



島津電子天びん UP, UW/UX シリーズ用
比重測定キット
SMK-101A (大皿機種用)
SMK-102 (小皿機種用)
取扱説明書



この文書をよく読んで正しくご使用ください。いつでも使用できるように大切に保管してください。

島津製作所

分析計測事業部

製品保証について

このたびは本製品をご購入くださりましてありがとうございます。
当社は本製品に対し、1ヶ年の製品保証を致しております。
万一保証期間中に当社の責により故障を生じた場合はその修理または部品の代替を無償で行ないます。
ただし、次に該当する故障の場合はこの対象から除外させていただきます。

- 1) 誤ってお取り扱いになった場合
- 2) 当社以外で修理や改造などが行なわれた場合
- 3) 故障の原因が機器以外の理由による場合
- 4) 高温多湿・腐食性ガス・振動など、過酷な条件の中でご使用になった場合
- 5) 火災・地震その他の天変地異による場合
- 6) いったんすえつけた後、移動あるいは輸送された場合
- 7) 消耗品およびこれに準ずる部品

安全に関する注意事項

この取扱説明書では、警告内容を次のように規定しています。

注意

その事象を避けなければ、軽症または中程度の傷害を負う可能性のある場合、および物的損害の可能性のある場合に用いています。

注記

装置を正しくご使用していただくための情報を記載しています。

注意

安全かつ支障なくご使用いただくために次の各事項を守ってください。

- 比重キットをセットした天びんを危険領域で使用しないでください。
危険領域＝引火性ガス・引火性液体、粉塵などの漂うところ
- 取扱いは注意深く、ていねいに行なってください。
この製品は堅牢な設計になっていますが、**精密機器**です。
- 本製品および天びん、付属品・周辺機器は、絶対に分解しないで下さい。

■ はじめに

このたびは島津電子天びん UP、UW/UX シリーズ 用特別付属品、比重測定キット SMK-101A/102 をお求めいただきありがとうございます。

固体資料を空気中と液中で測定することにより、試料の比重または密度を天びんが算出して表示します。また、沈錘をご用意頂くと、液体密度の測定をすることができます。

ご使用前には必ず、本取扱説明書ならびに UP、UW/UX シリーズ 取扱説明書をよくお読みいただき大切に保管してください。

注 記

本比重キットを使用される場合、実際に測定できる「ひょう量」は以下のように減少しますので、予めご了承ください。

SMK-101A(大皿用) : キットをセットする天びんの元のひょう量より約100g小さくなります。
また、ひょう量対象物は約2kgまでとなります。

SMK-102(小皿用) : キットをセットする天びんの元のひょう量より約290g小さくなります。

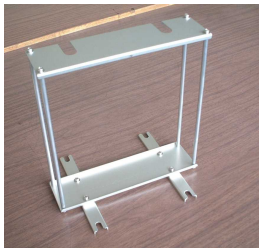
目次

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

1. 部品の名称と装置の外観

梱包を開けて、以下の部品が入っていることを確認してください。

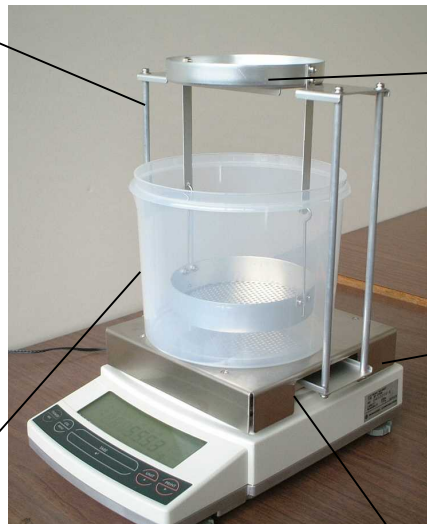
名称	数量
① 皿受けフレーム	1セット
② 測定皿セット	1個
③ 水槽	1個
④ 水槽台	1セット
⑤ 皿受けキャップ(アルミ製)	4個



①皿受けフレーム
(写真は大皿用です)



②測定皿セット



全体図



⑤皿受けキャップ
(写真は大皿用です)



③水槽



④水槽台

2. 測定原理

2.1 固体密度または比重

液体中にある試料は、試料と同じ体積の液体の重さに等しい浮力を受けているので、空気中で重さを量った試料を液体中に吊るして再度重さを量り、これらの値と液体の密度(または比重)から試料の密度(または比重)を求めます。固体の密度 ρ は以下の式によって求められます。天びんはこの式により密度(または比重)を算出して表示します。

