

『建設予定地の地質の状況』について

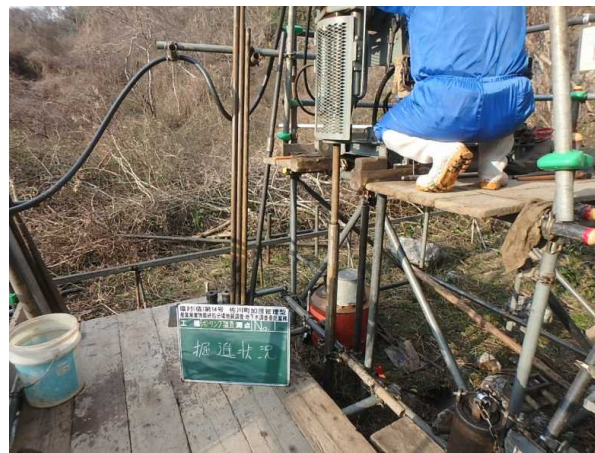
令和2年7月
高知県

① 建設予定地の地質調査の実施状況

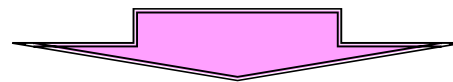
- 12月中旬から実施していた「電気探査（空洞の探査）」は、2月上旬に現地での作業は完了。また、12月下旬から実施していた「ボーリング調査」についても、5月上旬に空洞の有無の確認のための作業は完了。
- 作業完了後、電気探査により得られたデータやボーリング調査の結果等を解析することにより、空洞の有無について確認を実施。なお、その解析結果については、『施設整備専門委員会』の委員（地盤）である高知大学 笹原教授、また、岩盤工学が専門の山口大学 進士教授にデータ等をお示しし、ご意見を頂きながら確認。



ボーリング機械の設置状況



掘削等の状況



② 建設予定地の地質の状況について

(ア) 建設予定地及びその周辺の地質の概況

- 既存の文献※1により建設予定地周辺の地質の概況について確認。

※1 国立研究開発法人産業技術総合研究所（産総研）地質図

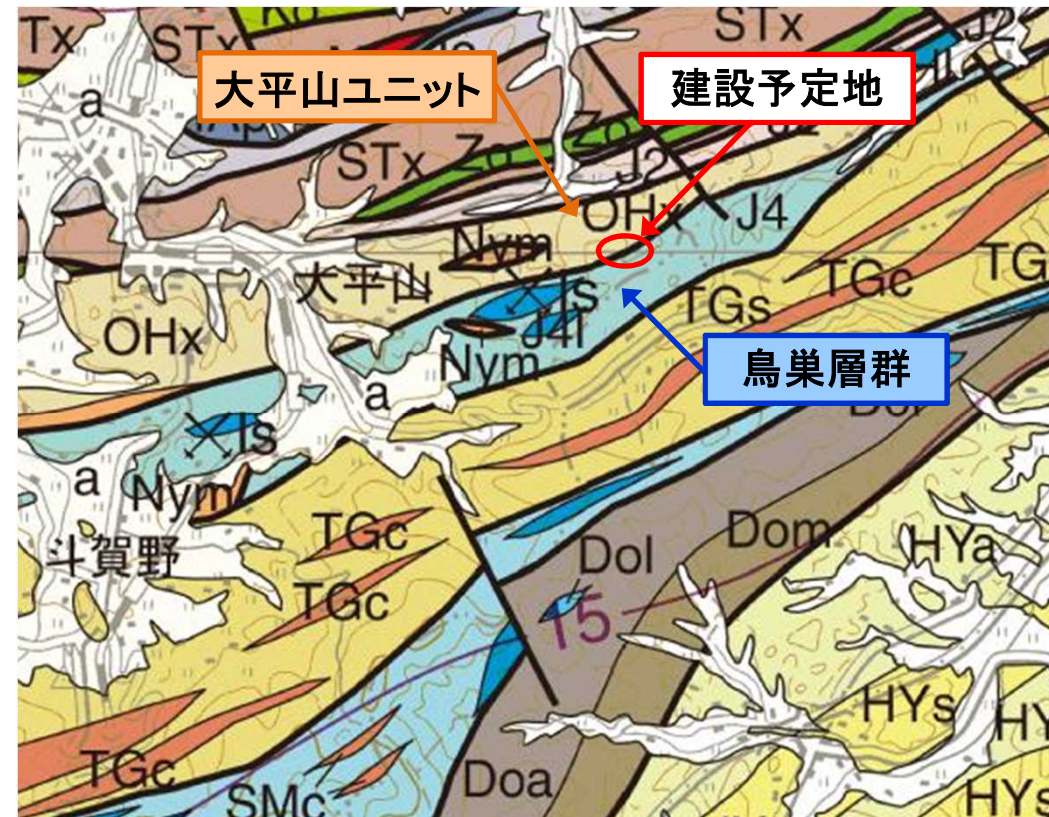
- 概況

1. 建設予定地の北側は、『大平山ユニット』と呼ばれる「泥質岩」※2、「砂岩」※3、「石灰岩」など様々な岩質が混ざりあう形で構成されている。

※2 泥質岩：泥が固まってできた岩石 ※3 砂岩：砂が固まってできた岩石

2. 南側は、『鳥巢（とりのす）層群』と呼ばれる「砂岩」、「泥質岩」、レンズ状※4に存在する「石灰岩」から構成されている。

※4 レンズ状：地層の端が凸（とつ）レンズの末端のように薄くなっている状態



出典：産総研地質調査総合センターウェブサイト 20万分の1地質図「高知」
(URL: <https://gbank.gsi.jp/geonavi/geonavi.php>) を加工して利用

(イ) 地表の地質調査

- また、文献調査とあわせて、実際に建設予定地周辺の地表で確認できる地質について調査を実施。
- 建設予定地周辺では、「石灰岩」、「泥質岩」、「砂岩」、「石灰岩と砂岩が層状に重なった地層」などを確認。
- この調査結果からも、建設予定地及びその周辺の地質は複数の地質から構成されていることが確認された。

地表地質調査の概要 (地表で確認できた岩石)

石灰岩と砂岩が重なった地層



泥質岩と石灰岩



施設を整備する平坦地

砂岩



石灰岩



泥質岩

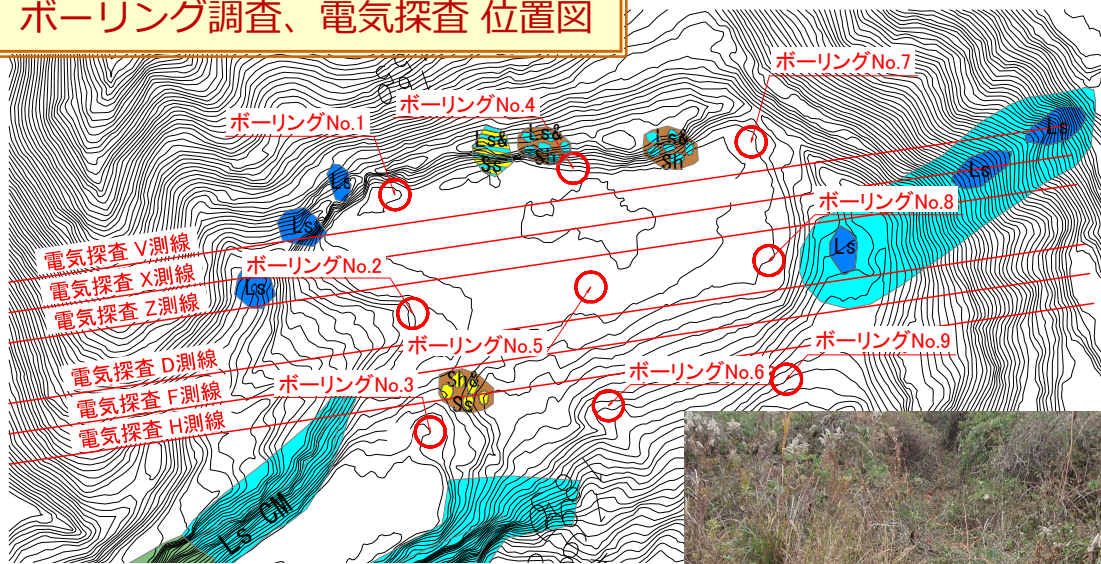


③ 電気探査・ボーリング調査の実施

(ア) 調査の概要

- これまでの調査から建設予定地周辺は、複数の地質により構成されていることが確認できたことから、さらに施設を整備する平坦地部分（東西200m×南北80m）を密に調査することとし、南北を10m間隔に区分して、調査する箇所（測線）を9測線設定。
- 『電気探査』※1は、6測線で実施し、地下100mまでの状況を確認することとした。また、今回の測線に沿って配置した「電気を流す棒（電極）」の間隔を5mとしたので、大きさ5m以上の空洞の存在について把握することが可能。
- 『ボーリング調査』は、南端と北端と中央の3測線（40m間隔）ごとに3箇所（東・中・西 60m間隔）、合計9箇所（深さ約50～64m）で実施。
- また、掘削によりできた孔内（φ8cm程度）に小型カメラ※2を入れて、地盤の状況を確認。

ボーリング調査、電気探査 位置図



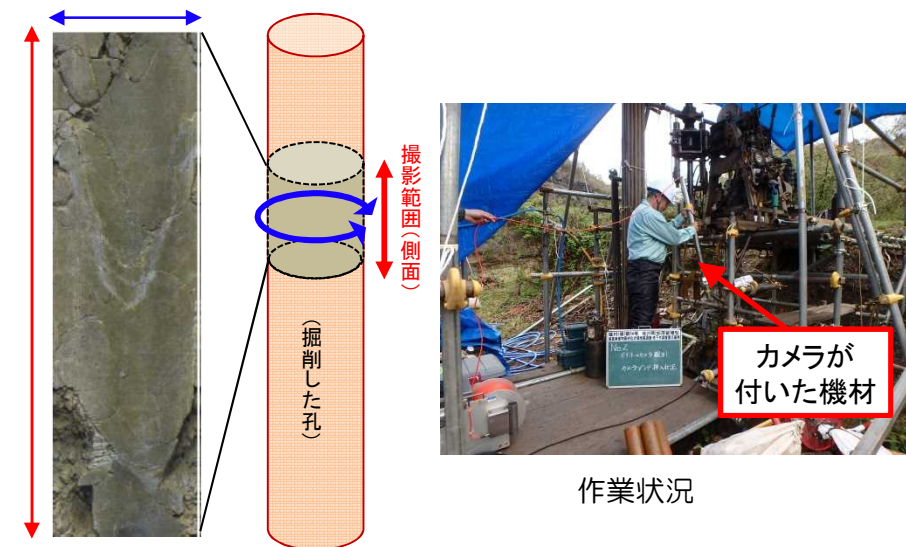
※1 電気探査

地盤に一定の間隔で多くの電極を設置し、電気を流すことによって、「地盤の電気の流れやすさ（比抵抗値）」を測定することにより、空洞の有無について調査できる



電極設置状況

※2 小型カメラによる孔内撮影イメージ



(イ) ボーリング調査、小型カメラによる地盤の撮影の結果

○ ボーリング調査により採取した土や岩石（コア）から、地層の構成は、以下のように推定される。

- 平坦な箇所では地表から深さ約1～3m、南側の平坦な場所から緩やかに傾斜している箇所では地表から4～7mは、表土（礫が混じった粘土等）
- それより深い場所では、泥質岩、砂岩、石灰岩が確認されている。
- そのうち、石灰岩は、泥質や砂質な部分が認められるため、砂質石灰岩、泥質石灰岩、砂質泥質石灰岩、純度の高い石灰岩に分類した。

