

IV 視力と作業能力に関する実船実験

目 次

まえがき	20
A 調査要領	20
B 調査結果	24

まえがき

海技試験における航海士および機関士の視力検査基準が現行の基準に定められた根拠は明らかではない。また、現行基準の最低の視力のものが果して職務を遂行する上で支障が無いものかどうか不明にはわからない。

このような点より、航海士および機関士が行なう代表的な視覚的作業を取り上げ、近視の程度と作業遂行の支障の程度との関係を検討するため、実船において実験調査を行なった。

A 調査要領

1. 第1回実験調査

a 実験日時

昭和44年9月4日 10.00~16.00

b 実験場所

東京港停泊中練習船大成丸

c 実験項目

- i) 遠距離物標看視作業（於船橋，眼高12m）

- ii) レーダ看視作業（於船橋）

- iii) パネル計器看視作業（於シミュレータ室）

d 被検者

日本航海士会派遣航海士5名

各被検者の経歴および視力検査成績は表1のとおり。また、各被検者とも視野色覚は正常であり、眼疾患の所見はなかった。

e 実験方法

(1) 実験視力の調整

実験視力を各片眼視力で1.0, 0.8, 0.6, 0.4, 0.3, 0.1の6階級に設定し、各被検者に対し、凸レンズおよび遮蔽板（フィルタ）を用いて各視力階級への調整をそれぞれについて行なった。視力の測定は万国視力表（検査距離5m）を用いた。

各被検者の実験視力と装用凸レンズおよび遮蔽板との関係は表2のとおりである。なお、遮蔽板による場合、被検者によっては、調整できない視力階級が生じた。

なお、凸レンズ装用して視力を低下させる方法は網膜の前方に焦点を結ぶことによって眼をピンボケの状態にしたもので、ちょうど近視眼を再現したものでこの実験目的に適している。

遮蔽板による方法は、眼の疾患として角膜、水晶体、硝子体の一つまたはいくつかが混濁して視力が低下した状態を再現したものである。

表1 被検者の経歴および視力検査成績（第1回実験）

被検者	年齢	最終学歴	受有免状	乗船時職名	海上実歴	遠距離視力			近距離視力			近点距離	
						右	左	両眼	右	左	両眼	右	左
Na	29才	商船大学	甲一航	二航	4年	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	1.2	100 ^{mm}	100 ^{mm}
Ya	31	"	甲一航	三航	4年	1.2	1.2	1.5	1.0	1.0	1.0	95	95
Si	28	"	甲一航	二航	4年	1.5	1.5	2.0	1.2	1.2	1.5	140	140
Sa	34	"	甲船長	一航	11.5年	1.2	1.5	1.5	0.6	0.8	1.0	140	150
Me	30	"	甲一航	三航	2年	1.5	1.5	2.0	1.2	1.2	-	120	120

表 2 被検者の実験視力の調整結果 (第 1 回実験)

被検者	実験視力	1.0		0.8		0.6		0.4		0.3		0.1	
		レンズ	フィルタ	レンズ	フィルタ	レンズ	フィルタ	レンズ	フィルタ	レンズ	フィルタ	レンズ	フィルタ
Na	右	+0.5	1.0	+1.25	1.0	+1.50	0.8	+2.0	0.6	+2.25	0.3	+3.0	0.1
	左	+0.5	1.0	+1.25	0.6	+1.50	0.8	+2.0	0.6	+2.25	0.3	+3.0	0.1
Ya	右	+0.25	-	+0.25	1.0	+0.5	0.8	+0.75	-	+1.0	0.4	+1.75	0.1
	左	0	-	+0.25	1.0	+0.5	0.8	+0.75	-	+1.0	0.4	+1.75	0.1
Si	右	+1.37	-	+1.62	1.0	+1.75	0.8	+2.0	0.3	+2.25	0.3	+2.37	0.1
	左	+1.25	-	+1.62	0.8	+1.75	0.8	+2.0	0.6	+2.25	0.3	+2.37	0.1
Sa	右	+0.25	-	+0.5	1.0	+0.75	0.8	+1.25	0.6	+1.25	0.4	+1.75	0.1
	左	+0.25	-	+0.75	1.0	+1.0	0.8	+1.25	0.6	+1.5	0.4	+2.0	0.1
Mc	右	+1.0	1.0	+1.0	1.0	+1.5	-	+1.5	0.4	+1.75	0.3	+2.25	-
	左	+1.25	1.0	+1.5	0.8	+1.75	-	+0.25	0.4	+2.25	0.3	+2.75	-

