

人と環境に適応したインタフェース設計の研究

－移動システムを事例として－

城戸 恵美子

持続可能な社会の実現が求められている。そのためには、多様な人が容易にかつ安全に不安なく街に出かけ仕事をし、社会に参加できるような仕組みを整えていく必要がある。都市間や街中における人々の移動を支援する自動車や鉄道のみならず、ビル内で人々が移動することを支援するエレベーターやエスカレーターといった移動体も重要な社会インフラである。こうした移動体が技術の進展により高度化し、システムの自動化が実現しつつある。本研究で扱う自動化とは、人の情報処理過程の一部またはすべてを機械やシステムが肩代わりするものである。本研究で事例として用いる自動化された移動システムは、高度なセンシング技術で取得した情報に基づいて、ユーザに道案内のための情報を提供するカーナビゲーションシステム（カーナビと呼ぶ）、および、ユーザに代わって移動体を制御する自動運転システムやエレベーター行先予報システムである。自動化された移動システムが社会に普及し人々に受け入れられるようにするために、課題解決としてのイノベーションが欠かせない。

人工物とは人が使うために作成したあらゆるものを指し、人と人工物のやりとりの場のことをインタフェースと言う。ユーザが主体となって操作する電卓や携帯電話など従来の認知的な人工物においては、ユーザと機械やシステムの関係性である使いやすさを検討すればよかった。一方、自動化システムにおいては、システムによるふるまいがユーザにとって快適で受け入れやすいことが重要である。自動化された移動システムにおいては、移動空間におけるユーザとシステムの関係性だけでなく、他の移動体や周囲の環境といった要素も考慮する必要がある。

本研究では、屋外/屋内を問わず多様な人にとって移動しやすい社会を実現することを目標として、自動化された移動システムのふるまいをユーザにとって受け入れやすい快適なものとするために、インタフェースの設計要件について、実環境における移動体験に基づいた実験をおこなうことにより実証的に検討した。

第1章では、本研究の課題と目的、関連研究、および、本論文の構成について述べた。

第2章では、道案内のための情報を提供するカーナビを自動化された移動システムの事例とした。高度なセンシング技術を搭載した自動化された移動システムであるカーナビが運転者に提供する道案内を、運転者にとってわかりやすいインタフェースとするための設計要件について、人による道案内と従来のカーナビによる道案内により市街地を実走行する実験によって検討した。その結果、運転者にとってより快適な道案内の情報

を提供するためには、位置情報だけではなく、視線や認知負荷といった運転者の状態に合わせて、運転者が目印となるものを視認できるタイミングで道案内をする、複数の情報、例えば、道路形状と道路標識を組み合わせることで案内することで行動地点を特定しやすくするなど、運転者や自車両、周囲の車両や交差点等との距離や速度、位置関係といった状況を考慮したインタフェースとすることが重要であることを実証的に明らかにした。

第3章では、運転者に代わって車両を制御する自動運転システムを事例とした。自動運転システムのふるまいを、運転者や歩行者にとって不安を感じさせないインタフェースとするための設計要件として、自動運転車両と回避すべき障害物間の距離に着目した。模擬的な自動運転車両を用いた実験環境を構築し、実際に障害物を回避する実走行を体験する実験によりインタフェースの設計要件を検討した。その結果、自動運転システムが制御した結果を運転者や歩行者にとって受け入れやすいものとするためには、運転者と他の車両や歩行者、周囲の環境との関係性において、構成要素間の距離や速度、位置関係といった状況について考慮することが重要であること、さらに、自動運転車両と回避すべき障害物間の距離に対する運転者および歩行者という視点の違いや、運転者の自分の運転に対する自信の有無といった人の特性も考慮する必要があることを実証的に明らかにした。

第4章では、屋内の移動を支援するために、事前に乗るべきかごを割り当て輸送効率を向上させるエレベーター行先予報システムを自動化された移動システムの事例とした。多様な身体障がい属性にとっての身体負荷を軽減するエレベーター行先予報システムのインタフェースの設計要件について、他の利用者のいるエレベーターの実環境を模して、その空間における移動を体験する実験により検討した。その結果、エレベーターホールにおける快適な移動、および、快適なエレベーターのかご選択と待ち時間とするためには、利用者とかご、利用者与其他の利用者、利用者とエレベーターホールとの距離や位置関係において、近くのかごを割り当てることで利用者の移動距離を短くしたり、利用者が他の利用者に接触して転倒することを防いだりする、利用者が振り向かずに移動できる位置関係にあるかごを割り当てることで、利用者がバランスを崩して転倒することや利用者の方向感覚が失われることを防ぐ、空いたかごを割り当てることで利用者が壁に寄りかかったり、乗り込むスペースを確保できたりするなど、移動空間の構成要素間の距離や位置関係、および、利用者の身体特性を考慮する必要があることを実証的に明らかにした。

第5章では、本研究のまとめとして、第2章から第4章で扱った事例に基づき、移動空間における構成要素間の関係性と受け入れやすさの要因について検討した。自動化された移動システムにおいては、屋外/屋内を問わずユーザが多様な属性であっても、ユーザと人工物間との関係性だけでなく、他の移動体や周囲の環境との関係性、速度や距離、

位置関係を用いることにより快適な移動が実現されることを示した。これは人の情報処理過程 4 段階モデルに対応する、情報の取得、情報の分析、判断および行為の選択、行為の実行のうちのどれに対応する機能であっても同様である。ユーザの視線の先にあるものや認知的負荷といった、ユーザの状態を把握し合わせることも重要である。従来の認知的人工物において、インタフェースを検討する際の対象者は、運転者やユーザといった人工物を直接操作する人であった。一方、自動化された移動システムでは、行為を実行するユーザだけではなく、移動体に乗っていて運転席には着座しているが操縦はしていない自動運転車両の運転者や、周囲の歩行者といった従来の人工物では対象とならなかった人も、受け入れやすさを考慮すべきであることを示した。

また、本研究においては、多様な身体障がい属性であっても共通の制御とすることで多様なユーザの不安感を低減させ、快適な移動を実現する可能性について示した。多様な人たちが共生する移動空間では個人に適合させるだけではなく、多様な人の感覚を取り入れることが重要である。これは身体的な特性による違いだけではない。自分の運転に対する自信の有無によって不安を感じない制御は異なることから、ユーザの意識の違いも含まれる。

本研究の結果が屋外/屋内を問わず多様な人にとって移動しやすい社会を実現の一助となり、持続可能な開発の実現につながることを期待される。