

JNC TY6400 2000-013

公開資料

岩石及び鉱物と地下水との 反応に関する研究

(緑泥石化に関する実験的研究)

－先行基礎工学分野に関する報告書－

2000年2月

核燃料サイクル開発機構

この資料は、核燃料サイクル開発機構における検討を目的とする社内資料です。については、複写、転載、引用を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう注意して下さい。

本資料についての問合せは下記に願います。

〒708-0698 岡山県苫田郡上齋原村1550

核燃料サイクル開発機構 人形峠環境技術センター
施設管理部 管理課

岩石及び鉱物と地下水との反応に関する研究
(緑泥石化に関する実験的研究)
—先行基礎工学分野に関する報告書—

鶴留浩二*，時澤孝之*
瀧江靖弘**，山本正博***

要旨

本研究は、地熱地帯に適用されている緑泥石地質温度計について、その妥当性を実験的研究を通して検証することを目的としたものである。

実験によって玄武岩と热水との反応で生じる緑泥石化あるいは粘土鉱物化について検証するとともに、これらの化学組成と热水の温度との関係を検証するための室内実験を平成9年度から平成10年度にかけて行った(尚、本研究は平成10年度で完了した)。

热水の温度を200°C, 250°C, 300°C, 350°C, 400°C、さらに地層科学への応用の可能性も考慮に入れて100°C, 150°Cに設定して実験を行った。これらの実験で得られた結果は次のようにまとめられる。

- (1) 固相粉末のX線回折分析では、いずれの実験においてもエチレングリコール処理後のピークの移動からスメクタイトが生成していることが確認できた。しかし、緑泥石あるいは緑泥石/スメクタイト混合層の生成は確認できなかった。
- (2) 角柱の薄片の顕微鏡写真から見ると、热水変質が進行したために、玄武岩の組織の乱れや微細な粘土化が確認された。
- (3) 反応させた海水の組成と実験後の水溶液の組成を比較すると、陽イオンの重量比に変化が認められた。

これまで玄武岩と海水との反応に関する低温から高温(500°C)での実験では、緑泥石が生成しない。その代わり、緑泥石/スメクタイト混合層鉱物の生成の可能性が考えられた。しかし、今回の実験では当初目的としていた緑泥石あるいは緑泥石/スメクタイト混合層鉱物の生成は確認できなかったが、今後、さらに高温・高圧条件下での研究や検証が望まれる。

* 核燃料サイクル開発機構 人形峠環境技術センター
環境保全技術開発部 環境研究グループ
** 兵庫教育大学地学教室 助教授(現教授)
*** 人形峠原子力産業株式会社

目 次

1. 緒 言	1
2. 玄武岩と熱水との反応実験	2
2.1 実験方法	2
2.2 使用主要施設（装置）等	6
2.3 実験結果及び考察	6
3. まとめ	10
4. 技術的提案	10
4.1 Tig 溶接機による金チューブの封入技術	10
4.2 実験方法の改善（効果）	10
5. 参考文献	10

表・図

表 1 実験前の粉末の重さ(角柱)と溶液の量	2
表 2 実験条件	3
表 3 溶液の回収結果	7
表 4 実験前後の陽イオンの重量比(温度:100°C, 150°C)	8
表 5 実験前後の陽イオンの重量比(温度:200°C, 圧力: 15kgf/cm ²)	8
表 6 実験前後の陽イオンの重量比(温度:250°C, 圧力: 38kgf/cm ²)	9
表 7 実験前後の陽イオンの重量比(温度:300°C, 圧力: 83kgf/cm ²)	9
表 8 実験前後の陽イオンの重量比(温度:350°C, 圧力: 160kgf/cm ²)	9
図 1 実験後の評価までの手順	5

添付資料1

添付資料1. 実験データ集	12
図 1 実験前の岩石粉末のX線回折結果	13
図 2 実験前の岩石粉末のX線回折結果	14
図 3 実験前の岩石粉末のX線回折結果	15
図 4 実験前の岩石粉末のX線回折結果	16
図 5 Run H 9-大学1(100°C, 1.02kgf/cm ² , 367日間)のX線回折結果	17
図 6 Run H 9-大学1(100°C, 1.02kgf/cm ² , 367日間)のX線回折結果	18
図 7 Run H 9-大学1(100°C, 1.02kgf/cm ² , 367日間)のX線回折結果	19
図 8 Run H 9-大学1(100°C, 1.02kgf/cm ² , 367日間)のX線回折結果	20
図 9 Run H 9-大学2(150°C, 4.77kgf/cm ² , 367日間)のX線回折結果	21
図10 Run H 9-大学2(150°C, 4.77kgf/cm ² , 367日間)のX線回折結果	22
図11 Run H 9-大学2(150°C, 4.77kgf/cm ² , 367日間)のX線回折結果	23
図12 Run H 9-12(350°C, 160kgf/cm ² , 10日間)のX線回折結果	24
図13 Run H 9-12(350°C, 160kgf/cm ² , 10日間)のX線回折結果	25
図14 Run H 9-12(350°C, 160kgf/cm ² , 10日間)のX線回折結果	26
図15 Run H 9-13(350°C, 160kgf/cm ² , 21日間)のX線回折結果	27
図16 Run H 9-13(350°C, 160kgf/cm ² , 21日間)のX線回折結果	28
図17 Run H 9-13(350°C, 160kgf/cm ² , 21日間)のX線回折結果	29
図18 Run H 9-14(350°C, 160kgf/cm ² , 32日間)のX線回折結果	30
図19 Run H 9-14(350°C, 160kgf/cm ² , 32日間)のX線回折結果	31
図20 Run H 9-14(350°C, 160kgf/cm ² , 32日間)のX線回折結果	32
図21 Run H 9- 2(400°C, 300kgf/cm ² , 12日間)のX線回折結果	33
図22 Run H 9- 2(400°C, 300kgf/cm ² , 12日間)のX線回折結果	34
図23 Run H 9- 2(400°C, 300kgf/cm ² , 12日間)のX線回折結果	35
図24 Run H 9- 2(400°C, 300kgf/cm ² , 12日間)のX線回折結果	36
図25 Run H 9- 7(400°C, 300kgf/cm ² , 20日間)のX線回折結果	37
図26 Run H 9- 7(400°C, 300kgf/cm ² , 20日間)のX線回折結果	38
図27 Run H 9- 7(400°C, 300kgf/cm ² , 20日間)のX線回折結果	39
図28 Run H 9- 3(400°C, 300kgf/cm ² , 30日間)のX線回折結果	40
図29 Run H 9- 3(400°C, 300kgf/cm ² , 30日間)のX線回折結果	41
図30 Run H 9- 3(400°C, 300kgf/cm ² , 30日間)のX線回折結果	42
図31 Run H10-15(200°C, 15kgf/cm ² , 20日間)のX線回折結果	43
図32 Run H10-15(200°C, 15kgf/cm ² , 20日間)のX線回折結果	44
図33 Run H10-15(200°C, 15kgf/cm ² , 20日間)のX線回折結果	45
図34 Run H10-11(200°C, 15kgf/cm ² , 31日間)のX線回折結果	46
図35 Run H10-11(200°C, 15kgf/cm ² , 31日間)のX線回折結果	47
図36 Run H10-11(200°C, 15kgf/cm ² , 31日間)のX線回折結果	48
図37 Run H10-10(200°C, 15kgf/cm ² , 62日間)のX線回折結果	49

図38	Run H10-10(200°C, 15kgf/cm ² , 62日間)のX線回折結果	50
図39	Run H10-10(200°C, 15kgf/cm ² , 62日間)のX線回折結果	51
図40	Run H10- 4(250°C, 38kgf/cm ² , 20日間)のX線回折結果	52
図41	Run H10- 4(250°C, 38kgf/cm ² , 20日間)のX線回折結果	53
図42	Run H10- 4(250°C, 38kgf/cm ² , 20日間)のX線回折結果	54
図43	Run H10- 5(250°C, 38kgf/cm ² , 30日間)のX線回折結果	55
図44	Run H10- 5(250°C, 38kgf/cm ² , 30日間)のX線回折結果	56
図45	Run H10- 5(250°C, 38kgf/cm ² , 30日間)のX線回折結果	57
図46	Run H10- 6(250°C, 38kgf/cm ² , 66日間)のX線回折結果	58
図47	Run H10- 6(250°C, 38kgf/cm ² , 66日間)のX線回折結果	59
図48	Run H10- 6(250°C, 38kgf/cm ² , 66日間)のX線回折結果	60
図49	Run H10- 3(300°C, 83kgf/cm ² , 20日間)のX線回折結果	61
図50	Run H10- 3(300°C, 83kgf/cm ² , 20日間)のX線回折結果	62
図51	Run H10- 3(300°C, 83kgf/cm ² , 20日間)のX線回折結果	63
図52	Run H10- 7(300°C, 83kgf/cm ² , 30日間)のX線回折結果	64
図53	Run H10- 7(300°C, 83kgf/cm ² , 30日間)のX線回折結果	65
図54	Run H10- 7(300°C, 83kgf/cm ² , 30日間)のX線回折結果	66
図55	Run H10- 9(300°C, 83kgf/cm ² , 62日間)のX線回折結果	67
図56	Run H10- 9(300°C, 83kgf/cm ² , 62日間)のX線回折結果	68
図57	Run H10- 9(300°C, 83kgf/cm ² , 62日間)のX線回折結果	69
図58	Run H10-13(350°C, 160kgf/cm ² , 21日間)のX線回折結果	70
図59	Run H10-13(350°C, 160kgf/cm ² , 21日間)のX線回折結果	71
図60	Run H10-13(350°C, 160kgf/cm ² , 21日間)のX線回折結果	72
図61	Run H10-14(350°C, 160kgf/cm ² , 21日間)のX線回折結果	73
図62	Run H10-14(350°C, 160kgf/cm ² , 21日間)のX線回折結果	74
図63	Run H10-14(350°C, 160kgf/cm ² , 21日間)のX線回折結果	75
図64	Run H10- 1(350°C, 160kgf/cm ² , 32日間)のX線回折結果	76
図65	Run H10- 1(350°C, 160kgf/cm ² , 32日間)のX線回折結果	77
図66	Run H10- 1(350°C, 160kgf/cm ² , 32日間)のX線回折結果	78
図67	Run H10- 2(350°C, 160kgf/cm ² , 62日間)のX線回折結果	79
図68	Run H10- 2(350°C, 160kgf/cm ² , 62日間)のX線回折結果	80
図69	Run H10- 2(350°C, 160kgf/cm ² , 62日間)のX線回折結果	81

添付資料2

添付資料2. 実験データ集	82
表 1 溶液の分析結果	83

添付資料3

添付資料3. 実験データ集	84
図 1 実験期間と濃度の関係(Na)	85
図 2 実験期間と濃度の関係(K)	86
図 3 実験期間と濃度の関係(Mg)	87
図 4 実験期間と濃度の関係(Ca)	88
図 5 実験期間と濃度の関係(Fe)	89
図 6 実験期間と濃度の関係(Mn)	90

添付資料4

添付資料4. 写真集	91
写真 1 実験前の角柱の顕微鏡写真	92
写真 2 実験後の角柱の顕微鏡写真(250°C, 38kgf/cm ² , 20日間)	93
写真 3 実験後の角柱の顕微鏡写真(250°C, 38kgf/cm ² , 30日間)	94
写真 4 実験後の角柱の顕微鏡写真(300°C, 83kgf/cm ² , 20日間)	95
写真 5 実験後の角柱の顕微鏡写真(350°C, 160kgf/cm ² , 32日間)	96
写真 6 実験前のNo.13の薄片写真(単ニコル)	97
写真 7 実験前のNo.14の薄片写真(単ニコル)	97
写真 8 No. 6の実験後(250°C, 38kgf/cm ² , 66日間)の薄片写真(単ニコル)	98
写真 9 No. 6の実験後の薄片写真(直交ニコル)	98
写真10 No. 9の実験後(300°C, 83kgf/cm ² , 62日間)の薄片写真(単ニコル)	99
写真11 No.13の実験後(350°C, 160kgf/cm ² , 21日間)の薄片写真(単ニコル)	99
写真12 No.13の実験後の薄片写真(直交ニコル)	100
写真13 No.13の実験後の薄片写真(単ニコル)	100
写真14 No.13の実験後の薄片写真(直交ニコル)	101
写真15 No.14の実験後(350°C, 160kgf/cm ² , 21日間)の薄片写真(単ニコル)	101
写真16 No.14の実験後の薄片写真(直交ニコル)	102

1. 緒言

緑泥石は地熱地帯で産する代表的な変質鉱物の一つであり、その化学組成は大きな変化を示す。緑泥石の化学組成と熱水の温度との関係を経験的に表した地質温度計がいくつかの地熱地帯に適用されてきたが、他の地域に適用すると実測値とかなりずれていると言うことが示され、その有効性について疑問が出されている。したがって、緑泥石地質温度計について地熱水の温度と化学組成及び緑泥石の化学組成の観点から検討してきたこれまでの研究は十分なものとは言えない。

そこで、玄武岩と熱水を高温・高圧状態で反応させて、生成する緑泥石などの粘土鉱物の化学組成や熱水変質について検討する必要がある。また、緑泥石化や粘土鉱物化がどのような反応過程で生じるかを、微細な領域での化学分析に基づいて検討しておく必要がある。本研究では、地熱地帯に適用されている緑泥石地質温度計について、その妥当性を実験的研究を通して検証する。特に実験によって玄武岩と熱水との反応で生じる緑泥石化あるいは粘土鉱物化について検証するとともに、これらの化学組成と熱水の温度との関係を検証することを目的とする。

本研究は先行基礎工学分野に関する研究テーマとして、平成9年度から平成10年度の2年間、兵庫教育大学・地学教室の濵江靖弘助教授（現教授）を客員研究員に迎え研究を実施したものである。

2. 玄武岩と熱水との反応実験

2.1 実験方法

玄武岩試料の粉末状にしたものと角柱(5m/m角×高さ20m/m)を金チューブに入れて、さらに海水を所定量加えた後でTig溶接により金チューブを封入した。溶接は、フラットペンチにより金チューブの溶接部を成形したものをバイスに固定した後に1.0mmの溶接棒を用いて電流値を20~25Aに設定して行った。この時の岩石試料の重さ(粉末と角柱の重さの和)と海水の重さの比は100°C, 1.02kgf/cm²の条件で約0.2, 150°C, 4.77kgf/cm²の条件で約0.2, 200°C, 15kgf/cm²の条件で0.25, 250°C, 38kgf/cm²の条件で平均0.25, 300°C, 83kgf/cm²の条件で平均0.30, 350°C, 160kgf/cm²の条件で平均0.62である。

①粉末試料の重さは常に0.3gであり、表1に実験前の粉末と角柱の重さ及び溶液の溶液の量を示す。

表1 実験前の粉末の重さ(角柱)と溶液の量

平成9年度		
Run No.	角柱+粉末の重さ(g)	試験前の溶液(ml)
H 9- 2	4.698	3
H 9- 3	7.516	3
H 9- 7	5.816	4
H 9-12	7.112	4
H 9-13	9.193	4
H 9-14	6.721	4
平成10年度		
H10- 1	2.515	4
H10- 2	2.447	4
H10- 3	1.944	6

H10- 4	1. 515	6
H10- 5	1. 609	6
H10- 6	1. 483	6
H10- 7	1. 672	6
H10- 9	1. 754	6
H10-10	1. 767	7
H10-11	1. 434	7
H10-13	1. 239	4
H10-14	1. 305	4
H10-15	1. 685	7

人形峠の高温高圧試験装置（オートクレーブ）と大学側のユニシール(100°C, 150°C)を用いて表2に示す実験条件で、玄武岩と熱水を反応させて実験を行った。ここでは、Bischoff and Rosenbauer (1985)を参考にして、圧力を海水の飽和蒸気圧に設定した。

表2 実験条件

平成 9年度			
Run No.	温度 (°C)	圧力 (kg f/cm ²)	試験期間 (日)
H 9- 2	400	300	12
H 9- 3	400	300	30
H 9- 7	400	300	20
H 9-12	350	160	10
H 9-13	350	160	21

H 9-14	350	160	32
H 9-大学1	100	飽和蒸気圧	367
H 9-大学2	150	飽和蒸気圧	367
平成10年度			
H10- 1	350	160	32
H10- 2	350	160	60
H10- 3	300	83	20
H10- 4	250	38	20
H10- 5	250	38	30
H10- 6	250	38	66
H10- 7	300	83	30
H10- 9	300	83	62
H10-10	200	15	62
H10-11	200	15	31
H10-13	350	160	21
H10-14	350	160	21
H10-15	200	15	20

実験終了後、固相、液相をミリポアフィルター（ $0.45 \mu\text{m}$ ）を用いて分離した後に原子吸光光度計によって液相の組成の測定を行い、粉末試料については、乾燥させてX線回折による鉱物の同定を行った。また、金チューブから取り出した角柱は変質の状況を確認するために研磨薄片を作成した（実験後の評価までの手順を図1に示す）。

オートクレープの停止（降温）



金チューブの取り出し



外観・リクリューチエック



試料の取り出し・分離



岩石チップと粉末

溶液



研磨薄片作成（X線回折分析）

陽イオン分析



（原子吸光光度計）

データのまとめ



評価

図1 実験後の評価までの手順

2. 2 使用主要施設（装置）等

①大学側：(a) 溶液の化学分析（原子吸光光度計）

実験終了後に取り出した水溶液をバイアルビンに入れて密封後、ビン全体の重さを記録してバイヤルビンを大学に送った。大学では、ビンからの溶液の蒸発がないことを確認した後に、溶液を希釀して原子吸光分析を行った。分析元素はNa, K, Mg, Ca, Fe, Mnである。希釀率は、実験条件や分析元素によって異なっている。Naの分析では、希釀率を1000倍から2000倍にすることが多かった。また、K, Mg, Caの分析では、希釀率を100倍にすることが多かった。Fe, Mnの分析は原液のままで行うことが多かった。分析には日立製作所製原子吸光光度計180-80型を用いた。なお、干渉抑制のために塩化ランタン水溶液を加えている。海水の分析も、全く同様の方法で行った。

(b) 粉末試料のX線回折分析（X線回折装置）

実験後に取り出した試料粉末を自然乾燥させて後に、島津製作所製X線回折装置XD-5を用いて分析した。線源はCuK α 線で、スリット系は1° - 1° - 0.3mmである。加速電圧と電流はそれぞれ30kVと20mAに設定した。不定方位と定方位試料及び定方位試料をエチレングリコール蒸気に3時間当てて処理した合計3試料を各粉末試料について測定した。なお、試料量が十分である出発物質については6N塩酸と1時間反応させた後で定方位にした試料もX線粉末回折した。

②機構側：高温・試験試験装置（オートクレーブ）、X線マイクロアナライザー（EPMA）、反射顕微鏡、偏光顕微鏡、TIG溶接機

2. 3 実験結果及び考察

(1) 固相粉末のX線回折分析の結果、いずれの実験条件においてもエチレングリコール処理後のピークの移動からスメクタイトが生成していることができた（添付資料1. の図1～図69）。また9年度に実施した350°C, 160kgf/cm²で32日間の条件について再実験を行った結果、緑泥石あるいは緑泥石／スメクタイト混合層の生成は確認できなかった。

(2) 角柱の薄片の顕微鏡写真を添付資料4. の写真1～写真16に示す。ここでは、後で示す溶液の回収率を基に平成10年度での実験結果だけを考える。薄片を調べると350°Cや350°Cの熱水と反応することで玄武岩角柱が熱水変質していることを確認できた。ただし、低温の実験では顕著な変質部分が確認できなかった。変質部分では、玄武岩の組織が乱されたり、カンラン石変質部の変色（黄褐色から赤褐色）やガラス質部の粘土鉱物化が認められた。

(3) 溶接前に加えた海水の密度を1.0217g/cm³(17.9°C)として溶液の回収率を計算した。そして、平成9年度での実験結果は全体として回収率が低いので、平成10年度の実験結果だけを溶液の組成として以下では用いる。平成10年度の結果では、実験終了後に実際に回収し、水溶液の重さから回収率を計算すると回収率が80%を越えることが多くなった。その結果を表3に示す。比較的大きな岩石試料と数mlの海水を熱水条件下で反応させることができた。

表 3 溶液の回収結果

平成 9年度					
Run No.	温度 (°C)	日数	試験前の溶液 (ml)	回収溶液(g)	回収率(%)
H 9- 2	400	12	3	0.120	3.9
H 9- 3	400	30	3	0.767	25.0
H 9- 7	400	20	4	1.200	29.4
H 9-12	350	10	4	0.122	3.0
H 9-13	350	21	4	0.134	3.3
H 9-14	350	32	4	3.537	86.5
平成10年度					
H10- 1	350	32	4	4.008	98.1
H10- 2	350	60	4	3.607	88.3
H10- 3	300	20	6	5.034	82.1
H10- 4	250	20	6	4.719	77.0
H10- 5	250	30	6	5.211	85.0
H10- 6	250	66	6	4.770	77.8
H10- 7	300	30	6	4.406	71.9
H10- 9	300	62	6	3.382	55.2
H10-10	200	62	7	5.500	76.9
H10-11	200	31	7	5.313	74.3

H10-13	350	21	4	3.484	85.3
H10-14	350	21	4	3.229	79.0
H10-15	200	20	7	3.937	55.0

反応させた海水の組成と実験後の水溶液の組成を比較すると、陽イオンの重量比に変化が認められる。その結果を表-4から表-8に示す。また、実験後の分析結果について添付資料2.の中の表1に示し、添付資料3. の図1～図3に実験期間と濃度の関係を示す。

60日以上試験を続けても海水の組成は定常状態に達しなかった。

表 4 実験前後の陽イオンの重量比

	実験前 ^{*2}	実験後 ^{*3}	実験前 ^{*2}	実験後 ^{*4}
①(Na 濃度) / (K 濃度)	43.4	66.8	43.4	37.2
②(Na 濃度) / (Mg 濃度) ^{0.5}	3.76	2.45	3.76	3.98
③(Na 濃度) / (Ca 濃度) ^{0.5}	6.90	1.88	6.90	2.07

注) *² 平成9年度に採取した海水組成

*³ (温度 : 100°C, 圧力 : 1.02kg f/cm²)

*⁴ (温度 : 150°C, 圧力 : 4.77kg f/cm²)

表 5 実験前後の陽イオンの重量比 (温度 : 200°C, 圧力 : 15kg f/cm²)

	実験前	20日後	31日後	62日後
①(Na 濃度) / (K 濃度)	23.7	27.9	24.9	14.7
②(Na 濃度) / (Mg 濃度) ^{0.5}	13.6	6.45	7.25	5.32
③(Na 濃度) / (Ca 濃度) ^{0.5}	5.31	15.1	4.22	2.61

表 6 実験前後の陽イオンの重量比 (温度 : 250°C, 圧力 : 38kg f/cm²)

	実験前	20日後	30日後	66日後
①(Na 濃度) / (K 濃度)	23.7	11.7	10.7	9.91
②(Na 濃度) / (Mg 濃度) ^{0.5}	13.6	16.4	8.32	11.5
③(Na 濃度) / (Ca 濃度) ^{0.5}	5.31	3.64	2.45	2.49

表 7 実験前後の陽イオンの重量比 (温度 : 300°C, 圧力 : 83kg f/cm²)

	実験前	20日後	30日後	62日後
①(Na 濃度) / (K 濃度)	23.7	4.74	9.44	8.87
②(Na 濃度) / (Mg 濃度) ^{0.5}	13.6	16.1	12.6	14.9
③(Na 濃度) / (Ca 濃度) ^{0.5}	5.31	3.31	2.55	3.19

表 8 実験前後の陽イオンの重量比 (温度 : 350°C, 圧力 : 160kg f/cm²)

	実験前	21日後	32日後	60日後
①(Na 濃度) / (K 濃度)	23.7	9.15	6.32	6.37
②(Na 濃度) / (Mg 濃度) ^{0.5}	13.6	14.5	15.6	18.0
③(Na 濃度) / (Ca 濃度) ^{0.5}	5.31	2.98	2.59	3.27

3.まとめ

平成9年度から平成10年度にかけて実施した本研究の成果をまとめると次の通りである。

- (1) 固相粉末のX線回折分析では、いずれの実験においてもエチレングリコール処理後のピークの移動からスメクタイトが生成していることが確認できた。しかし、緑泥石あるいは緑泥石／スメクタイト混合層の生成は確認できなかった。
- (2) 角柱の薄片の顕微鏡写真から見ると、熱水変質が進行したために、玄武岩の組織の乱れや微細な粘土化が確認された。
- (3) 反応させた海水の組成と実験後の水溶液の組成を比較すると、陽イオンの重量比に変化が認められた。

4.技術的提案

4.1 TIG溶接機による金チューブの封入技術

- 製造メーカー：株式会社ダイヘン
- 型式：AW-5型トーチ

(1) 適性な電流値の設定

金チューブの溶接部に流す電流値を20～25Aとすることとした。

(2) 溶接棒の選定

太さを1.0mm、長さを約50mmに統一し、もし溶接棒の先端部が磨耗した場合、グラインダーで磨き、再度利用することとした。

(3) ガスの流量の設定

溶接の際にArガスを用いるが、流量計付の減圧弁を介し、3～5ml/minの一定のガスを溶接機側に送ることとした。

4.2 実験方法の改善（効果）

TIG溶接機の導入によって実験当初に比べ以下の点について改善を図ることが可能となった。

- (1) 適性な電流値や溶接棒の太さの選定等により、溶接に費やす時間が大幅に短縮され、実験の繰り返し数を増やすことが可能となり、しかも溶接の成功率も当初の20%から約80%程度と大幅に向上することができた。
- (2) 溶液の回収率も平成9年度の平均25%から平成10年度は平均77%に向上した。

5.参考文献

- (1) James Bischoff and Robert J. Rosenbauer., 1985, An empirical equation of state for hydrothermal seawater (3.2 percent NaCl). Am. Jour. Sci., v. 268, p.

725-763.

- (2) Michel Cathelineau and David Nieve., A chlorite solid solution geothermometer the Los Azufres(Mexico) geothermal system. Contrib Mineral Petrol (1985) 91:p. 235-244.
- (3) J. Essene and R. Peacor., 1995, Clay mineral Thermometry-a critical perspective. Clays and Clay minerals., v. 43. No5, p540-553.
- (4) 鶴留浩二, 時澤孝之, 濵江靖弘; 「緑泥石化に関する実験的研究」平成10年度先行基礎工学分野に関する研究成果報告会(サイクル機構), 1998.
- (5) 鶴留浩二, 時澤孝之, 濱江靖弘; 「緑泥石化に関する実験的研究」平成10年度第1回「大学との研究協力実施委員会」分科会(サイクル機構), 1999.
- (6) 濱江靖弘, 鶴留浩二, 時澤孝之; 「玄武岩角柱の熱水変質実験」日本岩石鉱物鉱床学会, 1999, 174.

添付資料 1. 実験データ集

X線回折結果（平成9年度分） — 図1～図30

X線回折結果（平成10年度分） — 図31～図69

file No. = 28 [99-08-19 17:54:16]

< DOUNEN-INITIAL > 不定方位

X-ray tube : target Cu . 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 1 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : . 05419 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

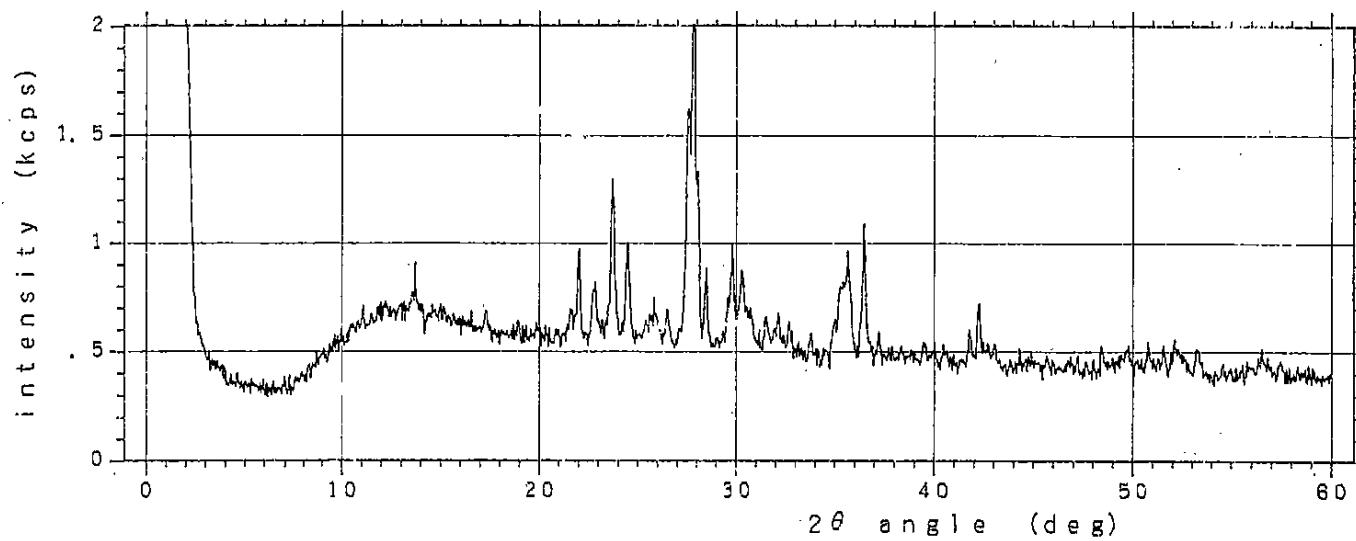


図1. 実験前の岩石粉末のX線回折結果

file No. = 24 [96-12-01 19:35:29]

< DOUNEN-ORIGINAL-ORIT > 定方位

X-ray tube	:	target Cu	30 kV	20 mA
slit	:	(SS) 1 deg	(DS) 1 deg	(RS) 1 mm
scan mode	:	CONTI		
preset time	:	1 (s)		
step width	:	.05419 (deg/step)		
scan speed	:	2 (deg/min)		

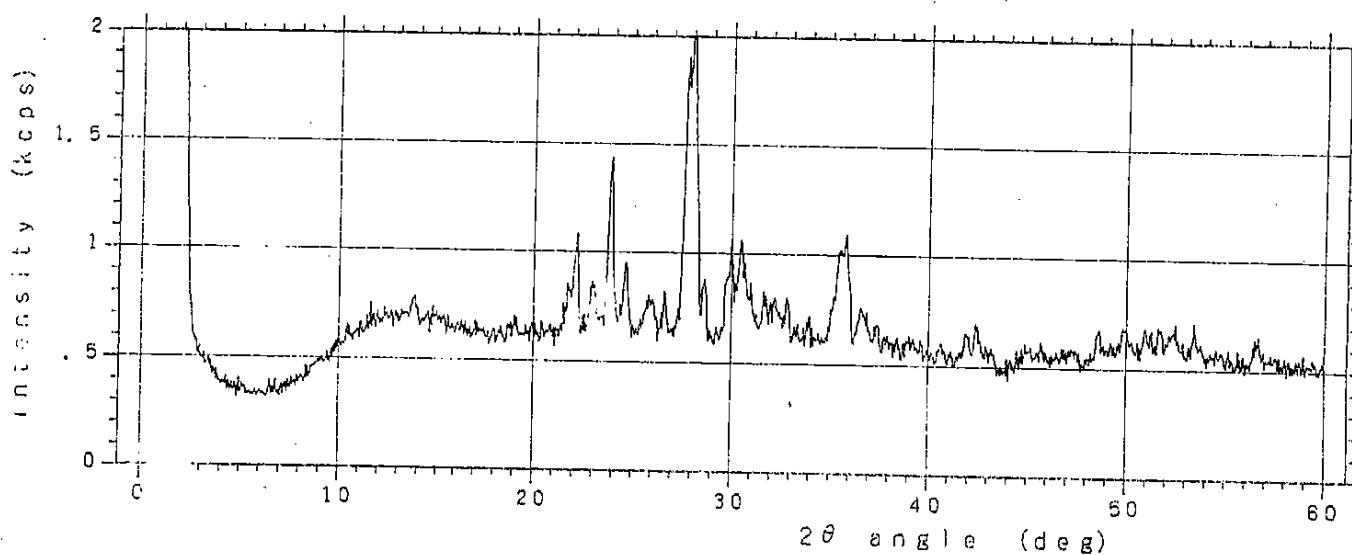


図2. 実験前の岩石粉末のX線回折結果

file No. = 26 [96-12-01 20:02:19]

< DOUNEN-ORIG-EG > エチレングリコール処理

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 1 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05424 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

