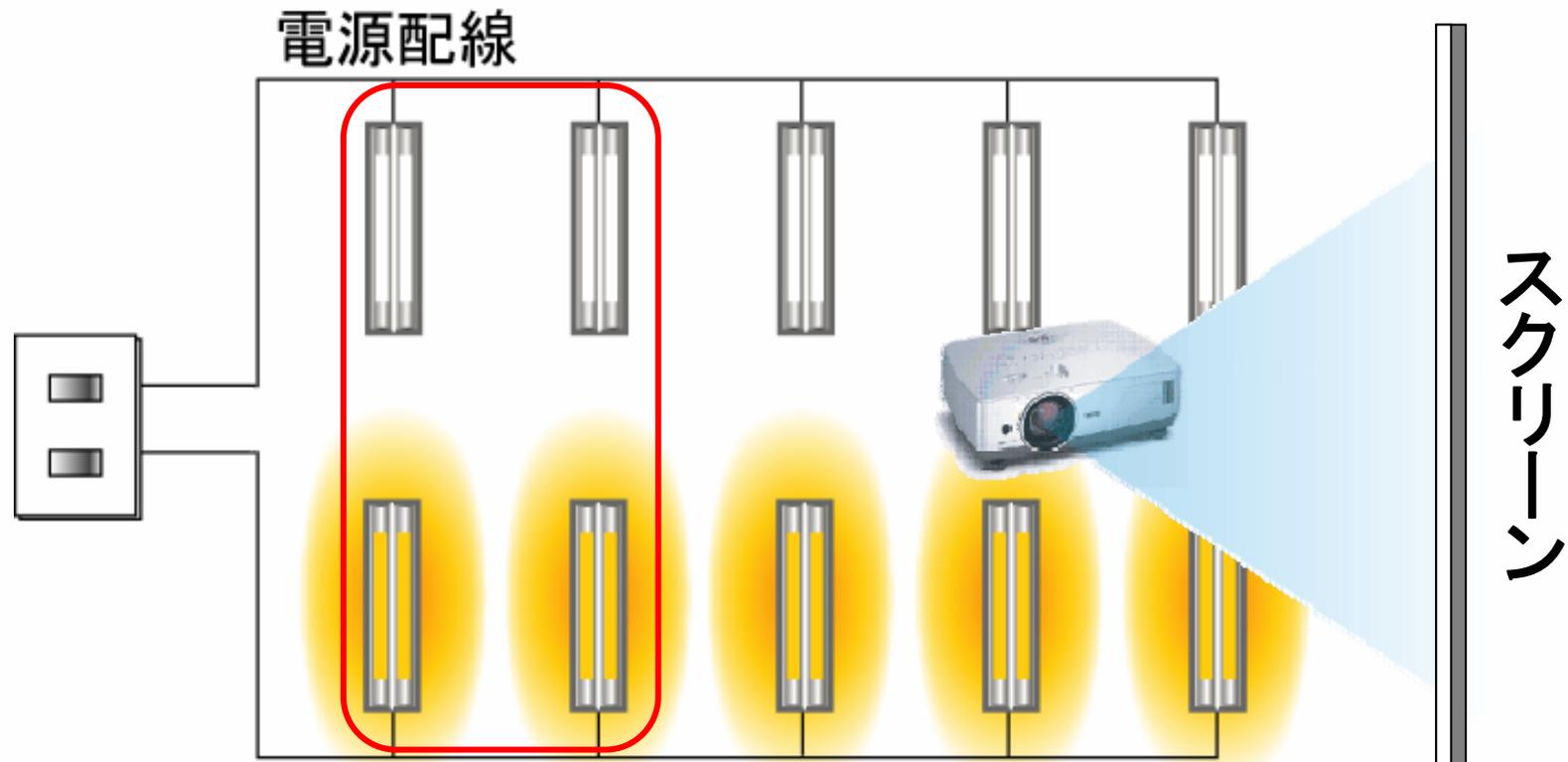


次世代の照明環境を提供する 知的照明システム



同志社大学 工学部
三木光範

現在の照明システム

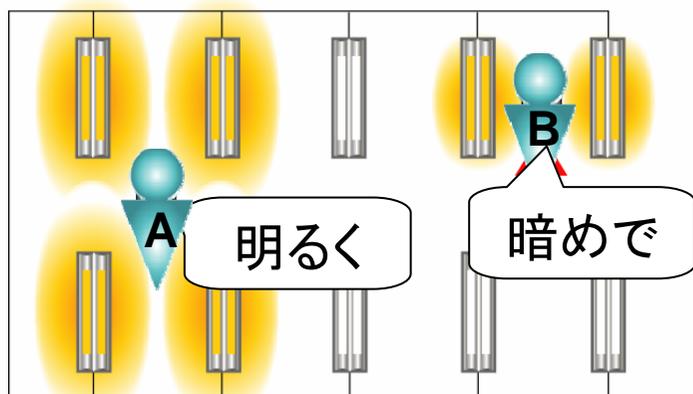


- ▶ 配線に依存した点灯パターンしか実現できない
⇒ ユーザの要求に柔軟に対応できない
- ▶ 明るさを調節できない
⇒ 電力が無駄になる

照明システムへの高まる要求

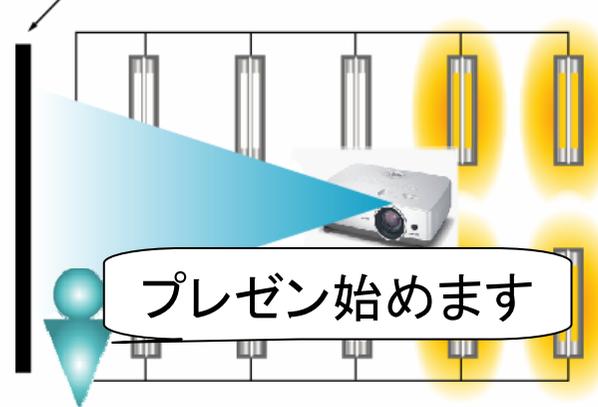
▶ ユーザの要求に柔軟に対応するシステム

ネットワーク



個人ごとに適した明るさ

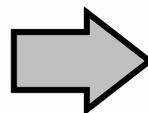
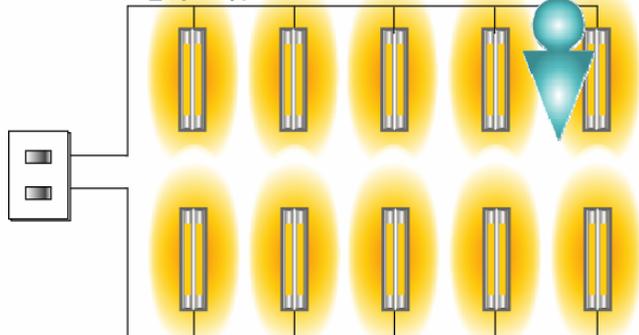
スクリーン



