図形教材（幾何）の指導について

金沢大学教育学部付属高等学校数学科
北陸四県高等学校数学研究委員会

戦後，高等学校制度が設けられて以来，数学科の指導内容は数度の改訂を経て次第に現代化されているようである。その中で，図形教材についてみると，はじめの頃は「幾何」として「解析Ⅰ」「解析Ⅱ」とともに独立した一科目として，表面上はかなり重くとりあげられていた。しかし，実際には，「幾何」を選択する生徒は比較的少なく，「幾何」を全く履修せずに卒業する生徒も多かった。この点を反省して，31年度の改訂では従来の科目が全面的に再編成され，図形教材は主として「数学Ⅰ」の中の幾何的内容となり，解析幾何が「数学Ⅱ」の中に加えられた。この結果，従来のように図形教材を全く履修せずに終る生徒はなくなり，かなり大きく従来の欠点が是正された。次いで，38年度の改訂では，図形教材は大部分が中学校で取扱われることとなり，高等学校では，「数学Ⅰ」において「数学と論証」として幾何の内容を用いてもよいことになっている外，「平面図形と式」において解析幾何学的な取扱いをし，また，「空間図形」は従来のものが大体そのまま指導されるに加えてさらに座標が導入された。また，「数学ⅡＢ」では「三角関数とベクトル」「図形と座標」の中で指導されている。「学習指導要領解説」には「指導計画作成および指導上の留意事項」の中に，「平面図形の初等幾何学的な扱い」としてつぎのように述べられている。

> 内容の(4)平面図形と式において，平面図形の性質を解析的な方法で研究する場合には，おのずから初等幾何学的なものが軽くなるであろう。内容の(4)の解説に述べたように，平面図形の性質や軌跡の中には，初等幾何学的に扱うほうがむしろ有効なものもあろうから，解析的な方法による指導をするとともに，初等幾何学的な扱いを加えて指導してもよいとなっている。この際，中学校の内容との関連を考慮するとともに，基本的で平易なものを取り上げるようにする。

しかし，実際には，初等幾何学的な扱いは高等学校では殆んどなされていないようであり，結局，中学校で指導されたままで終っているのではないだろうか。中学校では，義務教育という点もあって，大量の図形教材をかかえてその指導には容易でないことと思われ，そのため，十分な学習効果を期すことは困難と考えられる。このことは，中学校の責に帰すものでは決してなく，現行指導内容の欠陥であろう。その結果，高等学校における学習の際にも，幾何学的知識の不足なためいろいろな点で支障を来しているやに感じられる。例えば，下記の問題を解くときなどに，はっきりとその困難性を示す。

- ３直線　$x+y-1=0$，$x-y+1=0$，$3x+4y-5=0$　で囲まれる三角形の内心の座標と内接円の半径を求めよ。（41年度東京大学）

  内心の意味を知らないで，外心などと間違える者が少なくない。すなわち，内心は各角の二等分線の交点であること，従って内心から各辺に至る距離が等しいことを知らない者がかなりいる。

- 円　$x^2+y^2=121$　の弦ＡＢが点Ｐ　(7.0)　によって２：１に内分されるとき，弦ＡＢの

長さ，および直線ABの方程式を求めよ。(38年度，東京教育大学)

〔方べきの定理さえ知っていれば弦ABの長さは容易に求められる。

◦高くあがった風船を同一の水平直線上にある三点A，B，Cから見たところ，その仰角がそれぞれ60°，45°，30°であった。AB＝BC＝100mとして風船の高さを求めよ。

〔三角形についての中線定理（パップスの定理）を知らないと容易ではない。

これらの点については，その都度，初等幾何学的な取扱いを行なえばよいのであるが，それでは体系的な指導は困難であり，また，殆んど実際には行なわれていないのが実情ではないだろうか。

以上のような現状で，数学における図形教材の教育が十分に目標を達成しているかを反省したい。その手がかりとして，図形教材に関する基本的な事項の理解状況を調査した。まず，本校1年生164名を対象として予備調査を実施し，その結果，不適当な問題などを整理して，A型，B型の2形式をつくり，次のように本調査を行なった。この調査には本校のみでなく，北陸四県高等学校数学研究委員会の諸先生方の協力を得て，新潟，石川，福井の3県の高等学校についても調査資料を得ることができた。

