

M L 錯視に及ぼす明度対比の効果 (1)

浜 口 恵 治*

(人文学部文学科心理学研究室)

The effect of brightness contrast on the Müller-Lyer illusion (1)

Keiji HAMAGUCHI

Abstract

The Müller-Lyer figures of three levels of contrast (5.0 mL black figure / 27.2 mL grey / and 118.4 mL light grey / each on 172.0 mL white ground) were presented tachistosctopically for 500 msec. and 1,500 msec. in two experiments, the first on the obliques-out figure, the second on the obliques-in figure. Both experiments yielded statistically no significant effects of contrast, viewing time and the interaction.

ミュラー・リヤーの錯視(以下の記述においてML錯視と略す.)に影響を及ぼす図地明度対比の効果の研究は、純粹に知覚心理学の問題として研究されているよりも、発達心理学との関係において研究されている方が多い。ML錯視が加齢と共に減少することは多くの研究者間で一致している(安藤¹⁾, Piaget⁶⁾, Pollack⁷⁾⁸⁾, Weintraub等¹⁰⁾, Ebert⁹⁾). この現象の説明に対して、心理的な原因を説く立場と、生理的な原因を説く立場とがある。前者はPiaget⁶⁾であり、彼は、錯視は1次的効果または場の効果と2次的効果たる知覚活動(perceptual activity)とにより生じ、場の効果は加齢と共に減少し、かわって知覚活動が優勢となり、この知覚活動がML錯視を減少させると主張している。これに対して、Pollack & Silvar⁹⁾, Pollack⁸⁾, Ebert & Pollack⁴⁾⁵⁾, Ebert⁹⁾は、生理的な立場をとり、視覚の光路における色素の沈着が、加齢と共に増加し、これがML錯視の図と地の明度対比(正確には明度差なのだが)を減少させ、ML錯視の減少を引き起していると主張している。それを証明するため、直接的には、色素の沈着量の多少とML錯視の多少との比較実験、間接的には、色素の沈着が増大すれば、図と地の明度対比が減少するとして、ML錯視図と地の明度対比の大小(必然的に明度差の大小が随伴する.)とML錯視の大小との比較実験が行われている。

Pollack & Silvar⁹⁾は、眼底色素(pigmentation of the fundus oculi)が多い方がML錯視が少ないことを見出した。これに対し、Bayer & Pressey²⁾は、Pollack等⁹⁾の実験の被験者は、眼底色素の多い被験者の殆んどが黒人であり、少ない方は殆んどが白人であることから、人種差の要因が除かれていないと考え、白人の被験者間の眼底色素の多少とML錯視を比較し、何ら差が見い出されなかったと報告している。しかし、白人だけの被験者を用いたその後の実験では有意差が見い出されている(Ebert & Pollack⁴⁾⁵⁾, Ebert⁹⁾).

又、間接的な方法として、Ebert & Pollack⁴⁾⁵⁾, Ebert⁹⁾は、図地明度対比とML錯視を比較し、図地明度対比の減少と共にML錯視が減少することを見出ししている。しかし同様の実験を行ったWeintraub, Tang, & Smith¹⁰⁾は、Ebert & Pollack⁴⁾の結果との一致を見出しえなかつ

* 本研究の実験は、片岡豊子氏、下元圭介氏の協力により行なわれたものである。ここに深く感謝の意を表します。

た。

このように図地明度対比のML錯視に及ぼす影響の研究は、知覚の発達との関係で行われている。そのせいか、純粋に知覚心理学の実験として完全でないものが多い。まず、図地明度対比の定義が一定していない。そして、測定法上、比較刺激の定義が明確でない。これらと上述の諸実験との関係は〔表1〕の如くなる。これらの実験が、ML錯視の加齢と共に減少することの間接的な検

〔表1〕ML錯視の図地明度対比実験の分類

			錯視量の定義	
			S_s の PSE と物理的長さとの差	S_s と S_c の PSE の差
図地明度対比(差)の定義	図地明度対比一定 フィルターにより照明変化	S_s と S_V への照明同時変化	Weintraub 等 ¹⁰⁾ の 実験 II タイプ I	タイプ II
		S_V の対比一定 S_s の照明のみ変化	タイプ III	Weintraub 等 ¹⁰⁾ の 実験 I タイプ IV
	地の明度一定・照明一定 図の明度のみ変化	S_s と S_V の対比同時変化	Ebert & Pollack ⁴⁾⁵⁾ Ebert ³⁾ タイプ V	タイプ VI
		S_V の対比一定 S_s の対比のみ変化	タイプ VII	Weintraub 等 ¹⁰⁾ の 実験 III タイプ VIII

