

学内LED照明の最適化 ～夜の学内を歩きやすく～

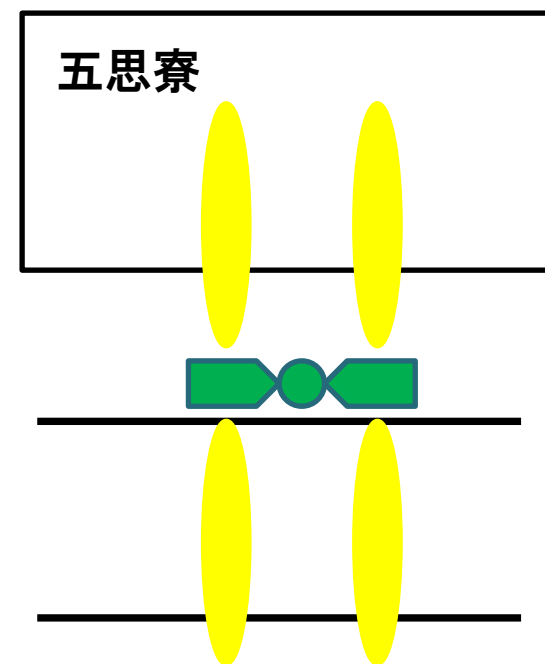
●LED外灯班

0912053	近藤 慎也
0912057	斉藤 恭彦
0912070	鈴木 毅洋
0912073	相馬 勇治
0912130	村田 悠馬
0922009	越沼 洋

目次

1. 前回まで
2. 今回の流れ
3. 改善策の提案
4. シミュレーション
 - シミュレーション原理
 - 実験
 - シミュレーション方法
 - 結果・照度マップ
5. 結論
6. 総括

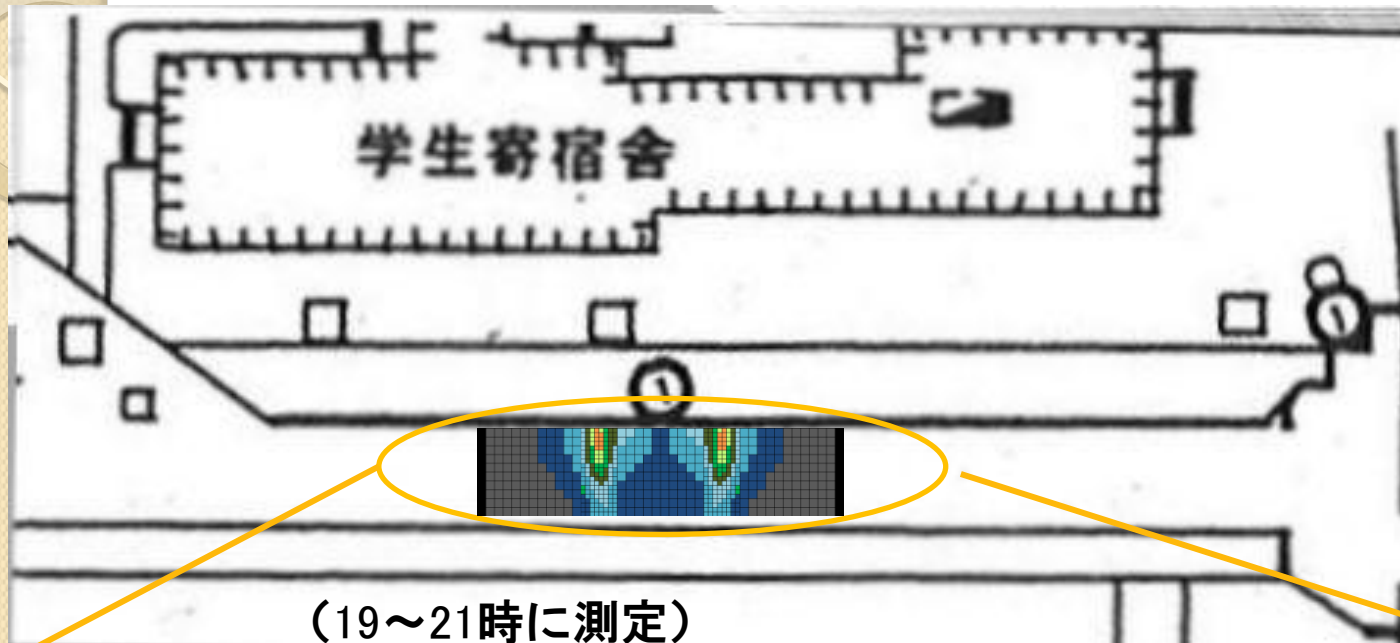
前回まで 学内LED照明の現状



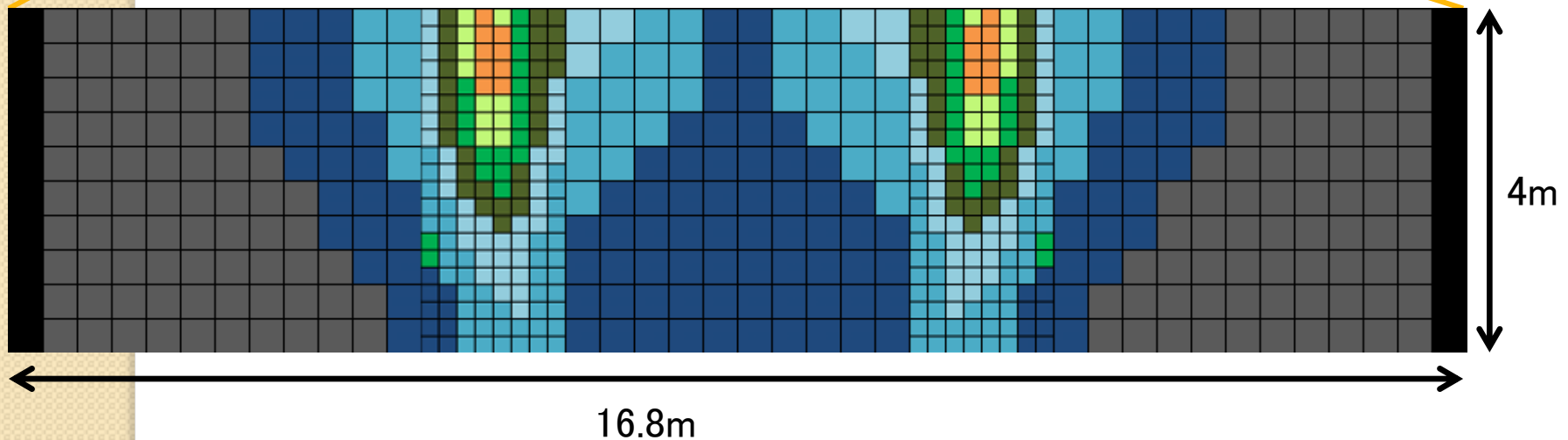
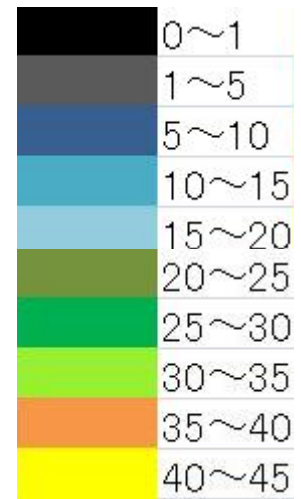
外灯設置の現状

上期にアンケートを実施したところ、五思寮前（写真）については、約半数の人が暗いと感じていた

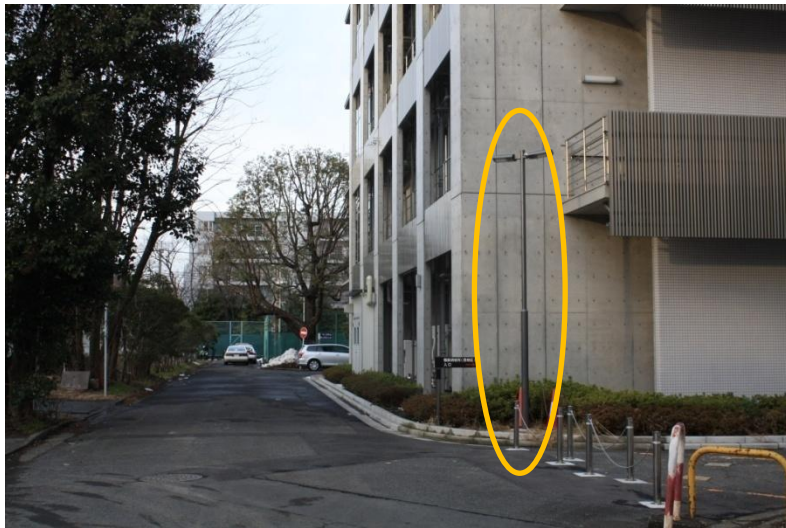
前回まで 照度マップ（現状）



(単位 : [lx])



前回まで 外灯の設置状況



前回まで 改善案

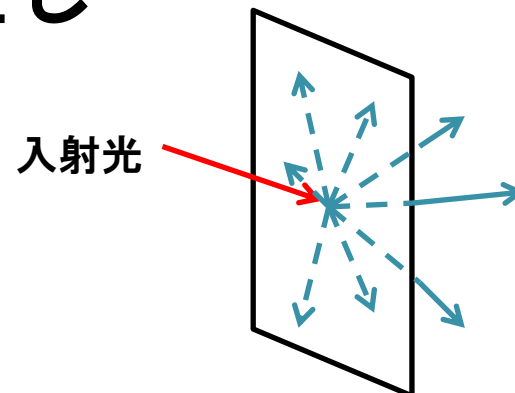
- 外灯の設置方向の見直し

- 反射板設置

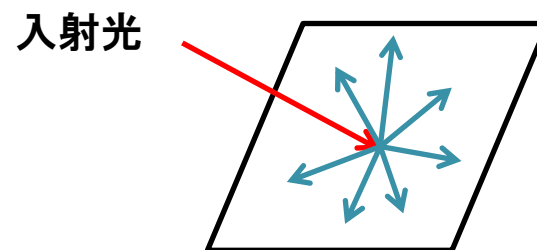
- 拡散板設置

- 透過型拡散板

- 反射型拡散板



透過型拡散板



反射型拡散板

目次

1. 前回まで
2. 今回の流れ
3. 改善策の提案
4. シミュレーション
 - シミュレーション原理
 - 実験
 - シミュレーション方法
 - 結果・照度マップ
5. 結論
6. 総括

