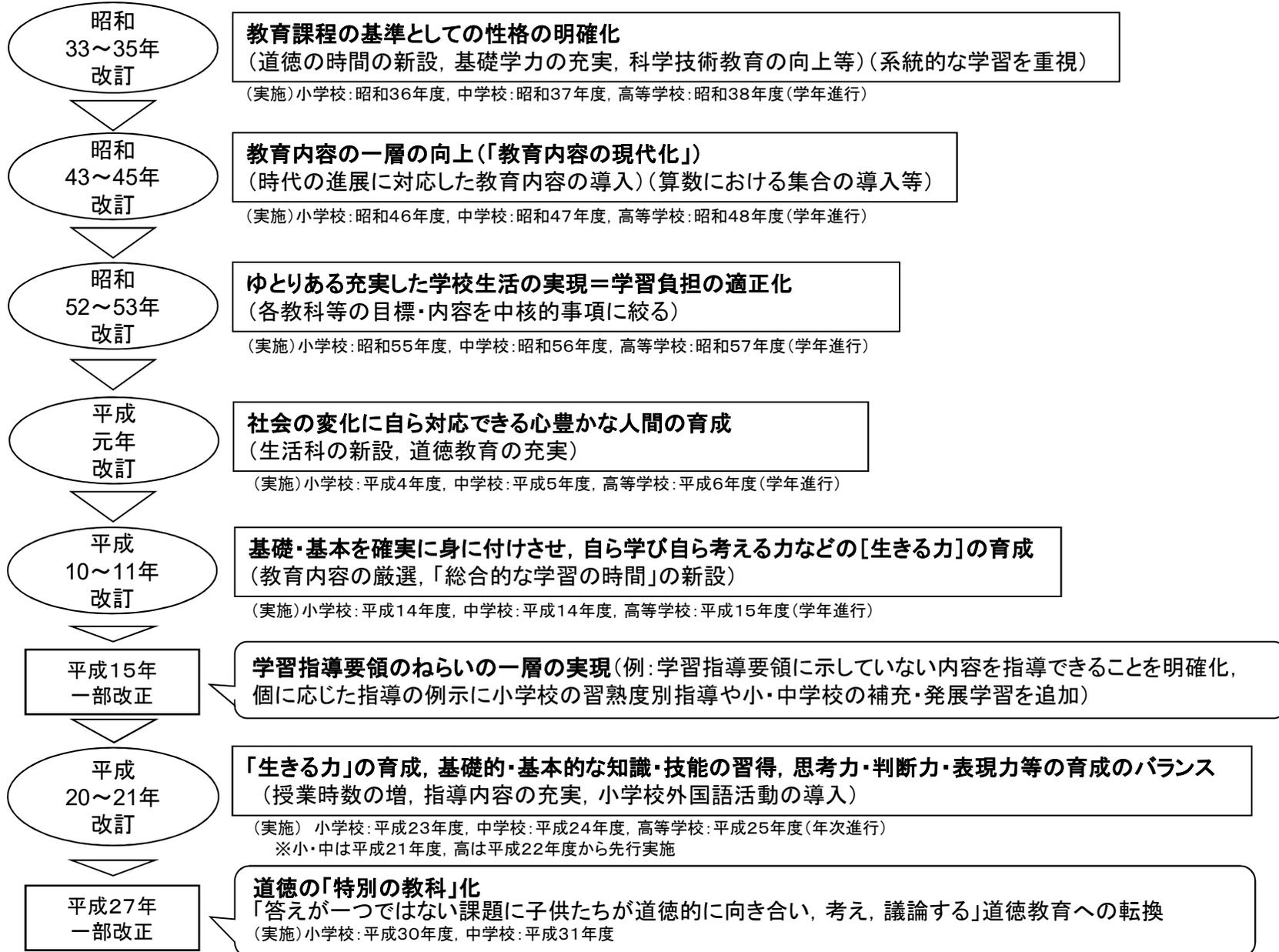


日本数学会教育委員会シンポジウム
次期学習指導要領について

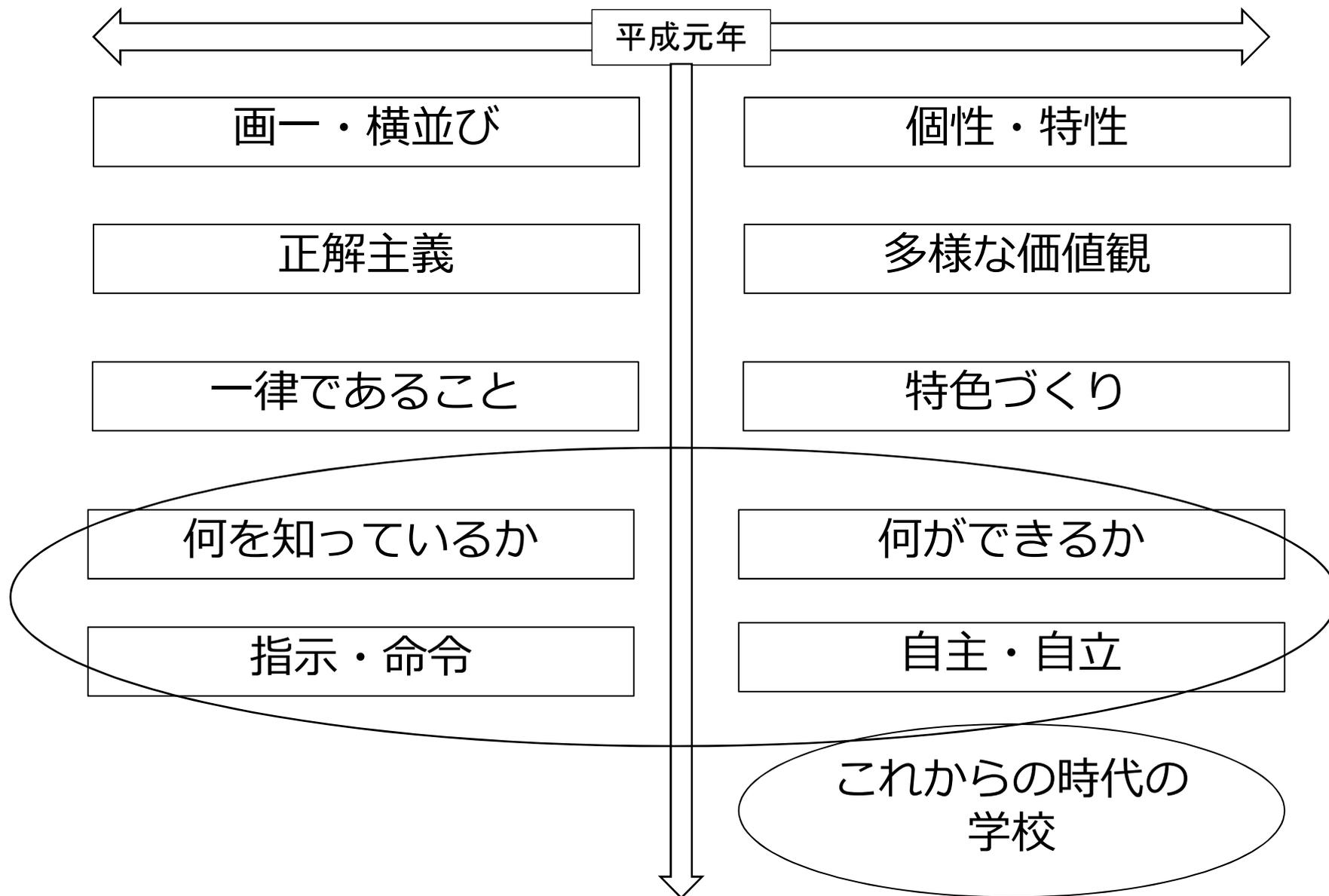
文部科学省初等中等教育局

長尾 篤志

1. 学習指導要領の変遷



学習指導要領のメッセージ



2. 平成28年12月 中教審答申から

(現行学習指導要領の成果と課題)