式はアルキメデスの原理(流体中の物体は物体が排除した流体の重さに相当する浮力を流体から受ける)から導かれています。

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

W_a : 空気中で測定した試料の質量

W_l : 液体中で測定した試料の質量

ρ_l : 使用する液体(通常は水)の密度(測定時に天びんに入力します。)

*液体の密度の代わりに液体の比重を与えれば、固体試料の比重が求められ表示されます。

*通常、天びんの測定で表示される結果は正確には重さではなく質量です。

*ここでは、空気中の浮力は無視しています。

* ρ_l を正確に求めて入力してください。水の密度は、温度を正確に測定し、巻末の密度表から求めてください。

2.2 液体密度

体積が既知のおもり(沈錘)を試料液体中に吊るして重さを量り、そのおもり(沈錘)が液中で受ける浮力とおもりの体積から試料液体の密度を求めます。液体の密度 ρ は以下の式によって求められます。

式はアルキメデスの原理から導かれています。天びんはこの式により密度を算出して表示します。

$$\rho = \frac{M_a - M_l}{V} \quad \dots\dots\text{式(2)}$$

M_a : 空気中で測定した沈錘の質量

M_l : 液体中で測定した沈錘の(見かけの)質量

V : 使用した沈錘の体積(測定時に天びんに入力します)

*液体比重を直接、天びんのソフトで求めて表示させることはできません。

*ここでは、空気中の浮力は無視しています。

* V を正確に求めて入力してください。 V は下の式を用いてあらかじめ求めてください。

沈錘の空気中、水中の測定には本製品を使用し、通常のg表示で測定してください。

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

M_a : 空気中で測定した沈錘の質量(天びんの通常のg表示の読み)

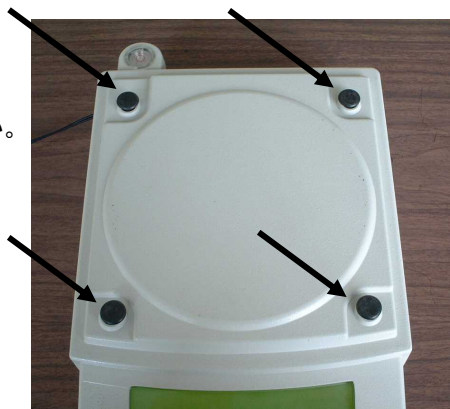
M_w : 水中で測定した沈錘の(見かけの)質量(天びんの通常のg表示の読み)

ρ_w : 使用する水の密度(温度を測り密度表から求めてください)

3. すえつけ

(説明図は、大皿機種天平と SMK-101A の場合を示しますが、手順は SMK-102 でも同じです)
下記の比重キットのすえつけの前に、天平に標準の皿をつけた状態で電源を入れ、感度調整を行ってください。

- ① 天平から皿を取り外します。
- ② 4つの樹脂製の皿受けキャップを上方へ引き抜くように取り外します。



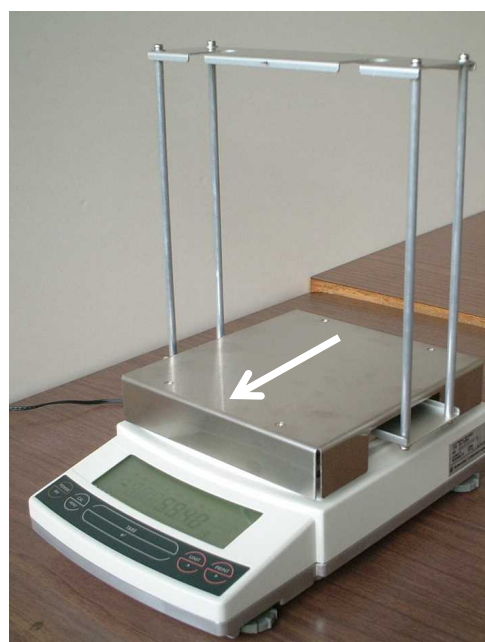
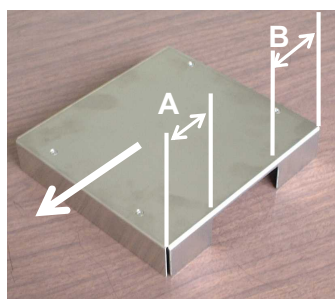
- ③ 4つの比重キット用皿受けキャップ(アルミ製)を皿受けフレームに図のように予めセットし、その状態で4つの比重キット用皿受けキャップを天平の皿受け軸に差し込みます。