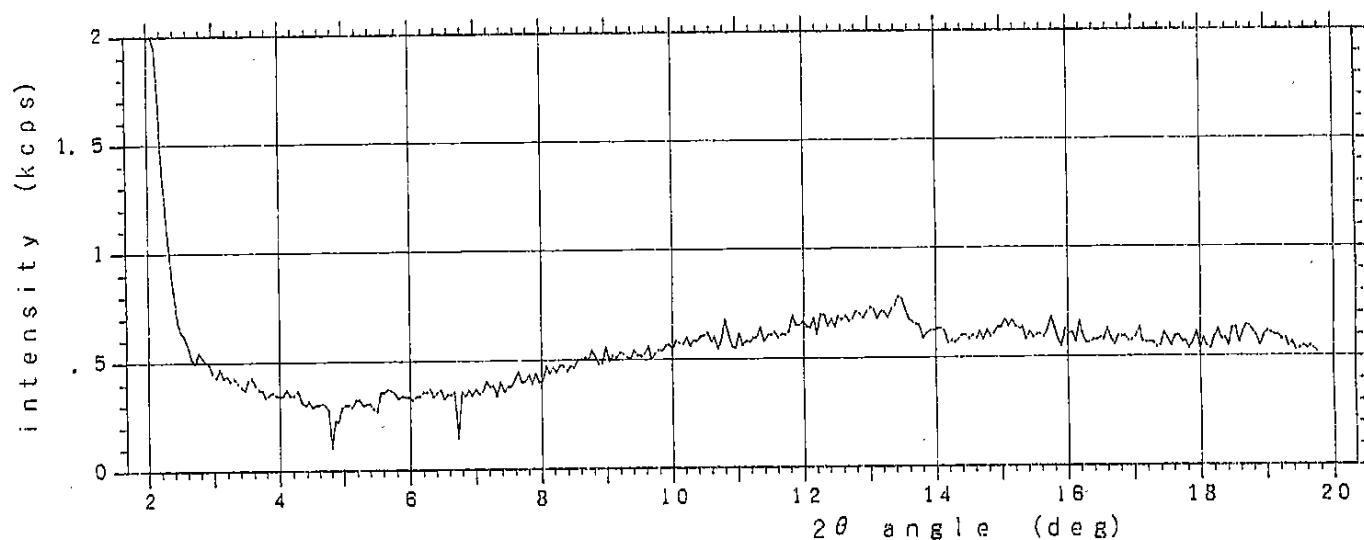


図3. 実験前の岩石粉末のX線回折結果

file No. = 25 [96-12-01 19:51:15]

< DOUNEN-ORIGINAL-HCL > 塩酸処理

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 1 mm
scan mode : CONT
preset time : 1 (s)
step width : .05422 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

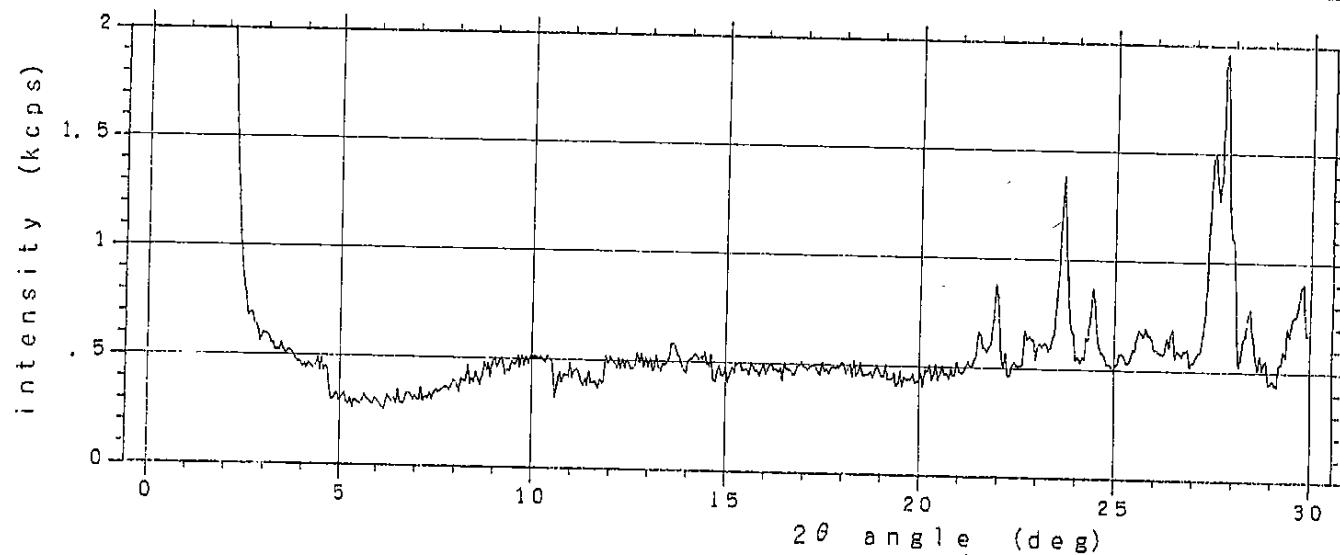


図4. 実験前の岩石粉末のX線回折結果

file No. = 31 [98-10-19 20:57:37]

< DOUNEN100 > 不定方位

X-ray tube	:	target Cu	30 kV	20 mA
slit	:	(SS) 1 deg	(DS) 1 deg	(RS) 1 mm
scan mode	:	CONTI		
preset time	:	1 (s)		
step width	:	.05419 (deg/step)		
scan speed	:	2 (deg/min)		

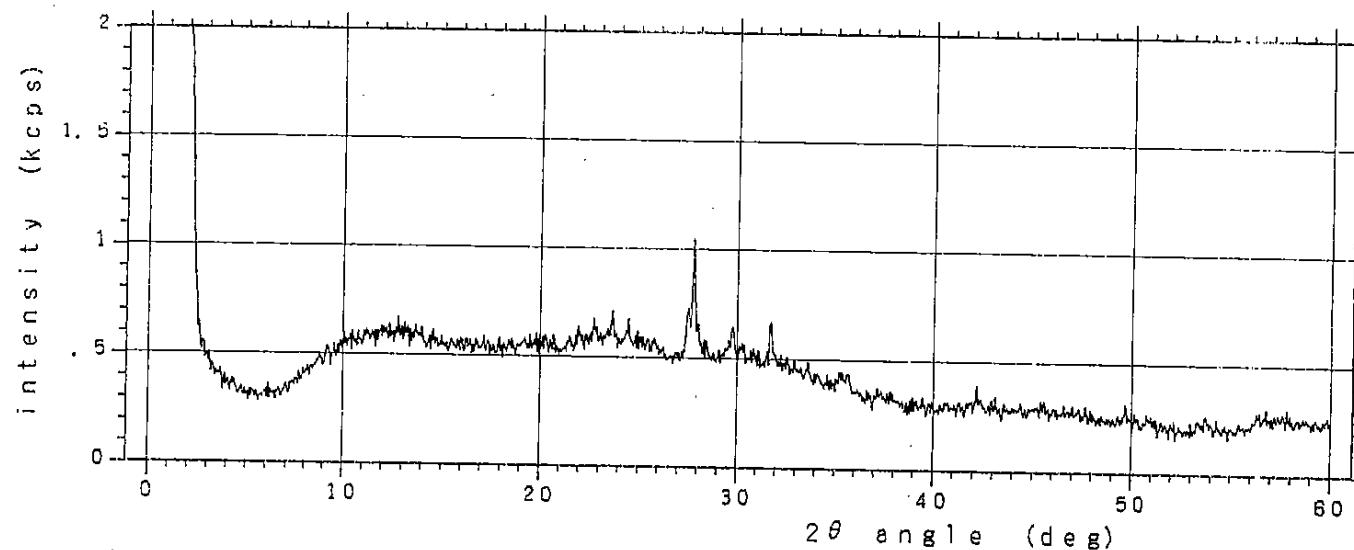


図 5 Run H 9-大学1(100°C, 1.02kgf/cm², 367日間)のX線回折結果

file No. = 32 [98-10-19 21:28:01]

< 100-ORIENT

> 定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 1 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05419 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

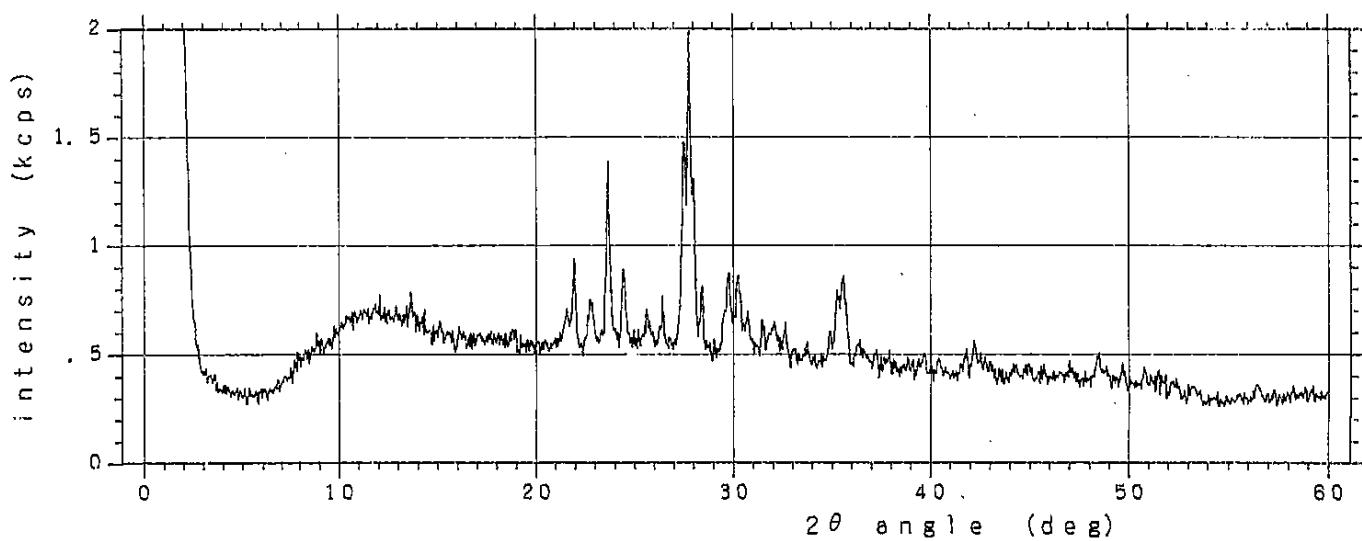


図 6 Run H 9-大学1(100°C, 1.02kgf/cm², 367日間)のX線回折結果

file No. = 36 [98-10-20 10:55:06]

< 100DEG-EG

> エチレングリコール処理

X-ray tube :	target Cu	30 kV	20 mA
slit :	(SS) 1 deg	(DS) 1 deg	(RS) 1 mm
scan mode :	CONT I		
preset time :	1 (s)		
step width :	.05424 (deg/step)		
scan speed :	2 (deg/min)		

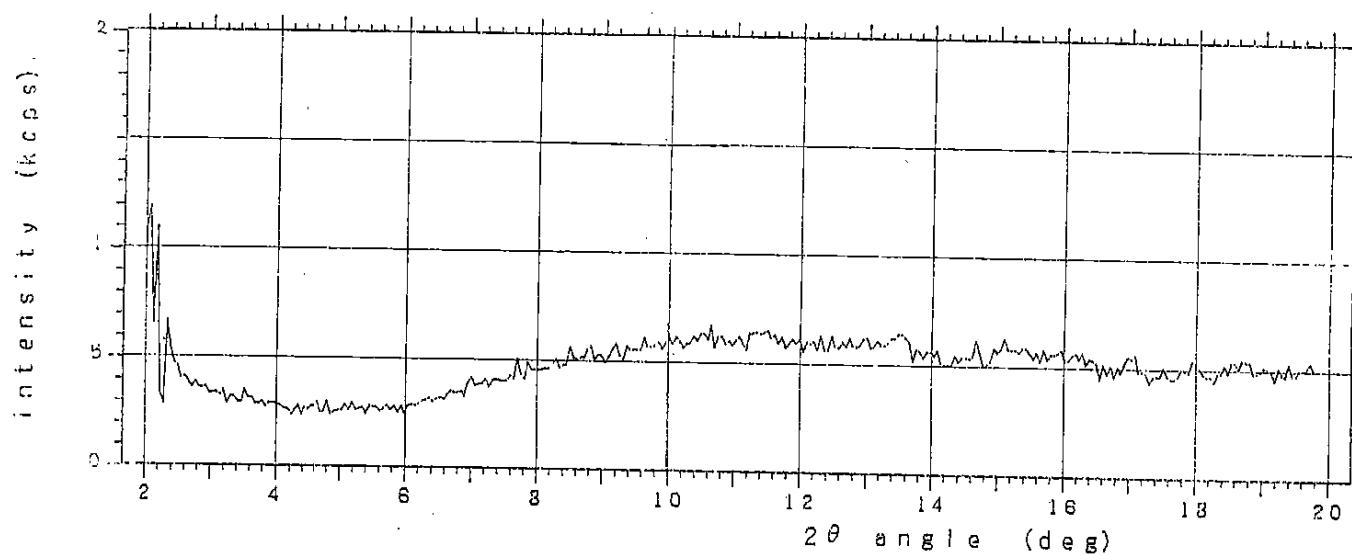


図 7 Run H 9-大学1(100°C, 1.02kgf/cm², 367日間)のX線回折結果

file No. = 34 [98-10-20 10:28:59]

< 100DEG-HCL

> 塩酸処理

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 1 mm

scan mode : CONTI

preset time : 1 (s)

step width : .05422 (deg/step)

scan speed : 2 (deg/min)

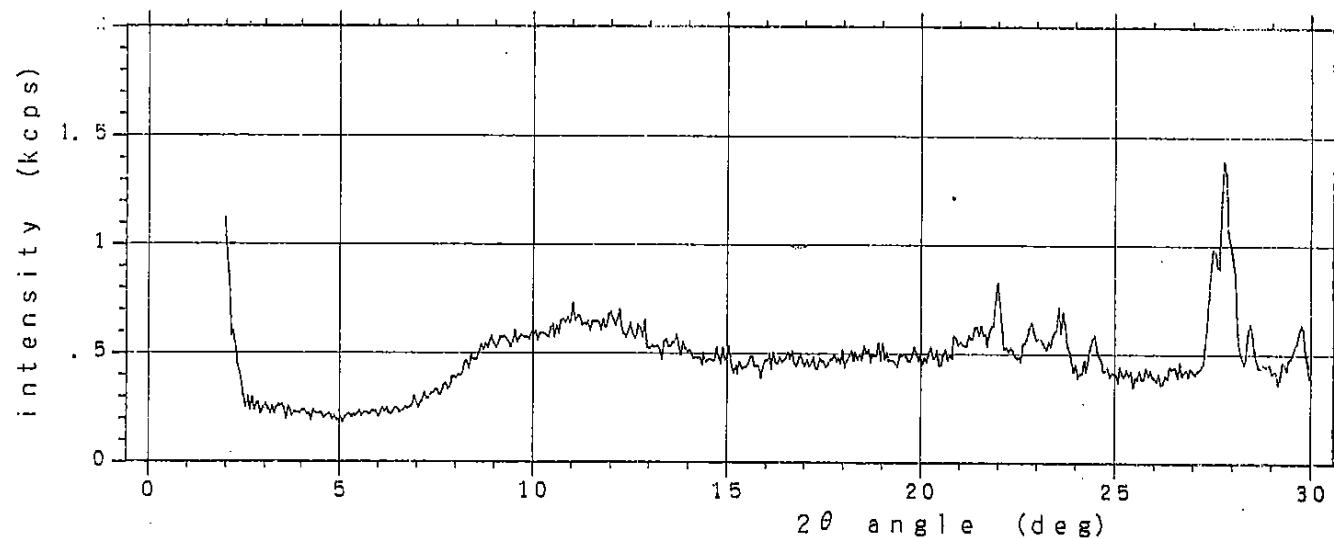


図 8 Run H 9-大学1(100°C, 1.02kgf/cm², 367日間)のX線回折結果

file No. = 33 [98-10-19 22:13:47]

< 150-ORIENT

定方位

X-ray tube	:	target Cu	30	kV	20	mA
slit	:	(SS) 1 deg	(DS)	1 deg	(RS)	, 1 mm
scan mode	:	CONT				
preset time	:		1	(s)		
step width	:	.05419	(deg/step)			
scan speed	:		2	(deg/min)		

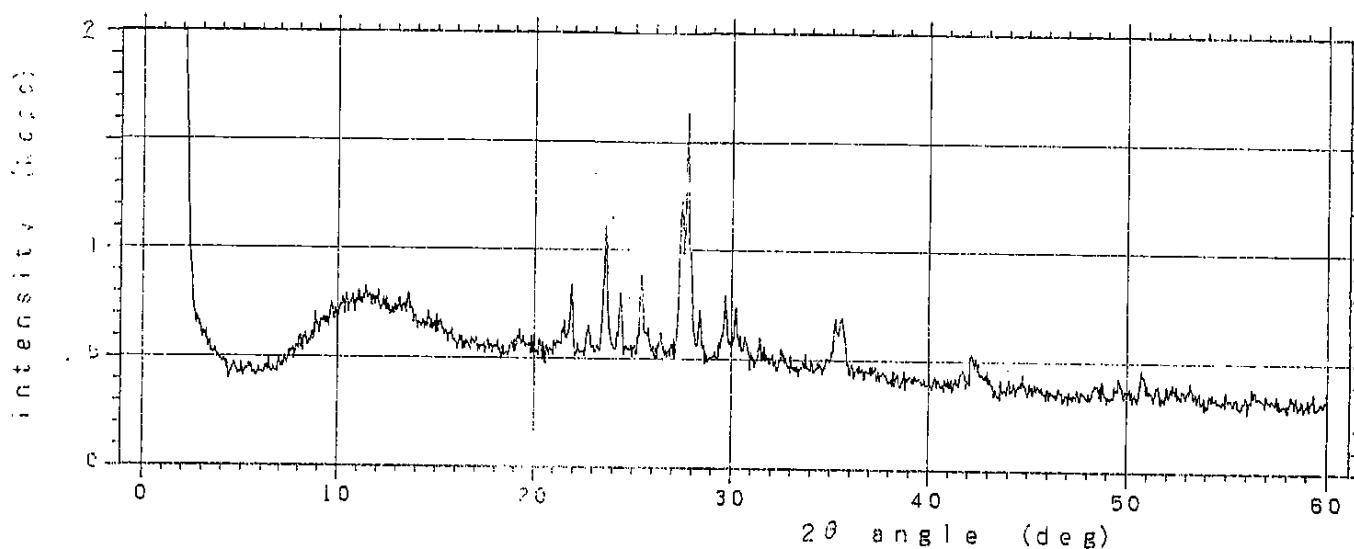


図 9 Run H 9-大学2(150°C, 4.77kgf/cm², 367日間)のX線回折結果

file No. = 30 [98-10-19 20:24:46]

< DOUNEN150DEG

> エチレングリコール処理

X-ray tube	target	Cu	30 kV	20 mA
slit	(SS)	1 deg	(DS)	1 deg
			(RS)	. 1 mm
scan mode	CONTI			
preset time	1 (s)			
step width	. 05419 (deg/step)			
scan speed	2 (deg/min)			

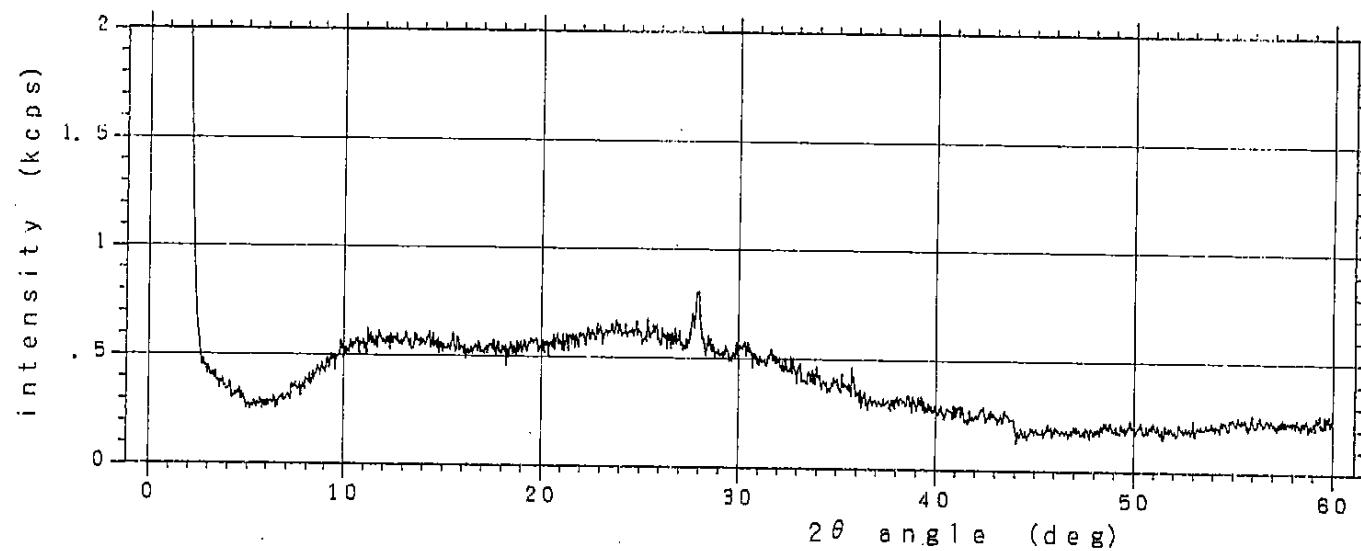


図10 Run H 9-大学2(150°C, 4.77kgf/cm², 367日間)のX線回折結果

file No. = 35 [98-10-20 10:44:12]

< 150DEG-HCL

> 塩酸処理

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 1 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05422 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

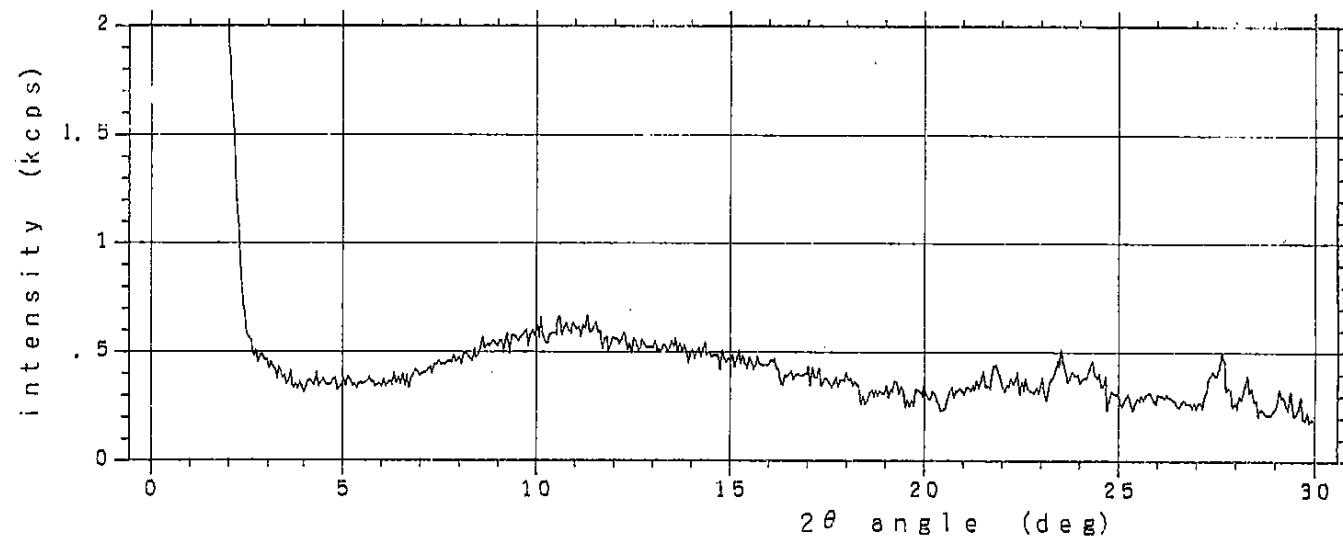


図11 Run H 9-大学2(150°C, 4.77kgf/cm², 367日間)のX線回折結果

file No. = 3 [98-04-14 15:34:25]

< DOUNEN-N012

> 不定方位

X-ray tube :	target	Cu	30	kV	20	mA
slit :	(SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS)	, 1 mm
scan mode :	CONTI					
preset time :	2 (s)					
step width :	.08756 (deg/step)					
scan speed :	2 (deg/min)					

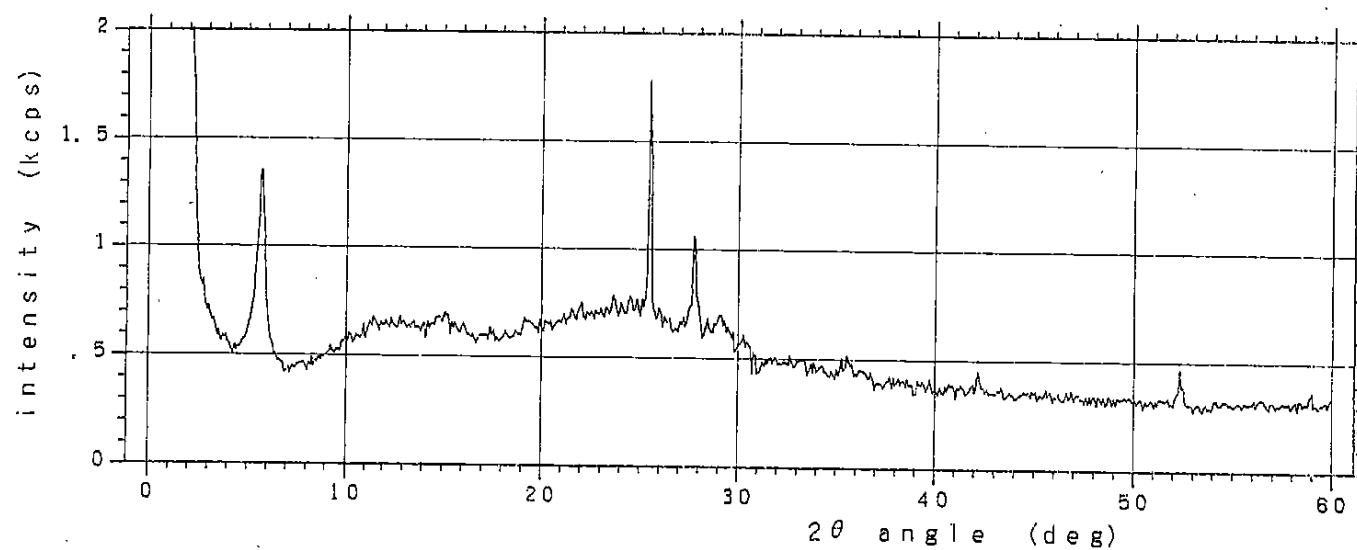


図12 Run H 9-12(350°C, 160kgf/cm², 10日間)のX線回折結果

file No. = 8 [98-04-14 19:31:02]

< DOUNEN-NO12-ORIENT > 定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 1 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05419 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

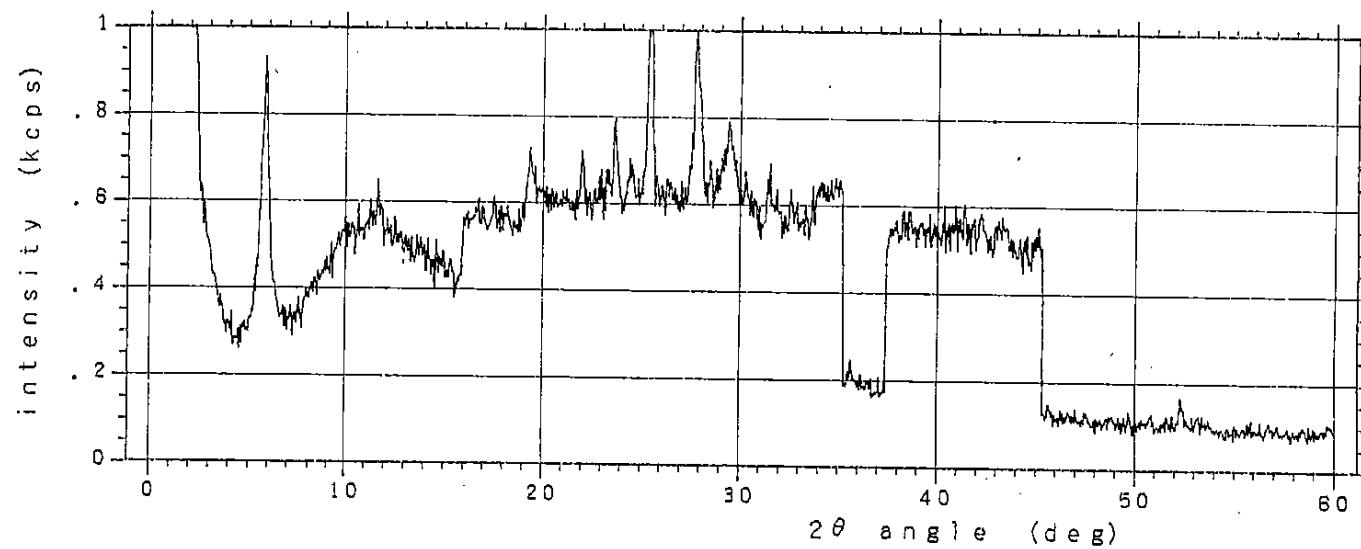


図13 Run H 9-12(350°C, 160kgf/cm², 10日間)のX線回折結果

file No. = 11 [98-04-14 20:35:32]

< DOUNEN-NO12-EG

> エチレングリコール処理

X-ray tube	:	target Cu	30	kV	20	mA
slit	:	(SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS) . 1 mm
scan mode	:	CONTI				
preset time	:	1 (s)				
step width	:	.05424 (deg/step)				
scan speed	:	2 (deg/min)				

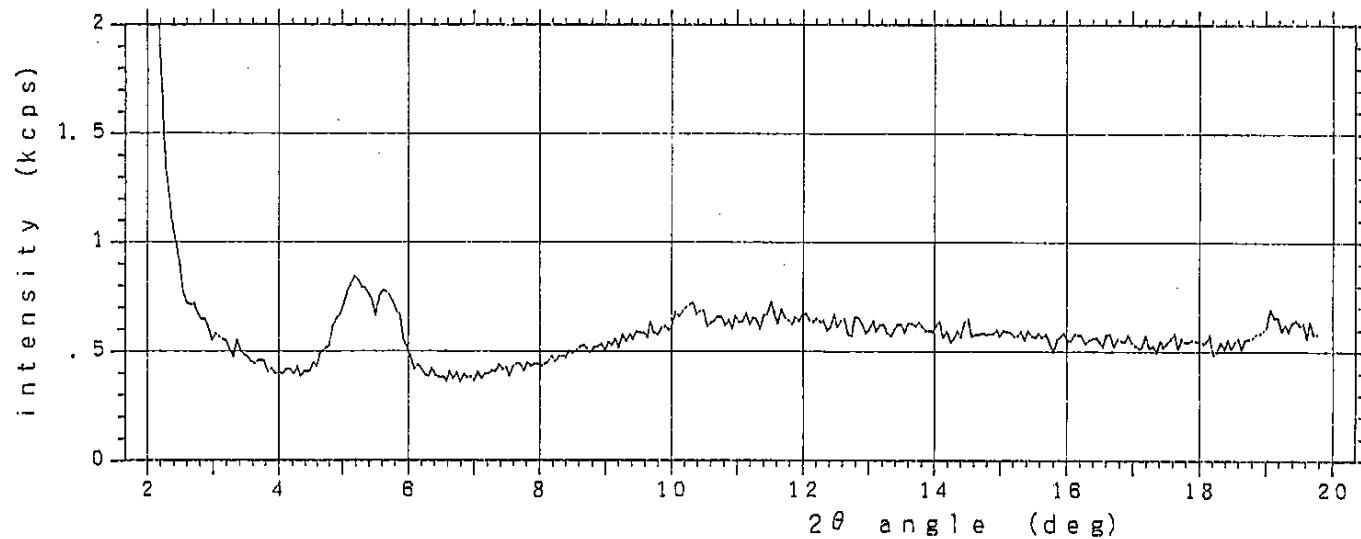


図14 Run H 9-12(350°C, 160kgf/cm², 10日間)のX線回折結果

file No. = 4 [98-04-14 16:13:25]

< DOUNEN-NO13

> 不定方位

X-ray tube : slit	target : (SS)	Cu	30 kV	20 mA
		1 deg	(DS)	1 deg
			(RS)	.1 mm
scan mode :	CONTI			
preset time :	2 (s)			
step width :	.08756 (deg/step)			
scan speed :	2 (deg/min)			