- 現行の学習指導要領により、PISA2015では、数学的リテラシーの平均得点は国際的に見ると高く、引き続き上位グループに位置しているなどの成果が見られるが、学力の上位層の割合はトップレベルの国・地域よりも低い結果となっている。また、TIMSS2015では、小・中学生の算数・数学の平均得点は平成7年(1995年)以降の調査において最も良好な結果になっているとともに、中学生は数学を学ぶ楽しさや、実社会との関連に対して肯定的な回答をする割合も改善が見られる一方で、いまだ諸外国と比べると低い状況にあるなど学習意欲面で課題がある。さらに、小学校と中学校の間で算数・数学の勉強に対する意識に差があり、小学校から中学校に移行すると、数学の学習に対し肯定的な回答をする生徒の割合が低下する傾向にある

○ さらに、全国学力・学習状況調査等の結果からは、小学校では、「基準量，比較量，割合の関係を正しく捉えること」や「事柄が成り立つことを図形の性質に関連付けること」、中学校では、「数学的な表現を用いた理由の説明」に課題が見られた。また、高等学校では、「数学の学習に対する意欲が高くないこと」や「事象を式で数学的に表現したり論理的に説明したりすること」が課題として指摘されている。

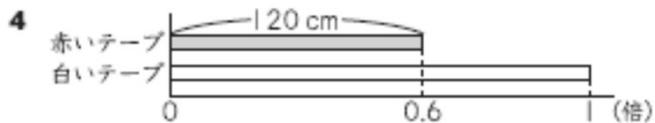
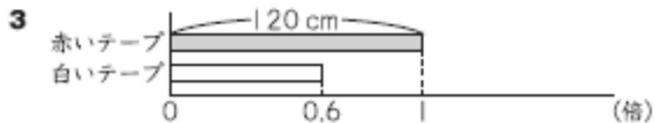
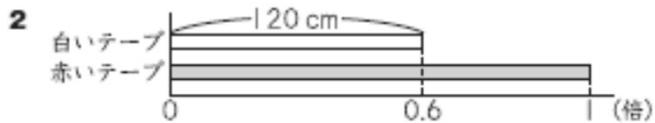
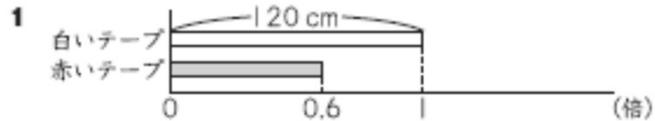
全国学力・学習状況調査(小学校)

3

赤いテープと白いテープの長さについて、次のことがわかっています。

赤いテープの長さは120 cmです。
赤いテープの長さは、白いテープの長さの0.6倍です。

- (1) 赤いテープと白いテープの長さの関係を正しく表している図はどれですか。
次の **1** から **4** までの中から1つ選んで、その番号を書きましょう。



- (2) 白いテープの長さを求める式を書きましょう。
ただし、計算の答えを書く必要はありません。

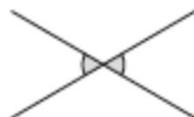
平成24年度調査

(1) 1 5.7 2 7.5 3 50.9
4 34.3 無解答 1.2 (%)

(2) $120 \div 0.6$ 41.0
 120×0.6 48.6
無解答 3.4 (%)

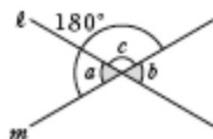
全国学力・学習状況調査(中学校)

8 ある学級で、「対頂角は等しい」ことの証明について、次の①、②を比べて考えています。

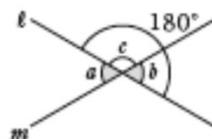


①

下の図のように直線 l と直線 m が交わっているとき、



$$\angle a = 180^\circ - \angle c$$

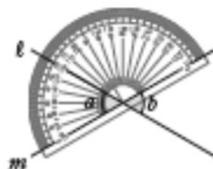


$$\angle b = 180^\circ - \angle c$$

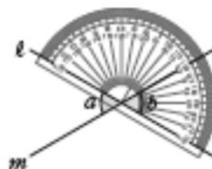
よって、 $\angle a = \angle b$
したがって、対頂角は等しい。

