

3. 2 活断層の稠密重力探査

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 活断層の稠密重力探査

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立大学法人岩手大学	教授	越谷 信

(c) 業務の目的

本課題では解決すべき問題を、(1) 逆断層・横ずれ断層の構造とすべり分配、(2) 傾斜する横ずれ断層の構造、(3) 厚い堆積盆縁部での複雑な逆断層および断層関連褶曲の構造、(4) 伏在活断層の検出、と定め、断層帯深部形状を推定する手法の確立を目的として、地球物理学的および変動地形学・地質学的な調査研究観測を実施し、活断層・震源断層システムの形状を具体的に明らかにすることを目指している。サブテーマ2では、活断層を横断する稠密重力探査を行うとともに、密度構造モデルを推定し、活断層の地表～深部構造の推定に資することを目的としている。

(d) 3ヵ年の年次実施業務の要約

1) 平成29年度：

業務の目的で掲げた課題(1) 逆断層・横ずれ断層の構造とすべり分配の典型例として、琵琶湖西岸断層帯・花折断層帯などを対象に、変動地形・地質構造を検討するとともに、多チャンネル稠密固定展開・高エネルギー震源稠密発振による高分解能反射法地震探査(2測線)を行い、サブテーマ2では、このうち琵琶湖西岸断層帯および花折断層の両方を横切る測線に合わせて稠密重力調査を行った。この測線に沿って約200m間隔で重力調査を実施した。

2) 平成30年度：

平成29年度に得られた琵琶湖西岸断層帯・花折断層帯を横切る測線で得られた重力データ、周辺地形スケッチおよび位置情報を基に、通常の補正処理を行い、ブーゲー異常値を算出し、地下密度構造の推定を行う。

さらに、業務の目的で掲げた課題(2) 傾斜する横ずれ断層の構造の典型例として、中央構造線活断層帯(四国)などを対象に、変動地形・地質構造を検討するとともに、高分解能反射法地震探査に合わせて重力調査(2測線)を行う。1測線は、鮮新・更新統に上部白亜系が衝上する、伊藤・他(1996)の深部構造探査測線の近傍に設定する。稠密重力調査により得られたデータを基に、通常の補正処理を行い、ブーゲー異常値を算出し、地下密度構造の推定を行う。この結果は、深部構造と中深度から浅層高分解能断面を比較検討するのに用いる。もう1測線は鮮新・更新統と上部白亜系が正断層の関係にある石鎚山脈北縁を横断する測線で同様の調査を実施し、稠密重

力調査により得られたデータを基に、通常の補正処理を行い、ブーゲー異常値を算出し、地下密度構造の推定を行う。これらの解析結果は、長大な中央構造線活断層帯に沿った、断層深部構造と活断層の構造的な変化を検討するのに資する資料を提供する。なお、重力測定にはシントレックス重力計と RTK-DGPS を用いる。

3) 平成31年度：

業務の目的に掲げた課題(3) 厚い堆積盆縁辺部での複雑な逆断層および断層関連褶曲の典型例として、山形盆地など東北日本の新第三系・第四系堆積盆地を、また課題(4) 伏在活断層の検出を目的として、新潟平野北部において、変動地形・地質構造を検討するとともに、高分解能反射法地震探査に合わせて重力探査(2 測線)を行う。それぞれの測線において、得られた重力に関するデータを基に、通常の補正処理を行い、ブーゲー異常値を算出し、地下密度構造の推定を行う。これらの解析結果は、変動地形・地質構造解析とあわせて断層帯の浅部～深部形状と歪み解消様式を検討するのに用いられる。

(2) 平成29年度の成果

(a) 業務の要約

本課題では解決すべき問題を4 課題に分け、そのうちの課題(1) 逆断層・横ずれ断層の構造とすべり分配の典型例として、琵琶湖西岸断層帯・花折断層帯などを対象に、変動地形・地質構造を検討するとともに、高分解能反射法地震探査(2 測線)を行い、サブテーマ2では、このうち琵琶湖西岸断層帯および花折断層の両方を横切る測線に合わせて約200 mの測定間隔の稠密重力調査を行った。その結果、同測線沿いにおける相対重力値(読み値)を求めることができた。

(b) 業務の実施方法

稠密重力調査の測線は、花折断層および琵琶湖西岸断層帯上寺断層を横切る測線で、滋賀県安曇川沿いに設定した。この測線(以下、「安曇川測線」)における重力の測定間隔は約200 mに設定した。重力測定にはシントレックス重力計CG-5およびCG-6を用い、重力測定点の位置観測はGNSS測量を行い、一部衛星状況の不良な点ではレベル測量を行った。

安曇川測線の近隣地域に既知の重力基準点が存在しないため、京都市内の既知基準点と現地に設けた基準点の間を閉塞測定し、現地基準点の絶対重力値を決定した。

測定点の位置情報は、GNSS測量により、取得データは、経度、緯度、標高およびGNSS測量における諸情報(測定日時、衛星数、PDOP値等)である。測定点における重力に関わる情報は、重力測定値、器械高、起伏の一番大きい方向50 m範囲のスケッチおよび重力測提示の諸情報(測定値の標準偏差、器械の傾き、潮汐補正值、測定時間等)である。重力値は、1分間60回の平均値を求め、X方向およびY方向の傾きの値は10を越えないようにし、潮力補正は組み込まれたソフトウェアを使用した。通常の測定点では4回測定し、両者の平均値の差が20 μGal を越えないようにし、現地仮基準点では、6回以

上測定し、それらの平均値の差が30 μGal を越えないようにした。

(c) 業務の成果

既知重力基準点は京都市内の一等重力基準点（電子基準点（付））960643Aを用いた。同点の諸元は表1に示す通りである。

表1 調査に使用した一等重力点の諸元。

一等重力点（電子基準点（付））	960643A
基準点コード	G1E000960643A
等級種別	一等重力点（電子基準点（付））
基準点名	960643A
20万分の1地勢図名	京都及び大阪
5万分の1地形図名	京都東北部
緯度	35°03'11".2979
経度	135°46'23".8624
標高（m）	70.204 m
重力鉛直勾配（mGal/m）	0.0000 mGal/m
重力値（mGal）	979709.72 mGal
ブーゲー異常値	-12.77 mGal
エポック	0
作業内容	改算
作業年月日	20161201

