

RS2 の解析

1. 注意

緑の線は、実際の信号 RS2 を表します。青線は、ウェーブレット係数を表します。今回ウェーブレット係数は、絶対値ではありません。とそれが並んで黒く塗りつぶされた場所は、閾値を超えているところです。red diamond は、異常箇所を表します。blue diamond (一カ所) は異常箇所の位置を少し前に持ってきました。

2. 結論

RS2 の解析に関しては、実際の信号を加工したウェーブレット関数を使うと、良い結果が得られた。Examinee = 4, Chart = 5 の異常箇所の前後 217 sec から 222 sec の間を取った、Real Signal Wavelet 関数の移動平均で、閾値 130 にした場合 (低周波変動を見る) と Examinee = 9-Chart = 4 のエラー箇所の前後、38 秒から 40 秒までを取った、Real Signal Wavelet 関数の移動平均で、閾値 100 にした場合 (高周波変動を見る) を併用すれば、ほとんどのエラー箇所が、誤りが多くない取り出せている。

3. ウェーブレット関数について

RS2 の Examinee = 4, Chart = 5 の異常箇所を 217 sec から 222 sec の間 (301 点) をとった波形

$$BP[n], \quad n = 0, \dots, 300$$

を平均が 0 になるように、

$$BP[n] = BP[n] - \left(\sum_{n=0}^{300} BP[n] \right) / 301$$

補正して、 ℓ^1 ノルム (絶対値の和) が 1 になるように

$$BP[n] = BP[n] / \left(\sum_n |BP[n]| \right)$$

正規化した数列をウェーブレット関数として用いる。図 1 にこの数列を描く。とりあえず、この関数を Real Signal Wavelet と呼ぶ (RSW4-5)

すなわち、データ列 $f[n]$ に対して、

$$(3.1) \quad D[m] = \sum_{n=0}^{300} f(m-n)BP[300-n]$$

(前回の RS1 のこの部分は間違っていました。こちらが正しい。) を計算して、 $D[m]$ が閾値より大きい場合に、データが異常であるとして、その位置を取り出すのである。移動平均を取る考え方。

式 (3.1) をコンボリューションを用いて計算する場合は、 $BP[n]$ を左右ひっくり返した数列

$$B[n] = BP[300-n], \quad n = 0, 1, \dots, 300$$

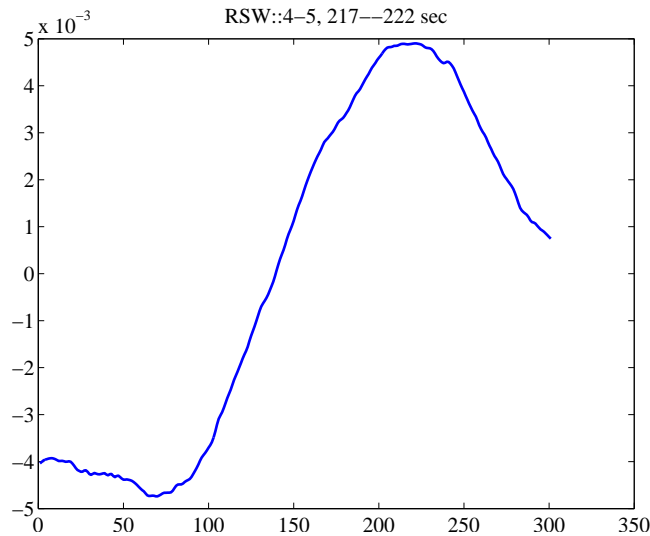


FIGURE 1. 解析に用いるウェーブレット関数 (RSW4-5) .

とデータ列のコンボリューション ($B \cdot f$) を取ればよい .

4. 指定されたエラー箇所の近くの解析結果

閾値を 130 と取る . エラーをズームした図 2 と 図 3 を以下に示す . 各図で , 緑の線は実際の観測データである . 青の線が移動平均 $D[m]$ であり , 黒く太くなっている場所が , 移動平均が , 閾値を超えた場所である . Causality 因果性を考えて , $D[m]$ を計算するので , 異常であると反応する場所は , タイムラグがあります .

赤の四角が , 古畑さんが選んだエラー箇所である . 図の上のタイトル部分には , 被験者とチャートと RS と図で切り出してきた範囲の移動平均の最大値が書いてある .

図 2 の 1 番上の被験者 4, チャート 5 の赤太線で描いた観測データを正規化して , 図 1 のウェーブレット関数を作った .

この移動平均を用いると , 被験者 8 のチャート 1 および 8-2 , 8-3 , 9-4 以外のエラー箇所は取り出せることがわかる .

最初の図の上部に書いてある数値は , $-90.0457 :: 156.3564$ というのは , 図に描いた , エラー箇所の前後 10 秒間の $D[m]$ の動く範囲を示している (閾値を選ぶときの参考としてのせた .)

取り出せないエラー箇所の内 , 8-2 と 9-4 の高周波成分については , 9-4 のエラー箇所をウェーブレット関数として用いることで , 取り出せる .

8-1 と 8-3 のエラー箇所については , エラーの基準が不明なため今回は手を付けていない .

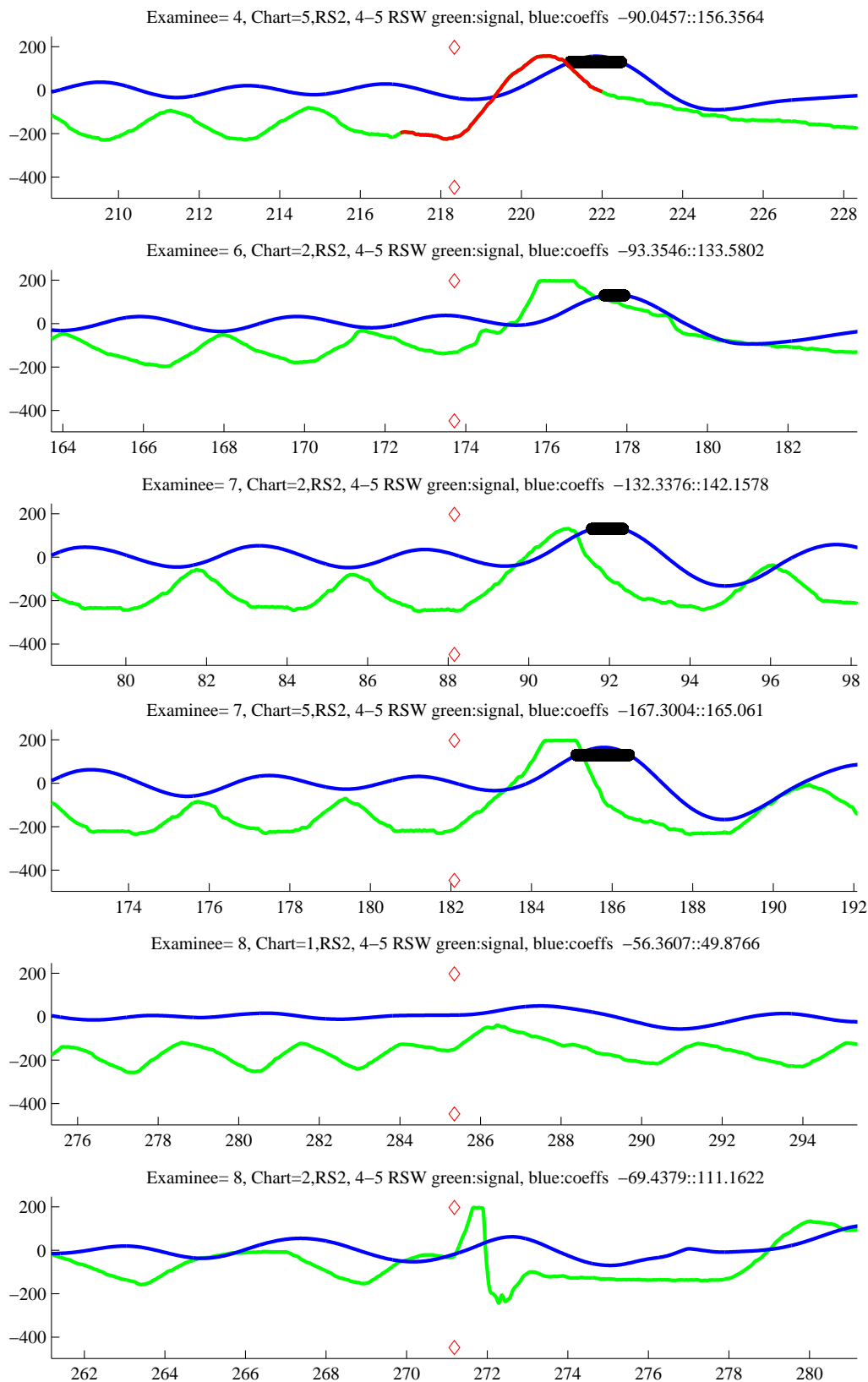


FIGURE 2. エラー箇所の解析結果 (RSW4-5) その1.

