
ロービジョン者の移動および生活支援に関する研究

Study of Mobility and Life Support of People with Low Vision

大森清博 杉本義己 北川博巳

OMORI Kiyohiro, SUGIMOTO Yoshimi, KITAGAWA Hiroshi

キーワード：

ロービジョン、歩行支援、懐中電灯、携帯電話、
画像処理

Keywords:

Low Vision, Walking Support, Flashlight,
Cellular Phone, Image Processing

Abstract:

Many people with low vision have a difficult time in their daily lives. Especially, they feel difficulty in night walking through poorly lighted streets. The purpose of this study is to expand the use of our proposed devices such as LED guiding system and flashlights for the people with low vision.

In this year, we conduct a behavioral observation survey of three persons with low vision who use flashlight at night. When the subjects walked from the nearest station (or the nearest bus stop) to their home, they shined a flashlight on white lines of road surface and hydro poles in order to confirm their travelling direction. Meanwhile, a subject put out a flashlight when one passed someone on the road in order to prevent damage to the eyes of the person or pet animal in front of one. These actions are effective in night walk and specific for those with low vision.

Additionally, it was discussed to construct a character recognition system using cellular phone. In order to evaluate time delay and image quality, we constructed a concept system which used a videophone call. As a result, the system took about 2 seconds to handle image processing.

1 はじめに

ロービジョン者の多くは残された視力のほか、聴覚、触覚などを総合的に活用しながら生活しており、例えば、道路の横断や夜間の移動といった屋外での活動や電化製品の使用や調理といった屋内での作業など、日常生活の様々な場面で困難を感じている。これらの課題に対し、当研究所ではこれまでLED誘導システムや視覚障害者用懐中電灯、音響式信号機などの研究を、生活支援では振動による状態提示器や浮き出し文字などの研究を実施している。

本研究ではこれらの開発システムの改良を進めると共に、その活用方法を広げることを目的としている。本年度は、夜間歩行時に懐中電灯を使用するロービジョン者の移動場面の行動観察調査、および携帯電話のテレビ電話機能を利用して動画像を取り出し編集するシステムの試作を行ったので報告する。

2 懐中電灯を用いたロービジョン者の夜間歩行の行動観察調査

2.1 概要および調査方法

ロービジョン者の夜間歩行を支援する機器として懐中電灯がある。小林はテストコースで夜間歩行実験を行い、高輝度な懐中電灯で路側線を照らすことでぶれずに移動できることを報告している¹⁾。しかしながら、実際の街路空間における有効な使用方法については整理されていない。そこで、日常的に懐中電灯を使用しているロービジョン者を被験者として、夜間歩行時に懐中電灯をどのように使用しているのか行動観察調査を行う。

行動観察調査に先行して、5名のロービジョン者に懐中電灯の使用状況に関する聞き取り調査を行い、視覚機能や懐中電灯の種類、居住地域の異なる3名を抽出した。調査は夜間、各被験者自宅の最寄りバス停もしくは駅から自宅まで、被験者が歩き慣れて

