

# 山口市新庁舎整備に係る断層調査

## 報告書

2019年4月

山口大学

# 山口市新庁舎整備に係る断層調査

## － 報告書 目次 －

1. 研究題目 .....	2
1.1 件名 .....	2
1.2 研究目的 .....	2
2. 研究成果の概要 .....	2
3. 研究成果の詳細 .....	2
3.1 浅層反射法地震探査による地下構造のイメージング .....	2
3.1.1 探査測線の選定 .....	2
3.1.2 探査仕様 .....	4
3.1.3 反射データ解析と結果 .....	5
3.2 新庁舎整備区域の地質情報と反射断面の地質学的解釈 .....	8
4. まとめ .....	13
文献 .....	14

## 1. 研究題目

### 1.1 件名

山口市新庁舎整備に係る断層調査

### 1.2 研究目的

山口市の新本庁舎整備にあたり、敷地内における断層の有無を把握するため、浅層反射法地震探査による地質調査およびその評価を行う。

## 2. 研究成果の概要

本研究では、山口市新本庁舎整備区域に活断層が分布するか否か、分布する場合にはどの位置に、どのような姿勢で存在しているのかを明らかにすることを目的に、浅層反射法地震探査、空中写真を用いた地形判読、既存資料の検討を行った。その結果、整備区域の地下には基盤岩の風化度に変化をもたらすような褶曲や断層が存在するが、基盤岩を覆う第四紀の堆積物には断層活動による変位が認められなかった。よって、整備区域には、第四紀に繰り返し活動した証拠を有する活断層はないと評価する。

## 3. 研究成果の詳細

以下に、浅層反射法地震探査の結果および整備区域周辺の活断層に関する成果について述べる。

### 3.1 浅層反射法地震探査による地下構造のイメージング

#### 3.1.1 探査測線の選定

浅層反射法地震探査は2019年2月25日～3月1日にかけて実施した。測線の選定にあたっては、図1に示すように山口県地質図（西村ほか、2012）によって、山口市役所近傍、障子岳の南縁から亀山南縁を通る北東-南西走向の活断層が指摘されていたことから、それに示されている断層位置を参考にしつつ、現地での下見も踏まえて3本の測線を設定した（図2）。これらの測線を西側から測線1、測線2、測線3（補助データの取得のみ）と称す。

測線1は、整備区域西側の市道黄金町野田1号線で市民会館前交差点付近から山口市中央駐車場に至る約200mの測線、測線2は、県道203号巖島早間田線の早間田交差点付近から山口市役所駐車場に至る約150mの測線、測線3は、県道203号巖島早間田線の市役所前交差点付近から北方へ約100mの測線である。活断層が西村ほか（2012）で推定されたように存在していれば、測線1および測線2によって捉えることができ、さらに北東方向への延伸の可能性がある場合には、測線3によって捉えることが可能である。

