

可視光通信の精度向上を目指して

宮城県仙台第三高等学校

04 班

ユビキタス社会実現のために近年、セキュリティに強く、既存の設備を利用して安価に設置することのできる可視光通信が注目されている¹⁾。しかし、可視光通信には周辺光による影響を受けやすいというデメリットがある²⁾。実験により通信が妨害される原因は周辺光と通信光が混ざり、受信波形が乱れるということにあるということが判明した。そのため、光学フィルタを用いて通信光から周辺光を取り除くことで通信に与える影響を減らすことができるのではないか、という仮説のもとに実験した。結果、光学フィルタによって周辺光の影響を減らすことに成功し、正確な通信を行うことができた。

1 背景

近年、無線通信におけるセキュリティの問題を解決する取り組みや、いつでもどこでも人間がコンピュータネットワークに接続できる社会、ユビキタス社会を目指す取り組みが行われている¹⁾。その動きの中で、可視光通信と呼ばれる通信方法が注目され始めた。可視光通信とは光の明滅を利用した通信方法である。光を用いて通信するため、情報源がはっきりしていて、通信可能エリアが特定しやすい。電波ではないため電子機器類に誤動作を起こすことがなく、地下や病院、水中などの電波の使えない場所でも使用できる(図 1)。また、LED を用いた照明設備や信号機、灯台などの既存のインフラを利用して通信を行うことができる(図 2)などといったメリットがあげられる³⁾。それらを応用した交通情報、位置情報、広告ディスプレイを利用した情報の取得を可能とするなど様々な応用例が期待されている。しかし、この通信方法は可視光を用いた通信であるため、周囲にある照明や、太陽光などの影響を大きく受けやすく、屋外や明るい場所では正確に通信できないといったデメリットがある²⁾。そこで私たちは、この外部干渉を低減させ、可視光通信の精度を向上させることを目的に実験を始めた。



図 1：水中の可視光通信の利用例

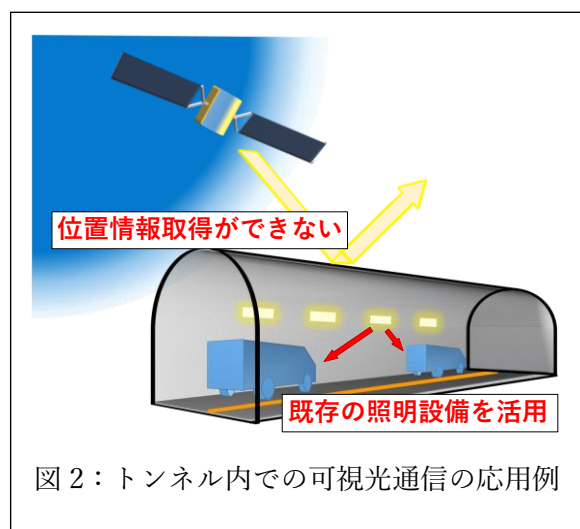
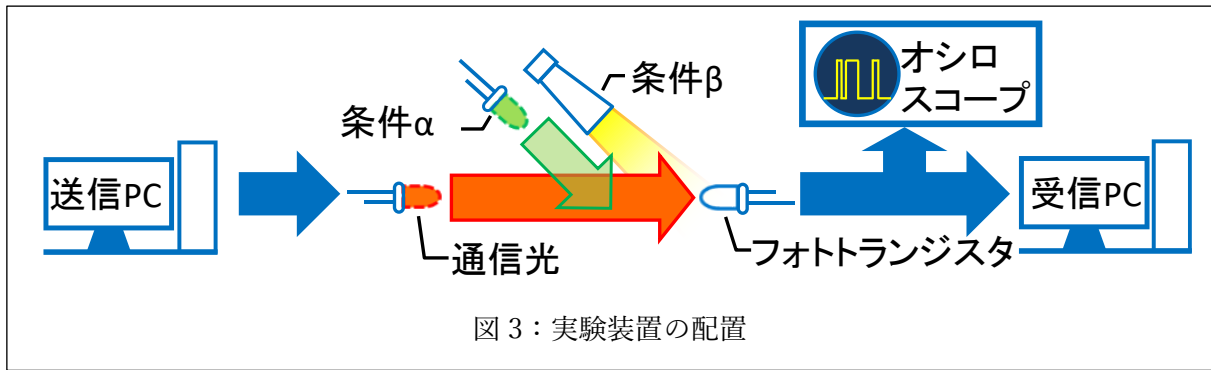
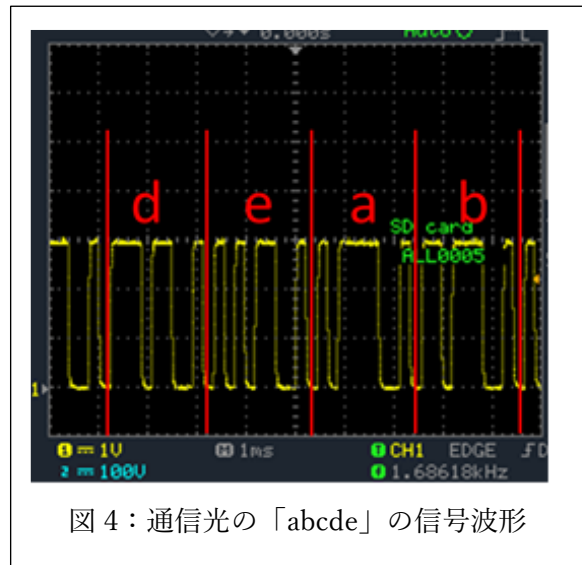


