

# 可視光IDシステム

## Visible Light ID System

上野 秀樹      佐藤 義之      片岡 淳

■ UENO Hideki      ■ SATO Yoshiyuki      ■ KATAOKA Atsushi

最近注目されている可視光通信は、目に見える光である“可視光”を使って通信を行う新しい通信技術である。

今回、可視光通信の中で標準化検討が進んでいる“可視光ID (IDentification)”規格に準拠した、“スポットライト通信装置”を開発した。可視光通信は、受信エリアを限定することができるため、位置情報の提供や、経路誘導、展示案内など、歩行者ITS (Intelligent Transport Systems : 高度道路交通システム)に適したアプリケーションを構築しやすい特長がある。

Visible light communication (VLC), a new communication technology, utilizes visible light as its name suggests.

Toshiba has developed communicative spotlight equipment that conforms with the standard for visible light tags, which have been highly evaluated but are still under study. As the receivable area of VLC can be focused, it can be used in intelligent transport systems (ITS) to inform pedestrians of their location and provide them with navigation data as well as various types of display information.

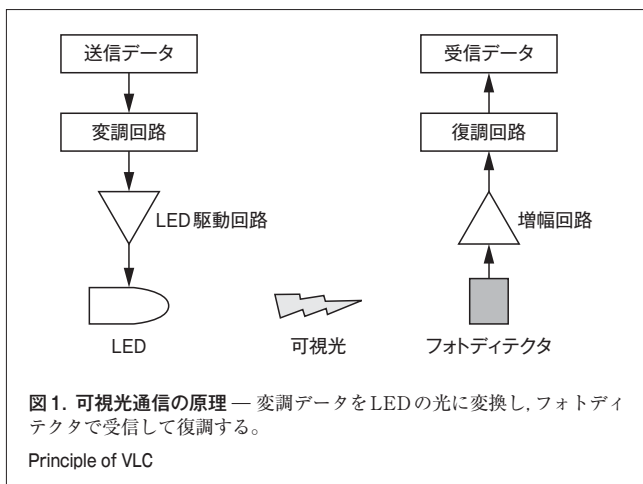
### 1 まえがき

可視光通信とは、目に見える光である“可視光”を使って通信を行う新しい通信技術で、LED (発光ダイオード)の高速応答性を利用して、データ通信を行う。

可視光通信の基本的な原理を図1に示す。送信側で送りたい情報に応じて電気信号を変調し、それをLEDなどによって光に変換して送信する。受信側では、その光を受光素子(フォトディテクタ)などで受けて電気信号に変換し、復調することによって、元の情報として認識する<sup>(1)</sup>。

主な特長は、次のとおりである。

- (1) 目に見える光であるため、情報の発信源を認識しやすい。



- (2) 機械の誤動作や人体への影響などが起きにくいいため、電波の使えないところでも利用できる。

また、受信エリアを限定することができるため、位置情報の提供や、経路誘導、展示案内など、歩行者ITSに適したアプリケーションを構築しやすいことなどが挙げられる。

このような特長を持つ可視光通信を用いたスポットライト通信装置を開発したので、可視光通信に関する規格と併せて述べる。

### 2 可視光通信に関する規格

#### 2.1 可視光通信コンソーシアム

可視光通信コンソーシアム (VLCC) は、可視光通信技術の標準化や応用アプリケーションの検討と普及を目的とし、産学連携のコンソーシアムとして2003年10月に発足した。また、発足時から参加企業が主体となり、複数のワーキンググループ (WG) 活動が行われてきた。

2007年1月現在、可視光通信の認知度は向上し、東芝を含む会員会社23社が活動中である。

WG活動の成果として、可視光IDが挙げられる。発足当初は、携帯端末・光タグWGで検討を行っていたが、タグとしてのシステム検討が進むにつれ、標準化することを目的に可視光IDの標準化WGを発足した。

#### 2.2 可視光通信の規格<sup>(2), (3)</sup>

可視光通信は、照明器具や看板などのインフラ設備を利用した通信技術であり、可視光通信を普及させるためには、多くの端末で利用できるように標準化された規格の整備が

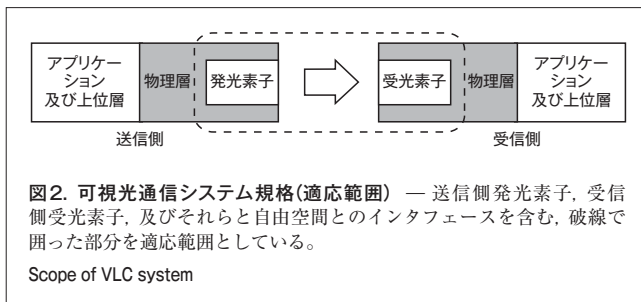
必須となる。

現在は、次の2規格を制定している。まず、可視光通信の基本規格となる可視光通信システム規格 VLCC-STD (Standard)-001と、これに基づき低速度の通信方式である可視光IDに特化した可視光IDシステム規格 VLCC-STD-003である。それぞれの規格について、概要を以下に述べる。