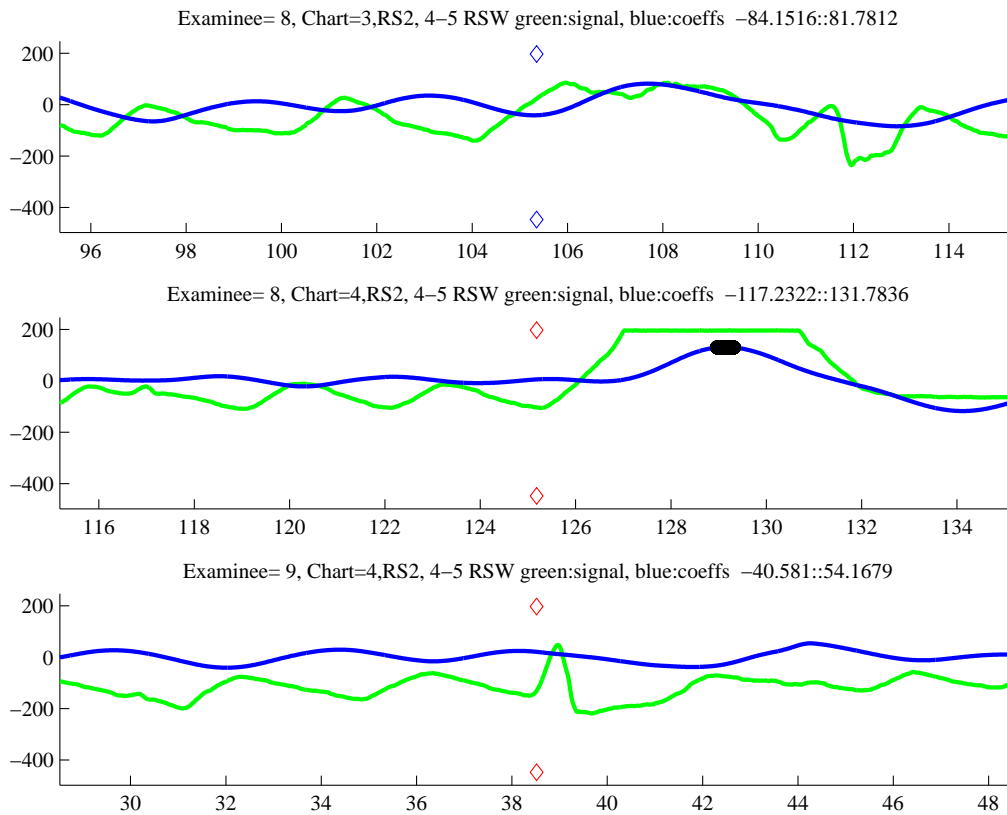


FIGURE 3. エラー箇所の解析結果 (RSW4-5) その 2.

5. このウェーブレットを用いた解析結果

閾値を前節と同様に 130 と取る．観測データに対して，移動平均 $D[m]$ を計算して， $D[m]$ が閾値を超えた場所に，黒丸を打つ．

グラフで，緑の線が観測データで，青の線が $D[m]$ である．赤四角は，古畑さんが選んだエラー箇所である．

余計なエラー箇所は，Examinee=7 - Chart=3 の 220 秒，Examinee=7 - Chart=6 の 75 秒，Examinee=9 - Chart=3 の 105 秒 の 3 箇所である．

また，エラー箇所の内被験者 8 のチャート 1 および 8-2，8-3，9-4 の 4 個は取り出せない．

6. 9-4 のエラー箇所をウェーブレット関数として用いた場合

9-4 のエラー箇所の前後，38 秒から 40 秒までの 121 点を取り出して，平均を 0 に ℓ^1 ノルムを 1 に補正して，図 11 のウェーブレット関数を作る．

このウェーブレット関数 (RSW9-4) とデータの移動平均 $D[m]$ を取る．閾値を 100 に設定して，エラー箇所の前後 10 秒を描いたのが，図 12 と図 13 である．

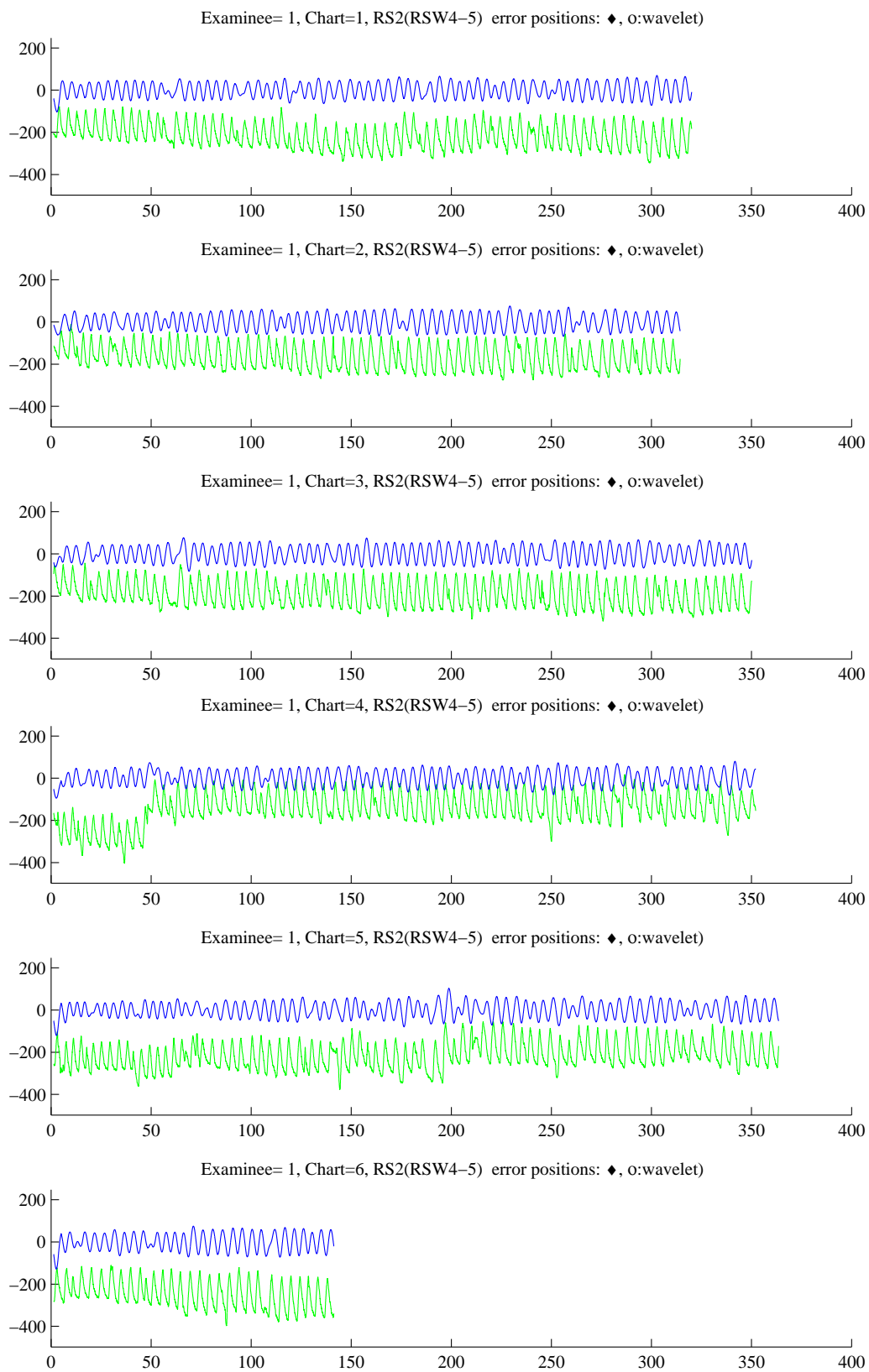


FIGURE 4. RS2 の解析結果 (RSW4-5) 被験者 1.