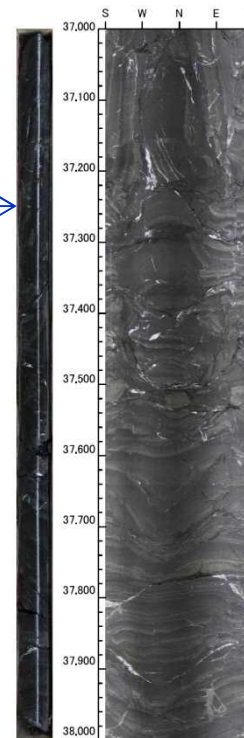
○ また、ボーリング調査とあわせて実施した試験の結果から、いずれの箇所の岩盤も地盤の支持力を示す値（N値）は支持層※1として必要な50以上の値※2が確認されており、建物の基礎として十分な支持力を有していることを確認した。

- ※1 支持層は、支持層（N値50以上）に到達してから5m確認すること。〈出典：国土交通省北陸地方整備局「地質調査の手引き(案)」〉
- ※2 25ページに、N値の数値について掲載。

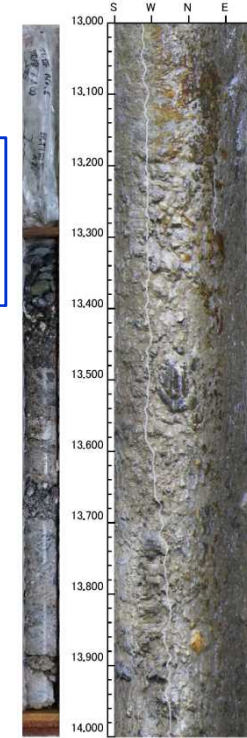
○ ボーリング調査で採取されたコアや小型カメラによる孔内撮影結果から、空洞と確認できる箇所は無かった。

- ※11～18ページに、No.5（平坦地の中央部）のコアや孔内の撮影結果を掲載。

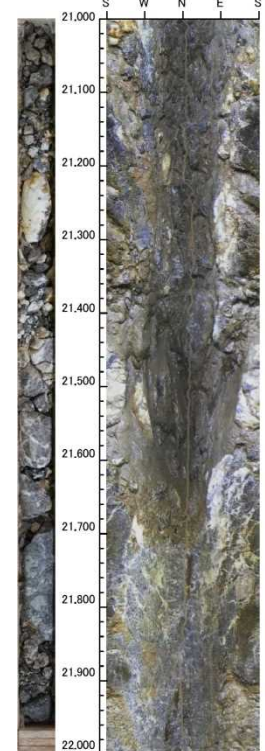
No.2（37～38m付近）



No.6（13～14m付近）



No.8（21～22m付近）



(ウ) 電気探査の結果と考察

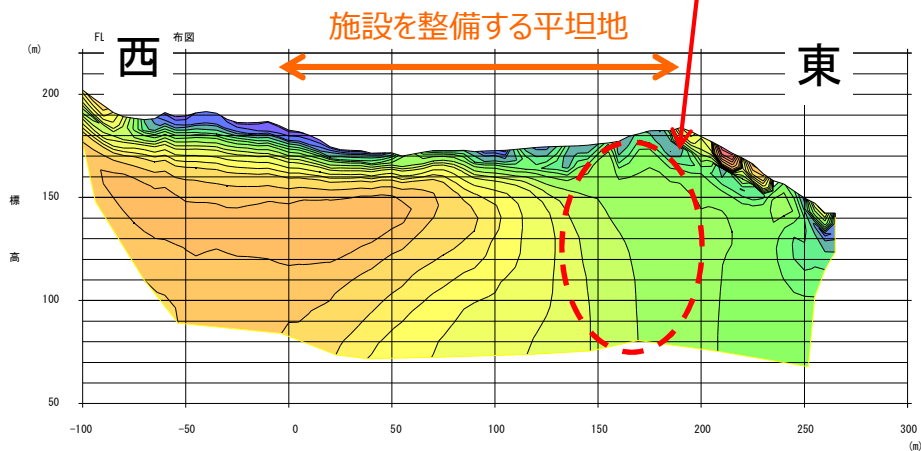
※19～21ページに6測線の全ての結果を示しています。

- 一般的に、電気の通し易さ（比抵抗値）は、岩石の種類によって異なる。また、同じ岩石でも風化が進んでいない岩石ほど値が高く（電気が通りにくい）なる。また、岩石の中にどの程度水を含んでいるのか（水の飽和度）によっても異なる。
- 地下に空洞がある場合、比抵抗値は周りと比べ極端に高くなる。一方、その空洞が水で満たされている場合、逆に極端に低くなる。
- 下図の青や緑の部分（比抵抗値の低い）は、風化が進んでいる、または、地下水や地表水により水分を多く含んでいる層であり、黄色が濃く（比抵抗値の高い）なるにしたがい風化の進んでいない、新鮮な層が分布していると考えられる。
- このように風化の程度により、比抵抗値に大小はあるが、ボーリング調査により確認された岩石の種類（石灰岩、泥質岩、砂岩）が一般的に示すとされる比抵抗値※1と今回得られた比抵抗値は一致している。
※1 一般的に示す比抵抗値：石灰岩：約60～500,000、泥質岩・砂岩：約1～1,000、地下水：約20～80
- なお、ボーリング調査により平坦地南東側に泥質岩が多く確認されており、電気探査による比抵抗値も泥質岩の比抵抗値と一致している。

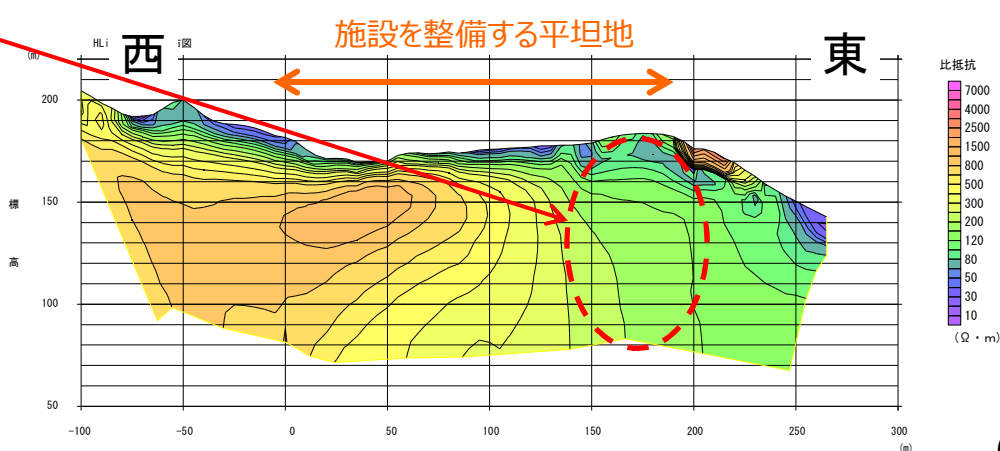
F測線（南から2番目）

ボーリングで泥質岩を多く確認

H測線（南端）

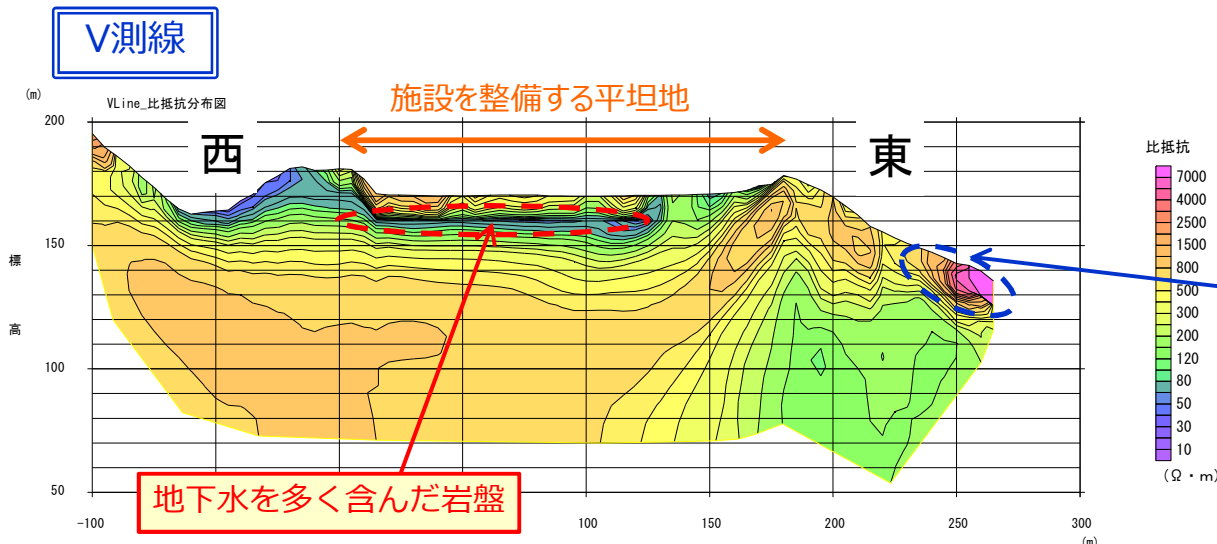


比抵抗
7000
4000
2500
1500
800
500
300
120
80
50
30
10
($\Omega \cdot m$)



比抵抗
7000
4000
2500
1500
800
500
300
120
80
50
30
10
($\Omega \cdot m$)

- 下図の地表面に近い濃い青色の部分にはボーリング結果から推定することができる地下水の位置と一致しており、地下水を多く含んだ岩盤が存在していると考えられる。
- また、建設予定地周辺東側の地表付近において、周辺と比べ比抵抗値が高くなっている箇所が確認されたが、この箇所は現地調査により、割れ目の多い岩盤等であることを確認した。表面に割れ目があり、その中に空気が存在することにより、電気が流れにくくなり、比抵抗値が高くなったと考えられる。



