ま　え　が　き

「高校教育研究」第12号を刊行するに当り，過去1カ年間を振り返ってみるに，本校の教官達は，普通高校教育の責任を果し乍ら，一方には年数回の教育実習生の指導に当り，他方においては，それぞれの教科についての個人研究と研究部による「高校教育全般」についての綜合研究にも絶えざる努力をつづけてきたのである。

本号では，之等の個人研究と研究部の綜合研究の中から，今日迄に一応まとまりのついたものを集録して，玆に刊行したのである。

我国の高校教育は，現在改訂「学習指導要領」の実施を目前に控え，それへの移行期に当っているが，この改訂「学習指導要領」については，今後絶えず検討を加えてゆくことが必要である。本号においても，1，2の教科がこの問題をとりあげているのは当然のことと云うべきである。

次に現下の高校生は，特に3学年においては進学と就職との為に大きく揺れ動かされている事は事実である。この現実の中にあって，高校教育の理想を如何に実現せしめるか，又全人教育を如何に効果的に行なうかは，大なる課題である。従ってわれわれは，各教科の基礎的研究や能率的学習方法の研究等と共に，生活指導の強化についても一層の研究と指導とがなさるべきである。

本校においては，その重要性を充分に認め，絶えざる研究と指導とに努力しているのであるが，本号にはそれ等の結果を発表するには至らなかったのである。ただ高校において兎角軽視され勝ちになっている。生命尊重の問題一健康管理と健康指導の面に関連する一問題が本号において発表されているが，この調査研究の結果は直ちに生徒の生活指導に直結する問題である。

尚本号の研究部発表の「中学校・高等学校を通じての学業成績の変化について」の調査研究は，付属中学校の協力のみならず，金沢市内の公立中学校並びに高等学校の協力のもとに行なわれたものであって，この機会に之等の協力された各校に対し感謝の意を表しておきたい。玆に本校のささやかなる研究の結果を発表し，高校教育関係者各位の御叱正を乞う次第である。

昭和36年1月27日

校長　村　上　賢　三

中学校・高等学校を通じての
学業成績の変化について

（本研究は昭和35年度文部省科学研究助成交付によるものである）

金沢大学教育学部付属高等学校
研　　究　　部

出石　隆　鏑木光朗　玉鉾良三
米谷数子　中原吉晴　能崎克己
竹内　昭　亀田富子

概　　要

小学校に児童が入学してから，中学・高校を通じて，学業成績はどのように変化するものであろうか，常識的に考えるなら，小学校の頃，よくできる子供は将来もよくできるのが普通である。然し事実は必ずしもそうでない。その状態はどのようなものであろうか。それについて若干なりとも解答を得られればと思い，本調査を行った。本年は特に中学・高校を通じてのものについて検討する事にした。

更にまた，これと関連して本校が付属学校という特殊な立場にある関係上，付属小学校，付属中学校出身者と，普通中学出身者が高校でそれぞれどの様な成績の変化をしているだろうかという点をも検討することにした。

以上の二つの目的のために，二つの部にわけて述べる。

○第一部は進学した高校別による学業成績の変化である。

中学としては金沢市内の一般中学の代表と思われるA校をえらんだ（色々の関係で学校名は仮称にしておく）

そのA校より，普通高校の代表と思われるB校
　　　　　　　実業高校の　　〃　　C校
　　　　　　　私立高校の　　〃　　D校

の三校に進学したものが中学入学以来高校卒業までにどのような成績変化をなしたかを調査した。このA，B，C，D校より多大の御協力，御援助を戴いてこの調査はなし得たものである。

○第二部は出身中学別による学業成績の変化である。

本校入学者は大別して，付中出身者（小学校も付小出身者），付中出身者（小学校は一般小学校），金沢市内中学出身者，県内中学出身者（金沢市を除く石川県内の中学出身者の意味），県外中学出身者（主として富山県，福井県）の五つに分けられるが，それぞれの出身者が高校時代にどのような成績変化があったかを調査した。それらの者の同じ中学出身者は付中を除いて各校とも僅かであり，生徒の中学に於ける成績の比較は学校差などがあり困難であり，また殆んど全員中学時代優秀な成績をおさめている関係で，高校に於ける変化のみを調査した。

第一部　進学した高校別による学業成績の変化

金沢市内の中学で代表と思われるA中学の昭和33年3月卒業の生徒の中から

B　普通高校（男子　53名，女子　32名，計　85名）

C　実業高校（男子　26名，女子　15名，計　41名）

D　私立高校（全員女子　21名）

に進学した者（男子　79名，女子　68名，計　147名）を調査対象とした。

各校に於いて，生徒個々の成績は極秘書類の関係で，10段階に順位をつけた成績を戴いた。例えば，A中学からB高校へ進学した者のみについて，中学時代の成績を10段階に大体等分して順位をつけて戴き，またB高校に於いてもそれらの者についてのみ10段階に大体等分して順位をつけて戴いた。

それらの成績をまとめると次の様になる。

ここで中学一年，高校一年のときの成績は第一学期末の成績であり

中学三年，高校三年のときの成績は第三学期末の成績である。

中学一年のとき成績が1のもの

		B 普通高校 男7 女4 (11名)			C 実業高校 男0 女4 (4名)			D 私立高校 (女 2名)			総計 男7 女10 (17名)		
		男	女	計	男	女	計	男	女	計	男	女	計
中学三年のときの成績	1	3		3		1	1		1	1	3	2	5
	2	2	2	4		1	1				2	3	5
	3	1		1		1	1				1	1	2
	4		2	2		1	1					3	3
	5								1	1		1	1
	6	1		1							1		1
	7												
	8												
	9												
	10												
高校一年のときの成績	1	2	1	3		1	1				2	2	4
	2	2		2		1	1		1	1	2	2	4
	3	1	1	2					1	1	1	2	3
	4												
	5					2	2					2	2
	6	2	1	3							2	1	3
	7												
	8												
	9		1	1								1	1
	10												
高校三年のときの成績	1	1	2	3		1	1				1	3	4
	2	2		2		1	1				2	1	3
	3	2		2		2	2		1	1	2	3	5
	4		1	1								1	1
	5	2		2							2		2
	6								1	1		1	1
	7		1	1								1	1
	8												
	9												
	10												

中学一年のとき成績が2のもの

		B 普通高校 男5 女4 (9名)			C 実業高校 男3 女2 (5名)			D 私立高校 (女 2名)			総計 男8 女8 (16名)		
		男	女	計	男	女	計	男	女	計	男	女	計
中学三年のときの成績	1		1	1	1		1				1	1	2
	2					1	1		1	1		2	2
	3	2	1	3		1	1		1	1	2	3	5
	4	1		1	1		1				2		2
	5	1	1	2							1	1	2
	6				1		1				1		1
	7												
	8												
	9	1	1	2							1	1	2
	10												
高校一年のときの成績	1	1		1	1		1		1	1	2	1	3
	2	1		1		2	2				1	2	3
	3				1		1				1		1
	4	2	1	3							2	1	3
	5	1		1	1		1		1	1	2	1	3
	6												
	7		2	2								2	2
	8												
	9		1	1								1	1
	10												
高校三年のときの成績	1	2		2		1	1				2	1	3
	2	1	1	2							1	1	2
	3		1	1		1	1					2	2
	4				1		1		2	2	1	2	3
	5	1		1							1		1
	6		1	1	2		2				2	1	3
	7	1		1							1		1
	8												
	9												
	10		1	1								1	1

中学一年のとき成績が3のもの

		B 普通高校 男5 女4 (9名)			C 実業高校 男3 女1 (4名)			D 私立高校 (女 3名)			総計 男8 女8 (16名)		
		男	女	計	男	女	計	男	女	計	男	女	計
中学三年のときの成績	1								1	1		1	1
	2	1		1							1		1
	3	2		2	1	1	2		1	1	3	2	5
	4		1	1					1	1		2	2
	5	1	1	2							1	1	2
	6												
	7				1		1				1		1
	8	1	2	3							1	2	3
	9				1		1				1		1
	10												
高校一年のときの成績	1	3		3	1		1		1	1	4	1	5
	2	1		1		1	1				1	1	2
	3		1	1								1	1
	4		1	1					1	1		2	2
	5	1	1	2					1	1	1	2	3
	6												
	7				2		2				2		2
	8		1	1								1	1
	9												
	10												
高校三年のときの成績	1	1		1					2	2	1	2	3
	2				1	1	2				1	1	2
	3	2		2							2		2
	4	1	1	2							1	1	2
	5												
	6		2	2	1		1				1	2	3
	7												
	8												
	9	1		1	1		1		1	1	2	1	3
	10		1	1								1	1

中学一年のとき成績が4のもの

		B 普通高校 男4 女4 (8名)			C 実業高校 男1 女4 (5名)			D 私立高校 (女 2名)			総計 男5 女10 (15名)		
		男	女	計	男	女	計	男	女	計	男	女	計
中学三年のときの成績	1	1		1		1	1				1	1	2
	2	1	1	2		1	1		1	1	1	3	4
	3	1		1							1		1
	4	1		1		1	1				1	1	2
	5												
	6		2	2		1	1		1	1		4	4
	7		1	1								1	1
	8				1		1				1		1
	9												
	10												
高校一年のときの成績	1		1	1		1	1					2	2
	2												
	3	3		3	1		1		1	1	4	1	5
	4					1	1					1	1
	5												
	6	1		1							1		1
	7		1	1		1	1					2	2
	8		1	1								1	1
	9					1	1		1	1		2	2
	10		1	1								1	1
高校三年のときの成績	1					2	2					2	2
	2	1		1					1	1	1	1	2
	3												
	4		1	1		1	1					2	2
	5	1		1		1	1		1	1	1	2	3
	6												
	7	1		1							1		1
	8				1		1				1		1
	9		1	1								1	1
	10	1	2	3							1	2	3

中学一年のとき成績が5のもの

		B 普通高校 男6 女4 (10名)			C 実業高校 男2 女2 (4名)			D 私立高校 (女 2名)			総計 男8 女8 (16名)		
		男	女	計	男	女	計	男	女	計	男	女	計
中学三年のときの成績	1												
	2				1		1				1		1
	3		1	1								1	1
	4	1		1					1	1	1	1	2
	5	1		1		1	1		1	1	1	2	3
	6					1	1					1	1
	7	1	1	2	1		1				2	1	3
	8		1	1								1	1
	9	2		2							2		2
	10	1	1	2							1	1	2
高校一年のときの成績	1												
	2				1		1				1		1
	3	2		2							2		2
	4	1		1		1	1		1	1	1	2	3
	5		1	1	1		1				1	1	2
	6		1	1					1	1		2	2
	7	1		1							1		1
	8	1	1	2		1	1				1	2	3
	9	1	1	2							1	1	2
	10												
高校三年のときの成績	1												
	2	1		1							1		1
	3	1		1		1	1		1	1	1	2	3
	4												
	5	1		1	1	1	2				2	1	3
	6		2	2								2	2
	7	1		1	1		1		1	1	2	1	3
	8	1		1							1		1
	9	1		1							1		1
	10		2	2								2	2

中学一年のとき成績が6のもの

		B 普通高校 男3 女4 (7名)			C 実業高校 男3 女1 (4名)			D 私立高校 (女 3名)			総計 男6 女8 (14名)		
		男	女	計	男	女	計	男	女	計	男	女	計
中学三年のときの成績	1												
	2												
	3					1	1					1	1
	4												
	5								1	1		1	1
	6		2	2					1	1		3	3
	7												
	8	2	1	3	1		1		1	1	3	2	5
	9	1		1	2		2				3		3
	10		1	1								1	1
高校一年のときの成績	1												
	2								1	1		1	1
	3												
	4		2	2								2	2
	5												
	6		1	1	2	1	3		1	1	2	3	5
	7	2		2							2		2
	8		1	1								1	1
	9	1		1					1	1	1	1	2
	10				1		1				1		1
高校三年のときの成績	1												
	2		1	1		1	1					2	2
	3								1	1		1	1
	4												
	5	1		1					1	1	1	1	2
	6		1	1								1	1
	7	1	1	2							1	1	2
	8	1		1							1		1
	9				1		1				1		1
	10		1	1	2		2		1	1	2	2	4

中学一年のとき成績が7のもの

		B 普通高校 男4 女2 (6名)			C 実業高校 男3 女0 (3名)			D 私立高校 (女 2名)			総計 男7 女4 (11名)		
		男	女	計	男	女	計	男	女	計	男	女	計
中学三年のときの成績	1												
	2												
	3												
	4	1		1							1		1
	5				2		2				2		2
	6	1		1							1		1
	7	1	1	2	1		1		2	2	2	3	5
	8												
	9	1	1	2							1	1	2
	10												
高校一年のときの成績	1	1		1							1		1
	2												
	3	1		1	1		1				2		2
	4		1	1								1	1
	5												
	6												
	7	1		1					2	2	1	2	3
	8	1		1	1		1				2		2
	9		1	1	1		1				1	1	2
	10												
高校三年のときの成績	1												
	2		1	1								1	1
	3												
	4	2		2	1		1				3		3
	5				2		2		1	1	2	1	3
	6	2		2							2		2
	7								1	1		1	1
	8												
	9												
	10		1	1								1	1

中学一年のとき成績が８のもの

		B 普通高校 男9 女1 (10名)			C 実業高校 男4 女1 (5名)			D 私立高校 (女 2名)			総計 男13 女4 (17名)		
		男	女	計	男	女	計	男	女	計	男	女	計
中学三年のときの成績	1												
	2	1		1							1		1
	3												
	4	1		1		1	1				1	1	2
	5	1		1	1		1				2		2
	6	2		2	1		1		1	1	3	1	4
	7				1		1				1		1
	8								1	1		1	1
	9	1	1	2							1	1	2
	10	3		3	1		1				4		4
高校一年のときの成績	1												
	2	2		2							2		2
	3	1		1							1		1
	4				2		2				2		2
	5	1		1							1		1
	6	2		2							2		2
	7	2		2							2		2
	8				1		1		2	2	1	2	3
	9	1	1	2		1	1				1	2	3
	10				1		1				1		1
高校三年のときの成績	1												
	2				1		1				1		1
	3	2		2							2		2
	4	1		1		1	1				1	1	2
	5												
	6	1		1	1		1				2		2
	7	1		1	1		1				2		2
	8				1		1		2	2	1	2	3
	9	4		4							4		4
	10		1	1								1	1

中学一年のとき成績が9のもの

		B 普通高校 男5 女3 (8名)			C 実業高校 (男 4名)			D 私立高校 (女 2名)			総計 男9 女5 (14名)		
		男	女	計	男	女	計	男	女	計	男	女	計
中学三年のときの成績	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
	6	1		1							1		1
	7								1	1		1	1
	8		1	1	2		2				2	1	3
	9	1	1	2	1		1		1	1	2	2	4
	10	3	1	4	1		1				4	1	5
高校一年のときの成績	1												
	2	1		1							1		1
	3	1		1							1		1
	4												
	5												
	6								1	1		1	1
	7	1	2	3							1	2	3
	8				1		1				1		1
	9				1		1				1		1
	10	2	1	3	2		2		1	1	4	2	6
高校三年のときの成績	1												
	2												
	3												
	4												
	5	1	1	2							1	1	2
	6	1		1					1	1	1	1	2
	7												
	8	1	1	2	1		1				2	1	3
	9				2		2		1	1	2	1	3
	10	2	1	3	1		1				3	1	4

中学一年のとき成績が10のもの

		B 普通高校 男5 女2 (7名)			C 実業高校 (男 3名)			D 私立高校 (女 1名)			総計 男8 女3 (11名)		
		男	女	計	男	女	計	男	女	計	男	女	計
中学三年のときの成績	1		1	1								1	1
	2												
	3												
	4												
	5				1		1				1		1
	6												
	7	3		3	1		1				4		4
	8	1		1							1		1
	9												
	10	1	1	2	1		1		1	1	2	2	4
高校一年のときの成績	1												
	2												
	3												
	4	1		1							1		1
	5	2	1	3	1		1				3	1	4
	6				1		1				1		1
	7	2		2	1		1				3		3
	8												
	9		1	1								1	1
	10								1	1		1	1
高校三年のときの成績	1												
	2												
	3	1		1							1		1
	4	1		1							1		1
	5												
	6												
	7				1		1				1		1
	8	1	1	2							1	1	2
	9		1	1	1		1				1	1	2
	10	2		2	1		1		1	1	3	1	4

上のデーターより学業成績の全体としての関係を検討してみる。
そのため Spearman の順位相関係数を用いた。
即ち

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^{n} (x_i - y_i)^2}{n(n^2-1)}$$

例えば中学1年のときの男子の成績について考えると

成　績	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
人　数	7	8	8	5	8	6	7	13	9	8

成績1の者が7人いるから $\frac{1}{7}(1+2+3+\cdots\cdots+7)=\ 4$ を各々の順位とする

成績2の者が8人いるから $\frac{1}{8}(8+9+10+\cdots\cdots+15)=11.5$ を各々の順位とする

………………………………

………………………………

成績10の者が8人いるから $\frac{1}{8}(72+73+74+\cdots\cdots+79)=\ 75$ を各々の順位とする

これらの順位が x_i である n は生徒数 79を示す。
各人の中学1年のときの成績 x_i, 中学3年のときの成績 y_i を求めそれらにより ρ を計算すると

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^{79} (x_i - y_i)^2}{n(n^2-1)} = 0.5646$$

以上の如き計算によって中学1年の成績の次のものに対する順位相関係数を求めると

	中学3年の成績に対して	高校1年の成績に対して	高校3年の成績に対して
男　　子	0.5646	0.4779	0.5169
女　　子	0.5850	0.5017	0.4928
男　　女	0.6245	0.4761	0.4965

この順位相関係数からわかるように，中学三年の成績に対して強い相関度があることは当然であるが，男子の場合高校一年の成績より，高校三年の成績に対しての方が相関度が強くなっている。これは面白い現象であって後にも述べるが例えば中学一年の時に非常によい成績をとっている者は高校一年くらいの時若干成績が下がっても，三年末にはまたとりかえしてくるというような様子が見られる。成績が悪い者についてはその逆の傾向となる。

