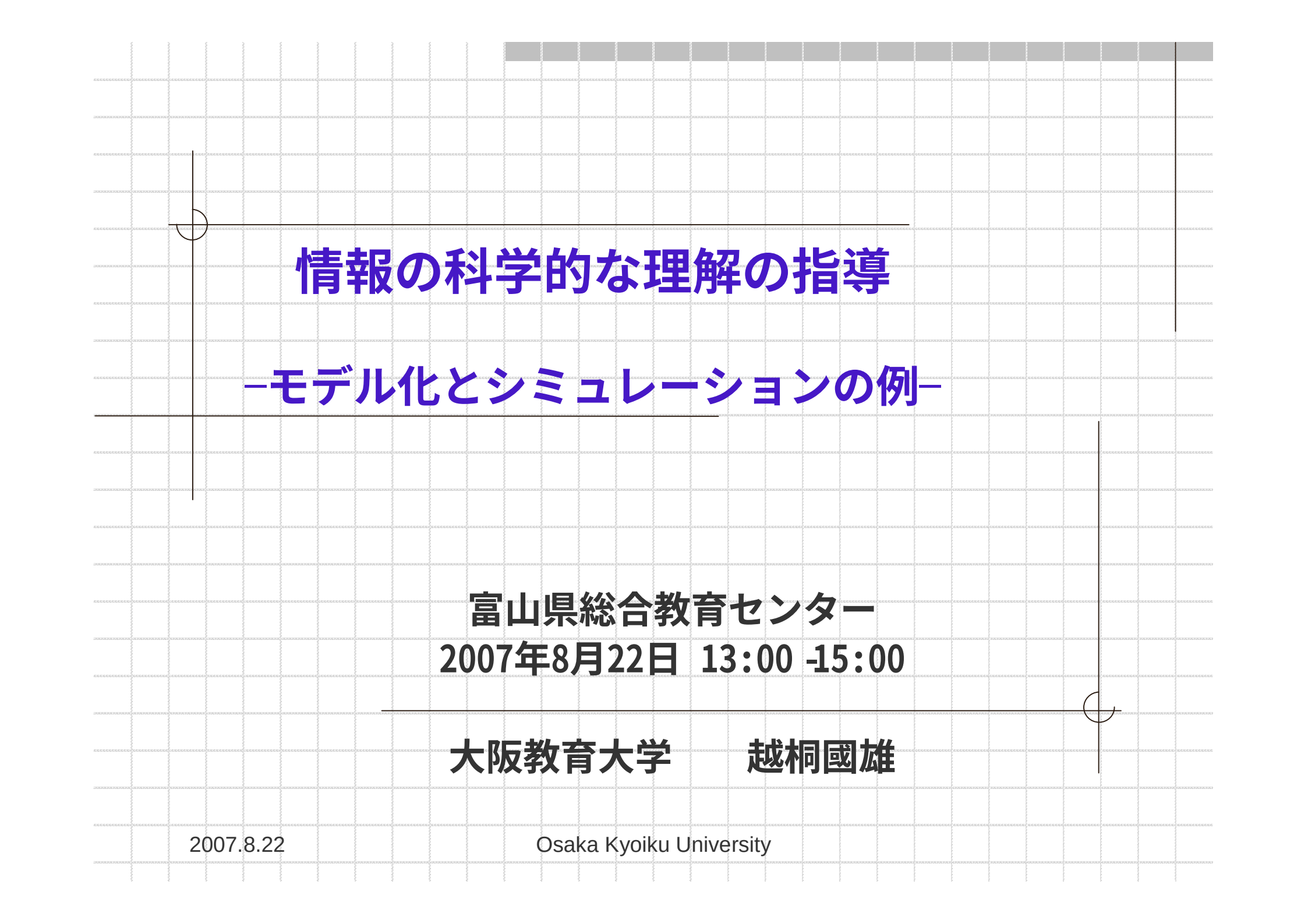




情報の科学的な理解の指導

ーモデル化とシミュレーションの例ー

富山県総合教育センター

2007年8月22日 13:00 -15:00

大阪教育大学

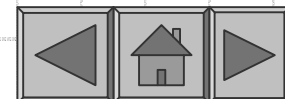
越桐國雄

2007.8.22

Osaka Kyoiku University

今回のお話のアウトライン

- 1 はじめに
- 2 モデル化とシミュレーション
- 3 ケーキカップの落下実験
- 4 ワークショップ1
- 5 色々なボールの反発係数
- 6 ワークショップ2