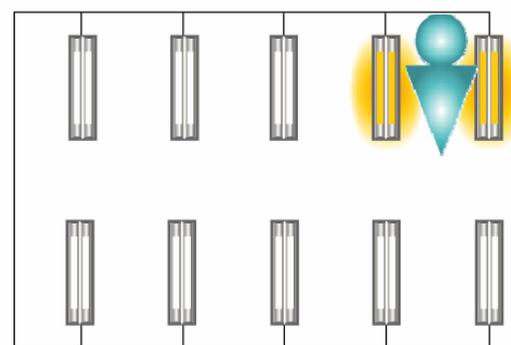
用途に応じた照明コントロール

▶ 省エネルギーな照明システム

電源配線



ネットワーク

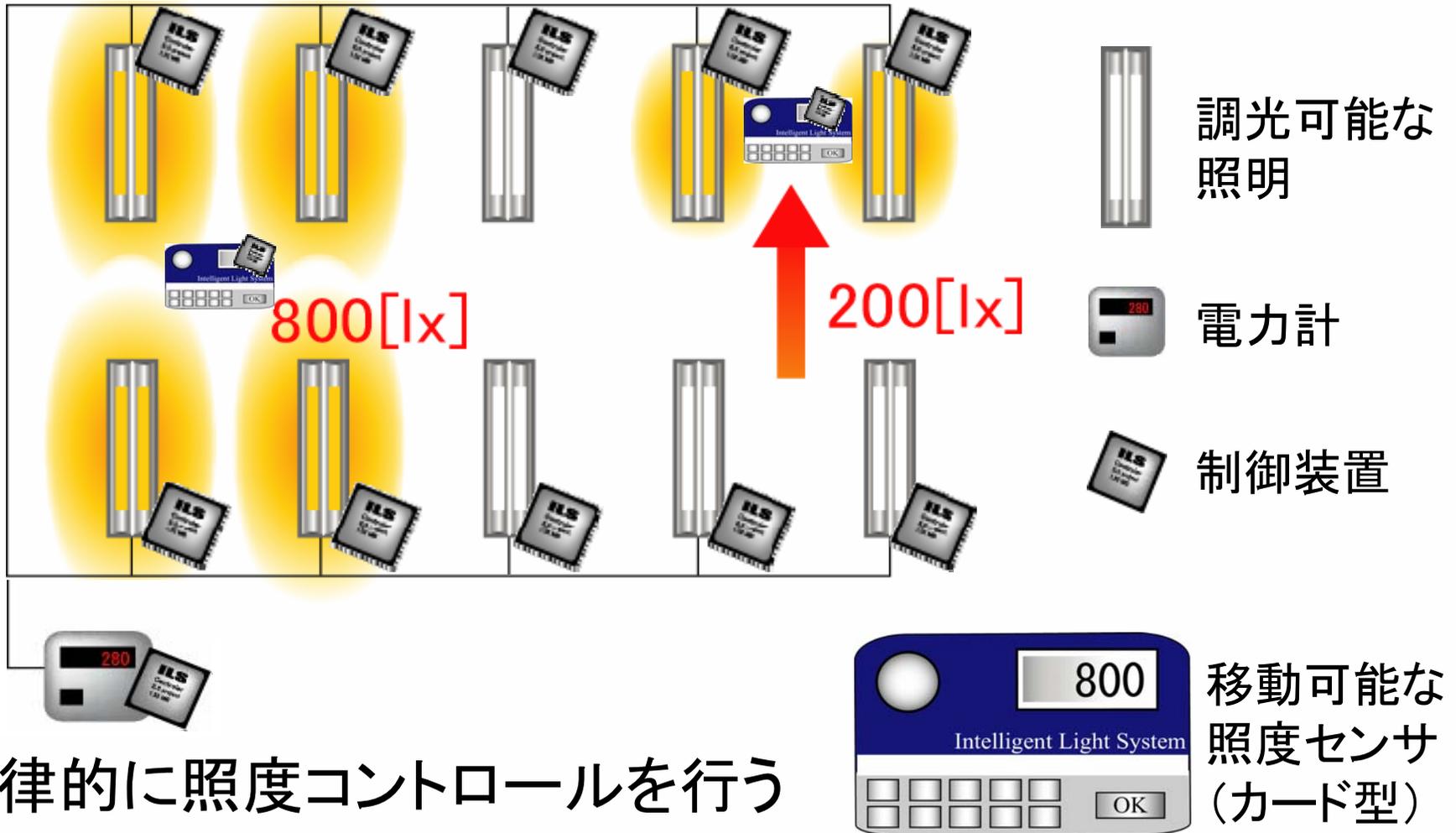


従来の照明システムにおける問題点

- ▶ 照度制御ができない。できたとしても単一群の照明に関する単純なフィードバック制御である。
 - ▶ 複数群の協調動作は考慮できない
 - ▶ 特定の場所の照度しか、制御できない
 - ▶ 特定の照度にしか、制御できない
 - ▶ 集中制御方式のため、信頼性に課題
 - ▶ システムが複雑で、設計や施工に負担がかかる
- ▶ ハードスイッチが必要
 - ▶ スwitchの設置には設計、施工上、問題が多い
 - ▶ 部屋の用途変更に対応できない

知的照明システム

ネットワーク



自律的に照度コントロールを行う
必要な場所に適切な照度を提供

知的照明の利点

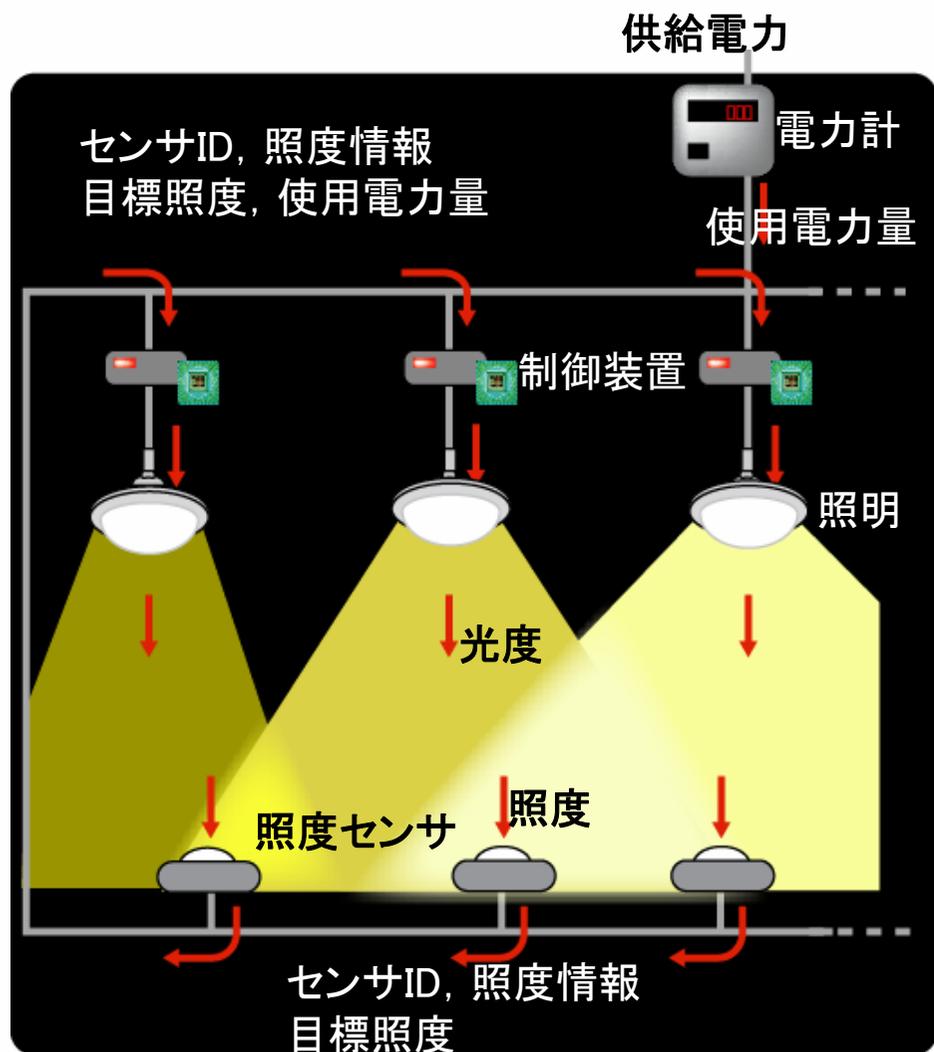
▶ 必要な場所に必要な照度を与える

- ▶ 各個人がカード型の照度センサを持ち、仕事に必要な目標照度を設定
- ▶ 不要な場所の照度は最低照度となり、省エネルギー
- ▶ 仕事や好みによって、必要照度は異なる
- ▶ 仕事や好みによって、必要な照明色は異なる
- ▶ 目的に応じた照明パターンの自動的な提供

▶ ネットワーク照明、かつ自律分散制御

- ▶ ハードスイッチからの解放
- ▶ 設計、施工の課題からの解放

自律的照度コントロールの制御の流れ



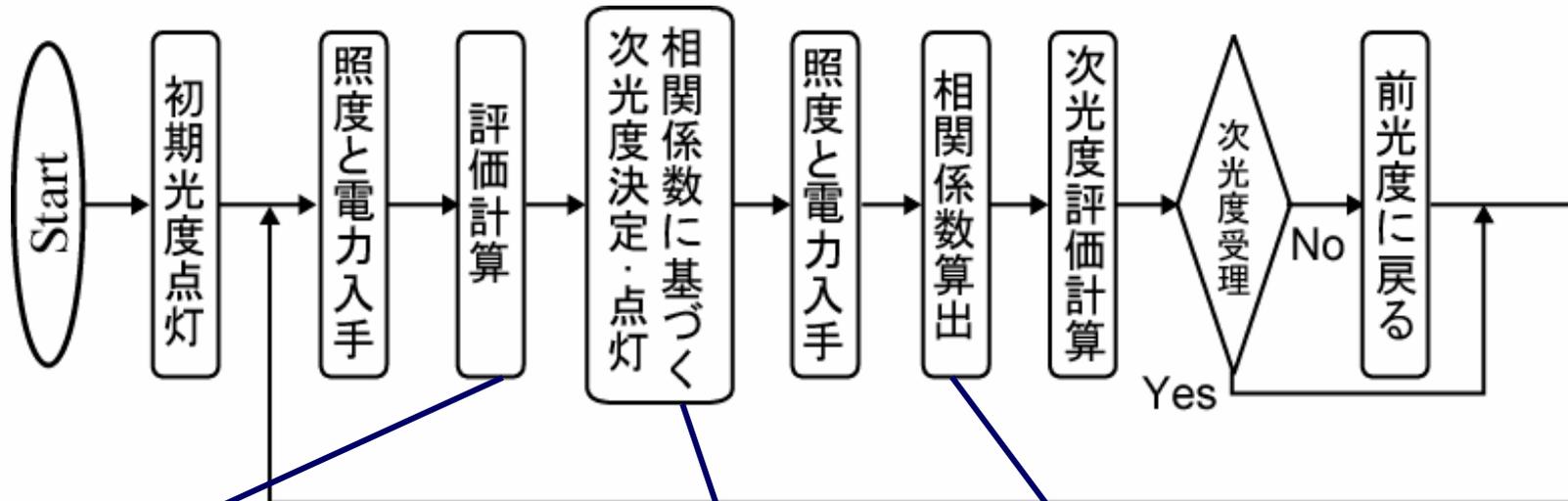
知的照明システムの構成

1. 各機器をネットワークに接続
2. センサに目標照度を設定
3. 各照明が初期光度で点灯
4. センサ:
照度をセンスしネットワークに
目標照度と照度情報を送信
電力計:
使用電力量を送信
5. **制御装置**はこれらのデータを
基にアルゴリズムを用いて
次光度を決定