また、同点の位置を図1に示す。

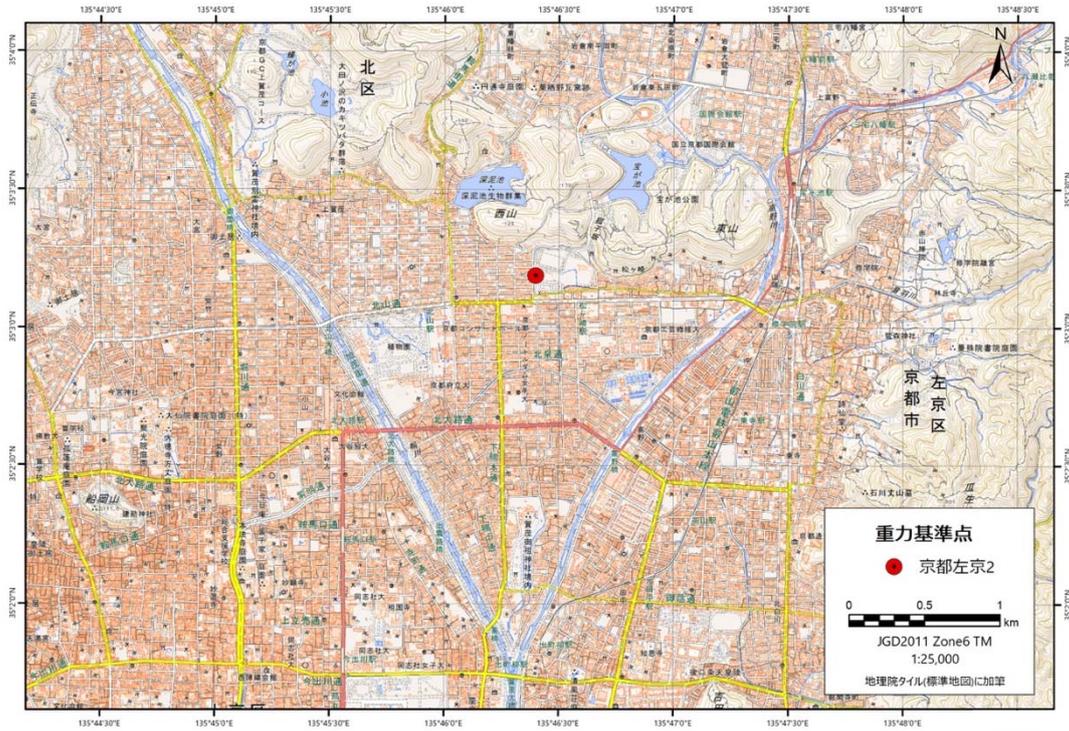


図1 一等重力基準点 960643A 位置図。

重力測定のための仮基準点は、安曇川測線沿いの滋賀県高島市安曇川町市下古賀1182にある旧広瀬小学校敷地内に設けた。仮基準点の位置情報は以下の通りである。また、仮基準点の位置を図2に、現地写真を図3に示す。

- ・緯度 35°21'23".5841
- ・経度 135°59'20".8235
- ・標高 (m) 117.407 m

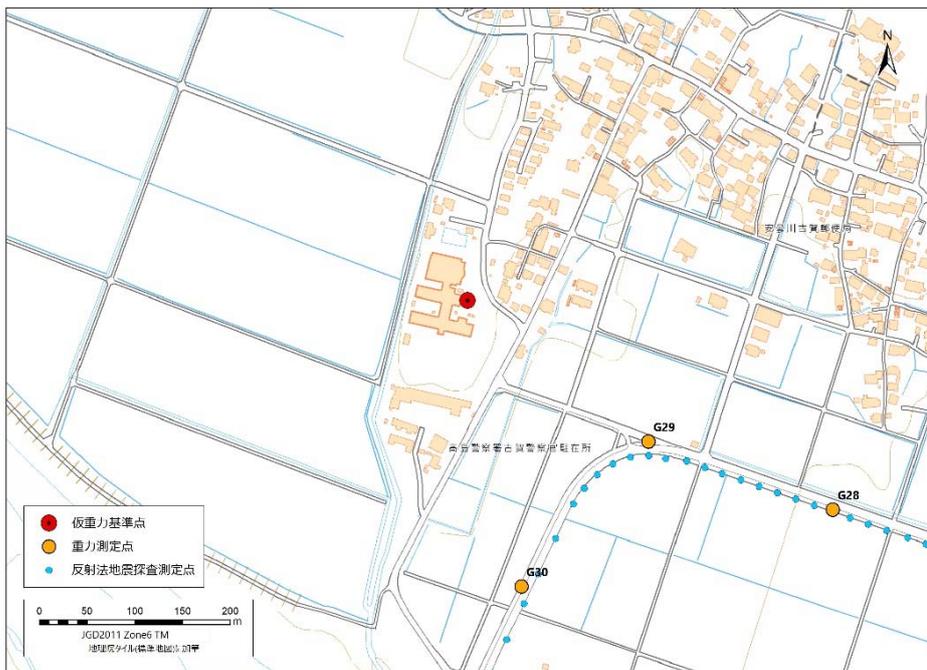


図2 重力仮基準点位置図。



図3 仮基準点写真。

仮基準点の重力値は京都市内の一等重力基準点 960643A との閉合測定に基づき決定する。その際の、重力計の測定値（読み値）を表2に示す。なお、重力測定は各点において複数回実施しているが、表2では、器械の傾きが最も小さいものを表示している。

表2 一等重力点と仮基準点の閉合測定結果。

測定点番号	重力読み値 (mGal)	標準偏差	傾きX	傾きY	潮汐補正 (mGal)	測定時間 (秒)	測定時刻 UTC	測定日 UTC	備考
G90001	4653.063	0.043	2.9	-4.3	0.017	120	0:35:07	2018/3/15	一等重力点 960643A
G10001	4648.012	0.013	0	0	0.021	120	3:14:42	2018/3/15	仮重力点
G90001	4653.219	0.022	-5.8	-5.1	-0.058	120	6:09:46	2018/3/15	一等重力点 960643A

安曇川測線における重力測定は、104点で行い、このうち95点は測線沿いにはほぼ200m間隔に設定し、琵琶湖西岸断層帯上寺断層を付近では、測定点間隔を約100mとした。重力測定は、一日3回仮基準点において測定を実施し、器械の内部的理由で発生するドリフト影響を少なくするようにした。測定点の位置を図4、図5その1、その2に、位置情報を表3に、重力測定結果を表4に示す。

