

# サブキャリア変調 LED による信号指向性制御

1180070 小林 健輔 (光制御・ネットワーク研究室)

(指導教員 岩下 克 教授)

## 1. 研究背景・目的

近年、スマートフォンやモバイル端末の普及により無線通信が日常で広く使われるようになってきている。これらの課題は通信の大容量化であるが、同じ周波数帯を使用する他の電子機器との混信により通信速度の向上が困難となっている。そこでより周波数の高い光を利用した無線通信への期待が高まっている[1]。光は電波と同じ電磁波であるので電波で使われている多重化技術を光にも応用可能である。光源には一般に LED が使用される。これは高速変調が可能であり照明用光源として広く使われているからである。

本研究では同一の照射空間で空間的に分離し複数の機器が同時に通信できるようにすることを目的とする。電波におけるアレーアンテナ技術を用いて位相を制御した複数 LED による信号光指向性制御を行い、空間多重化を実現する。本提案についてシミュレーションと実験を行ったのでその結果を報告する。

## 2. 原理

原理を図1に示す。複数の LED より変調された光信号を照射面に向けて送る。それぞれの光信号は無線信号と同じように搬送波に位相変調された信号を用いる。光源として LD でなく LED を用いることで光の干渉は発生せず変調の搬送波のみが重畳された信号となる。従って、図1に示すように光強度に関係なく信号の強い場所、弱い場所ができる。この場所の制御は送信 LED の変調搬送波の位相を制御することで可能である。図1の送信器 A のグループが A 点で強め合い B 点で打ち消し合う。逆に B のグループが B 点で強め合い A 点で弱め合うように位相を制御することで空間的に分離が可能となる。

## 3. シミュレーションと実験構成

図2にシミュレーションと実験に用いた構成を示す。照射面から高さ  $h$  に間隔  $d$  で配置した LED に搬送波変調された信号を与える。信号には分岐から各 LED に与えられる間に伝送路の長さを調整することで位相差をつける。LED から出射される光はガウスビームとし、位相を考慮してシミュレーションを行った。本構成で送信側素子と受信側素子の周波数特性から周波数を 100MHz としてシミュレーションを行った結果、LED の数は 4、間隔は 1m で実験を行うことが最適と分かった。実験では発振器から 100MHz の信号を出力し、アバランシェフォトダイオード(APD)を使用した受信器を用いて信号のレベルを評価した。この際 LED の出射光が弱く、そのままでは APD で信号を受信できないのでレンズで光強度の比をシミュレーションと同じになるように調整した。

## 4. 実験結果

図3に実験で得られた測定結果を示す。実験では信号光の強め合い、打ち消し合いが起こる4点を測定した。表1にシミュレーションと測定値のピークを基準とした差を示す。実験ではピーク部とサブピーク部はシミュレーションとほぼ一致したが、打ち消し合いが起こるはずの部分ではキャンセルが不十分であった。

## 5. まとめ

シミュレーションと実験によりピーク部分とサブピーク部分では信号の強め合いを起こすことができたが、信号の打ち消し合いについては不十分であった。今後は LED の光量と周波数特性の改善により照射面全体での信号光強度の制御を行う。

## 参考文献

[1] Haas, Harald, et al. "What is LiFi?." *J. Lightw. Technol.*, vol. 34, no. 6, pp.1533-1544, 2016.

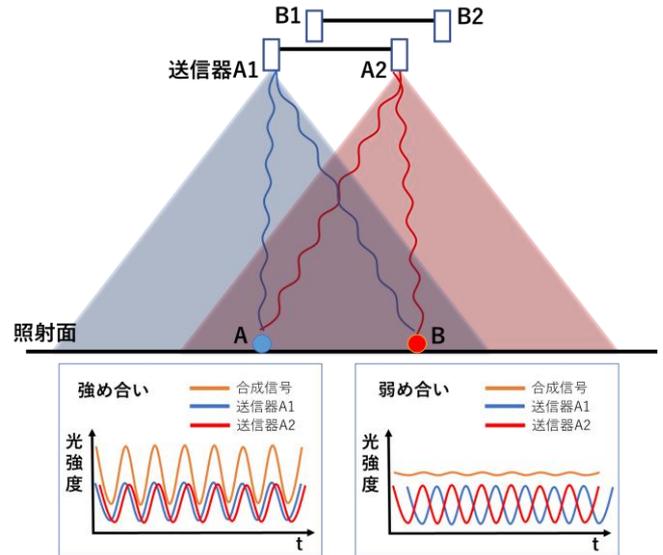


図1 原理

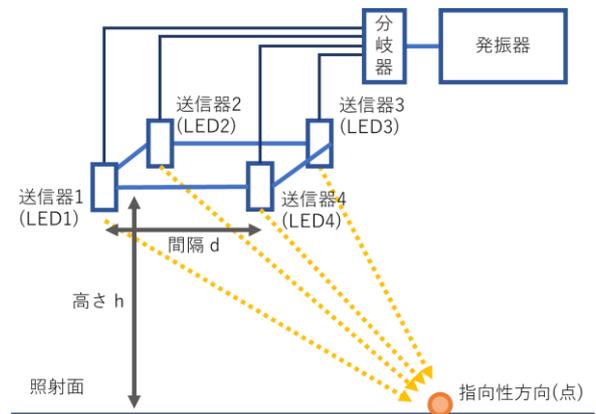


図2 実験構成

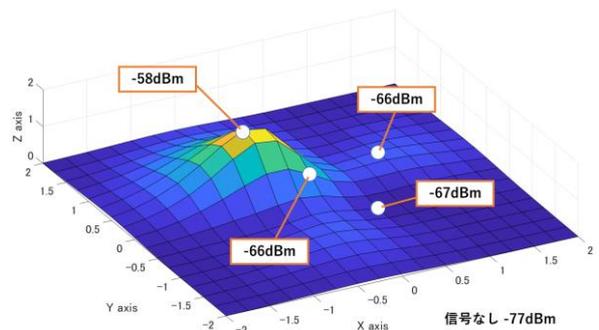


図3 実験結果

表1 ピークを基準とした差

	(0,0) 中心	(-0.5,0.5) ピーク	(1, 0.5) サブピーク	(0.5, -0.5) 打ち消し合い
シミュレーション	-3.7 dB	0 dB	-8.1 dB	-18.1 dB
測定値	-8 dB	0 dB	-8 dB	-9 dB