皿受けフレームは上面の皿受け部が正面から見て切欠きのある方が前面になります。



- ④ 水槽台を天平ケース上面に載せます。左右の切欠き部分に皿受けフレーム持ち出しがくるようにセットしてください。左右の切欠き部分の中央に皿受けセットの持ち出しがくるようにセットしてください。

SMK-101A の場合は、下図のA、Bのうち短い方が天平の前側になります。
SMK-102 の場合は、下図のA、Bのうち長い方が天平の前側になります。



- ⑤ 水槽を水槽台に載せます。



- ⑥ 測定皿セットを皿受けフレームにセットします。測定皿セットは天びん前方よりセットします。最初に下側部分を水槽に入れてから、上部分をスライドさせるようにセットしてください。

測定皿セットが水槽に接触しないように水槽を置いてください。



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 ∇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

UW/UX シリーズの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)

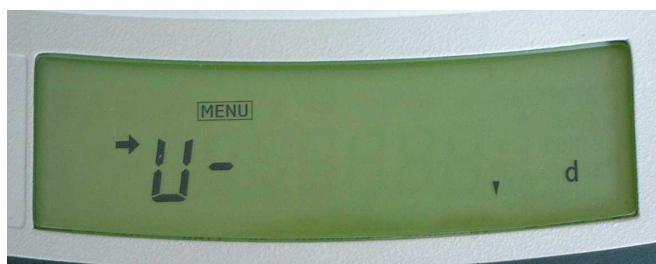
UW/UX シリーズでは、表示部 Std:EAUS の部分が、SEL:EAUS と表示される場合がありますが、手順は同じです。



- 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 ($\downarrow d$) 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“1”にします。



c) **PRINT** キーを押し、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)

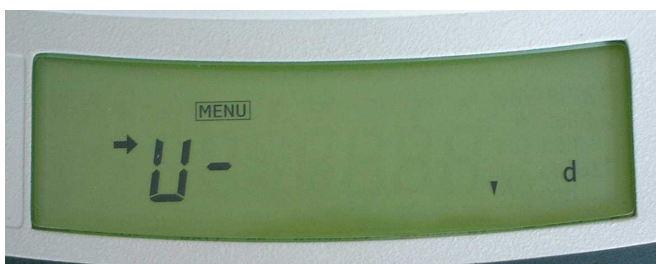
- ① 通常の質量表示から **CAL/MENU** キーを繰り返し押し、下図の表示が出て“U”が点滅するようにします。



- ② **O/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 (∇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 **O/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。



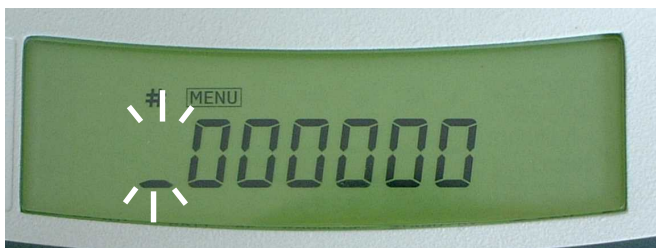
O/T キーを押すごとに、“- - -”表示後 “SET” と表示され、安定マークの点灯と消灯が切替ります。

“”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>

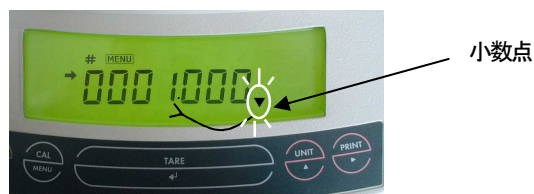
- a) 数値設定画面にします。1番左の桁が点滅している状態です。



- 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。

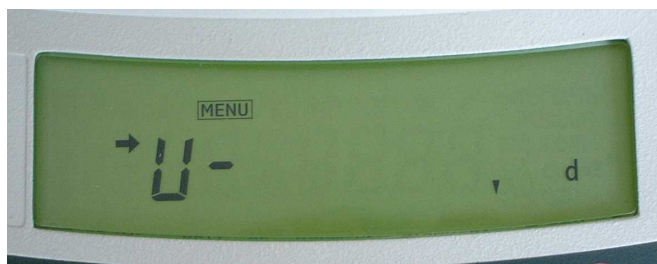


- c) **PRINT** キーを押して、下図のように小数点を表示点滅させます。その状態で**UNIT** キーを数回押し、小数点を“1”の右横に移動させます。



- 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-101A(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)

ρ_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

UW/UX シリーズの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)」の手順で設定を行なってください。

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、“000000”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。このとき下图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。このとき下图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 “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、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、“000000”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、**O/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

UW/UX シリーズの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)」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)

