

aEEG入門

この項は以下のウェブサイトより翻訳、作成しています。

<https://www.npeu.ox.ac.uk/toby>

<http://www.azzopardi.freemove.co.uk/CFM>

by Denis Azzopardi

aEEG モニターについて Olympic CFM-6000 により記録された波形を例にとって解説しています。CFM-6000 では aEEG を CFM と呼称しているため、本文でも aEEG による脳波トレースのことを CFM トレースと表現します。また、CFM、aEEG のトレースを構成している元の脳波を CFM-6000 では EEG と呼称しているため、本文でも元の脳波波形を EEG と表記します。

aEEG (CFM-6000) 概説 :

CFM-6000 は、頭部の左右に一つずつ付けた二つの電極を用いて記録する 1 チャンネルの脳波モニターである。三つ目の電極はニュートラル電極としての働きである。脳波信号はフィルターをかけられ、さらに基準線で折り返され、6cm/時の速度でモニター表示される。その電位の大きさを μV で表示している。この作業によって CFM トレースの 1 区画は 10 分間の EEG に相当する記録となる。アーチファクトを減らすために、 $<2\text{Hz}$ と $>15\text{Hz}$ の周波数はフィルターをかけられ除外されている。CFM トレースの元になった脳波は、全て記録されており、元の EEG 波形を確認することはアーチファクトと発作波を鑑別することにも役立つ。

CFM トレースの解釈

CFM トレースでは、脳波の軌跡がいろいろな幅の濃い色の帯として表される。CFM トレースで判読すべき主な二つの所見は、トレースの電位 (amplitude) と発作活動 (seizure activity) の有無である。トレースの電位は最大振幅値 (upper margin) と最小振幅値 (lower margin) で評価される。CFM の電位を測定する際には、EEG 活動の軌跡を表している色の濃い帯を測定する。色の濃い帯の外側に時々散見される小さなスパイク様の成分は無視する。CFM トレースの上限と下限

を目視で確認するのが通常だが、ルーラーを用いて線を引き、トレースの端を確認してもよい。

新生児発作 (seizure) は、CFM トレースの最小振幅値が突然上昇し、最小振幅と最大振幅の幅が狭くなることで表される。これは、EEG の電位の急な上昇を表している。発作活動 (seizure activity) が止まったら、CFM トレースは発作前のパターンに戻る。CFM の元になっている EEG の波形を確認することで、CFM トレースの変化が新生児発作であるかどうかを確認することが出来る。発作時の EEG 波形は、繰り返すスパイクや律動的な脳波活動であることが多いが、違った脳波活動を示すこともある。新生児発作が 2 ~ 3 分以上持続すると、CFM トレース上でも認識できるようになる。CFM の記録速度はとてもゆっくりなので、もっと短い時間の新生児発作は見逃される可能性がある。高度異常の脳波では、burst suppression と著しい低電位の中での新生児発作を鑑別することは難しい。元の EEG 波形を確認すれば鑑別できるかもしれない。新生児発作が非常に頻回であれば、CFM の電位や活動性を評価することは非常に困難である。

CFM vs 脳波

CFMは脳波の電位を非常にゆっくりしたスピードで記録しているため、連続性の保たれた脳波活動はCFMで10~40 μV の色の濃いトレースで表される。トレースの幅は児の覚醒状況 (state) によって変化する。静睡眠 (quiet sleep) ではトレースの幅は広くなり、動睡眠 (active sleep) や覚醒時では幅は狭くなる。EEGが非連続になると最小振幅値 (lower margin) が低くなるため、トレース幅は広くなる。非連続性が強くなればなるほど、トレース幅の帯も広くなる。さらに非連続性が強くなり、burst suppressionなどの高度異常の脳波活動になると、高い電位のburst成分を伴うが、トレース帯の幅は低い電位で帯の幅も狭くなってくる。非常に低電位のEEGはベースラインすれすれの低い最小振幅値 (lower margin) の非常に狭いCFMトレースとして表される。

CFMのクラス分け

Toby studyで使用された簡単なクラス分け

1. 正常

トレースの最大振幅値 (upper margin) は10 μV 以上で最小振幅値 (lower margin) も5 μV 以上。

健康な正期産児ではトレースの幅は覚醒状態、睡眠周期の状態 (state) で変化する。覚醒時にはトレース幅は狭くなり、睡眠時には広くなる。このようなstateの変化に伴って認められるトレース幅の変化はsleep/wake cyclingと呼ばれている。正常な正期産児ではトレース幅は10-40 μ で変化する。

2. 中等度異常

トレースの最大振幅値 (upper margin) は10 μ V以上で最小振幅値 (lower margin) が5 μ V未満。

このような所見は中等度異常の脳症や抗けいれん薬、鎮静薬の投与後に見られる。このパターンは36週未満の早期産児でも見られる。

3. 高度異常

最大振幅値 (upper margin) が10 μ V未満。最小振幅値 (lower margin) は5 μ V未満だが、心電図その他のアーチファクトのため時々5 μ V以上に見えることもある。

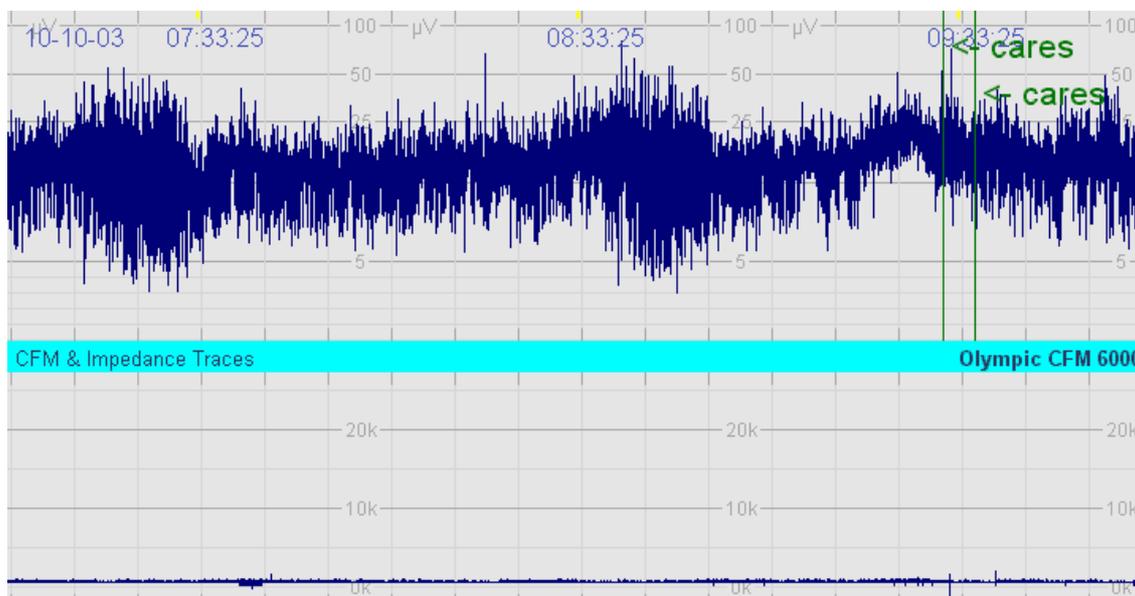
高度異常のトレースは全般的に電位が低下している。低電位で幅の狭い帯のトレースが特徴である。このパターンには、高い電位の鋭波による短いバースト成分がときおり混入する。この所見は“burst suppression”とも呼ばれる。高度異常のトレースは高度の脳症で見られ、けいれん性の活動を伴うことも多い。

注意すべきポイント

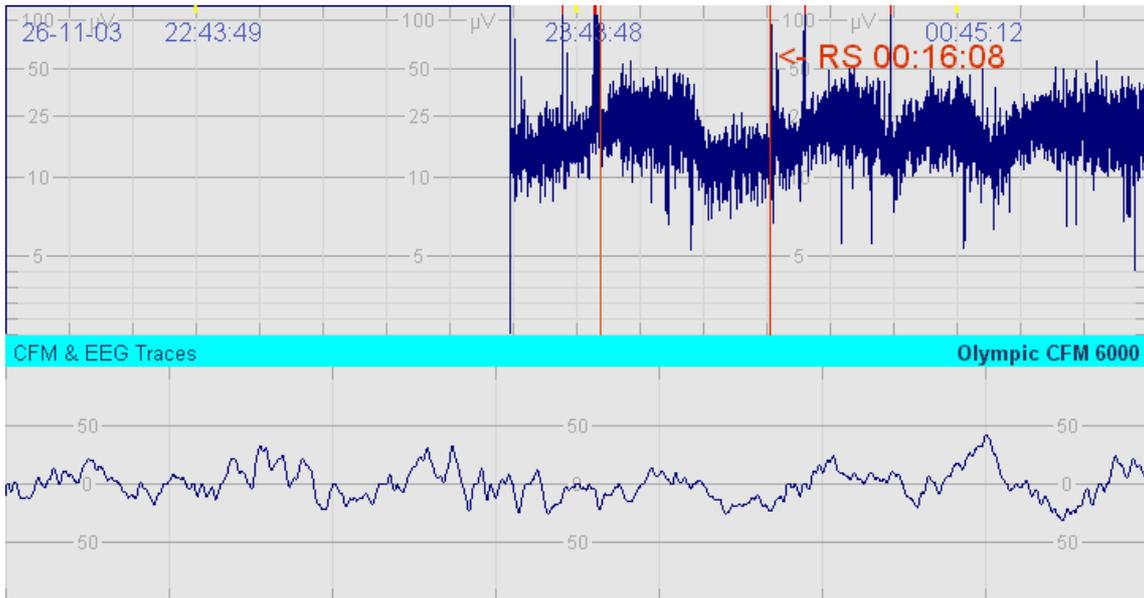
- ・ CFMではEEGの周波数についての情報は得られない。EEGの電位 (amplitude) を示しているだけである。
- ・ 2Hz未満あるいは12Hz以上のEEG活動はCFMトレースでは記録されない
- ・ 1チャンネルの記録であるため、EEGの局所的な異常は認識されない可能性がある。
- ・ もしCFMトレースが臨床症状に一致せず、違和感がある時にはアーチファクトをチェックする。