S_s : 標準刺激 S_V : 比較刺激 S_c : 統制刺激

証実験として計画されたものならば、幼児も成人も同一刺激図を観察するのであるが、網膜に結像された標準・比較両刺激図が、色素の沈着の程度により違いが生ずることを実験的に操作するのであるから、図地明度対比は一定で、フィルターか照明光の変化により刺激図全体の明度を変化させ、地明度差のみを実験変数とすべきであり、〔表1〕における諸実験のうち、タイプ I の Weintraub 等¹⁰⁾の実験 II かタイプ II のように計画されるべきである。

Weintraub 等¹⁰⁾の実験では有意差が得られているが、Ebert & Pollack⁴⁾⁵⁾、Ebert³⁾の結果とは反対に、図地明度対比(差)の小なるほどML錯視が増大している。

又、純粋に知覚心理学の問題とし、図地明度対比とML錯視の関係を実験するならば、「ものさし」であるべき比較刺激は不変であるべきであるから、タイプ VII か VIII の実験として計画されるべきである。この2つのタイプは厳密に区別されるべきであり、錯視量としての定義では、タイプ VIII の

方が適確である。しかし、条件間の PSE の比較という意味においては、タイプ VII は意義をもつ。

筆者はタイプ VII の実験を行った。Ebert & Pollack⁴⁾⁵⁾、Ebert³⁾ の実験では、「ものさし」であるべき比較刺激が標準刺激の明度対比と同時に変化している。それでは、条件ごとに「ものさし」が異なり、条件差を比較するのは論理的におかしい。それで、筆者の今回の実験では、比較刺激の図地明度対比は一定とした。Weintraub 等¹⁰⁾ の実験のように統制条件を設けなかった。統制条件を設けるとすれば、各標準刺激の実験条件に対応して、それと同数の統制条件が必要となり、被験者を実験測定に拘束する時間が 1 時間余りにも及び、心理的・生理的に被験者を一定の状態に保たせるのが困難に思われたからである。それで、種々なる図地明度対比の ML 錯視図間の PSE を比較することにした。

Ebert & Pollack⁴⁾⁵⁾、Ebert³⁾ や、Weintraub 等¹⁰⁾ は、非常に小さな視角の ML 錯視図を用いている。それは、色素の沈着の著しい黄斑の範囲内に刺激図を結像させるためである。しかし、安藤¹⁾ や Piaget⁶⁾ は、もっと大きな視角の ML 錯視図を用いており、そのような条件でも加齢に伴う ML 錯視の減少を見出ししている。色素の沈着は黄斑のみでなく、水晶体にも加齢と共に生じる (Pollack⁷⁾) のであるから、安藤¹⁾ や Piaget⁶⁾ の結果をも色素沈着説で一般化しようとするならば、もっと大きな視角の ML 錯視図を用いるべきである。それで、この実験では一般によく用いられている大きさの ML 錯視図を用いた。

Ebert & Pollack⁵⁾ は刺激提示時間条件を、0.5、1.5、4.5、9.0 秒と設け、0.5 秒提示条件のみにおいて統計的に有意な図地明度対比条件差を見出ししている。又、Ebert & Pollack⁴⁾、Ebert³⁾ も 0.5 秒提示条件で同様の結果を得ている。Weintraub 等¹⁰⁾ は、1.5 秒提示条件を用いているが、その実験 I と III で統計的に有意な差を得ることができなかった。このように、刺激提示時間と図地明度対比とは交互作用するかもしれない。よって筆者の今回の実験では、0.5 秒と 1.5 秒の刺激提示時間条件を設けてその効果を検討することにした。

