

公共地下空間の知覚環境に関する研究

Research on the consciousness environment of public underground space

田中 正*・文野 洋**・神作 博***

Tadashi TANAKA, Yoh FUMINO and Hiroshi KANSAKU

This paper summarizes the activity result for three years of environment and psychological subcommittee. As a high item of the necessity for the research and development about consciousness environment, four items of comfortableness, lost finding, barrier-free, and safety were extracted. Human action investigation in underground space was conducted. Evaluation of the existing institution, investigation of a user's evaluation viewpoint, and the refuge experiment were conducted. Discussion about four items relation was carried out. Consequently, it turns out that four taken-up items have a complement-relation mutually. As decision-making support technology for carrying out comparison examination of them, it was shown that there is the necessity for "space synthesis evaluation technology."

Key words: comfortableness, lost finding, barrier-free, safety, underground space evaluation

1. はじめに

本論文は、地下空間委員会の環境・心理小委員会の3年間の活動成果を中心にまとめたものである。知覚環境に関する研究開発の必要性の高い項目として、快適性・迷路性・バリアフリー・安全性（災害時避難）の4つの項目を抽出し、そのうち心理小委員会ではバリアフリーを除く3項目について、それぞれの側面から検討を重ね、公共的地下空間の評価基準を設定することを目標として研究を進めた。検討方法としては地下空間での人間行動調査として既存の施設の試験的評価、利用者の評価視点の取得、避難実験等を実施した。また、バリアフリーに関しては防災小委員会の研究成果を援用し、4つの項目について総合的な検討をした。結果として、取り上げた4つの項目は互いに補完的な関係にあり、それらを比較考量するための意思決定支援技術として、「空間総合評価技術」の必要性があることを示した。

2. 研究課題

不特定多数の人が利用する地下施設として、地下鉄、地下通路、地下街、地下道路などがあげられるが、それぞれが求められている機能すなわち輸送や通行が満足されると、次にその物理環境および心理環境の改善に対する欲求が高まってくる。そのなかでも必要緊急度が高い研究課題としては、以下の4つがあげられる。

第1に、地下空間の閉鎖性から来るとされている圧迫感、忌避感を克服して快適性を追求しようとするもの。第2に、見通しの悪さやランドマークの不在からくるとされている迷路性に関するもの。第3に、高齢社会の対応を目指し、障害者に対するサービスの向上を目指したバリアフリーに関するもの。第4に、万一の火災や水害など災害時避難に関する課題である。

キーワード：快適性、迷路性、バリアフリー、安全性、地下空間評価

*正会員 工博 株式会社創建

**正会員 東京都立大学助手 人文科学研究科心理学専攻

***正会員 医博 中京大学教授 心理学部

3. 快適性

3.1 地下のイメージ

人は社会的環境と物理的環境との両方から同時に影響を受けており、これらを切り離して別々に考えることはできない。

地下のイメージも空間あるいは音や光といった外部環境が視覚、聴覚、嗅覚、味覚、触覚の五感と呼ばれる感覚受容器を通して意識化されることによってつくり上げられる。そのイメージは、落ち着く、集中できるといったポジティブなものもあるが、一般的にじめじめ、暗いといったネガティブなものが主である。

しかし、個人の経験の有無、その時期、場所によって、まったく同じ刺激を受けても異なったイメージをもつことも珍しくない。例えば、西ら(1990)のアンケート調査¹⁾によると、地下勤務者の地下に対するイメージは地上勤務者のそれに比べて積極的な評価がされている。このことから、一般的な地下のイメージは経験に基づいたものではなく、地下から連想される言葉のイメージ、あるいは深層意識によるものが大きいと考えられる。

ここでは、地下空間における快適性について空間の大きさや形状に代表される「空間構造」という観点と光や空間装飾などの「空間環境」という観点から検討していく。

3.2 空間構造

「空間構造」の観点からは次のようなことが明らかにされた。

「仮想モデルシミュレーションを用いた地下街の研究」²⁾からは、空間構造の把握をするためにCGモデルを使うことが有効であり、空間構造による快適性の評価に結びつけることが可能である。