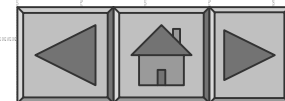
1. はじめに

- 高等学校の未履修問題（2006年秋）
- 情報に関する倫理的態度と安全への配慮，
規範意識の育成（IT新改革戦略）
- 大学入試で情報（2007年春 23大学）



- 学習指導要領の改訂（今年度中に答申?）

※ 高校教科「情報」の内容とその現状 (<http://www.nakano.ac/>)



情報教育の目標

情報活用の実践力

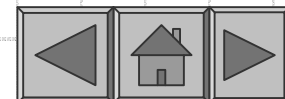
(1) 情報手段の適切な活用、情報を主体的に
収集・判断・表現・処理・創造し、発信・伝達できる能力

情報の科学的な理解

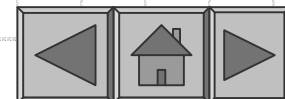
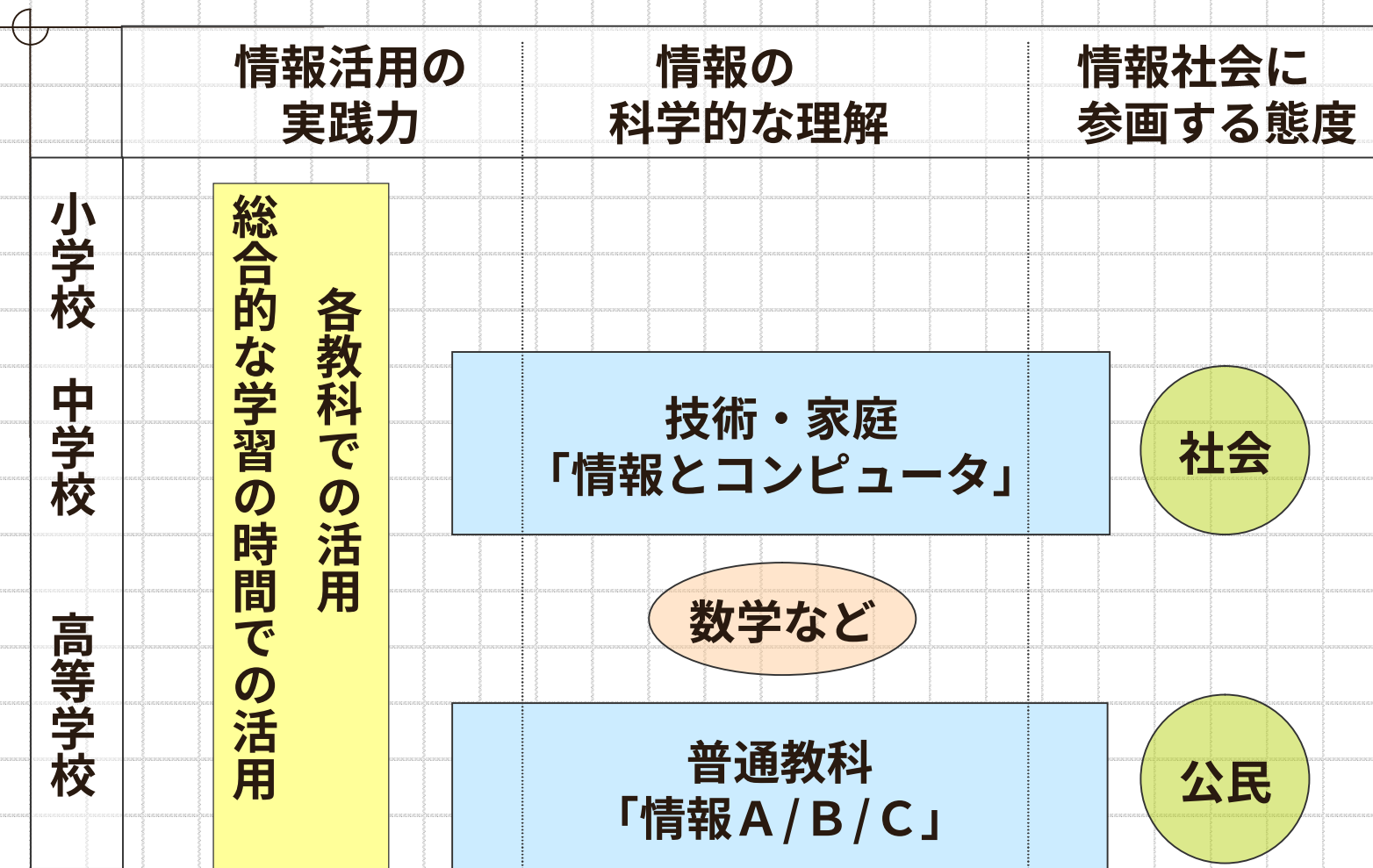
(2) 情報手段の特性の理解、情報を適切に扱い、
情報活用を評価・改善する基礎的な理論や方法の理解