②

下の図のように直線 l と直線 m が交わっているとき、
2つの角の大きさをそれぞれ測ると、



$$\angle a = 60^\circ$$



$$\angle b = 60^\circ$$

よって、 $\angle a = \angle b$
したがって、対頂角は等しい。

2つの直線がどのように交わっても「対頂角は等しい」ことの証明について、正しく述べたものが下のアからオまでの中にあります。
それを1つ選びなさい。

ア ①も②も証明できている。

イ ①は証明できており、②は2つの直線の交わる角度をいろいろに変えて同じように確かめれば証明したことになる。

ウ ①は証明できているが、②は2つの直線の交わる角度をいろいろに変えて同じように確かめても証明したことにはならない。

エ ①も②も2つの直線の交わる角度をいろいろに変えて同じように確かめれば証明したことになる。

オ ①は2つの直線の交わる角度をいろいろに変えて同じように確かめれば証明したことになるが、②はそれでも証明したことにはならない。

平成27年度調査

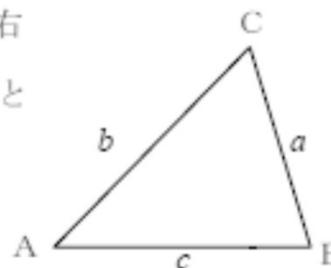
ア21.3 イ28.4 ウ26.4 エ13.9 オ8.7

無解答1.2 (%)

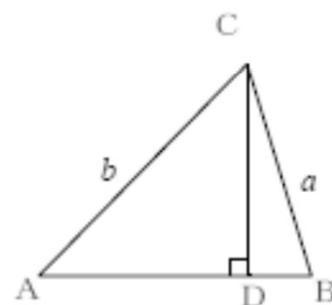
教育課程実施状況調査(高等学校)

正弦定理 $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$ を証明する授業で、まず右の鋭角三角形ABCについて $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B}$ が成り立つことの証明の仕方を考えています。

あきら
明さんは次のような考えを述べました。



右の図のように頂点Cから辺ABに垂線CDを引く。
CDの長さをもとにして考えれば証明できると思う。



明さんの考えを参考にして、鋭角三角形ABCについて $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B}$ が成り立つことの証明を の中に書きなさい。

平成14年度
24.0%
平成17年度
23.7%

3. 新学習指導要領

小学校算数，中学校数学

●改訂の基本的な考え方

- 前回改訂において2割程度授業時数を増加し充実させた内容を維持した上で、日常生活や社会の事象や数学の事象から問題を見いだし主体的に取り組む数学的活動の充実を図るとともに、数学と人間との関わりや数学の社会的有用性についての認識が高まるよう配慮した学習内容に改善・充実。
- 社会生活などの様々な場面において、必要なデータを収集して分析し、その傾向を踏まえて課題を解決したり意思決定をしたりすることが求められており、そのような能力を育成するため、小・中学校教育を通じて統計的な内容を充実。

●小学校

- 現行中学校第1学年で扱う代表値(平均値・最頻値・中央値)を第6学年に移行するなど統計の内容を充実。
- 第4学年において、数量の関係どうしを比較する方法として、簡単な割合を用いた比較の仕方を新たに扱う。
- 領域の構成を「A数と計算」「B図形」「C測定(第1学年～第3学年)」「C変化と関係(第4学年～第6学年)」「Dデータの活用」に見直し。

●中学校

- 現行第3学年で扱う「自然数の素因数分解」、現行小学校第5学年で扱う用語「素数」をそれぞれ第1学年に移行し、倍数、約数、公倍数、公約数などに関連させ、整数の性質を探っていくことができるよう改善・充実。
- 第2学年における図形の学習において、「反例」を用語として新設し、事柄が正しくないことを示す方法として扱う。
- 四分位範囲、箱ひげ図を第2学年の内容に追加し、複数の集団のデータの分布の傾向を比較して説明することを扱うなど統計に関する内容を充実。