又、ML 錯視図と地の明度対比の実験は、今まで、外向図形のみでしか行なわれていない。この実験では、内向図形に対しても同様の実験を行った。

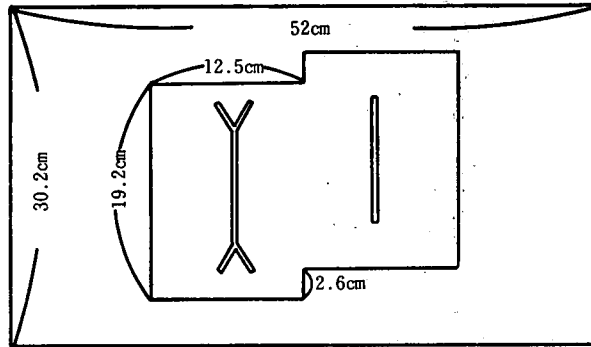
実 験

目 的 一定の明度の地に対する種々なる明度の ML 錯視図間にその主線の見かけの長さ差があるかどうか、すなわち、ML 錯視に及ぼす図地明度対比の影響を検討する。さらにその影響が提示時間の長短と交互作用的に現われるかどうかをも検討する。ML 錯視の外向図形について実験 I を、内向図形について実験 II を行なった。

実 験 I

被験者 大学生 10 名 (男 : 3、女 : 7)

刺 激 スライドによる刺激図を用いた。そのスライドの原図の標準刺激は、主線の長さ 10 cm、斜線 3 cm、線巾 4 mm、鈍角 300° の ML 錯視図である。比較刺激は線巾 4 mm で 3 mm のステップで変化する 8.2 cm ~ 15.4 cm の長さの直線であった。さらに練習試行用の刺激図として、標準刺激の斜線を除いたものを用意した。標準刺激の明度は、マンセル・グレー・スケールで、N=1.5、5.5、8.5 を用いた。練習用刺激図及び比較刺激図はすべて N=1.5 である。これらの明度の刺激図をマンセル灰色紙より切り抜き、N=9.5 の地の中央に貼り付けた。これらの刺激図を黒ラシャ紙の上に [図 1] の如く配置し、これらを写真撮影して、スライドを作製した。このスライドを原図と同じ大きさになる様に、スクリーン上に投影し、刺激図とした。この投影された刺激



〔図Ⅰ〕 刺激図の配置

図において、 $N=1.5, 5.5, 8.5, 9.5$ に対応するスクリーン上の明度は、マクベス照度計で測定したところ、それぞれ、約5.0, 27.2, 118.4, 172.0 mLであった。

装置 スライドを投影するために電子シャッター式タキストスコープ（竹井機器製）と、スクリーンとして、30.2 cm（タテ）×52.0 cm（ヨコ）の乳白色プラスチック板を使用した。観察はタキスト・スコープの反対側約54 cmの距離よりなされた。

手続 極限法の変法の1つである上下法（up and down method）を用いた。上昇・下降系列各1回ずつで、その順序は条件ごとにランダムに行った。各系列は、4回の判断の逆転よりなり、PSEは各逆転ごとに求められ、合計 $4 \times 2 = 8$ 回のPSEの平均をもって各条件のPSEとした。

指示は「左側の図の垂直線部分に比較して右側の垂直線が短いと見えたら『短い』、等しいと見えたら『等しい』、長いと見えたら『長い』と答えて下さい。」と与え、三件法で判断させた。そして、客観的な長さでなくあくまでも見えたままの主観的な長さで比較するよう注意した。又、線の中が4 mmもあるため、主線の範囲が不明確であるかもしれないので、別に中心線を書き加えた図を示し、その中心線における主線の長さにおいて判断するよう、主線の範囲を明確にした。

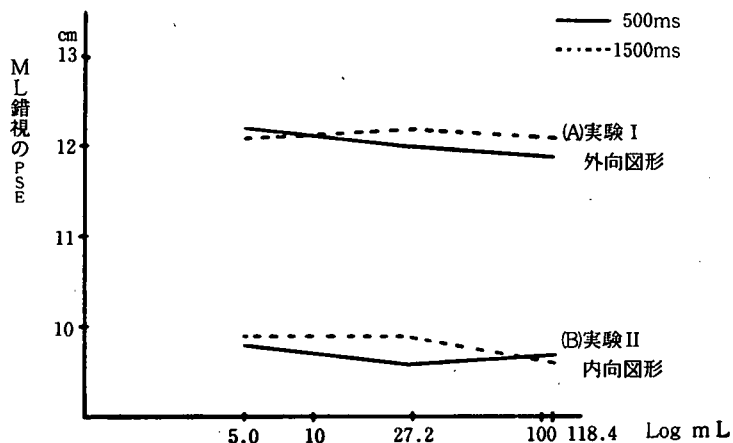
刺激提示時間は、0.5と1.5秒とした。又、刺激間隔時間は、被験者の反応のペースに合せたが、2～3秒ぐらいであった。そうすると、実験条件は、図地明度対比条件3、刺激提示時間条件2で、 $3 \times 2 = 6$ 条件である。それらの条件はランダムに測定された。実験条件の測定に先立ち、0.5秒提示で練習試行を行なった。実験所要時間は、18～35分で、平均24.1分であった。実験は防音室で行なわれ、室内は薄暗く照明されていた。暗順応は、教示期間と練習試行期間中に十分行われていたと思われる。