地表に露出している岩盤

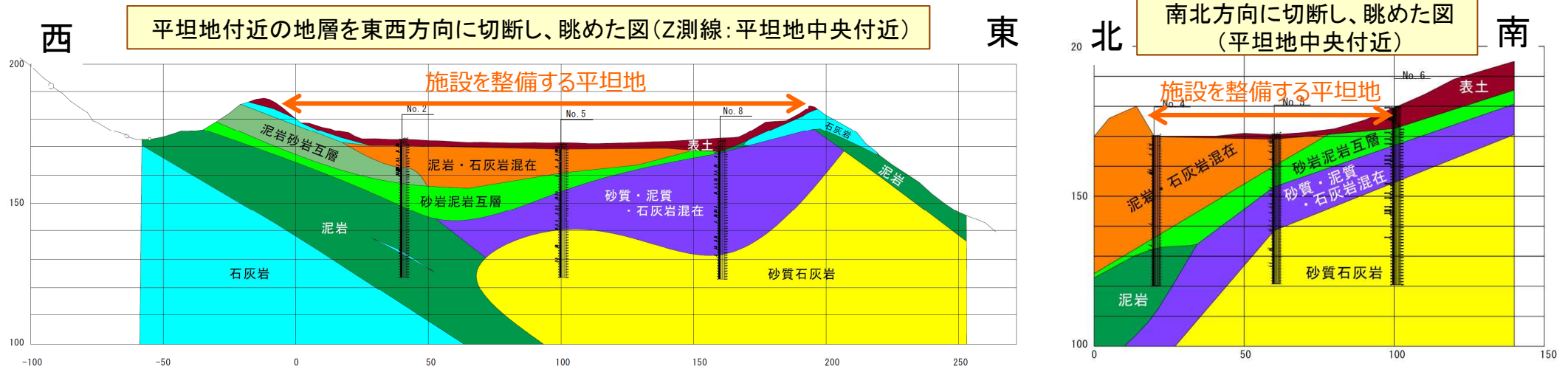


考察

- 地下に空洞がある場合、比抵抗値は周りとは極端に高くなる。一方、その空洞が水で満たされている場合、逆に極端に低くなるが、今回の電気探査や現地調査等の結果からみると、そのように比抵抗値が周辺と比べて極端に高い場所や低い場所は確認されなかった。
- 以上の電気探査の結果から、5m程度以上の大きさの空洞はないことが確認できた。ただし、5m未満の小さな割れ目が存在する可能性は残っている。

(工) ボーリング調査、電気探査等を踏まえた状況

- 「ボーリング調査結果」や「掘削した孔内の撮影結果」、「電気探査結果」をあわせて、建設予定地及び周辺の地下の地質図（地質推定断面図）を作成。
※22～24ページに東西、南北の各3断面の結果を掲載。



④ 調査結果のまとめ

- 電気探査により地下100m程度までの地盤の状態を確認した結果、5mを超える大きさの空洞は確認されなかった。
- ボーリング調査とあわせて実施した試験により、建設予定地の地盤は、建物を整備することが可能な支持力を有していることが確認できた。
- ボーリング調査の結果や掘削した孔内を小型カメラにより撮影した画像を確認したところ、空洞は確認されなかった。

- これらの調査によって、建設予定地周辺の地下は、施設の整備が可能な状態であると判断。
- 現地で工事を進めていく際には、住民の皆様には節目節目で状況を報告していく。

⑤ 今後の予定

- 今後は、施設の構造物を配置する位置の地質データを得るためのボーリング調査を実施していく予定。
また、既の実施したボーリング孔を井戸として利用し、地下水位を観測しており、その結果等から地下水の流れについても確認していく予定。

⑥ 施設整備専門委員会委員等への個別意見聴取結果 概要

(1) 施設整備専門委員会委員 高知大学 笹原 克夫教授

《第1回：4月24日》

- 電極間隔5m、探査深度100mでの分解能について確認し、この調査により何m程度以上の空洞を確認することができるのか整理しておくこと。
- 住民に対して、何m以上の大きさの空洞を確認できると言えれば良いが、具体的な数字でなくても構わないので、確認できる限界があることを伝えた方が良い。

《第2回：5月26日》

- 取りまとめ結果（地耐力、空洞の有無の評価）については妥当だと考えられる。しかし、あくまで住民への説明としては「電気探査では5m程度の大きさの空洞等までしか確認できない。電気探査では5m程度以上の空洞は無いことは確認できたが、5m未満の小さな割れ目が存在する可能性はある。」と説明した方が良い。
- 上記の説明で、5m未満の空洞の存在の可能性に対して住民の方から心配の声が出された場合には、「ボーリング調査、ポアホールスキャナ、現地踏査により複合的に確認しており、その結果からは5m未満の空洞がある可能性は小さい」と説明すれば良い。

(2) 山口大学 進士 正人教授

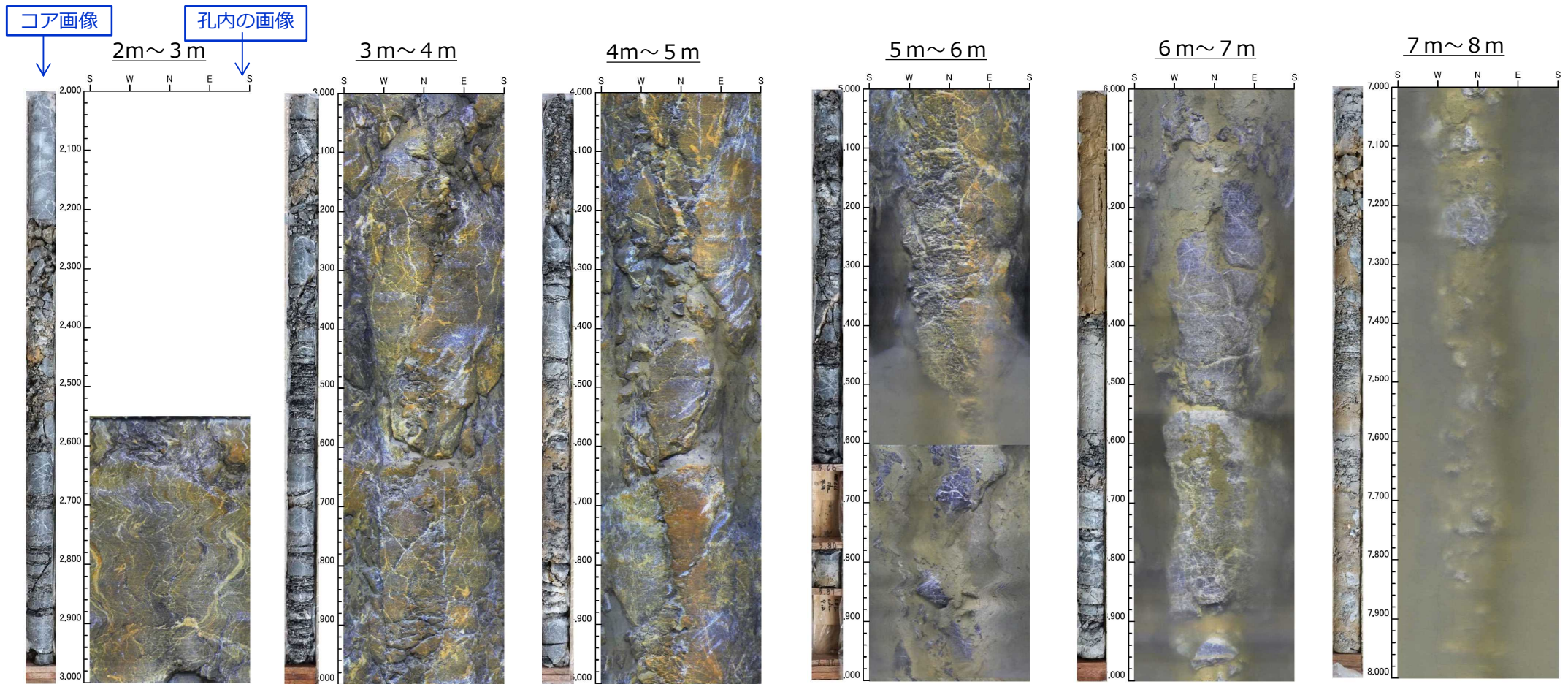
《6月16日》

- 地盤支持力に関する取りまとめ結果は妥当だと考える。
- 電気探査の探査密度は5mであり、5mを超える空洞は存在する可能性は低いと考えられる。加えて、高密度のボーリング調査で実施された孔壁写真撮影では空洞が発見されていない。
- 従って、石灰岩帯内に空洞があることは考えられるが存在は小規模で影響は小さいと考えられる。

参考資料

- (1) ボーリングにより採取したコア、孔内の画像 (No.5)
- (2) 電気探査結果
- (3) 地質推定断面図
- (4) 試験により確認されたN値

(1) ボーリングにより採取したコア、孔内の画像 (No.5) 2m~8m



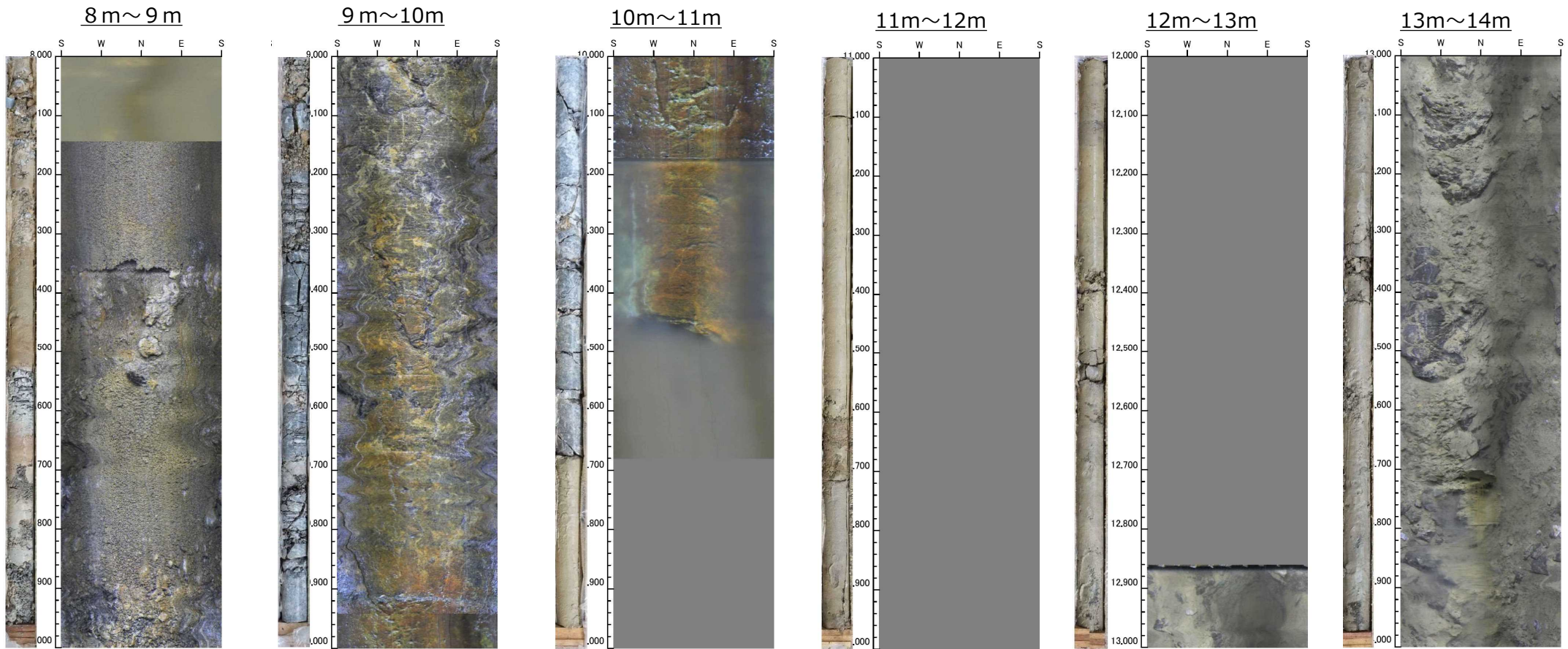
※ No.5は地表から約2mは表土（礫が混じった粘土）が確認されている。

※ 2m~2.6m付近に画像が撮影できなかった区間があるが、これは、ボーリングによる掘削により周囲の岩盤が崩れたことが原因です。ボーリングによる掘削ではコア（石灰岩）が採取されており、この区間に空洞はないことが確認されている。

