

透過型HMDを用いた歩行者用経路提示の評価

田中 晴美[†] 北原 格[‡] 亀田 能成[‡] 大田 友一[‡]

[†]筑波大学 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

E-mail: [†]tanaka@image.tuskuba.ac.jp, [‡]{kitahara, kameda, ohta}@iit.tsukuba.ac.jp

あらまし 歩行者が屋外で道案内などの情報を歩きながら得るためには、手持ち式の端末ではなく透過型 HMD による表示が必要となる。足を止めないで経路情報を提示する場合、そのタイミングや提示法が重要となる。本研究では透過型 HMD を用いてリアルタイムで道案内情報を提示する場合、どのようなタイミングとどのようなデザインが歩行者に対して適切かを評価した。

キーワード ウェアラブル, 透過型 HMD, ナビゲーション, 歩行時提示

Evaluation of Route Presentation on a See-through HMD for Pedestrians

Harumi TANAKA[†] Itaru KITAHARA[‡] Yoshinari KAMEDA[‡] and Yhuichi OHTA[‡]

[†]University of Tsukuba, 1-1-1 Tennhodai Tsukuba, Ibaraki, 305-8573, Japan

E-mail: [†]tanaka@image.tuskuba.ac.jp, [‡]{kitahara, kameda, ohta}@iit.tsukuba.ac.jp

Abstract On navigating pedestrians, a new methodology that utilizes a new see through HMD is needed to display navigation information so that they can keep walking while they are checking the navigation information. We have evaluated the design and the layout of navigation information on the see-through HMD and the timing to show it in on-line navigation for pedestrians.

Keyword Wearable, See-Through HMD, navigation, information display on walking

1. はじめに

近年、ハードウェアの小型化と、それに付随する高性能な携帯電話や PDA 等の著しい普及によって、人はいつでもどこにいても必要な情報を入手することが可能になった。その中でも屋外歩行者に対するナビゲーションは、有用なアプリケーションの一つであり、現在、商業ベースでは GPS を利用した携帯端末上での歩行者向けナビゲーションシステムが提供されている[1]。しかし、携帯端末を情報提示デバイスに用いると、利用者はその情報を参照する際に端末を開け、視線をその画面に合わせなければならないので、移動しながらこれを見ることは困難である。また、地図の参照時に、自分の見ている方向が、画面に表示された図の中のどこに一致するのかを確認する作業も簡単なことではない。

これまでも、歩行者を対象としたウェアラブルシステムによる情報提示や道案内の提案 [2][3]や、パノラマ画像処理との併用による注釈提示システム[4]などが提案されているが、いずれも、歩いているときに HMD に提示した情報が歩行者にどのような影響を与えるかという観点の考察はなされていない。

本研究では、視野を制限せず情報の提供が可能な透過型の頭部装着ディスプレイ (HMD) を使用し、視野内に道案内情報を重畳提示することによって歩行者を目的地まで案内するシステムの実現を目指している。

本研究で用いる透過型 HMD は、これまであまり用いられてこなかった比較的新しいデバイスで、レーザー光で網膜上に直接描画するため、装着者の見ている距離に関わらず画像の表示ができるという特徴がある。ゆえに、透過型 HMD を用いれば、歩いている状態のままナビゲーションのための情報表示が可能になる。



図 1: Nomad の装着例

これは全く新しいナビゲーションの形態であるため、適切な情報提示について調べていく必要がある。そこで、本研究では歩行者のためのナビゲーション情報を、適切なタイミングでよりわかりやすく表示する方法について調査した結果について報告する。

2. 透過型 HMD による歩行ナビゲーション

2.1. 歩行者ナビゲーションシステムの概要

本研究で使用する透過型 HMD は 図 1 に示す MICROVISION 社の NOMAD である．表示は単色赤色 32 階調で解像度は SVGA(800×600 ピクセル)，レーザによって直接網膜に画像を投影することができる．Nomad に表示された案内画像は図 2 に示すように歩行者の視野に直接重畳される．この時，利用者が視野内の遠くの物体に目の焦点を合わせていても，利用者



図 2：Nomad で案内画像を重畳した例(イメージ)



