

CUW/CUX, BW/BX 시리즈용  
비중 측정 키트  
SMK-101(대접시 기종용)  
SMK-102(소접시 기종용)  
취급설명서



이 문서를 잘 읽고 올바르게 사용하십시오. 언제든지  
사용할 수 있도록 소중히 보관하십시오.

## 제품 보증 정보

이번에는 본 제품을 구입해 주셔서 감사합니다.  
당사는 본 제품에 대해 1년의 제품 보증을 하고 있습니다.  
만일 보증기간중에 당사의 책임으로 고장을 일으킨 경우는 그 수리 또는 부품의 대체를 무상으로 실시합니다.  
다만, 다음에 해당하는 고장의 경우는 이 대상에서 제외하겠습니다.

- 1) 잘못 취급된 경우
- 2) 당사 이외에서 수리나 개조 등이 이루어진 경우
- 3) 고장의 원인이 기기 이외의 이유에 의한 경우
- 4) 고온 다습 · 부식성 가스 · 진동 등 가혹한 조건 중에서 사용된 경우
- 5) 화재 · 지진 그 외의 천변지이에 의한 경우
- 6) 일단 불인 후, 이동 혹은 수송된 경우
- 7) 소모품 및 이에 준하는 부품

## 안전에 관한 주의사항

본 사용설명서에서는 경고 내용을 다음과 같이 규정하고 있습니다



### 주의

그 사건을 피하지 않으면 경증이나 중증도의 상해를 입을 가능성이 있는 경우, 및 물적 손해의 가능성이 있는 경우에 이용하고 있습니다.

### 注 記

장치를 올바르게 사용하기 위한 정보를 기재하고 있습니다.



### 注 意

안전하고 지장없이 사용하기 위해 다음 각 사항을 지키십시오.

- 비중 키트가 설치된 저울을 위험 영역에서 사용하지 마십시오.  
위험 영역 = 인화성 가스, 인화성 액체, 분진 등이 감도든 곳

- 취급은 주의깊게, 정중하게 실시해 주세요。  
이 제품은 견고한 디자인이지만 정밀 장비입니다.

- 본 제품 및 저울, 부속품 · 주변 기기는 절대로 분해하지 마십시오.

## ■ 소개

이번에는 시마즈 전자 저울 UW/UX 시리즈(BW/BX 시리즈)용 특별 부속품, 비중 측정 키트 SMK-101/102를 요구해 주셔서 감사합니다.

고체 자료를 공기중과 액중에서 측정함으로써 시료의 비중 또는 밀도를 저울이 산출하여 표시합니다. 또, 침추를 준비해 주시면, 액체 밀도의 측정을 할 수 있습니다.

사용하기 전에 반드시 본 취급설명서 및 CUW/CUX시리즈(BW/BX시리즈) 취급설명서를 잘 읽고 소중히 보관해 주십시오.

## 【注 記】

본 비중 키트를 사용하는 경우, 실제로 측정할 수 있는 「측정량」은 이하와 같이 감소하므로, 미리 양해 바랍니다.

SMK-101(대접시용) : 키트를 세트 하는 저울의 원래의 가용량보다 약 100g 작아집니다.

SMK-102(소접시용) : 키트를 세트 하는 저울의 원래의 가중치보다 약 290g 작아집니다.

## 目 次

1.	部品の名称と装置の外観.....	1
2.	測定原理.....	2
2.1	固体密度または比重 .....	2
2.2	液体密度 .....	2
3.	すえつけ.....	3
4.	測定の準備 .....	5
4.1	固体密度（比重）測定.....	5
4.1.1	天びんの電源投入.....	5
4.1.2	固体比重単位の登録、固体密度測定用媒液密度（比重）の入力(1).....	5
4.1.3	固体比重単位の登録、固体密度測定用媒液密度（比重）の入力(2).....	8
4.2	液体密度測定 .....	11
4.2.1	天びんの電源投入.....	11
4.2.2	沈錘体積の算出 .....	11
4.2.3	液体密度単位の登録、沈錘体積の入力(1).....	12
4.2.4	液体密度単位の登録、沈錘体積の入力(2).....	13
5.	試料の測定 .....	16
5.1	固体比重測定 .....	16
5.1.1	固体比重測定(1).....	16
5.1.2	固体比重測定(2).....	17
5.2	液体密度測定 .....	20
5.2.1	液体密度測定(1).....	20
5.2.2	液体密度測定(2).....	21
6.	測定精度について.....	24
6.1	有効数字について .....	24
6.2	誤差の要因 .....	24
6.2.1	気 泡.....	24
6.2.2	固体試料.....	24
6.2.3	液体試料と沈錘.....	24
6.2.4	媒 液.....	25
6.2.5	表面張力.....	25
付録1.	媒液の温度密度表 .....	25
付録2.	固体密度測定精度 .....	26

## 부품의 명칭과 장치의 외관

1 . 포장을 열고 다음 부품이 들어 있는지 확인하십시오.

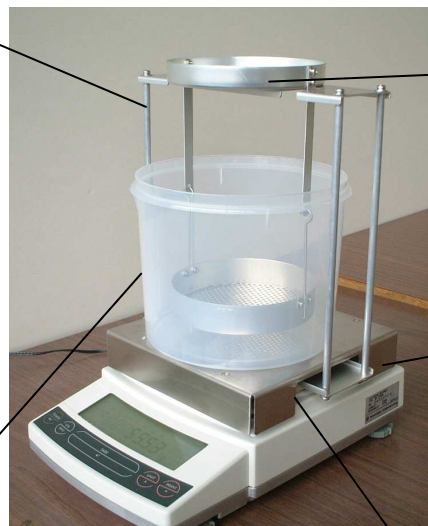
명칭	수량
① 접시 받침 프레임	1 세트
② 측정 접시 세트	1개
③ 수조	1개
④ 수조대	1 세트
⑤ 접시 받침 캡(알루미늄)	4개



①접시 받침 프레임  
(사진은 플래터용입니다)



②측정 접시 세트



⑤접시 받침 캡  
(사진은 플래터용입니다)

### 전체도



③수조

(주)

이 책에서 사용되는 도판에서는 BW / BX 시리즈 저울  
플래터 모양을 게시하고 있지만,  
작은 접시 모양, CUW/CUX 시리즈에서도  
절차는 동일합니다.



