

地表、地下生活者の都市地下空間適正化利用に関する一考察

Rational Use of Urban Underground Space for Surface and Sub-surface Activities

渡部与四郎^{*}, 梶谷 修^{**}, 加茂富士男^{***}, 西 淳二^{****}

By Yoshio WATANABE, Osamu KAJITANI, Fujio KAMO and Junji NISHI

It is the effective use of underground space resulting from the restrictions on overground space caused by urban population concentration. There remain very few open fields and other habitable areas, and with its dense population, the concentration of the population in urban areas in Japan is staggering. High land prices and the pressure on overground space have increased the necessity for renewed recognition of the value of underground space utilization.

This paper summarizes the negative effects with human underground spaces, and evaluates the effectiveness of some of these design techniques to alleviate the negative effects. For example, lack of natural light, need for underground location, negative psychological effects.

1. はじめに

地中開発は、地下資源開発、地下エネルギー開発、地下空間開発の3分野に整理され、地下空間開発は、生活、都市、供給処理、生産、貯蔵、交通、防災等の施設から成るものであり、その多様化は人類のためにすべて適正に利用されることが求められている。現代の都市の地下空間利用に当っては、④地上に必ずしも必要ない施設の地下化による地上スペースの確保あるいは都市の

美化 ⑤都市部での過密・立地難による交通・通信・エネルギー・廃棄物搬送システムの地下化 ⑥工場・オフィスビル・レクリエーション施設などの地下化 ⑦気候の厳しい都市における地下空間の利用 ⑧防災のための地下空間の活用、という5つの方向が考えられる。

本稿は、都市地下空間に関して、地下空間の利用形状、地下空間のイメージについて再整理を行った上で、人間が関与する都市の地下空間の適正化利用に関し、アンケート調査をも踏まえて考察したものである。調査研究のフローを図-1に示す。

2. 地下空間利用の物理的形狀

一般に、地下構築物を特徴づける要素は、地盤面との関係の仕方である。

すなわち、表-1に示すように、①地下埋設型、②ビルディングの地下階利用型、③アトリウム型、④坑道型に分類できる。歴史的に形成された中国

* 正会員 工博 法政大学教授 工学部土木工学科
(〒184 小金井市梶野町3-7-2)
** ㈱ポリテクニクコンサルタンツ 主任研究員
(〒103 中央区日本橋浜町2-11-2 日本橋中央ビル)
*** 正会員 パシフィックコンサルタンツ㈱
(〒150 渋谷区神宮前2-8-2)
**** 正会員 国土政策機構 主任研究員
(〒150 渋谷区神宮前2-8-2 パシコンビル)

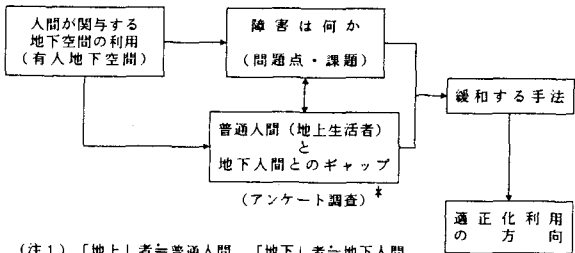
のヤオトン（洞窟）やチェニジアの例なども坑道型に入れることができよう。

図－１ 調査研究のフローチャート

3. 地下空間に関するイメージ調査

地下空間利用に関する心理的、生理的影響について整理した。

- ① マイナスの心理的影響をもたらす状態（自然光の不足／外部眺望の不足／地下位置－密室恐怖症／方向確認の不足／好ましくない内部の状態－温度、湿度、換気、通気）
- ② 環境に対する個人的反応（地下に
いることの恐怖感－死と埋葬のイメージ、安全性への不安／密室恐怖症／知覚の喪失－外部からの刺激の減少（感覚しゃ断）／環境との相互作用）



（注１）「地上」者≡普通人間、「地下」者≡地下人間と想定し、その意識の差異から、「人間が関与する地下空間」利用時の課題を明らかにすることを目的にアンケート調査を実施した。