(注) レンズ：凸レンズ(単位 ジョントリ-) フィルタ：遮蔽板

(2) 看視対象

各実験項目について看視対象を次のとおり選んだ。それぞれの形状寸法等は図 1 のとおり。

橋脚 (新都橋)

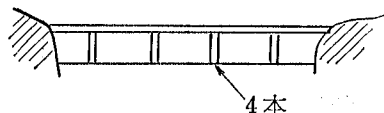
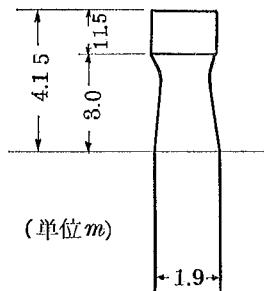


図 1-(1) 看視対象の形状寸法



(単位 m)

○遠距離物標看視作業

橋脚 看視距離 2,250m (図 1-(1))

旗竿 // 1,600m

灯浮標 // 1,550m (図 1-(3))

信号所塔 看視距離 1,550m (図 1-(2))

同上信号灯火 // 1,550m

○レーダ看視作業 (看視距離 50cm)

方位目盛 (図 1-(4)), 英文字 (距離範囲表示文字 (図 1-(4)), 接近した 2 船の映像

○パネル計器看視作業 (看視距離 135cm)

数字, 目盛, 指針, 指針の目盛整合 (図 1-(5))