また、この区間の地盤の支持力を示す値（N値）は支持層として必要な50以上の値が確認されている。

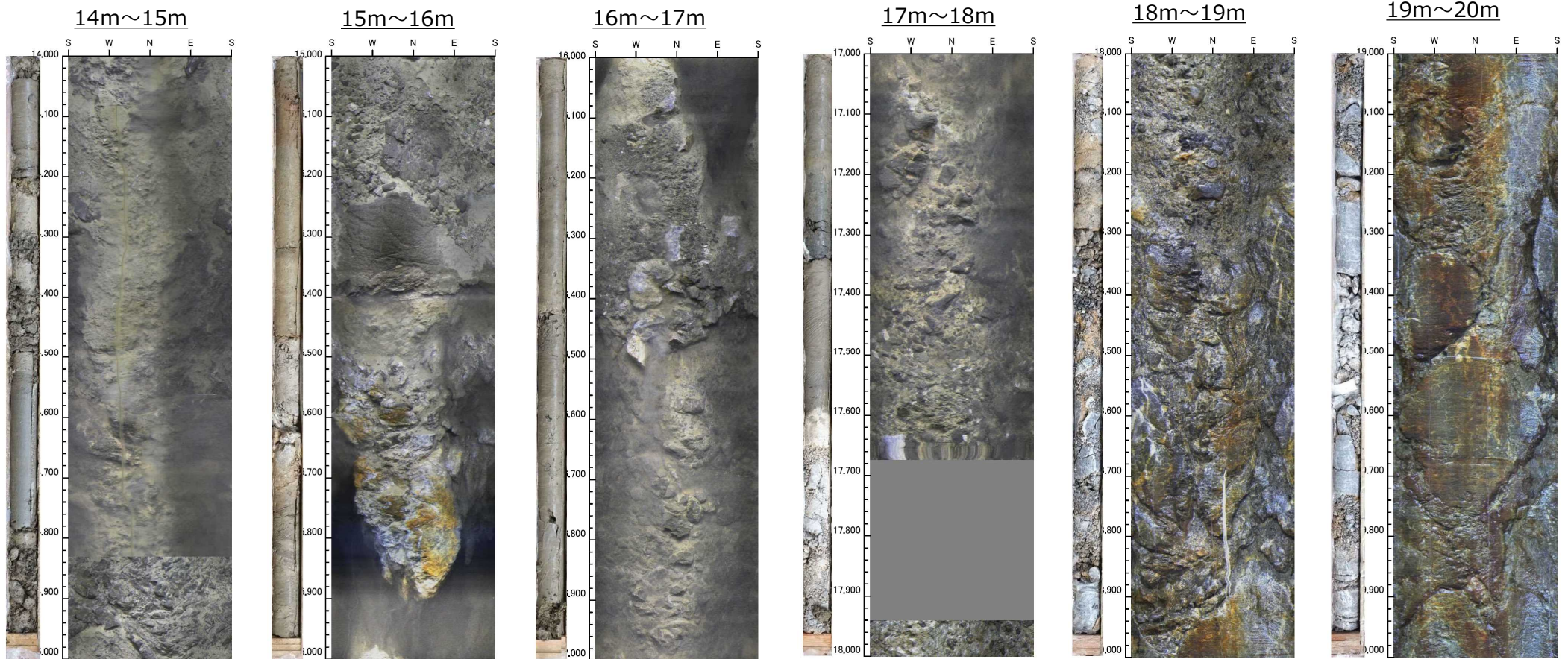
※ 5.6m~6.0m付近にコアが採取できない箇所が確認されたが、小型カメラにより孔内を撮影した結果、周辺には岩盤があり、空洞ではないことを確認した。作業時に、コアが落下したものと考えられる。

(1) ボーリングにより採取したコア、孔内の画像 (No.5) 8m~14m



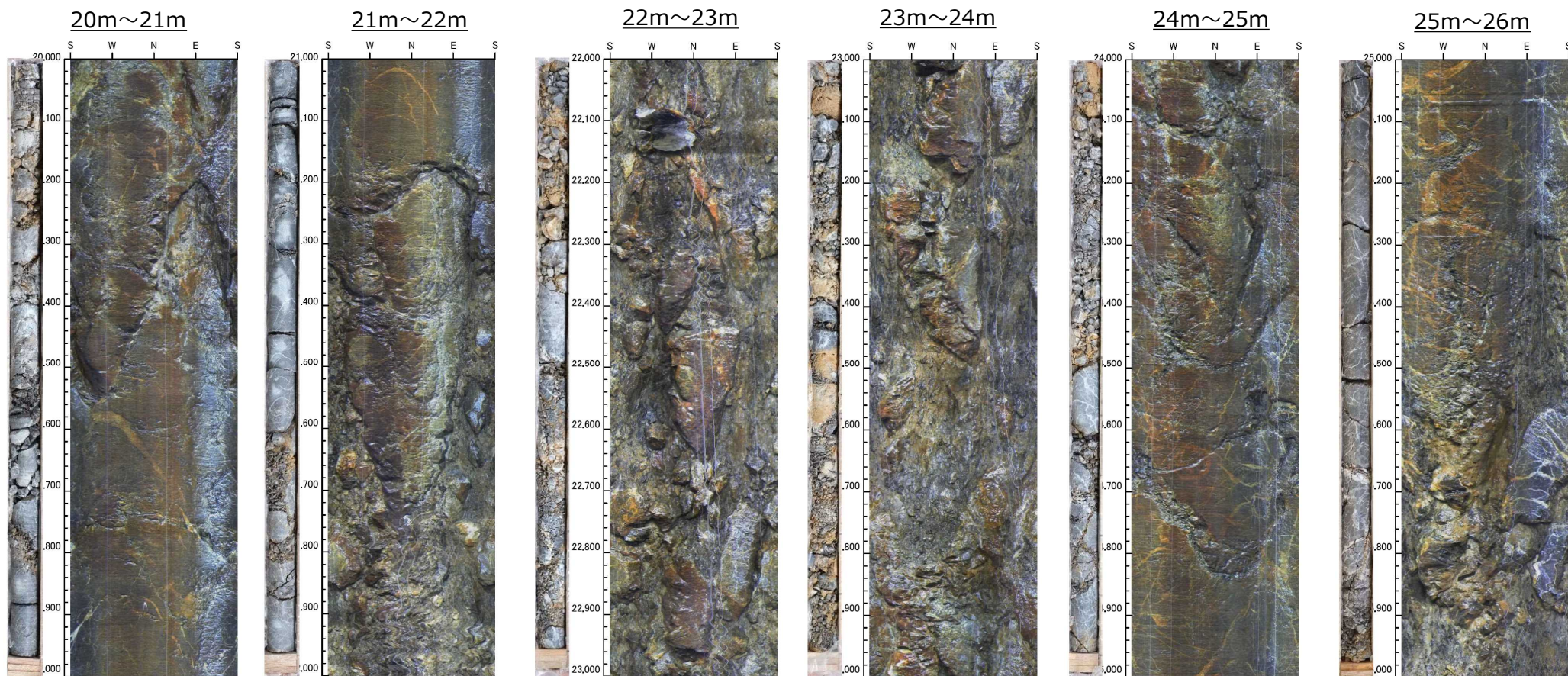
※ 10.5m~12.9m付近に画像が撮影できなかった区間があるが、これは、ボーリングによる掘削により周囲の岩盤が崩れたことが原因である。ボーリングによる掘削ではコア（泥質岩）が採取されており、この区間に空洞はないことが確認されている。
また、この区間の地盤の支持力を示す値（N値）は支持層として必要な50以上の値が確認されている。