情報社会に参画する態度

(3) 情報・情報技術の社会への影響を理解し、情報モラル、
情報への責任について考え、情報社会に参画する態度



情報教育の体系化



学校教育の情報化

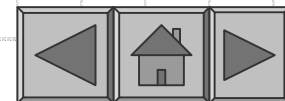
◆学校教育におけるInformation Technologyの活用

○方法としてのIT（教科／総合的な学習）

CAI・CMI・学習環境・学習ツール・
インタラクティブラーニング・e-ラーニング

○内容としてのIT（体系的な情報教育）

プログラミング・アプリケーション操作・
リテラシー・情報モラル・知的所有権・
メディアリテラシー



情報 B

1. 目標

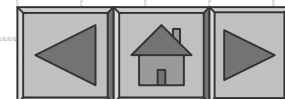
コンピュータにおける情報の表し方や処理の仕組み，情報社会を支える情報技術の役割や影響を理解させ，**問題解決においてコンピュータを効果的に活用するための科学的な考え方や方法を習得させる。**

2. 内容

(3) 問題のモデル化とコンピュータを活用した解決

ア モデル化とシミュレーション

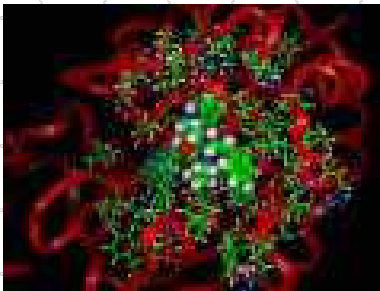
身のまわりの現象や社会現象などを通して，モデル化とシミュレーションの考え方や方法を理解させ，実際の問題解決に活用できるようにする。



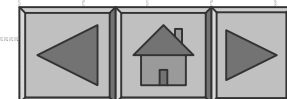
シミュレーションとは

現象を調べる／予測するために，モデルとして扱いやすいシステムを使って模擬すること

- 物理シミュレーション
(水槽・風洞)

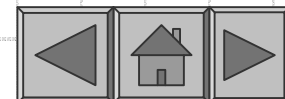


- 数理シミュレーション
コンピュータシミュレーション
(地球環境・分子設計)



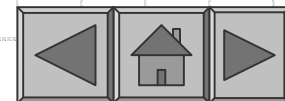
内容の取り扱いのポイント

- モデル化の方法を学ぶことが目的。
- 各教科で学習済みの知識を生かして簡単にモデル化できる題材。
- 時間経過や偶然性に伴って変化する現象など簡単にモデル化できる題材。
- 数理的・技術的な内容に深入りしないよう。
- 交通量，人口動態など必要なデータが簡単に収集できる程度の題材。



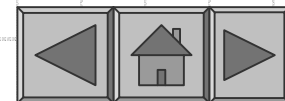
2. モデル化とシミュレーション

1. コンピュータの中だけで閉じず、現実の現象と結びついて、簡単にデータを収集できる題材を探したい。
2. 自然科学の探究活動の典型例として、モデル化とシミュレーションを捉えたい。
3. 「情報」での学習内容や手法を，他教科の学習でも活かしたい（情報の総合性）。

