

報告書

深紫外線消毒滅菌

[エバポレータ洗浄装置(エアコン内部に配置された冷媒エバポレータの洗浄)]

LightWave PDL Inc & Totsuken Co.Ltd.

Planning by Paul Loh

UV sterilization and personUV devices

はじめに

このプロジェクトはエアコン内部に設置されたエバポレータの洗浄を目的とする。
図1に搭載されたdeep UV lamp and jackets は大型air conditioner 内部に配置した
冷媒エバポレータに付着する細菌ウイルス、黴の不活化を目的としてGPH357T5(254nm)ランプを
装着しております。

線量当量はランプ表面からの距離40mm $8\text{mJ}/\text{cm}^2$ (10second)
距離 90mm $5.8\text{mJ}/\text{cm}^2$ (10second)
距離 130mm $4.0\text{mJ}/\text{cm}^2$ (10second)

($25 \times 25\text{cm}$) = 625square cm の空間に10秒照射した結果冷媒エバポレータに付着した
インフルエンザ、MRSA、VRE 等Virus、黄色ぶどう球菌、大腸菌等細菌の滅菌消毒が
確認出来ました。

黴等孢子はVirus bacteria に比べ線量当量が必要です。

黒カビの孢子等 $300\text{mJ}/\text{cm}^2$ 6~9分間照射が必要です。



図 1

殺菌

細菌bacteria, ウイルスviruses, 黴 孢子mold a sporule 殺菌する紫外線照射量は様々な
学術文献資料が開示されています。

図2は幾つかの細菌ウイルスを99.9%不活化させる為に必要な線量当量を示しています。

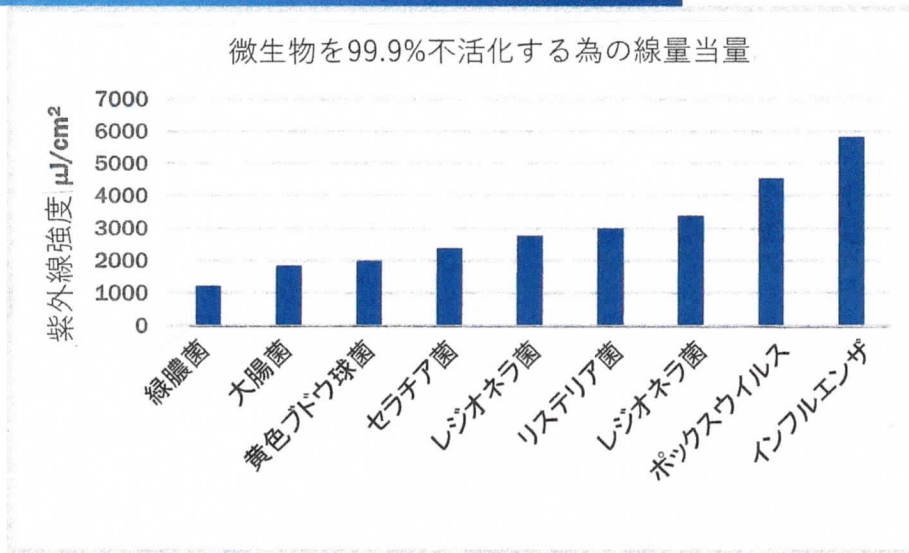


図 2

Dr. Barry hunt and Dr. William は2015年 cent Mary hospital の病室で深紫外線 (deep UV) ランプは、細菌ウイルスに対する殺菌の有効性を確認する為の研究を開始した結果、多くのウイルス(インフルエンザ、MRSA、VRE) 99.9%不活化するのに必要な線量当量 $10\text{mJ}/\text{cm}^2$ で十分な効果を確認しました。図 3 は確認の効果の結果を示しています。