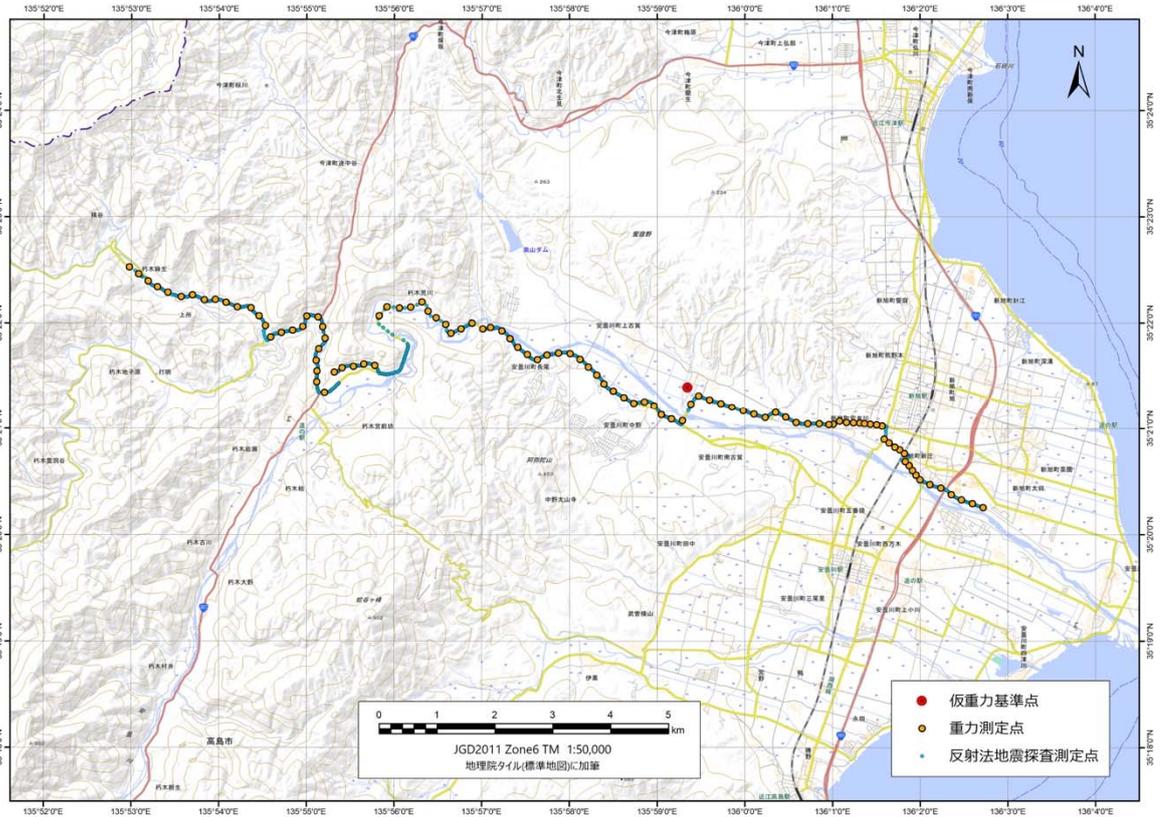


図4 安曇川測線重力測定点位置図（全体）。

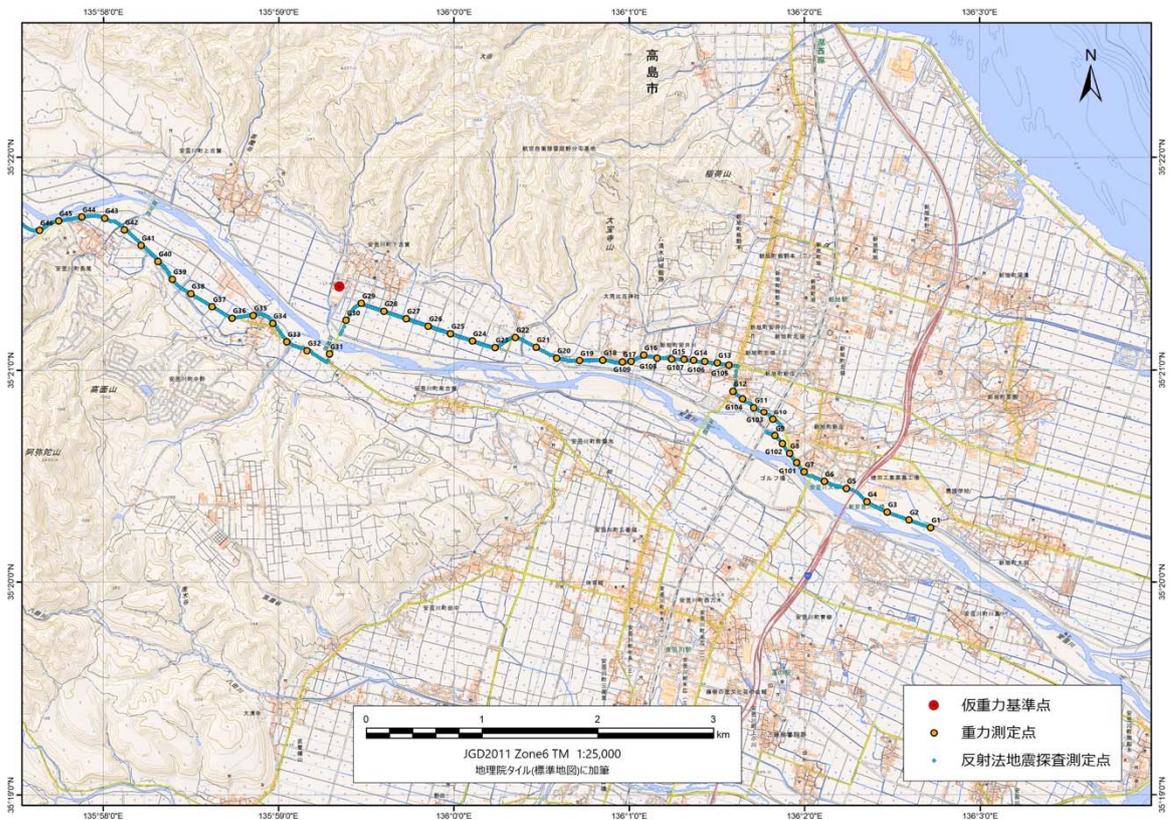


図5（その1） 安曇川測線重力測定点位置図（東側）。

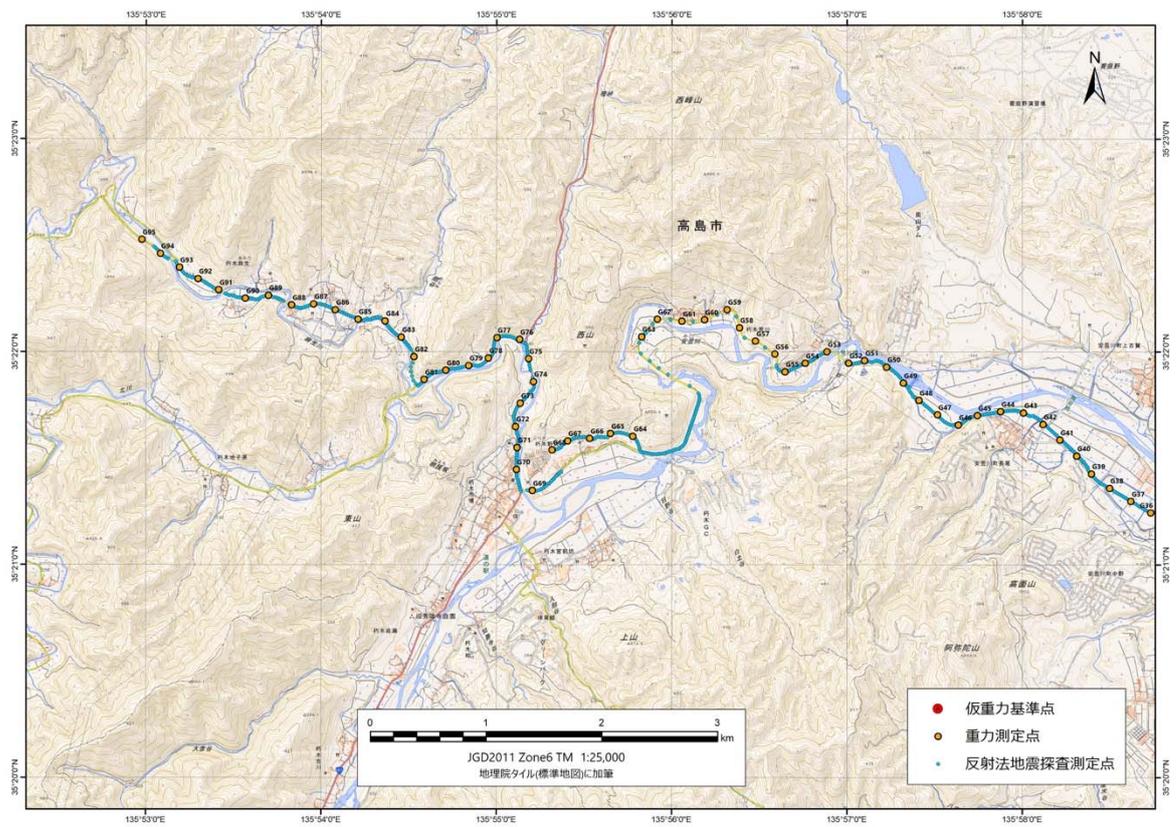


図5 (その2) 安曇川測線重力測定点位置図 (西側)。

表 3 (その 1) 重力測定点の位置。

測定点番号	X座標(m)	Y座標(m)	緯度(°)	経度(°)	標高(m)
G10001	-71385.421	-989.003	35.35655114	135.9891176	117.407
G1	-73486.173	4119.047	35.33760650	136.0453128	97.470
G2	-73418.456	3931.385	35.33821767	136.0432487	98.004
G3	-73351.139	3743.687	35.33882521	136.0411841	98.622
G4	-73261.570	3568.168	35.33963324	136.0392537	99.320
G5	-73145.850	3389.646	35.34067699	136.0372902	97.980
G6	-73085.633	3199.020	35.34122043	136.0351933	100.180
G7	-73002.295	3025.902	35.34197220	136.0332891	101.119
G8	-72841.590	2899.312	35.34342120	136.0318970	101.947
G9	-72687.264	2773.568	35.34481269	136.0305142	102.581
G10	-72543.754	2756.243	35.34610637	136.0303240	96.071
G11	-72435.789	2590.766	35.34708003	136.0285038	97.122
G12	-72294.162	2409.262	35.34835714	136.0265073	97.951
G13	-72046.668	2275.023	35.35058842	136.0250311	98.393
G14	-72024.426	2068.791	35.35078936	136.0227620	99.343
G15	-72013.164	1879.127	35.35089126	136.0206753	100.445
G16	-71980.398	1639.045	35.35118704	136.0180338	102.060
G17	-72039.403	1454.170	35.35065544	136.0159996	103.090
G18	-72023.376	1285.090	35.35080014	136.0141393	103.556
G19	-72027.502	1084.938	35.35076319	136.0119371	104.486
G20	-72005.644	886.375	35.35096042	136.0097524	107.843
G21	-71910.542	708.946	35.35181783	136.0078003	107.486
G22	-71825.608	530.764	35.35258355	136.0058399	109.207
G23	-71914.177	354.019	35.35178525	136.0038952	108.581
G24	-71856.974	158.832	35.35230094	136.0017476	108.895
G25	-71793.263	-30.280	35.35287526	135.9996668	109.391
G26	-71728.400	-222.779	35.35345992	135.9975488	110.157
G27	-71664.310	-412.516	35.35403758	135.9954611	111.156
G28	-71599.031	-606.541	35.35462592	135.9933262	112.290
G29	-71529.574	-799.569	35.35525189	135.9912022	113.920
G30	-71677.627	-932.592	35.35391719	135.9897387	116.645
G31	-71970.018	-1076.867	35.35128137	135.9881516	119.467
G32	-71940.671	-1269.810	35.35154568	135.9860287	121.497
G33	-71863.968	-1444.852	35.35223686	135.9841026	121.401