「地下街に関する基本方針」³⁾によると基本的に地下街通路は天井高3m以上、幅員6m以上とする基準が定められており、多くの断面はこの基準に従っていると考えられる。そこで、この天井高と幅員の比率3:6を基準としてそれより縦長のもの、横長のもの、天井部をアーチ構造にしたもの、天井部を台形にしたものを比較した結果、アーチ、台形、縦長、横長の順で空間の快適という観点での評価が下がる(図-1)。また、今回用いたCGでは広さ、高さ、緊張度の評価が可能であることがわかった。断面形状に注目すると、地下街通路としてはアーチや台形の形状が他の形状より快適度合いが高いことが分かった。このように、断面形状一つをとらえただけでも空間に対する利用者のイメージは変化することがわかった。

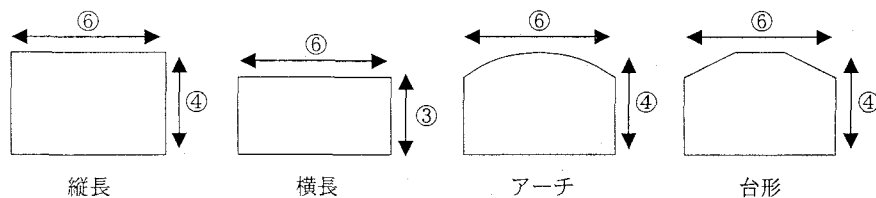


図-1 断面形状の図形

「個体差も含めた歩行者シミュレーションに関する研究」⁴⁾からは、駅ホームでの歩行者流動という限られた場面であるが、歩行者の流動を考えるためには個体差を考えたモデルを使うことが滞留の発生や排出時間について考える際に不可欠であることが明らかにされた。また、個体差を考えたモデルにより、快適な空間となる広さ、ここでは滞留が生じない広さをシミュレーションにより算出できることが示された。

「地下鉄大江戸線に関する調査研究」⁵⁾からは、駅ホームに関して実際の深さと利用者が感じる深さとは必ずしも一致しないこと、実際の深さが大きいほど利用者の感じる深さとのずれが広がる(実際よりも浅いと感じる)ことが示された。このことは、大深度に駅等人が常用する施設を配置しても、工夫次第で深さを意識させないもの、深さによる不快感を緩和することが可能な方法があることがうかがえる。

3.3 空間環境

「空間環境」の観点からは次のようなことが明らかにされた。

物理的環境改善で空調関連は地下鉄、地下街および地下通路ではほぼ完備されるようになってきた。一方、照明

については単に明るければいいという意識で整備されているところが未だに多い。

照明・光に関しては、「土木学会編：地下空間のデザイン、丸善、1995、pp184-194」において、『地下空間の光のデザイン』の記述、「面出薫：あなたも照明探偵団、日経 BP 社、1998、pp90-93、景色のない地下鉄ホーム」、「商店建築 1997 年 8 月号、pp98-103、クリスタ長堀」などにおいては、日本の地下鉄駅ホームの環明が北欧に比較して大変明るすぎること、自然光を取り入れた地上と地下が響き合う立体都市のコンセプトが紹介されている。

また、道路トンネルの照明については、高速走行上の安全走行との関係から、1963（昭和 38）年に開通した名神高速道路のトンネル照明設計が問題となった。演色性の点からは白色系蛍光ランプがすぐれていることは分かっていたわけであるが、煙霧中の物（障害物）の見え方、また排気ガスを換気するための設備・運用コストとの関係から上記名神高速道路では、低圧ナトリウムランプが採用されたものである。

その後、1998 年 3 月 27 日に開通した東名高速道路・日本坂新トンネル（下り線）において、基本照明の光源として、かつて事例のない高周波点灯専用型蛍光ランプ（Ⅱf 蛍光ランプ）が採用され、それに伴い内装板の色彩検討が行われている。

