

放射性炭素年代測定結果報告書
(AMS 測定)

(株) 加速器分析研究所

1 化学処理工程

(1) 炭化物の化学処理

- 1) メス・ピンセットを使い、付着物を取り除く。
- 2) 酸-アルカリ-酸 (AAA : Acid Alkali Acid) 処理により不純物を化学的に取り除く。その後、超純水で中性になるまで希釈し、乾燥させる。AAA 処理における酸処理では、通常 1mol/l (1M) の塩酸 (HCl) を用いる。アルカリ処理では水酸化ナトリウム (NaOH) 水溶液を用い、0.001M から 1M まで徐々に濃度を上げながら処理を行う。アルカリ濃度が 1M に達した時には「AAA」、1M 未満の場合は「AaA」と表 1 に記載する。
- 3) 試料を燃焼させ、二酸化炭素 (CO₂) を発生させる。
- 4) 真空ラインで二酸化炭素を精製する。
- 5) 精製した二酸化炭素を、鉄を触媒として水素で還元し、グラファイト (C) を生成させる。
- 6) グラファイトを内径 1mm のカソードにハンドプレス機で詰め、それをホイールにはめ込み、測定装置に装着する。

(2) 土壌 IDW-04、OZN-04 の化学処理

- 1) 試料を超純水の中に入れ、超音波で分散させた後、ふるいにかけて根や礫等の混入物を除去する。ふるいを通した土を乾燥させ、この後の処理に用いる。
- 2) 酸処理により不純物を化学的に取り除く。その後、超純水で中性になるまで希釈し、乾燥させる。処理には 1mol/l (1M) の塩酸 (HCl) を用い、表 1 に「HCl」と記載する。

以下、(1)3) 以降と同じ。

(3) 土壌 IDE-01~IDE-03、IDE-05、IDE-06、OZN-01~OZN-03、OZW-01 の化学処理

- 1) 試料をすりつぶす (Bulk)。

以下、(2)2) 以降と同じ。

2 測定方法

加速器をベースとした ¹⁴C-AMS 専用装置 (NEC 社製) を使用し、¹⁴C の計数、¹³C 濃度 (¹³C/¹²C)、¹⁴C 濃度 (¹⁴C/¹²C) の測定を行う。測定では、米国国立標準局 (NIST) から提供されたシュウ酸 (HOxII) を標準試料とする。この標準試料とバックグラウンド試料の測定も同時に実施する。

3 算出方法

- 1) $\delta^{13}\text{C}$ は、試料炭素の ¹³C 濃度 (¹³C/¹²C) を測定し、基準試料からのずれを千分偏差 (‰) で表した値である (表 1)。AMS 装置による測定値を用い、表中に「AMS」と注記する。
- 2) ¹⁴C 年代 (Libby Age : yrBP) は、過去の大気中 ¹⁴C 濃度が一定であったと仮定して測定され、1950 年を基準年 (0yrBP) として遡る年代である。年代値の算出には、Libby の半減期 (5568 年) を使用する (Stuiver and Polach 1977)。¹⁴C 年代は $\delta^{13}\text{C}$ によって同位体効果を補正する必要がある。補正した値を

表1に、補正していない値を参考値として表2に示した。¹⁴C年代と誤差は、下1桁を丸めて10年単位で表示される。また、¹⁴C年代の誤差 ($\pm 1\sigma$) は、試料の¹⁴C年代がその誤差範囲に入る確率が68.2%であることを意味する。

- 3) pMC (percent Modern Carbon)は、標準現代炭素に対する試料炭素の¹⁴C濃度の割合である。pMCが小さい(¹⁴Cが少ない)ほど古い年代を示し、pMCが100以上(¹⁴Cの量が標準現代炭素と同等以上)の場合Modernとする。この値も $\delta^{13}\text{C}$ によって補正する必要があるため、補正した値を表1に、補正していない値を参考値として表2に示した。
- 4) 暦年較正年代とは、年代が既知の試料の¹⁴C濃度をもとに描かれた較正曲線と照らし合わせ、過去の¹⁴C濃度変化などを補正し、実年代に近づけた値である。暦年較正年代は、¹⁴C年代に対応する較正曲線上の暦年代範囲であり、1標準偏差 ($1\sigma=68.3\%$) あるいは2標準偏差 ($2\sigma=95.4\%$) で表示される。グラフの縦軸が¹⁴C年代、横軸が暦年較正年代を表す。暦年較正プログラムに入力される値は、 $\delta^{13}\text{C}$ 補正を行い、下1桁を丸めない¹⁴C年代値である。なお、較正曲線および較正プログラムは、データの蓄積によって更新される。また、プログラムの種類によっても結果が異なるため、年代の活用にあたってはその種類とバージョンを確認する必要がある。ここでは、暦年較正年代の計算に、IntCal20較正曲線(Reimer et al. 2020)を用い、OxCalv4.4較正プログラム(Bronk Ramsey 2009)を使用した。暦年較正年代については、特定の較正曲線、プログラムに依存する点を考慮し、プログラムに入力する値とともに参考値として表2に示した。暦年較正年代は、¹⁴C年代に基づいて較正(calibrate)された年代値であることを明示するために「cal BC/AD」または「cal BP」という単位で表される。

4 測定結果

表1 放射性炭素年代測定結果 ($\delta^{13}\text{C}$ 補正值)

測定番号	試料名	採取場所	試料 形態	処理 方法	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (AMS)	$\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	
						Libby Age (yrBP)	pMC (%)
IAAA-211539	IDE-01	熊本県阿蘇郡西原村大字宮山字小牧鶴 1256-1 出ノロトレンチ 深度:-4.09m	土壌	HCl	-20.19 ± 0.18	12,750 ± 40	20.45 ± 0.11
IAAA-211540	IDE-02	熊本県阿蘇郡西原村大字宮山字小牧鶴 1256-1 出ノロトレンチ 深度:-3.61m	土壌	HCl	-22.66 ± 0.25	12,360 ± 40	21.47 ± 0.11
IAAA-211541	IDE-03	熊本県阿蘇郡西原村大字宮山字小牧鶴 1256-1 出ノロトレンチ 深度:-2.93m	土壌	HCl	-17.63 ± 0.27	9,980 ± 40	28.86 ± 0.13
IAAA-211542	IDE-05	熊本県阿蘇郡西原村大字宮山字小牧鶴 1256-1 出ノロトレンチ 深度:-2.10m	土壌	HCl	-18.73 ± 0.23	9,670 ± 40	29.99 ± 0.14
IAAA-211543	IDE-06	熊本県阿蘇郡西原村大字宮山字小牧鶴 1256-1 出ノロトレンチ 深度:-2.36m	土壌	HCl	-19.53 ± 0.20	9,900 ± 40	29.16 ± 0.13
IAAA-211544	IDE-08	熊本県阿蘇郡西原村大字宮山字小牧鶴 1256-1 出ノロトレンチ 深度:-1.50m	炭化物	AAA	-27.02 ± 0.20	2,490 ± 20	73.35 ± 0.23
IAAA-211545	KJW(4.2,-2.7)	熊本県上益城郡益城町大字上陳字高野 上 陳東トレンチ 深度:-2.70m	炭化物	AAA	-21.90 ± 0.20	3,070 ± 20	68.24 ± 0.21
IAAA-211707	IDW-04	熊本県阿蘇郡西原村大字宮山字小牧鶴 1256-1 出ノロトレンチ 深度:-0.5m	土壌	HCl	-14.21 ± 0.19	1,300 ± 20	85.05 ± 0.24

IAAA-211708	IDW-07	熊本県阿蘇郡西原村大字宮山字小牧鶴 1256-1 出ノロトレンチ 深度:-1.65m	炭化物	AaA	-22.81 ± 0.24	8,930 ± 30	32.90 ± 0.14
IAAA-211709	IDW-11	熊本県阿蘇郡西原村大字宮山字小牧鶴 1256-1 出ノロトレンチ 深度:-0.75m	炭化物	AAA	-26.73 ± 0.21	2,010 ± 20	77.87 ± 0.22
IAAA-211710	IDW-12	熊本県阿蘇郡西原村大字宮山字小牧鶴 1256-1 出ノロトレンチ 深度:-1.20m	炭化物	AaA	-25.97 ± 0.24	2,170 ± 20	76.34 ± 0.22
IAAA-211711	OZN-01	熊本県阿蘇郡西原村大字鳥子小字持矢倉 106 小園トレンチ 深度:-2.4m	土壌	HCl	-17.08 ± 0.22	26,080 ± 100	3.89 ± 0.05
IAAA-211712	OZN-02	熊本県阿蘇郡西原村大字鳥子小字持矢倉 106 小園トレンチ 深度:-1.8m	土壌	HCl	-14.55 ± 0.27	24,760 ± 100	4.58 ± 0.06
IAAA-211713	OZN-03	熊本県阿蘇郡西原村大字鳥子小字持矢倉 106 小園トレンチ 深度:-1.35m	土壌	HCl	-18.42 ± 0.21	18,340 ± 60	10.20 ± 0.08
IAAA-211714	OZN-04	熊本県阿蘇郡西原村大字鳥子小字持矢倉 106 小園トレンチ 深度:-0.95m	土壌	HCl	-21.23 ± 0.23	13,130 ± 50	19.50 ± 0.11
IAAA-211715	OZW-01	熊本県阿蘇郡西原村大字鳥子小字持矢倉 106 小園トレンチ 深度:-1.40m	土壌	HCl	-16.51 ± 0.21	20,620 ± 70	7.68 ± 0.07

[IAA 登録番号 : #B040, B067]

表 2 放射性炭素年代測定結果 ($\delta^{13}\text{C}$ 未補正值、暦年較正用 ^{14}C 年代、較正年代)

測定番号	$\delta^{13}\text{C}$ 補正なし		暦年較正用(yrBP)	1 σ 暦年代範囲	2 σ 暦年代範囲
	Age (yrBP)	pMC (%)			
IAAA-211539	12,670 ± 40	20.65 ± 0.11	12,749 ± 43	15273calBP - 15136calBP (68.3%)	15351calBP - 15047calBP (95.4%)
IAAA-211540	12,320 ± 40	21.58 ± 0.11	12,357 ± 42	14793calBP - 14724calBP (15.6%)	14833calBP - 14683calBP (23.9%)
				14458calBP - 14211calBP (52.7%)	14581calBP - 14151calBP (71.6%)
IAAA-211541	9,860 ± 40	29.30 ± 0.13	9,983 ± 37	11605calBP - 11554calBP (14.6%)	11689calBP - 11671calBP (2.1%)
				11500calBP - 11430calBP (21.4%)	11623calBP - 11267calBP (93.4%)
				11406calBP - 11314calBP (32.2%)	
IAAA-211542	9,570 ± 40	30.38 ± 0.14	9,673 ± 37		11202calBP - 11068calBP (65.4%)
				11187calBP - 11084calBP (58.7%)	11024calBP - 11009calBP (1.3%)
				10918calBP - 10894calBP (9.6%)	10956calBP - 10868calBP (23.5%) 10849calBP - 10805calBP (5.3%)
IAAA-211543	9,810 ± 40	29.49 ± 0.13	9,898 ± 36	11321calBP - 11243calBP (68.3%)	11399calBP - 11224calBP (95.4%)
IAAA-211544	2,520 ± 20	73.04 ± 0.22	2,489 ± 24	2706calBP - 2685calBP (9.9%)	2721calBP - 2488calBP (95.4%)
				2644calBP - 2628calBP (7.5%)	
				2620calBP - 2613calBP (3.3%)	
				2598calBP - 2553calBP (21.9%) 2547calBP - 2496calBP (25.6%)	

IAAA-211545	3,020 ± 20	68.67 ± 0.21	3,070 ± 24	3344calBP - 3282calBP (40.9%) 3275calBP - 3237calBP (27.3%)	3360calBP - 3214calBP (95.4%)
IAAA-211707	1,120 ± 20	86.95 ± 0.24	1,300 ± 22	1281calBP - 1261calBP (23.7%) 1253calBP - 1249calBP (4.2%) 1209calBP - 1179calBP (40.4%)	1289calBP - 1241calBP (44.4%) 1230calBP - 1176calBP (51.1%)
IAAA-211708	8,900 ± 30	33.04 ± 0.14	8,931 ± 34	10186calBP - 10120calBP (32.6%) 10064calBP - 10037calBP (12.8%) 10028calBP - 10010calBP (7.1%) 9991calBP - 9960calBP (15.7%)	10197calBP - 10110calBP (36.4%) 10086calBP - 9909calBP (59.0%)
IAAA-211709	2,040 ± 20	77.60 ± 0.22	2,009 ± 23	1991calBP - 1925calBP (68.3%)	1999calBP - 1879calBP (95.4%)
IAAA-211710	2,180 ± 20	76.19 ± 0.21	2,168 ± 22	2298calBP - 2260calBP (34.6%) 2155calBP - 2118calBP (33.6%)	2305calBP - 2229calBP (46.8%) 2204calBP - 2198calBP (0.5%) 2181calBP - 2097calBP (45.7%) 2084calBP - 2063calBP (2.4%)
IAAA-211711	25,950 ± 100	3.96 ± 0.05	26,075 ± 104	30370calBP - 30118calBP (68.3%)	30737calBP - 30530calBP (11.4%) 30485calBP - 30057calBP (84.1%)
IAAA-211712	24,590 ± 100	4.68 ± 0.06	24,762 ± 99	29127calBP - 28895calBP (68.3%)	29182calBP - 28783calBP (95.4%)
IAAA-211713	18,230 ± 60	10.34 ± 0.08	18,337 ± 62	22362calBP - 22222calBP (68.3%)	22421calBP - 22137calBP (95.4%)
IAAA-211714	13,070 ± 50	19.66 ± 0.11	13,130 ± 46	15821calBP - 15662calBP (68.3%)	15925calBP - 15590calBP (95.4%)
IAAA-211715	20,480 ± 70	7.81 ± 0.07	20,616 ± 69	24980calBP - 24715calBP (68.3%)	25085calBP - 24599calBP (95.4%)