高等学校数学

(1) 目標

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 数学における基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。
- (2) 数学を活用して事象を論理的に考察する力、事象の本質や他の事象との関係を認識し統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。
- (3) 数学のよさを認識し積極的に数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う。

i . 数学教育の目的

①実用的目的

- ・数学の知識や技能を活用して問題解決をしたり、意思決定をしたりする。

②陶冶的目的

- ・自律性を育成する。
- ・創造性の基礎を育成する。

創造性の基礎：知的好奇心，豊かな感性，想像力，直観力，洞察力，論理的思考力，批判力，粘り強く考える力，自信 など

③文化的目的

- ・数学を楽しむ。
- ・数学を継承・発展させる。

ii . 数学的な見方・考え方

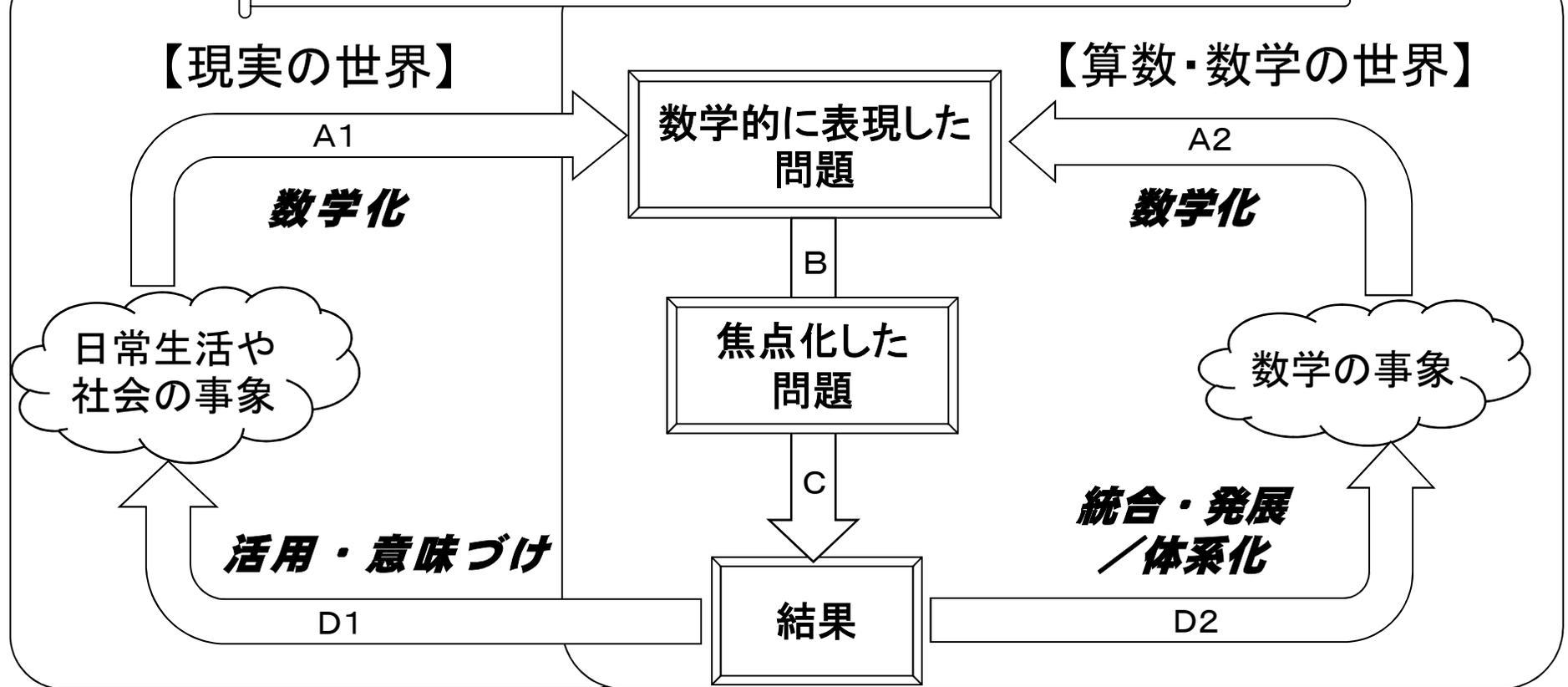
事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的に考えること

小学校 算数	事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、根拠を基に筋道を立てて考え、統合的・発展的に考えること
中学校 数学	事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的に考えること
高等学校 数学	事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的、体系的に考えること

