

# 校内における紫外線測定結果と 今後の対応について

山口県学校薬剤師会

杉山悦代 河田和子 樋口幸男 西村正広

山口県立豊北高等学校 宗清禮吉 中村ミドリ



松下村塾



関門橋

# 1 はじめに

## (1) 紫外線とその区分

- ❖ 地表に届く太陽光線の主な成分は、赤外線(波長800nm以上)、可視光線(400nm~800nm)、紫外線(290nm~400nm)である。なお、波長100nm~400nmの光を紫外線と呼ぶが、波長の短い紫外線は地球の上空にあるオゾン層に吸収されやすく、地表には290nm~400nmの紫外線が届いている。
- ❖ 地表に届く光の量をエネルギー量で分けると、赤外線42%、可視光線52%、紫外線6%となる。紫外線は量的には少ないが人間及び他の動植物に様々な影響をもたらす。
- ❖ 紫外線はさらに、次のように分類される
- ❖ UV-A; 320nm~400nm、
- ❖ UV-B; 290nm~320nm、
- ❖ UV-C; 290nm以下
- ❖ 本研究における区分波長は本研究で使用した測定器の測定可能領域により、IEC国際電気技術用語集の区分波長を使用することとする。

100	190	280	290	320	400 (nm)	
真空紫外線	UV-C		UV-B	UV-A		地表に届く成分量
0%	0%		0.5%	5.6%		

図1 紫外線の波長による分類

## (2) 紫外線の健康上への傷害

- (ア) 皮膚ガン
- (イ) 白内障
- (ウ) 皮膚の老化

## (3) 本研究の目的

- ❖ 紫外線に対する関心の高まりが起こったにもかかわらず、学校等における紫外線曝露量は皆目分かっておらず、危険な程度も不透明である。
- ❖ 様々な条件下における有害紫外線 (UV-B、UV-A) の曝露量を測定し、カーテン・シャツやクリームによる防御の効果等、今後有害紫外線の対策に寄与したい。

## 2 学校における紫外線の測定

### (1) 測定方法

#### ア 紫外線の測定と波長の区分

UV - B測定機種

UV - A及びUV - B測定機種



センサー

UV Monitor MS-211-1  
(英弘精機株式会社)  
UV - B 用センサー  
280 ~ 315

UV caremate  
(富士ゼロックス株式会社)  
UV-A及びUV-Bの合計値)  
280 ~ 410

## イ 屋外での測定方法

2枚の棚付きのワゴンの上の棚にUVcaremateまたはMS-211-Iのセンサー部分をできるだけ接近して置き、受光面は常に水平状態を保って測定した。また、下の棚にはノートパソコンを置き、RS-232Cケーブルを経由してMS-211-Iのデータをパソコンに送り、ファイルとして保存する。紫外放射量の測定のための時間設定は1分～24時間までの任意の時間が設定できる。UVcaremateはパソコンへの接続は不可能であるが、1時間単位積算値及び1日単位積算値を蓄積し記憶できる。

- ❖ 屋外での測定は雲の存在による紫外放射量の減少を排除するため、雲の無いよく晴れた日に行った。



## ウ 室内での測定方法



紫外放射強度（瞬間値）の測定は、該当する時間にスタートして1秒に1回程度表示を読みとり記録していき、少なくとも10回以上読みとり平均値を計算し、紫外放射強度とする。UVcaremateは2台を使用し、1台は常時定位置で測定し、他の1台でそれぞれの目的の測定に使用する。この理由は、紫外放射強度（瞬間値）は気象条件（特に雲の存在）及び測定時間の経過により刻々と変化する場合があります、場合によっては数値の補正が必要であるので、定位置で測定したものを対照とする。

## エ 衣服等及びサンスクリーン剤の紫外放射に対する遮蔽効果

- ❖ 身近に使用されている衣服等及びサンスクリーン剤による紫外放射の遮蔽効果を測定するためには、紫外放射測定器のセンサー部分に石英ガラスを受光窓とする簡単な装置をつくった。石英ガラスは紫外放射をほとんど吸収しない。
- ❖ その装置の受光窓に衣服をピッタリと当てて測定した。同様に、サンスクリーン剤は微量をとるための薬餌でサンスクリーン剤を軽く一掻き採取した後(平均0.05g)、受光面に一様に塗布した後測定した。
- ❖ 衣服の場合も、サンスクリーン剤の場合も、測定対象を測定する直前に何も無い状態で測定し、それを対照(基準の値)とした。また、実験は快晴の日を選んで、校舎屋上の通路で行った
  - ❖ なお、測定器のセンサー部分は常に水平の状態に測定した。