「高速道路トンネルの色彩環境とイメージに関する研究」⁶⁾からは、壁面色に赤系を採用して色相差を主体とした空間環境では空間の大きさ（「空間構造」の一要素）にかかわらず不快な空間となることが示された。一方、低彩度の青緑系や無彩色の低明度を採用して、明度差を主体とした配色では、快適で開放的な空間を形成することが示された。つまり、色彩の使い方によりより快適な空間づくりが可能であることが示された。

「地下空間採光部の快適性についての考察」⁷⁾では、メリハリのついた輝度、視覚的連続性と変化、採光空間独自の特徴、時の流れの創出といった「空間環境」の演出をおこなうことで快適な空間づくりができることを示した。

「地下鉄大江戸線に関する調査研究」からは、アートの要素を取り入れた駅デザインが概ね好評であることから、駅の独自性創出に役立つと同時に快適な空間づくりに役立っていることが示された。

以上のように、「空間構造」および「空間環境」の両面から快適性について研究を進め、それぞれの特徴が空間の印象、特に快適性としてどの様にとらえられていくのかを明らかにした。

4. 迷路性

地下の特性の一つとして迷路性や閉鎖性があげられている。これは地上空間と比較すると、空間制約上視界が狭くなりがちため、圧迫感や閉鎖感が感じられる。また、地上のように広範囲から視認できるランドマークとなるものが存在しにくい。そのため迷路性が特性の一つとして取り上げられることとなる。これらの迷路性や閉鎖性は、位置確認がしにくいという点から利便性を下げる効果があると考えられるが、さらに災害時には避難という観点からも課題となる点である。経路探索としての迷路性については、通路（街路）の直線化を図ることでは必ずしも解決しないとする研究結果もある⁸⁾。

4.1 案内標示

地下街、地下通路には案内目的のサイン、案内表示がされている。

①地図情報による案内標示

地図による標示は、案内標示として重要なものであり、地下街のいたる所に見られる（（写真-1）は改札口付近に設置されている駅周辺案内図）。しかしこうした地図情報は必ずその標示方法が問題となる。名古屋市では表記方

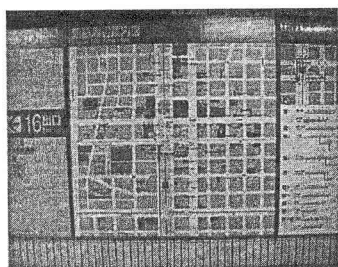


写真-1 駅周辺案内図



写真-2 チカシン栄地下街案内図

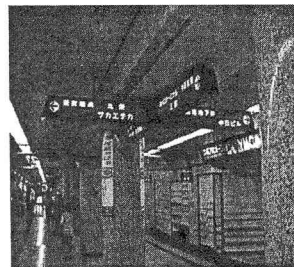


写真-3 天井部の誘導サイン

法を、図中の駅の左右方向を、現在地での左右方向に一致させるように設定している。一方、チカシン栄地下街（実験地周辺の地下街）では北を図の上側になるように標示するものが多い（写真・2）など統一がとれていない。

しかしどのような標示方法を採用しても壁面に設置する限り、水平面上に広がる実空間と垂直面上に標示される地図情報の対応づけは、地図情報をイメージ上で回転させて実空間に合わせる、いわゆる心的回転の課題を発生させるため、利用者にとっては情報処理が困難である。

改善策として、心的回転を発生させない標示方法として、床面への地図情報標示が考えられる。床面はサインに用いる材料の選定やメンテナンスの困難さなどの問題があるが、地下街の限られた空間内に、一般的に面積が大きくなる地図情報を標示するためのスペースとしても有効である。