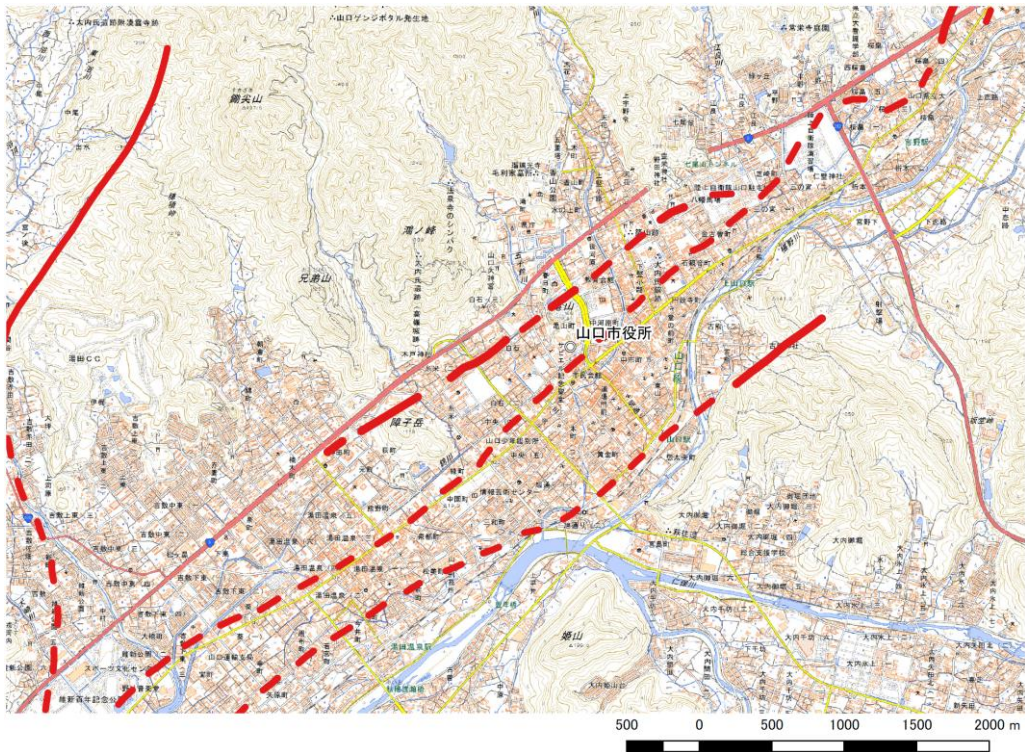


図 1 調査位置案内図

基図は、国土地理院電子地形図を使用。断層線（赤実線：活断層，赤点線：伏在活断層）は山口県地質図（西村ほか，2012）を使用し，断層線の太さは原図に合わせてある。

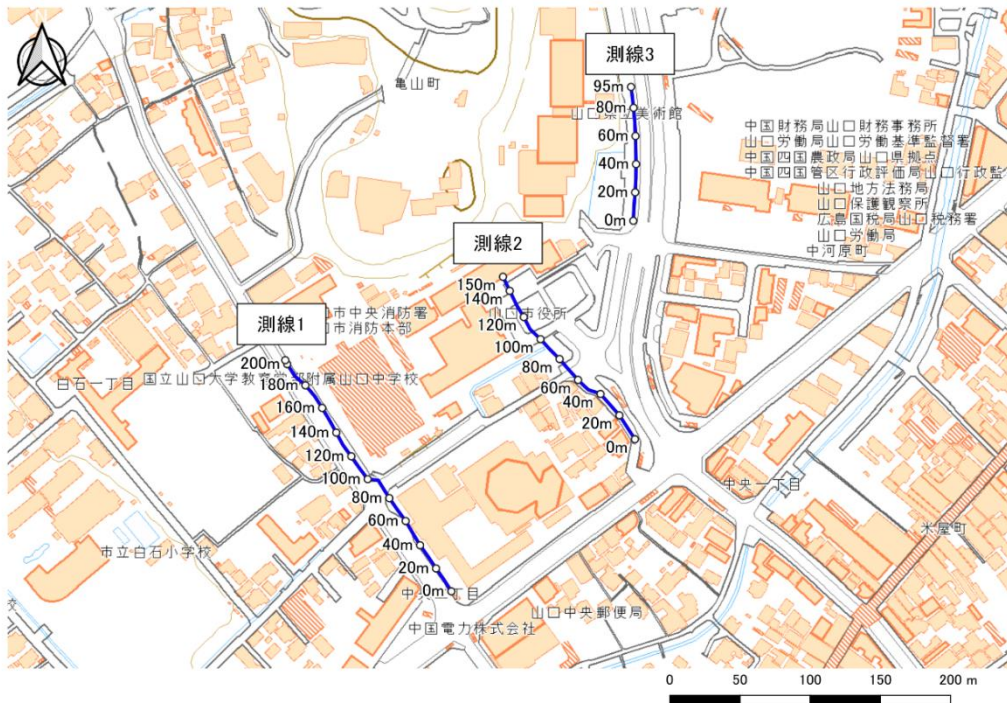


図 2 測線位置図

### 3.1.2 探査仕様

探査を実施するにあたり、『山口市庁舎増築に伴う地質調査』および『防災センター建設に伴う地質調査報告書』を参考に、基盤岩に到達する深度等を確認した。その結果、整備区域の基盤深度は概ね10m内外であり、その上位に砂礫層（概ね数万年前～10万年前の堆積物）、盛土が重なっていることが分かった。基盤深度については最北（亀山側）のボーリング（No.0）を除いて大きな差は認められなかった。これらのことから、活断層の存在を確かめるためには、基盤岩上面と上位の堆積層の内部反射を捉える必要があると判断した。従って、今回は地下50m程度を詳細にイメージングできるよう、S波震源を用いた稠密観測による測定とした。探査仕様を表1に示す。また、今回は、高周波なS波の発生が可能なポータブルバイブレータを使用し（表2）、日中の生活や交通ノイズ等によるデータ品質の悪化を回避するため夜間観測とした。

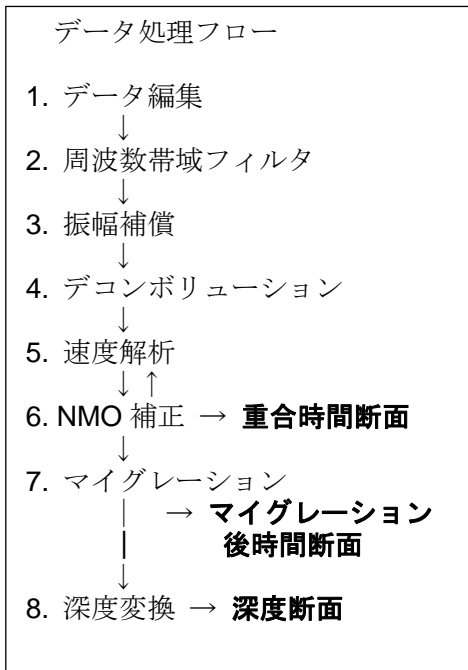
表1 探査仕様

測線名	測線1	測線2	測線3
測線長	203m	150m	95m
受振点間隔	1m		
起振点間隔	2m		
展開方式	エンドオン, 固定展開	エンドオン, 固定展開	固定展開
振源	ポータブルバイブレータ		
起振周波数	10-100Hz		
スウィープ長	8秒		
収録時間	2秒(コリレーション後)		
サンプリングレート	0.5ms		
垂直重合数	4回		

表2 測定機器 仕様一覧

振源：S波 (ポータブルバイブレータ)	最大出力荷重	500N	OYO CAG(オランダ)製
	起振周波数帯	10Hz～500Hz	
	総重量	100kg	
受振器：S波 (GS-20DM)	固有周波数	14Hz	OYO Geospace(米国)製
	波種	水平動用地震計	
受振ケーブル：浅部探査用 (CDPケーブル)	テイクアウト数	12ch/本	OYO Geospace(米国)製
	テイクアウト間隔	2m	
	最大接続成分	48ch	
データ収録器 (GEODE)	システム構成	24chフィールドモジュール システムコントローラ ラップトップコンピュータ	Geometrics, Inc.(米国)製
	チャンネル数	24ch/モジュール	
	サンプリング間隔	0.02, 0.03125, 0.0625, 0.125ms 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0ms	
	サンプリング数	64,000サンプル	
	A/Dコンバータ プリアンプ	24ビット シグマ・デルタコンバータ 0dB, 12dB, 24dB, 36dB	
データフォーマット	SEG-2		

### 3.1.3 反射データ解析と結果



取得した波形データは、共通反射点重合法（CMP 重合法，図 3）による解析処理を行い，その解析処理ソフトには **SeisSpace®ProMAX®**（Halliburton Energy Services 社製）を用いた．データの解析処理は，共通反射点の分布を参考に，観測測線をやや平滑化した線（解析測線）を設定することから始まる．解析測線を図 4 に示す．最終的に得られる反射断面も解析測線に沿ったものであるため，以後，測線上の位置については CDP 番号で示す．