(1) ボーリングにより採取したコア、孔内の画像 (No.5) 14m~20m

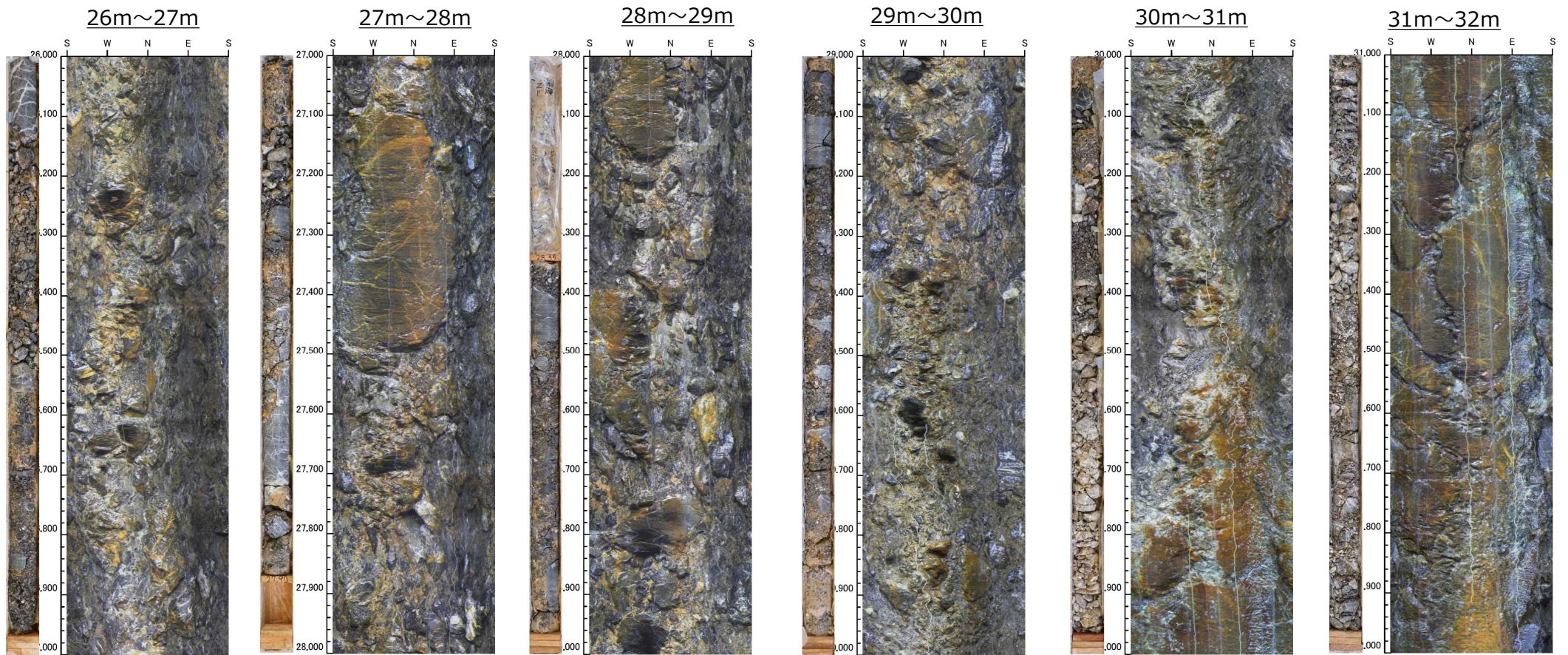


※ 17.7m~17.9m付近に画像が撮影できなかった区間があるが、これは、ボーリングによる掘削により周囲の岩盤が崩れたことが原因である。ボーリングによる掘削ではコア（石灰岩）が採取されており、この区間に空洞はないことが確認されている。
また、この区間の地盤の支持力を示す値（N値）は支持層として必要な50以上の値が確認されている。