（注２）アンケート調査は、直接配布／郵送回収方式にて行い、回収数 1,228通（地上 547、地下 679）。

表－１ 地下建築物の形状分類

分類 型式 特徴 区分	① 地下埋設型	② ビルディングの 地下階利用型	③ アトリウム型	④ 坑道型
形状				
地盤面との 関係	完全に地下に埋設。	地上の建造物の地下階として利用。	アトリウム（吹き抜き）・天窗などで地上部と連結。	坑道方式。主として、傾斜地盤面に対応。
主な利用事例	シェルター 備蓄（貯蔵） 地下河川・調整池 都市交通施設 供給処理施設 など。	オフィス 地下街 駐車場 倉庫・地下工場 地下変電所 調整池 など。	地下街 地下生活施設（住宅など） スポーツ施設 など。	貯蔵施設 地下生活施設（住宅など） など。
地上の有効 利用との関係	地上のオープンスペース確保に有効。	日照確保や高度制限に対処可能。	景観保全・オープンスペース確保に相当程度有効。	（自然）景観保全に有効。

（注） で囲んだものは、人間が関与する地下空間利用を示す。

- ③ マイナスの生理的影響が生じる状態・マイナスの健康状態（自然光の不足／新鮮な空気の欠如と空気汚染／高い湿度／過度の騒音又は騒音の欠如）
- ④ 建物利用時の影響・マイナスの影響を軽減するのに役立つ（建物内での活動／居住パターン／地下位置の確認の必要性／仕事の満足度）

また、地下空間のイメージに関して分類、評価したものが、表－3である。

表－4は、「地下空間に関するアンケート調査」（国土政策機構1986年実施）時の関心事項について分類したものである。

地下空間利用に於ける主要な課題である①防災・安全性、②室内環境（空気、採光、騒音等）、③心理的な影響の3視点に関してのアンケート調査の結果は、以下のように整理される。

- (1) 防災・安全性については、「地上」と「地

下」とでの評価に差異はない。

- (2) 室内環境については、「地下」者が、『支障をきたす可能性』ありと考えているのに対し、「地上」者の場合は、半数のものが『支障をきたす』ものと考え、さらに、ほぼ半数近くのが、『支障をきたす可能性あり』と考えている。

- (3) 心理的な影響についても、「地下」者が、『時々負担』を感じている人々が多数いるのに対し、「地上」者の場合は、『著しい負担』を感じると考えるものが半数近く、さらに、『時々負担』を感じることがあると考えるものが半数以上である。

図－2は、地下勤務の背否について、雪国地区と東京地区とを比較表示したものである。「地上」者については、ほとんどその差異が認められないのに対し、「地下」者については、明らかに、雪国地区のものの背定度が大きい。

表－3 地下空間のイメージ（評価）

分類	図	評価（パターン）	項目	内容
a 型		± 0 ピーク同一型	① 利便性（不便・便利） ② 安全性（危険・安全）	「地下」／「地上」両者共 0 点評価者の割合が最大値を示す。
b 型		- 1 ピーク同一型	① 明 暗（暗い・明るい） ② 閉鎖感（閉鎖・解放）	「地下」／「地上」両者共 - 1 点評価者の割合が最大値を示す。
c 型		地下 - 1・地上 0 型	① 静 騒（騒々しい・静か） ② 涼 暑（暑い・涼しい）	「地上」者の想定（0 点）に対し、現実の「地下」者の評価は、- 1 点を示す者の割合が最大。
c 型		地下 - 2：地上 - 1 型	① 不健康さ（不健康・健康）	「地上」者の想定（- 1 点）に対し、現実の「地下」者の評価は、- 2 点を示す者の割合が最大。
d 型		地上 - 1・地下 0 型	① 広 狭（狭い・広い） ② 単純・多様 ③ 快適性（不快・快適） ④ 不安感（不安・安心）	「地上」者の想定（- 1 点）に対し、現実の「地下」者の評価は 0 点を示す者の割合が最大。

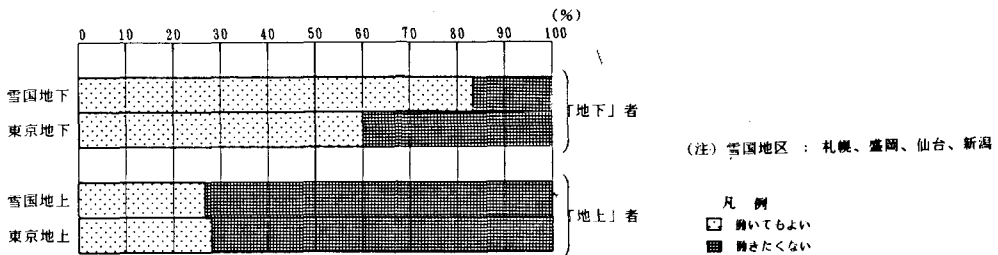
（注）「地下」：現に地下街・地下鉄駅・地下オフィスなど地下に勤務している方
「地上」：現在の勤務場所は地上もしくは高層の方