今回の流れ

改善策の提案



改善策を考慮したシミュレーション



照度マップ作成、比較

目次

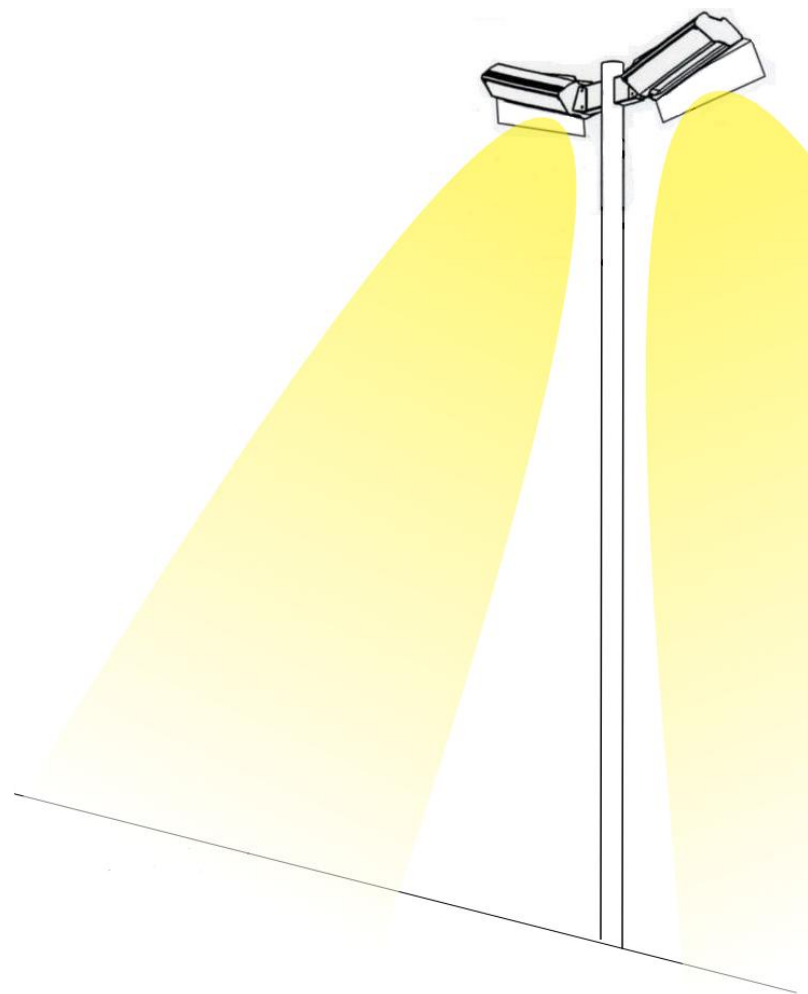
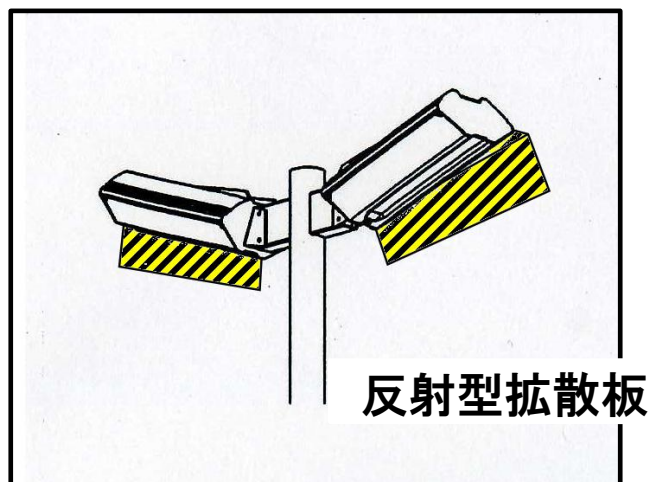
1. 前回まで
2. 今回の流れ
3. **改善策の提案**
4. シミュレーション
 - シミュレーション原理
 - 実験
 - シミュレーション方法
 - 結果・照度マップ
5. 結論
6. 総括

改善案

- 外灯の設置方向見直し→大規模な工事が必要
- 反射板設置→光源の指向性強→反射光の指向性強
- 拡散板設置
 - 透過型拡散板→五思寮を照射する光を対処できない
 - 反射型拡散板→照度分布の改善可能
無駄な光の対処可能
安価

目的：既存の照明に反射型拡散板を追加して照度分布を改善

反射型拡散板取り付け後の図



目次

1. 前回まで
2. 今回の流れ
3. 改善策の提案
4. シミュレーション
 - シミュレーション原理
 - 実験
 - シミュレーション方法
 - 結果・照度マップ
5. 結論
6. 総括