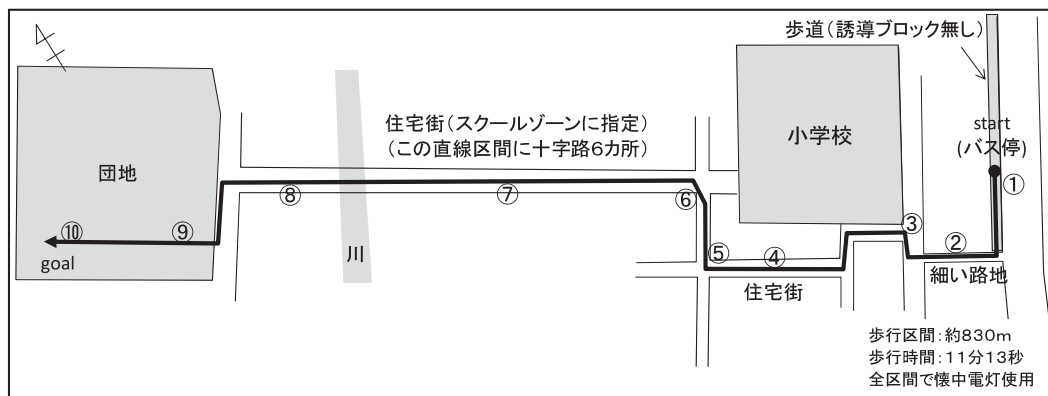


図1 被験者Aの移動経路図
Fig.1 Subject A's walking path

いる経路で行った。調査手順は以下の通りである。

- ① 駅もしくはバス停から自宅まで、普段通り移動する。このとき、被験者にICレコーダを所持してもらい、移動中に見ている物や考えていること等を発話するよう求めた。調査スタッフは被験者の視界に入らない位置で追跡する。
- ② 自宅到着後、再びスタート位置まで戻る。
- ③ 同じ経路を、照度や輝度の計測、および観察時に気付いた点についての聞き取りを行いながら移動する。このとき、懐中電灯の照度・輝度は静止した状態で計測する。

調査は3名とも1月上旬に実施した。

2.2 被験者A

(1) 被験者の属性および調査条件

被験者Aは40代女性、網膜色素変性症、視力は左・手動弁、右・0.04、残存視野は中央5%以下、夜盲や羞明がある。歩行訓練の経験を有する。

主に使用する懐中電灯は高輝度なLEDタイプ(オーロラ製SSCP7、個人輸入したもの)で、夜間の屋外歩行の可能性がある外出時には必ず携帯する。

調査場所は神戸市垂水区、最寄りバス停から自宅(マンション、敷地奥の棟)まで約830mの区間である。住居専用地域で整備されており、小学校の周辺はスクールゾーンに指定されている。当日の天候は晴れ、調査開始時刻は午後6時20分である。

(2) 調査結果

被験者Aの移動経路図を図1に示す。移動経路を折れ線矢印で、被験者Aの発話記録および調査スタッフの観察による着目点を図中の①から⑩に示す。なお、被験者Aは全区間で懐中電灯を点灯した。

地点①は、交通量の多い道路で歩道が整備されている。誘導ブロックは無いが、店舗入口と歩道の境

界にある縁石を照らしながら移動した(図2)。このとき、つま先からスポット中央までの距離2.7m、照度84lx(懐中電灯消灯時の照度7.8lx)、縁石照射時の輝度5.68cd/m²(懐中電灯消灯時の輝度0.17cd/m²)となった。



図2 地点①(移動時の様子)
Fig.2 Point 1 (on the move)

地点②は、細い路地で駐車場などがあり、暗くなっている。また、電柱が路地にはみ出して立っており、これを避ける必要がある(電柱には標識板が無く見分けづらい、注意しないと昼間でもぶつかることがある)。この地点では両側の壁や側溝を照らしながら移動し、電柱については高さ90cmに巻かれた黒いテープを目印に判断していた。なお、電柱を識別できる距離は、懐中電灯点灯時6.3m、消灯時0.65mとなった(図3)。

地点③は、細い路地へ左折する場面で「この横断歩道が目印」と発話している。2.4m離れた地点から横断歩道を照らしたときの照度は75lx、コントラスト((白線輝度-路面輝度)/(白線輝度+路面輝度))は0.94、一方、懐中電灯消灯時の照度4.6lx、



図3 地点②（計測時の様子）
Fig.3 Point 2 (on the measurement)



図4 地点⑥（移動時の様子）
Fig.4 Point 6 (on the move)

コントラスト0.68となり、懐中電灯によりコントラストの向上が見られた。

地点④は、住宅街で街路灯間隔が広く、街路灯直下の照度は20lxだが、最も暗い所では0.2lxとなる。この地点には路側帯が無く、側溝や住宅の塀を照らしながら移動の様子が確認された。また、この区間を移動中に正面から来た自転車とすれ違ったが、被験者Aは認識できていない様子で、避ける仕草も見られなかった。

地点⑤は、路側帯の開始地点である。懐中電灯で路側線を発見すると「この、この白い」と発言し、これ以降、路線線をなぞるように照らしながら移動の様子が確認された。ここからマンション入り口まで路側帯が続いており、特に小学校周辺はスクールゾーンに指定され、路側帯が緑色に塗装されている。また、地点⑥から川の手前までは歩行者専用路側帯で、白実線二重線になっており、被験者Aにとって見やすくなっている。ただし、被験者Aは路側線上もしくは車道寄りを歩行していた。

地点⑥は、道路を横断しながら左折する場面である。ここまで道路右側の路側帯を歩行してきたが、交差点に近づいた所で懐中電灯を大きく動かし、道路左側の路側線（⑥の交差点内に東西方向の路側帯の開始点がある）を確認した上で、道路を横断しながら左折の様子が確認された（横断中に「この白い」と発言していた、図4）。

