

屋外空間光伝送技術の最新情報

－ ICSA等の紹介と標準化への動き－

< 屋外光無線の回線品質向上に向けて >
< 標準化等の動き :安全問題、コストダウン >

乙部 孝

技術士 (電気・電子部門)

ICSA屋外光無線部会 部会長

ソニー (株) B & P 技術部門

Part1 :目次

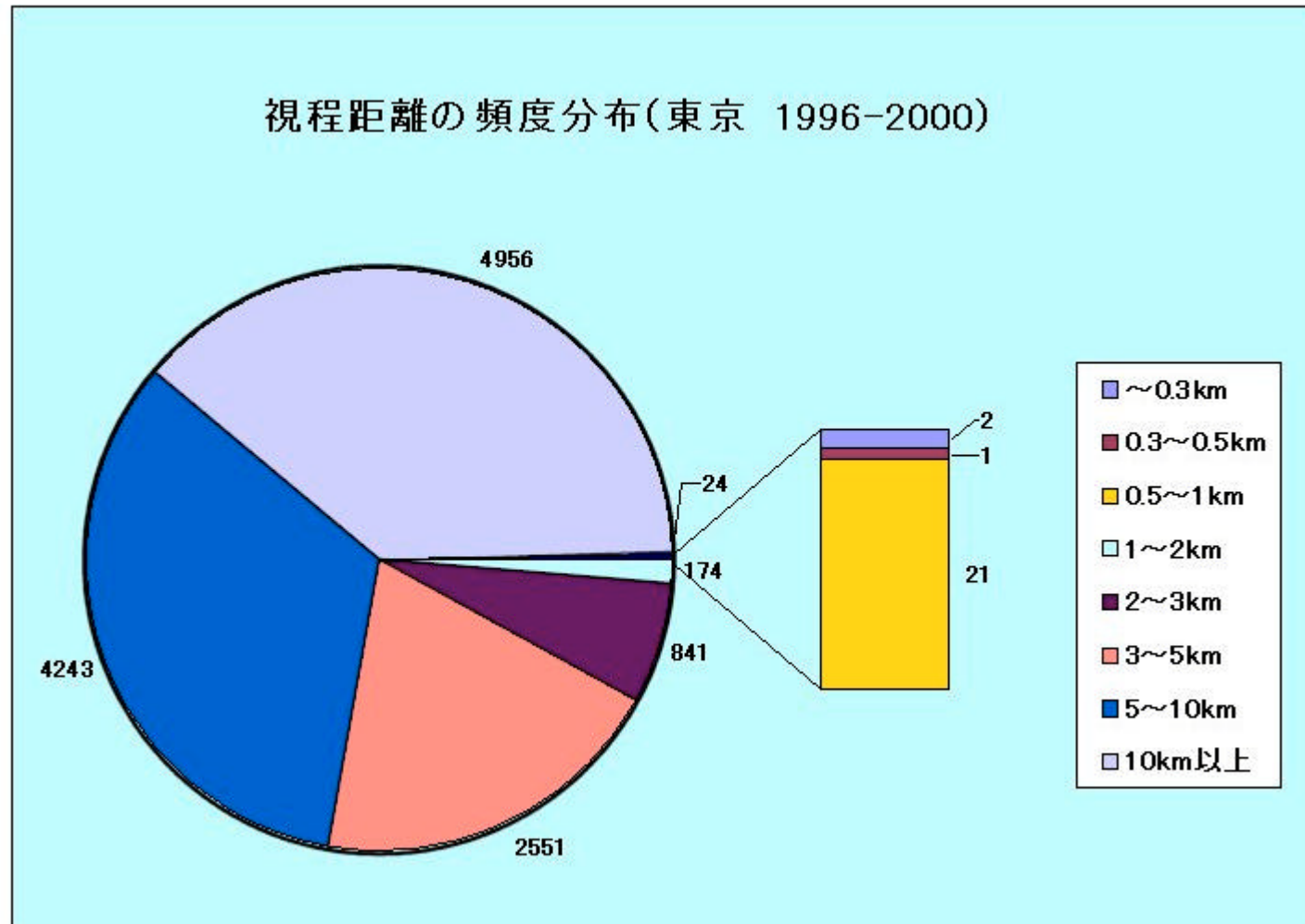
- 屋外光無線の回線品質向上に向けて
 - 気象などの影響
 - 空気中の粒子と光伝播損失との関係
 - 波長の選択
 - $0.8\ \mu\text{m}$ v.s. $1.5\ \mu\text{m}$
 - 光軸サーボ
 - サーボエラー信号
 - 全体構成

(注)
ここに引用されている気象データは、
財団法人気象業務支援センター
地上気象観測原簿データを出典元
とした数値およびグラフです。

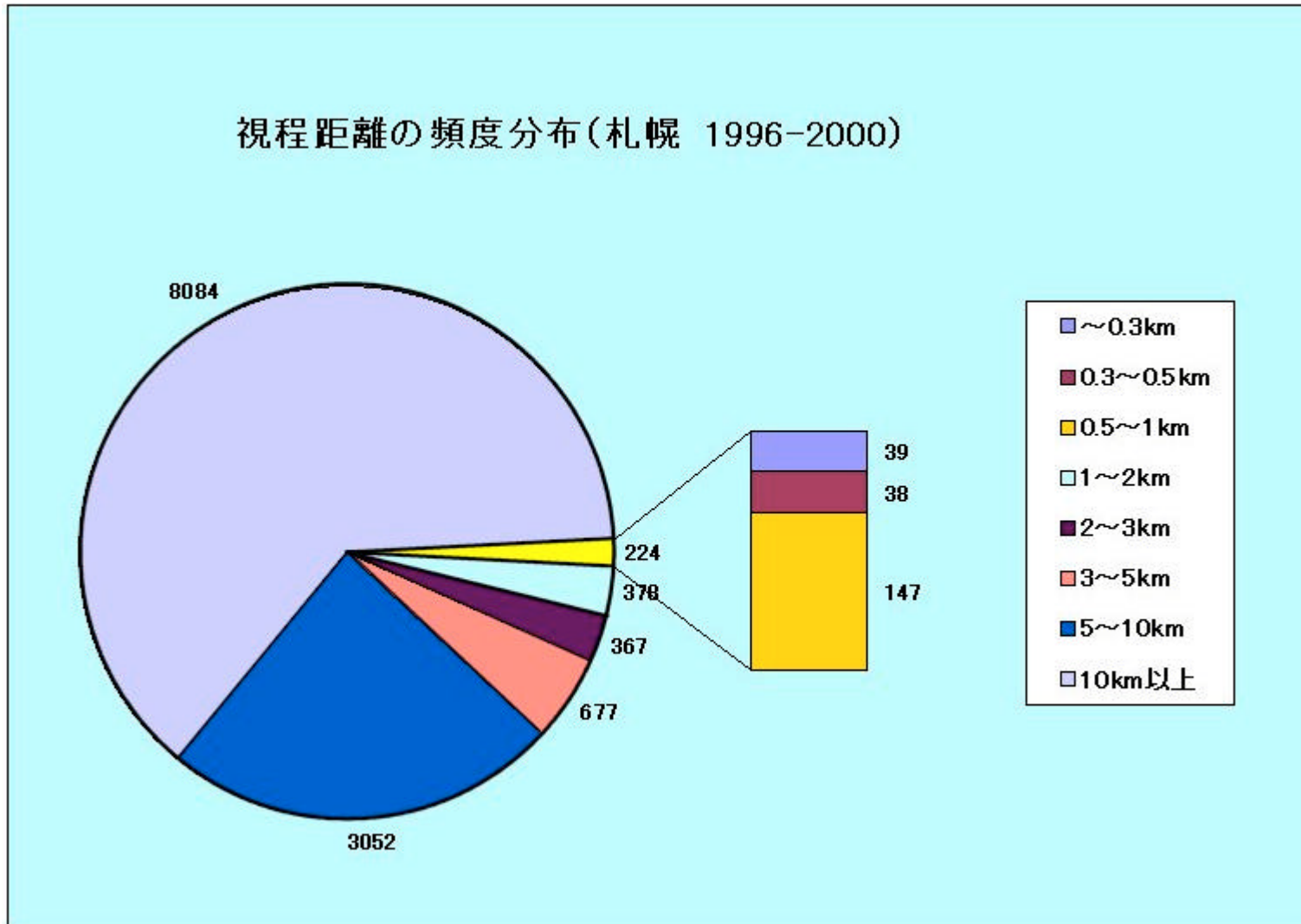
気象の影響

- 光ファイバに比べ損失の予測が難しい
 - 損失の範囲
 - 0.5dB/Km ~ 310 dB/Km
 - 雨、霧、雪などを視程 (V) として評価する
 - 伝送損失： $= 13 / V$ (dB/Km)
 - 雨
 - 雨量との関係 (経験式)
 - $= 1.4P^{0.6}$ (dB/Km) P:mm/h
 - 雪
 - 同じ降水量では乾いた雪が減衰率が高い

視程の頻度分布 (東京)



視程の頻度分布 (札幌)



