

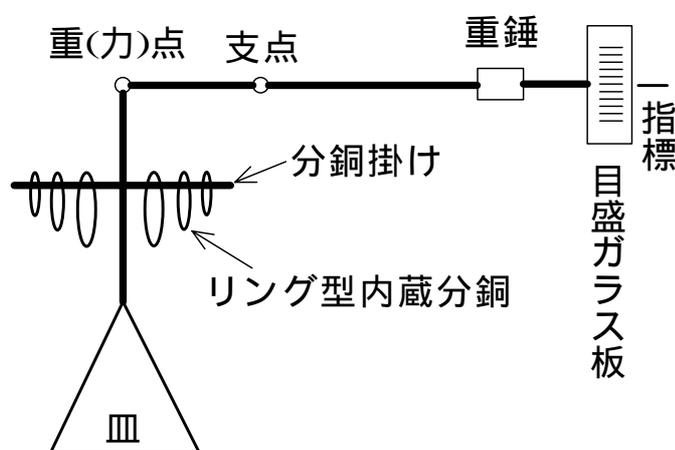
# 直 示 天 び ん

## 概要

手動天びんは、目盛（度表）の読みだけでは質量値を求めることができず感量の分銅を載せる事により質量値を求められる。また、ハンドル操作により支点刃及び重点刃の損傷が高い為、操作には熟練を要し、測定に時間がかかる為、測定能率も良くない。これらの欠点を改良したものが直示天びんである。手動天びんとの大きな違いは、重点刃の位置が不等比である、内蔵分銅を有している、定感量であるなどである。

## 原理

右図に示すように、さおの中ほどの重(力)点刃側によったところに支点刃がある。さおの一方の端には、重(力)点刃があって重(力)点刃受を介して皿と分銅掛けが懸垂されている。分銅掛けには、いくつかのリング型の内蔵分銅がかけられている。一方のさおの端には、目盛が等間隔（一般的に）に付されたガラス板が取り付けられている。また、皿や内蔵分銅など釣り合いを保つための重錘（バランスウェイト）が取り付けられ、両方が水平で釣り合っている。



直示天びんの原理図

いま、皿の上に被計量物をのせるとさおが傾くので、分銅掛けにかかっている内蔵分銅を分銅加除装置によって取り除き除去された内蔵分銅の量は表示窓に指示される。内蔵分銅の取りはずしだけで、投影目盛の 0 目盛に再度釣り合うことはまれで、ほとんどの場合には 0 目盛の近くでさおが傾斜した状態で釣り合う。その傾斜角は、被計量物の質量と分銅掛けから除去した内蔵分銅の質量との差に比例するので、さおの先端の目盛ガラス板からスクリーンに拡大投影された目盛により、除去された内蔵分銅との端数が読み取れ、表示窓に示された質量との和により、容易に被計量物の質量が直読できる。

