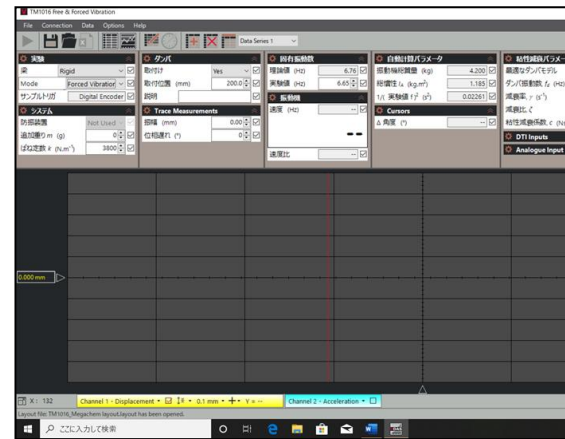


機械理論実験装置 VOL.1

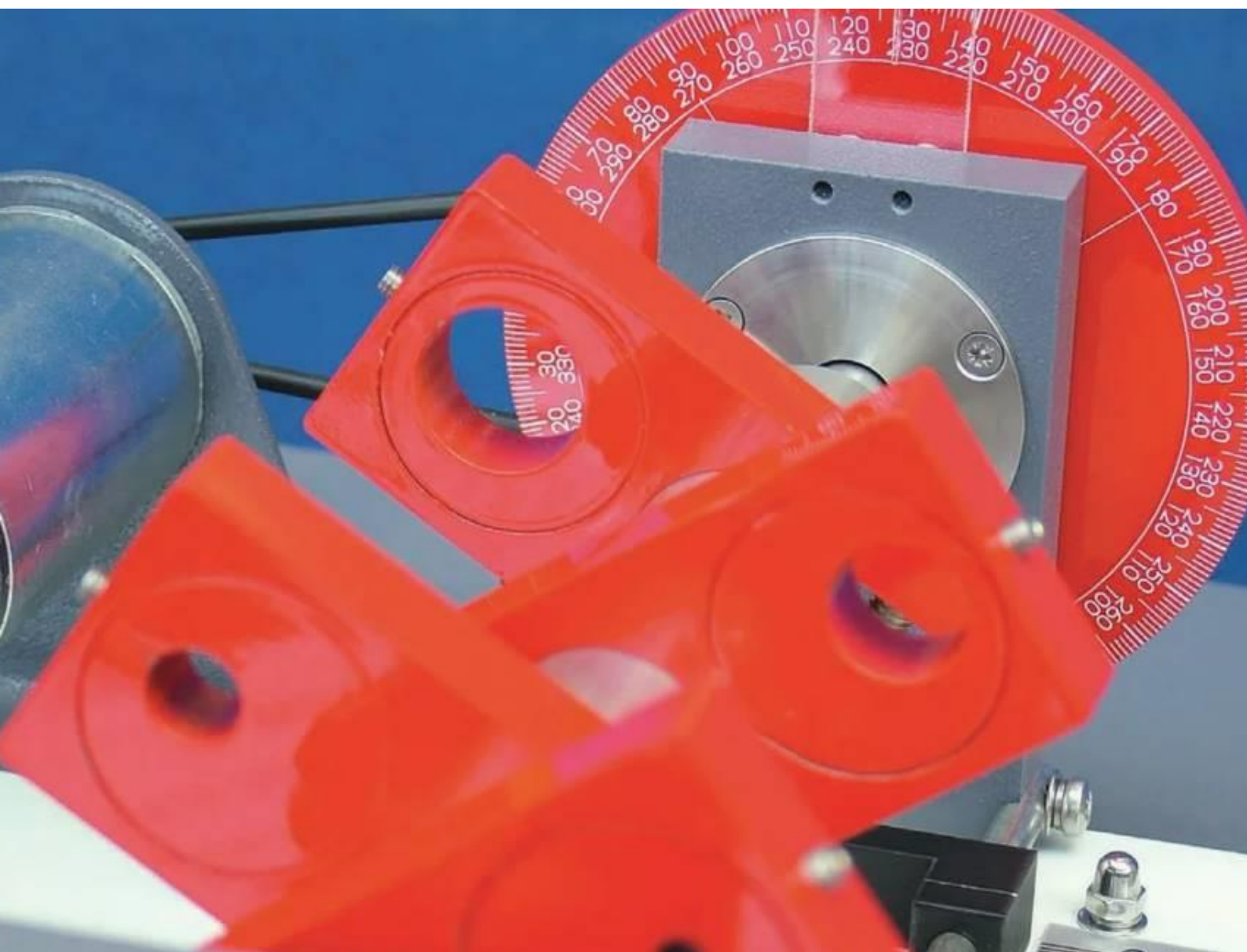
Theory of Machines

多くの構造物や機械装置において自由振動が発生し、外力等による任意の周波数で強制振動が発生します。強制振動周波数が固有振動数と等しい場合、構造物は潜在的に危険な振幅で共振し大きな損害が発生する場合があります。これらの問題は歴史にも数多く確認されており、設計者は、自由振動および強制振動が構造物にどのように影響するか、発生する振動の大きさやそれらを低減（減衰）する方法を理解する必要があります。



目次

TM1002	静・動バランス実験装置.....	1
TM1004	ジャイロスコープ実験装置.....	2
TM1005	遠心力実験装置.....	3
TM1027	ガバナ-実験装置.....	4
TM1016V	自由振動と強制振動実験装置.....	5
TM16	自由振動実験シリーズ.....	7
TM160	自由振動テストフレーム.....	7
TM161	単振り子と複合振り子実験セット.....	8
TM162	2点吊りと3点吊り振り子実験セット.....	9
TM163	振り子の打撃中心実験セット.....	10
TM164	ばね振り子実験セット.....	11
TM165	自由ねじり振動実験セット.....	12
TM166	片持ち梁の自由振動実験セット.....	13
TM167	ばね支持梁の自由振動実験セット.....	14



TM1002 静・動バランス実験装置 Static and Dynamic Balancing

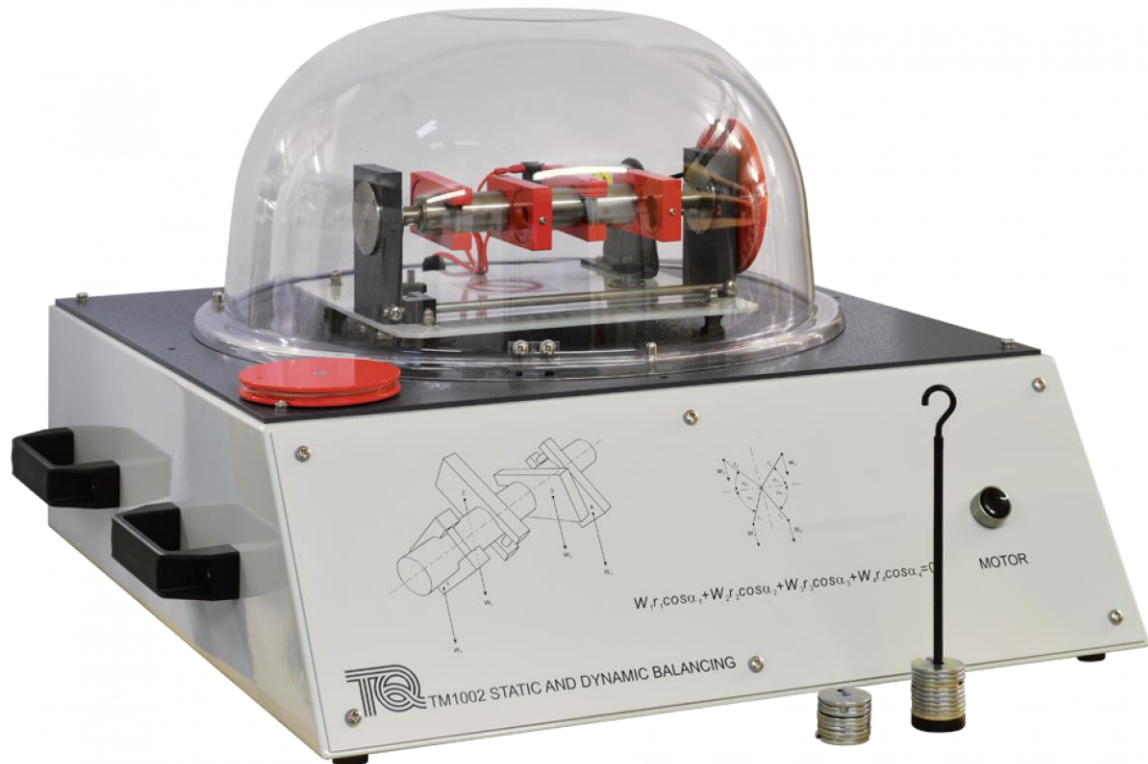
回転体における、静バランスと動バランスを実験する卓上型装置です。

軸受けに保持された鋼製シャフトに4つのバランスブロックがセットされており、電気モータとベルトがシャフトを回転します。

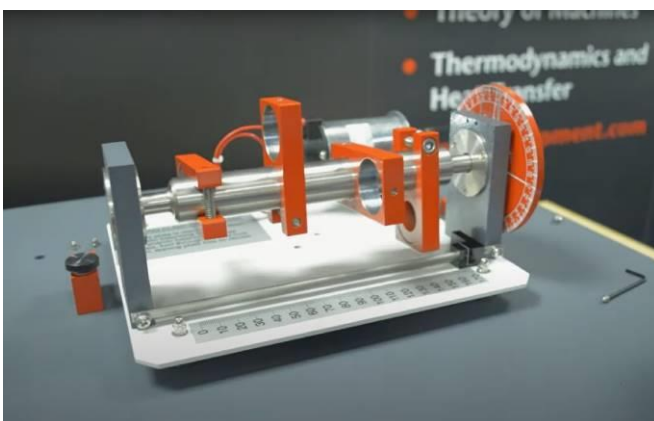
4個のバランスブロックは同じ質量ですが、先端の取り外し可能な円形インサートとブロックの位置と角度を変更することで、異なる質量とモーメントのブロックを作成できます。セットされたシャフトモーメントは、付属のプーリと重りを利用して正確に計測できます。