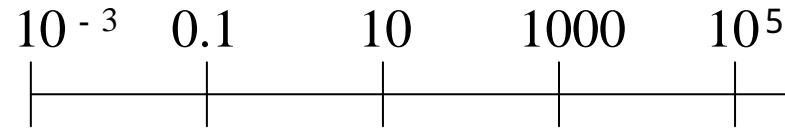
散乱について

- レイリー散乱

- $r \propto 10^2$

- $R \propto 1/\lambda^4$

- 空気中の分子



- ミー散乱

- $10^2 \propto r \propto 10^2$

- $R \propto \lambda^{-1.6 \sim 0}$

- 霧、ホコリ

空気中の
分子

霧

雨、雪
雹

- 幾何学的散乱

- $10^2 \propto r$

- $G \propto \lambda^0$

- 雨、雪、雹

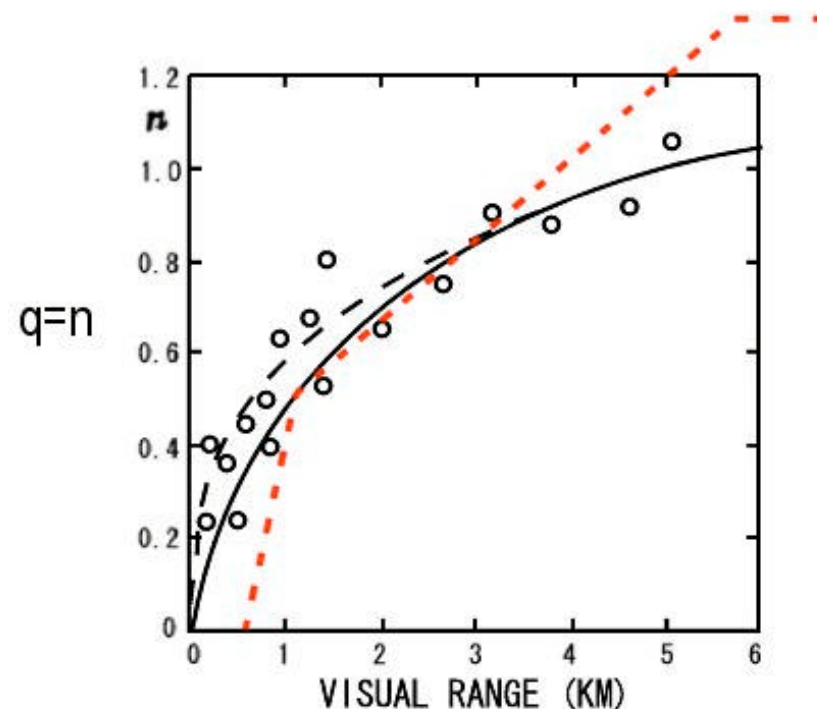
波長の選択 (伝送損失)

- 視程による波長依存性

$$\sigma = \frac{3.91}{V} \left(\frac{\lambda}{550 \text{ nm}} \right)^{-q}$$

q= 0になるか？
for V<500m

視程の短いときは
損失の波長依存性無し！

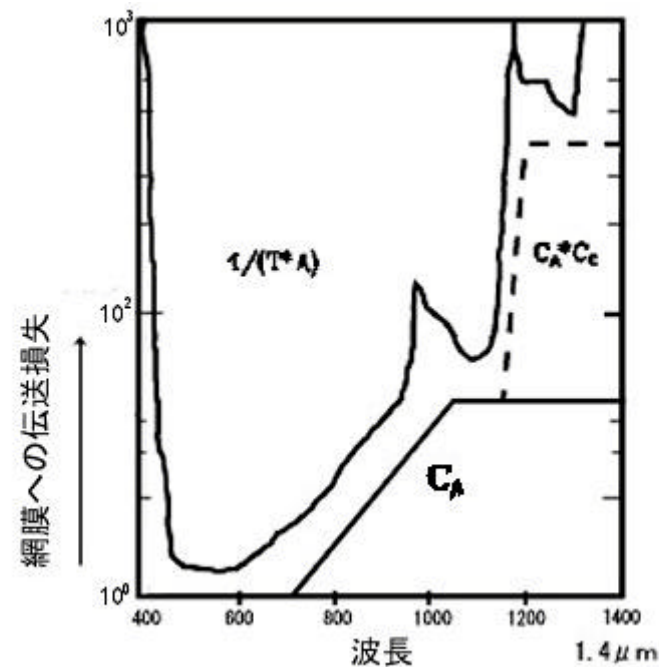


回線信頼度の向上に向けて

- パワーマージンの増大
 - 送信出力の増大
 - 大出力光源の採用 (安全性の問題)
 - 光パワー伝送効率の向上
 - 光学伝送損失 d_r / D を下げる
 - 受信ビーム径 (D)の減少
 - 受光光学系の口径 (d_r)増大
 - 光軸サーボの導入 (コストの問題)
 - 受信感度の増大

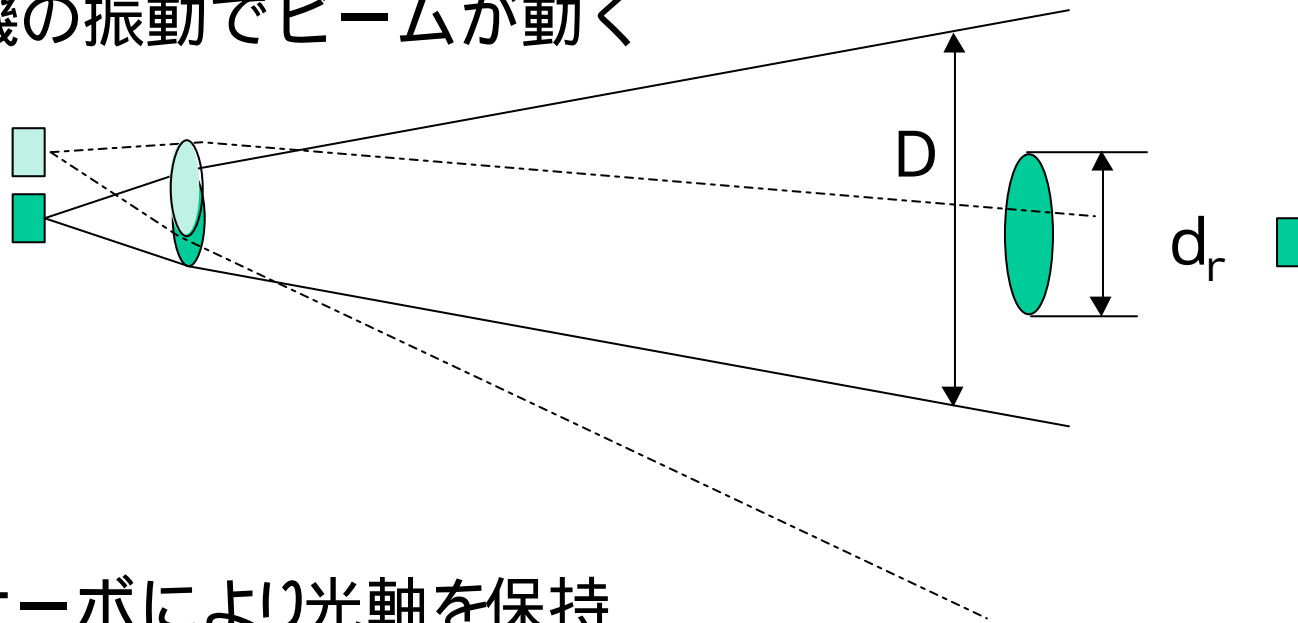
波長の選択 (安全性)

- レーザ光の危険性は網膜での微少スポット形成能力による
- $0.8 \mu\text{m}$ 帯と $1.5 \mu\text{m}$ 帯では網膜への影響が格段に異なり
 $1.5 \mu\text{m}$ 帯の安全性が高い
- 安全規則での対応
 - Automatic Power Reductionなど
 - Part2で説明



