

可視光通信を適用した歩行者 ITS の通信能力に関する基礎研究 (その1)

北海道工業大学大学院	学生会員	○大倉 奨平
北海道大学大学院	学生会員	内藤 恵
北海道大学	正会員	萩原 亨
北海道工業大学	正会員	亀山 修一
サーフテクノ・ラボ		福原 敏彦

1. はじめに

高齢者や障害者などの交通弱者のために安心・安全な歩行空間を確保することは、少子高齢社会を迎えた現代社会の急務であり、これはまた、障害を持たない多くの歩行者にも一層の安全を提供することにつながる。そのためには、歩道のバリアフリー化などのハード面の整備に加え、情報通信技術を応用した支援システムの開発など、ソフト面での整備も必要となる。ソフト面の整備としては、歩行者 ITS の開発が挙げられる。現在用いられている歩行者 ITS としては、交差点に設置する地上情報端末から無線や電波によって歩行者が所持する携帯端末に情報を伝える歩行者支援システム (PICS) などがある。しかしながら、このような無線や電波を用いた方法では、通信機能を持った情報端末を広範囲に配備するのに多大な費用を要するため、広く普及することは難しい。

視認性と経済性に優れた LED の急速な普及と可視光通信技術の進歩により、可視光通信技術を利用した新たな歩行者 ITS として、平成 16 年、情報通信型 LED 信号機が開発された。可視光通信とは、LED から発生する可視光を人間の目が判別できない高周波数で点滅 (変調) させ搬送波とし、それを携帯端末に備え付けた受光センサで受信することで情報通信を行うものである。情報通信型 LED 信号機は、通常用いられている LED 信号機に変調装置を付加するだけでよいため低コストであり、近年の LED 信号機の普及から考えても広範囲なネットワーク整備が可能であるという利点を有する。しかし、可視光通信は雨、霧、雪など、気象の影響を受けやすいという欠点がある。特に、雪が可視光通信に及ぼす影響についてはほとんど解明されていないことから、可視光

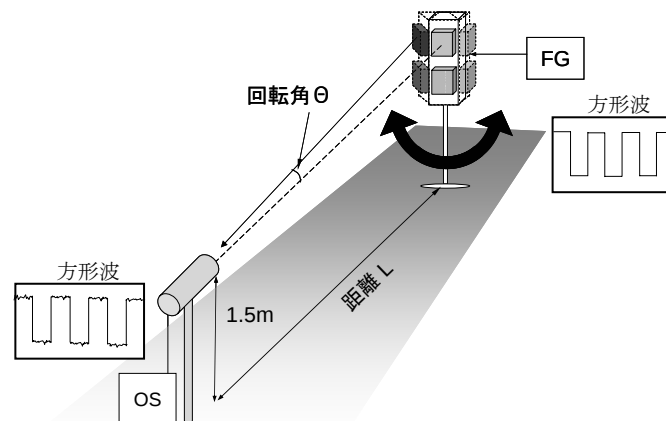


図-1 LED 信号機の情報通信能力の測定方法

表-1 測定シリーズ

	時間	周波数 (kHz)	測定距離 (m)	回転角
1	夜	50・75 100・125 150・175 200	0~110m (10m毎)	0°
2	昼		0~80m (10m毎)	
3	夜		20m・40m・60m・80m・100m	-60° ~ 60° (5° 毎)
4	昼		20m・40m・60m	

通信を用いた歩行者 ITS は、屋内や気象障害が少ない温暖な地域のみを対象としている。

本研究は、可視光通信を用いた歩行者 ITS を北海道などの積雪寒冷地に整備するため、降雪や吹雪などの気象状況が可視光通信能力に及ぼす影響を解明し、地域の冬期気象特性に適合した可視光通信方法を確認する事を目的としている。本報では、情報通信型 LED 信号機の情報通信能力に関する基礎研究として、無降雪時における送受信間の距離及び回転角と情報通信能力との関係について検討した。

2. 測定方法

図-1 に示すように、ファンクションジェネレータ (FG) からある周波数の方形波を入力して赤色 LED を点滅させ、それを距離 L だけ離れた光センサで受光した。光センサで受光した可視光は電圧に変換さ

キーワード 歩行者 ITS, LED, 可視光通信, 積雪寒冷地

連絡先 〒006-8585 北海道札幌市手稲区前田 7 条 15 丁目 4-1 北海道工業大学社会基盤工学科 TEL : 011-688-2264

れ、デジタルオシロスコープ (OS) で波形として観測される。測定データから情報通信能力を示す指標である信号対雑音比 (SNR) を算出した。理論的には SNR が 6dB 以上である場合、情報通信が可能と判定される。

3. 無降雪時の情報通信能力の測定

情報通信型 LED 信号機は通信手段に可視光を用いることから、情報通信能力は送信部から受信部までの距離に影響される。また、LED の可視光は指向性が強いので回転角にも影響される。そこで、図-1 に示すように無降雪時において距離 L と回転角 θ を変化させ、情報通信能力の測定を行った。日射が測定に与える影響を考慮し、昼と夜に、表-1 に示すような測定を行った。シリーズ 1 は、距離 L を 0~110m で 10m 毎に、シリーズ 2 は 0~80m で 10m 毎とし、いずれも回転角 θ は 0° とした。また、シリーズ 3, 4 は表-1 に示した距離において θ を $-60^\circ \sim 60^\circ$ で 5° 毎に変化させた。