④ 수조대

## 2. 측정원리

### 2.1 고체밀도 또는 비중

액체 속에 있는 시료는 시료와 같은 체적의 무게와 같은 부력을 받으므로, 공기 중에서 무게를 측정한 시료를 액체 속에 넣어서 다시 무게를 측정하고, 이들의 식과 액체의 밀도(또는 비중)로부터 밀도(또는 비중)를 구합니다. 고체의 밀도 는 아래의 식에 의하여 구해집니다. 저울은 이식에 의하여 밀도(또는 비중)를 산출하여 표시합니다.

$$\rho = \frac{W_a}{W_a - W_l} \rho_l \quad \dots\dots\text{식(1)}$$

$W_a$  : 공기 중에서 측정한 시료의 질량

$W_l$  : 액체 속에서 측정한 시료의 질량

$\rho_l$  : 사용하는 액체(보통 물)의 밀도(측정 시 저울에 입력합니다.)

\*액체의 밀도 대신에 액체의 비중을 입력하면 고체 시료의 비중이 구해지고, 표시됩니다

\*통상, 저울의 측정으로 표시되는 결과는 정확히 말하면 중량이 아닌 질량입니다

\*여기서는 공기 중의 부력은 무시하고 있습니다

\* $\rho_l$ 을 정확하게 구하여 입력하십시오. 물의 밀도는 온도를 정확하게 측정하여, 권말의 밀도표에서 구하십시오.

### 2.2 액체밀도

이미 체적을 알고 있는 액체밀도용 침추(沈 錘)를 시료인 액체 속에 넣어서 무게를 측정하고, 그 추(침추)가 액체 속에서 받는 부력과 추의 체적으로부터 시료인 액체의 밀도를 구할 수 있습니다. 액체의 밀도  $\rho$  는 아래의 식에 의하여 구해집니다. 이 식은 아르키메데스의 원리로부터 유도됩니다. 저울은 이 식에 의해 밀도를 산출하여 표시합니다.

$$\rho = \frac{M_a - M_l}{V} \quad \dots\dots\text{식(2)} \quad : \text{사용한 침추의 체적 (측정 시에 저울에 입력한다.)}$$

$M_a$  : 공기 중에서 측정한 침추의 질량

$M_l$  : 액체 속에서 측정한 침추의 (겉보기) 질량

$V$  : 사용한 침추의 체적 (측정 시에 저울에 입력한다.)

\*액체비중을 직접 저울의 소프트웨어로 구하여 표시할 수는 없습니다

\*여기서는 공기 중에서의 부력은 무시하고 있습니다

\* $V$ 를 정확하게 구하여 입력하십시오  $V$ 는 아래의 식을 이용하여 미리 구하십시오 침추의 공기 중, 수중에서의 측정에는 본 제품(저울)을 사용하여, 통상의 g표시에서 측정하십시오.

$$V = \frac{M_a - M_w}{\rho_w}$$

$M_a$  : 공기 중에서 측정한 침추의 질량(저울의 통상의 g표시에서의 값)

$M_w$  : 수중에서 측정한 침추의 (겉보기) 질량 (저울의 통상의 g표시에서의 값)

$\rho_w$  : 사용한 물의 밀도 (온도를 측정하여 밀도표에서 구하십시오.)

### 3. Installation

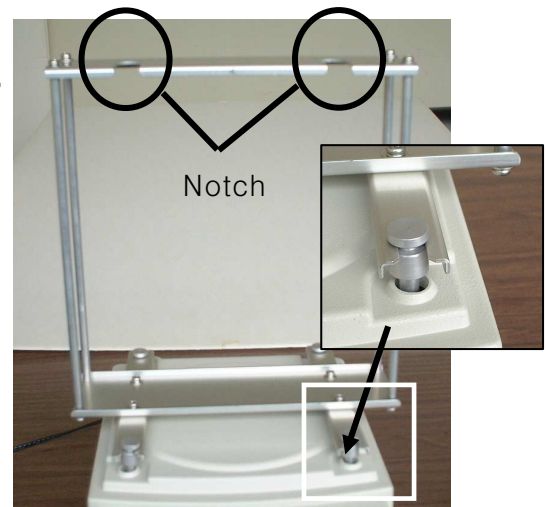
(설명도는 플래터 모델 저울과 SMK-101의 경우를 나타냅니다. 절차는 작은 접시 모델 저울과 SMK-102에서도 동일합니다.)

아래의 비중 키트의 매달기 전에 저울에 표준 접시를 붙인 상태에서 전원을 켜고 감도 조정을 실시하십시오.

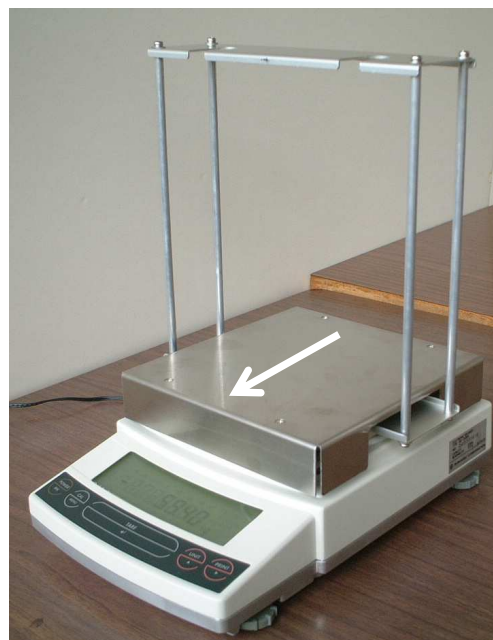
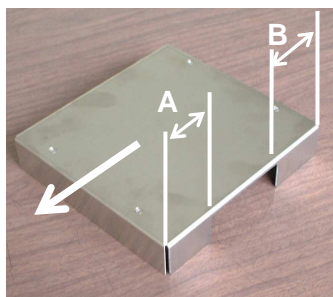
- ① 저울에서 접시를 제거합니다.
- ② 4개의 수지제 접시 받침 캡을 위쪽으로 빼내도록 제거합니다



- ③ 4개의 비중 키트용 접시 받침 캡(알루미늄제) 접시 받침대 프레임에 그림과 같이 미리 세트하고, 그 상태에서 4개의 비중 키트용 접시 받침 캡을 저울의 접시 받침 축에 삽입합니다. 접시 받침 프레임은 상면의 접시 받침부가 정면에서 보고 노치가 있는 쪽이 전면이 됩니다.



- ④ 수조대를 저울 케이스 상면에 올립니다. 좌우의 노치 부분에 접시 받침 프레임 반출이 되도록 세트 하십시오. 좌우의 노치 부분의 중앙에 접시 받침 세트의 반출이 되도록 세트 하십시오. SMK-101의 경우는 아래 그림의 A, B 중 짧은 쪽이 저울의 앞쪽이 됩니다. SMK-102의 경우는 아래 그림의 A, B 중 긴 쪽이 저울의 앞쪽이 됩니다.



