

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.	
1427		

活性炭の吸脱着特性に関する試験研究

報告書

平成14年2月

(財)若狭湾エネルギー研究センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、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

Inquires 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

2002年2月

活性炭の吸脱着特性に関する試験研究

丸山忠司*、長友仁郎*

要旨

本研究では、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、吸着床出口から流出する Xe, Kr 濃度の時間変化をリアルタイムで実測して吸脱着破過曲線を得ることにより、活性炭の吸着・脱着特性を確認することを目的に行った。具体的には以下の作業を行った。

（1）試験装置の製作

低温から高温まで設定温度を変化させ、また圧力も変化できる活性炭吸着床から流出したガスを質量分析計に連続導入できる装置を設計、製作した。

（2）試料ガスを用いた基礎試験

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吸着させたあと、吸着床を純ガスで掃気ガスの濃度を質量分析計で測定した。試験パラメータは以下のようである。

- ①試料ガス濃度の違い
- ②活性炭の種類の違い
- ③吸脱着温度、圧力、流量の違い
- ④吸着→昇温脱着を連続して実施した場合の希ガス、掃気ガスの時間変化

（3）評価・検討

上記試験で取得したデータを整理し、これらに関して質量分析計の試料ガス導入部分についての考察も含む評価・検討を行った。

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

February 2002

Research on Absorption and Desorption Properties of Activated Charcoals

Tadashi Maruyama* Jinro Nagatomo*

Abstract

In the present investigation, studies were made on absorption and desorption properties of activated charcoals for noble gases. The sample gases used are Ar or He gas which contains Xe and Kr at extremely low concentration. The sample gases were passed through an absorption bed made of activated charcoals. Then, we continuously measured the amount of Xe and Kr released from the charcoal absorption bed, and the break through curves were obtained thereby the absorption and desorption properties of activated charcoal for noble gases were analyzed. The following items are described in the present report.

(1) Design work and construction of experimental setup

The experimental setup was made so that it enables to carry out measurements of gases from absorption bed at various temperatures and pressures.

(2) Measurements for Xe and Kr in Ar or He sample gases

The amounts of Xe and Kr in Ar or He sample gases were measured which were released from charcoal absorption bed. The released gases were analyzed using a gas chromatograph mass spectrometer. The experimental conditions were changed as follows,

- ① dependence on concentration of each gases,
- ② dependence on kinds of activated charcoal,
- ③ dependence on temperature, pressure, and gas flow rate,
- ④ time dependence of noble gas and sweep gas after absorption process followed by desorption process.

The data obtained from above experiments were compiled and analyzed. Discussion was also given to the structure of gas inlet for the mass spectrometer.

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 吸脱着特性に関する基礎試験	2
2.1 試験装置に要求される機能	2
2.2 試験装置の組立・改造	2
2.3 試験方法の検討	11
2.3.1 予備試験	11
2.3.2 本実験	12
2.4 測定条件および試験結果	14
2.5 試料ガスを用いた基礎試験	14
2.5.1 活性炭吸脱着試験結果の妥当性について	14
2.5.2 ガス濃度の違いによる吸脱着破過特性	15
2.5.3 活性炭の種類の違いによる吸脱着破過特性	15
2.5.4 掃気ガス、流量、温度、圧力、の違いによる吸脱着破過特性	16
2.5.5 吸着→脱着を連続して実施した場合の吸脱着破過特性	17
2.5.6 破過時間の整理	17
第3章 評価・検討	23
3.1 質量分析計試料導入装置の試験計画	23
3.1.1 試験に必要な部品	23
3.1.2 質量分析計試料導入装置試験手順	23
3.1.3 試験項目	24
3.2 試料導入部細管(キャピラリー)試験結果	24
3.2.1 キャピラリー長さの修正	25
3.2.2 試験結果の評価	25
第4章 まとめ	32
参考資料1. 動的吸着平衡係数の算出方法	35
付録1. 活性炭希ガス吸脱着試験測定結果の図	37
付録2. 試料導入部細管試験測定結果の図	139
付録3. 測定条件の表	195

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となる物性情報である。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、純粋に物理吸着として扱うことができる。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。

本研究では、具体的には以下の作業を行った。

(1) 試験装置の製作と試験方法の検討

低温から高温まで設定温度を変化させ、また圧力も変化できる活性炭吸着床から流出したガスを質量分析計に連続導入できる装置を設計、製作した。また、この装置を用いて吸着、脱着特性を試験する際の試験条件、手順、ならびに測定方法を検討した。

(2) 試料ガスを用いた基礎試験

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吸着させたあと、吸着床を純ガスで掃気したガスの濃度を質量分析計で測定した。試験パラメータは以下のようである。

- ①試料ガス濃度の違い
- ②活性炭の種類の違い
- ③吸脱着温度、圧力、流量の違い
- ④吸着→昇温脱着を連続して実施した場合の希ガス、掃気ガスの時間変化

(3) 評価・検討

上記試験で取得したデータを整理し、これらに関する質量分析計の試料ガス導入部分についての考察も含む評価・検討を行った。

第2章 吸脱着特性に関する基礎試験

2.1 試験装置に要求される機能

希ガスに対する活性炭の吸着、脱着特性を測定するための試験装置を設計、製作した。

当該装置に要求される機能、条件は以下のようである。

- ①設定温度 : -180°C ~ 150°C
- ②設定圧力 : -20 ~ 120 kPa [gage]
- ③試験前に活性炭の活性化のための昇温が 200°C までできること。
- ④系内掃気のため真空引きができること。
- ⑤活性炭を所定量充填させ、そこに 1~1,000 ppm の Kr ガス、Xe ガスの混合された Ar ガスまたは He ガスを所定流量で流し、出口濃度の時間変化特性を把握できること、また、飽和後、純 Ar ガスまたは純 He ガスを所定流量流し、同様に出口濃度の時間変化特性を把握できること。
- ⑥流量は、0.1~20 NL/min の範囲で設定できること。
- ⑦試験装置本体からガス試料をサンプルし、質量分析計に導入し濃度分析ができるこ。
- ⑧試料導入部細管(キャピラリー管)を適宜交換させ、適切なキャピラリーを設置できること。

2.2 試験装置の組立・改造

装置設計温度 : -180°C ~ 200°C

装置設計圧力 : 真空 ~ 200 kPa

これら仕様に基づいて用意した主要機器は次のようである。

1) クライオスタット

員 数 : 1 式

型 式 : 液体窒素噴射式、または液体窒素熱交換方式

温度可変範囲 : -180°C ~ 200°C

温度制御 : ±1°C 以内

試料室容器 : SUS304、角型、前扉付

加熱ヒーター : カートリッジヒーター、100V 50W × 3

温度センサー : アルメルクロメル

液体窒素容器 : 容量 30 L、材質 SUS304、液面センサー付

2) 流量計(F3) : 積算流量計

員 数 : 1 式

型 式 : 湿式(ジーエルサイエンス社製 W-NK-0.5A相当品)

測定範囲 : 1~300 NL/h (Ar について最大 4,000 Ncm³)

最小目盛り : 1 Ncm³

3) 壓力計 (P3)

員 数： 1式

型 式： デジタルマノメータ (柴田科学社製 DM-1 型相当品)

測定範囲： 0 ~ 101.3 kPa (759.85 mmHg)

最小表示： 0.1 kPa (0.75 mmHg)

4) 壓力調整機構 (PC)

所定圧力以上で開放させる弁機構、但し逆流防止機構つき。

所定圧力： 0 kPa (ゲージ圧) 以上

材 種： SUS 材

5) 弁 (材種等既設弁と同等 SUS 材)

①JIS1/8 インチ弁

外 径： 3.18 mm

員 数： 2

目 的： オンオフ弁

設計圧力： -0.1 MPa ~ 0.2 MPa (ゲージ圧)

②JIS1/4 インチ弁

外 径： 6.35 mm

員 数： 1

目 的： オンオフ弁

設計圧力： -0.1 MPa ~ 0.1 MPa (ゲージ圧)

③JIS1/8B ニードル弁

外 径： 10.5 mm

員 数： 2

目 的： 圧力調整用 (-0.05 ~ 0.12 MPa ゲージ程度)

設計圧力： -0.1 MPa ~ 0.2 MPa (ゲージ圧)

6) 活性炭

①三菱化学社製：Diasorb ZH28-48

②クラレケミカル社製：クラレコール GW-HH24/42

項目	単位	ダイアソーブ ZH28-48	クラレコール GW24/42
充填密度	g/cm ³	0.362	0.415
比表面積	m ² /g	1,654	1,700
乾燥減量	wt%	0.2	2.5
粒度分布	mesh	28~48 (94.7%)	28~48 (98.8%)

7) 試料導入部細管 (キャピラリー管)

ジーエルサイエンス社

①フューズドシリカ：内径 0.32mmΦ (外径 0.45 mmΦ) × 50m × 1 本 (1010-36457)

②フューズドシリカ：内径 0.25mmΦ (外径 0.35 mmΦ) × 25m × 1 本 (1010-36325)

③SUS316： 内径 0.25mm ϕ (外径 10 mm ϕ) × 20m × 1 本 (3004-21044)

④シリコスチール： 内径 0.25mm ϕ (外径 1.6) × 7.5m × 1 本 (3004-50010)

8) その他

必要な配管、ジョイント等

なお、本試験に用いた質量分析装置は下記のようである。

高分解能質量分析装置：日本電子(株)製 JMS-700

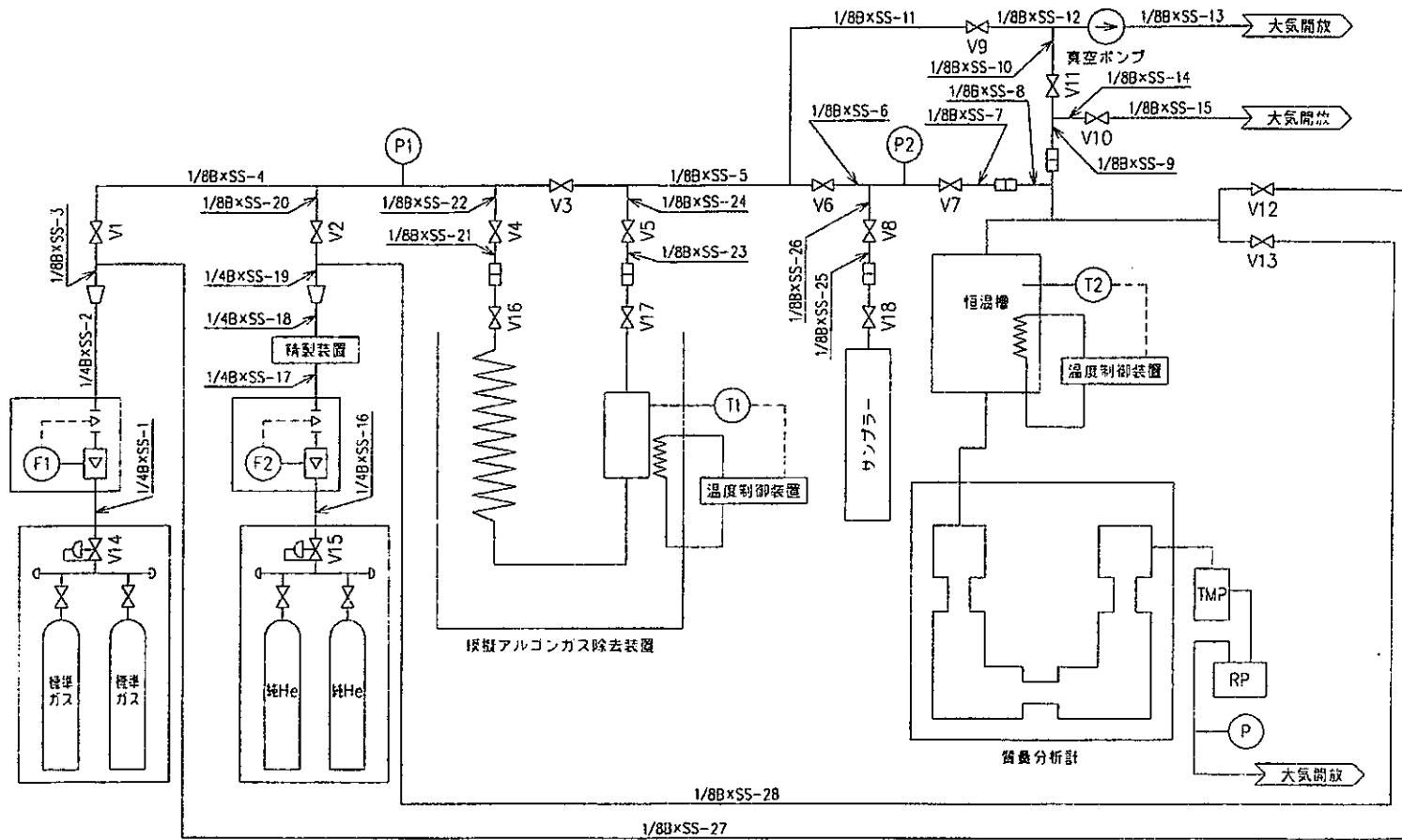
質量分析部：二重収束型

分解能： $R \geq 60,000$ (EIモード)

感度：0.2ng；S/N400 以上 (GCMS EI)

質量範囲：最大 12,000amu (2kV)

図 2-1 に活性炭希ガス吸脱着試験装置の全体系統図（フローシート）を、図 2-2 には試験装置架台設計図を示す。また、写真 2-1 にはガスクロマトグラフ質量分析計の外観写真、写真 2-2 と 2-3, 2-4 には希ガス吸脱着測定装置のクライオスタットおよび活性炭吸着筒の外観写真を示す。



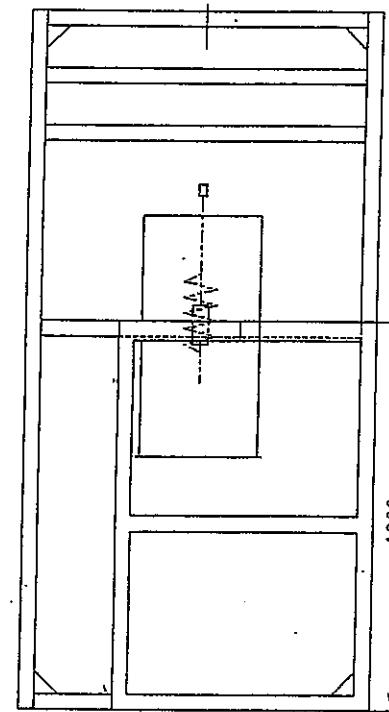
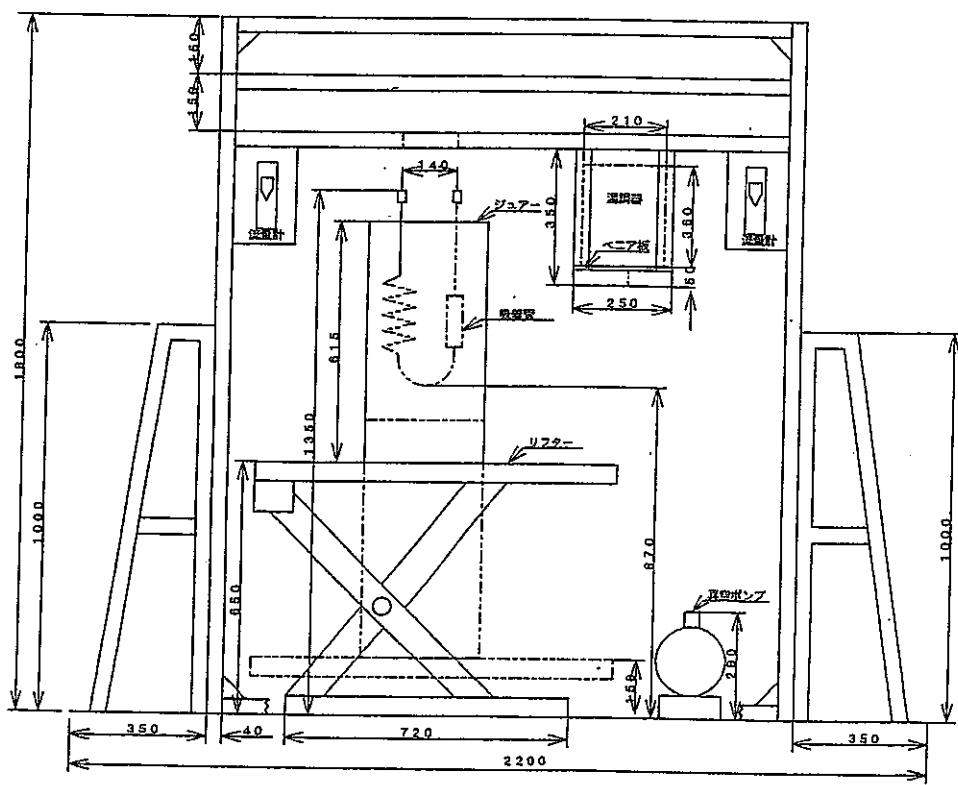
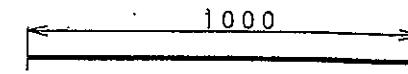
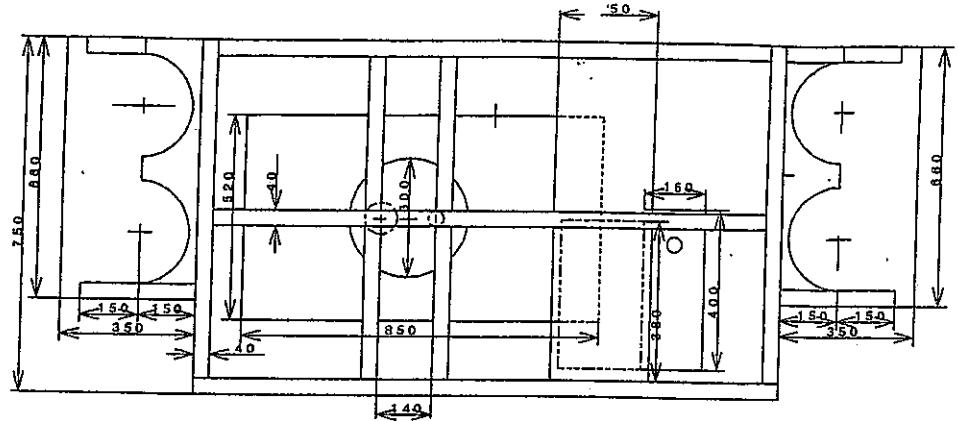


図 2-2 活性炭希ガス吸脱着試験装置架台設計図

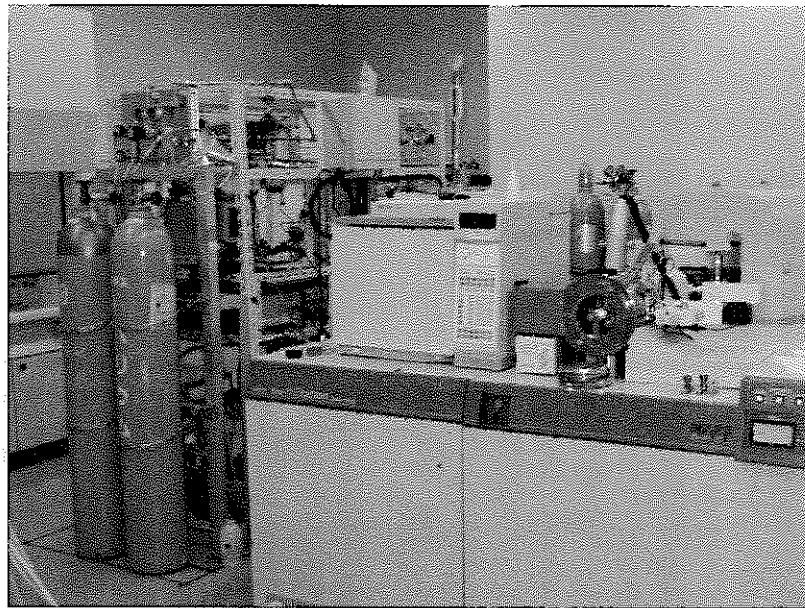


写真 2-1 ガスクロマトグラフ質量分析計
(GC-MS)の外観写真

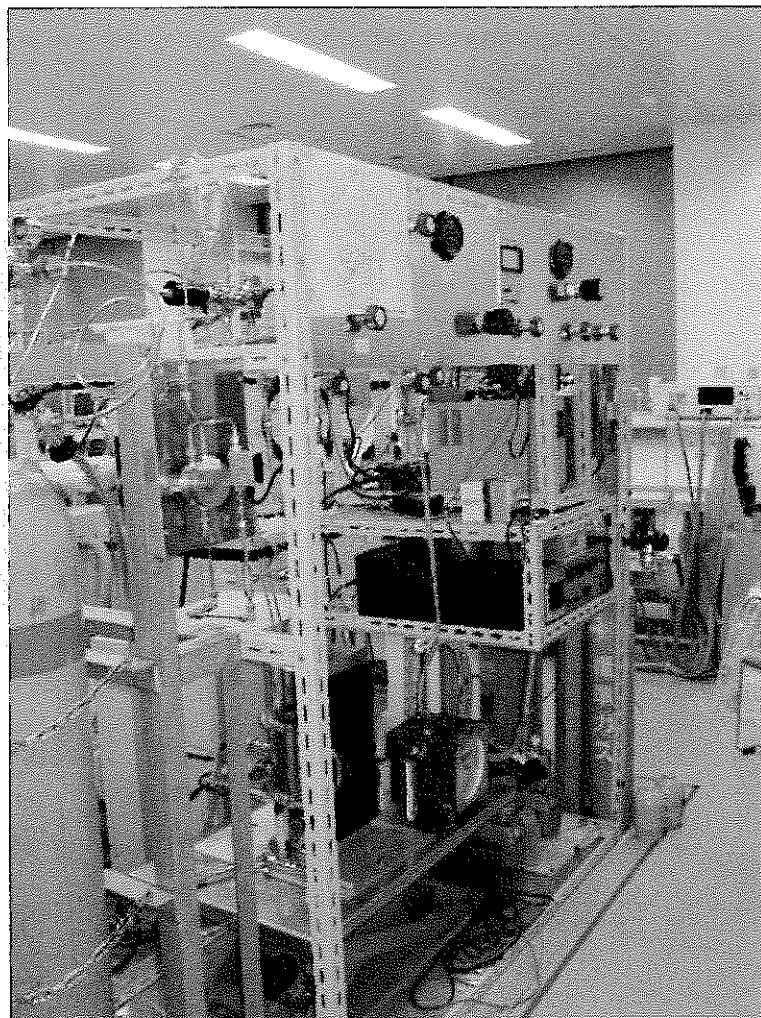


写真 2-2 希ガス吸脱着測定装置の外観写真

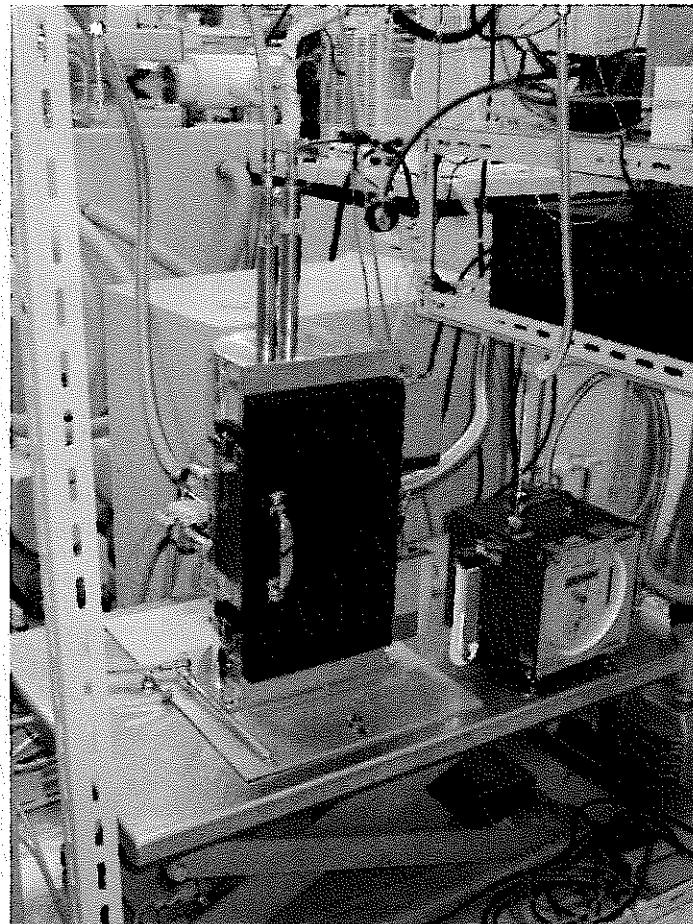


写真 2-3 希ガス吸脱着測定装置のクライオスタット

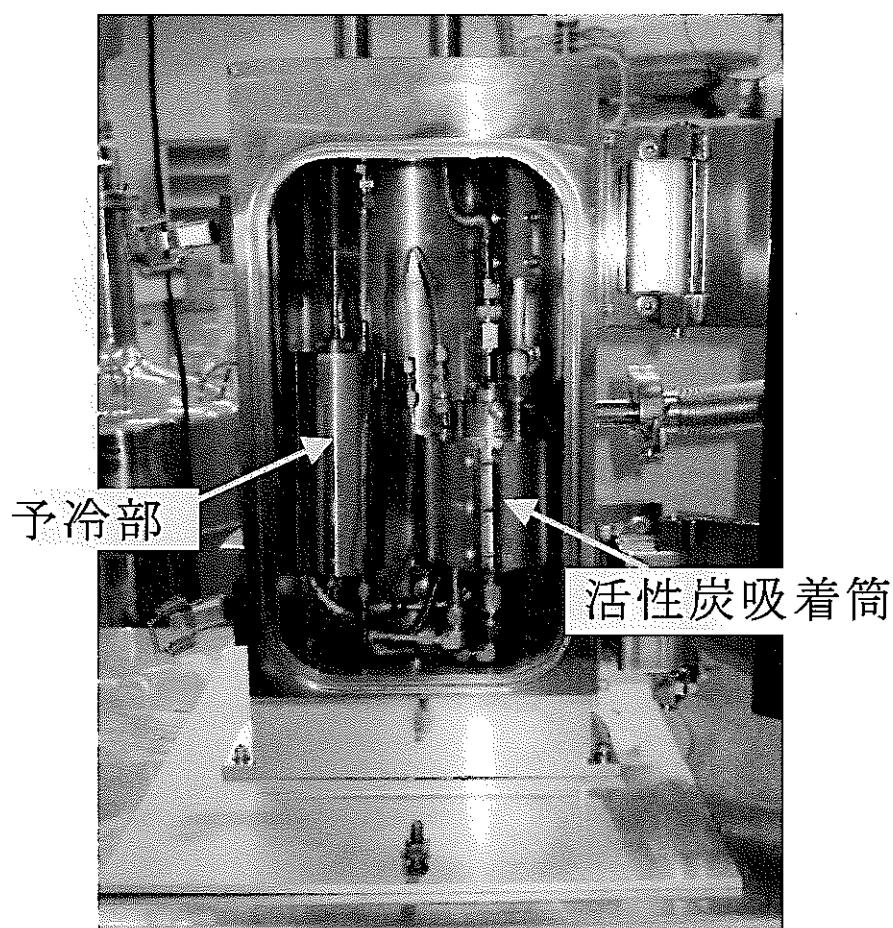


写真 2-4 希ガス予冷部および活性炭吸着筒
の外観写真

2.3 試験方法の検討

活性炭動的特性基礎試験における試験手順と操作手順について検討した。

2.3.1 予備実験

これは、実験結果を検討評価する際、必要な活性炭充填層の充填空隙率等の算出、並びに、実験系の死容積を測ることが目的である。

(1) 充填する活性炭塔の重量測定

- ① 20cm^3 以上の容積を持つ試験管を用意し、栓をして中身を真空引きする。例えば、重くない真空コックつき配管を栓に差し込んでおき、これに真空用ホースで真空ポンプに繋げ、真空引きする。
- ②この際、外壁に湿分が凝縮することがあり、これを避けるには、外側を体温程度に暖めながら引くと良い。見計らって真空ポンプから切外し、重量を測る：(W①)。
- ③充填する活性炭を 20cm^3 取出し、上記試験管の栓を外し中に入れる。リボンヒータ等を巻いて 200°C に加温、約 1 時間、真空引きする。活性炭が燃えないように、温度があまり上がらないうちに真空引きを開始する。
- ④真空ポンプを外して重さを量る：(W②)。

$$\text{活性炭の重量} = W② - W①$$

(2) 実験装置系の死容積測定

全体を組み上げ、系の死容積を測定する。この時、前項(1)の②を考慮して詰め物を U字充填部にいれて置くのも一法。

- ①予め、容積の判明している容器を用意する。ここでは、実験装置系統図にあるサンプラーが分かっているものとする。 (V_1) サンプラーの代わりに、別な容器でも良い。いずれにしても、容積がはっきりしていることが前提。
- ②全体空間を次のように分ける。

サンプラー～V18： V_1

V18、V6、V7で閉じられた区間： V_2

V3、V5、V6、V9で閉じられた区間： V_3

V4、V5とその間のU字充填層部分： V_4

V1、V2、V3、V4で閉じられた区間： V_5

- ③サンプラーを取り付け、V1、V2、V7、V11を閉じ、V3、V4、V5、V6、V8、V9、V18、V16、V17を開き、真空ポンプを運転して系全体を真空引きする。

- ④真空になったら、③で開放していた、V6、V9、V18を閉じる。

- ⑤V21を少しづつ開き、P3を見ながら、760 Torr近くまでHeガスを導入し、V21を閉じる。この時の圧力を P_1 とする。

- ⑥V3を動かし、 V_3 と V_5 を連結させる。この時の圧力を P_2 とする。

- ⑦V6を開き、 V_2 と V_3 と V_5 を連結させる。この時の圧力を P_3 とする。

- ⑧V4、V5を開き、 V_2 、 V_3 、 V_4 と V_5 を連結させる。この時の圧力を P_4 とする。

⑨V18を開き、系全体を連結させ、この時の圧力をP₅とする。

$$\begin{aligned} P_1 \underline{V}_3 &= P_2 (\underline{V}_3 + \underline{V}_5) \\ &= P_3 (\underline{V}_3 + \underline{V}_5 + \underline{V}_2) \\ &= P_4 (\underline{V}_4 + \underline{V}_3 + \underline{V}_5 + \underline{V}_2) \\ &= P_5 (\underline{V}_1 + \underline{V}_4 + \underline{V}_3 + \underline{V}_5 + \underline{V}_2) \end{aligned}$$

⑩区切り方を変えて、同様に測定し平均をとる。区切り方によっては、差圧が出ず誤差が大きくなることもあるので、多少試行錯誤を要する。

(3) 活性炭充填後の実験装置系の死容積測定

①配管系の死容積測定の終了後、U字充填層充填部を外し、活性炭を充填する。充填塔充填部に活性炭が固定できるように、充填部の底にガラス纖維などを最低限詰め、秤量済み活性炭を全量入れる。この際、振動を与えるなどして全量詰める。詰め終わったら、上側も底部と同様、詰め物をして、活性炭をしっかりと固定し、充填塔を組立て、装置の所定の箇所に据え付ける。この時、充填部の長さを測定しておく：(L)。

②なお、詰め物は別途体積を測定しておく。やり方は、活性炭充填前に予め、詰めておき、活性炭重量測定時に一緒に測ってしまうのが良い。

③全体組み立て後、V1、V2、V7、V8、V11、V21の各バルブを閉じ、V₂～V₅を連結させる。

④充填部にリボンヒータを巻き、約200°Cに加熱、V3、V4、V5、V6、V9、V16、V17を開き、真空ポンプを運転して約2時間系全体を真空引きする。この場合も、活性炭が燃えないよう早めに真空引きする。

⑤2時間後、リボンヒータの加熱を止め、温度が下がったらやけどをしないように外す。室温に下がるまで待つ。この時、真空ポンプの止め弁V9を開じ、純Heを流し込むと、室温に下がりやすい。その上で、V9を開き再度真空引きする。これを繰り返すと、早く下がる。

⑥系全体を真空引きしたまま、V4、V5を動かし、U字充填層部と隔離し、V9を閉じる。

⑦V21を開き、P₃を見ながらHeガスを導入する：(P₁)。

⑧次に、V4、V5を動かし、U字充填層部にも通じさせ、連結させる：(P₂)。

これにて、活性炭充填後の死容積が求まる。

$$P_1 (\underline{V}_2 + \underline{V}_3 + \underline{V}_5) = P_2 (\underline{V}_4 + \underline{V}_2 + \underline{V}_3 + \underline{V}_5)$$

ここで、V₄は活性炭を充填したU字充填部の容積で、これ以外の容積はすべて前項で求められた値であり、即V₄が求まる。

充填された活性炭の純体積は、V₄ - V₄

充填部の空塔体積は、L × π × (d)² / 4

d：充填部内径(活性炭の細孔容積、空隙率、見かけ密度等を別途メーカから貰い、充填空隙率が出る。)

2.3.2 本実験

(1) 準備

- ①充填部にリボンヒータを巻き、200°Cに調節。この場合も、活性炭が燃えないように早めに真空引きを開始する。バルブは、V3、V4を閉じ、V₄、V₃は連結、V5、V6、V9、V16、V17は開き、V1、V2、V7、V8、V10、V11、V14、V15は閉じる。この状態で2時間真空引き。
 - ②ヒータを外し空冷。この時、V4、V5はV₄を隔離。V15、V2を開き、実験で使う標準ガスの主成分となっているガスの純ガス(純Arか純He)を少し導入し系を掃気する。V10を開き、適当なところで、V9を閉じ真空引きを停止、V7を微開。純ガスを流したままV4、V5を開放にして、活性炭充填部にも純ガスを導入する。出口流量計F3を見ながら、流れていることを確認しつつ進める。
 - ③上記操作のまま、U字充填部を所定の温度に調整をする。低温の実験になるほど、標準ガスが大量に吸着し吸着熱を発生するので、充填層内の温度が安定するまで余計に時間がかかる。この場合、ガスの導入は多く必要になる。
 - ④この間、分析系、記録計、その他の準備は並行して進めていく。
 - ⑤安定したら、入口流量計F2、入口圧力計P1、出口圧力計P2を見ながら、系統圧力が実験圧力になるように背圧弁V22またはリーク弁V23を絞り、圧力調整する。実験圧力によりV22かV23が異なる。V7は全開とする。
- (注) ガスクロへの流路を事前に真空引きする必要があるなら、②の直前にその操作を入れる。

(2) 吸着実験

- ①系全体が安定したら、V4、V5を動かし、U字充填部を隔離する。V15、V2を開じ純ガスを止め、V14、V1を開き標準ガスを導入する。入口流量計F1を見ながら、所定の流量にする。V22、V23を調節してP1を所定の実験圧力にする。
- ②全て調整が出来たら、分析系で、濃度測定し、標準ガス組成を確認しておく。V4、V5を切り替え、V₃を閉じ、流れがU字充填層に流れるように切り替え、実験開始。
- ③分析系で分析を進める。出口濃度の時間変化を記録していく。室温、恒温層温度、充填層温度、各圧力、各流量も逐次記録していく。
- ④出口濃度が入口濃度に等しくなったら、V4、V5を閉じ、V3を開き、V₄を隔離し実験終了。この時、V14、V1を開じ標準ガスを止めると同時に、V6も閉じる。

(3) 脱着実験

- ①吸着実験が終了後、V9を開き系を真空引きする。V15、V2を少しずつ開き、純ガスを導入しながら系を掃気する。少しずつ、V6も開き、V9を閉じる。この時、V4、V5の状態は変えず、U字充填部は隔離したままバイパスラインにのみ流すこととする。
- ②入口流量計F2を見ながら、所定の流量(吸着時と同じ流量)にする。V22、またはV23を調節してP1を所定の実験圧力にする。
- ③全て調整が出来たら、分析系で、濃度測定し、純ガスであることを確認しておく。V4、

- V5 を開け V3 を閉じ、流れが U 字充填層に流れるように切り替えて、実験開始。
- ④分析系で分析を進める。出口濃度の時間変化を記録していく。室温、恒温層温度、充填層温度、各圧力、各流量は逐次記録していく。
- ⑤出口濃度が当初の 100 分の 1 以下なったら、V4、V5 を閉じ、V3 を開き、V4を隔離し実験終了。この時、V14、V1 を閉じ標準ガスを止めると同時に、V6 も閉じる。

2.4 測定条件および試験結果

各運転温度において Ar または He をキャリアガスとした場合の希ガス (Xe, Kr,) 吸脱着破過特性を求めるため、試験装置に設置された小型活性炭充填塔を用いた試験の試験結果の評価を行った。測定のパラメータとしては、①希ガスの濃度依存性、②活性炭の種類、③活性炭温度と掃気ガスの流速依存性、④圧力依存性などである。これらの試験条件は、表 2-1 に示した通りである。また、吸脱着特性の図はまとめて付録 1 に示す。なお、試験条件と対応する吸脱着特性の図番号は表 2-1 に示した通りである。

2.5 試料ガスを用いた基礎試験

測定で得られたデータを破過曲線に整理し、破過時間の算出、動的吸着平衡係数の算出等、装置の性能確認に係わる吸脱着特性を整理、評価した。

2.5.1 活性炭吸脱着試験結果の妥当性について

図 2.1-1(a) (1) に吸着破過曲線の測定結果例を示す。掃気ガスを He として、Kr と Xe を 1 ppm ずつ含んでいるガスを、活性炭ダイアソープ ZH28/48 を 7.72g 充填した固定層に、0°C 大気圧で流し、出口濃度の時間変化を捉えたものである。濃度が時間を追って上昇し最終的に入口濃度と同じになっている。これは次のように考え、妥当と判断できる。最初活性炭は新鮮で、何も吸着しておらず、流入した Kr や Xe を全て吸着してしまい、吸着性のない掃気ガスである He のみがそのまま流出してきている。

He の濃度は測定していないが、試験前に予め系内を純 He ガスで飽和させており、また流量を測定し変化がないことを確認している。活性炭は充填層の入口部分から徐々に飽和していき、最終的には全体が飽和する。Kr は Xe にくらべ吸着性が弱いので、先に飽和してしまう。この結果は、定性的には妥当である。しかし、飽和後は入口濃度と同じになり一定になるはずであるが、結果は波打っている。これは分析計の感度調整が不安定だからである。開始 20 分後になれば Kr が飽和しているから、この時の Kr 値で Xe 値を割り修正してみた。修正した結果を図 2.1-1(a) (2) に示すが、きれいなカーブになり、飽和後がほぼ一定になっていることがわかる。なお、この波打現象は、掃気ガスが He の場合に比べ Ar の場合の方が、より顕著に出る傾向であった。

当試験の Kr、Xe の各濃度は掃気ガス He に対し 1 ppm である。極めて低濃度であり、この圧力以下では 0°C において、単位重量当たりの吸着量が分圧に対し直線比例する Henry

型の吸着平衡関係になることが分かっており、飽和後、同一温度、同一流量で、掃気ガスのみを流せば、吸着試験時と対称型、即ち破過曲線の図上で「出口濃度／入口濃度」が 0.5 で水平の直線を引いた時、吸着破過曲線との脱着曲線がその直線に対して対称になるはずである。図 2.1-1(b) (1) は図 2.1-1(a) (1) と同じ条件での脱着試験結果を示しているが、図 2.1-1(a) (1) と比べると、確かに対称になっていることが分かり、結果が妥当であると見なせる。これも、吸着時の結果と同様に修正をすると、図 2.1-1(b) (2) のようにきれいな曲線になる。曲線の波打ちは、分析計の感度調整を精度良く行うことで改善され、一連の試験の後半には改善がなされ、より良好な曲線が得られるようになった。図 2.1-1(a)-r, 2.1-1(b)-r はそのようにして再試験した同じ条件での結果である。

2.5.2 ガス濃度の違いによる吸脱着破過特性

図 2.1-2(a), (b) ~ 2.1-3(a), (b) に、図 2.1-1(a), (b) と同一条件で、濃度のみを、10 ppm, 1,000 ppm に変えて試験した結果を示す。図 2.1-2(a), (b) は 10 ppm の結果であるが、濃度 1 ppm の時の図 2.1-1(a), (b) と殆ど重なり、有意差がない。これに対して 1,000 ppm の濃度の図 2.1-3(a), (b) は、とくに Xe で破過時間が短くなっている。これは、10 ppm までであれば Kr, Xe とも吸着平衡が直線型であるが、1,000 ppm になると、Xe で直線関係が維持できなくなっていることを示している。

一般に、ガスの吸着性はそのガスの沸点に関係し、沸点が高いほど良く吸着する。一連の試験で使用した各ガスの沸点は以下の通りである(化学工学便覧による)。

He:-268.9°C (4.22K)

Ar:-185.7°C (87.20K)

Kr:-151.8°C (119.89K)

Xe:-109.1°C (165.08K)

Xe はこの中で最も沸点が高く、吸着性の強いガスであるので、1,000 ppm 程度になると、0°C では、直線性から外れてきたため、吸着平衡係数が下がり、より低い濃度の場合に比べ早く破過してしまったものと考える。逆に、0°Cにおいては、希ガス濃度が 10 ppm 以下であれば、破過曲線は濃度依存なく同一の結果となるものと見なせる。

2.5.3 活性炭の種類の違いによる吸脱着破過特性

図 2.2-1(a) に、活性炭をダイアソープからクラレコール GW-HH24/42 に変え、9.71g 充填において、1 ppm で試験した結果を示す。図 2.1-1(a) に比べ、活性炭が多いこともあるが、かなり破過時間が長くなっている。破過時間の比較と活性炭重量比から単位重量当たりの吸着量で換算比較すると、以下のようにクラレコール炭の方が吸着性能が上回っている事が分かる。

0°C、1 ppm、流量 5.55 Ncm³/s (0.33 NL/min)、掃気ガス He の吸着試験の場合について、試験結果の Xe の破過時間をそのまま比較すると、

ダイアソープ炭 3,860 s、充填量 7.72 g

クラレコール炭 5,796 s、充填量 9.71 g

破過時間比 = $5,796 / 3,860 = 1.5$

充填量比 = 1.26

となり、破過時間の増加が充填量の増加分を上回っている。なお、ここで使用した破過時間の数値には、試験装置固有の制約から分析開始時間と、試験開始時に流れ始めたガスが分析計に到達するまでの時間に遅れが生じ、その遅れ時間を含んでいるので、実際にはそれぞれの数値から遅れ時間を差し引く必要がある。しかし、その時間は双方の活性炭について同一であるから、それを考慮すると差はさらに広がる。これは同一容積に充填した場合、クラレコール炭の方が容量において有利であることを示している。

2.5.4 掃気ガス、流量、温度、圧力の違いによる吸脱着破過特性

図 2.1-4(a), (b) ~ 2.1-6(a), (b) にダイアソープ炭、図 2.2-2(a), (b) にクラレコール炭について、掃気ガスを Ar に変えた場合の結果を示す。He を掃気ガスとしていた場合に比べ、破過時間が短くなっている。これは、He が殆ど吸着性のないガスであるのに対し、Ar がかなり吸着していて、Kr や Xe が吸着できる容量の一部を Ar に占められているためである。これは操作温度が低温になるほど、Ar の吸着量が増えるから、He ガスの場合に比べ著しく早くなるはずである。

図 2.3-1(a), (b) ~ 2.3-2(a), (b)、図 2.3-7(a), (b) ~ 2.3-8(a), (b) に、流速を約 2 倍にした結果を示す。流速に対し逆比例的に破過時間が短くなっている。これは、流速に比例して、流入する絶対量が増加するので、飽和に到達するまでの時間も比例して早くなるから、当然の結果である。このことについては後述する。

図 2.3-3(a), (b) ~ 2.3-6(a), (b) にダイアソープ炭、図 2.3-10(a), (b) ~ 2.3-11(a), (b)、図 2.3-13(a), (b) ~ 2.3-14(a), (b)、図 2.3-16(a), (b) ~ 2.3-19(a), (b) にクラレコール炭で、温度を 150°C、100°C、-80°C、-180°C、-170°C に変化させた場合の結果を各々示した。流速の違いなどはあるが、低温になるにつれ著しく吸着量が増大していくことが分かる。なお、Kr, Xe の濃度は各々 1 ppm であるが、図 2.3-16(a), (b) ~ 2.3-17(a), (b) で、-80°C での Kr の吸脱着破過曲線は相互に対称形であり、この温度でも吸着平衡関係が直線であることが分かる。なお、図 2.3-18(a), (b) の-180°C ではデータが不完全であり、完全な脱着曲線が得られておらず、確認できていないが、この場合も殆ど直線平衡関係が維持されるものと考える。

図 2.4-1(a), (b) に-180°C で圧力を約 112kPa [gage] に高く調整した結果を示す。破過時間が短くなっているが、後述するように本来、圧力を高めても流量が変わらなければ破過時間は短くはならないはずである。これは、Ar が液化し、活性炭表面を覆ってしまったためと考える。脱着曲線もかなり早く完了している。Ar の沸点は、-186°C であるが、大気圧のもとの値である、圧力を高めれば、より高い温度で液化が始まる。化学工学便覧により推算すれば、今回の試験圧力、ゲージ圧 112 kPa は絶対圧で $213.3 \text{ kPa} = 1,600 \text{ mmHg}$ であるから、この圧力下では、沸点は-178°C 程度であるので、液化が起きても当然である。上記試験圧力は、実機の運転圧力を考慮して設定したが、無理があることがはっきりした。多少運転温度を上げるにしても、圧力制御と温度制御が微妙な領域

であり、注意が必要である。

2.5.5 吸着→脱着を連続して実施した場合の吸脱着破過特性

図 2.5-1(a), (b) ~ 2.5.3(a), (b) に -170°C、約 112 kPa [gage] で吸着させ、Kr 飽和後、昇温させつつ脱着させた試験した結果を示す。脱着の際、He ガスを流す場合と昇温のみの場合で、脱着特性が異なる。これらについては、運転の仕方での違いをさらに見極めるべく、試験検討を続ける必要がある。

2.5.6 破過時間の整理

破過曲線の破過時間と流量等とは、次の関係がある。

ここで、Kr 分衡圧力 P [atm]

全ガス流量 Q [Nm³/s]

吸着平衡係数 K [Ncm³/g]

活性炭量 W [g]

破過時間 t_B [s]

この式から、他の条件が変わらなければ、ガス流量と破過時間が反比例することが分かる。また、系全体の圧力が高くなり Kr 等の分圧が上昇しても、吸着量は減ることがないから、吸着平衡係数が下がるにしても、 $K \times P$ は同じか、やや大きくなるはずである。試験結果を整理したものを、表 2-2 に示す。この破過時間は曲線上の破過時間であるが、実際は、ガス導入開始から分析計にガスが到達するまでの時間遅れがあり、その分を差し引いて検討する必要がある。ガスが管内を通過するのに必要な時間を算出する際必要となる管の体積は表 2-3 に示す。

表 2-1 実験条件

(1) Kr, Xe 濃度依存性

0℃における吸脱着特性確認

図番号	Run No.	活性炭	温度	空塔速度	Kr, Xe 濃度	掃気ガス	吸着実験 圧力	脱着実験 圧力
			℃	cm/s	ppm		kPa [gage]	kPa [gage]
2. 1-1	3	ダ'イアーブ'	0	3.03	1	He-He	0.000	0.000
2. 1-2	4	ダ'イアーブ'	0	3.03	10	He-He	0.000	0.000
2. 1-3	5	ダ'イアーブ'	0	3.03	1,000	He-He	0.000	0.000
2. 1-4	7	ダ'イアーブ'	0	3.03	1	Ar-Ar	0.000	0.000
2. 1-5	8	ダ'イアーブ'	0	3.03	10	Ar-Ar	0.000	0.000
2. 1-6	9	ダ'イアーブ'	0	3.03	1,000	Ar-Ar	0.000	0.000
2. 1-7	10A	ダ'イアーブ'	0	3.03	1	Ar-He	0.000	0.000

(2) 活性炭による違い

0℃における吸脱着特性確認

図番号	Run No.	活性炭	温度	空塔速度	Kr, Xe 濃度	キャリアガス	吸着圧力	脱着圧力
			℃	cm/s	ppm		kPa [gage]	kPa [gage]
2. 2-1	20	クラレ	0	3.03	1	He-He	0.000	0.000
2. 2-2	21	クラレ	0	3.03	1	Ar-Ar	0.000	0.000
2. 2-3	22	クラレ	0	3.03	1	Ar-He	0.000	0.000

(3) 温度流速依存性

②0℃以上における吸脱着特性確認

図番号	Run No.	活性炭	温度	空塔速度	Kr, Xe 濃度	キャリアガス	吸着実験 圧力	脱着実験 圧力
			℃	cm/s	ppm		kPa [gage]	kPa [gage]
2. 3-1	11	ダ'イアーブ'	0	6.14	1	He-He	0.000	0.000
2. 3-2	14	ダ'イアーブ'	0	6.14	1	Ar-Ar	0.000	0.000
2. 3-3	13	ダ'イアーブ'	150	1.27	1	He-He	0.000	0.000
2. 3-4	16	ダ'イアーブ'	150	1.27	1	Ar-Ar	0.000	0.000
2. 3-5	12	ダ'イアーブ'	100	1.12	1	He-He	0.000	0.000
2. 3-6	15	ダ'イアーブ'	100	1.12	1	Ar-Ar	0.000	0.000
2. 3-7	23	クラレ	0	6.14	1	He-He	0.000	0.000
2. 3-8	24	クラレ	0	6.14	1	Ar-Ar	0.000	0.000
2. 3-9	25	クラレ	0	6.14	1	Ar-He	0.000	0.000
2. 3-10	26	クラレ	150	1.27	1	He-He	0.000	0.000
2. 3-11	27	クラレ	150	1.27	1	Ar-Ar	0.000	0.000
2. 3-12	28	クラレ	150	1.27	1	Ar-He	0.000	0.000
2. 3-13	30	クラレ	100	1.12	1	He-He	0.000	0.000
2. 3-14	31	クラレ	100	1.12	1	Ar-Ar	0.000	0.000
2. 3-15	29	クラレ	100	1.12	1	Ar-He	0.000	0.000

②0℃未満における吸脱着特性確認

図番号	Run No.	活性炭	温度	流量	Kr, Xe 濃度	キャリアガス	吸着実験圧力	脱着実験圧力
			℃	mL _N /min			kPa [gage]	kPa [gage]
2.3-16	35	クラレ	-80	0.7	1	He-He	0.000	0.000
2.3-17	33	クラレ	-80	0.7	1	Ar-Ar	0.000	0.000
2.3-18	32	クラレ	-180	2.2	1	Ar-Ar	0.000	0.000
2.3-19	36	クラレ	-170	2.2	1	Ar-Ar	0.000	0.000

(4) 圧力依存性

図番号	Run No.	活性炭	温度	流量	Kr, Xe 濃度	キャリアガス	吸着圧力	脱着圧力
			℃	mL _N /min			kPa [gage]	kPa [gage]
2.4-1	34	クラレ	-180	2.2	1	Ar-Ar	1.125	1.125
2.4-2	37	クラレ	-170	2.2	1	Ar-Ar	1.125	1.125

(5) 希ガス回収試験

図番号	Run No.	活性炭	温度	流量	Kr, Xe 濃度	キャリアガス	吸着圧力	脱着圧力
			℃	mL _N /s			kPa [gage]	kPa [gage]
2.5-1	38	クラレ	-170		1	Ar-He	1.125	0.000
2.5-2	39	クラレ	-170		1	Ar-He	1.125	0.000
2.5-3	40	クラレ	-170		1	Ar-He	1.125	0.000

破過させてから、Heを流しつつ昇温脱着

- ①脱着時、Heは最初から流す。
- ②脱着時、80℃になったらHeを流す。
- ③脱着時、0℃になったらHeを流す。

(6) Arガス除去試験

図番号	Run No.	活性炭	温度	流量	Kr, Xe 濃度	キャリアガス	吸着圧力	脱着圧力
			℃	ml _N /s			kPa [gage]	kPa [gage]
2.6-1	41	クラレ	-170		1	Ar-He	0.000	0.000
2.6-2	42	クラレ	-170		1	Ar-He	0.000	0.000

吸着は停止し、Heを流しつつ昇温脱着

- ①脱着時、Heは最初から流す。
- ②脱着時、-80℃になったらHeを流す。

表 2-2 動的吸着平衡係数の算出結果

①Kr の動的吸着平衡係数

温 度	压 力	活 性 炭	活 性 炭 量	流 量	キャリア ガス	破 過 時 間	修 正 破 過 時 間	吸 着 平 衡 係数
°C	kPa		g	Ncm ³ /s		s	s	Ncm ³ /g
-180	0	クレ	8.04	35.330	Ar	9314	8975	3.94x10 ⁴
-180	117	クレ	8.04	35.670	Ar	2864	-----	-----
-80	0	クレ	8.04	11.670	Ar	1046	698	1.01x10 ³
-80	0	クレ	8.04	11.330	Ar	1063	713	1.00x10 ³
0	0	クレ	9.71	6.167	Ar	479	135	85.74
0	0	クレ	9.71	12.170	He	383	119	149.15
0	0	クレ	9.71	12.170	He	380	114	142.9
100	0	クレ	9.71	1.667	He	473	120	20.6
100	0	クレ	9.71	1.667	He	478	121	20.8
148	0	クレ	9.71	1.667	He	511	161.3	27.7
150	0	クレ	9.71	1.667	He	451	98	16.8

②Xeの動的吸着平衡係数

温 度	压 力	活 性 炭	活 性 炭 量	流 量	キャリア ガス	破 過 時 間	修 正 破 過 時 間	吸 着 平 衡 係数
°C	kPa		g	Ncm ³ /s		s	s	Ncm ³ /g
0	0	クレ	9.71	6.167	Ar	3469	3125	1.98x10 ³
0	0	クレ	9.71	12.170	He	3008	2744	3.42x10 ³
0	0	クレ	9.71	12.170	He	2997	2731	3.42x10 ³
100	0	クレ	9.71	1.667	He	918	565	97
100	0	クレ	9.71	1.667	He	914	557	98.6
148	0	クレ	9.71	1.667	He	658	308	52.9
150	0	クレ	9.71	1.667	He	451	238	40.9

表2-3 ガスの管内通過時間計算に必要となる管の体積

1. 吸着試験時 (ダ'イアリーブ炭, クラレ炭)

管	長さ (mm)	外径 (mm)	厚さ (mm)	内径 (mm)	体積 (cm ³)
V1～合流点	85	10.5	1.2	8.1	4.4
合流点～V5	650	10.5	1.2	8.1	33.5
V5～予冷管入口 (室温部分)	100	10.5	1.7	7.1	4.0
予冷管入口～活性炭入口 (試験温度1)	1560	10.5	1.7	7.1	61.8
予冷管入口～活性炭入口 (試験温度2)	40	10.5	1.7	7.1	1.6
活性炭塔 (活性炭非充填部分) (試験温度2)	4			16.1	0.8
活性炭出口～V4 (試験温度2)	40		1.7	7.1	1.6
活性炭出口～V4 (試験温度1)	110		1.7	7.1	4.4
活性炭出口～V4 (室温部分)	100		1.7	7.1	4.0
V4～V7出口分岐点 (室温) 7割 (87.5°C)	1445.5	10.5	1.2	8.1	74.5
V4～V7出口分岐点 (室温) 3割	619.5	10.5	1.2	8.1	31.9
合計					222.3

2. 脱着試験時 (ダ'イアリーブ炭, クラレ炭)

管	長さ (mm)	外径 (mm)	厚さ (mm)	内径 (mm)	体積 (cm ³)
V2～合流点	270	10.5	1.2	8.1	13.9
合流点～V5	650	10.5	1.2	8.1	33.5
V5～予冷管入口 (室温部分)	100	10.5	1.7	7.1	4.0
予冷管入口～活性炭入口 (試験温度1)	1560	10.5	1.7	7.1	61.8
予冷管入口～活性炭入口 (試験温度2)	40	10.5	1.7	7.1	1.6
活性炭塔 (活性炭非充填部分) (試験温度2)	4			16.1	0.8
活性炭出口～V4 (試験温度2)	40		1.7	7.1	1.6
活性炭出口～V4 (試験温度1)	110		1.7	7.1	4.4
活性炭出口～V4 (室温部分)	100		1.7	7.1	4.0
V4～V7出口分岐点 (室温) 7割 (87.5°C)	1445.5	10.5	1.2	8.1	74.5
V4～V7出口分岐点 (室温) 3割	619.5	10.5	1.2	8.1	31.9
合計					231.8

3. 吸着試験時(クラレ炭)

管	長さ (mm)	外径 (mm)	厚さ (mm)	内径 (mm)	体積 (cm ³)
V1～合流点	85	10.5	1.2	8.1	4.4
合流点～V5	650	10.5	1.2	8.1	33.5
V5～予冷管入口(室温部分)	100	10.5	1.7	7.1	4.0
予冷管入口～活性炭入口(試験温度1)	1560	10.5	1.7	7.1	61.8
予冷管入口～活性炭入口(試験温度2)	40	10.5	1.7	7.1	1.6
活性炭塔(活性炭非充填部分)(試験温度2)	4			16.1	0.8
活性炭出口～V4(試験温度2)	40		1.7	7.1	1.6
活性炭出口～V4(試験温度1)	110		1.7	7.1	4.4
活性炭出口～V4(室温部分)	100		1.7	7.1	4.0
V4～V7出口分岐点(室温)7割 (87.5°C)	1445.5	10.5	1.2	8.1	74.5
V4～V7出口分岐点(室温)3割	619.5	10.5	1.2	8.1	31.9
合計					222.3

4. 脱着試験時(クラレ炭)

管	長さ (mm)	外径 (mm)	厚さ (mm)	内径 (mm)	体積 (cm ³)
V2～合流点	270	10.5	1.2	8.1	13.9
合流点～V5	650	10.5	1.2	8.1	33.5
V5～予冷管入口(室温部分)	100	10.5	1.7	7.1	4.0
予冷管入口～活性炭入口(試験温度1)	1560	10.5	1.7	7.1	61.8
予冷管入口～活性炭入口(試験温度2)	40	10.5	1.7	7.1	1.6
活性炭塔(活性炭非充填部分)(試験温度2)	4			16.1	0.8
活性炭出口～V4(試験温度2)	40		1.7	7.1	1.6
活性炭出口～V4(試験温度1)	110		1.7	7.1	4.4
活性炭出口～V4(室温部分)	100		1.7	7.1	4.0
V4～V7出口分岐点(室温)7割 (87.5°C)	1445.5	10.5	1.2	8.1	74.5
V4～V7出口分岐点(室温)3割	619.5	10.5	1.2	8.1	31.9
合計					231.8

キャピラリー通過時間(0.32φ, 30m): 220S, 但しキャリアガスがArの場合は255Sと仮定

活性炭充填部分を25.24Ncc(内径1.6cmφ長さ12.4cm)とする

第3章 評価・検討

3.1. 質量分析計試料導入装置試験の試験計画の検討

質量分析計の試料導入装置廻りの最適条件を見出す試験を行った。試験装置に対して、連続微量導入案、間欠導入案等について試験計画を検討した。最適条件は時間的な速さとピークの形(ピーク高さ、ピーク幅)の兼合いで決定することとし、試験パラメータは、試料導入装置の材料／口径／長さ／温度／圧力等とした。

試験装置は、第2章希ガスの吸着、脱着特性評価に使用したガスクロマトグラフ装置であり、本体下流のガス濃度分析用分岐ラインのキャピラリー管をパラメータとして、ガスの通過時間を測定した。

3.1.1 試験に必要な部品

試料導入部キャピラリー管を付け替えるについて、以下の部品が必要である。基本的には、分析計検出部からフューズドシリカ、内径0.25mmφ、長さ50cmのキャピラリーを引き出しておき、ガスクロ恒温槽とを繋いでおき、ガスクロ内でキャピラリーを交換する。このために、キャピラリーそのものの他、ジョイント部品やカッタなどが必要になる。

1) キャピラリー

フューズドシリカ内径0.25mmφ(外径0.35)

フューズドシリカ内径0.32mmφ(外径0.45)

SUS316 内径0.25mmφ(外径1.0)

シリコスチール 内径0.25mmφ(外径1.6)

2) 石英ライニングステンレスジョイント・ユニオン：使用チューブ外径：1/16"

3) ナット(SUS-316) 型式：1/16N 使用チューブ外径：1/16"

4) フェラル(SUS-316) 型式：1/16F 使用チューブ外径：1/16"

5) グラファイトベスペルフェラル 型式：GV-04 内径：0.4mm

6) グラファイトベスペルフェラル 型式：GV-08 内径：0.8mm

7) グラファイトベスペルフェラル 型式：GV-1/16 内径：1/16"

8) 1/16"チューブカッター

9) 1/16"チューブカッター交換替刃

10) ガスリーケディテクター

3.1.2 質量分析計試料導入装置試験手順の検討

質量分析計の試料導入装置試験における試験手順と操作手順について手順確認を行った。

(1) 準備

- ① 試験装置の試料導入部に、試験したいキャピラリカラムを取り付け、試験装置内、質量分析計内を掃気し、温度条件等分析環境を整える。なお、前述のように、ガス

クロから分析計検出部までは 50cm のフィーズドシリカ内径 0.25mm ϕ のカラムにつながっている。キャピラリーは所定長さに調整したものを、ガスクロ恒温槽内に設置するが、恒温槽内で繋ぎやすいように、予め適當な長さのフィーズドシリカ内径 0.25mm ϕ のカラムを取付けておき、ここに繋げて用いる。

②V4、V5 は V₄ を隔離。V15、V2 を開き、実験で使う標準ガスの主成分となっているガスの純ガス(純 Ar か純 He)を少し導入し系を掃気する。V10を開き、適當なところで、V9を閉じ真空引きを停止、V7を微開。出口流量計 F3を見ながら、流れていることを確認しつつ進める。

③記録計準備。

④入口流量計 F2、入口圧力計 P1、出口圧力計 P2を見ながら、系統圧力が実験圧力になるように背圧弁 V22 またはリーク弁 V23 を絞り、圧力調整する。実験圧力により V22 か V23 が異なる。V7 は全開とする。(注) ガスクロへの流路を事前に真空引きする必要があるなら、②の直前にその操作を入れる。

(2) 試料ガス導入

①系が安定したら、V15、V2 を閉じ純ガスを止め、V14、V1 を開き標準ガスを導入する。入口流量計 F1を見ながら、所定の流量にする。V22、V23を調節して P1を所定の実験圧力にする。

②全て調整が出来たら、分析計で逐次ガス濃度を測定実験開始。

③分析系で分析を進める。濃度の時間変化を記録していく。室温、恒温層温度、各圧力、各流量も逐次記録していく。

④濃度が所定濃度に等しくなるまで続ける。

(3) 掃気

①V14、V1 を閉じ V15、V2 を開き、純ガスを導入し系を掃気する。この時、V4、V5 の状態は変えず、U字充填部は隔離したままバイパスラインにのみ流すこととする。

②入口流量計 F2を見ながら、所定の流量(吸着時と同じ流量)にする。V22、または V23 を調節して P1を所定の実験圧力にする。

③全て調整が出来たら、分析系で分析を進める。濃度の時間変化を記録していく。室温、恒温層温度、各圧力、各流量は逐次記録していく。

④濃度が 0 になったら、実験終了。

3.1.3 試験項目

この試験は、キャピラリー種類を変えて、試料ガスがキャピラリー内を通過するのに経過する時間の違い、材料による違いを把握するものである。試験条件はまとめて表 3-1 に示す。なお、本試験に用いたガスは純 He および He ベースに Kr、Xe を 1ppm 含む標準ガスである。

3.2 試料導入部細管(キャピラリー)試験結果

表 3-1 の試験条件にしたがって、細管(キャピラリー)を、活性炭試験装置本体出口流

路の弁 V7 下流から弁 10 の間のサンプル用分岐部にある恒温槽内にセットし、恒温槽を所定温度に設定して試験した。

3.2.1 キャピラリー長さの修正

この恒温槽から质量分析计検出部までは、长さ 1,300mm のフューズドシリカ(内径 0.25mm)でつながり、このうち 800mm が恒温槽の中に入っている。従って、キャピラリーパス時間にはこの分を考慮して評価するべきである。また、内径 0.32mm のキャピラリーテスト結果でも、内径 0.25mm のテスト結果に基づきこの分を差し引き、通過時間を修正する必要がある。以下に修正の方法を示す。

先ず、キャピラリー温度 30℃の試験を基本とする。室温は 26~28℃で安定しており、試験温度との差は無視できると考えた。従って、キャピラリー長さは試験条件として設定された長さに 1.3mm を加えた。150℃, 250℃の試験の場合は、恒温槽外の室温部分の通過時間を 30℃の試験結果から 500mm 換算の通過時間分を引き去り、キャピラリー長さとしては、試験条件として設定された長さに恒温槽内の 0.8mm を加えた。内径 0.32mm のキャピラリーについても同様に、恒温槽外の室温部分の通過時間を内径 0.25mm キャピラリーの 30℃の試験結果から 500mm 換算の通過時間分を引き去り、さらに恒温槽内の内径 0.25mm キャピラリーの 800mm 換算の通過時間を差し引いて、通過時間を修正した。

上記の修正を施した値を整理して、試験結果を表 3-2 と 3-3 に示す。

3. 2. 2 試験結果の評価

(1) 室温におけるキャピラリー試験結果

表 3-1 の結果にもとづき、30°C の結果を図 3-1 に示す。内径 0.25mm の場合は、キャピラリー長さに 1.3 m を加え修正した長さを示した。この結果は、キャピラリー内のガス通過時間とキャピラリー長さが両対数表示で直線に乗り、最小自乗法で次の式で表されることが分かった。

ここで、 L ：キャピラリー修正長さ [mm]

u : キャピラリー内を流れるガスの線速度 [m/s]

図 3-1 の実線は①により計算した。

この式を使うと、内径 0.25mm のキャピラリー 1.3m を流れるガスの通過時間が求められる。

$L = 1.3\text{m}$ とすれば、 $L/u = 16.2\text{ s}$ となる。

内径 0.32 mm のキャピラリー内の通過時間は、試験結果から 16.2 s を減じて修正できる。この場合も、キャピラリー内のガス通過時間とキャピラリー長さが両対数表示で直線に乗り、最小自乗法で次の式で表されることが分かった。

$$L/u = 4.467 \times L^{1.1864} \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

(2) 温度・圧力を変化させた場合のキャピラリー試験結果

試験結果を、表 3-3 に示す。ここでは、キャピラリー内径は 0.25mm、長さは 20m の SUS 管に統一して試験した。

室温時のデータは、キャピラリー長さのみを修正すれば良く、これで圧力依存傾向を見た。図 3-2 に、実測値を○印で結果を示す。キャピラリー出入口の差圧の逆数に対しキャピラリー通過時間が破線で示すように直線になっていることが分かる。これに式を当てはめると、以下のようになる。

ここで、 ΔP ：キャピラリー出入口の差圧 [kPa]

これは、長さ 20m の場合の式であるので、長さが変わると修正しなければならない。ここでは、まず、各差圧での通過時間を、③式で計算し、それを①式を使い、長さ比例で室温部分の恒温槽外側のキャピラリー 500mm の通過時間を計算して修正時間を算出した。キャピラリー長さは、試験条件の長さに 800mm を加えて以下のように修正した。

これらの結果を、表 3-3、図 3-2 にそれぞれ示した。

圧力が負圧の試験結果がばらついている。これは、圧力調節が不安定であるためである。今後の検討課題である。これに対して、加圧での試験は安定しており、調整が良好であることがわかる。

全体に、温度が高いほど、通過時間が大きくなる傾向である。これは、粘性係数が高温になるに連れて大きくなることから、妥当である。またキャピラリー入口圧力が低いほど、通過時間が増えているが、これは圧力勾配が小さくなっていることから理解できる傾向である。

(3) 材料による違い

表 3-2、図 3-2 の結果から、材料による差違は見出せなかった。但し、濃度が低い核種については、分析結果が得られなかった。これは SUS 管での試験結果しかなく、今後さらに検討を要する。

表 3-1 試料導入装置試験条件 (He 純ガスおよび He ベース 1ppm
標準ガス使用)

1. 長さの影響

No.	図の番号	材料	長さ	内径 mmΦ	入り口圧力 kPaG	雰囲気温度 ℃
1	3.2.1-1	フューズドシリカ	22.8	0.25	0	30
2	3.2.1-2	フューズドシリカ	13	0.25	0	30
3	3.2.1-3	フューズドシリカ	6.5	0.25	0	30
4	3.2.1-4	フューズドシリカ	7.5	0.25	0	30

2. 口径の影響

5	3.2.2-1	フューズドシリカ	55	0.32	0	30
6	3.2.2-2	フューズドシリカ	27.5	0.32	0	30
7	3.2.2-3	フューズドシリカ	15	0.32	0	30

3. 材料の影響

8	3.2.3-1	SUS316	20	0.25	0	30
9	3.2.3-2	シリコスチール	7.5	0.25	0	30
10	3.2.3-3	シリコスチール	7.5	0.51	0	30

4. 温度の影響

11	3.2.4-1	SUS316	20	0.25	0	30
12	3.2.4-2	SUS316	20	0.25	0	150
13	3.2.4-3	SUS316	20	0.25	0	250

5. 圧力の影響

14	3.2.5-1	SUS316	20	0.25	0	30
15	3.2.5-2	SUS316	20	0.25	-75	30
16	3.2.5-3	SUS316	20	0.25	-50	30
17	3.2.5-4	SUS316	20	0.25	50	30
18	3.2.5-5	SUS316	20	0.25	100	30

6. その他

注記)

- 1) 1項「長さの影響」は短い場合データが取れない場合がある。
- 2) 2項ではカラムが長いとガスが出てこないこともある。
- 3) 3項以降は1, 2項の結果により条件を見直す。
- 4) 6項は5項までの結果を見て必要な試験を追加する。

表 3-2 試料導入部キャピラリ一試験結果

内口径 [mm]	キャピラー	長さ [m]	温度 [℃]	圧力 [kPaG]	時間 [s]	修正 長さ [m]	修正時間 [s]	長さ/時間 [cm/s]
0.25	フェーズドシリカ	22.8	30	0	471	23.6	458	5.15
0.25	フェーズドシリカ	22.8	30	0	468	23.6	455	5.19
0.25	フェーズドシリカ	22.8	30	0	468	23.6	455	5.19
0.25	フェーズドシリカ	22.8	30	0	464	23.6	451	5.23
0.25	フェーズドシリカ	13	30	0	248	13.8	235	5.87
0.25	フェーズドシリカ	13	30	0	245	13.8	232	5.95
0.25	フェーズドシリカ	6.5	30	0	132	7.3	119	6.13
0.25	フェーズドシリカ	6.5	30	0	132	7.3	119	6.13
0.51	シリコスチール	7.5	30	0	33	7.5	5.1	147.1
0.51	シリコスチール	7.5	30	0	30	7.5	2.1	357.1
0.25	シリカ+SUS	42.8	30	0	966	43.6	953	4.58
0.25	シリカ+SUS	42.8	30	0	960	43.6	947	4.60
0.25	SUS	20	30	0	399	20.8	386	5.39
0.25	SUS	20	30	0	395	20.8	382	5.45
0.25	SUS	20	150	0	608	20.8	595	3.50
0.25	SUS	20	150	0	641	20.8	628	3.31
0.25	SUS	20	250	0	883	20.8	870	2.39
0.25	SUS	20	250	0	887	20.8	874	2.38
0.32	フェーズドシリカ	55	30	0	537	55	509.1	10.8
0.32	フェーズドシリカ	55	30	0	532	55	504.1	10.9
0.32	フェーズドシリカ	27.5	30	0	246	27.5	218.1	12.6
0.32	フェーズドシリカ	27.5	30	0	242	27.5	214.1	12.8
0.32	フェーズドシリカ	15	30	0	129	15	101.1	14.8
0.32	フェーズドシリカ	15	30	0	125	15	97.1	15.4
0.32	HP-5	30	30	0	220	30	207	14.5
0.32	HP-5	30	30	0	221	30	208	14.4

表 3-3 試料導入部キャピラリー試験結果

内口径 [mm]	キャビューラー	長さ [m]	温度 [°C]	圧力 [kPaG]	時間 [sec]	修正長さ [m]	修正時間 [s]	長さ/時間 [cm/s]
0.25	SUS	20	30	0	416	20.8	403	5.2
0.25	SUS	20	30	0	413.2	20.8	400.2	5.2
0.25	SUS	20	150	0	670	20.8	657	3.2
0.25	SUS	20	150	0	663.8	20.8	650.8	3.2
0.25	SUS	20	250	0	917.2	20.8	904.2	2.3
0.25	SUS	20	250	0	904.8	20.8	891.8	2.3
0.25	SUS	20	30	99	210.9	20.8	203.9	10.2
0.25	SUS	20	30	99	211.5	20.8	204.5	10.2
0.25	SUS	20	150	100	345	20.8	338	6.2
0.25	SUS	20	150	98	343.6	20.8	336.6	6.2
0.25	SUS	20	250	99	475	20.8	468	4.4
0.25	SUS	20	250	98	474	20.8	467	4.5
0.25	SUS	20	30	50	278.6	20.8	269.6	7.7
0.25	SUS	20	30	50	279.1	20.8	270.1	7.7
0.25	SUS	20	150	51	453.3	20.8	444.3	4.7
0.25	SUS	20	150	50	451.1	20.8	442.1	4.7
0.25	SUS	20	250	51	621.2	20.8	612.2	3.4
0.25	SUS	20	250	50	618.8	20.8	609.8	3.4
0.25	SUS	20	30	-52	983.2	20.8	964.6	2.2
0.25	SUS	20	30	-52	789.2	20.8	770.6	2.7
0.25	SUS	20	150	-52	1574	20.8	1555.4	1.3
0.25	SUS	20	150	-48	1230	20.8	1211.4	1.7
0.25	SUS	20	250	-52	2102.4	20.8	2083.8	1.0
0.25	SUS	20	250	-48	1699	20.8	1680.4	1.2
0.25	SUS	20	30	-76	1722.6	20.8	1676.6	1.2
0.25	SUS	20	30	-75	1420.2	20.8	1374.2	1.5
0.25	SUS	20	150	-76	2277.2	20.8	2231.2	0.9
0.25	SUS	20	150	-75	2024.8	20.8	1978.8	1.1
0.25	SUS	20	250	-76	3146.8	20.8	3100.8	0.7
0.25	SUS	20	250	-75	2788.8	20.8	2742.8	0.8

図3-1 キャピラリー長さの通過時間への影響：30°C

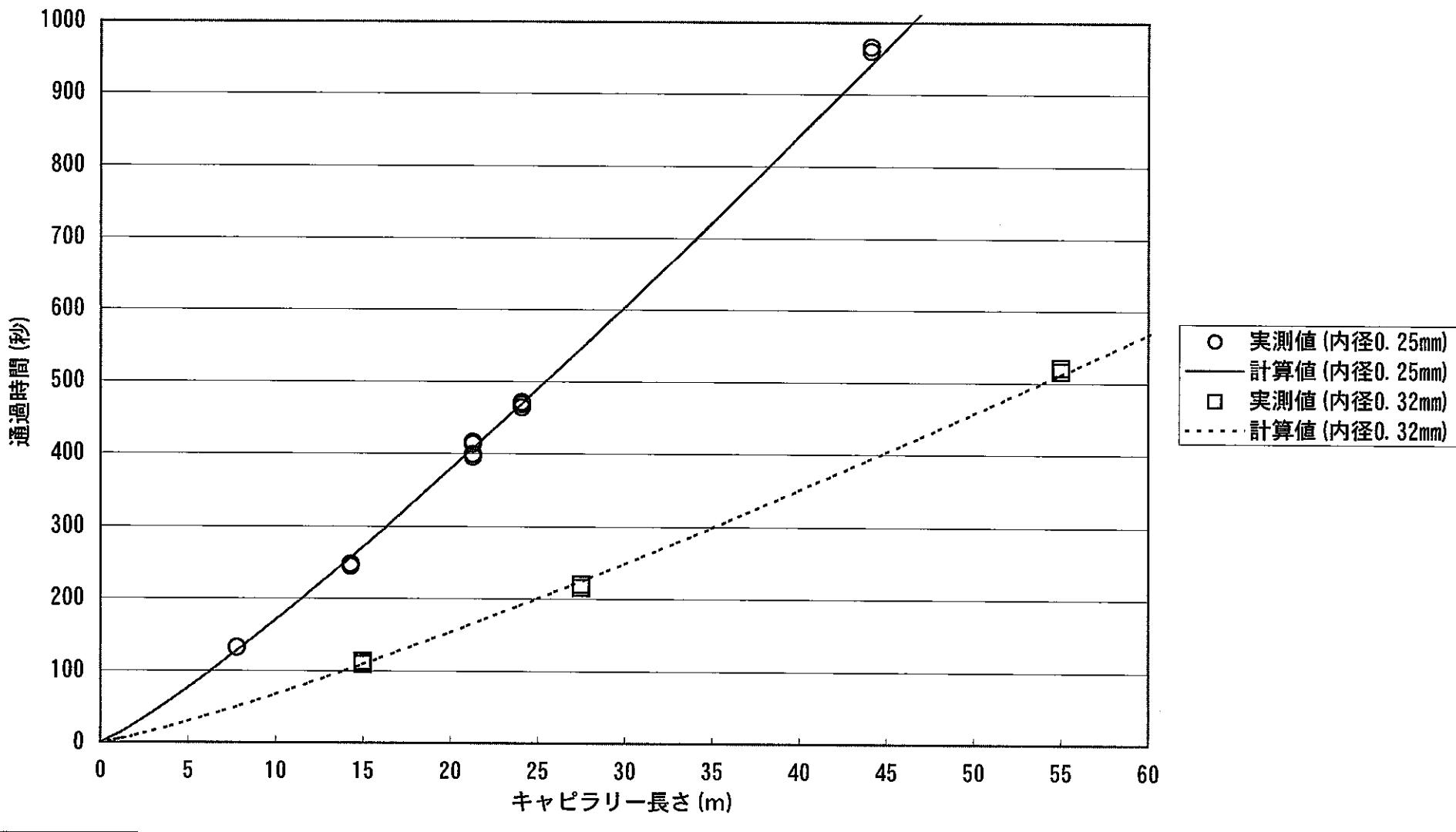
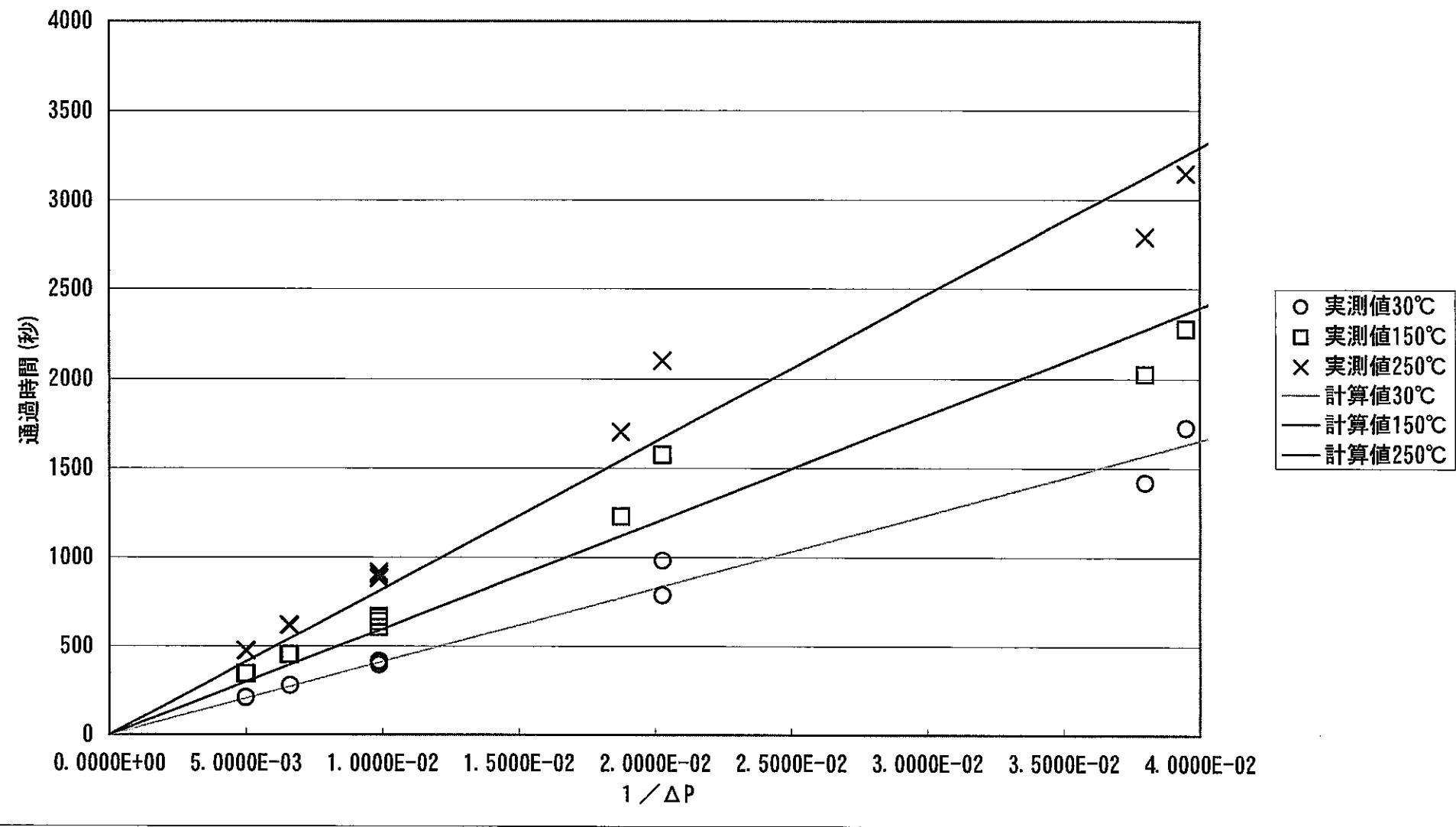


図3-2 キャピラリ-通過時間への圧損の影響, 0.25mm



第4章 まとめ

極低濃度の Xe および Kr を含む Ar または He 試料ガスを小型活性炭充填筒に通気させ、吸脱着破過曲線を得ることにより、活性炭の吸脱着特性を評価することを目的に試験研究を行った。得られた結果をまとめると次のようである。

(1) 試験装置の設計検討

活性炭の吸脱着試験装置に要求される機能を検討し、装置の設計、製作および試験手順の検討を行った。その結果、約 10 g の活性炭を充填できる小型充填筒を用いて、約 200kPa 以上の圧力下、±1°C の精度で -180°C から 200°C の任意の温度で希ガス吸脱着試験を行うことの出来る試験装置を得ることが出来た。

(2) 試料ガスを用いた基礎試験

上記試験装置を用いて、2種類の活性炭に対して吸脱着破過曲線を取得し、次のような結果を得た。

- ① Xe および Kr のガス濃度が 10 ppm 以下では直線平衡が維持される。
- ② ベースガスに Ar を用いたとき、破過時間に与える Ar ガス吸着の影響は大きい。
- ③ 活性炭は 2種類のうち、同一充填体積についてクラレケミカル社製のものが破過時間が長く、良好な吸着性能を示した。
- ④ -180°Cでの試験は、試料ガス圧力が約 112kPa (gage) 付近を超えると Ar ガスの飽和蒸気圧を超えることが懸念されたが、今回の試験で凝縮の影響が大きいことが確認された。
- ⑤ 吸着の温度依存性は大きく、低温で吸着、高温で脱着を繰返せば、微量ガス成分を効率よく濃縮できる見込みである。
- ⑥ 下記条件での実験データについては今後測定を継続して確認する必要がある。

- ・ -180°C の吸脱着破過曲線
- ・ 圧力を変化させた場合の破過曲線
- ・ 高圧に設定したとき Ar の液化を考慮して、-170°Cでの試験
- ・ 吸脱着連続試験
- ・ 分析に必要な配管系統死容積の測定

(3) 質量分析計試料導入装置について

試料導入部キャピラリーの材料、長さおよび温度、圧力を変えて試験を行い、次の結果を得た。

- ① 通過時間は長さに対し、両対数で直線の関係にあり、また圧力に逆比例することが分かった。
- ② キャピラリー材質による違いは、有意差を見出せなかった。
- ③ 今回使用したシリコスチール材は、表示サイズに対して実際のキャピラリー内径誤差が大きいことが分かった。実用に当たっては、誤差を考慮した設計も必要になると思われる。

以上総括すると、今回の試験結果から、広い温度範囲での活性炭希ガス吸脱着特性をリアルタイムで実測することが可能となり、使用する活性炭の特性をつかむことができた。分析の詳細化により、微修正の可能性は残るもの、基礎試験データとしてはほぼ全貌がつかめたと考える。今後さらに活性炭吸脱着特性を明らかにするために、特に脱着方法については、昇温速度、掃気ガス流量などをパラメータとした試験を行うことが望ましいと考える。

參考資料 1.

参考資料 1. 動的吸着平衡係数の算出方法

全ガス流量 $Q [\text{Nm}^3/\text{s}]$ 1.0

Kr 濃度 1 ppm

吸着平衡係数 $K [\text{Nm}^3/\text{g}]$

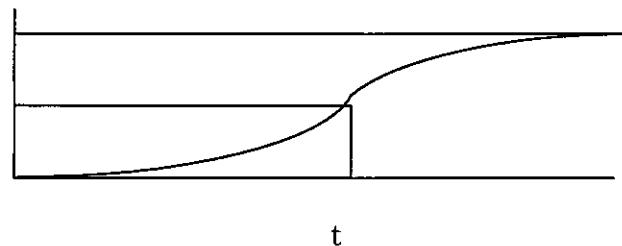
活性炭量 $W [\text{g}]$ 0

破過時間 $t_B [\text{s}]$

Kr 分圧 $P [\text{atm}]$

計算式

$$(Q [\text{Nm}^3/\text{s}] \times 10^{-6} \times t_B [\text{s}]) / W [\text{g}] = K [\text{Nm}^3/\text{g}] \times P$$



1. 試験温度 -180°C, 流入全ガス圧力 1 atm の場合

$$(Q_1 [\text{Nm}^3/\text{s}] \times 10^{-6} \times t_{B1} [\text{s}]) / W [\text{g}] = K_1 [\text{Nm}^3/\text{g}] \times P_1 \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

試験温度 -180°C, 流入全ガス圧力 2 atm の場合

$$(Q_2 [\text{Nm}^3/\text{s}] \times 10^{-6} \times t_{B2} [\text{s}]) / W [\text{g}] = K_2 [\text{Nm}^3/\text{g}] \times P_2 \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

$Q_1=Q_2$ とすると,

$$K_1 [\text{Nm}^3/\text{g}] \times P_1 / t_{B1} [\text{s}] = K_2 [\text{Nm}^3/\text{g}] \times P_2 / t_{B2} [\text{s}]$$

同一の混合ガスを使っているので, $P_2 = 2 \times P_1$

従って,

$$K_1 [\text{Nm}^3/\text{g}] / t_{B1} [\text{s}] = 2 \times K_2 [\text{Nm}^3/\text{g}] / t_{B2} [\text{s}]$$

一般に, $K_2 \geq K_1 / 2$ であるから,

Q が同じなら, $t_{B2} \geq t_{B1}$.

