筑波大学附属駒場中・高等学校研究報告　第34集　1995年３月

創造的な教材・指導法の実践的研究

――新教育課程施行に伴う実践と課題（第１年次）――

筑波大学附属駒場中・高等学校　数学科
熊倉　啓之・井上　正允・駒野　　誠
城野　正彦・鈴木　清夫・深瀬　幹雄
東京大学教育学部附属中・高等学校　数学科
佐藤　和孝

創造的な教材・指導法の実践的研究
——新教育過程施行に伴う実践と課題（第１年次）——

筑波大学附属駒場中・高等学校　数学科
熊倉　啓之・井上　正允・駒野　　誠
城野　正彦・鈴木　清夫・深瀬　幹雄
東京大学教育学部附属中・高等学校　数学科
佐藤　和孝

１．はじめに

1994年度からの高校新教育過程の実施に備え，昨年度（1992）は近県の国公私立，全国の国立を対象にアンケートによる基礎調査を行い，新教育過程に対するいろいろな学校の取り組み・検討課題について，その実態を明らかにした。（第33集研究報告参照）

今年度（1993）は，上記調査結果に基づき，中学も含めた中高６ヵ年一貫の教育過程について検討した。具体的な内容は以下の通りである。

(1)　1994年度からの新教育過程に基づく本校数学科の教育過程を作成した。

(2)　新教育過程の新しい内容について教材研究を行い，次の内容に関連して教育研究会で公開授業を行った。

　　中学～記数法　高校～数値計算

(3)　中学の課題学習について検討し，指導実践教材例としてまとめた。

(4)　中学のテーマ学習について，今年度実施した内容を検討してまとめた。

本報告では，(1)，(2)を中心に報告し，(3)，(4)については資料として，最後に載せる。

２．中高６ヵ年の教育過程

中高６ヵ年の教育過程は，別表の通りである。

中学・高校教育課程

筑波大学附属駒場中・高等学校

分野＼学年		中1(3)	75	中2(4)	100	中3(4)	100	高1 〔Ⅰ〕(3)	高1 〈A〉(2)	125	高2 〔Ⅱ〕(3)	高2 〈B〉(1)	100	高3 〔Ⅲ〕(4)	高3 〈A～C〉(各2)	64 各32
代数	数	整数の性質*1 正負の数	10 10	(π)*1		平方根	12		実数 複素数*2	10				(e)*1		
代数	式	文字と式 多項式の加減*2	10	単項式と単・多項式の乗除	10	展開 因数分解	15		展開・因数分解 多項式の除法 式の証明	15 5						
代数	方程式 不等式	1次方程式 連立1次方程式	12	1次不等式	12	2次方程式	12	(2次方程式・不等式)*1	(高次方程式)*3		(連立方程式・不等式の領域)*1 (指数対数・三角方程・不等式)*2				〈C〉 行列と線形計算	16
解析	関数			比例と反比例 1次関数	10 18	2次関数 いろいろな関数	15	2次関数		20 15	いろいろな関数 逆関数		15	分数・無理関数 合成関数		9
解析	数列								数列	20	(高次関数)*3			極限		15
解析	微分			(変化の割合)		(変化の割合)					整関数の微分		17	微分法		20
解析	積分										整関数の積分		17	積分法*2		20
幾何	平面(初等)	平行線の性質 三角形の合同 平行四辺形の性質	10 12 11	移動と作図 三角形の相似 平面図形の計量*2	8 12 5	円 三平方の定理 応用	13 10 5	三角比		20						
幾何	(解析)			(座標) (直線の方程式)				(放物線の方程式)			図形と方程式 (直線・円)		17 17	(平面図形の求積)*3	〈C〉 いろいろな曲線 (円すい曲線,リサージュ,正葉曲線等)	16
幾何	空間(初等)			空間図形の基礎 (位置関係・切断・投影・展開)	10							平面ベクトル				
幾何	(解析)			空間図形の計量*3	5							空間座標 空間ベクトル	17	(立体図形の求積)*3		
確率・統計	場合の数							個数の処理		10						
確率・統計	確率							確率*4		10					〈B〉確率分布	16
確率・統計	統計					資料の整理 標本	8								〈B〉統計処理*4	16
総合				課題学習	10	課題学習 (テーマ学習)	10								〈A〉	32
備考		*1 数の表現，素因数分解を扱う *2 2元，2次以上も扱う		*1 平面図形の計量で扱う *2 扇形の計量，相似形の面積比も扱う *3 球の計量，相似形の体積比も扱う 平面図形の計量と一緒に扱ってもよい				*1 2次関数で扱う *2 複素数平面(数B)も簡単に扱う *3 多項式の除法で扱う *4 条件付き確率も扱う			*1 図形と方程式で扱う *2 いろいろな関数で扱う *3 整関数の微分で扱う			*1 極限で扱う *2 ニュートン法，台形・シンプソンの公式も簡単に扱う *3 積分法で扱う *4 標準偏差，相関係数等(数C)を扱う		

教育過程の主な特徴をまとめると，次のようになる。

〈中学〉

中１〈３〉→中２〈４〉→中３〈４〉

(1) 代数分野について

① 数の表現（中２），素因数分解（中３）は，まとめて中１で扱う。

② 文字式の計算については

中１で，多(単)項式±多(単)項式（含中２）

中２で，多(単)項式×単項式，多(単)項式÷単項式(中３)

