

## IB Mathematics SL (IB 数学 SL) の学習内容

### Based on Mathematics for the international student - Mathematics SL-

岡山大学アドミッションセンター

本稿では、IBDP の数学 SL の教科書の内容を紹介するとともに、文部科学省学習指導要領（以下「学習指導要領」）「数学Ⅰ」「数学Ⅱ」「数学 A」「数学 B」の内容との差異を概観する。

数学 SL に対して、学習指導要領のこれら 4 科目を比較対象としたのは、その学習者の目指す進路が似通っていると考えられるからである。「『数学 SL』指導の手引き」（以下「指導の手引き」）によると、数学 SL について「『数学 SL』は、数学の基本的な概念に関する知識がすでにあり、かつ簡単な数学的手法を正しく応用するための技能を備えた生徒を対象としたものです。この科目を履修する生徒の多くは、将来、化学や経済学、心理学、経営学といった分野を専攻するのに備えて、数学の予備知識が一定程度必要になることを念頭においていると考えられます。」と記されている。これに相当する学習指導要領に沿って学習する高校生は、普通科のいわゆる文系で、大学入学試験を目指して「数学Ⅰ」「数学Ⅱ」「数学 A」「数学 B」を学習する生徒であり、この 4 科目を比較対象とすることが妥当であると考えた。

筆者の印象として、両者の内容にそれほど大きな差異はない。大部分の内容が両者に共通している。差異を挙げれば、IBDP に無くて、学習指導要領に有る内容は「図形と方程式」「図形の性質」などであり、一方、IBDP には「微分法」「積分法」及びその応用が有り、学習指導要領の「数学Ⅲ」の内容が多く含まれている。ただし、「数学 A」「数学 B」の内容については「適宜選択させるもの」（学習指導要領）であり、すべての内容を授業ですることにはなっていない。

次に、授業の時間数について見ておく。

IBDP では数学 SL で 150 時間の授業を推奨している（数学 HL は 240 時間）。一方、学習指導要領で示された標準単位数と単位時間（1 単位時間は 50 分で 35 単位時間を 1 単位とすることが標準）は、「数学Ⅰ」が 3 単位、「数学Ⅱ」が 4 単位、「数学 A」が 2 単位、「数学 B」が 2 単位となっている。

岡山大学に入学してくる生徒の多い岡山県立高等学校の普通科文系の教育課程では、「数学Ⅰ」「数学Ⅱ」「数学 A」「数学 B」が 2 年生までに標準単位数である 11 単位、加えて 3 年生で大学受験に向けた演習が 3 単位～6 単位設定されていることが多い。すなわち 2 年生までに 385 単位時間、3 年生で 105 単位時間～210 単位時間、1 時間 60 分に換算して、2 年生までに約 320 時間、3 年生で約 85 時間～約 170 時間の授業が設定されている。したがって、こうした高等学校では、IBDP のおよそ 2 倍の時間数で教科内容を学習し、さらに大学受験に向けて演習の時間も相応に確保されている。

この時間数の違いは何を意味しているのか。先ほど、内容にそれほど大きな差異はないと

述べた。この時間数の違いは「目的・方法の違い」であると考える。

学習指導要領に沿って学ぶ生徒は、大学入試センター試験など、大学受験に対応して、問題解法の技法とスピードが身につくよう演習に取り組む。そのため教科書に加えて、参考書や問題集を購入し、授業の中でもそれらを活用する。一方、IBDP で学ぶ生徒は、「指導の手引き」に「特に、モデリング、調査、考察、個人の主体的な取り組み、及び数学的コミュニケーションに重点を置いて授業を進める」とあるように、数学的な考え方で現実的な問題を解決する力が身につくよう学習に取り組む。こうしたことから教科書には INVESTIGATION や RESEARCH、THEORY OF KNOWLEDGE などが適宜配置されている。学び方の最も特徴的なものが「数学探究」である。数学 SL のシラバスでは 150 時間の授業のうち「数学探究」に 10 時間が配当されている。「数学探究」は「数学の 1 つの分野について研究を行い、その成果を課題レポートにまとめ」（指導の手引き）るもので、内部評価の対象となっている。

こうした「目的・方法の違い」がどのような教育的効果の違いとなっているのか。それは本稿の主眼とするところではない。どちらが良いのかといったことではなく、それぞれ身につくものがあり、生徒が人生を生きていく上で役に立ったり、さらに向上していったりするものと考えている。

次に、数学 SL の内容を紹介する。まず、数学 SL の教科書の Chapter ごとにセクション表題を紹介する。次に「指導の手引き」から該当するシラバスの「内容」を紹介する。さらに、学習指導要領から対応すると思われる内容を紹介する。ただし、厳密な対応は難しく、事前に学習すべきトピックまたは他の分野に組み込まれているものもある。

## Chapter 1 2次式

- A 2次方程式
- B 判別式
- C 2次関数
- D グラフと2次式
- E 関数の交わり
- F 2次式の応用
- G 2次関数の最大最小

### [シラバス (内容)] Chapter 1

- ・ グラフおよび解析的手法の両方を使って方程式を解く
- ・ テクノロジーを使って、解析的に解く方法が無い方程式を含むさまざまな方程式を解く
- ・  $ax^2 + bx + c = 0$  ( $a \neq 0$ ) を解く
- ・ 二次方程式の解の公式

- ・ 判別式  $\Delta = b^2 - 4ac$  と解の性質 (相異なる 2 つの実数解をもつ、実数の重解をもつ、実数解を持たない)
- ・ 2 次関数  $x \rightarrow ax^2 + bx + c$  のグラフと  $y$  切片  $(0, c)$ 、対称軸
- ・  $x \rightarrow a(x-p)(x-q)$  のとき、 $x$  切片は  $(p, 0)$  と  $(q, 0)$
- ・  $x \rightarrow a(x-h)^2 + k$  のとき、頂点は  $(h, k)$
- ・ グラフを描く技能の応用、現実の世界のさまざまな状況に関連する方程式を解く

[学習指導要領]

数学 I (3) 二次関数

- ア 二次関数とそのグラフ
- イ 二次関数の値の変化
  - (ア) 二次関数の最大・最小
  - (イ) 二次方程式・二次不等式

※ 数学 I 「(1) 数と式」、数学 II 「(1) いろいろな式」、数学 A 「(2) 整数の性質」に該当する内容は見当たらない。これらの内容は「集合と命題」「一次不等式」「ユークリッドの互除法」「二進法」「複素数」「因数定理」などである。