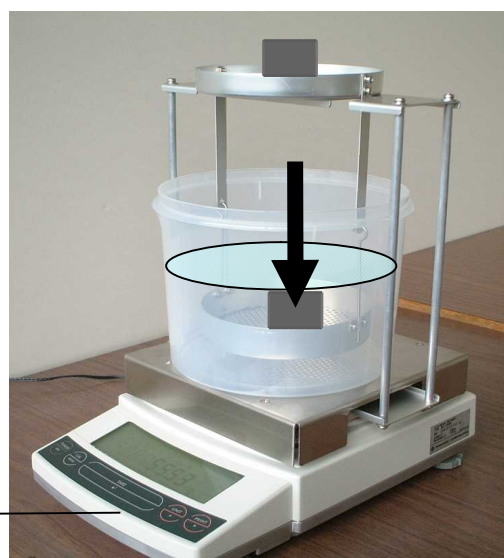
- ① 下図の単位表示になるまで **UNIT** キーを押して、天びんの測定単位を固体比重単位に変更します。



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[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(▶)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-100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。
 試料の空気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。



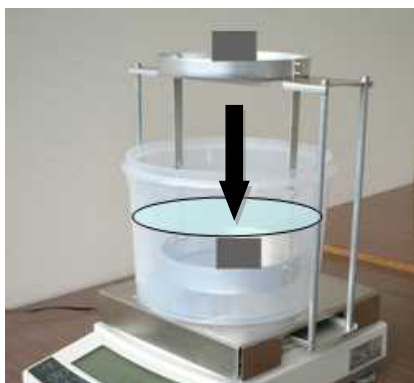
- ④ 約 2 秒間の下図が表示されます。次に、液体中重量測定を行なうことを示しています。





- ⑤ 質量表示に切り替わります。このとき、単位記号表示箇所には(∇gd)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-100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

UW/UX シリーズの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)

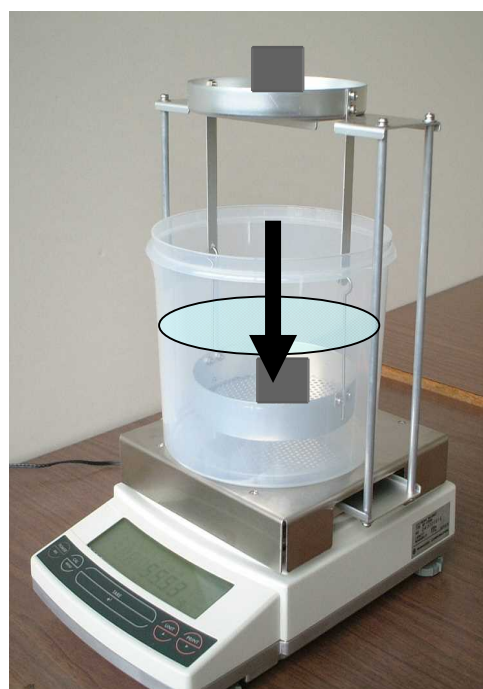
- ① 下図の単位表示になるまで **UNIT** キーを押して、天びんの測定単位を液体密度単位に変更します。



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)

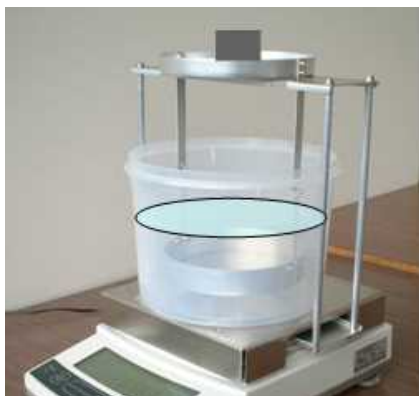
- ① 質量表示から **UNIT** キーを数回押すと、約 2 秒間下图が表示されます。





その後、質量表示に切り替わります。このとき、単位記号表示箇所には (g^d) が表示されます。また、表示器右上に () が表示され、沈錘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 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-100 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。



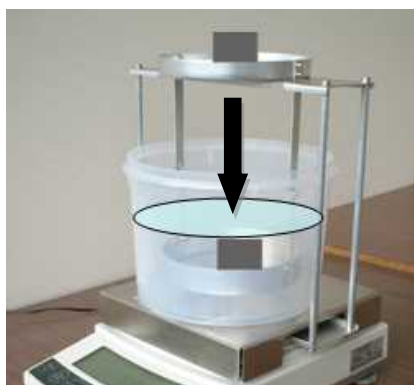
- ④ 約 2 秒間の下図が表示されます。次に、沈錘の液体中重量測定を行なうことを示しています。