地点⑦は、路側線上に赤色のカラーコーンが以前から設置されている。このカラーコーンは、被験者Aにとって良い目印になっているとの意見が得られた。10.1m離れた地点からカラーコーンを照らしたときのカラーコーン正面の照度は4.2lxと周辺照度と同程度であったが、白線と路面輝度のコントラストは懐中電灯点灯時0.79、消灯時0.59となり、コントラストの向上が見られた（図5）。



図5 地点⑦（計測時の様子）
Fig.5 Point 7 (on the measurement)

また、⑥－⑧間の直線区間では交差点が6箇所あり、路側線が途切れるため、交差点十字マークや交差点の先にある路側線を探して進行歩行の確認を行っている様子が確認された。

地点⑧は、交差点手前で懐中電灯の照射位置を路面から前方へ上げ、周囲の建物を探すような動作が見られた。被験者Aに詳細を尋ねたところ、「まっすぐ進んでいるのか」「どの辺りまで来ているのか」を確認するため、という意見が得られた。

地点⑨は、マンションの敷地内に入った直後、10m程度先にある車止めの看板を探すため懐中電灯で周囲を広く照らす動作が見られた（図6）。懐中電灯で照らすと8.9m離れた地点で看板を発見でき、このときの照度7.0lx、輝度0.89cd/m²となるが、懐中電灯が無ければ看板に手が届くところまで近づかないと発見できなかった。

地点⑩は、エントランスまでの屋外通路部で、間接照明のため路面照明が0.3lxと暗く、植栽や駐輪自転車のはみ出しを避けるため、植栽や縁石を確実に照らしながら注意深く移動の様子が確認された。



図6 地点⑨（移動時の様子）
Fig.6 Point 9 (on the move)

移動後の聞き取りでは、

- 以前はキセノンバルブタイプを使って必要なときだけ点けていたが、現行機種は全区間で連続使用できるようになり安心して歩ける、
 - 横断歩道手前のひし形やスクールゾーンを示すマークなど、路面標示を目印にしている、
- といった意見が得られた。

2.3 被験者B

(1) 被験者の属性および調査条件

被験者Bは40代男性、未熟児網膜症、視力は左・0.02、右・20cm指動弁、視野は不規則欠損で左右とも周辺に10°程度見える。夜盲や羞明は軽度にある。歩行訓練経験は無い。

主に使用する懐中電灯は高輝度なLEDタイプ（クリー製BLAM FIRE 12W）で、夜間の屋外歩行の可能性がある外出時は必ず携帯する。また、予備の懐中電灯としてキセノンバルブタイプ（ストリームライト製スコピオン）を所有している。

調査場所は京都市東山区、最寄り駅から自宅まで約510mの区間である。伝統的な街並みで、駅前の大通りは人や車の交通量が多く、商店も並んでいるが、南北方向の路地は幅員が狭く、車両は一方通行となる。当日の天候は晴れ、調査開始時刻は午後6時40分である。

(2) 調査結果

被験者Bの移動経路図を図7に示す。移動経路は折れ線矢印で示され、実線部が懐中電灯を点灯した部分である。被験者Bの発話記録、および調査スタッフの観察による着目点を図中の①から⑦に示す。なお、行動観察調査時、LEDタイプの懐中電灯の調子が悪く点灯しなかったため、本人持参の予備の懐中電灯を使用して調査を継続した。

