

学校教室内の昼光照度測定に関する研究（第5報）

— 模型教室について —

中村 虎重・馬場 盛二・宮路 広

Studies on the Measurement of the Daylight Illumination Intensities at the School Rooms. (5th Report)

— in the Model School Room —

Torashige NAKAMURA, Moriji BABA,
and Hiroshi MIYAJI.

1. 緒 言

筆者らはさきに、既設の学校（主として小，中学校）数校を選んで、昼光照度下における教室照度分布の実状について測定調査を行ない、その分析結果を報告した。

すなわち、第1, 2報においては南面窓教室（SEW）について、第3, 4*報においては東面窓教室（ESN）、西面窓教室（WSN）について、天候、時刻、季節などによる照度分布の実状を分析し、併せて窓面向きの違いによる照度変動の特徴についても比較検討して報告した。

しかるに北面窓教室（NEW）については適当な実験対象校を得られず、これまで測定の機会に恵まれていない。またこれまで測定の対象に選んだ現場教室は正確な南面窓、東面窓、西面窓の方向ではなく、第1～3報の図に示したように概略10°～47°正方向（地理学的な正しい東西南北方向を正方向とする）からずれている。

そこで本報においては北面窓教室の測定をも加味して東西南北向き教室（正方向）の照度測定を行ない、それらの特徴を比較検討する意味で模型教室を採用して実験を行なうことにした。

現場における既設の教室で、自然採光下における照度分布の実状分析を試みる場合、午前、午後の直射光入射（特に ESN, WSN, SEW 教室の向きが正方向でない場合）の時間帯が複雑に変化し、また各々の校舎の立地条件、教室構造、窓周辺の採光環境（例えば隣接建物、樹木などによる遮光、反射など）の違いなど、種々の特殊条件に支配されて、照度分布の状態も多様に変化する。したがってそれ等の分析結果をもって一般的に東西南北窓面向き教室の照度特性だと速断して比較検討を試みるのは早計で稍一般性に欠けているようである。

模型教室による測定は、設置場所や採光窓面の向きを自由に選べるし、その他種々の採光環境を人為的に調節して測定できる便利さがあり、また期待の天候条件に応じて随時短時間で測定が行なえる。

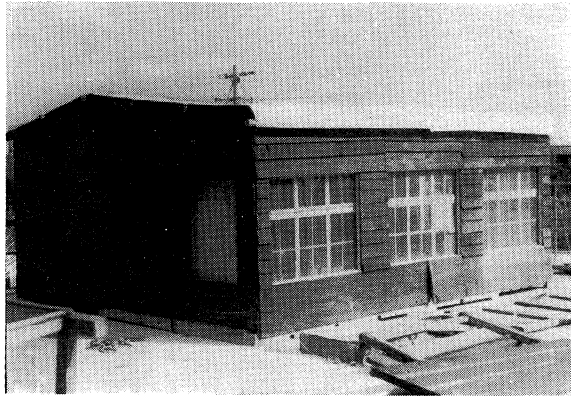
* 第4報（未発表）

本報においては夏季（6～8月）の測定結果を主にして、東西南北窓面向き教室の照度分布の特性を比較して報告する。

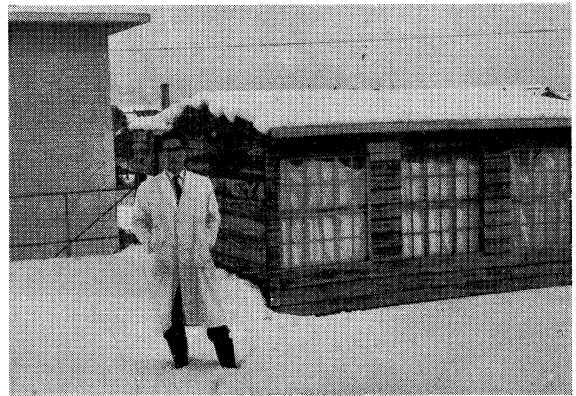
2. 模型教室について

2.1 模型教室

模型教室は第1報原良小学校教室（鉄筋コンクリート造り標準教室）を模して設計し、縮尺 1/2.5 である。写真（A）（B）はその外観を示す。屋根は鉄板ぶきとし、外壁は板張りで、室内設計の要目寸法などは第1表および第1, 2図の展開図に示す通りである。



写真（A）



写真（B）

第1表 標準教室と模型教室の一覧

室名	室長 (m)	室幅 (m)	天井 高さ (m)	窓面積(%)			室内塗装		建築 年月日
				窓側	廊下側	廊外 下側	壁	天井	
標準教室	8.8	6.95	3.7	39.6	12.9	28.8	うすみず色	うすクリーム色	昭和28年
模型教室	3.6	2.8	1.48	39.6	12.9	28.8	〃	〃	昭和36年

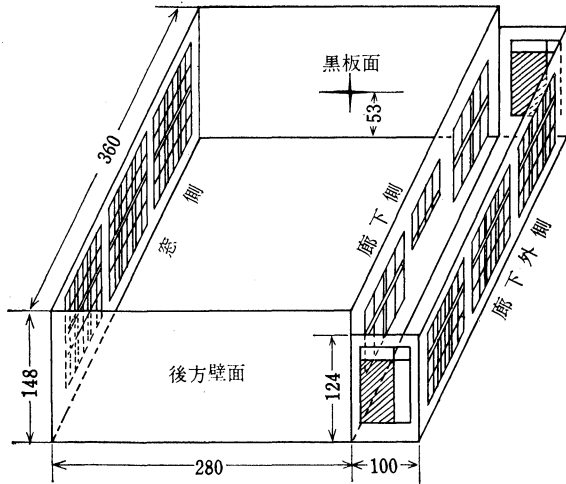
内部壁面、天井、窓枠などは防水ペニヤ板を使用し、室内塗装、窓面積など採光条件に関係する諸要目については第1表に示すように、原良小学校教室のそれに準ずることにした。現場教室のように学習用机を置いてないので、特に床面よりの反射光を避けるよう床油を塗って一般教室のそれに模した。

なお採光窓は硝子の代わりに 0.03 mm の透明およびつや消しビニールを使用した。光の透過率はそれぞれ、厚さ 2～5 mm の透明およびつや消し硝子と同程度で、概略 88.5%、77.5% である。

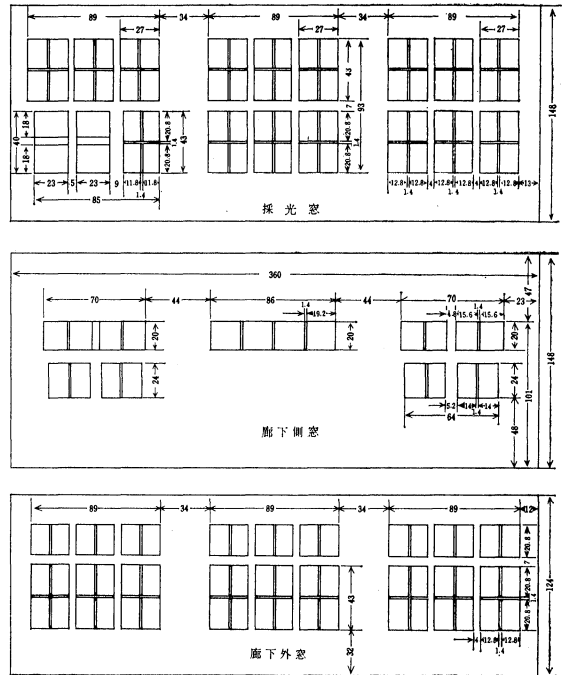
2.2 設置場所

設置場所は第3図（a）（b）に示すように一階屋上を選び、採光窓周辺の遮光物、反射物体の影響をできるだけ軽減できるよう考慮した。設置場所の南側、北側はともに採光を妨げるような障害物はなく開放されている。西側は約 8 m 隔てて設置場所に続く 2 階の東側側壁に面しており、西面窓向きの測定の場合、午前中の反射、午後 5 時以後の日影の影響など稍懸念がある。

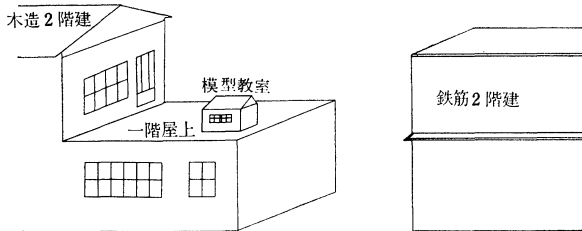
第1図 模型教室構造図 (単位: cm)



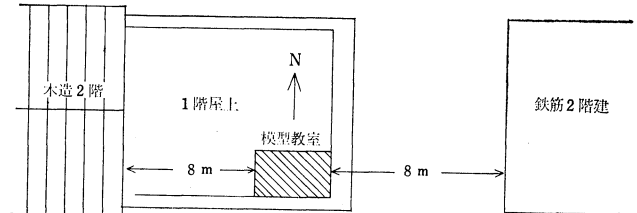
第2図 窓展開図 (単位: cm)