直示天びんは、被計量物の質量の大小にかかわらず重(力)点刃にかかる荷重をつねに一定にしているので、直読目盛による質量を知ることができる。

直示天びんの測定原理は、手動天びんにおける置換法になっているので、腕の比の誤差は生じない。

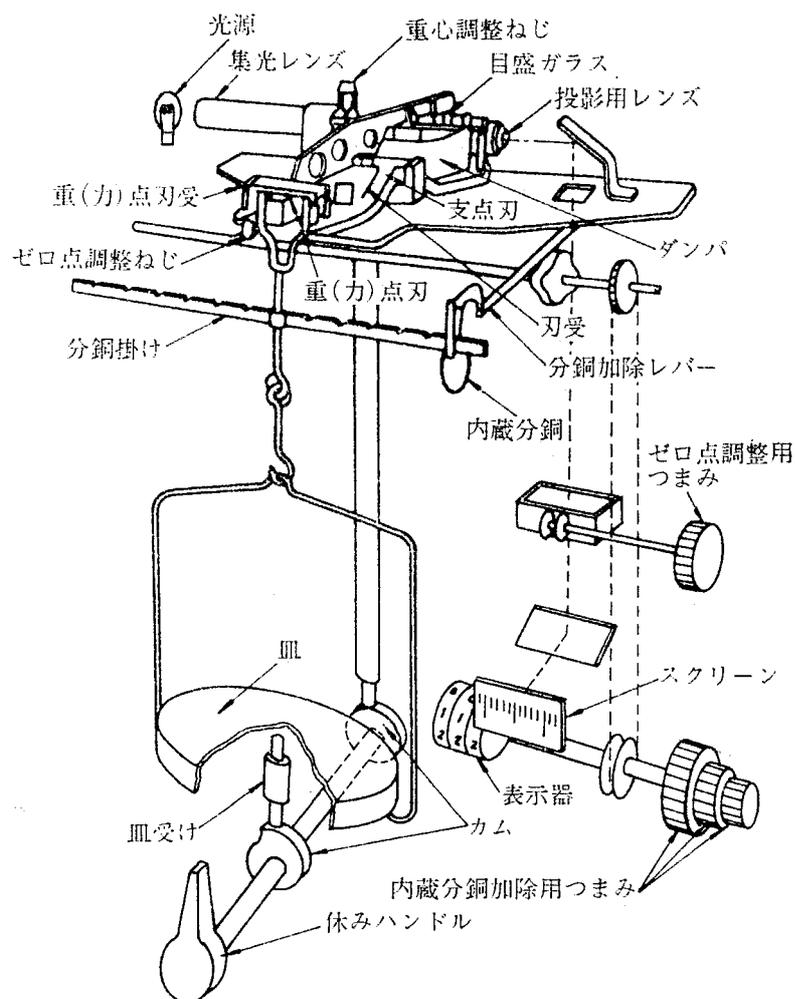
## 構造

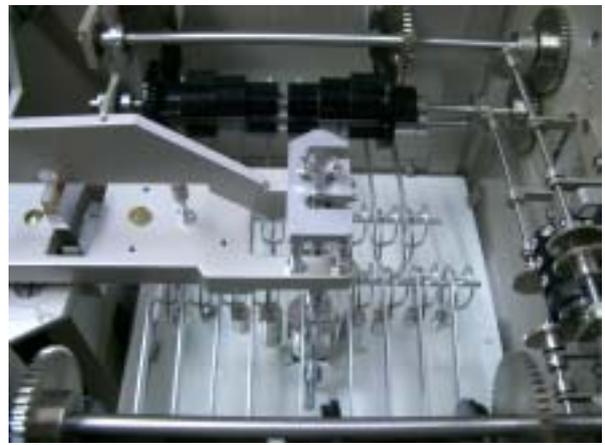
さおには端刃があり、それに刃受けを介して皿と分銅掛けが懸垂されているほか、皿や内蔵分銅などとバランスさせるためのバランスウェイト、減衰装置の一部であるダンパピストン（以後「ダンパ」）、重心玉およびゼロ点調整ねじが取り付けられている。さらに先端には、さおの微小な傾きを表示するための目盛ガラス板が取り付けられ、その目盛は光学的機構によってスクリーンに質量目盛として拡大投影され、その読み取りは副尺その他の読み取り装置で行われる。

分銅掛けには、任意の質量を現示できる組分銅で構成されている内蔵分銅がつるされており、その載せおろしは、分銅加除用つまみを操作して分銅加除装置を働かせて行われる。加除した内蔵分銅の質量は表示窓に表示される。

被計量物の皿へののせおろしの際に生じる衝撃によって、刃が損傷しないように、休み装置が設けられており、休み状態にあるとき、さおは休み装置によって支えられている。休みハンドルを回すと、皿休みと休み装置が下がり、まず皿が懸垂され、さおが支柱上部に固定された支点刃受けに支えられ、作動状態になる。投影目盛は、投影レンズとスクリーン間の光路途中に平行平面ガラス板あるいは反射鏡を置き、光路に対する角度を変えて目盛の投影像が平行移動することを応用して、ゼロ点調整ができるようにしてある。

直示天びんは、皿の部分とさおなどの配置されている部分との間に隔壁が設けられていて、分銅の汚染防止とケースの開閉による温度変化の影響がさおに及ばないように防いでいる。





直示天びんの外観・構造の一例

**検査：**直示てんびんは、その構造上とてもデリケートな計量器であり、定期的  
に検査を行い性能を確認する必要がある。検査の方法としては、現在の「基準直  
示天びん」の検査方法が応用出来る。以下に「基準直示天びん」の技術基準及び  
検査方法を示す。

### 検査用具

- 標準分銅 1組
- ピンセット、布、はけ、手袋 等

### 構造検査

- 次の表記事項は見やすい箇所に、誤記や誤認のおそれが無く鮮明に表記されて  
いること。
  - 器物番号
  - ひょう量
  - 感量
  - 質量を表す目盛線のうち、ゼロ目盛や主な目盛線にはその表す質量の値  
又はその値を表す数値が表記されていること。
- 刃及び刃受けは以下の条件を満たすこと。
  - 刃受け面は、滑らかであること。
  - 刃及び刃受けは、傷、焼きひび、腐食がないこと。
  - 刃と刃受けは、接触すべき面の2/3以上接触していること。

