

## (7) 研究開発イメージ図

### 「可視光通信による統合型通信ネットワーク技術の研究開発」の開発成果について

#### 1. 施策の目標

・可視光通信に必要なキーデバイス・通信システムの開発ならびに実証実験を通して可視光通信技術の進展と普及促進を図る。また可視光通信の標準化の検討を行い、可視光通信コンソーシアム、IEEEの802.15委員会などへ標準案の提言を行う。

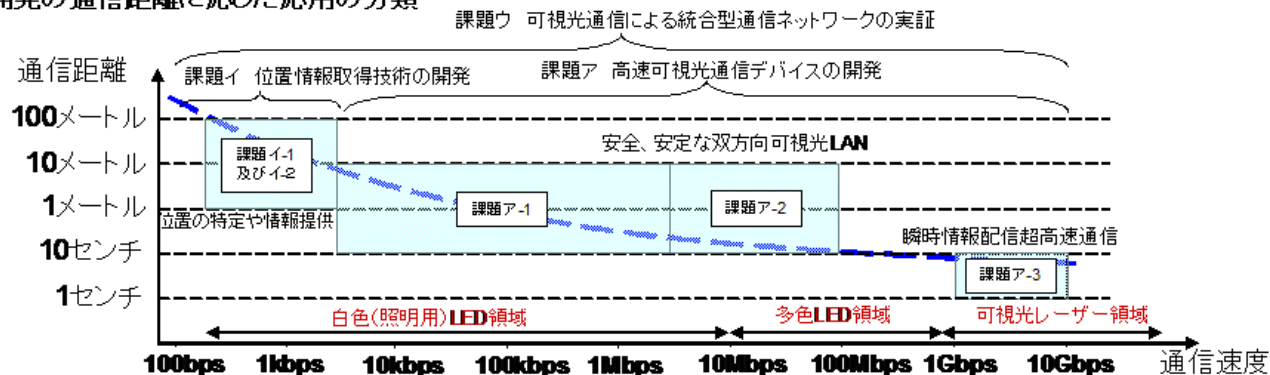
#### 2. 研究開発の背景

・可視光LED等の光を変調させることにより通信も行う可視光通信が近年注目されている。2001年には慶應義塾大学の中川正雄教授を会長とする「可視光空間通信研究会」がスタートし、2003年には、可視光通信コンソーシアムが設立されその標準化の議論が行われた結果、2007年6月にJETA(電子情報技術産業協会)において、可視光通信システム及び可視光IDシステムの標準化が行われた。2007年IEEEの802.15委員会において、「可視光通信」のInterest Group (IG)が結成されることになり、今後、このIGで国際標準化が検討されることとなった。

#### 3. 研究開発の概要と期待される効果

・本研究では、通信距離に応じて以下のような複数の可視光通信技術を開発することを目的とする。通信距離が1メートル～100メートルの範囲では、500bps～数kbpsの可視光LEDを用いた位置情報取得技術、通信距離が10センチメートル～10メートルの範囲では、5Mbps～100MbpsのワイヤレスLAN型の可視光LED通信、通信距離が10センチメートル程度の近接型可視光通信では、5Gbps～10Gbpsの超高速アイセーフ可視光レーザー通信を開発する。さらに、アップリンクを含めた可視光および電力線通信を用いた高速通信ネットワークの開発および実証実験を行う。これらにより、可視光通信の具体的なアプリケーションを提示して普及を図る。また、本成果により太陽光や照明光などの外乱光が存在する状況での干渉低減と、送信源が複数ある場合でも混信を引き起こさず受信することができる受信システムが可能となる。

#### 本研究開発の通信距離に応じた応用の分類



#### 4. 研究開発の期間及び体制

平成19年度～平成21年度(3年間)

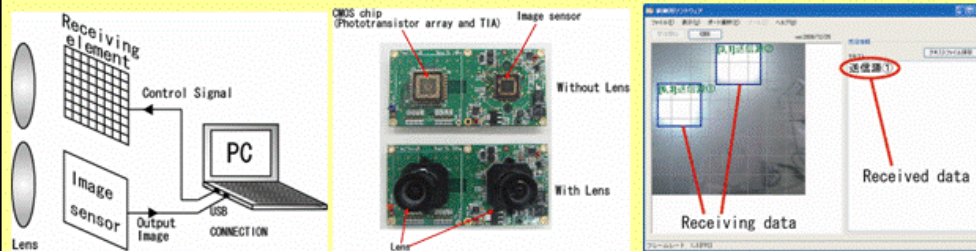
NICT委託研究(慶應義塾大学、日本電気株式会社、株式会社中川研究所)