調査時期	41年7月						
調査時間	A型，B型それぞれ50分						
調査対象	6校　受験者数　1,505名						
内　訳	普通科	1年	640名	2年	586名	3年	51名
	商業科	1年	48名				
	農業科	1年	130名				
	家庭科	1年	50名				

なお，A型，B型には特に意図した区別はなく，A型，B型はそれぞれ別の生徒を対象として調査したものである。以下にあげた問題が果して適切かどうかについてはいろいろと問題があることと思うが，以下，調査問題とその解答状況を述べる。

調　査　問　題　　A　型

1　次の定義を書きなさい。

(1)　弧ABに対する円周角

(2)　平行四辺形

2　半径がそれぞれ rcm，r′cm の二つの円 O，O′ がある。中心間の距離を O′＝dcm とするとき，つぎの(1)，(2)，(3)の，それぞれの場合における二円の位置関係を右の5つの中からえらび，(　　) 内に，イ，ロ，ハ，ニ，ホ，の記号で答えなさい。

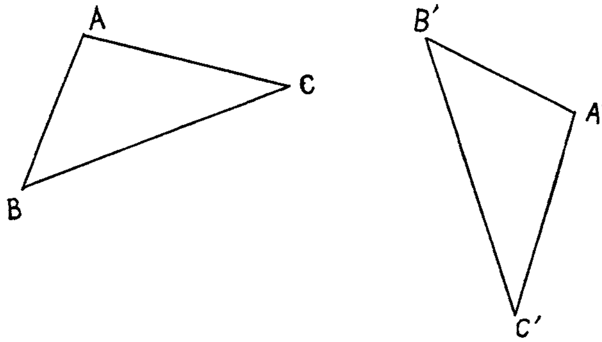
(1)　$r=5$　$r'=4$　$d=6$　(　　　　)

(2)　$r=6$　$r'=2$　$d=4$　(　　　　)

(3)　$r=4$　$r'=3$　$d=8$　(　　　　)

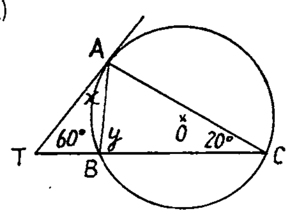
イ　互いに他の外部にある。
ロ　外接する。
ハ　交わる。
ニ　内接する。
ホ　一方が他方の内部にある。

3　図のように合同な三角形 ABC と三角形 A′B′C′ が与えられているとき，平面上の適当な一点を回転の中心として移動し，これを重ね合わせることが出来るか，出来るならば中心を求めよ。



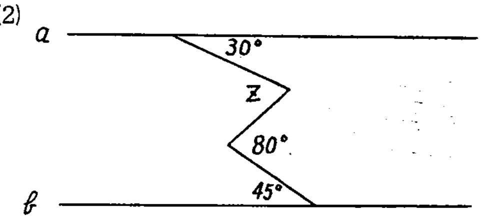
4　次の角 x, y, z は何度ですか。

(1)



ATは円Oの接線

(2)



直線 a, b は平行

(1)　$x=$　　　　$y=$　　　　(2)　$z=$

5　△ABCに於て，∠A＝∠R のとき $BC^2=AB^2+AC^2$ である（定理）

1　仮定と結論を書きなさい。

仮定

結論

2　上の定理の逆をかき，それが成立するかどうかを答えなさい。（証明はしなくてもよい）

6　△ABC と △A′B′C′ において，次の条件が成立している。（　　）内に，下のイ，ロ，ハ，のうち適当なものをえらんで記入しなさい。

(1)　∠B＝∠B′＝∠R　AB＝A′B′　AC＝A′C′　ならば（　　　）

(2)　∠A＝∠B′　∠B＝∠C′　ならば（　　　）

(3)　AB＝AC　A′B′＝A′C′　∠A＝∠A′　ならば（　　　）

(4)　∠A＝∠A′>90°　$\frac{AB}{A'B'}=\frac{BC}{B'C'}$　ならば（　　　）

(5)　∠A＝∠A′　∠B＝∠B′　AB＝B′C′　ならば（　　　）

(6)　∠A＝∠B＝∠C　A′B′＝B′C′＝C′A′　ならば（　　　）

イ　△ABC≡△A′B′C′

ロ　△ABC∽△A′B′C′ であるが △ABC≡△A′B′C′ とは言えない。

ハ　△ABC と △A′B′C′ は合同であるとも相似であるとも言えない。

B 型

1 次の定義を書きなさい。

(1) 平行な二直線

(2) 点と直線の距離

2 次の（　　）内に適当な数又は式を入れなさい。

(1) n 角形の内角の和は（　　　　　　　　）であり，外角の和は（　　　　　　　　）であるから，正 n 角形の一つの内角は（　　　　　　　　）で，一つの外角は（　　　　　　　　）である。