図 3：提示情報過多の例

の目には提示情報が鮮明に写る．この特徴から従来の HMD と異なり屋外など遠距離を見ることの多い状況では効果的なデバイスである．

2.2. Nomad でのナビゲーション情報提示

Nomad による情報提示の利点は，利用者が情報を見ている時も視野の中の物を自由に見つつ移動ができることである．

ナビゲーションにおいては，これは利用者に対してできるだけ視界を確保しつつわかりやすい情報を提示することで，歩き続け易くすることに相当する．

本研究では，歩行者の視野を妨げないよう，簡潔な情報を必要な時のみ表示するナビゲーションシステム

を考える．この方式により，歩行者は案内情報を注視するために歩みを止める必要がなくなる．表示するナビゲーション画像は，歩行者を正しい経路に導くためのものであり，曲がり角などの場所で行くべき方向が表示される．このようなナビゲーションシステムを用いれば，ユーザは地図を見るために立ち止まり自分の場所や目的地を探すよりも，効率的に目的地に到達することができる．

2.3. 歩行者に提示するナビゲーション情報の経路

前にも述べたように Nomad を使用した場合の利点は，歩行中に周囲の状況を見るのと同時にナビゲーション情報をも見ることができるところにある．この形態の利点を維持するためには

- ・歩行者の視野を遮らない提示
 - ・理解に時間がかからないような情報の提示
- が必要である．これらのことより理解に時間のかかる文章や複数情報の同時提示は避けるべきである．

例えば図 3 のように，大量に案内画像を表示すると注視すべき情報が曖昧になり，わかりづらくなる．結果的に利用者は周囲を見る余裕が無くなり歩みを止めてしまう．このような提示は好ましくない．よって，長い文字列など読むのに時間がかかる提示はナビゲーション情報として不適当だと考えられる．

これらのことから，ナビゲーションシステムは，できるだけ簡潔な情報提示で歩行者を誘導することが望ましい．そこで本研究では簡潔なナビゲーション情報として

- ・行き先提示
- ・進むべき経路
- ・回避すべき経路

を要素とし，それらの組み合わせで構成した案内情報を提示する．

本稿では，どのような組み合わせの案内情報提示が好ましいか，主観評価実験により調査を行った．

2.4. 歩行者に案内情報を提示するタイミング

ナビゲーションシステムでは，案内情報を提示するタイミングが重要となる．2.3 で述べたように，簡潔な表示であれば，歩行者は短時間で情報の意味を理解できるため，歩行者が案内を必要とする時点で合わせて適切な案内情報を提示することが重要である．

例えば曲がり角などで案内情報を提示する時のタイミングは，早すぎても遅すぎてもわかりづらく，結果として立ち止まって考えてしまう可能性がある．歩行経路に合わせて適切なタイミングで情報提示ができれば，利用者は一切立ち止まることなく歩行を継続できよう．

3. 評価実験

本研究では、案内情報の種類とタイミングを調べるための主観評価を行うため筑波大学構内で実験を行った。実験では、まず被験者の未知の場所を目的地とし、与える情報を制限して歩行させる。そして歩行中の視点の変化と挙動を同時に一旦録画する、その後、実験室にてその映像を用い、主観評価をアンケート形式で行った。



図 4：壁に貼った案内図



図 5：個人視点カメラ装着例

3.1. 個人視点カメラの検証

歩行中の視点移動を撮影し記録するため、視点移動に合わせて視界を記録する個人視点カメラの動作検証をまず行った。

この実験は屋内で実施した。図 4 に示すような壁に行き先を指示した案内図を貼ってある通路で、被験者に

図 5 に示した個人視点カメラとビデオレコーダを装着させた。なお、個人視点カメラはゴーグルの中央に取り付けられている。案内図の指示通りに歩かせ、個人視点映像を録画した。案内図は Nomad で表示する案内画像を模した赤一色の簡潔なマークや文字で構成した。