第3図(a) 設置場所立面図



第3図(b) 設置場所平面図



東側は約8 m 隔てて隣接建物(2階西側壁)があり、東面窓向きの測定において午後の反射光の懸念が稍ある。位置の関係で窓側が日影になるようなことはない。

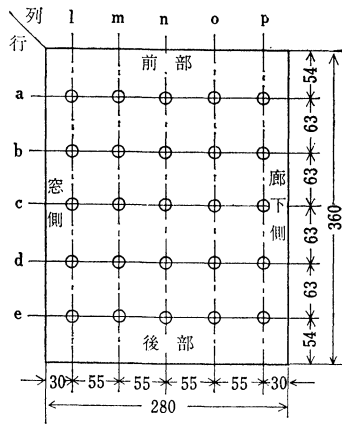
なお屋上コンクリート床面よりの直射日光による反射が相当強いので、土砂を散布するなどして一般地上測定の場合に一致させるよう考慮した。

3. 測定方法および測定条件

3.1 測定方法

測定器および測定方法は前報と同様である。測定の点についても第4図に示すように現場教室の場合と同様で、床上に l, m, n, o, P 列, a b c d e 行の 25 点を印し、縮尺 1/2.5 の机上面を模して模擬机(幅×奥行×高さ: 33×23×22 cm)を移動して、その上の水平面照度を測定した。この場合室内が狭いので測定者からの反射光の影響は極めて顕著である。したがって照度計受光面のコードを延長して室外または室の片隅で受光面から離れて計器を読むなど、細心の注意が必要であ

第4図 測定位置図



る。

廊下および黑板面の照度測定についても現場教室の場合と同様である。

3.2 測定条件および期間

SEW 教室の12時頃, ESN 教室の午前, WSN 教室の午後の大陽直射光入射の場合を考慮してカーテンを使用して遮光するようにしたが, 室内が狭いので遮光による影響は極めて著しく, 直射光の入射しない時間帯との測定値(この場合はカーテンを開いて測定する)には大きな差異を生ずる。また長期間測定の必要上カーテン汚染による照度低下も無視できない。

したがってカーテンを閉めて全面遮光した場合と, カーテンを開放した直射光入射のままの測定データを併用することにした。

天候条件についても第3報の場合と同様で, 比較的均一な照明条件を与える快晴(○), 雨曇(●)の測定に限定し, 主として夏至, 冬至を中心にして, 夏季は6月~8月, 冬季は12~2月の期間を選び順次東西南北面窓向きに回転移動して測定を行なった。したがって期待の天候条件のデータを数多く集計して統計的な分析を試みるためにはかなりの期間を要した。

ちなみに本測定は昭和36~39年にわたる測定結果の集計である。

測定時刻については夏季6~19時, 冬季7~18時までを計画したが, 早朝および夕刻のデータは満足なものを得られなかったので省略することにした。

4. 測定結果および考察

第5~8図は ESN, WSN, SEW, NEW の測定結果で, それぞれ快晴(○), 雨曇(●)の天候における9時, 12時, 16時の照度曲線である。快晴の場合, ESN の9時, WSN の16時の曲線にはカーテンを閉めた場合の測定値を点線で併記した(ESN の8~10時, WSN の14~16時の測定においては中央n列附近まで直射光が入射するので, 窓側近くの列では直射照度10,000 lx以上の高照度を示し, カーテンを閉めた場合との照度差が極めて大きい。以後の図の曲線においても点線は皆カーテンを閉めた場合である)。

一般に a, b, c……の各行の机面上照度が窓側列(窓側:l→m→n→o→p:廊下側)から室内に向かって低下する実状は現場教室の測定結果と同様であるが, 天候条件, 測定時刻の如何に拘わらず廊下側二次光線の影響はあまり認められない。

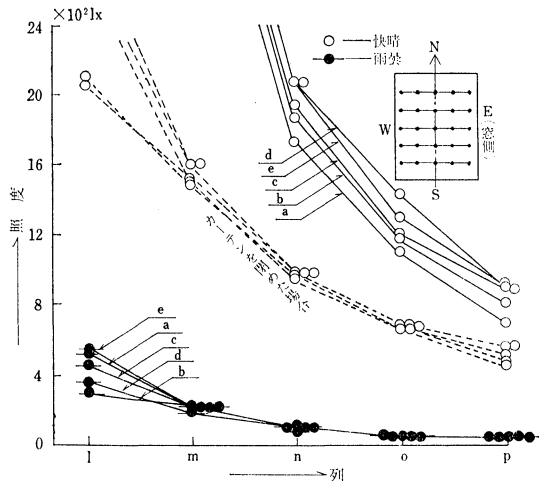
各図に添付した表(第2~5表)は, それぞれの測定値について最高照度(E_{max}), 最低照度(E_{min}), 平均照度(E_a), 均斉度(U%), 黑板面照度を示したものである(カーテンを閉めた場合の結果は()内に示す。以後の表においても()内は同様である)。

第9~12図は一日中の各測定時刻における照度分布の結果を, 各列毎に算術平均して描いた曲線

(1) 照度曲線

(1.1) : 東面窓教室 (Esn)

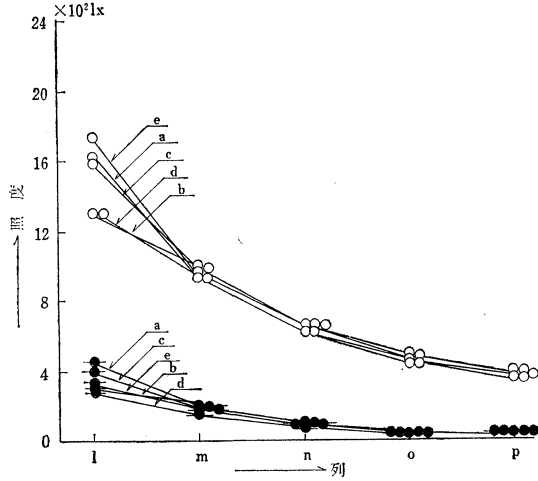
第5図(イ) 照度曲線 9時



第2表 (イ)

窓面向	天候	E_{max} (Lx)	E_{min} (Lx)	E_a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
Esn	○	17,800 (2,840)	690 (450)	4,692 (1,241)	85.3 (63.7)	1,320 (1,040)
	●	550	52	176	70.5	95

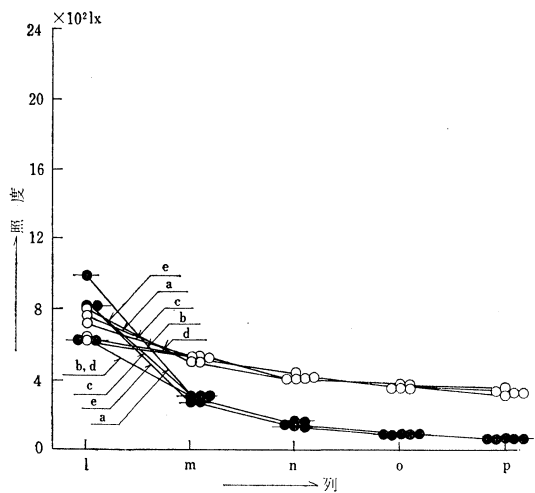
第5図(ロ) 照度曲線 12時



第2表 (ロ)

窓面向	天候	E_{max} (Lx)	E_{min} (Lx)	E_a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
Esn	○	1,750	348	786	45.7	525
	●	447	42	145	71.0	78

第5図(ハ) 照度曲線 16時

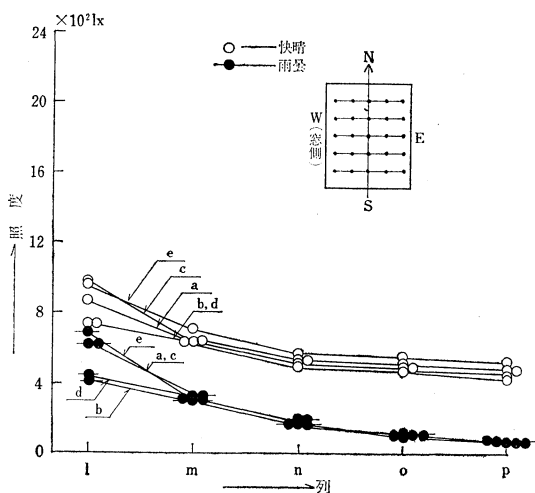


第2表 (ハ)

窓面向	天候	E_{max} (Lx)	E_{min} (Lx)	E_a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
Esn	○	790	318	477	33.3	448
	●	980	60	273	78.0	210

(1.2) : 西面窓教室 (Wsn)