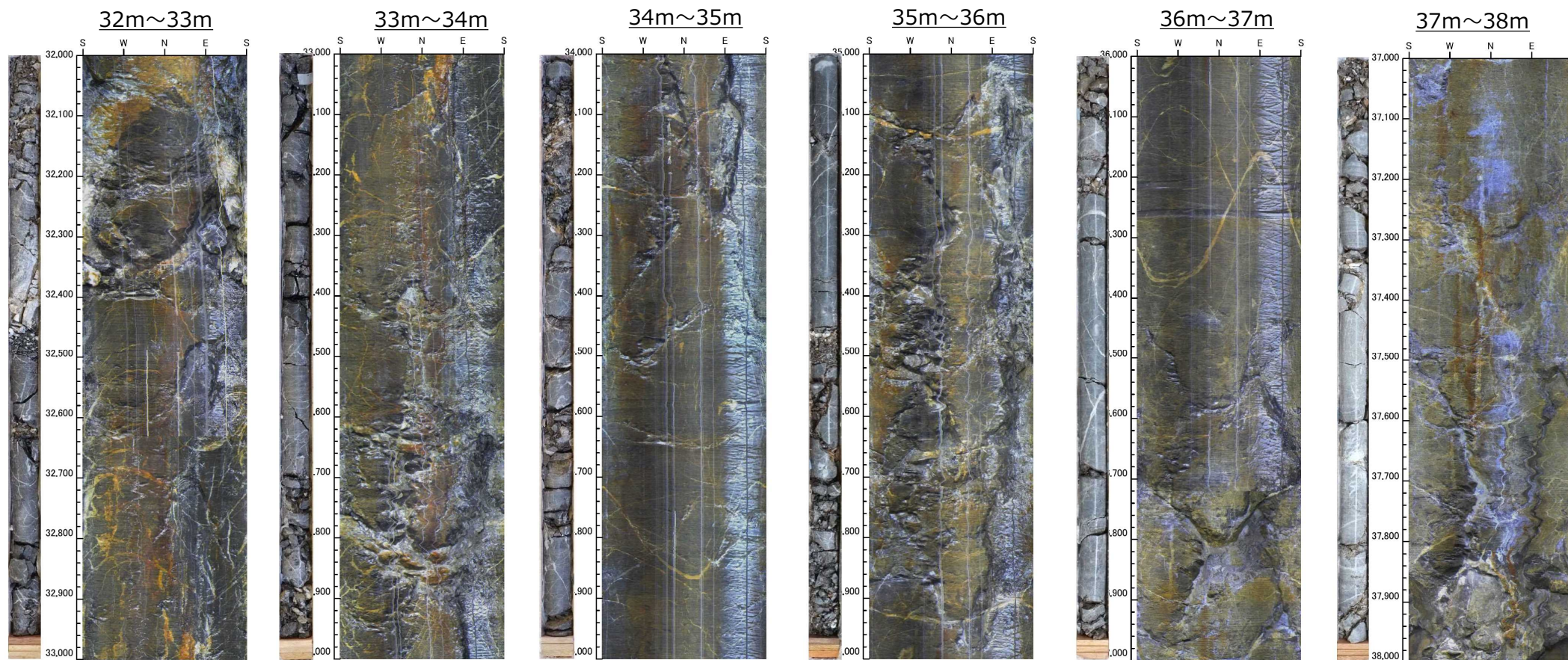
(1) ボーリングにより採取したコア、孔内の画像 (No.5) 20m~26m



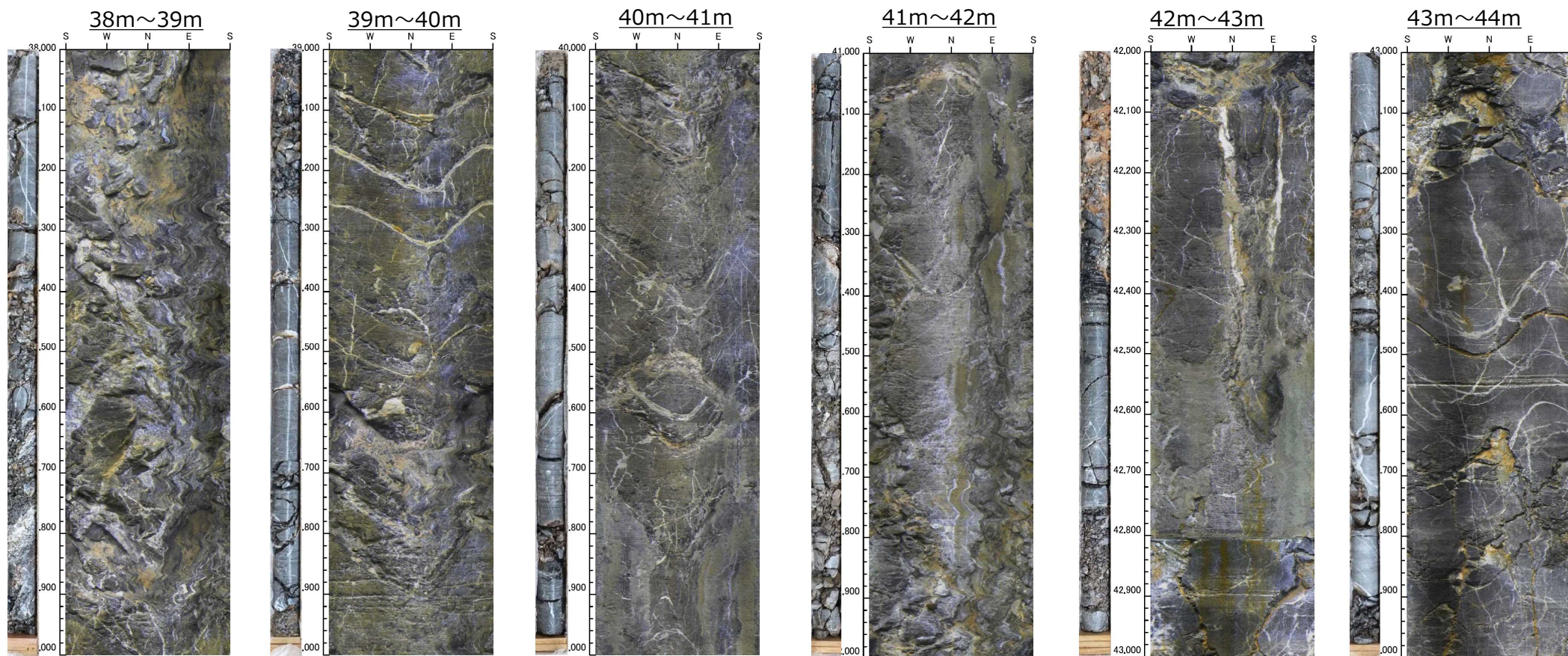
(1) ボーリングにより採取したコア、孔内の画像 (No.5) 26m~32m



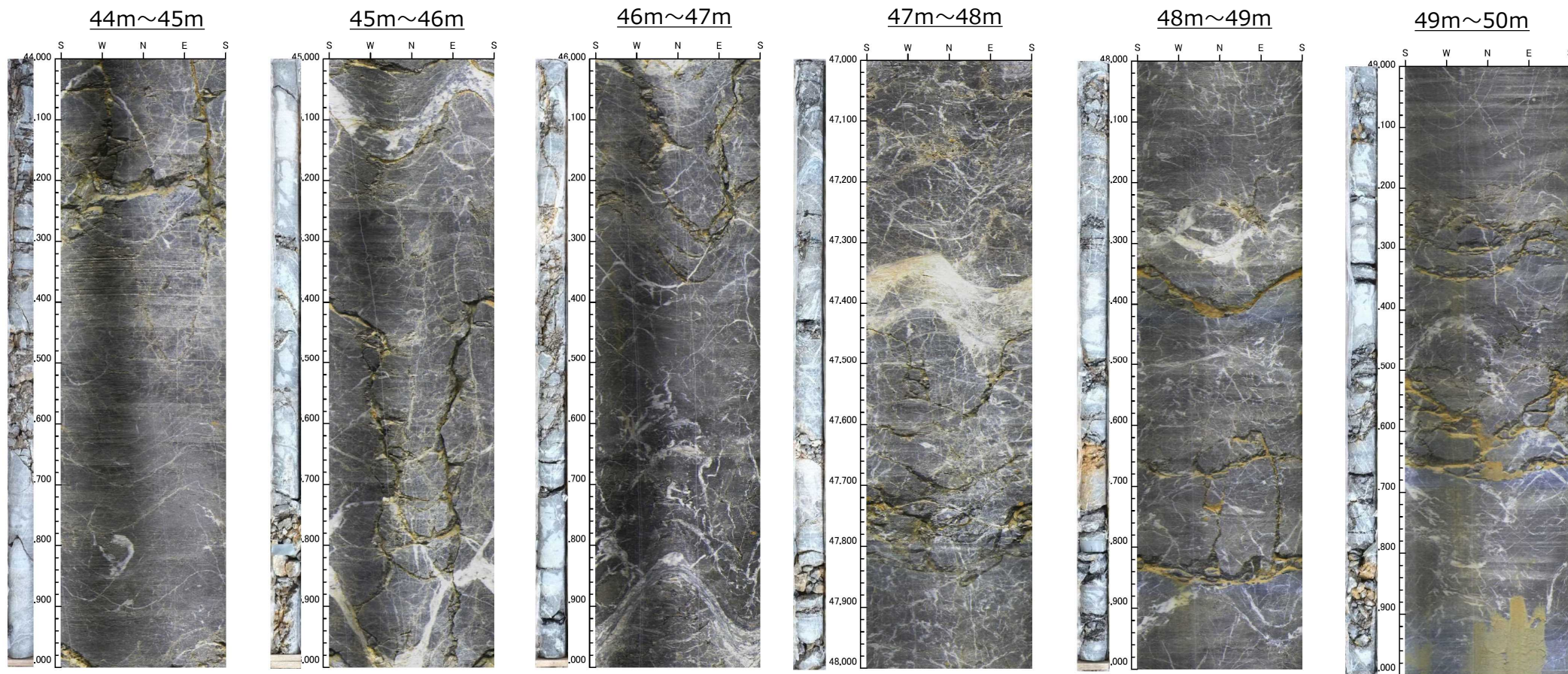
(1) ボーリングにより採取したコア、孔内の画像 (No.5) 32m~38m



(1) ボーリングにより採取したコア、孔内の画像 (No.5) 38m~44m

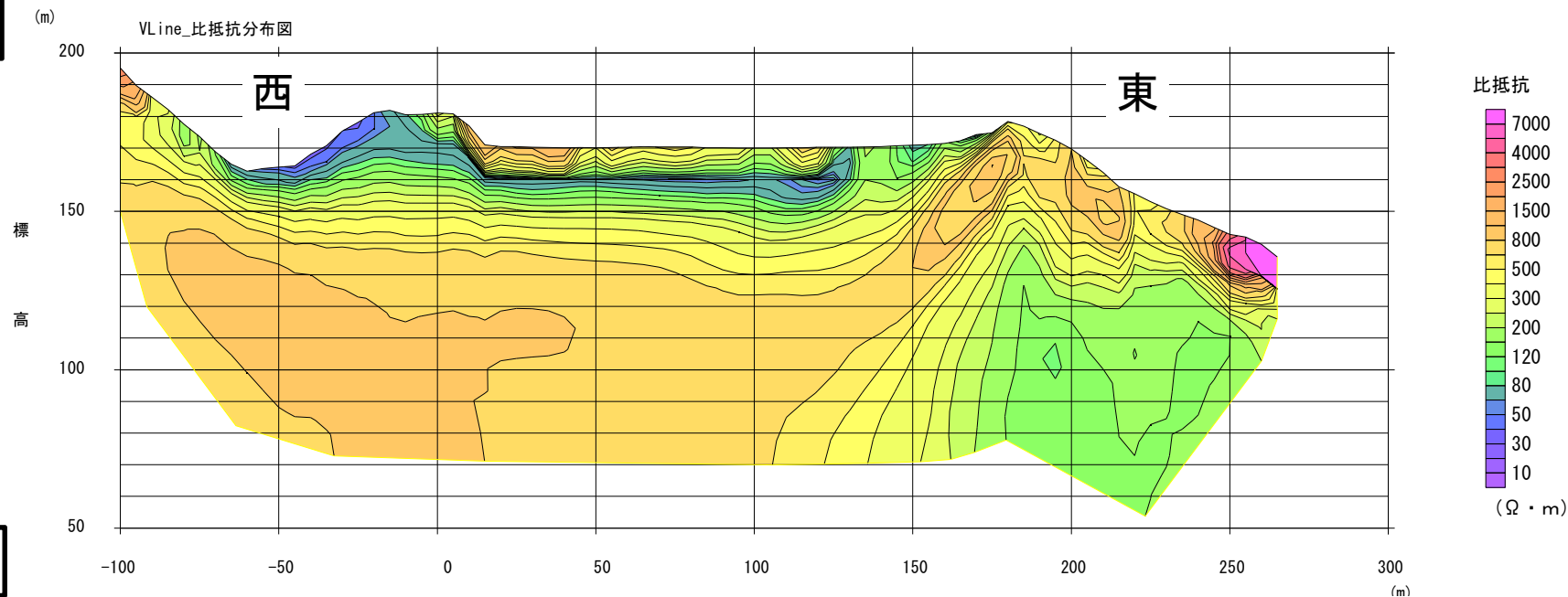


(1) ボーリングにより採取したコア、孔内の画像 (No.5) 44m~50m

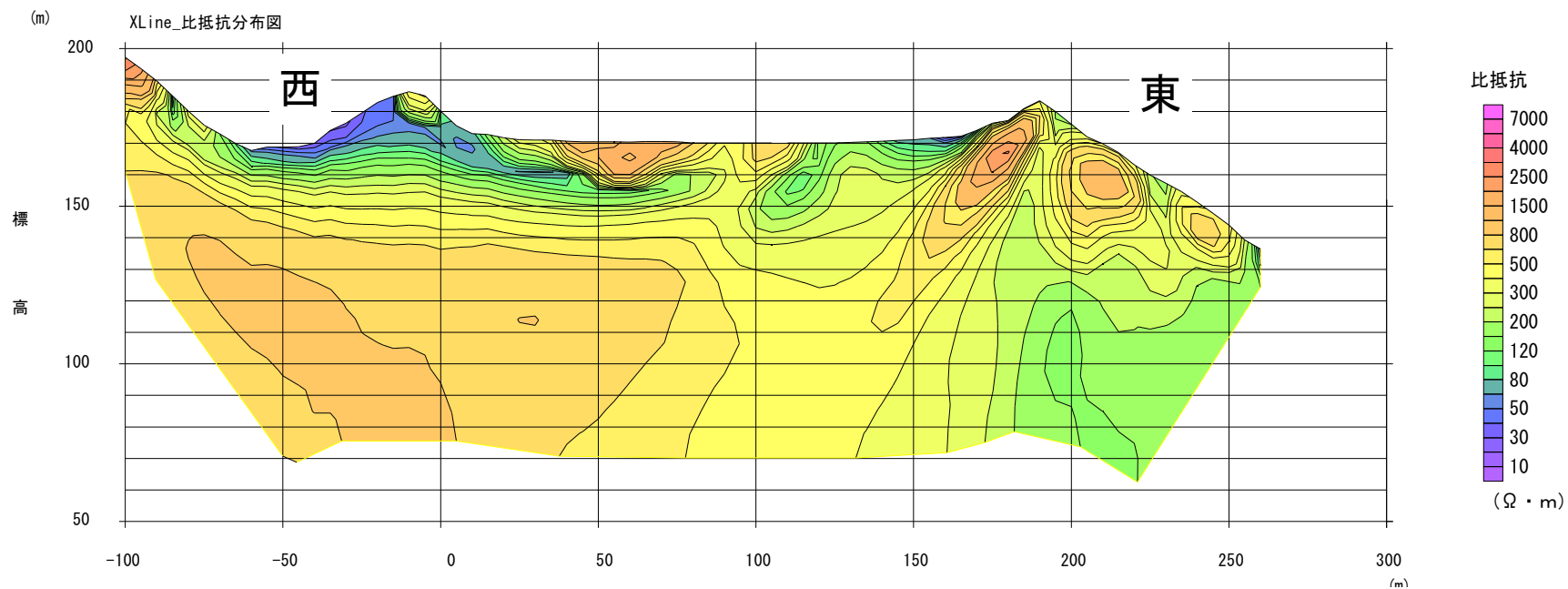


(2) 電気探査結果 (その1)