- ⑤ 수조를 수조대에 놓습니다.



- ⑥ 측정 접시 세트를 접시 수용 프레임에 놓습니다.  
측정 접시 세트는 저울 전방보다 세트 합니다.  
먼저 하단 부분을 수조에 넣은 다음 상단 부분을  
밀어 넣으십시오.  
측정 접시 세트가 수조와 접촉하지 않도록 수조  
를 놓으십시오.





## 4. 測定の準備

### 4.1 固体密度（比重）測定

固体比重測定は、試料（固体）の空中重量値と既知な液体密度の液中での重量値とを測定して、試料の比重を算出するものです。本天びんでの固体比重単位は  $\nabla d$  で表示されます。

（データ出力時の単位はDSです。）

以下の手順で測定の準備を行います。

#### 4.1.1 天びんの電源投入

- ① 天びんの電源を投入します。
- ② 天びんの表示が自動的に進み“OFF”表示になります。
- ③ **POWER/BRK** キーを押すと、全表示が点灯し、質量表示になります。
- ④ 水槽に使用する液体を入れておきます。
- ⑤ 装置、試料、液体の温度が均一になるまで待ちます。

#### UW/UX シリーズをご使用の場合の注意事項

本体向かって右側面に貼られているラベルに「NO. D\*\*\*\*40001」以降の製造番号が記載されている場合は「4. 1. 3 固体比重単位の登録、固体密度測定用媒液密度（比重）の入力(2)」の手順で固体比重単位の登録などの設定を行ってください。

それ以前の製造番号が記載されている場合は、以下の「4. 1. 2 固体比重単位の登録、固体密度測定用媒液密度（比重）の入力(1)」の手順で設定を行ってください。

#### 4.1.2. 固体比重単位の登録、固体密度測定用媒液密度（比重）の入力(1)

- ① 通常の質量表示から **CAL/MENU** キーを繰り返し押し、下図の表示が出て“U”が点滅するようにします。

（注記）

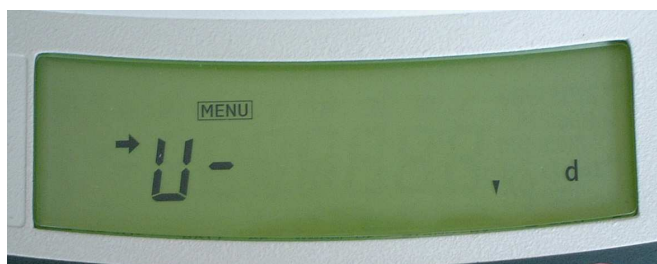
UW/UX シリーズでは、表示部 Std:EAUS の部分が、SEL:EAUS と表示される場合がありますが、手順は同じです。



- ② **O/T** キー (BW/BX では **TARE** キー) を押して、単位設定メニューに入ります。このとき下図の様な表示になります。



- ③ **CAL/MENU** キーをくり返し押して固体比重単位（ $\nabla d$ ）を表示させます。  
既に比重単位と媒液比重が設定されている場合は、安定マーク（矢印）が同時に表示されます。



- ④ 安定マークが表示されているか、されていないかに関わらず **O/T** キー（BW/BX では **TARE** キー）を押すと、媒液比重の入力画面となり一番左の桁が点滅します。  
媒液比重が未入力の場合、“0000000”と表示されます。



- ⑥ 試料を浸す媒液の比重を入力します。（代表的な媒液に関しては、巻末、付録 1. をご参照下さい。）  
**UNIT** キーを押すと点滅している桁の数値が 1、2、3、…、9 と増えていき “9” の次は再度 “0” となります。  
**PRINT** キーを押すと点滅する桁が移動します。1 番右の桁に移動した後、再度 **PRINT** キーを押すと小数点が表示されます。（再度 **PRINT** キーを押すと一番左の桁が点滅します。）  
下図のように小数点が表示された状態で、**UNIT** キーを押すと、その度ごとに小数点の位置が移動します。設定する数値になるように小数点の位置を決定してください。また、小数点の位置の設定は数値設定を行った後に行ってください。



＜媒液比重を1.000と入力する場合の例＞

a) 数値設定画面にします。1番左の桁が点滅している状態です。



b) **PRINT** キーを押して下4桁目が点滅するようにします。その状態で**UNIT** キーを押して“1”にします。



c) **PRINT** キーを押して、下図のように小数点を表示点滅させます。その状態で**UNIT** キーを数回押し、小数点を“1”の右横に移動させます。



d) これで数値“1.000”が入力できました。

⑦ 数値を入力後、**O/T** キー (BW/BX では **TARE** キー) を押します。“— — —”表示後 “SET” と表示され、下図のような表示に戻ります。このとき必ず表示部の左端中央部に矢印マークが点灯していることを確認してください。

矢印マークが点灯していない場合は正常に設定できておりませんので再度④から設定を行ってください。



⑧ **POWER/BRK** キーを3秒以上押しつづけて通常の質量表示に戻します。これで固体比重測定の準備ができました。

#### 4.1.3. 固体比重単位の登録、固体密度測定用媒液密度（比重）の入力(2)

- ① 通常の質量表示から **CAL/MENU** キーを繰り返し押し、下図の表示が出て“U”が点滅するようにします。



- ② **0/T** キーを押して、単位設定メニューに入ります。このとき下図の様な表示になります。




- ③ **CAL/MENU** キーをくり返し押して固体比重単位（ $\nabla d$ ）を表示させます。  
既に比重単位と媒液比重が設定されている場合は、安定マーク（矢印）が同時に表示されます。