(2) 一つの円柱と，一つの円錐があって，円柱の底面の半径は円錐の底面の半径の 2 倍である。又高さは等しいとするとき，円柱の体積は円錐の体積の（　　　　　　）倍である。

3 次の（　　）内に，内心，外心，重心のいずれかを入れよ。

△ABCに於て

(1) PからAB，BC，CAに至る距離が等しいならばPは（　　　　）である。

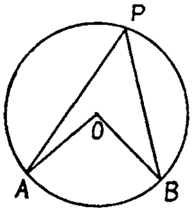
(2) PA＝PB＝PCならばPは（　　　　）である。

(3) AB，AC，BCの垂直二等分線の交点をPとすると，Pは（　　　　）である。

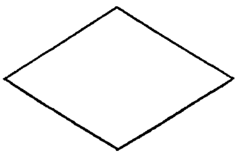
(4) BCの中点をLとするとき，PがALを 2 : 1 に内分するならばPは（　　　　）である。

(5) PA，PB，PCが∠A，∠B，∠Cを二等分すれば，Pは（　　　　）である。

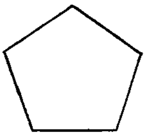
4 右の図に於て，$\angle APB = \frac{1}{2}\angle AOB$ であることを証明しなさい。



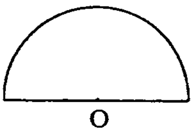
5 下図で線対称な図形にはすべての対称軸を，点対称な図形には対称の中心を×印で書き入れなさい。

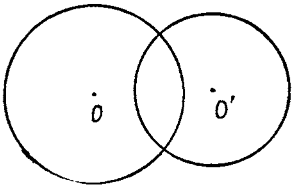


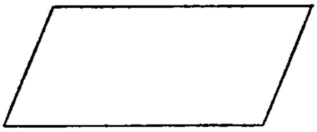
（ひし形）



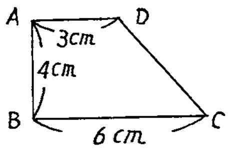
（正 5 角形）







（平行四辺形）

6 (1) 

左図のような台形ＡＢＣＤを，辺ＡＢを軸として一回転して出来る立体を考える。この立体を軸ＡＢに垂直な平面を平画面として，この平画面上におくとき，この立体の投影図（平面図と立面図）をかきなさい。（縮尺$\frac{1}{2}$でかけ）

(2) この立体の体積と表面積を求めなさい。

（立面図）

（平面図）

調　査　結　果

Ａ　1　次の定義を書きなさい。

(1) 弧ＡＢに対する円周角

(2) 平行四辺形

Ｂ　1　次の定義を書きなさい。

(1) 平行な二直線

(2) 点と直線の距離

Ａ　1

	正解者数	不完全なものの数	無意味なもの又は無答	解答者総数
(1)	99人 (9.6%)	150人 (14.6%)	780人 (75.8%)	1,029人
(2)	337人 (32.8%)	426人 (41.4%)	266人 (25.9%)	1,029人

Ｂ　1

	正解者数	不完全なものの数	無意味なもの又は無答	解答者総数
(1)	136人 (28.6%)	234人 (49.2%)	106人 (22.3%)	476人
(2)	182人 (38.2%)	102人 (21.4%)	192人 (40.3%)	476人

誤　答　例

Ａ　1，(1)

(イ) Ａ，Ｂ以外の円周上の点をＰとする時，∠ＡＰＢのこと。

(ロ) 中心角の定義をかいたもの。

(ハ) 円周角に関する定理を書いたもの。

(ニ) 鋭角のみを円周角と言うかの様にかいたもの。

Ａ　1，(2)

(イ) 二組の対辺が平行で，かつ長さが等しい。

(ロ) その他，平行四辺形であるための必要十分条件をかいたもの。

(ハ) 平行四辺形の性質を知るだけあげたもの。

(ニ) 最後に四辺形という語がぬけているもの。

B　1，(1)