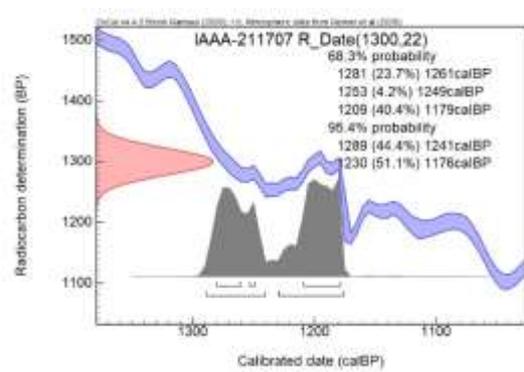
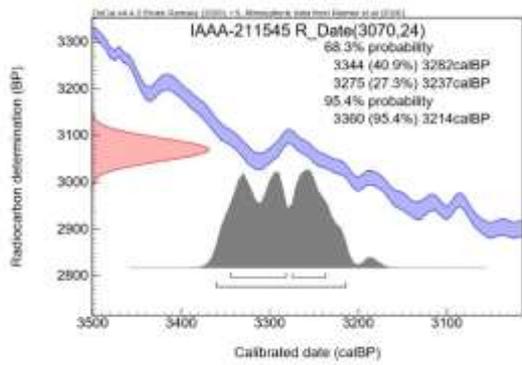
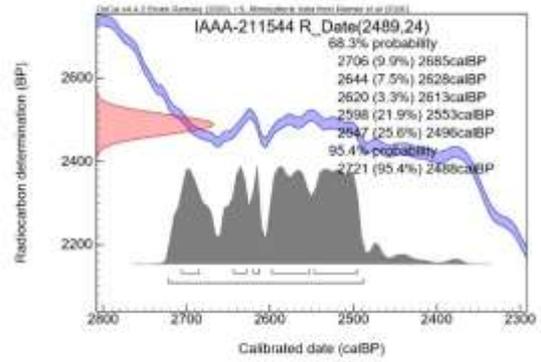
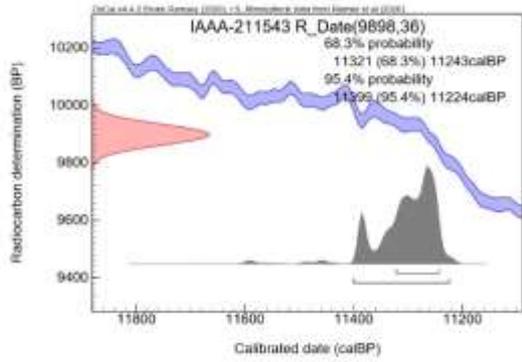
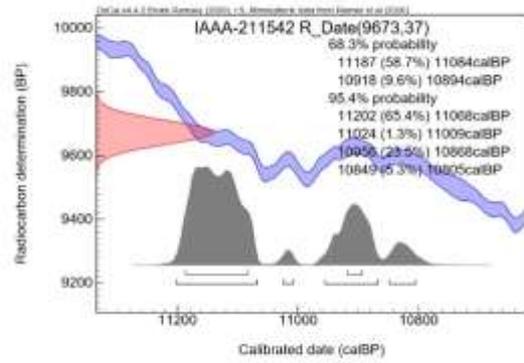
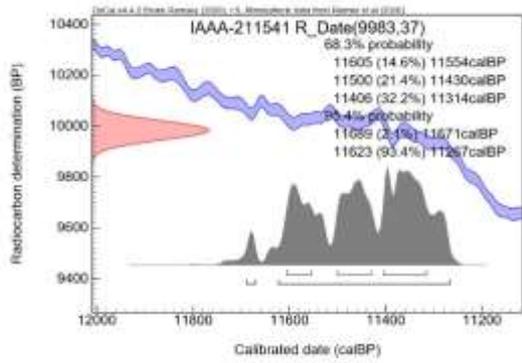
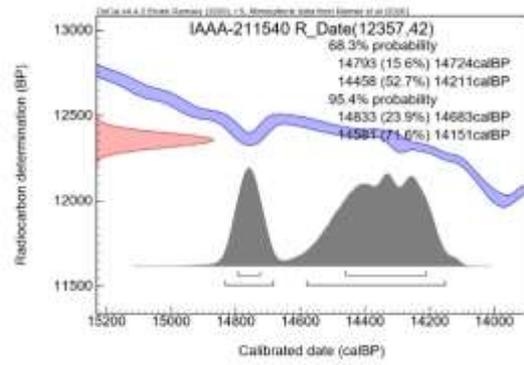
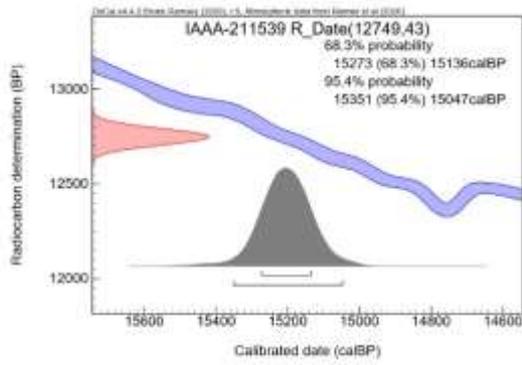
[参考値]

文献

Bronk Ramsey, C. 2009 Bayesian analysis of radiocarbon dates, *Radiocarbon* 51(1), 337-360

Reimer, P.J. et al. 2020 The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kBP),
Radiocarbon 62(4), 725-757

Stuiver, M. and Polach, H.A. 1977 Discussion: Reporting of ¹⁴C data, *Radiocarbon* 19(3), 355-363



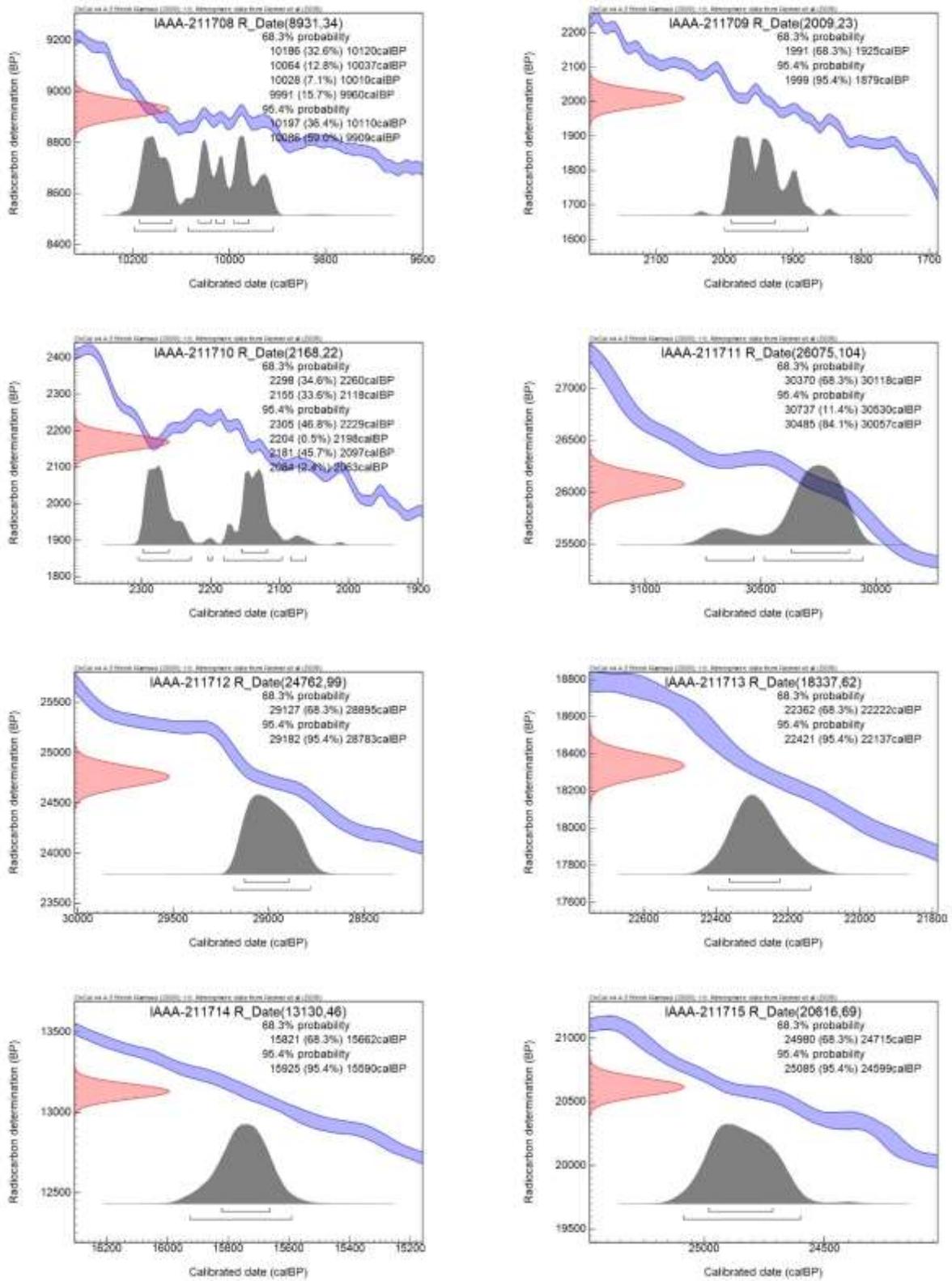


図1 暦年較正年代グラフ (参考)

火山灰分析

令和 4年 2月

株式会社 古澤地質

前処理

古澤(2003)の方法を基本に前処理を行った。洗浄は、はじめにナイロン製使い捨て#255メッシュシート(糸径 43 μ m, オープニングワイド 57 μ m)を用い、流水中で洗浄した。残砂を#125メッシュシート(糸径 70 μ m, オープニングワイド 133 μ m)を用い水中で篩い分けした。これにより 1/8 ~ 1/16mm に粒度調整した試料を超音波洗浄機を用いて洗浄し、表面に付着した粘土分などを洗い流した。

粒子組成分析用薄片作成

鉱物観察用スライドガラスの上に硬化後屈折率が 1.545 程度となる光硬化樹脂を載せ、この樹脂に上記洗浄・篩い分けを行った試料を攪拌・封入させ、カバーガラスで覆い粒子組成観察用薄片を作成した。樹脂の屈折率を 1.545 とする目的は石英や長石類の識別にある。

主成分分析用薄片作成

上記前処理試料を偏光顕微鏡を用い、火山ガラスのみを手選し、これをエポキシ樹脂を用いてスライドガラス上に包埋し、#3000 カーボランダムで研磨し、1 μ m のダイヤモンドペーストにて鏡面研磨した薄片を作成した。

検鏡(粒子組成分析)方法

前処理・プレパラートした粒子を偏光顕微鏡(100 倍)を用いて観察し、300 粒子(1000 粒子の平均値)を古澤(2003)の区分手法にしたがって、火山ガラス、長石類・石英、斜方輝石、単斜輝石、普通角閃石、カミングトン閃石、その他の重鉱物(カンラン石、ジルコンなど)、不透明鉱物および岩片・風化粒に区分した。火山ガラスは発泡跡の大きさにより、発泡跡が 0.1mm 四方に 2-3 個以内しか見られない大きな発泡跡を有するバブルウォールタイプ(Bw)、発泡跡が 0.1mm 四方に 4 個以上見られるパミスタイプ(Pm)、発泡跡同士が密着せずガラス中に細かい泡となって含まれるか全く含まれない急冷タイプ(O)の 3 タイプにまとめて区分した。また、重鉱物組成については、100 粒子を目処に、斜方輝石、単斜輝石、普通角閃石、黒雲母、その他(不透明鉱物、ジルコン、アパタイト etc.)に区分し、粒子組成とは別に記載した。

屈折率測定方法

測定には、浸液の温度を直接測定しつつ屈折率を測定する温度変化型測定装置^{マイオット}"MAIOT"を使用した。測定精度は火山ガラスで± 0.0001 程度である（古澤,1995）。

顕微鏡は、ニコン顕微鏡 ECLIPSE600 シリーズ（偏光・位相差装置付）、位相差用対物レンズ（10 倍および長作動 20 倍）、光源は 12 V 100 W ハロゲンランプ、全誘電体干渉フィルター（589.3nm）を使用した。温度変化装置として全面等温度透明加温板（0.1 °C の精度で制御可能）、プログラム温度コントローラー（0.1 °C の精度で制御可能）、高感度熱電対（0.1 °C の精度で測定可能）、パーソナルコンピューターを使用した。

以下に測定の手順を示す。

顕微鏡ステージ上に設置した加温板に、浸液と試料および熱電対とを密封したごく薄いカプセルを載せる。カプセルは、大きさ 18 × 24mm、厚さ 0.12 ~ 0.17mm のガラス板（下板）と、直径 18mm で同じ厚さのガラス板（上板）との間に、熱伝導性の高いシーリング材を使用して浸液と試料および熱電対を密封したもので、総厚が 0.5 ~ 0.6mm 程度である。浸液は単一化学式を有する有機化学合成液である。つぎに、加温板の温度を制御して、ほぼ一定の温度変化速度で、浸液および試料の温度を室温 ~ 60 °C の範囲で変化させる。この様子を、位相差状態の顕微鏡で観察する。観察時の波長はナトリウム D 線 (589.3nm) である。この画像を観察しながら、ガラスの輪郭が消失する温度を記録する。実際には温度上昇あるいは下降時に 1 回パーソナルコンピューターに接続されたマウスを左クリックする。屈折率は、あらかじめ作成した各浸液の温度と屈折率との一次式から変換され、パーソナルコンピューターに記録される。測定個数の目処はガラスが 30 片、斜方輝石が 10 片である。ただし、値にバラツキがある試料では、モードを把握できるまで測定した。記録された屈折率、熱電対の温度データはリアルタイムにパーソナルコンピューターに入力され、温度、測定個数などとともに屈折率ヒストグラムとしてモニターに表示される。

主成分元素組成分析方法

以下の分析装置および条件により、エネルギー分散型X線マイクロアナライザー(EDX)を用い、火山ガラスの主成分を分析した。

使用機材：SEM:HITACHI SU1510 EDX:HORIBA EMAXEvolution EX-270

検出器 液体窒素レス検出器 X-Max (80mm²)

加速電圧：15kV

試料電流：0.3nA.

ビーム径：4 μ m 四方の範囲を約90nm のビーム径にて走査させて測定.

ライブタイム：50sec.

主成分組成計算方法：ファイローゼット($\phi(\rho Z)$ 補正)

スタンダードには高純度人工酸化物結晶(純度 99.99%以上の SiO₂, Al₂O₃,TiO₂, MnO, MgO), 純度 99.99%以上の単結晶 NaCl, KCl, CaF₂ を用いた. また, 測定終了時毎に, 主成分がほぼ均質なATテフラの火山ガラスを用い, 測定値をチェックした.