- ④ **0/T** キーを押すと、測定結果の比重値表示モードの選択画面が表示されます。



**0/T** キーを押すごとに、“— — —”表示後 “SET”と表示され、安定マークの点灯と消灯が切替ります。

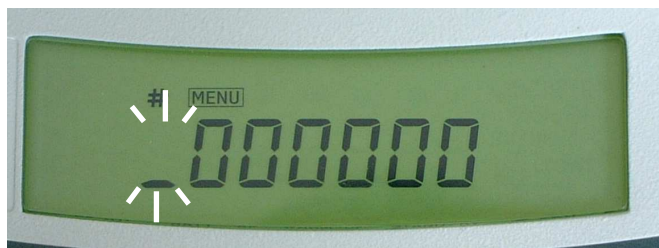
“”点灯：算出された比重値をホールド表示します。

“”消灯：液体中でのひょう量値変化に応じて比重値を更新表示します。

ご使用になりたい比重値表示モードをご選択ください。



- ⑤ **CAL/MENU** キーを押すと、媒液比重の入力画面となり一番左の桁が点滅します。媒液比重が未入力の場合、“000000”と表示されます。



- ⑥ 試料を浸す媒液の比重を入力します。（代表的な媒液に関しては、巻末、付録 1. をご参照下さい。）

**UNIT** キーを押すと点滅している桁の数値が 1、2、3、…、9 と増えていき“9”の次は再度“0”となります。

**PRINT** キーを押すと点滅する桁が移動します。1 番右の桁に移動した後、再度 **PRINT** キーを押すと小数点が表示されます。（再度 **PRINT** キーを押すと一番左の桁が点滅します。）

下図のように小数点が表示された状態で、**UNIT** キーを押すと、その度ごとに小数点の位置が移動します。設定する数値になるように小数点の位置を決定してください。また、小数点の位置の設定は数値設定を行った後に行ってください。



#### <媒液比重を 1.000 と入力する場合の例>

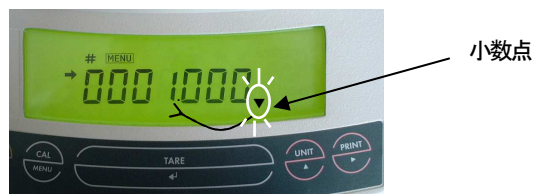
- a) 数値設定画面にします。1 番左の桁が点滅している状態です。



- b) **PRINT** キーを押して下 4 桁目が点滅するようにします。その状態で **UNIT** キーを押して“1”にします。



- c) **PRINT** キーを押して、下図のように小数点を表示点滅させます。その状態で **UNIT** キーを数回押し、小数点を“1”の右横に移動させます。



- d) これで数値“1.000”が入力できました。

- ⑦ 数値を入力後、**0/T**キーを押します。“— — —”表示後 “S E T”と表示され、下図のような表示に戻ります。このとき必ず表示部の左端中央部に矢印マークが点灯していることを確認してください。  
矢印マークが点灯していない場合は正常に設定できておりませんので再度④から設定を行ってください。



- ⑧ **POWER/BRK**キーを3秒以上押しつけて通常の質量表示に戻します。これで固体比重測定の準備ができました。

## 4.2 液体密度測定

液体密度測定は、既知の体積を持つ（沈錘）の重量を、空中ならび、測定したい液中で測定し、この2つの値から液体の密度を算出するものです。本天びんでの液体密度単位は  $d$  で表示されます。（データ出力時の単位はDLで表示されます。）  
以下の手順で測定の準備を行います。なお、沈錘の体積は、2.2の記述にしたがって予め求めておいてください。

### 4.2.1 天びんの電源投入

- ① 天びんの電源を投入します。
- ② 天びんの表示が自動的に進み“OFF”表示になります。
- ③ **POWER/BRK** キーを押すと、全表示が点灯し、質量表示になります。
- ④ 測定する液体を水槽に入れておきます。

### 4.2.2 沈錘体積の算出

- ① 「3. すえつけ」にしたがって、SMK-101（SMK-102）を天びんにすえつけてください
- ② あらかじめ水槽に水を入れ、温度計で水温を測定し、水温が安定していることを確認しておきます。
- ③ 表示は“d”表示ではなく、通常の“g”（グラム）表示にしておきます。
- ④ **0/T** キーを押し、表示をゼロにします。
- ⑤ 沈錘を空气中で測定するため、測定皿セットの皿の上に載せます。
- ⑥ 安定マークが点灯したら表示値を  $M_a$  として記録します。
- ⑦ 沈錘を液中で測定するため、測定皿セットの液中皿に載せ替えます。
- ⑧ 安定マークが点灯したら表示値  $M_w$  として記録します。  
注：沈錘に付着した試料液体は次の測定の前に必ず完全に除去して沈錘を乾かしてください。
- ⑨ 以下の式を用いて沈錘の体積  $V[\text{cm}^3]$  を求めます。

$$V = \frac{M_a - M_w}{\rho_w}$$

$M_a$ ：空气中で測定した沈錘の質量(天びんの通常の g 表示の読み)  
 $M_w$ ：水中で測定した沈錘の(見かけの)質量(天びんの通常の g 表示の読み)  
 $\rho_w$ ：使用する水の密度  
(温度を測定し、巻末、付録 1. の水の密度表をご参照下さい)

## UW/UX シリーズをご使用の場合の注意事項

本体向かって右側面に貼られているラベルに「NO. D\*\*\*40001」以降の製造番号が記載されている場合は「4. 2. 4 液体密度単位の登録、沈錘体積の入力(2)」に従って、液体密度単位の登録などの設定を行ってください。

それ以前の製造番号が記載されている場合は、以下の「4. 2. 3 液体密度単位の登録、沈錘体積の入力(1)」の手順で設定を行ってください。

### 4.2.3 液体密度単位の登録、沈錘体積の入力(1)

- ① 通常の質量表示から **CAL/MENU** キーを繰り返し押し、下図の表示が出て“U”が点滅するようにします。

(注記)

UW/UX シリーズでは、表示部 Std:EAUS の部分が、SEL:EAUS と表示される場合がありますが、手順は同じです。



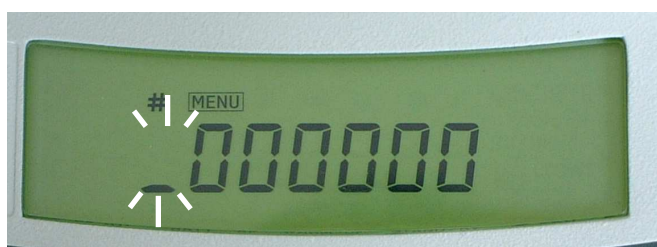
- ② **O/T** キー (BW/BX では **TARE** キー) を押して、単位設定メニューに入ります。このとき下図の様な表示になります。



- ③ **CAL/MENU** キーを7回押して液体密度単位 (  $d$  ) を表示させます。このとき下図の様に表示部の左側中央に矢印マークが点灯していれば、すでに比重単位が設定されている状態です。



- ④ **O/T** キー (BW/BX では **TARE** キー) を押すと、沈錘の体積の入力画面となり一番左の桁が点滅します。沈錘の体積が未入力の場合、“0000000”表示になります。