(3) 実験実施要領

各実験項目によって, 各被検者に階級別のそれぞれの実験視力で看視対象を見させ, その視認の状況を

- 視認可能
- 視認やや困難
- 視認困難

の 3 段階で応答させた。

また, 実験条件の差異による影響を考慮して, 同時に行なう場合の各被検者の視力階級の組合せを変えた。

f 実験条件

○遠距離物標看視作業

実験時刻 13.30~13.50

気象条件 天候: 全天曇

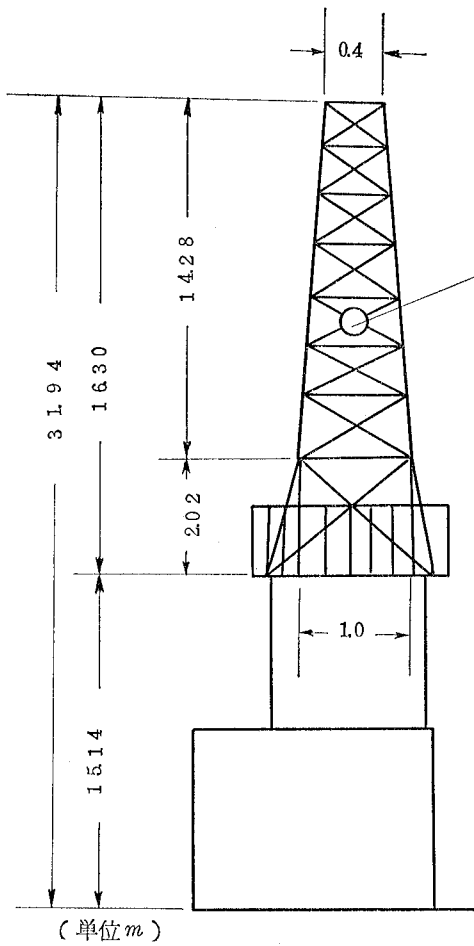


図1-2) 看視対象の形状・寸法

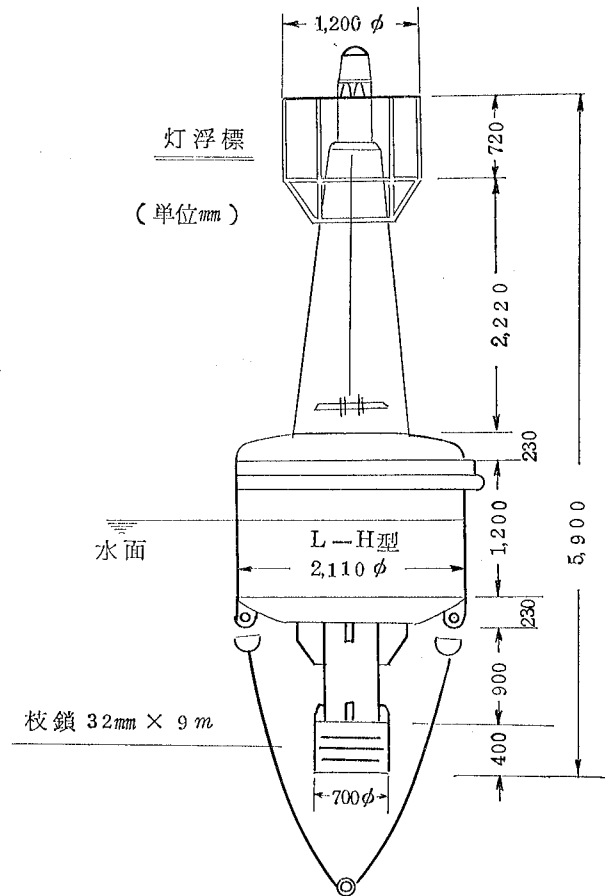


図1-3) 看視対象の形状寸法

視界：4km

風向：SW

風力：2

○レーダ看視作業

実験時刻14.00~14.50, 暗所における看視,
文字, 目盛等の照明は最大輝度に調整

○パネル計器看視作業

実験時刻 15.30~16.05

盤面照度 450 lx

2. 第2回実験調査

a 実験日時

昭和44年12月4日 18.30~19.30

b 実験場所

東京港停泊中練習船銀河丸

c 実験項目

恒星看視作業

d 被検者

練習船銀河丸航海士5名

方位目盛, 数字 (単位: mm)

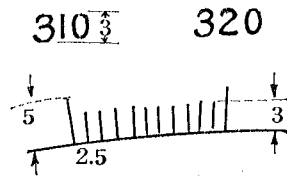


図1-(4) 看視対象の形状寸法

英文字 (距離範囲表示文字) (単位: mm)



計器および盤面の数字, 目盛, 指針 (単位: mm)

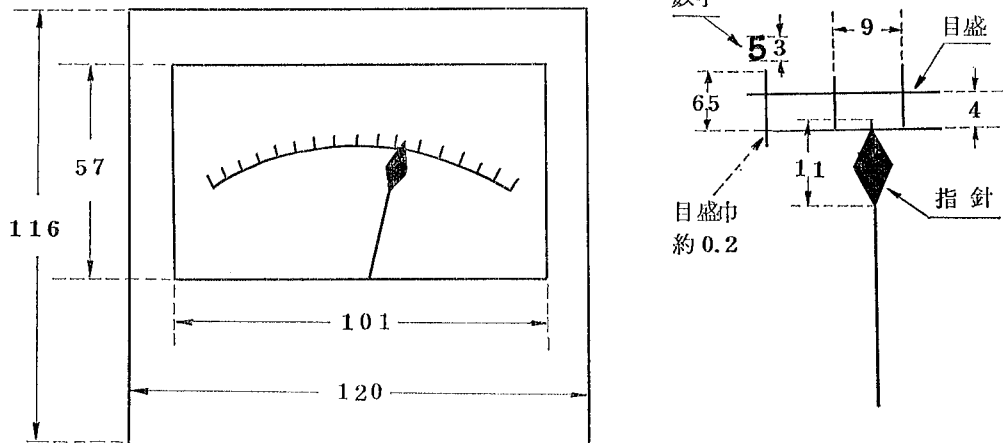


図1-(5) 看視対象の形状寸法

各被検者の経歴および視力検査成績は表3のとおりであり、また、各被検者とも健康眼であり、視野、色覚ともに正常である。

実験視力の階級段階は、第1回実験調査と同じであり、視力階級に対応する被検者の凸レンズの屈折度は表3に示すとおりである。

e 実験方法

看視対象として6等星まで6ケの恒星を選んだが、大気の状態や市街の明りの空への反射等のため、4等星までしか看視対象にできなかった。

各被検者とも約15分以上暗順応させた後、各視力階級のそれぞれについて看視対象を見させ、その視認の状況を第1回と同様に3段階で応答させた。

実験条件は、薄暮時以後であり、月のない暗夜であった。

B 調査結果

1. 遠距離物標看視作業

表3 被検者の経歴、視力検査成績および実験視力の調整結果(第2回実験)