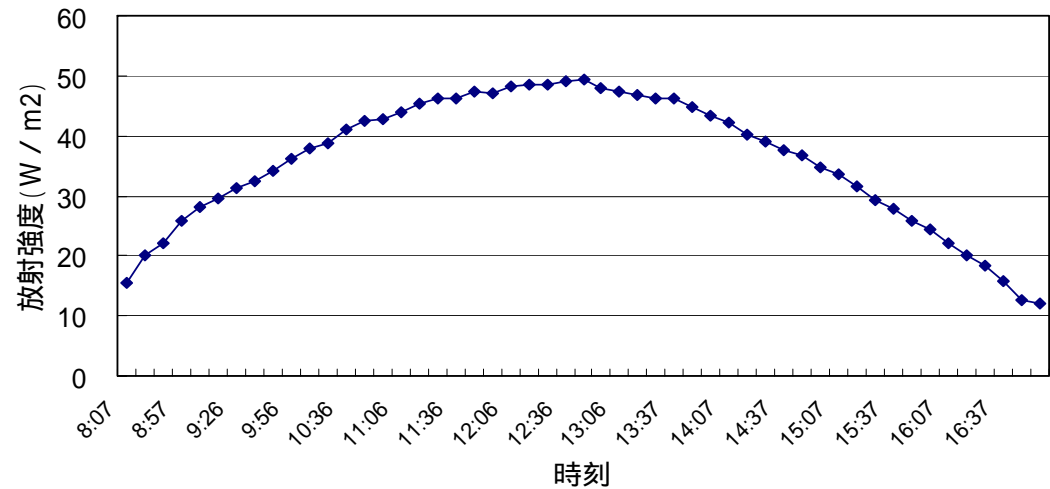


## (2) 測定結果

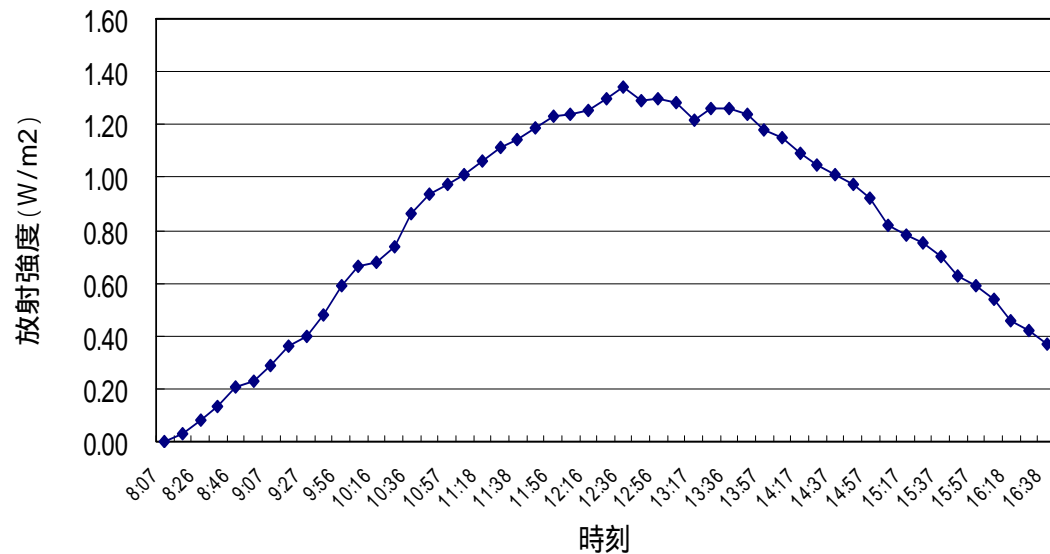
### ア 晴れた1日の紫外線強度変化(瞬間値)

- ❖ 8月12日に測定。天候は晴れ。地平線近くにわずかに雲がある状況で1日中極めて安定した晴天であった。測定場所は豊北高校のグラウンド上(端の金網から約10m以上中心方向へ向かった、太陽光線を妨げるものの無い場所)で、各時間における紫外放射強度(瞬間値)をほぼ1秒ごとに測定し、10回以上の測定平均値で示した。