- ・ 呼吸困難による頭の上下運動で発生するアーチファクトは、CFMでは幅の広いトレースとして認められる。頭のポジションを変えたり、頭を支えたりするとアーチファクトが減少することがある。
- ・ 心電図によるアーチファクトは最小振幅値 (lower margin) や時にはCFM全体を上昇させることがあり、判断を間違える原因となる。EEGで確認することが重要である。
- ・ EEGを見てもパルスアーチファクト (脈拍のある血管により起きるアーチファクト) と新生児発作の鑑別は困難なことがある。パルスアーチファクトは脈派に伴って起きるため規則的だが、発作波は多くの場合、少し不規則である。電極を大泉門から遠ざけることが有用なことがある。
- ・ 投薬もCFM記録に影響する。抗けいれん薬やモルヒネ、抱水クロラルなど鎮静薬の投与によりCFM記録は抑制される。
- ・ 投薬やその他の臨床的なイベントは記録にマークし、CFMの解釈に利用すべきである。

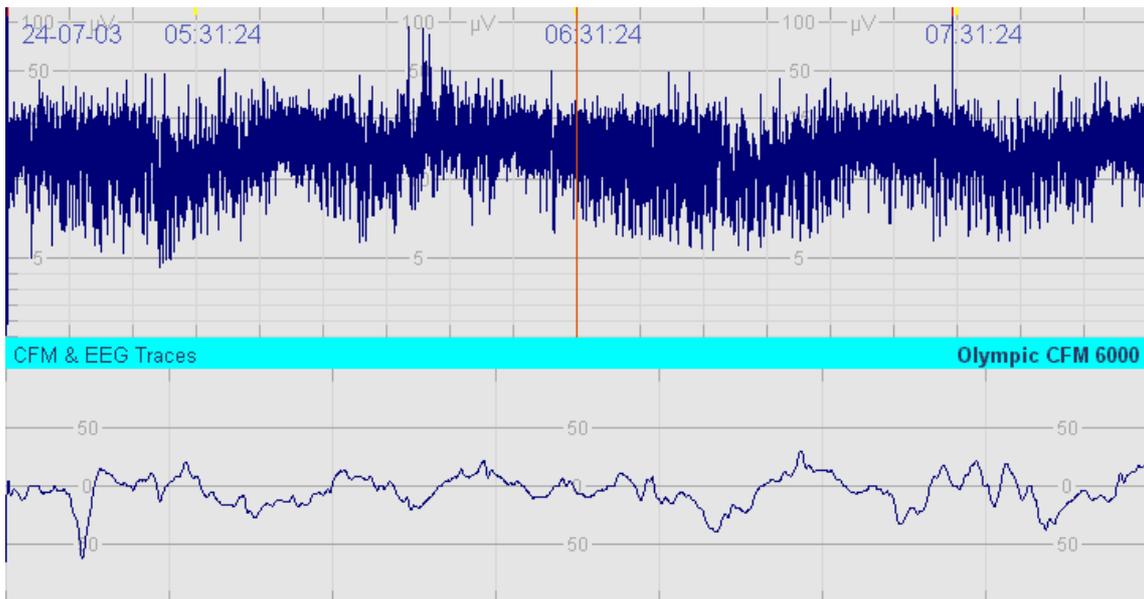
Olympic CFM 6000 によるサンプル波形



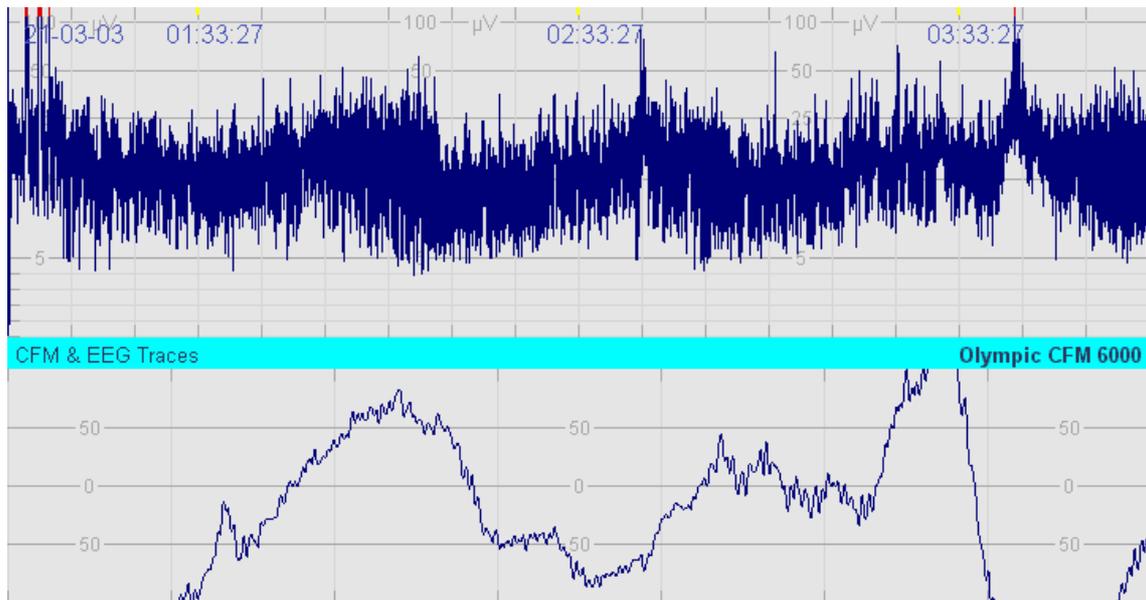
サンプル 1: 正常のCFM電位。ナースのケアにより記録が途中で乱れている。
Sleep wake cyclingが観察される。



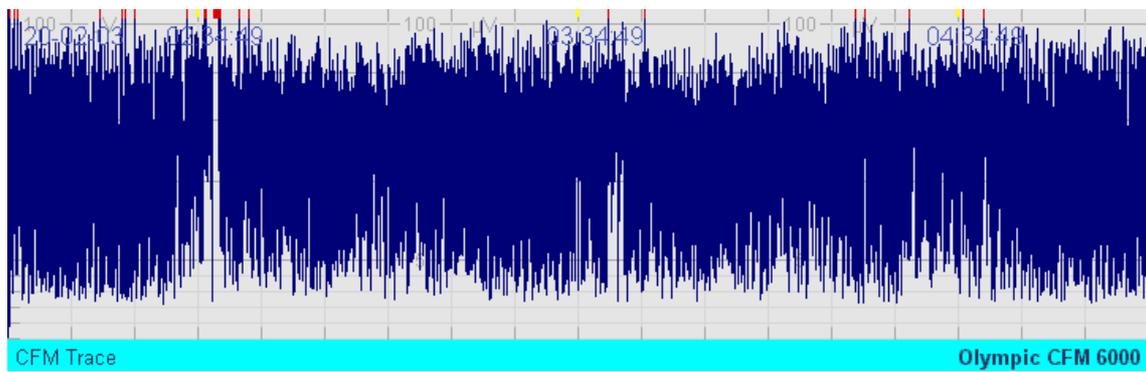
サンプル2: 正常のCFM電位。 Sleep wake cyclingが観察される。



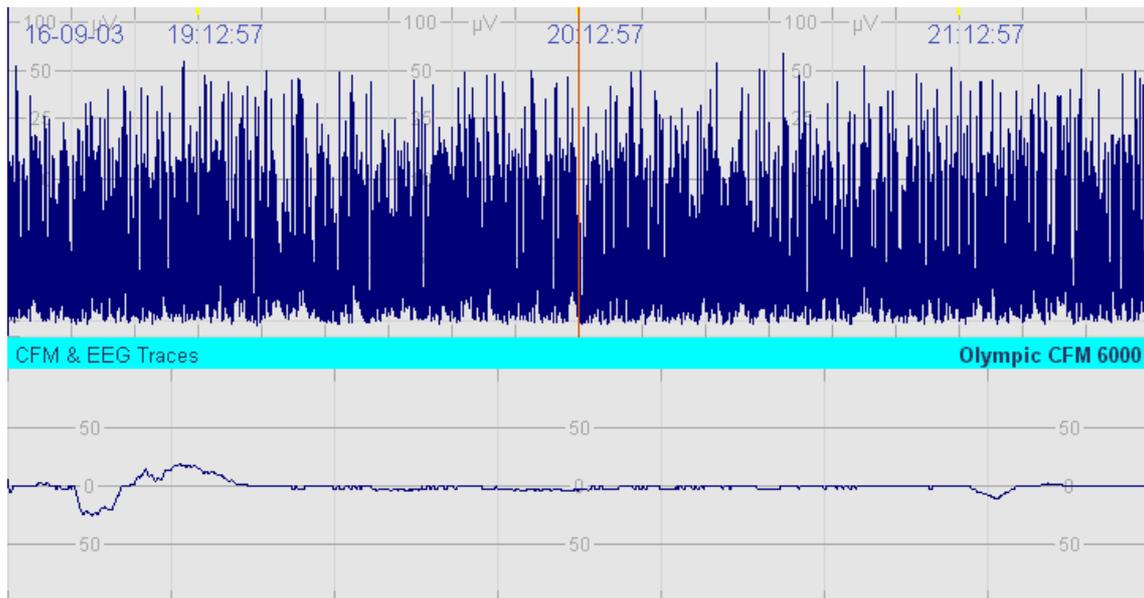
サンプル3: 正常のCFM電位。 Sleep wake cyclingが観察される。



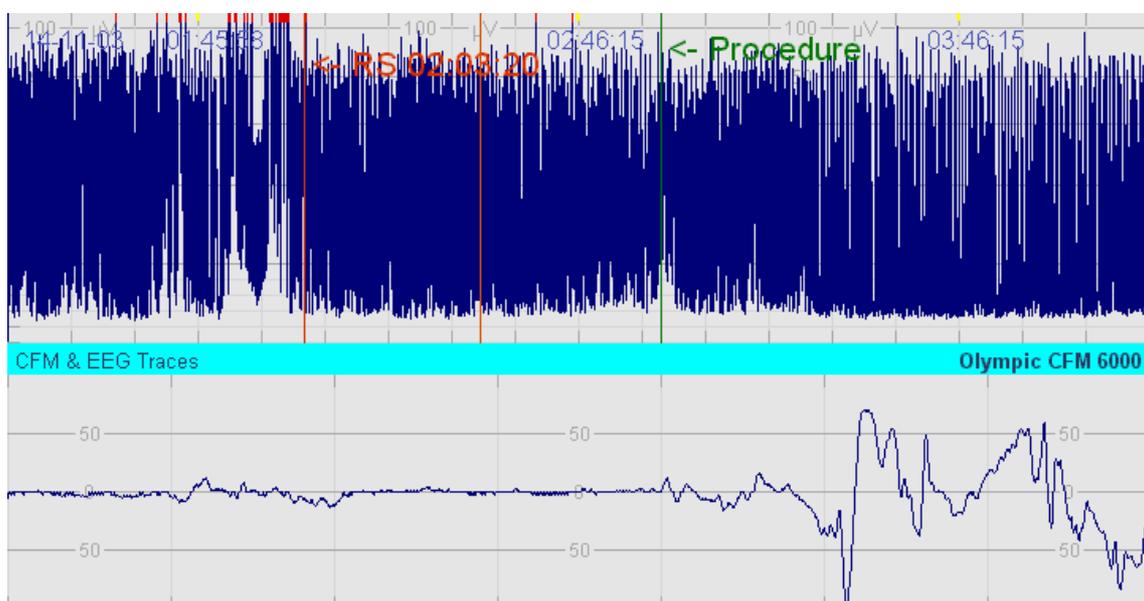
サンプル4: 正常のCFM電位。Sleep wake cyclingが観察される。動きによるアーチファクトが認められる。



