

# 空中に大地を築く挑戦

宇治川 正 人

縦型都市スカイシティ1000は、1980年代に起きた東京の都市問題を解決する手段として、都市を垂直に築き、地表にオープンスペースを取戻す提案であり、空中台地という方式をはじめ、構造計画、耐震、防災、省エネルギー、交通・輸送システムなどにユニークなアイデアが込められていた。また、その提案をきっかけに、多くの調査研究が開始された。地表並みの安全性と快適性を空中に実現することが、縦型都市の目標であり、現代の技術と想像力の挑戦課題である。

キーワード：超高層建築、人口土地、構造計画、省エネルギー、物流、安全性

## 1. 東京プロブレムと縦型都市構想

1989年（平成元年）6月に、竹中工務店の有志と建築家の原田鎮郎氏からなるグループV1000は、「縦型都市構想・スカイシティ1000」を発表した（グラビヤ）。これはその2年前に日本マクロエンジニアリング学会で提案された「縦型都市構想」の概念と、財団法人機械振興協会が研究開発を進めていたエネルギーなどの自給自足性、自律性の高い大規模建築物「オートノマスビル」を受継ぎ、発展させたものであった。

当時、東京への一極集中に伴う地下高騰、地上げ、通勤地獄、交通ラッシュ、熱汚染やごみ戦争など様々な弊害が社会問題化していた。

その対策として、東京湾を埋立てたり、都市部を周辺に拡大する提案も出されていた。しかし、当時の東京23区の建物平均階数は3階未満。低層の小規模の家屋からなる市街地が、都心部を埋めつくしていた。その零細で低密度な土地利用形態のまま、埋立てや周辺部の市街化をすると、環境破壊や既成社会の侵食までもが広がってしまう。

一方、生活者の側からすれば、通勤地獄は激化する。長時間の通勤通学は、家族と過ごす時間を奪う。家庭は、塾や主婦の労働参加など、家族を遠ざける多くの脅威に曝されている。どんなに優れた住宅を作っても、そこで過ごす家族が不在では、何のための住宅供給だろうか。住宅が都心部に近いこと、空間を高度に利用することは、笑顔の集う住宅を取戻す方策でもある。

## 2. 局所高密度高層化

根本的な問題解決策は、公園や緑地などの大きなオー

プンスペースを確保するとともに、部分的に高密度高層化すること、すなわち、「局所高密度高層化」である。

例えば、シンガポールでは、政府の主導で、道路や緑地など基盤施設を整備し、公共住宅の高層化を進め、美しいガーデンシティを作りあげた。豊かな緑の中に高層建築がそびえる様子は清々しい。

縦型都市構想は、いわばガーデンシティを作るための提案であった。日本では、国民所得の向上によって、働くだけの生活は過去のものになりつつある。豊かな余暇や自由時間を過ごすために、文化・スポーツをはじめ、新たな都市施設のニーズは高まっている。かつて、王族や貴族など権力者は庭園を作り、都市に住みながら自然を享受したが、一般の人々が、その贅沢や豊かさを手に入れたいと願う時代が到来している。

## 3. 空中台地

提案されたスカイシティの高さは1,000メートル、地上部の直径は400メートル、最上部の直径は160メートルで、上部ほど細い多角錐の形をしている（図一）。

従来のビルとの違いは、交通施設や上下水道などの都市基盤施設を組み込み、棚状のスペース（人口土地）を作って、その上に住宅やオフィス、商店などを建てることのできる場を作ろうという点である。スカイシティが作り出す人工土地の延べ面積は800ヘクタール、占有する土地の面積は12ヘクタールだから、67倍のスペースをつくり出す。800ヘクタールは、千代田区の面積の8割に相当し、その4分の1を住宅用とすれば、160平方メートル（約50坪）の区画を1万区画とそれに付随する道路を造ることができる。マンションやアパートなどの集合住宅ではなく、戸建て住宅が1万戸建てられるのである。そして、居住者3万5千人、就業者10万人が生活

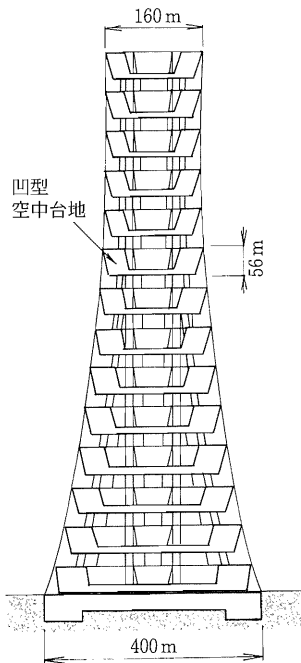


図-1 スカイシティ断面図

する都市となる。

この構想には、空間構成、構造形式、垂直輸送方式、新素材、建設ロボット、防災、エネルギーなど多くの提案が含まれていた。その一つが空中台地と名づけた方式である。スカイシティは断面の形が凹型の構造物14個が、少し間隔をあけて積層している。この構造物は空中台地と名付けられた。凹という形は、外気に接する面積が大きいので、採光や通風条件のよい場所を多くできる。凹形の窪んだところは広場とし、植物が植えられる。広場からは空が見え、日光や風が入る。

広場の外周は10層の人工土地が取囲んでいる。人工土地の階高は約4メートルで取外しもでき、2階や3階の建築物も建てられる。一つの空中台地の人工土地の総面積は平均およそ60ヘクタール、その中には、劇場などの文化施設、学校や公園などの公共施設も備えることができ、一つの「まち」を形づくる。この広場を中心とする空中台地の生活空間は、高さの恐怖を感じにくい構成となっている（グラビヤ）。