G34	-71704.301	-1566.708	35.35367595	135.9827616	120.638

表 3 (その 2) 重力測定点の位置。

測定点番号	X座標 (m)	Y座標 (m)	緯度 (°)	経度 (°)	標高 (m)
G35	-71636.003	-1735.188	35.35429132	135.9809076	118.444
G36	-71659.199	-1918.127	35.35408190	135.9788948	119.087
G37	-71560.159	-2090.493	35.35497432	135.9769980	119.688
G38	-71446.417	-2274.170	35.35599921	135.9749767	121.377
G39	-71320.645	-2432.446	35.35713257	135.9732347	123.374
G40	-71166.342	-2559.617	35.35852317	135.9718349	123.661
G41	-71027.419	-2704.664	35.35977507	135.9702384	124.813
G42	-70890.749	-2849.728	35.36100664	135.9686417	126.389
G43	-70790.930	-3018.702	35.36190593	135.9667819	126.238
G44	-70779.791	-3216.510	35.36200572	135.9646052	127.708
G45	-70814.467	-3416.491	35.36169248	135.9624047	130.931
G46	-70896.250	-3582.148	35.36095469	135.9605822	131.491
G47	-70806.718	-3760.639	35.36176109	135.9586177	131.229
G48	-70682.182	-3922.802	35.36288306	135.9568326	132.086
G49	-70531.896	-4057.178	35.36423723	135.9553532	133.958
G50	-70393.185	-4200.972	35.36548700	135.9537701	142.021
G51	-70336.253	-4391.818	35.36599937	135.9516696	149.680
G52	-70358.534	-4529.265	35.36579791	135.9501572	146.136
G53	-70259.829	-4715.755	35.36668680	135.9481044	145.109
G54	-70359.097	-4905.216	35.36579106	135.9460200	155.180
G55	-70433.985	-5078.499	35.36511514	135.9441135	161.032
G56	-70279.715	-5168.111	35.36650530	135.9431264	155.503
G57	-70166.891	-5334.055	35.36752144	135.9412995	156.891
G58	-70050.144	-5473.080	35.36857307	135.9397688	157.778
G59	-69892.838	-5578.692	35.36999047	135.9386055	148.974
G60	-69982.066	-5774.777	35.36918504	135.9364481	146.657
G61	-69994.170	-5968.528	35.36907479	135.9343160	147.740
G62	-69976.573	-6182.728	35.36923211	135.9319586	153.416
G63	-70129.024	-6318.357	35.36785704	135.9304672	159.988
G64	-70993.115	-6393.656	35.36006748	135.9296453	180.016
G65	-70969.931	-6586.520	35.36027521	135.9275228	181.075
G66	-71012.678	-6766.448	35.35988868	135.9255433	182.115
G67	-71033.989	-6957.896	35.35969526	135.9234368	181.283
G68	-71111.079	-7092.333	35.35899941	135.9219582	180.772
G69	-71464.958	-7263.020	35.35580825	135.9200831	170.921

