

地下空間利用の現状と今後の動向

A UTILIZATION OF UNDERGROUND SPACE, ITS PRESENT CONDITION AND FUTURE PROSPECT

西淳二^{*}・笠原慶三郎^{**}・友末一徳^{***}

By Junji NISHI, Keizaburo KASAHARA, Kazunori TOMOSUE

In the year 2,000, a half of population of Japan are expected to live in 3 metropolitan areas; Tokyo, Osaka and Nagoya. Considering coming years of aged people who are less mobile, their opportunities for works and social participation should be made possible at central cities and peripheries. To meet these social needs, vertical use of cities is inevitable. Among the vertical use of cities, this paper describes utilization of underground space which is less developed than the surface.

1. はじめに

経済の高度成長と人口増大の波は、都市の、特に大都市の膨張を引き起こし、中心部の立体化と周辺部のベッドタウンを形成してきた。例えば、多摩ニュータウンから東京丸の内までの通勤時間は、片道1時間30分という状況にある。一方、2000年の日本の人口1.3億人、その半数(50%)が、三大都市圏に分布されると推計されている。すなわち、高令者社会をむかえる中で、高令者就業機会の確保、高令者社会参加の確保という社会ニーズを実現するためにも、都心部とその近傍に於いて、都市の環境水

準を守りながらも、一層都市の立体的利用を計っていかねばならない。¹⁾

本論は、立体的利用(上方、水平、下方)のうち、比較的その利用水準の低いと思われる「地下空間利用」に関し、その現状と将来像について考察せんとしたものである。

先の、メキシコ地震時の『地震の直撃で道路に亀裂が走り、傾いたビルの窓ガラスの破片が歩道に降り注ぎ、混乱が広がった』あるいは『地下鉄の被害が少なく、復旧が早かった』(東京新聞1985・9・21付)というような新聞報道からも、防災的目的に対する地下空間の有効性が期待されるならば、単なる利用スペースの増大という点以外にも、すなわち多目的な利用を計るという点、さらには、“汚いもの・みにくいものは地下へ”という都市景観/都市環境の改革等に、“地間空間”を利用する道が、増進されるならば、いわゆる都市問題の解決に、それが少なからず寄与することが可能ではないかとも考えられる。

* 正会員 技術士 国土政策機構主任研究員
(〒151 東京都渋谷区千駄ヶ谷4-24-18)

** 技術士 パシフィックコンサルタンツ株式会社
東日本事業本部 (〒150 東京都渋谷区神宮前2-8-2)

*** 技術士 パシフィックコンサルタンツ株式会社
構造部長(兼)国土政策機構企画運営委員
(同上)

2. 欧州の状況と日欧比較（視察調査を踏まえて）

欧州と日本との地下利用の差異を考えるに当って、そのキーワードは何であるのか。視察調査を踏まえて、改めて、強く印象づけられたものは、「岩・石」の欧州の「土・木」の日本、という図式に起因されたと考えられる建造物の耐用半数の長さ、そしてそれ故100年後、200年後の利用にもという発想が、比較的容易に提案される歴史的風土を持っていると言えようか。

更に、都市を考えるに当って、もう1つの要因として、馬車という点も挙げられる。

「馬車」の時代を充分に経てきた欧州と、いきなり、かなり急激に、自動車時代に突入し、そのために人と車との分離という思想が必ずしも定着していない日本という点であろうか。

前段で述べた、建造物の耐用年数の長さに加えて、宗教的背景、そして、環境の保全（自然環境よりも、人工環境にウェイトがあるように感じられるが）に留意することが、当り前のようにになっている国民の基本的コンセンサス、それらを基盤として、いわゆる「Survival」「生き残り」を1つのコンセプトとして、“欧州の地下利用”を考察することができるのではないかと思考される。

すなわち、表-1に示す、①ローマのカタコンベ ②ストックホルムの核シェルター etc は何としてでも“生き残り”ことこそが、人類の使命であるという思想を加えて考えれば、我々日本人にとっても、理解できるものとなる。

そして、③ストックホルムの地下下水処理場 ④パリの下水道システム ⑤パリの都市交通の地下化 ⑥ロンドンの地下鉄 ⑦電線・電柱の地下化、（欧州の各都市）に、共通するテーマは、“汚いもの・みにくいものは地下へ”という都市景観／都市環境の保全に耐えるコスト負担を可とする思想であり、今後、日本に於いても、さらにその思想を普及していきたいものである。