被検者	年齢	最終学歴	受有免状	乗船時職名	海上実歴	遠距離視力			実験視力調整凸レンズ屈折度											
									1.0		0.8		0.6		0.4		0.3		0.1	
						右	左	両眼	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左
Ch	41	高等商船	甲船長	一航	12年	1.5	1.5	1.5	0.75	0.75	1.0	1.0	1.25	1.25	1.75	1.75	2.0	2.0	3.0	3.0
Os	35	商船大学	甲船長	一航	8年	1.5	1.2	1.5	0.75	0.75	1.0	1.0	1.25	1.25	1.5	1.5	1.75	1.75	3.0	3.0
So	31	#	甲一航	二航	5年	1.2	1.0	1.5	0.12	0.12	0.75	0.5	1.0	0.75	1.75	1.5	2.5	2.25	3.0	3.0
Nm	28	#	甲一航	二航	5年	0.7	0.7	0.9	-	-	-	-	0.25	0.25	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0
Ia	24	#	甲二航	三航	1年	1.2	1.2	1.5	0.75	0.75	1.25	1.25	1.5	1.5	2.0	2.0	2.25	2.25	3.0	3.0

各看視対象について、視力階級別に視認良否の調査結果を示すと表4のとおりである。

凸レンズ装用の場合と、遮蔽板装用の場合と比較すると、後者の方が視認の状況が悪い。

これは、遮蔽板自身の光の透過の特性が凸レンズと異なるためである。

凸レンズ装用の場合の成績を図によつて示すと図2のとおりである。

看視対象別に見ると、旗竿が最も視認が困難であり、以下、灯浮標、橋脚、信号所塔、信号所信号灯火の順に視認の状況が良くなっている。

これは、信号灯火を除いた看視対象については、主として対象の大きさと看視距離の函数である視角の大きさの相違によるものであり、視角の小さい対象ほど視認が困難となっている。