図 2：トンネル内での可視光通信の応用例



2 実験 1 材料と方法

まず周辺光が通信機にどのように影響するのかを知る必要があると考え、周辺光の通信に与える影響を計測した。参考文献を元にして回路を作成²⁾し、図 3 のように配置した。計測アプリケーションとして「Tera Team」を用い、RS-232C 規格のシリアル通信を行った。文字コードは Unicode の UTF-8、通信速度は 4800 bps とした。送信 PC から「abcde」の 5 文字をループさせた文字列の信号を送信し、送信回路にて信号を光の明滅に変換、受信回路にて光の明滅を元の文字列の信号に変換し、受信 PC で読み取らせた。この時の光を「通信光」と呼ぶことにする。通信光には橙色 LED (波長:590 nm) を使用した。受光部であるフォトランジスタには VISHAY 社製 BPW85A Silicon NPN Phototransistor を使用した。また、通信光は受信部に対して真正面に照射した。初めに、通信光のすべての文字列が正しく送受信できることを受信用の PC にて確認した。次に周辺光を、通信に干渉させるために受光部に通信光と共に同時に照射した。この時周辺光として、緑色の LED (波長:502 nm) を使い「12345」をループさせた文字列の信号 (条件 α)、白色光である懐中電灯 (条件 β) を用意した。また、二つの周辺光は同時に送らず、「通信光+条件 α」「通信光+条件 β」の 2 パターンを実験した。これらの 2 つの条件時の受信波形を、オシロスコープを用いて観測し、周辺光の影響を受けずに通信している時と比較した。



3 実験 1 の結果と考察

通信光のみで通信を行った場合の受信波形は図 4 の通りである。ただし、図 4 中の赤線、赤文字は信号の判別を容易にするため、付け加えたものである。図 5 中の条件 α において受信 PC は文字化けを起こし、正しい通信は不可能であった。通信信号における「abcde」の文字を示す波形が条件 α 時は大きくゆがみ、判別できない。異なる 2 つの信号の光をフォトランジスタが混ざった状態で受光したことで、受信波形が乱れ、受信 PC が正しい信号を読み取れなかったのだと考察される。図 6 中の条件 β においては受信 PC 上に文字が表示されなかった。強い光