②誘導標示

誘導標示は案内標示で選択された目的へ利用者を誘導するサインである。名古屋市では1994年に策定されたサインマニュアル⁹⁾においてサインの基本的な要素としてその機能を案内表示、誘導表示、位置表示に分類した。しかし、ここで取り上げるチカシン栄地下街に設置された天井部の誘導標示（写真・3）は古い時代に作られたものであり、サインマニュアルに準拠していない。しかしすべての通路交差点に取り付けられ、実験でも天井部のサインを見たという回答が多く得られた。また文野らの研究¹⁰⁾によって、天井部の誘導標示（方向板）も経路探索の手がかりとなっていることから、標示として有効であり、今後、情報量を増やすよう改善を行うことが必要であると考えられる。

情報としては、限られた標示スペースを有効に利用するために、出口番号情報やピクトグラムなど、簡略化されていても利用者に十分な情報として経路探索を支援する表記方法を選ぶ必要がある。

4.2 迷路性と空間構成

迷路性に関する研究には、目標探索行動、空間把握、空間定位という異なった側面があり、それらが相互に関連していることが示された。既往の研究では、目標探索行動、空間把握の研究を主なテーマとして「迷いにくい」「把握しやすい」空間構成の条件を明らかにしてきた。

迷路性に対しては、得られた知見をひとつの地下空間においていかに実現するかといった観点から、「覚えやすく、自分の位置が確認できる仕組み」や「行きたいところへ迷わず行く仕組み」を確立する技術開発が求められる。

迷路性の解消に関する知見を総合的に活用した空間設計をすすめる一方で、他の側面との関連に焦点化した課題に取り組み、より総合的な空間設計技術を構築するための知見を得ることも重要である。

この一例として、迷路性と快適性に関わる研究として「地下街歩行による心理－生理的影響」¹¹⁾を検討した。この一連の研究によって得られた知見のひとつに、課題による心理－生理的影響の相違があげられた。利用者がいかなる課題（自由な経路選択、指定経路の選択）に従事しているかによって、同一の地下街であっても歩行時の心理－生理的影響が異なってくる、という指摘である。ここから、迷路性に関する研究を他の側面と関連づけて研究する重要性を再度指摘できる。また、公共の地下空間において利用者が従事する活動の種類にも焦点を当て、そこから総合的な空間設計技術を構築していくことが求められるといえる。

5. 災害時避難

5.1 災害と安全・避難の規制

我々が地下空間にある施設を使うときは、ある目的があってその施設を利用する。たとえば、地下街を通るときは、ショッピングであったり、駅やビルへの連絡通路として使う。しかし、その目的さえかなえば十分満足できる地下空間であるかというそうではない。地下で、犯罪が多発したり、火災が発生するなどに対する、安全性が取られていること、何か突発的な災害が発生したときに避難できることは当然不可欠である。

地下でのリスクには火災・爆発や犯罪などが過去の事例から研究され、最近是有毒ガス、酸欠、浸水など地下街特有とされるリスクについてもコンピュータ解析技術の進歩に伴ってその被害の広がる状況や安全性の確保に関する研究が進んでいる。しかし、地震災害、水害など自然災害に起因するものに関しては、従前になような規模の災害が近年発生するケースもあり必ずしも十分な安全性が確保されていない場合もある。

避難に関しては、1970年の大阪での地下鉄工事爆発事故、1980年の静岡ゴールデン地下街ガス爆発事故は惨事

を招き、これらの事故が地下街に対する規制強化(「地下街の取り扱いについて」および「地下街に関する基本方針」)へとつながった。従来火災による被災が多く、地下の安全対策は火災に重点が置かれ、避難に関しても同様に火災対策として整備されている。また最近では、2003年2月に韓国テグ市で発生した地下鉄火災事故では、放火が原因であるが、車両の不燃化対策、避難誘導等情報伝達のあり方など様々な課題が投げかけられた。特に、地下空間は空調、照明をはじめ種々の設備電力が供給されることによって初めて成り立っている人工環境であるため、停電対策は地下空間維持の根幹をなすものとして位置づけられている。