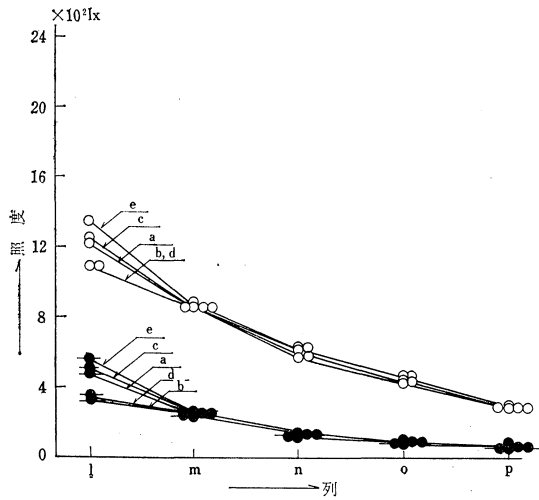
第6図(イ) 照度曲線 9時



第3表 (イ)

窓面向	天候	E_{max} (Lx)	E_{min} (Lx)	E_a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
Wsn	○	960	410	588	30.3	410
	●	670	38	250	84.8	120

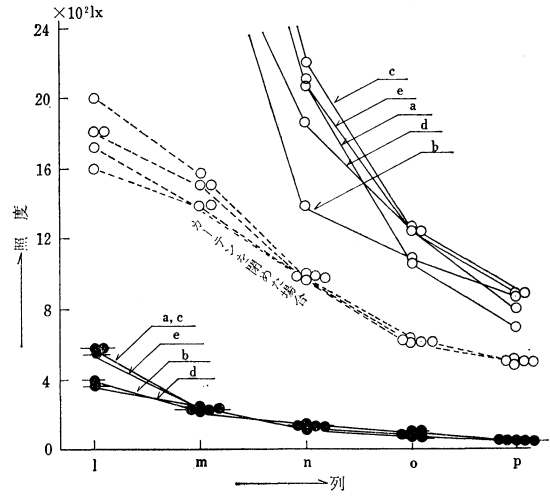
第6図(口) 照度曲線 12時



第3表 (口)

窓面向	天候	E_{max} (Lx)	E_{min} (Lx)	E_a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
WSN	○	1,337	280	657	58.5	410
	●	560	60	194	74.2	150

第6図(ハ) 照度曲線 16時

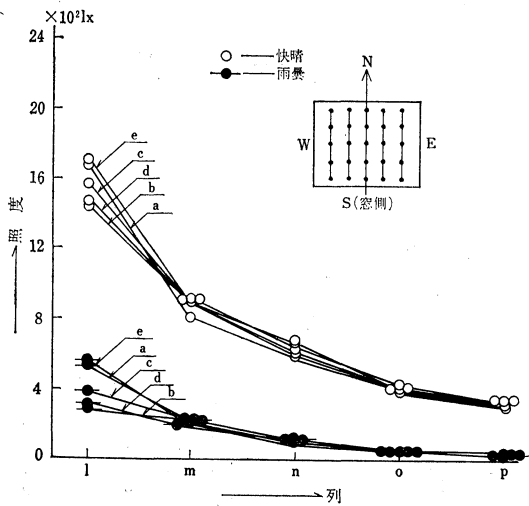


第3表 (ハ)

窓面向	天候	E_{max} (Lx)	E_{min} (Lx)	E_a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
WSN	○	13,950 (2,000)	675 (475)	3,321 (1,064)	79.9 (56.2)	1,150 (940)
	●	570	50	196	73.8	87

(1.3):南面窓教室(SEW)

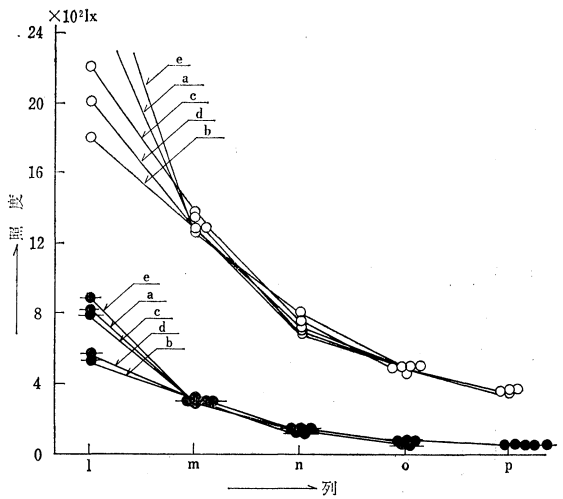
第7図(イ) 照度曲線 9時



第4表 (イ)

窓面向	天候	E_{max} (Lx)	E_{min} (Lx)	E_a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
SEW	○	1,707	314	706	55.1	867
	●	550	40	171	76.6	150

第7図(ロ) 照度曲線 12時

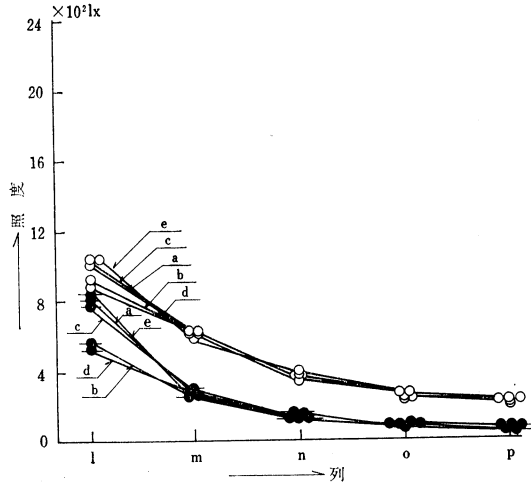


第4表 (ロ)

窓面向	天候	E_{max} (Lx)	E_{min} (Lx)	E_a (Lx)	U (%)	黑板面 (Lx)
SEW	○	3,000	340	1,402	75.7	640
	●	890	45	261	82.8	130

(1.4):北面窓教室 (NEW)

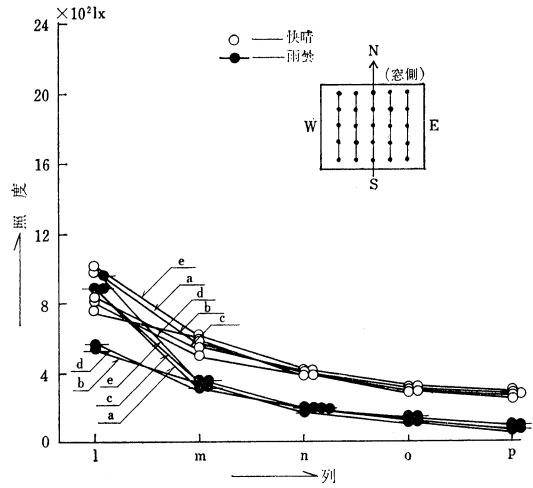
第7図(ハ) 照度曲線 16時



第4表 (ハ)

窓面向	天候	E_{max} (Lx)	E_{min} (Lx)	E_a (Lx)	U (%)	黒板面 (Lx)
SEW	○	1,030	195	484	59.7	300
	●	840	50	247	79.8	250

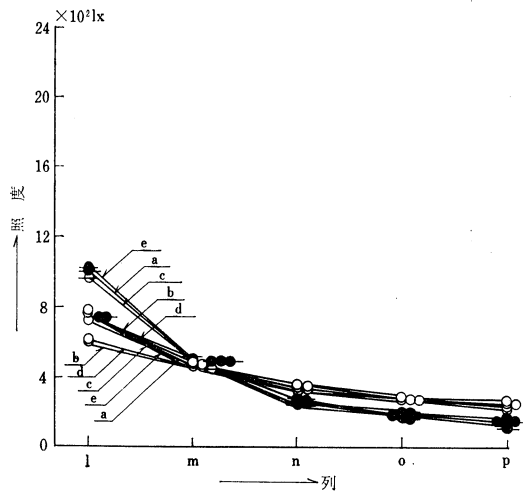
第8図(イ) 照度曲線 9時



第5表 (イ)

窓面向	天候	E_{max} (Lx)	E_{min} (Lx)	E_a (Lx)	U (%)	黒板面 (Lx)
NEW	○	1,008	250	487	48.7	366
	●	960	80	305	73.8	180

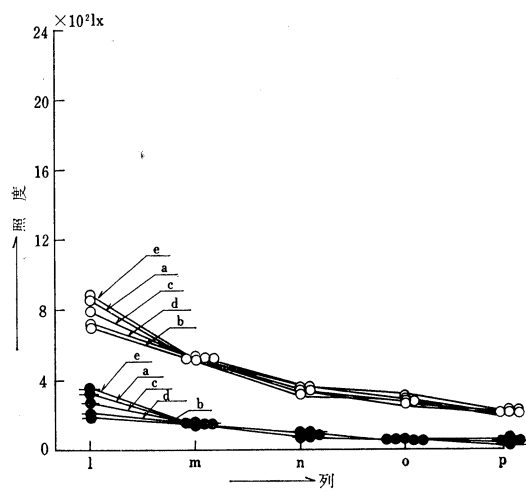
第8図(ロ) 照度曲線 12時



第5表 (ロ)