- ⑤ 質量表示に切り替わります。このとき、単位記号表示箇所には (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-100 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. 測定精度について

6.1 有効数字について

比重または密度の測定では、天びんの小数点以下 4 桁まで結果を表示することができます。ただし、表示される結果は、式(1)、式(2) (2章参照)に基づいて計算された計算値ですので、これらの式に代入される測定から直接得られる値すべてに誤差がなく有効数字が確保されていなければ最終結果の信頼性も保証されません。

正確な比重(または密度)を得るためには、測定時の誤差要因を抑えることが必要です。測定試料や条件により、測定時に誤差が避けられない場合、有効数字が確保できない場合には、天びんが正常な性能を有していても、比重または密度の表示値の再現性が低い、表示が不安定、などの現象が見られます。

一般的に固体試料が小さすぎると正確な測定が困難になります。空中の重量が小さければ、式(1)において分子の有効数字が少なくなるため、最終結果の有効数字も少なくなります。

一般に固体試料の密度が大きい方が正確な測定が困難になります。密度が大きいほど浮力が小さくなるため、(1)式の最終結果の有効桁数が確保できないためです。

6.2 誤差の要因

6.2.1 気 泡

小さな気泡でも固体や液中皿に付着していると測定に影響します。仮に 1mm^3 の気泡が1個付着している場合、水中での浮力は約 1mg 大きく測定されるので、 1mg 最小表示の天びんでは下1桁の誤差が生じ、有効桁数も減少し、最終結果で信頼できる桁数は少なくなります。

液中測定の際、あらかじめ空気中で固体試料の特に平らな面を下にして液中皿に置いた後、これらを液中に入れることは避けてください。液中皿の網の部分に気泡が生じますので、先に液中皿を液中に沈めてから固体試料を載せて下さい。

固体試料または沈錘を液中で測定するために沈めた後、気泡が付着していないか確認し、あれば取り除いてください。その際、液が液中皿を支持するワイヤーにかかって付着しないよう注意してください。液中測定時の重量が増し、誤差の原因となります。

試料に手で直接触れることは避けてください。油分が固体の表面に付着すると気泡の発生の原因になります。

6.2.2 固体試料

固体試料の体積が非常に大きい場合、液中に沈めたときに液面上昇が大きくなります。これにより液中皿の支持ワイヤーの液中に沈む長さが増加するため、浮力が本来よりも大きく測定されます。ワイヤーの直径は 2mm ですので2本合わせた断面積は約 6.3mm^2 です。水の場合、ワイヤーが 1mm 沈むと浮力は約 6.3mg 大きく測定されます。

6.2.3 液体試料と沈錘

液体密度の測定に小さなピカ-カ-などを使用すると少量の試料で測定が可能です。この場合、体積の小さい沈錘を使用することになりますが、沈錘が小さすぎると、最終結果の有効桁数が少なくなります。

式(2) (2章参照)で示される通り、浮力と沈錘体積が液体密度算出式の分子と分母をなすため、それぞれの有効桁数と測定精度を確保する必要があります。

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°Cでおおよそ0.01%変化しますので、温度に1°C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。

付録 1. 媒液の温度密度表

温度 [°C]	密度 ρ [g/cm ³]	
	水	エチルアルコール
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/cm³ のとき密度表示での計算上有効な最小表示は 0.005 (g/cm³) 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 ³)	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

アフターサービス

故障と思われるときは、以下の当社サービス会社へ連絡してください。

島津アクセス

<http://www.sac.shimadzu.co.jp>

- 札幌支店 〒060-0031 札幌市中央区北一条東1-2-5
明治安田生命札幌北一条ビル 4F
TEL: (011) 242-2066 FAX: (011) 242-2068
- 東京支店 〒111-0053 東京都台東区浅草橋5丁目20-8
CSタワー 6F
TEL: (03) 5820-3277 FAX: (03) 5820-3275
- 大阪支店 〒530-0047 大阪市北区西天満5丁目14-10
梅田UNビル 8F
TEL: (06) 6367-5173 FAX: (06) 6367-5131

島津製作所 分析計測事業部

島津天びんホームページアドレス <https://www.an.shimadzu.co.jp/balance/>

東京支社 天びん営業課 101-8448 東京都千代田区神田錦町1丁目3

TEL (03)3219-5705 FAX(03)3219-5610

関西支社 天びん営業課 530-0012 大阪市北区芝田1丁目1-4 阪急ターミナルビル14階

TEL (06)6373-6662 FAX(06)6373-6526