しかし、高層ビルが建ち並ぶ都市の中での地下利用という観点から、他の建築物の安全性と比べて極端に厳しい規制は都市機能のバランスを欠く原因となるのではないか。

さらにいままでも避難誘導のサインが地下街・地下通路で効果的に機能しているかどうかの検証がなされていない。また地下街に関する各種の規制は、被災当時の防災技術を基本として定められた仕様であり、現在の都市の他の施設と比較して適切な規制であるかどうかの検証がされなければならない。田中ら(2001)の地下街複層化の可能性に関する基礎的研究(土木学会論文集, No.672/VI-50, pp23-35, 2001.3)¹²⁾はこれらに対する問いかけである。

5.2 地下街の避難誘導サイン

一般的な地下街における問題点と避難行動実験から得た知見より栄地下街における避難時の問題点を表-1にまとめた。

これらの問題点の中には、地下の構造に起因して改善が非常に困難なもの、それとは逆に知識不足などに起因して教育・啓発努力によって比較的簡単に改善可能なものなど様々である。

5.3 パニック

さらに、地下の避難で大きな不安材料とされるものにパニックがある。不特定多数の人々が行き来する地下街では、パニックの発生の危険性は十分に考えられるが、実際に発生した事例はない。パニックが発生するための条件等については「災害報道と社会心理」(廣井脩, 1987)に示されている。これによるとパニックの発生条件は①危険が突発的に発生すること②その場所から脱出しなければ生命が助からないという認識を人々が持つこと③脱出口があること④しかしその脱出口が限られていること、でありこれらの条件がすべてそろったときに一般にパニック

表-1 栄地下街における避難時の「空間」と「人間」の課題

空間構造上の課題	・ 避難誘導に関係したもの (例：サインの表示方向、停電時の誘導、非常扉の誤認等) ・ 人為的なもの (例：出入口の扉の半開、通路上の障害物、店舗装飾によるサイン表示の妨害等) ・ 地下街の構造的なもの (例：階段が柱の陰に入る、出入り口以外の扉の存在等) ・ 地下施設全般に言えるもの (例：迷路性、閉鎖性、避難方向、無窓性等の性質に関するもの)
人間の知識・心理上の課題	・ 避難に関する意識・知識の欠如 ・ 災害下での心理的变化に関するもの (例：視界の狭小化、判断力の低下、パニック現象)

クが発生するとしている。地震災害に関する研究「名古屋駅前地区地下街地震被害想定調査」(名古屋市防災会議, 2001)では名古屋駅前地下街では、大規模なパニックは起こりにくい避難時の混乱を招くおそれはあるとしている。避難に関する研究は実際に災害を発生させて実験をおこなったり検証することが困難であるが、コンピュータ技術を駆使してのシミュレーション等によるモデル実験や検証が進みつつある。

5.4 災害時避難行動

行動心理から、非常時として時間的により切迫した意志決定をくだすためには、日常性や情報提供の方法が重要であり、それにより避難行動が喚起される。その意志決定には、ストレスが影響し、その軽減がより思慮を持った行動になると考えられる。

ここでは、研究手法としてフィールド実験を実際に行った(写真-4)。フィールド実験は、実際の災害を想定し、空間および設備と人間の行動の関係について検討した。被験者には、実験についての理解を求める(デブリーヒング)とともに、アンケートを行った。結果として、実験後ストレスの排除や安全性を考慮するため人間による実験の限界はあるが、照明を落とすなどにより、突発性・意外性は再現され、避難行動でいわれる帰巢性、同調性等が示されている。

これらは、人間行動と空間を構成する施設との関係を把握することが重要であることを示している。また、災害時の行動は以下のような流れとなる。

- ① 災害が発生する。
- ② 異常状態が起こる。
- ③ 直接在館者が覚知する。異常情報を在館者が受け取る。
- ④ 避難行動を開始する。
- ⑤ 避難が完了する。