また，中学三年の成績と高校一年の成績，あるいは中学三年の成績と高校三年の成績の間の順位相関係数は求めてないが，これは，上の相関係数よりもつと相関度の強いものと思われる。それは上の表からも推測されることで，学業成績の変化は中学一年と中学三年の間で最も大きな変化をなしている。中学三年末から高校三年末にかけては大した変化はないと考えられる。その一番大きい変化のときの相関係数でさえ 0.5 を越えるものである。

更にまた，もとの表から考えると中学一年のとき成績が第1段階の生徒は特別の生徒を除いては高校三年のとき大体中以上のところにある。

また中学一年のとき成績が第10段階の者は，中学三年高校一年のとき一時中位まで進歩す

るが高校三年のときになつて，やはり大体末席の方にかたまってきている。

また中学一年のとき２，３，段階に属するものは高校三年のときの分布は広いが上位に進出する者が多い。

なお，高校三年の成績を基準としてながめてみると

高校三年のとき成績第１段階の生徒12名は中学一年のとき

成　績	1	2	3	4
人　数	4	3	3	2

即ち悪くても中学一年のとき第４段階までの生徒である。また中学三年，高校一年のとき第５段階，第６段階に一時下ることがあっても，高校三年のときにとりかえしている。

高校三年のとき成績が第10段階の生徒21名は中学１年のとき

成　績	2	3	4	5	6	7	8	9	10
人　数	1	1	3	2	4	1	1	4	4

即ち中学一年のときから悪い者の他に成績が中位の者が高校三年末に最下位に落ちる者が多い。これは特に女子の場合が大半である。なお，それらの大きく下がる者は中学三年のとき既に下がっており，中学三年と高校三年とでは大差はないようである。

第二部　出身中学別による学業成績の変化について

先ず卒業生３ケ年について，資料の全部そろっているもの 355名について調べた。（便宜上年度の古い方から９回生，10回生，11回生と呼ぶことにする）

第１学年（第１学期末，学年），第２学年（学年末），第３学年（最初の実力テスト，最後の実力テスト）の成績を用いた。

これらの方法は昨年度「生徒会活動の学業成績に及ぼす影響について」（高校教育研究第11号参照）のとき行ったと同様な方法による。即ち

㈠　過去における調査で入学試験の時の成績と入学後の成績には大分差がある事がわかっており，また入学試験の結果は同一条件の下に生徒が教育を受けていないという事からして，最初の基準を第１学年第１学期末でグループに分けた。なお１年の１学期においては，まだ入部した影響はあまりないという観点からでもある。

㈡　学年末などの成績は各生徒の全科目の平均点をとった。しかし，１年のとき，２年のときと学年に応じて学年全体の成績にも変動がある故，各学年における平均，標準偏差を求めて標準偏差値に換算した。

即ち　$\dfrac{10(x_i-M)}{\sigma}+50$　M:平均　σ:標準偏差

㈢　第３学年では生徒が入学試験課目のみに全力をあげる関係で，学年末の成績では実体を示すのに不十分なので，実力テストの成績のうち，１学期に行う最初のものと３学期の最後のもの（在校生の３学年についてのみ９月のもの）とをとりだした。

本校の実力テストは４月の最初のものは英語，数学，国語の三科目であり，最後のものは理科，社会も含めたものである。

それを同一にみるためにはその間の関係を明確にしておかねばならない。

第10回生（ 104名）についてのみ考えるとき，その終り頃の実力テストについて英，数，国

の場合と，理科，社会を含めた成績との相関係数を求めると 0.836である。非常に強い相関がある。これが第10回生だけでなく母集団における相関係数が例えば0.80であるという仮定がなされるかどうか，実際にこれを検討してみると差支えないことがわかる。即ちこれらの成績の間には正規相関があるものと考えられるから

$$n=104,\qquad \rho=0.80,\qquad \gamma=0.836$$

$$z=\frac{1}{2}\log_e\frac{1+\gamma}{1-\gamma}=\frac{1}{2}\log_e\frac{1.836}{0.164}=1.2077$$

$$\zeta=\frac{1}{2}\log_e\frac{1+\rho}{1-\rho}=\frac{1}{2}\log_e\frac{1.8}{0.2}=1.0986$$

$$\sqrt{n-3}=\sqrt{104-3}=\sqrt{101}=10.0499$$

$$P\{|z|>|1.0986-1.2077|\times 10.0499\}=P\{|z|>0.1096\}$$

$$=\frac{2}{\sqrt{2\pi}}\int_{0.1096}^{+\infty}e^{-\frac{t^2}{2}}dt>0.9$$

故に $\rho=0.80$ なる仮設は確かである。

全員の成績をまとめるとつぎのようになる。

ここで ① 付中（小学校は付小）出身者　② 付中（小学校は一般小学校）

③ 金沢市内中学出身者　④ 県内中学出身者　⑤ 県中学出身者

男　子

		一年始	一年末	二年末	三年始	三年末
① 66名	平均	45.9	48.3	47.3	47.3	47.5
	標準偏差	11.0	11.1	10.8	10.4	10.6
② 81名	平均	49.7	52.7	49.2	52.2	49.2
	標準偏差	9.7	10.5	10.9	12.7	11.6
③ 74名	平均	48.0	51.5	51.6	49.5	50.9
	標準偏差	8.75	9.5	8.1	10.6	9.5
④ 37名	平均	50.0	53.8	52.38	50.7	51.13
	標準偏差	8.6	8.4	7.9	9.0	8.7
⑤ 20名	平均	55.3	57.1	54.5	60.4	54.4
	標準偏差	8.0	7.9	9.1	12.6	10.2
全員 278名	平均	48.8	51.8	50.0	50.7	49.8
	標準偏差	9.74	10.28	9.91	11.7	10.5

女　子

		一年始	一年末	二年末	三年始	三年末
①	平均	47.7	49.0	47.9	45.1	46.6
28名	標準偏差	10.4	10.7	9.6	11.0	10.1
②	平均	48.0	52.6	52.7	50.0	51.1
26名	標準偏差	10.9	11.7	10.5	9.7	9.6
③	平均	49.6	54.2	52.4	47.8	51.0
13名	標準偏差	7.25	5.46	5.9	4.36	5.6
④	平均	46.0	52.3	52.1	46.8	47.0
8名	標準偏差	10.6	6.3	9.4	6.8	9.3
⑤	平均	52.0	59.5	57.5	56.5	52.5
2名	標準偏差	5.7	9.5	1.5	0.25	1.25
全員	平均	48.0	51.8	50.9	47.7	48.0
77名	標準偏差	10.1	10.2	9.20	9.5	9.2

男女全員

		一年始	一年末	二年末	三年始	三年末
①	平均	46.4	48.6	47.5	46.6	47.3
94名	標準偏差	10.9	10.9	10.5	10.6	10.4
②	平均	49.4	52.7	50.2	51.4	49.7
107名	標準偏差	10.0	10.8	10.8	12.1	11.2
③	平均	48.9	51.9	51.7	49.3	50.9
87名	標準偏差	8.74	9.24	7.9	10.0	9.1
④	平均	49.9	53.5	52.3	50.0	50.4
45名	標準偏差	9.1	8.0	8.2	9.1	8.7
⑤	平均	55.0	57.3	54.8	60.0	54.2
22名	標準偏差	7.9	8.1	8.7	7.5	9.72
全員	平均	48.6	51.8	50.4	50.0	49.7
355名	標準偏差	9.83	10.27	8.90	10.0	10.1

上の表から，各出身中学別による各グループの成績が一般にくらべて著しくかけはなれているかどうかを検定してみよう。

例えば①付中（小学校は付小）出身者の一年始について示そう。

全員の成績は48.6を平均とし，9.83を標準偏差として正規分布をなしていると考えられる。

従つて成績Xの元確率法則は

$$p(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\times 9.83}e^{-\frac{(x-48.6)^2}{2\times 9.83^2}}$$

また，人数94名の①のグループの者の平均 $\bar{x}$ の従うべき元確率法則は

$$p(\bar{x})=\frac{\sqrt{94}}{\sqrt{2\pi}\times 9.83}e^{-\frac{94(\bar{x}-48,6)^2}{2\times 9,83^2}}$$

である。　さて　$u=\dfrac{48.6-\bar{x}}{\dfrac{9.83}{\sqrt{94}}}$　とおけば

$$P\{48.6-\bar{x}\geqq 48.646.4\}=P\{u\geqq 2.17\}$$

$$=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{2.17}^{\infty}e^{-\frac{u^2}{2}}du=0.5-\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{0}^{2.17}e^{-\frac{u^2}{2}}du=0.5-0.48500$$

$$=0.01500$$

以上の如き，Pの計算をすべての場合について行えばつぎのようになる

なお，男女別々のものを計算すれば面白いのであるが，別々にしたときは各グループにおける成績は正規分布をなしていると考えられない関係けら行わなかった。

	一年始	一年末	二年始	三年始	三年末
①	0.01500	0.00126	0.00079	0.00048	0.01072
②	0.20045	0.18144	0.41905	0.07353	0.50000
③	0.38974	0.46017	0.08691	0.25785	0.13350
④	0.18673	0.13350	0.07636	0.50000	0.31918
⑤	0.00114	0.00604	0.01017	0.00001	0.01831

このことからみると，①付中（小学校は付小）出身者と　⑤県外出身者とに有意差がみとめられる。即ち　①の者は入学当初より他の者にくらべ成績が下にある者が多く，上級に進むにつれて益々悪くなっている。然し三年の卒業時になり大学受験の頃はかなり追いついてはくるがやはり差を認められる。

⑤の者は入学当初より成績の良い者が多いが，上級に進むにつれて若干成績がさがってきている。然し三年末になってもやはり差は認められる。他の②③④の者については先ず有意差は認められない。

次に前の成績についてみると，男子では各学年とも⑤が最もよく，つぎが④で③，②はどちらがよいとは判定出来ない。①が最も悪い。ただ三年始の成績については他学年と比べて異なった点が多いのは，既に生徒が受験勉強の方に主力をおき，学校の成績では正確さがきせないためと思われる。

女子は人数が少ない関係ではっきりとした事はつかめぬが，男子の場合と異って④が悪い。

なお，常識的に郡部出身者は入学後のびてくると思われているが，この表からはそれは認められない。郡部出身者も個々の差があり，のびる者もあれば，のびない者もいる。また大体①，②の者は標準偏差からみると分布が大きいと思われる。

改訂路線を追う若干の学習

—— 社会科の編成という観点から ——

綿　谷　勝　以

序　改訂進動と現場振動

健康や素行については，家庭や社会との連帯責任を認める立場にあるひとびとであっても，こといやしくも学習となると，ほとんどもっぱら学校にまかせきるというのが通例である。まさに学習指導こそ学校教育の中核的な領域であるといっても過言ではない。しかるに，かかる信頼を受け重責を担うべき現場にある者に，果してそれだけの自信ありや否や。努力の割に不安の解消せざる実状をまず訴えざるを得まい。それは新教育発足以来すなわち社会科誕生このかた，あまりにもあわただしく改訂また改訂と進動してきたために，現場ではじつくりそれを受けとめて消化し吸収するひまが無さすぎたことである。血みどろの実践記録をまとめあげたり，真に利用に価する資料を生みだすといういとまが無かったことである。改訂のあるたびに憂となるのはいたずらなる現場の振動であり，振動がひきおこす混乱であり，混乱が招く不安と自信喪失である。ひとり不肖の罪ならば幸いである。

いま，ここで改訂進動に伴なう現場振動の実態に関し，詳細に記録しようとするがごとき愚図は毛頭無い。しかし，もし開き直って“社会科とは何か”，“社会科が人間形成に寄与する領域如何”と聞かれた場合，いまだに案外不統一な解答をしか得られないのではなかろうかという警告にはふれておきたい。また，ことさらに社会科を難解なものとすること，ないしは教育諸問題のシワ寄せ点を社会科により多く求めようとするがごとき底意が，万一ことごとの改訂進動に含蓄ありとせば，それに伴なう現場振動はいよいよますます深刻化せざるを得ないことも看過すべきではないと思う。

朝に夕に現場振動にもみぬかれ，はたして改訂進動の路線を追いかけているのか，それとも追われているままなのか，適確な表現の術もなき筆者輩には，錯綜複雑な気持は容易に去ろうとせず，内攻とジグザグ軌道の廻転を繰り返すのみである。他方，世間では，いささか堂々めぐりを思わせる批判好みの争点行脚がにぎやかに展開されているようである。改訂路線において，動くものと動かざるもの，動いてやまざる本質をもちつつも敢て動くことを肯んぜざるもの，動いていたはずだのにやがて動かざる姿と化したもの，それらの正体は果していかなるものだろうか。あれを思いこれを案じ，焦躁が招く粗雑を覚悟のうえで，以下若干の学習をまとめ，もって社会科実践の荆道打開にひと知れずかなりな関心をいだいていることを明らかにしたい。

由来，社会科実践の荆道打開にあたって現場のなすべきことはあまりに多い。しかも教育現場の特色として，次に打ち出さるべき新制度への準備や研究のためと称して瞬時の間隙をおくことも許されない。ましてや，いかに実験とはいえ自然科学世界の場合と同類でないことをも覚悟しなければならない。まさに荆道打開の道は極まれりとの感を禁じ得ない。責務は責務，ここに昨年の高等学校改訂学習指導要領の公表に因んで，社会科再出発への方向探

索をこころがけた若干の学習を，標題のごときよそおいのもとに整理してみた次第である。

I　現代日本人の類型

教育課程改訂の進動過程が明白に立証しているがごとく，新教育批判とか，社会科再検討とかの声は，憲法や教育基本法の論議とともに容易にあとをたたない。明治組・大正組・昭和組，さては戦前派・戦中派・戦後派等現代日本人一億いりまじっての論争展開はなかなかさかんというべきである。これら論争の場は，いったい，いかなる教育歴を有する人間たちの展示とみられるか。いかなる教育実績の競演とみなされるか。たしかに分析検討上興味のわく一観点であると思う。現代日本人の類型化くふうというがごとき学習企画も，いわばこういったところから動機づけられたわけである。そしてかかる論議に集中される声々の由って来るところのものを探索し，やがてはそれらの帰趨点をうらない知るよすがとも致したい魂膽である。

そこで，いま社会科再検討の論議に限定した場合，下記表示すなわち社会科ないしは社会科相当の教科・科目の変遷表が現存日本人類型表現の有力な一尺度となりはせぬか。制度案出の責を担う文政関係者，理論啓培に活躍の学者研究者陣，遠慮なき評論をぶちまける進歩的文化人，および実践担当のわれわれ現場人たちは，そもそも青年期の学校段階でいかなる社会科的教育歴（教科科目という形式的着眼）をもち，それを直接間接の背景として筆舌を展開しているのか。また，それらの推移をじっとみつめている生徒保護者ひいては世間一般のおとな達は，いったいぜんたい社会科に関してどのような良識披瀝の可能性をもっていると推定できるか。巷間“社会科に対する日本的反省”との声もあればあるだけに，下表のごとき変遷表を編みだす学習をまず試みた次第である。まことに社撰なものではあるが，これでも

×現代日本人のまとう教育衣の千差万別ぶりについての再認識

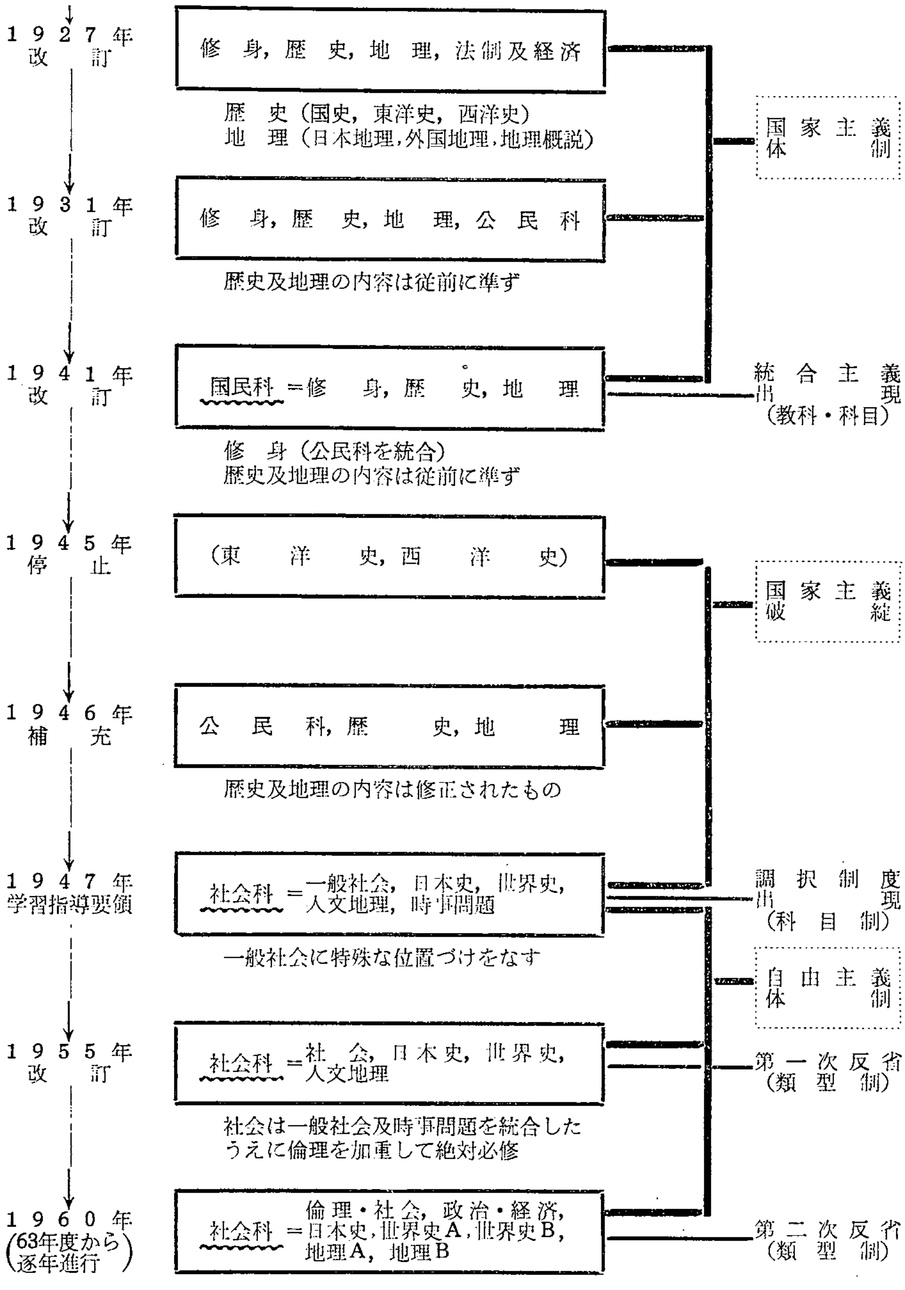
×国状進動と教育進動の相即関係の捕索

×社会科教育の帰趨診断

などを行なううえに早々の間に合うひとつの有力な手がかりとなり得よう。もちろん下表そのものは“類型表”ではない。類型を瞼裡に描きうる尺度にすぎない。

1872年 学制
地　学，史　学，修身学，国体学
政体大意，国勢学大意，経済学
―― 学科目構成 外国模倣
史　学（紛れもない西洋種）

1902年 教授要目
修　身，歴　史，地　理，法制及経済
―― 学科目構成 安定整備
歴　史（日本史，東洋史，西洋史）
地　理（日本地理，外国地理，地理概説）



このように，いわば社会科という戦後突然に誕生したみなれない早産児の先輩たちには，今日ともなると

× 養祖父母に相当する人々

× 養父母に相当する人々

× 義理の伯叔父母に相当する人々

× 義兄姉に相当する人々

× 実兄姉に近い人々

× 従兄姉を疑われる人々

がそれぞれ現存するわけで，これらの人々が各自の立場から，いろいろの期待やら不安などを交えつつ早産児社会科の養育につとめているものとみられるのである。そして，そのいとし子社会科は，種々の後天的諸条件を克服消化しつつも，行く先々，その天禀の先天的素質をどのように成長させて行くものか，行くべきなのか，道標を知る一助ともなれば，この図表はもって望外のよろこびとなすであろう。