2. 流入全ガス圧力が 1 atm の場合, 0°C で

$$(Q_1 [\text{Nm}^3/\text{s}] \times 10^{-6} \times t_{B1} [\text{sec}]) / W [\text{g}] = K_1 [\text{Nm}^3/\text{g}] \times P_1 \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

流入全ガス圧力が 1 atm の場合, 100°C で

$$(Q_2 [\text{Nm}^3/\text{s}] \times 10^{-6} \times t_{B2} [\text{sec}]) / W [\text{g}] = K_2 [\text{Nm}^3/\text{g}] \times P_2 \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

$Q_1=Q_2$ とすると,

$$K_1 [\text{Nm}^3/\text{g}] \times P_1 / t_{B1} [\text{sec}] = K_2 [\text{Nm}^3/\text{g}] \times P_2 / t_{B2} [\text{s}]$$

全圧が変わらないので, Kr の分圧も変わらず, $P_2 = P_1$

$$K_1 [\text{Nm}^3/\text{g}] / t_{B1} [\text{sec}] = K_2 [\text{Nm}^3/\text{g}] / t_{B2} [\text{s}]$$

付録1. 活性炭希ガス吸脱着試験測定結果の図

図2.1-1(a) (1) 0°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.333NL/min, 吸着, タイツヤー ZH28-48 (He-He) 03

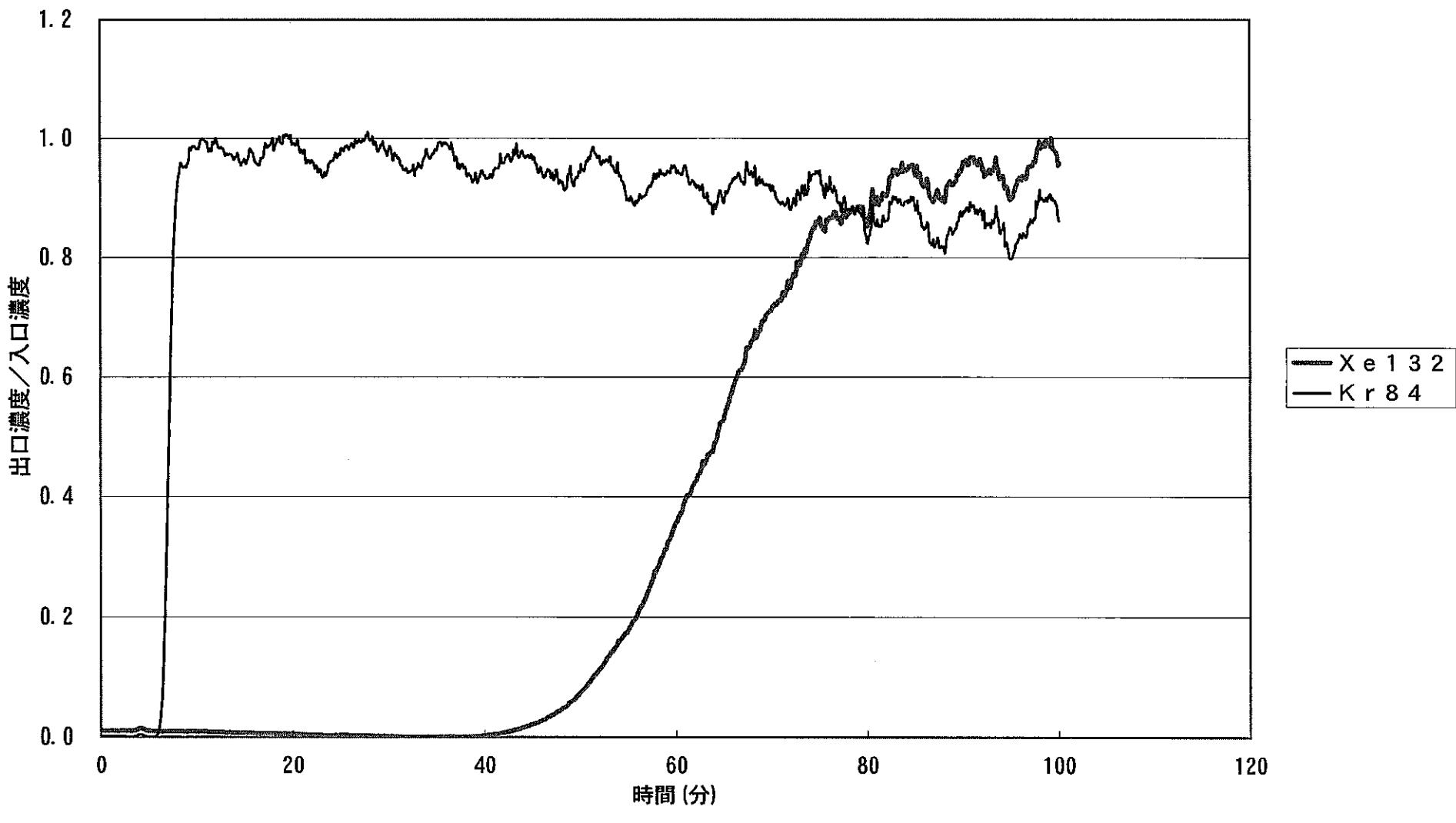


図2.1-1(a) (2) 0°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.333NL/min, 吸着, タイマー ZH28-48 (He-He) 03

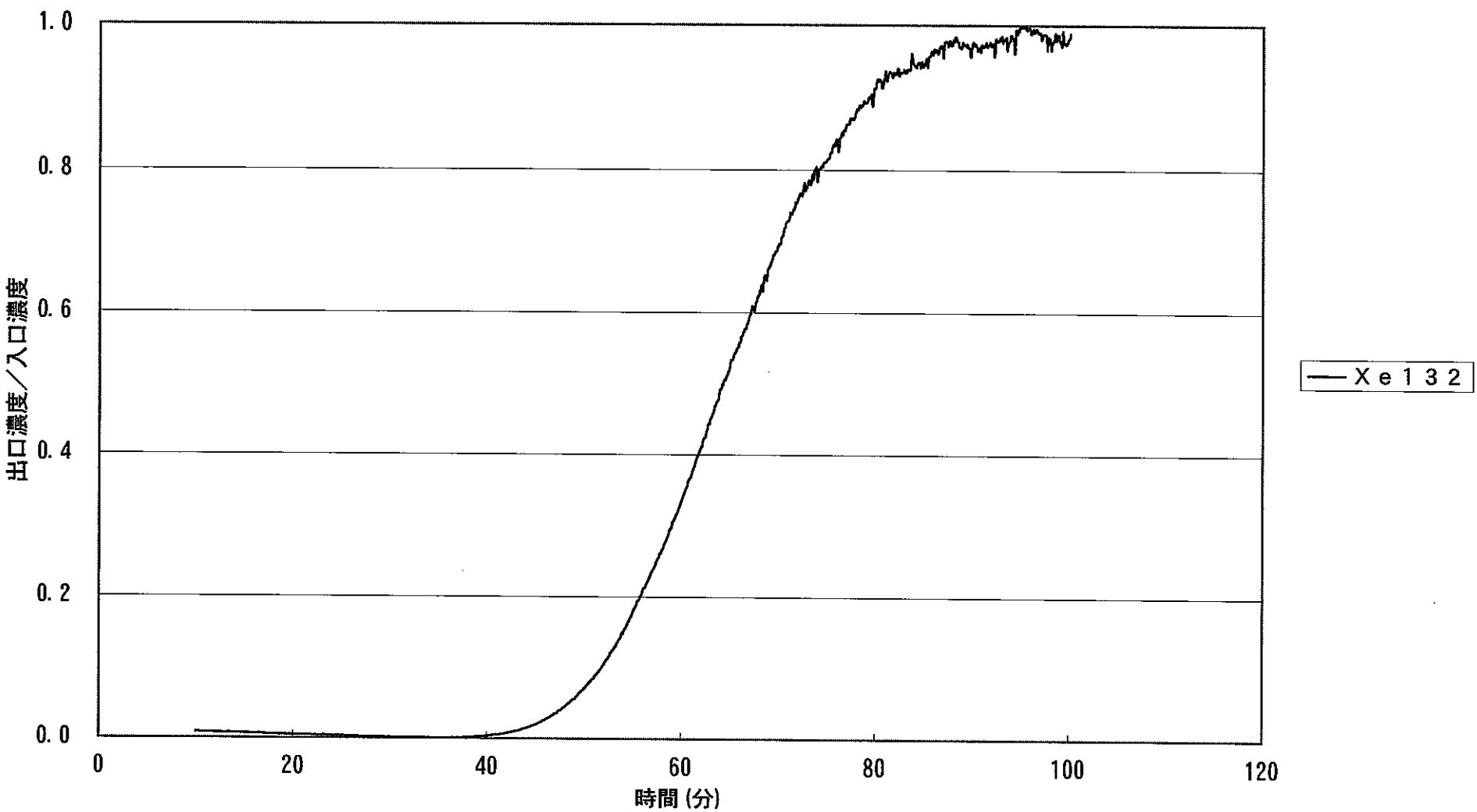


図2.1-1 (a)-r 0°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.333NL/min, 吸着, タイソ-ジ ZH28-48 (He-He) 03A

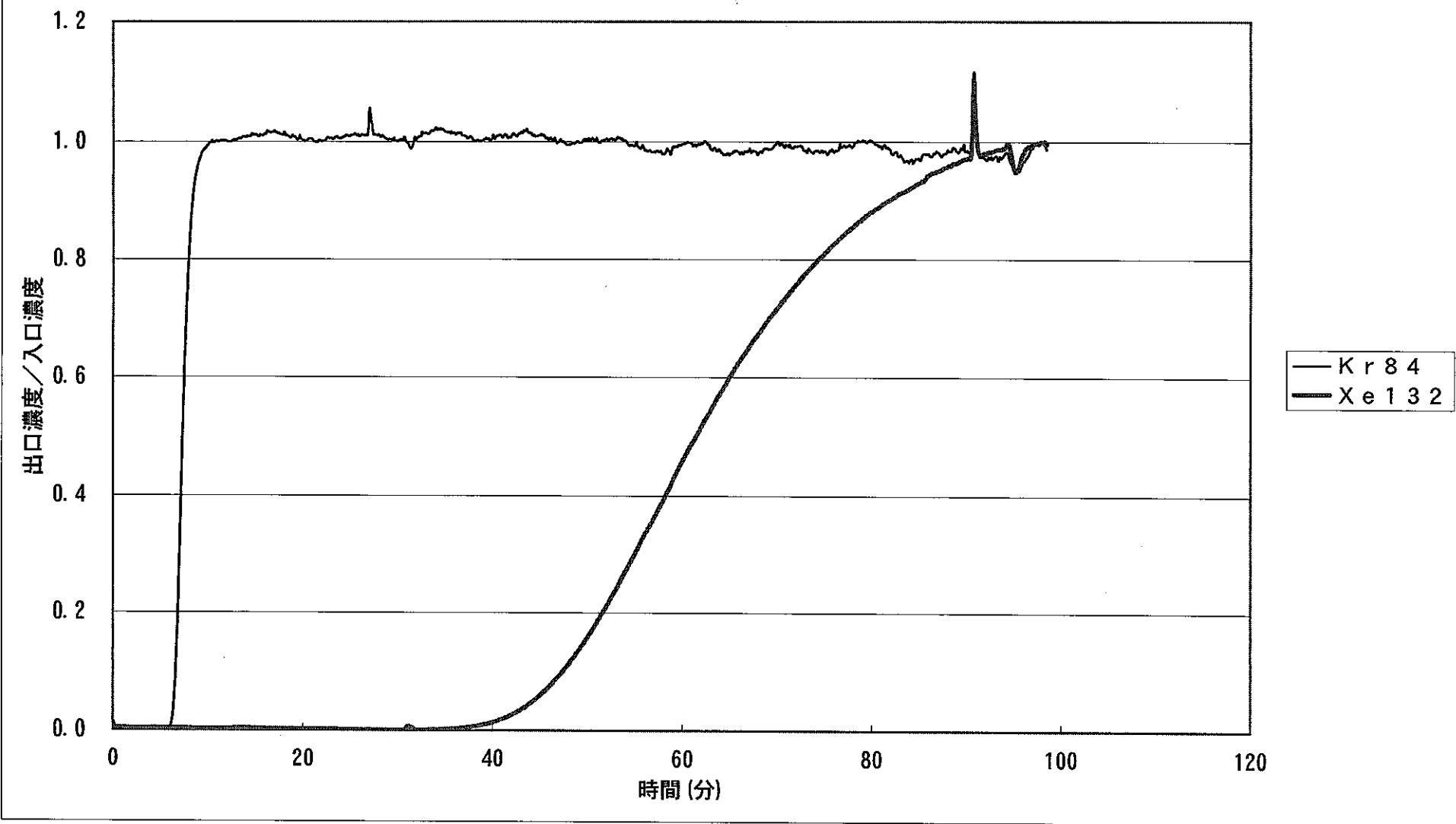


図2.1-1(b) (1) 0°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.333NL/min, 脱着, タイツ ZH28-48 (He-He) 03

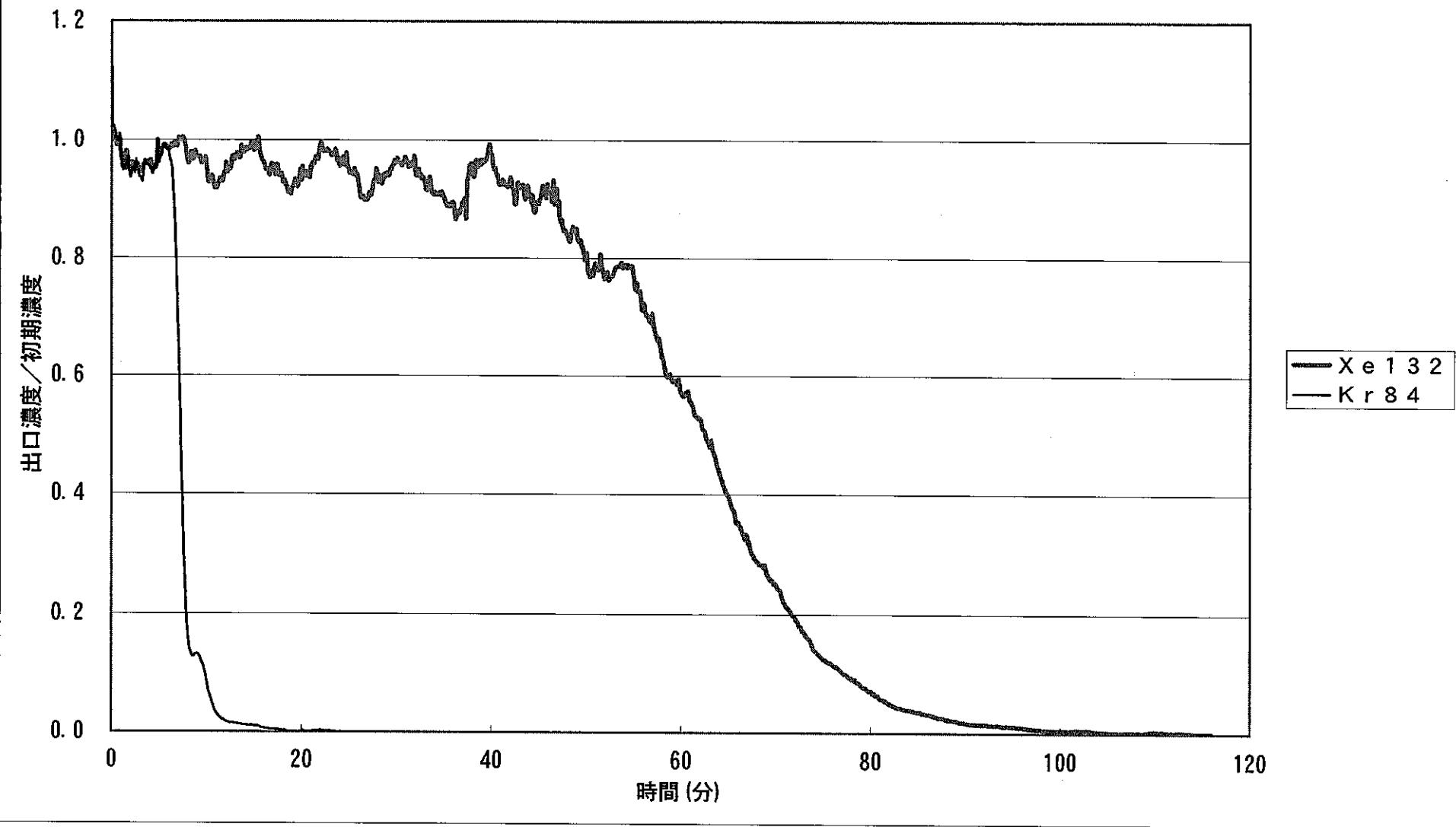


図2.1-1 (b) (2) 0°C, 1ppm, He^{-λ}, 0.333NL/min, 脱着, タイアソーブ ZH28-48 (He-He) 03

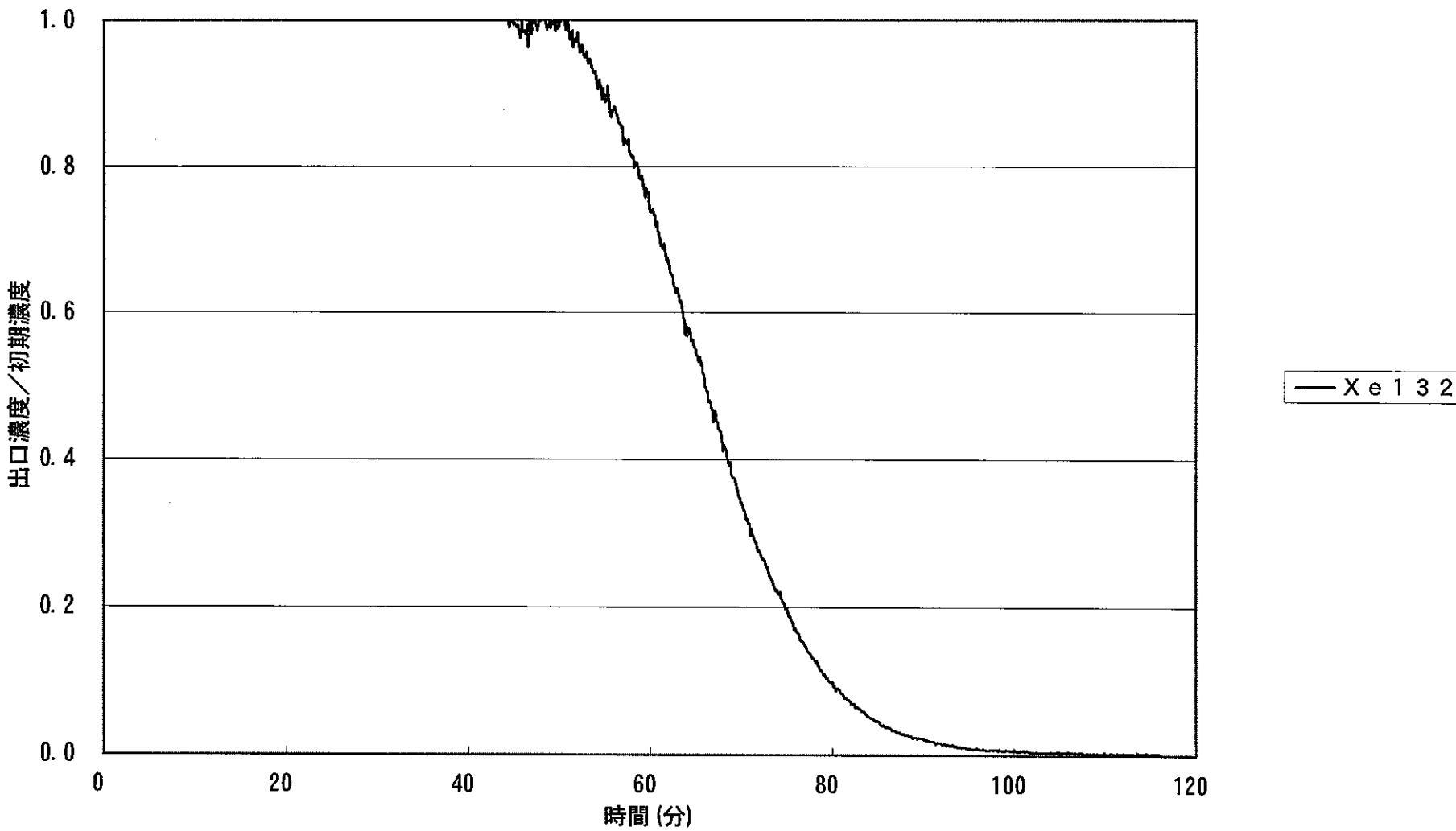


図2.1-1 (b) -r 0°C, 1ppm, He \wedge -λ, 0.333NL/min, 脱着, タイツ ZH28-48 (He-He) 03A

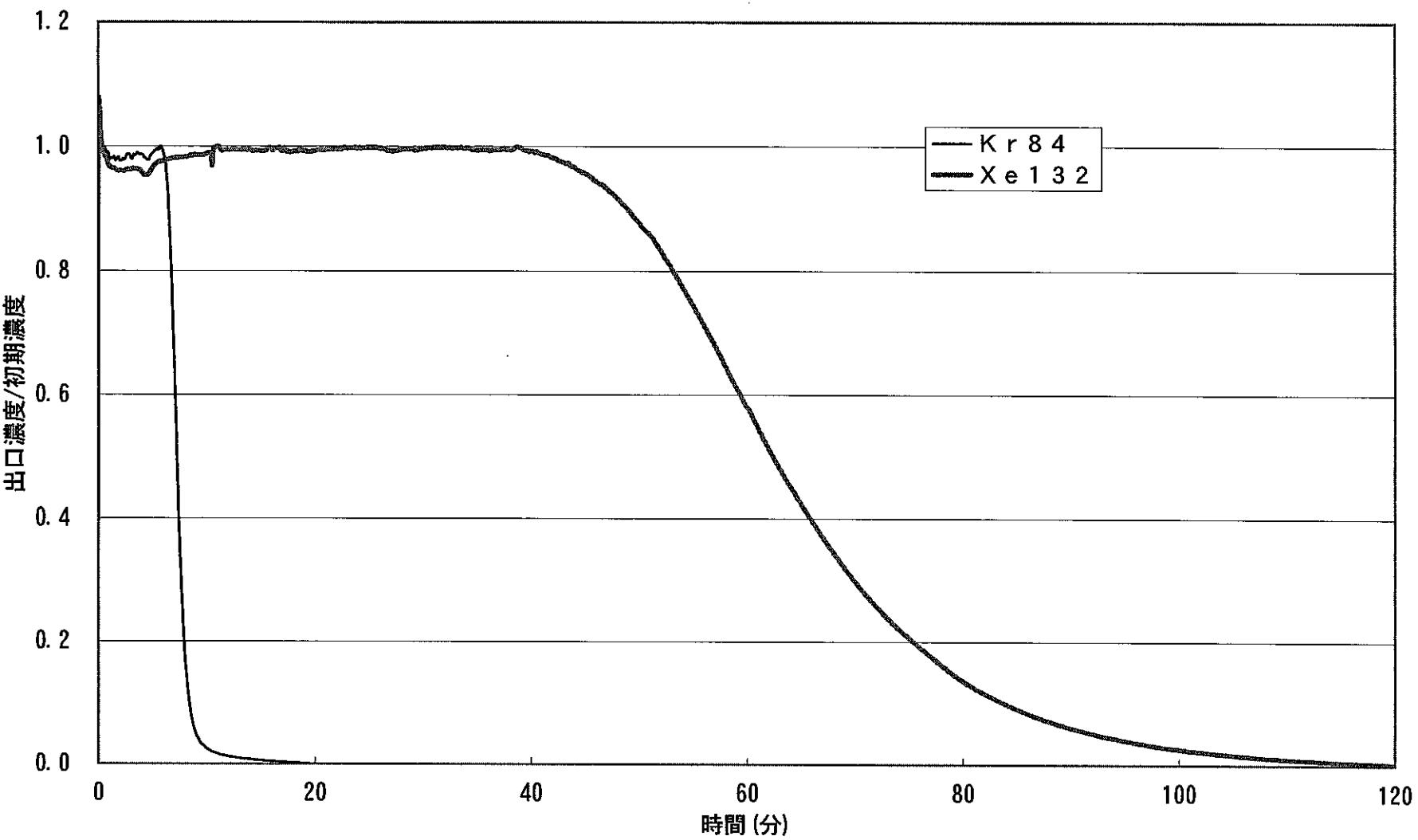


図2.1-2 (a) 0°C, 10ppm, He⁺-λ, 0.333NL/min, 吸着, ダイソーブZH28-48 (He-He) 04

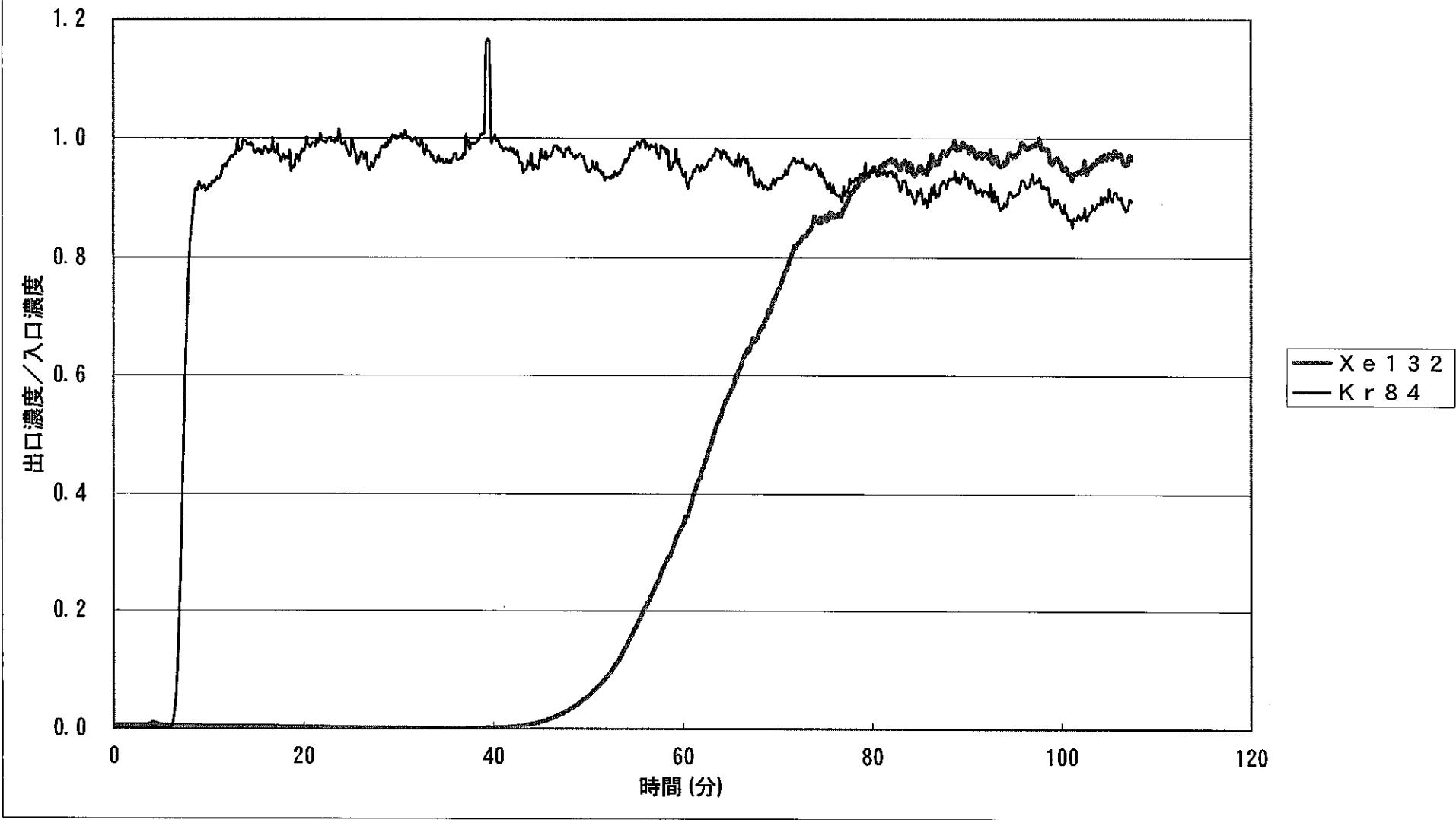


図2.1-2 (b) 0°C, 10ppm, He⁺-λ, 0.333NL/min, 吸着, タイアソーブ ZH28-48 (He-He) 04

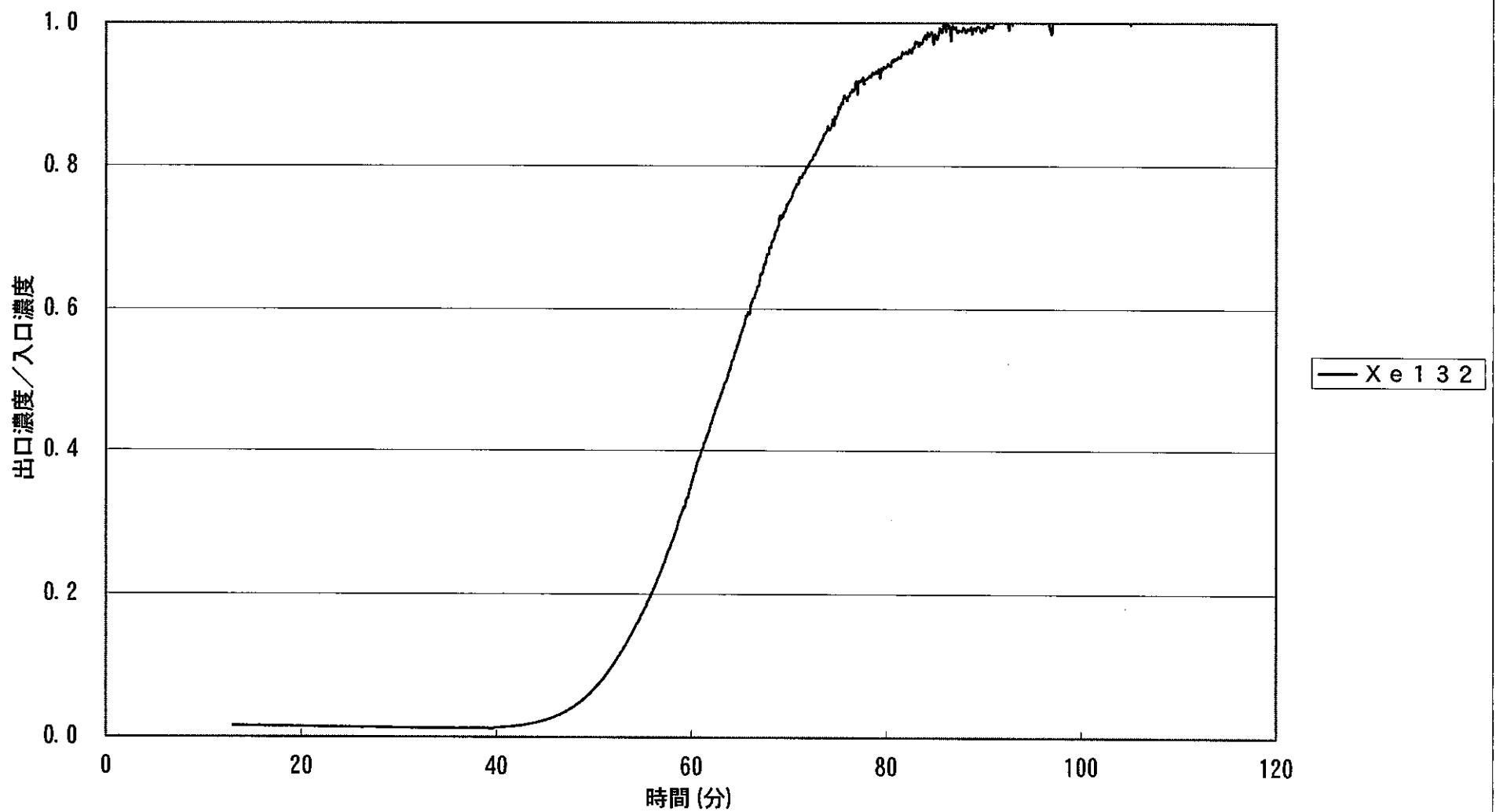


図2.1-2 (b) (1) 0°C, 10ppm, He⁺-λ, 0.324NL/min, 脱着, ダイソーブZH28-48(He-He)04

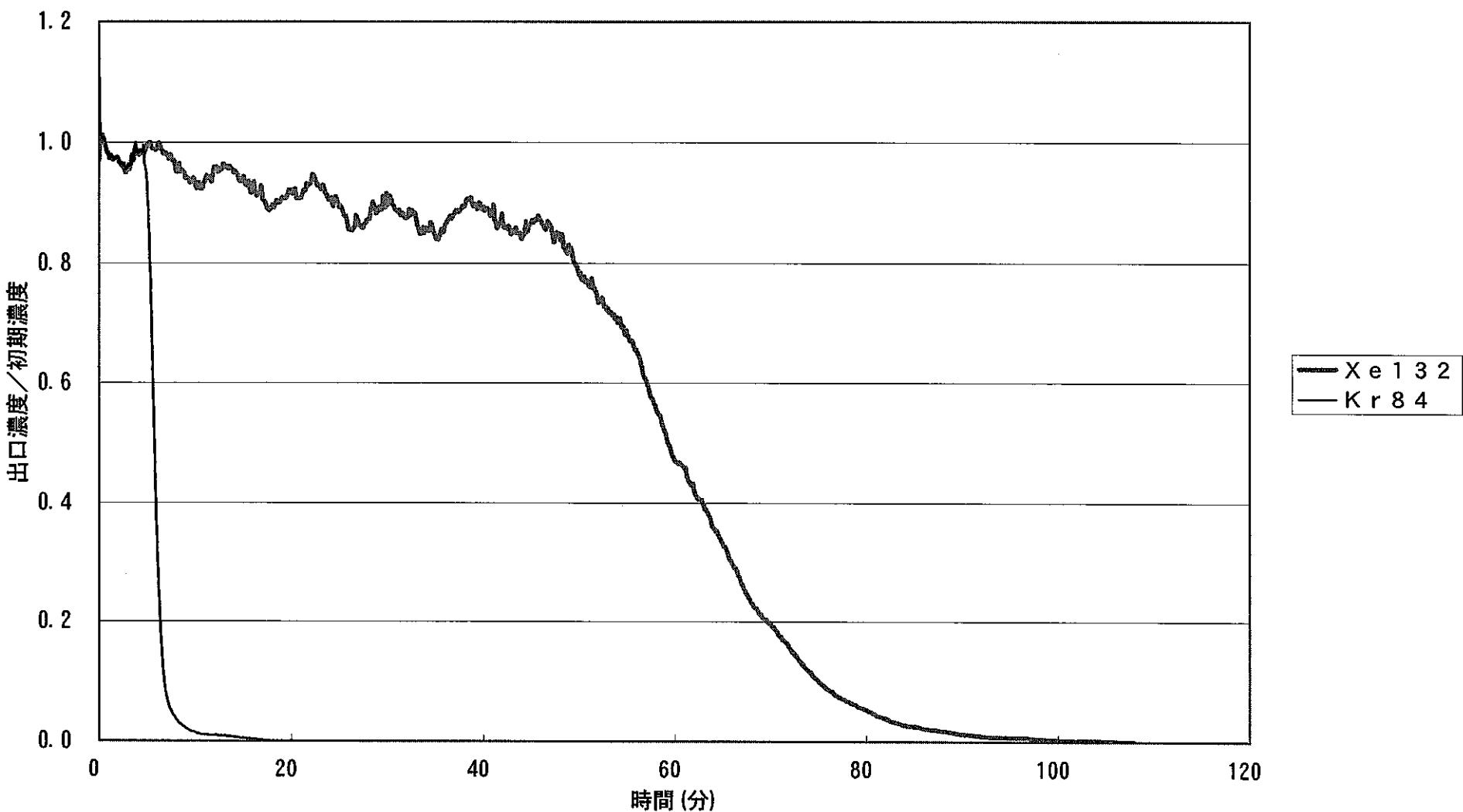


図2.1-2 (b) (2) 0°C, 10ppm, He⁺-λ, 0.324NL/min, 脱着, ダイアソーブ ZH28-48 (He-He) 04

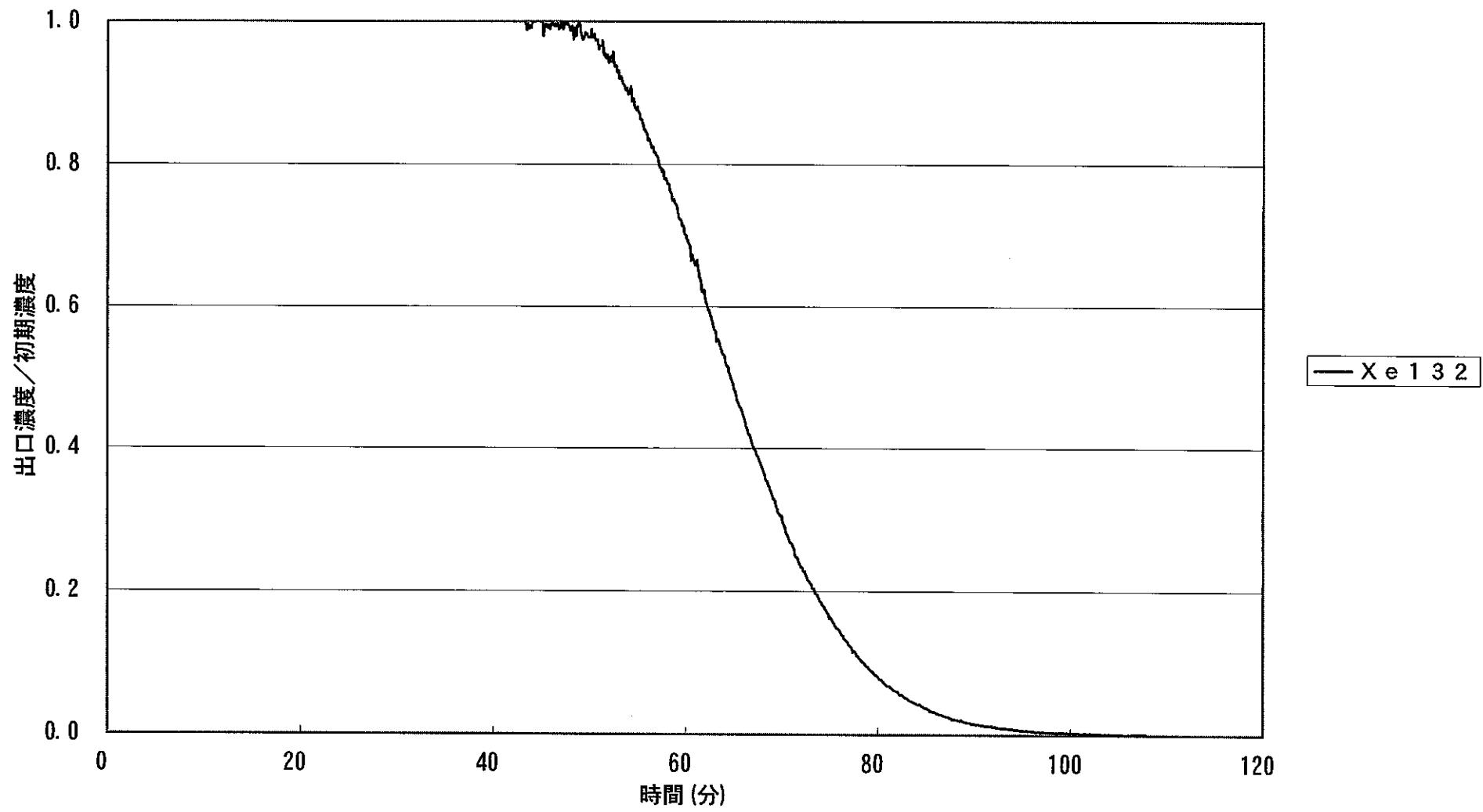


図2.1-3 (a) (1) 0°C, 1000ppm, He⁺-λ, 0.324NL/min, 吸着, ダイソーブ ZH28-48 (He-He) 05

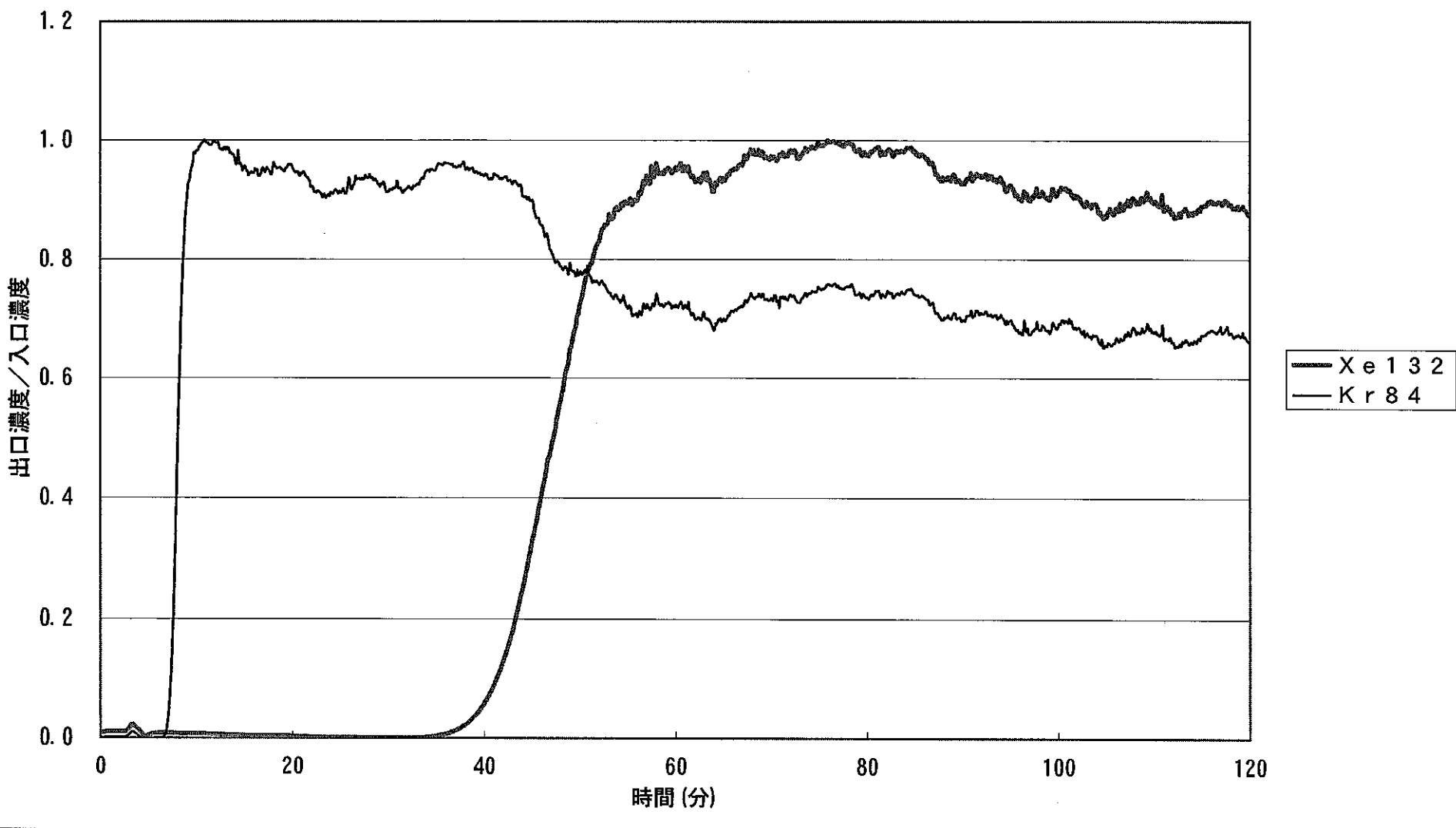


図2.1-3 (a) (2) 0°C, 1000ppm, He⁺-λ, 0.324NL/min, 吸着, タイツツ ZH28-48 (He-He) 05

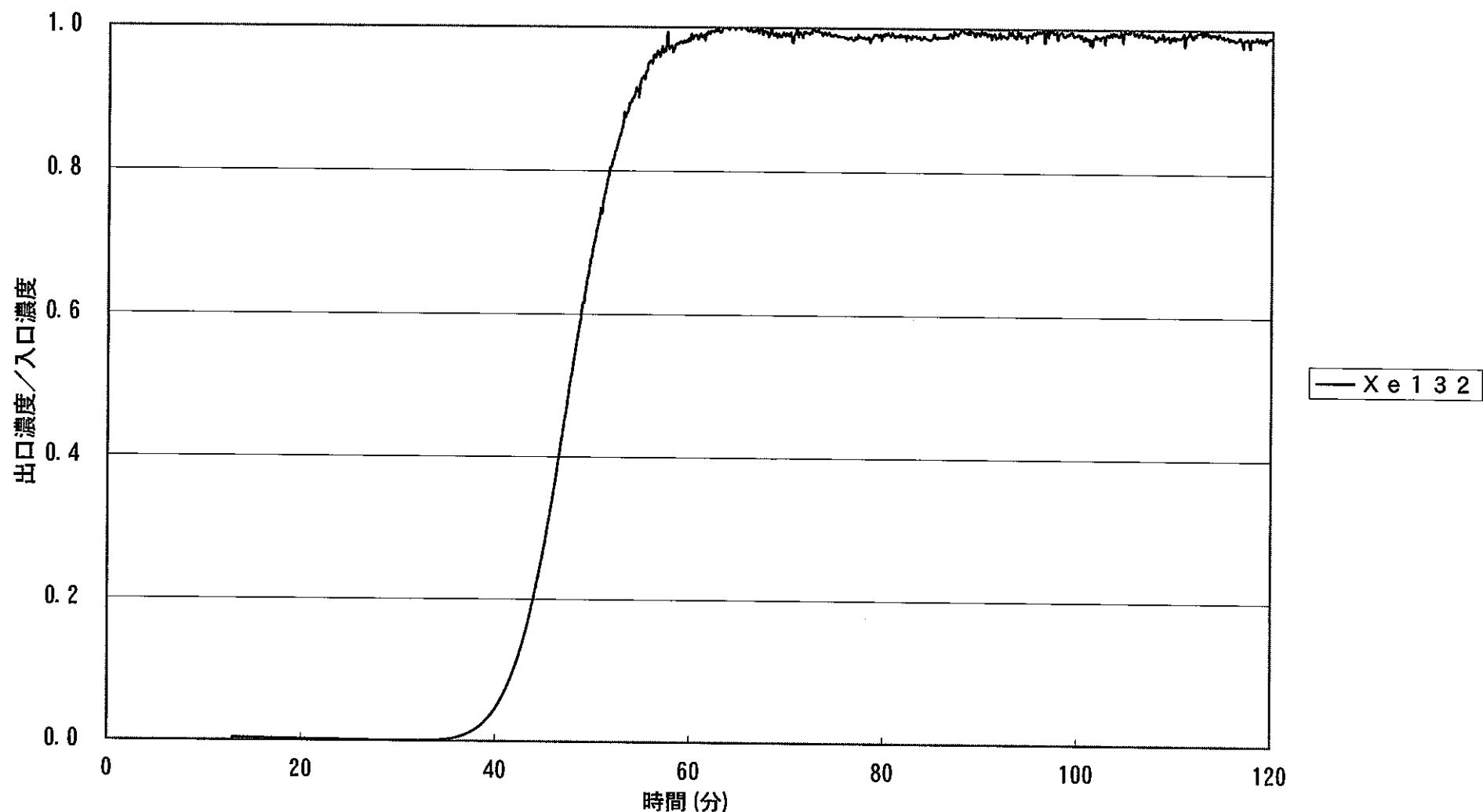


図2.1-3 (b) (1) 0°C, 1000ppm, He⁺-λ, 0.324NL/min, 脱着, ダイアソブ ZH28-48 (He-He) 05

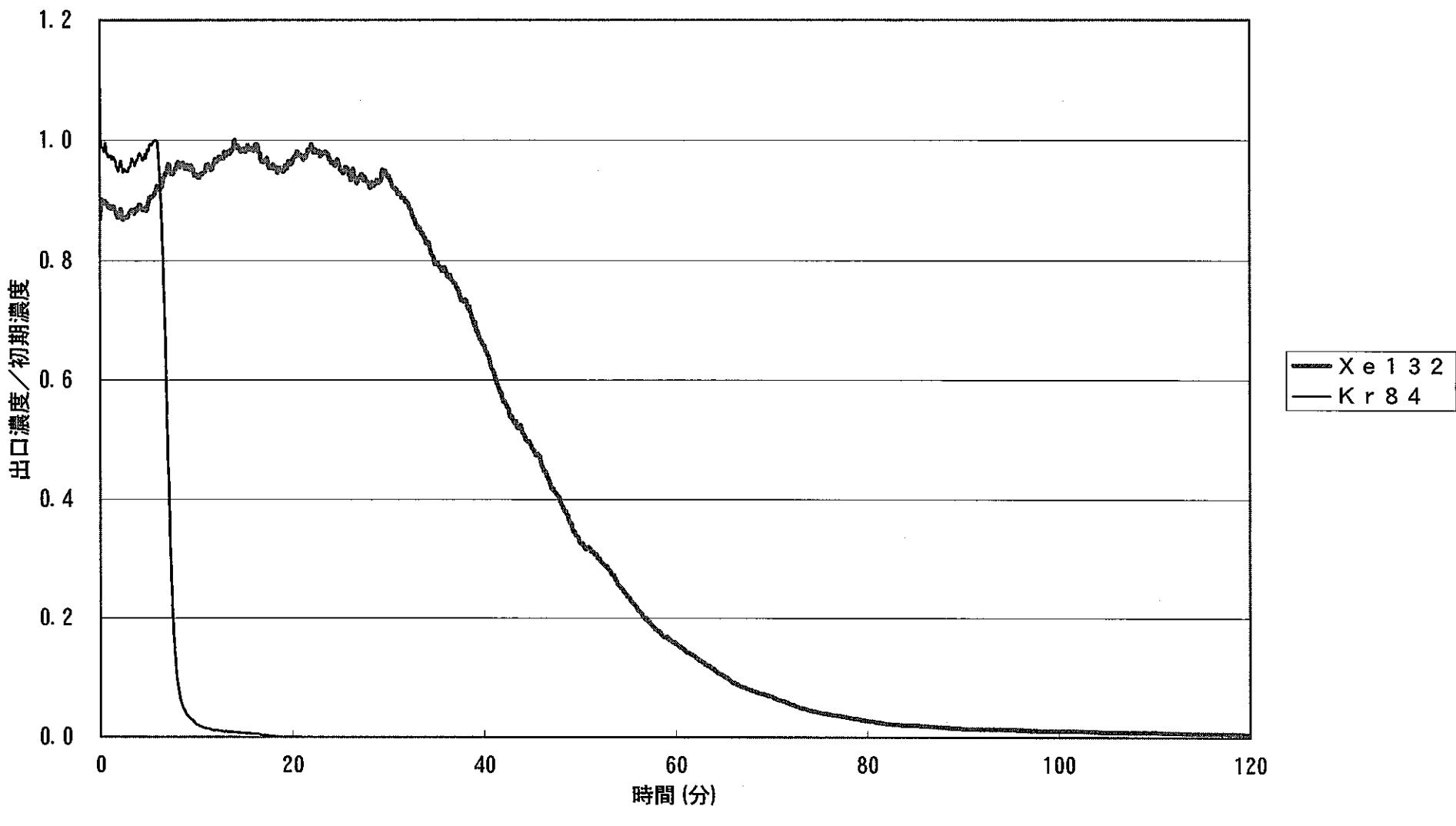


図2.1-3 (b) (2) 0°C, 1000ppm, He⁺-λ, 0.324NL/min, 脱着, ダイアソ-フ ZH28-48 (He-He) 05

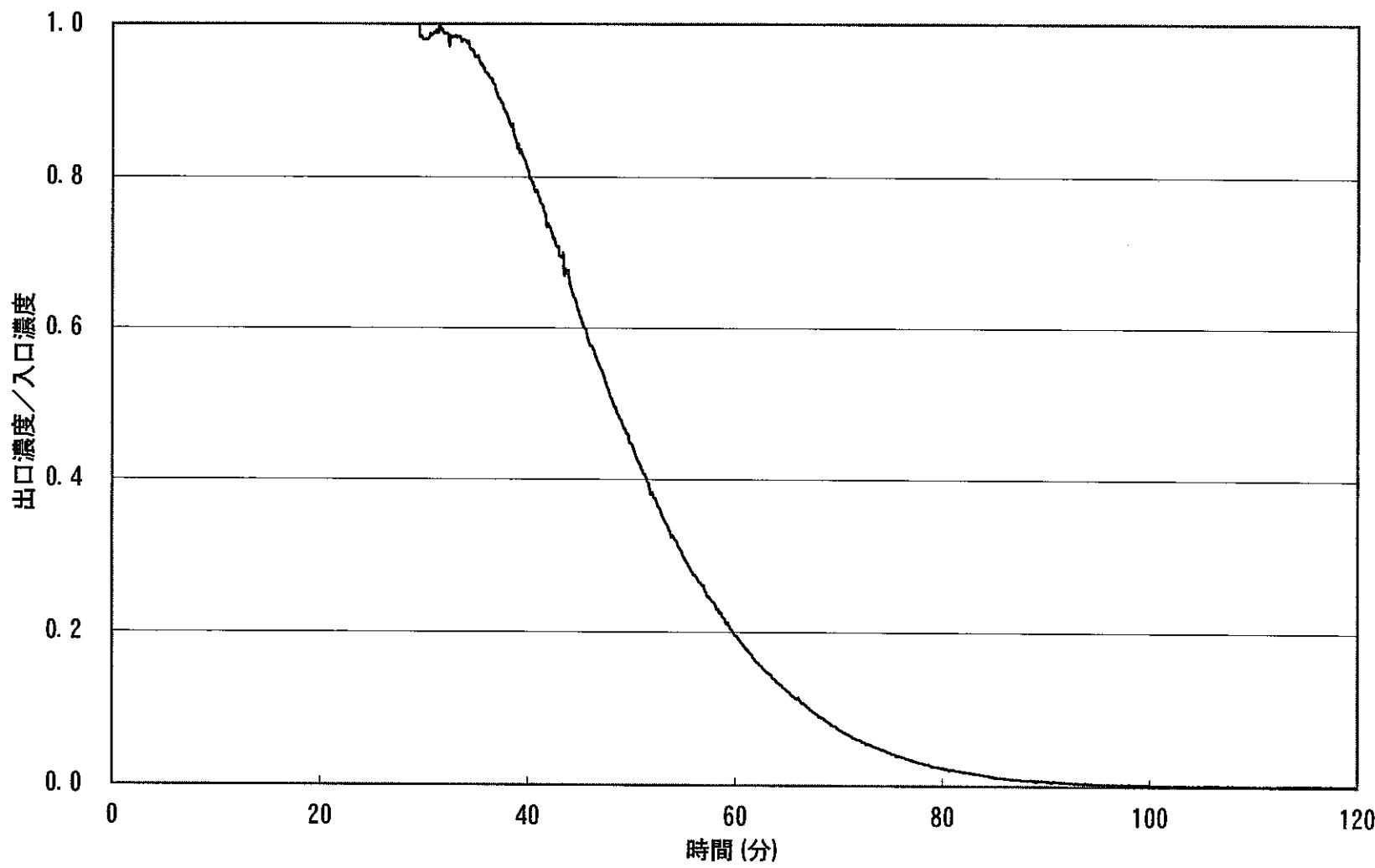


図2.1-4(a) (1) 0°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.324NL/min, 吸着, ダイアソーブZH28-48 (Ar-Ar) 07

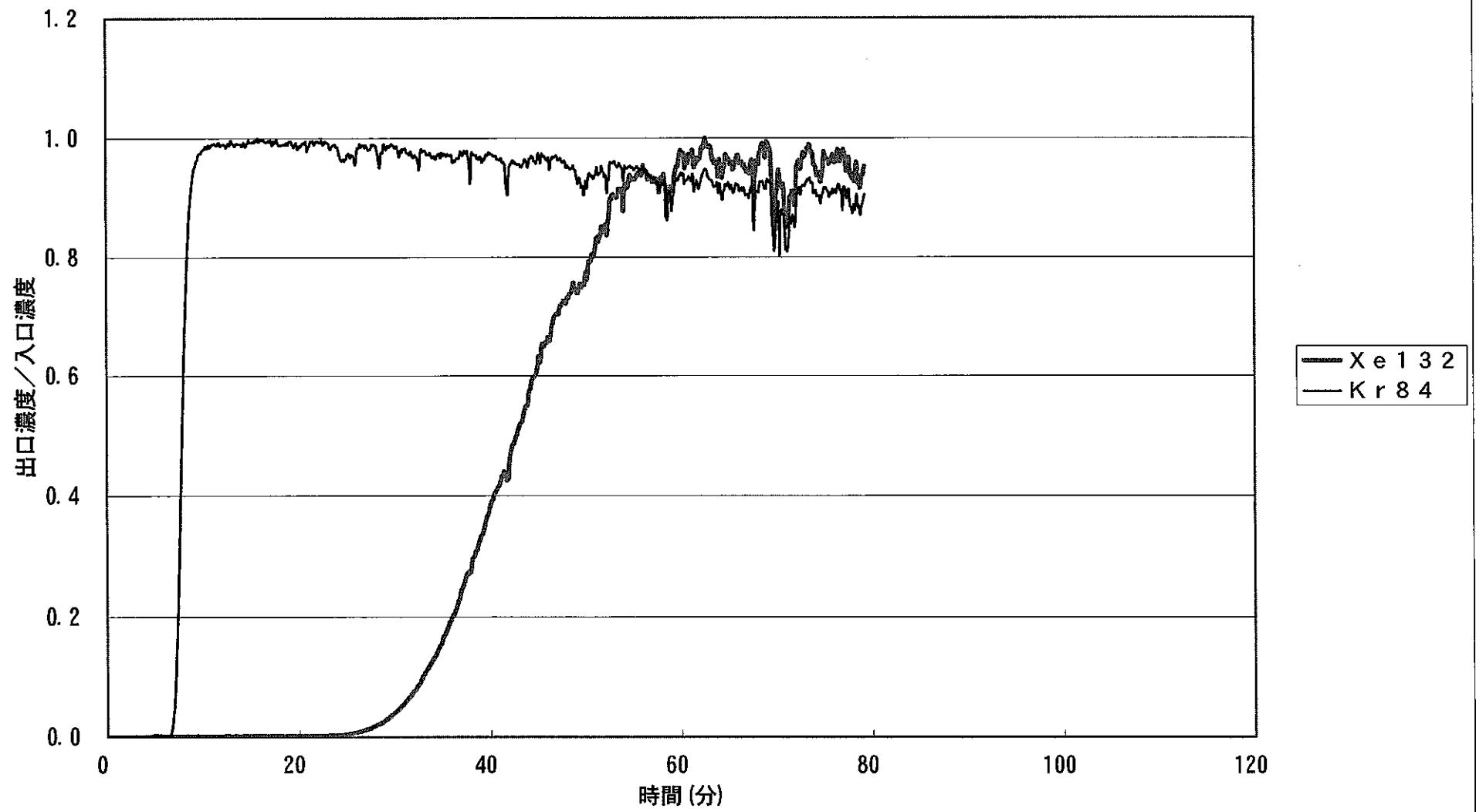


図2.1-4(a) (2) 0°C, 1ppm, Ar^A- λ , 0.324NL/min, 吸着, タイアソーブ ZH28-48 (Ar-Ar) 07

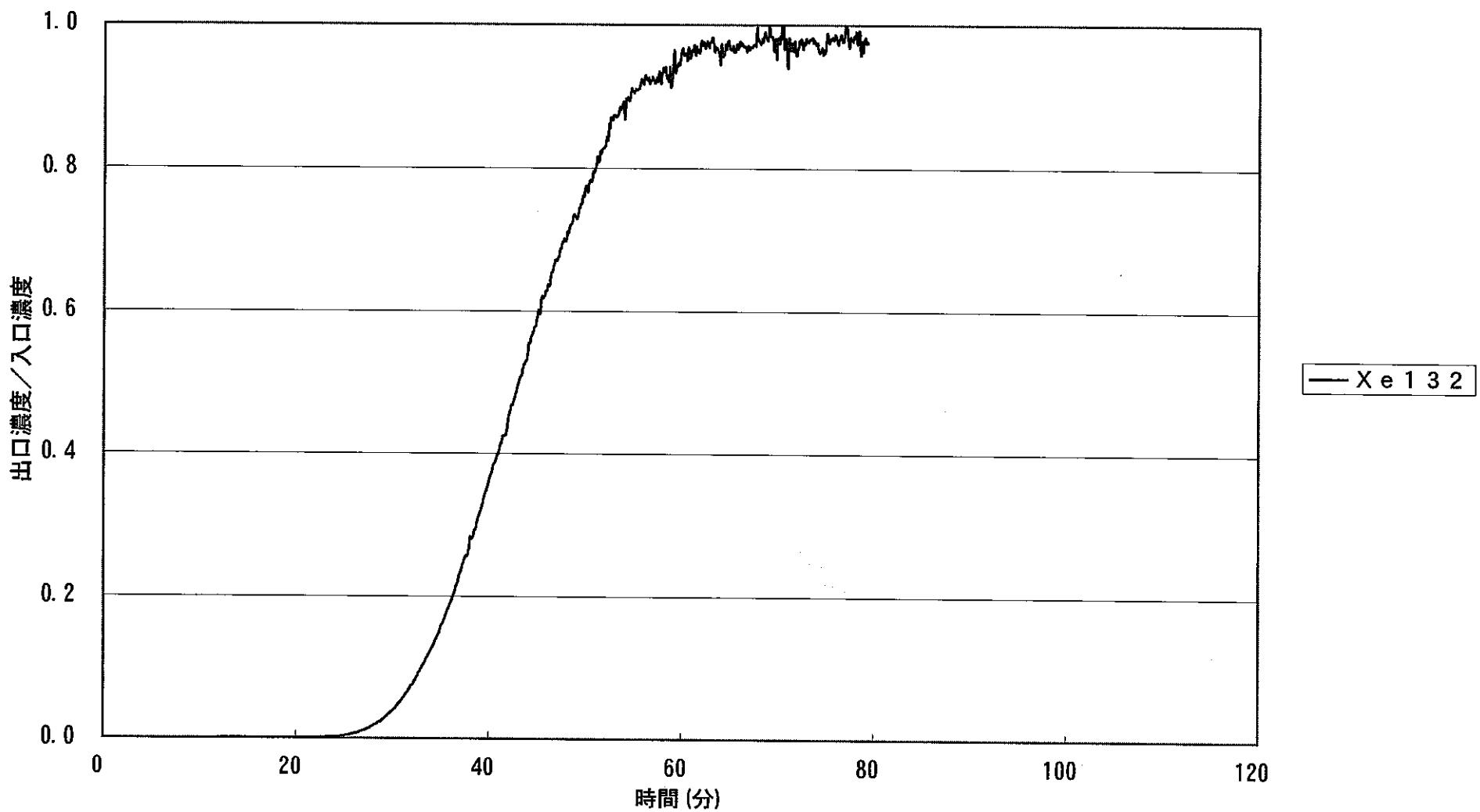


図2.1-4 (a) -r 0°C, 1ppm, Ar^r-λ, 0.324NL/min, 吸着, ダイアリーブ ZH28-48 (Ar-Ar) 07A

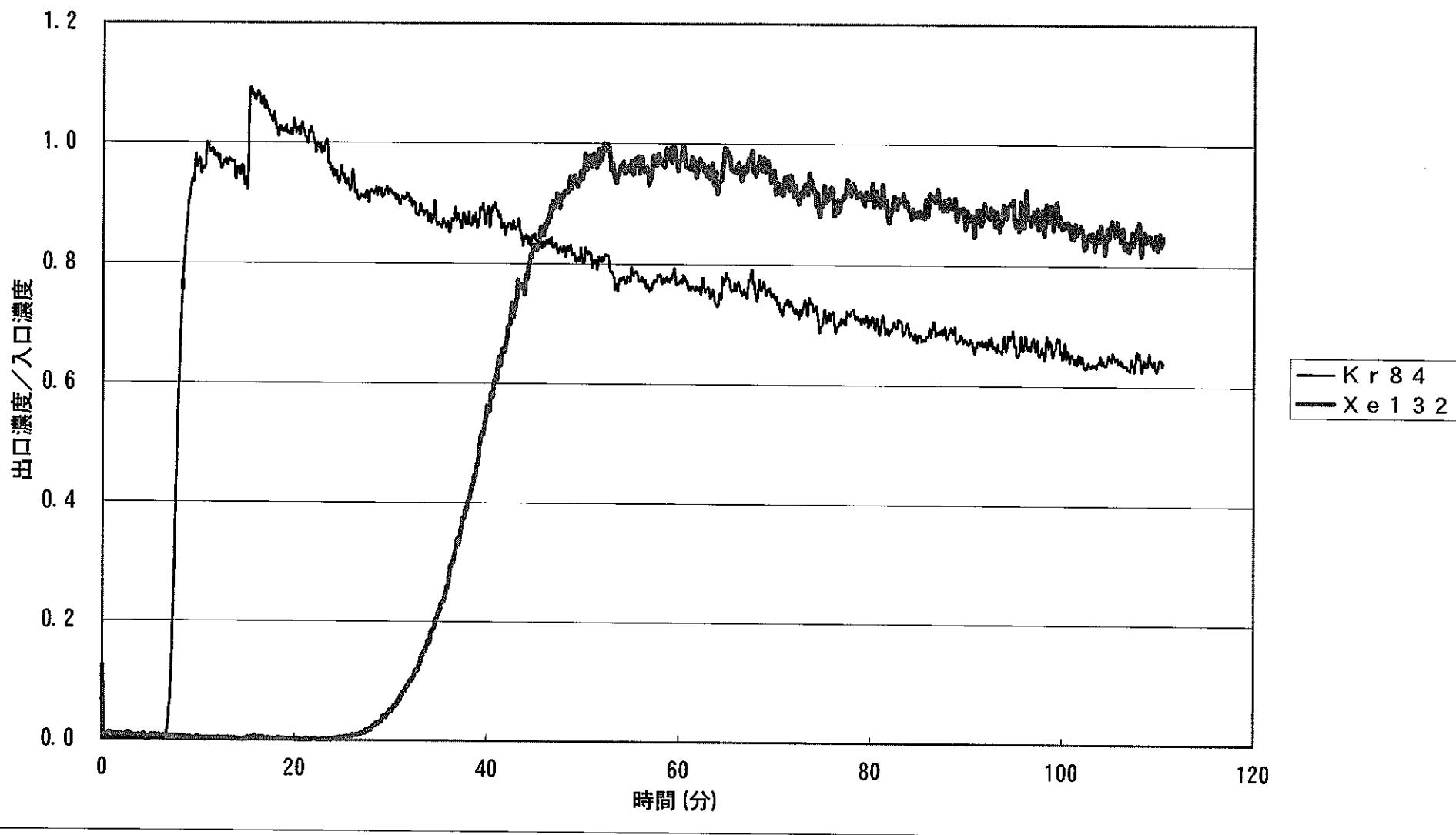


図2.1-4 (b) (1) 0°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.333NL/min, 脱着, ダイヤソーブ (Ar-Ar) 07

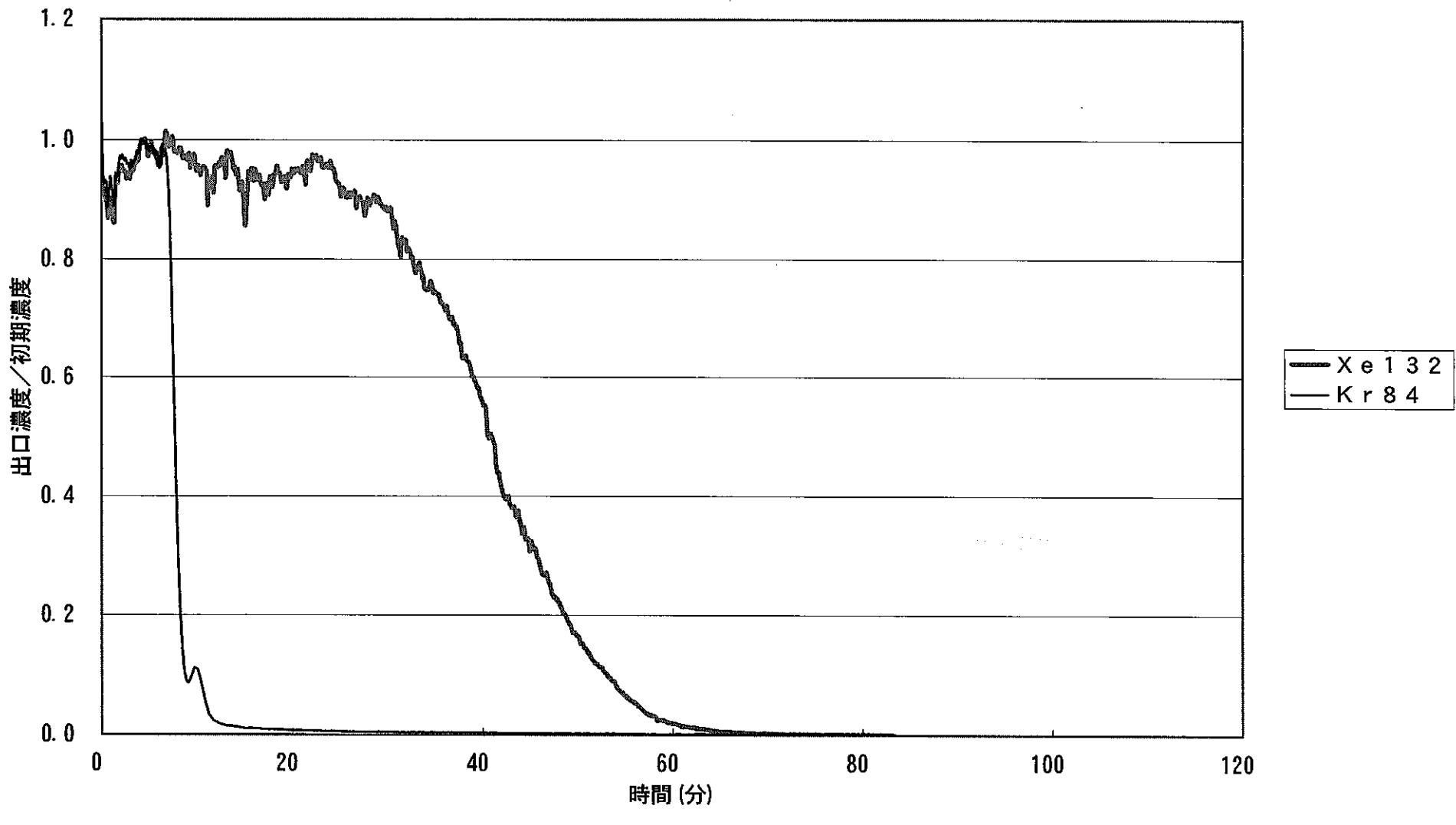


図2.1-4(b) (2) 0°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.333NL/min, 脱着, ダイアソフ ZH28-48 (Ar-Ar) 07

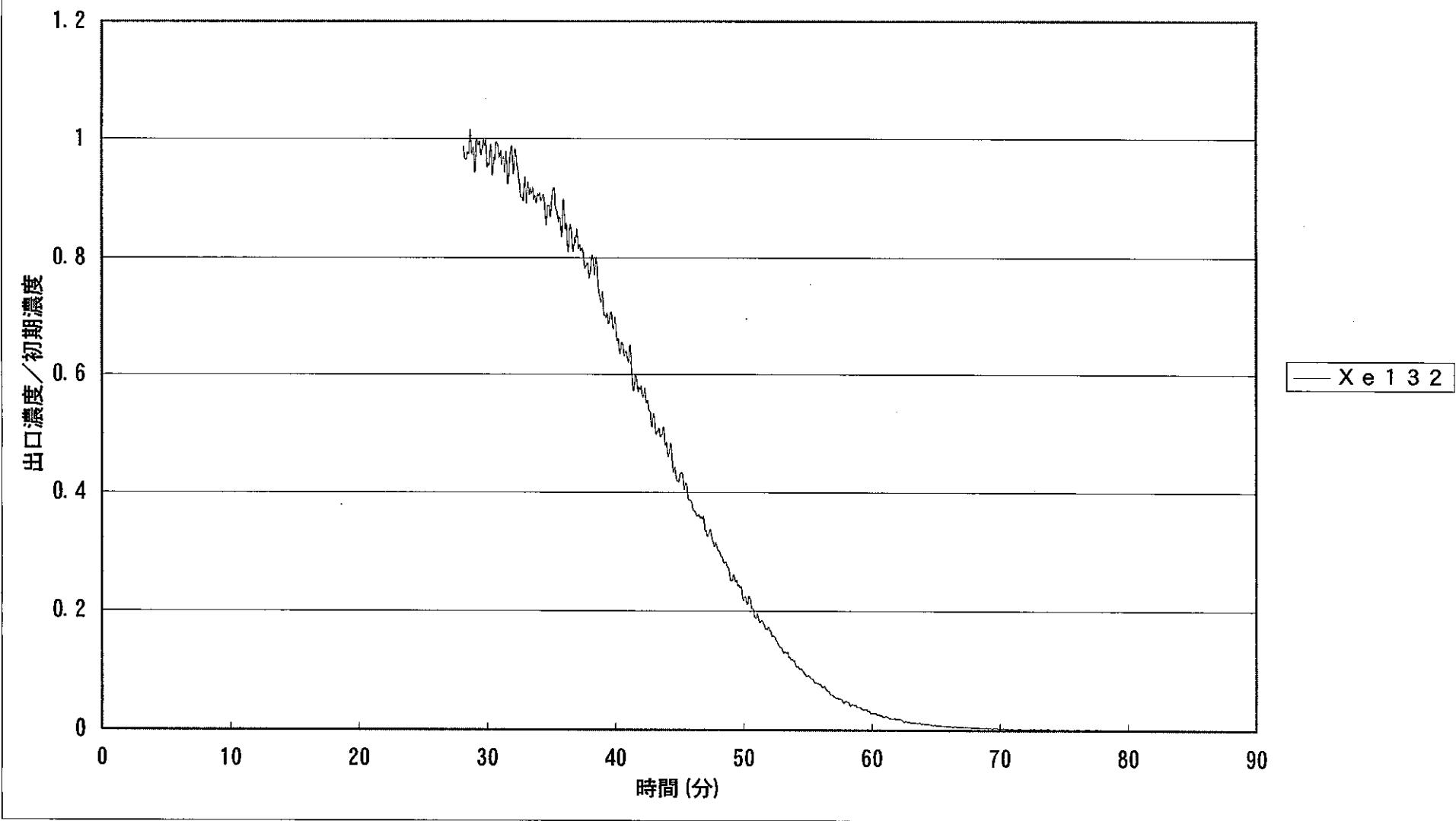


図2.1-4 (b) -r 0°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.333NL/min, 脱着, タイアソーブ ZH28-48 (Ar-Ar) 07A

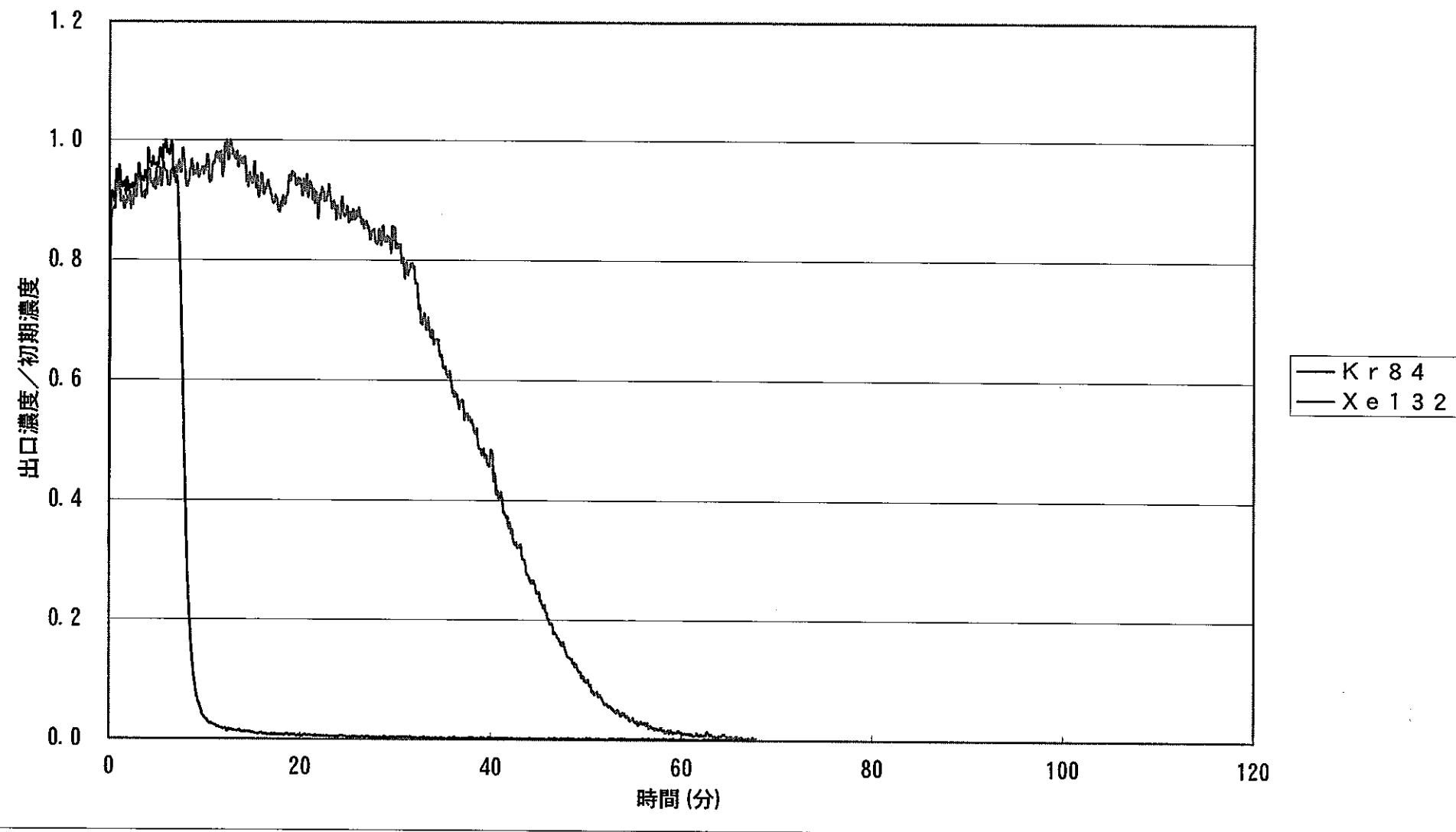


図2.1-5(a) (1) 0°C, 10ppm, Ar⁺- λ , 0.324NL/min, 吸着, ダイアソーブZH28-48 (Ar-Ar) 08

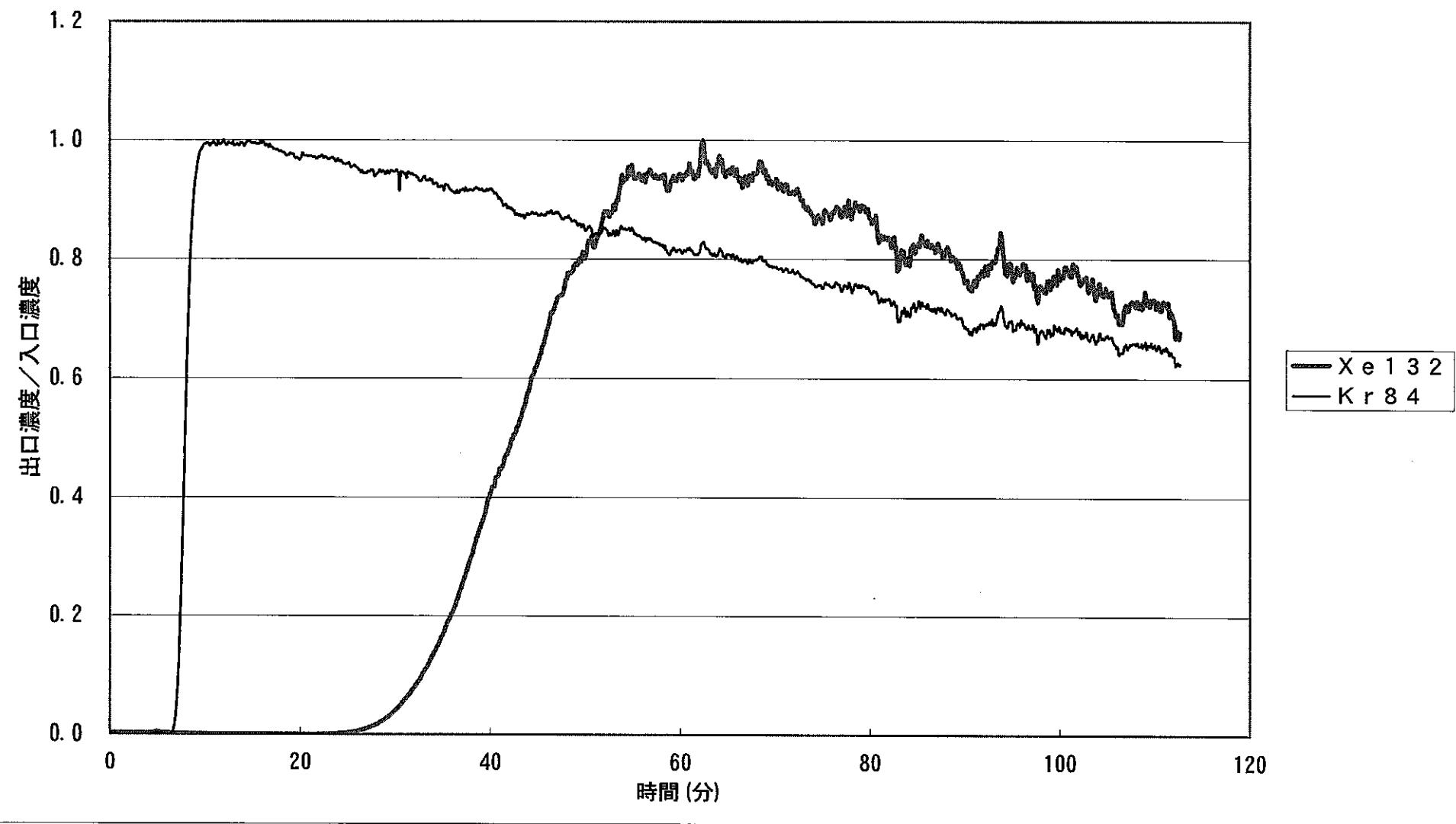


図2.1-5 (a) (2) 0°C, 10ppm, Ar⁺-λ, 0.324NL/min, 吸着, ダイソーブZH28-48 (Ar-Ar) 08

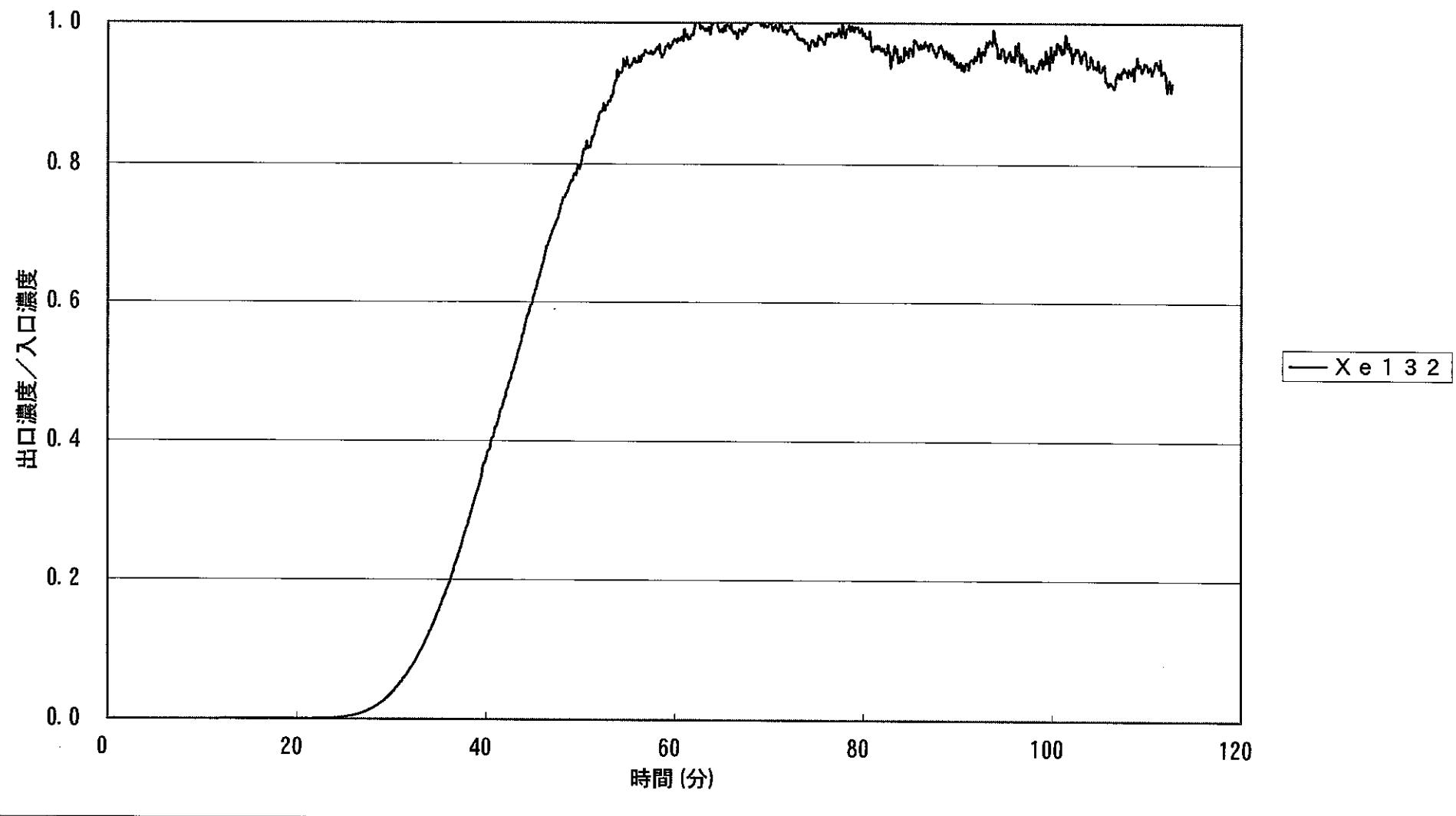


図2.1-5 (b) 0°C, 10ppm, Ar⁺-λ, 0.324NL/min, 脱着, ダイアソーブ ZH28-48 (Ar-Ar) 08

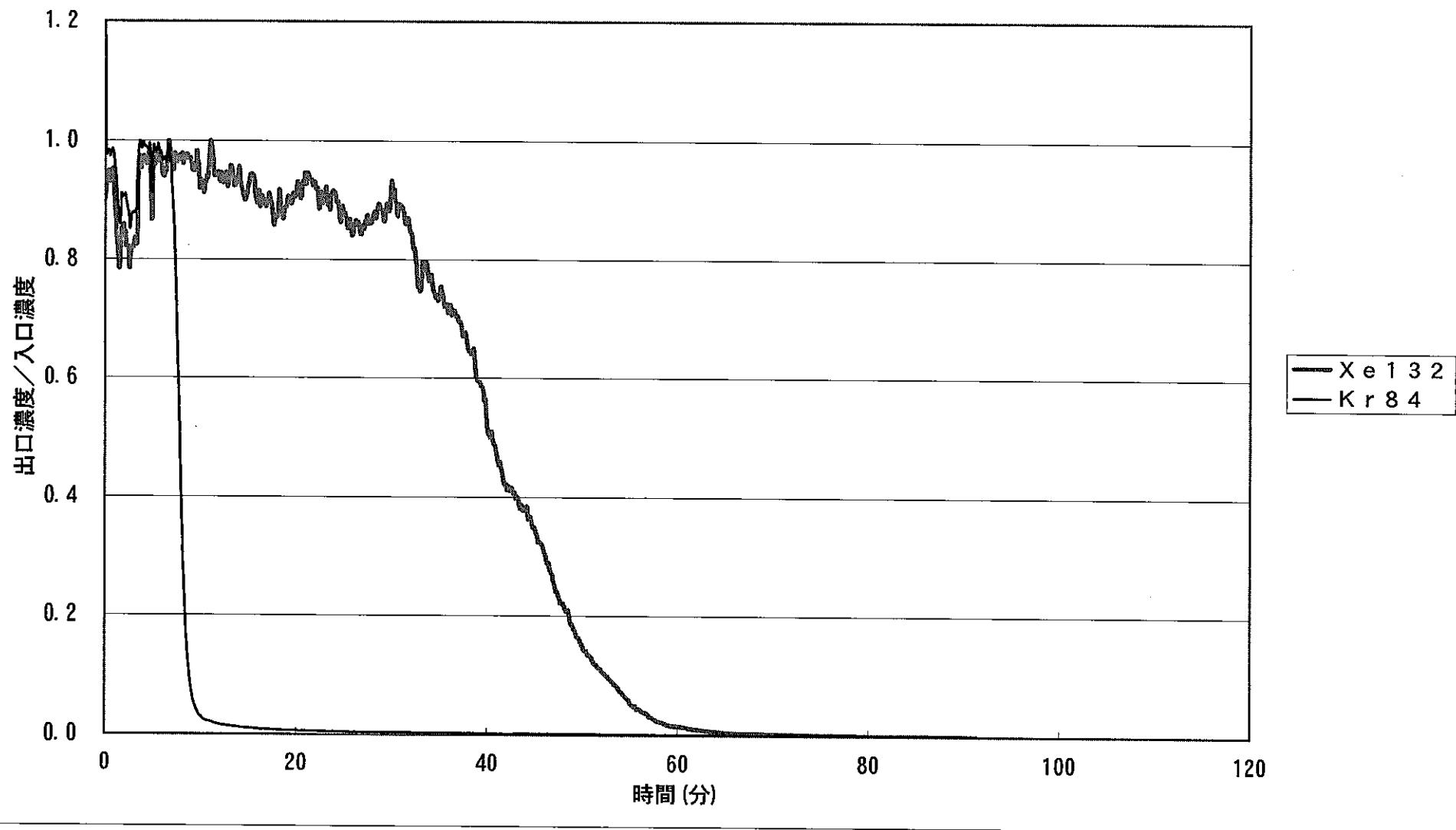


図2.1-6(a) (1) 0°C, 1000ppm, Ar⁺-λ, 0.324NL/min, 吸着, ダイアソーブZH28-48 (Ar-Ar) 09

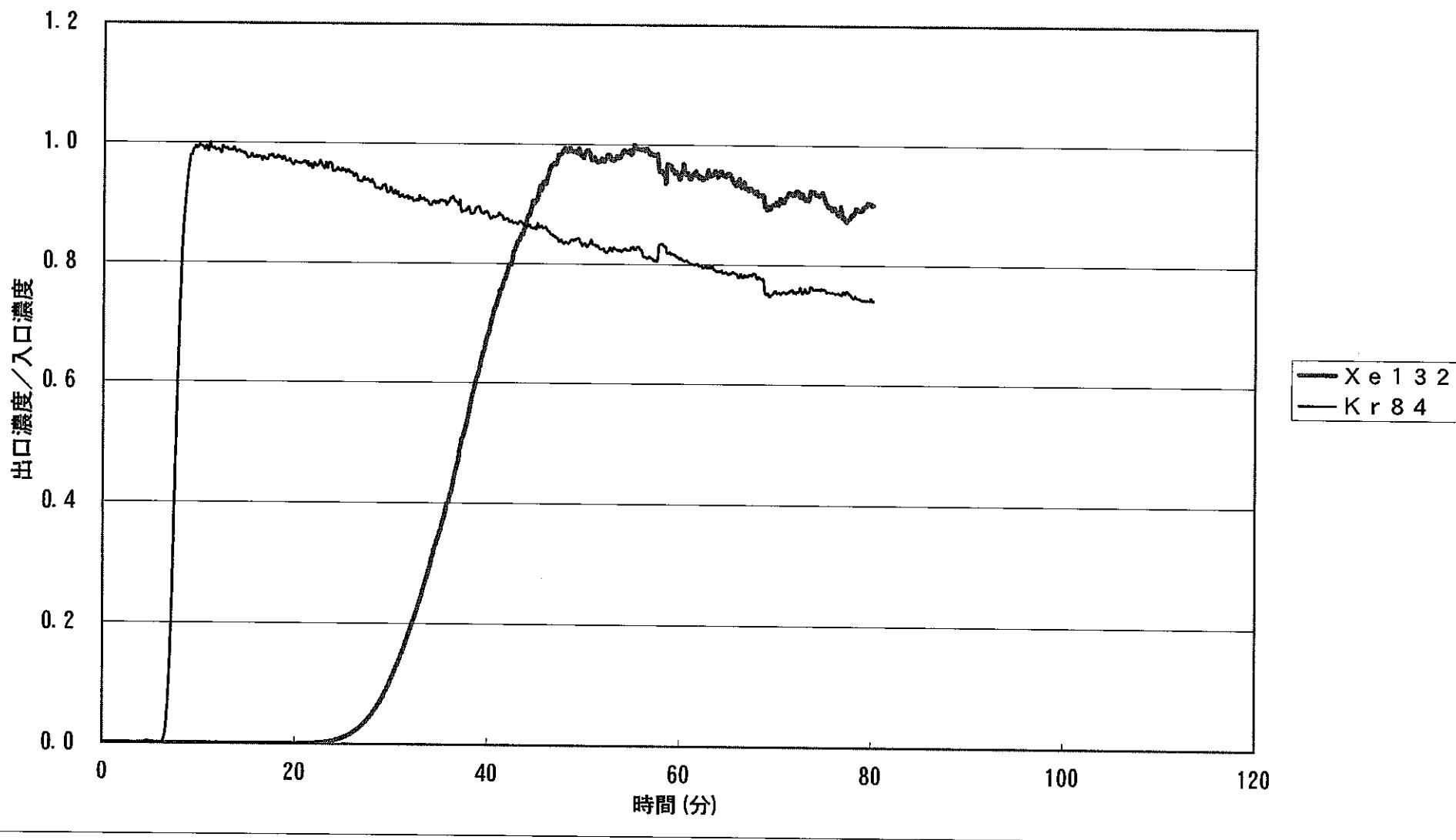


図2.1-6 (b) 0°C, 1000ppm, Ar⁺-λ, 0.324NL/min, 脱着, タイツーブ ZH28-48 (Ar-Ar) 09

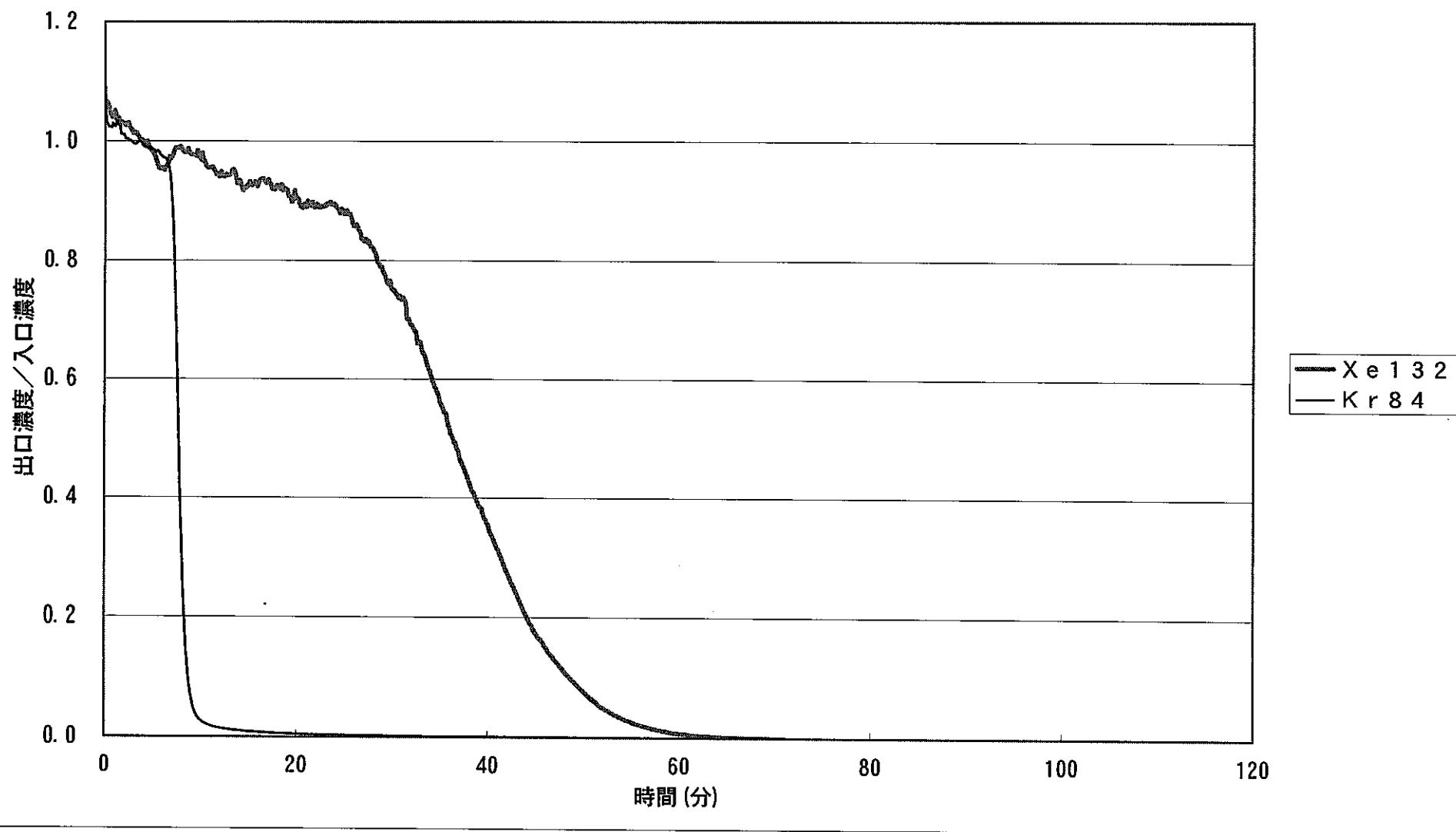


図2.1-6 (b) (2) 0°C, 1000ppm, Ar¹³-λ, 0.324NL/min, 吸着, ダイアツブ' ZH28-48 (Ar-Ar) 09

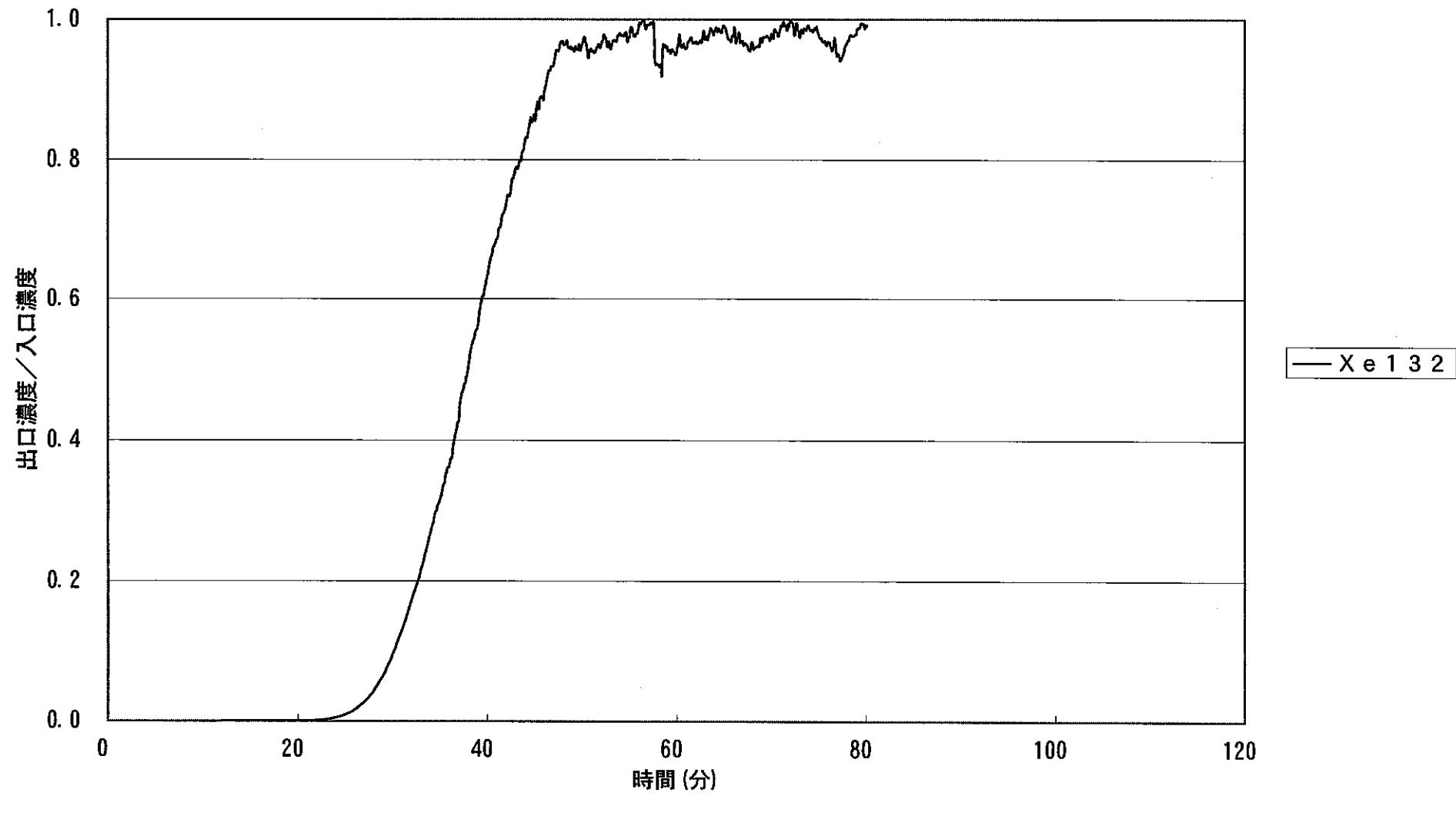


図2.1-7 (a) 0°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.342NL/min, 吸着, タイアソーブ ZH28-48 (Ar-He) 10A