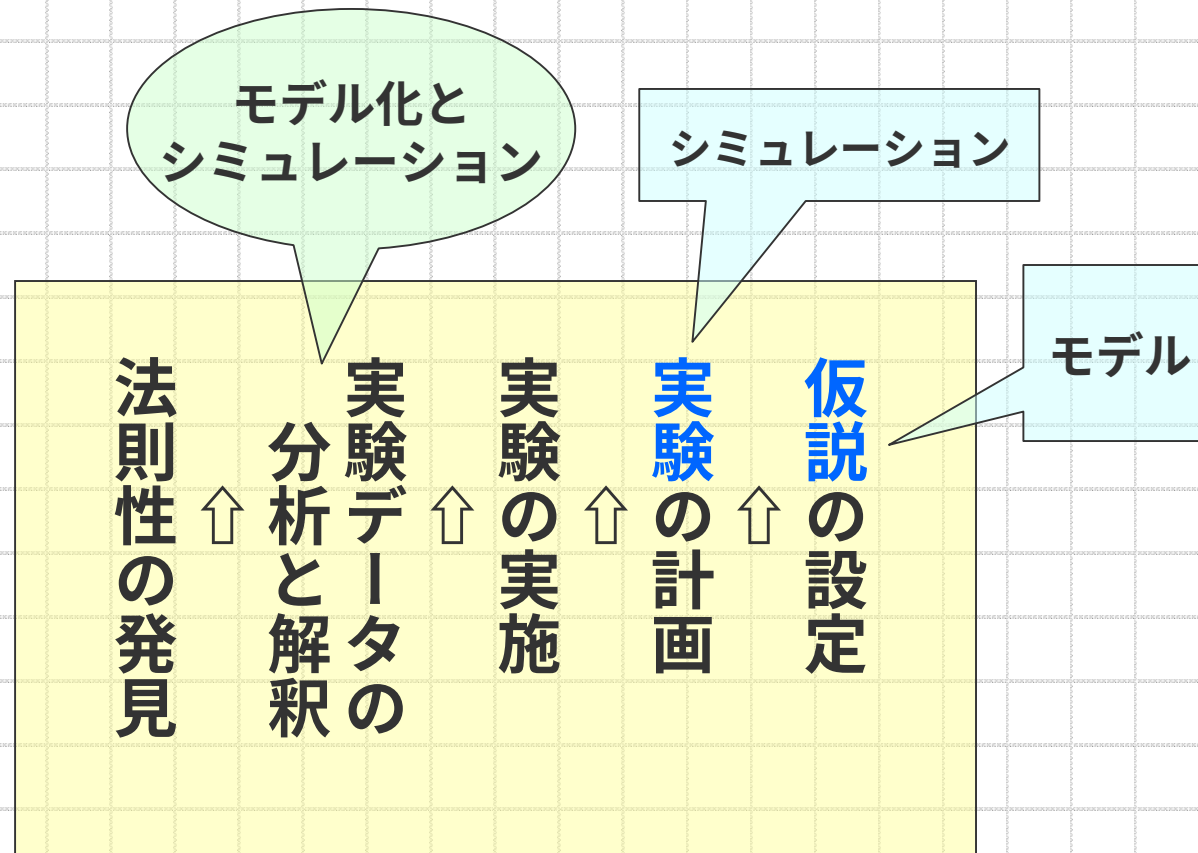


(1) 教科書の事例

- 自然現象
生物の増加，交通渋滞，雨の落下速度
- 社会現象
商品の売上，輸送経費，待ち行列，人口予測
- 人工現象
座席替え，水槽の制御，省エネルギー節電
- その他
くじ・サイコロ，円周率，ライフゲーム



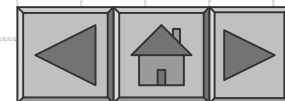
(2) 理科の探求学習のプロセス



(3) 学習指導要領 (理科)

○内容の取り扱い

「各科目の指導に当たっては、観察、実験の過程での情報の収集・検索、計測・制御、結果の集計・処理などにおいて、コンピュータや情報通信ネットワークなどを積極的に活用すること」



