

病院内での道順探索

— 健常者および高次脳機能障害者における検討 —

伊関千書*, 須藤雪乃**, 宮島美佳**, 伊藤さゆり*, 林 思音***, 鈴木匡子*

*山形大学大学院高次脳機能障害学講座 (現: 山形大学医学部内科学第三講座 (神経学分野))

**山形大学医学部医学科

***山形大学医学部眼科学講座

(平成29年3月1日受理)

抄 録

【背景】 見慣れない場所で目的地に達するためには、周囲の表示などを活用し、方略を立てて歩く必要がある。目的地に無事着くことができるかどうかは、個体側の機能の要因と、案内表示を含めた環境の要因で決まる。

【目的】 実際の現場での道順探索障害について、患者側の機能障害の要因と環境の要因を総合的に捉えて、それぞれの問題点を明らかにすることを目的とした。

【方法】 20-25歳の健常ボランティア7名(女性4名)と50-80歳代の高次脳機能障害患者9名(女性5名)を対象に、山形大学医学部附属病院で病院正面玄関から10階東病棟スタッフステーションまたはMRI検査室へ、表示などを手がかりに道順を探索させた。患者は高次脳機能障害として視空間認知障害、健忘、前頭葉症状を呈していた。健常者ではアイカメラで道順探索中の視線を記録し、どの表示を活用しているかを解析した。健常者では歩行距離を測定し、患者では後ろについた検者が行動観察をした。課題施行直後に、迷った場所等について質問を行った。

【結果】 健常者では、最短経路で目的地まで到達できるか否かを決定したのは、主に重要な分岐地点での探索行動であった。分岐地点において吊り看板や柱表示への視線停留時間が長い被験者は最短経路で到達できていた。患者群では全員が最短距離で行けず、高次脳機能障害や環境要因を反映した障害が見られた。高次脳機能障害としては前頭葉機能障害を反映した行動による道迷いが多く見られ、環境要因としては、表示の位置、見やすさ、内容などの不適切さの影響が健常者より強くみられた。障害への病識がないのも特徴的だった。

【結論】 道順探索を容易にするためには、環境要因としては案内表示の見直し、高次脳機能障害に対しては症状に合わせて、表示以外の支援も必要と考えられた。高次脳機能障害を環境との相互作用で捉えることで、より複雑な病態を観察できることが示唆された。

キーワード : 道順探索、アイカメラ、視線、行動観察、前頭葉機能障害

【背景および目的】

見慣れない場所で目的地に達するためには、周囲の表示などを活用し、方略を立てて歩く必要がある。目的地に無事着くことができるかどうかは、個体側の機能の要因と、案内表示を含めた環境要因で決まる。街や建物内で迷うという行動は、臨床の現場で問題となるが、これまでは地誌的失見当識や健忘などを主に机

上の検査で検討する研究が中心であった。そこで、私たちは実際の現場での道順探索障害について、患者側の機能障害の要因および環境の要因を明らかにすることを目的とした。そのために、まず健常者でアイカメラを用いて道順探索行為を分析し、環境要因の影響を検討した。そのうえで、さまざまな高次脳機能障害をもつ患者において、個体側の機能の要因と環境要因とがどのように関与しているかを分析することにした。

表1. 高次脳機能障害者の疾患名、症状、道順探索課題におけるエラー行動の例 (MMSE; Mini Mental State Examination, NE; Not Examined)

患者	疾患名	MMSE	視空間 認知障害	健忘	前頭葉 症状	失語症	探索課題における エラー行動の例	独力で目的地 へ着いたか
1. 54歳 女性	脳血管障害	NE				+	表示を読み間違い、間違った階へ行った	×
2. 66歳 男性	脳血管障害	27	+				目的場所の表示を見つけるのに時間がかった	○
3. 57歳 男性	交通外傷後遺症	30			+		表示を読み間違い、間違った階へ行った	○
4. 84歳 女性	軽度認知障害	27		+			エレベータの表示を見つけられず迷った	×
5. 72歳 男性	特発性正常圧水頭症	23		+	+		促しても表示を全く見ず、間違った場所での歩行を続けた	×
6. 74歳 女性	特発性正常圧水頭症	27		+	+		行き先階を思い出せず、間違った階へ行った	×
7. 82歳 男性	多系統萎縮症	29			+		フロア平面図で目的場所を探せなかった	○
8. 68歳 女性	大脳皮質基底核変性症	24	+		+		床の無関係なラインにつられ回り道をした	×
9. 87歳 女性	大脳皮質基底核変性症	NE			+	+	5分ほどで自己中断、内省は不明	×