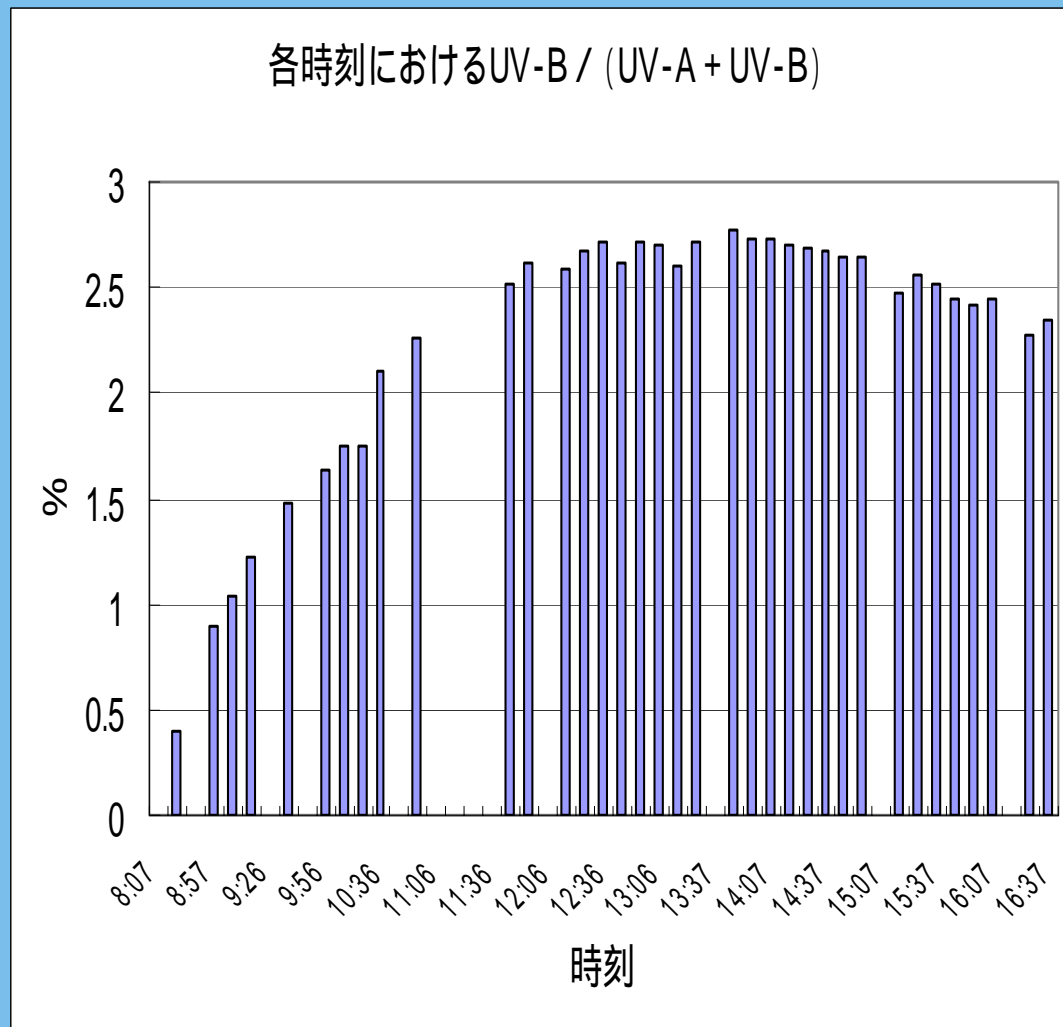
UV-AとUV-B の合計値の変化



UV-B の強度変化



## (ア) - 2 UV-B / (UV-A+UV-B)の1日の変化

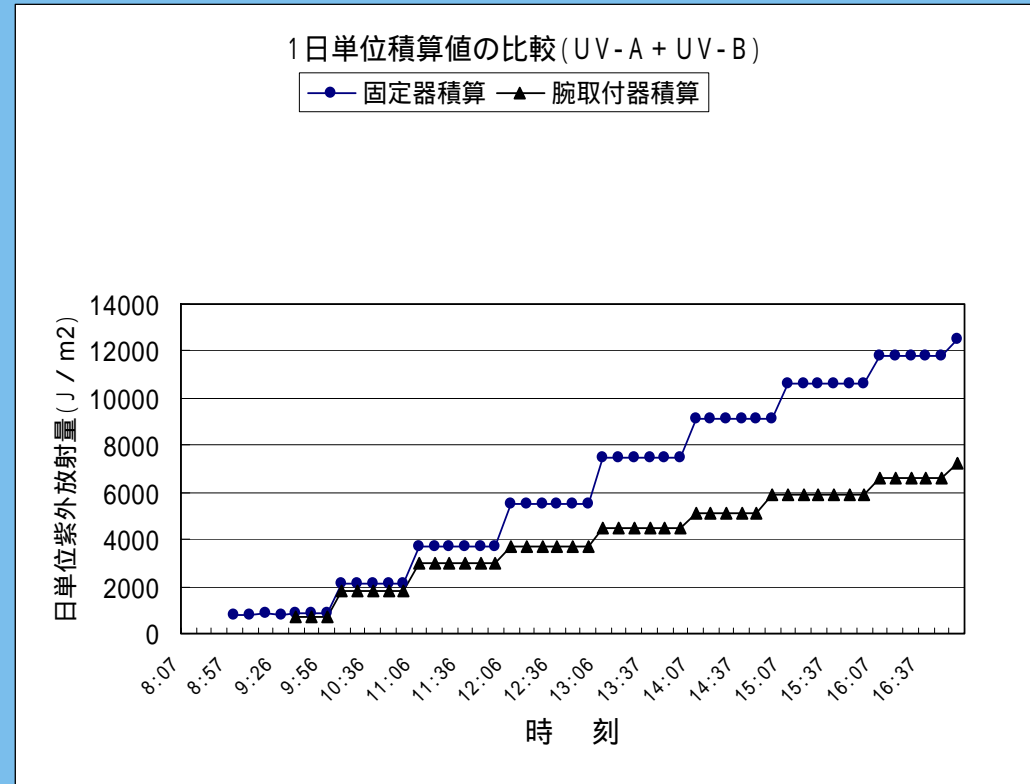


- ❖ 1日に各時間におけるUV-A+UV-Bの合計値に対するUV-Bの割合(%)を計算してグラフ化してみた。
- ❖ 午前8時頃はほとんどゼロであり、次第に増加し、12時～15時の間ではほぼ定常状態になる。
- ❖ その後、次第に減少していく。
- ❖ 最大値は約2.7付近である。

# イ 軽度の運動中の紫外放射量(積算値)

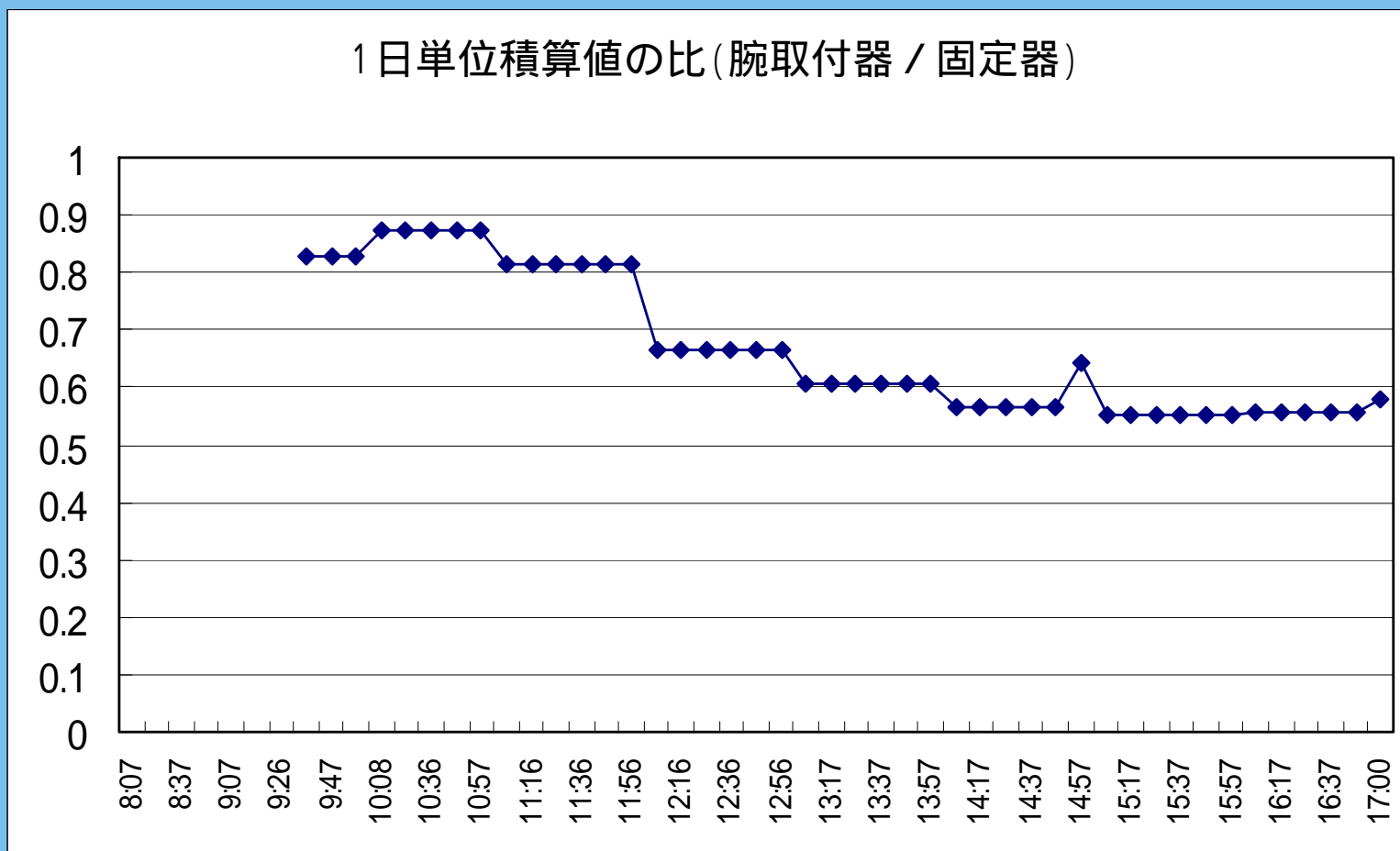
❖ 既に説明した上記アの固定器での測定に対して、同じ時系列で腕にセット(下図)して軽度の運動をやり続けた場合との比較を、UV-A + UV-Bについて行った。運動は、軽く腕を振りながらの通常の歩行である。腕にセットした場合、軽度の運動により太陽に対して様々な角度をとるので、放射量は減少すると考えられる。