結 果

〔表Ⅱ〕の(A)の如き結果を得た。これを〔図Ⅱ〕の(A)に示した。〔図Ⅱ〕(A)よりみるに、図地明度対比条件も刺激提示時間条件も差が見られないようである。分散分析により〔表Ⅲ〕の(A)を得た。その結果、図地明度対比条件間に統計的に有意な差が得られなかった($F=0.29$, $df=2/18$, NS)。又、刺激提示時間条件間に統計的に有意な差が得られなかった($F=1.22$, $df=1/9$, NS)。そしてさらに、両要因の交互作用も統計的に有意でなかった($F=0.98$, $df=2/18$ NS)。これらの結果により、図地明度対比はML錯視に影響を及ぼすということとはできない。このことは、0.5秒刺激提示条件でも、1.5秒条件でも同様であり、したがって、図地明度対比の効果が刺激提示時間と交互作用的に現われるとも云えない。

〔表II〕 種々なる図地明度対比および提示時間におけるML錯視のPSE

図地明度対比 提示時間		5.0mL 172.0mL		27.2 172.0		118.4 172.0		
		500ms	1500	500	1500	500	1500	
		(A) 実験 I (外向図形)		被験者 S ₁	12.1cm	12.1	10.8	11.1
S ₂	11.5			11.1	11.0	11.2	11.7	11.9
S ₃	12.7			12.7	12.7	12.5	12.3	12.9
S ₄	12.6			12.3	11.6	12.9	11.8	11.9
S ₅	12.6			12.7	12.5	12.9	12.2	12.7
S ₆	11.6			11.3	11.4	11.4	11.4	12.1
S ₇	12.7			11.6	12.9	12.5	11.5	11.4
S ₈	11.2			11.6	12.2	12.3	11.5	11.8
S ₉	12.5			13.1	13.2	13.1	12.7	12.6
S ₁₀	12.3			12.6	11.5	11.8	11.8	11.6
M	12.2			12.1	12.0	12.2	11.9	12.1
(B) 実験 II (内向図形)		被験者 S ₁₁	9.6cm	10.1	10.0	10.1	10.6	10.1
		S ₁₂	9.8	10.1	9.9	9.5	9.7	9.8
		S ₁₃	9.3	9.6	9.3	9.3	8.8	9.0
		S ₁₄	9.7	9.9	9.6	10.6	9.6	10.3
		S ₁₅	10.3	10.3	10.4	10.1	10.2	10.1
		S ₁₆	10.5	10.7	10.9	10.9	10.8	10.3
		S ₁₇	9.4	9.9	9.7	9.8	9.1	9.3
		S ₁₈	8.7	8.8	8.9	9.0	8.8	8.6
		S ₁₉	10.5	10.0	9.6	9.9	9.8	9.6
		S ₂₀	9.8	10.0	9.3	9.7	9.9	9.3
		M	9.8	9.9	9.6	9.9	9.7	9.6



〔図II〕 種々なる図の明度および提示時間におけるML錯視のPSE (被験者10人の平均)

〔表Ⅲ〕 表Ⅱの分散分析

(A) 実験Ⅰ (外向図形)				
要因	SS	df	MS	F
明 度(B)	0.20	3 - 2 = 1	0.10	0.29
時 間(T)	0.12	2 - 1 = 1	0.12	1.22
個 (S)	13.24	10 - 1 = 9	1.47	14.87**
B × T	0.20	2 × 1 = 2	0.10	0.98
B × S	6.17	2 × 9 = 18	0.34	3.44**
T × S	0.89	1 × 9 = 9	0.10	1.00
B × T × S	1.79	2 × 1 × 9 = 18	0.10	
全 体	22.61	3 × 2 × 10 - 1 = 59		