ここでは，各測線の重合断面（図 5 および図 6 の a），マイグレーション後時間断面（図 5 および図 6 の b），深度断面（図 5 および図 6 の c）を示し，反射面の特徴について述べる．

図 3 CMP 重合法の解析処理フロー

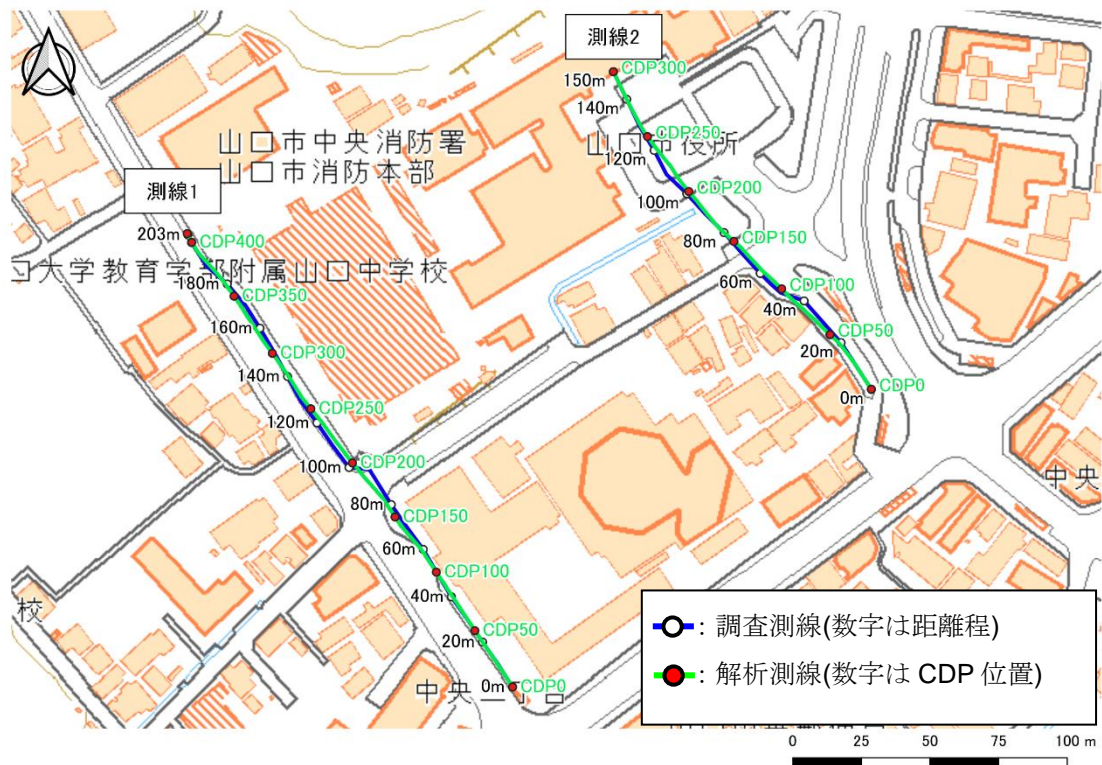
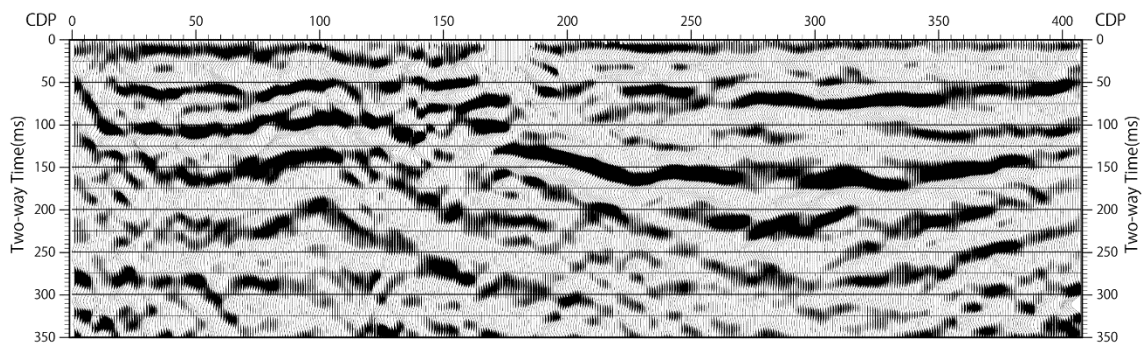


