

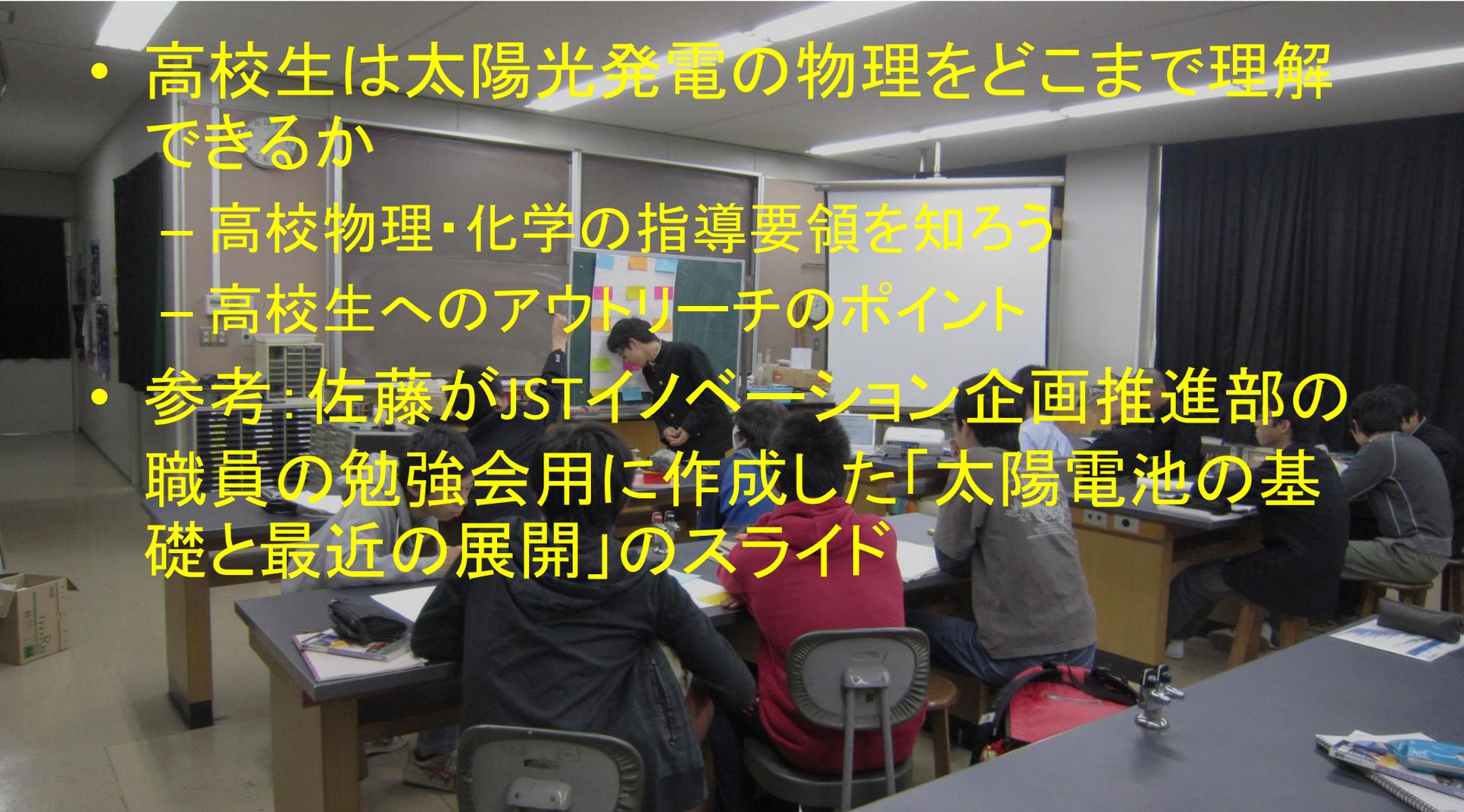
# 太陽光発電 高校生に向けて発信するには



JST研究広報主監  
佐藤勝昭

# CONTENTS

- 高校生は太陽光発電の物理をどこまで理解できるか
  - 高校物理・化学の指導要領を知ろう
  - 高校生へのアウトリーチのポイント
- 参考: 佐藤がJSTイノベーション企画推進部の職員の勉強会用に作成した「太陽電池の基礎と最近の展開」のスライド





