

資料センター			
分類 コード	第1	03	
	第2	09	
	第3	02	第4
ファイルNo.	1455		

活性炭の吸脱着特性に関する 試験研究（2）

2003年3月

(財)若狭湾エネルギー研究センター

本資料は、核燃料サイクル開発機構の開発業務を進めるために作成されたものです。したがって、その利用は限られた範囲としており、その取扱には十分な注意を払ってください。この資料の全部又は一部を複写・複製・転載あるいは引用する場合、特別の許可を必要としますので、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

This is the confidential document of the Japan Nuclear Cycle Development Institute.
Special permission is required to use this document.

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184,
Japan

© 核燃料サイクル開発機構
(Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2003

活性炭の吸脱着特性に関する試験研究 (2)

丸山忠司*、長友仁郎*

要旨

本研究では、低温状態に冷却した小型の活性炭吸着床に極低濃度の Xe、Kr を含むアルゴンガスまたはヘリウムガス（試料ガス）を通気させ、活性炭に深冷吸着させたあと、吸着床を加熱し脱着したガスの濃度を質量分析計で測定し、吸脱着破過曲線を測定した。そしてそのデータをもとに、各種活性炭の動的吸着平衡係数を算出し、活性炭の粒度、比表面積、充填密度等のデータと併せて評価・検討を行い活性炭の希ガス吸脱着性能の比較を行った。

試料は、比表面積、粒度、充填密度など物性値の異なる市販の活性炭を7種類選定し、 -180°C から 150°C までの温度範囲で測定を行った。

その結果、 -180°C では希ガスの凝縮の影響で、吸脱着破過曲線が波打つ現象が見られたが、 -170°C では良好な破過曲線が得られることがわかった。また、昇温脱着試験では、脱着時の He 掃気流量が小さいほど濃縮率が上昇する傾向がみられた。

活性炭の種類を変えた試験では、昨年度実施したクラレコール GW24/42 およびダイアソープ ZH28-48 炭が良好な結果を示した。粒子径が小さいほど、また比表面積が大きいほど破過時間が長く、かつ破過曲線の傾きが立ち上がっていることが示された。今後さらに昇温速度、掃気ガス流量、昇温時掃気開始温度などが濃縮度などに与える影響を定量的に評価する必要がある。

本報告書は、(財)若狭湾エネルギー研究センターが平成 13 年度核燃料サイクル開発機構との契約により実施した業務の成果である。

* (財)若狭湾エネルギー研究センター

March 2003

Research on Adsorption and Desorption Properties of
Activated Charcoals (2)

Tadashi Maruyama* and Jinro Nagatomo*

Abstract

Investigations were made on adsorption and desorption properties of activated charcoals for noble gases. The sample gases of Ar or He which contains Xe and Kr at extremely low concentration, was passed through an adsorption bed made of activated charcoals and kept at temperatures from -180 to 150°C . Then, the amount of Xe and Kr released from the adsorption bed was continuously measured. Thus obtaining the break through curves for activated charcoals of having various material properties, the adsorption and desorption properties of activated charcoals for noble gases were analyzed.

The specimens used for the present experiment were seven kinds of commercially available activated charcoals having various grain sizes, specific surface area and densities.

The results of measurement showed that anomalous breakthrough curves were observed at -180°C which is effect of condensation of noble gas. However, the anomalous breakthrough curves was not observed at -170°C . It was shown that the activated charcoal samples, the KLARECOAL GW24/42 and the DIASORB ZH28-48 exhibited good performances. The effect of materials propertied on the adsorption and the desorption properties is summarized as follows: The longer breakthrough time and the steeper break through curves were obtained as the grain size became smaller and the specific surface area gets larger. Further studies are needed to elucidate effect on enrichment of experimental conditions by varying such as the heating rate, sweep gas velocity, and the onset temperature of heating.

This work was performed under the contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute.

*The Wakasa Wan Energy Research Center

目 次

第1章. 緒言	1
第2章. 試験計画の検討	2
2.1 活性炭の選定	2
2.2 試料ガスを用いた基礎試験計画の検討	4
2.2.1 活性炭比較試験条件設定のための試験	4
2.2.2 活性炭比較試験	6
第3章. 試料ガスを用いた基礎試験の評価・検討	12
3.1 吸脱着破過特性試験の評価・検討	12
3.2 活性炭の比較試験の評価・検討	13
3.3 低温吸着時の希ガス特性確認試験-昇温脱着試験の評価・検討	16
第4章. まとめ	50
添付資料1	51
添付資料2(1)	52
添付資料2(2)	152
添付資料3	155

第1章 緒言

活性炭など多孔質の物質に対する気体の吸着、脱着特性は、たとえば混合気体からの特定物質の選択的分離あるいは濃縮などさまざまな応用の際に必要な物性情報である。特に、希ガスは原子炉施設での係わりが深く、核分裂生成物としてキセノン (Xe) やクリプトン (Kr) が発生し、また FBR では炉心のカバーガス等で使用されている。原子炉施設での活性炭による希ガスの処理は既に実施されているが、希ガスは化学反応性がなく、吸着の研究をする際余計なパラメータが入らず、純粹に物理吸着としての扱いができる。活性炭による希ガスの吸脱着の基礎特性を研究することは、活性炭による多様なガス処理技術への応用研究の基本とも考えられ、非常に重要である。

若狭湾エネルギー研究センターでは、低濃度ガスを分析できる高性能のガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS) を保有しているため、微量の試料ガスを精度よく測定することができる。本研究は小型の活性炭吸着床に極低濃度の Xe や Kr を含んだアルゴン (Ar) ガスまたはヘリウム (He) ガス (試料ガス) を通気させ吸着床出口からの Xe, Kr 濃度を質量分析計により連続測定することにより、活性炭の吸着・脱着特性を確認することを目的として行った。

本年度は、とくに以下の内容を含む試験を行なった。まず、平成 13 年度の活性炭吸脱着特性試験で使用した活性炭 (クラレコール GW24/42、ダイアソープ ZH28-48 粒度分布ともに 28~48) を元に、市販されている活性炭を 5 種類選定した。そして、これら活性炭の吸脱着破過特性を、既知の活性炭 (クラレコール) の破過特性と比較を行うために、小型活性炭吸着床試験装置および質量分析計を用いて試験を行った。また、低温状態に冷却した活性炭吸着床に Xe, Kr を含んだ試料ガスを通気させ活性炭に深冷吸着させたあと、吸着床を加熱し脱着したガスの濃度を質量分析計で測定し、低温吸着時の希ガス特性の確認をおこなった。これら試験で取得したデータをもとに、各種活性炭の動的吸着平衡係数を算出し、活性炭の粒度、比表面積、充填密度等のデータと併せて評価・検討を行い活性炭の希ガス吸脱着性能の比較を行った。

第2章 試験計画の検討

活性炭による希ガス濃縮運転方法最適化に向けた基礎試験において、前年度、実施した活性炭の吸脱着基礎特性確認試験結果を踏まえ、今年度は、高性能活性炭選定のための特性確認試験を行う。活性炭の選定には、これまでの希ガス処理プラントの実績などにもとづき、相応しいものを選定することとした。なお、活性炭による吸脱着試験は、最終的には濃縮への応用も考慮することとし、前年度試験の評価結果を踏まえ、必要な追加試験も計画した。

2.1 活性炭の選定

希ガスの活性炭による吸着特性は、過去にも多くの報告がある。しかし、実用に当たっては、沸騰水型原子力発電所のタービン排ガス処理がほとんどであり、常温で運転されるものである。この用途に適した活性炭に関しては多くの試験が行われ、細孔径の小さいマイクロ孔の多い細孔構造のものが良いとされている。これは、希ガスが比較的凝縮しにくいガスであり、吸着しにくいことによる。そのため、凝縮しやすい有機溶剤などの吸着を目的とするなら、細孔径が小さいものより、比表面積の大きな構造を持つものが良いとされている。

希ガスも、液化温度近くの低い温度条件で活性炭に吸着させる場合は、凝縮しやすい温度環境になっており、常温での特性とは変わってくる。そのため、むしろ有機溶剤の吸着特性に近いものになるとも考えられる。前年度まで試験してきた2種類の活性炭は、有機溶剤用の吸着処理に良い特性を示すとされた活性炭であり、良い結果が得られたものとする。前年度に実施した活性炭は、下記2種類の銘柄である。

①三菱化学社／ダイアソープ ZH28-48

②クラレケミカル社／クラレコール GW-HH24/42

今年度はこの2銘柄を踏まえ、上記見解の確認試験も考慮して、次のように考え新規に活性炭の銘柄を選定した。

- ・同一銘柄の粒径による違い
- ・メーカーによる違い
- ・細孔構造による違い

以上から、今回入手した活性炭は、軽水炉での希ガス処理実績をもつ、クラレケミカル社、武田薬品の2社の製品から、以下の8種類である。

クラレケミカル社製

- ・クラレコール GW-HH12/20
- ・クラレコール GA12/20

武田薬品工業社製

- ・LGN-066
- ・LGN-067
- ・LGN-068
- ・LGN-069
- ・LGN-070
- ・LGN-071

以上8種類の中で、クラレコール GA12/20 と武田 LGN-067 が、軽水炉発電所の希ガス処理に使用されている銘柄である。但し、軽水炉発電所ではペレット状の粒径の大きい活性炭が使われるが、今回の試験では試験条件を考慮して、活性炭塔径を踏まえ、12~20mesh に統一して破碎したものを使用する。各活性炭の細孔構造特性を表 2-1 に示す。ここには、既に試験をしている2銘柄も併せて記載した。試験をするに当たっては、この中からクラレの2銘柄と武田の銘柄のうち、軽水炉発電所で使用されている LGN-067 と、最も比表面積の大きな LGN-071、逆に最も比表面積の小さい LGN-066 を優先的に実施し、粒径と比表面積による違いによる吸着特性への影響を見ることとした。

2.2 試料ガスを用いた基礎試験計画の検討

活性炭動的特性基礎試験に関して、試験条件ならびに操作手順を含めて計画を立案し、現場での確認を行う。基礎試験内容としては次を含む。

①吸脱着破過特性試験

2.1項で選定した活性炭の低温吸脱着破過特性を、既知の活性炭（クラレコール）の破過特性と比較を行うために、小型活性炭吸着床試験装置および質量分析計を用いて試験を行う。

②低温吸着時の希ガス特性確認

低温状態に冷却した活性炭吸着床に Xe, Kr を含んだ試料ガスを通気させ活性炭に深冷吸着させたあと、吸着床を加熱し、昇温脱着したガスの濃度を質量分析計で測定する。

2.2.1 活性炭比較試験条件設定のための試験

1) 希ガス濃度依存性確認

吸着特性への濃度依存性は、温度により異なる。高温では、かなり高い濃度範囲まで、単成分の吸着等温線が直線になり、濃度依存性はない。しかし、より低い温度では、低濃度範囲でも、単成分の吸着等温線が曲線になり、破過時間あるいは動的吸着平衡係数に大きな影響を及ぼすと考える。この特性は他の成分ガスが共存すると異なった結果になり、その違いが緩和される。濃縮の場合、その影響を把握することは重要である。ここでは、低温での濃度依存性を確認するため、Ar ガス中に Kr、Xe を各々 1ppm 含む標準ガスと、1,000ppm 含む標準ガスとで、吸脱着破過曲線を取得し比較する。吸着行程では Kr は完全に飽和するまで続ける。Xe は破過するまで膨大な時間を要するので、Kr が破過した時点で終了させるものとする。

試験条件を表 2-2 に示す。

2) 昇温脱着試験(1)：第2塔用試験、昇温速度による違い

活性炭吸脱着による濃縮を考える場合、低温吸着—高温脱着の操作で、1塔のみでも濃縮が可能であるが、高濃縮率を目指す場合は多段を組むことが考えられる。2段階方式とすれば、第1塔に比べ第2塔は小型になり、第1塔で1度濃縮された希ガスが第2塔に短い時間で流入する。また、ここでは同伴ガスとして Ar ではなく He を使う。その理由は、最初の原料ガ

スが Ar 中に微量成分が含まれている場合であっても、吸着-掃気を繰り返す過程で、掃気ガスとして吸着性の乏しい He を使用する方が得策であるためであり、2 段目の活性炭塔では、Ar ガスは殆どなくなっていると考えられるからである。

表 2-3 の試験では、昇温速度の違いによる濃縮効果を見るため、昇温速度を、 $0.8^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ~ $28^{\circ}\text{C}/\text{min}$ の範囲で試験する。吸着時間は 1 時間とするが、それは第 1 塔から脱着されて流出し終えるのにその程度の時間を要すると考えたからである。圧力も大気圧とする。

3) 昇温脱着試験 (2) : 第 1 塔用試験、昇温速度による違い

前項は 2 段目の活性炭塔のための試験であったのに対し、第 1 段目の活性炭塔の試験である。第 1 塔は大きいので流量も大きく高い圧力で吸着させる。原料ガスであるから、Ar ガス中に微量の希ガスを含んでいるケースになる。脱着は He ガスで大気圧にて掃気する。吸着流量 $3\text{l}_\text{N}/\text{min}$ 、脱着流量 $0.3\text{--}34\text{l}_\text{N}/\text{min}$ とする。この脱着流量がそのまま前項の吸着流量になる。この試験では、まず、Kr のみ完全に破過させることとして、脱着時の昇温時間をパラメータとして傾向を見るものである。なお、試料ガスは、Ar 中に 1ppm の濃度の Kr、Xe を混合させたガスを基本とするが、比較のため、 -180°C で大気圧条件のもと、 $1,000\text{ppm}$ のケースを 1 ケース試みる。大気圧にするのは、濃度が高いため圧力を高めると Xe が凝縮するからである。

表 2-4(1)、表 2-4(2)に試験条件を示す。

4) 昇温脱着試験 (3) : 第 1 塔用試験、昇温速度による違い

この試験は前項とおなじであるが、違いは、Kr を完全に破過させることはせず、活性炭塔出口から Kr の流出が始まった時点で終わらせ、完全破過の場合との違いを見るものである。それ以外の条件は同一である。なお、ここでは、希ガスの濃度を 1ppm とし、 $1,000\text{ppm}$ のケースはなしとした。表 2-5 に試験条件を示す。

5) 昇温脱着試験 (4) : 第 2 塔用試験、脱着流量による違い

この試験では、第 2 段階での濃縮特性をみるが、前項までが、昇温時間をパラメータとしていたのに対し、ここでは昇温時間を一定に固定し、脱

着時流量を変化させて違いを把握する。また、併せて、吸着行程での試料導入時間を変化させて、違いを把握する。昇温時間は、 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ に統一する。

表 2-6 に試験条件を示す。

2.2.2 活性炭比較試験

ここでは、活性炭の銘柄による吸脱着特性を比較して試験する。

①吸脱着破過特性試験

2.1 項で選定した活性炭の低温吸脱着破過特性を、既知の活性炭(クラレコール GW-HH24/42)の破過特性と比較を行うために、小型活性炭吸着床試験装置および質量分析計を用いて試験を行う。

②低温吸着時の希ガス特性確認

①で試験した活性炭につき、低温状態に冷却した活性炭吸着床に Xe, Kr を含んだ試料ガスを通気させ活性炭に深冷吸着させたあと、吸着床を加熱し、昇温脱着したガスの濃度を質量分析計で測定する。

1) ダイアソープ活性炭による試験

この活性炭は、ZH28-48 であり、クラレコール GW-HH-24/42 に特性の近い活性炭である。ここでは、高温から低温まで一通りの吸脱着特性を取得し、その上で、低温吸着-昇温脱着のデータを採って、クラレコールと比較する。試験条件は、下記のように多岐に亙るが、クラレコールでパラメータサーベイを終えているので、昇温試験では、昇温速度を $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、吸着流量は $3\text{l}_N/\text{min}$ で 30 分導入、脱着流量は $0.3\text{--}34\text{l}_N/\text{min}$ とする。

表 2-7 に試験条件を示す。

2) 他の活性炭での低温吸脱着破過特性

ここでは 5 種類の活性炭について、大気圧で、 -170°C での吸脱着破過特性試験を実施する。この場合微量希ガスを含む同伴ガスの標準ガス主成分は Ar とする。

表 2-8 に試験条件を示す。

3) 他の活性炭での昇温脱着試験

ここでは、2)で試験した活性炭について、昇温脱着試験をする。試験条件として、吸着時は主成分 Ar で高い圧力とし、脱着時は大気圧で He で掃気する。昇温時間は、2°C/min に統一する。ガスの導入時間は 30 分とする。

表 2-9 に試験条件を示す。

4) 試験装置の改良

今年度作業では、試験装置は昨年度と同様であり特に変わらない。しかし、濃縮度の定量評価ができるように、活性炭出口から分析計キャピラリーへの分岐点の間に、検量線作成用にサンプルガスの注入口を設け、サンプルを注射器で注入できるように改造した。図 2-1 にサンプルガス注入口の設置フローチャートと外観写真を示す。

このような改造を施した結果、昇温脱着ピーク取得後、掃気ガスを引き続き同一流量で流しつづけ、サンプル注入口から Ar ガスを既知の一定量注入し、分析計で検出されるそのピーク面積を測り、昇温脱着ピークと比較することにより、定量評価が可能になった。

表 2-1 活性炭物性データの比較

	ダイヤソープ ZH28-48	クラレコール GW-HH24/42	クラレコール GW-HH12/20	クラレコール GA12/20	武田1 LGN-066	武田2 LGN-067	武田3 LGN-068	武田4 LGN-069	武田5 LGN-070	武田6 LGN-071
充填密度 g/ml	0.362	0.415	0.395	0.542	0.631	0.602	0.596	0.57	0.554	0.522
比表面積 m ² /g	1654	1700	1620	910	575	700	721	831	915	1008
乾燥減量 wt%	0.2	2.5	1.1	1.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2
粒度分布 %	94.7	98.8	98.2	99.1	96.5	96.8	95.9	96.7	96.4	96.1
~10mesh			1.8							
10-12mesh			16.4	0.9	1.2	1.1	1.3	1.8	1.5	1.1
12-14mesh			48.3	30.6	24.8	24.7	22.4	29.7	23.6	18.4
14-16mesh			18.3	34.5	34.5	33.3	34.3	41.3	41.6	41.2
16-20mesh			13.2	31.4	37.2	38.8	39.2	25.7	31.2	36.5
20mesh~ ~24mesh		0	2	2.6	2.3	2.1	2.8	1.5	2.1	2.8
24~26mesh		1.1								
26-30mesh		47.3								
30-36mesh		33.4								
36-42mesh		17								
42mesh~		1.2								
強熱残分 wt%	-	0.4	0.4	0.56	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5	0.2
pH	-	6.7	6	7.2	9	8.3	8.2	7.4	7.9	8.2
硬度 wt/%	96.5	98.4	98	99.2	92.1	94.2	94.9	93.3	94.7	94.4
ベンゼン吸着量 wt%	49	54.7	52.5	25.1	17.5	21.2	22.7	25.3	28.8	32.9
累積細孔容積 ml/g					0.244	0.298	0.317	0.362	0.404	0.441
マイクロ孔径 Å		13.5	13.5	8.1	17	17	17.6	17.4	17.7	17.5
原材料	ヤシガラ	ヤシガラ	ヤシガラ	ヤシガラ	ヤシガラ	ヤシガラ	ヤシガラ	ヤシガラ	ヤシガラ	ヤシガラ
備考										

表 2-2 希ガス濃度依存性確認試験条件

No.	活性炭	温度	吸着流量	脱着流量	Kr, Xe濃度	キャリアガス	吸着実験圧力	脱着実験圧力
		°C	l _N /min	l _N /min			kPa (gage)	kPa (gage)
1	GWHH24/42	-180	3	3	1ppm	Ar-Ar	0.000	0.000
2	GWHH24/42	-170	3	3	1ppm	Ar-Ar	0.000	0.000
3	GWHH24/42	-170	3	3	1ppm	Ar-Ar	112.000	112.000
4	GWHH24/42	-180	3	3	1000ppm	Ar-Ar	0.000	0.000
5	GWHH24/42	-170	3	3	1000ppm	Ar-Ar	0.000	0.000
6	GWHH24/42	-170	3	3	1000ppm	Ar-Ar	112.000	112.000

表 2-3 昇温脱着試験 (1) : キャリアガス Ar-He

No.	活性炭	温度	吸着流量	脱着流量	Kr, Xe濃度	キャリアガス	吸着実験圧力	脱着実験圧力	昇温速度
		°C	l _N /min	l _N /min			kPa (gage)	kPa (gage)	°C/min
1	GWHH24/42	-170	3	0.334	1ppm	Ar-He	112.000	0.000	1
2	GWHH24/42	-170	3	0.334	1ppm	Ar-He	112.000	0.000	2
3	GWHH24/42	-170	3	0.334	1ppm	Ar-He	112.000	0.000	3
4	GWHH24/42	-170	3	0.334	1ppm	Ar-He	112.000	0.000	5
5	GWHH24/42	-180	3	0.334	1000ppm	Ar-He	0.000	0.000	5

表 2-4(1) 昇温脱着試験 (2) : 第 1 塔用試験、昇温速度による違い

No.	活性炭	温度	吸着流量	脱着流量	Kr, Xe濃度	キャリアガス	吸着実験圧力	脱着実験圧力	昇温速度
		°C	l _N /min	l _N /min			kPa (gage)	kPa (gage)	°C/min
1	GWHH24/42	-170	3	0.334	1ppm	Ar-He	112.000	0.000	1
2	GWHH24/42	-170	3	0.334	1ppm	Ar-He	112.000	0.000	2
3	GWHH24/42	-170	3	0.334	1ppm	Ar-He	112.000	0.000	3
4	GWHH24/42	-170	3	0.334	1ppm	Ar-He	112.000	0.000	5

表 2-4(2) 昇温脱着試験 (2) : 第 1 塔用試験、昇温速度による違い

No.	活性炭	温度	吸着流量	脱着流量	Kr, Xe濃度	キャリアガス	吸着実験圧力	脱着実験圧力	昇温速度
		°C	l _N /min	l _N /min			kPa (gage)	kPa (gage)	°C/min
1	GWHH24/42	-180	0.334	1	1ppm	He-He	0.000	0.000	1
2	GWHH24/42	-180	0.334	1	1ppm	He-He	0.000	0.000	2
3	GWHH24/42	-180	0.334	1	1ppm	He-He	0.000	0.000	3
4	GWHH24/42	-180	0.334	1	1ppm	He-He	0.000	0.000	5

表 2-5 昇温脱着試験 (3) : 第 1 塔用試験、昇温速度による違い

No.	活性炭	温度	吸着流量	脱着流量	Kr, Xe濃度	キャリアガス	吸着実験圧力	脱着実験圧力	昇温速度
		°C	l _N /min	l _N /min			kPa (gage)	kPa (gage)	°C/min
1	GWHH24/42	-180	0.334	1	1ppm	He-He	0.000	0.000	1
2	GWHH24/42	-180	0.334	1	1ppm	He-He	0.000	0.000	2
3	GWHH24/42	-180	0.334	1	1ppm	He-He	0.000	0.000	3
4	GWHH24/42	-180	0.334	1	1ppm	He-He	0.000	0.000	5

表 2-6 昇温脱着試験(4) : 第2塔用試験、脱着流量による違い

No.	活性炭	温度 °C	吸着流量 l _N /min	脱着流量 l _N /min	Kr, Xe濃度	キャリアガス	吸着実験圧力 kPa (gage)	脱着実験圧力 kPa (gage)	吸着ガス導入 min
1	GWHH24/42	-180	1	0.334	1ppm	He-He	0.000	0.000	30
2	GWHH24/42	-180	1	0.664	1ppm	He-He	0.000	0.000	30
3	GWHH24/42	-180	1	1	1ppm	He-He	0.000	0.000	30
4	GWHH24/42	-180	1	3	1ppm	He-He	0.000	0.000	30
5	GWHH24/42	-180	1	1	1ppm	He-He	0.000	0.000	20
6	GWHH24/42	-180	1	1	1ppm	He-He	0.000	0.000	10
7	GWHH24/42	-180	1	1	1ppm	He-He	0.000	0.000	5
8	GWHH24/42	-180	1	0.334	1ppm	He-He	0.000	0.000	5
9	GWHH24/42	-180	1	1	1ppm	He-He	0.000	0.000	60

表 2-7 ダイアソープ活性炭による試験

No.	活性炭	温度 °C	吸着流量 l _N /min	脱着流量 l _N /min	Kr, Xe濃度	キャリアガス	吸着実験圧力 kPa (gage)	脱着実験圧力 kPa (gage)
1	ZH28-48	0	0.36	0.36	1ppm	Ar-Ar	0.000	0.000
2	ZH28-48	0	0.36	0.36	1ppm	He-He	0.000	0.000
3	ZH28-48	100	0.1	0.1	1ppm	Ar-Ar	0.000	0.000
4	ZH28-48	100	0.1	0.1	1ppm	He-He	0.000	0.000
5	ZH28-48	150	0.1	0.1	1ppm	Ar-Ar	0.000	0.000
6	ZH28-48	150	0.1	0.1	1ppm	He-He	0.000	0.000
7	ZH28-48	-170	3	3	1ppm	Ar-Ar	0.000	0.000
8	ZH28-48	-170	3	3	1ppm	Ar-Ar	112.000	112.000
9	ZH28-48	-170	3	0.334	1ppm	Ar-He	112.000	0.000

表 2-8 他の活性炭での低温吸脱着破過特性(1)

No.	活性炭	温度 °C	吸着流量 l _N /min	脱着流量 l _N /min	Kr, Xe濃度	キャリアガス	吸着実験圧力 kPa (gage)	脱着実験圧力 kPa (gage)
1	GWHH12/20	-170	3	3	1ppm	Ar-Ar	0.000	0.000
2	GA12/20	-170	3	3	1ppm	Ar-Ar	0.000	0.000
3	LGN-067	-170	3	3	1ppm	Ar-Ar	0.000	0.000
4	LGN-071	-170	3	3	1ppm	Ar-Ar	0.000	0.000
5	LGN-066	-170	3	3	1ppm	Ar-Ar	0.000	0.000

表 2-9 他の活性炭での昇温脱着試験(2)

No.	活性炭	温度 °C	吸着流量 l _N /min	脱着流量 l _N /min	Kr, Xe濃度	キャリアガス	吸着実験圧力 kPa (gage)	脱着実験圧力 kPa (gage)
1	GWHH12/20	-170	3	0.334	1ppm	Ar-He	112.000	0.000
2	GA12/20	-170	3	0.334	1ppm	Ar-He	112.000	0.000
3	LGN-067	-170	3	0.334	1ppm	Ar-He	112.000	0.000
4	LGN-071	-170	3	0.334	1ppm	Ar-He	112.000	0.000
5	LGN-066	-170	3	0.334	1ppm	Ar-He	112.000	0.000

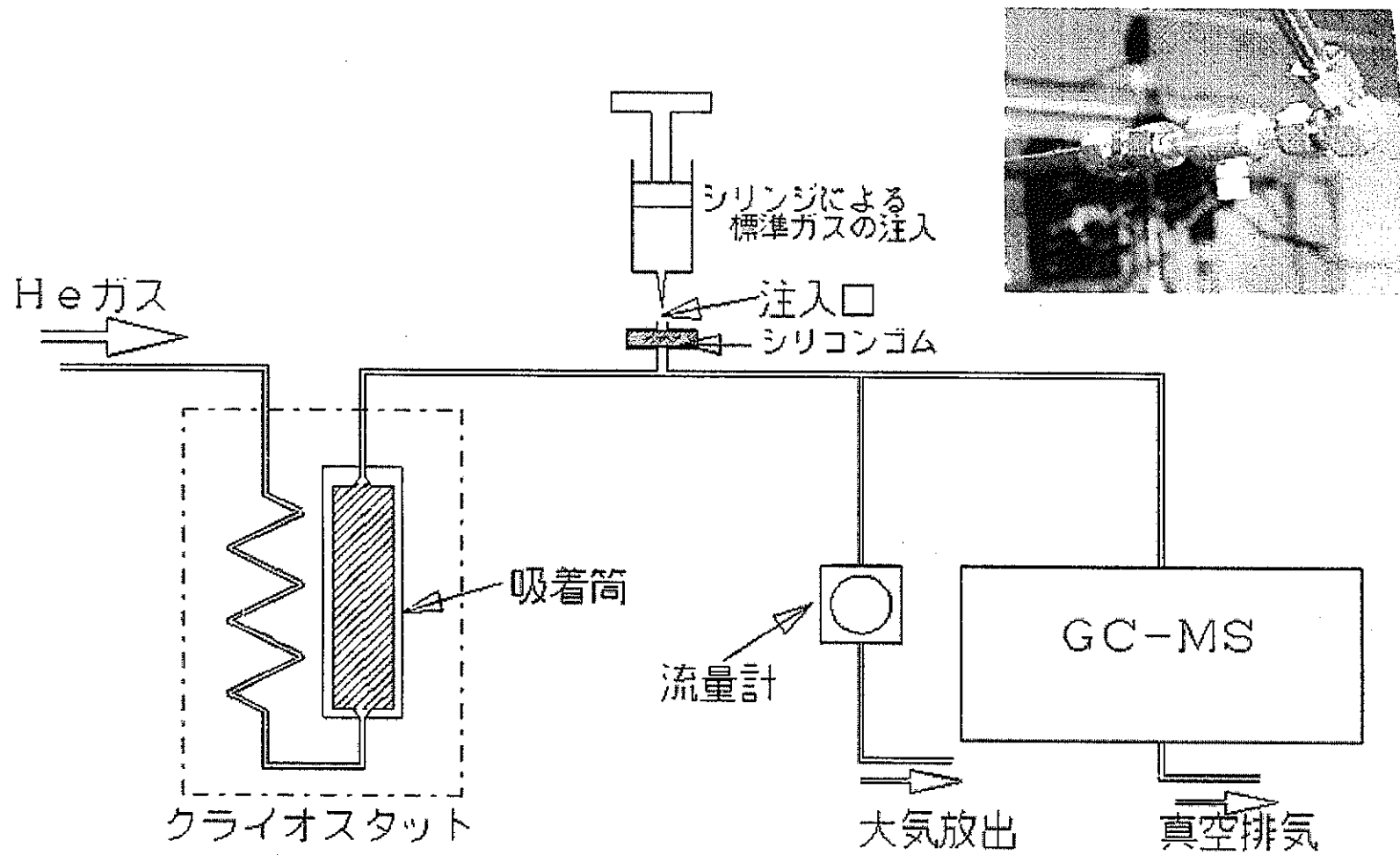


図 2-1 サンプルガス注入口位置と外観写真

第3章 試料ガスを用いた基礎試験の評価・検討

ここでは、活性炭動的特性基礎試験データを分析し、データの妥当性を評価する。具体的には、試験の生データに対して、試験装置の特性や質量分析計の特性を考慮して試験データの妥当性を分析し、必要に応じて修正を施し、破過曲線として整理する。これから破過時間を概略計算して、設計上のデータとしての評価を行う。

3.1 吸脱着破過特性試験の評価・検討

表 3-1、図 3-1、にそれぞれ、各活性炭試験によって求めた Kr の動的吸着平衡係数をまとめた。今回は特に低温、 -170°C 、 -180°C 近辺での試験を行い、低温での特性を比較したが、これほどの低温では、Xe の破過時間が極めて長くなるので、Kr の破過特性のみを取得した。Xe については、参考までに、 0°C 以上の温度について、クラレコール GW-HH24/42、ダイアソープ ZH28-48 について試験した結果を、表 3-2、図 3-2 に示した。なお、破過曲線そのものは、巻末に添付資料 2 としてまとめた。

活性炭で希ガスを濃縮することを考えると、低温で吸着させ、高温で脱着させる。あるいは、高圧で吸着させて、低圧で脱着させる。今回の試験ではそれを考慮して、濃度、圧力も変化させて、低温での特性を把握することとした。昨年度、既に -180°C で、試験をしており、その結果以下のことが分かった。図 3-3、図 3-4 に示すように、大気圧下での試験では、吸脱着破過曲線がほぼ対称形になるが、 112kPa (gage) に圧を上げると、図 3-5、図 3-6 のように、吸脱着破過曲線はいずれも波打ち不安定な曲線になり、また吸着平衡係数も大気圧の場合、 $38,000\sim 40,000\text{ ml}_N/\text{g}$ 程度になるのに比べ、 112kPa (gage) では一桁下がり $4,650\text{ ml}_N/\text{g}$ 程度にしかならなかった。これは、 -180°C 、 112kPa では、添付資料 1 の図 011 に示したように、主成分の Ar ガスの飽和蒸気圧を越えており、このため Ar ガスが凝縮し、活性炭表面が濡れ、活性が低下しているものと考えられた。そこで、今回は、次のケースを試みた。

- ① 試験温度 -180°C 、大気圧で、Ar ガス中に Kr、Xe の各濃度が 1ppm の場合と $1,000\text{ppm}$ の場合を試験して、濃度依存性を把握する。
- ② 試験温度 -170°C 、大気圧の場合と 112kPa の場合、また、Kr、Xe の濃度を 1ppm の場合と $1,000\text{ppm}$ の場合の比較。

この結果、以下のようになった。

-180℃では、図 3-7 に、大気圧で濃度 1ppm の場合について、吸着、脱着の破過曲線を取得した。これは、昨年度も取得したものである。吸着平衡係数で比べると「吸着」に比べ「脱着」が小さい。これは、直線吸着性が低下したためというより、設定温度の不安定性のためと考える。昨年度の他のケースと比べても、吸着平衡係数が一定せずデータにばらつきが見られる。1,000ppm の場合を、図 3-8 に示す。「吸着」のケースでは吸着平衡係数に大きな違いはなく、濃度依存性がなさそうである。これに対して、「脱着」のケースでは、破過曲線が波打ち、破過時間も短くなっている。これは、Xe の濃度が高いため、-180℃での Xe の飽和蒸気圧を上回り、一部が液化凝縮したためと考える。添付資料 1 の図 01-2 に、拡大した飽和蒸気圧データを示す。凝縮するガスが微量成分の Xe であるため、主成分ガスの Ar が凝縮した場合は異なり、「吸着」の時は大気圧の場合と違いがないものとするが、脱着の場合は、一部に凝縮した部分が、脱着経路を塞ぎ、波打ちが起きたものとする。従って、濃縮の過程で、運転温度、圧力によっては、ガスの液化が起こり、期待された濃縮に至らないことがありうる事が分かった。

-170℃の場合は、表 3-1 にあるように、クラレコール GW-HH24/42 とダイアソープとで動的吸着平衡係数に有意差が見られなかった。図 3-9、図 3-10 に示すように、吸脱着が対称形になっている。また、圧力がやや高い 112kPa のケース、Xe 濃度が 1,000ppm ケースも、図 3-11~13 に示すように波打ち現象もおこらず、圧力依存性や、濃度依存性は、この条件範囲では発生せず安定であった。

3.2 活性炭の比較試験の評価・検討

活性炭による比較は、クラレコール GW-HH24/42、ダイアソープ、クラレコール GW-HH12/20、GA12/20、武田 LGN-066、67、72 他を比較した。ここでは、粒子径の大きさによる違い、比表面積の大きさによる違いを中心に活性炭銘柄による違いを評価した。各活性炭の吸脱着破過曲線を、図 3-3~3-19 に示す。また、吸着平衡係数の比較を図 3-20 に、吸脱着破過曲線の比較を図 3-21、3-22 に示した。さらに、比表面積についてベンゼン吸着量、Kr の吸着平衡係数で比較したデータを図 3-23 と図 3-24 に比較した。以下、

評価結果を記す。

1) 活性炭粒子径の影響

昨年度試験した活性炭は、クラレコール GW-HH24/42、ダイアソープの 2 種類であったが、粒子サイズや比表面積に大きな違いがなかった。ここでは、同一の活性炭で粒子径の違いがどのように影響するか把握するために、クラレコール GW-HH24/42 で粒子径の大きい GW-HH12/20 と比較することとした。前者を図 3-8、後者を図 3-14 にそれぞれ吸脱着破過曲線を示した。

試験の結果、吸着平衡係数は図 3-20 に示したように有意差はないと思われる。

この 2 種類の活性炭は、同一の銘柄の活性炭を破砕した際、粒子サイズの違いにより分別しただけの違いであることから、この結果は当然のことと考える。

しかし、吸脱着破過曲線で比較すると、図 3-21、22 に示されるように、粒子径の小さい GW-HH24/42 のほうが曲線の傾きが急になっている。これは、粒子径が大きいと粒子内の分子拡散抵抗が大きくなり、バルクのガスの流れによる移動との兼ね合いで、粒子サイズの小さな活性炭に比べて一部が塔出口に速く到達し、また、粒子内抵抗が大きいため粒子内飽和に時間が掛かるため、破過曲線が尾を引く形になるとして説明がつく。曲線の傾向はなだらかなもの好ましくなく、急に立ち上がるものが好ましい。従って、粒子サイズの小さい GW-HH24/42 の方が良好であることが確認されたものとする。

2) 活性炭の比表面積による差違

各活性炭の比表面積とベンゼン吸着量の対応を図 3-23 に示す。ほぼ直線に乗っていることが分かる。ベンゼンは約 5℃で凝固する常温で液体の有機溶剤であり、活性炭に吸着させると、常温で 100%飽和に至る。これに対して、希ガスは沸点が低く液化しにくい。今回取得した活性炭比較用の吸脱着破過曲線は、いずれも、温度が-170℃前後、濃度が Ar ガス中で 1 ppm である。Ar ガスは沸点が-186℃で、この温度でもガスであるが活性炭に大量に吸着している。また、Kr、Xe の沸点は各々-152℃、-109℃であり、試験温度より高いが、濃度が低いため飽和蒸気圧以下である。また、

大量に Ar が吸着している状態であるため、Kr の吸着は見掛上分圧に対して直線的に平衡になる。このことは、各活性炭の吸脱着破過曲線が吸脱着対称型になっていることから確認される。このため、図 3-24 に示されるように、比表面積と Kr の吸着平衡係数が直線的にはならないが、比表面積に対してほぼ単調増加の曲線になっているように見える。なお、KF-1500 は活性炭の原材料が他と異なるため、別途検討が必要である。

破過曲線の傾向を見ると、図 3-7(ダイアソープ)、図 3-8(GW-HH24/42)、図 3-14(GW-HH12/20)が吸脱着で上下対称であるほか左右対称にも見える。これに対して、図 3-15(LGN-067)、図 3-16(GA12/20)、図 3-17(LGN-066)は、いずれも上下対称ではあっても、左右は対称にならず、吸脱着各過程の後半で長引く傾向にある。後者の傾向は、吸着操作の際、早い時間から活性炭塔出口から吸着対象ガスの流出が起こり、飽和に到達するのに長い時間を要する。脱着の際も操作が長引くことは同じであり、バルクのガス速度と活性炭との吸脱着速度の兼ね合いが悪く、極端な粒子内拡散律速になっているためと考えるが、いずれにしても好ましくない傾向である。これらの活性炭は比表面積が小さく、細孔容積も小さい。細孔容積が小さいということは、空間が小さくそれだけ粒子内の拡散速度を妨げる。

3) 活性炭の昇温脱着特性の比較

昇温脱着特性の違いを、表 3-3 に示す。同じ種類の活性炭である GW-HH 同士で比較すると、粒子径の大きな活性炭の方が濃縮率は若干低いようである。これは、粒子が大きいため、粒子内の拡散抵抗が大きくなるためと考える。また、ダイアソープは GW-HH24/42 より若干低いようであるが、吸着時の温度がやや高めであることが関連するかもしれない。これに対して、LGN-066、LGN-067 は活性炭量が多いにも関わらず、濃縮度は低く、濃縮には向かないようである。活性炭の構造から、比表面積が小さく密度が大きく、細孔容積も小さい。これはマクロ孔が小さく、ミクロ粒子が詰まっており粒子内の孔径が小さく、粒子内の拡散抵抗が大きくなったためと考える。

なお、GA12/20、LGN-067 はいずれも軽水炉の希ガス処理に使用されている活性炭で、常温での希ガスの吸着特性が優れている銘柄である。しかし、今回のように低温での使用には向かず、むしろ有機溶剤用とされてい

る、比表面積の大きな活性炭が良好な傾向を示した。これは、有機溶剤の沸点が高く、常温での溶剤処理に使用されるものと考えるが、希ガスも低温になれば液化しやすくなり、常温の有機溶剤と同じような条件になっているからと考える。

4) その他

KF-1500 は他の活性炭の原材料がヤシガラであるのに対し、レイオンを蒸し焼きした繊維状活性炭である。活性炭としての構造も他と異なり、布状に仕上がっており密度が小さい。吸脱着破過特性は、図 3-19 に示されたように、吸脱着は対称対にはなっておらず、異なる傾向にある。これは、吸着平衡特性が直線性からずれていることになり興味深い。吸着容量は小さく吸着平衡係数も小さい上、濃縮度も多くは期待できない。

5) 活性炭の違いの総括

低温吸着－高温脱着方式の希ガスの濃縮の観点から、今回の試験結果を整理すると以下の通りである。

- ①本使用目的には、比表面積の大きな有機溶剤向け活性炭が良い特性を示し、軽水炉等で常温下で使われている活性炭は良い特性が示されなかった。
- ②粒子サイズは小さい活性炭の方が粒子内の拡散抵抗が小さく、良好な特性を示した。
- ③メーカーの違いより、比表面積の違い、原材料の違いが支配的である。

以上より、GW-HH24/42、ダイアソープはいずれも今回の目的に適った活性炭であることが判明した。

3.3 低温吸着時の希ガス特性確認試験－昇温脱着試験の評価・検討

濃縮を1段の活性炭で実施する場合は、吸着時は大気圧以上で低温、脱着時は大気圧で高温とするものと考えるが、通常原料ガスは主成分が吸着性のあるガスである。ここでは、Ar ガス中に 1ppm の Kr、Xe が混入した試料ガスを使って吸着させ、脱着時は吸着性の乏しい He ガスで掃気するものとした。また、2段階での濃縮の場合は、第2塔は、低温、大気圧で主成分

ガスは He に置き変わっているものと考え、吸着時の主成分ガスを He ガスとして試験することとした。

低温吸着－昇温脱着の濃縮操作にはいくつかの方法が考えられる。-170℃、圧力 113kPa(gage)で吸着させ、Kr 飽和後に、昇温させながら He ガスで掃気させた例を図 3-25 に示す。また、大気圧下で吸着させたケースを図 3-26 に示す。

いずれの図もピーク高さは最大値で規格化している。前者が Kr において、前半がなだらかで後半が切り立っているピークであるのに対し、Xe は対称性の良いシャープなピークである。これに対し、後者のピークはいずれも対称性がよく単純でシャープである。これは、前者において、Kr のみを飽和させたところから派生する現象と考える。

昇温脱着時、最初掃気ガスを流さず、ある程度温度が上昇した後に掃気ガスを流し始める場合は、図 3-27 のようになり、きわめてシャープなピークが得られた。より高温になってから掃気開始する方がよりシャープである。ピーク前に、Kr の流出があるが、掃気ガスを流しているわけではないので、トータルの量は多くはないと思われる。

ピークがシャープということは、それだけピーク高さが高くなっていることになる。このピークの半値幅から、濃度を概略計算できる。一連の昇温脱着試験での濃縮度を計算した結果を表 3-4 に示した。この数値は概算であり、現実がそうになっているかは定量評価してみる必要があるが、定性的には傾向がつかめる。なお、ここでいう濃縮度は次の式で定義される。

$$(\text{活性炭に吸着された希ガス量}) / (\text{ピーク半値幅時間} \times \text{脱着時流量} \times \text{試料ガス濃度})$$

ここで、活性炭に吸着された希ガス量は、吸着行程での試料ガス流量に流入時間と濃度を掛けた数値である。希ガスが破過した場合は、試料ガス濃度の半分の濃度になった時間を流入時間とする。表 3-4 のデータのうち、No. 76 以降のデータは検量線により定量したものであり、精度は高い。

表 3-5～6 に、昇温脱着時に昇温速度を変えてピークに現れる影響を見た。昇温速度が大きいほど濃縮度が高いことが分かる。また、図 3-28～3-29 に図示して比較した参考図を示す。この図は、カウント値の基準が一定しないので、単純に比較することはできないが、定性的傾向は概ね合っている。

なお、昇温速度が大きいほどより高温で脱着しているようにも見えるが、有意差があるほどではなさそうである。

表 3-7 は、昇温速度一定のもと、脱着時の掃気流量を変化させたケースの比較である。他の条件が変わらなければ、脱着時の掃気流量は小さいほど濃縮度が高くなるのが分かる。これは、図 3-30 に図示した通りである。このことから、図 3-27 で掃気ガスを流さない条件での濃縮度が、きわめて大きくなるのが理解できる。

また、表 3-8 は、昇温速度一定のもと、吸着時の導入時間を変化させたケースの比較である。他の条件が変わらなければ、導入時間が長いほど濃縮度は高くなっている。導入時間が長ければ濃縮対象ガスが多いので、昇温脱着時に濃度が高くなることは尤もであるが、脱着掃気流量が小さいほど濃縮度が上昇するのは活性炭の中から拡散脱着する速度と、バルクの掃気流速との兼ね合いであり、掃気速度が活性炭からの脱着速度に追いつかないためである。

この他、昇温脱着試験において、特徴あるデータを図 3-31～32 に示す。前者は、Ar 主成分のもとで、 -180°C 、大気圧で 1,000ppm の Kr、Xe を含む試料ガスでの試験結果であるが、Xe の凝縮の影響が顕著であり濃縮度も低い。後者は、He ガスを主成分とした Kr、Xe 各 1ppm の試料ガスであるが、図 3-33 との条件の違いは殆どなく、強いて言えば、吸着行程での流量が大きく、導入時間が同じであるから、トータルの導入量が増えている。濃縮開始前に活性炭の中の蓄積量が大きい場合には、濃縮の過程で一部の Xe 濃度が局所的に高くなり、液化が起こっている可能性がある。

表 3-1(a) 活性炭に対するK_rの動的吸着平衡係数(1/3)

	温度	圧力	活性炭	活性炭量	流量	濃度	キャリアガス	吸脱区分	経過時間	破過時間 (t _B)	吸着平衡係数
	[°C]	[kPa(gage)]		[g]	[ml _N /s]	[ppm]			[s]	[s]	[ml _N /g]
3	0	0	ダイトーブ	7.72	5.55	1	He	吸着	427	190	136
3	0	0	ダイトーブ	7.72	5.55	1	He	脱着	436	195	140
3A	0	0	ダイトーブ	7.72	5.55	1	He	吸着	438	180	129
3A	0	0	ダイトーブ	7.72	5.55	1	He	脱着	434	183	132
4	0	0	ダイトーブ	7.72	5.55	10	He	吸着	443	188	135
4	0	0	ダイトーブ	7.72	5.4	10	He	脱着	345	195	137
5	0	0	ダイトーブ	7.72	5.4	1000	He	吸着	483	193	135
5	0	0	ダイトーブ	7.72	5.4	1000	He	脱着	420	193	135
10A	0	0	ダイトーブ	7.72	5.55	1	He	脱着	478	-	-
88A	0	0	ダイトーブ	7.05	6.167	1	He	吸着	439	157	137
88A	0	0	ダイトーブ	7.05	6.33	1	He	脱着	536	141	127
11	0	0	ダイトーブ	7.72	10.35	1	He	吸着	334	99	132
11	0	0	ダイトーブ	7.72	10.35	1	He	脱着	350	98	132
11A	0	0	ダイトーブ	7.72	10.5	1	He	吸着	360	-	-
11A	0	0	ダイトーブ	7.72	10.65	1	He	脱着	356	-	-
12	101	0	ダイトーブ	7.72	1.35	1	He	吸着	476	54	9
12	101	0	ダイトーブ	7.72	1.35	1	He	脱着	468	52	9
87	100	0	ダイトーブ	7.05	1.5	1	He	吸着	610	77	16
87	100	0	ダイトーブ	7.05	1.5	1	He	脱着	587	76	16
13	150	0	ダイトーブ	7.72	1.35	1	He	吸着	446	27	5
13	150	0	ダイトーブ	7.72	1.35	1	He	脱着	430	27	5
86	150	0	ダイトーブ	7.05	1.5	1	He	吸着	573	70	15
86	150	0	ダイトーブ	7.05	1.67	1	He	脱着	543	67	16
85	174	0	ダイトーブ	7.05	1.5	1	He	吸着	570	64	14
85	174	0	ダイトーブ	7.05	1.5	1	He	脱着	568	66	14
94	-163	0	ダイトーブ	7.05	47.67	1	Ar	吸着	3665	3352	22666
94	-163	0	ダイトーブ	7.05	47.67	1	Ar	脱着	3636	3323	22470
95	-163	112	ダイトーブ	7.05	47.67	1	Ar	吸着	3800	3487	23579
95	-163	112	ダイトーブ	7.05	49.5	1	Ar	脱着	3364	3051	21423
7	0	0	ダイトーブ	7.72	5.4	1	Ar	吸着	470	117	82
7	0	0	ダイトーブ	7.72	5.55	1	Ar	脱着	461	110	79
7A	0	0	ダイトーブ	7.72	5.4	1	Ar	吸着	464	105	73
7A	0	0	ダイトーブ	7.72	5.55	1	Ar	脱着	469	102	73
8	0	0	ダイトーブ	7.72	5.4	10	Ar	吸着	472	116	81
8	0	0	ダイトーブ	7.72	5.4	10	Ar	脱着	469	108	76
9	0	0	ダイトーブ	7.72	5.4	1000	Ar	吸着	454	111	77
9	0	0	ダイトーブ	7.72	5.4	1000	Ar	脱着	464	111	77
10A	0	0	ダイトーブ	7.72	5.7	1	Ar	吸着	437	-	-
93	0	0	ダイトーブ	7.05	6.167	1	Ar	吸着	490	93	81
93	0	0	ダイトーブ	7.05	6.33	1	Ar	脱着	487	93	83
93A	0	0	ダイトーブ	7.05	6.167	1	Ar	吸着	494	97	85
93A	0	0	ダイトーブ	7.05	6.33	1	Ar	脱着	487	93	83
14	0	0	ダイトーブ	7.72	10.2	1	Ar	吸着	393	61	80
14	0	0	ダイトーブ	7.72	10.95	1	Ar	脱着	390	62	88
15	101	0	ダイトーブ	7.72	1.35	1	Ar	吸着	564	141	25
15	101	0	ダイトーブ	7.72	1.35	1	Ar	脱着	568	140	24
92	100	0	ダイトーブ	7.05	1.67	1	Ar	吸着	643	63	15
92	100	0	ダイトーブ	7.05	1.67	1	Ar	脱着	639	62	15
16A	151	0	ダイトーブ	7.72	1.35	1	Ar	吸着	518	56	10
16A	151	0	ダイトーブ	7.72	1.35	1	Ar	脱着	514	40	7
16	153	0	ダイトーブ	7.72	1.35	1	Ar	吸着	524	-	-
16	153	0	ダイトーブ	7.72	1.35	1	Ar	脱着	504	-	-
91	150	0	ダイトーブ	7.05	1.67	1	Ar	吸着	617	54	13
91	150	0	ダイトーブ	7.05	1.67	1	Ar	脱着	607	54	13
90	168	0	ダイトーブ	7.05	1.67	1	Ar	吸着	601	50	12
90	171	0	ダイトーブ	7.05	1.67	1	Ar	脱着	602	50	12
35	-81	0	GW-HH24/42	8.04	10.35	1	He	吸着	5910	5700	7338
35	-81	0	GW-HH24/42	8.04	10.8	1	He	脱着	5782	5572	7485
74	-79	0	GW-HH24/42	8.04	12.83	1	He	吸着	3353	3143	5016
20	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	He	吸着	509	-	-
20	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	He	脱着	491	-	-
20A	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	He	吸着	497	265	152
20A	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	He	脱着	466	268	153
20I	0	0	GW-HH24/42	8.04	5.7	1	He	吸着	457	193	137
20I	0	0	GW-HH24/42	8.04	5.7	1	He	脱着	454	193	137
22	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	He	脱着	553	-	-
22A	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.7	1	He	脱着	530	-	-
64	0	0	GW-HH24/42	8.04	5.833	1	He	吸着	472	172	125
64	0	0	GW-HH24/42	8.04	5.833	1	He	脱着	468	179	130
23	0	0	GW-HH24/42	9.71	10.95	1	He	吸着	383	135	152
23	0	0	GW-HH24/42	9.71	10.95	1	He	脱着	380	136	153
25	0	0	GW-HH24/42	9.71	10.95	1	He	脱着	443	-	-

表 3-1(b) 活性炭に対する K_r の動的吸着平衡係数 (2/3)

	温度	圧力	活性炭	活性炭量	流量	濃度	キャリアガス	吸脱区分	経過時間	破過時間 (t_B)	吸着平衡係数
	[°C]	[kPa(gage)]		[g]	[ml _N /s]	[ppm]			[s]	[s]	[ml _N /g]
26	148	0	GW-HH24/42	9.71	1.5	1	He	吸着	510	32	5
26	150	0	GW-HH24/42	9.71	1.5	1	He	脱着	451	30	5
28A	150	0	GW-HH24/42	9.71	1.35	1	He	脱着	504	—	—
62	149	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	He	吸着	574	56	12
62	150	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	He	脱着	546	56	12
61	179	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	He	吸着	559	46	9
61	180	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	He	脱着	530	44	9
61A	187	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	He	吸着	553	48	10
61A	187	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	He	脱着	520	48	10
34	-180	112	GW-HH24/42	8.04	34.5	1	Ar	吸着	2586	2273	4633
34	-180	112	GW-HH24/42	8.04	38	1	Ar	脱着	2384	2071	4649
32A	-179	0	GW-HH24/42	8.04	35.5	1	Ar	吸着	9314	9001	39744
32A	-179	0	GW-HH24/42	8.04	38.5	1	Ar	脱着	8168	7855	37615
32B	-178	0	GW-HH24/42	8.04	48.17	1	Ar	吸着	6958	6645	39813
32B	-178	0	GW-HH24/42	8.04	48.83	1	Ar	脱着	6708	6395	38840
45	-179	0	GW-HH24/42	8.04	46.67	1	Ar	吸着	9430	9117	52922
47	-180	0	GW-HH24/42	8.04	48.33	1	Ar	吸着	7641	7328	44051
47	-180	0	GW-HH24/42	8.04	52.5	1	Ar	脱着	6516	6203	40505
69	-179	0	GW-HH24/42	8.04	45.5	1	Ar	吸着	3670	3357	18998
44	-179	0	GW-HH24/42	8.04	48.5	1000	Ar	吸着	9075	8762	52856
44	-179	0	GW-HH24/42	8.04	50.33	1000	Ar	脱着	6630	6317	39545
50	-180	0	GW-HH24/42	8.04	47.17	1000	Ar	吸着	10161	9848	57778
50	-180	0	GW-HH24/42	8.04	55.5	1000	Ar	脱着	5895	5582	38533
37	-169	112	GW-HH24/42	8.04	49	1	Ar	吸着	4016	3703	22569
37	-169	112	GW-HH24/42	8.04	48.67	1	Ar	脱着	4162	3849	23300
38A	-169	112	GW-HH24/42	8.04	47	1	Ar	吸着	4132	3819	22326
49	-170	112	GW-HH24/42	8.04	48.67	1	Ar	吸着	4374	4061	24584
49	-171	112	GW-HH24/42	8.04	49.67	1	Ar	脱着	4329	4016	24811
65	-169	112	GW-HH24/42	8.04	47.33	1	Ar	吸着	5643	5330	31377
52	-170	112	GW-HH24/42	8.04	50.25	1000	Ar	吸着	3817	3504	21901
52	-170	112	GW-HH24/42	8.04	50	1000	Ar	脱着	3686	3373	20977
36	-170	0	GW-HH24/42	8.04	46.67	1	Ar	吸着	4710	4397	25524
36	-170	0	GW-HH24/42	8.04	45.67	1	Ar	脱着	4810	4497	25545
48	-170	0	GW-HH24/42	8.04	47.5	1	Ar	吸着	4725	4412	26066
48	-170	0	GW-HH24/42	8.04	47.67	1	Ar	脱着	4779	4466	26480
99	-168	0	GW-HH24/42	7.86	47.33	1	Ar	吸着	3731	3418	20579
99	-168	0	GW-HH24/42	7.86	46.5	1	Ar	脱着	3956	3643	21550
43A	-169	0	GW-HH24/42	8.04	44.83	1000	Ar	吸着	4642	4329	24138
43A	-169	0	GW-HH24/42	8.04	45.83	1000	Ar	脱着	4320	4025	22944
43	-169	0	GW-HH24/42	8.04	43.5	1000	Ar	吸着	4746	4433	23985
43	-168	0	GW-HH24/42	8.04	49.33	1000	Ar	脱着	4206	3893	23886
51	-170	0	GW-HH24/42	8.04	46.67	1000	Ar	吸着	4196	3883	22540
51	-170	0	GW-HH24/42	8.04	49	1000	Ar	脱着	3868	3555	21667
33	-80	0	GW-HH24/42	8.04	10.5	1	Ar	吸着	1046	733	957
33	-80	0	GW-HH24/42	8.04	10.197	1	Ar	脱着	1062	749	950
75	-79	0	GW-HH24/42	8.04	12.42	1	Ar	吸着	884	571	882
21	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	Ar	吸着	526	155	89
21	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	Ar	脱着	530	153	87
21A	0	0	GW-HH24/42	8.04	5.7	1	Ar	吸着	481	118	84
21A	0	0	GW-HH24/42	8.04	5.7	1	Ar	脱着	482	117	83
22	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	Ar	吸着	468	—	—
22A	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	Ar	吸着	450	—	—
24	0	0	GW-HH24/42	9.71	10.95	1	Ar	吸着	405	79	89
24	0	0	GW-HH24/42	9.71	11.25	1	Ar	脱着	443	76	88
25	0	0	GW-HH24/42	9.71	10.95	1	Ar	吸着	394	—	—
25A	0	0	GW-HH24/42	9.71	11.25	1	Ar	吸着	407	—	—
25B	0	0	GW-HH24/42	9.71	11.097	1	Ar	吸着	409	—	—
56	0	0	GW-HH24/42	8.04	6.1666	1	Ar	吸着	508	103	79
56	0	0	GW-HH24/42	8.04	5.83333	1	Ar	脱着	518	111	81
56	0	0	GW-HH24/42	8.04	6.1667	1	Ar	吸着	508	103	79
56	0	0	GW-HH24/42	8.04	5.833	1	Ar	脱着	518	111	81
29A	100	0	GW-HH24/42	9.71	1.35	1	Ar	吸着	575	—	—
31	100	0	GW-HH24/42	9.71	1.5	1	Ar	吸着	526	68	11
31	100	0	GW-HH24/42	9.71	1.5	1	Ar	脱着	536	68	11
53	100	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	Ar	吸着	659	49	10
53	100	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	Ar	脱着	635	46	10
27	149	0	GW-HH24/42	9.71	1.5	1	Ar	吸着	484	31	5
28A	150	0	GW-HH24/42	9.71	1.35	1	Ar	吸着	517	—	—
27	151	0	GW-HH24/42	9.71	1.5	1	Ar	脱着	502	32	5
55	149	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	Ar	吸着	617	25	5
55	150	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	Ar	脱着	602	24	5
54	187	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	Ar	吸着	603	14	3
54	192	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	Ar	脱着	590	13	3

表 3-1(c) 活性炭に対する K_r の動的吸着平衡係数 (3/3)

	温度	圧力	活性炭	活性炭量	流量	濃度	キャリアガス	吸脱区分	経過時間	破過時間 (t_B)	吸着平衡係数
	[°C]	[kPa(gage)]		[g]	[ml _N /s]	[ppm]			[s]	[s]	[ml _N /g]
97	-171	0	GW-HH12/20	7.23	49	1	Ar	吸着	3803	3490	23653
97	-171	0	GW-HH12/20	7.23	49.167	1	Ar	脱着	3785	3472	23612
101	-169	0	LGN-067	11.11	48	1	Ar	吸着	3413	3100	13394
101	-169	0	LGN-067	11.11	50.5	1	Ar	脱着	3249	2936	13346

表 3-2(a) 活性炭に対するXeの動的吸着平衡係数(1/2)

	温度	圧力	活性炭	活性炭量	流量	濃度	キャリアガス	吸脱区分	経過時間	破過時間 (t _B)	吸着平衡係数
	[°C]	[kPa [gage]]		[g]	[ml _N /s]	[ppm]			[s]	[s]	[ml _N /g]
3	0	0	ダ イソブ	7.72	5.55	1	He	吸着	3860	3623	2604
3	0	0	ダ イソブ	7.72	5.55	1	He	脱着	3960	3719	2674
3A	0	0	ダ イソブ	7.72	5.55	1	He	吸着	3686	3428	2464
3A	0	0	ダ イソブ	7.72	5.55	1	He	脱着	3743	3492	2510
4	0	0	ダ イソブ	7.72	5.55	10	He	吸着	3843	3588	2579
4	0	0	ダ イソブ	7.72	5.4	10	He	脱着	3878	3728	2608
5	0	0	ダ イソブ	7.72	5.4	1000	He	吸着	2856	2566	1795
5	0	0	ダ イソブ	7.72	5.4	1000	He	脱着	2892	2665	1864
10A	0	0	ダ イソブ	7.72	5.55	1	He	脱着	3699	—	—
11	0	0	ダ イソブ	7.72	10.35	1	He	吸着	2121	1886	2528
11	0	0	ダ イソブ	7.72	10.35	1	He	脱着	2126	1874	2513
11A	0	0	ダ イソブ	7.72	10.5	1	He	吸着	2213	—	—
11A	0	0	ダ イソブ	7.72	10.65	1	He	脱着	2046	—	—
88A	0	0	ダ イソブ	7.05	6.167	1	He	吸着	3273	2991	2616
88A	0	0	ダ イソブ	7.05	6.33	1	He	脱着	3088	2693	2418
12	101	0	ダ イソブ	7.72	1.35	1	He	吸着	806	384	67
12	101	0	ダ イソブ	7.72	1.35	1	He	脱着	788	372	65
87	100	0	ダ イソブ	7.05	1.5	1	He	吸着	1082	549	117
87	100	0	ダ イソブ	7.05	1.5	1	He	脱着	1050	539	115
13	150	0	ダ イソブ	7.72	1.35	1	He	吸着	555	136	24
13	150	0	ダ イソブ	7.72	1.35	1	He	脱着	541	138	24
86	150	0	ダ イソブ	7.05	1.5	1	He	吸着	860	357	76
86	150	0	ダ イソブ	7.05	1.67	1	He	脱着	818	342	81
85	174	0	ダ イソブ	7.05	1.5	1	He	吸着	832	326	69
85	174	0	ダ イソブ	7.05	1.5	1	He	脱着	839	337	72
7	0	0	ダ イソブ	7.72	5.4	1	Ar	吸着	2586	2233	1562
7	0	0	ダ イソブ	7.72	5.55	1	Ar	脱着	2454	2103	1512
7A	0	0	ダ イソブ	7.72	5.4	1	Ar	吸着	2356	1997	1397
7A	0	0	ダ イソブ	7.72	5.55	1	Ar	脱着	2315	1948	1400
8	0	0	ダ イソブ	7.72	5.4	10	Ar	吸着	2570	2214	1549
8	0	0	ダ イソブ	7.72	5.4	10	Ar	脱着	2425	2064	1444
9	0	0	ダ イソブ	7.72	5.4	1000	Ar	吸着	2278	1935	1353
9	0	0	ダ イソブ	7.72	5.4	1000	Ar	脱着	2178	1825	1276
10A	0	0	ダ イソブ	7.72	5.7	1	Ar	吸着	2362	2072	1530
14	0	0	ダ イソブ	7.72	10.2	1	Ar	吸着	1493	1161	1534
14	0	0	ダ イソブ	7.72	10.95	1	Ar	脱着	1518	1190	1688
93	0	0	ダ イソブ	7.05	6.167	1	Ar	吸着	2174	1777	1554
93	0	0	ダ イソブ	7.05	6.33	1	Ar	脱着	2165	1770	1589
93A	0	0	ダ イソブ	7.05	6.167	1	Ar	吸着	2252	1855	1623
93A	0	0	ダ イソブ	7.05	6.33	1	Ar	脱着	2168	1774	1593
15	101	0	ダ イソブ	7.72	1.35	1	Ar	吸着	1429	1006	176
15	101	0	ダ イソブ	7.72	1.35	1	Ar	脱着	1425	997	174
92	100	0	ダ イソブ	7.05	1.67	1	Ar	吸着	1031	451	107
92	100	0	ダ イソブ	7.05	1.67	1	Ar	脱着	1020	443	105
16A	151	0	ダ イソブ	7.72	1.35	1	Ar	吸着	749	287	50
16A	151	0	ダ イソブ	7.72	1.35	1	Ar	脱着	678	204	36
16	153	0	ダ イソブ	7.72	1.35	1	Ar	吸着	767	—	—
16	153	0	ダ イソブ	7.72	1.35	1	Ar	脱着	659	—	—
91	150	0	ダ イソブ	7.05	1.67	1	Ar	吸着	837	274	65
91	150	0	ダ イソブ	7.05	1.67	1	Ar	脱着	830	277	66
90	168	0	ダ イソブ	7.05	1.67	1	Ar	吸着	807	256	61
90	171	0	ダ イソブ	7.05	1.67	1	Ar	脱着	806	254	60

表 3-2(b) 活性炭に対する Xe の動的吸着平衡係数(2/2)

	温度	圧力	活性炭	活性炭量	流量	濃度	キャリアガス	吸脱区分	経過時間	破過時間 (t _B)	吸着平衡係数
	[°C]	[kPa [gage]]		[g]	[ml _N /s]	[ppm]			[s]	[s]	[ml _N /g]
20	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	He	吸着	5796	—	—
20	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	He	脱着	5614	—	—
20A	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	He	吸着	5648	5416	3096
20A	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	He	脱着	5666	5468	3125
20I	0	0	GW-HH24/42	8.04	5.7	1	He	吸着	4204	3940	2793
20I	0	0	GW-HH24/42	8.04	5.7	1	He	脱着	4197	3936	2790
22	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	He	脱着	5768	—	—
22A	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.7	1	He	脱着	5739	—	—
64	0	0	GW-HH24/42	8.04	5.833	1	He	吸着	3810	3510	2546
64	0	0	GW-HH24/42	8.04	5.833	1	He	脱着	3951	3662	2657
23	0	0	GW-HH24/42	9.71	10.95	1	He	吸着	2999	2751	3102
23	0	0	GW-HH24/42	9.71	10.95	1	He	脱着	3021	2777	3132
25	0	0	GW-HH24/42	9.71	10.95	1	He	脱着	2508	—	—
25B	0	0	GW-HH24/42	9.71	15	1	He	脱着	2140	—	—
29A	100	0	GW-HH24/42	9.71	1.35	1	He	脱着	948	—	—
30	100	0	GW-HH24/42	9.71	1.5	1	He	吸着	915	513	79
30	100	0	GW-HH24/42	9.71	1.5	1	He	脱着	915	508	79
63	99	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	He	吸着	1071	546	113
63	100	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	He	脱着	996	515	107
26	148	0	GW-HH24/42	9.71	1.5	1	He	吸着	658	180	28
26	150	0	GW-HH24/42	9.71	1.5	1	He	脱着	589	168	26
28A	150	0	GW-HH24/42	9.71	1.35	1	He	脱着	671	—	—
62	149	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	He	吸着	831	313	65
62	150	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	He	脱着	803	313	65
61	179	0	GW-HH24/42	8.04	1.67	1	He	吸着	768	254	53
61	180	0	GW-HH24/42	8.04	1.67	1	He	脱着	733	247	51
61A	187	0	GW-HH24/42	8.04	1.67	1	He	吸着	774	269	56
61A	187	0	GW-HH24/42	8.04	1.67	1	He	脱着	741	269	56
21	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	Ar	吸着	3540	3169	1811
21	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	Ar	脱着	3500	3123	1785
21A	0	0	GW-HH24/42	8.04	5.7	1	Ar	吸着	2772	2409	1708
21A	0	0	GW-HH24/42	8.04	5.7	1	Ar	脱着	2755	2390	1694
22	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	Ar	吸着	3468	—	—
22A	0	0	GW-HH24/42	9.71	5.55	1	Ar	吸着	3562	—	—
24	0	0	GW-HH24/42	9.71	10.95	1	Ar	吸着	1931	1605	1810
24	0	0	GW-HH24/42	9.71	11.25	1	Ar	脱着	1911	1544	1788
25	0	0	GW-HH24/42	9.71	10.95	1	Ar	吸着	1935	—	—
25A	0	0	GW-HH24/42	9.71	11.25	1	Ar	吸着	1917	—	—
25B	0	0	GW-HH24/42	9.71	11.097	1	Ar	吸着	1917	—	—
56	0	0	GW-HH24/42	8.04	6.1667	1	Ar	吸着	2511	2106	1615
56	0	0	GW-HH24/42	8.04	5.833	1	Ar	脱着	2677	2270	1647
29A	100	0	GW-HH24/42	9.71	1.35	1	Ar	吸着	1106	—	—
31	100	0	GW-HH24/42	9.71	1.5	1	Ar	吸着	951	493	76
31	100	0	GW-HH24/42	9.71	1.5	1	Ar	脱着	961	493	76
53	100	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	Ar	吸着	965	355	74
53	100	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	Ar	脱着	925	336	70
27	149	0	GW-HH24/42	9.71	1.5	1	Ar	吸着	626	173	27
28A	150	0	GW-HH24/42	9.71	1.35	1	Ar	吸着	675	—	—
27	151	0	GW-HH24/42	9.71	1.5	1	Ar	脱着	646	176	27
55	149	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	Ar	吸着	729	136	28
55	150	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	Ar	脱着	710	132	27
54	187	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	Ar	吸着	666	77	16
54	192	0	GW-HH24/42	8.04	1.667	1	Ar	脱着	649	72	15

表 3-3. 昇温脱着時濃縮率の活性炭による違い

	温度	圧力	活性炭	活性炭量	吸着時流量	吸着時間	濃度	判別ガス	未修正 [*] 加時間	未修正 [*] 加時間	脱着時流量	昇温速度	濃縮倍率	濃縮倍率
	[°C]	[kPaG]		[g]	[l _N /min]	[min]	[ppm]		Kr [sec]	Xe [sec]	[l _N /min]	[°C/min]	Kr [-]	Xe [-]
96	-155.0	112	ダイヤブ	7.05	3.86	30	1	Ar-He	4645	7125	0.33	1.96	33.9	64.3
98	-169.0	112	GW-HH12	7.23	2.92	30	1	Ar-He	4490	6770	0.36	2.24	31.9	54.7
100	-168.3	112	GW-HH24	7.86	2.91	30	1	Ar-He	4600	6950	0.34	2.07	46	72.2
102	-169.6	112	LGN-067	11.11	2.85	30	1	Ar-He	5320	7955	0.34	2.03	21.2	22

表3-4 Kr, Xe のピーク時間の整理

	温度 [°C]	圧力 [kPaG]	活性炭	活性炭量 [g]	吸着時流量 [l _N /min]	吸着時間 [min]	濃度 [ppm]	キャリアガス	未修正ピーク時間 Kr [sec]	未修正ピーク時間 Xe [sec]	脱着時流量 [l _N /min]	昇温速度 [°C/min]	濃縮倍率 Kr [-]	濃縮倍率 Xe [-]
38A	-168.5	113	GW-HH24	8.04	2.82	135	1	Ar-He	5700	8520	0.35	1.5	36.4	252
39A	-168.6	112.5	GW-HH24	8.04	2.84	140	1	Ar-He	10900	11010	0.38	1.55	697.54	1395
40	-169.0	113.5	GW-HH24	8.04	2.83	145	1	Ar-He	7680	8760	0.38	1.6	479.94	563.42
41	-170.0	0	GW-HH24	8.04	0.36	60	1	Ar-He	4780	7430	1.02	1.61	14.1	12.1
42	-170.0	0	GW-HH24	8.04	0.36	60	1	Ar-He	4930	7480	1.02	1.61	14.95	12.1
45	-179.0	0	GW-HH24	8.04	2.8	240	1	Ar-He	5970	8800	0.35	1.59	36.6	384
57	-180.0	0	GW-HH24	8.04	0.31	60	1	He-He	8660	13820	0.93	0.81	4	3.23
58	-180.0	0	GW-HH24	8.04	0.33	60	1	He-He	5200	7720	0.95	1.56	6.72	5.38
59	-180.0	0	GW-HH24	8.04	0.34	60	1	He-He	4130	6390	0.93	2.03	7.26	6.04
60	-180.0	0	GW-HH24	8.04	0.34	60	1	He-He	3320	5090	0.93	2.58	8.96	5.96
65	-169.0	112	GW-HH24	8.04	2.84	130	1	Ar-He	10220	16280	0.284	0.76	24.1	109.5
66	-168.0	112	GW-HH24	8.04	2.82	130	1	Ar-He	5810	9110	0.368	1.49	36.5	156.6
67	-169.0	112	GW-HH24	8.04	2.77	130	1	Ar-He	4420	6760	0.37	2.17	43.06	182.2
68	-170.0	112	GW-HH24	8.04	2.95	130	1	Ar-He	3610	5370	0.355	2.83	63.25	213.49
69	-179.0	0	GW-HH24	8.04	2.73	95	1000	Ar-He	4540	7100	0.36	1.49	14.15	18
70	-167.6	112	GW-HH24	8.04	2.96	25	1	Ar-He	9930	15860	0.35	0.76	14	25.17
71	-167.8	112	GW-HH24	8.04	2.99	30	1	Ar-He	5970	9260	0.36	1.46	20.96	34
72	-168.0	112	GW-HH24	8.04	2.98	30	1	Ar-He	4940	7860	0.34	1.997	24.1	33.24
73	-167.0	112	GW-HH24	8.04	2.98	30	1	Ar-He	3570	5400	0.36	2.71	35.46	50.5
76	-181.0	0	GW-HH24	8.04	0.965	30	1	He-He	4790	7090	0.33	1.96	24	16.3
77	-182.0	0	GW-HH24	8.04	0.956	30	1	He-He	4430	6750	0.59	1.96	15	9.9
78	-181.0	0	GW-HH24	8.04	0.99	30	1	He-He	4300	6350	0.97	1.93	9.2	3.8
79	-182.0	0	GW-HH24	8.04	0.97	30	1	He-He	3630	5590	3.01	2.01	2.3	2.4
80	-181.0	0	GW-HH24	8.04	0.98	20	1	He-He	4270	6350	0.98	1.99	5.3	2.9
81	-181.0	0	GW-HH24	8.04	0.99	10	1	He-He	4250	6260	0.99	1.94	2.5	1.3
82A	-180.5	0	GW-HH24	8.04	0.975	5	1	He-He	4260	6270	0.965	1.99	1.2	0.7
83	-180.0	0	GW-HH24	8.04	0.98	5	1	He-He	4810	7110	0.345	1.95	2.9	2.1
84	-180.5	0	GW-HH24	8.04	0.965	60	1	He-He	4180	6270	0.95	1.96	18.1	6.1
96	-155.0	112	ダイヤブ	7.05	3.86	30	1	Ar-He	4645	7125	0.33	1.96	33.9	64.3
98	-169.0	112	GW-HH12	7.23	2.92	30	1	Ar-He	4490	6770	0.36	2.24	31.9	54.7
100	-168.3	112	GW-HH24	7.86	2.91	30	1	Ar-He	4600	6950	0.34	2.07	46	72.2
102	-169.6	112	LGN-067	11.11	2.85	30	1	Ar-He	5320	7955	0.34	2.03	21.2	22

表3-5 昇温脱着時濃縮率の昇温速度による依存性 (1)

	温度 [°C]	圧力 [kPaG]	活性炭	活性炭量 [g]	吸着時流量 [l _N /min]	吸着時間 [min]	濃度 [ppm]	キャリアガス	未修正比-ク時間 K r [sec]	未修正比-ク時間 X e [sec]	脱着時流量 [l _N /min]	昇温速度 [°C/min]	濃縮倍率 K r [-]	濃縮倍率 X e [-]
57	-180.0	0	GW-HH24	8.04	0.31	60	1	He-He	8660	13820	0.93	0.81	4	3.23
58	-180.0	0	GW-HH24	8.04	0.33	60	1	He-He	5200	7720	0.95	1.56	6.72	5.38
59	-180.0	0	GW-HH24	8.04	0.34	60	1	He-He	4130	6390	0.93	2.03	7.26	6.04
60	-180.0	0	GW-HH24	8.04	0.34	60	1	He-He	3320	5090	0.93	2.58	8.96	5.96

表3-6 昇温脱着時濃縮率の昇温速度による依存性 (2)

	温度 [°C]	圧力 [kPaG]	活性炭	活性炭量 [g]	吸着時流量 [l _N /min]	吸着時間 [min]	濃度 [ppm]	キャリアガス	未修正比-ク時間 K r [sec]	未修正比-ク時間 X e [sec]	脱着時流量 [l _N /min]	昇温速度 [°C/min]	濃縮倍率 K r [-]	濃縮倍率 X e [-]
65	-169.0	112	GW-HH24	8.04	2.84	130	1	Ar-He	10220	16280	0.284	0.76	24.1	109.5
66	-168.0	112	GW-HH24	8.04	2.82	130	1	Ar-He	5810	9110	0.368	1.49	36.5	156.6
67	-169.0	112	GW-HH24	8.04	2.77	130	1	Ar-He	4420	6760	0.37	2.17	43.06	182.2
68	-170.0	112	GW-HH24	8.04	2.95	130	1	Ar-He	3610	5370	0.355	2.83	63.25	213.49
70	-167.6	112	GW-HH24	8.04	2.96	25	1	Ar-He	9930	15860	0.35	0.76	14	25.17
71	-167.8	112	GW-HH24	8.04	2.99	30	1	Ar-He	5970	9260	0.36	1.46	20.96	34
72	-168.0	112	GW-HH24	8.04	2.98	30	1	Ar-He	4940	7860	0.34	1.997	24.1	33.24
73	-167.0	112	GW-HH24	8.04	2.98	30	1	Ar-He	3570	5400	0.36	2.71	35.46	50.5

表3-7 昇温脱着時濃縮率の脱着時流量による依存性

	温度 [°C]	圧力 [kPaG]	活性炭	活性炭量 [g]	吸着時流量 [l _N /min]	吸着時間 [min]	濃度 [ppm]	キャリアガス	未修正比-ク時間 K r [sec]	未修正比-ク時間 X e [sec]	脱着時流量 [l _N /min]	昇温速度 [°C/min]	濃縮倍率 K r [-]	濃縮倍率 X e [-]
76	-181.0	0	GW-HH24	8.04	0.965	30	1	He-He	4790	7090	0.33	1.96	24	16.3
77	-182.0	0	GW-HH24	8.04	0.956	30	1	He-He	4430	6750	0.59	1.96	15	9.9
78	-181.0	0	GW-HH24	8.04	0.99	30	1	He-He	4300	6350	0.97	1.93	9.2	3.8
79	-182.0	0	GW-HH24	8.04	0.97	30	1	He-He	3630	5590	3.01	2.01	2.3	2.4

表3-8 昇温脱着時濃縮率の吸着時流量による依存性

	温度 [°C]	圧力 [kPaG]	活性炭	活性炭量 [g]	吸着時流量 [l _N /min]	吸着時間 [min]	濃度 [ppm]	キャリアガス	未修正比-ク時間 K r [sec]	未修正比-ク時間 X e [sec]	脱着時流量 [l _N /min]	昇温速度 [°C/min]	濃縮倍率 K r [-]	濃縮倍率 X e [-]
84	-180.5	0	GW-HH24	8.04	0.965	60	1	He-He	4180	6270	0.95	1.96	18.1	6.1
78	-181.0	0	GW-HH24	8.04	0.99	30	1	He-He	4300	6350	0.97	1.93	9.2	3.8
80	-181.0	0	GW-HH24	8.04	0.98	20	1	He-He	4270	6350	0.98	1.99	5.3	2.9
81	-181.0	0	GW-HH24	8.04	0.99	10	1	He-He	4250	6260	0.99	1.94	2.5	1.3

