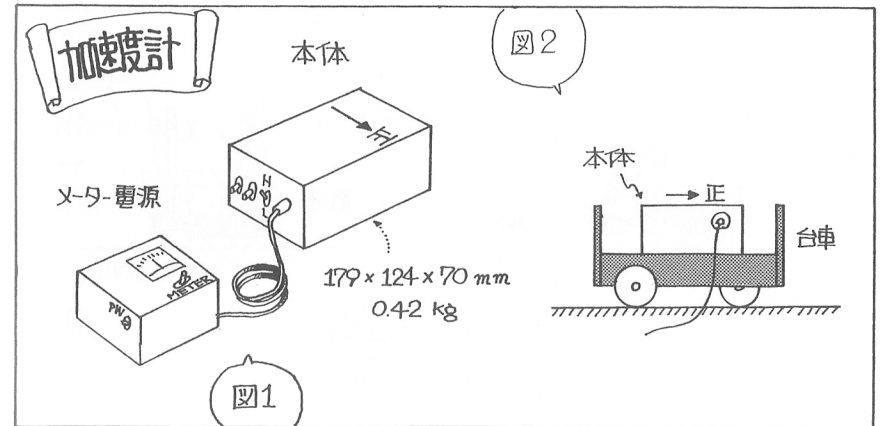


# ズバリ加速度計



加速度が直接計測できたら力学教育は飛躍的に発展するだろう。そんな思いを抱いている人は多いのではないのでしょうか。それを実現することができました。

この加速度計の特徴は、今まではかれなかった加速度が直接はかれるようになったことです。テスターやオシロなど大部分の測定器具は、内部機構についてはブラックボックスのまま使っています。ですからこの加速度計もそんな風に使ってしまえばいいのです。このことによって、ずいぶん幅広い使い道があることがわかります。