中３で，展開(多項式×多項式)，因数分解

をそれぞれ扱う。

③ 連立方程式（中２）は，中１で１次方程式に続いて扱う。

(2) 解析分野について

① 比例と反比例（中１）は，中２で１次関数の前に扱う。

(3) 幾何分野について

① 平行線の性質（中２），三角形の合同（中２），平行線の性質（中２）は，中１で扱う。

② 平面図形の計量として，扇形の面積（中３），相似図形の面積比（中３）は，中２であわせて扱う。

③ 空間図形の計量として，球の表面積，体積（中３），相似図形の体積比（中３）は，中２であわせて扱う。

④ 空間図形の基礎（中１）は，中２で扱う。

(4) 確率・統計分野について

① 資料の整理（中２）は，中３で標本とあわせて扱う。

② 確率（中３）については，高校（数学Ⅰ）で扱う。

〈高校〉

（高１） →	（高２） →	（高３）～すべて選択
数学Ⅰ〈３〉	数学Ⅱ〈３〉	＊数学Ⅲ〈４〉
数学Ａ〈２〉	数学Ｂ〈１〉	＊数学Ａ〈２〉
		＊数学Ｂ〈２〉または数学Ｃ〈２〉(同時開講)

(全体を通して)

① 高１の数Ａは，数と式，数列を扱う。

② 高２の数Ｂは，ベクトルを扱う。

③ 高３の数Ｂは，確率分布（数Ｂ），統計処理（数Ｃ）を扱う。

④　高３の数Ｃは，行列と線形計算（数Ｃ），いろいろな曲線（数Ｃ）を扱う。

⑤　複素数平面（数Ｂ）は，数Ｉの２次方程式で簡単に触れる。

⑥　ニュートン法等（数Ｃ・数値計算）は，数Ⅲの積分の応用で簡単に触れる。

３．公開授業の実際

今年度の教育研究会（1993.11.19）では，新教育過程で新たに加わった内容を扱うことを考え，中学では中１で「記数法」を，高校では高２で「数値計算」を取り上げて，公開授業を行った。

以下にその詳細な内容について報告する。

(1)　中学

①　題目　課題学習『小さな数学を作ってみよう』主題－記数法－授業者　駒野　誠

②　指導計画　　１．ゲームによる導入（１時間）本時

２．２進法の仕組み，３進法の仕組み（１時間）

３．２進法と10進法，８進法との関係（１時間）

４．合同式を併用し，３の倍数・７の倍数・11の倍数の見分け方（２時間）

③　本時のねらい及びその目標と意義

本時のねらい

ゲームを通して，２つの異なる記号で数が表せること

主題の目標

(1)数の表記法として，ｎ進法の原理を理解することができる。

(2)２進法，３進法と10進法の関係を理解することができる。

(3)２進法と８進法の関係を理解することができる。

(4)11進法などの二桁の記数法についても応用することができる。

(5)合同式を併用して，倍数や余りなどに関して理解を深めることができる。

主題の指導年間計画

①累乗の考え　②指数法則　③合同式（剰余について理解を深める：既約剰余系の作図，完全剰余系の星型多角形の作図など）　④記数法の導入（本時）

⑤２進法と10進法の関係，３進法と10進法の関係，等比数列の和

⑥２進法と８進法の関係，11進法　⑦７の倍数，11の倍数

⑧かつ（and），または（or）との関係についての問題

主題の位置付け

中学１年数量分野

中学図形外分野の大きな柱はつぎの４つであると考えている：

(1)正負の数の計算　(2)文字の使用　(3)整数の扱い　(4)関数関係

整数に関しては，中学１年から高校３年まで（証明は別として）理解にそれほど大きな差はないと実感している。そこで，(3)の整数については，時間が許す限り扱う方針である。

中学で整数範囲で扱う図形や関数は，整数を実数へ拡張してできる図形や関数へと発展できるのでその伏線ともなっている。

数の表し方

・小学校においては，

十進位取り記数法による表し方を低学年から指導し，小学５年以降でその理解を一層深めている。

・中学校では，

小学校における記数法の考え方を更に発展させ，10進法に限らず２進法などの取り扱いを通して，記数法の基本的な原理を理解し，併せて10進法に対する理解を一層深めることをねらいとしている。また，コンピュータの計算・伝達の仕組みが基本的には２進法数字(binary digit，ビット）から構成されていることを２進法などの学習を通して理解できるようにする。m進法の場合は，mod　mの完全剰余系｛0，1，2，3，・・・，m－1｝のm個の数字で足りることなどについて明らかにする。また，計算では，10進法で表された整数を２進法や５進法に直したり，その逆の換算を行ったりする程度にとどめ，２進法や５進法で表された数の計算に深入りしないようにする。