【方法】

I 健常者における道順探索

対象は山形大学医学部附属病院内をほとんど歩いた経験のない20-25歳の健常ボランティア7名（男性3名、女性4名）である。通常の診療時間内に病院正面玄関から10階東病棟スタッフステーションへ行く道順探索課題を施行した（経路①）。被験者にはアイカメラ（Tobii Pro Glasses2）を装着してもらい、人に道を尋ねることは禁じ、表示などを手がかりに独力で目的地に到達するよう指示した。最短距離で到達せず、途中で迷ったかどうかは歩行距離によって検討し、歩行距離が長いほど迷ったと捉えた。課題施行直後に、迷った場所（過程）、わかりにくいと感じた表示について、質問した。アイカメラのデータは、Tobii Pro Glasses Analyzerにより解析し、視線停留時間を測定した。

II 高次脳機能障害患者における道順探索

対象は高次脳機能科通院中の9名（男性4名、女性5名）で、脳血管障害2名、特発性正常圧水頭症2名、大脳皮質基底核変性症2名、多系統萎縮症1名、頭部外傷後遺症1名、軽度認知障害1名である。高次脳機能障害として、視空間認知障害が2名、健忘が3名、前頭葉症状が6名、失語症が2名に認められ、Mini Mental State Examination (MMSE) を取得できた7名の平均は26.7点であった（表1）。患者群では視力障害がなく、院内を自力歩行できないほどの歩行障害はないことを確認した。患者では、これまでに病棟またはMRI室へ行った経験が無い、あっても1回程度の

みであった。

道順探索課題としてはIと同じ経路①病院正面玄関から10階東病棟スタッフステーション、経路②病院正面玄関からMRI検査室の2種類とし、患者の状態から検者がどちらかを選択した。その結果、症例1, 8が経路②、それ以外が経路①となった。安全対策と観察のため検者が患者のすぐ後ろを歩いた。歩行中、患者は迷ったかどうかの認識が乏しい場合が多いため、検者の観察で最短経路以外を通っている場合を迷ったと判断し、患者が自身で修正出来ない場合は適宜指示を与えた。課題施行直後には、迷った場所やわかりにくいと感じた表示について質問した。

本研究は、山形大学倫理委員会により承認され（2016年176号）、患者または家族から文書によるインフォームド・コンセントを得て実施した。

この研究は、文部科学省科学技術人材育成費補助事業ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ（連携型）事業の支援を受けた。

【結果】

I 健常群における道順探索

病院正面玄関から10階東スタッフステーションまでの経路①は、前半の正面玄関から同階の病棟エレベータ乗口までと、後半の10階で病棟エレベータを降りてから東スタッフステーションまでに分けられる。今回の施行では、後半の経路は被検者全員が同じ経路を取り、前半で迷うかどうかで探索時間に差が認められたため、前半について詳細に検討した。

前半である病院正面玄関から病棟エレベータへの経



図1. 病院正面玄関から病棟エレベータへの経路
 実線;最短で到達した健常被検者(最短経路群)の経路、破線;最短経路で到達できなかった健常被検者(迷い経路群)の経路のうちの一つ、星印;この経路において最短で到達できるか否かを決定していた重要な表示のある分岐地点

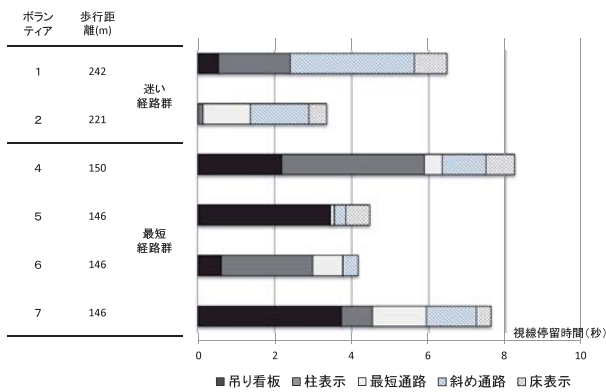


図3. 視線エリア分類(図2)別の視線停留時間(秒)
 6人の健常被検者において、スタートから目的場所までの総歩行距離とそれによる、迷い経路群と最短経路群との群分けを示す。分岐地点(図1での星印)において、吊り看板、柱表示、最短通路、斜め通路、床表示の5つのエリア分類別に、各人の視線停留時間(秒)を棒グラフで示す。健常被検者1,2(迷い経路群)では最短通路(白棒)と斜め通路(斜線棒)の通路2つに対する視線停留時間が長い傾向があり、被検者4-7(最短経路群)では吊り看板(黒棒)と柱表示(グレー棒)に視線停留時間が長い傾向がある。