事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、
論理的、統合的・発展的、体系的に考えること

領域 (高等学校)	見方(例) 《事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え》	考え方(例) 《論理的、統合的・発展的・体系的に考える》
数と式	事象の数量に着目したり、数の演算の可能性や式の形などに着目したりする。	数概念を演算法則が不変になるように拡張しその図形的な意味を考えたり、式を目的に応じて変形しその式の性質を考えたりする。
図形	事象を「形」「大きさ」「位置関係」に着目したり、図形の不変な性質に着目したりする。	論理的に性質を考察して説明したり、代数的な方法と図形的な方法を対応させ、双方のよさを生かしながら考える。
関数・解析	事象の中にある数量の関係や対応関係に着目する。	対応関係を式で表現し変化の様子を捉えるとともに、関数の変化を方程式や不等式の解と関連付けるなど統合的・発展的・体系的に考える。
確率・統計	不確定な事象をモデル化したり、データに基づいたりして捉える。	割合や指標を導入して本質を表現し、将来の予測や意思決定へとつなげる。

iii. 算数・数学の問題発見・解決のプロセス



日常生活や社会の事象を数理的に捉え、
数学的に処理し、問題を解決することができる。

数学の事象について統合的・発展的に考え、
問題を解決することができる。

事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決することができる。

※各場面で、言語活動を充実

※これらのプロセスは、自立的にときに協働的に行い、それぞれに主体的に取り組めるようにする。

※それぞれのプロセスを振り返り、評価・改善することができるようにする。

(2) 科目構成・内容

i. 科目構成

現行

数学Ⅰ	3単位
数学Ⅱ	4単位
数学Ⅲ	5単位
数学A	2単位
数学B	2単位
数学活用	2単位

次期

数学Ⅰ	3単位
数学Ⅱ	4単位
数学Ⅲ	3単位
数学A	2単位
数学B	2単位
数学C	2単位

* 新たに、理数科 理数探究
などを設ける。

数学活用の内容
は科目の性格を
考え移行する。

<科目の性格>

数学Ⅰ	必修科目として、中学校との接続に配慮するとともに、この科目だけで高等学校数学の履修を終える生徒及び引き続き数学を履修する生徒の双方に配慮した内容で構成し、すべての生徒の数学的に考える資質・能力の基礎を培う。
数学Ⅱ	高等学校数学の根幹をなす内容で構成し、より多くの生徒の数学的に考える資質・能力を養う。
数学Ⅲ	微分法、積分法の基礎的な内容で構成し、数学に強い興味や関心をもってさらに深く学ぼうとする生徒や、将来数学が必要な専門分野に進もうとする生徒の数学的に考える資質・能力を伸ばす。
数学A	「数学Ⅰ」の内容を補完するとともに、数学のよさを認識し、数学的に考える資質・能力を培う。＜Ⅰと並行履修又はⅠの後の履修＞
数学B	「数学Ⅰ」より進んだ内容を含み、数学的な素養を広げるとともに、数学の知識や技能などを活用して問題解決や意思決定をすることなどを通して数学的に考える資質・能力を養う。＜Ⅰの後の履修＞
数学C	「数学Ⅰ」より進んだ内容を含み、数学的な素養を広げるとともに、数学的な表現の工夫などを通して数学的に考える資質・能力を養う。＜Ⅰの後の履修＞

ii . 内容

(平成28年12月中教審答申から)

- (前略)数学と人間との関わりや数学の社会的有用性についての認識が高まるよう、十分に配慮した内容にしていくことが求められる。
- (前略)数学には、諸事象に潜む数理を見いだし、それを的確に表現することへの大きな期待が寄せられている。(中略)言語としての数学の特質が一層重視されてきており、このことに配慮する必要がある。
- また、社会生活などの様々な場面において、必要なデータを収集して分析し、その傾向を踏まえて課題を解決したり意思決定をしたりすることが求められており、そのような能力を育成するため、高等学校情報科との関連も図りつつ、小・中・高等学校教育を通じて統計的な内容等の改善について検討していくことが必要である。

数学Ⅰ	数と式, 図形と計量, 二次関数, データの分析(仮説検定の考え方) 〔課題学習〕
数学Ⅱ	いろいろな式, 図形と方程式, 指数関数・対数関数, 三角関数, 微分・積分の考え〔課題学習〕
数学Ⅲ	極限, 微分法, 積分法〔課題学習〕
数学A	図形の性質, 場合の数と確率(期待値), 数学と人間の活動
数学B	数列, 統計的な推測, 数学と社会生活
数学C	ベクトル, 平面上の曲線と複素数平面, 数学的な表現の工夫

