

# Color Clustered 可視光 MIMO システムにおける空間性能評価

## Space performance of color clustered MIMO system

阿部 広太郎  
Kotaro Abe

安 昌俊  
Chang-Jun Ahn

大森 達也  
Tatsuya Omori

橋本 研也  
Ken-ya Hashimoto

千葉大学 工学部 電気電子工学科

Department of Electrical and Electronic Engineering, Faculty of Engineering, Chiba university

### 1 まえがき

近年, LED の普及に伴い LED の高速なスイッチングを利用した可視光通信が注目されている。これは適応性, 高速通信の需要を満たす通信方式だが通信路容量が小さいという問題がある。この問題を改善する方式として Color Clustered MIMO (multiple-input multiple-output) 方式が提案されている [1]。しかし, Color Clustered MIMO 方式で使用されているカラーフィルタは所望信号のみを取り出す理想的なものを想定しているため, 本論文はカラーフィルタの不完全性を考慮した Color Clustered MIMO 方式の空間性能を評価する。

### 2 室内における可視光の角度減衰

可視光は距離の二乗に反比例して減衰する。また, 同じ距離でも最も強度が強くなる直下が存在しその地点からの角度によっても減衰する。直下地点での受信強度を  $I(0)$  とすると, 直下地点からの角度  $\phi$  の地点での受信強度  $I(\phi)$  は以下の式ようになる。

$$I(\phi) = I(0) \cos^{m_l}(\phi) \quad (1)$$

ここで,  $m_l$  は直下地点から受信強度が  $1/2$  となる角度を  $\phi_{1/2}$  として

$$m_l = -\ln 2 / \ln(\cos(\phi_{1/2})) \quad (2)$$

で表される係数である。本論文では  $\phi_{1/2} = \pi/6$  とした  $m_l$  を用いた。本論文では受信強度に関して距離減衰と角度減衰のみを考慮しシミュレーションを行う。

### 3 シミュレーション結果

性能評価を行う部屋は  $5\text{m} \times 5\text{m}$ , 天井の高さは  $3\text{m}$  を想定する。また, 送信機は天井の 4 点  $(1.25\text{m}, 1.25\text{m})$ ,  $(3.75\text{m}, 1.25\text{m})$ ,  $(1.25\text{m}, 3.75\text{m})$ ,  $(3.75\text{m}, 3.75\text{m})$  に設置し床の受信機と通信を行う。カラーフィルタの不完全性は  $\alpha/\beta = \xi$  により評価を行う。ここで  $\alpha$  は所望信号の電力,  $\beta$  は不完全性から受信する干渉信号の電力である。

図 1 に部屋全域で受信強度を測定した結果を示し, 図 2 に  $\xi = 10(\text{dB})$ ,  $\text{SNR} = 20(\text{dB})$  として空間性能を評価した結果を示す。図 2 より送信機直下を結んだ正方形内部で最良かつ均一な BER が得られる。これは図 1 より正方形内部で受信強度が最も強くなるためである。その外部では距離減衰と角度減衰により受信強度が下がるため BER が劣化する。よって, 本システムは送信機直下を結んだ正方形内部で利用することが望ましいといえる。

図 3 では BER 特性を示す。  $\xi = 0$ ,  $\xi = 5\text{dB}$  の BER 特性は SNR の上昇により改善しない。これはフィルタ

の性能が低いことにより所望信号以外の干渉信号が雑音として残るためである。一方  $\xi = 10\text{dB}$  以上のフィルタではフィルタの性能により BER 特性が改善される。

以上の結果から color clustered MIMO システムでは  $\xi = 10\text{dB}$  以上のフィルタ性能が要求される。

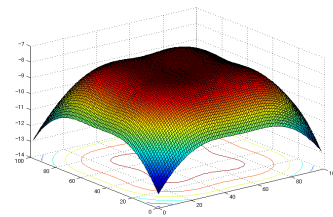


図 1 受信強度

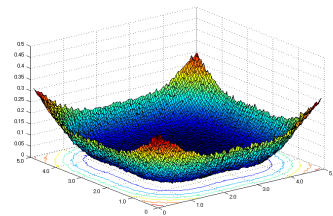


図 2 color clustered MIMO の空間性能 (SNR=20dB)

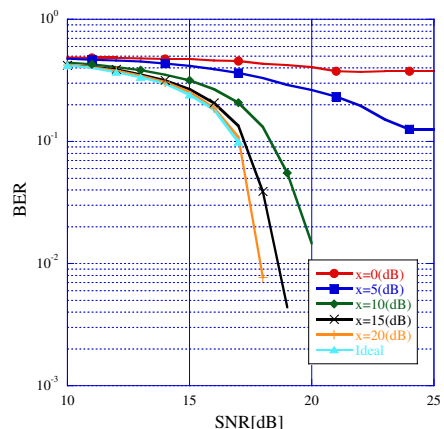


図 3 BER 特性

### 参考文献

- [1] K. Bandara, and Y.H. Chung, "Novel color-clustered multiuser visible light communication," Transactions on Emerging Telecommunication Technologies, 25(6), 579-590 (2014)