歩行後、被験者に個人視点カメラの映像を見せ、画面内の中心に常に視点があり、実際の視野とほぼ変わらない映像が取得できること、歩行中は眼球のみの運

動によって視界を動かすことが少ないことを確認した。この実験により、個人視点カメラの映像は歩行者の視野と同様に扱って良いと確認した。

3.2. 案内画像の提示と位置の評価

次に被験者に個人視点カメラを装着して被験者の視点を撮影し、同時に歩行状況を追尾撮影する、同時記録を行った。記録の様子を図 6 に示す。被験者に図 7 で示すような、経路を指示した地図を見せた後、この経路通りに歩くよう指示した。歩行時に地図は持たせず、被験者が道に迷ったらトランシーバーを介して即座に追尾者に対して欲しい情報を要求することができるようにした。また、被験者が誤った経路に入ったら追尾者はただちに正しい経路を教え、指示した経路から被験者が大きく逸脱して歩行しないようにした。映像記録後、図 8 で示すように被験者に Nomad を装着させ、歩行中に録画した個人視点カメラ映像をプロジェクタで投影したものを見せた。加えて予め歩行ルートに合わせて作成した案内画像を Nomad で重畳し、どのタイミングでどのような画像が出てくると歩きやすいかを検証した。



図 6：同時記録の様子

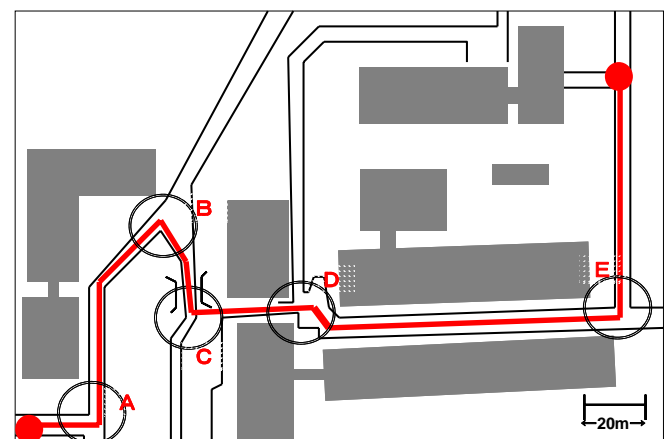


図 7：経路を指示した地図

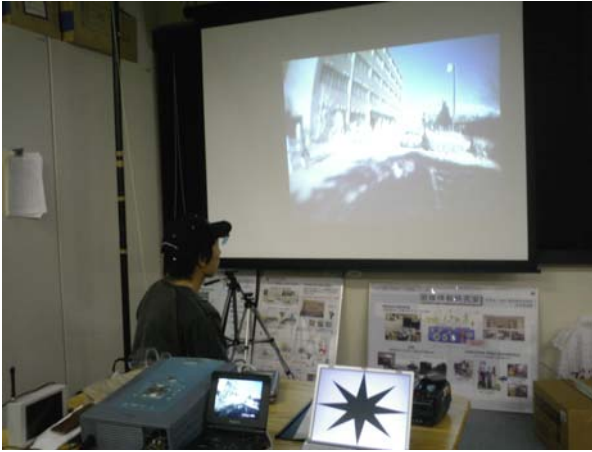


図 8: Nomad の表示をみながら歩行時の映像を見ている様子

プロジェクタで投影した映像は幅約 120cm である。被験者には出来る限り映像が視野全体に一致するよう投影面に近づいてもらった。Nomad の装着状態の確認のために、Nomad 上に 図 8 右下のような星状の画像を表示し、その星の上下左右の端が見えていることを確認してから、星が画面右上に来るように、被験者に自身の位置を調整してもらった。投影面から被験者までの距離は 110~120cm であった。この調整は実験の最初に一度だけ行った。

経路の分岐点ごとに 9 種類のナビゲーション画像を用意し、個人視点映像をプロジェクタで再生する。

まず、距離の評価をするために、各分岐点の手前 20メートル程度の場所から再生して、案内画像を提示して欲しいタイミングを訊ねた。その後、その地点での映像に Nomad で案内画像を重畳し、被験者は提示された案内画像に点数をつけ評価する。点数の付け方は、各人の主観で、案内画像に対する満足度が下記のどれにあてはまるかを下記の 1~7 までの点数で答えてもらった。

- 1 : とても悪い
- 2 : 悪い
- 3 : どちらかと言えば悪い
- 4 : どちらでも無い
- 5 : どちらかと言えば良い
- 6 : 良い
- 7 : とても良い

実験に使用した経路には、5カ所の分岐点があるので、それぞれに 9種類、全部で 45枚の画像について点数を付けてもらった。最初に見た画像の印象が強くないよう、画像はランダムな順で表示するようにした。

