

ナビゲーションにおける内的資源と外的資源

新垣紀子

1 はじめに

1.1 日常生活における二つのナビゲーション

ナビゲーションとは、自らを目的地に向かって誘導するという行為である。これは私たちが日常的に行っているごく当たり前の行為である。それにもかかわらず、私たちはしばしばナビゲーションに困難を覚え、時に失敗する。例えば、昔何度も行った事のあるはずの場所なのに、今行こうとするとどのように行ったらよいかわからなくなったり、初めてのところで、あらかじめきちんと経路の説明を聞いたはずなのに、実際に行ってみると、どちらに進んだらよいかわからなくなるようなことを経験したことがある人は多いだろう [30, 31]。一方で、初めての場所にいったのに、分かれ道のところですぐにこっちだと判断しててきぱきと進路を進むことができる人もいる。いったいこの違いは、どこにあるのだろうか。人が空間の中で移動するときには、いったい、どのような認知的な問題が存在しているのだろうか [32]。

また、ナビゲーションは空間の中での人の移動だけの問題ではない。ナビゲーションを広くとらえると、人とモノのインタラクションの問題としても見ることができる。私たちの周りには膨大な量のモノが存在している。それは、戦後の高度経済成長期を中心にたくさん作り出された消費財であることもある。また、マスコミやインターネットなどのメディアから得られる情報であったりもする。これらの膨大なモノや情報の中から、私たちはどのようにして目的のモノに到達したらよいのだろうか。

本論文の目的は、変わりつつある世の中で人が環境と関わる過程での困難な点や、技術によって生み出された道具と人々のインタラクション過程における困難な点を分析することにより、イノベーションが社会に浸透していく過程で障壁となるものは何か、どのようにすればうまくイノベーションが浸透していくのかということを心理学的観点から検討することである。

1.2 問題解決としてのナビゲーション

生活空間内での人の移動の問題とモノや情報の探索は、一見すると全く異なる別の問題であるように思われるかもしれないが、問題解決という観点からは、次のような類似点を挙げることができる [23]

- ・どちらにも目的地（ゴール）がある。
- ・そこに至るまでに、いくつかの行為の選択場面があり、その選択の結果によっては、目的の行為を遂行することが非常に難しくなってしまう。
- ・目的地に至るまでの経路や過程を一望することができない。
- ・目的地に至るまでの外界との関わりが経路の選択に影響を与える。

すなわち、目標の状態（ゴール）にたどり着くために複数の経路の選択肢があり、目標の状態を探すための多くの手がかりがある中から、何らかの行動をして自らを目標の状態にナビゲーションしていくということが共通する。そして、そこにおいて困難なのは、自分がどの段階にいるのかを知ること、どのようにして目標の状態にナビゲーションするのかということである。

従来のナビゲーションの認知過程の研究では、人がナビゲーションを行っているときにどのような知識（認知地図）を生成しているのか、あるいは頭の中のイメージ操作などに関するどのような空間認知能力によるものであるかなど、個人の内的能力（ここでは内的資源と呼ぶ）に基づいて説明するアプローチの研究が多く見られていた。

しかしながら、インターネットやさまざまな技術の発展により、社会における人のナビゲーションや問題解決行動においては、外界情報や道具（これらを外的資源と呼ぶ）が果たす役割が日々大きくなってきている。また、実際に問題解決の分野でも認知過程の外化など、外界情報の問題解決における重要性を示す研究が増えつつある。

本論文では、町の中の移動や道具を利用した問題解決場面における認知過程を、“ナビゲーション”の認知過程と捉え、以下の点について述べる。

- ・ナビゲーションにおける内的資源：認知地図の成立
- ・ナビゲーションにおける外界とのインタラクション
- ・認知科学における“外界”の発見
- ・ナビゲーションにおけるさまざまな外的資源
- ・ナビゲーション研究の今後の展望

2 ナビゲーションにおける内的資源としての認知地図

人が街の中を移動するときには、自分がいる場所に関する空間的な知識をなんらかの形で理解しており、その理解に基づいて道を選んだり、方角の判断をしたり、自分のいる場所を他人に伝えたりするということをしていると考えられる。このような、人の持つ空間に関する知識のことを「認知地図」と呼ぶ[44]

日常生活を行っている私たちに取っては、私たちの頭の中に認知地図のような、空間関係を示す知識表現が存在することは明らかなようにも思えるが、そもそも、そんなものが存在するのか、また存在するとした場合どのような形で存在するのかなどについては、これまで多くの研究や議論がなされてきた。