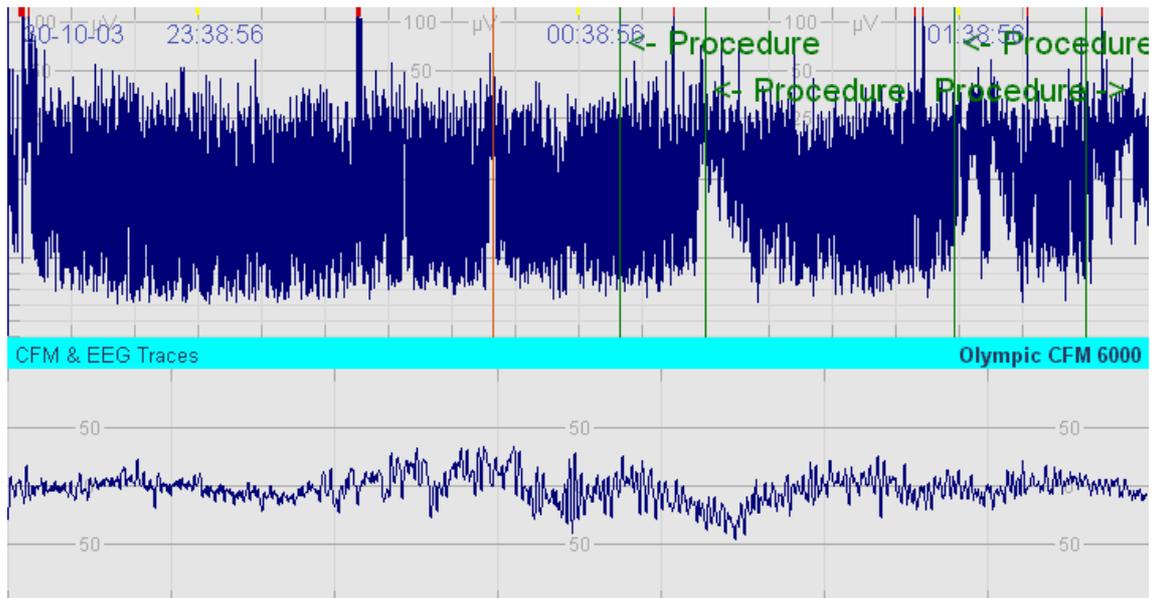
サンプル5: 中等度異常のCFM。



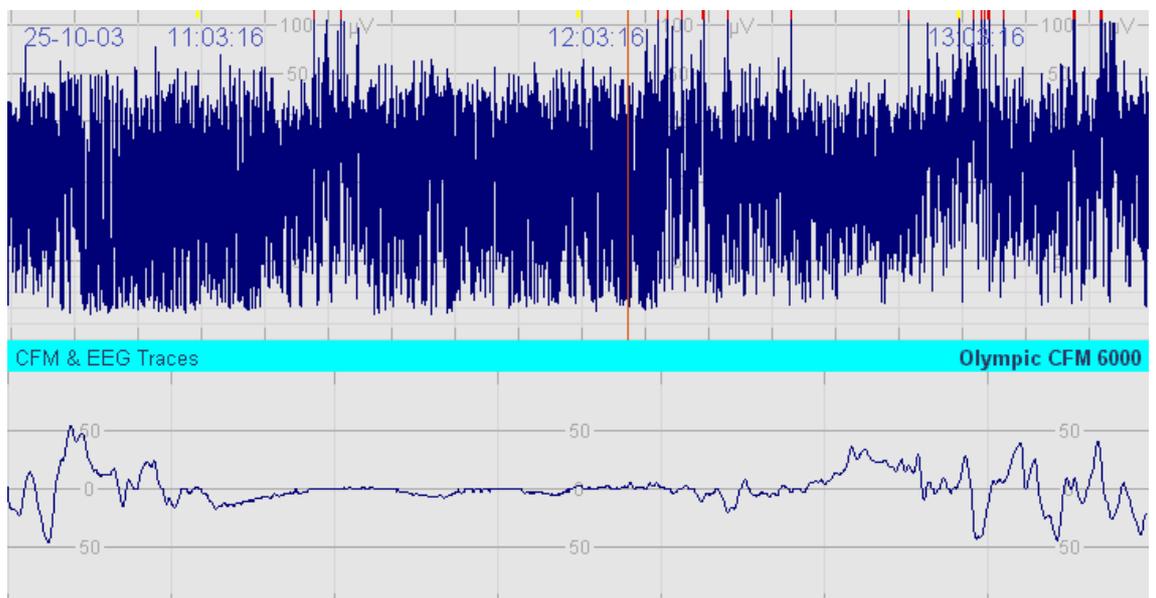
サンプル6: 高度異常のCFM。最大振幅値 (upper margin) を評価する際に、短いスパイク成分を含めないようにする。EEGは高度の非連続性を示している。



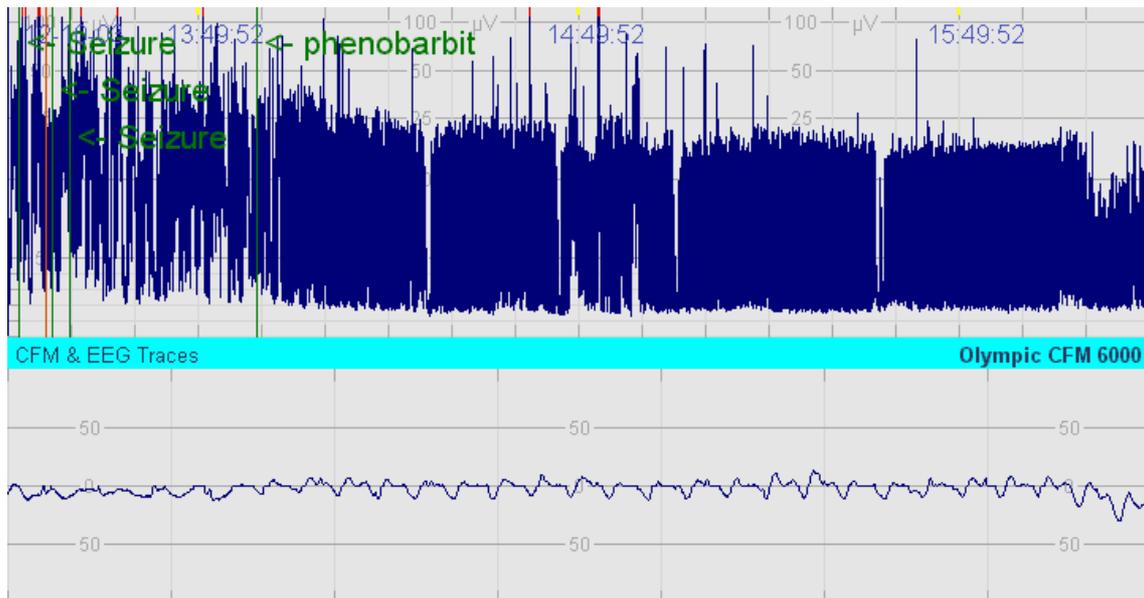
サンプル7: 中等度異常から高度異常に変化していくCFM。EEGはburst suppression patternを示している。



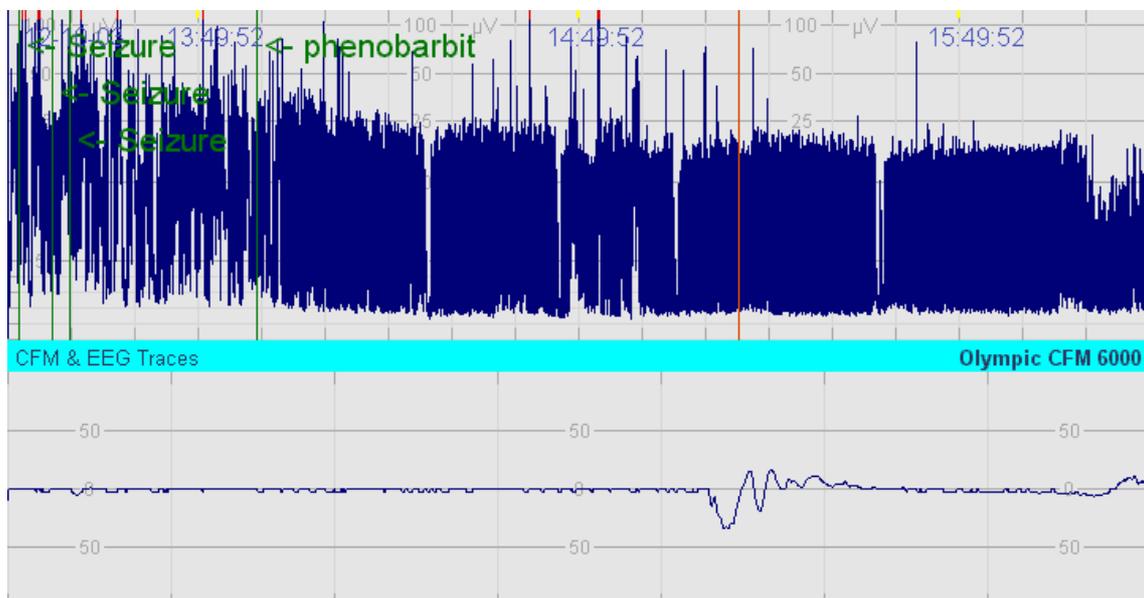
サンプル 8：中等度異常のCFM。CFMトレース上、動きによるアーチファクトがあり、EEGで確認できる。