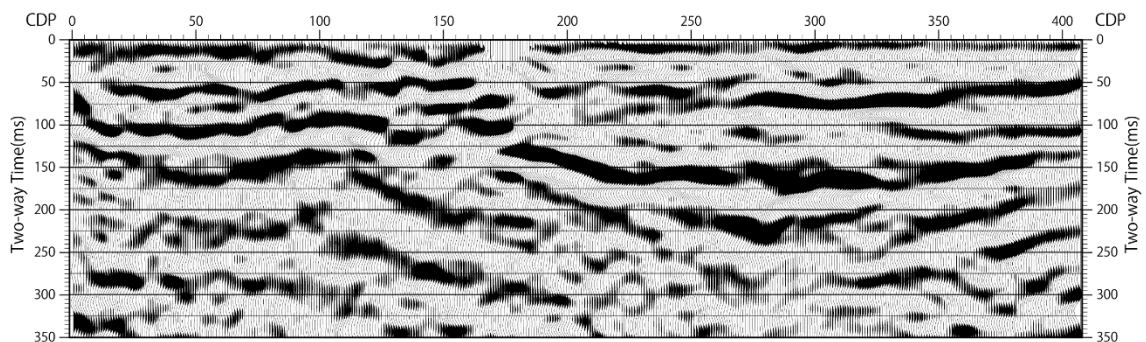
図 4 解析測線詳細図

### 【測線 1】

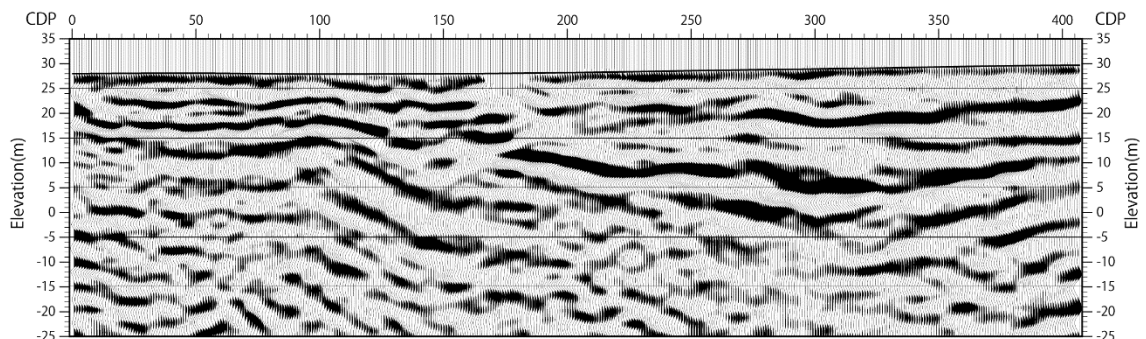
測線 1 では、標高 -25m 程度（深度 55m 程度）までの明瞭な反射面を得ることができた（図 5c）。整備区域は、概ね CDP No.200~400 の範囲である。反射断面をみると CDP No.180 付近を境に、南側は反射面の間隔が狭く、若干波打つ特徴をもった反射面群からなり、北側は反射面の間隔が広く、反射強度の強い反射面群からなることが分かる。この反射パターンの違いは地質の違いを反映していると推定される。CDP No.260~350 の標高 7~-5m の反射面に着目すると、全体的に下に凸の形状をしている。一方、同範囲の標高 7m より浅部の反射面は、この構造をほぼ水平に覆っている。



a) 重合後時間断面



b) マイグレーション後時間断面



c) 深度断面

図 5 測線 1 における反射断面

## 【測線 2】

測線 2 では、測線 1 と同じく標高 -25m 程度（深度 55m 程度）までの明瞭な反射面を得ることができた（図 6c）. 整備区域は CDP No.150 以北である. 測線 1 と比較すると、測線 1 の北側にみられた反射面群に類似しており、反射断面全体を通じて間隔の広い強反射面群からなっている. CDP No.150~300 の標高 15~0m の反射面に着目すると、全体的に下に凸の形状をしており、一部に反射面のわずかな食い違いがみられる. この構造は、測線 1 の CDP No.260~350 の地下で確認された構造と類似する. 一方、標高 15m より浅部の反射面は、特に暗渠のあった CDP No.200 付近で不連続や傾斜した反射面も確認されるが、食い違う場所の連続が悪く、下位の反射面の食い違いとの関連性は低いと考えられる.