(イ) 「同一平面上に」が明記してないもの。

(ロ) 等間隔の二直線。

(ハ) 平行線の性質をかいたもの。

B　1，(2)

(イ) 点と直線の最短距離。

(ロ) 用語の不適当なもの。例えば「直線の長さ」「垂線の足の長さ」，「垂線の距離」

この種の問題を通じて言えることは，表現の仕方が非常に拙劣で，不適当な語を用いたものが多いこと。用語の定義と性質を混同しているものが非常に多いことである。このことに関して「生徒の多くは定義という語を知らないのではないか，性質と混同した解答が多い“次の語の意味をかきなさい”とたずねた方がよかったのではないか」とか「結果から言えば，定義とは何か，わからないものばかり」と言う声がきかれた。定義とは何か，と直接に説明を求めれば中には答えることの出来るものもあろうが，この様な問題の解には，知っていることを出来るだけ多く書いた方がよい，とか。同値な命題なら，それでも良いではないか，とか，くわしく説明すればする程はっきりして良いではないか，と言った考え方をする生徒も居るのであろう。

B　3　次の（　　）内に，内心，外心，重心のいずれかを入れよ。

△ＡＢＣに於て

(1)　ＰからＡＢ，ＢＣ，ＣＡに至る距離が等しいならばＰは（　　　　）である。

(2)　ＰＡ＝ＰＢ＝ＰＣならばＰは（　　　　）である。

(3)　ＡＢ，ＡＣ，ＢＣの垂直二等分線の交点をＰとすると，Ｐは（　　　　）である。

(4)　ＢＣの中点をＬとするとき，ＰがＡＬを２：１に内分するならばＰは（　　　　）である。

(5)　ＰＡ，ＰＢ，ＰＣが∠Ａ，∠Ｂ，∠Ｃを二等分すれば，Ｐは（　　　　）である。

	内　　心	外　　心	重　　心	無　　答	解答者総数
(1)	正解 389人 (81.7%)	46人 (9.7%)	40人 (8.4%)	1人 (0.2%)	476人
(2)	64人 (13.5%)	正解 368人 (77.3%)	41人 (8.6%)	3人 (0.6%)	476人
(3)	78人 (16.4%)	正解 287人 (60.3%)	108人 (22.7%)	3人 (0.6%)	476人
(4)	22人 (4.6%)	22人 (4.6%)	正解 428人 (89.9%)	4人 (0.8%)	476人
(5)	正解 341人 (71.6%)	73人 (15.3%)	57人 (12.0%)	5人 (1.1%)	476人

内心，外心の定義がわかっていないのでないかと思われる間違いの多いのが目立つ，殊に(3)の外心を内心や重心と入れたものが多い。

(4)の重心を違ったものは比較的少なかった。

A　6　△ＡＢＣと△Ａ′Ｂ′Ｃ′において，次の条件が成立している。（　　）内に，下のイ，ロ，ハ，のうち適当なものをえらんで記入しなさい。

(1) $\angle B = \angle B' = \angle R$　$AB = A'B'$　$AC = A'C'$　ならば（　　　）
(2) $\angle A = \angle B'$　$\angle B = \angle C'$　ならば（　　　）
(3) $AB = AC$　$A'B' = A'C'$　$\angle A = \angle A'$　ならば（　　　）
(4) $\angle A = \angle A' > 90°$　$\dfrac{AB}{A'B'} = \dfrac{BC}{B'C'}$　ならば（　　　）
(5) $\angle A = \angle A'$　$\angle B = \angle B'$　$AB = B'C'$　ならば（　　　）
(6) $\angle A = \angle B = \angle C$　$A'B' = B'C' = C'A'$　ならば（　　　）

イ　$\triangle ABC \equiv \triangle A'B'C'$
ロ　$\triangle ABC \backsim \triangle A'B'C'$ であるが $\triangle ABC \equiv \triangle A'B'C'$ とは言えない。
ハ　$\triangle ABC$ と $\triangle A'B'C'$ は合同であるとも相似であるとも言えない。