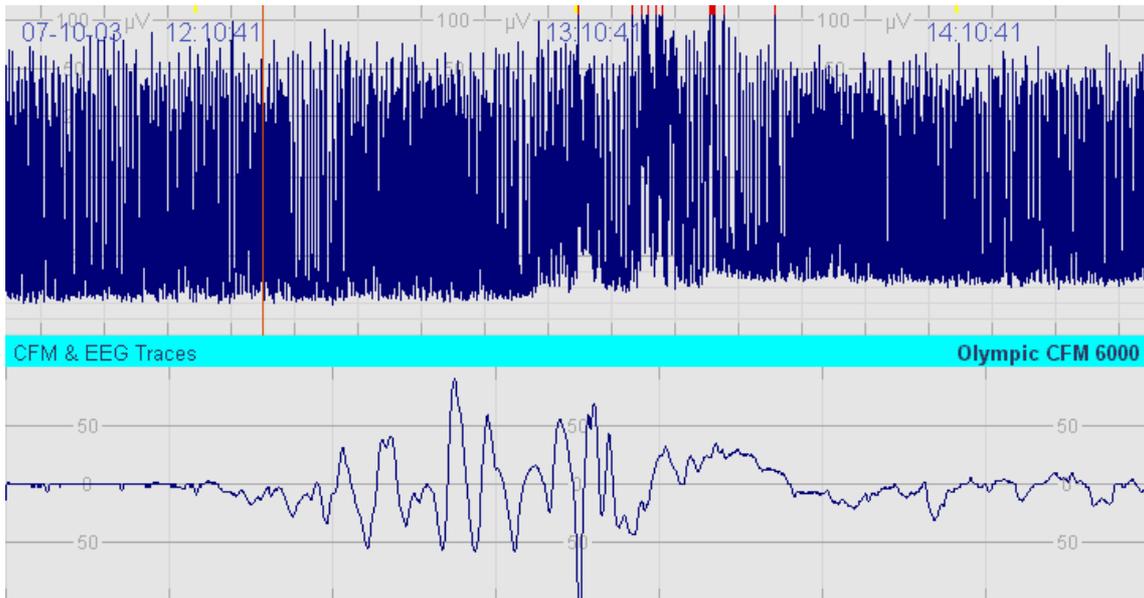
サンプル 9：中等度異常のCFM。EEGは非連続性を示している。



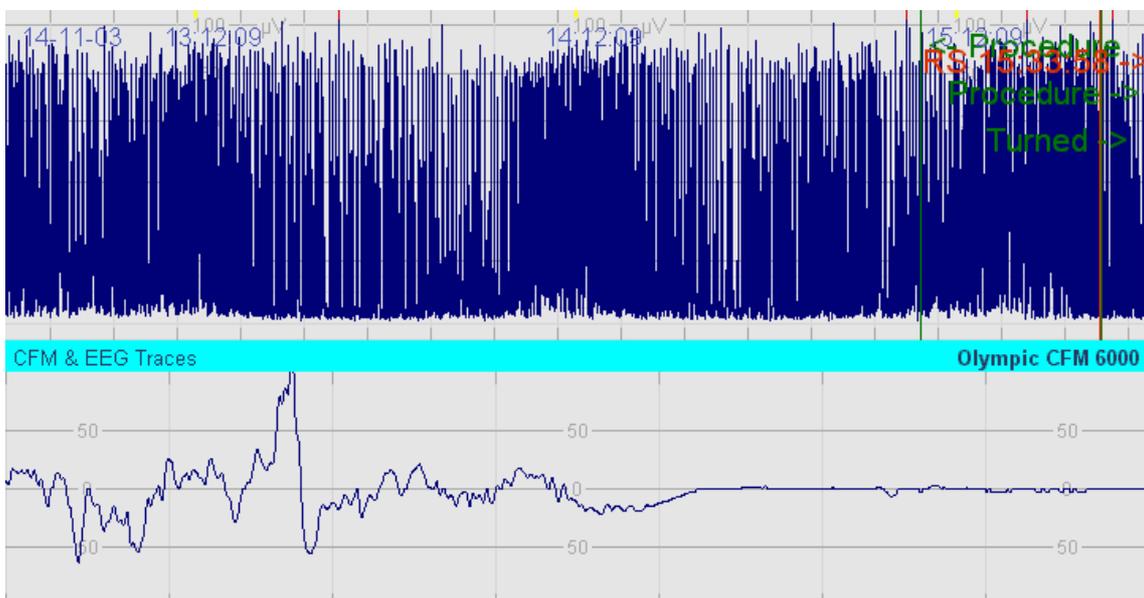
サンプル 10: CFMトレース記録の開始時に発作波が認められる。EEGは新生児発作を示している。



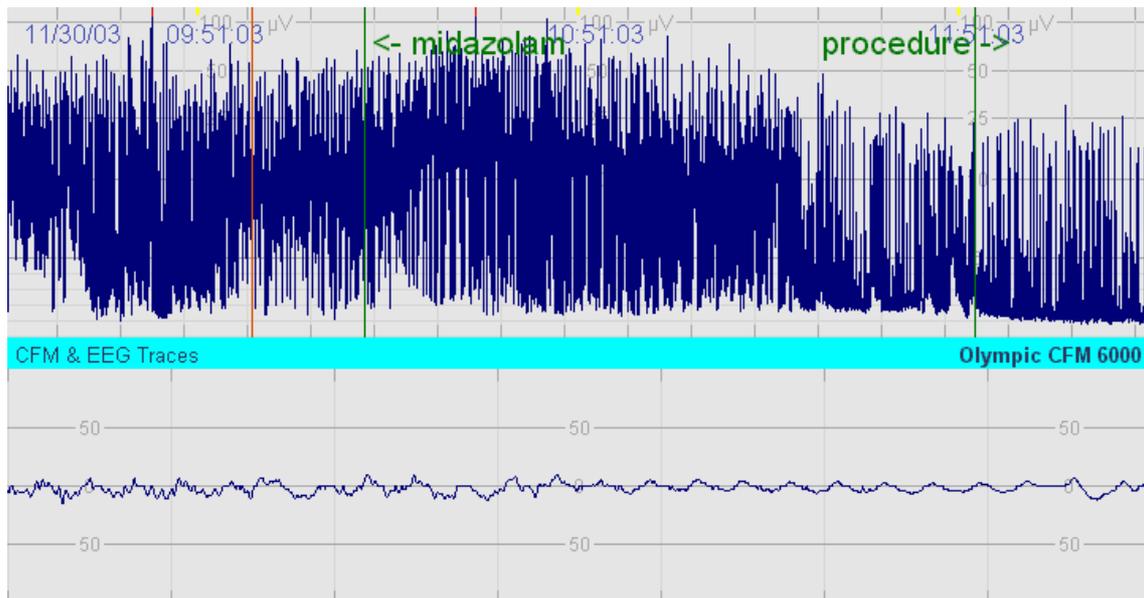
サンプル 11: フェノバルビタール投与後、CFM電位は中等度異常に変化している。EEGは強い非連続性を示している。



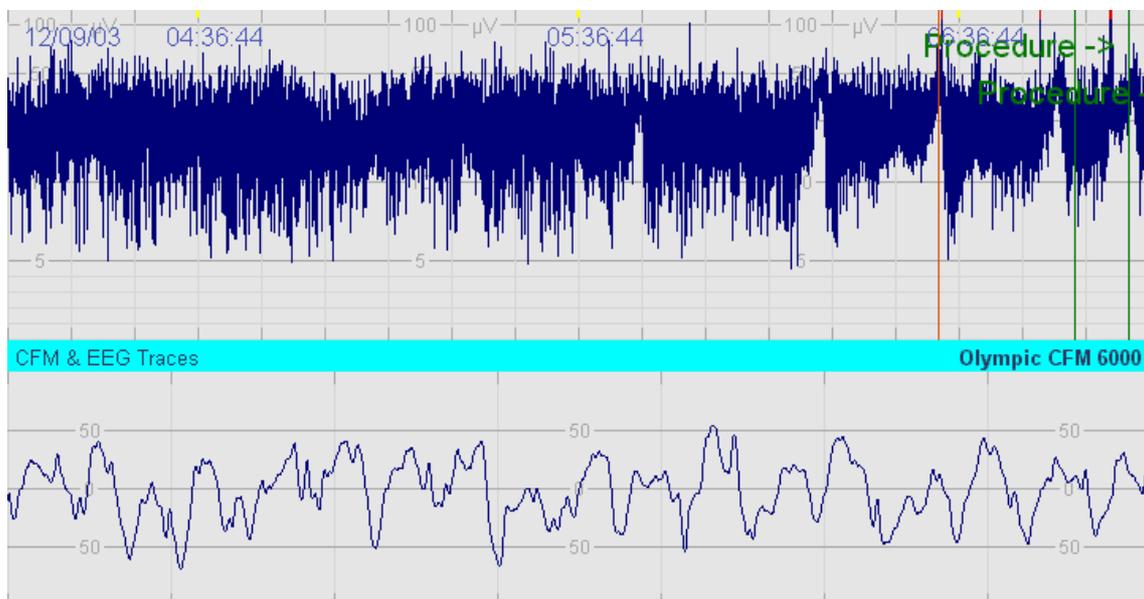
サンプル 12: CFM 電位は中等度異常と高度異常の間で変化している。EEGはburst suppressionパターンを示している。