作り方、回路図などは巻末の資料を参照してください。また私たちのサークル「EHC（エレクトロニクス・ホビー・サークル）」やイ

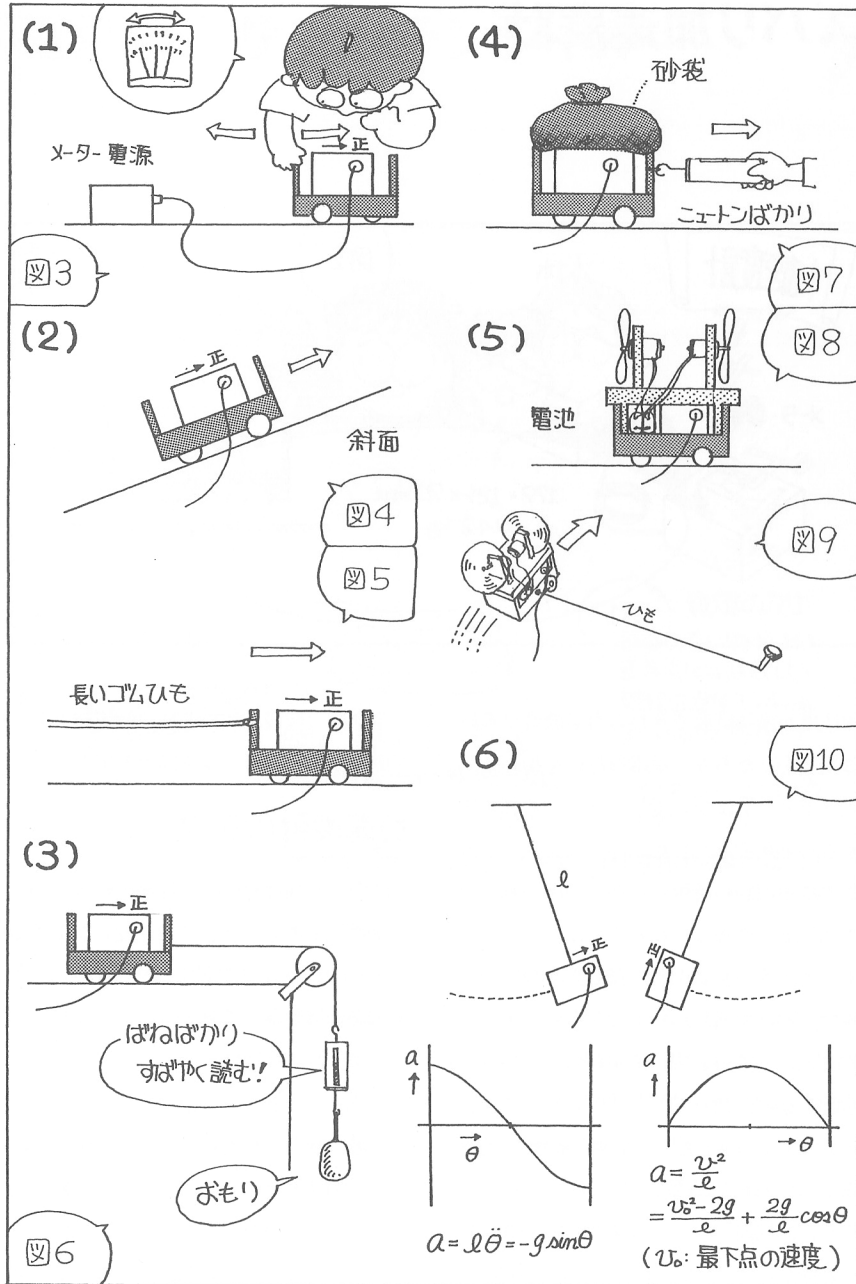
ンテック研（情報・技術と理科教育研究会）の活動と主張にも目と耳を向けて下さい。

## 加速度計の実際

開発した加速度計は、加速度計本体のうける慣性力をキャッチして加速度として表示するようにしたものです。だから図2のように本体を台車に乗せて実験することが基本になります。計測範囲は

感度  $-20 \sim +20 \text{ m/s}^2$

後者の場合の精度はおよそ  $0.05 \text{ m/s}^2$  です。向きは加速度計の正の向きと座標の向きを一致させると、逆向きならマイナスの振れとして表示されます。なお鉛直方向などで計測する場合は本体をその方向にして静止させ、ゼ



ロポイント調整ボリュームで指針を中央に合わせてから実験します。

### (1) 加速度体験

台車に加速度計を乗せて、生徒に自由に遊ばせます。プラスとマイナスの加速度を生徒に実感させたり、0, 1, 2 m/s<sup>2</sup>などの等加速度運動を実現させます。

「負の向きに減速していくと加速度はプラスか！」

「等加速度運動にするのは難しいなあ」

### (2) 加速度の向き

斜面やゴムひもを使って運動させると、途中で運動の向きが変化しても加速度は向きも大きさも変化しないことを確認します。なお、力の向きも意識させるとよいでしょう。

「運動の向きが変わっても、本当に加速度は変わらないんだなあ」

「要するに力が変わらなければ、加速度は変わらないのだ」

「加速度の向きと力の向きは同じだね」

### (3) 加速度の大きさは？

おもりで台車を引っ張ります。手で押さえて静止しているときと手を放したときとで、台車の受けている力が変わります。台車の質量と加速度計の値の積はニュートン目盛のばねばかりの値と一致します。また加速度はおもり（+ばねばかり）が受けている重力を全体の質量で割った数値になります。

「加速度運動している場合は静止の時と話

が違うんだなあ！」

「力はいつでも質量と加速度の積として求められるのか」

### (4) 質量

砂袋を乗せた1 Nの力で引っ張ったときの加速度を測定します。このときの加速度の逆数（加速されにくさ）こそ、その物体の質量です。後で台ばかりで質量を確認します。

「質量は力と加速度から求められるね」

### (5) 円運動

図8のようにプロペラ推進装置を積み、平らな床で図9のようにひもで固定して運動させると等速円運動が実現し、力とは独立に加速度を計測できます。

「どちらに回っても加速度は円の中心を向いている」

「運動方向の加速度はゼロだね」

「 $a = v^2/r$  で計算した数値になるよ」

### (6) 振り子

もちろん、加速度計をばねで吊るして単振動の実験をすることもできますが、もう一步踏み込んで振り子の実験を紹介します。2 mほどの糸に加速度計をおもりとして使用すると、運動方向および糸の方向の加速度の変化を追うことができます。結果は図10のように理論通りに確認出来ます。（林正）