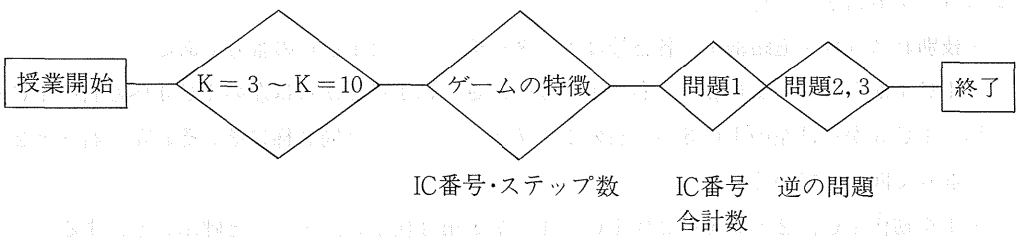
ゲーム：ゲーム参加者がお互いにチェックができる仕組みのものが望ましい。

④本時の指導　★授業者の主な援助　◆生徒の発言・反応　●評価

指導過程・内容	教師の活動（指導の流れ）	生徒の活動と反応	備考（留意点と評価）
1．【導入】 教材の提示	『小さな数学を作ろう』 プリントを２枚配布 ☆２進枝分れ図Ａの説明 ゲームの進行・勝敗・ ステップ数の説明 ２人１組を作らせる 質問があれば受ける	説明を聞く ２人１組を作る ◇質問	・残り１人は教師と行う
2．【展開１】 ゲームを行う （ゲームをやらせながら，ICの進行と勝敗の関係を考えさせる	☆記録用紙への記入提示 ○×（IC番号もメモ可） ☆ゲーム開始 ☆ゲーム終了，着席させる	◇ジャンケン・ゲームを行う ◇記録用紙への記入 ◇ステップ数と得点計算 ◇自分の座席に座る	・机間巡視 ●ステップ数の理解
【展開２】 ゲームの整理 （IC番号とステップの特徴）	★ゲーム結果について ★図Ａを見ずに，記録用紙だけから，ICの番号が計算できるようだ，どのようにして計算？ ★逆転勝ちした生徒は？ ・第１戦～第５戦について ・「逆転はどんな場合があるかについて」はレポート提出 ★第５戦の最高得点者は？ ・その相手のIC番号とステップ数？ ★IC番号で気が付いたこと ★IC番号の欄の２人の合計数？ ・第１戦～第５戦の各々について記録用紙より，確認	◆計算方法の説明 挙手 ◆発表 ◆発見・発表	●表現力 ・ステップ数の最大値は， ２Ｋ－３ ・ジャンケンがＫ回の場合IC番号の合計は 2^K-1
3．【まとめ】 逆の問題を考えさせなから，このゲームを把握	問題１：○×を記入させる。記入の領域がつかめるか ・特にジャンケン４回について○×の出方を調べる ★問題の意義：問題を把握するには，逆も考えることの大切さ	◆16通りの種々の場合を答ええる	・16通り８種の組

	問題２：個々人で考えさせる (1)　５回 (2)　勝者は，勝勝敗勝勝 1→3→6→13→27 敗者は，敗敗勝敗敗 1→2→4 (3)　４＋６＝10（点） ★それぞれ，答えの確認 ゲームの本質を理解させるためには図に頼ると大変な大きな数で確かめてみることが大切 問題３：個々人にまず考えさせる ★解決の手がかり	◆個々に解答 ◆答の発表と解の説明 ◆発言 ◆解の説明（時間あれば板書する）	・問題解決に図Ｂを利用した考えがでてくるか。 ・机間巡視 ◆解析力 ・そのときの状態により，隣りどうしで相談してもよいとする
４．【連絡】 次時の予告と準備	サイコロを持ってこさせる ★次時までに枝分れを３つにした場合の道路網を作ってくること		・mod３の場合

授業チャート　ジャンケンゲーム

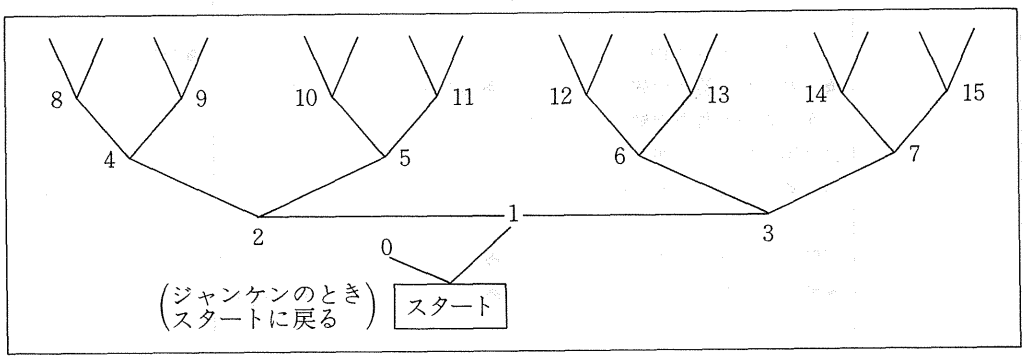


中１代数　　クラス（　　）番号（　　）

【小さな数学を作ってみよう】

氏名（　　）

ある枝別れスゴロク道路ゲーム（図Ａ）



ゲームの方法

①人数

２人で行う。

②スゴロク道路網の名称

・枝別れスゴロク道路網中の各番号はインターチェンジ（ＩＣ）の番号である。

・ＩＣ１からは左のＩＣ２へと右のＩＣ３へ，さらにＩＣ２からは左のＩＣ４へと右のＩＣ５へ，ＩＣ３からは左のＩＣ６へと右のＩＣ７へ，・・・・と同じ様にそれぞれ左・右へと２又に別れて向かっていく。