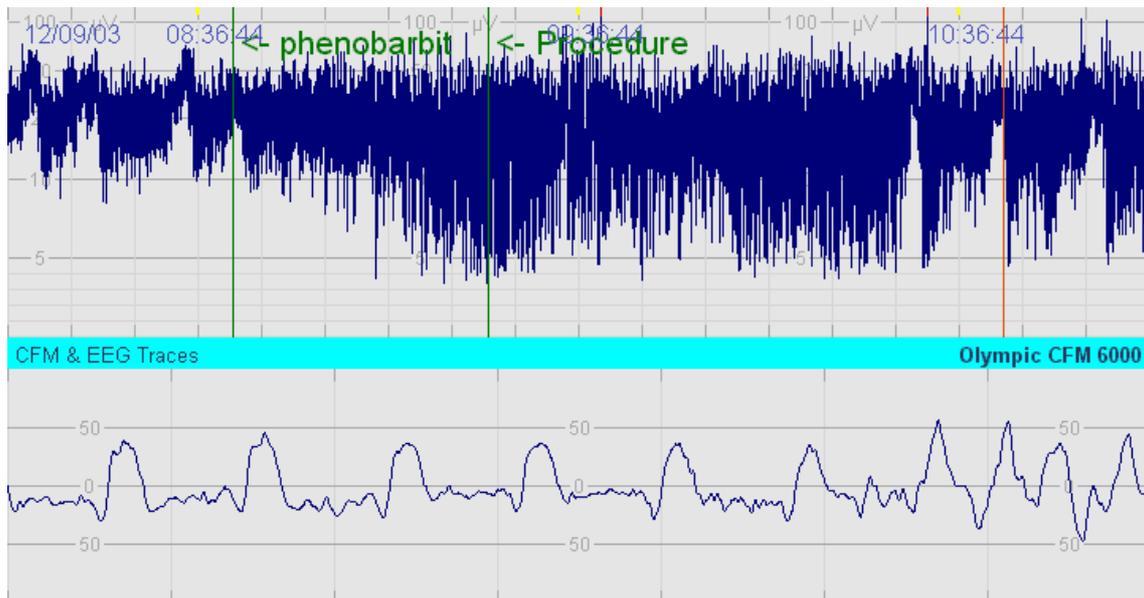
サンプル13: サンプル12と類似している。CFMの電位は中等度異常と高度異常で変化している。EEGはburst suppressionパターンを示している。



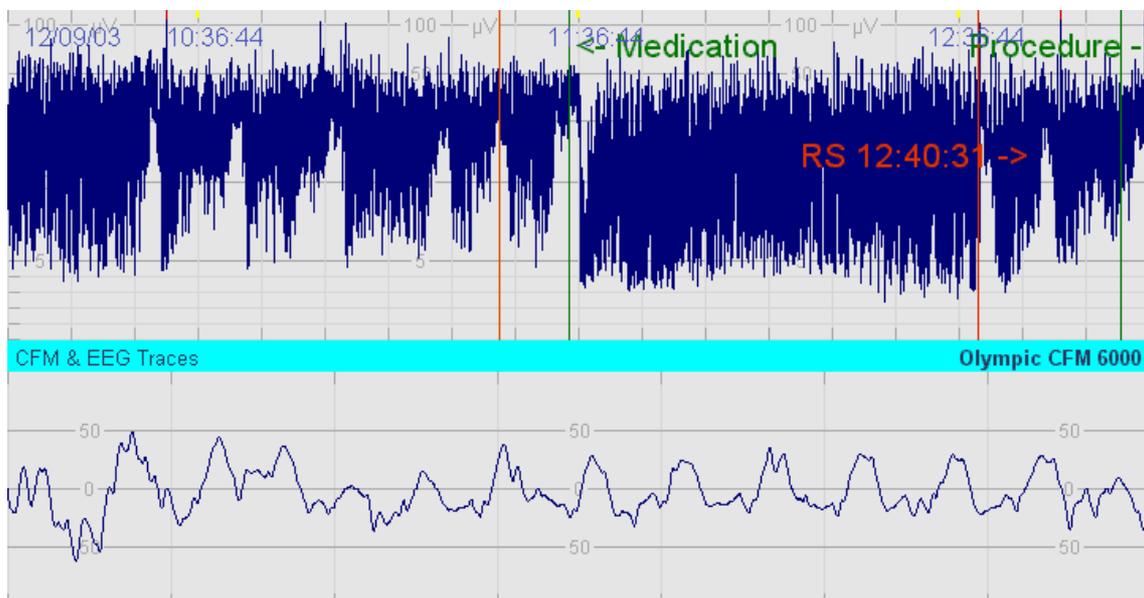
サンプル 14: バースト成分により、CFMの電位は不規則になっている。バースト成分はEEGで新生児発作であることが分かる。ミダゾラム投与後、CFMの電位は高度異常に変化している。



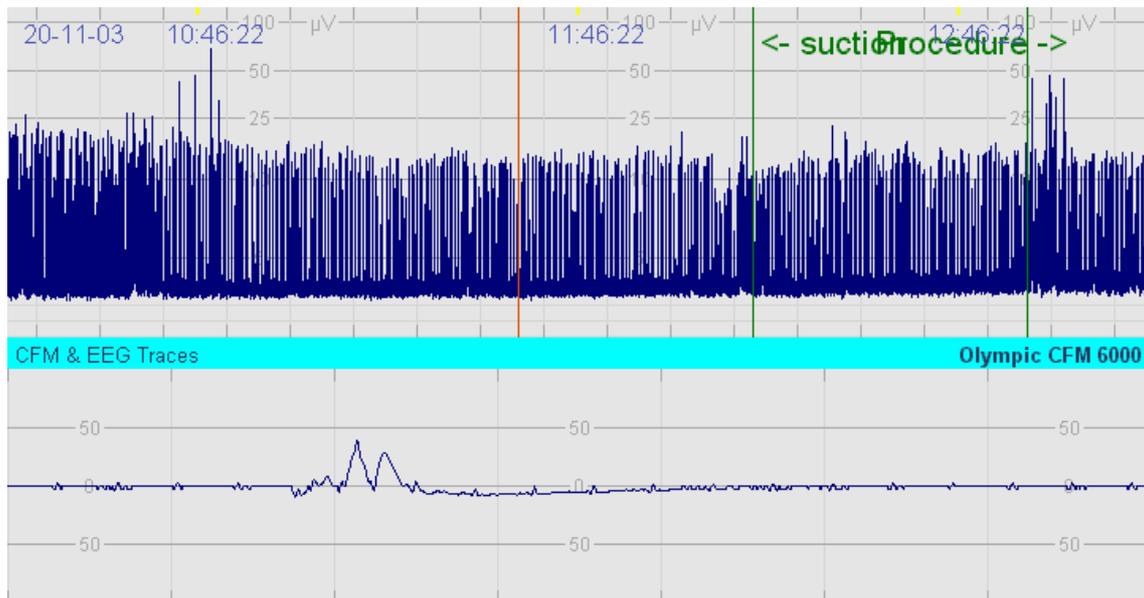
サンプル15: 正常のCFM電位である。しかし新生児発作があり、EEGでも確認することができる。



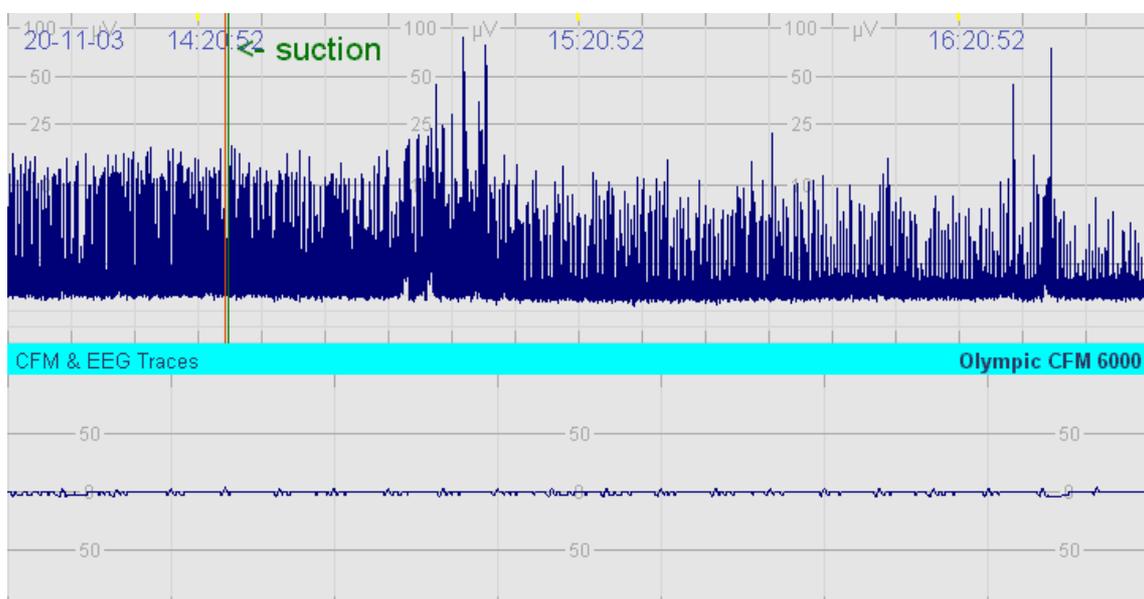
サンプル 16: CFMで新生児発作が見られ、EEGでも確認できる。CFMの背景活動はフェノバルビタール投与後に中等度異常に変化している。



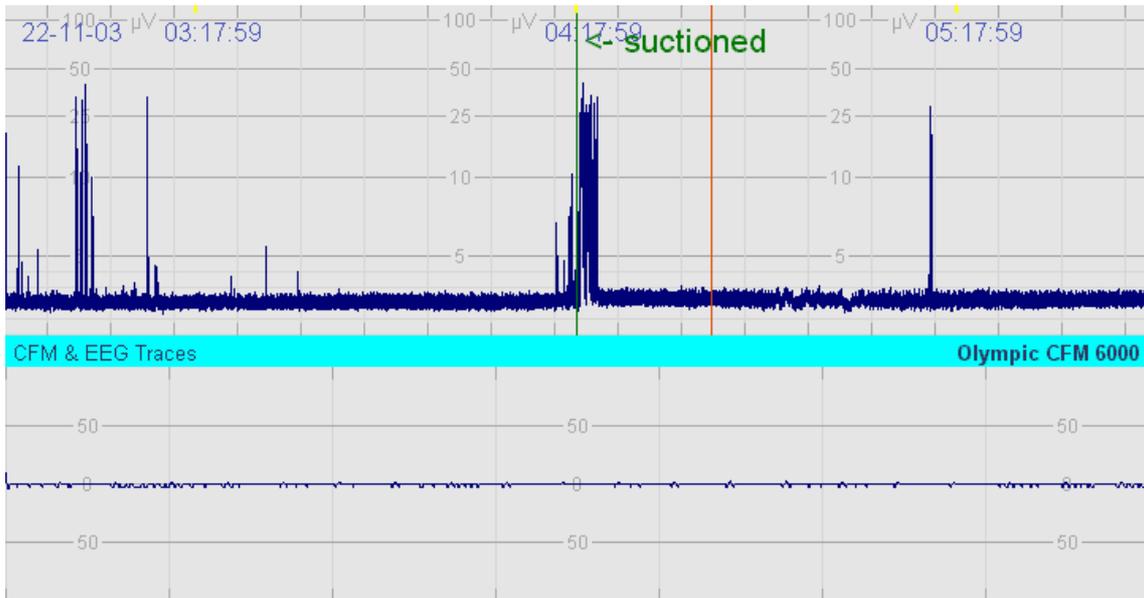
サンプル17: CFMのアンプリチュードは境界域の中等度異常。新生児発作がEEGで確認できる。