シミュレーションフロー

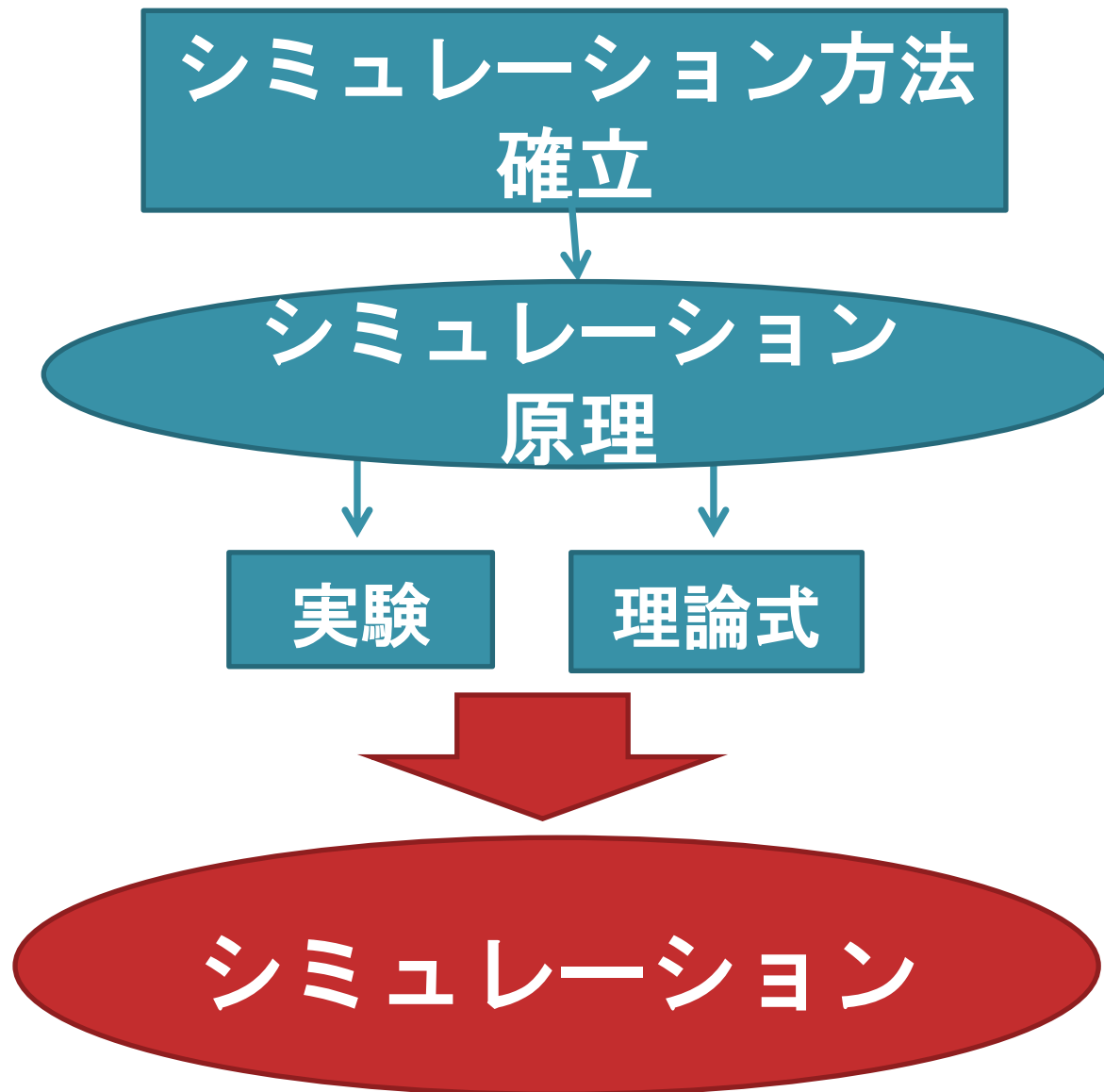
シミュレーション方法
確立

シミュレーション
原理

実験

理論式

シミュレーション



シミュレーション方法

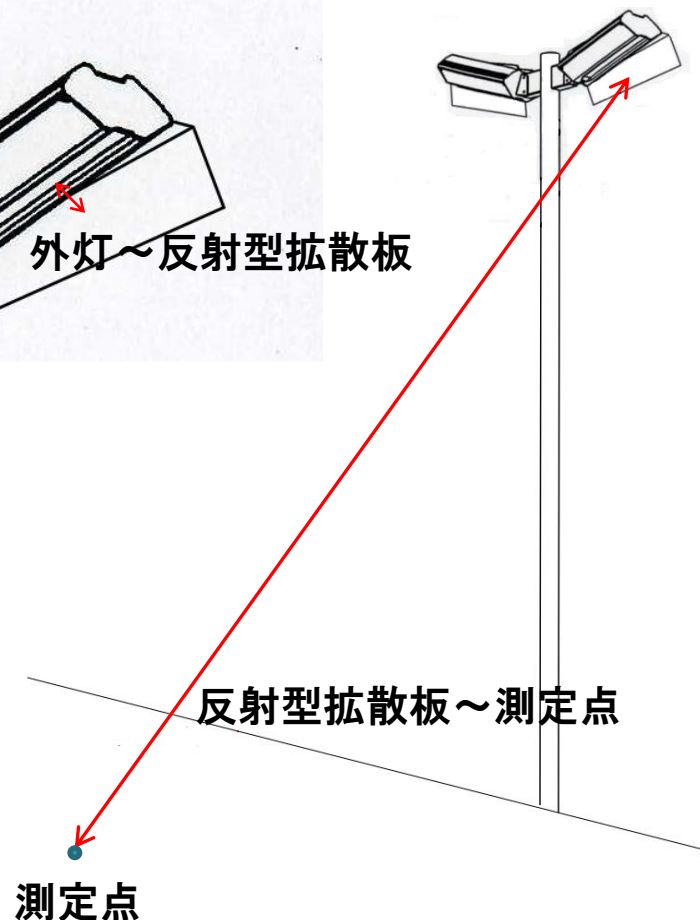
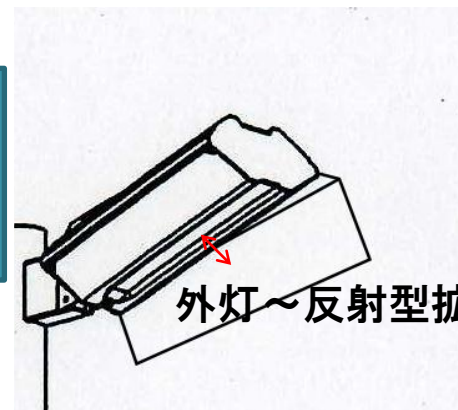
外灯から反射型拡散板に入る
光の量を算出



反射型拡散板を新たな光源と
みなし、測定点の照度を算出



照度マップの作成



目次

1. 前回まで
2. 今回の流れ
3. 改善策の提案
4. シミュレーション
 - シミュレーション原理
 - 実験
 - シミュレーション方法
 - 結果・照度マップ
5. 結論
6. 総括

理論式

- 逆2乗の法則（図1）

- $E = \frac{I}{h^2}$

- 入射角の余弦法則（図2）

- $E = E_n \cos \theta$

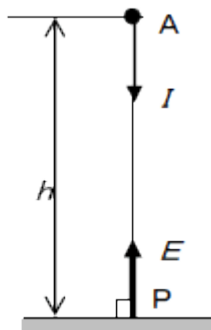


図1

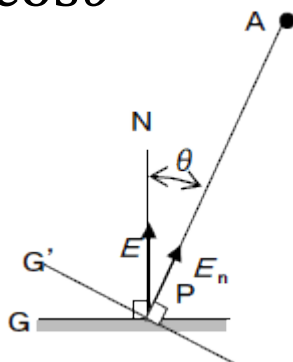
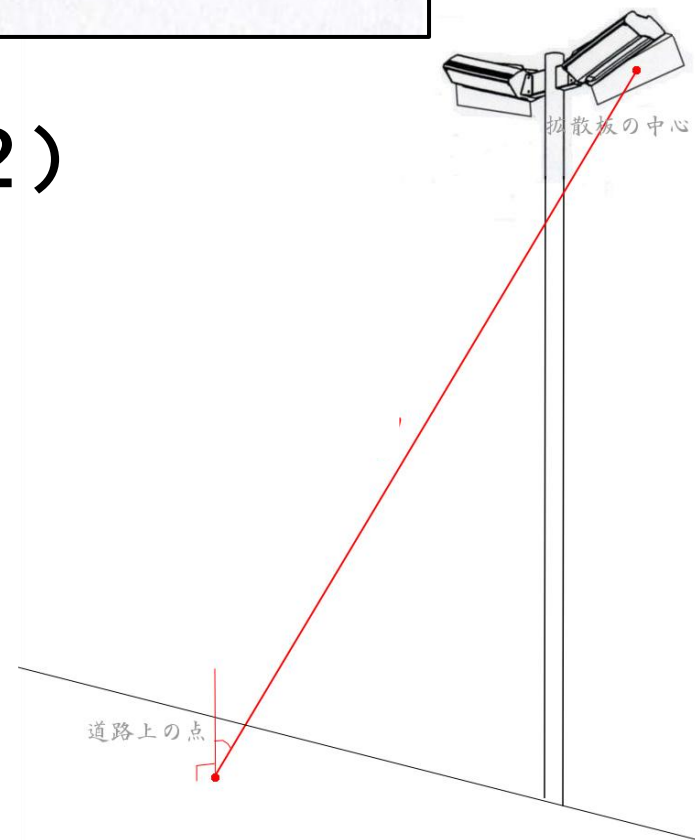
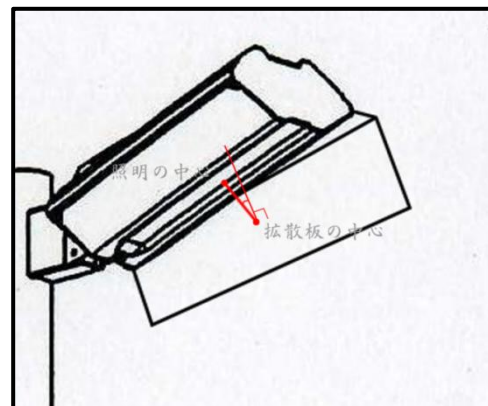
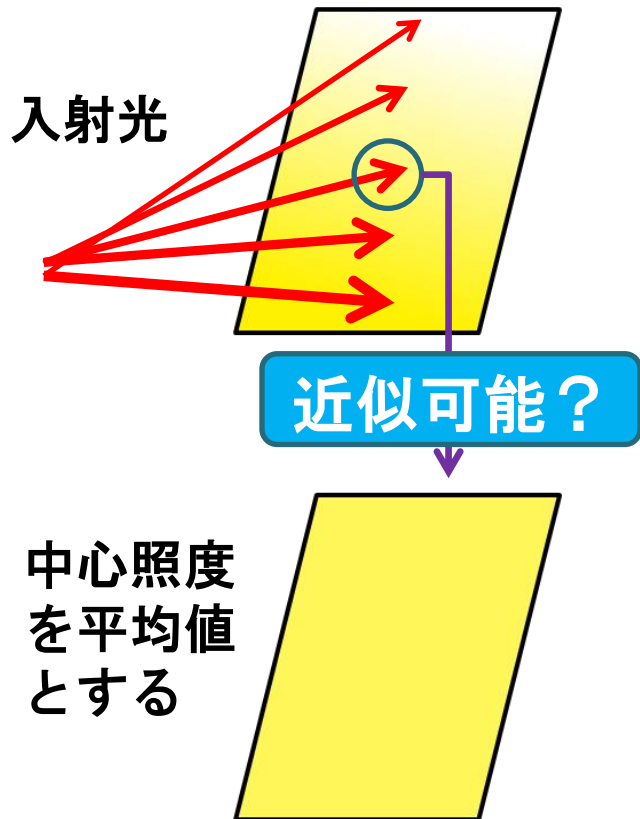


図2



近似、拡散特性

- 近似



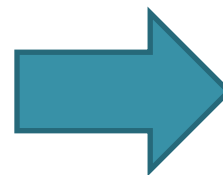
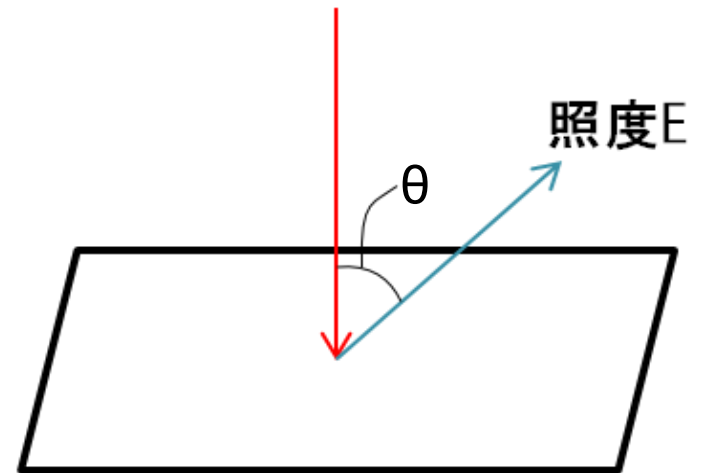
$$I = ES$$