- ⑤ 予め4.2.2で算出した沈錘の体積を入力します。  
 数値入力の方法に関しては、“P.9 ⑥<媒液比重を1.000と入力する場合の例”を参照下さい。  
**UNIT**キーを押すと点滅している桁の数値が1、2、3、…、9と増えていき“9”の次は再度“0”となります。  
**PRINT**キーを押すと点滅している桁が移動します。1番左の桁に移動した後、再度**PRINT**キーを押すと小数点が表示されます。再度**PRINT**キーを押すと一番左の桁が点滅します。  
 下図のように小数点が表示された状態で、**UNIT**キーを押すと、その度ごとに小数点の位置が移動します。設定する数値になるように小数点の位置を決定してください。また、小数点の位置の設定は数値設定を行った後に行ってください。



- ⑥ 数値を入力後、**O/T**キー(BW/BXでは**TARE**キー)を押します。“— — —”表示後“SET”と表示され下図の様な表示に戻ります。このとき必ず表示部の左端中央部に矢印マークが点灯していることを確認してください。  
 矢印マークが点灯していない場合は正常に設定できておりませんので再度④から設定を行ってください。



- ⑦ **POWER/BRK**キーを3秒以上押しつづけて重量表示に戻します。これで液体密度測定の準備ができました。

#### 4.2.4 液体密度単位の登録、沈錘体積の入力(2)

- ①通常の質量表示から**CAL/MENU**キーを繰り返し押し、下図の表示が出て“U”が点滅するようにします。



- ② **0/T** キーを押して、単位設定メニューに入ります。このとき下図の様な表示になります。




- ③ **CAL/MENU** キーを7回押して液体密度単位 (  $d$  ) を表示させます。このとき下図の様に表示部の左側中央に矢印マークが点灯していれば、すでに比重単位が設定されている状態です。




- ④ **0/T** キーを押すと、測定結果の比重値表示モードの選択画面が表示されます。



**0/T** キーを押すごとに、“— — —”表示後 “S E T”と表示され、安定マークの点灯と消灯が切替ります。

“”点灯：算出された比重値をホールド表示します。

“”消灯：液体中でのひょう量値変化に応じて比重値を更新表示します。

ご使用になりたい比重値表示モードをご選択ください。

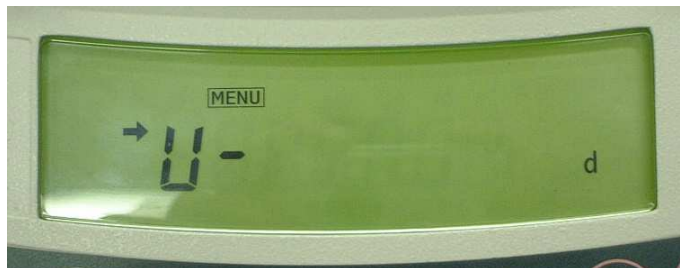
- ⑤ **CAL/MENU** キーを押すと、沈錘の体積の入力画面となり一番左の桁が点滅します。沈錘の体積が未入力の場合、“0 0 0 0 0 0 0”表示になります。



- ⑥ 予め 4.2.2 で算出した沈錘の体積を入力します。  
数値入力の方法に関しては、“P.9 ⑥＜媒液比重を 1.000 と入力する場合の例＞”を参照下さい。  
**UNIT** キーを押すと点滅している桁の数値が 1、2、3、…、9 と増えていき“9”の次は再度“0”となります。  
**PRINT** キーを押すと点滅している桁が移動します。1 番左の桁に移動した後、再度 **PRINT** キーを押すと小数点が表示されます。再度 **PRINT** キーを押すと一番左の桁が点滅します。  
下図のように小数点が表示された状態で、**UNIT** キーを押すと、その度ごとに小数点の位置が移動します。設定する数値になるように小数点の位置を決定してください。また、小数点の位置の設定は数値設定を行った後に行ってください。



- ⑦ 数値を入力後、**0/T** キーを押します。“— — —”表示後“SET”と表示され下図の様な表示に戻ります。このとき必ず表示部の左端中央部に矢印マークが点灯していることを確認してください。  
矢印マークが点灯していない場合は正常に設定できておりませんので再度④から設定を行ってください。



- ⑧ **POWER/BRK** キーを 3 秒以上押しつづけて重量表示に戻します。これで液体密度測定の準備ができました。

## 5. 試料の測定

### 5.1 固体比重測定

#### UW/UX シリーズをご使用の場合の注意事項

本体向かって右側面に貼られているラベルに「NO. D\*\*\*\*40001」以降の製造番号が記載されている場合は「5.1.2 固体比重測定(2)」に示す手順で、測定を行ってください。

それ以前の製造番号が記載されている場合は、以下の「5.1.1 固体比重測定(1)」の手順で測定を行ってください。

#### 5.1.1 固体比重測定(1)

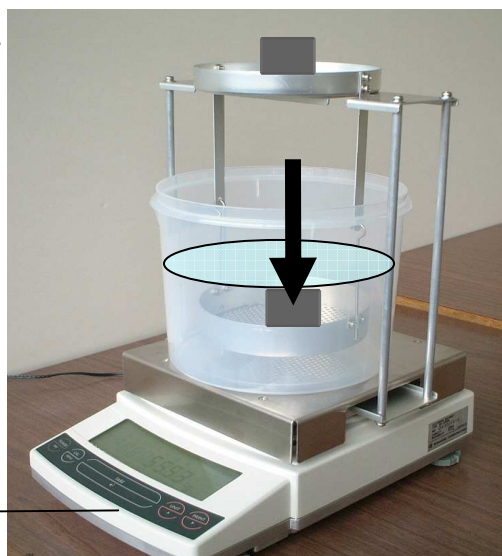
- ① 下図の単位表示になるまで **UNIT** キーを押して、天びんの測定単位を固体比重単位に変更します。



固体比重単位に設定したときに下図のような場合がありますが故障ではありません。



- ② **O/T** キー (BW/BX では **TARE** キー) を押します。  
この時、表示は変化しません。
- ③ 測定する試料を測定皿セットの皿の上に載せます。
- ④ 安定マークが点灯したら **CAL/MENU** キーを押します。安定マークが点灯しない場合は5秒程度待って **CAL/MENU** キーを押してください。この時、上図のように“dSP oL”と表示が出る場合がありますが故障ではありません。  
次の手順に進んでください。
- ⑤ 試料を液中の皿に載せ替えます。
- ⑥ 表示に比重値が表示されます。





- ⑦ 続けて測定する場合は前回測定した試料を水中に入れたままの状態ですべての状態で **CAL/MENU** キーを 1 回押します。その後、試料をおろしてから、もう一度②から行います。
- ⑧ 試料を浸ける媒液を変更する場合は媒液の比重の入力から再度行って下さい。