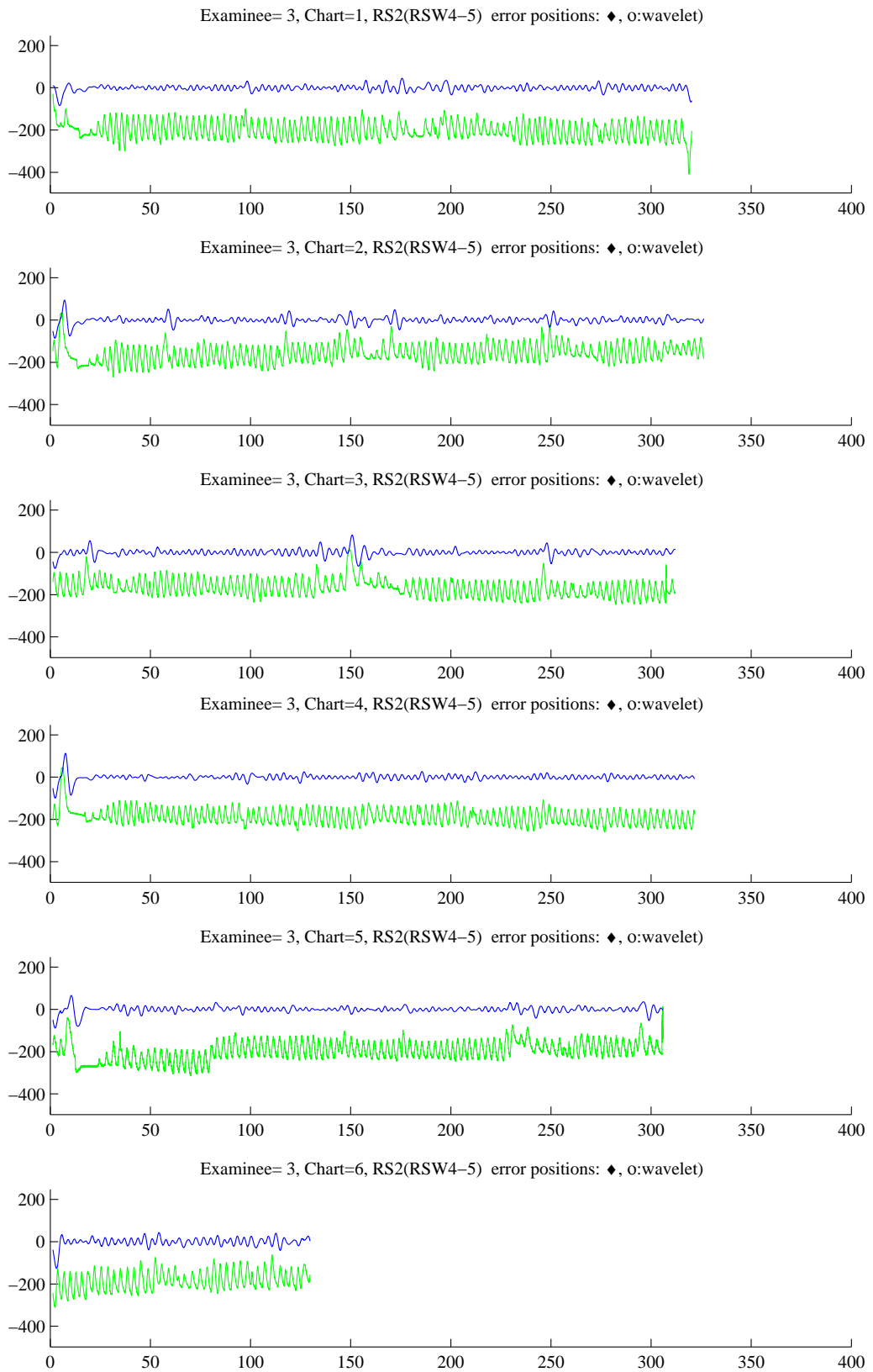


FIGURE 5. RS2 の解析結果 (RSW4-5) 被験者 3.

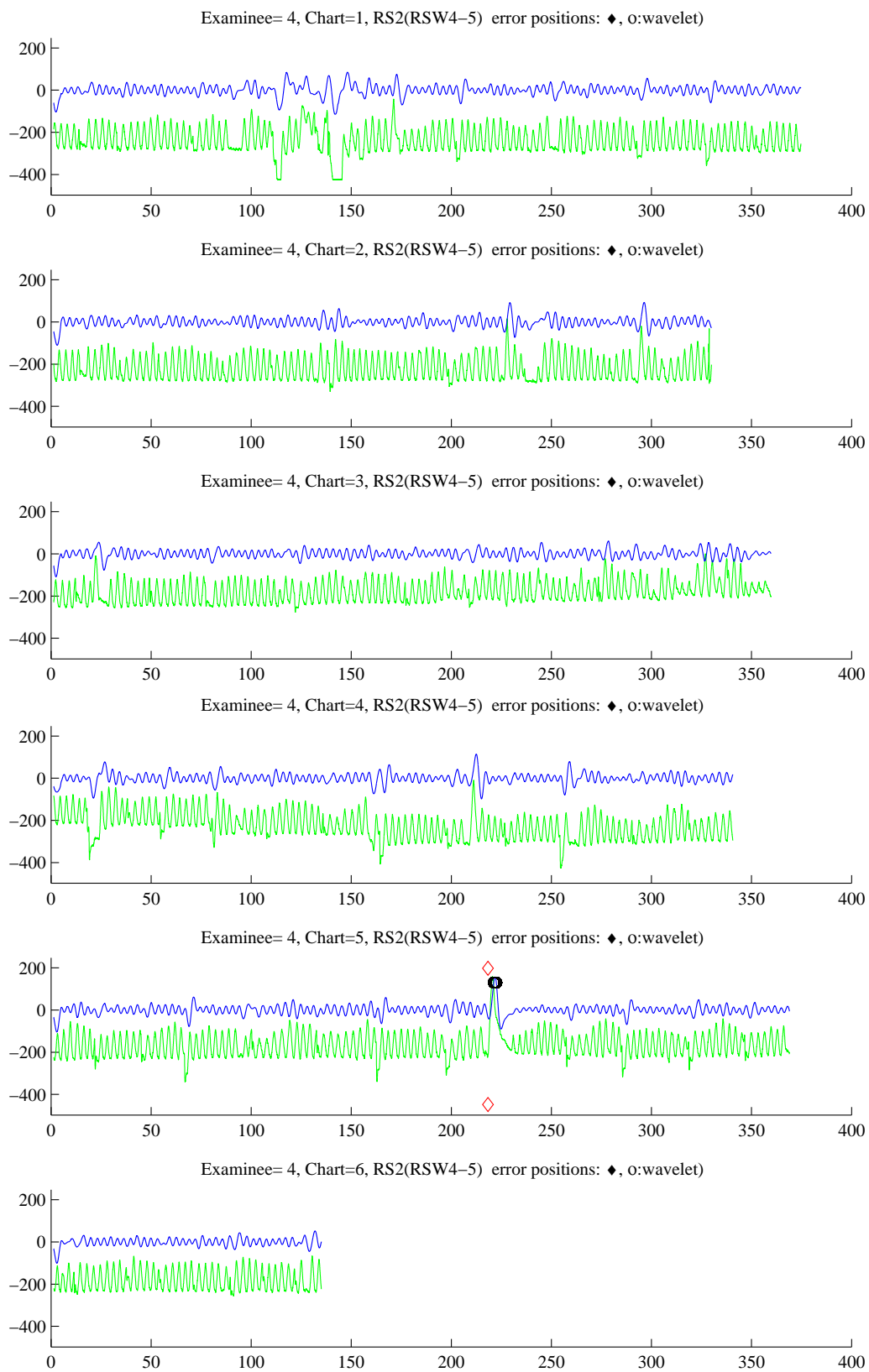


FIGURE 6. RS2 の解析結果 (RSW4-5) 被験者 4.

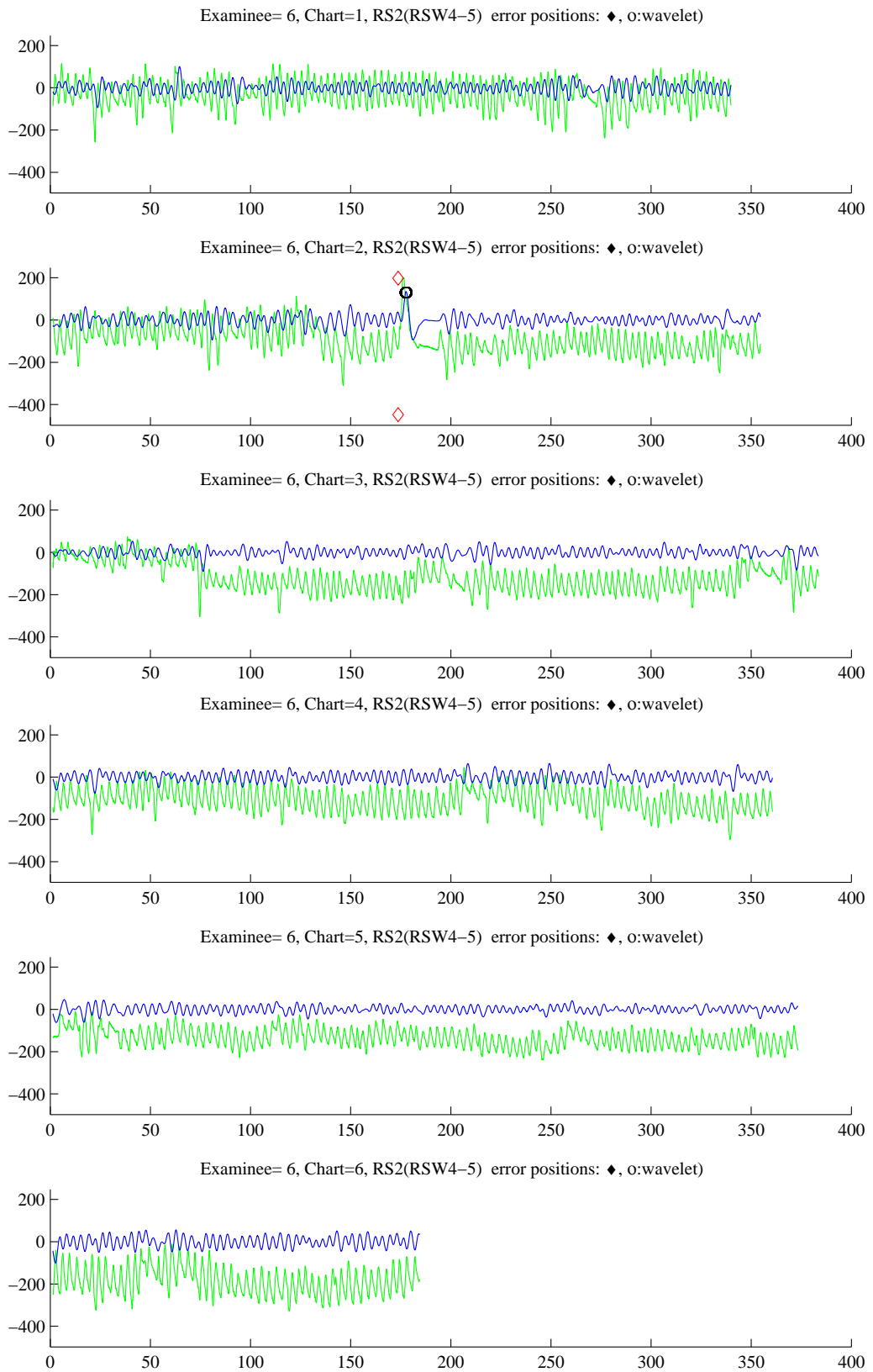


FIGURE 7. RS2 の解析結果 (RSW4-5) 被験者 6.