窓面向	天候	E_{max} (Lx)	E_{min} (Lx)	E_a (Lx)	U (%)	黒板面 (Lx)
NEW	○	780	235	405	42.2	335
	●	1,180	125	405	69.1	260

第8図(ハ) 照度曲線 16時



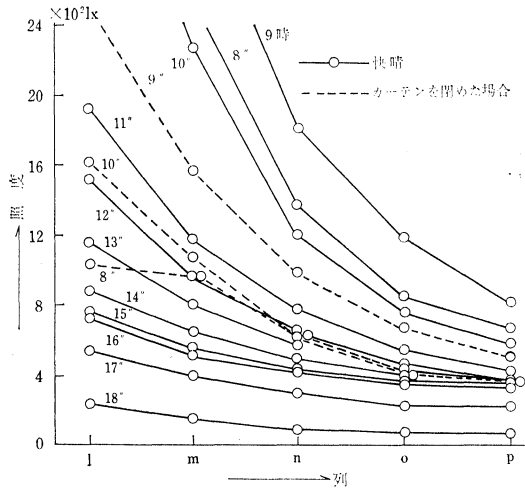
第5表 (ハ)

窓面向	天候	E_{max} (Lx)	E_{min} (Lx)	E_a (Lx)	U (%)	黒板面 (Lx)
NEW	○	873	210	430	51.2	297
	●	355	35	120	73.3	70

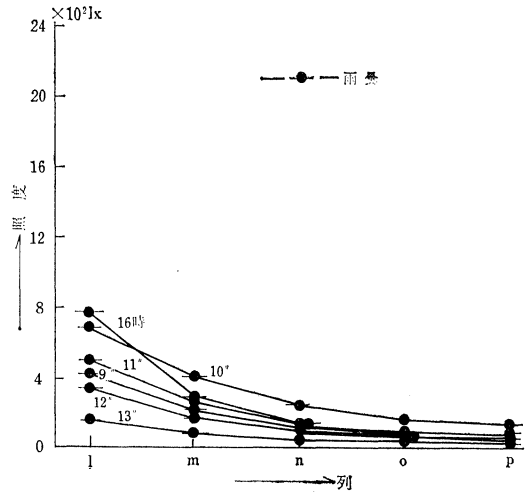
(2) 1日中の時刻別照度曲線

(2.1) : EsN 教室

第9図(イ) 時刻別照度曲線

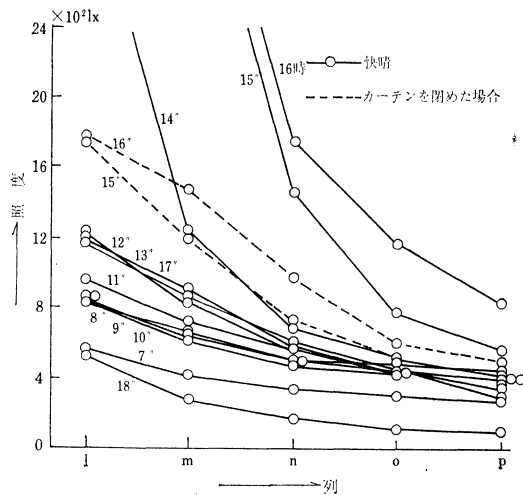


第9図(ロ) 時刻別照度曲線

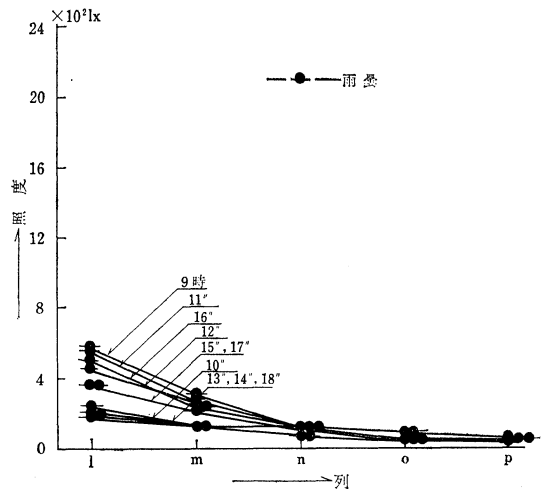


(2.2) : WsN 教室

第10図(イ) 時刻別照度曲線



第10図(ロ) 時刻別照度曲線



で(イ)図は快晴, (ロ)図は雨曇の結果である。この結果から各測定時刻における EsN, WsN, SEW, NEW の照度分布の特徴, 午前, 午後の対称的照度変動の実状を明らかに認めることができる。すなわち,

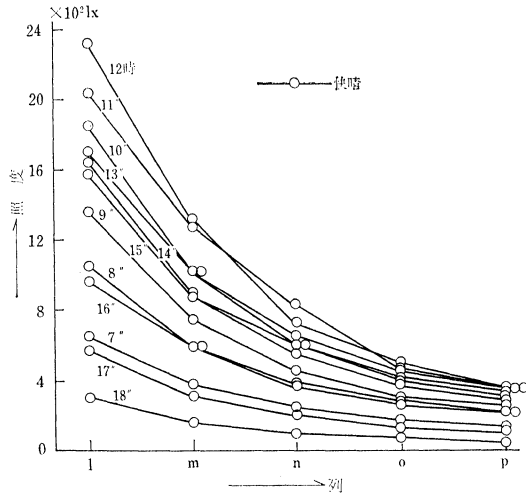
快晴の場合:

一般に EsN, WsN の照度分布は測定時刻による変動が極めて激しく, 非常に不安定である。最高照度を示す時刻は EsN では 9 時, WsN で 16 時, SEW, NEW では概略 12 時であり, 最低照度は何れも夕刻の 18 時である。したがって 1 列, p 列について最高, 最低照度の変動範囲の概略を示すと,