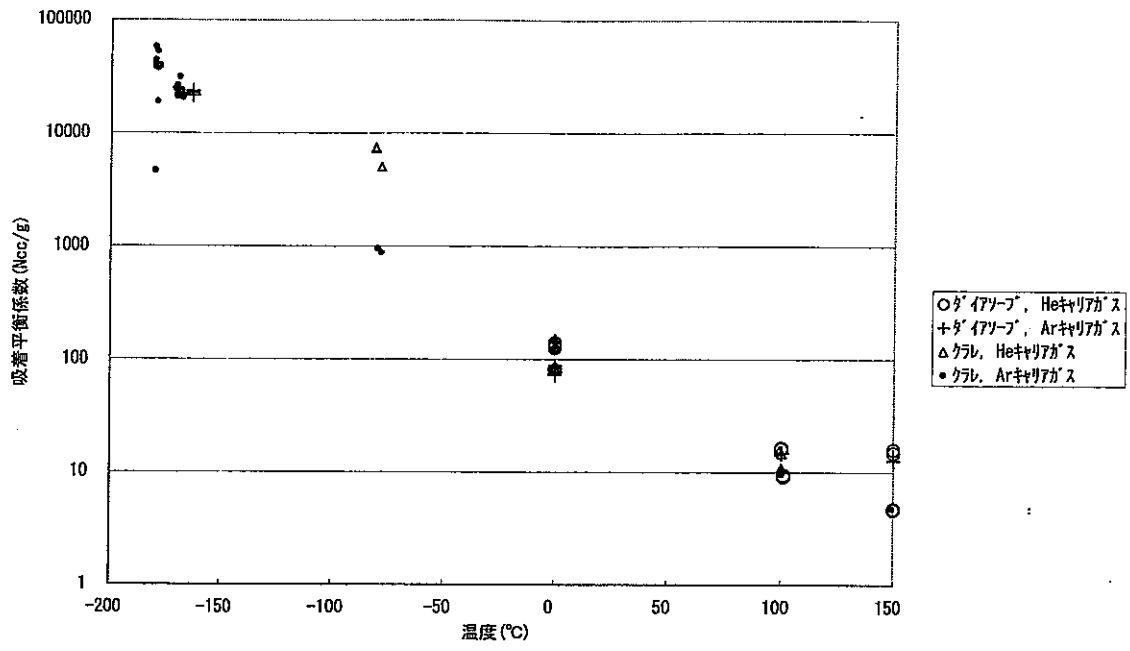


図3-1 K_r 吸着平衡係数測定結果

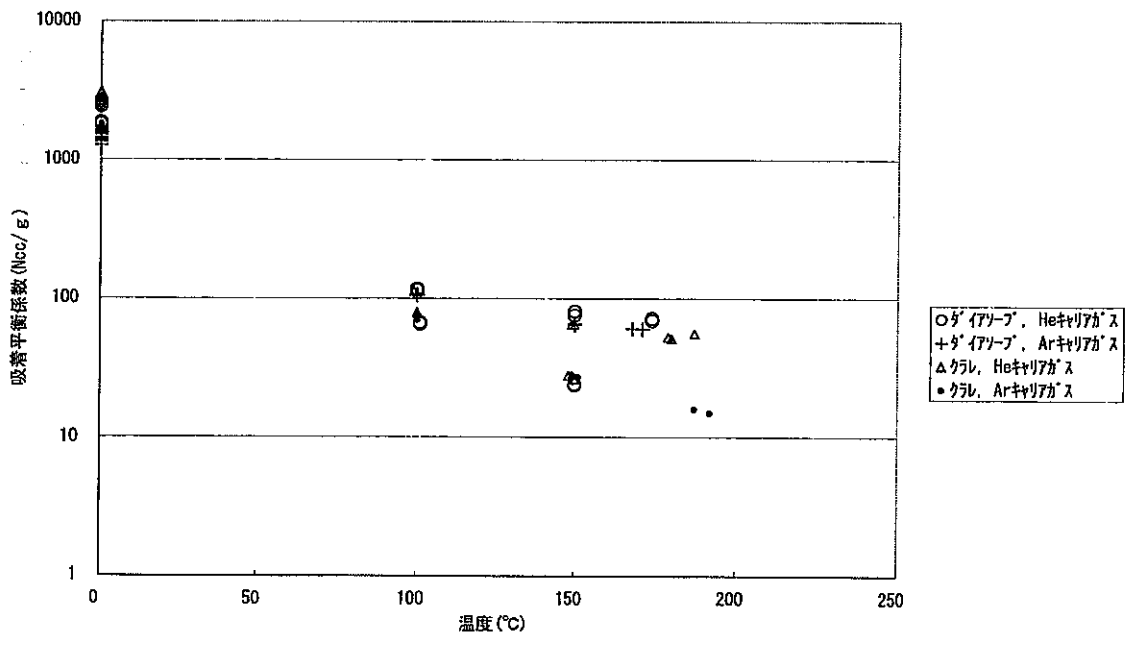


図3-2 X_e 吸着平衡係数測定結果

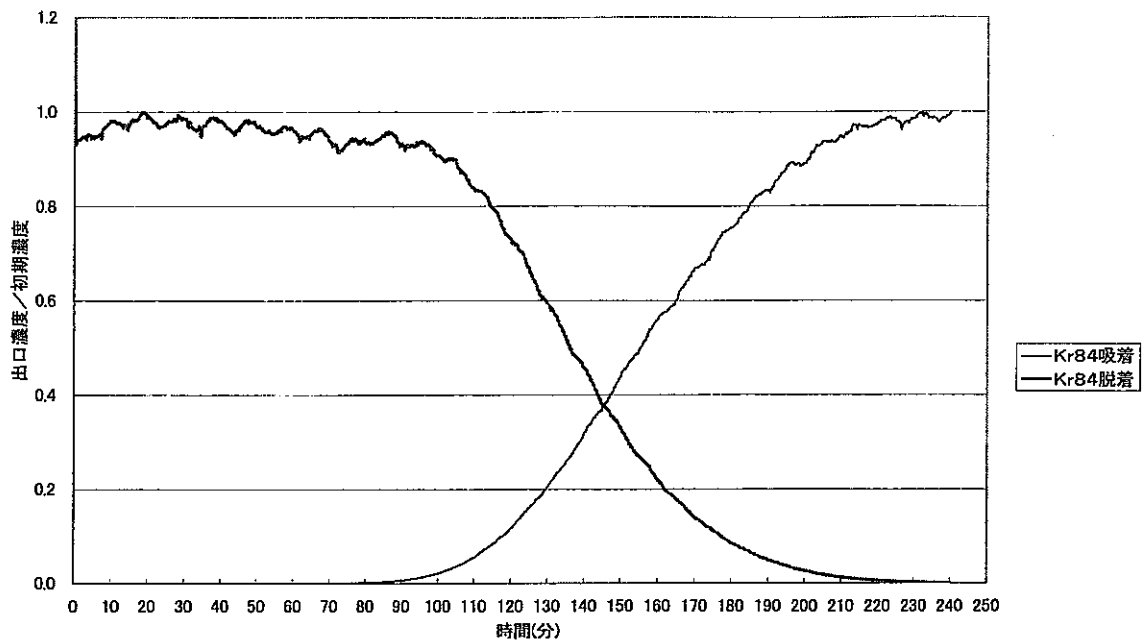


図 3-3 吸脱着破過曲線
 -179°C, 0kPa, 1ppm/Ar, 吸着2.13NL/min, 脱着2.31NL/min, ケレコ-ルGW-HH24/42 32A

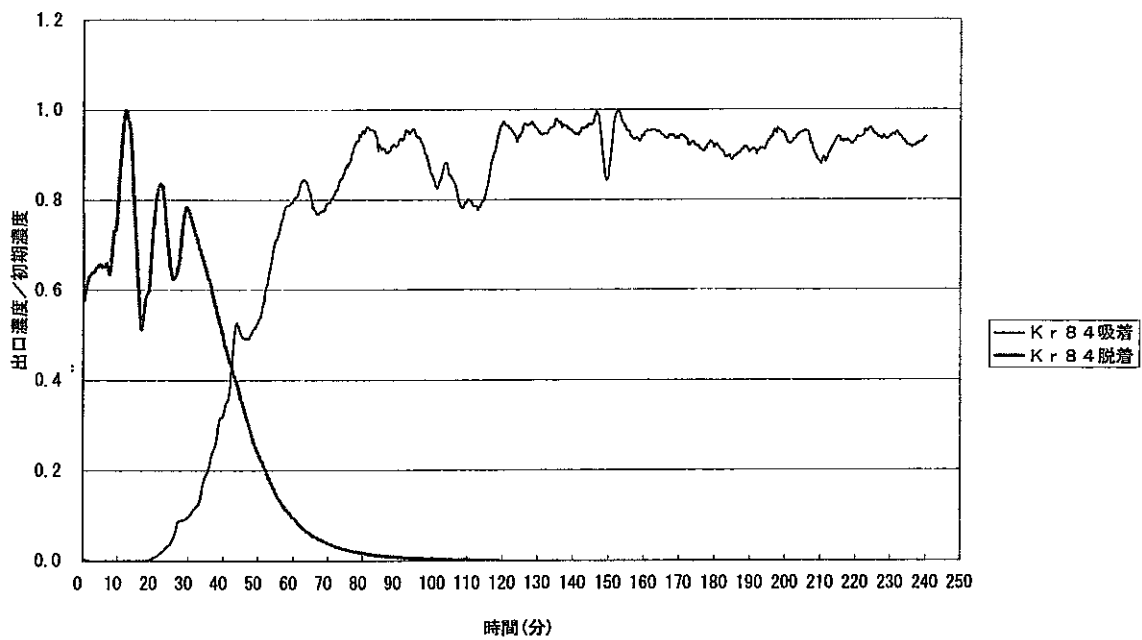


図 3-4 吸脱着破過曲線の例 — 曲線が波打ち乱れている
 -180°C, 112kPa, 1ppm/Ar, 吸着2.07NL/min, 脱着2.28NL/min, GW-HH24/42 34

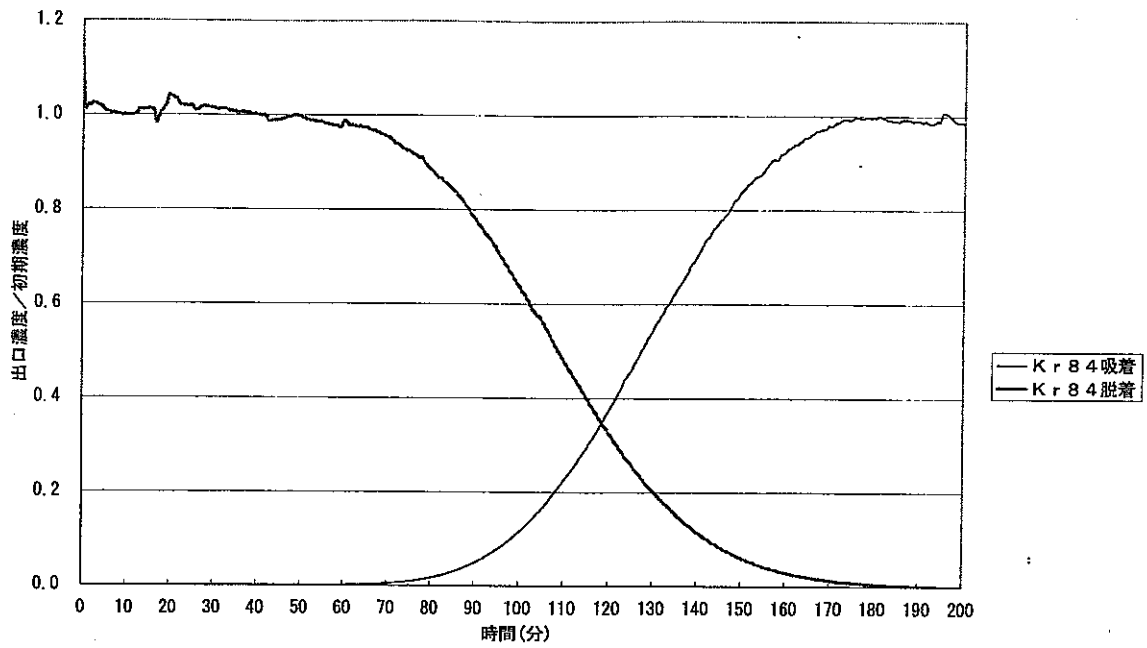


圖 3-5 吸脫着破過曲線
 -180°C, 0kPa, 1ppm/Ar, 吸着2.9NL/min, 脫着3.15NL/min, GW-HH24/42 47

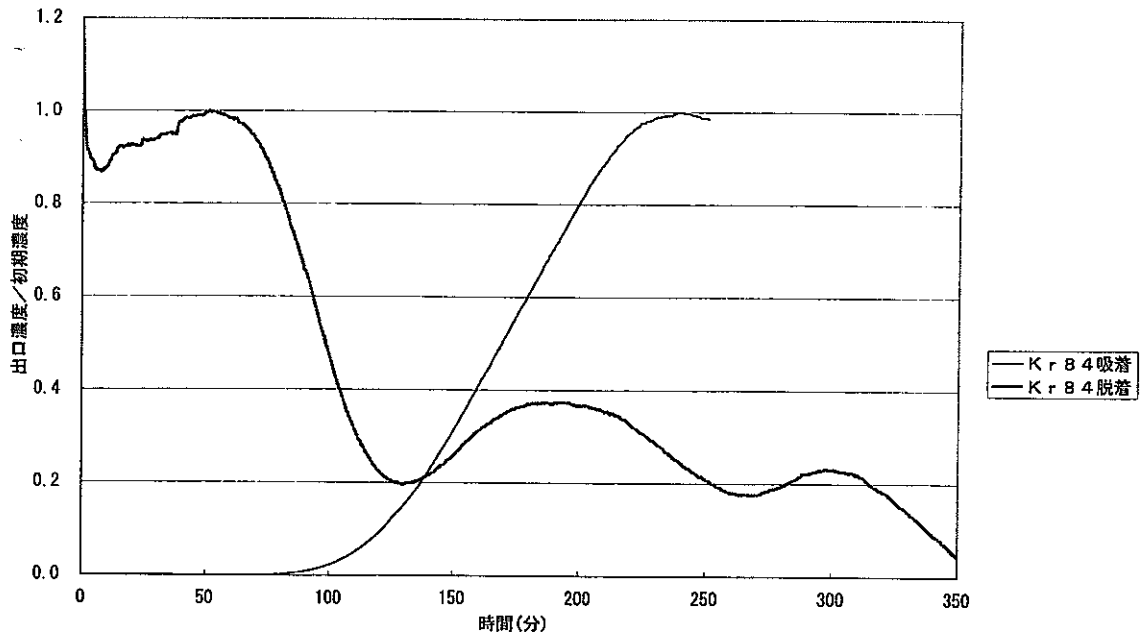


圖 3-6 吸脫着破過曲線
 -180°C, 0kPa, 1000ppm/Ar, 吸着2.83NL/min, 脫着3.33NL/min, GW-HH24/42 50

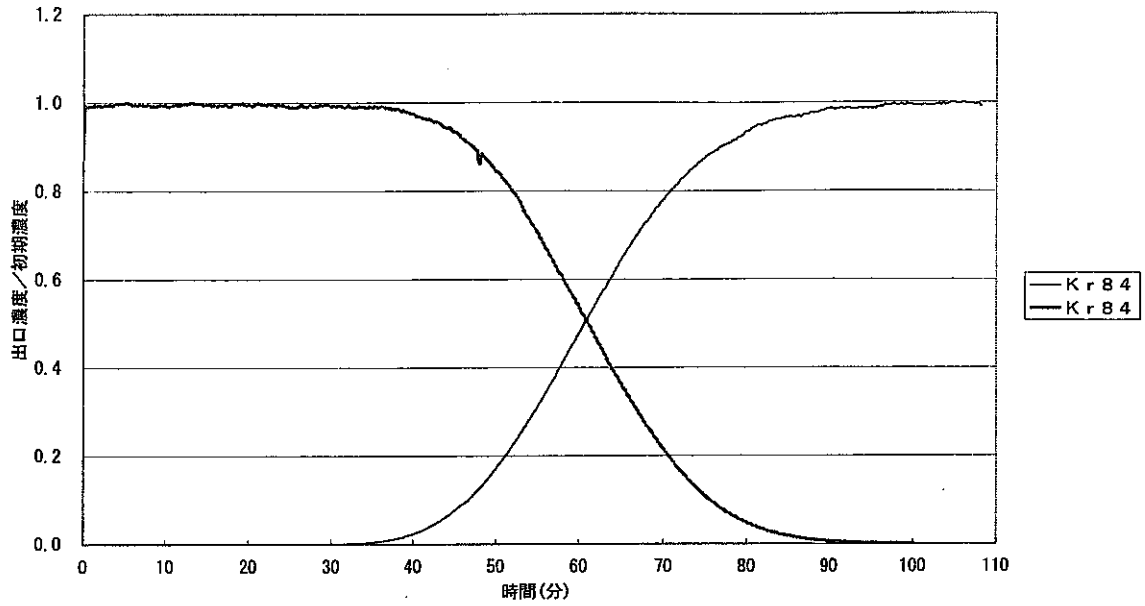


図02-73 -163°C , 0kPa , 1ppm , $\text{Ar}^{\text{e}}-\text{s}$, 吸脱着 $2.86\text{NL}/\text{min}$, ダイアソープ (Ar-Ar)94

図 3-7 -163°C 、大気圧、 1ppm 、ダイアソープ炭

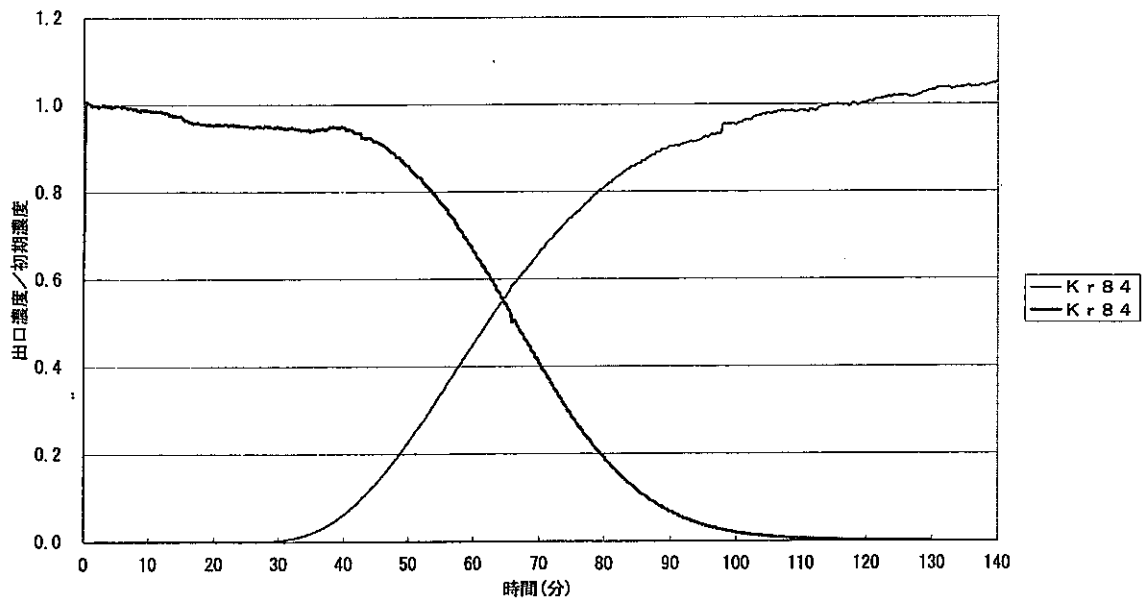


図02-78 -167.5°C , 0kPa , 1ppm , $\text{Ar}^{\text{e}}-\text{s}$, 吸着 $2.84\text{NL}/\text{min}$, 脱着 $2.79\text{NL}/\text{min}$, Giv-HH24/42 (Ar-Ar)99

図 3-8 -167°C 、大気圧、 1ppm 、クラレコールGW-HH24/42

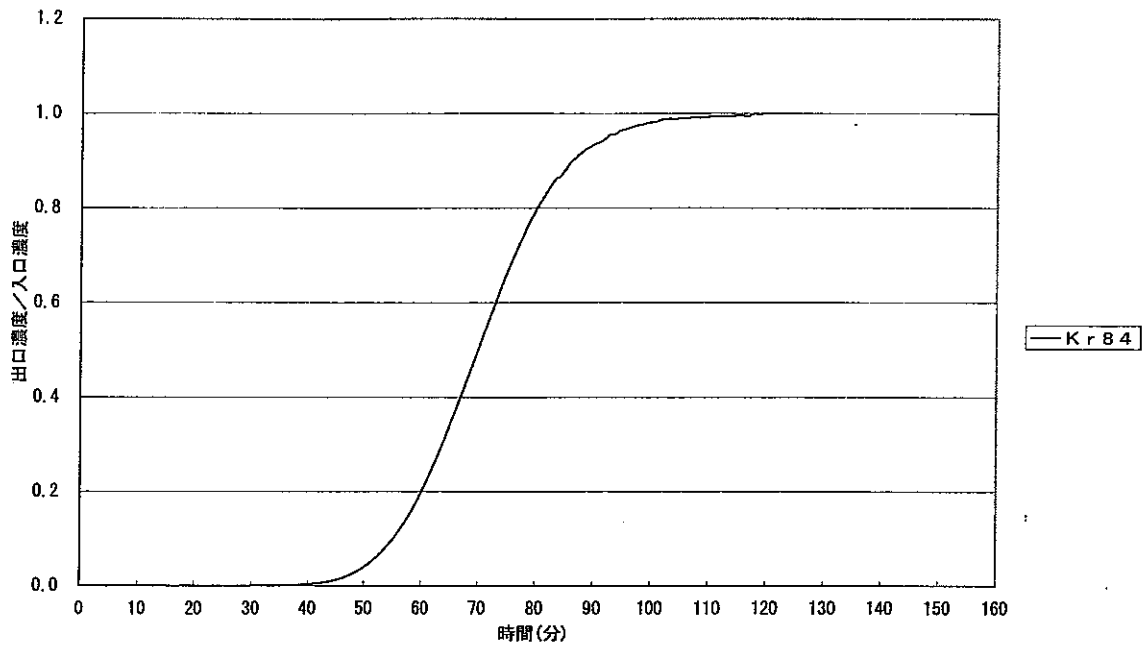


図02-9-1 -170°C, 1000ppm, 0kPa, Ar⁺-s, 2.80l/min, 吸着, クラレコ-βGW-HH24/42(Ar-Ar)51

(a) 吸着

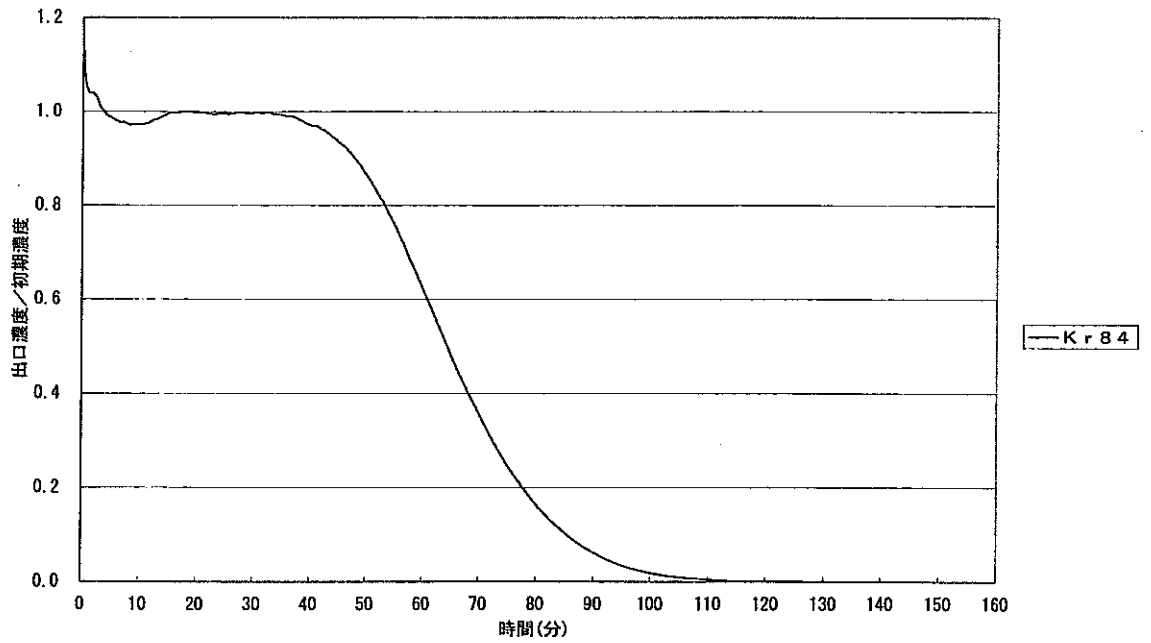


図02-10-1 -170°C, 1000ppm, 0kPa, Ar⁺-s, 2.94l/min, 脱着, クラレコ-βGW-HH24/42(Ar-Ar)51

(b) 脱着

図 3-9 -170°C、大気圧、1000ppm、クラレコールGW-HH24
/ 42

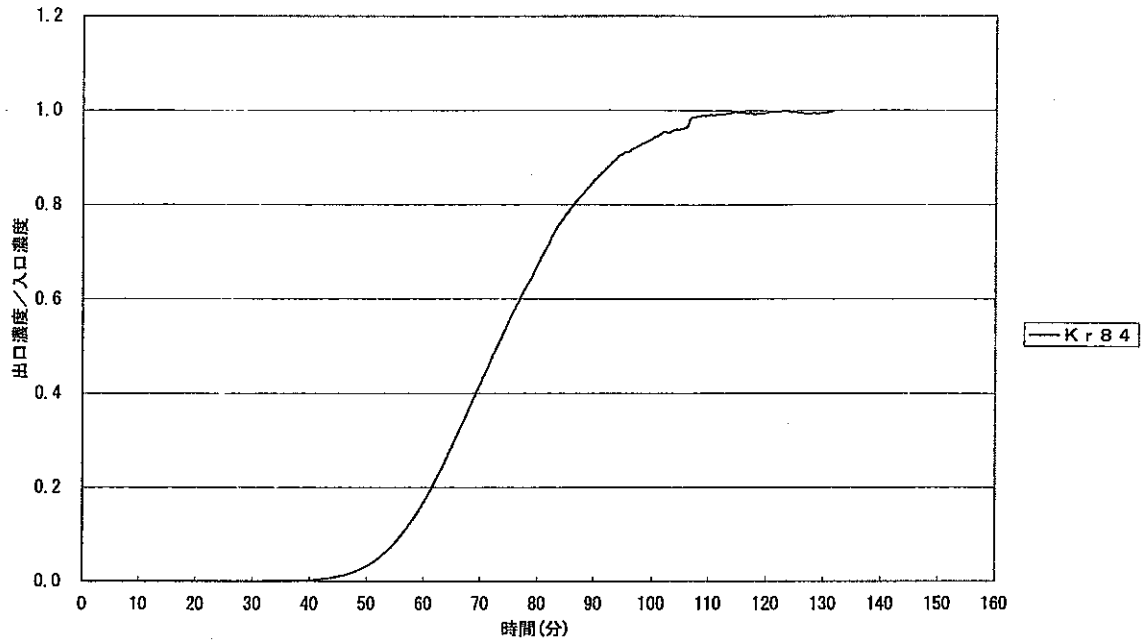


図02-7-2 -170°C , 1ppm, 112kPa, Ar^{\vee} -ス, 2.92NI/min, 吸着, クラレコールGW-HH24/42(Ar-Ar)49

(a) 吸着

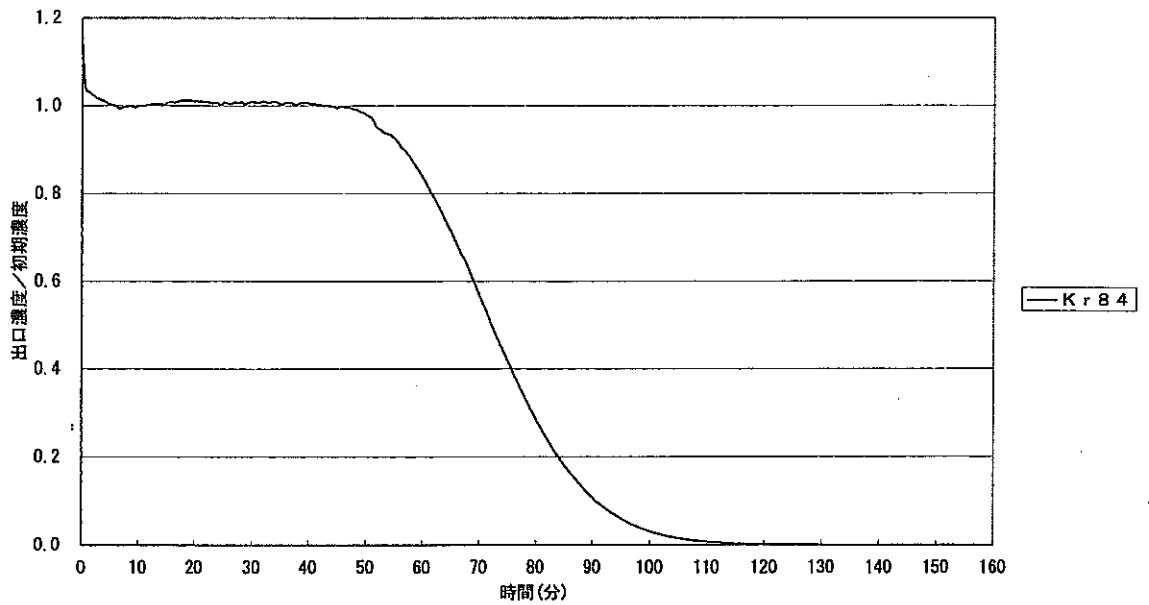


図02-8-2 -171°C , 112kPa, 1ppm, Ar^{\vee} -ス, 2.98NI/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42(Ar-Ar)49

(b) 脱着

図 3-10 -170°C , 112kPa, 1ppm, クラレコールGW-HH24 / 42

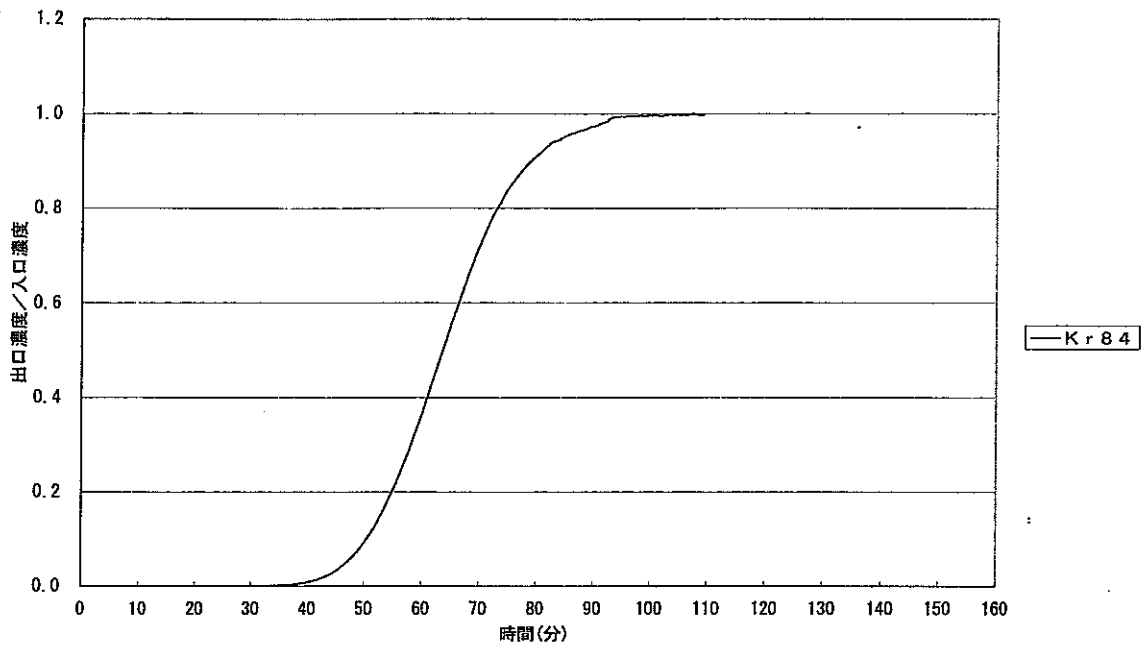


図02-9-2 -170°C , 1000ppm, 112kPa, Ar^{\wedge} -s, 3.015l/min, 吸着, クラレールGW-HH24/42 (Ar-Ar)52

(a) 吸着

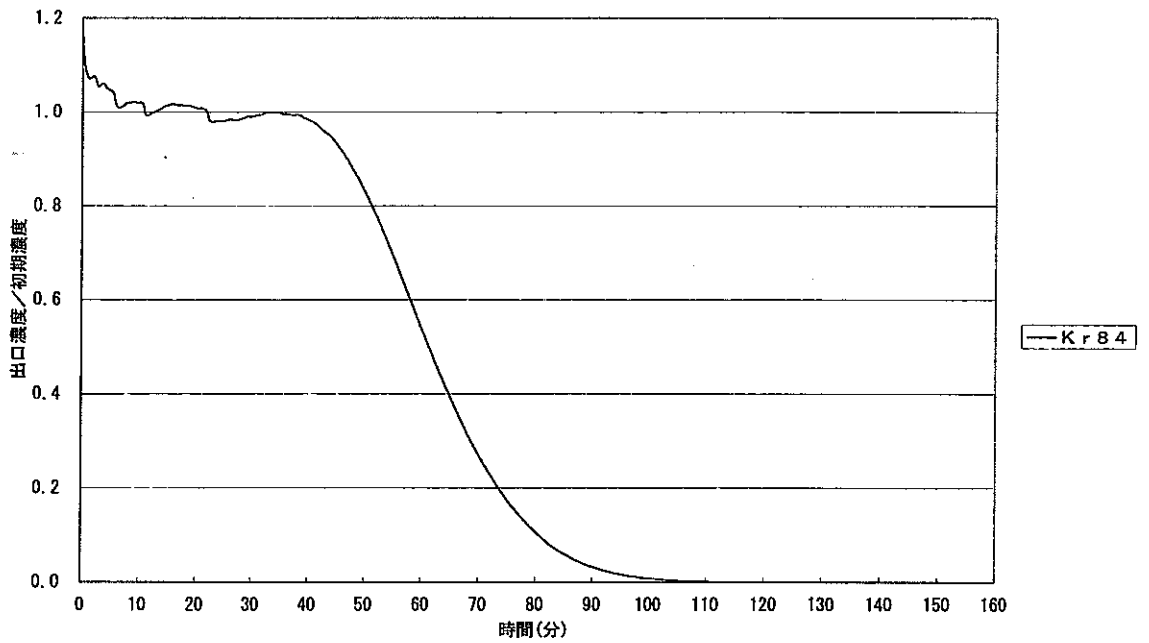


図02-10-2 -170°C , 1000ppm, 112kPa, Ar^{\wedge} -s, 3.00l/min, 脱着, クラレールGW-HH24/42 (Ar-Ar)52

(b) 脱着

図 3-11 -170°C , 112kPa, 1000ppm, クラレールGW-HH
24/42

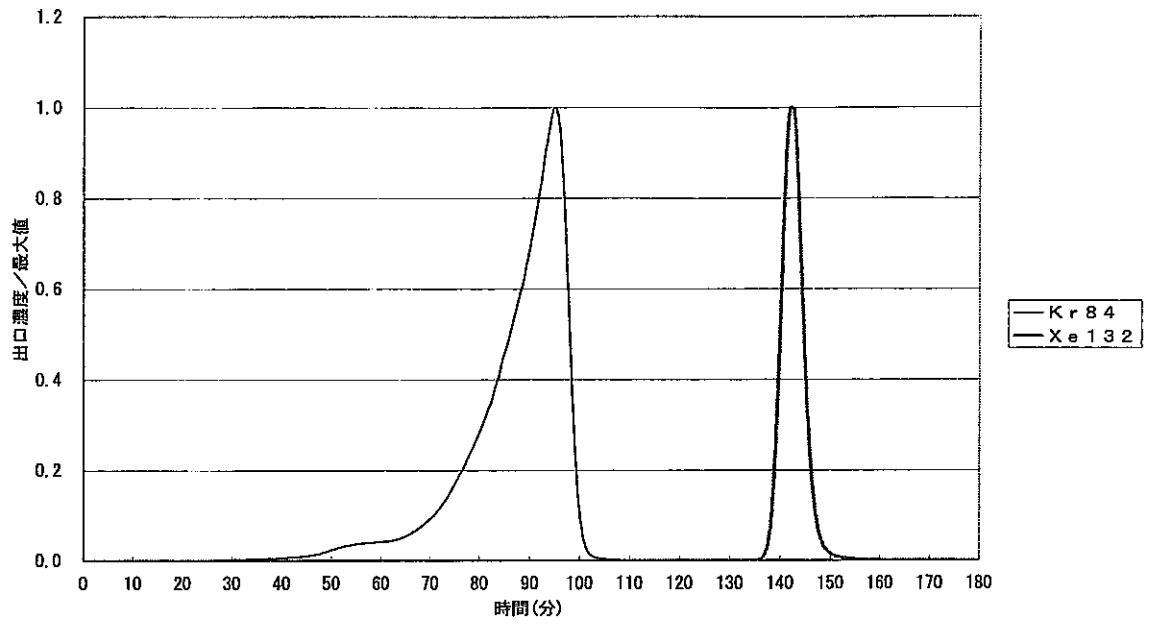


圖2-0(A) -168.5°C , 113kPa , $1\text{ppm}/\text{Ar}$, 吸着 $2.82\text{NL}/\text{min}$ -Kr飽和, 脫着 $0.35\text{NL}/\text{min}/\text{He}$ - $1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$, GW-HH24/42 38A

圖 3-12 昇溫脫着曲線： -168.5°C 、 113kPa 、Kr 飽和、
吸着流量大、脫着流量小

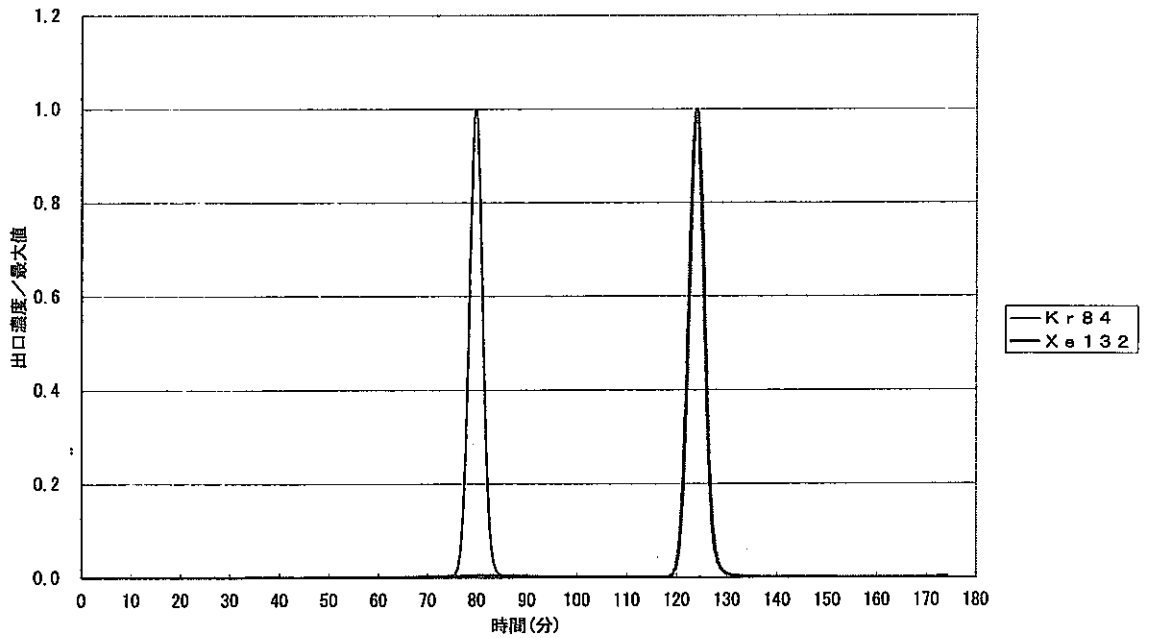


圖2-0(D) -170°C , 0kPa , $1\text{ppm}/\text{Ar}$, 吸着 $0.36\text{NL}/\text{min}$ -60min, 脫着 $1.02\text{NL}/\text{min}/\text{He}$ - $1.61^{\circ}\text{C}/\text{min}$, GW-HH24/42 41

圖 3-13 昇溫脫着曲線： -168.5°C 、大氣壓、1 時間吸着—
流量小、脫着流量大

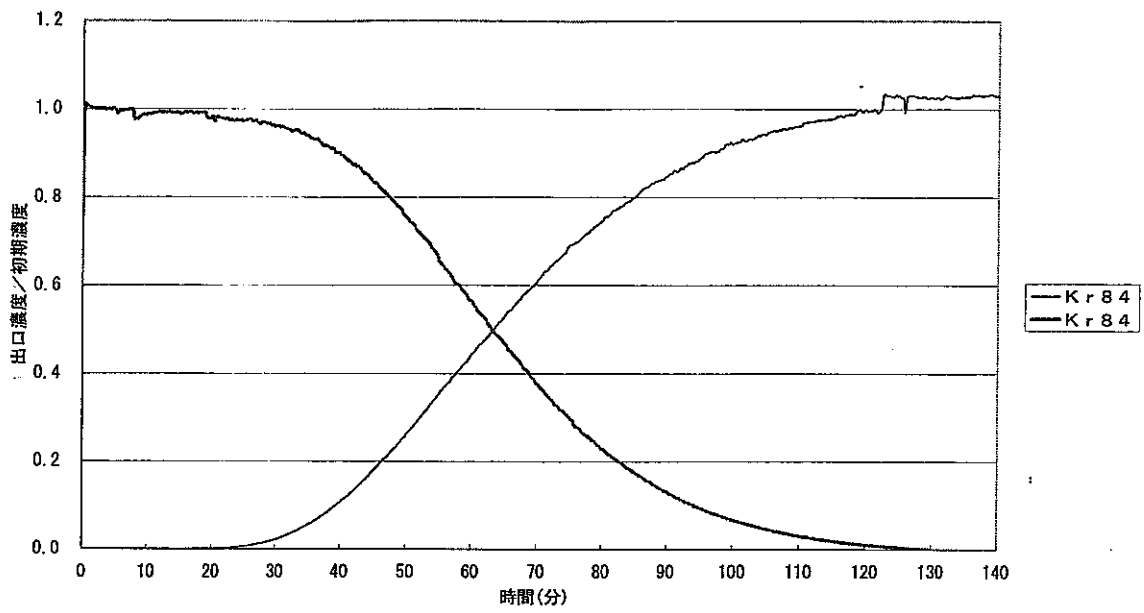


圖 3-14 吸脫着破過曲線—GW—HH 1 2 / 2 0

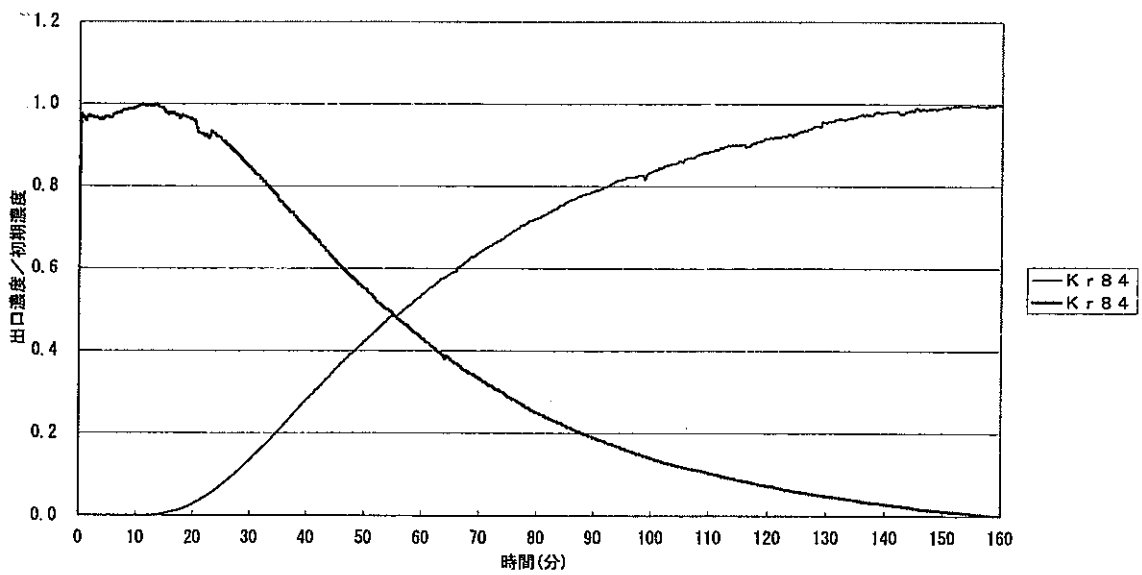


圖 3-15 吸脫着破過曲線—LGN—0 6 7

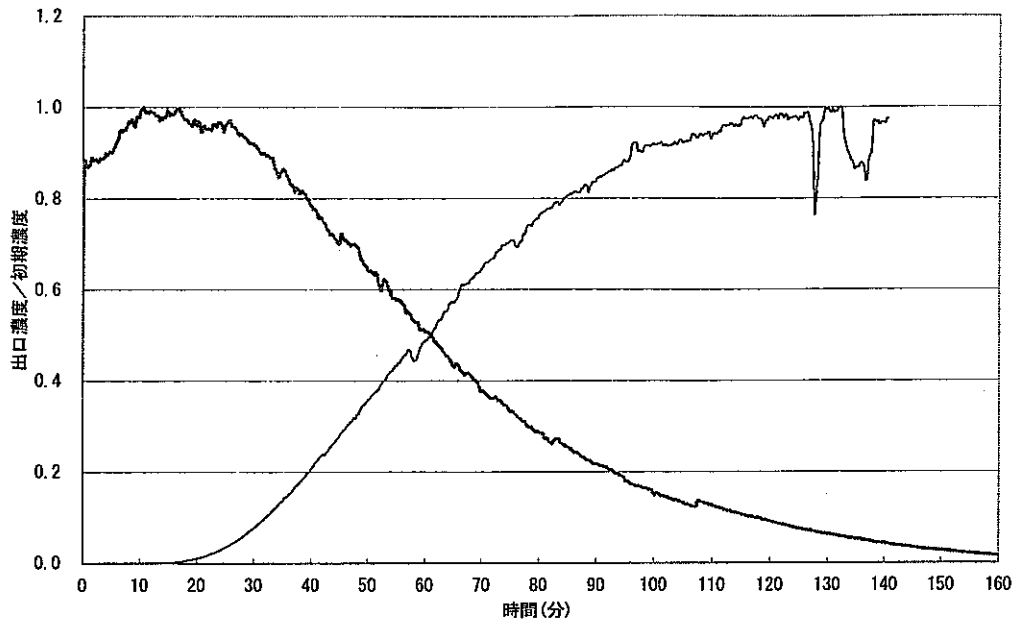


圖02-82 -168.5°C , 0kPa , 1ppm , $\text{Ar}^{\wedge}-\lambda$, 吸着 $2.92\text{NL}/\text{min}$, 脫着 $2.98\text{NL}/\text{min}$, GA-12/20 (Ar-Ar)103

圖 3-16 吸脫着破過曲線 — GA-12 / 20

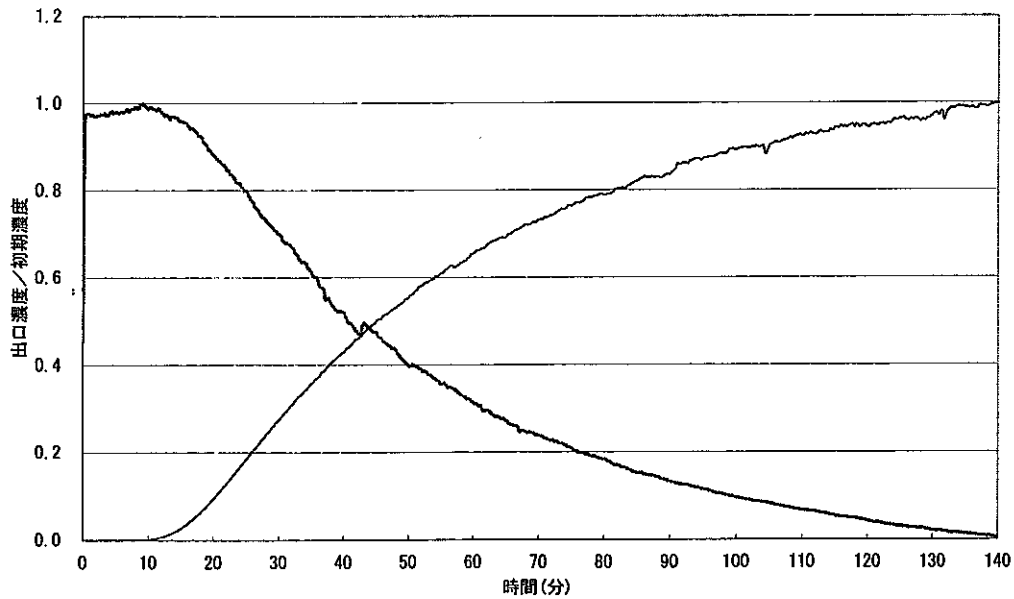


圖02-84 -169.4°C , 0kPa , 1ppm , $\text{Ar}^{\wedge}-\lambda$, 吸着 $2.83\text{NL}/\text{min}$, 脫着 $2.87\text{NL}/\text{min}$, LGN-066 (Ar-Ar)105

圖 3-17 吸脫着破過曲線 — LGN-066

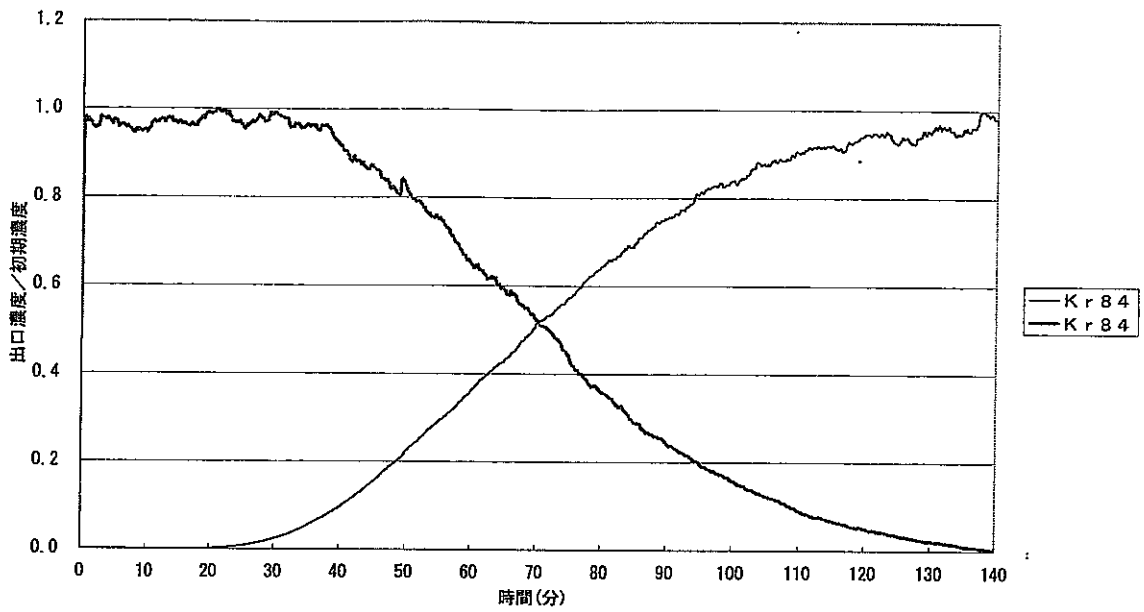


圖02-86 -168.6°C, 0kPa, 1ppm, Ar^λ-λ, 吸着2.96NL/min, 脫着2.88NL/min, LGN-071(Ar-Ar)107

圖 3-18 吸脫着破過曲線— LGN-071

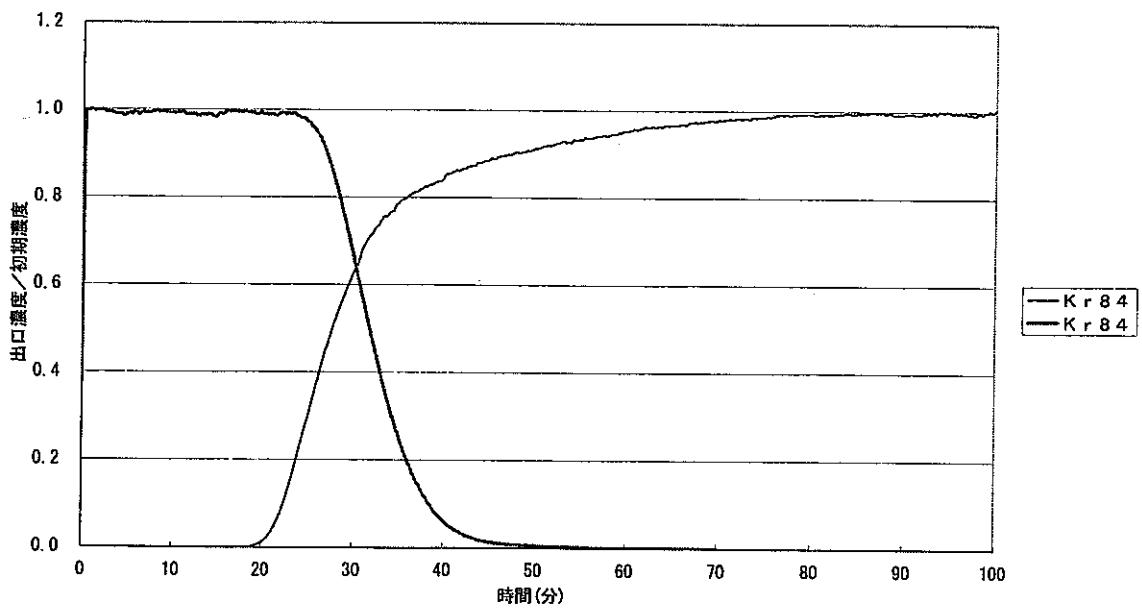


圖02-89 -163.8°C, 0kPa, 1ppm, Ar^λ-λ, 吸着2.90NL/min, 脫着2.83NL/min(-162.1°C), KF-1500(Ar-Ar)109

圖 3-19 吸脫着破過曲線— KF-1500

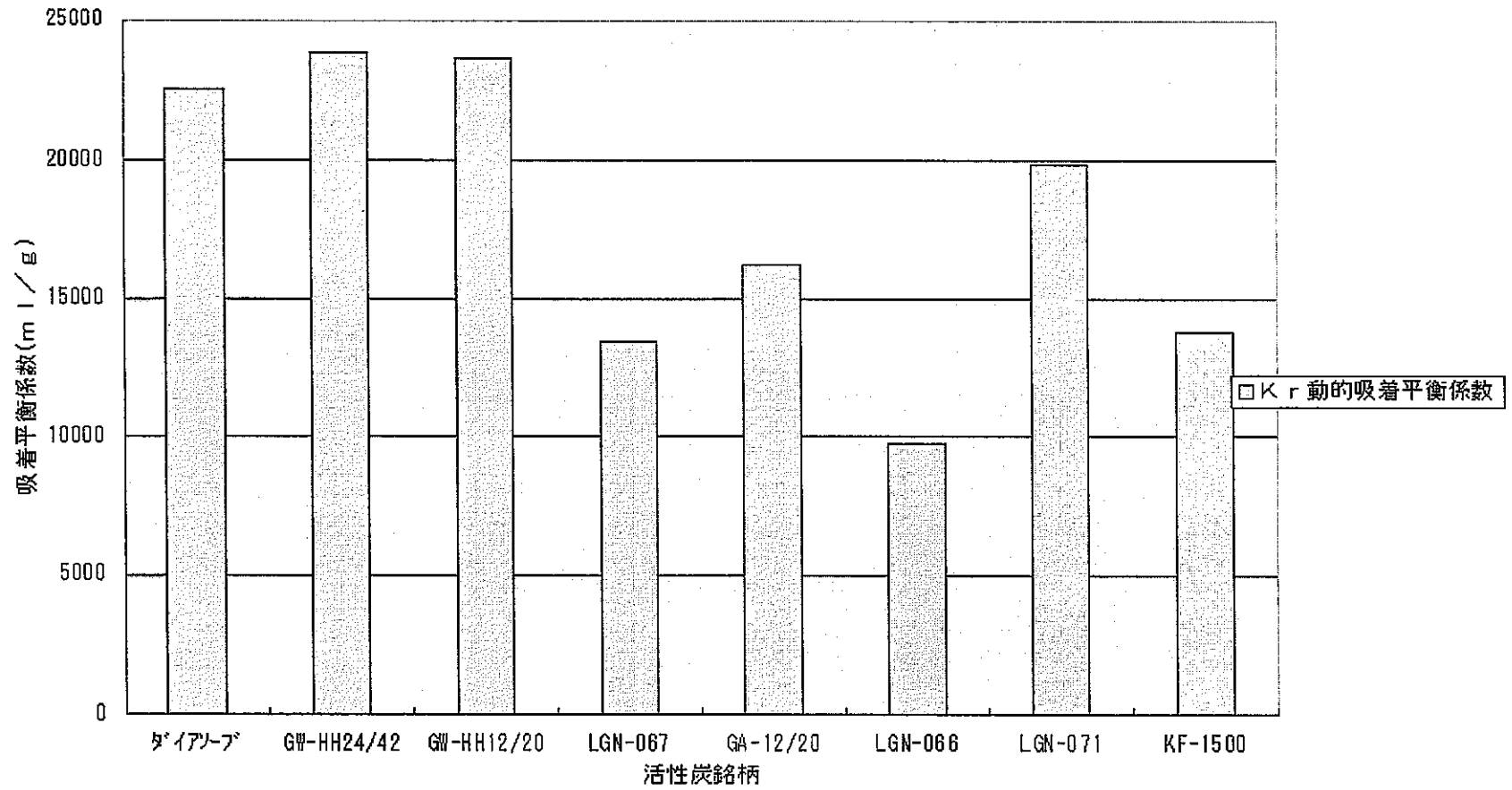


図 3-20 Kr 動的吸着平衡係数の活性炭による差違

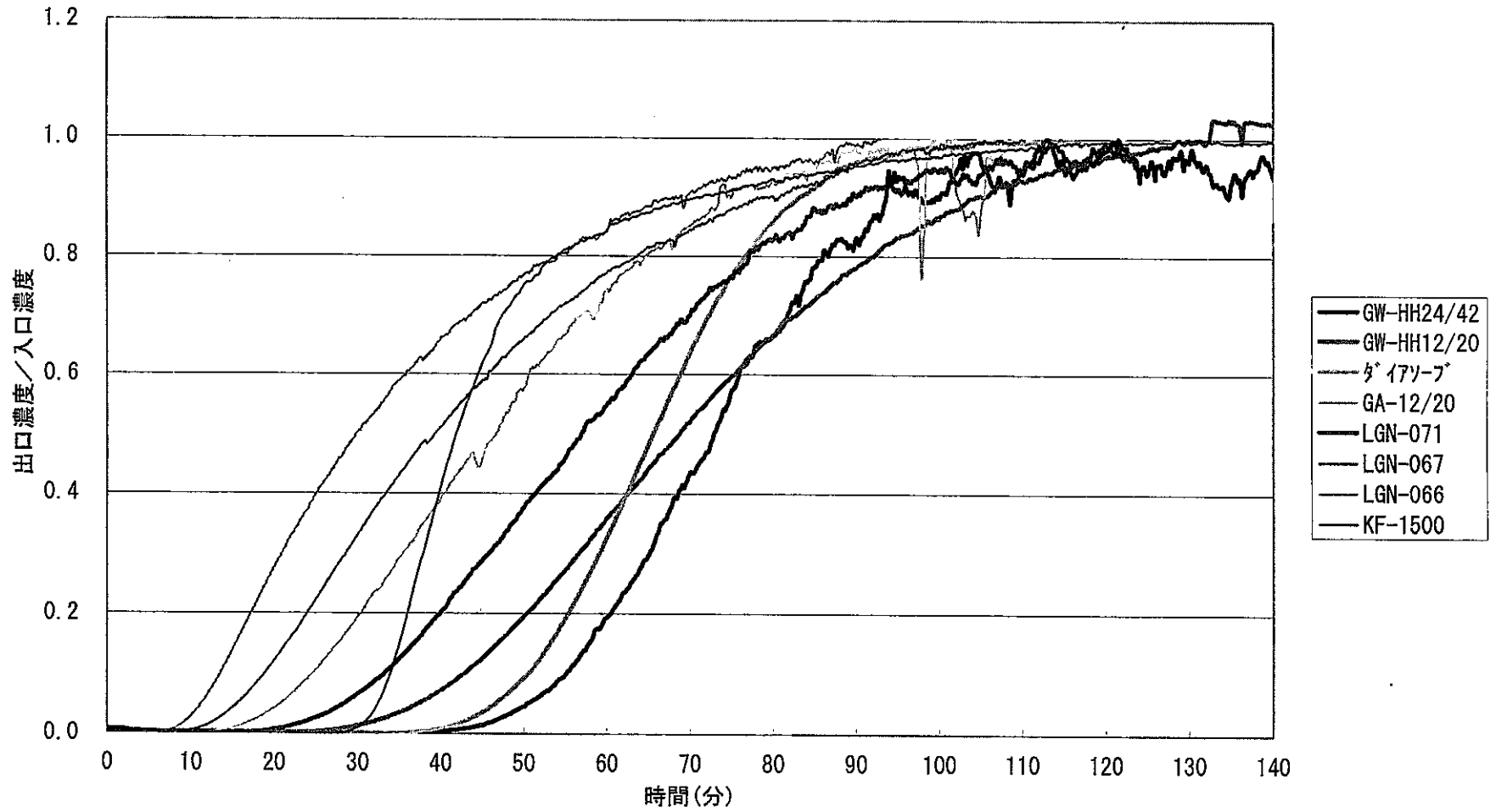


図 3-21 吸着破過曲線の活性炭による相違(-170°C, 0kPa) - 活性炭量 8g / 流量 3 l_N / min 換算

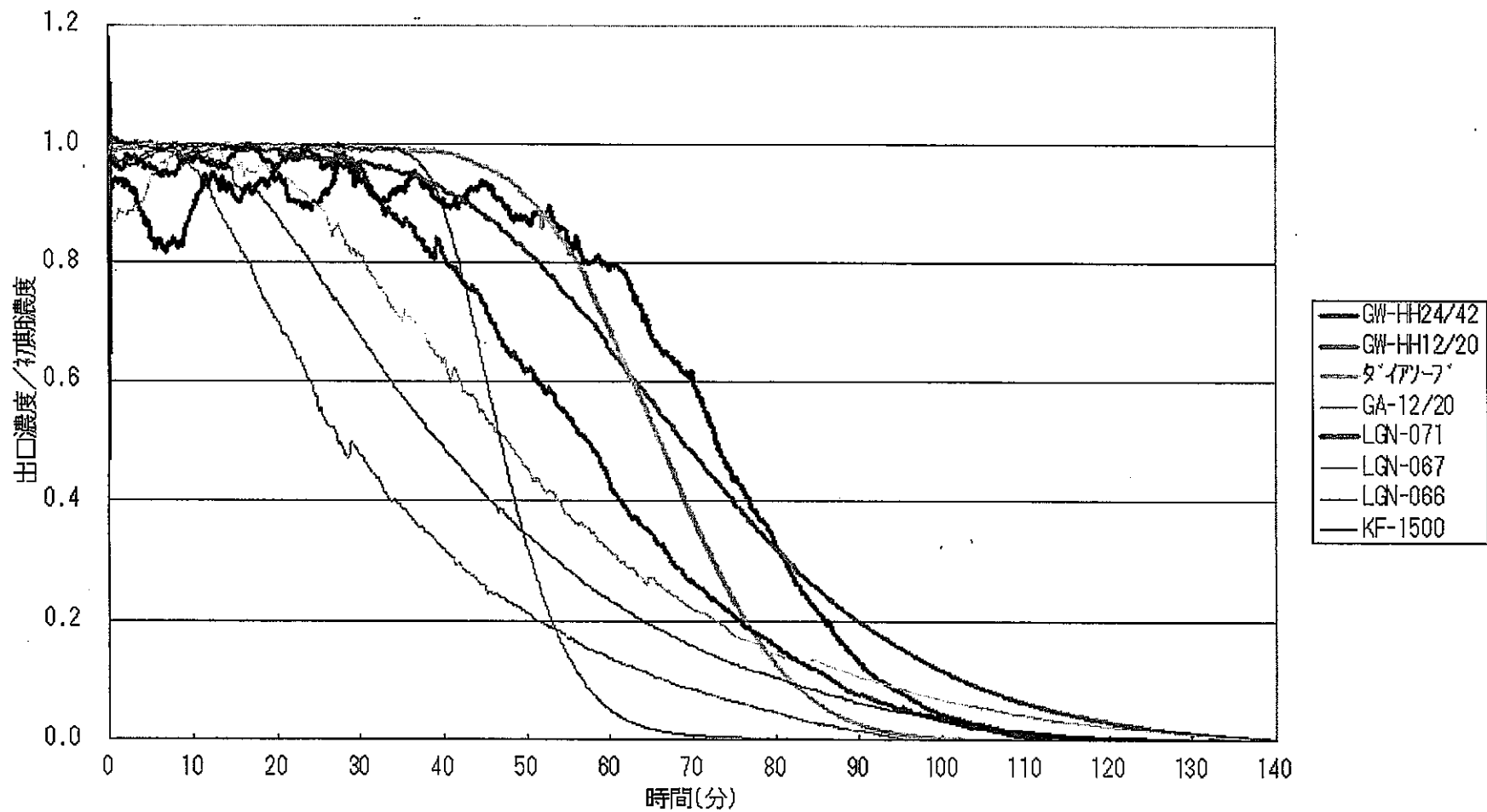


図 3-22 脱着破過曲線の活性炭による相違(-170°C, 0kPa)-活性炭量 8g/流量 3 l_N/min 換算

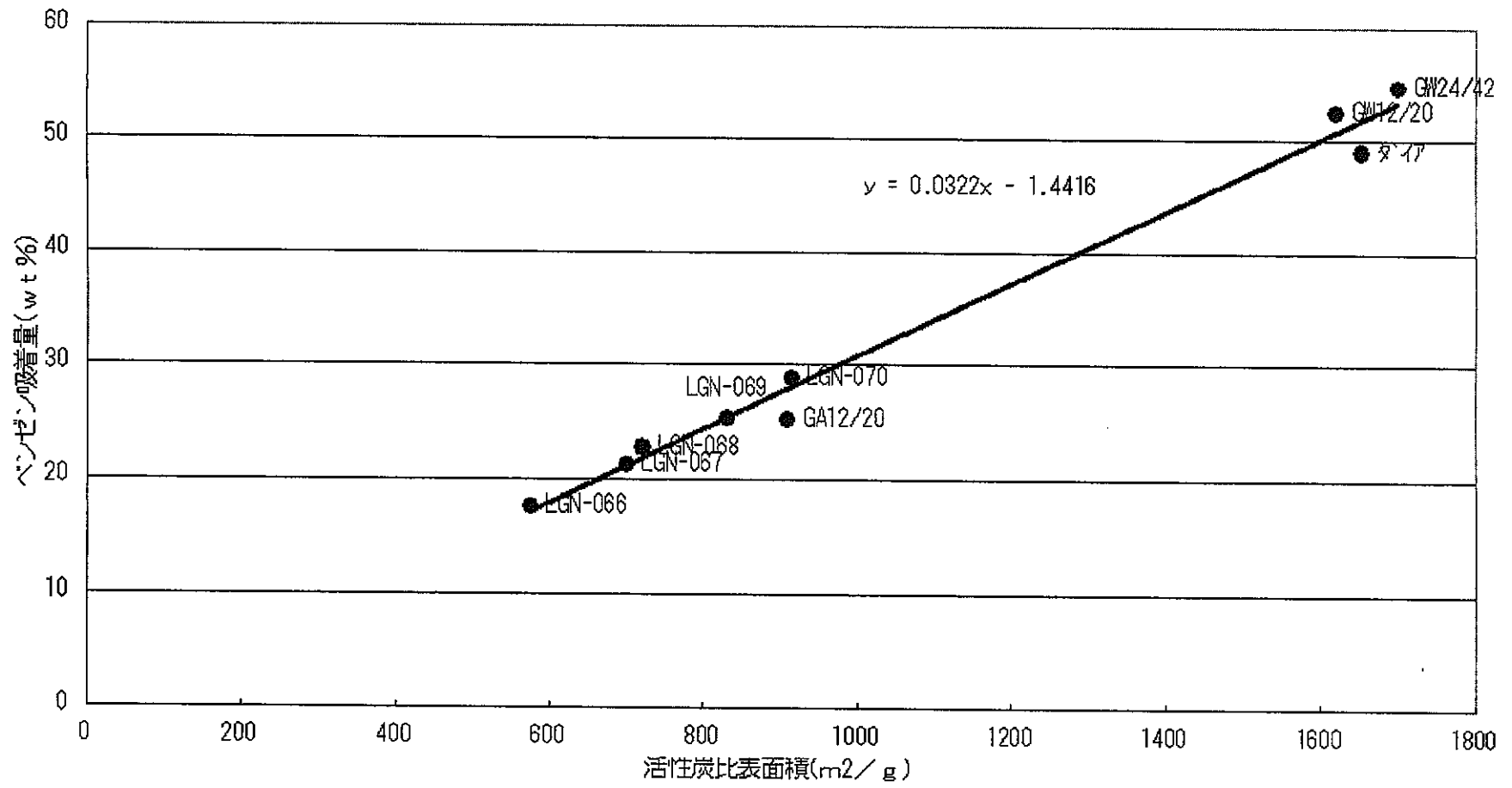


図 3 - 23 活性炭比表面積とベンゼン吸着量の関係

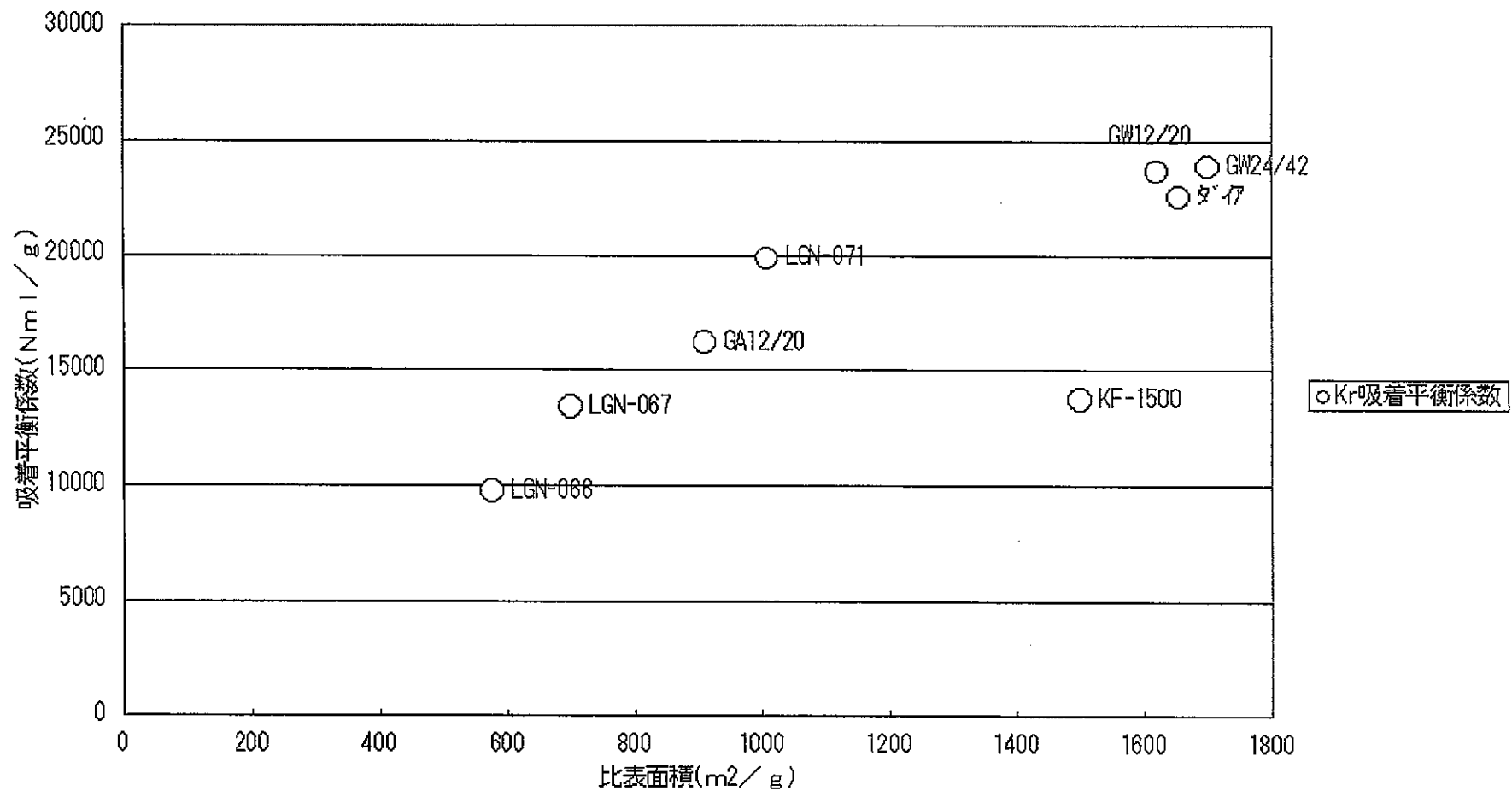


図 3-24 Kr 吸着平衡係数の比表面積による差違

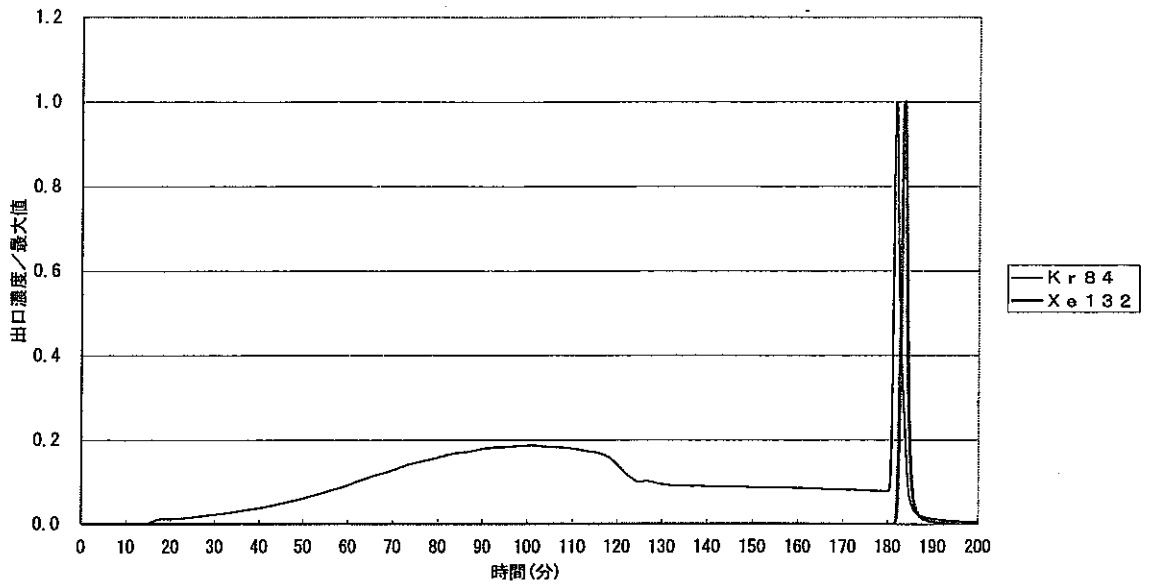


図02-0(B)1/2 -168.6°C, 112.5kPa, 1ppm/Ar, 吸着2.84NL/min-Kr飽和, 脱着0→0.38NL/min/He, GW-HH24/42 39A
88°Cまで昇温のみ, その後Heで掃気, 昇温速度1.55°C/min

(a) Kr 84 と Xe 132 の昇温脱着曲線

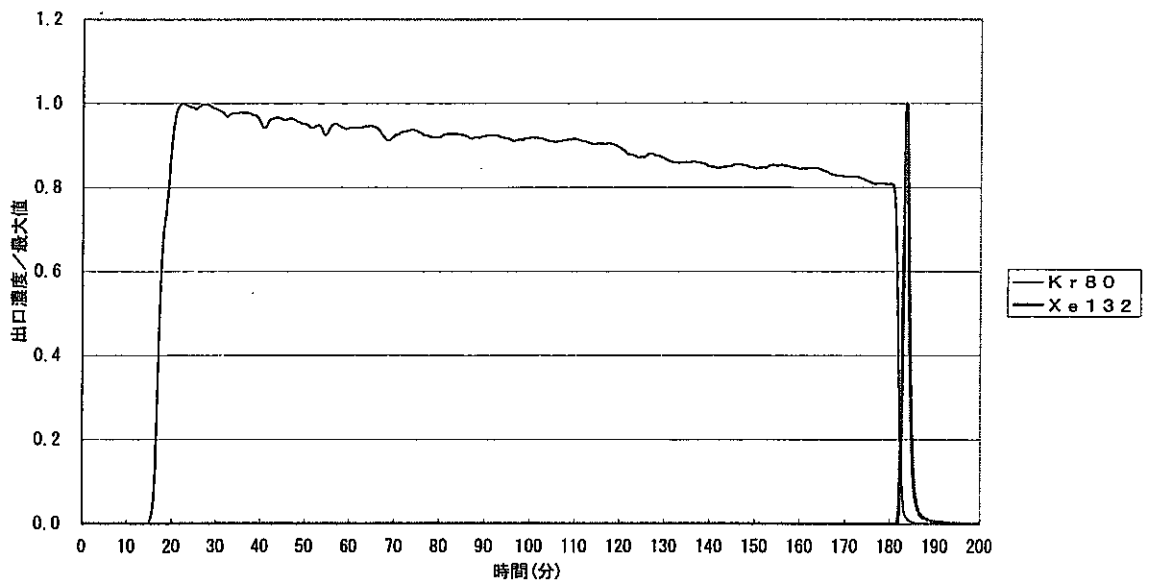


図02-0(B)2/2 -168.6°C, 112.5kPa, 1ppm/Ar, 吸着2.84NL/min-Kr飽和, 脱着0→0.38NL/min/He, GW-HH24/42 39A
88°Cまで昇温のみ, その後Heで掃気, 昇温速度1.55°C/min