表-4 アンケート回答者関心事項の分類

分類事項	百分率表示(%)	内 容
防 災	10 20	防災の充実/防災に対する不満
環 境・緑 (温度・衛生面)		環境(温度・湿度・衛生面)・ 緑に対する不満・充実
空 調		空調に対する不満・充実
採 光		採光に対する不満・充実
浮 浪 者 等		浮浪者、変質者、暴力団、 キャッチセールス対策
方 向 性		方向表示に対する不満・充実
イメージチェンジ		地下のイメージチェンジ、 新企画等
心 理 負 担		地下勤務の心理的負担
設 備 充 実	凡所	設備充実/勤務条件充実
公 的 融 資	地下 地上	公的融資・地下テナントの税軽 減等
そ の 他		
地下利用賛成		地下利用制限の撤去、地下利用 賛成等
地下利用反対		地下利用制限強化、地下利用反 対等

(注) 地上 177、地下 200、合計 377

図-2 地下勤務の背否



4. 緩和する手法

有人地下空間（人間が関与する地下空間）利用への問題点に対処する1つの方向性を以下に示すが、この面は今後の調査研究の大きな課題でもある。

- (1) 地下に対する恐怖感に対処→地上と地下とを自然につなぐ出入口の設計に工夫、自然光の供給、インテリアデザインに留意する。
- (2) 不健康な環境に対処→温度、湿度、換気、通気などの設計に、常時・非常時に合わせて留意する。（空調なども同じ気温に保つだけでなく、適度に上下したり、微風を吹かせたりする。）
- (3) 方向確認・位置確認の不足に対処→視覚・聴覚により強く印象づけるデザインを工夫

する。例えば、方向の認識が可能な凹凸のある柱などの採用。

- (4) 防災・安全に対処→地上の危険を回避する空間としての利用。ハイテク器械・システムの導入などハード面のみならず、ソフト面のシステムについても充実させる。（不燃化材の採用、段差の解消など）。
- (5) 知覚の喪失（感覚シャ断）に対処→建物内での活動をバラエティーに富ますとか、あるいは仕事の創造性を高くするとか、個人の満足度を高める工夫を行う。
- (6) 自然光の不足→鏡や光ファイバーなどで採光した光を送り込むシステム『太陽光採光システム』の導入研究、あるいはアトリウム方式、サンクンヤード方式などの採用。

5. 考 察

有人地下空間（人間が関与する地下空間）の利用に当って、以下のことが仮説的に提起された。

- (1) 積雪寒冷地など外部環境のきびしい地域における「地下」空間の利用は有効である。
- (2) 現在利用中の地下空間利用からの改善すべき課題として、①騒音、②暑さ、③不健康さ、④暗さ、⑤閉鎖感の5点を挙げることができる。
- (3) 「地上」者と「地下」者とで評価の分れる①広狭、②単純・多様、③快適性、④不安感については、特に、そのイメージの改善あるいは“思い込み”の改善も一つの課題と言える。
- (4) 地下空間利点としては、①安全性、②利便性が評価されている。
- (5) 地下空間で長時間を過ごす人たちに心理的面からの問題がないとは言えないが、①USAミネソタ大学職員の調査例、②スウェーデン地下工場調査例（1940～1950）、③USAニューメキシコ州地下小学校調査例などの文献事例も含めて、人間に及ぼす長期の有害な影響についてはまだ立証されていない。

6. 適正化利用の方向

地下空間の適正利用の基本的視点としては、第1に計画的開発利用、第2に環境と安全への配慮である。すなわち、前者は地下利用が一般的に再開発が困難なので、超長期展望に立った計画的、整合的持続性とその配置が肝要である。特に都市では垂直方向のゾーニングおよび各ゾーンに適した施設・構造物のマスタープログラムづくりが必要となる。後者については、地下開発による生態系、地下水脈等の周辺環境への影響の防止および地下施設の建設とその長期的利用にかかわる安全性の確保のため、環境と安全にかかわる総合アセスメントが必要となる。

マスタープラン、土地利用計画、各種プロジェクトに至るフローの中で、地下空間の適正利用の位置づけ、役割を明確にすることが大切であり、地下空間およびこれを支える関連公共、公益施設、