Ⅱ 社会科教育の変遷点描

前段で試みたる教育変遷の展望を機縁に，戦後段階いわゆる新教育発足以後の編成状況に焦点をしぼって若干の再点描を試みてみよう。すなわち，社会科教育の領域は，どのような考え方を組織原理として編成されたか。各科目に対してどのような見方をし，社会科という教科内においてどのような関係づけを意図したものか。従って人間形成に対して，社会科はどのような参与をなさんとしたものか。これらを総合して，47・55・60年の三段進動を図式的にとらえようとしたのがこの学習である。

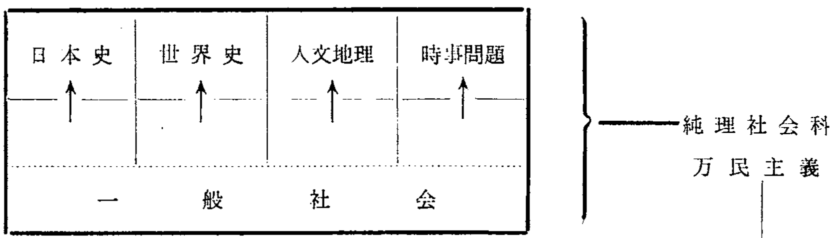
案外多いのは，○○派の社会科とか，△△派の社会科であって，とかく偏見の加わり易い教科である。ことに，高校社会科を担当する教師の区々たる学歴はいっそうの混迷をかもし易い。これがこの教科の特色として，或は末長くたどるところの避けがたき運命であるかも知れない。筆者自身すでに偏見の科あるやをおそれつつ，以下つとめて公平に通俗的な3つの角度から社会科の描写を試みてみよう。

1 社会科科目位の鳥瞰

まず一教科としての社会科では，どのような科目が，どのような関係づけで，どのような役割を背負わされて収揃えられただろうか。高等学校段階における教科・科目に関する見解にはいろいろあるであろう。従ってその相違によって或は図式化技術も異なるにちがいないが，さしあたり一般的な考え方に従うこととする。方形図，三角図，円形図化された結果そのものももとよりたいせつだが，それらをいろいろに試行錯誤するうちに社会科の理解が深まることを愉快に思う。

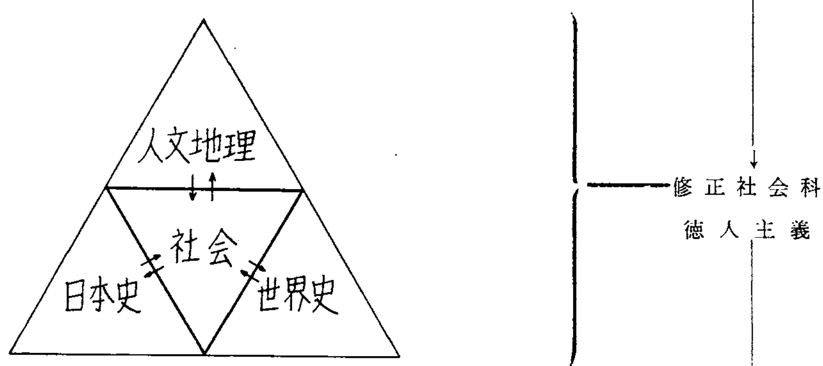
いわゆる歴史的領域や地理的領域についての主体的進動というよりも，「一般社会」⟶「社会」⟶「倫理・社会」「政治・経済」の推移にみられる進動が幹線のようである。なるほど，この領域の含むべき内容の決定，科目としての体のそなえ方，および社会科内に占むべき位置如何が，はなはだ重要な論点をなしていることをまざまざと思い出させるようである。なお，この変遷過程において科目選択制とか，学年別能力差などに対する配慮にも進動が併行したことを見落してはならないだろう。

◎ 1947年型



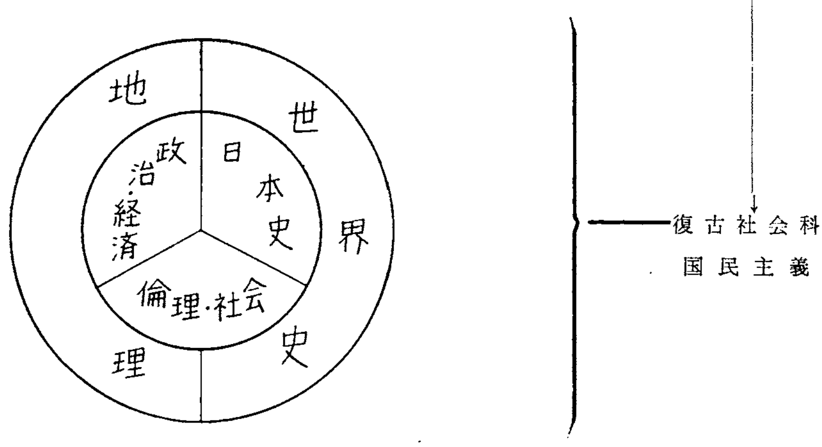
「一般社会」時代

◎ 1955年型



「社会」時代

◎ 1960年型



「倫・社」時代

2 目標達成の類型表示

ついで，高校教育の目標達成上，社会科がその科目編成のしかた如何でどのような参画ができただろうか。またどのような反省を経たうえで，どのような志向をもつにいたったかについて表示するならば次のようになる。

◎ １９４７年の場合

（第１学年で一般社会を必修させ第２・３学年で他の４科目のうち少くとも１科目を選択必修させる。）

◇ 一般社会＋日本史
◇ 一般社会＋世界史
◇ 一般社会＋人文地理
◇ 一般社会＋時事問題
◇ 一般社会＋日本史＋世界史
◇ 一般社会＋日本史＋人文地理
◇ 一般社会＋日本史＋時事問題
◇ 一般社会＋世界史＋人文地理
◇ 一般社会＋世界史＋時事問題
◇ 一般社会＋人文地理＋時事問題
◇ 一般社会＋日本史＋世界史＋人文地理
◇ 一般社会＋日本史＋世界史＋時事問題
◇ 一般社会＋日本史＋人文地理＋時事問題
◇ 一般社会＋世界史＋人文地理＋時事問題
◇ 一般社会＋日本史＋世界史＋人文地理＋時事問題

◎ １９５５年の場合

（３学年の間に社会を含めた３科目以上を履修させる。）

◇ 社会＋日本史＋世界史
◇ 社会＋日本史＋人文地理
◇ 社会＋世界史＋人文地理
◇ 社会＋世界史＋人文地理＋日本史

◎ １９６０年の場合

（倫・社及政・経を含めた５科目を必修させる。但し普通科）

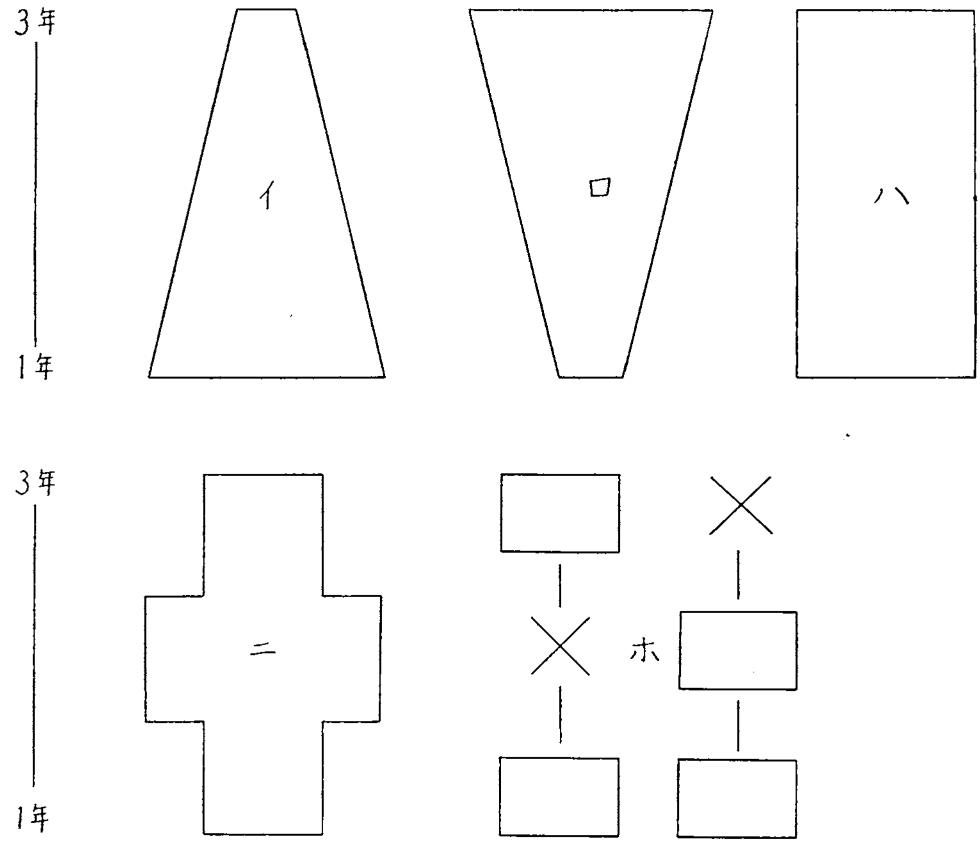
◇ 倫・社＋政・経＋日本史＋世界史Ａ＋地理Ａ
◇ 倫・社＋政・経＋日本史＋世界史Ａ＋地理Ｂ
◇ 倫・社＋政・経＋日本史＋世界史Ｂ＋地理Ａ
◇ 倫・社＋政・経＋日本史＋世界史Ｂ＋地理Ｂ

かかる類型表示を一見してわかるがごとく，発足当時は随分思いきって理想主義を追ったいうことに驚かざるを得ないであろう。しかして，この草創の精神がいよいよ日本という国土でどのような栄養を摂取し，どのような展開をなすべきであるか。大いなる苦心くふうの存することも前の鳥瞰図と併せ一目瞭然である。教育学者はもとより，ひろく関係社会諸科学者たちの協力による開拓教導の余地は，その意味で，まだ随分と残されているといってよい。

３ 科目履修の積み上げ方式

およそ学習の効果は，学習者と学習材の適合に俟ってこそ大を期しうるものである。また，学習者の発達成長にも段階はあるであろうし，他方学習材の排列構成にも学問的，教育的根

拠がなければならない。かかる心理的条件や論理的条件に関する明示，黙示の交錯を往来し，かつは現場の実状にも左右されつつ展開された社会科の科目履修の積み上げ方式は，単純ではない。



（仮　称）

イ —— 正台形型
ロ —— 逆台形型
ハ —— 長方形型
ニ —— 十字型
ホ —— 空白型

いま，これら諸方式おのおのの長所短所について比較を試みようとは思わない。また，三段進動はこれら諸方式について相当に重要視した形跡をとどめてきたかどうか。上来述べてきたごとき科目構成ぶりの社会科としては，いずれの方式がもっとも望ましいかについてもここを論議の場としたくない。ただ，今次の改訂指導要領にいたるや，結果的には極めてかぎられた或る一つの方式に落ちつかざるを得ないやに思われることを言及しておく。

Ⅲ　改訂社会科の編成原則

既に前段の学習において併せ考えたところの今次改訂学習指導要領の社会科検討に関し，これまでに公表され，われわれの関知しうるに至った範囲内から，一現場人として興味のお

もむくままになお一歩を進めてみよう。すなわち，この改訂に従えば，社会科教育の構造乃至科目構成はどのように考うべきなのか。履修過程の実地化にとっていかなる原則事項が打ち出されたのか。いちいちの理論的考証は到底能力の堪うるところに非ず。また，実践的検討は適当な比較対照の資料を欠く現段階ではおのずと完全を期しがたきが故に，これらはすべて他日の機会を俟たねばならない。いまはただ下記のように“社会科の編成”という観点から，改訂指導要領の含む関連事項の抽出整理にとどめておく。

A　必修制の拡大強化という原則

この原則は，すなわち高校社会科の各科目およびその単位数に関する原則であって，およそ次の3点に要約できるであろう。

a　修得科目に関する規定

「倫理・社会」および「政治・経済」を含めて4科目は，すべての生徒に修得させねばならない。

b　履修科目およびその単位数に関する規定（但し普通科の場合）

「倫理・社会」	2単位	（いずれかに1単位増の希望付帯）		
「政治・経済」	2単位			
「日　本　史」	3単位			
「世 界 史 A」	3単位	または	「世 界 史 B」	4単位
「地　理　A」	3単位	または	「地　理　B」	4単位

以上を最下限として，すべてをすべての生徒に履修させねばならない。

c　標準単位数に関する規定

すべて示されたる単位数は，それぞれ増減の弾力性を有するものである。

bと併せ解するならば，むしろ単位増への弾力性であることになる。（かかる標準単位の考え方をとったことは，現場における教育課程編成上，従来よりもくふうと裁量の余地が多くなり，おのおの特色ある教育課程ができるようになったといい切れるかどうか。）

B　科目履修順序の公式化接近という原則

この原則は，どうも学習指導要領が直接的に明示しているものではない。しかしながら，今次の改訂では，計画的，系統的な履修のしかたをする前回の方針を継承しいっそう推進するという態度は明白であり，Aでみたるごとき必修範囲の拡大強化ともかねあって，顕著なひとつの原則として指摘できるであろう。

また，高校3カ年の学年差をも肯定するならば，何らかの措置を必要とすることは当然であろう。しかし，おのずと各科目の決定ともなるので，結論は容易ではなかろうが，いろいろの憶測から把握できたままを整理してみることとする。

a　第1学年で「地理」，第2学年で「世界史」，第3学年で「日本史」を履修させたいという考え方

b　「倫理・社会」および「政治・経済」は現行の「社会」が分化した科目であるから，これらの履修は比較的高学年において行なわしめることがより妥当であるという考え方

c　「倫理・社会」における思想的な根底を背景にして「政治・経済」の問題にはいる。すなわち「倫理・社会」を「政治・経済」の先に履修させたいという考え方

d　社会科諸科目の学習の総合として「政治・経済」を位置づけたいという考え方

e　科目および単位数の学年配当のしかたは，いわば逆台形型積み上げ方式をとるかのごと

き考え方

C　類型選択制を推進するという原則

この原則は，教養の片寄りをなるべく少なくするため必修科目を多くし，履修のしかたをして，いっそう計画的・系統的ならしめたいという改訂精神から当然に帰結されうるものである。現行の文・理・文理という基本類型の考え方に対して大巾な反省が加えられたものとみえる。

なおこの原則は，生徒の実態や学校の規模などの実地条件を踏まえて，全教育課程の編成に臨む場合もっとも多く問題となるであろう。

a　普通科の場合，原則として教育課程の類型をいくつか設け生徒の選択にそなえる。たとえば，国語・社会・数学・理科・外国語の5教科に重点をおくものと然らざるものとをもって基本類型としようという考え方

b　類型制をとるとしても，それは原則として第2・3学年において措置すべく，従って第1学年履修の教科・科目およびその単位数はなるべく共通とするという考え方

c　（略）

D　自由操作領域漸減の原則

既に整理を終った留意事項がそれぞれ含んでいるわけで，いささか調復の嫌もあるが，時と場合により大きな問題点ともなるであろうから，ひとつの注意点として挙げておきたい。ともあれ，改訂ごとに教育課程編成上自由操作の余地が漸減してきたことは事実である。しかして，いまなお残された自由の巾とはいかなるものだろうか，整理してみよう。

a　履修単位を増加できる自由

しかし，社会科としての局部的肥大にはおのずと許される常識的限界があることを忘れてはなるまい。その限界を意識して

イ　“標準”の解釈上

ロ　「倫理・社会」または「政治・経済」に1単位増の希望条項

ハ　「日本史」に1単位増必至という世論から単位数増加の自由が挙げられる。

b　分割履修の自由

かつて強調されたごとき学年ごと完結学習の線は固執されていない。また伝えられる基本類型そのものが「世界史」について第2・3学年にまたがる分割学習を範示している。しかし原則は本来の線を守るべきことを期待しているもののようである。

c　学年配当の科目数および単位数についての自由

学年配当の科目数および単位数は間接的におのずときまってくることで，自由の余地があるというにはいかがかと思われるが，指導要領には表面きってふれられていない事項の故に挙げておく。

d　生徒が自由に選択履修することができる科目を設ける自由

これは，類型を具体的に展開するにあたって，規定科目以外に自由選択科目を設定する道のあることをさすのであるが，恐らく社会科には何ら関係のないものとみなされよう。

Ⅳ　社会科編成の第一次試行

前段の学習において，改訂学習指導要領から抽出したごとく，各学校が教育課程を編成す

るにあたっては，原則として若干の類型を設け，いずれかを生徒に選択できるようにくふうしなければならない。そして，そのくふうは現場の裁量領域とされているのではなく，“参考となる基本的な類型およびその展開例については別途示”されるわけで，いずれ解説書のうちに収録され公表をみることであろう。従って何も好んでさきばしる軽卒の恥をかくようなことを避けて，しずかにこの公表を待てば海路の日和もあるではあろうが，改訂路線を追う焦躁心のおもむくままに任せて，若干の社会科編成を構想してみよう。いつわらざる現場振動の一端でもある次第。