(b) Ar 40 の 2 量体の Kr 80 への影響

図 3-25 昇温脱着曲線 88°Cまで掃気ガスなしで昇温

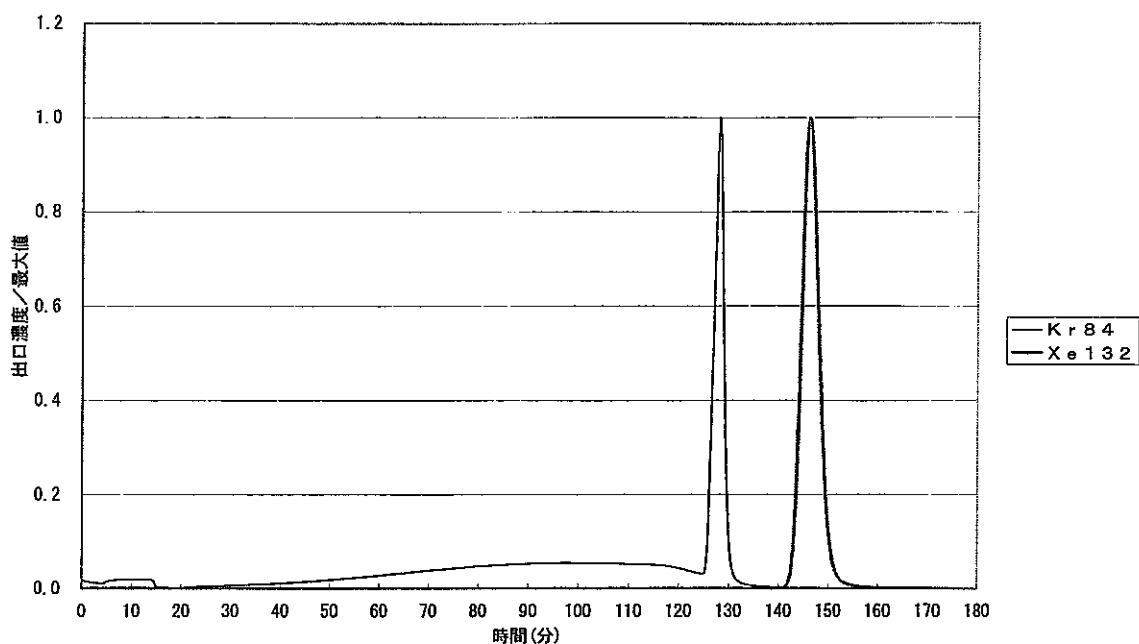


図02-0(C) 1/2 -169°C , 113.5kPa, 1ppm/Ar, 吸着2.83NL/min-Kr飽和, 脱着0 \rightarrow 0.38NL/min/He, GW-HH24/42 40 0°C まで昇温のみ, その後Heで掃気, 昇温速度1.6 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$

(a) Kr 84 と Xe 132 の昇温脱着曲線

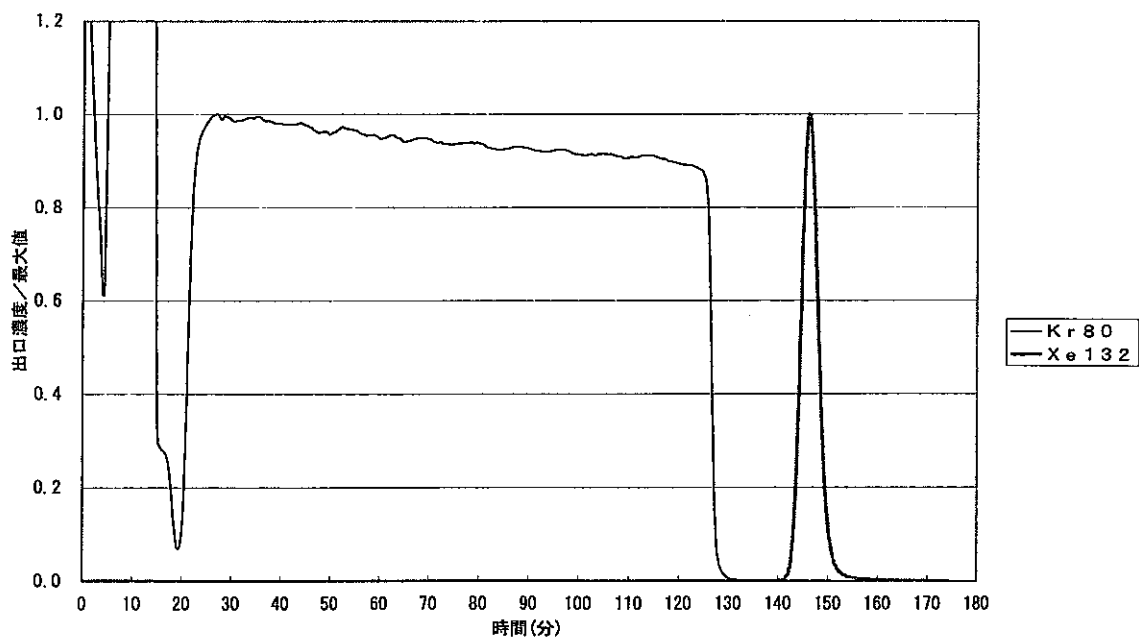


図02-0(C) 2/2 -169°C , 113.5kPa, 1ppm/Ar, 吸着2.83NL/min-Kr飽和, 脱着0 \rightarrow 0.38NL/min/He, GW-HH24/42 40 0°C まで昇温のみ, その後Heで掃気, 昇温速度1.6 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$

(b) Ar 40 の 2 量体の Kr 80 への影響

図 3-26 昇温脱着曲線 0°C まで掃気ガスなしで昇温

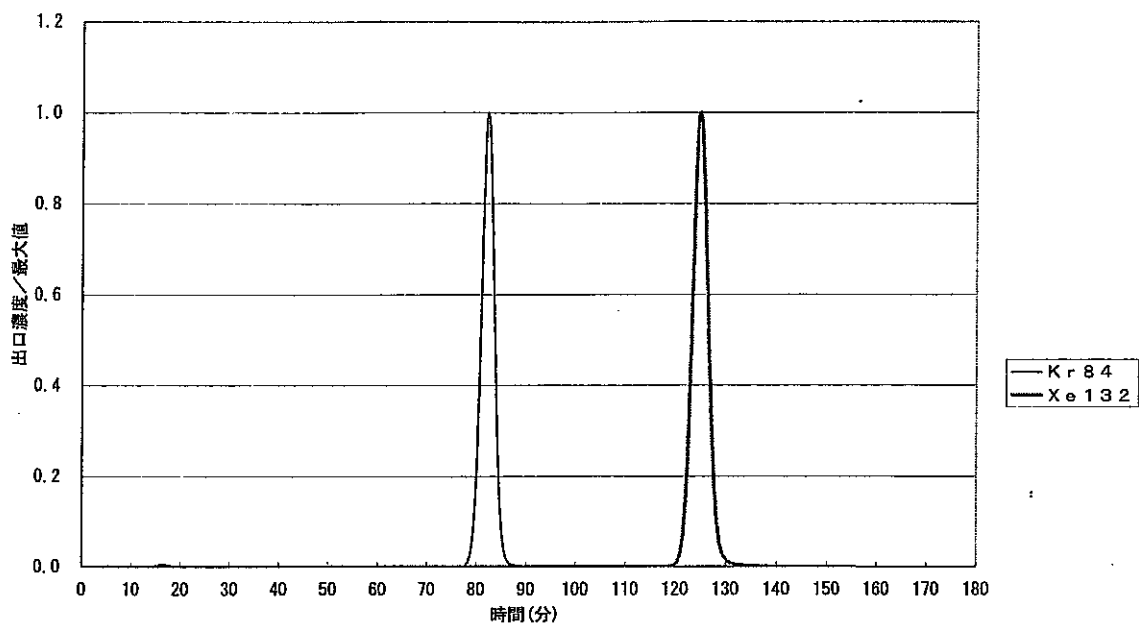


図02-0(E)1/2 -170°C, 0kPa, 1ppm/Ar, 吸着0.35NL/min-Kr60min, 脱着0→1.02NL/min/He, GW-HH24/42 42
-80°Cまで昇温のみ, その後Heで掃気, 昇温速度1.56°C/min

(a) Kr 84 と Xe 132 の昇温脱着曲線

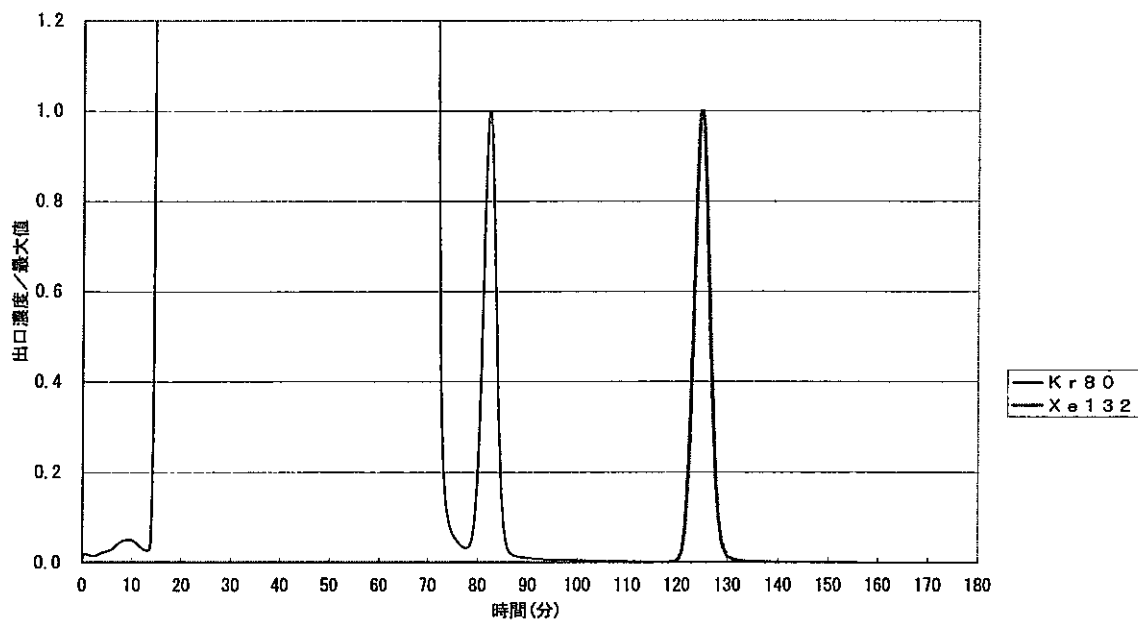


図02-0(E)2/2 -170°C, 0kPa, 1ppm/Ar, 吸着0.35NL/min-Kr60min, 脱着0→1.02NL/min/He, GW-HH24/42 42
-80°Cまで昇温のみ, その後Heで掃気, 昇温速度1.56°C/min

(b) Ar 40 の 2 量体の Kr 80 への影響

図 3-27 昇温脱着曲線 - 80°Cまで掃気ガスなしで昇温

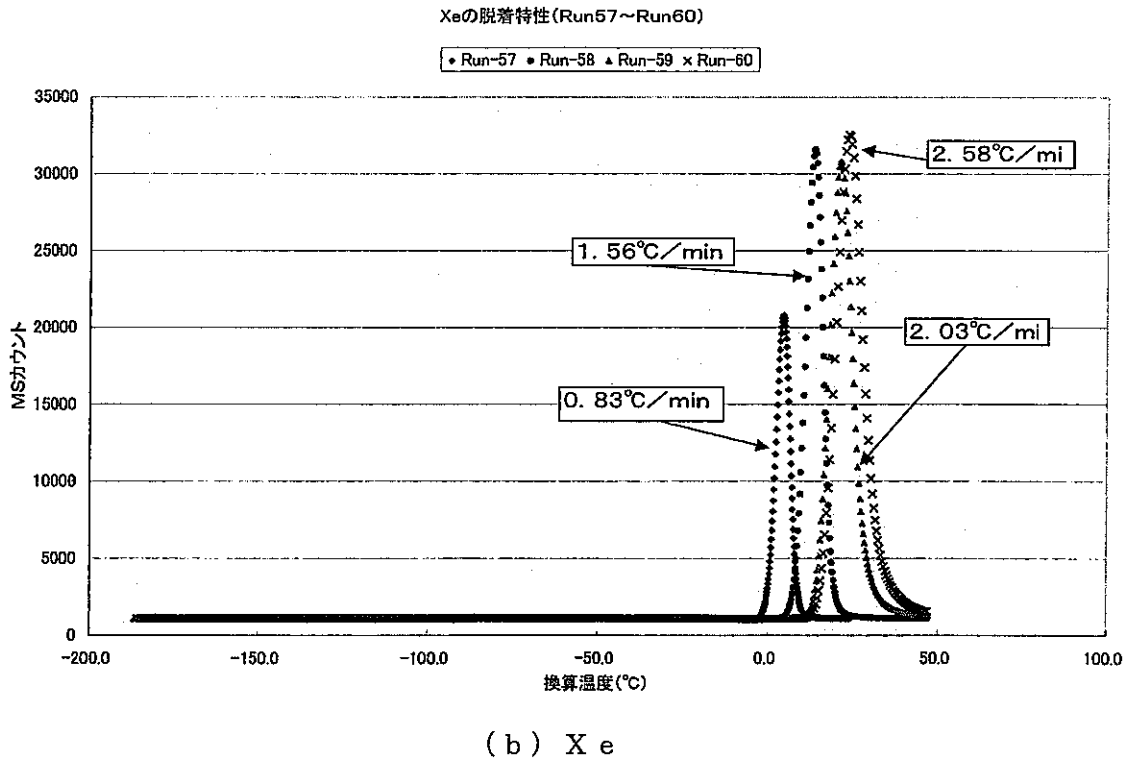
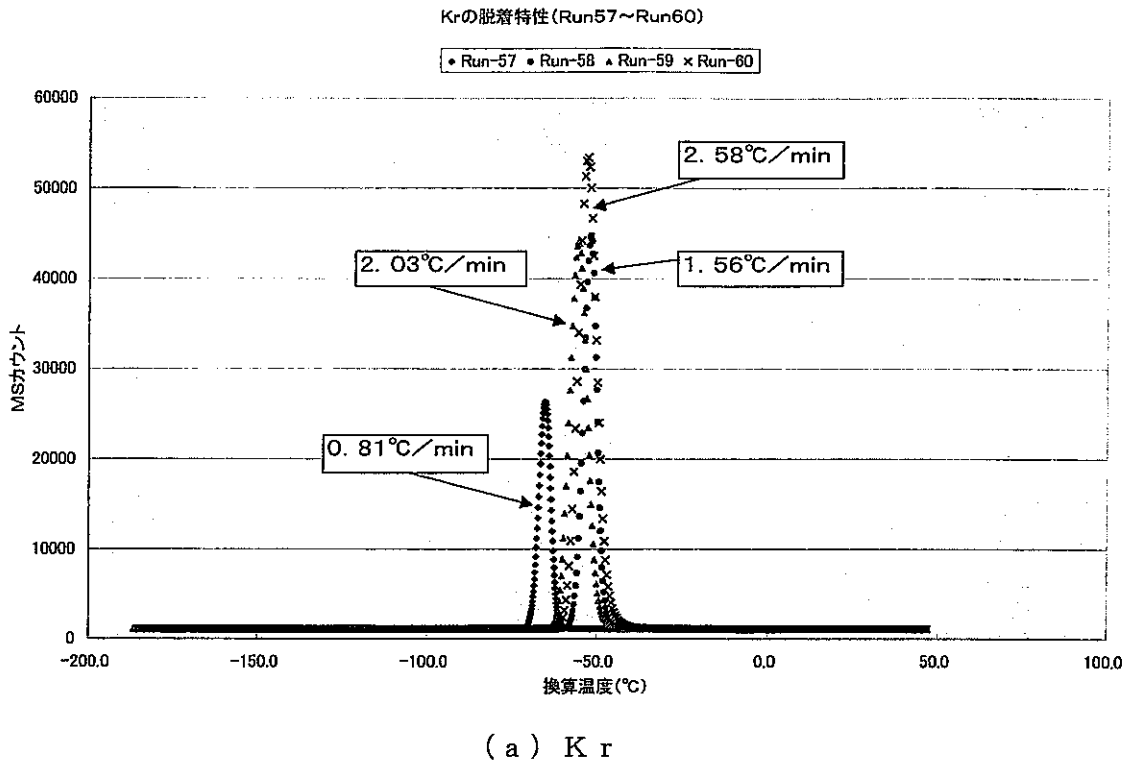


図 3-28 昇温速度の違いとピークの変化(1)

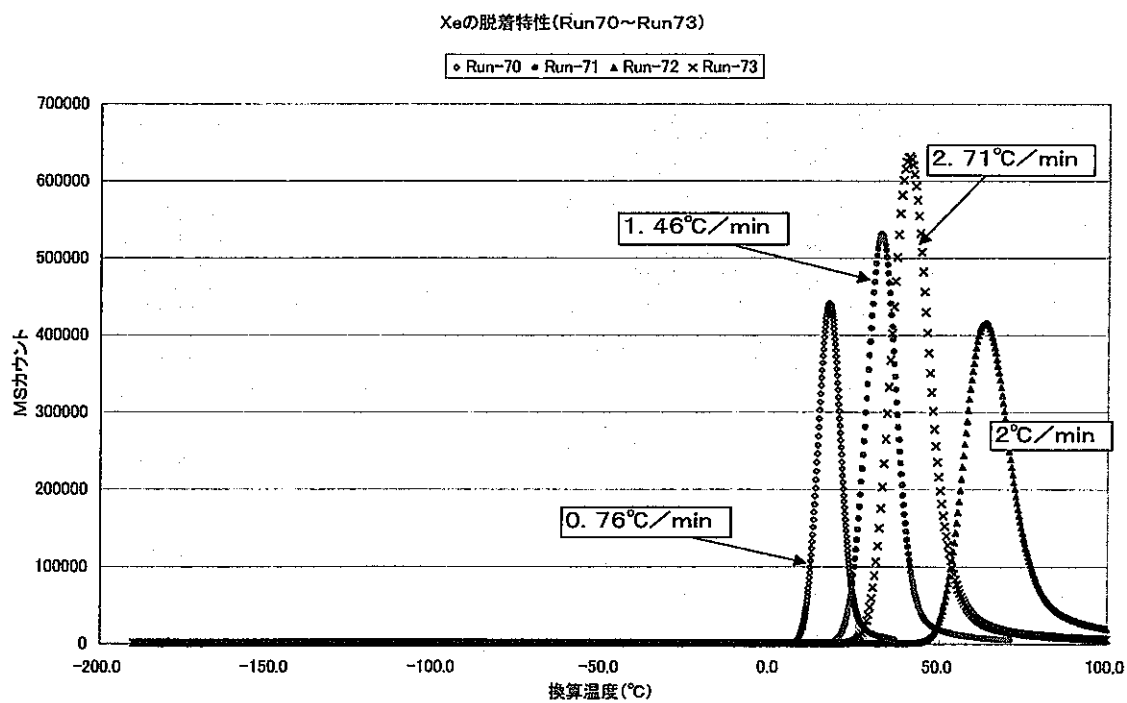
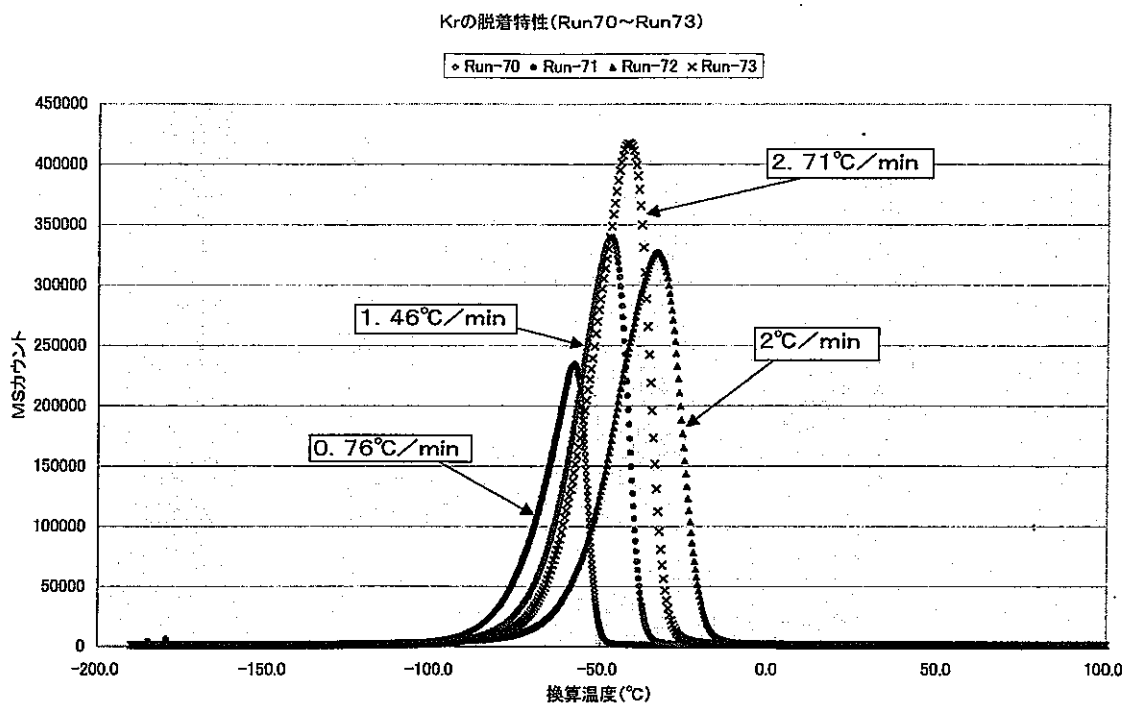


図 3-29 昇温速度の違いとピークの変化(2)

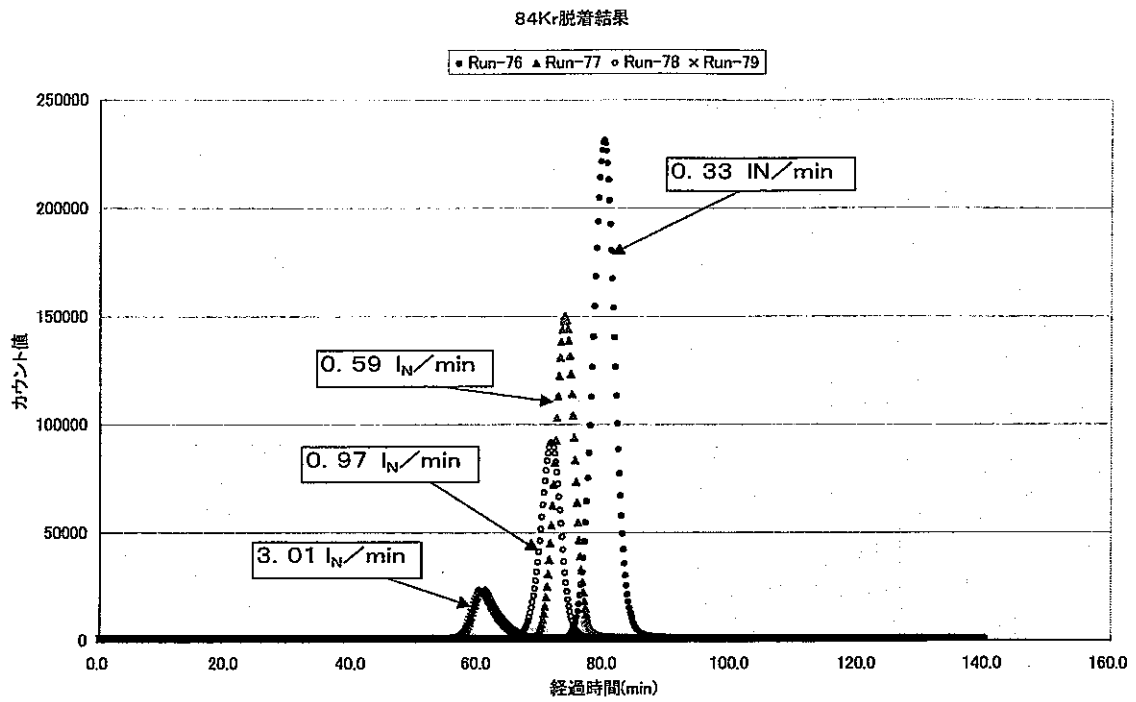


図 3-30 脱着掃気ガス流量の違いとピークの変化

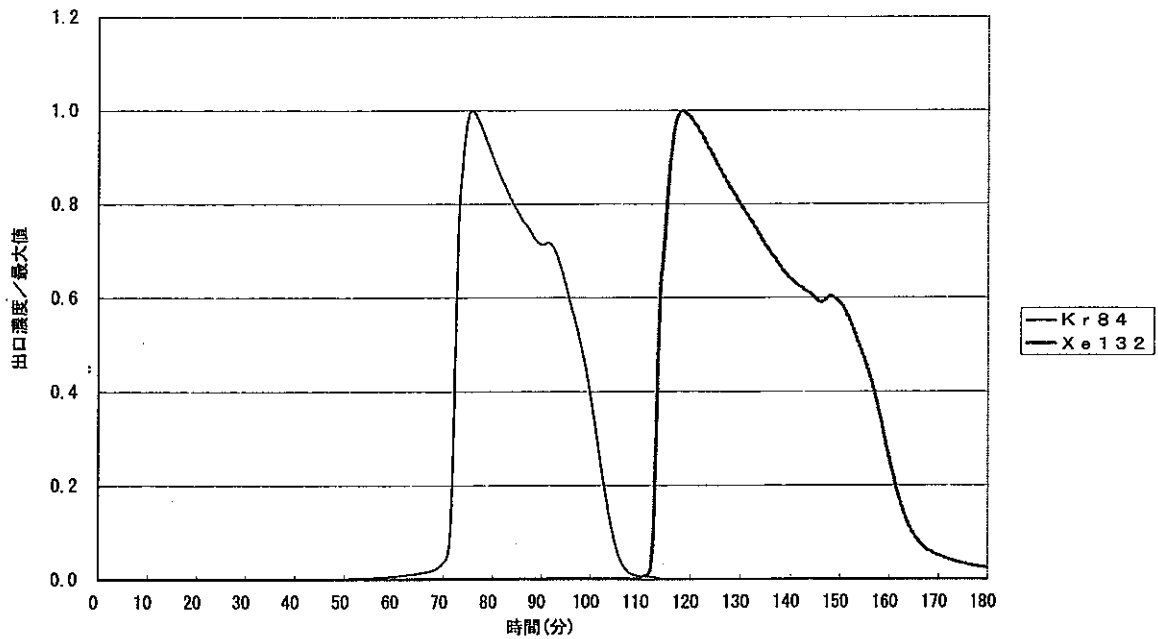


図02-40 -179°C , 0kPa , 1000ppm , $\text{Ar}'\text{-s}$, 吸着 $2.73\text{NL}/\text{min}$ -Kr飽和, 脱着 $0.36\text{NL}/\text{min}$ - $1.49^{\circ}\text{C}/\text{min}$ (He), クリコ# 69

図 3-31 -179°C 、 1000ppm での昇温脱着ピーク

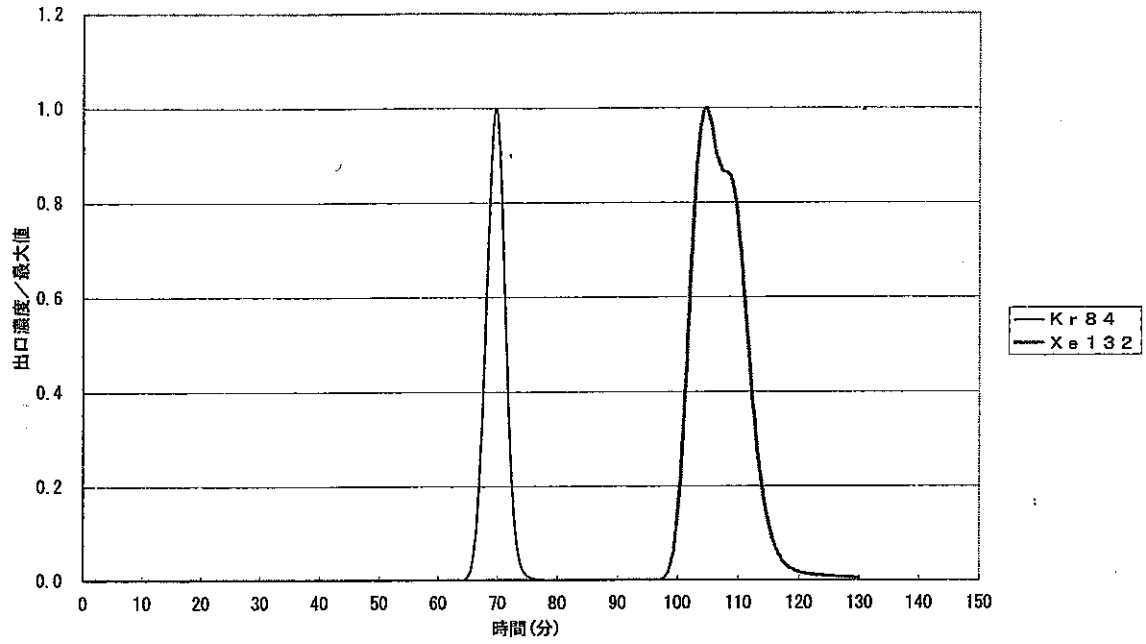


図02-56 -180.5°C , 0kPa , 1ppm , $\text{He}^{\wedge}\text{-s}$, 吸着 $0.965\text{NL}/\text{min}-60\text{min}$, 脱着 $0.95\text{NL}/\text{min}-2^{\circ}\text{C}/\text{min}$, クラコ-ル(He-He) 84

図 3-32 -180.5°C 、 1ppm での昇温脱着ピーク(導入流量大)

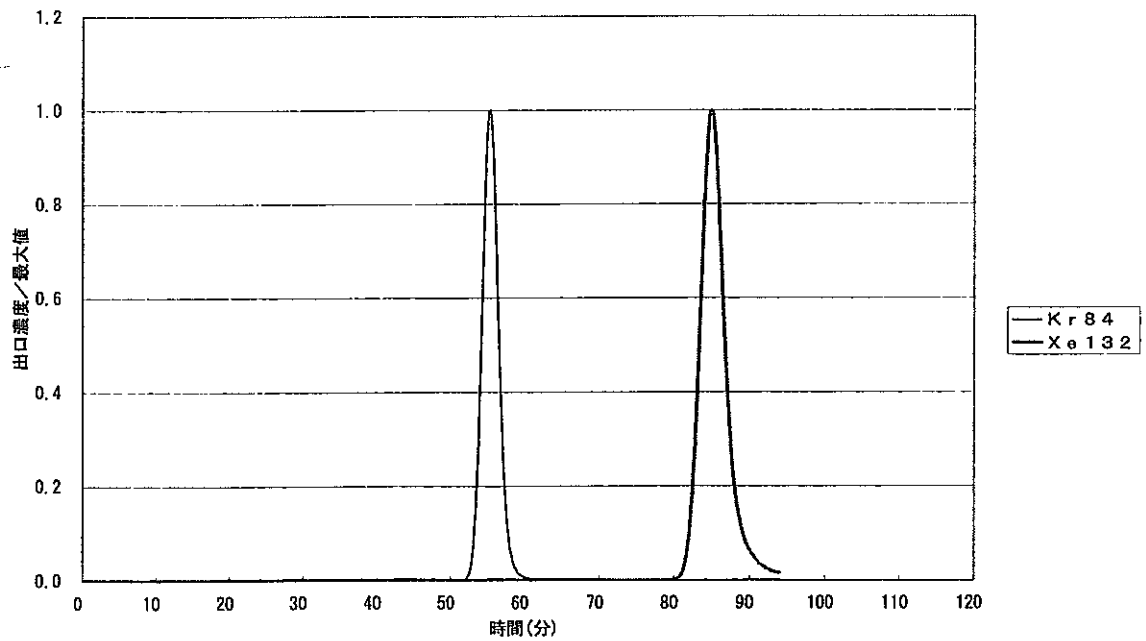


図02-23 -180°C , 0kPa , $1\text{ppm}/\text{He}$, 吸着 $0.34\text{NL}/\text{min}-60\text{min}$, 脱着 $0.93\text{NL}/\text{min}/\text{He}-2.58^{\circ}\text{C}/\text{min}$, クラコ-ル 60

図 3-33 -180°C 、 1ppm での昇温脱着ピーク(導入流量小)

第4章 まとめ

活性炭吸脱着特性に関する試験の評価を行った。試験は活性炭充填層により吸脱着の破過曲線を得る方法により行い、また、昇温脱着法による濃縮特性を得た。これらの試験結果から以下の結論を得た。

- 1) -180°C において、1 ppm の Kr、Xe を含む Ar 主成分の試料ガスで吸脱着破過特性を取得した。この結果、大気圧では良好な破過曲線が得られるが、試験圧力 112kPa(gage)では、Ar ガスが凝縮し、活性炭の吸着性能を著しく低下させる。
- 2) -180°C の試験で、1,000ppm の Kr、Xe を含む場合は、大気圧であっても、Xe に凝縮が起これ、脱着破過曲線が波打つ現象が生じる。この場合、Xe の量が僅かであるため、吸着時にはほとんど影響がない。
- 3) -170°C の試験では、112kPa(gage)の場合、あるいは Kr や Xe の濃度が 1,000ppm であっても、通常の良い破過曲線が得られることが分かった。濃縮対象ガスの飽和蒸気圧と運転条件との兼ね合いが条件設定の際、重要である。
- 4) 昇温脱着試験では、脱着時の He 掃気流量が小さいほど濃縮率が上昇する。この結果、掃気ガスを流さないで昇温のみの行程を設けることによって、濃縮度を大きく取れそうである。但し、掃気開始の温度が高いと、Ar と Kr の分離が悪くなる。
- 5) 活性炭の種類を変えた試験では、昨年度から試験してきた活性炭が良好な特性を示した。傾向は、粒子径が小さいほど、比表面積が大きいほど、破過時間が長く、破過曲線の傾きが立ち上がっている。
- 6) 今回は、濃縮度の定量評価が不十分であったので、今後は、昇温速度、掃気ガス流量、昇温時掃気開始温度の影響を定量的に評価し傾向を見極め、運転条件の設定のデータベースを確立するべきと考える。

添付資料 1

図 01-1~2

希ガスの飽和蒸気圧

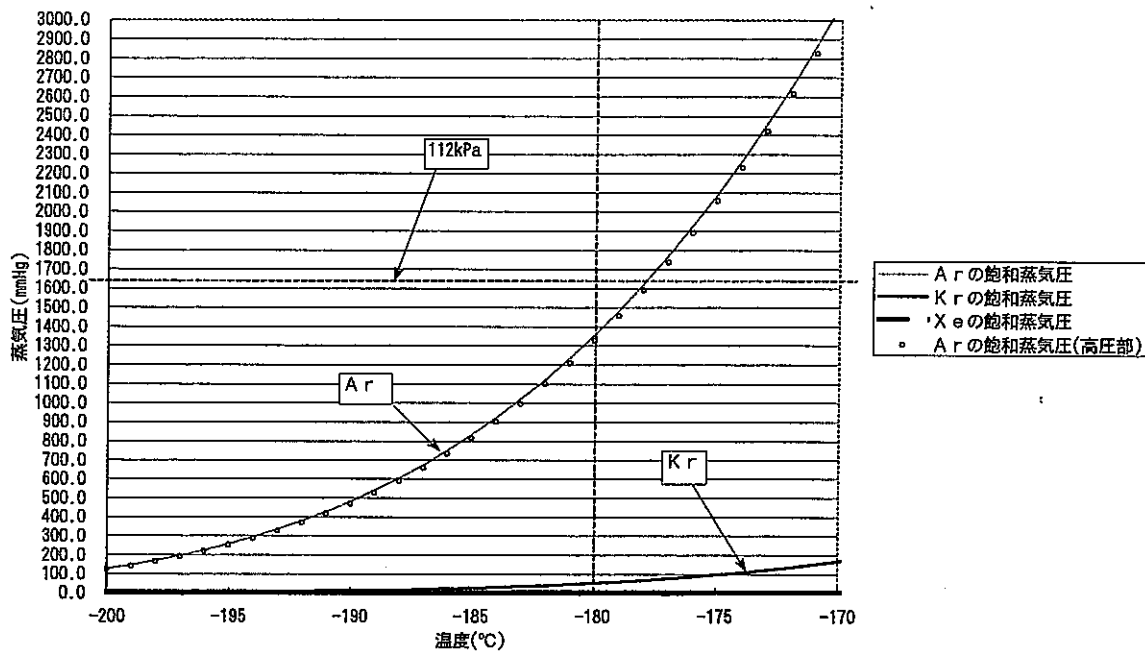


図 01-1 希ガスの飽和蒸気圧曲線(Antoine 式：化学工学便覧による)

希ガスの飽和蒸気圧

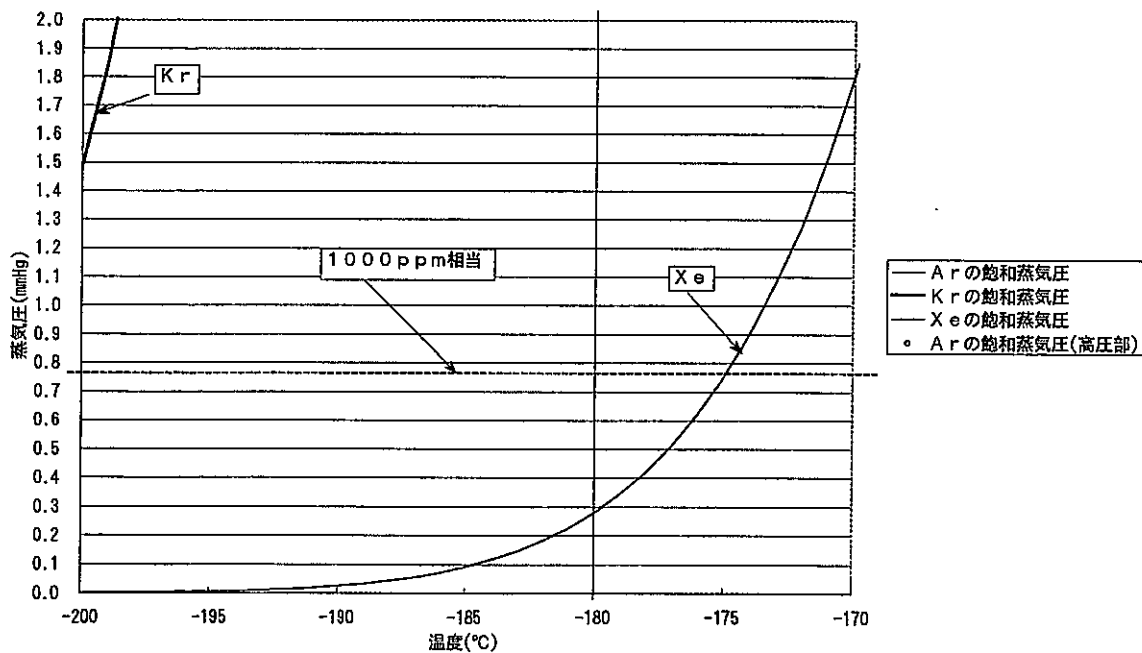


図 01-2 希ガスの飽和蒸気圧曲線拡大図(Antoine 式：化学工学便覧による)

添付資料 2 (1)

図 02-0 (A) ~ (E)

図 02-1 ~ 81

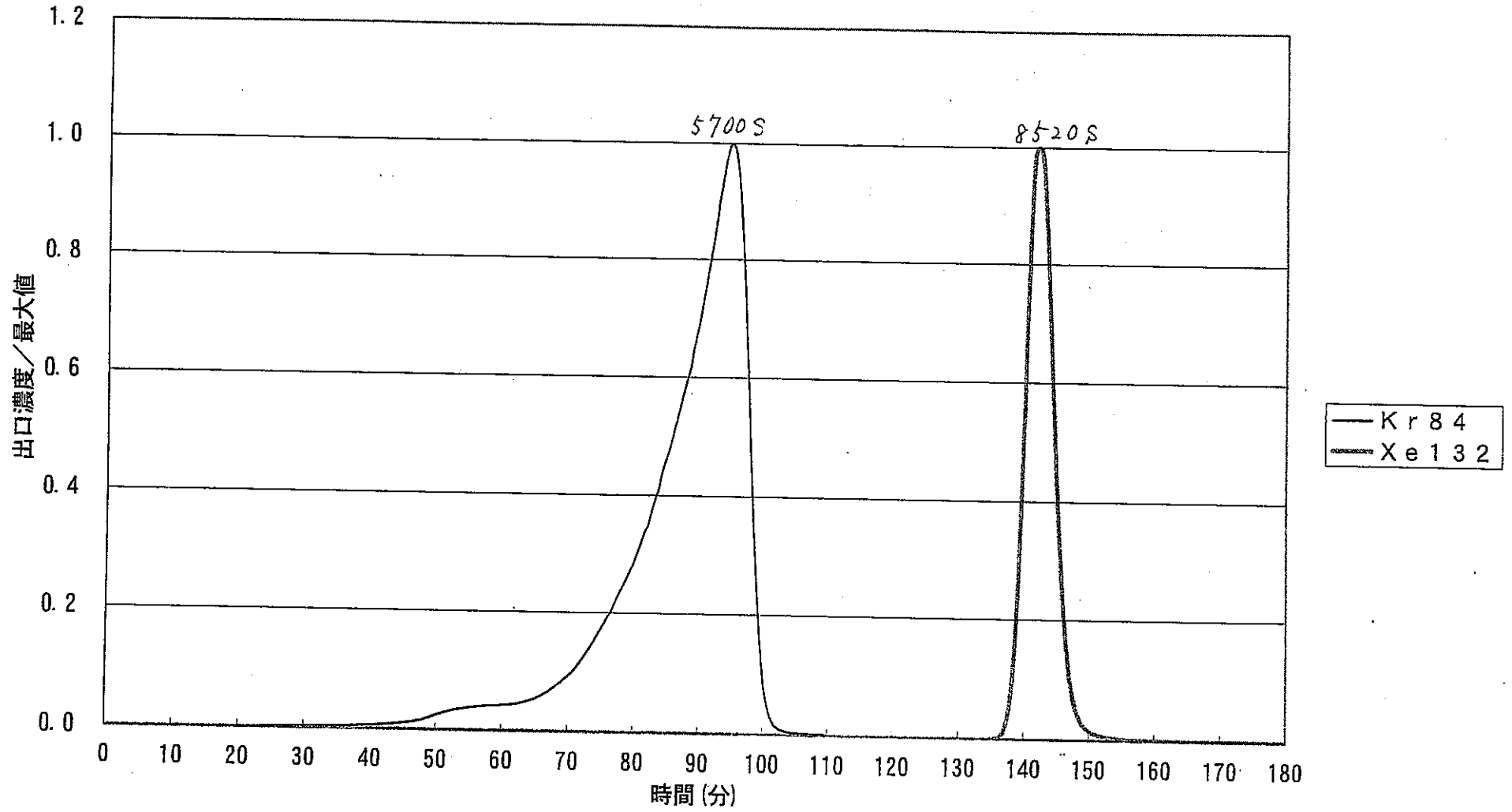


圖02-0 (A) -168.5°C, 113kPa, 1ppm/Ar, 吸着2.82NL/min-Kr飽和, 脫着0.35NL/min/He-1.5°C/min, GW-HH24/42 38A

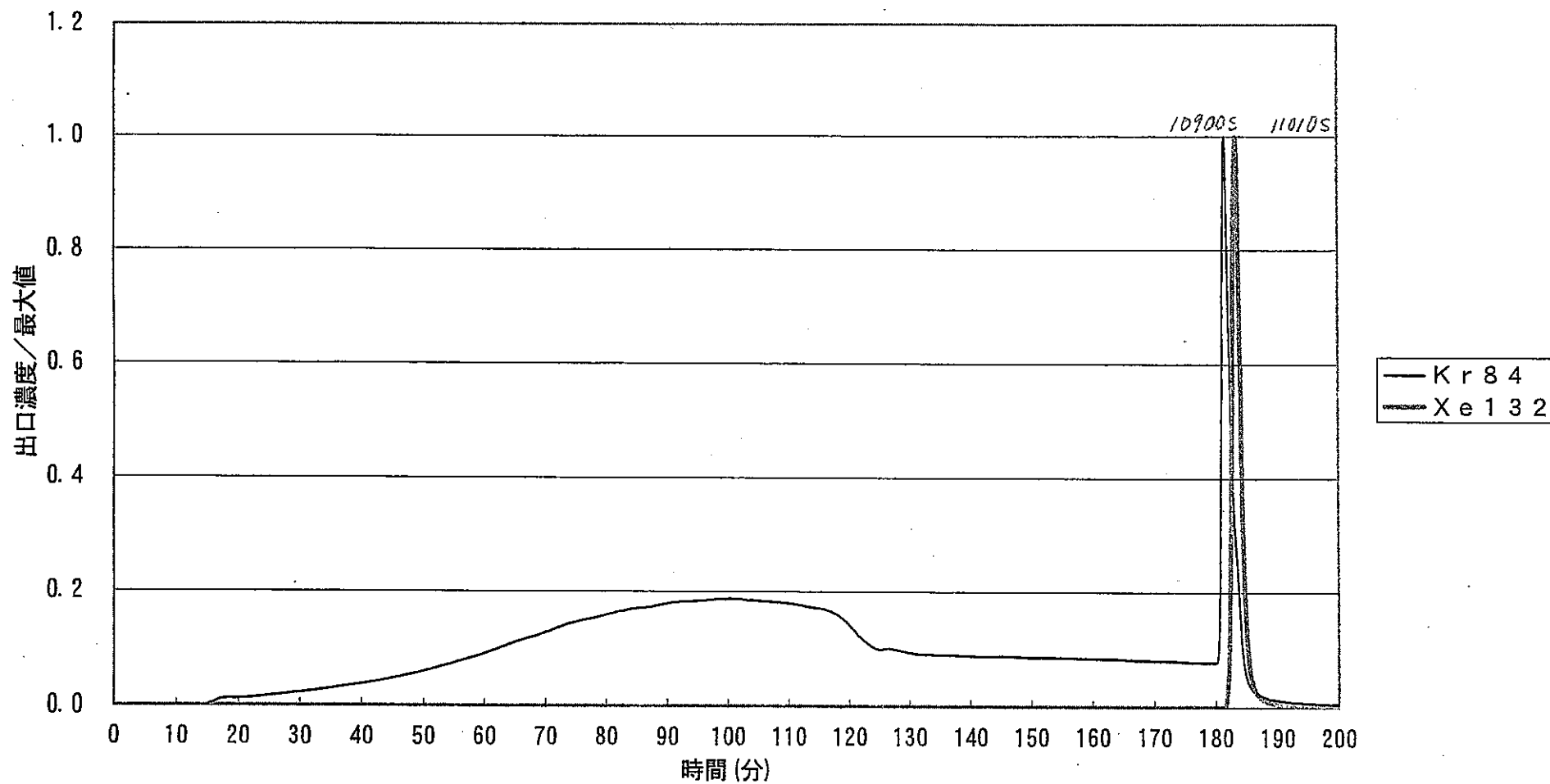


図02-0 (B) -168.6°C , 112.5kPa , $1\text{ppm}/\text{Ar}$, 吸着 $2.84\text{NL}/\text{min}$ -Kr飽和, 脱着 $0 \rightarrow 0.38\text{NL}/\text{min}/\text{He}$, GW-HH24/42 39A
 88°C まで昇温のみ, その後Heで掃気, 昇温速度 $1.55^{\circ}\text{C}/\text{min}$

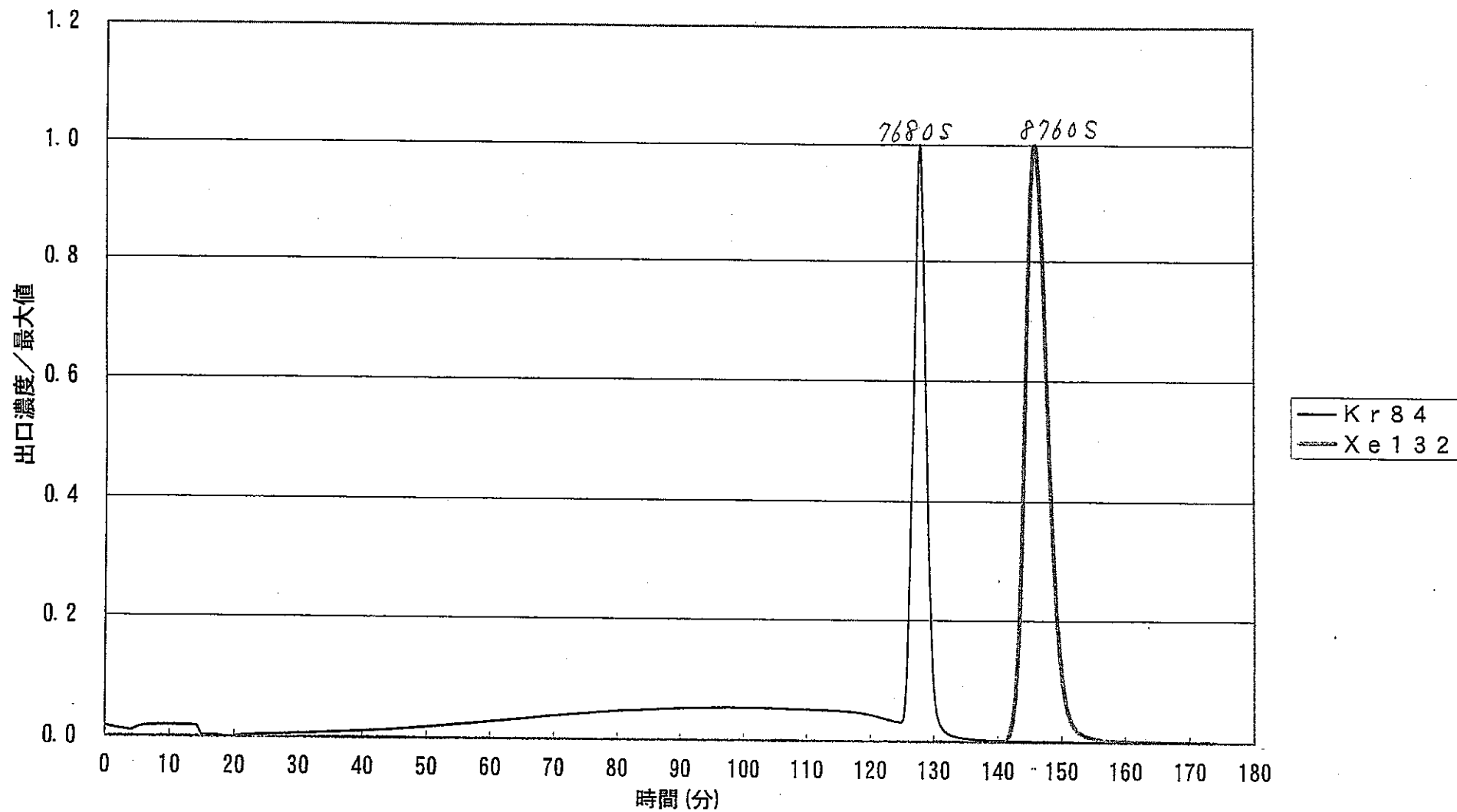


図02-0 (C) -169°C , 113.5kPa, 1ppm/Ar, 吸着2.83NL/min-Kr飽和, 脱着0 \rightarrow 0.38NL/min/He, GW-HH24/42 40 $^{\circ}\text{C}$ まで昇温のみ, その後Heで掃気, 昇温速度1.6 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$

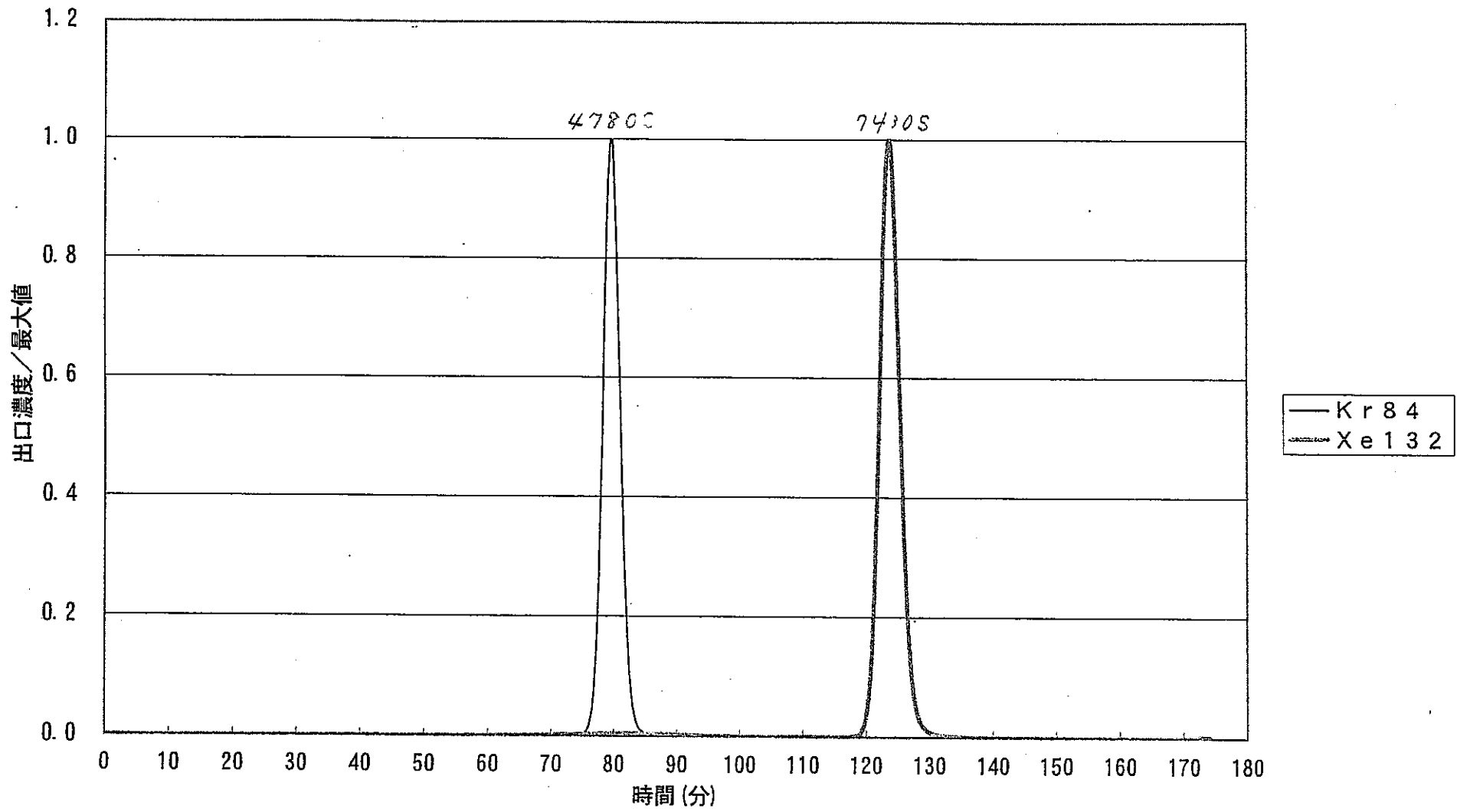


圖2-0 (D) -170°C , 0kPa, 1ppm/Ar, 吸着0.36NL/min-60min, 脱着1.02NL/min/He-1.61 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$, GW-HH24/42 41

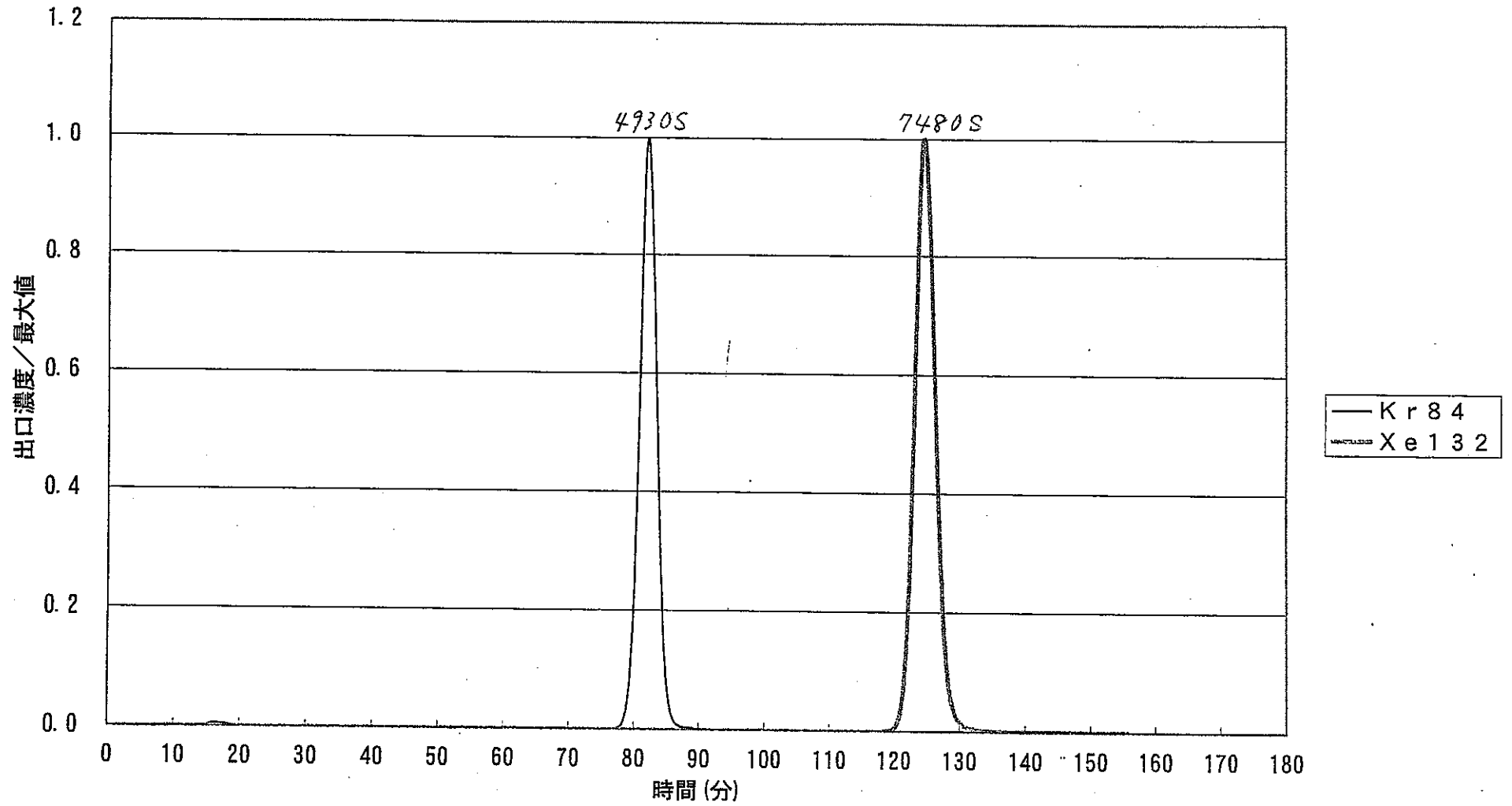


圖02-0 (E) -170°C , 0kPa, 1ppm/Ar, 吸着0.36NL/min-60min, 脱着1.02NL/min/He-1.61 $^{\circ}\text{C}$ /min, GW-HH24/42 42

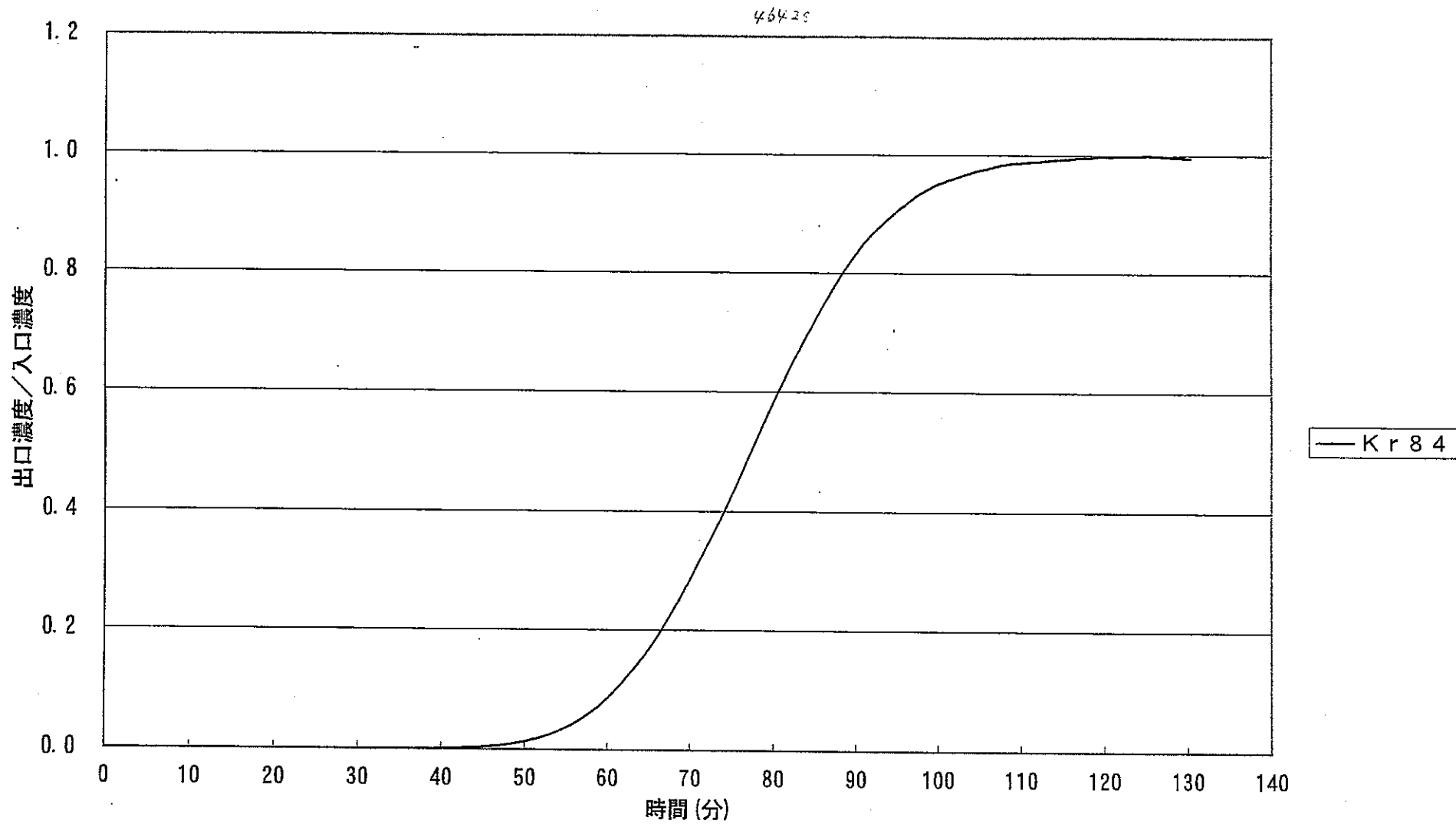


図02-1 -169°C, 0kPaG, 1000ppm, Ar⁺-ス, 2.69NL/min, 吸着, クラコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 43A

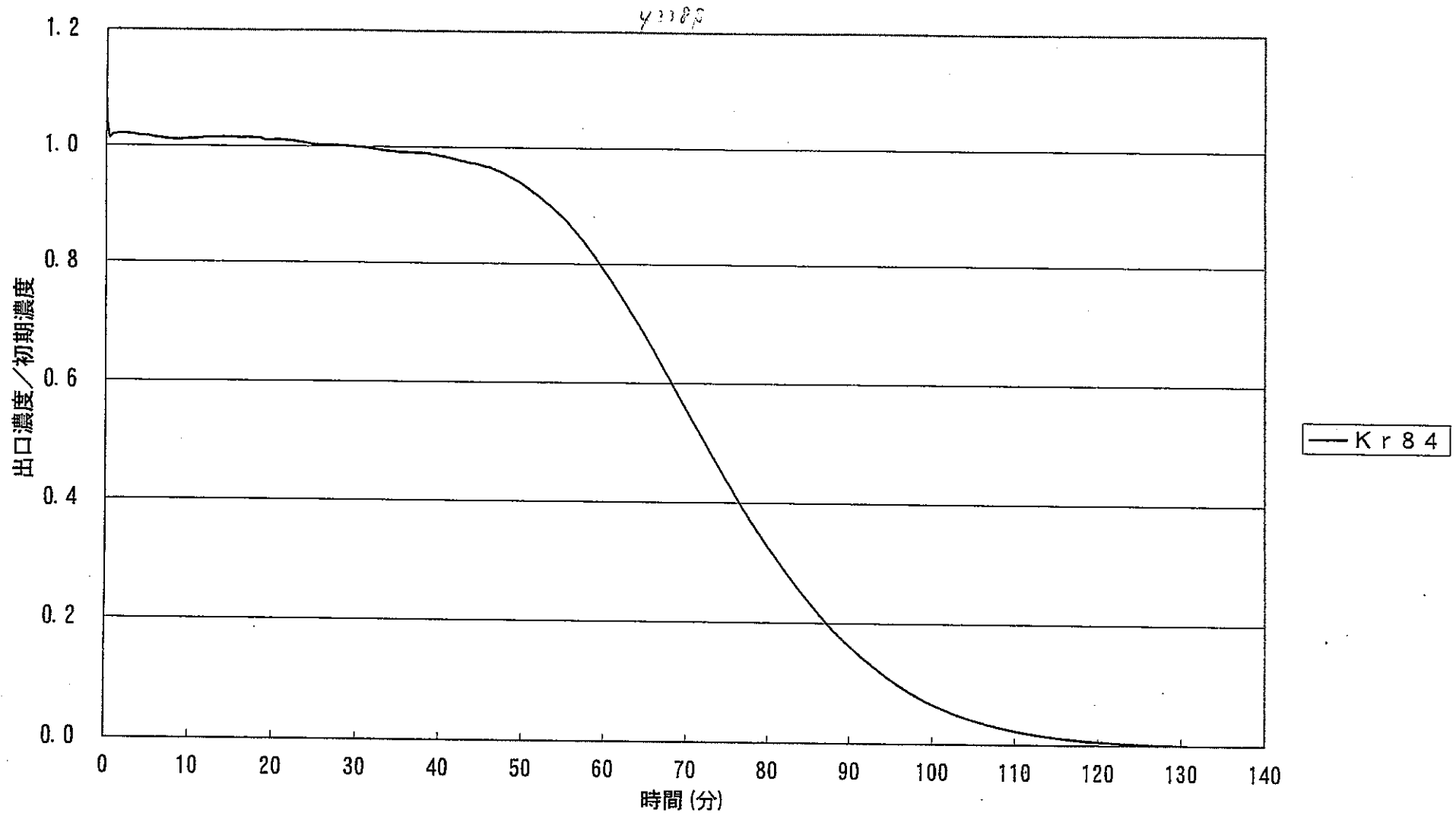


図02-2. -169°C, 0kPaG, 1000ppm, Ar⁺-ス, 2.75NL/min, 脱着, クレコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 43A

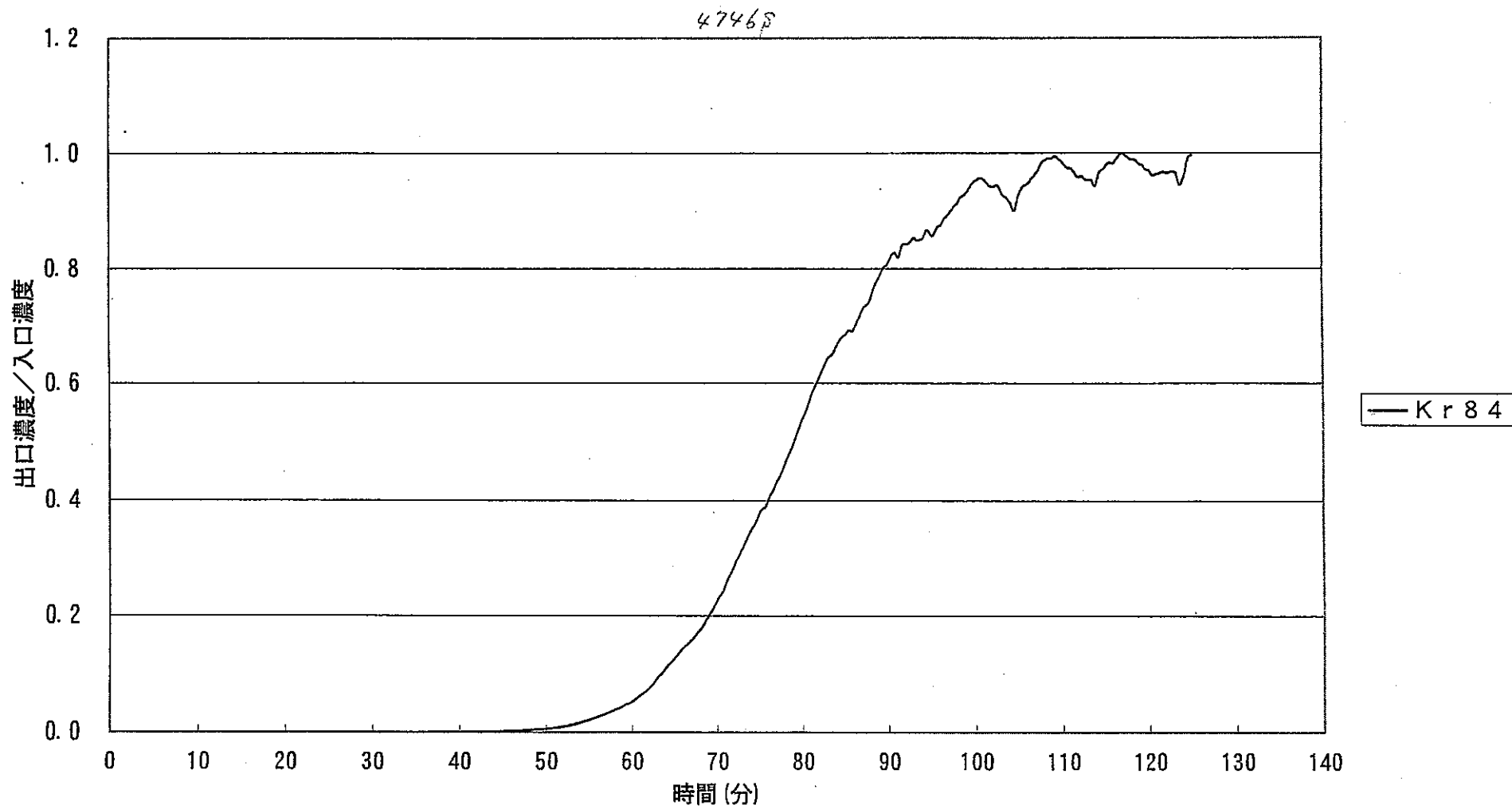


図02-1α -169°C, 0kPaG, 1000ppm, Ar¹-入, 2.61NL/min, 吸着, クレコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 43

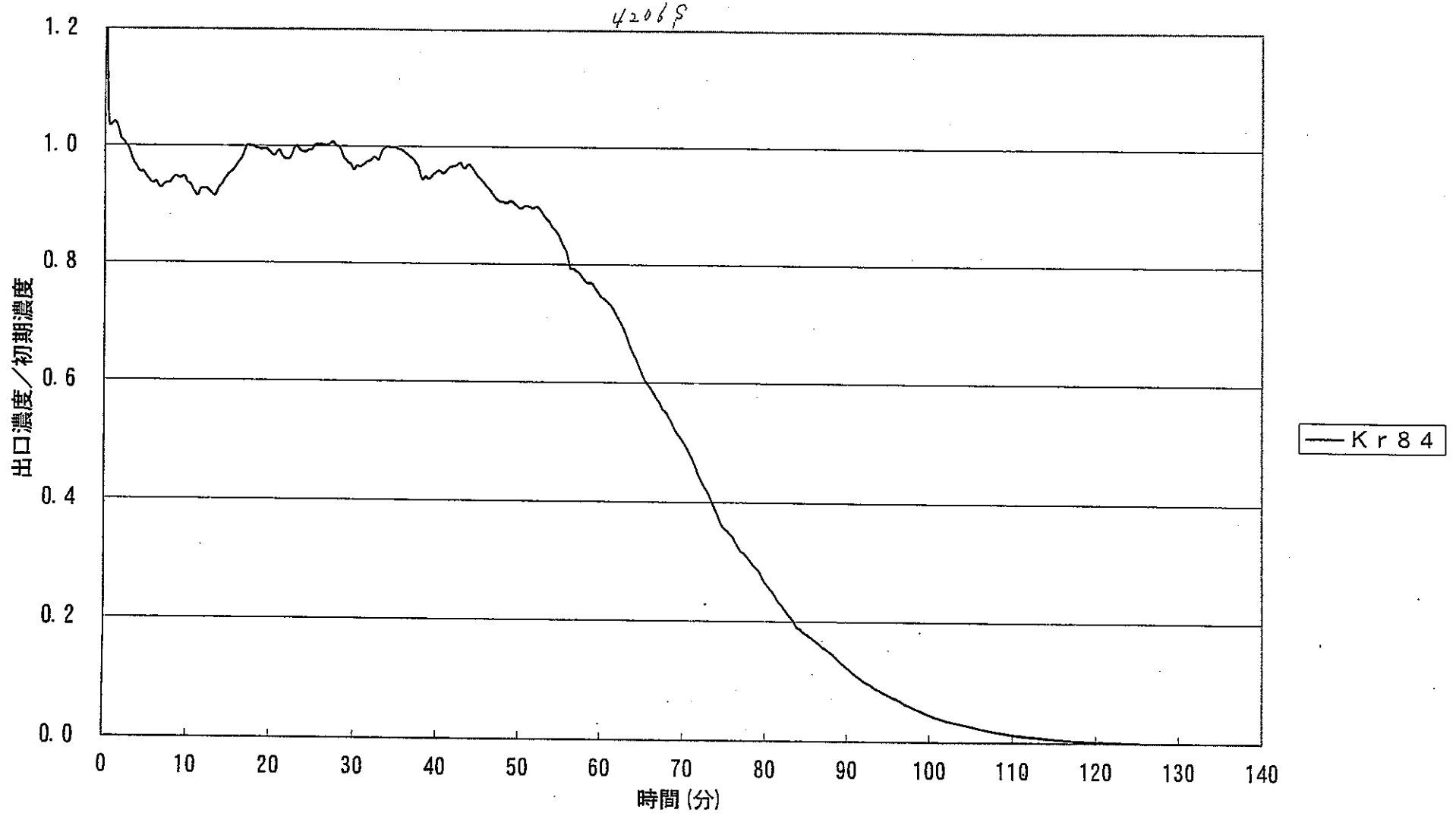


図02-2α -168°C, 0kPaG, 1000ppm, Ar⁺-ス, 2.96NL/min, 脱着, クレコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 43

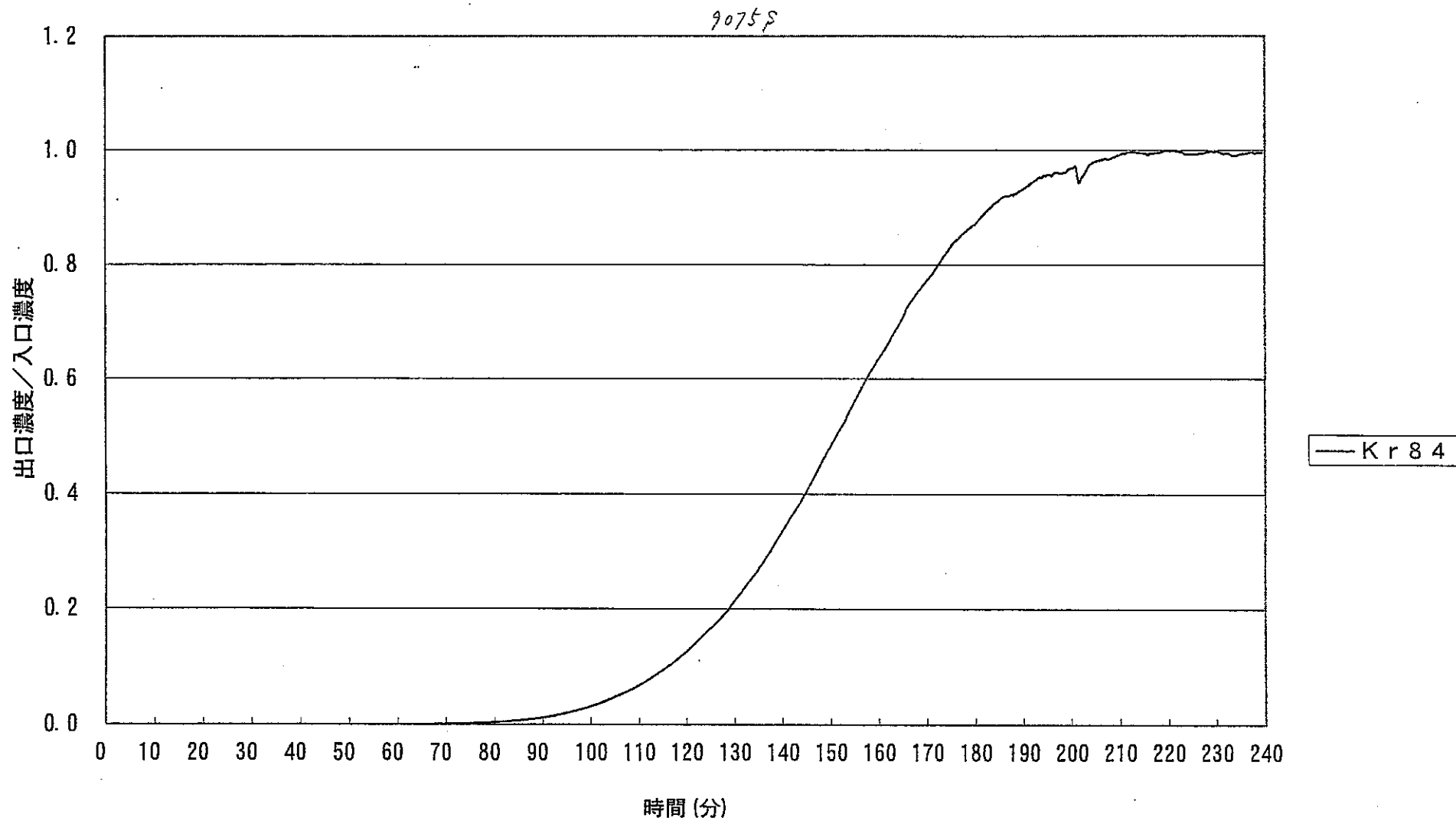


図02-3 -179°C, 1000ppm, 0kPa, Ar⁺-s, 2.91NL/min, 吸着, クレコルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 44