光軸サーボの必要性

送信機の振動でビームが動く

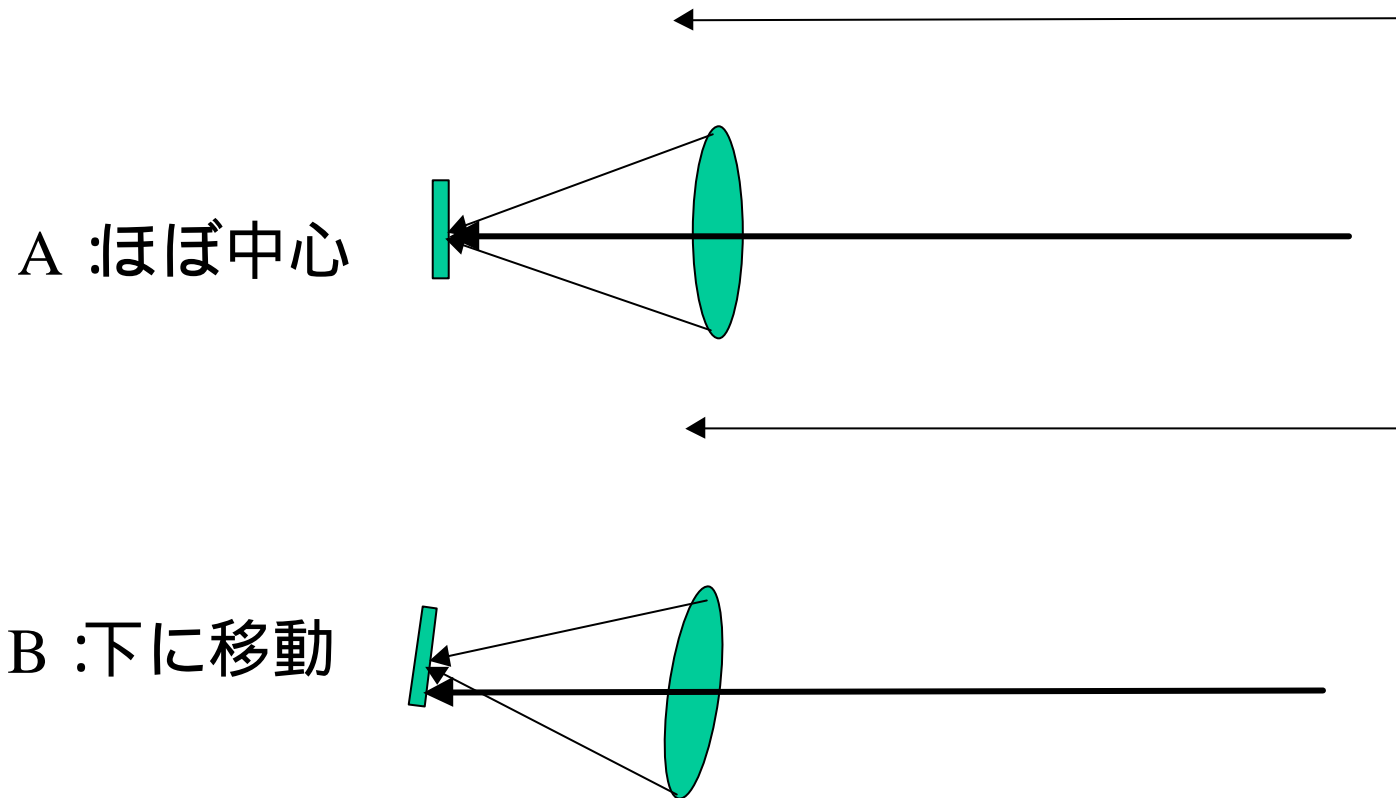


光軸サーボにより光軸を保持

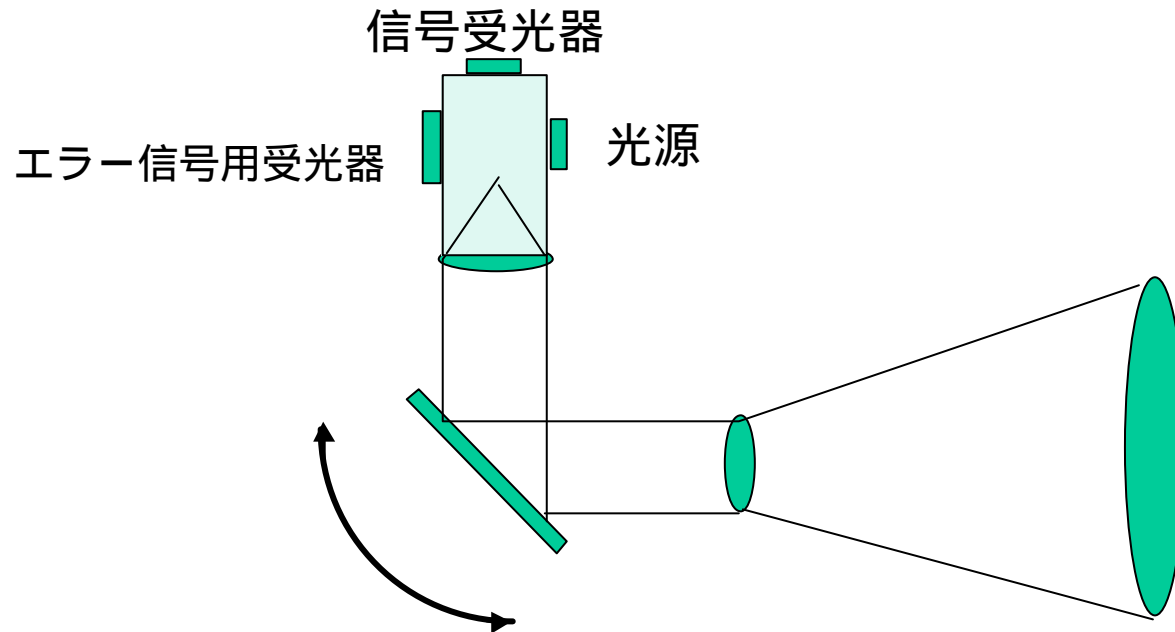


サーボのエラー信号検出

相手装置からの光の向きは一定
光学系の傾きを検出 検出器上の位置が変化する



エラー信号に基づいて光軸の制御をする



筐体に加わった外乱を検出し内部の光学系の光軸を補正する。

Part2:目次

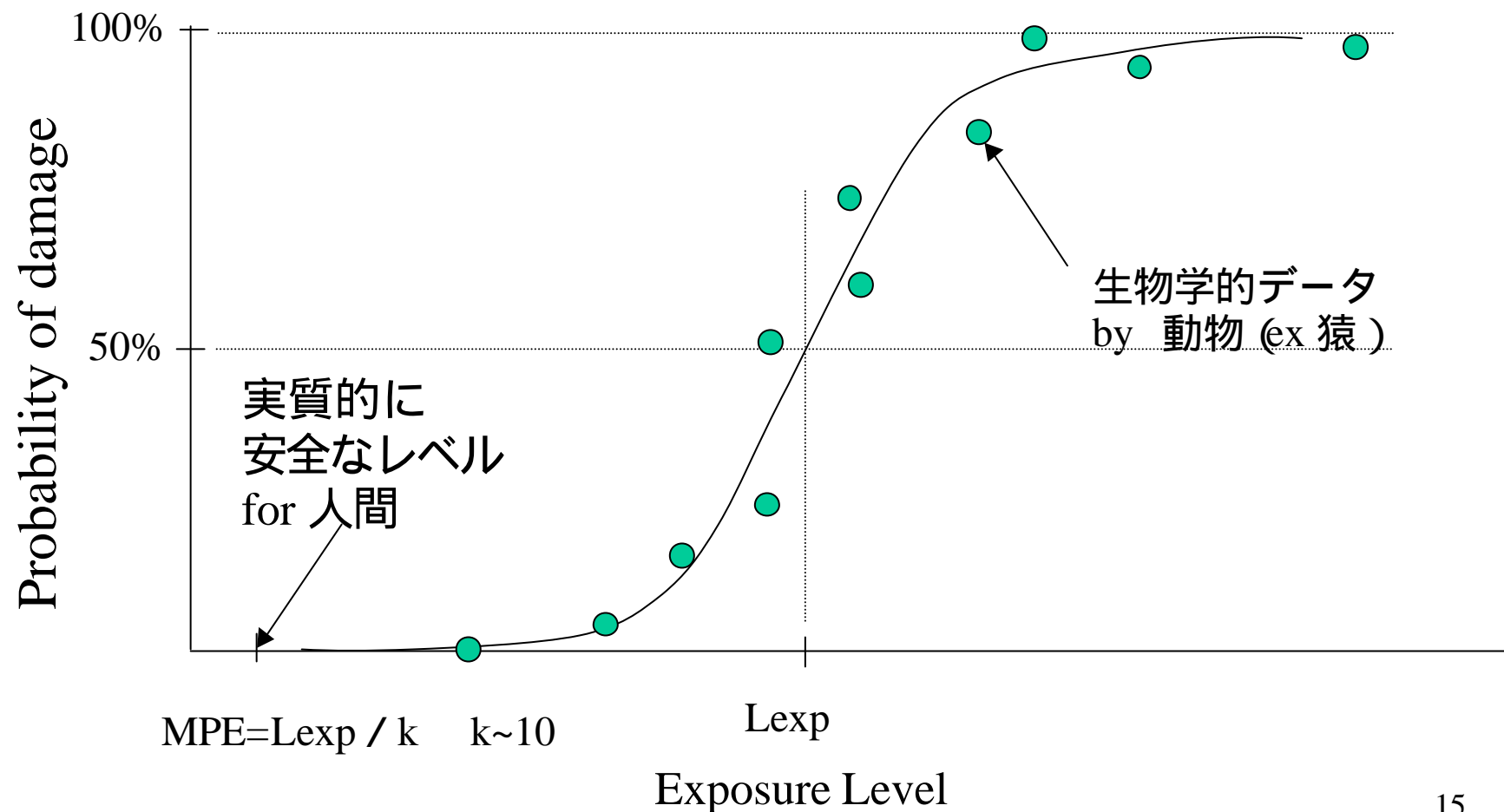
- 光無線の標準化への動き
 - TC76委員会 (眼の安全)での動き
 - IEC60825-1の改変
 - IEC60825-12の改変
 - 光無線システム推進協議会 (ICSA)等の動き
 - ICSAでの標準化の動き
- 光無線のビジネス化
 - OBNの活動内容

IEC60825-1改変の経緯

- 1974 IEC TC76委員会
 - Optical radiation safety and laser equipment
- 1993
 - IEC60825 - 1 : LEDが含まれる
- 1996
 - IEC60825 - 1の改変最初のドラフト
- 2000.10
 - 最終投票 (FDIS)
- 2000.11
 - 三島会議
- 2000末
 - IECからamendment 2 を出版
- 2001年4月
 - IEC60825(Edition 2) を発表

規約の基はMPE

(Maximum Permissible Exposure)