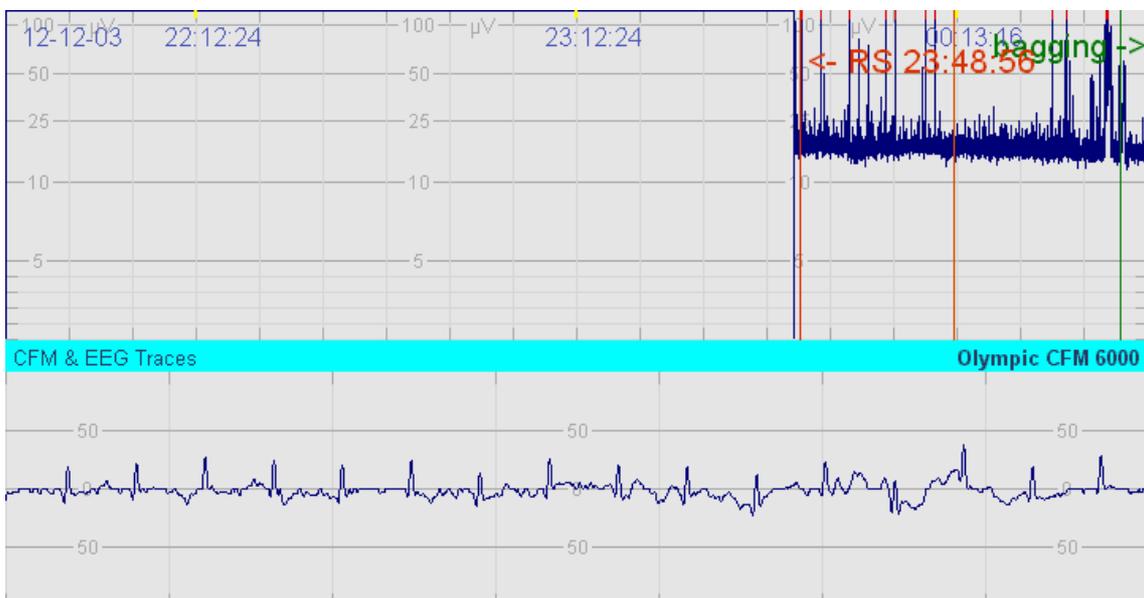
サンプル18: 高度異常のCFM。EEGでは非常に低電位な背景活動に短いburstが見られている。



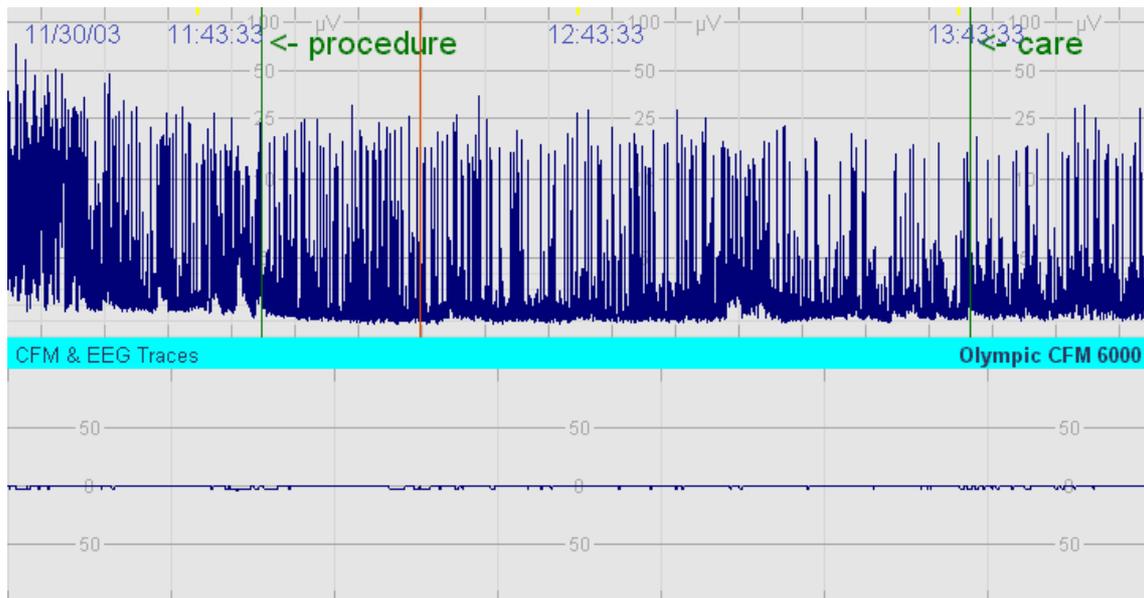
サンプル 19: 高度異常のCFM。EEGの背景活動は非常に活動性が低い (isoelectric background)。EEGの中に心電図によるartefactが混入しており、CFMトレースの最小振幅値 (lower margin) を上昇させていることに注意しよう。



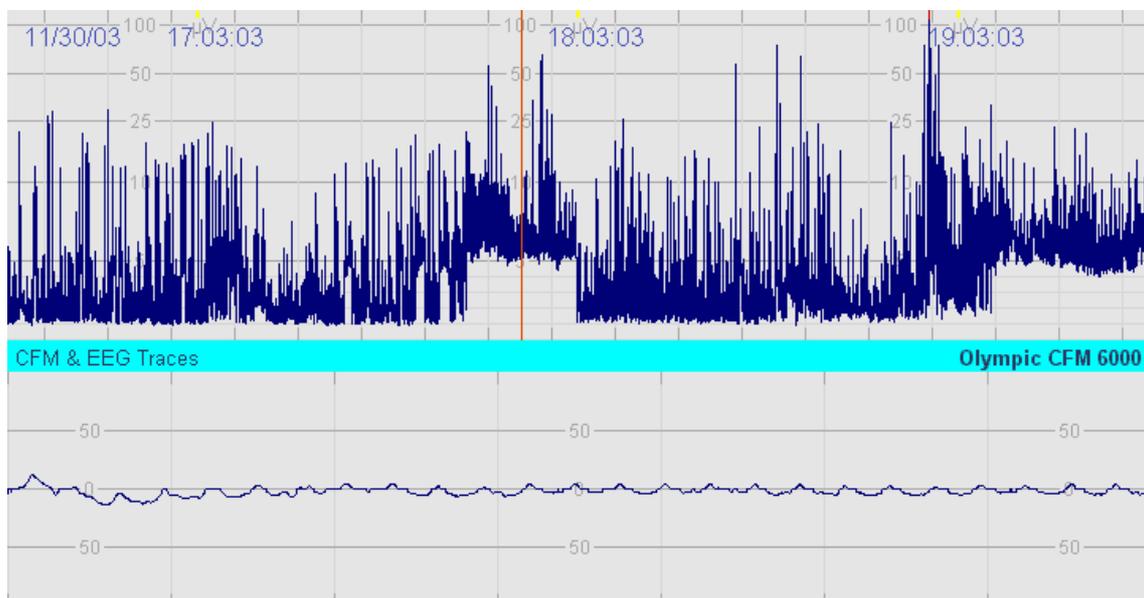
サンプル20: 高度異常のCFM。EEGの背景活動はほぼ平坦で、心電図アーチファクトが混入している。



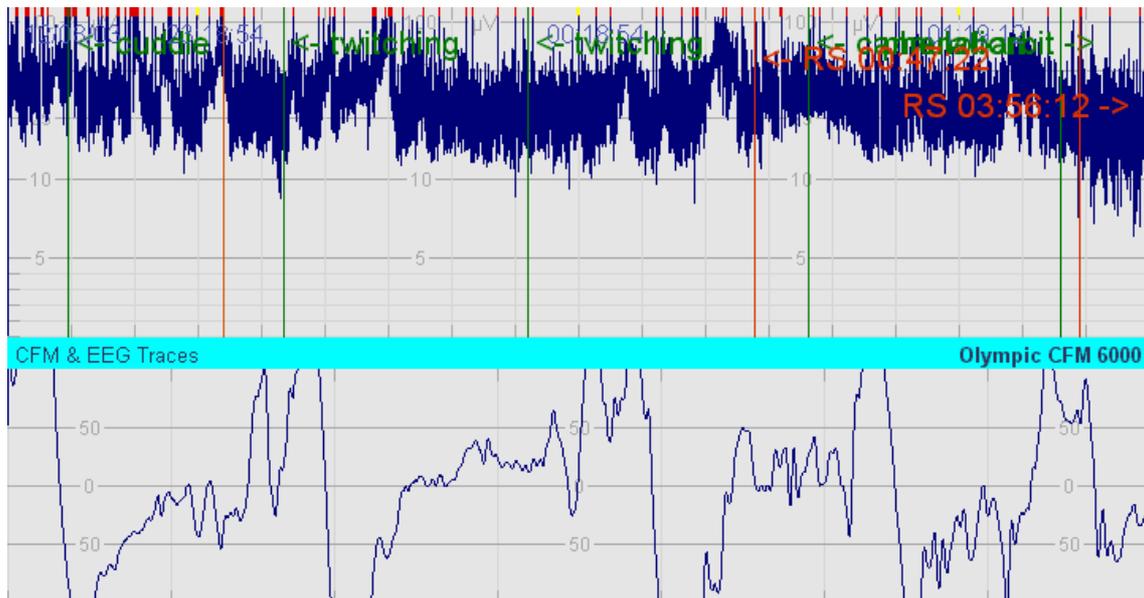
サンプル21: 心電図アーチファクトしかCFMトレースでも捉えられていない。CFMトレースは高い電位に見えるが、誤りである。CFMがおかしいと思った時は、必ずEEGをチェックしよう。