・１を初代ＩＣ，２と３を第２代ＩＣ，４～７を第３代ＩＣ，・・・と呼ぶことにする。

・また，ＩＣ２から発する道路網を「２のルート」といい，ＩＣ３から発する道路網を「３のルート」ということにする。

・ＩＣ４とＩＣ５は，ＩＣ２の子，ＩＣ２は，ＩＣ４とＩＣ５の親というように，親子で呼ぶことにする。

③ゲームの進行

・２人でジャンケンをして勝った方が，初めにスタートからＩＣ１へ進むことができる。負けたら，ＩＣ０へ進み，次のジャンケンで再度スタートに戻ることにする。

・ＩＣ１にいた人がジャンケンに勝ったら，右へ進路をとり進み，負けたら，左へ進路をとり進むことにする。

④ゲームの勝敗

・ジャンケンをＫ回行い，次に定める得点の多い方を勝ちとする。

・Ｋ回で進んだＩＣ番号の数字の大きい人は，その数がそのまま得点となり，数字の小さいＩ

C番号の人は，その数にステップ数を加えたものが得点となる。

・ステップ数とは，初代以降におけるあるＩＣから別のＩＣまで最短でいくつの道路を通っていくかを示す数のこと。

・例えば，２人がＩＣ６とＩＣ９の場合は，ＩＣ９からＩＣ６まで（ＩＣ６からＩＣ９までででも同じ）

９－４－２－１－３－６　５ステップ

得点は，ＩＣ９の人は，９点，ＩＣ６の人は，６＋５＝11（点）

ただし，一方が全勝した場合，他方は全敗でまだＩＣ０にいる。そこで，ステップ数は，2^{k-1}と決めることにする。

ゲーム記録用紙

(必ず各回に○×を記入する)

第１戦　Ｋ＝３(回)

氏名＼回数	1	2	3	IC番号	得点

ステップ数

第２戦　Ｋ＝４(回)

氏名＼回数	1	2	3	4	IC番号	得点

ステップ数

第３戦　Ｋ＝５(回)

氏名＼回数	1	2	3	4	5	IC番号	得点

ステップ数

第４戦　Ｋ＝６(回)

氏名＼回数	1	2	3	4	5	6	IC番号	得　点

ステップ数

第５戦　Ｋ＝10(回)

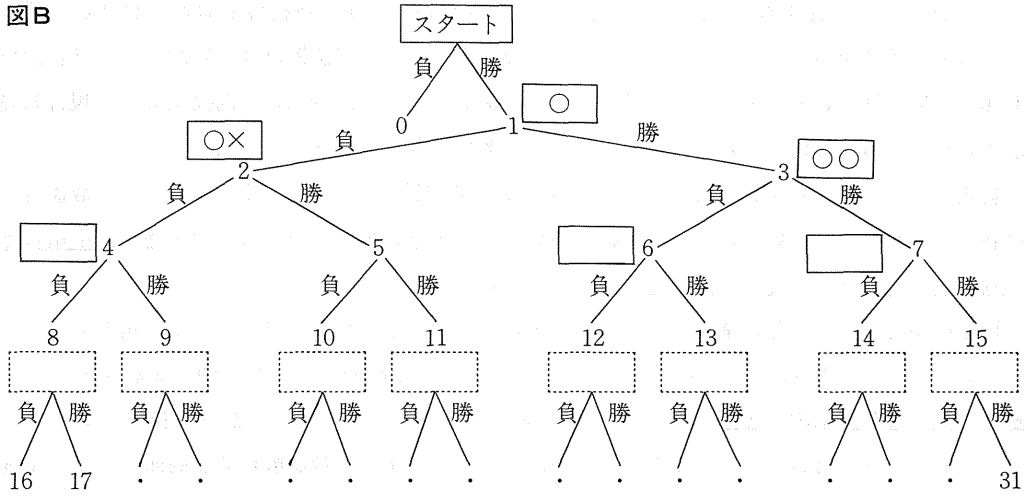
氏名＼回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	IC番号	得　点

ステップ数

問題１

次の図Ｂの空欄にジャンケン勝負の経過がわかるように○×を入れて完成してみよう。
（ＩＣ移動はジャンケンに初めて勝ってからである。スタートからの負け部分は不用）

図Ｂ



問題２

２人で図Ａ（または図Ｂ）のジャンケンスゴロクをした結果，ＩＣ番号の大きい方が27であった。このとき，次の各問いを考えてみよう。

(1) ジャンケンは何回行ったのでしょうか。

(2) 各回のジャンケンの勝ち負け（○，×）とＩＣ番号の進行を→で示して下さい。

	勝ち負け	IC番号の進行
勝者		
敗者		

(3) 敗者の得点は，何点だったでしょうか。

問題３

勝者の得点が，1993点であると，敗者の得点は何点でしょうか。

（2）高校

① 題目「区分求積法による数値計算」　　授業者　佐藤　和孝

現行指導要領における積分の指導では，区分求積法は基本的な考え方として扱われるのが普通で，それを用いて具体的な数値計算を行うことは少ない。しかし新指導要領の「数学C」では，この区分求積法を用いた数値計算そのものが，教材の一つとして位置付けられた。これは新指導要領において新たに取り上げられた題材の一つであることから，今回の公開授業では，現行基礎解析の枠内ではあるが，この題材がどのように授業化できるかを考えてみた。

新指導要領では，数学Cの目標として応用数理の観点が強調されている。その中でも数値計算は新しい題材であり，いわゆる数値解析の内容から高等学校数学になじむものを選び，応用数理の観点から微分法・積分法を見直すというのがねらいである。

従来の指導では，積分の議論の中で「区分求積法による求積が実際にどの程度の精度を持つのか」というような側面が意識されることは少なかった。今回のように数値的に確認することは，極限を取るという操作の意味，すなわち真の値に近づく上でどのような意味を持っているのか，などを考えさせる材料となりうるのではないかと考えた。また，数値解析的な側面として，単純な長方形による近似よりも台形による近似や中点を利用した近似の方が精度が高いこと，などを考えさせ，台形公式・中点公式を導入してその意味を確認させたい。と同時に，このような数値解析的な手法のよさ・面白さを体験させたい。