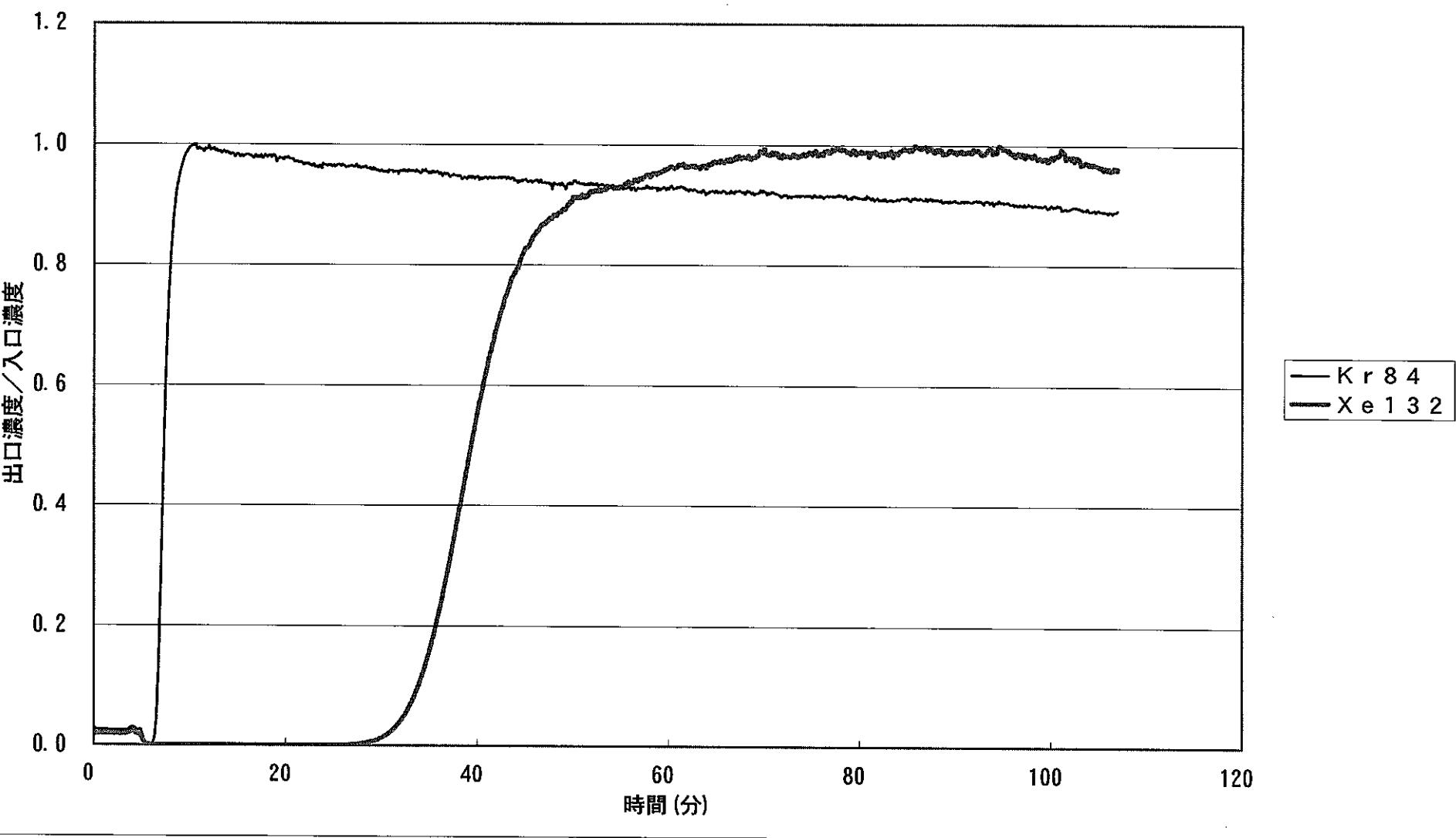


図2.1-7 (b) 0°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.333NL/min, 脱着, タイアソーブ ZH28-48 (Ar-He) 10A

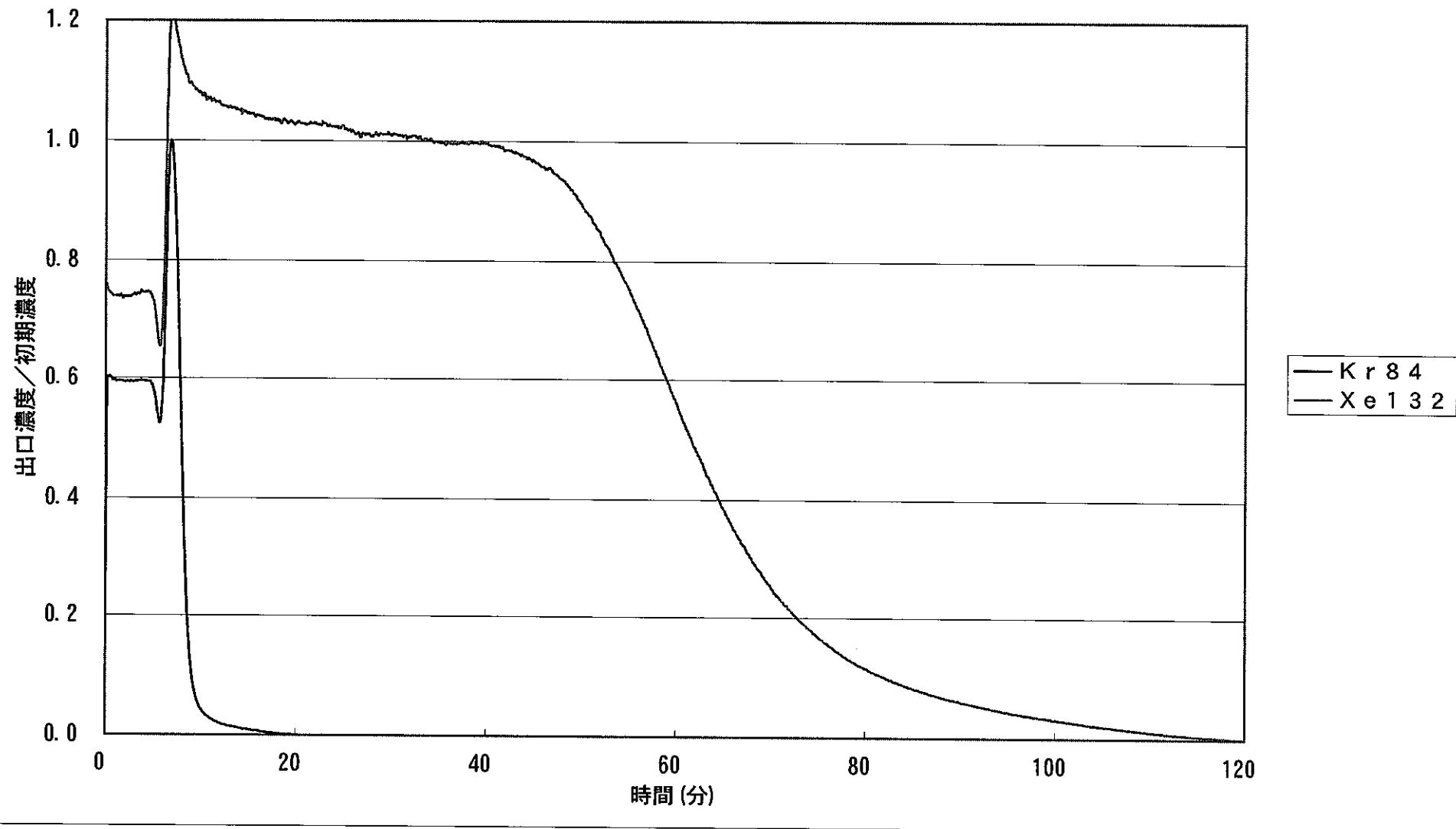


図2.2-1 (a) 0°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.333NL/min, 吸着, クラレコールGW-HH24/42 (He-He) 20

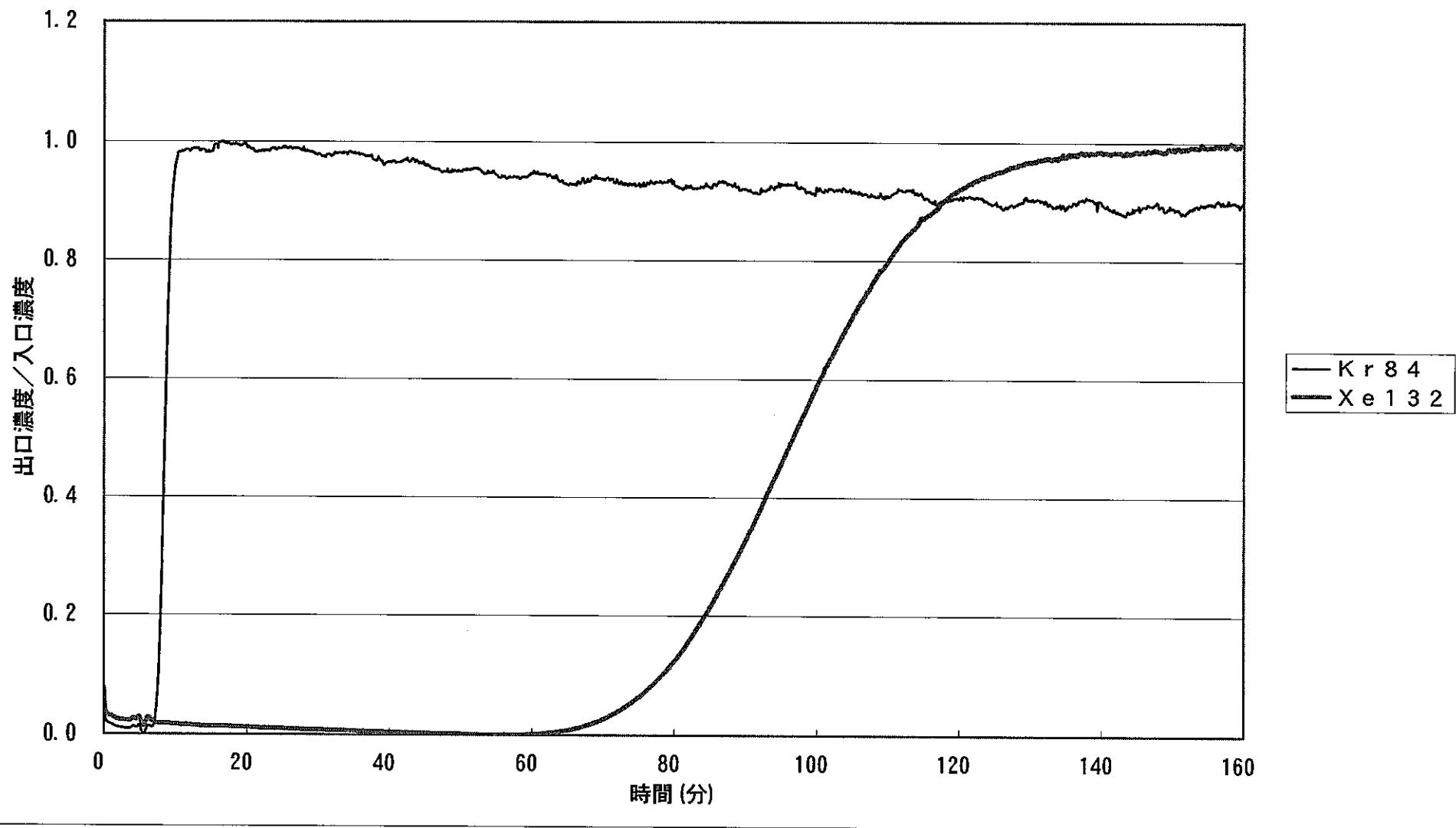


図2.2-1 (a) -r 0°C, 1ppm, He^r-λ, 0.333NL/min, 吸着, クラレコールGW-HH24/42 (He-He) 20A

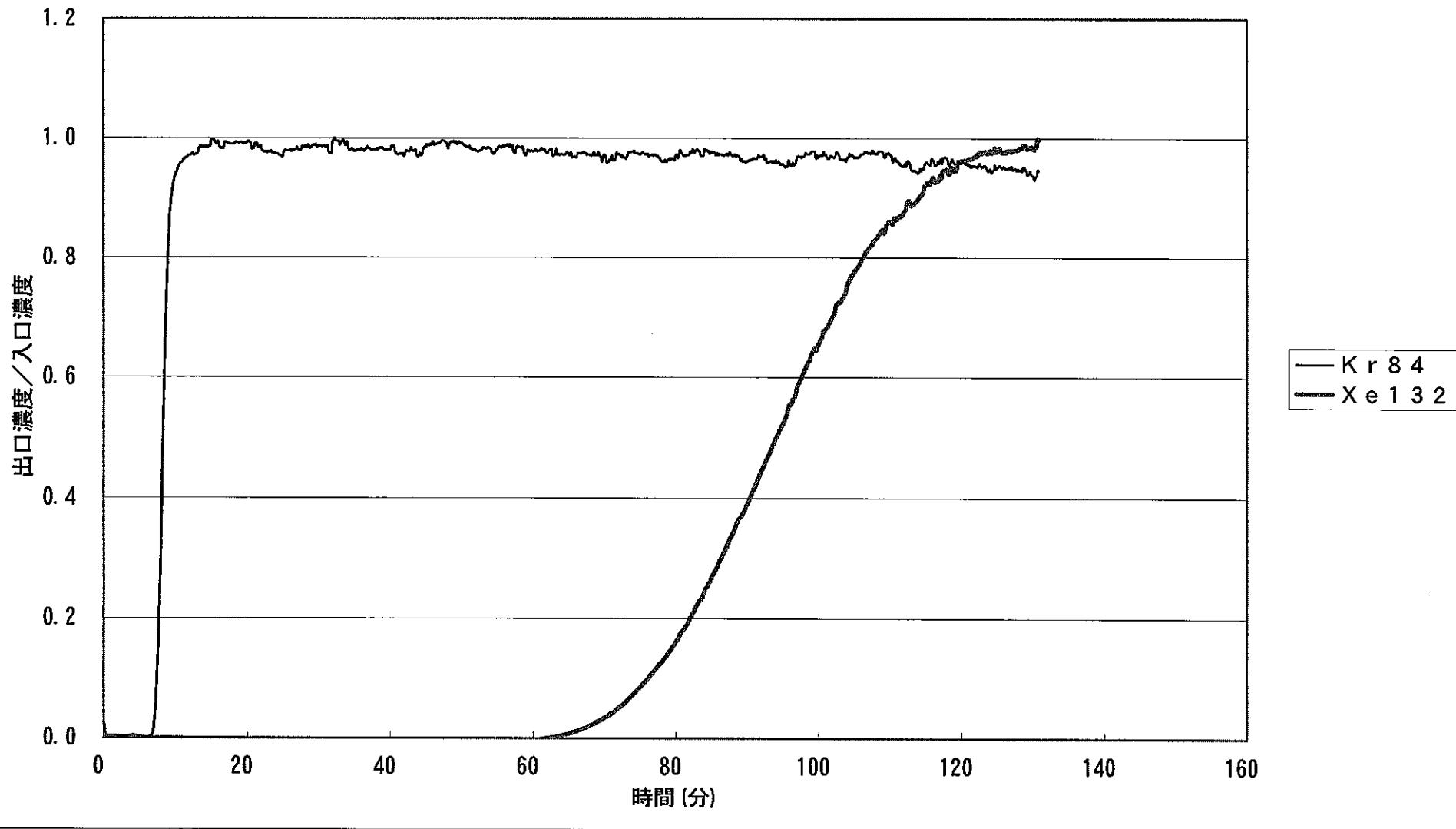


図2.2-1 (a) -r2 0°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.342NL/min, 吸着, クラレコールGW-HH24/42 (He-He) 20 l

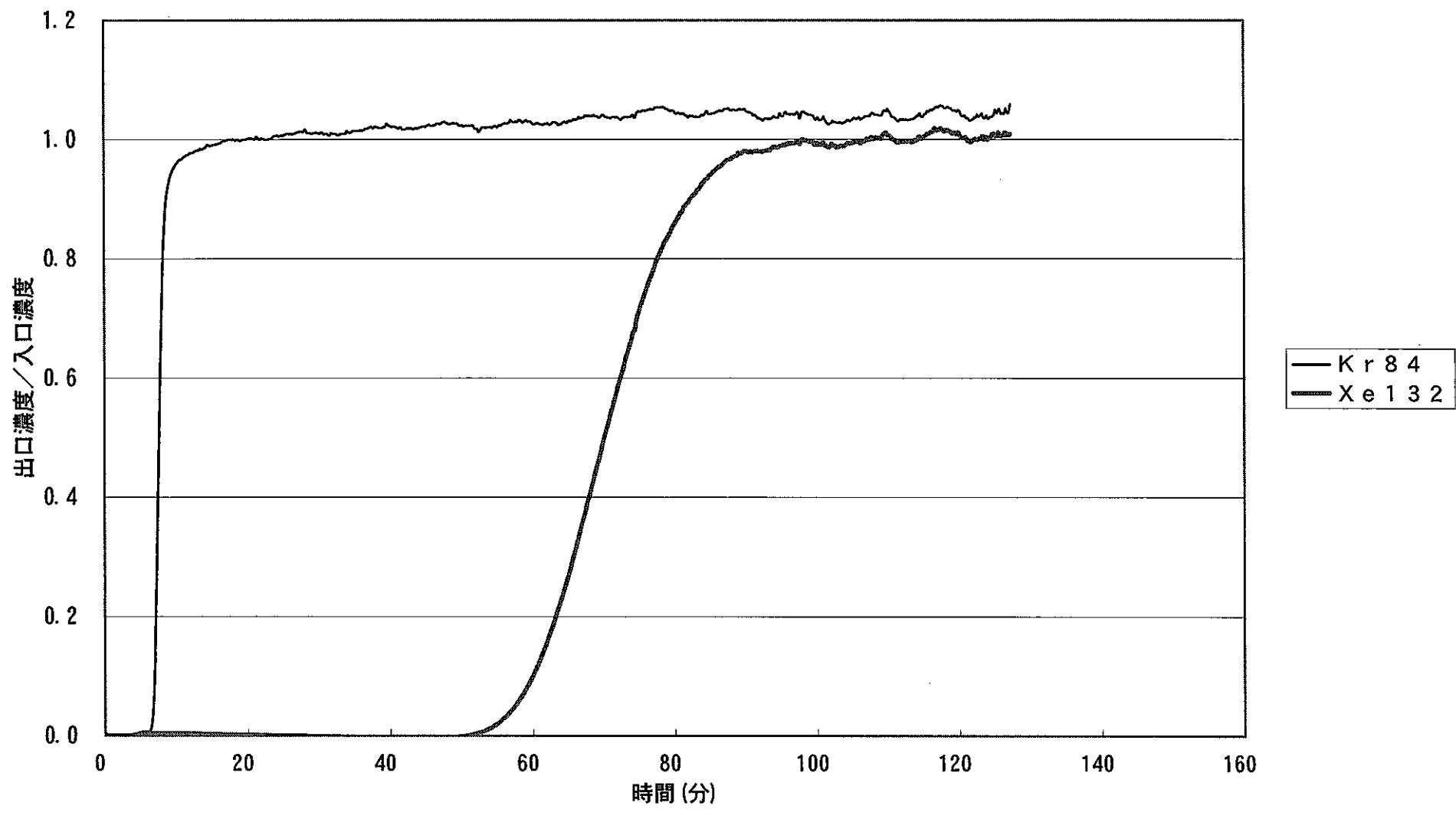


図2.2-1 (b) 0°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.333NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (He-He) 20

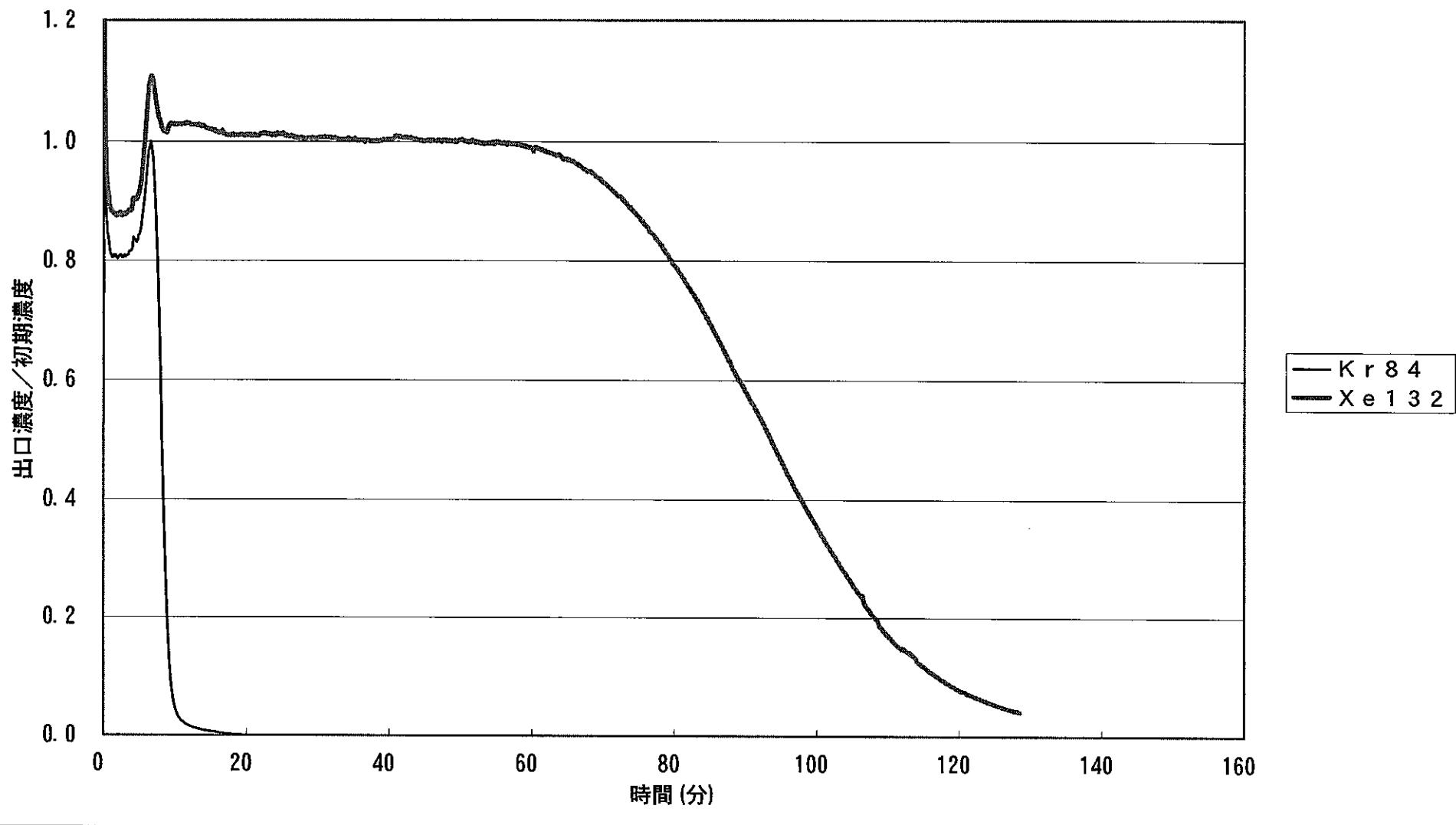


図2.2-1(b)-r 0°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.333NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (He-He) 20A

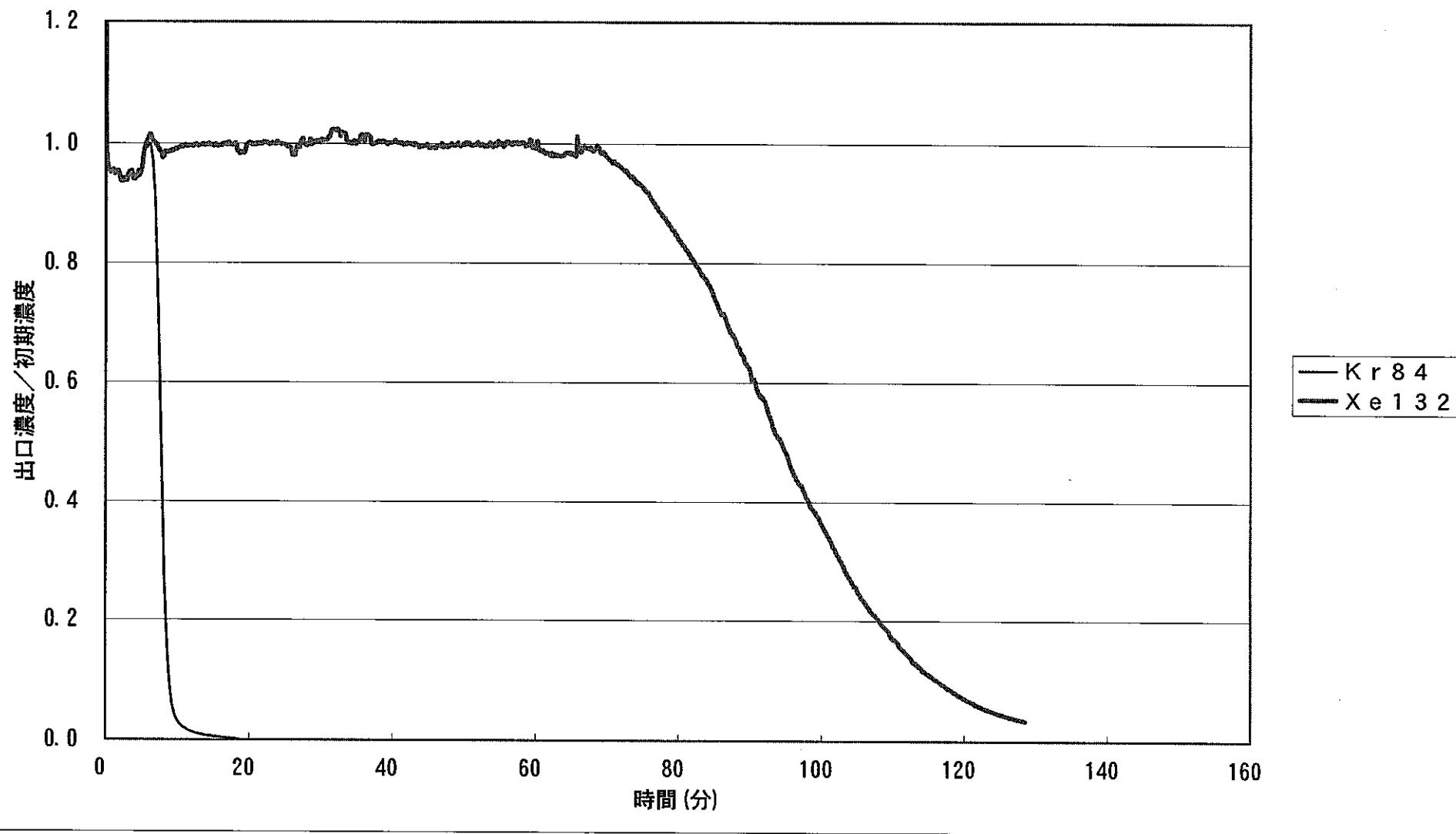


図2.2-1 (b) -r2 0°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.342NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (He-He) 20 l

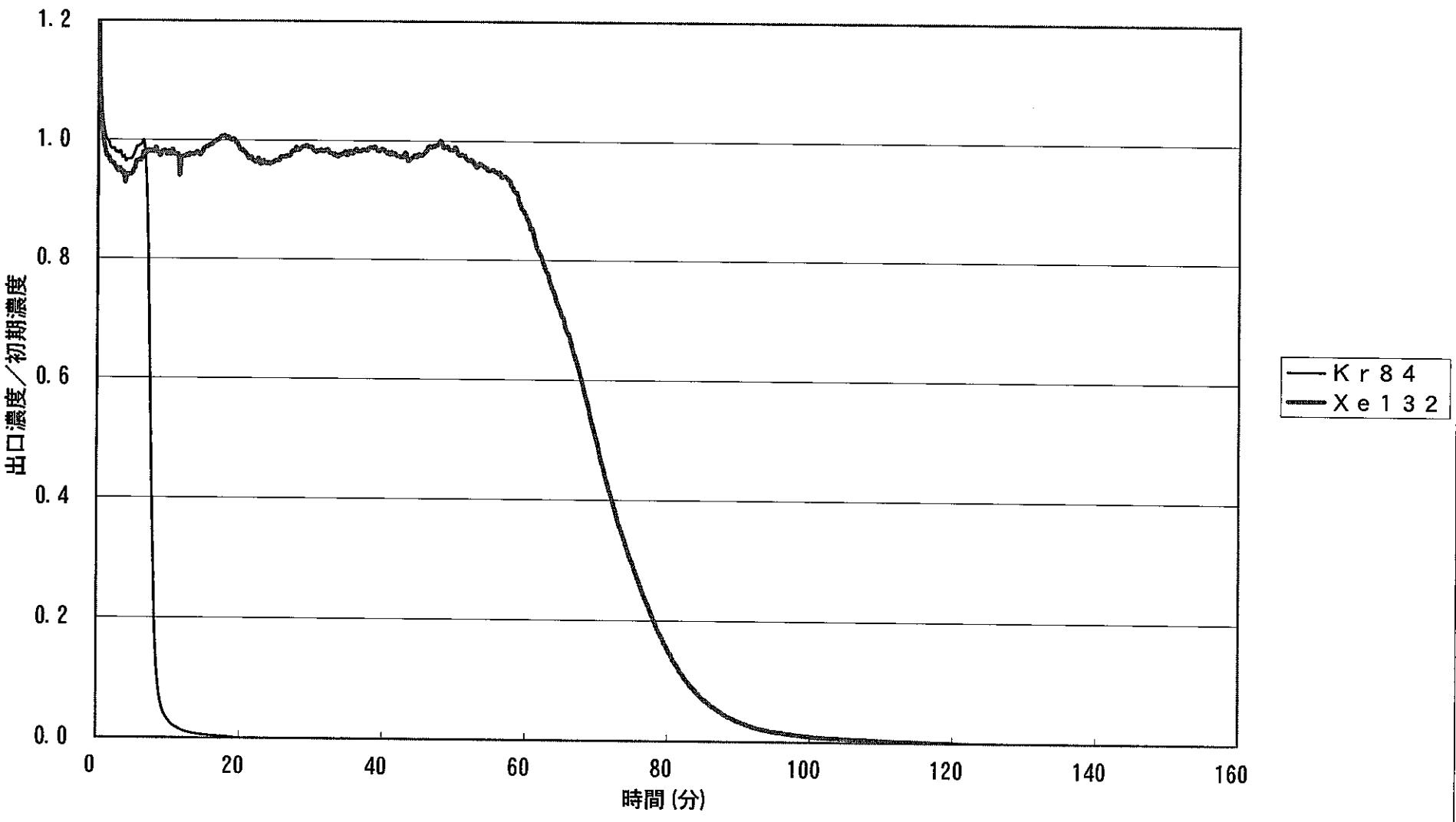


図2.2-2 (a) 0°C, 1ppm, Ar⁺- λ , 0.333NL/min, 吸着, ケラコールGW-HH24/42 (Ar-Ar) 21

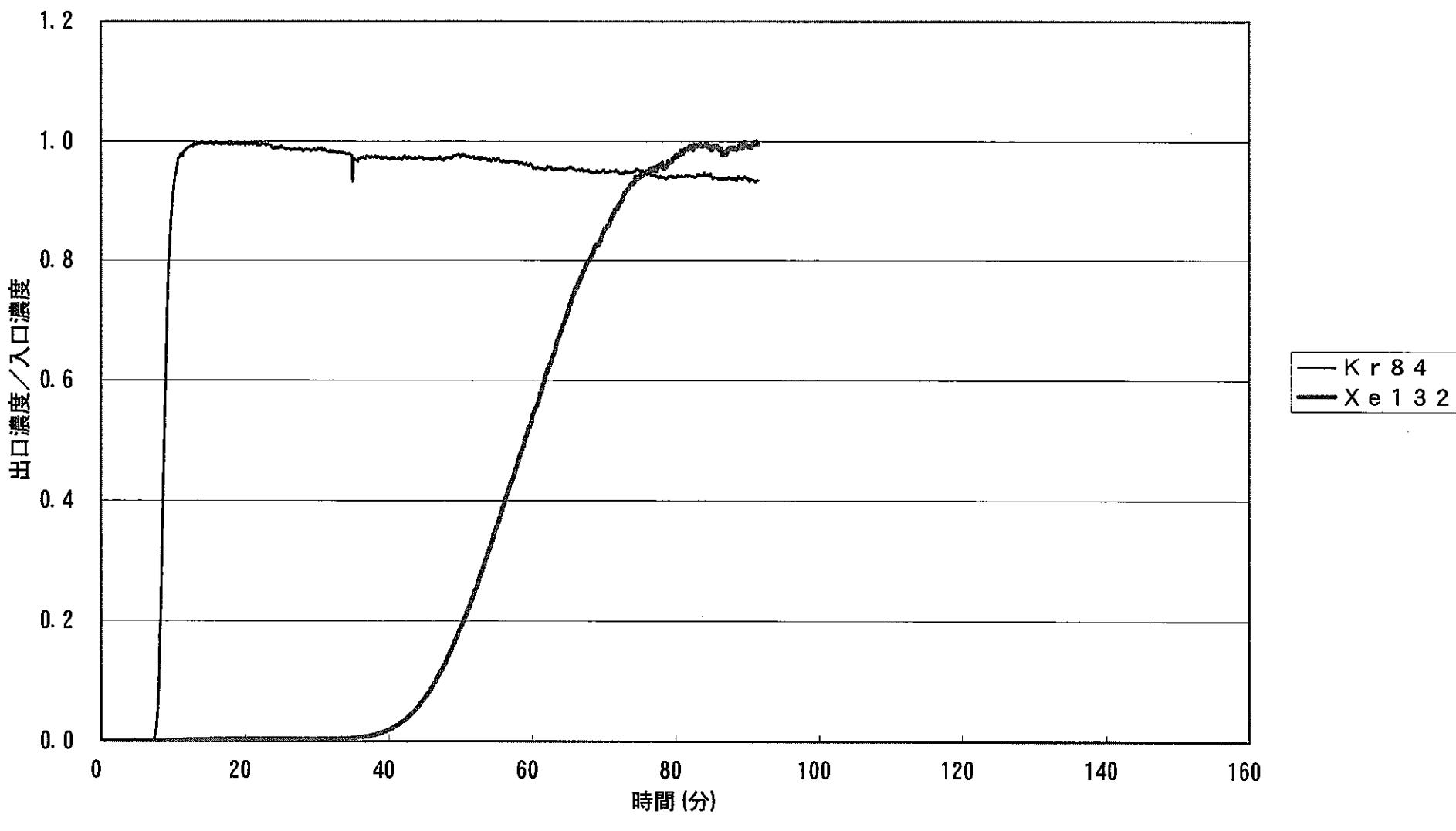


図2.2-2(a)-r 0°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.342NL/min, 吸着, クレコールGW-HH24/42 (Ar-Ar) 21A

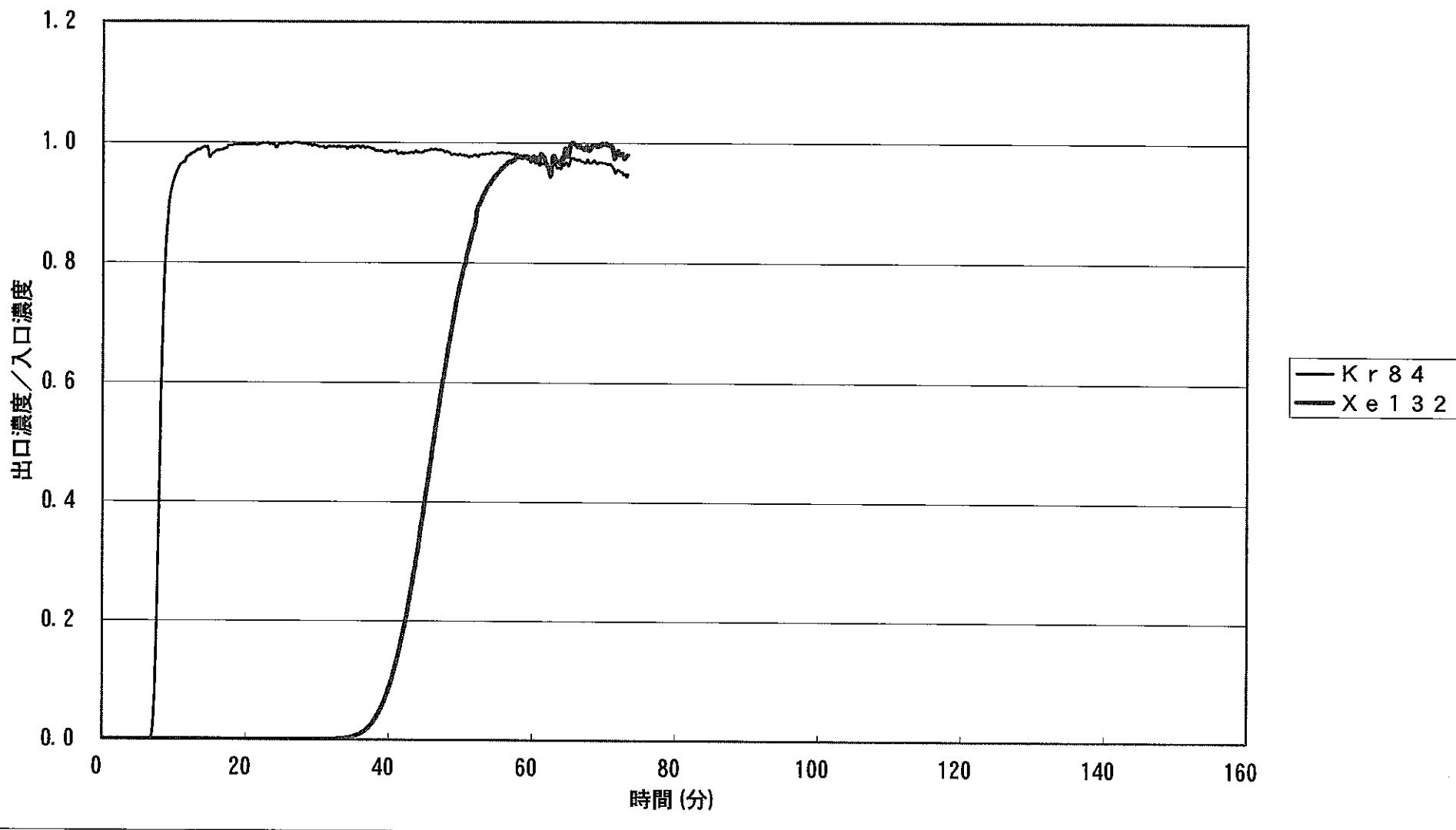


図2.2-2 (b) 0°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.333NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-Ar) 21

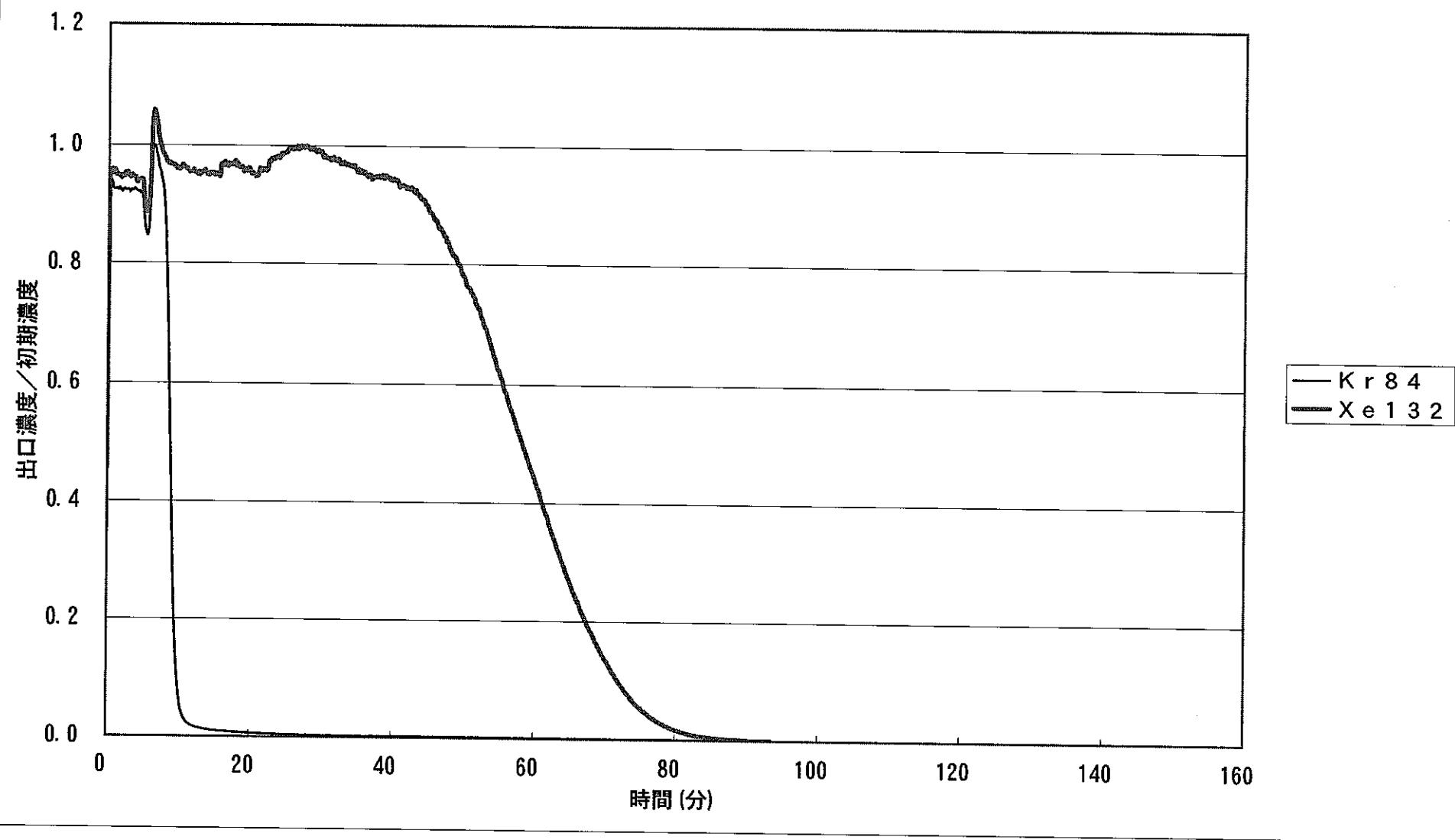


図2.2-2 (b) -r 0°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.342NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-Ar) 21A

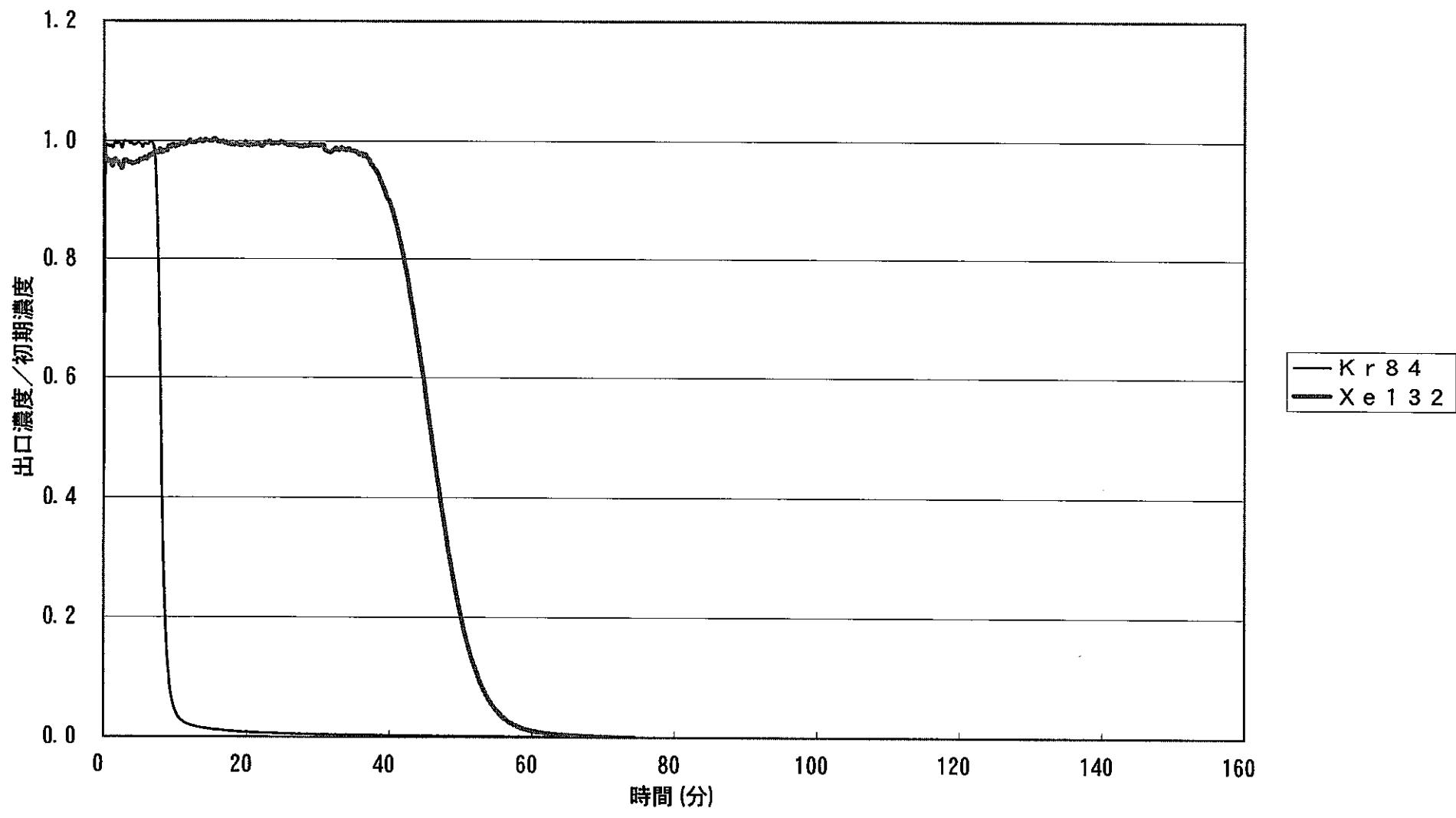


図2.2-3 (a) 0°C , 1ppm, $\text{Ar}^{+}-\lambda$, 0.333NL/min, 吸着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-He) 22

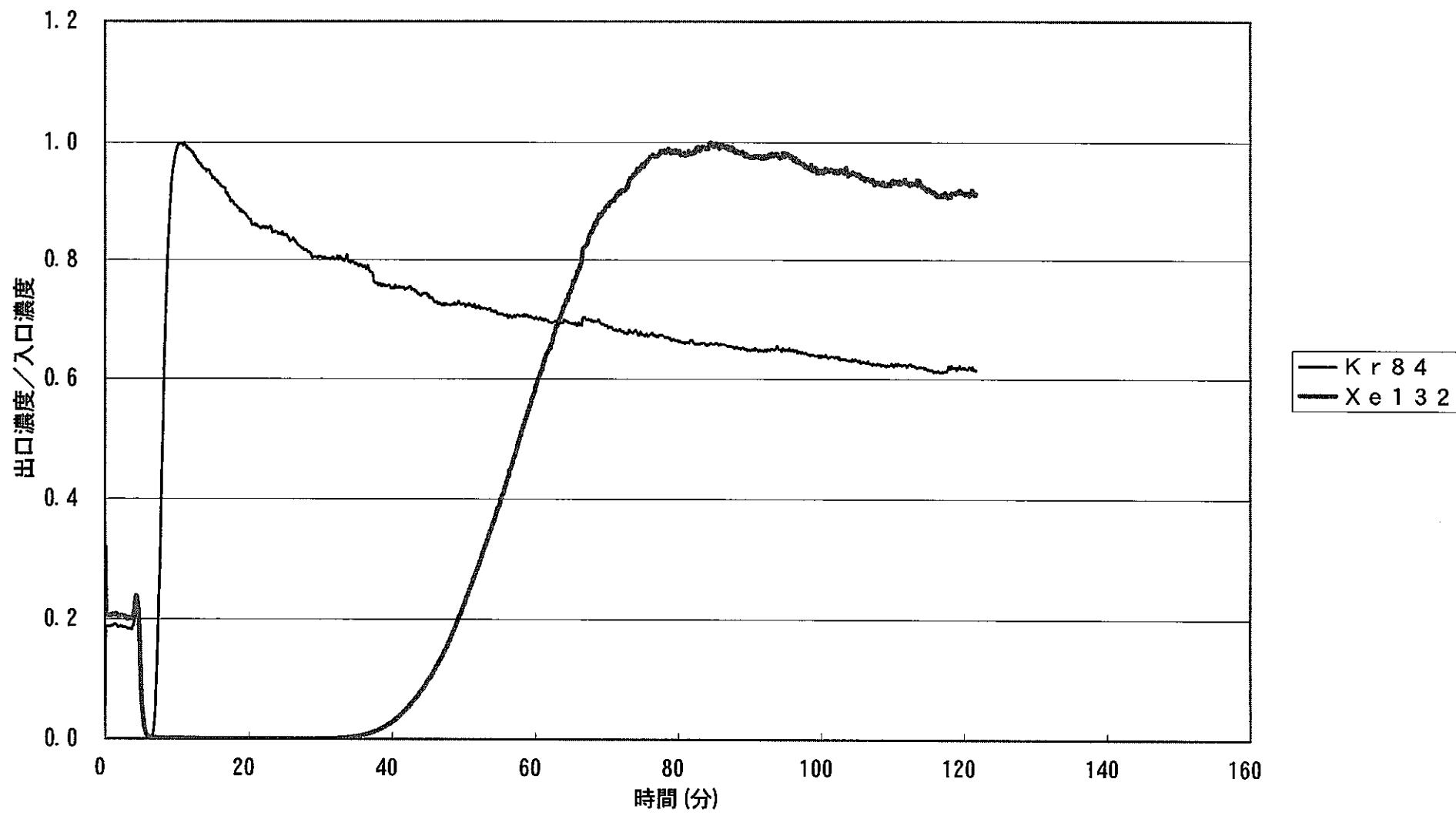


図2.2-3 (a) -r 0°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.333NL/min, 吸着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-He) 22A

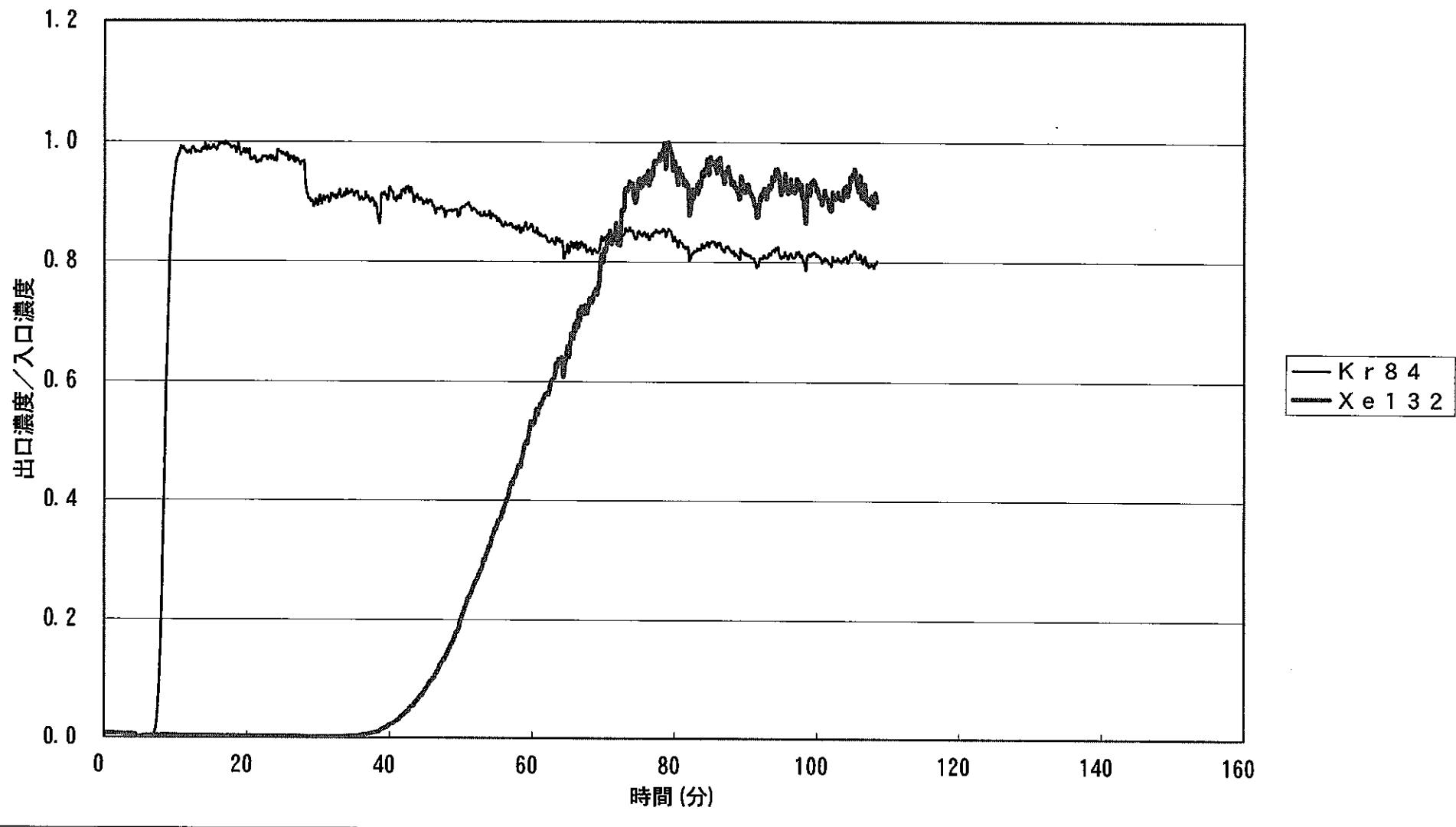


図2.2-3 (b) 0°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.333NL/min, 脱着, ケル (Ar-He) 22

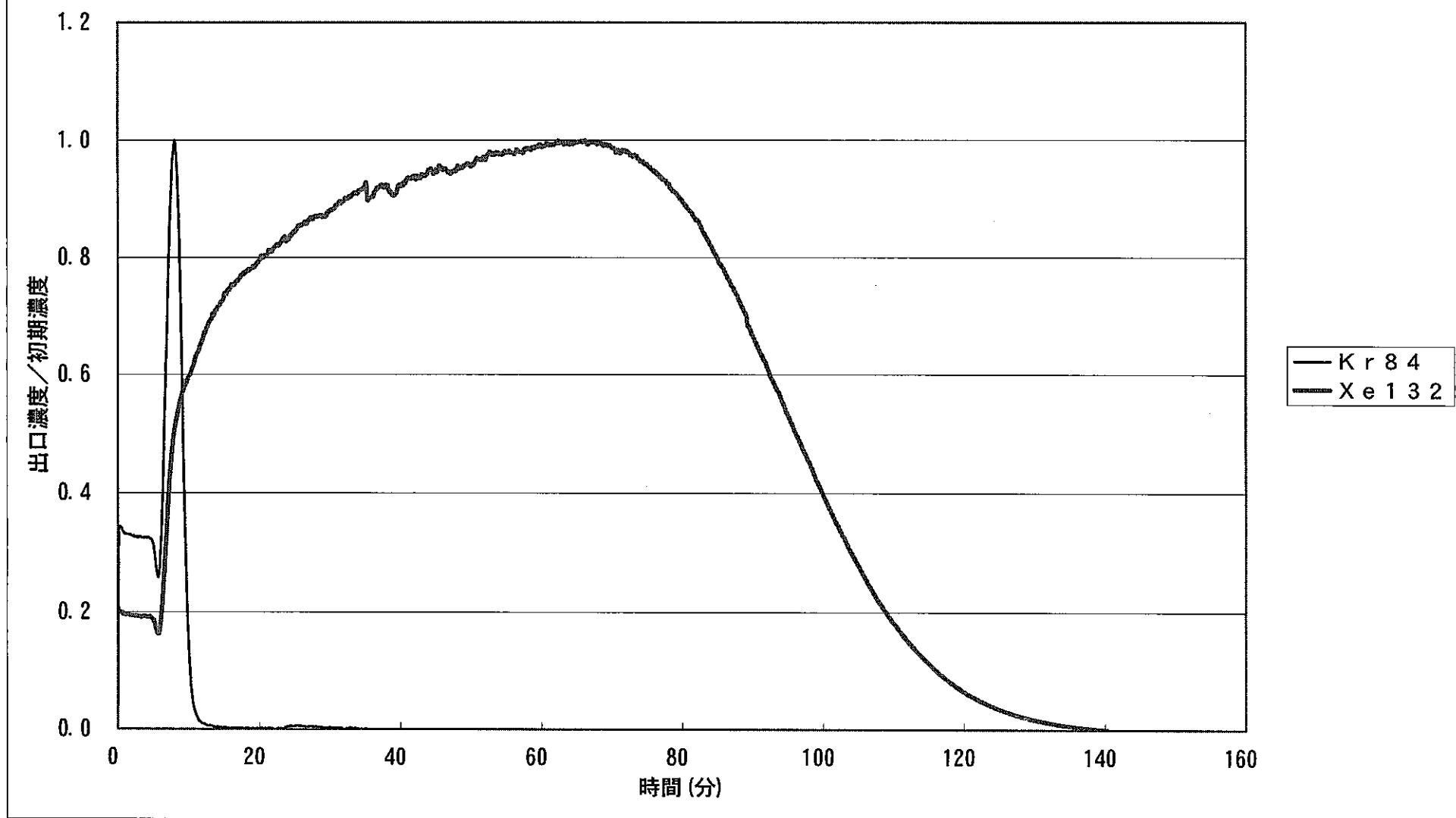


図2.2-3 (b) -r 0°C, 1ppm, He⁴- λ , 0.342NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-He) 22A

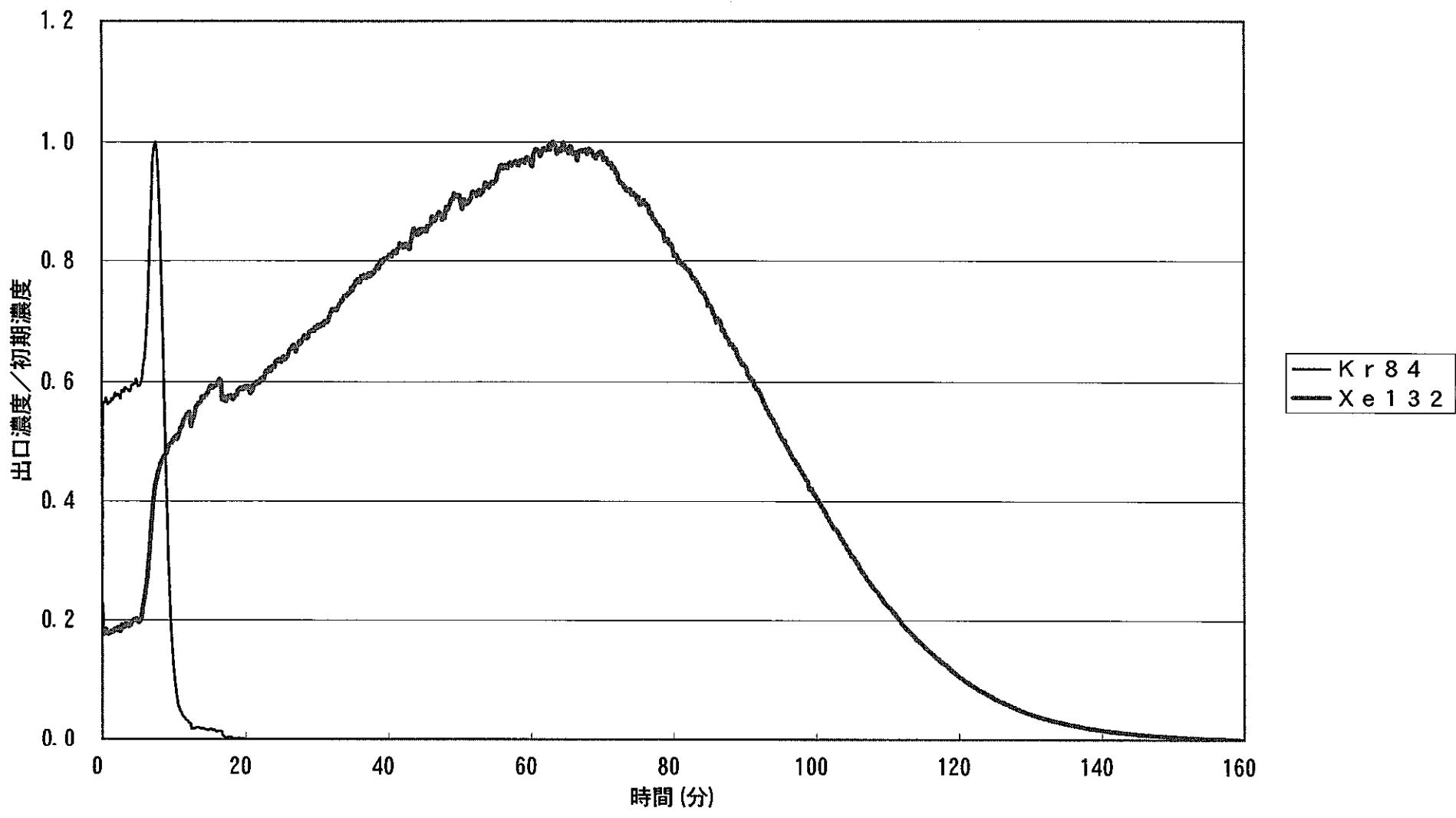


図2.3-1 (a) 0°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.621NL/min, 吸着, タイツーブ ZH28-48 (He-He) 11

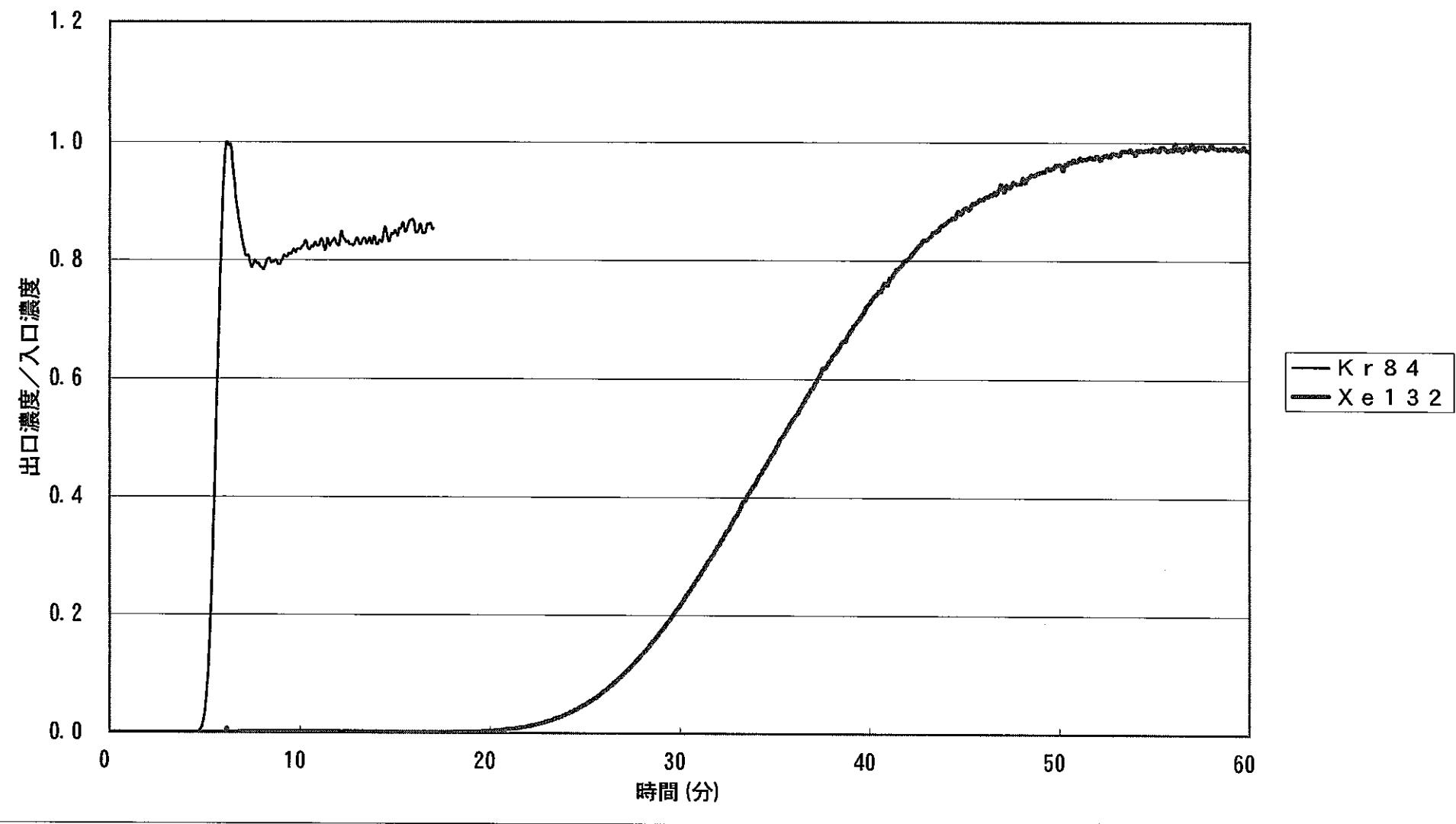


図2.3-1 (b) 0°C, 1ppm, Heⁱ-λ, 0.621NL/min, 脱着, ダイアソーブ ZH28-48 (He-He) 11

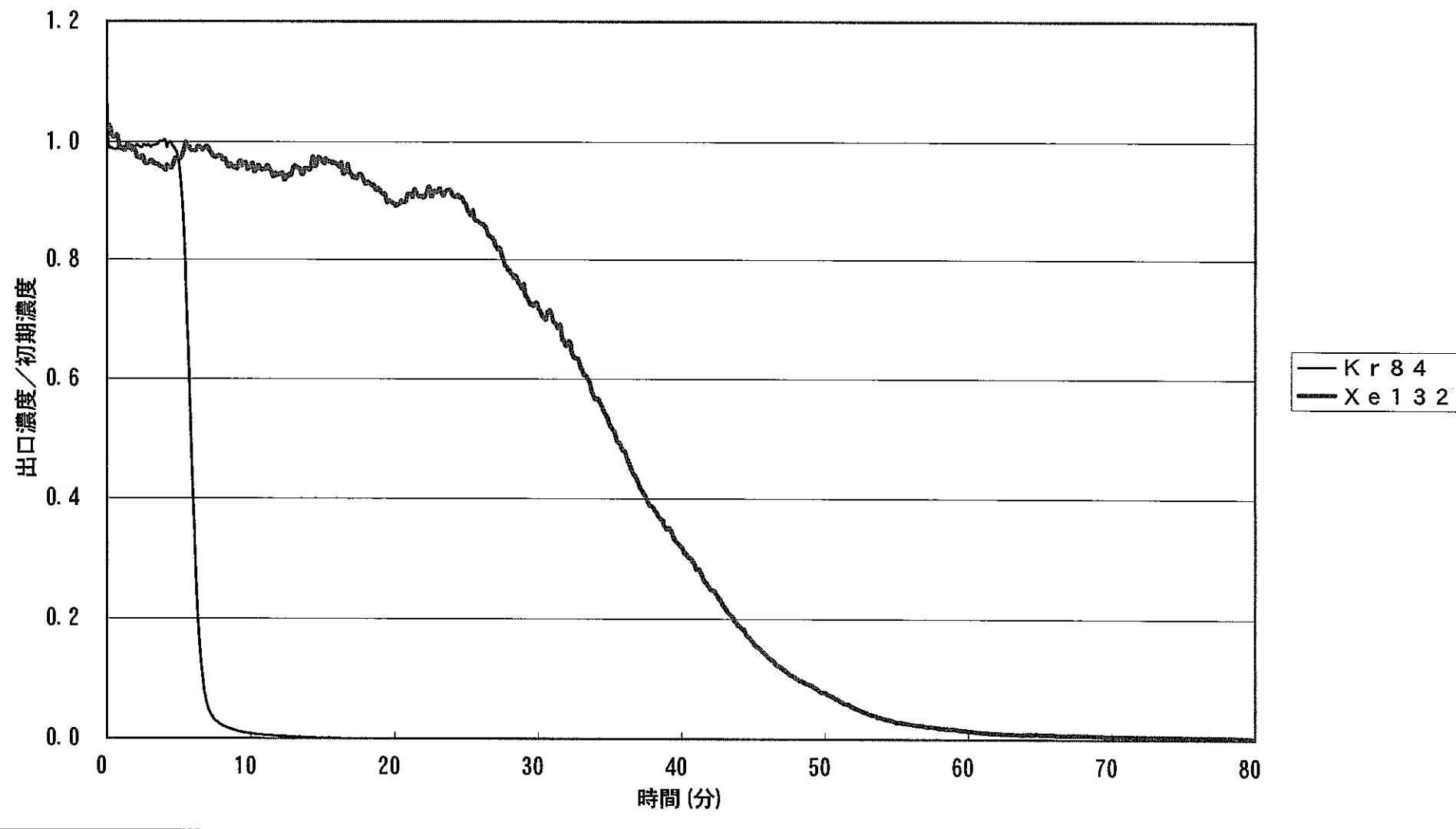


図2.3-2 (a) 0°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.612NL/min, 吸着, タイソーブ ZH28-48 (Ar-Ar) 14

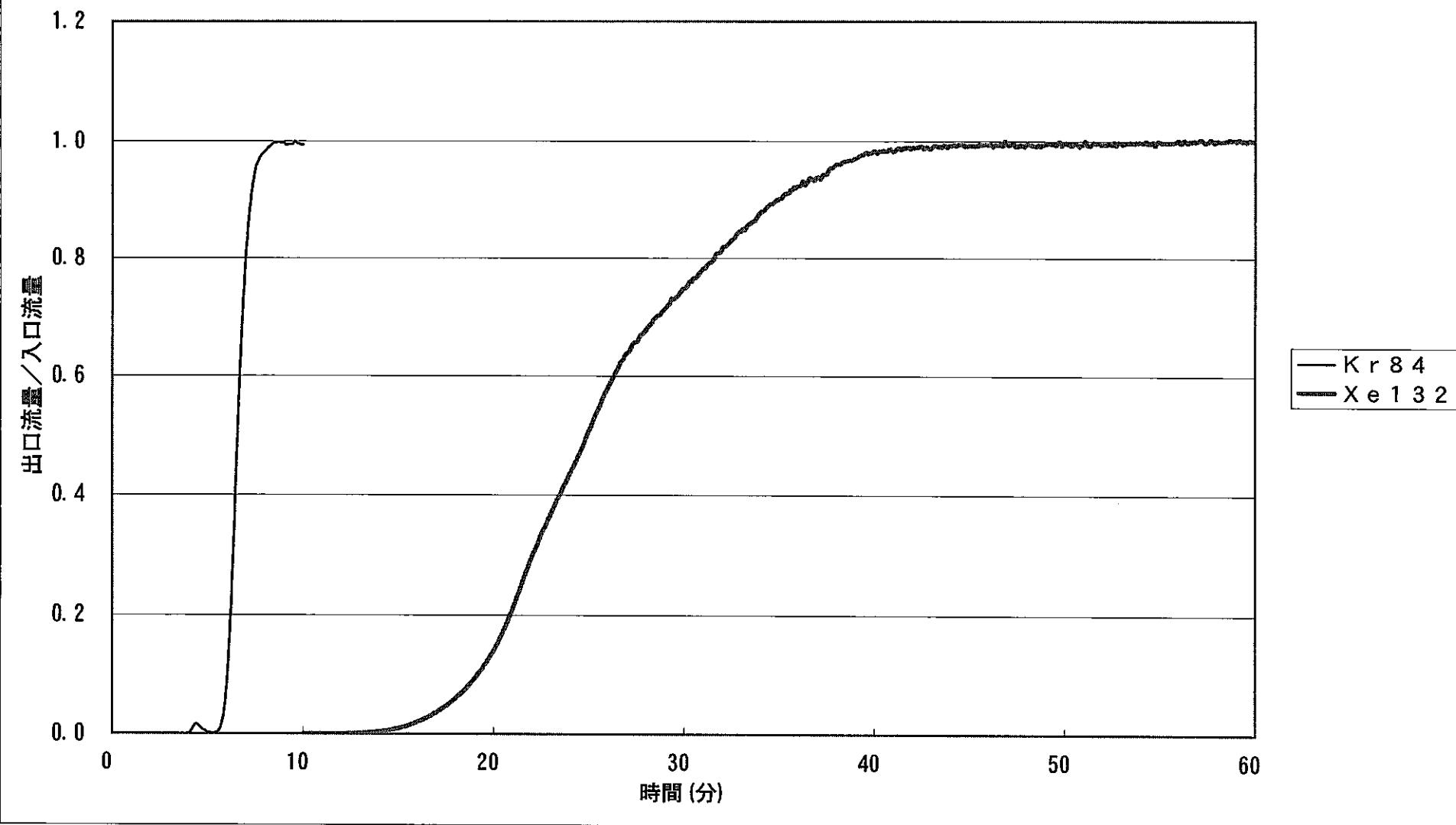


図2.3-2 (b) 0°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.657NL/min, 脱着, ダイソーブZH28-48 (Ar-Ar) 14

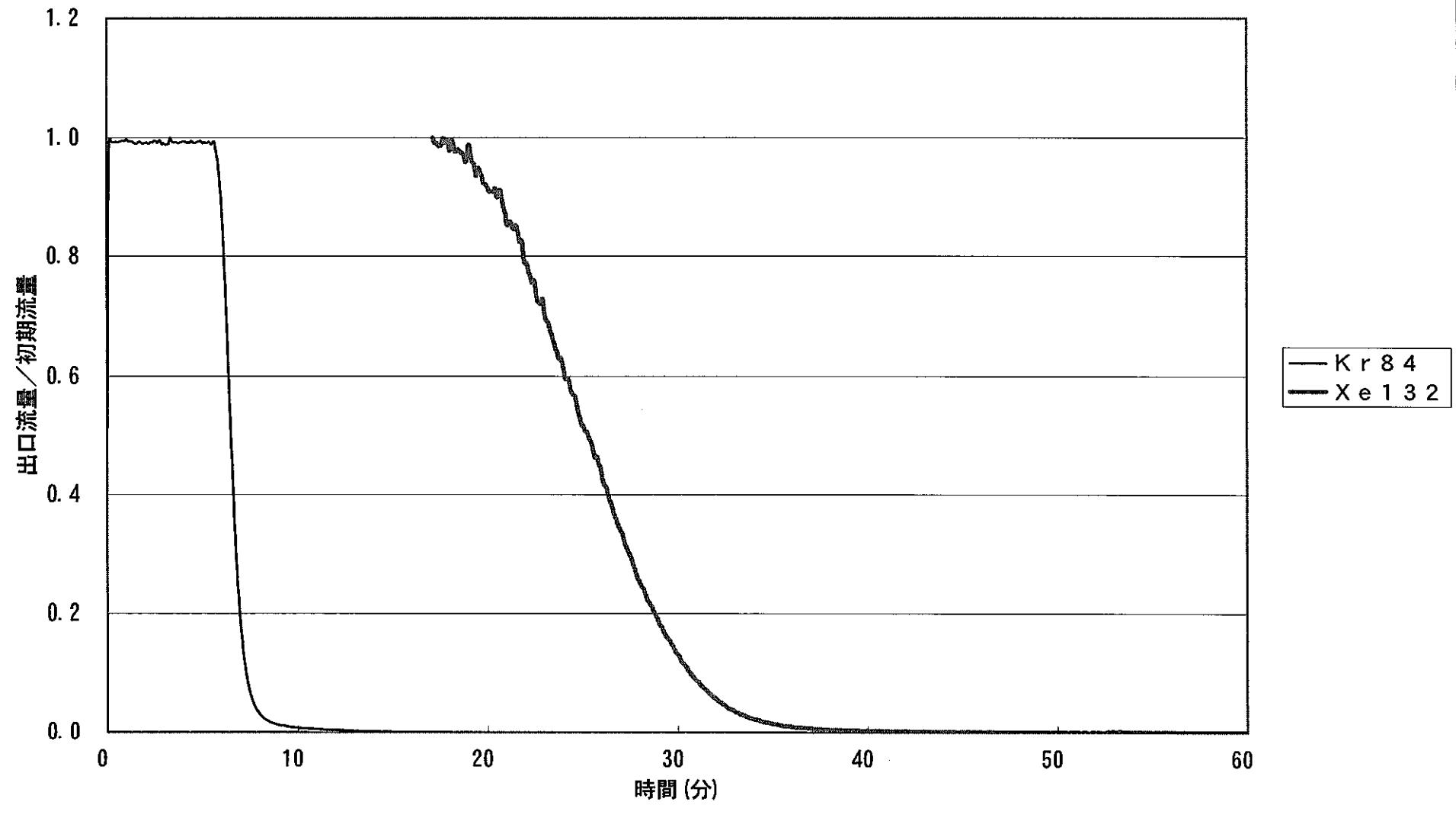


図2.3-3 (a) 150°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.081NL/min, 吸着, ダイアソーブ ZH28-48 (He-He) 13

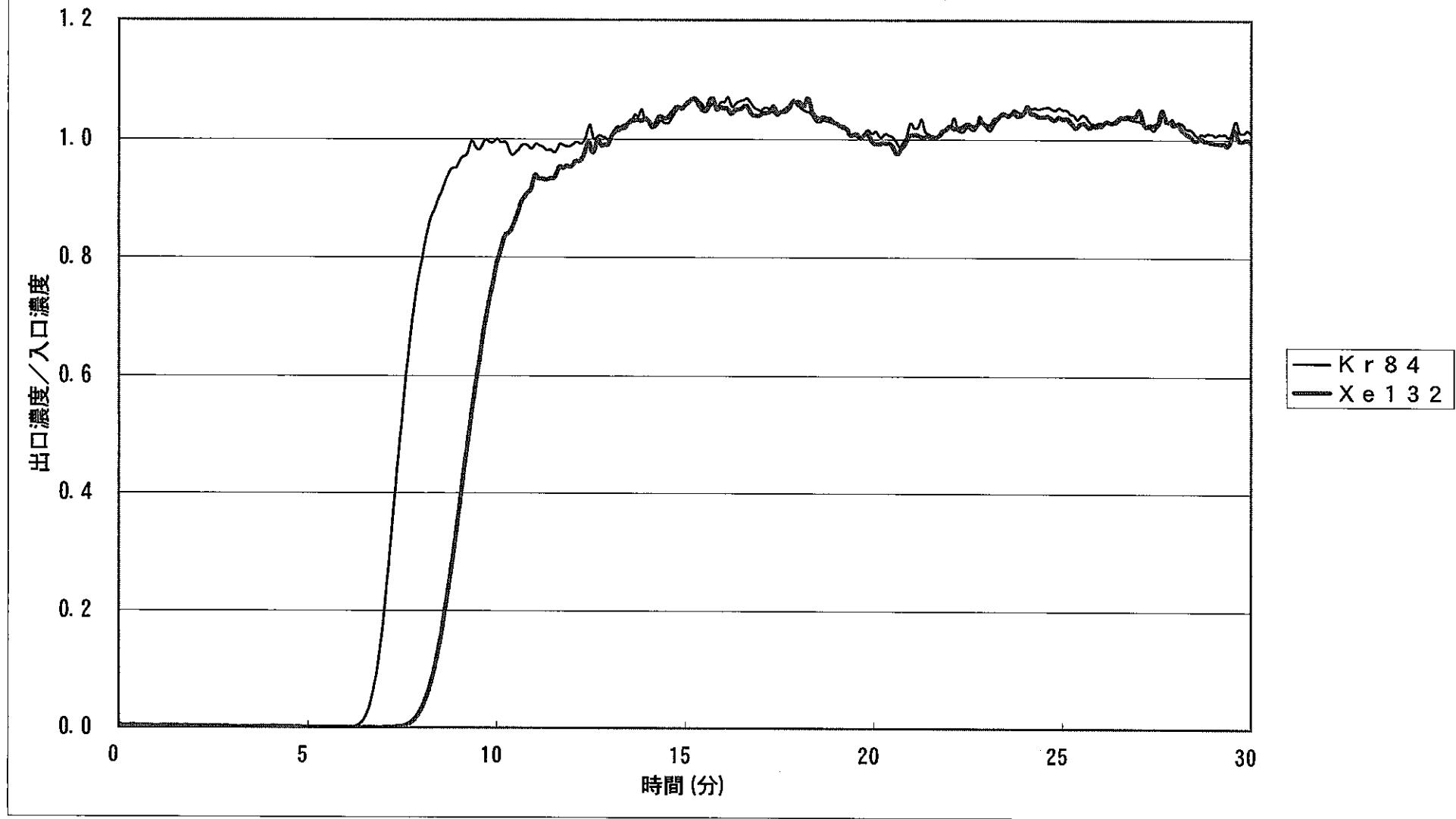


図2.3-3 (b) 150°C, 1ppm, Heⁱ-λ, 0.081NL/min, 脱着, タイツブ ZH28-48 (He-He) 13

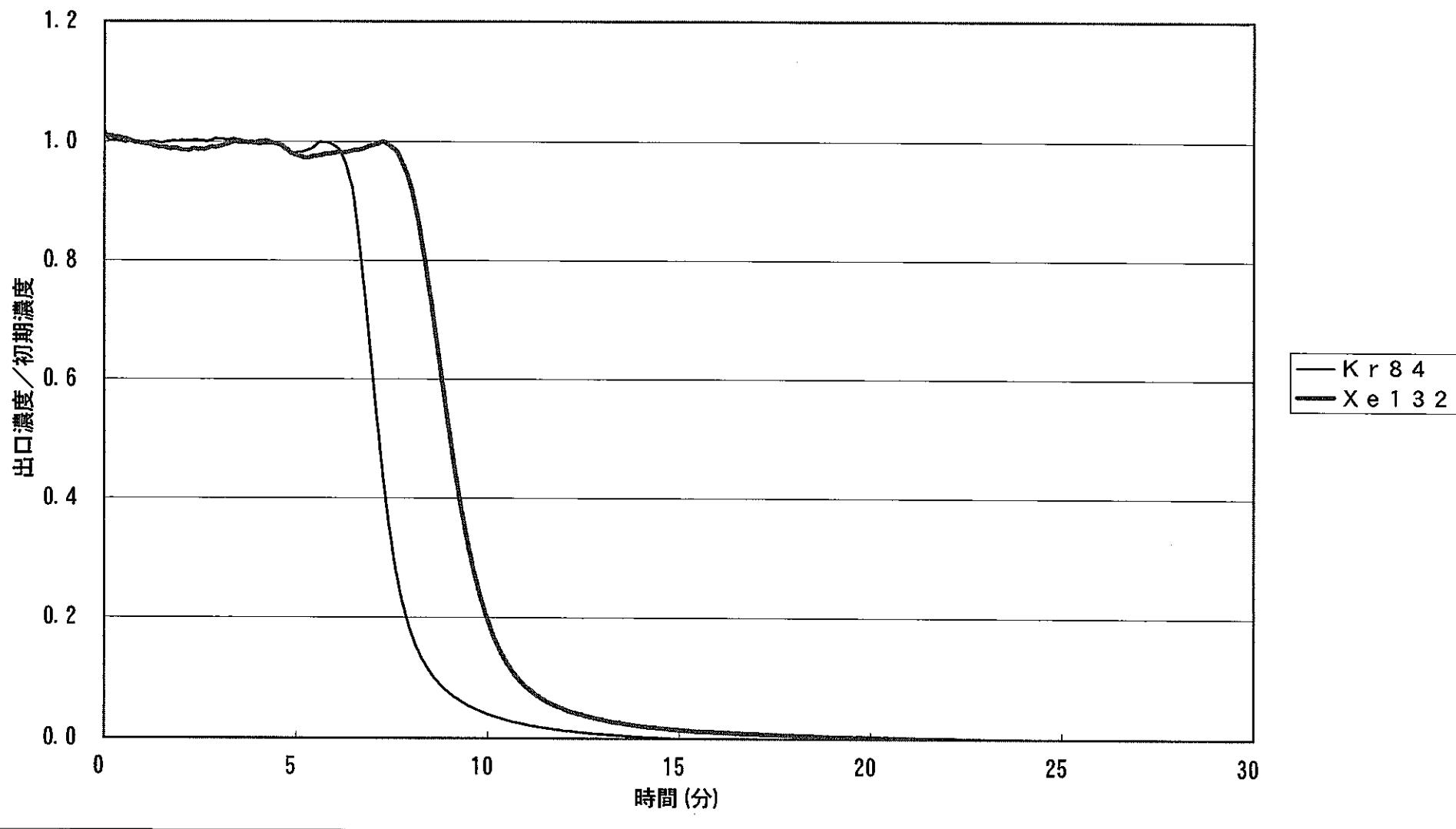


図2.3-4(a) 151°C, 1ppm, Ar⁸⁴-λ, 0.081NL/min, 吸着, ダイアソーブ ZH28-48 (Ar-Ar) 16A

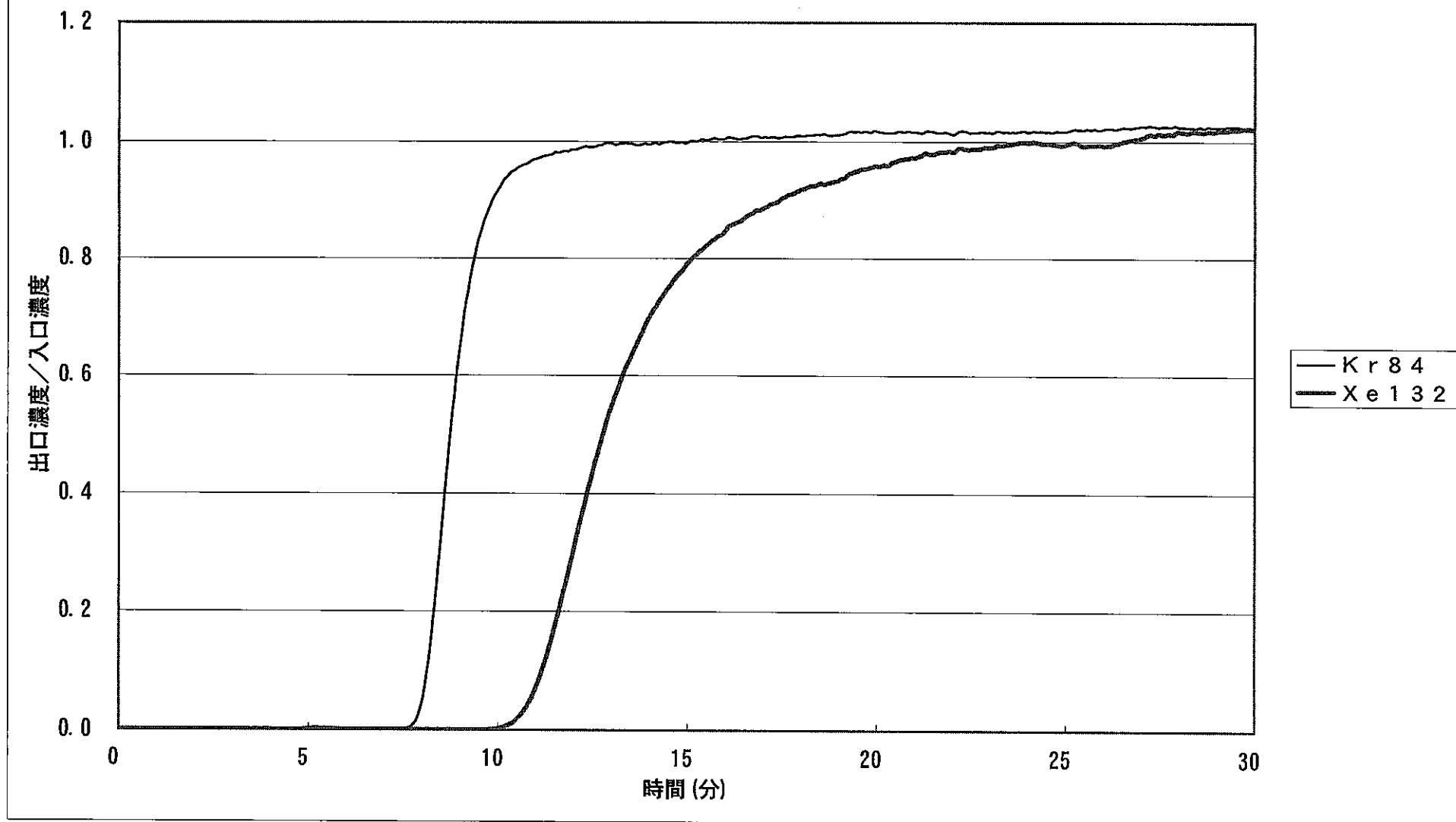


図2.3-4 (b) 151°C, 1ppm, Ar⁸⁴-λ, 0.081NL/min, 脱着, タイアソーブ ZH28-48 (Ar-Ar) 16A

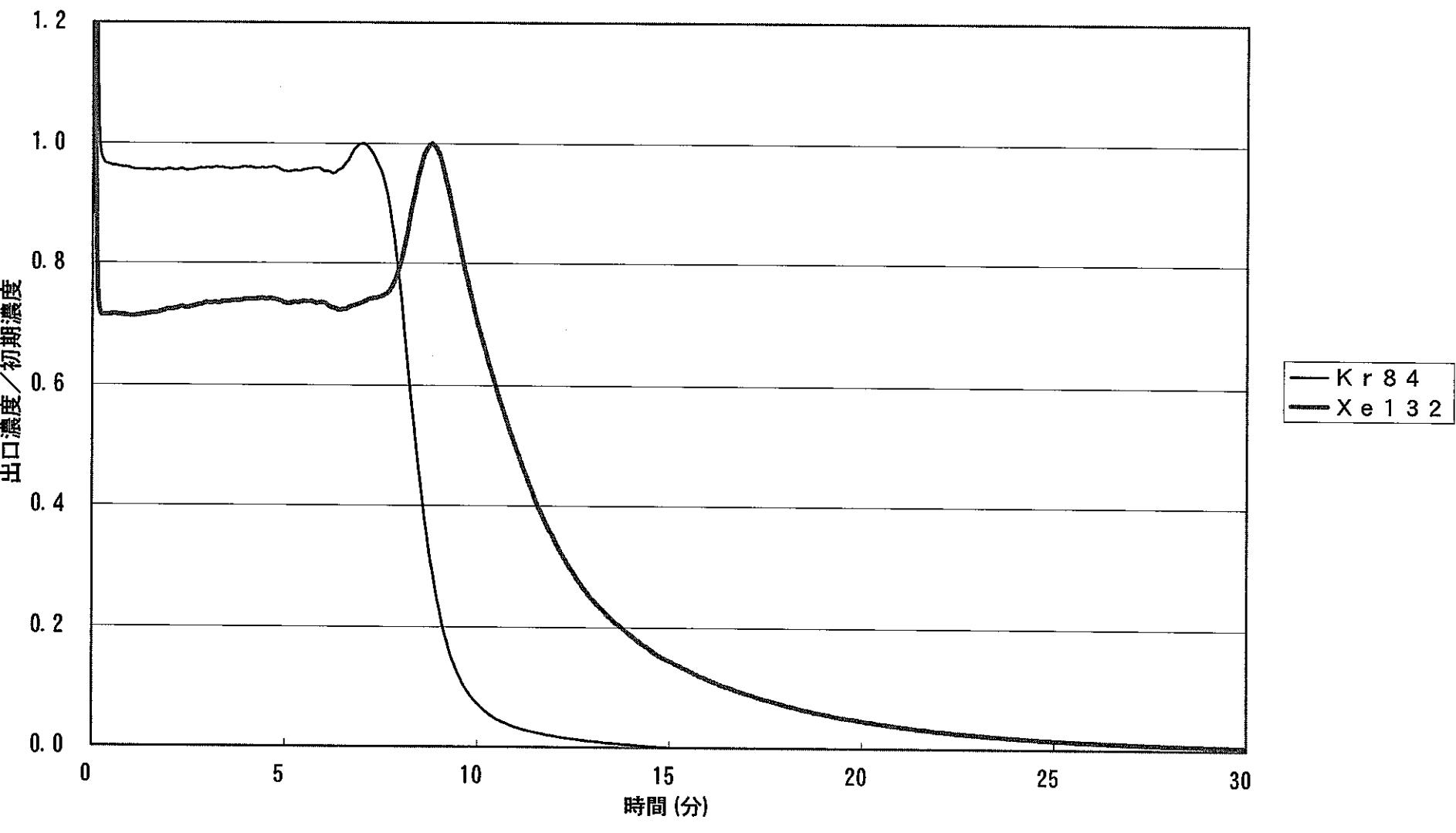


図2.3-5(a) 101°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.081NL/min, 吸着, ダイアソーブ ZH28-48 (He-He) 12