### 5.1.2 固体比重測定(2)

- ① 質量表示から **UNIT** キーを数回押すと、約 2 秒間下図が表示されます。





その後、質量表示に切り替わります。このとき、単位記号表示箇所には ( ▼  $gd$  ) が表示されます。また、表示器右上に ( ► ) が表示され、試料の空气中重量測定モードであることを示します。

**0/T** キーを押して表示をゼロに設定します。



- ② 測定する試料を測定皿セットの上の皿の載せます。




- ③ 試料の重量値が表示されます。  
 オプションプリンタ EP-80などを接続している場合は、**PRINT**キーを押すと、表示されている試料重量値を印字することができます。  
 試料の空气中重量を確定するときは、安定マーク“”が点灯していることを確認し、**CAL/MENU**キーを押します。④へ進みます。  
 注記：測定精度を維持するため、必ず安定マーク“”が点灯していることを確認して、**CAL/MENU**キーを押してください。



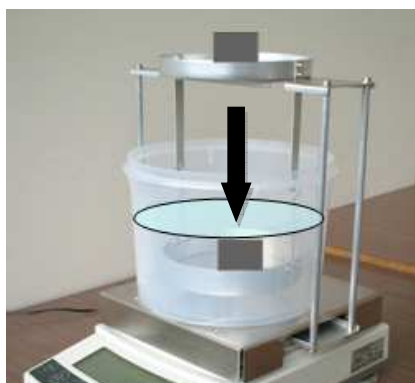
- ④ 約2秒間の下図が表示されます。次に、液体中重量測定を行なうことを示しています。





- ⑤ 質量表示に切り替わります。このとき、単位記号表示箇所（ $\nabla g^d$ ）が表示されます。また、表示器右下に（）が表示され、試料の液体中重量測定モードであることを示します。上の皿から試料を下し、**0/T**キーを押して表示をゼロに設定します。



- ⑥ 試料を液体中の皿に載せます。



- ⑦ 液中での重量値が表示されます。  
オプションプリンタ EP-80などを接続している場合は、**PRINT**キーを押すと、表示されている試料の液中重量値を印字することができます。
- ⑧ 試料の液中重量を確定するときは、安定マーク“”が点灯していることを確認し、**CAL/MENU**キーを押します。⑨へ進みます。  
注記: 測定精度を維持するため、必ず安定マーク“”が点灯していることを確認して、**CAL/MENU**キーを押してください。



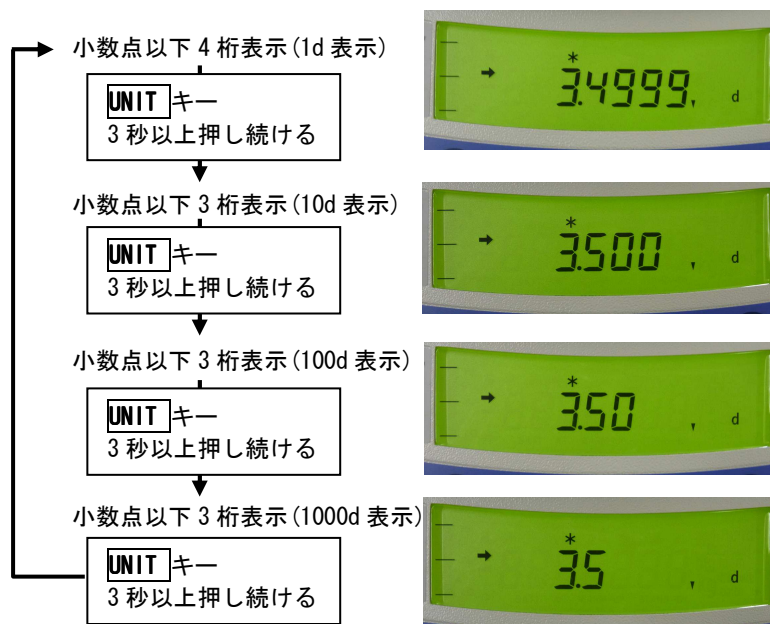
- ⑨ 設定されている比重値表示モードに従って、固体比重値が表示されます。



ホールド表示モードでの比重値表示例です。  
ホールド表示が選択されている場合は、上部に‘\*’が点灯します。

**POWER**キーを押すと④から液体中重量測定をやり直すことができます。  
試料表面に気泡が付着した場合など、期待する結果が得られないときに、気泡除去後に液体中重量測定をやり直し比重値を再計算させることができます。

比重値表示中に**UNIT**キーを3秒以上押し続けると、下図のように比重値の表示桁数を切り換えることができます。必要な読み取り桁数などに合わせてご利用ください。



- ⑩ 次の測定は CAL/MENU キーを押した後、再度①から行ないます。  
固体比重測定を終了し、他の質量単位での測定に変更する場合は、**UNIT**キーを押してください。

## 5.2 液体密度測定

### UW/UX シリーズをご使用の場合の注意事項

本体向かって右側面に貼られているラベルに「NO. D\*\*\*40001」以降の製造番号が記載されている場合は「5.2.2 液体密度測定(2)」に示す手順で、測定を行ってください。  
それ以前の製造番号が記載されている場合は、以下の「5.2.1 液体密度測定(1)」の手順で測定を行ってください。

#### 5.2.1 液体密度測定(1)

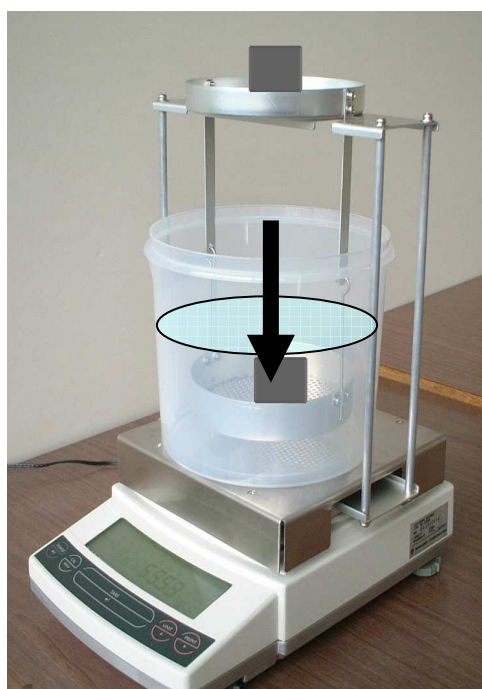
- ① 下図の単位表示になるまで **UNIT** キーを押して、天びんの測定単位を液体密度単位に変更します。