そして、ゾーニング理論に対置される、「都市には、地域ごとに都市に必要なさまざまな機能がミックスされている必要がある」に沿って生れ変わりつつあるパリのフォーラム・デ・アル（中心部の中央卸売市場跡）が、中央部に大規模な地下4階のクレー-

ターを設け、地下4階の地下鉄、地下3階のコンコース、地下2階の自動車道と駐車場、更に、地下劇場、地下体育センター（プール、トレーニングジム、ビリヤード……）という、いわば^{ひかり}光を採り入れた地下空間利用というコンセプトを、見事に実現化しつつある（現在、引き続き工事中）都市再開発の1例について、間近に見ることで、いわばインナーシティ問題への解答の1つを見た、と言えは言い過ぎになるであろうか。

欧州と日本との差異、それは自然の違いによる文化・考え方の違い、すなわちほほ岩盤の上に生活する騎馬民族と、沖積層の上で、水稻を栽培する農耕民族（土地への執着心）、そして、無を最上とし、この世を仮の世、一時的住まいであるとする仏教文化と、あくまでも神から与えられた生命を、大切に、（生き残り・生存）というキリスト教文化。城壁という堅固な物理的境界をもって、都市境としてきた都市国家、この辺にも、都市空間全体というよりも、個人の庭園や盆栽という部分に目が向く日本人に対して、「建造物は地域の景観を醜悪にしたり、破壊したりしないように」という都市景観に価値評価を見出すという背景があり、経済性以前の問題として、醜いものは地下へという思想が確立しているのではなかろうか。

「輝く都市」のル・コルビュジェ（Le Corbusier）の定義する「建設家」（CONSTRUCTEUR）は、『国家的規模の都市計画に関与する専門家の総称であり、都市圏を含む都市の一般的な運命を定め、自動車専用道路、橋梁などのような芸術作品の図面を引き、建築体の立地、密度、配列を担当し、公園をデザインする』²⁾といわれるように、都市計画家（屋ではない）や土木家（あえて土木屋とはいわない）の地位・立場が高く設けられていることと、またそれは、批判はあるにせよ、オスマン（G. E. Haussmann）の専制的手法により、パリの大改造が成され、いまなお、駐車場探し以外では、その恩恵を受けている市民（納税者であり、議員選挙人でもある）の実感的理解力も、このことを支えている基盤であろう。すなわち、前述の思想によれば、都市計画に基づいて、都市を構築していくことは、芸術作品を創ることと同義となり、『その意識においては画家と彫刻家を兼ね備えた』者となって、そこそこに、石材を主体に

表－１ 欧州・地下空間利用と人間の生存（日欧比較）

(1985.9.10 J. NISHI)				
テーマ	日 本	欧 州	の 特 徴	視 察・見 学 した地下利用の事例
宗教的思想	諸 観	生き残り	・生き残ること(Survival)が人間の使命であるとする思想が確立(人権・自由・生存) ・保存/占いのを残す/美観(景観保存)	・核シェルターコントロールセンター(ストックホルム) ・Klara教会地下核避難施設(ストックホルム) ・ローマ/カタコンベ(宗教的迫害を越えて生き残る)
材質(風土)	土・木	岩・石	・石による建造物であるから耐用年数が非常に長い(壊すことは大罪) ・必要性からも岩盤掘削技術が進歩	・都市再開発運河再開発時に、古い建造物、古い街並みを保存しながら、新しいコンセプトも導入して活性化を計ろうとしている(各都市) ・石油備蓄システム(Boliden WP-Contech社) ・WP-Caveコンセプト核廃棄物処理システム(Boliden WP-Contech社)
交通史	(直接) 人→車 (急激)	馬車の時代 運河(水運)	・人と馬車の共存時代が長かったため人車分離の思想、人間空間部分確保が確立	・ロンドン郵便地下搬送システム(馬車の促進・交通渋滞から発想されたもの/1907構想, 1926完成) ・中層部地下歩道(バーミンガム) ・運河の再開発(パリ) ・地下鉄による交通ネットワークの再編(フランクフルト)
水 (水運 下水 港 観光)	単 目 的 利 用	多目的利用 (保 存)	・水運(港)の他に排水, 水供給, 公園, 発電, ゴミ搬送, 観光, スポーツなどに利用	・運河の再開発(パリ) ・レマン湖(港, 水力発電, 水道, 観光用噴水) ・パリ下水道システム(ゴミ搬送にも利用) ・グランドジャクソン運河(ロンドン・バーミンガム)の保存と空間利用 ・都市河川と空間利用
都市景観・美観	経済性重視	景観に高価値	・醜いものは地下へという思想が確立(経済性以前の問題として) ・保存/景観保全	・パリ下水道システム ・ロンドン地下鉄道システム ・都市再開発(各都市)
実現手法 (計画手法)	多数決(全員の合意で先づスタート) (後づけの設計思想)	ディベイト (debait)	・何年でも、何回でも討論・熟考を行い、設計のコンセプトを確立してから実施もしくは非実施。(必ずしも多数決に依らない)	・英仏海峡トンネル ・フランクフルト都市再開発 ・フォーラム・デ・アール(パリ)
総 合	地下鉄・地下街・トンネル以外の地下利用は特殊な場合(経済性重視)	地下でも構わない施設は、積極的に、むしろ原則として、地下空間を利用する(国土防衛, 生き残る, 醜いものは地下へ, 岩盤であるから経済性もある)		・京地下街については、ストックホルム、ジュネーブ、パリに一部存在するが、日本の方が、盛んである。