## Chapter 2 関数

- A 関係を表す式と関数
- B 関数の式
- C 定義域と地域
- D 合成関数
- E 増減表
- F 有理関数 (分数関数)
- G 逆関数

[シラバス (内容)] Chapter 2

- ・ 関数の概念  $f: x \rightarrow f(x)$
- ・ 定義域、地域、像 (値)
- ・ 合成関数
- ・ 恒等関数、逆関数  $f^{-1}$
- ・ 逆関数  $x \rightarrow \frac{1}{x}$  ( $x \neq 0$ ) のグラフと自己逆元の性質
- ・ 有理関数  $x \rightarrow \frac{ax+b}{cx+d}$  とそのグラフ
- ・ 水平方向および垂直方向の漸近線

[学習指導要領]

本稿で対象としている範囲には該当するものが見当たらない。

※ 数学Ⅲの「(2) 極限」の「イ 関数とその極限」で「分数関数と無理関数」「合成関数と逆関数」を学ぶこととされている。

### Chapter 3 指数

- A 指数 (定義)
- B 指数法則
- C 有理数の指数
- D 指数法則の応用
- E 指数方程式
- F 指数関数
- G 増加と減少
- H  $e^x$

### Chapter 4 対数

- A 10 を底とする対数
- B  $a$  を底とする対数
- C 対数法則
- D 自然対数
- E 対数方程式
- F 底の変換
- G 対数関数のグラフ
- H 増加と減少

### [シラバス (内容)] Chapter 3~4

- ・ 指数および対数の初等的な扱い
- ・ 指数法則、対数法則
- ・ 底の変換
- ・ 指数関数とそのグラフ :  $x \rightarrow a^x (a > 0)$ ,  $x \rightarrow e^x$
- ・ 対数関数とそのグラフ :  $x \rightarrow \log_a x (x > 0)$ ,  $x \rightarrow \ln x (x > 0)$
- ・ 指数関数と対数関数の関係 :  $a^x = e^{x \ln a}$ ,  $\log_a a^x = x$ ,  $a^{\log_a x} = x (x > 0)$
- ・ 指数方程式を解く

### [学習指導要領]

#### 数学Ⅱ(3) 指数関数・対数関数

- ア 指数関数
  - (7) 指数の拡張
  - (4) 指数関数とそのグラフ
- イ 対数関数

- (7) 対数
- (4) 対数関数とそのグラフ

## Chapter 5 関数の移動

- A 関数をグラフにする
- B グラフの移動
- C 平行移動
- D 拡大縮小
- E 対称移動
- F いろいろな移動

### [シラバス (内容)] Chapter 5

- ・ 関数のグラフとその式  $y = f(x)$
- ・ 関数のグラフを描く技能
- ・ 最大値と最小値、切片、水平方向および垂直方向の漸近線、対称性、定義域と地域のようなグラフを特徴づける主要な要素を調べる
- ・ テクノロジーを使って、特に明示されていない関数も含むさまざまな関数のグラフを描く
- ・ 直線  $y = x$  に対する  $y = f(x)$  のグラフの鏡像としての  $y = f^{-1}(x)$  のグラフ
- ・ グラフの変換
- ・ 平行移動 :  $y = f(x) + b$  ,  $y = f(x - a)$
- ・ 両方の軸に対する対称移動 :  $y = -f(x)$   $y = f(-x)$
- ・ 垂直方向に  $p$  倍 :  $y = pf(x)$
- ・  $x$  軸方向に  $\frac{1}{q}$  倍 :  $y = f(qx)$
- ・ 合成変換

### [学習指導要領]

#### 数学 I (3) 二次関数

##### ア 二次関数とそのグラフ

二次関数でグラフの平行移動や対称移動を学ぶ。

## Chapter 6 数列と和

- A 数列 (定義)
- B 数列の一般項
- C 等差数列
- D 等比数列

- E 数列の和
- F 等差数列の和
- G 等比数列の和

[シラバス (内容)] Chapter 6

- ・ 等差数列と等差級数、有限な等差級数の和、等比数列と等比級数、有限および無限な等比級数の和
- ・ シグマの表記法
- ・ 応用

[学習指導要領]

数学 B (2) 数列

- ア 数列とその和
  - (ア) 等差数列と等比数列
  - (イ) いろいろな数列
- イ 漸化式と数学的帰納法
  - (ア) 漸化式と数列
  - (イ) 数学的帰納法

※ 数学的帰納法は数学 SL では見当たらない。

数学Ⅲの「(2) 極限」の「ア 数列とその極限」で「数列の極限」「無限等比級数の和」を学ぶこととされている。

Chapter 7 二項定理

- A 二項展開
- B 二項係数
- C 二項定理

[シラバス (内容)] Chapter 7

- ・ 二項定理： $(a + b)^n$  ,  $n \in \mathbb{N}$
- ・ パスカルの三角形と  $\binom{n}{r}$  による二項係数の計算

[学習指導要領]

※ 二項定理を取り上げては学ぶことになっていない。

数学Ⅱ「(2) 図形と方程式」、数学 A「(3) 図形の性質」は数学 SL では見当たらない。  
これらの内容は「円の方程式」「軌跡」「作図」などである。

Chapter 8 三角比

- A ラジアン (定義)

- B 弧と扇形
- C 単位円を使った三角比
- D 三角比の性質
- E よく使う三角比
- F 直線の傾き

#### Chapter 9 三角比の応用

- A 三角形の面積
- B 余弦定理
- C 正弦定理
- D 余弦・正弦の応用

#### Chapter 10 三角関数

- A 周期
- B  $y = \sin \theta$  のグラフ
- C  $y = \sin \theta$  の応用
- D  $y = \cos \theta$  のグラフ
- E  $y = \tan \theta$  のグラフ
- F 三角関数の一般形

#### Chapter 11 三角関数を含む方程式

- A 三角関数を含む方程式
- B 三角関数を含む方程式の応用
- C 三角比の応用
- D 倍角公式
- E 三角関数を含む 2 次式

#### [シラバス (内容)] Chapter 8~11

- ・ 円：弧度法（ラジアン）による角度の測定、弧の長さ、扇形の面積
- ・ 単位円による  $\cos \theta$  および  $\sin \theta$  の定義
- ・  $\frac{\sin \theta}{\cos \theta}$  による  $\tan \theta$  の定義
- ・  $0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{2}$ , およびそれらの倍数の三角比の正確な値
- ・ 三角関数  $\sin x$ ,  $\cos x$  および  $\tan x$  : 定義域と地域、振幅、周期性、グラフ
- ・  $f(x) = a \sin(b(x + c) + d)$  という形の合成関数
- ・ 変換
- ・ 応用
- ・ 有界区間での三角方程式を、グラフおよび解析的手法を用いて解く
- ・  $\sin x$ ,  $\cos x$  または  $\tan x$  に関する二次方程式に帰着される方程式