分析結果

4 試料の火山ガラスおよび斜方輝石の屈折率測定および火山ガラスの主成分分析を行った。巻末に分析結果を添付した。

OZE-01 (2. 2, -1. 5)

バブルウォールタイプ火山ガラスを多く含む。有色鉱物としては斜方輝石および単斜輝石を多く含む。火山ガラスの屈折率は 1.497-1.501 である。斜方輝石の屈折率(γ)は 1.703-1.735 で 1.730-1.735 と高い値を示すものを多く含む。主成分元素組成は、含有率平均値が SiO₂ で 78.1wt.%程度, Na₂O が 3.4 wt.%, K₂O が 3.4 wt%程度にまとまる。

OZE-02 (7. 7, -3. 55)

低発泡タイプ火山ガラスをやや多く含む。有色鉱物としては斜方輝石および単斜輝石を多く含む。緑色普通角閃石も含む。火山ガラスの屈折率は 1.508-1.515 である。斜方輝石の屈折率(γ)は 1.702-1.706 とまとまる。主成分元素組成は、含有率平均値が SiO₂ で 71.4wt.%程度, Na₂O が 4.1 wt.%, K₂O が 4.9 wt%程度にまとまる。アルカリ元素を多く含む。

IDW-03 (0. 5-0. 7, -0. 9)

バブルウォールタイプ火山ガラスを多く含む。有色鉱物としては斜方輝石および単斜輝石を多く含む。火山ガラスの屈折率は 1.509-1.515 である。斜方輝石の屈折率(γ)は 1.705-1.714 で 1.709-1.713 にモードが見られる。主成分元素組成は、含有率平均値が SiO₂ で 74.5wt.%程度, Na₂O が 3.8 wt.%, K₂O が 2.9 wt%程度にまとまる。

KJW-03 (4. 6, -2. 8)

バブルウォールタイプ火山ガラスを多く含む。有色鉱物としては斜方輝石および単斜輝石を多く含む。火山ガラスの屈折率は 1.509-1.518 である。斜方輝石の屈折率(γ)は 1.705-1.714 で 1.709-1.713 にモードが見られる。主成分元素組成は、含有率平均値が SiO₂ で 74.4wt.%程度, Na₂O が 3.8 wt.%, K₂O が 2.9 wt%程度にまとまる。

対比

OZE-01 (2. 2, -1. 5)

火山ガラスの形態，屈折率および主成分元素組成は AT テフラの特徴(町田・新井, 2003)と一致する．斜方輝石の屈折率も AT テフラの特徴(町田・新井, 2003)と一致することから，本試料は AT 降灰層準から採取されたと考えられる．

OZE-02 (7. 7, -3. 55)

本試料はあるいは阿蘇草千里浜テフラに対比される可能性を指摘されていたが，斜方輝石の屈折率(町田・新井, 2003)が異なることから，草千里浜テフラとは別のテフラである．火山ガラスの主成分元素組成はアルカリ元素を多く含む特徴を有し，阿蘇カルデラ起源テフラ(Aso-4 や Aso-ABCD)テフラの特徴(町田・新井(2003) ; Tsuji et al,2017)と類似する．阿蘇カルデラでは Aso-4 噴出以降 ACP と記載された(高田, 1989) 6 枚の降下軽石が知られている．このうち火山ガラスおよび斜方輝石の屈折率がほぼ一致(内部資料)し，角閃石を含む軽石層は ACP6 と呼ばれる飯田火砕流の上位に挟まれる軽石層のみである．本試料は ACP6 と呼ばれる軽石層降灰層準から採取された可能性がある．

確度の高い対比には上記 ACP 軽石の主成分元素組成の把握が必要である．

IDW-03 (0. 5-0. 7, -0. 9)

火山ガラスの形態，屈折率および主成分元素組成は K-Ah テフラの特徴(町田・新井, 2003)と一致する．斜方輝石の屈折率も K-Ah テフラの特徴(町田・新井, 2003)と一致することから，本試料は K-Ah 降灰層準から採取されたと考えられる．

KJW-03 (4. 6, -2. 8)

火山ガラスの形態，屈折率および主成分元素組成は K-Ah テフラの特徴(町田・新井, 2003)と一致する．斜方輝石の屈折率も K-Ah テフラの特徴(町田・新井, 2003)と一致することから，本試料は K-Ah 降灰層準から採取されたと考えられる．

試料名	Volcanic Glass			Light Mineral		Heavy Mineral					Rock	V.Rock	Total	備考	火山ガラスの屈折率	斜方輝石の屈折率	テフラ名
	Bw	Pm	O	Fl	Qu	Opx	Cpx	Gho	OTH	Opq							
	OZE-01(2.2,-1.5)	111	0	10	52	31	13	0	0	38							
OZW-02(7.7,-3.55)	0	0	11	117	38	11	1	0	52	70	0	300	長石のリムにガラス付着	1.508-1.515(1.499-1.500少量含む)	1.702-1.706	Aso ACP6?	
IDW-03(0.5-0.7,-0.9)	121	6	3	50	29	6	0	2	55	28	0	300	橄欖石含む	1.509-1.515(1.517-1.518少量含む)	1.705-1.714(モード1.709-1.713)	K-Ah	
KJW(4.6,-2.8)	120	4	4	30	7	6	0	0	22	107	0	300	石英含む	1.509-1.518	1.704-1.713(モード1.709-1.713)	K-Ah	

Bw:バブルウオールタイプ Fl:石英

Pm:バミスタタイプ Opx:斜方輝石 Gho:緑色普通角閃石 OTH:その他

O:低発泡タイプ Opq:不透明鉱物 Rock:岩片 風化粒 V.Rock:火山岩片

引用文献

古澤 明, 1995, 火山ガラスの屈折率測定・形態分類とその統計的な解析. 地質雑, 101, 123-133.

古澤 明, 2003, 洞爺火山灰降下以降の岩手火山のテフラの識別. 地質雑, 109, 1-19.

高田 英樹, 1989, 阿蘇火山中央火口丘群のテフラ概報. 熊本地学会誌, 90, 8-11.

Tsuji T., Ikeda M., Furusawa A., Nakamura C., Ichikawa K., Yanagida M., Nishizaka N., Ohnishi K., Ohno Y., 2017, High resolution record of Quaternary explosive volcanism recorded in fluvio-lacustrine sediments of the Uwa basin, southwest Japan, Quaternary International, 1-20.

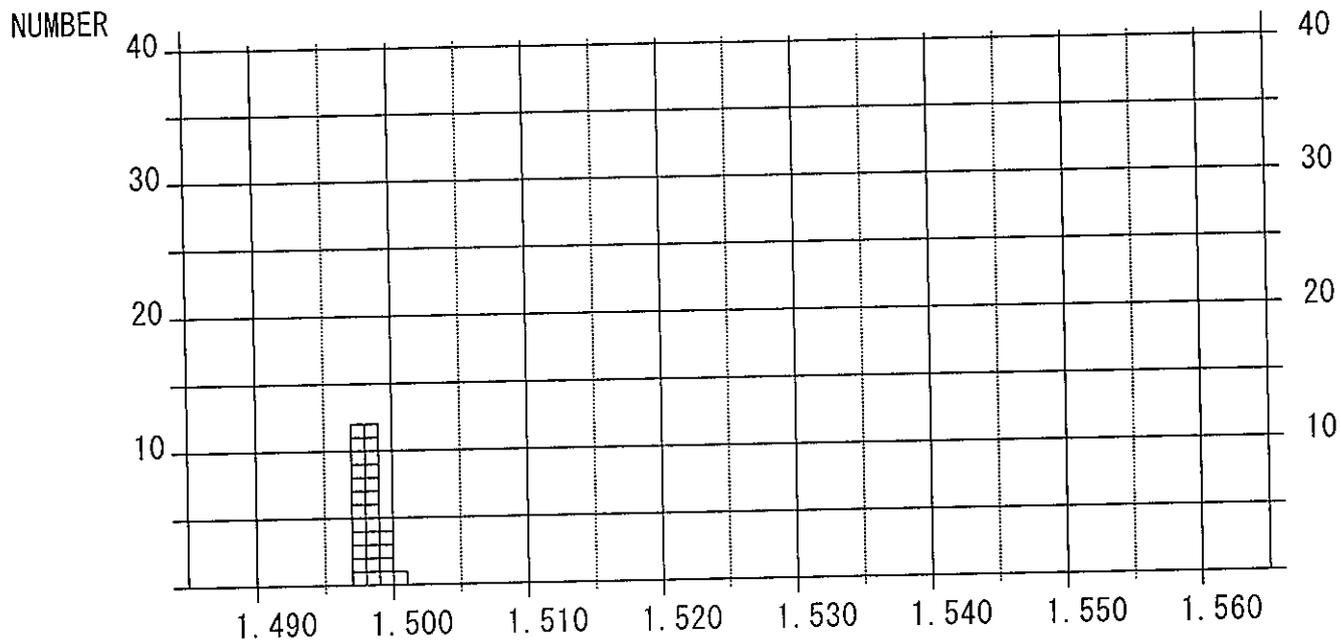
屈折率測定結果

火山ガラス

***** REFRACTIVE INDEX *****

GLASS

SAMPLE NAME : OZE-01



MEAN 1.4983 MIN 1.4970 MAX 1.5010 RANGE 0.0040 COUNT 30

DATA LIST

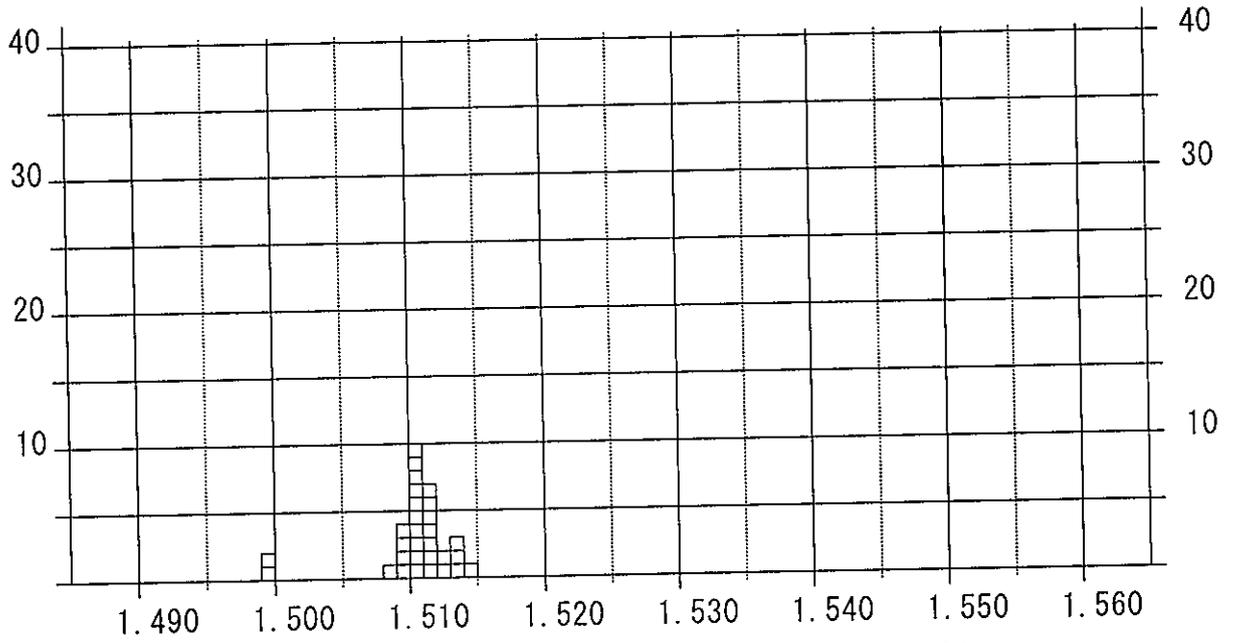
1.4993	1.4993	1.4991	1.4989	1.4983	1.4981	1.4981	1.4980
1.4980	1.4975	1.4982	1.4980	1.4970	1.4972	1.4976	1.4976
1.4980	1.4994	1.4999	1.5010	1.4986	1.4983	1.4982	1.4981
1.4978	1.4977	1.4973	1.4976	1.4983	1.4984		

***** REFRACTIVE INDEX *****

GLASS

SAMPLE NAME : OZW-02

NUMBER



MEAN 1.5104 MIN 1.4993 MAX 1.5145 RANGE 0.0152 COUNT 30

DATA LIST

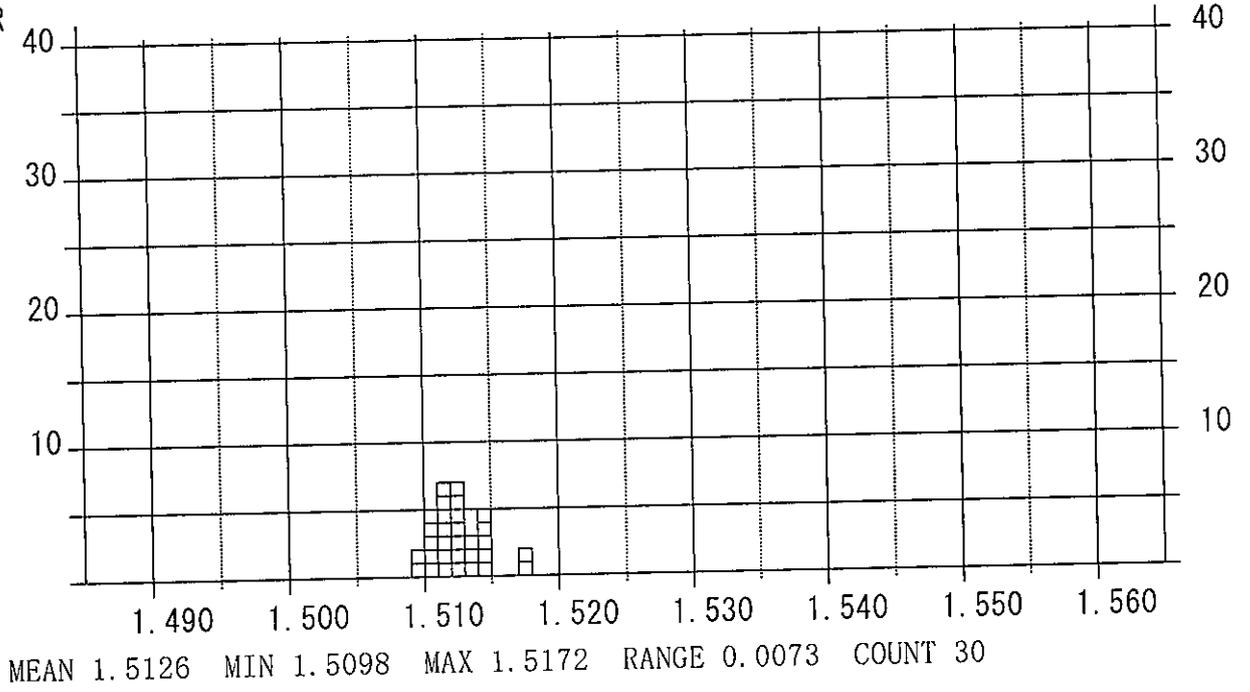
1.5099	1.5109	1.5103	1.5099	1.5108	1.5107	1.5106	1.5105
1.5135	1.5119	1.5116	1.5115	1.5110	1.5110	1.5104	1.5099
1.5081	1.5136	1.5127	1.5145	1.5138	1.5122	1.5118	1.5111
1.5106	1.5115	1.5101	1.5097	1.4993	1.4993		