なお，数学Cにおいてこの題材を扱う際には，コンピュータを用いることとなっている。今回の授業では，現行指導要領の枠内にあることもあって，継続的なコンピュータ利用を授業の中に組み込めないことから，コンピュータの指導は扱わないことにした。しかし，生徒によってはコンピュータの使用に習熟しているものもいるので，そういった生徒による計算の工夫として紹介できるのではないかと考えている。同様に，電卓の使用についても，特別に指導することは考えなかったが，電卓についてはある程度の利用が期待できる。また，コンピュータ利用に伴って必要となってくると思われる，誤差・有効数字についての議論も，ここでは特別には扱わないこととした。

② 指導の流れと指導計画

積分法全体の指導の流れ，および，その中での本題材の位置は以下のようになっている。

(1) 区分求積法と定積分

(2) 原始関数と不定積分

(3) 積分の計算

(4) 積分法の応用（面積・体積）

(5) 区分求積法による数値計算（★本題財）

以下のように，本題材には3時限程度を充てる予定である。

1時限：

1）区分求積法の考え方の確認。

2）「[0，1] において $y=x^2$ のグラフと x 軸にはさまれる部分の面積」〈A〉を，定積分で確認する。

3）面積〈A〉を，長方形の面積の和として近似的に求める。

☆ 区間を n 等分したときの，内側からの近似 A_n と外側からの近似 B_n の両方を試してみる。

☆ n＝5について求める。

☆ 事前にどのくらいの誤差になるか予想させる。

☆ n＝10についても求める。

4）この種の近似計算は，積分できない関数についても適用できることを指摘する。

☆ その場合には，精度が高くないと近似としての意味がない。

5）面積〈A〉を，より細かく分けた長方形の面積の和として近似的に求めさせる。

☆ n＝20の場合を，宿題にする。

☆ どのくらいの幅でどのくらいの精度か予想させる。

☆ 計算の工夫（電卓・コンピュータ）によって，できればもっと細かい場合も試みるよう促す。

2時限：（★本時）

1）1時限の5）の結果を，紹介して確認する。

☆ コンピュータなどの計算の工夫を紹介する。

☆ 意外に精度が上がらないことを確認する。

2）より精度の高い近似法はないか。

☆ 台形による近似の考え方。（台形公式）

☆ 区間の中点を利用する考え方。（中点公式）

3）台形公式，中点公式によって面積〈A〉を近似的に求める。

☆ 1時限の3），5）と同様に計算させる（場合によっては宿題）。

☆ 長方形近似に比べて，どのくらい精度がよくなるか確かめる。

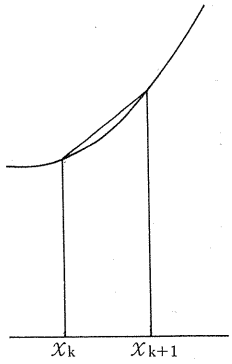
3時限：

1）2時限の3）の結果を確認する。

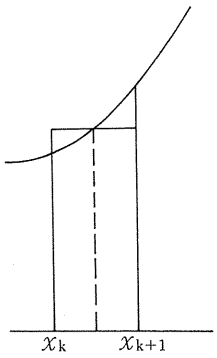
2）この種の近似計算は，積分できない関数についても適用できることを，再度指摘する。

3）「[0，2] で $y=\sqrt{8-x^2}$ と x 軸にはさまれる部分の面積」〈B〉を近似的に求めさせる。

☆ 生徒に作業させる。



台形公式



中点公式

4）面積〈B〉が，円の一部の面積になっていることを指摘する。

☆　円の面積から，面積〈B〉を理論的に求める。

☆　面積〈B〉の近似値から，円周率の近似値が得られることを確認する。

③本時のねらい

☆　長方形による近似では，簡単には精度が上がらないことを確認させる。

☆　台形による近似，中点を利用した近似に気づかせ，これらを式で表現して，実際に計算する。

☆　台形公式，中点公式による近似が，長方形による近似より精度が高いことを確認させる。

④本時の指導

指導項目	指導内容	備考
前時の確認	●宿題だった n＝20の場合の結果を言わせる。 ●それ以上の場合を計算してきた者はいないか，を聞く。 ●いなければ事前に計算した結果を発表する。 ●精度があまり簡単には上がらないことを確認する。	A_n＝0.30875 B_n＝0.35875 ポケット・コンピュータ，パーソナル・コンピュータの利用 n＝5，10，20，100，1000 10000
近似の精度を上げる	●「より精度の高い近似の方法はないか」を考えさせる。 各自で考える・周囲と相談 →　指名して言わせる ●予測される考え方 ア）台形で近似する イ）区間の中点で近似する	考えるヒント ・図形的に考える ・計算のしやすさ ・A_n，B_nとは違って，一つの数値だけで結果を予測したい
台形公式 中点公式	●ア），イ）を式によって表現する 一般の$f(x)$で考えさせる ア）$S_n=\sum_{k=0}^{n-1}\frac{f(x_k)+f(x_{k+1})}{2}\cdot\Delta x$ $=\frac{\Delta x}{2}\cdot\sum_{k=0}^{n-1}\{f(x_k)+f(x_{k+1})\}$ $=\frac{\Delta x}{2}\cdot[f(x_0)+2\{f(x_1)+f(x_2)+\cdots+f(x_{n-1})\}+f(x_n)]$ イ）$T_n=\sum_{k=0}^{n-1}f\left(\frac{x_k+x_{k+1}}{2}\right)\cdot\Delta x$ $=\Delta x\cdot\sum_{k=0}^{n-1}f\left(\frac{x_k+x_{k+1}}{2}\right)$	各区間を考えて，和を求める 計算の工夫ができることを指摘する