	イ	ロ	ハ	無答数	解答者総数
(1)	正解 902人 (87.7%)	44人 (4.3%)	80人 (7.8%)	3人 (0.3%)	1,029人
(2)	53人 (5.2%)	正解 695人 (67.5%)	279人 (27.1%)	2人 (0.2%)	1,029人
(3)	270人 (26.2%)	正解 596人 (57.9%)	161人 (15.7%)	2人 (0.2%)	1,029人
(4)	124人 (12.1%)	正解 574人 (55.8%)	326人 (31.7%)	5人 (0.5%)	1,029人
(5)	351人 (34.1%)	正解 313人 (30.4%)	362人 (35.2%)	3人 (0.3%)	1,029人
(6)	146人 (14.2%)	正解 701人 (68.1%)	179人 (17.4%)	3人 (0.3%)	1,029人

合同と相似についての基本的な問題であるが成績は良くない。(1)は比較的出来ているが(3), (4)特に(5)が良くない。記号にまどわされたものすなわち $A \longleftrightarrow A'$, $B \longleftrightarrow B'$ の対応と考えてしまったものがあったように思われるので $\triangle ABC$ と $\triangle PQR$ で出題した方が良かったかと反省している。

B　2　次の（　）内に適当な数又は式を入れなさい。

(1) n 角形の内角の和は（　　　　）であり，外角の和は（　　　　）であるから，正 n 角形の一つの内角は（　　　　）で，一つの外角は（　　　　）である。

(2) 一つの円柱と，一つの円錐があって，円柱の底面の半径は円錐の底面の半径の 2 倍である。又高さは等しいとするとき，円柱の体積は円錐の体積の（　）倍である。

	正解者数	不完全なものの数	無意味なもの又は無答	解答者総数
(1)	252人 (52.9%)	104人 (21.8%)	120人 (25.2%)	476人
(2)	359人 (75.4%)	23人 (4.8%)	94人 (19.8%)	476人

(1)の不完全なものの例として度や$\angle R$のついていないもの或は $180n-360°$ や $2n-4\angle R$ などがかなりあった。しかしそれより全く答えられないものなどが全体の 4 分の 1 程もあることに留意したい。

(2)でも誤答例としての 6 倍，4 倍，$\dfrac{1}{12}$倍などがあった。

A　2　半径がそれぞれ rcm, r′cm の二つの円 O, O′ がある。中心間の距離を O′=dcm とするとき，つぎの(1), (2), (3)の，それぞれの場合における二円の位置関係を右の 5 つの

中からえらび，（　　）内に，イ，ロ，ハ，ニ，ホ，の記号で答えなさい。

(1) r＝5　r′＝4　d＝6（　　　）
(2) r＝6　r′＝2　d＝4（　　　）
(3) r＝4　r′＝3　d＝8（　　　）

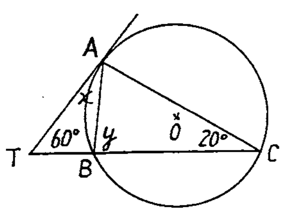
イ　互いに他の外部にある。
ロ　外接する。
ハ　交わる
ニ　内接する。
ホ　一方が他方の内部にある。

	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	無答数	解答者総数
(1)	24人 (2.3%)	29人 (2.8%)	正解 857人 (83.3%)	71人 (6.9%)	46人 (4.5%)	2人 (0 .2)	1,029人
(2)	13人 (1.3%)	29人 (2.8%)	58人 (5.6%)	正解 754人 (73.3%)	173人 (16.8%)	2人 (0.2%)	1,029人
(3)	正解 948人 (92.1%)	22人 (2.1%)	11人 (1.1%)	14人 (1.4%)	32人 (3.1%)	2人 (0.2%)	1,029人

概して出来ているとみられるが，比較的多い誤りは「内接する」と「一方が他方の内部にある」の区別が出来ていないものであった。日常用語と数学用語の差異を注意する必要性を感ずる。

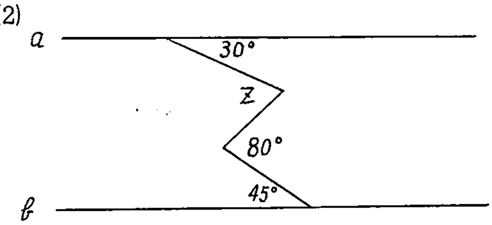
A　4　次の角 x, y, z は何度ですか。

(1)



ATは円Oの接線

(2)