I : 中心の光度

E : 中心の照度

S : 拡散板の面積

- 拡散特性

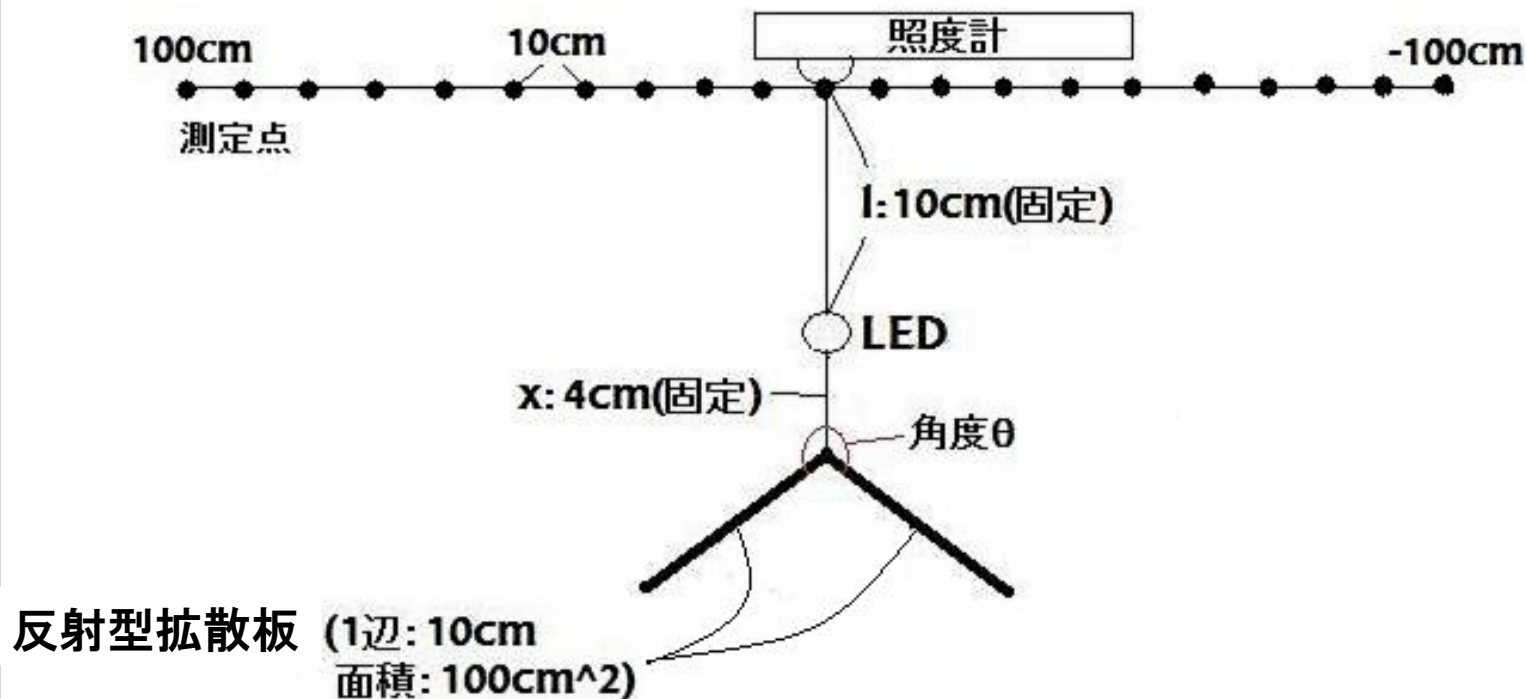


実験が必要

目次

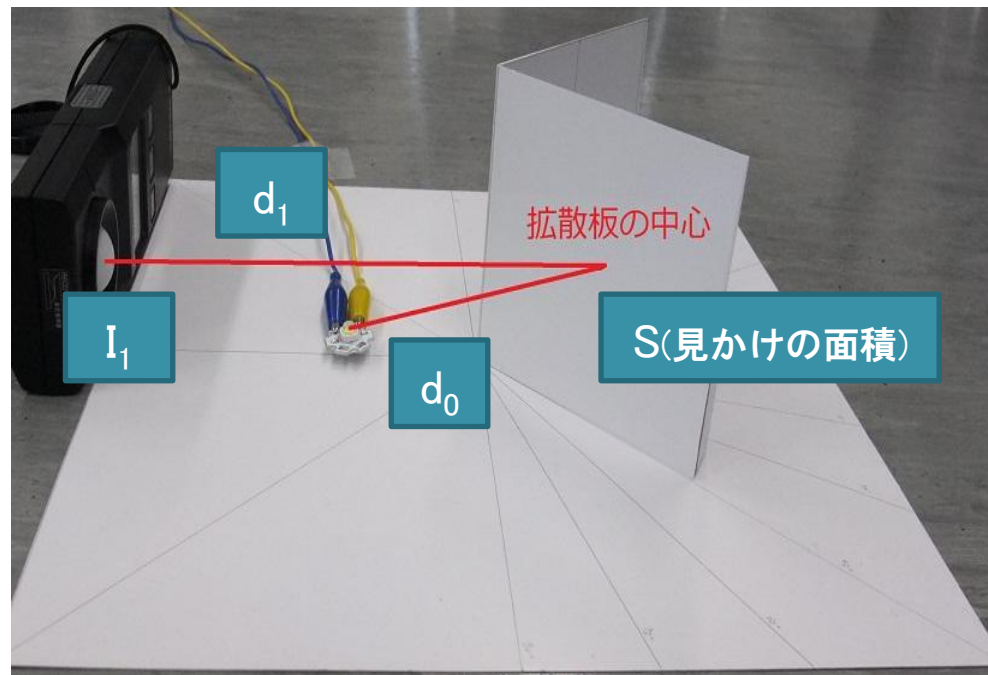
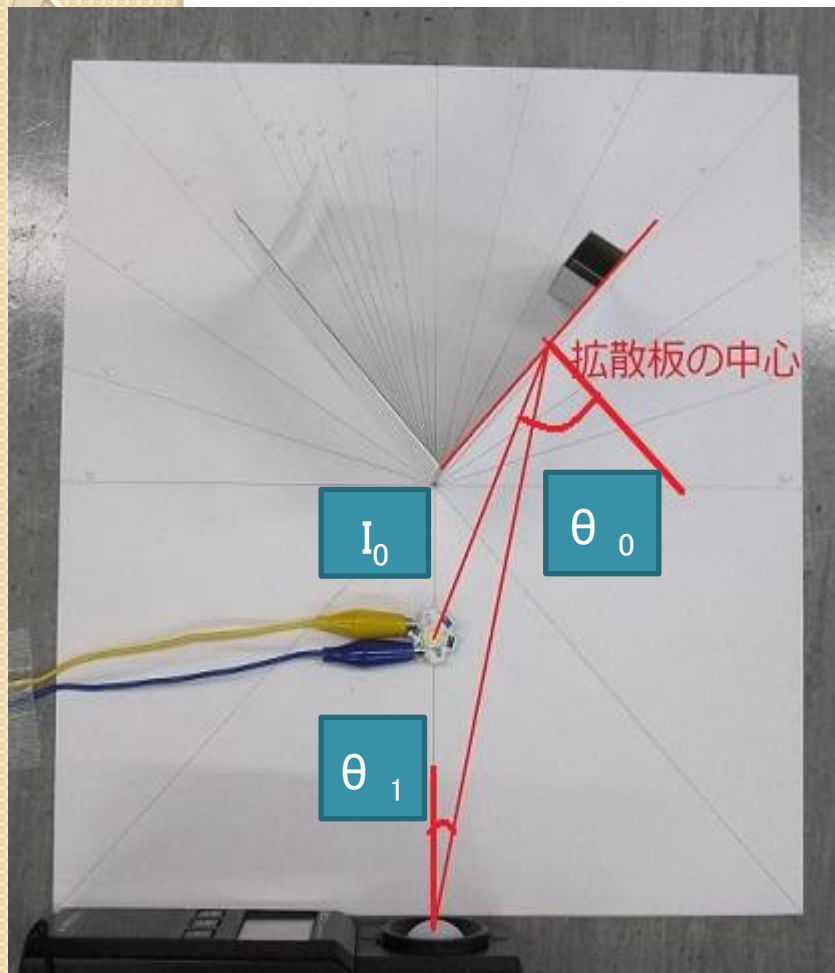
1. 前回まで
2. 今回の流れ
3. 改善策の提案
4. シミュレーション
 - シミュレーション原理
 - **実験**
 - シミュレーション方法
 - 結果・照度マップ
5. 結論
6. 総括

近似実験（拡散板の照度の取り扱い）



- 光源を固定
- 角度 θ を決め、 $-100 \sim +100\text{cm}$ で10cm刻みで照度を測定
- 角度 θ を変えて同様の測定を行う

近似実験（拡散板の照度の取り扱い）



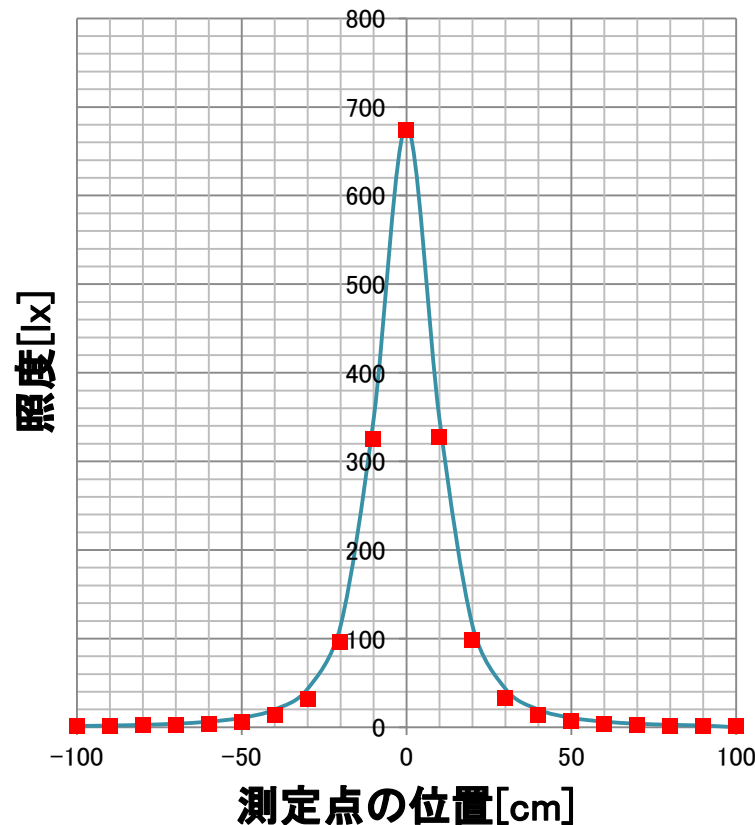
- $E_0 = \frac{I_0}{d_0^2} \cos \theta_0$ (余弦則)
- $I_1 = E_0 S$ (近似)
- $E = \frac{I_1}{d_1^2} \cos \theta_1$ (余弦則)