***** REFRACTIVE INDEX *****

GLASS

SAMPLE NAME : IDW-03

NUMBER



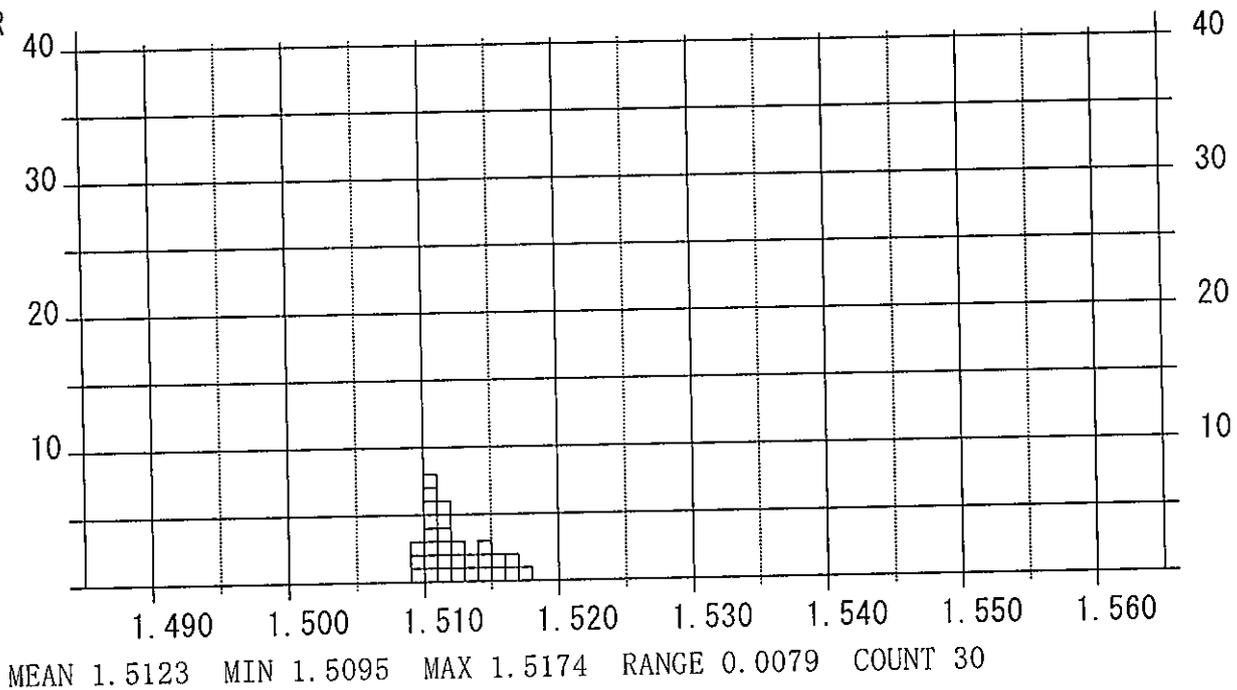
DATA LIST

1.5117	1.5116	1.5114	1.5111	1.5108	1.5106	1.5105	1.5100
1.5121	1.5128	1.5131	1.5150	1.5172	1.5171	1.5149	1.5146
1.5144	1.5134	1.5127	1.5125	1.5117	1.5116	1.5115	1.5121
1.5122	1.5148	1.5131	1.5129	1.5099	1.5098		

***** REFRACTIVE INDEX *****

GLASS

SAMPLE NAME : KJW
NUMBER



DATA LIST

1.5095	1.5096	1.5117	1.5113	1.5121	1.5116	1.5115	1.5115
1.5103	1.5095	1.5100	1.5104	1.5110	1.5110	1.5105	1.5105
1.5104	1.5105	1.5121	1.5127	1.5137	1.5147	1.5152	1.5170
1.5174	1.5165	1.5154	1.5150	1.5140	1.5132		

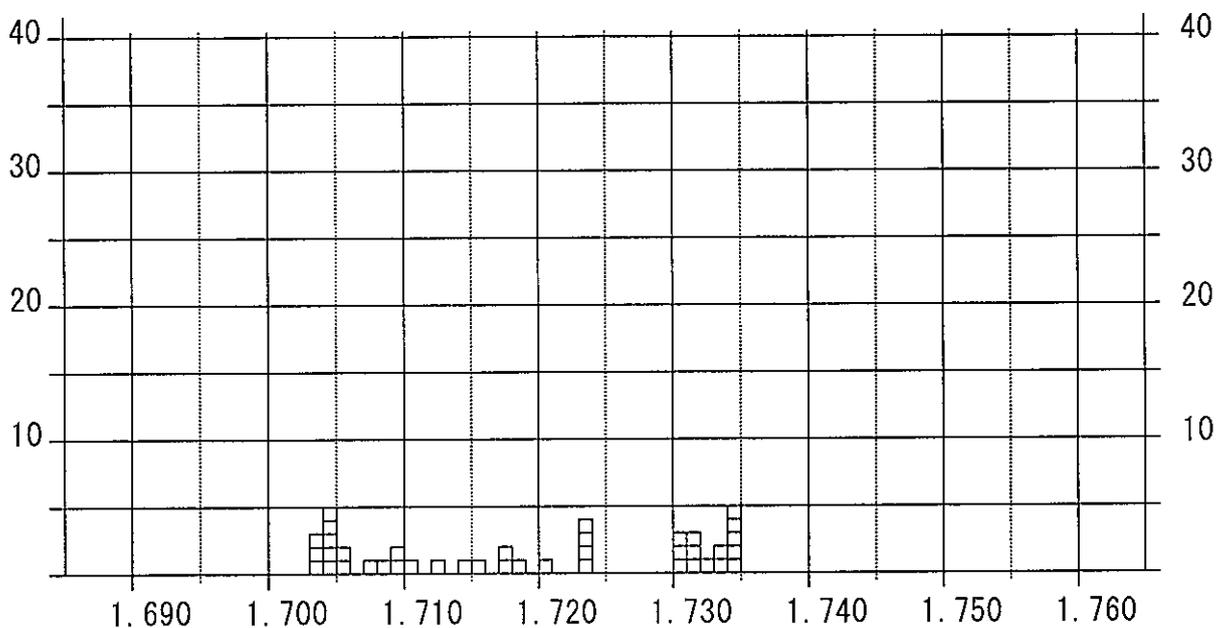
斜方輝石

***** REFRACTIVE INDEX *****

PYROXENE

SAMPLE NAME : OZE-01

NUMBER



MEAN 1.7191 MIN 1.7033 MAX 1.7349 RANGE 0.0315 COUNT 40

DATA LIST

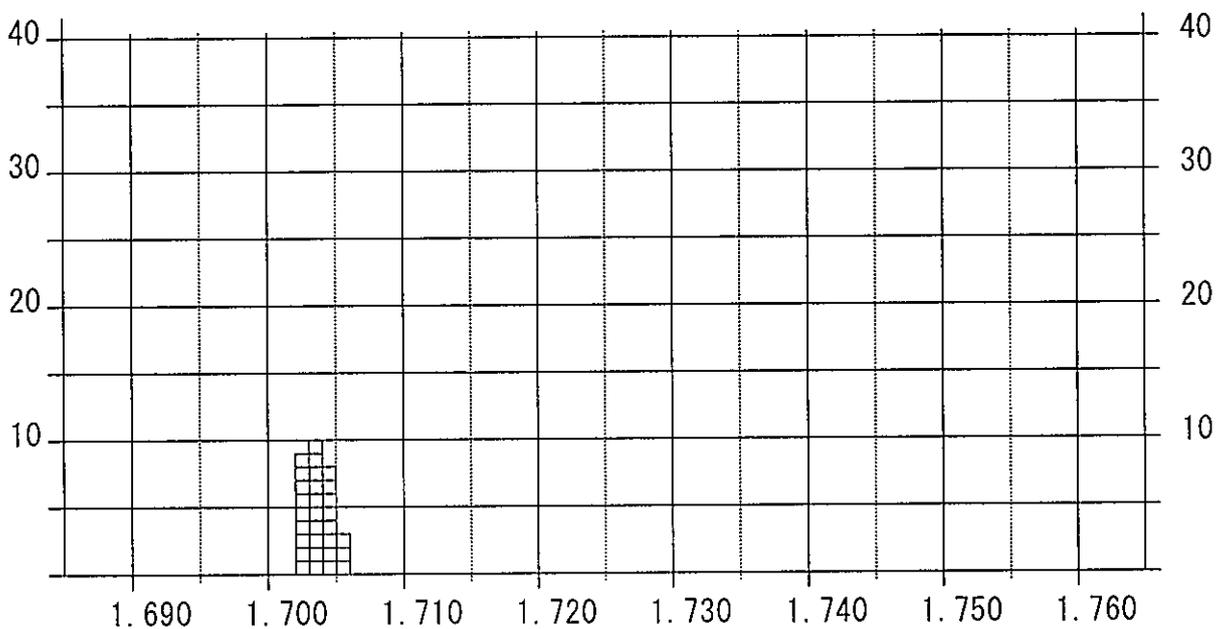
1.7208	1.7183	1.7173	1.7159	1.7144	1.7179	1.7104	1.7128
1.7097	1.7086	1.7078	1.7055	1.7047	1.7046	1.7049	1.7049
1.7049	1.7033	1.7038	1.7039	1.7060	1.7094	1.7335	1.7308
1.7302	1.7329	1.7341	1.7344	1.7346	1.7349	1.7342	1.7315
1.7313	1.7309	1.7316	1.7235	1.7235	1.7239	1.7231	1.7338

***** REFRACTIVE INDEX *****

PYROXENE

SAMPLE NAME : OZW-02

NUMBER



MEAN 1.7037 MIN 1.7020 MAX 1.7056 RANGE 0.0036 COUNT 30

DATA LIST

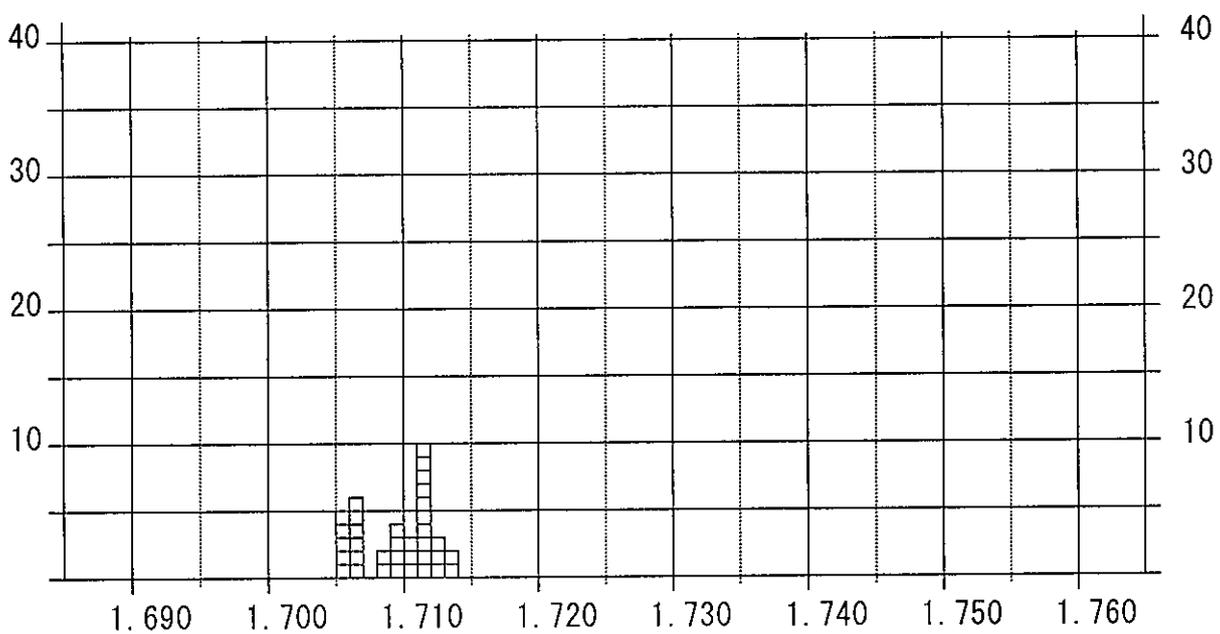
1.7026	1.7021	1.7041	1.7046	1.7028	1.7024	1.7021	1.7020
1.7025	1.7035	1.7040	1.7030	1.7031	1.7037	1.7031	1.7055
1.7055	1.7056	1.7036	1.7045	1.7039	1.7033	1.7044	1.7046
1.7050	1.7038	1.7039	1.7021	1.7047	1.7042		

***** REFRACTIVE INDEX *****

PYROXENE

SAMPLE NAME : IDW-03

NUMBER



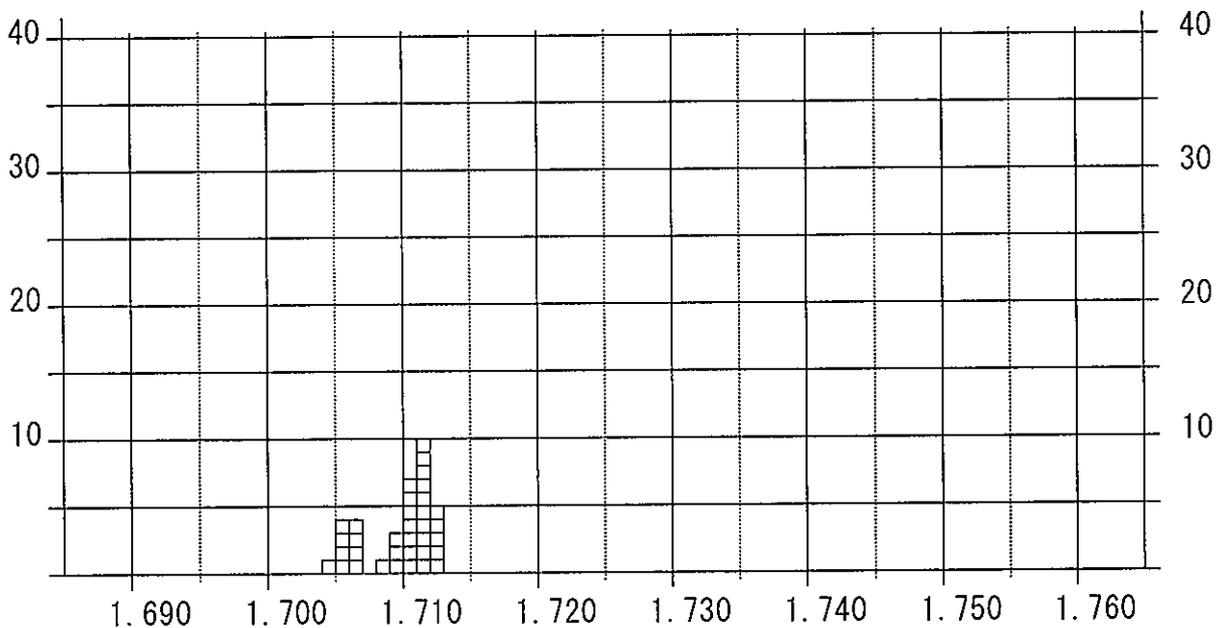
MEAN 1.7095 MIN 1.7052 MAX 1.7133 RANGE 0.0081 COUNT 35