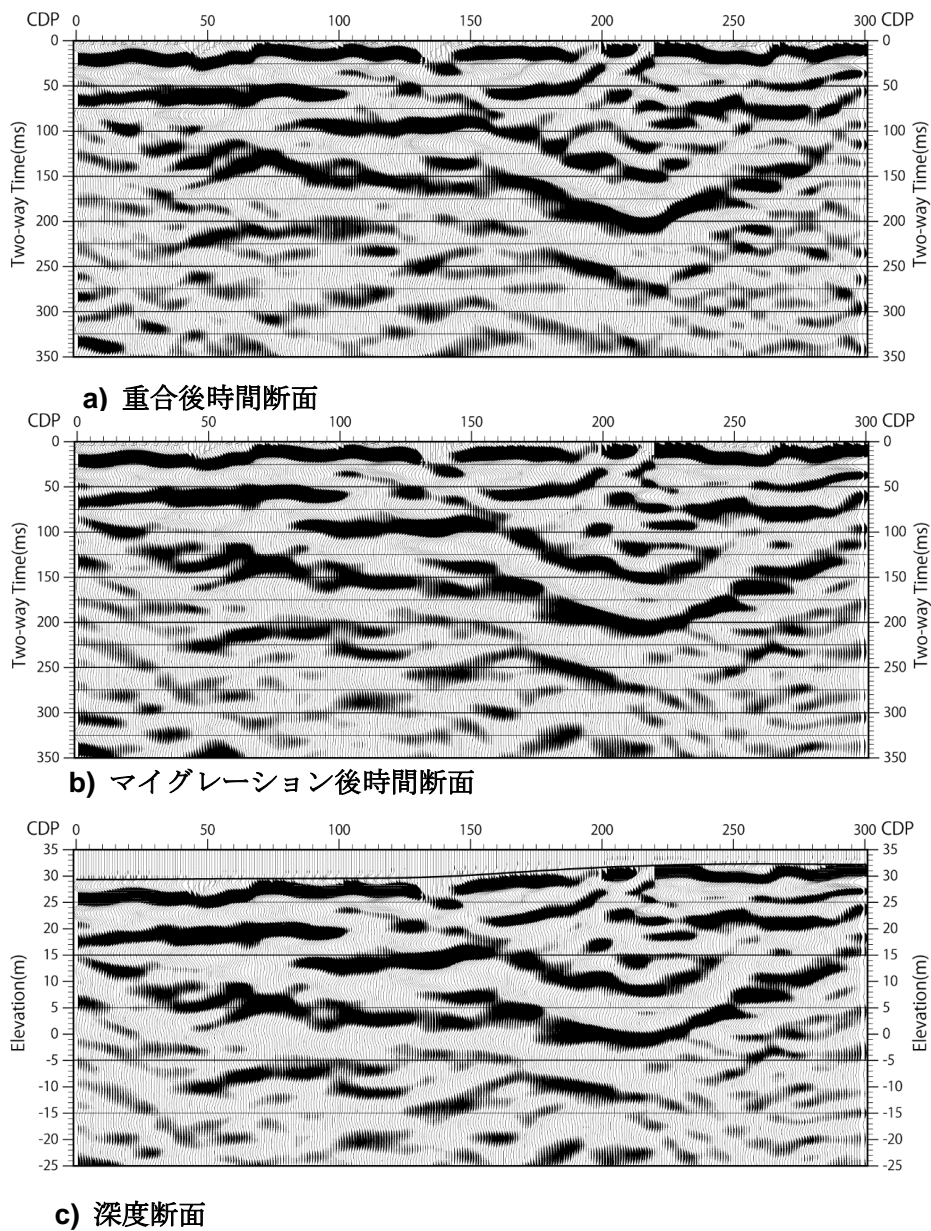


図 6 測線 2 における反射断面



### 3.2 新庁舎整備区域の地質情報と反射断面の地質学的解釈

整備区域周辺の山地・丘陵には主に周防変成岩類の泥質片岩 (Sm) が分布し、それらを貫く白亜紀後期の岩脈として花崗斑岩、珪長岩及び流紋岩 (Gp) が分布する (図 7 ; 松浦ほか, 2007). 整備区域は, そうした地質からなる小丘 (亀山公園) の南縁に形成された更新世段丘面上にあたり, その周囲は堀に囲まれている.

また, 西村ほか (2012) では, 整備区域周辺に 3 条の活断層および伏在活断層を記している (図 7). これらの活断層は, 整備区域の約 4km 南西で行われた水野ほか (2004) による反射法地震探査およびボーリング調査, 金折ほか (2006) によるボーリング調査などに基ついており, 金折ほか (2006) によれば, その断層変位量は第四紀堆積物に直接覆われている基盤岩類上面で約 75m である. また, 水野ほか (2004) に基づけば, 整備区域近くに延びる断層は, 高角でやや北西傾斜の北西上がりを伴う横ずれ断層と推察される.

空中写真判読の結果, 障子岳北の鞍部から東北東-西南西方向に延びるリニアメント (線状構造) に沿って谷屈曲が数カ所みられ, 活断層の可能性のあるリニアメントと考えられるが, 整備区域近傍には, 活断層の存在を示す積極的な証拠は認められなかった.

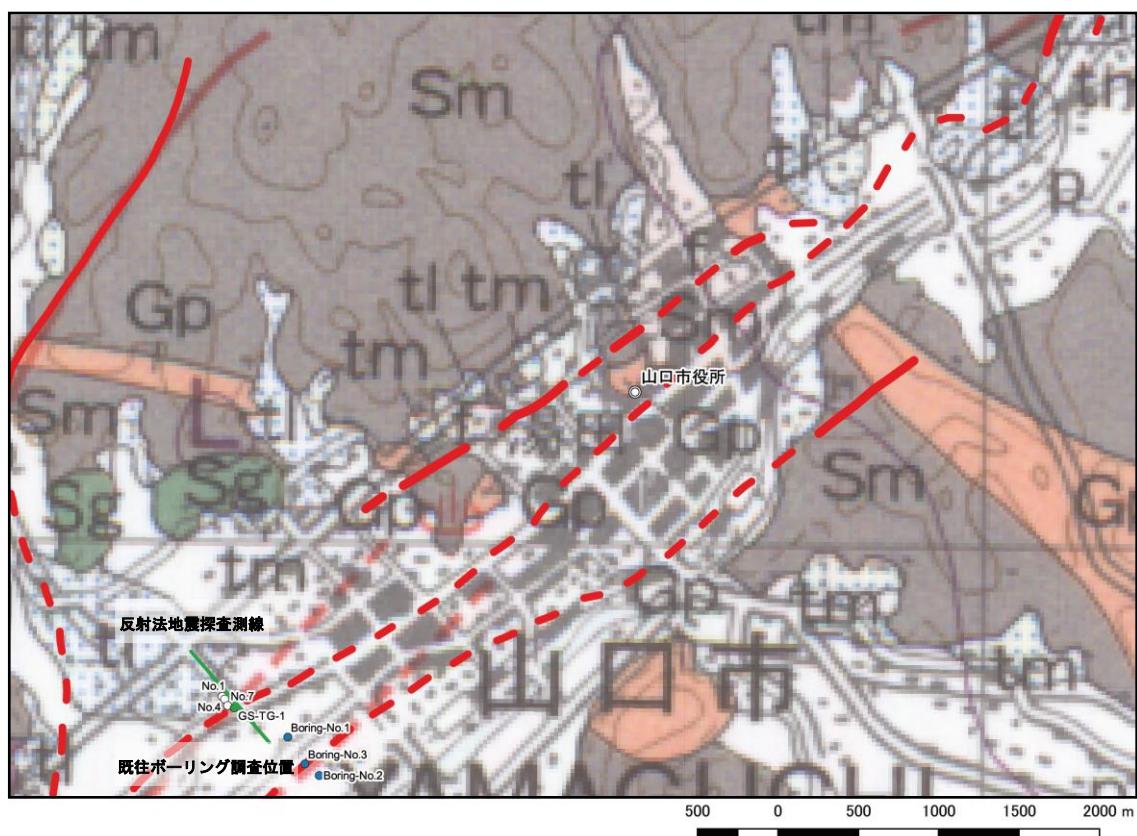


図 7 既往調査地点および調査地域の地質

基図は松浦ほか (2007), 活断層は西村ほか (2012) による. 反射法地震探査測線は, 水野ほか (2004), ボーリング地点は, 既往ボーリング孔 (白), 水野ほか (2004) (緑) および金折ほか (2006) (青丸) による.