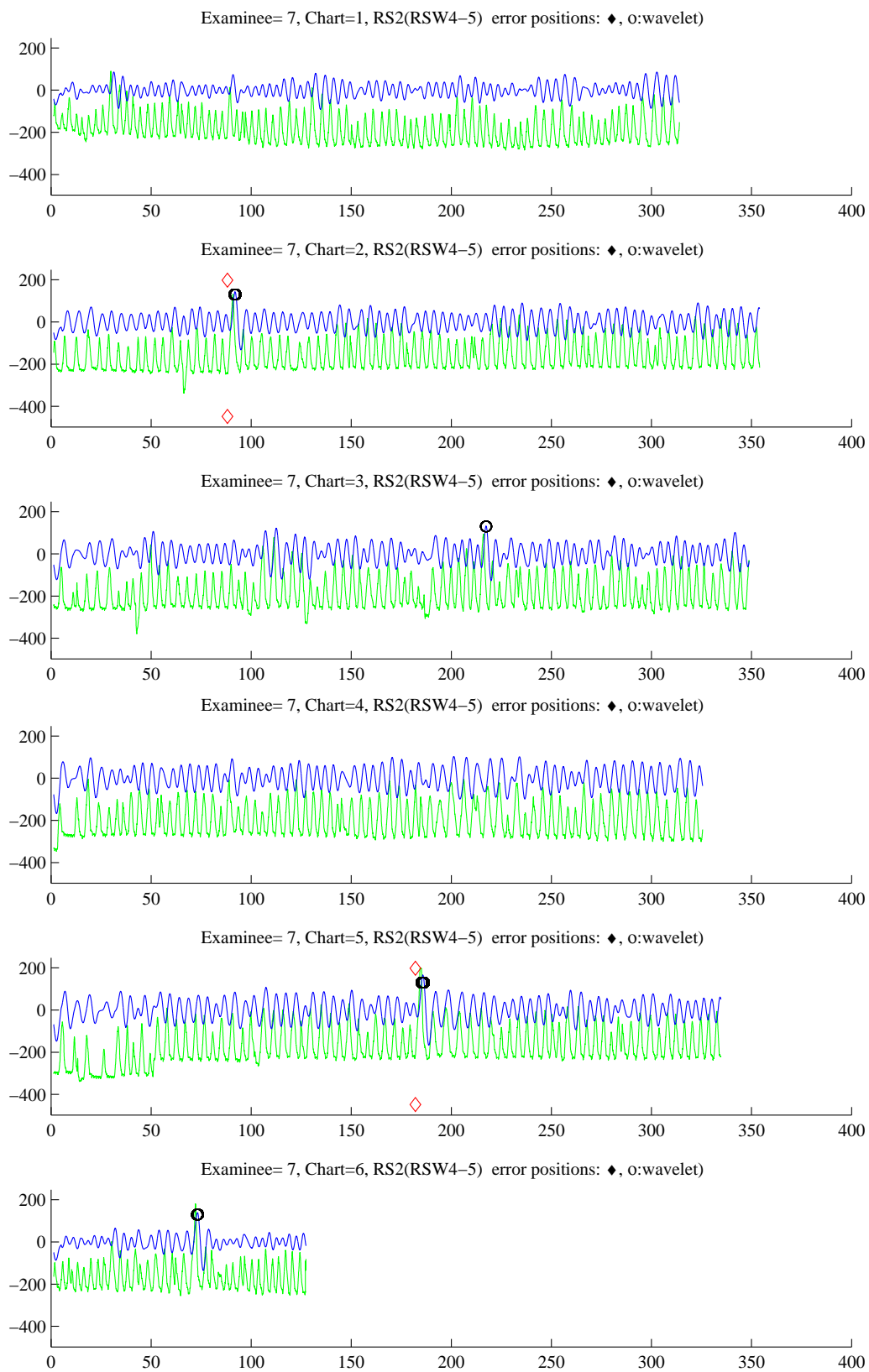


FIGURE 8. RS2 の解析結果 (RSW4-5) 被験者 7.

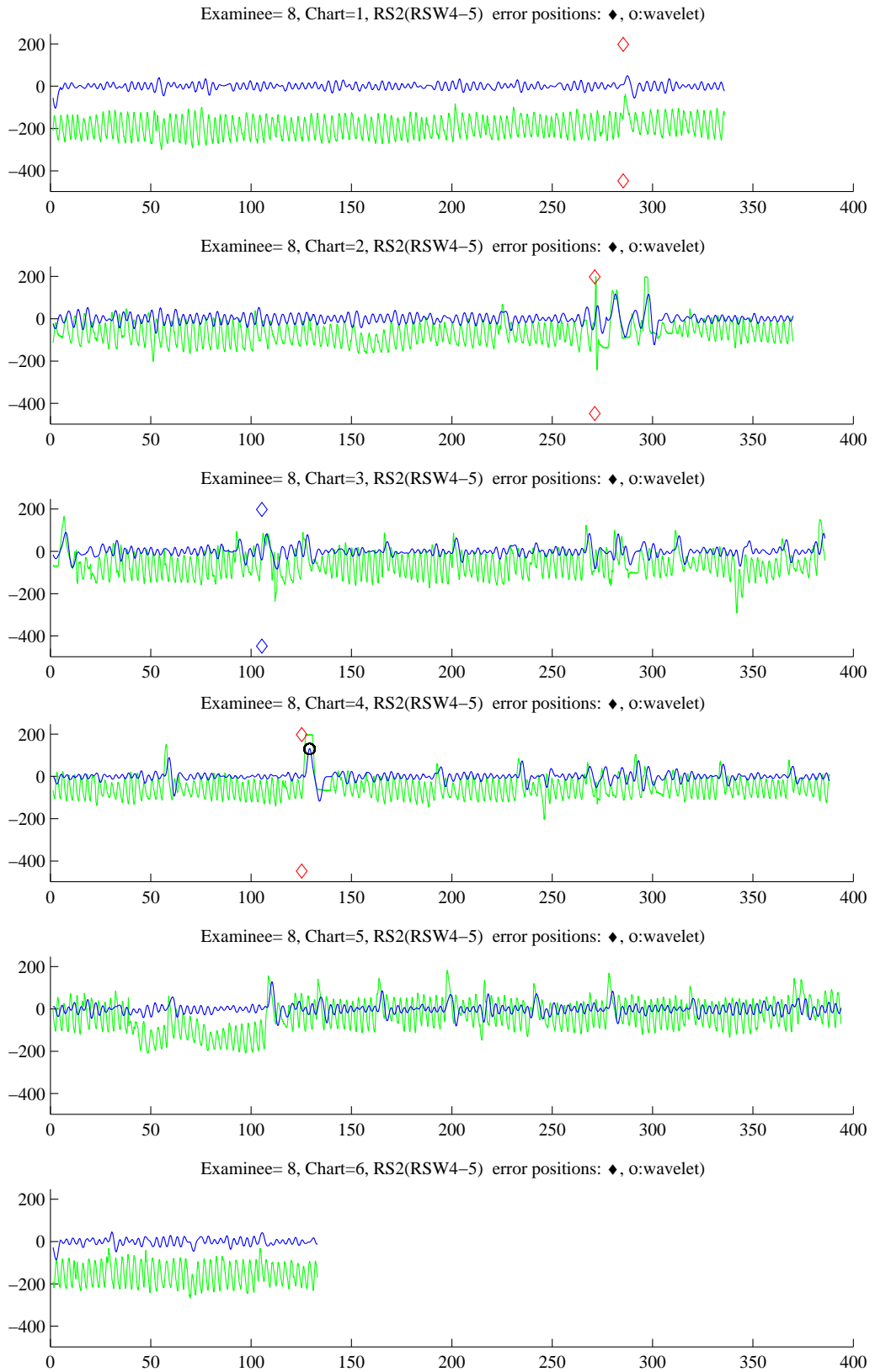


FIGURE 9. RS2 の解析結果 (RSW4-5) 被験者 8.