- ・ 三角形問題の解法
- ・ 余弦定理
- ・ 解が一意に定まらない場合も含む、正弦定理
- ・ 三角形の面積の公式  $\frac{1}{2}ab \sin C$
- ・ 応用

[学習指導要領]

数学 I (2) 図形と計量

ア 三角比

- (ア) 鋭角の三角比
- (イ) 鈍角の三角比
- (ウ) 正弦定理・余弦定理

イ 図形の計量

三角比を平面図形や空間図形の考察に活用する。

数学 II (4) 三角関数

ア 角の拡張

イ 三角関数

- (ア) 三角関数とそのグラフ
- (イ) 三角関数の基本的な性質

ウ 三角関数の加法定理

Chapter 12 ベクトル

- A ベクトルとスカラー
- B ベクトルの加減・実数倍
- C 平面ベクトルの成分
- D 平面ベクトルの大きさ
- E 平面ベクトルの計算
- F 2点間のベクトル
- G 空間ベクトルの成分
- H 空間ベクトルの計算
- I ベクトルと平行
- J 内積

Chapter 13 ベクトルの応用

- A ベクトルを活用した問題
- B 直線のベクトル方程式
- C 三角関数とベクトル
- D 定速度の問題

E 直線からの距離

F 2直線の交点

G 2直線の関係

[シラバス (内容)] Chapter 12~13

- 平面および3次元における変位としてのベクトル
- ベクトルの成分
- 列ベクトルの表現： $\vec{v} = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{pmatrix} = v_1\vec{i} + v_2\vec{j} + v_3\vec{k}$
- 次の各概念への代数的アプローチと幾何学的アプローチ：
  - 2つのベクトルの和と差、零ベクトル、ベクトル  $-\vec{v}$
  - スカラー倍  $k\vec{v}$ 、平行ベクトル
  - ベクトルの大きさ  $|\vec{v}|$
  - 単位ベクトル、基底ベクトル  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$
  - 位置ベクトル  $\vec{OA} = \vec{a}$
  - $\vec{AB} = \vec{OB} - \vec{OA} = \vec{b} - \vec{a}$
- 2つのベクトルの内積
- 直交ベクトル、平行ベクトル
- 2つのベクトルのなす角
- 2次元および3次元における直線のベクトル方程式： $\vec{r} = \vec{a} + t\vec{b}$
- 2つの直線のなす角
- 2つの直線が一致することと平行であることを区別する
- 2つの直線の交点を求める
- 2直線が交点をもつかどうかを判定する

[学習指導要領]

数学B(3) ベクトル

ア 平面のベクトル

(ア) ベクトルとその演算

(イ) ベクトルの内積

イ 空間座標とベクトル

Chapter 14 微分法の導入

A 極限值

B 無限大

C 変化率

D 導関数

E 微分係数

**Chapter 15 微分の法則**

A 微分の基本法則

B 合成関数の微分

C 積の法則

D 商の法則

E 指数関数の微分

F 対数関数の微分

G 三角関数の微分

H 高次の微分

**Chapter 16 曲線と微分**

A 接線と法線

B 関数の増加・減少

C 極値

D 凹凸と変曲点

**Chapter 17 微分の応用**

A 速度・加速度

B いろいろな量の変化率

C 最大・最小

**Chapter 18 積分法**

A 面積

B 微分と積分

C 積分の基本法則

D 不定積分

E いろいろな関数の積分

F  $f(ax + b)$  の積分

G 置換積分

**Chapter 19 積分の応用**

A 曲線の下での面積

B 曲線で囲まれた図形面積

C 速度・加速度

D 回転体の体積

**[シラバス (内容)] Chapter 14~19**

- ・ 極限と収束のインフォーマルな理解 (数学的に厳密な方法ではなく、感覚的にわかる方法によって捉える)

- 極限の表記法
- 最も基本的な考え方に基づく導関数の定義  $f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \left( \frac{f(x+h)-f(x)}{h} \right)$
- 導関数は傾きとしても変化率としても解釈される
- 接線と法線、およびその方程式
- $x^n$  ( $n \in \mathbb{Q}$ ) ,  $\sin x$  ,  $\cos x$  ,  $\tan x$  ,  $e^x$  および  $\ln x$  の導関数
- 上記の関数の和および実数倍の微分
- 合成関数に対する連鎖律
- 積および商の微分法
- 第 2 次導関数
- 高次導関数への拡張
- 極大点と極小点、極大・極小の判定
- 接線の傾きが 0 である変曲点と 0 でない変曲点
- $f$  ,  $f'$  および  $f''$  の各グラフ間の関係を含む関数のグラフの性質
- 最適化
- 応用
- 微分の逆演算としての不定積分
- $x^n$  ( $n \in \mathbb{Q}$ ) ,  $\sin x$  ,  $\cos x$  ,  $\frac{1}{x}$  ,  $e^x$  の不定積分
- これらの関数と一次関数  $ax + b$  との合成関数
- 微分の結果を利用した積分、または  $\int f(g(x))g'(x)dx$  という形の置換積分
- 定数項を決定するための境界条件のある微分の逆演算
- 解析的手法およびテクノロジーを用いた定積分
- 曲線の下側領域（曲線と軸とで囲まれた領域）の面積
- 2 つの曲線で囲まれた領域の面積
- $x$  軸の周りの回転体の体積
- 変位  $x$  、速度  $v$  、加速度  $a$  に関する運動学の問題
- 総移動距離

#### [学習指導要領]

##### 数学Ⅱ(5) 微分・積分の考え

###### ア 微分の考え

(7) 微分係数と導関数

(4) 導関数の応用

###### イ 積分の考え

(7) 不定積分と定積分

(4) 面積

※ 数学 SL では、「数学Ⅲ」の「(3) 微分法」「(4) 積分法」の内容を多く学ぶ。

## Chapter 20 統計

- A 母集団と標本
- B 分布の平均・メジアン
- C 分布の広がり
- D 箱ひげ図
- E 累積グラフ
- F 分散・標準偏差

## Chapter 21 線形モデル

- A 相関
- B ピアソンの相関係数
- C 直線での近似
- D 回帰直線
- E データと  $x$  の範囲

## Chapter 22 確率

- A 観察や実験による出現頻度
- B 事象
- C 確からしさ
- D 表の活用
- E 2つの事象の関係
- F 樹形図
- G 和事象と余事象
- H 集合とベン図
- I 確率の和と積・条件付き確率
- J 独立事象