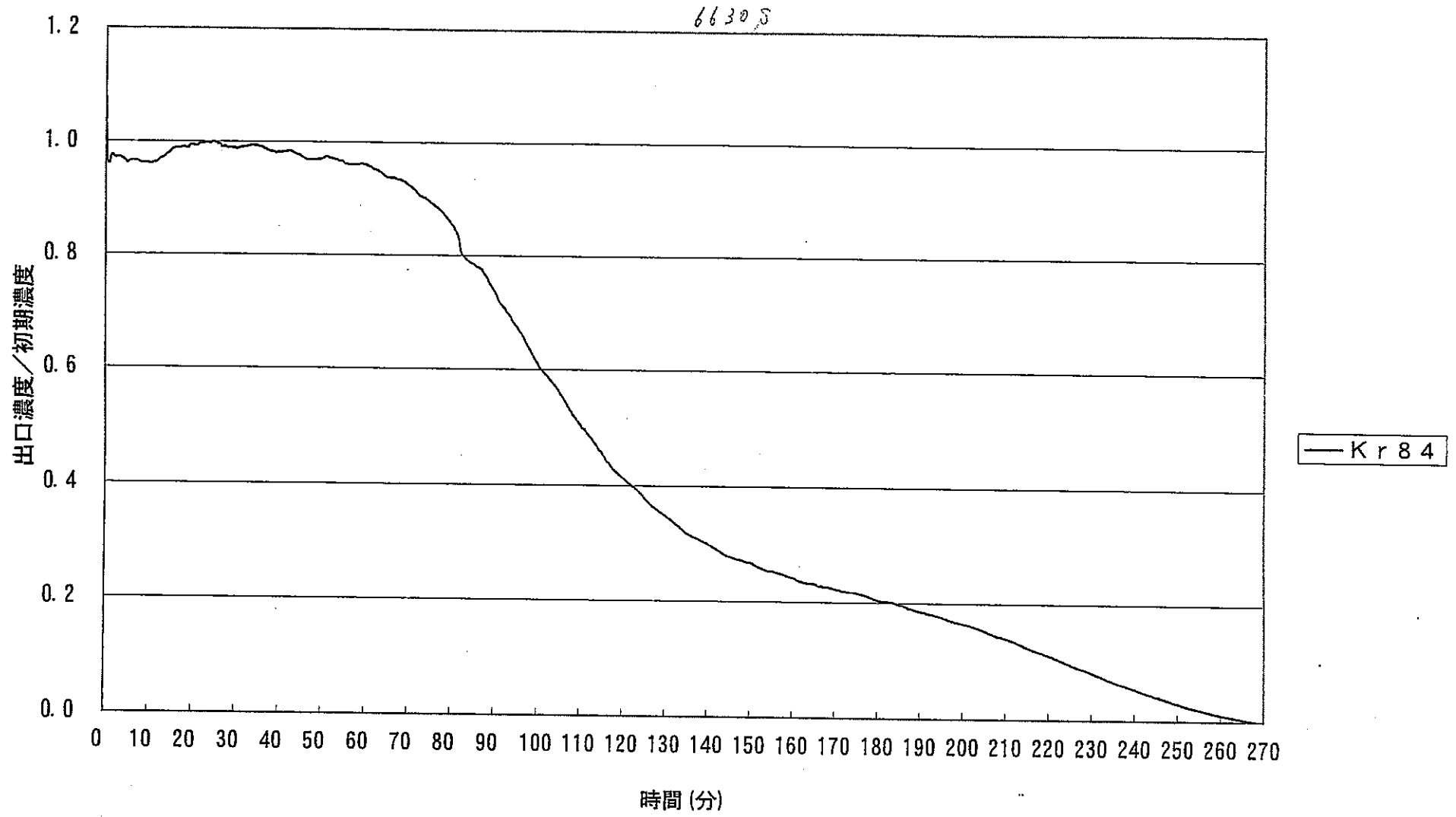


図02-4 -179°C, 1000ppm, 0kPa, Ar⁺-λ, 3.02NL/min, 脱着, クレコールGW-HH24/42 (Ar-Ar) 44

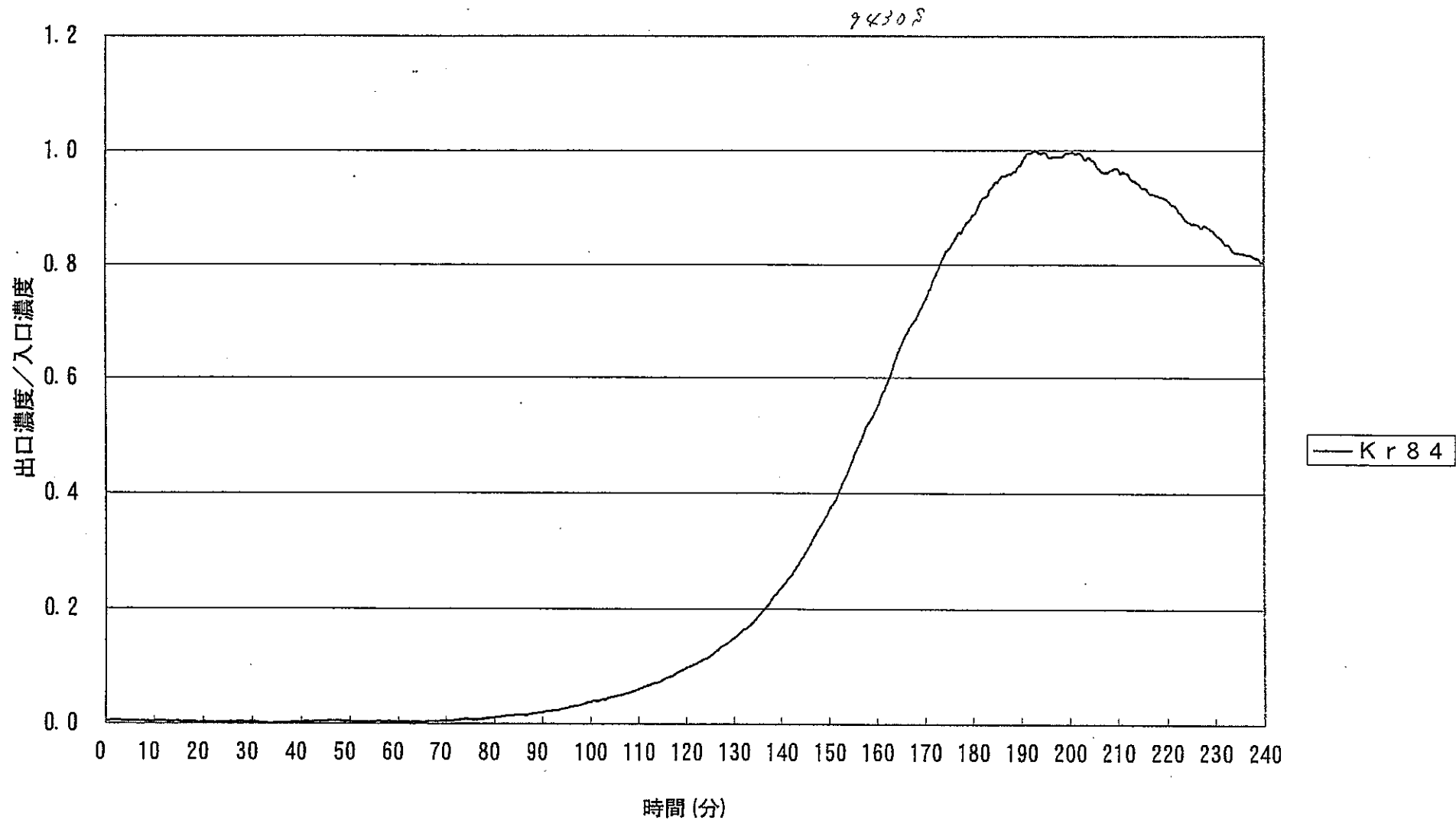


図02-5 -179°C, 0kPa, 1ppm/Ar, 吸着2.80NL/min, 吸着, クレコ-ルGW-HH24/42 (Ar-He) 45

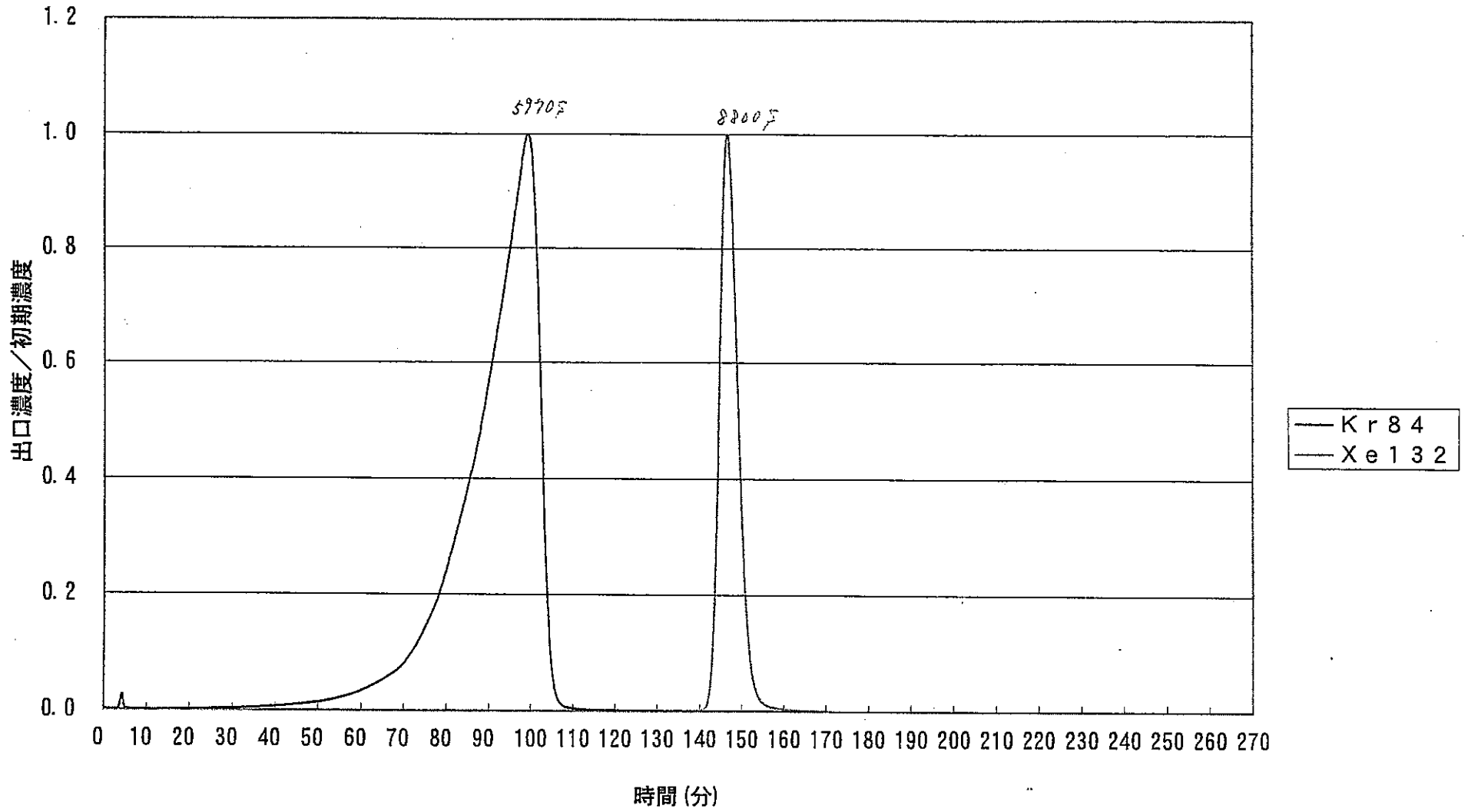


図02-6 -179°C , 0kPa , $1\text{ppm}/\text{Ar}$, 吸着 $2.80\text{NL}/\text{min}-\text{Kr}$ 飽和, 脱着 $0.35\text{NL}/\text{min}/\text{He}-1.59^{\circ}\text{C}/\text{min}$, クレコ-ルGW-HH24/42 45

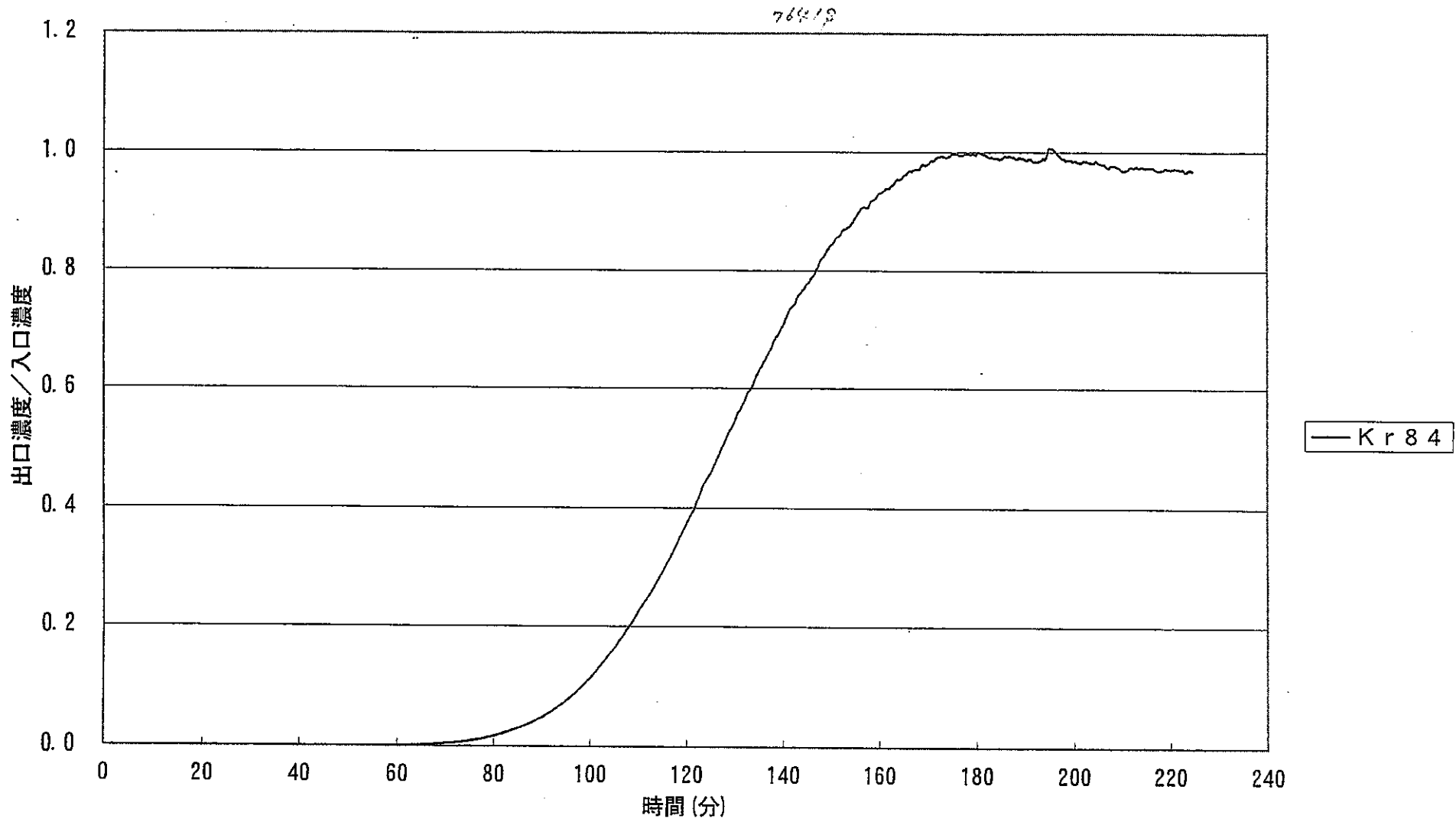


図02-7 -180°C, 1ppm, 0kPa, Ar⁺-ス, 2.9NI/min, 吸着, クレコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 47

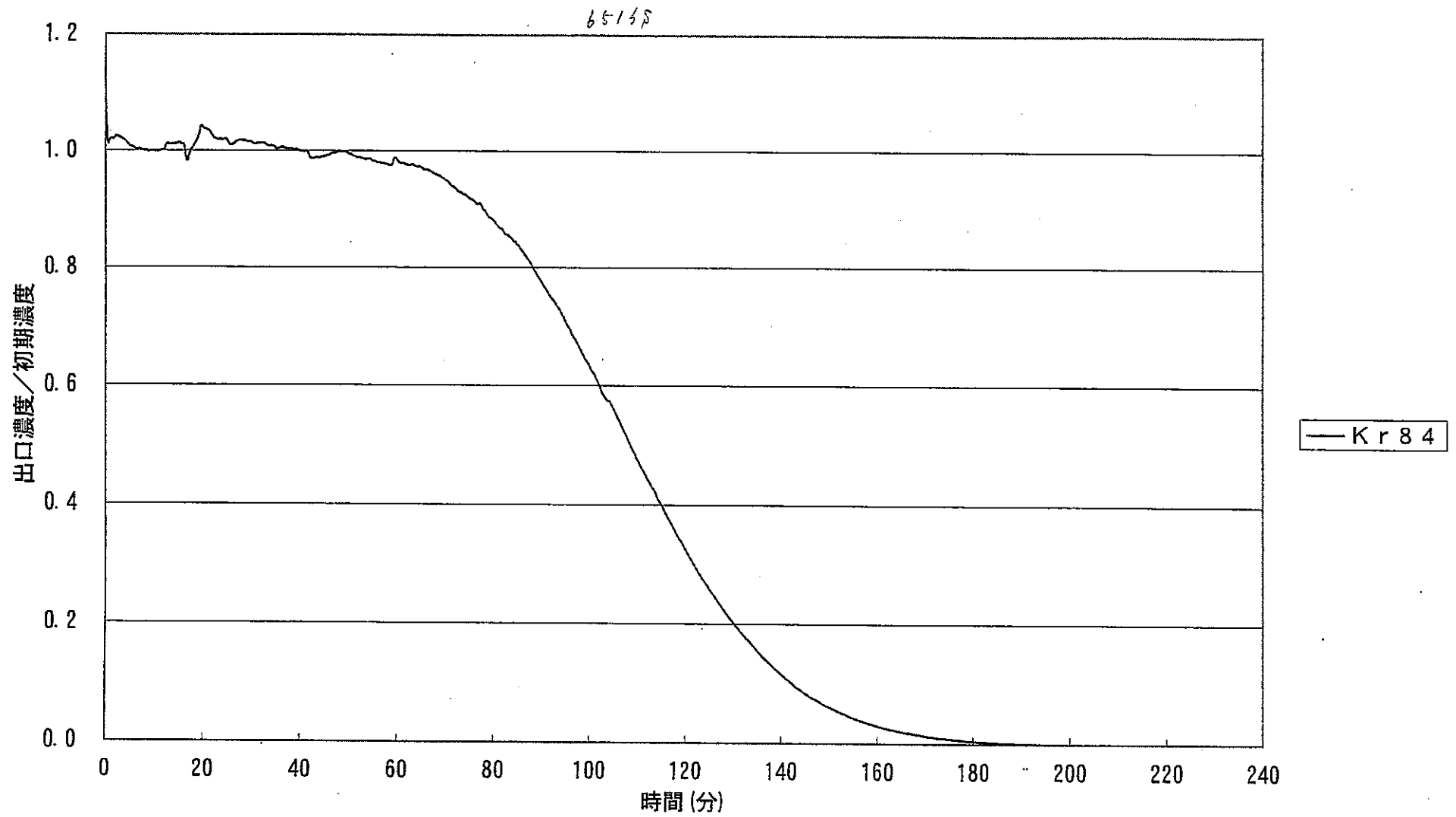


図02-8 -180°C , 0kPa, 1ppm, $\text{Ar}^{\wedge}-\lambda$, 3.15Ni/min, 脱着, クレコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 47

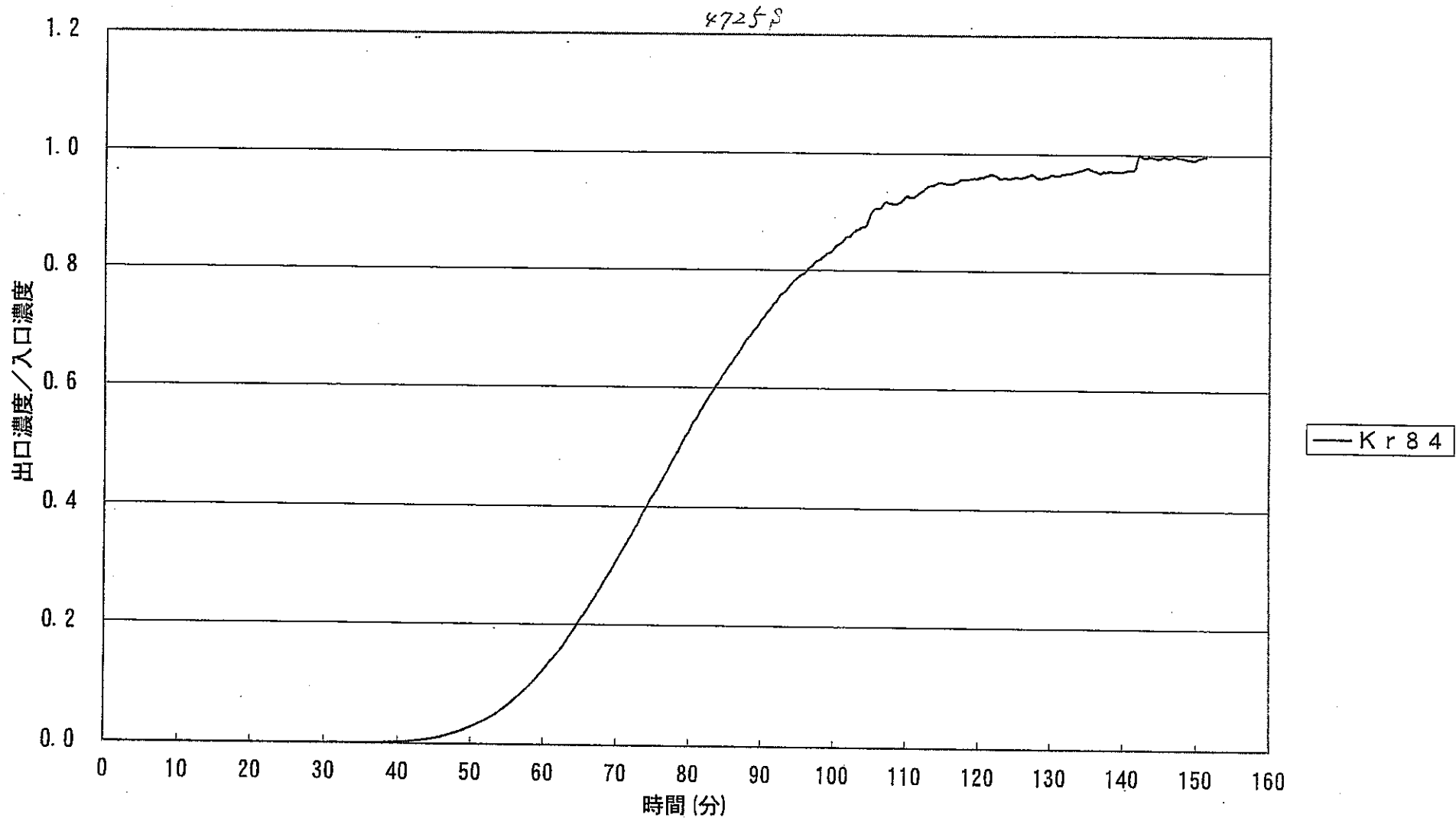


図02-7-1 -170°C, 1ppm, 0kPa, Ar⁺-ス, 2.85Nl/min, 吸着, クラコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 48

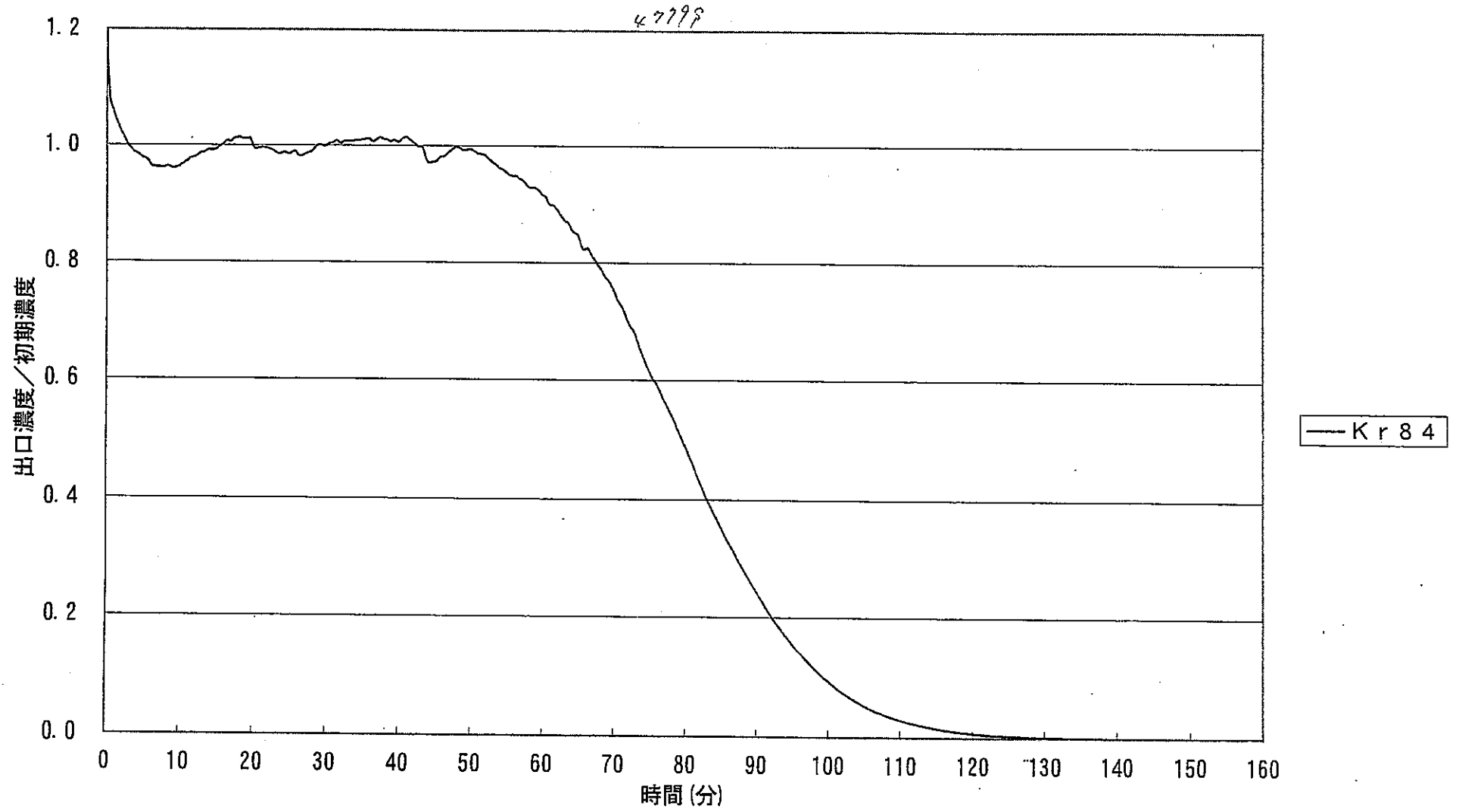


図02-8-1. -170°C, 0kPa, 1ppm, Ar⁺-ス, 2.86NI/min, 脱着, クラレコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 48

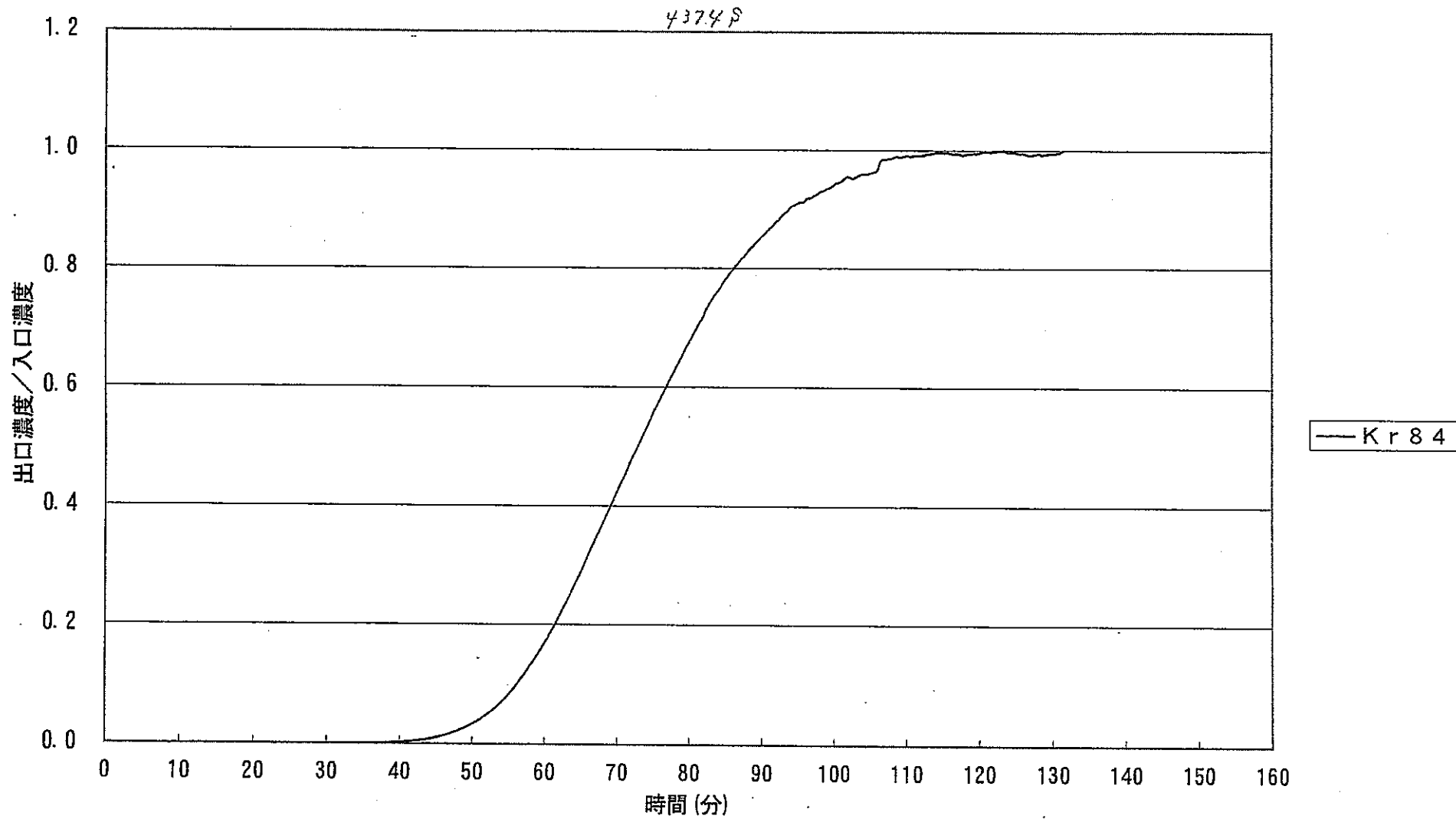


図02-7-2 -170°C, 1ppm, 112kPa, Ar⁺-λ, 2.92NI/min, 吸着, クレコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 49

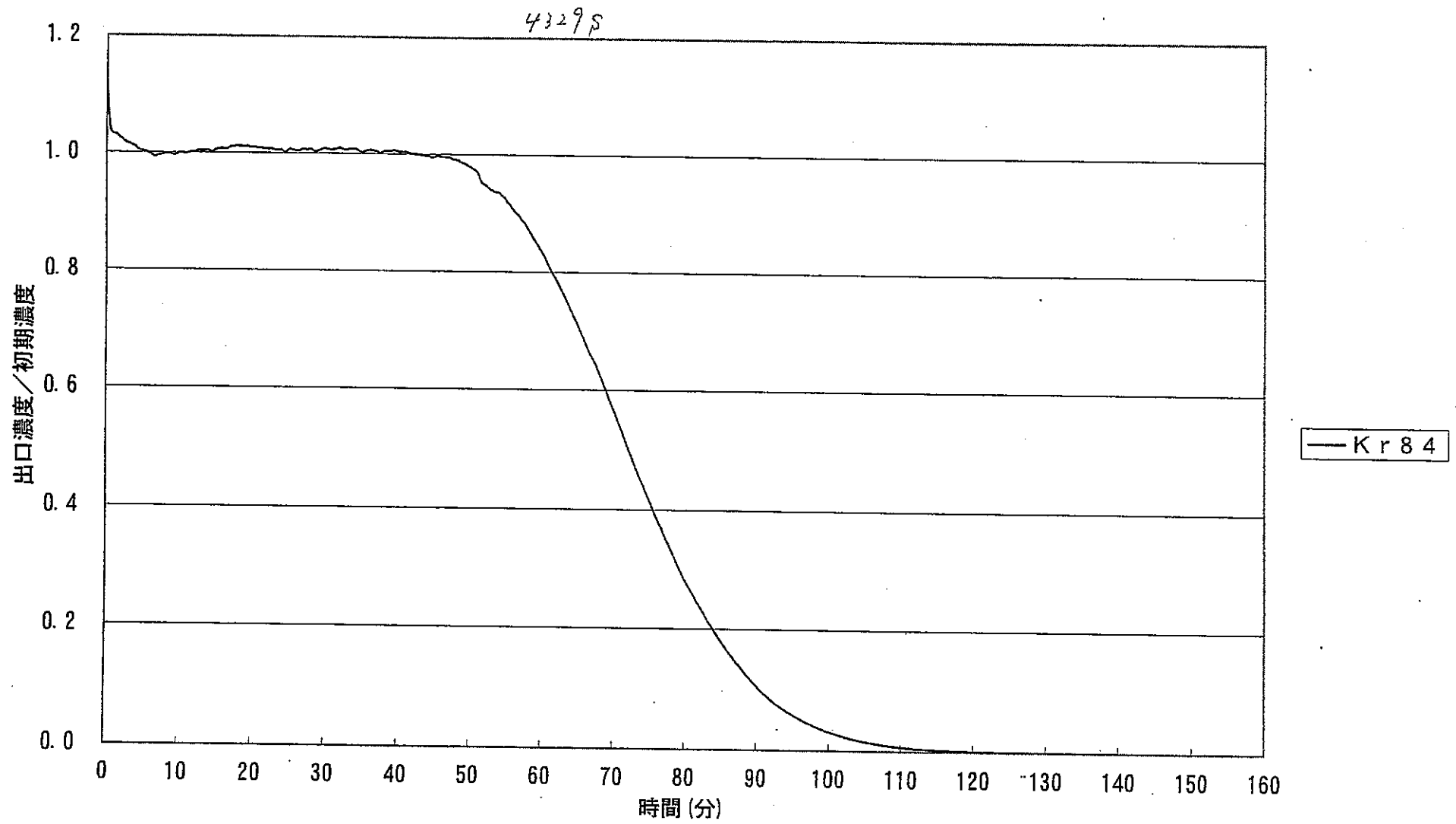


図02-8-2 -171°C, 112kPa, 1ppm, Ar⁺-ス, 2.98Ni/min, 脱着, クラコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 49

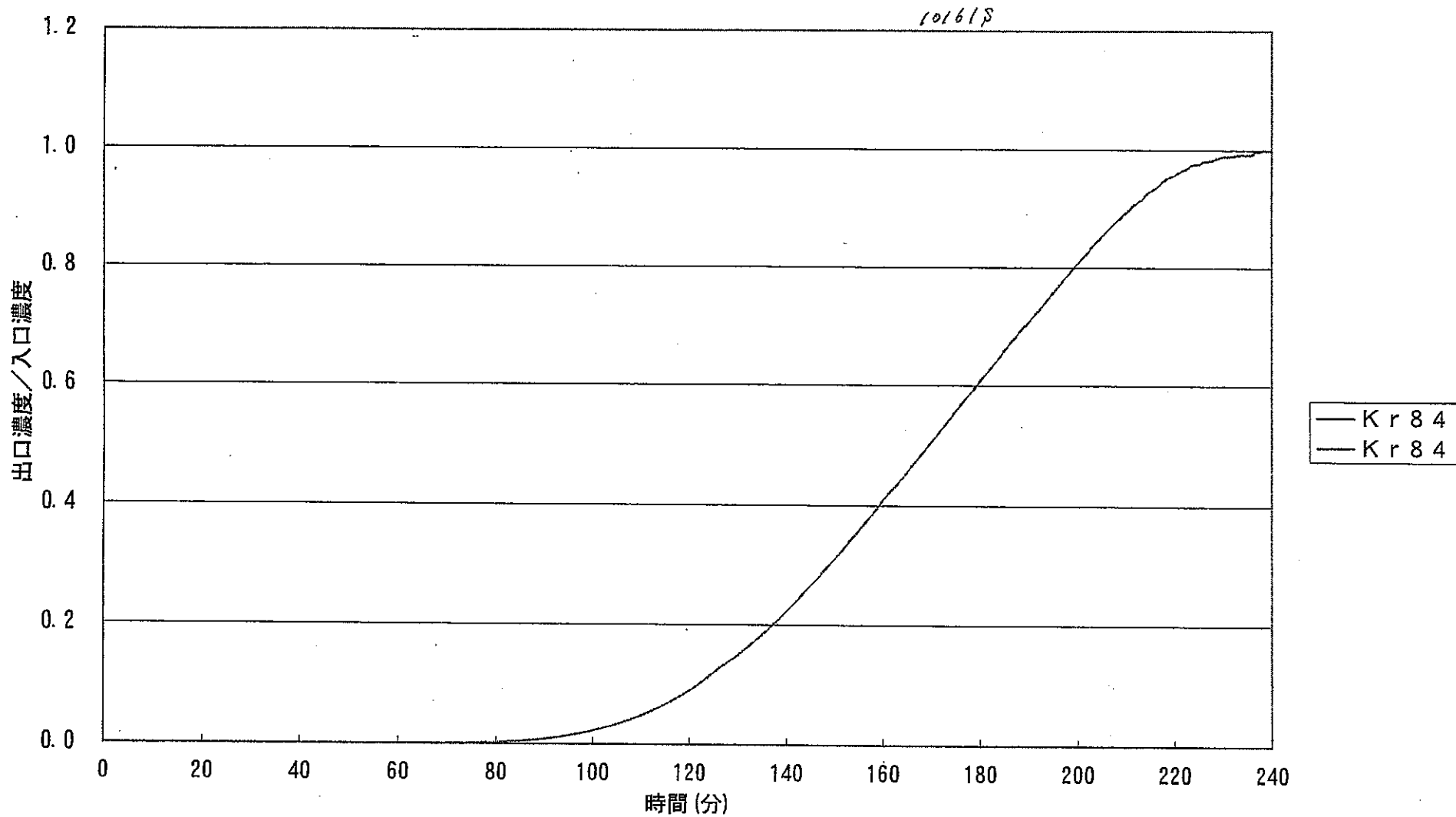


図02-9 -180°C, 1000ppm, 0kPa, Ar⁺-s, 2.83NI/min, 吸着, クレコルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 50

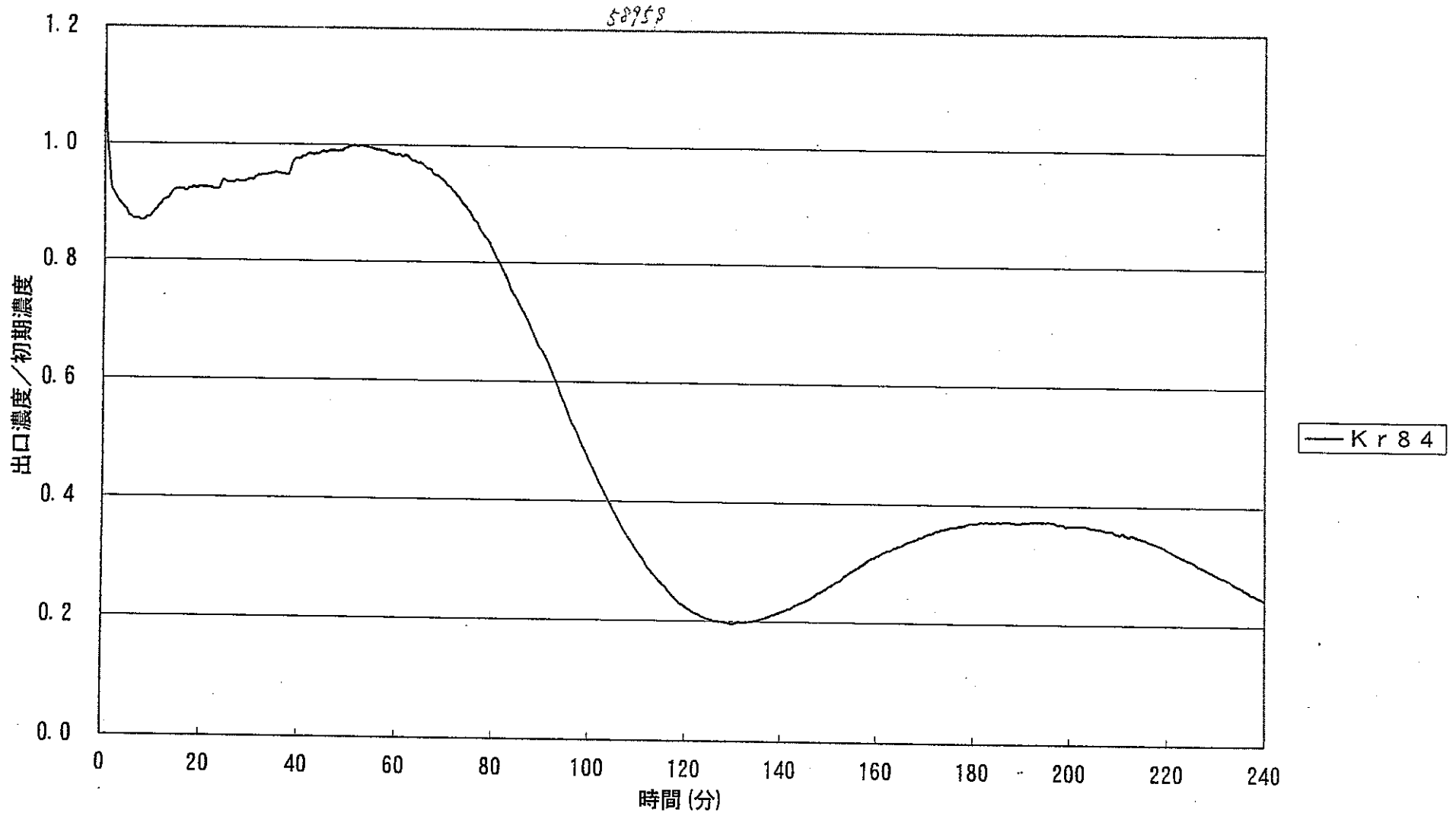


図02-10 -180°C , 1000ppm, 0kPa, Ar^{\wedge} -ス, 3.33NI/min, 脱着, クラコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 50

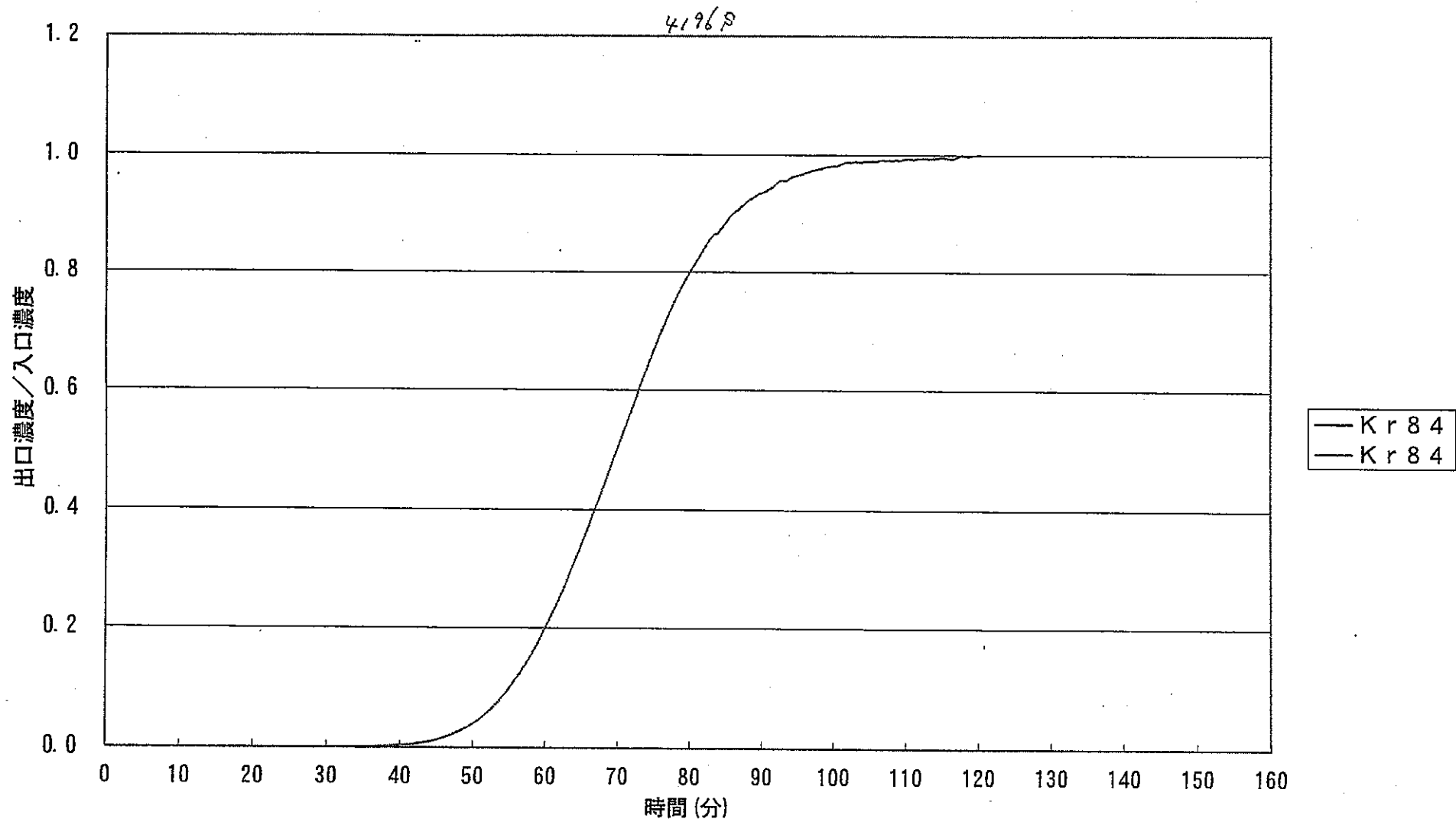


図02-9-1 -170°C, 1000ppm, 0kPa, Ar⁺-s, 2.80l/min, 吸着, クラコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 51

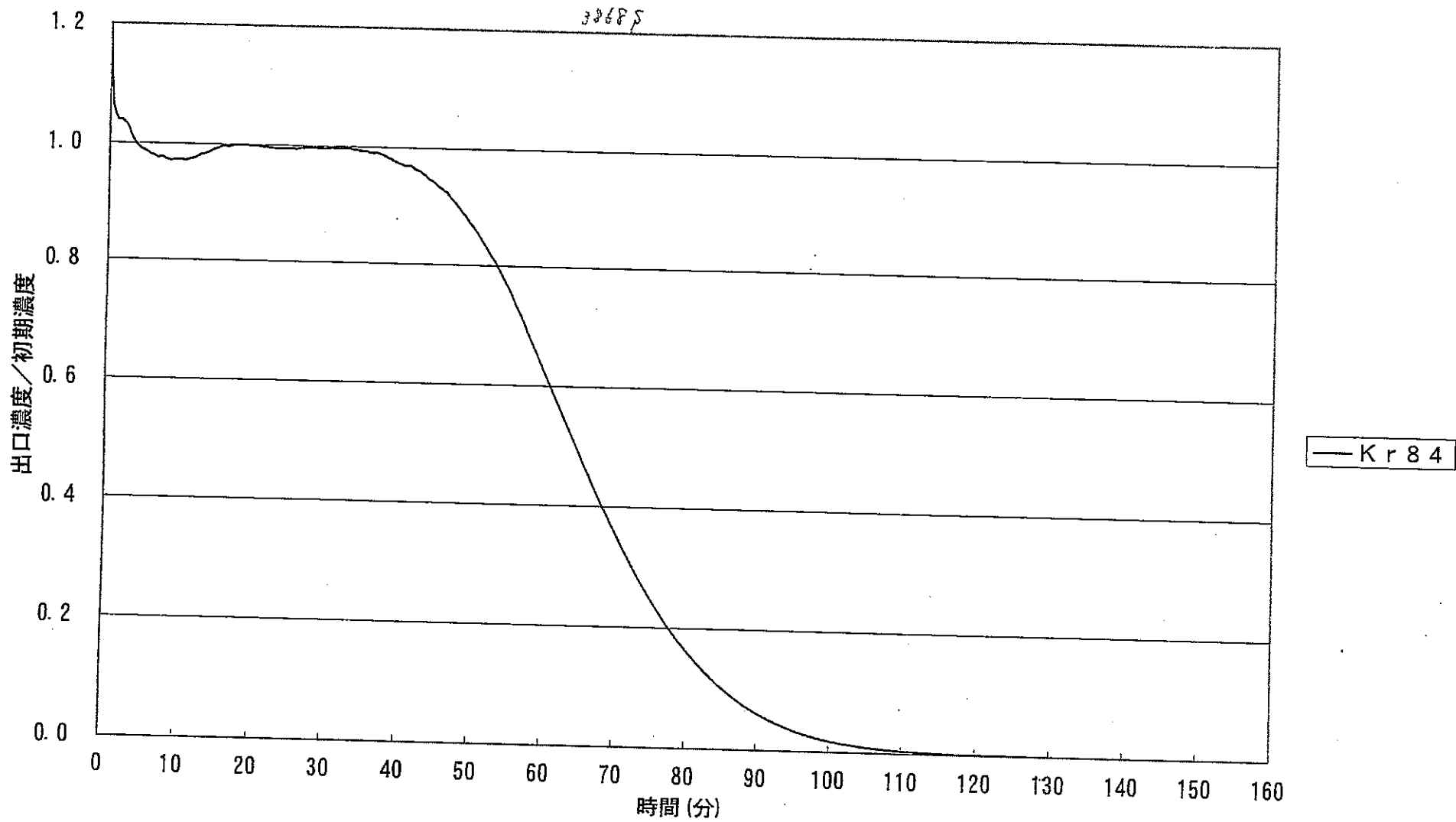


図02-10-1 -170°C, 1000ppm, 0kPa, Ar⁺-入, 2.94NI/min, 脱着, クラレコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 51

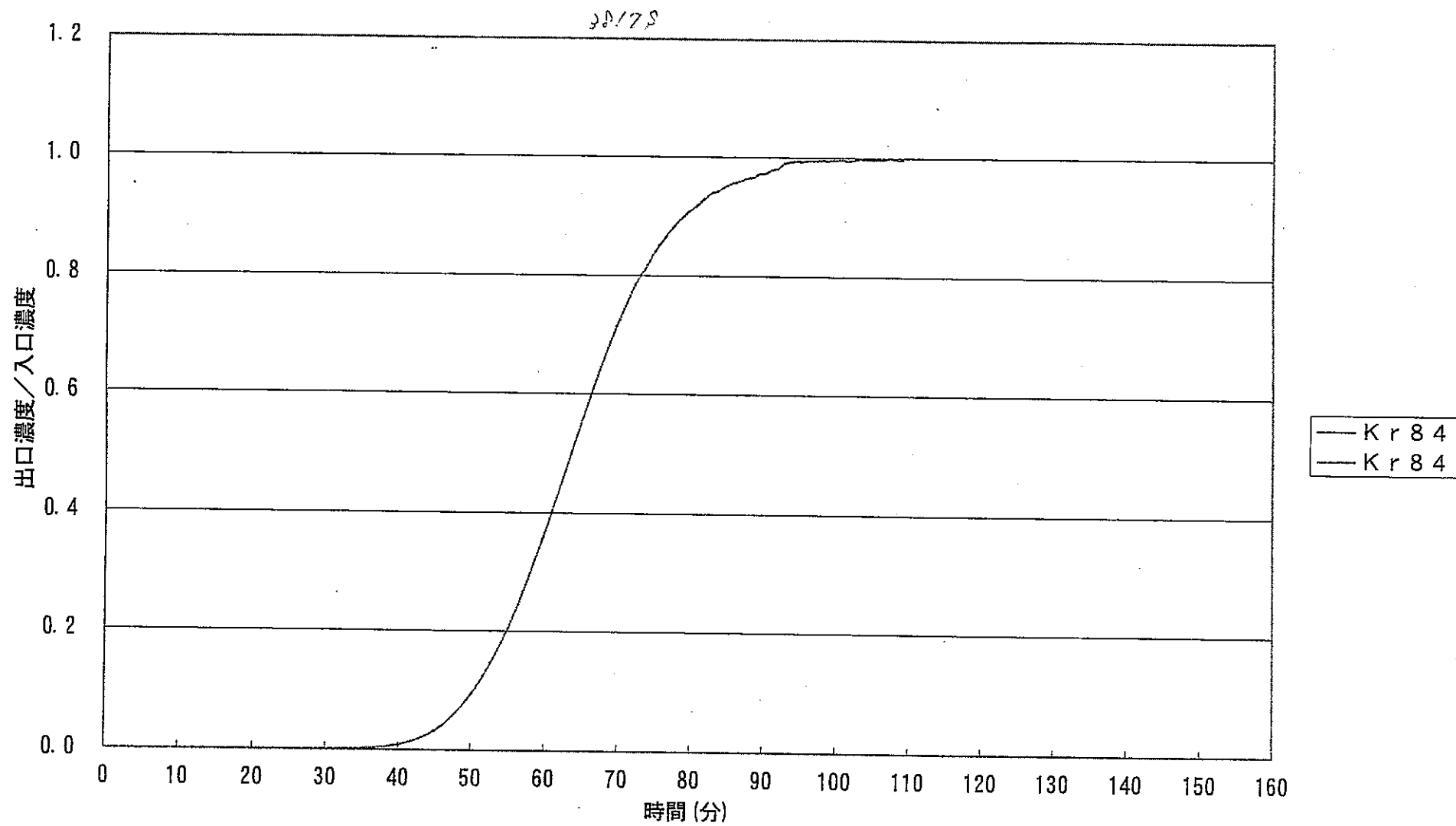


図02-9-2 -170°C , 1000ppm, 112kPa, Ar \rightarrow - λ , 3.015NI/min, 吸着, クラコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 52

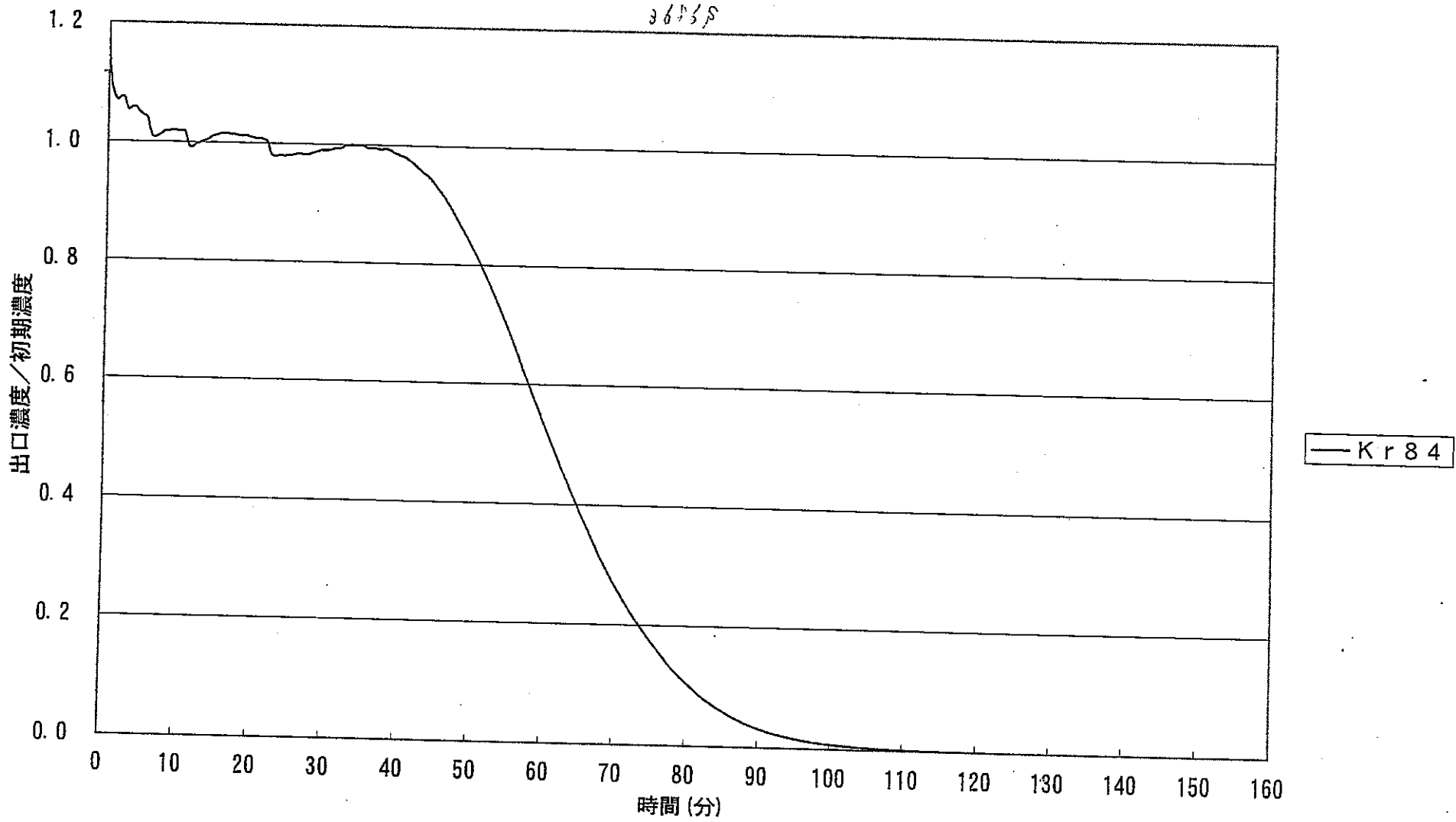


図02-10-2 -170°C, 1000ppm, 112kPa, Ar⁺-ス, 3.00NI/min, 脱着, クレコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 52