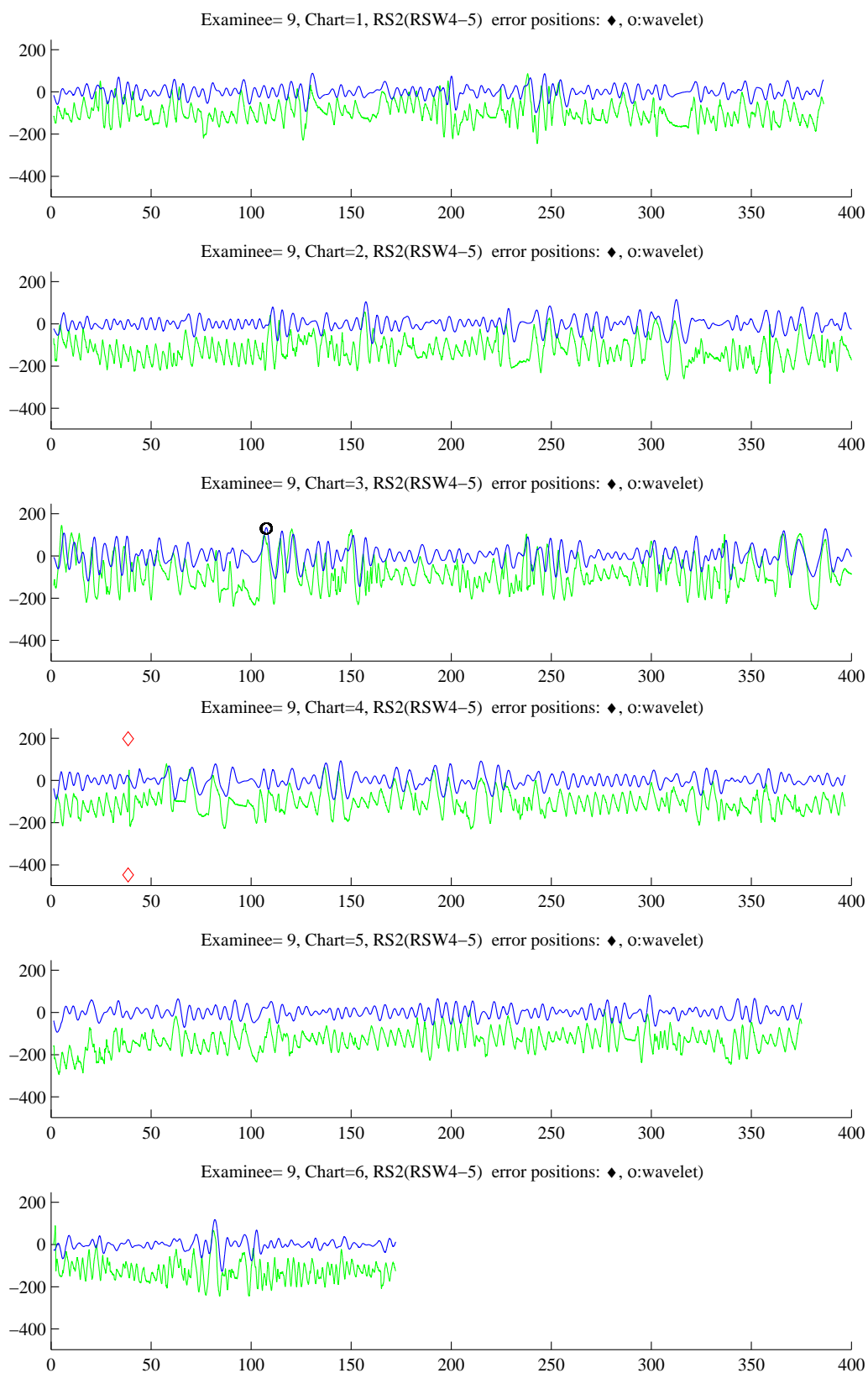


FIGURE 10. RS2 の解析結果 (RSW4-5) 被験者 9.

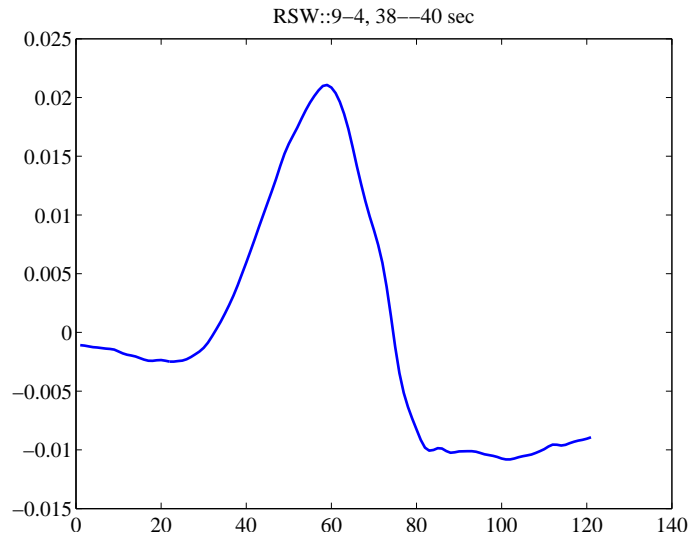


FIGURE 11. エラー箇所 9-4 の前後 121 点 (RSW9-4).

緑の線が RS2 のデータで、青線が $D[m]$ で、閾値 100 を超えた部分に打ってある。

高周波変動を捉えるために構成した、ウェーブレット関数なので、前節で捉えられなかった 8-2 と 9-4 のエラー箇所のほかは、7-5 のエラー箇所が捉えられているだけである。

7. 9-4 のエラー箇所を用いた全体の解析

移動平均 $D[m]$ が閾値を超えた場所の内、エラー箇所でないのは、7-6 の 75 秒、9-3 の 240 秒と 340 秒の 3 カ所である。

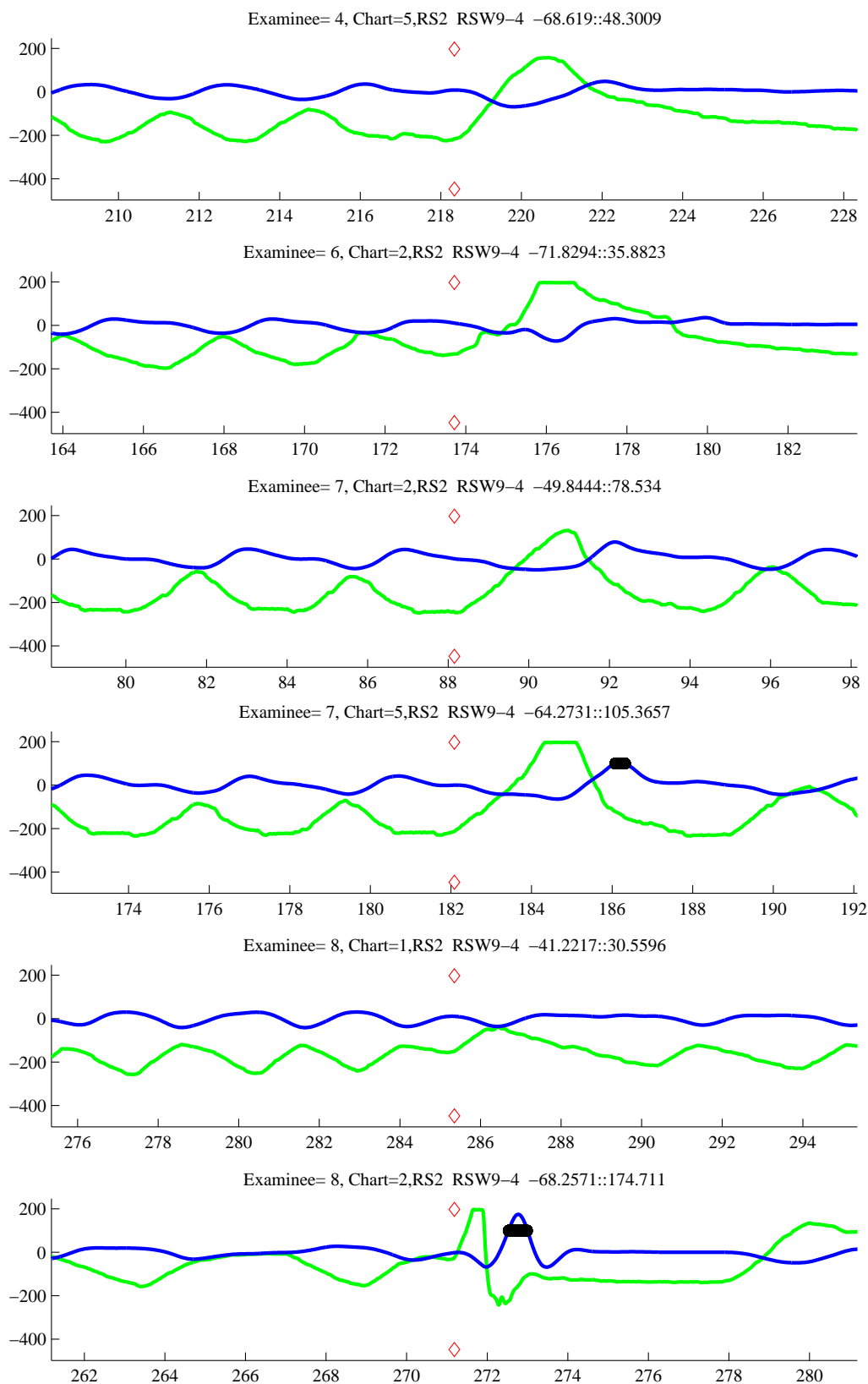


FIGURE 12. エラー箇所の解析結果 (RSW9-4) その1.

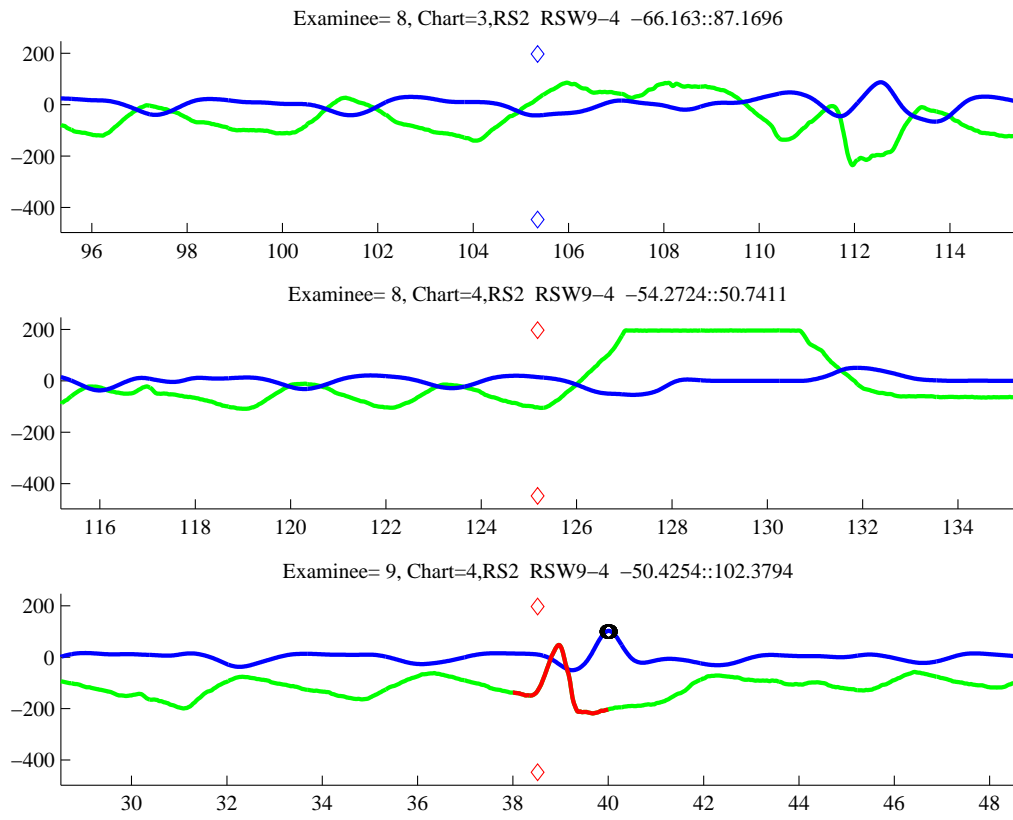


FIGURE 13. エラー箇所の解析結果 (RSW9-4) その2.