	●ア），イ）を比較する。 ・どちらが実際に計算しやすいか ・どちらが精度がよいと思うか	
台形公式・中点公式の利用	●「[0，1]において$y=x^2$のグラフとx軸にはさまれる部分の面積」を，台形公式・中点公式を用いて求める。 ・n＝5について，生徒に確認しながら計算する。 ●長方形に比べてかなり精度がよいことを確認させる。 ●n＝10を生徒に計算させる。（宿題）	

⑤評価の観点

☆　長方形による近似では精度が上がらないことを確認できたか。

☆　台形による近似，中点を利用した近似が理解できたか。

☆　台形公式，中点公式を式の形で確認できたか。

☆　台形公式，中点公式を利用した計算法が理解できたか。

☆　台形公式，中点公式による近似が，長方形による近似より精度が高いことを確認できたか。

☆　このような数値解析的な手法のよさ・面白さが感じ取れたか。

(3). 授業を終えて

①　中学

中学で整数を扱う所が大分削られてきたし，高校でも整数を扱う機会はほとんどない。そこで，中1～2で出来るだけ扱う機会を増やしたいと考えている。整数の分野は，証明を除けば中1でも高3でもレベルはあまり変わらず，知識がなくても同じように取り組むことができる。中1でも中2でも同じことをやっているが，出来具合はさほど変わらない。整数については普通のテストとの相関があまりなく，計算の苦手な生徒も活躍できるよさがある。合同式が既に終わったところで，記数法の導入として何がよいかいろいろ考えたが，昨年度生徒の作った問題を私がアレンジしてゲーム化した。1，0へ後で変えていくのだが，とりあえず○，×でやって雰囲気を感じ取ってもらえればというのが本時の目的であった。○，×と数が1対1に対応することを気がつかせて，3つの枝分れだったらどうなるかを考えさせる計画である。

ステップ数については，本時は時間的に無理であったので，次回以降に取り上げようと考えている。

②　高校

数学科のテーマが新指導要領ということだったので，公開授業の中で新指導要領との絡みで扱える題材として数値計算を取り上げてみた。数学Cの中の数値計算の単元では今回のような授業が入ってくるのではないかと考え，実際に授業化して試したものである。新指導要領ではコンピ

ュータの利用を前提にしているが，時間的にもあまり余裕がないので計算は生徒の能力に依存することになった。今年は微分，積分，数列の順で基礎解析の授業を構成したので，積分の指導が２学期から始めてちょうど終わったところでこの授業を組んだ。数値計算を積分の所でやった意味は，本来定積分できないような関数でもわかることにある。次回は真の値を知らないもの，積分できない関数を持ち込む予定で，円周率が近似計算によって得られる題材を考えている。実際に数学Ｃの中で扱う時には，コンピュータを使っての誤差解析なども考えられると思う。

４．おわりに

今後の課題としては，次のような点が挙げられるであろう。

(1) 今年度作成した本校数学科の教育過程を，実際に実施ながら，問題点等があれば明らかにして，必要があれば修正を加えていく。

(2) 今年度の公開授業で，中学では「記数法」，高校では「数値計算」を扱ったが，これらについて，さらに検討を加えるとともに，コンピュータに関する内容をはじめ，それ以外の新たに加わった内容についても，教材，指導法等を検討する。

(3) 本校で実施している中学のテーマ学習について，さらに実践を積み重ね，よりよい教材，指導法を開発する。

(4) 中学の課題学習について，今回まとめた指導実践教材例をさらにふくらませ，より充実させたものにしていく。

(5) 他校での新教育課程に対する取り組みについて，アンケート等を通して調査し，問題点等について検討する。

(6) 上記(1)から(5)への取り組みを進めながら，よりよい教育課程の在り方を探究する。

～資料１～　　課題学習　指導実践教材例

※課題のみを載せる。詳細については別刷資料を参照

１．文字を利用しよう（中２・式の利用）

〈課題〉

次の数はいくつになるか当ててみよう。次にその理由を考えてみよう。
「２けたか３けたの素数を１つ思い浮べて下さい。その素数に３を加えて２乗して下さい。これを12で割った余りはいくつになりますか？」

【発展課題１】

次の数はいくつになるか当ててみよう。次にその理由を考えてみよう。

① ２けたの数を思い浮べて下さい。この数の一の位と十の位の数を入れ替えた数を作り，最初の数の後につけて４けたの数にして下さい。これを11で割ってください。その答えが２けたならその数を，３けたなら下２けただけを教えてください。最初の数はいくつ？

② 異なる数字を使った３けたの数を思い浮べて下さい。その数の順序を逆にして，３けたの数を作り，この数と最初の数の大きい方から小さい方を引きます。その答えが２けたならそれに990を加え，３けたならその答えの３つの数字の順序を逆にした数をその答えに加えます。その結果はいくつ？