実測と理論値（拡散板全体の照度の平均を 中心の照度で代用できるか）の比較

■ 実験値
— 理論値

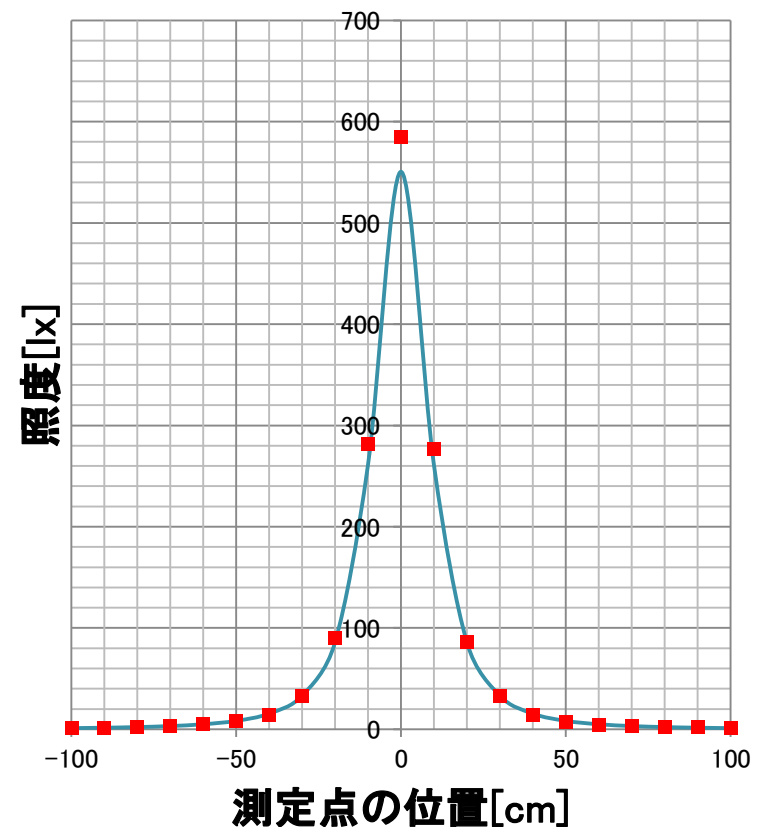
$\theta = 180^\circ$

ピーク値誤差：0.62%



$\theta = 210^\circ$

ピーク値誤差：6.3%

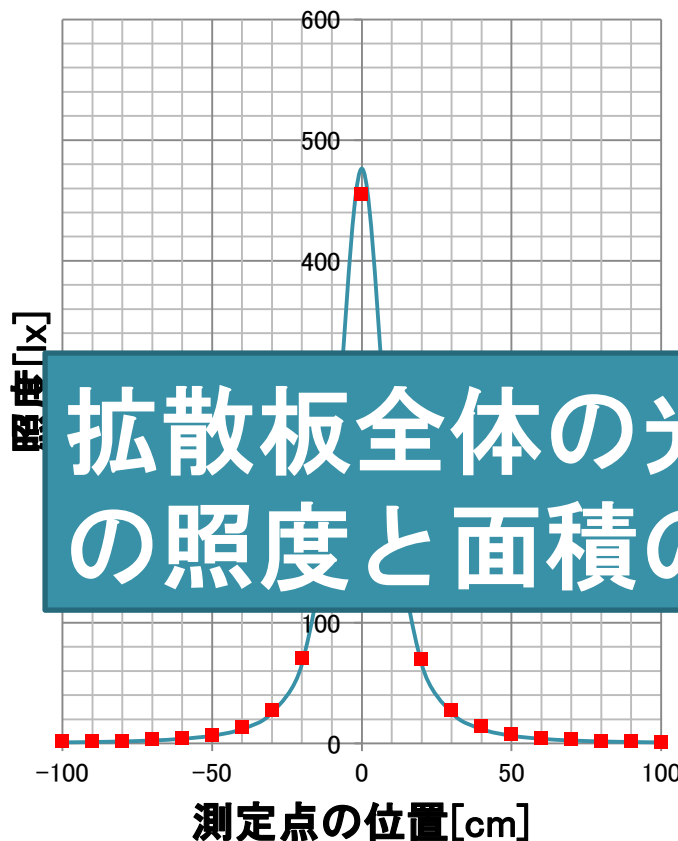


実測と理論値（拡散板全体の照度の平均を 中心の照度で代用できるか）の比較

■ 実験値
— 理論値

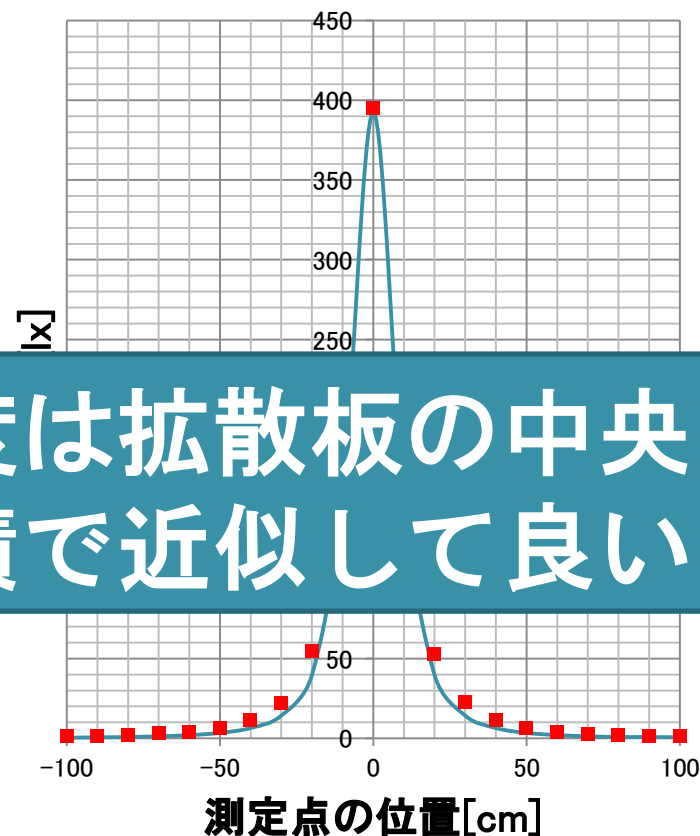
$\theta = 240^\circ$

ピーク値誤差：4.5%



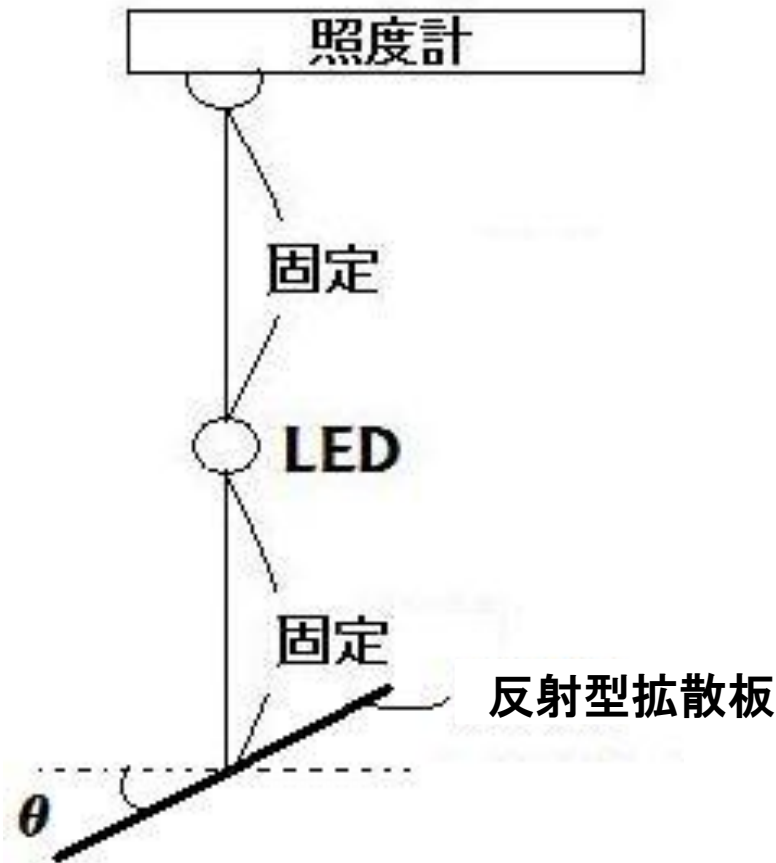
$\theta = 270^\circ$

ピーク値誤差：0.65%



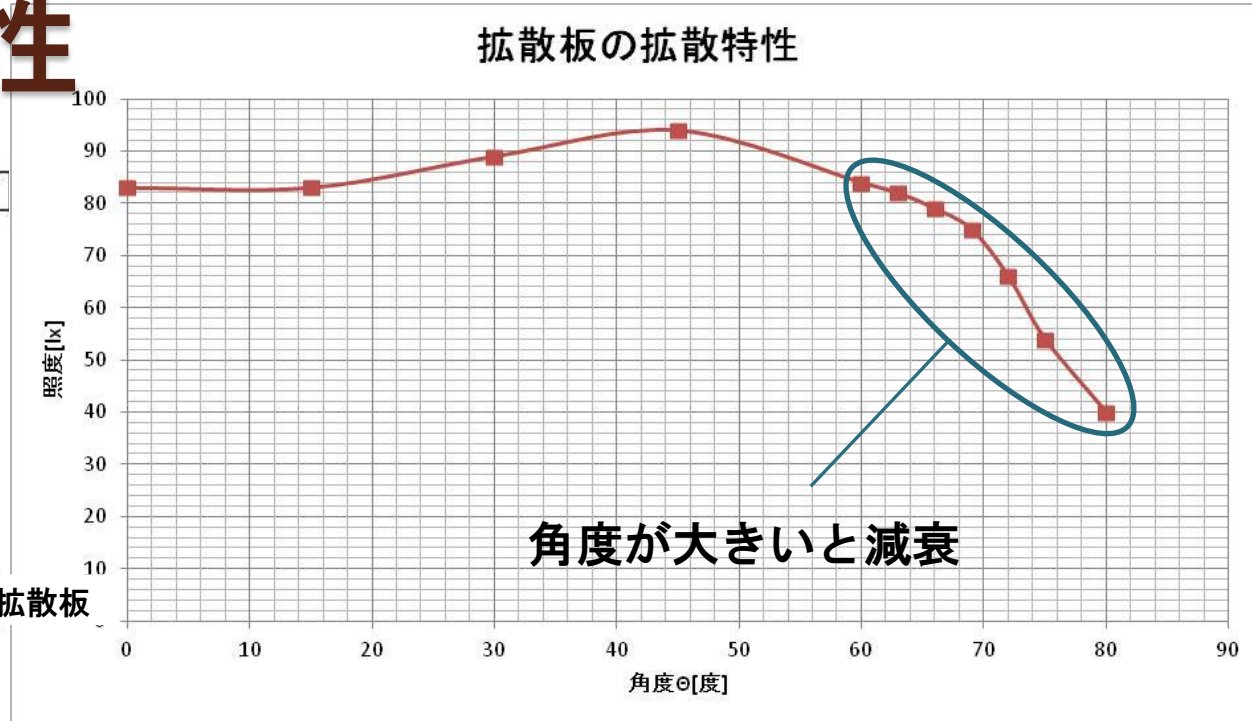