V測線

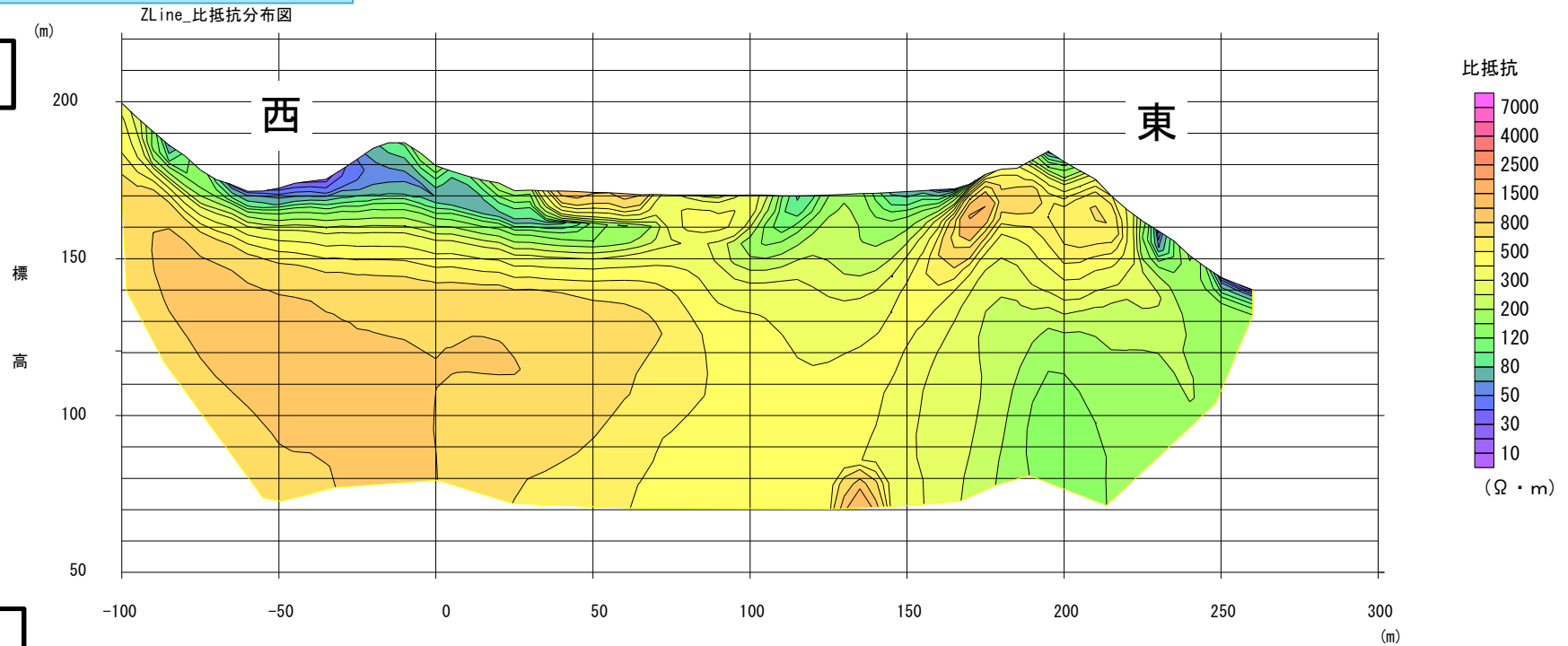


X測線

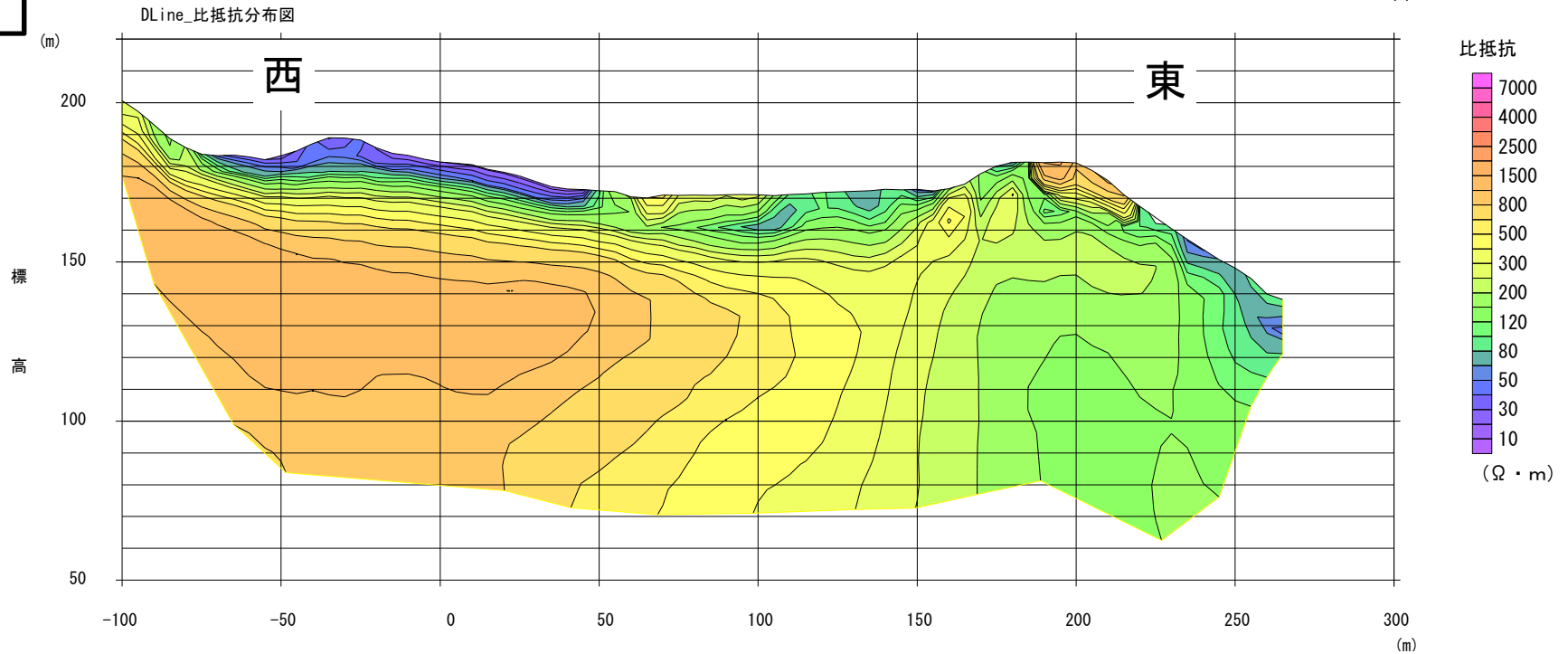


(2) 電気探査結果 (その2)

Z測線

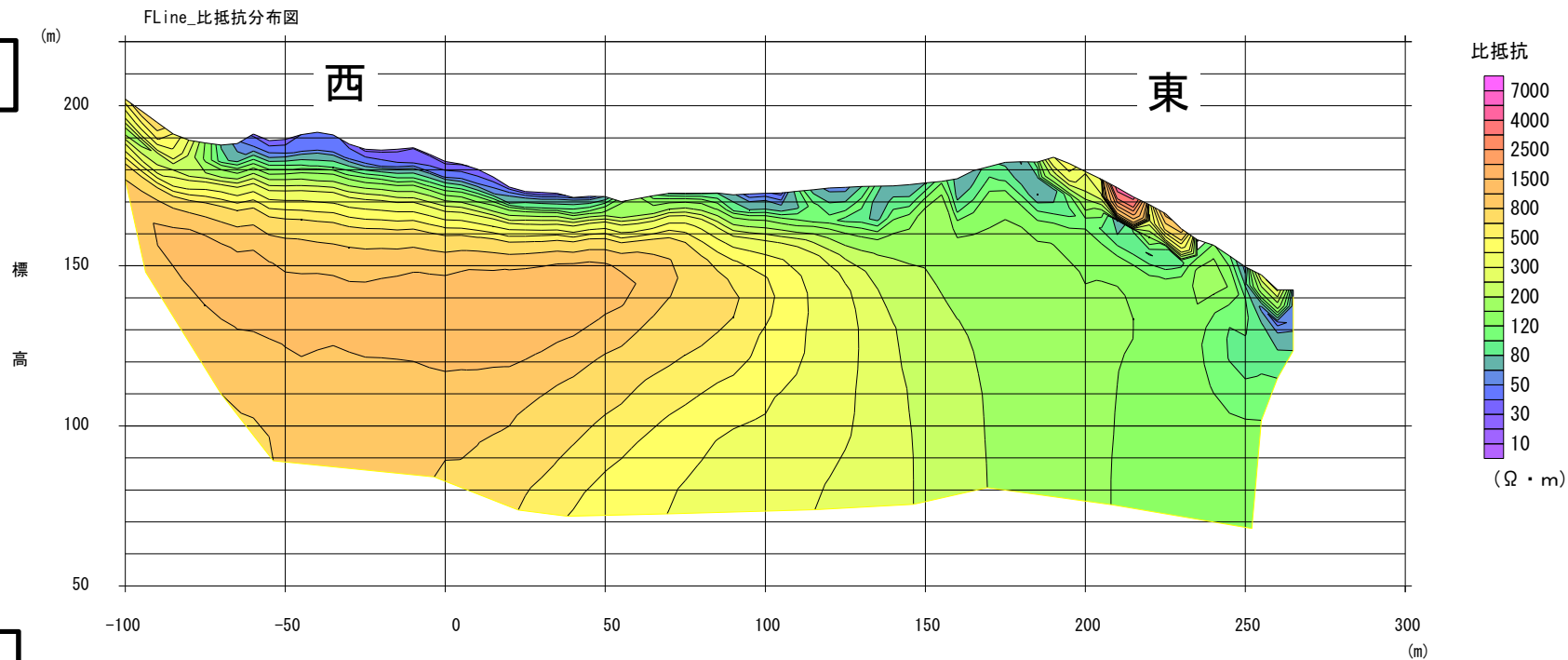


D測線

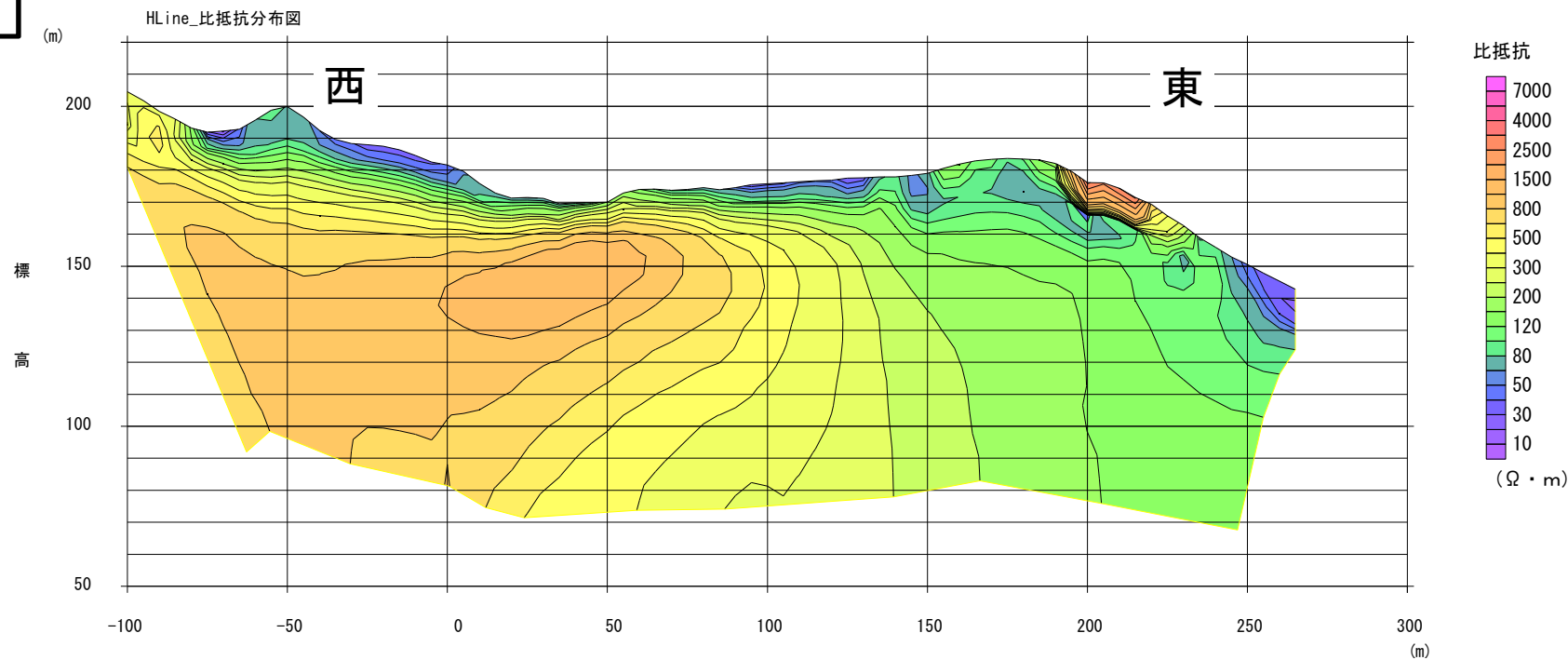


(2) 電気探査結果 (その3)