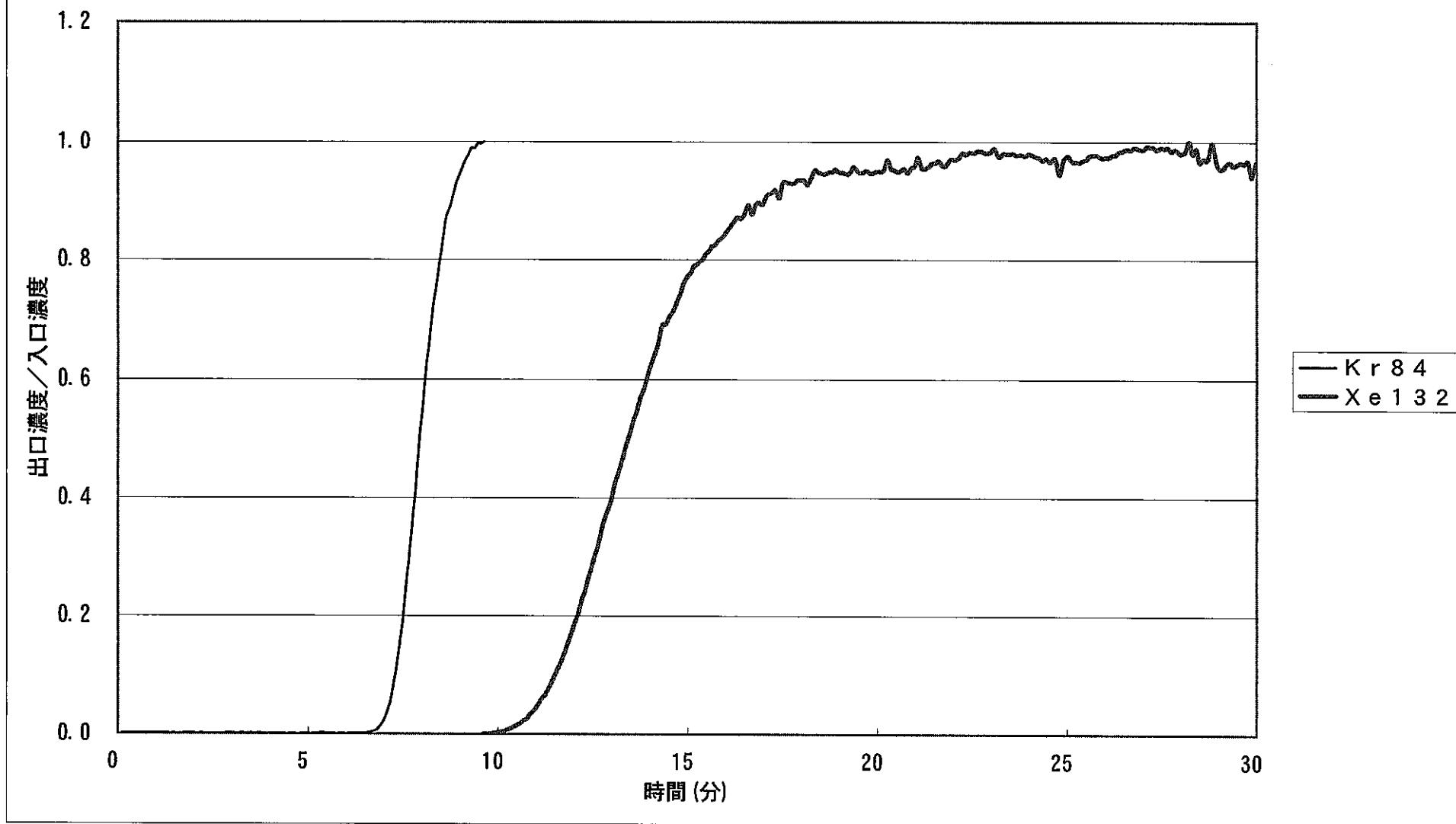


図2.3-5 (b) 101°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.09NL/min, 脱着, ダイアソーブ ZH28-48 (He-He) 12

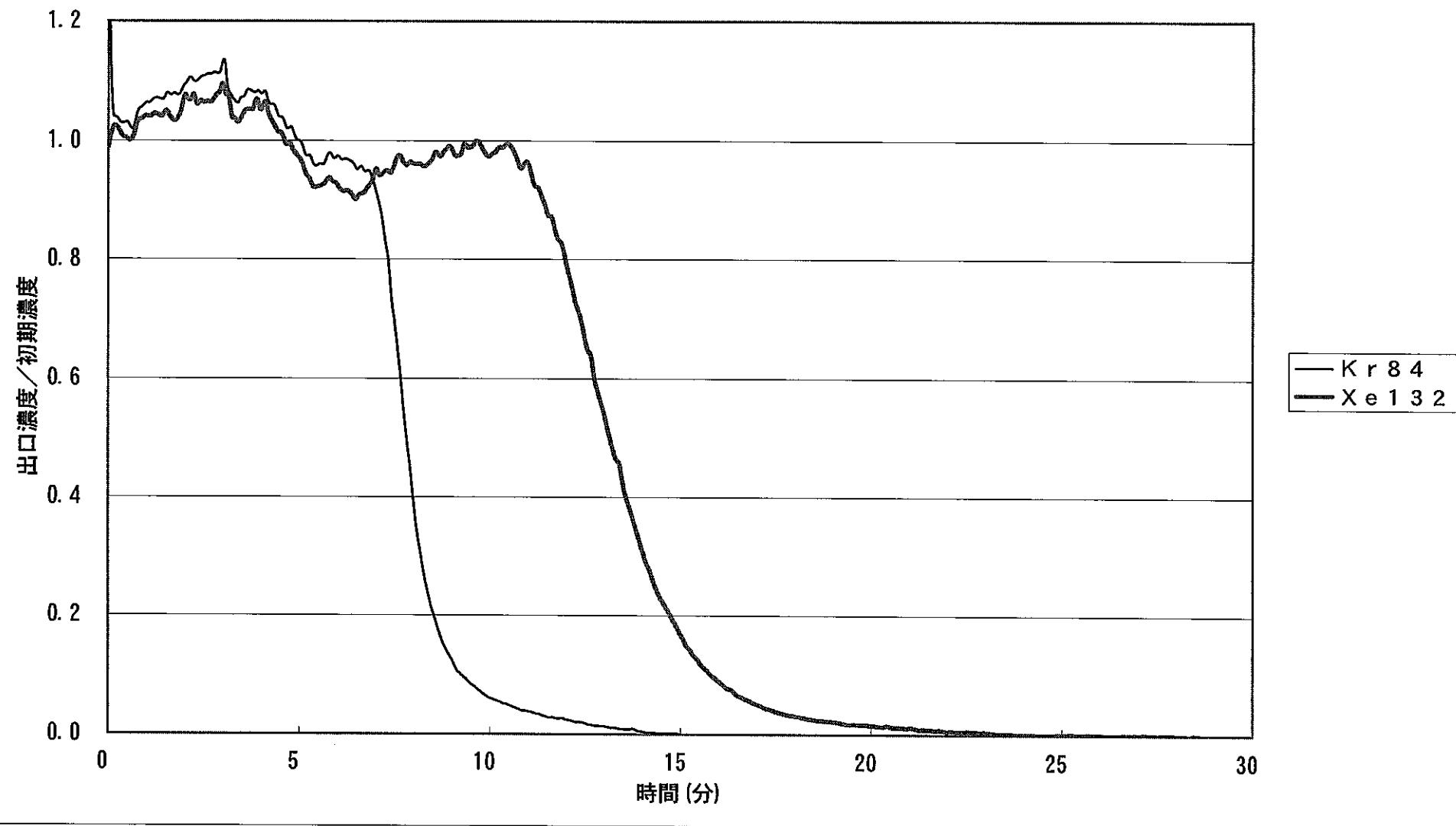


図2.3-6(a) 101°C, 1ppm, Ar⁸⁴-λ, 0.081NL/min, 吸着, タイツ ZH28-48 (Ar-Ar) 15

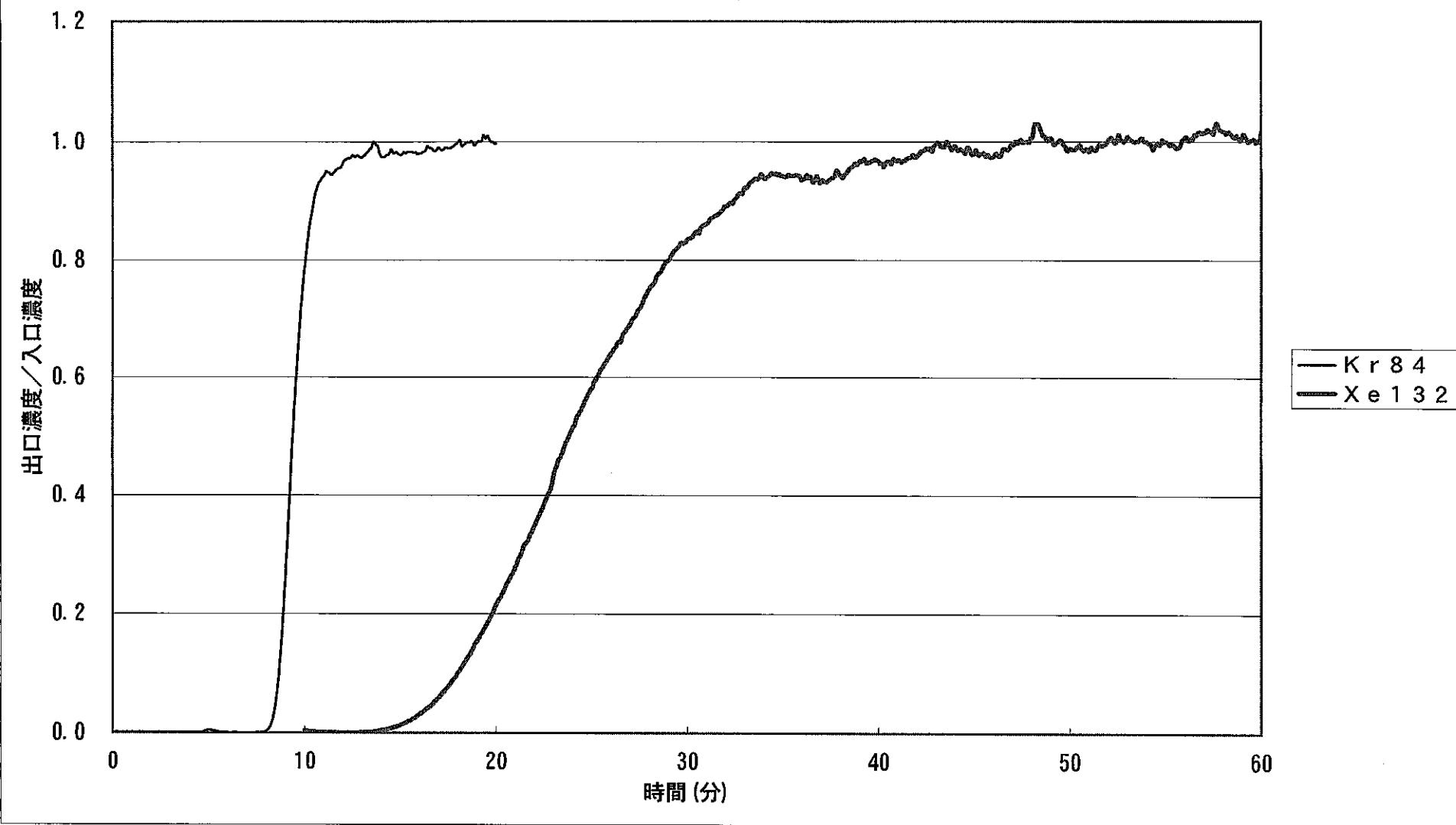


図2.3-6 (b) 101°C, 1ppm, Ar⁸⁴-λ, 0.081NL/min, 脱着, ダイアリーブ ZH28-48 (Ar-Ar) 15

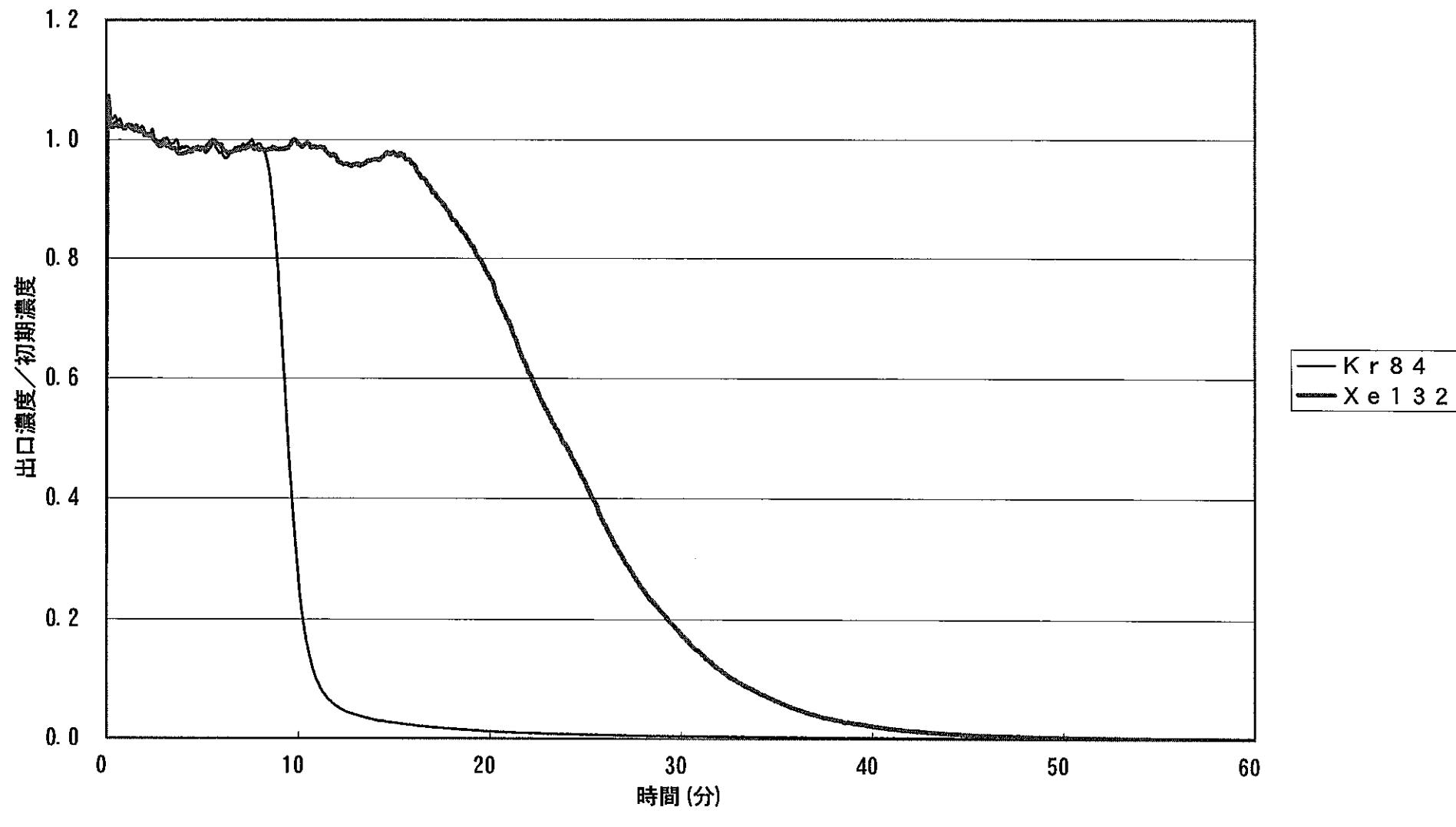


図2.3-7(a) 0°C, 1ppm, He^{-λ}, 0.657NL/min, 吸着, クラ(He-He) 23

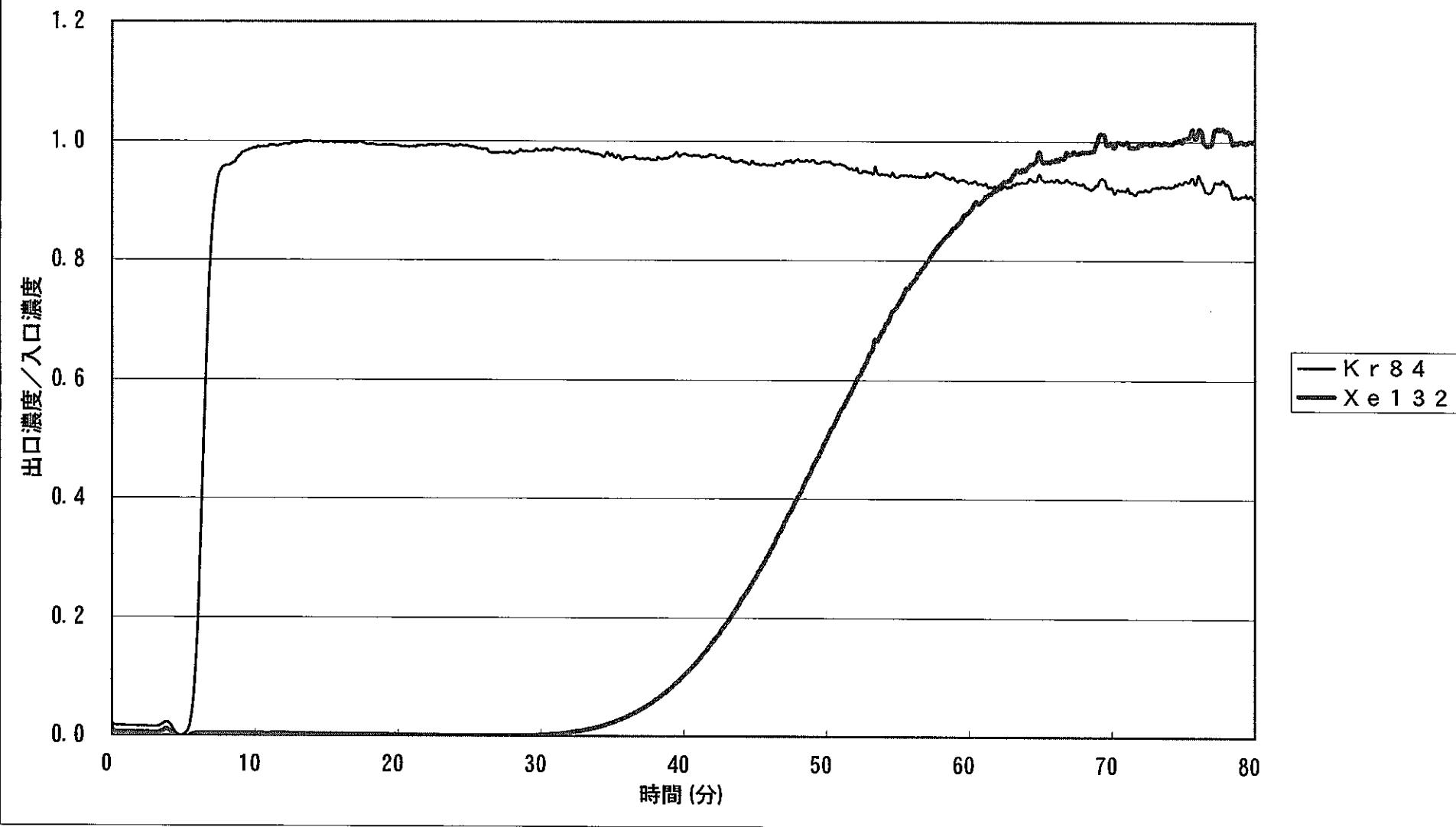


図2.3-7 (b) 0°C, 1ppm, He^Λ-λ, 0.657NL/min, 脱着, クラ (He-He) 23

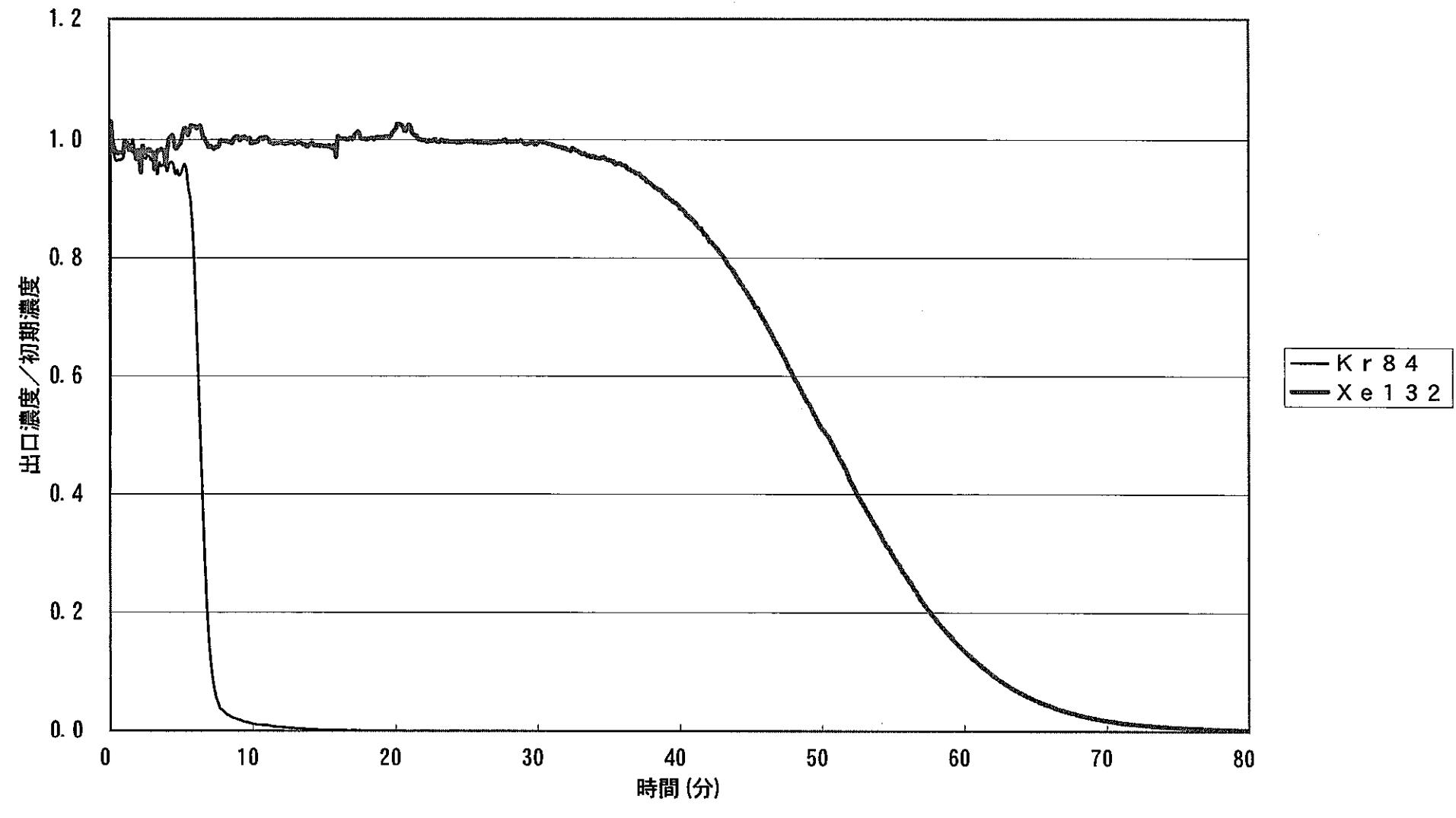


図2.3-8(a) 0°C, 1ppm, Ar⁸-λ, 0.657NL/min, 吸着, クラブ(Ar-Ar) 24

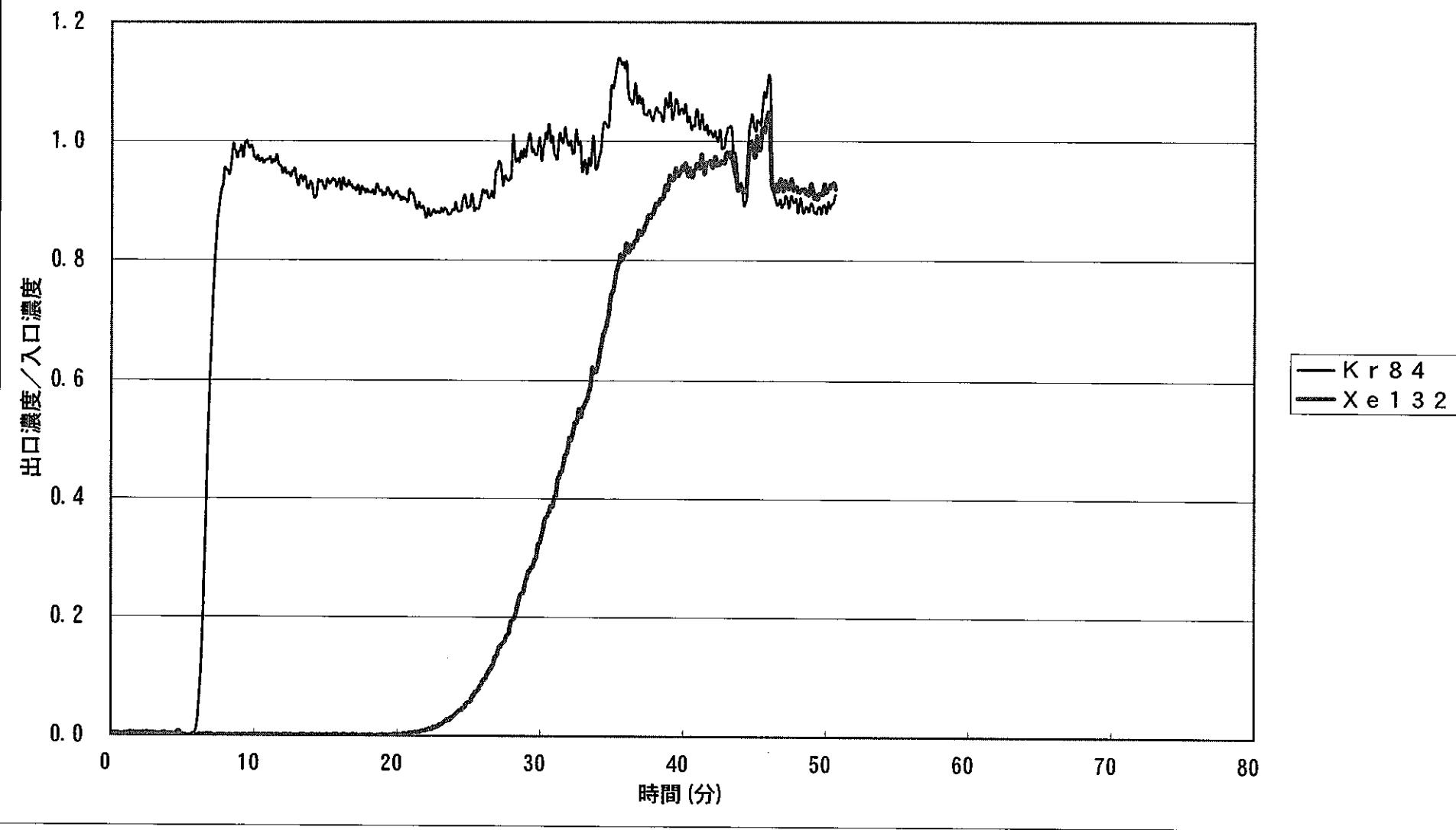


図2.3-8 (b) 0°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.675NL/min, 脱着, クラ (Ar-Ar) 24

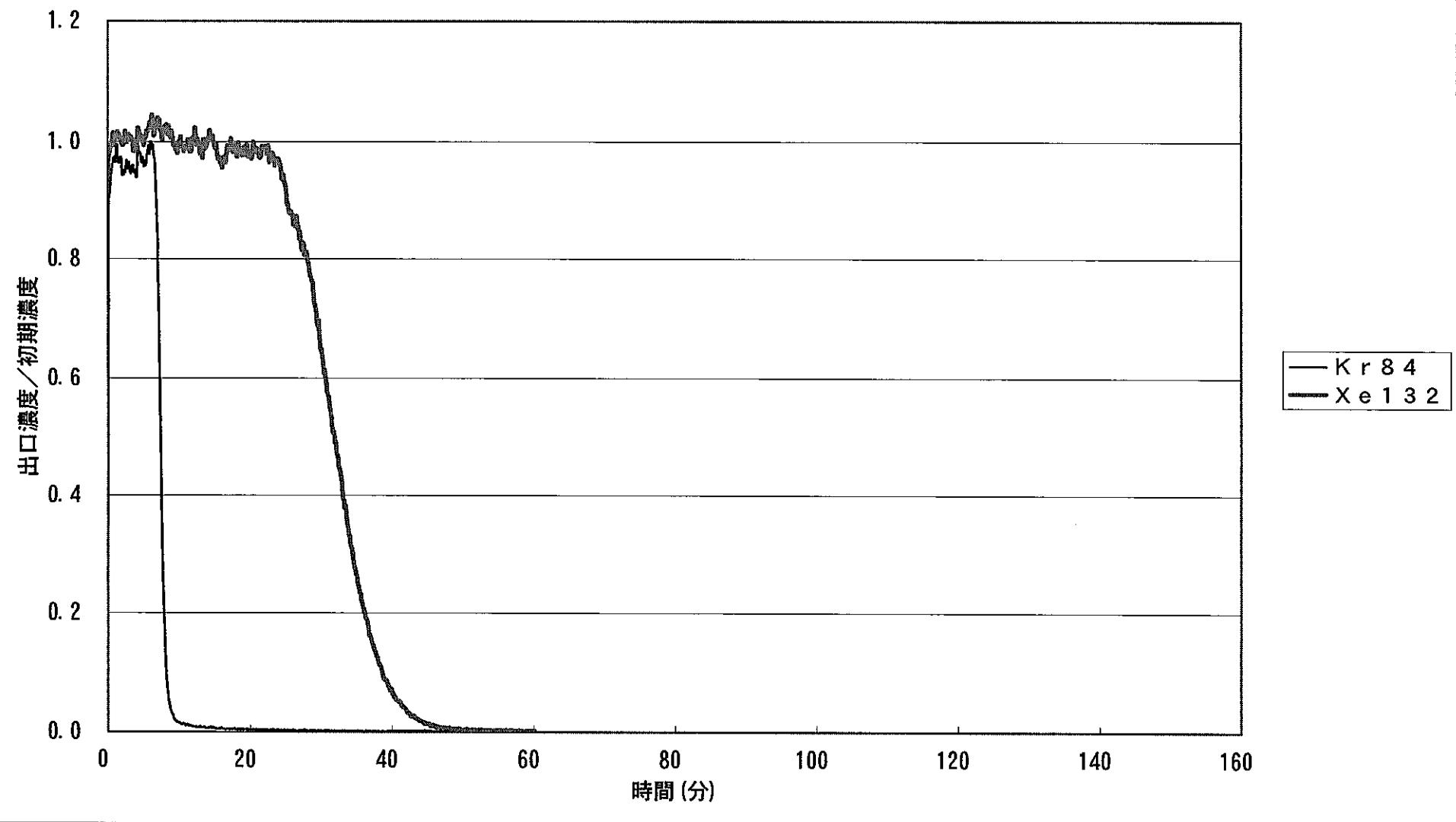


図2.3-9 (a) 0°C, 1ppm, He^{-λ}, 0.657NL/min, 脱着, ケルビン(Ar-He) 25

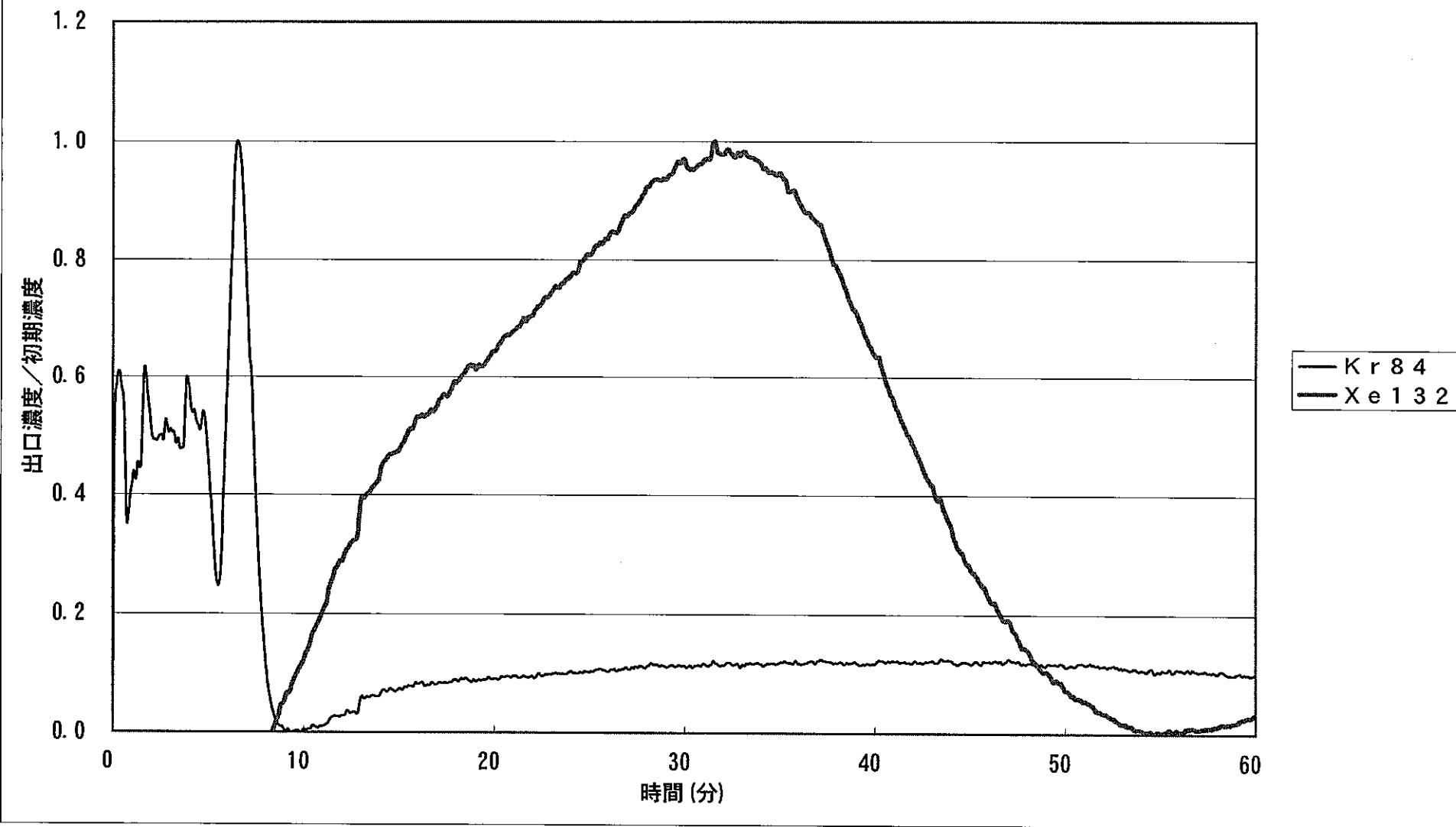


図2.3-9 (a) -r 0°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.666NL/min, 吸着, ガラス(Ar-He) 25B

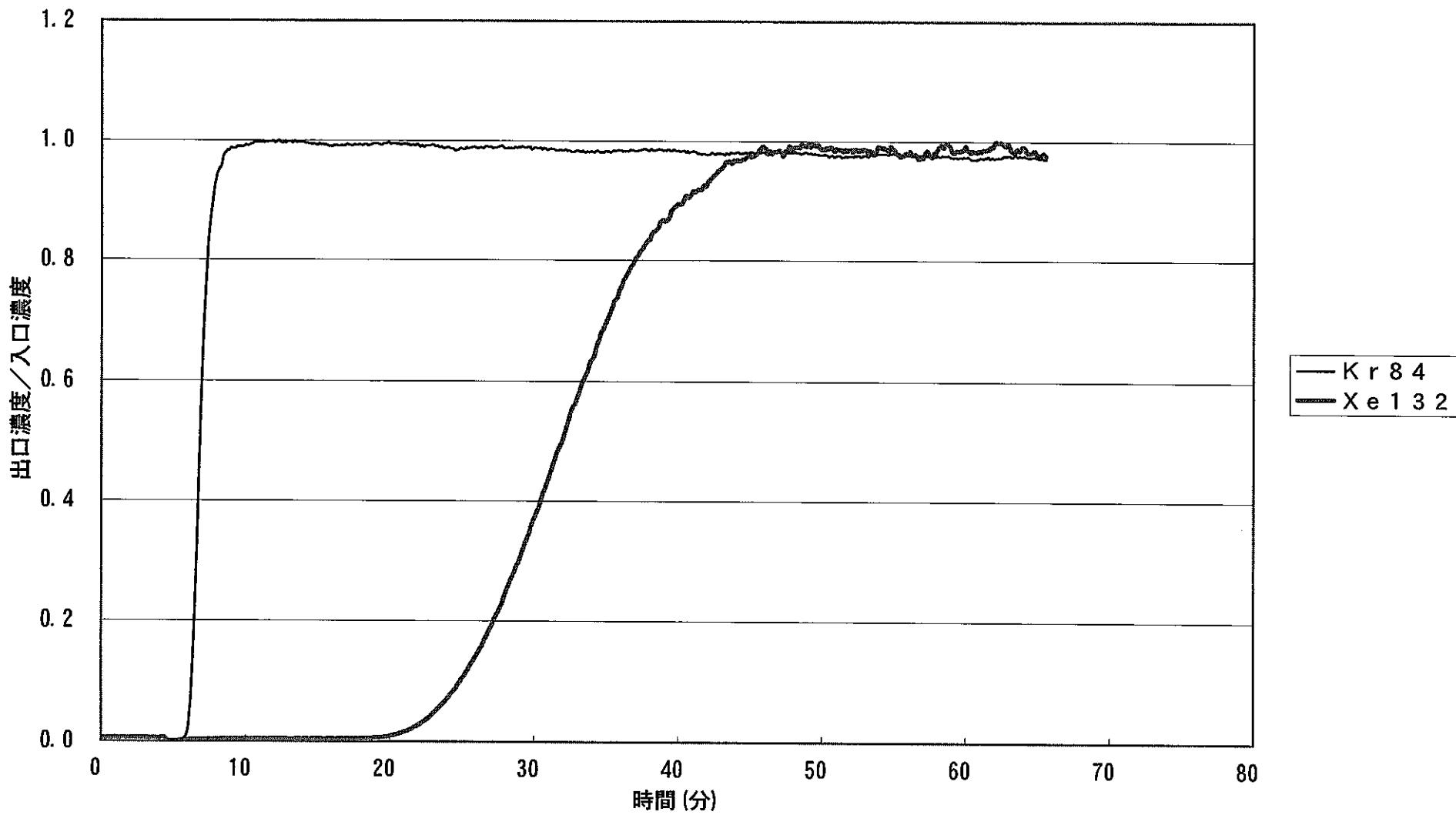


図2.3-9 (b) 0°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.657NL/min, 吸着, クル (Ar-He) 25

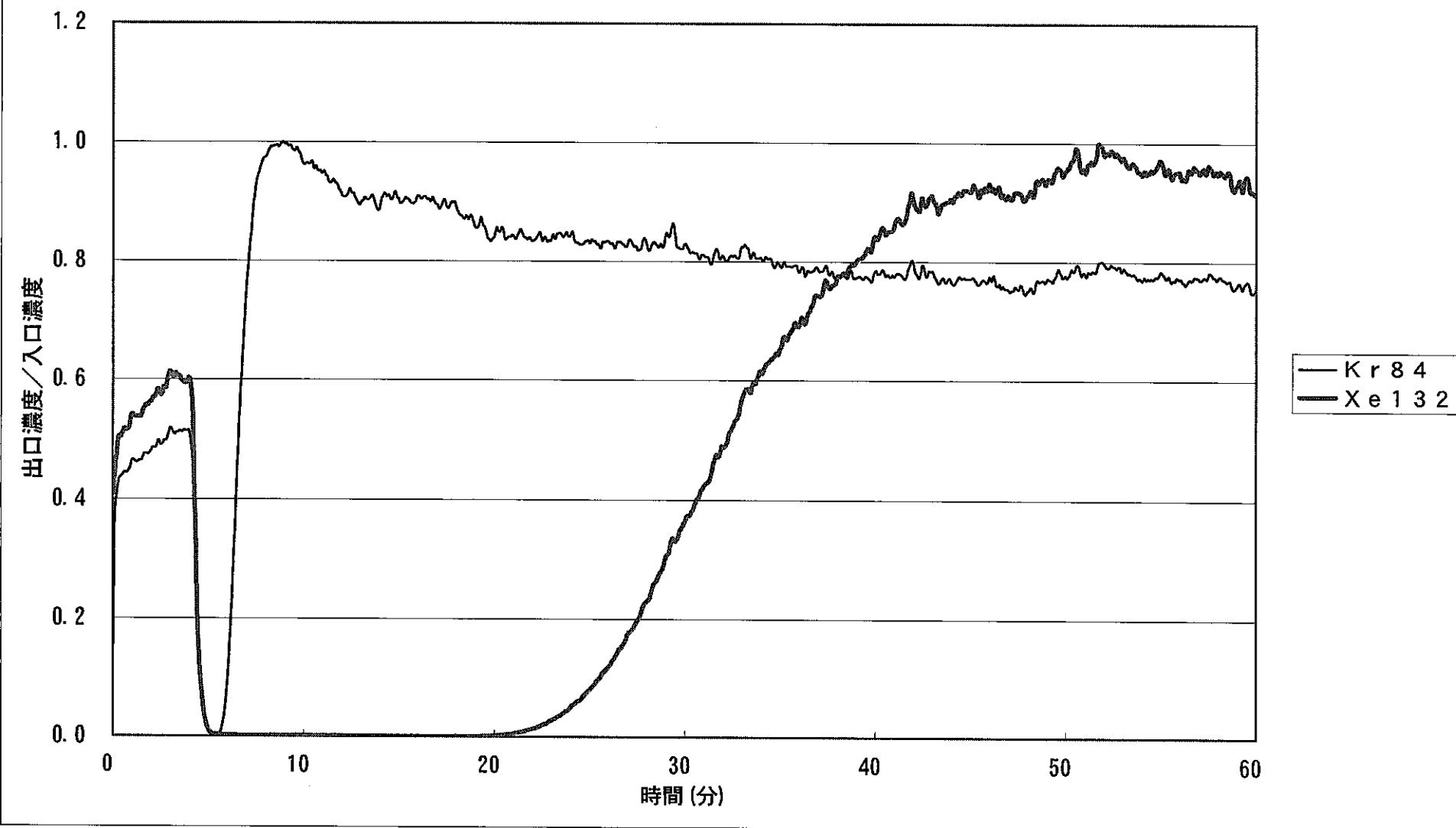


図2.3-9 (b) 0°C, 1ppm, He^{-λ}, 0.90NL/min, 脱着, クラレ(Ar-He) 25B

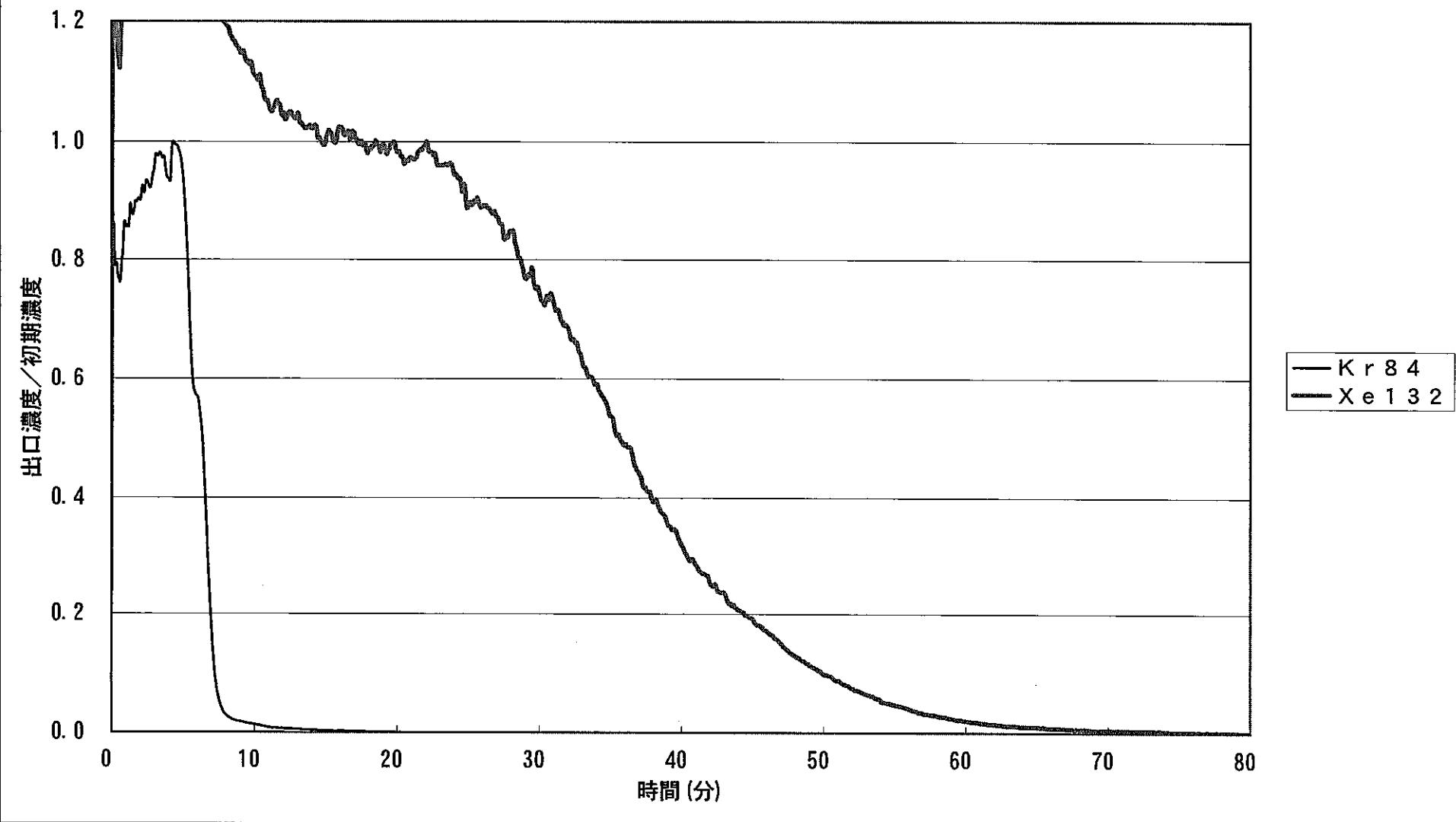


図2.3-10 (a) 150°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.081NL/min, 吸着, ケラ (He-He) 26A

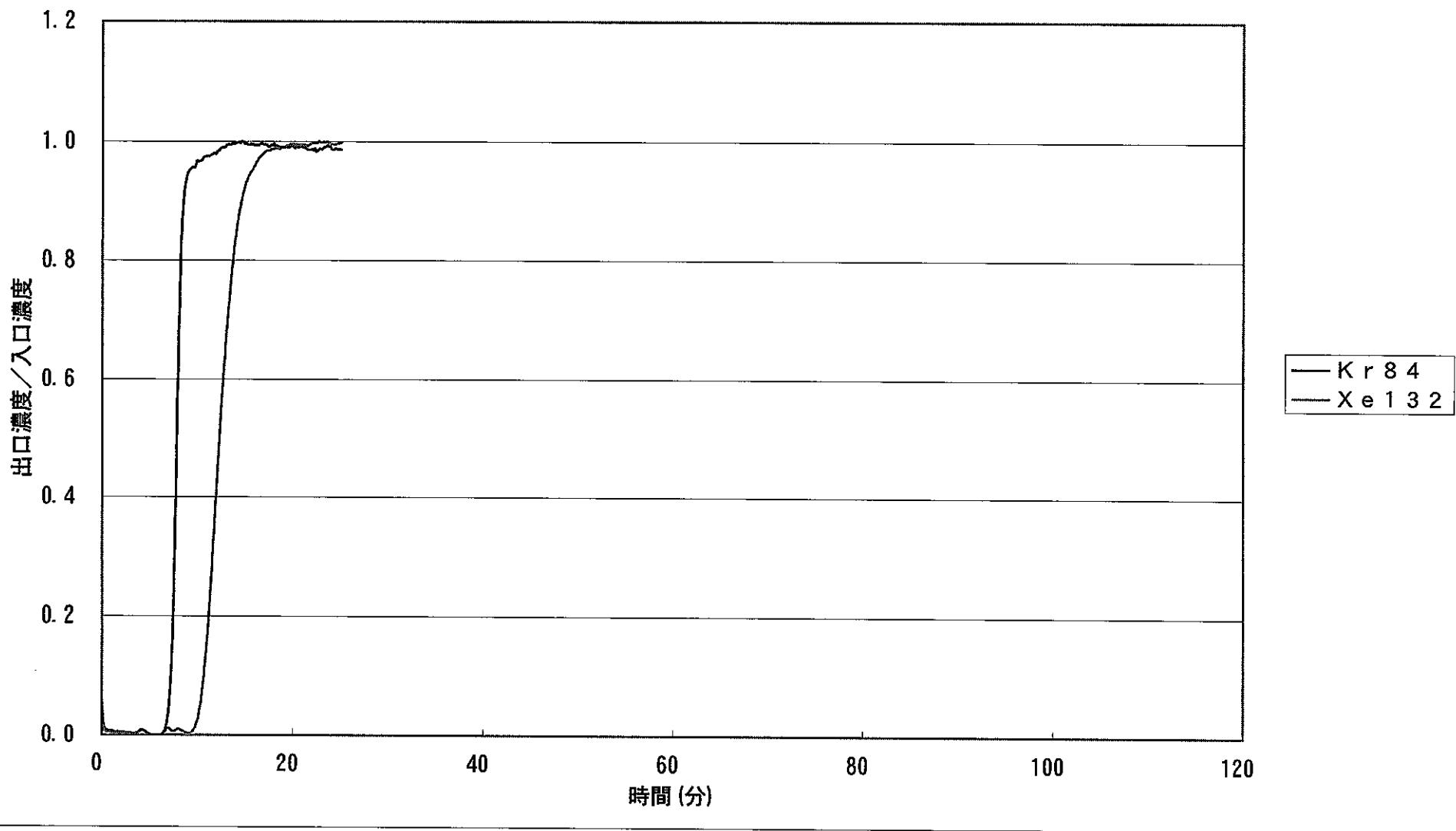


図2.3-10 (b) 150°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.09NL/min, 脱着, クラレ(He-He) 26A

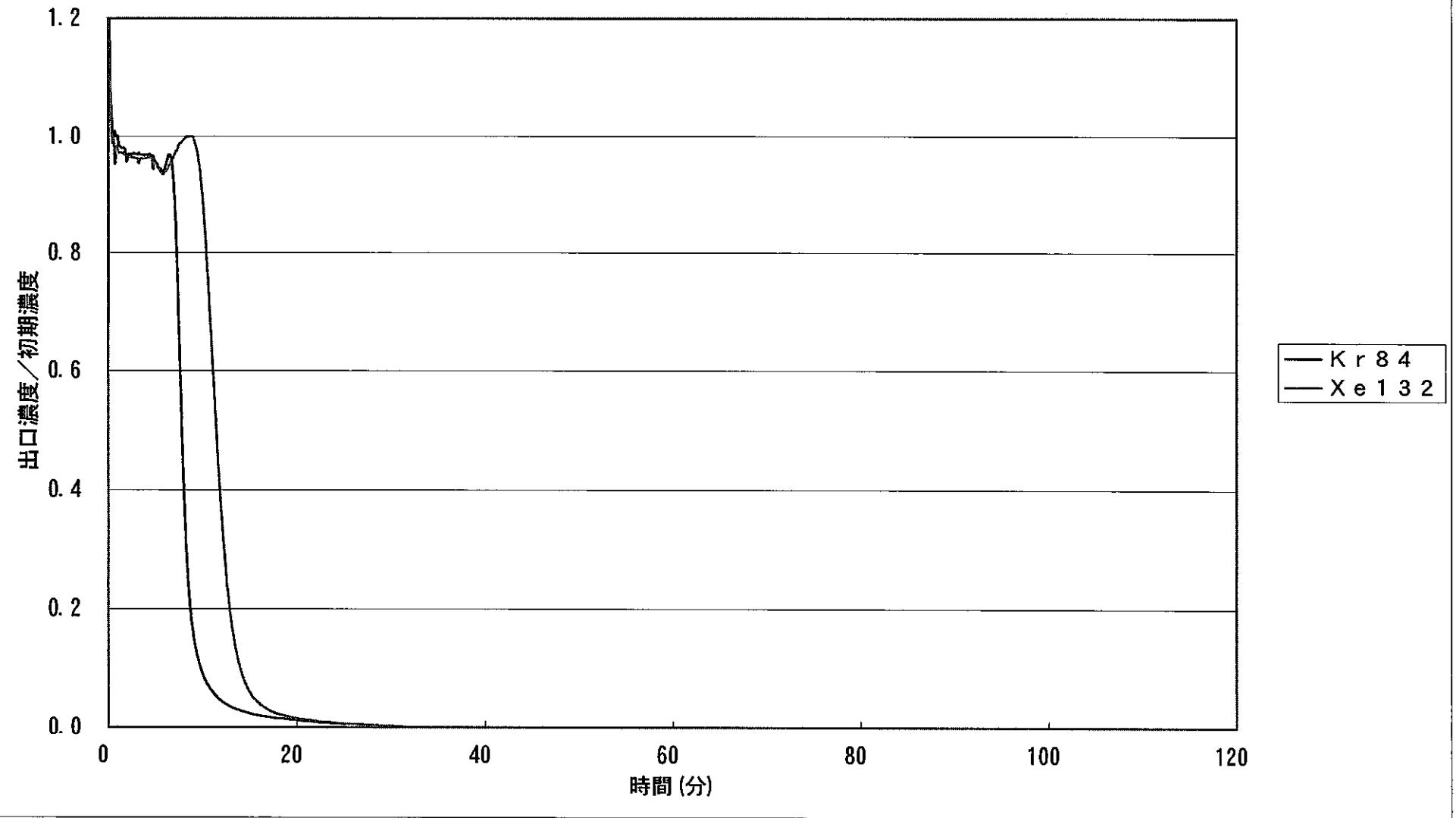


図2.3-11 (a) 149°C, 1ppm, Ar⁺-λ; 0.09NL/min, 吸着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-Ar) 27

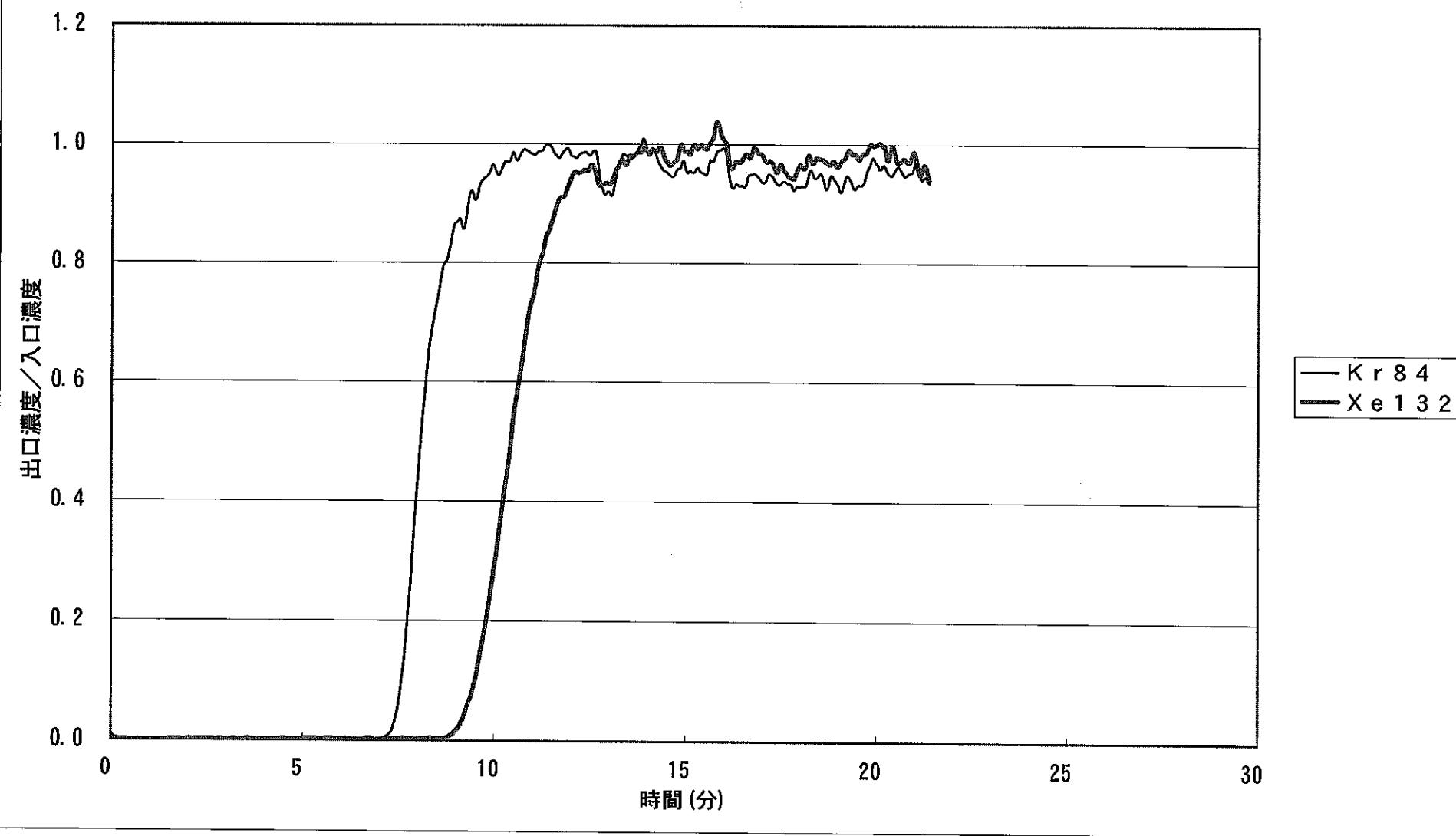


図2.3-11 (b) 151°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.09NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-Ar) 27

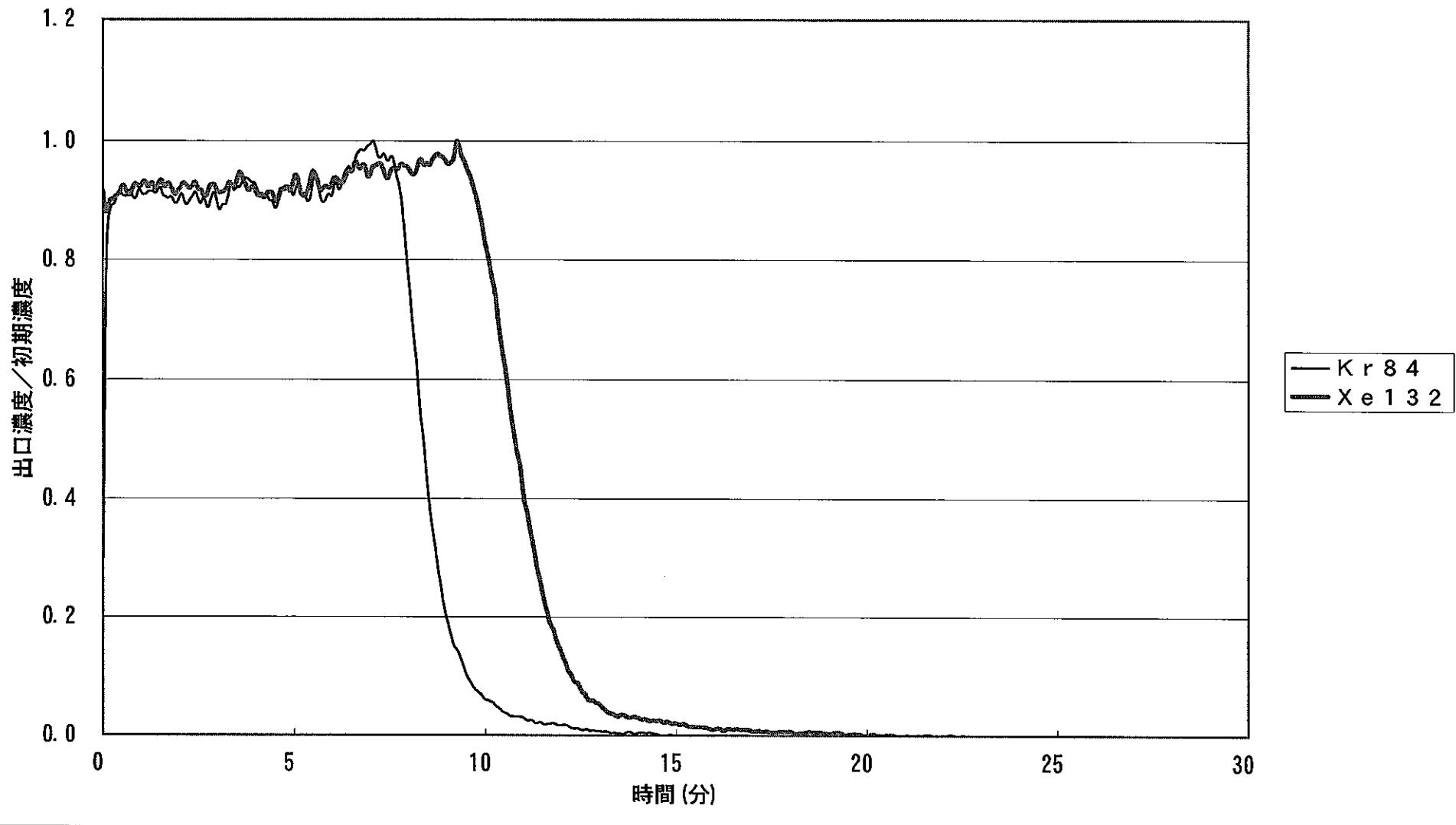


図2.3-12 (a) 150°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.081NL/min, 吸着, ケラル (Ar-He) 28A

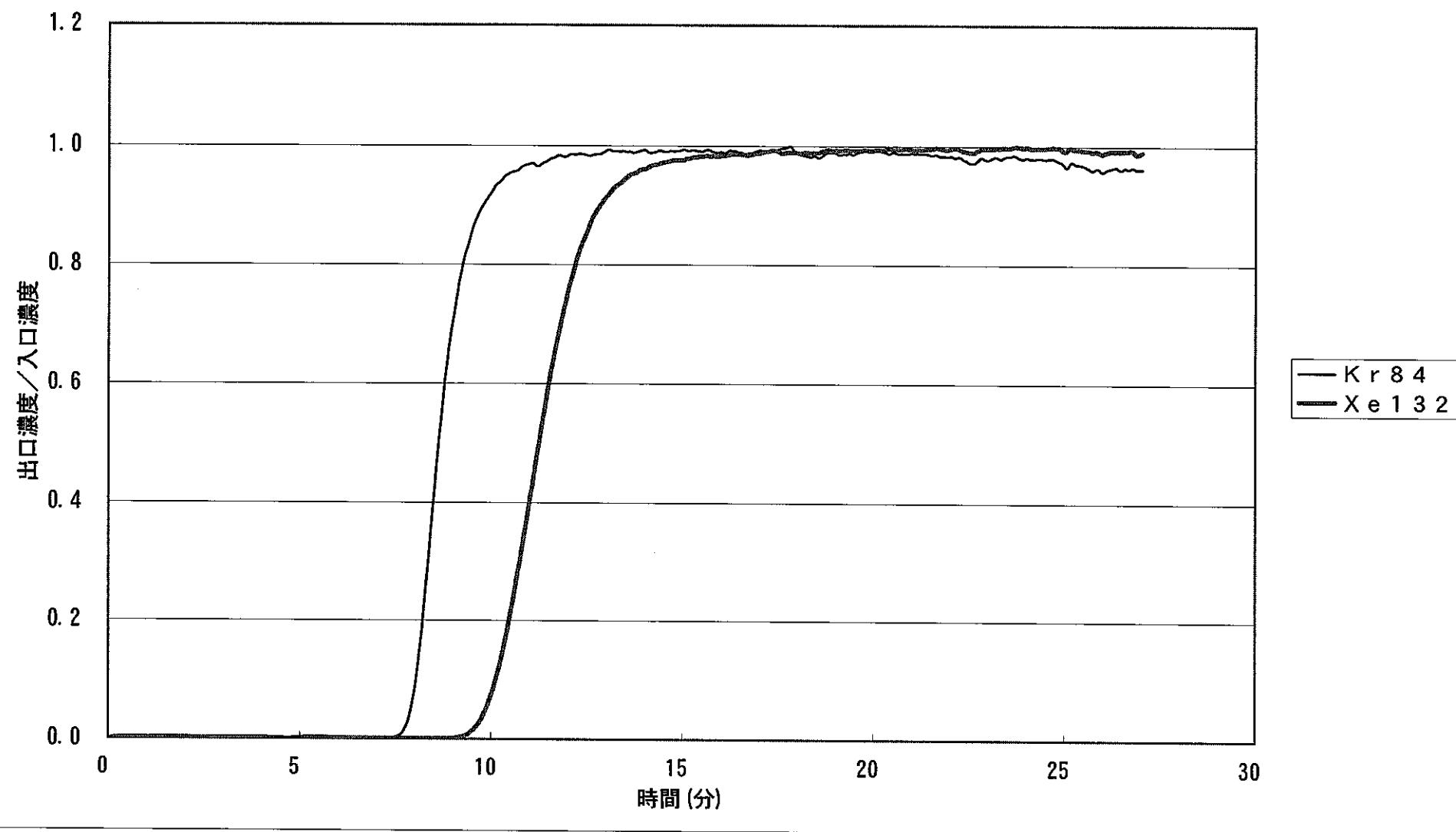


図2.3-12 (b) 150°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.081NL/min, 脱着, クラレ(Ar-He) 28A

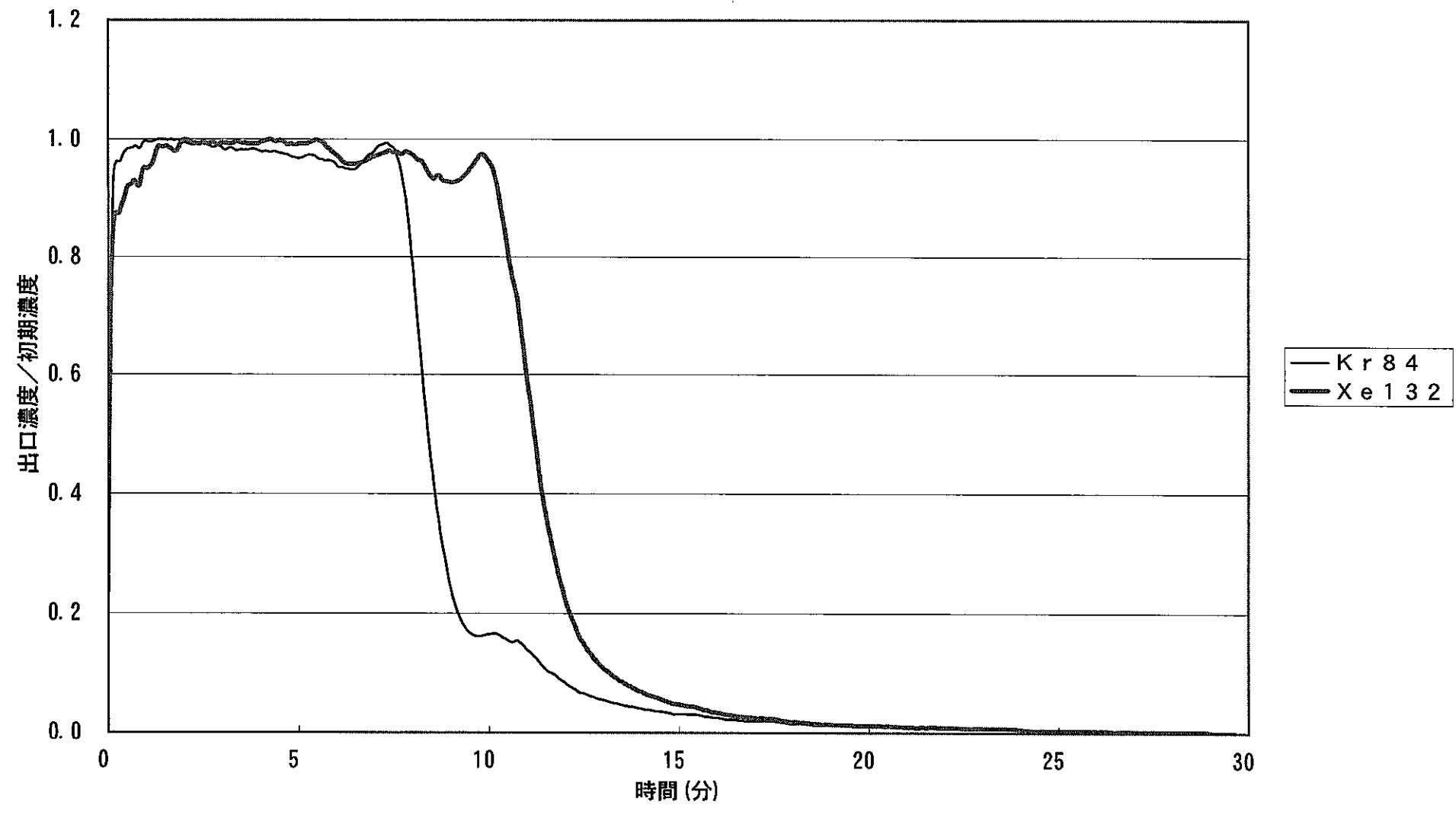


図2.3-13 (a) 100°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.081NL/min, 吸着, グラフ(He-He) 30A

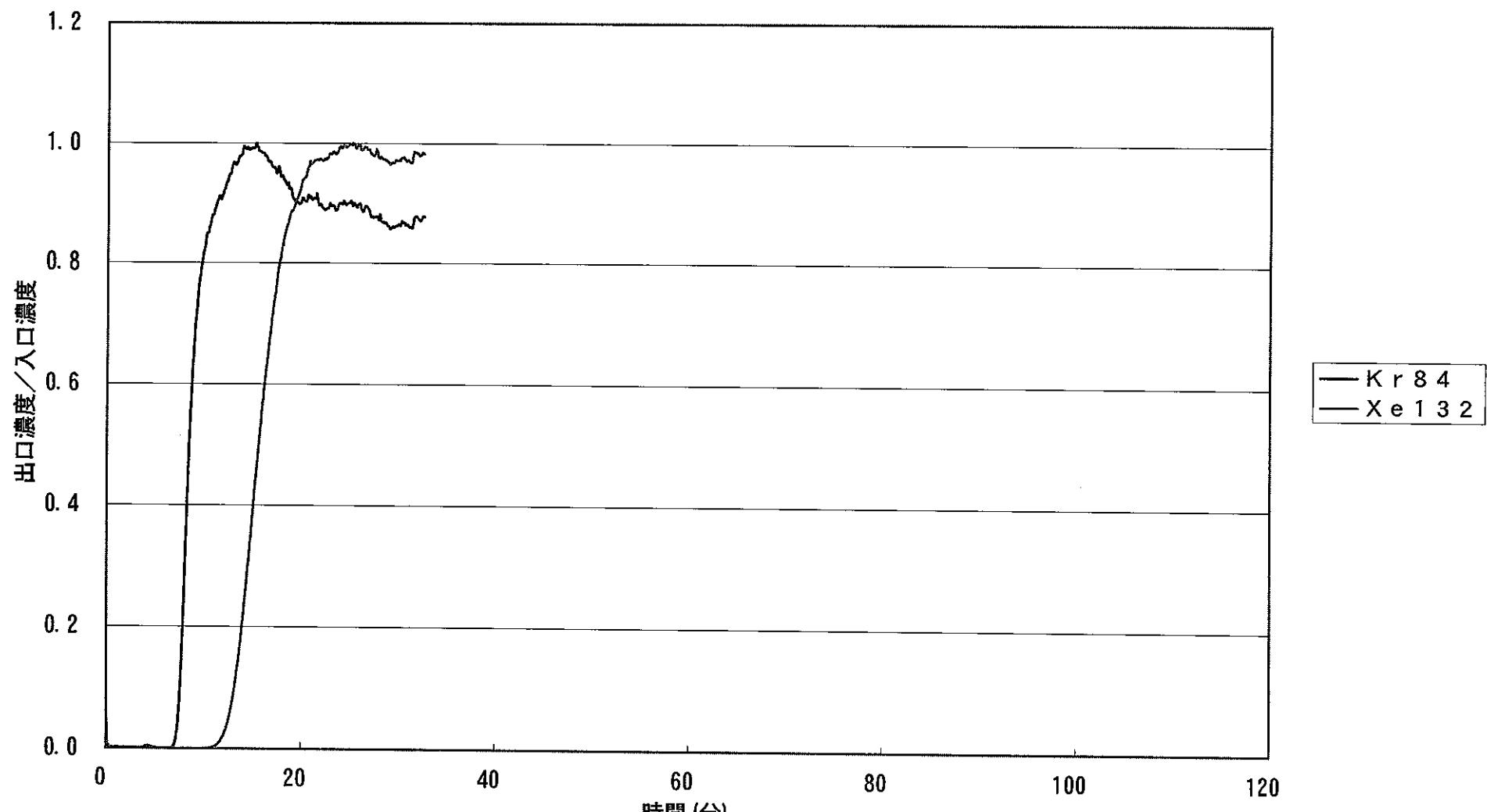


図2. 3-13 (b) 100°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.081NL/min, 脱着, クラレ(He-He) 30A

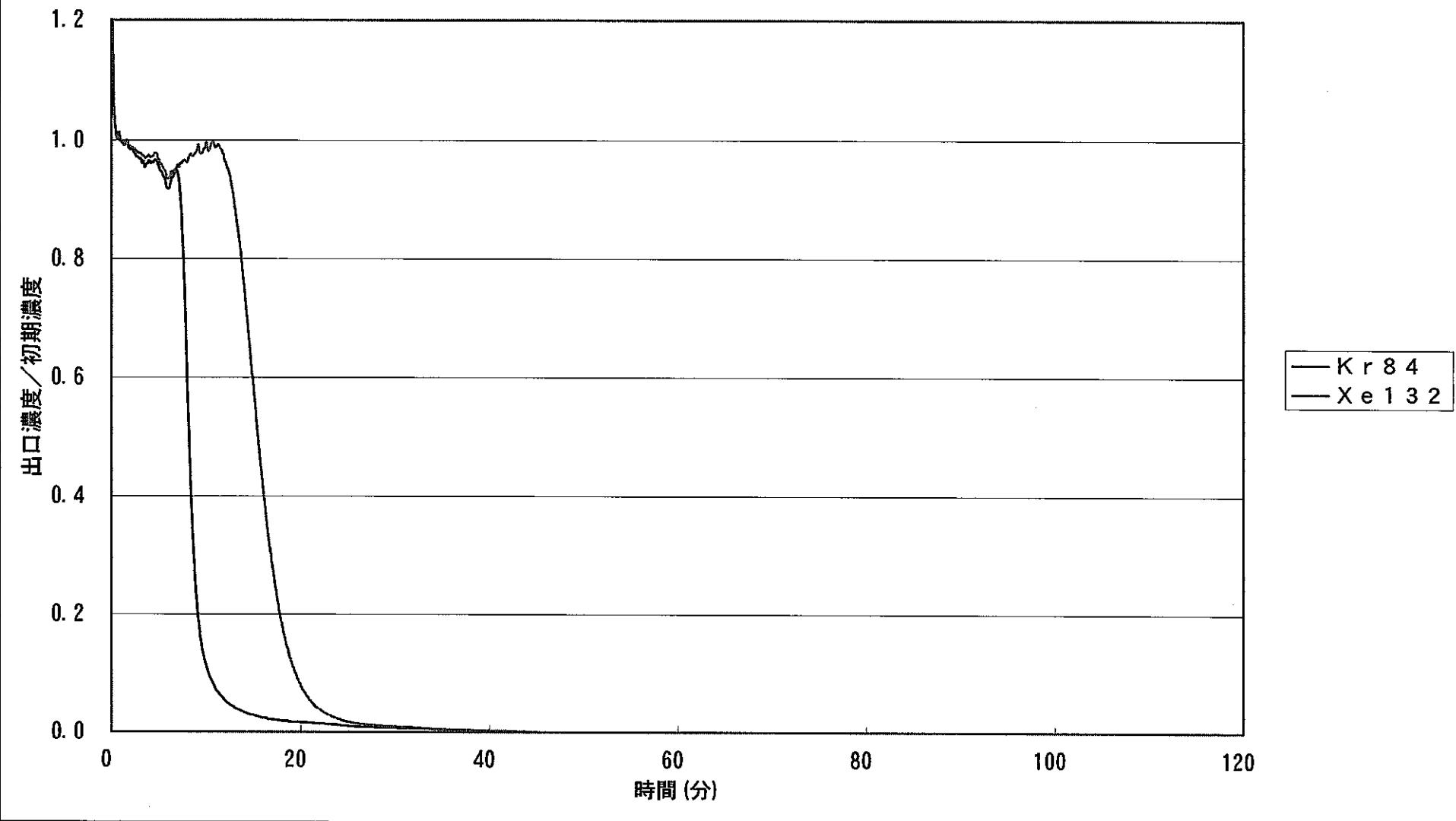


図2.3-14(a) 100°C, 1ppm, Ar⁺-ス, 0.09NL/min, 吸着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-Ar) 31

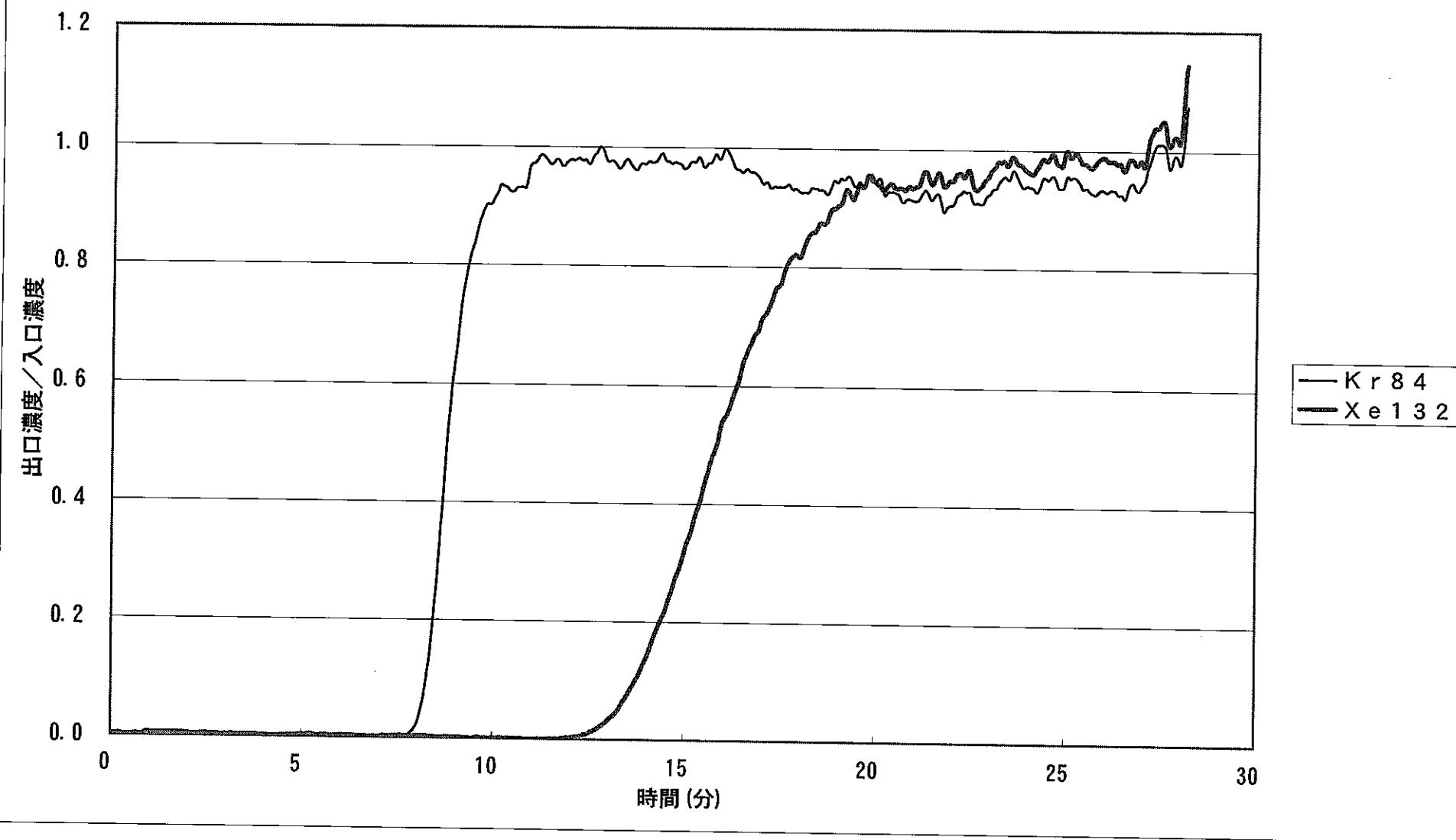


図2.3-14 (b) 100°C, 1ppm, Ar⁸⁴-λ, 0.09NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-Ar) 31

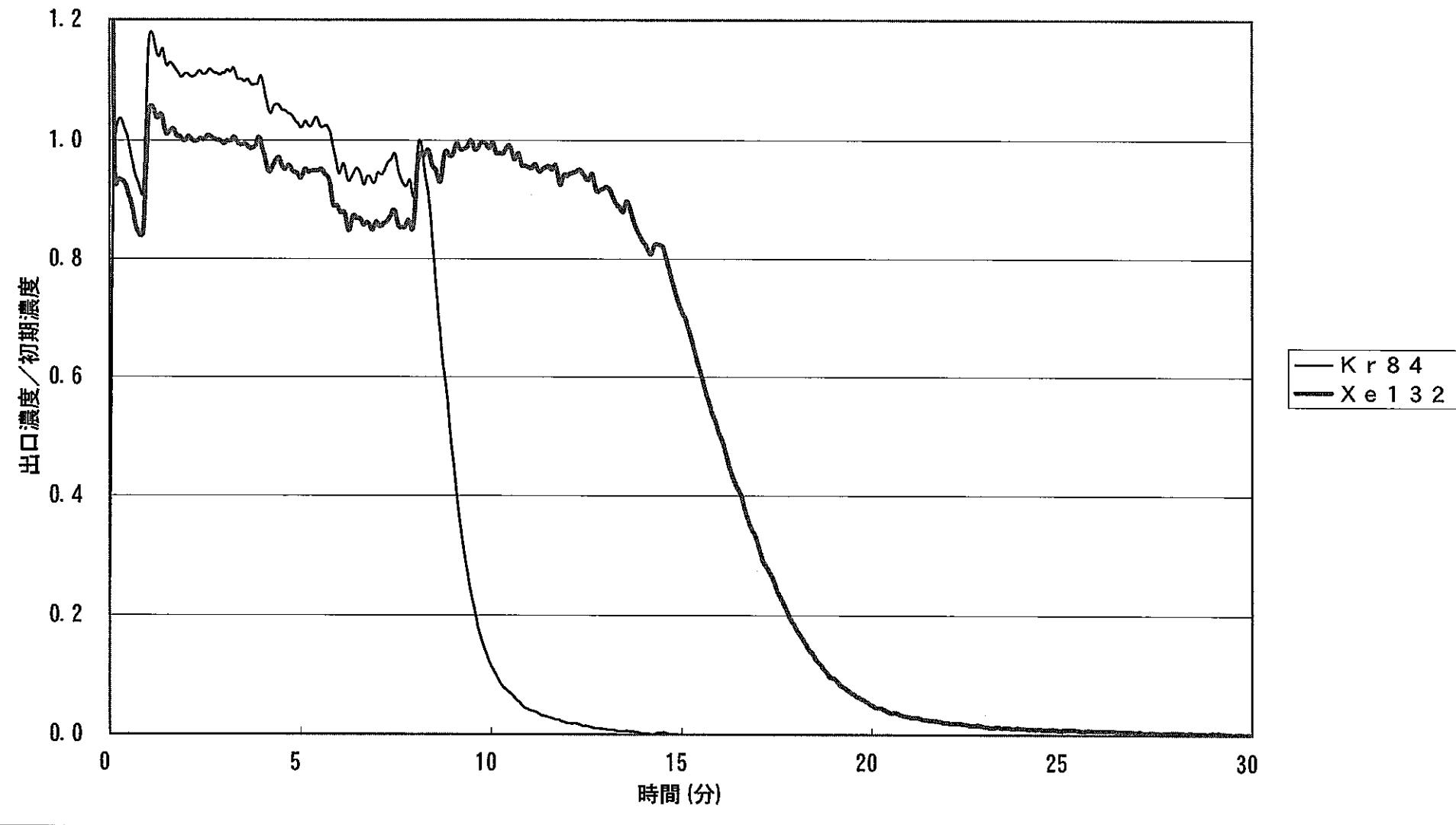


図2.3-15 (a) 100°C, 1ppm, Ar⁸⁴-Xe, 0.081NL/min, 吸着, ケラル (Ar-He) 29A

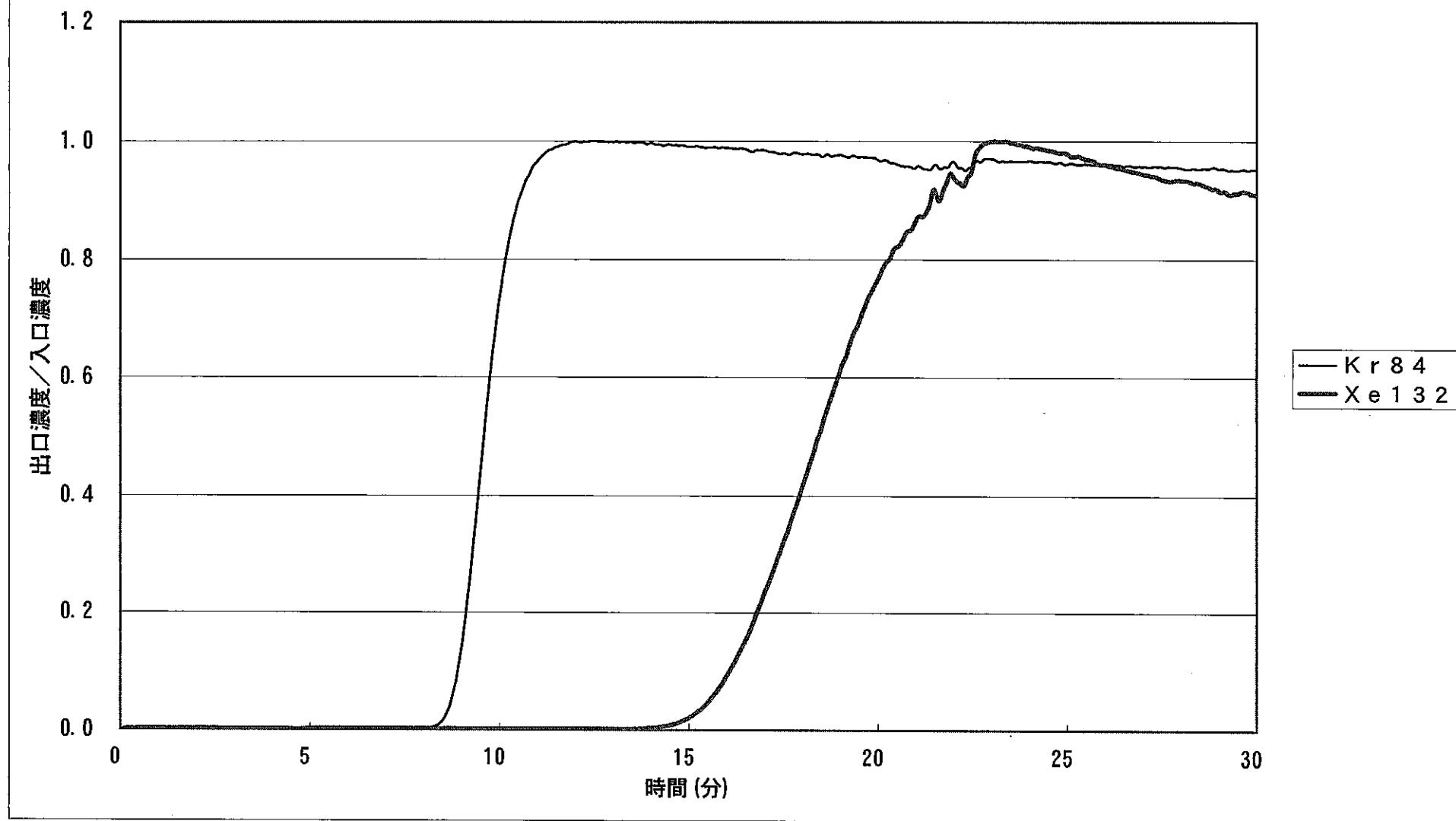


図2.3-15 (b) 100°C, 1ppm, He⁺- λ , 0.081NL/min, 脱着, ケル (Ar-He) 29A

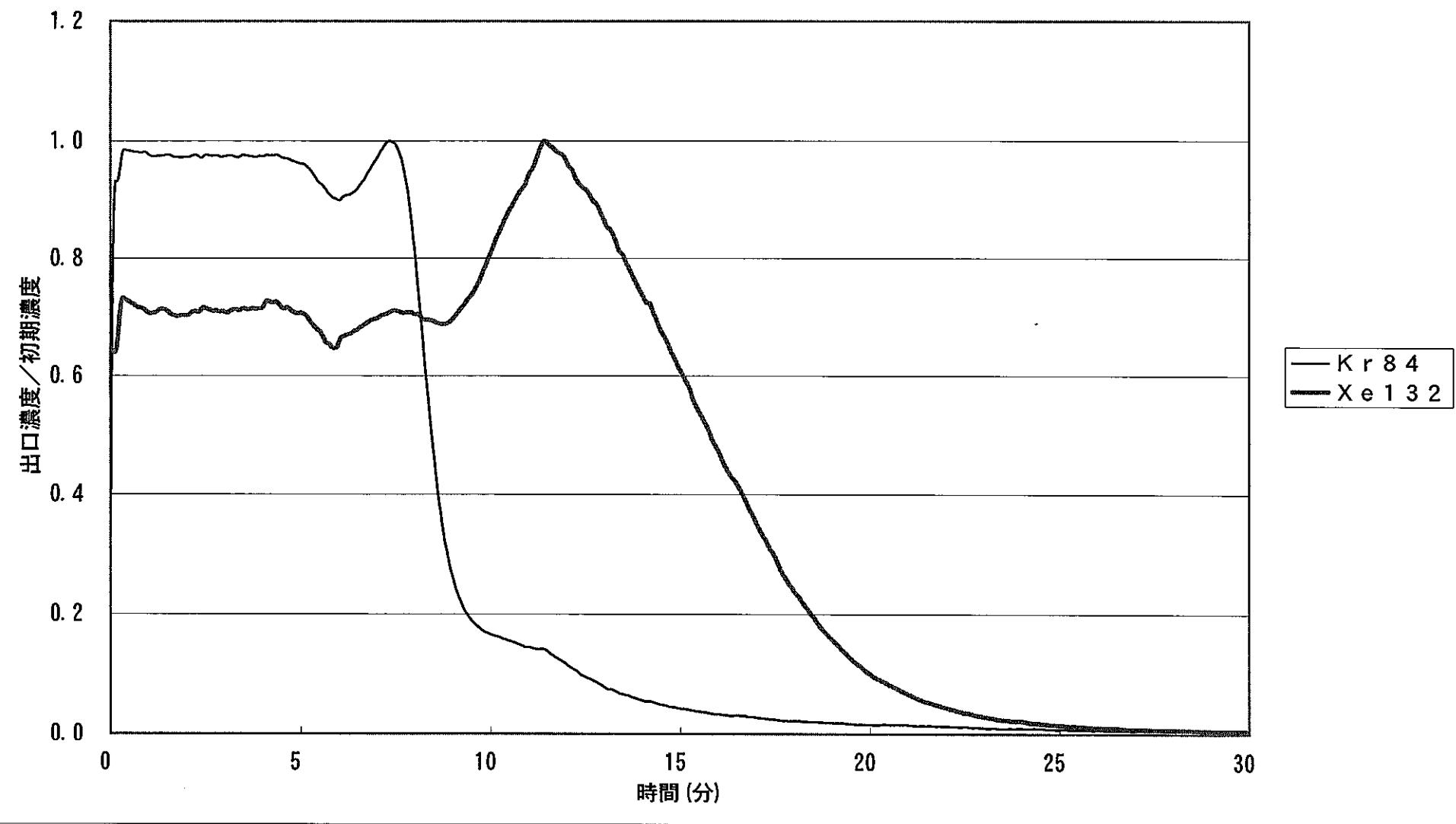


図2.3-16 (a) -81.1°C, 1ppm, He^λ-λ, 0.621NL/min, 吸着, クラレコールGW-HH24/42 (He-He) 35

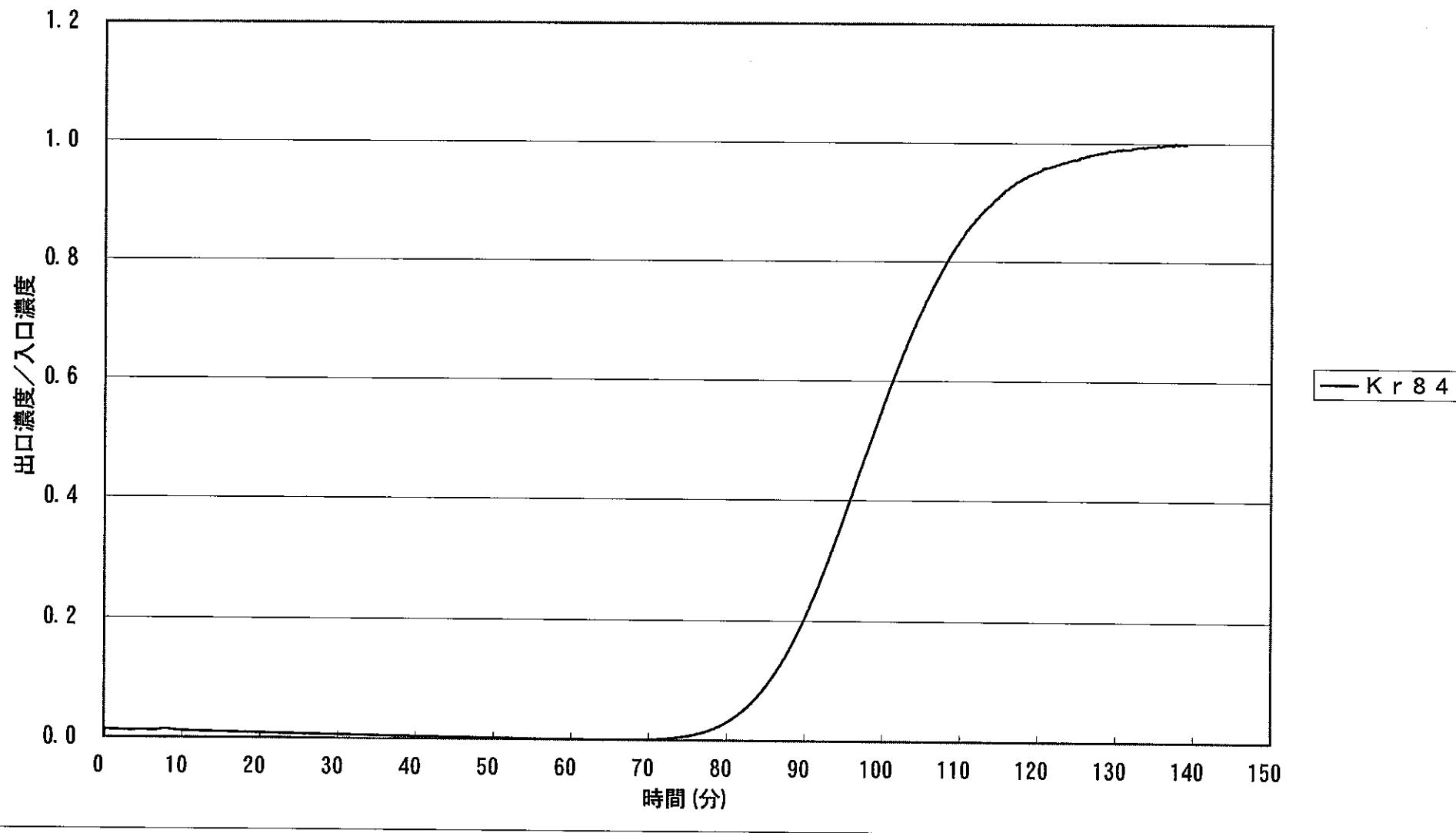


図2. 3-16 (b) -81.1°C, 1ppm, He⁺-λ, 0.648NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (He-He) 35