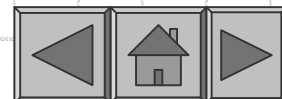
3. ケーキカップの落下実験



+



英国物理学会の編纂した高等学校教科書
Advancing Physics でとりあげられる
センサーによる計測



中学校の理科で学ぶこと

○全ての物体には重力が働く

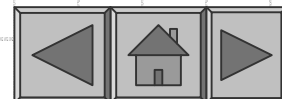
○瞬間の速さ

＝短時間の移動距離÷時間

○力＝0 →等速直線運動

○力≠0 →速さは変化する

力が大⇒速さの変化也大



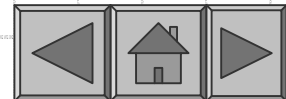
前提となる 2つの法則

○運動の法則 $a = f / m$

物体の**加速度**（**速度の変化の割合**） a は、
物体に働く力 f に比例し、その質量 m に反比例する。

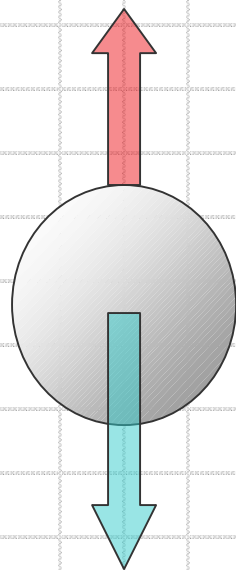
○重力の法則 $f = m \cdot g$

物体に働く**重力** f は、物体の質量 m に比例し、
比例定数 g を重力加速度とよんでいる。

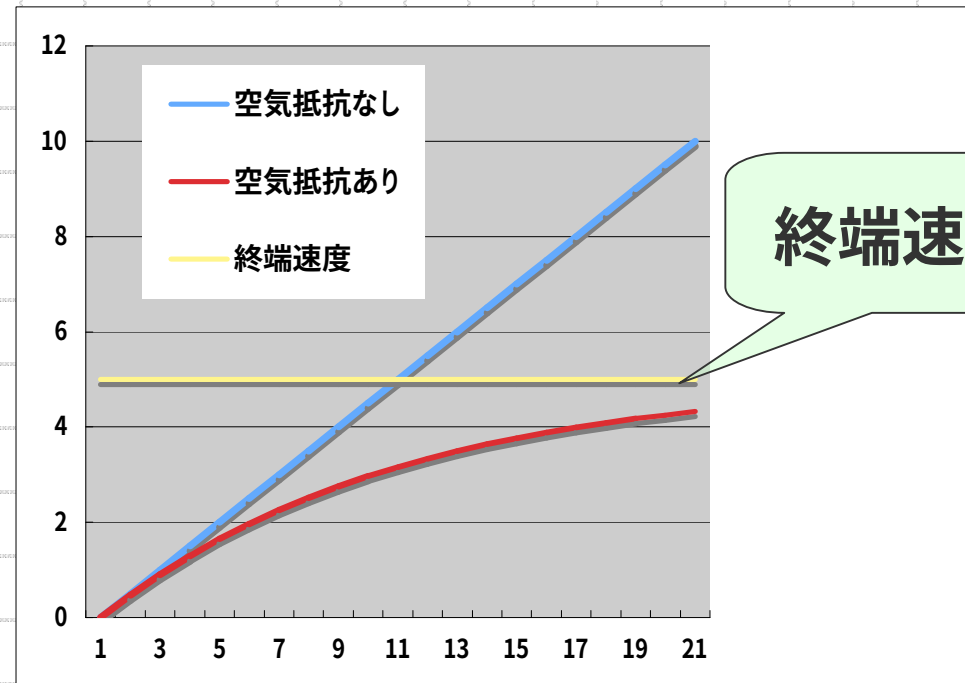


力がつりあうまで速度は大きくなる

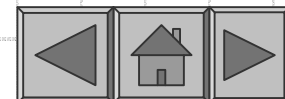
空気抵抗 $\Rightarrow$ 速度とともに大きくなる



重力



終端速度



(参考) 慣性抵抗と粘性抵抗

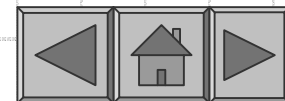
- 半径 R の球が速度 v で密度 ρ 粘性率 η の流体中を運動する場合

○ 慣性抵抗 (圧力抵抗)

$$= \pi / 4 \cdot \rho \cdot R^2 \cdot v^2$$

○ 粘性抵抗 (摩擦抵抗)