IEC60825-1の変化

- 1:MPEの変化
 - 光化学的損傷の導入
- 2:クラス分けの変化
 - 測定条件 (測定開口、測定距離)
 - 3A 1M,2M
 - 3B 3R

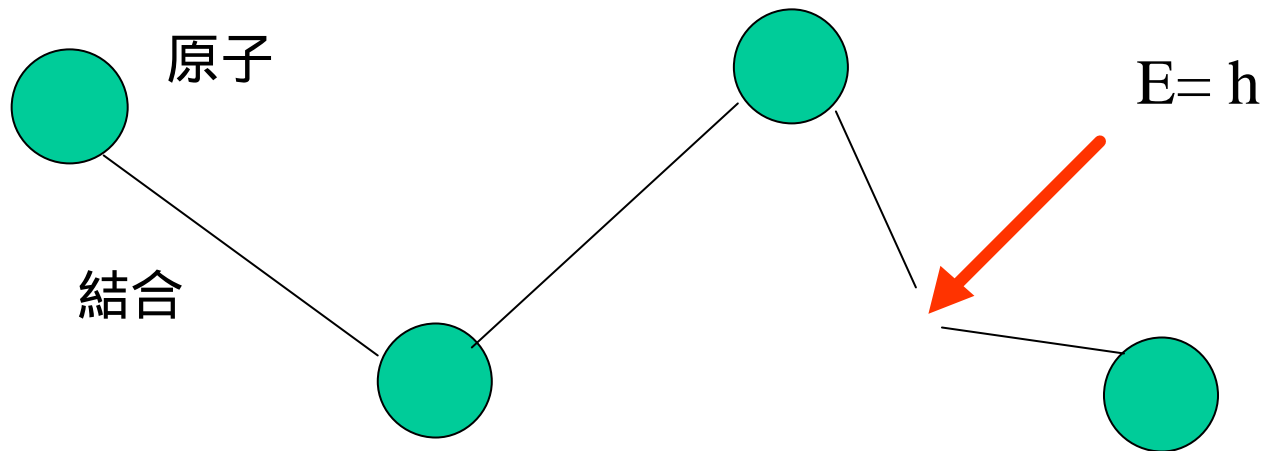
光化学的損傷

- メカニズム

- 光エネルギー $E=h$

- 周波数の高いほどエネルギーが大きい

- 波長の短いほど影響が出やすい



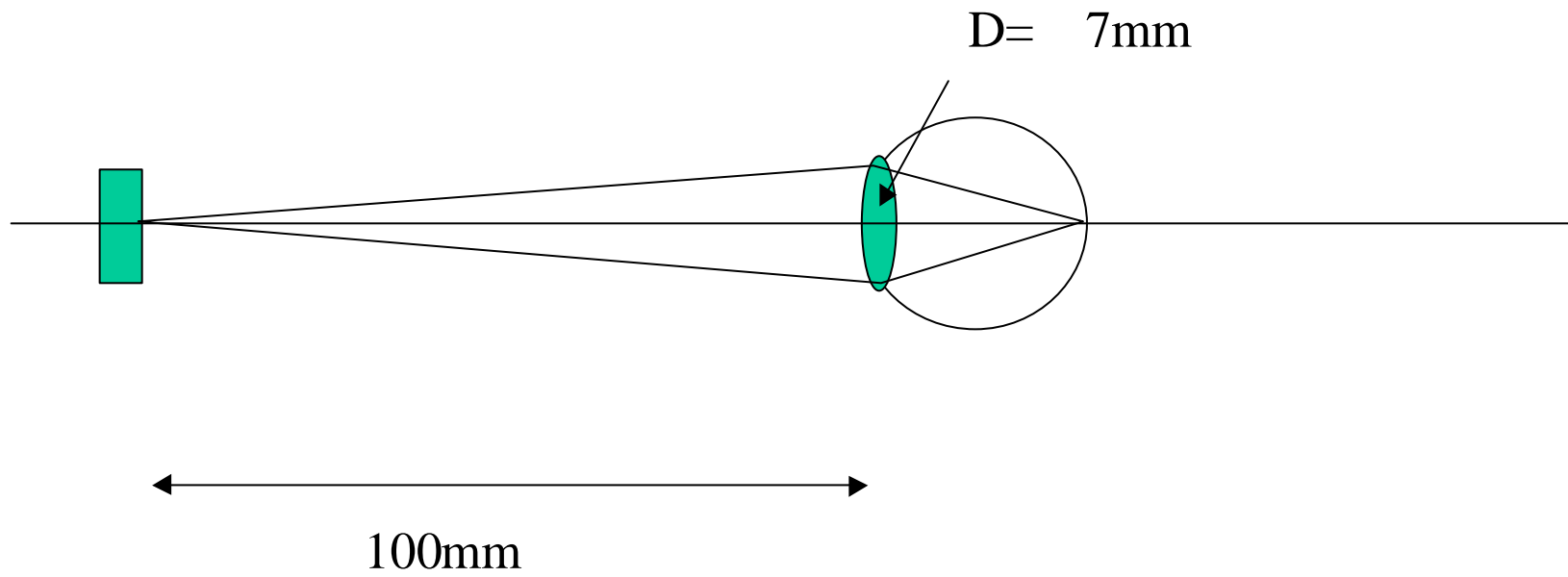
熱損傷との比較

- 光化学損傷のパワー依存性
 - 熱損傷の起こらない、低いパワーでもエネルギーが蓄積され光化学損傷が起こる
 - 例 :日焼け、雪眼
- 光化学損傷の波長依存性
 - 光化学障害 (可視光)
 - 短波長でのMPE値が低い、C3として表現
 - 400nm~450nm以下を 1として、500nm=10倍,600nm=1000
- 従来は熱損傷のみに注目
 - 障害を起こす皮膚、角膜、水晶体、網膜の波長特性に依存

クラス分け

- クラス 1
 - 長時間、光学機器使用でも安全
- クラス 1M
 - 裸眼は安全、光学機器使用で損傷の可能性
- クラス 2
 - 可視光、目の反応で安全
- クラス 2M
 - 可視光、光学機器使用で損傷の可能性
- クラス 3R
 - ある程度の危険性、使用時に注意
- クラス 3B
 - 眼に危険、皮膚に安全

裸眼

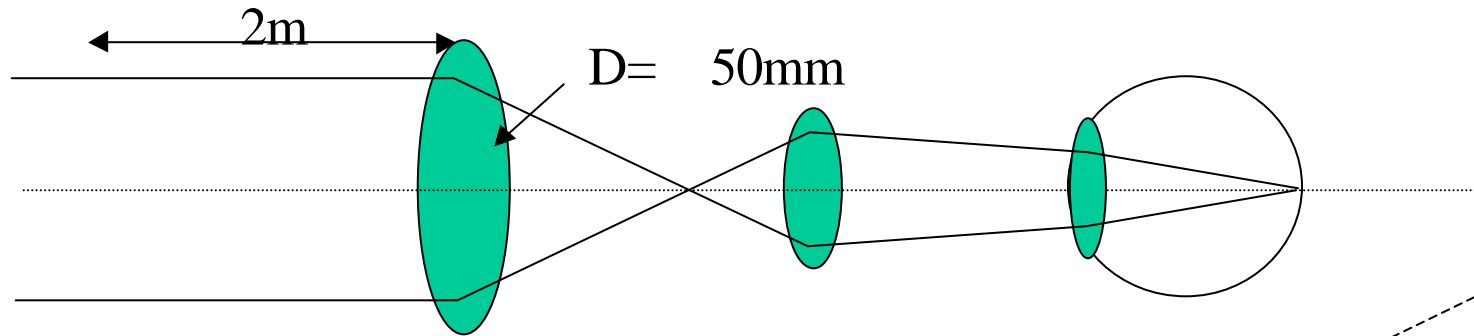


光学機器

1:望遠鏡、双眼鏡

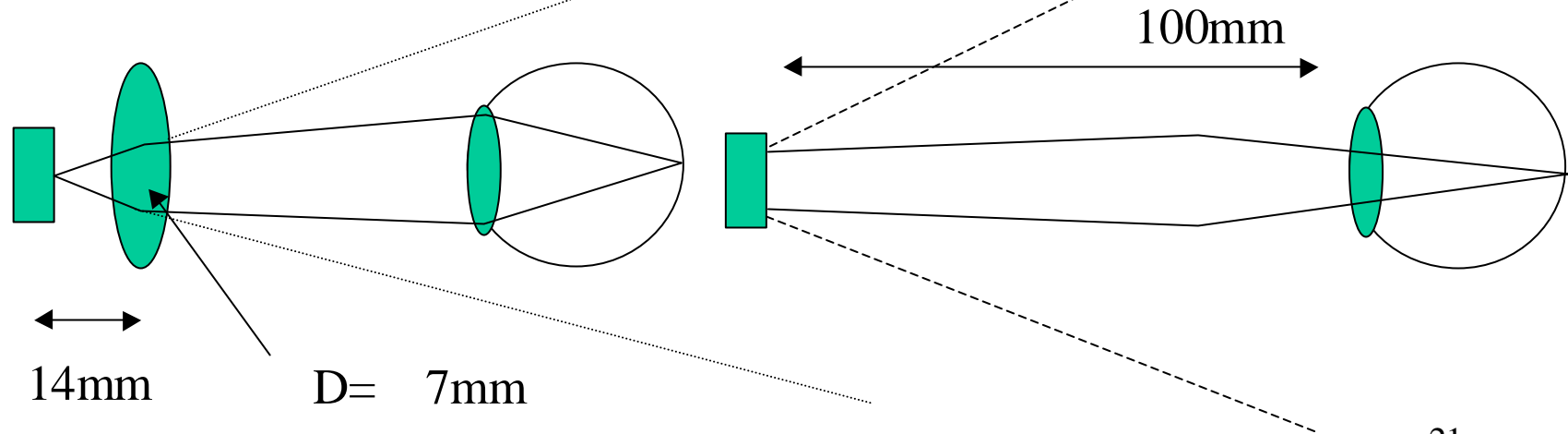
大きな口径

50mm at 2m



2:小さな観測距離

より強い光パワー



クラス 1- 1M,2-2M

- 同じAELを用い
 - クラス 1、 2
 - 裸眼基準の測定値 $<$ AEL
 - 光学機器を用いた測定値 $<$ AEL
 - クラス 1M、 2M
 - 裸眼基準の測定値 $<$ AEL
 - 光学機器を用いた測定値 $>$ AEL

クラス 3R

- MPEの 5倍までを放射
- 危険性は限られている
- 従来 3B として扱われていた
 - 測距器
- Keyなどは義務で無い
- 出力
 - 波長 400nm~700nm 5mw
 - 波長 $302.5 < \lambda < 400\text{nm}$, $\lambda > 700\text{nm}$ $5 * \text{AEL of class 1}$
- R:Relaxed,Reduced...