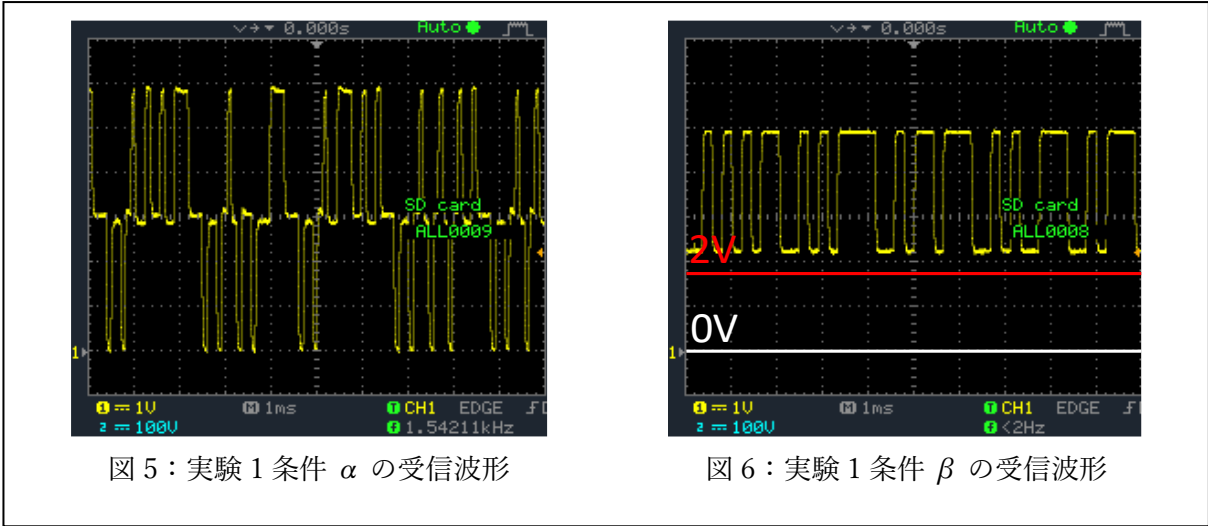


図 5：実験 1 条件 α の受信波形

図 6：実験 1 条件 β の受信波形

と通信光を同時にフォトトランジスタが受光したことにより、受信電圧が通信光の通信波形に比べ非常に大きくなっていることがわかる。そのため、受信波形が受信基準電圧を上回ってしまったため、受信 PC が文字の信号を認識できなかったと考察される。なお、実験 1 における受信基準電圧は 2 V であり、図 6 中の赤線 2 V と白線 0 V は受信基準電圧を容易に判別するために付け加えたものである。以上の結果から、周辺光による通信妨害の原因は通信光以外の光を通信光と同時に受信することで、これらの異なる光の受信波形が混ざってしまうことであると考察した。これより周辺光のある条件下で正確に可視光通信を行うためには通信光と周辺光を混ぜずに受信させなければならないと考察される。

がある光学フィルタに着目した。以下の表 1 のように高波長域の波長を取り除く光学フィルタ、低波長域の波長を取り除く光学フィルタの 2 つを重ね合わせて使用することで、特定の波長域の波長を取り除くことができる。波長を選別することにより周辺光の受信を防ぎ、通信への影響を最小限に抑えることができるのではないかと仮説を立てた(図 7)。

4 実験 2 の仮説

光が混ざることにより通信が行えなくなることの対策案として、特定の波長のみを通す性質

5 実験 2 の材料と方法

実験 1 と同様に通信光、条件 α 、条件 β を用意し、通信を行った。この際周辺光を取り除くために受信装置のフォトトランジスタに透過波長域が 570 nm 以上の朝日分光株式会社製の光学フィルタ⁴⁾であるロングパスフィルタと 610 nm 以下の同社製の光学フィルタ⁴⁾であるショートパスフィルタを重ねて取り付け、通信光の 590 nm を