DATA LIST

1.7099	1.7113	1.7065	1.7052	1.7058	1.7059	1.7070	1.7106
1.7113	1.7065	1.7122	1.7129	1.7133	1.7130	1.7117	1.7112
1.7113	1.7064	1.7083	1.7084	1.7098	1.7117	1.7127	1.7116
1.7106	1.7057	1.7056	1.7107	1.7114	1.7067	1.7065	1.7093
1.7098	1.7113	1.7112					

***** REFRACTIVE INDEX ***** PYROXENE

SAMPLE NAME : KJW
 NUMBER

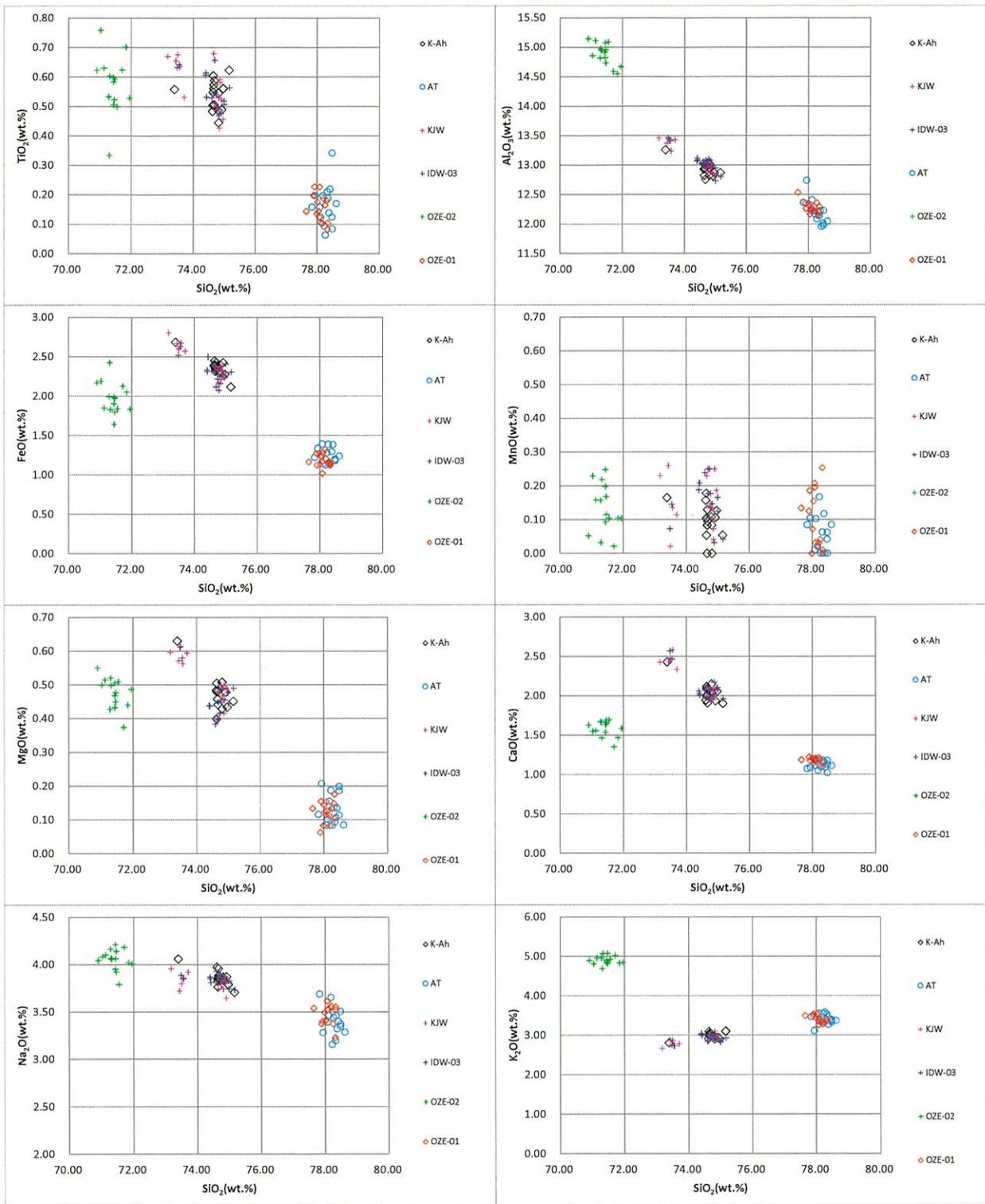


MEAN 1.7097 MIN 1.7042 MAX 1.7125 RANGE 0.0084 COUNT 35

DATA LIST

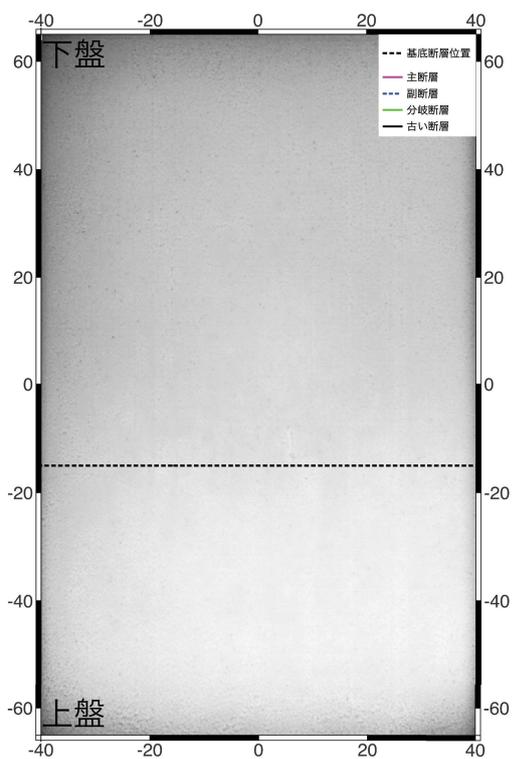
1.7120	1.7106	1.7111	1.7112	1.7114	1.7121	1.7116	1.7099
1.7104	1.7113	1.7118	1.7108	1.7109	1.7115	1.7103	1.7082
1.7098	1.7112	1.7102	1.7050	1.7064	1.7063	1.7059	1.7053
1.7042	1.7099	1.7070	1.7051	1.7122	1.7125	1.7120	1.7114
1.7110	1.7070	1.7125					