TC76/WG5 Draft Scope

- Optical Communication
- -By fiber
- -by free space
- Does not include visible displays and other transmission technology solely intended to convey information to the human eye

Part12:Safety of Free Space Optical Communication Systems(FSOCS)

- 目的
 - 一般の人を損傷を与える可能性のある光無線装置からの光放射から守ること
 - 光無線装置の製造者、設置工事者、サービス会社、運用者に対して、守るべき内容を書面で明示すること
 - 光無線装置からの不要な放射を最小限にすることで、光損傷の可能性を下げること

クラス分けと設置場所

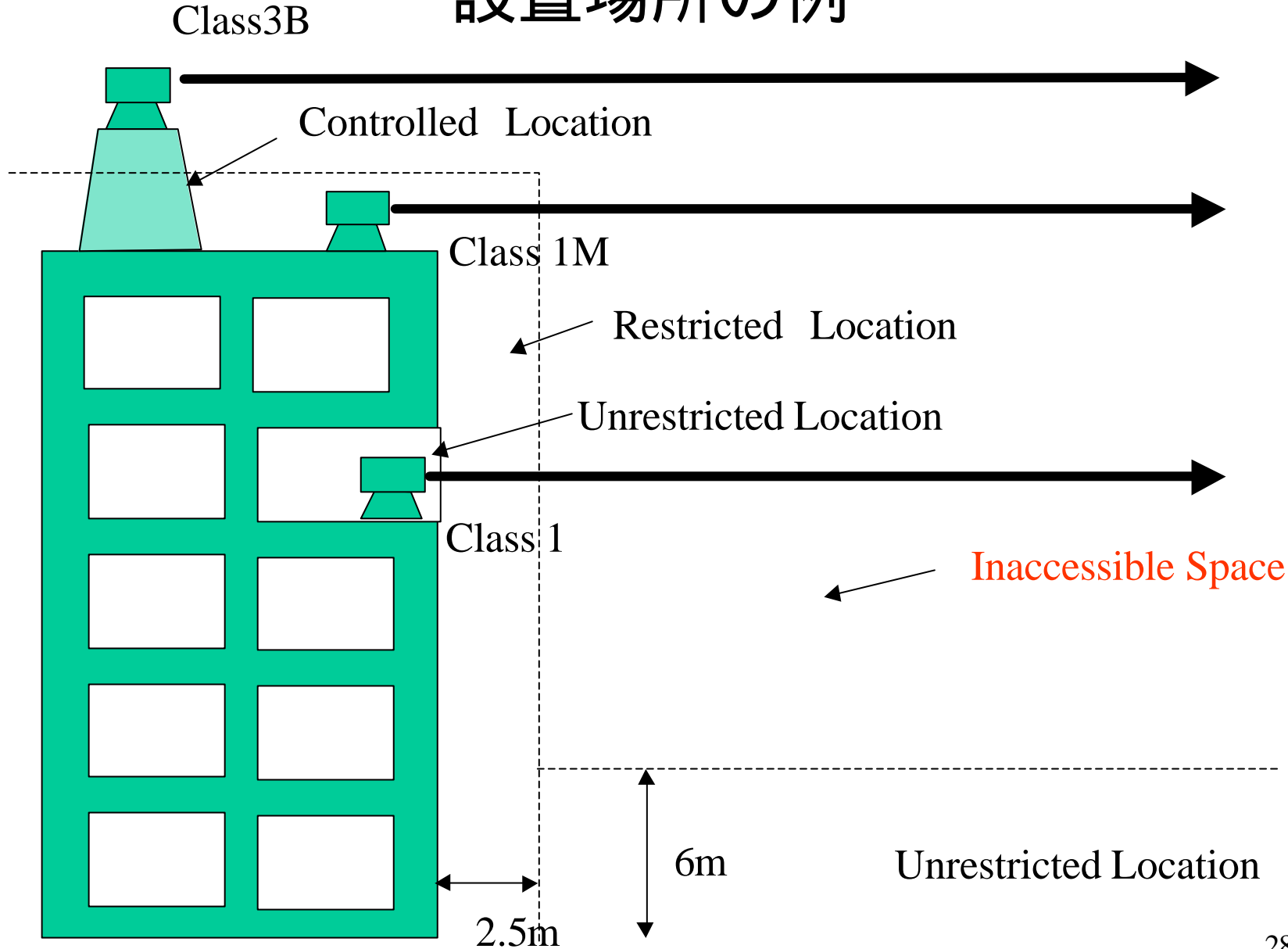
Table 1 – Restrictions for equipment classes and access levels

Location type	Permissible equipment classes and installation conditions	Permissible access level
Unrestricted	Class 1 or 2 – No conditions Class 1M or 2M – See 4.2.1.1 Class 3R – See 4.2.1.2	1 or 2
Restricted	Class 1, 2, 1M or 2M – No conditions Class 3R – See 4.2.2.1	1, 2, 1M or 2M
Controlled	Class 1, 2, 1M, 2M, or 3R – No conditions Class 3B or 4 – See 4.2.3.1	1, 2, 1M, 2M, or 3R 3B or 4 – See 4.2.3.1
Inaccessible space	Not applicable	1, 2, 1M, 2M or 3R

設置場所の種類

- Unrestricted
 - 日常的にビーム遮断が起こるような人の出入りがある事務所など
- Restricted
 - 普通の人には立ち入らない屋上、柱の上など
 - 掃除などの人は立ち入る可能性あり
- Controlled
 - 訓練を受けた管理者、サービスマンのみ立ち入る、屋上、柱の上

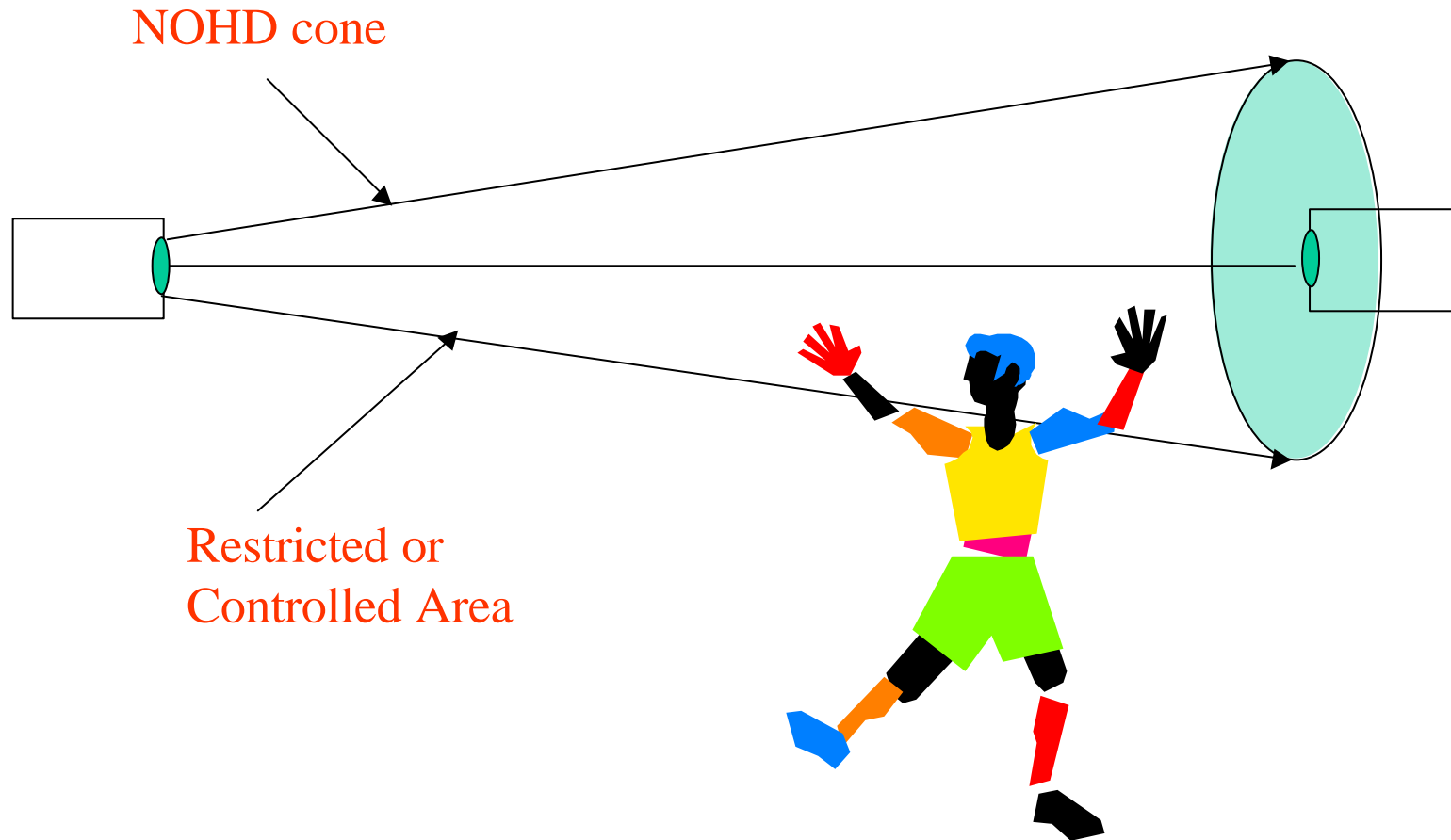
設置場所の例



Automatic Power Reduction

- Accessible Power の自動低下
 - 放射領域内への人の侵入に対して
 - 自動的に
 - あらかじめ定められたパワーレベルへ低下
 - 光無線装置の設置
 - single -fault tolerant
- 問題点
 - 信頼性
 - 復帰の条件