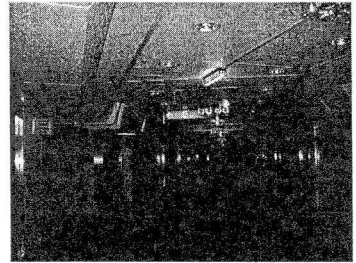


写真-4 災害想定実験フィールド

何らかの災害が発生すると、異常状態が起こり、それをセンサーが感知したり直接人間が感知する。地下街、地下駅等では、直接人間が感知することは少なく、多くがセンサーによる感知となる。そのため、その情報が正しいものなのか避難行動をとるべき人間には伝わりづらく、行動を開始する時間が遅くなったり避難のチャンスを失ってしまう。また、フィールド実験でも明らかのように、避難行動における人間の持つ特質をふまえる必要がある。これに加え、異常覚知、情報伝達においてもそれぞれにかかわる人間と空間、人間と事象との関係から、避難行動と施設計画を行う必要がある。

6. まとめと技術開発課題

これまで、地下空間の設計技術の考え方として、「快適性」「迷路性」「避難」の3つの領域から考察し、その方向性を示してきた。ここで、防災小委員会で検討された「バリアフリー」を含むすべての領域における今後の技術開発の方向性および課題を、再び整理しておく(図-2 参照)。

図-2においては、各領域に対応した技術開発の考え方と、これに沿った技術開発の方向性および具体的な研究テーマを並置した。また、各研究の方向性および研究テーマによって得られた成果が、どのようにして各領域の新たな技術開発に貢献しうるかという影響関係を、矢印によって示した。

「快適性」においては、地下空間において増大すると考えられる圧迫感や忌避感を克服し、快適な空間を実現することを目的として、「心理的負荷を低減する空間設計技術の開発」が求められる。より具体的な技術開発テーマとしては、「深さを意識させない大深度地下施設へのアクセス設計法の開発」をあげることができる。ここには、期待感を持たせる空間設計の手法など、移手段(ハード)によらない、空間デザイン(ソフト)による技術も含まれる。

「迷路性」では、行きたいところに迷わずに行ける空間設計を考え、「ナビゲーション技術の開発」を提案する。従来のサイン計画や空間デザインに関する知見や、人的案内サービスおよび情報技術によるインフォメーション・システムの利用を、重層的な地下空間の中でいかに有効に機能させるかといった観点から検討し、効率的なナビゲーション技術として再構築する。この時、ユーザーの属性や地下施設の利用形態によって、ナビゲーションの適切性は変化するため、これらを考慮するための研究課題として「人間行動と利用形態に適合した空間の設計手法の開発」を設定する。「迷路性」解消のための空間設計は、これら双方の技術を取り入れて行うことが望ましい。ただし、少なくとも後者の課題は、実際の空間設計-利用のサイクルの中から実現されるべきものであり、長期的な課題となる。

「バリアフリー」では、身体障害者や高齢者などのいわゆる交通弱者が、既存の地下施設において感じている物理的・心理的・情動的バリアを克服するために、移動時の物理的な困難や心理的なストレスを排除することを目的とする。また、総合的な空間設計が可能な地下施設においては、ユニバーサルデザインの実現も射程に入れた技術開発を同時に進めていく必要がある。具体的な技術開発としては、これまでのバリアフリーの考え方を大深度地下施設に適用し、「移動弱者がより早く、より安全に、安心して同一平面・上下方向に移動できる手段の