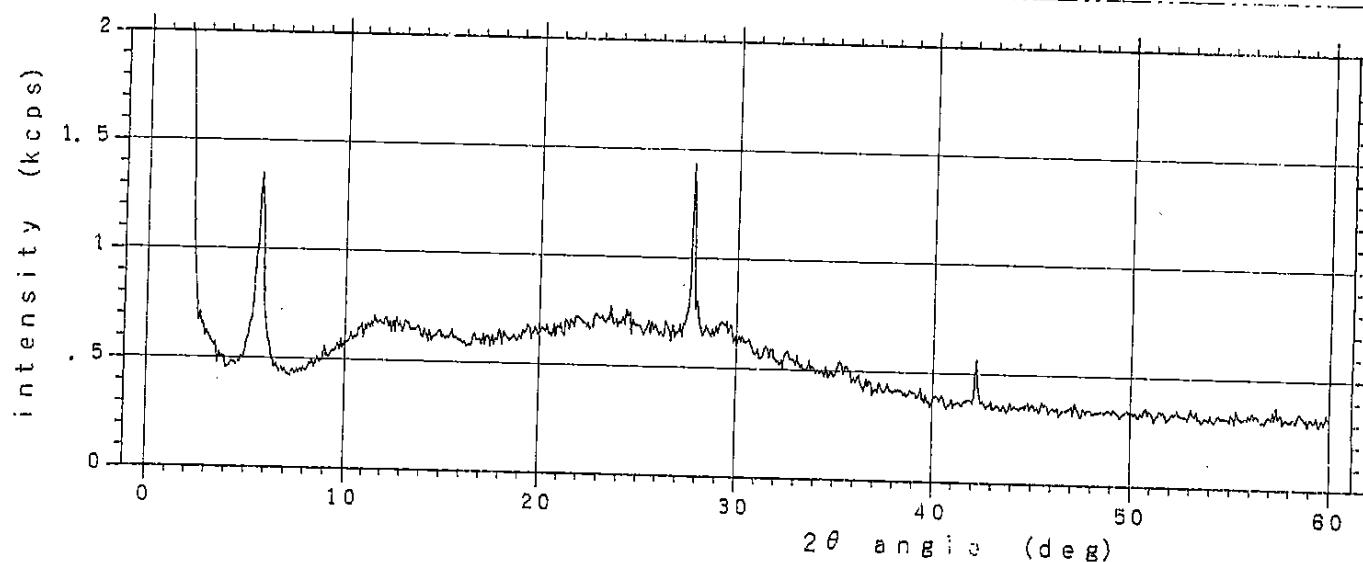


図15 Run H 9-13(350°C, 160kgf/cm², 21日間)のX線回折結果

file No. = 6 [98-04-14 17:23:45]

< DOUNEN-NO13-ORIEN > 定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 1 mm
scan mode : CONTI
preset time : 2 (s)
step width : .08756 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

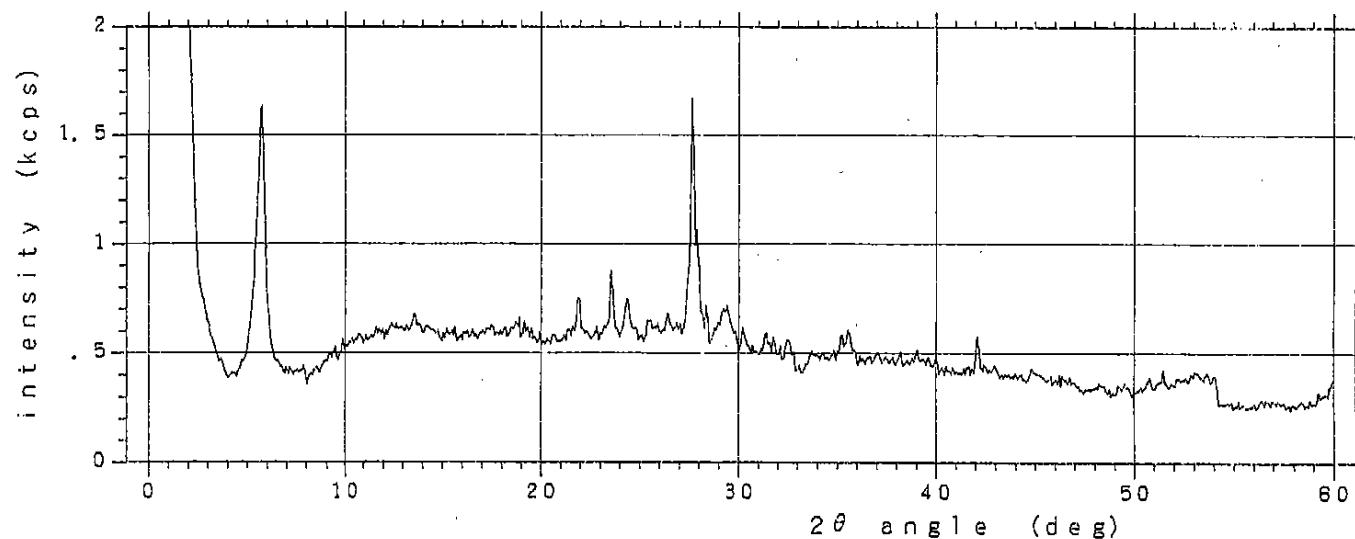


図16 Run H 9-13(350°C, 160kgf/cm², 21日間)のX線回折結果

file No. = 9 [98-04-14 20:07:53]

< DOUNEN-NO13-EG > エチレングリコール処理

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 1 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05424 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

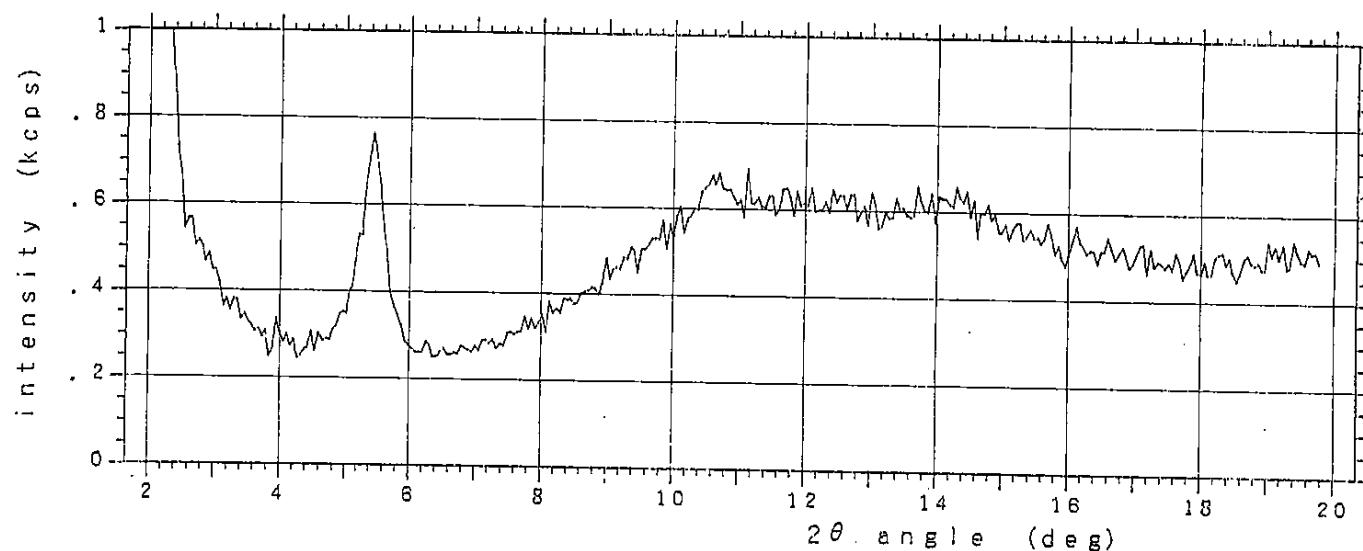


図17 Run H 9-13(350°C, 160kgf/cm², 21日間)のX線回折結果

file No. = 5 [98-04-14 16:45:34]
 < DOUNEN-NO14 > 不定方位
 X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
 slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) . 1 mm
 scan mode : CONTI
 preset time : 2 (s)
 step width : . 08756 (deg/step)
 scan speed : 2 (deg/min)

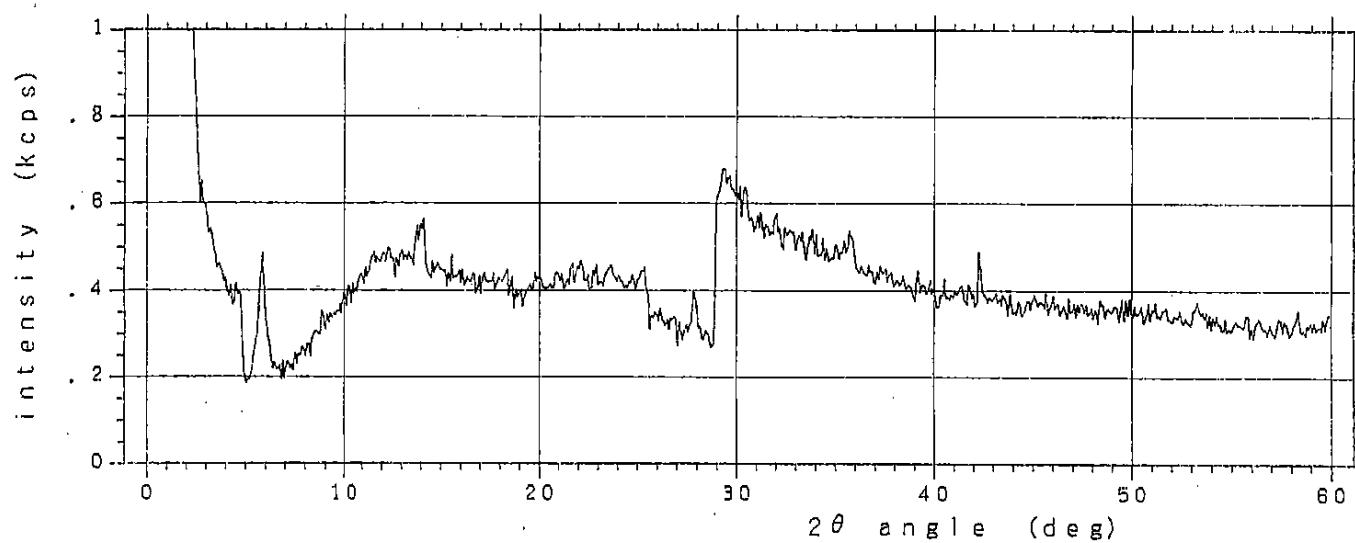


図18 Run H 9-14(350°C, 160kgf/cm², 32日間)のX線回折結果

file No. = 7 [98-04-14 18:41:12]

< DOUNEN-NO14-ORIENT > 定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 1 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05419 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

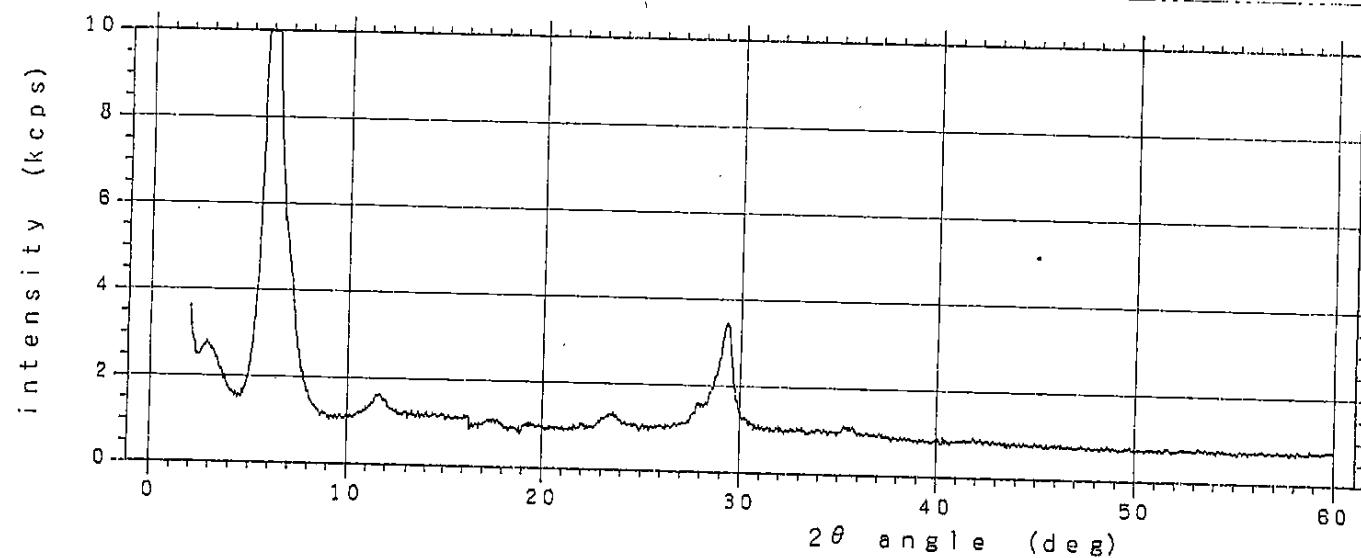


図19 Run H 9-14(350°C, 160kgf/cm², 32日間)のX線回折結果

file No. = 10

[98-04-14 20:22:58]

< DOUNEN-NO14-EG

> エチレングリコール処理

X-ray tube	:	target Cu	30 kV	20 mA
slit	:	(SS) 1 deg	(DS) 1 deg	(RS) .1 mm
scan mode	:	CONTI		
preset time	:	1 (s)		
step width	:	.05424	(deg/step)	
scen speed	:	2 (deg/min)		

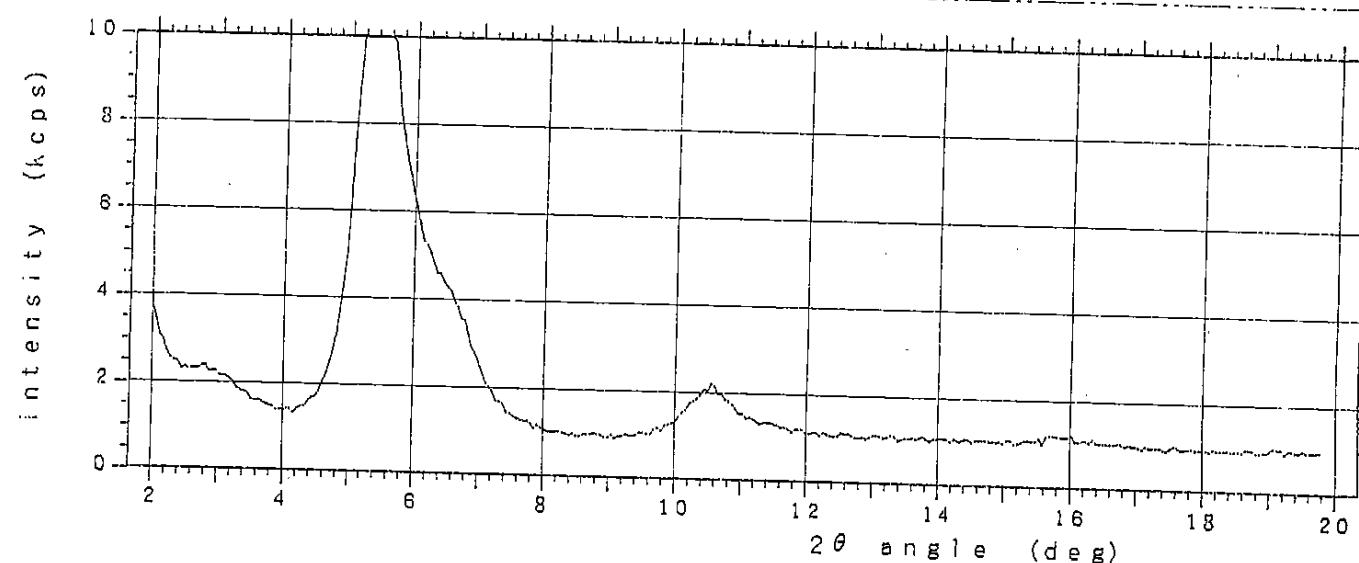


図20 Run H 9-14(350°C, 160kgf/cm², 32日間)のX線回折結果

file No. = 21

[96-11-28 15:44:05]

< DOUNEN-2

> 不定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 1 mm
scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : 0.5419 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

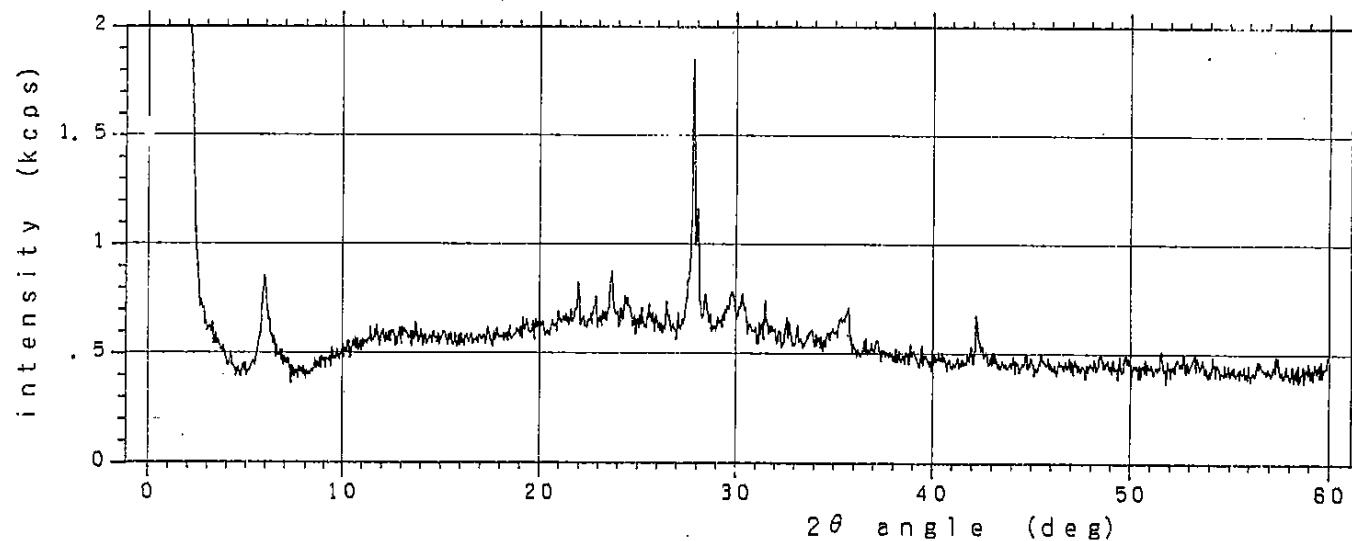


図21 Run H 9-2(400°C, 300kgf/cm², 12日間)のX線回折結果

file No. = 20

[96-11-28 14:41:25]

< DOUNEN-1

> 不定方位

X-ray tube	target Cu	30 kV	20 mA
slit	(SS) 1 deg	(DS) 1 deg	(RS) .1 mm
scan mode	CONTI		
preset time		1 (s)	
step width	.05419	(deg/step)	
scan speed		2 (deg/min)	

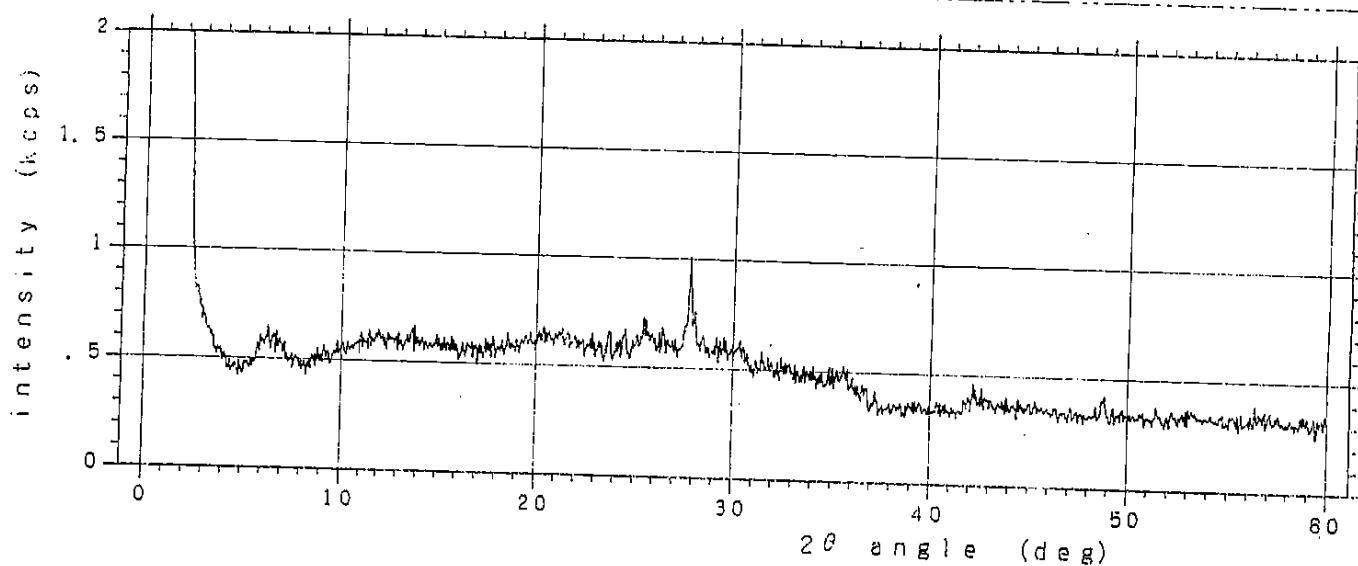


図22 Run H 9-2(400°C, 300kgf/cm², 12日間)のX線回折結果

file No. = 22 [96-11-28 16:36:49]

< DOUNEN-1-ORIENTATION > 定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) .1 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05419 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

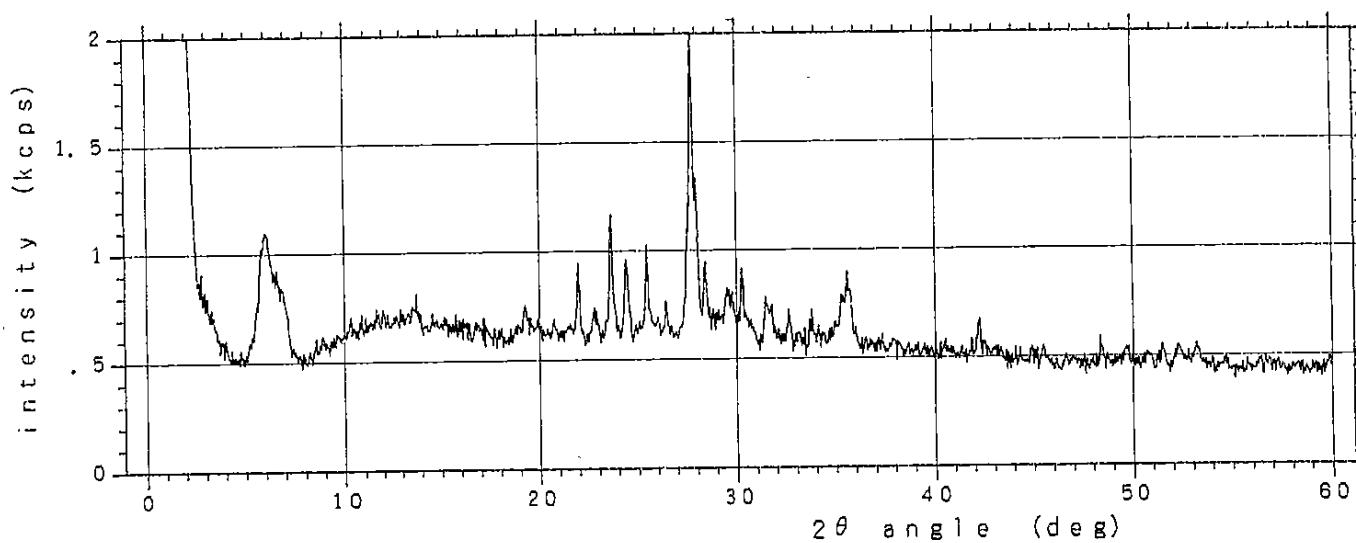


図23 Run H 9- 2(400°C, 300kgf/cm², 12日間)のX線回折結果

file No. = 27 [96-12-01 20:13:31]

< DOUNEN-RUN1-EG > エチレングリコール処理

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) . 1 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : . 05424 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

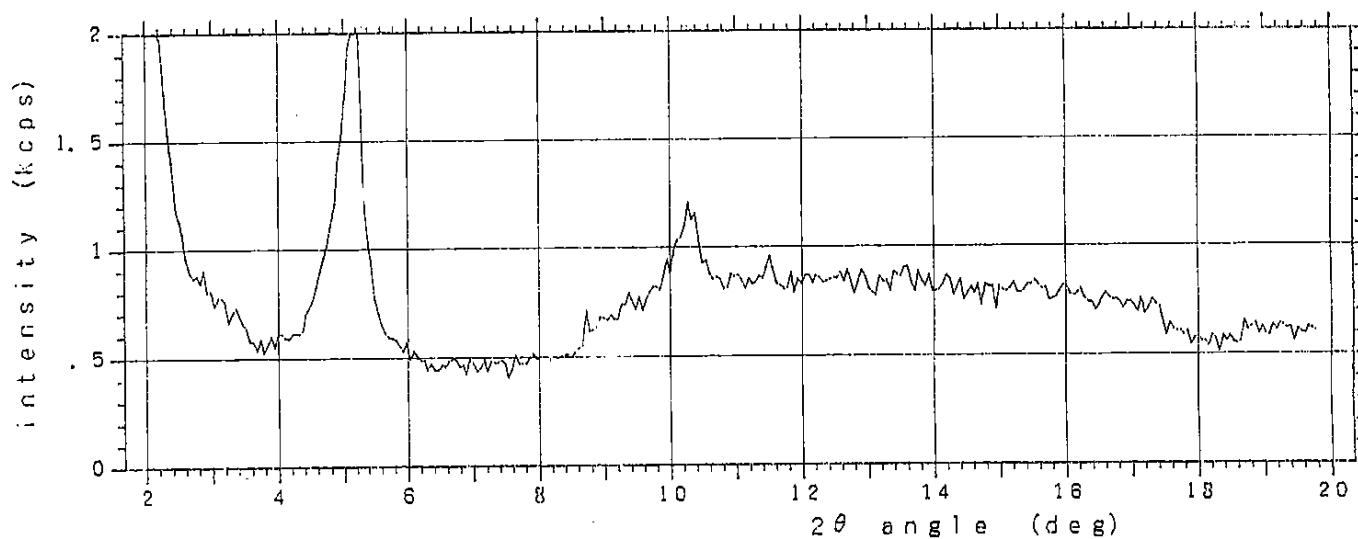


図24 Run H 9-2(400°C, 300kgf/cm², 12日間)のX線回折結果

file No. = 99 [98-03-16 18:46:07]

< DOUNENN980316

> 不定方位

X-ray tube : target	Cu	30	kV	20	mA
slit : (SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS)	. 3 mm
scan mode :	CONTI				
preset time :		1	(s)		
step width :	. 05419	(deg/step)			
scan speed :		2	(deg/min)		

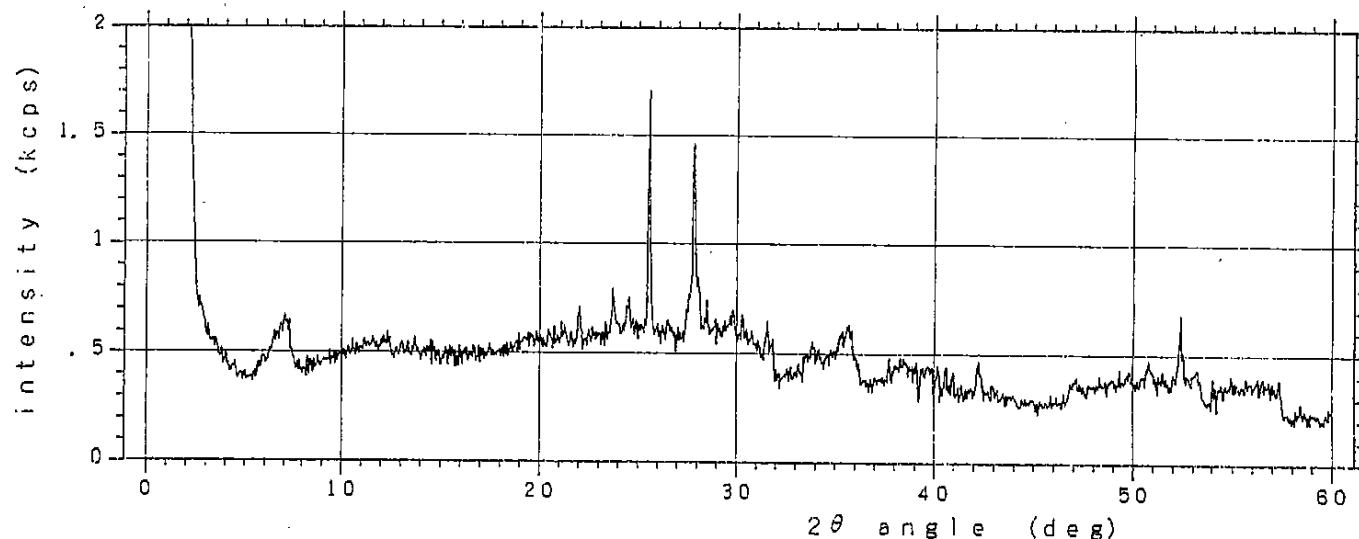


図25 Run H 9-7(400°C, 300kgf/cm², 20日間)のX線回折結果

file No. = 1 [98-03-16 19:29:28]

< DOUNENN980316-ORIEN > 定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) . 3 mm

scan mode : CONTI

preset time : 1 (s)

step width : . 05419 (deg/step)

scan speed : 2 (deg/min)

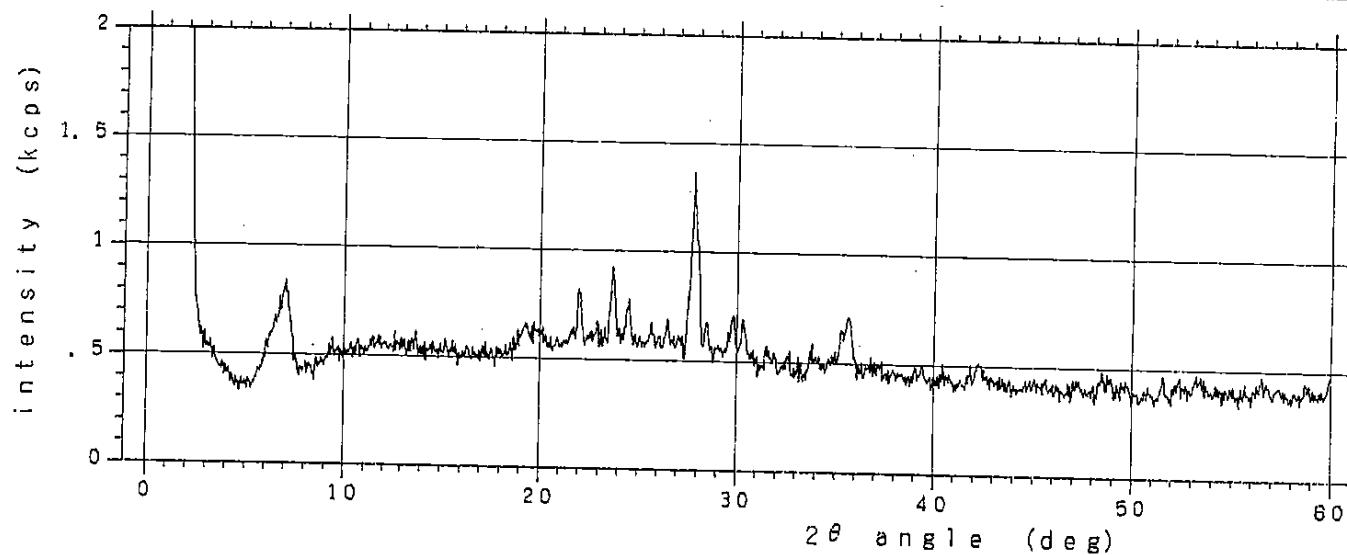


図26 Run H 9-7(400°C, 300kgf/cm², 20日間)のX線回折結果

file No. = 2 [98-03-16 20:07:11]

< DOUNENN980316-EG > エチレングリコール処理

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 3 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05424 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