本節では、環境心理学や空間認知の分野で行われてきた認知地図研究がどのように成立し、どのように研究されてきたのかについて検討する。

2.1 内的モデルとしての認知地図研究の始まり

1940年代、アメリカを中心とした心理学の主流を占めていたのは、「行動主義」と呼ばれる考え方であった[43]。行動主義心理学は、人や動物がどのような刺激を受けたときにどのような行動をするか、その刺激と行動の対応関係を研究する学問である。行動主義心理学では、人の心とか知識というような、客観的に見ることができない主観的な概念は強く排斥される。そして、そうした複雑なものをもたないと考えられたネズミや鳩が刺激に対してどのように反応するかを明らかにすることによって、人の行動の基本原理が解明できると考

えられていた。

それでは、動物は内的な表象をもたないのだろうか。Tolman は、ラットに迷路の中のえさの位置を覚えさせるという実験を行った。Tolman は、ラットは経路を変えても餌への最短距離のルートを選ぶ事が多いことから、ラットが場所のイメージを頭に構築し、それに基づいて目的地への移動方向の判断をしていると考え、ラットの中に存在していると考えられるこの場所のイメージに相当するものを認知地図と呼んだ [38]。Tolman のこの研究は、人の内的な知識の存在を認める認知心理学の成立にも大きな影響を与えるものとなった [20]。

2.2 心理学における認知地図研究

心理学の分野において、人が外界をどのように認知しているかについての研究は、子どもの空間表象の発達分野において古くから進められてきている。

2.2.1 発達と空間認知の変化

子どもが空間や自分を取り巻く世界をどのように理解しているかについては、発達心理学の分野での研究が中心になされてきた [9]。その代表的な枠組みとして、子どもの発達の研究で有名なピアジェが行った三つ山課題がある。

三つ山課題というのは、次のような課題である。まず、机の上に3つの山の模型を置く。次に、被験者となる子どもに、机の一方からその山の模型を見せる。そして、机の反対側にもし誰かがいたとしたら、その人には山の模型がどのように見えているかをその子どもに尋ね、答をもとめる。この課題において重要なことは、自分の目に見えているものと自分とは違う場所にいる人に見えているものが違うことを理解すること、また、どのように違うかの視点変換ができるということである。

この課題は、Piaget が1930年代に初めて行ったもので、7才くらいまでの子どもは、自分の反対側からの山の模型がどう見えるかがわからないということが報告されている [27]。例えば、山の手前に小さな家があってそれが目に入るとすれば、反対側からは家は山陰に隠れるはずなのに、その家が反対側の人にも見えると思っているのである。この現象は強固なものであり、子どもに一度机の反対側に行かせ、そこから当該の家が見えないということを確認させた後にもう一度自分の場所に戻って、他者の視点からの見えを答えさせても、他者の視点を採用することはできず、やはり自分の視点からの見えに固執して

答えるということは変わらない。

このように、小さな子どもは他者の立場からの視点の存在に気づかず、したがって当然のことながら、他者の視点からの見えを答えることができない。常に自分の視点からみた状況を答えることから、この時期の子どもは、自己中心性を持つと言われている。そして、大きくなるにしたがってだんだん他者の視点を取得することができるようになるといわれている。

2.2.2 参照系の発達

これと同じことを大きな空間（人が生活する空間）の理解においても観察することができる [29]。小さな子どもは、顔を向けたり指さしたり体の運動によって、空間の中のものの位置を定位することが多い。あるものが自分に対してどちらにあるかによってものの位置を理解しているのである。これを、自分を中心にして外界を位置づけているということから、自己中心的参照系を利用しているという。そして大きくなるにしたがって、目印になるランドマークを基準として、自分の位置や方位を理解することができるようになる。この時子どもは、ランドマークを中心として空間を部分に理解しており、固定的参照系を利用しているという。駅に対してどこにお店があるとか、学校に対してどこに公園があるというように空間を部分的に理解しているのである。そして、10才くらいになると、抽象的参照系を利用し、空間を全体的に理解することができるようになる。この段階になって初めて、建物が座標系の上にあることを理解することができ、複数の建物の位置関係などを相互に（どちらの視点からでも）認知することができるようになるのである。

この参照系の発達とともに、人の空間表象（地理情報に関する知識）のあり方も変わってくる。Shemyakin は、人の空間に対するイメージを基本的に異なる2つタイプ（ルートマップ的表象とサーベイマップ的表象）に分けた [29]。ルートマップ的表象とは、あるルートを頭の中で実際移動する時に浮かぶものの系列から構成されている知識である。例えば自分の家から駅までの経路といわれたときに、まず目の前の道路を右に進んで最初の交差点を左に曲がってというイメージの連続したものである。これに対して、サーベイマップ的表象とは、いわゆる地図のような鳥瞰図的なイメージのことで、駅と学校と自分の家との相互関係や直線距離などを理解しやすいという特徴がある。