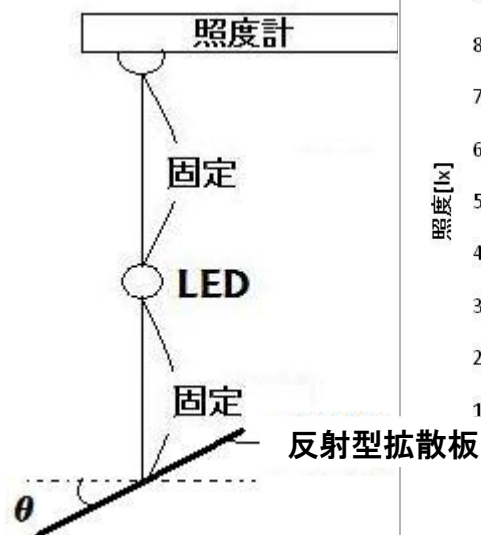
拡散板全体の光度は拡散板の中央の照度と面積の積で近似して良い

拡散特性

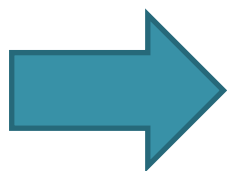


- 照度計から光源までの距離、反射型拡散板までの距離を固定する
- 反射型拡散板の傾き θ を変化させ、その時の照度を測定する

拡散特性



0～60度まではおよそ一定の照度を保っているが、60度以降は減衰

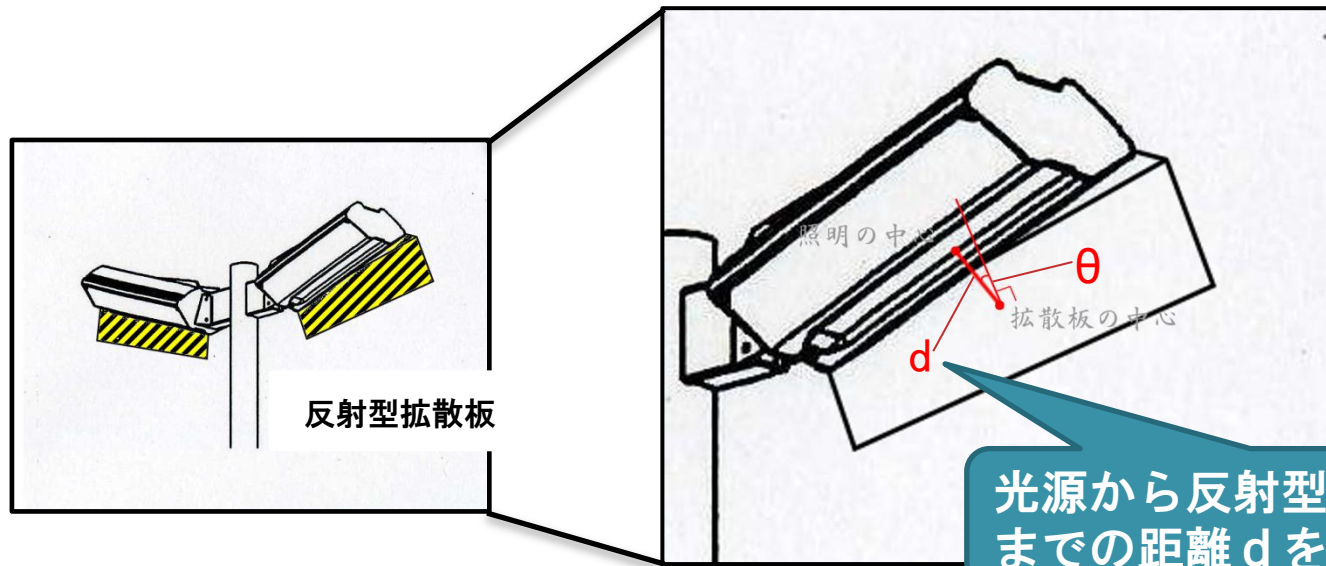


60度以降はグラフより補正を行う必要あり

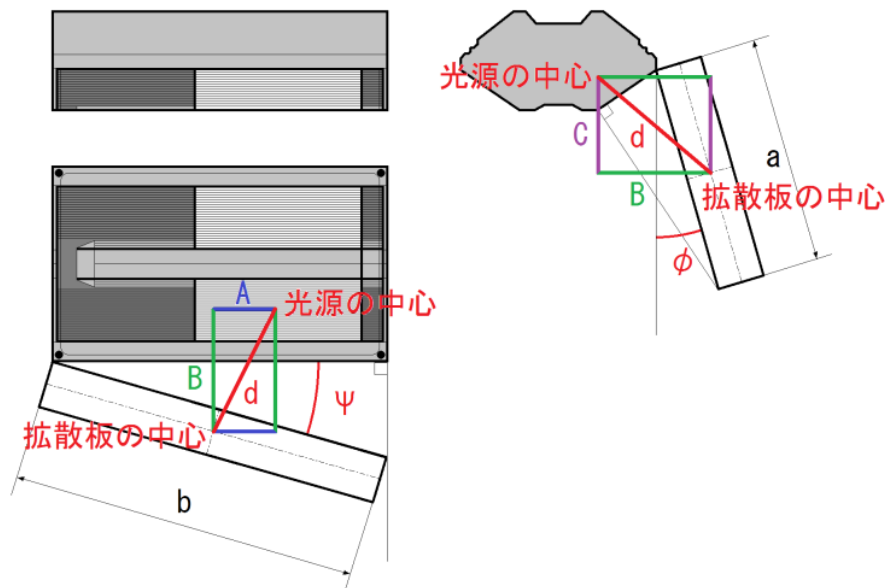
目次

1. 前回まで
2. 今回の流れ
3. 改善策の提案
4. シミュレーション
 - シミュレーション原理
 - 実験
 - シミュレーション方法
 - 結果・照度マップ
5. 結論
6. 総括