実験視力の階級別に見ると、視力1.0の場合には、各被検者とも全ての看視対象を良く視認できるが、階級が下るに従って視認の状況が悪くなるものが多くなっている。

表 4 遠距離物標看視作業の実験結果

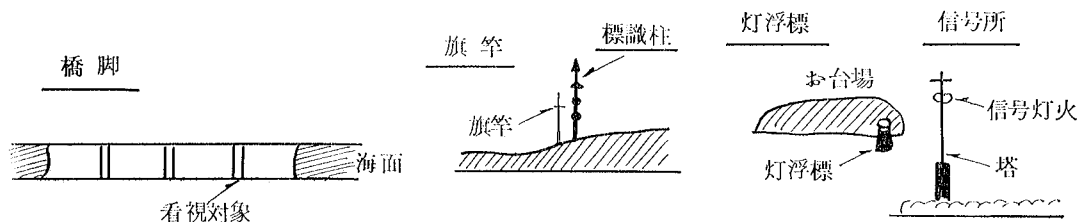
○印：視認可能，△印：視認やや困難，×印：視認困難

看視対象	被検者	実 験 視 力											
		凸レンズ装用						遮蔽板装用					
		1.0	0.8	0.6	0.4	0.3	0.1	1.0	0.8	0.6	0.4	0.3	0.1
橋脚 距離 2,250 m	Na	○	○	△	△	△	×	○	△	△	×	×	×
	Ya	○	○	○	○	○	×	○	-	×	-	×	×
	Si	○	△	△	△	×	△	-	△	△	×	×	×
	Sa	○	○	△	×	△	×	-	○	×	×	×	×
	Me	○	○	○	×	×	×	○	○	-	×	×	×
旗竿 距離 1,600 m	Na	○	○	△	×	×	×	○	△	×	×	×	×
	Ya	○	○	○	△	△	△	○	-	×	-	×	×
	Si	○	×	×	×	×	×	-	△	×	×	×	×
	Sa	○	△	×	×	×	×	-	○	×	×	×	×
	Me	○	△	△	×	×	×	△	○	-	×	×	×
灯浮標 距離 1,550 m	Na	○	○	△	△	△	△	○	△	△	×	×	×
	Ya	○	○	○	△	△	△	○	-	×	-	×	×
	Si	○	△	△	△	×	×	-	△	△	×	×	×
	Sa	○	○	×	×	△	×	-	○	×	×	×	×
	Me	○	△	△	△	×	×	△	○	-	×	×	×
信号所塔 距離 1,550 m	Na	○	○	○	△	△	△	○	△	△	△	×	×
	Ya	○	○	○	○	○	△	○	-	△	-	×	×
	Si	○	△	△	△	△	△	-	△	△	△	×	×
	Sa	○	○	△	△	△	△	-	○	△	×	△	×
	Me	○	○	○	△	△	△	○	○	-	×	×	×
信号所の 信号灯火 距離 1,550 m	Na	○	○	○	△	○	△	○	△	○	×	×	×
	Ya	○	○	○	○	○	△	○	-	×	-	×	×
	Si	○	○	○	○	△	△	-	△	△	×	×	×
	Sa	○	○	△	△	△	△	-	○	△	×	×	×
	Me	○	○	○	○	△	△	○	○	-	×	×	×

◎実験時刻 1330～1450 ◎実験場所：於東京港，練習船大成丸船橋

◎気象条件 天候：全天曇，視界：4 Km，風向：SW，風力：2

◎物標の略図（眼高：12 m）



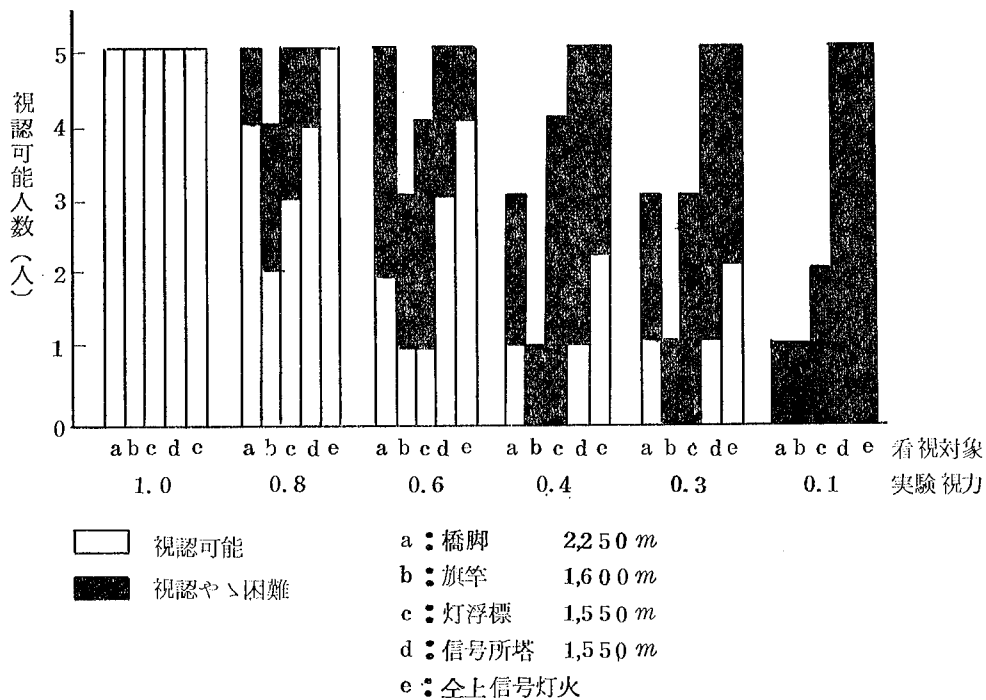


図2 遠距離物標看視作業の実験結果—凸レンズ装用

この実験成績から判断すると、遠距離物標看視の場合、視力0.6以上であれば、作業遂行上特に大きな支障はないようにみられる。

2. パネル計器看視作業

調査成績は表5のとおりである。

凸レンズ装用の場合の成績を図にすると図3のとおりである。

看視対象別にみると、数字の視認の状況が最も悪く、目盛と指針はほぼ同じ良好な状況である。従って目盛に指針を整合する作業についても、ほぼ指針の場合と同じ成績を示している。