図2. 分岐地点(図1での星印)における視線エリアの分類
 吊り看板;上方の表示で「病棟」との表示がある、柱表示;右側にあり「病棟エレベータ」と矢印がある、最短通路;左側にあり最短で病棟エレベータへ向かうことができる、斜め通路;中央にある、床表示;病棟に向かうのに必要でない情報のみである。

路について、最短で到達した被検者4名は、図1の実線で示す経路を取った(最短経路群)。最短経路で到達できなかった被検者3名(迷い経路群)の経路のうち、代表例を図1の破線で示す。最短経路群と迷い経路群の違いは、病棟エレベータを探す手がかりとなる表示があり、廊下が3方向に分岐している地点(分岐地点、図1の星印)での経路選択にあったため、この地点での各被検者の視線を検討した。

分岐地点でどこを見ているかを5つの視線エリア(吊り看板エリア、柱表示エリア、最短通路エリア、斜め通路エリア、床表示エリア、以下エリアを省略)に分割し(図2)、各被検者のエリア毎の視線停留時間を計測した。病棟へ行く手がかりとして、吊り看板には「病棟」との表示があり、柱表示には「病棟エレベータ」と矢印の表示がある。なお、被検者3はこの分岐地点を通過しなかったため、この検討から除外した。

分岐地点を通った6名のうち、迷い経路群の被検者1(全歩行距離242m)、被検者2(全歩行距離221m)では、最短通路や斜め通路への視線停留時間が合わせて2-3秒と長く、吊り看板や柱表示に向けられている時間は少ない傾向があった(図3)。最短経路群である被検者4-7(全歩行距離146-150m)では、吊り看板や柱表示への視線停留時間が合計3秒以上と長い傾向があった(図3)。

課題施行後に迷った場所(過程)として挙げられたのは、上述の分岐地点が7名中4名、2階フロア案内図の分かりにくさ(病棟エレベータと3階までのエレベータの区別がない)、斜め通路、10階エレベータホールからの経路が各1名であった。正面玄関から病棟エレベータ乗口を探すまでの表示は、7名中5名が分かりにくいと指摘した。

II 高次脳機能障害者における道順探索(表1)

1名(症例9)は途中で自己中断したが、失語症のため内省は不明であった。9名中6名はどこかの段階で検者による修正や教示を必要とし、結局自力では目的地に着くことができず(症例1, 4-6, 8, 9)、今回参加した全員が最短経路を通らなかった(迷った)。迷った状況は、患者毎に多様であったが、高次脳機能障害が反映された行動と、院内表示の分かりにくさにより誘発された行動に分けられた。

道順探索に影響したと考えられる高次脳機能障害としては、前頭葉症状に関連したものが6名と最も多く、視空間認知障害が2名、健忘が2名で認められた。前頭葉症状としては、道順の手がかりを探そうとせずに歩いてしまう、表示を見てもその内容に添った行動がとれない、床の線など1つの刺激に依存して歩き続けてしまう、上階へ行くのにエレベータを呼ぶために下向き矢印を押してしまうなどがみられた。また、迷っている状態に対する自覚がないのも特徴的であった。視空間認知障害としては、左半側空間無視の影響が大きく、案内表示に気づかないだけでなく、他者やものに気づかず、ぶつかりそうになることもあった。健忘の影響は行き先を忘れてしまう行動として表れた。このように、代表的な道順障害として知られる地誌的失見当識がなくても、様々な高次脳機能障害により道順探索は障害されることが明らかになった。

また、環境要因である病院内表示の分かりにくさが、患者の行動を観察することにより、さらに明らかとなった。まず、表示の位置として、視線より高い位置にあるものや、薄暗いところにあるもの、よく探索しないと見つけられない場所にあるものには気づきにくく、迷い行動につながり、健常者では「わかりにくい」という振り返りが得られるのであったが、患者はその場でも後からの振り返りでも、わかりにくいという認識そのものが欠けたまま迷い行動が開始および継続されてしまった。表示の文字が小さい、字数が多すぎる、文字の色が判別しにくい場合も、必要な情報を得ることができず迷い行動につながった。表示の内容を誤解したために、間違い・迷い行動が発生した例と