シリーズ 1 (夜) の距離と SNR の関係を図-2 に示す。いずれの周波数も距離の増加に伴い SNR が低下する傾向がみられたが、距離が 90m までは SNR が 6dB 以上となり、情報通信が可能と考えられる。また、周波数が増加するほど SNR が大きくなった。シリーズ 2 (昼) の距離と SNR の関係を図-3 に示す。シリーズ 1 と同様に、距離の増加に伴い SNR が低下する傾向が見られたが、シリーズ 1 (夜) と比べ距離の増加に伴う SNR の低下が大きく、SNR が 6dB 以上となるのは 70m までとなった。

シリーズ 3 (夜) の 100kHz における回転角と SNR の関係を図-4 に示す。距離が増加しても回転角が 0° の時の SNR が一番高く、回転角が増すにつれて SNR が低下した。距離が 100m の場合は、SNR が 6dB 以下となるケースが生じ、かつ安定しないことから情報通信は難しいと思われる。SNR が 6dB 以上となる回転角は距離の増加に伴って小さくなり、距離 60m では、左右の平均で約 25° であった。

シリーズ 4 (昼) の回転角と SNR の関係を図-5 に示す。シリーズ 3 (夜) の結果と同様に回転角が増加すると SNR が低下する傾向が見られた。しかしながら SNR の低下は夜と比べ大きく、距離が 60m の場合では SNR が 6dB 以上となる回転角は左右の平均で約 15° となった。

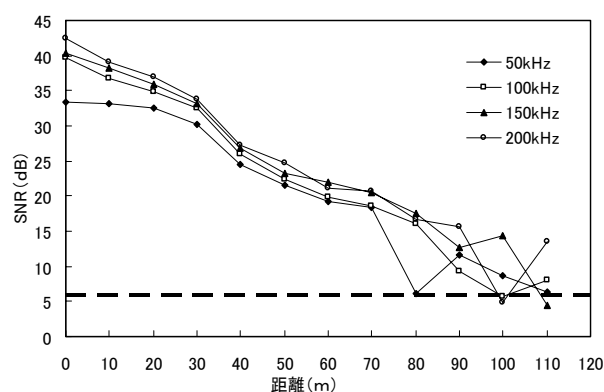


図-2 距離と SNR の関係 (シリーズ 1)

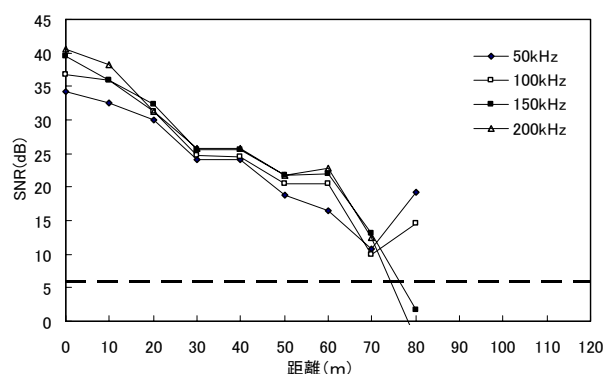


図-3 距離と SNR の関係 (シリーズ 2)

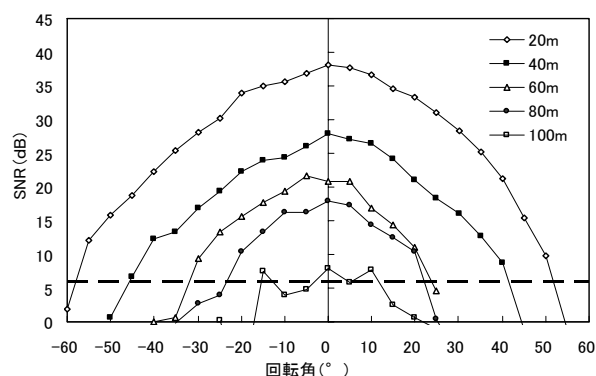


図-4 回転角と SNR の関係 (シリーズ 3・100kHz)

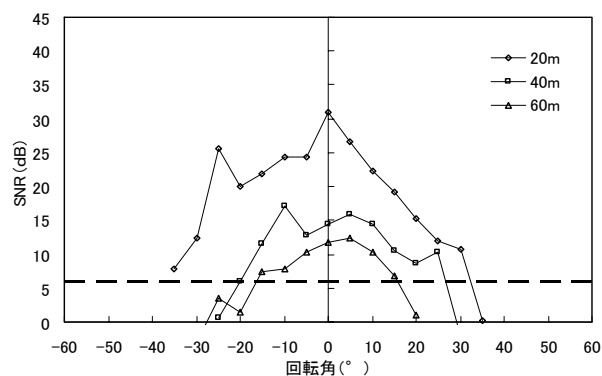


図-5 回転角と SNR の関係 (シリーズ 4・100kHz)