回転時の不釣り合いを4つのゴムマウントの振動から確認し、どの角度位置でも静的バランスであることを再度確認します。

透明保護カバーにはインターロック機構が備わっており、カバーを空けると回転は停止します。



参考写真



同質量バランスブロック4個実験（円形インサート除き状態）



回転モーメント計測写真

TM1002 仕様

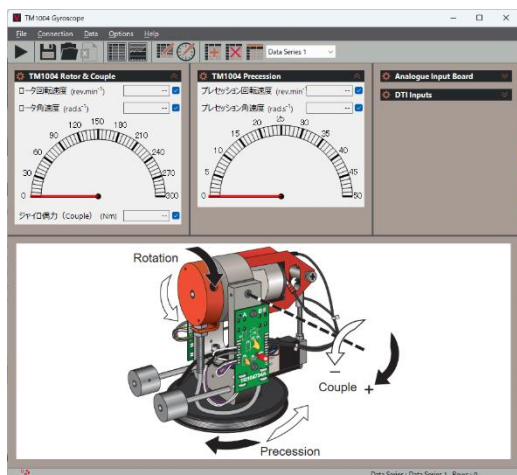
全体寸法	: W600 x D600 x H360 mm
質量	: 18kg
電源	: AC100V 1A 50/60Hz
付属品	: 重りセット（モーメント計測用）、実験要領書

ジャイロ스코ープの原理とジャイロ効果を実験する卓上型装置です。

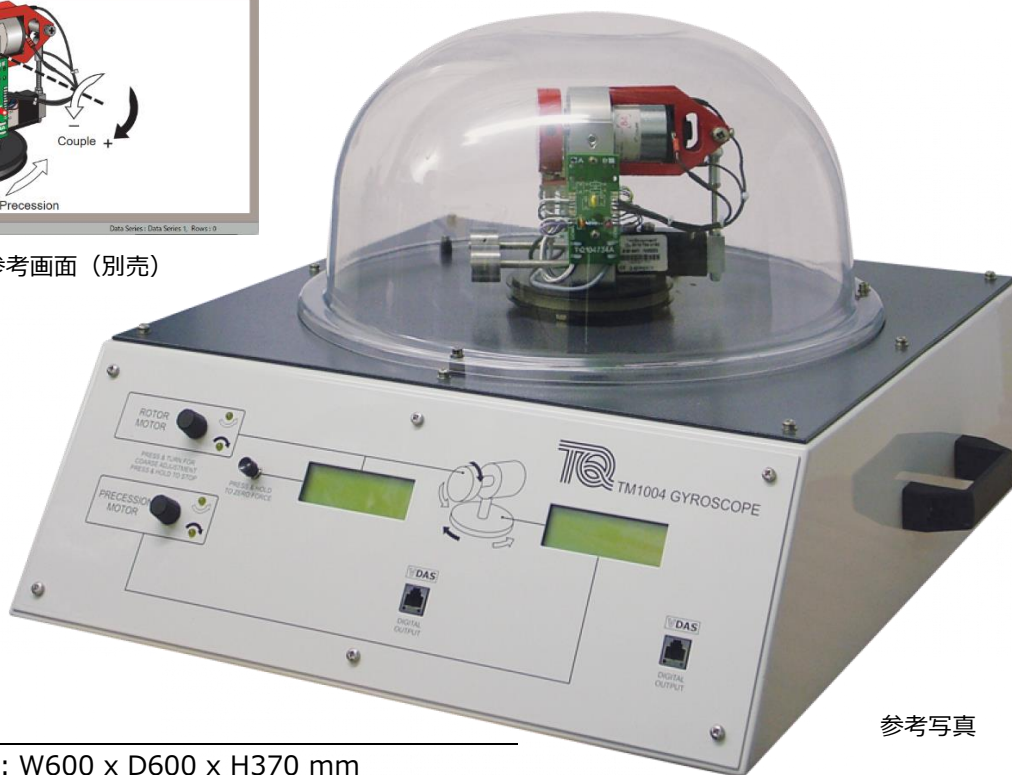
電気モータによってロータ（赤色）とジャイロ스코ープ下のターンテーブルを回転させて垂直軸方向に歳差運動を引き起こします。

ロータとプロセッションの回転速度と回転方向を調整でき、ロータとプロセッションの回転速度、ジャイロ偶力（Nm）がデジタル表示されます。透明保護カバーにはインターロック機構が備わっており、カバーを空けると回転は停止します。

オプション（別売）のデータ自動収集システムVDAS-B（別売）を使用することで、各種データをリアルタイムにPC（別売）に収集すると共に、実験結果を解析することができます。



VDAS-B ソフト参考画面（別売）



参考写真

TM1004 仕様

全体寸法	: W600 x D600 x H370 mm
質量	: 17kg
電源	: AC100V 1A 50/60Hz
付属品	: 実験要領書

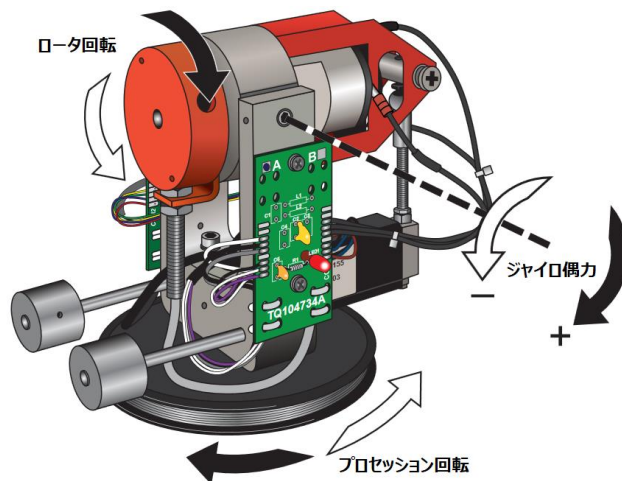
推奨オプション（別売）

VDAS-B データ自動収集システム

実験計測データ（温度、流量、圧力、角度、揚力、抗力、回転数トルク等）をリアルタイムにコンピュータへ表示し、収集されたデータを計算図表化する事ができます。

VDAS-elab リモート実験システム

離れた場所にいる学生と、実験室での実験をリアルタイムにつなぐ包括的なICTソリューションです



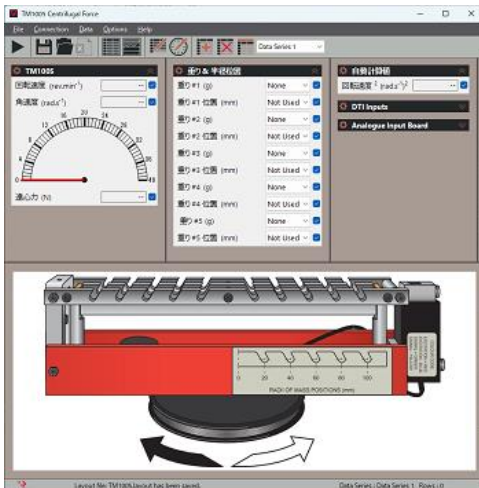
ジャイロ스코ープ参考図

TM1005 遠心力実験装置 Centrifugal Force

遠心力と角速度を実験する卓上型装置です。

可変速式の電気モータとベルトによってターンテーブルを時計方向又は半時計方向に回転します。回転体には重りを載せる3本のバランスアームとロードセンサがあり、外側2本のバランスアーム半径方向5ヶ所のいずれかに重りを保持して、指定された半径で回転する遠心力 (N) をロードセンサが測定します。中央バランスアームの反対側へ同等の重りを保持することで回転時の不要な振動を防ぎ測定精度を高めます。回転速度と角速度、遠心力 (N) がデジタル表示されます。透明保護カバーにはインターロック機構が備わっており、カバーを開けると回転は停止します。

オプション (別売) のデータ自動収集システムVDAS-B (別売) を使用することで、各種データをリアルタイムにPC (別売) に収集すると共に、実験結果を解析することができます。



VDAS-B ソフト参考画面 (別売)

**TM1005 仕様**

全体寸法	: W600 x D600 x H370 mm
質量	: 18.5kg
電源	: AC100V 1A 50/60Hz
付属品	: 重りセット (8 種類 x2)、実験要領書

推奨オプション (別売)

