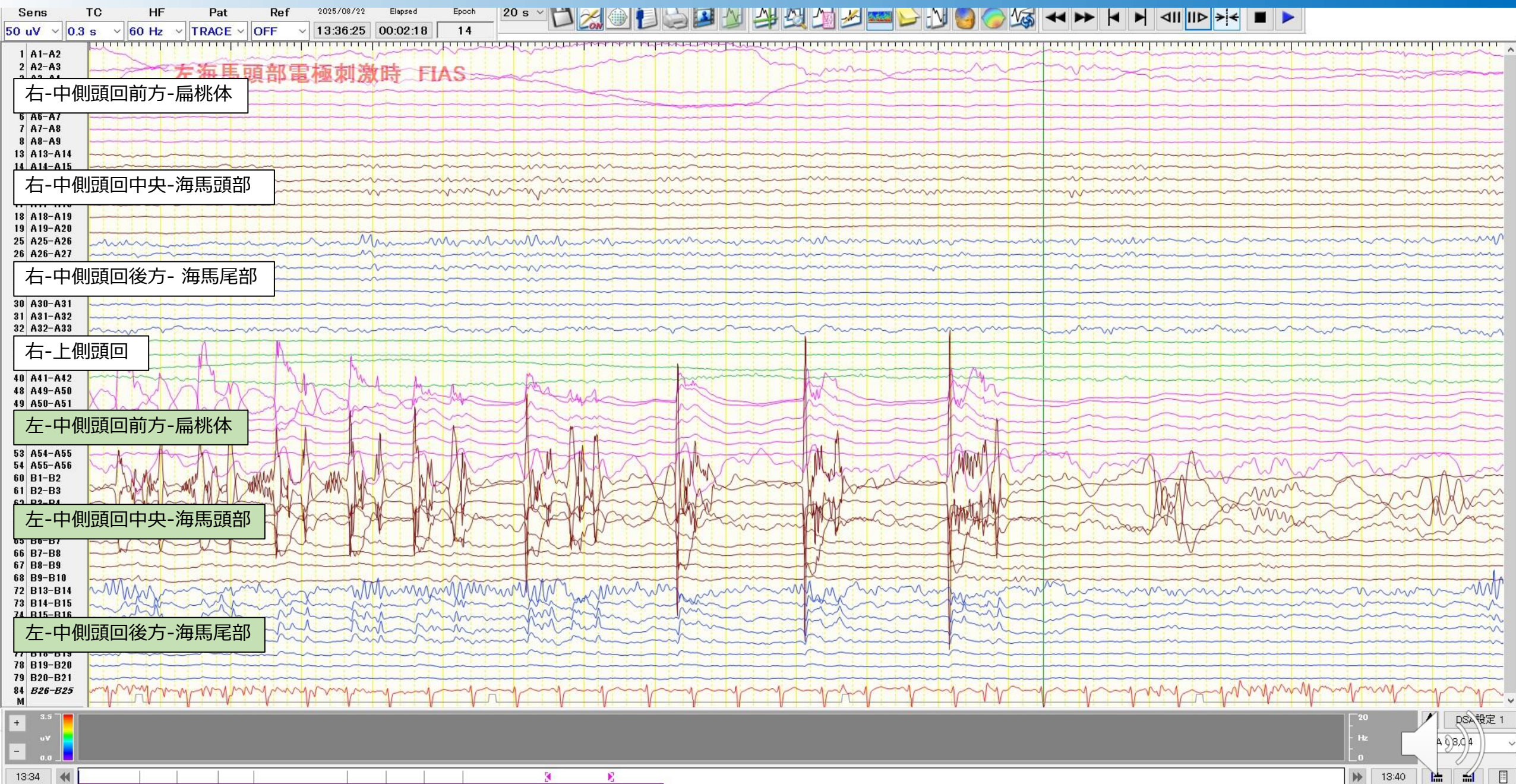


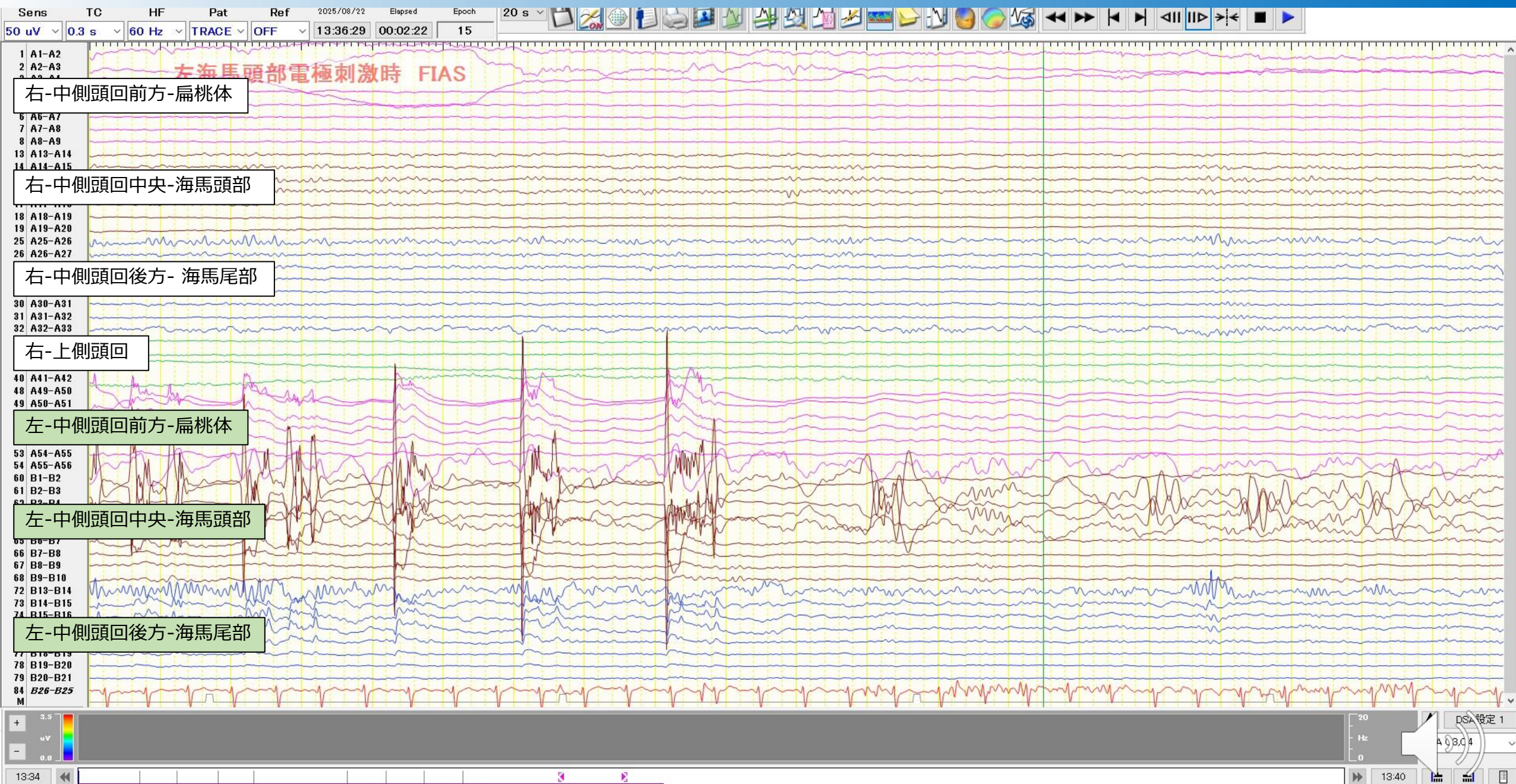


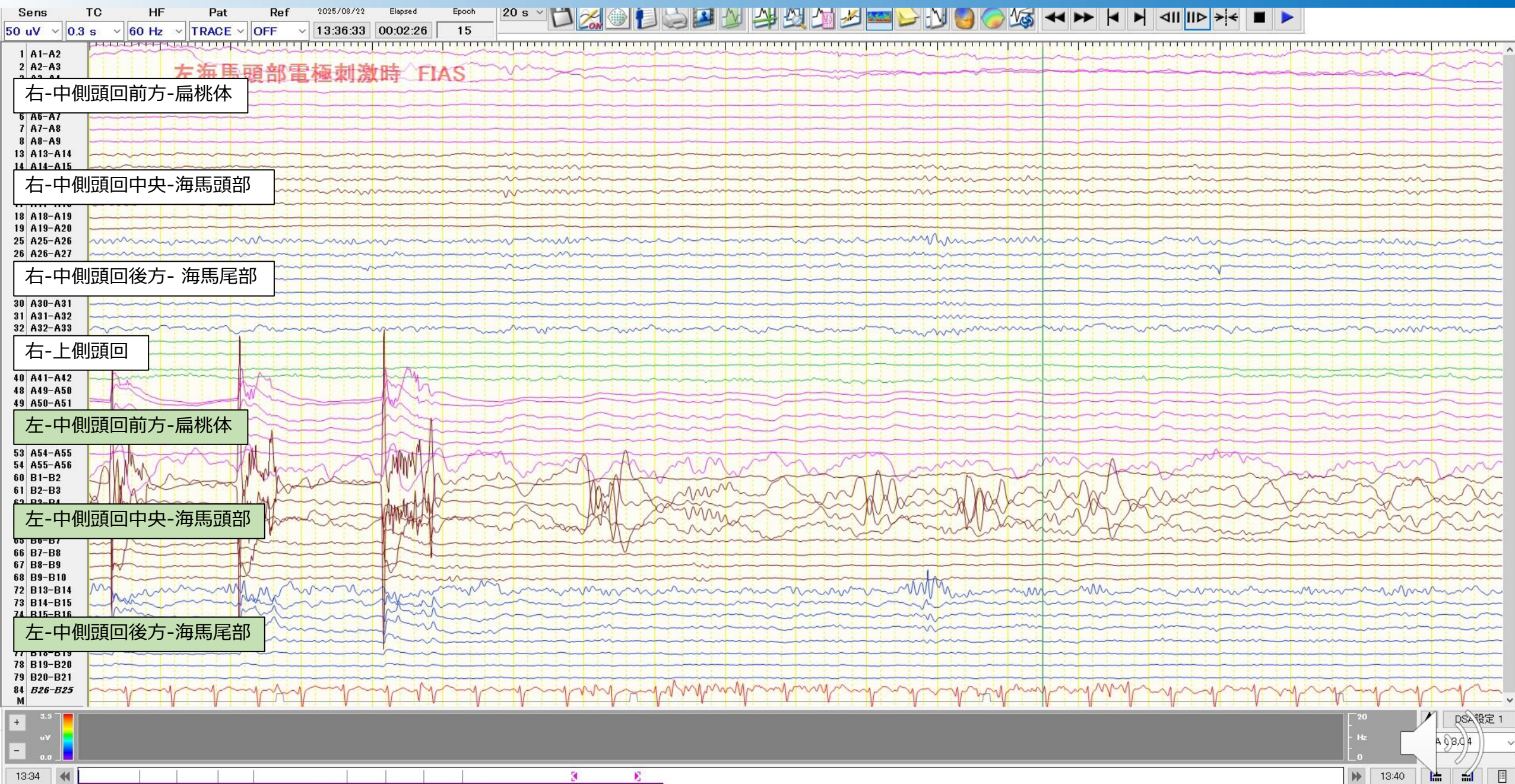