### 性能検査項目

- (1) 器 差：器差は指示値から真の値を減じて求める
- (2) 偏置誤差（四隅の誤差）
- (3) 静止点の変化：構造上の欠陥は、ただちに静止点の変化として現れることが  
多い。計測時の静止点は直示天びんの場合示度となるので、  
示度の再現性についての点検は重要であり、性能評価上大切  
な項目である。
- (4) ゼロ点の変化：ゼロ点 空掛けにおける静止点
- (5) 感 じ
- (6) 風袋引き使用時における直示天びんの器差

### 検査前の確認事項

- 直示天びんが、堅牢かつ水平な検査台その他の定盤の上に水平に設置してい  
るか確認をする。

- ・ 直示天びんの設置している場所が、風及び温度の影響を受けにくい場所に設置しているか確認をする。
- ・ 直示天びんが、電源を入れてから2時間以上経過しているか確認をする。
- ・ 検査に使用する組分銅が、直示天びんと同じ環境状態に2時間以上放置しているか確認をする。
- ・ 直示天びんの分銅加除用つまみを回して、内蔵分銅が正常に動作するか確認をする。
- ・ 投影目盛が、正常に表示するか確認をする。また、同様に、零点調整用ねじを動かし正常に動作するか確認をする。

### 検査手順

#### (1) 観測紙に必要事項を記入する

検査日、検査者、器物番号、ひょう量、感量、製造者、投影目盛の範囲、副尺等の型式、使用する基準分銅の器物番号など。

#### (2) 零点調整用ねじを回し表示値を零にする。

#### (3) 空掛けの静止点

載せ皿は、無負荷の状態ですくやかにハンドルを回し安定した時の表示値の静止点を記録し、同様にその一連の作業を後、2回繰り返して行いその時の表示値を記録する。

#### (4) 空掛けの感じ

空掛け3回目の後に、ハンドルを休み状態にせず作動中において、静かに感量の分銅を皿の上に載せその時の感じの表示値を記録する。

#### (5) ひょう量の静止点

ハンドルを休み状態にし、加除用つまみを最大(例 199.9g などがある。)まで回し、載せ皿には、ひょう量の分銅を載せ、ひょう量における静止点を3回繰り返して行いその時の表示値を記録する。