液体密度単位に設定したときに下図のような表示になる場合がありますが故障ではありません



- ② **O/T** キー (BW/BX では **TARE** キー) を押します。  
この時、表示は変化しません。  
③ 沈錘を測定皿セットの皿の上に載せます。  
④ 安定マークが点灯したら **CAL/MENU** キーを押します。安定マークが点灯しない場合は5秒程度待って **CAL/MENU** キーを押してください。この時、上図のように“dSP oL”と表示が出る場合がありますが故障ではありません。  
次の手順に進んでください。  
⑤ 沈錘を測定する液中の皿に載せ替えます。  
⑥ 表示に液体の密度値が表示されます。  
⑦ 続けて測定する場合は前回測定した試料をおろしてもう一度②から行います。





### 5.2.2 液体密度測定(2)

- ① 質量表示から **UNIT** キーを数回押すと、約 2 秒間下图が表示されます。



その後、質量表示に切り替わります。このとき、単位記号表示箇所（  $gd$  ）が表示されます。また、表示器右上に（  $\blacktriangleright$  ）が表示され、沈錘の空気中重量測定モードであることを示します。

**0/T** キーを押して表示をゼロに設定します。



- ② 沈錘を測定皿セットの上の皿の載せます。



- ③ 沈錘の重量値が表示されます。

オプションプリンタ EP-80 などを接続している場合は、**PRINT** キーを押すと、表示されている沈錘重量値を印字することができます。

沈錘の空気中重量を確定するときは、安定マーク“  $\blacktriangleright$  ”が点灯していることを確認し、**CAL/MENU** キーを押します。④へ進みます。

注記：測定精度を維持するため、必ず安定マーク“  $\blacktriangleright$  ”が点灯していることを確認して、**CAL/MENU** キーを押してください。



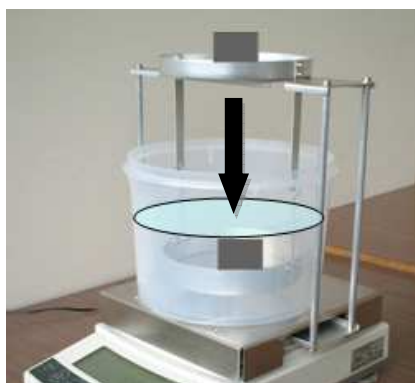
- ④ 約 2 秒間の下図が表示されます。次に、沈錘の液体中重量測定を行なうことを示しています。



- ⑤ 質量表示に切り替わります。このとき、単位記号表示箇所（  $gd$  ）が表示されます。また、表示器右下に（  $\blacktriangleright$  ）が表示され、沈錘の液体中重量測定モードであることを示します。上の皿から試料を下し、**[0/T]** キーを押して表示をゼロに設定します。



- ⑥ 沈錘を液体中の皿に載せ替えます。



- ⑦ 沈錘の液中での重量値が表示されます。  
オプションプリンタ EP-80 などを接続している場合は、**[PRINT]** キーを押すと、表示されている沈錘の液中重量値を印字することができます。
- ⑧ 沈錘の液中重量を確定するときは、安定マーク（矢印）が点灯していることを確認し、**[CAL/MENU]** キーを押します。⑨へ進みます。  
注記：測定精度を維持するため、必ず安定マーク“ $\blacktriangleright$ ”が点灯していることを確認して、**[CAL/MENU]** キーを押してください。



- ⑨ 設定されている比重値表示モードに従って、固体比重値が表示されます。



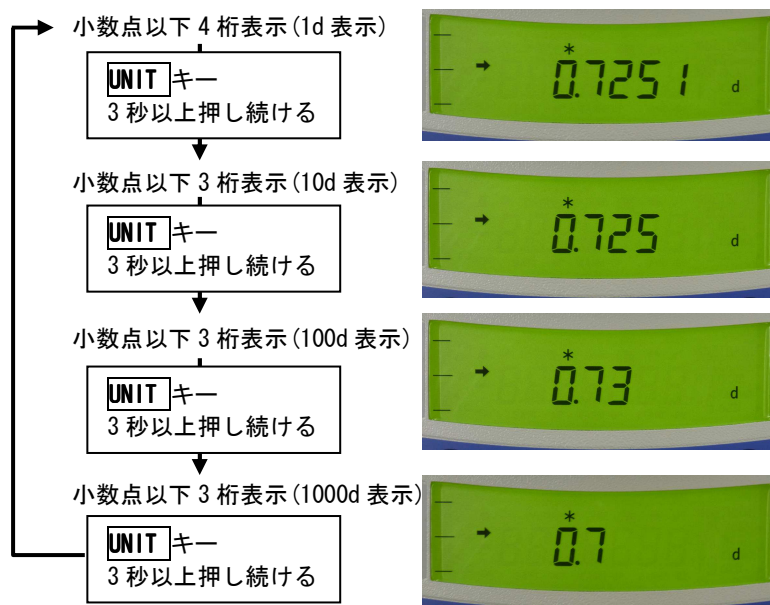
ホールド表示モードでの比重値表示例です。

ホールド表示が選択されている場合は、上部に「\*」が点灯します。

**POWER** キーを押すと④から液体中重量測定をやり直すことができます。

試料表面に気泡が付着した場合など、期待する結果が得られないときに、気泡除去後に液体中重量測定をやり直し比重値を再計算させることができます。

比重値表示中に **UNIT** キーを3秒以上押し続けると、下図のように比重値の表示桁数を切り換えることができます。必要な読み取り桁数などに合わせてご利用ください。



- ⑩ 次の測定は CAL/MENU キーを押した後、再度①から行ないます。

固体比重測定を終了し、他の質量単位での測定に変更する場合は、**UNIT** キーを押してください。

## 6. 측정 정밀도에 대하여

### 6.1 유효 숫자 정보

비중 또는 밀도를 측정하면 저울의 소수점 이하 4자리까지 결과를 표시할 수 있습니다. 다만, 표시되는 결과는 식(1), 식(2)(2장 참조)에 근거하여 계산된 계산값이므로, 이러한 식에 대입되는 측정으로부터 직접 얻어지는 값 모두에 오차가 유효한 숫자가 없으면 최종 결과의 신뢰성도 보장되지 않습니다.