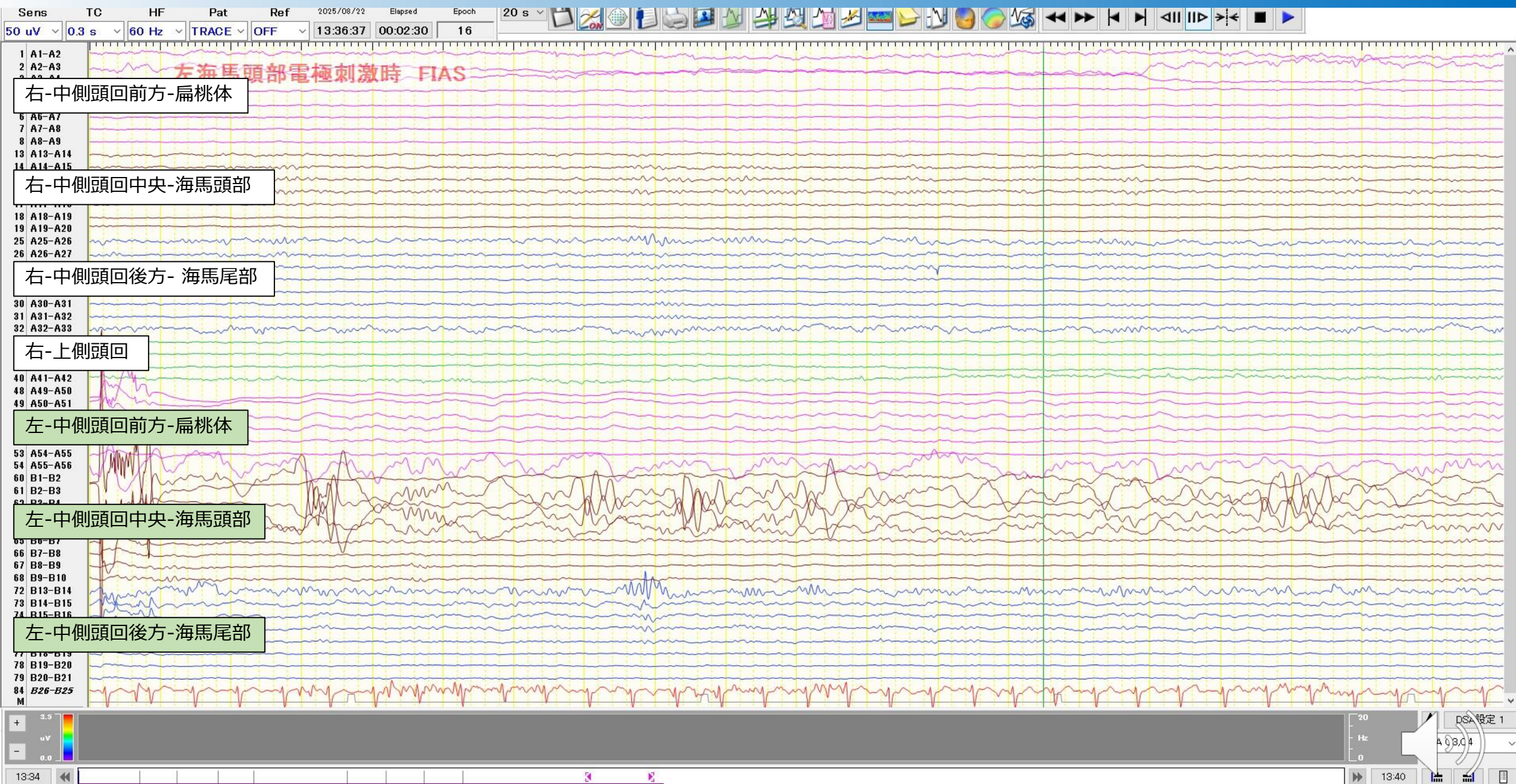










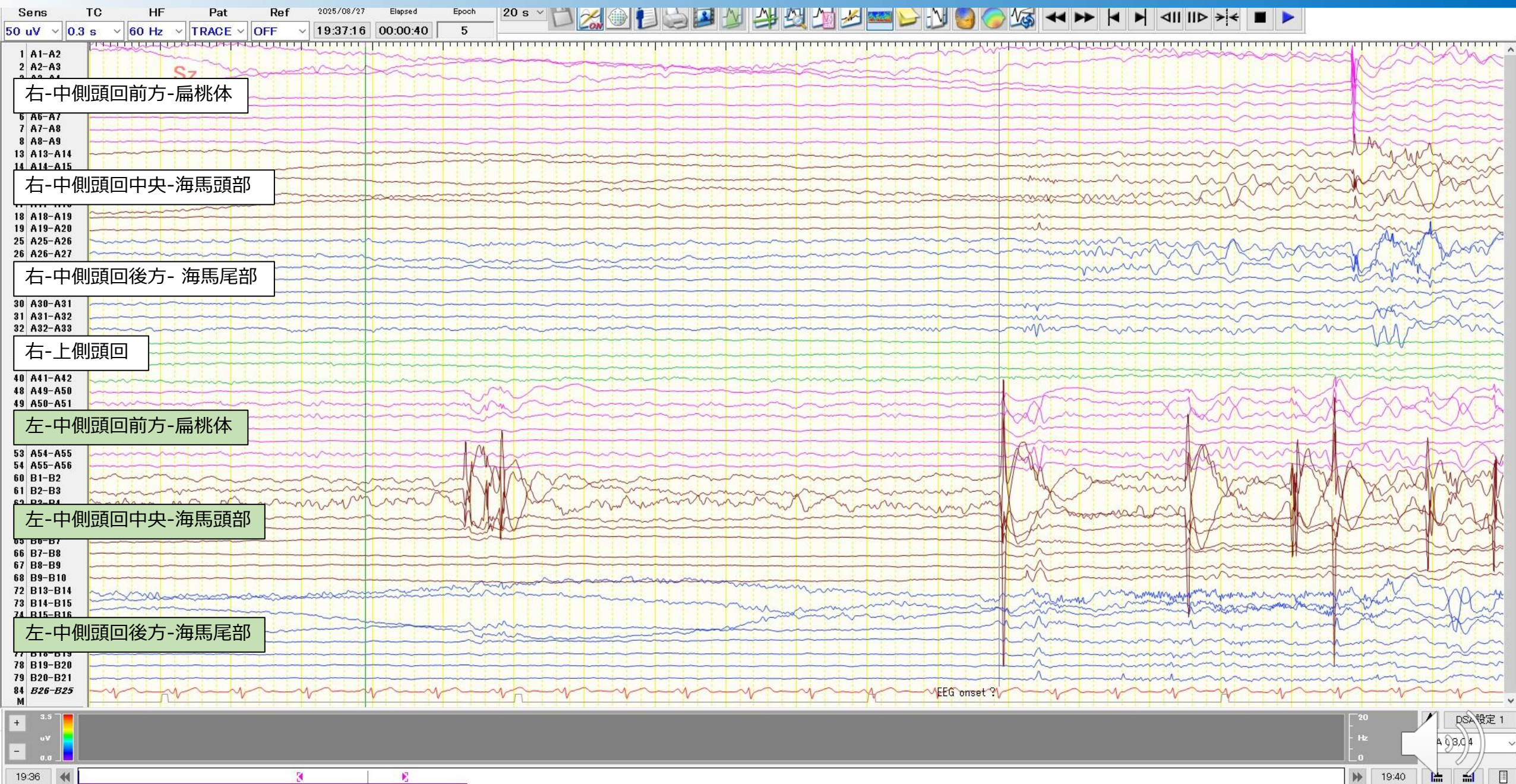