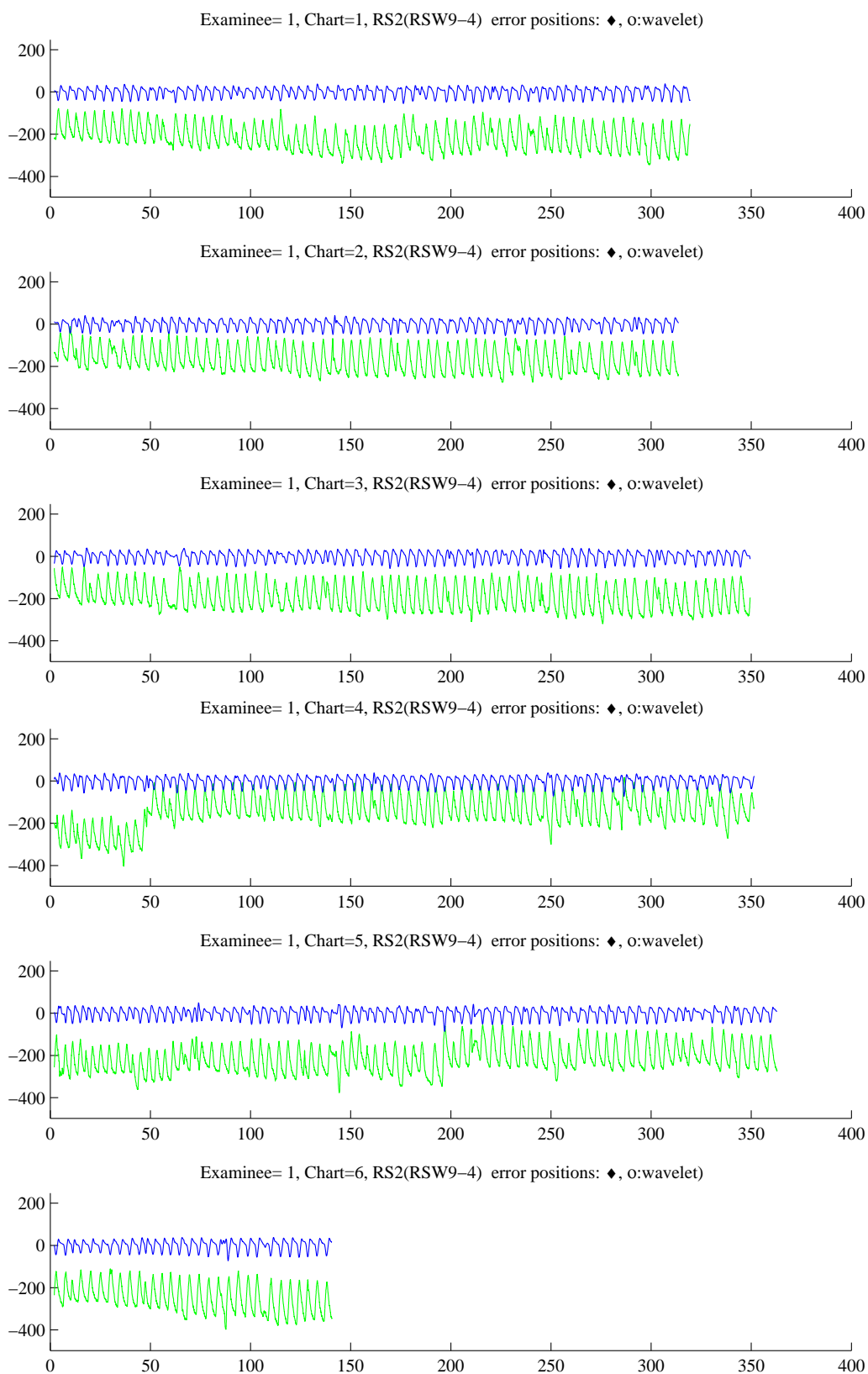


FIGURE 14. RS2 の解析結果 (RSW9-4) 被験者 1.

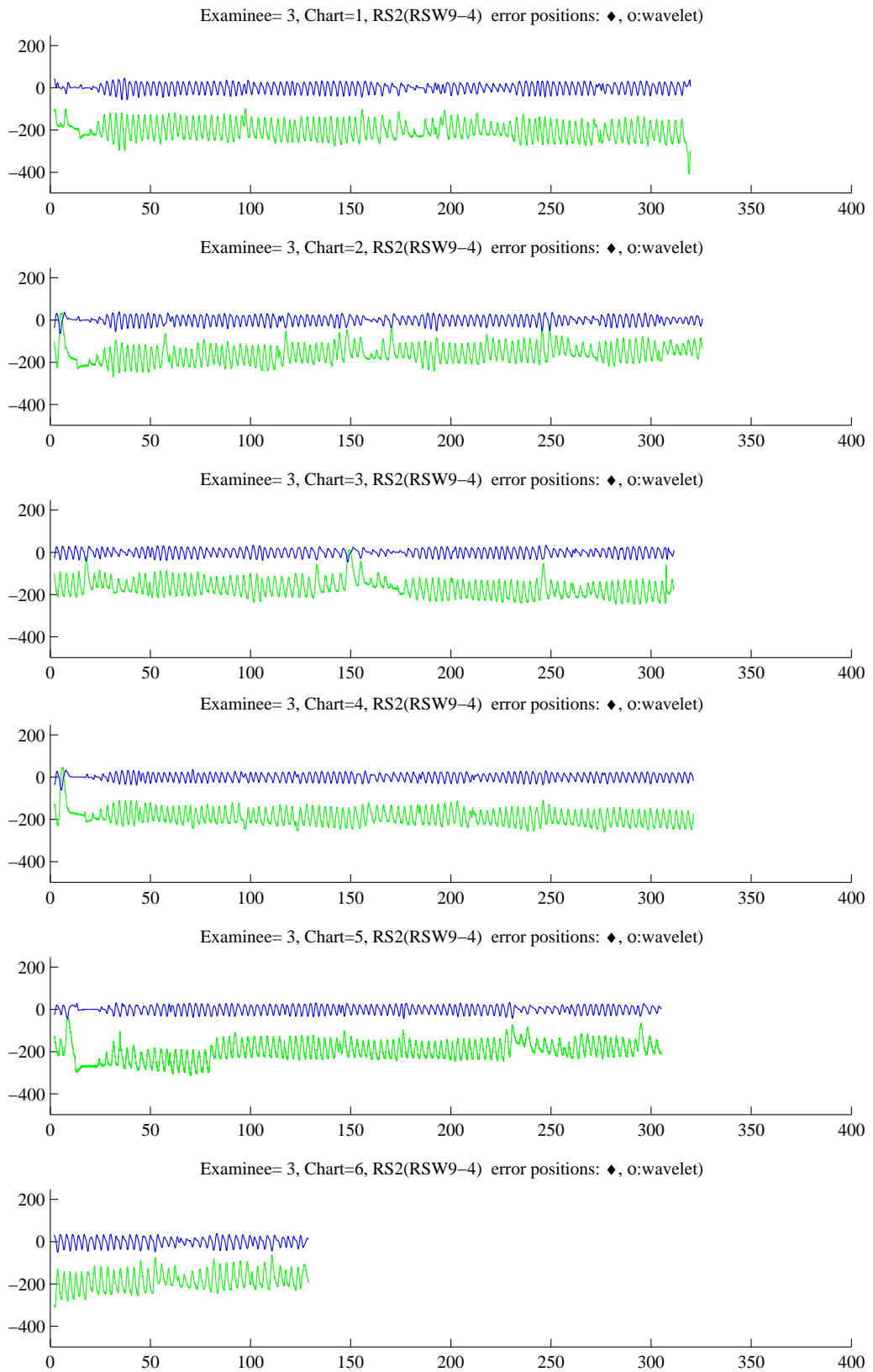


FIGURE 15. RS2 の解析結果 (RSW9-4) 被験者 3.