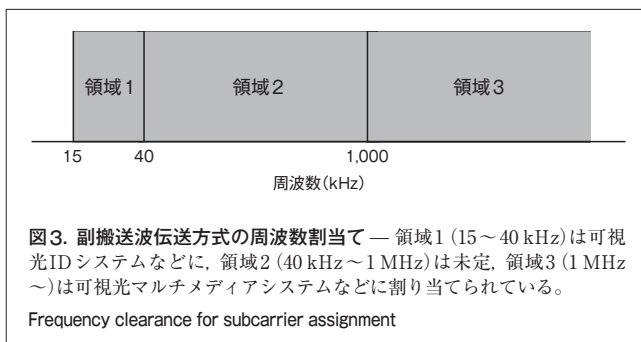
### 2.2.1 可視光通信システム規格(VLCC-STD-001)

この規格が適用される範囲、波長、及び周波数の割当てについて述べる。

- (1) 適応範囲 この規格は、可視光線を媒体とした通信システムについて規定するもので、システムを物理層とアプリケーション及び上位層との二つに分けた場合、物理層の一部分に適応範囲を規定している。具体的には、**図2**の破線で示すように、送信側発光素子、受信側発光素子、及びこれら発光素子間の自由空間とのインタフェースを適応範囲としている。



- (2) 波長 この規格では、可視光領域すべてを通信用波長として採用している。可視光領域は、光の3原色が基本であり、その波長は、青色側の380 nmから赤色側の780 nmの領域である。
- (3) 副搬送波伝送方式の周波数割当て この規格では、元信号(この場合は送信データ)を変調するための副搬送波を利用した伝送方式を採用している。副搬送波を用いたシステムは可視光通信システム規格以外にも、代表的伝送システムとして“赤外線通信”がある。このため、空間伝送システムどうしの干渉を防止することを目的として、**図3**に示すように、可視光通信システム

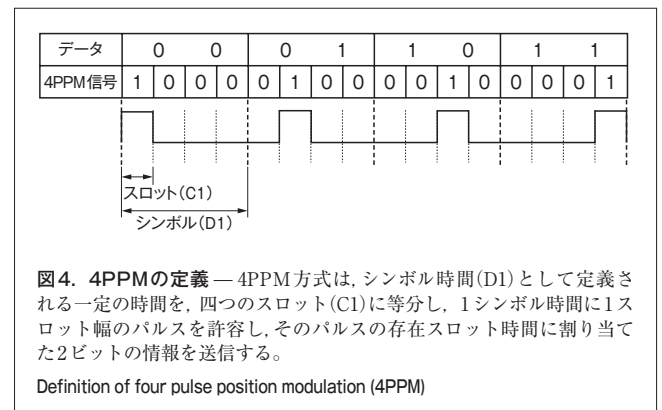


ムの副搬送波周波数を制定した。

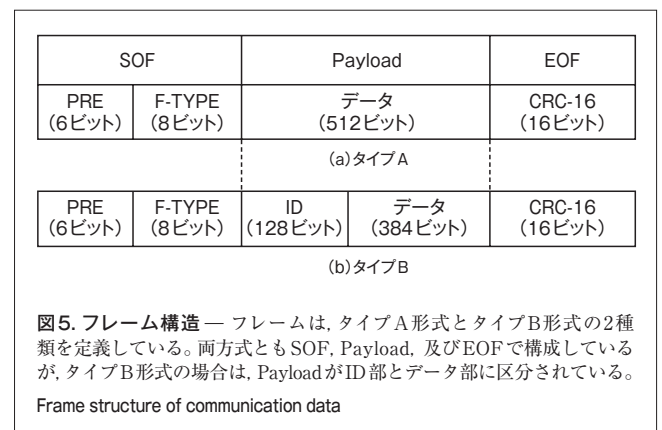
### 2.2.2 可視光IDシステム規格(VLCC-STD-003)

この規格が規定する機能、伝送方式、及びフレーム構造について述べる。

- (1) 機能 可視光通信における送信側と受信側との間で情報を通信する方法は、次の二つに分類される。
- (a) ID送信機能
- (b) データ送信機能
- (2) 伝送方式 副搬送波周波数は、**図3**で示される可視光IDシステムに割り当てられた領域1に含まれる28.8 KHz、データ速度は4.8 kビット/sと規定している。データは副搬送波を使用し、変調する符号化方式としては4値パルス位置変調(4PPM)を使用する。4PPMの定義を**図4**に示す。



