

# 太陽光で節電

チーム太陽

知能機械工学科 今田 光

電子工学科 板垣 元

電子工学科 出雲 智之

# アウトライン

- 背景と目的
- 問題提起
- シミュレーションと実験
- まとめ
- 今後の課題

# アウトライン

- 背景と目的
- 問題提起
- シミュレーションと実験
- まとめ
- 今後の課題

# 背景

震災の影響で電力不足の問題が発生により電力会社より大幅な節電を迫られた。

そこで、まだコストの面で普及していない太陽光をもちいた照明システムが注目され始めた。



# 目的

## ○節電

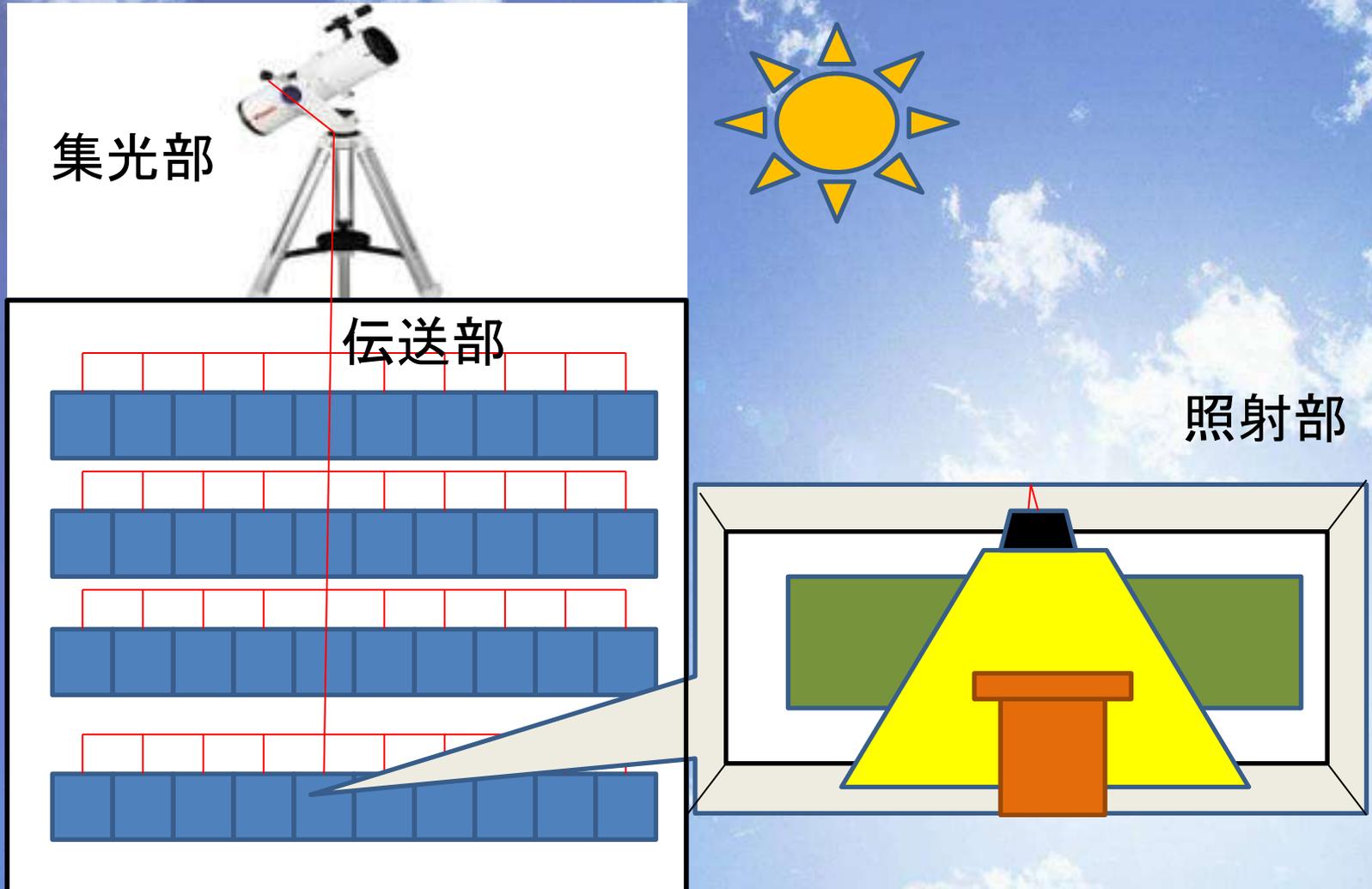
太陽光の有効利用を行い**節電**を図る