VDAS-B データ自動収集システム

実験計測データ (温度、流量、圧力、角度、揚力、抗力、回転数トルク等) をリアルタイムにコンピュータへ表示し、収集されたデータを計算・図表化する事ができます。

VDAS-elab リモート実験システム

離れた場所にいる学生と、実験室での実験をリアルタイムにつなぐ包括的な ICT ソリューションです

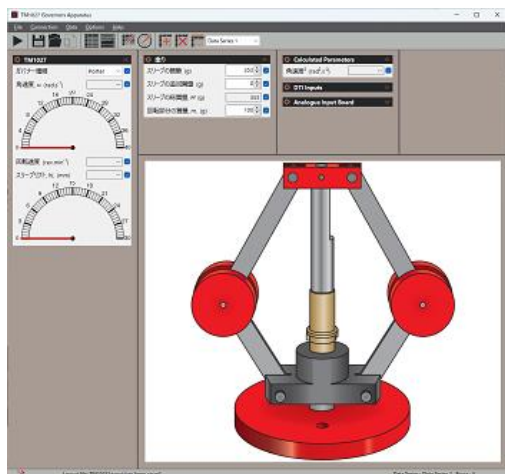
TM1027 ガバナー実験装置 Governors

機構の異なる3種類のカバナー（調速機）がどのように機能するかを実証する卓上型装置です。

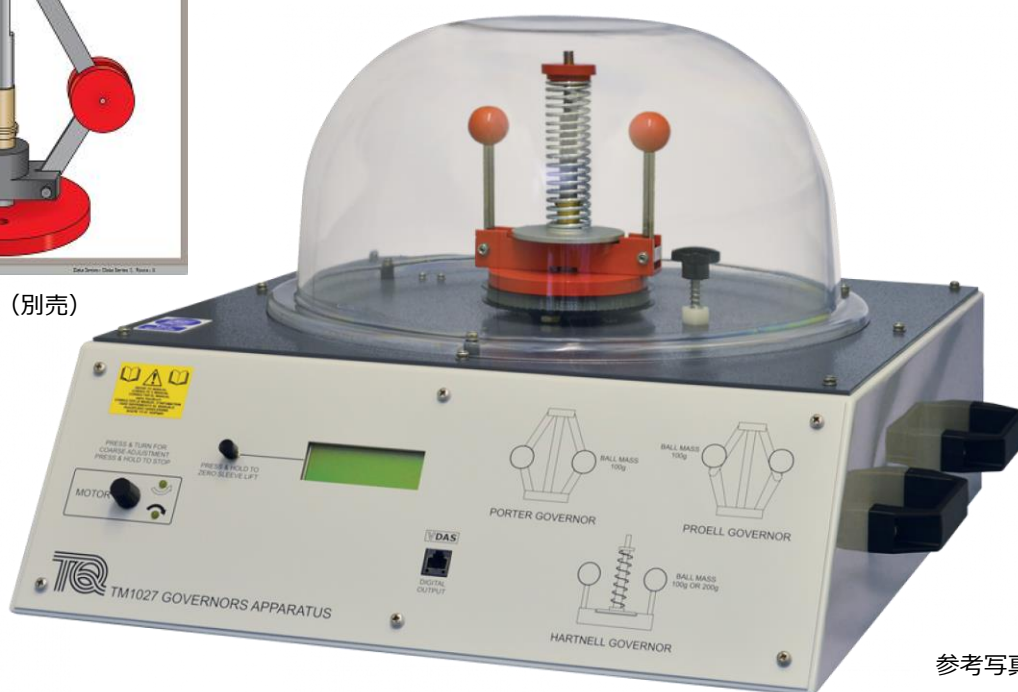
簡単に取り付けられる3種類のカバナー、ハートネル式（Hartnell）、ポーター式（Porter）、プロエル式（Proell）が付属され、いずれか1つのカバナーを装置へ取り付け可変速式電気モータとベルトによって時計方向又は半時計方向に回転します。

ポーター式とプロエル式には、回転によって上下移動するスリーブの質量を変えるための重り、ハートネル式には異なるバネ定数を持つスプリングとアーム重りが付属されます。回転速度と角速度、スリーブの上下リフト寸法（mm）がデジタル表示されます。透明保護カバーにはインターロック機構が備わっており、カバーを空けると回転は停止します。

オプション（別売）のデータ自動収集システムVDAS-B（別売）を使用することで、各種データをリアルタイムにPC（別売）に収集すると共に、実験結果を解析することができます。



VDAS-B ソフト参考画面（別売）



参考写真

TM1027 仕様

全体寸法	: W600 x D600 x H370 mm
質量	: 18kg
電源	: AC100V 1A 50/60Hz
付属品	: 実験要領書

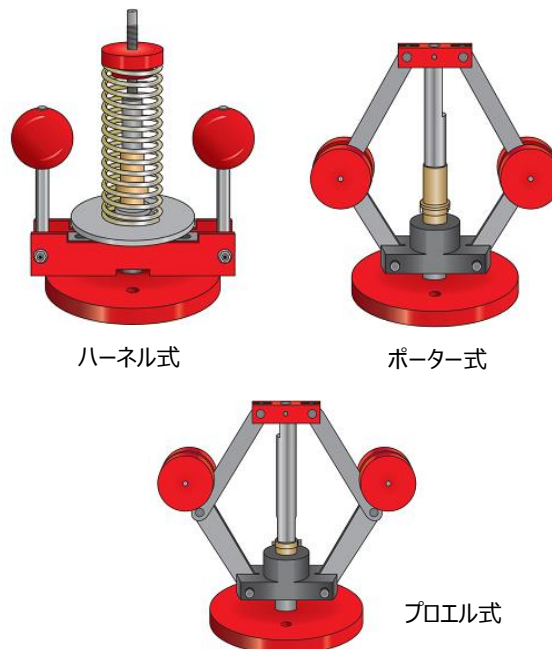
推奨オプション（別売）

VDAS-B データ自動収集システム

実験計測データ（温度、流量、圧力、角度、揚力、抗力、回転数トルク等）をリアルタイムにコンピュータへ表示し、収集されたデータを計算図表化する事ができます。

VDAS-elab リモート実験システム

離れた場所にいる学生と、実験室での実験をリアルタイムにつなぐ包括的なICTソリューションです



ハートネル式

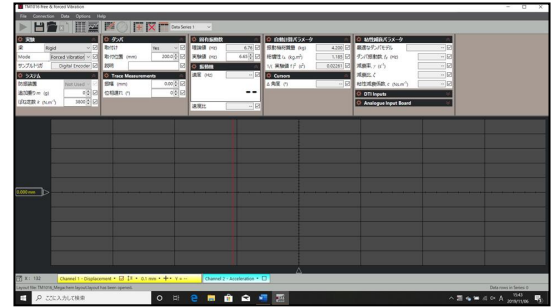
ポーター式

プロエル式

TM1016V 自由振動と強制振動実験装置 Free and Forced Vibrations


鋼製の梁（工具鋼）を使用した単純支持梁、又はばね支持梁を用いて自由振動と強制振動、振動減衰、防振を実験します。実験は「左端ピン支点-右端ロー支点」の単純支持梁、又は「左端ピン支点-右端ばね支点」のばね支持梁の2種類です。強制振動実験では、梁中央の振動機がオフセット重り付きフライホイール2枚を回転し梁に振動を起こします。振動機質量は下に重りを追加して可変することができます。自由振動実験では、梁に手で衝撃を与え振動を起こします。その他、オイルダンパを用いた減衰実験や防振装置を用いた自由・強制振動防振実験を行えます。振動機のフライホイール回転速度（Hz, rad/s, rev/min）をデジタル表示、梁下に設置された変位センサは梁の振幅、振動数（固有振動数）を計測します。

振動機内の加速度計は変位センサと同位置に配置され、実験での加速度波形と関数処理波形（理論値）との比較検証ができます。荷重変化が固有振動数に及ぼす影響、ダンパ減衰による減衰比、減衰率算出、単純支持梁の防振実験等の幅広い実験ができます。付属されるデータ自動収集システム（VDAS）は、PC（別売）へ接続するインターフェイスとソフトウェアで構成され、計測されたデータをリアルタイムにPC（別売）へ表示、収集します。