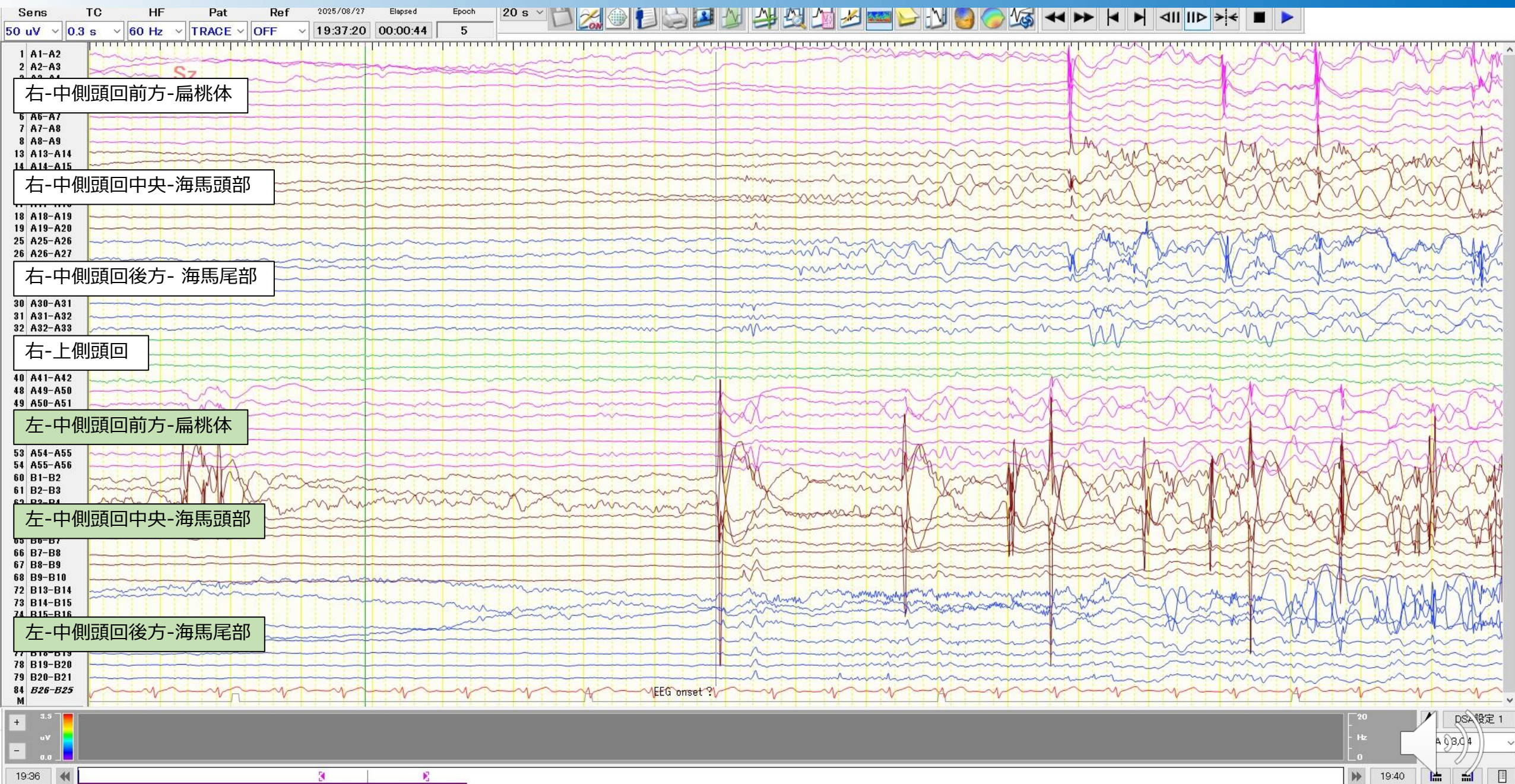
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）

20代女性 内側側頭葉てんかん疑い