なお、本実験はUVcaremateに対してのみ行った。なぜなら、UV-Bを測定するためのMonitor MS-211-Iは、携帯型ではないので運動中の測定は困難である。

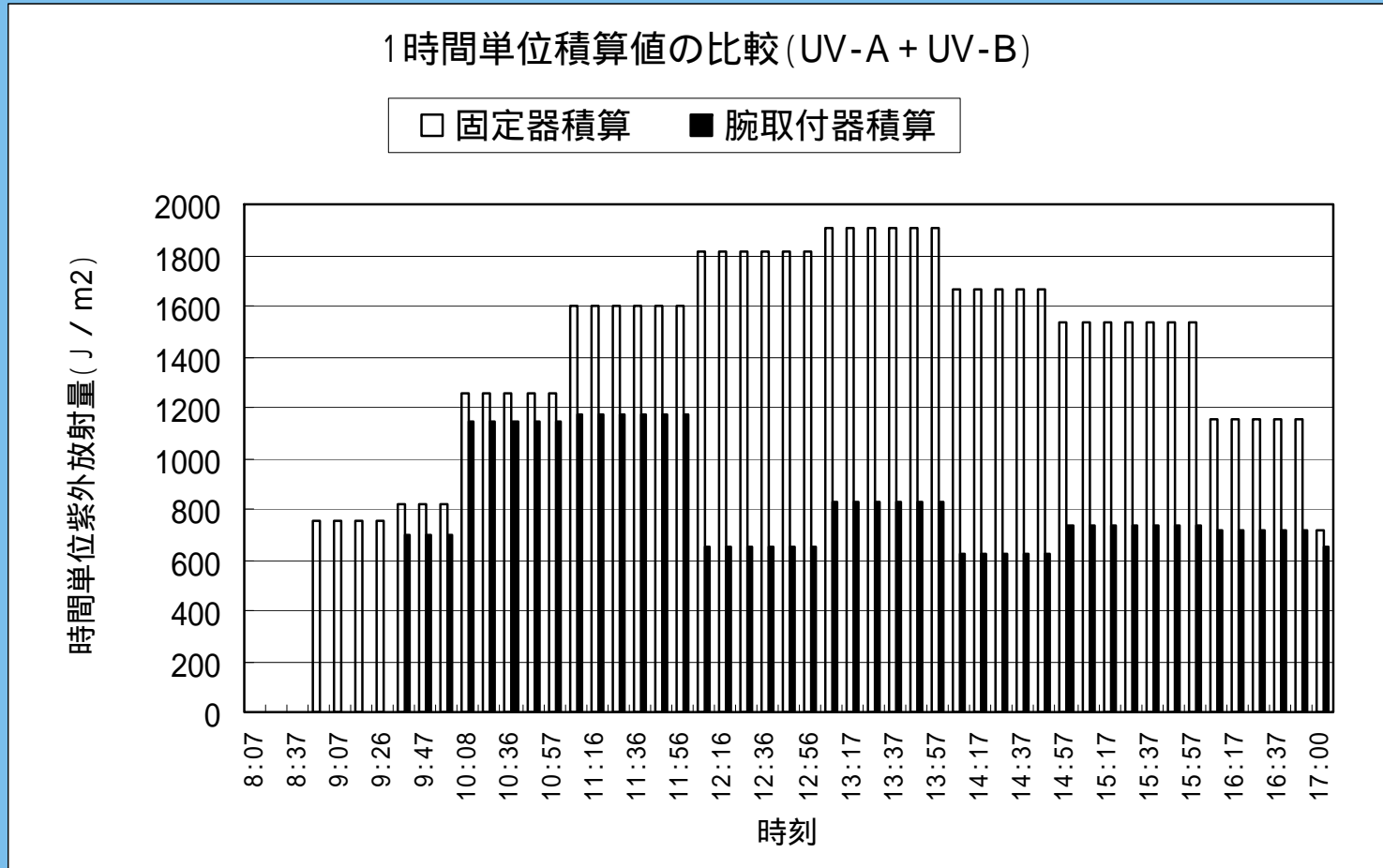


1日単位紫外放射量(積算値)での比較  
それぞれの時刻における固定器と腕取付器の早朝からの積算量をグラフ化したものである。腕取付器 / 固定器の値は午前中高く、13時以降0.6程度となり、最終的にはほぼ一定値(0.55)となる。測定器を腕に取り付けて軽度の運動をずっと続けると、固定器の約半分の放射量(UV-A + UV-B)を受けられることになる。