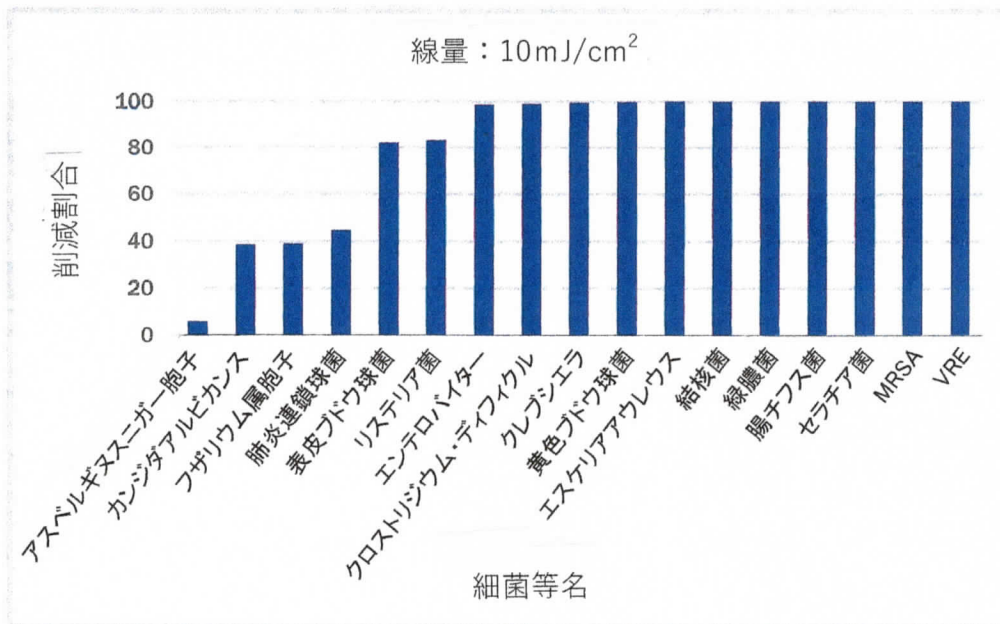


図 3

他の学術文献資料でも一般的な微生物の不活化に必要な線量当量は $20\text{mJ}/\text{cm}^2$ で効果が確認されています。

Dr. Jorge classicは、路線バスでの紫外線殺菌装置を使用した微生物の不活化試験を実施し、 $11.7\text{mJ}/\text{cm}^2$ でバスのシート表面に付着している(MRSA, pox's virus, salmonella)の不活化させることを確認しました。FDA and NDA 日本厚生労働省等 汚染された表面を消毒滅菌する効果を得るためには $100\text{mJ}/\text{cm}^2$ が必要であると示唆しています。

構造

殺菌装置は一般的にランプ、保護管、取付治具、安定器で構成されています。

GPH357T5 仕様 450mA ランプ電力15W 入力電圧AC100-200V 僅かな電力で最大なる滅菌消毒が可能な殺菌装置です。

この報告書では $25 \times 25 = 625\text{cm}^2$ 面積 ランプ距離 distance (d) 40-90-130mm で試験実施したデータ解析です。