被験者は全部で 14名。内訳は 10代女性 1名、20代女性 2名、20代男性 10名、30代男性 1名である。

4. 実験と考察

4.1. 情報提示タイミングと案内画像の評価実験

3.2の実験で被験者に訊いた案内画像が提示される最適なタイミングの場所を、追尾撮影した映像より割り出して、分岐点中央からその位置までの距離を出す。

表 1に示す構成表をもとに 図 9 に示すような案内画像を分岐点ごとに 9通りずつ作成した。この実験で利用した経路の分岐点は A~E の 5カ所である。それぞれ 1~7点で満足度の評点をつけてもらった結果を

図 11 に示す。全体的に情報量の少ない 1, 2, 3番の案内画像は満足度が低いが、情報量に比例して満足度が高くなるわけではないという傾向が見られる。分岐点ごとの情報提示タイミングと案内画像の評価について以下に記す。

表 1:案内画像の構成図

	向き	行先指示	経路	道の概要	誤った行先
1	矢印				
2	矢印	文字			
3	矢印		太線		
4	矢印	文字	太線		
5	矢印		太線 + 経路の概略		
6	矢印	文字	太線 + 経路の概略		
7	矢印		太線 + 経路の概略		×印
8	矢印	文字	太線 + 経路の概略		×印
9	矢印	印	太線 + 経路の概略		×印

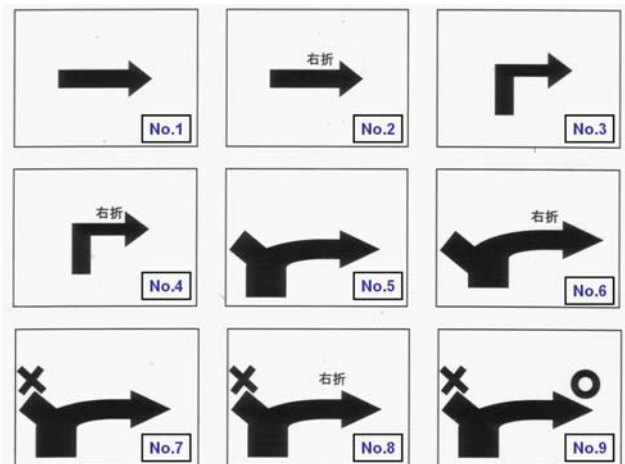


図 9 : 案内画像の例(分岐点 B)

4.1.1. 分岐点 A

広い T 字路を左折。スタート地点からよく見える。地図を見た直後なので、ここを間違える被験者は皆無であった。被験者が情報提示を要求するタイミングは、分岐点より 12~16メートル手前に集中した。

4.1.2. 分岐点 B

三叉路を鋭角に曲がる。三叉路になっていることが分岐点の手前 15メートルくらいまで分からない。14人中2人が道を間違えた。案内画像は情報量と満足度が比例する傾向がある。情報提示タイミングは分岐点手前より9~13メートルに集中した。

4.1.3. 分岐点 C

橋を渡った直後に左折し、小さな階段を上る。この階段は橋の入り口あたりまで見えないので、見逃したり間違えたりした被験者が5人いた。左折してすぐに階段に昇るといふ上下の運動があるので、階段を示す文字、または経路図のある案内画像が好まれた。情報提示タイミングは、分岐点手前より12メートル前後に集中した。

4.1.4. 分岐点 D

両側が壁になっている細い道からクランク状の通路へと抜ける。細い道にいる間は先がどうなっているかが見えない。

情報提示タイミングは、細い道の出口が見えた頃に要求する場合の20メートル以上前とクランク状の通りに出てから要求する場合の13メートル前後に分かれたこの道は概要が分かりづらいため、道の概略図がある案内画像が好まれた。

4.1.5. 分岐点 E

100メートルの直線の後、広い十字路を左折する。長い時間直進するので、被験者のほとんどが「途中で道の見落としが無いかと不安になった」と感想を述べている。情報提示タイミングは、十字路を視認可能な18~20メートルあたりから12メートル手前までに分かれた。

4.2. 情報提示のタイミングに関する考察

図10は、被験者が案内画像を要求した時点での分岐点からの距離を示したものである。分岐点ごとに特徴はあるが、図10で示すように被験者は分岐点を視認できるようになりだしたあと、分岐点に8メートル以上手前に近づいた時点までに、情報を要求していることが多い。従って、現在のNOMADを使用する場合、この間に案内画像を提示すれば、快適な歩行者向けナビゲーションが実現可能であると言える。また、提示する情報内容は、分岐点の複雑さに比例して高度な情報を要求する傾向が強いことが見て取れる。