## (イ) - 2 1日単位積算値の比較(腕取付器 / 固定器)



### (イ) - 3 1時間単位積算値の固定器と腕取付器の比較



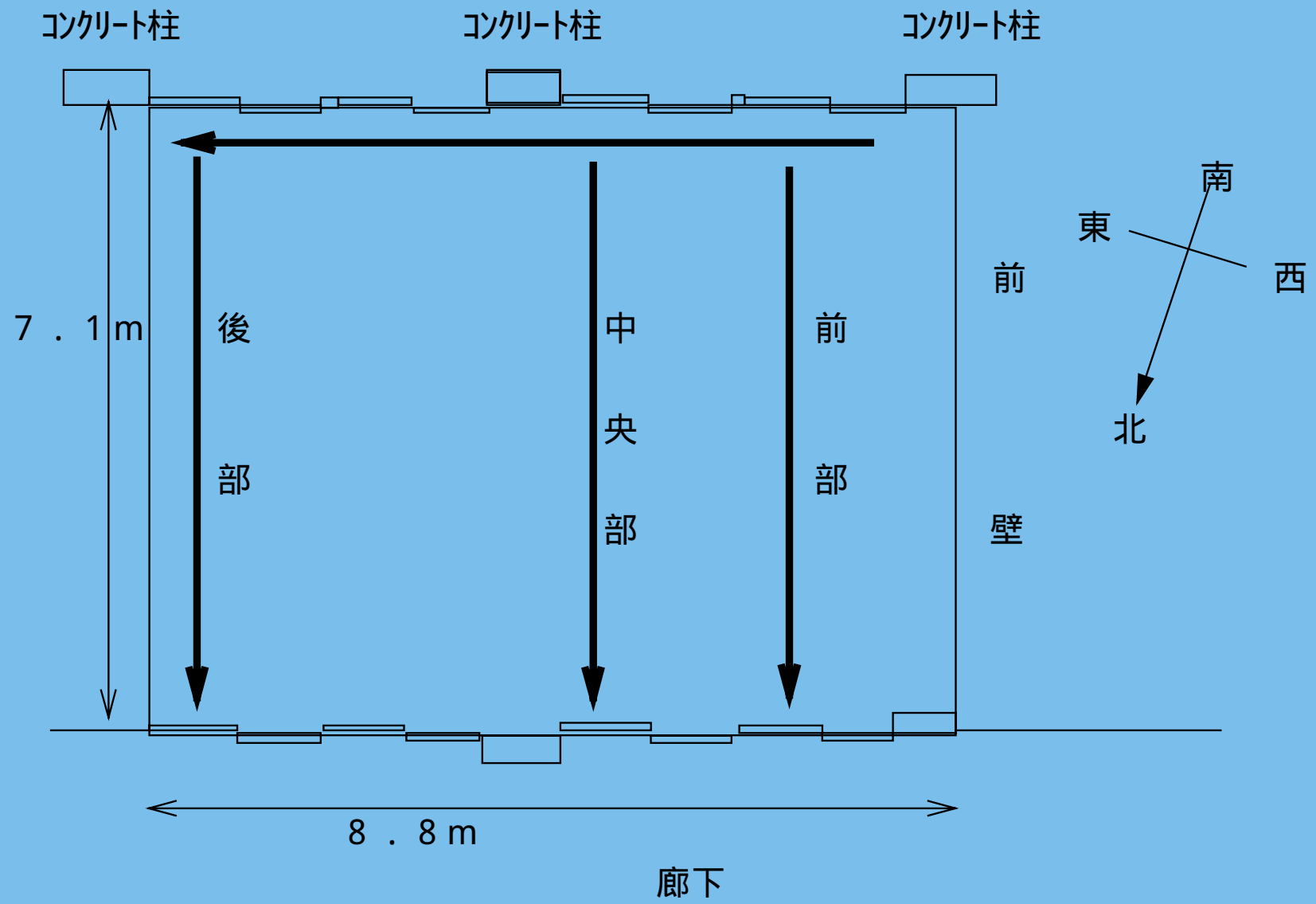
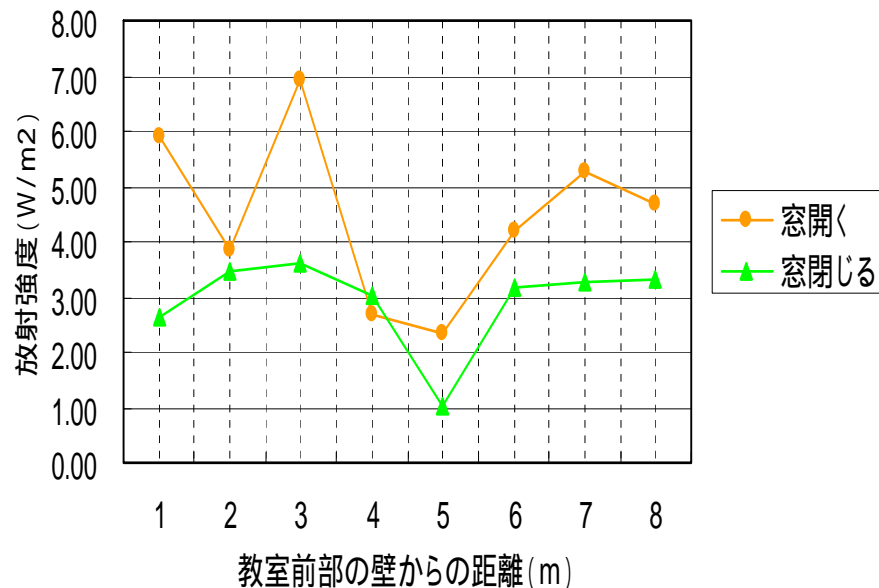