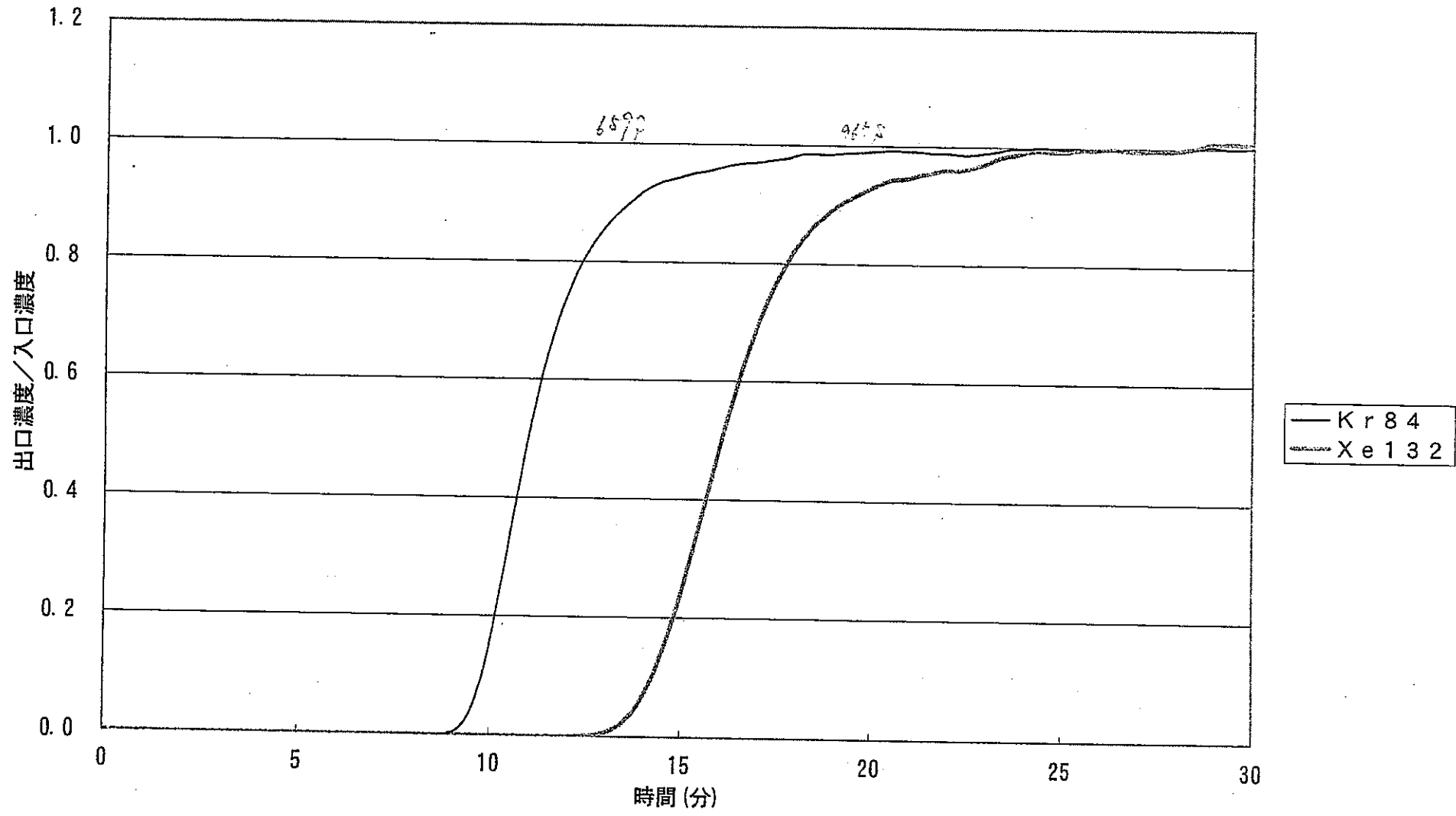


図02-11 100°C, 0kPa, 1ppm, Ar⁺-s, 0.1NL/min, 吸着, クレコール(Ar-Ar) 53

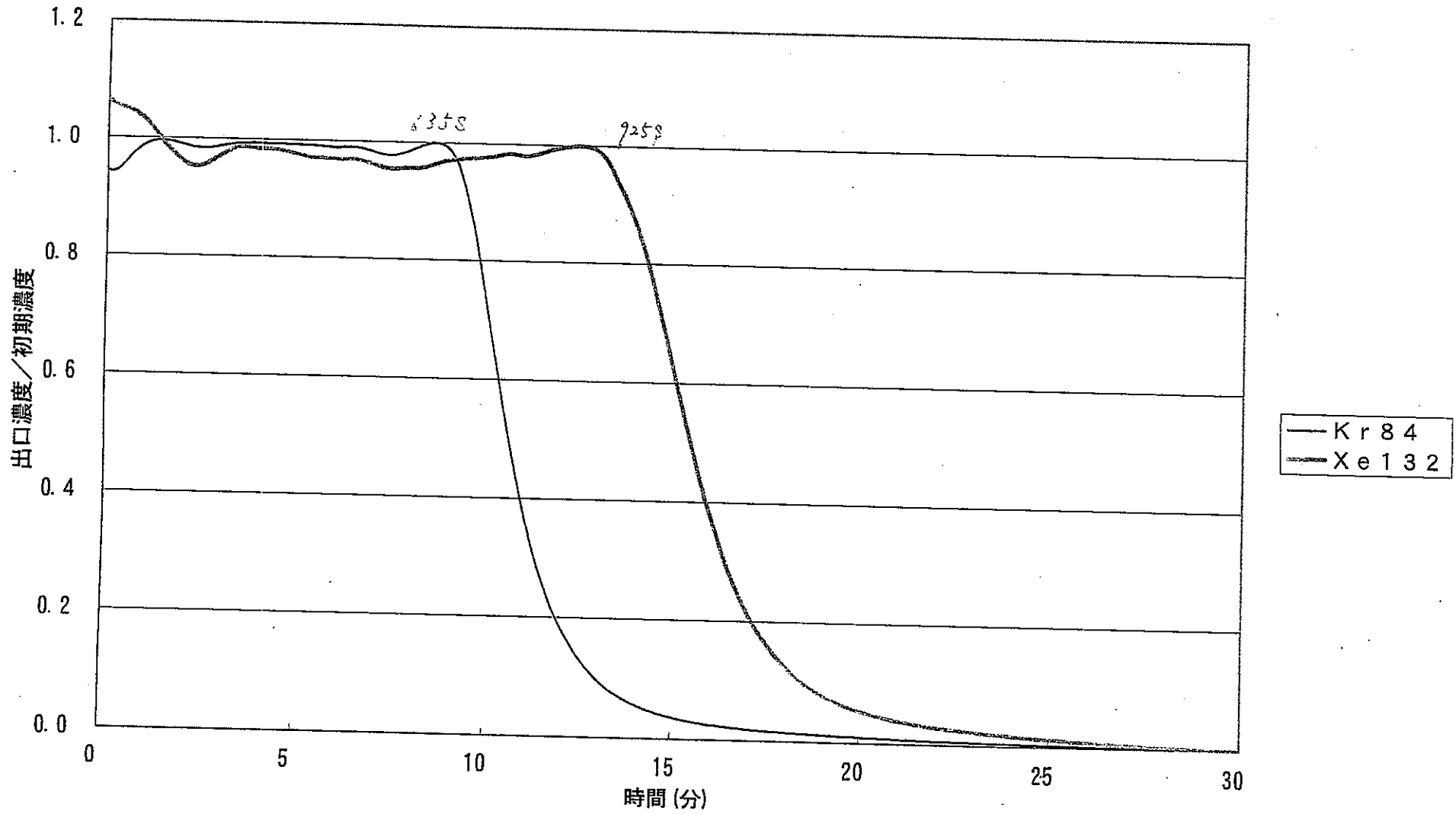


図02-12 100°C, 1ppm, 0kPa, Ar⁺-ス, 0.10NL/min, 脱着, クレコール(Ar-Ar) 53

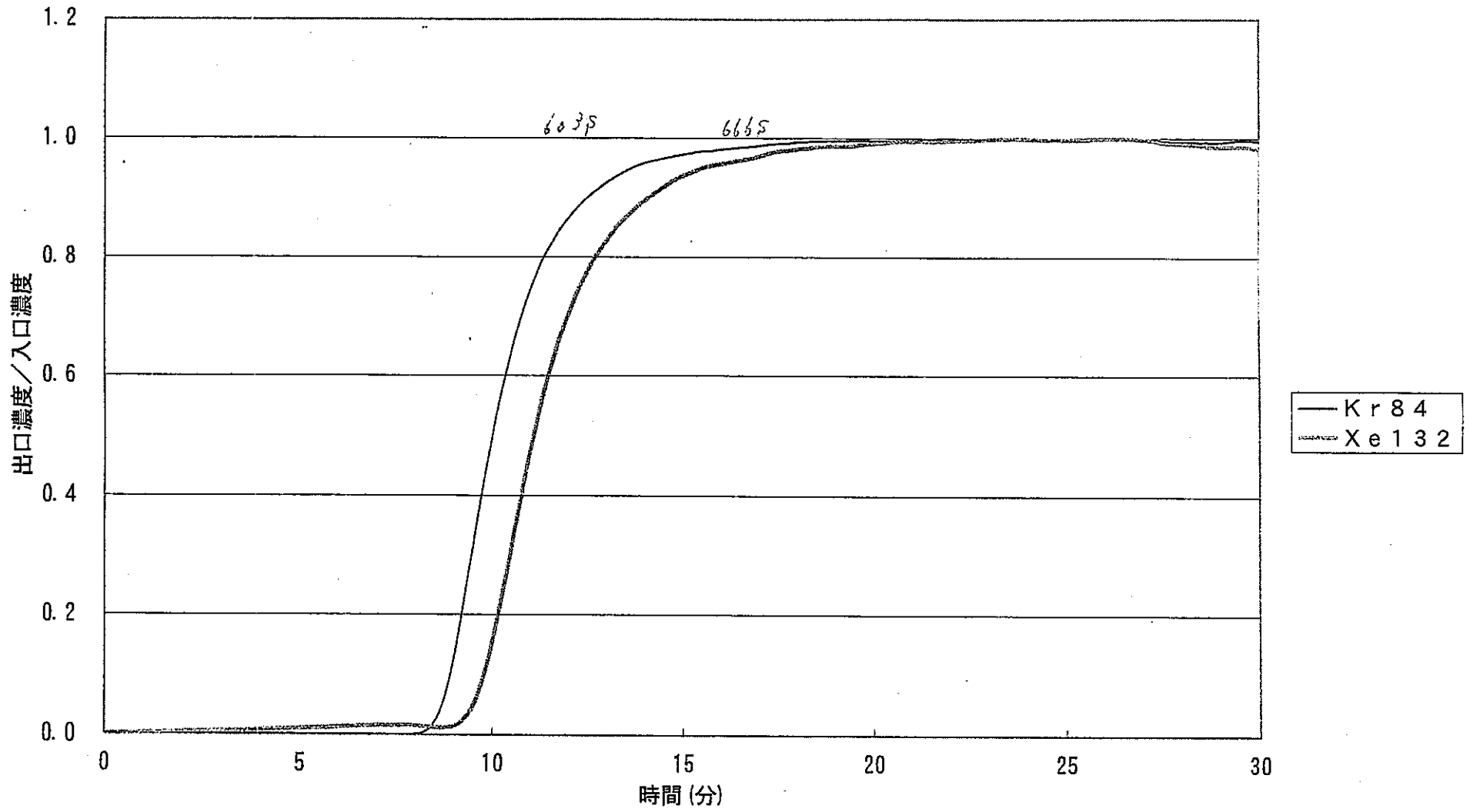


図02-13 187°C, 1ppm, 0kPa, Ar⁺-ス, 0.1NL/min, 吸着, クラコロル(Ar-Ar) 54

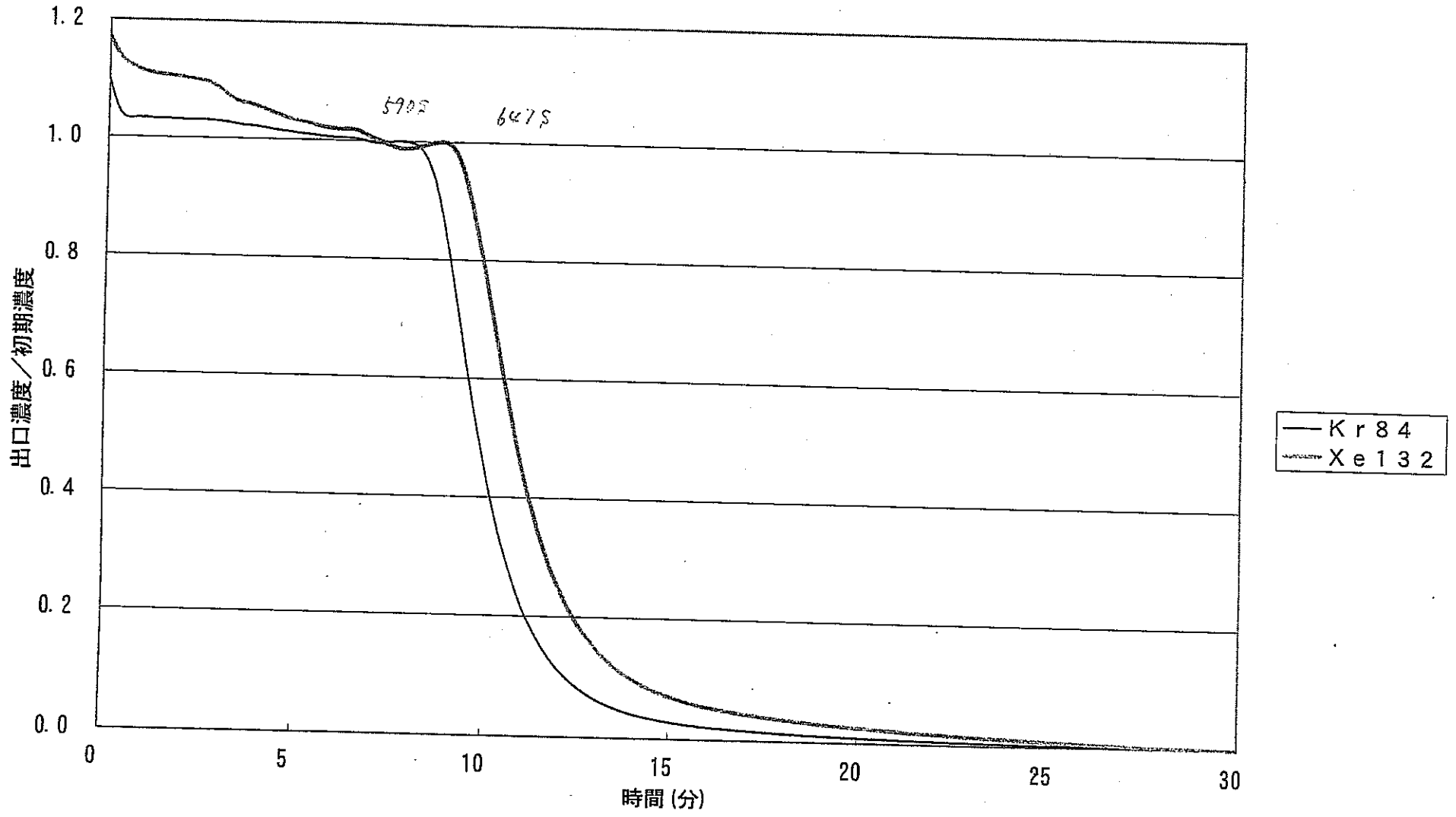


図02-14 192°C, 0kPa, 1ppm, Ar⁺-ス, 0.10NL/min, 脱着, クラレコ-ル(Ar-Ar) 54

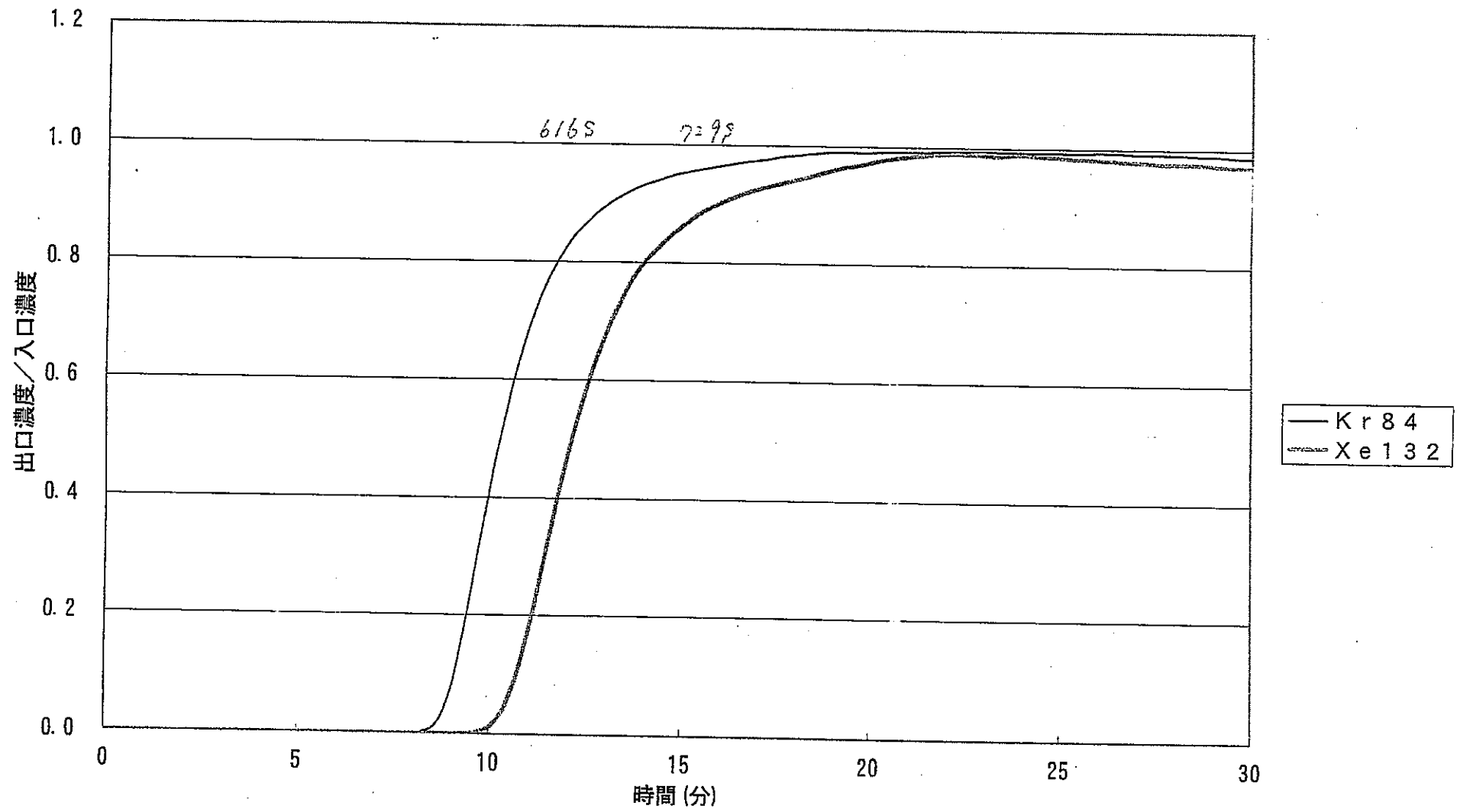


図02-15 149°C, 0kPa, 1ppm, Ar⁺-ス, 0.1NL/min, 吸着, クレコール(Ar-Ar)55

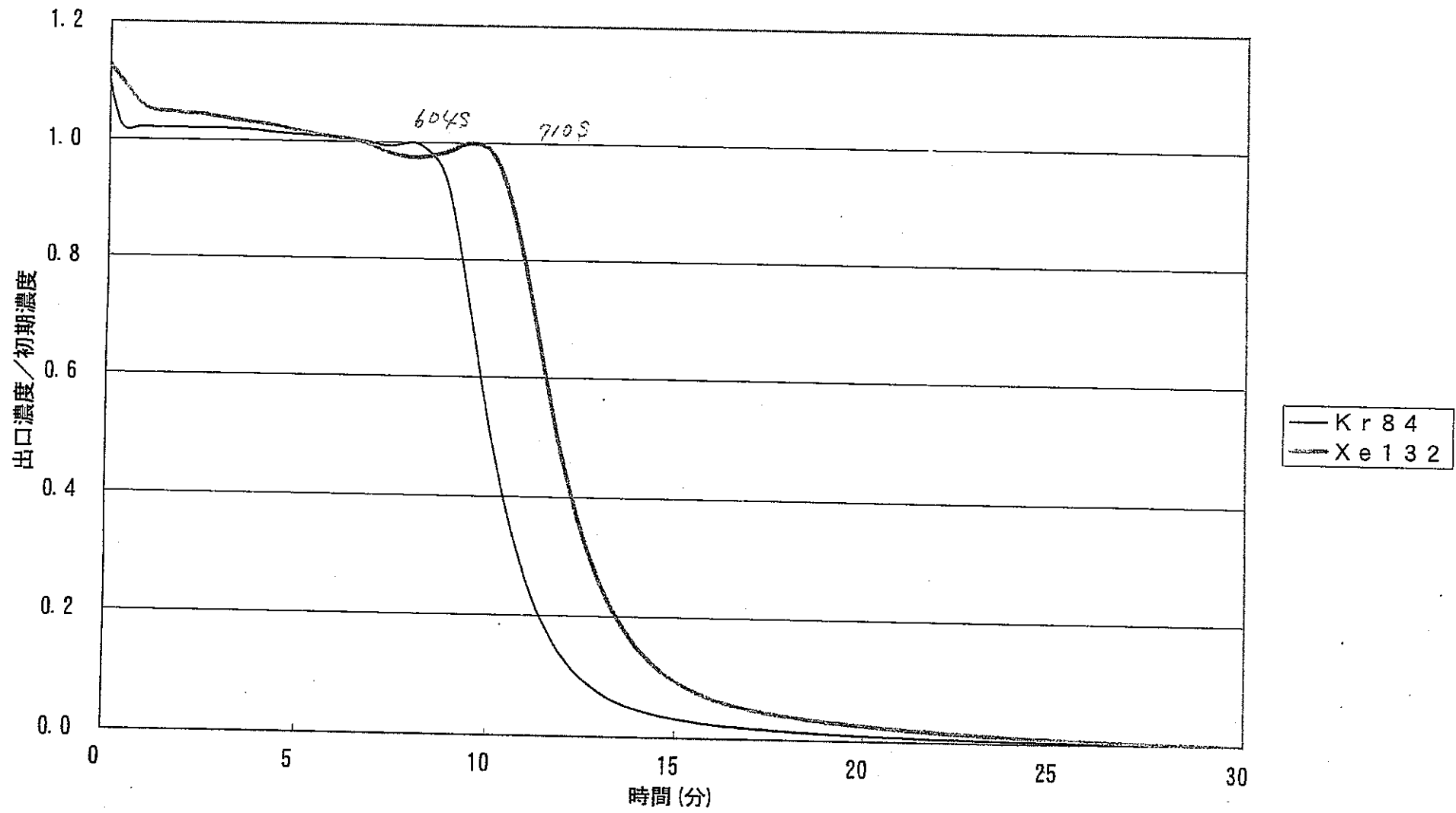


図02-16 150°C, 0kPa, 1ppm, Ar⁺-s, 0.10NL/min, 脱着, クラコ-ル(Ar-Ar) 55

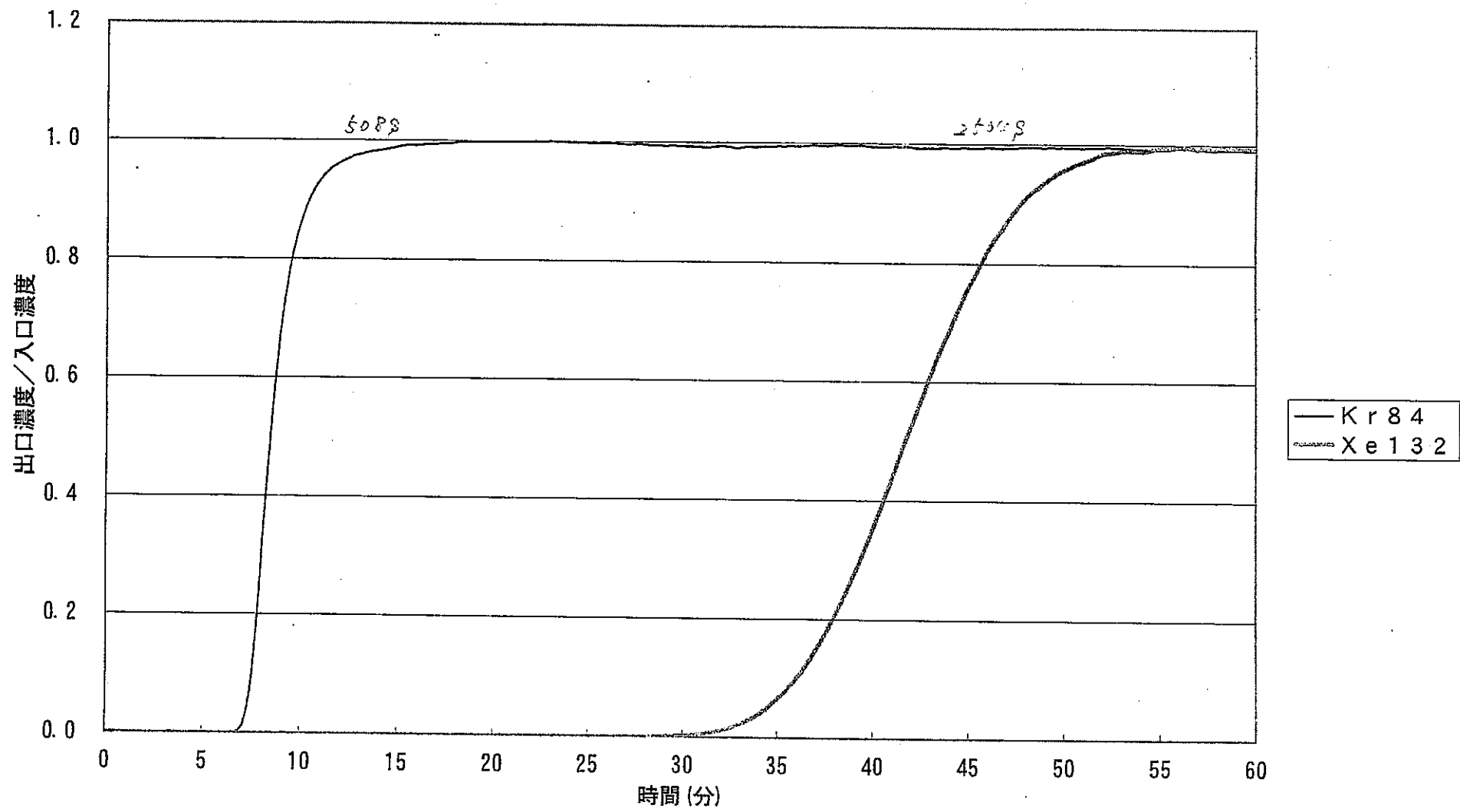


図02-17 0°C, 0kPa, 1ppm, Ar⁺-s, 0.37NL/min, 吸着, クレコール(Ar-Ar)56

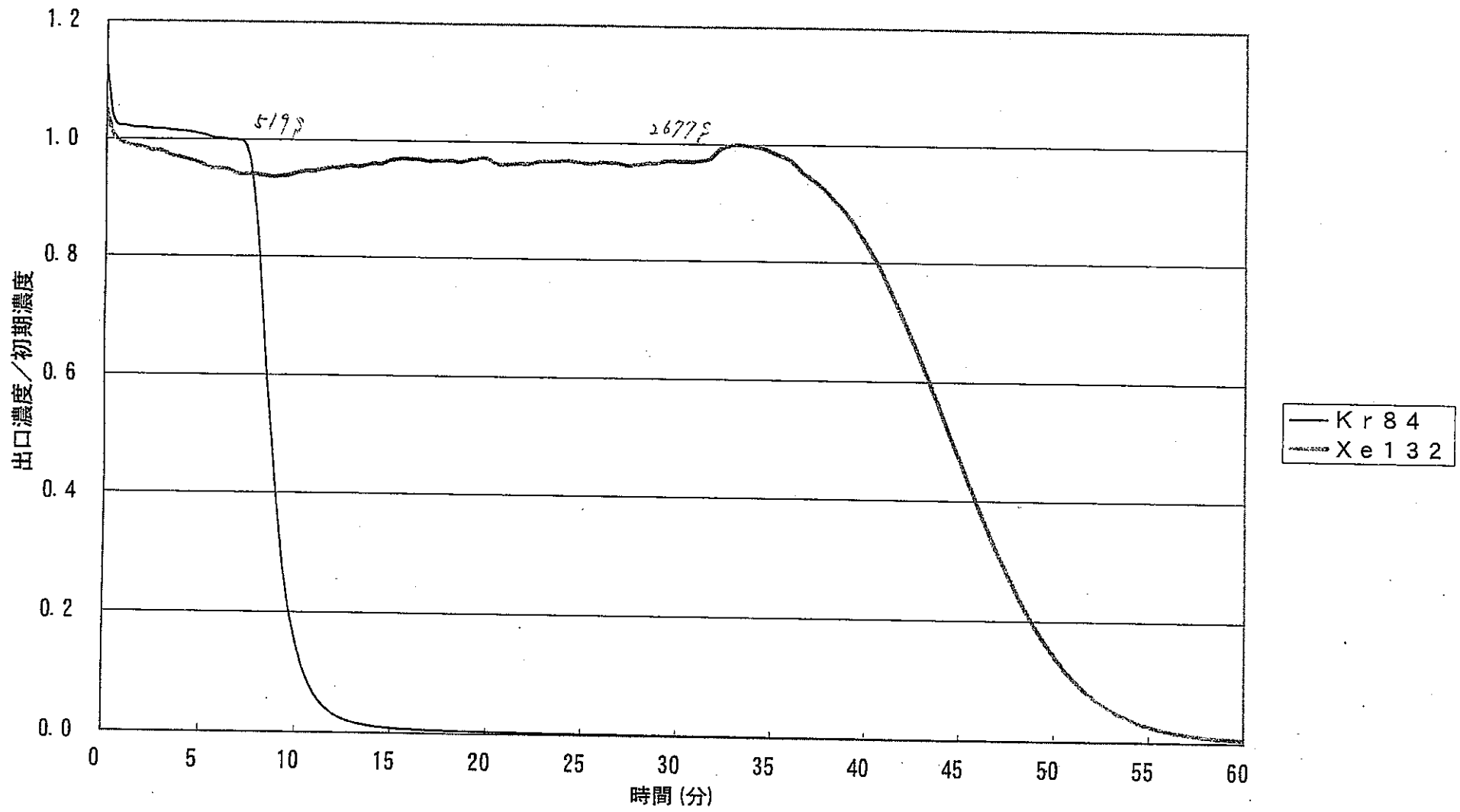


図02-18 0°C, 0kPa, 1ppm, Ar⁺-s, 0.35NL/min, 脱着, クレコ-ル(Ar-Ar) 56

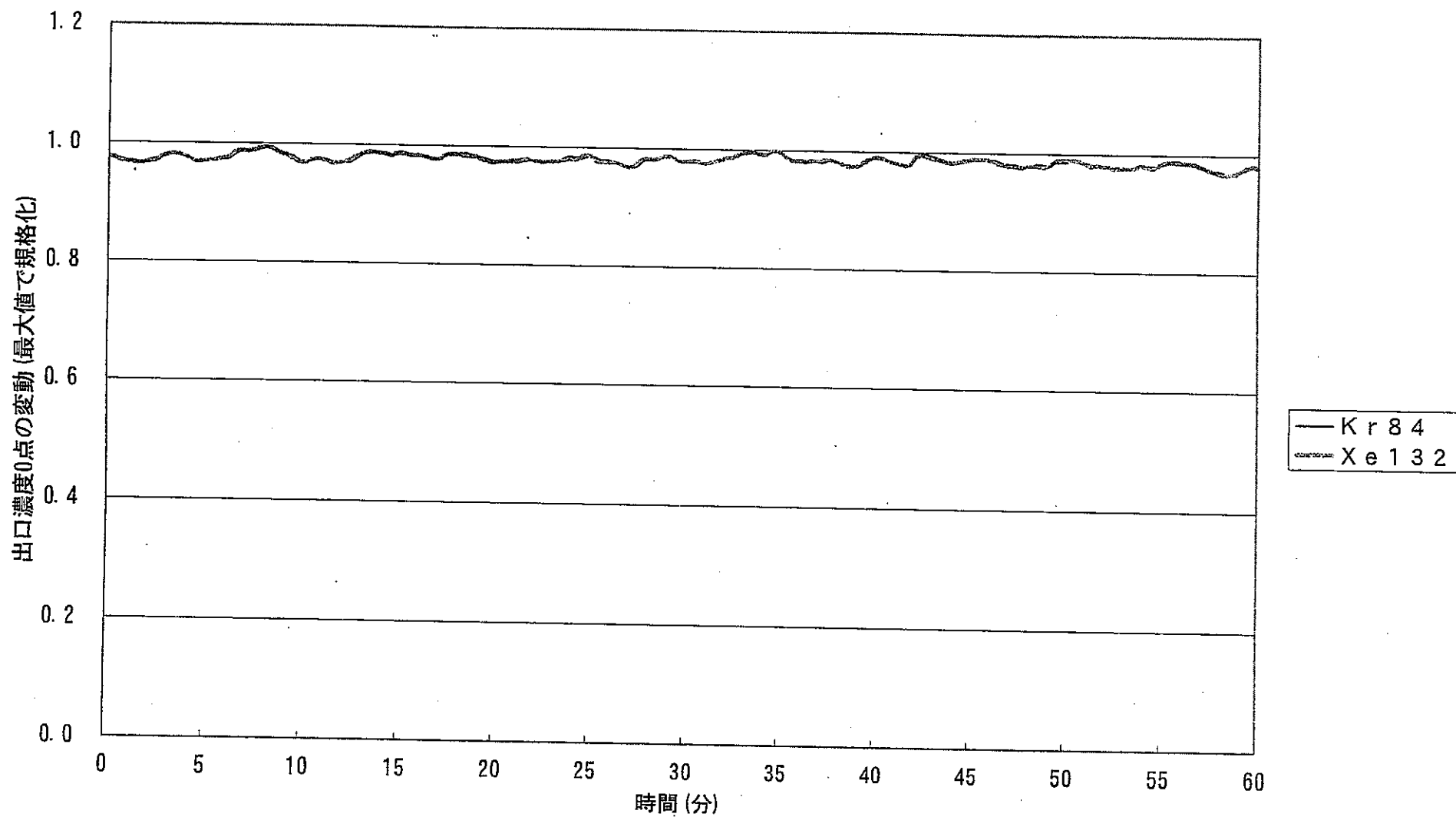


図02-19 -180°C, 0kPa, 1ppm/He, 0.313NL/min, 吸着, クレコール 57

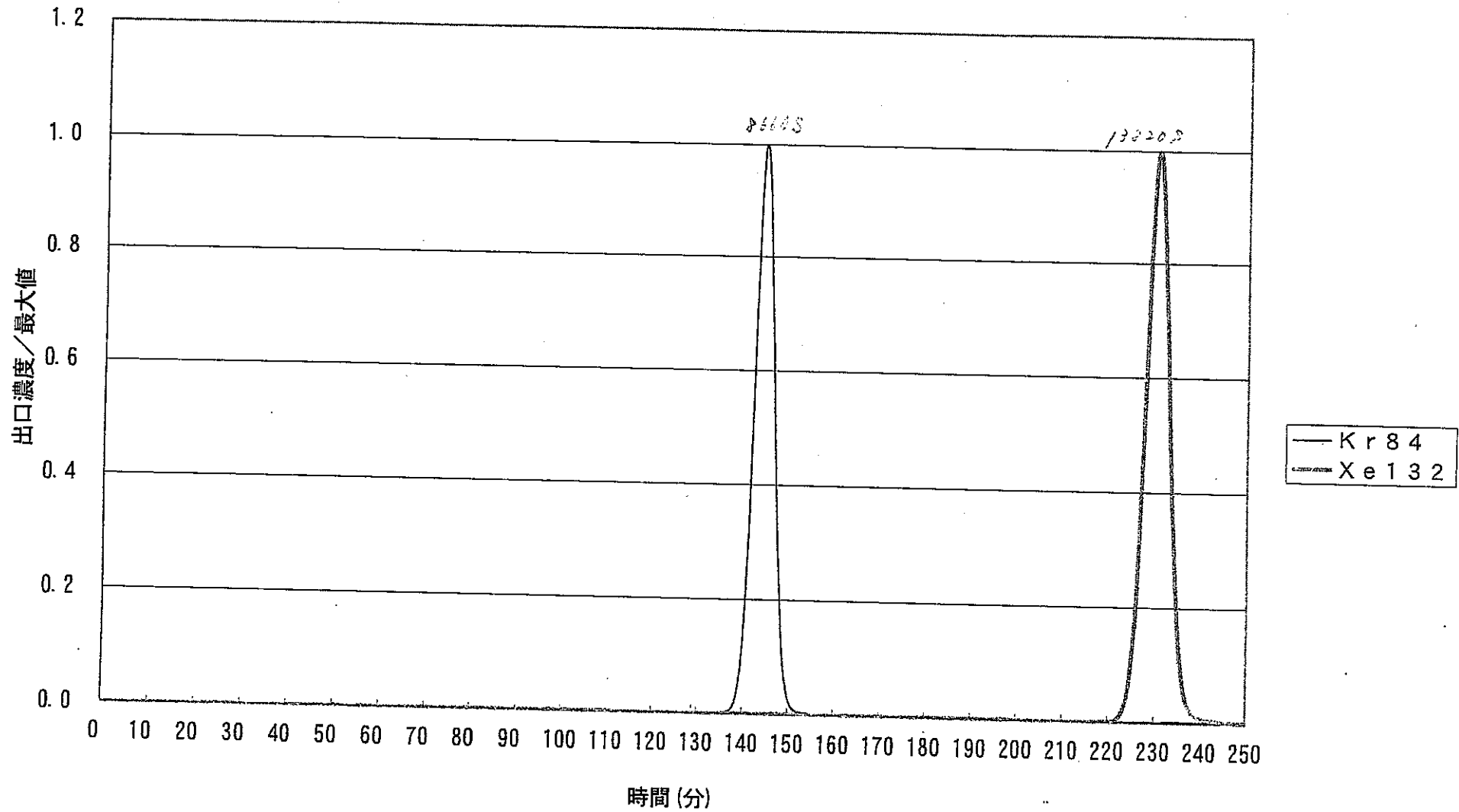


図02-20 -180°C , 0kPa, 1ppm/He, 吸着0.31NL/min-60min, 脱着0.93NL/min/He- $0.81^{\circ}\text{C}/\text{min}$, クラコ-ル 57

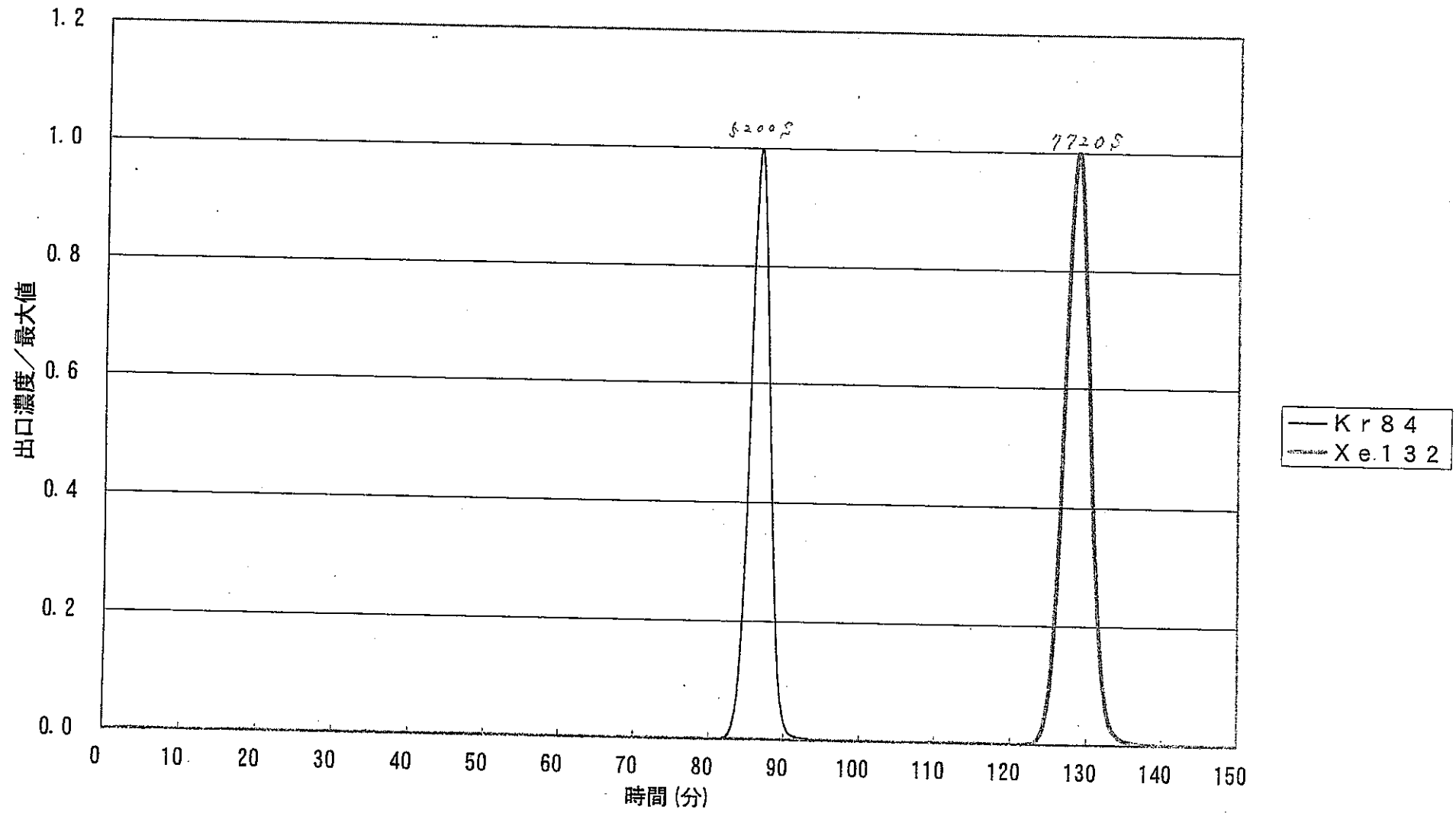


図02-21 -180°C , 0kPa , $1\text{ppm}/\text{He}$, 吸着 $0.33\text{NL}/\text{min}-60\text{min}$, 脱着 $0.95\text{NL}/\text{min}/\text{He}-1.56^{\circ}\text{C}/\text{min}$, クラクロール 58

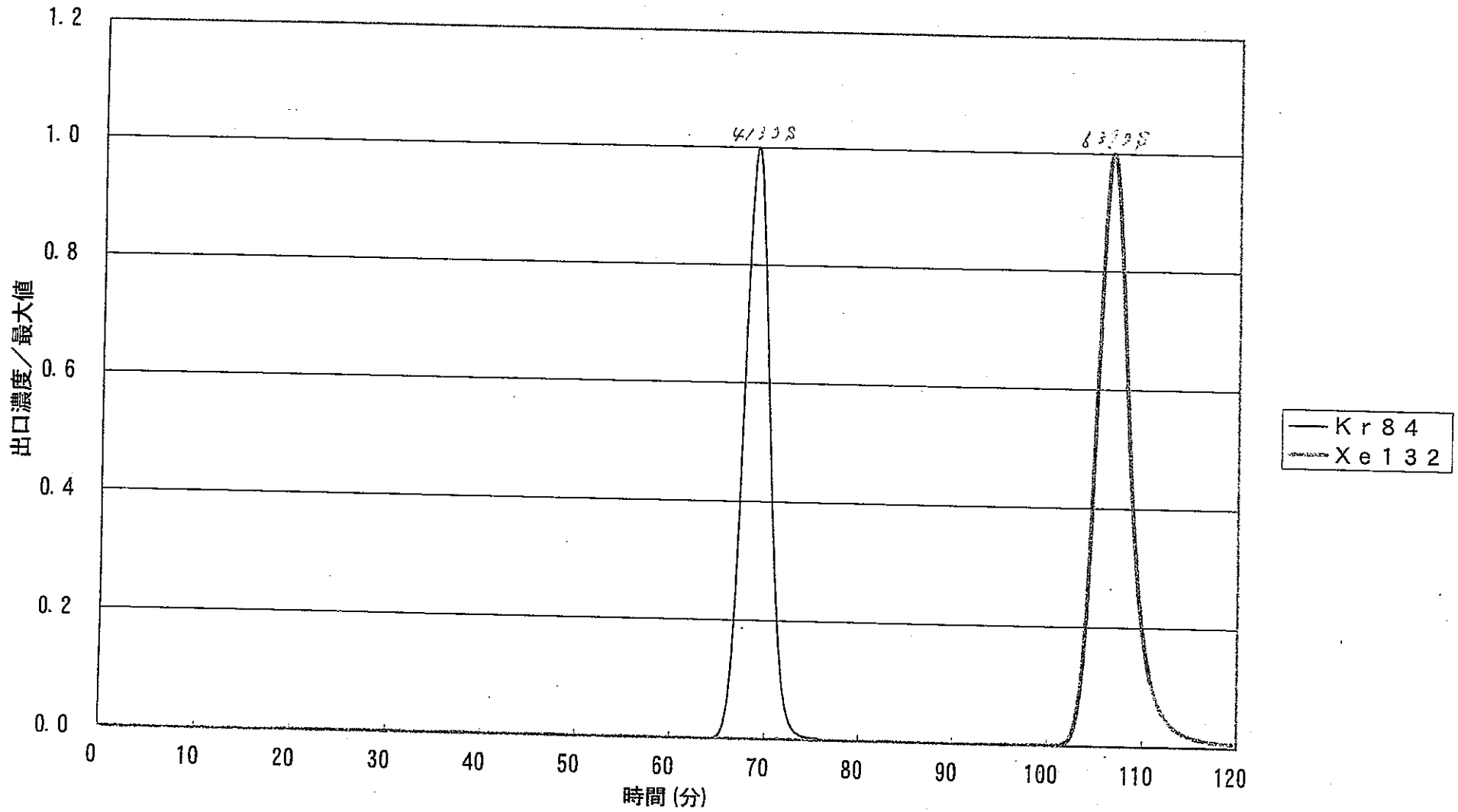


図02-22 -180°C , 0kPa , $1\text{ppm}/\text{He}$, 吸着 $0.34\text{NL}/\text{min}-60\text{min}$, 脱着 $0.93\text{NL}/\text{min}/\text{He}-2.03^{\circ}\text{C}/\text{min}$, クラコール 59

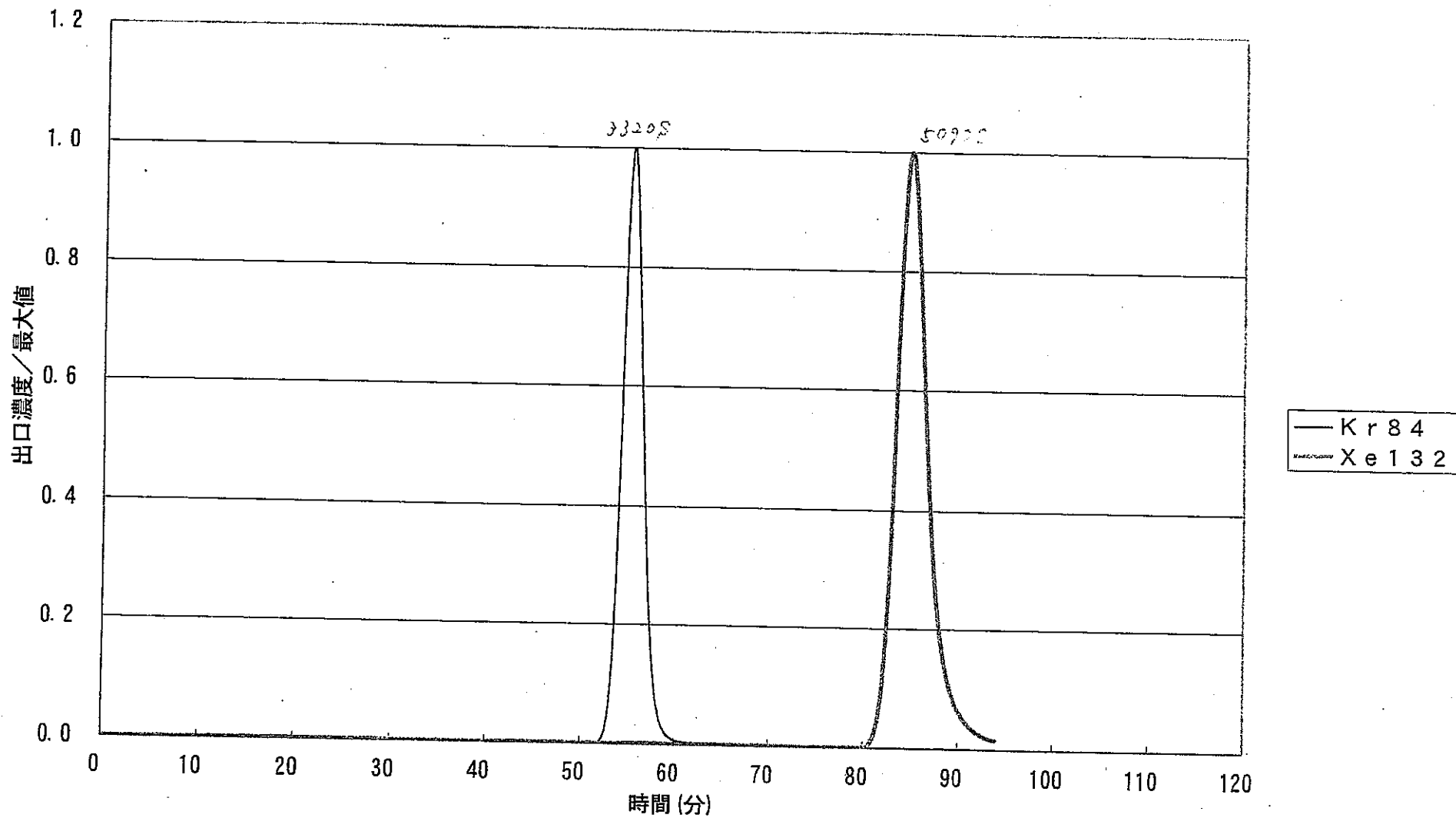


図02-23 -180°C , 0kPa, 1ppm/He, 吸着0.34NL/min-60min, 脱着0.93NL/min/He- $2.58^{\circ}\text{C}/\text{min}$, クレコール 60

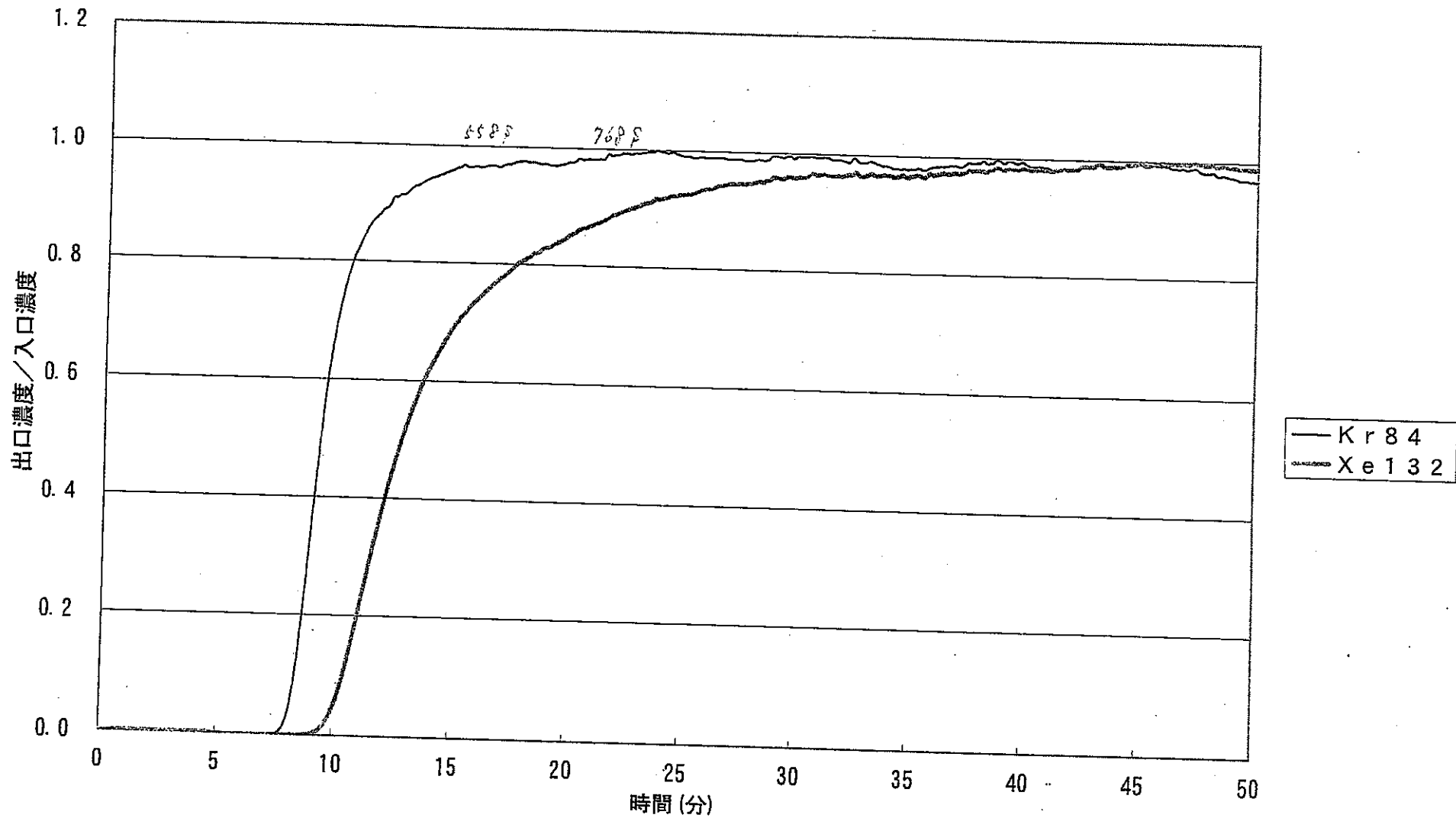


図02-24 179°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-s, 0.1NL/min, 吸着, クレコール(He-He)61

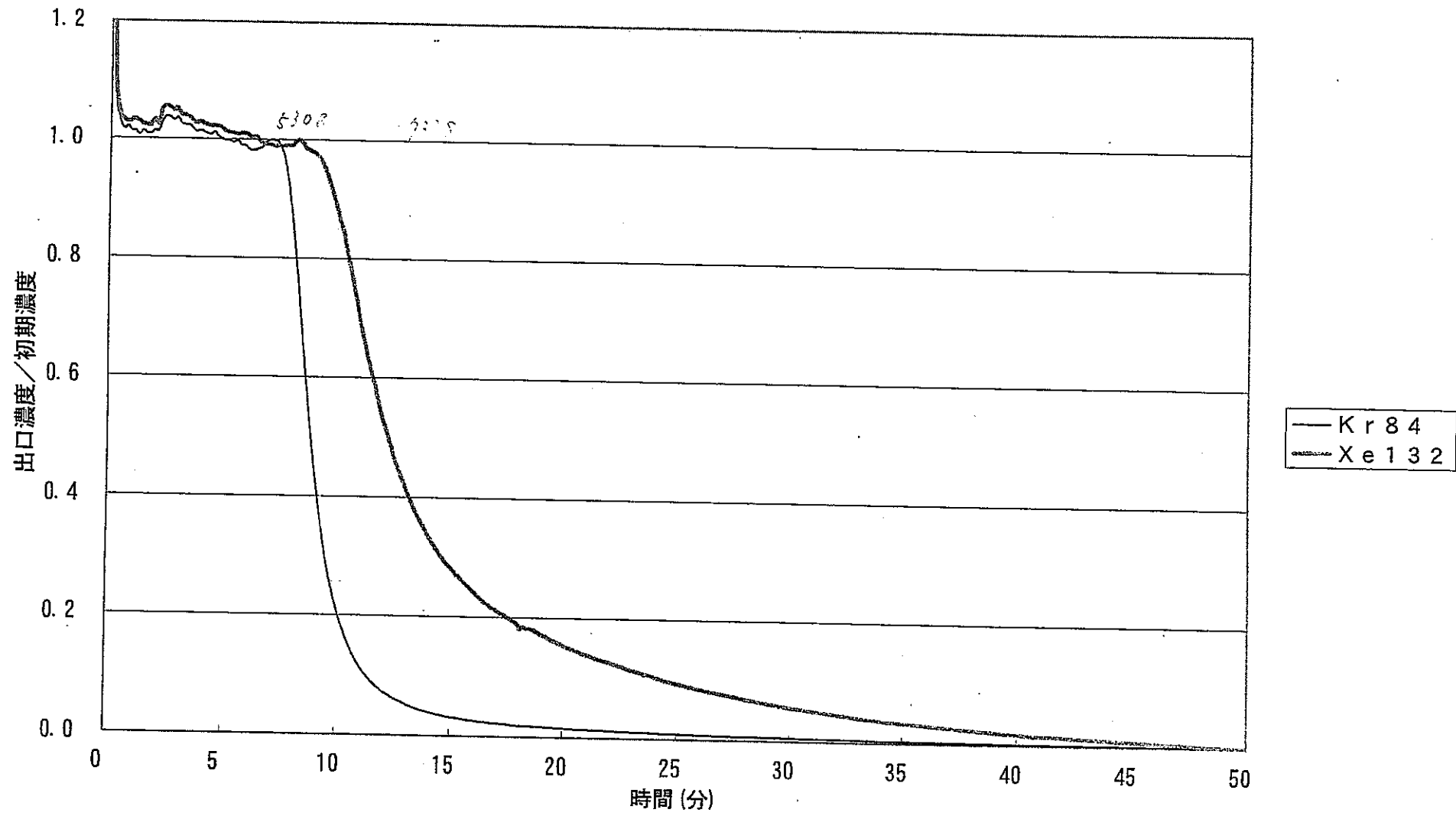


図02-25 180°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-ス, 0.10NL/min, 脱着, クラコール (He-He) 61

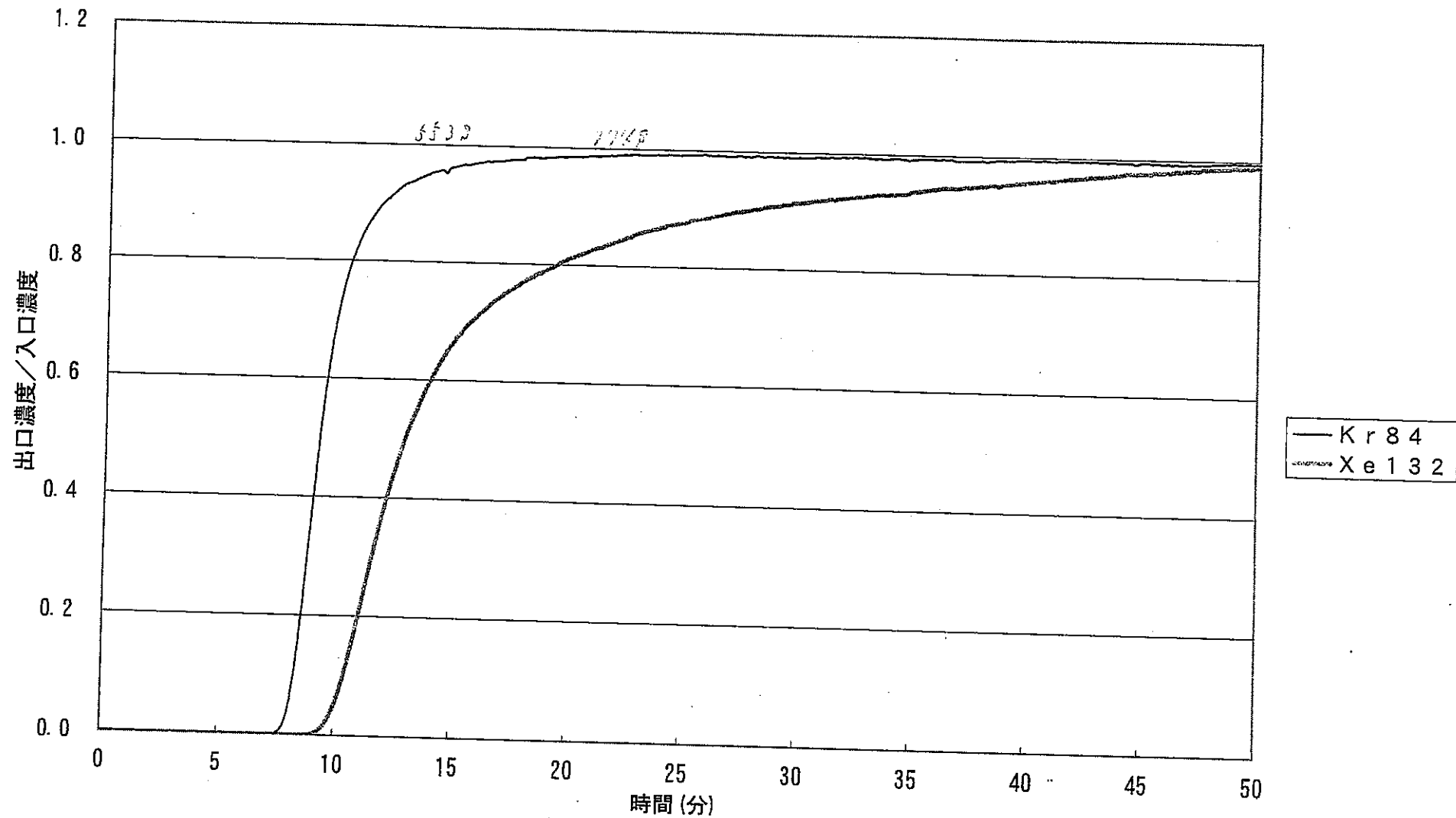


図02-26 187°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-λ, 0.1NL/min, 吸着, クラレコル(He-He) 61A

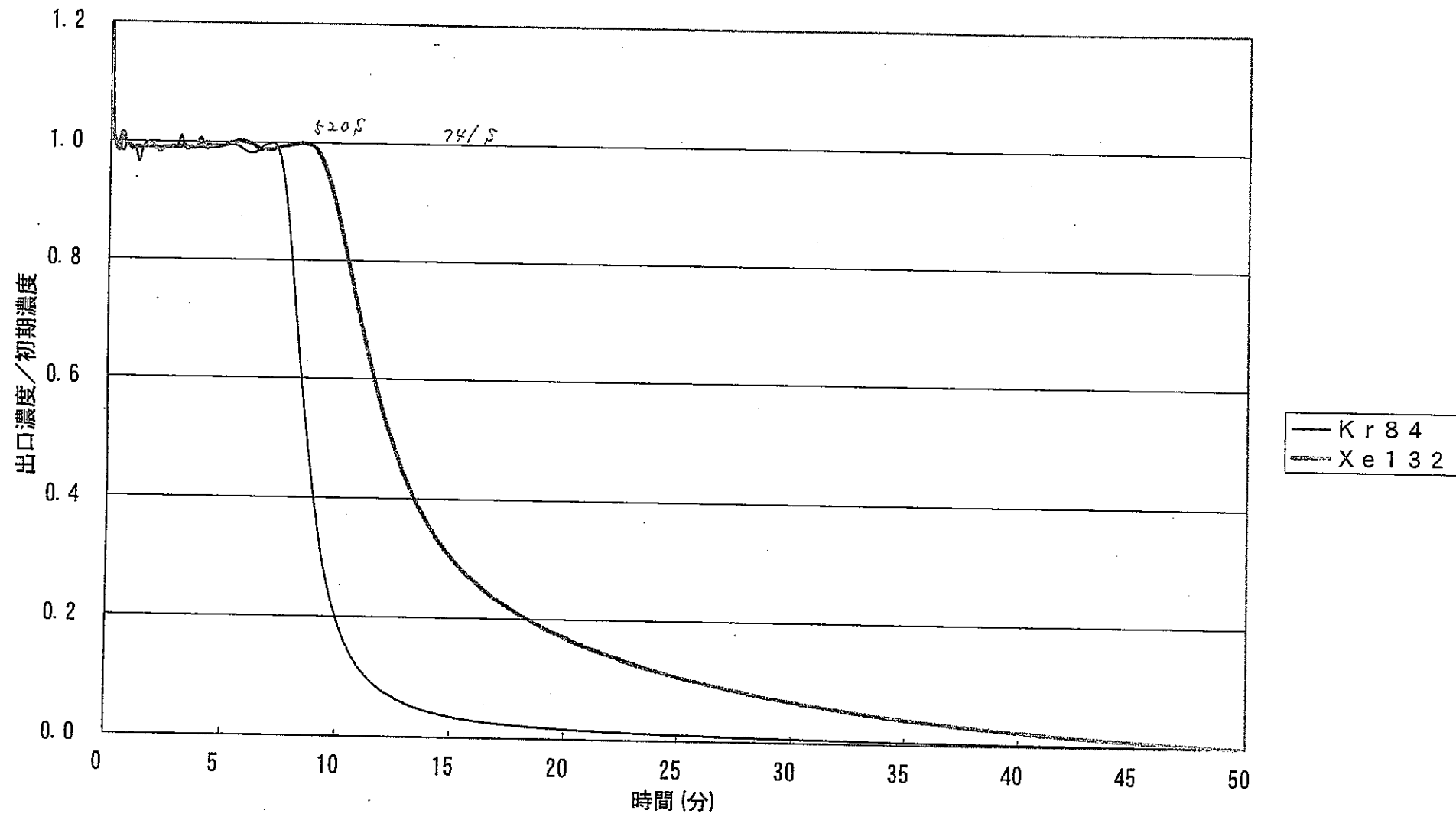


図02-27 187°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-λ, 0.10NL/min, 脱着, クレコル(He-He) 61A

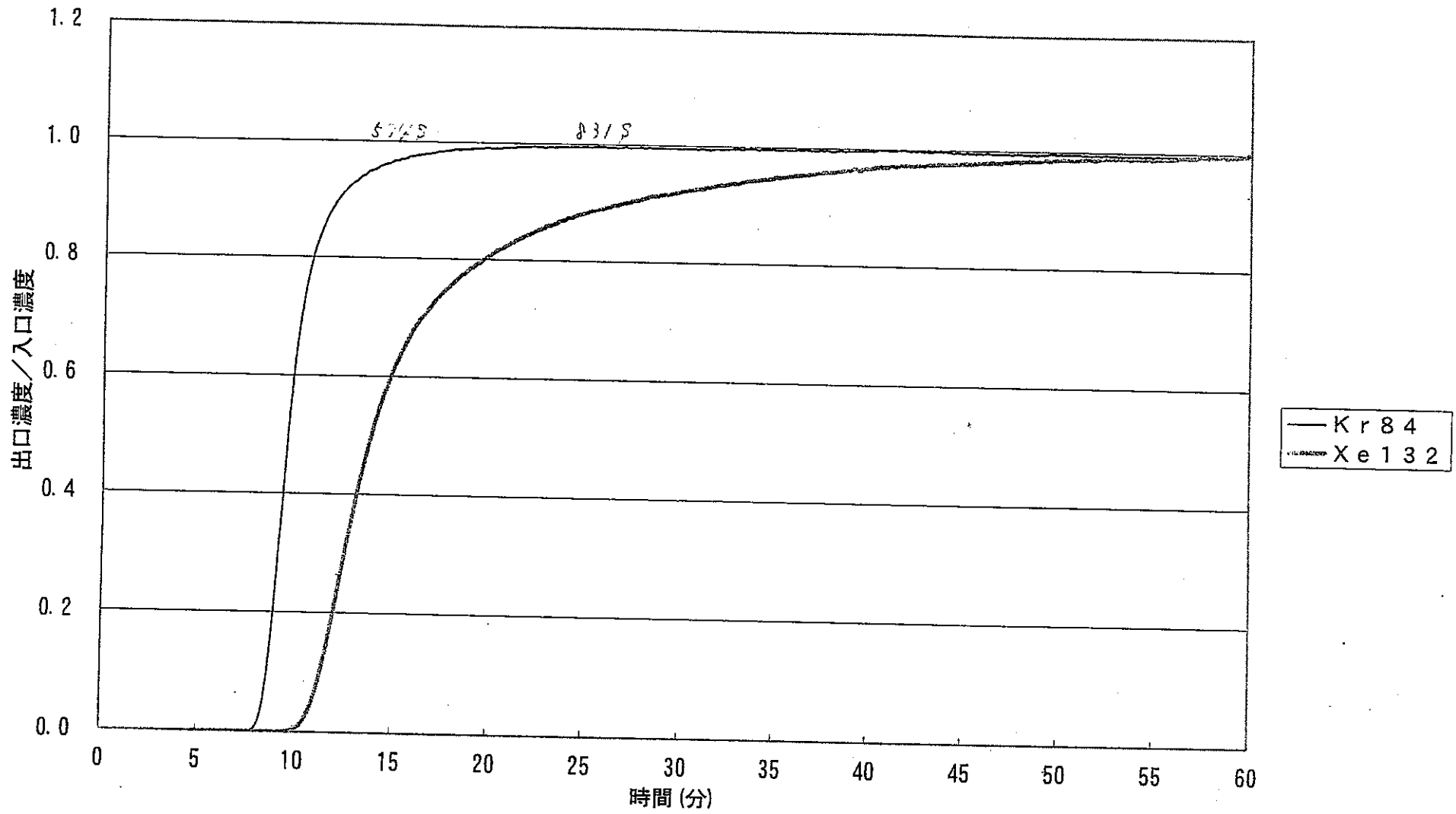


図02-28 149°C, 0kPa, 1ppm, He^Λ-入, 0.1NL/min, 吸着, クレコール(He-He) 62

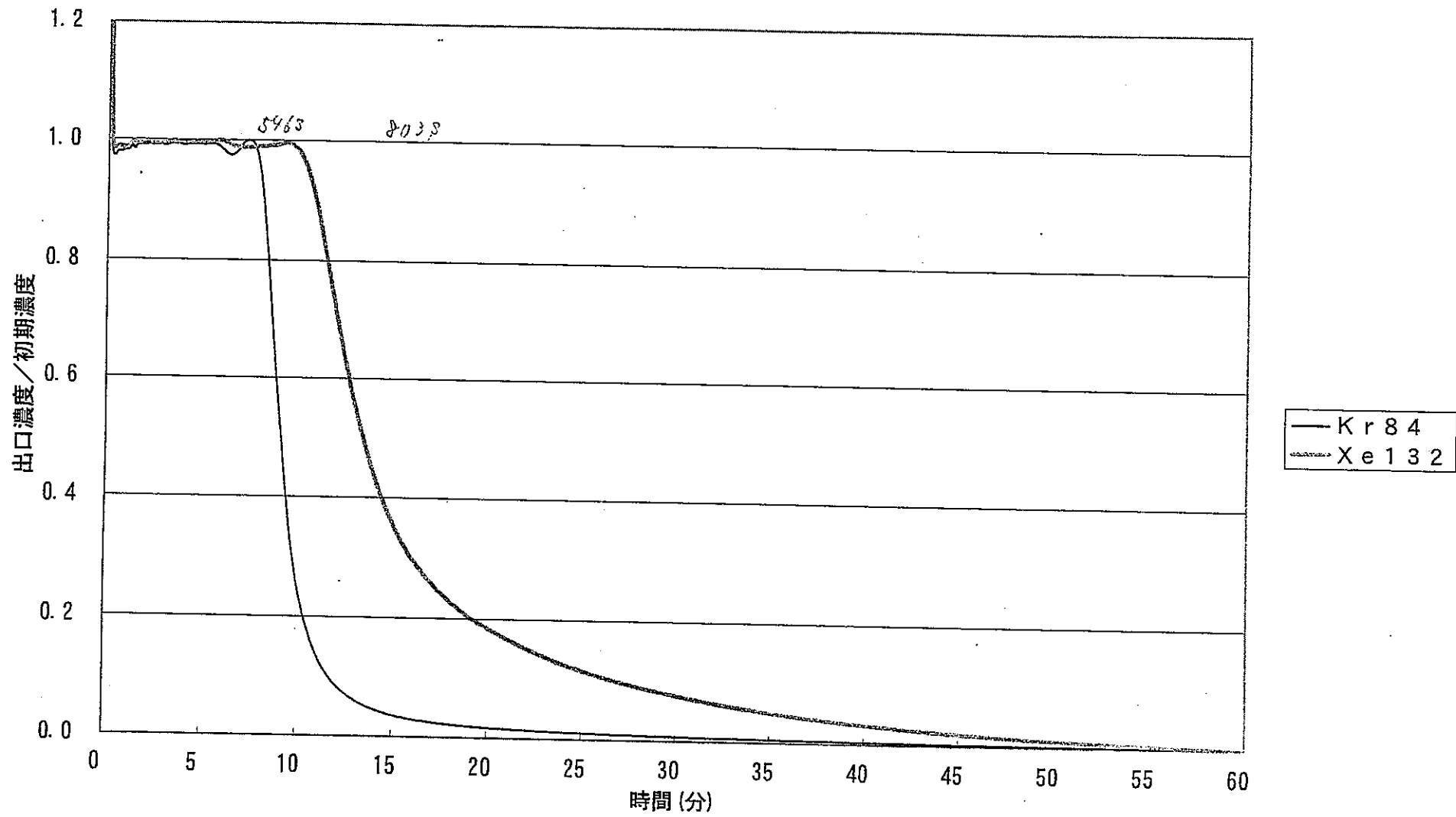


図02-29 150°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-ス, 0.10NL/min, 脱着, クラレコル (He-He) 62

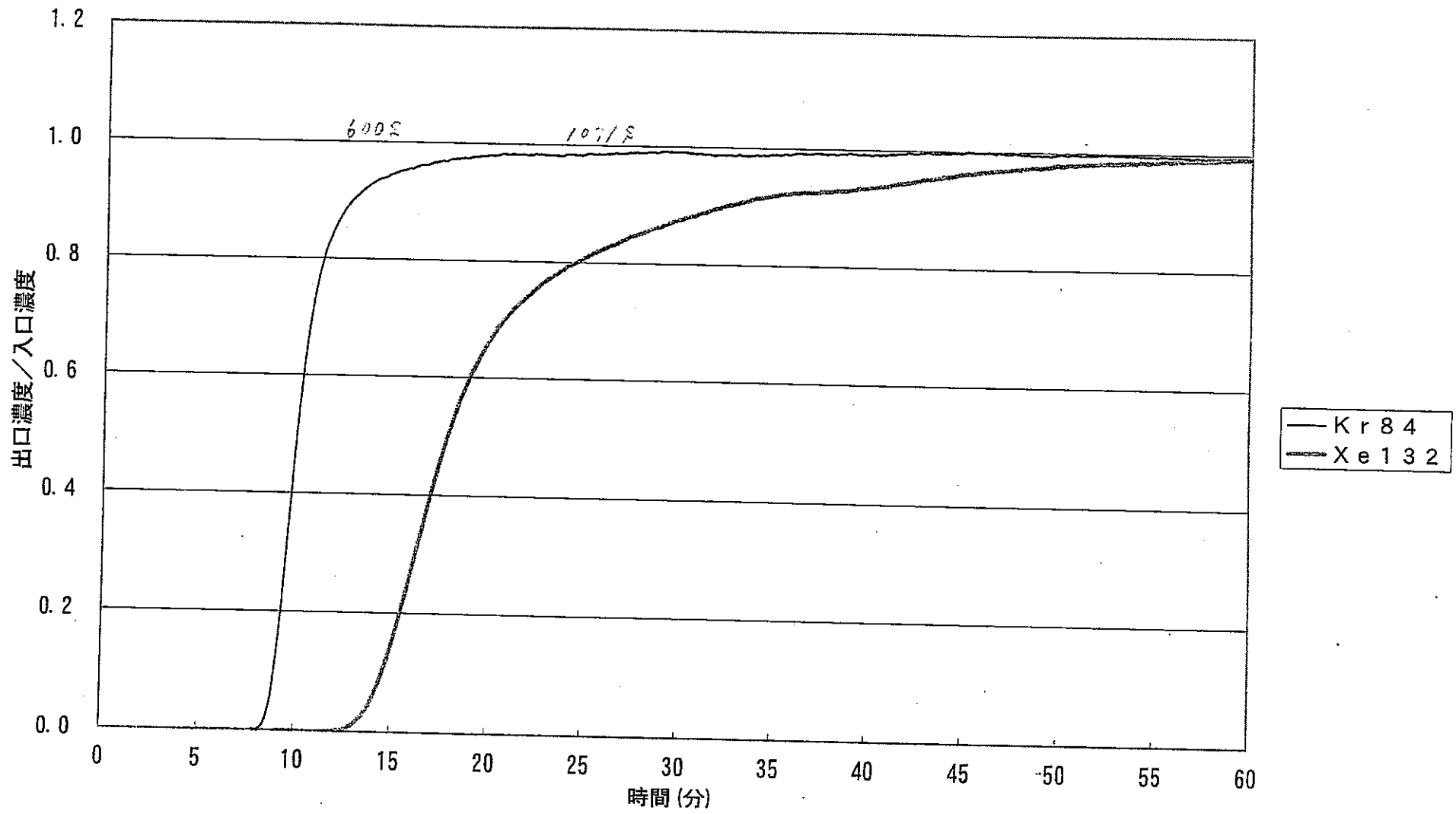


図02-30 99°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-入, 0.1NL/min, 吸着, クレコール(He-He) 63

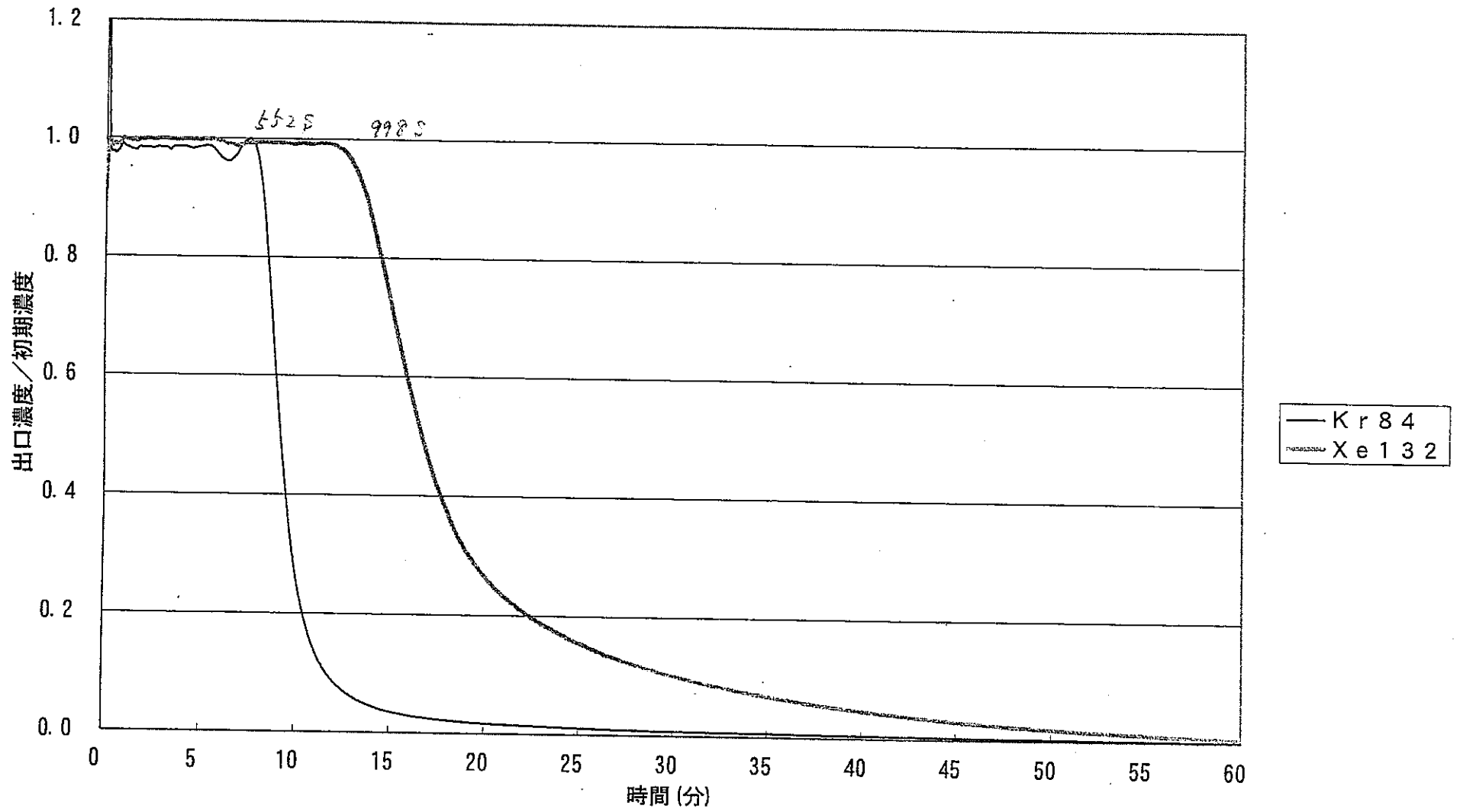


図02-31 100°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-ス, 0.11NL/min, 脱着, クレコル(He-He) 63

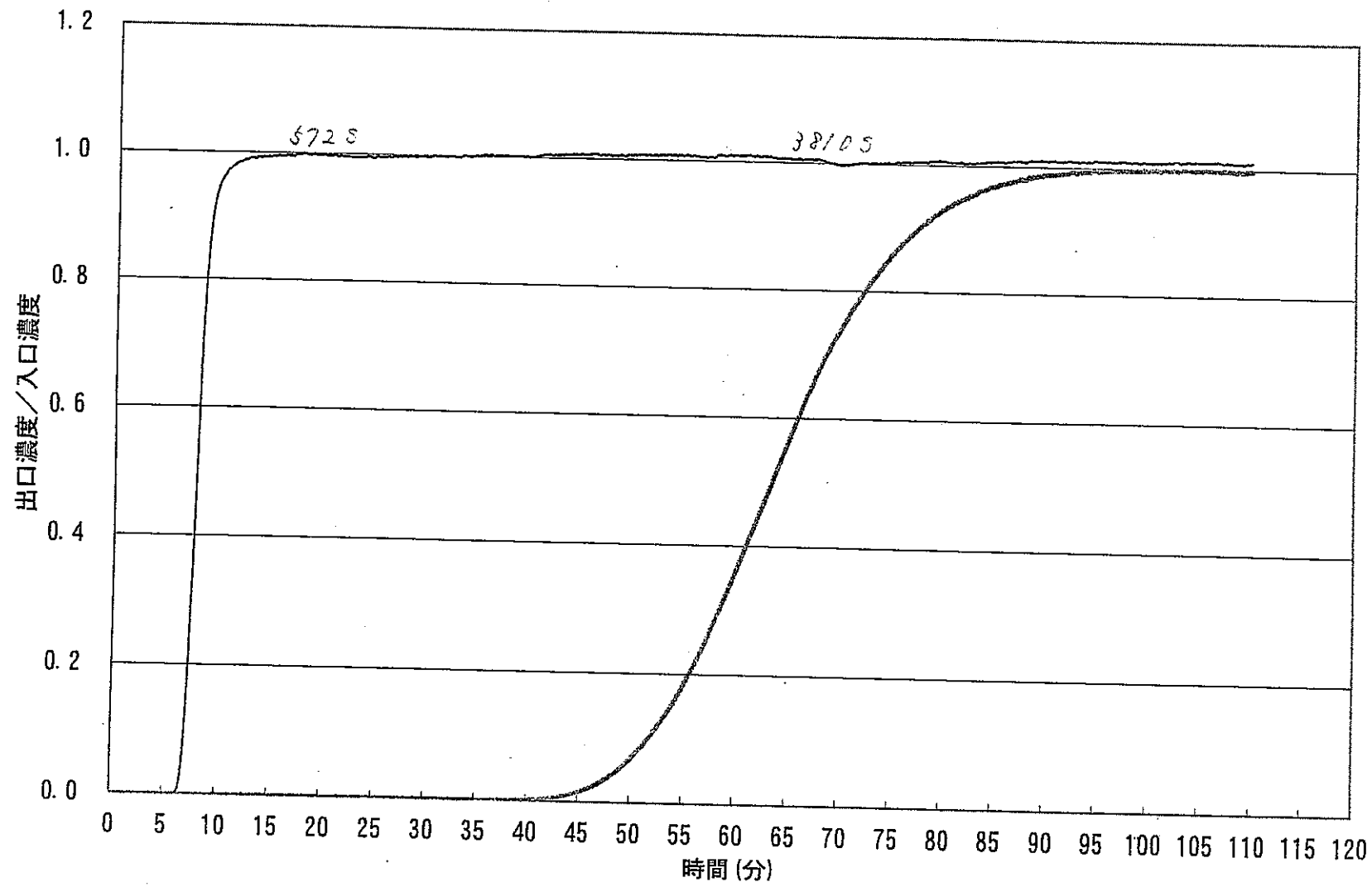


図02-32 0°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-ス, 0.35NL/min, 吸着, クラロール (He-He) 64

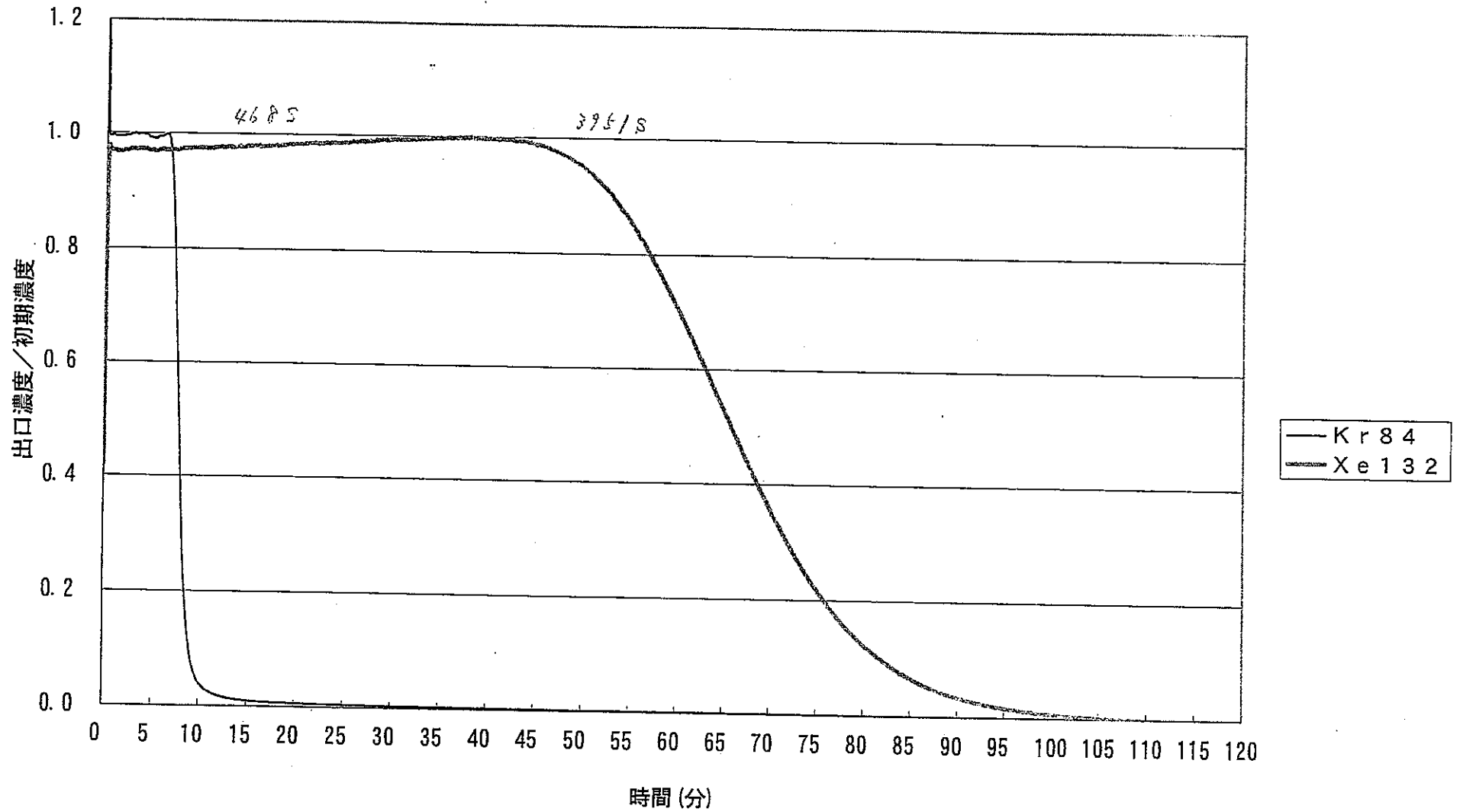


図02-33 0°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-λ, 0.35NL/min, 脱着, クラノール (He-He) 64

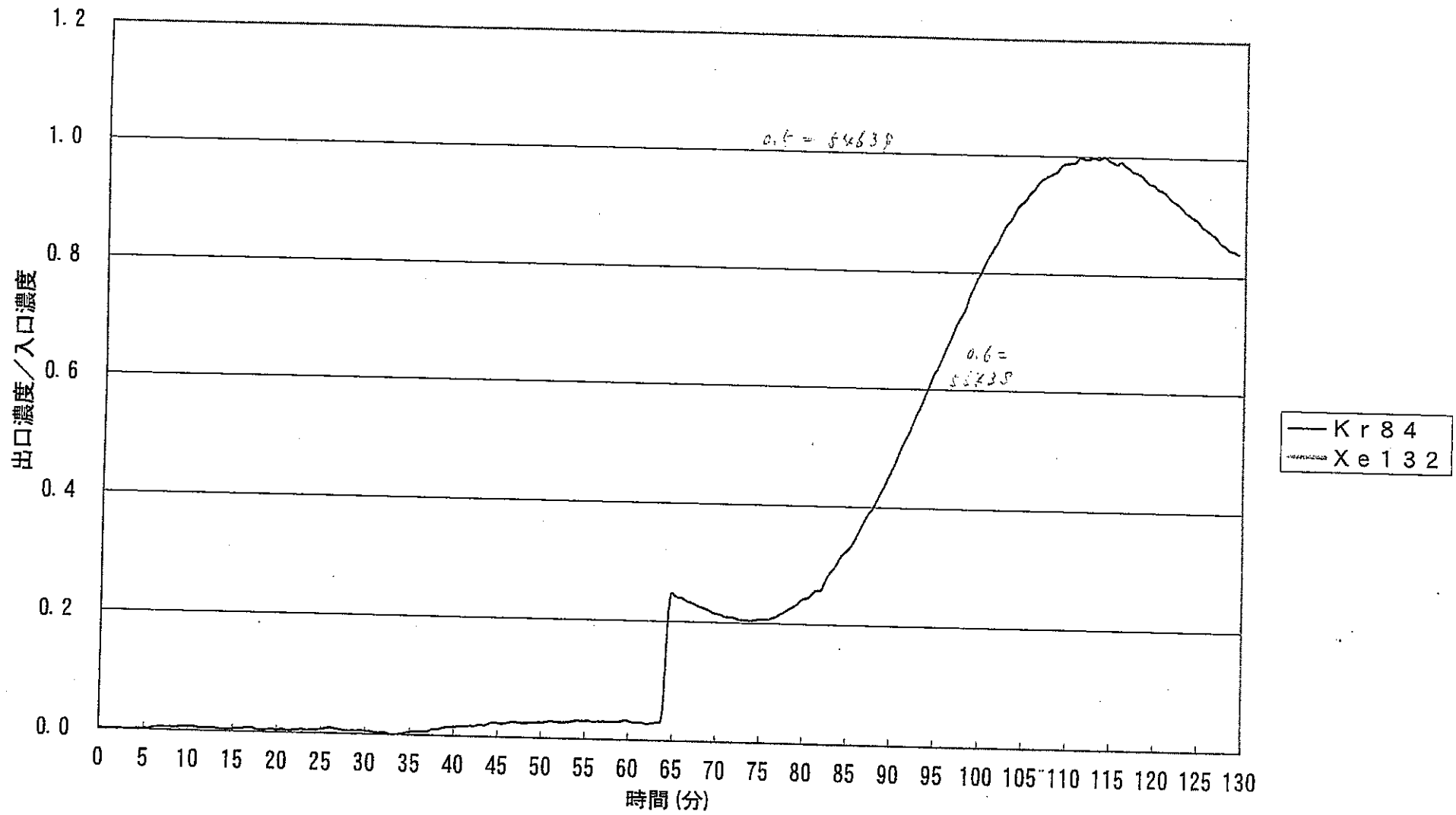


図02-34. -169°C, 112kPa, 1ppm, Ar⁺-s, 吸着2.84NL/min-Kr飽和, クラコル(He-He) 65

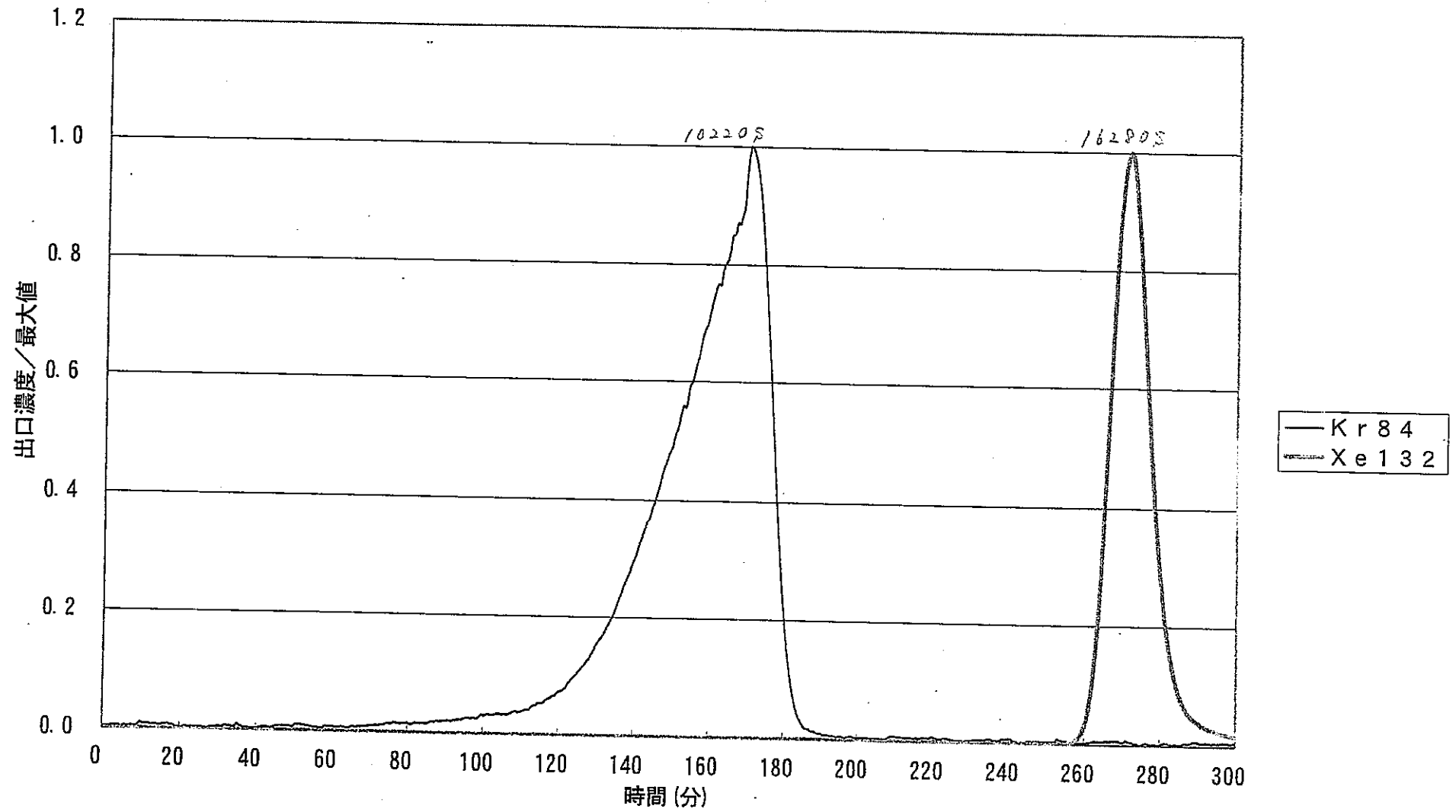


図02-35 -169°C , 112kPa, 1ppm, $\text{Ar}^{\wedge}-\lambda$, 吸着2.84NL/min-Kr飽和, 脱着0.284NL/min- $0.76^{\circ}\text{C}/\text{min}$ (He), クラクロール 65

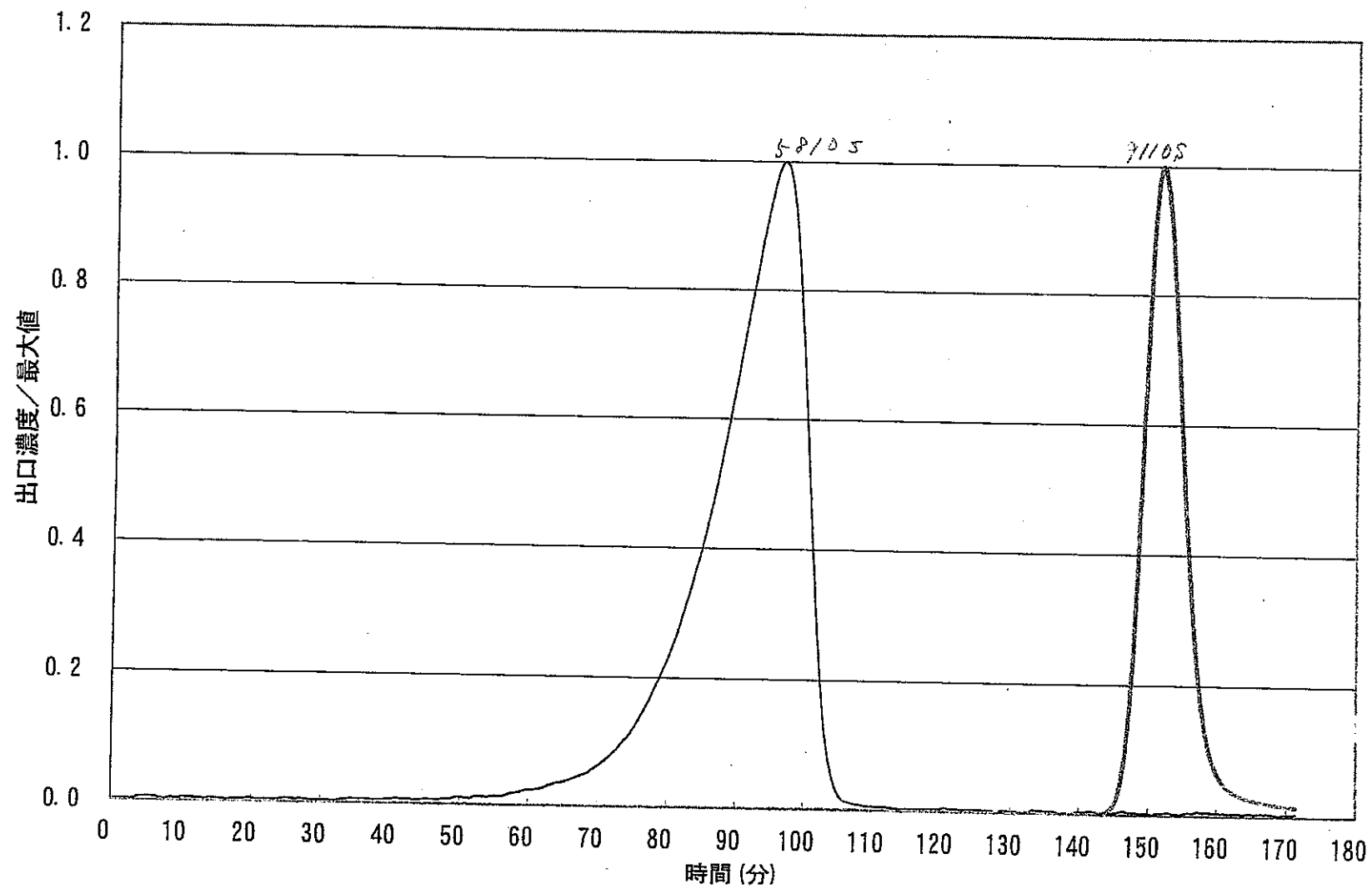


図02-36 -168°C , 112kPa, 1ppm, Ar^{\wedge} -s, 吸着2.82NL/min-Kr飽和, 脱着0.368NL/min-1.49 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ (He), クラコル 66