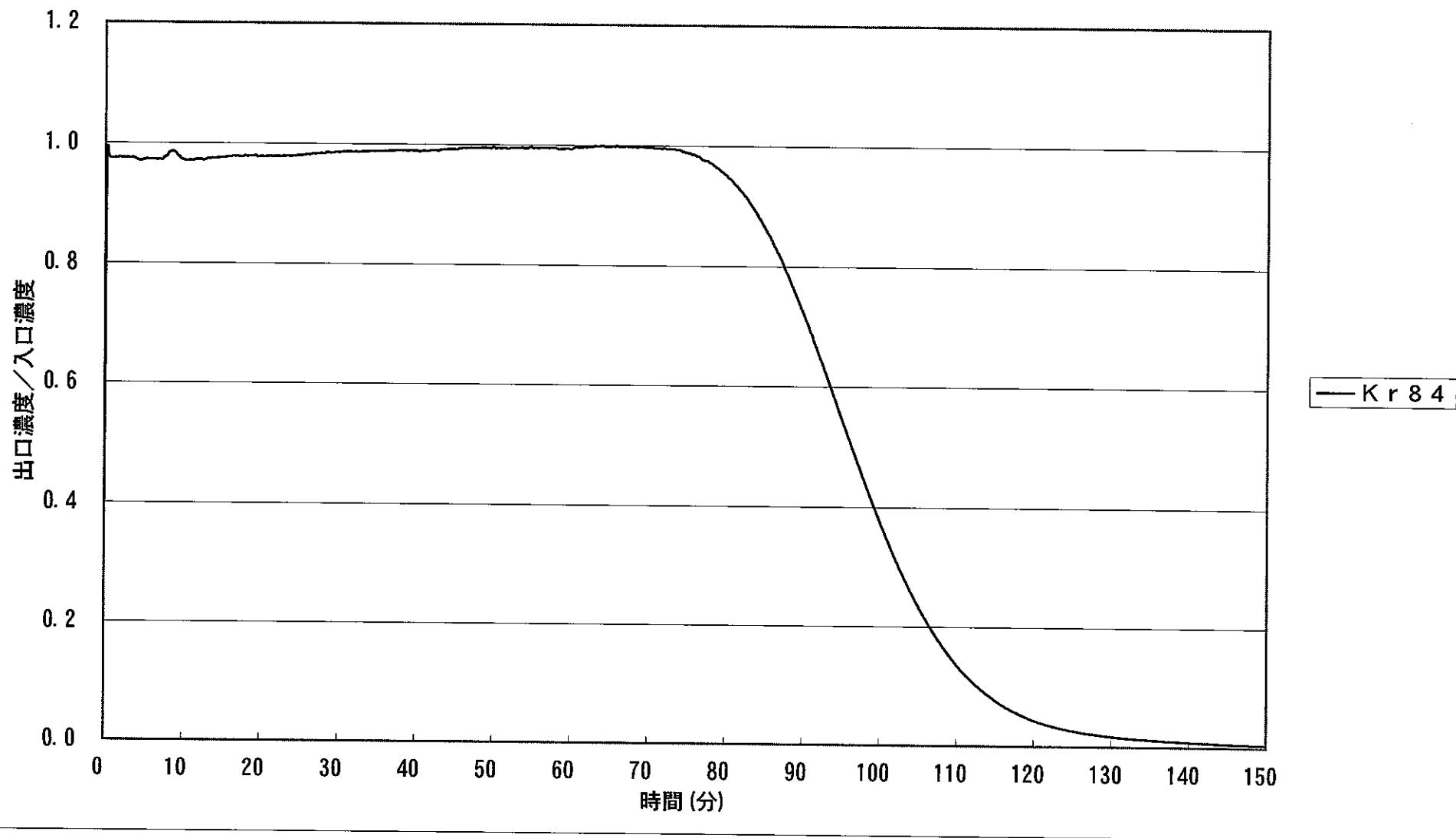


図2.3-17 (a) -80°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 0.63NL/min, 吸着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-Ar) 33

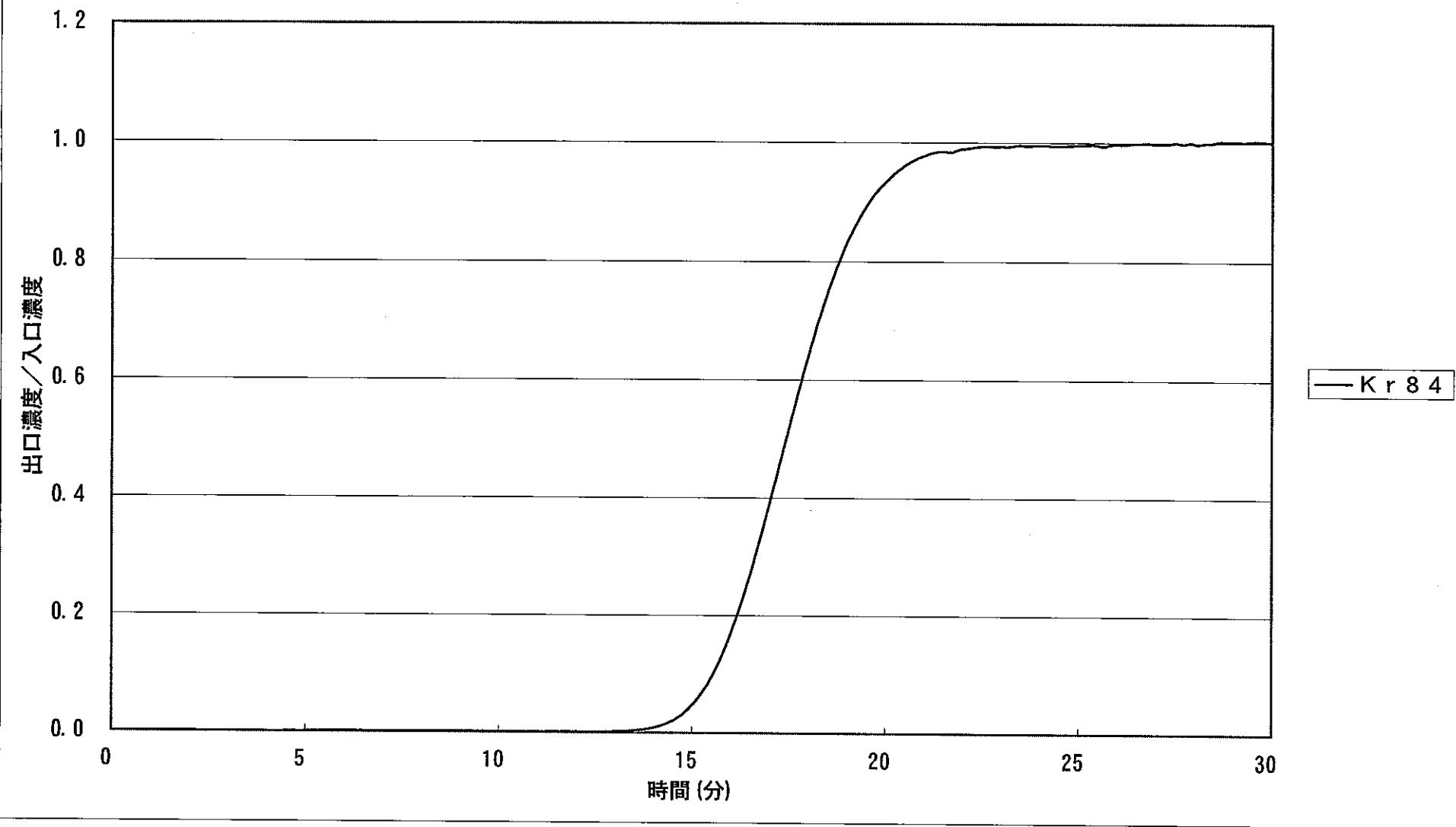


図2.3-17 (b) -80°C, 1ppm, Ar λ , 0.612NL/min, 脱着, クレコールGW-HH24/42 (Ar-Ar) 33

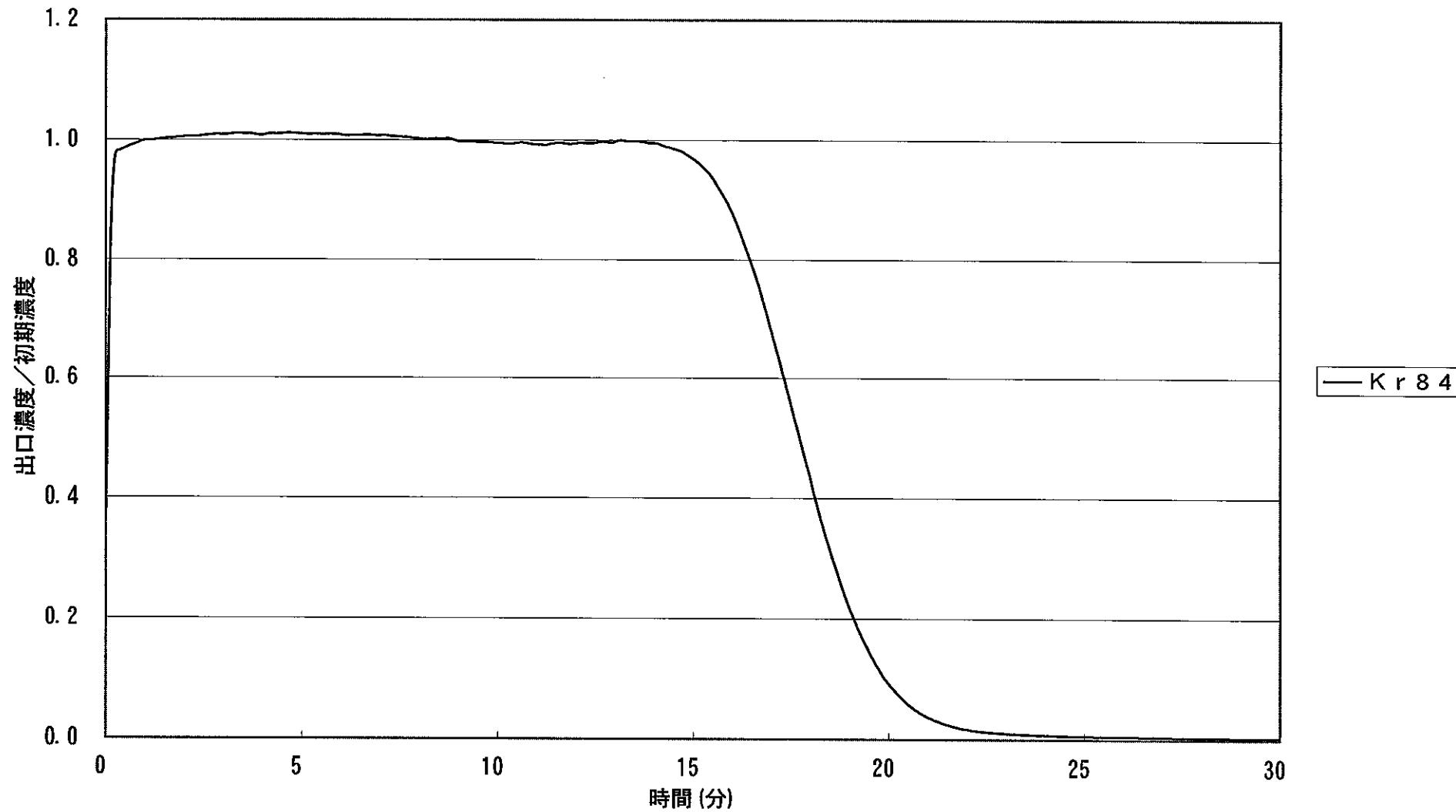


図2.3-18 (a) -179°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 2.13NL/min, 吸着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-Ar) 32A

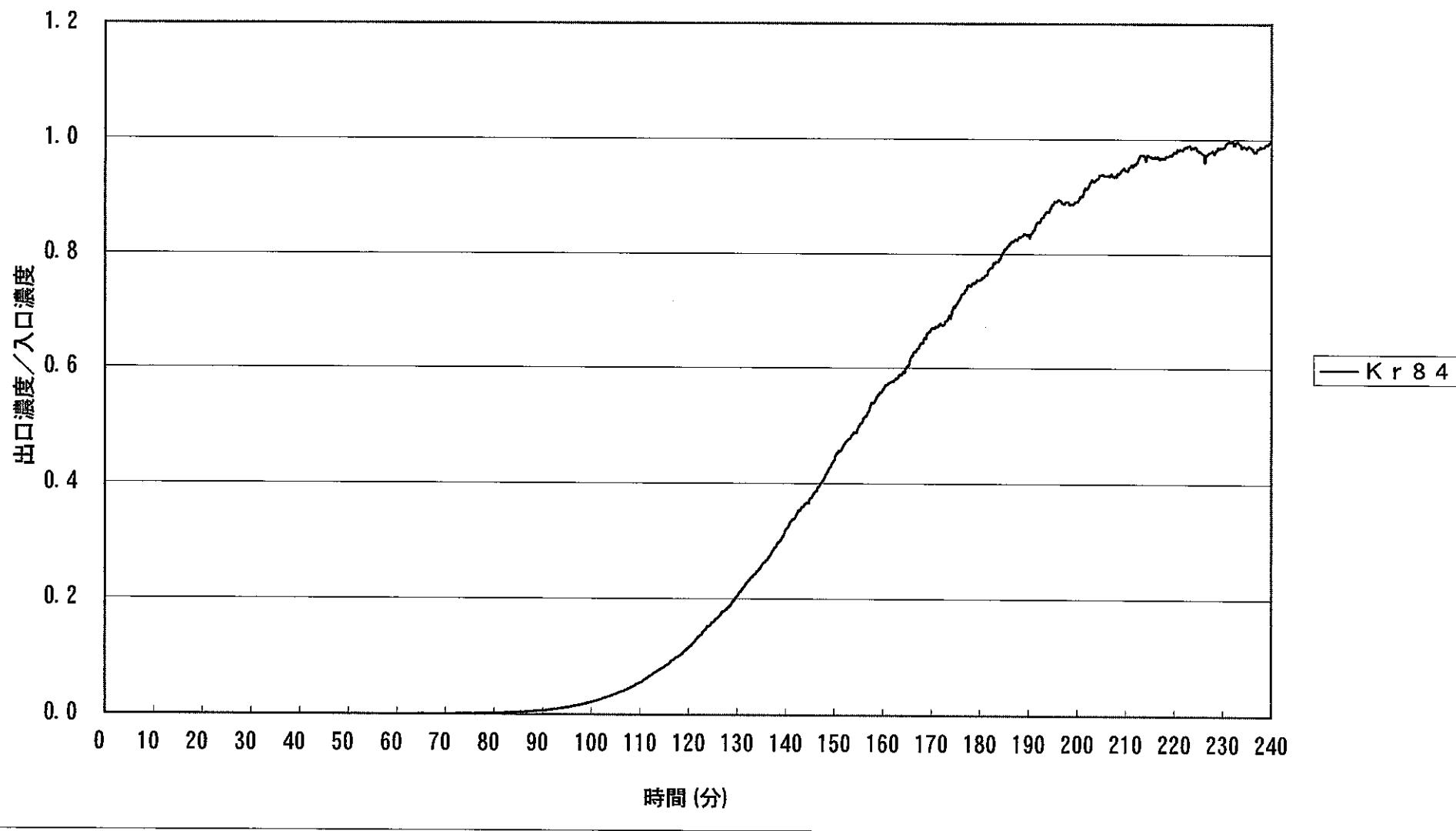


図2.3-18 (b) -179°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 2.31NL/min, 脱着, クラレコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 32A

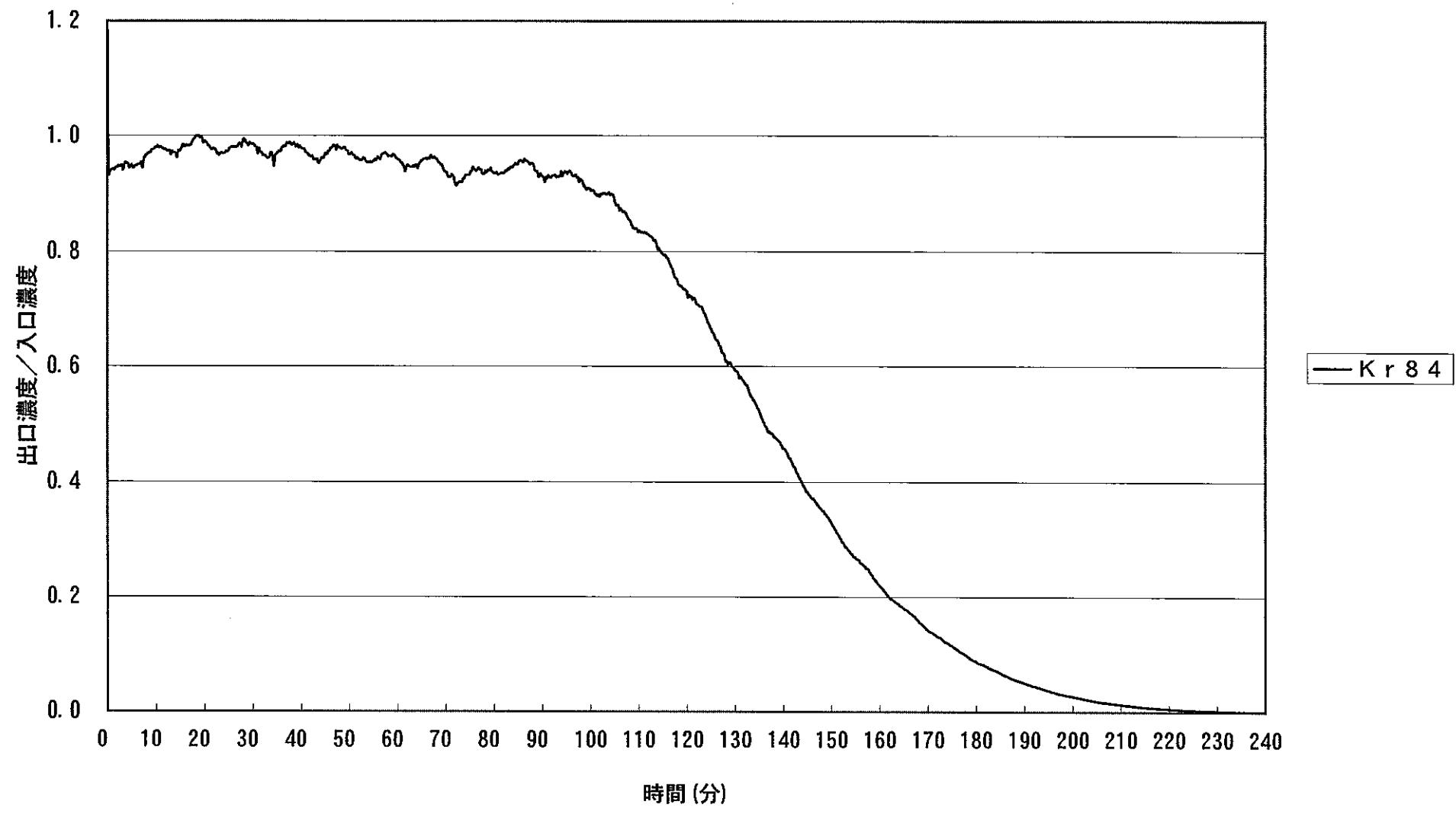


図2. 3-18 (a) -r -178°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 2.89NL/min, 吸着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-Ar) 32B

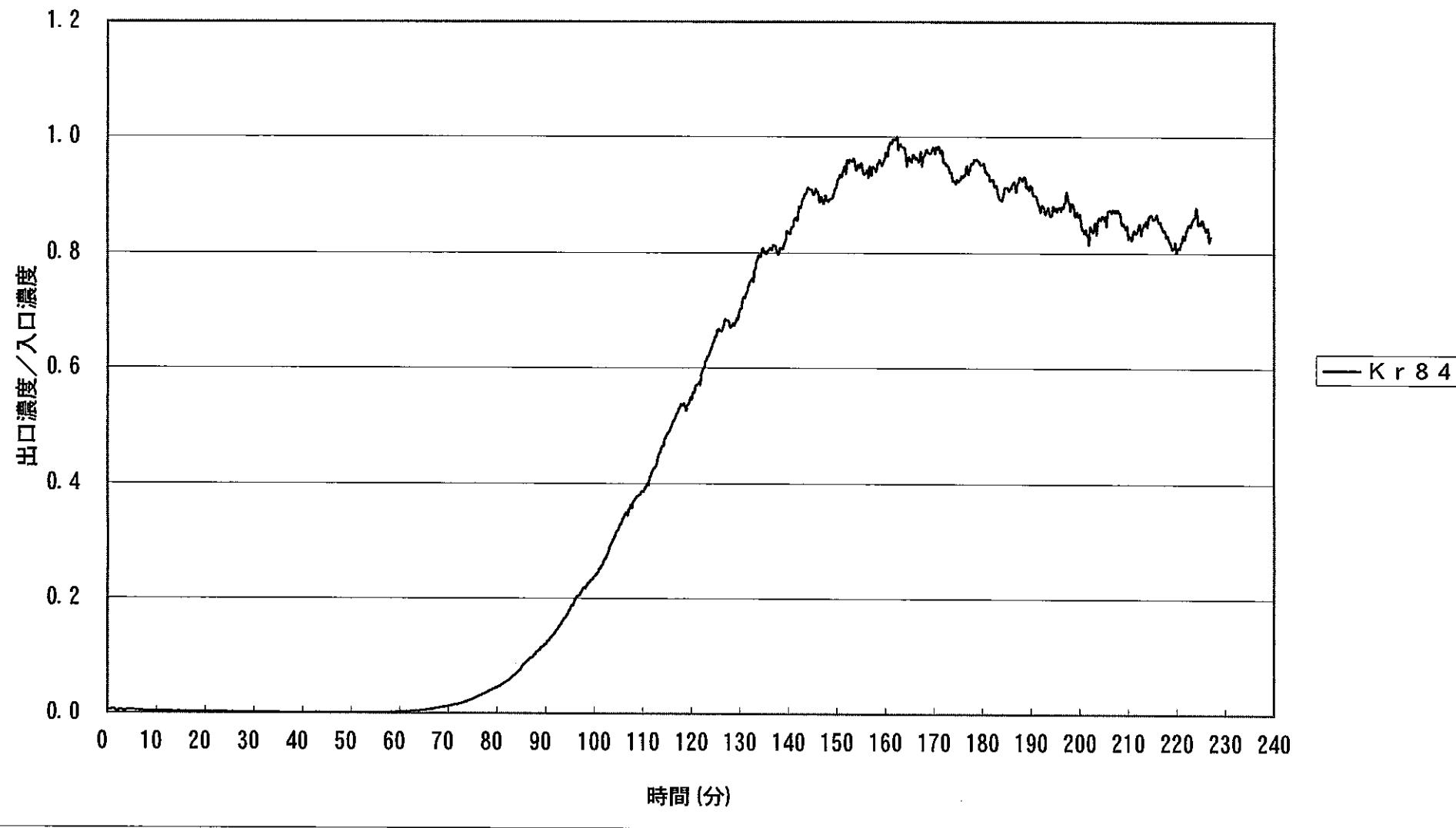


図2. 3-18 (b) -r -178°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 2.93NL/min, 脱着, クラレコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 32B

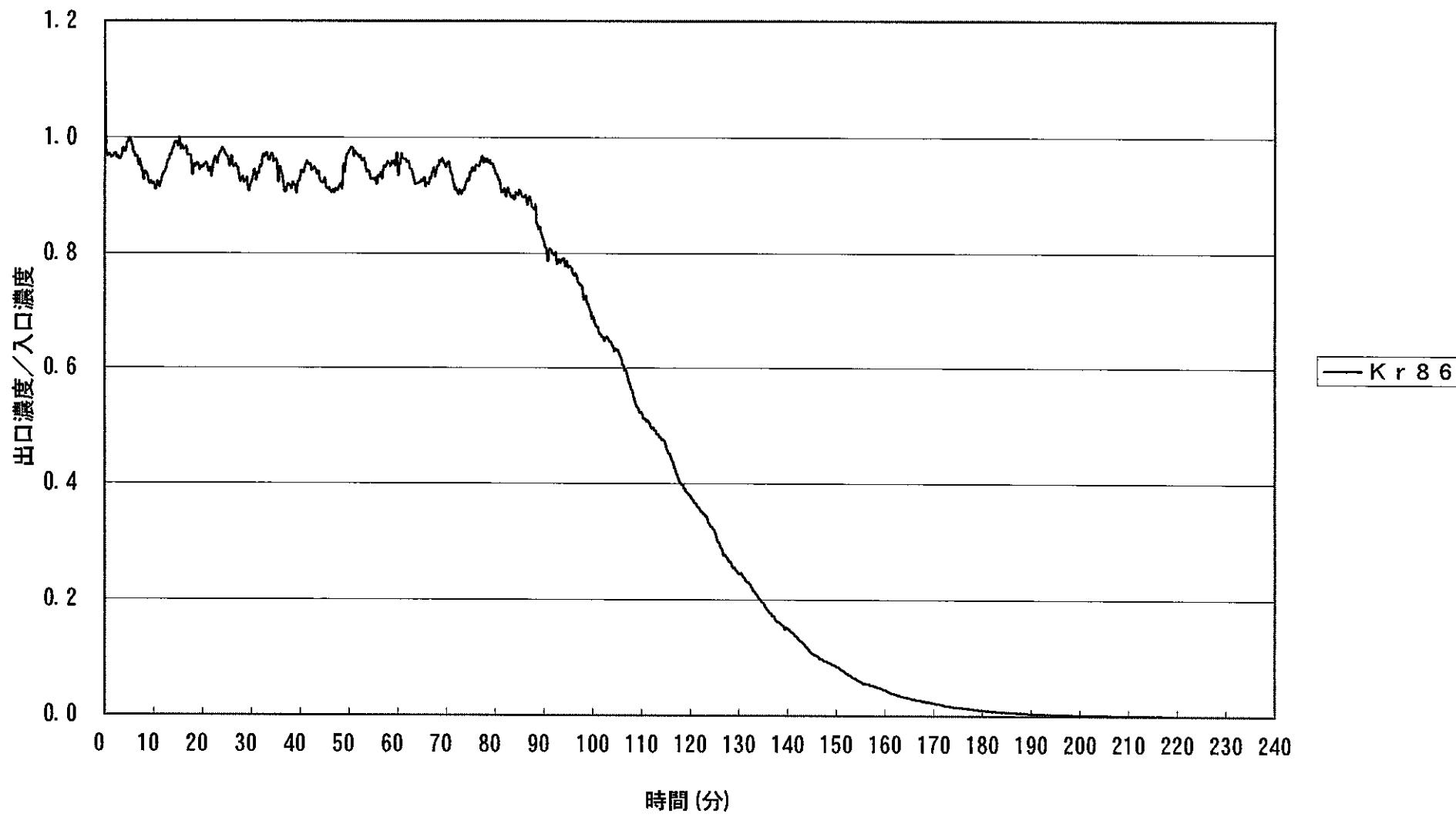


図2.3-19 (a) -170°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 2.8NL/min, 吸着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-Ar) 36

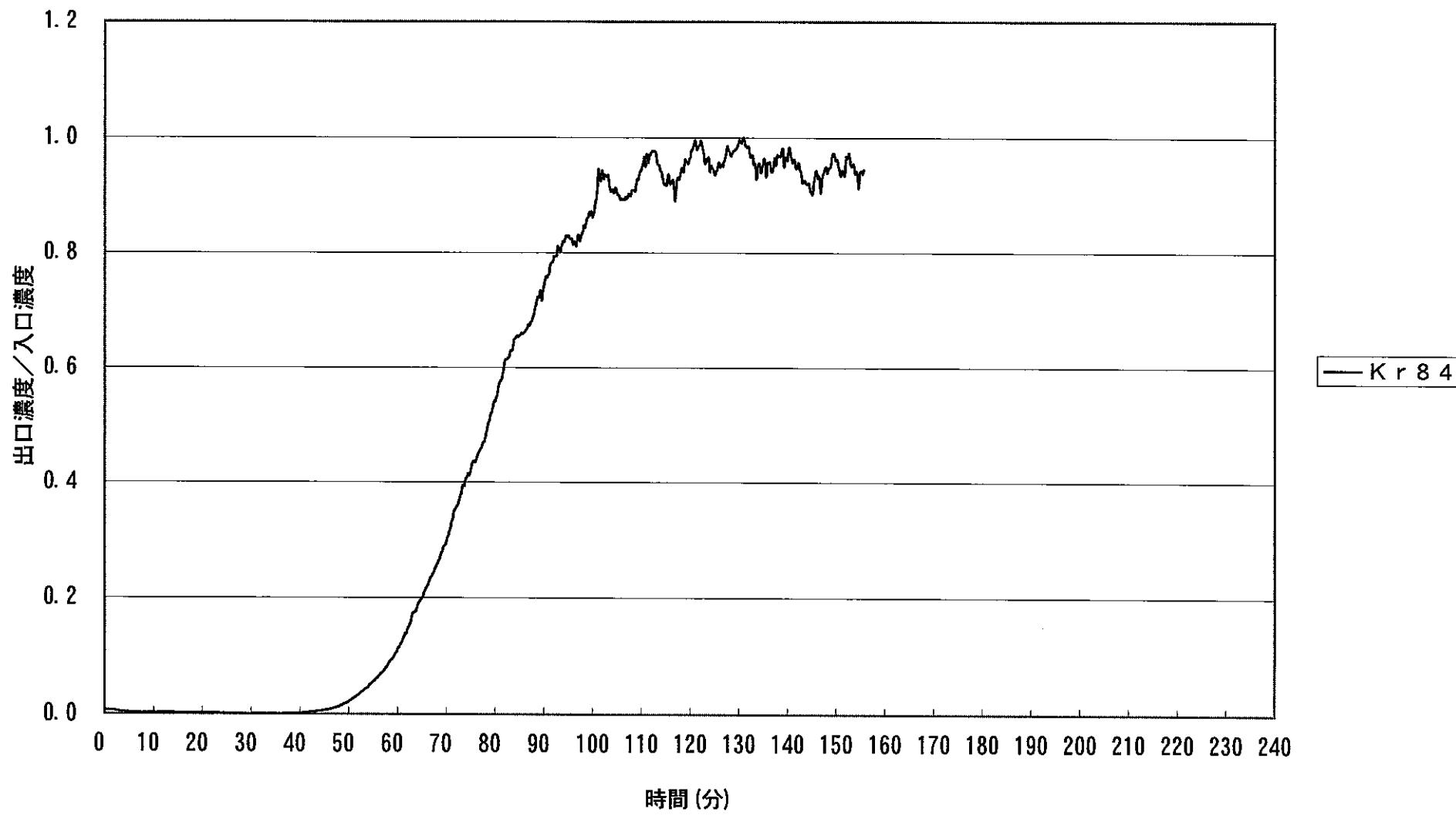


図2.3-19 (b) -170°C, 1ppm, Ar⁺-λ, 2.74NL/min, 脱着, クラレコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 36

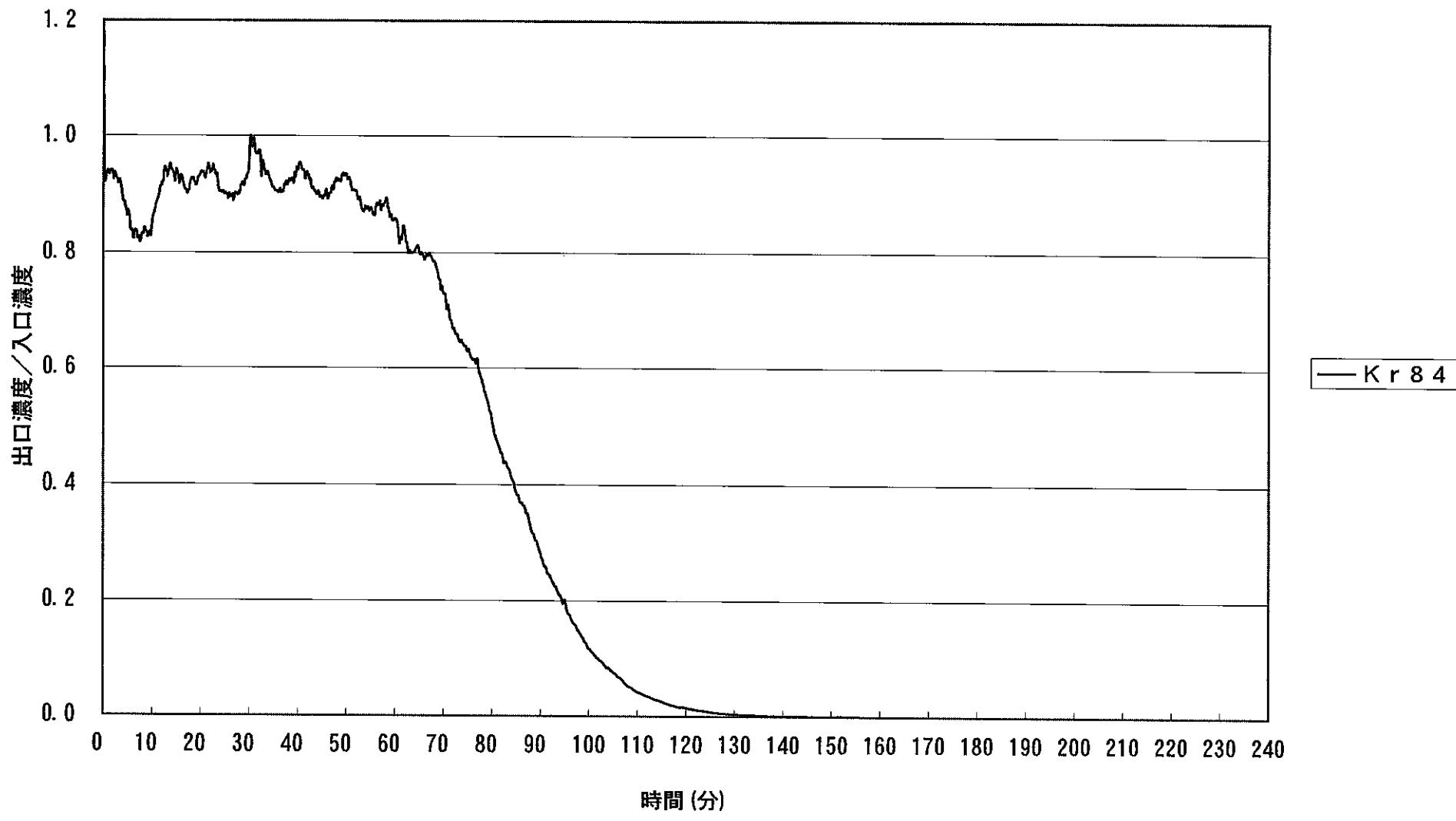


図2.4-1 (a) -180°C, 1ppm, Ar λ - λ , 2.07NL/min, 吸着, クラレコ-IVGW-HH24/42 (Ar-Ar) 34, 112kPa

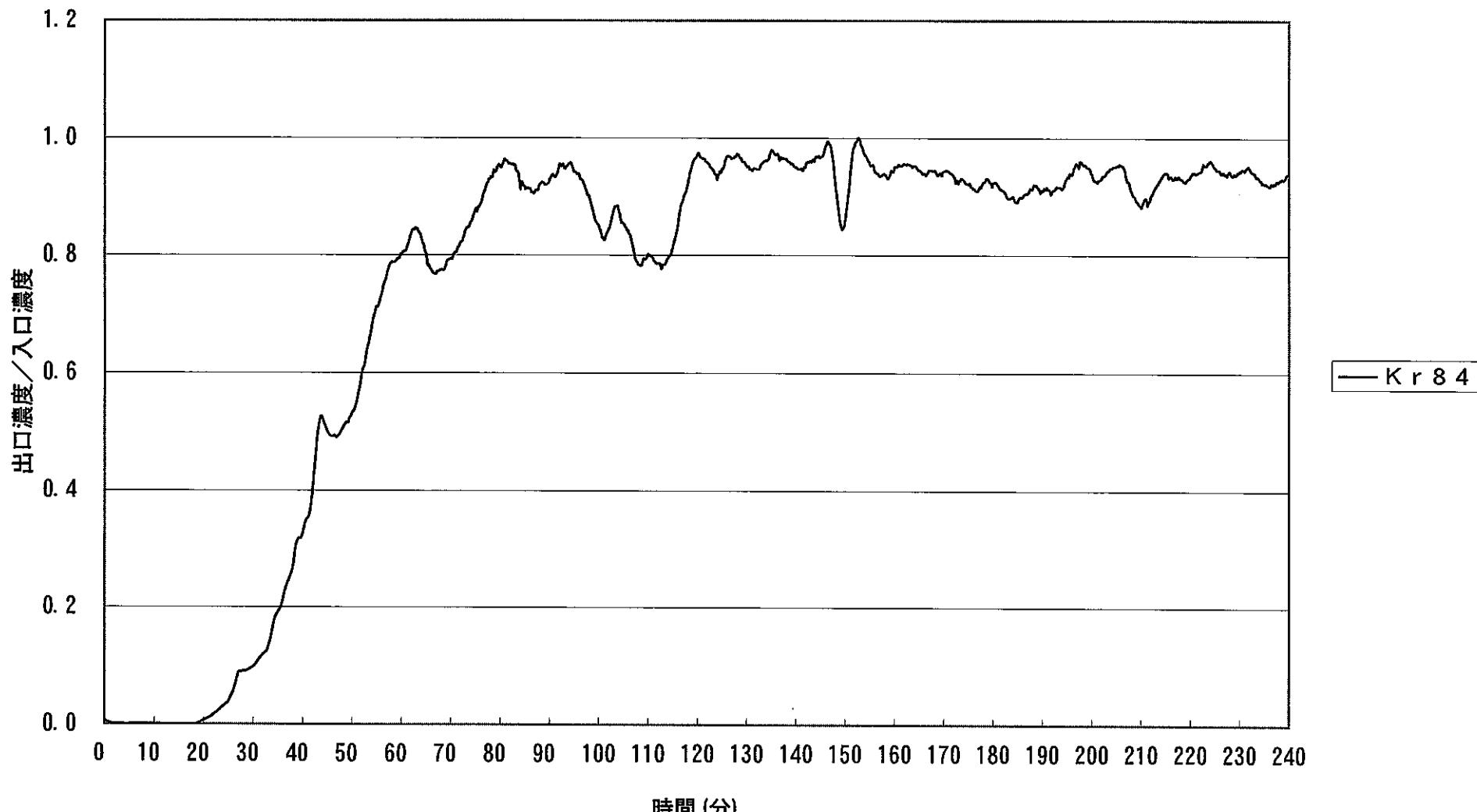


図2.4-1 (b) -180°C, 1ppm, Ar \wedge -λ, 2.28NL/min, 脱着, クラレコ-ルGW-HH24/42 (Ar-Ar) 34, 112kPa

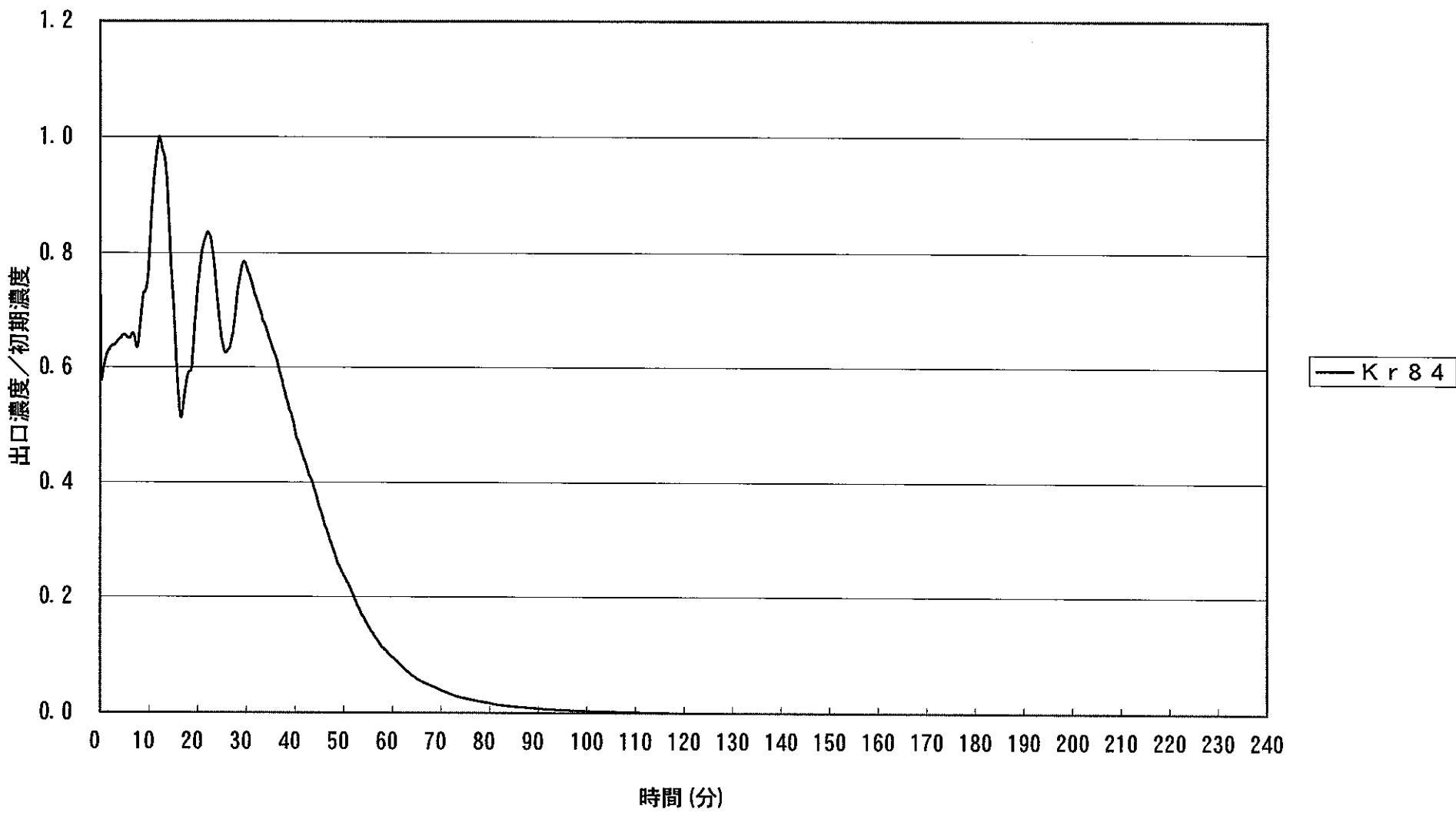


図2.4-2 (a) -169°C, 112kPaG, 1ppm, Ar⁺-λ, 2.94NL/min, 吸着, クラレ-IGW-HH24/42 (Ar-Ar) 37

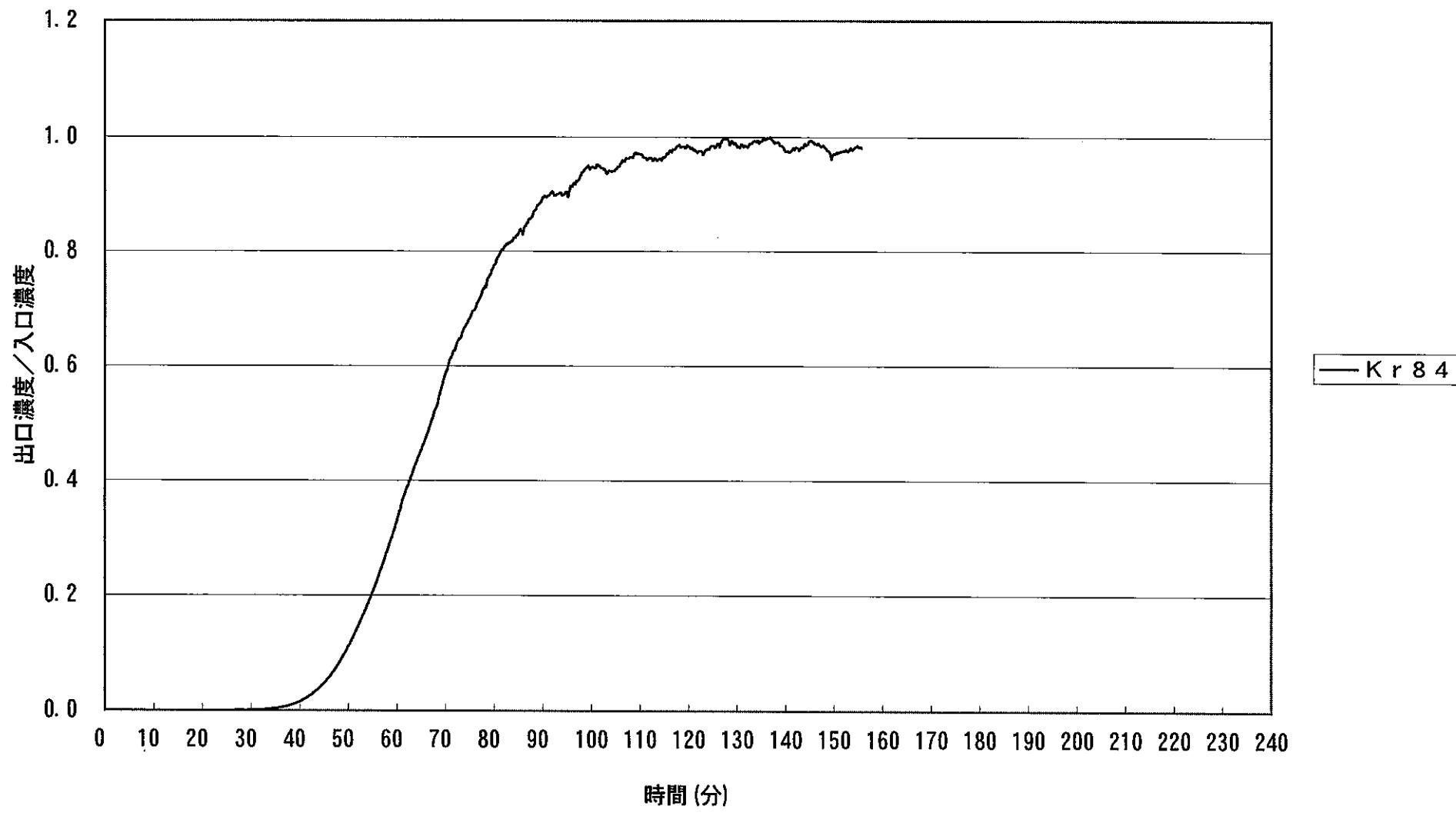


図2.4-2 (b) -169°C, 112kPaG, 1ppm, Ar⁺-λ, 2.92NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-Ar) 37

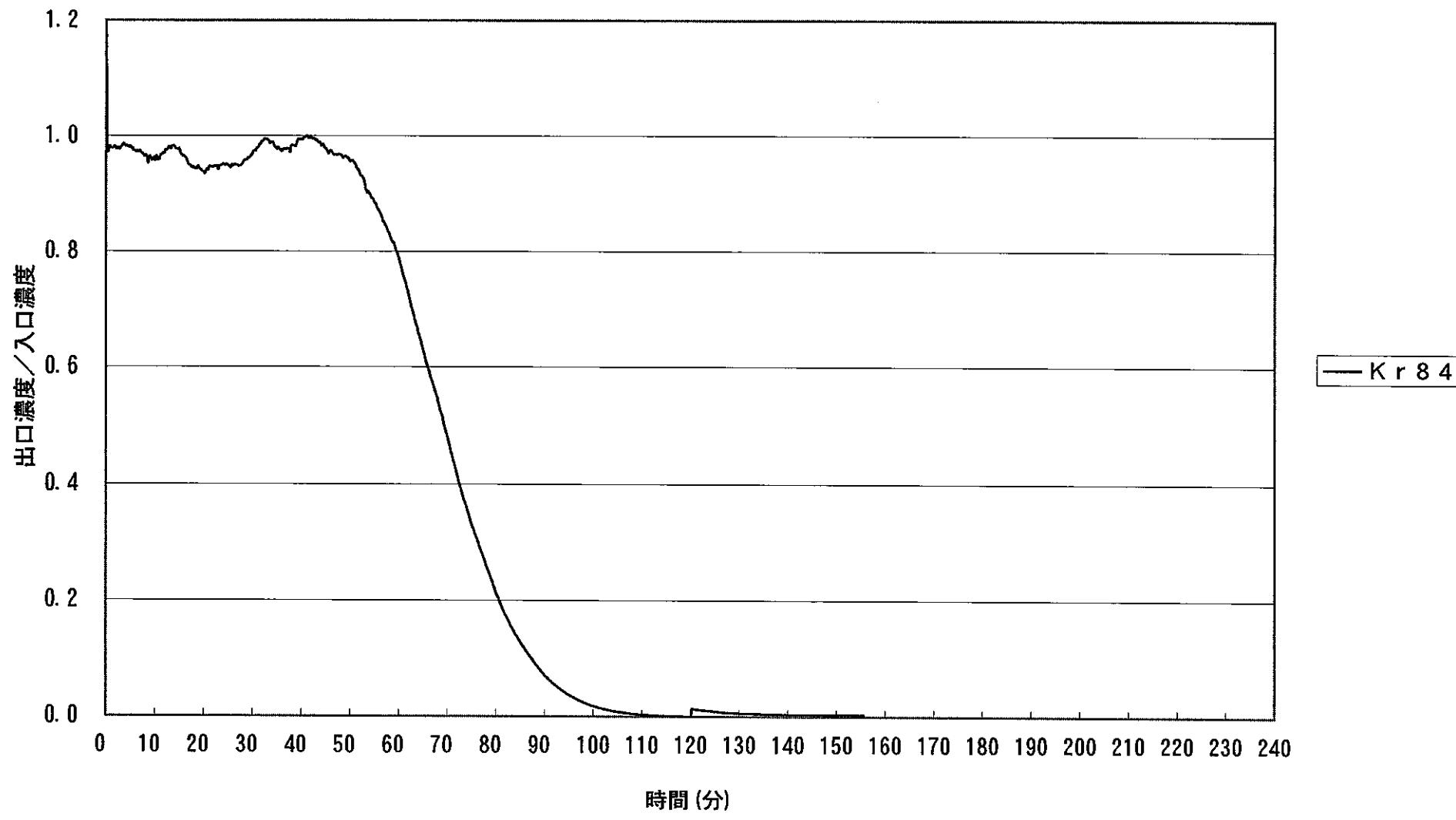


図2.5-1 (a) -169°C, 112kPaG, 1ppm, Ar \sim -λ, 2.82NL/min, 吸着, クラコールGW-HH24/42 (Ar-He) 38A

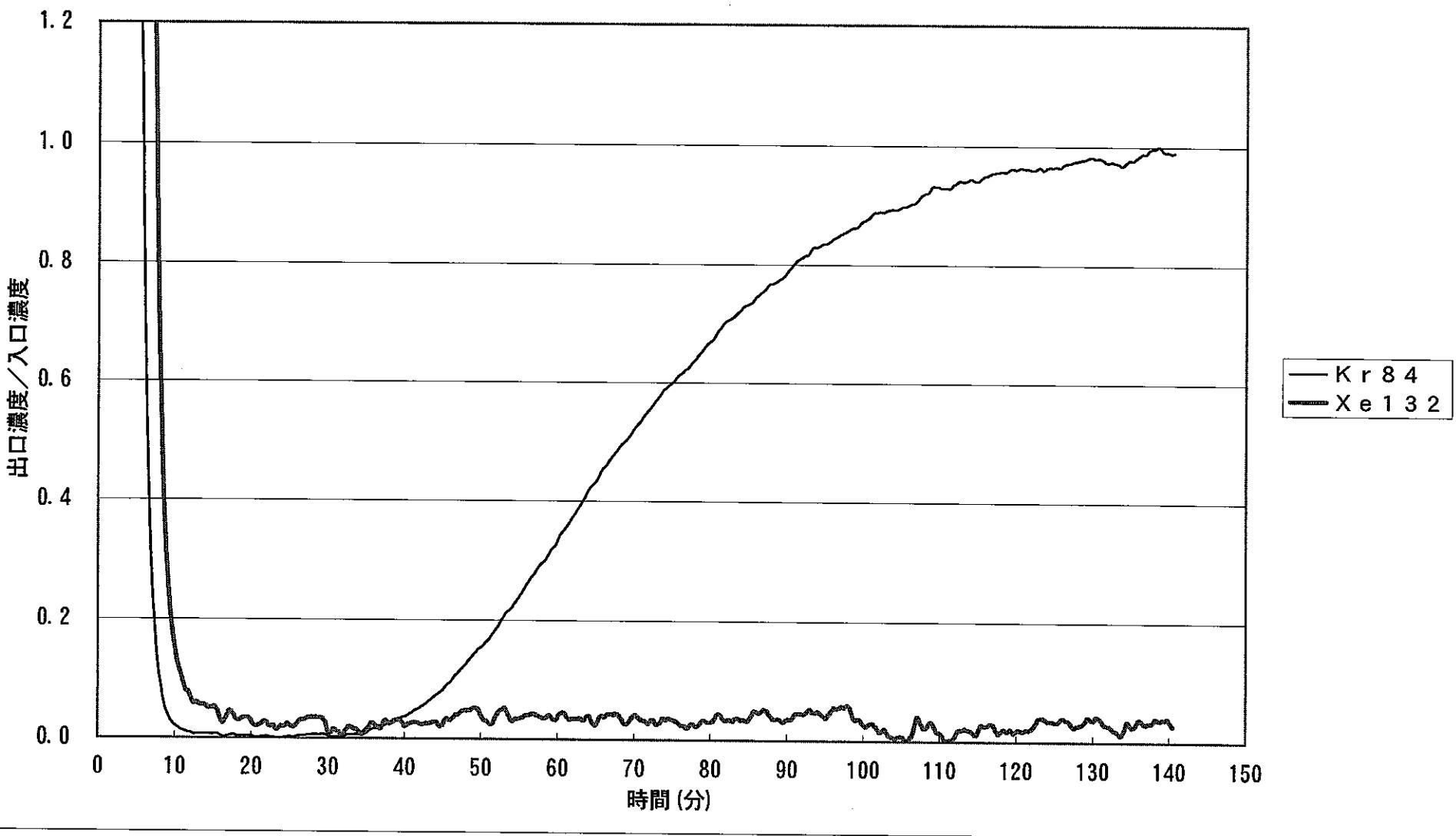


図2.5-1 (b) (1) $-169^{\circ}\text{C} \rightarrow 100^{\circ}\text{C}$, 純Heガス, 0.35NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-He) 38A

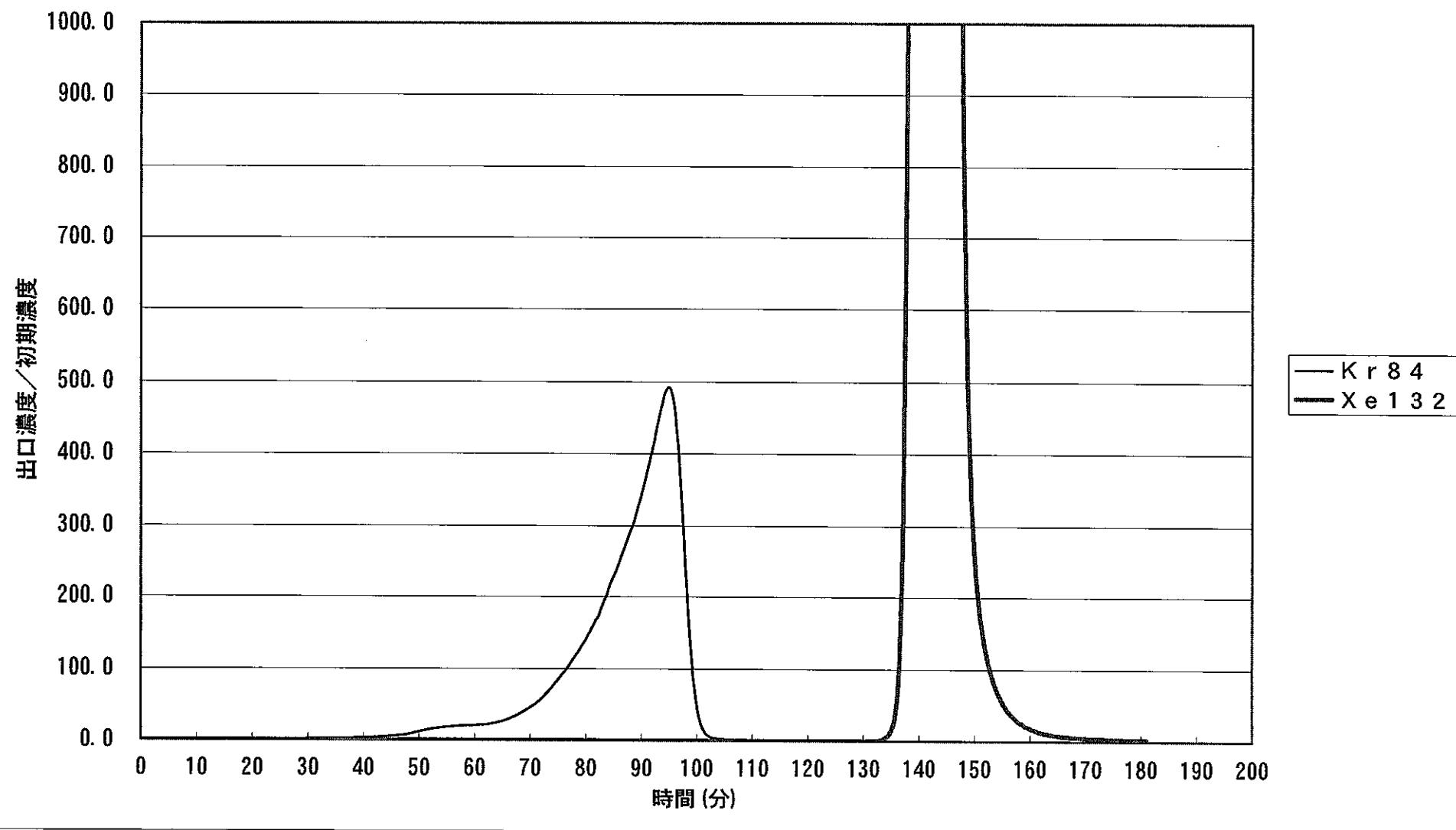


図2.5-1 (b) (2) $-169^{\circ}\text{C} \rightarrow 100^{\circ}\text{C}$, 純Heガス, 0.35NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-He) 38A

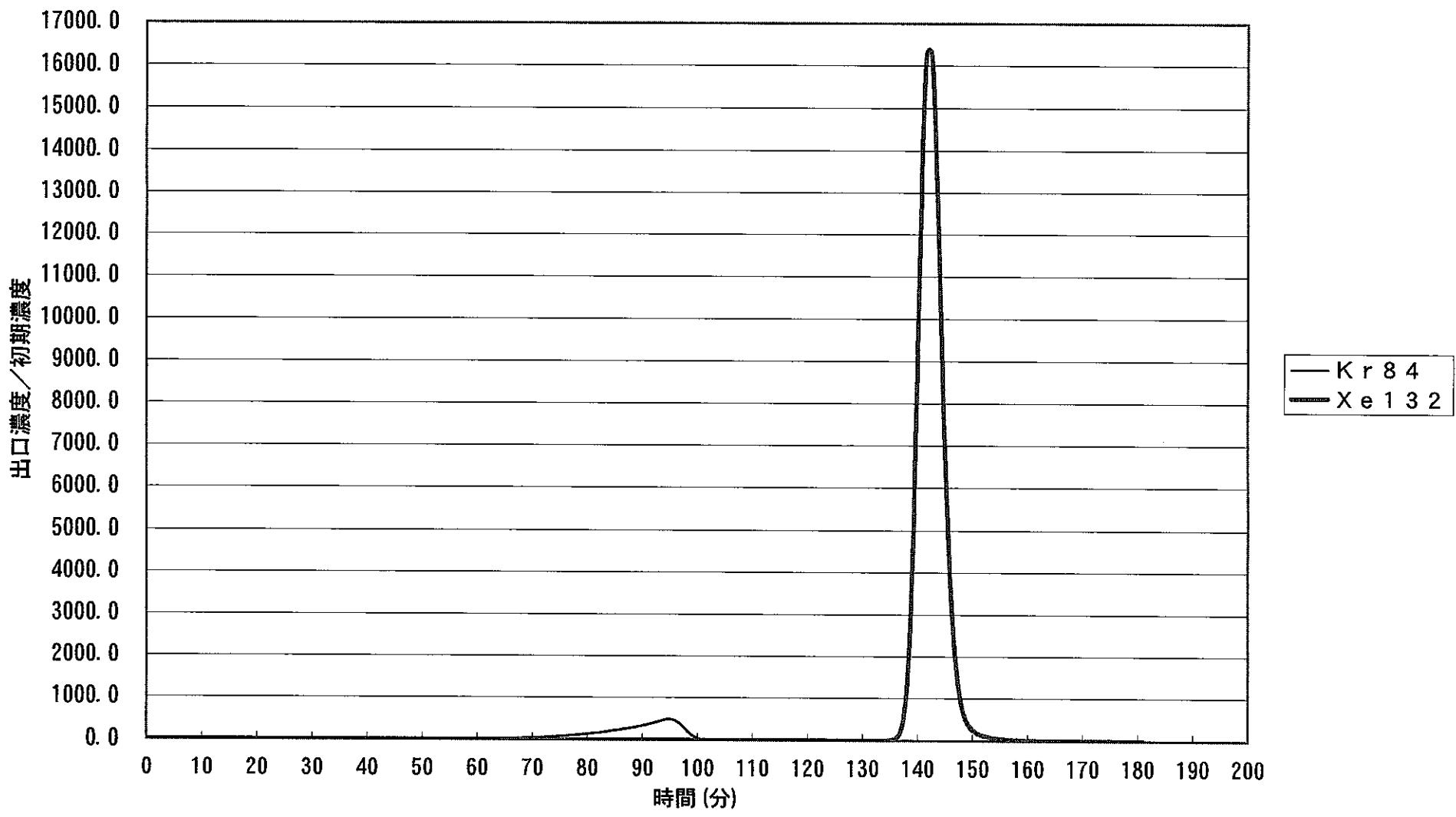


図2.5-1 (b) (3) $-169^{\circ}\text{C} \rightarrow 100^{\circ}\text{C}$, 純Heガス, 0.35NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-He) 38A

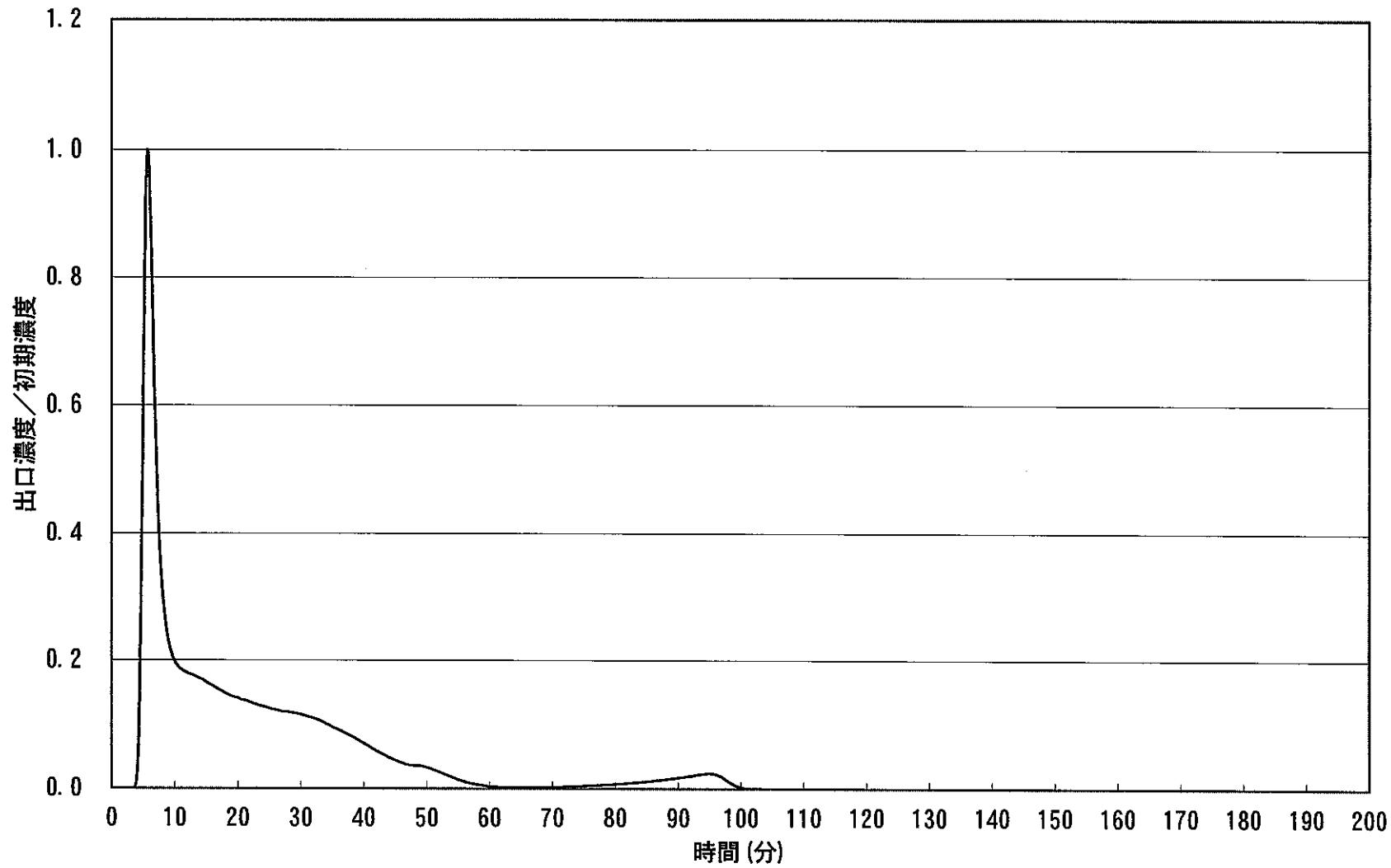


図2.5-2 (a) -168°C, 112kPaG, 1ppm, Ar⁺-λ, 2.83NL/min, 吸着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-He) 39A

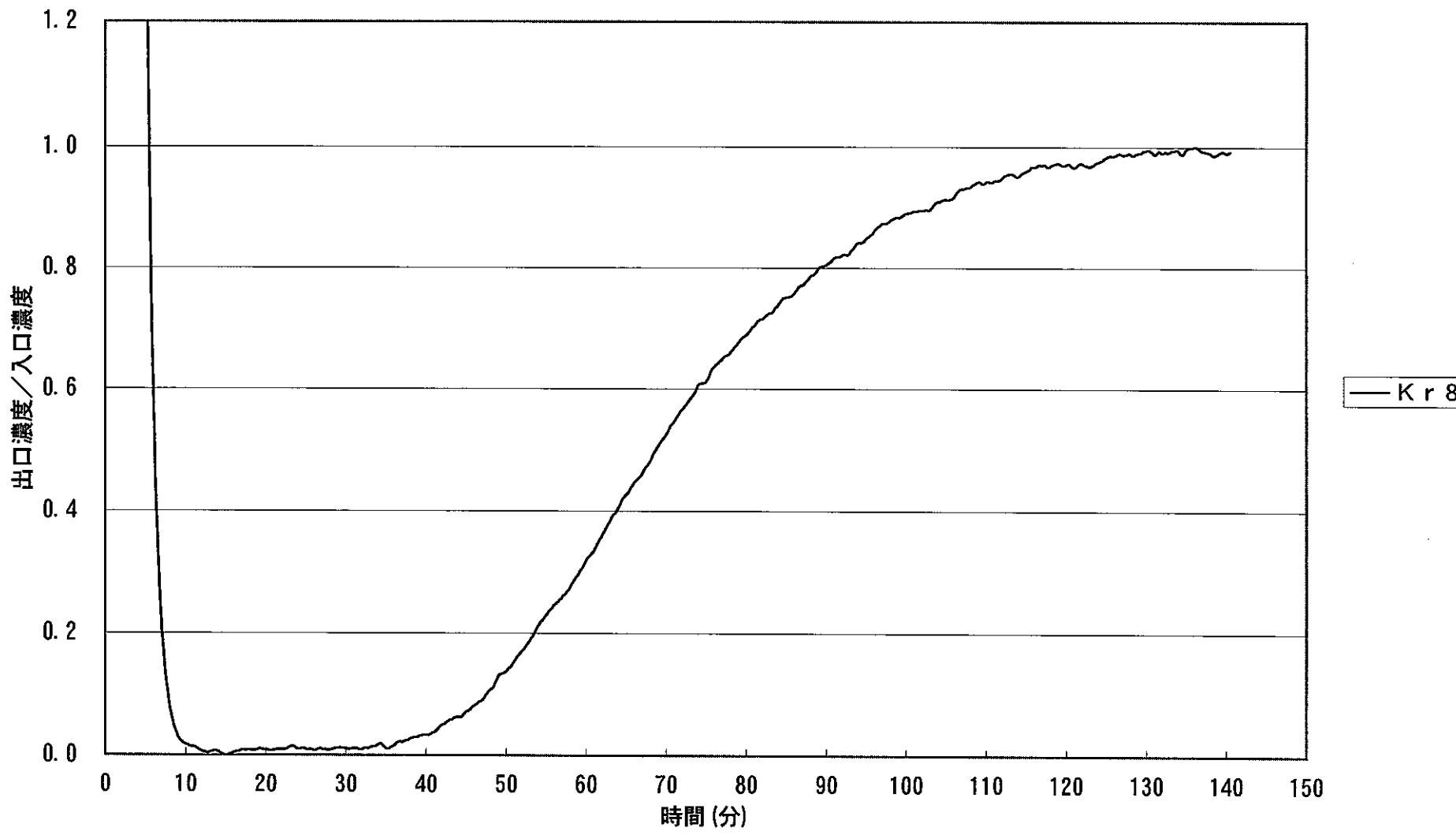


図2.5-2 (b) $-176^{\circ}\text{C} \rightarrow 80^{\circ}\text{C}$, 加熱のみ, $80^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$, 純Heガス, 0.37NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-He) 39

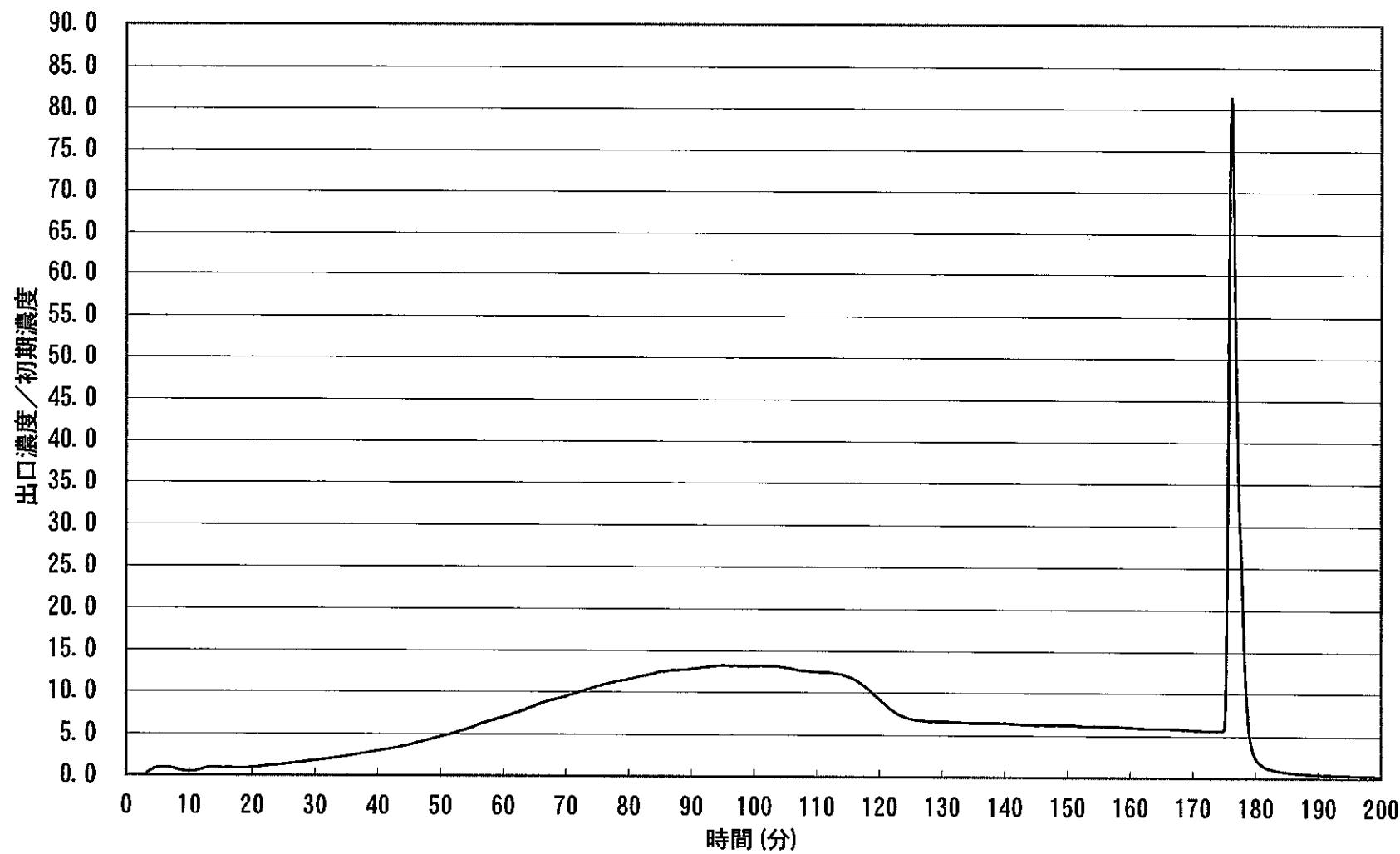


図2.5-3 (a) -168°C , 113kPaG, 1ppm, $\text{Ar}^{\wedge}-\lambda$, 2.83NL/min, 吸着, ケラコ-ルGW-HH24/42 (Ar-He) 40

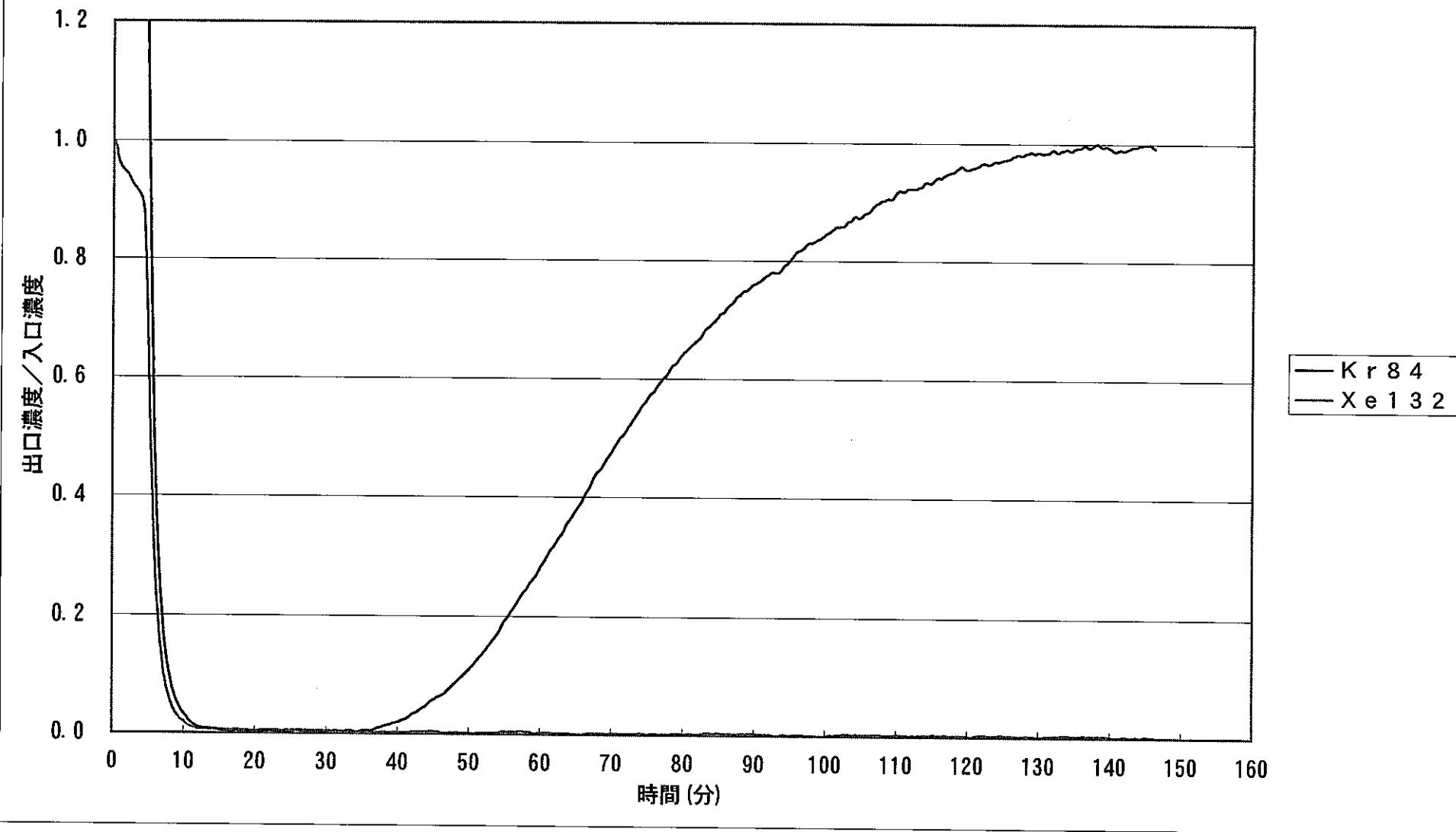


図2.5-3 (b) (1) -176°C→0°C, 加熱のみ, 0°C~100°C, 純Heガス, 0.38NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-He) 40

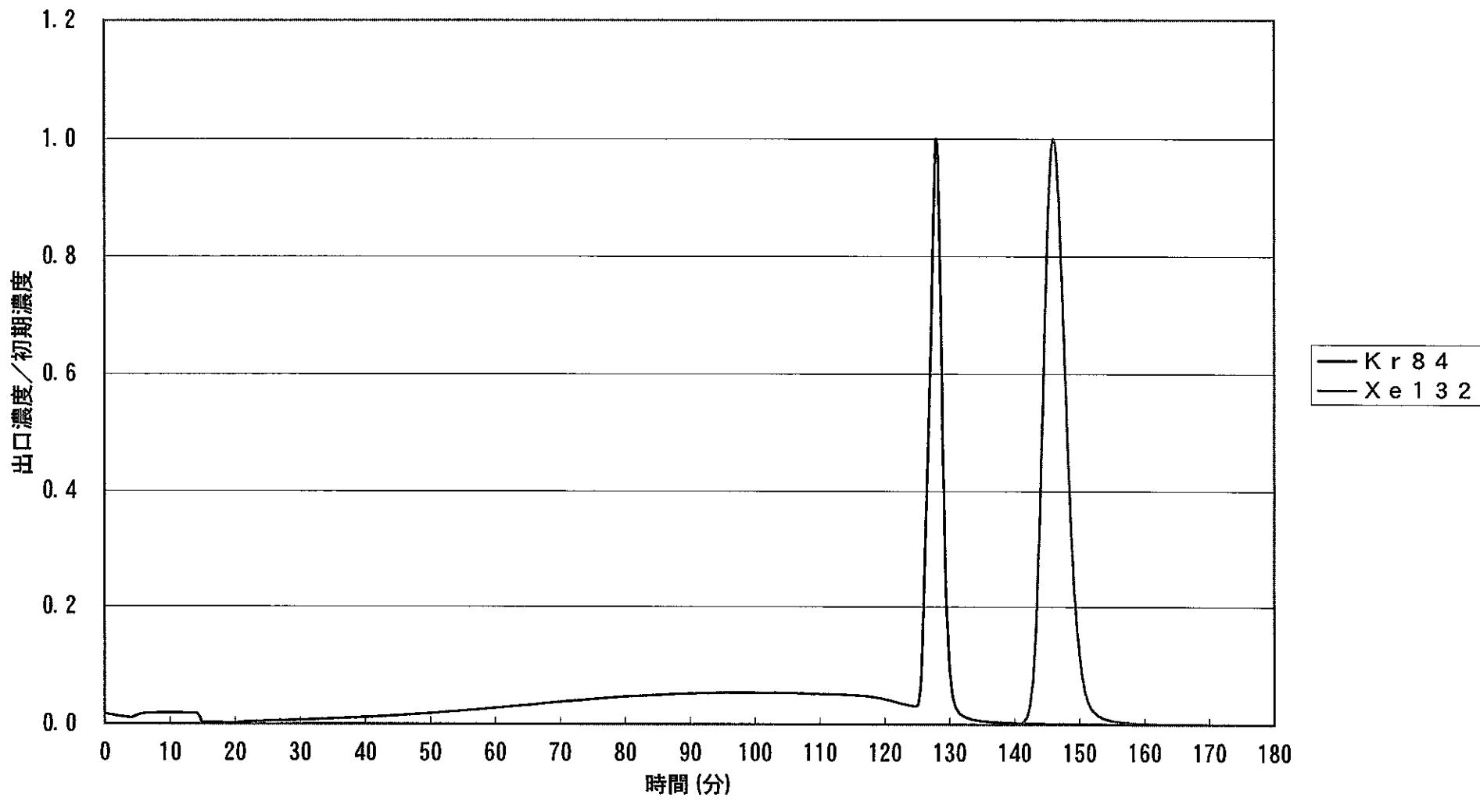


図2.5-3 (b) (2) $-176^{\circ}\text{C} \rightarrow 0^{\circ}\text{C}$, 加熱のみ, $0^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$, 純Heガス, 0.38NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-He) 40

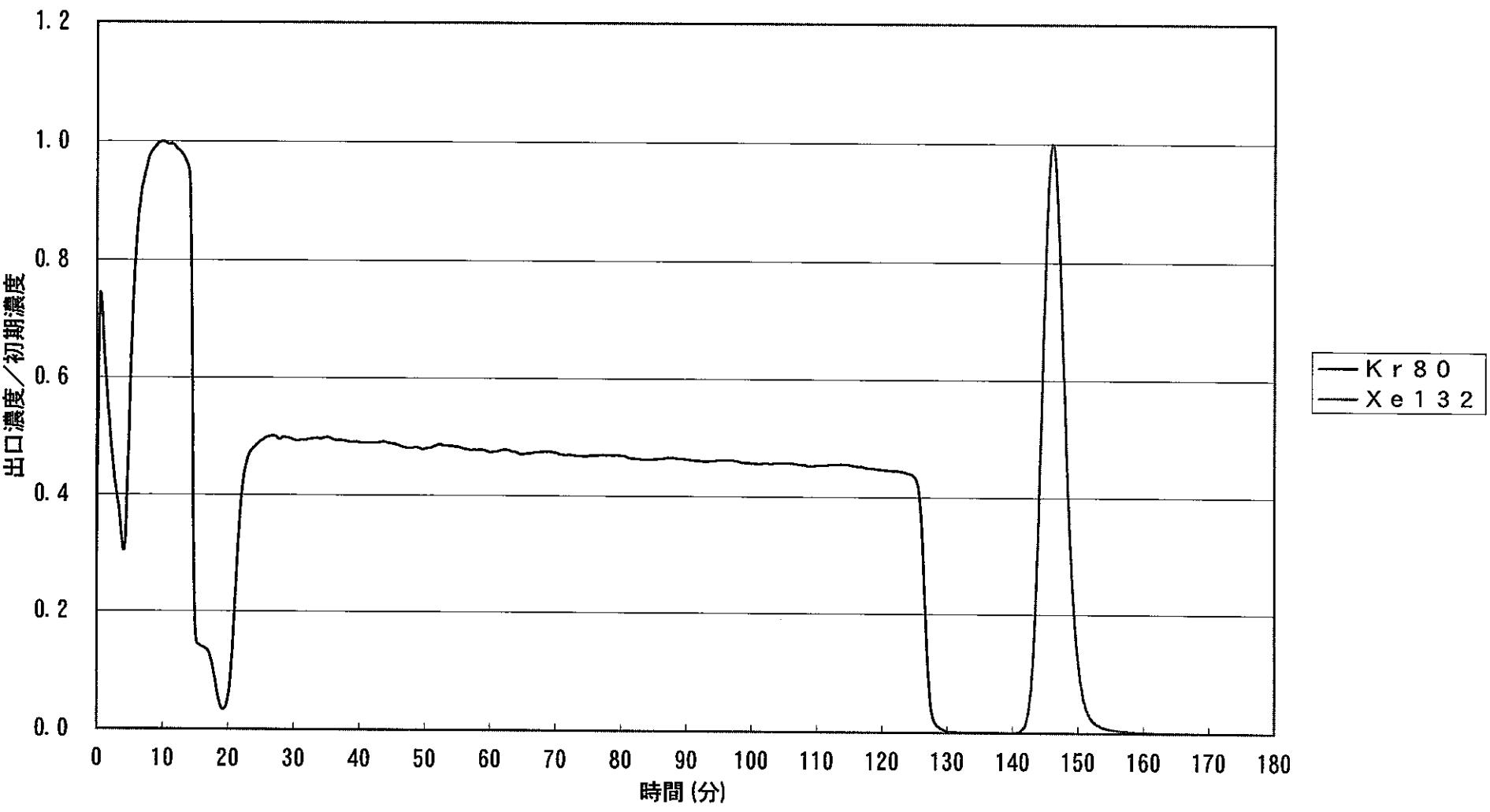


図2.6-1 (a) -170°C, 0kPaG, 1ppm, Ar λ - λ , 0.36NL/min, 吸着, クラレコ-ルGW-HH24/42 (Ar-He) 41