表 3 (その 3) 重力測定点の位置。

測定点番号	X座標(m)	Y座標(m)	緯度(°)	経度(°)	標高(m)
G70	-71281.333	-7401.059	35.35746246	135.9185626	171.929
G71	-71091.138	-7394.143	35.35917697	135.9186370	174.868
G72	-70907.767	-7407.817	35.36082981	135.9184848	183.031
G73	-70705.862	-7366.437	35.36265013	135.9189383	185.466
G74	-70518.325	-7252.677	35.36434145	135.9201885	179.202
G75	-70319.457	-7295.170	35.36613377	135.9197191	179.033
G76	-70152.279	-7373.136	35.36764017	135.9188596	180.808
G77	-70136.223	-7568.128	35.36778345	135.9167136	183.780
G78	-70312.933	-7641.401	35.36618999	135.9159089	192.882
G79	-70378.142	-7812.370	35.36560086	135.9140281	193.896
G80	-70419.970	-8009.041	35.36522226	135.9118642	196.989
G81	-70499.422	-8196.570	35.36450454	135.9098014	194.991
G82	-70301.011	-8283.925	35.36629233	135.9088380	196.902
G83	-70130.657	-8394.013	35.36782701	135.9076248	195.131
G84	-69990.823	-8534.027	35.36908631	135.9060825	198.373
G85	-69976.327	-8768.033	35.36921495	135.9035071	201.774
G86	-69893.691	-8964.070	35.36995811	135.9013488	215.816
G87	-69843.959	-9152.489	35.37040469	135.8992747	218.954
G88	-69852.066	-9341.786	35.37032986	135.8971915	212.504
G89	-69767.583	-9543.689	35.37108949	135.8949685	211.364
G90	-69793.531	-9741.631	35.37085368	135.8927904	211.660
G91	-69719.494	-9972.481	35.37151878	135.8902490	214.948
G92	-69623.118	-10149.593	35.37238574	135.8882986	215.308
G93	-69523.982	-10310.670	35.37327772	135.8865246	219.179
G94	-69402.553	-10476.739	35.37437057	135.8846954	224.596
G95	-69281.633	-10636.075	35.37545888	135.8829402	231.231
G101	-72922.195	2959.438	35.34269444	136.0325582	101.575
G102	-72755.696	2838.568	35.34419564	136.0312290	102.298
G103	-72479.263	2677.828	35.34668792	136.0294615	96.865
G104	-72359.984	2493.663	35.34776360	136.0274357	97.958
G105	-72066.657	2374.390	35.35040800	136.0261243	97.476
G106	-72034.885	2168.293	35.35069487	136.0238568	99.282
G107	-72016.018	1987.979	35.35086532	136.0218729	99.637
G108	-72005.886	1755.331	35.35095709	136.0193132	101.290
G109	-72034.249	1528.703	35.35070179	136.0168197	102.677

表 4 (その 1) 重力測定結果。

測定点番号	重力読み値 (mGal)	標準偏差	傾きX	傾きY	潮汐補正 (mGal)	測定時間 (秒)	測定時刻 UTC	測定日 UTC	備考
G10001	4648.529	0.083	-5.5	-0.1	-0.032	60	23:12:14	2018/3/15	仮基準点
G1	4638.310	0.119	-1.6	1.0	-0.013	60	23:42:52	2018/3/15	
G3	4638.490	0.117	2.3	-0.8	0.006	60	0:16:19	2018/3/16	
G4	4638.611	0.112	4.6	-5.3	0.013	60	0:28:23	2018/3/16	
G5	4639.237	0.204	1.2	-1.5	0.022	60	0:44:08	2018/3/16	
G6	4639.146	0.147	-3.0	-2.9	0.029	60	0:59:32	2018/3/16	
G7	4639.459	0.197	-1.1	-3.4	0.036	60	1:16:49	2018/3/16	
G8	4639.760	0.158	-1.3	2.4	0.046	60	1:46:31	2018/3/16	
G9	4640.175	0.112	1.3	5.5	0.048	60	1:58:22	2018/3/16	
G10001	4648.613	0.095	1.0	-4.5	0.050	60	2:22:43	2018/3/16	仮基準点
G10	4641.834	0.152	-2.2	-2.8	0.036	60	3:41:13	2018/3/16	
G11	4642.415	0.121	-2.6	-4.7	0.030	60	3:56:21	2018/3/16	
G12	4642.941	0.272	2.1	-2.0	0.020	60	4:15:32	2018/3/16	
G13	4643.313	0.182	-2.5	-5.7	0.001	60	4:50:56	2018/3/16	
G14	4644.067	0.182	0.0	-4.8	-0.008	60	5:07:14	2018/3/16	
G15	4644.822	0.279	0.0	2.6	-0.023	60	5:31:24	2018/3/16	
G16	4645.924	0.154	4.4	-4.3	-0.032	60	5:45:53	2018/3/16	
G17	4646.452	0.112	1.5	-3.8	-0.041	60	6:00:14	2018/3/16	
G18	4647.535	0.103	0.2	-1.8	-0.055	60	6:26:41	2018/3/16	
G19	4649.031	0.126	3.1	-2.2	-0.062	60	6:41:10	2018/3/16	
G20	4649.439	0.159	0.2	-3.0	-0.068	60	6:52:40	2018/3/16	
G10001	4648.738	0.121	0.0	0.7	-0.077	60	7:21:27	2018/3/16	仮基準点
G10001	4649.142	0.094	1.0	1.0	-0.043	60	23:13:27	2018/3/16	仮基準点
G20	4649.857	0.075	0.0	0.9	-0.026	60	23:38:32	2018/3/16	再測
G21	4649.628	0.069	3.5	-1.4	-0.010	60	0:01:51	2018/3/17	
G22	4649.188	0.097	-1.4	1.3	0.000	60	0:16:22	2018/3/17	
G23	4649.551	0.07	-1.7	0.0	0.017	60	0:43:22	2018/3/17	
G24	4649.493	0.06	1.0	1.2	0.026	60	0:55:37	2018/3/17	
G25	4649.533	0.09	-0.1	-0.5	0.034	60	1:09:17	2018/3/17	
G26	4649.493	0.084	0.9	1.1	0.044	60	1:29:00	2018/3/17	
G27	4649.337	0.082	-0.5	0.0	0.050	60	1:40:09	2018/3/17	
G28	4649.283	0.076	-0.4	0.7	0.055	60	1:53:25	2018/3/17	
G29	4649.317	0.044	2.7	4.8	0.061	60	2:12:29	2018/3/17	
G10001	4649.213	0.063	1.0	1.5	0.066	60	2:34:35	2018/3/17	仮基準点
G30	4648.669	0.06	-1.1	-6.0	0.057	60	3:54:29	2018/3/17	
G31	4647.936	0.064	-2.1	-1.1	0.049	60	4:16:13	2018/3/17	
G32	4648.145	0.132	0.2	-3.3	0.041	60	4:30:40	2018/3/17	
G33	4648.906	0.053	-4.7	4.6	0.032	60	4:46:56	2018/3/17	
G34	4649.578	0.065	-4.7	-8.1	0.019	60	5:07:53	2018/3/17	
G35	4650.714	0.071	1.1	-4.3	-0.003	60	5:43:07	2018/3/17	
G36	4651.152	0.062	-0.1	2.2	-0.018	60	6:03:00	2018/3/17	
G37	4651.147	0.057	0.7	-3.8	-0.028	60	6:18:02	2018/3/17	
G38	4651.147	0.067	3.6	-0.6	-0.038	60	6:33:09	2018/3/17	
G39	4651.552	0.051	1.1	-2.4	-0.052	60	6:55:09	2018/3/17	
G40	4652.566	0.059	-0.6	-4.1	-0.059	60	7:05:46	2018/3/17	
G41	4652.460	0.049	1.0	-0.9	-0.067	60	7:21:55	2018/3/17	
G42	4651.608	0.039	1.1	0.4	-0.072	60	7:31:53	2018/3/17	
G43	4651.785	0.042	-1.0	-1.1	-0.078	60	7:44:44	2018/3/17	
G44	4652.001	0.033	-1.3	-1.2	-0.082	60	7:56:34	2018/3/17	
G10001	4649.378	0.045	0.0	-2.9	-0.088	60	8:22:10	2018/3/17	仮基準点