次に、既存のボーリング資料に基づいて、整備区域およびその周辺の地下地質について検討した。図 8 に既往ボーリング調査位置、図 9 に既往ボーリング孔周辺で作成した地質断面図を示す。ボーリング地質断面図は西側から断面 A～C とした。断面 A 周辺のボーリング孔に基づく基盤標高値は約 21～24m で、堆積層の厚さは 5m 程度である。また、断面 B 周辺の基盤標高は、No.0 孔で約 31m、No.6 孔で約 22m であるものの、その他は約 23～25m を示す。No.0 孔は亀山公園から続く尾根の張り出し上に位置する可能性があるものの、それ以外で大きな起伏は認められない。断面 C 周辺の基盤標高は約 26～30m で、堆積層の厚さは場所によって若干の違いがあるが 3～7m 程度である（堆積物が厚いところはかつての谷に相当する可能性がある）。以上のように、整備区域周辺では、基盤上面に著しい起伏は認められない。

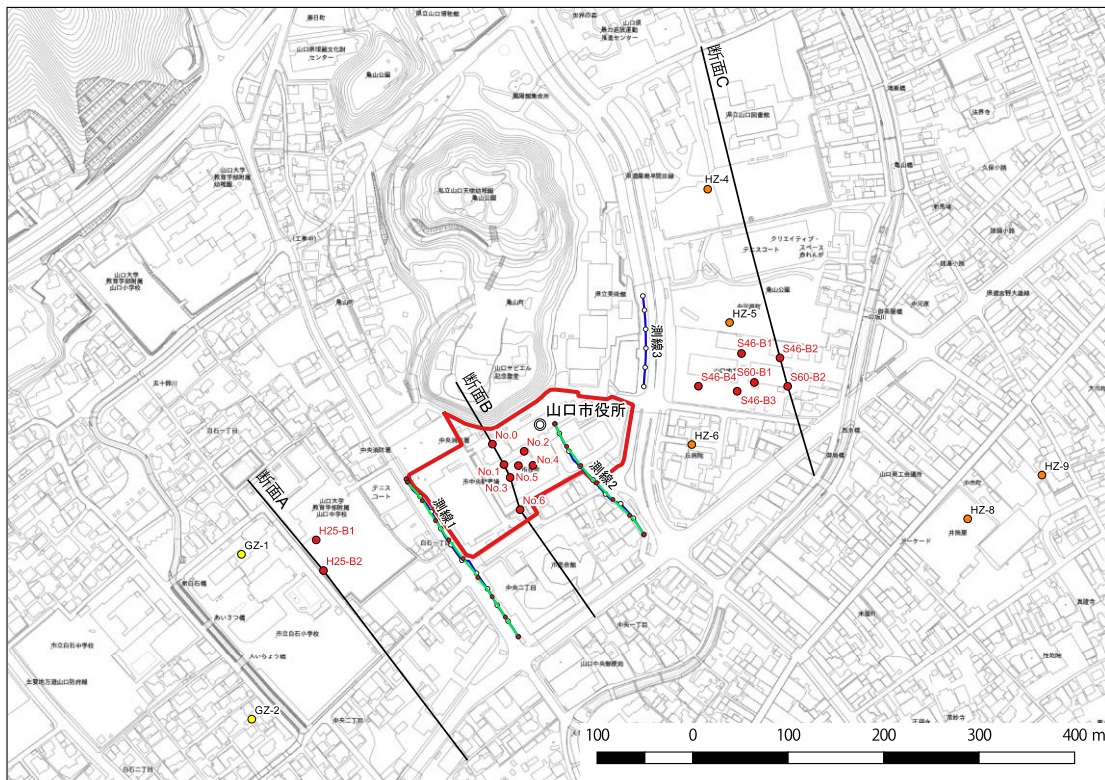


図 8 既往ボーリング調査位置

基図には山口市都市計画図を使用。赤枠は山口市新庁舎整備区域。測線 1～3 は後述する反射法地震探査測線。断面 A～C はボーリング地質断面位置。赤、黄、橙丸は既往ボーリング調査結果。