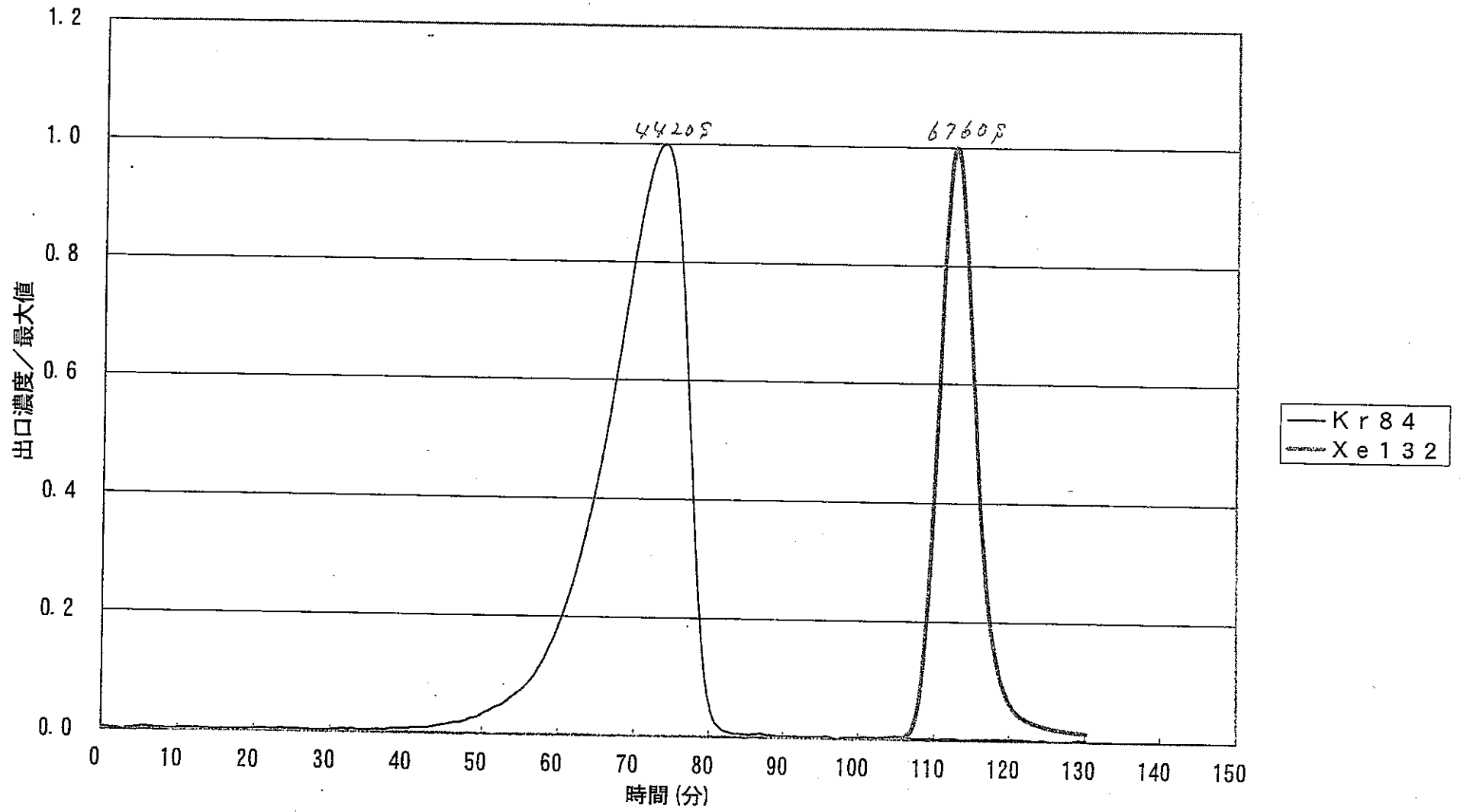


図02-37 -169°C , 112kPa, 1ppm, Ar^{\wedge} - λ , 吸着2.77NL/min-Kr飽和, 脱着0.37NL/min- $2.17^{\circ}\text{C}/\text{min}$ (He), クラレコ-ル 67

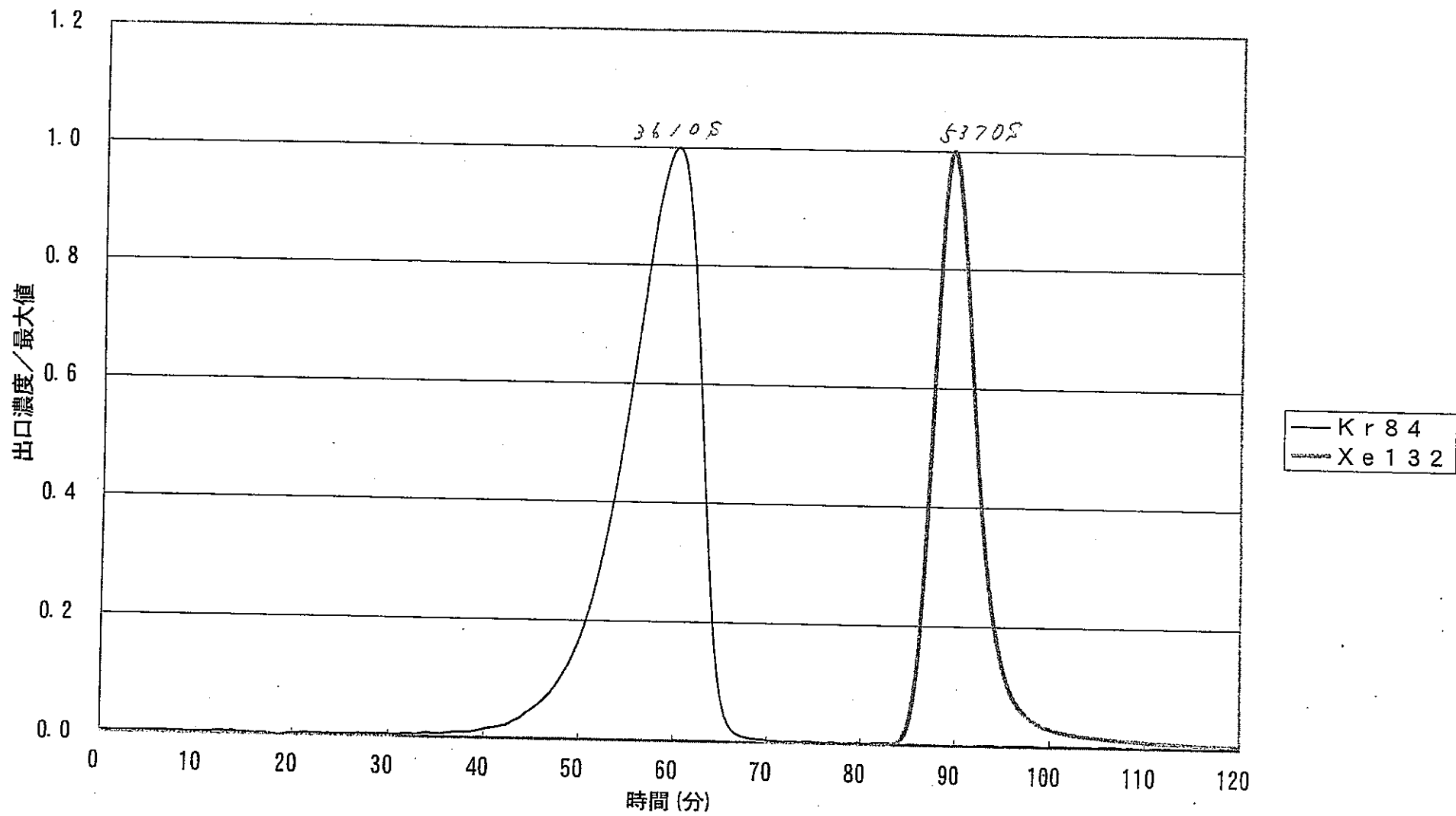


図02-38 -170°C , 112kPa, 1ppm, $\text{Ar}^{\wedge}-\lambda$, 吸着2.95NL/min-Kr飽和, 脱着0.355NL/min- $2.83^{\circ}\text{C}/\text{min}$ (He), クレコール 68

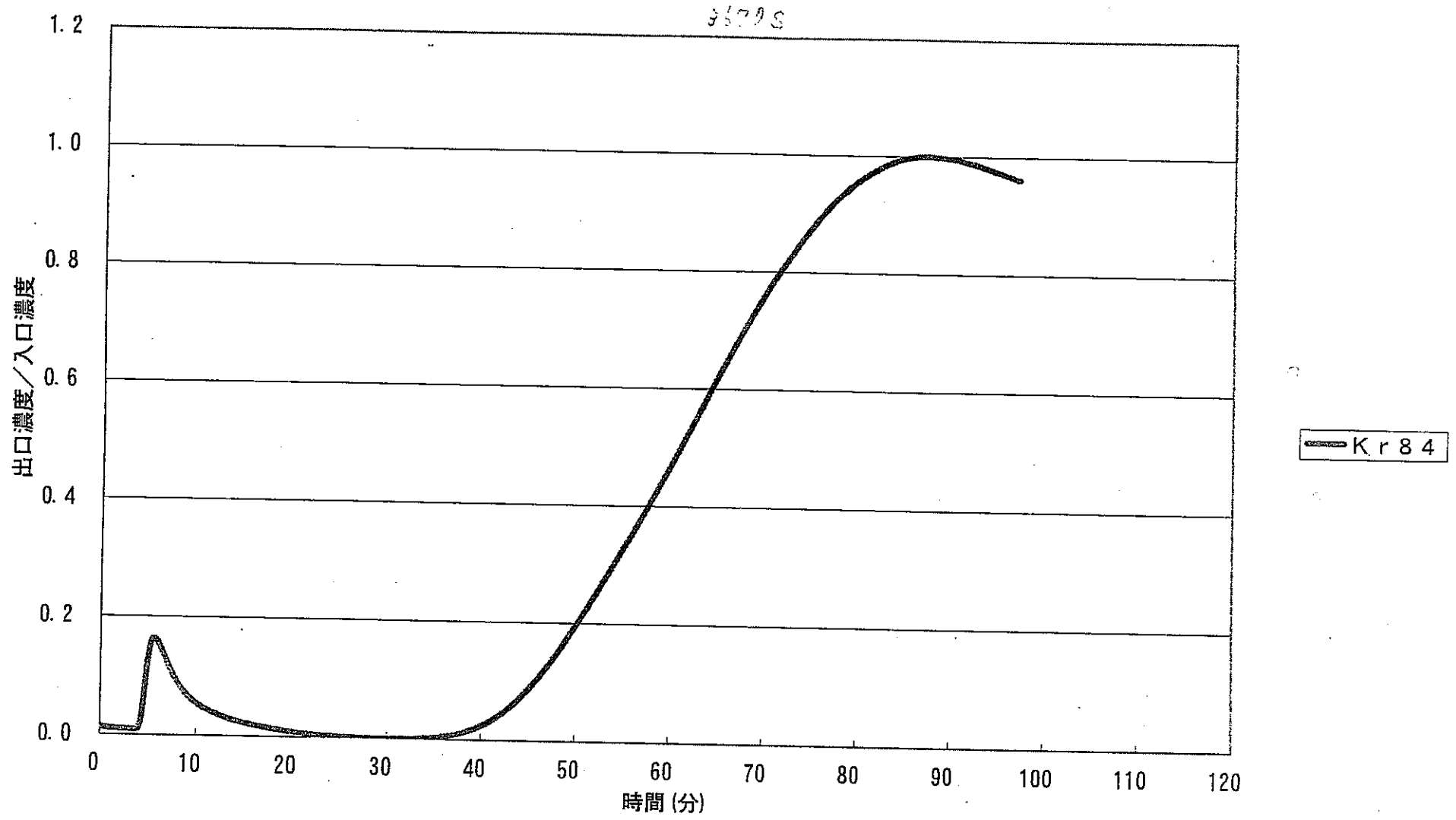


図02-39 -179°C, 0kPa, 1000ppm, Ar⁺-入, 吸着2.73NL/min-Kr飽和, クラレコ-ル(Ar-He) 69

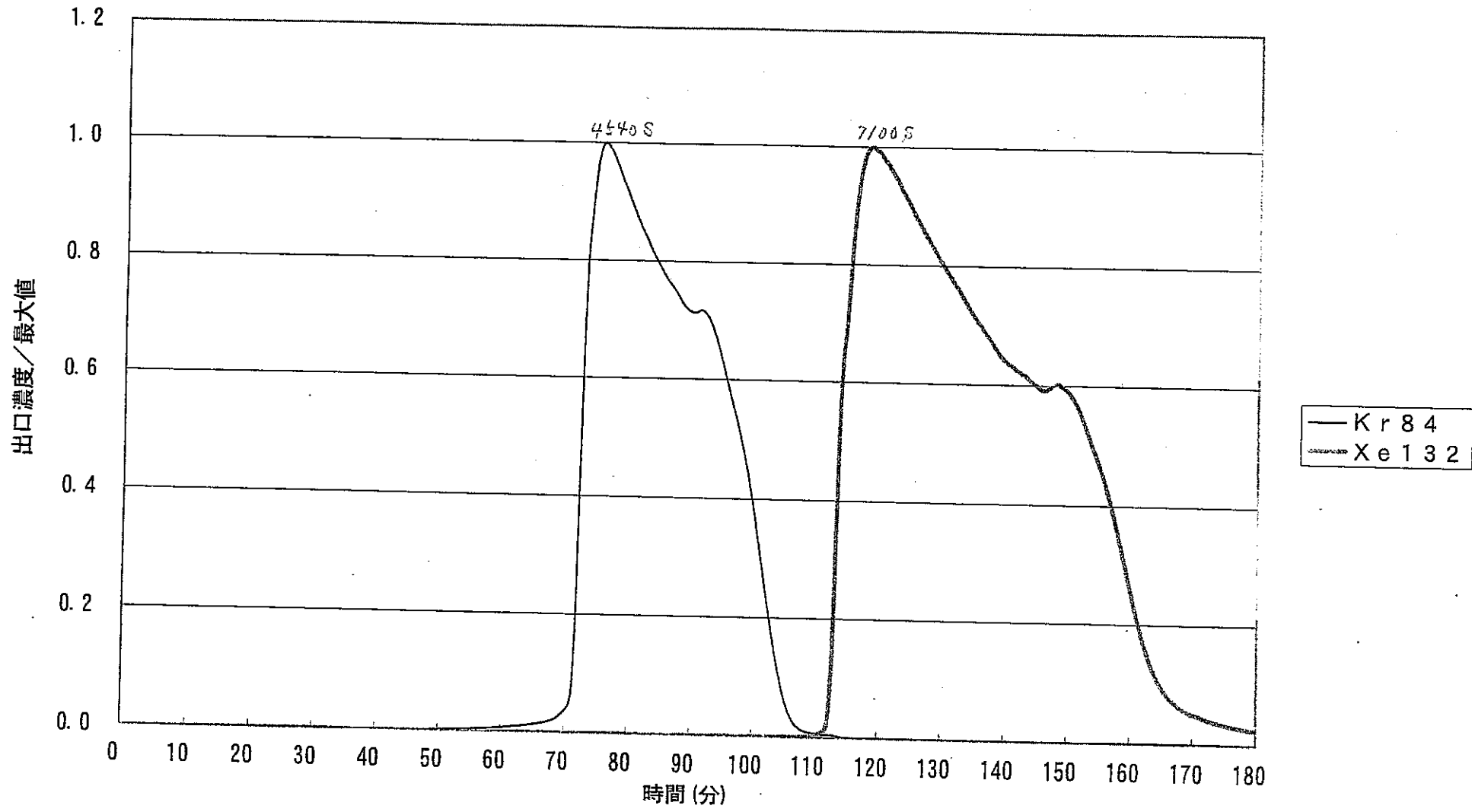


図02-40 -179°C , 0kPa, 1000ppm, Ar^{\wedge} -入, 吸着2.73NL/min-Kr飽和, 脱着0.36NL/min-1.49 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ (He), クラヨール 69

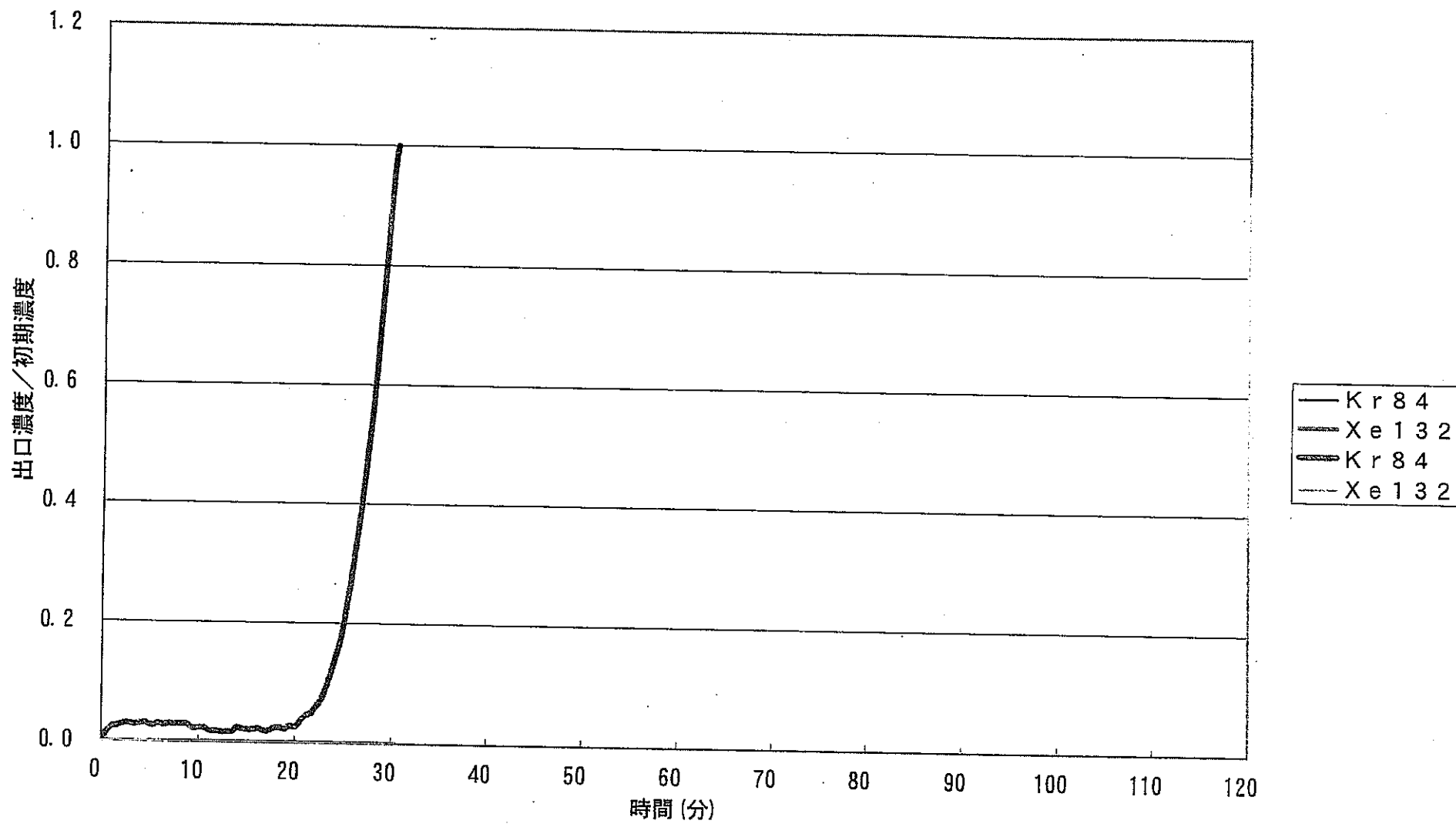


図02-41 -167.6°C, 112kPa, 1ppm, Ar¹-ス, 吸着2.96NL/min-30min, クラレコ-ル(Ar-He)70

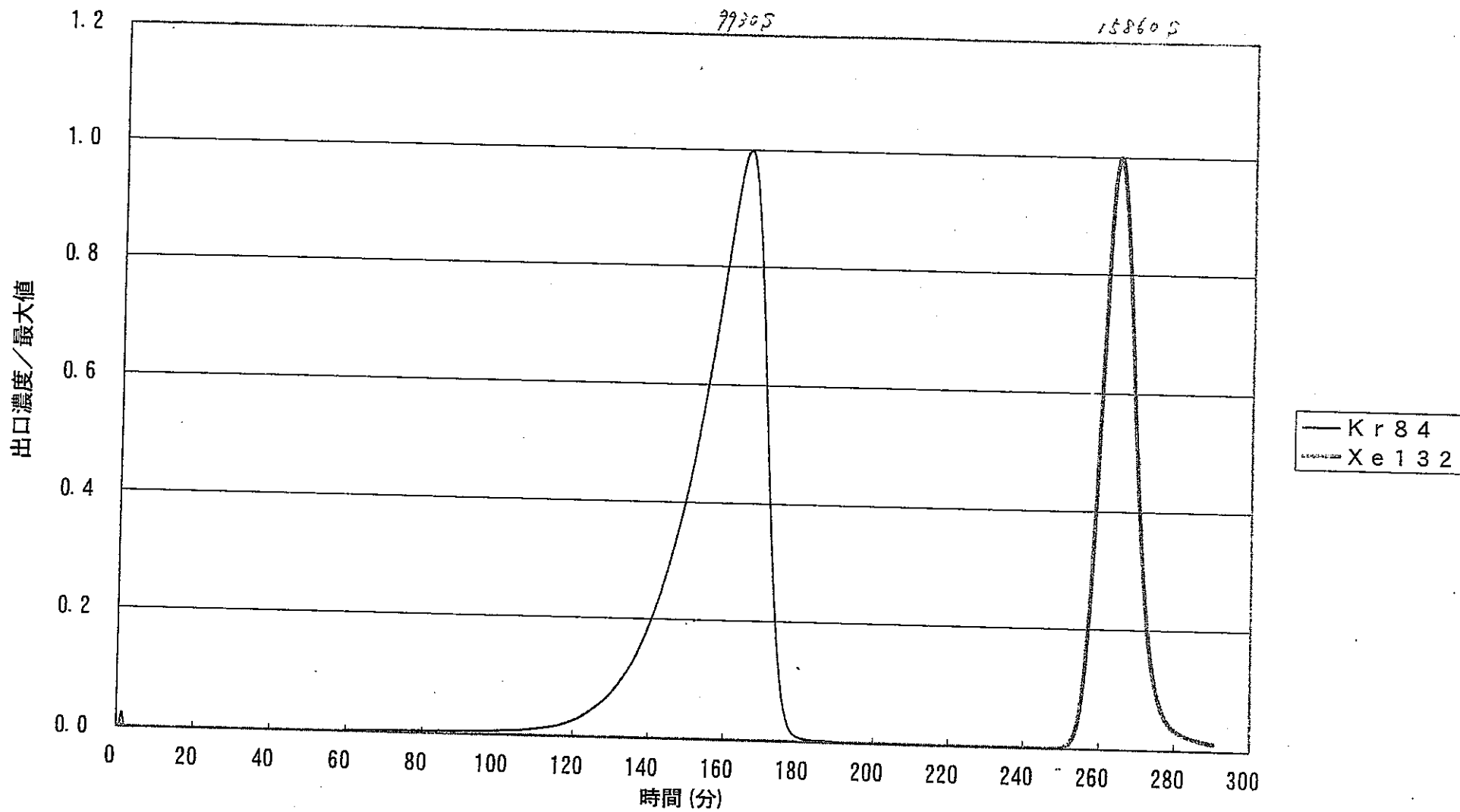


図02-42 -167.6°C, 112kPa, 1ppm, Ar⁺-s, 吸着2.96NL/min, 脱着0.35NL/min-0.76°C/min(He), クラレコ-ル 70

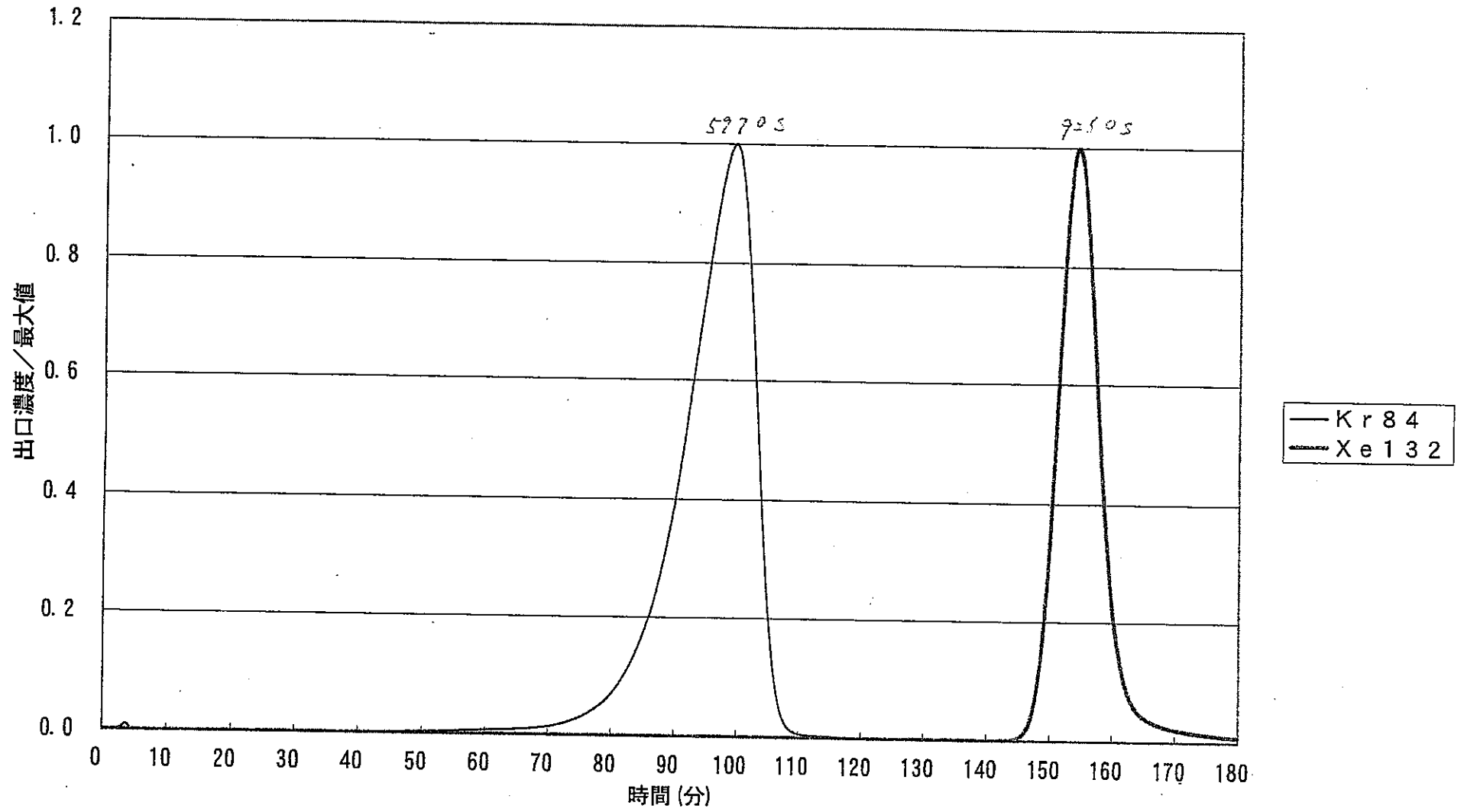


図02-43 -167.8°C, 112kPa, 1ppm, Ar⁺-ス, 吸着2.99NL/min-30min, 脱着0.36NL/min-1.46°C/min(He), クラコール 71

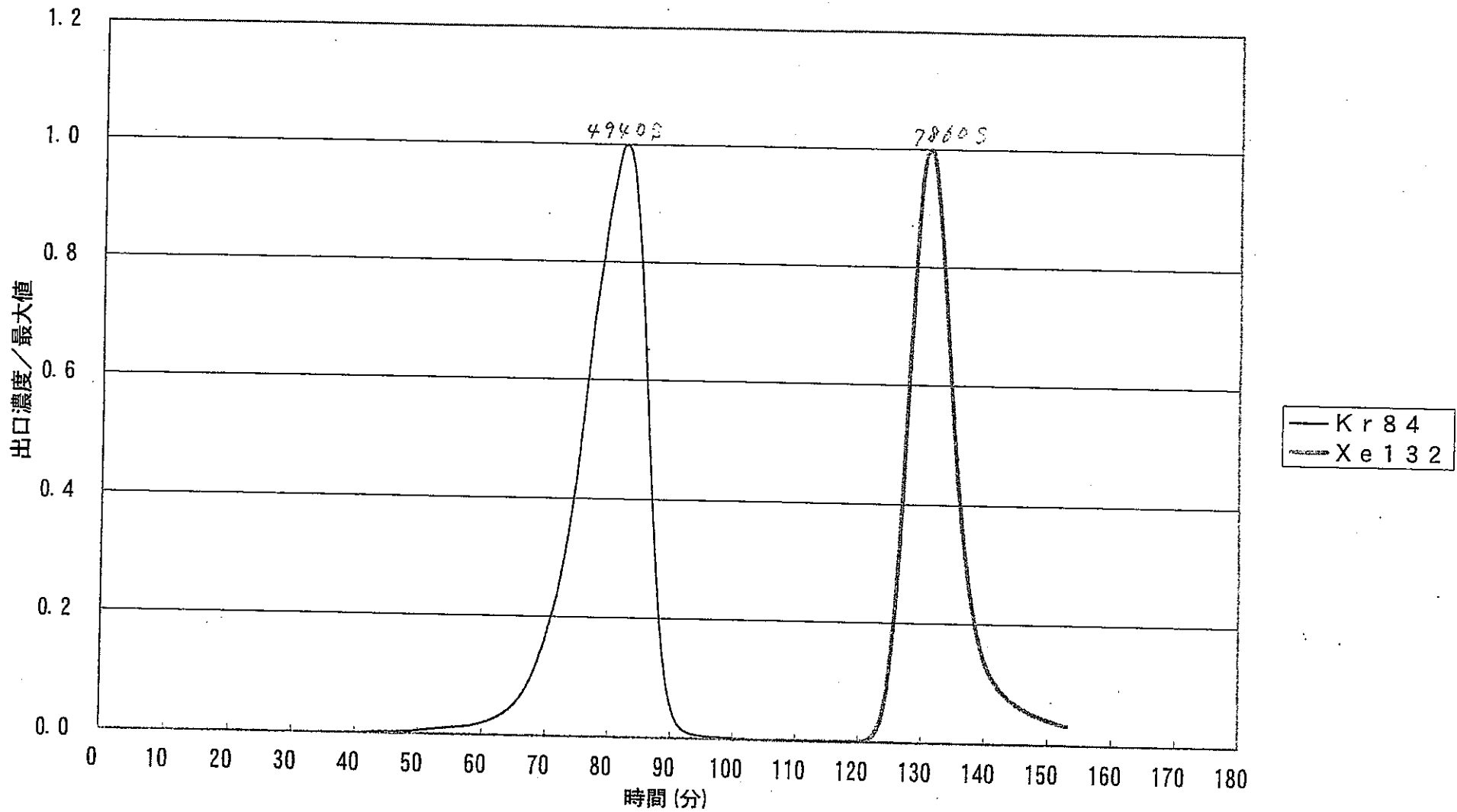


図02-44 -168°C , 112kPa, 1ppm, $\text{Ar}^{\wedge}-\lambda$, 吸着2.98NL/min-30min, 脱着0.34NL/min- $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ (He), クラコ-ル 72

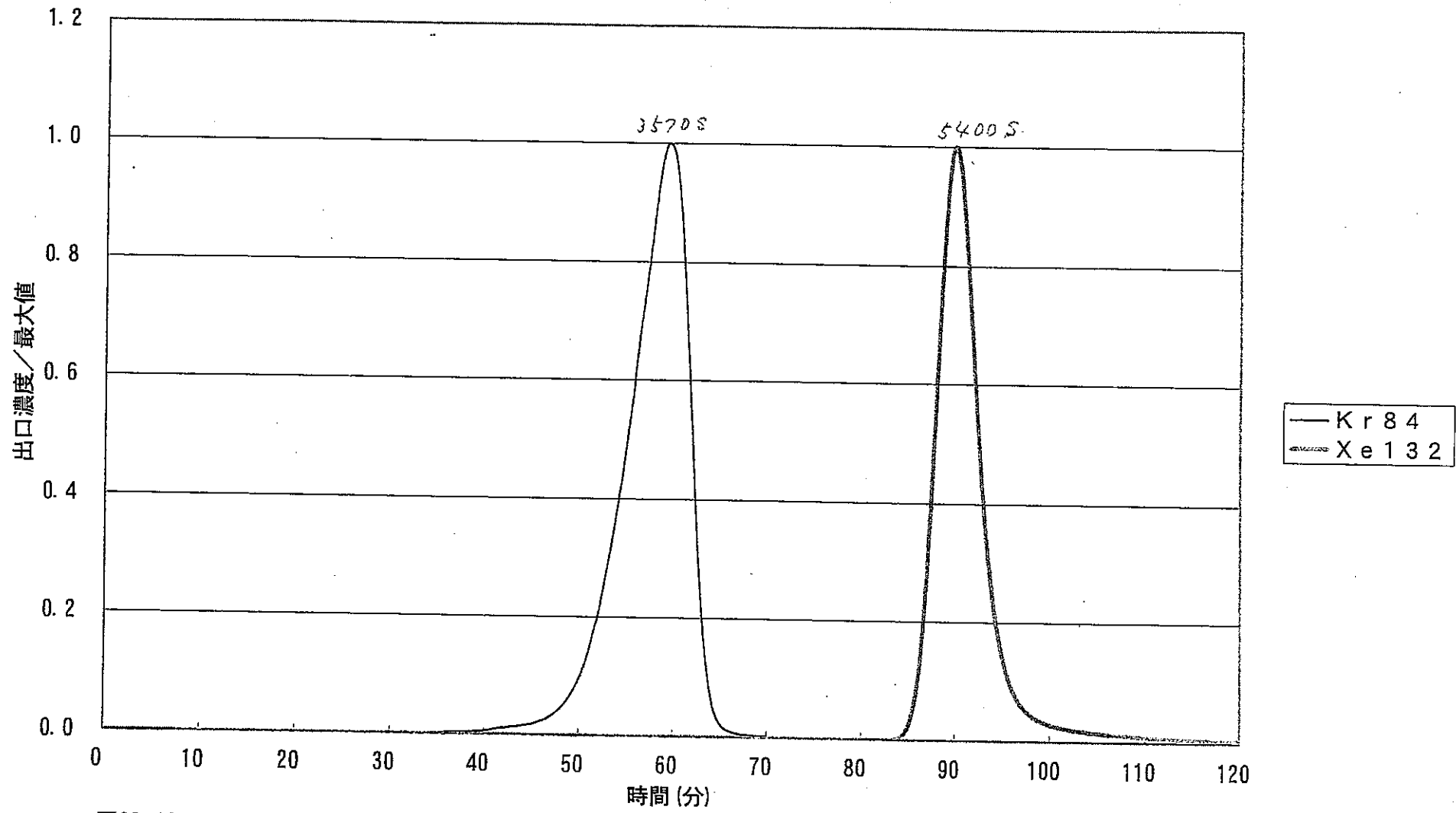


図02-45 -167°C , 112kPa, 1ppm, Ar ν -s, 吸着2.98NL/min-30min, 脱着0.36NL/min- $2.71^{\circ}\text{C}/\text{min}$ (He), クラコ-ル 73

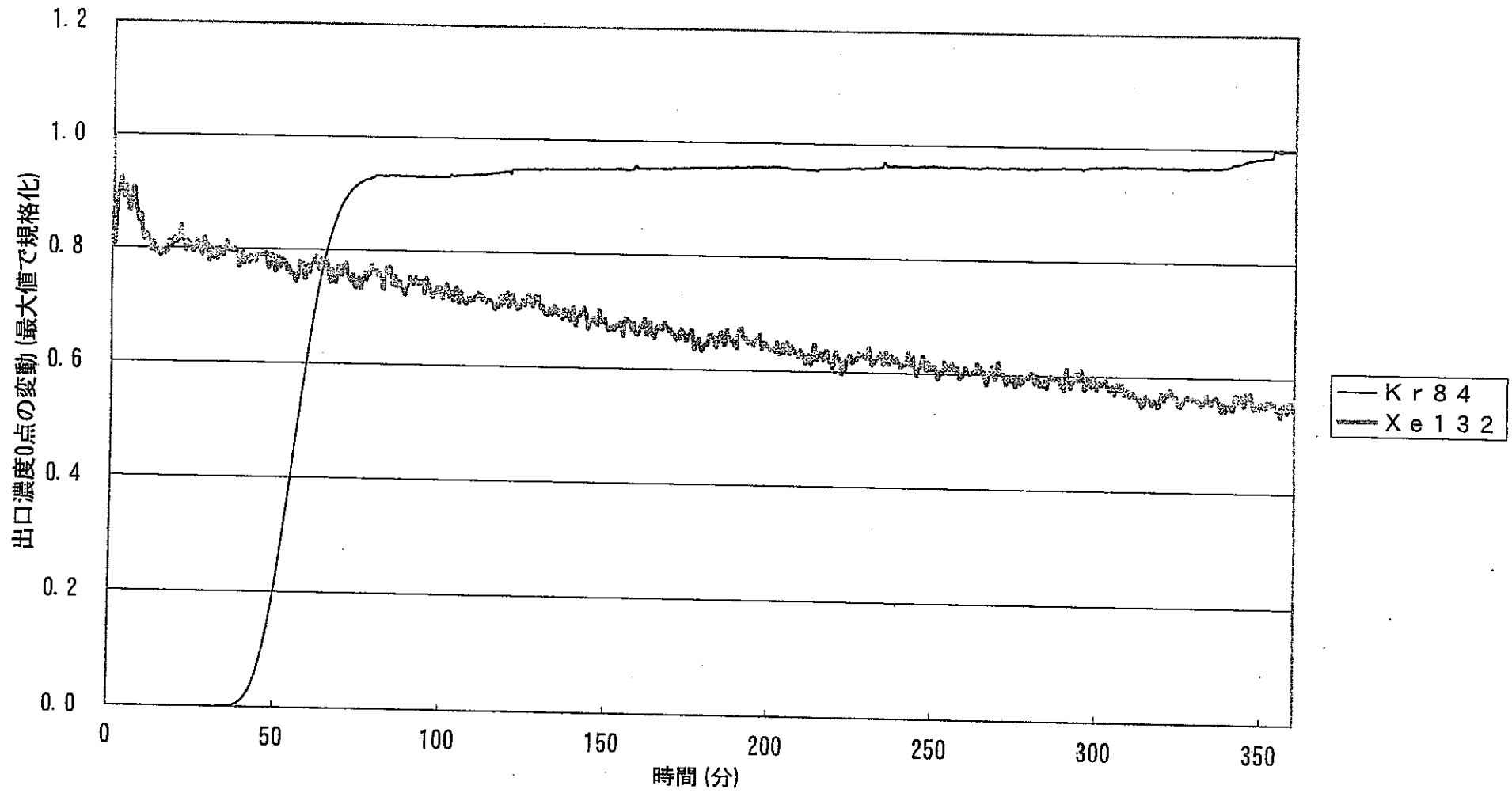


図02-46 (1) -78.5°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-ス, 0.77NL/min, 吸着, クラコール (He-He) 74

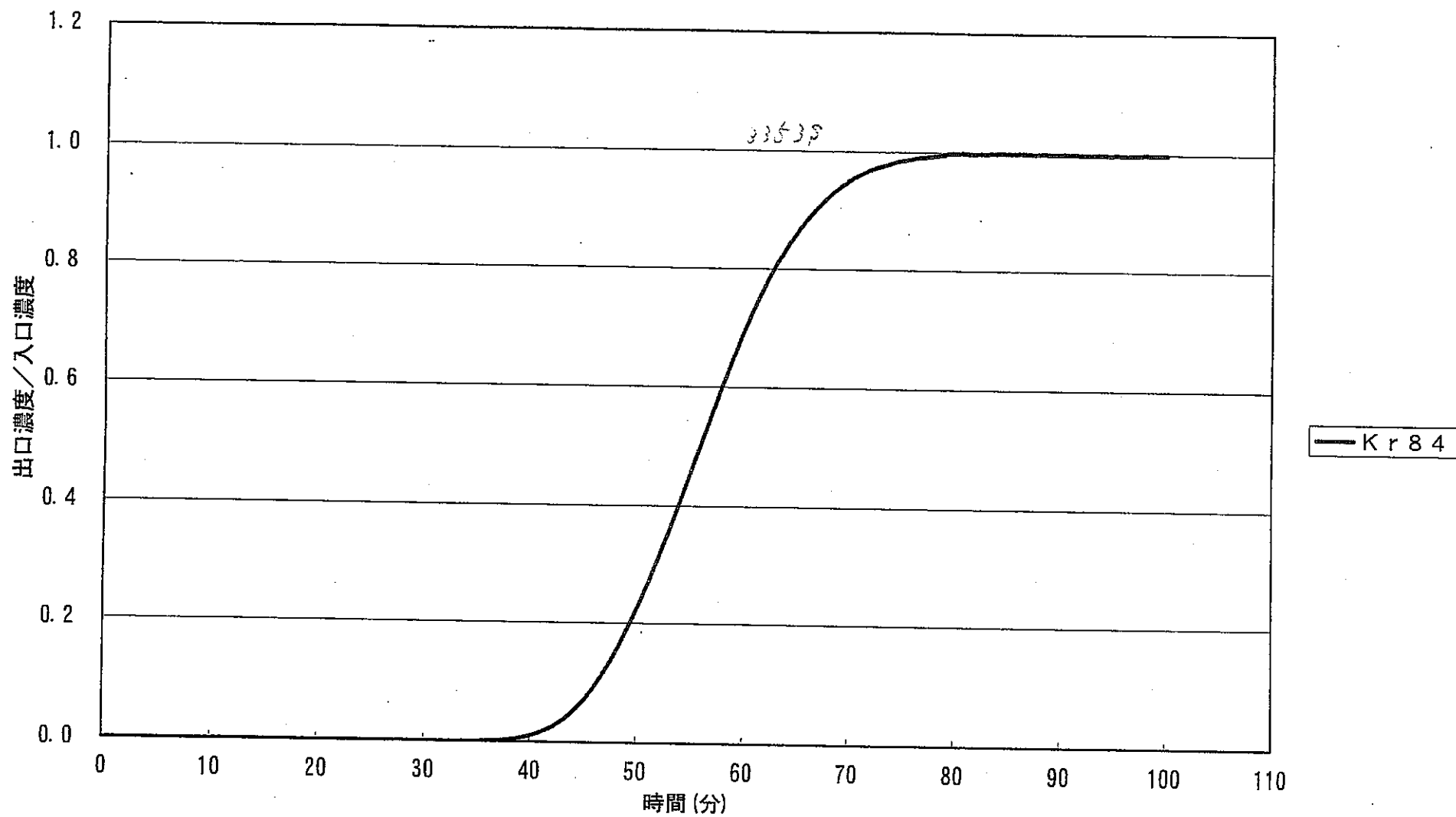


図02-46 (2) -78.5°C , 0kPa , 1ppm , He^{\wedge} -ス, $0.77\text{NL}/\text{min}$, 吸着, クラコール(He-He) 74

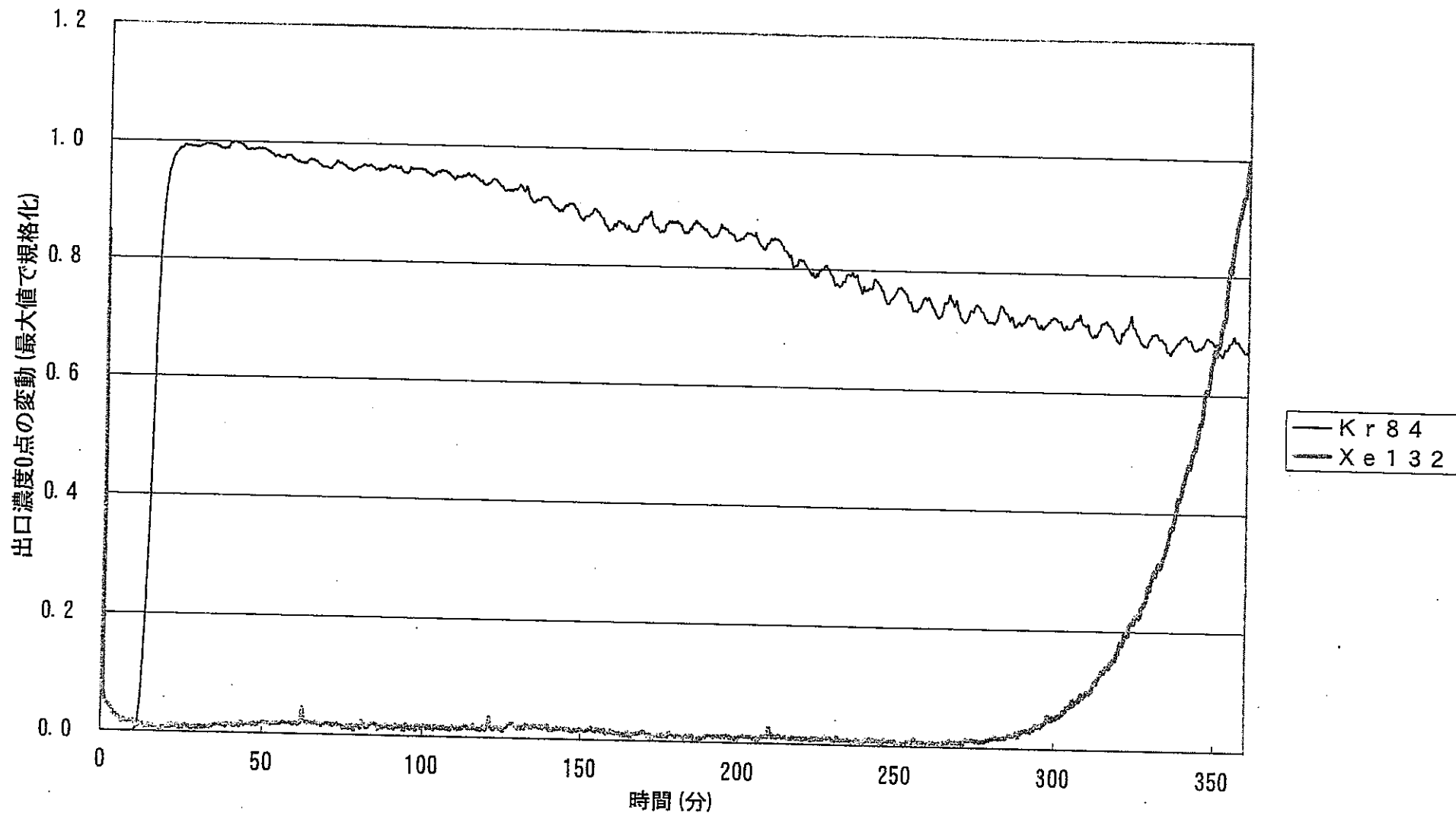


図02-47 (1) -78.5°C , 0kPa , 1ppm , $\text{Ar}^{\wedge}\text{-s}$, $0.745\text{NL}/\text{min}$, 吸着, クラコール(Ar-Ar) 75

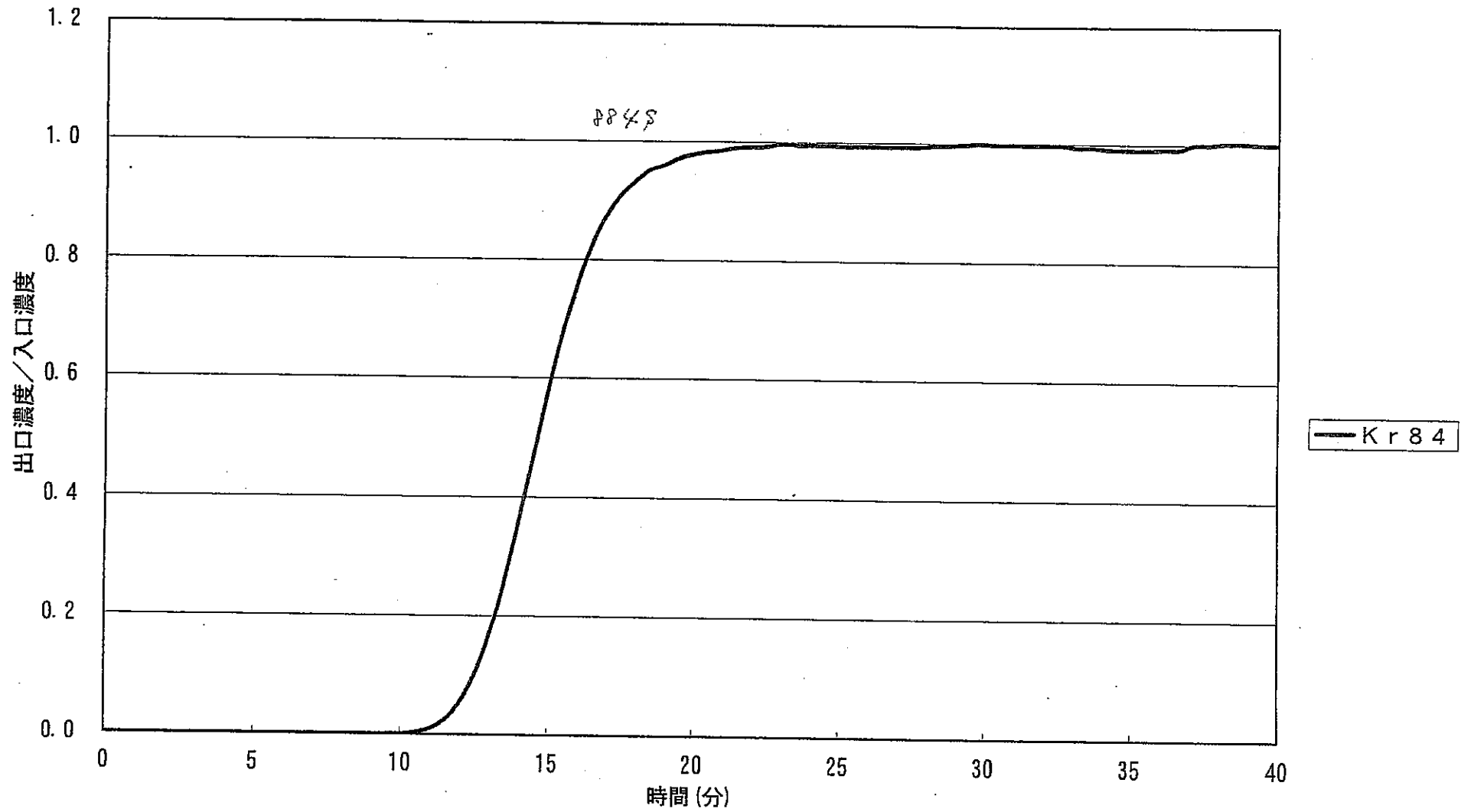


図02-47(2) -78.5°C, , 0kPa, 1ppm, Ar⁺-s, 0.745NL/min, 吸着, クラコ-ル(Ar-Ar)75

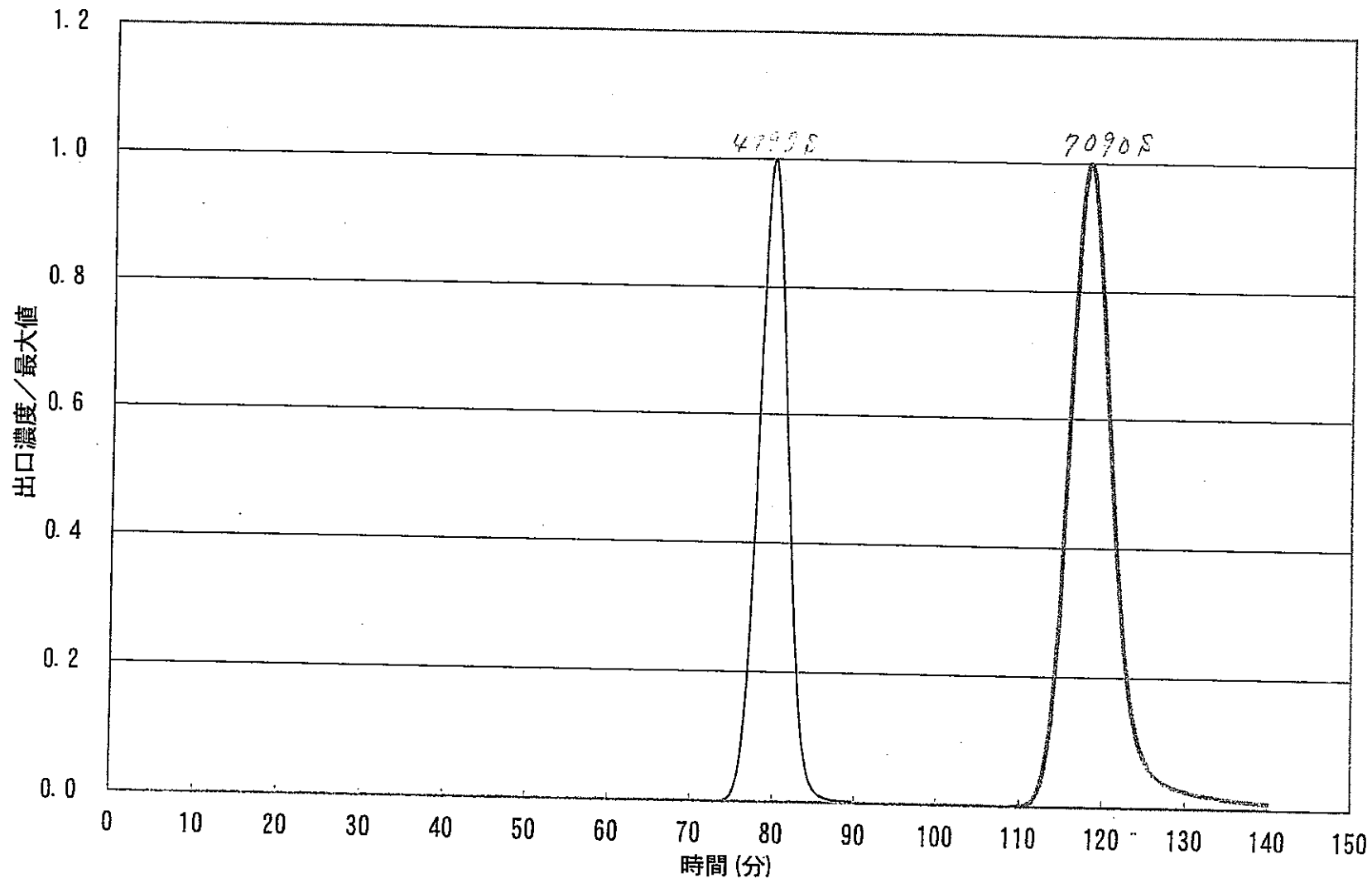


図02-48 (1) -181°C , 0kPa, 1ppm, He^{\wedge} - λ , 吸着0.965NL/min-30min, 脱着0.33NL/min- $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$, クラコール(He-He) 76

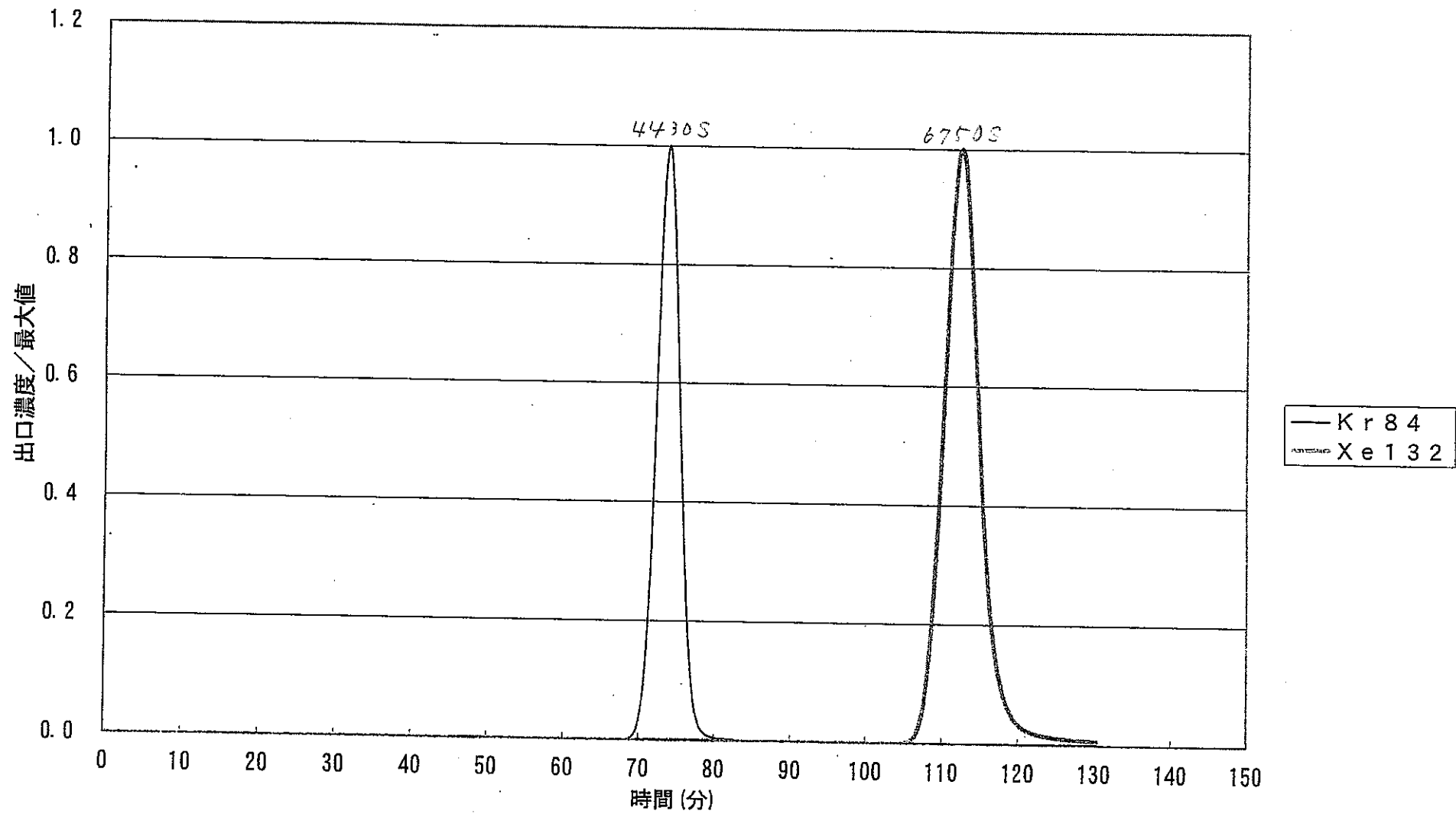


図02-49 (1) -182°C , 0kPa, 1ppm, He^{\wedge} - λ , 吸着0.956NL/min-30min, 脱着0.59NL/min- $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$, クラヨール(He-He)77

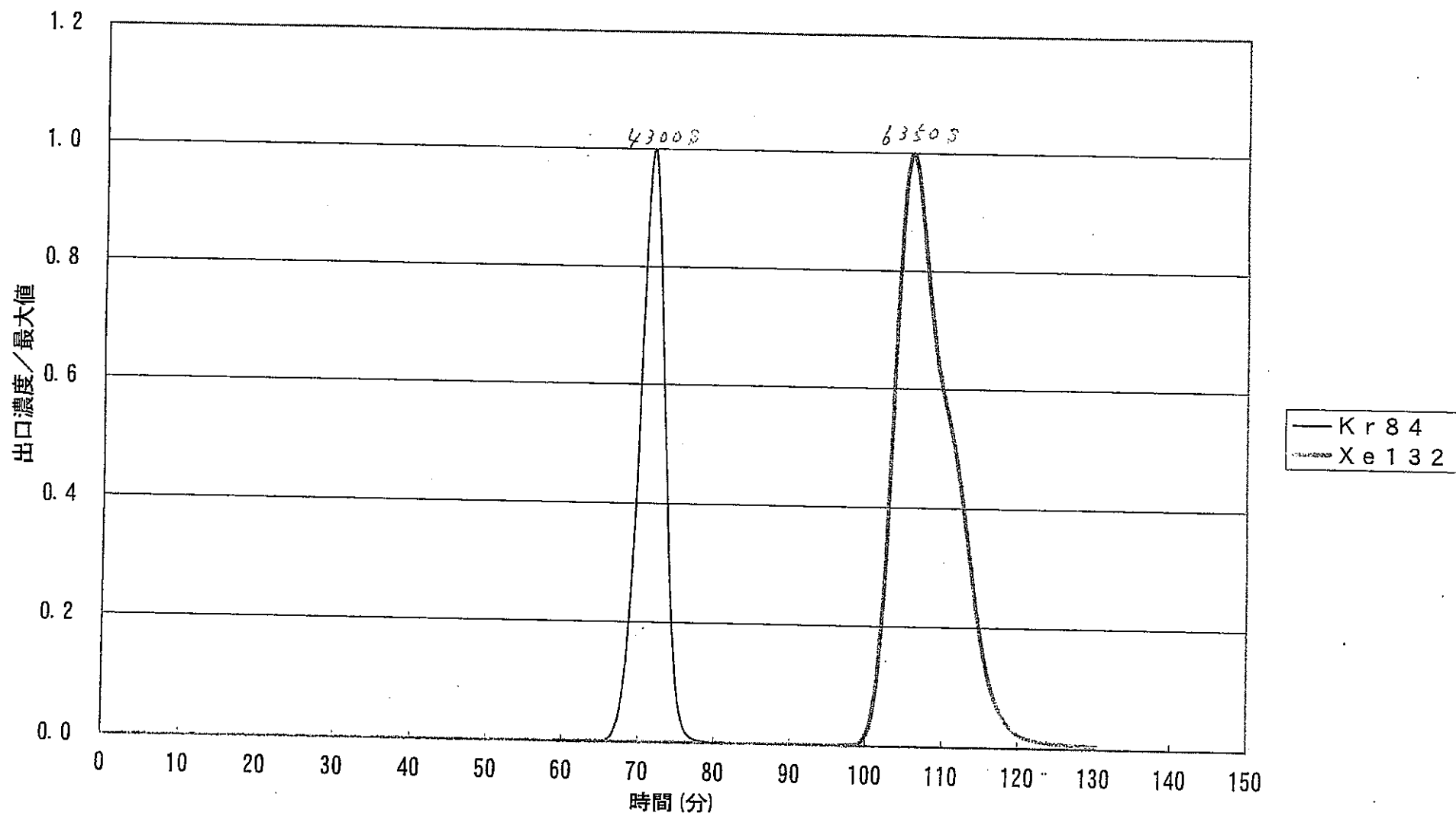


図02-50 -181.3°C , 0kPa, 1ppm, He^{\wedge} -ス, 吸着0.99NL/min-30min, 脱着0.97NL/min- $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$, クラコ-ル(He-He) 78

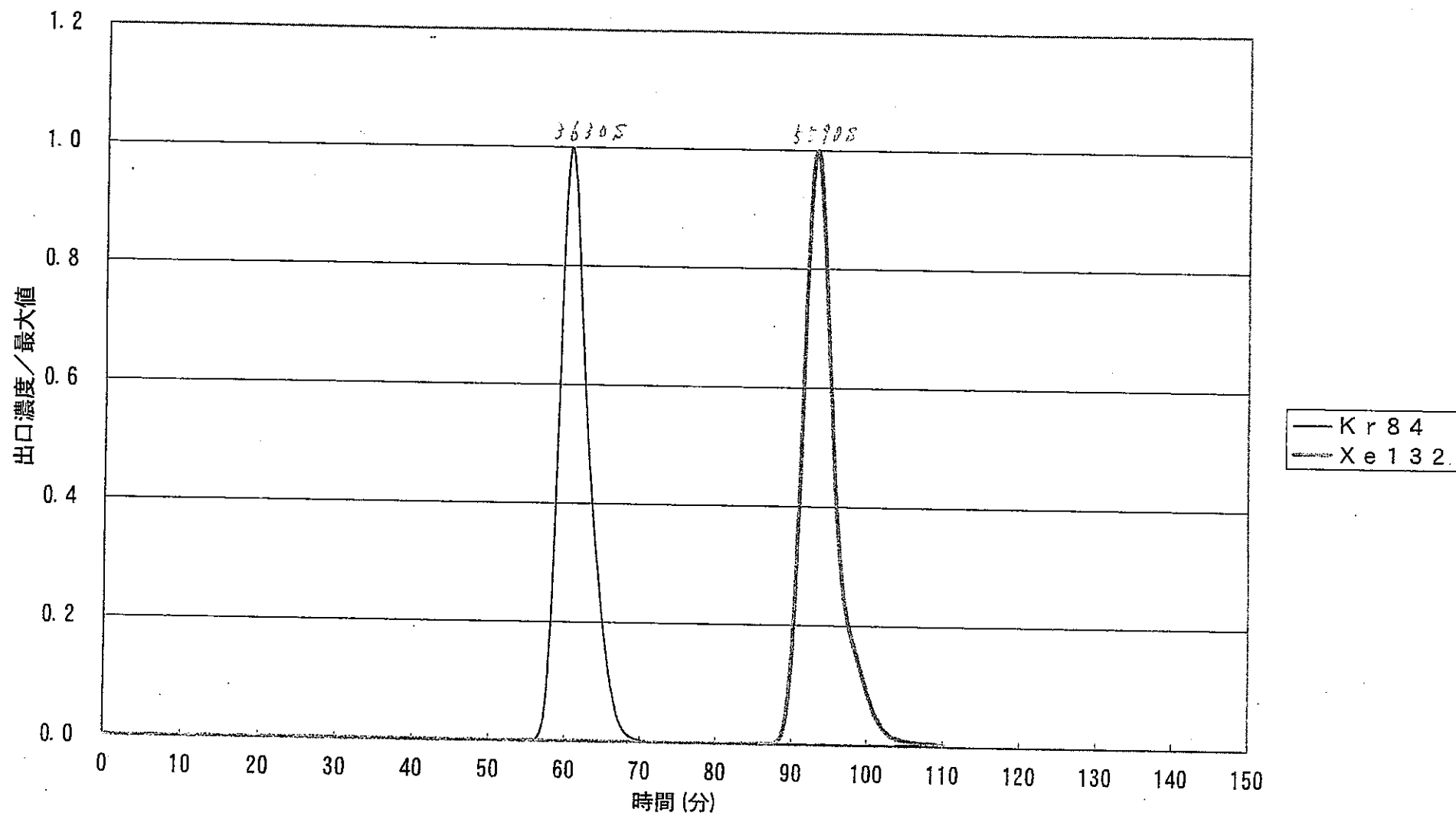


図02-51 -182°C , 0kPa, 1ppm, He^{\wedge} -ス, 吸着0.97NL/min-30min, 脱着3.01NL/min- $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$, クラレコ-ル(He-He) 79

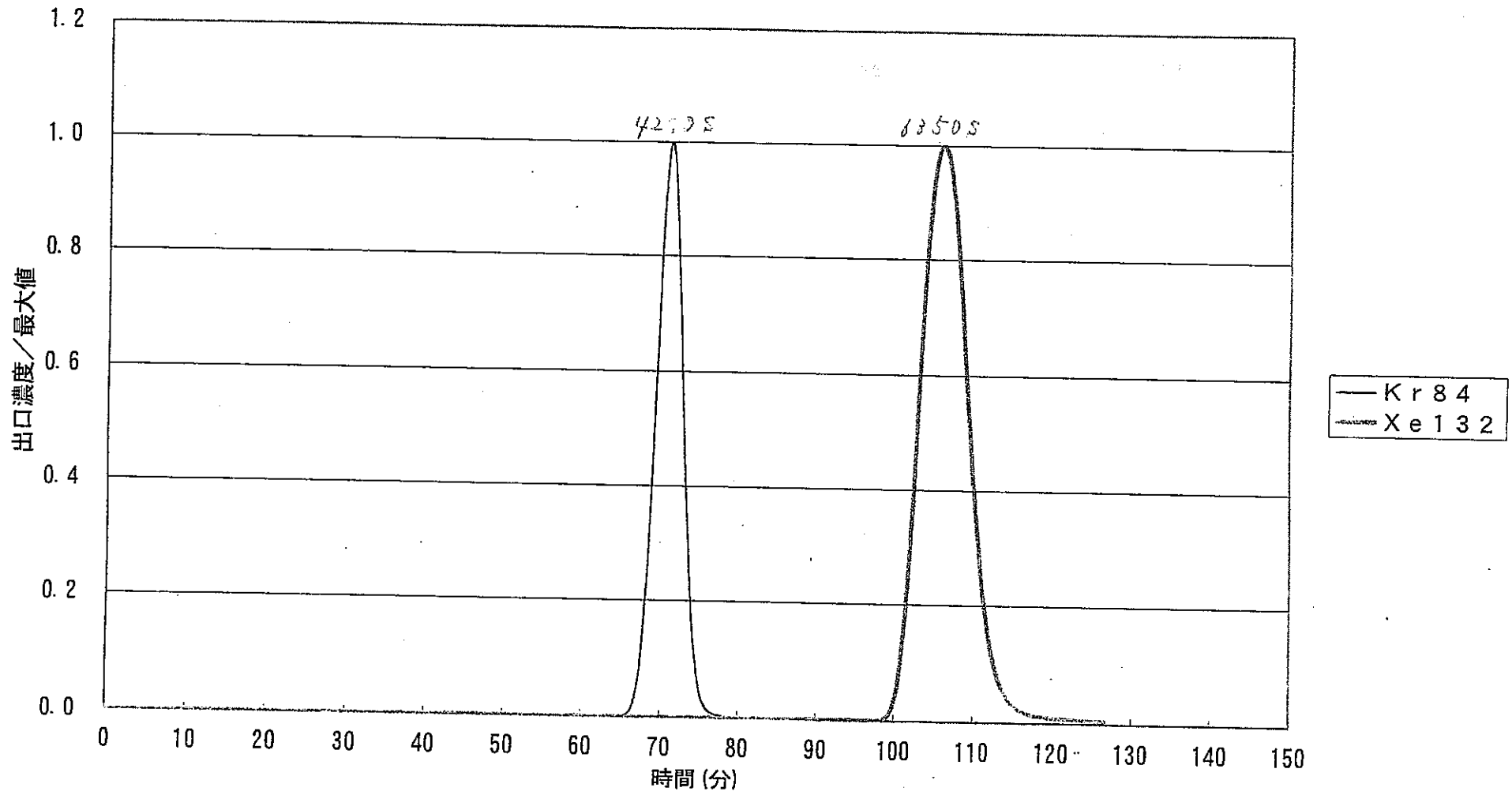


図02-52 -181°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-λ, 吸着0.98NL/min-20min, 脱着0.98NL/min-2°C/min, クレコール(He-He) 80

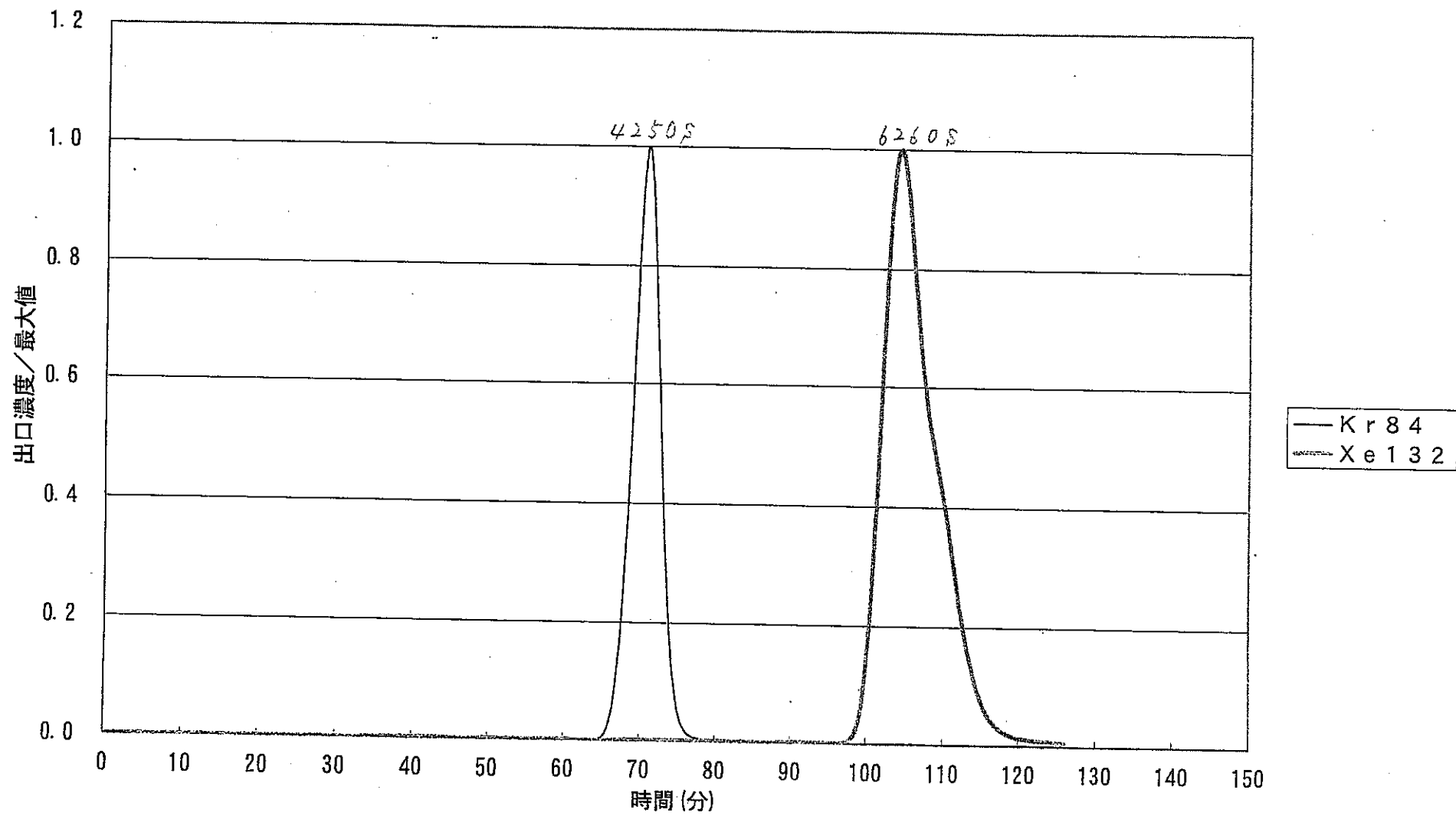


図02-53 -181.0°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-s, 吸着0.99NL/min-10min, 脱着0.99NL/min-2°C/min, クラコール(He-He) 81

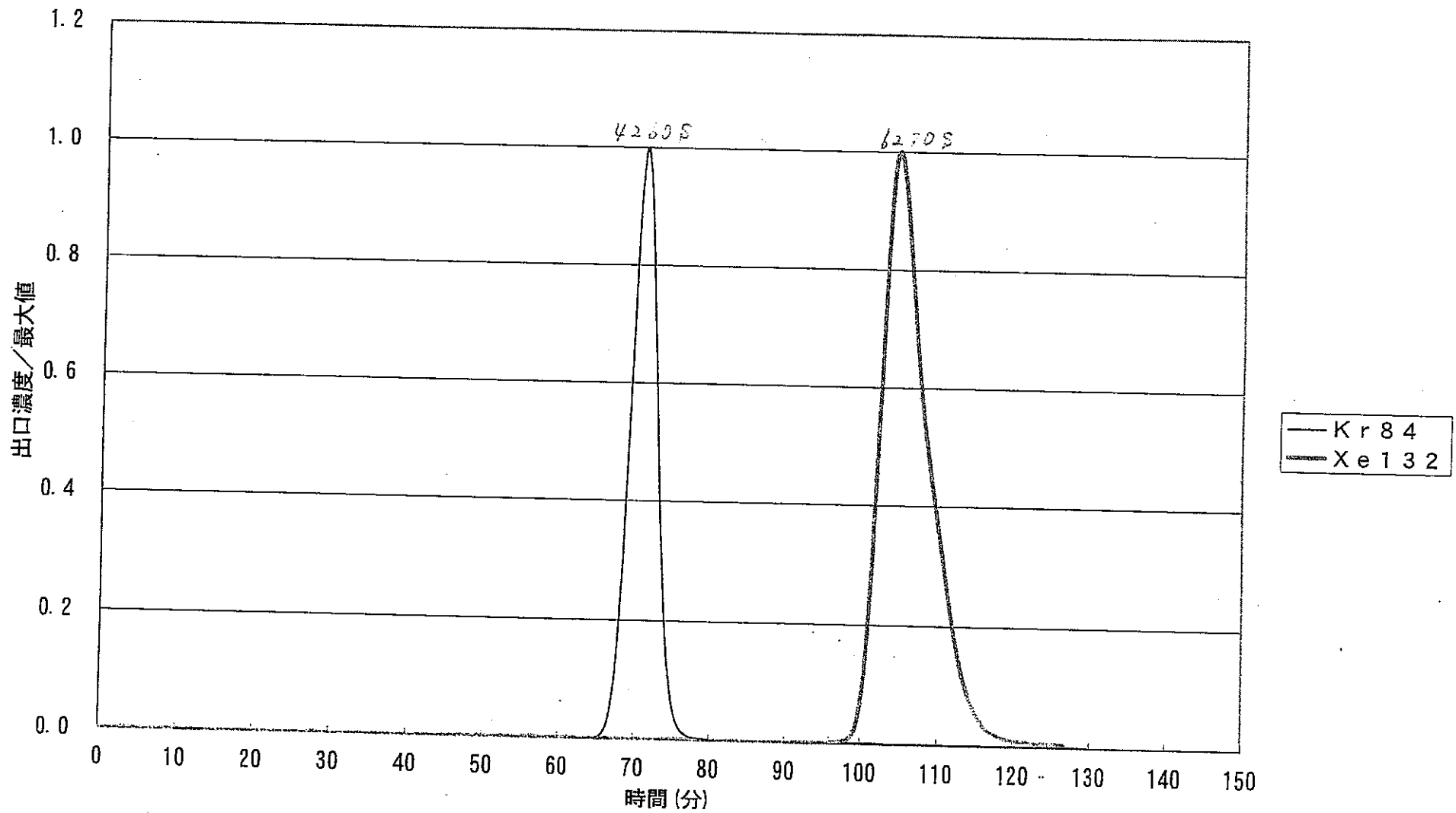


図02-54 -180.5°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-s, 吸着0.975NL/min-5min, 脱着0.965NL/min-2°C, クラコ-ル(He-He) 82A