- (3) フレーム構造 フレームは、タイプA形式とタイプB形式の二つの構造で定義している(**図5**)。各形式のフレームは、共通にフレームの先頭を示すスタート部(SOF)、情報部(Payload)、及び終端部(EOF)から構成される。更に、SOFはプリアンブル(PRE)とフレームタイプ(F-TYPE)、PayloadはタイプB形式の場合は識別記号(ID)部とデータ部に区分される。EOFはサイクリックリダンダンシーチェック(CRC-16)である。



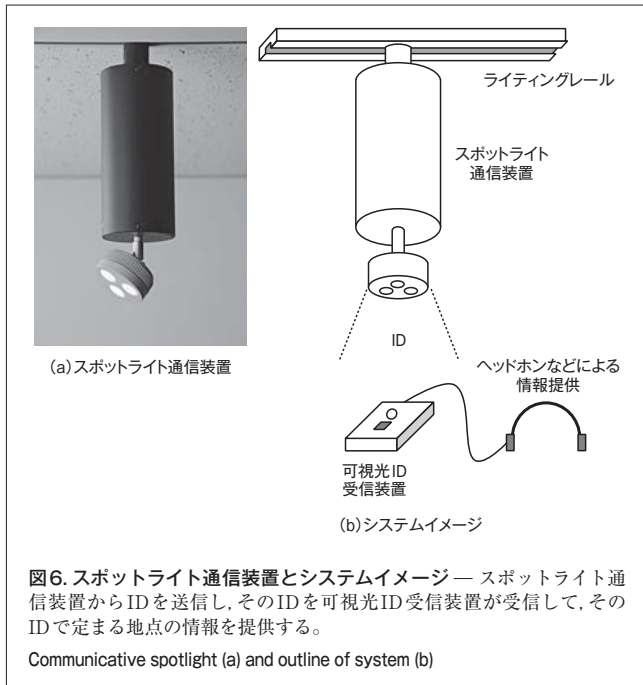
この規格は可視光IDの低速度の規格であり、今後、高速度の規格を検討することとしている。

### 3 スポットライト通信装置

#### 3.1 装置の概要

スポットライト通信装置は、VLCC-STD-003に準拠した通信装置で、LEDタイプのスポットライトを用いて通信する装置である。スポットライト通信装置の外観とシステムイメージを図6に示す。

スポットライト通信装置ごとに異なるIDを持たせてそのIDを送信させ、可視光ID受信装置がそのIDを受信することにより地点が認識され、その地点に関する、又はその地点に存在する物に対する情報の提供などが可能になる。

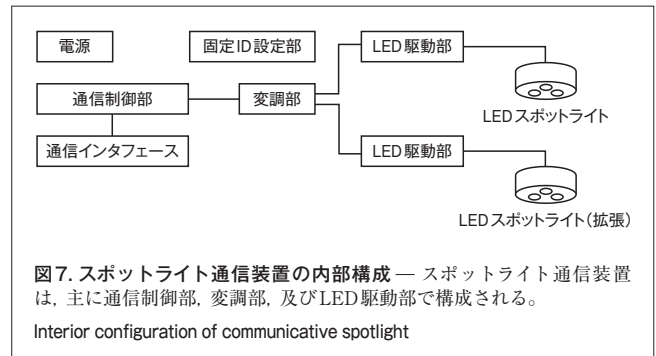


#### 3.2 仕様と特長

スポットライトは、ハイパワー白色LED3個を使用した高照度タイプを採用した。スポットライト通信装置の主な仕様を表1に示す。

項目	仕様
光源色	白色
中心光度	900 cd
ビーム開き角度	25°
電源	AC100 V (ライティングレールより供給)
消費電力	25 W以下 (拡張スポットライトなし)

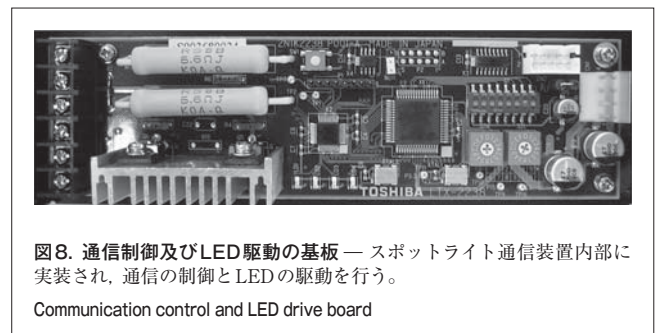
一般的に、LED照明を安定駆動するためには電流制御が必要である。そこで、電流制御用のFET (電界効果トランジスタ)を用いたLED駆動回路を採用することによって、LEDを定電流制御しながらデータ通信のための変調を行う。更に、LED照明及びLED駆動回路で重要となる放熱対策のために、装置のきょう体とその内部構成について検討し、図7に示すような構成とした。その結果、スポットライトとしての機能を妨げることなくデータ通信することが可能になった。