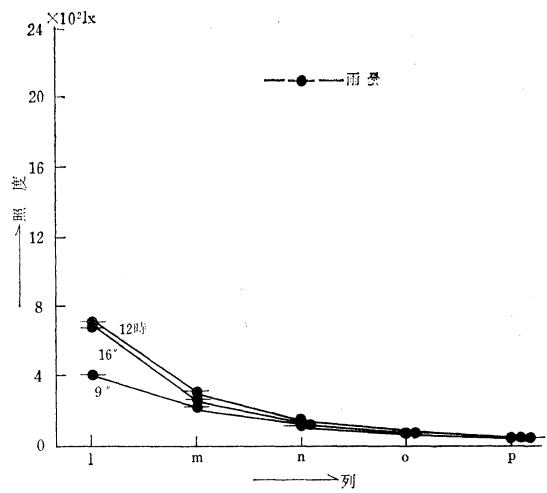
1 列の場合: EsN : 200~13,000 lx

(2.3) : SEW 教室

第11図(イ) 時刻別照度曲線

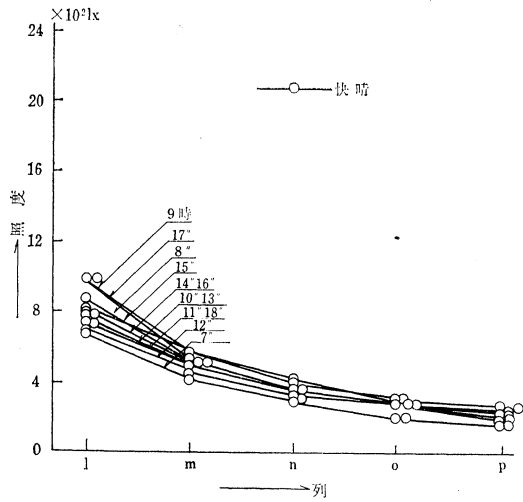


第11図(ロ) 時刻別照度曲線

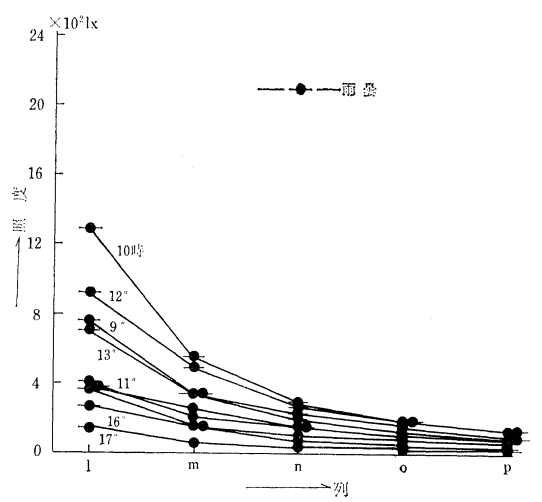


(2.4) : NEW 教室

第12図(イ) 時刻別照度曲線



第12図(ロ) 時刻別照度曲線



WSN : 500 ~ 9,100 lx

SEW : 300 ~ 2,300 lx

NEW : 700 ~ 1,000 lx

p 列の場合 : ESN : 80 ~ 800 lx

WSN : 100 ~ 800 lx

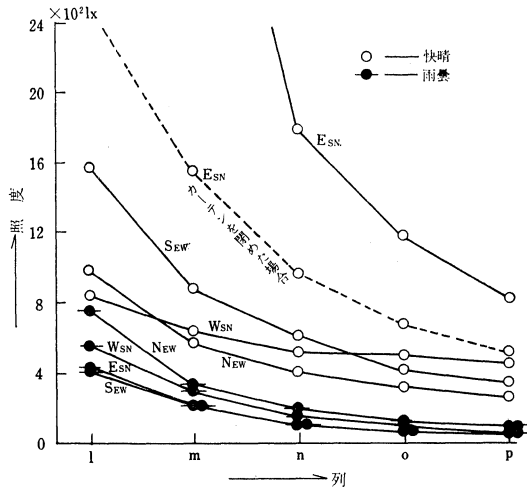
SEW : 50 ~ 360 lx

NEW : 180 ~ 280 lx

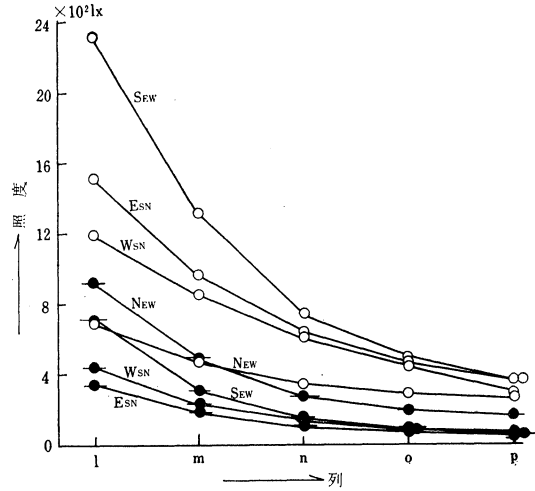
程度である。NEW における照度変動の範囲は極めて小さく、安定した照度分布を示していることが理解できる。

(3) : 列平均照度曲線

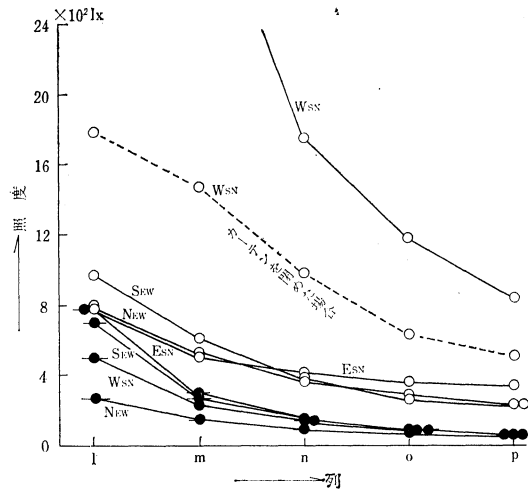
第13図(イ) 列平均照度曲線 9時



第13図(ロ) 列平均照度曲線 12時



第13図(ハ) 列平均照度曲線 16時



一般に雨曇の照度は快晴のそれに比較して極めて低く (50 lx 以下にもなる), また ESN, WSN, SEW, NEW など窓面向きの違いによる照度分布の特徴も明らかでなく, また測定時刻による照度変動の幅も極めて小さい。

第13図は第5~8図の結果を列平均して時間毎 (9時, 12時, 16時) にまとめたもので, ESN, WSN, SEW, NEW の午前, 午後の照度分布の消長を比較検討する意味で示した (勿論第9~12図の ESN, WSN, SEW, NEW の場合の同一時刻に対する曲線とは一致する)。

第6表は前報同様第2~5表と同じ方法で一日中の全測定時刻 (7時~18時) についての結果をまとめたもので, (イ) 表は快晴, (ロ) 表は雨曇の値である。 () 内は前表と同じくカーテンを閉めた場合の値である。

以下本表の結果を主にして, 更に詳細に ESN, WSN, SEW, NEW の教室内的照度の実状を分析し, その各々の特徴について比較検討することにする。

第6表 (イ) 快 晴 [○]

窓面 向	時刻	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	平均
		ESN	E_{max} (Lx)	2,800	(1,100) 8,200	(2,840) 17,800	(2,000) 22,070	2,330	1,750	1,260	971	855	790	607
E_{min} (Lx)	460		(330) 580	(450) 690	(320) 510	383	348	347	362	344	318	200	60	(327) 392
E_a (Lx)	972		(657) 2,459	(1,241) 4,692	(808) 3,903	958	786	660	554	493	477	337	124	(672) 1,358
U (%)	52.7		(51.1) 76.4	(63.7) 85.3	(60.4) 86.9	60.0	45.7	47.4	34.7	30.2	33.3	40.7	51.6	(47.7) 53.8
WSN	E_{max} (Lx)	665	967	960	900	1,020	1,337	1,370	4,425	(1,790) 12,550	(2,000) 13,950	1,800	590	(1,485) 3,711
	E_{min} (Lx)	235	373	410	380	380	280	320	380	(350) 530	(475) 675	170	88	(320) 352
	E_a (Lx)	376	590	588	566	617	675	680	1,235	(957) 2,913	(1,064) 3,321	672	234	(689) 1,040
	U (%)	37.5	36.3	30.3	32.9	37.3	58.5	52.9	69.2	(63.4) 81.8	(56.2) 79.7	73.7	62.4	(50.9) 54.4
SEW	E_{max} (Lx)	740	1,153	1,707	2,067	2,300	3,000	2,000	1,850	1,650	1,030	700	360	1,546
	E_{min} (Lx)	130	213	317	333	350	340	300	290	240	195	100	50	238
	E_a (Lx)	310	504	706	829	995	1,402	810	705	624	448	263	138	645
	U (%)	58.1	57.3	55.1	59.8	64.8	75.7	63.0	58.9	61.6	59.7	62.0	63.8	61.7
NEW	E_{max} (Lx)	836	988	1,008	878	867	780	863	893	923	873	1,080	1,153	929
	E_{min} (Lx)	158	208	250	236	240	235	263	233	240	210	167	153	216
	E_a (Lx)	351	452	487	433	422	405	451	449	473	430	427	378	430
	U (%)	55.0	54.0	48.7	45.6	43.1	42.0	41.6	48.1	49.3	51.2	60.8	60.0	45.0

4.1 最高照度： E_{max} ：

第5～13図より、ESN、WSN、SEW、NEWのいずれの窓面向きにおいても快晴、雨曇を問わず各測定時の最高照度は1列にある。

第6表の結果より、各測定時における E_{max} を比較すると、

快晴の場合：ESNにおいては8～10時の E_{max} が最も高く（ E_{max} の最大は10時：22,070 lx）以後は時間の経過とともに減少する傾向を示す。WSNの場合は、ESNの結果とは逆に午前中の E_{max} が低く、14～16時の E_{max} が高くなる（ E_{max} の最大は16時：13,950 lx）。

SEWの場合は12時（日南中時）を最高照度（ E_{max} ：3,000 lx）として午前、午後対称的に緩やかに減少する傾向を示し、第2報第2図の屋外照度曲線の傾向と一致する。

NEWにおいては全般的にSEWより照度は低く、12時の値を最低値としてSEWの照度変動とはむしろ逆の傾向を示している（この場合隣接建物の側壁および窓面下のコンクリート床面からの反射光の影響も無視できないと思われるので更に検討する必要がある）。

雨曇の場合：

快晴の天候に比して全般的に照度は低く、前報の結果と同様にESN、WSN、SEW、NEWの照度

第6表 (ロ) 雨 曇 [●]