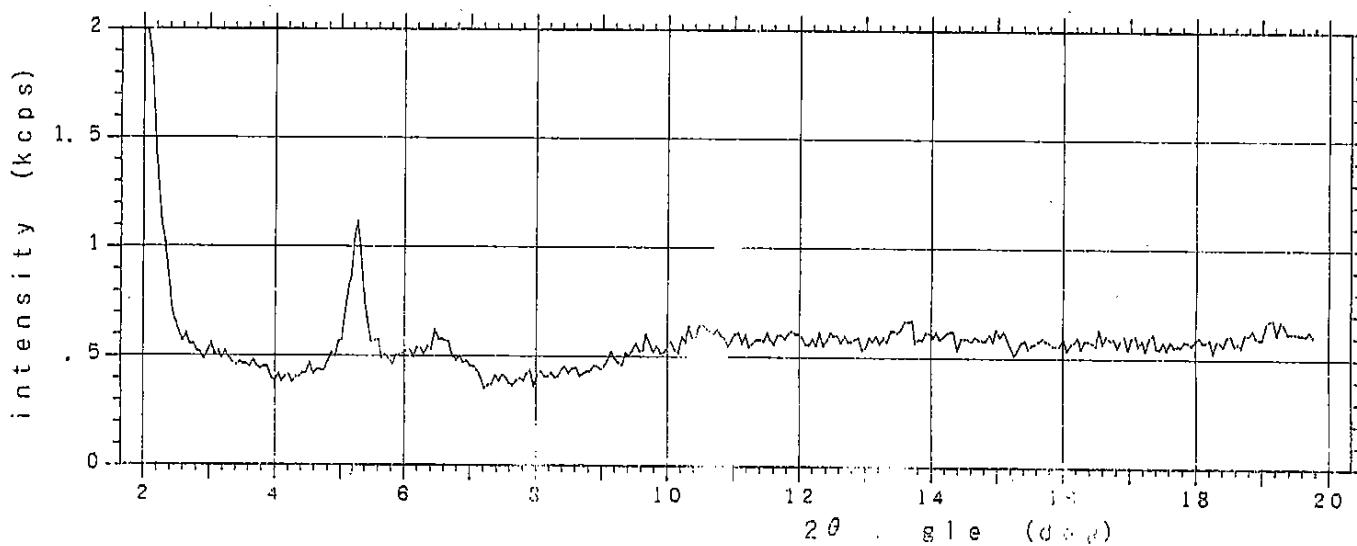


図27 Run H 9-7(400°C, 300kgf/cm², 20日間)のX線回折結果

file No. = 21 [96-11-28 15:44:05]

< DOUNEN-2 > 不定方位

X-ray tube : target	Cu	30	kV	20	mA
slit : (SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS)	. 1 mm
scan mode :	CONTI				
preset time :		1	(s)		
step width :	05419	(deg/step)			
scan speed :		2	(deg/min)		

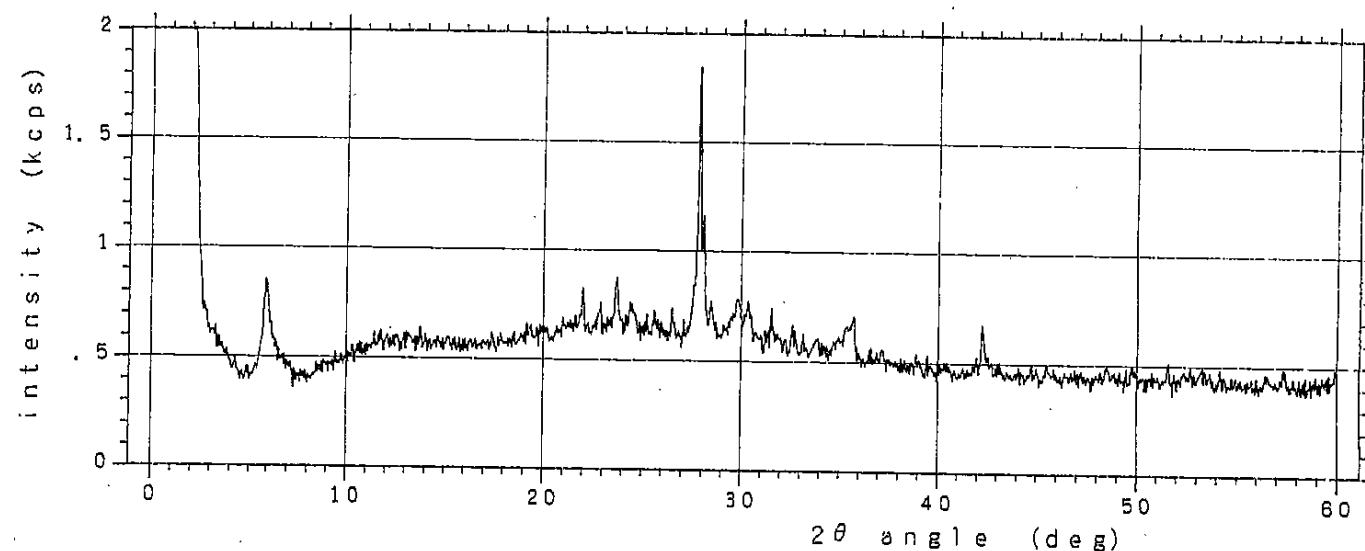


図28 Run H 9- 3(400°C, 300kgf/cm², 30日間)のX線回折結果

file No. = 23 [96-11-28 17:09:22]

< DOUNEN-2-ORIENTATION > 定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 1 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05419 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

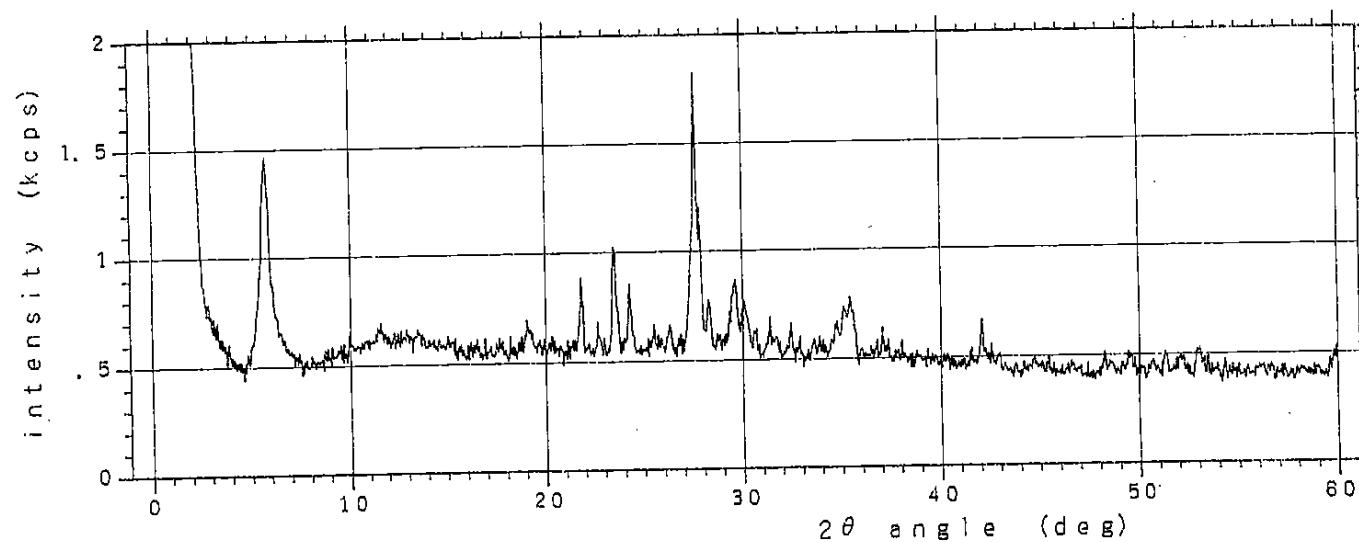


図29 Run H 9- 3(400°C, 300kgf/cm², 30日間)のX線回折結果

file No. = 28 [96-12-01 20:23:57]

< DOUNEN-RUN2-EG

> エチレングリコール処理

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) . 1 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : . 05424 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

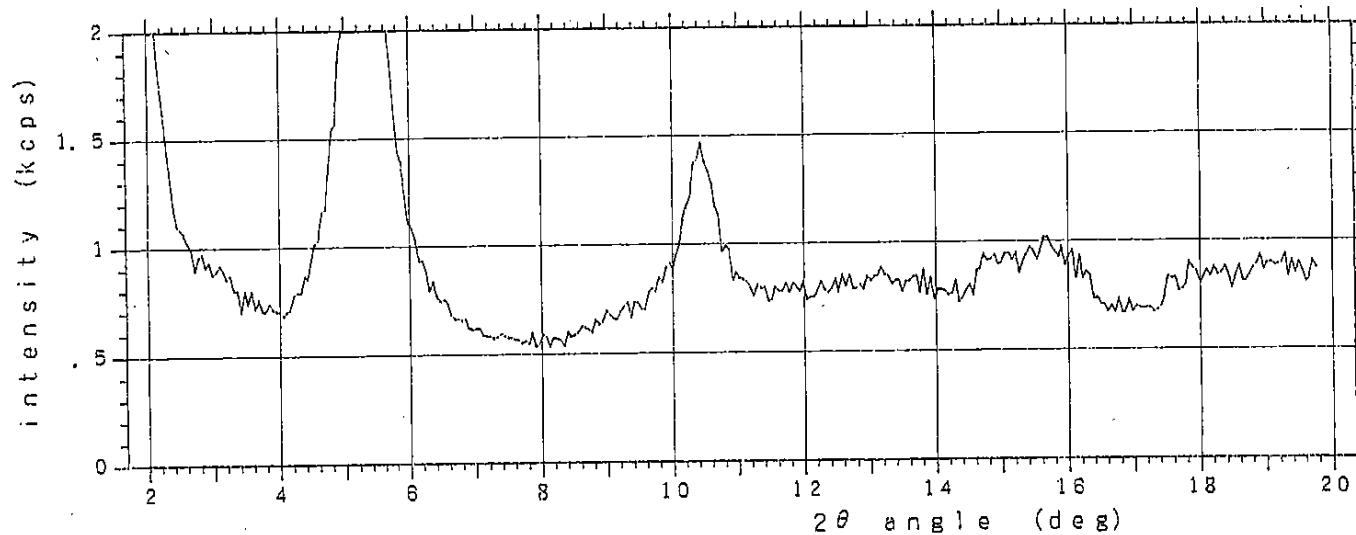


図30 Run H 9- 3(400°C, 300kgf/cm², 30日間)のX線回折結果

file No. = 11 [99-03-04 16:51:19]

< DOUNEN-15-BULK > 不定方位

X-ray tube : target	Cu	30	kV	20	mA
slit : (SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS)	3 mm
scan mode :	CONTI				
preset time :		2	(s)		
step width :	08756	(deg/step)			
scan speed :		2	(deg/min)		

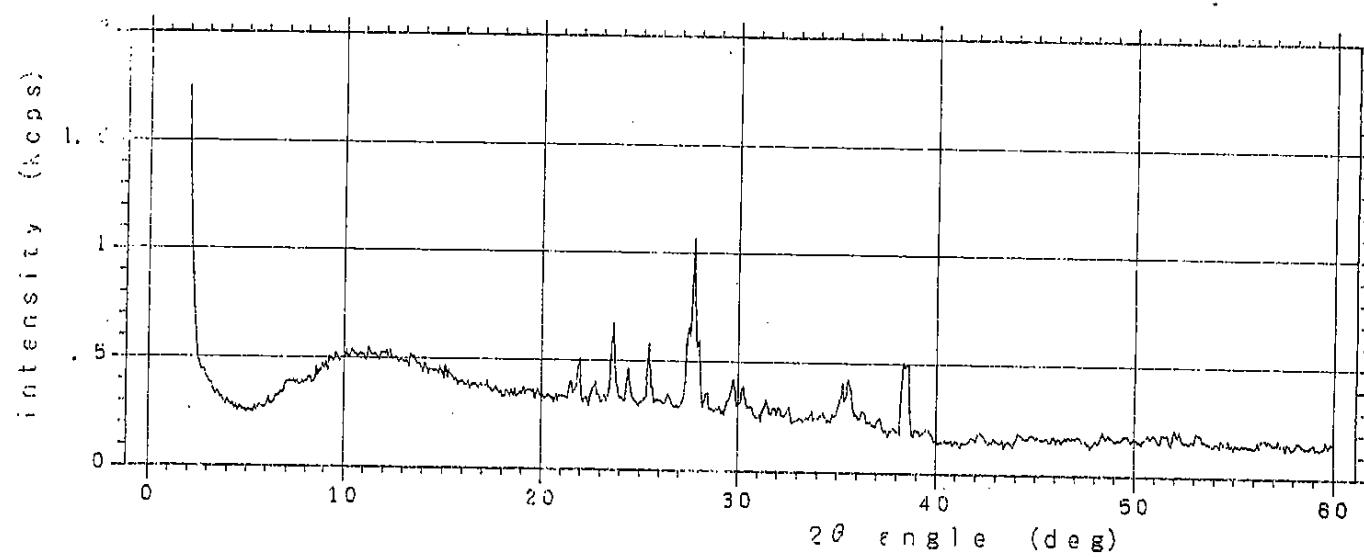


図31 Run H10-15(200°C, 15kgf/cm², 20日間)のX線回折結果

file No. = 18 [99-03-05 14:17:37]

< DOUNEN-15-ORIENT > 定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) .3 mm
scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05419 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

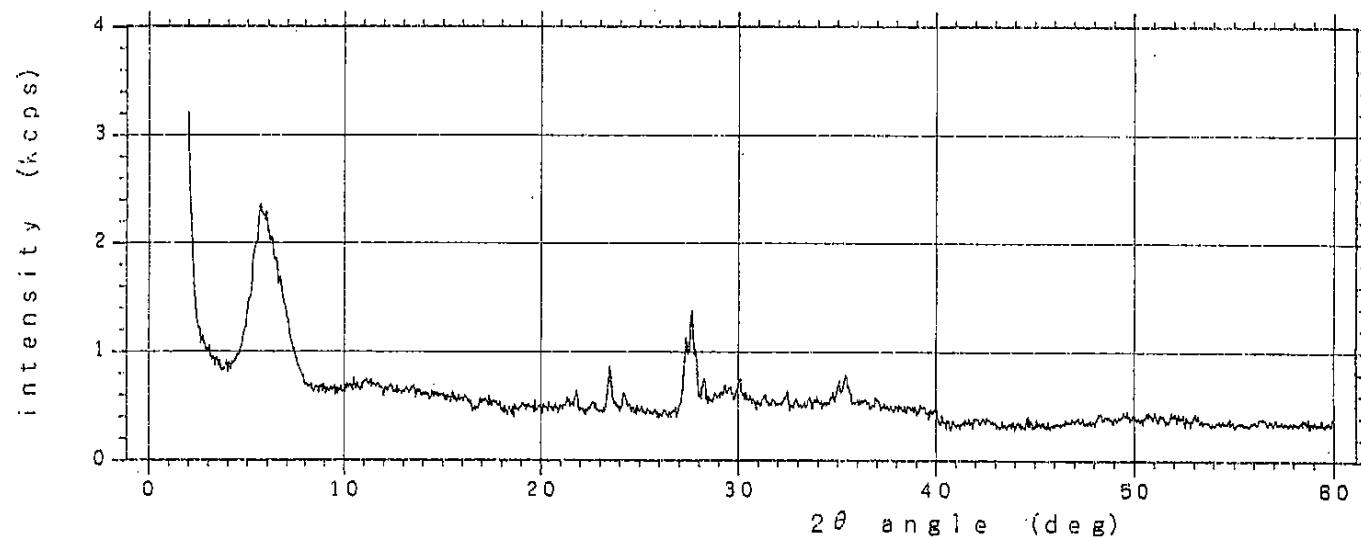


図32 Run H10-15(200°C, 15kgf/cm², 20日間)のX線回折結果

file No. = 24 [99-03-05 19:14:00]

< DOUNEN-15-EG

> エチレングリコール処理

X-ray tube	:	target Cu	30	kV	20	mA				
slit	:	(SS)	1	deg	(DS)	1	deg	(RS)	.3	mm
scan mode	:	CONT								
preset time	:	1 (s)								
step width	:	.05424 (deg/step)								
scan speed	:	2 (deg/min)								

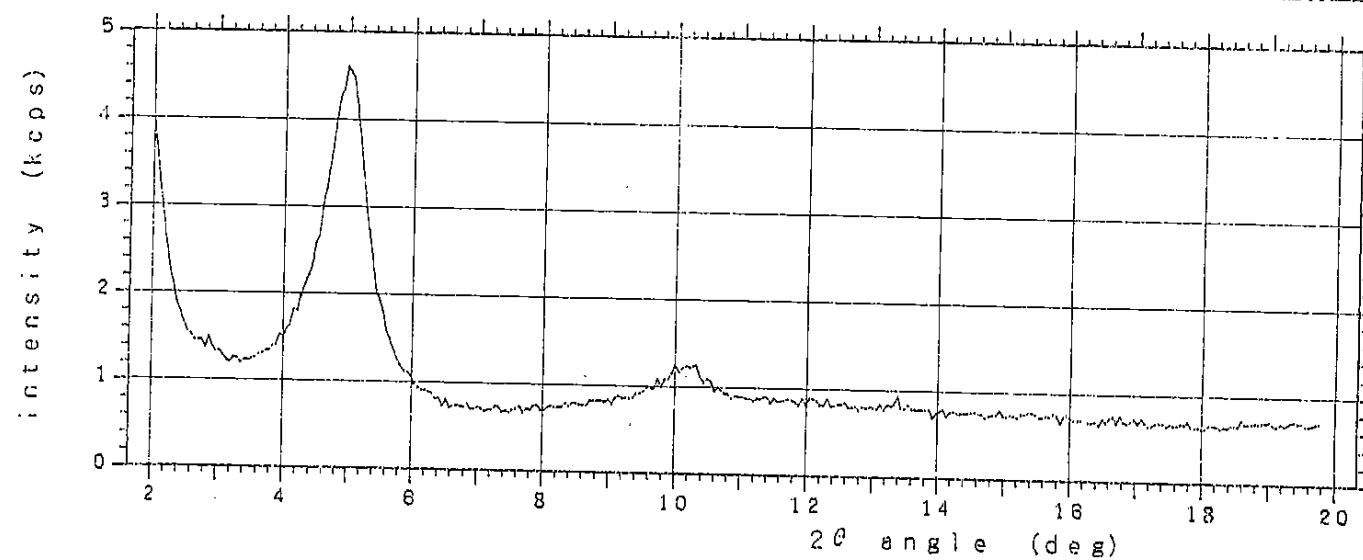


図33 Run H10-15(200°C, 15kgf/cm², 20日間)のX線回折結果

file No. = 8 [99-03-04 14:38:34]

< DOUNEN-11-BULK > 不定方位

X-ray tube :	target Cu	30	kV	20	mA
slit :	(SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS) . 3 mm
scan mode :	CONTI				
preset time :	2 (s)				
step width :	.08756 (deg/step)				
scan speed :	2 (deg/min)				

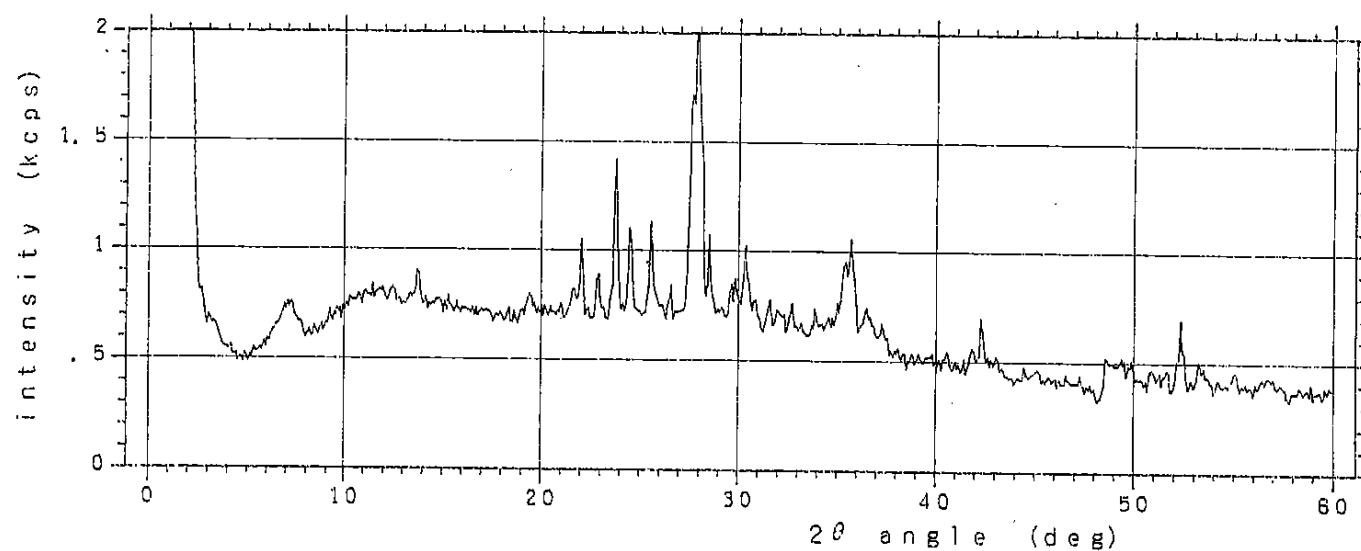


図34 Run H10-11(200°C, 15kgf/cm², 31日間)のX線回折結果

file No. = 15 [99-03-05 12:42:20]

< DOUNEN-11-ORIENT > 定方位

X-ray tube	:	target Cu	30	kV	20	mA
slit	:	(SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS) . 3 mm
scan mode	:	CONTI				
preset time	:	1 (s)				
step width	:	. 05419 (deg/step)				
scan speed	:	2 (deg/min)				

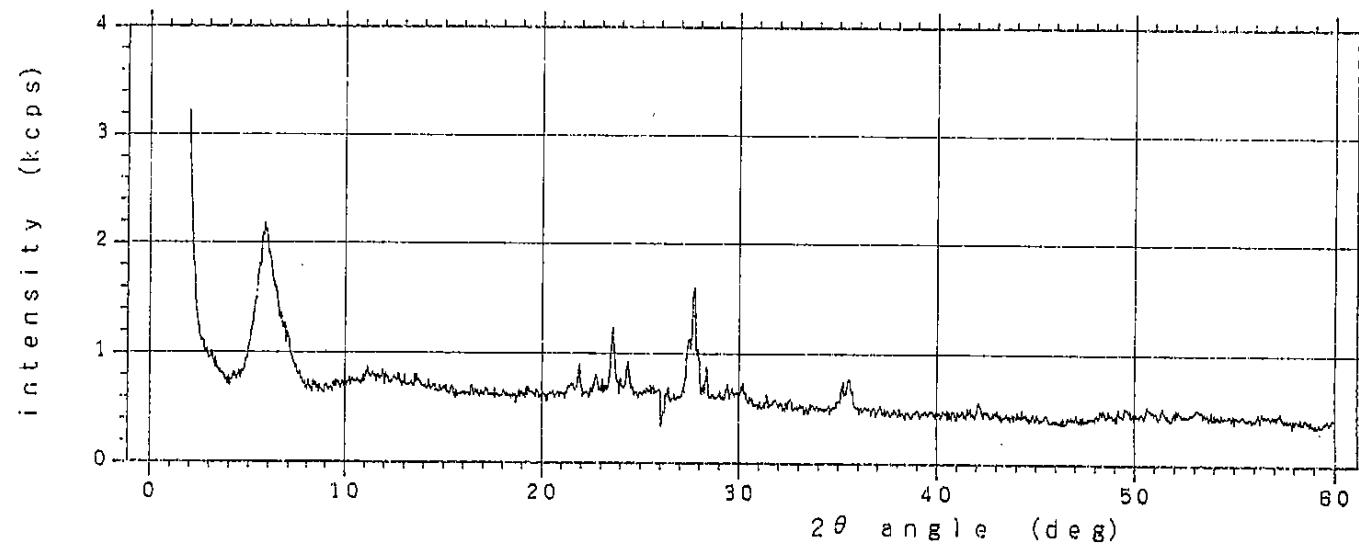


図35 Run H10-11(200°C, 15kgf/cm², 31日間)のX線回折結果

file No. = 21 [99-03-05 18:19:15]

< DOUNEN-11-EG

> エチレングリコール処理

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) . 3 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : . 05424 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

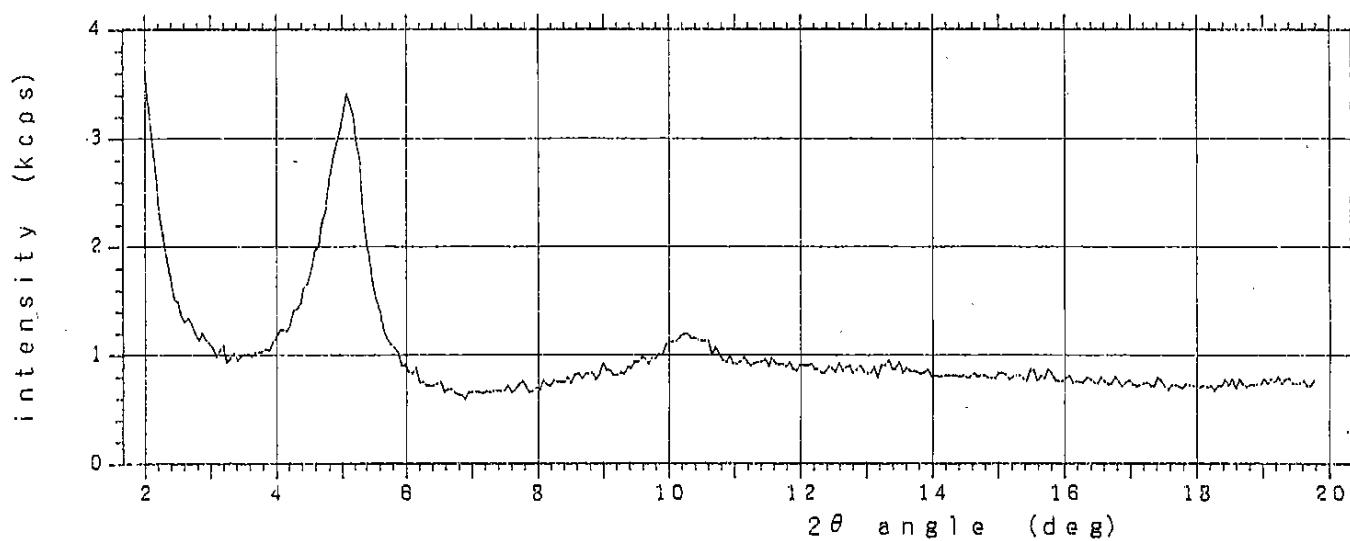


図36 Run H10-11(200°C, 15kgf/cm², 31日間)のX線回折結果

file No. = 7 [99-03-04 13:52:44]

< DOUNEN-10-BULK > 不定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS), 3 mm

scan mode : CONTI

preset time : 2 (s)

step width : .08756 (deg/step)

scan speed : 2 (deg/min)

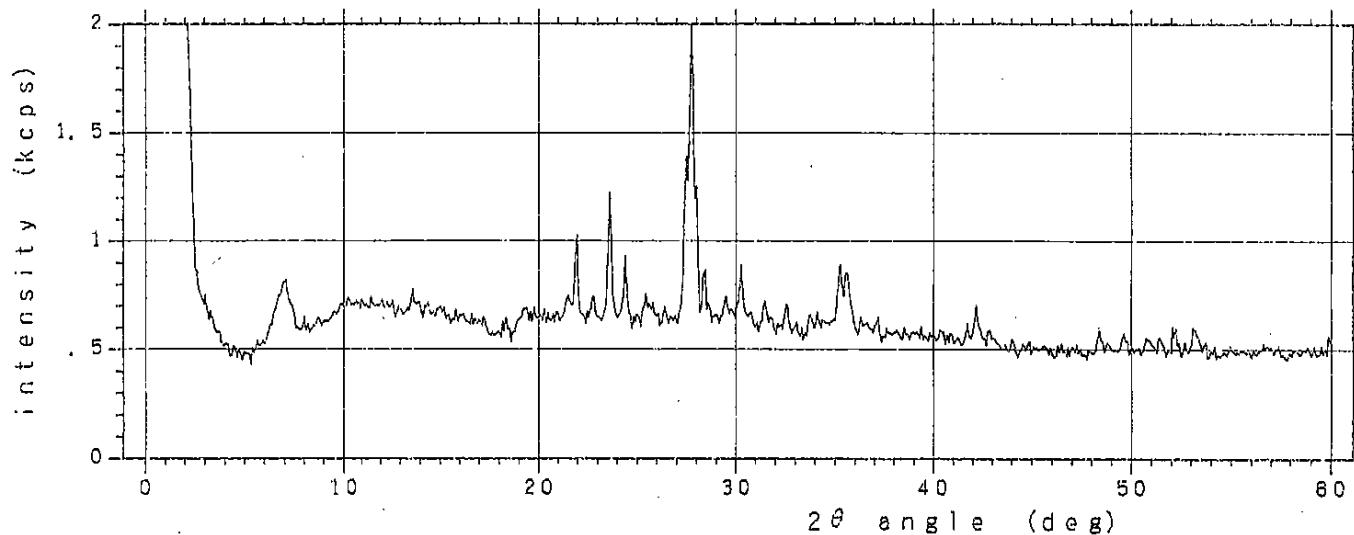


図37 Run H10-10(200°C, 15kgf/cm², 62日間)のX線回折結果

file No. = 14 [99-03-05 12:12:05]

< DOUNEN-10-ORIENT > 定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) .3 mm
scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05419 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

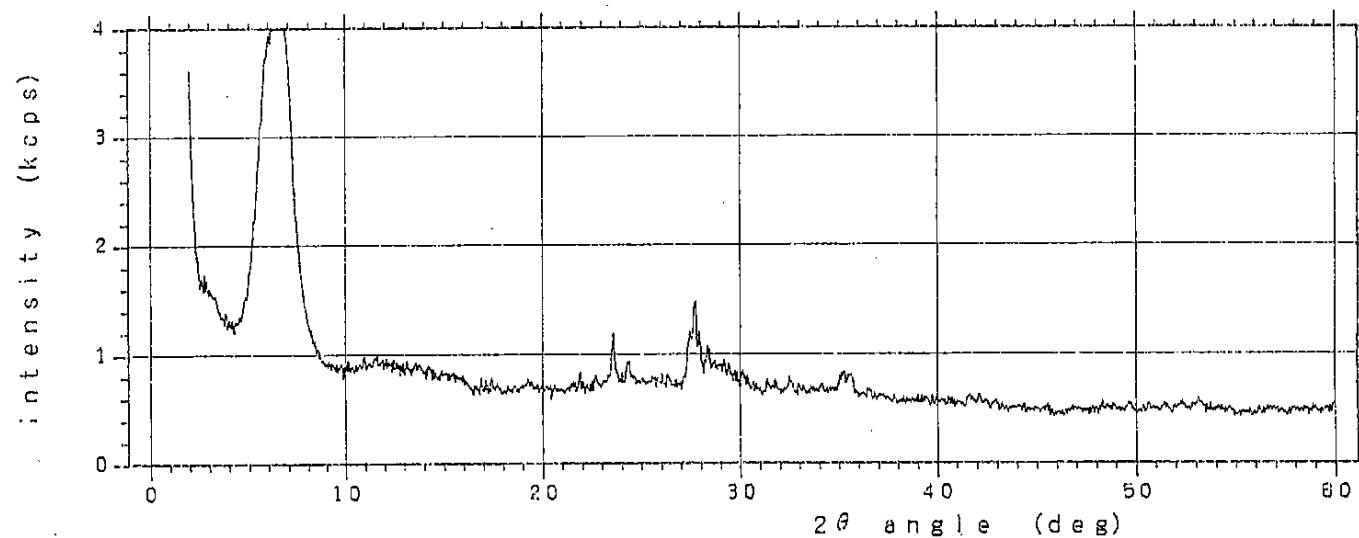


図38 Run H10-10(200°C, 15kgf/cm², 62日間)のX線回折結果

file No. = 20 [99-03-05 17:59:08]

< DOUNEN-10--EG

> エチレングリコール処理

X-ray tube	:	target Cu	30	kV	20	mA				
slit	:	(SS)	1	deg	(DS)	1	deg	(RS)	.3	mm
scan mode	:	CONTI								
preset time	:	1 (s)								
step width	:	.05424 (deg/step)								
scan speed	:	2 (deg/min)								