高校生は太陽光発電の物理をどこまで理解できるか

# 高校物理の指導要領を知ろう

## 旧課程：物理1 電気・波

### (1) 電気

ア 生活の中の電気（観察や実験を中心に扱うこと。）

（ア）電気と生活（人間生活と電気とのかかわりを扱うこと。）

（イ）モーターと発電機（身近なモーターや発電機を取り上げ、その原理などを扱うこと。）

（ウ）交流と電波（家庭で使用されている電気が交流の電気であることや情報通信に電波を利用していることなど、身近に使われている電気や電波の性質などを扱うこと。また、放電現象にも簡単に触れること。）

### (2) 波

ア いろいろな波（身の回りの波動現象について観察、実験を中心に扱うこと。その際、縦波や横波にも簡単に触れること。）

イ 音と光

（ア）音の伝わり方（ドップラー効果の扱いは初歩的な程度にとどめること。）

（イ）音の干渉と共鳴

（ウ）**光の伝わり方**（光の速さ、反射及び屈折を扱い、レンズの幾何光学的な性質に触れる場合は、初歩的な程度にとどめること。）

（エ）**光の回折と干渉**（実験を中心に扱い、光は横波であることや光のスペクトルにも触れること。）

# 高校物理の指導要領を知ろう

## 旧課程：物理1 運動とエネルギー

### (3) 運動とエネルギー

#### ア 物体の運動

- (ア) 日常に起こる物体の運動（空気抵抗や摩擦のある運動の観察を中心に扱うこと。また、水中での運動については、水圧や浮力にも簡単に触れること。）
- (イ) 運動の表し方（直線運動を中心に扱うこと。力の合成・分解，力のつり合い，摩擦力，弾性力にも簡単に触れること。慣性モーメントは扱わないこと。）
- (ウ) 運動の法則（直線運動を中心に扱うこと。質量と重さの違い及び放物運動も扱い，物体に働く力にも触れること。その際，空気の抵抗は定性的に扱うこと。）

#### イ エネルギー

- (ア) エネルギーの測り方（仕事率も扱うこと。）
- (イ) 運動エネルギーと位置エネルギー（弾性エネルギー及び力学的エネルギーの保存にも触れること。）
- (ウ) 熱と温度（分子運動と温度の関係を定性的に扱い，比熱及び内部エネルギーにも触れること。）
- (エ) **電気とエネルギー**（ジュール熱を中心に，電界中の電荷の移動とエネルギーの関係を扱う程度にとどめること。）
- (オ) **エネルギーの変換と保存**（熱現象における不可逆変化にも触れること。）

# 高校物理の指導要領を知ろう

## 旧課程：物理2 必修部分

### (1) 力と運動

#### ア 物体の運動

(ア) 平面上の運動 (運動の記述と運動の法則を扱うこと。)

(イ) 運動量と力積 (運動量の保存も扱うこと。)

#### イ 円運動と万有引力

(ア) 円運動と単振動

(イ) 万有引力による運動

### (2) 電気と磁気

#### ア 電界と磁界

(ア) 電荷と電界 (コンデンサーの基本的な性質にも触れること。)

(イ) 電流による磁界 (直線電流及び円電流による磁界を中心に扱うこと。また、ローレンツ力にも触れること。)

#### イ 電磁誘導と電磁波

(ア) 電磁誘導 (電磁誘導の法則を中心に扱い、交流回路については定性的に扱うにとどめること。)

(イ) 電磁波 (実験を中心に扱うこと。)

# 高校物理の指導要領を知ろう

## 旧課程：物理2 選択科目

### (3) 物質と原子

#### ア 原子, 分子の運動

(ア) 物質の三態 (物質の状態変化を扱う際に, 熱膨張にも触れること。)

(イ) 分子の運動と圧力 (理想気体の状態方程式及び分子運動と絶対温度の関係を扱うこと。また, モル比熱を扱う場合は単原子分子にとどめること。)

#### イ 原子, 電子と物質の性質

(ア) 原子と電子 (電子の波動性も簡単に扱うこと。)

(イ) 固体の性質と電子 (物質中の電子の状態によって, 導体, 不導体, 半導体などがあることを扱うこと。)

### (4) 原子と原子核

#### ア 原子の構造

(ア) 粒子性と波動性

(イ) 量子論と原子の構造 (水素原子の構造を中心にスペクトルと関連させて扱うこと。)

#### イ 原子核と素粒子

(ア) 原子核 (放射線及び原子力の利用とその安全性の問題にも触れること。)

(イ) 素粒子と宇宙 (素粒子を中心に扱い, 宇宙については, 素粒子の研究が宇宙の始まりの研究と結び付いてきたことに簡単に触れる程度とすること。)