もともと，かかる編成学習の完全を期するには，各科目ごとの内容検討を経，それぞれいちおうの単元構成を終ったうえで行わるべき第二次試行が望ましいのであり，さらには数々の実験成果を基礎に反省補修の手が加えられた第三次試行が理想的ではあるが，ここでは前回の改訂に遭遇していささかもった経験に鑑み，第一次試行とでもいうべき初歩段階の試みを敢て進めてみよう。正直のところ，これはあくまで改訂学習指導要領についての実践的学習であり，従って【Ⅲ】における学習の反芻にほかならない。強いていうならば，【Ⅲ】のそれは一般的な“指導要領原則”の整理作業なるに対し，ここでは『金沢大学教育学部付属高等学校』という個別化された一現場で施行されることの予想における，いわば“実地原則”の案出作業とでも称されえようか。

およそ教育の現場には，現行と次に来るべき改訂との移行ぶりにいささかのギゴチなさもあってはならない。移行の責は，そしてすべての批判は何といっても最前線たる現場が負わねばならぬことは明らかである。われわれにも自負があり，面目も考える。心のせくのもいたしかたあるまい。

◆ 学校ならびに生徒

- ○ 設置学科　全日制の普通科
- ○ 生徒定員　1学年150名（男女）
- ○ 生徒志望　大学進学（90～95%）
- ○ 教官定員　23名
- ○ 授業時数　週当り34単位時間
- ○ 施設其他　職業教育実施困難

◆ 編成上の実地原則

A　設定すべき類型については

基本類型Bに準ずるものの一本建てとする。

B　履修かつ修得させる科目およびその単位数については，下記に従う。

- a　「倫理・社会」　2単位
- b　「政治・経済」　2～3単位
- c　「日本史」　3～4単位
- d　「世界史A」　（保留）
- e　「世界史B」　4～5単位
- f　「地理A」　（保留）
- g　「地理B」　4～5単位

C　科目および単位数の学年配当については

a　1個学年における科目は，3科目をこえざるものとする。

b　1個学年における合計単位数は，7単位をこえざるものとする。

c　「倫理・社会」は第2学年において，「政治・経済」は第3学年において履修せしめるものとする。

d　「世界史」学習と「日本史」学習との間の先後論争については，暫く結論を保留するものとする。

e　できうれば逆台形型積み上げ方式に近づくことを原則とする。

D　社会科の時間的局部肥大すなわち増加単位に対する期待は，2単位時間までとする。

E　分割学習を認めるとせば4単位以上の科目にかぎるものとする。

F　各学年週当り授業時数を34単位時間とするも，第2学年にかぎり1単位時間を増すもやむを得ざるものとする。

◆ 編 成 試 行 例

科目＼学年	I	II	III	計
倫理・社会		2		2
政治・経済			2	2
日　本　史			3	3
世界史　A				
世界史　B		3	2	5
地　理　A				
地　理　B	4			4
計	4	5	7	16

科目＼学年	I	II	III	計
倫理・社会		2		2
政治・経済			2	2
日　本　史			3	3
世界史　A				
世界史　B		3	2	5
地　理　A				
地　理　B	5			5
計	5	5	7	17

科目＼学年	I	II	III	計
倫理・社会		2		2
政治・経済			2	2
日　本　史		2	2	4
世界史　A				
世界史　B		2	2	4
地　理　A				
地　理　B	5			5
計	5	6	6	17

科目＼学年	I	II	III	計
倫理・社会		2		2
政治・経済			3	3
日　本　史		3		3
世界史　A				
世界史　B			4	4
地　理　A				
地　理　B	4			4
計	4	5	7	16

科目＼学年	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	計
倫理・社会		2		2
政治・経済			3	3
日本史		3		3
世界史A				
世界史B			4	4
地理A				
地理B	5			5
計	5	5	7	17

科目＼学年	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	計
倫理・社会		2		2
政治・経済			3	3
日本史		4		4
世界史A				
世界史B			4	4
地理A				
地理B	4			4
計	4	6	7	17

科目＼学年	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	計
倫理・社会		2		2
政治・経済			3	3
日本史			3	3
世界史A				
世界史B		4		4
地理A				
地理B	4			4
計	4	6	6	16

科目＼学年	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	計
倫理・社会		2		2
政治・経済			3	3
日本史			4	4
世界史A				
世界史B		4		4
地理A				
地理B	4			4
計	4	6	7	17

科目＼学年	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	計
倫理・社会		2		2
政治・経済			3	3
日本史			3	3
世界史A				
世界史B		4		4
地理A				
地理B	5			5
計	5	6	6	17

設定した“実地原則”なるものに自縄自縛するならば，おのずと上記列挙の範囲内にとどまりはしないだろうか。かつての文・理・文理3類型構案の場合と性格ががらりと変っていること，すなわち類型に対する根本的な考え方の相違を今更ながら相知った次第である。右せんか左せんか，とつ思いかつ悩み，果てはかえって不満の累積となり，現場振動もいよいよここに至って極まれりというべきである。

V　大学入試制度と社会科

今回の改訂を導き出した教育課程審議会の“高等学校教育課程の改善”についての答申（35年8月31日）は，その付帯意見のひとつに

“高等学校の教育が大学の入学試験によって左右されがちである現状にかんがみ，大学入学者選抜方法について根本的な検討を加えられたい。”

と述べられている。われわれはその“根本的な検討”の結果の同時発表を期待したほどに，この付帯意見には深甚の関心をいだいている。その故は，たえず小・中・高の連関において行なわれる改訂運動が，どうしたわけか大学段階との連絡に完全を缺き，悩みは高等学校にのみシワ寄せされているやにひがまれるからである。正直なところ，いかに改訂運動の趣旨に忠実なる教育課程の編成を試みようとも，決してこれで能事終れりとはいいがたいのである。必らずや大学進学という観点から，おのずとより多き成果を期せんとして，再度の編成吟味を怠り得ないのが実情である。いかなる大学，いかなる学部学科を志望する生徒に対しても遺憾なき教育課程を編成すべきであり，さりとて理論的誤謬や制度的反則は戒めねばならず，実に難渋はひとかたならぬものがある。

現在は，毎年公表される“大学短期大学への入学者選抜実施要項”が唯一の基準をなしている。この要項が高等学校社会科に対してどのような波紋を投げかけただろうかは，各大学の態度分類表として後述するであろう。さしあたり，“根本的検討”は“入学者選抜実施要項”の検討からはじまるであろうが，今回の重要改訂点である4科目修得と5科目履修の精神をどのように矛盾なく制度化しようとするのか。標準単位およびA・B二本建科目に示された新しい考え方を，大学が要望する学力とどのように結びつけようとするのか。各大学の自主自治はどの程度まで許されるのか。とにかく改訂運動の成功のために，現場振動の平穏のために文字通りな根本的検討の一日も速かならんことを祈る次第である。

因みに，35年度入学者選抜実施要項が社会科にもたらした形式面の波紋を表示し，高校教育受難の訴えにかえよう。

（甲）入学者実施要項の5の（4）がもたらした波紋

型	修得科目についての希望表示	科　目　数
A	特に希望表示をせず	
B	社会・日本史・世界史・人文地理	4
C	同　　上	3または4
D	社会・日本史・世界史	3
E	日本史・世界史・人文地理	3
F	日本史または世界史を含めて	3
G	日本史・世界史・人文地理のうち	2
H	日本史・世界史	2
I	日本史・人文地理	2
J	日　本　史	1
K	世　界　史	1

（乙）同要項5の（5）がもたらした波紋

型	受験科目についての希望表示	科目数
A	特に希望表示をせず	
B	社会とほかに日本史または世界史	2
C	社会とほかの科目から1科目	2
D	世界史とほかの科目から1科目	2
E	日本史または世界史を含めて	2
F	日本史・世界史	2
G	世界史	1

（丙）同要項5の（1）の但書，5の（2），7の（2）等がもたらした波紋

型	修得科目についての希望表示	科目数
A	全科目のうちから選択受験させるもの	1～2
B	2～3科目を限定して選択受験させるもの	1～2
C	他の教科科目とならべて選択受験させるもの	0～2
D	1科目を指定するため選択の余地なきもの	1
E	いずれの科目をも検査対象となさざるもの	0

結　社会科編成と裁量問題

以上，高等学校教育課程の改訂に因んで，主として社会科の編成という観点から，現場的諸問題の若干についていささか学習の整理を試みてきた。今更ながら社会科は“新教育の申し子”という感を深うせざるを得ない。しかして，その“申し子”なるものが年令を重ねるにつれて，先天的素質と後天的受納とをはたして上首尾に調和致し，輝く個性的存在にまで成長しつつあるかどうか，わが子であってみれば，日夜辛労がたえない。

そもそも，われわれの努力すべき現場的問題は，むしろ学習内容に関する縦断的，横断的研究とか，或は学習指導方法の研究とかがより重要であることはもとよりである。しかしながら，いかにそうであるからといって，先だついちおうの制度的理解が無用だとは即断できないと思う。事実かかる学習と取り組むことによって，社会科教育論ないしは人間形成一般論の本質的学習をも伴なうこととなるのである。また，“申し子”の先天的素質や後天的受納に対する批判検討にもわたりうることを信じて疑わない。

およそ，“進動”という現象には，必らずや進歩と保守，自由と画一，困難と容易等さまざまの葛藤が渦を巻くことと思う。かくあらねば“進動”本来の姿ではなくなり，もはや各種の努力は水泡に帰すること必定とみられる。進歩的立場もたいせつならば保守的意見も尊重すべきであろう。自由に限界を設けるとせば画一にも程度があらねばならぬ。困難は混乱を避くべく容易は追随を戒むべきである。進歩──→自由──→困難──→混乱の路線を恐れるのあまり，保守──→画一──→容易──→追随の新路線をのみ拙速するとしたならば，はたして“進動”の名に価する結果がもたらされうるであろうか。“進動”のとる真に正しき路線は決

して単純なものではないと思う。そして“進動”の果すべき役割は，単に現場の沈滞を攪乱する“振動”だけであってはならない。

最後に裁量問題にふれて拙稿の結びとしよう。法三章式に，もしも現場における裁量領域が広範囲に残されているとしたら，義務教育と大学とにはさまれた高校教育課程の編成において，どのような“振動”現象が展開されるであろうか。さしあたり困難に右往左往するであろう。しかしながら適度の激励と助言があるならば，必らずしも混乱に陥るものとはかぎらない。幾ばくかの時日が籍されるならば，却って豊かな諸研究が花と咲くであろう。とはいえ，現段階における高校現場は，いったいどの程度の裁量領域に応じうる能力をもっているものと診断すべきだろうか。正しき診断は施療の手段を誤まらず，進んで保健の啓明に寄与するものと知る。今次改訂指導要領の一端にふれてみて，過去をしのび将来を案じ，裁量問題もまたひとしおの感慨を禁ぜしめない。

あたかも改訂路線を追うに似て，実はいたずらにあたりをさまよい歩いたがごとき一石頭記録，めるしを受けるならば，もって御教旨を仰ぐ縁と致したい。

── 以上 ──

近世幾何学よりみた幾何指導内容について

出　石　　　隆

(一)　学習指導要領改訂に対して

学習指導要領の改訂に対し，昨年6月に文部省より改訂草案が発表され，さらに10月に正式のものが発表された。6月のものと若干の変化はあるようだが大体は同一のものである。

図形に関するものでは

〔数学Ⅰ〕の内容　　(4)　平面図形と式
　　　　　　　　　(5)　空間図形
　　　　　　　　　(6)　数学と論証
〔数学ⅡB〕の内容　(4)　図形と座標

などにはいっている。

図形教材については初等幾何学の大部分が中学に移行され，高校では座標幾何学のみの色彩が非常に強くなった。

現在の中学のみで初等幾何が十分指導できるかどうか，この反省は必ずや近き将来になされると思う。

歴史上から考えても，ギリシヤ時代全盛であった幾何学はその後殆んど発展せず代数のみが進歩していたが，17世紀に入って解析幾何学の出現により一時は古代ギリシヤの幾何学は世の人から葬り去られてしまったかの様に見えた。しかし他方では解析幾何学の研究法が全く代数的で何等図形的興味を感ぜられないことに不満を抱いた幾何学者は古代幾何学をしたって新らしい思想の下に古代幾何学が復活した，即ち Desargues, Pascal, Carnot, Brianchon, Poncelet などによって研究され射影，切断という近代思想の下に新らしい近世幾何学が生れた。

今度の改訂は丁度近世幾何学が生れる以前の解析幾何全盛の頃に対応するような感じがする。

入学試験のために作られた様な難問を指導するのは反対であるが，もっと平易で，かつ数学的に進歩しに近世幾何的色彩をとり入れるべき反省がなされてよかろう。

(二)　望ましい射影的性質について

文部省とは別に日数教を始めとして，種々の研究団体から色々な案が発表され，それらの間にはかなりのくいちがいもある。

それらのなかで射影的性質のものに関しては次の様なものがある。

東京都高校数学研究会

XV　図形の射影的性質

(1) 線分，角の分割比と複比

(2) 平面図形の射影

(3) 完全四辺形

(4) 円の射影的性質

東京教育大付高

Ⅱ 4 射影的性質，透視図，双対性の原理，パップスの定理，調和図形，パスカルの定理

これだけのものを今すぐ指導内容にいれることは一寸困難の様に思われる。指導のしかたにもよるがパップスの定理，パスカルの定理は除いた方がよいと思う。双対性の原理についても，射影空間でこのようなことがなり立つ美しさを指導するのはよいが，内容的に深くたち入ることは空間概念の指導にまつことになり困難だと思う。

表題に示す近世幾何学という意味は色々に解釈されるが，ここで述べるのは古典幾何学から射影幾何学へ移行する中間的な幾何学をさしている。

文芸復興期以後におこった近世幾何学は，古典幾何学の静的に対して動的な内容をもっている。また，古典幾何学が個々の図形を考えるに対し，図形の集団を考えている。これらの例としては無限遠点の導入，調和点列，調和線束などがある。

無限遠要素を導入し射影幾何学を指導する必要はないと思う。ただ問題を解く考えとして利用することは指導上重要なことと思う。これについては以前に日数教で発表したことがありここではばくが生徒に無限遠要素から出発して射影空間が如何なるものであるかを知らせることは意味のないことではないと思う。

さて，近世幾何学の内容として，調和図形（調和点列，調和線束），極点と極線，反転，二重比，根軸と共軸円，共点，共線，完全四角形などがあげられるが，ここでは一二の例として調和図形と極線についてのみ述べよう。

（三） 調和図形について

(1) 調 和 点 列

調和点列の性質は多少はあるが，現在のどの教科書にもとりあつかわれている。即ち

（定　義）　$(AB,\ CD)=\dfrac{AC}{CB}\Big/\dfrac{AD}{DB}=-1$

（定　理）

(i)　$(AB,\ CD)=(CD,\ AB)=(BA,\ DC)=(DC,\ BA)$

(ii)　$(AB,\ CD)=-1$　のとき

$$\frac{1}{AC}+\frac{1}{AD}=\frac{2}{AB}\qquad (A\text{を基準})$$

(iii)　$(AB,\ CD)=-1$　でOをABの中点とするとき

$OC\cdot OD=OB^2$

およびその逆

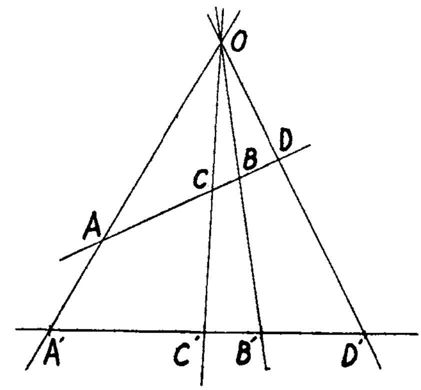
これらは改訂された後にも種々の教科書にやはりとりあつかわれると思う。

(2) 調 和 線 束

それに対し片手落ちとして調和線束が現在の教科書にはあまり見られない。これは是非とも指導されるべき性質のものである。その意図で出題されたのかどうかは知らないが，29年

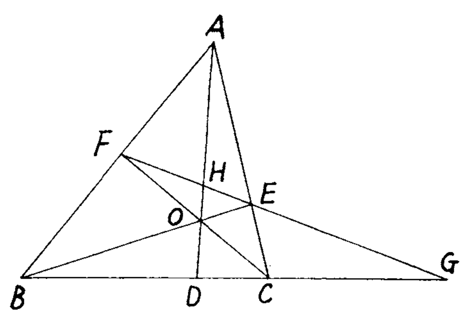
に大阪大学に内容的に同じことが出題されている。証明はごく簡単であり，数学的には非常な進歩がある。

（定理）一つの線束をなす四直線が，一つの直線を調和に分つときは，他のすべての直線を調和に分つ。



（大阪大学29年）C, Dが線分ABを調和に分けるとする。AB外の一点をOとしBを通りOAに平行にひいた直線がOC, ODに交わる点をM, NとするとBはMNの中点である。

（問題）$\triangle ABC$内の一点をOとし，AO, BO, COが対辺に交わる点をそれぞれD, E, Fとする。EFがBCの延長に交わる点をGとすればB, C, D, Gは調和点列である。



上の問題はメネラウス，チェバの定理の応用としてたいていの教科書にもあるが，メネラウス，チェバの定理も共線，共点の問題として近世幾何学の領域である。

上の問題に付加して，FG, ADの交点をHとするとき

$$(FE,\ HG) = -1,\ (AO,\ HD) = -1$$

を要求する問題がある。これをメネラウス，チェバの定理を用いて直接やるにはどの三角形を考えたらよいか，どの直線できったらよいかを見つけるのが困難である。しかし，上の定理を利用すればごく簡単に