知的照明の独創性

- ▶ 完全な自律分散システムである。
 - ▶ 照明器具、照度センサの追加や削減は任意
 - ▶ 照明器具、照度センサの移動は任意
- ▶ ネットワークに流れる信号は各照度センサや各照明の現在状態だけであり、各照明器具は、それらの情報から自身の最適な光度を自律的に決定する。
 - ▶ 研究室で開発した分散最適化アルゴリズム
 - ▶ 世界に類のない照度制御方式

自律分散照明制御アルゴリズム

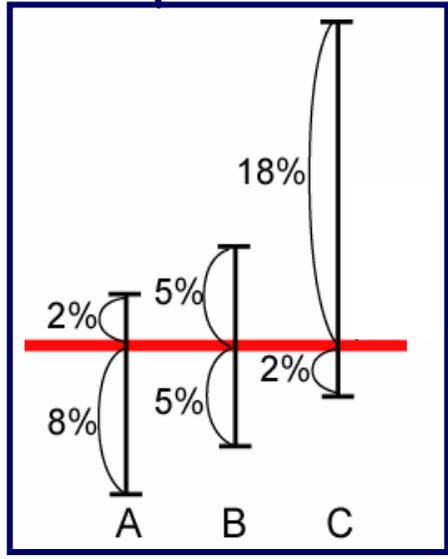


$$f = P + w \sum_{j=1}^n g_j$$

$$P = \sum_{i=1}^m C d_i$$

$$g_j = \begin{cases} 0 & (Lc_j - Lt_j) \geq 0 \\ R_j (Lc_j - Lt_j)^2 & (Lc_j - Lt_j) < 0 \end{cases}$$

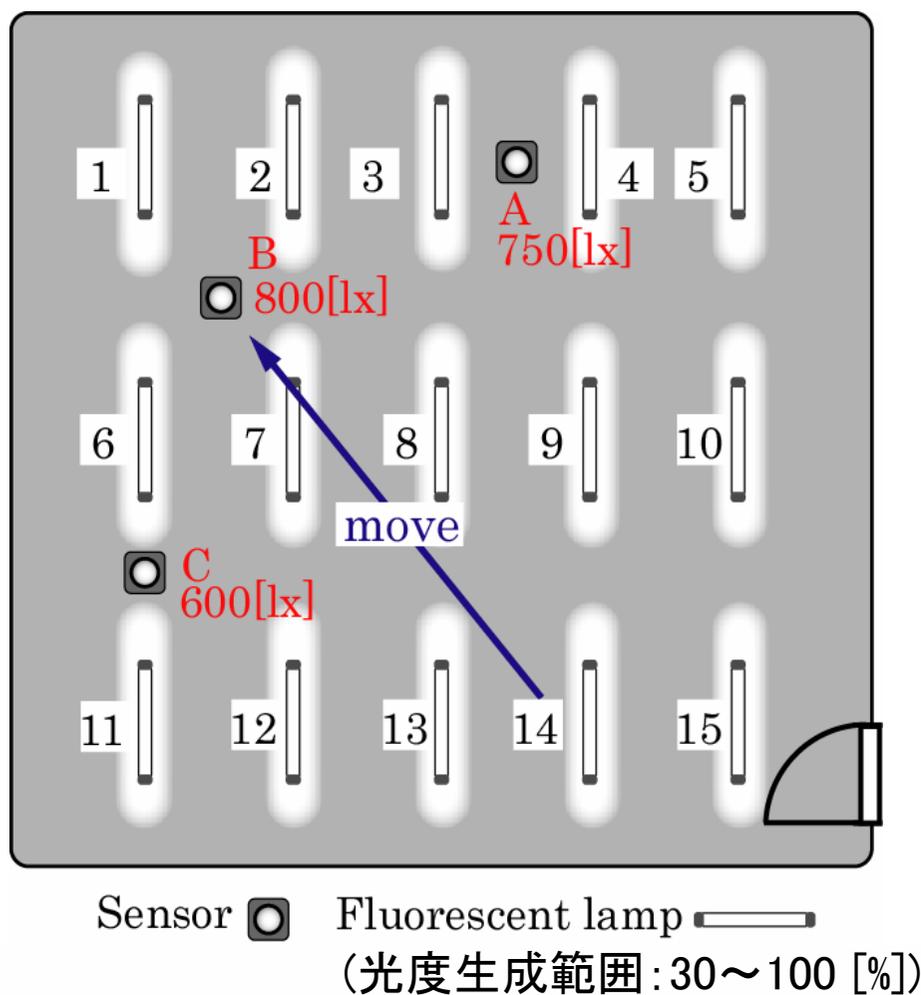
$$R_j = \begin{cases} r_j & r_j \geq 0 \\ 0 & r_j < 0 \end{cases}$$



| ステップ | 前光度 | 次光度 | 光度差 | 前照度 | 次照度 | 照度差 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1000 | 99 | 98 | -1 | 795 | 784 | -11 |
| 999 | 100 | 99 | -1 | 806 | 790 | -16 |
| : | : | : | : | : | : | : |