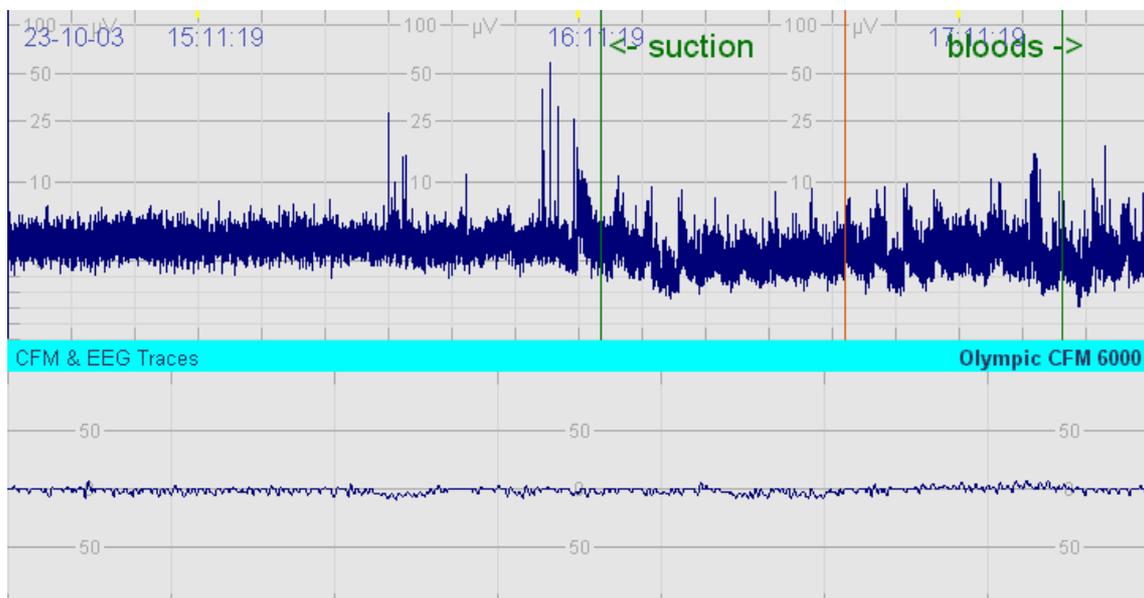
サンプル22：高度異常のCFM。EEGは、ほぼ平坦な活動性（isoelectric background）。



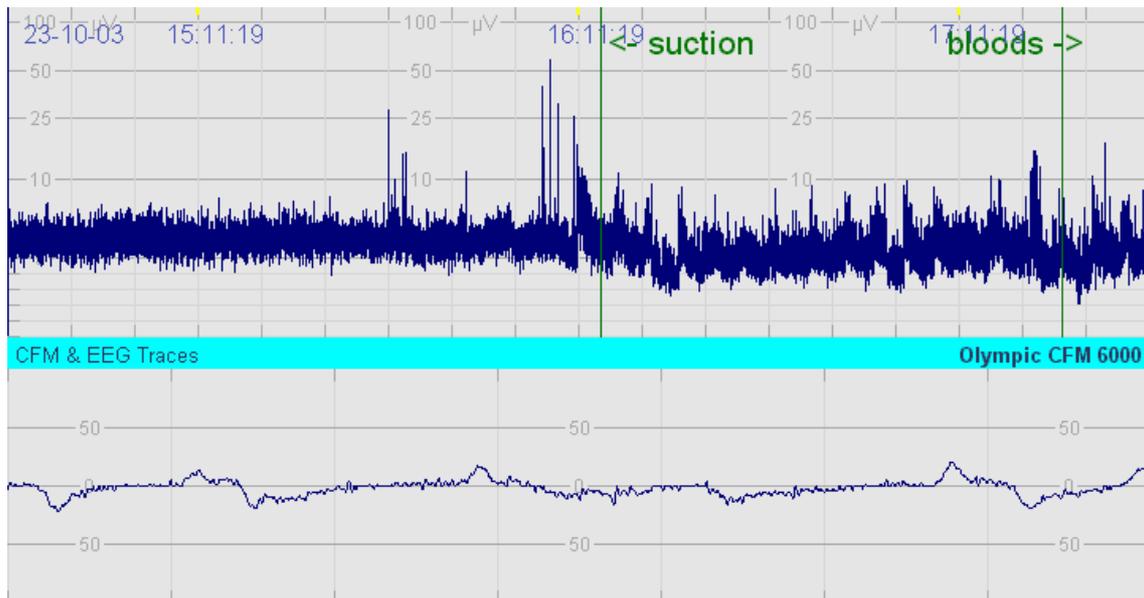
サンプル23：高度異常のCFM。CFMトレースが急に上昇しているところに注意しよう。EEGの規則的な波形は新生児発作かパルスアーチファクトのいずれかである。



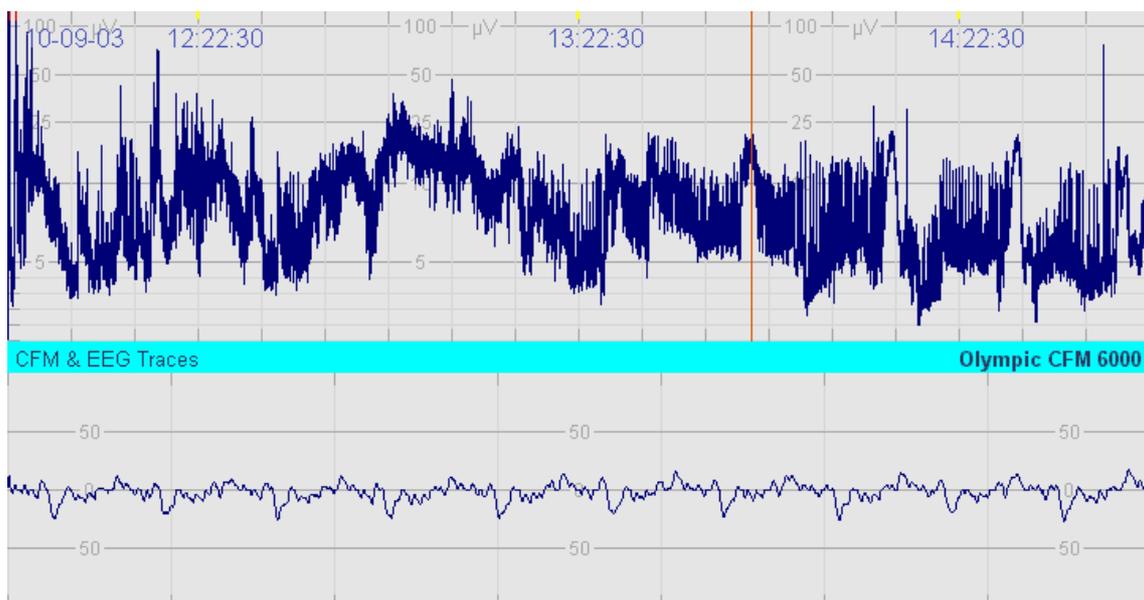
サンプル24: 正常なCFMアンプリチュードと繰り返される新生児発作。EEGでは新生児発作が認められる。



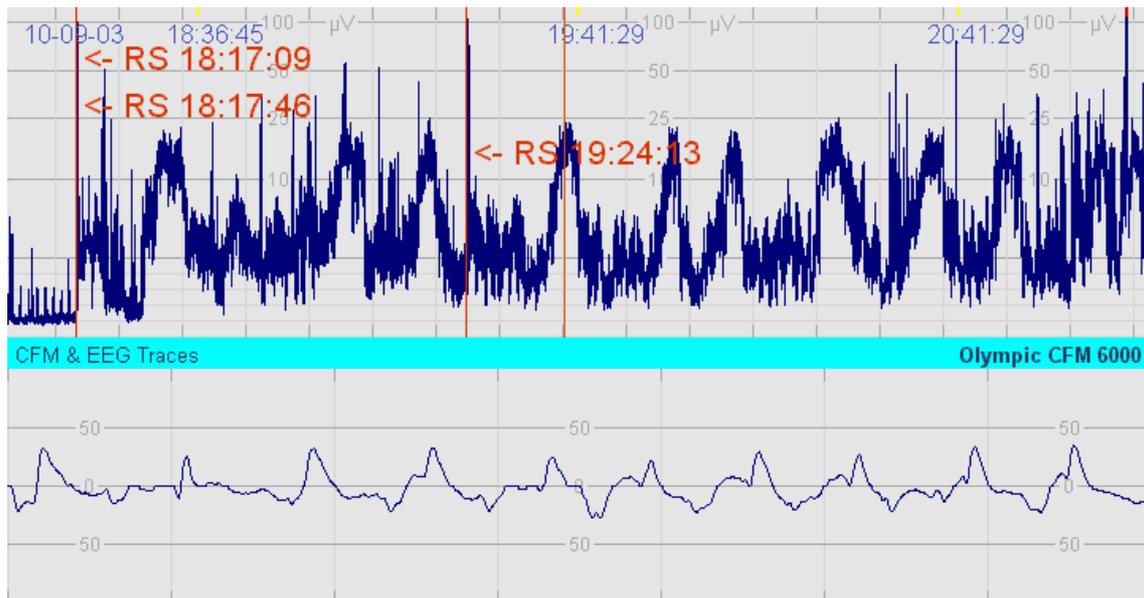
サンプル25: 高度異常のCFM。EEGで高度な活動性の低下を認める。心電図アーチファクトにより、CFMトレースの最小振幅値(lower margin)が上昇していることに注意しよう。