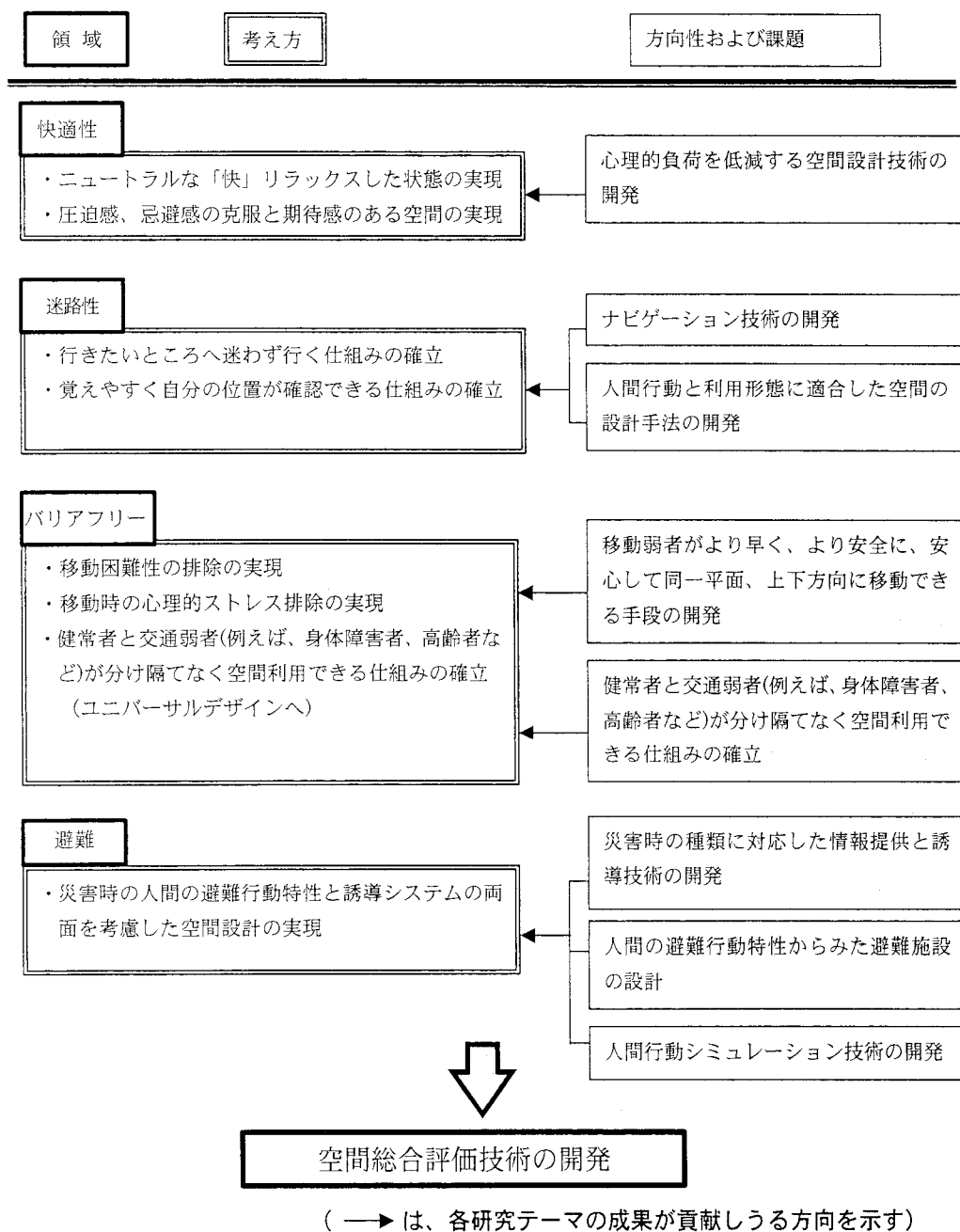


図-2 技術開発テーマの連関図

開発」を提案する。ここには、「迷路性」のナビゲーション技術と同様に、移動のサポートサービスなど、情報だけではなく人的資源の動員をも考慮に入れた移動手段が含まれる。

「避難」においては、災害時の人間の避難行動特性と誘導システムの両面を考慮した安全な空間を実現するために、「災害の種類に対応した情報提供と誘導技術の開発」と「人間の避難行動特性からみた避難施設的设计」を技術開発テーマとする。地下空間における人間の避難行動特性を把握するための研究を行いながら、これに即