動作実験

自律分散型動作実験システムを用いた動作実験

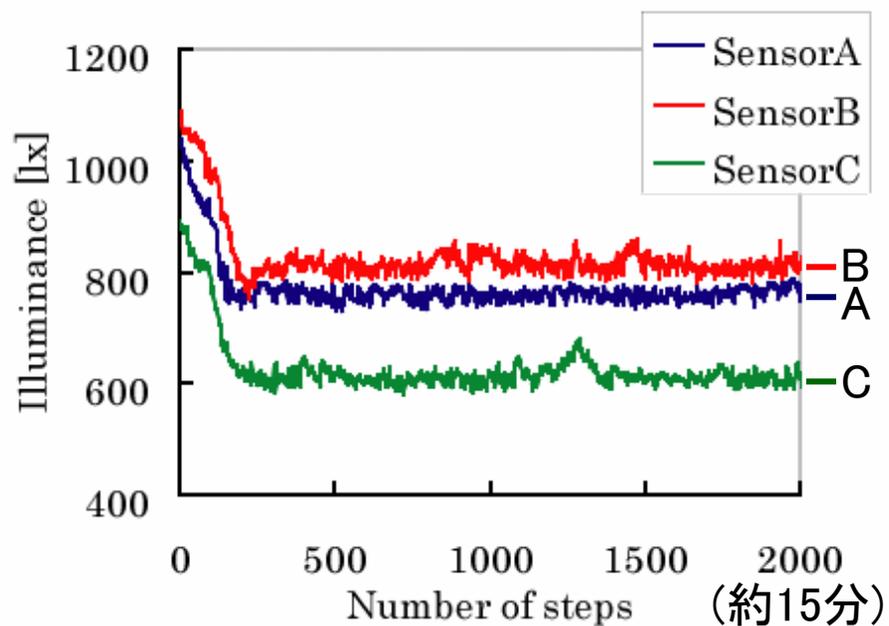


- 実験1:
環境に変化がない場合
(A:750, B:800, C:600[lx])
- 実験2:
実験1の定常状態から
センサBを移動させる

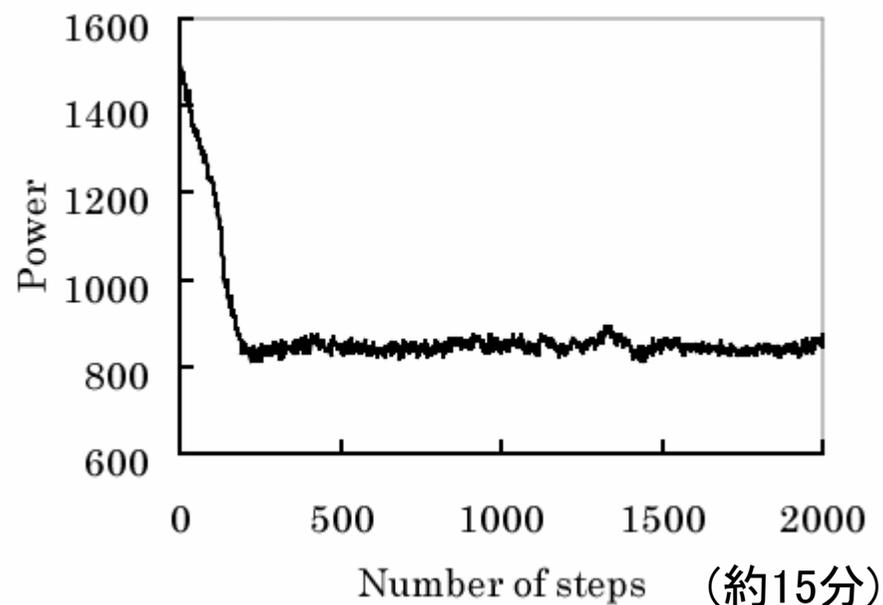
➡ 目標照度を満たす
省電力な状態

実験1の結果

照度の履歴



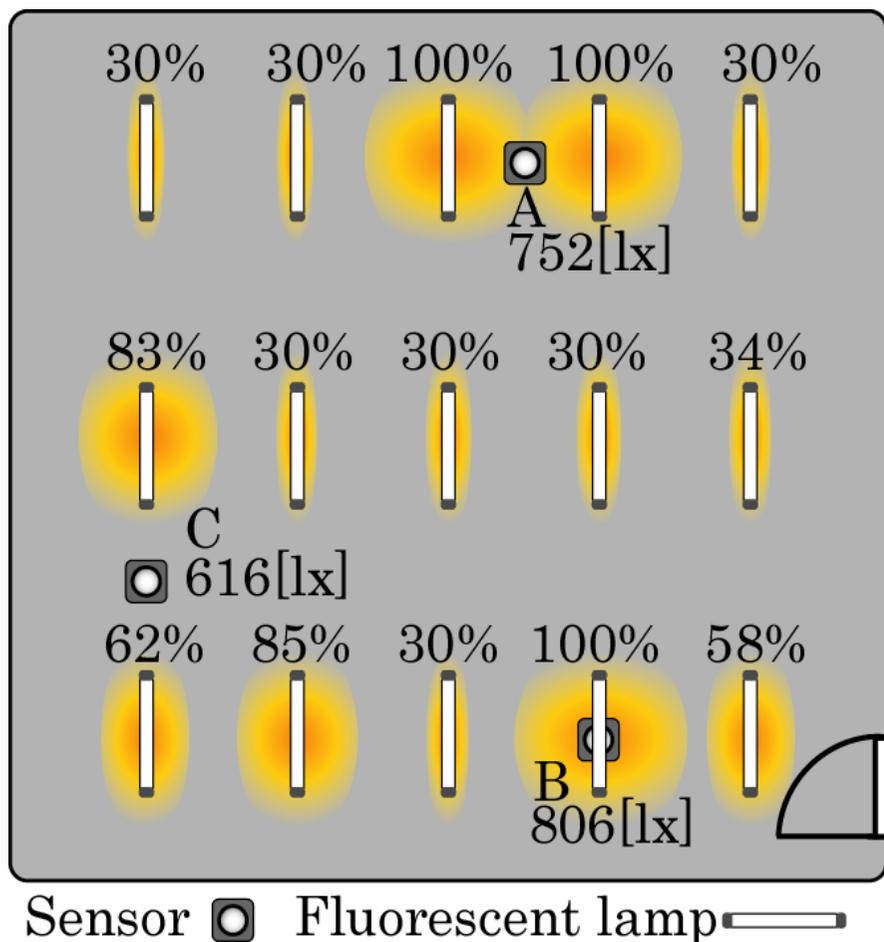
電力(光度和)の履歴



- 約1分で目標照度に収束している
- 使用電力量も減少しその後安定

実験1の結果

動作開始後約1分の光度と照度

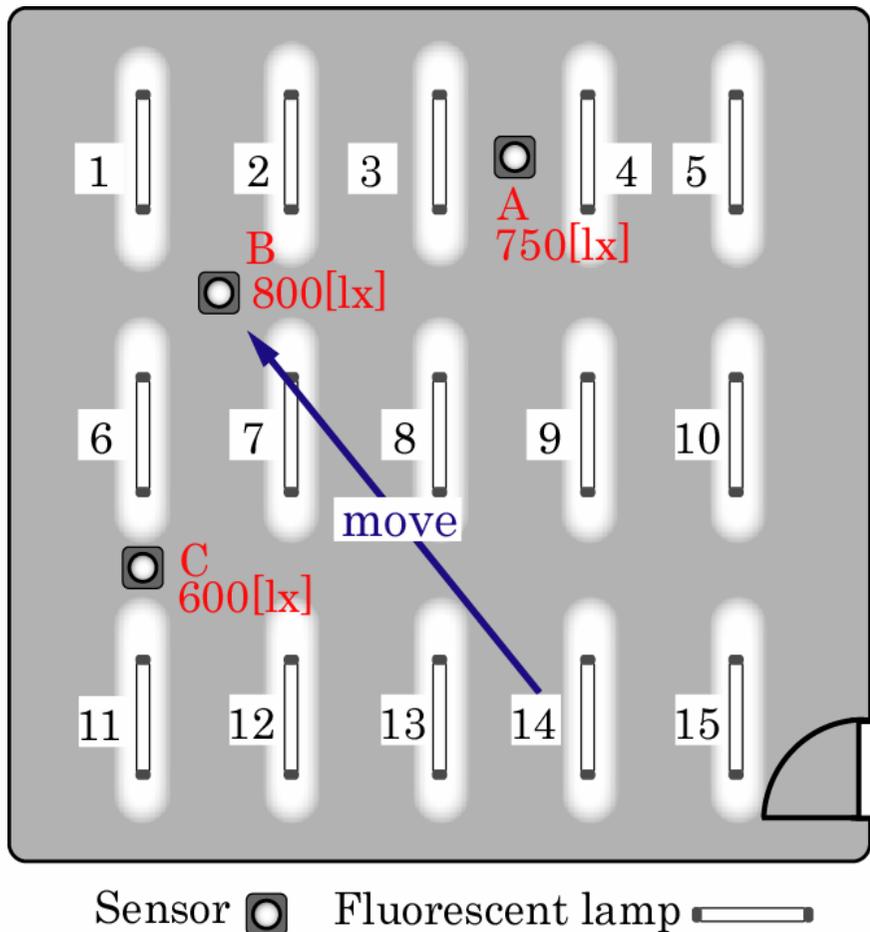


| | 目標照度[lx] | 照度[lx] |
|---------|----------|--------|
| SensorA | 750 | 752 |
| SensorB | 800 | 806 |
| SensorC | 600 | 616 |

- 目標照度への収束
- 省電力な状態

実験2 (センサBが移動)

自律分散型動作実験システムを用いた動作実験



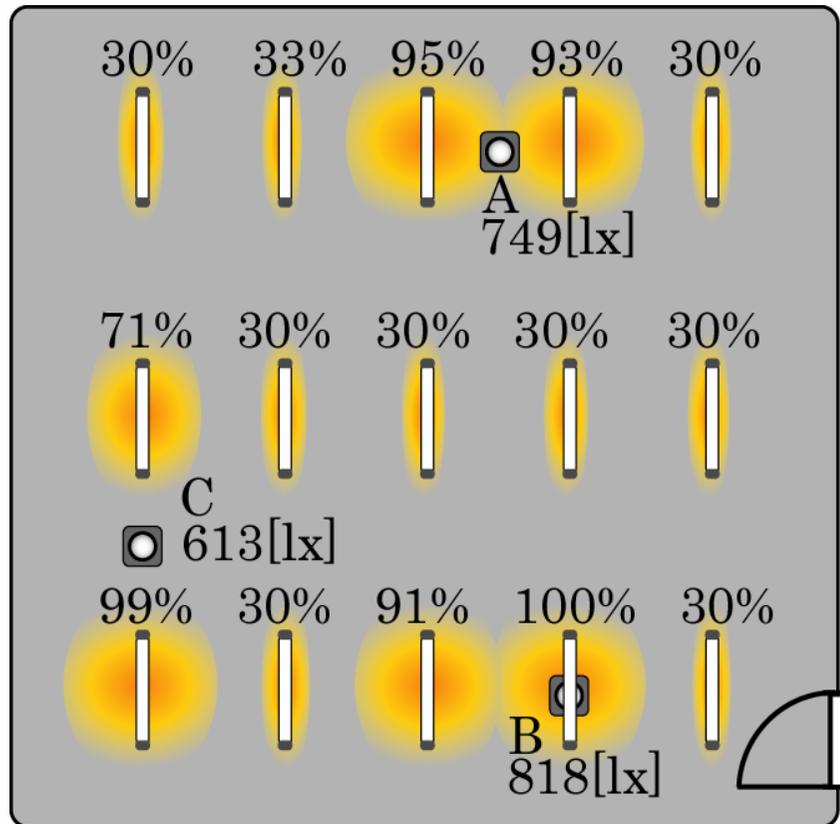
- 実験1:
環境に変化がない場合
(A:750, B:800, C:600[lx])