APRとNOHZ



コストと安全性から見た波長選択

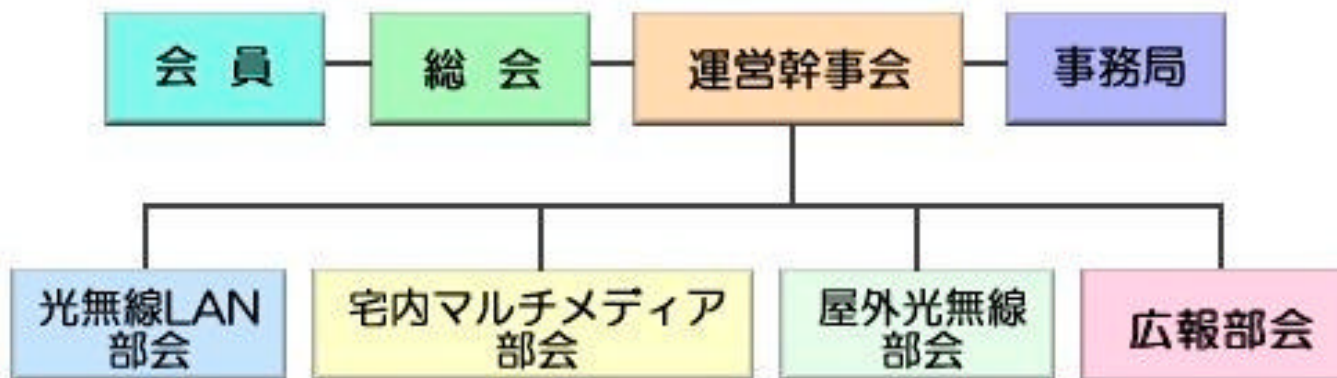
- コスト
 - 0.8 μm 帯のデバイスは光ディスクで大量生産
 - 1.5 μm 帯のデバイスは主に通信用
 - 現状では0.8 μm 帯のコストメリットが大きい
- 安全性
 - 眼の生理現象からは圧倒的に1.5 μm 帯が有利
 - APRの導入でシステムの的に安全を確保する道がある
- 結論
 - 現状では、コスト面で有利な0.8 μm 帯を使用
 - クラス3BのAEL (500mW)以下のクラス1Mの装置



ICS A

(Infrared Communication Systems Association)

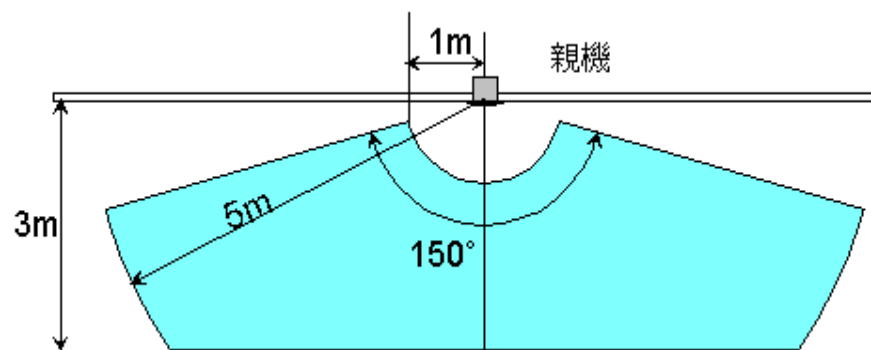
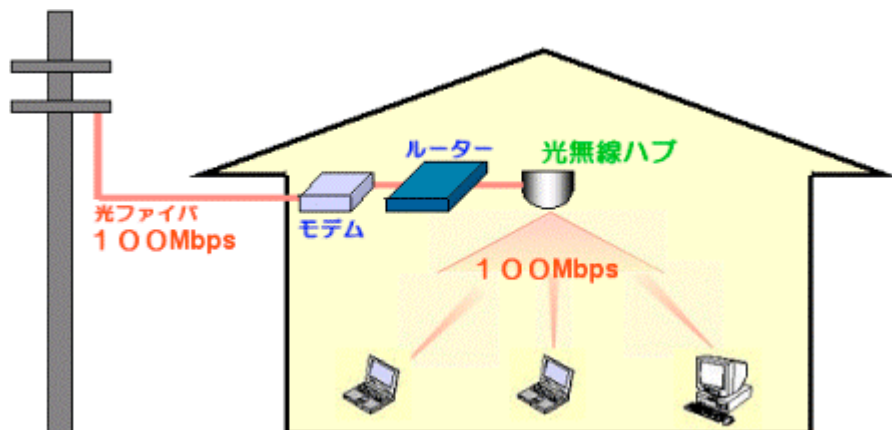
- 光無線通信システムに関する
 - 標準化の推進
 - 普及・振興
- 事務局 ARB