5. おわりに

本研究では、透過型HMDを用いた歩行者に対するナビゲーションシステムにおいて、歩行者を効率的に導くための情報提示の方法について検討を行った。

分岐点によって違いは見られるが、情報提示要求は

8メートルから13メートルの間に集中する傾向がある。従ってこの間で分岐点の複雑さに合わせた案内画像を提示すると適切なナビゲーションが行えると言えよう。

また4.1.5で記したように、長距離の道なり経路で分岐点が無い場合は、歩行者が不安を覚える傾向がある。そのため、分岐点で以外でも案内画像を提示する必要があるかもしれない。その場合、どのような情報提示の仕方が適切であるかを考える必要がある。

また、今回はNomadを実際に着用しての歩行には至らなかった。実装した場合における適切な案内提示の効果について今後調査していく必要がある。

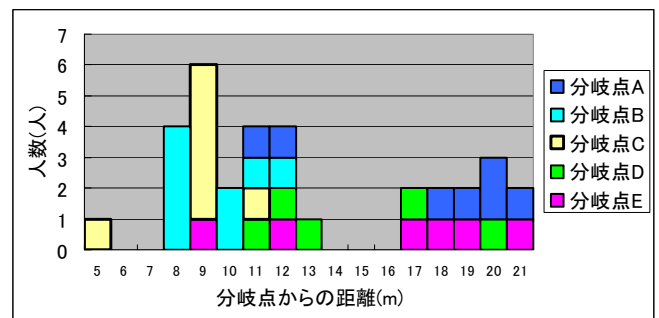


図 10：案内画像を要求した地点の距離

参考文献

- [1] モバイル・コンテンツ・フォーラム監修, “ケータイ白書 2005”, インプレス.
- [2] R. Tenmoku, M. Kanbara, and N. Yokoya, “A Wearable Augmented Reality System Using Positioning Infrastructures and a Pedometer,” Proc. IEEE Int. Symp. on Wearable Computers, pp. 110-117, 2003.
- [3] R. Tenmoku, Y. Nakazato, A. Anabuki, M. Kanbara, and N. Yokoya, “Nara palace site navigator: Device-independent human navigation using a networked shared database,” Proc.10th Int. Conf. on Virtual Systems and Multimedia (VSMM2004), pp. 1234-1242, 2004.
- [4] 興相正克, 蔵田武志, 坂上勝彦, 村岡洋一, “パノラマ画像群を位置合わせに用いたライブ映像上への注釈提示とその実時間システム”, 電子情報通信学会論文誌, J84-D-II, No.10, pp.2293-2301, 2001.


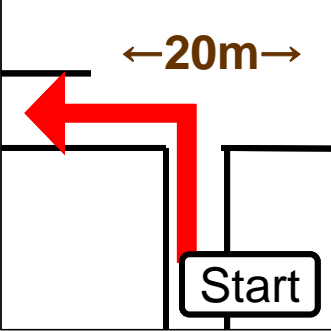
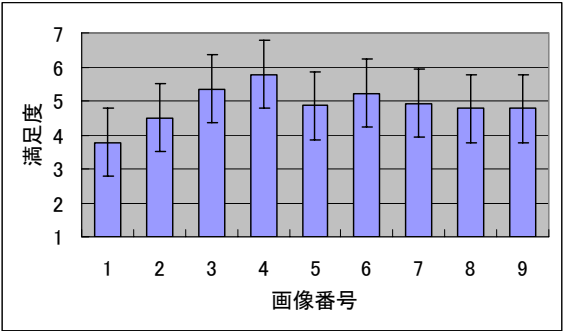