## Chapter 23 確率分布

- A 確率変数
- B 確率分布
- C 期待値
- D 二項分布

## Chapter 24 正規分布

- A 正規分布
- B 正規分布の活用
- C 標準正規分布
- D 信頼度

[シラバス (内容)] Chapter 20~24

- ・ 母集団、標本、無作為標本、離散型データと連続型データの各概念
- ・ データの表現：度数分布（表）、階級の幅が等しい度数とヒストグラム
- ・ 箱ひげ図、外れ値
- ・ グループ分けされたデータ：区間の中央値を計算に使用、区間幅、区間の上下の境界、最頻値階級
- ・ さまざまな統計とその解釈
- ・ 代表値：平均、中央値、最頻値
- ・ 四分位数、百分位数
- ・ ばらつき：範囲、四分位範囲、分散、標準偏差
- ・ 元データに対して一律に変更を加えたときの影響
- ・ 応用
- ・ 累積度数、累積度数グラフ。これらを用いて、中央値、四分位数、百分位数を求める
- ・ 2変数データの線型相関
- ・ ピアソンの積率相関係数  $r$
- ・ 散布図、最良のあてはめ直線
- ・  $y$  の  $x$  に対する回帰直線の方程式
- ・ 予測を目的とする方程式の目的
- ・ 数学的な解釈と文脈上の解釈
- ・ 試行、結果、同様に確からしい、標本空間 ( $U$ )、事象の各概念
- ・ 事象  $A$  の確率  $P(A) = \frac{n(A)}{n(U)}$
- ・ 事象  $A$  の余事象  $A'$  ( $A$ でない)
- ・ ベン図、樹形図、および結果の表の使用
- ・ 和事象、 $P(A \cup B)$
- ・ 互いに背反な事象、 $P(A \cap B) = 0$
- ・ 条件付き確率とその定義  $P(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$
- ・ 独立事象とその定義  $P(A/B) = P(A) = P(A/B')$
- ・ 復元抽出の確率と非復元抽出の確率
- ・ 離散型確率変数とその確率分布の概念
- ・ 離散型データに関する期待値（平均） $E(X)$
- ・ 応用

[学習指導要領]

数学 I (4) データの分析

ア データの散らばり

イ データの相関

数学 A (1) 場合の数と確率

ア 場合の数

(ア) 数え上げの原則

(イ) 順列・組合せ

イ 確率

(ア) 確率とその基本的な法則

(イ) 独立な試行と確率

(ウ) 条件付き確率

数学 B (1) 確率分布と統計的な推測

ア 確率分布

(ア) 確率変数と確率分布

(イ) 二項分布

イ 正規分布

ウ 統計的な推測

(ア) 母集団と標本

(イ) 統計的な推測の考え

※ 近年、中学校数学も含めて内容の充実が図られてきている。

Chapter 25 いろいろな問い

A 計算機なしで解く

B 計算機を用いて解く

References

Haese, R., Haese S., Haese, M., Maenpaa, M., Humphries, M. (2012).  
Mathematics for the international student – Mathematics SL. Third Edition.  
Haese Mathematics.

ディプロマプログラム (DP) 「数学 SL」指導の手引き (2015 年 5 月)  
(2012 年 3 月に発行の英文原本 Mathematics SL guide の日本語版)

高等学校学習指導要領 (平成 21 年 3 月告示) 文部科学省

## IB Mathematics HL (IB 数学 HL) の学習内容

岡山大学アドミッションセンター

### 1. はじめに

本稿では、IBDP の数学 HL の教科書

“Mathematics Higher Level(Core)” 3<sup>rd</sup> edition 3<sup>rd</sup> imprint, 2004, IBID Press 社刊

Nigel Buckle, Iain Dunbar and etc 著

を例にとり、文部科学省学習指導要領（以下「学習指導要領」）「数学 I」「数学 II」「数学 A」「数学 B」「数学 III」の内容との大きな差異について説明する。

IB Mathematics HL がカバーする範囲は、日本の「数学 I」「数学 II」「数学 A」「数学 B」「数学 III」を合わせたものとほとんど同じである。（対応表参照）

IB Mathematics HL の特徴は以下の 4 点である。

1. 学際的である（自然科学、社会科学からの例が多い）。
2. グラフ電卓が必要である。
3. 試験で公式集を見ることができる。
4. 探求レポートが必要である。

これらが日本の数学教育と大きく異なる。

IBDP では数学 HL で 240 時間の授業を推奨している（数学 SL は 150 時間）。一方、学習指導要領で示された標準単位数と単位時間（1 単位時間は 50 分で 35 単位時間を 1 単位とすることが標準）は、「数学 I」が 3 単位、「数学 II」が 4 単位、「数学 A」が 2 単位、「数学 B」が 2 単位、数学 III が 5 単位となっている。

### 2. 数学以外からの例

○p.209 7.2 EXPONENTIAL MODELLING の 1 はバクテリアの数の増加実験で指数関数  $f(t)=100 \times 2^t$  で表されるとおいている。

○p.211 Example 7.11 ではある機械が  $t$  年後に廃棄される数を  $y=50000(0.58)^t$ ,  $t \geq 0$  で表している。

○p.230 7.5 LOGARITHMIC MODELLING の Example 7.25 では 7 年生がある分野の試験を受けて 2 年後にまた同じ試験を受けた時の平均点が  $S=90-20 \log_{10}(t+1)$  と表せるとしている。

○p.254 の Example 8.16 では車の価値が当初 \$ 34000 であったのが毎年 15% その価値が下がるとして数列の概念を説明している。

○p.259 の Example 8.20 では銀行の口座に毎年初めに \$25000 預金するとし、年利 9% として 10 年後に残高がいくらになるか級数を使って計算させる。

○p.264 の Example 8.24 では 10m の高さからボールを落とし、次に跳ね上がる高さは

前回の $\frac{3}{4}$ 倍としてその軌跡の長さを等比級数の和として求めている。

○p.268 の Example8.26 退職手当債として毎年\$1000 積み立て、年利 12%として 20 年後にいくらになるか等比級数の和として計算する。

○p.269 の Example8.27 は\$2000 を月 1%の利子で借りた時 4 年で均等返済するために毎月いくらずつ返済したら良いかという問題を等比級数の和を使い求める。