2.2.3 異なるタイプの認知地図

子どもだけでなく、大人でもルートマップ的な表象とサーベイマップ的な表象を持つことがあることが知られている。これは、対象となる空間に人がどのように接したかによって獲得される認知地図の特徴が異なるという研究である [37]。頭の中にある認知地図は、地図から学習する場合と、実際に移動して学習する場合で2種類のタイプがあり、それぞれ特徴があることが知られている。これをサーベイマップ、ルートマップと呼ぶ [37]。サーベイマップ的な空間の理解はナビゲーションのパフォーマンスを良くすると言われている [25]

2.3 都市工学における認知地図研究

認知地図という考え方は、心理学だけでなく、地理学や都市工学などの分野でも興味をもたれ、多く研究がなされてきた。人々が、自分が住んでいる都市をどのように認知しているかを知ることが、理解しやすく住みやすい都市をデザインするためには重要であると考えられたためである。

認知地図という考え方を地理学の分野に広めたのは Lynch である。都市設計者であり建築家としても知られる Lynch は、都市をデザインするにあたって、都市のイメージのしやすさ (imageability) と、構造のわかりやすさ (legibility) が重要であると考えた [18]。わかりやすい都市であれば、都市も美しくなるだろうし、その中で道に迷うということは、めったになくなるだろう。そこで、Lynch は都市の住民が町についてどのようなイメージを持っているのかを調べた。そして、それらの中から共通して現れるもの、それを Lynch はパブリックイメージと呼んだが、それをもとに、町のイメージの構成要素をパス (道路)、ノード (地点、交差点など)、ディストリクト (地域)、ランドマーク (目印)、エッジ (縁、川など) の5つに分類した [18]。この構成要素を利用して都市を分析すると、ボストンは、目立つランドマークやチャールズ川という明瞭なエッジといくつかのディストリクトから構成されていて、イメージしやすい都市であること、これに対してロサンゼルスは、格子状の道路はあっても特徴がなく、中心地もなくボストンと比較してイメージしにくい都市である事がわかった。

都市工学における事例は、私たちが持っている認知地図という内的な表象を解明することが、実際の都市のデザインに利用できるという具体的な応用場面を提示した点で重要である。また、このようにして作られた都市が逆にそこに

住む人たちの認知地図に反映されるという点で、認知地図という内的表象と外的な情報の関係にも新たな観点を導入した点が注目される。

2.4 認知地図の歪み

Lynch の研究は認知地図の構成要素の研究であったが、この研究をさがげとして、認知地図の個人差に影響を与えるものは何かという研究も盛んに行われるようになった。認知地図に影響を与えるものとしてこれまで調査されたものは、個人の社会階層の違い、性差などである [2]

また認知地図の研究には、個人差の研究だけでなく、認知地図自体の持つ歪みに関する研究が多くある [4, 34, 40]。このような認知地図の歪みを調べることによって人がどのように空間情報を処理しているかがわかり、人の空間行動にどのような影響を与えているかがわかると考えられたためである。例えば道路の交差角度は実際の角度よりも、90度に近い方向に記憶されやすいことが知られている [4] し、認知される距離が現実と違うという研究もなされている。

2.4.1 認知距離の歪み

認知地図が実際の地図とは異なる点がたくさんあるということを示したが、人が自分のいるところからある場所までどれくらい距離があるかに関する心理的な距離の感覚（認知距離）も実際の距離とは違うという研究もなされている。

認知距離の研究から、次のようなことがわかってきた。

一つは街の中心部は周辺部より近く感じるということである。つまり街の中心に向かう方向の距離は、過小評価され、外向きの距離は過大評価される。街の中心方向（繁華街のある方向）は、人にとって便利であるだけでなく、イメージもよく、好まれているためであると言われている [14]

また、ある場所を移動する時に通過する曲がり角の数や交差点の数が多いほど距離が長く判断されるということも知られている [28]。交差点があったとか、何かのお店があるなどを周りを見ながら歩くと人が頭の中で処理する情報量が増える。このように環境が複雑になることによって、人間の情報処理量が増え、そのために距離を長く感じると思われる [19]

2.4.2 社会階層による認知地図の違い

社会階層（社会経済的地位）による認知地図の違いに関する研究が、イギリ

スやインド，アメリカなどで行われた。社会階層の高い人の方が，低い階層の人よりも，社会的交流を多く行うため，行動範囲が広いだろう。そのために，階層の高い人の認知地図は広範囲になるだろうと考えられた。

しかし，実際は，認知地図は生活に密着したもので，階層の高い人の行動範囲が広い場合には，階層の高い人の認知地図も広範囲になるけれども，階層の低い人の行動範囲が広がるような環境では，階層の低い人の認知地図が広い範囲を含むことがわかった。つまり，その人の社会的なステータスが高いか低いかは重要なのではなく，やはり，その人が都市の中でどのような行動経験をしているかの方が作られる認知地図への影響が大きいのである。