- 実験2:
実験1の定常状態から
センサBを移動させる

➡ 目標照度を満たす
省電力な状態

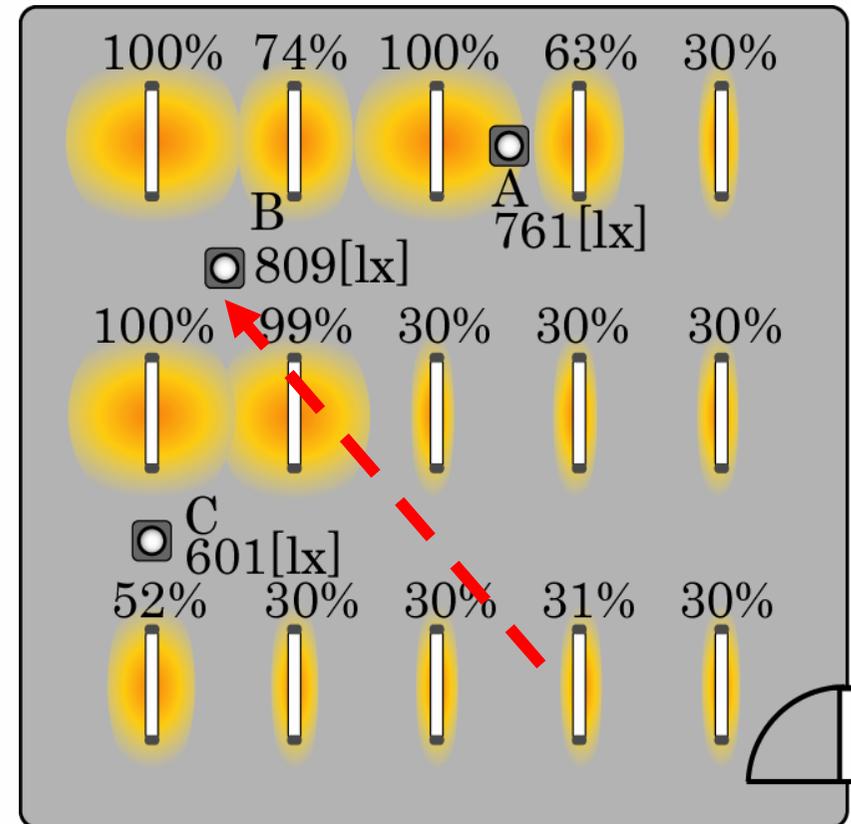
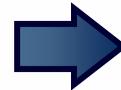
実験2の結果（センサBが移動）

光度と照度



☐ Sensor ◯ Fluorescent lamp

移動直前

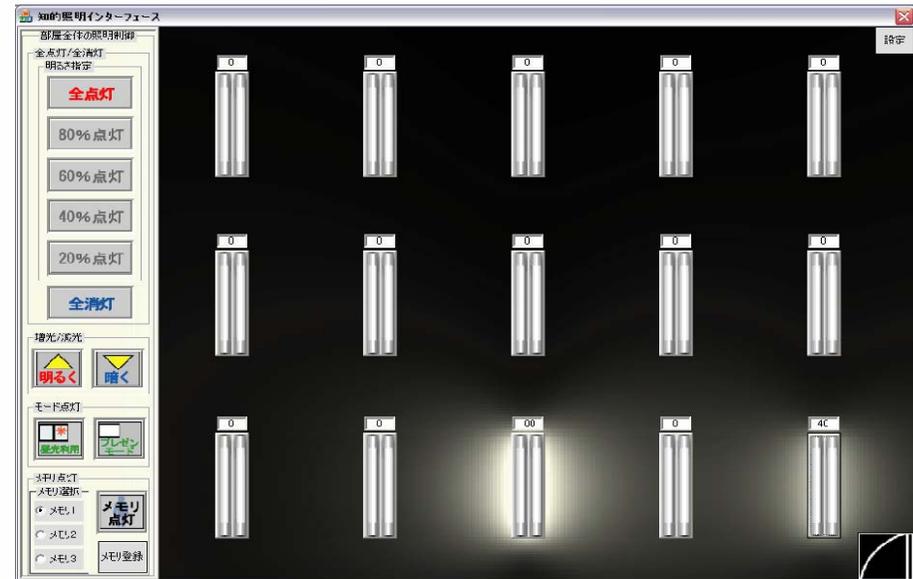


☐ Sensor ◯ Fluorescent lamp

約1分後の状態

種々のインタフェース

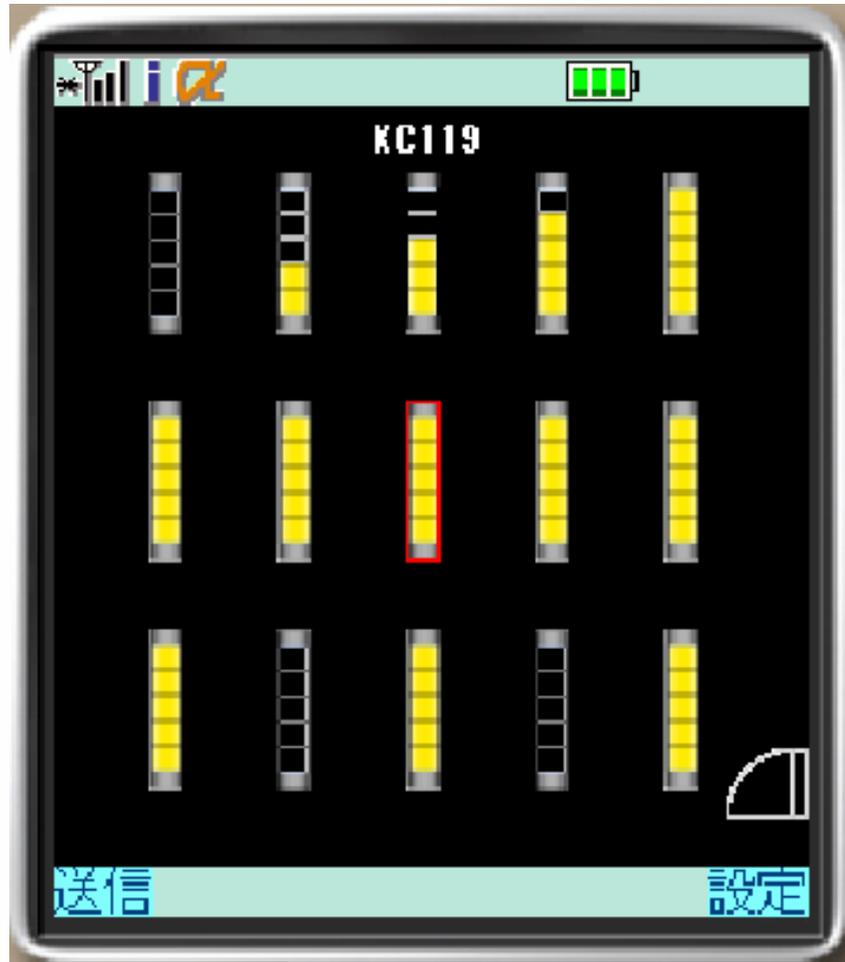
- ▶ タッチパネル
- ▶ 音声認識
- ▶ 携帯電話
- ▶ 画像認識
- ▶ 目的制御



対話



携帯電話からのコントロール



- ▶ 照明の光度変更
 - ▶ 光度を20%間隔で変更
- ▶ 登録点灯パターン利用
- ▶ 点灯パターン登録
- ▶ 部屋の照明状況を表示
 - ▶ Webカメラから画像取得