主成分分析結果

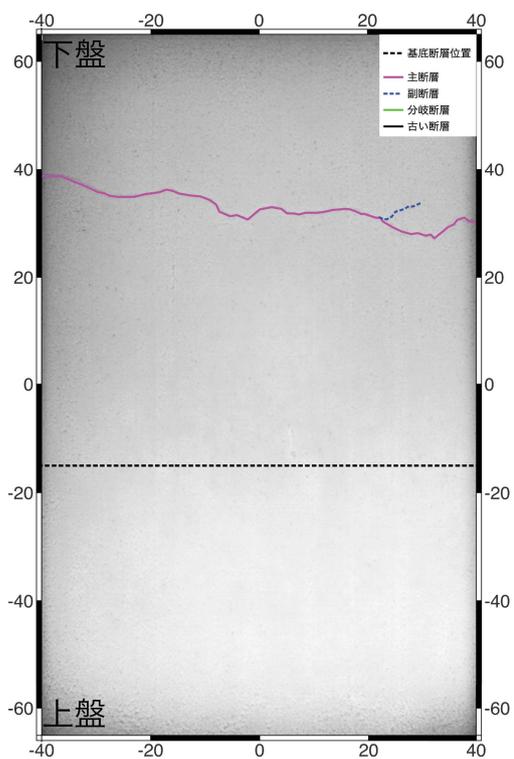


付属資料：3章 アナログ実験結果一覧

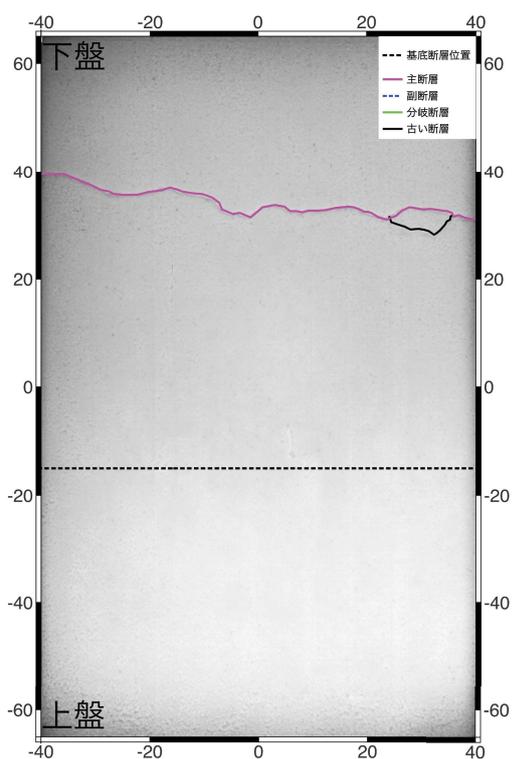
低角逆断層（1回目）



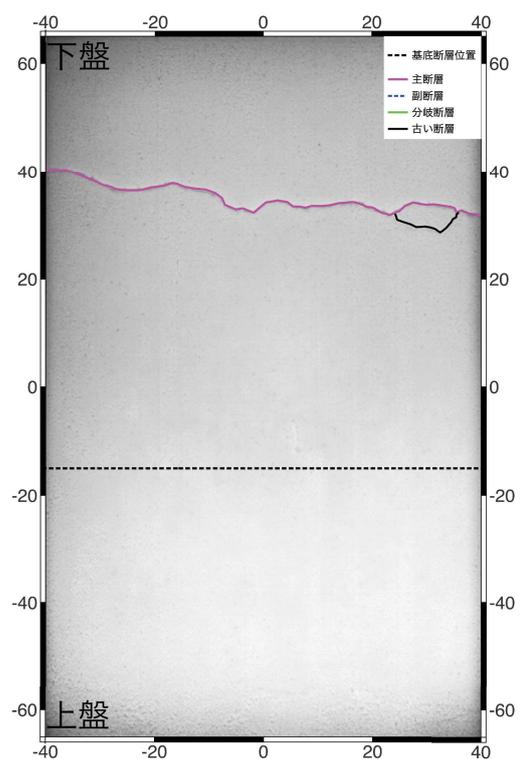
(a) 0mm 変位



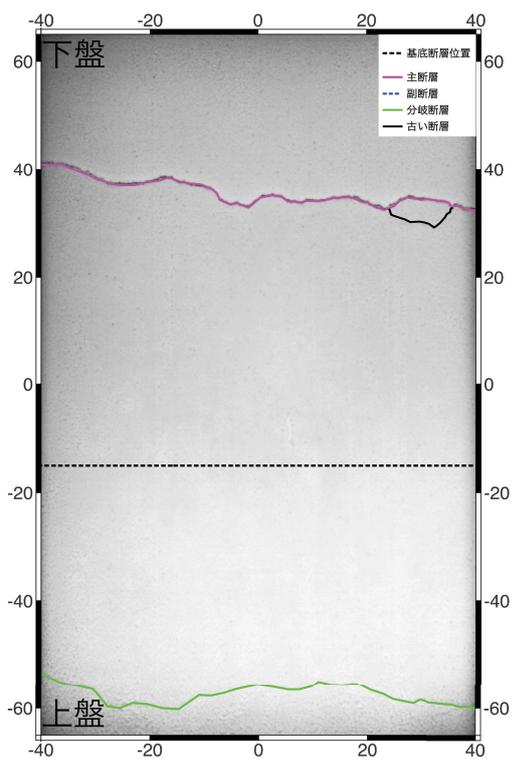
(b) 0.5mm 変位



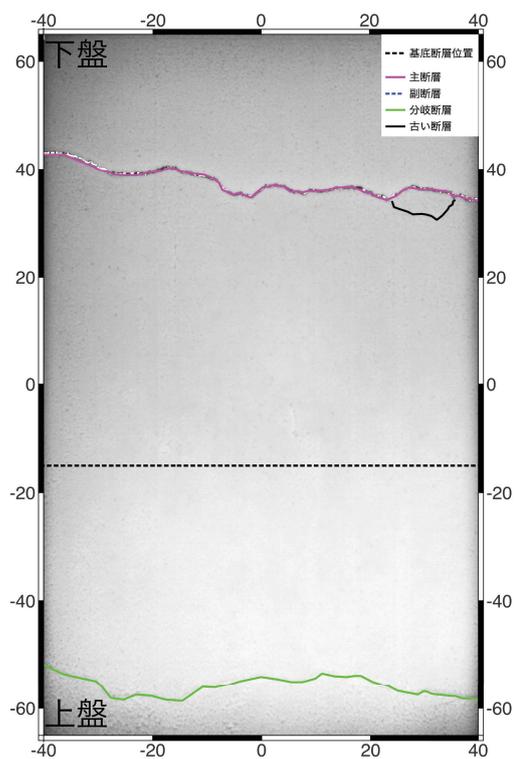
(c) 1mm 変位



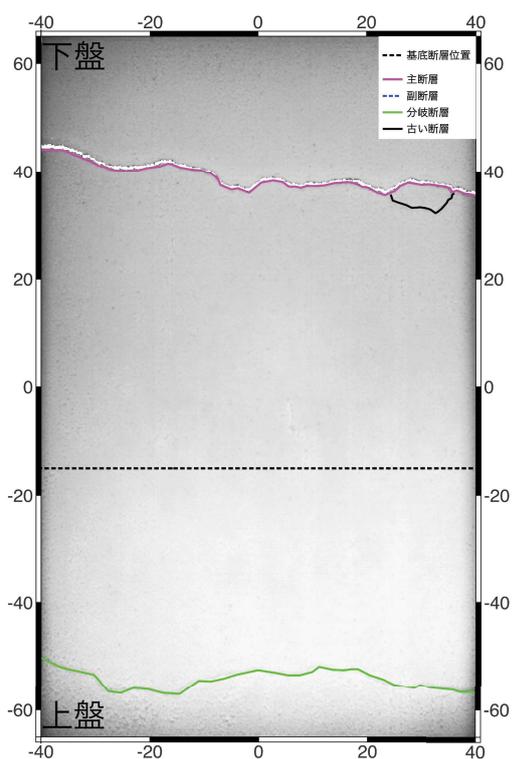
(d) 2mm 変位



(a) 3mm 変位

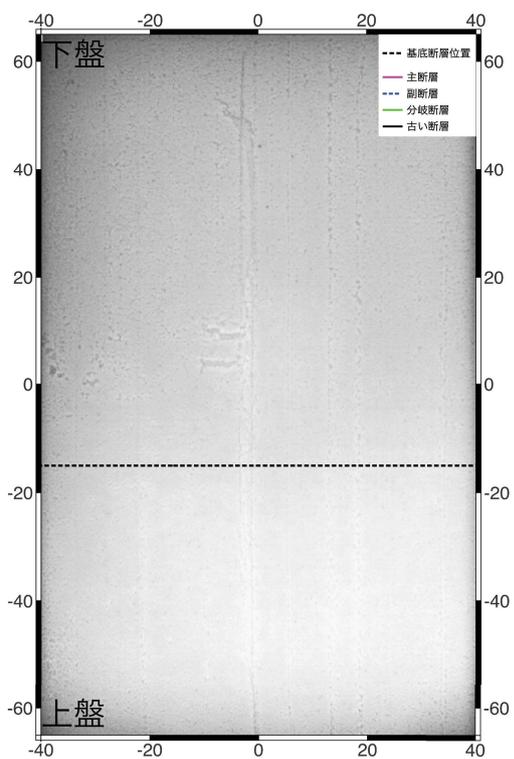


(b) 5mm 変位

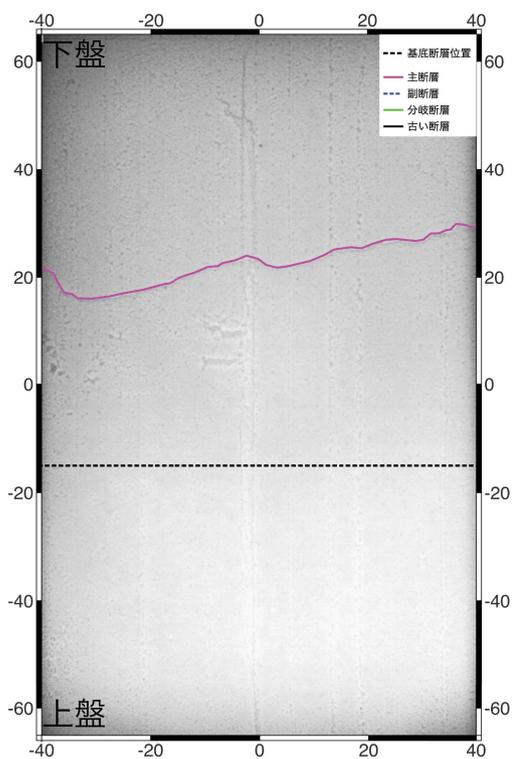


(c) 8mm 変位

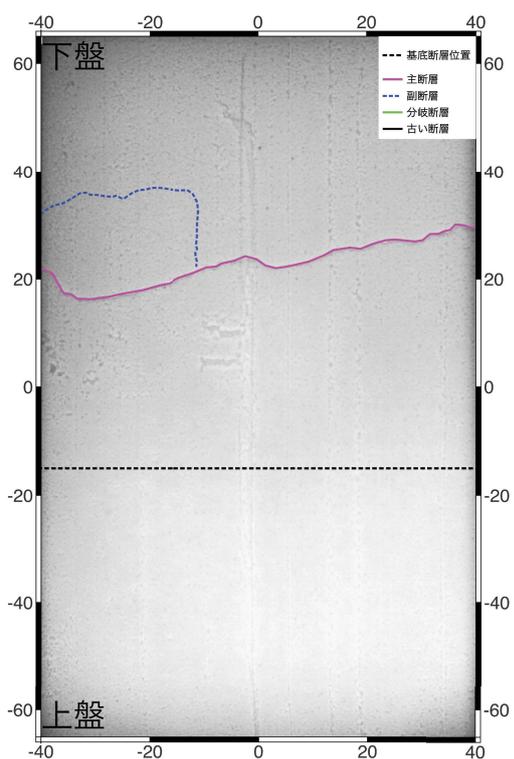
低角逆断層（2回目）



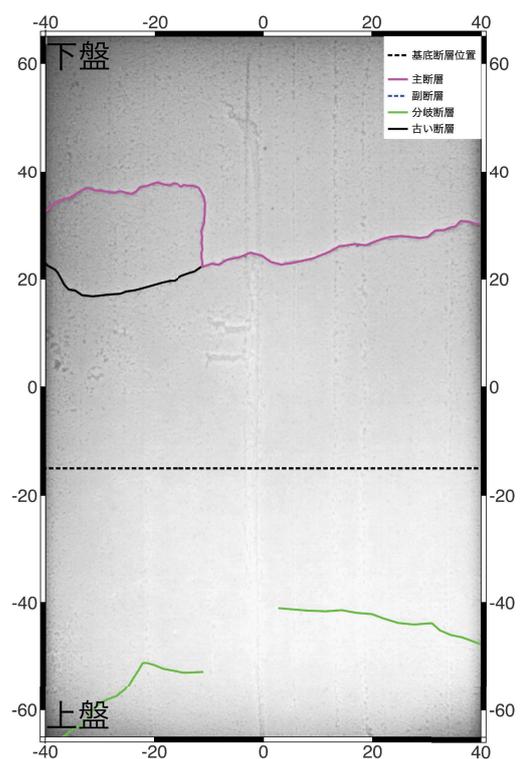
(a) 0mm 変位



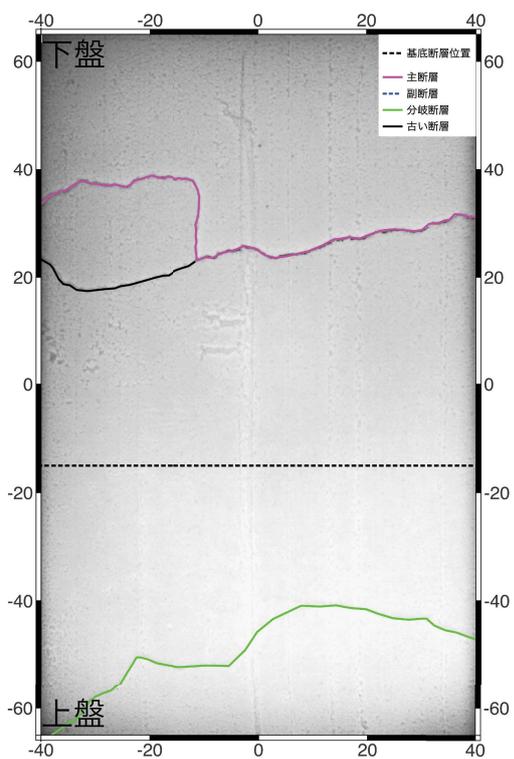
(b) 0.5mm 変位



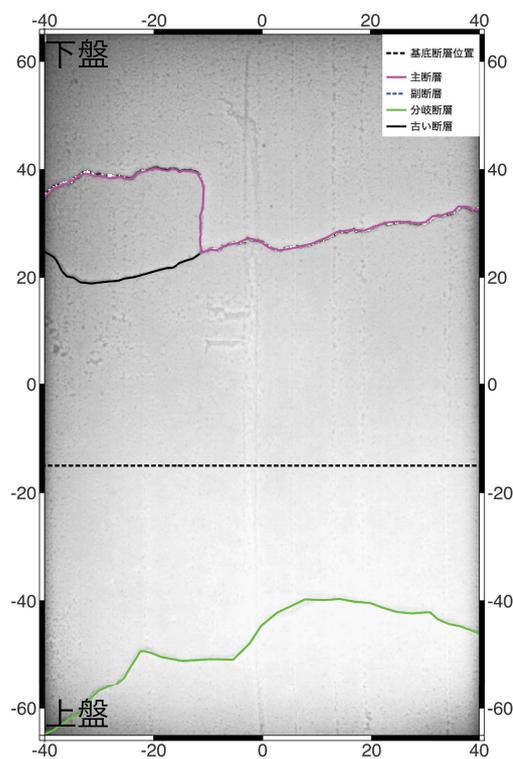
(c) 1mm 変位



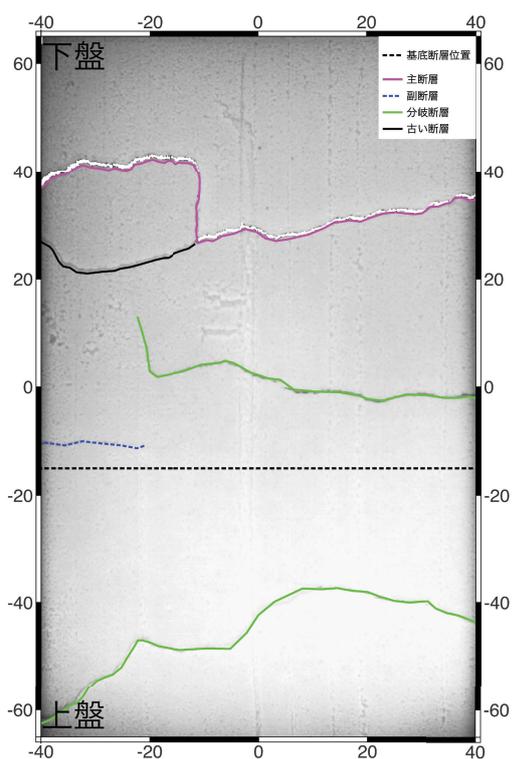