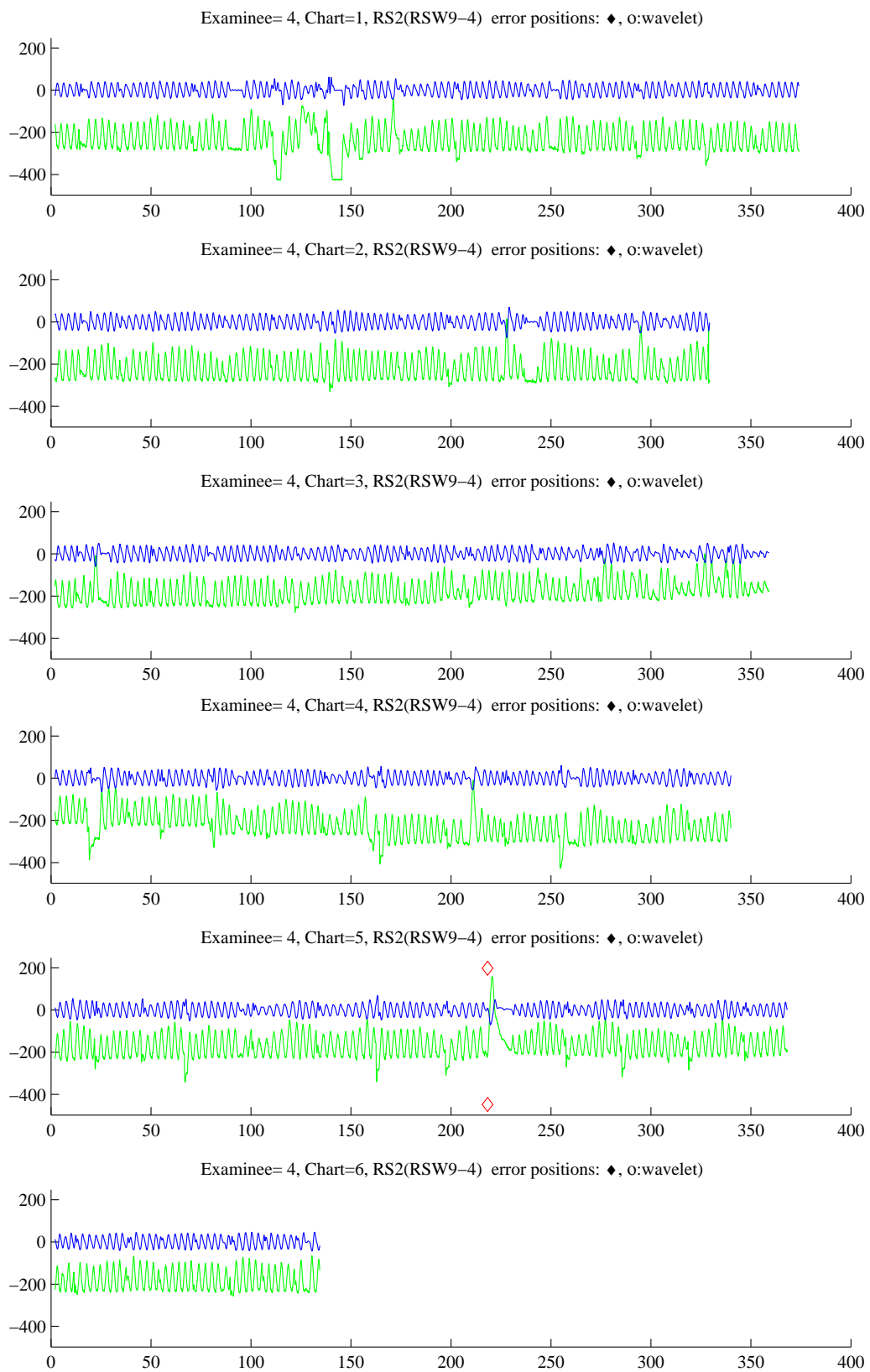


FIGURE 16. RS2 の解析結果 (RSW9-4) 被験者 4.

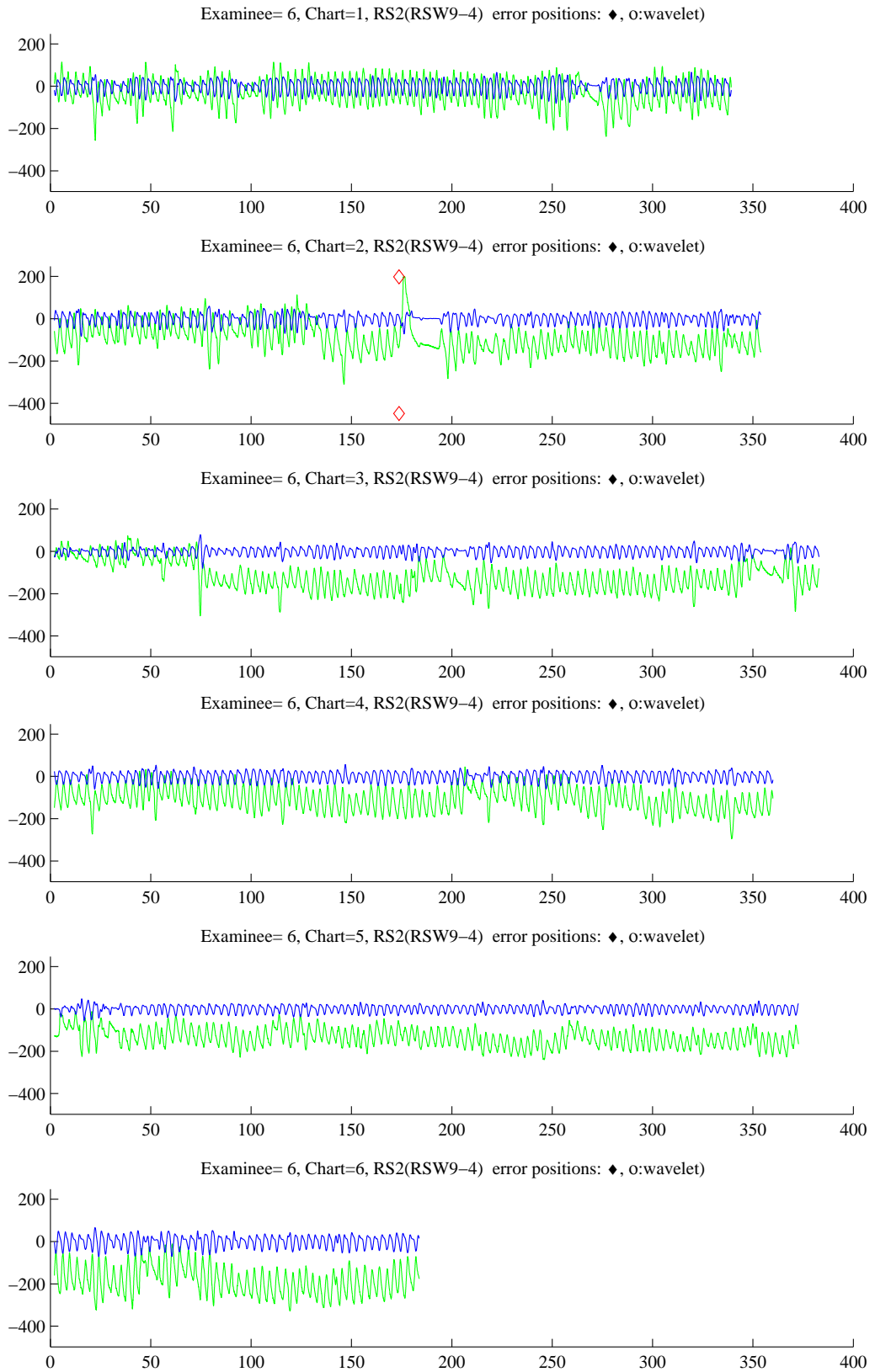


FIGURE 17. RS2 の解析結果 (RSW9-4) 被験者 6.