Aからとも，Oからとも考えて$(FE,\ HG) = -1$

Eからとも，Fからとも考えて$(AO,\ HD) = -1$

は一目で解決できる。

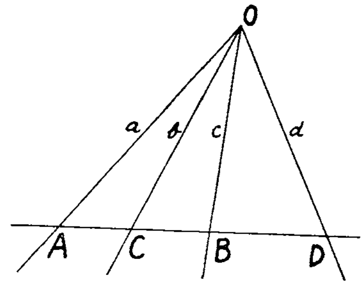
さらに一歩進めて等二重比の点列と線束まで考慮すべきだろう。内容的には全く同じことである。

（定　義）Oを心とする四直線a, b, c, dからなる線束の二重比とは

$$\frac{\sin(ac)}{\sin(cb)} \Big/ \frac{\sin(ad)}{\sin(db)} \quad を意味し$$

$(ab,\ cd)$ で表わす。または$O(AB,\ CD)$ で表わす。角はその向きをも考える。

（定理）線束の二重比はその任意の切線による点列の二重比に等しい。



この定理から出発して共点に関するつぎの定理がある。

（定理）（ i ）(AB, CD)，$(A'B', C'D')$は二つの等二重比の点列であって，AA'，BB'，CC'が共点なるときは，DD'もまた同じ点を通る。

（ii）　二つの等二重比の点列(PX, YZ)，$(PX', Y'Z')$が一対応点Pを共有するときは直線XX'，YY'，ZZ'は共点である。

勿論，以上の定理は無限遠要素を入れて射影空間で考えるなら双対が成立する。

（四）極点と極線について

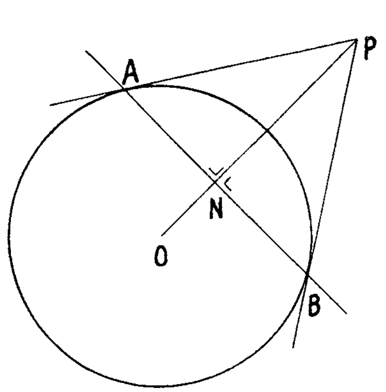
現在，極点と極線についてはどの教科書にもその名称は示さないが解析幾何の問題としてあげている。即ち，円外の点Pから円Oに接線PA，PBをひくときその二接点ABを結ぶ直線が点Pのこの円に関する極線である。座標を用いれば円が $x+y=r^2$，点Pが(x_1, y_1)なら極線の式は $x^1x+y_1y=r^2$ である。

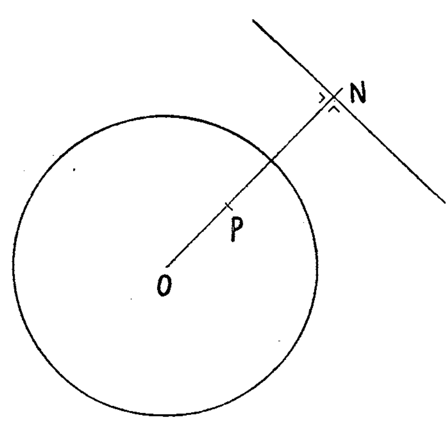
しかし，この定義ではPが円内にあるときは極線は存在しなくなる。

Desargues のまとめた近世幾何学においてはこの極点と極線の定義をもつと拡張している。即ち，半径 r の円の中心Oを通る半直線上にN，Pをとり

$$ON \cdot OP = r^2$$

の関係を満足するとき，Nを通ってONに垂直にひいた直線をPの極線と定義している。



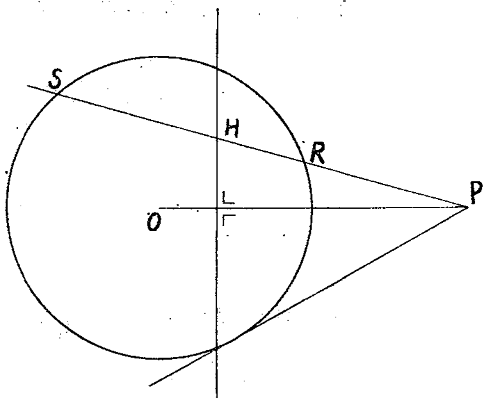


このように定義すれば点Pが円内，周上，円外にあろうとつねに極線は存在する。しかもこの極線の方程式はつねに $x_1x+y_1y=r^2$ となる。

これは初等幾何としてでなく，解析幾何としても面白いものである。

この極点と極線に関しては，いままでの調和図形と関連してつぎの重要な定理がある。

（定理）任意の点を通って一つの円に割線をひくときこの直線は円周，その点，およびその円に関するその点の極線によって調和に分かたれる。



（五） 結　　論

今度の改訂により指導のしかたによっては平面幾何は古典的なやり方を全然行わないで座標を用いてのみのとりあつかいができる。

この様な状態ですますことは決してよいとは思われない。二定点からの距離の比が一定な点の軌跡であるアポロニウスの円なども古典的なやり方をするからこの円の特徴が明瞭につかめるのであって座標にのみたよるときはあまりきれいなものではない。中学で完全に履修されれば問題はないが，前にも述べたごとく果して十分履修できるかどうかの反省は必ずや数年後に問題となろう。

しかしながら，また中学のある程度の履修の上にたつものだからといってひねくれた難かしい問題をやるのではなく，上に例としてあげた様な近世幾何的な題材をもちいて論証指導を行ってほしい。

投影図を利用した共面図表 （つづき）

—— 共線図表の空間への拡張 ——

能　崎　克　己

§7　例5　$M=P(1+\frac{r}{100})^n$　（その1）

複利法において，元金 P 円，一期の利率 r %，期間 n のときの元利合計をM円とすれば，

$$M=P\left(1+\frac{r}{100}\right)^n \tag{46}$$

である。(46)の両辺の常用対数をとれば，

$$\log M=\log P+n\log\left(1+\frac{r}{100}\right),$$

$$\log M-\log P-n\log\left(1+\frac{r}{100}\right)=0 \tag{47}$$

となる。式(47)は，行列式

$$\begin{vmatrix} 0 & 1 & \log\frac{10}{P} & 1 \\ 0 & 0 & \log\left(1+\frac{r}{100}\right) & 1 \\ \frac{1}{n} & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & \log\frac{10}{M} & 1 \end{vmatrix}=0 \tag{48}$$

で表わすことができる。従って，四直線P，r，n，Mを，

$$\left.\begin{array}{llll} (P)\ : & x_1=0, & y_1=1, & z_1=\log\frac{10}{P}\ ; \\ (r)\ : & x_2=0, & y_2=0, & z_2=\log\left(1+\frac{r}{100}\right)\ ; \\ (n)\ : & x_3=\frac{1}{n}, & y_3=0, & z_3=0\ ; \\ (M)\ : & x_4=1, & y_4=1, & z_4=\log\frac{10}{M} \end{array}\right\} \tag{49}$$

によって定義すれば，付図21に示すような四直線が得られ，これらの直線上に，(49)に従って，それぞれ，目盛P，r，n，Mをつける。

P，r，n，が与えられたとき，Mを求めるには，三直線P，r，n上に，それぞれ，目盛(P)，(r)，(n)なる三点をとり，この三点を通る平面と，直線Mとの交点に付されている目盛(M)を読めば，このMが求める元利合計である。

付図22は，直角投影法による，付図21の投影図である。図中の数字は，P，r，n を与えて，元利合計Mを求めるときの手順を示したものである。即ち，二直線P，r上に，それぞ

れ，目盛(P)，(r)なる二点をとり，この二点を直線（番号１の直線）で結び，この直線と基線（y軸）との交点と，直線n（平面図）上の目盛（n）なる点とを結ぶ（番号２の直線）。次に，直線Mの水平跡を通り，番号２の直線に平行な直線（番号３の直線）をひき，基線（y軸）との交点において，基線（y軸）に垂直な直線（番号４の直線）を立て，番号１の直線との交点から，基線（y軸）に平行線（番号５の直線）をひき，直線Mとの交点に付されている目盛（M）を読めば，このMが求めるものである。この場合には，立面図と平面図のみを必要とし，側面図は不要である。なお，この手順を，番号１，５，４，３，２の順に行えば，逆計算の一つ，P，r，Mを与えてnを求める計算を行うことができる。この場合も，立面図と平面図のみを用いて可能で，側面図を必要としない。また，他の逆計算には，側面図をも必要とする。例えば，r，n，Mを与えてPを求めるには，直線r及び直線n（側面図）上に，それぞれ，目盛(r)，(n)なる二点をとり，この二点を結ぶ（番号１′の直線）。次に，直線M（側面図）上の，目盛（M）なる点から，番号１′の直線に平行線（番号２′の直線）をひき，これと基線（x軸）との交点から，基線（y軸）に平行線（番号３′の直線）をひき，直線M（立面図）の延長との交点をとる。この点と，直線n（平面図）上の目盛（n）なる点を結び（番号２の直線），基線（y軸）との交点と，直線r上の目盛（r）なる点を結び（番号１の直線），直線Pとの交点に付されている目盛（P）を読めば，これが求めるPである。また，P，n，Mを与えてrを求める場合も同様に，番号１′，２′，３′，２，１の順に行えばよい。即ち，番号２の直線をつくるまでは，上と全く同様であって，それと基線との交点と，直線P上の目盛（P）なる点を結び（番号１の直線），直線rとの交点に付されている目盛（r）を読めば，このrが求めるものである。

計算上の便利，また，紙面の節減から考えれば，直線n，及び，直線Mの水平跡を，基線を対称軸として対称移動し，平面図を立面図に一致させておけば，図を混乱させることなく，更に好都合であろう。（付図23）

付図24は，以上のことを考慮して作成された，実際に用いるための，式(46)の計算図で，図中の実線の例は，

$$P=20000,$$
$$r=50,$$
$$n=3$$

を与えて，

$$M=69500$$

を求める計算を示したものであり，また，点線の例は，

$$r=70,$$
$$n=2,$$
$$M=80000$$

を与えて，

$$P=27700$$

を求める計算を示したものである。

一つの式が与えられたとき，その共面図表の型は，ただ一つとは限らない。その一例として，ここで，式(46)について，更に，今一つ，上記と異った形での共面図表化を試みる。

式(46)は，また，行列式

$$\begin{vmatrix} 1 & \dfrac{1}{\log P} & 0 & 1 \\ 0 & 0 & \dfrac{1}{\log\left(1+\dfrac{r}{100}\right)} & 1 \\ \dfrac{n}{n-1} & 0 & 0 & 1 \\ 1 & \dfrac{1}{\log M} & \dfrac{1}{\log M} & 1 \end{vmatrix} = 0 \tag{50}$$

で表わすことができる。従って，四直線P，r，n，Mを，次のように定める。

$$\left.\begin{array}{llll} (P): & x_1=1, & y_1=\dfrac{1}{\log P}, & z_1=0 \quad ; \\ (r): & x_2=0, & y_2=0, & z_2=\dfrac{1}{\log\left(1+\dfrac{r}{100}\right)} \quad ; \\ (n): & x_3=\dfrac{n}{n-1}, & y_3=0, & z_3=0 \quad ; \\ (M): & x_4=1, & y_4=\dfrac{1}{\log M}, & z_4=\dfrac{1}{\log M} \end{array}\right\} \tag{51}$$

(51) に示した四直線の位置は，付図25で表わされる通りで，これらの直線上に，(51)に従って，それぞれ，目盛P，r，n，Mをつける。

P，r，n が与えられたとき，Mを求めるには，三直線P，r，n 上に，それぞれ，目盛（P），（r），（n）なる三点をとり，この三点を通る平面と直線Mとの交点に付せられた目盛（M）を読めば，求める元利合計 $M=P\left(1+\dfrac{r}{100}\right)^n$を得る。

付図26は，付図25の図形を，直角投影法によって投影した図である。P，r，nが与えられたとき，三直線P，r，n上に，それぞれ，目盛（P），（r），（n）なる三点をとり，二点(P)，(n)を結ぶ直線(番号１の直線)と基線との交点と，点(r)を結ぶ(番号２の直線)。点(P)から基線に垂線（番号３の直線）を下し，その足から，番号２の直線に平行な直線（番号４の直線)をつくり，直線Mとの交点を(M)とすれば，求める元利合計Mが得られる。この場合には，平面図，立面図のみを要し，側面図を必要としない。図中に付した番号は，計算する手順を示したものであるが，この順序を変更すれば，次のような逆計算も行うことができる。

１）M，P，r を与えてnを求める計算　番号３，４，２，１の順に行う。

２）M，P，n を与えてrを求める計算　番号３，４，１，２の順に行う。

以上の１），２）の場合も，さきの場合と同様に，平面図，立面図のみで行うことができ，側面図は不要である。

３）M，r，uを与えてPを求める計算

この第三の場合に限り，側面図をも必要とする。直線nは，平面図を用いないで，側面図を用い，付図25または付図26に示した番号１′，２′，３′（あるいは４），３の順序に行う。即ち，二直線n（側面図）及びr上に，それぞれ，目盛（n），（r）なる二点をとり，この二点を結ぶ（番号１′の直線）。この直線と直線M（側面図――この直線には目盛を必要としない）との交点から，基線（x軸――側面図）に平行線（番号２′の直線）をひき，直線rとの交点と，直線M（立面図）上の目盛（M）なる点とを結ぶ（番号３′の直線――これは番号４の直線と一致する）。この直線と基線（y軸）との交点において，基線（y軸）に垂線

（番号３の直線）を立て，これと直線Pとの交点に付されている目盛（P）を読めば，このPが求めるものである。なお，直線Pの目盛と同一の目盛を，基線（y軸）にも目盛っておけば，側面図と立面図のみを用いて計算することができ，手順を一つ減らすことができる。この考え方は，前の三種類の計算の場合にも，有効に利用される。

付図27は，以上のことを考慮して作成された，実際に用いるための，式(46)の計算図である。図中の例は，

$$P=15000,$$
$$r=3,$$
$$n=3$$

が与えられて，元利合計

$$M=16400$$

を得る計算を示したものである。なお，付図27では，紙面の都合上，側面図は省いてあるが，必要に応じて，つけ加えることができる。また，右上方の共線図表は，P，Mの比例計算に用いるための補助図表であるが，この目的あるいは利用については後述する。

さて，ここで，本節にあげた二つの計算図表，即ち，付図24及び付図27について，専ら実用の点から比較検討し，それらの長短並びに対策について考えてみよう。

先ず，P尺及びM尺については，付図24では一応すべての範囲で利用可能であるが，付図27では目盛が1.15から10までであり，1.15未満の値では利用不可能である。しかも，3.0以上の目盛は間隔がせまく，実際上殆んど利用することができない。従って，付図27においては，実際に利用できるのは1.15から3.0ぐらいまでである。この範囲は極めて小さいものであり，実用の点からいえば殆んどその価値が失われる。この不便を解消するためには，付図27の右上方に示したような補助共線図表を用いればよい。これは，P，Mの単なる比例計算

$$\frac{P}{P'}=\frac{M}{M'} \tag{52}$$

のための共線図表であって，その意味及び使用法は次のようである。式(46)において，r，nの二数が定まっておれば，$\left(1+\frac{r}{100}\right)^n$は一定で，このとき$P$，$M$は互に正比例する。従って，適当な定数$K$を用いて，

$$P=KP',\quad M=KM'$$

とおけば，式(46)は，

$$KM'=KP'\left(1+\frac{r}{100}\right)^n \qquad \therefore\ M'=P'\left(1+\frac{r}{100}\right)^n$$

となり，このP'，M'は，前述のように付図27を用いて計算することができる。

$$\frac{P}{P'}=\frac{M}{M'}=K$$

であるから，補助図表の中央の直線にはKの目盛をつければよいのであるが，Kの値そのものは必要ではないので，この直線には目盛を付けるを要しない。実際にこれを用いるには，P'，M'として1.15から3.0程度の数値となるようにすればよい。この型の共線図表は，付図９においても用いたものであり，最もよく用いられる型の一つであるから使用法は述べるまでもなく周知と思われるが，例えば，

$$P=75000,$$
$$r=3,$$
$$n=3$$

が与えられてMを求めるには，先ず，

$$P'=15000$$

と定め，付図27によって，

$$M'=16400$$

を求め，補助図表によって，

$$M=82000$$

を得る。図中には，この計算の計算例を示してある。

r尺については，付図24においては0から100までが目盛られているが，その間隔は広くなく，高々1の位のrまでしか利用できない。まして，小数第1位まで必要とするとき（例えば$r=6.7$のとき）には計算できない。このような利用には，付図27の方が便利であろう。しかし，付図27では1.6未満のrでは利用できず，また，12を超えるrの目盛も付されていない。この不便は，これらの図を用いる限りでは解消されない。しかし，実用上，極めて小さいrは殆んど用いられないとしてよいであろう。何故なら，利率 1.5%未満という低利率は殆んどないからである。従って，理論的には大きな欠点かもしれないが，実用の点からいえばさほど大きい問題ではない。むしろ，10以上のrをもっと利用しやすくする方が重要な課題であろう。しかし，付図24のようにあまりにも大きいrの目盛をつけることは決して必要ではない。

nの値は連続変量ではなく整数値しかとらないから，n尺は間隔は問題にされない。整数値の目盛さえはっきりしておれば十分である。付図27のn尺では，5から10までの目盛は利用に不便であり，甚しくは10より大きい目盛は実用上殆んど利用されないであろう。また，付図24では5より大きい目盛が，目盛10を除いて用いられない。この不便を解消するには，例えば，$n=13$のときには，

$$M=P\left(1+\frac{r}{100}\right)^{13}=P\left(1+\frac{r}{100}\right)^{10}\left(1+\frac{r}{100}\right)^{3}$$

とし，先ず，

$$M_1=P\left(1+\frac{r}{100}\right)^{10}$$

を求めて，更に，

$$M=M_1\left(1+\frac{r}{100}\right)^{3}$$

を求めればよい。これらの計算は，付図24，付図27の何れを用いても可能である。なお，付図27では1の目盛は付けることができない。

また，付図24のn尺，及び，付図27のすべての尺は，いずれも逆数目盛が付されている。計算図表の作成においては原則として逆数目盛を用いるものではないことは周知の事実であるが，これも実用の便利のためである。逆数目盛では必然的に，目盛の数値の大きいところでは目盛の間隔がせまくなり，実用上殆んど意味がない。或いは，精度を甚しく減ずる結果となる。