直線 a, b は平行

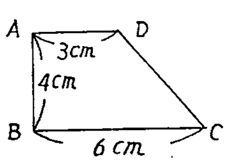
(1)　x＝　　　　y＝　　　　(2)　z＝

	正解者数	誤 答 数	無 答 数	解答者総数
(1) x	754人 (73.3%)	238人 (23.1%)	37人 (3.6%)	1,029人
y	720人 (70.0%)	270人 (26.2%)	39人 (3.8%)	1,029人
(2) z	699人 (67.9%)	299人 (29.1%)	31人 (3.0%)	1,029人

誤答例の主なものとしては x＝25°, 30°　y＝75°, 90°　z＝75°　などであった。この中には計算違いをしたものもあるようであるが，この程度の基本的な知識の活用すらできない生徒がかなり居ることは問題である。

B　6

(1)



左図のような台形ＡＢＣＤを，辺ＡＢを軸として一回転して出来る立体を考える。この立体を軸ＡＢに垂直な平面を平画面として，この平画面上におくとき，この立体の投影図（平面図と立面図）をかきなさい。（縮尺$\frac{1}{2}$でかけ）

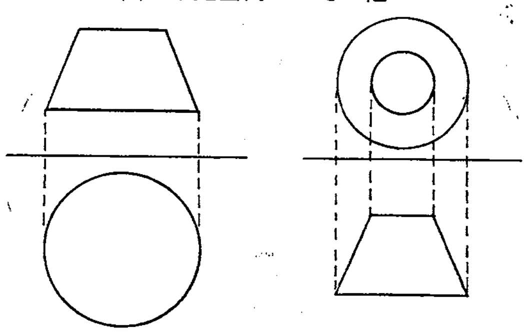
(2)　この立体の体積と表面積を求めなさい。

（立面図）

（平面図）

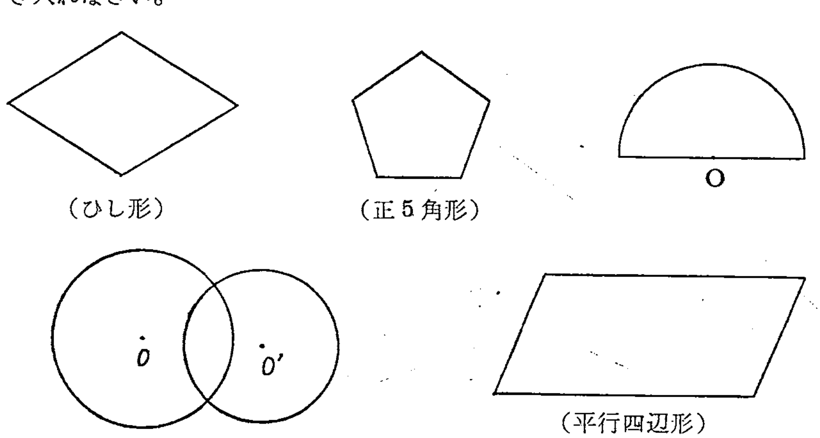
		正解者数	不完全なもの	無意味又は無答	解答者総数
1	投影図	388人 (81.5%)	47人 (9.9%)	41人 (8.6%)	476人
2	体　積	340人 (71.4%)	41人 (8.6%)	95人 (20.0%)	476人
	表面積	171人 (35.9%)	91人 (19.1%)	214人 (45.0%)	476人

1　投影図の不完全例　　その他



上図のように“平面面上におく”とある題意に留意しなかったものや立面図と平面図の位置が反対になったものなどがあった。円すい台の体積は比較的出来ているが表面積は正解者が少く無答に近いものが半数近くある。

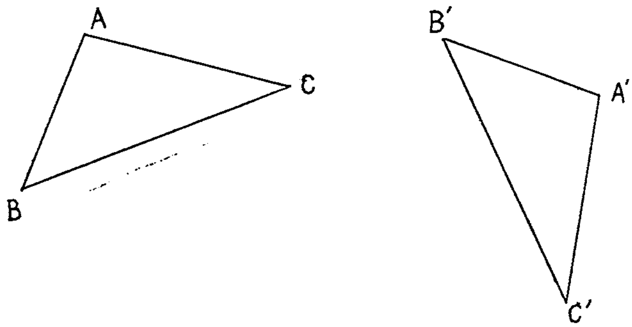
B　5　下図で線対称な図形にはすべての対称軸を，点対称な図形には対称の中心を×印で書き入れなさい。