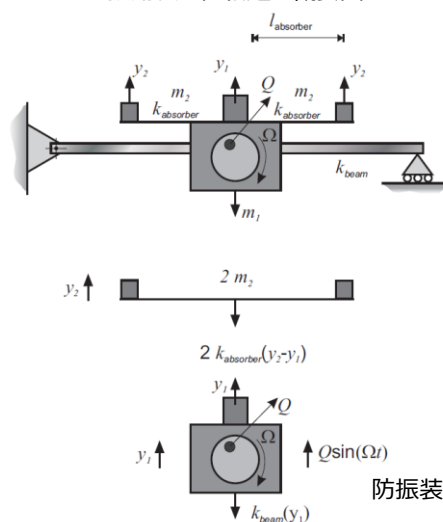
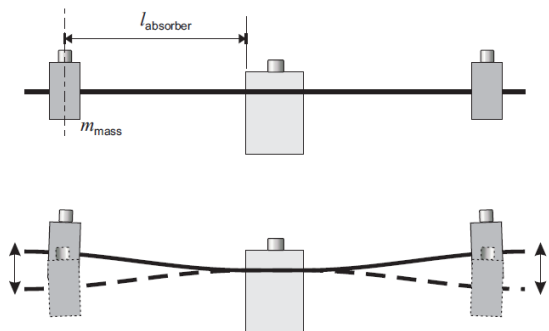
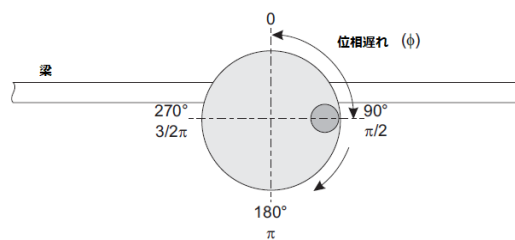
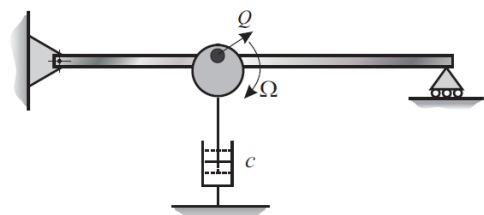
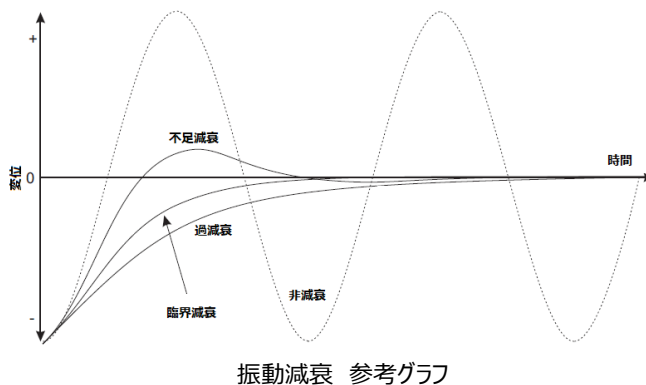
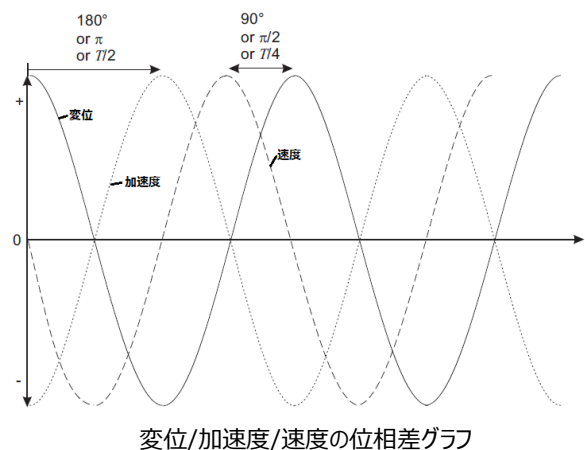
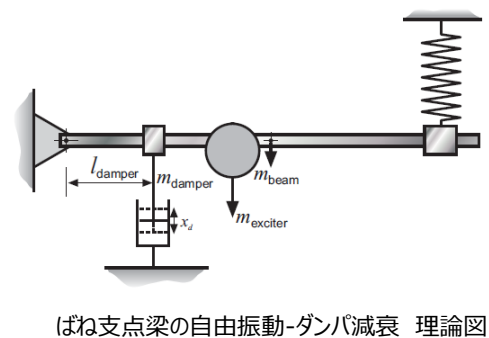
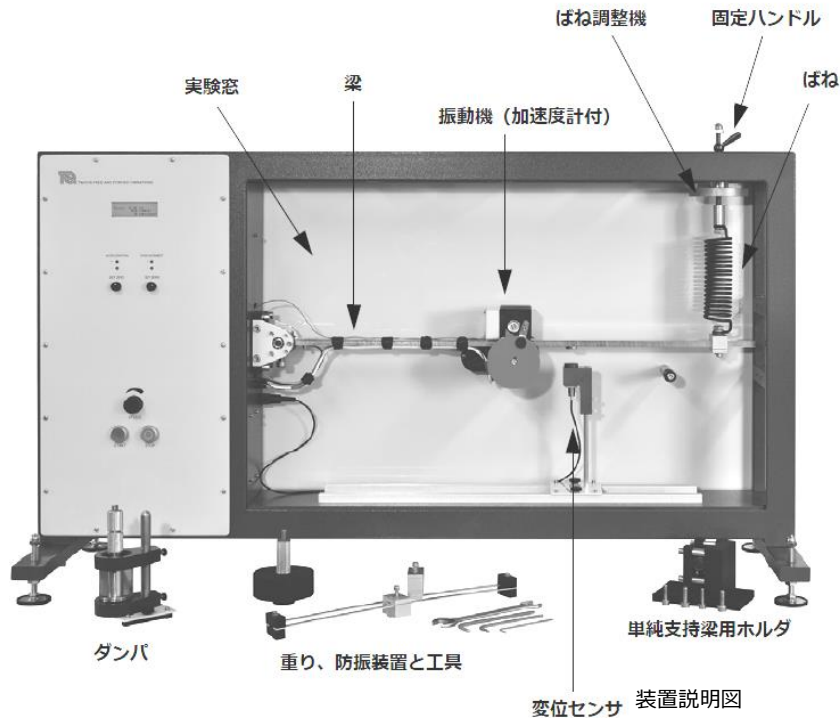
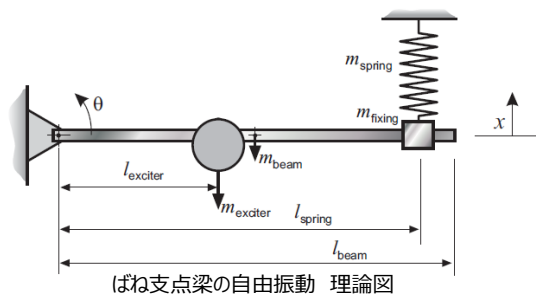
VDAS ソフト参考画面（付属品）



TM1016V 実験装置参考写真

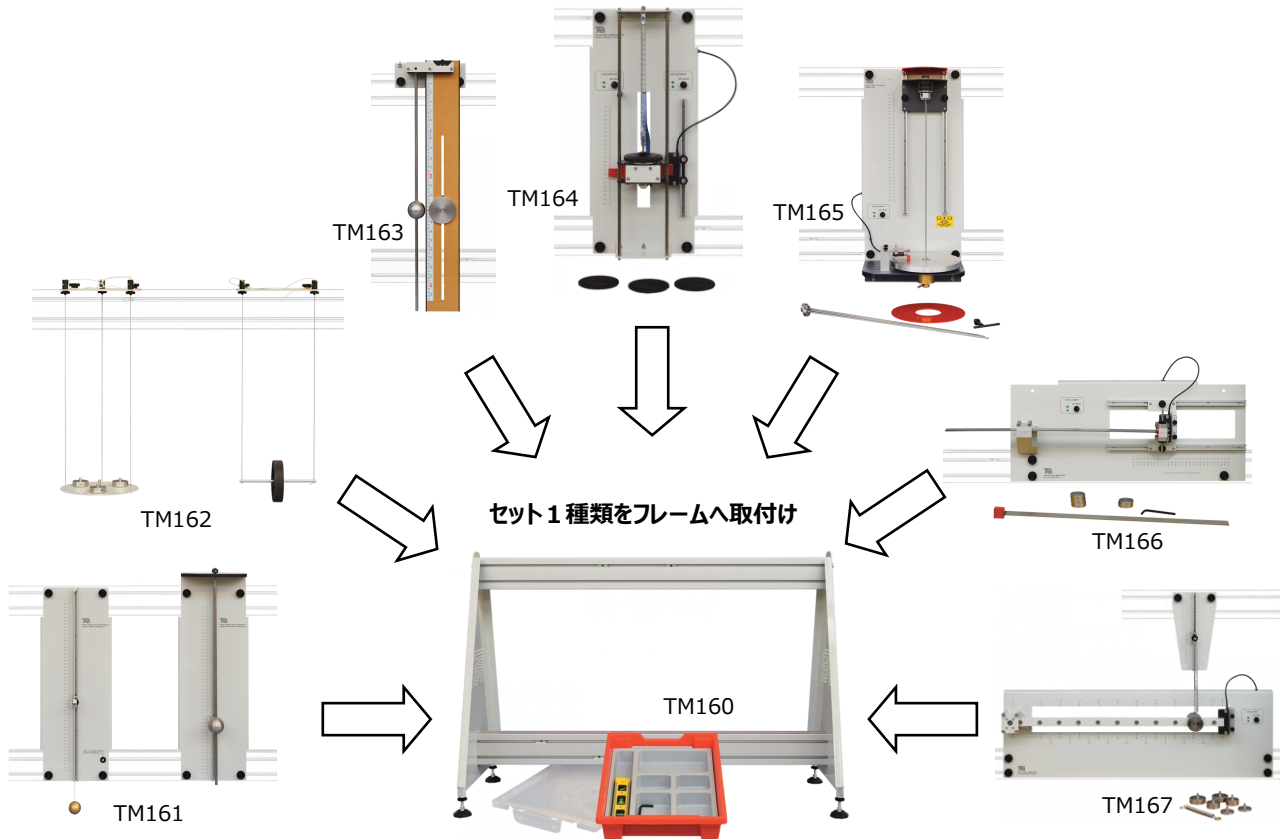
TM1016V 仕様

梁	: 工具鋼 $E=2.0 \times 10^{11} \text{Pa}$ L815 x D25 x t10mm	減衰ダンパ	: 質量 0.4kg（単純梁）, 0.53kg（ばね梁） シリコンオイル 粘度200cSt
支点間距離	単純支持梁=800mm, ばね支点梁=750mm ピン支点-振動機中心距離=400mm 振動機幅=50mm	防振装置	: ばね鋼（メッキ処理）445g, 追加重り115gx2個
振動機	: 可変速モータ駆動、加速度センサ付き 最大速度約17Hz（1020 rev.min ⁻¹ ） 振動機質量4.2kg, オフセット重り 4.5gx2 追加重り400gx5個, 重りホルダ200gx1個 ※加速度計は変位センサと同じ位置	寸法	: W1280 x D450 x H800 mm
ばね定数	: 3800 N.m ⁻¹	質量	: 約 80kg
変位センサ	: ピン支点から0.5Mの位置	付属品	: データ自動収集システム（VDAS-B） 非毒性シリコンオイル 500 ml センサ校正ブロック, 実験要領書
		電源	: AC90V~250V 0.4A, 50/60Hz
		騒音レベル	: 70dB
		付属品	: データ自動収集システム（VDAS-B） センサ校正ブロック, オイル, 実験要領書



TM160-167 自由振動実験シリーズ Free Vibrations

卓上型の自由振動実験装置です。専用の**TM160**実験フレームに**TM161**～**TM167**いずれか1種類の実験セットを取り付けて実験を行います。各実験セットは単品購入でき、ご要望に合わせた構成をご検討頂けます。


TM160 自由振動テストフレーム Free Vibrations Test Frame

TM161～TM167いずれか1種類の実験セットを取り付けるための卓上式フレームです。

TM160仕様

寸法	: 約 W1060 x D480 x H710
質量	: 約 18 kg
収納トレイ	: 約 W315 x D430 x H80
	水平器、六角レンチ
	スプリングナット x10
	フレーム調整脚 x4