携帯電話：部屋の利用状況の確認

- ▶ 部屋のwebカメラで、人や照明の状況を確認
- ▶ 登録された点灯パターンの実現



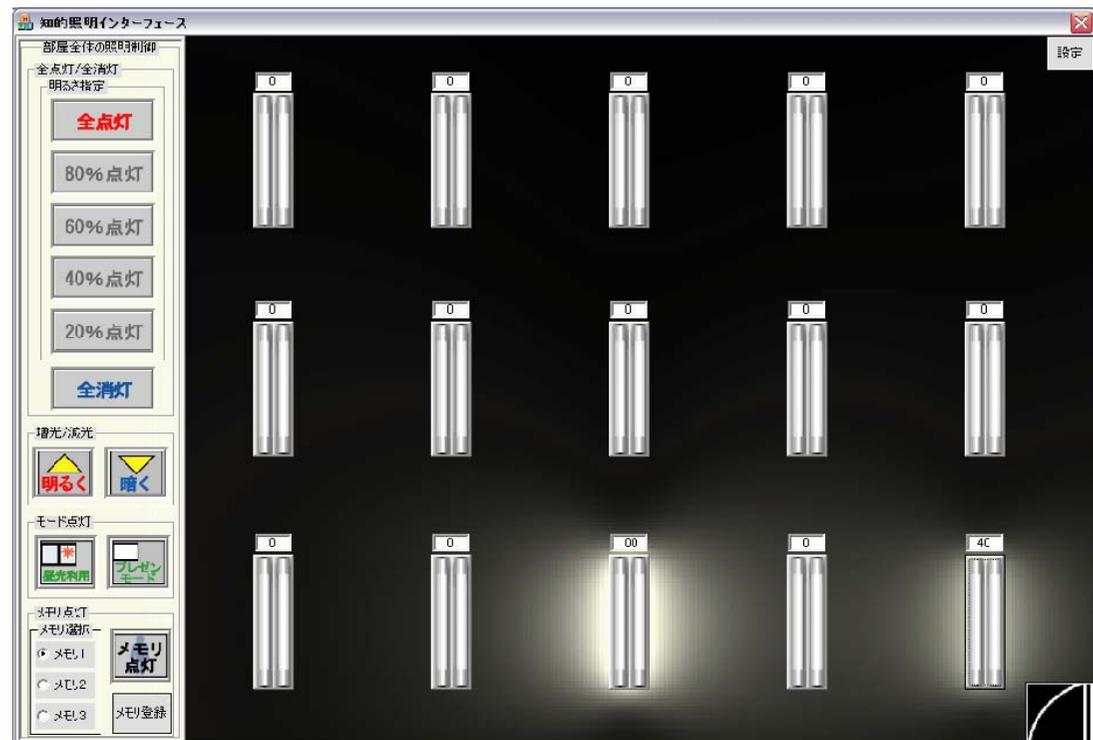
タッチパネルによる照明コントロール

タッチパネルを用い、画面を直接タッチすることより照明制御

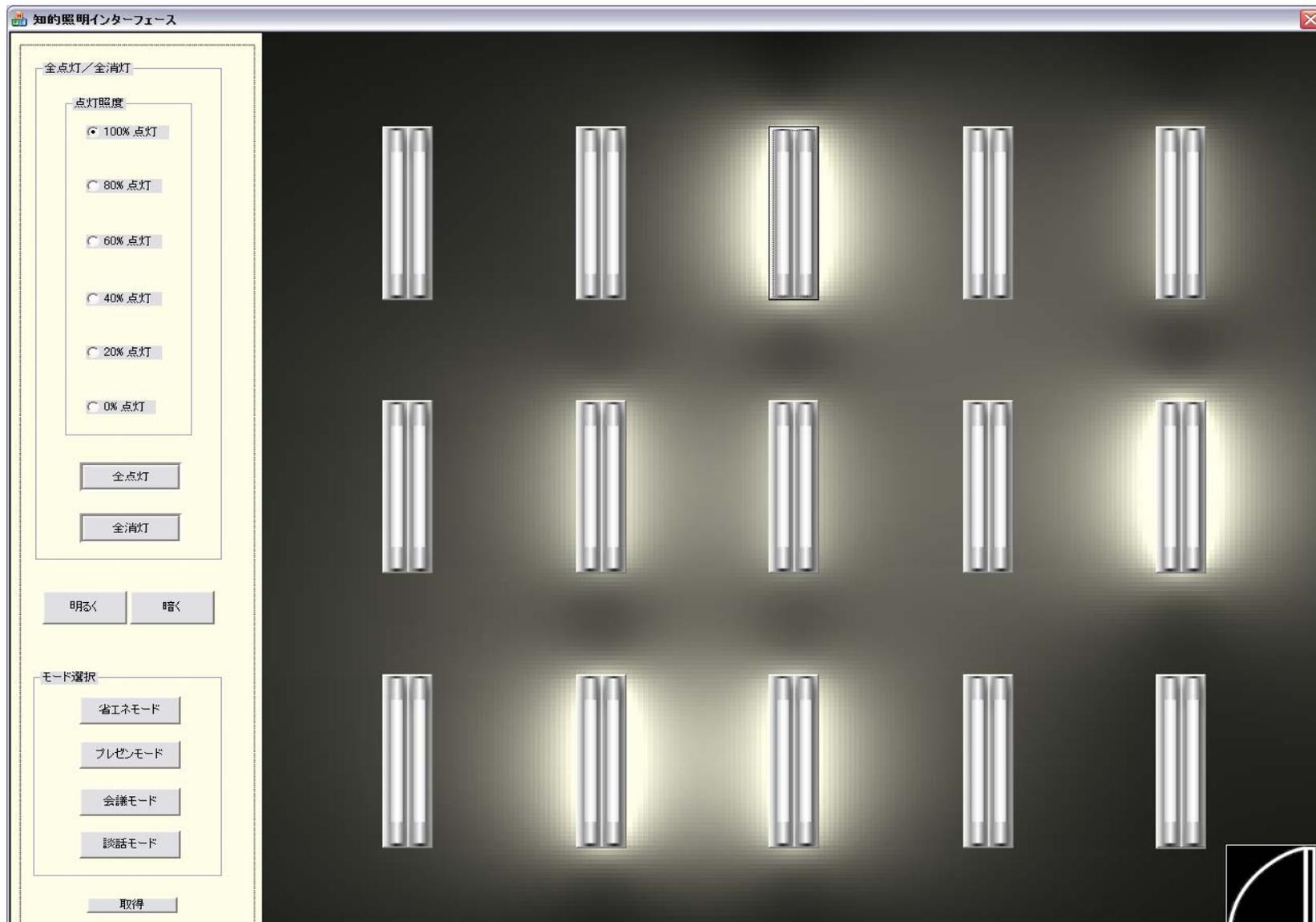
- ▶ **操作が簡単**で習熟の必要がない
- ▶ 操作状況が視覚的に反映されるため**操作手順が理解し易い**
- ▶ ボタンを指で直接ポイント可能であるため**直接操作に優れる**

機能

- ▶ 各照明の光度を20%間隔で変更可能
- ▶ 全点灯・全消灯ボタンなど、部屋全体を調光可能
- ▶ モード選択で決まった点灯パターンを簡単点灯



使用例2(画面): 自由な点灯パターン



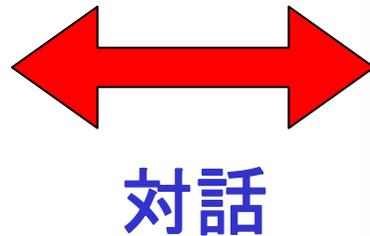
使用例2(部屋): 自由な点灯パターン



音声認識を用いたユーザインタフェース

音声を用いてシステムと**対話**することにより照明を制御する

- ▶ 手を使わなくても操作可能
- ▶ 体の不自由な人でも操作可能



音声認識エンジン: 大語彙連続音声認識システムJulius



Copyright (c) 1991-2004 京都大学

Copyright (c) 1997-2000 情報処理振興事業協会(IPA)