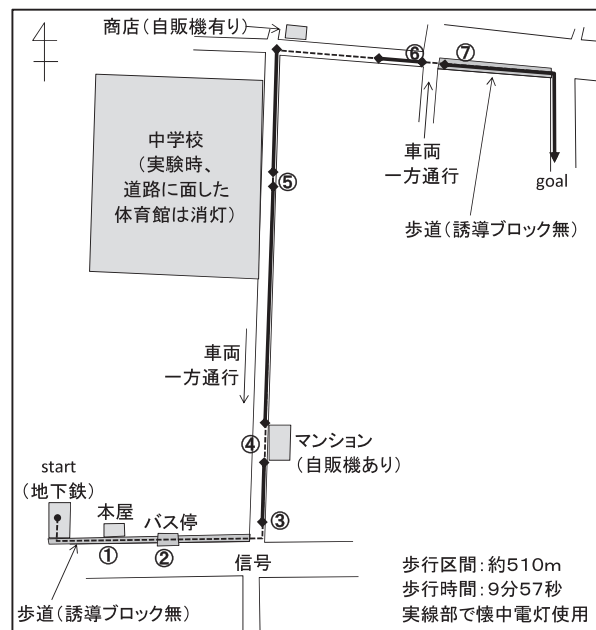


図7 被験者Bの移動経路図
Fig.7 Subject B's walking path

地点①－②間は、交通量の多い大通りに面した歩道で、誘導ブロックは敷設されていない。地点①は本屋前で店頭に雑誌類が陳列され、照明が歩道を照らしていた。このため、路面照度は170lxと非常に明るかった。一方、地点②はバス停で上屋があり、地点①から20m程度離れているが路面照度は7.5lxと暗く、乗車待ちの人が立っていた。しかしながら、「この程度の明るさなら何とか雨さえ降ってなければ大丈夫」と発言し、懐中電灯を使用せずに人を避けながら通過した。移動後に被験者Bに詳細を尋ねたところ、「バス停の案内板が内照式なので周辺の人影が見えたり、足下が照らされたりするので歩ける」、「雨が降り路面が濡れると、光の反射する方向が変わり暗く感じる」という意見が得られた（図8）。



図8 地点②（計測時の様子）
Fig.8 Point 2 (on the measurement)

地点③は、大通りを左折して路地に入り、10m程度進んだ地点である。この路地は大通りに比べて狭く、車両は一方通行で両側に路側帯がある。調査時はLEDタイプの懐中電灯が一時的に使用不能だったので、予備の懐中電灯を使用した。この懐中電灯を使用するときの照射距離は2.5m、路面での照度は20lxであった。一方、路側線のコントラストは懐中電灯使用時0.79、消灯時0.09であった。また、この路地は路側帯に一定間隔で電柱が立っているため、車道側へ避ける必要がある。電柱を発見可能な距離を計測したところ、懐中電灯使用時7.6m、消灯時4.8mであった（図9）。



図9 地点③（計測時の様子）
Fig.9 Point 3 (on the measurement)

地点④は、マンション前で、建物の明かりや自動販売機があって明るいいため、この地点だけ懐中電灯を消灯して歩いた。このとき、建物正面の路面の照度24.8lx、自動販売機前179lxであった。そして、自動販売機を通り過ぎると再び懐中電灯を点灯し、主に路側線を照らしながら移動した（図10）。



図10 地点④－⑤間（移動時の様子）
Fig.10 Between point 4 and 5 (on the move)

地点⑤は、前方から来た歩行者とすれ違う直前に懐中電灯を消灯し、その後再点灯した地点である。被験者Bの使用する懐中電灯は高輝度であるため、直視すると目を痛める場合がある。特に、今回調査した経路は夜間に犬を散歩させる人が多いので、路面を照らす場合でも犬に配慮して消灯しているという意見が得られた。また、被験者Bの場合、街路灯直下や自動販売機のそば、懐中電灯が足下を照らし出すなど、視覚的に対向者を発見することがほとんどである（足音は靴の種類によって大きさが異なるため、視覚の方が早く気付くことが多い）。

地点⑥－⑦間は、十字路になっており、南方向からの交通量が多い。調査時は1分程度停止し、待っている間は懐中電灯を消灯していた。また、この交差点で東西方向の道路幅員が大きく変わり、横断後は歩道および道路照明が整備されていた（図11）。しかしながら、誘導ブロックは南北方向の横断歩道用に敷設されているだけで、東西方向には敷設されていなかった。また、歩道の照度は3.1lxと暗いため、懐中電灯を点灯して移動した。



図11 地点⑥（移動時の様子）
Fig.11 Point 11 (on the move)

移動後の聞き取りでは、

- 電柱の間隔は体で覚えているが、疲れていたり雨が降ったりすると、ぶつかることがある、
 - 電柱標識板の位置がもっと低ければ、懐中電灯で照らすときに役立つと思う、
 - 懐中電灯は路面を照らすだけでなく、対向者に自分の存在を知らせる意味もある、
- といった意見が得られた。

2.4 被験者C

(1) 被験者の属性および調査条件

被験者Cは60代女性、視神経萎縮・眼球振盪、視力は左右とも0.02、視野欠損は無い。羞明があり、

遮光眼鏡を使用する。被験者A、Bと異なり、夜盲は無い。歩行訓練経験は白杖や手引きについて数回程度受けたことがある。

主に使用する懐中電灯は低輝度なLEDタイプ(smile kilds、4～5年前に購入、型番不明)で、夜間の屋外歩行の可能性がある外出時は必ず携帯する。被験者自身も明るさが不十分と感じているが、小型で軽いことを優先し、使用方法も足下を照らす事に限定している。