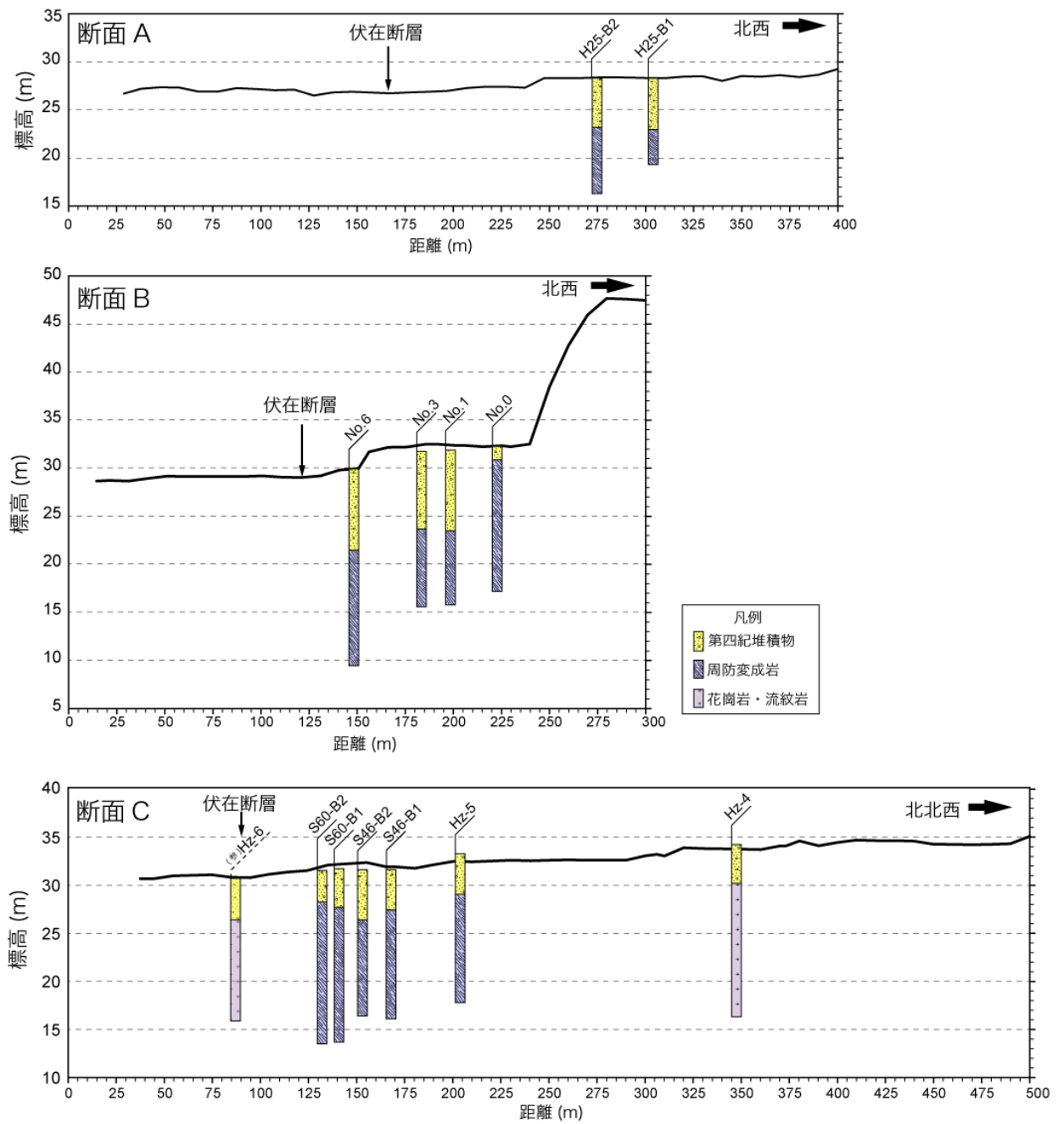


図9 地形およびボーリング地質断面図

断面 A~C の位置は図 8 を参照。伏在断層の位置は、西村ほか (2012) による。  
 断面 C の (参) Hz-6 は断面線から東南東に 100m 以上離れているため参考値とする。

### (1) 測線 1

地質解釈断面図を図 10 に示す。反射法地震探査から求められた基盤形状と既往ボーリング調査結果はよく一致し、基盤岩中の N 値が急激に高くなる境界に強い反射面が一致する。このことから、概ね標高 23m 付近にみられる反射面よりも下位は基盤岩類であることが確かめられた。また、CDP. 170 付近より南側と北側では重合速度がやや異なり、その速度が変わるところで反射のパターンが異なる（南側では低速度（200m/sec）、高周波で地表ほど反射強度の強い反射面、北側ではやや高速度（280m/sec）で低周波な反射面）。この反射パターンの違いから、CDP.170 付近を境界に地質が異なると解釈され、北側の基盤岩類はボーリング資料に基づき周防変成岩（Sm）に、南側については、変成岩と異なる地質である半深成岩岩脈（Gp：花崗斑岩、珪長岩及び流紋岩）に対比した。周防変成岩は変成時に褶曲変形を被っていることから、CDP No.260～350 に認められる下に凸の反射面群は、基盤岩中の様子を表したものであると解釈される。

また、周防変成岩と岩脈の地質境界は断層である可能性もあり、ここではそうした地質境界や基盤岩中の断層が、第四紀層を変位させているかが、活断層として認定する上で重要と考える。山口県地質図（西村ほか、2012）で示されているように、水野ほか（2004）などで捉えられた断層が、そのまま延長しているとするなら、右横ずれに北西上りを伴う北西傾斜の断層で第四紀層が変位しているかどうかポイントとなる。そのようにみた場合、測線 1 の反射断面で捉えた地質境界は南東傾斜で、地質境界を挟んで堆積層（第四紀層）基底（CDP180 付近、深度約 7m）は、ほぼ変わらないか、若干の北西側低下、凹地部分では明瞭な断層構造は捉えられておらず上位の堆積層基底にも変位が認められない。