また、このスポットライト通信装置内にはLED駆動部を2式用意し、LEDスポットライト1式を拡張して外部に接続することを可能にした。更に、この装置から送信するデータは、固定IDとして装置内部で設定できるようにするとともに、通信インタフェースと通信制御部を設けて外部からデータを設定できるようにした。

これらの機能を備えた、通信制御及びLED駆動を行うための基板を図8に示す。

このスポットライト通信装置は、屋内照明用として一般的に広く使われているライティングレールに、簡単に取り付けたり取り外すことができる。



#### 3.3 評価

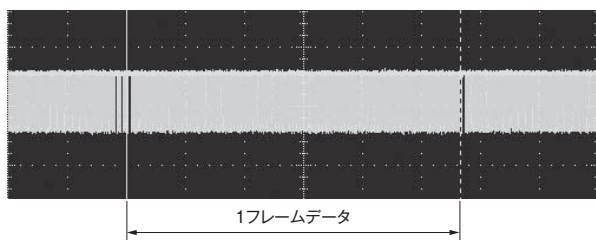
スポットライト通信装置の評価として、表2に示すような環境試験、安全性試験、機能試験、性能試験などの各種試験を行った。

機能試験における波形試験結果として、通信データの波形例を図9に示す。照度試験では、送信データ変調後のス

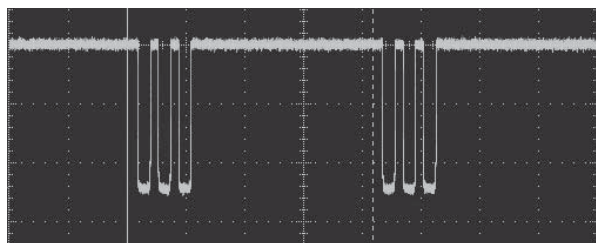
表2. 評価試験項目

Evaluation test items

評価項目	試験内容
環境	温度試験, 電源変動試験, ノイズ試験など
安全性	絶縁試験, 耐圧試験, 妨害波試験など
機能	連続動作試験, 照度試験, 波形試験など
性能	受信性能試験など
その他	温度上昇試験, ヒートラン試験など



(a) フレーム送信データ波形



(b) 送信データ変調波形

図9. 通信データの波形例 — 駆動波形がVLCC-STD-003に従って出力されていることが確認できる。

Examples of communication data waveforms

スポットライト照度は、変調前とほぼ同等の照度が得られていることが確認できた。また、性能試験では、通信距離は最大で3.5 m程度まで到達することが確認できた。

これらの評価結果から、開発したスポットライト通信装置が可視光ID通信装置として実用に耐えうることを確認できた。

#### 4 あとがき

今回、可視光ID規格に準拠したスポットライト通信装置を開発した。この装置は、ライティングレールが用意されている場所では任意に取り付けることができ、通常のスポットライト照明のもとで、IDを送信することができる。

そのため、この装置を取り付けた場所が情報の発信源として機能し、図10に示すように、位置情報の提供や経路誘導、展示案内など、歩行者ITSに適したアプリケーションを構築することができる。



図10. 利用イメージ— スポットライト通信装置を取り付けた位置が情報の発信源となる。

Image of application

今後は、このシステムを広く展開していくとともに、可視光IDシステム以外の開発も進め、可視光通信システムを普及させていきたい。

#### 文献

- (1) 鈴木勝宜. 可視光通信システムのITSへの応用. 東芝レビュー. 61. 8. 2006, p.20 - 23.
- (2) 可視光通信コンソーシアム. 可視光通信システム規格 VLCC-STD-001. 2005, 12p.
- (3) 可視光通信コンソーシアム. 可視光IDシステム規格 VLCC-STD-003. 2007, 23p.



上野 秀樹 UENO Hideki

社会システム社 社会システム事業部 官公システム技術部 課長代理。システムエンジニアとして道路交通システムの開発に従事。交通工学研究会会員。  
Infrastructure Systems Div.



佐藤 義之 SATO Yoshiyuki

社会システム社 府中事業所 社会インフラシステムソリューション部主務。社会インフラシステム向けマイクロエレクトロニクス製品の開発・設計業務に従事。  
Fuchu Complex



片岡 淳 KATAOKA Atsushi

東芝ソリューション(株) エンデベットソリューション事業部 要素技術開発担当主査。システムエンジニアとして近距離無線システムの研究、開発に従事。  
Bluetooth SIG, 可視光コンソーシアム会員。  
Toshiba Solutions Corp.