Copyright (c) 2000-2004 奈良先端科学技術大学院大学

目的に応じた照明コントロール

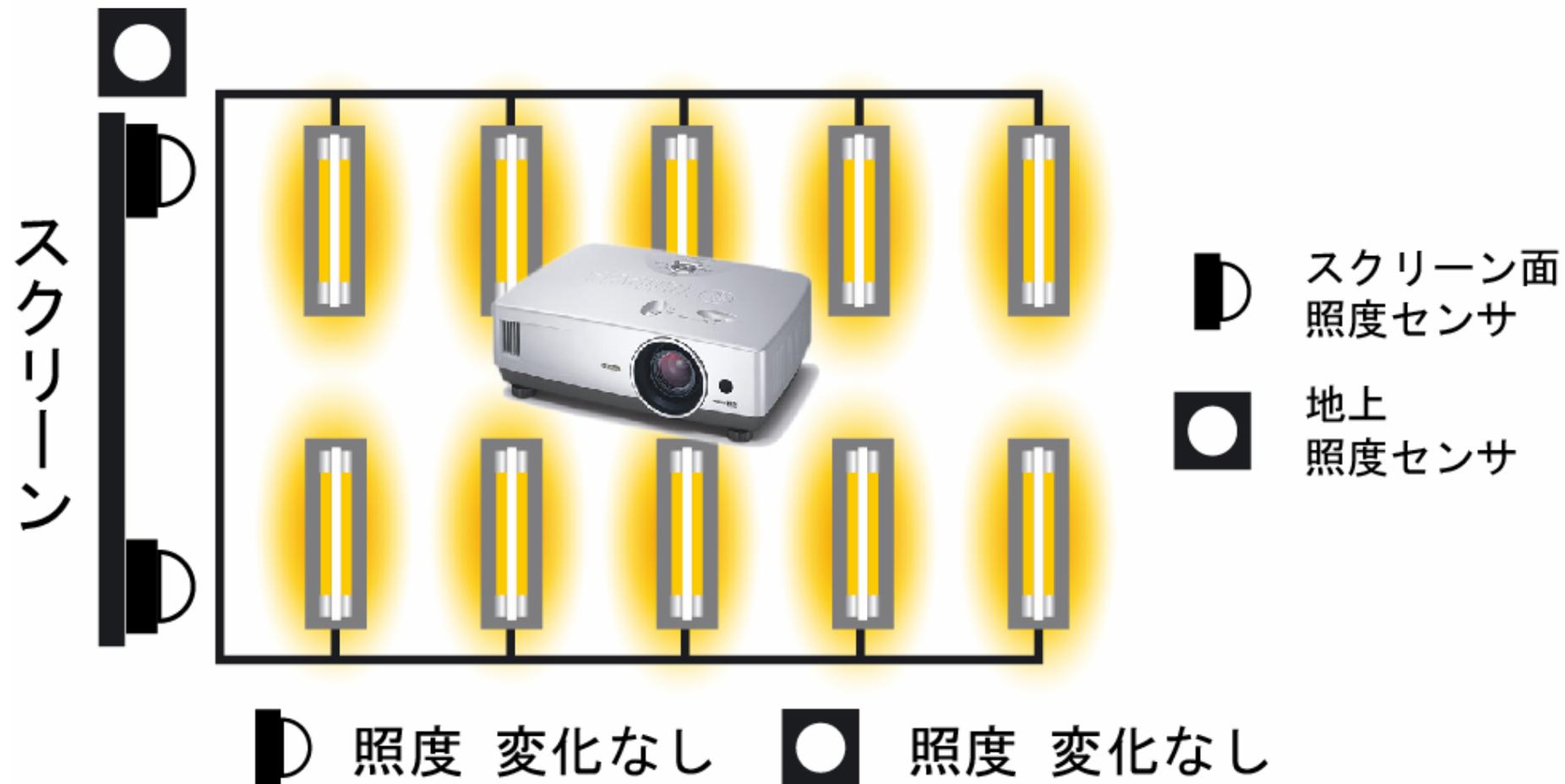


- スクリーンに設置された照度センサをもとにセンシング
- 照度変化により、プレゼンテーションモードと全点灯モードに切り替え

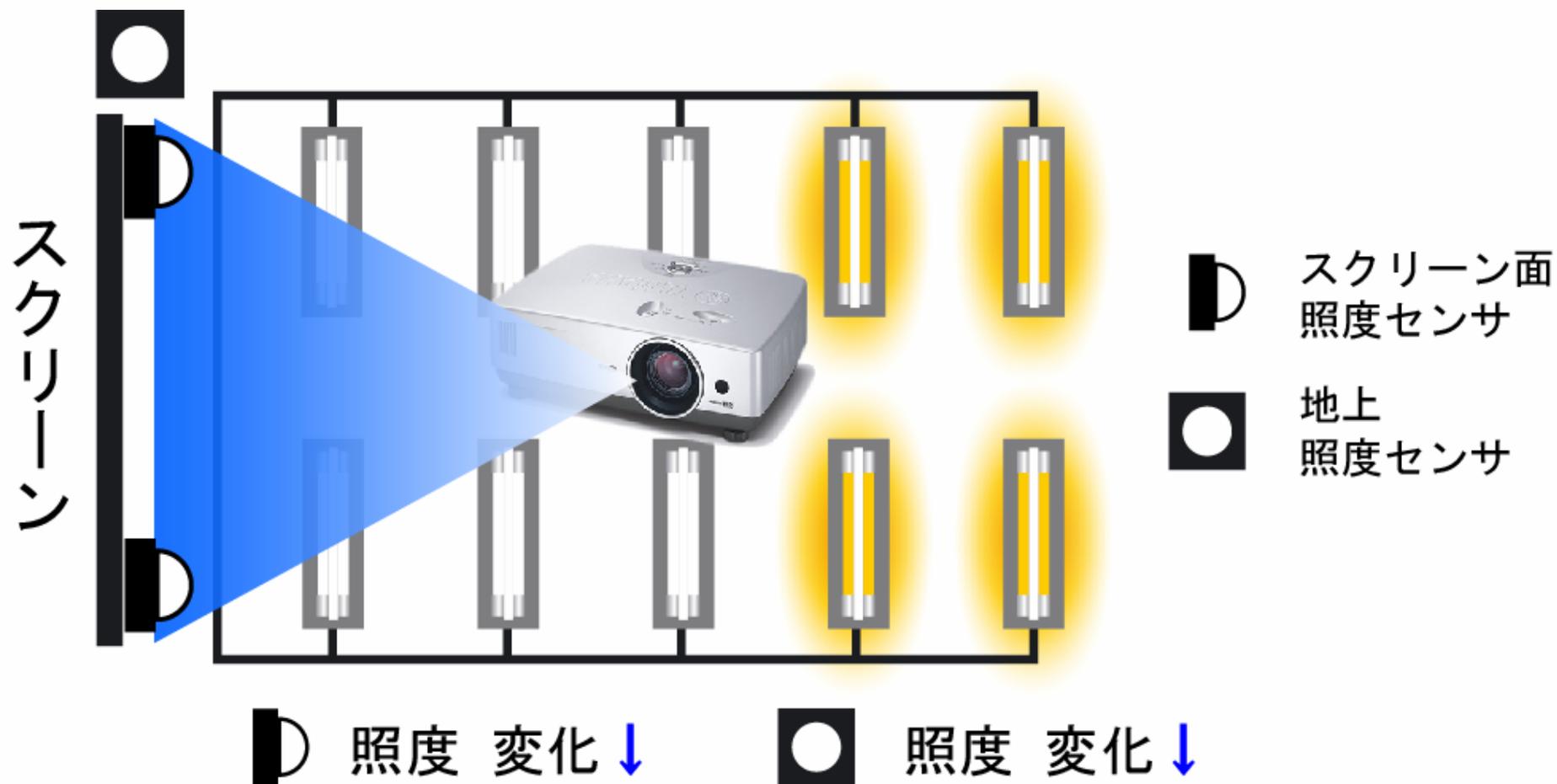


<http://www.yamaha.co.jp/news/2004/04021902.html>

目的に応じた照明コントロール



目的に応じた照明コントロール



目的に応じた照明コントロール



部屋の雰囲気コントロール

- 会議モード



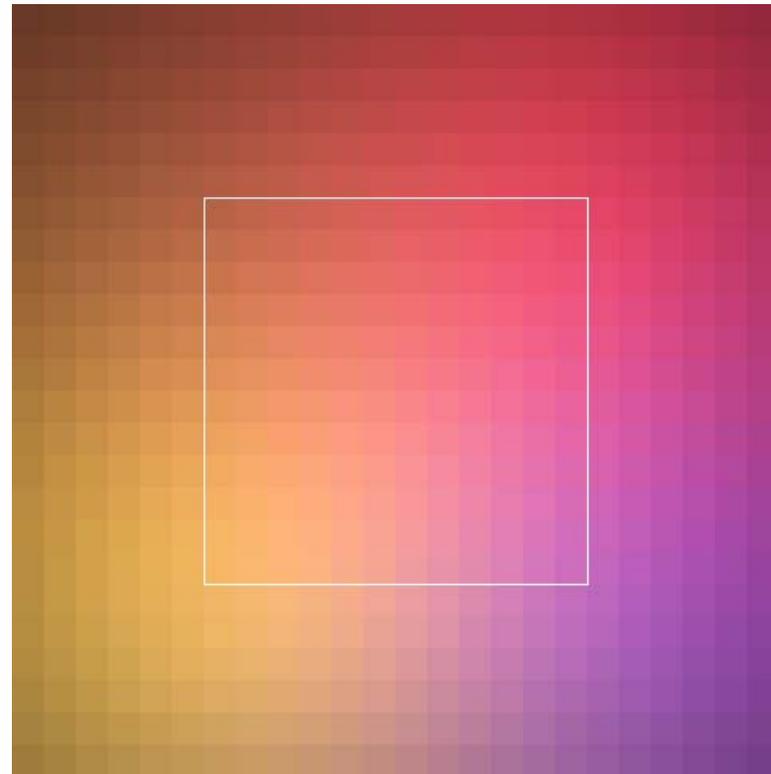
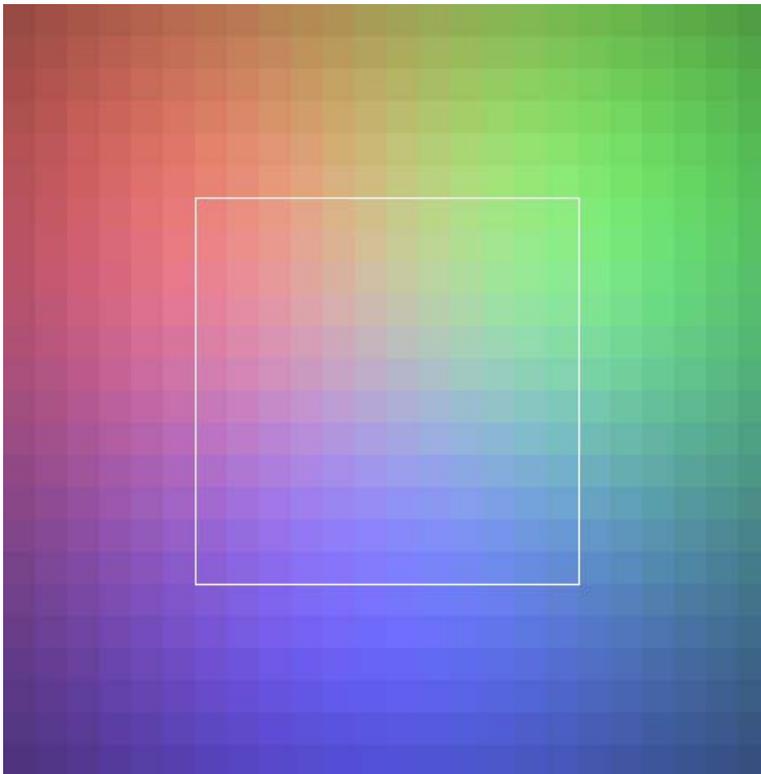
- 談話モード