# 高校物理の指導要領を知ろう

## 新課程：物理基礎

### (1) 物体の運動とエネルギー

#### ア 運動の表し方

- (ア) 物理量の測定と扱い方  
身近な物理現象について、物理量の測定と表し方、分析の手法を理解すること。
- (イ) 運動の表し方  
物体の運動の基本的な表し方について、直線運動を中心に理解すること。
- (ウ) 直線運動の加速度  
物体が直線上を運動する場合の加速度を理解すること。  
な加速度運動の様子を調べることが考えられる。

#### イ 様々な力とその働き

- (ア) 様々な力  
物体に様々な力が働くことを理解すること。  
摩擦力、弾性力、圧力及び浮力を扱うこと。  
また、空間を隔てて働く力にも定性的に触れること。
- (イ) 力のつり合い  
物体に働く力のつり合いを理解すること。  
平面内で働く力のつり合いを中心に扱うこと。  
が考えられる。

#### (ウ) 運動の法則

運動の三法則を理解すること。  
直線運動を中心に扱うこと。

#### (エ) 物体の落下運動

物体が落下する際の運動の特徴及び物体に働く力と運動の関係について理解すること。  
自由落下、鉛直投射を扱い、水平投射、斜方投射及び空気抵抗の存在にも定性的に触れること。

#### ウ 力学的エネルギー

##### (ア) 運動エネルギーと位置エネルギー

運動エネルギーと位置エネルギーについて、仕事と関連付けて理解すること。  
「位置エネルギー」については、重力による位置エネルギー、弾性力による位置エネルギーを扱うこと。

##### (イ) 力学的エネルギーの保存

力学的エネルギー保存の法則を仕事と関連付けて理解すること。  
摩擦や空気抵抗がない場合は力学的エネルギーが保存されることを中心に扱うこと。

# 高校物理の指導要領を知ろう

## 新課程：物理基礎(つづき)

### (2) 様々な物理現象とエネルギーの利用

#### ア 熱

##### (ア) 熱と温度

熱と温度について、原子や分子の熱運動という視点から理解すること。

熱現象を微視的な視点でとらえ、原子や分子の熱運動と温度の関係を定性的に扱うこと。また、内部エネルギーや物質の三態にも触れること。

##### (イ) 熱の利用

熱の移動及び熱と仕事の変換について理解すること。熱現象における不可逆性にも触れること。

#### イ 波

##### (ア) 波の性質

波の性質について、直線状に伝わる場合を中心に理解すること。

作図を用いる方法を中心に扱うこと。また、定在波も扱い、縦波や横波にも触れること。

#### ウ 電気

##### (ア) 物質と電気抵抗

物質によって抵抗率が異なることを理解すること。金属中の電流が自由電子の流れによることも扱うこと。また、半導体や絶縁体があることにも触れる

##### (イ) 電気の利用

交流の発生、送電及び利用について、基本的な仕組みを理解すること。

交流の直流への変換や電磁波の利用にも触れること。

#### エ エネルギーとその利用

##### (ア) エネルギーとその利用

人類が利用可能な水力、化石燃料、原子力、太陽光などを源とするエネルギーの特性や利用などについて、物理学的な視点から理解すること。

電気エネルギーへの変換を中心に扱うこと。「原子力」については、関連して放射線及び原子力の利用とその安全性の問題にも触れること。

#### オ 物理学が拓く世界

##### (ア) 物理学が拓く世界

「物理基礎」で学んだ事柄が、日常生活やそれを支えている科学技術と結び付いていることを理解すること。

日常生活や社会で利用されている科学技術の具体的事例を取り上げる

# 高校物理の指導要領を知ろう

## 新課程：物理（関連部分）

### 波 ウ 光

#### (ア) 光の伝わり方

光の伝わり方について理解すること。  
光の速さ、波長、反射、屈折、分散、偏光などを扱い、鏡やレンズの幾何光学的な性質については、基本的な扱いとすること。また、光は横波であることや**光のスペクトル**にも触れること。