## ○日照権

鉄筋コンクリートの高層ビルが地震に強いということで、都市計画的に多く建設される。

その際に、ビルに隠れた家の日照権が問題になるが、太陽光誘導を用いることで解決される。

# 太陽光誘導型照明の概要



# システム想定図



# 自作品と市販品の比較

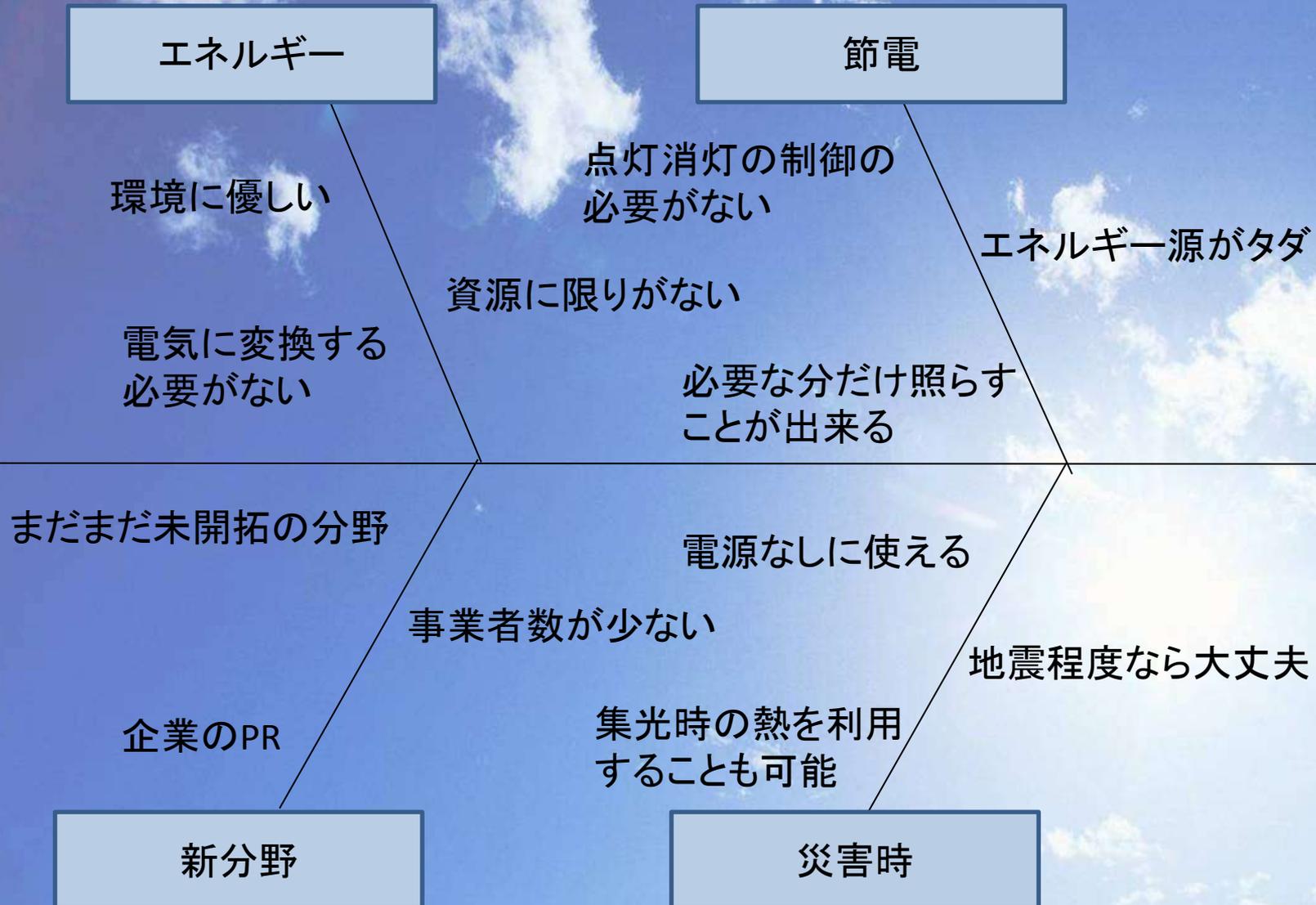
	自作品	XD-50S/12AS型	XF-160S/198AS型
価格[万円]	5~10	100~	—
重さ[kg]	11	14	628
レンズサイズ [mmφ]	130	95	95
レンズ枚数	1	12	198
受光面積[cm <sup>2</sup> ]	133	851	14,035
ケーブル本数	1	2	33