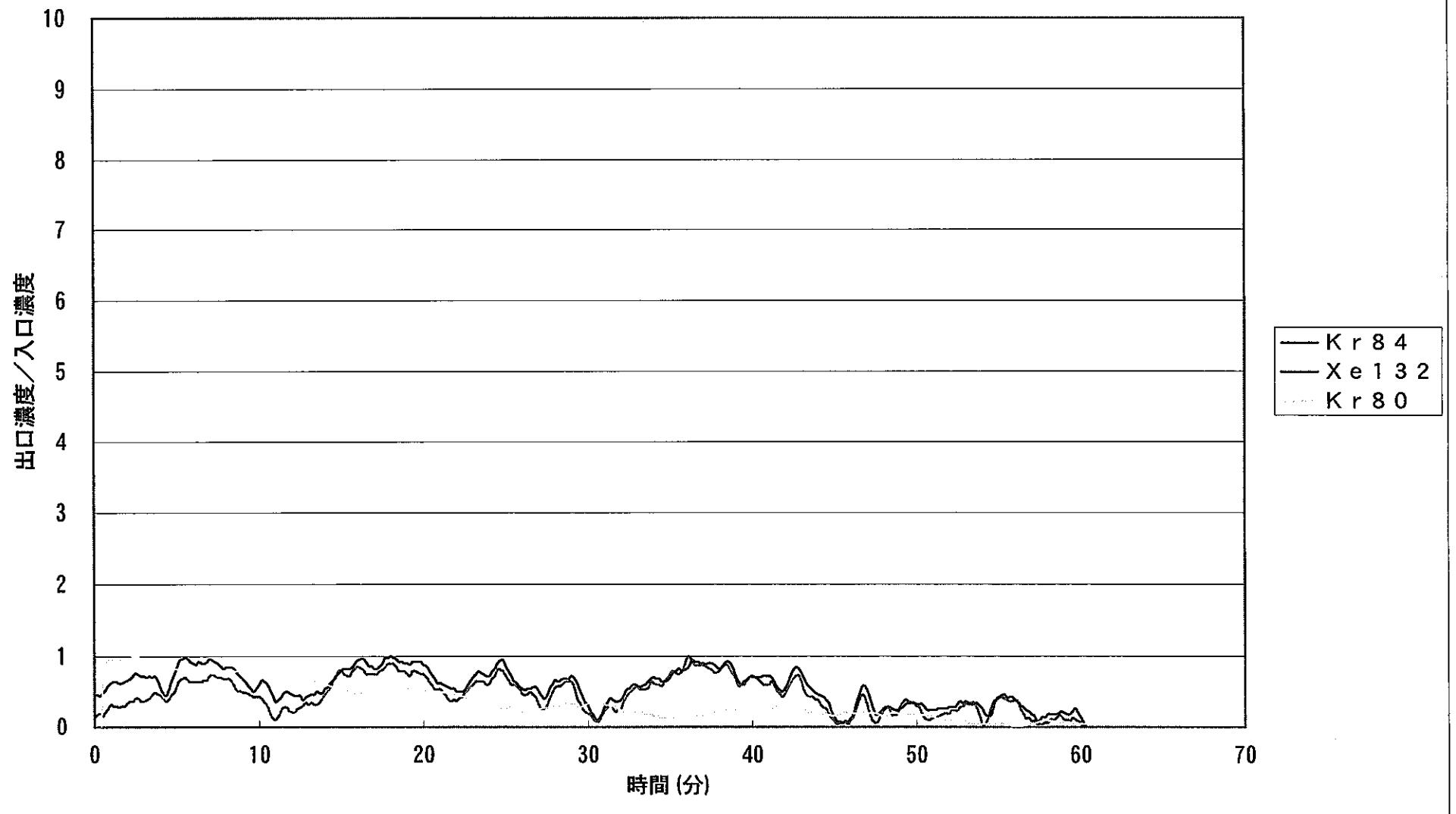


図2.6-1 (b) (1) -177°C→100°C, 純Heガス, 1.02NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-He) 41

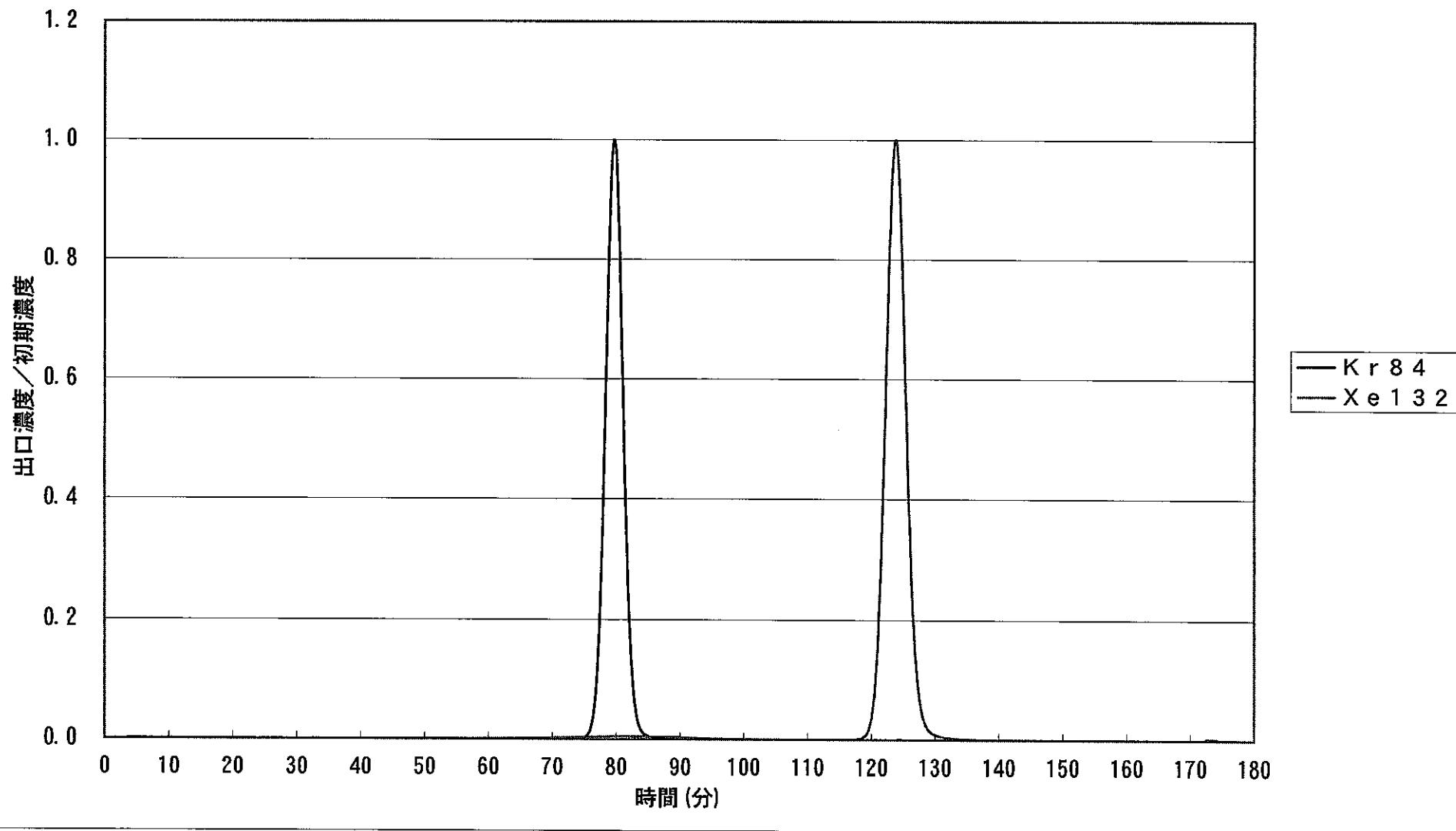


図2. 6-1 (b) (2) -177~100°C, 純Heガス, 1.02NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-He) 41

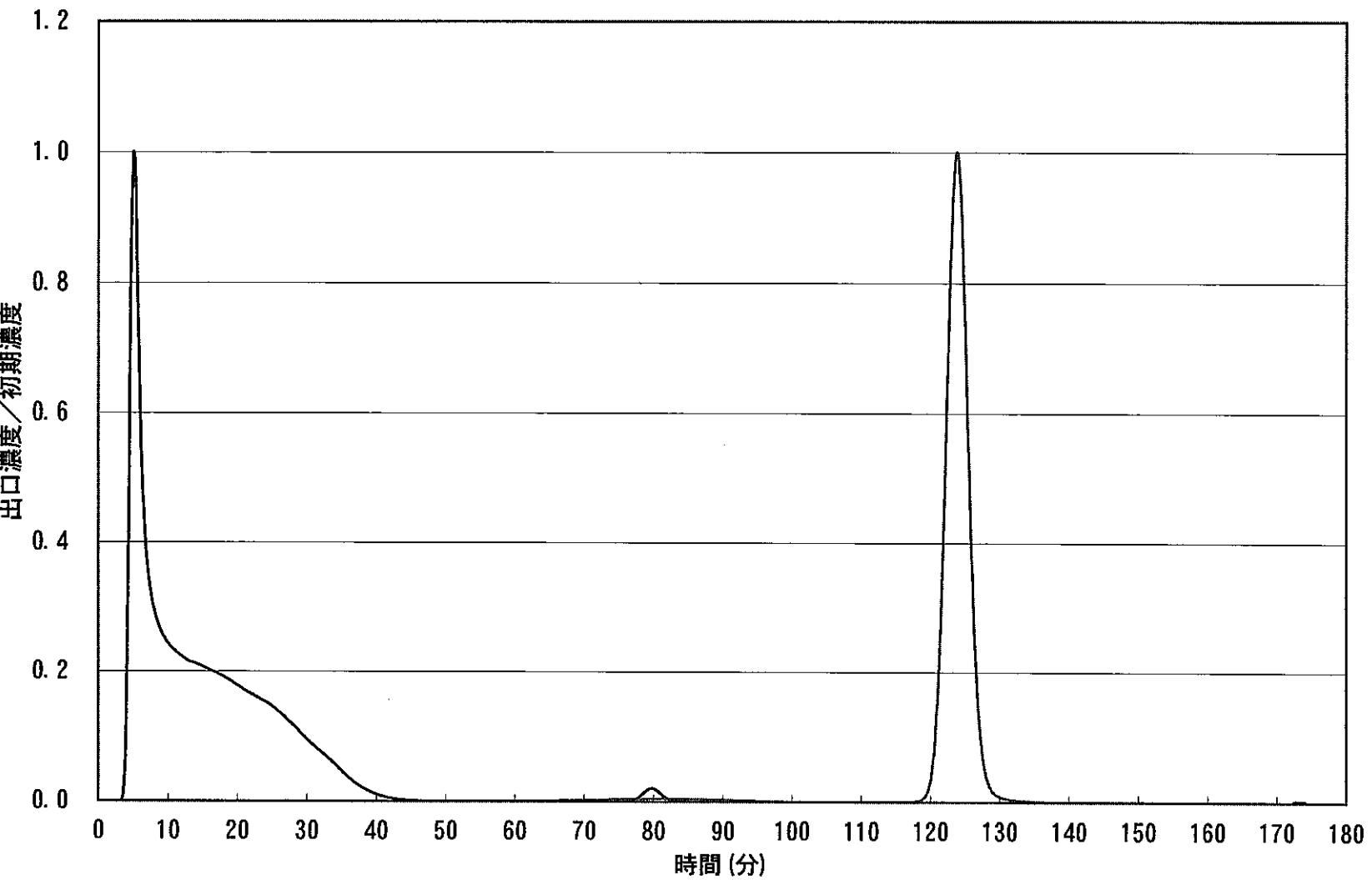


図2.6-2(1) $-177^{\circ}\text{C} \rightarrow -80^{\circ}\text{C}$, 純Heガス, 1.02NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-He) 42

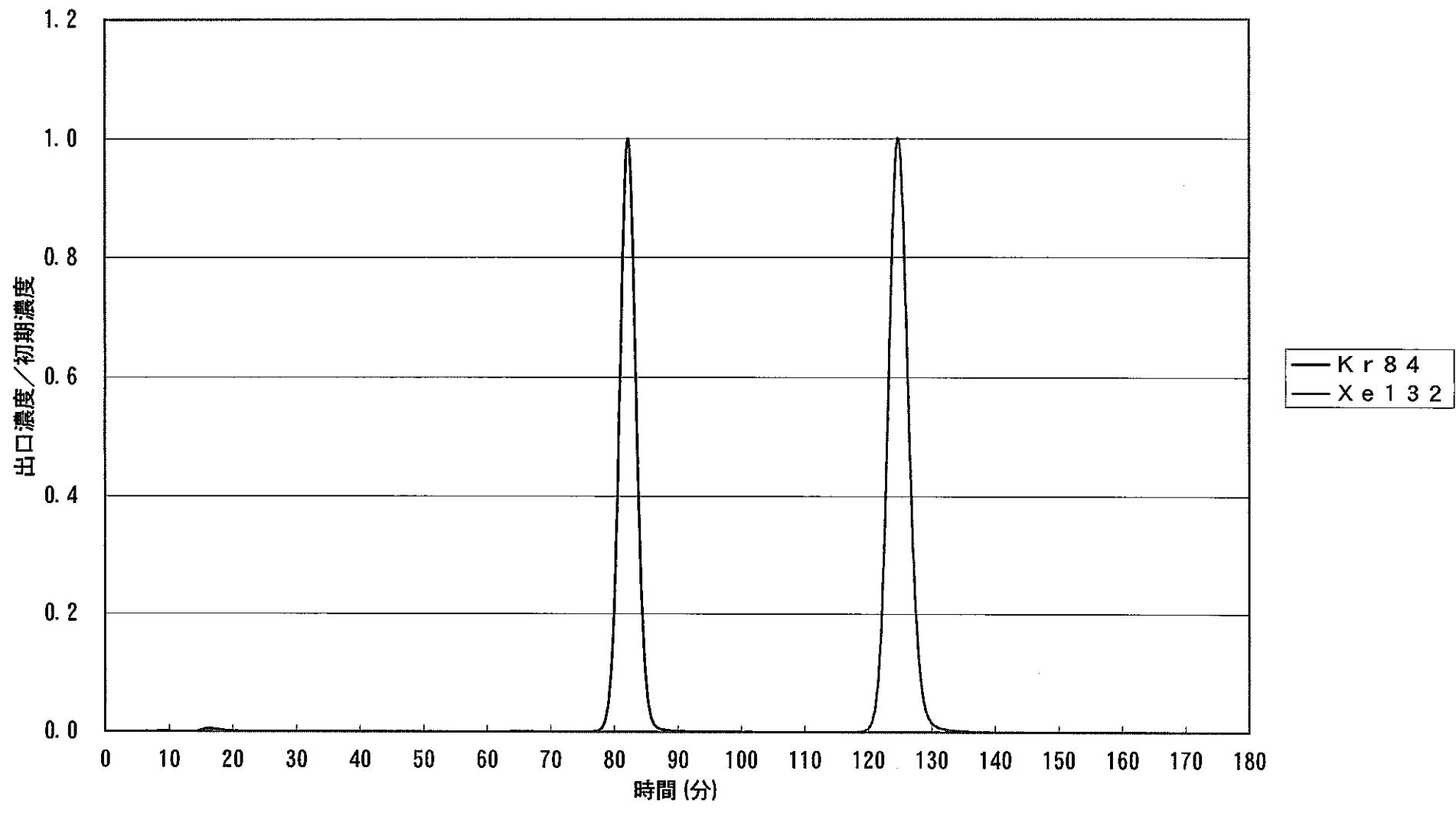
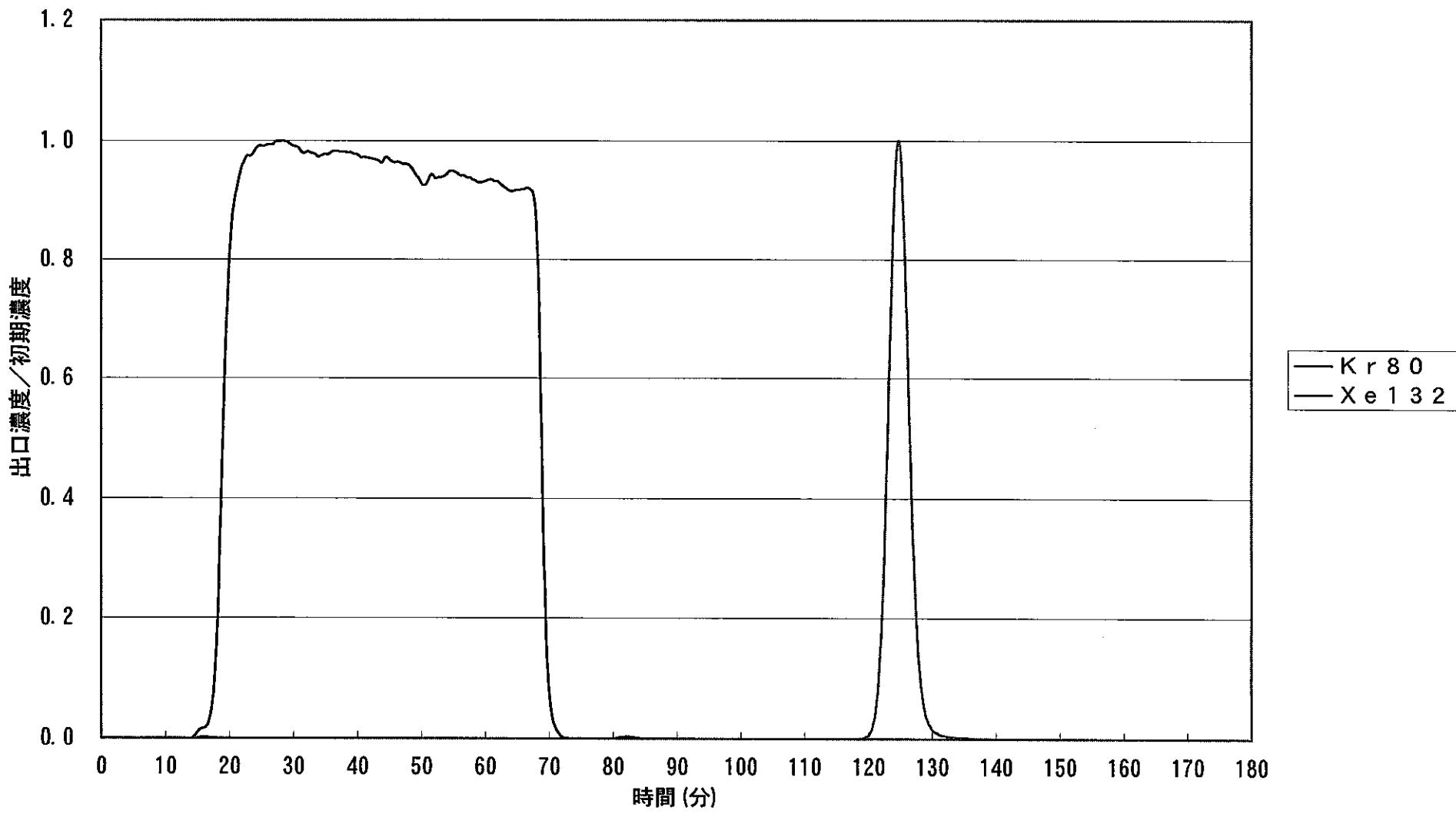


図2.6.2(2) -177~-80°C, 純Heガス, 1.02NL/min, 脱着, クラレコールGW-HH24/42 (Ar-He) 42



付録 2. 試料導入部細管試験測定結果の図

図3.2.1-1 (a) フューズド・リガ, 30°C, 0.25ID, 22.8m

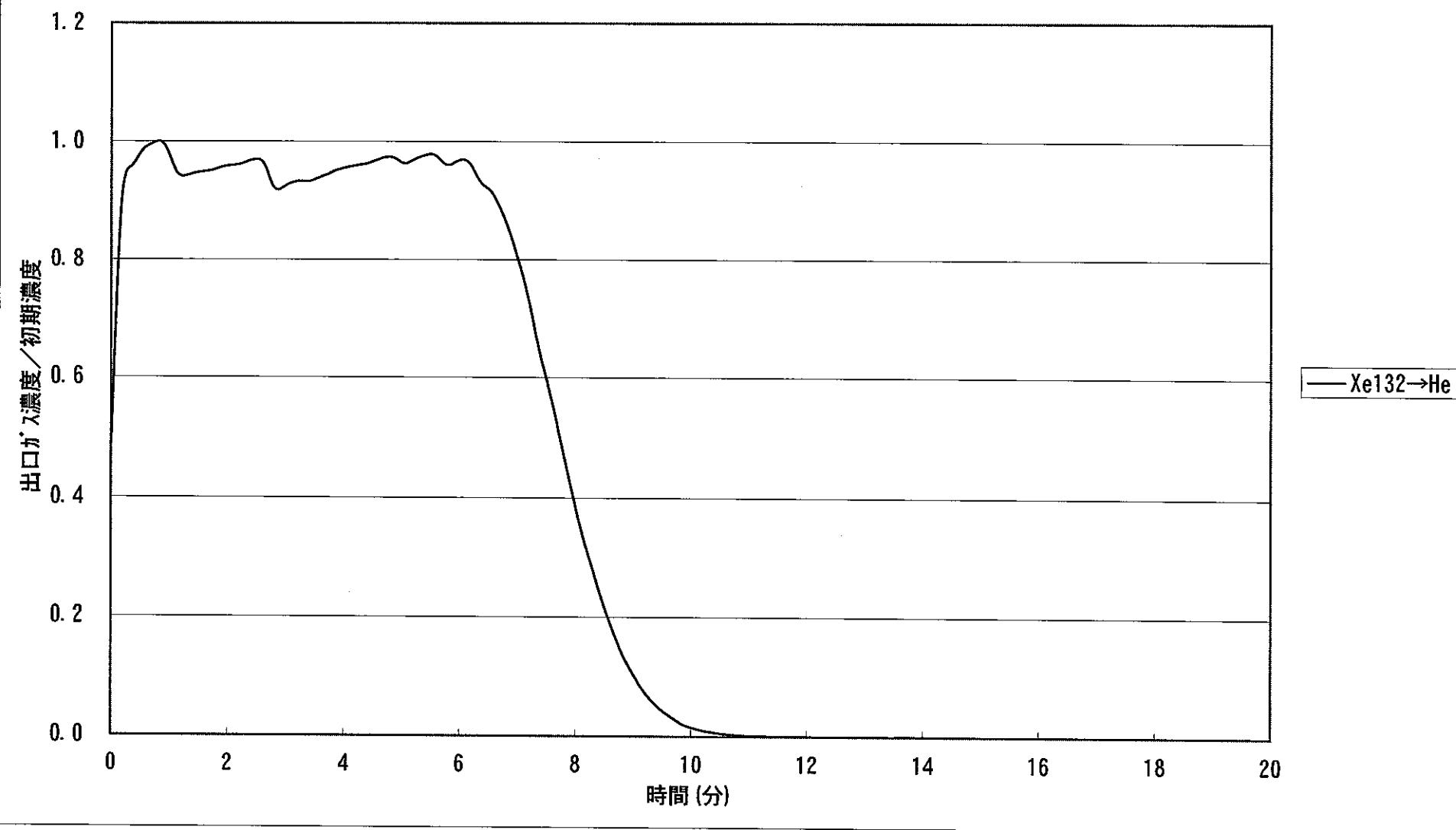


図3.2.1-1 (a) -r フューズド・シガ, 30°C, 0.25ID, 22.8m

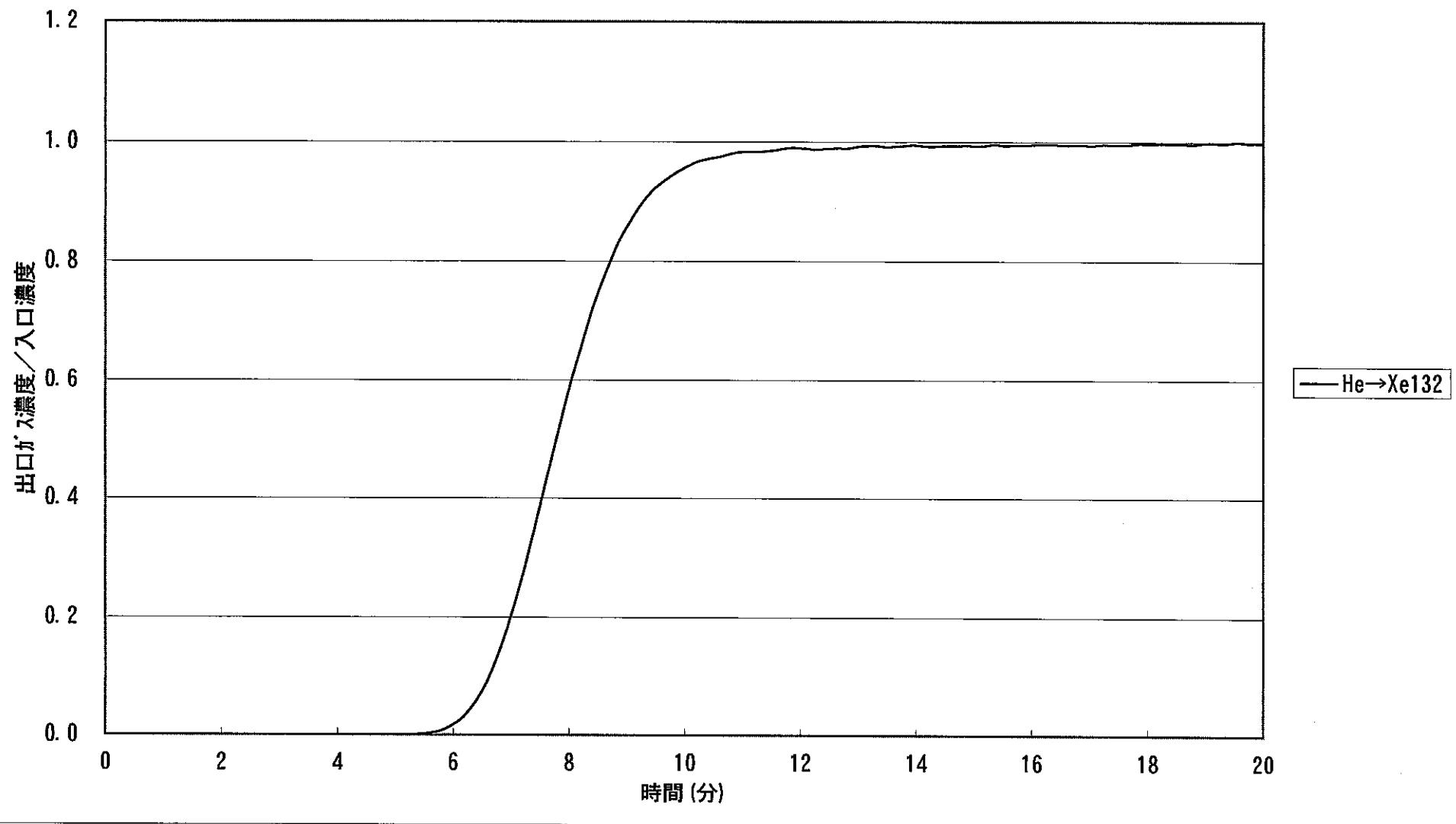


図3.2.1-1 (b) フューズ・ド・シリカ, 30°C, 0.25ID, 22.8m

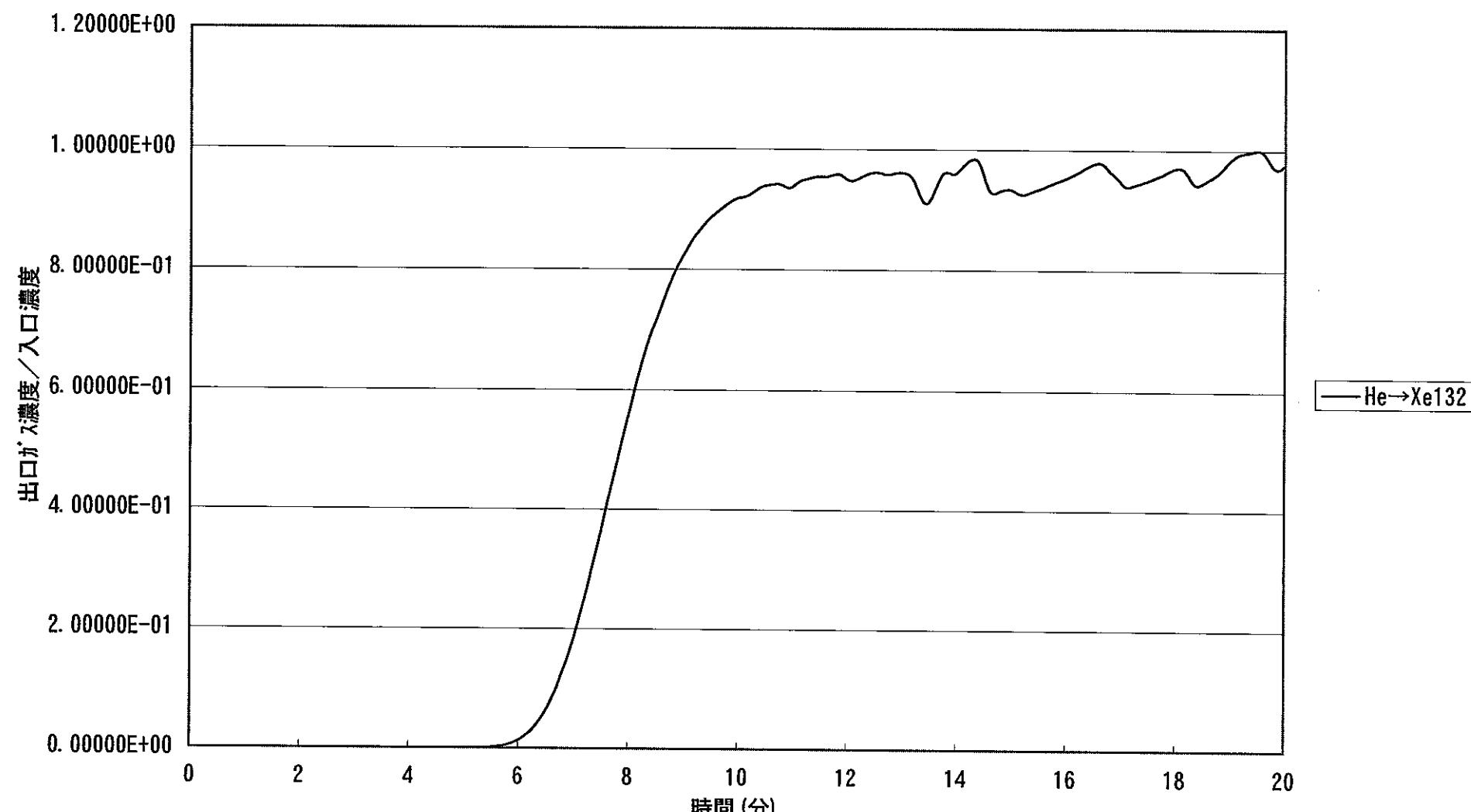


図3.2.1-1 (b) -r フューズド・シカ, 30°C, 0.25ID, 22.8m

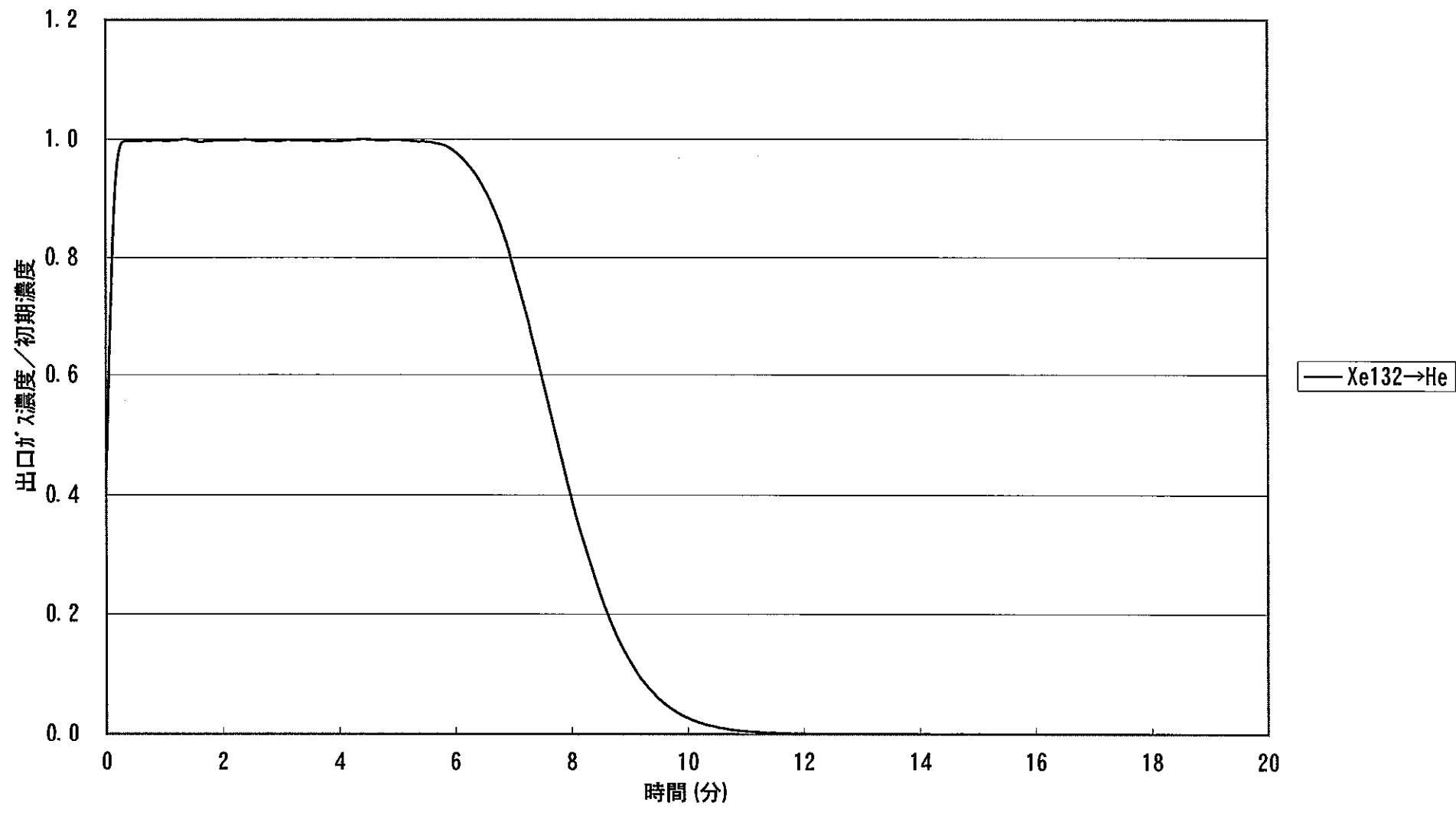


図3.2.1-2 (a) フューズド・リガ, 30°C, 0.25ID, 13m

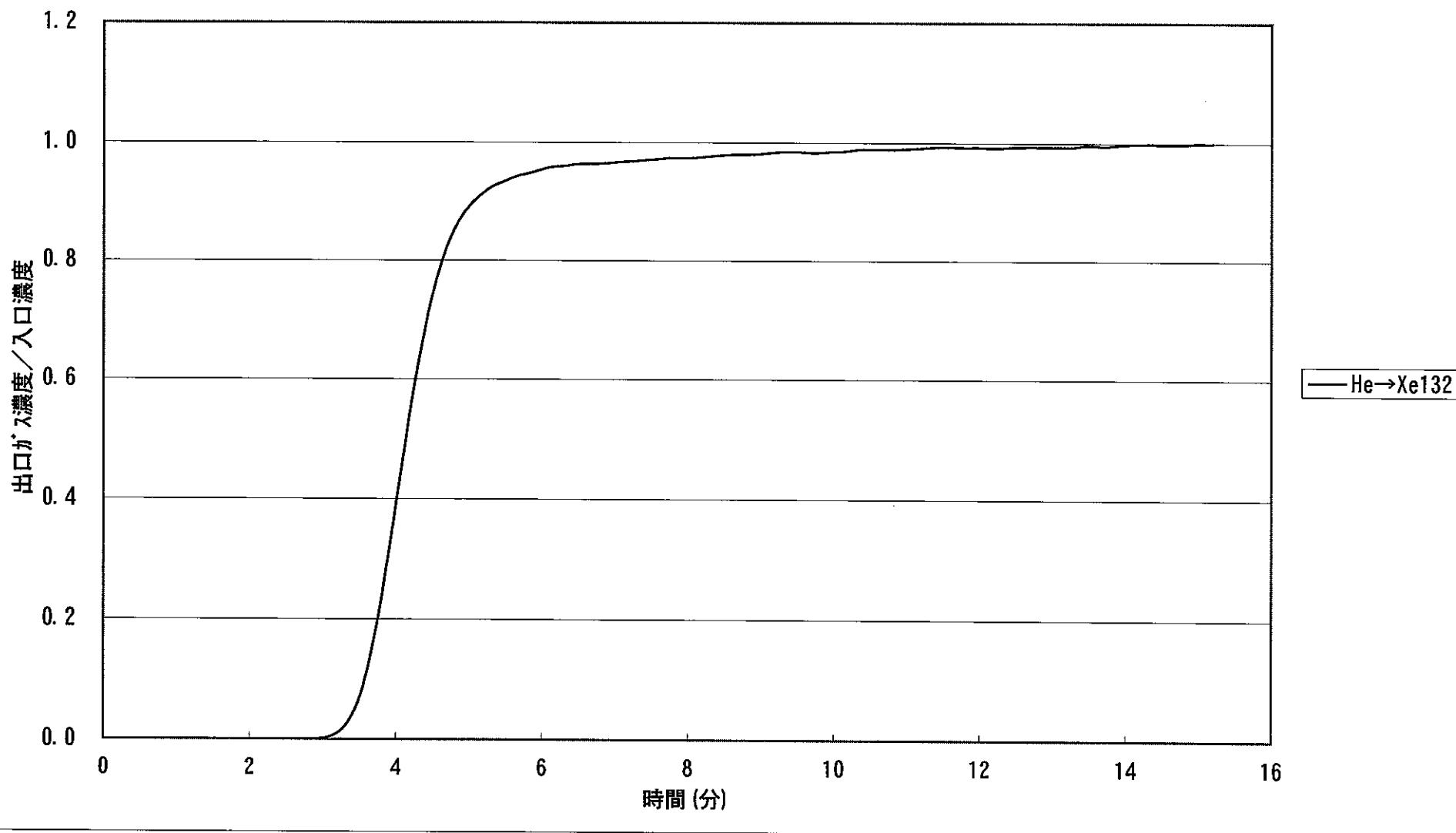


図3.2.1-2 (b) フ₁-X₁ 沙漏, 30°C, 0.25ID, 13m

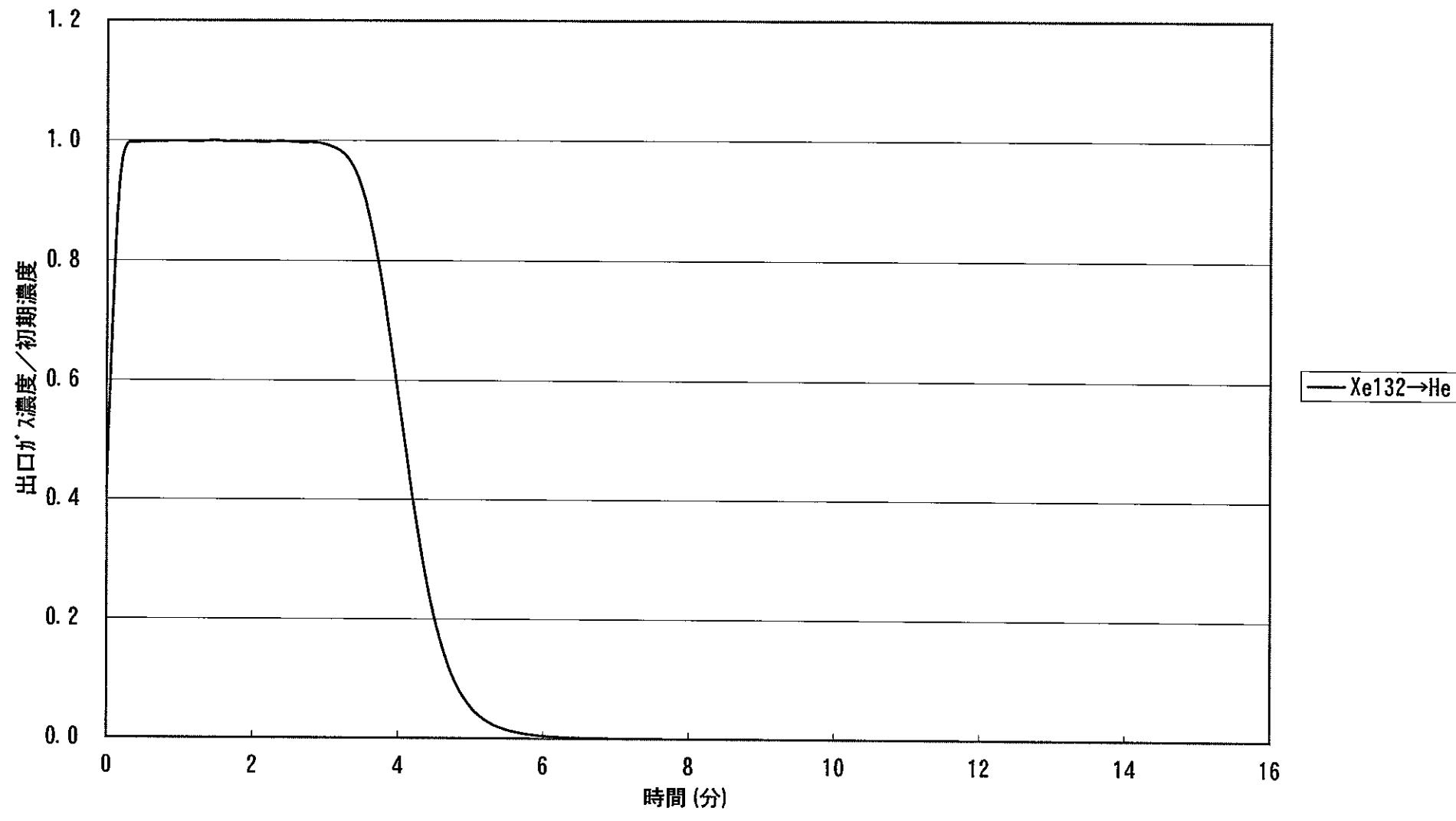


図3. 2. 1-3 (a) フューズド・シカ, 30°C, 0.25ID, 6.5m

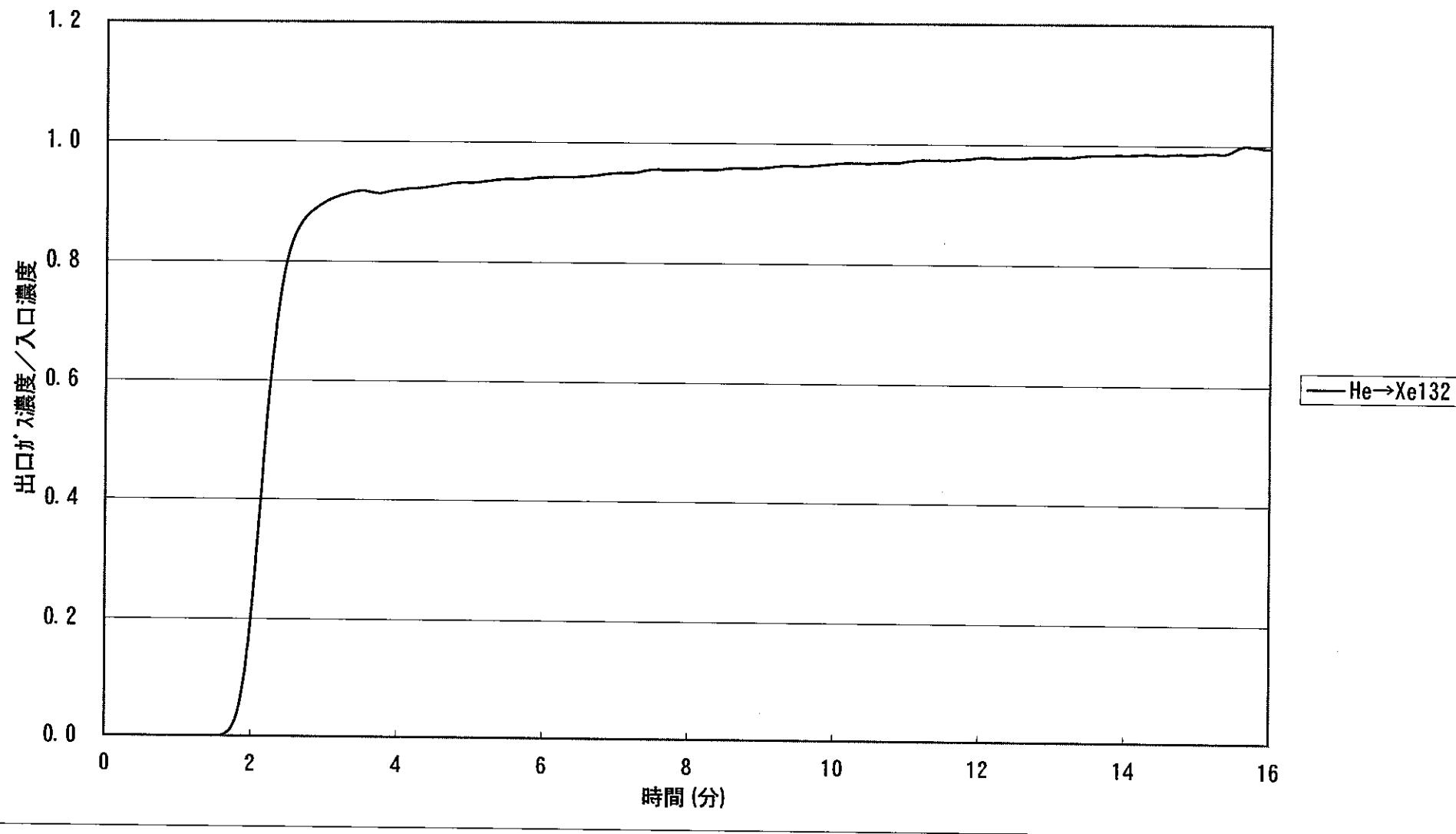


図3.2.1-3 (b) フューズトシリカ, 30°C, 0.25ID, 6.5m

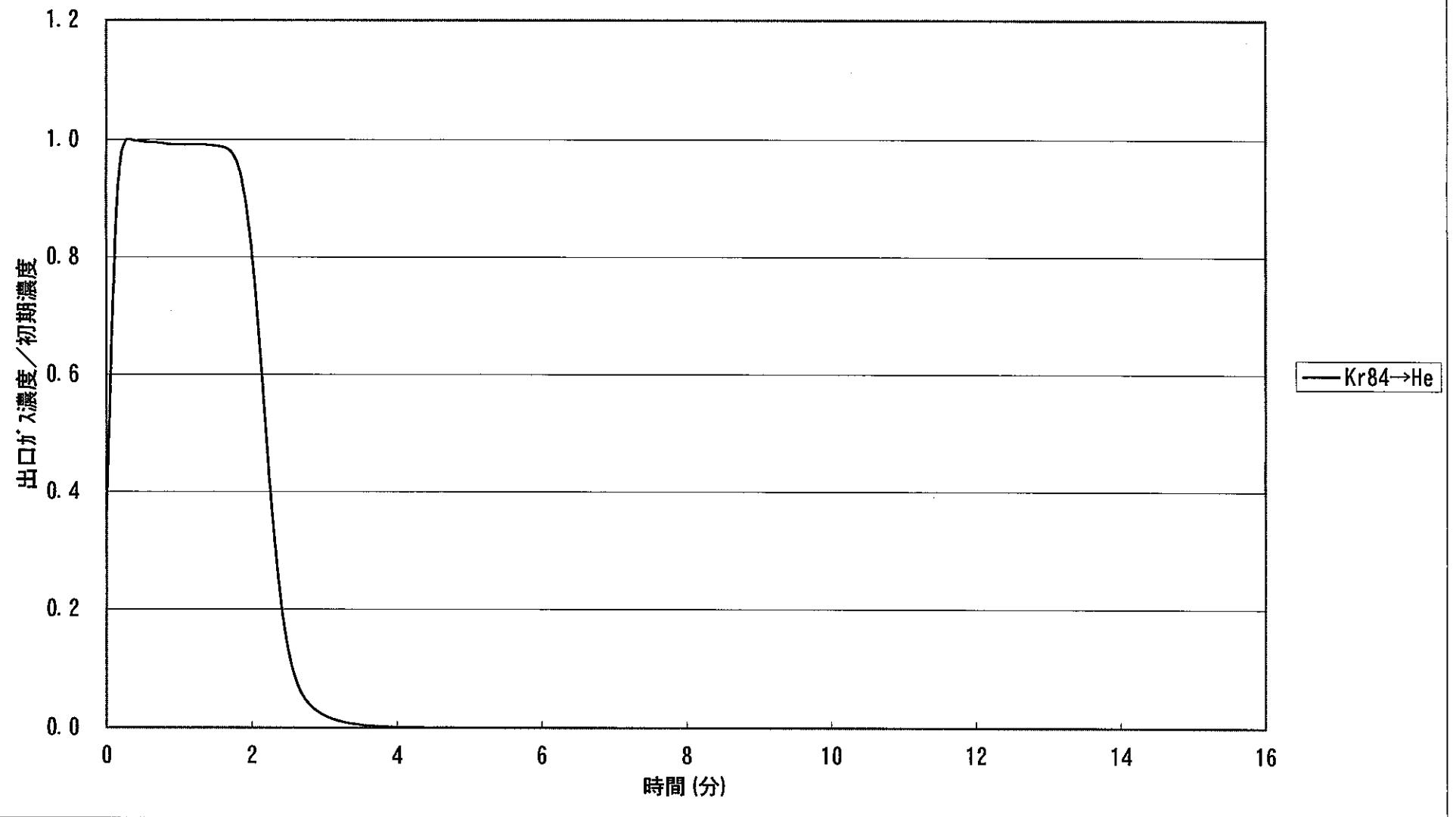


図3.2.1-4(a) フュード・シリカ+SUS, 30°C, 0.25ID, 42.8m

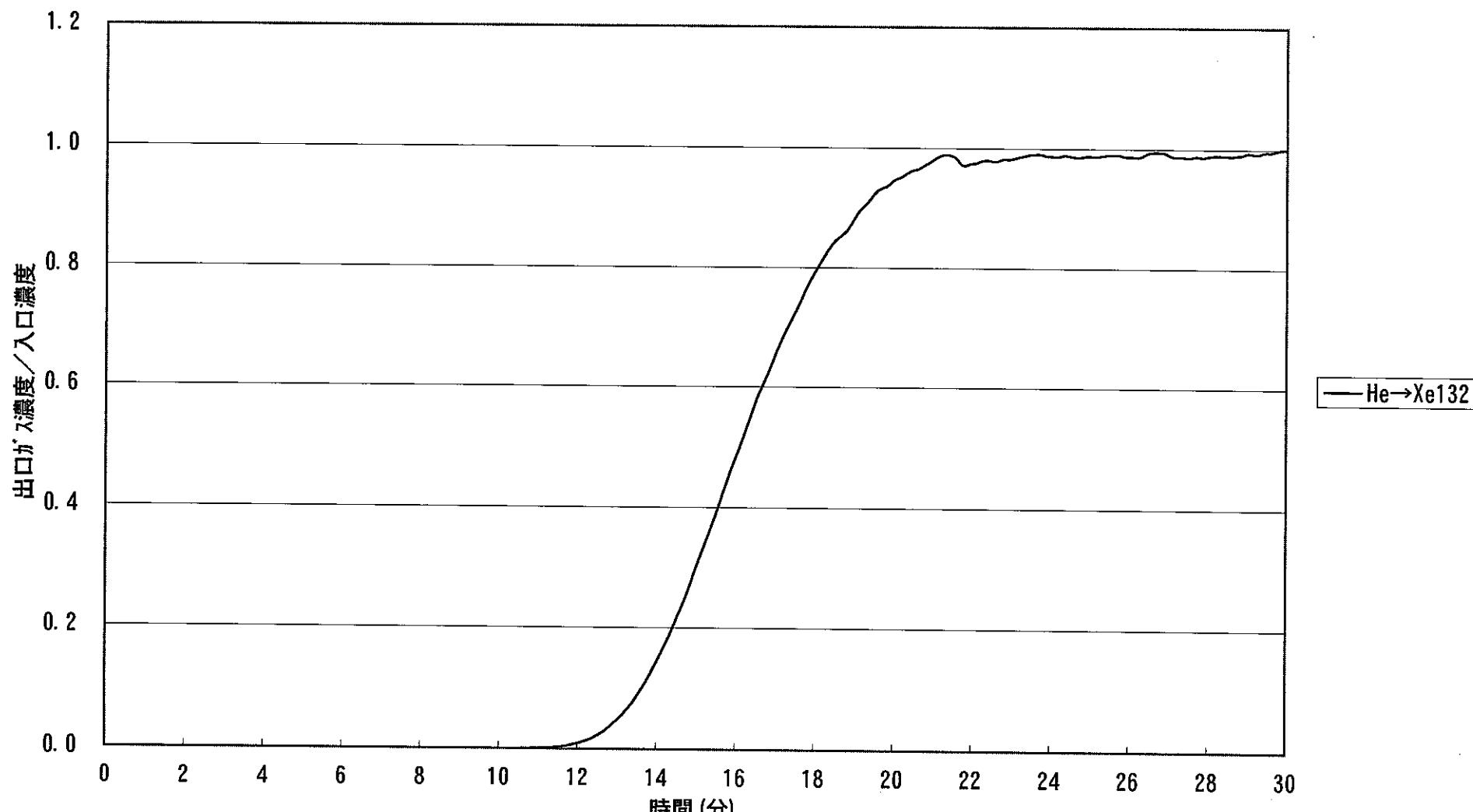


図3.2.1-4 (b) フューズドシリカ+SUS, 30°C, 0.25ID, 42.8m

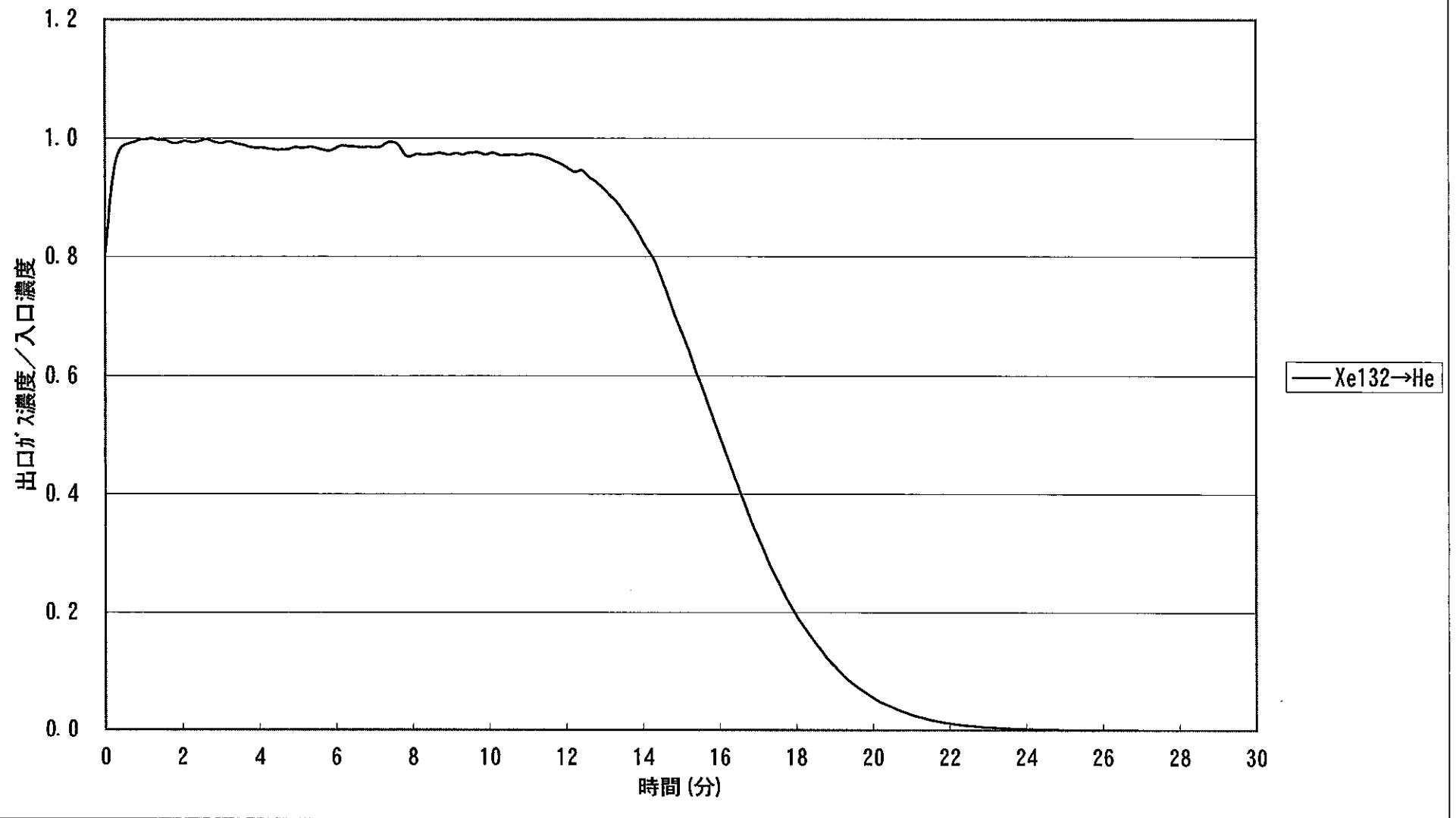


図3.2.2-1 (a) フィード・レート, 30°C, 0.32ID, 55m

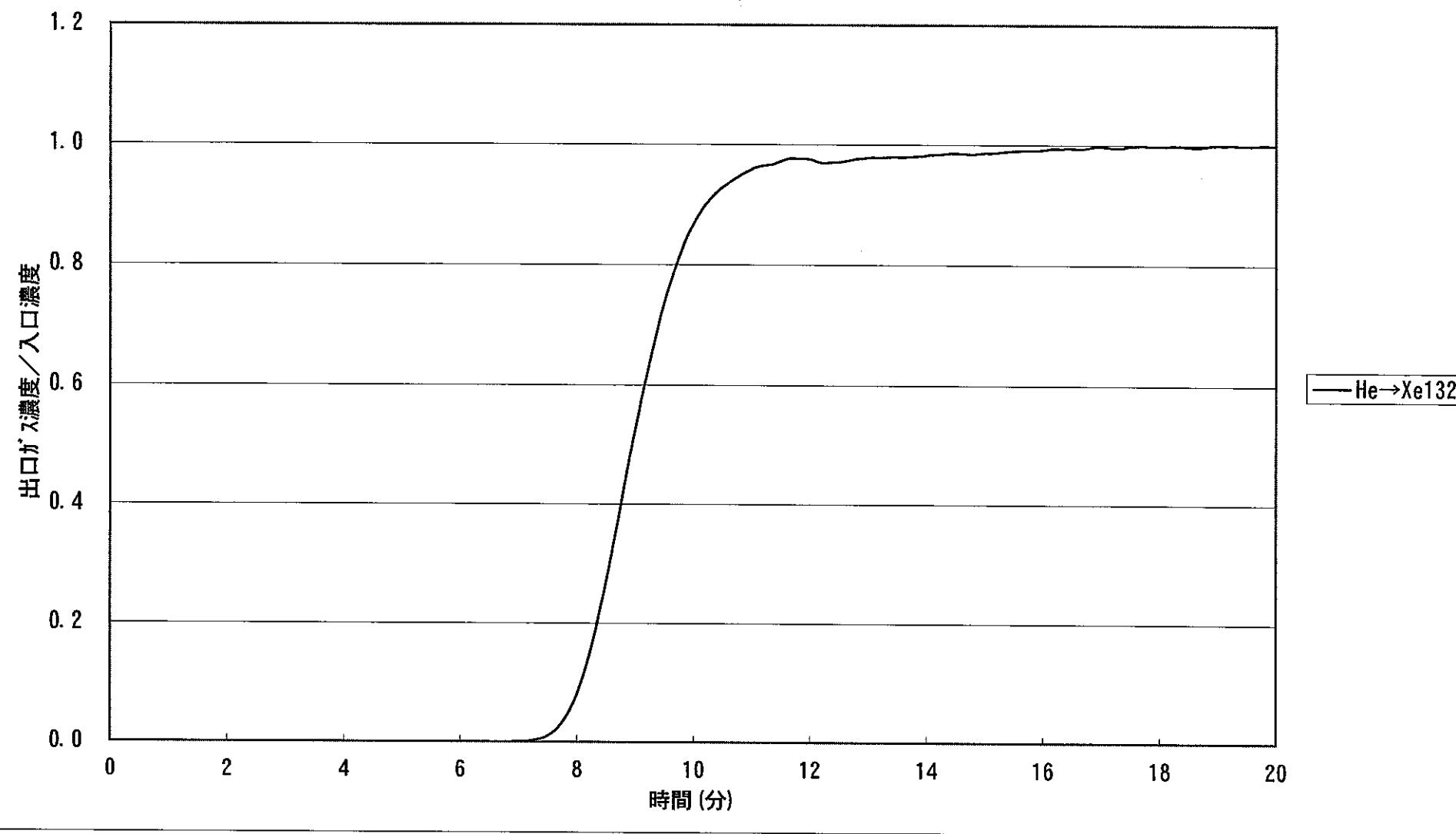


図3.2.2-1 (b) フューズド・シリカ, 30°C, 0.32ID, 55m

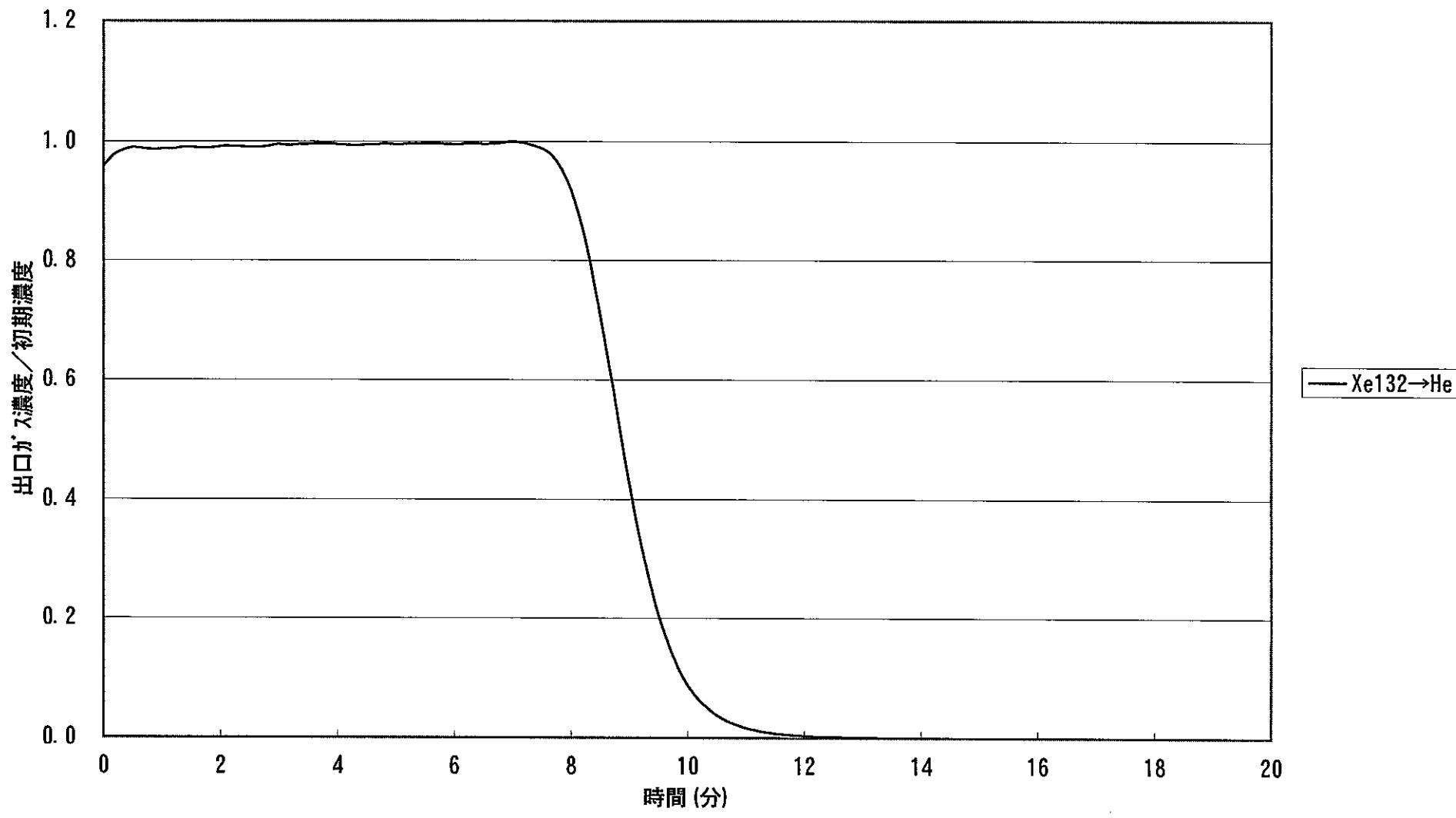


図3.2-2(a) フュード・ド・シリカ, 30°C, 0.32ID, 27.5m

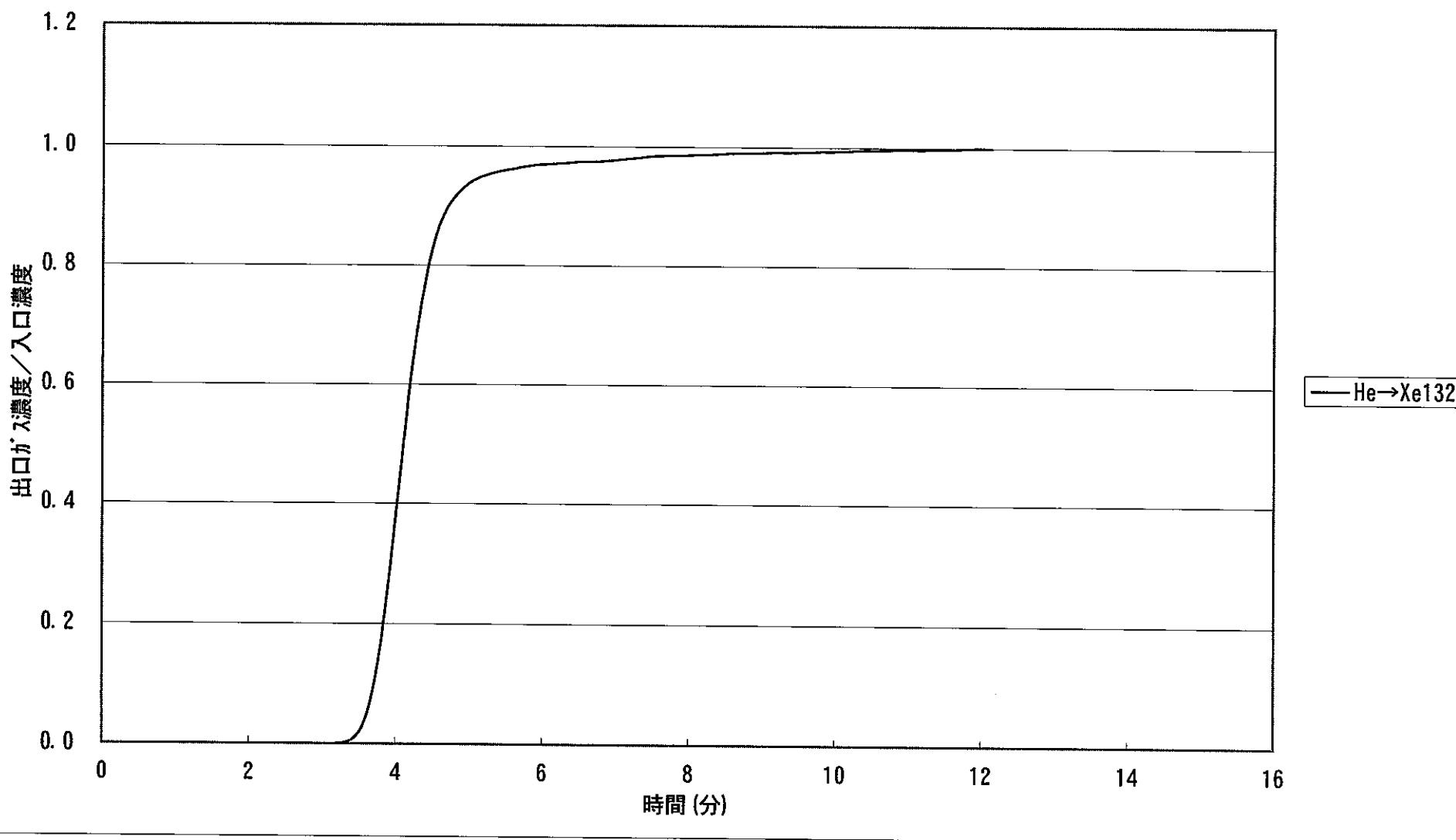


図3.2.2-2 (b) フューズトシリカ, 30°C, 0.32ID, 27.5m

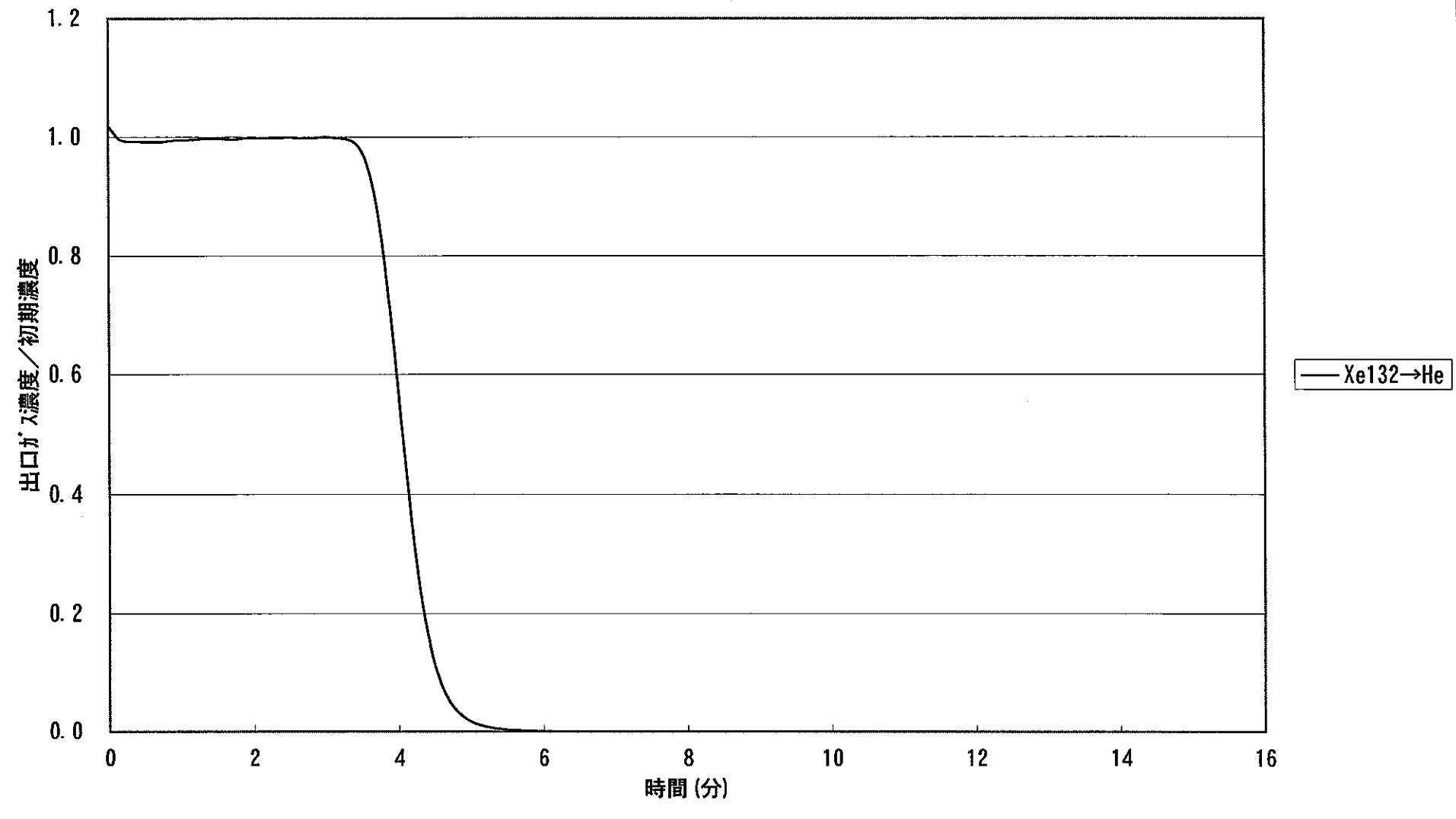


図3.2.2-3 (a) フィード・シリカ, 30°C, 0.32ID, 15m

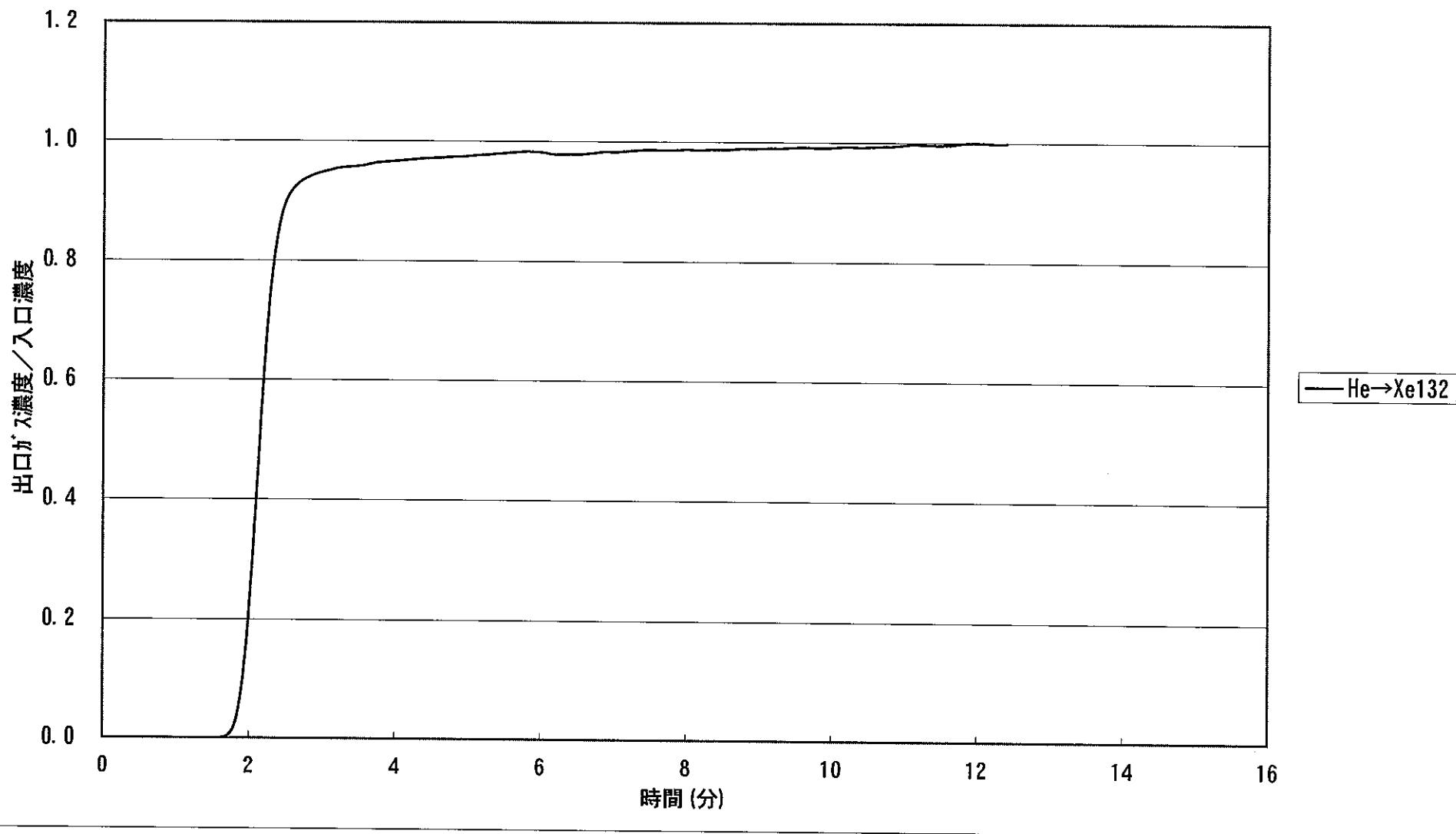


図3.2.2-3 (b) フューズド・シリカ, 30°C, 0.32ID, 15m

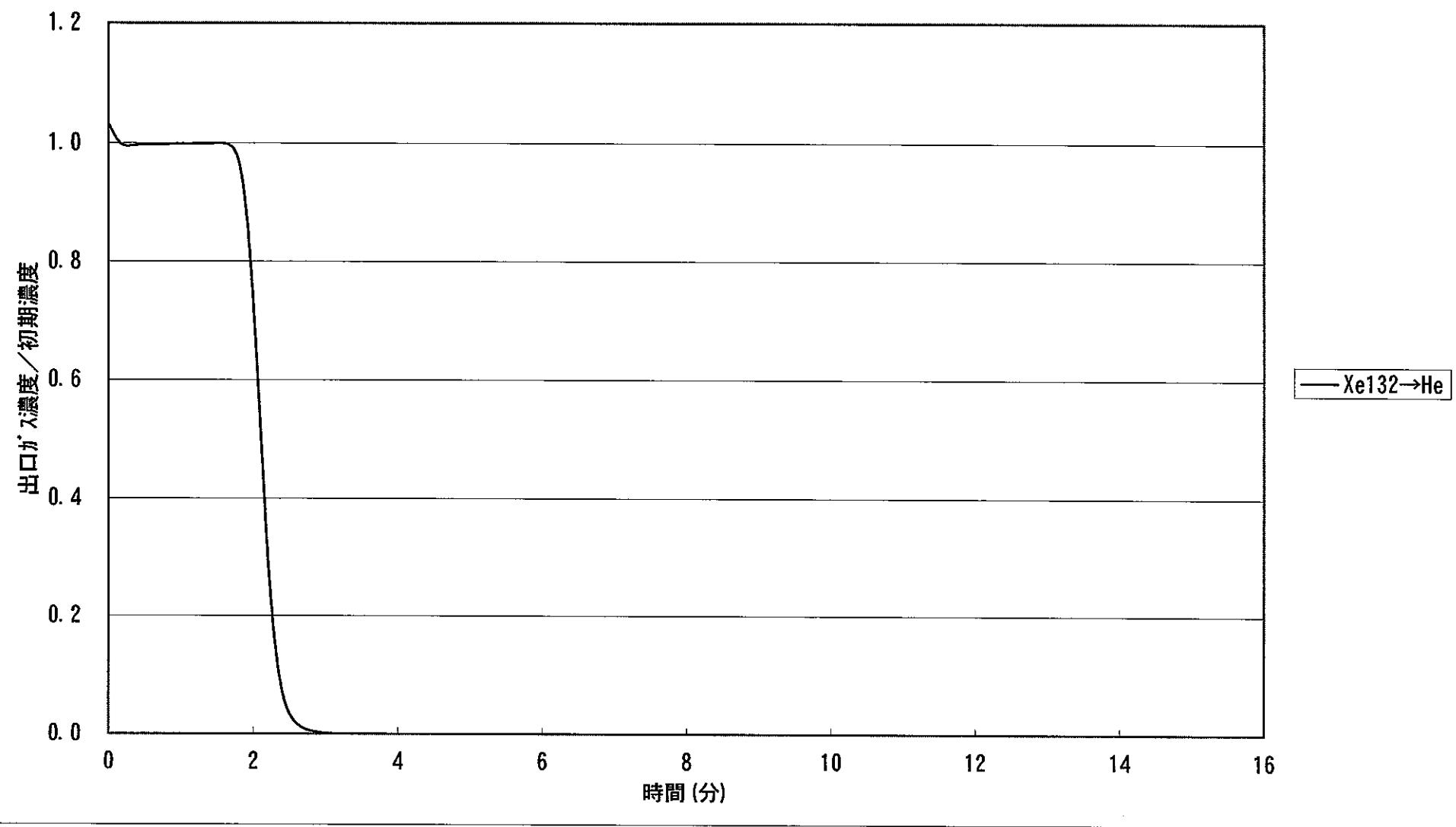


図3.2.3-1 (a) SUS, 30°C, 0.25ID, 20m

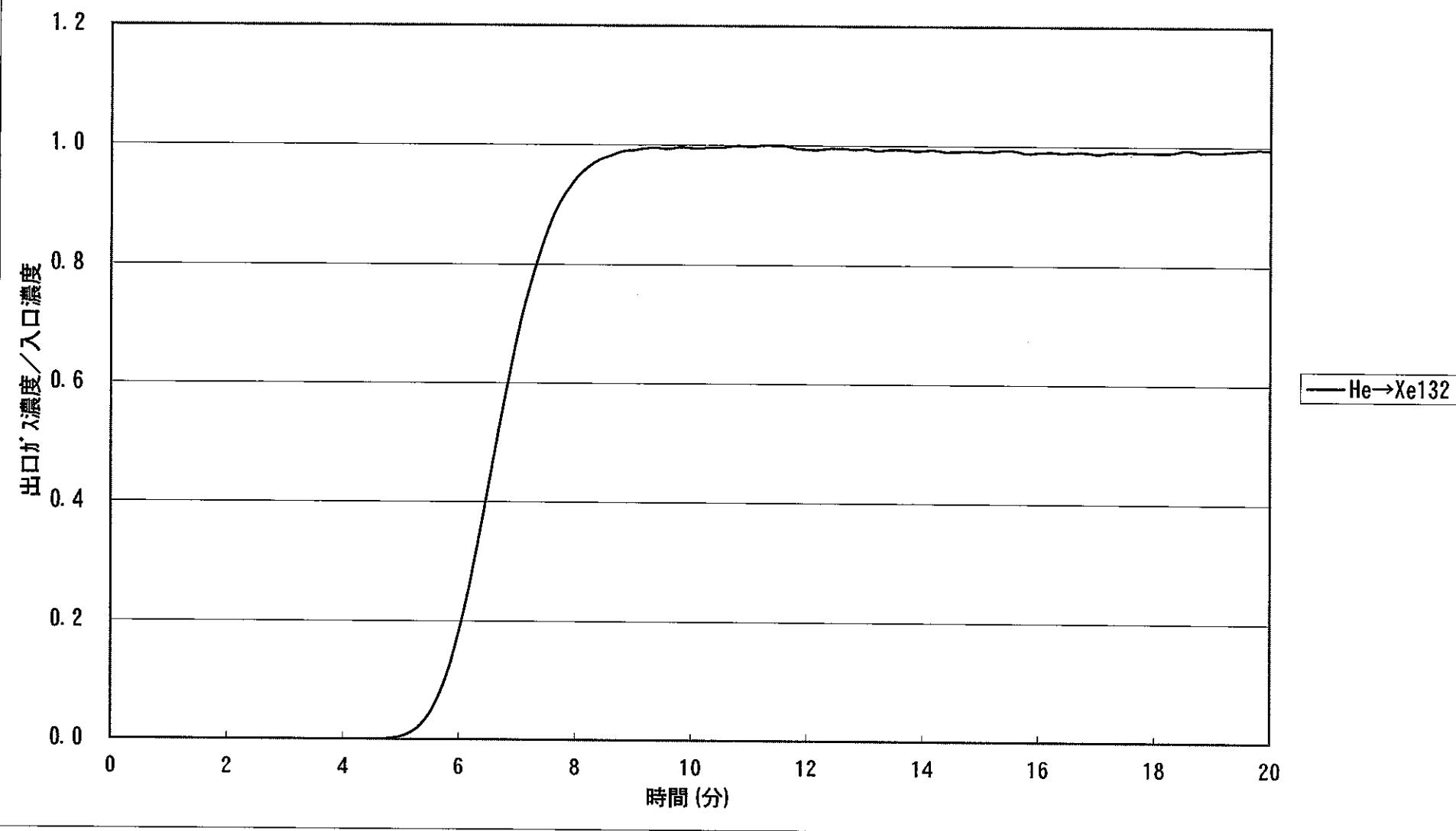


図3.2.3-1 (b) SUS, 30°C, 0.25ID, 20m

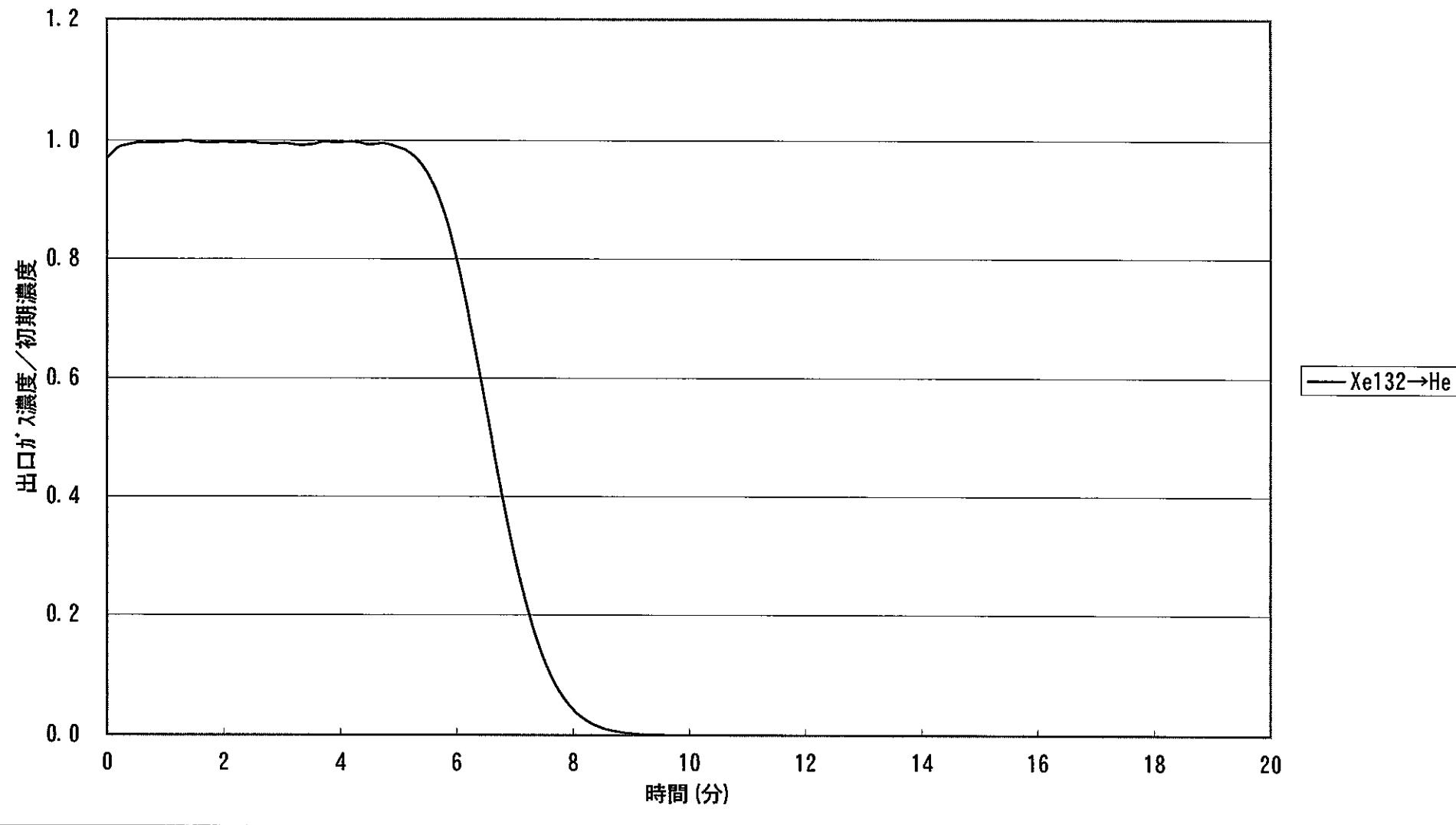


図3.2.3-2 (a) シコズーム, 30°C, 0.51 ID, 7.5m

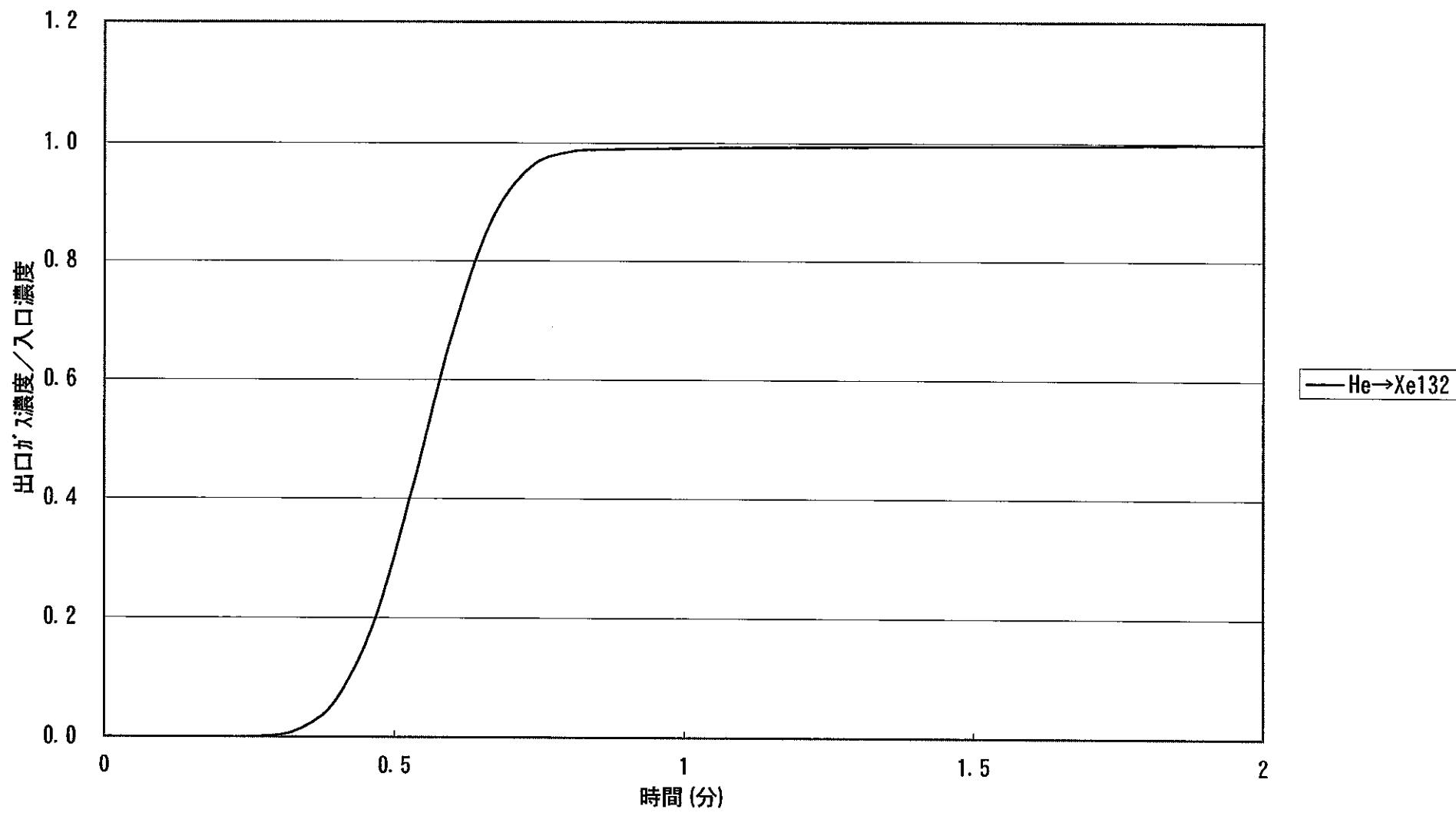


図3.2.3-2 (b) シコスチル, 30°C, 0.51ID, 7.5m

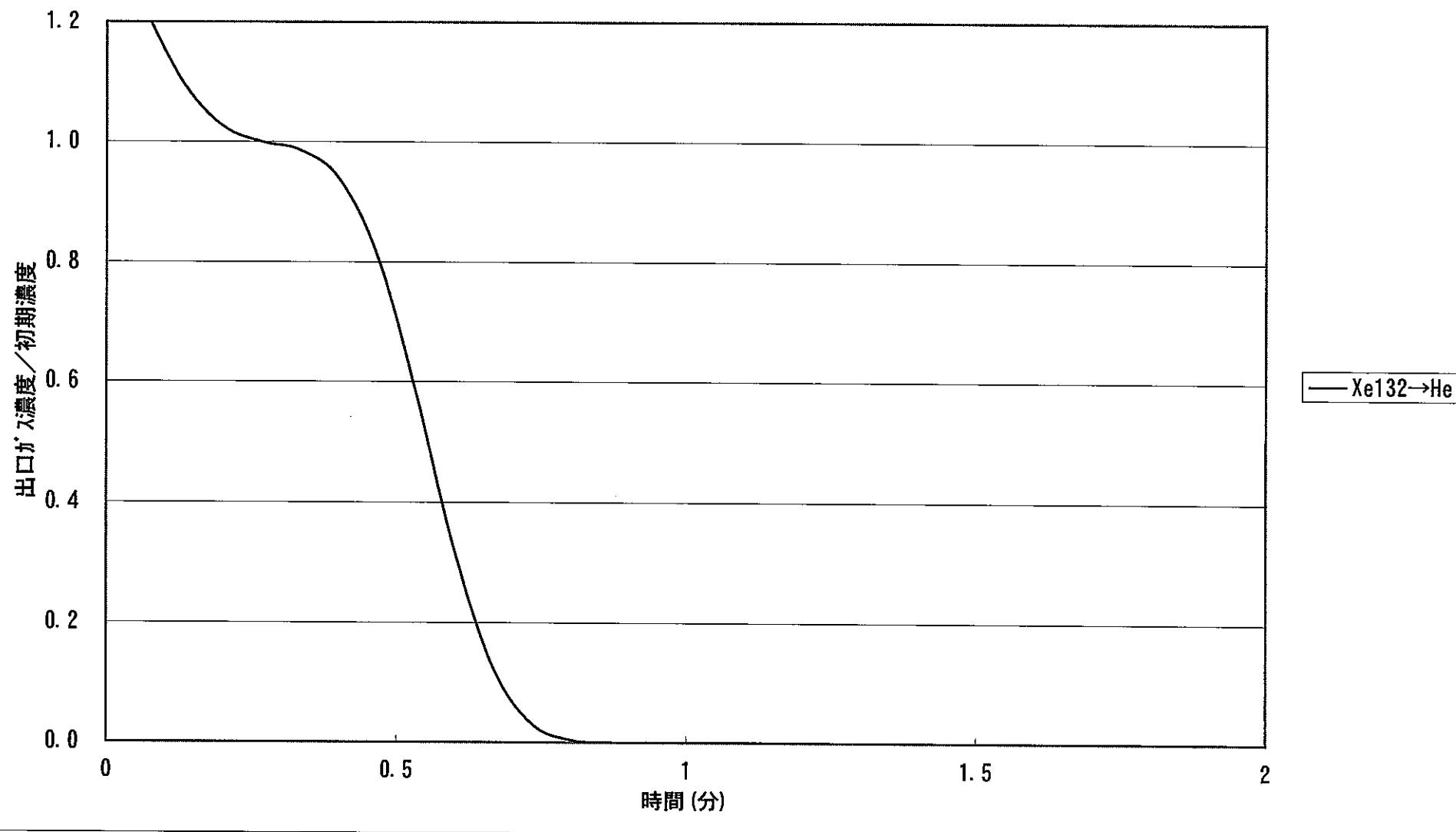


図3. 2. 3-3 (a) HP-5, 30m, 30°C, 0kPa, (32B0311-1210)