○p.377 の Example10.42 は毎月一日の夜 1 2 時に栈橋の先で水深を測る。このデータをもとに三角関数で表せそうなことを見る。

○p.379 の Example10.44 では人の平常時の血圧が、

$$P(t) = -20 \cos t \left( \frac{5\pi}{3} t \right) + 100$$

と表せたとし、この関数の性質を調べる。

○p.588 の Example18.3 では  $t$  秒後の落体の位置を  $x = 4.9t^2$  と表せたとし速度を求める。

○p.589 の Example18.4 では患者の血流中の薬剤の量は投与から  $t$  時間後に

$$t \mapsto \frac{2t}{8 + t^3}$$

と表せたとしその変化を調べる。

○p.598 の Example18.8 ではある街の人口が  $N(t) = 2.3e^{0.0142t}$  と表されるとして、その動向を調べる。

○p.713 の Example21.2 ではコロニー内のバクテリアの数が

$$t \mapsto 1.25t^2 + 20t + 980$$

で表されたとして、その増減を調べる。

○p.718 から力学への応用ということで微分概念を用いて速度を表している。

○p.728 の Example21.12 では油の斑点の直径が  $\frac{dr}{dt} = 1.2$  で表されるときその変化について調べる。

○p.746 の Example21.26 ではクリスマス商戦でおもちゃ販売店の原価と収入の関係が

$$C(x) = 2.515x - 0.00015x^2$$

$$R(x) = 7.390x - 0.0009x^2$$

で表されるとき利益が最大となるときを求める。

○p.813 の Example22.30 ではロケットの加速度が

$$a(t) = 3t + t^2$$

で表されるとき、最初の 10 秒間でロケットが移動した距離を求める。

○p.867 の Example24.15 では 100kg の塩を含む塩水 100ℓ に異なる濃度の塩水を注入し同じ量の塩水が排出される時、その濃度の変化を微分方程式で表す。

IB数学対応表

Math HL	文部科学省				
1 Theory of Knowledge					
2 1次関数と2次関数					
2.1 実数直線	数学 I	(1) 数と式	ア数と集合		
2.2 線形代数					
2.3 1次関数					
2.4 2次形式	数学 I	(3) 2次関数	ア2次関数とグラフ	イ図形の計量	
3 多項式	数学 I	(1) 数と式	イ式		
3.1 多項式の計算					
3.2 商	数学A	(2) 整数の性質	ア約数と倍数	イユークリッドの互除法	ウ整数の性質の応用
3.3 剰余定理					
3.4 因数定理					
3.5 等式と不等式					
3.6 多項式のスケッチ					
4 2項定理	数学A	(1) 場合の数と確率	ア場合の数		
4.1 2項定理					
4.2 証明					
5 関数と関係	数学 I	(1) 数と式	ア数と集合		
5.1 関係					
5.2 関数					
5.3 いくつかの関数					
5.4 関数の計算					
6 グラフの変換	数学 II	(2) 図形と方程式	ア直線と円	イ軌跡と領域	
6.1 移動					
6.2 拡大					
6.3 対象移動					
6.4 関数の逆					
7 指数関数と対数関数	数学 II	(3) 指数関数・対数関数	ア指数関数	イ対数関数	
7.1 指数関数					
7.2 指数のモデル					
7.3 対数					
7.4 対数の計算					
7.5 対数のモデル					
8 数列と級数	数学B	(2) 数列	ア数列とその和	イ漸化式と数学的帰納法	
8.1 数列と級数					
8.2 幾何数列と幾何級数					
8.3 複利と年金					
9 計量	数学 I	(2) 図形と計量	ア三角比		
9.1 三角比					
9.2 応用					
9.3 3次元の角度					
9.4 三角形の面積					
9.5 鈍角三角形					

Math HL	文部科学省				
9.6 3次元の応用 9.7 弧、扇形、分割					
10 円の三角関数 10.1 三角比 10.2 三角方程式 10.3 三角関数 10.4 逆三角関数 10.5 三角方程式 10.6 応用	数学Ⅱ	(4)三角関数	ア角の拡張	イ三角関数	ウ三角関数の加法定理
11 複素数 11.1 複素数 11.2 複素数の幾何学的表現 11.3 複素数の曲座標表現 11.4 複素数体上の多項式 11.5 いくつかの証明	数学Ⅲ	(1)平面状の曲線と複素平面	ア平面上の曲線	イ複素数平面	
12 数学的帰納法 12.1 数学的帰納法 12.2 さらに例1 12.3 さらに例2 12.4 予想の構成	数学B	(2)数列	イ漸化式と数学的帰納法		
13 統計 13.1 データの記述 13.2 分布図 13.3 統計量1 13.4 統計量2 13.5 統計量3	数学Ⅰ	(4)データの分析	アデータの散らばり	イデータの相関	
14 数え上げ原理 14.1 積の原理 14.2 組合せ	数学A	(1)場合の数と確率	ア場合の数		
15 確率 15.1 確率 15.2 確率とベン図 15.3 条件付き確率 15.4 ベイズの定理 15.5 確率における順列組合せの使用	数学A	(1)場合の数と確率	イ確率		
16 離散変数 16.1 離散確率変数 16.2 中央値と分散 16.3 2項分布 16.4 超幾何分布 16.5 ポアソン分布	数学B	(1)確率分布と統計的な推測	ア確率分布		

Math HL	文部科学省				
17 正規分布 17.1 正規分布 17.2 正規分布の正規化	数学B	(1)確率分布と統計的な推測	イ正規分布		
18 変化率 18.1 量的計量 18.2 質的計量 18.3 変化率の近似 18.4 微分へのプロセス	数学Ⅲ	(2)極限	ア数列とその極限	イ関数とその極限	
19 微分計算 19.1 微分 19.2 微分の視覚的解釈 19.3 超越関数の微分 19.4 逆三角関数の微分 19.5 $a^x$ と $\log_a x$ の微分 19.6 第2次導関数 19.7 陰導関数 19.8 証明	数学Ⅲ	(2)極限	ア数列とその極限	イ関数とその極限	
20 微分の計算とグラフスケッチ 20.1 接線と法線 20.2 曲線を描く 20.3 第2次導関数とその応用 20.4 有理関数	数学Ⅲ	(2)極限	ア数列とその極限	イ関数とその極限	
21 微分の応用 21.1 変化率 21.2 変化率の応用 21.3 力学 21.4 関連した率 21.5 極大極小問題	数学Ⅲ	(2)極限	ア数列とその極限	イ関数とその極限	
22 積分とその応用 22.1 積分 22.2 cを解く 22.3 不定積分 22.4 定積分 22.5 積分の応用 22.6 力学への応用 22.7 確率への応用	数学Ⅲ	(3)微分法	ア導関数	イ導関数の応用	
23 さらに積分 23.1 置換積分 23.2 部分積分	数学Ⅲ	(3)微分法	ア導関数	イ導関数の応用	
24 微分方程式 24.1 微分方程式 24.2 微分方程式の解法	数学Ⅲ	(4)積分法	ア不定積分と定積分	イ置換積分法・部分積分法	