# アウトライン

- 背景と目的
- **問題提起**
- シミュレーションと実験
- まとめ
- 今後の課題

# 特性要因図(メリット)



太陽光を用いた照明システムが注目されているのはなぜか

# 特性要因図(デメリット)

天気

雨の日に使えない

雪に埋もれる

曇りの日は効率が落ちる

夜間には使えない

設置

部品の入手が困難

部品の納期が遅い  
(特注のケースが多い)

既存の建物に追加  
するのが困難

常に日があたる  
スペースが必要

取り扱いが困難

集光部分での熱への変換

ランニングコスト

ケーブルの耐熱性

ケーブルが折れると  
総取替え必要

ファイバー内でのロス

結合部でのロス

イニシャルコスト

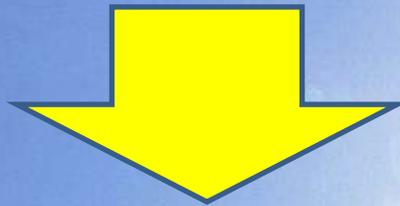
効率

お金

太陽光を用いた照明システムが  
普及しないのはなぜか

# 問題提起

- ・市販の集光器で教室を照らすには数千万円する為、実物を導入するのは困難である
- ・集光部で発生する光集中による熱問題



高性能なものではなく、電通大の条件にフィットした物を、**安価**で作る。

# アウトライン

- 背景と目的
- 問題提起
- シミュレーションと実験
- まとめ
- 今後の課題

# シミュレーション

## シミュレーション条件

- 太陽光を100,000lxとして、教室全体(50m<sup>2</sup>)を天井下2mの位置において、平均750lxで照らす。
- 伝送部での損失はないとする。

計算結果

## シミュレーション結果

教室の面積の100分の1の大きさのレンズが必要

# シミュレーション結果

教室(50m<sup>2</sup>)を照らすには、口径130mmの反射型望遠鏡を集光部分に用いた場合**38台**必要  
→元を取るには**100年間**の継続使用が必要。  
→100年以降は**大幅な収益**が期待できる



これでも**節電**を図る事が十分に可能であるが効率が悪い**ため**、条件を絞って検討する

# 新たに設定した使用条件

## 条件1

黒板のみを太陽光により照らす

- ・黒板の幅約5.5m
- ・天井下1mの位置で500lx以上(JIS規格)

## 条件2

窓のない廊下を照らす

- ・比較的安全に歩くためには天井下3mの位置で30lx以上

# 実験

## ①黒板照度測定

( JIS 照度基準総則より500lx以上)