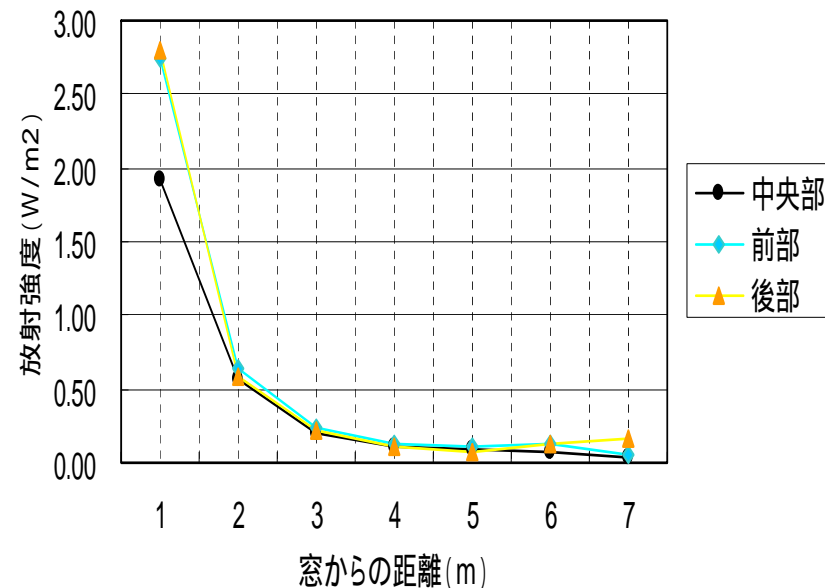
図 1 6 測定室の模式図

# ウ 教室内の測定(その1; 教室各場所における紫外線の強さ; 真夏に測定)

教室内の各場所におけるUV-AとUV-Bの合計値(前部 後部)



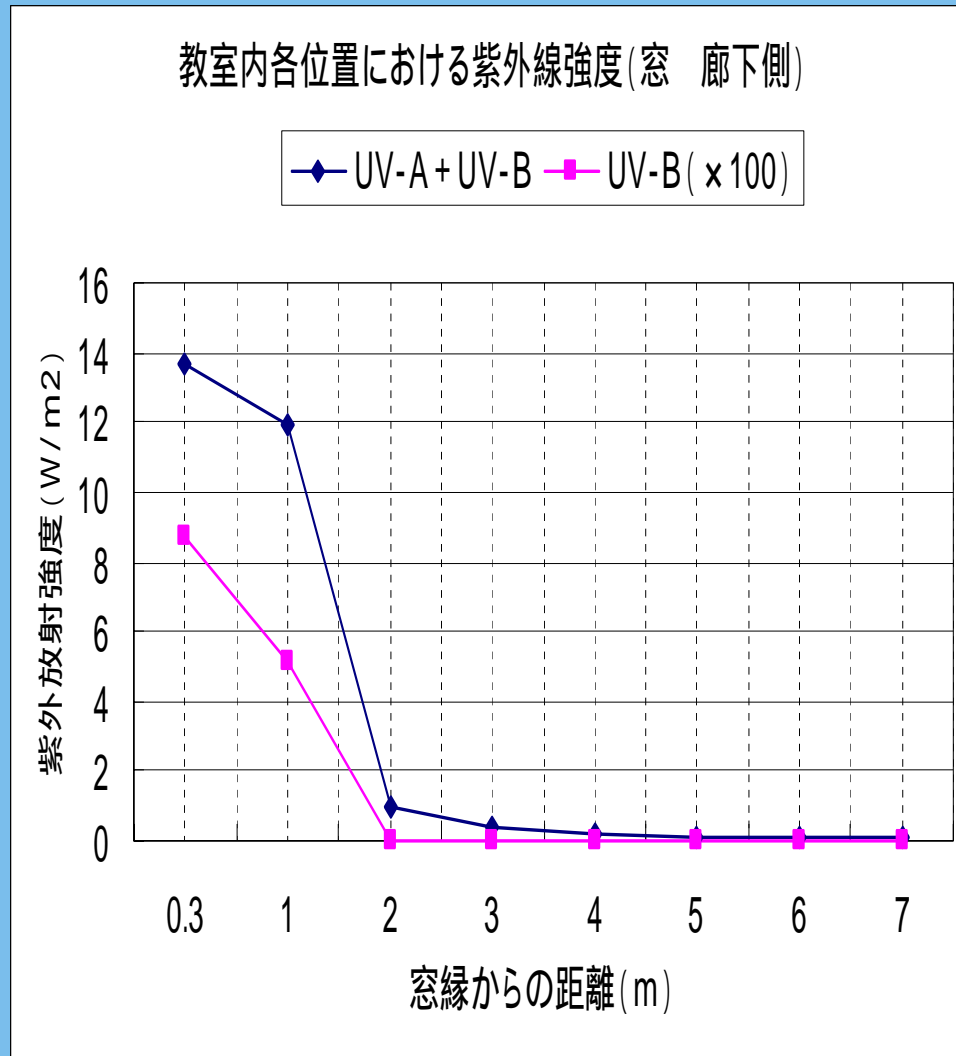
教室内の各場所におけるUV-AとUV-Bの合計値(窓側 廊下側)



測定日は真夏の8月26日、晴れ時々曇りの天候であった。ただし、雲は巻層雲で、紫外線放射強度の変動は非常に少ない条件下であった。

実験は短時間のうちに行ったが、それでも気象条件や時間の影響が出るので、1台の測定器を窓近くの位置に固定してこれを対照とし、もう1台で様々な位置での放射強度を測定し、対照の値を基に修正を加えたものを最終の値とした。