2.4.3 性差と認知地図

社会階層と同様のことが，男女の違いでも見られる。いくつかの調査では，男性の認知地図の方が正確で，詳細で，サーベイマップ的であるとされている。一方で，男女の認知地図にはあまり差がないという研究結果もある。男女の認知地図に差があるとしても，社会階層による認知地図の違いと同様の説明をすることができる。つまり，男性は家の外で活動的であり，女性は男性と比較すると家の中で過ごす時間が多い。そのため，より都市での行動経験が豊富な男性の認知地図の方がより正確なのだと説明することができるのである。ただし男女の違いは，認知地図だけの違いではなくて，地図を見るときにストラテジーや記憶の特徴違いがあるという研究もある。

2.5 認知地図という考え方の果たした役割

外界に関する知識である認知地図が，人の中にどのような形で実在しているのかについてはまだ明らかになっていない。しかしながら，認知地図という考え方が導入されたことによって，人の問題解決過程の検討のために，また，そこから得られた知見の現実場面における応用に次のようなメリットがあったと考えることができる。

- ・人がどのように空間を理解し，その中で行動しているかを明らかにするための記述の枠組みを提示したこと。

人は必ずしも空間を写真のようにイメージとして理解しているわけではなく，主要なものを効率良く記憶している。例えば人がどこで買い物をする

かという空間選択行動を記述するときには、認知地図とそこから派生する認知距離という考え方が有効な手法でありうる [7]

- ・人にわかりやすい都市を造る都市計画に利用されたこと

人が都市をどのように認知しているかが都市のデザインに重要であるとした Lynch の考えは、その後広く受け入れられ、都市再開発や現在地地図のデザインなどにも反映されるようになっている [6]

外界に関する内的な表象が認知地図の形で私たちの内部に知識として形成され、それに基づいて私たちが問題解決行動を行うという考え方は、魅力的なモデルであるが、それでは私たちが行動するときには、いつでも認知地図のような内的な表象が必要になるのだろうか。

3 ナビゲーションにおける外界とのインタラクション

近年、人がナビゲーションを行っている際の外界とのインタラクションを重視する研究が見られるようになってきている。必ずしも、人の中に詳細な認知地図の存在を仮定する必要がないというものである。

3.1 内的資源に基づく説明の限界

前節で述べたように、人間の空間行動のプロセスの理解のために、あるいは、人間に理解されやすい町を作るという観点から、認知地図についての多くの研究がなされてきた。認知地図の歪みについての研究は、その歪みが人間の空間理解を反映していると考えられており、詳細な認知地図を持っていれば正確なナビゲーションができると考えられていた [1]

しかしながらこれらの研究の多くは、都市のイメージなどを地図に描くスケッチマップ法などで調べられたものであり、対象になったのは、静的な場面での空間表象の特徴であった。したがって、描かれた認知地図が現実の地図のように正確でなくても、実際の目的地に行く事ができるため、移動には詳細な認知地図は必要ないという批判がある [26]

そこで、実際の移動場面では、どのような認知プロセスが働いているのか、それと認知地図とのかかわりはどうであるのかということに関する研究が必要となる。

本節では、ナビゲーションにおいて、認知地図などの内的資源以外に外界情報が重要な役割を果たしていることを示す研究を概観する。

3.2 Wayfinding

実際の移動場面では、どのような認知プロセスが働いているのだろうか。

Passini は認知地図研究だけでは、実際のナビゲーションの行動は説明できないということを、次の2つの点から指摘している [26]

- ・ 認知地図を調べる調査は、スケッチマップ法という再生で行なわれるのが通常である。しかし実際の移動時には、その環境に直面している。そのため、経路が再生できなくても、分岐があるときにどちらの経路を選べばよいかを再認できればよい。
- ・ また、実際にナビゲーションを行っているときには、経路を選択さえすればよいとため、距離や方向を多少誤って記憶していたとしても、その誤りが積み重なっていくことはない。

以上のことから、Passini は、日常場面で行われるナビゲーション過程を wayfinding と呼んだ。記憶の再生と比較して再認が容易であることは、一般的に知られている。ナビゲーションは外界を見て、その場で経路を再認すればよいのである。実際に環境に直面している場面では、その場で利用する外界情報が重要であると考えられる。

3.3 外的資源としての現在地地図

Passini の研究から、実際のナビゲーション場面の認知過程においては、その場その場で外界情報をいかに利用するかが重要であることがわかった [26]。これは私たちの日常生活経験とも合致する。