部屋の雰囲気をコントロールすることによって
人間の気分をコントロールする

知的LED, RGB照明システム

- ▶ 装飾照明・舞台照明等にも応用可能
- ▶ 調光・調色シミュレータを開発、実験室整備中



知的照明研究：次のステップ

- ▶ 電灯線搬送技術 (PLC) の導入
 - ▶ 信号線を電灯線にすることで、施工・工事の簡略化
 - ▶ ホームネットワークとの協調動作
- ▶ 可視光通信技術の導入
 - ▶ 慶応大学中川正雄教授が開発した可視光通信技術
 - ▶ 蛍光灯と照度センサが通信することで、さらなる高機能化
- ▶ RGB蛍光灯、LED照明の導入
 - ▶ 光のスペクトルを変化させ、調光に加えて調色
 - ▶ 人間の体内リズムや好みに合わせた照明環境

雰囲気制御

任意の場所に**好みの色**を提供する

例：オフィスにおいて



雰囲気制御

任意の場所に好みの色を提供する

例：オフィスにおいて

◆ 休憩時間・・・暖色系
→ リラックス

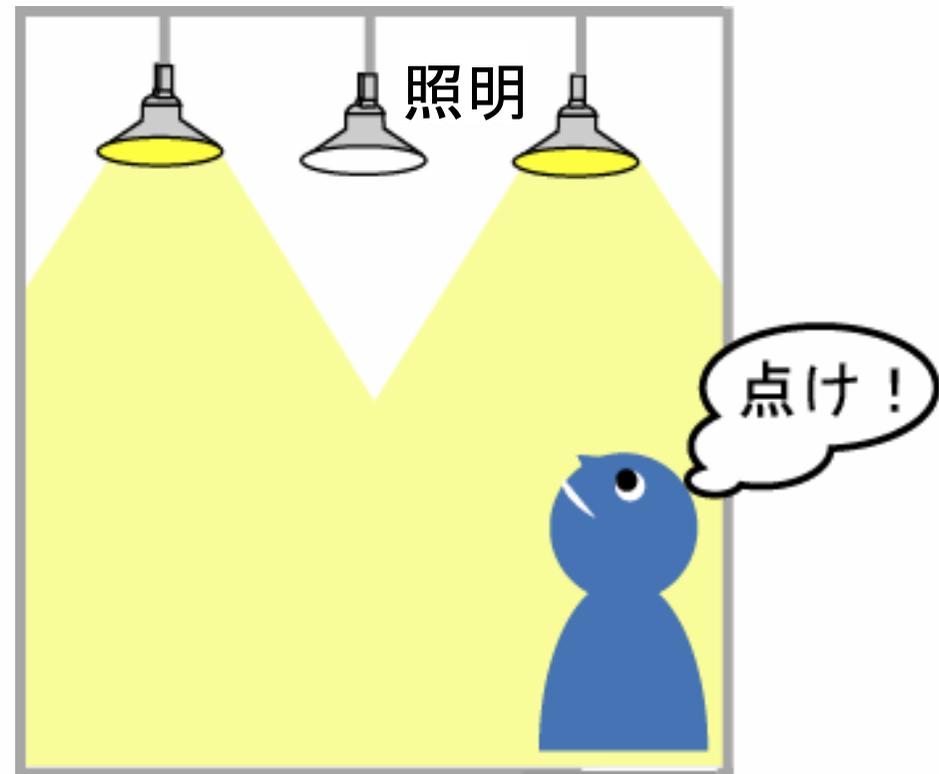


独創的なUI

- ▶ **念力を用いた照明コントロール**
 - ▶ ユーザは念じることで照明の点灯パターンを変更できる

【解決案】

- ▶ 脳波
- ▶ 筋電信号
- ▶ 神経磁場

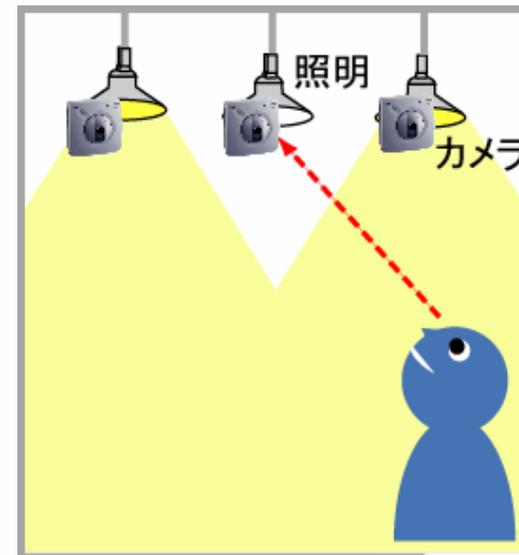


独創的なUI

- ▶ 念力を用いた照明コントロール
- ▶ ユーザは念じることで照明の点灯パターンを変更できる

視線認識を用いたUIを構築する

- ▶ 照明を見つめることにより、念力のように照明の点灯パターンを変更できる
- ▶ 直感で操作可能



WBS トレンドたまご (2006/6/22 放映)



知的照明研究プロジェクトの進化

- ▶ 基礎研究
 - ▶ 10年前から学内予算で細々と
- ▶ 開発のための基礎研究
 - ▶ 5年前から文部科学省知的クラスター推進事業で飛躍的發展
- ▶ 開発のための要素技術研究
 - ▶ 2年前から経済産業省中小企業地域コンソーシアム研究プロジェクト
- ▶ 知的照明と知的空調に関するコンソーシアムの設立
 - ▶ 関連企業40社程度で新しいサービスの企画や標準化の研究
 - ▶ 人間の生理や感性に基づくオフィス環境の最適化
- ▶ 2年後に経済産業省の大型研究プロジェクトに申請(予定)
 - ▶ 東京の有名高層ビル内に知的照明の大規模フロアを実現
- ▶ 3年後に市販開始(予定)
- ▶ 7～10年後、日本および世界のオフィス照明の標準となる(希望)

知的照明に関するコンソーシアム

- ▶ 目的
 - ▶ ネットワークプロトコルの標準化
 - ▶ カード型照度センサの開発
 - ▶ 照明器具への制御装置の組み込み
 - ▶ 多様な拡張の検討
 - ▶ オフィスの生産性、創造性の向上と、ストレス軽減
 - ▶ 障害を持つ人に適応した照明環境とユーザインタフェースの開発
 - ▶ 東京・大阪での先進的ビルでのデモ
 - ▶ 宣伝、普及、大きな産業への育成
 - ▶ 経済産業省, 総務省等の研究プロジェクト申請
 - ▶ 照明システムの既存概念の払拭

おわりに

- ▶ オフィス、病院、デパート、コンビニ、スーパーなどにおいて、照明は単に一定の明るさを提供するだけの時代から、変わろうとしている。
- ▶ 個人の好みや仕事の内容、あるいは視力から最適な照度と光の色の提供
- ▶ 照明のインターフェースは無限の可能性
- ▶ 照明と冷暖房やその他の電気機器との連携
- ▶ もうすぐ、照明革命が始まる