表 4 (その 2) 重力測定結果。

測定点番号	重力読み値 (mGal)	標準偏差	傾きX	傾きY	潮汐補正 (mGal)	測定時間 (秒)	測定時刻 UTC	測定日 UTC	備考
G10001	4649.737	0.034	-1.0	1.1	-0.075	60	22:38:02	2018/3/17	仮基準点
G44	4652.384	0.029	0.3	2.1	-0.064	60	22:59:26	2018/3/17	再測
G45	4652.011	0.035	-1.8	1.4	-0.058	60	23:10:05	2018/3/17	
G46	4651.818	0.029	-1.5	1.0	-0.047	60	23:28:11	2018/3/17	
G47	4651.575	0.03	2.7	0.4	-0.037	60	23:41:31	2018/3/17	
G48	4651.844	0.028	0.3	0.0	-0.026	60	23:56:56	2018/3/17	
G49	4652.039	0.017	-3.0	1.9	-0.014	60	0:13:33	2018/3/18	
G50	4651.188	0.023	2.9	1.1	-0.002	60	0:28:47	2018/3/18	
G51	4650.169	0.029	-0.4	1.5	0.007	60	0:43:16	2018/3/18	
G52	4650.994	0.02	1.3	-4.3	0.022	60	1:02:29	2018/3/18	
G53	4651.307	0.02	0.0	-2.1	0.032	60	1:16:49	2018/3/18	
G54	4649.674	0.023	4.3	-0.6	0.050	60	1:44:08	2018/3/18	
G55	4648.561	0.028	0.9	-1.8	0.057	60	1:57:14	2018/3/18	
G10001	4649.833	0.021	1.8	-0.5	0.073	60	2:31:48	2018/3/18	仮基準点
G56	4649.268	0.041	3.0	-2.4	0.079	60	4:01:48	2018/3/18	
G57	4649.267	0.021	2.5	0.3	0.074	60	4:21:54	2018/3/18	
G58	4649.207	0.018	-2.2	-0.5	0.067	60	4:39:43	2018/3/18	
G59	4650.277	0.013	5.0	2.0	0.059	60	4:55:13	2018/3/18	
G60	4651.811	0.041	-2.2	-1.3	0.053	60	5:06:59	2018/3/18	
G61	4651.854	0.025	-1.5	-7.2	0.046	60	5:18:07	2018/3/18	
G62	4650.846	0.03	-4.7	2.1	0.023	60	5:50:29	2018/3/18	
G63	4649.754	0.025	2.5	-0.4	0.013	60	6:04:46	2018/3/18	
G64	4644.683	0.024	2.5	-4.6	-0.002	60	6:26:10	2018/3/18	
G65	4644.624	0.015	-2.9	1.6	-0.026	60	6:58:08	2018/3/18	
G66	4644.585	0.023	-0.1	-0.9	-0.034	60	7:09:18	2018/3/18	
G67	4645.238	0.015	0.6	1.2	-0.042	60	7:20:48	2018/3/18	
G68	4645.612	0.016	4.1	0.0	-0.050	60	7:31:25	2018/3/18	
G69	4644.834	0.032	0.1	4.4	-0.059	60	7:47:00	2018/3/18	
G10001	4650.002	0.013	1.3	-1.4	-0.078	60	8:24:11	2018/3/18	仮基準点
G10001	4650.362	0.052	0.0	-0.7	-0.085	60	22:31:06	2018/3/18	仮基準点
G69	4645.231	0.036	3.5	-3.4	-0.076	60	22:54:55	2018/3/18	
G70	4646.703	0.062	1.0	-0.9	-0.068	60	23:12:57	2018/3/18	
G71	4647.733	0.018	-1.6	-0.1	-0.062	60	23:24:57	2018/3/18	
G72	4646.779	0.029	3.3	-3.1	-0.051	60	23:41:56	2018/3/18	
G73	4646.693	0.017	2.7	-4.2	-0.042	60	23:56:12	2018/3/18	
G74	4647.741	0.053	-1.3	1.5	-0.033	60	0:07:50	2018/3/19	
G75	4648.055	0.031	5.2	-0.3	-0.024	60	0:20:58	2018/3/19	
G76	4647.665	0.013	-0.7	0.1	-0.011	60	0:37:32	2018/3/19	
G77	4647.021	0.022	-0.7	-1.7	-0.002	60	0:49:19	2018/3/19	
G78	4646.635	0.02	-3.0	1.5	0.008	60	1:02:03	2018/3/19	
G79	4646.255	0.016	2.3	-0.8	0.022	60	1:19:40	2018/3/19	
G80	4644.787	0.014	2.0	-3.9	0.033	60	1:34:09	2018/3/19	
G81	4646.854	0.019	4.6	0.8	0.044	60	1:48:53	2018/3/19	
G10001	4650.464	0.019	-0.1	0.0	0.073	60	2:34:39	2018/3/19	仮基準点
G82	4646.054	0.02	0.3	0.4	0.096	60	4:13:11	2018/3/19	
G83	4648.044	0.019	-1.5	-4.2	0.095	60	4:23:53	2018/3/19	
G84	4648.068	0.014	-1.9	-1.1	0.093	60	4:34:46	2018/3/19	
G85	4647.924	0.03	0.7	3.0	0.085	60	5:02:18	2018/3/19	
G86	4645.631	0.013	2.2	-2.2	0.079	60	5:15:37	2018/3/19	
G87	4644.889	0.019	-1.9	-0.4	0.071	60	5:29:59	2018/3/19	