窓面向	時刻	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	平均
	ESN	E_{\max} (Lx)	—	—	550	900	600	447	220	—	—	980	—	—
E_{\min} (Lx)		—	—	52	130	70	42	20	—	—	60	—	—	—
E_a (Lx)		—	—	176	319	210	145	66	—	—	273	—	—	—
U (%)		—	—	70.5	59.2	66.7	71.8	69.7	—	—	78.0	—	—	—
WSN	E_{\max} (Lx)	—	—	670	320	680	560	240	260	475	570	425	280	448
	E_{\min} (Lx)	—	—	38	26	40	60	35	37	35	50	36	25	38
	E_a (Lx)	—	—	250	89	205	194	91	106	151	196	145	98	152
	U (%)	—	—	84.8	70.8	84.1	74.2	61.5	65.4	76.8	73.8	75.2	65.3	73.2
SEW	E_{\max} (Lx)	—	—	550	—	—	890	—	—	—	840	—	—	—
	E_{\min} (Lx)	—	—	40	—	—	45	—	—	—	50	—	—	—
	E_a (Lx)	—	—	171	—	—	261	—	—	—	247	—	—	—
	U (%)	—	—	76.6	—	—	82.8	—	—	—	79.8	—	—	—
NEW	E_{\max} (Lx)	350	470	960	1,470	560	1,180	850	785	500	355	210	127	651
	E_{\min} (Lx)	20	65	80	140	80	125	120	90	80	35	19	14	72
	E_a (Lx)	103	155	305	496	196	405	317	233	195	120	70	40	22
	U (%)	80.6	58.1	73.8	71.8	60.0	69.1	62.2	61.4	59.0	73.3	72.9	65.0	67.3

分布のそれぞれの特徴を示すような傾向を掴みにくい。

4.2 最低照度： E_{\min} ：

快晴、雨曇の天候如何に拘わらず各測定時の最低照度は室奥 p 列にある。第6表より E_{\min} の各測定時刻による変動の様も E_{\max} の場合と全く類似している。すなわち

快晴の場合：

ESN においては9時の E_{\min} が最も高く (E_{\min} : 690 lx), WSN では16時 (E_{\min} : 675 lx), SEW では11時 (E_{\min} : 350 lx), NEW では13時 (E_{\min} : 263 lx) に最高値を示している。

雨曇の場合は E_{\max} の傾向と同様である。

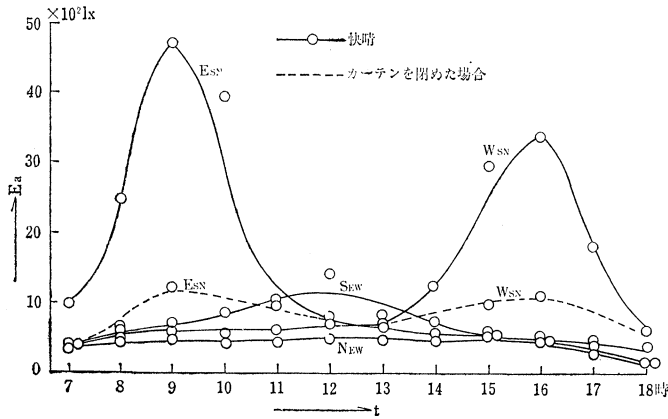
4.3 平均照度： E_a ：

前述の E_{\max} , E_{\min} の傾向からも容易に推察できる。

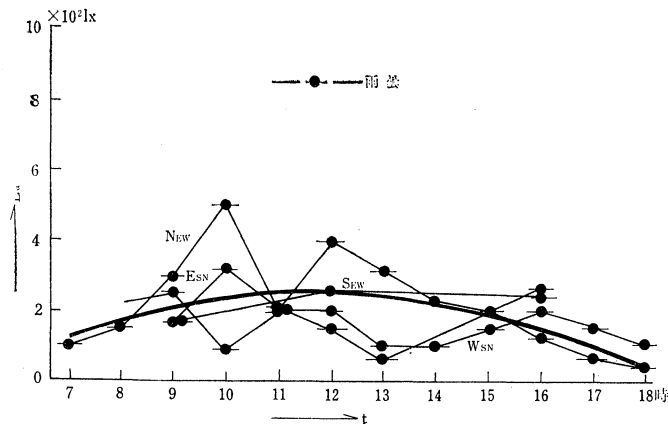
第6表の結果より各測定時刻に対する E_a をプロットして描くと第14図のような平均照度曲線が得られる。現場教室の場合と同様に、各窓面向きの測定結果は12時を中心にして、概略対称的な変動を示している。

快晴の場合：

第14図(イ) 平均照度 (E_a) 曲線



第14図(ロ) 雨曇平均照度 (E_a) 曲線



な円弧を描いて減少するような傾向を推察できる。

4.4 均斉度について

(1) : 教室内均斉度 : U : について

第6表の結果から、各測定時刻における U (%) をプロットして描くと第15図に示すような均斉度曲線が得られる。

快晴の場合 :

ESN, WSN, SEW, NEW のいずれの窓面向きにおいても、平均照度の場合と全く類似の曲線となり、概略12時を中心にして午前、午後規則正しい対称性を示す。ただし ESN においては平均照度の高い8~10時の均斉度は極めて悪く、逆に平均照度の低い14~16時の均斉度は非常に良好である。

WSN の場合は ESN の結果とは午前、午後全く逆の現象を示している。また両曲線の交点は概略12時の近傍 (U=50%) で、何れの曲線においても均斉度の最大値 (均斉度最悪の点) および最小値 (均斉度最良の点) を示す傾向がはっきり認められる。すなわち

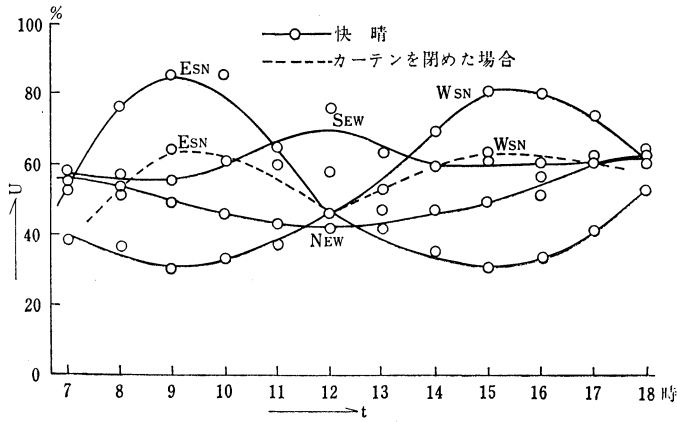
ESN においては8~10時の E_a が極めて高く (E_a の最高値は9時 : 4692 lx), WSN では逆に14~16時の E_a が高い値 (E_a の最高値は16時 : 3,321 lx) を示している。これらの現象が直射光入射の影響によることは前報に述べた通りである。

SEW, NEW の場合は ESN, WSN の結果と異なり、測定時刻による急激な変動を示さず、概略12時 (SEW : 3,000 lx, NEW : 235 lx) を中心にして、午前、午後緩やかに減少している。特に NEW においては E_a の時間的変動が僅小で安定しているが、SEW に比較して全般的な照度は低い。

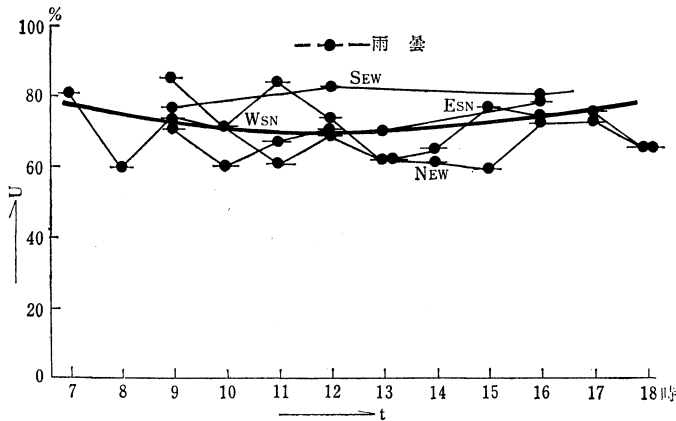
雨曇の場合 :

快晴の結果のように明らかな傾向を認めにくいですが、現場教室の場合と同様に、概略図中の肉太の曲線で見られるように正午前後をピークにして緩やか

第15図(イ) 均斉度 (U) 曲線



第15図(ロ) 均斉度 (U) 曲線



ESN の場合には 9~10 時で均斉度最大 (約 85%), 15~16 時で最小 (30%), WSN では逆に 9~10 時で均斉度は最小 (30%), 15~16 時で最大 (80%) を示し, 一般に均斉度の時間的な変動範囲が大きく, したがって良い均斉度状態とは云えない。

次に均斉度の最小値の表われる理由について考察する (最大値の理由については第 3 報に述べたので省略する)。

ESN の 15~16 時, WSN の 9~10 時においては直射光を廊下側 (主採光窓の反対側) から受けることになり, したがって室奥 p, o 列の照度が稍高くなる。すなわち廊下側二次光線の影響と思われる。

SEW, NEW の場合は平均照度の場合と同様に, 一般に均斉度の時間的な変動範囲は小さく (SEW : 55~70%, NEW : 40~60%), 12 時において SEW

は最大 (70%), NEW は最小 (40%) の均斉度を示す傾向が認められる。その理由は, SEW の場合は ESN, WSN の均斉度最大値, NEW においては ESN, WSN の均斉度最小値と同じ原因と思われる。

以上要約すると, ESN, WSN, SEW, NEW のいずれにおいても平均照度の高い時間帯においては一般的に均斉度は悪い結果を示しており, また NEW の均斉度が最も優れていることが推察される。