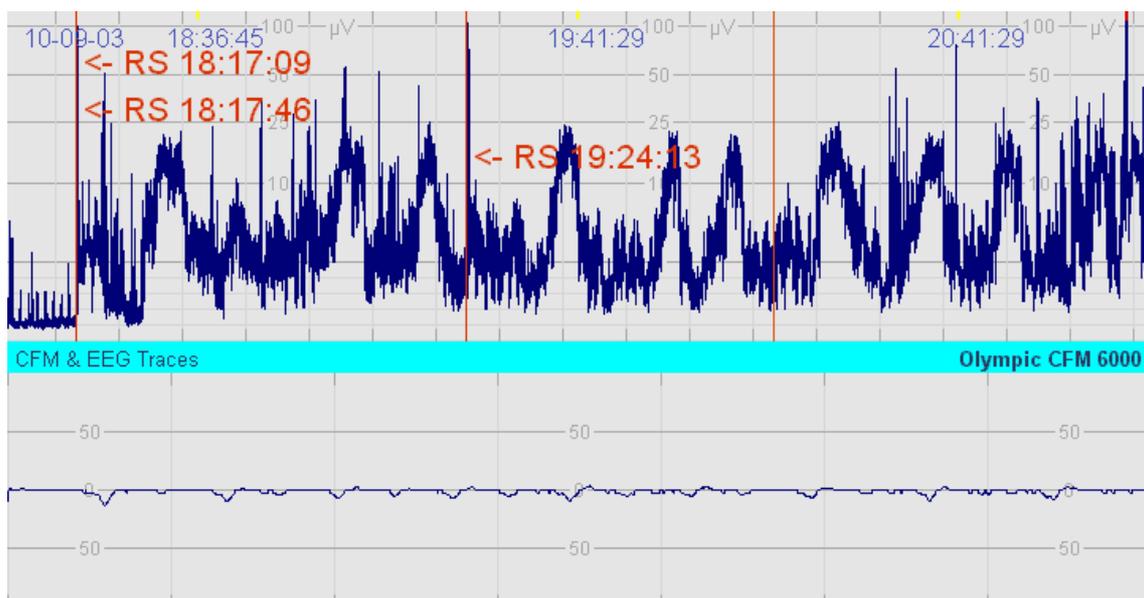
サンプル 26: 高度異常のCFM。EEGの一部に発作波を認める。



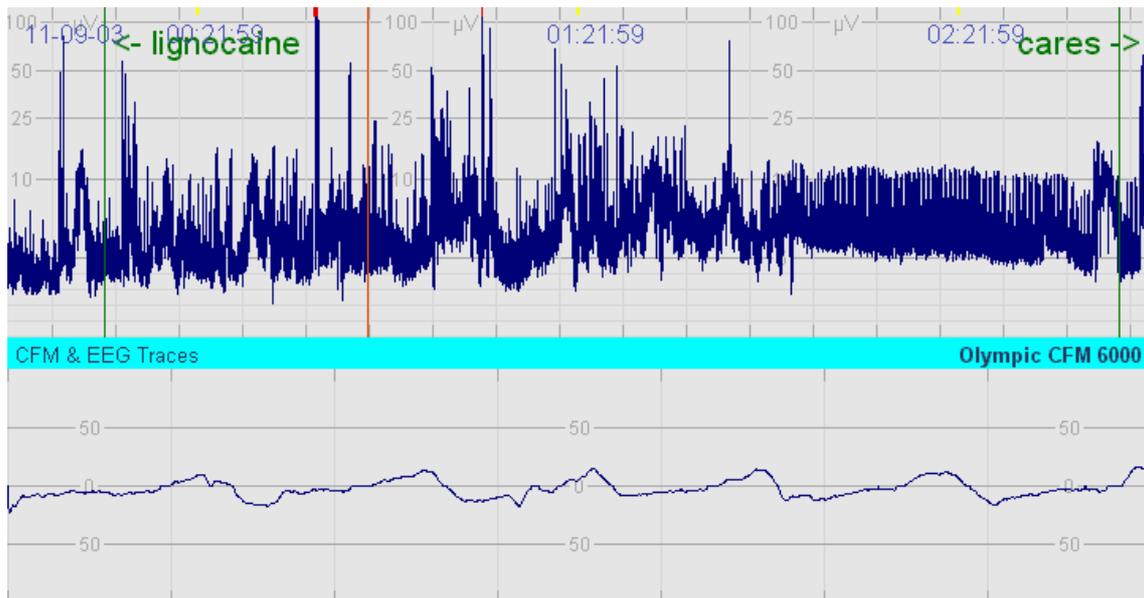
サンプル 27: 発作 (seizure) が頻回に出現している。発作 (seizure) が頻回に出現しているので、CFMのアンプリチュードは判定できない。



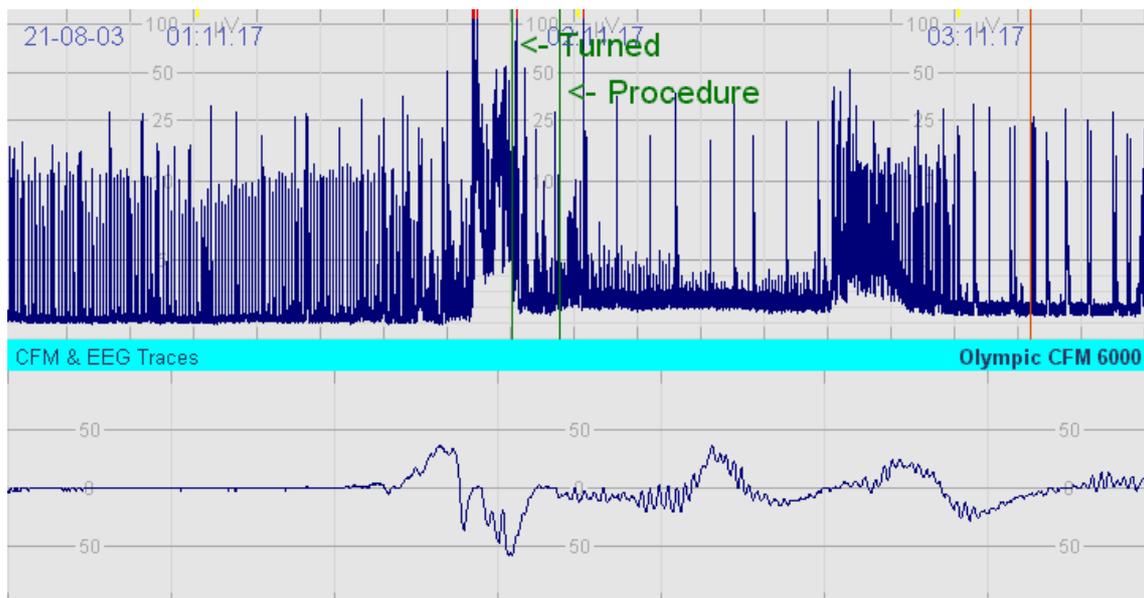
サンプル 28: 頻回の発作。EEGで確認されている。



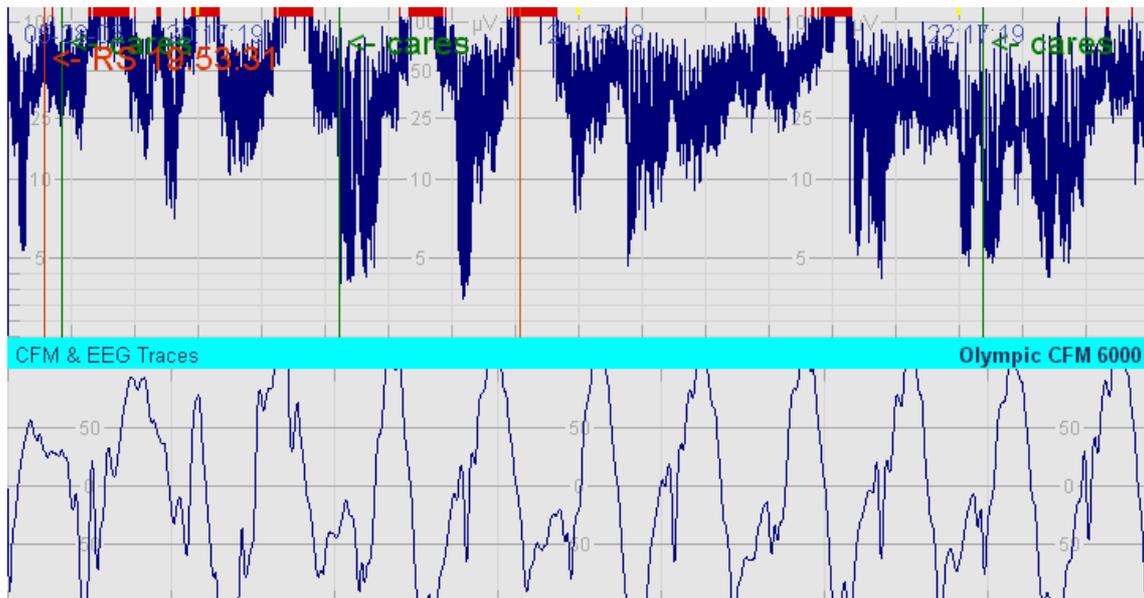
サンプル 29: 高度異常のCFMが発作の合間に認められている。EEGは低電位の発作活動を示している。



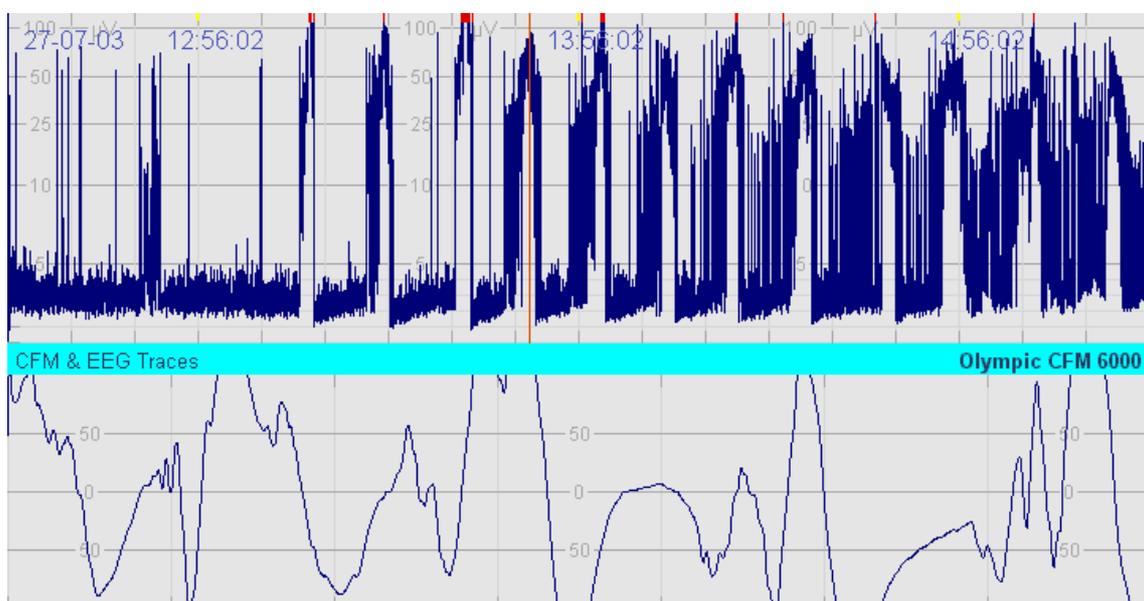
サンプル 30: 高度異常のCFMで発作波も認める。



サンプル 31: 高度異常のCFMで体動アーチファクトを認める。



サンプル 32: 頻回な高振幅の発作活動。CFMのアンプリチュードは発作が頻回の時には評価が難しい。



サンプル 33: 高度異常のCFMと頻回な高振幅の発作活動。EEGでも確認されている。

翻訳：柴崎淳（神奈川県立こども医療センター 新生児科）