	正解者数	不完全なもの	誤・無答	総数
(1)	342人 (71.8%)	115人 (24.2%)	19人 (4.0%)	476人
(2)	324人 (68.1%)	115人 (24.2%)	37人 (7.8%)	476人
(3)	413人 (86.8%)	4人 (0.8%)	59人 (12.4%)	476人
(4)	446人 (93.7%)	3人 (0.6%)	27人 (5.7%)	476人
(5)	425人 (89.3%)	3人 (0.6%)	48人 (10.1%)	476人

大体出来ていると見て良いが，中には正五角形，半円などに対称の中心を入れたものや，二円の共通弦を軸に入れたもの，また，平行四辺形に軸を入れたものなど，余分なものを記入した誤りが目立った。

A　3　図のように合同な三角形 ABC と三角形 A′B′C′ が与えられているとき，平面上の適当な一点を回転の中心として移動し，これを重ね合わせることが出来るか，出来るならば中心を求めよ。



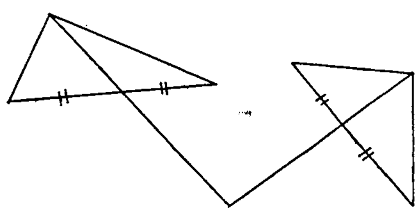
正解者数	不完全なもの	無意味又は無答のもの	解答者総数
453人 (44.0%)	196人 (19.1%)	380人 (36.9%)	1,029人

誤答例

(イ) 中心の求め方を知っている様ではあるが。それを適確に表現していないものが多い。

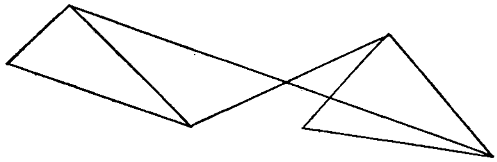
(ロ) 出来ないとしたものも，10%近くいる。

(ハ)



対応する中線の交点。

(ニ)



適当な頂点を結ぶ2直線の交点。

A　5　△ABC に於て，∠A＝∠R のとき $BC^2=AB^2+AC^2$ である（定理）

1　仮定と結論を書きなさい。

仮　定

結　論

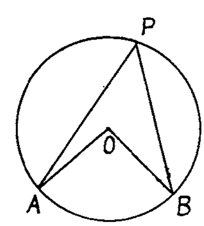
2　上の定理の逆をかき，それが成立するかどうかを答えなさい。（証明はしなくてもよい）

	正解者数	不完全なもの	無意味・無答	解答者総数
1	388人 (37.7%)	410人 (39.8%)	231人 (22.5%)	1,029人
2	522人 (50.7%)	185人 (18.0%)	322人 (31.3%)	1,029人

1で仮定に「△ABCにおいて」を書かなかった者が多い。当然のこととしてあげなくてもよいという風に考えているものがかなりあるように思える。理解していることの正確な表現の指導に反省させられる点があるように思う。このような程度の不完全さは一応別としても，仮定と結論に分けることも出来ないものが23%程度もいることは重大なことではなかろうか。

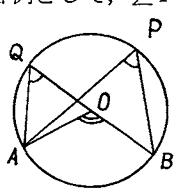
2では逆を書かずに裏や対偶を書いたものが多い。「逆をかくこと」と「成立するかどうか」の集計を区別した方がよかったと反省しているが，不完全なものの中には逆をかきながら成立しないとしたものもあった。

B　4　右の図に於て，$\angle APB=\frac{1}{2}\angle AOB$ であることを証明しなさい。



正解答者	不完全なものの数	無意味なもの又は無答	解答者総数
302人 (63.4%)	97人 (20.4%)	77人 (16.2%)	476人

誤答例として，$\angle P=\angle Q=\frac{1}{2}\angle O$ として円周角が一定であることを既知のこととして使っているものがかなり（54人）あった。これはこの命題が証明された上で出てくることであるから，これはいけない。このような誤謬は生徒のしばしばおちいる処でもある。



以上の論証についての二問を通して考えられることは，論証，証明の何であるかさえ理解していない程度のものがかなりいる実状であるということ゛また一応理解していても正確に表現することのできないものもかなりいるということは大いに反省させられる。