光無線 LAN部会

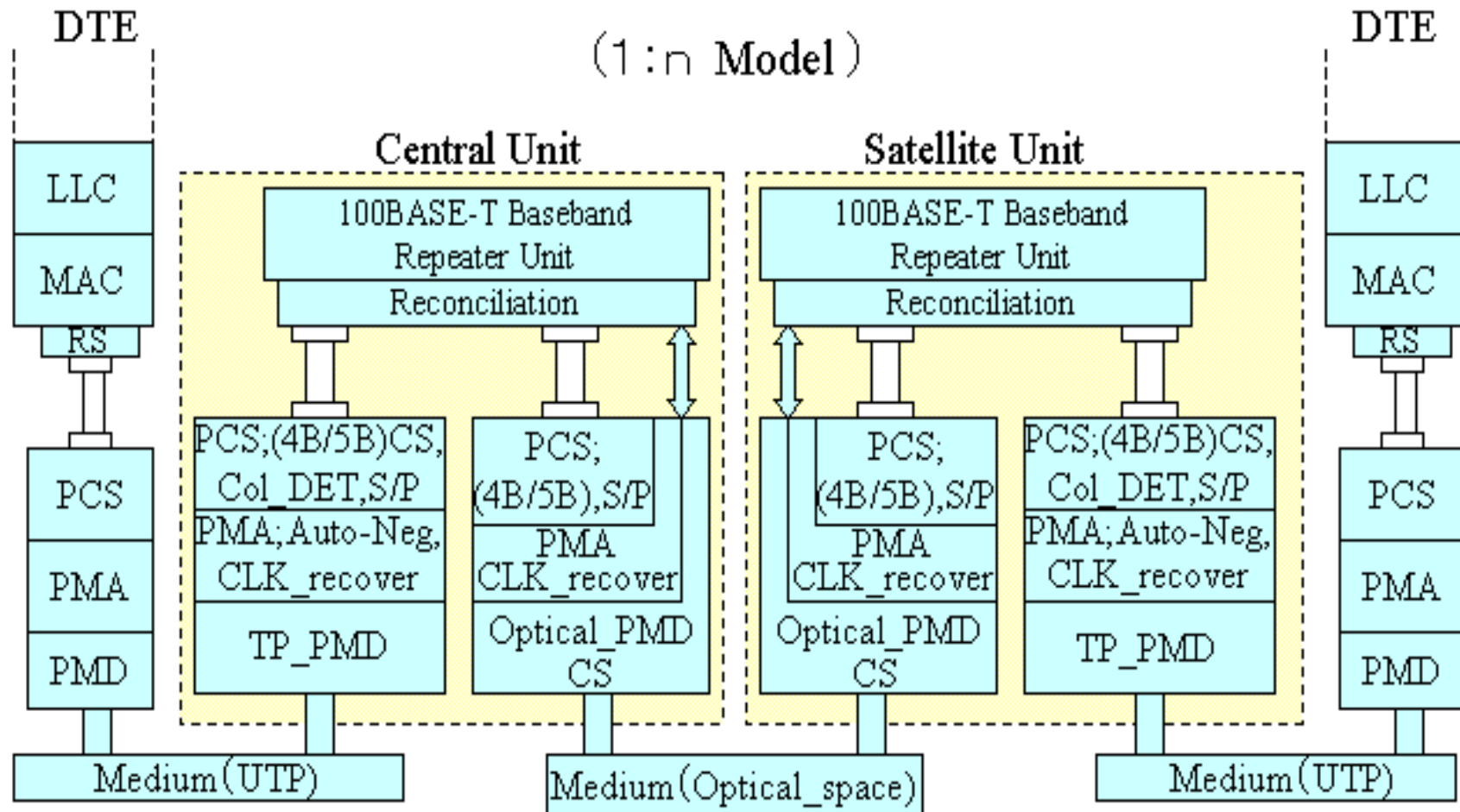
100M bps , 1 :N接続の標準化を目指す





光無線 LAN 1:Nモデル

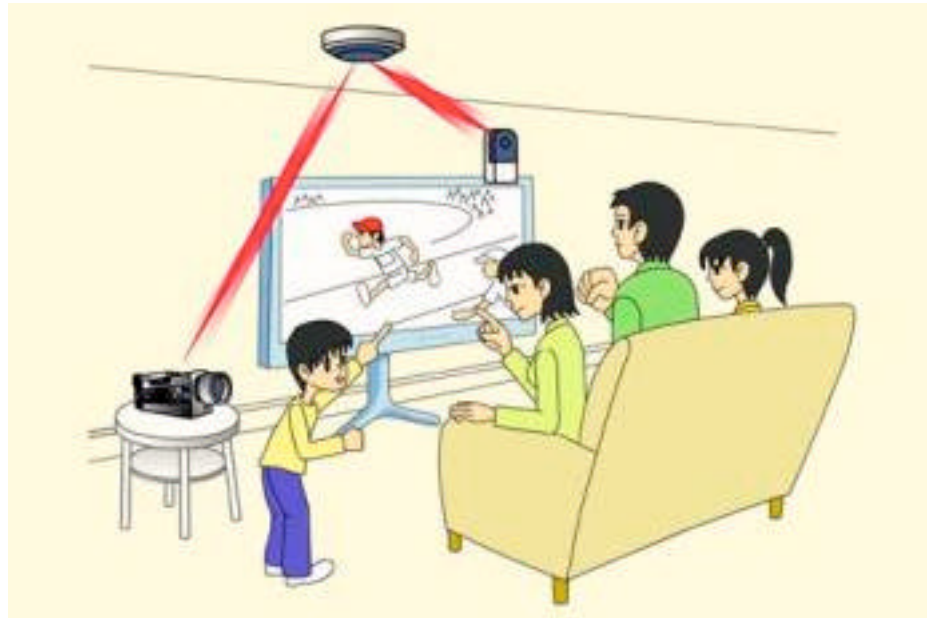
Optical 100Mb/s LAN System OSI Model



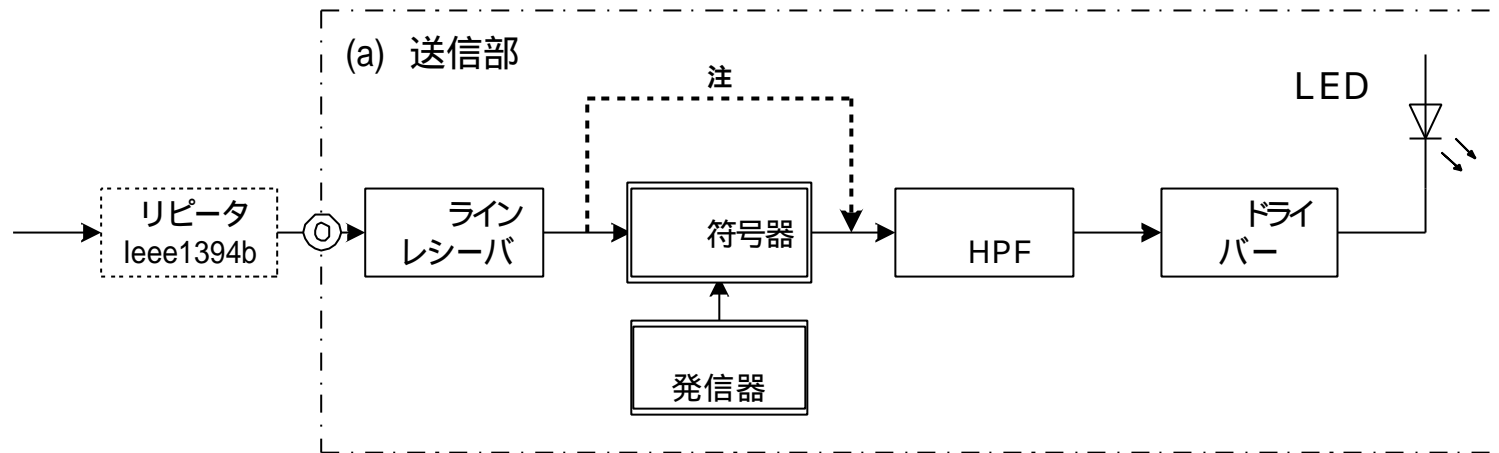


宅内マルチメディア部会

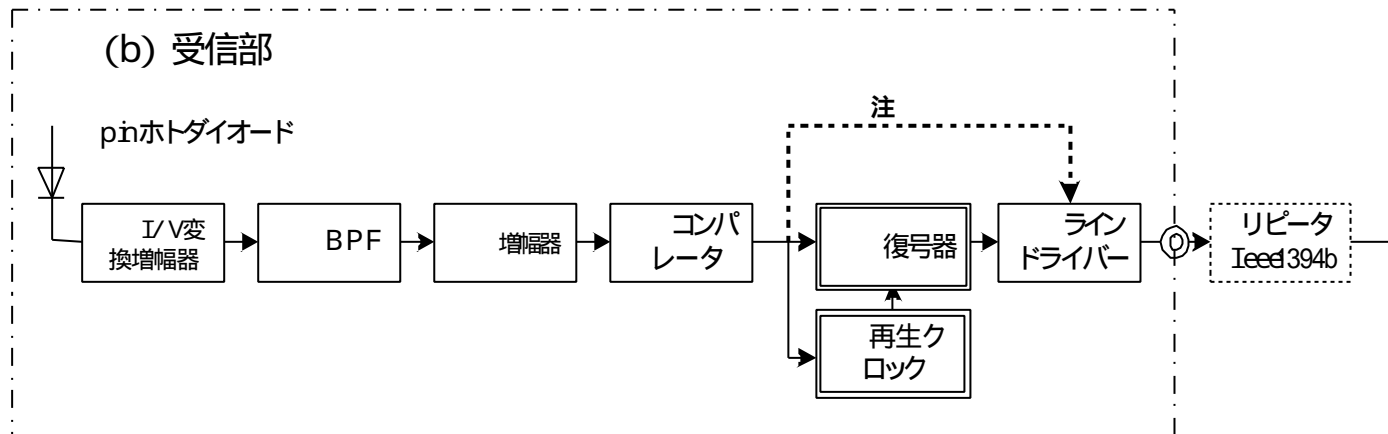
- 100Mbps / 200Mbps 光無線通信システムの標準化
< IEEE1394b規格 >