※フレームは分解された状態で納品されます。
 工具を使って組立をお願いします。

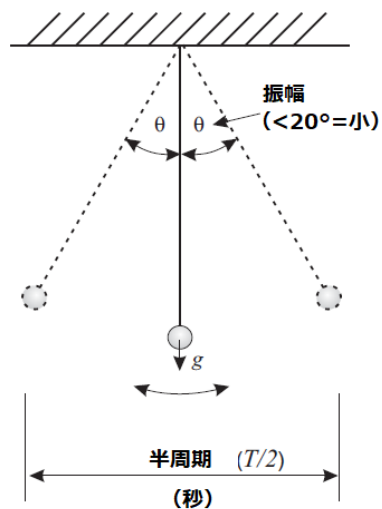


参考写真

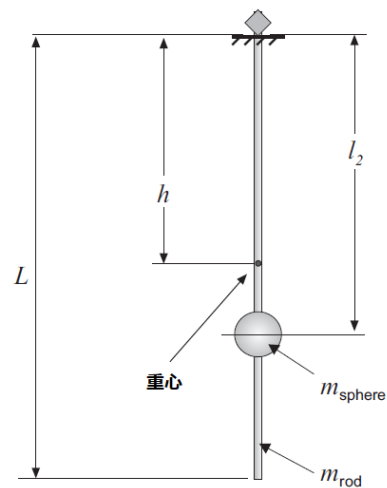
TM161 単振り子と複合振り子実験セット Simple and Compound Pendulums



参考写真

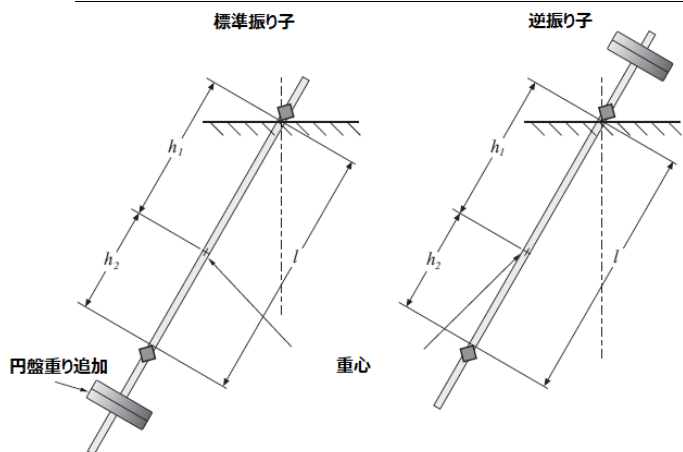


単振り子実験参考図



複合振り子実験参考図

TM161構成



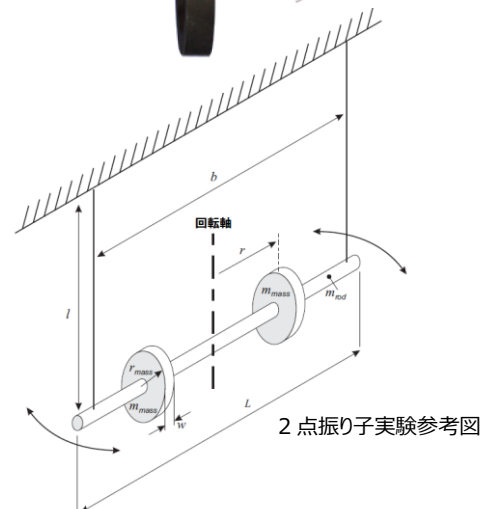
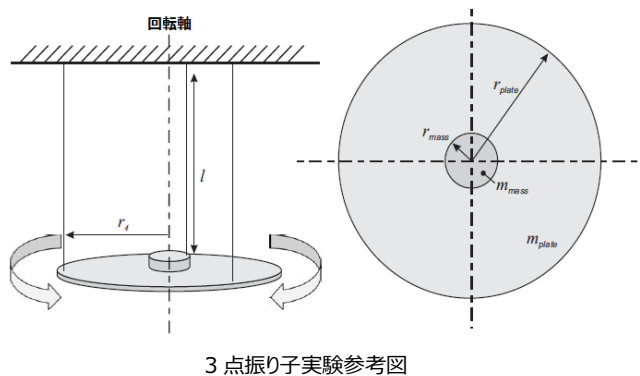
ケーター振り子実験参考図

ケーターの可逆振り子実験参考図

TM162 2点吊りと3点吊り振り子実験セット Filar Pendulums

2点吊り振り子と3点吊り振り子の実験セットで、TM160テストフレーム（別売）に取り付けて実験を行います。

振り子実験では、金属プレートからナイロンコードコードで吊り下げられた金属や鋼製ディスクを使って、コード吊り下げ位置や重りを変更しながら振動周期を計測し、各寸法と慣性モーメントから理論周期を算出し実験値と比較します。

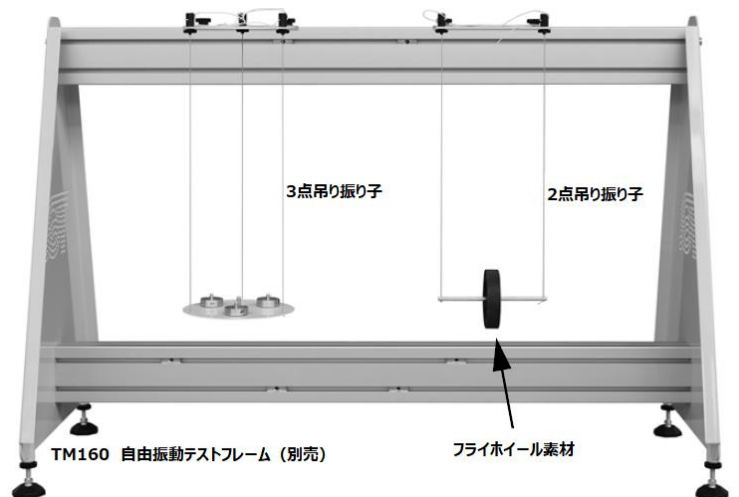

TM162仕様

2点吊り振り子	: 半径18.5mm、80g（インサート付） コード固定プレート、400g
3点吊り振り子	: 鋼製ディスク 直径170mm、120g コード固定プレート、837g
重り	: 75g x 6個 半径17.5mm、厚さ10mm
フライホイール素材	: 半径 45 x 厚さ 20mm、679g
慣性モーメント	: x 軸、y 軸 = $4.672 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
CAD ソフトより	: z 軸 = $8.946 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

必須オプション（別売）

自由振動テストフレーム

TM160



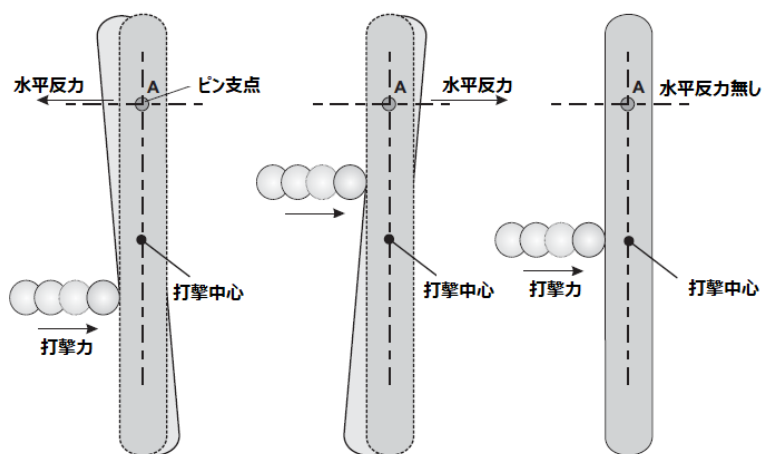
TM160 自由振動テストフレーム（別売）取付け状況写真

TM163 振り子の打撃中心実験セット Centre of Percussion

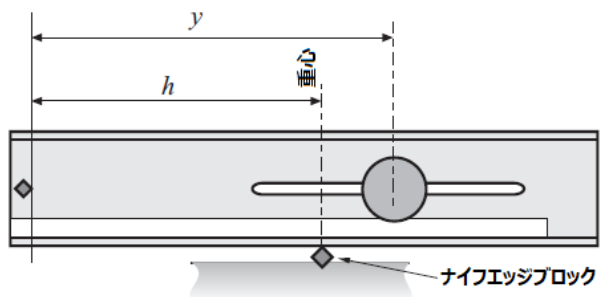
振り子による打撃実験セットで、TM160テストフレーム（別売）に取り付けて実験を行います。