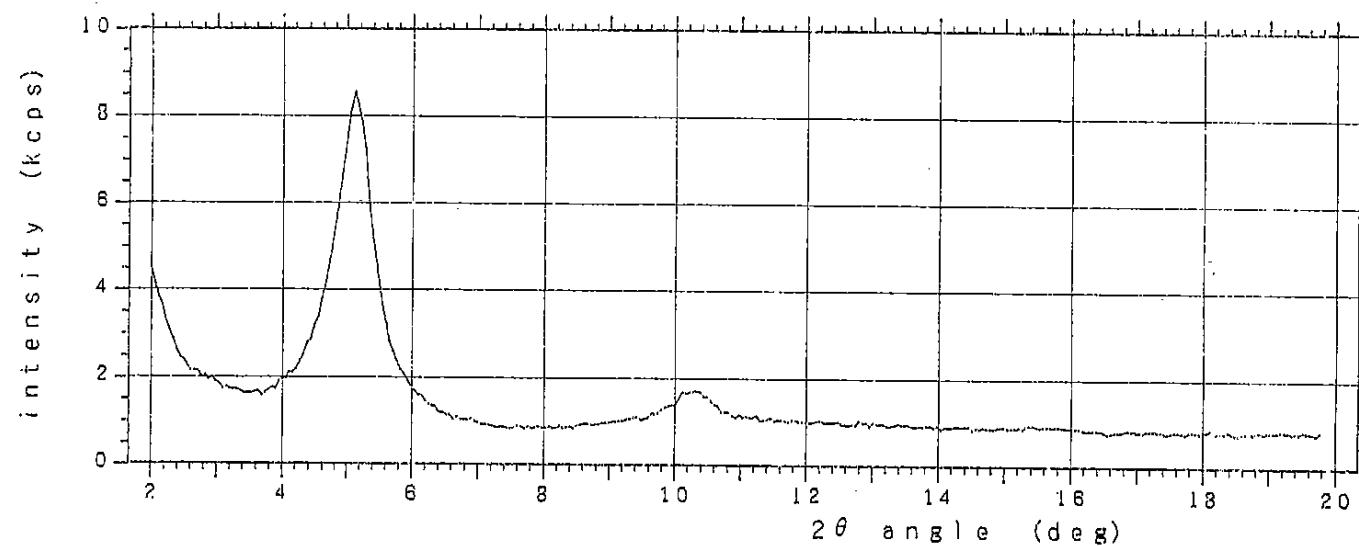


図39 Run H10-10(200°C, 15kgf/cm², 62日間)のX線回折結果

file No. = 39 [98-11-20 16:27:42]

< No4-bulk > 不定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) . 3 mm

scan mode : CONTI

preset time : 1 (s)

step width : . 05419 (deg/step)

scan speed : 2 (deg/min)

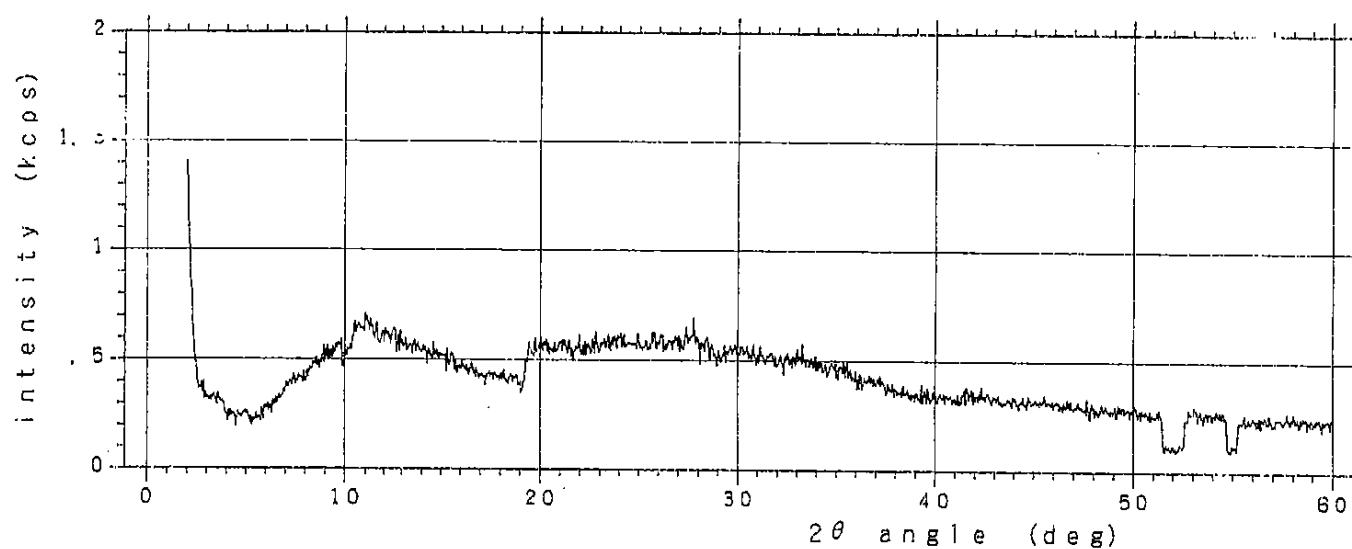


図40 Run H10-4(250°C, 38kgf/cm², 20日間)のX線回折結果

file No. = 41 [98-11-20 17:34:56]

< No. 4-orient > 定方位

X-ray tube : target	Cu	30	kV	20	mA
slit : (SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS)	, 3 mm
scan mode :	CONTI				
preset time :		1	(s)		
step width :		.05419	(deg/step)		
scan speed :		2	(deg/min)		

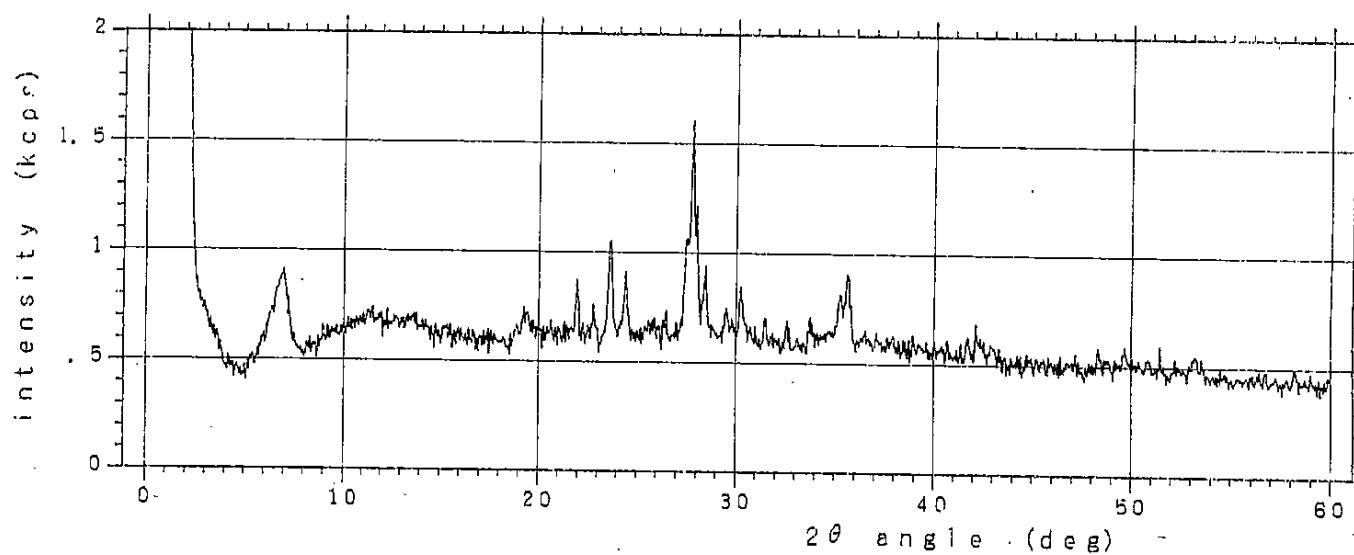


図41 Run H10-4(250°C, 38kgf/cm², 20日間)のX線回折結果

file No. = 58 [98-12-21 18:58:37]

< DOUNEN-NO. 4-EG

> エチレングリコール処理

X-ray tube	:	target Cu	30	kV	20	mA
slit	:	(SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS) . 3 mm
scan mode	:	CONTI				
preset time	:	1 (s)				
step width	:	.05424 (deg/step)				
scan speed	:	2 (deg/min)				

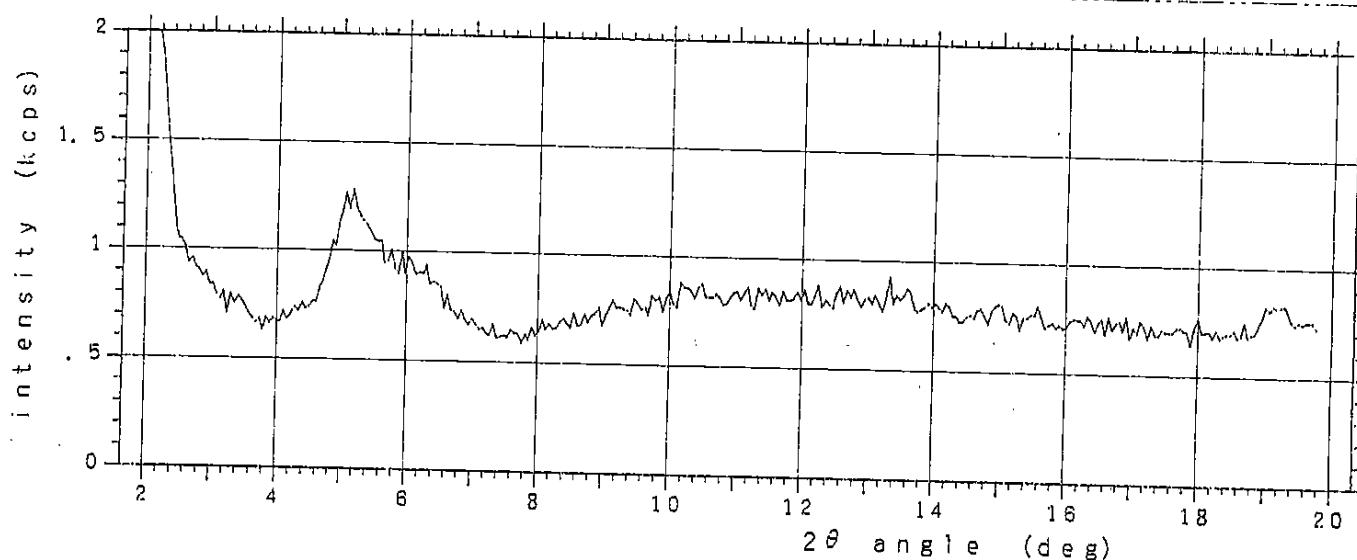


図42 Run H10-4(250°C, 38kgf/cm², 20日間)のX線回折結果

file No. = 47 [98-12-16 19:58:11]

< DOUNEN-NO. 5

> 不定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 3 mm

scan mode : CONTI

preset time : 1 (s)

step width : .05419 (deg/step)

scan speed : 2 (deg/min)

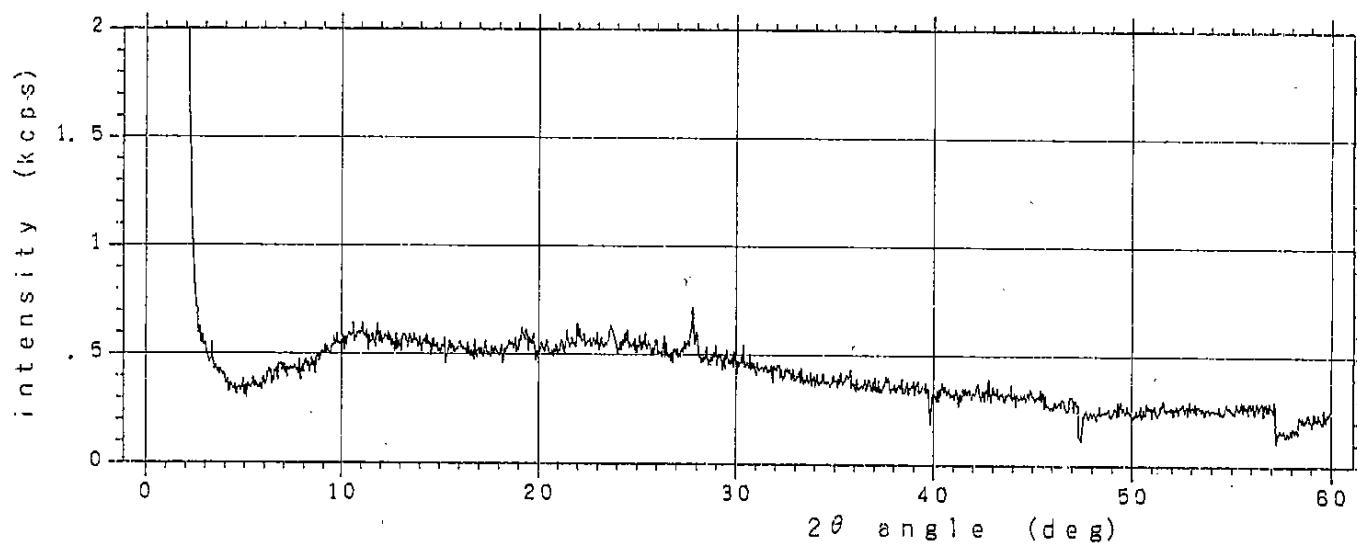


図43 Run H10- 5(250°C, 38kgf/cm², 30日間)のX線回折結果

file No. = 50 [98-12-16 21:33:54]

< DOUNEN-NO. 5-ORIENT > 定方位

X-ray tube	:	target Cu	30	kV	20	mA
slit	:	(SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS) . 3 mm
scan mode	:	CONTI				
preset time	:	1 (s)				
step width	:	. 05419 (deg/step)				
scan speed	:	2 (deg/min)				

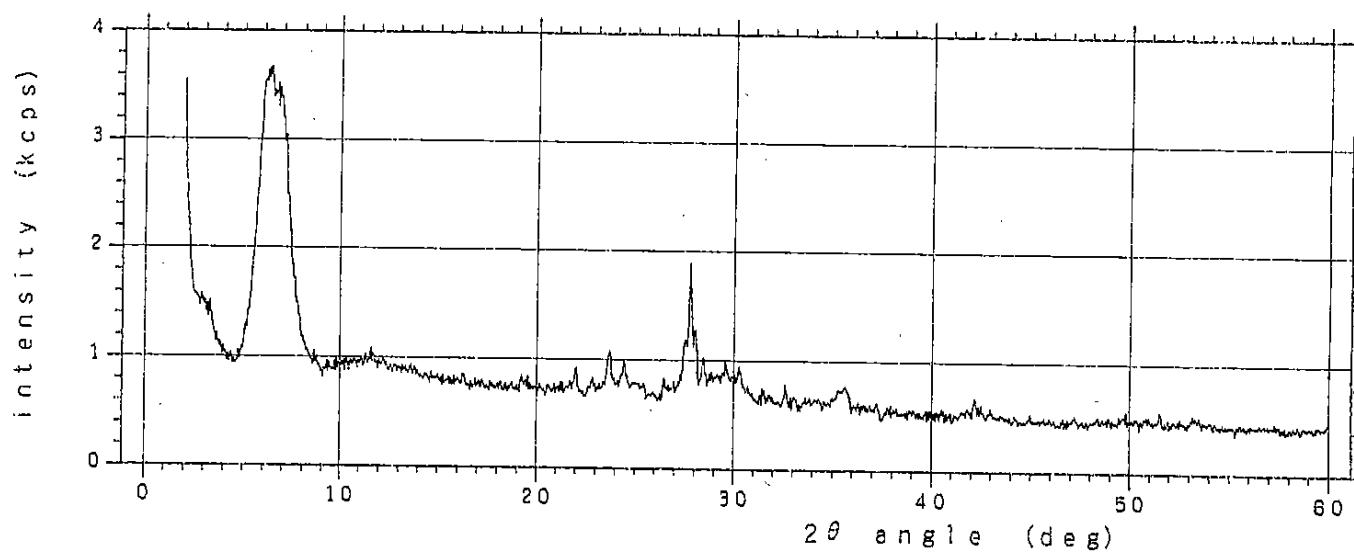


図44 Run H10- 5(250°C, 38kgf/cm², 30日間)のX線回折結果

file No. = 54 [98-12-21 14:57:32]

< DOUNEN-NO. 5-EG > エチレングリコール処理

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 3 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05424 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

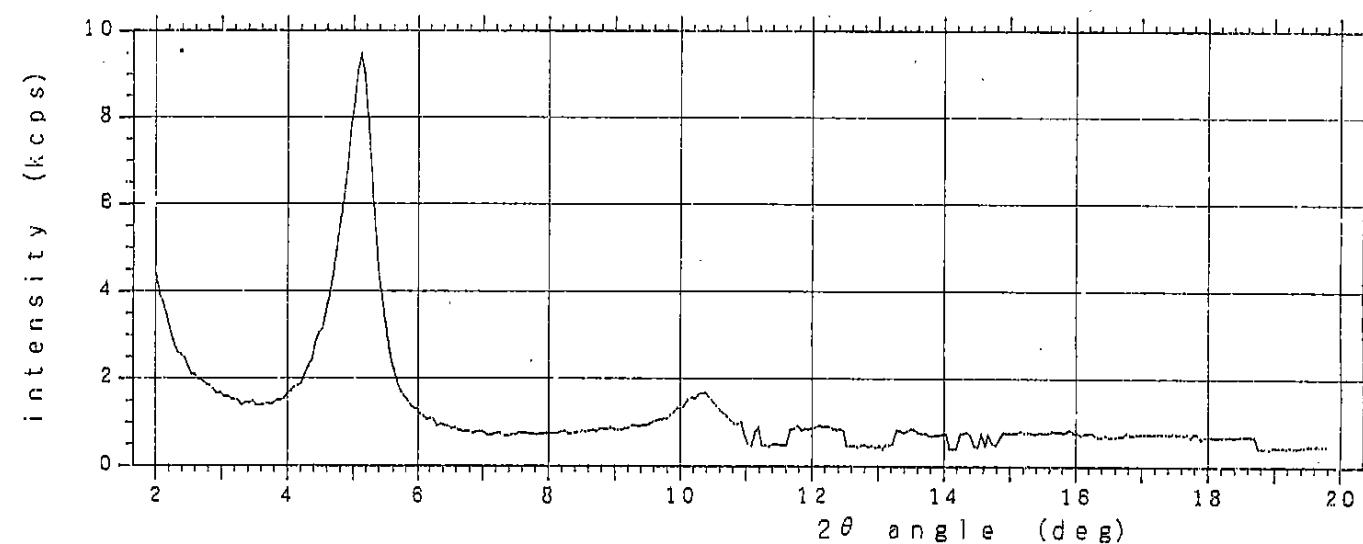


図45 Run H10- 5(250°C, 38kgf/cm², 30日間)のX線回折結果

file No. = 66 [99 - 1-14 12:44:32]

< DOUNEN-NO. 6-BULK > 不定方位

X-ray tube	target	Cu	30	kV	20	mA
slit	(SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS)	.3 mm
scan mode	CONTI					
preset time	1 (s)					
step width	.05419 (deg/step)					
scan speed	2 (deg/min)					

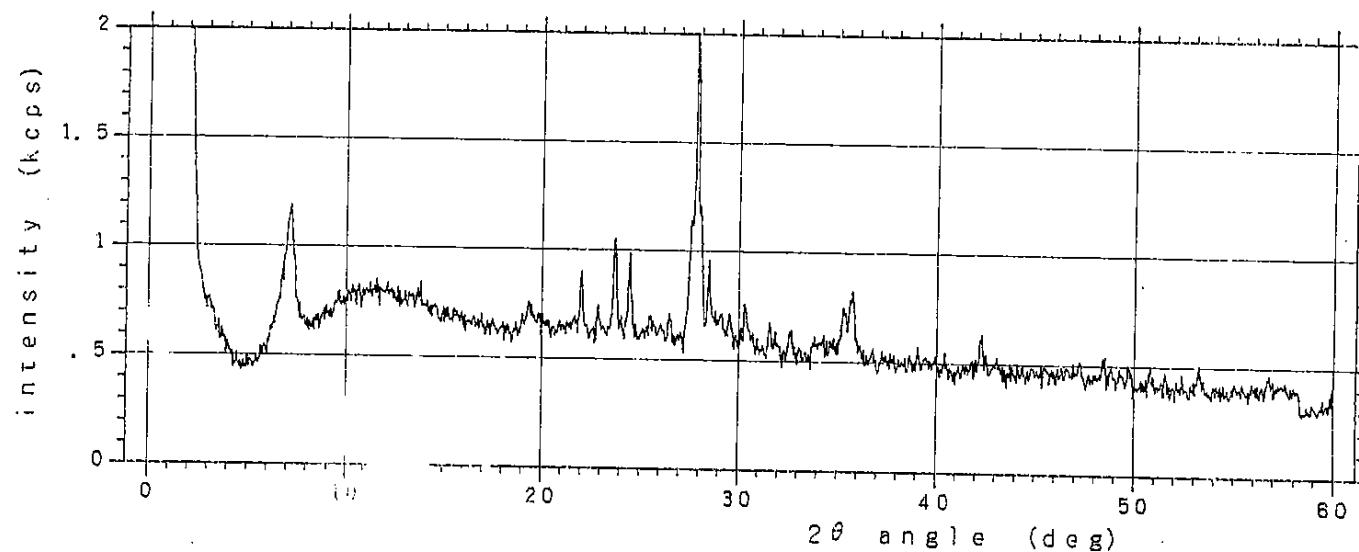


図46 Run H10-6(250°C, 38kgf/cm², 66日間)のX線回折結果

file No. = 62 [99-01-14 10:42:38]

< DOUNEN-NO. 6-ORIENT > 定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) .3 mm
scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05419 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

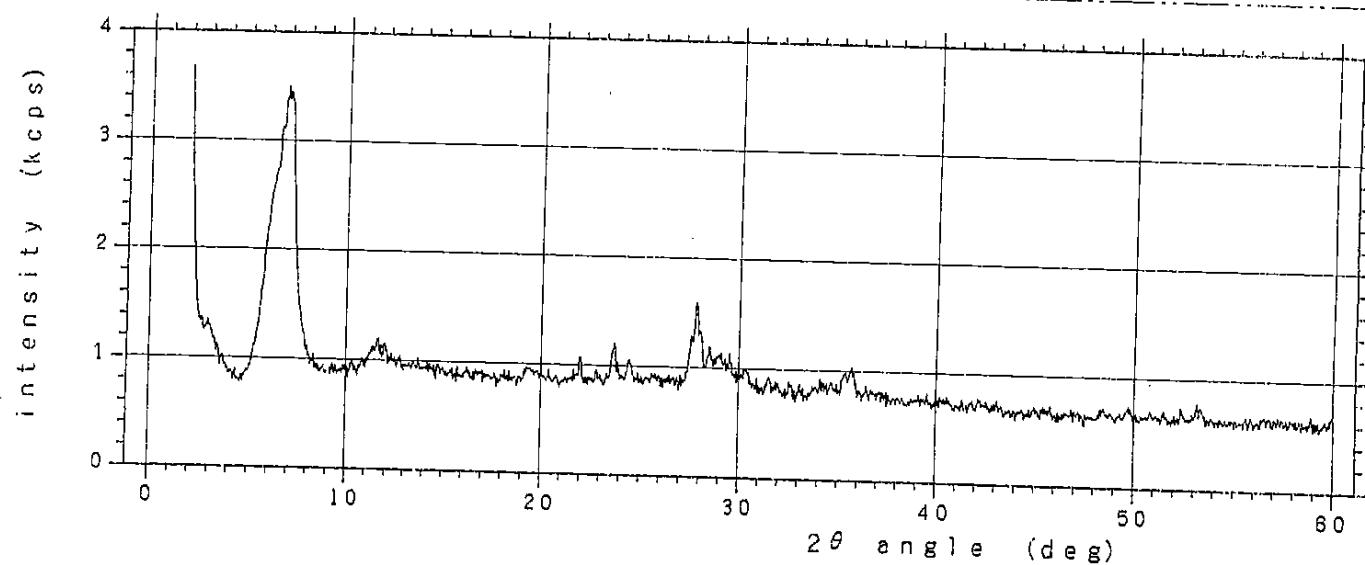


図47 Run H10-6(250°C, 38kgf/cm², 66日間)のX線回折結果

file No. = 1 [99-01-14 19:11:06]

< DOUNEN-NO. 6-EG

> エチレングリコール処理

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) .3 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05424 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

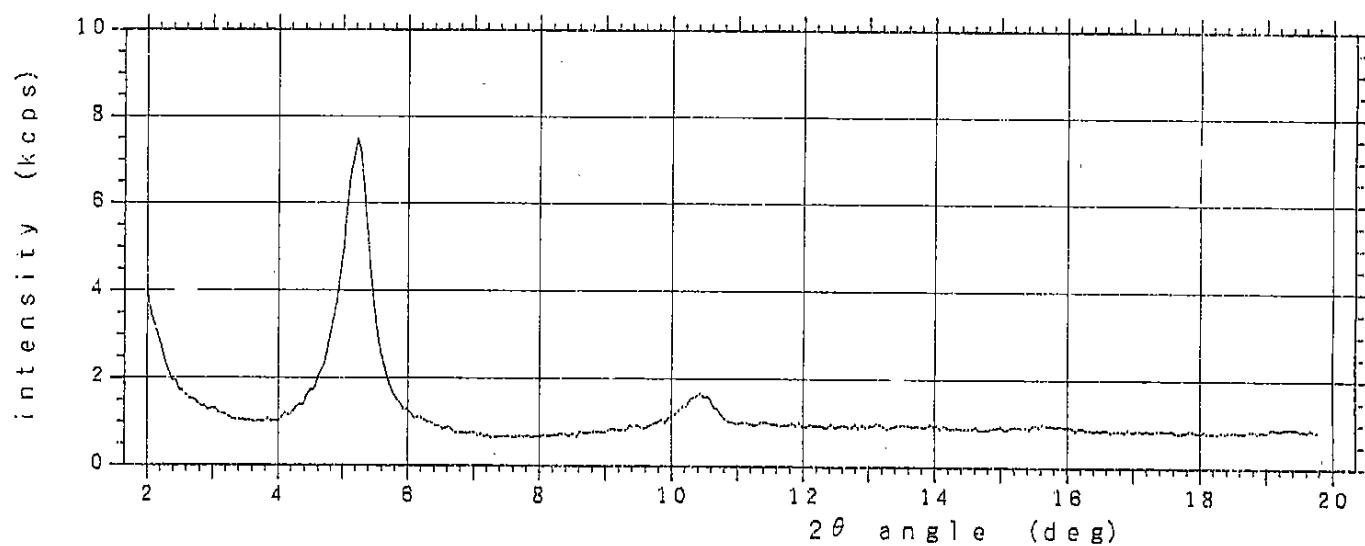


図48 Run H10-6(250°C, 38kgf/cm², 66日間)のX線回折結果

file No. = 38 [98-11-20 15:49:28]

< No. 3-DOUENEN

> 不定方位

X-ray tube	:	target Cu	30 kV	20 mA
slit	:	(SS) 1 deg	(DS) 1 deg	(RS) . 3 mm
scan mode	:	CONTI		
preset time	:	1 (s)		
step width	:	. 05419 (deg/step)		
scan speed	:	2 (deg/min)		

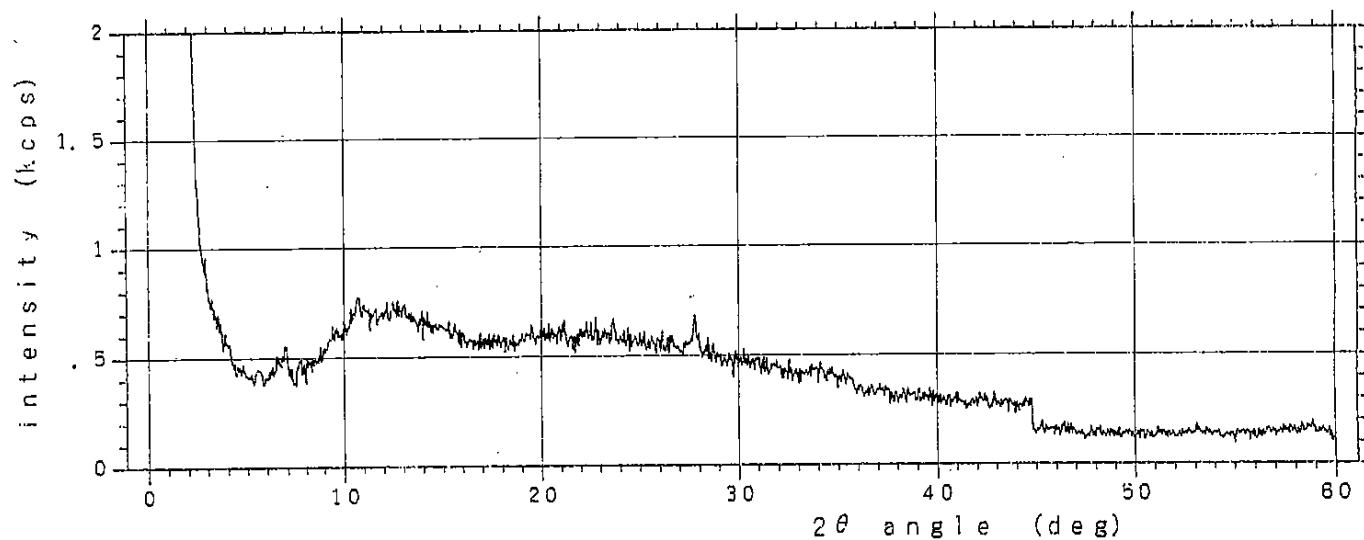


図49 Run H10- 3(300°C, 83kgf/cm², 20日間)のX線回折結果

file No. = 40 [98-11-20 16:59:01]

< No. 3-orient

> 定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 3 mm

scan mode : CONTI

preset time : 1 (s)

step width : .05419 (deg/step)

scan speed : 2 (deg/min)

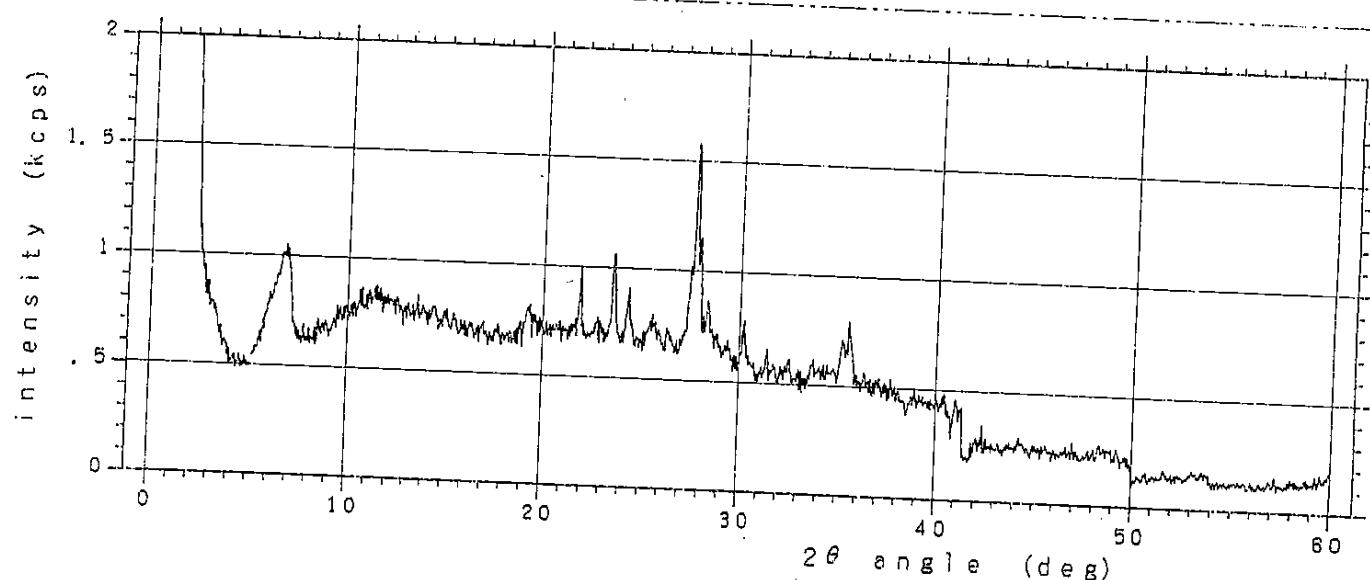


図50 Run H10-3(300°C, 83kgf/cm², 20日間)のX線回折結果

file No. = 59 [98-12-21 19:09:18]

< DOUNEN-NO. 3-EG > エチレングリコール処理

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) 3 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05424 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