表 4 (その 3) 重力測定結果。

測定点番号	重力読み値 (mGal)	標準偏差	傾きX	傾きY	潮汐補正 (mGal)	測定時間 (秒)	測定時刻 UTC	測定日 UTC	備考
G88	4646.098	0.02	2.4	-2.8	0.064	60	5:42:54	2018/3/19	
G89	4646.438	0.02	0.6	2.7	0.050	60	6:05:21	2018/3/19	
G90	4646.439	0.027	-2.7	-0.6	0.040	60	6:18:31	2018/3/19	
G91	4645.600	0.028	-1.0	-1.7	0.027	60	6:36:18	2018/3/19	
G92	4645.780	0.039	-2.2	-3.8	0.017	60	6:48:49	2018/3/19	
G93	4645.367	0.026	2.4	-1.5	0.007	60	7:02:09	2018/3/19	
G94	4643.832	0.041	-0.9	-0.9	-0.008	60	7:23:12	2018/3/19	
G95	4642.510	0.035	0.0	0.9	-0.021	60	7:39:39	2018/3/19	
G10001	4650.613	0.033	0.0	-0.4	-0.047	60	8:15:34	2018/3/19	仮基準点
G10001	4651.003	0.082	-2.5	2.6	-0.077	60	23:13:00	2018/3/19	仮基準点
G7	4641.889	0.135	1.7	1.7	-0.066	60	23:37:42	2018/3/19	再測
G101	4642.034	0.133	0.9	-0.1	-0.060	60	23:49:22	2018/3/19	
G102	4642.334	0.125	-2.5	-0.8	-0.050	60	0:06:24	2018/3/20	
G103	4644.502	0.129	0.8	-0.9	-0.036	60	0:27:15	2018/3/20	
G104	4645.105	0.108	-0.5	-2.7	-0.027	60	0:39:21	2018/3/20	
G105	4645.769	0.088	0.3	0.4	-0.014	60	0:56:05	2018/3/20	
G106	4646.059	0.087	-0.3	0.9	-0.006	60	1:06:27	2018/3/20	
G107	4646.798	0.136	1.2	-0.5	0.009	60	1:27:07	2018/3/20	
G108	4647.681	0.124	0.0	3.8	0.022	60	1:42:30	2018/3/20	
G109	4648.472	0.087	0.0	0.2	0.030	60	1:52:50	2018/3/20	
G17	4648.814	0.114	-1.5	1.0	0.039	60	2:03:53	2018/3/20	再測
G10001	4651.078	0.14	-0.6	-0.2	0.050	60	2:19:23	2018/3/20	仮基準点
G2	4640.933	0.147	-0.1	0.7	0.091	60	3:27:03	2018/3/20	
G33	4650.745	0.128	1.7	1.0	0.099	60	3:48:58	2018/3/20	再測
G34	4651.453	0.182	-0.6	0.8	0.102	60	4:00:50	2018/3/20	再測
G35	4652.542	0.126	1.1	1.1	0.105	60	4:18:18	2018/3/20	再測
G60	4653.059	0.105	-0.1	2.3	0.107	60	4:38:43	2018/3/20	再測
G10001	4651.148	0.125	3.3	-2.2	0.105	60	5:02:57	2018/3/20	仮基準点

また、用いたシントレックス社製重力計 CG-5 は、潮汐補正は自動で行うよう設定したが、ドリフト補正値を事前入力していないため、得られた相対重力値はドリフト補正を行う必要がある。

前述のように、仮基準点では、閉合測定のため、一日に 3 回の測定を行っている。仮基準点における測定値（読み値）の時間変化を図 6 に示す。図 6 から明らかなように、読み値の変化は時間に対して線形に変化する。これに基づき、器械内部のドリフト変化は時間に対して線形に変化するとして計算することができる。測定期間全体では、一日あたり 0.6 mGal の変化が読み取れる。実際の計算にあたっては、仮基準点での直近の測定値を使用することになる。

また、ブーゲー異常値

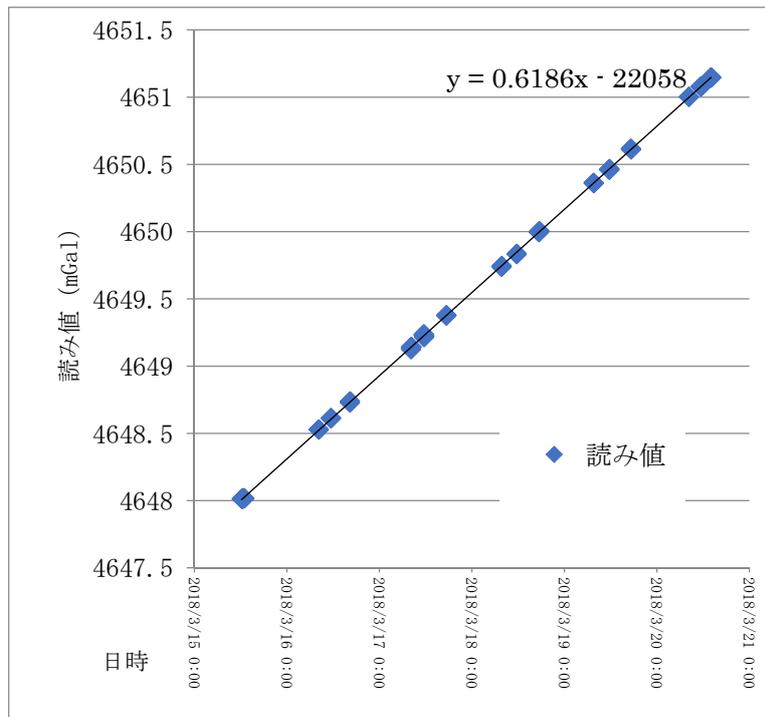


図 6 重力仮基準点における読み値の変化。

等の算出の際には、器械高を補正する必要がある。重力計 CG-5 の場合、器械の底面から重力センサーまでの距離は、0.089 m であるので、測定点の地面から底面までの器械高を測定時に現地で測定した。その結果を、表 5 に示す。