しては、以下のようなものがあった。矢印のシンボルが看板に表示されていたものの、「↑」が「上」を指す意味をもっている表示と、「前方」を指す意味をもっている表示と混在し、意味が統一されていないために患者が意味を取り違えて進行してしまったことがあった。また、「救急科 病棟」のように区切りが分かりにくいものは、本当は「救急科」と「病棟」という二箇所であるのに、「救急科病棟」とつなげて読んでしまい、意味を誤解してしまうことがあった。

【考察】

本研究では、道順探索障害が個人の機能要因と環境要因がどのように影響して生じているかを検討した。被検者の行動は、案内表示などの環境からの刺激と、それを受けて反応する際の個人の機能により変化するため、両者の要因を実際の現場で観察して検討した点が本研究の特徴である。

本研究では、健常者群の年齢が20歳台であることにに対し、高次脳機能障害者が50-80歳台であり、群間に年齢差があったが、環境要因と患者側の機能障害要因を捉えるためにこれらの群を設定した。高次脳機能障害者群では、加齢に伴うエラーと障害に伴うエラーが混在したエラーが観察されたと思われるが、これらを分離することは困難である。例えば、加齢によっても各種の高次脳機能障害によっても注意機能は低下しやすくなるので^{1), 2)}、院内表示を見落とすなどの行動のエラーが予想される。しかし、院内表示を見落とす行動を観察しても、それが加齢のためなのか、院内表示に問題があるのか、患者側の高次脳機能障害のためなのか不明である。そのため、今回の研究ではまず可能な限り環境要因(院内表示に問題があるのか)のみの影響を知るため、加齢に伴うエラーと障害に伴うエラーのない若年健常者を設定し、若年健常者の探索行動のエラーを捉えることで環境要因を検討、考察することができた。

ただし、健常者であっても均一な群ではなく、道順探索には得意・不得意の個人差があるのは一般的に明らかであるので、個人差を超え、表示による誘導のポイントを知るためにアイカメラによる検討を行なった。健常者では重要地点において目的地への情報を含む表示を確実に認識してから行動していた群が最短経路で目的地へ到達できる傾向が認められ、重要地点での表示を洗練することが重要だとわかった。健常者の道順探索課題施行後の自省においても、分岐地点や重要地点の認識ができており、それに関連した表示で困

難さを感じていたことが明らかになった。一方、患者では、全員が最短経路を取れず、何らかの道順探索における失敗（迷い行動）を経験していた。失敗した場合や内容は健常者と異なり多様であり、患者側の要因と、環境要因によるものの2つに大きく分類できた。前者では前頭葉機能障害、視空間認知障害、記憶障害に関連する行動が挙げられ、後者では表示の位置、見やすさ、内容などが関連していた。患者では、課題施行後に迷ったという病識がほとんどなかったのも特徴的であった。このように、本研究からは建物内の道順探索の際に、健常者および患者がどのように行動し、視線を使うのかという特徴を知ることができ、個人の機能要因と環境要因との関与が明らかになった。

環境要因の改善策として、健常者の検討から、分岐地点における表示や案内を重点的に整備するのが望ましいと思われた。分岐地点にある表示、とくに吊り看板は健常者にとって注目しやすい対象であるので、そこにわかりやすい表示をすることが役立つと考えられた。また、フロアの平面図を活用させるためには、多くの情報を小さい字やイラストで載せずぎ、重要地点を明快に文字だけで示す方がいいと思われた。重要地点で表示を見落とした場合にも、明快な平面図が各所に規則的に配置されていれば修正して探索できる可能性がある。また、高次脳機能障害患者の道順探索行動を検討することによって、高次脳機能障害では、軽微であってもわかりにくい表示によってすぐに迷い行動につながってしまうことがわかり、環境要因の問題点がより露呈されやすかったともいえ、迷わせる表示についてはその改善も必要である。

個人の機能要因として、高次脳機能障害患者では、症状の多様性を反映して各人の反応も様々であることが明らかになった。これまでは道順障害による道迷いが主に報告されてきたが、今回の研究結果からは、前頭葉機能障害に関連した道迷いの頻度が高く、表示を見ようと注意を向けられない、見ても行動を修正できないのが特徴で、表示による案内は不可能であると考えられた。しかもこれらの行動の障害は、認知機能の簡易スケールMMSEにおいては正常範囲内であった被験者に起きており、診察室での通常の診察や問診では気づくことのできない症候であった。この点からは、本研究のような行動観察などによる、行動の障害を捉えようとする検査は臨床的に意義があり、今後もこういった検査の有用性についてエビデンスを構築していくことが望ましいと思われる。