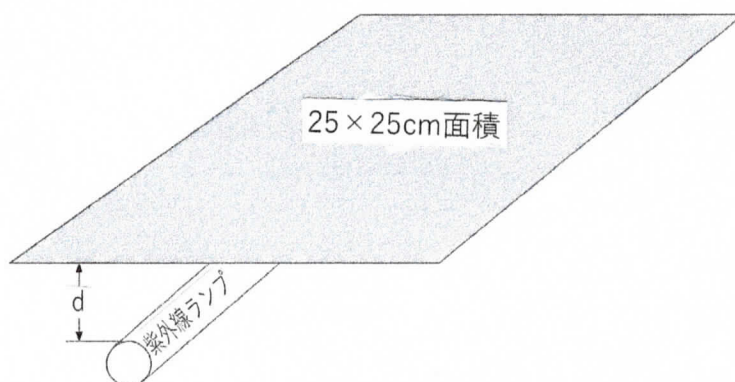


図 4

表1、2、3、は其々40mm 90mm 130mmで測定した紫外線強度値を示しています。

X軸はランプ軸に沿った距離Y軸はランプの中心線から垂直の距離です。

UV Disinfection – Personal UV device

Y=10 ⁿ	X = 10.0 ⁿ										
	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
5	67.70	121.70	227.40	413.60	551.00	1700.00	1100.00	401.50	256.80	134.60	79.30
4	88.60	14.30	309.70	597.20	1348.00	1969.00	1358.00	670.50	338.90	179.20	102.60
3	104.40	188.40	364.30	743.60	1609.00	2215.00	1634.00	839.60	386.60	207.60	117.60
2	119.40	209.50	408.60	819.70	1703.00	2258.00	1704.00	851.10	417.30	219.50	131.30
1	126.00	212.40	440.00	822.80	1659.00	2229.00	1696.00	840.70	430.10	239.30	137.80
0	131.00	228.20	436.60	870.50	1650.00	2191.00	1614.00	862.70	442.10	341.10	140.80
-1	123.80	229.80	449.70	854.00	1665.00	2202.00	1674.00	847.60	434.10	244.90	138.60
-2	124.30	224.70	446.30	887.50	1604.00	2196.00	1666.00	889.90	427.60	231.40	136.90
-3	117.00	219.00	408.90	821.70	1611.00	2141.00	1638.00	863.80	421.80	220.80	125.20
-4	106.00	184.50	377.80	773.00	1399.00	1980.00	1482.00	782.80	367.80	181.60	108.50
-5	85.30	158.10	303.60	568.60	1053.00	1700.00	1200.00	523.40	269.80	149.30	84.50

表 1

Y=10 ⁿ	X = 10.0 ⁿ										
	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
5	165.40	214.30	292.90	387.20	453.00	650.00	499.00	425.10	330.50	234.70	177.30
4	193.60	269.30	385.30	541.60	673.50	764.00	725.60	573.80	428.60	302.30	216.20
3	224.00	323.80	458.50	621.20	799.20	908.70	861.20	702.50	506.50	361.80	259.80
2	242.10	363.40	510.60	692.80	854.30	976.20	916.90	750.80	555.90	397.40	278.40
1	259.60	379.10	530.10	701.00	887.10	1004.00	956.00	786.80	588.90	416.80	290.20
0	269.90	391.60	539.60	716.90	875.80	1005.00	954.80	788.50	607.40	430.90	290.30
-1	266.14	383.30	537.80	706.30	882.60	989.10	936.40	776.80	592.20	422.20	283.10
-2	248.90	363.70	511.90	676.40	848.60	940.20	890.60	737.80	557.60	398.20	275.90
-3	334.90	333.60	466.20	625.40	771.50	877.10	816.90	684.00	501.70	362.60	254.60
-4	209.20	285.80	407.60	536.20	665.80	728.80	696.60	561.80	425.10	308.10	231.80
-5	172.00	235.50	316.80	397.80	491.60	620.00	520.00	486.00	328.20	244.90	177.20

表 2

Y=10 ⁿ	X = 10.0 ⁿ										
	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5
5	190.00	229.20	262.90	321.20	366.90	450.00	382.50	345.20	290.10	239.50	193.50
4	213.10	270.60	330.40	380.14	466.60	466.00	453.80	405.30	345.00	280.20	240.60
3	246.20	312.10	375.80	488.70	501.30	425.00	513.40	450.30	385.80	311.80	249.40
2	259.70	237.50	404.40	80.30	534.20	567.80	546.40	486.20	416.70	339.60	265.60
1	271.20	343.80	418.40	498.20	551.90	581.90	562.80	502.60	425.80	349.20	277.70
0	271.80	351.60	421.30	495.40	548.40	580.90	567.80	403.30	431.30	315.70	277.60
-1	269.00	335.90	408.90	487.00	434.30	563.50	562.10	488.10	417.60	340.20	271.90
-2	256.00	373.60	393.20	459.70	504.50	522.90	504.40	461.80	393.20	323.30	254.80
-3	237.70	387.70	353.70	416.70	451.40	476.20	451.30	417.30	352.20	293.00	233.10
-4	206.10	253.00	309.90	361.20	394.00	399.50	390.90	357.60	304.50	254.60	205.80
-5	176.10	216.40	353.60	290.20	330.40	348.30	333.60	288.50	253.80	209.80	173.60