表 5 重力計器械高。

測定点番号	器械高	測定点番号	器械高	測定点番号	器械高
G90001	0.17	G35	0.17	G71	0.17
G10001	0.16	G36	0.18	G72	0.18
G1	0.16	G37	0.18	G73	0.17
G2	0.17	G38	0.18	G74	0.16
G3	0.17	G39	0.17	G75	0.17
G4	0.17	G40	0.17	G76	0.17
G5	0.18	G41	0.17	G77	0.17
G6	0.16	G42	0.17	G78	0.17
G7	0.17	G43	0.17	G79	0.17
G8	0.16	G44	0.17	G80	0.18
G9	0.14	G45	0.17	G81	0.17
G10	0.17	G46	0.17	G82	0.17
G11	0.17	G47	0.18	G83	0.17
G12	0.17	G48	0.16	G84	0.17
G13	0.17	G49	0.17	G85	0.16
G14	0.17	G50	0.18	G86	0.16
G15	0.17	G51	0.17	G87	0.17
G16	0.18	G52	0.18	G88	0.16
G17	0.17	G53	0.17	G89	0.17
G18	0.17	G54	0.18	G90	0.17
G19	0.17	G55	0.17	G91	0.16
G20	0.16	G56	0.17	G92	0.17
G21	0.17	G57	0.17	G93	0.17
G22	0.17	G58	0.16	G94	0.16
G23	0.18	G59	0.17	G95	0.17
G24	0.17	G60	0.17	G101	0.14
G25	0.17	G61	0.18	G102	0.15
G26	0.17	G62	0.17	G103	0.17
G27	0.17	G63	0.17	G104	0.17
G28	0.17	G64	0.17	G105	0.17
G29	0.17	G65	0.16	G106	0.17
G30	0.17	G66	0.17	G107	0.18
G31	0.17	G67	0.17	G108	0.17
G32	0.18	G68	0.17	G109	0.16
G33	0.17	G69	0.18		
G34	0.18	G70	0.17		

(d) 結論ならびに今後の課題

稠密重力調査により、安曇川測線の重力の読み値を取得することができた。重力計CG-5のドリフトは時間に対して線形に変化することが明らかになった。したがって、この線形性を利用して、ドリフト補正を行うことができる。

今後、これらのデータを基に、器械高補正を行い、まず、一等重力点との閉合測定より重力仮基準点の絶対重力値を算出する。これを基に、各重力測定点において、地形補正、フリーエア補正、ブーゲー補正を行い、ブーゲー異常値を算出する。地形補正は、今回の調査で併せて取得した起伏の大きい方向50 mのスケッチを用い、極近傍地形補正を行い、それより以遠は、国土地理院公表のDEMデータを用いて、Hammer (1939)の方法に従って行う。この地形補正やブーゲー補正の場合に用いる表層地殻密度は、同時に行われる屈

折法および反射法地震探査により得られるP波速度を基に推定する。

また、同測線で行われた反射法地震探査の結果および既往の地形・地質情報と合わせて地下密度構造の推定を行う。本地域のブーゲー異常値の分布は地質調査総合センター（2004）で公表されており（図7）、この結果と地質情報（石田・他、1984；木村・他、2001；木村・他、1998；宮内・他、2004；中江・他、1998；中江・他、2001；岡田・他、2008；堤・他、2004など）を合わせて、地下密度構造を推定し、活断層の地下深部形状の推定に資する。

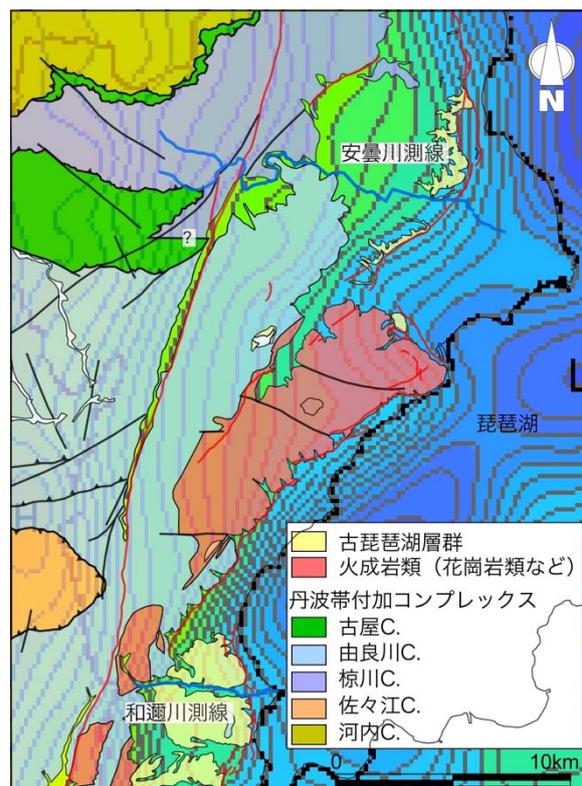


図7 安曇川測線周辺の地質および重力異常
引用文献は本文中に示す。

(e) 引用文献

地質調査総合センター，日本重力 CD-ROM 第 2 版，2004.

Hammer, S., Terrain correction for gravimeter stations, *Geophysics*, 4, 184-194, 1939.

石田志朗・河田清雄・宮村 学，彦根西部地域の地質，*地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅）*，地質調査所，121p，1984.

伊藤谷生，井川 猛，足立幾久，伊勢崎修弘，平田 直，浅沼俊夫，宮内崇裕，松本みどり，高橋通浩，松澤進一，鈴木雅也，石田啓祐，奥池司郎，木村 学，國友孝洋，後藤忠徳，澤田臣啓，竹下 徹，仲谷英夫，長谷川修一，前田卓哉，村田明広，山北 聡，山口和雄，山口 寛，四国中央構造線地下構造の総合物理探査，*地質学雑誌*，102，346-360，1996.

木村克己・吉岡敏和・中野聰志・松岡 篤，北小松地域の地質，*地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅）*，地質調査所，102p，2001.

木村克己・吉岡敏和・井本伸広・田中里志・武蔵野実・高橋裕平，京都東北部地域の地質，*地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅）*，地質調査所，89p，1998.

宮内崇裕・岡田篤正・堤 浩之・東郷正美・平川一臣，都市圏活断層図「北小松」，D1-No.449，国土地理院，2004.

中江 訓・吉岡敏和，熊川地域の地質，*地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅）*，地質調査所，71p，1998.

中江 訓・吉岡敏和・内藤一樹，竹生島地域の地質，*地域地質研究報告（5 万分の 1 地質図幅）*，地質調査所，71p，2001.

岡田篤正・東郷正美・中田 高・植村善博・渡辺満久，都市圏活断層図「京都東北部第 2 版」，D1-No.524，国土地理院，2008.

堤 浩之・熊原康博・千田 昇・東郷正美・平川一臣・八木浩司，都市圏活断層図「熊川」，D1-No.449，国土地理院，2004.