$$= 6 \pi \cdot \eta \cdot R \cdot v$$

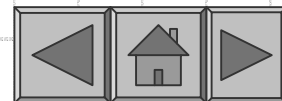


加速度から速度を求める

○加速度から速度を求める近似式

$$a = \{v(t+\Delta t) - v(t)\} / \Delta t$$

$$\therefore v(t+\Delta t) = v(t) + a \cdot \Delta t$$



モデルの例

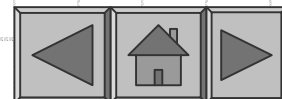
○空気抵抗のない場合 $f = -m \cdot g$

○空気抵抗のある場合 $f = -m \cdot g + r$

モデル1 $r = k \cdot v^n$

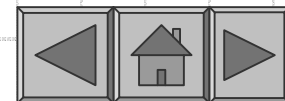
モデル2 $r = k_1 \cdot v + k_2 \cdot v^2$

→ 加速度は $a = f / m$ とする。



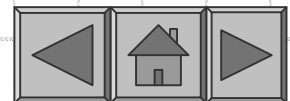
実験の特徴

- 中学校の理科で学習した内容でできる。
(高等学校の物理の履修を前提としない)
- 簡単な材料や道具で短時間に実験できる。
- ケーキカップを重ねることで、カップの形状を一定にして全体の質量を変化できる。