表－２ 地下空間利用に関する技術予測（専門家）

№	項 目	重 要 度	実 現 時 期				
			1990	1995	2000	2005	2010
1	砕石の地下ベルトコンベアーによる長距離輸送システム	中					
2	多数の地方中核都市に地下鉄・モノレール等の中量交通システム	大～中					
3	地下室の居住性を向上させる技術開発により、住宅の地下利用普及	中					
4	真空パイプライン物流パイプラインなど新しい都市型共用構システム	大					
5	地下街地下鉄の防災性が格段に向上し、地下都市シェルターの役割を果たす	中					
6	都市の電線地中化完成（景観の確保）	中					
7	街区ごとに防災シェルター（地下壕）が普及	中					
8	都市の幹線自動車道の大半が地下化もしくは半地下化	中～小					

した街並を構成する。そして始めて、街角のカフェテラスでのエスプレッソコーヒーによる、見る見られるという、人と都市とが、一体の風景となって、都市の魅力（パリに代表される欧州の各都市）を演出しているのであろうか。



写真－1 街角のカフェテラス（パリ）

（西 淳二：第13回海外道路調査団に参加して、1977より）

3. 既研究に基づく地下空間利用の分類とその効用

（1）地下空間利用／活用の背景

日本の可住地面積は、国土の総面積の約20%，800万ha程度であり、これは、国土総面積が日本より狭い英国、西独と比較して、その半分の面積である。この狭小な可住地を、有効に利用・活用しようとする中で、都市問題解決の手段の1つとして、地下空間の一層の活用が望まれていると言えよう。

すなわち、①地上に必ずしも必要のない施設

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、②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、あるいは駐車場・倉庫・工場・レクリエーション施設等の地下化、③防災のための地下空間の活用、④気候の厳しい都市における地下空間の利用、あるいは地下空間の自然的・地域的特性を生かした新しい利用、という4つの方向が考えられる。

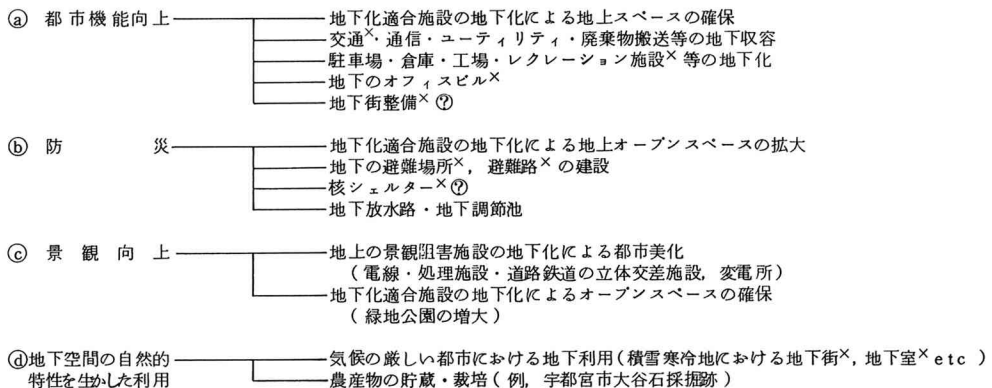
（2）地下利用空間の分類と課題点

前節で述べた4つの方向に対比して、地下空間利用について分類したものを、図－1に示す。

図－1の中で、×印を付した空間は、人間が関与する空間であり、安全性の問題、環境の問題、迷路性の問題などから、以下の解決すべき課題がある。

① 有人空間として地下利用を考える時、火災の性状、人間の行動様式等に不明の点が多く、一般に安全性が低いとされている。これらの点が解明され、さらに機器類の発達によって、地下の特性を生かした安全性の高い有人地下空間が作られる事が望まれる。