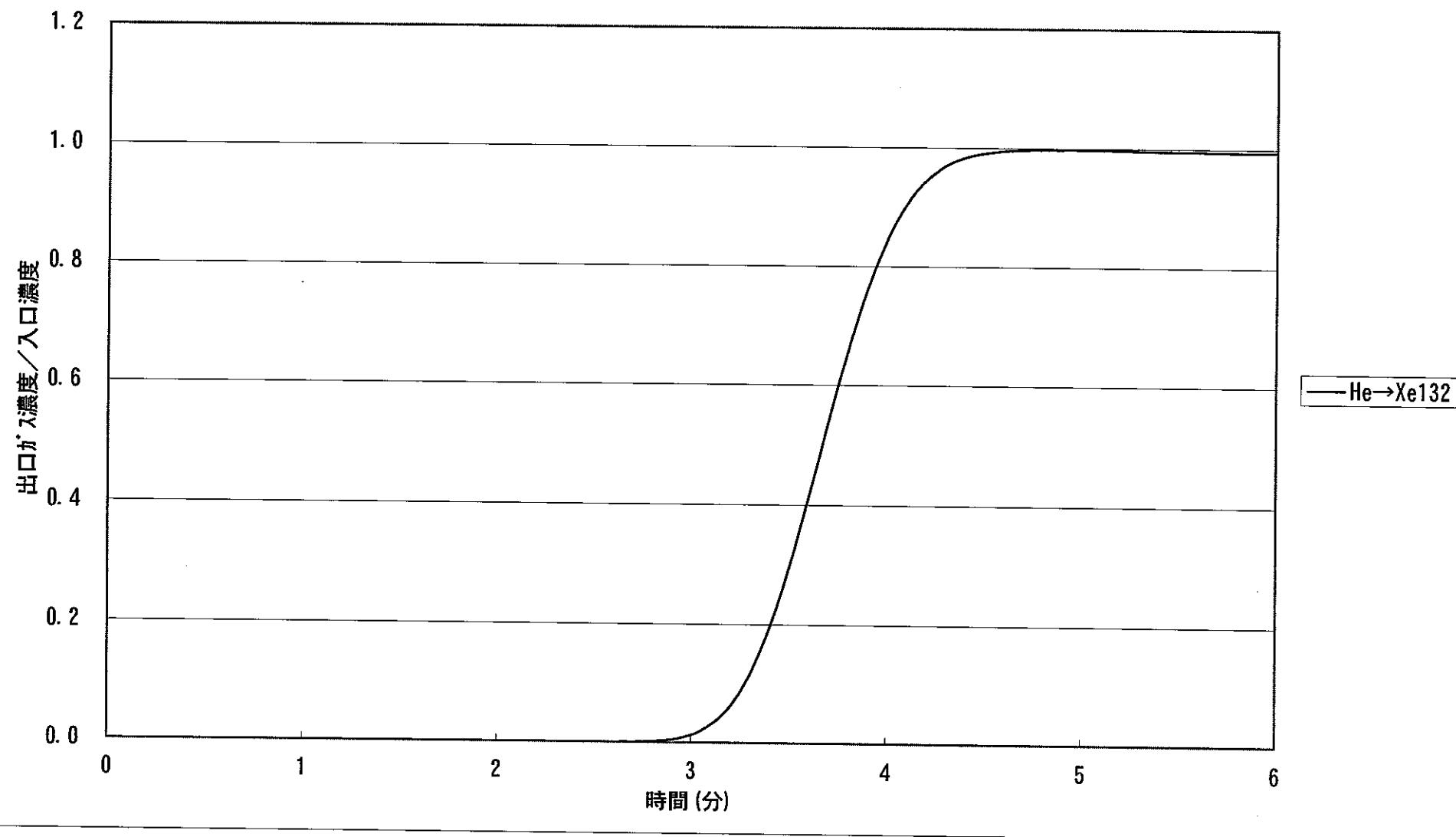


図3.2.3-3 (b) HP-5, 30m, 30°C, 0kPa, (320311-1201)

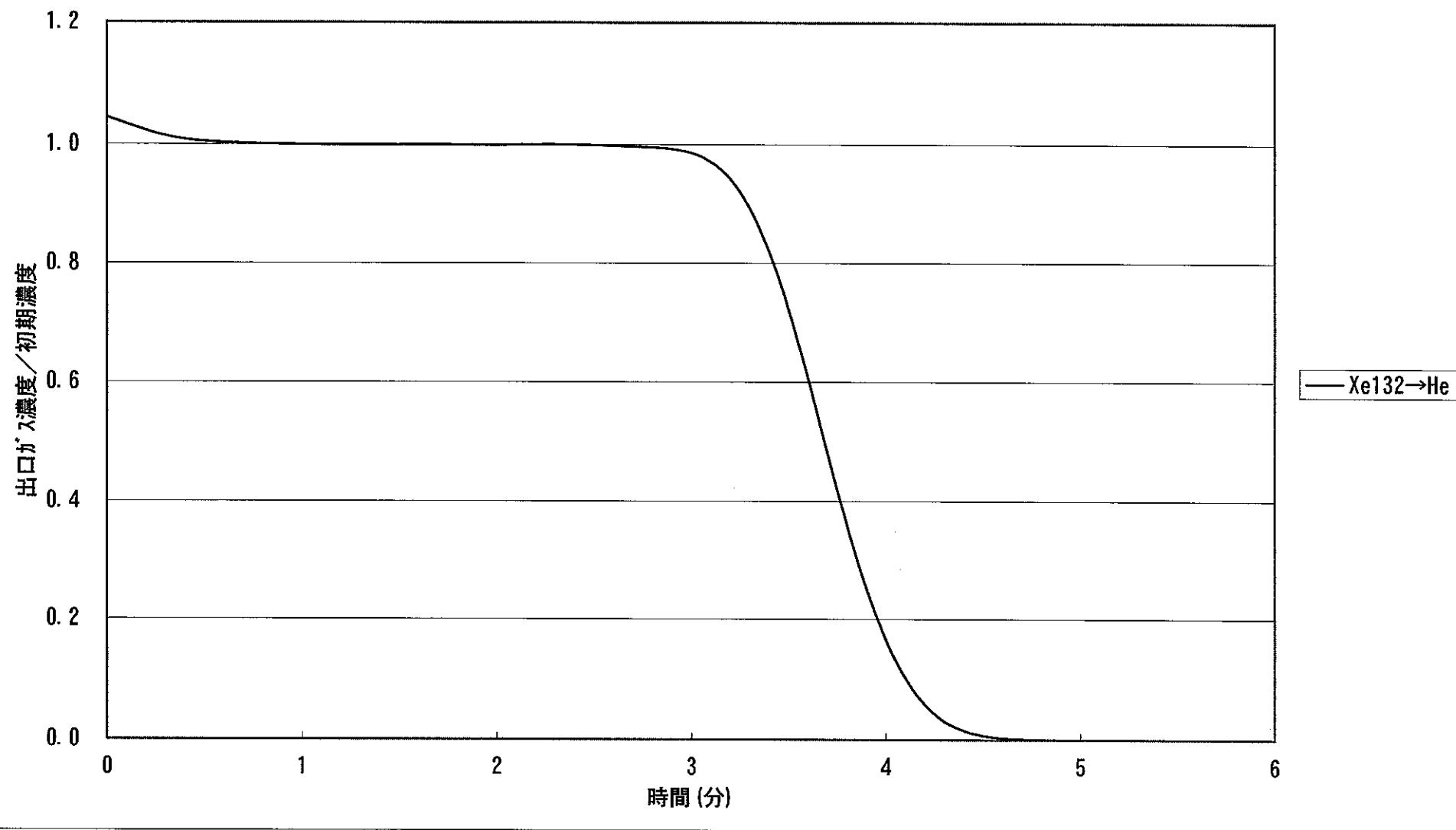


図3.2.4-1 (a) SUS, 20m, 30°C, 0kg/cm³G, (テスト17-4)

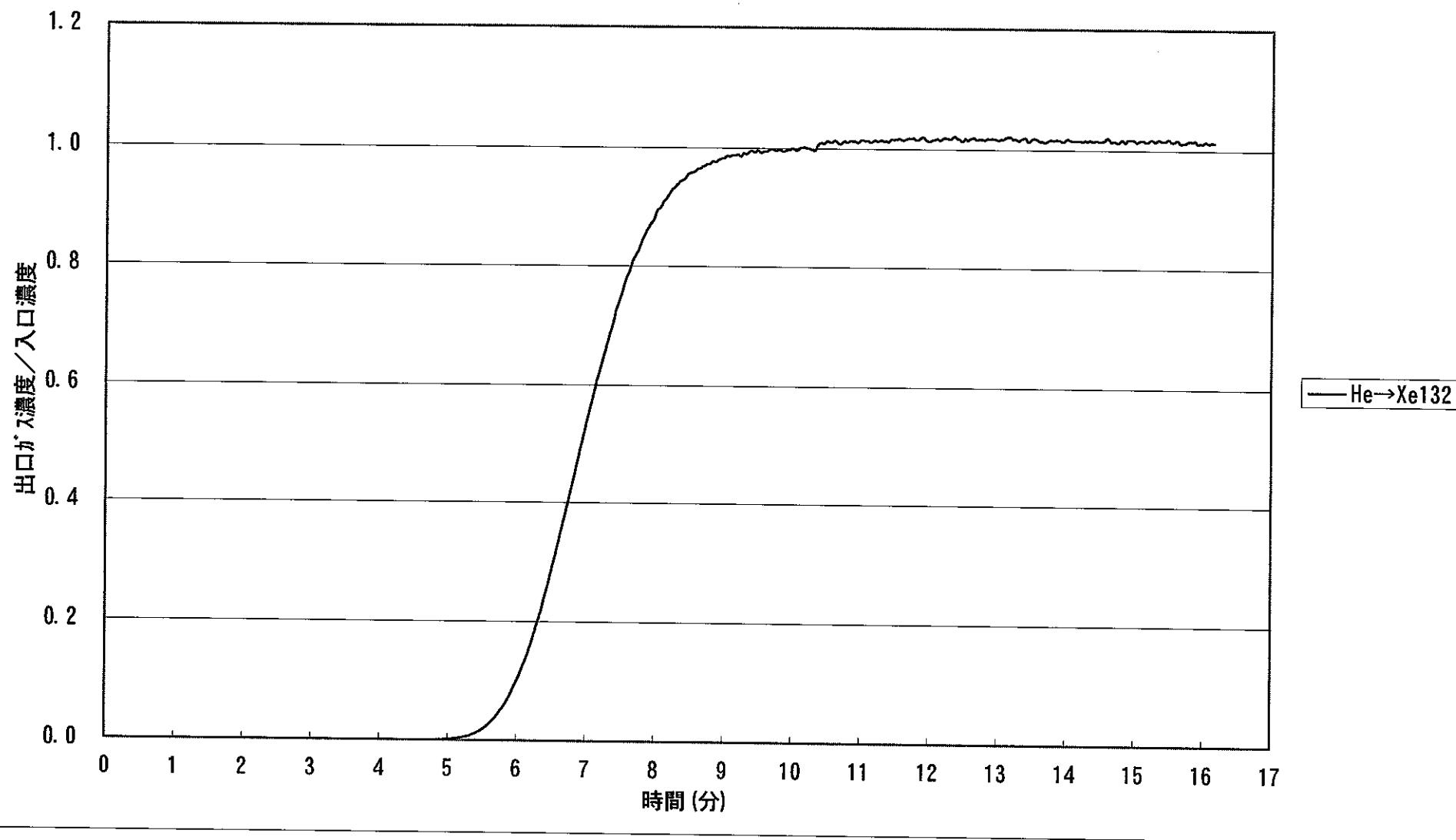


図3.2.4-1 (b) SUS, 20m, 30°C, 0kg/cm²G, (テスト17-5)

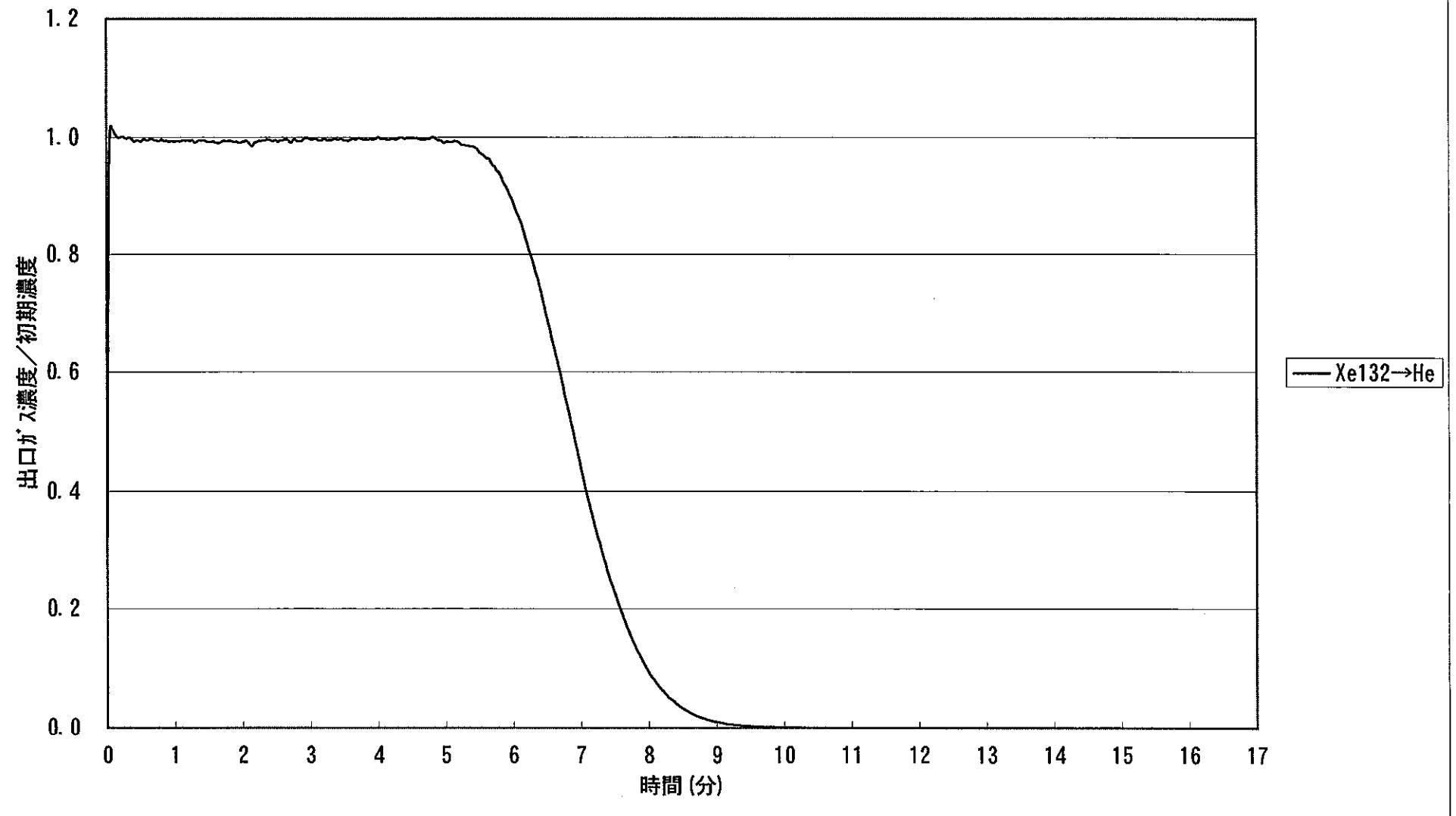


図3.2.4-2 (a) SUS, 150°C, 0.25ID, 20m

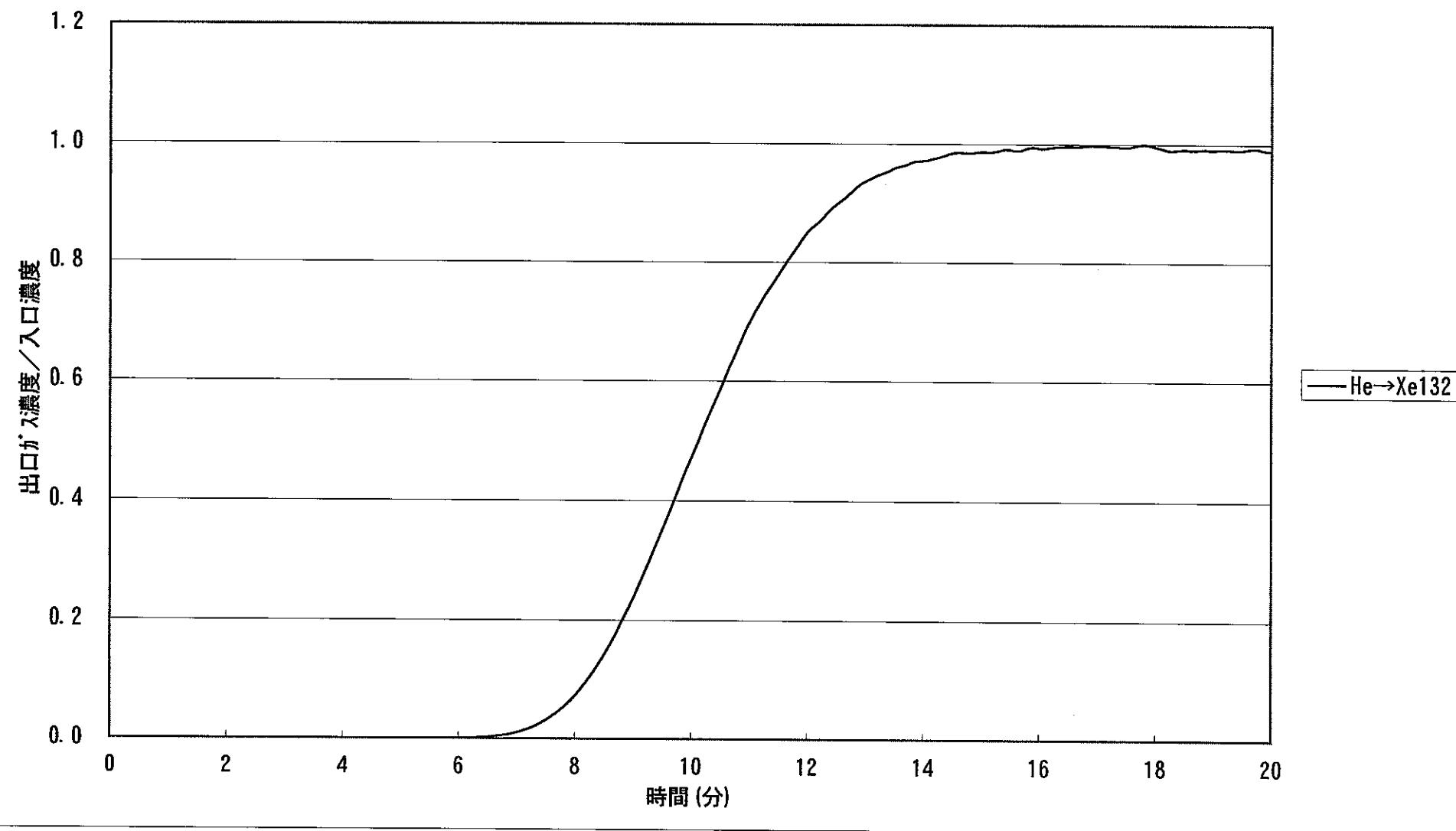


図3. 2. 4-2 (a) -r SUS, 20m, 150°C, 0kg/cm²G, (テスト18-6)

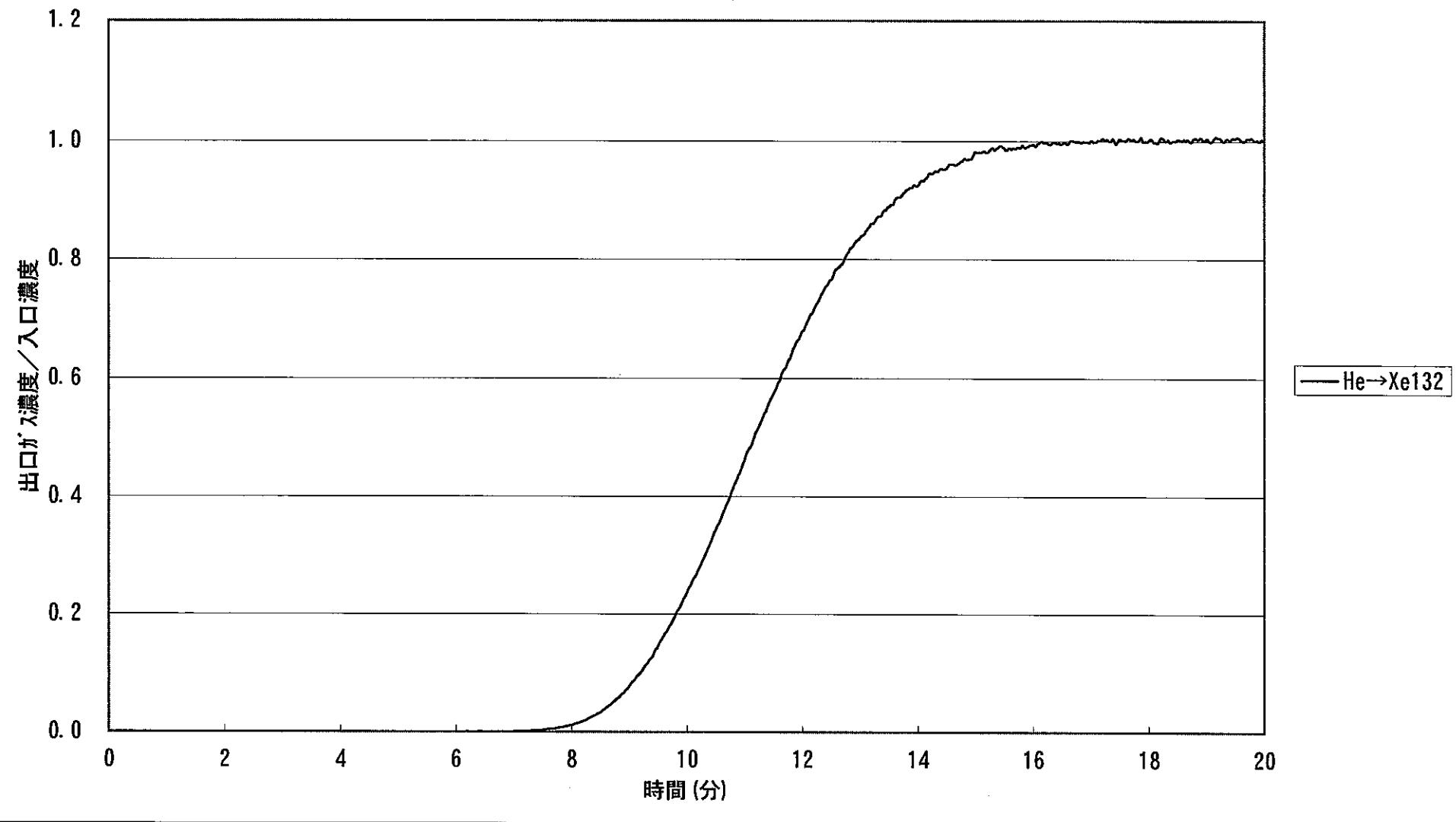


図3.2.4-2 (b) SUS, 150°C, 0.25ID, 20m

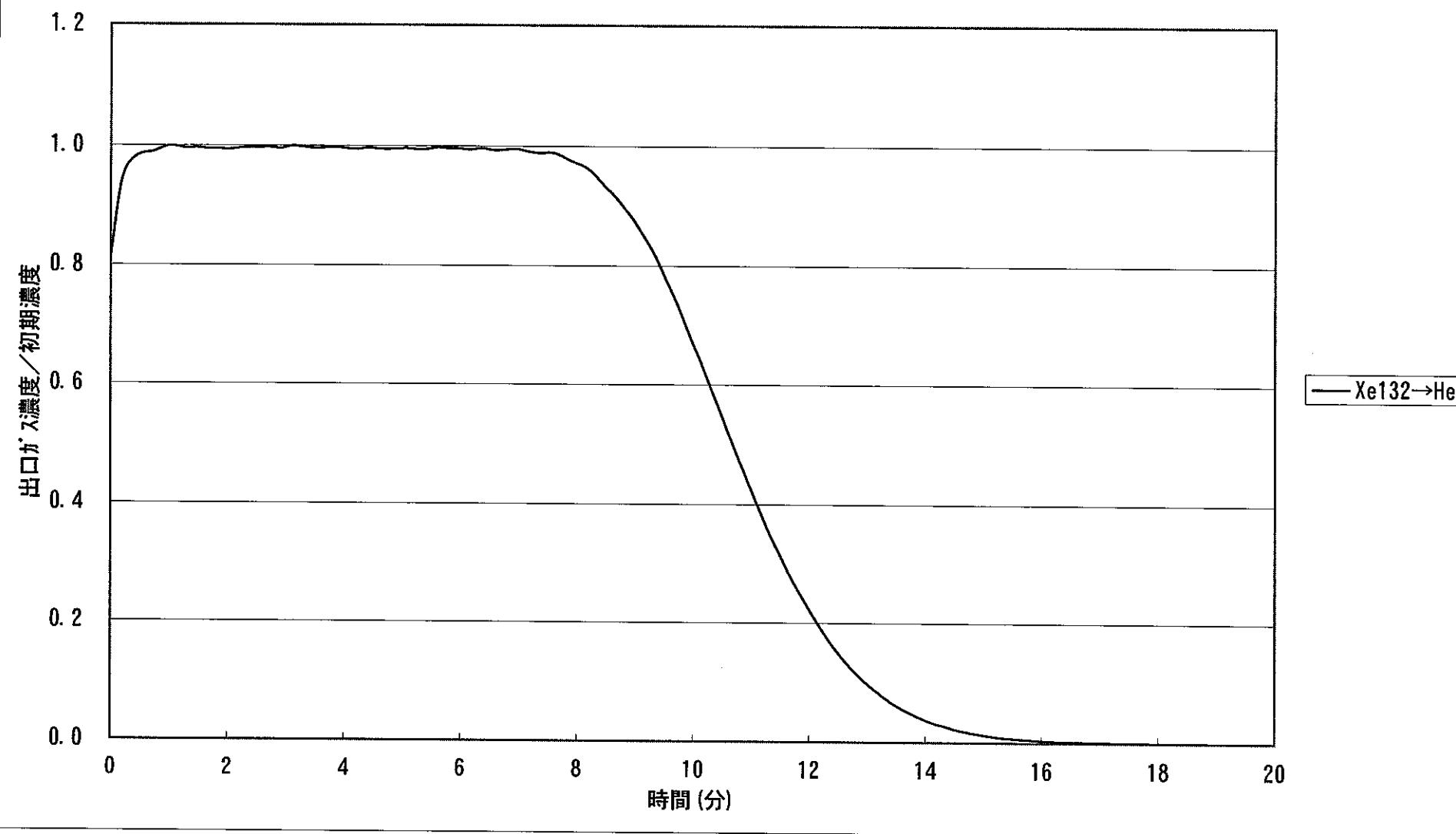


図3. 2. 4-2 (b) -r SUS, 20m, 150°C, 0kg/cm²G, (テスト18-7)

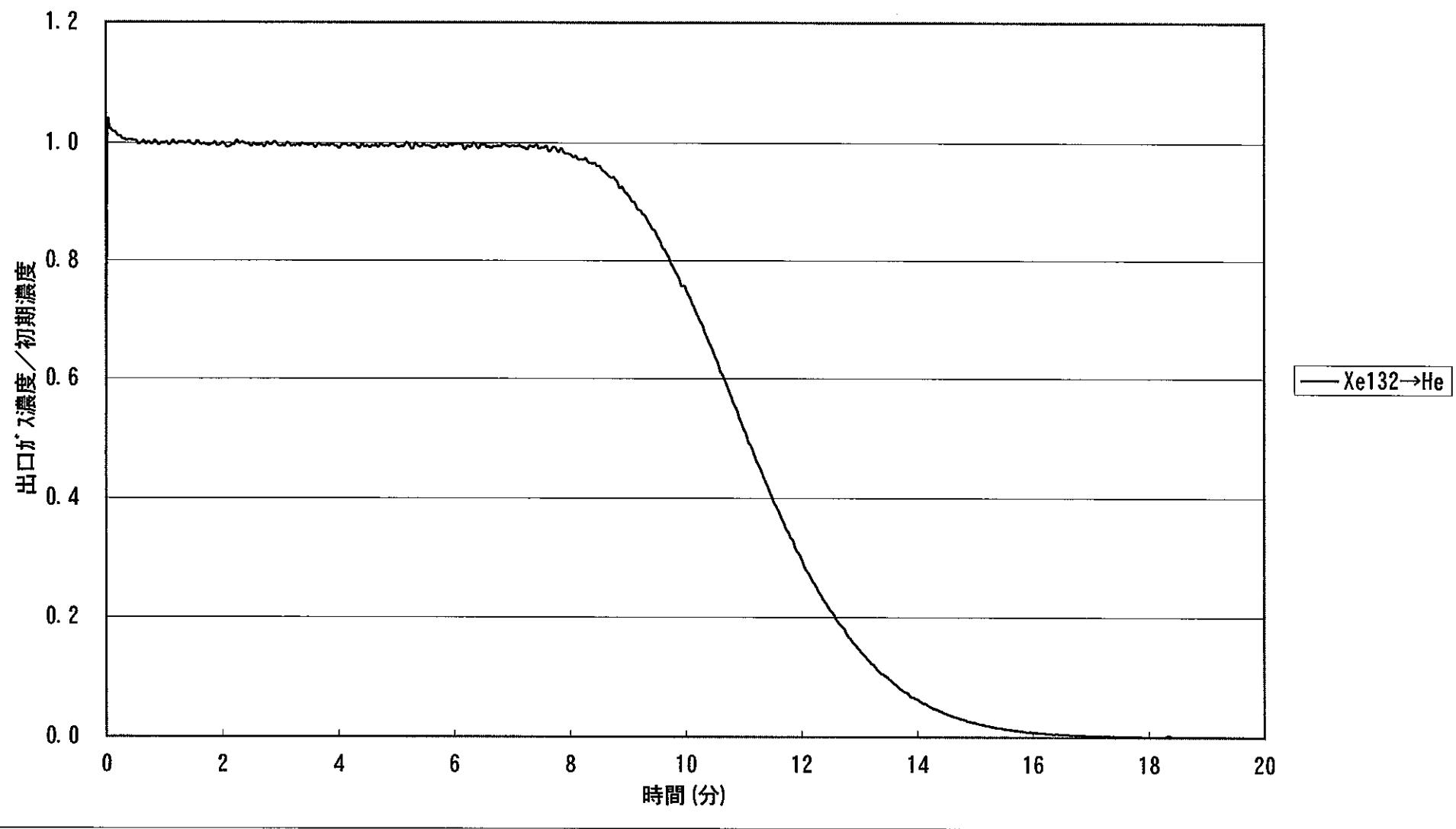


図3.2.4-3 (a) SUS, 250°C, 0.25ID, 20m

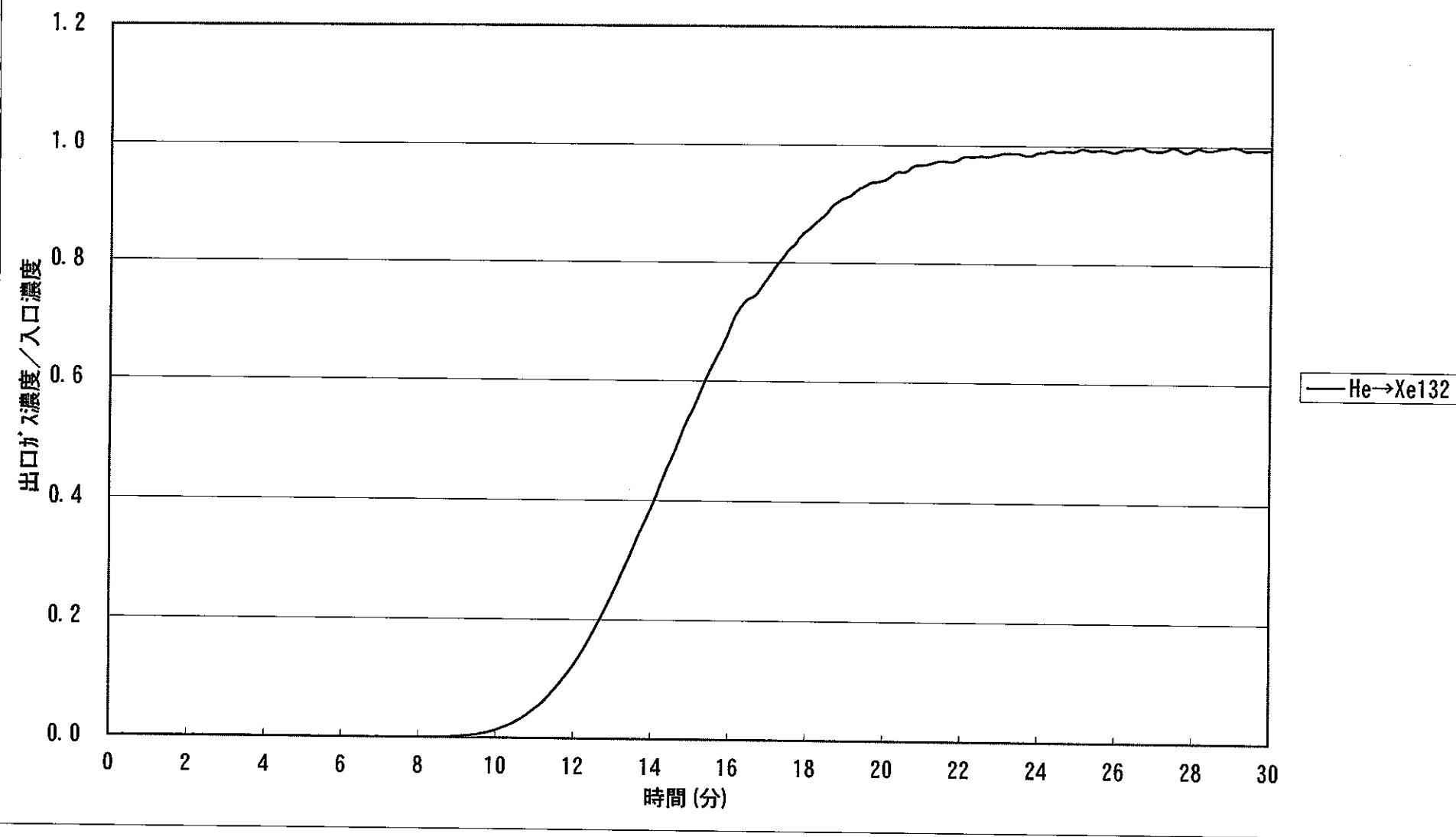


図3.2.4-3 (a) -r SUS, 20m, 250°C, 0kg/cm²G, (テスト19-8)

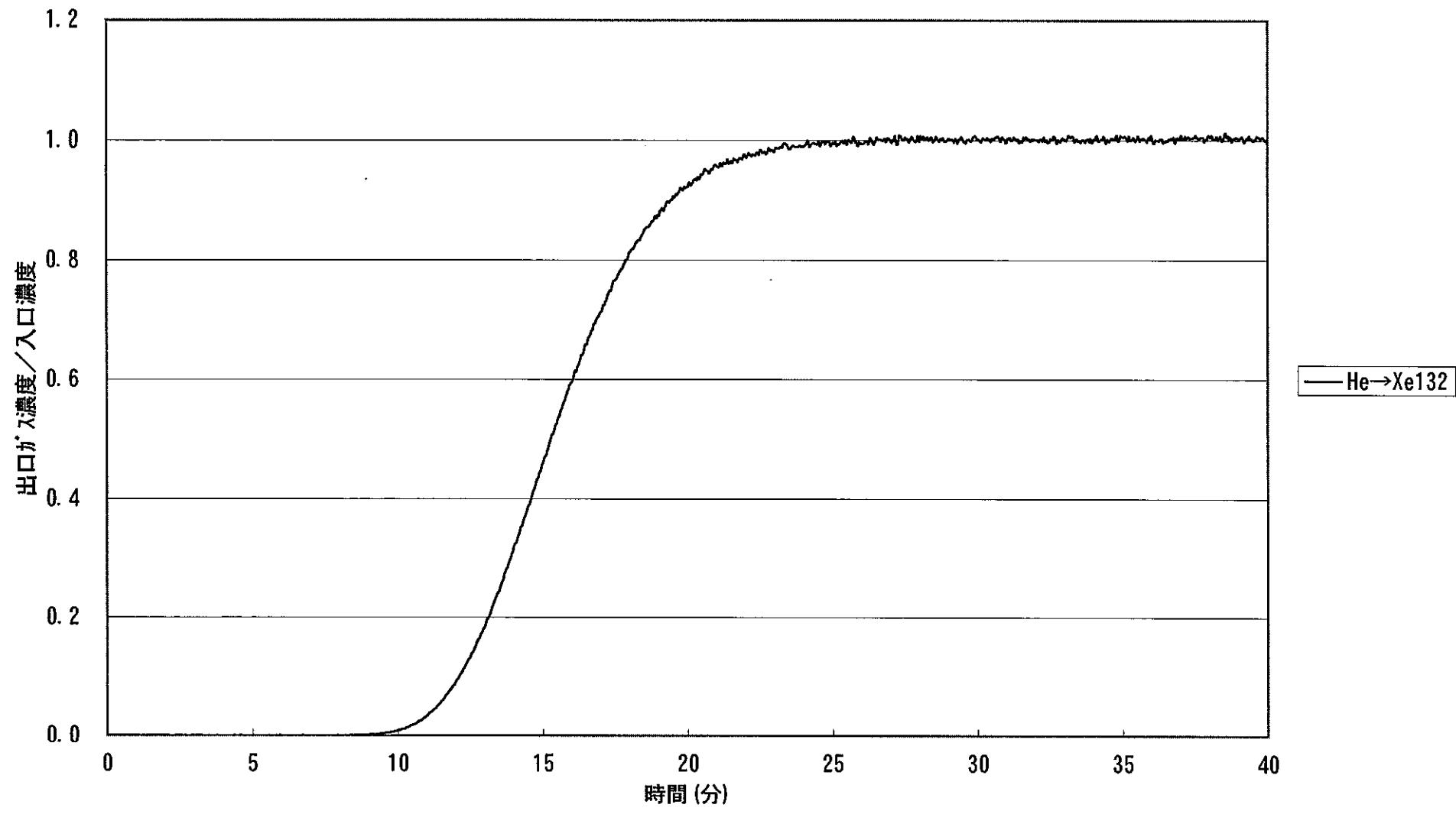


図3.2.4-3 (b) SUS, 250°C, 0.25ID, 20m

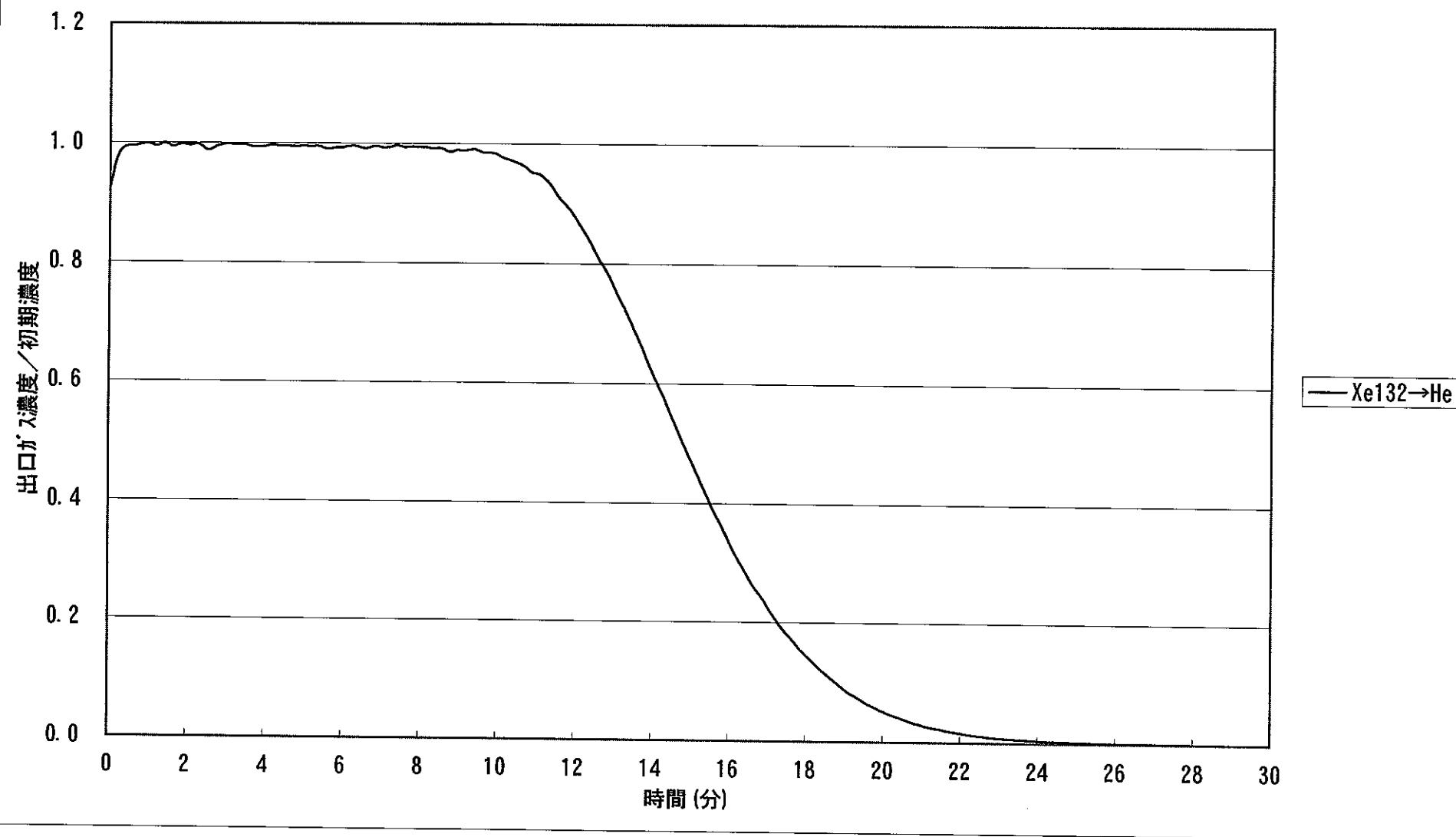


図3. 2. 4-3 (b) -r SUS, 20m, 250°C, 0kg/cm²G, (テスト19-9)

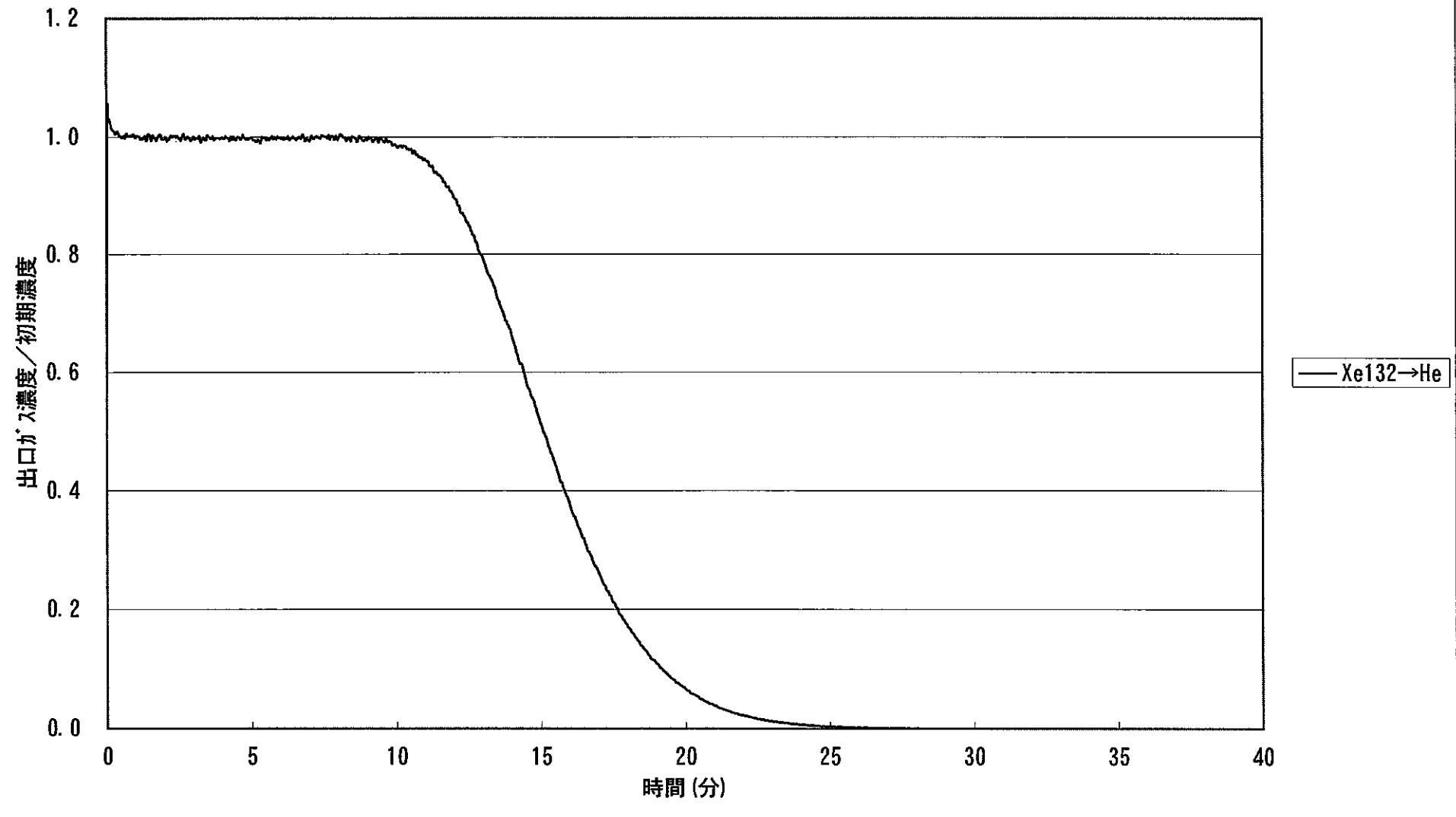


図3.2.5-1 (a) SUS, 20m, 30°C, 99kPa, (テスト20-15)

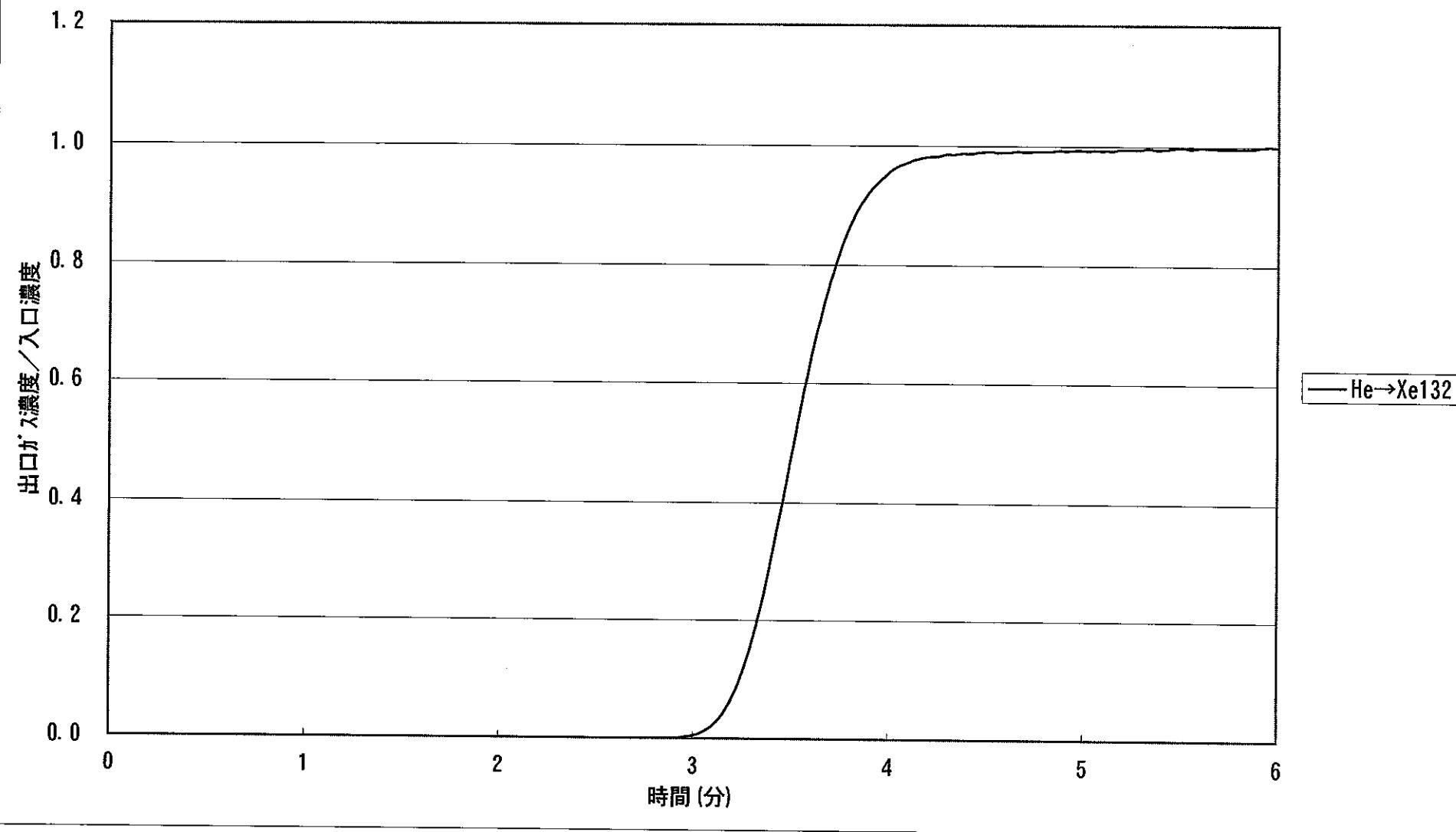


図3.2.5-1 (b) SUS, 20m, 30°C, 99kPa, (テスト20-16)

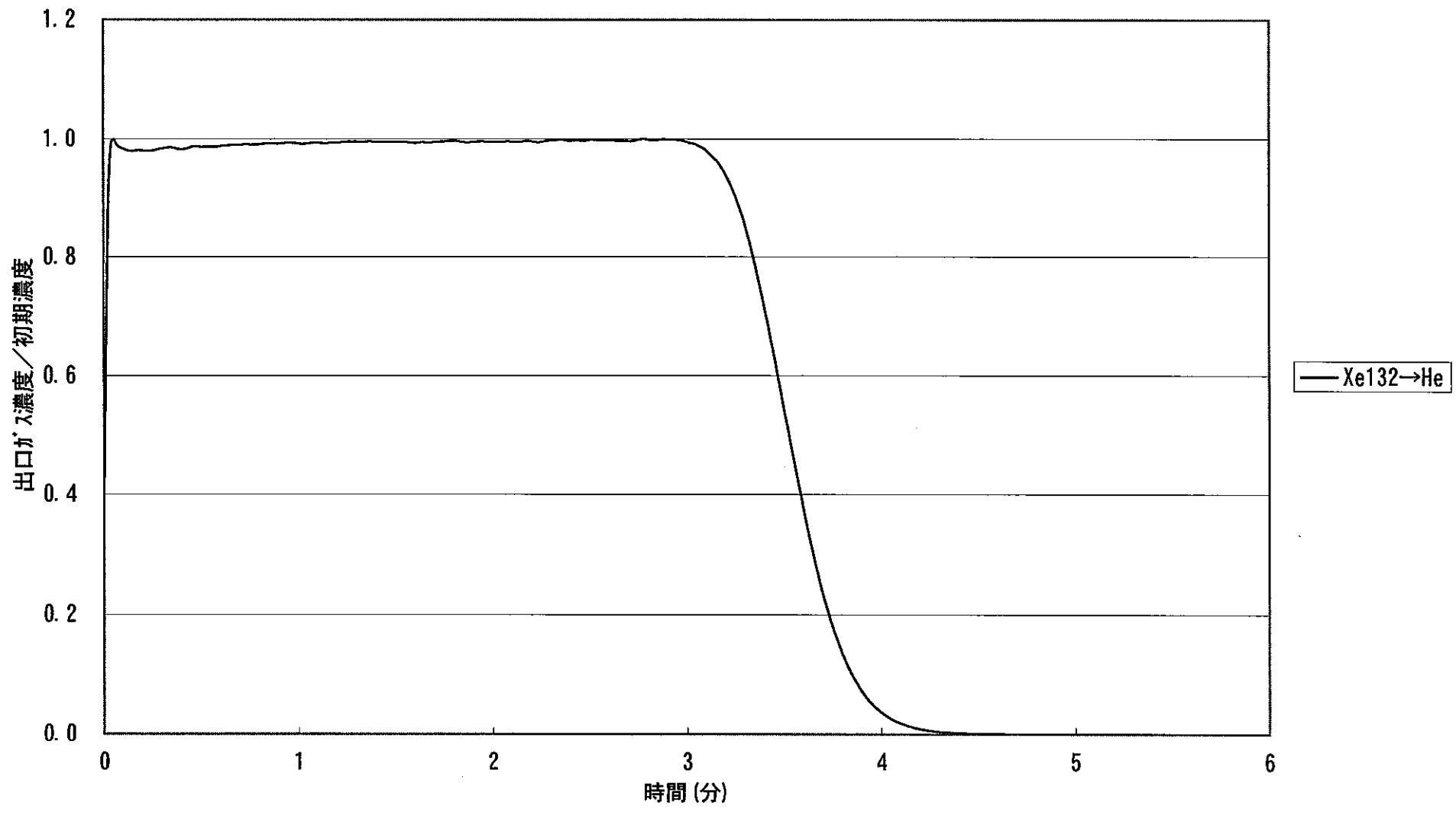


図3.2.5-2 (a) SUS, 20m, 150°C, 100kPa, (テスト21-17)

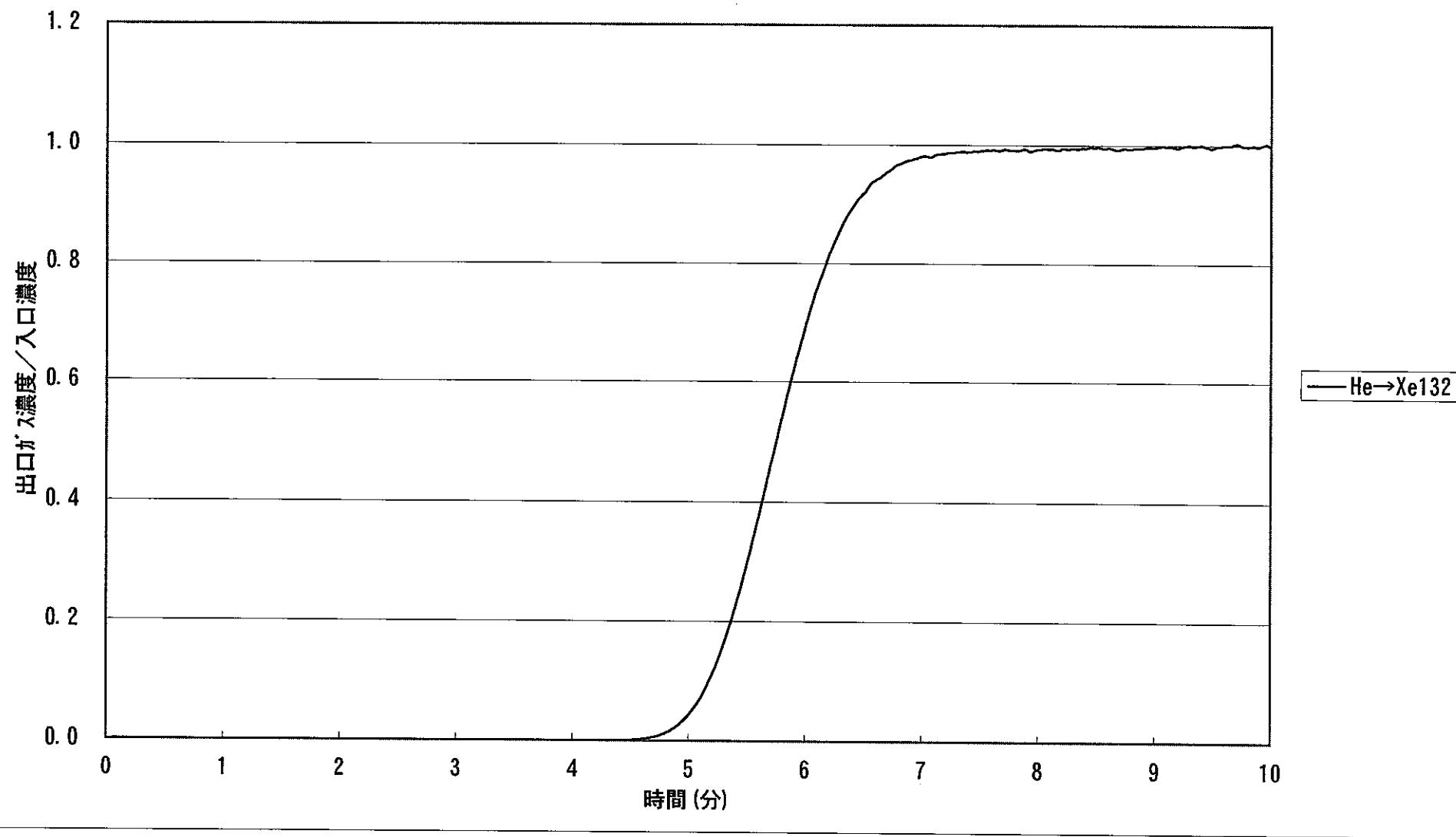


図3.2.5-2 (b) SUS, 20m, 150°C, 98kPa, (テスト21-18)

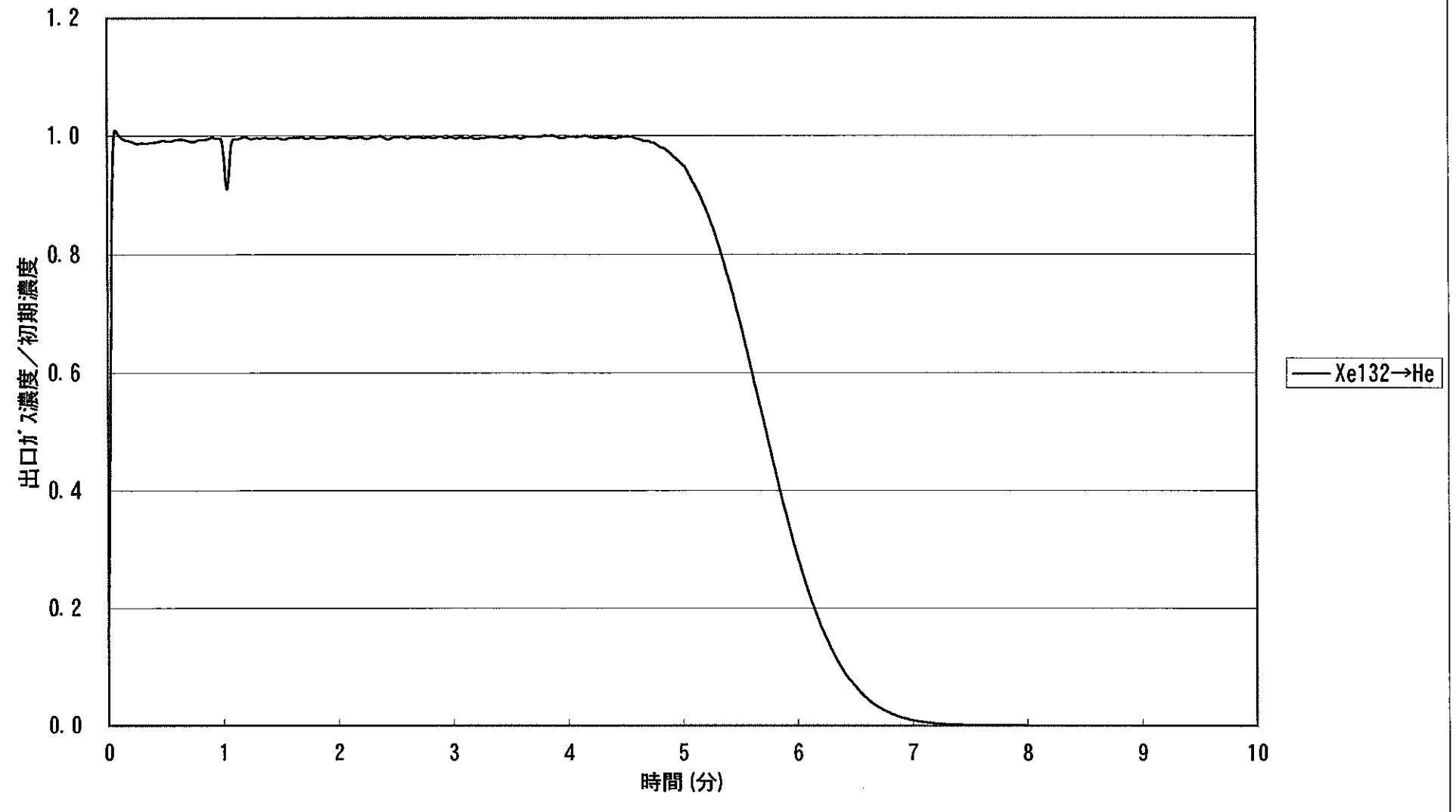


図3.2.5-3 (a) SUS, 20m, 250°C, 99kPa, (テスト22-19)

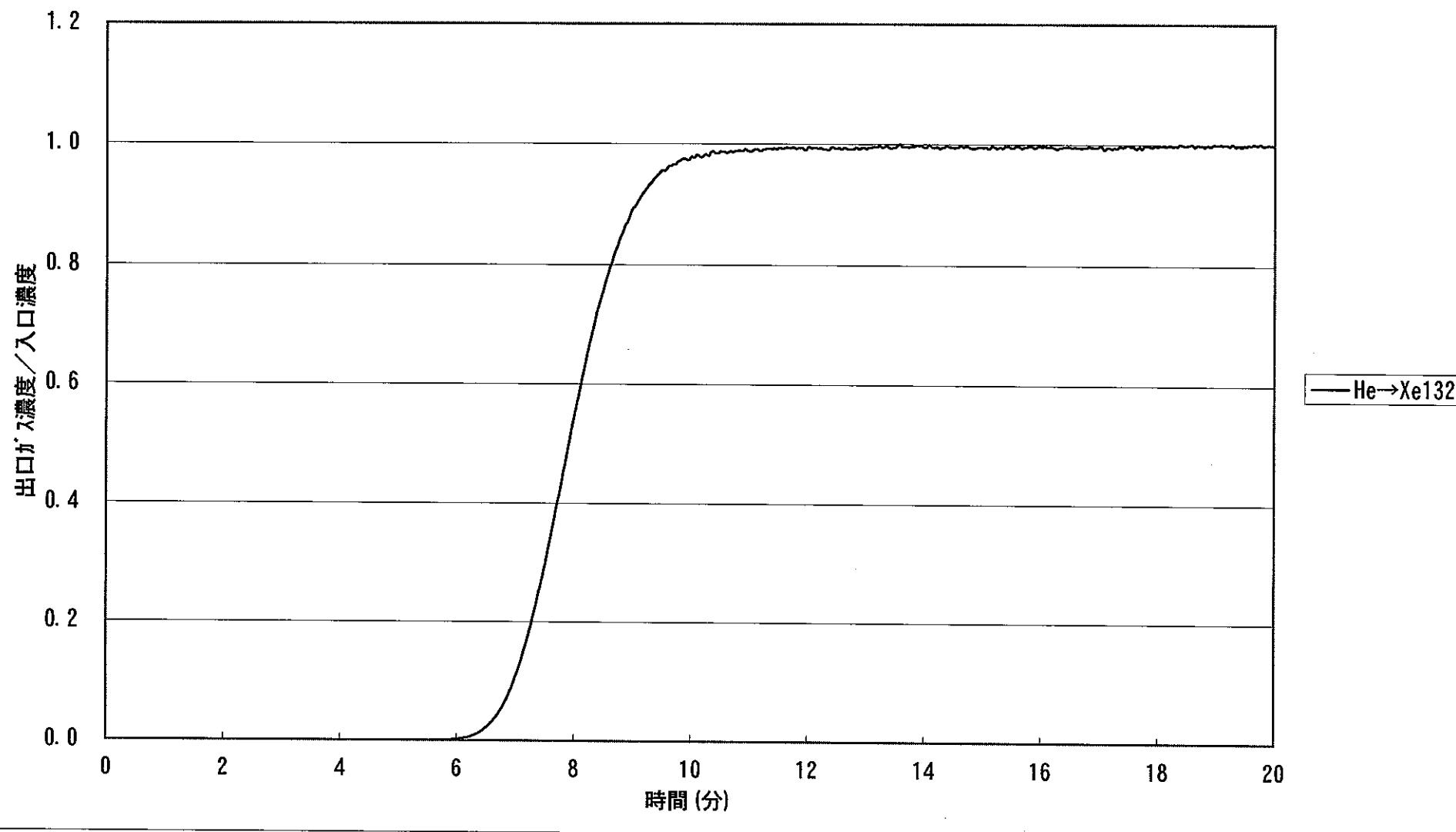


図3.2.5-3 (b) SUS, 20m, 250°C, 98kPa, (テスト22-20)

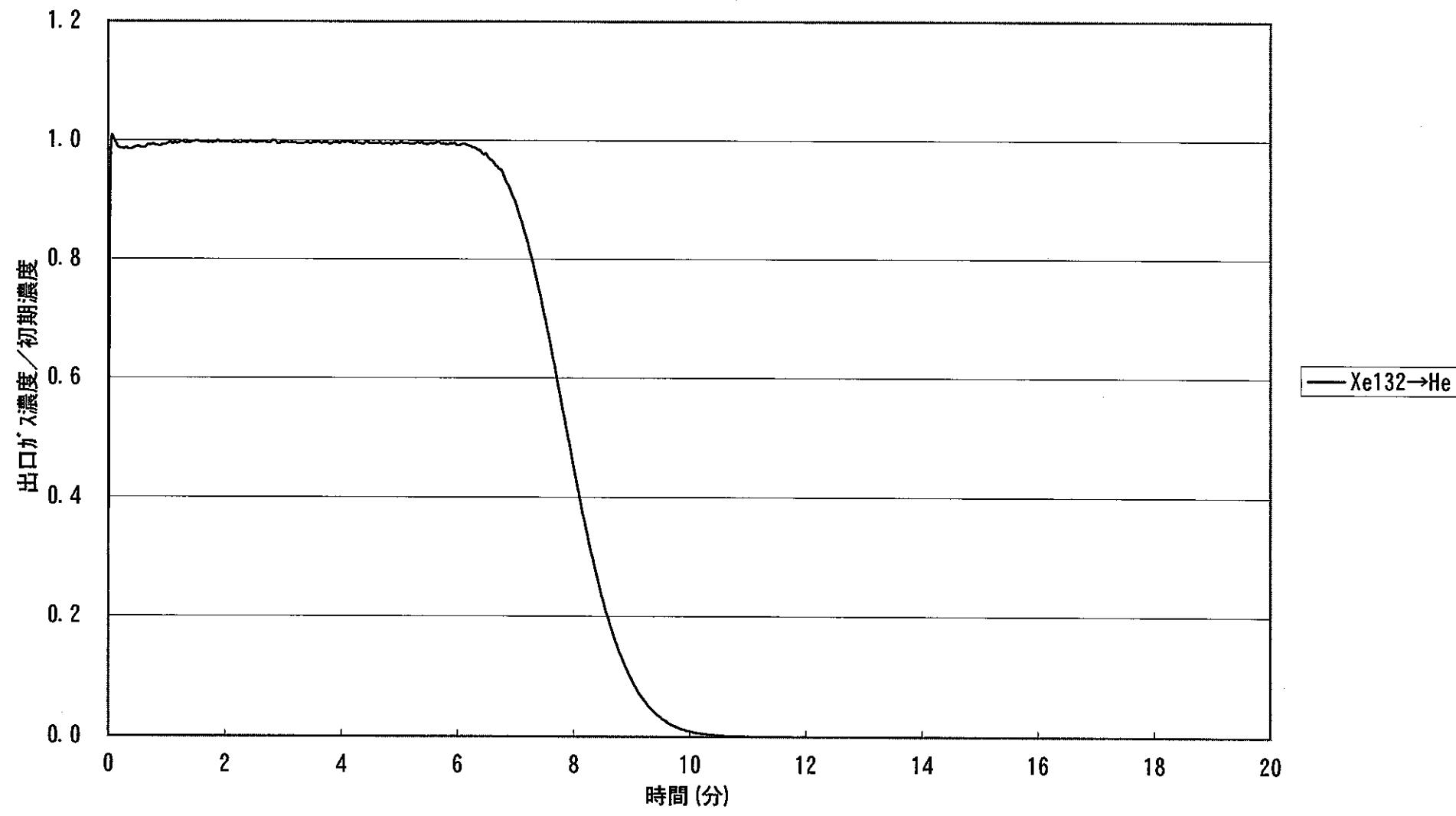


図3.2.5-4(a) SUS, 20m, 30°C, 50kPa, (テスト23-23)

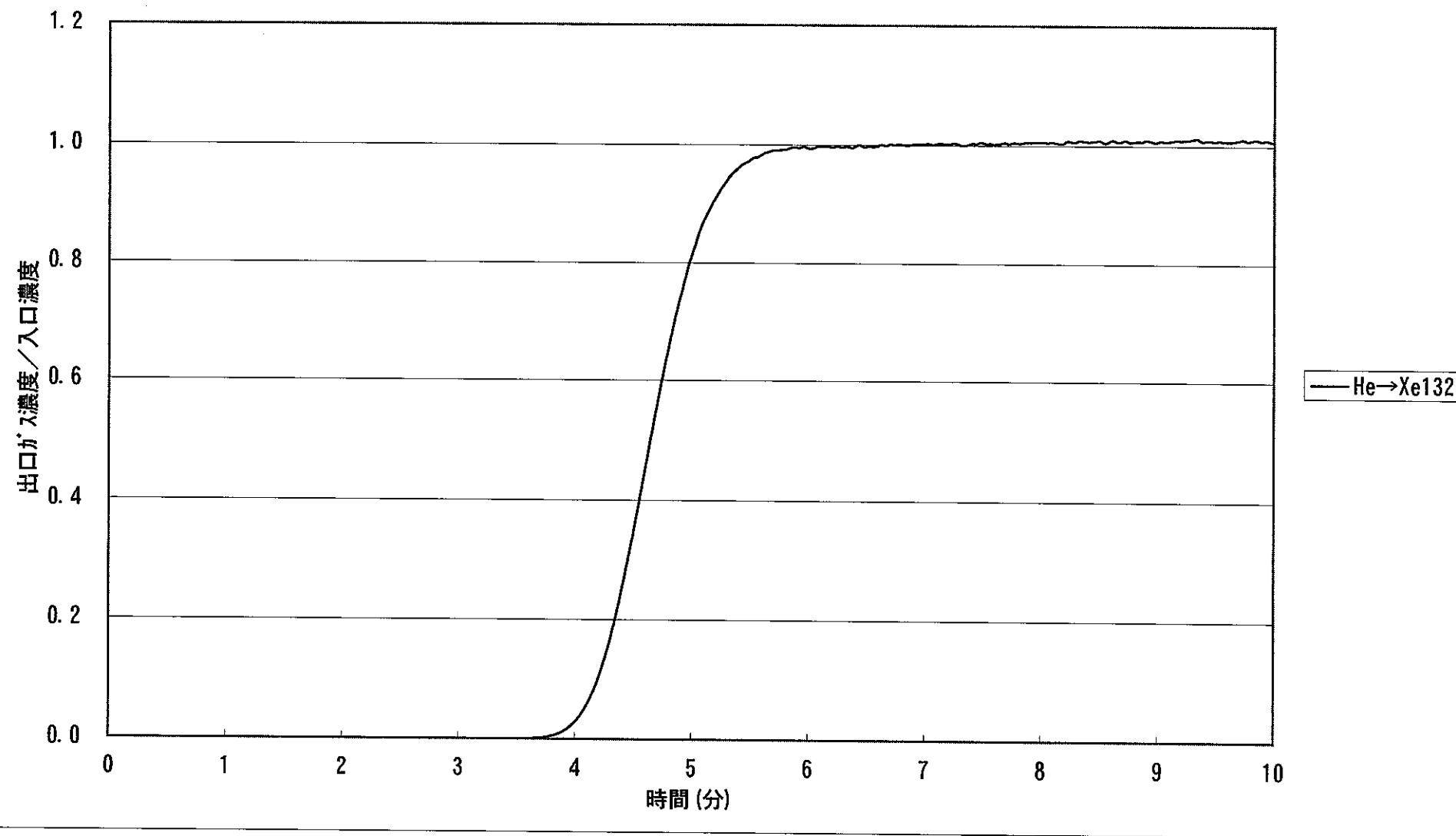


図3.2.5-4 (b) SUS, 20m, 30°C, 50kPa, (テスト23-24)

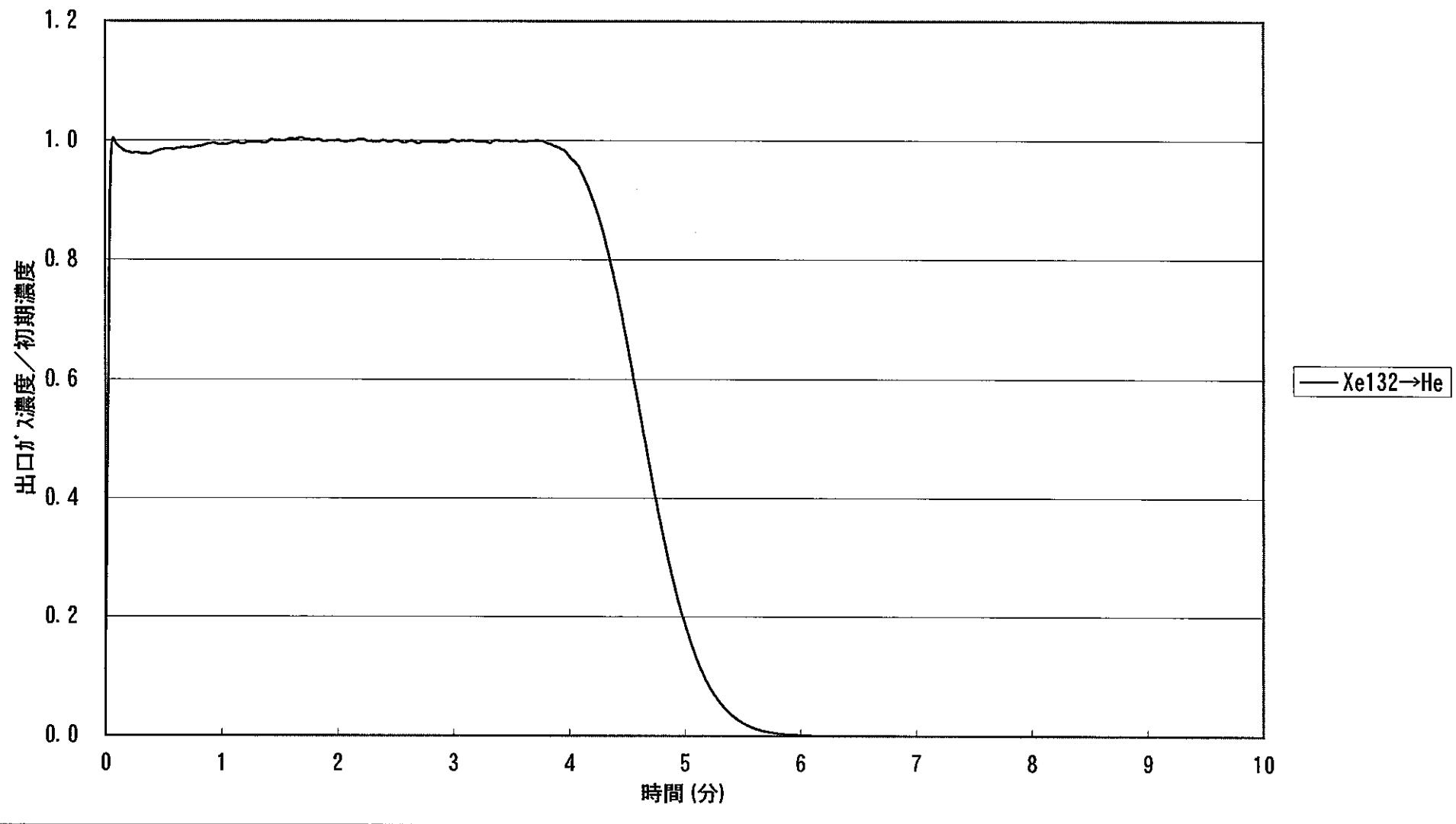


図3.2.5-5(a) SUS, 20m, 250°C, 51kPa, (テスト24-25)

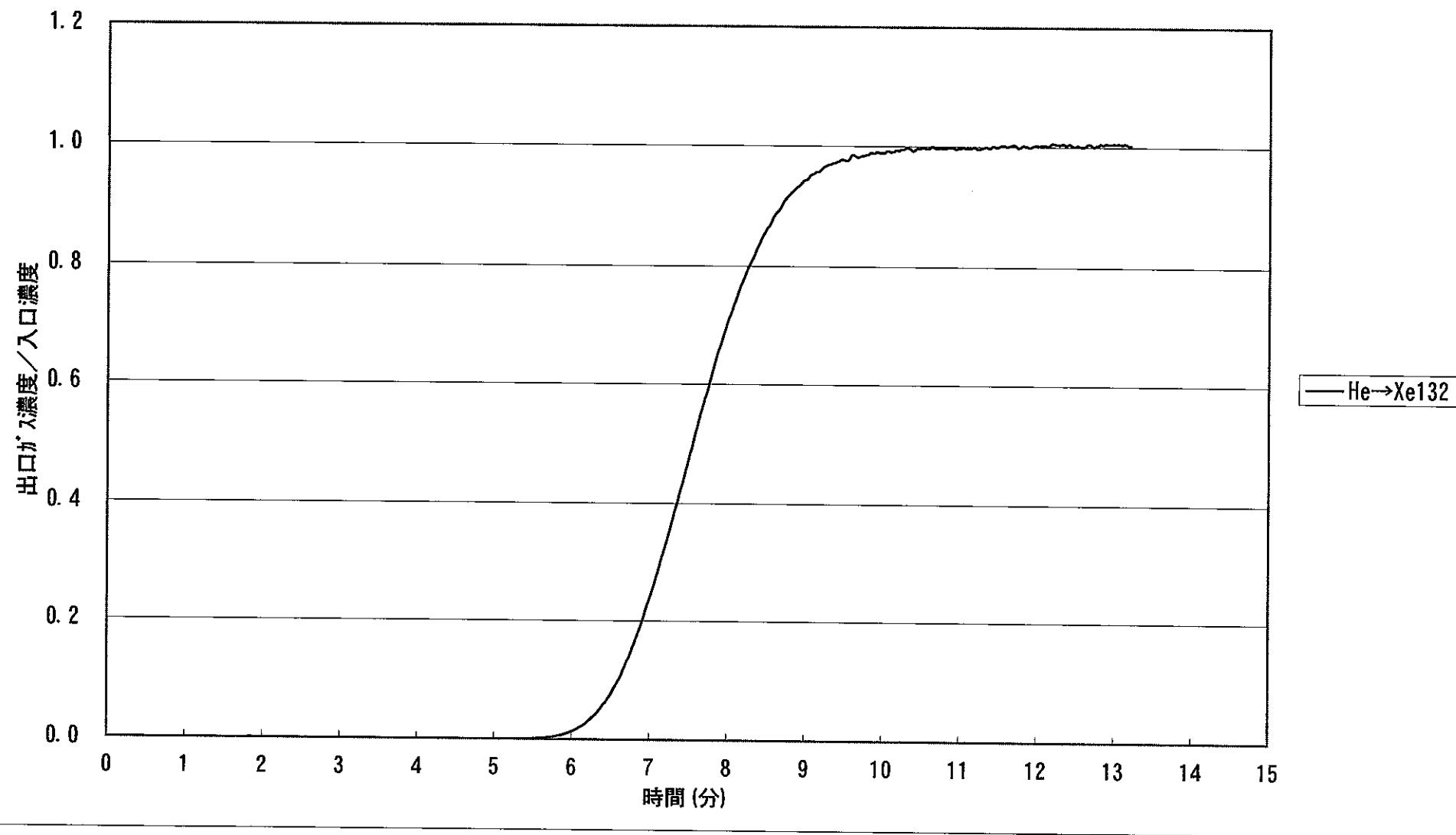


図3.2.5-5 (b) SUS, 20m, 150°C, 50kPa, (テスト24-26)

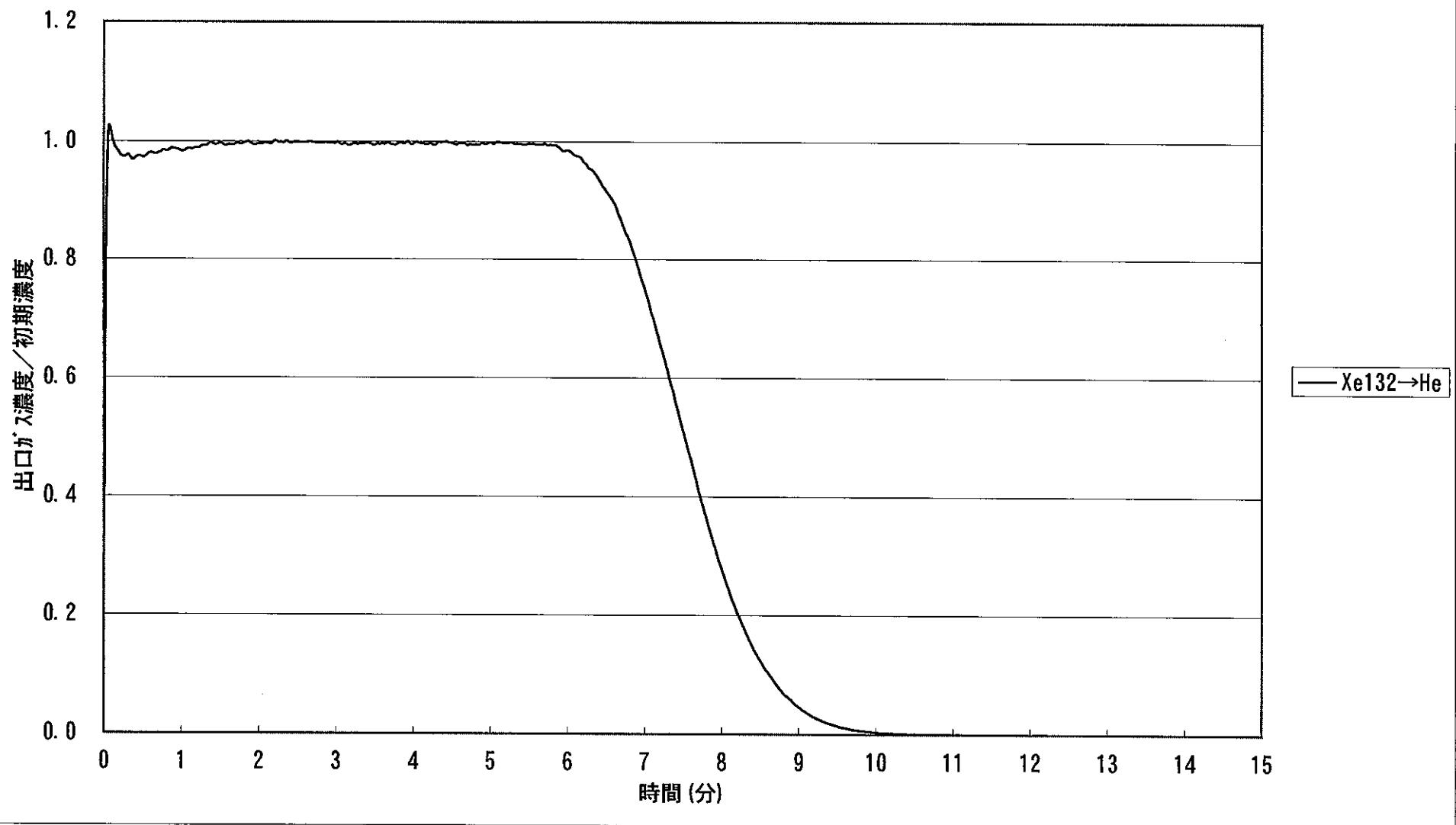


図3. 2. 5-6 (a) SUS, 20m, 250°C, 51kPa, (テスト24-27)

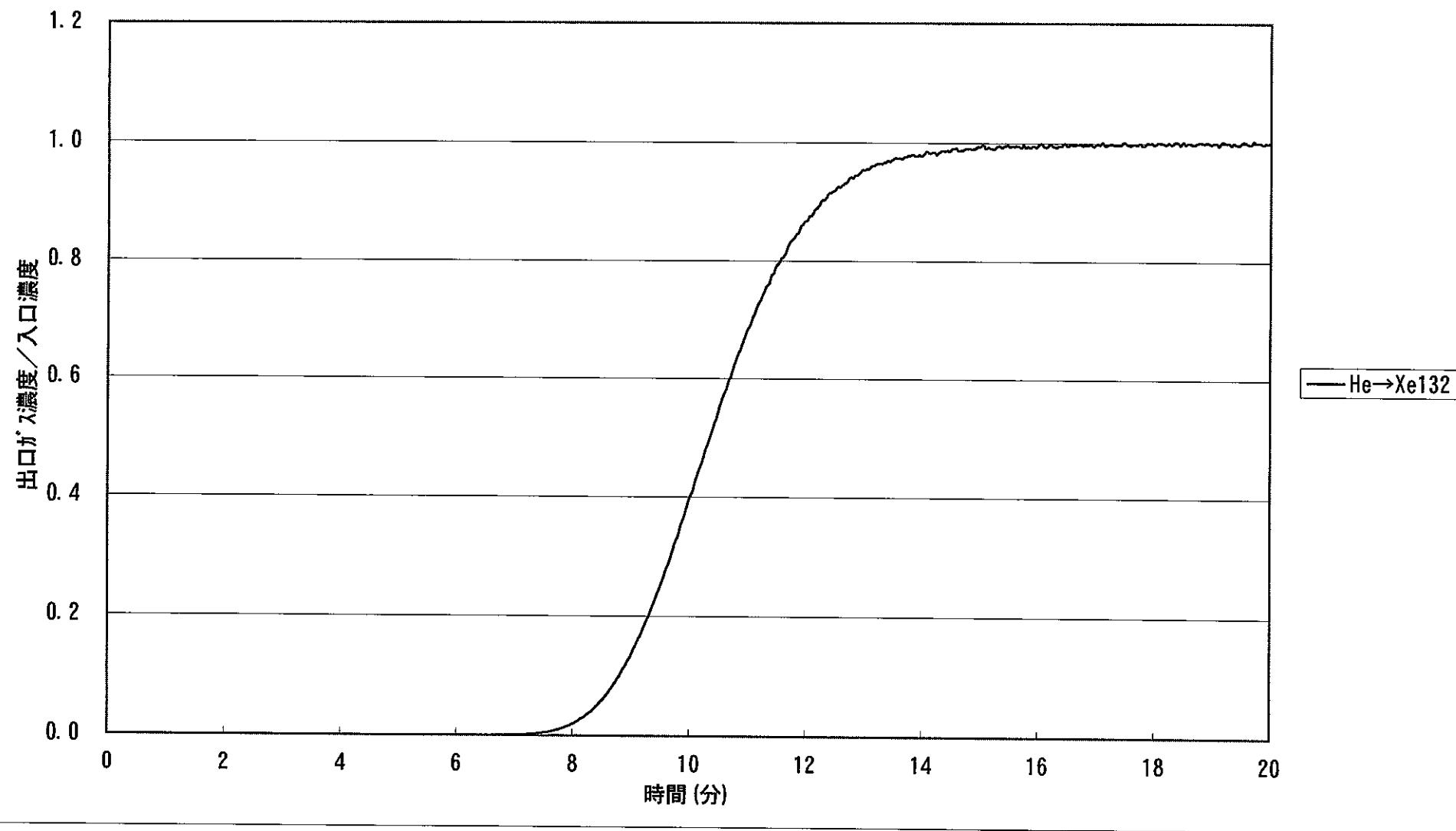


図3.2.5-6 (b) SUS, 20m, 250°C, 50kPa, (テスト24-28)