以上に述べた不便を解消するための一方法として，以下の節において，共面図表の射影変換を研究する。最後に，実際の例として，上述の例のうち最も欠点の多いと思われる上記の付図27について，これを射影変換した共面図表を作成し，実際の計算への利用について考察する。

§8　共線図表の射影変換

§1で述べたように，三変数z_1，z_2，z_3の共線図表において，共線なる三点の座標$(x_1,\ y_1)$，$(x_2,\ y_2)$，$(x_3,\ y_3)$については，行列式

$$\begin{vmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix} = 0 \tag{53}$$

が成立しなければならない。いま，この図表に，射影変換

$$X_i = \frac{a_{11}x_i + a_{12}y_i + a_{13}}{a_{31}x_i + a_{32}y_i + a_{33}}, \quad Y = \frac{a_{21}x_i + a_{22}y_i + a_{23}}{a_{31}x_i + a_{32}y_i + a_{33}}, \quad i = 1,\ 2,\ 3 \tag{54}$$

を施す。但し，

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \neq 0 \tag{55}$$

とする。このとき，点$(x_i,\ y_i)$が点$(X_i,\ Y_i)$に写像されるとすれば，

$$\begin{vmatrix} X_1 & Y_1 & 1 \\ X_2 & Y_2 & 1 \\ X_3 & Y_3 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \dfrac{a_{11}x_1+a_{12}y_1+a_{13}}{a_{31}x_1+a_{32}y_1+a_{33}} & \dfrac{a_{21}x_1+a_{22}y_1+a_{23}}{a_{31}x_1+a_{32}y_1+a_{33}} & 1 \\ \dfrac{a_{11}x_2+a_{12}y_2+a_{13}}{a_{31}x_2+a_{32}y_2+a_{33}} & \dfrac{a_{21}x_2+a_{22}y_2+a_{23}}{a_{31}x_2+a_{32}y_2+a_{33}} & 1 \\ \dfrac{a_{11}x_3+a_{12}y_3+a_{13}}{a_{31}x_3+a_{32}y_3+a_{33}} & \dfrac{a_{21}x_3+a_{22}y_3+a_{23}}{a_{31}x_3+a_{32}y_3+a_{33}} & 1 \end{vmatrix}$$

$$= \begin{vmatrix} a_{11}x_1+a_{12}y_1+a_{13} & a_{21}x_1+a_{22}y_1+a_{23} & a_{31}x_1+a_{32}y_1+a_{33} \\ a_{11}x_2+a_{12}y_2+a_{13} & a_{21}x_2+a_{22}y_2+a_{23} & a_{31}x_2+a_{32}y_2+a_{33} \\ a_{11}x_3+a_{12}y_3+a_{13} & a_{21}x_3+a_{22}y_3+a_{23} & a_{31}x_3+a_{32}y_2+a_{33} \end{vmatrix} \times \prod_{i=1}^{3} \frac{1}{a_{31}x_i+a_{32}y_i+a_{33}}$$

$$= \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \times \prod_{i=1}^{3} \frac{1}{a_{31}x_i+a_{32}y_i+a_{33}} = 0 \tag{56}$$

を得る。この式(56)において，最後の行列式は条件(55)によって0ではないから，式(53)が成立すれば必ず(56)が成立し，逆に，(56)が成立すれば必ず(53)が成立する。即ち，三点$(x_1,\ y_1)$，$(x_2,\ y_2)$，$(x_3,\ y_3)$が共線であるとき，この三点に射影変換(54)を施して得られる三点$(X_1,\ Y_1)$，$(X_2,\ Y_2)$，$(X_3,\ Y_3)$もまた共線である。

従って，一般に，三変数z_1，z_2，z_3の方程式

$$\begin{vmatrix} f_1(z_1) & g_1(z_1) & 1 \\ f_2(z_2) & g_2(z_2) & 1 \\ f_3(z_3) & g_3(z_3) & 1 \end{vmatrix} = 0 \tag{57}$$

の共線図表に，射影変換

$$\left.\begin{aligned} X_i &= \frac{a_{11}f_i(z_i)+a_{12}g_i(z_i)+a_{13}}{a_{31}f_i(z_i)+a_{32}g_i(z_i)+a_{33}} = F_i(z_i), \\ Y_i &= \frac{a_{21}f_i(z_i)+a_{22}g_i(z_i)+a_{23}}{a_{31}f_i(z_i)+a_{32}g_i(z_i)+a_{33}} = G_i(z_i) \end{aligned}\right\} \quad i = 1,\ 2,\ 3 \tag{58}$$

$$\text{但し，} \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \neq 0 \tag{59}$$

を施せば，

$$\begin{vmatrix} F_1(z_1) & G_1(z_1) & 1 \\ F_2(z_2) & G_2(z_2) & 1 \\ F_3(z_3) & G_3(z_3) & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \dfrac{a_{11}f_1(z_1)+a_{12}g_1(z_1)+a_{13}}{a_{31}f_1(z_1)+a_{32}g_1(z_1)+a_{33}} & \dfrac{a_{21}f_1(z_1)+a_{22}g_1(z_1)+a_{23}}{a_{31}f_1(z_1)+a_{32}g_1(z_1)+a_{33}} & 1 \\ \dfrac{a_{11}f_2(z_2)+a_{12}g_2(z_2)+a_{13}}{a_{31}f_2(z_2)+a_{32}g_2(z_2)+a_{33}} & \dfrac{a_{21}f_2(z_2)+a_{22}g_2(z_2)+a_{23}}{a_{31}f_2(z_2)+a_{32}g_2(z_2)+a_{33}} & 1 \\ \dfrac{a_{11}f_3(z_3)+a_{12}g_3(z_3)+a_{13}}{a_{31}f_3(z_3)+a_{32}g_3(z_3)+a_{33}} & \dfrac{a_{21}f_3(z_3)+a_{22}g_3(z_3)+a_{23}}{a_{31}f_3(z_3)+a_{32}g_3(z_3)+a_{33}} & 1 \end{vmatrix}$$

$$= \begin{vmatrix} a_{11}f_1(z_1)+a_{12}g_1(z_1)+a_{13} & a_{21}f_1(z_1)+a_{22}g_1(z_1)+a_{23} & a_{31}f_1(z_1)+a_{32}g_1(z_1)+a_{33} \\ a_{11}f_2(z_2)+a_{12}g_2(z_2)+a_{13} & a_{21}f_2(z_2)+a_{22}g_2(z_2)+a_{23} & a_{31}f_2(z_2)+a_{32}g_2(z_2)+a_{33} \\ a_{11}f_3(z_3)+a_{12}g_3(z_3)+a_{13} & a_{21}f_3(z_3)+a_{22}g_3(z_3)+a_{23} & a_{31}f_3(z_3)+a_{32}g_3(z_3)+a_{33} \end{vmatrix}$$

$$\times \prod_{i=1}^{3} \frac{1}{a_{31}f_i(z_i)+a_{32}g_i(z_i)+a_{33}}$$

$$= \begin{vmatrix} f_1(z_1) & g_1(z_1) & 1 \\ f_2(z_2) & g_2(z_2) & 1 \\ f_3(z_3) & g_3(z_3) & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \times \prod_{i=1}^{3} \frac{1}{a_{31}f_i(z_i)+a_{32}g_i(z_i)+a_{33}} = 0 \qquad (60)$$

となり，やはり共線図表が得られる。なお，このとき三つの曲線z_1，z_2，z_3は，

$$\left.\begin{aligned} (z_1):\ X_1=F_1(z_1)\ , \quad & Y_1=G_1(z_1)\ ; \\ (z_2):\ X_2=F_2(z_2)\ , \quad & Y_2=G_2(z_2)\ ; \\ (z_3):\ X_3=F_3(z_3)\ , \quad & Y_3=G_3(z_3) \end{aligned}\right\} \qquad (61)$$

で定義される。また，上記の射影変換 (58) の際に用いた係数a_{11}，a_{12}，a_{13}；a_{21}，a_{22}，a_{23}；a_{31}，a_{32}，a_{33}は，式(59) の条件を満足する以外は他に何らの条件もなく，任意に定めることができるから，これらの係数は，その用途に応じて，便利な図表を得るように適当に定めることができる。

図表の作成，及び，計算法は，§1 に述べたものと全く同様である。

§9 空間への拡張——共面図表の射影変換——

前節の所論を空間に拡張する。

§2 で述べたように，四変数u_1，u_2，u_3，u_4の共面図表において，共面である四点の座標(x_1, y_1, z_1)，(x_2, y_2, z_2)，(x_3, y_3, z_3)，(x_4, y_4, z_4)については，行列式

$$\begin{vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & z_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & z_3 & 1 \\ x_4 & y_4 & z_4 & 1 \end{vmatrix} = 0 \qquad (62)$$

が成立しなければならない。いま，この図表に，射影変換

$$\left.\begin{aligned} X_i &= \frac{a_{11}x_i+a_{12}y_i+a_{13}z_i+a_{14}}{a_{41}x_i+a_{42}y_i+a_{43}z_i+a_{44}}\ , \quad Y_i = \frac{a_{21}x_i+a_{22}y_i+a_{23}z_i+a_{24}}{a_{41}x_i+a_{42}y_i+a_{43}z_i+a_{44}}\ , \\ Z_i &= \frac{a_{31}x_i+a_{32}y_i+a_{33}z_i+a_{34}}{a_{41}x_i+a_{42}y_i+a_{43}z_i+a_{44}}\ , \quad i=1,\ 2,\ 3,\ 4 \end{aligned}\right\} \qquad (63)$$

を施す。但し，

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix} \neq 0 \qquad (64)$$

とする。このとき，点 $(x_i,\ y_i,\ z_i)$が点$(X_i,\ Y_i,\ Z_i)$に写像されるとすれば，

$$\begin{vmatrix} X_1 & Y_1 & Z_1 & 1 \\ X_2 & Y_2 & Z_2 & 1 \\ X_3 & Y_3 & Z_3 & 1 \\ X_4 & Y_4 & Z_4 & 1 \end{vmatrix}$$

$$= \begin{vmatrix} \frac{a_{11}x_1+a_{12}y_1+a_{13}z_1+a_{14}}{a_{41}x_1+a_{42}y_1+a_{43}z_1+a_{44}} & \frac{a_{21}x_1+a_{22}y_1+a_{23}z_1+a_{24}}{a_{41}x_1+a_{42}y_1+a_{43}z_1+a_{44}} & \frac{a_{31}x_1+a_{32}y_1+a_{33}z_1+a_{34}}{a_{41}x_1+a_{42}y_1+a_{43}z_1+a_{44}} & 1 \\ \frac{a_{11}x_2+a_{12}y_2+a_{13}z_2+a_{14}}{a_{41}x_2+a_{42}y_2+a_{43}z_2+a_{44}} & \frac{a_{21}x_2+a_{22}y_2+a_{23}z_2+a_{24}}{a_{41}x_2+a_{42}y_2+a_{43}z_2+a_{44}} & \frac{a_{31}x_2+a_{32}y_2+a_{33}z_2+a_{34}}{a_{41}x_2+a_{42}y_2+a_{43}z_2+a_{44}} & 1 \\ \frac{a_{11}x_3+a_{12}y_3+a_{13}z_3+a_{14}}{a_{41}x_3+a_{42}y_3+a_{43}z_3+a_{44}} & \frac{a_{21}x_3+a_{22}y_3+a_{23}z_3+a_{24}}{a_{41}x_3+a_{42}y_3+a_{43}z_3+a_{44}} & \frac{a_{31}x_3+a_{32}y_3+a_{33}z_3+a_{34}}{a_{41}x_3+a_{42}y_3+a_{43}z_3+a_{44}} & 1 \\ \frac{a_{11}x_4+a_{12}y_4+a_{13}z_4+a_{14}}{a_{41}x_4+a_{42}y_4+a_{43}z_4+a_{44}} & \frac{a_{21}x_4+a_{22}y_4+a_{23}z_4+a_{24}}{a_{41}x_4+a_{42}y_4+a_{43}z_4+a_{44}} & \frac{a_{31}x_4+a_{32}y_4+a_{33}z_4+a_{34}}{a_{41}x_4+a_{42}y_4+a_{43}z_4+a_{44}} & 1 \end{vmatrix}$$

$$= A \begin{vmatrix} a_{11}x_1+a_{12}y_1+a_{13}z_1+a_{14} & a_{21}x_1+a_{22}y_1+a_{23}z_1+a_{24} & a_{31}x_1+a_{32}y_1+a_{33}z_1+a_{34} & a_{41}x_1+a_{42}y_1+a_{43}z_1+a_{44} \\ a_{11}x_2+a_{12}y_2+a_{13}z_2+a_{14} & a_{21}x_2+a_{22}y_2+a_{23}z_2+a_{24} & a_{31}x_2+a_{32}y_2+a_{33}z_2+a_{34} & a_{41}x_2+a_{42}y_2+a_{43}z_2+a_{44} \\ a_{11}x_3+a_{12}y_3+a_{13}z_3+a_{14} & a_{21}x_3+a_{22}y_3+a_{23}z_3+a_{24} & a_{31}x_3+a_{32}y_3+a_{33}z_3+a_{34} & a_{41}x_3+a_{42}y_3+a_{43}z_3+a_{44} \\ a_{11}x_4+a_{12}y_4+a_{13}z_4+a_{14} & a_{21}x_4+a_{22}y_4+a_{23}z_4+a_{24} & a_{31}x_4+a_{32}y_4+a_{33}z_4+a_{34} & a_{41}x_4+a_{42}y_4+a_{43}z_4+a_{44} \end{vmatrix}$$

$$= A \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & z_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & z_3 & 1 \\ x_4 & y_4 & z_4 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix} = 0 \qquad (65)$$

を得る。ここに，

$$A = \prod_{i=1}^{4} \frac{1}{a_{41}x_i+a_{42}y_i+a_{43}z_i+a_{44}}$$

である。この式(65)において，最後の行列式は，条件(64)によって0ではないから，式(62)が成立すれば必ず(65)が成立し，逆に，(65)が成立すれば必ず(62)が成立する。即ち，四点$(x_1,\ y_1,\ z_1)$，$(x_2,\ y_2,\ z_2)$，$(x_3,\ y_3,\ z_3)$，$(x_4,\ y_4,\ z_4)$ が共面なるとき，この四点に射影変換 (63) を施して得られる四点$(X_1,\ Y_1,\ Z_1)$，$(X_2,\ Y_2,\ Z_2)$，$(X_3,\ Y_3,\ Z_3)$，$(X_4,\ Y_4,\ Z_4)$もまた共面である。

従って，一般に，四変数u_1，u_2，u_3，u_4の方程式

$$\begin{vmatrix} f_1(u_1) & g_1(u_1) & h_1(u_1) & 1 \\ f_2(u_2) & g_2(u_2) & h_2(u_2) & 1 \\ f_3(u_3) & g_3(u_3) & h_3(u_3) & 1 \\ f_4(u_4) & g_4(u_4) & h_4(u_4) & 1 \end{vmatrix} = 0 \qquad (66)$$

の共面図表に，射影変換

$$
\begin{aligned}
X_i&=\frac{a_{11}f_i(u_i)+a_{12}g_i(u_i)+a_{13}h_i(u_i)+a_{14}}{a_{41}f_i(u_i)+a_{42}g_i(u_i)+a_{43}h_i(u_i)+a_{44}}=F_i(u_i)\ ;\\
Y_i&=\frac{a_{21}f_i(u_i)+a_{22}g_i(u_i)+a_{23}h_i(u_i)+a_{24}}{a_{41}f_i(u_i)+a_{42}g_i(u_i)+a_{43}h_i(u_i)+a_{44}}=G_i(u_i)\ ;\\
Z_i&=\frac{a_{31}f_i(u_i)+a_{32}g_i(u_i)+a_{33}h_i(u_i)+a_{34}}{a_{41}f_i(u_i)+a_{42}g_i(u_i)+a_{43}h_i(u_i)+a_{44}}=H_i(u_i)\ ;\quad i=1,\ 2,\ 3,\ 4
\end{aligned}
\tag{67}
$$

但し，
$$
\begin{vmatrix}
a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14}\\
a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24}\\
a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34}\\
a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44}
\end{vmatrix}\neq 0,
\tag{68}
$$

