

## ナビゲーション

目的地に向かってスムーズに移動する。単純なことのようで、苦手意識を抱えている人も多いのがナビゲーション問題です。現代では地図のほか、カーナビなどの支援ツールも充実していますが、それらを使いこなせているでしょうか。また、移動経路は陸上とは限りません。水中や空の上など、環境の違いに効くナビゲーションの秘訣はあるのでしょうか。(時津裕子)

### ナビゲーション研究の展開

静岡大学教育学部 教授

村越 真 (むらこし しん)

#### Profile — 村越 真

1988年、筑波大学大学院心理学研究科博士課程中退。同年、静岡大学教育学部講師。助教授を経て、2003年より現職。専門は認知心理学（空間認知、リスク認知）。著書は『地図が読めればもう迷わない』（岩波書店）、『方向オンチの謎がわかる本』（集英社）、『GISと空間認知』（共編著、古今書院）など。



ケヴィン・リンチの研究以来、空間に関する記憶表象である認知地図の性質について多くの研究がなされてきた。しかし、目的地への移動の成否は認知地図だけに依存するわけではない。こうした現象面での観察を踏まえ、ナビゲーションの心的プロセスに関する研究が、1980年代後半から精力的に取り組まれるようになった。人工的環境では、こうした研究には進路探索（wayfinding）というタイトルがつけられていることもある。

日本でも、1980年代から方向感覚に関する研究が一定の蓄積をみた。方向感覚とは狭義には方向を指し示す能力だが、日常的には目的地にうまく到達したり、そこから間違いなく帰ってくる能力を意味する。この意味で、方向感覚はナビゲーション能力と同義だといえる。方向感覚は、心的回転の統合による方向の把握と、目印の記憶と弁別、二つの因子から成り立っている（竹内、1992）。方向と目印の把握は、いずれも自分の位置を決定したり、進むべき方向を判断するナビゲーション課題の解決に資するものだといえる。

二つの因子のうち、東西南北の把握は目印の記憶に比較して男女差が大きい。また、男女の基礎的な空間能力には差があるが、中でも心的回転は最も男女差がある課題として知られている（Voyer et al., 1995）。最近では、こうした男女差はワーキングメモリの性差に依存すると考えられている。移動に伴って得られる空間情報から東西南北を把握するには、身体を参照枠として逐次入力された情報を地理的参照枠の中に統合する必要がある。そのため心的変換とワーキングメモリを必要とするのだろう。

ナビゲーションを対象とした研究は、心理学だけでなく、動物を対象とした生態学や目標の少ない自然環境で生活する民族を対象とした文化人類学、さらには目的地に向かう機械システムに関する工学的研究まで多岐にわたる。興味深いのは、それらには共通の原理がみられる点だ。たとえば、ハチやアリは目的地に近づく時、目的地の見えである「スナップショット」を利用し、記憶されたスナップショットと今の見えとの差異が小さくなるように進路を決定す

る。一方、小惑星探査機はやぶさも、イトカワへの接近フェーズでは、光学航法カメラによるイトカワの画像を処理することでイトカワからの方向を把握し、地球からの電波による地球からの距離と併せて現在地を把握した。同様の方法は、人間によっても使われている。ミクロネシアのカヌイストは、特定の見えない島がどちらの方向に見えるはずかで現在地を把握しているし、瀬戸内海の沿岸漁業でも、陸上にある複数の特徴の重なり具合が漁場把握のために使われている。筆者は、ナビゲーションスポーツであるオリエンテーリングを趣味としている。チェックポイントの周囲に特徴はないが、遠方の景観が得られる大島のカルデラ内でナビゲーションをした時、目標地点からの外輪山の見えを地図から推測し、それを実際の見えに近づけるように移動する自分に気づいた（写真1）。

特徴のない場所では、空間位置は近傍のランドマークでは決定できない。現在地の把握には遠くの特徴的なものとの位置関係を使うしかない。また、この方法では、



写真1 大島のカルデラ内でのナビゲーション

頭の中に空間関係という目に見える景色とは別の表象を思い浮かべる必要はなく、実際に見えている景観とそうであるべき景観の違いから、進路を決めることができる。これは認知地図のように最善のルート決定はできないが、単純な脳でも解決可能だと思われる。おそらく動物の脳はこのような計算に長けている一方で、座標系によって位置を把握したり、計算結果に基づきプランしたルートをそのとおりに実現するのは不得意なのだろう。はやぶさの接近フェーズでも、イトカワの形状が予想とは違っていたことから、得られた画像を地上に転送し、人間が目で見進路修正を決定するという方法が採用されている。

多くの動物がこうした方法を採用する背景には、空間情報を処理する脳の構造も関係しているかもしれない。空間認知の分野でも、ここ10年での神経生理学的研究の蓄積は著しい。1970年代にラットの海馬で場所に特異に反応する場所細胞が発見されて以来、海馬が空間記憶、すなわち認知地図の座であるという知見が確立された。その後、頭が向いている方向に特異的に反応する頭方向細胞や、特定の景観に反応する景観細胞が海馬やその周辺の組織にあることが発見された。2005年を越えるところから、こうした神経細胞

が発見されており、その出力が頭方向細胞や場所細胞の入力になっているというモデルが提示されている。進化の歴史の中で、動物の暮らす空間の大部分は、確実に場所を示す明確なランドマークはなかったと推測される。遠くにある固定された大きな特徴との位置関係が現在の位置や方向を決めるための有力な情報となっているのは、こうした制約の中での進化を反映したものかもしれない。

多様なアプローチによって、人間のナビゲーション能力の基盤はここ10年でかなり明らかになった。頭方向細胞はまさに方向感覚の座といえる。その一方で、方向感覚がどのような入力によって生まれているか、方向感覚の個人差が何によって生まれているかの説明は十分ではない。地図も含めた空間表象をナビゲーションに利用するプロセスについても研究は十分とはいえない。形式的操作期に入ると中学生以降であれば、地図を使う認知能力は十全に発達しているはずだが、地図をうまく使えない大人が多いことは日常的に経験する。ナビゲーションを成功させるためには、現在地の把握、ルートの維持が不可欠だが、こうした作業には、地図の静的な理解だけでなく、その目的に合わせた地図からの情報抽出とそれに基づく問題解決が欠かせない。地図が使え

ない人は、不確実性がある環境の中で空間情報をどう使うかという方略が十分発達していないのかもしれない。山岳で年間に発生する2,400人を上回る遭難者のうち、40パーセント以上を道迷いが占める。ナビゲーション研究は多様な環境や文化のもとの問題解決として興味深いだけでなく、日常生活の質の向上と余暇の安全の両面に貢献すると考えられる。

ない人は、不確実性がある環境の中で空間情報をどう使うかという方略が十分発達していないのかもしれない。山岳で年間に発生する2,400人を上回る遭難者のうち、40パーセント以上を道迷いが占める。ナビゲーション研究は多様な環境や文化のもとの問題解決として興味深いだけでなく、日常生活の質の向上と余暇の安全の両面に貢献すると考えられる。



写真2 視界が遠くまで利く場所では、地図から読み取った進路を風景の中に(頭の中で)投影し、ナビゲーションを容易にするというAR(拡張現実)に似た方法を、筆者はしばしば採用している



写真3 カーナビゲーションに取り入れられている拡張現実的方法

## 文 献

- Voyer, D., Voyer, S. & Bryden, M. P. (1995) Magnitude of gender differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, 117, 250-270.
- 竹内謙彰 (1992) 方向感覚と方位評定、人格特性及び知的能力との関連. 『教育心理学研究』 40, 47-53.