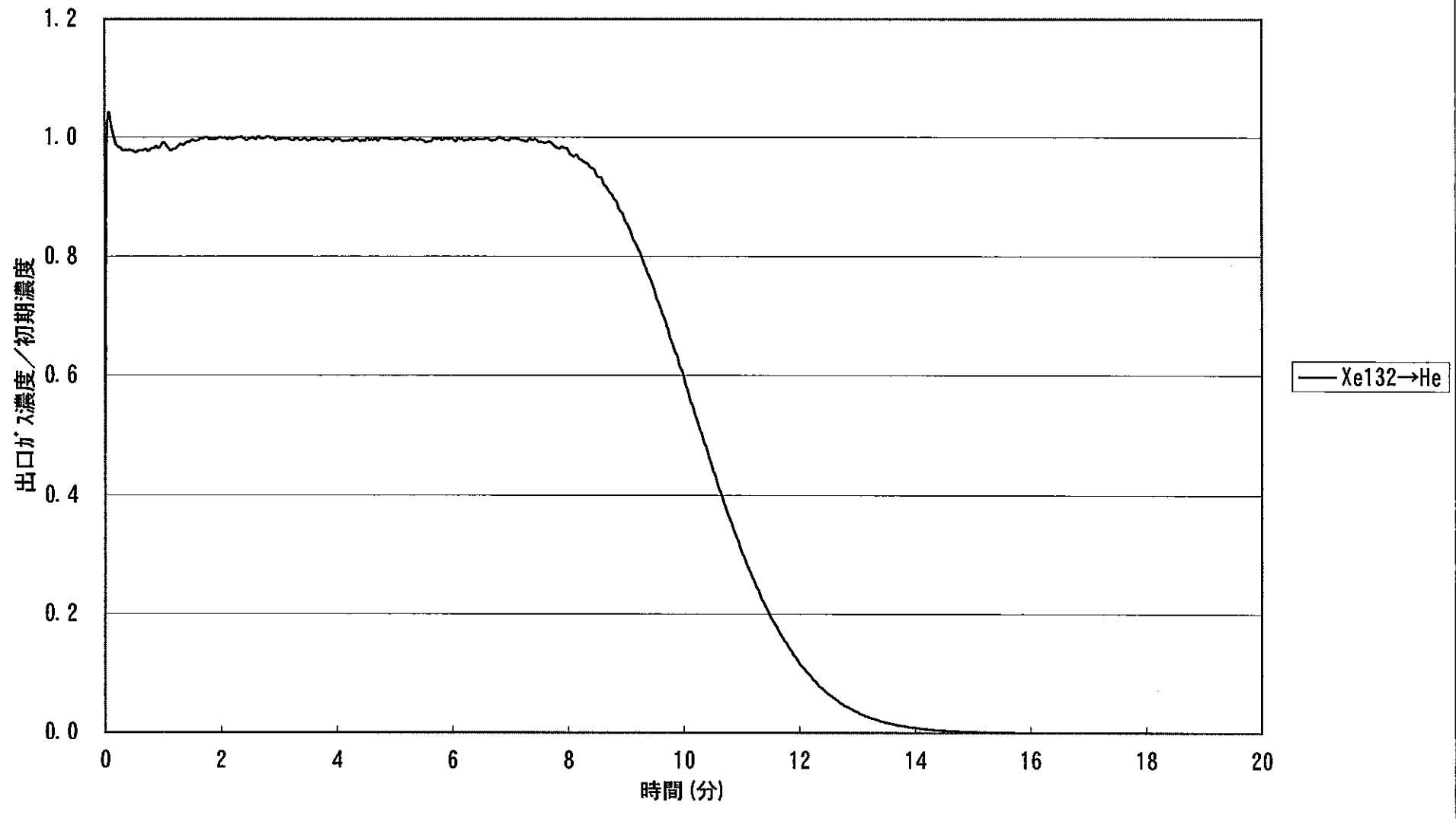


図3. 2. 5-7 (a) SUS, 20m, 30°C, -52kPa, (テスト25-35)

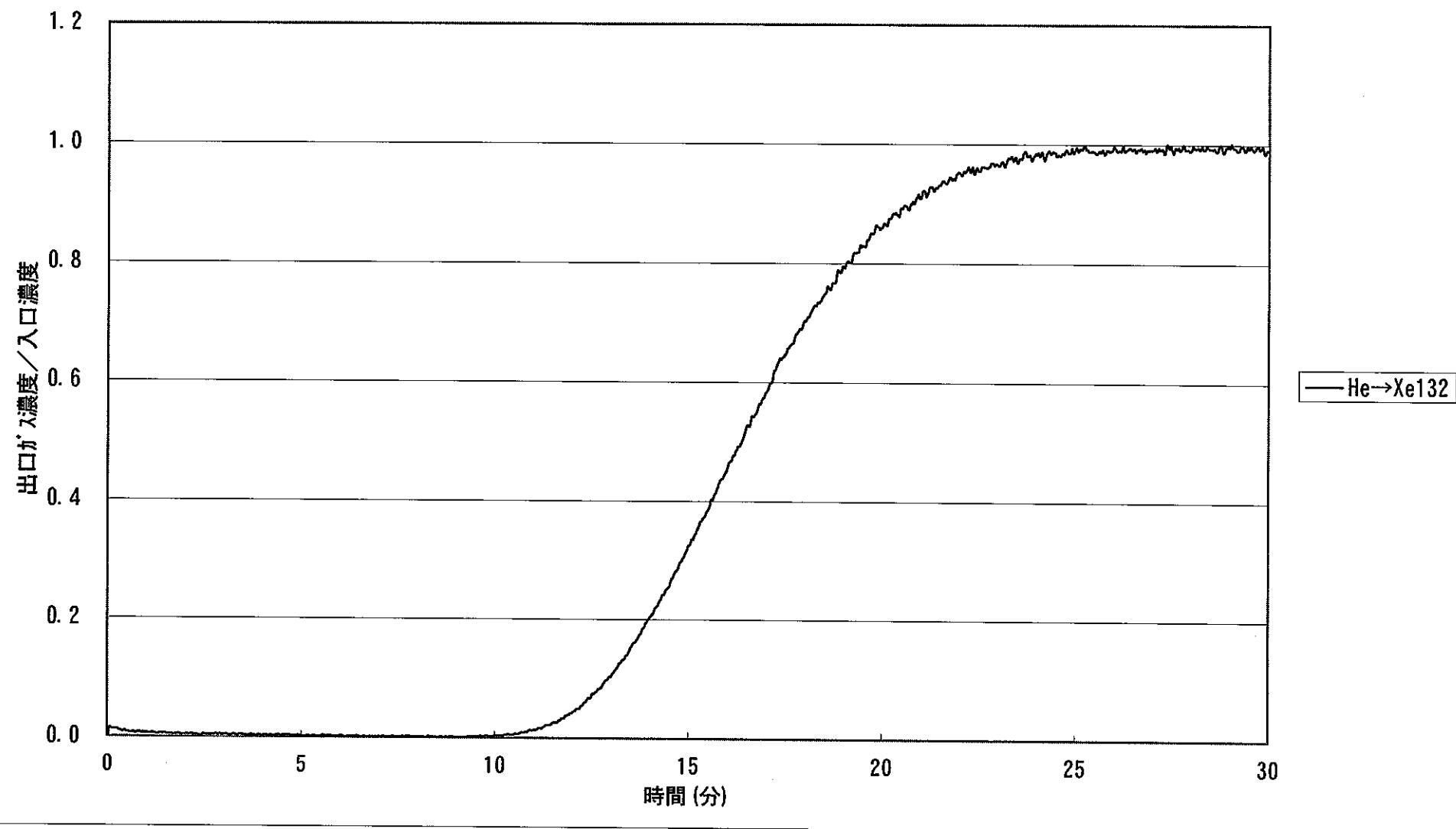


図3.2.5-7 (b) SUS, 20m, 30°C, -52kPa, (テスト25-36)

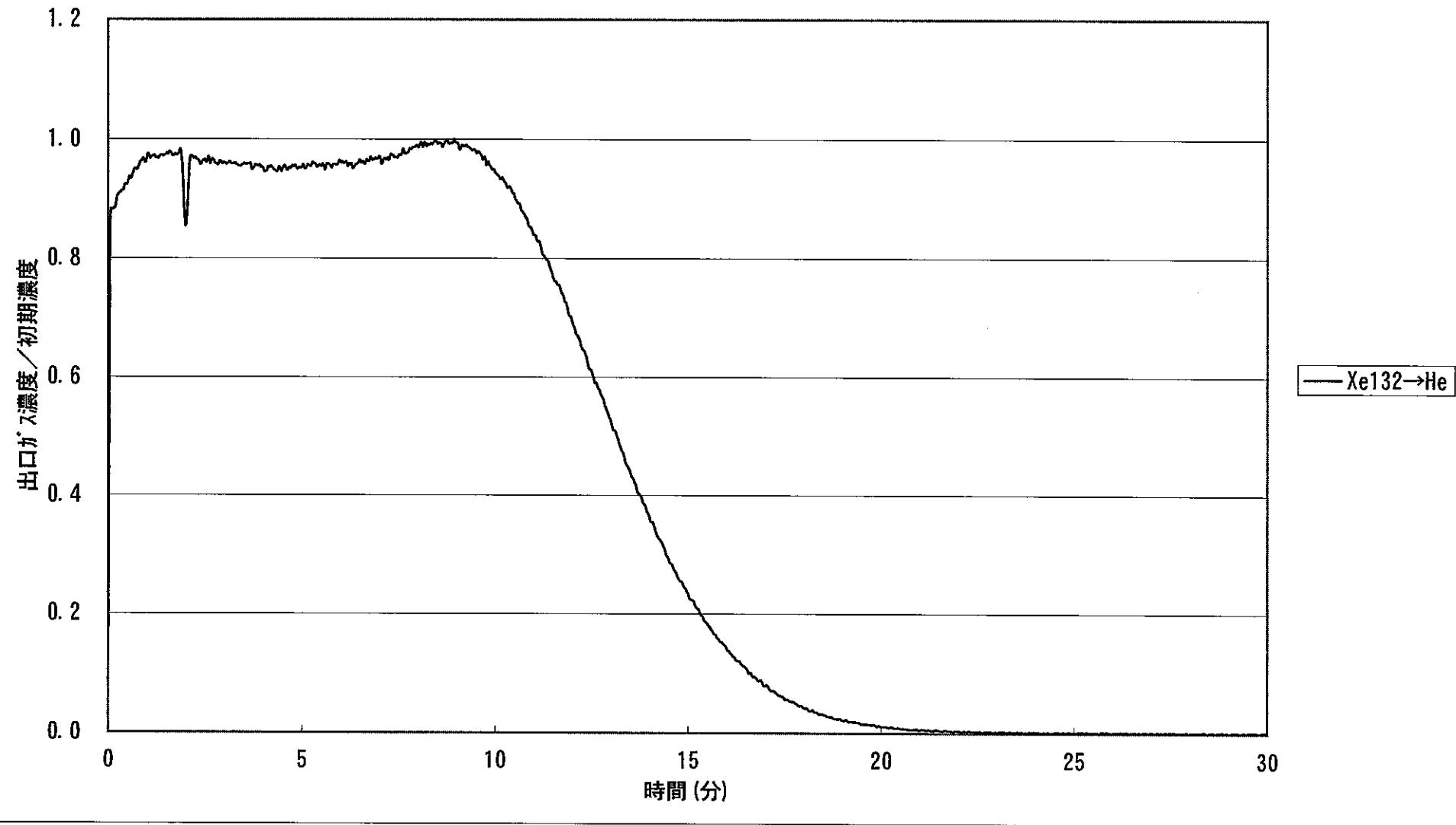


図3.2.5-8 (a) SUS, 20m, 150°C, -52kPa, (テスト26-37)

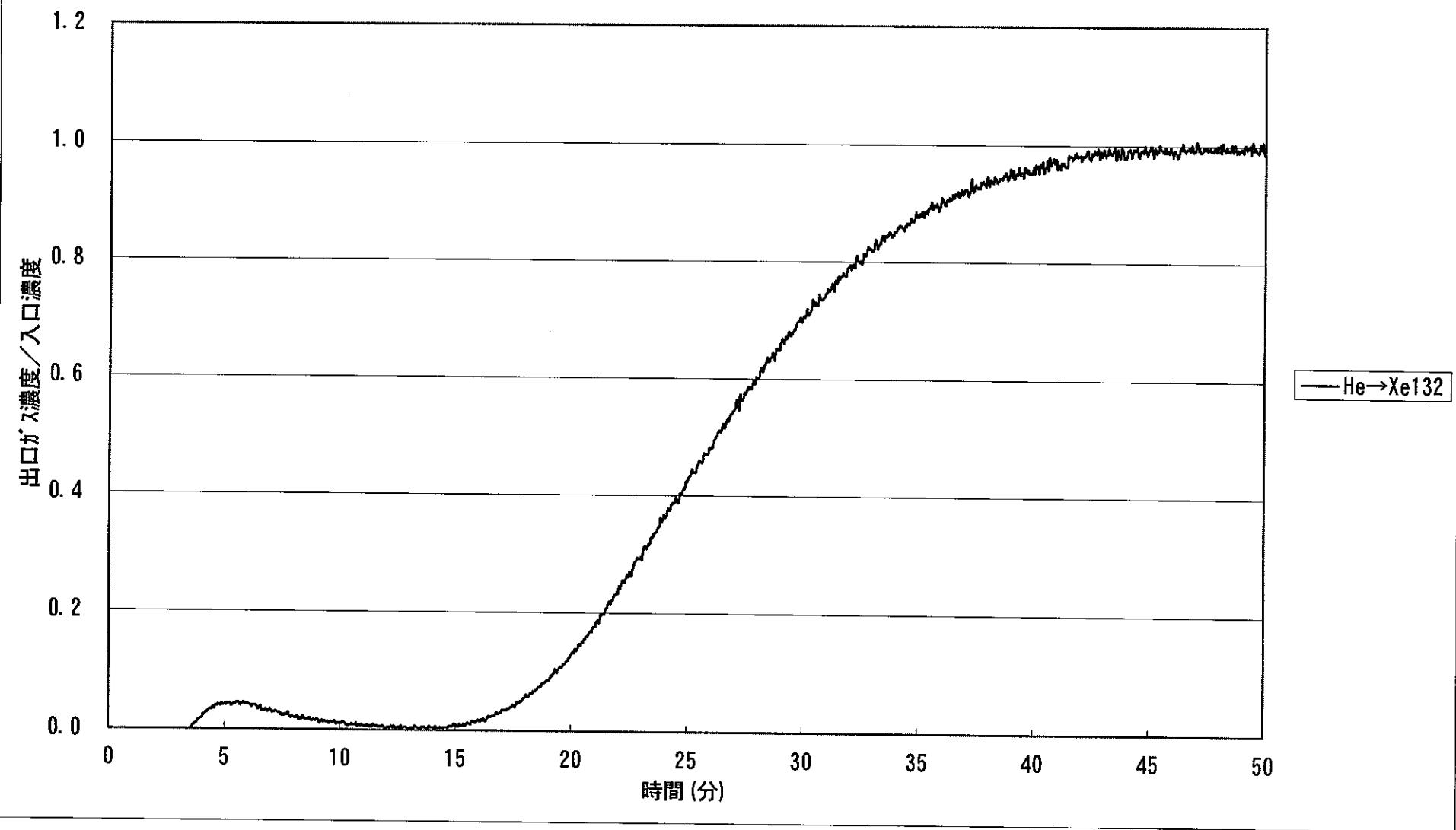


図3.2.5-8 (b) SUS, 20m, 150°C, -48kPa, (テスト26-38)

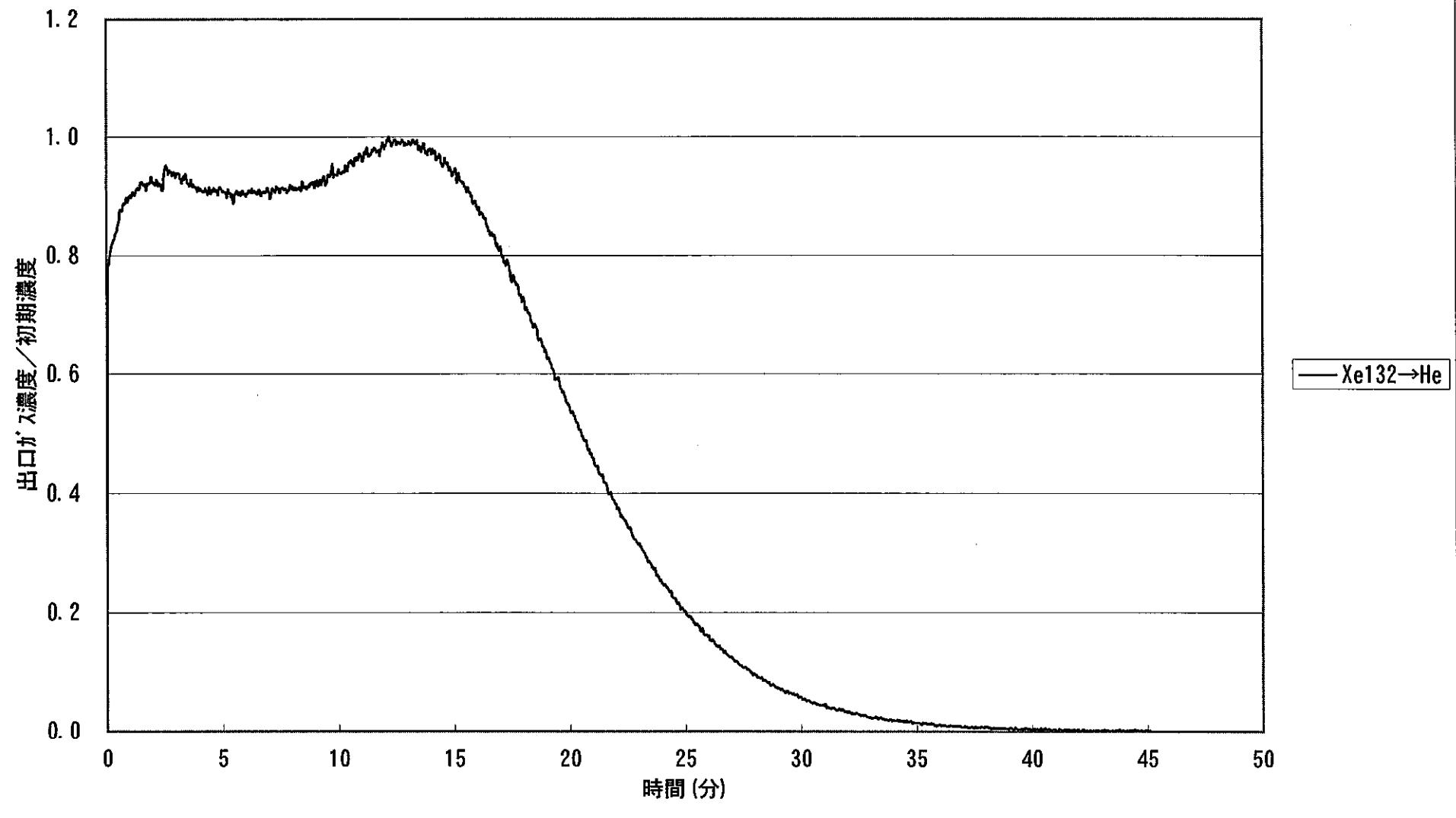


図3.2.5-9 (a) SUS, 20m, 250°C, -52kPa, (テスト27-39)

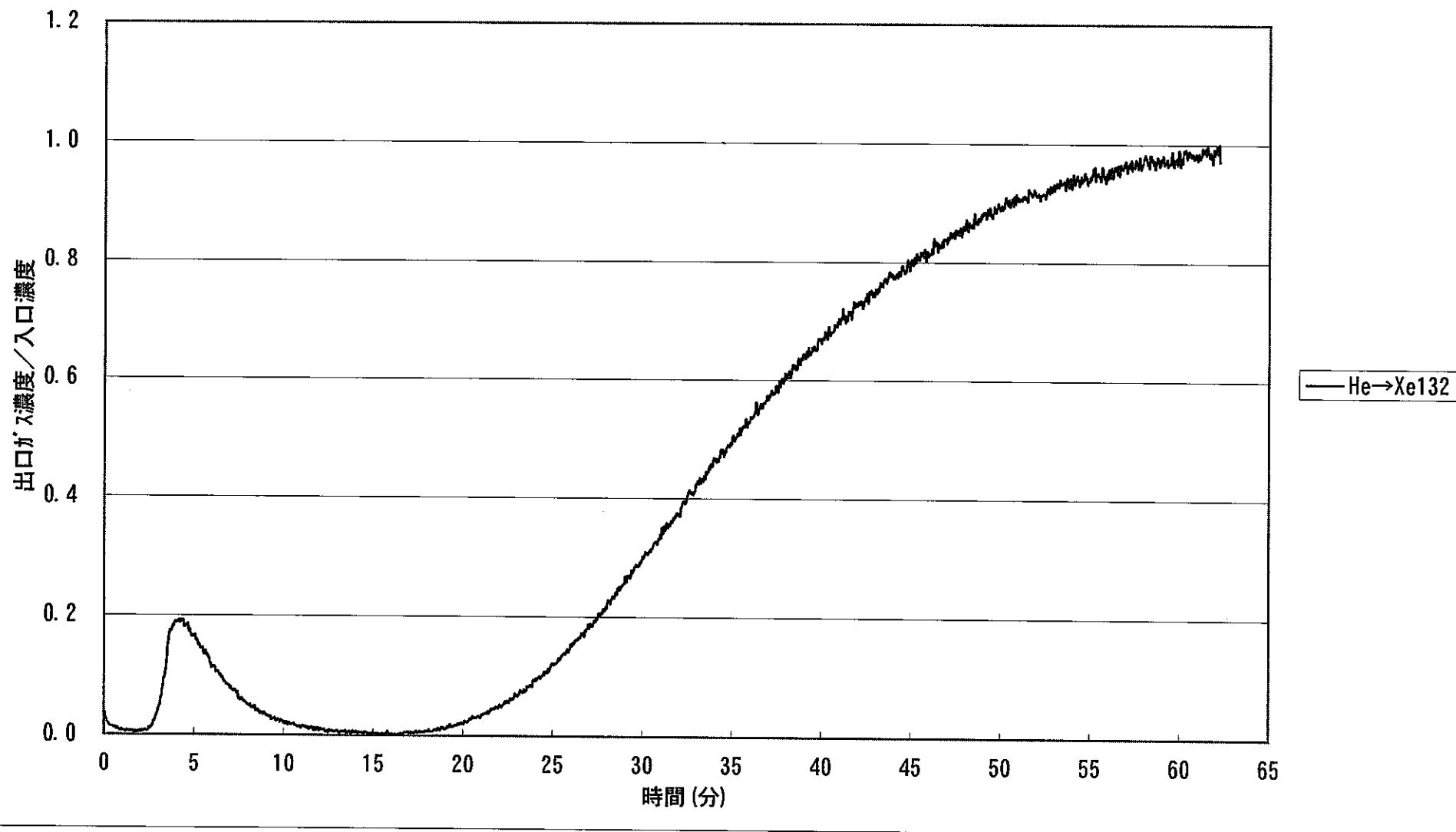


図3.2.5-9 (b) SUS, 20m, 250°C, -48kPa, (テスト27-40)

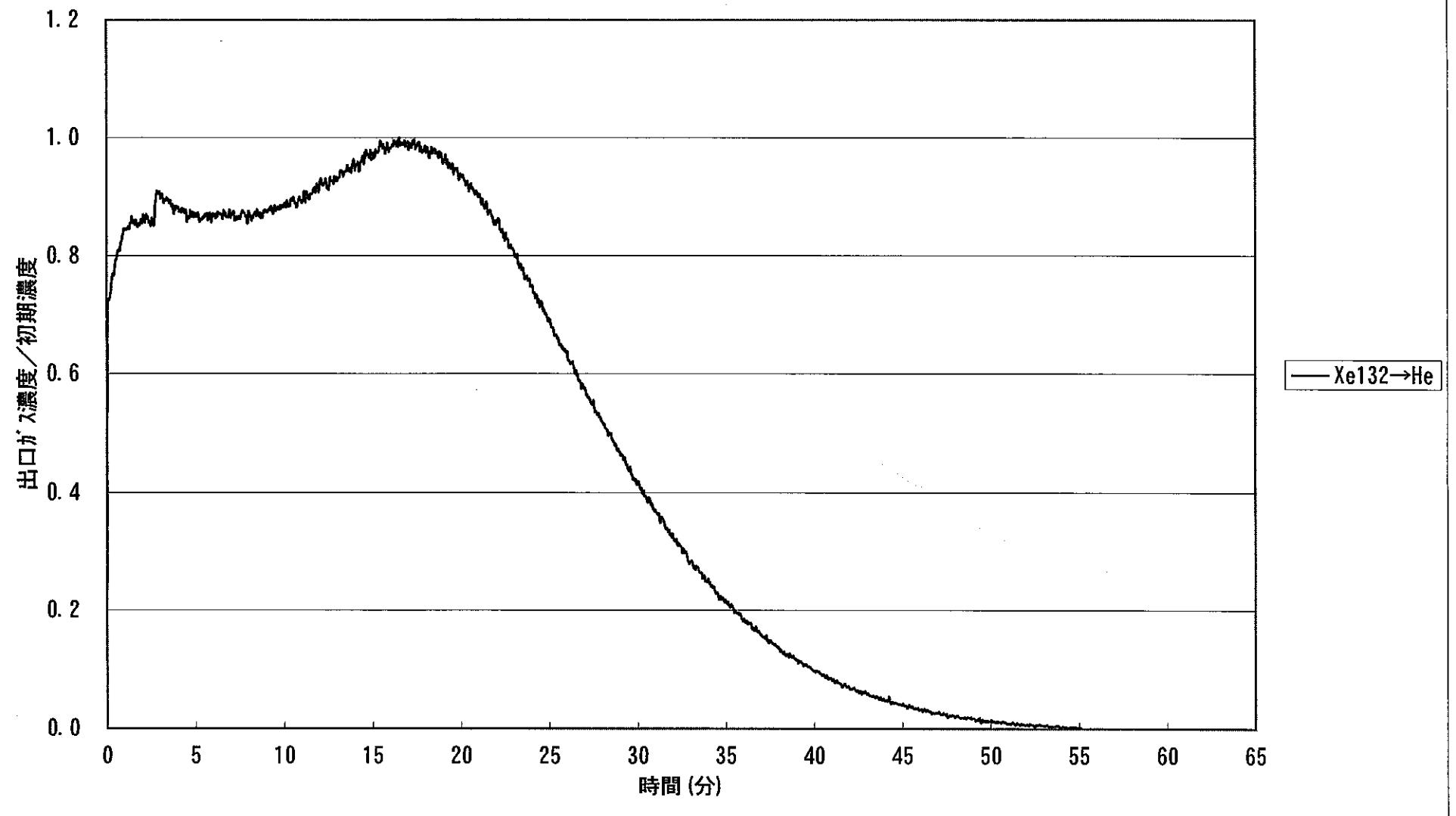


図3.2.5-10 (a) SUS, 20m, 30°C, -76kPa, (テスト27-43)

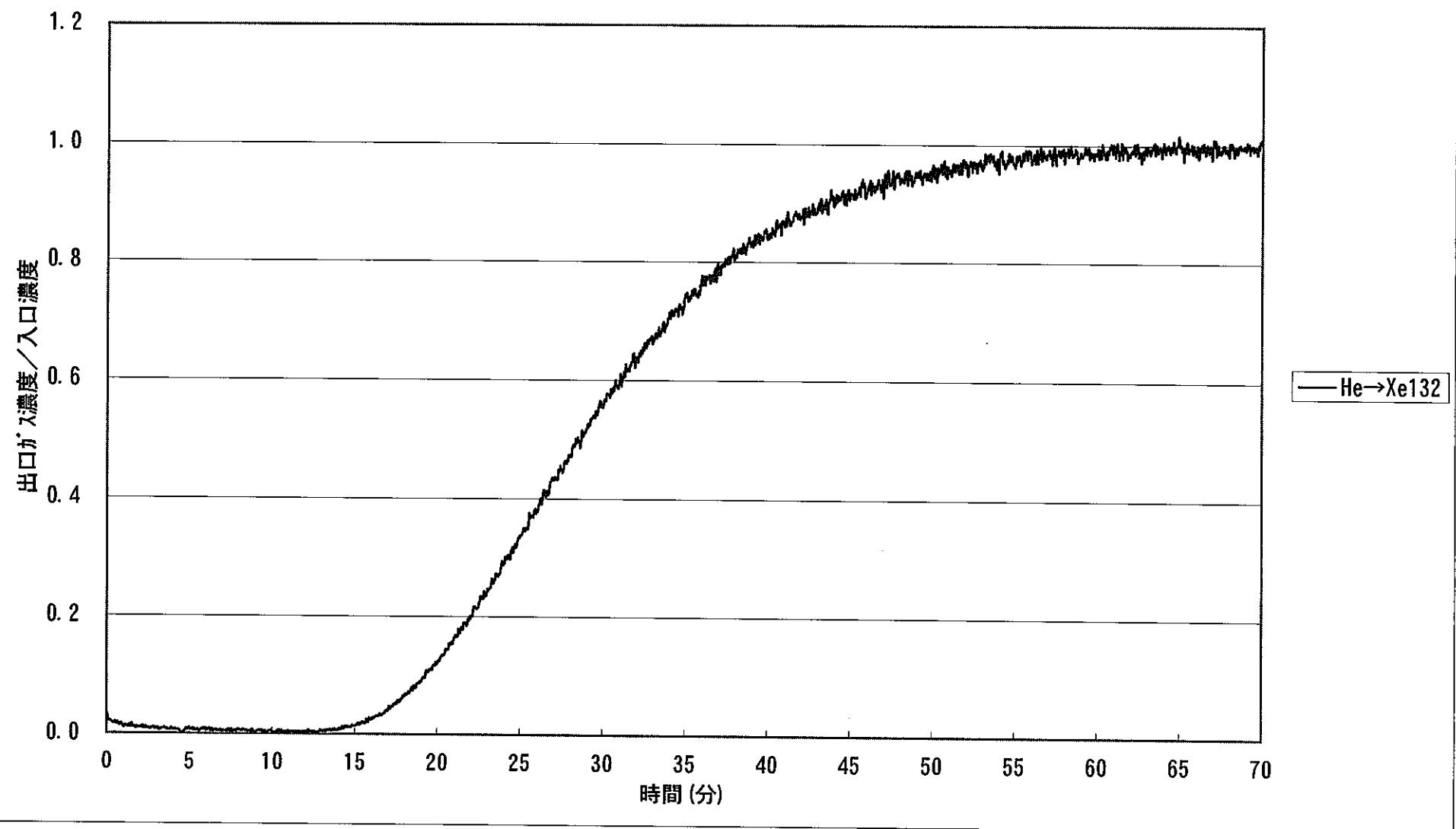


図3.2.5-10 (b) SUS, 20m, 30°C, -75kPa, (テスト27-44)

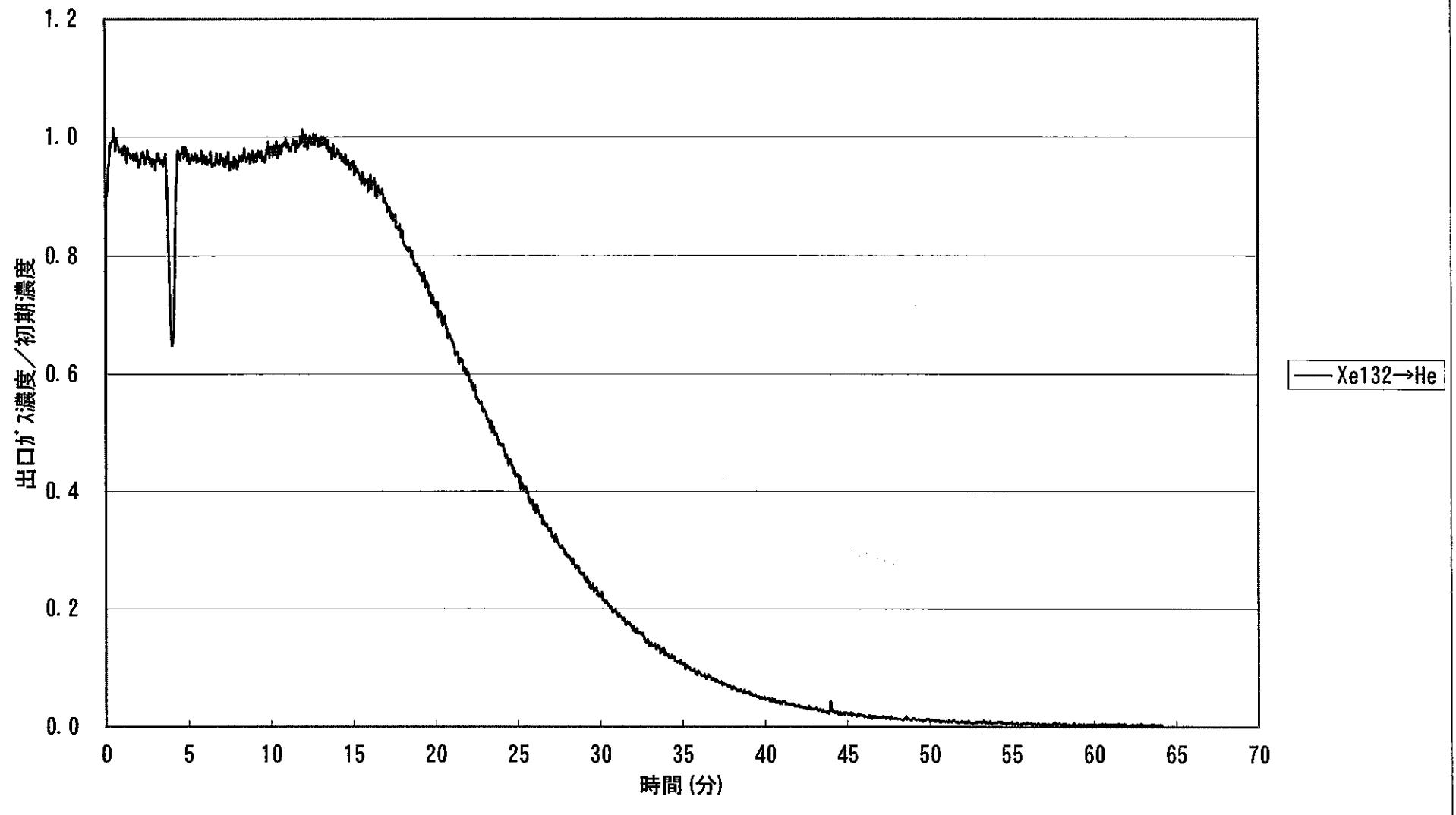


図3.2.5-11 (a) SUS, 20m, 150°C, -76kPa, (テスト27-45)

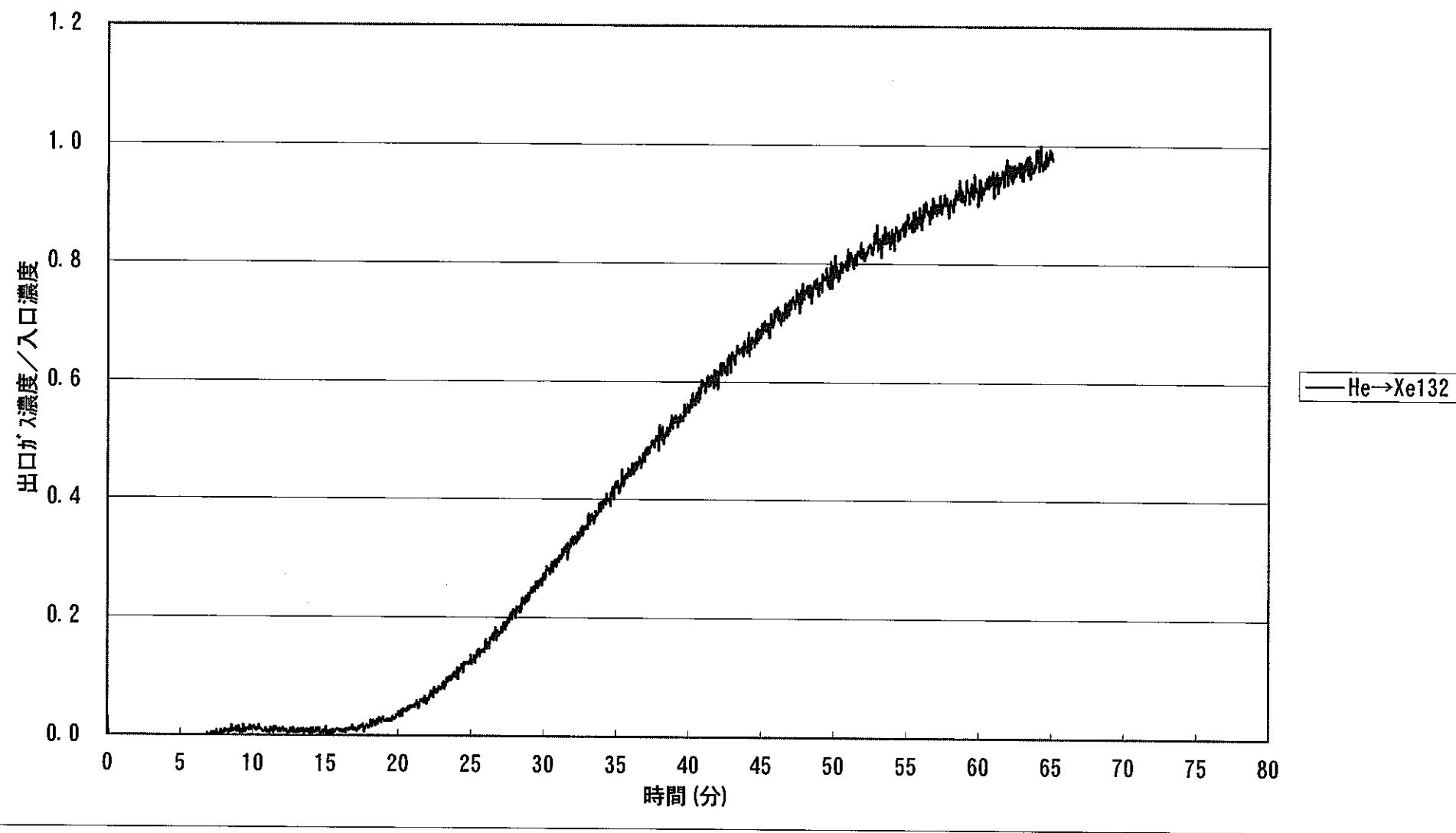


図3.2.5-11 (b) SUS, 20m, 150°C, -75kPa, (テスト27-46)

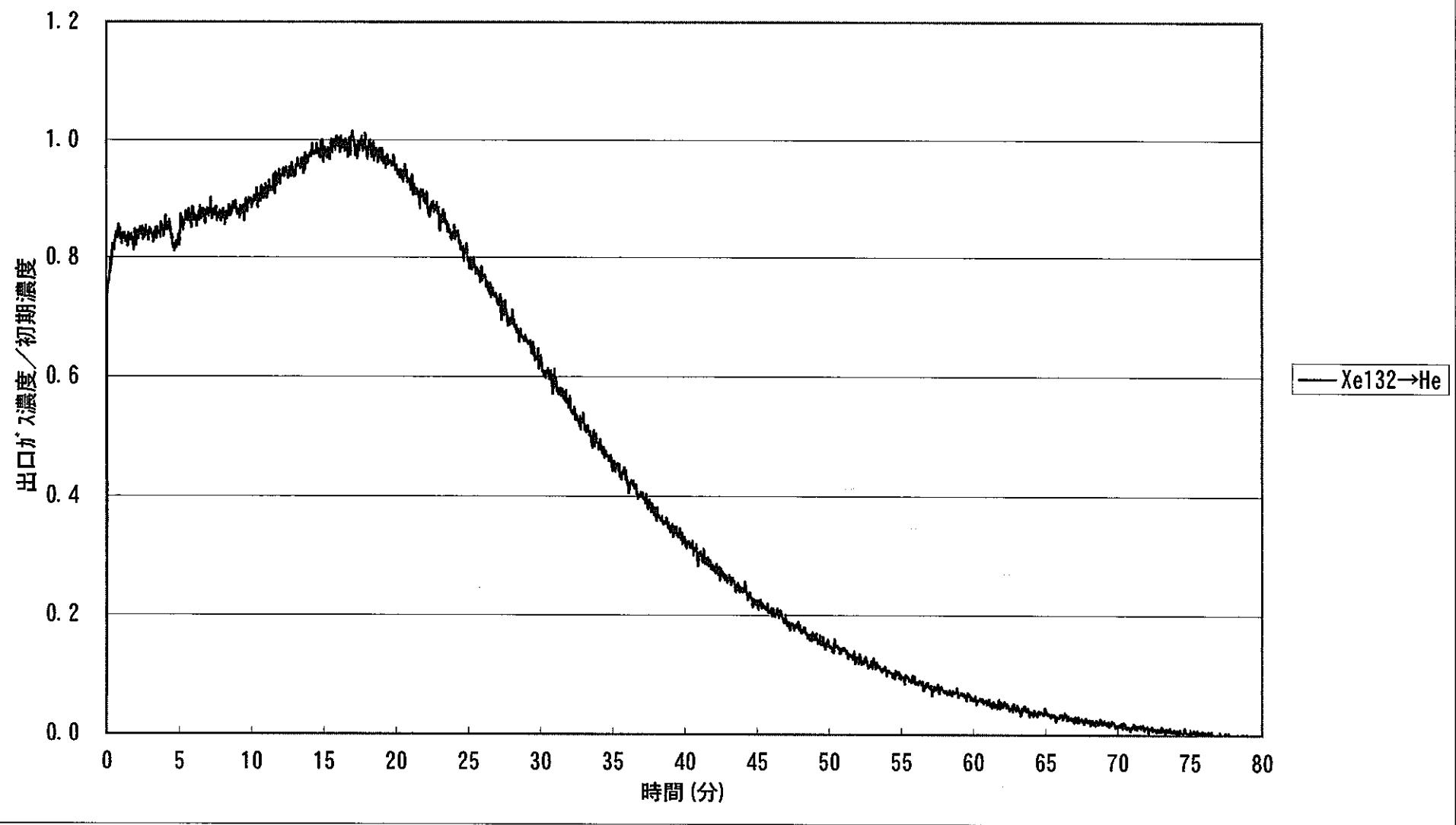


図3.2.5-12 (a) SUS, 20m, 250°C, -76kPa, (テスト28-47)

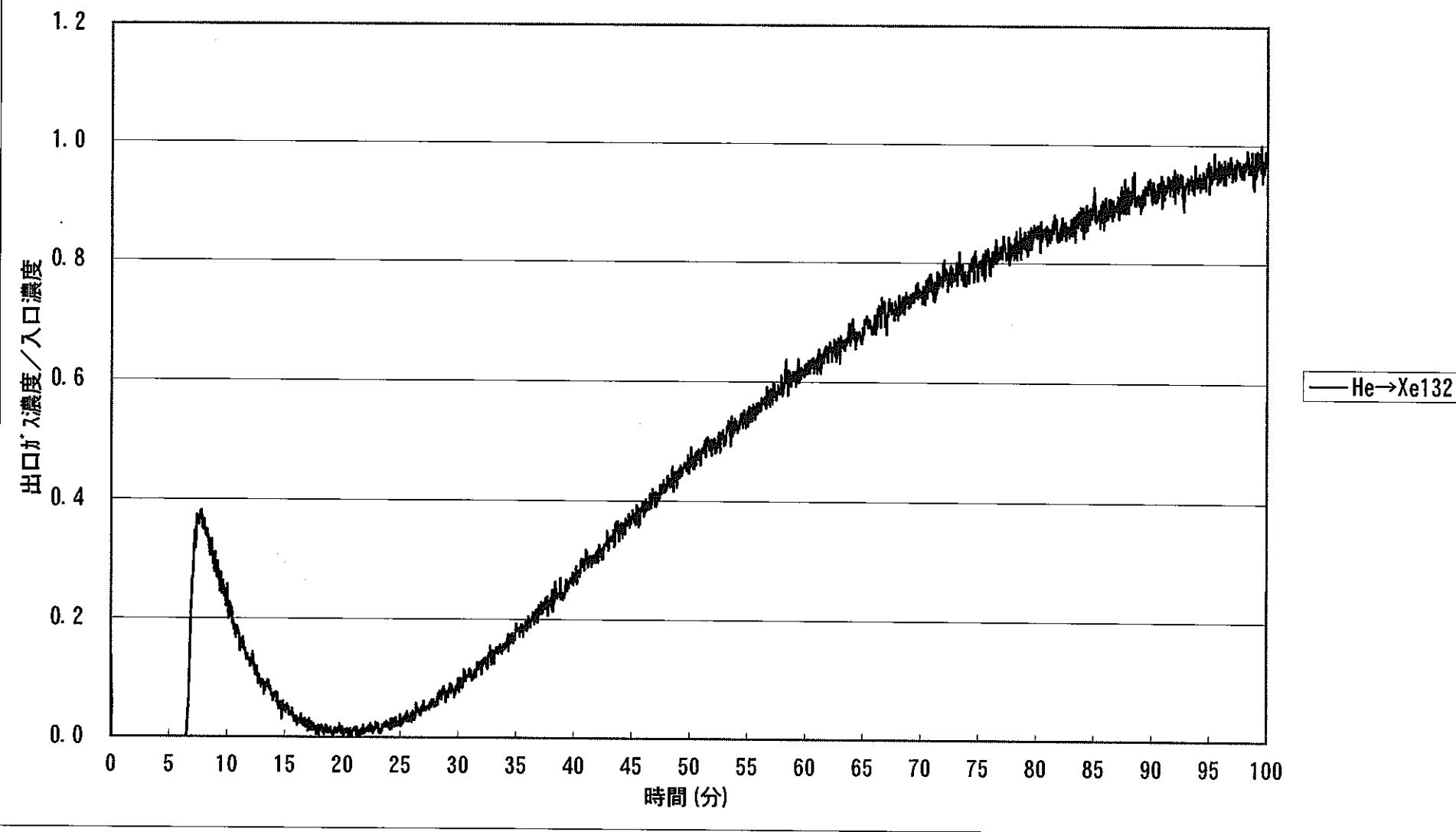
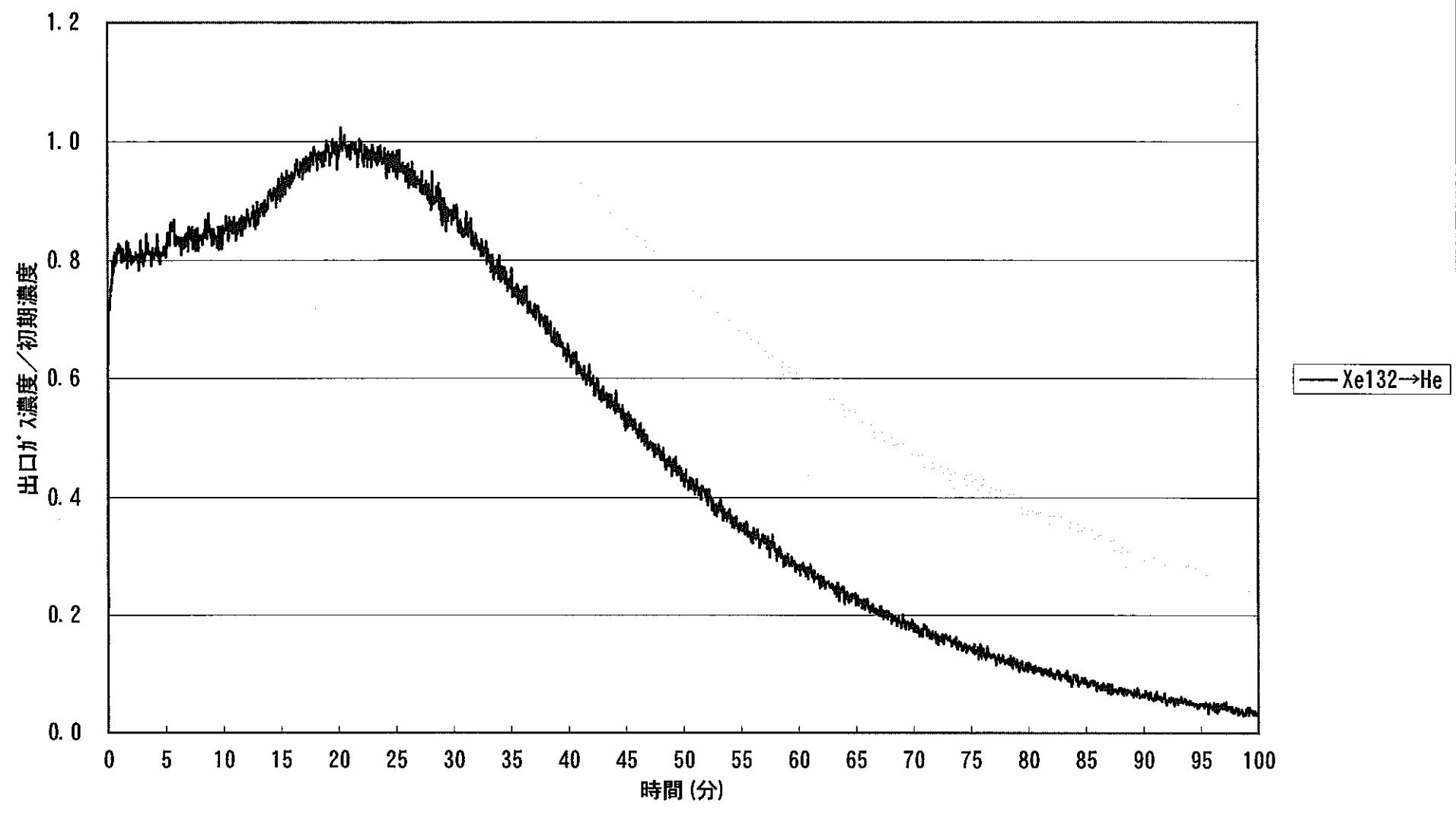


図3.2.5-12 (b) SUS, 20m, 250°C, -75kPa, (テスト28-48)



付録3. 測定条件の表

希ガス吸着実験結果

Run-No.	ファイル名	吸着テスト結果										脱着テスト結果										Kr 48											
		活性炭	充填量	室温	Kr濃度	Xe濃度	ベース	ガス流量	P1	P2	Pi	温度	ガス	温度	ガス流量	イオン源真空度	分析部真空度	スリット幅	レンズ値	SEM電圧	吸着スタート	吸着中間	吸着エンド	脱着スタート	脱着中間	脱着エンド	脱着スタート	脱着中間	脱着エンド				
(g)	(°C)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(NL/min)	(kPa)	(kPa)	(Mpa)	(°C)	(°C)	(NL/min)	(Pa)	(Pa)	(μm)	(Pa)	(Pa)	(μm)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)	(min)				
Run-02	Sim:Kr-Xe_test002	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			6.0	7.1	9.0	44	60	75	6.0	7.2	9	48	62	87	
Run-03	Sim:Kr-Xe_test003	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		5.9	7.0	8.3	42	62.5	82	6.1	7.5	11	55	68	87	
Run-03A	Sim:Kr-Xe_test062	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	5.9	7.2	10.1	38	60	95	6.0	7.4	53	40	65	120	
Run-04	Sim:Kr-Xe_test004	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	7.2	8.6	43	61	76	4.8	6.0	9	47	64	86
Run-05	Sim:Kr-Xe_test005	DIA-003	7.72	26.1	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	6.8	7.9	9.8	36	46	57	6.0	7.1	9	30	46	85	
Run-06	Sim:Kr-Xe_test006	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													
Run-07	Sim:Kr-Xe_test008	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	6.5	7.7	9.5	26	40	53	6.9	7.8	11	29	43	59	
Run-07A	Sim:Kr-Xe_test063	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	6.5	7.6	11.0	26	36	53	7.0	8.0	11.2	29	43	57	
Run-08	Sim:Kr-Xe_test009	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	6.5	7.8	9.3	26	40	55	6.8	7.9	11.4	32	45	59	
Run-09	Sim:Kr-Xe_test010	DIA-007	7.72	26.5	1,014.00	#####	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	7.5	9.0	25	37	47	6.6	8.0	10.7	25	39	57	
Run-10	Sim:Kr-Xe_test011	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	6.5	7.5	8.0	26	39.5	57	7.4	8.5	12	50	68	102	
Run-10A	Sim:Kr-Xe_test039	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	5.7	2.8	6.2	7.2	9.5	29	38.5	60	7.0	8.0	55	44	65	113	
Run-11	Sim:Kr-Xe_test015	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	4.8	5.4	5.8	21	33	45.5	4.9	6.0	9.5	25	36.5	58	
Run-11A	Sim:Kr-Xe_test042	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	7.1	24	45	5.0	6.0	11	18.5	35	60		
Run-12	Sim:Kr-Xe_test016	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	6.8	7.9	9.5	10	13.2	17.6	6.9	8.0	13.2	10.2	13.5	21.5	
Run-13	Sim:Kr-Xe_test017	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	6.4	7.4	8.7	7.6	9.2	13.2	6.6	7.3	14	7.5	9.4	15	
Run-14	Sim:Kr-Xe_test019	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	7.7	15	23.6	38	5.9	6.5	8.8	16.5	24.5	34	
Run-15	Sim:Kr-Xe_test020	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	8.3	9.5	11.9	14	23.5	38	8.4	9.5	14	15.5	25	40	
Run-16	Sim:Kr-Xe_test021	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	7.7	8.5	10.6	10	13	24	7.6	8.6	11	8.4	12	26	
Run-16A	Sim:Kr-Xe_test040	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	8.6	11.1	10.2	12.1	23.7	7.1	8.5	14	9	11.5	23	
Run-17	Sim:Kr-Xe_test037	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	5.2	6.3	8.0	11	23	36	6.1	7.0	16	24	35	53	
Run-18	Sim:Kr-Xe_test038	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	10.9	13.5	16.8	24	8.8	11.0	32	12.1	18	27	
Run-19	Sim:Kr-Xe_test038	DIA-017	7.72	26.3	1.01	1.01	Ar	0.08	1	1	0.04	150	He	150																			

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-02

吸着ガス	Kr-Xe/He Kr:10ppm Xe:10ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.37NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	DIA ダイアソーブ ZH28-48 7.21g(2回目)
室温	23.6°C
イオン源真空度	3.0e-04Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.9e-05Pa
SEM電圧	

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-3

吸着ガス	Kr-Xe/He	Kr:1.04ppm Xe:1.010ppm
吸着温度	0°C	
吸着ガス流量	0.37NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	DIA ダイアソーブ ZH28-48	7.72g(1回目)
室温	25.2	°C
イオン源真空度	3.1e-04Pa	
出射スリット幅	150	μm
レンズ値		

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	2.0kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-3A

吸着ガス	Kr-Xe/He	Kr:1.04ppm Xe:101ppm
吸着温度	0°C	
吸着ガス流量	0.37NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	DIA ダイアソーブ	ZH28-48 7.72g(21回目)
室温	28.1	°C
イオン源真空度	3.1e-04Pa	
出射スリット幅	150	μm
レンズ値	7.080	

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.9e-05Pa
SEM電圧	1.2kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-4

吸着ガス	Kr-Xe/He	Kr:10ppm Xe:10ppm
吸着温度	0°C	
吸着ガス流量	0.37NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	DIA ダイアソーブ ZH28-48	7.72g(2回目)
室温	26.6°C	
イオン源真空度	3.1e-04Pa	
出射スリット幅	75 μm	
レンズ値		

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.9e-05Pa
SEM電圧	1.5kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-5

吸着ガス	Kr-Xe/He	Kr:1000ppm Xe:1000ppm
吸着温度	0°C	
吸着ガス流量	0.37NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	DIA ダイアソーブ ZH28-48	7.72g(3回目)
室温	26.1°C	
イオン源真空度	3.0e-04Pa	
出射スリット幅	150 μ m	
レンズ値	7.25	

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.9e-05Pa
SEM電圧	0.85kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-6

吸着ガス	Kr-Xe/He	Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C	
吸着ガス流量	0.37NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	DIA ダイアソーブ ZH28-48	7.72g
室温	25.3°C	
イオン源真空度	3.0e-04Pa	
出射 slit 幅	150 μm	
レンズ値	7.35	

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	2.0kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-7

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.37NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	DIA タイアソーブ ZH28-48 7.72g(6回目)
室温	26.3°C
イオン源真空度	2.8e-03Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	7.35

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.5e-05Pa
SEM電圧	2.75kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-7A

吸着ガス	Kr-Xe/He Kr:1.01ppm Xe:101ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.37NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	DIA ダイアソーブ ZH28-48 7.72g(22回目)
室温	26.5 °C
イオン源真空度	3.3e-04Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	7.140

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.2e-05Pa
SEM電圧	1.5kV

時 間	P1 (kPa)	P2 (kPa)	流量 90ml	(mL/min)	(NL/min)	Pi (Mpa)	Temp	使用ガス
8:30								脱気スタート (200°C Vac) He
10:00								冷却(200°C~0°C) He:100%
10:55	3	2	14.18	381	0.35	0.04	0.5	吸着スタート 3.6e-03Pa
11:05	3	2	14.55	371	0.34	0.03	0.5	3.8e-03Pa
11:15	2	2	14.75	366	0.33	0.03	0.5	3.8e-03Pa
11:25	2	2	14.87	363	0.33	0.03	0.5	3.9e-03Pa
11:35	2	2	14.55	371	0.34	0.03	0.5	3.9e-03Pa
11:45	3	2	14.72	367	0.33	0.03	0.5	3.9e-03Pa
12:10	3	2	14.72	367	0.33	0.03	0.5	3.9e-03Pa
12:45	3	2	14.44	374	0.34	0.04	0.5	Ar:100% (脱着) 3.1e-03Pa
12:55	2	2	14.57	371	0.34	0.04	0.5	3.0e-03Pa
13:05	2	2	14.80	365	0.33	0.04	0.5	3.0e-03Pa
13:15	2	2	14.73	367	0.33	0.04	0.5	3.0e-03Pa
13:25	3	2	14.69	368	0.33	0.04	0.5	3.0e-03Pa
13:35	3	2	14.73	367	0.33	0.04	0.5	3.1e-03Pa
13:45	3	2	14.66	368	0.33	0.04	0.5	3.1e-03Pa
13:55	3	2	14.74	366	0.33	0.04	0.5	3.1e-03Pa

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-8

吸着ガス	Kr-Xe/Ar	Kr:10.82ppm	Xe:10.92ppm
吸着温度	0°C		
吸着ガス流量	0.37NL/min		
吸着圧力	大気圧		
活性炭	DIA ダイアソーブ	ZH28-48	7.72g(7回目)
室温	25.7		
イオン源真空度	3.6e-03Pa		
出射 slit 幅	150 μm		
レンズ値	7.56		

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.8e-05Pa
SEM電圧	2.5kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-9

吸着ガス	Kr-Xe/Ar	Kr:1,014ppm Xe:1,042ppm
吸着温度	0°C	
吸着ガス流量	0.37NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	DIA ダイアソーブ	ZH28-48 7.72g(8回目)
室温	26.5	
イオン源真空度	3.2e-03Pa	
出射スリット幅	150 μm	
レンズ値	8.100	

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	1.3kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-10A	
吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.37NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	DIA ダイアソーブ ZH28-48 7.72g(18回目)
室温	26.5
イオン源真�度	3.0e-03Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	5.700

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.5e-05Pa
SEM電圧	2.75kV(強度:6.0)

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-11

吸着ガス	Kr-Xe/Ar	Kr:1.01ppm	Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C		
吸着ガス流量	0.37NL/min		
吸着圧力	大気圧		
活性炭	DIA	ダイアリーブ	ZH28-48 7.72g(9回目)
室温	26.2		
イオン源真空度	2.9e-03Pa		
出射 slit幅	150 μm		
レンズ値	7.350		

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.5e-05Pa
SEM電圧	2.75kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-11A

吸着ガス	Kr-Xe/He	Kr:1ppm Xe:1ppm
吸着温度	0°C	
吸着ガス流量	0.75NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	DIA ダイアソーブ ZH28-48	7.72g(20回目)
室温	26.3 °C	
イオン源真空度	3.5e-04Pa	
出射スリット幅	150 μm	
レンズ値	7.170	(復旧後 6.550)

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.75NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧 (復旧後)	2.00kV 2.50kV
	(強度 16) (強度 17)

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-12

吸着ガス	Kr-Xe/He	Kr:1ppm Xe:1ppm
吸着温度	100°C	
吸着ガス流量	0.1NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	DIA ダイアソーブ	ZH28-48 7.72g(10回目)
室温	25.3°C	
イオン源真空度	3.0e-04Pa	
出射スリット幅	150 μm	
レンズ値	8.700	

脱着ガス	He:100%
脱着温度	100°C
脱着ガス流量	0.1NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.5e-05Pa
SEM電圧	2.00kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-13

吸着ガス	Kr:Xe/He	Kr:1ppm Xe:1ppm
吸着温度	150°C	
吸着ガス流量	0.1NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	DIA ダイアリーフ ZH28-48	7.72g(11回目)
室温	25.8	
イオン源真空度	3.0e-04Pa	
出射スリット幅	150 μm	
レンズ値	8.71	

脱着ガス	He:100%
脱着温度	150°C
脱着ガス流量	0.1NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.5e-05Pa
SEM電圧	2.00kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-14

吸着ガス	Kr-Xe/Ar	Kr:1ppm Xe:1ppm
吸着温度	0°C	
吸着ガス流量	0.75NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	DIA ダイアソーブ ZH28-48	7.72g(12回目)
室温	25.7	°C
イオン源真空度	3.1e-03Pa	
出射スリット幅	150	μm
レンズ値	7.360	

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.75NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.5e-05Pa
SEM電圧	2.20kV (強度12)

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-15

吸着ガス	Kr-Xe/Ar	Kr:1ppm Xe:1ppm
吸着温度	100°C	
吸着ガス流量	0.1NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	DIA ダイソーブ	ZH28-48 7.72g(13回目)
室温	26.8	°C
イオン源真空度	3.5e-03Pa	
出射スリット幅	150	μm
レンズ値	6.940	

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	100°C
脱着ガス流量	0.1NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.5e-05Pa
SEM電圧	2.20kV (強度14)

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-16

吸着ガス	Kr-Xe/Ar	Kr:1ppm	Xe:1ppm
吸着温度	150°C		
吸着ガス流量	0.1NL/min		
吸着圧力	大気圧		
活性炭	DIA	ダイアソーブ	ZH28-48 7.72g(14回目)
室温		27	°C
イオン源真空度	2.9e-03Pa		
出射 slit幅	150	μm	
レンズ値	7.140		

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	150°C
脱着ガス流量	0.1NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.5e-05Pa
SEM電圧	2.20kV (強度14.5)

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-16A

吸着ガス	Kr-Xe/Ar	Kr:1ppm	Xe:1ppm
吸着温度	150°C		
吸着ガス流量	0.1NL/min		
吸着圧力	大気圧		
活性炭	DIA	ダイアソーブ	ZH28-48 7.72g(19回目)
室温		26	°C
イオン源真空度	2.9e-03Pa		
出射スリット幅	150	μm	
レンズ値	6.200		

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	150°C
脱着ガス流量	0.1NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	2.50kV (強度 9)

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-17

吸着ガス	Kr-Xe/Ar	Kr:1ppm Xe:1ppm
吸着温度	0°C	
吸着ガス流量	0.75NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	DIA ダイアソーブ ZH28-48	7.72g(15回目)
室温	26.4	°C
イオン源真空度	3.9e-03Pa	
出射スリット幅	150	μm
レンズ値	6.920	

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.75NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.4e-05Pa
SEM電圧	2.20kV (強度6.6)

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-18

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1ppm Xe:1ppm
吸着温度	100°C
吸着ガス流量	0.1NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	DIA ダイアリーブ ZH28-48 7.72g(16回目)
室温	26.2 °C
イオン源真空度	2.8e-03Pa
出射スリット幅	150 μ m
レンズ値	6.880

<u>脱着ガス</u>	He:100%
<u>脱着温度</u>	100°C
<u>脱着ガス流量</u>	0.1NL/min
<u>脱着圧力</u>	大気圧
<u>分析部真空度</u>	2.6e-05Pa
<u>SEM電圧</u>	2.50kV (強度10.5)

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-19

吸着ガス	Kr-Xe/Ar	Kr:1ppm Xe:1ppm
吸着温度	150°C	
吸着ガス流量	0.1NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	DIA ダイソーブ	ZH28-48 7.72g(17回目)
室温	26.3	°C
イオン源真空度	3.0e-03Pa	
出射スリット幅	150	μm
レンズ値	6.880	

脱着ガス	He:100%
脱着温度	150°C
脱着ガス流量	0.1NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	2.50kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-20

吸着ガス Kr-Xe/He Kr:1.04ppm Xe:101ppm	
吸着温度 0°C	
吸着ガス流量	0.37NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭 クラレケミカル	29.71g(1回目)
室温	27.3 °C
イオン源真空度	3.0e-04Pa
出射スリット幅	150 μ m
レンズ値	6.620

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	1.0kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-20A

吸着ガス	Kr-Xe/He Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.37NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(9.71g 2回目)
室温	26.6 °C
イオン源真空度	3.0e-04Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.760

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	1.2kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-20B

吸着ガス	Kr-Xe/He	Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C	
吸着ガス流量	0.37NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	クラレケミカル(7.75g)	1回目
室温	26.9	°C
イオン源真空度	2.9e-04Pa	
出射 slit 幅	150	μm
レンズ値	6.650	

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.4e-05Pa
SEM電圧	1.2kV
クライオスタート	を使った実験

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-20C

吸着ガスKr-Xe/He	Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.37NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(7.75g 3回目)
室温	26.9 °C
付ソース真空度	3.0e-04Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.400

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	1.2kV
クライオスタート	使った実験

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-20D

吸着ガスKr-Xe/He	Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.37NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭 クラレケミカル(7.75g 4回目)	
室温	27.1 °C
イオン源真空度	3.0e-04Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6,570

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	1.2kV
クライオスタートを使った実験	

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-20E

吸着ガス	Kr-Xe/He	Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C	
吸着ガス流量	0.37NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	クラレケミカル(7.75g)	5回目
室温	27	°C
イオン源真空度	3.4e-04Pa	
出射 slit 幅	150	μm
レンズ値	6.250	

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	0.8kV
クライオスタッフを使った実験	
温度到達後の評価	

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-20F

吸着ガス Kr-Xe/He	Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.37NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(7.75g 5回目)
室温	27 °C
イオン源真空度	3.4e-04Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.250

脱着力 \geq He·100%

脱着力	10.100%
脱着温	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	0.8kV

クライオスタートを使った実験 温度到達後の評価(Run-20Eに引き続きテスト)

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-20G

吸着ガスKr-Xe/He	Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.37NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(7.75g 5回目)
室温	27°C
イオン源真空度	3.4e-04Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.250

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	0.6kV

クライオスタートを使った実験

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-20H

吸着ガス	Kr-Xe/He	Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C	
吸着ガス流量	0.37NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	クラレケミカル(7.75g)	5回目
室温	26.6	°C
イオン源真空度	3.2e-04Pa	
出射スリット幅	150	μm
レンズ値	6,240	

脱着力	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	0.6kV

クライオスタートを使った実験
Run-20Gに引き続きO°C終夜で冷却後テスト
スッチング時間:500mS~1000mSへ変更

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-20I

吸着ガスKr-Xe/He	Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.37NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(8.04g 5回目)
室温	24.6 °C
イオン源真空度	3.4e-04Pa
出射 slit 幅	150 μm
レンズ値	5.860

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.7e-05Pa
SEM電圧	0.8kV

クライオスタートを使った実験
スッチング時間: 500mS~1000mSへ変更

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-21

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.37NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(29.71g 3回目)
室温	27.1 °C
イオン源真空度	3.8e-03Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.090

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.2e-05Pa
SEM電圧	1.5kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-21A

吸着ガスKr-Xe/Ar	Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.37NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(8.04g 6回目)
室温	24.9 °C
イオン源真空度	3.6e-03Pa
出射スリット幅	150 μ m
レンズ値	5.380

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	1.8e-05Pa
SEM電圧	1.0kV

クライオスタートを使った実験
スッ칭ング時間:500mS~1000mSへ変更

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-22

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.37NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(29.71g 4回目)
室温	26.9 °C
イオン源真空度	4.1e-03Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	5.730

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	1.2kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-22A

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.37NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(0.71g 14回目)
室温	27 °C
イオン源真空度	3.9e-03Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.040

He-Arに置換した後実験スタート

Arベース標準ガスでピークアジャスト

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.37NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.4e-05Pa
SEM電圧	1.2kV

時 間	P1 (kPa)	P2 (kPa)	流量 90ml	(mL/min)	(NL/min)	Pi (Mpa)	Temp	使用ガス
8:30								脱気スタート (200°C Vac)
11:00	2	2	14.59	370	0.34	0.03	0.4	吸着スタート 3.9e-03Pa
11:05	2	2	14.76	366	0.33	0.03	0.4	3.9e-03Pa
11:10	2	2	14.80	365	0.33	0.03	0.4	4.0e-03Pa
11:20	2	2	14.98	360	0.33	0.03	0.4	4.0e-03Pa
11:30	2	2	14.84	364	0.33	0.03	0.5	4.0e-03Pa
11:40	2	2	15.03	359	0.33	0.03	0.5	4.0e-03Pa
11:50	2	2	14.96	361	0.33	0.03	0.5	4.0e-03Pa
12:00	2	2	14.94	361	0.33	0.03	0.5	4.0e-03Pa
12:10	2	2	15.05	359	0.33	0.03	0.5	4.0e-03Pa
12:20	2	2	14.99	360	0.33	0.03	0.5	4.0e-03Pa
12:50	2	2	15.10	358	0.33	0.03	0.5	4.0e-03Pa
12:50	4	3	13.42	402	0.37	0.08	0.3	He:100% (脱着) 4.1e-03Pa
12:55	2	2	14.12	382	0.35	0.08	0.3	4.0e-03Pa
13:00	2	2	14.29	378	0.34	0.05	0.5	8.0e-04Pa
13:05	2	1	14.46	373	0.34	0.04	0.5	4.0e-04Pa
13:10	2	1	14.21	380	0.35	0.04	0.5	4.0e-04Pa
13:20	2	1	14.43	374	0.34	0.04	0.4	4.0e-04Pa
13:30	2	1	14.62	369	0.34	0.04	0.5	3.2e-04Pa
13:40	2	1	14.44	374	0.34	0.04	0.4	3.2e-04Pa
13:50	2	1	14.51	372	0.34	0.04	0.4	3.1e-04Pa
14:00	2	1	14.64	369	0.34	0.04	0.4	3.0e-04Pa
14:10	2	1	14.55	371	0.34	0.04	0.4	3.0e-04Pa
14:20	2	1	14.62	369	0.34	0.04	0.4	3.0e-04Pa
14:30	2	1	14.66	368	0.34	0.04	0.4	3.0e-04Pa
9:36	2	1	14.68	368	0.33	0.04	0.4	3.0e-04Pa
14:50	2	1	14.63	369	0.34	0.04	0.5	3.0e-04Pa
15:00	2	2	14.61	370	0.34	0.04	0.4	3.0e-04Pa
15:30	2	1	14.55	371	0.34	0.04	0.4	3.0e-04Pa

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-23

吸着ガス	Kr-Xe/He Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.75NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(29.71g 5回目)
室温	27.5 °C
イオン源真空度	3.2e-04Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.430

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.75NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.2e-05Pa
SEM電圧	1.2kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-23A

吸着ガス	Kr-Xe/He	Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C	
吸着ガス流量	0.75NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	クラレケミカル(7.75g)	6回目
室温	26.6	°C
イオン源真空度	3.1e-04Pa	
出射 slit 幅	150	μm
レンズ値	6.460	

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.75NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.8e-05Pa
SEM電圧	1.2kV
クライオスタート	使った実験

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-24

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.75NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(29.71g_6回目)
室温	26.7 °C
イオン源真空度	4.2e-03Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.430

<u>脱着ガス</u>	Ar:100%
<u>脱着温度</u>	0°C
<u>脱着ガス流量</u>	0.75NL/min
<u>脱着圧力</u>	大気圧
<u>分析部真空度</u>	2.6e-05Pa
<u>SEM電圧</u>	1.5kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-25

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.75NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(29.71g_7回目)
室温	27.2 °C
イオン源真空度	3.1e-04Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.420

<u>脱着ガス</u>	He:100%
<u>脱着温度</u>	0°C
<u>脱着ガス流量</u>	0.75NL/min
<u>脱着圧力</u>	大気圧
<u>分析部真空度</u>	1.8e-05Pa
<u>SEM電圧</u>	1.2kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-25A

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C
吸着ガス流量	0.75NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(9.71g 15回目)
室温	26.6 °C
イオン源真空度	4.5e-03Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	5.640

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.75NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	1.2kV
Arベースでチューニング・ピーカジャスト	

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-25B

吸着ガス	Kr-Xe/Ar	Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	0°C	
吸着ガス流量	0.75NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	クラレケミカル(9.71g)	16回目)
室温	26.6	°C
イオン源真空度	4.5e-03Pa	
出射スリット幅	150	μm
レンズ値	5.640	

脱着ガス	He:100%
脱着温度	0°C
脱着ガス流量	0.75NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	1.2kV
Arベースでチューニング・ピークアジャスト	

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-26

吸着ガス	Kr-Xe/He Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	150°C
吸着ガス流量	0.1NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(29.71g 8回目)
室温	27.2 °C
イオン源真空度	2.8e-04Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.420

<u>脱着ガス</u>	He:100%
<u>脱着温度</u>	150°C
<u>脱着ガス流量</u>	0.1NL/min
<u>脱着圧力</u>	大気圧
<u>分析部真空度</u>	2.3e-05Pa
<u>SEM電圧</u>	1.2kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-26A

吸着ガスKr-Xe/He	Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	150°C
吸着ガス流量	0.1NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(7.75g 5回目)
室温	26.7 °C
イオン源真空度	3.0e-04Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.570

脱着ガス	He:100%
脱着温度	150°C
脱着ガス流量	0.1NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真圧度	2.6e-05Pa
SEM電圧	1.2kV
クライオスタット	を使った実験

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-27

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	150°C
吸着ガス流量	0.1NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(9.71g 8回目)
室温	27.6 °C
イオン源真空度	3.6e-03Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.520

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	150°C
脱着ガス流量	0.1NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.7e-05Pa
SEM電圧	1.5kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-28

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	150°C
吸着ガス流量	0.1NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(9.71g 10回目)
室温	27.3 °C
イオン源真空度	3.1e-04Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.670

脱着ガス	He:100%
脱着温度	150°C
脱着ガス流量	0.1NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	1.2kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-28A

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	150°C
吸着ガス流量	0.1NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(9.71g 17回目)
室温	28.1 °C
イオン源真空度	3.7e-03Pa
出射 slit 幅	150 μ m
レンズ値	5.420

<u>脱着ガス</u>	He:100%
<u>脱着温度</u>	150°C
<u>脱着ガス流量</u>	0.1NL/min
<u>脱着圧力</u>	大気圧
<u>分析部真空度</u>	2.2e-05Pa
<u>SEM電圧</u>	1.2kV
<u>Arベースでチューニング・ピークアジャスト</u>	

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-29

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	100°C
吸着ガス流量	0.1NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(9.71g 11回目)
室温	26.3 °C
イオン源真空度	3.1e-04Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.670

<u>脱着ガス</u>	He:100%
<u>脱着温度</u>	100°C
<u>脱着ガス流量</u>	0.1NL/min
<u>脱着圧力</u>	大気圧
<u>分析部真空度</u>	2.6e-05Pa
<u>SEM電圧</u>	1.5kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-29A

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	100°C
吸着ガス流量	0.1NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(9.71g 16回目)
室温	28.1 °C
イオン源真空度	3.7e-03Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	5.420

脱着ガス	He:100%
脱着温度	100°C
脱着ガス流量	0.1NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.2e-05Pa
SEM電圧	1.2kV
Arベースでチューニング・ピーカジャスト	

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-30

吸着ガス	Kr-Xe/He Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	100°C
吸着ガス流量	0.1NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(9.71g 12回目)
室温	26.9 °C
イオン源真空度	3.1e-04Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.500

<u>脱着ガス</u>	He:100%
<u>脱着温度</u>	100°C
<u>脱着ガス流量</u>	0.1NL/min
<u>脱着圧力</u>	大気圧
<u>分析部真空度</u>	2.4e-05Pa
<u>SEM電圧</u>	1.2kV

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-30A

吸着ガス	Kr-Xe/He	Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	100°C	
吸着ガス流量	0.1NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	クラレケミカル(7.75g)	2回目
室温	26.6	°C
イオン源真空度	2.9e-04Pa	
出射スリット幅	150	μm
レンズ値	6.650	

脱着ガス	He:100%
脱着温度	100°C
脱着ガス流量	0.1NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.4e-05Pa
SEM電圧	1.2kV
クライオスタット	を使った実験

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番号 Run-31

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	100°C
吸着ガス流量	0.1NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(9.71g 13回目)
室温	27.1 °C
イオン源真空度	3.1e-04Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	6.500

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	100°C
脱着ガス流量	0.1NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.4e-05Pa
SEM電圧	1.5kV

時 間	P1 (kPa)	P2 (kPa)	流量 90ml	(mL/min)	(NL/min)	Pi (Mpa)	Temp	使用ガス
11:20								脱気スタート (200°C Vac)
13:10	1	1	52.14	104	0.09	0.03	99	吸着スタート
13:15	1	1	55.68	97	0.09	0.03	102	3.0e-03Pa
13:20	1	1	55.92	97	0.09	0.03	102	3.0e-03Pa
13:30	1	1	56.21	96	0.09	0.03	99	3.0e-03Pa
13:40	1	1	56.27	96	0.09	0.03	99	3.0e-03Pa
13:40	1	1	55.02	98	0.09	0.04	101	He:100% (脱着)
13:45	1	1	55.75	97	0.09	0.04	102	3.0e-03Pa
13:50	1	1	55.93	97	0.09	0.04	101	3.0e-03Pa
14:00	1	1	56.33	96	0.09	0.04	101	3.0e-03Pa
14:10	1	1	56.42	96	0.09	0.04	99	3.0e-03Pa

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-32

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	-180°C
吸着ガス流量	2.5NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(8.04g 1回目)
室温	26.0 °C
イオン源真空度	3.5e-03Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	5.970

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	-180°C
脱着ガス流量	2. 5NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.8e-05Pa
SEM電圧	105

クライオスタートを使った実験
スッ칭ング時間:500mS~1000mSへ変更

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-32A

吸着ガス	Kr-Xe/Ar	Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	-180°C	
吸着ガス流量	2.5NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	クラレケミカル(8.04g 4回目)	
室温	26.0	℃
イオン源真空度	3.3e-03Pa	
出射スリット幅	150	μm
レンズ値	4.690	

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	-180°C
脱着ガス流量	2.5NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.4e-05Pa
SEM電圧	1.05
クライオスタットを使った実験	
ス�シング時間	500mS～1000mSへ変更

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-32B

吸着ガス	Kr-Xe/Ar	Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	-180°C	
吸着ガス流量	2.5NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	クラレケミカル(8.04g)	8回目
室温	25.2	°C
イオン源真空度	4.1e-03Pa	
出射スリット幅	150	μm
レンズ値	5.290	

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	-180°C
脱着ガス流量	2.5NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	1.05
クライオスタットを使った実験	
スッキング時間	500mS~1000mSへ変更

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-33

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	-80°C
吸着ガス流量	0.75NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(8.04g 2回目)
室温	25.9 °C
イオン源真空度	3.3e-03Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	5.500

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	-80°C
脱着ガス流量	0.75NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	1.05
クライオスタットを使った実験 スッポン: 時間: 500mS ~ 1000mS へ 変更	

スッチング時間:500mS~1000mSへ変更

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-34

吸着ガス	Kr-Xe/Ar Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	-180°C
吸着ガス流量	2.5NL/min
吸着圧力	1.147Kg/cm ² (112.5kPa)
活性炭	クラレケミカル(8.04g 3回目)
室温	25.9 °C
イオン源真空度	3.3e-03Pa
出射スリット幅	150 μ m
レンズ値	4.690

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	-180°C
脱着ガス流量	2.5NL/min
脱着圧力	1.147Kg/cm ² (112.5kPa)
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	1.05

クライオスタートを使った実験
スッ칭ング時間:500mS~1000mSへ変更

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-35

吸着ガス	Kr-Xe/He	Kr:1.04ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	-80°C	
吸着ガス流量	0.75NL/min	
吸着圧力	大気圧	
活性炭	クラレケミカル(8.04g)	7回目
室温	25.0	°C
イオン源真空度	3.3e-04Pa	
出射 slit 幅	150	μm
レンズ値	6.580	

脱着ガス	He:100%
脱着温度	-80°C
脱着ガス流量	0.75NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.9e-05Pa
SEM電圧	0.8kV
クライオスタットを使った実験	
スッキンダ時間	500mS ~ 1000mS へ 変更

スイッチ 時間: 500ms~1000msへ変更

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-36

吸着ガスKr-Xe/Ar	Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	-170°C
吸着ガス流量	2.5NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭	クラレケミカル(8.04g 9回目)
室温	25.1 °C
イオン源真空度	4.0e-03Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	5.330

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	-170°C
脱着ガス流量	2.5NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	1.05

**クライオスタートを使った実験
スッ칭ング時間:500mS~1000mSへ変更**

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-37

吸着ガス Kr-Xe/Ar	Kr:1.01ppm Xe:1.01ppm
吸着温度	-170°C
吸着ガス流量	2.5NL/min
吸着圧力	1.147Kg/cm ² (112kPa)
活性炭 クラレケミカル(8.04g 10回目)	
室温	24.9 °C
イオン源真空度	3.7e-03Pa
出射スリット幅	150 μ m
レンズ値	5.230

脱着ガス	Ar:100%
脱着温度	-170°C
脱着ガス流量	2.5NL/min
脱着圧力	1.147Kg/cm ² (112kPa)
分析部真空度	2.3e-05Pa
SEM電圧	1.05
クライオスタートを使った実験	
スッチング時間:	500mS～1000mSへ変更

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-38A

吸着ガス Kr-Xe/Ar Kr:1.0ppm Xe:1.0ppm	
吸着温度	-170°C
吸着ガス流量	2.5NL/min
吸着圧力	1.147Kg/cm ² (112kPa)
活性炭 クラレケミカル(8.04g 13回目)	
室温	25.6 °C
イオン源真空度	2.7e-03Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	5.700

脱着ガス	He:100%
脱着温度	-170°C~100°C
脱着ガス流量	0.36NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.4e-05Pa
SEM電圧	0.9kV (アンプ:*1/16 *
クライオスタットを使った実験	
スッ칭ング時間:	1000mS

時 間	P1 (kPa)	P2 (kPa)	流量 L/min	(NL/min)	Pi (Mpa)	制御温度	活性炭温度	使用ガス	イオン源真空度
9:15	41	48	9.67	3.10	2.84	0.25	-173.5	-168	Kr-Xe/Ar 25.6 3.90E-03
9:20	113	112	9.77	3.07	2.81	0.25	-173.5	-171	25.4 3.90E-03
9:30	113	112	9.68	3.10	2.83	0.25	-173.5	-163	25.6 3.50E-03
10:20	114	113	9.71	3.09	2.82	0.25	-173.6	-169	25.2 3.50E-03
10:30	114	113	9.71	3.09	2.82	0.25	-173.6	-170	25.5 3.50E-03
11:30	114	113	9.87	3.04	2.78	0.25	-173.6	-170	24.8 3.50E-03
12:00	0	0	52.42	0.57	0.52	0.03	-173.6	-175	He=100% 25.0 2.50E-04
12:05	1	1	58.04	0.52	0.47	0.03	-171.3	-179	25.1 2.00E-03
12:10	1	1	60.19	0.50	0.46	0.03	-162.6	-172	25.2 8.00E-04
12:15	1	1	62.23	0.48	0.44	0.03	-153.1	-163	25.3 7.50E-04
12:20	1	1	63.07	0.48	0.43	0.03	-143.3	-153	25.3 7.00E-04
12:25	1	1	63.96	0.47	0.43	0.03	-136.0	-145	25.3 7.00E-04
12:30	1	1	65.89	0.46	0.42	0.03	-128.0	-137	25.1 6.50E-04
12:40	1	1	74.96	0.40	0.37	0.03	-109.1	-115	25.3 5.00E-04
12:50	0	1	78.43	0.38	0.35	0.03	-97.0	-102	25.4 3.50E-04
13:00	1	1	80.51	0.37	0.34	0.03	-82.0	-86	25.2 2.90E-04
13:10	1	1	80.21	0.37	0.34	0.03	-67.5	-72	25.2 2.90E-04
13:20	1	1	80.04	0.37	0.34	0.03	-50.5	-55	25.3 2.90E-04
13:30	1	1	79.70	0.38	0.34	0.03	-36.2	-41	25.2 2.90E-04
13:40	1	1	79.66	0.38	0.34	0.03	-21.9	-26	25.3 2.90E-04
13:50	1	1	79.47	0.38	0.35	0.03	-0.8	-6	25.4 2.90E-04
14:00	1	1	79.43	0.38	0.35	0.03	10.5	5	25.4 2.90E-04
14:10	2	1	79.23	0.38	0.35	0.03	26.4	21	25.5 3.00E-04
14:20	1	1	79.02	0.38	0.35	0.03	45.5	40	25.3 3.00E-04
14:30	1	1	78.56	0.38	0.35	0.03	62.5	54	25.5 3.00E-04
14:40	1	1	78.72	0.38	0.35	0.03	80.9	73	25.3 3.00E-04
14:50	1	1	78.53	0.38	0.35	0.03	100.2	94	25.6 3.00E-04
15:00	2	1	78.51	0.38	0.35	0.03	100.1	99	25.5 3.00E-04

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-39

吸着ガス Kr-Xe/Ar Kr:1.0ppm Xe:1.0ppm	
吸着温度	-170°C
吸着ガス流量	2.5NL/min
吸着圧力	1.147Kg/cm ² (112kPa)
活性炭 クラレケミカル(8.04g 12回目)	
室温	25.2 °C
イオン源真空度	3.6e-03Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	5.570

脱着ガス	He:100%
脱着温度	-170°C~100°C
脱着ガス流量	0~0.36NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	3.2e-05Pa
SEM電圧	0.8kV (アンプ: *1/16 *1)

クライオスタッフを使った実験
スッチング時間: 1000mSへ変更

時 間	P1 (kPa)	P2 (kPa)	流量 0.5L	(L/min)	(NL/min)	P _i (Mpa)	制御温度	活性炭温度	使用ガス	イオン源真空度
9:10	22	27	9.59	3.13	2.86	0.25	-173.5	-171	Kr-Xe/Ar	25.2
9:15	117	116	9.29	3.23	2.96	0.25	-173.5	-171		25.2
9:20	114	113	9.98	3.01	2.75	0.25	-173.5	-160		25.4
9:25	114	113	9.88	3.04	2.78	0.25	-173.6	-163		24.9
9:30	113	112	9.84	3.05	2.79	0.25	-173.6	-164		25.0
10:00	113	112	9.84	3.05	2.79	0.25	-173.6	-169		25.4
11:00	113	112	9.89	3.03	2.78	0.25	-173.6	-170		24.7
11:30	113	112	9.93	3.02	2.77	0.25	-173.6	-170		24.5
									r.t.	
11:40	0	0	▲			-	-173.2	-176	He=100%	24.7
11:45	0	0	▲			-	-171.4	-176		2.50E-04
11:50	0	0	±			-	-166.2	-174		1.10E-03
11:55	0	1	623	0.05	0.04	-	-156.7	-169		24.9
12:00	0	1	372	0.08	0.07	-	-148.3	-164		1.00E-03
12:10	0	1	453	0.07	0.06	-	-128.4	-144		25.4
12:15	0	1	537	0.06	0.05	-	-121.9	-137		3.00E-03
12:20	0	1	541	0.06	0.05	-	-114.4	-129		25.4
12:30	0	1	1035	0.03	0.03	-	-92.2	-105		3.20E-03
12:40	0	1	1290	0.02	0.02	-	-83.9	-96		24.8
12:50	0	0	2200	0.01	0.01	-	-70.0	-81		3.50E-03
13:00	0	0	±			-	-54.5	-65		24.6
13:10	0	1	±			-	-32.1	-43		3.50E-03
13:20	0	1	±			-	-24.0	-35		24.6
13:30	0	0	±			-	-6.7	-18		3.50E-03
13:40	0	1	▲			-	7.9	-4		24.9
13:50	0	1	▲			-	23.2	10		3.50E-03
14:00	0	0	▲			-	39.7	26		25.0
14:10	0	1	▲			-	63.7	47		3.20E-03
14:20	0	1	▲			-	76.1	58		24.8
14:30	3	1	70.04	0.43	0.39	0.03	101.9	83		24.9
14:40	2	1	73.46	0.41	0.37	0.03	102.2	95		2.80E-03
14:50	2	1	73.77	0.41	0.37	0.03	100.1	99		24.6
15:00	2	1	73.63	0.41	0.37	0.03	100.1	100		3.00E-04

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-39A

吸着ガス	Kr-Xe/Ar	Kr:1.0ppm Xe:1.0ppm
吸着温度	-170°C	
吸着ガス流量	2.5NL/min	
吸着圧力	1.147Kg/cm ² (112kPa)	
活性炭	クラレケミカル(8.04g 14回目)	
室温	25.7 °C	
イオン源真空度	3.3e-03Pa	
出射 slit 幅	150 μm	
レンズ値	5.700	

脱着ガス	He:100%
脱着温度	-170°C~100°C
脱着ガス流量	0~0.36NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.4e-05Pa
SEM電圧	0.85kV (アンプ:*1/16 *1)

クライオスタットを使った実験
スッピング時間:1000mSへ変更

時 間	P1	P2	流量	(L/min)	(NL/min)	Pi	制御温度	活性炭温度	使用ガス	イオン源真空度
	(kPa)	(kPa)	0.5L			(Mpa)			r.t.	
9:00	80	87	9.44	3.18	2.90	0.26	-173.5	-170	Kr-Xe/Ar	25.6
9:05	113	112	9.77	3.07	2.81	0.26	-173.5	-170		25.6
9:10	113	112	10.07	2.98	2.72	0.26	-173.5	-163		25.4
9:20	113	112	9.91	3.03	2.77	0.26	-173.6	-166		25.5
9:50	113	112	10.16	2.95	2.70	0.26	-173.6	-169		25.2
10:00	113	112	9.40	3.19	2.92	0.26	-173.6	-169		25.1
10:30	113	112	9.35	3.21	2.93	0.26	-173.6	-170		25.0
11:00	113	112	9.50	3.16	2.89	0.26	-173.6	-170		25.2
11:20	113	112	9.51	3.15	2.88	0.26	-173.5	-170		25.1
11:30	0	0	±			-	-173.6	-176	He=100%	25.3
11:35	0	0	▲			-	-171.9	-176		25.3
11:40	0	0	1100	0.03	0.02	-	-164.0	-173		25.2
11:45	0	0	650	0.05	0.04	-	-154.6	-168		25.2
11:50	0	0	360	0.08	0.08	-	-144.7	-161		25.2
11:55	0	0	340	0.09	0.08	-	-137.4	-154		25.4
12:00	0	0	520	0.06	0.05	-	-127.2	-143		25.4
12:05	0	0	550	0.05	0.05	-	-121.5	-136		25.3
12:10	0	0	630	0.05	0.04	-	-113.2	-127		25.3
12:15	0	0	620	0.05	0.04	-	-105.7	-119		25.4
12:20	0	0	910	0.03	0.03	-	-98.5	-112		25.2
12:35	0	1	2250	0.01	0.01	-	-70.7	-82		25.2
12:40	0	0	3650	0.01	0.01	-	-64.0	-75		25.2
12:50	0	0	5450	0.01	0.01	-	-51.0	-62		25.3
13:00	0	0	±			-	-39.2	-50		25.2
13:10	0	0	±			-	-20.7	-31		25.2
13:20	0	0	±			-	-5.4	-17		25.2
13:30	0	0	▲			-	9.2	-3		25.3
13:40	0	0	▲			-	26.4	14		25.3
13:50	0	0	▲			-	38.5	26		25.6
14:00	0	0	▲			-	55.4	40		24.7
14:25	2	1	68.70	0.44	0.40	0.04	100.1	88		24.6
14:30	2	1	73.09	0.41	0.38	0.04	100.1	96		24.6
14:40	2	1	73.13	0.41	0.37	0.04	100.2	99		24.6
15:10	2	1	73.24	0.41	0.37	0.04	100.1	101		24.6

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-40

吸着ガス Kr-Xe/Ar	Kr:1.0ppm Xe:1.0ppm
吸着温度	-170°C
吸着ガス流量	2.5NL/min
吸着圧力	1.147Kg/cm ² (112kPa)
活性炭 クラレケミカル(8.04g 15回目)	
室温	25.6 °C
イオン源真空度	2.5e-03Pa
出射スリット幅	150 μm
レンズ値	5.560

脱着ガス	He:100%
脱着温度	-170°C~100°C
脱着ガス流量	0~0.36NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.4e-05Pa
SEM電圧	0.85kV (アンプ: ^{*1} 1/16 ^{*1})
クライオスタートを使った実験	

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-41

吸着ガスKr-Xe/Ar	Kr:1.0ppm Xe:1.0ppm
吸着温度	-170°C
吸着ガス流量	0.36NL/min
吸着圧力	大気圧
活性炭 クラレケミカル(8.04g 16回目)	
室温	24.8 °C
イオン源真空度	3.7e-03Pa
出射スリット幅	150 μ m
レンズ値	5.560

脱着ガス	He:100%
脱着温度	-170°C~100°C
脱着ガス流量	1.0NL/min
脱着圧力	大気圧
分析部真空度	2.6e-05Pa
SEM電圧	0.9kV (アンプ: ^{*1} /16 ^{*1})
クライオスタットを使った実験	
スッチング時間	:1000mSへ変更

希ガス吸脱着テスト実験結果

テスト番 Run-42

吸着ガスKr-Xe/Ar Kr:1.0ppm Xe:1.0ppm
吸着温度 -170°C
吸着ガス流量 0.36NL/min
吸着圧力 大気圧
活性炭 クラレケミカル(8.04g 17回目)
室温 24.9 °C
イオン源真空度 3.7e-03Pa
出射スリット幅 150 μm
レンズ値 5.560

脱着ガス	He:100%
脱着温度	-170°C~100°C
脱着ガス流量	1.0NL/min
脱着圧力	大気圧 -170~80°C Heガスを流さず -80~100°C Heガス流す。
分析部真空度	2.9e-05Pa