を施せば，

$$
\begin{aligned}
&\begin{vmatrix}
F_1(u_1) & G_1(u_1) & H_1(u_1) & 1\\
F_2(u_2) & G_2(u_2) & H_2(u_2) & 1\\
F_3(u_3) & G_3(u_3) & H_3(u_3) & 1\\
F_4(u_4) & G_4(u_4) & H_4(u_4) & 1
\end{vmatrix}\\
&=\begin{vmatrix}
\frac{a_{11}f_1(u_1)+a_{12}g_1(u_1)+a_{13}h_1(u_1)+a_{14}}{a_{41}f_1(u_1)+a_{42}g_1(u_1)+a_{43}h_1(u_1)+a_{44}} & \frac{a_{21}f_1(u_1)+a_{22}g_1(u_1)+a_{23}h_1(u_1)+a_{24}}{a_{41}f_1(u_1)+a_{42}g_1(u_1)+a_{43}h_1(u_1)+a_{44}} & \frac{a_{31}f_1(u_1)+a_{32}g_1(u_1)+a_{33}h_1(u_1)+a_{34}}{a_{41}f_1(u_1)+a_{42}g_1(u_1)+a_{43}h_1(u_1)+a_{44}} & 1\\
\frac{a_{11}f_2(u_2)+a_{12}g_2(u_2)+a_{13}h_2(u_2)+a_{14}}{a_{41}f_2(u_2)+a_{42}g_2(u_2)+a_{43}h_2(u_2)+a_{44}} & \frac{a_{21}f_2(u_2)+a_{22}g_2(u_2)+a_{23}h_2(u_2)+a_{24}}{a_{41}f_2(u_2)+a_{42}g_2(u_2)+a_{43}h_2(u_2)+a_{44}} & \frac{a_{31}f_2(u_2)+a_{32}g_2(u_2)+a_{33}h_2(u_2)+a_{34}}{a_{41}f_2(u_2)+a_{42}g_2(u_2)+a_{43}h_2(u_2)+a_{44}} & 1\\
\frac{a_{11}f_3(u_2)+a_{12}g_3(u_3)+a_{13}h_3(u_3)+a_{14}}{a_{41}f_3(u_3)+a_{42}g_3(u_3)+a_{43}h_3(u_3)+a_{44}} & \frac{a_{21}f_3(u_3)+a_{22}g_3(u_3)+a_{23}h_3(u_3)+a_{24}}{a_{41}f_3(u_3)+a_{42}g_3(u_3)+a_{43}h_3(u_3)+a_{44}} & \frac{a_{31}f_3(u_3)+a_{32}g_3(u_3)+a_{33}h_3(u_3)+a_{34}}{a_{41}f_3(u_3)+a_{42}g_3(u_3)+a_{43}h_3(u_3)+a_{44}} & 1\\
\frac{a_{11}f_4(u_4)+a_{12}g_4(u_4)+a_{13}h_4(u_4)+a_{14}}{a_{41}f_4(u_4)+a_{42}g_4(u_4)+a_{43}h_4(u_4)+a_{44}} & \frac{a_{21}f_4(u_4)+a_{22}g_4(u_4)+a_{23}h_4(u_4)+a_{24}}{a_{41}f_4(u_4)+a_{42}g_4(u_4)+a_{43}h_4(u_4)+a_{44}} & \frac{a_{31}f_4(u_4)+a_{32}g_4(u_4)+a_{33}h_4(u_4)+a_{34}}{a_{41}f_4(u_4)+a_{42}g_4(u_4)+a_{43}h_4(u_4)+a_{44}} & 1
\end{vmatrix}\\
&=A\begin{vmatrix}
a_{11}f_1(u_1)+a_{12}g_1(u_1)+a_{13}h_1(u_1)+a_{14} & a_{21}f_1(u_1)+a_{22}g_1(u_1)+a_{23}h_1(u_1)+a_{24} & a_{31}f_1(u_1)+a_{32}g_1(u_1)+a_{33}h_1(u_1)+a_{34} & a_{41}f_1(u_1)+a_{42}g_1(u_1)+a_{43}h_1(u_1)+a_{44}\\
a_{11}f_2(u_2)+a_{12}g_2(u_2)+a_{13}h_2(u_2)+a_{14} & a_{21}f_2(u_2)+a_{22}g_2(u_2)+a_{23}h_2(u_2)+a_{24} & a_{31}f_2(u_2)+a_{32}g_2(u_2)+a_{33}h_2(u_2)+a_{34} & a_{41}f_2(u_2)+a_{42}g_2(u_2)+a_{43}h_2(u_2)+a_{44}\\
a_{11}f_3(u_3)+a_{12}g_3(u_3)+a_{13}h_3(u_3)+a_{14} & a_{21}f_3(u_3)+a_{22}g_3(u_3)+a_{23}h_3(u_3)+a_{24} & a_{31}f_3(u_3)+a_{32}g_3(u_3)+a_{33}h_3(u_3)+a_{34} & a_{41}f_3(u_3)+a_{42}g_3(u_3)+a_{43}h_3(u_3)+a_{44}\\
a_{11}f_4(u_4)+a_{12}g_4(u_4)+a_{13}h_4(u_4)+a_{14} & a_{21}f_4(u_4)+a_{22}g_4(u_4)+a_{23}h_4(u_4)+a_{24} & a_{31}f_4(u_4)+a_{32}g_4(u_4)+a_{33}h_4(u_4)+a_{34} & a_{41}f_4(u_4)+a_{42}g_4(u_4)+a_{43}h_4(u_4)+a_{44}
\end{vmatrix}\\
&=A\begin{vmatrix}
f_1(u_1) & g_1(u_1) & h_1(u_1) & 1\\
f_2(u_2) & g_2(u_2) & h_2(u_2) & 1\\
f_3(u_3) & g_3(u_3) & h_3(u_3) & 1\\
f_4(u_4) & g_4(u_4) & h_4(u_4) & 1
\end{vmatrix}\times\begin{vmatrix}
a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14}\\
a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24}\\
a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34}\\
a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44}
\end{vmatrix}=0
\end{aligned}
\tag{69}
$$

ここに，　$A=\prod_{i=1}^{4}\dfrac{1}{a_{41}f_i(u_i)+a_{42}g_i(u_i)+a_{43}h_i(u_i)+a_{44}}$，

となり，やはり共面図表が得られる。なお，このとき，四つの曲線u_1，u_2，u_3，u_4は，

$$\left.\begin{array}{llll} (u_1): & X_1=F_1(u_1), & Y_1=G_1(u_1), & Z_1=H_1(u_1); \\ (u_2): & X_2=F_2(u_2), & Y_2=G_2(u_2), & Z_2=H_2(u_2); \\ (u_3): & X_3=F_3(u_3), & Y_3=G_3(u_3), & Z_3=H_3(u_3); \\ (u_4): & X_4=F_4(u_4), & Y_4=G_4(u_4), & Z_4=H_4(u_4) \end{array}\right\} \tag{70}$$

で定義される。また，上記の射影変換(67)の際に用いた係数 a_{11}，a_{12}，a_{13}，a_{14} ; a_{21}，a_{22}，a_{23}，a_{24} ; a_{31}，a_{32}，a_{33}，a_{34} ; a_{41}，a_{42}，a_{43}，a_{44} は，式(68)の条件を満足する以外は他に何らの条件もなく，任意に定めることができるから，これらの係数は，その用途に応じて便利な図表を得るように適当に定めることができる。

図表の作成，及び，計算法は，§2で述べたものと全く同様であって，直角投影法による投影図を利用する。

§10 例6 $M=P\left(1+\frac{r}{100}\right)^n$ （その2）

§7において，方程式(46)の共面図表として，付図24及び付図27の両者を作成し，それらの欠点を考察し，その対策について述べた。それによれば，P，M，nについては，一応その欠点を補うことができたが，rについての欠点を補うことができなかった。そこで，本節においては，rの利用を更に便利にすることに重点をおいて，射影変換による考察を進める。

§7によれば，方程式(46)は行列式(50)で表わされ，四直線(51)によって共面図表化された。これらの四直線に対して，次の射影変換を行う。

$$\left.\begin{array}{ll} X_i=\dfrac{20x_i}{-880x_i+27z_i+1080}, & Y_i=\dfrac{200y_i}{-880x_i+27z_i+1080}, \\ Z_i=\dfrac{4860z_i}{-880x_i+27z_i+1080}, & i=1,\ 2,\ 3,\ 4 \end{array}\right\} \tag{71}$$

ここに，x_i，y_i，z_i は、式(51)における x_i，y_i，z_i を表わす。また、この射影変換(71)における係数の作る行列式

$$\begin{vmatrix} 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 200 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4860 & 0 \\ -880 & 0 & 27 & 1080 \end{vmatrix} = 20\times200\times4860\times1080 \neq 0$$

であるから、前節の条件式(68)を満足する。この射影変換(71)によって，式(51)における四直線P，r，n，M は，それぞれ，次のように変換される。

直線 P : $x_1=1$, $y_1=\dfrac{1}{\log P}$, $z_1=0$ であるから，

$$\left.\begin{array}{ll} X_1=\dfrac{20}{-880+1080}=0.1, & Y_1=\dfrac{200\times\dfrac{1}{\log P}}{-880+1080}=\dfrac{1}{\log P} \\ Z_1=0 & \end{array}\right\} \tag{72}$$

直線 r :　$x_2=0$,　$y_2=0$,　$z_2=\dfrac{1}{\log\left(1+\dfrac{r}{100}\right)}$　であるから,

$$\left.\begin{aligned} & X_2=0, \quad Y_2=0, \\ & Z_2=\frac{\dfrac{4860}{\log\left(1+\dfrac{r}{100}\right)}}{\dfrac{27}{\log\left(1+\dfrac{r}{100}\right)}+1080}=\frac{180}{40\log\left(1+\dfrac{r}{100}\right)+1} \end{aligned}\right\} \tag{73}$$

直線 n :　$x_3=\dfrac{n}{n-1}$　,　$y_3=0$　,　$z_3=0$　であるから,

$$\left.\begin{aligned} & X_3=\frac{\dfrac{20n}{n-1}}{-\dfrac{880n}{n-1}+1080}=\frac{n}{10n-54}, \\ & Y_3=0 \quad , \quad Z_3=0 \end{aligned}\right\} \tag{74}$$

直線 M :　$x_4=1$　,　$y_4=\dfrac{1}{\log M}$　,　$z_4=\dfrac{1}{\log M}$　であるから,

$$\left.\begin{aligned} & X_4=\frac{20}{-880+\dfrac{27}{\log M}+1080}=\frac{20\log M}{200\log M+27}, \\ & Y_4=\frac{\dfrac{200}{\log M}}{200+\dfrac{27}{\log M}}=\frac{200}{200\log M+27} \\ & Z_4=\frac{\dfrac{4860}{\log M}}{200+\dfrac{27}{\log M}}=\frac{4860}{200\log M+27} \end{aligned}\right\} \tag{75}$$

これらの四直線の位置は，付図28の見取図に示される通りで，これらの直線上に，上式に従って，それぞれ，目盛P, r, n, Mをつける。図中の直線lは，後述するように，計算のための補助直線であるが，これには目盛をつけるを要しない。

P, n, rが与えられたときMを求めるには，三直線P, n, r 上に，それぞれ，目盛(P), (n), (r)なる三点をとり，この三点を通る平面と直線 M との交点に付されている目盛(M)を読めば，求める元利合計Mを得る。

付図29は，直角投影法による付図28 の投影図である。P, n, r が与えられてMを求めるには次のようにすればよい。先ず，直線n（側面図）及び直線r上に，それぞれ，目盛(n), (r)なる二点をとり，この二点を結ぶ直線（番号1の直線）と補助線 l との交点から基線に平行線（番号2の直線）を引き，z 軸との交点をとる（この点を A とする）。次に，直線n（平面図）及び直線P上に，それぞれ，目盛(n), (P)なる二点をとり，この二点を結ぶ直線（番号3の直線）と直線M（平面図）との交点から基線に垂線（番号4の直線）を下し，その足と，さきの点Aとを結ぶ直線（番号5の直線）と直線M（立面図）との交点に付されている目盛（M）を読めば，このMが求める元利合計である。図中に付した番号は，計算するための手順を示したものであるが，この順序を変更すると，次のような逆計算も行うことができる。

M, P, nを与えてrを求める計算　　番号3，4，5，2，1の順に行う。

M，r，nを与えてPを求める計算　　番号1，2，5，4，3の順に行う。
また，P，M，rを与えてnを求める計算では，上のように直接には求められない。しかし，nは連続量ではないから，適当なnについて試みれば，nを得ることができる。

以上の計算では，前の例のように，平行線を作図する必要はない。平行線は，理論的には美しいものであるが，実用上はさほど便利なものではない。その代りに，平面図，立面図，側面図の三つを，共に必要とするが，これは，例えば，側面図を，z軸を軸として回転移動し，立面図に一致させるようにすれば，紙面を節約することができる。

付図30は，これらを考慮して作成された，実際に用いるための，式(46)の計算図である。補助直線は，直線rの両側に一つずつあるが，これは，4以下のnについては左の補助線を，5以上のnについては右の補助線を用いる。また，補助図表は，P，Mの比例計算に用いるためのもで，目的，作成，使用法については，§7における付図27の場合と全く同一である。図中の実線の例は，

$$P=15000\ ,\quad r=5.0\ ,\quad n=6$$

を与えて，

$$M=20000$$

を求める計算を示し，あるいは

$$P=70000\ ,\quad r=5.0\ ,\quad n=6$$

が与えられたとき，先ず，補助図表によって，

$$P'=15000$$

とし，前と同様に，

$$M'=20000$$

を求め，再び補助図表によって，

$$M=94000$$

を求める計算を示したものである。また，点線の例は，

$$P=20000\ ,\quad r=8.0\ ,\quad n=4$$

を与えて，

$$M=27000$$

を得る計算を示している。

以上，共面図表の原理と利用について，数種の例によって論述した。いろいろと誤りや不備な点もあろうと思われるので，御指導を頂ければ幸である。

最後に，文献の提供その他，いろいろな助言をいただいた，金沢大学工学部助教授理学博士守田勝彦先生に深甚の謝意を表する。

参 考 文 献

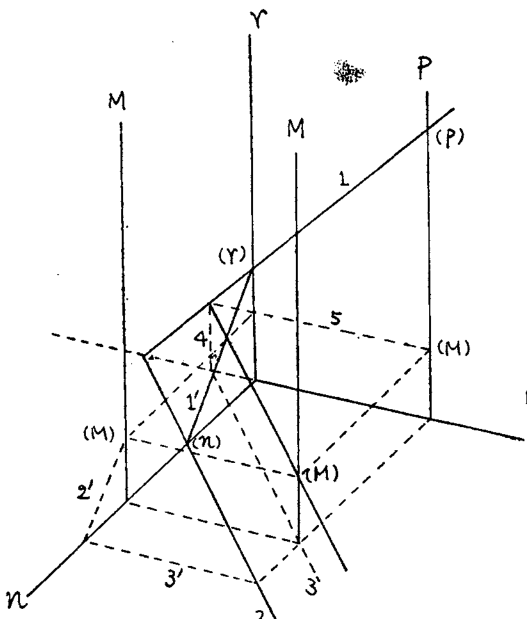
1 Josef Sutor ; Stereonomogramme, Mitteilungen der Deutchen Gesellschaft für Photogrammetrie, Jan. 1940, Ht. 4, S. 158—171. (航空文献集 No.11＝立体計算図表, 大日本航空株式会社航測所刊, 昭和17年)

2 Douglas P. Adams ; Three Dimensional Nomograms. (Presented to the American Society for Engineering Education, Drawing Division, Winter Session, held at Univ. of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania, Jan. 1954)

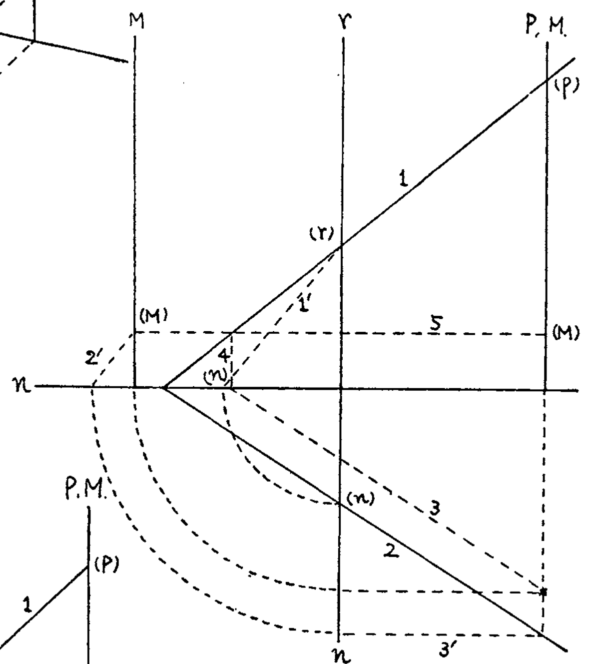
3 小倉金之助：計算図表（岩波全書），岩波書店, 昭和23年, 144—148ページ。

4 谷村豊太郎：計算図表学, 丸善出版株式会社, 昭和23年, 140—143ページ。

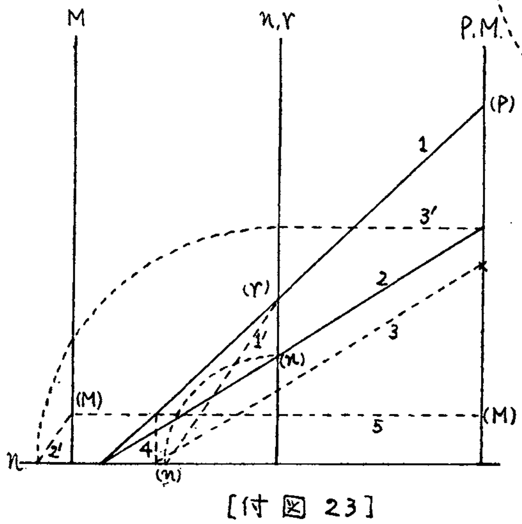
5 渡辺義勝：計算図表学（佐々木, 志賀：計算機械と共に, 応用数学第10巻），河出書房, 昭和22年, 191—194ページ, 221—228ページ, 243—252ページ。



[付図 21]

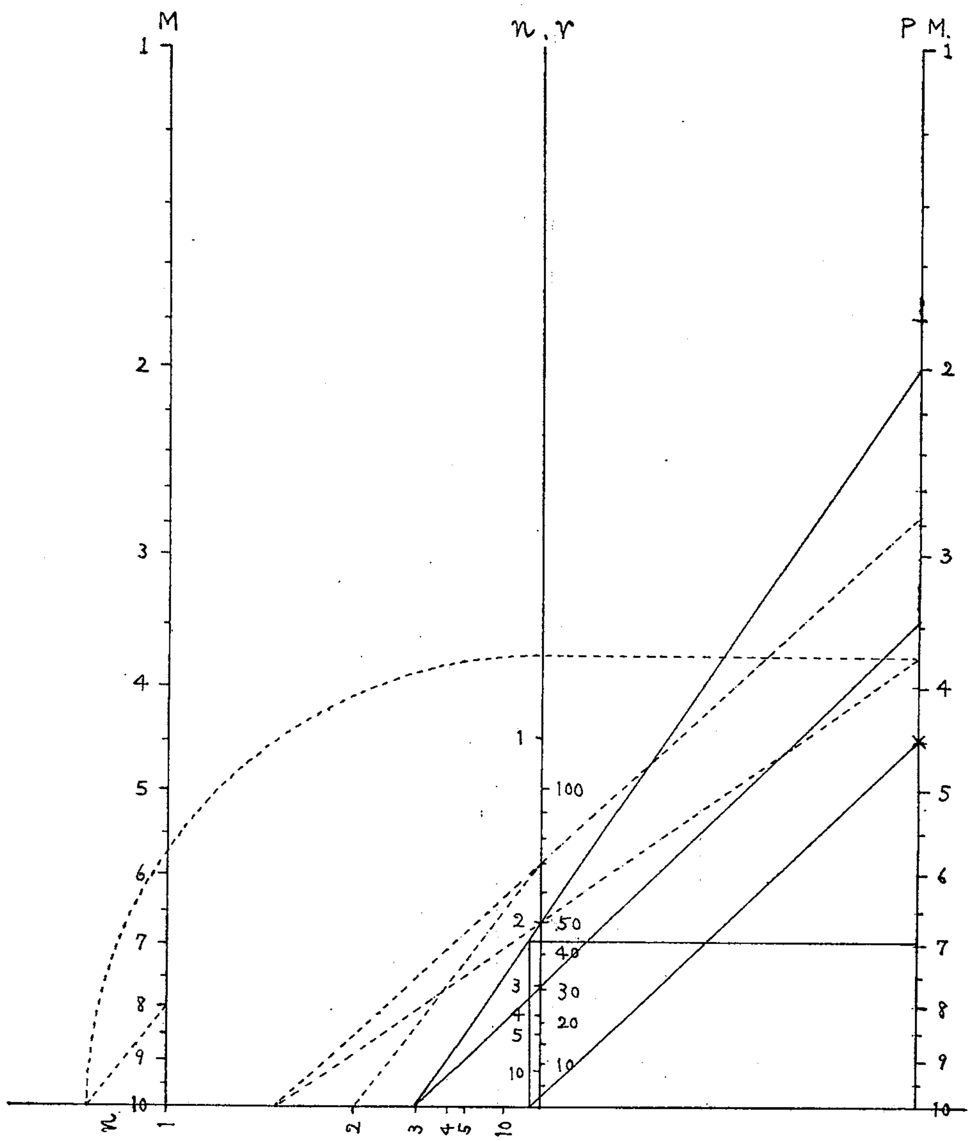


[付図 22]