## ②窓のない廊下の照度測定

## ③ケーブルの耐熱性測定

# 実験1(目的と方法)

## 目的

教室での蛍光灯使用時における照度を調査

## 方法

黒板の前の蛍光灯のみ点灯させたとき  
天井下約1mの位置における黒板の照度を  
水平方向に等間隔で4点照度計により測定

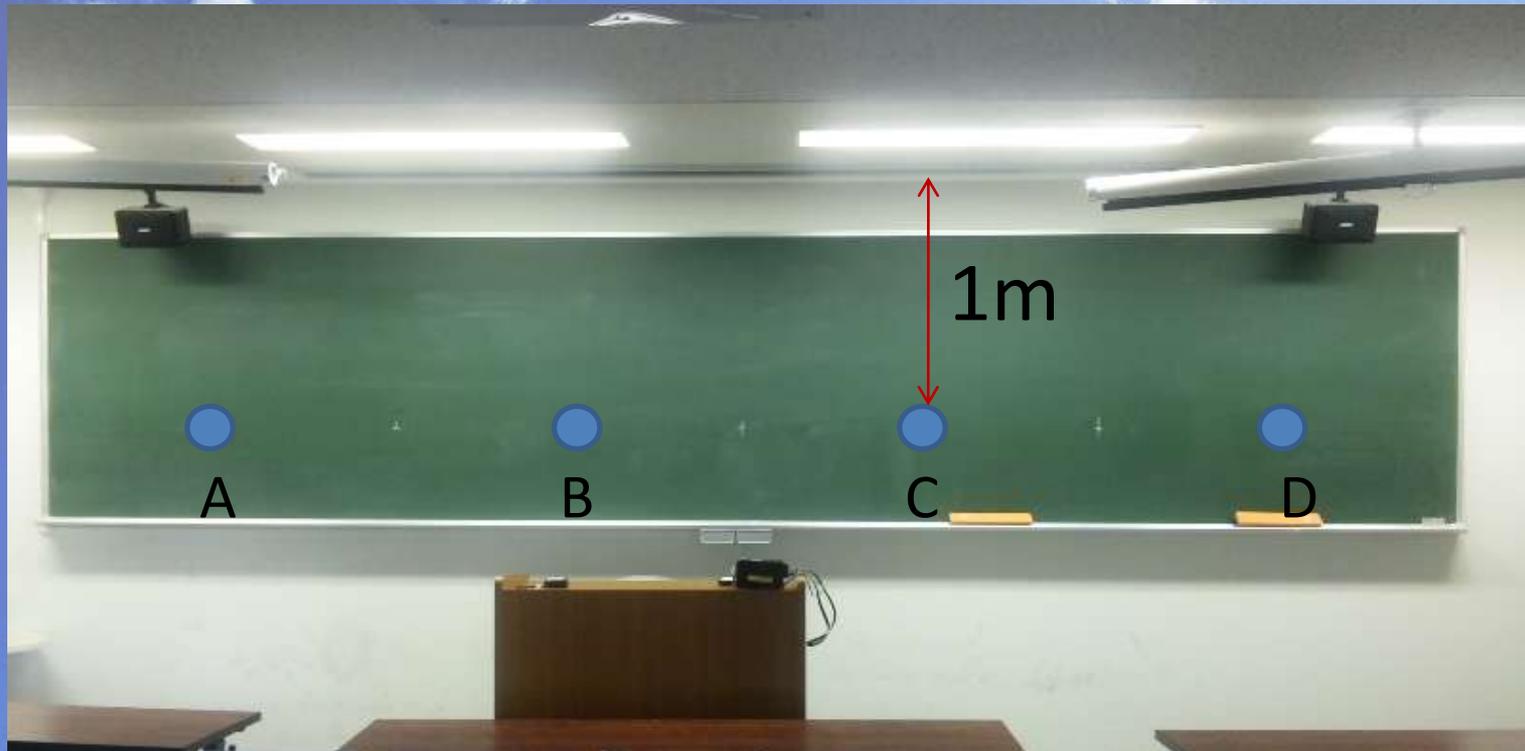
# 実験1(測定場所)

- 測定環境  
場所: 西5-214  
時間: 14:00  
天気 晴れ



# 実験1(測定箇所)

天井下約1mの場所を4点測定



# 実験1(測定条件)

- 室内の照明を黒板のみ点灯
- 室内の照明を全て消灯し、かつ暗幕を片方閉めた場合



# 実験1(測定結果)

表 黒板上での照度

	A点[lx]	B点[lx]	C点[lx]	D点[lx]
点灯時	540	540	550	530
消灯時	25	25	25	25

太陽光誘導としての照明として500lxの明るさが必要だと言う事が分かった。

# 実験

## ①黒板照度測定

( JIS 照度基準総則より500lx以上)