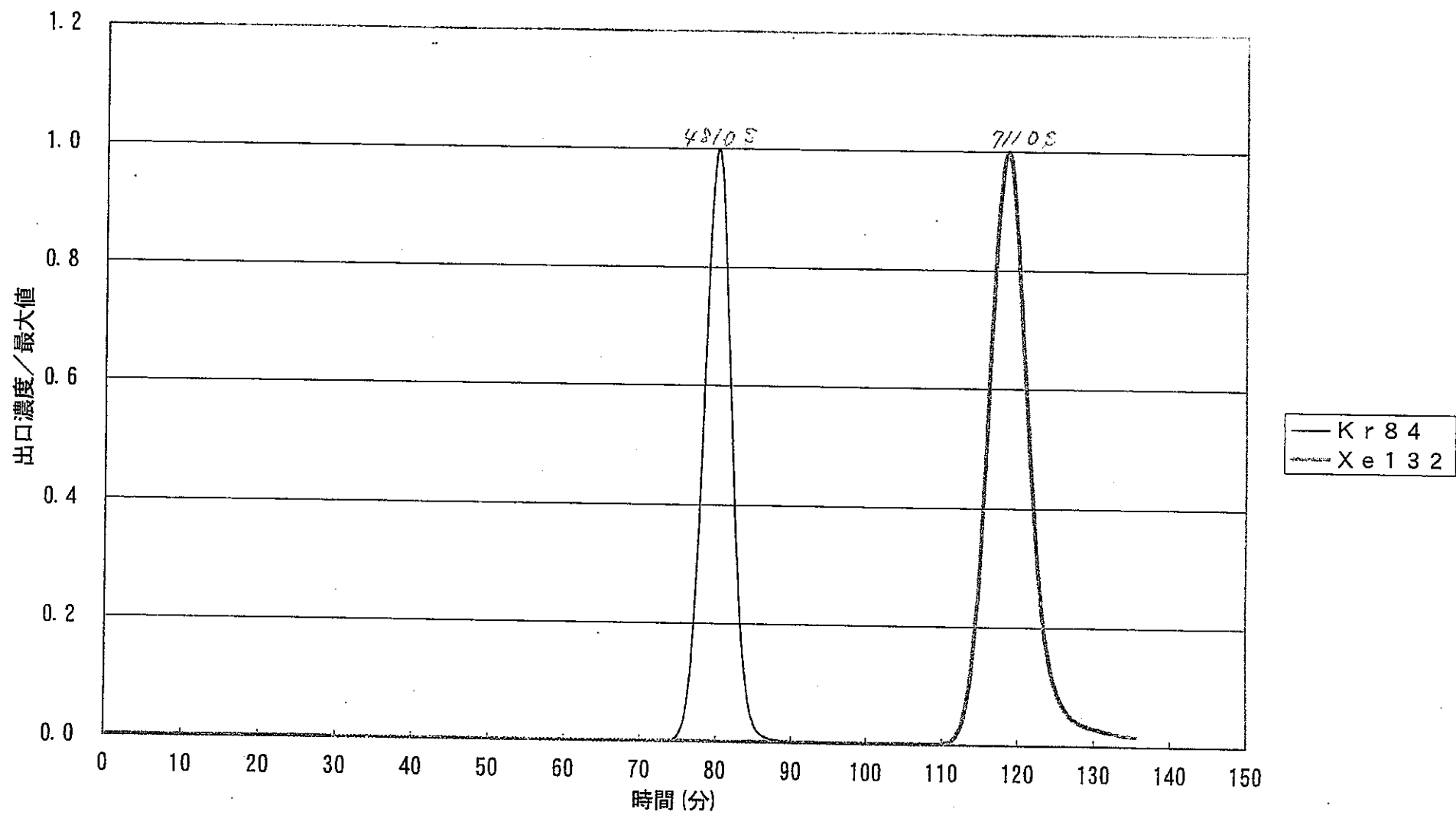


図02-55 -180°C , 0kPa, 1ppm, He^{\wedge} - λ , 吸着0.98NL/min-5min, 脱着0.345NL/min- $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$, クラコ-ル (He-He) 83

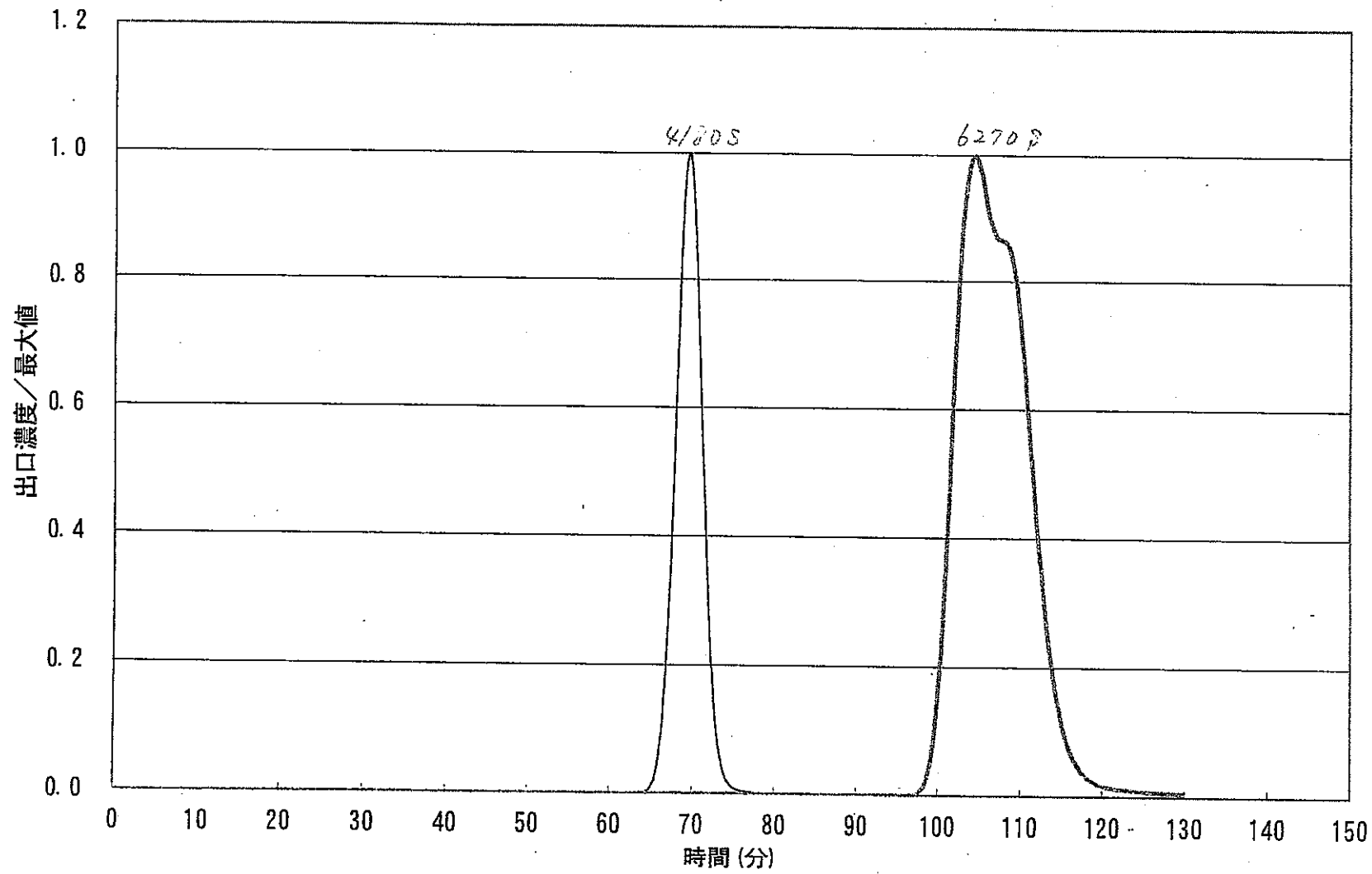


図02-56 -180.5°C , 0kPa, 1ppm, He^{\wedge} - λ , 吸着0.965NL/min-60min, 脱着0.95NL/min- $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$, クレコール(He-He) 84

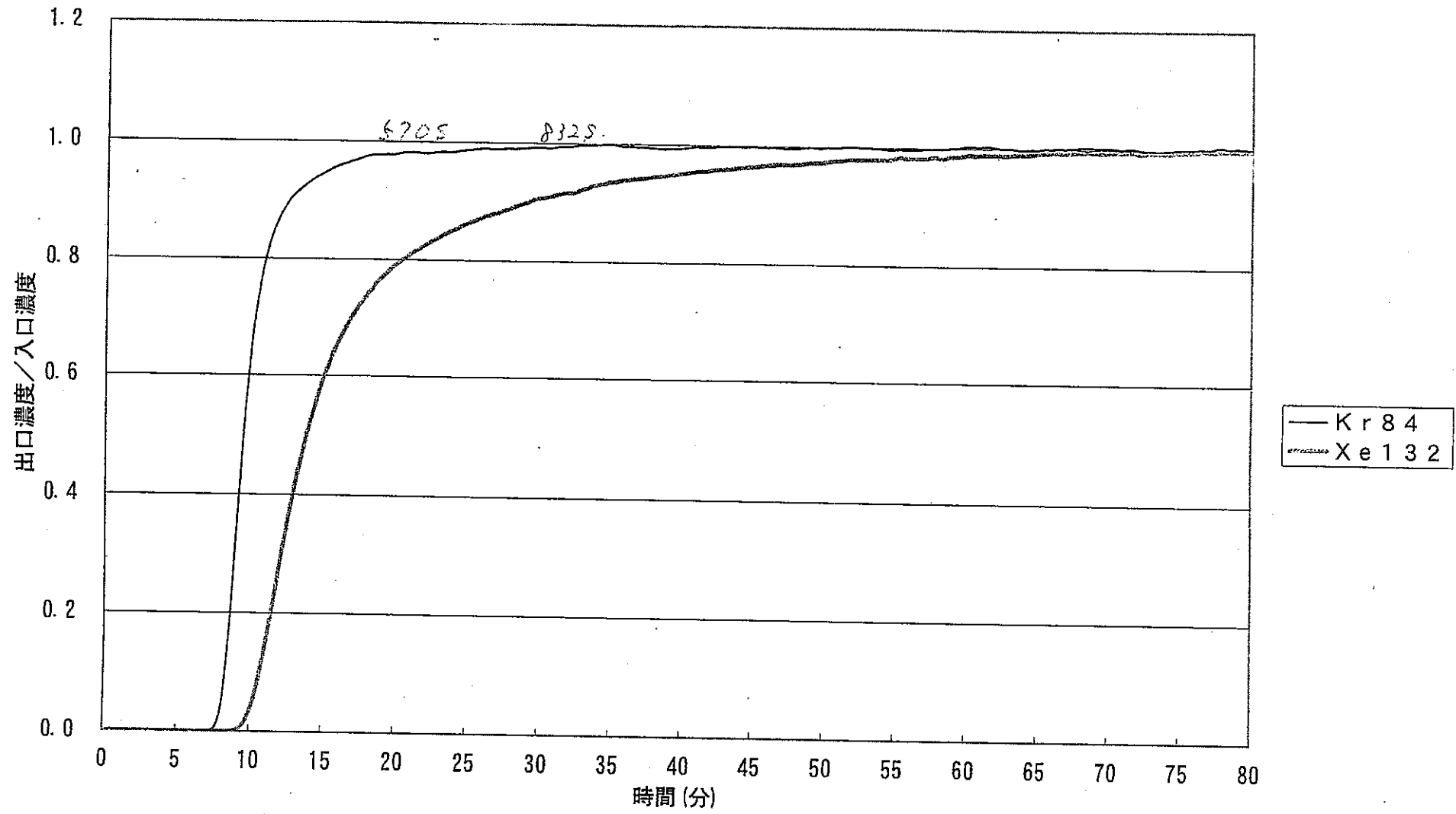


図02-57 174°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-λ, 0.09NL/min, 吸着, ダイソープ (He-He) 85

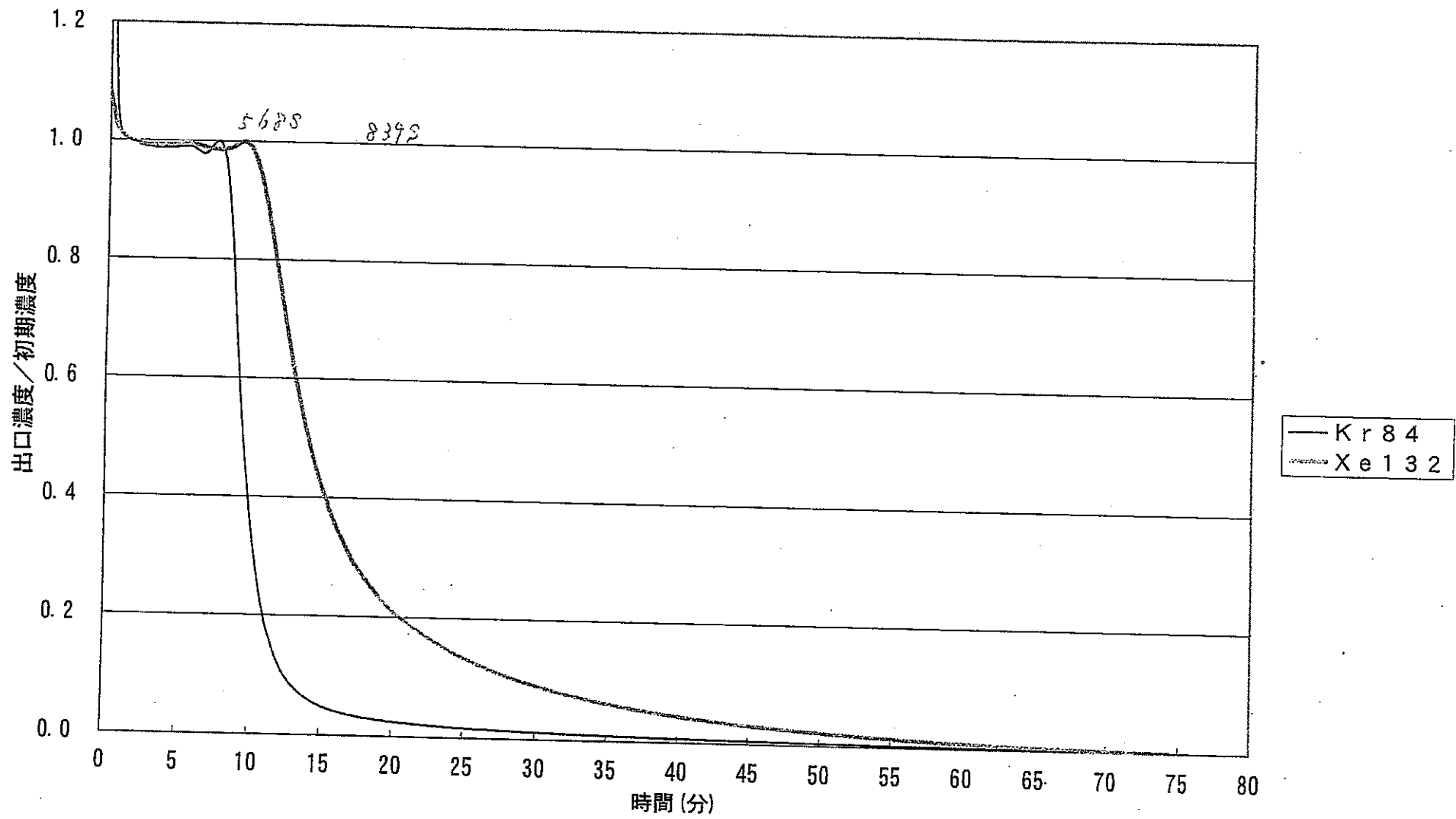


図02-58 174°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-λ, 0.09NL/min, 脱着, タイソ-ブ (He-He) 85

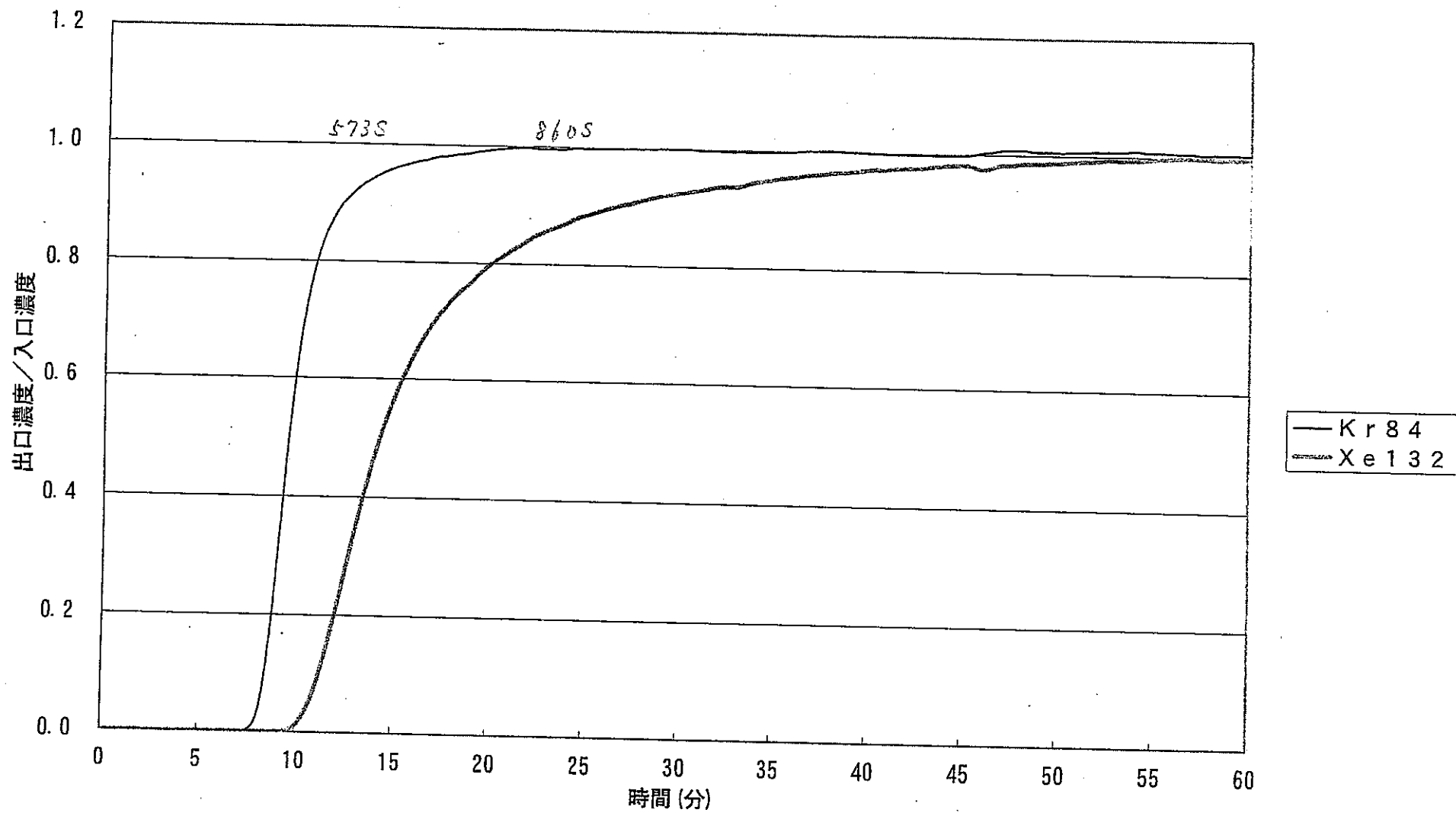


図02-59 150°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-λ, 0.09NL/min, 吸着, ダイソフ (He-He) 86

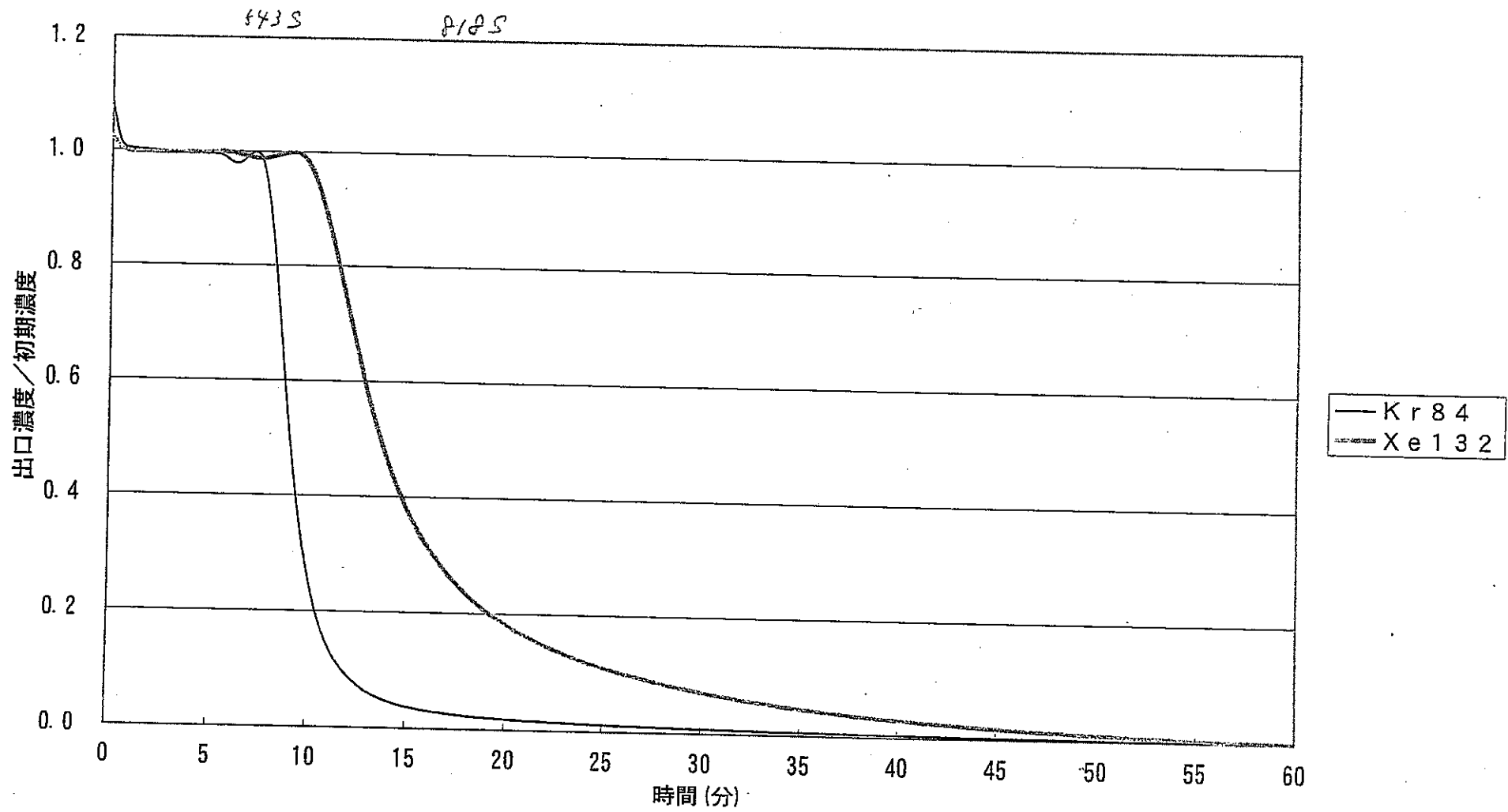


図02-60 150°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-s, 0.10NL/min, 脱着, ダイソープ (He-He) 86

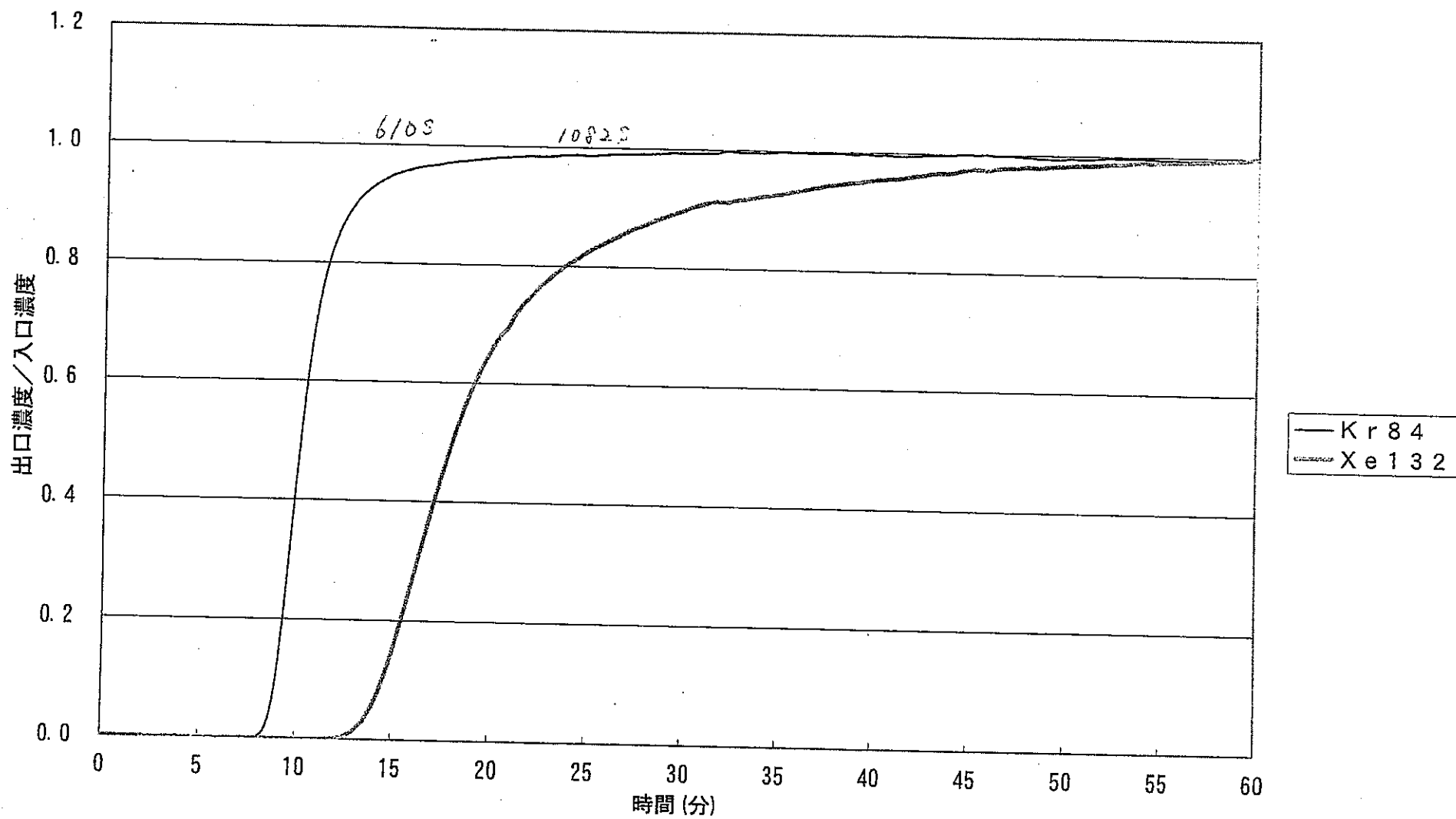


図02-61 100°C, 0kPa, 1ppm, He^Λ-λ, 0.09NL/min, 吸着, ダイソ-ブ (He-He) 87

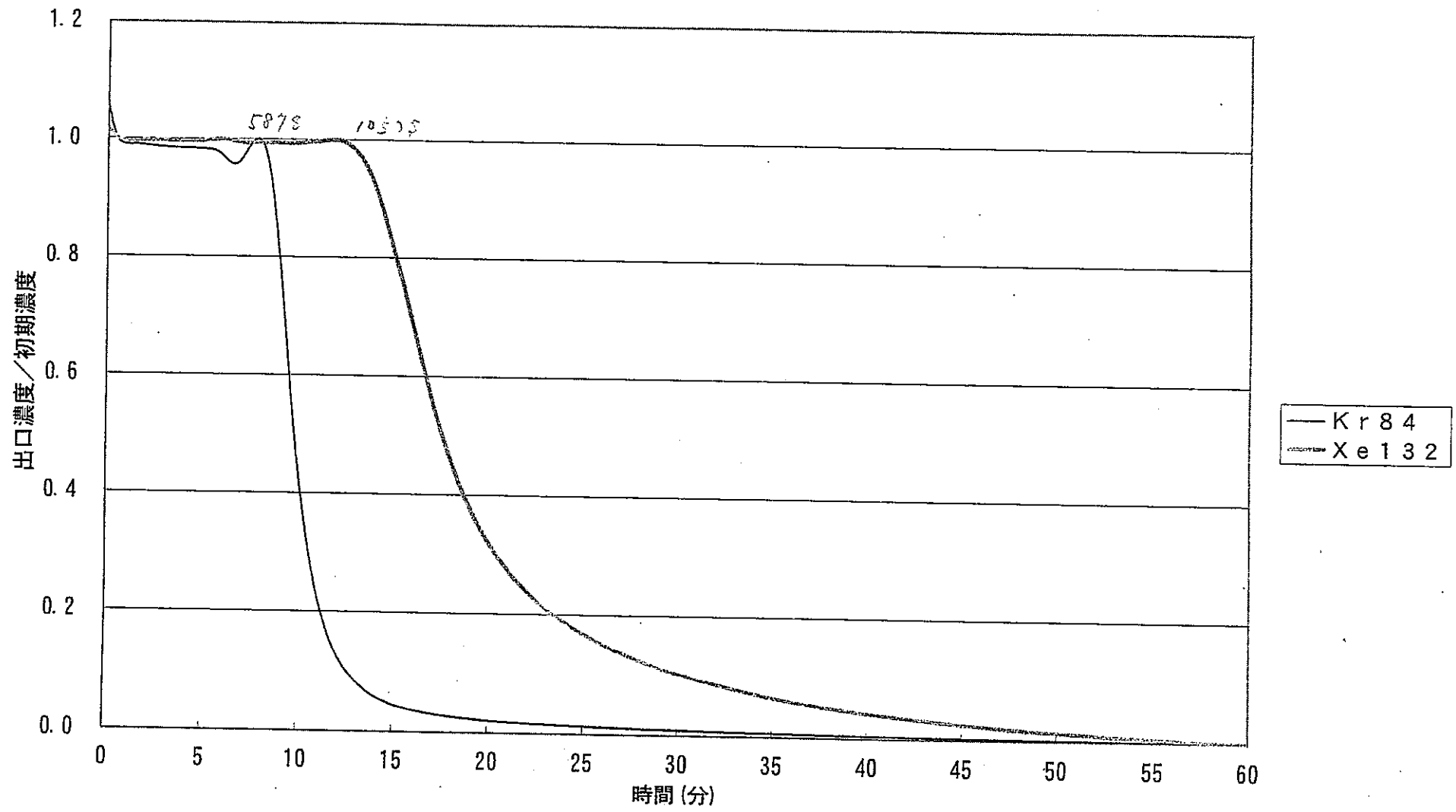


図02-62 100°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-λ, 0.09NL/min, 脱着, タイソ-ブ (He-He) 87

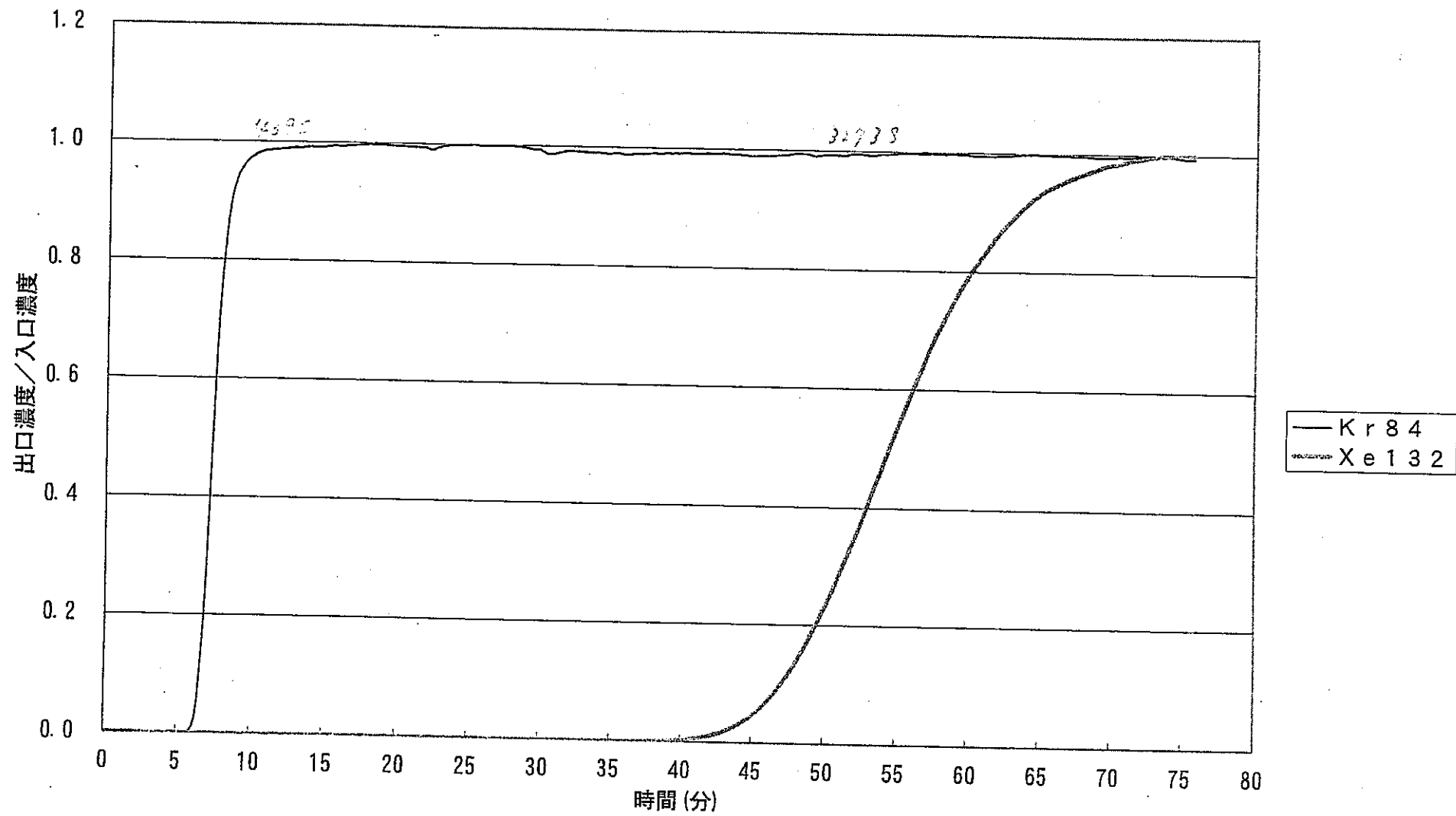


図02-63 0°C, 0kPa, 1ppm, He^Δ-λ, 0.37NL/min, 吸着, ダイソープ (He-He) 88A

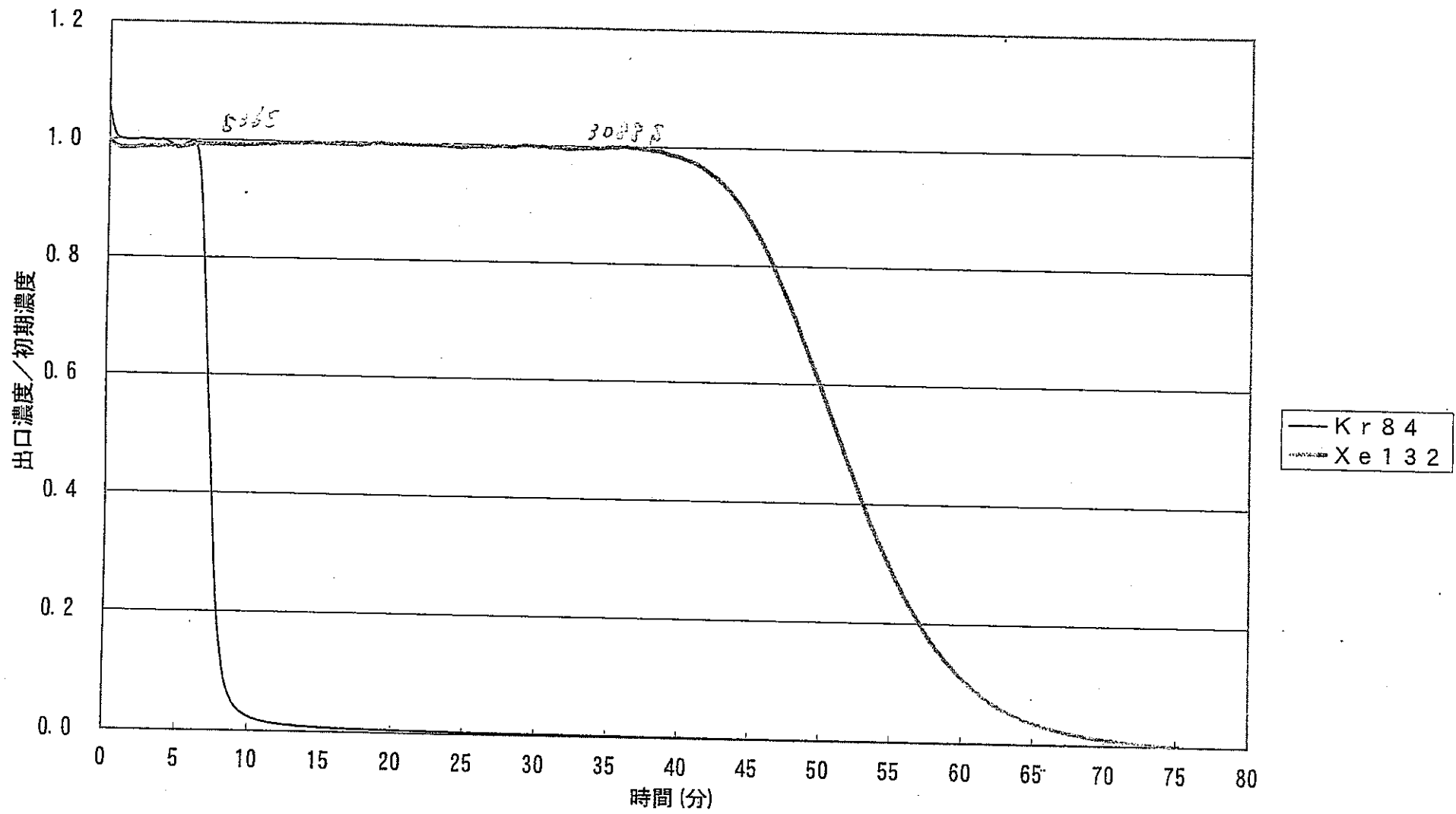


図02-64 0°C, 0kPa, 1ppm, He⁺-λ, 0.38NL/min, 脱着, ダイソー (He-He) 88A

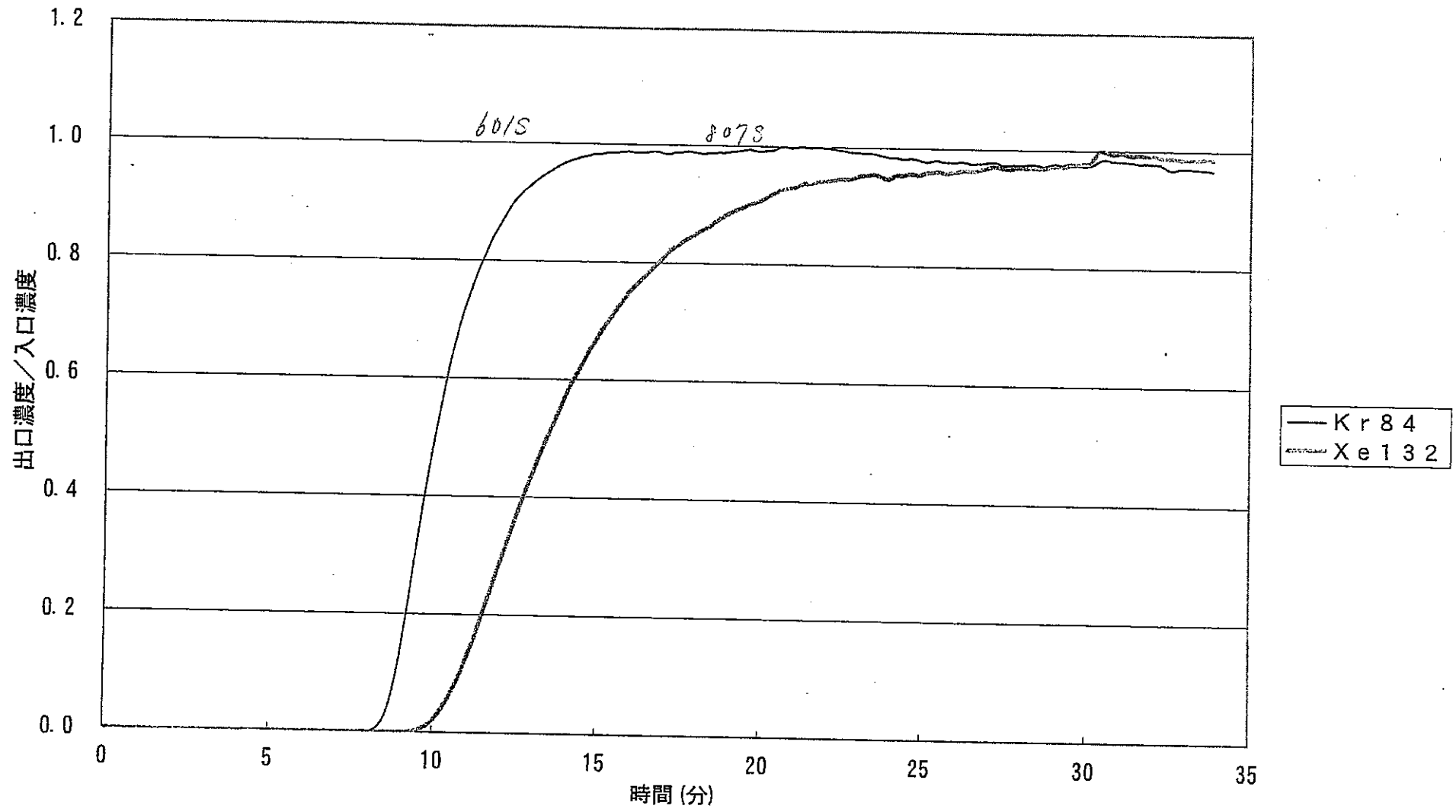


図02-65 168°C, 0kPa, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.10NL/min, 吸着, ダイソープ (Ar-Ar) 90.

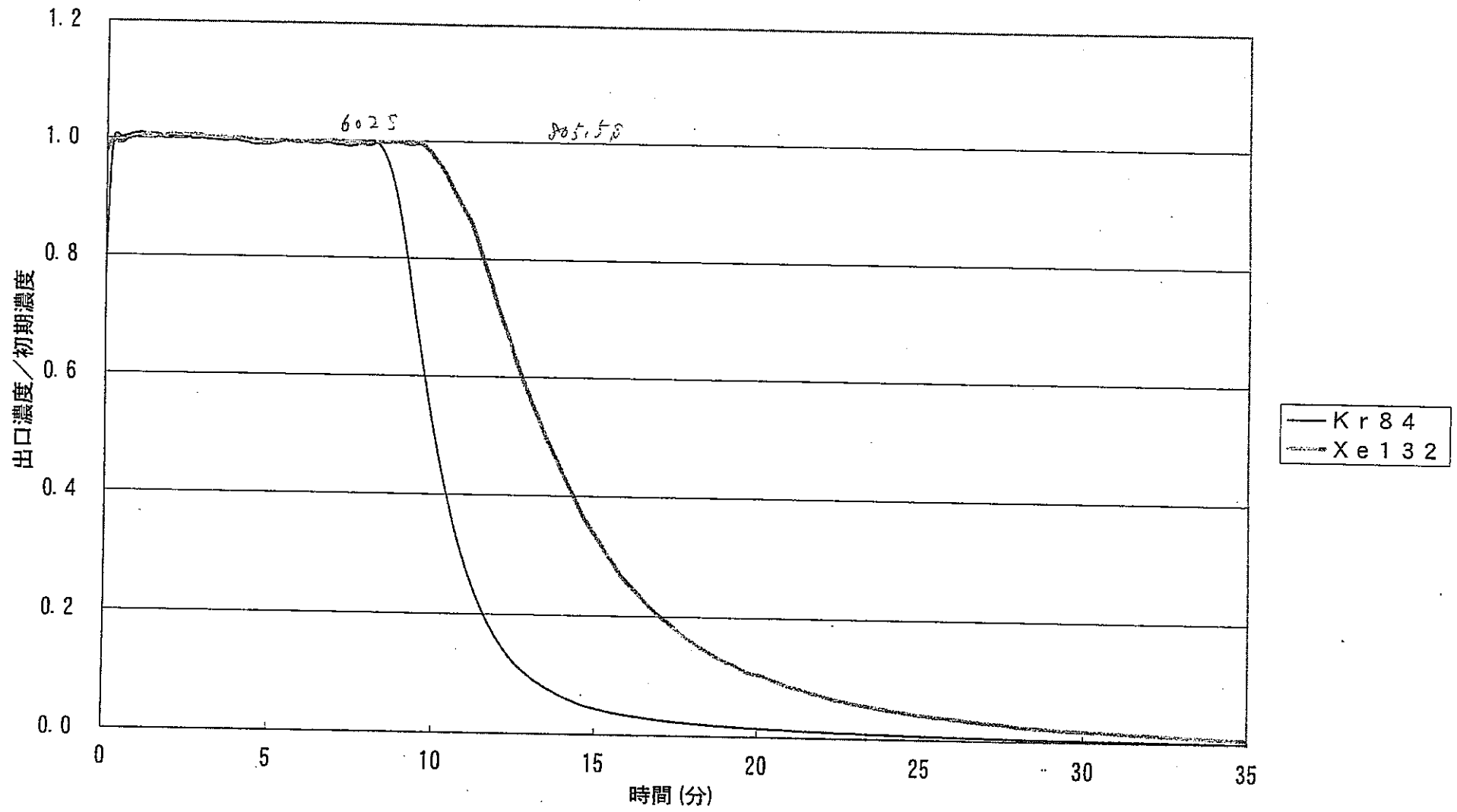


図02-66 171°C, 0kPa, 1ppm, Ar⁺-ス, 0.10NL/min, 脱着, ダイソープ (Ar-Ar) 90

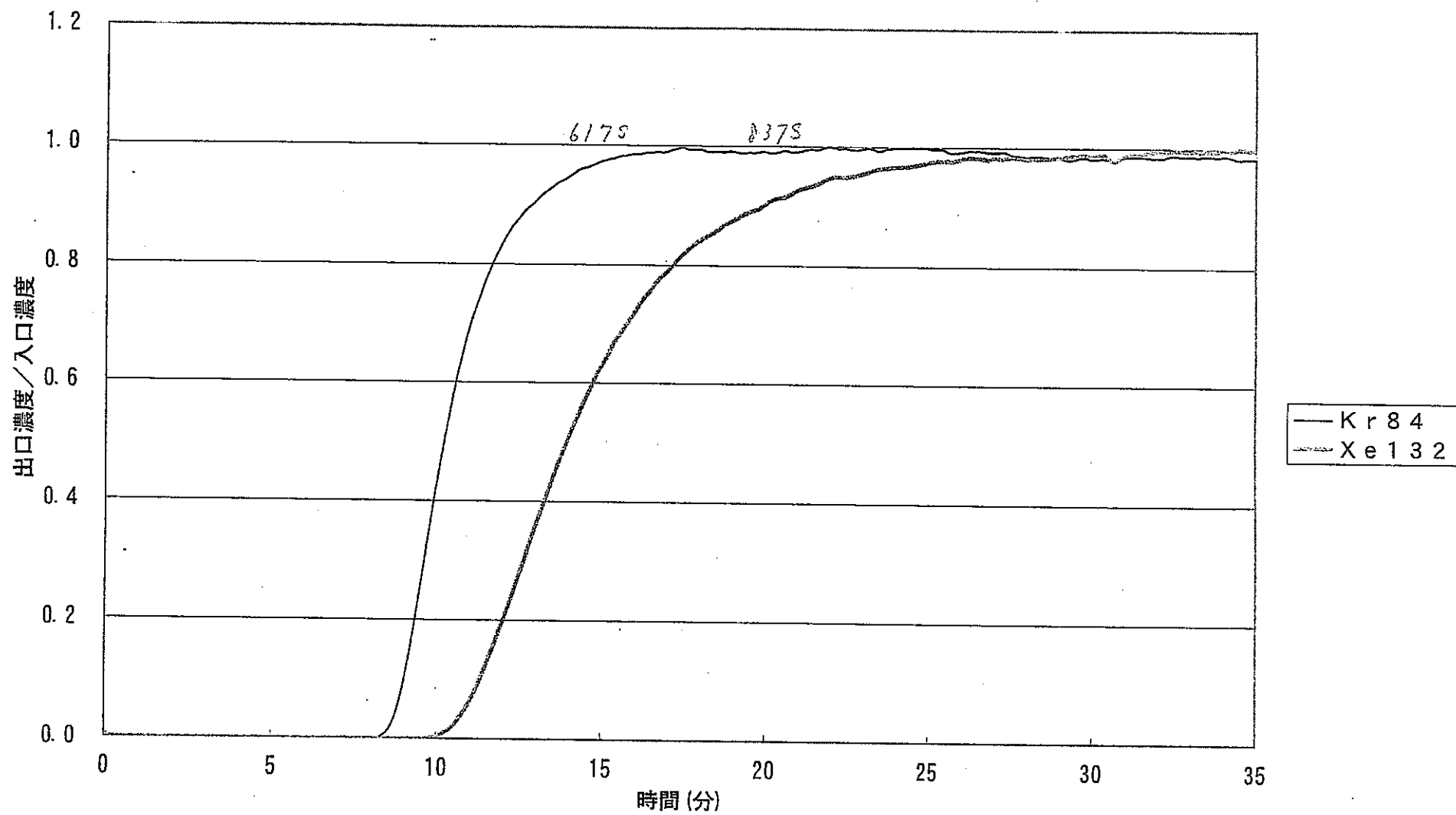


図02-67 150°C, 0kPa, 1ppm, Ar^Λ-λ, 0.10NL/min, 吸着, ダイソ-ブ (Ar-Ar) 91

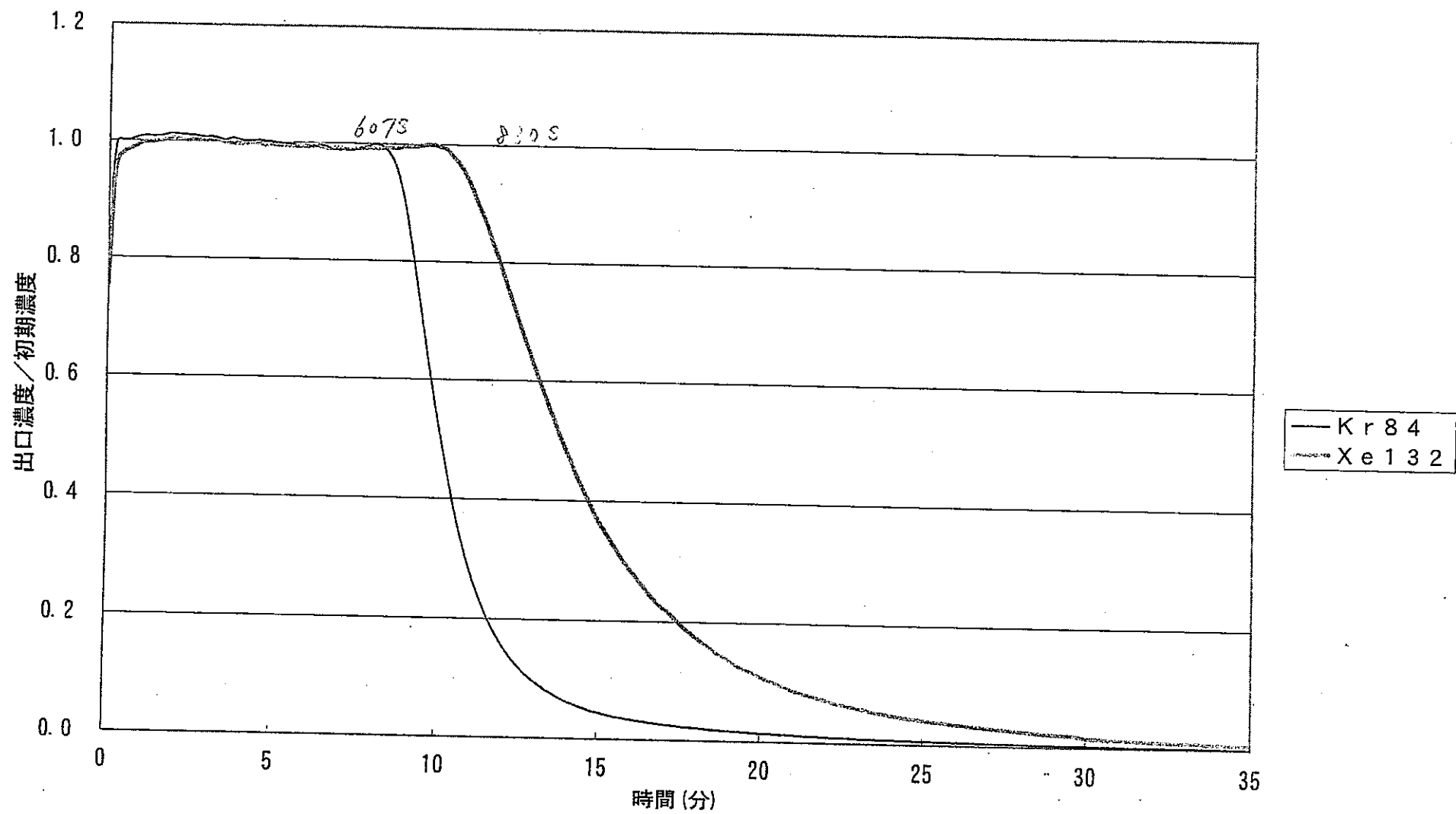


図02-68 150°C, 0kPa, 1ppm, Ar⁺-s, 0.10NL/min, 脱着, ダイソー (Ar-Ar) 91

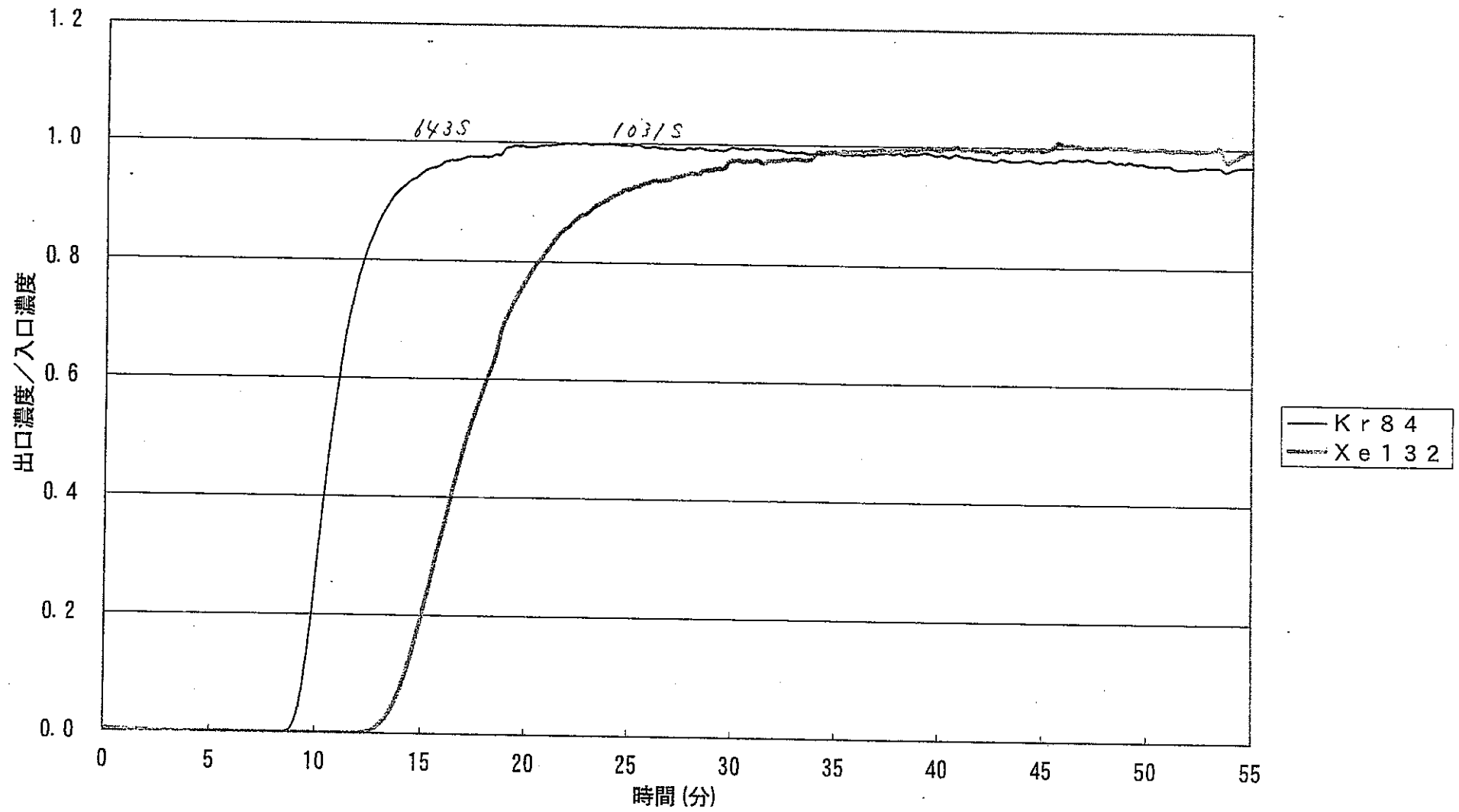


図02-69 100°C, 0kPa, 1ppm, Ar⁺-ス, 0.10NL/min, 吸着, ダイソープ (Ar-Ar) 92

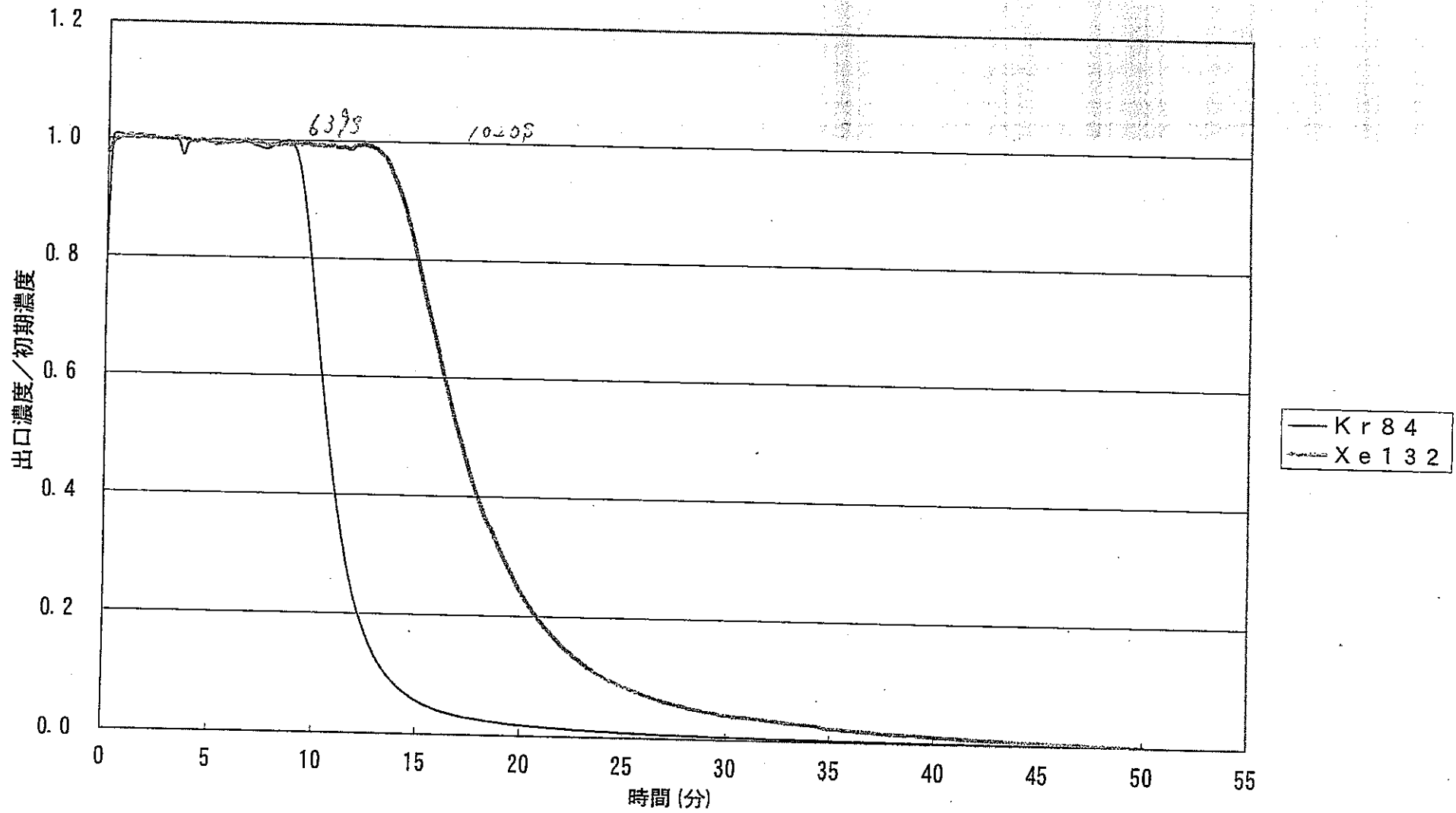


図02-70 100°C, 0kPa, 1ppm, Ar^λ-λ, 0.10NL/min, 脱着, ダイソー (Ar-Ar) 92 .

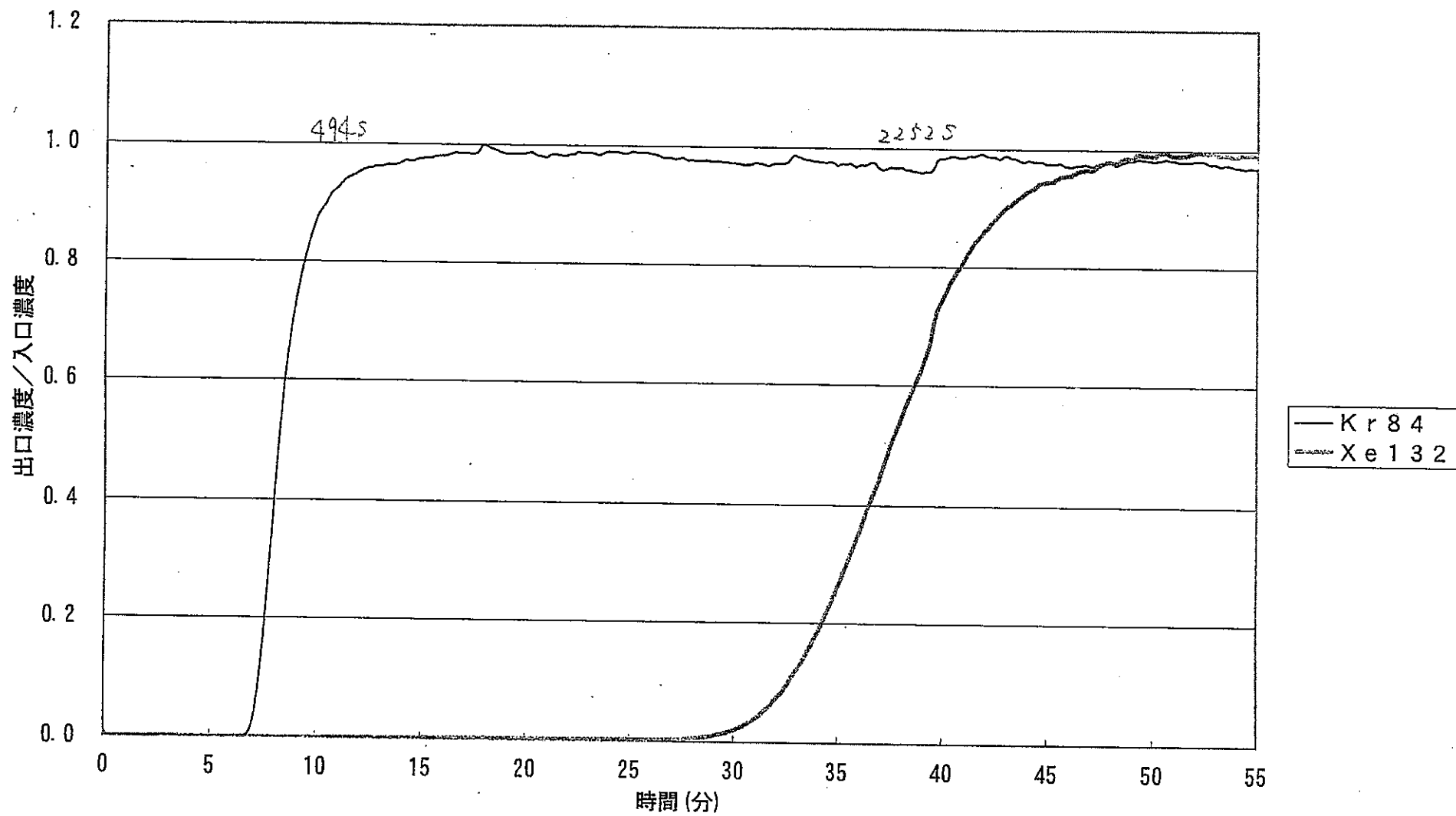


図02-71 0°C, 0kPA, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.37NL/min, 吸着, ダイソ-ブ (Ar-Ar) 93A

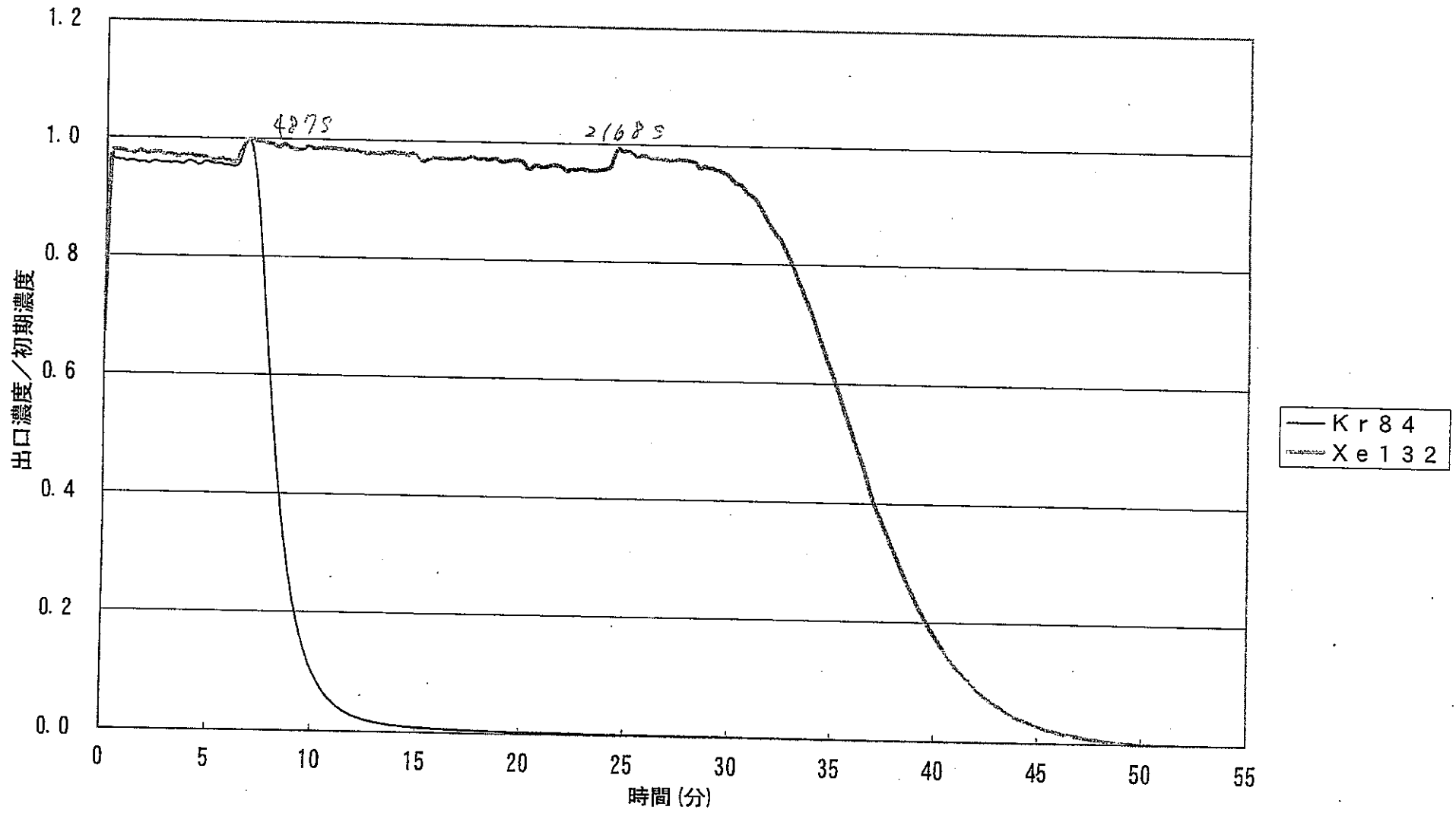


図02-72 0°C, 0kPa, 1ppm, Ar⁺-ス, 0.38NL/min, 脱着, ダイソ-ブ (Ar-Ar) 93A

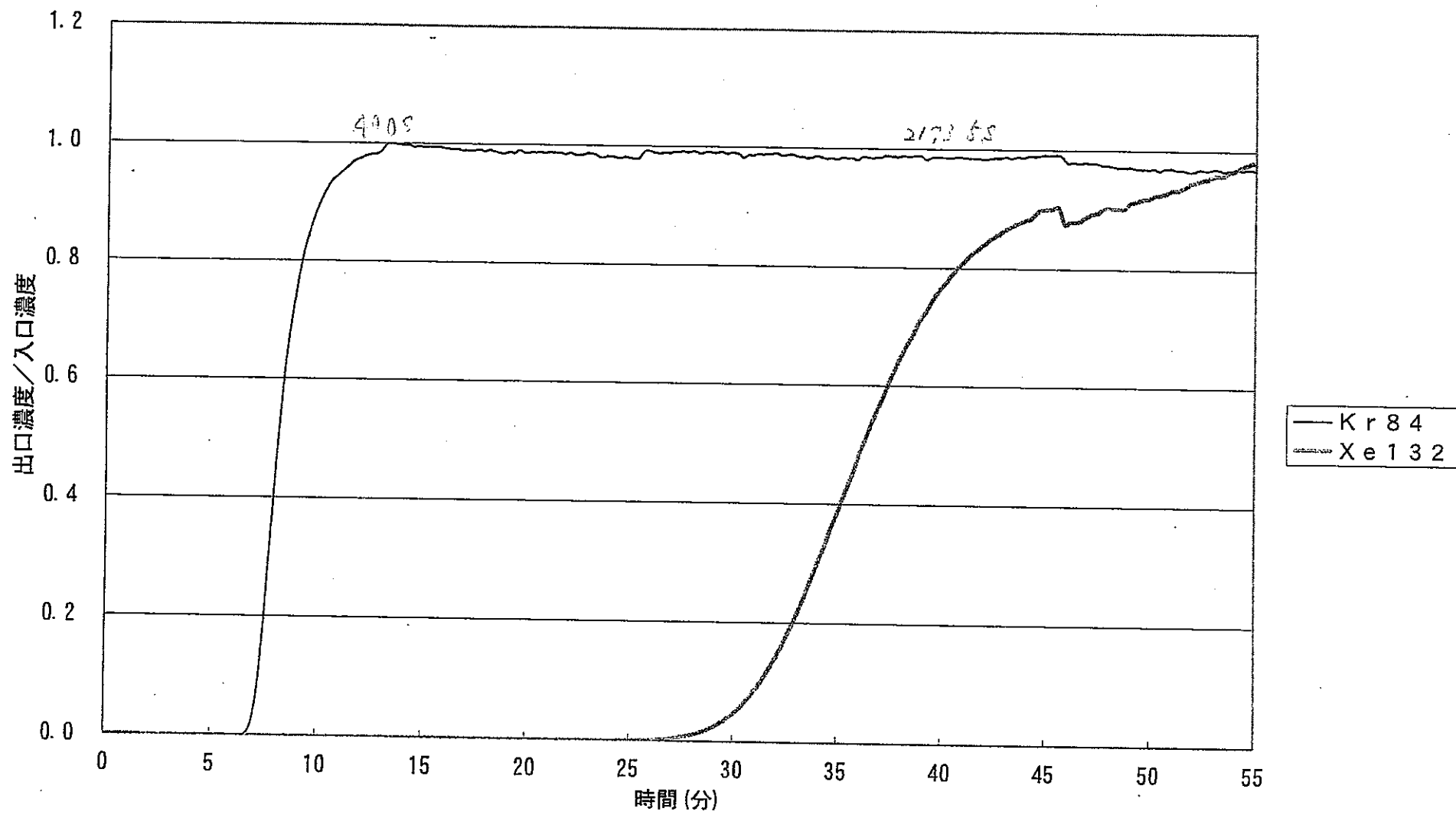


図02-71-0 0°C, 0kPa, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.37NL/min, 吸着, ダイソープ (Ar-Ar) 93

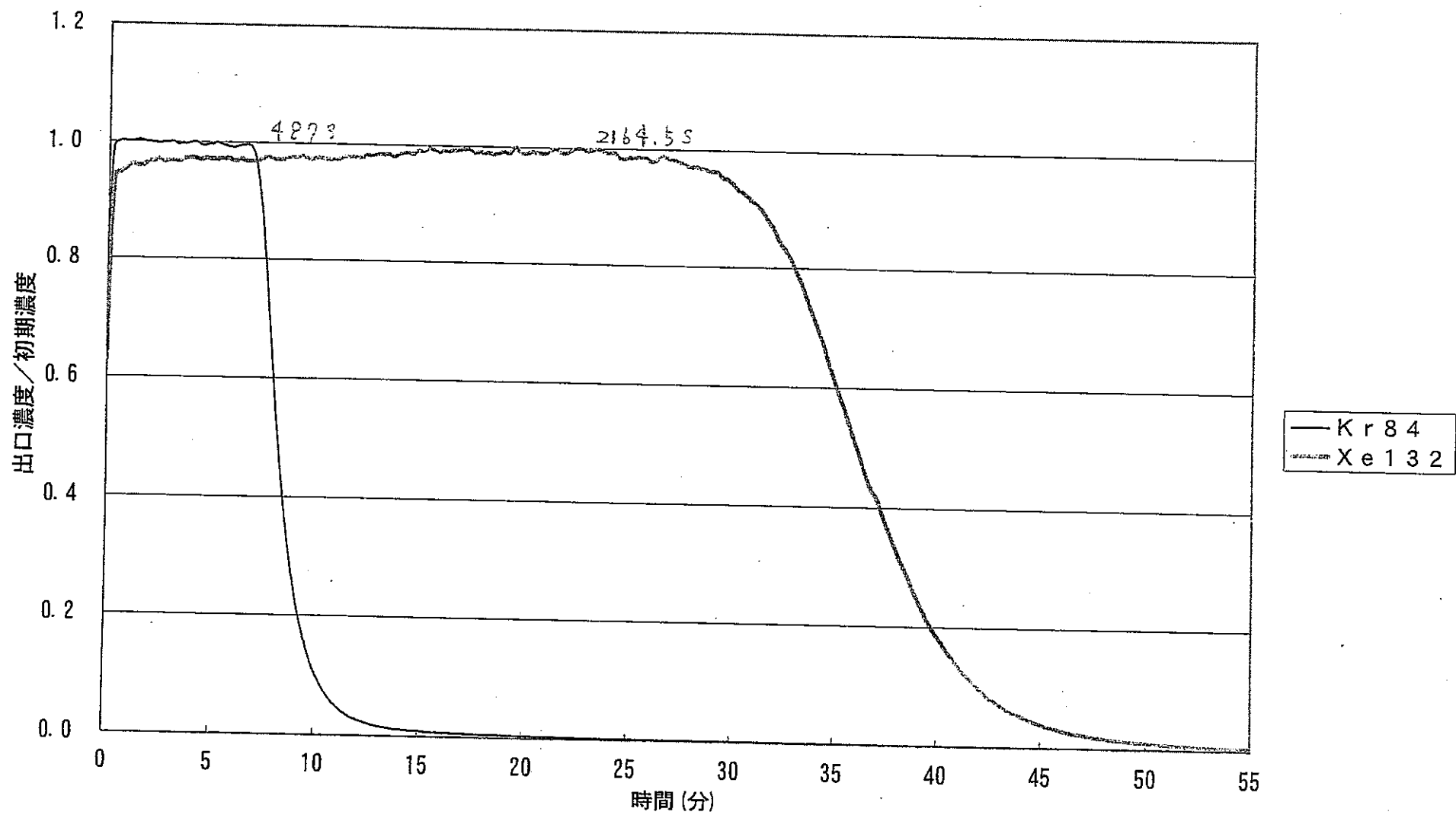


図02-72-0 0°C, 0kPa, 1ppm, Ar⁺-s, 0.38NL/min, 脱着, ダイソフ (Ar-Ar) 93

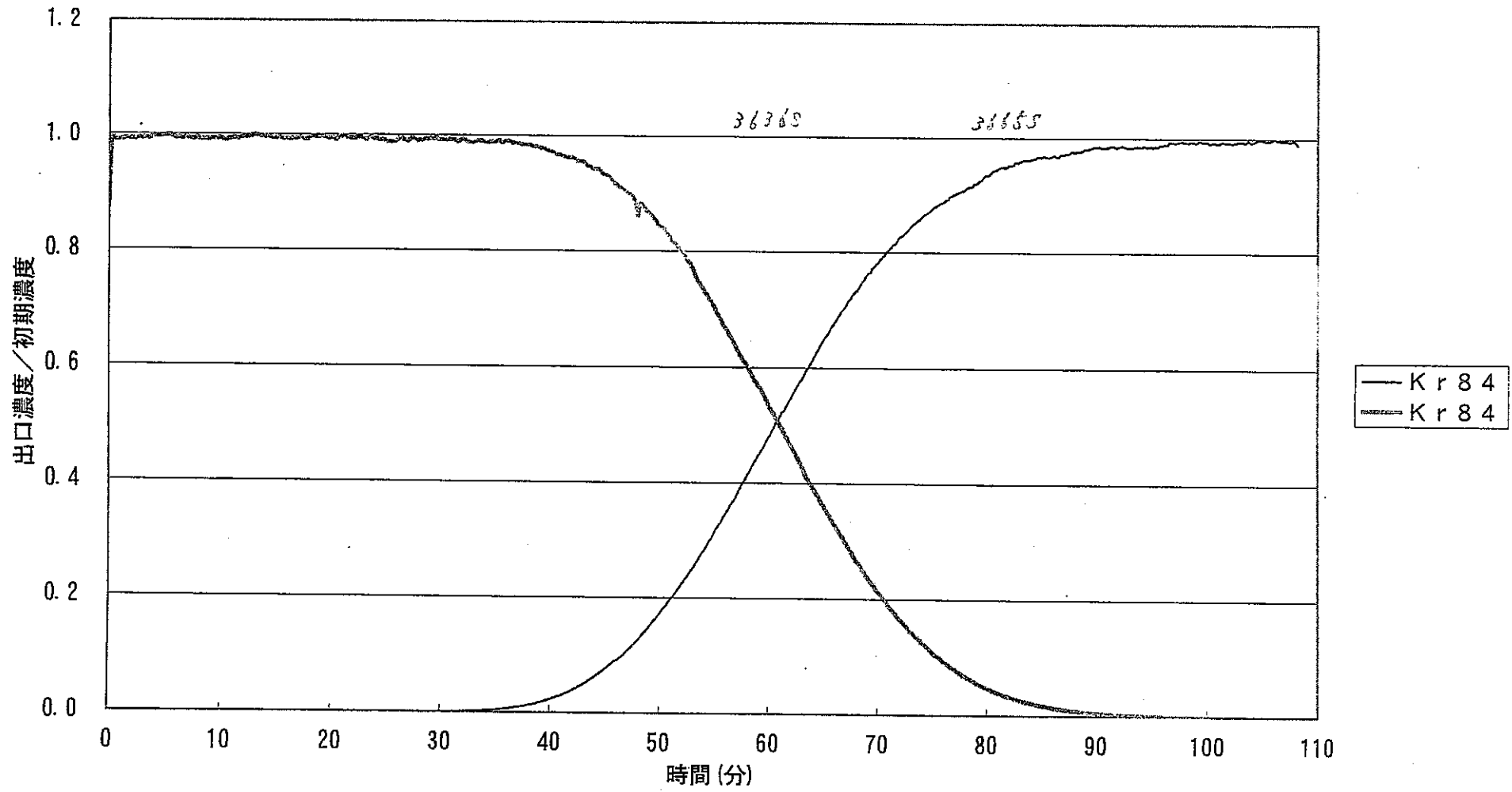


図02-73 -163°C , 0kPa , 1ppm , Ar^{\wedge} - λ , 吸脱着 $2.86\text{NL}/\text{min}$, ダイソ-ブ (Ar-Ar) 94.