表 3

図5、6、7は其々表1、2、3の資料に基づいた 25×25cm 表面積に渡る紫外線線量当量を示しています。

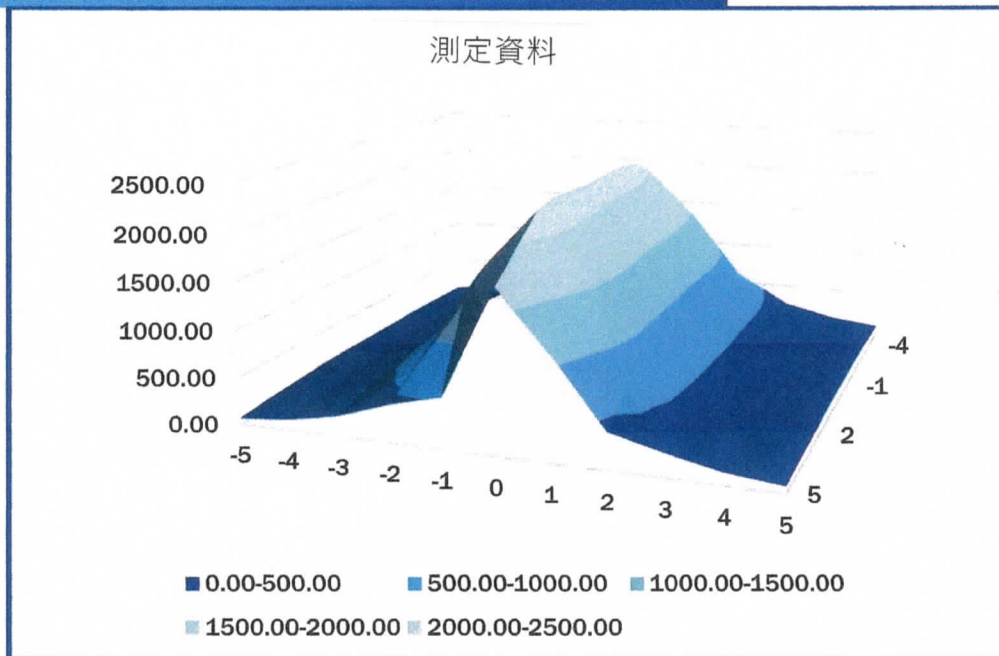


図 5

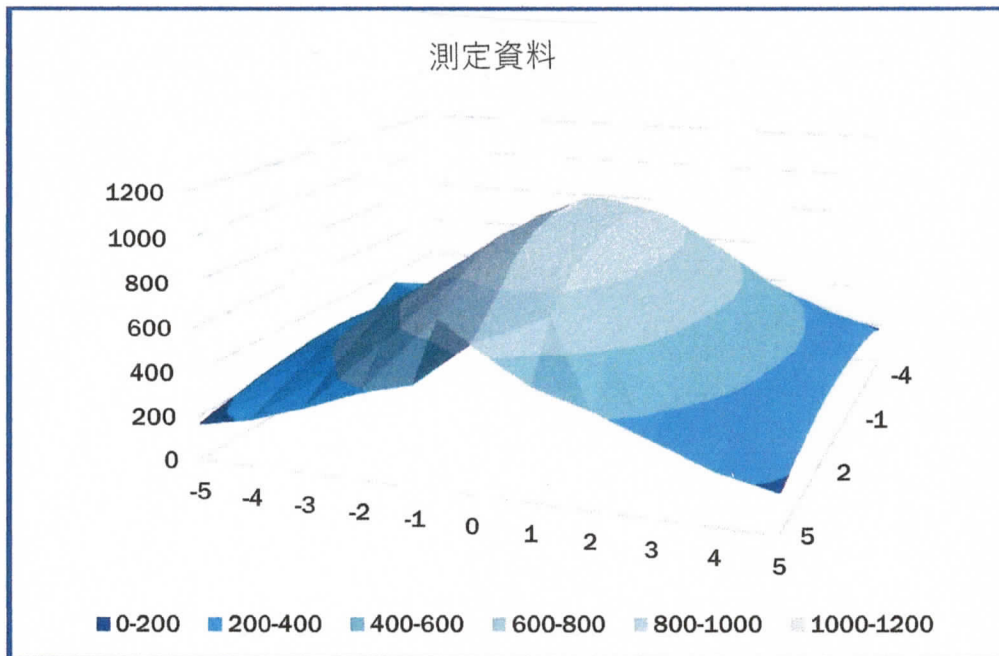


図 6