② 居住環境として地下を考えると、自然の緑が少ない、眺望がきかない、太陽光がない等の問題がある。また、衛生面、心理面で解明されていない問題も多い。これらは地上、地下にかかわらず、閉鎖空間一般の問題として、都市の高度利用を図る上で解決しなければならない問題である。



図－1 地下空間利用の分類

（×印：人間が関与するもの）

（②印：現状では経済性以外にも問題の多いもの）

③ 閉鎖空間であるため、遠くの目標（基準点）を持ってない、ランドマーク（目印）やシークエンス（連続性）が少ない等の理由により、距離感や方向感を失いやすい。特に道路が直交しない場合、折れ曲がりが多い場合に著しい。

（吹抜けをとって、一部地上と連絡させたり、大型の広場を設ける等の工夫によって、ある程度解消される。

次に、㊦印を付したもののうち、地下街として利用することについては、「地下街の取扱いについて」という通達が出されている。これは、主に防災上の観点から地下街建設を厳に抑制するとし、止むを得ず設ける場合も建築基準法、消防法に上乘せした基準を適用している。このため、地下鉄コンコース等で、商業施設に有利と見られ、歩行者の利便性、快適性も増すと考えられる所で有効利用されていない例も見受けられる。地下を、有効かつ安全に利用する必要がある。

また、核シェルターに関しては、「放射能をはじめとする各種災害から国民の生命と財産を守ろう」とする気運が、国家的施策の1つとして評価されないうちは、なかなか、その進展は困難と思考される。

さらに、景観向上に寄与するものは、都市景観の向上とか、都市の美化というテーマが、経済性を越えた価値を有するものである、という国民（納税者）のコンセンサスに、いま一步（ないし二歩）という観なきにしもあらずといえようか。

4. 地下空間利用事例研究の提案

地上の有効利用のために、地下化可能なものの事例として、当面以下のものが考えられる。

- ① 带状都市施設関連の地下空間有効利用（鉄道、道路、共同構）

- ② 鉄道跡地利用（半地下を含む再開発）

- ③ 水に関する地下利用

- ④ 地上の有効利用のために地下化可能なものの事例調査（オフィスビル、工場、駐車場、野菜工場、駐輪場、スポーツ施設、etc）

- ⑤ その他

- (1) ドーム構造物による地下空間利用（農地・公園緑地等）

地下空間利用という概念が、総論に於いて承認されるにしても、それを具体化するに当たっては、経済性を全く無視するわけにはいかない。

一般に地中構造物は、上部の土の自重のため、大きな垂直荷重を受け、このため地下に大張間を有する空間を造るには、自から限度がある。

本案は、ドーム構造物によって、地表の植物生育に十分な土被り厚（0.6m～1.5m）を確保しながら、地下に大張間（30m～80m）を有する空間を安価に創出し、種々の用途に供しようとするものである。

農地、公園緑地等の地下空間の利用を主たる目的としているため、ドーム上部に植物（農作物）の生育に必要な土被り厚を設けることが前提に、公園・緑地等に築山的な景観を創出しながら、地下空間を利用しようと言うものである。

この様にして創出される地下空間の利用法は種々考えられるが、その主なものを次に列記する。

a) 通年栽培の野菜工場・スポーツ施設として
この地下空間は、外気と遮断され、断熱性にすぐれている。この点に着目し、通年操業の野菜工場（水気耕栽培）あるいは、バイテク関連工場等に使用する。

豪雪地や砂漠地方など気候条件のきびしい地域、あるいは首都圏近郊など地価の高い土地における農業などに、利用可能性がある。もちろん、駐車場・駐輪場（駅前）倉庫、スポーツ施設などへの需要も大きいと考えられる。