この調査成績からみると、看視対象とした計器の盤面の数字の書き方が、不適当であるということがわかる。

実験視力の階級別にみる、とこの実験条件においては、視力0.3以上の場合には、看視作業遂行上特に大きな支障はないようにみられる。

3. レーダ看視作業

調査成績は表6のとおりであり、凸レンズ装用の場合を図にすると図4のとおりである。

各看視対象間の視認の条件には大きな差はない。また、実験視力0.1の場合に、視認がやや困難となる例がみられるが、視力0.3以上の場合には、レーダ看視作業遂行上支障がないことがわかる。

4. 恒星看視作業

調査成績は表7、図5のとおりである。

表7のとおり、正常視力のものが4等星をやっと視認できる程度の実験条件であった。(人間の眼では6等星まで視認できるといわれている。)

このように実験条件としては余り良い条件ではなかったが、実際の天測作業は、薄明、薄暮時に行なわれることが多く、また、周囲の条件

が悪い時の場合を考慮に入れると、この調査成績は、より実際の作業遂行条件に近い状況を示しているとみることができる。

なお、船舶における天測作業の場合に使用される常用恒星は2等星以上である。

図5より、視力0.6以上であれば、天測作業に特に支障がないことがわかる。視力の0.4の場合には、2等星の索星が困難となるが、星の所在位置が予め見当がつく場合には、天測作業は可能であろう。

(神田 寛, 小原武文)

表5 パネルの計器看視作業の実験結果 看視距離: 135cm

○印: 視認可能, △印: 視認やや困難, ×印: 視認困難

看視対象	被検者	実 験 視 力											
		凸レンズ装用						遮 蔽 板 装 用					
		1.0	0.8	0.6	0.4	0.3	0.1	1.0	0.8	0.6	0.4	0.3	0.1
数 字	Na	-	○	○	×	×	×	○	×	×	-	×	×
	Ya	-	○	○	○	△	×	-	△	△	-	×	×
	Si	-	○	△	×	×	×	-	○	×	×	×	-
	Sa	-	○	○	△	×	×	-	○	△	×	×	-
	Me	-	○	○	△	△	×	-	△	-	×	×	-
目 盛	Na	-	○	○	△	△	×	○	△	△	-	△	△
	Ya	-	○	○	○	○	△	-	○	○	-	△	△
	Si	-	○	○	○	△	△	-	○	△	△	△	-
	Sa	-	○	○	○	○	△	-	○	△	△	△	-
	Me	-	○	○	○	○	△	-	○	-	△	△	-
指 針	Na	-	○	○	○	△	△	○	○	○	-	△	×
	Ya	-	○	○	○	○	○	-	○	○	-	○	△
	Si	-	○	○	○	△	○	-	○	○	○	△	-
	Sa	-	○	○	○	○	△	-	○	○	○	○	-
	Me	-	○	○	○	○	△	-	○	-	△	△	-
指 針 の 目 盛 整 合	Na	-	○	○	△	△	△	○	△	○	-	△	×
	Ya	-	○	○	○	○	△	-	○	△	-	×	△
	Si	-	○	○	○	△	○	-	○	△	○	×	-
	Sa	-	○	○	○	○	○	-	○	△	△	○	-
	Me	-	○	○	○	○	△	-	○	-	○	△	-