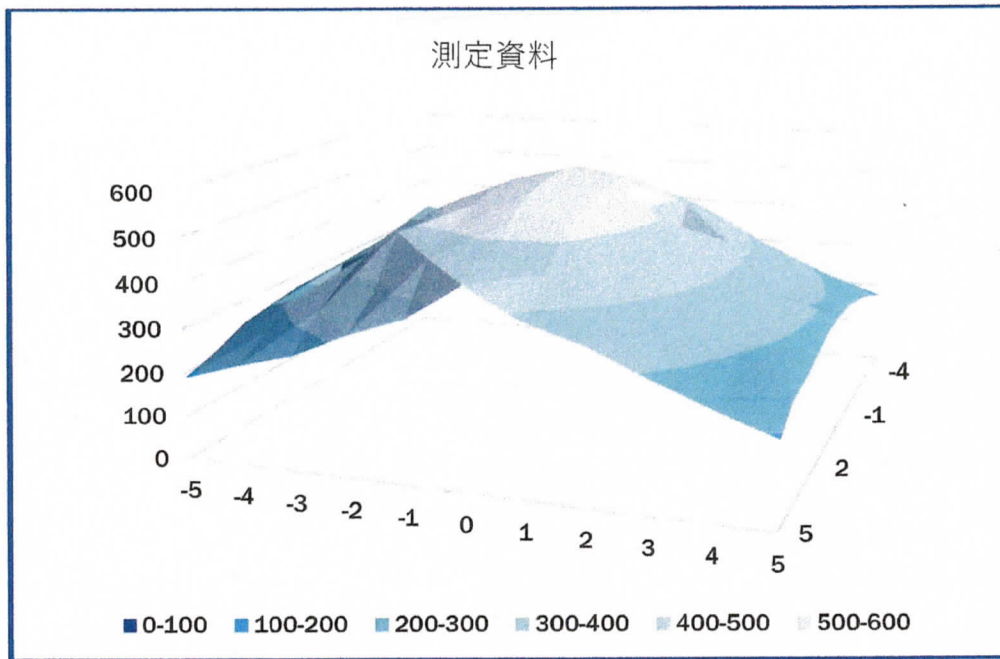


図 7

エネルギー計算

測定された資料に基づき、強度曲線の地図は、最も小さい四角のアルゴリズムに基づいて作成されている。以下は結果として得られる強度分布曲線です。図 8, 9, 10 は、この強度曲線の表面の仕組みを表しています。