(B) 実験Ⅱ (内向図形)				
要因	SS	df	MS	F
明 度(B)	0.32	3 - 1 = 2	0.16	1.85
時 間(T)	0.08	2 - 1 = 1	0.08	1.04
個 (S)	15.09	10 - 1 = 9	1.67	28.95**
B × T	0.21	2 × 1 = 2	0.10	1.79
B × S	1.54	2 × 9 = 18	0.09	1.48
T × S	0.70	1 × 9 = 9	0.08	1.33
B × T × S	1.04	2 × 1 × 9 = 18	0.06	
全 体	18.97	3 × 2 × 10 - 1 = 59		

(** P < 0.01)

実験Ⅱ

被験者 実験Ⅰとは別に新しく大学生10名(男:7, 女:3)を用いた。

刺激 標準刺激が内向図形鋭角 60°であり, 比較刺激の変化範囲が 6.1cm~13.3cm である他は, 全て実験Ⅰと同じである。

装置・手続 実験Ⅰと同じである。尚, 実験所要時間は, 15~26分であり, 平均19.5分であった。

結 果

実験Ⅰと同様にして, [表Ⅱ]の(B), [図Ⅱ]の(B), [表Ⅲ]の(B)を得た。図地明度対比条件間に統計的に有意な差が得られなかった ($F=1.85$, $df=2/18$, NS)。又, 刺激提示時間条件間にも統計的に有意な差が得られなかった ($F=1.04$, $df=1/9$, NS)。そしてさらに, 両要因の交互作用も統計的に有意でなかった ($F=1.79$, $df=2/18$, NS)。これらの結果により実験Ⅰと同様のことがいえる。

考 察

実験Ⅰの0.5秒刺激提示条件での結果は、比較刺激の図地明度対比が、ML錯視の測定に何ら関係を持たないと仮定するならば、Ebert & Pollack⁴⁾⁵⁾、Ebert³⁾の結果と一致しないことになる。又、Ebert & Pollack⁵⁾は図地明度対比と刺激提示時間との交互作用効果を得ているが、実験Ⅰでは、それを得ることができなかった。しかし、このような結果のくいちがいは、前述の仮定が成り立たないことによるのかもしれない。すなわち、「ものさし」が異なるので、両者を対応させて考察することはできないのかもしれない。

又、刺激図形の大きさの相違もあるかもしれない。彼等は、主線の長さ2.2cmを1.5mの距離より観察させている。筆者の実験では主線10cm、観察距離0.45mであった。視角に換算して比較すれば、 $0.8^\circ:10.6^\circ$ である。

Bayer & Pressey²⁾は、いろいろな錯視図のその視角の大小と錯視量の大小との関係を実験し0.41mの観察距離で主線の長さが、1, 3.5, 6cmと増大していった場合、外向ML錯視図のみに錯視量が減少すると結果を得ている。この結果より筆者の実験Ⅰの結果を考察するに、ML錯視図の視角が大きいため、錯視が少なく、それに相関して図地明度対比条件間のPSEの差も小さく、分散分析の際、誤差項たる測定誤差の変動にうずもれて、統計的に有意な差が得られないのかもしれない。

又、Ebert & Pollack⁴⁾⁵⁾、Ebert³⁾の実験は、非常に小さな視角の刺激図を用いているため、非常に視力の優れた被験者を用いている。裸眼で左右共2.0以上である。筆者の実験では、そのように優れた視力の学生を被験者に用いることができなかったため、視力の統制を行わなかった。実験Ⅰの結果で被験者と図地明度対比の交互作用が統計的に有意であるのは、優れた視力の被験者に図地明度対比の効果働くのかもしれない。

ML錯視の斜線と主線の明度を独立に変化させ、それらと地の明度との対比の効果も考えられる。Weintraub等¹⁰⁾はこのような明度対比の効果をも小さな視角の外向ML錯視図に対して実験している。又、Wickelgren¹¹⁾も、大きな視角の外向と内向のML錯視図に対して実験した。その結果、2つの実験共、主線と地の明度対比が減少するほど錯視が増大し、斜線と地の明度対比が減少するほど錯視が減少したと報告している。筆者の実験Ⅰ・Ⅱの結果を、彼等の実験結果より考察してみるならば、斜線と主線が同じ明度であるので、図地明度対比の減少は、斜線の影響力が減少し、主線の被影響性が増大して、負と正がいくぶん相殺し合うことになり、図地明度対比の効果が生じにくくなって、実験Ⅰ・Ⅱのような結果が得られたと解釈できる。