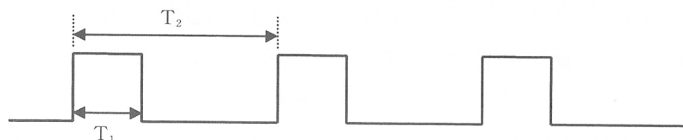
## 資料1 加速度計の製作

### 身近になった加速度センサー

庶民には高価で手の届かなかった加速度センサーですが、ADXL202（アナログデバイス社）はわずか2,800円で買えるようになりました。そして次のような特徴があります。

1. 2方向の測定が可能（ $x$ ,  $y$ の二つの出力がある）
2.  $\pm 2G$ （約 $\pm 20m/s^2$ ）の範囲で測定できる
3. 精度は $5mG$ （約 $0.05m/s^2$ ）
4. 電源電圧は $2.7$ から $5.25V$ の範囲で使用可能
5. 消費電力が小さい（電流は $0.6mA$ 以下）
6.  $1000G$ のショックに耐える

出力電圧の波形は次の図のようになります。加速度 $0G$ の時に $T_1 = T_2$ となり、加速度に比例して $T_1$ が変化します。 $T_2$ は外付け抵抗により $1ms$ から $10ms$ の範囲で設定できます。出力電圧の平均値は加速度に比例しますので、電圧から加速度を読み取ることができます。

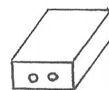


このセンサーにデジタル表示部分をつけたキットが秋月電子通商から4,700円で市販されていますので、これを利用して加速度計を製作することができます。（価格は2002年1月現在）

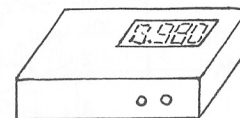
### 三つの箱に分けて製作

前述した秋月電子通商のキットでは、センサーとデジタル表示部分が一つの箱に組み込まれています。これは電車やエレベーターなど乗り物の中でその加速度を測るには便利ですが、実験室での測定では表示部分も移動するので、読み取りにくいことがあります。また、加速度の変化の様子を見るためには、アナログ表示も便利です。これらの条件を満たすため、次のような三つの箱に分けて回路を作ります。

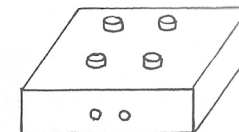
センサーの箱  
(ADXL202)



デジタル表示の箱  
(デジタル表示部分と電池)



アダプターの箱  
(増幅回路と電池)



### 「アダプターの箱」の製作と使い方

センサーからは $\pm G$ に対しておよそ（電源電圧/2） $\pm 0.3V$ の出力電圧が得られるので、それをアダプターで $\pm 0.098V$ （低倍率）または $\pm 0.98V$ （高倍率）に増幅することにより、一般の電圧計で加速度を直読することができます。IC1は減算回路で、加速度ゼロに対して $0V$ が出力されるようにします。IC2は $\pm 0.3V$ を $\pm 0.098V$ または $\pm 0.98V$ に増幅（変換）します。さらに瞬間的な加速度の最大値を測定するため、ピークホールドと呼ばれる回路を内蔵させました。IC3とIC4がその回路です。

図には記載されていませんが、アダプターの電源とは別に $2.7 \sim 5.25V$ のセンサーの電源が必要です（安定化が望ましい）。センサーの電源をセンサーの箱に内蔵させれば、接続する電線は2本（2方向の測定であれば3本）となり電線が細くできますが、外部から電源を供給する場合には電源線がもう1本必要です。

調整はまずセンサーを水平に置いて、VR1とVR2を調整して出力を $0V$ にします。VR1で大まかな調整をした後、VR2で微調整をします。次にセンサーを測定方向に対し垂直に置いて、VR3またはVR4を調整して出力を $\pm 0.098V$ または $\pm 0.98V$ にします。センサーの向きを測定方向に対し $180$ 度変えて、出力の極性が逆転することを確認します。

アダプターに接続するメーターとしては、次のようなものが考えられます。

検流計：デジタルと違い、針の振れがゆっくりで意外に数値が読みやすい

アナログマルチメーター：加速度の大きさと向きへの演示

デジタルマルチメーター：加速度の数値への演示

デジタルストレージオシロスコープ：加速度の時間変化への演示