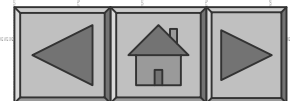
実施上の注意

- 空気の流れがない場所を選んで実験する。
- 落下時間を測定する場合，カップの枚数を変えるたびに練習してから行う。



4. ワークショップ1

- 空気抵抗のない落下運動をシミュレーション
- 空気抵抗のある落下運動をシミュレーション
- 終端速度が実験値と一致するようなモデルを求める。



5. 色々なボールの反発係数

QuickTime[®] C²
TIFF AIAK * QIAI ELIEVE EOEA
Ç™ Ç±CAES ENÉ EEC ¼a@ÇÇZÇ¼Ç...ÇÖIKóÇÇ•AB

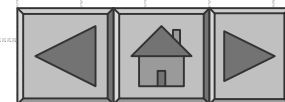
+

QuickTime[®] C²
TIFF AIAK * QIAI ELIEVE EOEA
Ç™ Ç±CAES ENÉ EEC ¼a@ÇÇZÇ¼Ç...ÇÖIKóÇÇ•

+

QuickTime[®] C²
TIFF AIAK * QIAI ELIEVE EOEA
Ç™ Ç±CAES ENÉ EEC ¼a@ÇÇZÇ¼Ç...ÇÖIKóÇÇ•AB

「おはスタ」からの問い合わせ
サッカーボールとピンポン玉を5m
から落としてはねかえりを比べると・・・



中学校の理科で学ぶこと

○運動エネルギー

運動している物体の持つエネルギー

質量や速度とともに増加する

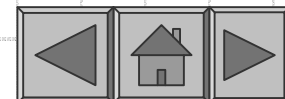
○位置エネルギー

高いところにある物体の持つエネルギー

質量や高さとともに増加する

○力学的エネルギー

$\text{＝運動エネルギー＋位置エネルギー＝一定}$



前提となる法則と考え方

○力学的エネルギー保存則

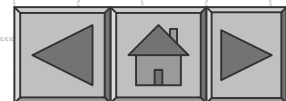
運動エネルギー＋位置エネルギー ＝ 一定

$$m g h + \frac{1}{2} m v^2$$

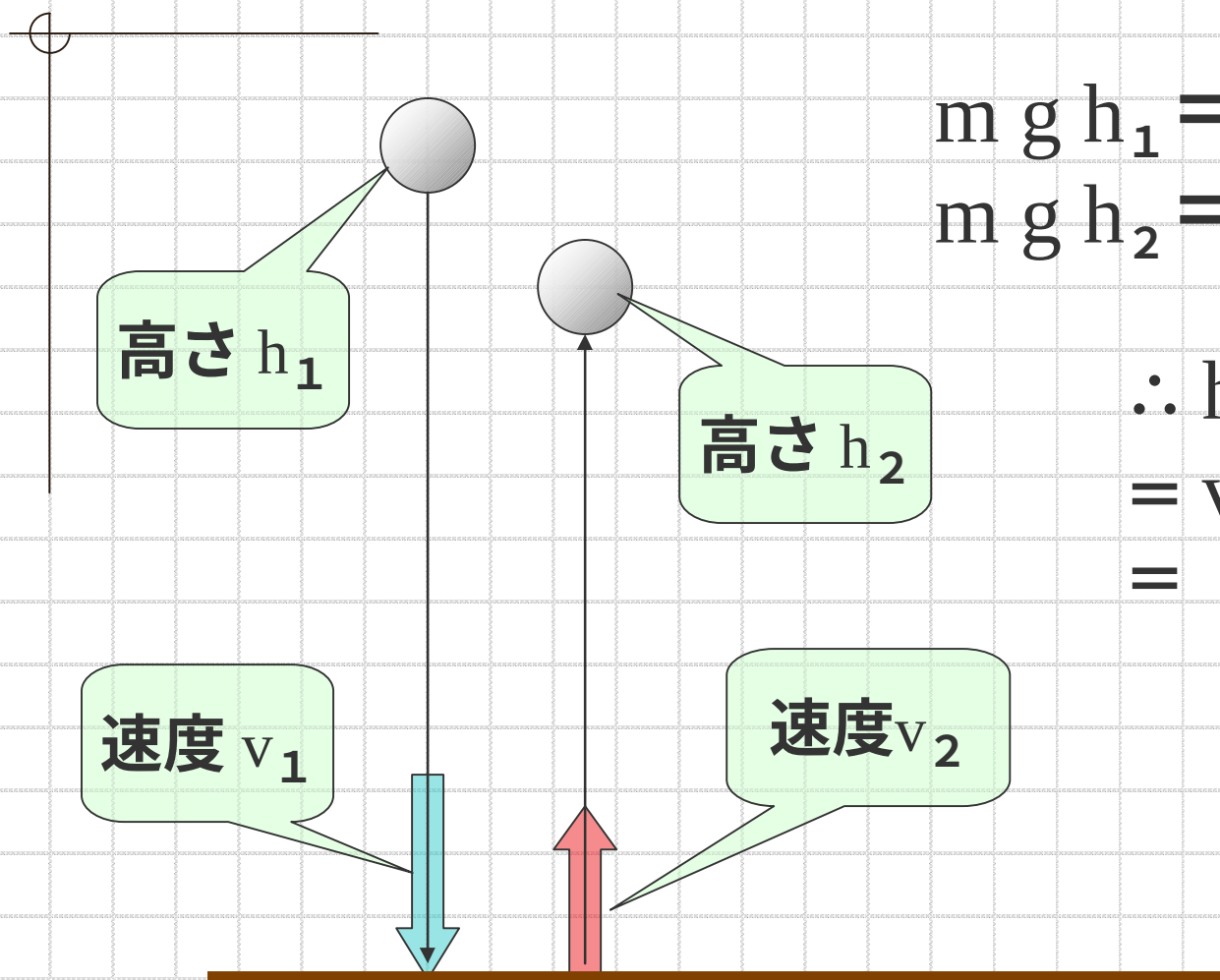
○衝突の法則

$$v_2 / v_1 = e \text{ (反発係数)}$$

衝突後の速度／衝突前の速度 $(0 \leq e \leq 1)$



高さから反発係数がわかる

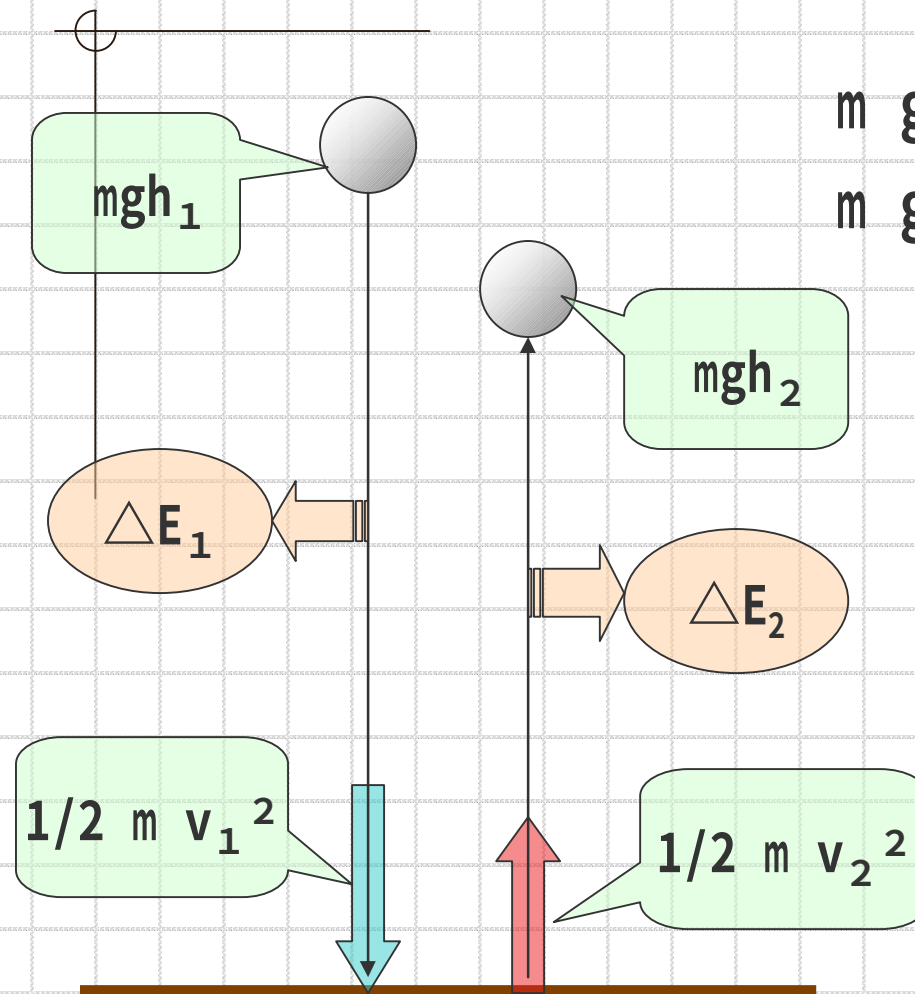