した避難施設を設計することが求められる。すなわち、避難方向や同調傾向など災害時に見られる一般的な行動特性を反映させた、適切な空間のサイズや避難経路、待避場所などの設計である。ただし、人間の避難行動は、避難の是非の判断や移動手段など災害の種類や手近にある情報によって変化するため、災害の各ケースを想定した上で、求められる情報の内容および形式、誘導方法を特定する。これらの技術開発には、既存の避難行動シミュレーション研究の成果を地下施設に応用する技術も必要とされる。

以上、地下空間設計技術を4つの領域から捉え、技術開発の考え方ならびに方向性の概要を示した。これらの領域において開発される技術は互いに相補的な関係にある。このため、具体的な空間設計においては、いずれの側面をとくに重視するのかといった総合的な空間の評価が必要となる。そこで、技術開発を単独で進めるだけではなく、これらの成果から導き出される大深度地下施設の属性について比較考量するための意思決定支援技術として、「空間総合評価技術」を課題とする。

これらの技術開発課題への取り組みにより、快適性・利便性・安全性に優れた魅力ある地下空間施設の設計が可能になると考える。

参考文献

- 1) Junji Nishi, Fujio Kamo and Kunihiko Ozawa : Rational Use of Urban Underground Space for Surface and Subsurface Activities in Japan, Tunnelling and Underground Space Technology, Vol.5, No.1/2, pp.23~31, 1990
- 2) 櫻井昭夫・新美政光・西淳二・田中正：仮想モデルシミュレーションによる地下街断面形状の評価に関する研究、地下空間シンポジウム論文・報告集第7巻, pp109-118, 2002.1
- 3) 建設省：地下街に関する基本方針について（通達：昭和49年6月28日付），1974.
- 4) 田中正・杉山崇・西淳二・奥山健二：個体差を考慮した歩行者行動シミュレーションの研究, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第7巻, pp11-20, 2002.1
- 5) 砂川裕・西淳二・田中正：地下鉄大江戸線に関する調査研究, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第7巻, pp51-60, 2002.1
- 6) 土屋憲之・西淳二・清木隆文：高速度道路トンネルの色彩環境とイメージに関する基礎的研究, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp531-532, 1999.3
- 7) 芝垣雅史・西淳二・田中正：地下空間採光部の快適性についての考察～視覚的要素に視点を置いて～, 土木学会 第56回年次学術講演会講演概要集共通セッション, pp498-499, 2001.10
- 8) 田中正・桐山雅司・西淳二・文野洋：迷路性からみた地下街の空間設計について, 第14回環境情報科学論文集, pp.171-176, 2000.11
- 9) 名古屋市交通局：旅客サインマニュアル高速度鉄道編, 名古屋市交通局, 1994.
- 10) 文野洋・市原茂・西淳二：地下街における目標探索行動と認知地図の研究, 地下空間シンポジウム論文・報告集第3巻, 土木学会, pp175-178, 1998.1
- 11) 本多薫・朝倉万理・小野滋・石原正規：地下空間における評価指標に関する研究, 地下空間シンポジウム論文・報告集 第6巻, pp.103~108, 2001.
- 12) 田中正・後藤雅幸・西淳二・奥山健二・井上雄介・大宮正浩：地下街複層化の可能性に関する基礎的研究, 土木学会論文集, No.672/VI-50, pp23-35, 2001.3
- 13) 文野洋・小野滋・市原茂・本間道子：空間探索実験システム“PsyMaze”を用いた空間表象の形成に関する研究, 地下空間シンポジウム論文・報告集 第4巻, 183-188, 1999.
- 14) 国土交通省都市・地域整備局企画課大深度地下利用企画室、平成13年度大深度地下利用に関する技術開発ビジョンの検討に関する調査1-1 空間設計技術, 2002.3
- 15) 本多薫：音のテンポが心拍変動と快適性に与える影響, 日本生理人類学会誌, Vol.2 No.1, 33-38, 1997.
- 16) 本間道子：地下空間行動研究方法と課題, 地下空間研究委員会心理小委員会活動報告書, 90-101, 1999.1.