調査場所は明石市二見町、最寄り駅から自宅まで約300mの区間である。南北方向の道路は商店街(アーケード無し)になっており、夜間も明るい街路灯が点灯している。また、図中の信号付近の道路照明が調査1ヶ月前に整備され、以前に比べて明るくなっている。当日の天候は晴れ、調査開始時刻は午後6時5分である。

(2) 調査結果

被験者Cの移動経路図を図12に示す。移動経路は折れ線矢印で示され、実線部が懐中電灯を点灯した部分である。被験者Cの発話記録、および調査スタッフの観察による着目点を図中の①から④に示す。

地点①は、駅前の道路を横断した地点である。ここは横断歩道が無く、東側にある信号が赤色であること、および西側から車両が来ていないことを確認した上で渡った。被験者Cの場合、夜は信号の色や車の接近を認識しやすい(昼の方が渡るのが怖い)、という意見が得られた。

地点②は、歩道橋の下を通る歩道で、誘導ブロックは無く、路面照度1.2lxと暗かったので懐中電灯を使用して歩いた。懐中電灯が低輝度タイプであるため、70cm先の路面を照らしていた(図13)。

地点③は、薬局の駐車場の照明が明るい(路面照度37.4lx)ため懐中電灯を消灯し、通過後に再び点灯して移動した(図14)。③-④間は誘導ブロックが敷設されているが、被験者Cは誘導ブロックの隣を歩いたため、照らす先も誘導ブロックでなくアスファルト(足の踏み出し先)を照らす動作が見られた(図14)。信号を右折後は、駐輪場や道路の対岸にある商店の照明で明るいいため、懐中電灯を消灯して移動した。

地点④は、歩道が続いているにも関わらず、車道に出た場面である。移動後に詳細を尋ねたところ、「車道の方が明るい」「歩道突き当たりの辺りには、学生たちがたむろしている事があり怖い」といった意見が得られた。

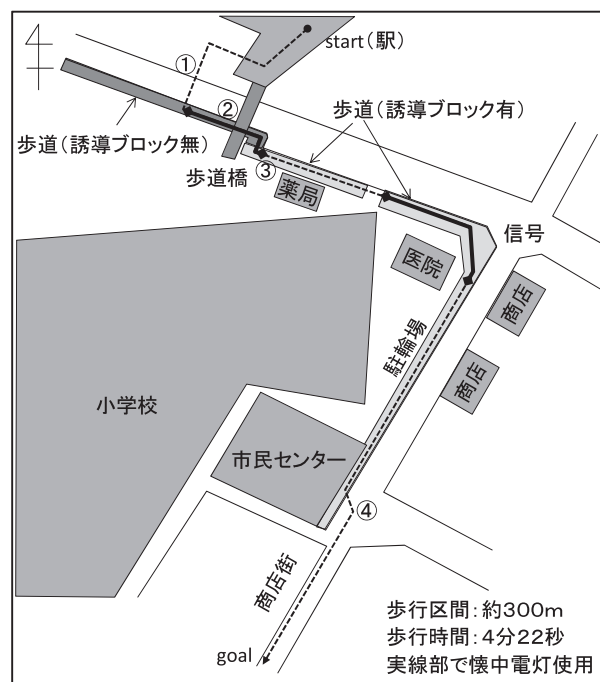


図12 被験者Cの移動経路図
Fig.12 Subject C's walking path

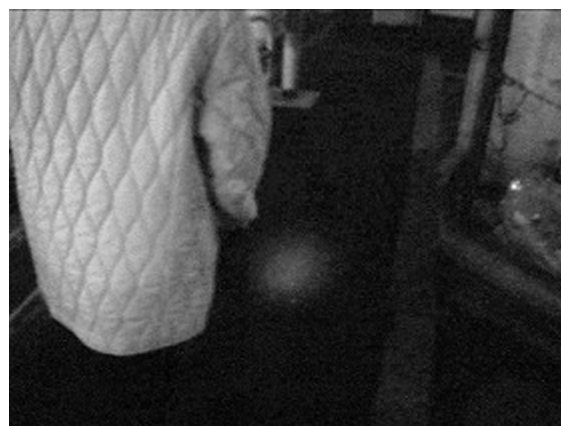


図13 地点②(移動時の様子)
Fig.13 Point 2 (on the move)