— 頭蓋内脳波（脳深部脳波記録） —

発作 2
(刺激なし)









本日の内容

1. てんかん外科と術前評価
2. ワダテストとは
3. ワダテストの実際と評価
4. 頭蓋内脳波記録とは
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）
6. 頭蓋内脳波の限界と今後の展望



本日の内容

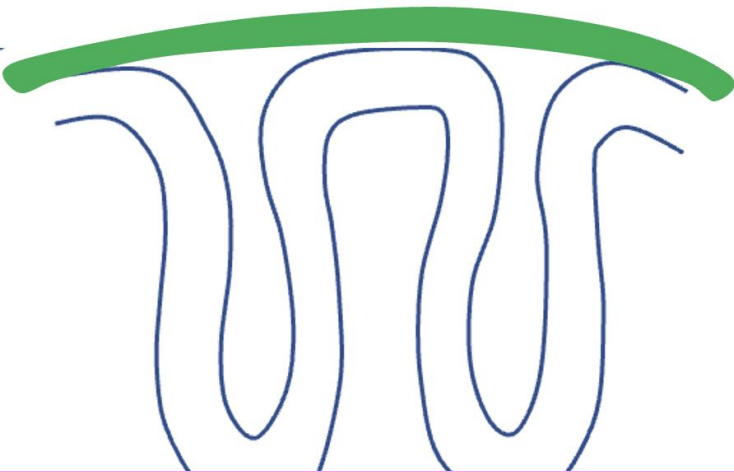
1. てんかん外科と術前評価
2. ワダテストとは
3. ワダテストの実際と評価
4. 頭蓋内脳波記録とは
5. 頭蓋内脳波からみる発作起始と伝播（頭皮上脳波との比較）
6. 頭蓋内脳波の限界と今後の展望