雨曇の場合:

第15図(ロ)の曲線に示されるように現場教室の場合と大体類似し, 各測定時刻を通じて均斉度は略一様に変化し (60~84%) 快晴時のような特徴を推知できない。しかし快晴に比較して全般的に均斉度はよくない。

(2): 各列の均斉度: U_a : について

第7表は快晴, 雨曇の測定値について, 各列ごとの均斉度を求めたもので (一日中の全測定時刻における各列均斉度の平均), 曲線に示すと第16図のようになる。

これは現場教室の測定においても述べたように各机面上の一日中の照度変動を推知しようとする

第7表 列均斉度 [Ua %]

窓 面 向	天 候	Ua					平 均
		l	m	n	o	p	
ESN	○	27.7 (18.6)	9.4 (6.6)	7.2 (5.6)	8.8 (6.2)	9.6 (7.5)	12.5 (8.9)
	●	23.7	7.9	8.5	9.3	6.4	11.1
WSN	○	25.6 (15.6)	9.1 (6.9)	9.0 (7.1)	9.3 (8.8)	10.0 (9.9)	12.6 (9.6)
	●	23.3	5.9	6.1	7.3	10.6	10.6
SEW	○	14.7	4.7	5.7	5.5	5.6	7.2
	●	27.6	3.1	6.2	7.5	13.0	11.4
NEW	○	16.4	5.7	7.4	8.3	6.1	8.7
	●	25.7	6.5	7.3	9.2	10.4	11.8
平 均	○	21.1 (16.3)	7.2 (6.0)	7.3 (6.4)	7.9 (7.2)	7.8 (7.3)	10.2 (8.6)
	●	25.1	5.8	7.0	8.3	10.1	11.2

もので、Uaの小さい程変動の少ない安定な机面照度を与えることになり、学習中の視作業には是非望ましいことである。

快晴の場合：

ESN, WSN よりも SEW, NEW の結果が稍優れているが、前述の平均照度 (E_a)、教室内均斉度 (U) 程の差異は認められない。

雨曇の場合には ESN, WSN, SEW, NEW について余り変化はない。

各列について検討した場合：快晴、雨曇を通じて m, n, o, p 列の結果は一様で変化が少ない (10% 以下) が窓側 1 列は他に比較して良くない (25% 位)。

次に照明基準委員会 (照明学会) で示された学校照明基準 (主として夜間学校) による均斉度の限度を附記する。

* 机上面および黒板面の均斉度は

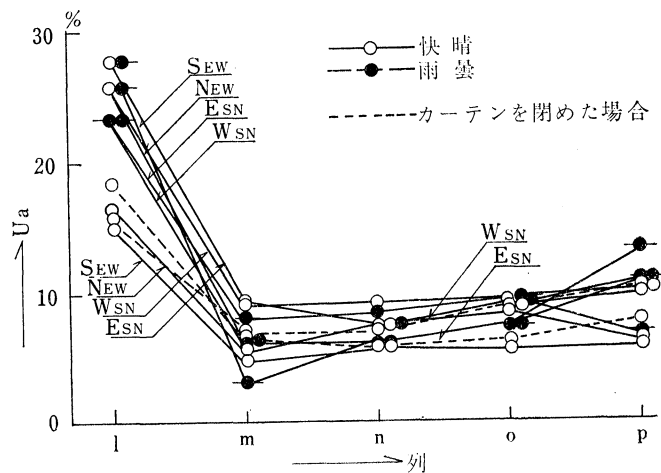
$$\frac{E_a - E_{\min}}{E_a} \times 100 = 30\%$$

以下とする。

(3) : まぶしさについて

第3報の現場教室の場合に倣って、一日中の全測定時刻について：最高照度列の平均 (E_{smax})/最

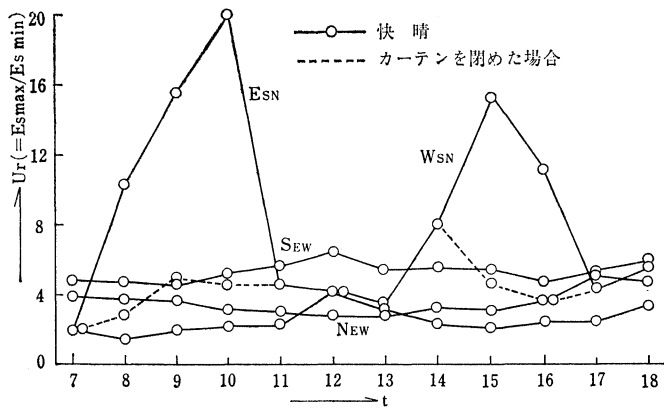
第16図 列均斉度 (Ua) 曲線



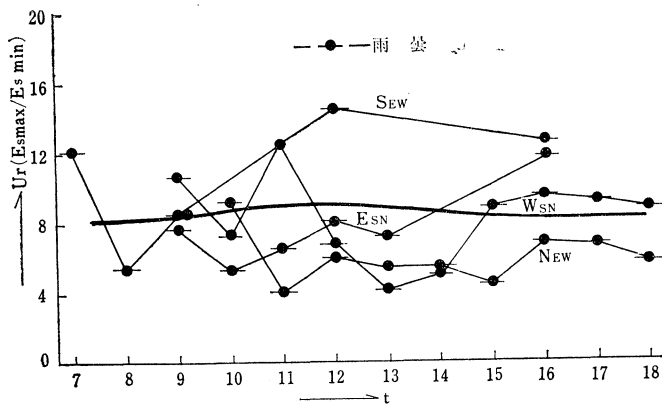
第8表 $E_{s\max}/E_{s\min}=U_r$

窓面向	時刻 天候	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	平均
		E_{SN}	○	2.0	(2.9) 10.3	(4.9) 15.5	(4.6) 25.4	4.6	4.1	3.2	2.4	2.1	2.4	2.4
	●	—	—	7.7	5.3	6.5	7.9	7.1	—	—	11.7	—	—	7.7
W_{SN}	○	2.1	1.5	1.9	2.1	2.4	4.2	3.5	8.0	(4.7) 15.3	(3.6) 11.0	4.3	5.6	(3.7) 5.2
	●	—	—	10.6	7.3	12.5	6.7	4.2	5.0	8.8	9.4	9.0	8.6	8.2
S_{EW}	○	4.8	4.8	4.7	5.2	5.6	6.4	5.3	5.6	5.4	4.6	5.3	5.8	5.3
	●	—	—	8.4	—	—	14.4	—	—	—	12.5	—	—	11.8
N_{EW}	○	4.0	3.8	3.6	3.1	3.0	2.8	2.8	3.2	3.0	3.6	5.0	4.7	3.6
	●	12.1	5.5	8.5	9.1	4.1	6.1	5.5	5.4	4.4	6.7	6.6	5.7	6.6

第17図(イ) U_r 曲線



第17図(ロ) U_r 曲線



低照度列の平均 ($E_{s\min}$)= U_r : を求め第8表に示した。曲線に描くと第17図のようになる。

この U_r の値は室内の明暗対比を示すもので一種の均斉度の表示法であることは前報にも報告した通りで、勿論この値の大きい程まぶしさの原因を作り易いということになる。

快晴の場合：

平均照度や教室均斉度の場合と同様に E_{SN} の午前および W_{SN} の午後の結果に懸念される点が認められる (E_{SN} : 10~25, W_{SN} : 8~15)

S_{EW} , N_{EW} の値は6以下でまぶしさを起す懸念は少ないようである (S_{EW} : 6以下, N_{EW} : 4以下)

雨曇の場合：

快晴に比較して全般的に U_r の値が大きい。

次にまぶしさを支配するものは視野内の輝度の比または差であるから U_a の場合と同様に照明基準委員会で示された学校照明基準による教室内の輝度の限度について附記する。

* まぶしさは主に視野内の輝度の比または差で定まるものであって、この比は次表の限度を超さないようにしなければならない。

教室における輝度の比の限度

a	視野の中心（作業対称物）とそのすぐ周囲（例えば机上面）とで	1 : 1/3 または 1 : 3
b	視野の中心とそれより少し離れた暗い所（例えば床面）とで	1 : 1/10
c	視野の中心とそれより少し離れた明るい所（例えば天井）とで	1 : 10
d	灯器や窓とその周囲（天井、壁の面）とで	20 : 1

5. 結果のまとめ

以上の測定結果を要約すると、NEW 教室の結果が (E_a は稍低い) 全般的に安定した優れた照度分布を示し、ESN 教室、WSN 教室 の場合は照度の変動範囲が大きく、不安定で良好な照明状態とは云えない。