私たちの周りには、さまざまな道具が増えてきている。その中には、人の移動を支援するための外的資源となるものも多い。たとえば、街角には多くの標識や、案内地図が立っている。車の中にもそのための強力な道具であるカーナビゲーションシステムがあり、日本では1995年頃から普及し始めている。また、1990年代後半からの携帯電話の普及によって人は、歩きながら情報を得ることができるようになった。移動中に道がわからなければ、その場で電話を

かけて人に尋ねることができるようになったからである（ただし、携帯電話だけでは必ずしも人の移動の役に立たないという話もある。携帯電話を持つ人からの110番通報が増えたが、自分のいる場所を伝えることができない人が多いという報道があることからそれは明らかである。）。インターネットと携帯電話がつながることにより、移動中に目的地の情報を探したり、経路案内をみたりすることができるようになった。

このような道具が増える事により、人が外的資源を利用してナビゲーションをする機会が増えてくるだろう。ナビゲーション時に道具と人のインタラクションはどのように行われているのだろうか。題材として現在地付近の案内地図を考えてみる。

地図はナビゲーションにおける外的資源の代表的なものであるが、それがわからないことが良くある [37]。Levine は、町の中の現在地を示す地図を読みやすくしてナビゲーションを支援するためには、(1) 地図と現実の対応づけがなされていること、(2) 地図が置かれている方向が重要であること、を示した [16, 17]。

地図を見たときにまず難しいのは、この地図がどのように目の前の環境と対応しているかを解釈することである。Levine は、地図と実際の環境を対応づけるためには、地図と現実の環境それぞれで少なくとも2点の対応づけが必要であるとした [16]。次に、地図が設置されている方向が自分がナビゲーションをするときに、地図の右が現実の右に対応し、設置されている地図の上が、進行方向（環境に対して面している方向）である方が地図を理解しやすい事は経験的に知られている。しかしながら、Levine らの調査によれば、実際に空港や町の中にある現在地地図は、環境との方向付けが90度以上回転しているものももっとも多いのである [17]。

この調査からわかるように、実際の環境において人のナビゲーションのトラブルが発生するときには、必ずしも人間の認知地図の善し悪しの問題だけではなく、外界とのインタラクション時のトラブルも原因になっていることが考えられる。人を取り囲む外界情報がどのようになっており、そして人がそれらとどのようにインタラクションしているかを分析することがナビゲーションにおける認知プロセスを解明するためには重要であることがわかる。

このように、ナビゲーションを考えるとときには、人と外界とのインタラクションの過程がどうなっているのかそして、ナビゲーションにおける外界の役割

は何かという観点から考える必要がある。

3.4 認知研究における外界の発見

第1節で述べたような目標の状態（ゴール）たどりつくための困難に対する問題解決過程は、初期の認知心理学では個人が頭の中に問題空間を作成し、解いていく過程として研究されてきた。代表的なモデルとして知られている Newell らの一般問題解決器における問題解決過程は、人が与えられた問題に対して持っている心的表象を「問題空間」と定義し、問題空間とゴールとの「違い」を心的オペレータにより知識状態を変形させていき、最終的にゴールに至るというもので、コンピュータの処理のアナロジーを利用したものである[23]。Newell らは、人の問題解決過程を、人の「内的な」問題空間を通して行う探索であるにとらえている。

3.4.1 認知研究における日常場面研究の重要性

人の認知過程をほとんど無視していた行動主義とは異なり、人の内的な認知過程が存在するという前提で、その後、さまざまな人の問題解決過程の研究がなされた。しかしこれらの研究の題材は、あくまでも、パズルや、人為的に作られた問題や、チェスなどのゲームなど、実験室環境で行われるような課題がほとんどであった[21]。このような実験室で観察される認知過程は、人間の認知のある側面を明らかにするものであっても、日常生活における人の問題解決の認知過程を明らかにするものではない。たとえば、Wason の4枚カード問題[42, 13]では、アルファベットの問題であれば解を出すのが難しいが、日常的で具体的な材料にすると正答率が非常に高くなることが知られている[39]。人為的に作られた問題が解けなくても、日常生活においては適切な判断をすることができると考えられる。

それと同様に、人の認知過程を明らかにするためには、恣意的に作られた実験室における実験ではなく、日常の環境や自然な活動の中で行われている生態学的に妥当性のある認知研究が必要であることはいうまでもないだろう[22]。

従って、町の中で道に迷ってしまう過程や、町の中の道具とのインタラクションのトラブルがなぜ起こるのか、そのときの認知過程の研究は、実験室内での道具と人のインタラクション研究ではなく、実際のその町の中で研究することが重要なのである。