ピン支点（可動）で吊るされた木製振り子に金属振り子を衝突させ、木製振り子の水平移動を予想します。

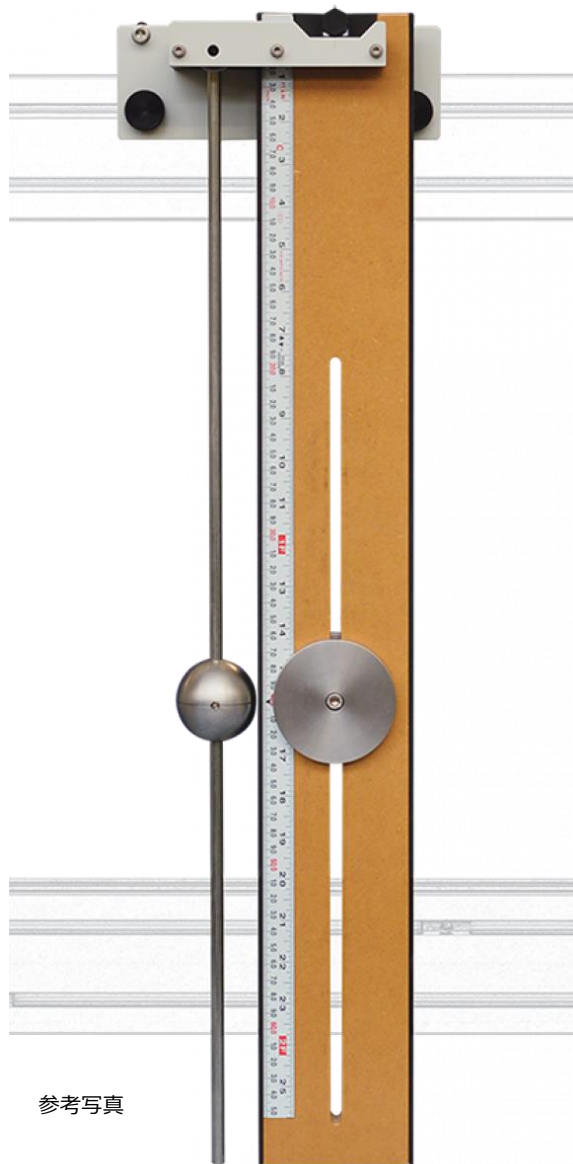
木製振り子の重り位置から重心位置を求め、その回転半径から金属振り子が木製振り子に及ぼす打撃中心の理論値を算出します。打撃中心を境として金属振り子の打撃が木製振り子ピン支点の水平移動に与える影響を検証します。



打撃中心説明図



木製振り子の重心位置



参考写真

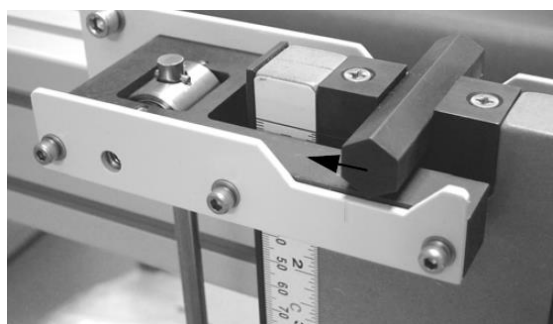
TM163仕様

木製振り子	: L700 x W95 x 厚さ22mm、1.848kg
調整重り	: 581g
合計質量	: 1.848kg+581g=2.429kg
金属振り子	: L690 x 直径8mm、273g
金属球	: 直径50mm、490g

必須オプション（別売）

自由振動テストフレーム

TM160



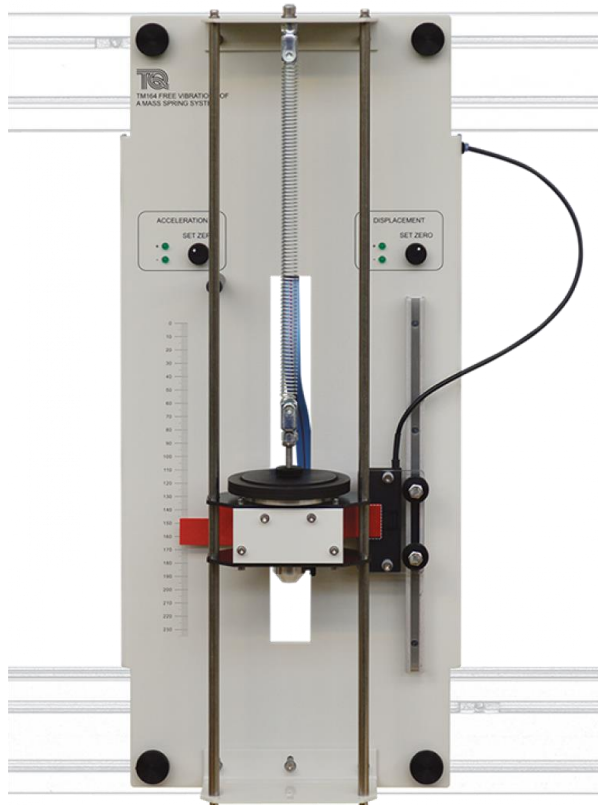
振り子上部ピン支点 参考写真

TM164 ばね振り子実験セット Free Vibrations of a Mass-Spring System
VDAS[®]

2種類の引きばねを使用した鉛直方向ばね振り子の実験セットで、TM160テストフレーム（別売）に取り付けて実験を行います。振動周期を正確に読み取る変位センサは固有振動数を計測し、加速度センサの波形は関数処理波形（理論値）と比較検証できます。ばねや質量の変化が固有振動数に及ぼす影響等を調べます。

また、オプションの液体ダンパ（別売）を使って減衰振動実験（減衰率と減衰比、粘性減衰係数）もできます。

データ自動収集システムVDAS-B（別売）は各種データをリアルタイムにPC（別売）に収集・解析します。



参考写真


TM164仕様

寸法	: W260 x D140 x H580 mm、7kg
ばね	: ロングばね 0.17N.mm ⁻¹ (170N.m ⁻¹) 外径12.7mm、自由長さ127mm、線径1.22mm
	: ショートばね 0.34N.mm ⁻¹ (340N.m ⁻¹) 外径11.13mm、自由長さ88.9mm、線径1.22mm
重り	: 200g x 5個
プラットフォーム	: 公称質量600g（実値は前面に記載）

必須オプション（別売）

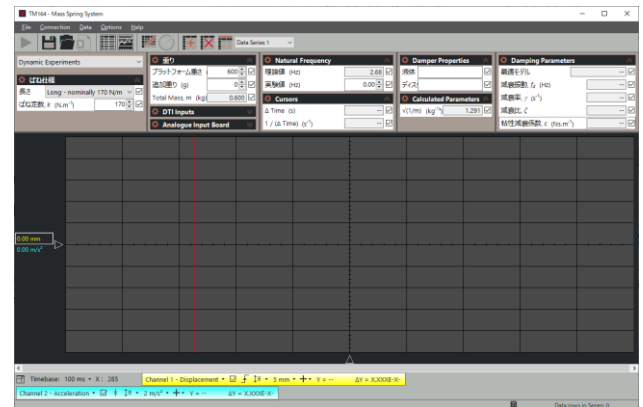
自由振動テストフレーム	TM160
データ自動収集システム	VDAS-B

PC（別売）接続用インターフェースとソフトウェア

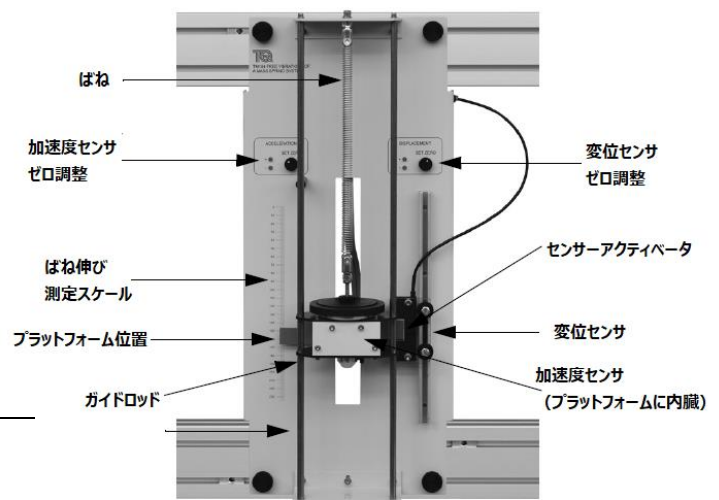
推奨オプション（別売）

液体ダンパセット	TM164a
----------	---------------

寸法 W105xD70xH90mm、シリンダ内径 42.6mm
ディスク3種類（プレーン、4mm穴、6mm穴）


VDAS-B（別売）参考画面

変位と加速度をリアルタイム表示します。


TM164 概要図

TM164a 液体ダンパセット（別売）取り付け参考図

TM165 自由ねじり振動実験セット Free Torsional Vibrations



細長いステンレス製丸棒に吊るされた回転ディスク（φ200mm）のねじり振動実験セットで、TM160テストフレーム（別売）に取り付けて実験を行います。

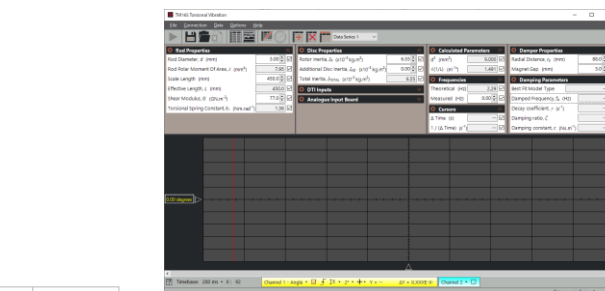
変位センサがディスクの振動（固有振動数）を読み取り、棒直径と慣性、棒長さの変化が固有振動数に及ぼす影響をしらべます。