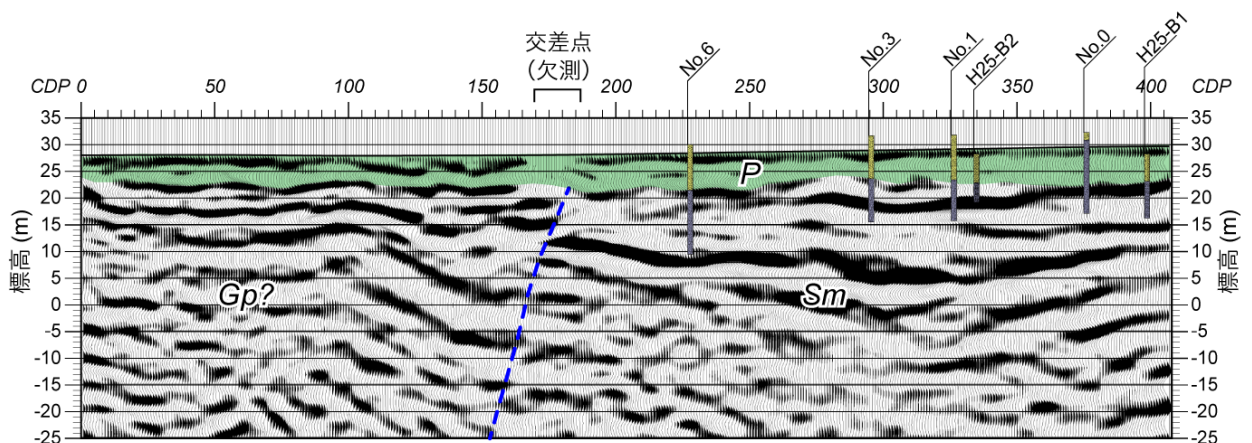


図 10 地質解釈断面図（測線 1）

青線は地層境界。P：後期更新統以降の地層，Sm：周防変成岩類の泥質片岩，Gp：岩脈（花崗斑岩、珪長岩及び流紋岩）。ボーリング孔の位置は図 8 を参照。

## (2) 測線 2

地質解釈断面図を図 11 に示す。反射法地震探査から求められた基盤形状と既往ボーリング調査結果はよく一致し、測線 1 と同様に基盤岩中の N 値が急激に高くなる境界に強い反射面が一致する。このことから、概ね標高 25~20m 付近にみられる反射面よりも下位は基盤岩類であることが確かめられた。測線 1 の反射パターンおよびボーリング資料との照らしあわせから測線 2 でみられる基盤岩類は周防変成岩類の泥質片岩 (Sm) に対比される。従って、CDP No.150~300 に認められた下に凸の反射面群は、基盤岩中の様子を表したものであり、褶曲構造を捉えたものと解釈される。また、その中にみられた反射面の食い違いは、基盤岩中の断層であり、基盤岩中には測線 1 から 2 に向かって北東-南西方向につながる風化著しいゾーンが発達していると推定される。

前述の測線 1 と同様に、測線 2 が捉えた地下構造も、水野ほか (2004) などの指摘した断層がそのまま延長していることを支持しない。また、表層部の第四紀層相当には反射面のずれが認められるが、下位にある基盤岩中の断層変位との整合性、変位の累積性が認められないため、浅部の乱れを捉えていると解釈される (特に CDP.130-140, 180-200 は暗渠や地下埋設物の影響で、双曲線状や断面の右下に延びるような反射面が現れている)。

以上のように、測線 2 では周防変成岩類の泥質片岩 (Sm) 中に褶曲や断層が認められるものの、基盤岩の落差は認められず、更新統以降の堆積物を明瞭には変形させていないと解釈される。

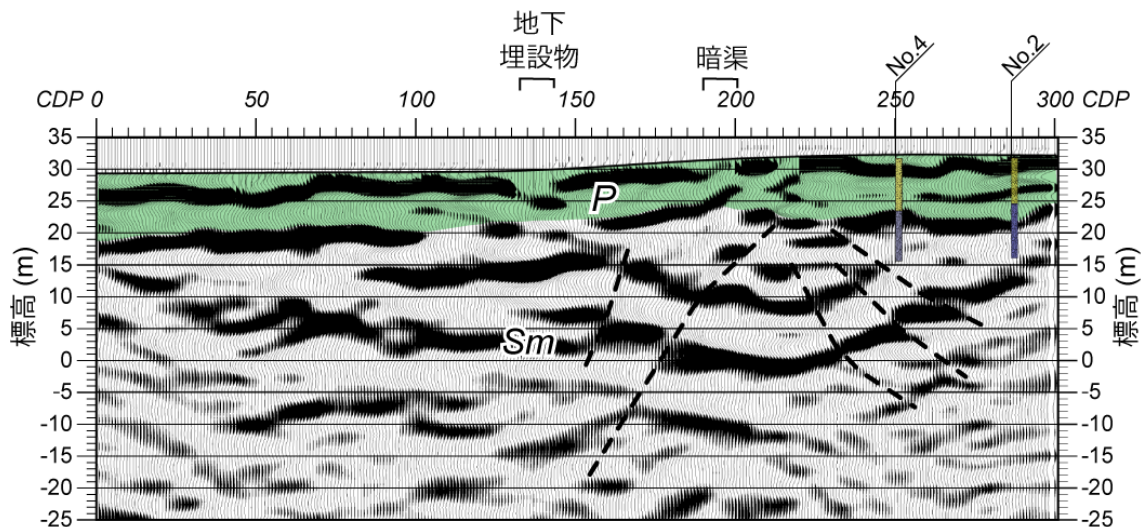


図 11 地質解釈断面図 (測線 2)

黒破線は断層、P: 後期更新統以降の地層、Sm: 周防変成岩類の泥質片岩。ボーリング孔の位置は図 8 を参照。

#### 4. まとめ

本研究では、山口市新本庁舎整備区域に活断層が分布するか否か、分布する場合にはどの位置に、どのような姿勢で存在しているのかを明らかにすることを目的に、空中写真を用いた地形判読、浅層反射法地震探査、既存資料の検討を行った。その結果、測線 1 では、周防変成岩類の泥質片岩と岩脈（花崗斑岩、珪長岩及び流紋岩）と解釈した地質境界や基盤岩中の褶曲構造などが認められたものの、基盤岩上面には顕著なずれが認められず、更新統以降の堆積物にも明瞭な変位が認められなかった。また、測線 2 でも、基盤岩中に褶曲や断層が認められたものの、基盤岩上面には顕著なずれは認められず、更新統以降の堆積物にも明瞭な変位が認められなかった。よって、整備区域には、第四紀に繰り返し活動した証拠を有する活断層は認められないと評価する。

報告者

山口大学教育学部・准教授

楮原京子

## 文献

地震調査研究推進本部（2016）大原湖断層・小郡断層の長期評価，7p.

金折裕司・田中竹延・柳田 誠・山口大学断層テクトニクス研究グループ（2006）山口県中央部，大原湖断層系の性状と活動性，応用地質，47（4），218-231.

松浦浩久・尾崎正紀・脇田浩二・牧本 博・水野清秀・亀高正男・須藤定久・森尻理恵・駒澤正（2007）20 万分の 1 地質図幅「山口及び見島」，地質調査総合センター，1 葉.

水野清秀・小松原琢・下川浩一・金折裕司・森野道夫・三輪敦志・信岡大（2004）山口盆地地下の伏在断層調査，活断層・古地震研究報告，（4），221-230.

西村祐二郎・今岡照喜・金折裕司・亀谷 敦（2012）山口県地質図第 3 版（15 万分の 1）および同説明書，167p，1 葉.