## エ 教室内の測定(その2; 晩秋の場合)



- ❖ 上記ウと同様な実験を晩秋の11月12日11時12分から行った。このときの天候は快晴であった(測定には影響しない雲が一部あり)。8月26日の測定と比較するため、同地点、同条件で測定した。測定時刻は12:07~12:15である。
- ❖ UV-A+UV-BであってもUV-B単独でも、窓縁から2m内部に入ると紫外放射はほとんどゼロになることが分かる(UV-Bについては同じグラフ上で表示するために測定値を100倍していることに注意)。



# オ 天候(特に雲)や窓ガラスによる紫外放射強度の変化

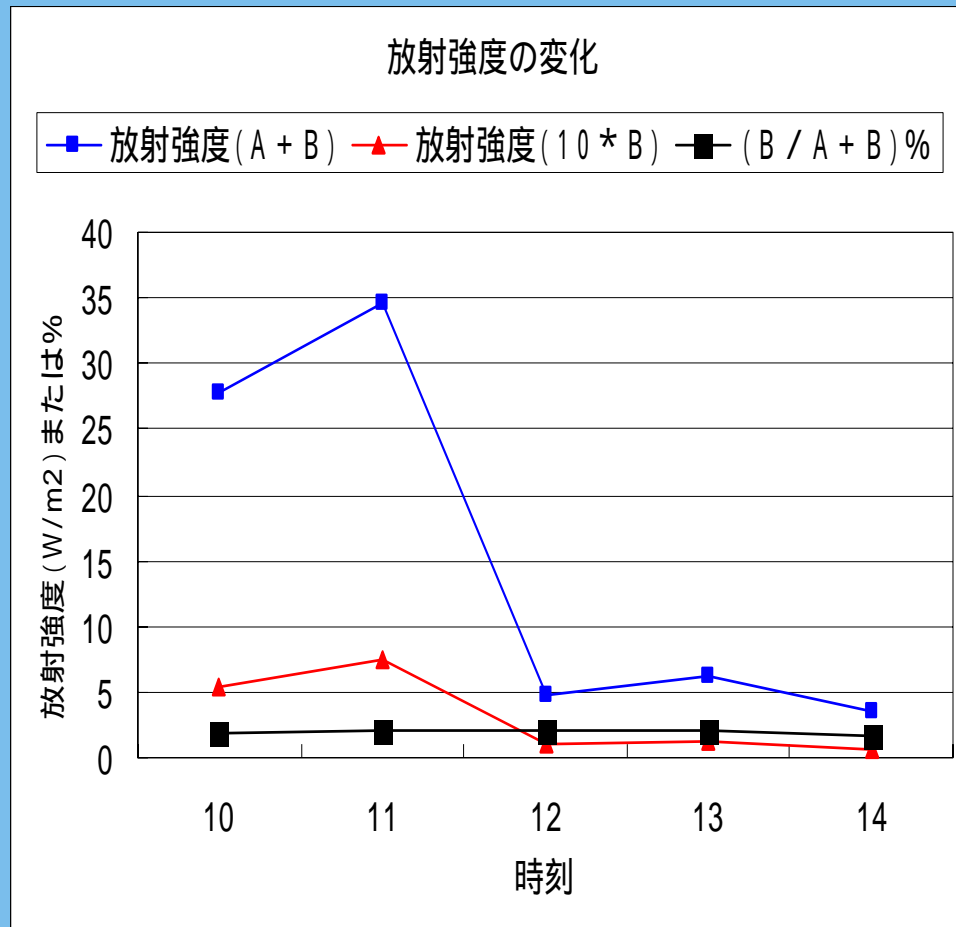
9 / 23 12時以後厚い積雲に覆われた



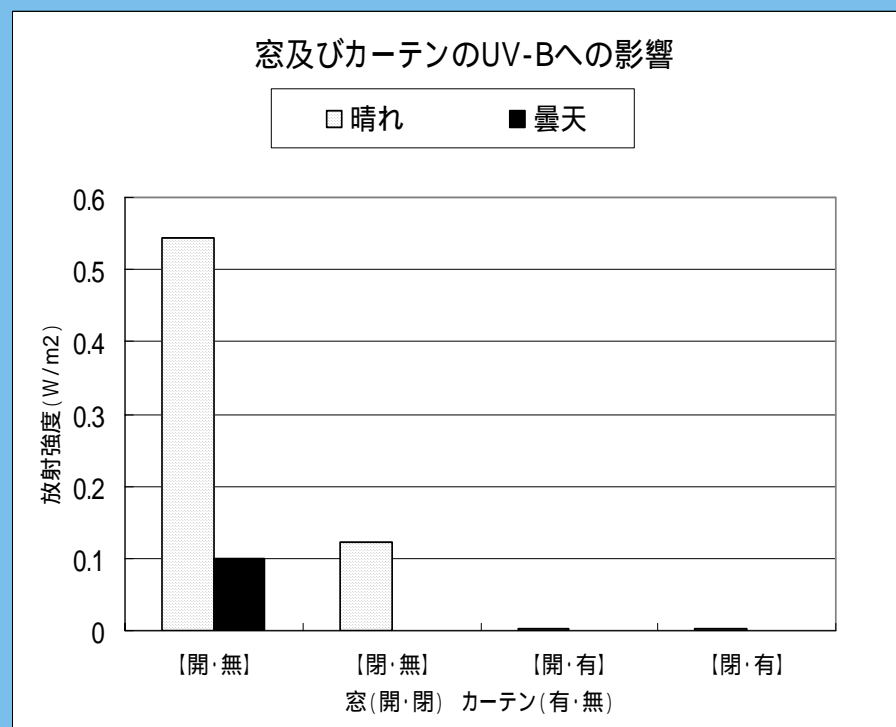
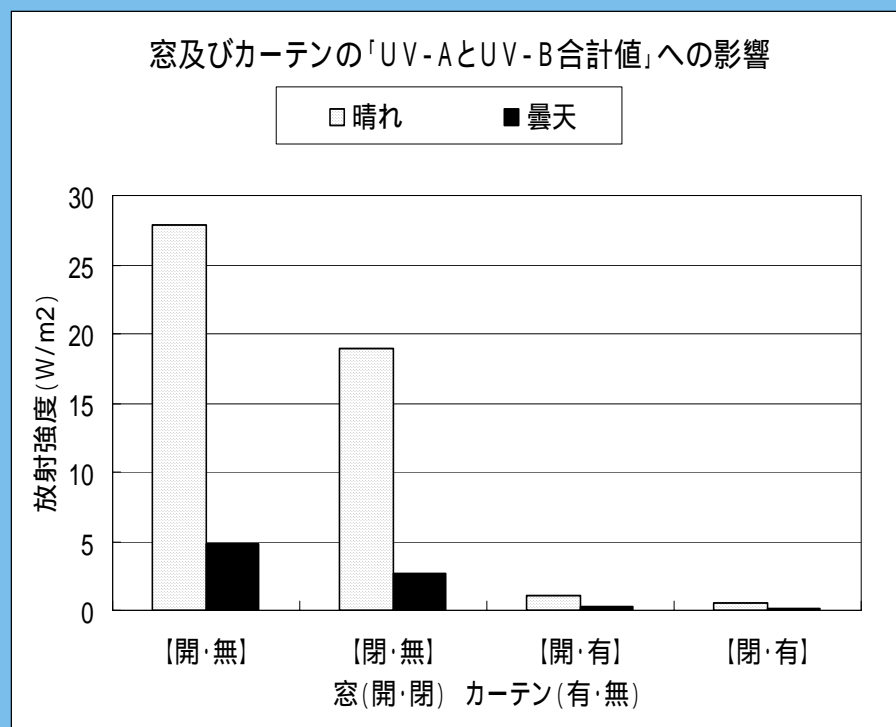
積雲