また、オプションのマグネットダンパ（別売）を使って減衰振動実験（減衰率と減衰比、粘性減衰係数）もできます。

データ自動収集システムVDAS-B（別売）は、各種データをリアルタイムにPC（別売）に収集・解析します。



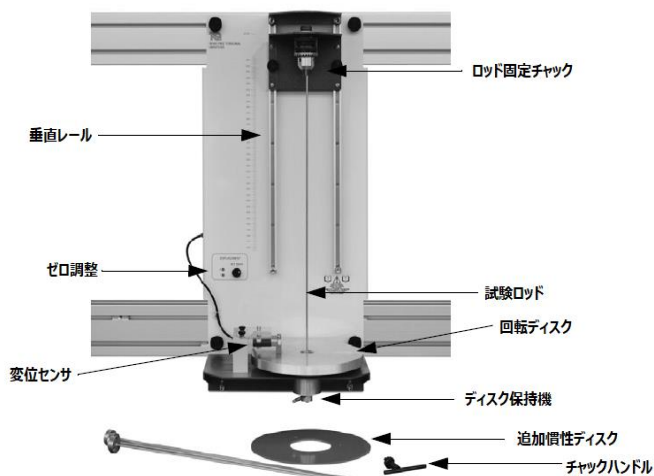
参考写真



VDAS-B（別売） 参考画面

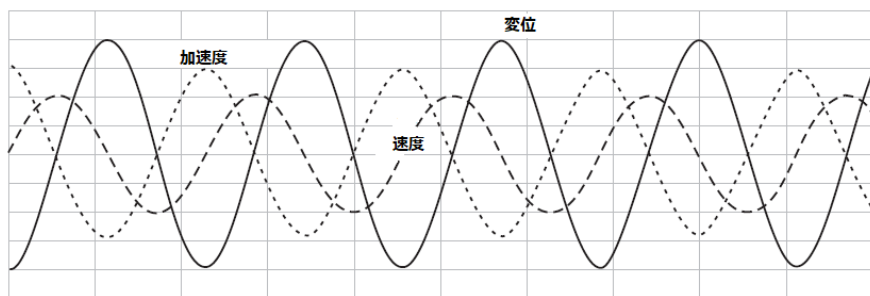


TM165a マグネットダンパセット（別売）



実験セット概要

$$T = 0.454 \text{ s} \text{ と } f = 2.20 \text{ Hz}$$



振動周期と位相差の代表例

TM165仕様

寸法	: W310 x D270 x H650 mm、11kg
試験ロッド	: 4種類 ステンレス製 直径 : φ3 φ4 φ4.75 φ5mm せん断弾性係数 G=77GPa
回転ディスク	: 半径100mm 厚さ 15mm アルミ製 (公称密度 2780kg.m ⁻³)
追加慣性ディスク	: 外径100mm、内径35mm、厚さ3mm 鋼製 (公称密度 7850kg.m ⁻³)

必須オプション（別売）

自由振動テストフレーム	TM160
データ自動収集システム	VDAS-B

PC（別売）接続用インターフェースとソフトウェア

推奨オプション（別売）

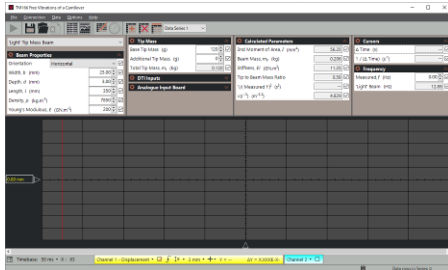
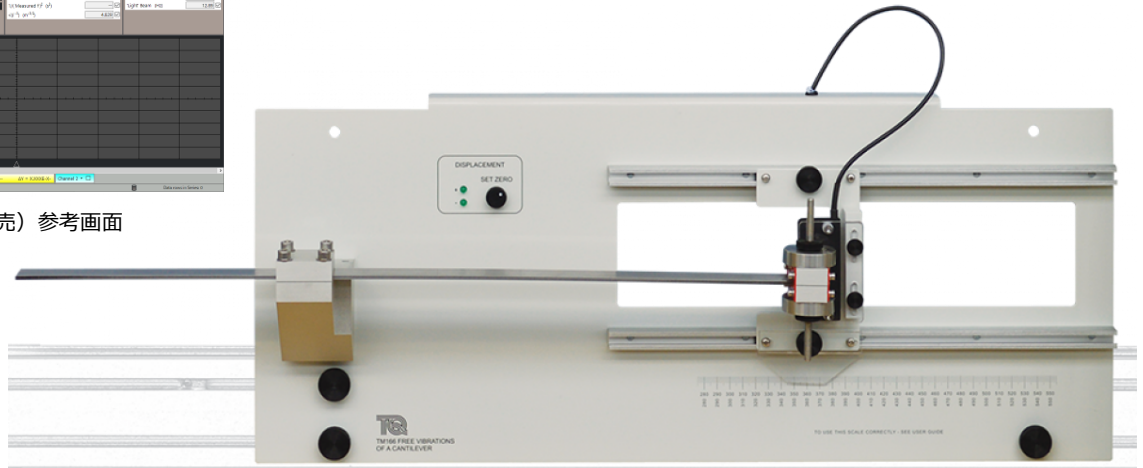
マグネットダンパセット	TM165a
-------------	---------------

寸法 W170xD200xH70mm、ネオジウム磁石 x1 個
マグネットホルダ（半径 12mm）

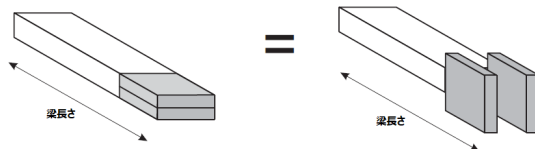
TM166 片持ち梁の自由振動実験セット Free Vibrations of a Cantilever
VDAS[®]

片持ち梁の固有振動数を計測するため、基本理論とレイリーの近似解法、ダンカレー法を用いて実験値と理論値を比較検証するセットでTM160テストフレーム（別売）に取り付けて実験を行います。標準梁と重り付き梁2種類が付属され、梁の向きを垂直方向に変えた実験もできます。

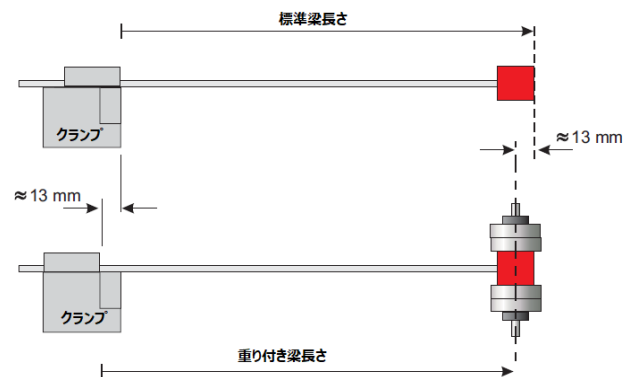
変位センサが梁の振動（固有振動数）を読み取り、梁の長さや梁の方向（横・縦）が固有振動に及ぼす影響を調べます。データ自動収集システムVDAS-B（別売）は、各種データをリアルタイムにPC（別売）に収集・解析します。


VDAS-B（別売） 参考画面


参考写真



試験梁の先端形状（赤色部分）



試験梁（標準と重り付き）参考図

TM166仕様

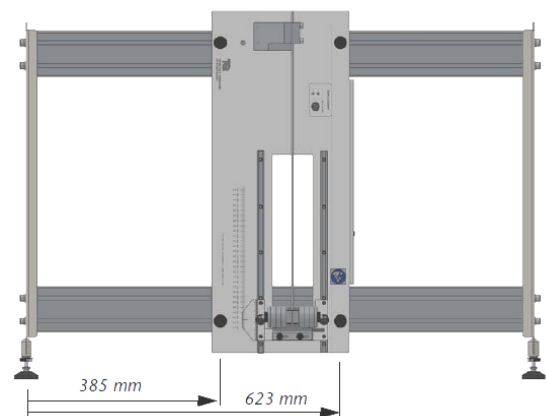
寸法	: W670 x D130 x H280 mm、7.5kg
試験梁（両方）	: 鋼製 ヤング係数 $E = 200\text{GPa}$ 公称密度 $= 7850\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 幅 (b) = 25mm 厚さ (d) = 3mm
荷重付き梁	: 120g（正確な値は梁に表記）
追加重り	: 50g x 2個、100g x 6個

必須オプション（別売）

 自由振動テストフレーム **TM160**

 データ自動収集システム **VDAS-B**

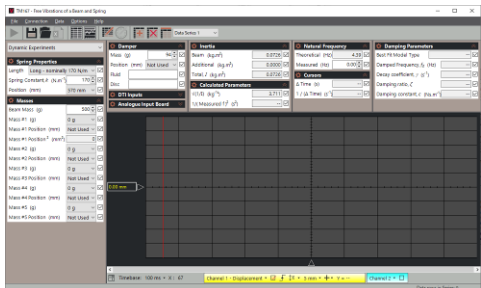
PC（別売）接続用インターフェースとソフトウェア



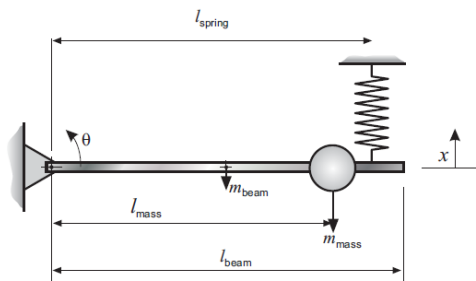
試験梁縦置き 参考図

ばね支持梁「左端ピン-右端ばね支点」を用いた自由振動、ダンパ減衰実験セットで、TM160テストフレーム（別売）に取り付けて実験を行います。フックの法則とばね定数の算出、変位センサから梁の固有振動を読み取り、速度や加速度との位相関係を検証、質量やばね定数の変化が固有振動数に及ぼす影響を調べます。また、オプションの液体ダンパ（別売）を使って減衰振動実験（減衰率と減衰比、粘性減衰係数）もできます。