シミュレーション方法 その1



光源から反射型拡散板の中心までの距離 d を算出



$$d = \sqrt{(A)^2 + (B)^2 + (C)^2}$$

$$E_0 = \frac{I_0}{d^2} \cos \theta$$

I_0 : 光源の光度

E_0 : 光源の照度

シミュレーション方法 その2

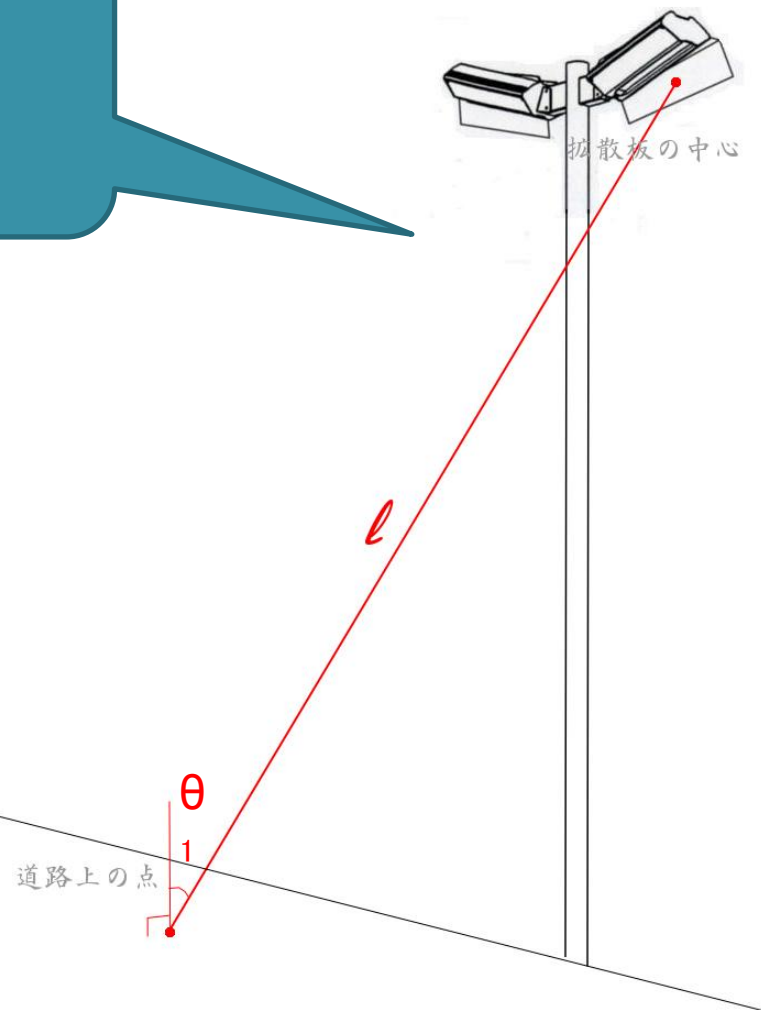
反射型拡散板を
新たな光源として
地面の照度Eを算出

- $I_1 = E_0 S$
- $E = \frac{I_1}{l^2} \cos \theta_1$

I_1 : みなし光源の光度
S: みかけの拡散板の面積

実測した照度
+
反射型拡散板による地
面の照度E

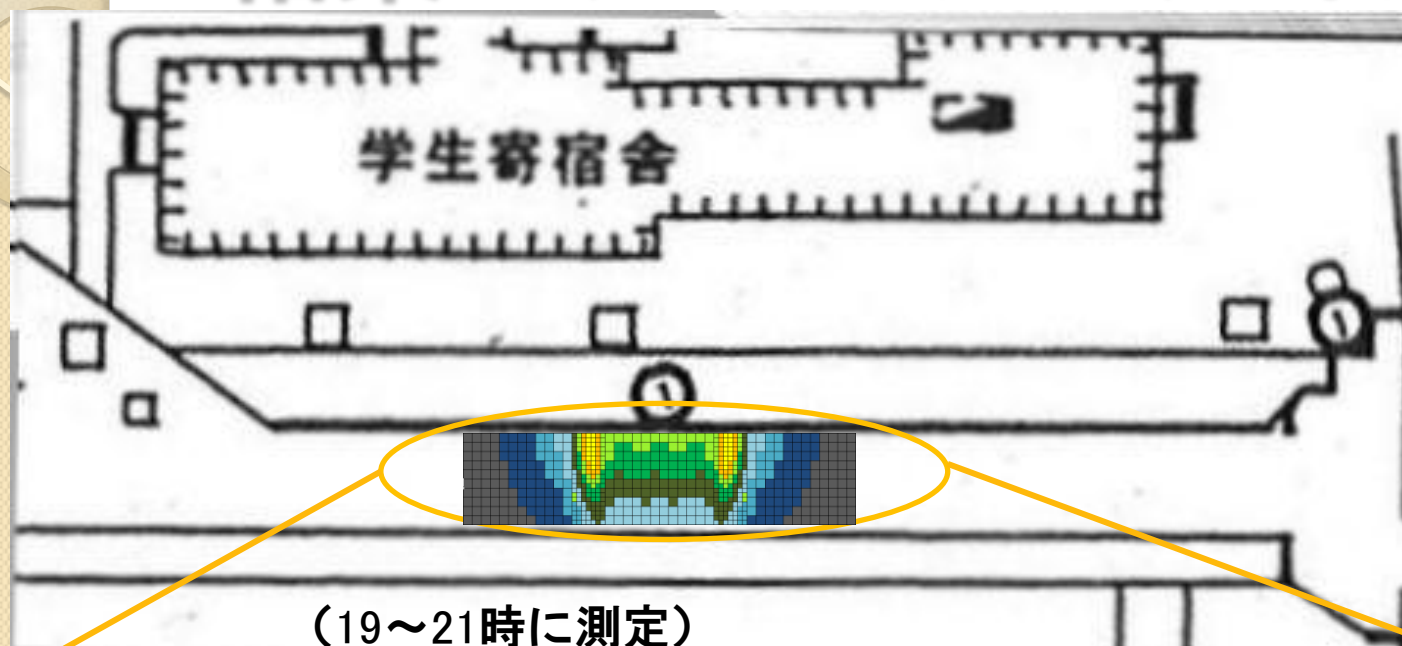
照度マップ



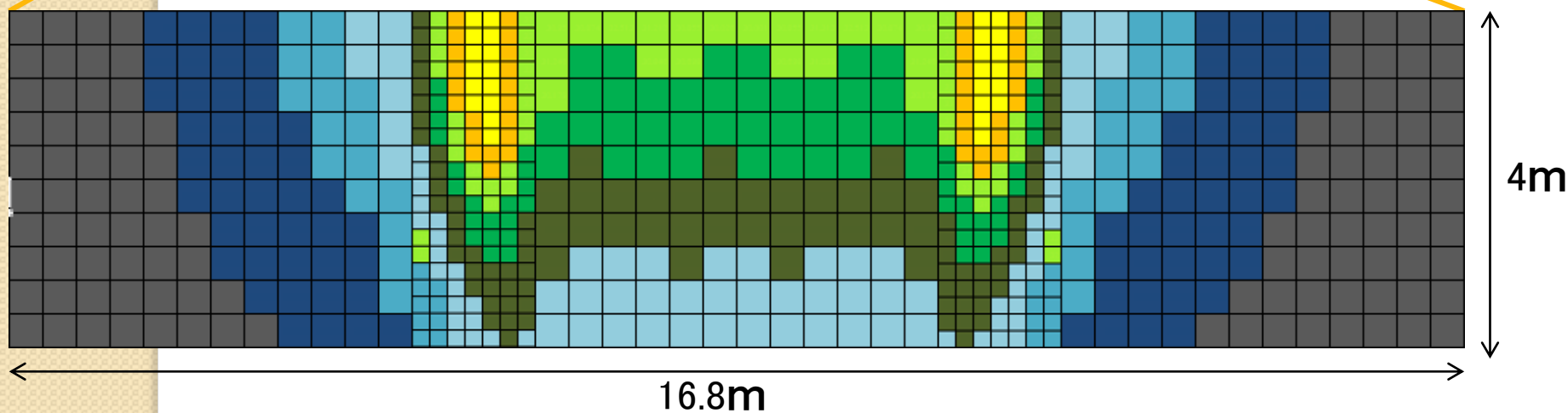
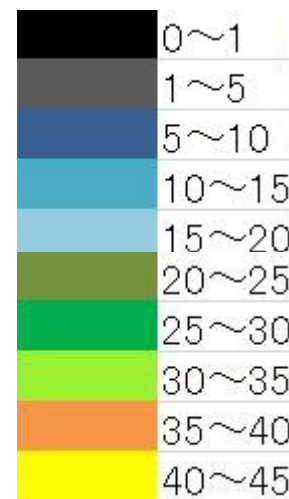
目次

1. 前回まで
2. 今回の流れ
3. 改善策の提案
4. シミュレーション
 - シミュレーション原理
 - 実験
 - シミュレーション方法
 - **結果・照度マップ**
5. 結論
6. 総括

結果 シミュレーション



(単位: [lx])

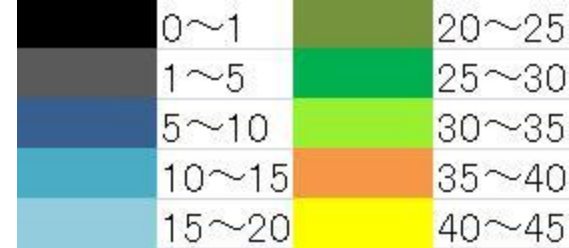


目次

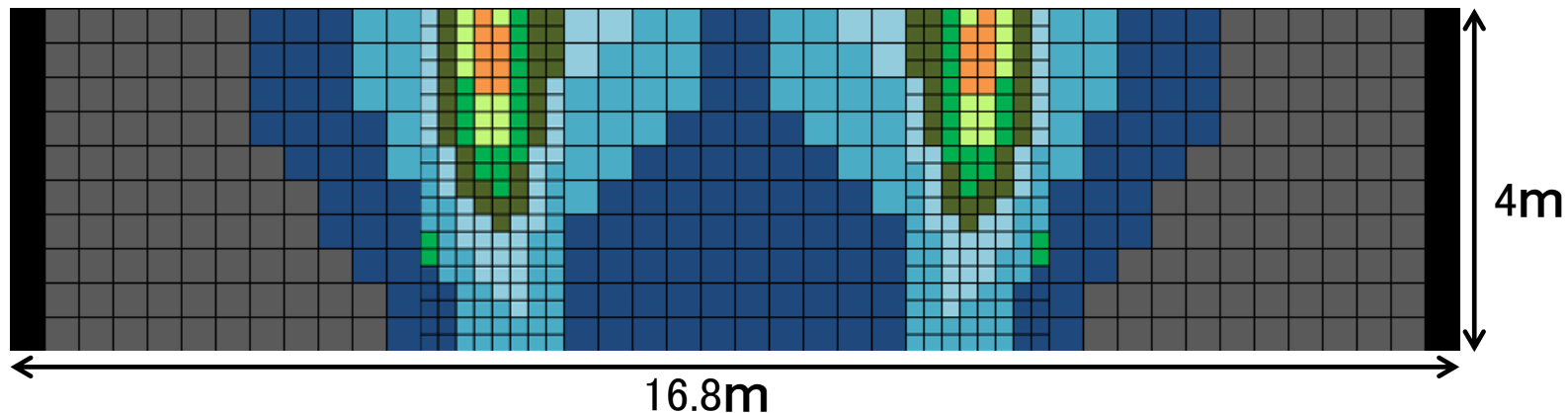
1. 前回まで
2. 今回の流れ
3. 改善策の提案
4. シミュレーション
 - シミュレーション原理
 - 実験
 - シミュレーション方法
 - 結果・照度マップ
5. **結論**
6. 総括

結論

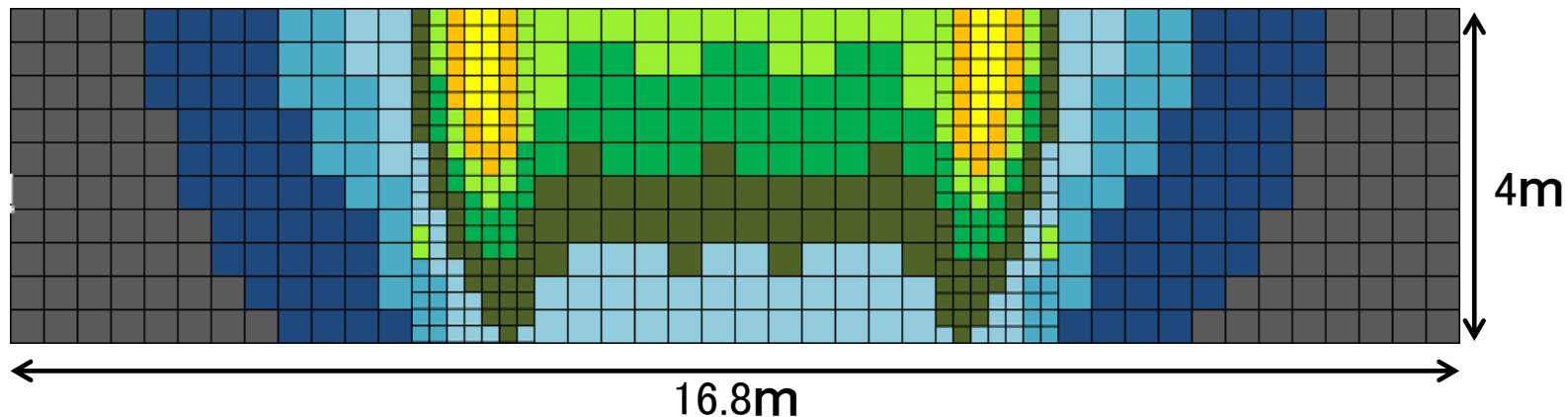
(単位 : [lx])