図地明度対比の変化は、図地明度差をも伴う。眼球への色素の沈着は、明度対比は一定で明度差のみに関係する。加齢に伴うML錯視の減少の原因を、加齢に伴う色素の沈着に求めるならば、その検証実験は、標準・比較両刺激図と被験者の間に、種々なる透過率のフィルターを挿入することにより、図地明度差を操作すべきである。Ebert & Pollack⁴⁾⁵⁾、Ebert³⁾の実験デザインは、結果として、このような図地明度差を操作していたわけであるが、明度対比をも合併して操作しており、色素沈着説の検証実験として適確でない。又、図地明度対比の効果の実験デザインとしても、各条件に対応する「ものさし」たる比較刺激が不変でないので適確でない。

地の明度を一定にし、図の明度を変化させて図地明度対比を変化させると、必然的に、図地明度差も変化する。ところが、たいいていの図地明度対比の効果の実験は、この図地明度差の要因を無視して行われている。筆者の実験Ⅰ・Ⅱもこの例外ではない。図地明度差を一定にして、明度対比のみを変化させるのは、なかなか困難であるが、明度対比を一定にして明度差のみを変化させるのは、標準刺激と被験者の間にいろいろな透過率のフィルターを挿入すればよいのであるから容易である。〔表Ⅰ〕のタイプⅢ・Ⅳの実験がこれにあたる。そして、明度差の効果が明らかになれば、

それを割り引けば明度対比の効果を検討することができる。

このように、今回の実験結果のみでは、ML 錯視に影響を及ぼす図地明度対比の効果について結論することは早計であろう。さらに上に指摘した諸問題点をも含めてもっと多くの実験を必要とするであろう。

References

- 1) 安藤照子 対象認知における方向規制の発達の研究 奈良女子大学文学会研究年報, 1961, 4, 79-99.
- 2) Bayer, C. A., & Pressy, A. W. Geometric illusions as a function of pigmentation of fundus oculi and target size. *Psychonomic Science*, 1972, 26, 77-79.
- 3) Ebert, P. Effects of lightness contrast and fundus pigmentation on age-related decrement in magnitude of the Müller-Lyer illusion. *Perceptual & Motor Skills*, 1976, 42, 1276-1278.
- 4) Ebert, P. C., & Pollack, R. H. Magnitude of the Müller-Lyer illusion as a function of lightness contrast, viewing time and fundus pigmentation. *Psychonomic Science*, 1972, 26, 347-348.
- 5) Ebert, P. C., & Pollack, R. H. The effect of lightness contrast, tachistoscopic duration and fundus pigmentation on the magnitude of the Müller-Lyer illusion. *American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry*, 1973, 50, 872-878.
- 6) Piaget, J. 久保田正人訳. 知覚の年齢による発達. (ピアジェ・フレス編. 波多野・南監修. 現代心理学VI, 知覚と認知, 白水社, 1971, 所収)
- 7) Pollack, R. H. Contour detectability threshold as a function of chronological age. *Perceptual & Motor Skills*, 1963, 17, 411-417.
- 8) Pollack, R. H. Müller-Lyer illusion-effect of age, lightness contrast and hue. *Science*, 1970, 170, 93-95.
- 9) Pollack, R. H., & Silvar, S. D. Magnitude of the Müller-Lyer illusion in children as a function of pigmentation of the fundus oculi. *Psychonomic Science*, 1967, 8, 83-84.
- 10) Weintraub, D. J., Tong, L., & Smith, A. J. Müller-Lyer size versus size reflectance contrast illusion: Is the age-related decrement caused by a declining sensitivity to brightness contours? *Developmental Psychology*, 1973, 8, 6-15.
- 11) Wickelgren, B. G. Brightness contrast and length perception in the Müller-Lyer illusion. *Vision Research*, 1965, 5, 141-150.

(昭和55年11月11日受理)

(昭和56年7月20日発行)