◎実験時刻: 1530~1605 ◎実験場所: 練習船大成丸シミュレート室 ◎盤面照度: 450 lx

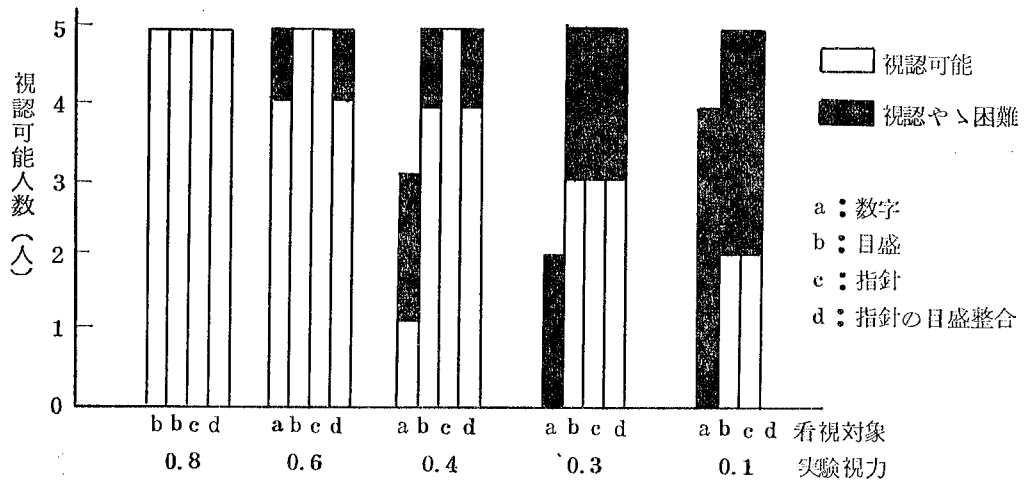


図3 パネルの計器看視作業の実験結果—凸レンズ装用 (看視距離 135cm)

表 6 レーダ看視作業の実験結果 看視距離：50cm

○印：視認可能，△印：視認やや困難，×印：視認困難

看視対象	被検者	実 験 視 力											
		凸レンズ装用						遮蔽板装用					
		1.0	0.8	0.6	0.4	0.3	0.1	1.0	0.8	0.6	0.4	0.3	0.1
方位目盛	Na	○	○	○	○	○	△	○	○	○	△	△	×
	Ya	○	○	○	○	○	△	○	-	△	-	△	×
	Si	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	△	×
	Sa	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	△	×
	Me	○	○	○	○	○	○	○	○	-	△	×	×
英文字	Na	○	○	○	○	○	△	○	○	○	△	×	×
	Ya	○	○	○	○	○	△	○	-	△	-	×	×
	Si	○	○	○	○	○	○	-	○	○	△	△	×
	Sa	○	○	○	○	○	○	-	○	○	△	×	×
	Me	○	○	○	○	○	○	○	○	-	×	×	×
接近した 2船の映像	Na	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	△
	Ya	○	○	○	○	○	○	○	-	○	-	○	△
	Si	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○
	Sa	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○
	Me	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	△