## ①高速可視光通信デバイスの開発の主な成果

### ①数kbps～5Mbpsのフォトダイオードアレイデバイスの開発

外乱光の干渉低減と、複数送信源の同時受信

アレイ状受光素子を有する専用集積回路を二眼式専用ボードとソフトウェアで駆動してアプリケーションイメージを提示

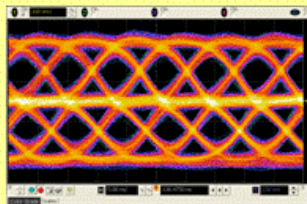


制御用ソフトウェアの開発を行い二眼レンズシステムにより対象物を画像センサで確認して任意のフォトダイオードアレイを選択する受信システムを試作した。データレート4.8kbpsの可視光ID信号を距離3m以上で送信が可能であった。また、標準CMOSプロセスを用いた低電圧駆動のアバランシェフォトダイオードを開発して10Mbpsでの受信を確認した。

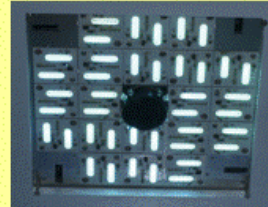
### ②5Mbps～100Mbpsの多値多重可視光LED通信の開発

可視光ワイヤレスLANとして1対n構成の通信を実証

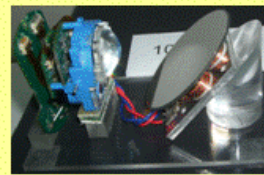
多値技術としてMLT-3方式を適用し、可視光による100Mbps伝送の検証を行った。



受信アイコン



照明アクセスポイント



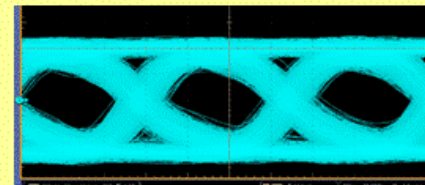
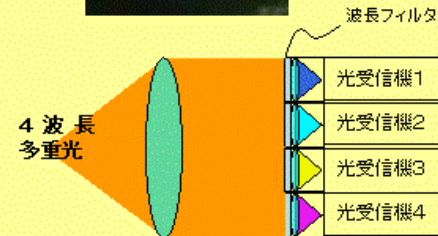
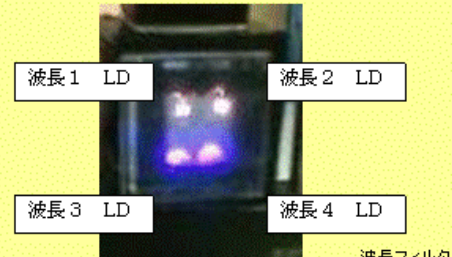
子機

左側: 送受信部、右側: 光軸調整部

多値多重方式としてMLT-3方式について検討し、1対1の双方向伝送システムの試作を行った結果、伝送距離5mという結果を得た。また、照明を兼ねる拡散系のアクセスポイントを中心に1対n構成のワイヤレスLANが構築可能な伝送性能確保の可能性が確認できた。

### ③5Gbps～10GbpsのWDMによる可視光レーザー通信の開発

4波長多重の2.5Gbps×4送信系と4波長多重光から所定の波長のみを選択する受信系により10Gbps伝送系を構成



10Gbps近接可視光通信技術を開発しエラーフリー空間伝送確認した。今後、PLC系と統合網対応とし実証実験を行う予定である。



## ②位置情報取得技術の開発の主な成果

### ①位置情報取得装置の開発

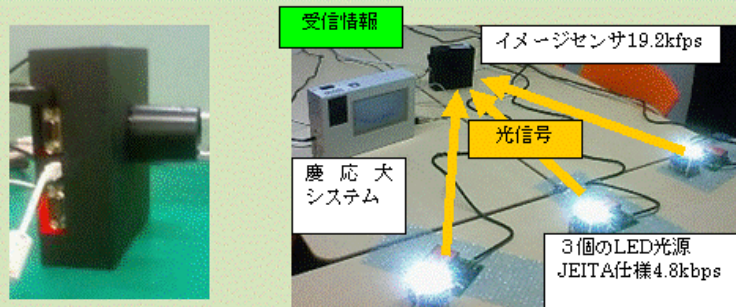
イメージセンサと加速度センサを用いることでカメラ視野に入る特徴点の数が少ない場合でも可視光送信機で正確な位置情報を取得