結果の検討とその反省

資料を集計して見て気の付いたことを，次の4点にまとめてみた。

1 用語というものに対する認識が浅く，その知識も乏しく曖昧で，そのために使い方がでたらめである。

用語には定義が必要であることすら知らず，また知っていても，知っているかぎりの性質をあげて，その語のことを出来るだけくわしく説明すれば良い，と考えたり，逆を書け，と言うのに裏や対偶をかくとか，“内接する”と“円の内部にある”との区別が出来ないとか，数学用語をごく常識的にしか理解していないと疑えるし，垂線の足や直線に，長さがあるかの様に書いたりするのは，定義されたものが，どんな図形であるか，を意識していない証拠であると思う。

2 論理的な思考をする力や習慣がない。

命題の仮定と結論を分けることの出来ない生徒が20%もいるのは驚くべき事である。さらに回転の中心を求める問題で，作図の条件（垂直二等分線らしきものを書いてはいるが，線分の中点を通っていることや垂直であること）を明示しないままで平気であったり，B4の証明の所で正解の中に入ったものの中でも，筋の通った文章をかくことが出来なかったり，“円周角が中心角の$\frac{1}{2}$である”ことを証明するのに，このことを示さないと出て来ない“同じ弧の上に立つ円周角は相等しい”を用いたりした幾何の体系の筋書きを知らないものが居ること等に現われている。毎日の授業の中でも，逆証をやって平気でいるもの，等式の証明の所で，まだ等しいことのわかっていない等式を，等式のまま変形していくもの，条件の否定は“でない”さえつければそれで良いと考えているもの，ある場合に成立して，ある場合に成立しない命題があるとき，その命題が正しいか正しくないか判断出来ないものが多いこと等から初めに予想した通りであった。

3 図形の基本的性質の知識が乏しい。

内心，外心の性質を知らないものが20〜30%，多角形の内角，外角に関する定理を知らないものが約¼，A6の三角形の合同定理，相似定理のちょっとした応用の正答率の低さ，A4の円の接線の定理の応用の出来ないものが26〜29%，等がそのことをはっきり表わしている。又ある程度知っていても，理解しないままに，丸暗記しているということが知識のあいまいさにはっきり現われている。

4 計算力が極めて弱い。

A4等の簡単な加減計算さえ違っているし，ましてB6の求積に至っては酷い結果が出ている。

私達の主張は初等幾何の適当な部分を少なくとも一つの単元として，体系的に導入してほしい，ということなどであるが，現在の時点に於ても，この様な現状をふまえて，初等幾何と関連のある所では，もらさず復習することは勿論，次の様なことに十分留意して毎日の授業に臨みたいと考えている。

用語の概念を単に常識的なものから数学的なものに高める第一段階として，正確に定義をのべることを要求し，日常用語と数学用語との差を明確に区別し比較させる。

答案の作り方の指導，数学独特の表現の仕方になれさせる。

仮定と結論をはっきり分ける習慣を身につけさせる。

無定義用語――――定義
公理――――――――――定理

なる数学の体系をはっきり意識させ，定義は出来るだけ簡単な方が，公理は出来るだけ少ない方がよいことを理解させる。

単元が終った後，その単元は，どんな仮定から出発して，どんな筋書きで発展しているか，換言すれば，その単元の構造がどうなっているのかを反省する習慣をつける。

答がきれいになる問題ばかりではなく，やや煩雑な計算を要するものを増やす。

高校においての幾何の学習が現状でよいかどうかの反省の一助として試みたこのテストの結果が考えねばならない多くのことを指摘してくれたと思う。中学校の段階で修得しなければならない内容は実状では甚だ不消化のままであり基本的な知識考え方すら満足できる成果が上っていない。定義から出発し，公理を立て新しい定理を証明してゆく論証はなる程，代数的教材でも出来ることではあるが，図形的直観に支えられた演繹の訓練に幾何教育が寄与するところもまた閑却してならない点であろうと思われる。そして現代化に即応した新しい幾何教育の展開が必要であることも論をまたない処であり，既にバーコフの公理などに基いた幾何の改造案なども諸外国で試みられているようである。我々としても現状にあった高校での新しい幾何がどうあるべきかについて，今後研究を進めねばならない時機に来ているのではないかと思う。大きな課題ではあるがそうした目的に向って，今後地道に実証的な研究を積み重ねて行きたいと思う。大方の御批判と御指導をお願いする次第です。

本校での調査のほかに調査結果をお寄せ下さった学校名

新潟県立羽茂高等学校
石川県立金沢桜丘高等学校
石川県立高浜高等学校
福井県立藤島高等学校
福井県立福井農林高等学校