6. 頭蓋内脳波の限界と今後の展望

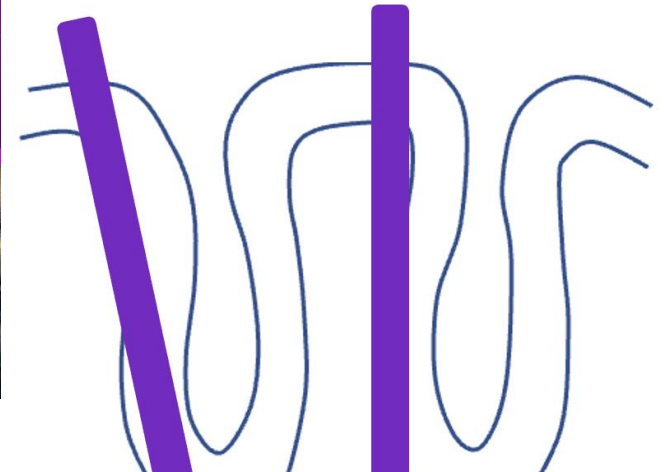
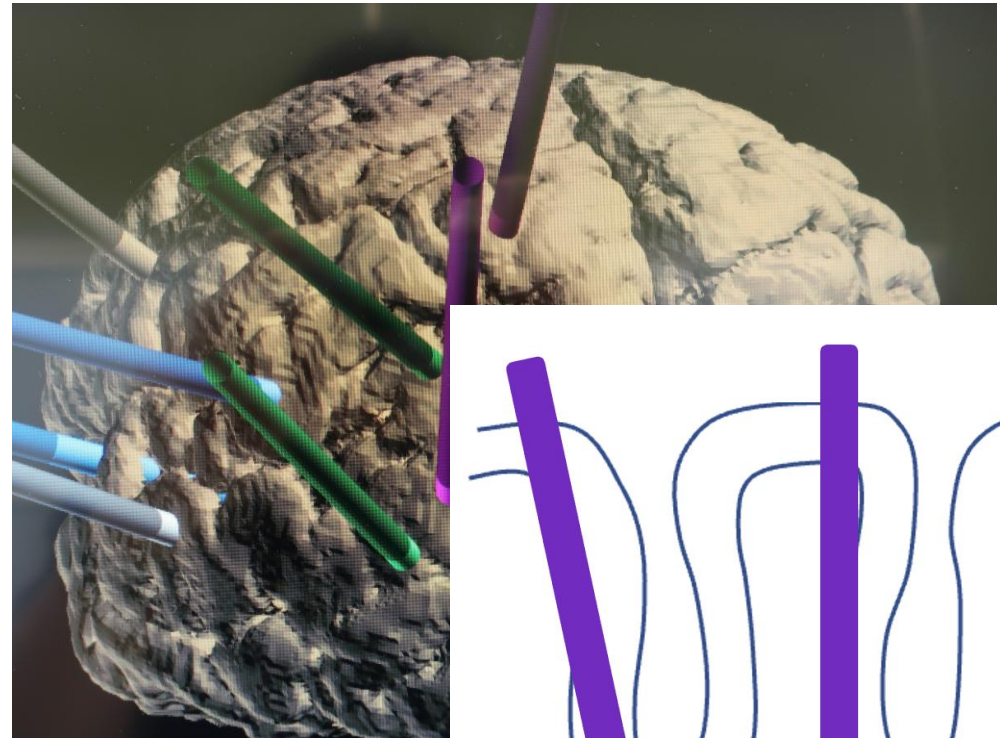
頭蓋内脳波記録にもsampling limitationがある.