Math HL	文部科学省				
25 行列 25.1 行列入門 25.2 逆行列と行列式					
26 ベクトル 26.1 ベクトル入門 26.2 ベクトルの表現 26.3 ベクトルの計算と幾何 26.4 2次元空間と3次元空間のベクトル 26.5 2次元と3次元ベクトルの性質 26.6 二つのベクトルの内積 26.7 直線のベクトル方程式	数学B	(3)ベクトル	ア平面上のベクトル	イ空間座標とベクトル	
27 空間の幾何学 27.1 ベクトルの外積 27.2 3次元空間の平面 27.3 直線と平面の交わり	数学B	(3)ベクトル	イ空間座標とベクトル		

## IB Chemistry HL (IB 化学 HL) の学習内容

----- Based on PEARSON BACCALAUREATE Chem Higher Level -----

岡山大学アドミッションセンター

文部科学省学習指導要領では「化学基礎」が二単位 70 時間、「化学」が四単位 140 時間で両方あわせて履修する理系化学の学習は 210 時間の授業時間となっている。一方、IBDP では SL で 150 時間、HL で 240 時間の授業を推奨している。授業時間においては化学基礎、化学（理系）を履修するよりも IB 化学（HL）は 30 時間程度多い授業時間となっていることになる。一方、SL においては 60 時間少ない。

本稿では PEARSON の IB 化学 HL 教科書の全章およびそれらに含まれる単元項目を表記し、IB 化学の概要を紹介すると共に、日本の高校化学での学習内容との差異を概観する。

本テキストの物質と量的関係（1 章）、原子の構造（2 章）、元素の周期性（3 章）、化学結合（4 章）、熱化学（5 章）、速度論（6 章）、化学平衡（7 章）、酸と塩基（8 章）、酸化と還元（9 章）、有機化学（10 章）、計測とデータ処理（11 章）までが SL, HL における学習範囲であるが、各章内において赤字で示した単元が HL 専用であり、SL 履修者には省略される。各章の単元の最後にその章で学習概要をまとめた。斜体表示部分は学習指導要領に含まれないか、学習内容が指導要領のレベルを超えている部分である。

また、オプションとして機器分析化学（12 章）、人体の生化学（13 章）、化学と工業（14 章）、医薬品（15 章）、環境化学（16 章）、食品化学（17 章）、応用有機化学（18 章）が選択学習分野として準備されている。これらの中には「化学基礎・化学」で触れられる項目もあるが、いずれの章も内容的には指導要領のレベルを超えていると思える。

筆者の印象を述べれば、「化学基礎・化学」においては、我々の実生活との関連を重視し、かつ広範囲な事項についての知識を持たせ、化学に興味を抱かせるよう工夫している様子が伺える。一方、IB 化学は正面から自然科学の一分野である化学に取り組む姿勢が見られ、化学の諸現象に関して“何故”を重視し、大学で学ぶ専門性の高い化学への導入教育がなされている。どちらが良いアプローチかは言及しないが、IB 化学は大学の初年度の化学と同等レベルの内容を扱っている。IB で化学を学ぶ生徒達がこれらの内容に関して消化不良を起こすこと無く理解しているかどうか興味深い。

各章において太字表記の単元は HL 用に準備された学習内容である。

### Chapter 1 物質と量的関係 (Quantitative Chemistry)

- 1.1 モルの概念とアボガドロ数
- 1.2 化学式
- 1.3 化学方程式
- 1.4 化学反応における質量と気体の体積の関係

## 1.5 溶液

化学の学習に必要なモルの概念，化学式，ガスの体積と圧力の関係，溶液の濃度等が含まれる。化学基礎に見られる生活と化学のような導入とは異なっている。

## Chapter 2 原子の構造

### 2.1 原子

### 2.2 質量分析計

### 2.3 電子の配列

#### 12.1 電子配置

ダルトンの原子モデルからボーアモデルに至る歴史的な流れを含めて現代的な原子の構造を炎色や輝線スペクトルなどの実験例を示しながら理解する流れとなっている。さらに積上げ原理，フントの法則，パウリの排他律を説明して原子の電子配置まで学習する。それを基礎概念として周期表が完成されることにも言及する。また，原子の質量を決定する実験的手法として質量分析計も紹介されている。

## Chapter 3 元素の周期性

### 3.1 周期表

### 3.2 物理的性質

### 3.3 化学的性質

#### 13.1 第三周期元素の傾向

#### 13.2 第四周期遷移元素の性質

元素の周期性について物理的（有効核荷電，原子半径，イオン半径，イオン化エネルギー，電気陰性度，融点）および化学的（希ガス，アルカリ金属，ハロゲンなど）観点から学ぶ。また第四周期については遷移元素（*d*-ブロック元素）を含むことを示し錯化合物の電子状態や構造，色について学ぶ。

## Chapter 4 化学結合

### 4.1 イオン結合

### 4.2 共有結合

#### 14.1 分子およびイオンの形

#### 14.2 軌道の混成

#### 14.3 電子の非局在化

### 4.3 分子間力

#### 4.4 金属結合

#### 4.5 物理的性質

化学結合の種類と特徴をイオン結合，共有結合，金属結合に分類して学ぶ。共有結合については電気陰性度の異なる原子間における極性共有結合にも触れ分子双極子の考えを導入する。また，ルイス構造式および形式電荷の考え方を学び，VSEPR理論に基づく分子の三次元構造から混成軌道，分子軌道の基礎概念にいたる。 $sp^2$ ， $sp$ 混成における $\pi$ 結合の特徴とそれらが共役した際に電子の非局在化が系の安定化に寄与すること等が述べられる。

分子間に働く力としてファンデルワールス力，双極子—双極子引力，水素結合が分子の物理的性質（融点と沸点，溶解度，導電性）に及ぼす効果を学ぶ。

### Chapter 5 熱力学

#### 5.1 発熱および吸熱反応

#### 5.2 エンタルピー変化の計算

#### 5.3 ヘスの法則

#### 5.4 結合エンタルピー

#### 15.1 反応における標準エンタルピー変化

#### 15.2 ボルン—ハーバーサイクル

#### 15.3 エントロピー

#### 15.4 自発的な変化

章のタイトルを熱力学としたが，この用語自体が指導要領には現れない。標準エンタルピー変化から発熱反応，吸熱反応を理解する。ヘスの法則，結合エンタルピーから反応の標準エンタルピー変化および標準生成熱を見積もる。また，ボルン・ハーバーサイクルと結晶における格子エンタルピーが関連付けられる。さらに，自発的な変化を予測する熱力学関数としてエントロピーについて学びギブス自由エネルギー変化を理解する。