#### (イ) 光の回折と干渉

光の回折と干渉について理解すること。  
ヤングの実験、回折格子及び薄膜の干渉を扱うこと。

### (4) 原子

#### ア 電子と光

##### (ア) 電子

電子の電荷と質量について理解すること。  
電子に関する歴史的な実験にも触れること。

##### (イ) 粒子性と波動性

電子や光の粒子性と波動性について理解すること。  
光電効果、電子線回折などを扱い、X線にも触れること。

#### イ 原子と原子核

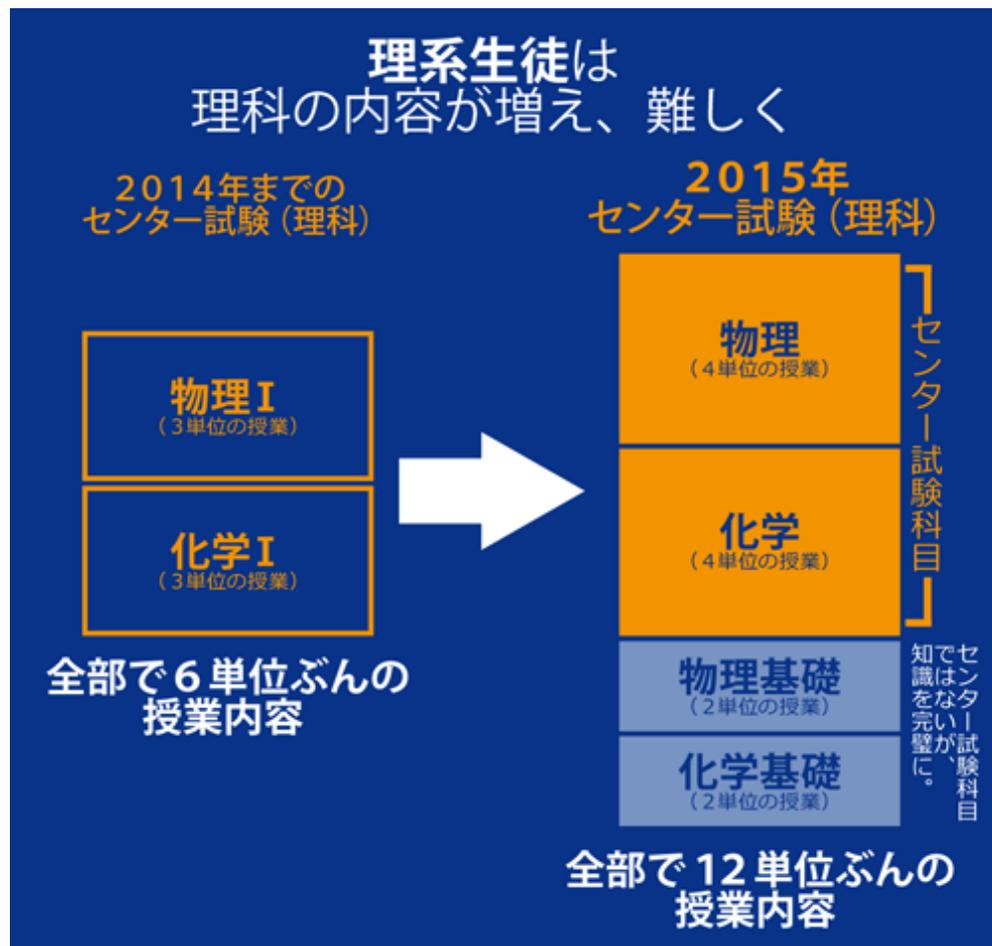
##### (ア) **原子とスペクトル**

原子の構造及びスペクトルと電子のエネルギー準位の関係について理解すること。  
水素原子の構造を中心にスペクトルと関連させて扱うこと。

##### (イ) 原子核

原子核の構成、原子核の崩壊及び核反応について理解すること。  
質量とエネルギーの等価性にも触れること。

# 大学入試センターテスト 2015年に変わる



# 高校物理の指導要領を知ろう

## 旧課程「化学1」

化学 I 旧課程
物質の構成
ア 物質と人間生活
イ 物質の構成粒子
a 原子 b 分子 c 物質質量

化学 I 旧課程
物質の種類と性質
ア 無機物質
a 単体 b 化合物
イ 有機物質
a 炭化水素 b 官能基を含む化合物
物質の変化
化学反応
a 反応熱 b 酸塩基 中和 c 酸化還元

# 高校物理の指導要領を知ろう

## 新課程「化学基礎」

新課程 化学基礎
第1章 化学と私たちの生活
物質の状態 C13 A 混合物と純物質 B 元素・単体・化合物 C 粒子の熱運動と物質の状態
物質の構成粒子 C14 C15 A 原子の構造 B 原子の電子配置 C イオンの生成 D <b>元素の周期表</b> C21
<b>化学結合</b> C21 C22 A イオン結合 B 共有結合 C 金属結合 D 分子の極性と水素結合

新課程 化学基礎(つづき)
物質質量と化学反応式 A 原子量・分子量・式量 B 物質質量 C 溶液の濃度
D 化学反応式 E 化学変化の量的関係
酸と塩基 A 酸と塩基 B 水素イオン濃度とpH
C 酸・塩基の中和 D 塩の性質
酸化還元反応 A 酸化と還元 B 酸化剤と還元剤
C 金属のイオン化傾向と酸化・還元