$$I(x,y)_{1.5} = -59.89X^2 - 12.08Y^2 + 0.52XY + 1.98X - 6.83Y + 1440.28$$

$$I(x,y)_{3.5} = -22.96X^2 - 10.89Y^2 + 0.28XY + 4.46X - 0.44Y + 862.84$$

$$I(x,y)_{5.0} = -10.01X^2 - 5.99Y^2 + 0.53XY - 0.09X + 3.57Y + 532.36$$

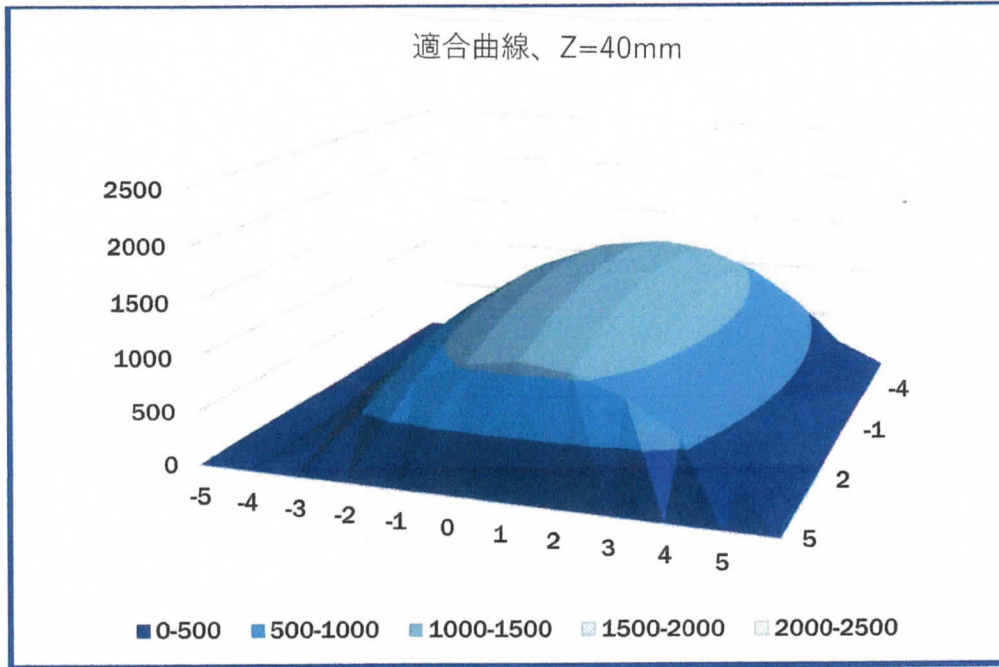


圖 8

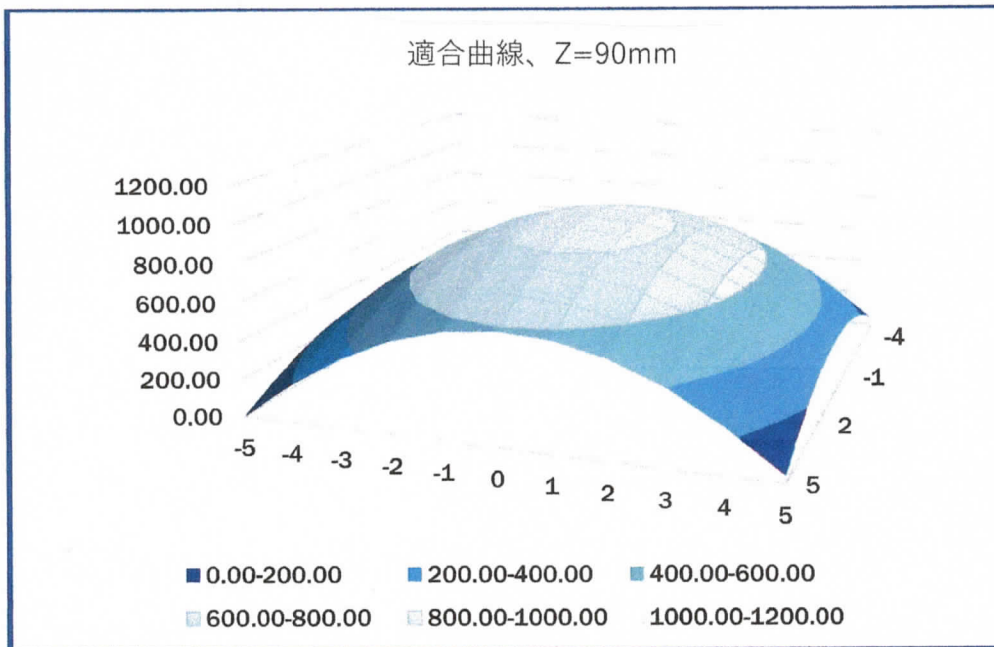


圖 9

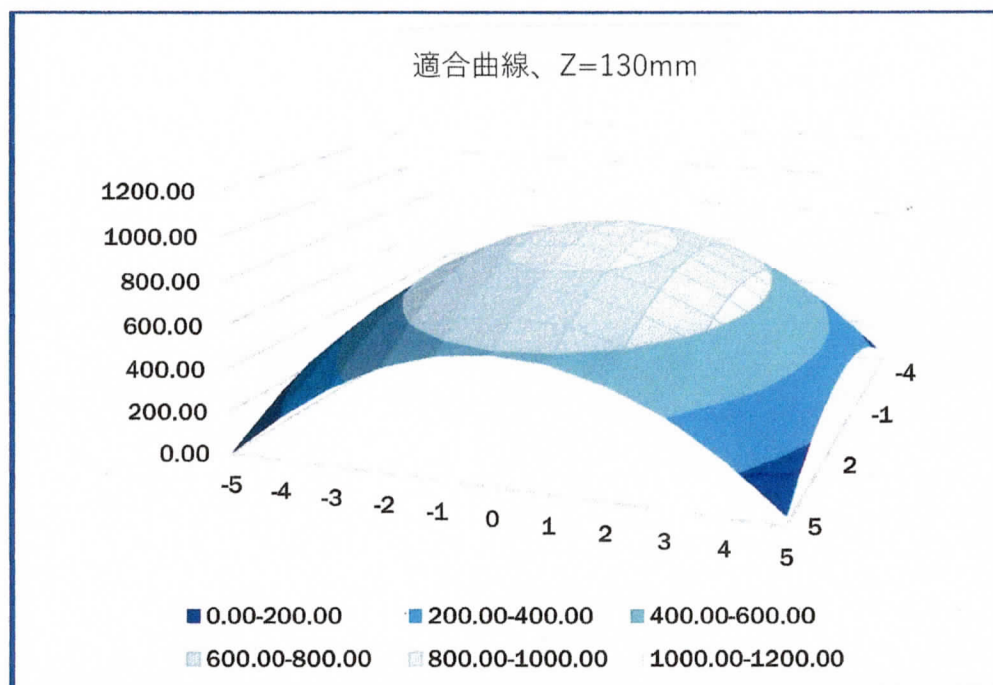


図 1 0

次に、平均強度は次の式で計算できます。

$$I = \iint_0^3 I(X, Y) dXdY$$

従って 25×25cm 領域での平均強度値は40、90、130mm離れた場所で8mJ/cm²～4mJ/cm²となります。

入力電圧

一般的な装置仕様として入力電圧は交流AC90-150V(50/60HZ)条件下で使用します。

この装置に搭載された電子安定器は交流と直流両方で使用する事ができます。

別表4 入力電圧直流 19V-34Vでの使用した電気特性を記載しております。

別表5入力電圧交流 90-150Vでの使用した電気特性を記載しております。

入力電圧 (V)	入力電流 (A)	入力ワット (W)	ランプ電圧 (V)	ランプ電流 (mA)	ランプワット (W)
19	0.62	9.2	58	150	8.7
20	0.82	13	49	217	10.63
24	1.04	19.1	40	367	14.68
26	1.11	22.3	40	412	16.48
28	1.12	23.8	36.3	460	16.70
30	1.12	24.7	34	514	17.48
32	1.11	26	31.8	561	17.84
34	1.12	27.6	30.9	609	18.82