現状（拡散板取付前）の照度（実測）



拡散板取りつけ後（シミュレーション）

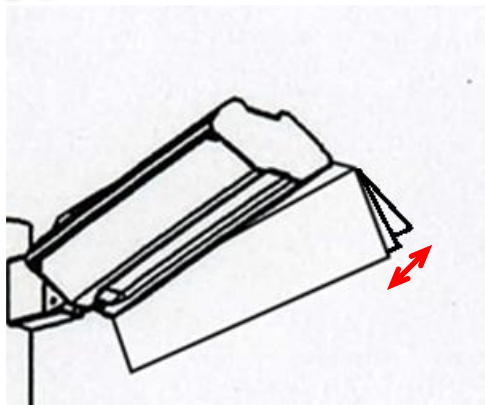


拡散板という簡易な部材の追加で
照度分布を劇的に改善

目次

1. 前回まで
2. 今回の流れ
3. 改善策の提案
4. シミュレーション
 - シミュレーション原理
 - 実験
 - シミュレーション方法
 - 結果・照度マップ
5. 結論
6. 総括

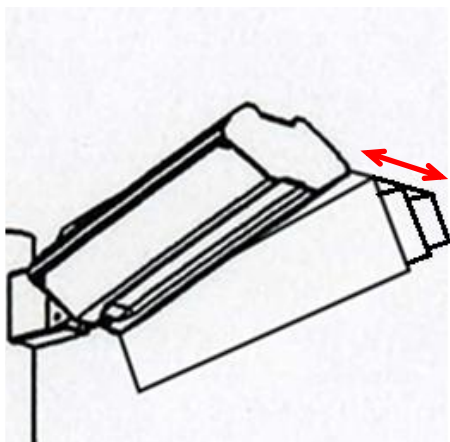
総括



二つの設置角度を変数として
シミュレーション

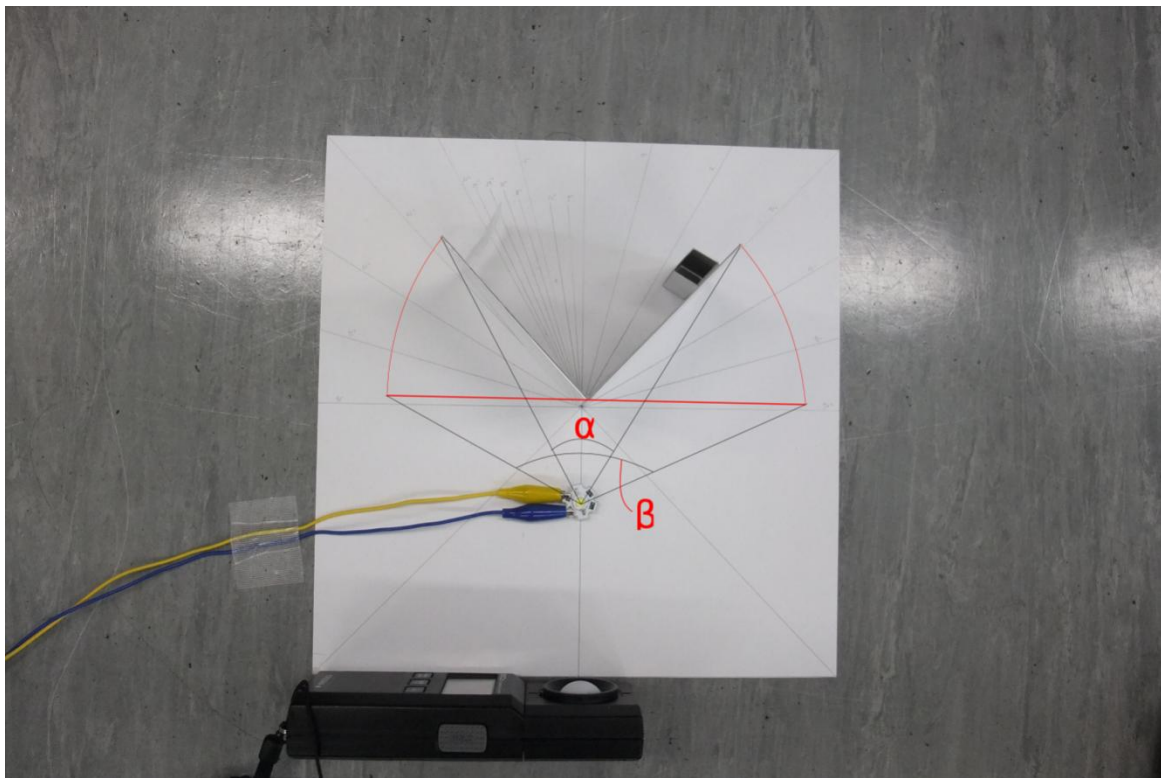


任意の場所を照射可能



五思寮前以外のLED照明も照度分布
を改善できる可能性あり

拡散板の見かけの面積

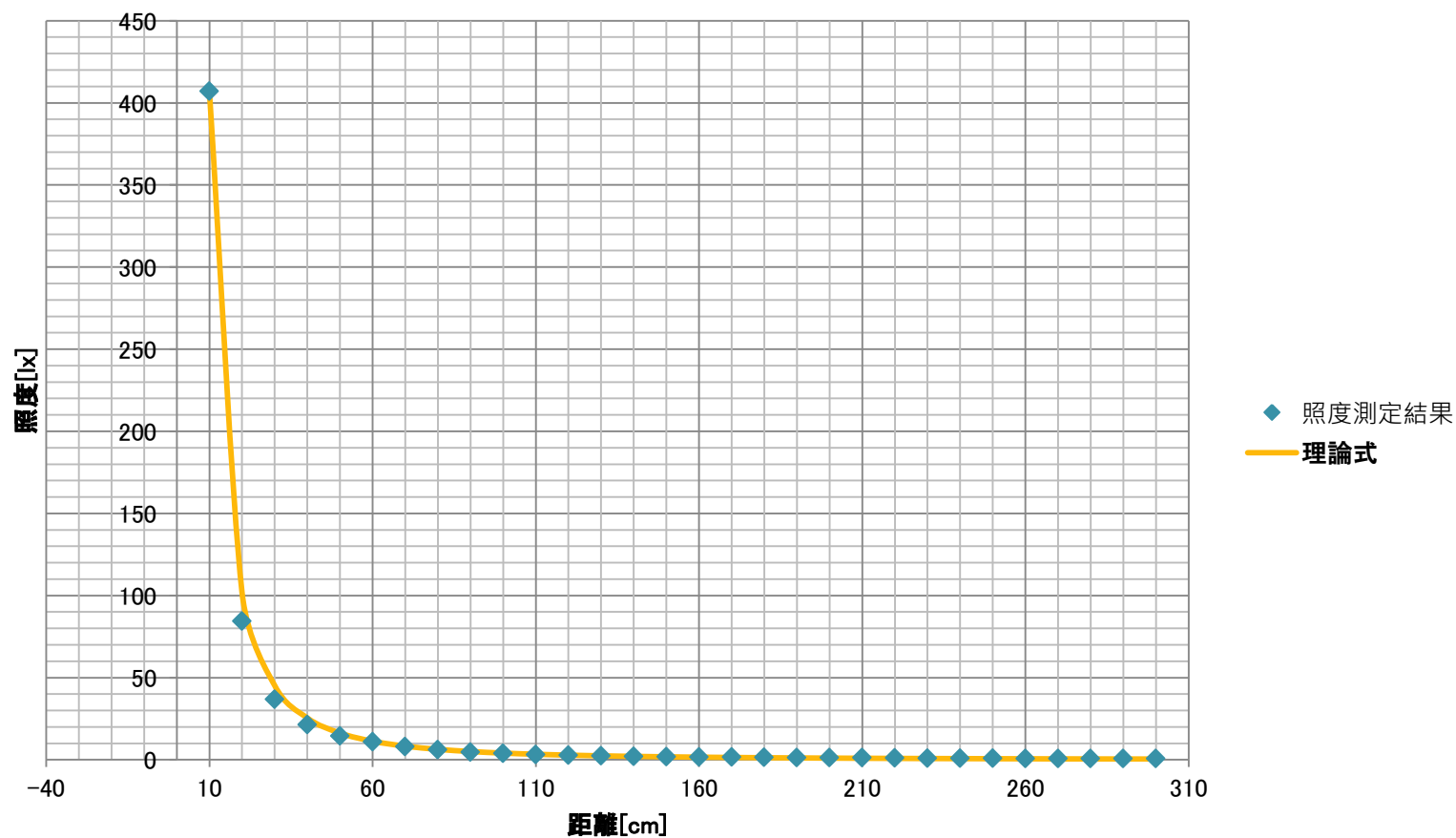


$$S' = S \times \frac{\alpha}{\beta}$$

見かけの面積: S'
もとの面積: S

点光源近似実験の距離の決定

照度測定



補足 現状と仕様の比較

照度マップ（現状）