# 高校物理の指導要領を知ろう

## 旧課程「化学2」

旧課程 化学Ⅱ	
物質の構造	
化学結合	
気体の法則	
液体と固体	
化学平衡	
反応速度	
生活と物質	
食品と衣料の化学	
a 食品	b 衣料
材料の化学	
a プラスチック	
b 金属、セラミックス	
生命と物質	
a 生命の化学	b 薬品の化学

# 高校物理の指導要領を知ろう

## 新課程「化学」

新課程 化学
物質の状態と平衡
物質の状態とその変化 <ul style="list-style-type: none"> <li>a 状態変化 気体の体積の変化</li> <li>b 気体の性質 気体の状態方程式</li> <li>c 固体の構造 結晶と化学結合</li> </ul>
溶液と平衡 <ul style="list-style-type: none"> <li>a 溶液平衡と溶解度</li> <li>b 溶液の性質 希薄溶液 コロイド</li> </ul>
物質の変化と平衡 化学反応とエネルギー <ul style="list-style-type: none"> <li>a 化学反応と熱光 反応熱と熱化学方程式</li> <li>b ヘスの法則</li> <li>c <u>光とエネルギー</u></li> </ul>
化学反応と化学平衡 <ul style="list-style-type: none"> <li>a <u>反応速度と触媒</u></li> <li>b <u>平衡移動</u></li> <li>c <u>電離平衡</u></li> </ul>

新課程 化学 (つづき)
無機物質の性質と利用 <ul style="list-style-type: none"> <li>a 典型元素 b 遷移元素</li> </ul> <p><b>無機物質と人間生活</b></p>
有機化合物の性質と利用 <ul style="list-style-type: none"> <li>a 飽和-不飽和炭化水素</li> <li>b 官能基をもつ化合物 アルコールとエーテル アルデヒドとケトン カルボン酸とエステル</li> <li>c 芳香族化合物 芳香族炭化水素 酸素を含む芳香族化合物 窒素を含む芳香族化合物</li> </ul>
高分子化合物の性質と利用 <ul style="list-style-type: none"> <li>a <u>合成高分子化合物</u> <u>合成繊維 プラスチック</u></li> <li>b 天然高分子化合物 <u>糖 類</u> <u>タンパク質</u> <u>核酸</u> <u>繊維</u></li> </ul>

# 高校生と太陽電池の基礎知識(1)

- 太陽光エネルギー・スペクトルについて
  - 新課程(現2年生以後)では「エネルギーとその利用」で太陽光を学びます。「光」でスペクトルを学びます。旧課程(現3年生)ではいずれも全く学んでいません。
- 半導体について
  - 新課程では、物理において「物質と電気抵抗」の項で、物質によって抵抗率が異なることを理解すること。金属中の電流が自由電子の流れによることも扱うこと。また、半導体や絶縁体があることにも触れるとなっています。
  - 旧課程では、物理IIの選択部分「固体の性質と電子」の項で「物質中の電子の状態によって導体, 不導体, 半導体などがあることを扱う」となっています。
  - いずれにせよ、SiもGaAsもバンドギャップもp形,n形もpn接合も太陽電池に重要なことは何一つ学んでおりません。

# 高校生と太陽電池の基礎知識(2)

- 旧課程でも新課程でも化学はしっかり教わっています。しかし分類は物理とは異なります。  
旧課程: a プラスチック、b 金属、セラミックス  
新課程: 無機物質、有機化合物、高分子化合物
- 新課程では、「化学基礎」で周期表を学びます。「化学」で固体の構造・結晶と化学結合を学んでいます。しかし、有機物質のHOMO-LUMOなどは学んでいません。

- 旧課程の物理1, 化学1を前提にしましょう。
- 地上に達した太陽光が $1\text{ m}^2$ あたり約 $1\text{ kW}$ のパワーを持つことをはじめに説明しましょう。
- スペクトルは、図を使って説明しましょう。
- 半導体のバンドギャップはわからなくても、スペクトルの短波長部分を吸収すること、吸収して光エネルギーを電気に変えることを図で説明するとよいでしょう。
- pn接合は高校生には難しすぎます。接合部分に電気の坂道を作って、光でできたプラスとマイナスの電荷を分離するのが太陽電池だと言うくらいが精一杯です。
- やや難しいところは簡単に説明して、わからないところは大学に行って勉強しようという動機付けをしましょう。

## 高校生へのアウトリーチのポイント