#### (6) ひょう量の感じ

(4)と同様にひょう量3回目の感じの表示値を記録する。

#### (7) 使用後の空掛けの静止点

ハンドルを休み状態にし、加除用つまみを零に設定し、載せ皿は、無負荷状態にし、静止点を2回繰り返して行いその時の表示値を記録する。

#### (8) 使用後の空掛けの感じ

(4)と同様に使用後の空掛け2回目の感じの表示値を記録する。

#### (9) 風袋装置があるものは、最大風袋引きを働かせた状態で(2)～(8)を行う。

#### (10) 投影目盛の検査

零点調整を行い、投影目盛の、目盛表示について順に対応する分銅を載せ

表示値を記録する。

例) 0mg、20mg、50mg、70mg、100mg、0mg

#### (11) 器差検査

零点調整を行い、加除用つまみを操作し順に対応する分銅を載せ1の位から順番に表示値を記録する。

例1) 0g , 1g , 2g , 3g , 4g , 5g , 6g , 7g , 8g , 9g , 0g

例2) 10g , 20g , 30g , 40g , 50g , 60g , 70g , 80g , 90g , 0g

\* 1連の検査中は、零点調整を行わない。

\* 零点の移動があった場合は、零点の変化量を比例配分して、それぞれの零点に補正をする。

#### (12) 偏置誤差

零点調整を行い、加除用つまみをひょう量の1/4に回し、載せ皿の上にはひょう量の1/4の分銅を載せて、下図の指定の位置について表示値を記録する。

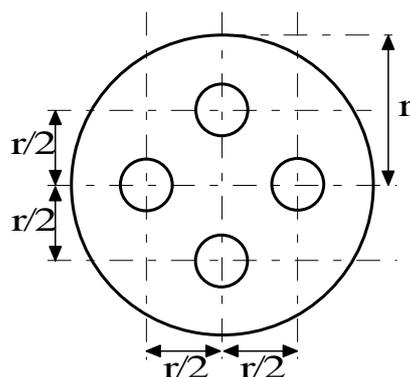


図 偏置荷重を載せる位置

### 結果の判定

#### ■ 静止点変化

空掛けの最大値 - 空掛けの最小値 空掛けの感じの 1/10 \*1

同様に、ひょう量についても最大値から最小値の差が感じの1/10を超えないこと。

\* 1 : 極微直示天びん(感量がひょう量における基準器公差がひょう量の1/50万以下又は0.1mg以下)の場合は感じの1/5である。

#### ■ 感じの開き

使用前の空掛けの感じ - ひょう量の感じ どちらかの値の小さい感じの 1/2

#### ■ 使用前後の零点の変化

使用前の空掛けの値 - 使用後の空掛けの値 使用前の空掛けの感じの 1/3

■ 偏置誤差

中心位置の値 - 各偏置位置の値 感量の 1/2

■ 器差検査

個々の表す質量について「表1 基準器公差」から基準器公差範囲以内であるか確認する。

また、内蔵分銅の組み合わせで器差の最大となるものを選び計算を行い基準器公差以内であるか確認する。

表1 基準器公差

適用範囲	基準器公差
表す質量/2500 < 感量の 1/2	感量の 1/2
感量の 1/2 ≤ 表す質量/2500 ≤ 感量	表す質量の 1/2500
表す質量/2500 > 感量	感量

例) ひょう量 200g、感量 1mg

表す質量 1g の基準器公差は、 $1000\text{mg}/2500 = 0.4\text{mg}$

よって、0.4mg は、感量の 1/2 (0.5mg) より小さい為、1g の基準器公差は 0.5mg (感量の 1/2) になる。

直 示 天 び ん 観 測 紙																	
測定日:平成16年4月2日		測定者:産総研太郎		器物番号	1	ひょう量(W) = 200g		感量(Δ) = 1 mg		製造者:(有)産総天びん			備考				
標準分銅	No.	1		表示量(g)	投影目盛の読み(mg)	零点補正(mg)	標準分銅の器差(mg)	器差(mg)	表示量(g)	投影目盛の読み(mg)	零点補正(mg)	標準分銅の器差(mg)	器差(mg)	副尺等の型式	バーニヤ		
作用の検査																	
作用の検査														投影目盛の範囲		-20~120mg	
空掛1	0.0	風袋の検査	0.0	0	0.0				6	-0.1	0.06	0.1	0.1	静止点の平均	空掛	0.0	
				0.02	0.0	0.0	0.0	0.0	7	-0.2	0.07	0.1	0.0		ひょう量	99.9	
				0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	8	-0.2	0.08	0.1	0.0		使用后空掛	0.1	
空掛2	0.0		0.07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9	-0.2	0.09	0.2	0.1	感 じ	空掛	1.0	
空掛3	0.0		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.1				ひょう量1/2		1.0		
感じ	1.0		0	0.0											ひょう量	1.1	
空掛1	0.1		0	0.0					0	0.0				静止点変化	極微≦感しの1/5	合・否	
空掛2	0.1		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0	-0.1	-0.1		普通≦感しの1/10	合・否	
空掛3	0.0		0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30	0.0	0.0	-0.1	-0.1	感しの開き	≦小なる感しの1/2	合・否	
感じ	100.9		0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40	0.1	0.0	-0.2	-0.1	使用前後の零点の変化	≦感しの1/3	合・否	
空掛1	0.1		0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50	0.0	0.0	0.2	0.2	四隅の誤差	≦感量の1/2	合・否	
空掛2	0.1		0.5	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	60	0.0	0.0	0.2	0.2	公差	通用範囲		
空掛3	0.0		0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70	0.1	0.0	0.1	0.2	感量の1/2	0 ~ 1.25 g	合・否	
感じ	1.1		0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80	0.1	0.0	0.1	0.2	表示量の1/2500	1.25 g ~ 2.5 g	合・否	
四隅の検査( 50 g )				0.7	0.1	0.0	0.0	0.1	80	0.1	0.0	0.1	0.2	感 量	2.5 g ~ 200 g	合・否	
	面の位置	誤差	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90	0.1	0.0	0.1	0.2				
	a	-0.1	0.9	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0	0.0							
	b	0.0	0	0.0													
	c	0.1							0	0.0							
	d	0.0	0	0.0					100	-0.4	0.0	0.5	0.1				
	e	0.0	1	0.0	0.01	0.1	0.1	0.1	0	0.0							
	感じ		2	0.0	0.02	0.0	0.0										
	Δ(1mg) = 1.0 mg		3	-0.1	0.03	0.1	0.0		0	0.0							
			4	-0.1	0.04	0.2	0.1		200	0.1	0.0	-0.1	0.0				
			5	0.0	0.05	0.0	0.1		0	0.0							