3.4.2 状況論における表象の外在化

このような人の周りにおける「外界」が人の認知活動を変えており、外界を含めた全体を研究する必要があるという流れは、Gibson の知覚理論 [8] をきっかけとして広く 1980 年代後半から広く状況論、あるいは活動理論として多く研究がなされるようになった [41, 24]。状況論は、たとえばナビゲーションのような行為の系列は、外から眺めるとシステムティックであり、頭の中に表象やプランが存在していて、それに従って行為をしているように見えるが、実際は、その場その場の目の前の環境に状況的に同調しているというものであるとしている [41, 35]。表象やプランは、自らの行為を後で説明するためコミュニケーションの手段であって、実際の状況的な行為とは別の水準のもので、頭の中にある訳ではなく、環境との相互作用システム全体の中にあるとしている [41]。

4 ナビゲーションにおけるさまざまな外的資源

人の認知過程で外界が重要な役割をしているのは、空間を移動するナビゲーションの研究だけではなく、人が道具を利用して何かの目的を達成する場面、すなわちヒューマンインタフェースの場面でも重要視されてきた。本節では、ヒューマンインタフェース場面において、外的資源が果たしている役割について検討する。

4.1 ヒューマンインタフェースにおける外的資源

外的資源の重要性としては、認知的な人工物 (Cognitive Artifact) の役割に関する研究でも指摘されている [24]。Norman は、チェックリスト to do リストなどの認知的な人工物は、人の記憶力そのものを高めるわけではなく、人の記憶する作業の課題の性質（認知的な課題の性質）を変えることによって、人と人工物を合わせたシステム全体の認知的な能力が拡大されているのだとしている [24]。そして、このシステム全体のパフォーマンスの見えを、システムビュー、人工物を扱う人から見た人工物を使った認知的作業をパーソナルビューと呼んだ。認知的な人工物の研究は、ナビゲーション場面においては、計算尺の一種であるノモグラムや、ミクロネシアのナビゲーションのプロセスなどが Hutchins によって詳しく研究されている [11, 12]。

4.2 日常的な行為における外界の役割

このような認知的な人工物だけが外的資源として、認知作業に役に立っているわけではない。Larkin は、ごくごく普通の日常的に使われている道具を利用している場面でも、道具のそれぞれの状態をディスプレイ（情報表示）として利用することにより、認知的作業の負荷を下げていることを示した [15]。例えば、コーヒーマカを利用しているとき、作業記憶に現在の状態を保持する役割や、利用することにより、人は問題解決しているのである。コーヒーマカを利用しているとき、フィルターホルダーにフィルターが入っていなければ、次にフィルターをセットするということがわかる。すなわち、フィルターホルダーがそこに存在していることによりフィルターホルダーを外的資源として利用することができ、人が次に行うべき作業は、そのフィルターを次の状態にすることだということを判断できる。ディスプレイを利用する事により、認知的負荷が少なく作業をすることができ、作業割り込みに対してもエラーを起こしにくくなる。

4.3 ソーシャルナビゲーション

人の問題解決を助ける外的資源は日常に利用されている道具だけではない。たとえば、ナビゲーションの過程においては、街並みのような外部の情報や自分以外の他者が街を移動することによって作られる人の流れなどの情報を利用している [33]。また、コピー機などの道具や書籍などの情報を利用する場合にも、誰かが貼り付けた注意書きや多くの人が使ったためにボタンに付いた汚れが利用の手順や目的の情報を探す手がかりとなっている場合がある [10]。このように他者の存在や活動によって作り出された情報を利用することによって遂行される問題解決がある。これをソーシャルナビゲーションという [5]。

近年、インタフェースデザインにソーシャルナビゲーションの考え方を導入する試みが注目されるようになってきた [5]。それはインターネットの普及によってネットワークを介した他者の活動状況にアクセスすることが容易になってきたためである。そこでは他者の活動情報を提供することによってユーザの行動を誘導・支援するリコメンデーションシステムが提供されるようになった [3, 36]。

私たちの日常場面における問題解決過程を明らかにし、それを支援するため

には、こうしたソーシャルナビゲーションがどのように利用されているのかを知るとともに、それが人々の問題解決にどのような役割をしているのかを検討する必要がある。

5 ナビゲーション研究の今後の展望

以上のように、ナビゲーションや問題解決を行う際の認知過程の研究の概観として次の点に注目してこれまでの研究の流れを述べた。

- ・ナビゲーションにおける内的資源の研究
- ・認知地図の成立
- ・ナビゲーションにおける外界とのインタラクション
- ・認知科学における“外界”の発見
- ・ナビゲーションにおけるさまざまな外的資源

今後のナビゲーション研究では、ナビゲーションをする人の認知過程において外的資源が具体的にどのような役割をしているのかということをも明らかにしていくことが必要だと思われる。そのためには、

- ・ナビゲーション・ヒューマンインタフェースなど社会的問題解決場面のダイナミクスの分析
- ・ナビゲーション、ヒューマンインタフェースにおける外的資源の役割の明確化