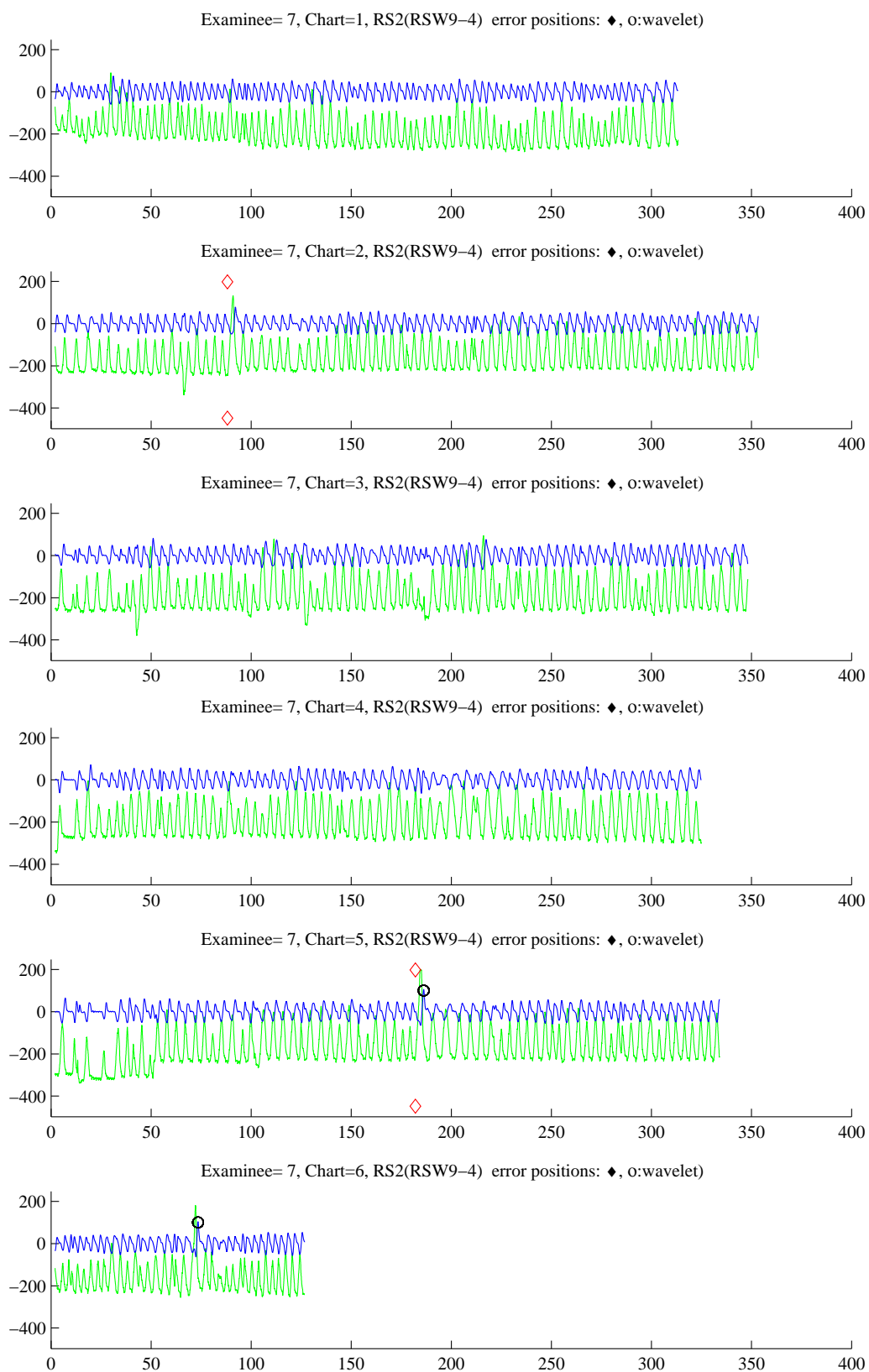


FIGURE 18. RS2 の解析結果 (RSW9-4) 被験者 7.

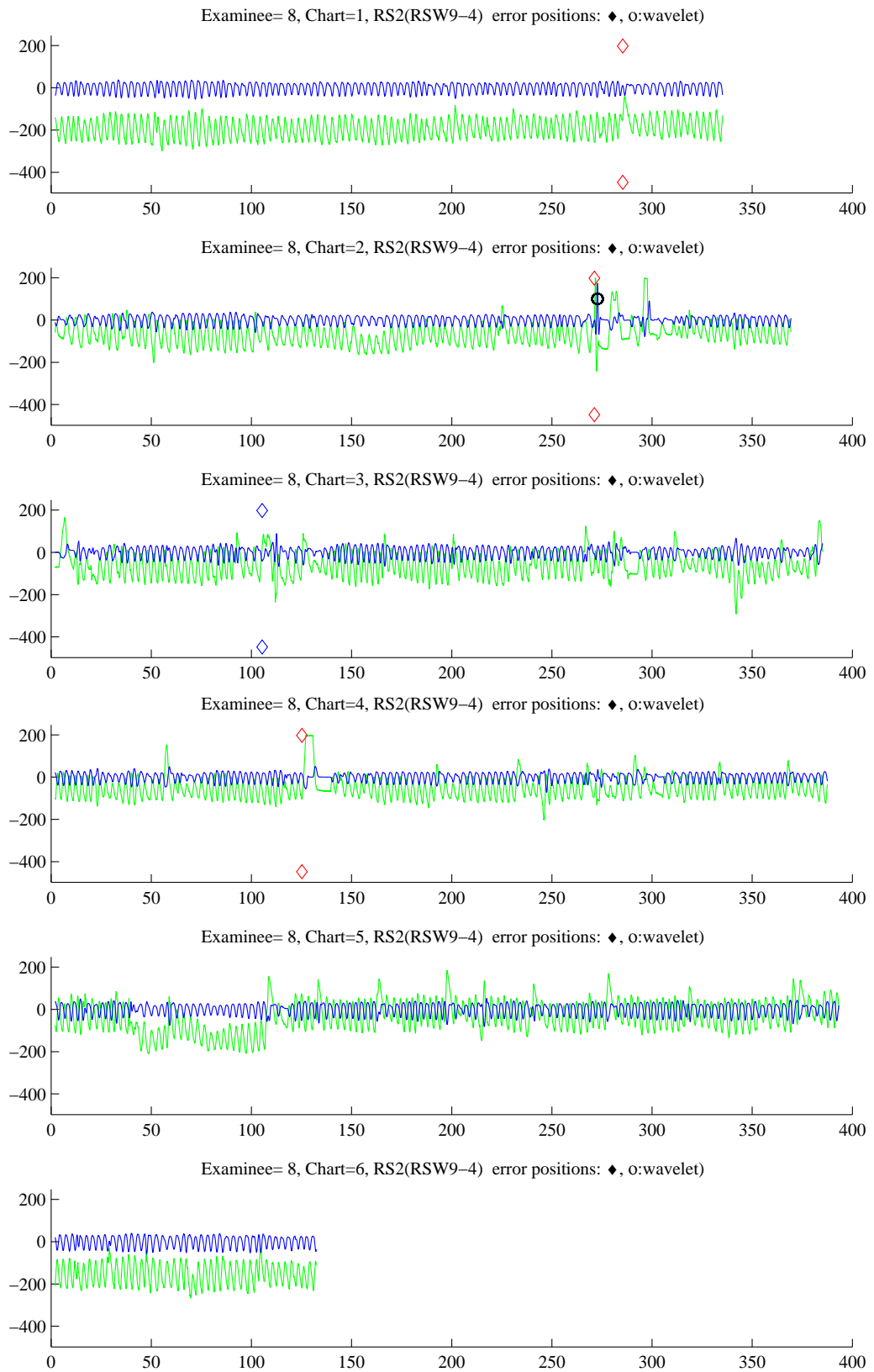


FIGURE 19. RS2 の解析結果 (RSW9-4) 被験者 8.

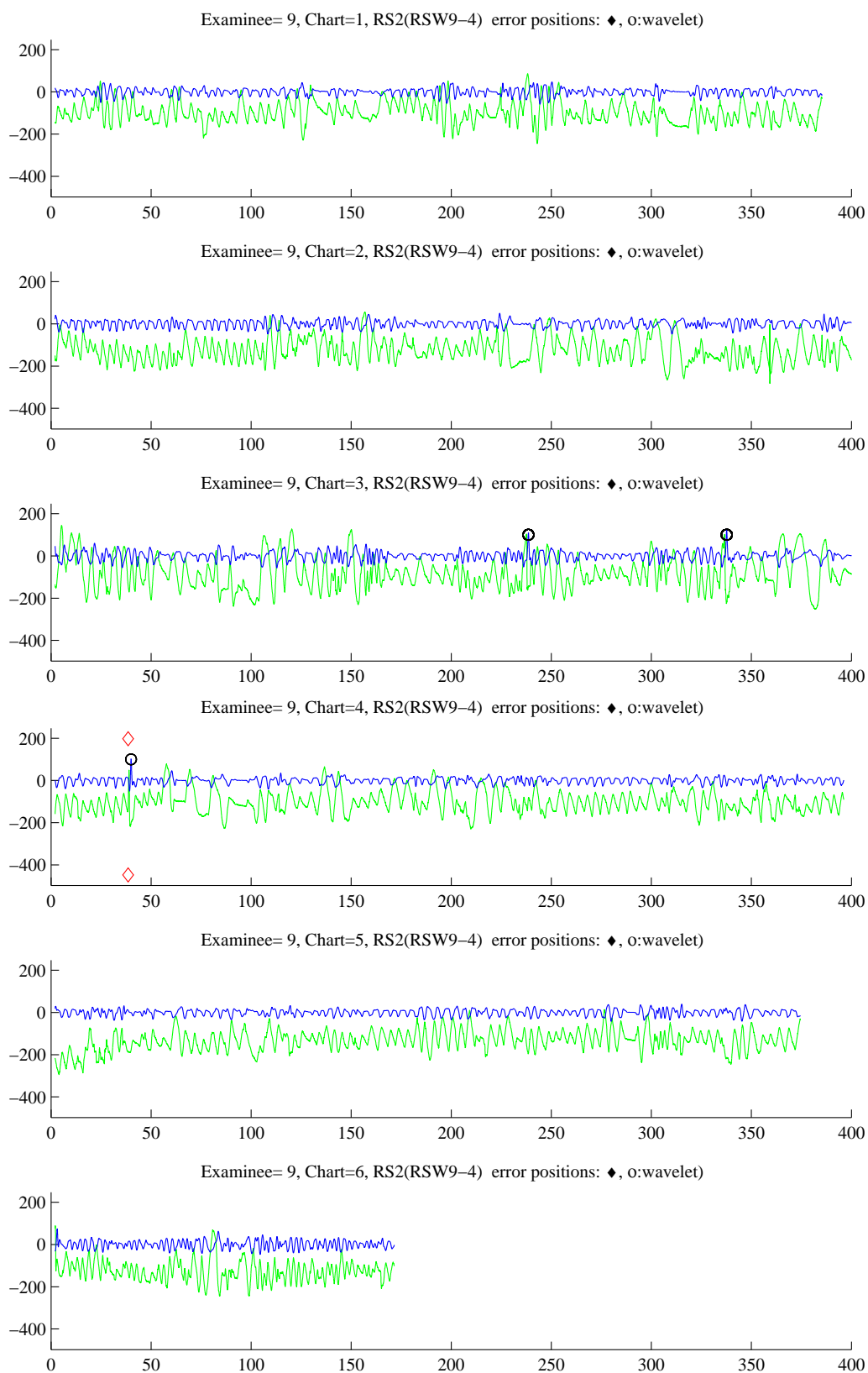


FIGURE 20. RS2 の解析結果 (RSW9-4) 被験者 9.