$$m g h_1 = 1/2 m v_1^2$$

$$m g h_2 = 1/2 m v_2^2$$

$$\begin{aligned} \therefore h_2 / h_1 \\ &= v_2^2 / v_1^2 \\ &= e^2 \end{aligned}$$

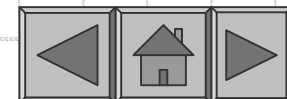
高さで反発係数がかかる？



$$m g h_1 - \Delta E_1 \rightarrow 1/2 m v_1^2$$
$$m g h_2 \leftarrow 1/2 m v_2^2 - \Delta E_2$$

ΔE

空気抵抗にさからう
運動によりエネル
ギーが失われる



(参考) 空気抵抗で失われるエネルギー

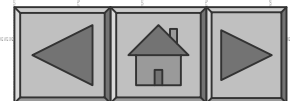
• エネルギー = 仕事 = 力 × 距離

○慣性抵抗 $F = \pi/4 \rho R^2 v^2 = k v^2$

○空気抵抗を無視する近似では

$$1/2 m v^2 = m g (h/2) \quad \dots \quad (\text{中間点で})$$

$$\begin{aligned} \therefore \Delta E &= F \cdot h = k v^2 \cdot h \\ &= k g h \cdot h \\ &= k g h^2 \end{aligned}$$



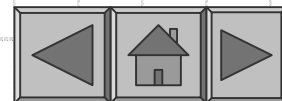
最初の高さから跳ね返りの高さを求める

○エネルギー保存則

$$\begin{aligned} m g h_2 &= 1/2 m v_2^2 - \Delta E_2 \\ &= 1/2 m v_1^2 e^2 - \Delta E_2 \\ &= e^2 (m g h_1 - \Delta E_1) - \Delta E_2 \end{aligned}$$

○ ΔE を求める式のモデルをつくる

$$\Delta E_2(h_2) = \Delta E_2(e^2 h_1)$$



6. ワークショップ2

- 空気抵抗のない落下運動をシミュレーション
- 空気抵抗のある落下運動をシミュレーション
- 終端速度が実験値と一致するようなモデルを求める。