### Chapter 6 速度論

#### 6.1 反応速度

#### 6.2 衝突理論

#### 16.1 速度式（微分方程式）

#### 16.2 反応機構

#### 16.3 活性化エネルギー

反応速度を測定する実験からこの章に入っている。時間経過と濃度減少をグラフ用紙にプロットし速度式を立てるという実証的手法である。個々の粒子の運動エネルギーはボルツマン分布に従い、それら運動粒子の衝突エネルギーが反応を起こさせると仮定する絶対反応速度論の基礎を学ぶ。反応の活性化エネルギー、温度と速度の関係、触媒の作用について理解すると共に反応の速度定数、反応の次数、律速段階と反応機構に関する考え方も学ぶ。

## Chapter 7 化学平衡

### 7.1 動的平衡

正反応と逆反応のつりあい

### 7.2 平衡の位置 平衡定数

#### 17.1 気液平衡

#### 17.2 平衡の法則 平衡定数の計算

化学平衡全般について学ぶ。平衡定数の計算や平衡の移動、アンモニア合成工業でル・シャトリエの原理を応用したハーバー・ボッシュ法、気液平衡から化合物の沸点について考える。

## Chapter 8 酸と塩基

### 8.1 酸と塩基の定義

Arrhenius, Bronsted-Lowry, Lewis

### 8.2 酸と塩基の性質

### 8.3 強いおよび弱い酸と塩基

### 8.4 pH について

#### 18.1 酸，塩基溶液の計算

イオン積，水素イオン濃度

#### 18.2 緩衝溶液

#### 18.3 塩およびイオンの加水分解

#### 18.4 中和滴定

#### 18.5 指示薬

化学を理解するために極めて重要な概念である酸・塩基を学習指導要領では体系的に扱っていない。

酸・塩基を Arrhenius, Bronsted-Lowry, Lewis の理論に従って定義し、酸性、塩基性はそれぞれ電子の受容、供与であること理解する。さらに酸・塩基反応における共役酸、共役塩基や水溶液中での挙動、水素イオン濃度の計算を学ぶ。また、緩衝作用につ

いての原理等もあわせて学ぶ。中和的定においては種々の酸塩基を用いた場合の滴定曲線，適切な指示薬も含めて学習する。

## Chapter 9 酸化と還元

### 9.1 酸化と還元の理解のために

half-equations, 酸化数

### 9.2 酸化還元反応

### 9.3 反応性

### 9.4 ボルタ電池

## 19.1 標準酸化電位

### 9.5 電解槽

## 19.2 電気分解

指導要領では酸化と還元についての単元立ては無い。IB 化学では章の冒頭で電子の授受と関連付けている。さらに、酸化と還元が反応系で同時に起こることを学び電池、標準電極電位、電気分解、電解メッキを学習する。指導要領でも紹介されている燃料電池、鉛蓄電池についてはオプションである 14 章化学工業と化学技術で学ぶ。

## Chapter 10 有機化学

### 10.1 20.1 導入

### 10.2 アルカン

### 10.3 アルケン

### 10.4 アルコール

### 10.5 ハロアルカン

## 20.2 求核置換反応

## 20.3 脱離反応

## 20.4 縮合反応

### 10.6 20.5 反応経路

## 20.6 立体異性体

指導要領によれば、有機化学は基礎概念、脂肪族、芳香族、生活関連有機化合物の単元立てがされている。古典的で博物学的な学習のように見受けられる。ここでは、導入部で IUPAC 命名法が紹介され、系統的に有機化合物を分類する。続いて反応論に入り  $S_N1$ ,  $S_N2$  反応および  $E1$ ,  $E2$  および縮合反応が紹介されそれらの機構を学ぶ。また立体化学においてはジアステレオマー、エナンチオマー、ラセメート等の差異も学ぶ。なお

IUPAC 命名法については巻末コラムとして高校化学でも紹介されているが、体系的な命名についての詳細は学習しない。

高校化学では有機化学の単元の後，高分子化学（天然高分子，合成高分子，高分子製品と生活）を学習するが，IB 化学の標準学習範囲には含まれないが選択学習範囲の 13 章，14 章に含まれる。

## Chapter 11 計測とデータ処理

11.1 計測における不確かさと誤差について

11.2 計算結果に含まれる不確かさ

11.3 結果のグラフィック表示

*実験データを整理するにあたって必要最低限のデータ処理手法を学ぶ。測定誤差と有効数字，回帰直線，曲線と誤差の取り扱いなどが解説されている。なお高校化学において，有効数字については巻末コラムで紹介されている。*

## Chapter 12 機器分析化学：オプション A

A1 分析技術

A2 分光計の原理

電磁波の種類と性質，吸収と発光スペクトル

A3 赤外分光法

A4 質量分析計

A5 核磁気共鳴法

A6 原子吸光とクロマトグラフィー

**A7 可視紫外分光法**

**A8 クロマトグラフィー**

**A9 NMR による構造決定**

## Chapter 13 人体の生化学：オプション B

B1 エネルギー

B2 たんぱく質

B3 炭水化物

B4 脂質

B5 微量元素と多量元素

**B6 ホルモン**

**B7 酵素**

**B8 核酸**

**B9 呼吸**

Chapter 14 化学工業と化学技術：オプション C

C1 鉄, 鋼, とアルミニウム

C2 石油工業

C3 付加重合体

C4 縮重合体

C5 触媒

C6 有機化学工業

C7 燃料電池と充電電池

C8 液晶

**C9 ナノテクノロジー**

**C10 シリコンと太陽電池**

**C11 製塩工業**

Chapter 15 医薬品：オプション D

D1 製薬工業

D2 制酸剤

D3 鎮痛剤

D4 精神安定剤

D5 高揚剤

D6 抗菌剤

D7 抗ウイルス剤

**D8 薬理作用**

**D9 薬剤設計**

Chapter 16 環境化学：オプション E

E1 大気汚染

E2 スモッグ

E3 地球温暖化

**E4, E9 オゾン層破壊**

**E5 溶存酸素**

**E6 水処理**

**E7 土壌**

**E8 水と土壌**

**E10 廃棄物**

**Chapter 17 食品化学：オプション F**

**F1 食品類**

**F2 脂肪と油**

**F7 腐敗（自動酸化）**

**F3 賞味期限**

**F8 酸化防止剤**

**F4 食品の色**

**F10 化学構造と色**

**F5 遺伝子組換え食品**

**F6 食感**

**F9 食品における立体化学**

**Chapter 18 有機化学 その2**

**G1 求電子付加反応**

**G2 求核付加反応**

**G3 脱離反応**

**G4, G9 付加-脱離反応**

**G5 アレーン類（芳香族化合物）**

**G10 求電子置換反応**

**G11 有機金属化学**

**G7, G11 反応経路, 反応機構**

**G8 酸-塩基反応**

**References**

Cartin Brown, Mike Ford; Pearson Baccalaureate, Higher Level Chemistry, ISBN 987-0-435994-40-2