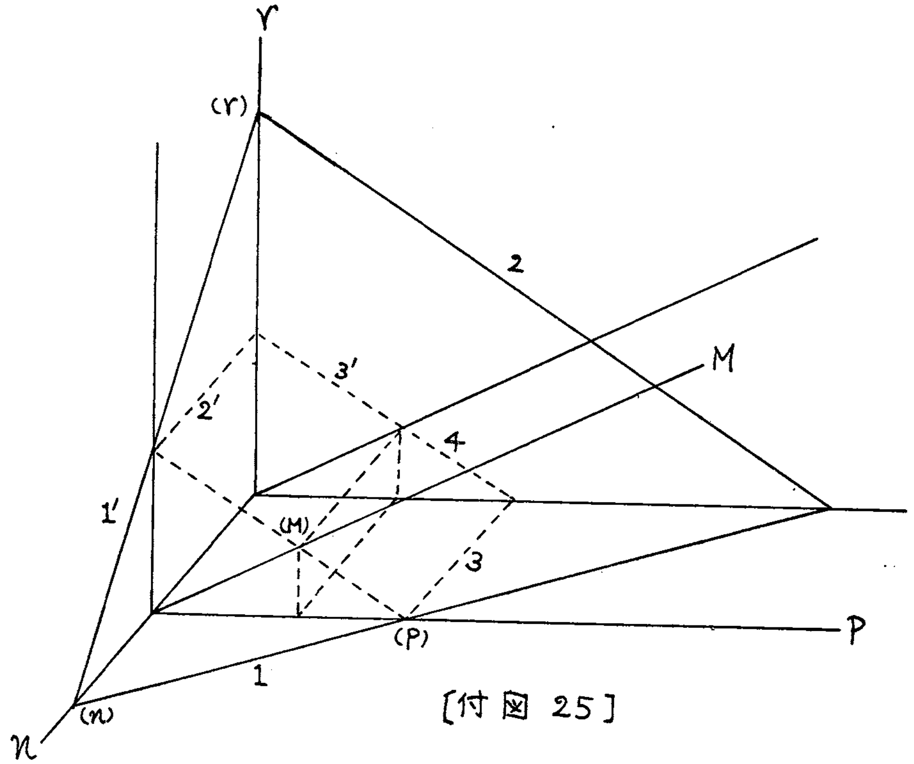


[付図 23]

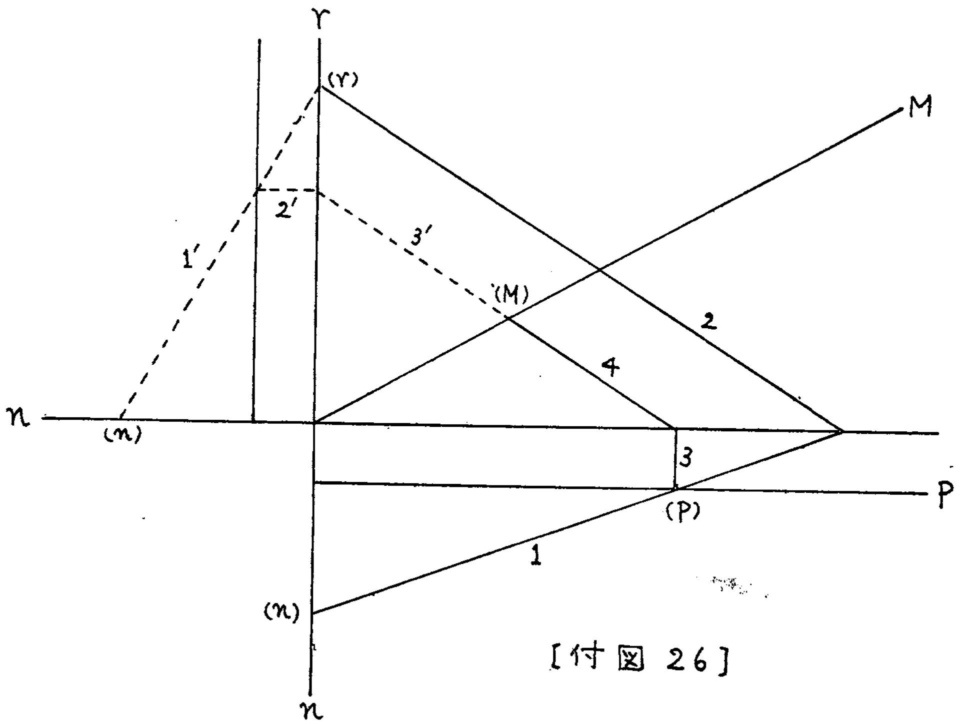
$$M = P\left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$



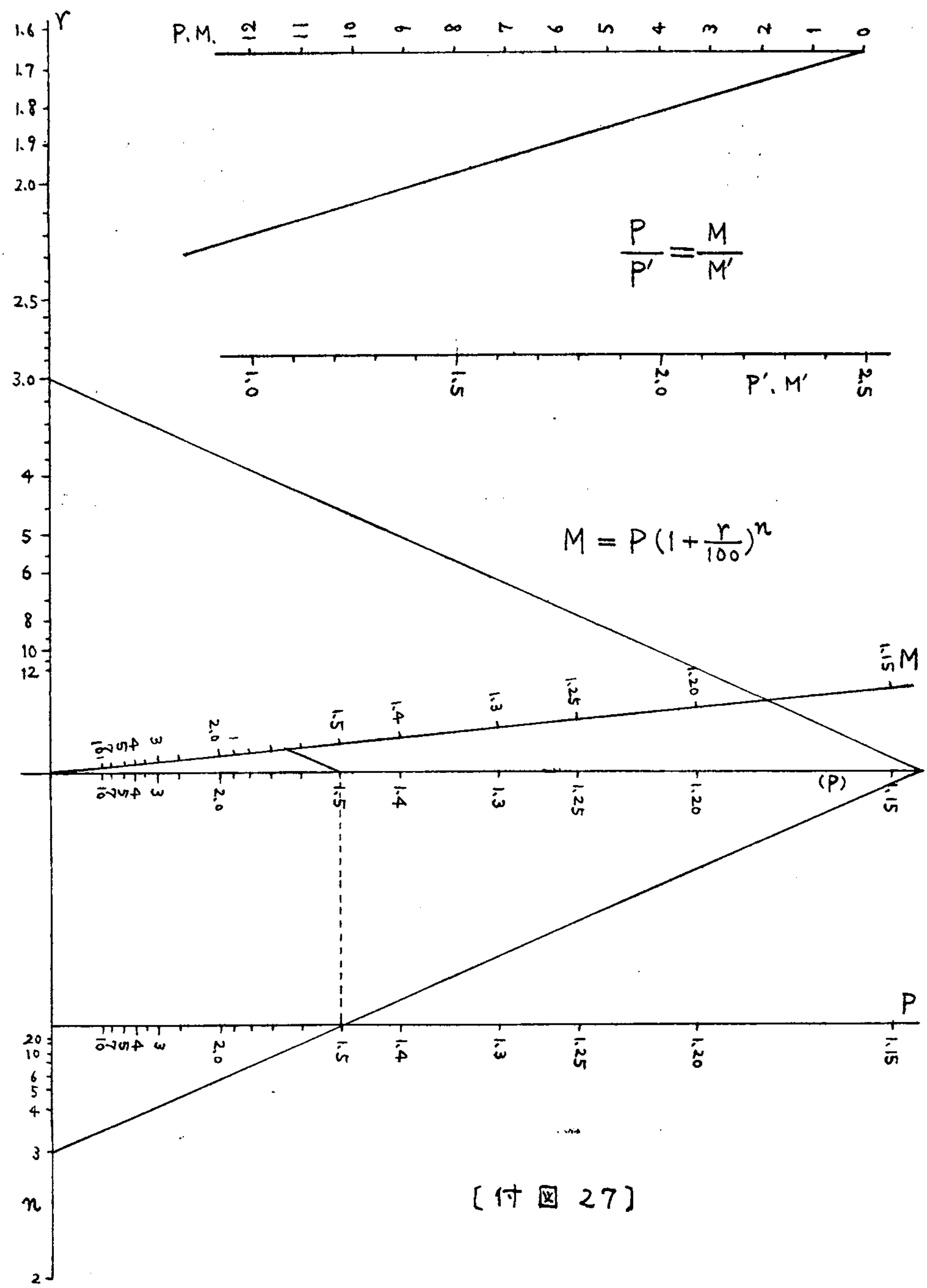
[付図 24]



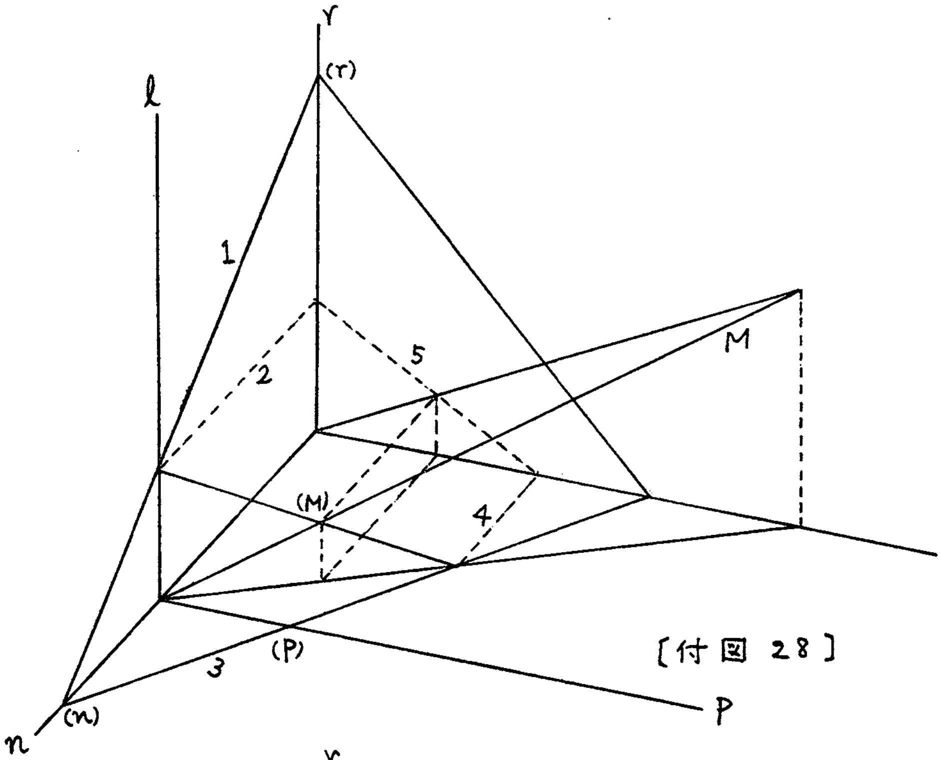
[付図 25]



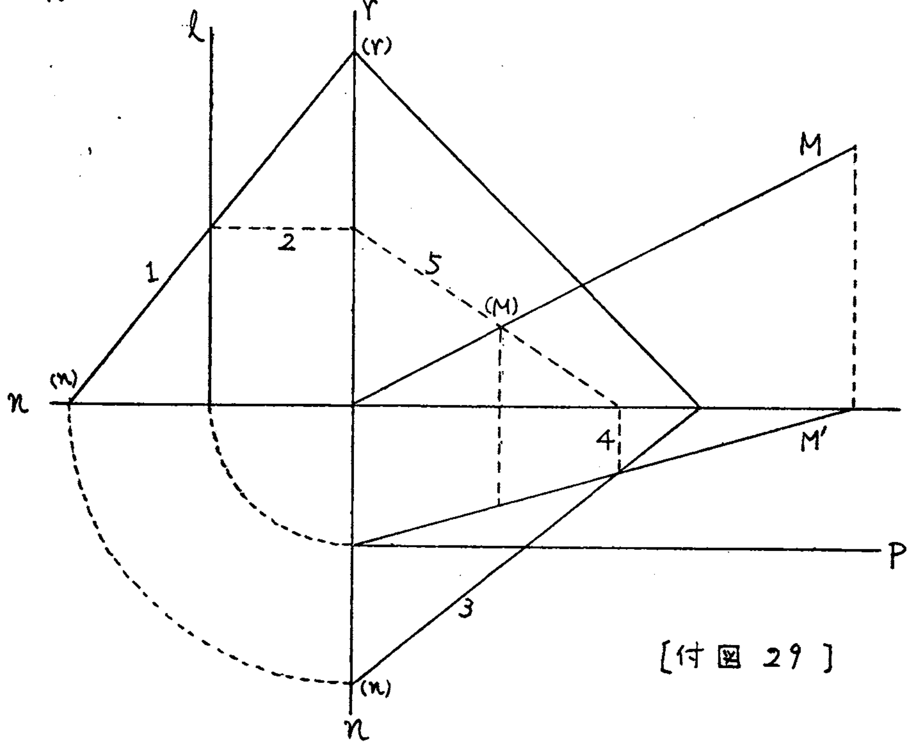
[付図 26]



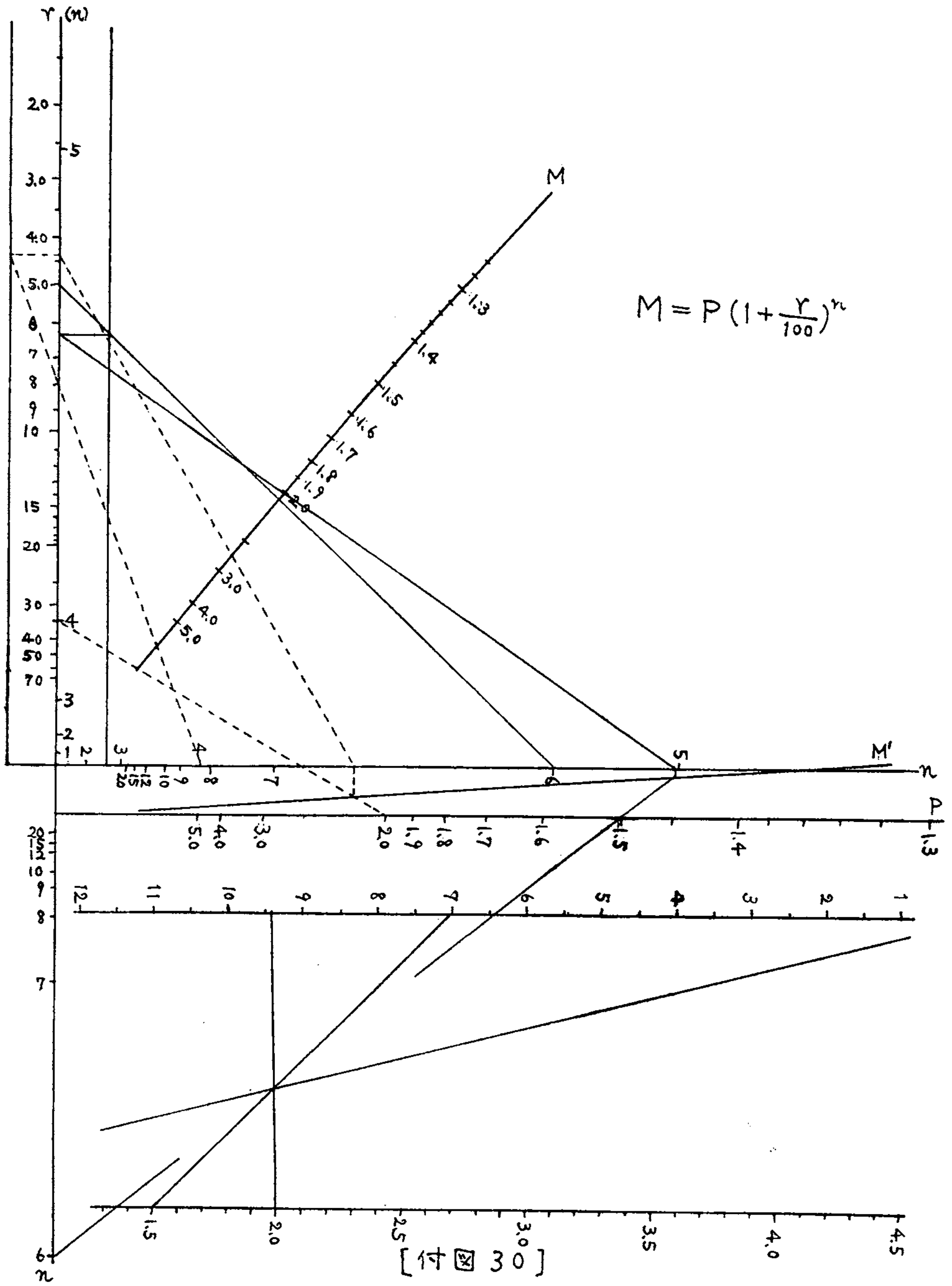
〔付図 27〕



[付図 28]



[付図 29]



［付図３０］