## ②窓のない廊下の照度測定

## ③ケーブルの耐熱性測定

# 実験2(目的と方法)

## 目的

廊下での蛍光灯使用時における照度を調査

## 方法

廊下全体の蛍光灯を点灯させたとき、天井下より約3mの位置における照度を照度計により測定

# 実験2(測定場所)

- 測定環境

場所: 西8-1階

時間: 14:00

天気: 晴れ

- 測定状況

○点灯時の廊下

○消灯時の廊下

# 実験2(測定結果)



	照度[lx]
点灯時	250
消灯時	0

# 実験

## ①黒板照度測定

( JIS 照度基準総則より500lx以上)

## ②窓のない廊下の照度測定

## ③ケーブルの耐熱性測定

# 光ファイバーの種類と特徴

光ファイバの種類	素線のみ耐熱温度(°C)	通常製品の端面耐熱温度(°C)	耐熱仕様の端面耐熱温度(°C)
プラスチック	70	70	-
多成分ガラス	430	200	300
石英	1000以上(被覆除く)	200	300、500

材質	多成分ガラス	プラスチック	石英
耐屈曲性	△	○	×
耐熱性	○	×	○
透過性	△	△	○
価格	○	○	×

○優れている △条件によっては問題有り ×条件によっては不向き

# 実験3(目的と方法)

## 目的

集光部分における熱問題を検討する

## 方法

直径75mmのレンズを集光器として用いて太陽光を集光し、光ファイバーの材質を仮定した半透明樹脂パイプの温度上昇を確認する

# 実験3(測定場所)

- 測定環境

場所: 西5号館前

日時: 9月13日 15:00

天気: 晴れ

気温  $32^{\circ}\text{C}$

路面温度:  $45.2^{\circ}\text{C}$

# 実験3(ケーブルの耐熱性測定)

- 実験器具

非接触温度計 FLUKE Corp (赤外線温度レンジ-40~800°C)

虫眼鏡(レンズ径75mm,焦点距離:16cm)

半透明樹脂パイプ



# 実験3結果

樹脂パイプが半透明である為、光が透過されて殆ど熱に変換されなかった。

表 樹脂パイプの温度上昇

	集光前	集光後 (定常状態)
半透明樹脂パイプ	32[°C]	40[°C]

この実験の結果、温度上昇が認められたがその要因については、環境条件の複合的な要因による可能性があり、今後詳細な実験を行う必要性がある。

# アウトライン

- 背景と目的
- 問題提起
- シミュレーションと実験
- **まとめ**
- 今後の課題

# まとめ

表 各場所における必要台数

条件	必要台数	最低使用年数	製作コスト
教室全体を照らす	38	100	200万
黒板のみを照らす	3	20	15万
廊下を照らす	1(8m <sup>2</sup> あたり)	25	5万

教室全体ではなく、条件を絞ることにより  
使用台数とコストの削減に成功し、現実味が  
出てきた。

# アウトライン

- 背景と目的
- 問題提起
- シミュレーションと実験
- まとめ
- 今後の課題

# 今後の課題

- 詳細なケーブルの耐熱性実験
- シミュレーションしたものの購入・組立・評価
- 結合部の作成・評価
- 部品作成にかかった費用により本当に節電になるのか検討

御清聴ありがとうございました

# 補足資料

# 市販品導入例



消灯時



点灯時(集光器使用時)

# 実験機器

- 測定器具

照度計: 横河電機 タイプ3281

0~3000ルクスまで測定可能

メジャー: 5.5mメジャー

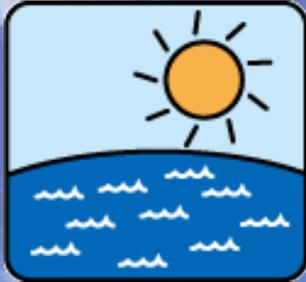


# 照度について (JIS規格抜粋)

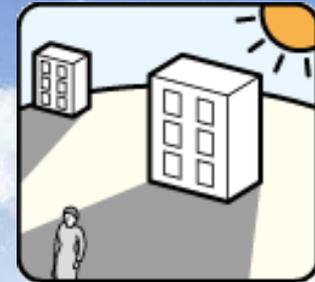
## ■ 学 校 (屋内)