認知症者は今後も増加が予想され、病院等公共機関においては道順探索障害に対して何らかの対応が必要

である。表示以外の道順探索に関する支援方法として、近年、人工知能の研究の側面から検討されており、例えばGPSや画像認識によって場所を特定し、ロボットや乗り物等のツールによって支援する試み³⁾や、障害者のもつ情報が付加された杖と、地面に埋め込まれた検知器によって支援する仕組み⁴⁾などが開発されている。今回の検討からは高次脳機能障害者や認知症患者では、表示を見ないもしくは見ても意味を取ろうとしない行動をとる場合があるのが特徴的であったので、主に家族や看護師による道順探索を始めとした患者の院内での行動支援には、表示以外の重要な意義がある。現時点では、高次脳機能障害者が、他者による声かけや誘導に早くアクセスできるような院内の仕組みも、表示以外の改善点として重要であると思われた。そのうえで、先に紹介したような工学的手法や人工知能による支援も活用できるよう今後の集学的検討の発展が望まれる。

今回の研究では、実際に病院内の広い空間を歩いてもらうことにより、診察室での診療では気づくことのできない症状が、実生活の中でどのような行動として現れるか、どのような困難があるかが分かり、家族や介護者の苦労もうかがい知ることができた。また、高次脳機能障害は環境要因との関連でいろいろな表れ方をすることから、患者の行動観察から障害を積極的に捉え、患者支援、環境調整、集学的支援などに生かしていくことが重要と考えられる。

【参考文献】

1. Boisgontier MP, Beets IA, Duysens J, Nieuwboer A, Krampe RT, Swinnen SP: Age-related differences in attentional cost associated with postural dual tasks: increased recruitment of generic cognitive resources in older adults. *Neurosci Biobehav Rev*; 2013; 37:1824-1837
2. Sturm W, Willmaes K: Efficacy of reaction training on various attentional and cognitive functions in stroke patients. *Neuropsychological Rehabil*; 1991; 1: 242-259
3. 矢入 (江口) 郁子, 猪木誠二, 通信総合研究所: 高齢者・障害者の自立的移動を支援するRobotic Communication Terminals—要素システムの開発と統合. 2003年度人工知能学会全国大会(第17回)論文集 セッションID: 2B3-01; 2003.
4. 鶴沼宗利: RFIDを用いた歩行者の経路誘導: 視覚障害者向け道案内システム. *情報処理*; 2004; 45: 918-922

Navigating Around a Aospital

—the Behavior of Healthy Volunteers and Patients with Cognitive Impairment—

Chifumi Iseki*, **Yukino Sudo****, **Mika Miyajima****,
Sayuri Ito*, **Shion Hayashi*****, **Kyoko Suzuki***

**Divison of Neurology and Clinical Neurosciene, Department of Internal Medicine III,
Yamagata University School of Medicine*

***Yamagata University School of Medicine*

****Department of Ophthalmology and Visual Science,
Yamagata University School of Medicine*

ABSTRACT

Background: The behavior shown when finding one's way around is associated with the cognitive factors of individuals and circumstances including signboards.

Purpose: We aimed to find out how patients lose their way in a building, and how the cognitive factors of patients and the circumstances in a building affect route-finding.

Methods: Seven healthy volunteers (20 -25 years old) and nine patients (53 -87 years old) with cognitive impairment were subjected to the study. Inside the Yamagata University hospital, they were asked to walk by themselves, referencing signboards, to the staff station of the medical ward, or to the MRI room. Volunteers wore the eye tracker to analyze their visual search. Patients' behavior was observed. After the examination, we asked them to describe how they lost their way.

Results: The analysis from eye tracking showed that a group of healthy subjects tended to lose their way because they did not detect or pay attention to the signboard at the junction. All the patients were unsuccessful in reaching the destination by the shortest routes. Behavior associated with frontal lobe dysfunction often contributed to them losing their way. In addition, inappropriate positions, contents and clarity of signboards easily led patients into losing their way.

Conclusion: Patients with cognitive impairment should be guided by other methods and not only by signboards.

Key words : Route-finding, eye tracking, visual search, behavio observation, frontal lobe dysfunction