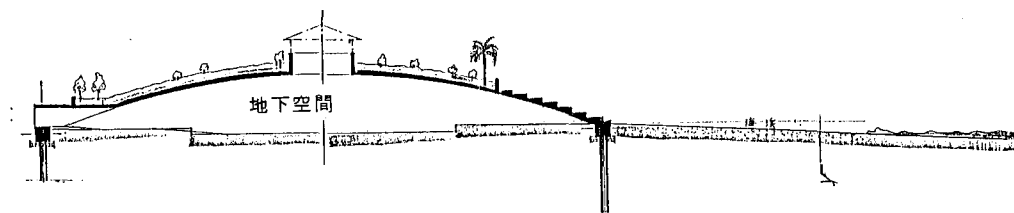


図-2 ドーム構造による地下空間の創出（野菜工場、駐車場など）

表-2 委員会で研究すべき事例項目の評価マトリックス

[illegible]

(注) 委員会とは、「国土の地下利用・空間利用に関する研究会」(委員長：渡部与四郎委員長，事務局：国土政策機構)である。

b) 各種タンクとして

ドーム部下部を掘削すれば、そのまゝ地下タンクとなる。

利用分野としては、①雨水調節池 ②下水滞留池 ③多目的廃棄物最終処分場 ④生ゴミ消化槽 ⑤豪雪都市の除雪貯溜場等に有効であろう。(タンク内土砂・砂利採取など多目的な掘削が可能ならば、さらに経済性が高まる)

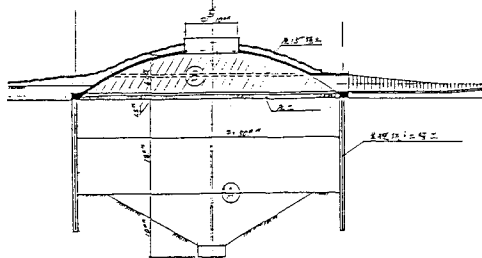


図-3 タンクとしての地下空間利用

— ① 廃棄物処分場 容量 = $40,000 \text{ m}^3$
 (---) ② 処分場以外の利用空間 ($7,500 \text{ 空 m}^3$)



写真-1

街路からセットバックすることで採光を考えた地下室(ロンドン)



図-4 朝日新聞 1985・10・9付

5. 今後の課題

G N P では欧米に追いつき、半導体やロボットの技術開発力では卓越したといわれる一方、日本の街並み（住宅地、オフィス街とも）がいま一つ貧しく見えるのは、事実であろう。その典型が、欧州ではほとんど見かけない電柱と電線である。これまでの社会資本投資が、とても都市景観やアメニティ（生活の快適さ）にまで手が廻らなかったのはやむを得ないとしても、これからは、輸出（資本も含めて）ばかりではなく、日本の国内に、それらの水準向上も採り入れた形で社会資本を形成していこうとする気運になりつつある。

このような機会をとらえて、従来ともすれば、コスト高という理由で棄却されてきた、“地下空間利用”という側面を、都市のいろいろな計画に生かしていくことで、日本の都市にも、快適な空間がより多く生まれることを期待したいものである。

先般、この地下空間利用を先進的に行っている欧州の地下利用について調査視察する機会（国土政策機構「欧州の地下利用・空間利用事情視察団」）の中で、スウェーデン・スイスでの、民族生存のための地下空間の活用、フランスでの、再開発と一体的に計画された地下空間利用等に、深い感銘を受けた。21世紀に向っての、日本の大都市の問題解決のプランの一角に「地下空間という資源も利用できないものか」という、“新しい思い込み”を何とかして、計画論・計画学というラベルまで高めていかなければならない。

これらの研究課題／政策課題に対処するために、産学官一体となって、技術面（安全性も含めて）、法制度面、環境面、利用面（ソフトウェア）等からの追求が（より多く）なされなければならない。

付 記

本論は、国土政策機構自主研究³⁾への参画をめざして、執筆したものである。

〈参考引用文献〉

- 1) 国土庁編：昭和60年版国土利用白書，p174（1985）
（大都市整備の課題）
人口、諸機能の高密度な集積により、大都市では、都心部については業務地化の進展等による定住人口の空洞化、外周部については生活環境施設整備の立ち遅れ、交通混雑、遠距離通勤問題等の都市構造のひずみが依然みられるとともに、土地・水等資源の供給限界の問題や防災性の低下等の過密をめぐる問題が生じている。また、今後21世紀に向けて、人口の高齢化、国際化など新たな課題への対応が求められている。
- 2) ル・コルビュジェ，井田安弘訳：四つの交通路，1977
- 3) 「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）研究期間として1985～1982の予定。