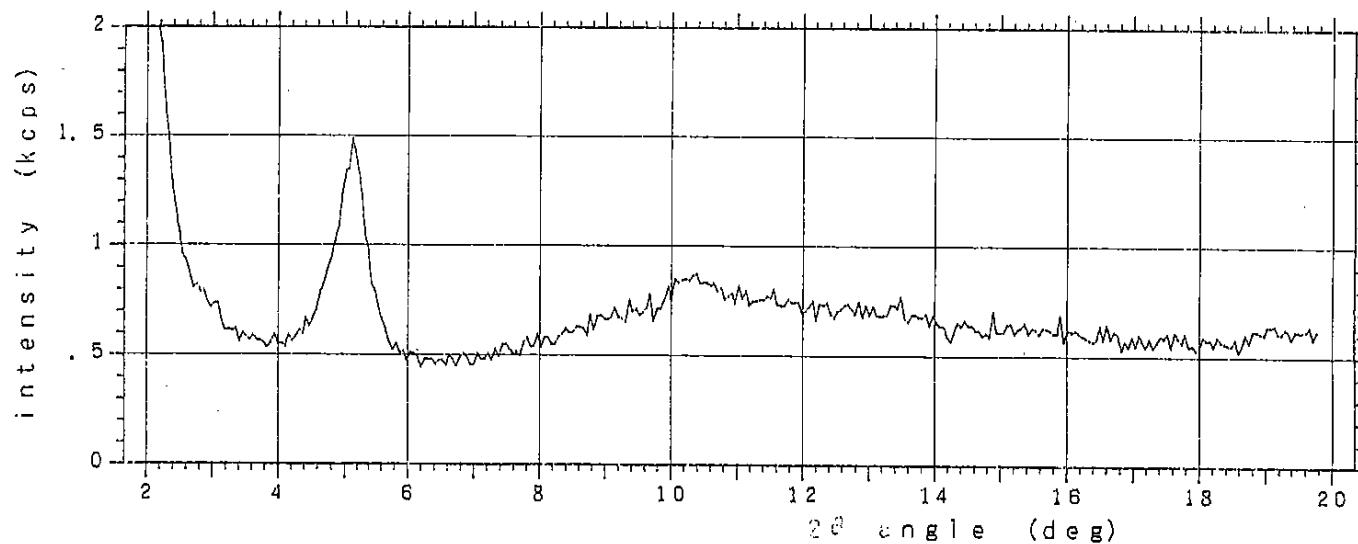


図51 Run H10-3(300°C, 83kgf/cm², 20日間)のX線回折結果

file No. = 48 [98-12-16 20:29:17]

< DOUNEN-NO. 7

> 不定方位

X-ray tube : target Cu 30 KV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) . 3 mm
scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : . 05419 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

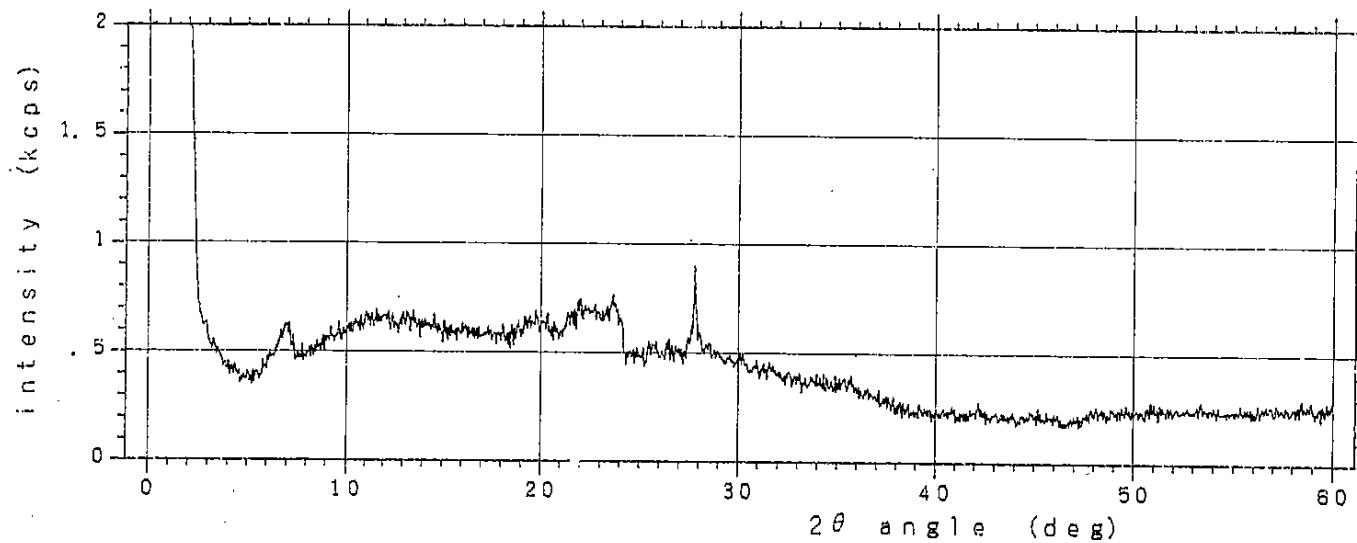


図52 Run H10-7(300°C, 83kgf/cm², 30日間)のX線回折結果

file No. = 51 [98-12-16 22:04:42]

< DOUNEN-NO. 7-ORIENT > 定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) .3 mm
scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05419 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

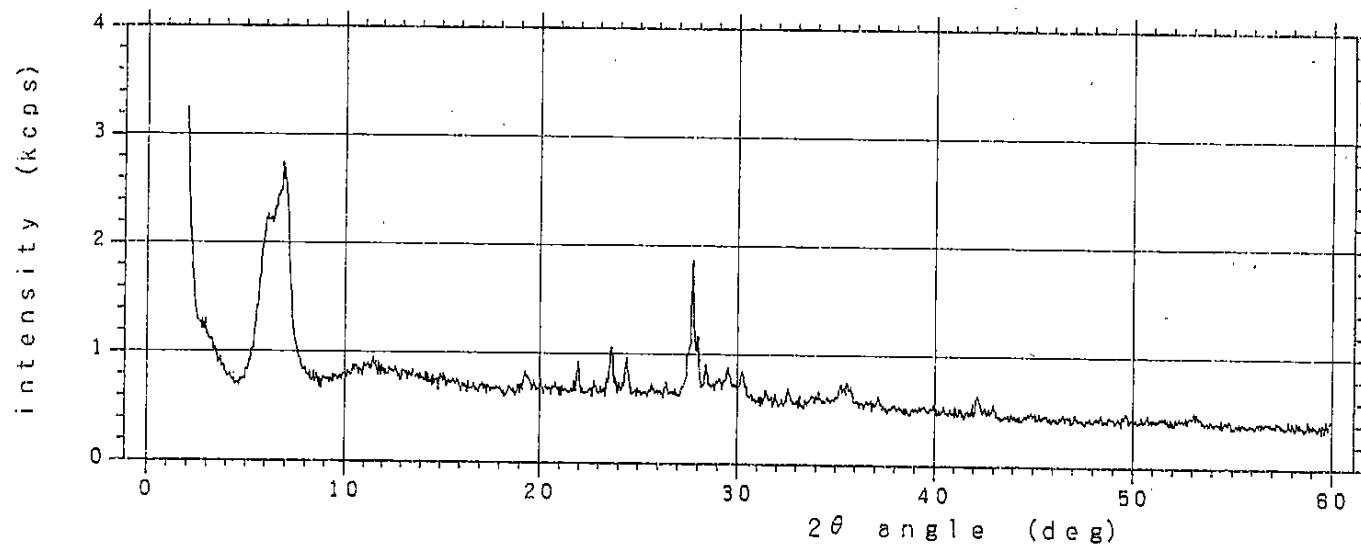


図53 Run H10-7(300°C, 83kgf/cm², 30日間)のX線回折結果

file No. = 55 [98-12-21 15:09:37]

< DOUNEN-NO. 7-EG

> エチレングリコール処理

X-ray tube	:	target Cu	30	kV	20	mA				
slit	:	(SS)	1	deg	(DS)	1	deg	(RS)	, 3	mm
scan mode	:	CONTI								
preset time	:	1 (s)								
step width	:	.05424 (deg/step)								
scan speed	:	2 (deg/min)								

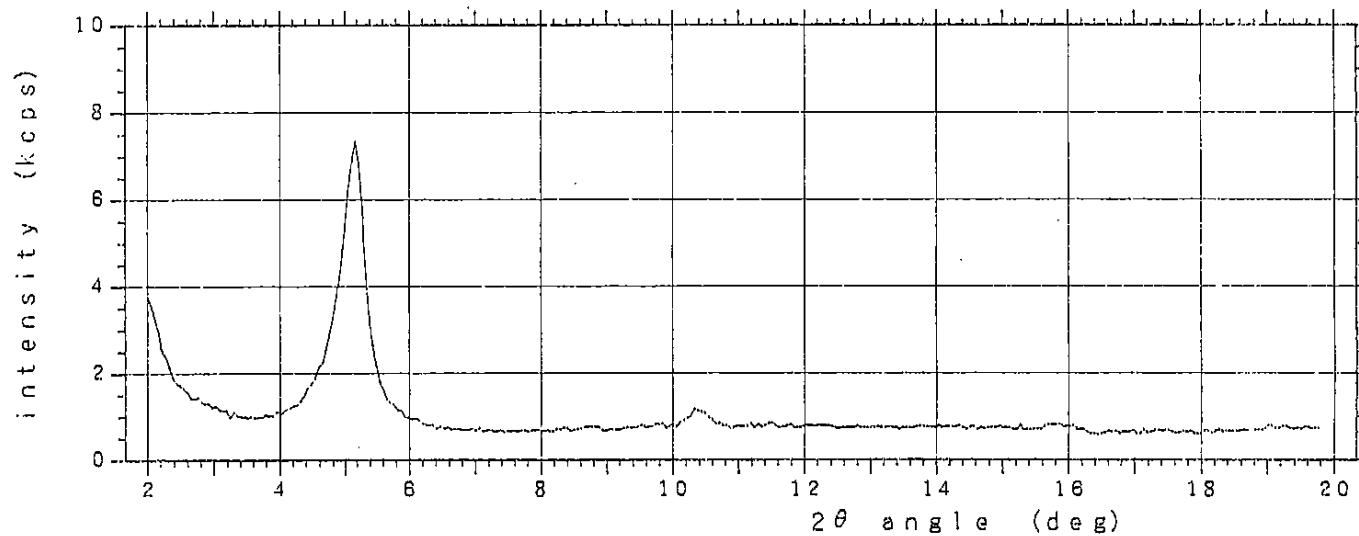


図54 Run H10-7(300°C, 83kgf/cm², 30日間)のX線回折結果

file No. = 5 [99-03-04 13:18:19]

< DOUNEN-9-BULK > 不定方位

```

X-ray tube : target Cu      30 kV      20 mA
slit       : (SS)  1 deg   (DS)  1 deg   (RS) .3 mm

scan mode : CONTI
preset time :      2 (s)
step width : .08756 (deg/step)
scan speed :      2 (deg/min)

```

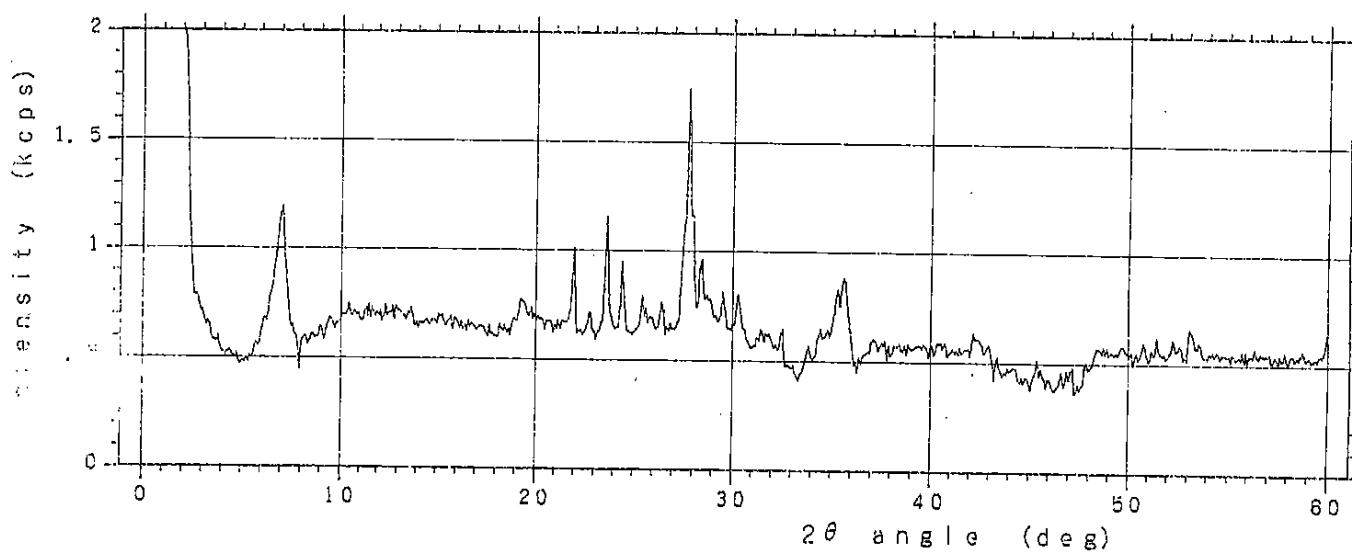


図55 Run H10-9(300°C, 83kgf/cm², 62日間)のX線回折結果

file No. = 13 [99-03-05 11:41:43]

< DOUNEN-9-ORIENT > 定方位

X-ray tube	:	targer Cu	30	kV	20	mA
slit	:	(SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS) . 3 mm
scan mode	:	CONTI				
preset time	:	1 (s)				
step width	:	. 05419 (deg/step)				
scan speed	:	2 (deg/min)				

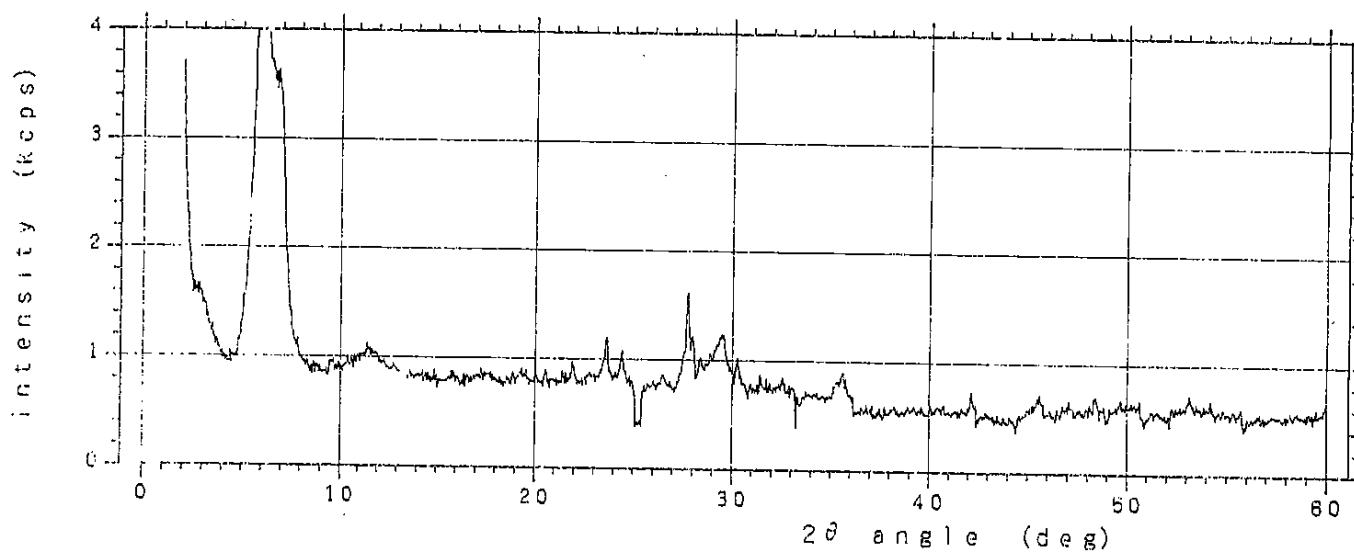


図56 Run H10- 9(300°C, 83kgf/cm², 62日間)のX線回折結果

file No. = 19

[99-03-05 17:30:33]

< DOUNEN-9-EG

> エチレングリコール処理

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) . 3 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : . 05424 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

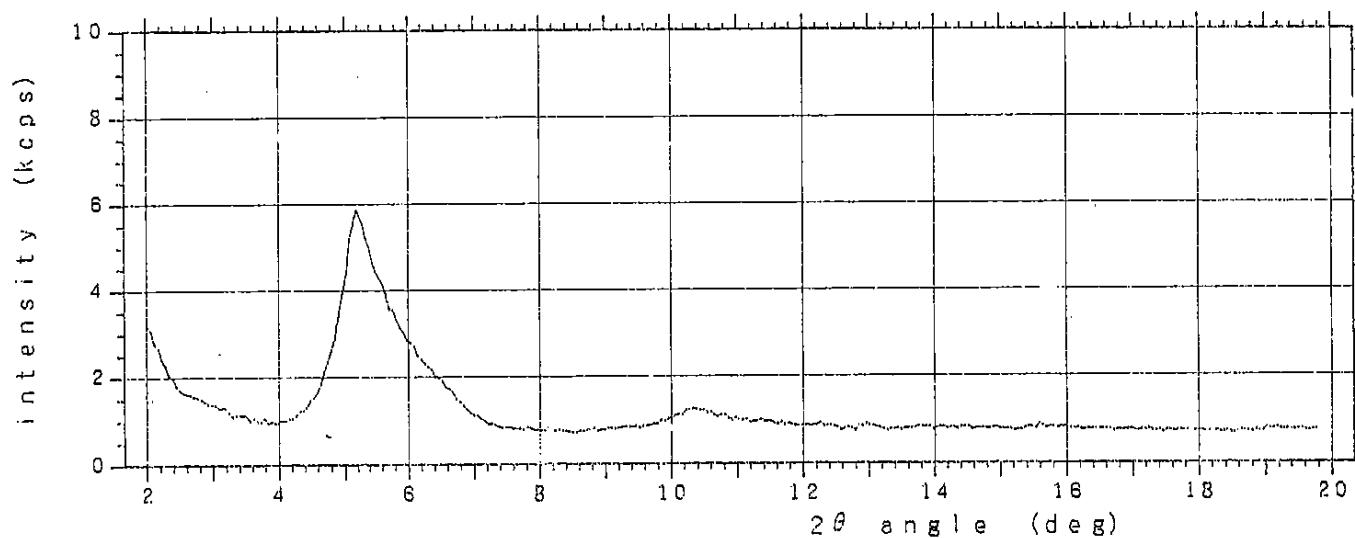


図57 Run H10- 9(300°C, 83kgf/cm², 62日間)のX線回折結果

file No. = 9 [99-03-04 15:27:38]

< DOUNEN-13-BULK > 不定方位

X-ray tube : target	Cu	30	kV	20	mA
slit : (SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS)	.3 mm
scan mode :	CONTI				
preset time :		2	(s)		
step width :	.08756	(deg/step)			
scan speed :		2	(deg/min)		

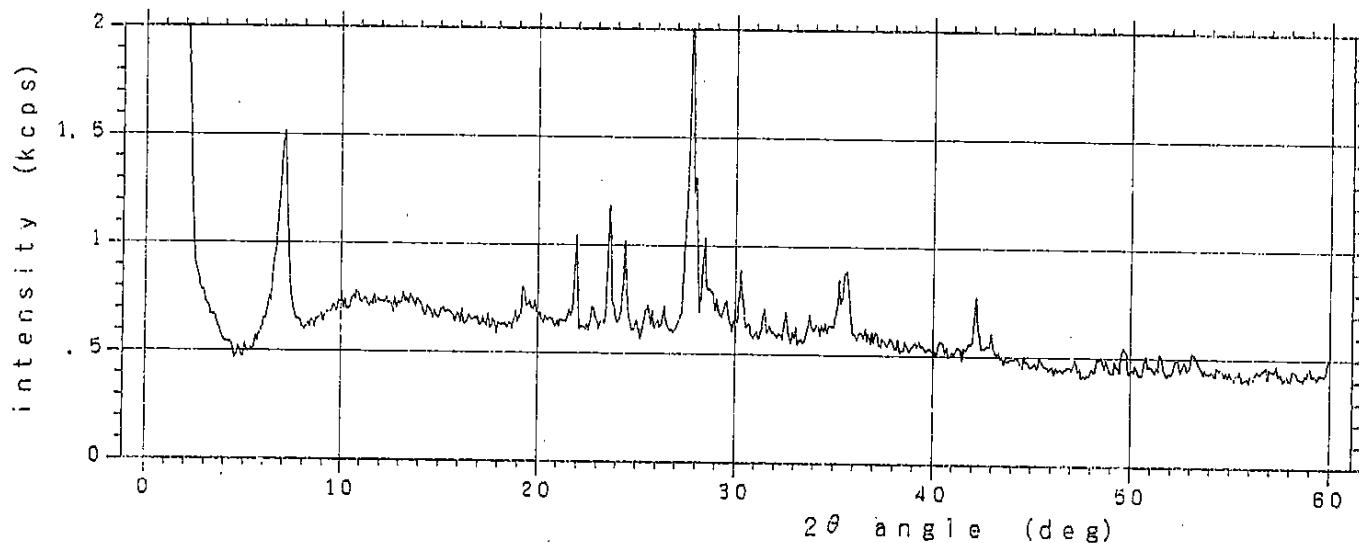


図58 Run H10-13(350°C, 160kgf/cm², 21日間)のX線回折結果

file No. = 16 [99-03-05 13:14:49]

< DOUNEN-13-ORIENT > 定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS), 3 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05419 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

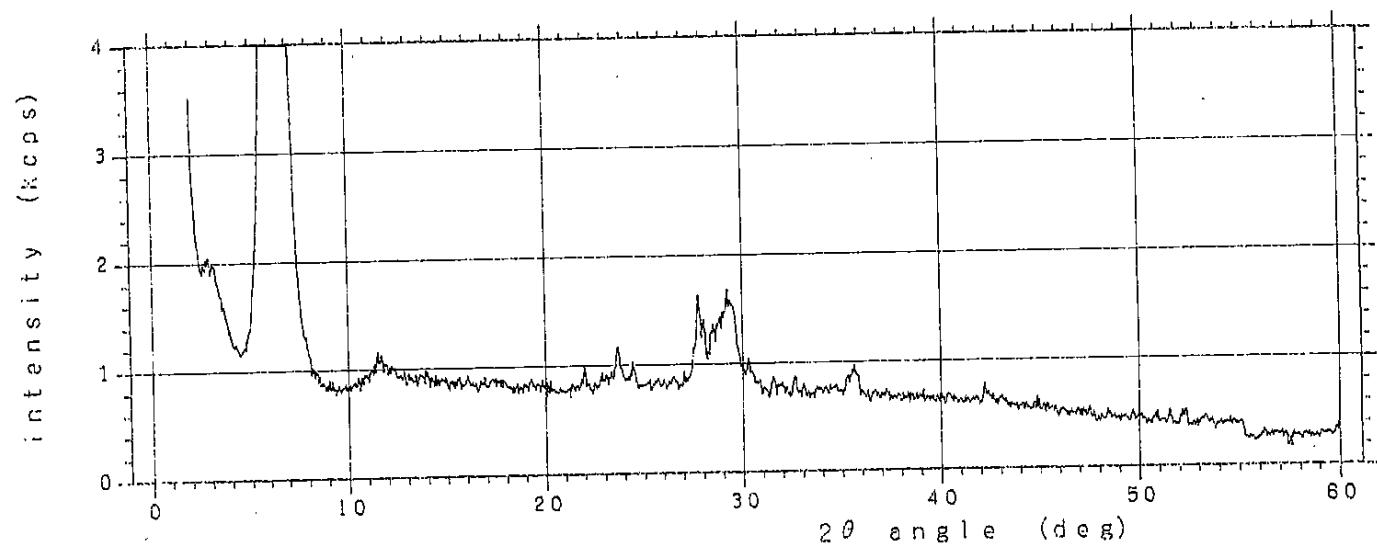


図59 Run H10-13(350°C, 160kgf/cm², 21日間)のX線回折結果

file No. = 22 [99-03-05 18:50:55]

< DOUNEN-13-EG

> エチレングリコール処理

X-ray tube	:	target Cu	30	kV	20	mA				
slit	:	(SS)	1	deg	(DS)	1	deg	(RS)	, 3	mm
scan mode	:	CONTI								
preset time	:	1 (s)								
step width	:	.05426 (deg/step)								
scan speed	:	2 (deg/min)								

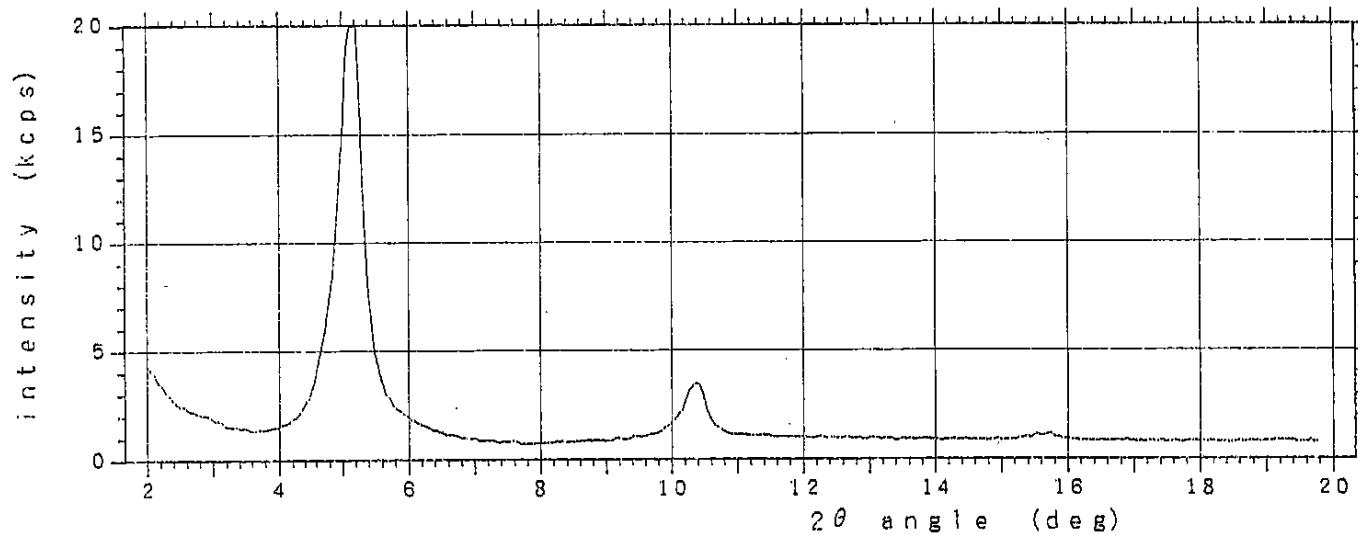


図60 Run H10-13(350°C, 160kgf/cm², 21日間)のX線回折結果

file No. = 10 [99-03-04 15:58:06]

< DOUNEN-14-BULK

> 不定方位

X-ray tube :	target	Cu	30	kV	20	mA
slit :	(SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS)	. 3 mm
scan mode :	CONTI					
preset time :	2 (s)					
step width :	. 08756 (deg/step)					
scan speed :	2 (deg/min)					

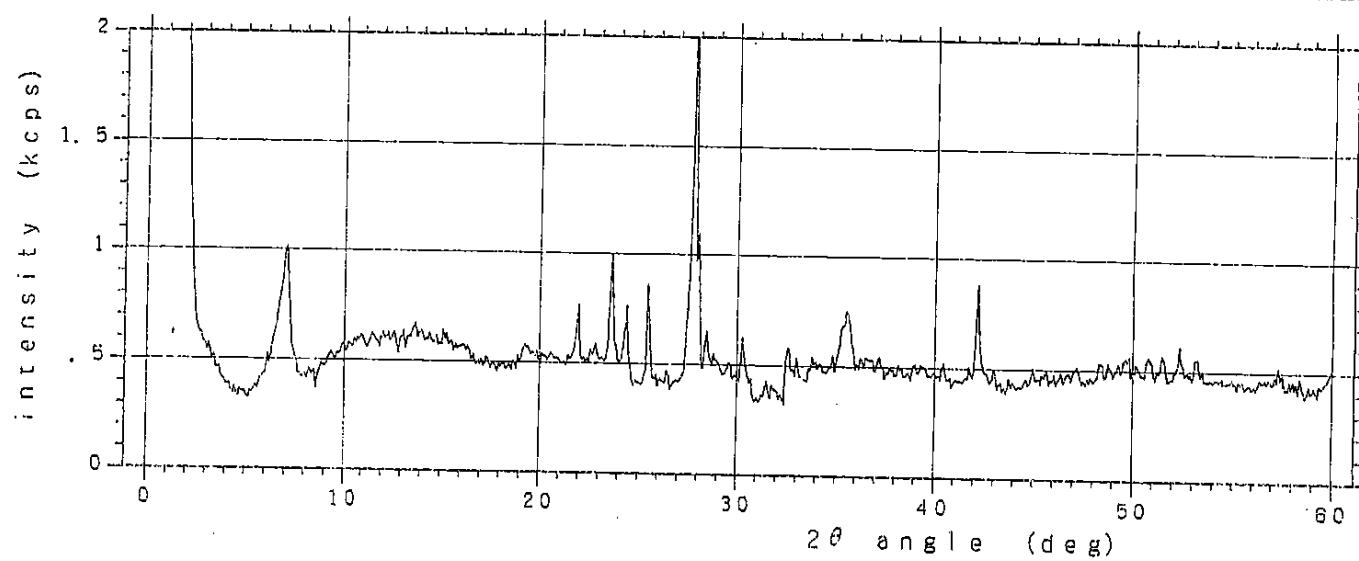


図61 Run H10-14(350°C, 160kgf/cm², 21日間)のX線回折結果

file No. = 17 [99-03-05 13:47:20]

< DOUNEN-14-ORIENT > 定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) .3 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05419 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

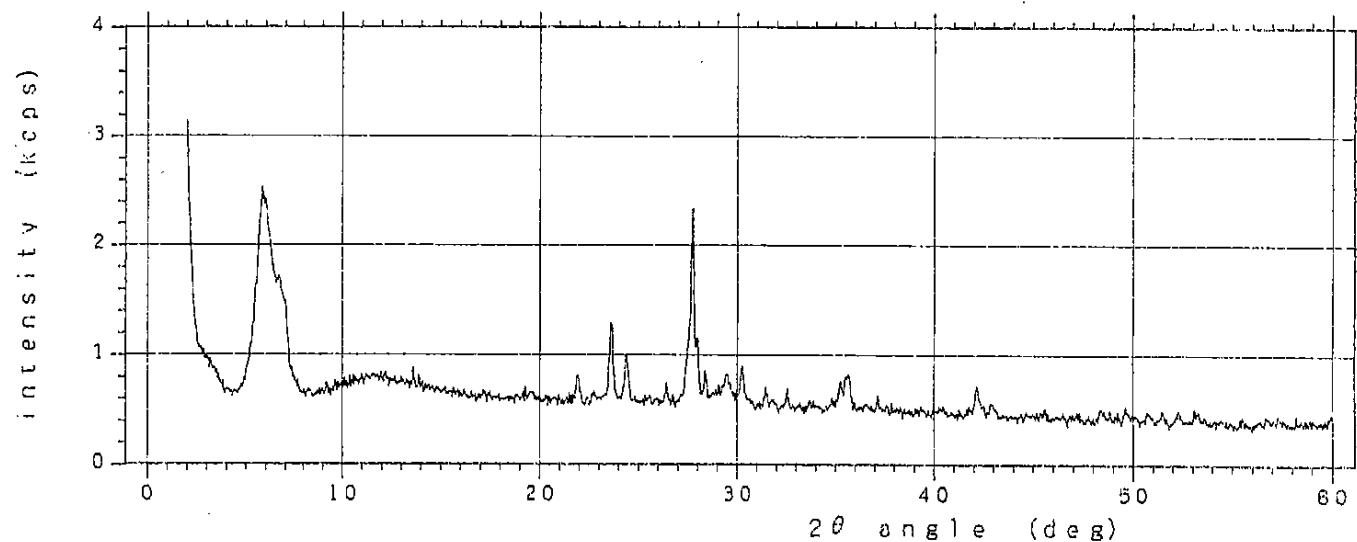


図62 Run H10-14(350°C, 160kgf/cm², 21日間)のX線回折結果

file No. = 23 [99-03-05 19:03:26]

< DOUNEN-14-EG

> エチレングリコール処理

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) . 3 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : .05426 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

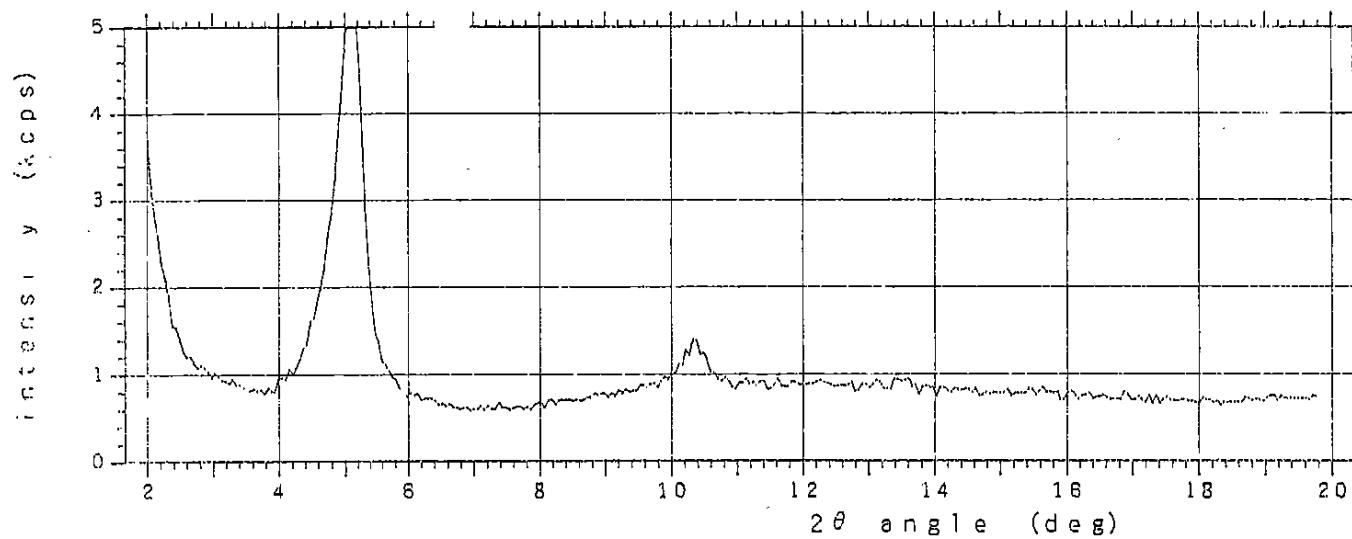


図63 Run H10-14(350°C, 160kgf/cm², 21日間)のX線回折結果

file No. = 46 [98-12-16 19:26:16]