【発展課題２】

目の数が次のⅠ～Ⅴのようなサイコロを５個用意します。

（Ⅰ）384，780，186，483，681，285
（Ⅱ）377，179，872，278，773，971
（Ⅲ）564，366，762，663，168，960
（Ⅳ）459，756，954，657，855，558
（Ⅴ）741，642，345，840，147，543

５個のサイコロをふって出た目の和を速く計算する方法をみつけなさい。また，その理由を考えなさい。

２．数字根（中２，式の利用）

〈課題〉

右のように，例えば，1993の各位の数を加えると22，22の各位の数を加えると４になる。この４は，最初の数とどのような関係があるか？
（４を1993の数字根という）

1993
↓
22
↓
4

【発展課題】

右のように，123の数字は６，456の数字根は６で123と456の和579の数字根は３になる。これは，６と６の和の数字根３に一致しているが，このようなことは常に成立すると言えるか？

また，和ではなく，差や積ではどうか？

123＋456＝579
↓　↓　↓
6　6　3
6＋6＝12→3

3．数の列（中１，２・方程式の応用）

〈課題〉小さな数学を作ってみよう

右の図の＊のところの数を当ててみよう。ただし，各行，各列は等差数列である。しかし，行，列が異なるとその差は同じとは限らない。

行とは，横に並んだ数の並びのこと

列とは，縦に並んだ数の並びのこと

等差数列とは，次々に同じ数を加えてできる数の並びのこと

例えば，1，3，5，7，・・・

+2 +2 +2

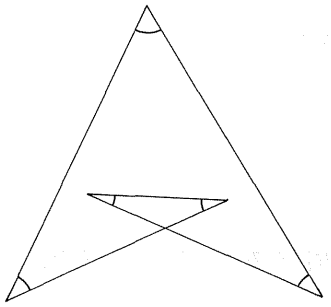
			＊	
	74			
				186
		103		
0				

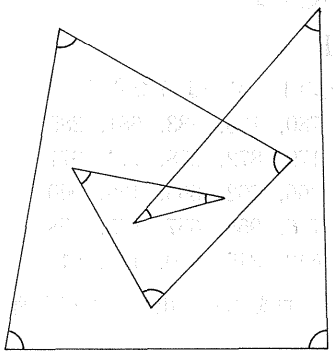
4．多角形の内角の和を求めよう（中２・多角形の内角の和）

〈課題〉

下のような図形の，印のついた角の和を求めてみよう。

また，角の和が，渦巻きの数や内角の数とどのような関係にあるか考えてみよう。



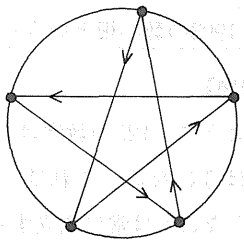


5．星型図形（中２・多角形の性質）

〈課題〉

円周上にある５個の点を，１つの点から始めて左周りに２つ目ごとに結んでいくと，右の図のような星型の図形が描かれる。

一般に，円周上にあるｎ個の点をｒ個目ごとに結ぶとどんな図形が描かれるか。また，その図形の性質を調べてみよう。



6．図形の移動（中２・図形の移動）

〈課題〉

△ＡＢＣに合同変換（対称移動，平行移動，回転移動）を２回連続して行うと，△ＡＢＣはどのように移動したことになるか。いろいろな場合について考えてみよう。

【発展課題】

平面上にある２つの合同な三角形は，どのように移動すると重ねあわせることができますか。いろいろな場合について考えなさい。

7．面積が変わる（中２・１次関数，図形の面積）

〈課題〉

８×８のます目からなる面積64の正方形を，図１のように太線にそって切って，４つの小片に分け，これを図２のように並べ変える。すると，縦が５，横が13の面積65の長方形になり，面積が増える。また，図３のように並べ変えると，面積は63となり，減ってしまう。なぜだろうか？

図１

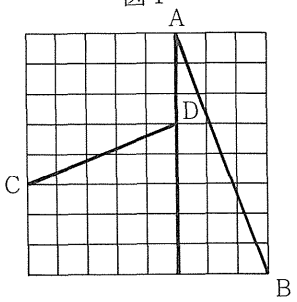


図２

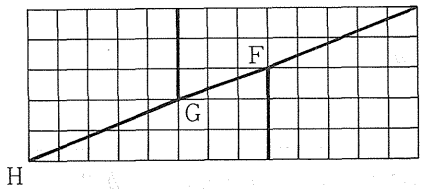
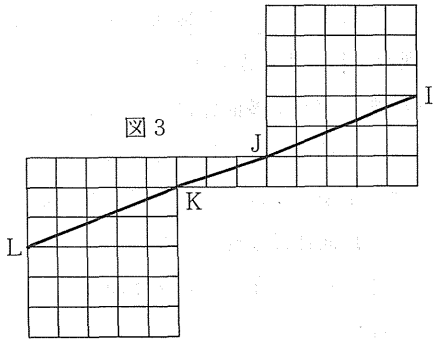


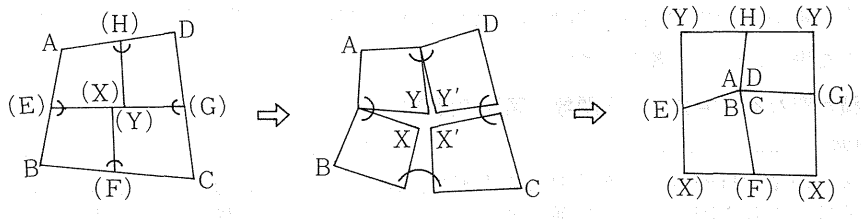
図３



8．はとめ返し（中２・図形）

〈課題〉

下図のように，一般の四角形から長方形へのはとめ返しが，なぜできるのかを考えてみよう。
次に，一般の四角形のはとめ返しで，平行四辺形を作りたい。切断の方法を，２通り考えてみよう。