などの研究を進めることが必要である。そして、その認知過程を詳細に分析する必要があると考えられる。

6 おわりに

カーナビの進歩は著しく、目的地さえ設定すれば、あとは、カーナビの指示通りに右左に運転していけば目的地についてしまう。このような経験を積み重ねていったとしても、ユーザが現在地と目的地をつなぐ認知地図を獲得するこ

とは期待できないだろう。かといって、そのユーザと（カーナビという機器を越えた都市という）外界とのインタラクションが成立しているとも言い難い。

さまざまなモノ、ハイテク機器の普及によって、私たちの問題解決能力は飛躍的に向上することになった。しかし同時に、道具や問題解決過程の多くがブラックボックス化され、私たちは、認知地図のような内部のモデルを獲得するのが困難になった。これらの動向は、社会のテクノロジー化というイノベーションの流れから必然的な部分もある。しかしながら、「ボタンを押していたら目的のモノは得られたが、どうして得られたのかはわかりません」という状態ばかりになるのが望ましいとは考えられない。たとえば、私たちはカーナビがない環境で移動しなければならないこともあるからだ。

そのためにも、イノベーションが社会に浸透していく過程で、人が環境や道具とどのように関わるかというメカニズムを明らかにすることは非常に重要である。私たちの周りにある膨大な量のモノの存在が、人の認知活動をどのように変えているのかということは、人の認知活動を見るだけでなく、モノが存在する社会における人の活動を分析する必要があると考えている。その活動によって得られた結果は、さらに私たちの外的資源として私たちの知的な生産活動の源になるからである。

参考文献

- [1] Abu-Obeid, N.: Abstract and scenographic imagery: The effect of environmental form on way-finding, *Journal of Environmental Psychology*, Vol. 18, No. 2, pp. 159-173 (1998).
- [2] Appleyard, D.: Styles and methods of structuring a city, *Environment and Behavior*, Vol. 2, pp. 100-117 (1970).
- [3] Balabanovic, M. and Shoham, Y.: Fab: content-based, collaborative recommendation, *Communication of the ACM*, Vol. 40, No. 3, pp. 66-72 (1997).
- [4] Byrne, R.: Memory for urban geography, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Vol. 31, pp. 147-154 (1979).
- [5] Dieberger, A., Dourish, P., Höök, K., Resnick, P. and Wexelblat, A.: Social navigation: techniques for building more usable systems, *interactions*, Vol. 7, No. 6, pp. 36-45 (2000).
- [6] Evans, G., Smith, C. and Pezdek, K.: Cognitive maps and form, *Journal of the American Planning Association*, Vol. 48, pp. 232-244 (1982).
- [7] Gärling, T., Book, A. and Lindberg, E.: Cognitive mapping of large-scale environments: The interrelationship of action plans, acquisition, and orientation, *Environment and Behavior*, Vol. 16, pp. 3-34 (1984).
- [8] Gibson, J. J.: 生態学的視覚論：ヒトの知覚世界を探る，サイエンス社（1985）。（古崎敬

ナビゲーションにおける内的資源と外的資源

・古崎愛子・辻敬一郎・村瀬旻訳).