< DOUNEN-NO. 1

> 不定方位

X-ray tube	:	target	Cu	30	kV	20	mA
slit	:	(SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS)	3 mm
scan mode	:	CONTI					
preset time	:	1 (s)					
step width	:	.05419 (deg/step)					
scan speed	:	2 (deg/min)					

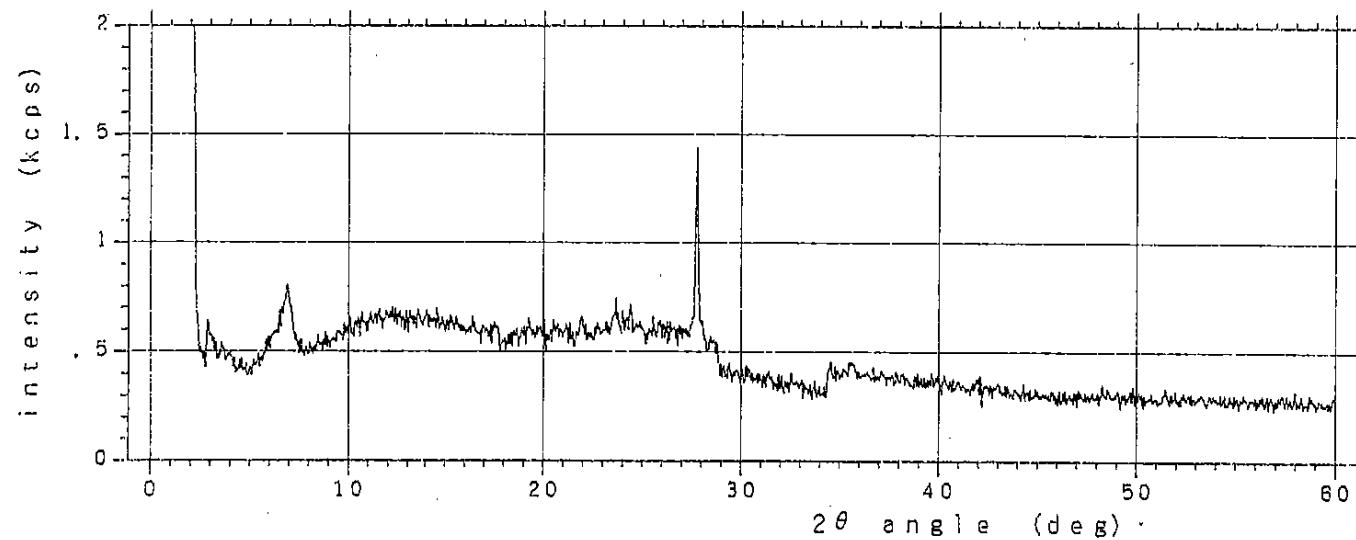


図64 Run H10-1(350°C, 160kgf/cm², 32日間)のX線回折結果

file No. = 49 [98-12-16 21:02:59]

< DOUNEN-NO. 1-ORIENT > 定方位

X-ray tube	:	target Cu	30 kV	20 mA
slit	:	(SS) 1 deg	(DS) 1 deg	(RS) . 3 mm
scan mode	:	CONTI		
preset time	:	1 (s)		
step width	:	. 05419 (deg/step)		
scan speed	:	2 (deg/min)		

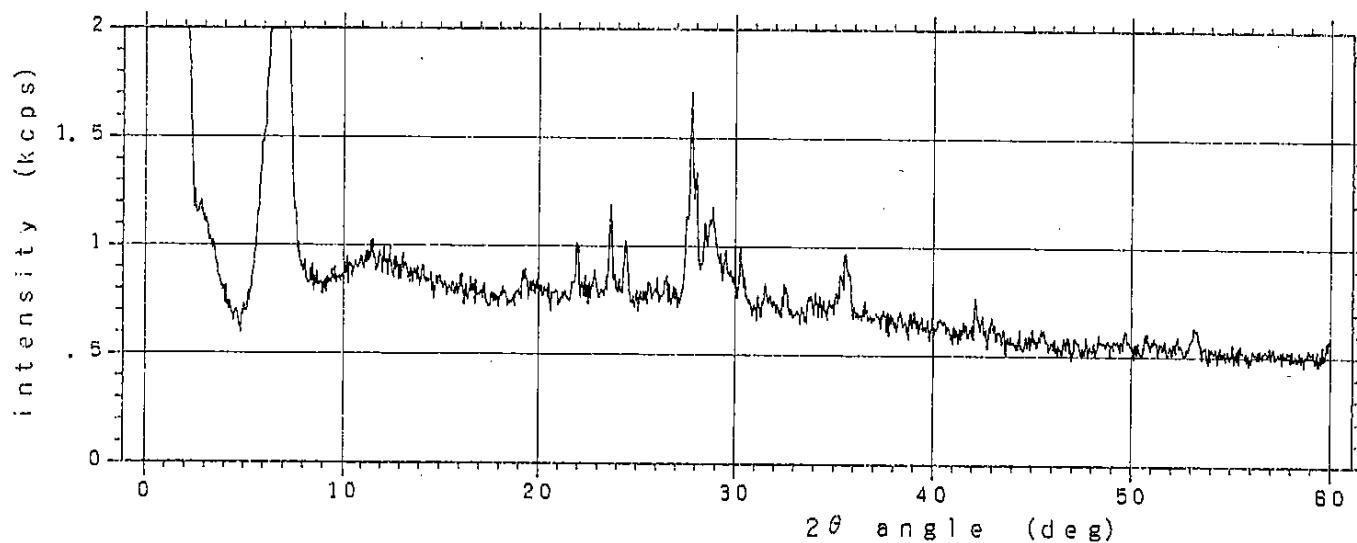


図65 Run H10-1(350°C, 160kgf/cm², 32日間)のX線回折結果

file No. = 53 [98-12-21 14:33:23]

< DOUNEN-NO, 1-EG > エチレングリコール処理

X-ray tube	:	target Cu	30 kV	20 mA
slit	:	(SS) 1 deg	(DS) 1 deg	(RS) 3 mm
scan mode	:	CONTI		
preset time	:	1 (s)		
step width	:	.05424 (deg/step)		
scan speed	:	2 (deg/min)		

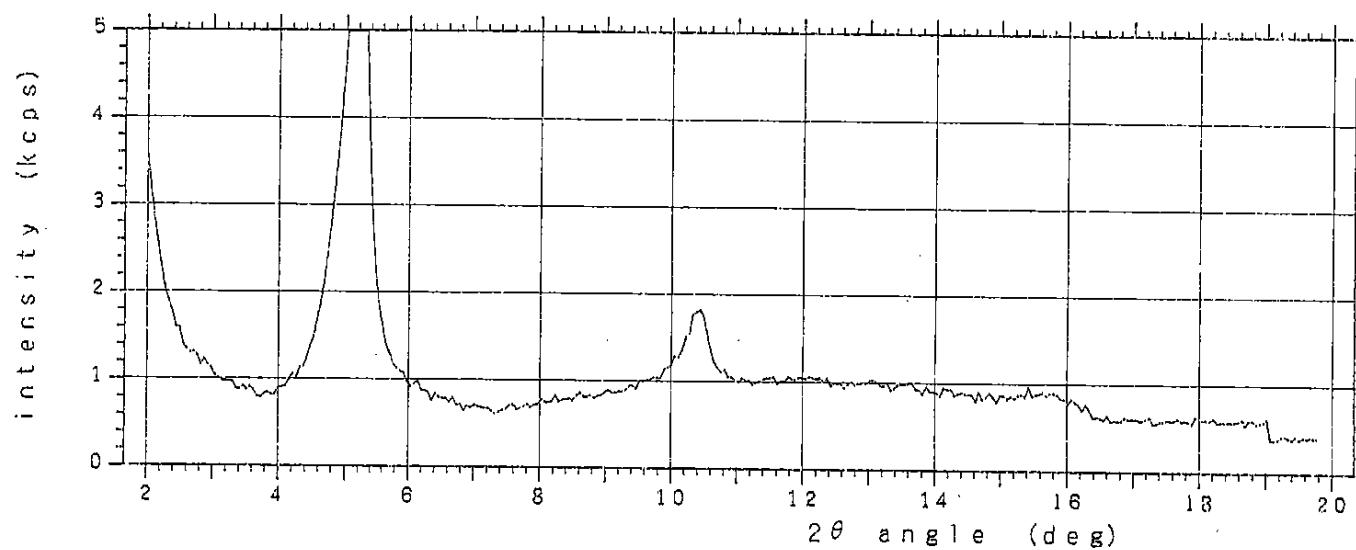


図66 Run H10-1(350°C, 160kgf/cm², 32日間)のX線回折結果

file No. = 52 [98-12-21 14:19:09]

< DOUNEN-NO. 2

> 不定方位

X-ray tube	:	target Cu	30	kV	20	mA
slit	:	(SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS) . 3 mm
scan mode	:	CONTI				
preset time	:	1 (s)				
step width	:	. 05419 (deg/step)				
scan speed	:	2 (deg/min)				

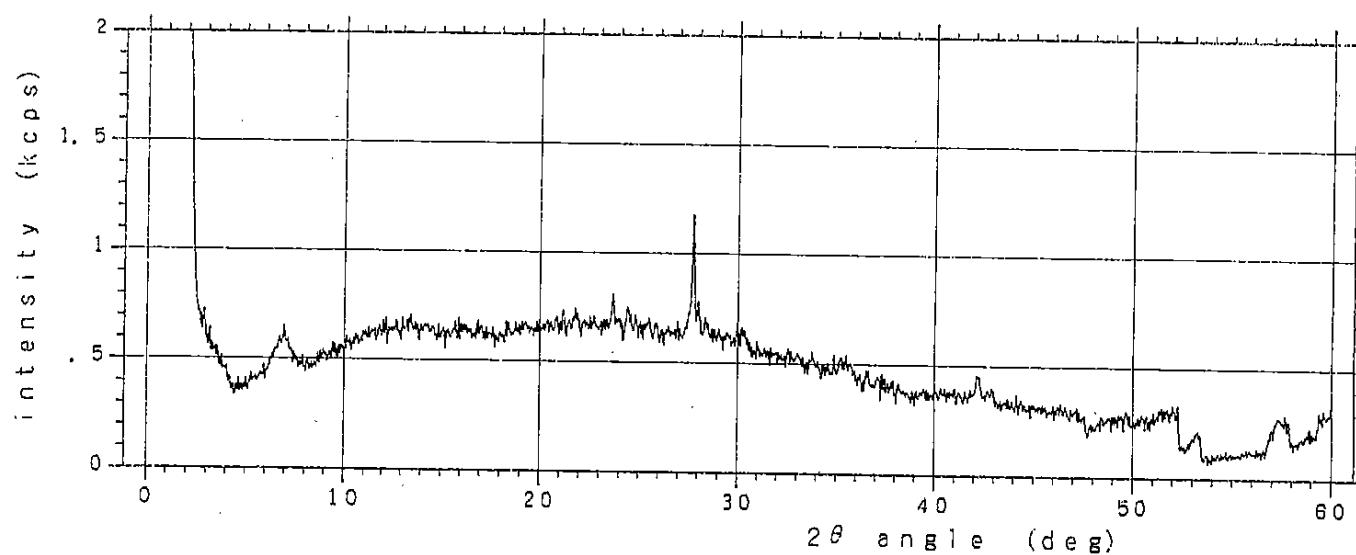


図67 Run H10-2(350°C, 160kgf/cm², 62日間)のX線回折結果

file No. = 56 [98-12-21 15:55:24]

< DOUNEN-NO. 2-ORIENT > 定方位

X-ray tube : target Cu 30 kV 20 mA
slit : (SS) 1 deg (DS) 1 deg (RS) . 3 mm

scan mode : CONTI
preset time : 1 (s)
step width : . 05419 (deg/step)
scan speed : 2 (deg/min)

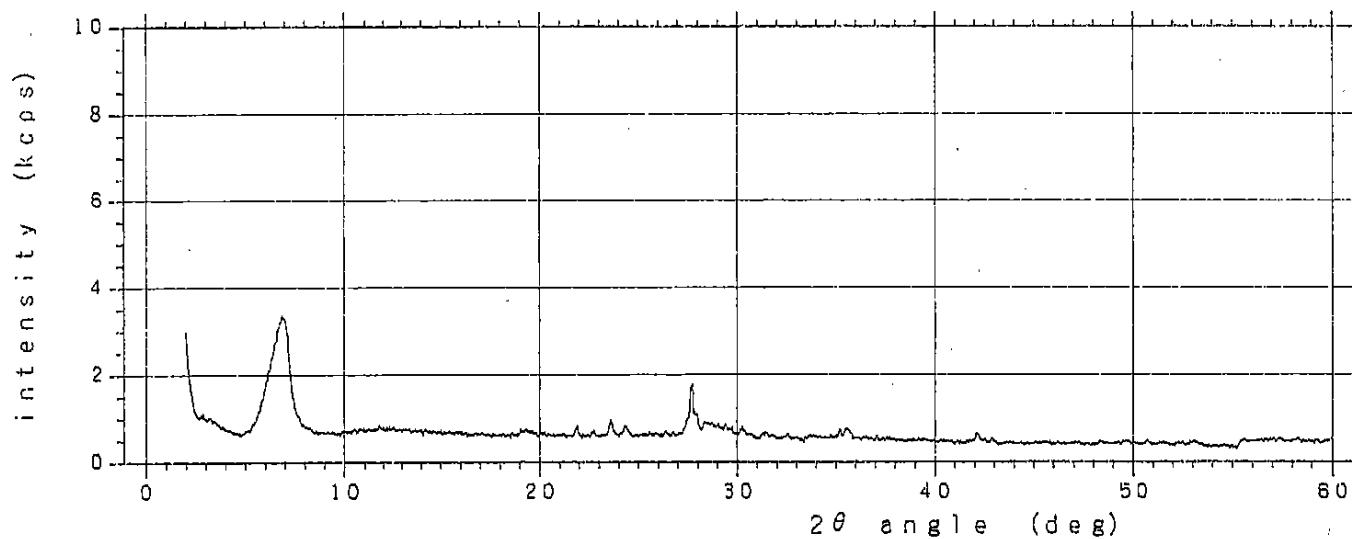


図68 Run H10-2(350°C, 160kgf/cm², 62日間)のX線回折結果

file No. = 60 [98-12-21 19:31:21]

< DOUNEN-NO. 2-EG

> エチレングリコール処理

X-ray tube	:	target Cu	30	kV	20	mA
slit	:	(SS)	1 deg	(DS)	1 deg	(RS) . 3 mm
scan mode	:	CONTI				
preset time	:	1 (s)				
step width	:	. 05426 (deg/step)				
scan speed	:	2 (deg/min)				

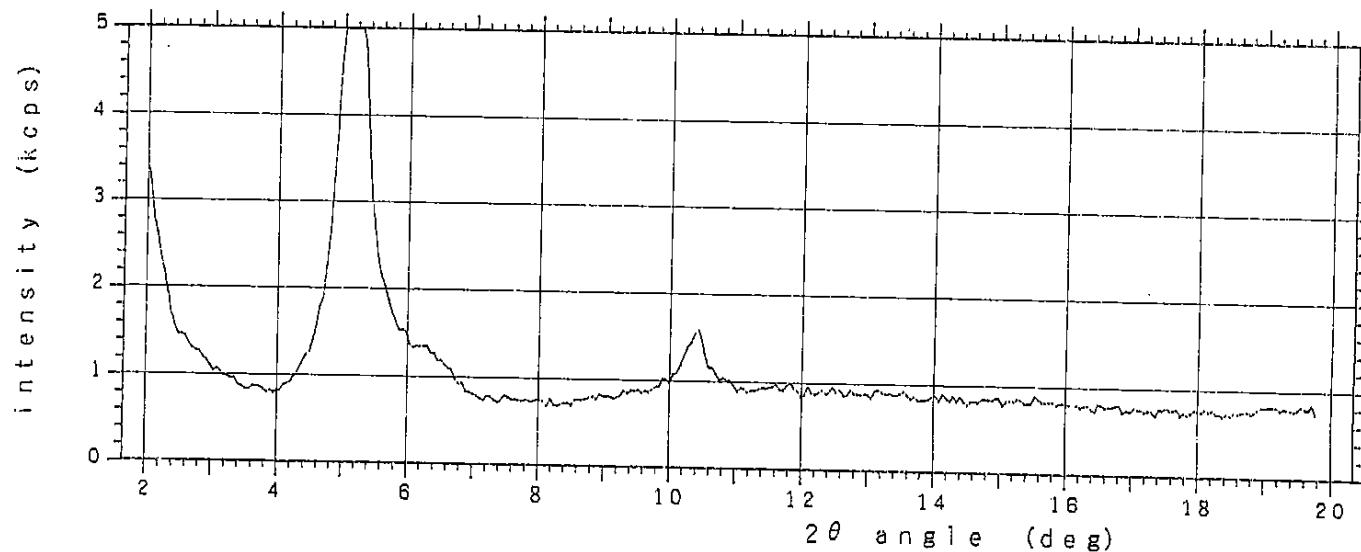


図69 Run H10-2(350°C, 160kgf/cm², 62日間)のX線回折結果

添付資料 2. 実験データ集

溶液の分析結果 — 表 1

表1 溶液の分析結果

平成9年度								
実験条件			濃度 (Wt%)					
試料溶液	温度 (°C)	日 数	Na	K	Mg	Ca	Fe	Mn
海水			1.6568	0.0382	0.1944	0.0576	0.0000	0.0000
H 9- 2	400	12	7.6406	1.4844	6.0651	2.3380	0.0105	0.0314
H 9- 3	400	30	2.3355	0.1652	0.0149	0.5746	0.0010	0.0022
H 9- 7	400	20	1.8753	0.3511	0.0048	0.1014	0.0070	0.0079
H 9-12	350	10	3.4987	0.0587	0.0211	0.2961	0.0174	0.0149
H 9-13	350	21	4.5039	0.0662	0.0228	0.3220	0.0139	0.0057
H 9-14	350	32	1.5054	0.1780	0.0033	0.0762	0.0088	0.0000
H 9-大学1	100	367	0.8352	0.0125	0.1165	0.1977	0.0008	0.0015
H 9-大学2	150	367	1.0122	0.0272	0.0648	0.2387	0.0070	0.0134
平成10年度								
海水			1.1090	0.0464	0.0063	0.0434	0.0002	0.0000
H10- 1	350	32	0.7911	0.1252	0.0026	0.0935	0.0042	0.0011
H10- 2	350	60	1.1582	0.1819	0.0041	0.1255	0.0063	0.0023
H10- 3	300	20	1.2741	0.2689	0.0062	0.1481	0.0015	0.0014
H10- 4	250	20	1.4194	0.1218	0.0075	0.1520	0.0001	0.0004
H10- 5	250	30	0.7292	0.0681	0.0077	0.0884	0.0034	0.0016
H10- 6	250	66	0.8374	0.0845	0.0053	0.1134	0.0020	0.0006
H10- 7	300	30	0.8086	0.0857	0.0041	0.1009	0.0033	0.0017
H10- 9	300	62	1.1744	0.1324	0.0061	0.1352	0.0054	0.0022
H10-10	200	62	0.7821	0.0531	0.0216	0.0898	0.0013	0.0011
H10-11	200	31	1.1964	0.0479	0.0273	0.0804	0.0021	0.0010
H10-13	350	21	0.9305	0.1006	0.0041	0.1089	0.0063	0.0028
H10-14	350	21	1.0059	0.1113	0.0049	0.1035	0.0059	0.0022
H10-15	200	20	1.2316	0.0441	0.0365	0.0067	0.0026	0.0010

添付資料 3. 実験データ集

実験期間と温度の関係 — 図 1~図 6

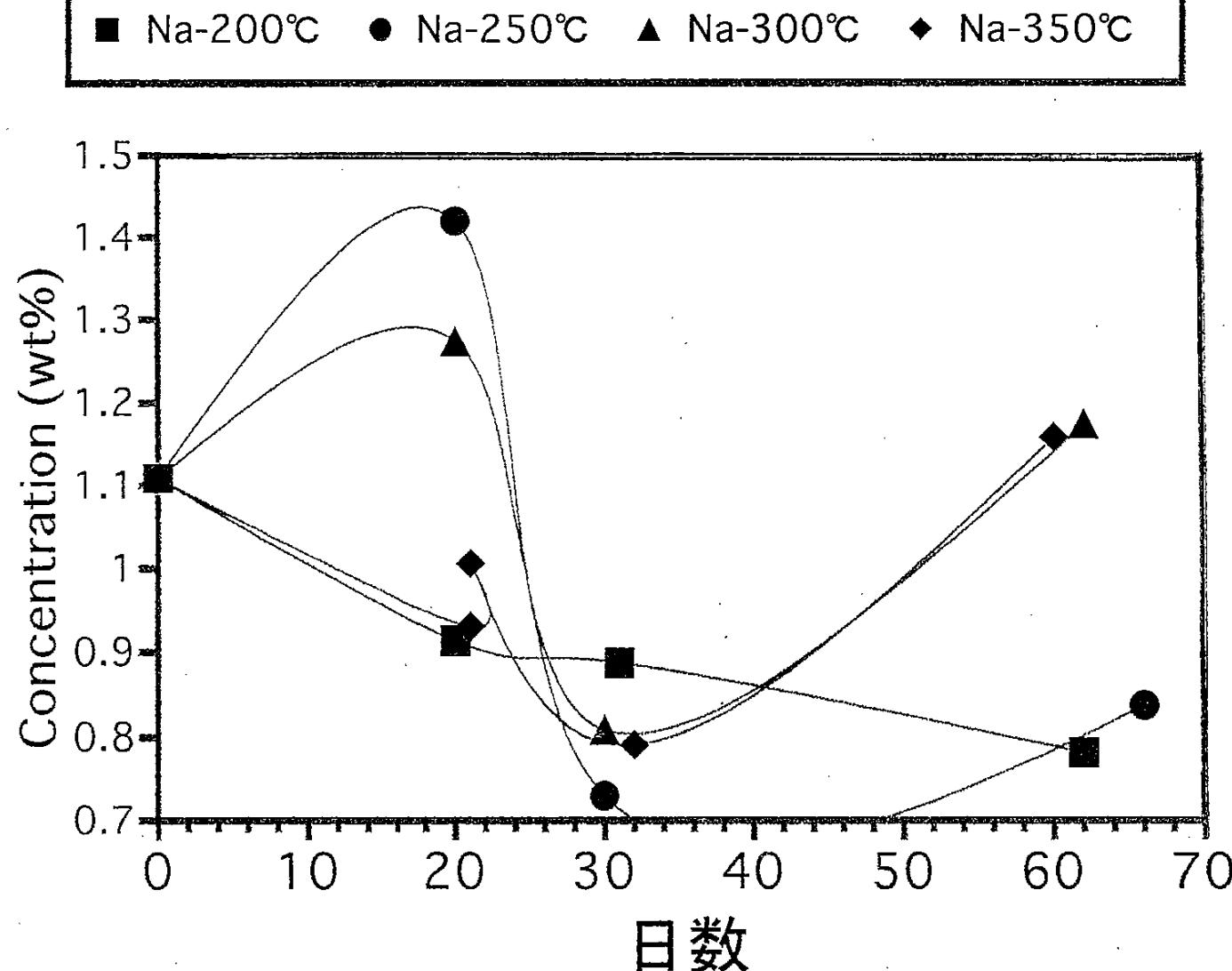


図1 実験期間と濃度の関係 (Na)

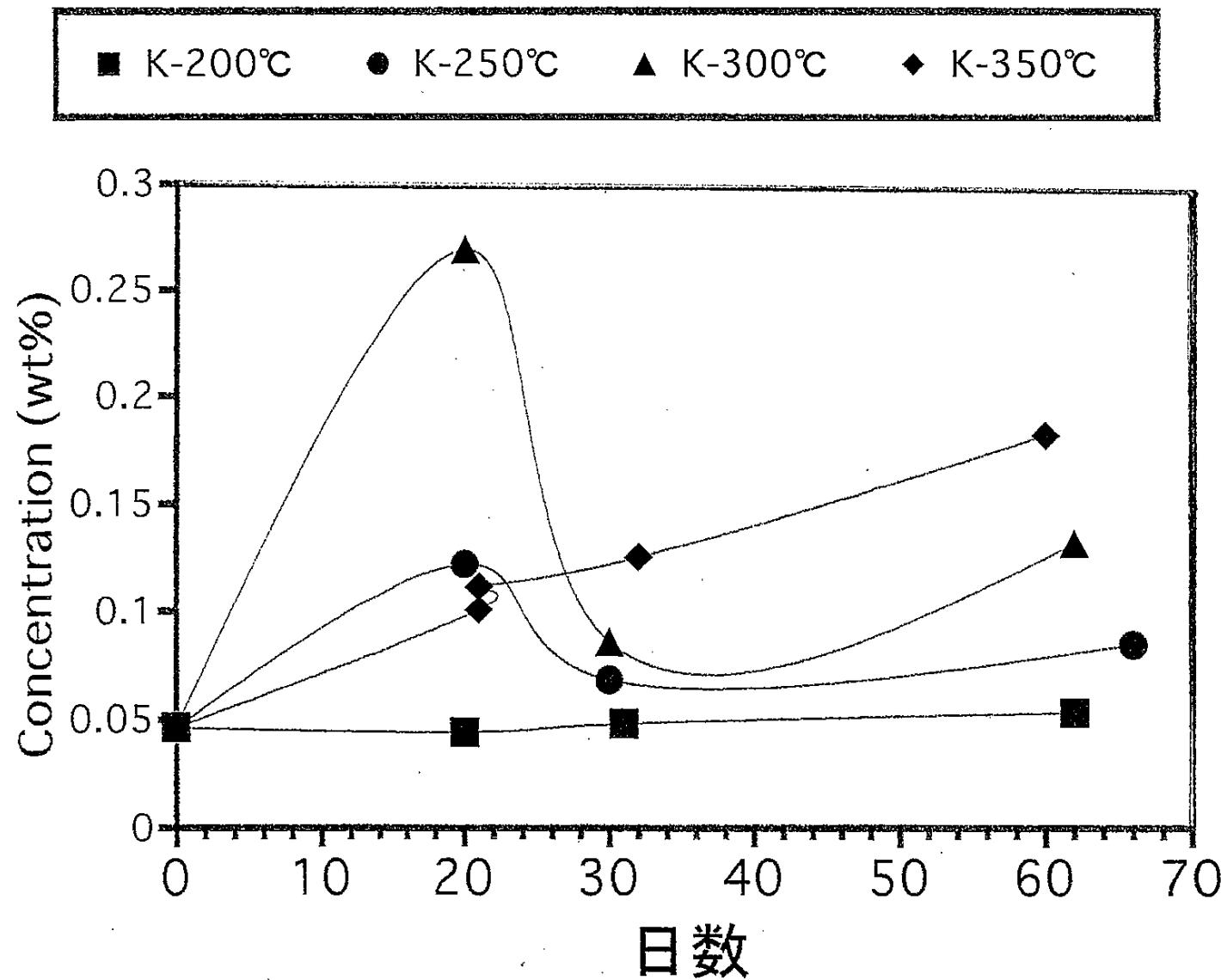


図2 実験期間と濃度の関係 (K)

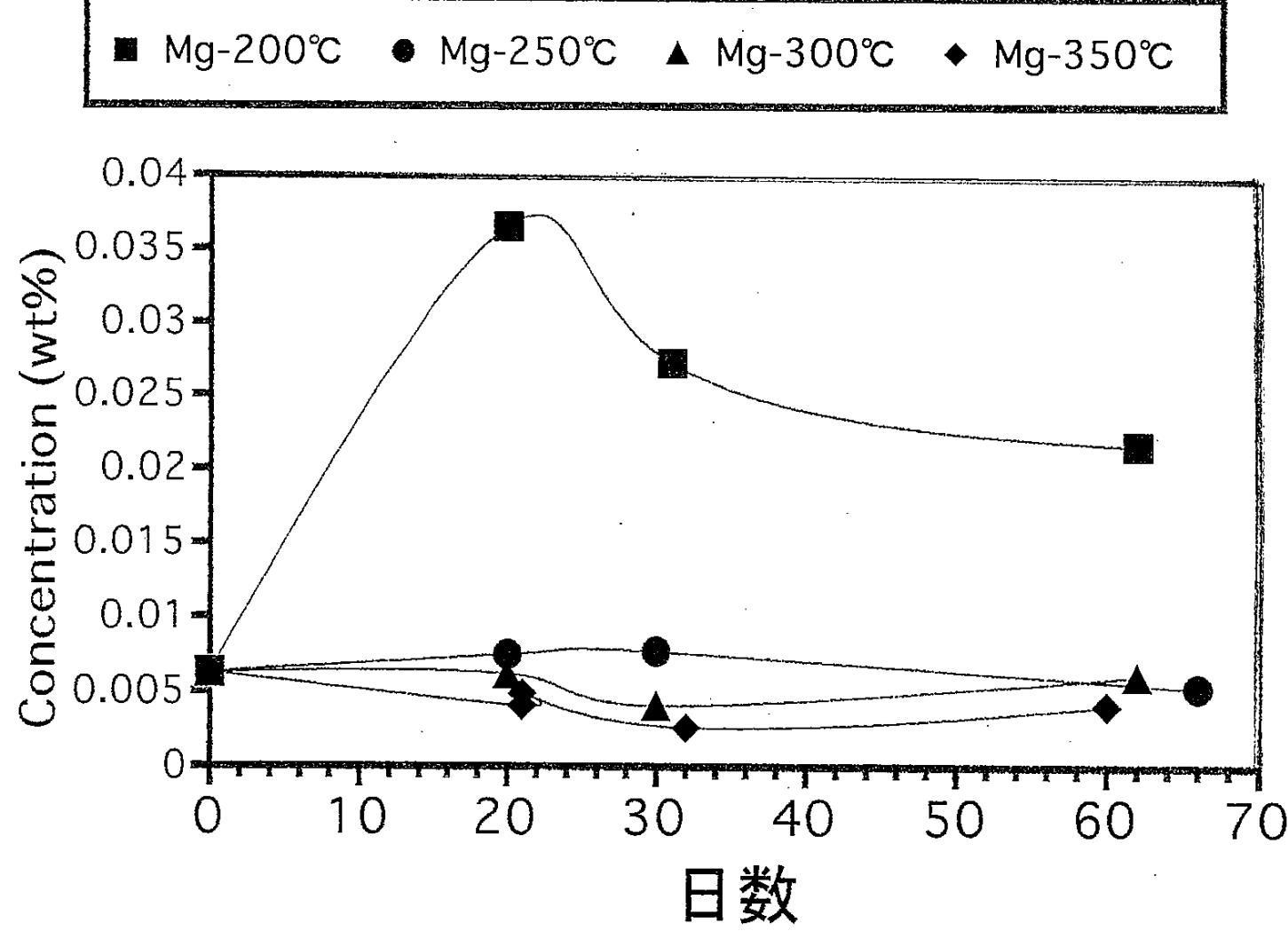


図3 実験期間と濃度の関係 (Mg)