◎実験時刻：1400~1450

◎実験場所：練習船大成丸船橋

◎方位目盛，数字，英文字の照明方法

暗所における看視，プラスチック板による黒地の赤色光文字あるいは目盛方式の照明（最大輝度に調節）

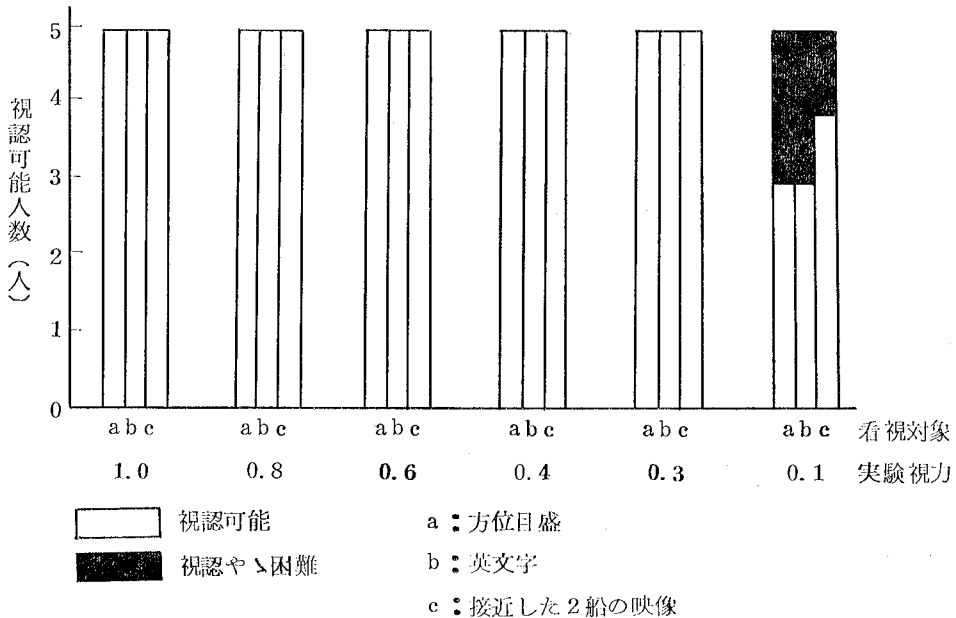


図 4 レーダ看視作業の実験結果—凸レンズ装用（看視距離 50cm）

表 7 恒星看視作業の実験結果

○印：視認可能，△印：視認やや困難，×印：視認困難

看 視 対 象	被 検 者	裸 眼	実 験 視 力					
			1.0	0.8	0.6	0.4	0.3	0.1
1 等 星 アルデバラン 1. 1 等 星	Ch	○	○	○	○	○	○	△
	Os	○	○	○	○	○	△	×
	So	○	○	○	○	○	△	×
	Nm	○	-	○	○	○	○	△
	Ia	○	○	○	○	○	○	△
2 等 星 ポラリス 2. 1 等 星	Ch	○	○	○	○	△	△	△
	Os	○	○	○	○	△	△	×
	So	○	○	○	△	△	×	×
	Nm	○	-	○	○	△	△	×
	Ia	○	○	○	○	△	△	×
3 等 星 りゅう座 ε Dra 3. 0 等 星	Ch	○	○	○	△	×	×	×
	Os	○	△	△	△	×	×	×
	So	○	○	△	△	×	×	×
	Nm	△	-	△	△	×	×	×
	Ia	○	○	△	△	×	×	×
4 等 星 こぐま座 η UMi	Ch	△	△	×	×	×	×	×
	Os	△	×	×	×	×	×	×
	So	△	×	×	×	×	×	×
	Nm	×	-	×	×	×	×	×
	Ia	△	×	×	×	×	×	×

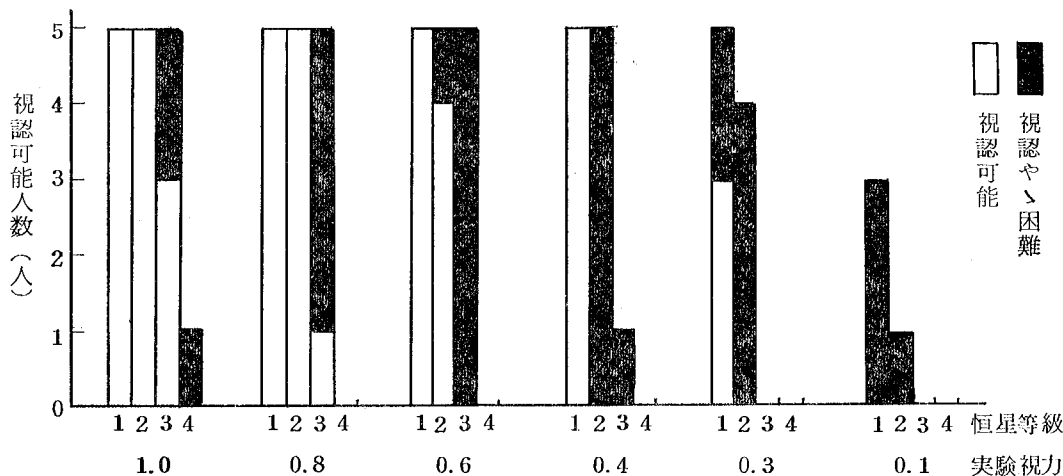


図 5 恒星看視作業の実験結果—凸レンズ装用