9．デルタ多面体（中１・空間図形）

〈課題〉

一辺が５㎝の正三角形を側面とする凸型多面体をつくろう。

【発展課題１】～生徒から出た疑問

① 凹のあるデルタ多面体はいくつあるか

② なぜ，一頂点に６つ以上できないか

③ なぜ，正多面体は６つ以上できないか

④ デルタ18面体はなぜできないのか

⑤ 20面体より面の多いデルタ多面体はどうしてできないのか

⑥ 奇数面体はどうして出てこないのか

【発展課題２】

正12面体から，いくつの正多面体が切り出せるか。

10．スピログラフの秘密（中１・整数の性質）

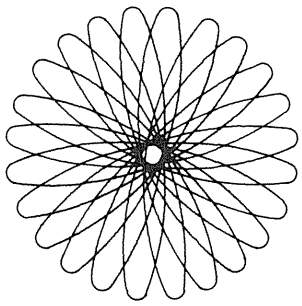
〈課題〉

スピログラフ（花びら模様）の花びらの枚数は何によって決まるだろうか？
また，花びらの枚数の算出式は？

【発展課題】

大円の歯車が96のデザイン定規で，図のようなスピログラフをかいた。小円の歯車の歯数はいくらか。

また，そうなる理由を考えてみよう。



～資料２～　　1993年度数学科テーマ学習について

◎タイトル：数学の本を読もう

◎テーマ設定の理由：数学の中の特定の話題に限定せず，生徒の興味に応じて，多様な対応ができるようにした。

◎対象：中学３年生（前期15名，後期14名）毎週木曜日第５，６校時

◎内容：

前期　第１回（４月22日）

題材図書「ゼロから無限へ」を選定し，発表のためのグループ分けを行う。３人のグループを５組作る。

第２回（５月６日）～第６回（６月10日）

グループの代表者が交替で本の内容を講義する。（ゼミ形式）

第７回（６月17日）

題材図書「美しい多面体」を選定する。立体の模型作りと観察を行う。作った立体は，正多面体などの簡単な物が多い。

第８回（６月24日）～第11回（９月９日）

「美しい多面体」を読みながら，多面体の面，辺，頂点の関係を調べたり，星型多面体，準正多面体についての学習，模型作りを行う。（夏休み中に模型を作成する。）

第12回（９月16日）

自分の作成した立体模型について発表する。

後期　10月から始まったが，全体で一冊の本を選ぶのではなく，各自が自分で興味の持てそうな本を選び，最後にその本の内容についての発表会を行うという形式に変えた。今学期中に，中間発表を行う予定である。

◎問題点：

・生徒たちが相談して本を選ぶことにしたが，中学生にちょうど合っていて，15人が興味を持てる適当な本を選ぶのが難しい。また，「ゼロから無限へ」はかなり古い本であったため，入手するのに苦労した。

・生徒が分担して講義するというゼミ形式の場合，本の内容を説明する代表者は前で必死に頑張っているが，他の生徒はただ聞いているだけになってしまうので，盛り上がりに欠けることが多い。そこで，後半は模型作りという作業の時間が取れるように，題材図書を「美しい多面体」に選定した。

◎生徒の感想：

・新しい企画の「テーマ学習」は，ふだんの授業とはひと味ちがったけっこうおもしろい授業でした。僕にとっては，「ゼロから無限へ」は，たいへん興味深い一冊でした。でも，話を

聞くのは楽だけど，「4の話を講義する」といったものは，とてもつらいことを知りました。ときどき，自分で何を口に出しているのかが分からなくなってしまうことがありました。僕も，うまくできたとは言えないと思いますが，調べもせずにぶっつけ本番で玉砕しているような人もいたような気がします。とにかく，とてもおもしろい一時の体験でした。

・本を読んで数学の知識を深めるという発想はよかったが，いまいち盛り上がらなかったし，知識も増えた気にならなかった。その理由として，

1．数学とは数の学問であるので，理論的な事柄について考えるものなので，実験をぽんぽんと行って理解することは難しい。段階を追って説明してくれる人が必要になってくる。本を読んで理解を深めるといっても，内容は難しいわけなので，もっと先生の納得のいく講義がほしかった。本の選び方も悪かった。

2．本を読んで，ある程度分かったと思っても，説明するとなると別で，みんなが注目する中，あいまいなことをしゃべっても時間の無駄，しらけるだけ。かといって，みんな別々に本を読んでいるのも何をやっているのか分からない。化学や生物なんかは，みんなでガヤガヤ実験すればすむが，数学なんかはそうはいかない。

以上2人の感想をそのまま載せたが，上の生徒は最初の題材図書選定の時に，「ゼロから無限へ」を積極的に推薦し，その中の「4の話」を講義した生徒である。また，下の生徒は講義をすることなく，「ゼロから無限へ」については他の生徒の説明をずっと聴いていた生徒である。このように，正反対の感想になったのは，その題材に如何に興味を持って，どれだけ主体的に取り組むことができたかによる個人の差が大きいためであろう。テーマ学習では，自分の選んだテーマにどれだけ興味を感じられるかが最も重要なポイントになってくる。