快晴の場合：

第9表に全測定結果を要約して示した。ESN, WSN, SEW, NEW の結果は12時を中心にして、午前、午後規則正しい対称性を示すので、各測定時刻における E_{max} , E_{min} , E_a , U, U_r の値を12時の値を基準（1とする）として比例値で示した。表中の肉太の数字は、それぞれの項目について最大と最小の値を示す。

(1) : E_{max} , E_{min} について

ESN, WSN の午前、午後の直射光入射の影響する8~10時, 14~16時に異状な高照度を示し、照度のアンバランスが著しい。

SEW, NEW は略安定した照度分布を示す。特に NEW の変動は少なく安定である。

(2) : E_a について

ESN, WSN, SEW, NEW と同傾向は概略(1)の場合と同様で NEW の照度が最も均一である。

(3) : U (教室内照度の変動) について

ESN, WSN の場合測定時刻による変動が著しく、午前、午後にUの最大、最小値を示す点が明らかに認められる。

ESN : 9~10時に最大, 15~16時に最小

WSN : 9~10時に最小, 15~16時に最大

変動範囲が大きく極めて不安定である。

SEW は12時にUの値は最大(悪い)となり NEW に比較して全般的に均斉度は良くない。一般的に平均照度の高い時間帯では均斉度はむしろ悪くなる。

(4) : U_a (机面照度の変動)

窓面向きの相違による差異も少なく (SEW, NEW が稍優れている程度)、また快晴、雨曇の差も小さい。

第9表 基準値 (12時の値) との比: 快晴 ○

窓面 向	時刻	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時
		ESN	E_{max}	1.60	(0.63) 4.69	(1.62) 10.17	(1.14) 12.61	1.33	1.00	0.72	0.55	0.49	0.45
E_{min}	1.32		(0.95) 1.67	(1.29) 1.98	(0.92) 1.46	1.10	1.00	0.99	1.04	0.99	0.91	0.57	0.17
E_a	1.24		(0.84) 3.13	(1.58) 5.96	(1.03) 4.96	1.22	1.00	0.84	0.60	0.63	0.61	0.43	0.16
U	1.15		(1.12) 1.67	(1.39) 1.86	(1.32) 1.45	1.31	1.00	1.04	0.76	0.66	0.73	0.89	1.13
U_r	0.49		(0.71) 2.51	(0.12) 3.78	(1.12) 6.20	1.12	1.00	0.78	0.59	0.51	0.59	0.59	0.85
WSN	E_{max}	0.49	0.72	0.71	0.67	0.76	1.00	1.02	3.31	(1.34) 9.39	(1.49) 10.43	1.35	0.44
	E_{min}	0.84	1.33	1.46	1.35	1.35	1.00	1.14	1.36	(1.25) 1.89	(1.48) 2.31	0.61	0.31
	E_a	0.56	0.87	0.77	0.84	0.91	1.00	1.01	1.83	(1.42) 4.32	(1.58) 4.92	0.99	0.35
	U	0.64	0.62	0.52	0.56	0.64	1.00	0.90	1.18	(1.08) 1.39	(0.96) 1.26	1.26	1.07
	U_r	0.50	0.36	0.45	0.50	0.57	1.00	0.83	1.90	(1.12) 3.64	(0.86) 2.62	1.02	1.33
SEW	E_{max}	0.25	0.38	0.57	0.69	0.77	1.00	0.67	0.62	0.55	0.34	0.23	0.12
	E_{min}	0.38	0.63	0.93	0.98	1.03	1.00	0.88	0.85	0.71	0.56	0.29	0.15
	E_a	0.06	0.36	0.50	0.59	0.71	1.00	0.58	0.50	0.45	0.32	0.19	0.09
	U	0.83	0.76	0.73	0.79	0.85	1.00	0.83	0.78	0.81	0.79	0.82	0.84
	U_r	0.75	0.75	0.74	0.81	0.88	1.00	0.83	0.88	0.84	0.72	0.83	0.91
NEW	E_{max}	0.29	1.27	0.13	1.12	1.11	1.00	1.11	1.14	1.18	1.12	1.38	1.48
	E_{min}	0.16	0.89	1.06	1.00	1.01	1.00	1.12	0.99	1.02	0.89	0.71	0.65
	E_a	0.23	1.11	1.20	1.07	1.04	1.00	1.10	1.11	1.17	1.06	1.05	0.93
	U	1.43	1.29	1.16	1.08	1.03	1.00	0.99	1.15	1.17	1.22	1.45	1.43
	U_r	1.43	1.36	1.29	1.11	1.07	1.00	1.00	1.14	1.07	1.29	1.79	1.68

(5) : U_r (まぶしさ)

E_a , Uの結果と略同様である。すなわち ESN の午前, WSN の午後の変動は大でまぶしさの懸念ありと云える。SEW の正午頃も稍大きな値を示す。

雨曇の場合:

雨曇の場合は快晴日に比較して全般的に照度も低く, 雲量によって照度分布も微妙に変化する。窓面向きの相違による照度分布の特徴も掴みにくい。

U, U_r の値は一般に快晴に比較して大きく, 反射などによるまぶしさを起し易いことがよく理解される。

6. 結 言

現場教室の照度分析の結果を更に発展させて, 採光窓面の向きによる照度特性をもっと一般化

し、類型化して比較検討するために模型教室による実験を行なった。

模型教室の実験を行なう場合、教室の採光、設計、最初の設置場所の選定は最も重要な問題である。

また窓面向きを変更する場合にもベアリングを用いるなどの方法を採用して、簡単に回転できるようにし、ESN, WSN, SEW, NEW の同時測定ができるように工夫すべきである。

次に本実験中に気付いたことおよび今後の研究課題として考察しなければならぬことを 2, 3 述べてみる。

1. 縮小された模型教室の分析結果を実際の現場教室にどのように関係づけるか。例えば採光窓面を新光源と仮定して照度計算を実施しようとする場合、床、天井、壁面などの反射を如何に取扱うべきか。

2. 狭い教室内での光電池受光面に対する床、壁、天井面 その他からの反射光の影響をどう処理するか。

3. ESN, WSN の測定において直射光が入射するような場合の測定方法。

光電池受光面のみ遮光する方法が妥当だったように思われる。

4. まぶしさの問題 U_r については分析結果と現場教室における 実際的なまぶしさとの実験的関連性をテストする必要がある。

5. (4) の問題は：昼光照度下における教室照度と黒板面、机上面、その他の反射および円形黒板の曲率決定（教室広さとの関係で）などの問題として新たな研究課題として考えられる。

6. 筆者らの選んだ教室の設置場所は最初の意図に反して稍不適當であった。

特に ESN, WSN, NEW の測定において東西の隣接建物の壁面からの反射および屋上コンクリート床面からの強い反射を無視できなかったようである。

7. 本報における模型教室の結果と現場教室における分析結果との比較論議は なおこれからの研究課題として続けるつもりである。

最後に本模型教室の測定には長期間の日数を費したにも拘わらず、途中台風などの災害で教室を破損され、データの不備を補足できなかったことを断っておく。

参 考 文 献

- 1) 中村, 是枝, 宮路: 鹿大教研紀 (昭 36)
- 2) 同 上: 同上 (昭 36)
- 3) 同 上: 同上 (昭 38)
- 4) 渡辺 要: 建論文 29 (昭 18) 92
- 5) 富田 清: 建技報 40 (昭 32) 37
- 6) 飯沼 巖: 照学誌 39 (昭 30) 452
- 7) 真辺春蔵: 同上 41 (昭 32) 306
- 8) 蒲山久夫: 同上 42 (昭 33) 163

- 9) 日本建学会：学校建築設計 138 頁
- 10) 照明基準委員会報告：照学誌 36 (昭 27) (8) 234
- 11) 照明基準委員会報：同上 37 (昭 28) (8) 286
- 12) 池上, 八田：同上 39 (昭 20) (11) 408
- 13) 松崎進一：同上 41 (昭 32) (7) 295
- 14) 小木曾定彰：同上 42 (昭 33) (1) 26
- 15) 黒沢涼之助：同上 40 (昭 31) (11) 463
- 16) 真辺春蔵：同上 40 (昭 31) (11) 471
- 17) 桐沢長徳：同上 40 (31) (11) 468
- 18) 幸島礼治：同上 48 (昭 39) (8) 412
- 19) 照明学会 (四国支部)：45 (昭 36) (1)
- 20) 飯沼, 志賀：同上 50 (昭 41) (9) 517
- 21) 乾, 松田, 洞口：同上 51 (昭 42) (9) 518
- 22) 川上元郎：同上 50 (昭 41) (10) 567
- 23) 川上元郎：同上 50 (昭 41) (10) 567
- 23) 印東, 河合：同上 49 (昭 40) (2) 52
- 24) 縄田政喬：同上 49 (昭 40) (12) 710
- 25) 照学誌 (まぶしき特集号)：同上 48 (昭 38) (10)
- 26) 幸島礼治：同上 49 (40) (6) 310