CMOSカメラと重力加速度センサを組み合わせた位置情報取得装置を実装し、低速フレームレートのイメージセンサでLEDの光の色を検出することでLEDの識別を行い、位置検出するプログラムを試作した。

### ②500bps~数kbpsの位置情報受信用高速イメージセンサの開発

19.2kfpsの位置情報受信用イメージセンサを開発し、サブキャリア変調信号対応の最適受信技術により4.8kbpsの4PPM位置情報を受信



データ	0	0		
4PPM信号	1	0	0	0



慶応大学の位置情報システムとの結合実験を実施した。今後、PLC系と統合網対応とし実証実験を行った。

イメージセンサの高速化をはかり毎秒20,000フレームの読み出し速度に向上させ、9.6kbps(2-4PPM(Inverse 4 Pulse Position Modulation)符号化された4.8bps光信号をイメージセンサ上の検出位置情報つきで受信処理できることを確認した。

### ③可視光通信による統合型通信ネットワークの実証の主な成果

#### 可視光通信による統合型通信ネットワークの実証

可視光通信による統合型通信ネットワークの実証として、上記高速ワイヤレス伝送方式の検討結果を用いた無線LANについて検討試作し、実用的なワイヤレスLANが構築可能であることを実証した。開発した可視光LANは、アップリンク媒体に赤外線を用いて空間全二重を確保すると共に、開発したネットワーク制御方式により1対N接続できる構成とした。また、照明をアクセスポイントとし、照明の届く範囲に複数の子機を設置を可能とするため、アクセスポイントの送受信指向性を広く、子機の送受信指向性は狭く設定した。狭い指向性の子機はアクセスポイントに対向させる必要があるが、本研究ではミラーアクチュエータ及び方向制御方式の開発により自動的に対向させることを可能とした。照明を兼ねたアクセスポイントを用いる方式は、PLCを用いることにより新たなネットワーク線接続の手間無しに設置が可能であるため、屋内ワイヤレスLANとして広範な活用が見込まれる。また、子機は自動的にリンクする機能を持つのでロボット等の移動体に取り付けることも可能である。このような特性を有する可視光LANは、本研究の別課題である課題A1)のフォトダイオードアレイデバイス、課題イ1)位置情報取得方式2)位置情報受信用高速イメージセンサといった正確な位置情報を取得し活用する要素技術と組み合わせることによって、より利便性のある統合ネットワークシステムの構築が可能である。

#### 1. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	特許出願	収録論文	研究発表	展示・報道発表	標準化提案
可視光通信による統合型通信ネットワーク技術の研究開発	3	10	20	6	2

#### 2. 研究成果発表会等の開催について

##### (1) 可視光通信コンソーシアムおよびIEEEの802.15委員会で報告・提言

研究開発で得られた可視光通信用のキーデバイス・通信システムに関して、国内・国際標準化を推進している可視光通信コンソーシアムやIEEEの802.15委員会で報告した。標準化は、理論的・技術的な成果にもとづく妥当性の他、技術の互換性、マーケティング的な側面、様々な企業・協会の利害の問題も絡むため、学会活動とは異なるデリケートな議論も含んでいる。

##### (2) 慶應テクノモールに出展 (主催: 慶應義塾大学)

KEIO TECHNO-MALLは、2000年の12月から毎年、東京国際フォーラムにおいて開催されており、大学における研究成果を展示して産学連携を促進するものである。2008年度は1,200名、2009年度は1,300名を超える来場者があり、ブースでの可視光通信による統合型通信ネットワークの成果を展示・説明の他、併設シンポジウムで発表を行った。

展示資料