照 度 (lx)	場 所	作 業
1500		
1000		
750		
500	教室、実験実習室、実習工場、研究室、図書 閲覧室、書庫、事務室、教職員室、会議室、保 健室、食堂、ちゅう(厨)房、給食室、放送室、 印刷室、電話交換室、守衛室、屋内運動場	製図室、被服教室、電子計算機室  ○精密製図、○精密実験、○ミシン縫、 ○キーパンチ、○図書閲覧、○精密工作、 ○美術工芸製作、 ○板書、てんびん台による計量
300		
200		
150	講堂、集会室、休養室、ロッカー室、昇降 口、廊下、階段、洗面所、便所、公仕室、 宿直室、渡り廊下	
100		
75		
50	倉庫、車庫、非常階段	
30		

# 身近な照度1



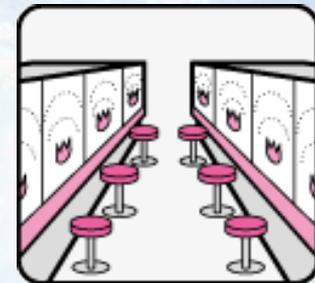
100,000lx



10,000lx



5,000lx



2000 ~ 1000lx

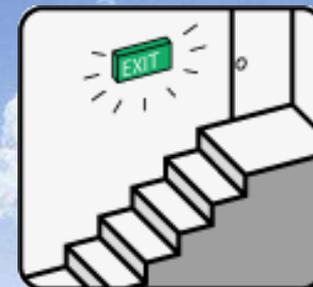


800 ~ 300lx

# 身近な照度2



200 ~ 70lx



70 ~ 30lx



30 ~ 5lx



5 ~ 1lx



0.1 ~ 0.01lx

# 教室全体を太陽光により照らす場合

- 計算方法

晴天時教室の天井を取り除いた場合室内の照度は

100,000lx

必要な照度は天井より2mにおいて750lx

必要な光度Iは

$$I = E_h \cdot l^2 = 3000 \text{ cd}$$

$E_h$ :照度

$l$ :光源からの距離

完全拡散面と仮定すると光源において必要な照度は

$$E_h = I \cdot \pi \div 10,000 \text{ lx}$$

# 教室全体を太陽光により照らす シミュレーション

- 計算結果

誘導過程における損失を考慮しないとすると、教室の面積の100分の1の大きさのレンズがあれば、教室全体を照らすことが出来る。

$50/100=0.5\text{m}^2 \rightarrow$ 直径80cmのレンズに相当

→このサイズのレンズを購入することは無理

→小さいレンズの**反射型望遠鏡**を**複数台**で代用

# 黒板の計算

黒板のみを太陽光により500lx以上に照らす  
場合

→直径280mmのレンズが必要

→口径130mmの反射型望遠鏡を集光部分  
に用いた場合**3台**必要

→元を取るには**約20年間**の継続使用が必要

# 廊下の計算

廊下のみを太陽光により天井下3mを  
30lx以上照らす場合

→8m<sup>2</sup>あたりに1台設置が必要

→元を取るには**約25年間**の継続使用が必要

# 参考文献

- 東栄株式会社

[http://www.toei-densetsu.co.jp/himawari\\_products\\_6AS.htm](http://www.toei-densetsu.co.jp/himawari_products_6AS.htm)

- 株式会社セキュリティハウス・センター

<http://www.bouhancamera.net/basicknowledge/illuminance/>

- パナソニック株式会社

[http://denko.panasonic.biz/Ebox/lighting/plam/knowledge/design\\_knowledge.html](http://denko.panasonic.biz/Ebox/lighting/plam/knowledge/design_knowledge.html)

- 株式会社GSユアサ

[http://www.gsyuasa.com/gyl/jp/products/gs\\_html/shomei/technicaldata/pdf/p310-312.pdf](http://www.gsyuasa.com/gyl/jp/products/gs_html/shomei/technicaldata/pdf/p310-312.pdf)

- 株式会社モリテックス

<http://www.moritex.co.jp/products/mvs/light-guide-data.php>

- ラフォーレエンジニアリング株式会社

<http://www.himawari-net.co.jp/>