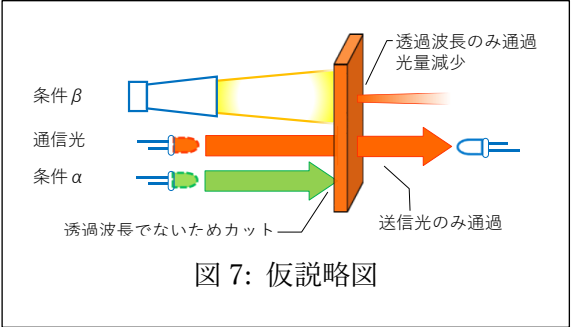


図 7: 仮説略図

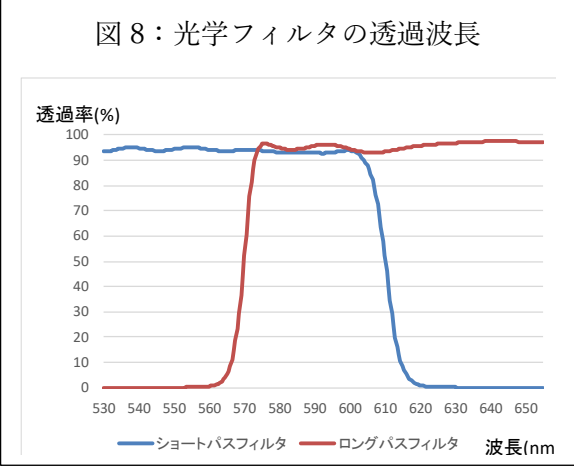


図 8：光学フィルタの透過波長

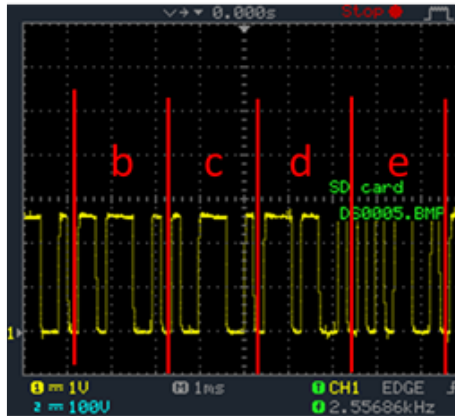


図 9：実験 2 条件 α の受信波形

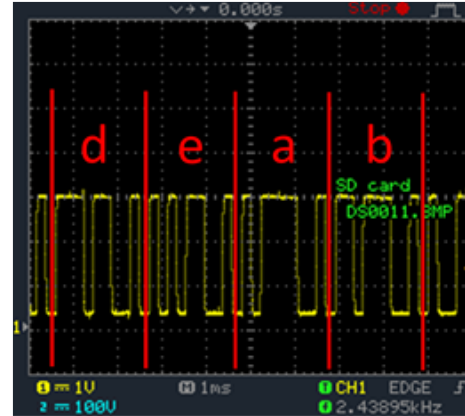


図 10：実験 2 条件 β の受信波形

含む、波長が 570 nm～610 nm の光のみ通るようにした。実験装置は以下の図 3 の通りで、使用した光学フィルタの透過波長域は図 8 の通りである⁴⁾。

6 実験 2 の結果と考察

条件 α , β 両方において周辺光の影響を減らして通信を行うことに成功した。図 9 中の条件 α の受信波形は通信信号の波形と比べて正確に文字の信号を受信していることがわかる。これは光学フィルタによって透過波長域外である緑色 LED の光が取り除かれたためだと考えられる。図 10 中の条件 β では光量の増加に伴い受信波形は受信基準電圧を超えるほど電圧増加せず、正確に受信することができた。これは様々な波長からなる周辺光の波長が制限されたため、光量が大幅に減少したためだと考えられる。仮説の通り、受信時に光学フィルタによって通信光以外の波長を取り除くことで、周辺光による文字化けや受信不可などの可視光通信に与える影響を減少させ、通信を正確に行うことができた。

7 まとめ

実験 1 において、通信ができなかった原因は送信した光と周辺光が混ざってしまったことだと考察した。正確な通信を行うために、光学フィルタを用いてこの原因を解消する実験を行った。周辺光の余分な波長をできるだけ取り除く

ために、光学フィルタを使用した。光学フィルタを用いた実験 2 では、透過波長域外の光が取り除かれたことによって、正確な通信を行うことができた。2つの実験により、周辺光となる波長を取り除くことによって通信精度を上げることができる、ということ把握した。

8 展望

今回の実験で用いた光学フィルタでは、一度透過波長域を決めてしまったら、波長域の変更がきかないのでほかのさまざまな波長による通信に対応できなく、自由度が低いというデメリットがある。であるため、カラーセンサやイメージセンサなどを用いた波長識別による自由度が高い通信を可能とすることを今後の展望とすることを目指していきたい。

9 参考文献

- 1) 「ユビキタス可視光通信技術」
計測と制御 第 46 巻 第 2 号 2007 年 2 月号
p104-110
- 2) 「可視光を利用したトランスミッタの試作」
技能と技術 2010 年 1 号 p30-32
- 3) 「可視光通信の動向と ITS への応用」
東芝レビュー Vol. 64 No. 4 2009 p27-30
- 4) 「朝日分光株式会社」
<https://www.asahi-spectra.co.jp/index.htm>