東京書籍 化学基礎 ISBN978-4-487-18741-6, 新編化学 ISBN978-4-487-18748-5

文部科学省 高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編 平成 21 年 12 月

文部科学省教育通信 No. 364 田代 淳一 「IBDP 化学は日本の高校化学と比べて十分高度なのか」

## IB Biology HL (IB 生物 HL) の学習内容

### -Based on Diploma Programme Biology Guideby IBO-

岡山大学アドミッションセンター

本稿では、文部科学省学習指導要領（以下「学習指導要領」）「生物基礎」・「生物」の内容とIBDPの生物HLの教科の内容の差異を概観する。IBDPの生物は、SLでは、コア単元、選択単元として4つの中から1つを選ぶもの、実践課題（Practical Scheme of Work）からなる。HLでは、これらに加えてコア単元の教科内容を深めた5つの単元（Additional Higher Level）を履修するかたちで編成されている。なお、実践課題に取り組む時間は、SLが40時間であるのに対してHLでは60時間が要求されている。

学習指導要領に基づく、「生物基礎」・「生物」の目標は、生物や生物現象に対する探究心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、生物学的に探究する能力と態度を育てるとともに、生物学の基本的な概念や原理・法則の理解を深め、科学的な自然観を育成する。IBDPの生物においても、実験を重視し、実験を生物学の学びに反映させることとしている。

教科内容について比較すると、学習指導要綱において、「生物の環境反応」としてとりまとめられている内容に対して、IBDPでは、これに直接的に該当する形でとりまとめられたものはない。この点を除くと、学習指導要綱の「生物」の教科内容は、IBDPのSLで履修するコア単元に全てが含まれている。いずれも生物学の基礎となる項目である。生物学は、最近、分子を扱う技術が飛躍的に進展している。学習指導要綱の「生物」の教科内容にもそれらを反映した単元がある（バイオテクノロジー）が、IBDPの教科内容の方が、生物学の最近の成果が教科内容に反映されている。

履修時間についてみると、学習指導要領で示された標準単位数と単位時間（1単位時間は50分で35単位時間を1単位とすることが標準）は、「生物基礎」が2単位、「生物」が4単位である。IBDPでは生物SLで150時間、HLは240時間の履修を呈示している。

#### 学習指導要綱の生物（4単位）の単元

##### （1）生命現象と物質

###### ア 細胞と分子

（ア）生体物質と細胞

（イ）生命現象とタンパク質

###### イ 代謝

（ア）呼吸

（イ）光合成

（ウ）窒素同化

###### ウ 遺伝情報の発現

- (ア) 遺伝情報とその発現
- (イ) 遺伝子の発現調節
- (ウ) バイオテクノロジー
- エ 生命現象と物質に関する探究活動
- (2) 生殖と発生
  - ア 有性生殖
    - (ア) 減数分裂と受精
    - (イ) 遺伝子と染色体
  - イ 動物の発生
    - (ア) 配偶子形成と受精
    - (イ) 初期発生の過程
    - (ウ) 細胞の分化と形態形成
  - ウ 植物の発生
    - (ア) 配偶子形成と受精, 胚発生
    - (イ) 植物の器官の分化
  - エ 生殖と発生に関する探究活動
- (3) 生物の環境応答
  - ア 動物の反応と行動
    - (ア) 刺激の受容と反応
    - (イ) 動物の行動
  - イ 植物の環境応答
    - (ア) 植物の環境応答
  - ウ 生物の環境応答に関する探究活動
- (4) 生態と環境
  - ア 個体群と生物群集
    - (ア) 個体群
    - (イ) 生物群集
  - イ 生態系
    - (ア) 生態系の物質生産
    - (イ) 生態系と生物多様性
  - ウ 生態と環境に関する探究活動
- (5) 生物の進化と系統
  - ア 生物の進化の仕組み
    - (ア) 生命の起源と生物の変遷
    - (イ) 進化の仕組み
  - イ 生物の系統

- (ア) 生物の系統  
ウ 生物の進化と系統に関する探究活動

コア単元

教科内容を深めた 5 つの単元 (Additional Higher Level)

1. Cell biology

1.1 Introduction to cells

1.2 Ultrastructure of cells

2.8 Cell respiration

3. Genetics

3.1 Genes

3.2 Chromosomes

3.3 Meiosis

3.4 Inheritance

3.5 Genetic modification and  
biotechnology

Practical scheme of work

6. Human physiology

6.1 Digestion and absorption

6.2 The blood system

6.3 Defence against infectious disease

6.4 Gas exchange

6.5 Neurons and synapses

6.6 Hormones, homeostasis and  
reproduction

Practical scheme of work

5. Evolution and biodiversity

5.1 Evidence for evolution

5.2 Natural selection

5.3 Classification of biodiversity

5.4 Cladistics

4. Ecology

4.1 Species, communities and ecosystems

4.2 Energy flow

4. Ecology

4.1 Species, communities and ecosystems

4.2 Energy flow

4.3 Carbon cycling

4.4 Climate change

Practical scheme of work

2. Molecular biology

2.1 Molecules to metabolism

2.2 Water

2.3 Carbohydrates and lipids

2.4 Proteins

2.5 Enzymes

2.8 Cell respiration

2.9 Photosynthesis

3.5 Genetic modification and  
biotechnology

Practical scheme of work

3. Genetics

3.1 Genes

3.2 Chromosomes

3.3 Meiosis

3.4 Inheritance

Practical scheme of work

4. Ecology

4.1 Species, communities and ecosystems

4.2 Energy flow

4.3 Carbon cycling

4.4 Climate change

8. Metabolism, cell respiration and  
photosynthesis

8.1 Metabolism

8.2 Cell respiration

8.3 Photosynthesis

7. Nucleic acids

7.1 DNA structure and replication

7.2 Transcription and gene expression

7.3 Translation

9.4 Reproduction in plants

9.3 Growth in plants

4.3 Carbon cycling

4.4 Climate change

Practical scheme of work

5. Evolution and biodiversity

5.1 Evidence for evolution

5.2 Natural selection

5.3 Classification of biodiversity

5.4 Cladistics

引用)

Diploma Programme Biology Guide by IBO (February 2014)

高等学校学習指導要領 (平成 21 年 3 月告示) 文部科学省