厚い積雲



## オ - 2 窓の開閉、カーテンの有無による紫外線の強さ



9月13日、午前10時5分から10分間、窓の開閉及びカーテンの有無による紫外放射強度を測定した(図26、27)。この測定の間、太陽は全く雲にかからない状況であった。また、使用されているカーテンの色はクリーム色、材質はポリエステル混綿、平均の厚さは0.34mmであった。

## カ 様々な衣服・サンスクリーン製品による紫外線遮蔽



- ❖ 覆わないときの放射強度に対する衣服等による遮蔽実験を行った(図39)。使用したものは、体操服(白色、緑色、紺色; 2年生、紫色; 1年)、タオル(白色、濃紫色)、帽子(ベージュ色)であった(図38)。測定は10月28日、快晴の条件下の屋上渡り廊下で12:06に開始し、12:25分に終了した。2台のUVcaremateを使い、1台は対照用として、他の1台で衣服等の遮蔽実験を行い、実験後、対照により数値の補正を行った。

## カ - 2 様々な衣服による紫外線遮蔽

	UV - AとUV - B 合計値	UV - B	厚さ mm	材質
覆わないときの値	1.000	1.000	-	
半袖シャツ(白)	0.056	0.097	0.58	ポリ9:綿1
体操服(緑色;3年)	0.009	0.023	0.76	ポリ65:綿35
体操服(紺色;2年)	0.004	0.013	0.76	同上
体操服(紫色;1年)	0.026	0.017	0.70	同上
タオル(白色)	0.079	0.140	0.66	綿100
タオル(紺色)	0.000	0.000	1.13	綿100
帽子(アイボリー)	0.000	0.000	1.54	綿100

## カ - 3 使用したサンスクリーン剤による紫外線遮蔽



## カ - 4 様々なサンスクリーン剤による紫外線遮蔽

製品名	UV - AとUV - B 合計値	UV - B	PA	SPF
塗布しないときの紫外線の強さ	1.000	1.000		
A	0.412	0.367	++	23
B	0.292	0.235	+++	50
C	0.396	0.345	++	38
D	0.201	0.221	++	30
E	0.455	0.419	+	20
F	0.512	0.382	++	32
G(1回塗り)	0.696	0.358	+	30
G(2回塗り)	0.570	0.289	+	30

# 3 考察

## (1) グランド等では

一般的に言われている性質をまとめると表のようになる。

	1日の最大量	日変化の特徴	季節変化の特徴
UV - A	正午(南中時)	比較的穏やかな日変化	年間を通じて、変動幅が小さい。最大は梅雨のある地域では5月、ない地域では6月(夏至)
UV - B	〃	早朝、夕暮れ時は弱い	8月に最大。5~8月に強く、冬には夏の1/5程度。

・UV-AとUV-Bの早朝の増加率と夕方の減少率はかなり異なり、朝夕は少なく、UV-Bは特に顕著。

・UV-A+UV-Bの量を比較した結果腕取付器/固定器の比は、最終的に0.55になった。

## (2) 教室内では

- ・ ほぼ南向きの教室において、真夏よりも秋の季節が太陽高度の影響で紫外線量は多い。  
しかし、窓を閉めることで約3～5割カットできる。
- ・ 真夏でも秋でも、窓を開けた状態で、窓縁から2m内側に入ると紫外線量は急激に減少する。
- ・ 紫外線放射を防ぐにはカーテンが有効である。

## (3) 気象条件による変化は

- ・ 紫外線放射強度及び放射量は気象条件で影響を受け、その最大なものは空に浮かぶ雲である。



## (4) 衣服・サンスクリーン剤等による遮蔽効果

- ・ シャツで肌を覆うことで、紫外線は6%以下に抑えられた。
- ・ しかも色が濃いものほど効果が高い。
- ・ サンスクリーン剤は、今回の実験ではある程度の効果は得られたが、時間的な経過の実験はしていない。  
PA(対UV-A)・SPF(対UV-B)や効能時間の表示、吸収剤か反射剤か等を理解し、過信しないように注意したい。

# 4 終わりに