(d) 2mm 変位



(a) 3mm 変位

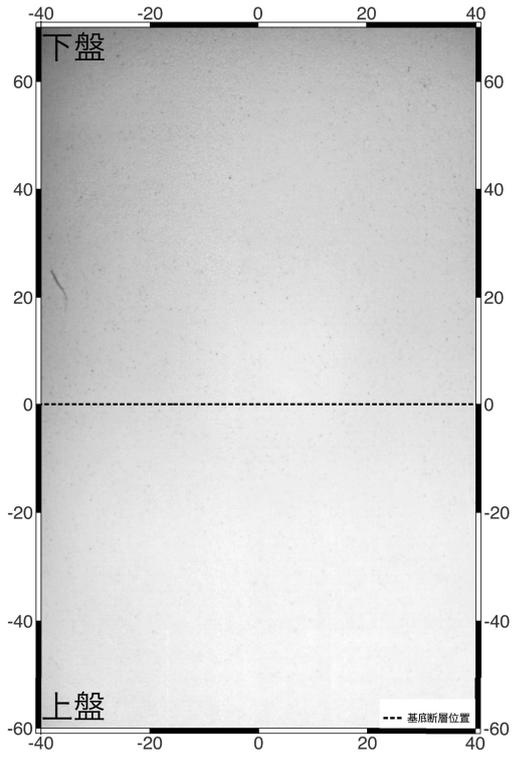


(b) 5mm 変位

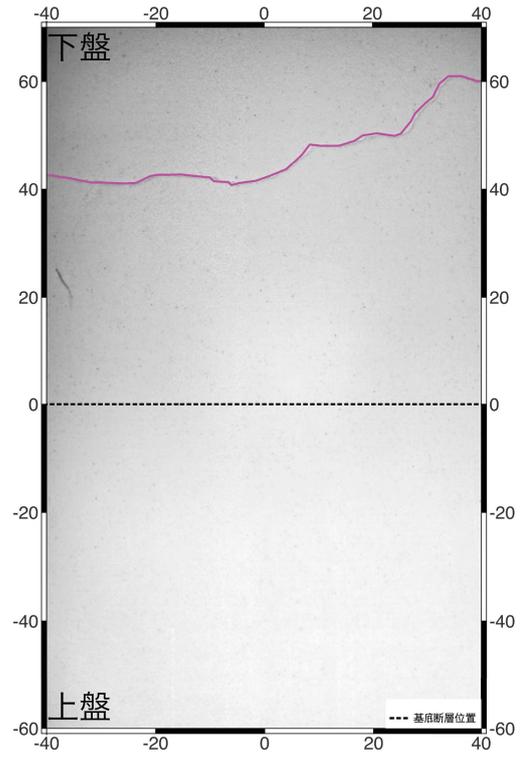


(c) 8mm 変位

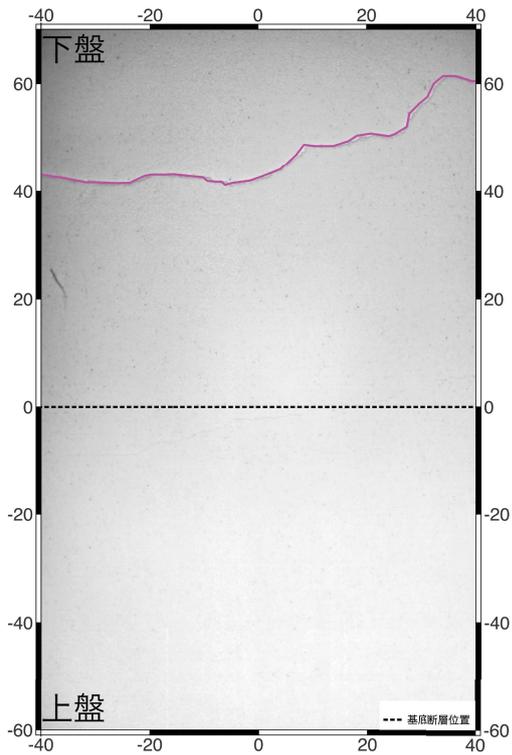
高角逆断層（1回目）



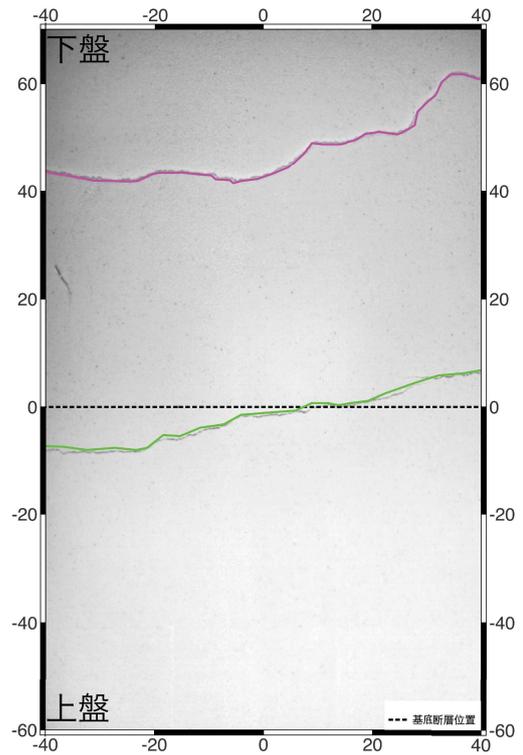
(a) 0mm 變位



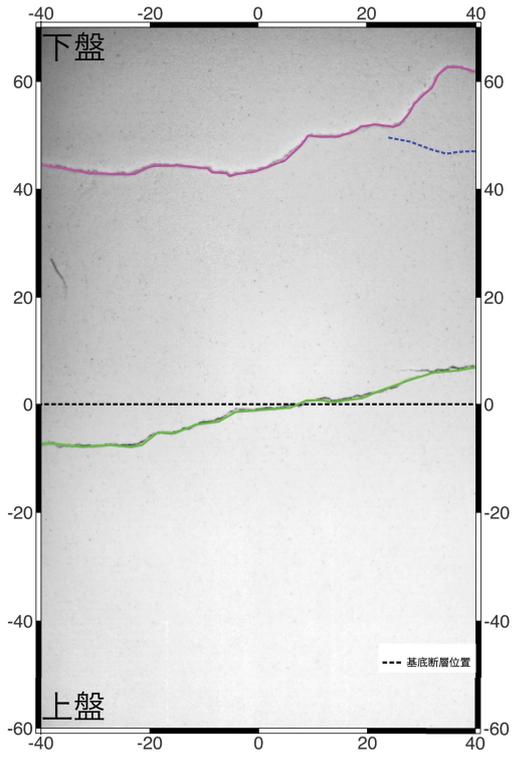
(b) 0.5mm 變位



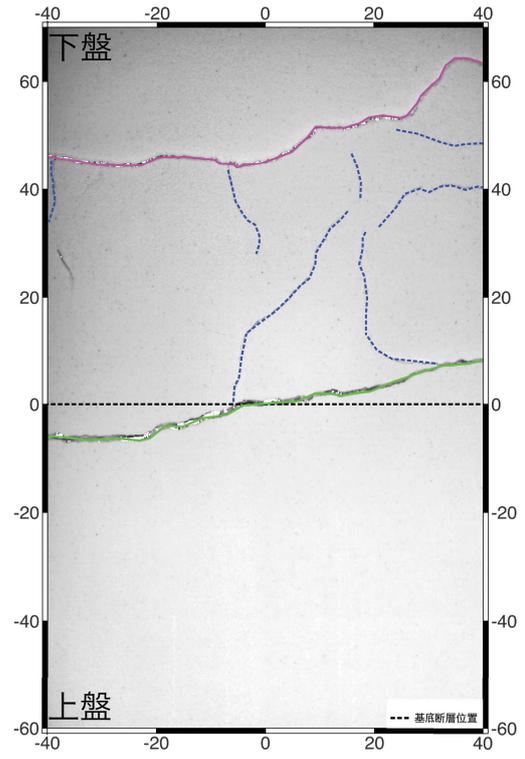
(c) 1mm 變位



(d) 2mm 變位

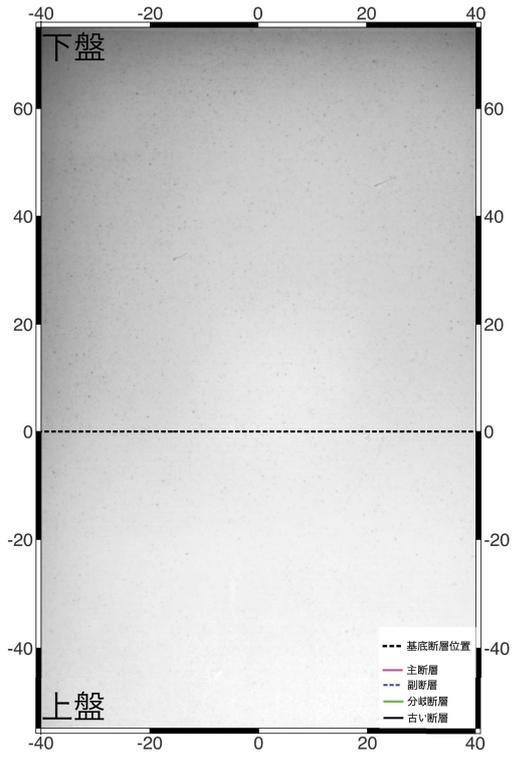


(a) 3mm 變位

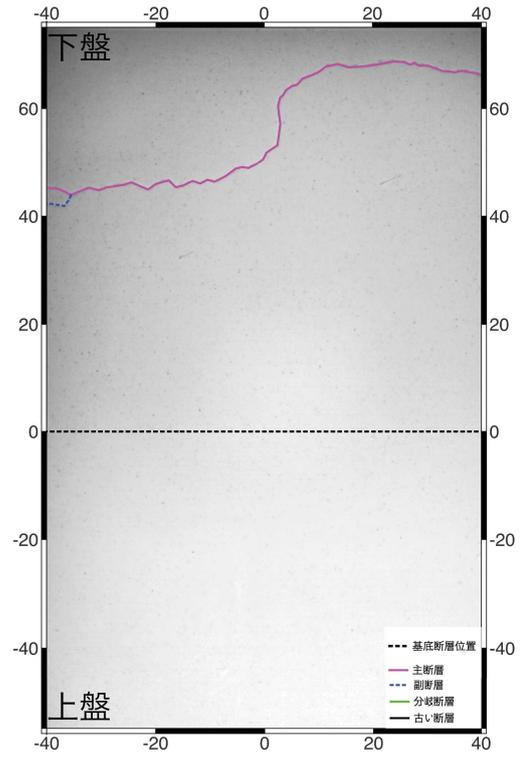


(b) 5mm 變位

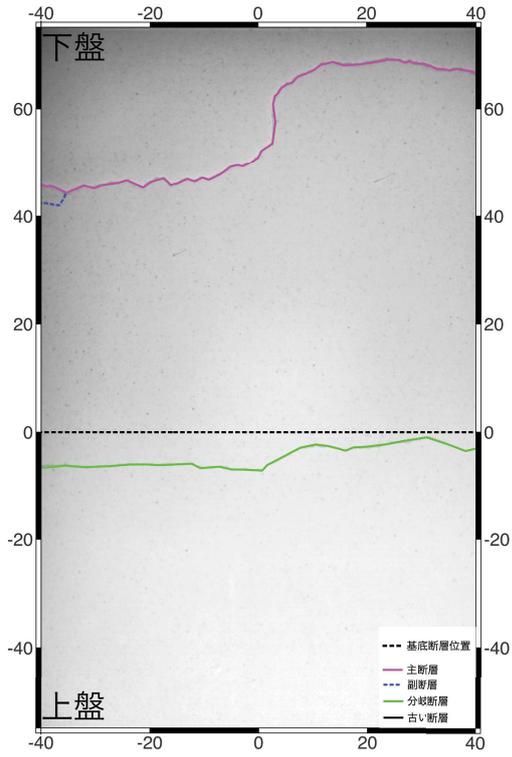
高角逆断層（2回目）



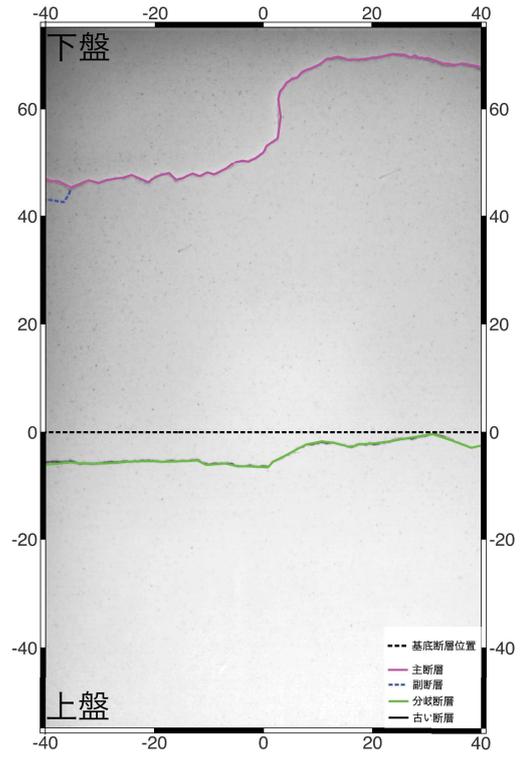
(a) 0mm 変位



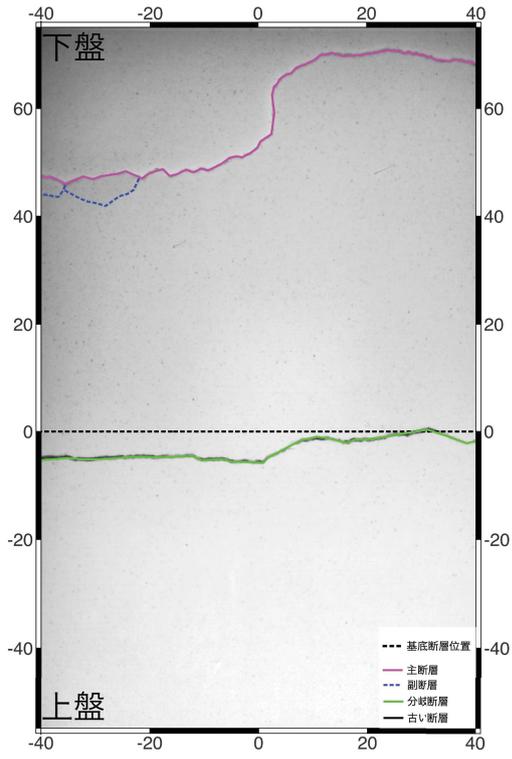
(b) 0.5mm 変位



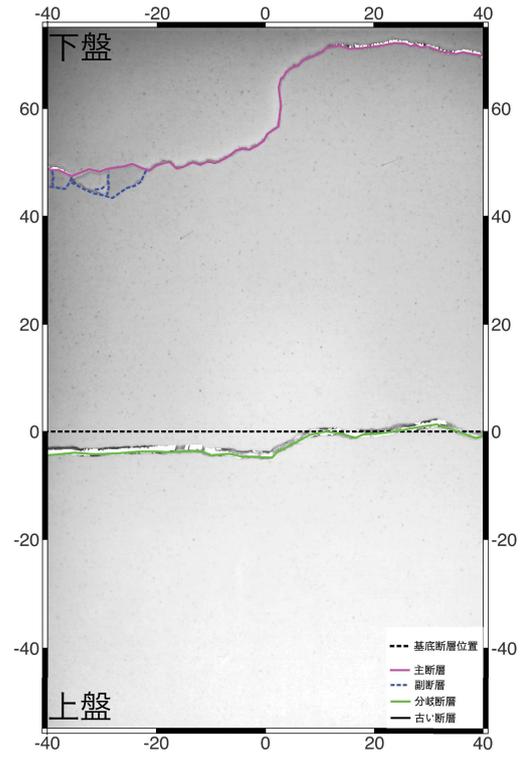
(c) 1mm 変位



(d) 2mm 変位

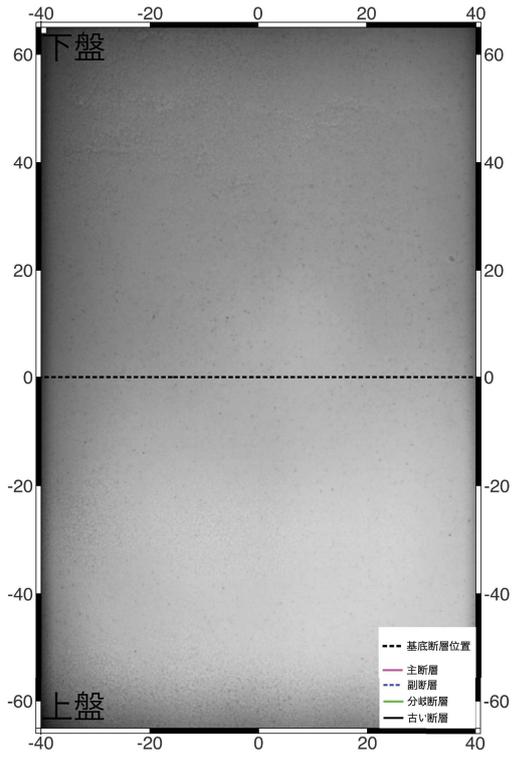