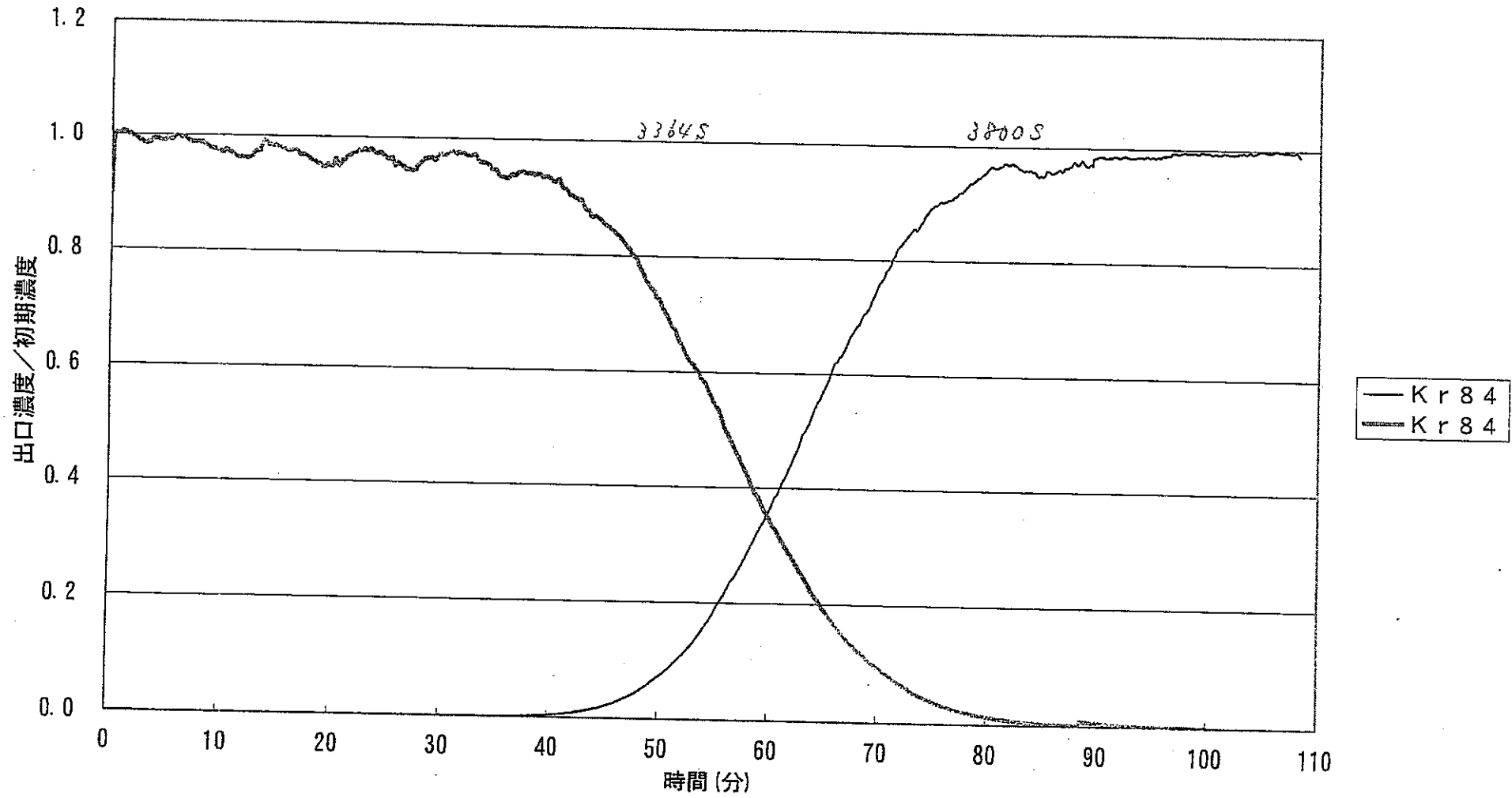


図02-74 -163°C , 112kPa, 1ppm, $\text{Ar}^{\wedge}-\text{s}$, 吸着2.86NL/min, 脱着2.97NL/min, ダイソー (Ar-Ar) 95

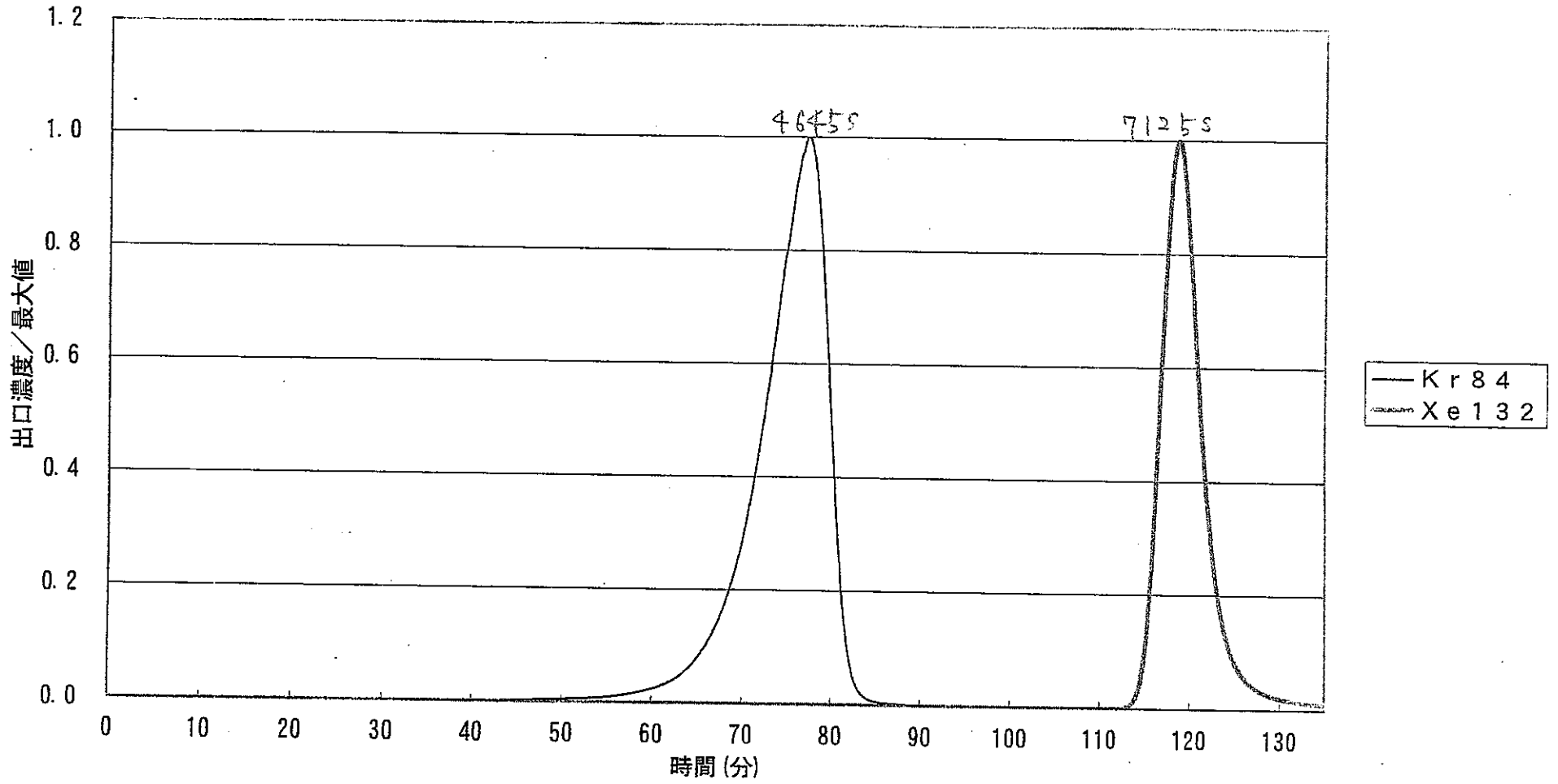


図02-75 -155°C , 112kPa, 1ppm/Ar, 吸着3.86NL/min-30min, 脱着0.33NL/min/He-1.96 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$, ダイソープ 96

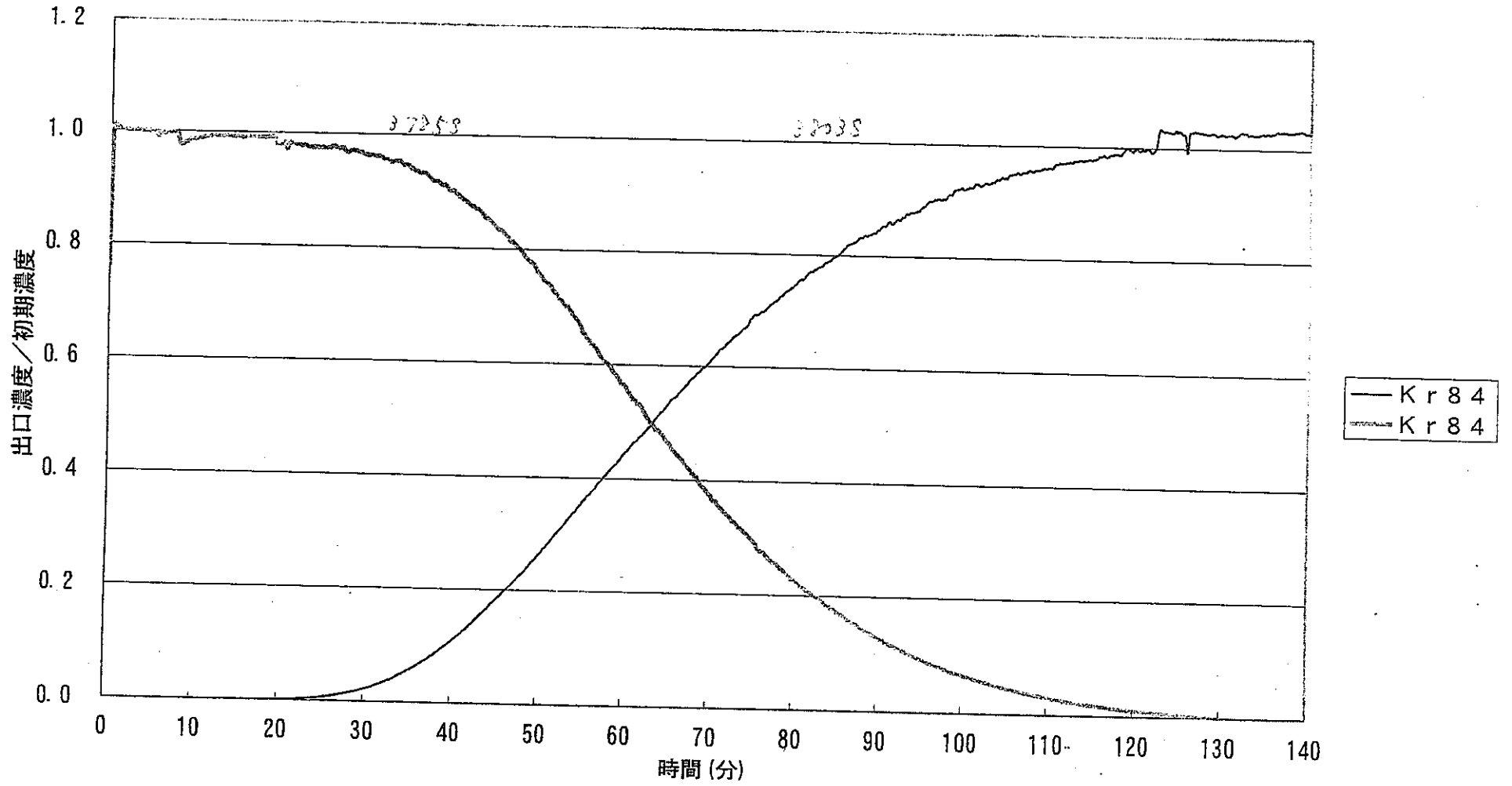


圖02-76 -170.5°C , 0kPa , 1ppm , $\text{Ar}^{\wedge}-\lambda$, 吸着 $2.94\text{NL}/\text{min}$, 脱着 $2.95\text{NL}/\text{min}$, $\text{GW-HH12}/20 (\text{Ar}-\text{Ar}) 97$

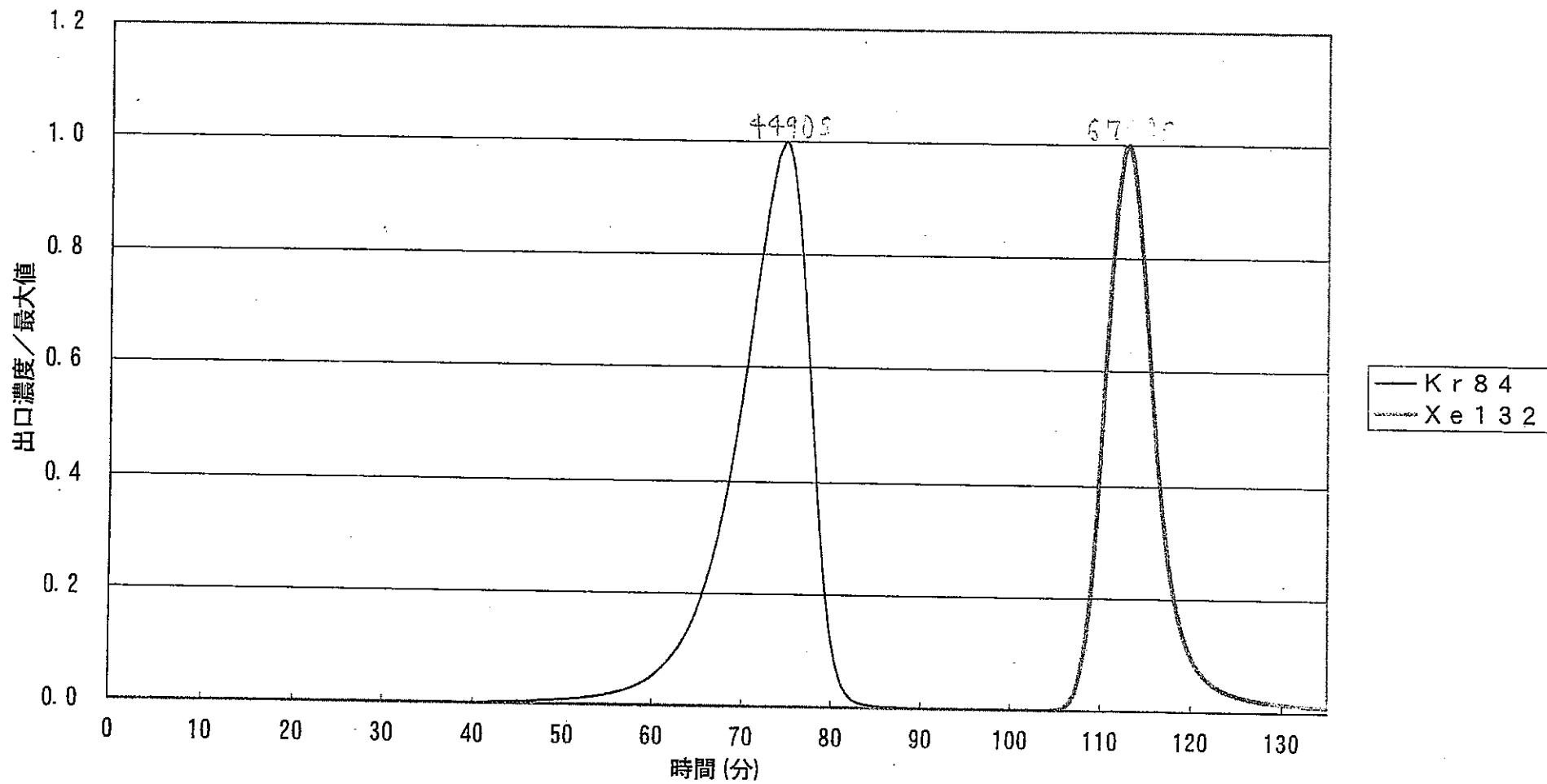


圖02-77 -169.4°C, 112kPa, 1ppm/Ar, 吸着2.92NL/min-30min, 脱着0.36NL/min/He-2.24°C/min, GW-HH12/20 98

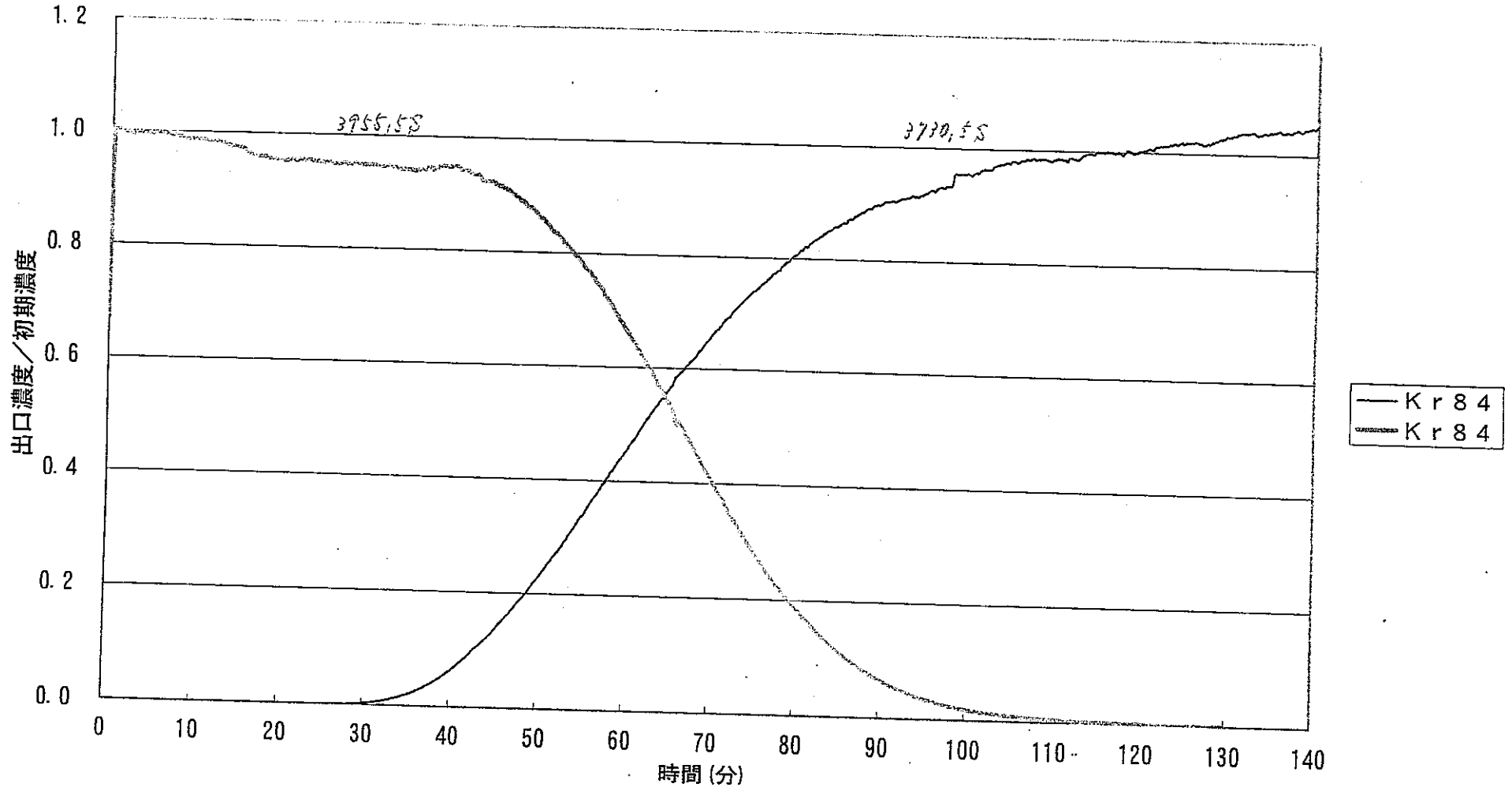


圖02-78 -167.5°C, 0kPa, 1ppm, Ar⁺-λ, 吸着2.84NL/min, 脱着2.79NL/min, GW-HH24/42 (Ar-Ar) 99

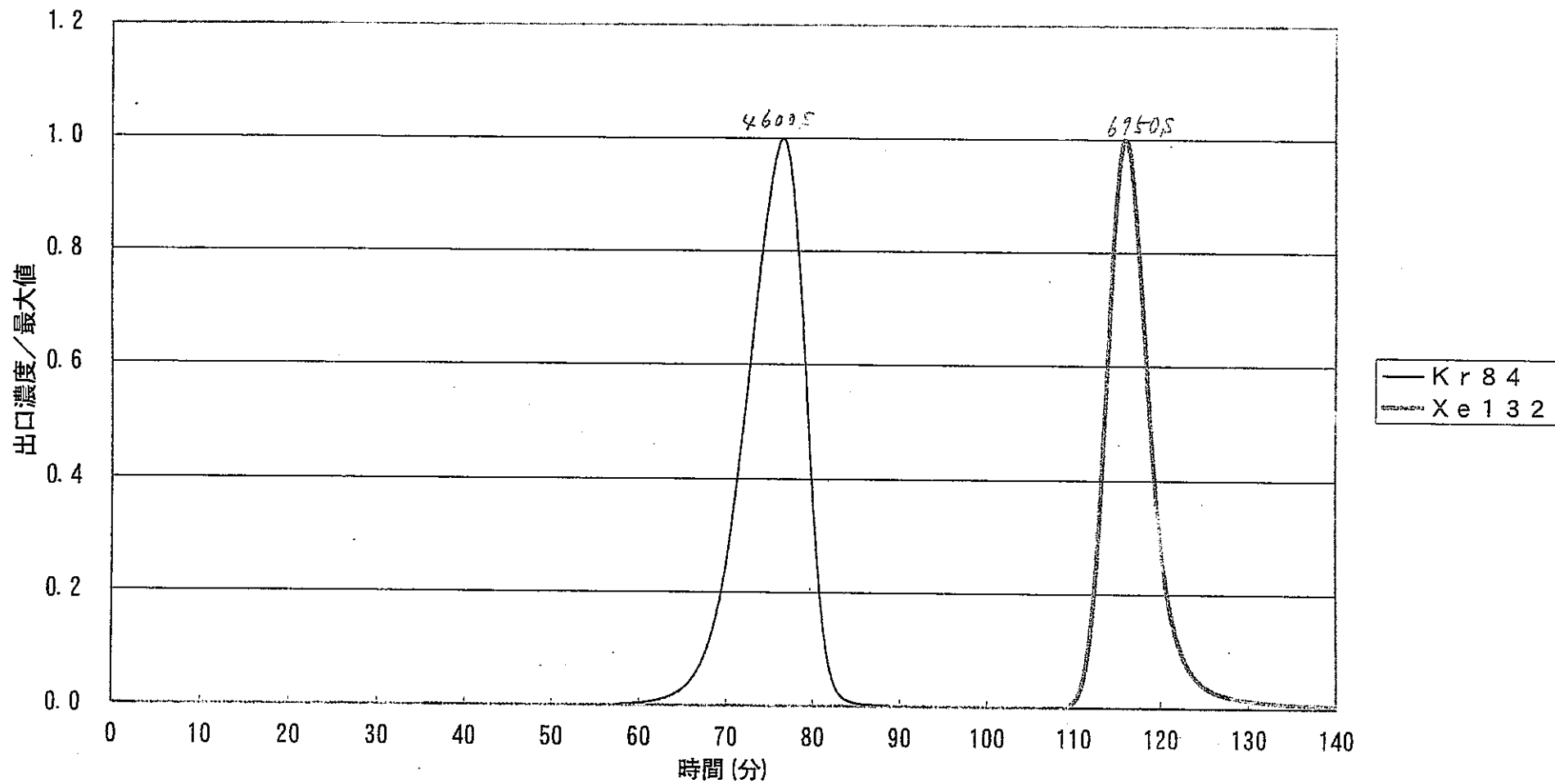


圖02-79 -168.3°C, 112kPa, 1ppm/Ar, 吸着2.91NL/min-30min, 脱着0.34NL/min/He-2.07°C/min, GW-HH24/42 100

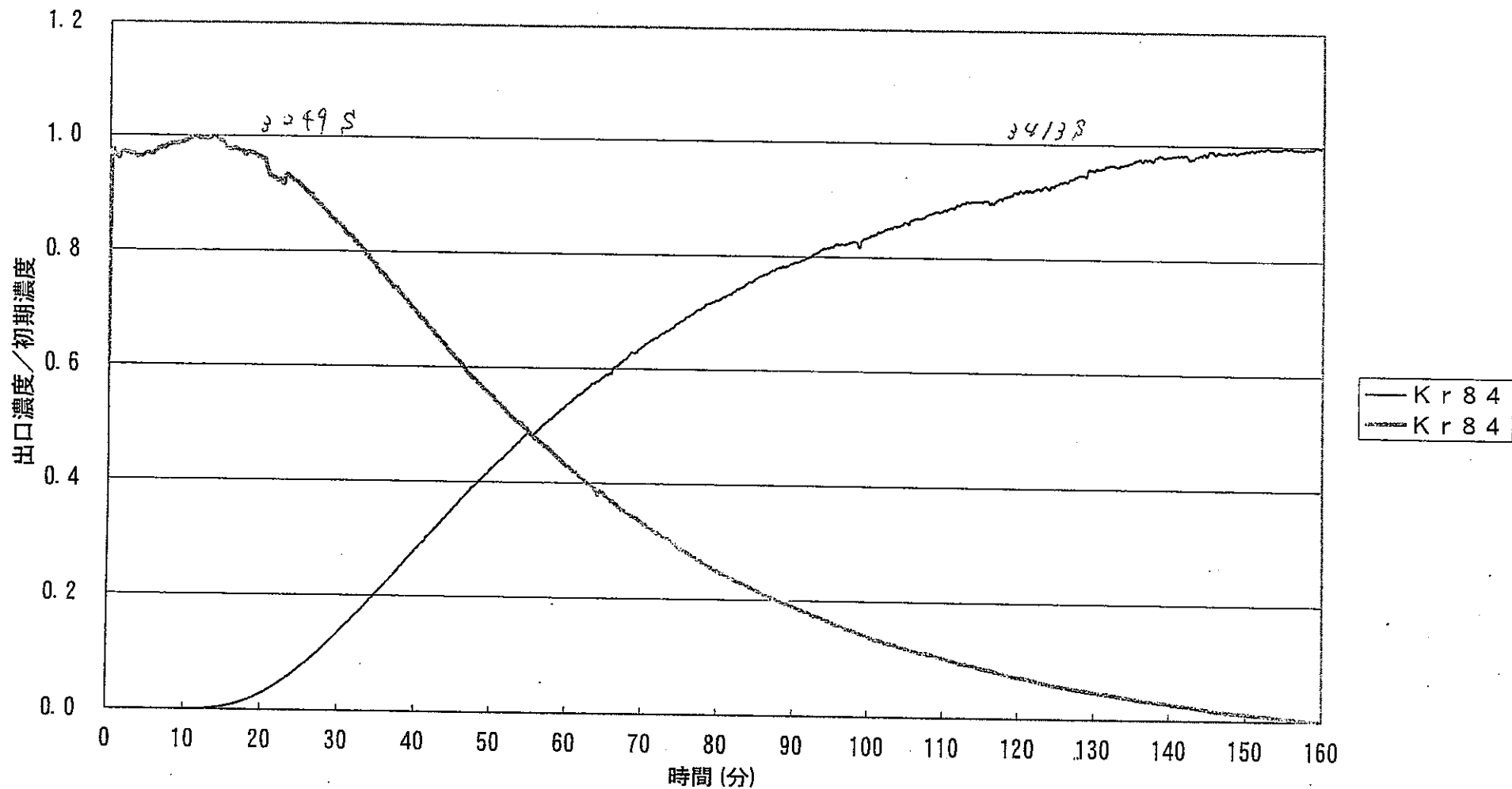


圖02-80 -169.3°C , 0kPa , 1ppm , $\text{Ar}^{\wedge}-\lambda$, 吸着 $2.88\text{NL}/\text{min}$, 脫着 $3.03\text{NL}/\text{min}$, LGN-067 (Ar-Ar) 101

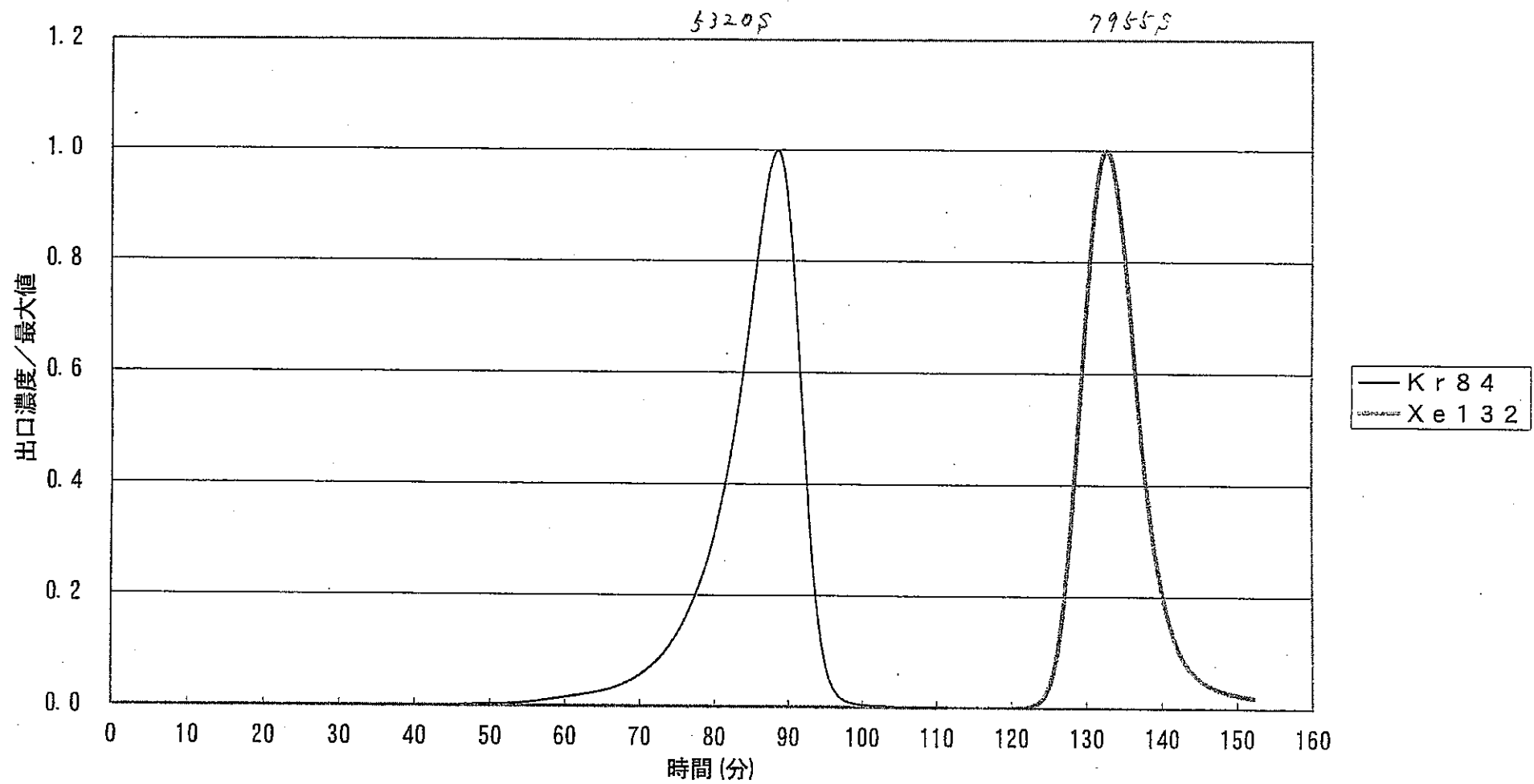


圖02-81 -169.6°C, 112kPa, 1ppm/Ar, 吸着2.85NL/min-30min, 脱着0.34NL/min/He-2.03°C/min, LGN-067 102

添付資料 2 (2)

実験条件一覧

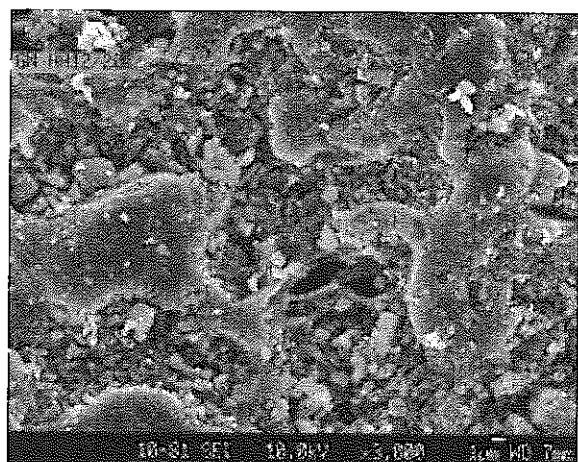
表1. 実験条件一覧

Run-No.	活性炭	充填量 (g)	室温 (°C)	吸着テスト結果										脱着テスト結果										Kr 48			Xe 132			Kr 48			Xe 132		
				Kr濃度 (ppm)	Xe濃度 (ppm)	ヘース	ガス流量 (NL/min)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Pi (Mpa)	温度 (°C)	ガス	温度 (°C)	昇温速度 (°C/min)	ガス流量 (NL/min)	イオン源真空度 (Pa)	分析部真空度 (Pa)	スリット幅 (μm)	レンズ値	SEM電圧 (kV)	吸着スタート (min)	吸着中間 (min)	吸着エンド (min)	吸着スタート (min)	吸着中間 (min)	吸着エンド (min)	脱着スタート (min)	脱着中間 (min)	脱着エンド (min)	脱着スタート (min)	脱着中間 (min)	脱着エンド (min)			
Run-02	DIA-002	<7.21>	23.6	10.00	10.00	He	0.33	1	1	0.05	0.5	He	0.5	0.33	3.00E-04	2.90E-05	150			5.8	7.3	11.6	39.7	62.1	82.6	6.1	7.1	89.5	42.8	56.9	106.5				
Run-03	DIA-001	7.72	25.2	1.04	1.01	He	0.33	1	1	0.05	0.5	He	0.5	0.33	3.10E-04	2.60E-05	150			2.0	5.7	7.1	10.6	40	65.7	82.3	6.1	7.4	77.8	40.4	63.5	115.4			
Run-03A	DIA-021	7.72	28.1	1.04	1.01	He	0.33	2	2	0.04	0.5	He	0.5	0.33	3.10E-04	2.90E-05	150	7.08		1.2	6.0	7.3	11.0	35.2	61.2	94.7	6.1	7.3	99.6	39.8	62.9	140			
Run-04	DIA-002	7.72	26.6	10.00	10.00	He	0.33	2	2	0.05	0.5	He	0.5	0.32	3.10E-04	2.90E-05	75			1.5	6.1	7.3	13.5	42.7	63.1	82.6	4.6	5.8	67.5	46.2	61.4	103			
Run-05	DIA-003	7.72	26.1	1,000.00	1,000.00	He	0.32	1	1	0.05	0.5	He	0.5	0.32	3.00E-04	2.90E-05	150	7.25		0.9	6.7	8.0	11.3	34.9	47.2	59.1	6.0	7.0	88.5	30.1	44.7	128			
Run-06	DIA-004	7.72	25.3	1.04	1.01	He	0.32	1	1	0.05	0.5	He	0.5	0.32	3.00E-04	2.60E-05	150	7.35		2.0				34.5	52.7	64.7	5.9	7.5	77.2	48.9	66	111.8			
Run-07	DIA-005	7.72	26.3	1.01	1.01	Ar	0.32	2	2	0.04	0.5	Ar	0.5	0.33	2.80E-04	2.50E-05	150	7.35		2.8	6.7	7.8	11.9	24	42.1	56.5	6.8	7.7	24.8	22.9	40.9	71.4			
Run-07A	DIA-022	7.72	26.5	1.01	1.01	Ar	0.32	3	2	0.03	0.5	Ar	0.5	0.33	3.90E-03	2.20E-05	150	7.14		1.5	6.6	7.7	11.1	23.7	39.2	52	6.5	7.8	16.9	20.5	40.4	66.9			
Run-08	DIA-006	7.72	25.7	10.82	10.92	Ar	0.32	2	2	0.04	0.5	Ar	0.5	0.32	3.60E-04	2.80E-05	150	7.56		2.5	6.6	7.9	10.8	23.8	42.1	55.4	6.7	7.8	40	30.5	40.6	78			
Run-09	DIA-007	7.72	26.5	1,014.00	1,042.00	Ar	0.32	2	2	0.04	0.5	Ar	0.5	0.32	3.20E-04	2.60E-05	150	8.10		1.3	6.4	7.6	10.0	21.9	37.2	48.3	6.4	7.8	26	23.4	36.5	68			
Run-10	DIA-008	7.72	26.2	1.01	1.01	Ar	0.32	2	2	0.04	0.5	He	0.5	0.33	2.90E-04	2.50E-05	150	7.35		2.8															
Run-10A	DIA-018	7.72	26.5	1.01	1.01	Ar	0.34	2	2	0.04	0.5	He	0.5	0.33	3.00E-03	2.50E-05	150	5.70		2.8	6.2	7.3	10.5	27.8	39.3	78.1	7.0	8.0	106	33.3	60.7	120			
Run-11	DIA-009	7.72	26.1	1.04	1.01	He	0.62	3	2	0.03	0.5	He	0.5	0.61	3.00E-04	2.50E-05	150	8.58		2.0	4.5	5.5	6.3	19.5	34.6	50.4	4.9	5.9	74.8	24.4	36.5	81.6			
Run-11A	DIA-020	7.72	26.3	1.04	1.01	He	0.63	3	2	0.03	0.5	He	0.5	0.64	3.50E-04	2.60E-05	150	7.17		2.0	5.0	6.0	11.3	18.1	29.7	48.7	4.7	6.0	60.6	18	34.6	69.9			
Run-12	DIA-010	7.72	25.3	1.04	1.01	He	0.08	1	1	0.03	101	He	101	0.09	3.00E-04	2.50E-05	150	8.70		2.0	6.7	8.0	10.4	9.8	13.6	18.1	6.8	7.9	32.9	10.6	13.2	28.3			
Run-13	DIA-011	7.72	25.8	1.04	1.01	He	0.08	1	1	0.03	150	He	150	0.08	3.00E-04	2.50E-05	150	8.71		2.0	6.3	7.4	9.8	7.5	9.3	15.3	6.0	7.2	29.5	7.5	9.1	26.4			
Run-14	DIA-012	7.72	25.7	1.01	1.01	Ar	0.61	4	4	0.03	0.5	Ar	0.5	0.66	3.10E-04	2.50E-05	150	7.36		2.2	5.6	6.5	8.8	13.8	24.1	40.6	5.7	6.5	21.5	15	24	41.4			
Run-15	DIA-013	7.72	26.8	1.01	1.01	Ar	0.08	1	1	0.04	101	Ar	101	0.08	3.50E-04	2.50E-05	150	6.94		2.2	8.0	9.4	14.7	13.2	23.8	38.2	8.1	9.5	34.2	15.4	23.8	53			
Run-16	DIA-014	7.72	27.0	1.01	1.01	Ar	0.08	1	1	0.04	153	Ar	153	0.08	2.90E-04	2.50E-05	150	7.14		2.2															
Run-16A	DIA-019	7.72	26.0	1.01	1.01	Ar	0.08	1	1	0.04	151	Ar	151	0.08	2.90E-04	2.60E-05	150	6.20		2.5	7.7	8.8	20.6	9.9	12.8	24.1	7.2	8.5	29.8	8.9	11	34			
Run-17	DIA-015	7.72	26.4	1.01	1.01	Ar	0.67	5	4	0.04	0.5	He	0.5	0.67	3.90E-03	2.40E-05	150	6.92		2.2	5.3	6.3	9.0	10.8	24.2	40.1	6.3	6.9	58.1	20.9	33.9	60.4			
Run-18	DIA-016	7.72	26.2	1.01	1.01	Ar	0.08	1	1	0.04	99.7	He	101	0.08	2.80E-03	2.60E-05	150	6.88		2.5	7.9	8.9	11.7	12.7	17.8	25.5	8.8	10.9	40.1	12.4	17.3	38.2			
Run-19	DIA-017	7.72	26.3	1.01	1.01	Ar	0.08	1	1	0.04	150	He	150	0.08	3.00E-03	2.60E-05	150	6.88		2.5	7.4	8.2	10.2	10.2	13.1	19.2	8.0	12.7	40.1	10.8	14	36.7			
Run-20	クレー001	9.71	27.3	1.04	1.01	He	0.33	2	2	0.04	0.5	He	0.5	0.33	3.00E-04	2.60E-05	150	6.62		1.0															
Run-20A	クレー002	9.71	26.6	1.04	1.01	He	0.33	2	1	0.04	0.5	He	0.5	0.33	3.00E-04	2.60E-05	150	6.76		1.2															
Run-20B	★クレー001	7.75	26.4	1.04	1.01	He	0.35	2	1	0.04	0.1	He	0.0	0.34	2.90E-04	2.40E-05	150	6.65		1.2															
Run-20C	★クレー003	7.75	26.9	1.04	1.01	He	0.32	2	1	0.04	0.1	He	0.0	0.32	3.00E-04	2.60E-05	150	6.40		1.2															
Run-20D	★クレー004	7.75	27.1	1.04	1.01	He	0.36	2	1	0.04	0.1	He	0.1	0.35	3.00E-04	2.60E-05	150	6.57		1.2															
Run-20E	★クレー005	7.75	27.0	1.04	1.01	He	0.33	1	1	0.04	0.1	He	0.1	0.35	3.40E-04	2.60E-05	150	6.25		0.8				19.5	32	64				33.1	49.1	75.6			
Run-20F	★クレー006	7.75	27.0	1.04	1.01	He	0.33	1	1	0.04	0.1	He	0.1	0.35	3.40E-04	2.60E-05	150	6.25		0.8				36.9	57.8	80.8				37.5	59.1	77.4			
Run-20G	★クレー007	7.75	27.0	1.04	1.01	He	0.33	1	1	0.04	-	-	-	-	3.40E-04	2.60E-05	150	6.25		0.6															
Run-20H	★クレー008	7.75	26.6	1.04	1.01	He	0.33	1	1	0.04	0.1	He	0.1	0.35	3.20E-04	2.60E-05	150	6.24		0.7				38.7	62.5	118.1				37.4	58	94.3			
Run-20I	★クレー005	8.04	24.6	1.04	1.01	He	0.34	1	1	0.04	-0.7	He	-0.7	0.34	3.20E-04	2.70E-05	150	5.86		0.8	6.3	7.6	17.1	48.9	69.7	90.5	6.5	7.6	71.1	49.5	70.4	137.5			
Run-21	クレー003	9.71	27.1	1.01	1.01	Ar	0.33	2	2	0.03	0.4	Ar	0.5	0.33	4.00E-03	2.20E-05	150	6.09		1.5	7.3	8.8	12.3	34.7	58.8	83.1	7.8	8.9	26.3	39.5	59.2	91.9			
Run-21A	★クレー006	8.04	24.9	1.01	1.01	Ar	0.34	2	1	0.06	-0.5	Ar	-0.5	0.34	3.60E-03	1.80E-05	150	5.38		1.0	6.9	8.0	13.9	33.4	46.1	58.3	7.1	8.1	20.4	38.9	45.9	69.7			
Run-22	クレー004	9.71	26.9	1.01	1.01	Ar	0.33	2	2	0.03	0.4	He	0.4	0.33	3.00E-03	2.60E-05	150	5.73		1.2															
Run-22A	クレー014	9.71	27.0	1.01	1.01	Ar	0.33	2	2	0.03	0.5	He	0.4	0.34	3.90E-03	2.40E-05	150	6.04		1.2	7.1	8.5	11.4	7.6	8.9	33.1	35.8	59.3	78.9	69.3	96	160.1			
Run-23	クレー005	9.71	27.5	1.04	1.01	He	0.66	4	2	0.04	0.5	He	0.5	0.66	3.40E-04	2.20E-05	150	6.43		1.2	5.3	6.4	10.5	29.3	49.9	75.6	5.4	6.4	52.9	30.8	50.7	81.5			
Run-23A	★クレー006	7.75	26.6	1.04	1.01	He	0.65	3	3	0.05	0.1	He	0.1	0.68	3.10E-04	2.80E-05	150	6.46		1.2															
Run-24	クレー006	9.71	26.7	1.01	1.01	Ar	0.66	5	3	0.03	0.5	Ar	0.5	0.68	4.00E-03	2.60E-05	150	6.43		1.5	5.8	6.7	9.4	20.6	31.8	40.1	6.4	7.4	19.3	22.7	32.1	49.2			
Run-25	クレー007	9.71	27.2	1.01	1.01	Ar	0.66	5	4	0.03	0.5	He	0.5	0.66	3.00E-03	1.80E-05	150	6.42		1.2	5.6	6.6	8.8				6.6	7.6	10.6	19.9	31.5	45.7			
Run-25A	クレー015	9.71	26.6	1.01	1.01	Ar	0.68	5	4	0.03	0.4	He	0.5	0.90	4.50E-03	2.60E-05	150	5.64		1.2															
Run-25B	クレー016	9.71	26.6	1.01	1.01	Ar	0.67	5	4	0.03	0.4	He	0.5	0.90	4.50E-03	2.60E-05	150	5.64		1.2															
Run-26	クレー008	9.71	27.2	1.04	1.01	He	0.09	1	1	0.04	148	He	150	0.09	3.00E-04	2.30E-05	150	6.42		1.2	6.8	8.5	13.7	8	11	14.3	6.5	7.6	3						

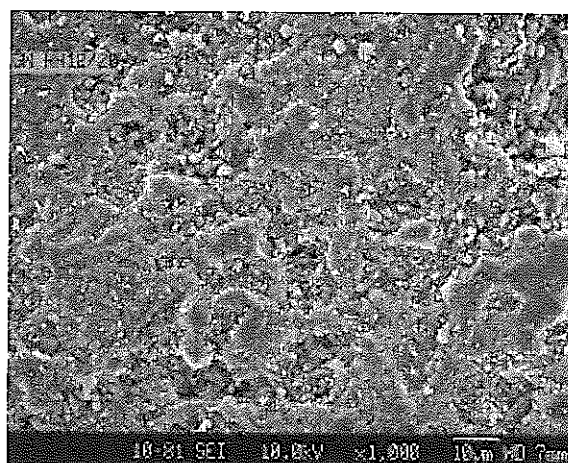
添付資料 3

活性炭の組織写真

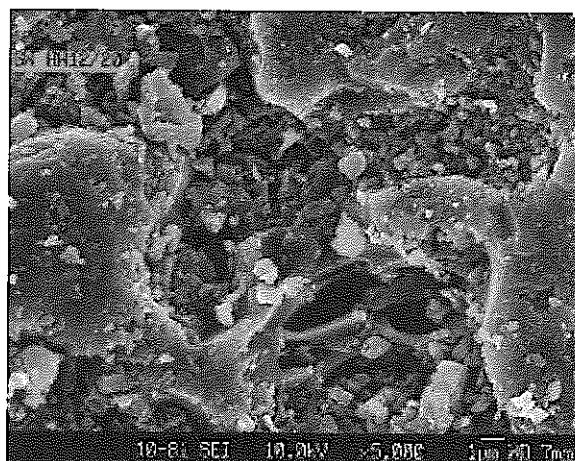
G W H H 1 2 / 2 0 S E M 観 察 写 真



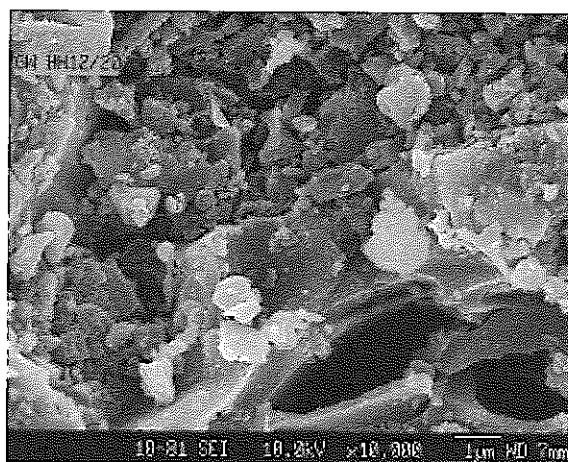
× 3,000



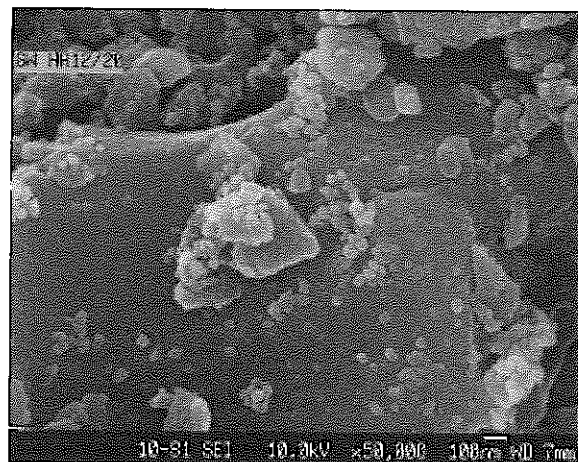
× 1,000



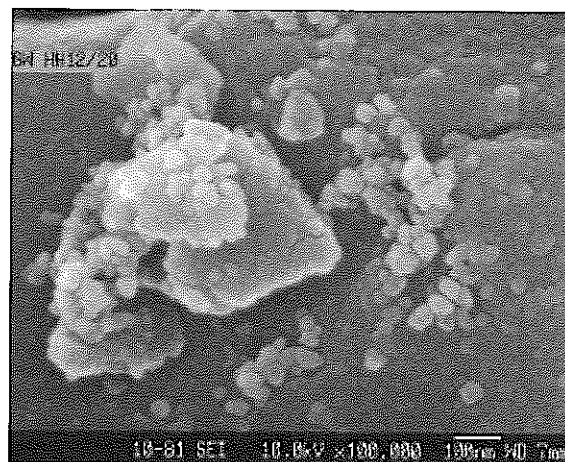
× 5,000



× 10,000

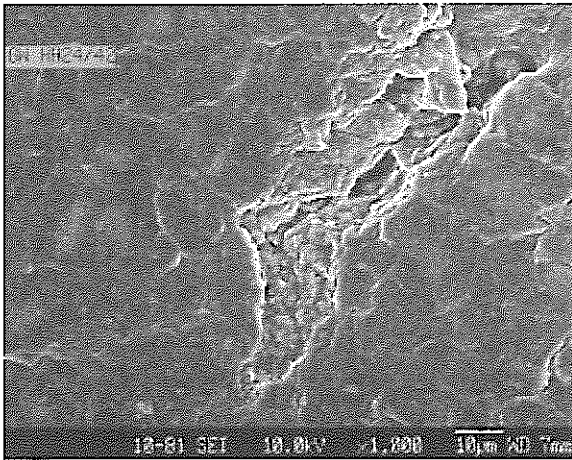


× 50,000

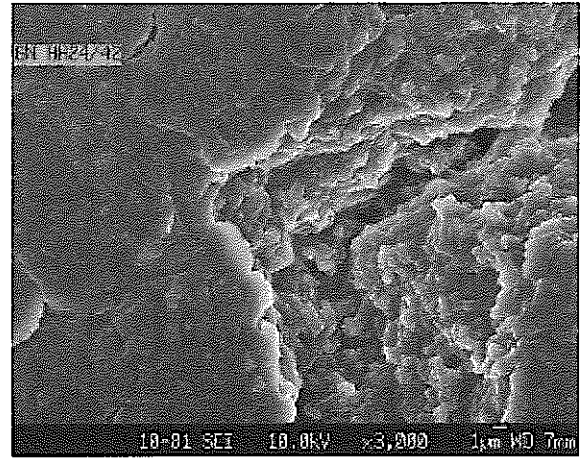


× 100,000

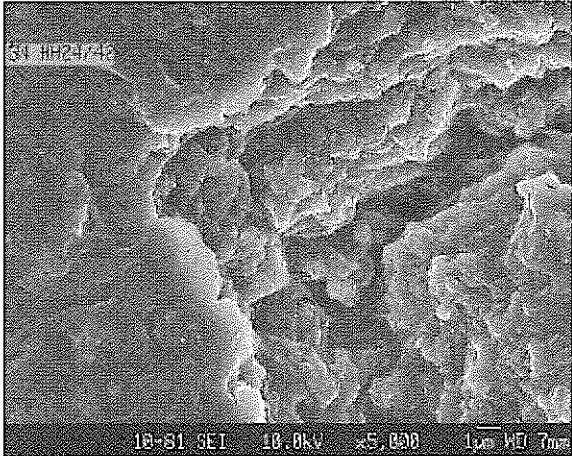
G W H H 2 4 / 4 2 S E M 観 察 写 真



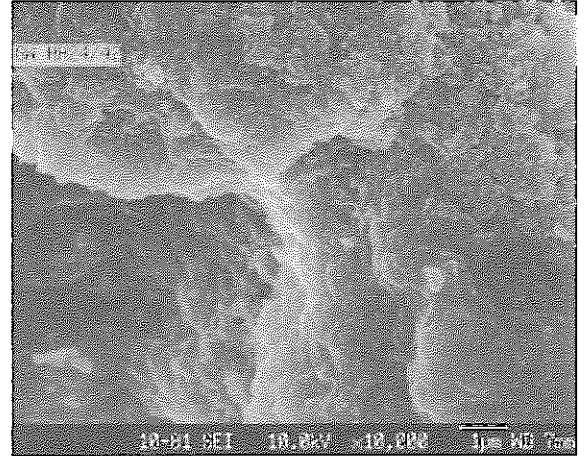
× 1,000



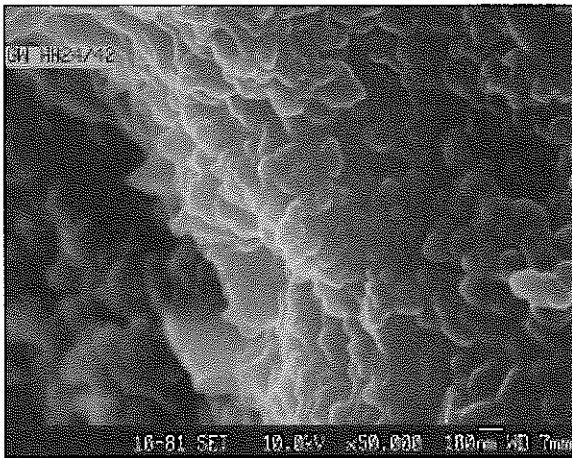
× 3,000



× 5,000

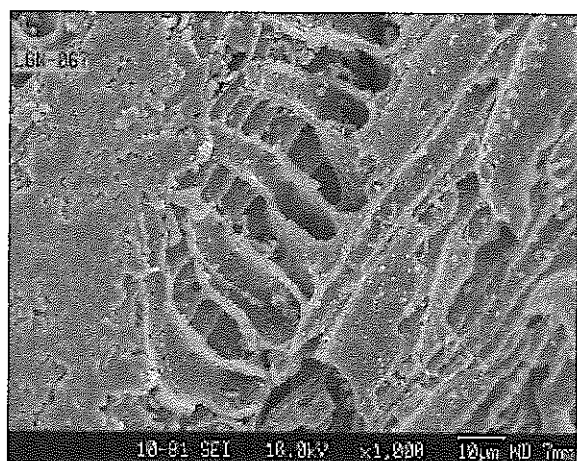


× 10,000

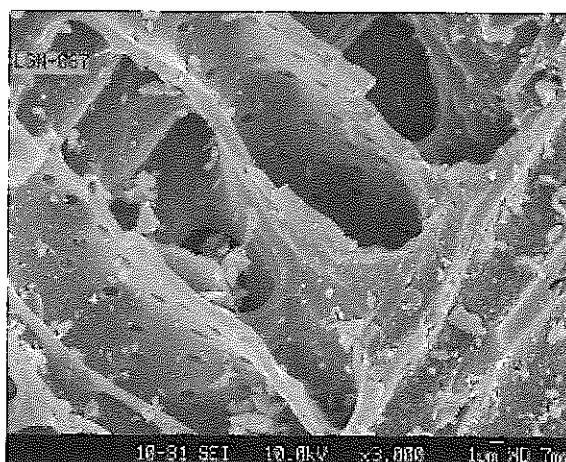


× 50,000

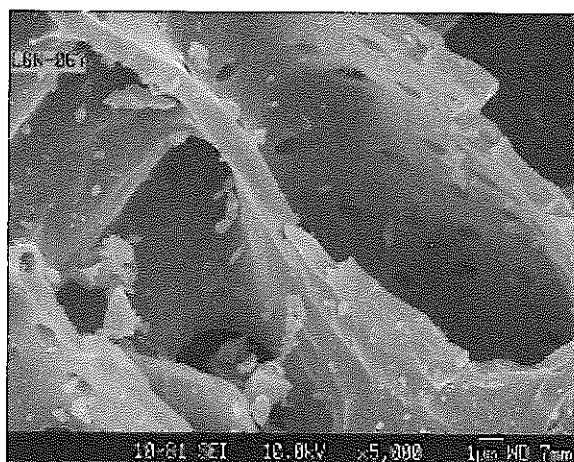
LGN 067 SEM 観察写真



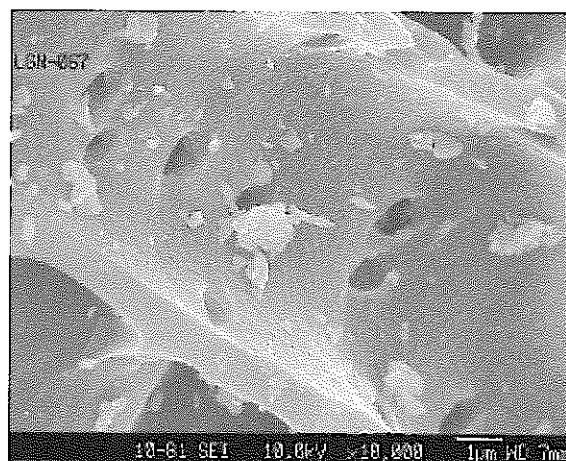
× 1,000



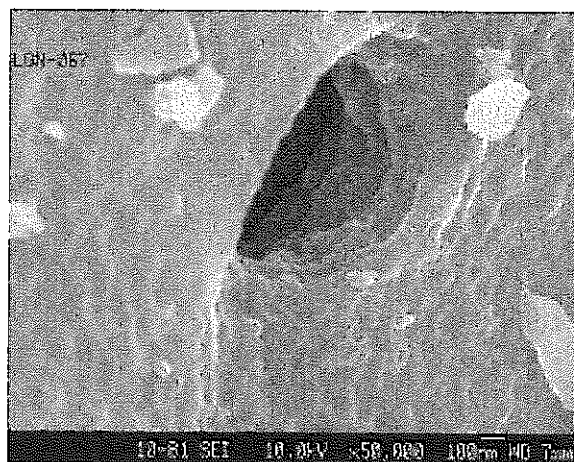
× 3,000



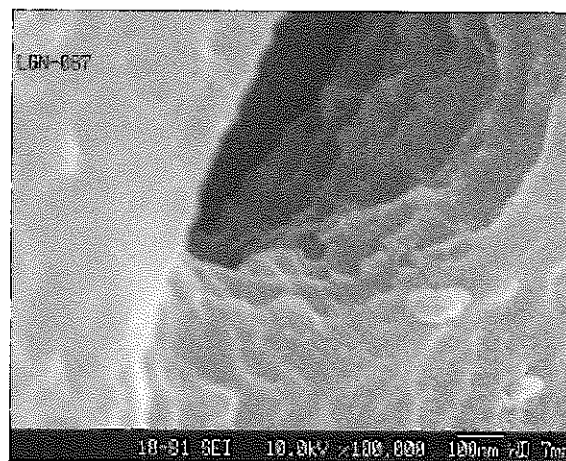
× 5,000



× 10,000

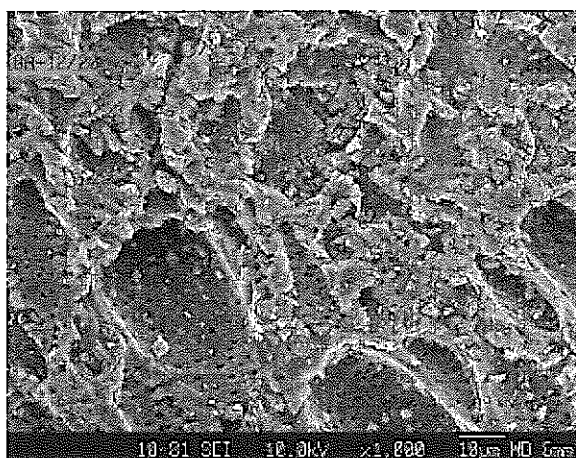


× 50,000

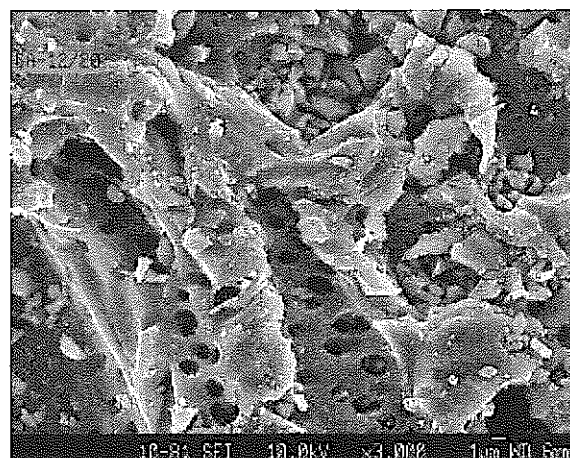


× 100,000

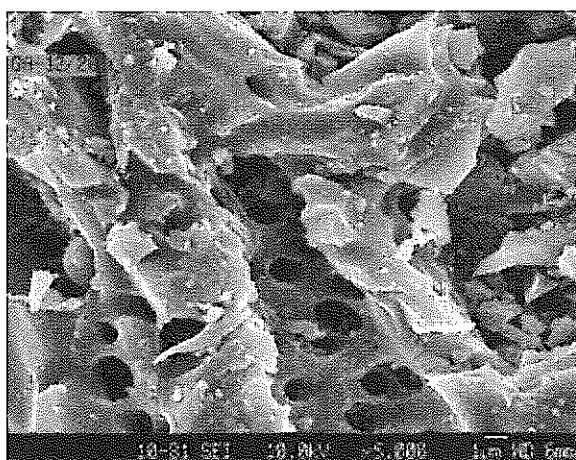
LGN 071 SEM観察写真



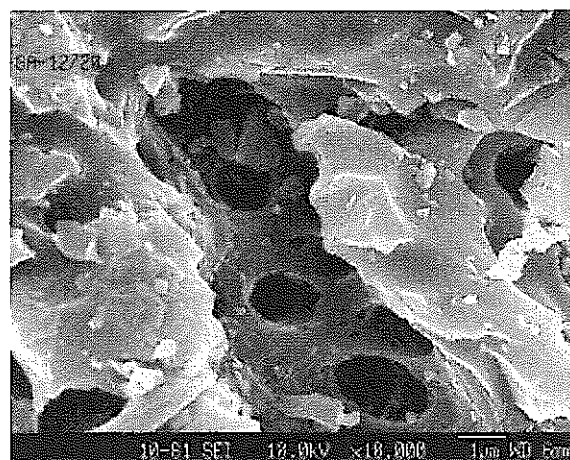
× 1,000



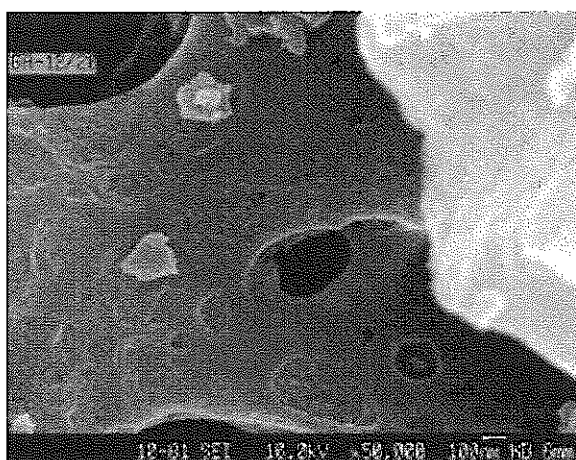
× 3,000



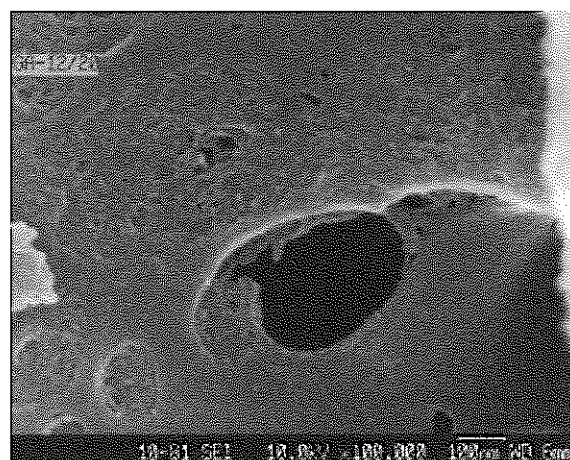
× 5,000



× 10,000

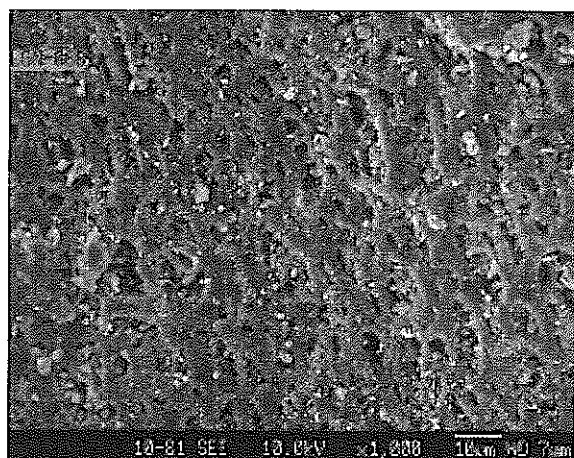


× 50,000

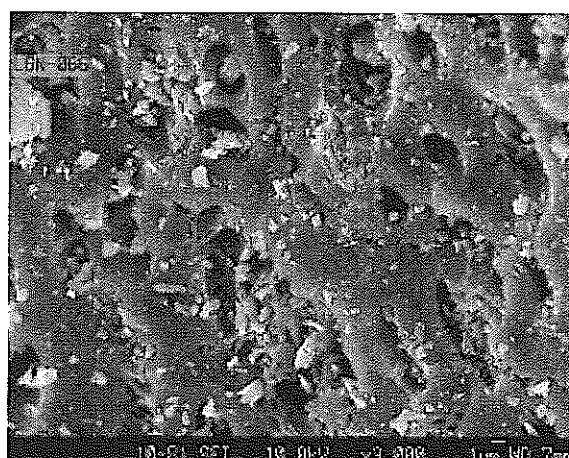


× 100,000

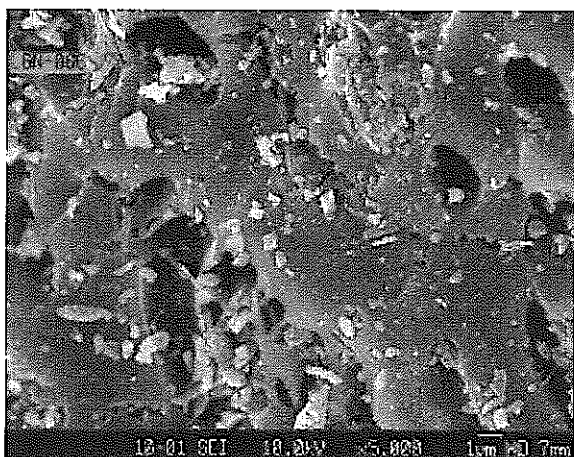
LGN 066 SEM 観察写真



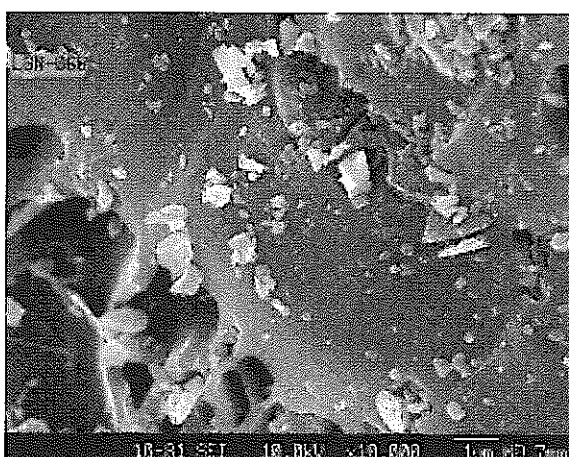
× 1,000



× 3,000



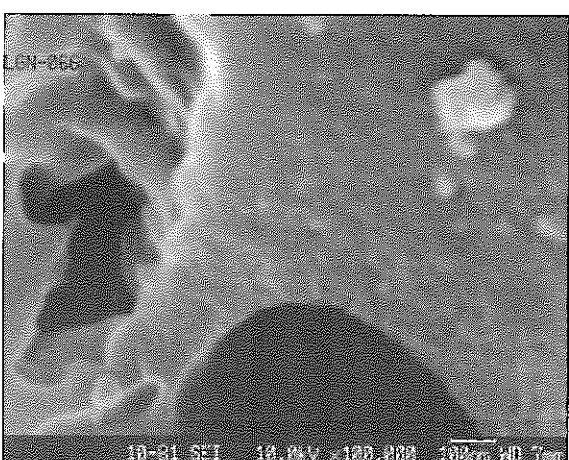
× 5,000



× 10,000

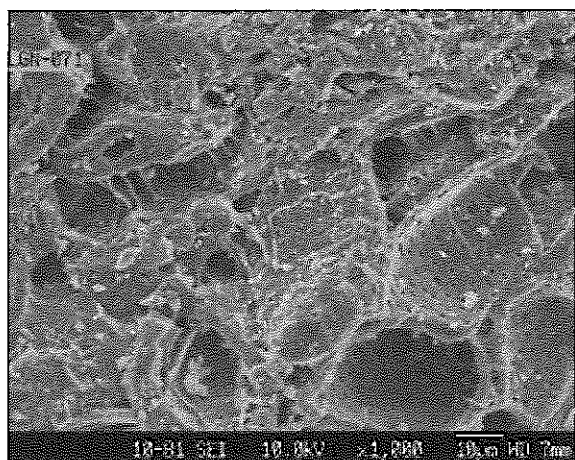


× 50,000

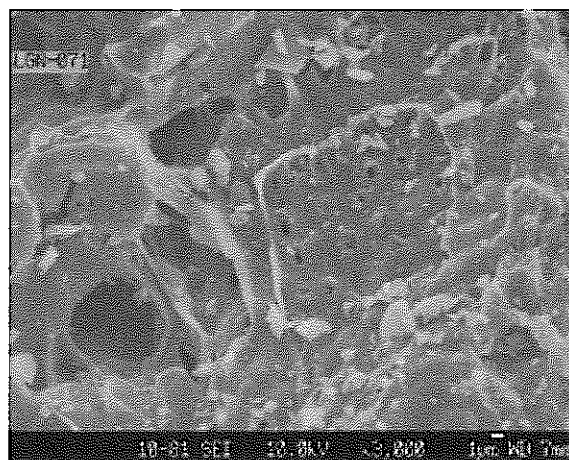


× 100,000

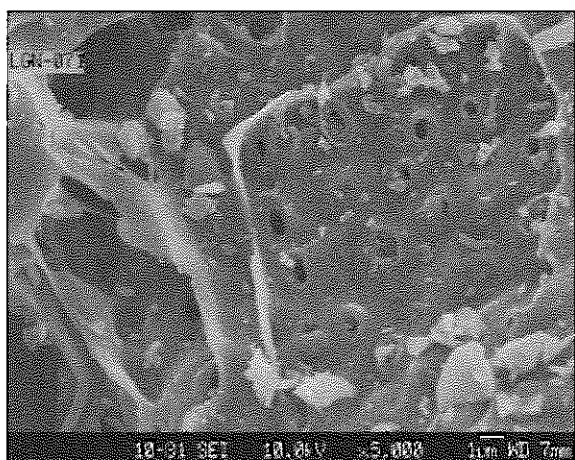
GA 12 / 20 SEM 観察写真



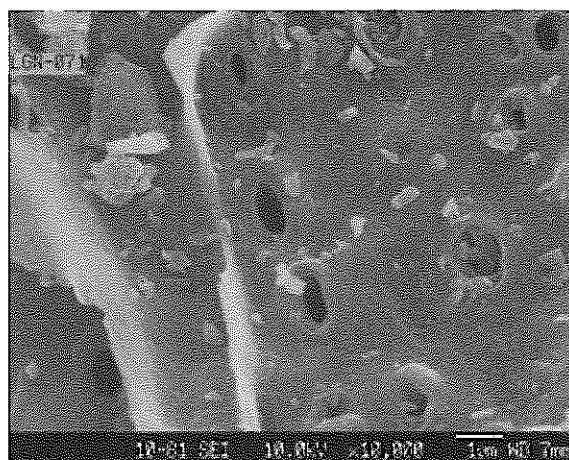
× 1,000



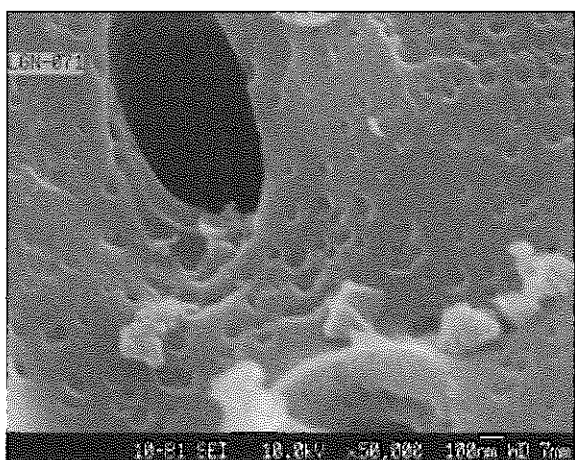
× 3,000



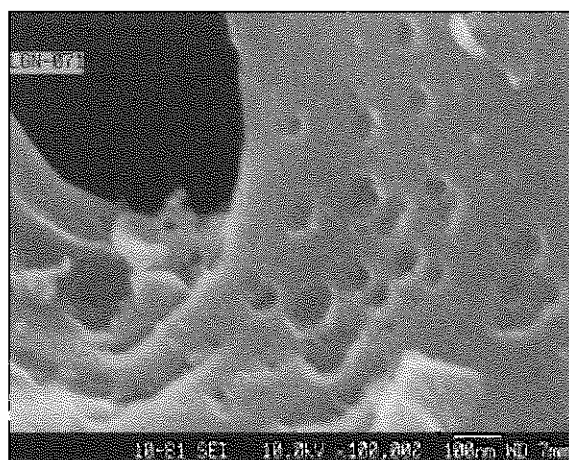
× 5,000



× 10,000

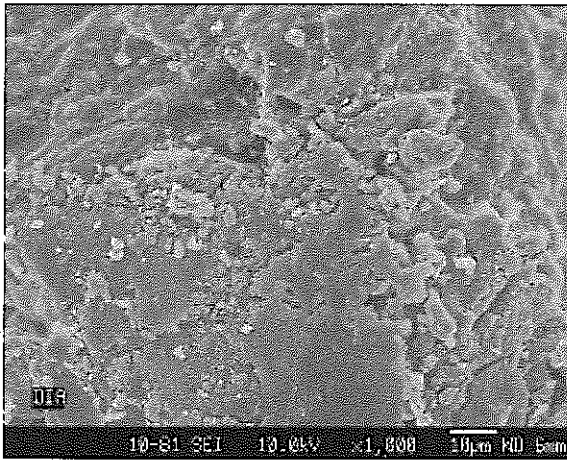


× 50,000

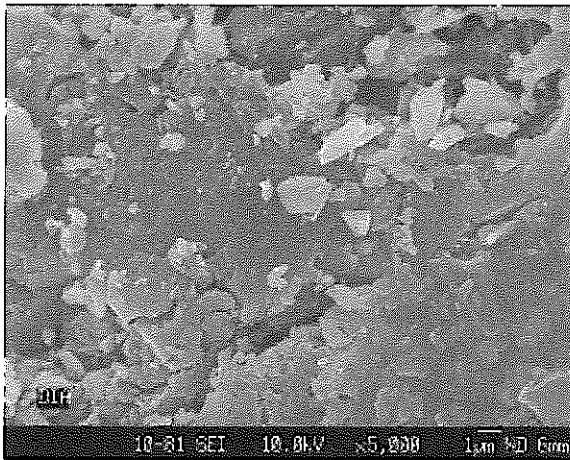


× 100,000

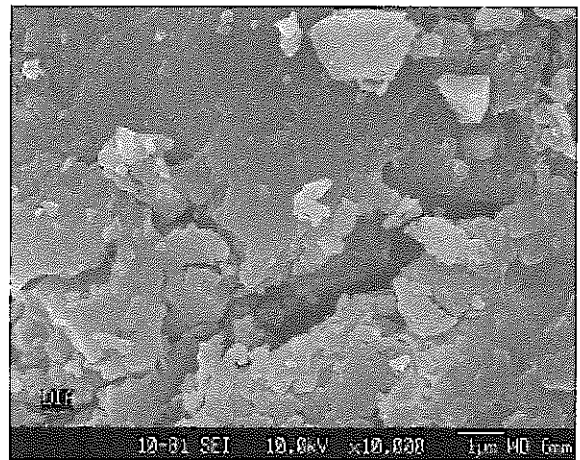
D I A S E M 観 察 写 真



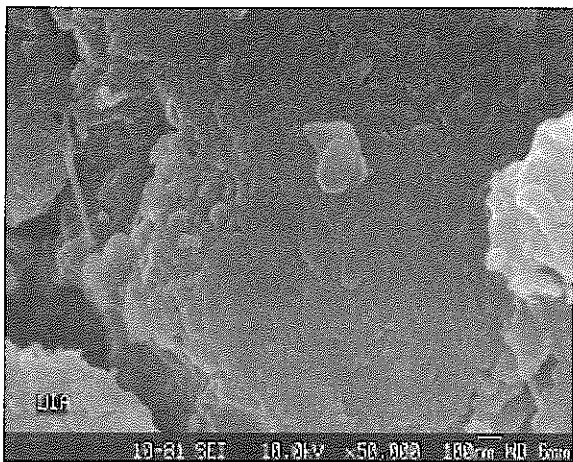
× 1,000



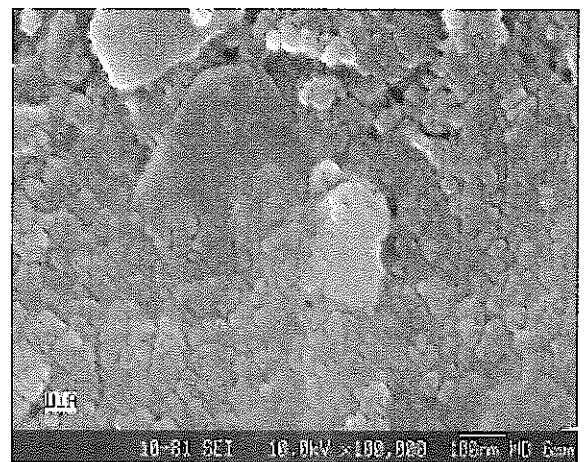
× 5,000



× 10,000



× 50,000



× 100,000