図14 地点③-④間(移動時の様子)
Fig.14 Between point 3 and 4 (on the move)

移動後の聞き取りでは、

- 誘導ブロックは見ながら歩くのではなく、一応の目安にしている程度である。ただし、インターロッキング舗装された歩道で、特にブロックが汚れていると見分けづらい、
- 現在の懐中電灯は足下だけしか使わない、また、街路灯の下では使えない、

といった意見が得られた。

また、計測時に高輝度LEDタイプの懐中電灯（Gentos製、閃SG-309）を歩道上で試用してもらった。その結果、2.6m先の路面を照らしながら歩き「街路灯の下でもライトが分かる」という意見が得られた。

2.5 考察

(1) 懐中電灯の有効性と課題について

当研究所で平成17年度にLED懐中電灯の照射実験を行った際には、高輝度なものとしてキセノンバルブタイプの懐中電灯が主流だった²⁾が、今回の聞き取り調査では5名中3名が高輝度LEDタイプ懐中電灯（その他、1名はキセノンバルブタイプ、1名は低輝度LEDタイプ）を所持していた。また、その価格帯もキセノンバルブタイプが8,000～20,000円と高額だったのに対し、5,000～9,800円と低価格化も進んでいた。今後はLEDタイプの利用が一般的になるものと考えられる。

懐中電灯の利用方法はロービジョン者の視覚特性によって大きく異なり、夜盲のある被験者A、Bは2～3m先の路側線や側溝などを照らし、進行方向の把握に活用するのに対し、被験者Cは路面照度が低い場所での足下の確認が主であった。一方、被験者Aの場合、10m先の目標物を探す様子が見られ、使用する範囲が広がった。このような利用方法ではスポットの広さを変更できる機構があれば効率的に利用できると考えられる。

また、ロービジョン者に特有の懐中電灯の使用方法として、

- 対向者に自分の存在を知らせる（被験者Aのように視野が狭いと対向者に気付にくい）、
- 対向者やそのペットに配慮して使用する（対向者の接近を把握するために懐中電灯だけでなく、周囲の光源も利用する）、

といったことが挙げられる。ロービジョン者への懐中電灯普及を促すためには、使用方法についても整理して情報発信する必要がある。

(2) 環境整備の配慮について

田中らは、ロービジョン者が夜間歩行時に商店、

信号機、門灯、街路灯などの自発光型事物や、誘導ブロック、白線、ガードレールなどの周囲より輝度の高いものを視覚の手がかりとしていることを報告している³⁾。今回の調査でも同様の傾向が見られた。それらに加え、交差点十字マークやスクールゾーンを示すマークなどの路面標示を有効に利用していることが明らかとなった。特に、路側線は交差点で連続性が途切れるため、周囲の他の路面標示を探す必要があり、横断歩道対や十字マークが重要になる。したがって、懐中電灯の光を効率的に再帰反射する塗料が望まれる。

また、路側帯を歩くときに電柱が障害物となっていることが明らかとなった。特に、懐中電灯を使用する場合、路側線や側溝に着目して移動する。したがって、標準的な電柱標識板の位置では高すぎて近づいたときに気付にくいと考えられるので、今後の改善が必要と考えられる。

3 携帯電話の動画編集システムの構成に関する検討

3.1 概要

ロービジョン者の生活場面における不便さの一つに身の回りの電化製品の取り扱いがある。特にビデオやエアコン、炊飯器、電子レンジなど高機能なものになるほど操作が複雑になり、結果的に使いこなせなくなる⁴⁾。また、バックライトの無い液晶画面は読むのが困難になると考えられる。

この課題に対し、携帯電話のカメラ機能に着目して液晶表示によく使用されている7segフォントの文字認識システムの研究を進めている。携帯電話は現在最も普及しているウェアラブルコンピュータと言え、音声読み上げ機能の搭載により視覚障害者にも普及が進んでいる。本年度は、携帯電話の動画撮影機能の調査、および動画編集システムの構成について検討したので報告する。