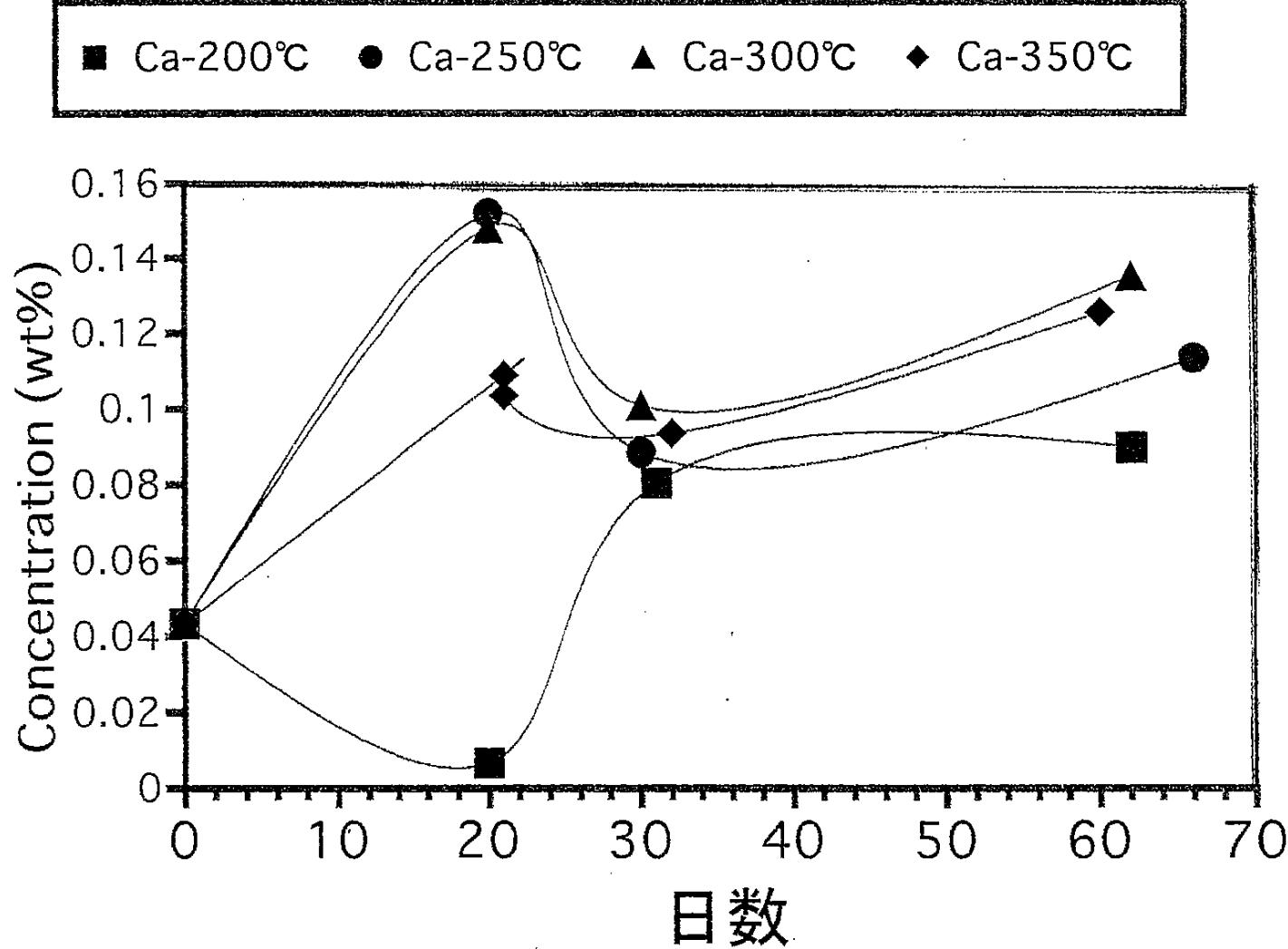


図4 実験期間と濃度の関係 (Ca)

b8

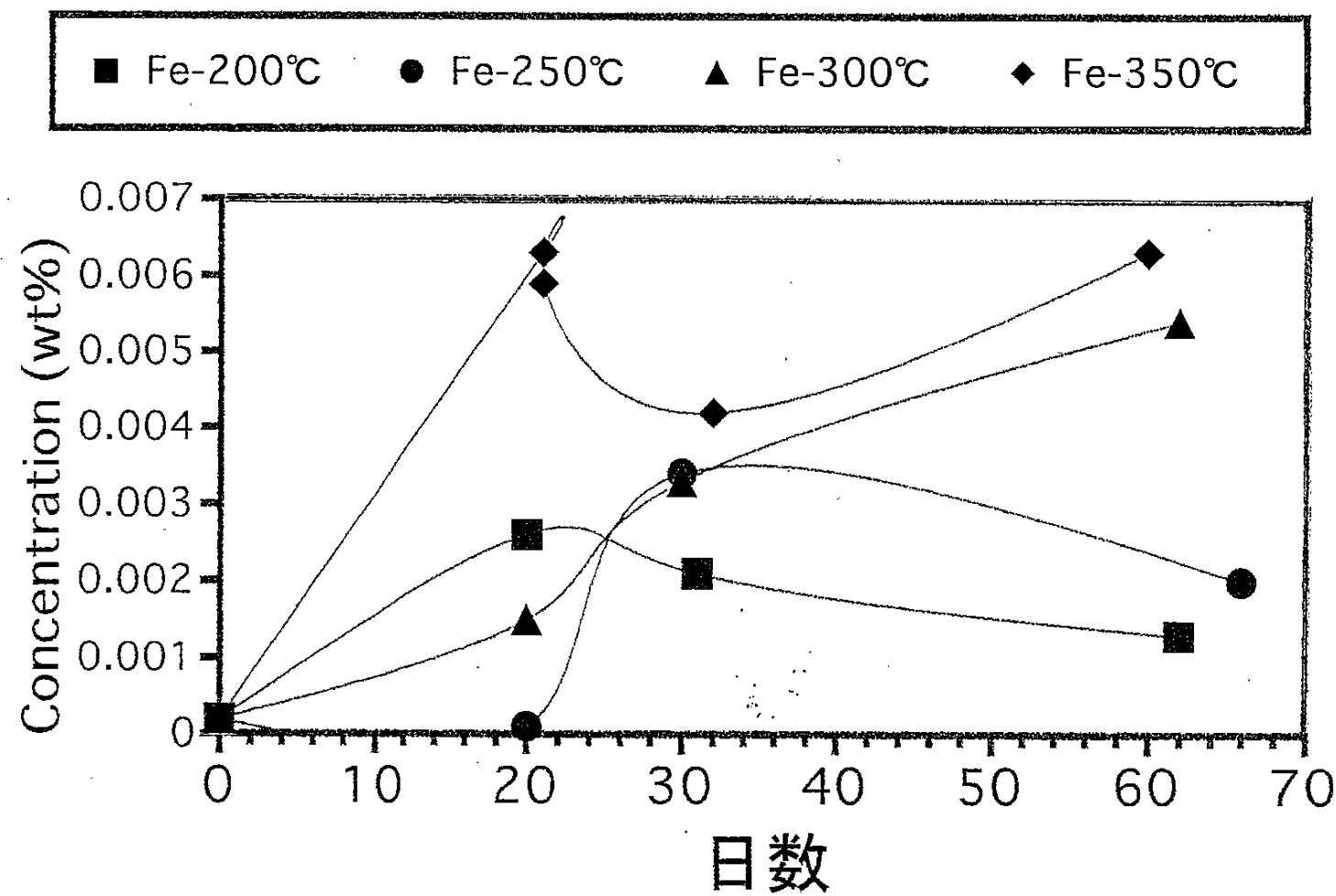
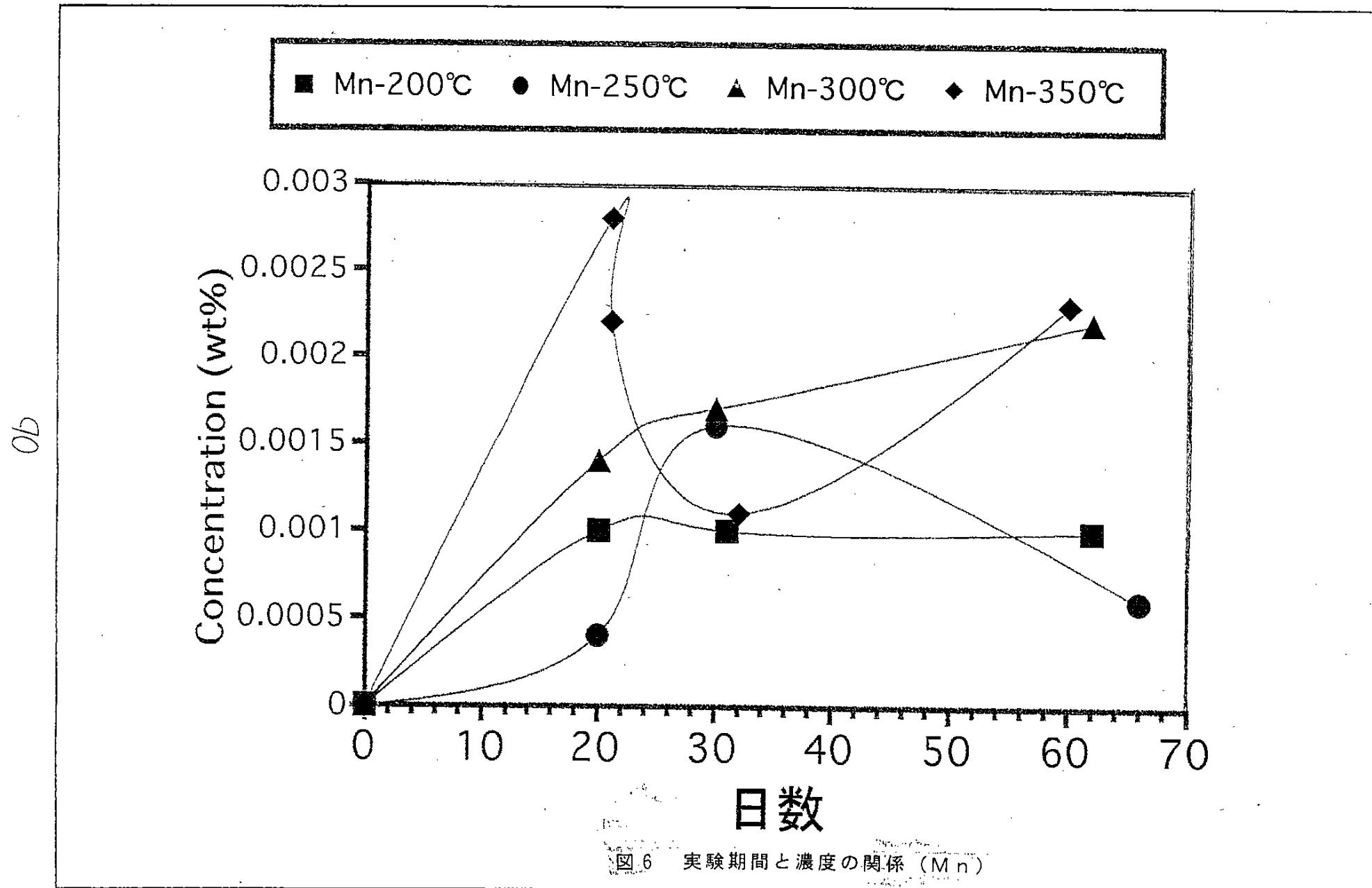
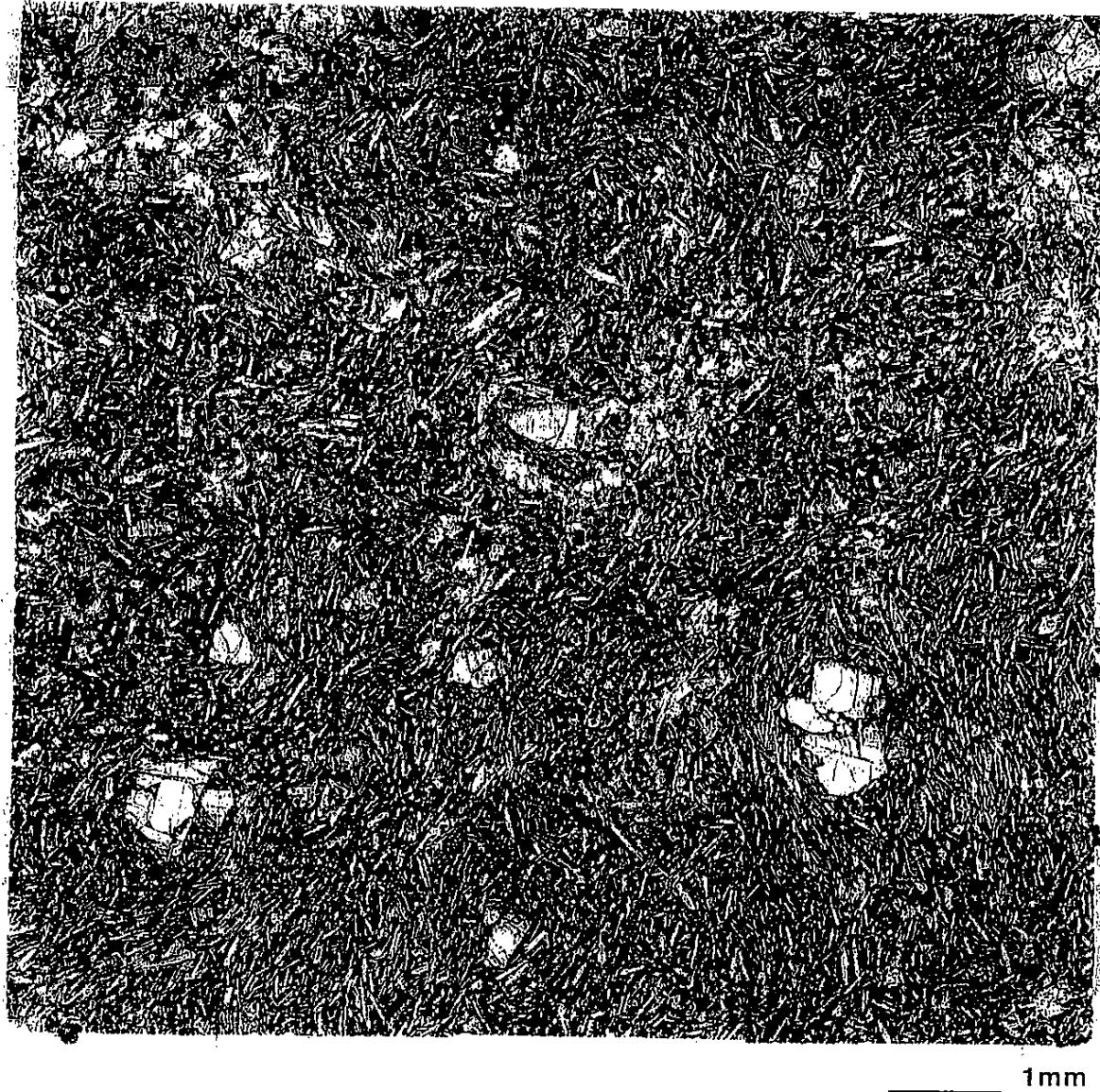


図 5 実験期間と濃度の関係 (Fe)

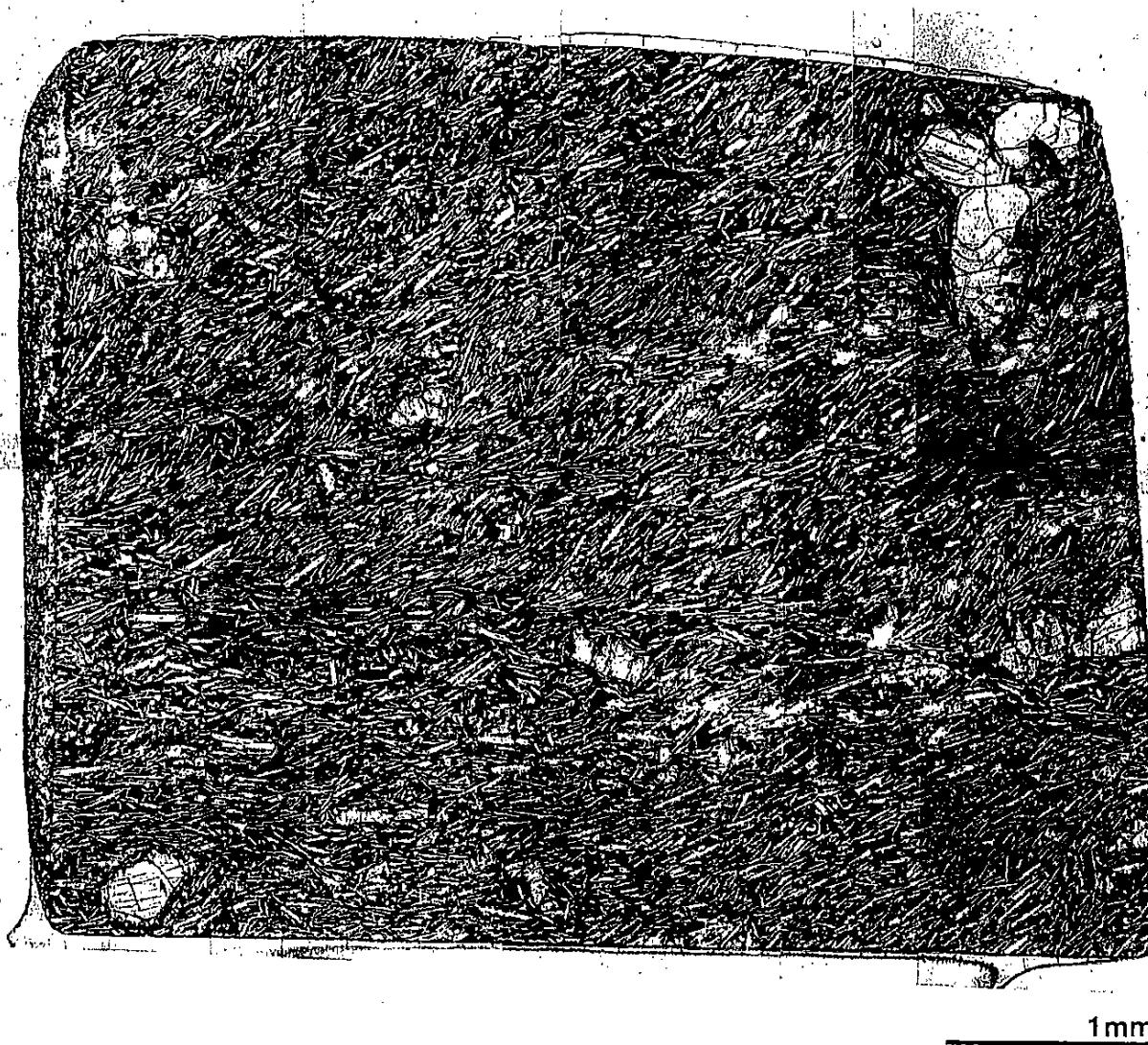


添付資料 4. 写真集

実験前後の角柱の顕微鏡写真 一 写真 1~写真16



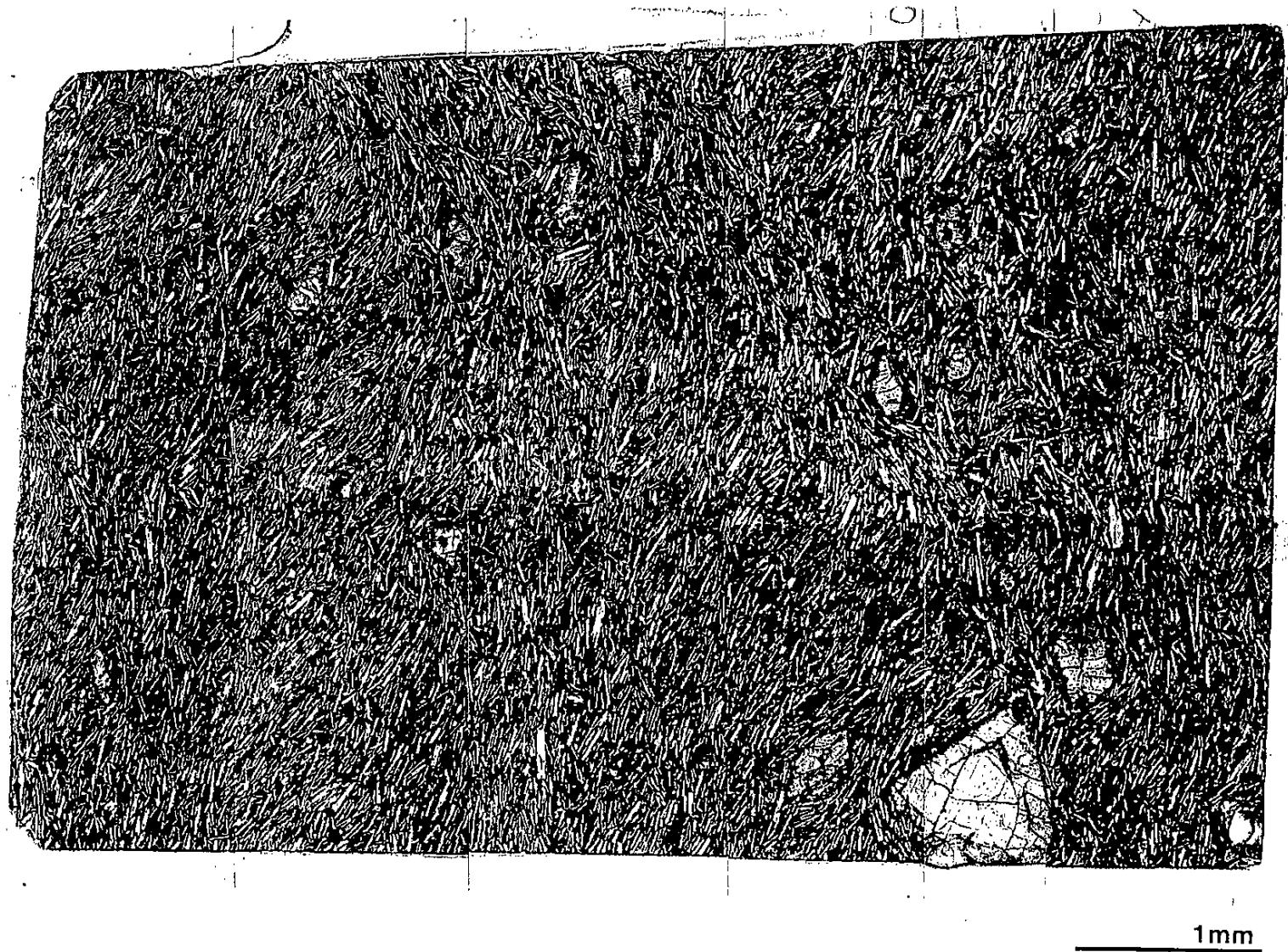
写真一 1 実験前の角柱の顕微鏡写真



1mm

写真一2 実験後の角柱の顕微鏡写真 (250°C, 38 kg f/cm², 20 日間)

VD



写真一3 実験後の角柱の顕微鏡写真 (250°C, 38 kg f/cm², 30 日間)



1 mm

写真一4 実験後の角柱の顕微鏡写真 (300°C, 83 kg f/cm², 20 日間)



1 mm

写真一5 実験後の角柱の顕微鏡写真 (350°C, 160 kg f/cm², 32 日間)



写真一六 実験前の No. 13 の薄片写真（単ニコル）。かんらん石の周辺部が黄褐色に変質している。写真中のスケールバーは 0.2 mm を示す（以後、同様）。



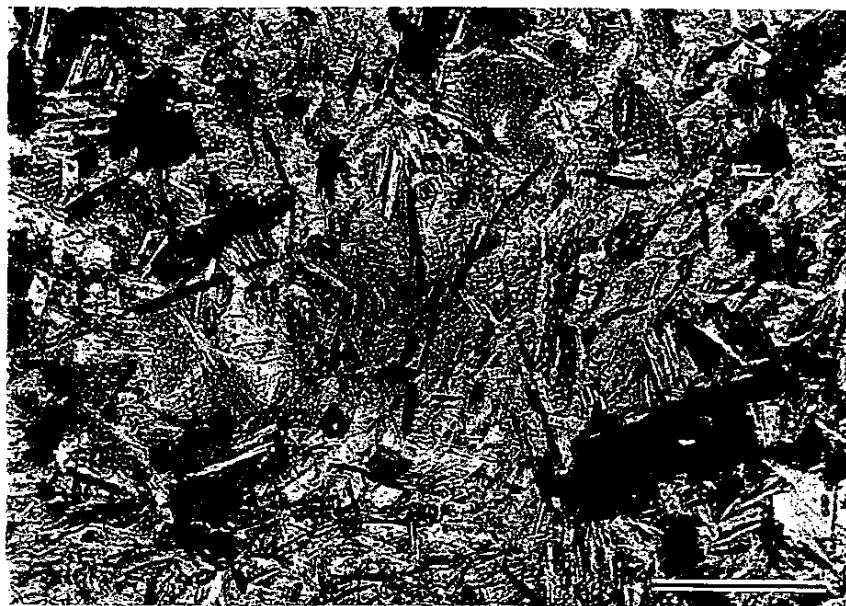
写真一七 実験前の No. 14 の薄片写真（単ニコル）。かんらん石の周辺部が黄褐色に変質している。



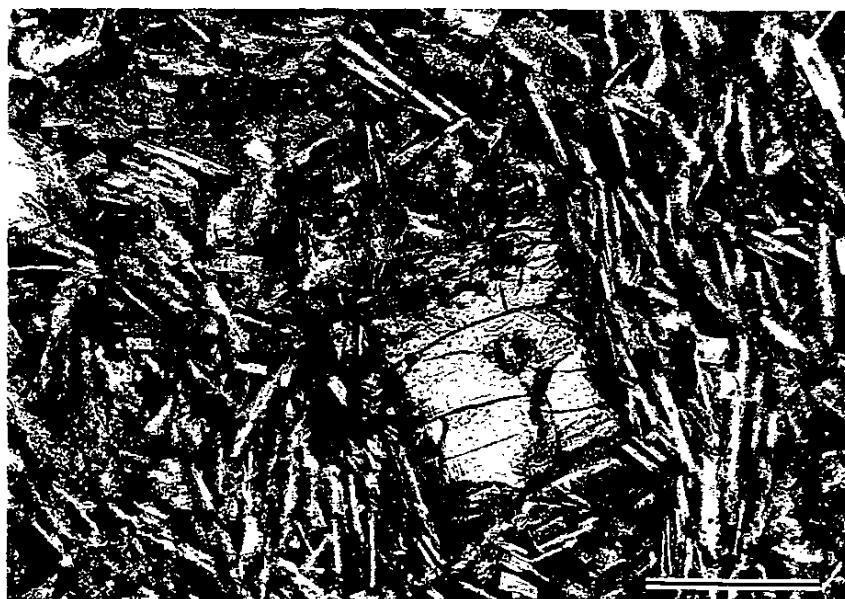
写真一8 No. 6 の実験後 (250°C , 3.8 kg f/cm^2 , 66 日間) の薄片
写真 (単ニコル)。中央部に粘土鉱物化した石基の部
分が認められる。X線粉末回折法によれば粘土鉱物
はスメクタイトと考えられる。



写真一9 No. 6 の実験後の薄片写真 (直交ニコル)。写真一8の
部分を直交ニコルにして撮影したもの。



写真—10 No. 9 の実験後 (300°C , 83 kg f/cm^2 , 62 日間) の薄片写真
(単ニコル)。針状の不透明鉱物が生成している。



写真—11 No. 13 の実験後 (350°C , 160 kg f/cm^2 , 21 日間) の薄片
写真 (単ニコル)。かんらん石の周辺部が熱水との反応
で赤褐色に染まった。

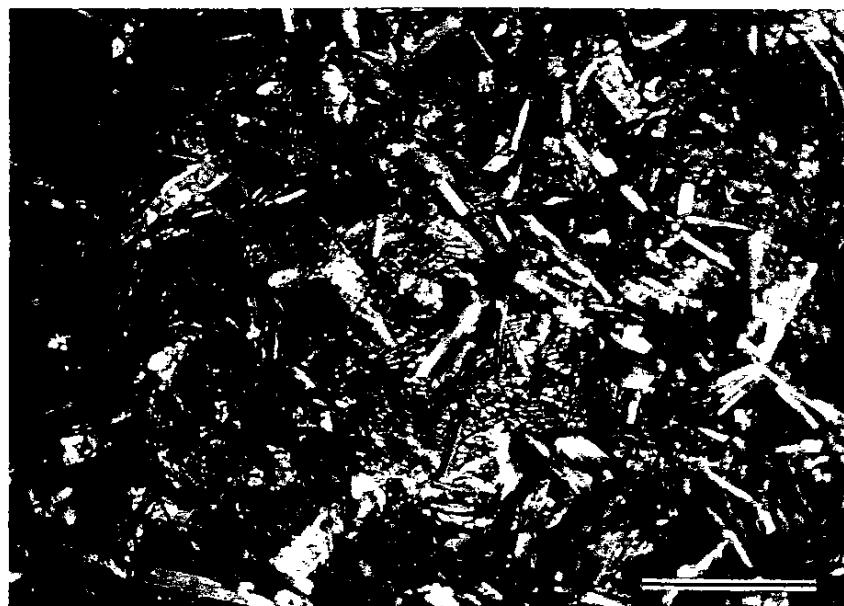
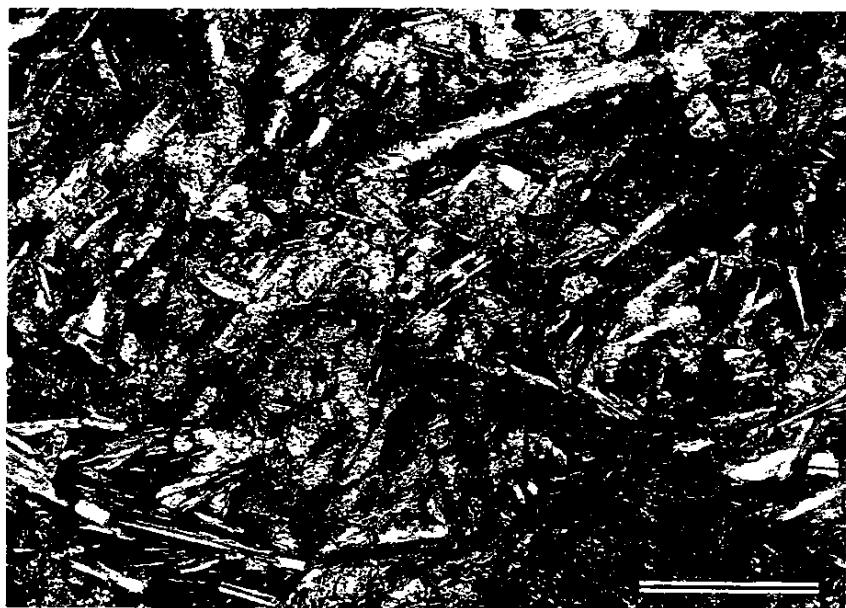


写真-12 No. 13 の実験後の薄片写真 (直交ニコル)。写真中央部に細粒でやや高い干渉色を示すものが粘土鉱物に相当する。X線粉末回折法によれば、スメクタイトと考えられる。



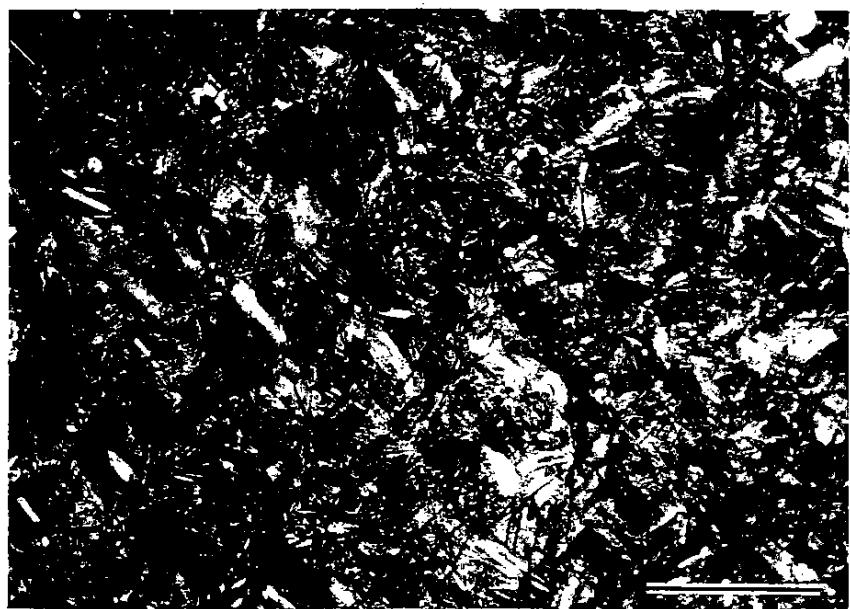
写真-13 No. 13 の実験後の薄片写真 (単ニコル)。石基の部分を粘土鉱物 (X線粉末回折法によればスメクタイト) が交代している。



写真—14 No. 13 の実験後の薄片写真（直交ニコル）。写真—13
の部分を直交ニコルで撮影したものです。



写真—15 No. 14 の実験後 (350°C , 160 kg f/cm^2 , 21 日間) の薄片
写真（単ニコル）。かんらん石の周辺部が赤褐色に染ま
っている。



写真—16 No. 14 の実験後の薄片写真（直交ニコル）。写真中央部に細粒でやや高い干渉色を示す粘土鉱物が生成しているのが認められる。X線粉末回折法によればスメクタイトと考えられる。