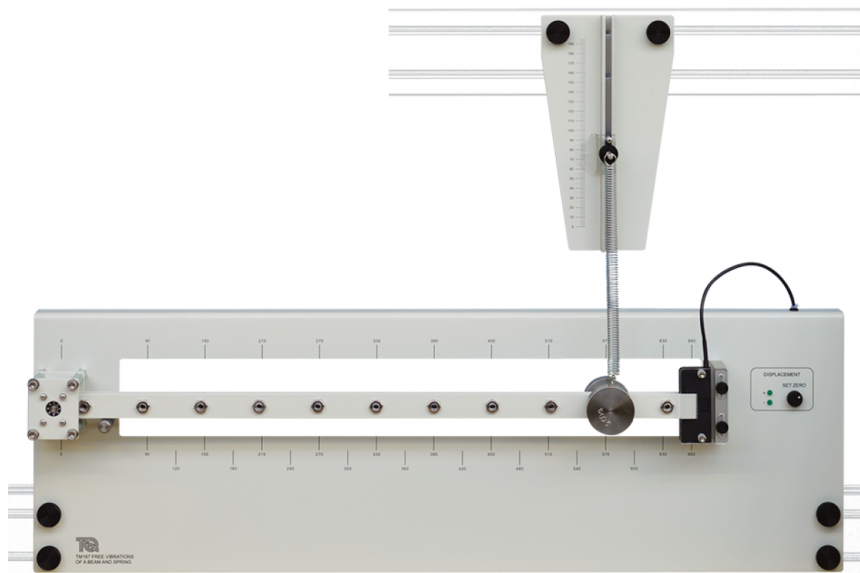
データ自動収集システムVDAS-B（別売）は、各種データをリアルタイムにPC（別売）に収集・解析します。



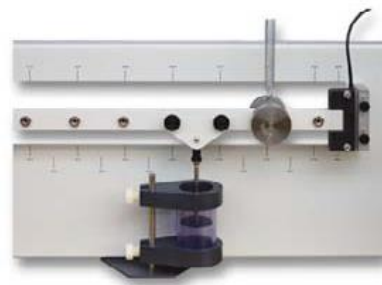
VDAS-B（別売）参考画面



ばね支持梁の自由振動 理論図



参考写真



TM167a 液体ダンパセット（別売）取付け状況写真

TM167仕様

- パネル寸法 : W850 x D120 x H270 mm
- プラケット寸法 : W140 x D50 x H245 mm
- 全重量 : 8 kg
- ばね（2種類） : ロングばね 0.17N.mm⁻¹(170N.m⁻¹)
 外径12.7mm、自由長さ127mm、線径1.22mm
 : ショートばね 0.34N.mm⁻¹(340N.m⁻¹)
 外径11.13mm、自由長さ88.9mm、線径1.22mm
- 重り : 200g、250g、150g、100g、50g x2個
- 梁 : 鋼製 有効長さ660mm、フック位置60mm間隔
 フック始まり位置はピン支点より90mm

必須オプション（別売）

自由振動テストフレーム **TM160**

データ自動収集システム **VDAS-B**

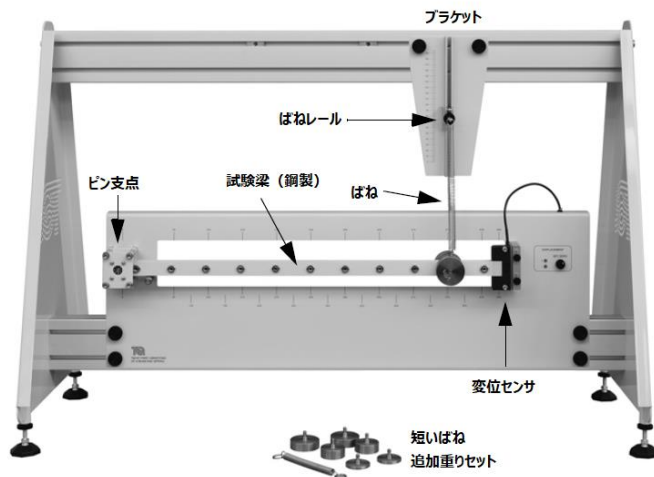
PC（別売）接続用インターフェイスとソフトウェア

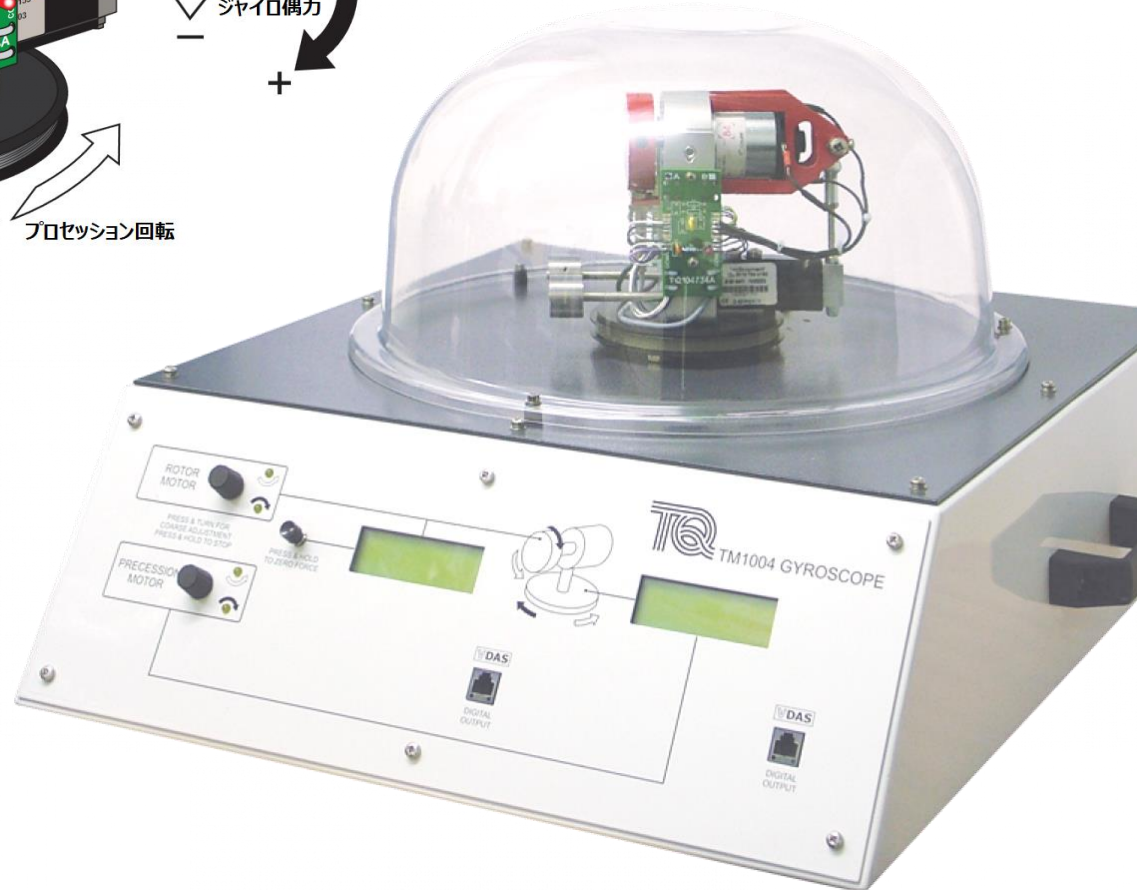
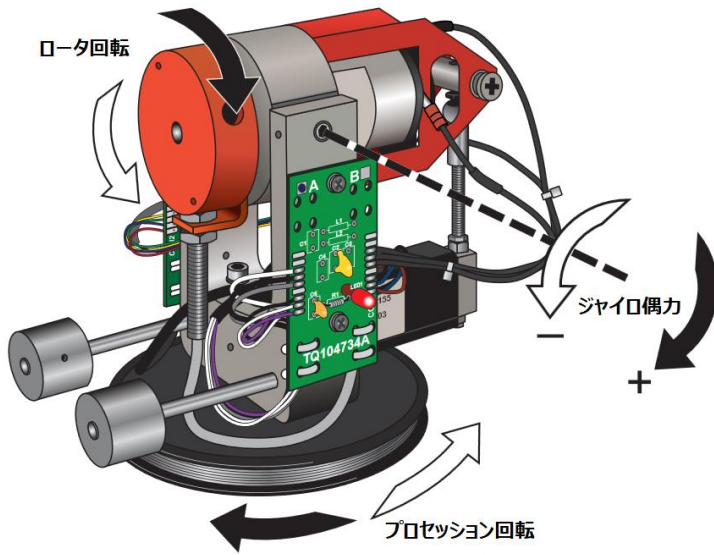
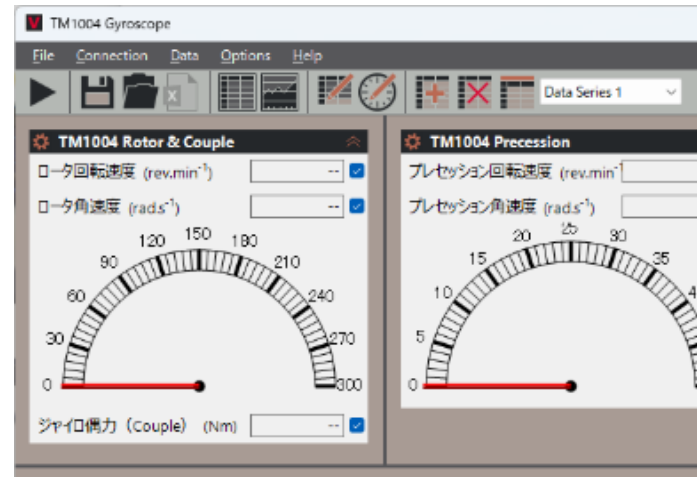
推奨オプション（別売）

液体ダンパセット **TM167a**

寸法 W110xD135xH135mm、シリンダ内径 42.6mm
 ディスク 3 種類（プレーン、4mm穴、6mm穴）

TM160 自由振動テストフレーム（別売）取付け状況写真





MEGACHEM
Educational equipment for engineering

株式会社 メガケム 教育機器の設計・製作・輸入販売

事務所&工場 ; 〒226-0024 神奈川県横浜市緑区西八朔町 149-8

TEL 045-937-5188

E-mail office@megachem.co.jp

FAX 045-937-5199

URL www.megachem.co.jp



202210