<参考>統計的な内容について

数学 I データの分析

知識及び技能	思考力, 判断力, 表現力等
<p>(ア) 分散, 標準偏差, 散布図及び相関係数の意味やその用い方を理解すること。</p> <p>(イ) コンピュータなどの情報機器を用いるなどして, データを表やグラフに整理したり, 分散や標準偏差などの基本的な統計量を求めたりすること。</p> <p>(ウ) 具体的な事象において仮説検定の考え方を理解すること。</p>	<p>(ア) データの散らばり具合や傾向を数値化する方法を考察すること。</p> <p>(イ) 目的に応じて複数の種類のデータを収集し, 適切な統計量やグラフ, 手法などを選択して分析を行い, データの傾向を把握して事象の特徴を表現すること。</p> <p>(ウ) 不確実な事象の起こりやすさに着目し, 主張の妥当性について, 実験などを通して判断したり, 批判的に考察したりすること。</p>

統計的な推測

知識及び技能	思考力, 判断力, 表現力等
<p>(ア) 標本調査の考え方について理解を深めること。</p> <p>(イ) 確率変数と確率分布について理解すること。</p> <p>(ウ) 二項分布と正規分布の性質や特徴について理解すること。</p> <p>(エ) 正規分布を用いた区間推定及び仮説検定の方法を理解すること。</p>	<p>(ア) 確率分布や標本分布の特徴を, 確率変数の平均, 分散, 標準偏差などを用いて考察すること。</p> <p>(イ) 目的に応じて標本調査を設計し, 収集したデータを基にコンピュータなどの情報機器を用いて処理するなどして, 母集団の特徴や傾向を推測し判断するとともに, 標本調査の方法や結果を批判的に考察すること。</p>

(数学 I 仮説検定の考え方)

「ある新素材の枕を使用した20人のうち80%に当たる16人が以前よりよく眠れるようになった」と回答。

新素材の枕を使用するとよく眠れると判断できるか？

「よく眠れた」ということと「よく眠れたとは言えない」ということの起こる可能性が半々だとして16人以上がよく眠れたという回答する可能性を調べるため、コインを20回投げるという試行を繰り返す。

(例えば, 40人のクラスで, 一人がこの試行を5回実施)

・表を「以前よりよく眠れた場合」として表やグラフに整理

表回数	0	1	2	3	16	17	18	19	20
試行									

合計の相対度数を尺度とする

4. 学習指導の改善・充実

(平成28年12月中教審答申から)

- 算数科・数学科では，児童生徒自らが，問題の解決に向けて見通しをもち，粘り強く取り組み，問題解決の過程を振り返り，よりよく解決したり，新たな問いを見いだしたりするなどの「主体的な学び」を実現することが求められる。
- また，算数科・数学科では，事象を数学的な表現を用いて論理的に説明したり，よりよい考えや事柄の本質について話し合い，よりよい考えに高めたり事柄の本質を明らかにしたりするなどの「対話的な学び」を実現することが求められる。
- さらに，算数科・数学科では，数学に関わる事象や，日常生活や社会に関わる事象について，「数学的な見方・考え方」を働かせ，数学的活動を通して，新しい概念を形成したり，よりよい方法を見いだしたりするなど，新たな知識・技能を身に付けてそれらを統合し，思考，態度が変容する「深い学び」を実現することが求められる。

数学的活動の充実

- 主体的・対話的で深い学び
 - 数学的活動を充実させ、実現
- 数学的活動を充実させるために
 - 指導計画の工夫
 - 生徒にとって重要な内容に十分な時間をかける
 - 目標と評価規準を明確に
 - 目標：どのような知識及び技能を身に付け、どのような力を育てるのか
 - 評価規準：授業では観察等によりすぐに「おおむね満足か否か」が判断できるよう具体的な姿で表現しておく