F測線



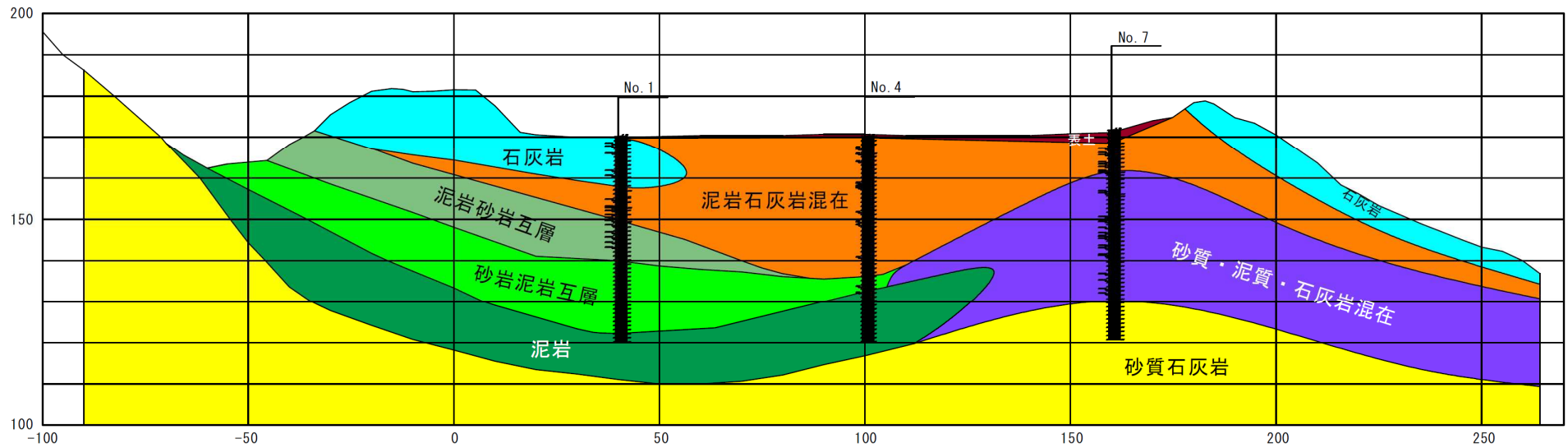
H測線



(3) 地質推定断面図 (東西方向その1)

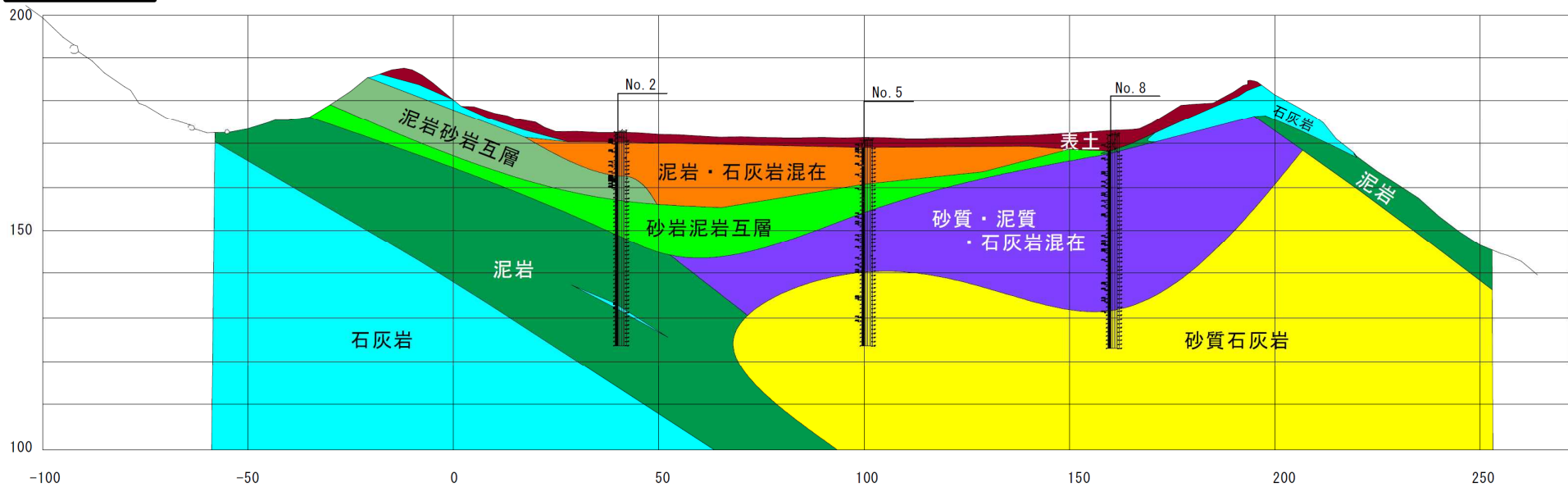
V測線

北側の断面



Z測線

中央の断面



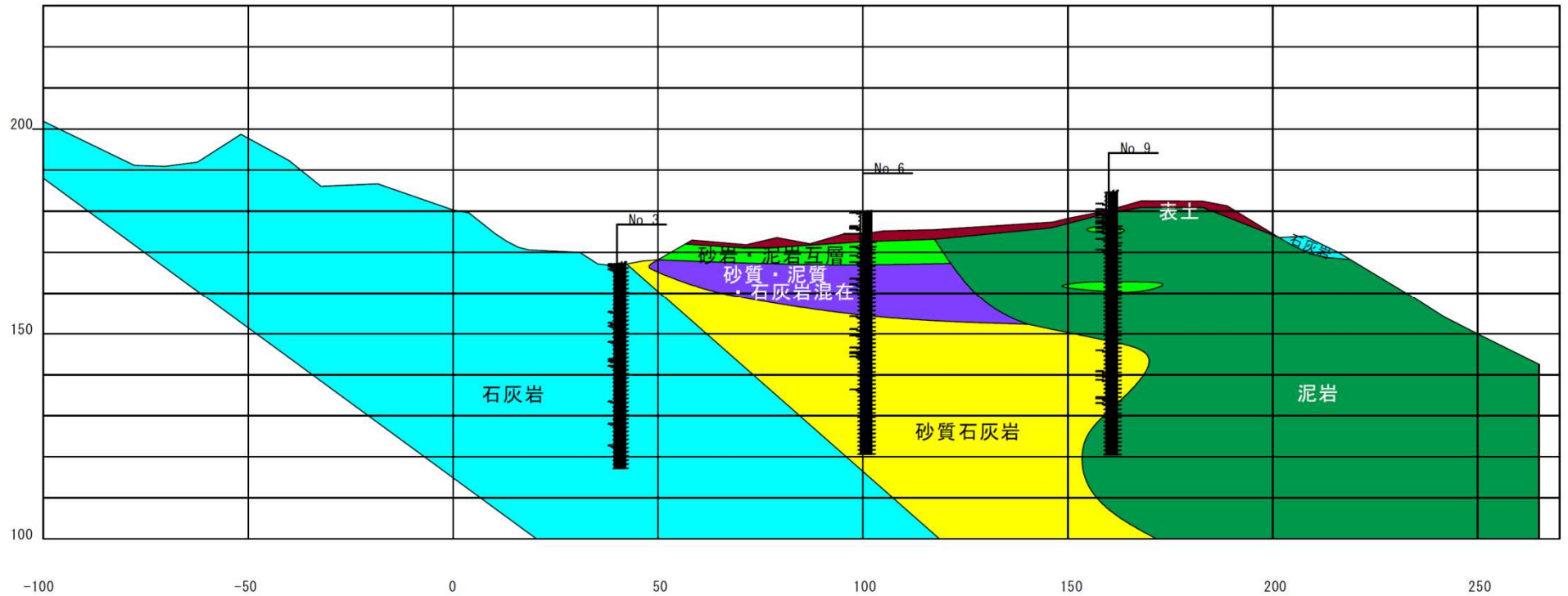
(3) 地質推定断面図 (東西方向その2)

H測線

南側の断面

西

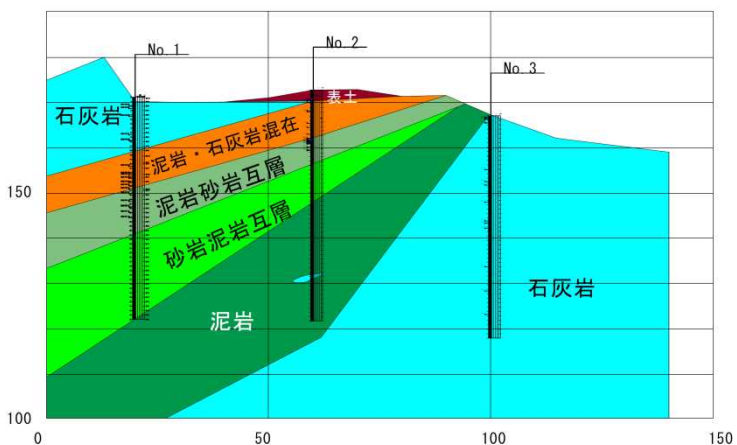
東



(3) 地質推定断面図 (南北方向)

ボーリング No.1、2、3

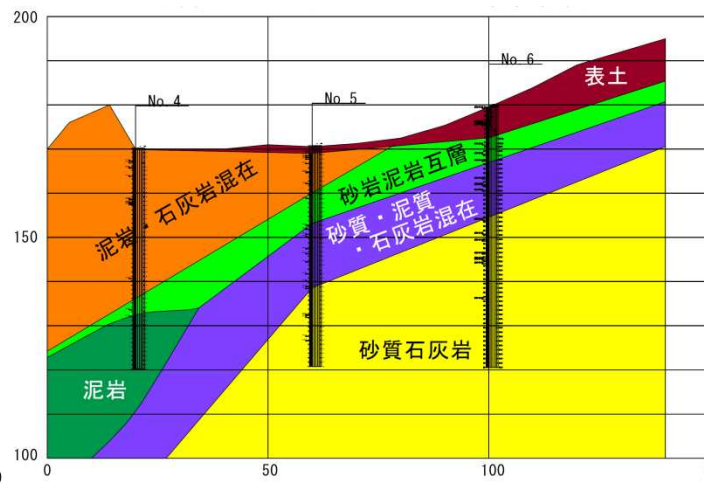
北 南



西側の断面

ボーリング No.4、5、6

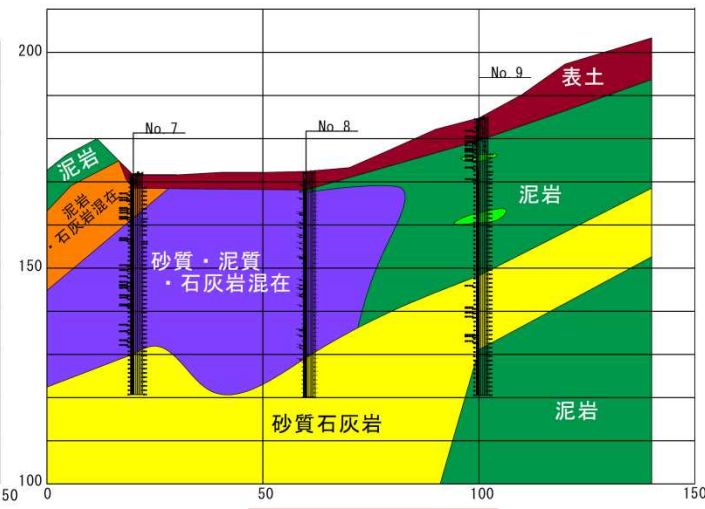
北 南



中央の断面

ボーリング No.7、8、9

北 南



東側の断面