送信部



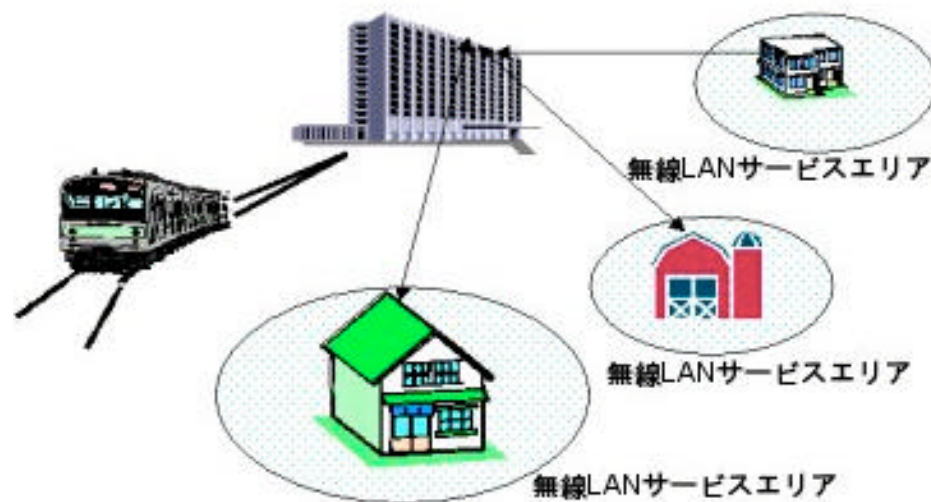
受信部



屋外光無線部会

- 光無線の特徴を活かして
 - 広帯域
 - 設置が容易
- Broad Band のユビキタスネットワーク環境を目指す

<光無線の活用>





屋外光無線装置使用の事例



屋上から鉄道越しに



雑音の多い工場で

くもりガラス越しに



設置の際はガイドラインをご覧ください

http://www.icsa.gr.jp/activity/index_07_03_01.htm

広報部会



Infrared Communication Systems Association

光無線通信システム推進協議会



★TOPICS★

<http://www.icsa.gr.jp/>

役立つページ・楽しいページ

English

TOPICS

光無線
について

協議会
について

リンク集

Q&A

Library

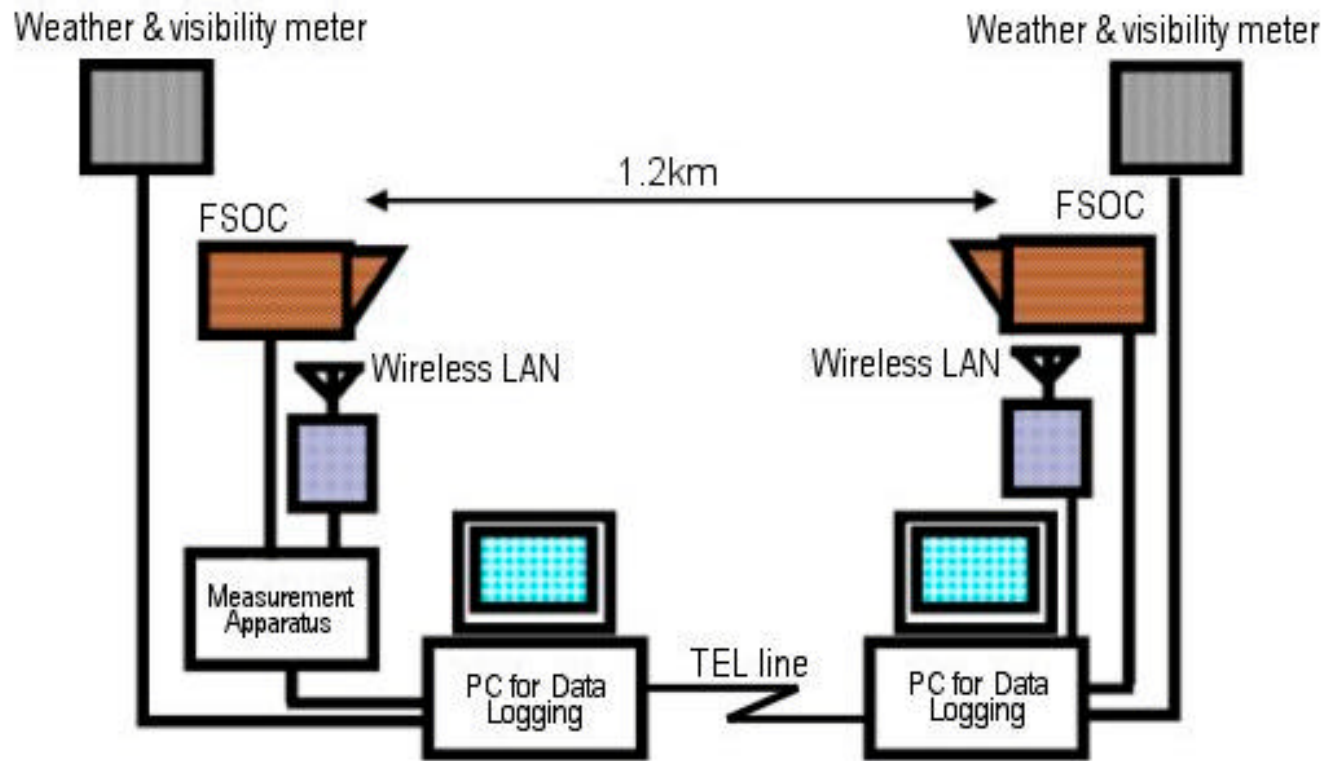
サイトマップ

光無線通信システム推進協議会 (ICSA) は、安全でクリーンなオフィス作りに役立つ「光無線」の利用を推進するために活動している協議会です。「光無線」について一人でも多くの皆様に知っていただきたいと考え、当ホームページの<Q&A>のコーナーでは、光無線について分かりやすく解説しています。



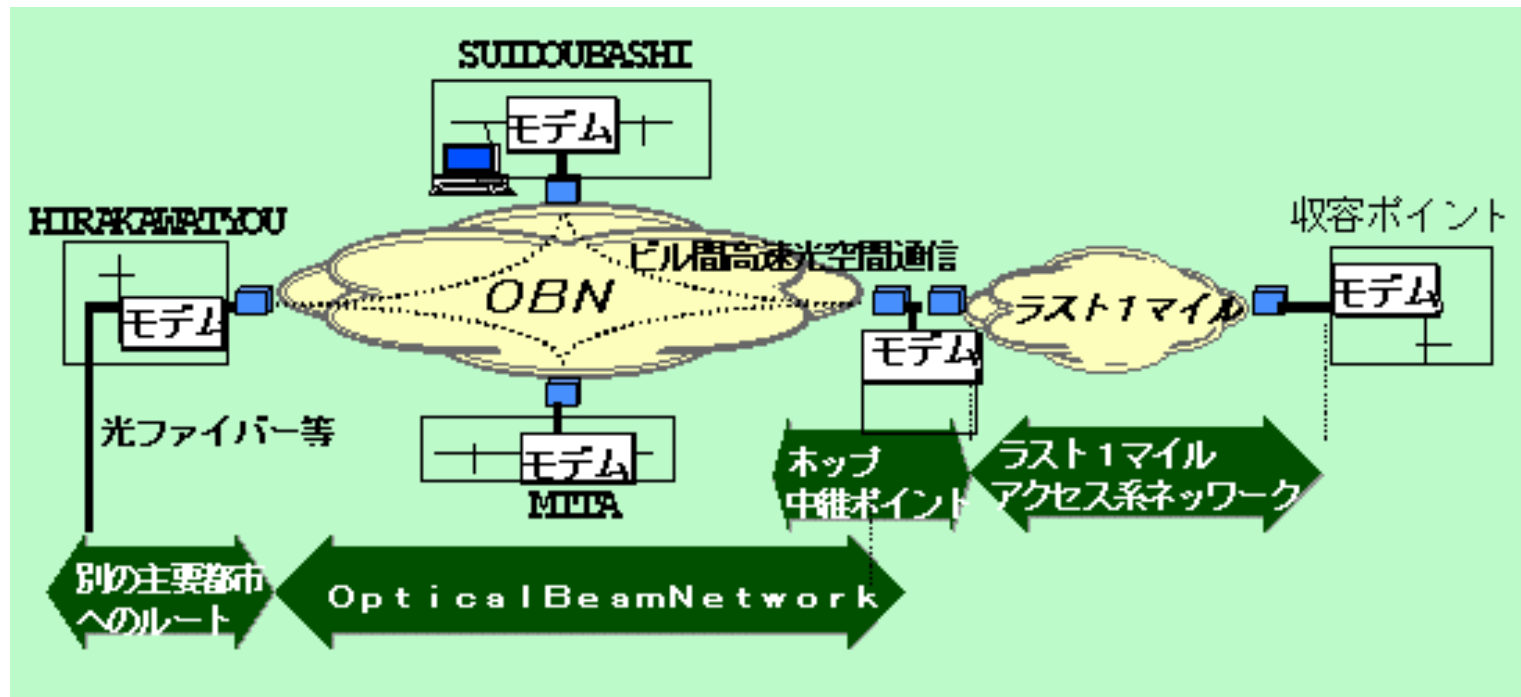
光伝播特性調査プロジェクト

品川 (キャノン販売) - 高輪 (小糸工業)



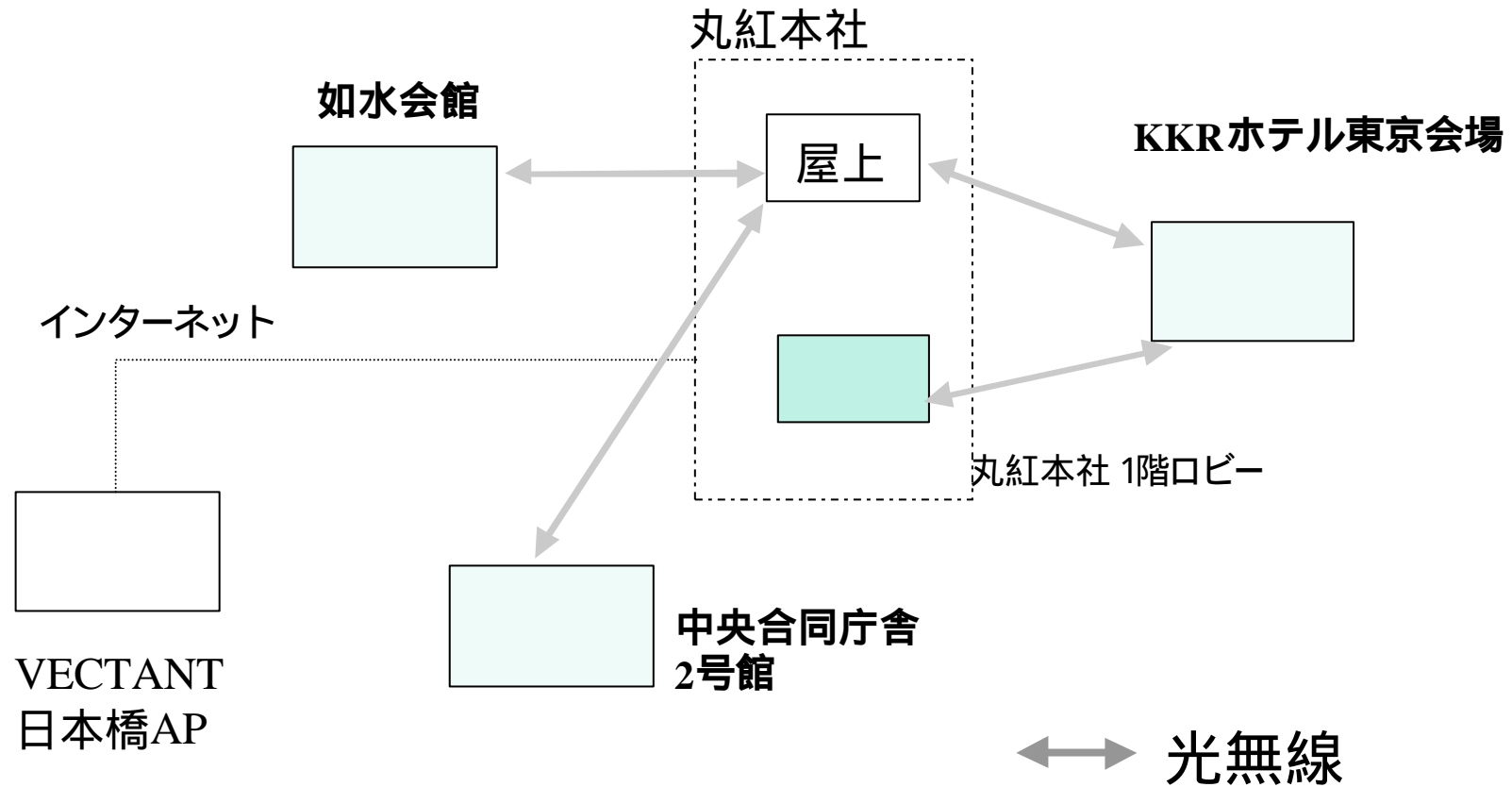
<http://www.obn.ne.jp/consept/01.htm>

- 主要都市のオフィス街のビル間をビル間高速光空間通信で接続
- 主要都市間は光ファイバー網で接続
- 速マルチメディア・ネットワークインフラを廉価に構築すること



OBN Forum 2002 in Tokyo

デモ構成図



OBN Forum 2002 in Tokyo

屋上での光無線の使用



まとめ



ブロードバンド化が進む中で
高速化、設置容易という光無線
の特徴を最大限に引き出し世の中
のお役に立つために標準化を進めて
誰でも、どこでも、いつでも使える
技術を目指します。

連絡先 otobe@dvn.cpg.sony.co.jp