- [9] Hart, R. and Moore, G.: イメージ・マップと空間認知, 空間認知の発達 (Downs, R. and Stea, D. (eds.)), 東京: 鹿島出版会, pp. 266-312 (1976).
- [10] Hill, W. C., Hollan, J. D., Wroblewski, D. and McCandless, T.: Edit Wear and Read Wear, *Proceedings of CHI'92*, ACM Press, pp. 3-9 (1992).
- [11] Hutchins, E.: The technology of team navigation, *Intellectual Teamwork: Social and Technological Foundations of Cooperative Work* (Galegher, J., Kraut, R. E. and Egidio, C.(eds.)), Hillsdale, NJ: Erlbaum (1990).
- [12] Hutchins, E.: *Cognition in the wild*, MIT Press, Cambridge, MA (1995).
- [13] Johnson-Laird, P. N. and Wason, P. C.: A theoretical analysis of insight into a reasoning task, *Thinking: Readings in Cognitive Science* (Johnson-Laird, P. N. and Wason, P. C. (eds.)), Cambridge University Press, New York, NY, pp. 143-157 (1977).
- [14] Krupat, E.: 都市生活の心理学: 都会の環境とその影響, 東京: 西村書店 (1994). (藤原武弘監訳).
- [15] Larkin, J. H.: Display-based problem solving, *Complex information processing: The impact of Herbert A. Simon* (Klahr, D. and Kotovsky, K. (eds.)), Hillsdale, NJ: Erlbaum (1989).
- [16] Levine, M.: You-are-here maps: psychological considerations, *Environment and Behavior*, Vol. 14, pp. 221-237 (1982).
- [17] Levine, M., Marchon, I. and Hanley, G.: The placement and misplacement of you-are-here maps, *Environment and Behavior*, Vol. 16, pp. 139-157 (1984).
- [18] Lynch, K.: 都市のイメージ, 岩波書店, 東京 (1968). (丹下健三・富田玲子訳, 原著 1960).
- [19] Milgram, S.: Psychological maps of Paris, *The Individual in a Social World* (Milgram, S. (ed.)), McGraw-Hill, Inc., New York, pp. 88-113 (1992).
- [20] 森俊昭, 井上毅, 松井孝雄: グラフィック認知心理学, サイエンス社, 京都 (1996).
- [21] Neisser, U.: 認知の構図: 人間は現実をどのようにとらえるか, サイエンス社, 東京 (1978). (古崎敬・村瀬旻訳, 原著 1976).
- [22] Neisser, U.: 観察された記憶 上・下, 誠信書房, 東京 (1989). (富田龍彦訳).
- [23] Newell, A. and Simon, H. A.: *Human Problem Solving*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. (1972).
- [24] Norman, D. A.: Cognitive artifacts, *Designing interaction: Psychology at the human-computer interface* (Carroll, J. M. (ed.)), Cambridge University Press, New York (1991). [認知的な人工物・安西祐一郎・石崎俊・大津由紀雄・波多野諄余夫・溝口文雄 (編), 認知科学ハンドブック (pp. 52-64): 共立出版, 1992 (野島久雄訳)].
- [25] O'Neill, M. J.: Evaluation of a conceptual model of architectural legibility, *Environment and Behavior*, Vol. 23, No. 3, pp. 259-284 (1991).
- [26] Passini, R.: Spatial representation, a wayfinding perspective, *Journal of Environmental Psychology*, Vol. 4, pp. 153-164 (1984).
- [27] Piaget, J. and Inhelder, B.: *The child's conception of space*, Routledge (1998). (First published in 1948).
- [28] Sadalla, E. and Staplin, L.: The perception of traversed distance : Intersections, *Environment*

社会イノベーション学部

- and Behavior*, Vol. 12, pp. 167-182 (1980).
- [29] Shemyakin, F.: Orientation in space, *Psychological Science in the USSR*, Vol. 1, Office of Technical Services, Washington, pp. 186-225 (1962).
- [30] 新垣紀子：方向音痴とは何か，日本認知科学会第12回大会論文集，pp. 160-161 (1995).
- [31] Shingaki, N.: Adaptive switching of focus of attention in navigation task: Interactive information picking up makes you a good navigator, *Proceeding of MERA 97 International Conference on Environment-Behavior Studies for the 21st Century*, MERA, pp. 311-316 (1997).
- [32] 新垣紀子：なぜ人は道に迷うのか：一度訪れた目的地に再度訪れる場面での認知プロセスの特徴，*認知科学*，Vol. 5, No. 4, pp. 108-121 (1998).
- [33] 新垣紀子，野島久雄：方向オンチの科学：迷いやすい人・迷いにくい人はどこが違う？，講談社，東京 (2001) .
- [34] Stevens, A. and Coupe, P.: Distortions in judged spatial relations, *Cognitive Psychology*, Vol. 10, pp. 422-437 (1978).
- [35] Suchman, L. A.: プランと状況的行為：人間 - 機械コミュニケーションの可能性，産業図書，東京 (1999) . (佐伯胖監訳 上野直樹・水川喜文・鈴木栄幸訳，原著 1988) .
- [36] Terveen, L., Hill, W., Amento, B., McDonald, D. and Creter, J.: PHOAKS: a system for sharing recommendations, *Communication of the ACM*, Vol. 40, No. 3, pp. 59-62 (1997).
- [37] Thorndyke, P. and Hayes-Roth, B.: Differences in spatial knowledge acquired from maps and navigation, *Cognitive Psychology*, Vol. 14, pp. 560-589 (1982).
- [38] Tolman, C. E.: Cognitive maps in rats and men, *Psychological Review*, Vol. 55, pp. 189-209 (1948).
- [39] 土屋俊，中島秀之，中川浩志，橋田浩一，松原仁：AI 事典，UPU, Tokyo (1988) .
- [40] Tversky, B.: Distortion in memory for maps., *Cognitive Psychology*, Vol. 13, pp. 407-433 (1981).
- [41] 上野直樹：行為としての知能・外側にある表象：状況的な認知としてのナビゲーション，*現代思想*，Vol. 6, pp. 88-103 (1991).
- [42] Wason, P.: Reasoning about a rule, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Vol. 20, pp. 273-281 (1968).
- [43] Watson, J. B.: Psychology as the behaviorist views it, *Psychological Review*, Vol. 20, pp. 158-177 (1913).
- [44] 若林芳樹：認知地図の空間分析，地人書房，京都 (1999) .