3.2 携帯電話の動画撮影機能の調査

渡辺らは、視覚障害者の中でらくらくホンを利用する利用者の割合がシリーズ全体で69%と非常に高いことを報告している⁵⁾。そこで、らくらくホンを想定して、動画撮影機能の調査を行った。現行のらくらくホン6は2009年7月に発売されたモデルで、320万画素のCMOSカメラを搭載し、静止画撮影モードで3倍、拡大鏡モードでは12倍までズームできる。また、拡大鏡モードではサブディスプレイを白色点灯させて補助光として利用している。

一方、iアプリでは、動画像に対してリアルタイ

ムに編集（白黒化、コントラスト強調、エッジ抽出など）を加えることが制限されていることが分かった。また、機能拡張版であるiアプリDXでは編集可能であるが、配布にはNTTドコモの認定を受ける必要があり、手間とコストが発生する。そこで、今回はiアプリを採用せず、テレビ電話機能を利用して動画像を加工する方式の検討を進めた。

3.3 携帯電話の動画像編集システムの構成

携帯電話のテレビ電話機能を利用して動画像を取り出して編集するシステムの試作を行った。試作システムを図15に示す。なお、試作システムでは通信や取得画像の品質を検証するため、文字認識部を実装していない。

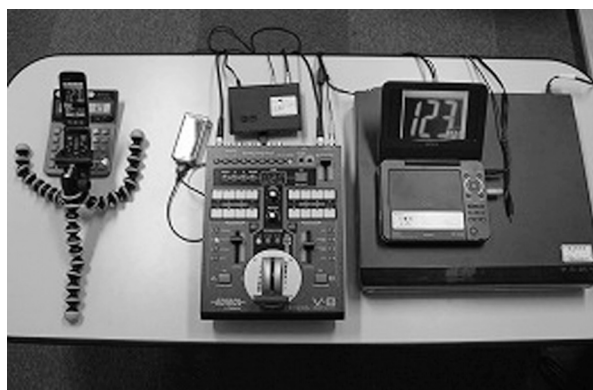


図15 試作システム
Fig.15 Concept system

試作システムの使用方法は次の通りである。

- ①携帯電話で被写体を撮影するユーザは、画像処理用の携帯電話にテレビ電話を掛ける。
- ②システム側はテレビ電話通信ユニットで携帯電話から送られてきた動画像を取り出し、画像処理装置で編集する。
- ③編集した動画像をテレビ電話網を利用してユーザに送り返す。

試作システムでは、テレビ電話通信ユニットと画像処理装置の間のビデオ信号の調整、および録画のためにビデオデッキを追加している。動作確認の結果、電波状況に依存するが、画像処理を行って手元のディスプレイに表示されるのに、1～2秒程度の

時間遅れが認められた。

今後は試作システムにより、時間遅れの影響や、ブロックノイズや低照度下でのコントラストが文字認識に与える効果について評価を進めたい。

4 おわりに

本年度は、夜間歩行時に懐中電灯を使用するロービジョン者の移動場面の行動観察調査を行った。近年のLEDの性能向上に伴い、市販のLEDタイプを夜間歩行の支援に活用できることが示された。さらに、懐中電灯の使用方法にもロービジョン者特有のものがあることが明らかになった。

また、携帯電話のテレビ電話機能を利用して動画像を取り出し編集するシステムの試作を行った。今後は、試作システムを用いてテレビ電話による時間遅れや画素数の少なさが使用感に与える影響を評価したい。

謝辞

懐中電灯を用いた夜間歩行の聞き取り調査・行動観察調査にご協力いただいた被験者の皆さま、および、携帯電話による文字認識システムの構成においてご協力いただいた(株)NTTドコモ関西支社に厚く謝意を表します。

参考文献

- 1) 小林章、“路側線（白線）のロービジョン（弱視）者の昼間・夜間歩行における有効性について”、日本福祉のまちづくり学会第12回全国大会概要集、pp.264-267、2009
- 2) 北山一郎、大森清博、松井利和、杉本義己、“視覚障害者の夜間歩行を支援する小型電灯の調査開発研究”、平成17年度福祉のまちづくり工学研究所報告集、pp.91-96、2006
- 3) 田中直人、岩田三千子、“ロービジョンの行動特性実験”、ロービジョンを対象とした視環境計画に関する研究調査委員会報告書、照明学会、pp.74-93、2006
- 4) 共用品推進機構編、弱視者不便さ調査報告書一見えにくいことによる不便さとは一、2000
- 5) 渡辺哲也、(財)電気通信普及財団平成19年度研究調査助成“視覚障害者のパソコン・インターネット・携帯電話利用状況調査2007”、2008