(a) 3mm 変位

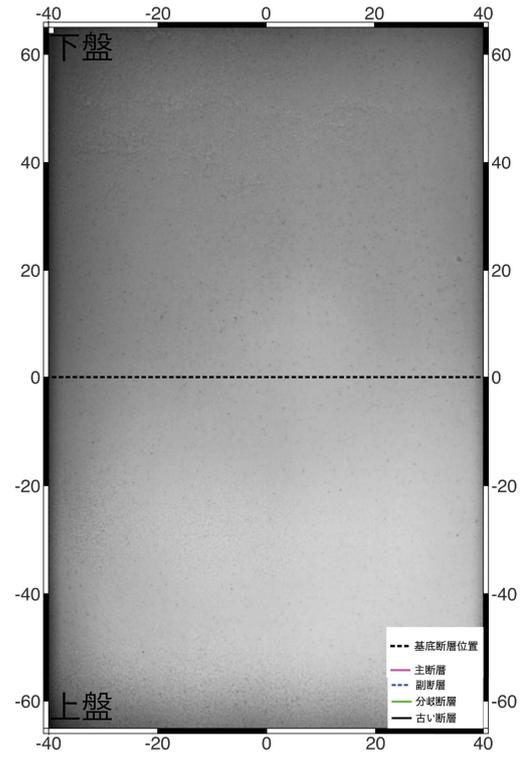


(b) 5mm 変位

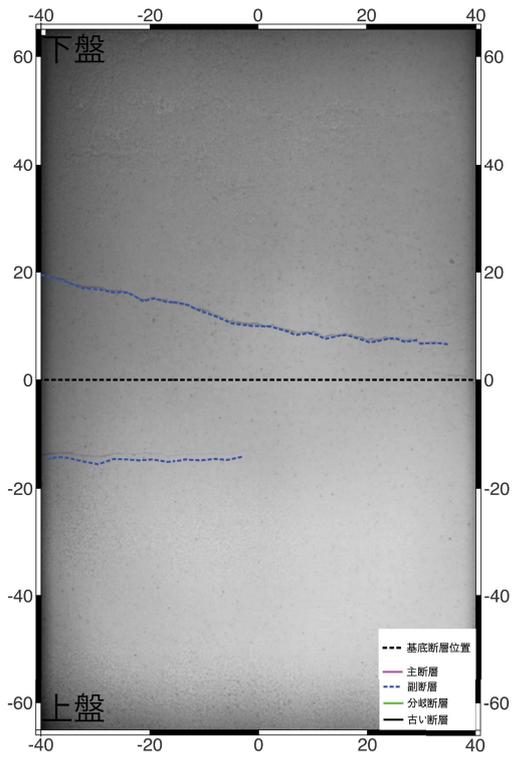
低角正断層



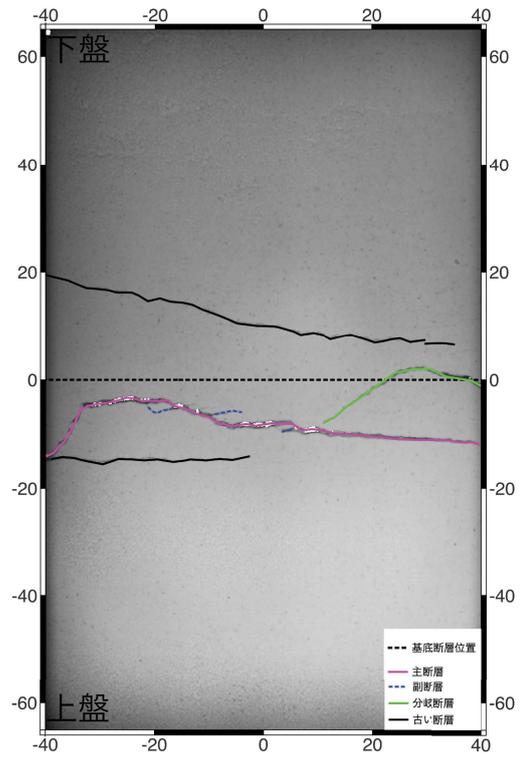
(a) 0mm 変位



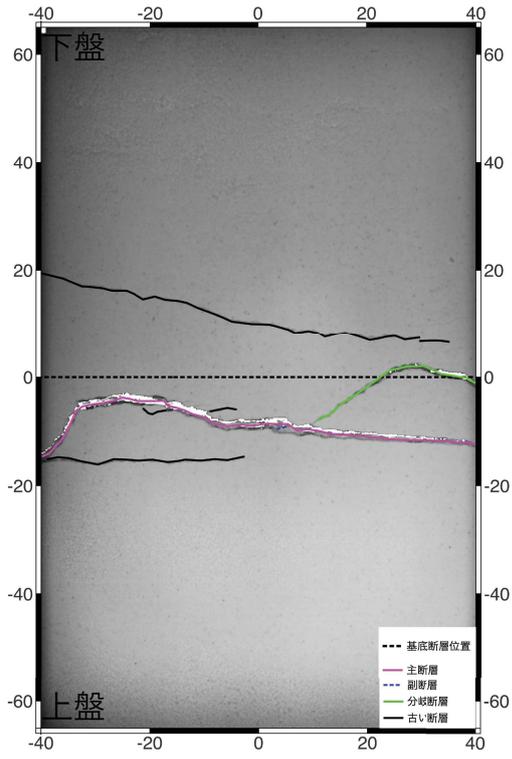
(b) 0.5mm 変位



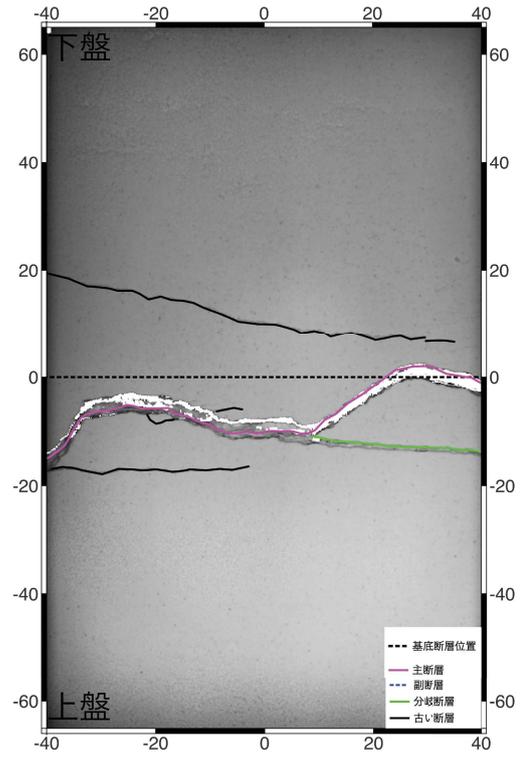
(c) 1mm 変位



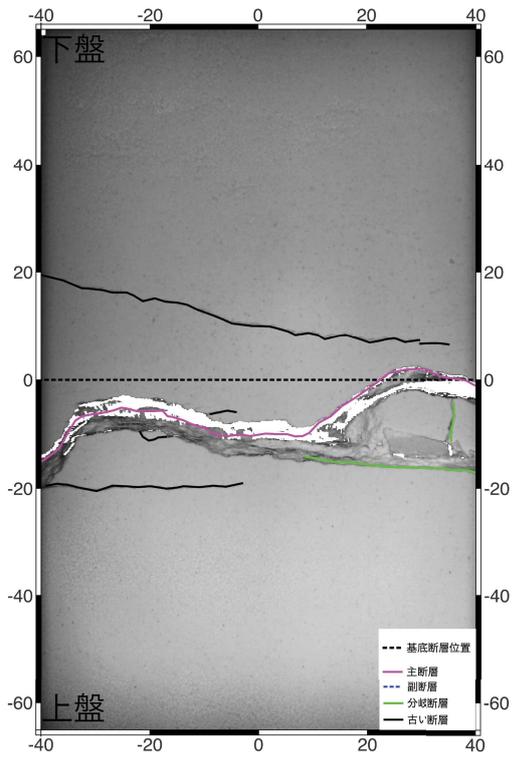
(d) 2mm 変位



(a) 3mm 変位

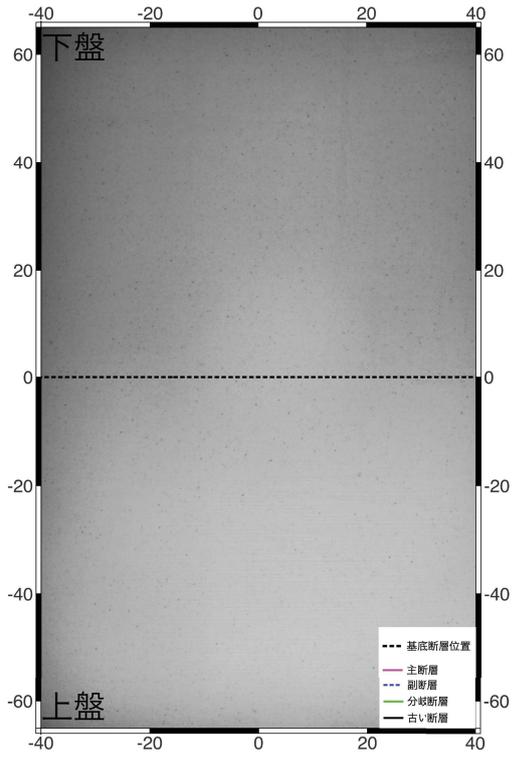


(b) 5mm 変位

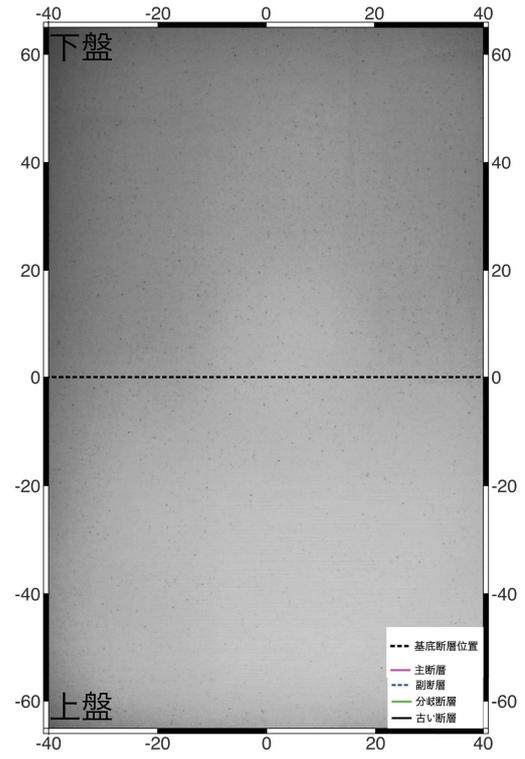


(c) 8mm 変位

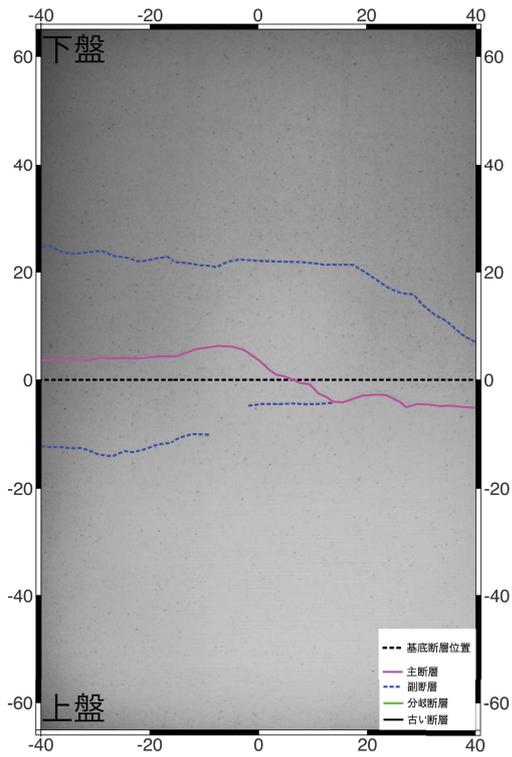
高角正断層



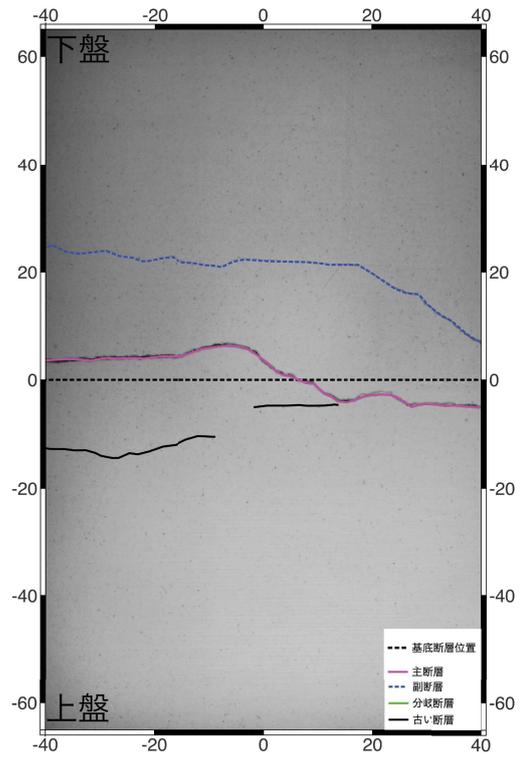
(a) 0mm 変位



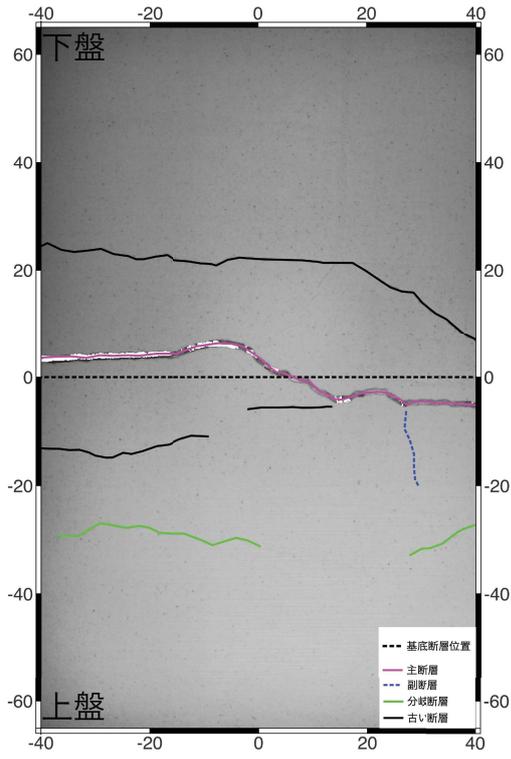
(b) 0.5mm 変位



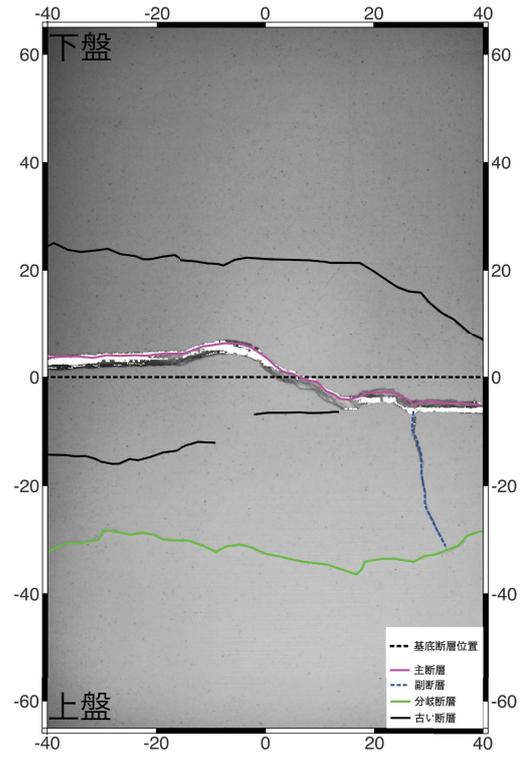
(c) 1mm 変位



(d) 2mm 変位



(a) 3mm 変位



(b) 5mm 変位