それらを管理、運営するシステムはいずれも同格的に取り扱うことが大切である。その際、人間工学的な配慮を払い、有人地下空間（人間が関与する地下空間）においては、その環境が地表部と同様なものに近づける技術、制度、管理等の改善に努めることがすすめられる。特に、民有地内深層地下部の利用権については公共性を優先させる等、北欧にならう抜本的な新制度の導入により、地表部の修復的再開発と地区機能の近代化に寄与させることが可能となる。

そして、近未来である21世紀に向けて、以下の緊急的整備課題が存在する。

- ① 都市醜を払拭し、地表部にすばらしい都市美を創ることである。このため、車社会の進展に対応し得なくなった都市の体質を本格的につくり変え、社会的空間の豊かなアメニティを満足させることが求められる。この一歩として、共同溝、駐車場、歩行者専用道網に役立つ地下空間（半地下空間を含む）の系統的都市整序方式を防災面を含め確立すべきである。
- ② 戦争と平和との交錯する歴史からみて、住宅等に付置義務的に地下室を永久構造物として設けることである。すでに、永世中立国であるスイス、スウェーデンでも実施しているが、平時には省エネルギー下の仕事部屋、備蓄空間等多目的に使えるメリットも有している。

付 記

本論は、国土政策機構自主研究「国土の地下利用・空間利用研究委員会」（委員長：渡部与四郎、幹事長：熊谷良雄、事務局：国土政策機構）の成果を基盤に考察を加えたものである。

委員・幹事の各位、並びにとりわけ御指導を頂いた早稲田大学 尾嶋俊雄教授、明星大学 広瀬盛行教授、名古屋大学 月尾嘉男助教授、筑波大学 熊谷良雄助教授の諸氏に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 渡部与四郎：地下利用の現状と将来展望、トンネルと地下、昭和55年 5月
- 2) 渡部与四郎：地下空間の適正利用、昭和62年 3月、土木学会誌1987年 3月号
- 3) 建設省：ニューフロンティア懇談会 — 地中専門懇談会、報告骨子、昭和61年11月（座長：渡部与四郎）
- 4) 渡部与四郎・熊谷良雄編：地下・空間利用／1985、昭和60年11月、国土政策機構
- 5) 渡部与四郎監修、Carmody, J. and Sterling, R.、U B D研究会訳：地下建築物のデザイン手法、昭和62年 1月、丸善
- 6) 防災施設特別委員会（委員長：渡部与四郎）：地下防災避難システムモデルの作成報告書、昭和59年 3月、日本トンネル技術協会
- 7) 都市みらい推進機構、政策科学研究所：都市空間における総合的な地下利用に関する研究、昭和61年 3月
- 8) U G都市設計：国土の新しい空間利用のあり方に関する調査報告書（昭和60年度国土庁委託調査）、昭和61年 3月
- 9) 科学技術庁資源調査所：地下空間利用に関する基礎資料、昭和59年 3月
- 10) 日本都市計画学会・都市計画シンポジウム：日本の都市アメニティ、昭和61年 6月
- 11) 渡部与四郎・熊谷良雄編：地下空間利用／1987 — 「国土の地下利用・空間利用研究委員会」報告書 — 、昭和62年 6月（印刷中）、国土政策機構
- 12) 渡部与四郎、戸谷英世、U B D研究会：地下建築物のデザイン手法、昭和62年 4月、NaLP I - News No.16（国土政策機構）
- 13) 戸谷英世：地下空間利用と地下住宅 — フロンティア空間開発 — 、昭和62年 2月、住宅 Vol 36、No.2（日本住宅協会）
- 14) Carmody J. C. and Sterling R. L. : Design Strategies to Alleviate Negative Psychological and Physiological Effects in Underground Space、Tunnelling & Underground Space Technology Vol 2、No.1、昭和62年
- 15) 木村一裕：地下街における歩行者交通の特性に関する研究、北大工学部、昭和57年度卒論
- 16) 田中重夫：地下街建設のフィージビリティ・スタディに関する研究、昭和61年 2月、北大工学部 昭和60年度修士論文
- 17) Cormody J.、Sterling R. : Earth Sheltered Housing Design、昭和60年、Van Nostrand Reinhold (N.Y.)
- 18) 村上正、上野正樹：地下へ潜る都市、地下街とその問題点、昭和54年 1月、土木学会誌1979年 1月号
- 19) 読売新聞記事：道路上空にも建造物、大都市の用地難に対処、建設省・法改正方針、昭和62年 5月11日付読売新聞
- 20) 西淳二、笠原慶三郎、友末一徳：地下空間利用の現状と今後の動向、昭和61年 1月、土木学会土木計画学研究講演集 No.8