정확한 비중(또는 밀도)을 얻으려면 측정 시 오차 요인을 억제해야 합니다. 측정 시료나 조건에 의해, 측정시에 오차를 피할 수 없는 경우, 유효 숫자를 확보할 수 없는 경우에는, 저울이 정상적인 성능을 가지고 있어도, 비중 또는 밀도의 표시값의 재현성이 낮은, 표시가 불안정 등의 현상을 볼 수 있습니다.

일반적으로 고체 시료가 너무 작으면 정확한 측정이 어려워집니다. 공중의 중량이 작으면, 식(1)에 있어서 분자의 유효 숫자가 적어지기 때문에, 최종 결과의 유효 숫자도 적어집니다.

일반적으로 고체 시료의 밀도가 큰 것이 정확한 측정이 어려워집니다. 밀도가 클수록 부력이 작아지기 때문에, (1)식의 최종 결과의 유효 자리수를 확보할 수 없기 때문입니다.

### 6.2 오차의 요인

#### 6.2.1 기포

작은 기포조차도 고체 또는 액체 접시에 부착되어 측정에 영향을 미칩니다. 만일  $1\text{mm}^3$ 의 기포가 1개 부착되어 있는 경우, 수중에서의 부력은 약  $1\text{mg}$  크게 측정되므로,  $1\text{mg}$  최소 표시의 저울에서는 아래 1자리수의 오차가 생겨, 유효 자리수도 감소하고, 최종 결과로 신뢰할 수 있는 자리수는 줄어듭니다.

액중 측정시, 미리 공기 중에서 고체 시료의 특히 평평한 면을 아래로 하여 액중 접시에 둔 후, 이들을 액중에 넣는 것은 피해 주세요. 액중 접시의 그물 부분에 기포가 생기기 때문에, 먼저 액중 접시를 액중에 가라앉힌 후 고체 시료를 올려 주세요.

고체 시료나 침추를 액중에서 측정하기 위해 침전한 후, 기포가 부착되어 있지 않은지 확인하고, 있으면 제거해 주세요.

이 때, 액체가 액중 접시를 지지하는 와이어에 걸려 부착하지 않도록 주의해 주십시오. 액중 측정시의 중량이 증가하여 오차의 원인이 됩니다.

시료에 손으로 직접 접촉하는 것은 피해 주십시오. 기름이 고체 표면에 부착되면 기포가 발생합니다.

#### 6.2.2 고체 시료

고체 시료의 부피가 매우 크면 액에 가라앉을 때 액면 상승이 커집니다. 이것은 액중 접시의 지지 와이어의 액중에 가라앉는 길이가 증가하기 때문에 부력이 본래보다 크게 측정됩니다. 와이어의 직경은  $2\text{mm}$ 이므로 2개 맞춘 단면적은 약  $6.3\text{mm}^2$ 입니다. 물의 경우, 와이어가  $1\text{mm}$  침몰하면 부력은 약  $6.3\text{mg}$  크게 측정됩니다.

#### 6.2.3 액체 시료와 침추

액체 밀도의 측정에 작은 비이커 등을 사용하면 소량의 시료로 측정이 가능합니다. 이 경우, 부피가 작은 침추를 사용하게 되지만, 침추가 너무 작으면 최종 결과의 유효 자리수가 적어집니다.

식(2)(2장 참조)로 나타낸 바와 같이, 부력과 침추 체적이 액체 밀도 산출식의 분자와 분모를 이루기 때문에, 각각의 유효 자리수와 측정 정밀도를 확보할 필요가 있습니다

#### 6.2.4 媒 液

液体の温度は正確に測定され、また、測定は温度変化の無い状態で行う必要があります。水の密度は1℃でおおよそ0.01%変化しますので、温度に1℃の誤差があれば、この要因のみで最終結果の上から4桁目以降は信頼性が無くなります。

吸水性や水溶性の固体試料の測定時にはアルコールを用いることもできますが、蒸発による誤差にも注意する必要があります。

#### 6.2.5 表面張力

液中皿のワイヤーが液面と接する状態は、測定ごとに微妙に変わる可能性があります。このため表面張力による誤差が再現性に影響する場合があります。再現性が悪い場合には表面張力を抑制するため、市販の台所用洗剤を適量落としてください。

### 부록1. 매액의 온도 밀도표

온도 [°C]	밀도 $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	
	물	에틸 알코올
10	0.9997	0.7978
11	0.9996	0.7969
12	0.9995	0.7961
13	0.9994	0.7953
14	0.9993	0.7944
15	0.9991	0.7935
16	0.9990	0.7927
17	0.9988	0.7918
18	0.9986	0.7909
19	0.9984	0.7901
20	0.9982	0.7893
21	0.9980	0.7884
22	0.9978	0.7876
23	0.9976	0.7867
24	0.9973	0.7859
25	0.9971	0.7851
26	0.9968	0.7842
27	0.9965	0.7833
28	0.9963	0.7824
29	0.9960	0.7816
30	0.9957	0.7808
31	0.9954	0.7800
32	0.9951	0.7791
33	0.9947	0.7783
34	0.9944	0.7774
35	0.9941	0.7766

## 付録 2. 固体密度測定精度

最小表示 0.01g の天びんと比重キットを使用した場合の固体密度のおおよその測定精度を下記に示します。

最小表示 0.001g の天びんと比重キットを使用した場合には誤差が 10 分の 1、

最小表示 0.1g の天びんと比重キットを使用した場合には誤差が 10 倍となります。

ただし、本表の数値は計算により算出したものであり、測定する試料や測定条件により誤差が大きくなる可能性がありますのであくまで目安としてお考え下さい。測定誤差に関しては、6 章をご参照下さい。

表の見方：固体試料が 100 g で、密度が 3 g/cm<sup>3</sup> のとき密度表示での計算上有効な最小表示は 0.005 (g/cm<sup>3</sup>) 相当となる。そのため、表示最小桁である 0.001 の桁は表示が不安定になることが予想される。

密度(比重)測定 推定最大誤差 (天びんの最小表示 0.01g の場合)									
試料の質量(g) 試料の密度 または比重(g/cm <sup>3</sup> )	1	10	50	100	500	1000	2000	3000	4000
1	0.1	0.01	0.003	0.002	0.0005	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002
3	0.4	0.04	0.01	0.005	0.001	0.001	0.0005	0.0004	0.0004
5	0.7	0.07	0.01	0.008	0.002	0.001	0.001	0.001	0.0006
8	1.2	0.1	0.02	0.01	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001
10	1.5	0.1	0.03	0.02	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001
12	1.7	0.2	0.04	0.02	0.004	0.002	0.002	0.001	0.001
20	2.9	0.3	0.06	0.03	0.01	0.004	0.003	0.002	0.002