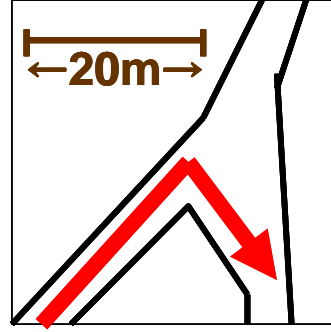
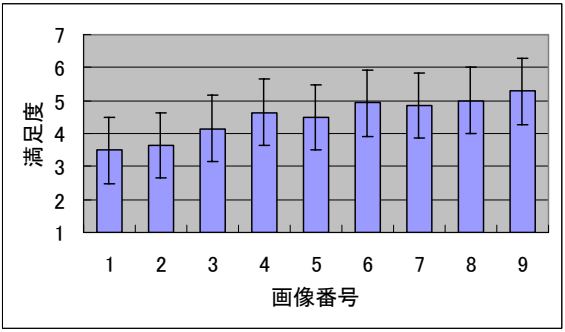
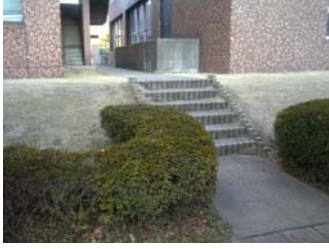
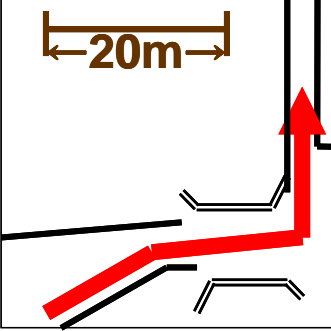
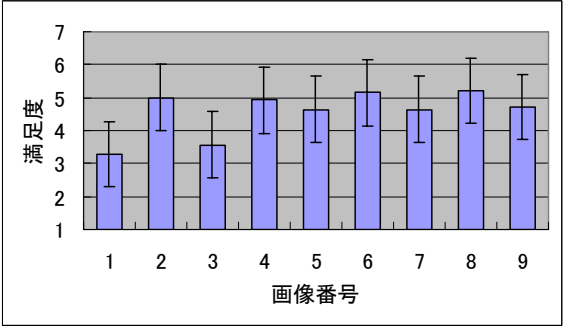

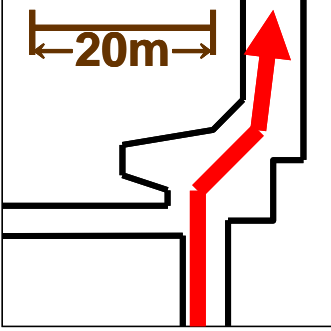
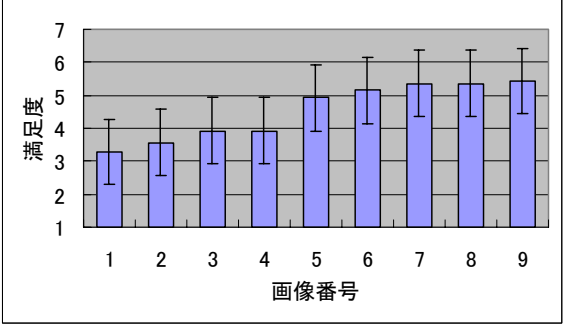

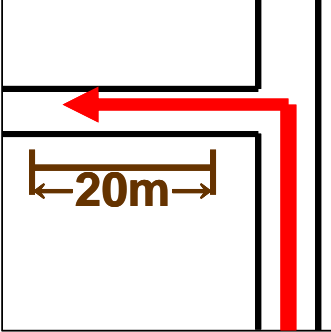
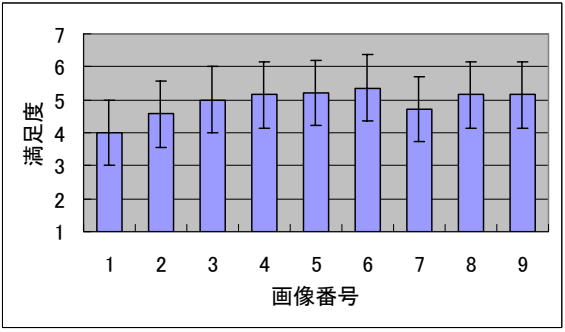
	分岐点の様子	分岐点の経路図	満足度の評価
分岐点 A	 <p>分岐点から 15 メートル</p>		
分岐点 B	 <p>分岐点から 15 メートル</p>		
分岐点 C	 <p>分岐点から 5 メートル</p>		
分岐点 D	 <p>分岐点から 10 メートル</p>		
分岐点 E	 <p>分岐点から 15 メートル</p>		

図 11 各分岐点での評価結果