表 4

入力電圧 (V)	入力電流 (A)	入力ワット (W)	Xfrm 電圧 (V)	ランプ電圧 (V)	ランプ電流 (mA)	ランプワット (W)
90	0.19	14.2	19.6	53	197	10.44
100	0.24	20.7	21.5	45	299	13.46
120	0.26	26.8	26	40	432	17.28
140	0.3	33.6	30.4	36	536	19.30
150	0.36	35.9	32.6	32.5	592	19.24

表 5

付録1 微生物(細菌)を不活化するために必要な波長253.7nm 線量当量

微生物(細菌)	試験媒体	D37	D90	D99.9
		$\mu W\text{-s/cm}^2$	$\mu W\text{-s/cm}^2$	$\mu W\text{-s/cm}^2$
緑膿菌	大気中	81	402	1207
大腸菌	大気中	123	613	1838
黄色ブドウ球菌	大気中	133	662	1987
セラチア菌(A)	大気中	159	792	2375
レジオネラ・ニューモフィララ	皿	185	920	2760
リステリア菌単細胞遺伝子	皿	201	1000	2999
レジオネラ・ニューモフィララ	大気中	226	1125	3375
牛痘 ポックスウイルス	大気中	302	1507	4521
インフルエンザAウイルス	大気中	389	1940	5820
アスペルギウス属ニガー孢子	皿	27179	135446	406339

微生物(細菌)	試験媒体	D37	D90	D99.9
		$\mu W\text{-s/cm}^2$	$\mu W\text{-s/cm}^2$	$\mu W\text{-s/cm}^2$
緑膿菌	大気中	81	402	1207
大腸菌(A)	大気中	123	613	1838
黄色ブドウ球菌	大気中	133	662	1987
ブドウ球菌	大気中	75	374	1121
セラチア菌	大気中	159	792	2375
レジオネラ・ニューモフィラ	皿	185	920	2760
アデノウイルス	大気中	846	4217	12652
リステリア菌	皿	201	1000	2999
コクサッキーウイルス	大気中	417	2078	6234
レジオネラ・ニューモフィラ	大気中	226	1125	335
エコーウイルス	皿	2129	10611	31833
レオウイルスタイプ1	皿	250	1245	3736
黄色ブドウ球菌	水中	521	2599	7797
結核菌(A)	皿	271	1080	3240
結核菌(B)	水中	669	3332	9997
大腸菌(B)	水中	1627	8108	24323
コネリバクテリウムジフテリア	水中	676	3371	10114
モラクセラ・アミネトバイター	水中	231018	1151293	3453878
インフルエンザ菌	水中	704	3510	10530
緑膿菌	水中	1103	5495	16486
牛痘 ポックスウイルス	大気中	302	1507	4521

セラチア菌(B)	皿	644	3207	9621
セラチア菌(C)	水中	441	2199	6598
炭そ菌(混合)	水中	908	4524	13571
炭そ菌胞子	皿	582	2900	8700
枯草菌の胞子	皿	1426	7107	21320
クリプトコッカスネオフォルマン胞子	皿	4530	22574	67723
ムコールラセマサス胞子	皿	3422	17056	51169
インフルエンザAウイルス	大気中	389	1940	5820
アルベルキウス・グラウカス胞子	皿	8885	44280	132841
リゾプス黒色表皮腫の胞子	皿	22002	109647	328941
フザリウム・オキシスポルム胞子	皿	4125	20559	61676
フザリウム・ソラニ胞子	皿	6508	32431	97292
ペニシリウム・イタリカム胞子	皿	3667	18274	54823
ミドリカビ病菌胞子	皿	6417	31980	95941
ペニシリウム・エクスペンサム胞子	皿	2610	13009	39027
クラドスポリウム胞子	皿	12159	60594	181783
スコプラリオプシス胞子	皿	15932	79399	238198
藍藻	皿	10442	500562	1501686
枯草菌(平均)	—	825	4112	12335
アスペルギルスニガー胞子	皿	27179	135446	406339
サルモネラ菌	皿	27	1033	3098
ランブル鞭毛虫	水中	19830	98823	296470
赤痢菌	水中	672	3347	10040