国立教育政策研究所 研究指定校 単元テストの例1

- ③ 「方程式 $2x^3 + x^2 - 5x + 1 = 0$ $0 < x < 1$ に実数解をもつことを示せ。」
という問題で、荻原君が次のよう解答を書いた。

$$f(x) = 2x^3 + x^2 - 5x + 1 \text{ とおくと}$$

$$f(0) = 1, f(1) = -1 \quad \text{よって} \quad f(0) > 0, f(1) < 0$$

ゆえに、方程式 $f(x) = 0$ は区間 $0 < x < 1$ に実数解をもつ。

加藤君はこの解答を見ても理解できませんでした。なぜ、この問題で $f(0) > 0, f(1) < 0$ ならば実数解を持つのか説明しなさい。5点

国立教育政策研究所 研究指定校

単元テストの例2

- ⑥ 「等式 $f(x) = x^3 + \int_0^1 xf(t)dt$ を満たす関数 $f(x)$ を求めよ。」という

問題で、加藤君は次の答案を作りましたが、×をつけられてしまいました。この答案の間違いの原因部分を四角で囲みなさい。また、正しい答案を作りなさい。10点

$\int_0^1 xf(t)dt = a$ とおくと、 $f(x) = x^3 + a$ と表すことができる。

よって $\int_0^1 xf(t)dt = \int_0^1 x(t^3 + a)dt = \left[\frac{xt^4}{4} + axt \right]_0^1 = \frac{1}{4}x + ax$

ゆえに $\frac{1}{4}x + ax = a$ これを解いて $a = \frac{x}{4(1-x)}$

したがって $\underline{f(x) = x^3 + \frac{x}{4(1-x)}}$

5. おわりに

●新学習指導要領の特徴

- 育成すべき資質・能力の明確化
- 主体的・対話的で深い学びの実現
- カリキュラム・マネジメントの実現

●数学科の特徴

- 数学的活動の一層の充実
- 統計教育の充実
- 数学Cの新設
- コンピュータなどの情報機器の一層の活用

<補足>高等学校の数学・理科にわたる探究的科目 「理数探究基礎」、「理数探究」

1. 背景

・中央教育審議会答申において、将来、学術研究を通じた**知の創出をもたらすことができる創造性豊かな人材の育成**を目指し、そのための基礎的な資質・能力を身に付けることができる**数学・理科にわたる新たな探究的科目**の設定が提言されたことを受けて新設。

2. 新科目の基本的な考え方

・数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を組み合わせるなどして働かせ、**探究の過程を通して、課題を解決するために必要な資質・能力を育成**。
・様々な事象や課題に**知的好奇心や主体性**をもって向き合い、**教科・科目の枠にとらわれない多角的、複合的な視点**で事象を捉える力などを養う。
・粘り強く考え行動し、**課題の解決や新たな価値の創造に向けて積極的に挑戦しようとする態度**などを養う。

3. 新科目の概要

※以下の2科目で構成

内容

学習過程の例

「理数探究基礎」

基礎を習得する段階

- ・探究の意義や過程についての理解や研究倫理についての理解
- ・事象を分析するための基本的な技能、課題を設定するための基礎的な力、探究の過程を遂行する力、探究した結果をまとめ、適切に表現する力などを育成

「理数探究」

探究を深める段階

- ・生徒が興味・関心等に応じて主体的に課題を設定
- ・「理数探究基礎」で学習する内容に加え、多角的、複合的に事象を捉え、課題を設定する力や探究の過程を整理し、成果などを適切に表現する力などを育成

探究の手法について学習

教師の指導のもと、観察、実験、調査など、数学的な手法や科学的な手法を用いて探究

研究倫理についての理解のための学習

生徒が興味・関心等に応じて主体的に課題を設定

観察、実験、調査など、数学的な手法や科学的な手法を用いて探究

探究の過程を振り返る機会を設け、意見交換や議論を通して質の向上を図る

大学や研究機関、博物館などと積極的に連携・協力

探究した結果や探究の成果などについて報告書などを作成

4. 新科目の履修のあり方

・「理数探究基礎」又は「理数探究」の履修をもって**総合的な探究の時間の一部又は全部に替えることが可能**。
・「理数探究基礎」及び「理数探究」は選択履修科目であるが、**理数に関する学科においては、原則として「理数探究」を全ての生徒が必履修**。