硬膜下電極を用いた頭蓋内脳波記録
(Subdural Electrodes : SE)



大脳皮質の約2/3は脳溝内に存在する。
→脳溝内や深部の皮質は十分に評価できない。

定位的頭蓋内脳波記録 (Stereotactic
electroencephalography : SEEG)



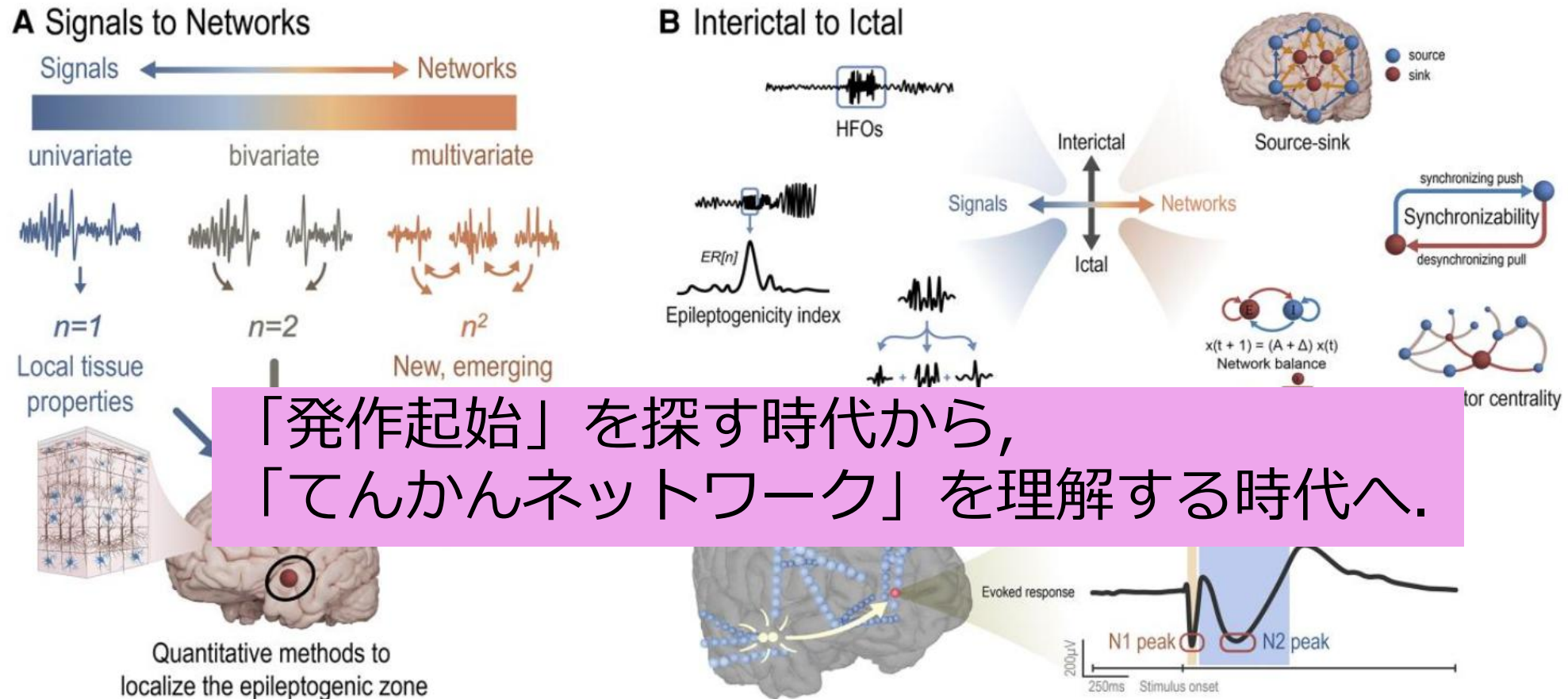
脳溝内を含め3次的に記録できる。
→電極を置いた場所しか記録できない。



6. 頭蓋内脳波の限界と今後の展望

頭蓋内脳波記録にもsampling limitationがある。

→電極単独の活動だけでなく、電極間の「つながり」を評価する。



BRAIN 2023: 146; 2248-2258



Take home message

- ・発作の消失を目的としたてんかん外科手術において、「発作を止めること」と「重要な脳機能を守ること」の両立が重要である。
- ・ワダテストは一側大脳半球を一時的に機能抑制し、言語・記憶機能を評価する検査であり、手術方針の決定に役立つ。
- ・頭蓋内脳波記録は脳から直接電気活動を記録することで、発作起始とその伝播を詳細に評価できる。
- ・頭蓋内脳波にもsampling limitationがあり、今後は「発作起始」だけでなく、「てんかんネットワーク」を理解することが重要になる。