都市にはいろいろな職業の人々、子供から老人までが住む。スカイシティは、交通事故の心配が無く、公園や図書館、学校が身近な生活空間であり、今後の高齢化社会にも適合しやすい。

下層の空中台地は、面積が大きく、外部の地域からアクセスしやすいため、オフィスや商業施設を主体とした構成が適している。上部は放送通信に関連した産業や研究開発業務などに向いている。総合大学のキャンパスを展開させることもできよう。変化に富んだ構成は、人々に刺激を与え、豊かな生活の舞台となる。

#### 4. スカイシティの技術

##### (1) 1,000メートルを支える構造計画

スカイシティは総重量600万トンの巨大な構造物であり、一般の建物のように柱と梁で組立てることはできない。自重や地震と風の力がなめらかに下部に伝達するように下部の面積が大きくなる多角錐の形を採用した。全体的には、下部が2本に分かれる6本の巨大な支柱と、それを横に繋ぐ部材による多数の「力学的に有効な面」（メンブレン）を作り、硬い殻のようにになっている。この構造形式は「多角錐シェル構造」と命名された。

地下部分の建設に際して排出する土量の重量は、スカイシティの総重量とバランスしており、地盤沈下は起こりにくい。構造体は、上総層群など第三紀層の強固な地盤に直接支持させる。

##### (2) 耐震、耐風と防火・防災

一般的には、高い構造物ほど地震の衝撃力は減少し、大きな構造物ほど単位面積当りの風の圧力も減少する。むしろ、巨大構造物では、地震や風の力より、自重を支えることに何十倍もの強度が要求される。通常の構造物は自重に比べて、風や地震力の方が大きいので、自重を支える強度があっても地震には耐えられない。スカイシティは、多角錐シェル構造で巨大な自重を支えており、自重よりはるかに弱い地震や台風の力には十分に安全な強度を確保している。

また、制振装置を空中台地に組み込み、風や地震による揺れを小さくして安全性と快適性を高める。

スカイシティでは、建物レベル、地区レベル、さらに凹形の空中台地の地域レベルの3段階に防災ブロックを設け、延焼被害の防止を図っている。消防、防災センター、

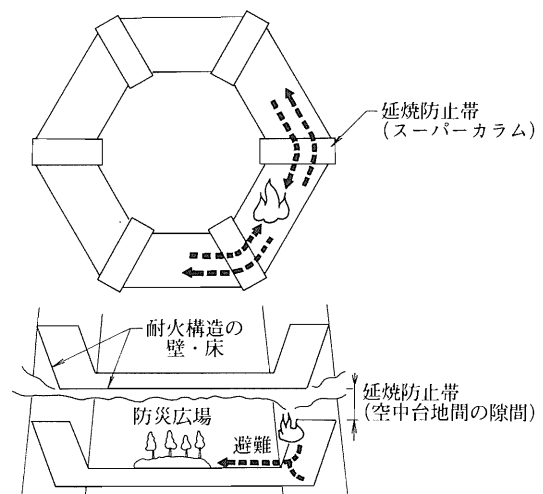


図-2 延焼防止の仕組み

遮断壁、消火設備、避難経路、火災情報システムをレベルに応じて整備する。空中台地の中央広場は、緊急時の避難空間となる。スカイシティとその周辺のオープンスペースは、周辺の人々の避難や被災者を収容する防災拠点ともなる（図一2）。

### （3）省エネルギー都市の実現

現在の超高層ビルは、空調設備や照明など人工的に環境を調整することを前提としているが、空中台地方式は、自然の力を積極的に取り入れることを目指している。

雨水も水源として利用し、上水道と、下水を浄化した中水道を併用する。各空中台地ごとに水処理施設を設け循環系を作る。一部の個所が故障しても、上下層のシステムからバックアップできるこの冗長性に富む方式は、火災や非常時の安全性を高めている。

電力は燃料電池や廃棄物焼却発電で供給する。水の落差を利用した発電も可能である。それらの工夫により、節水率は90%以上、電気やガスなどの省エネルギー率は20%から30%となり、エネルギー自給率の高い都市が実現する。廃棄物は真空輸送システムで搬送し、空中台地ごとに処理され、コンポストやエネルギー源として再利用される。

一つの都市は、周辺の地域に影響を及ぼし、依存もしている。都市に人口が増加しても、交通や水、エネルギーなどの周辺の都市設備に負担を与えないように限られた範囲でそれらをリサイクルさせ、自給自足性と自己調節性、すなわち「自律性（オートノマス）」の高い仕組みを作り上げてゆくことが望ましい。

### （4）交通・輸送システムと高度情報化

スカイシティには4種類の交通機関が組合わされている。縦方向の輸送動脈は、空中台地を結ぶ3階建て大容量高速エレベータと、地下の巨大駐車場から、らせん状に走るモノレールである。停留所は空中台地ごとに設置される。さらに、人工地盤上はバッテリー駆動の小型バスで移動できるし、空中台地各層を上下するエレベータは人々をスカイシティの端まで運ぶ毛細血管の役割を担っている。

ところで、「屋台の効用」というのをご存知だろうか？ 都市計画の専門家でも、人間の行為や要求を予測し、十分に準備することは難しい。市街地の飲食店の不足を補ったり、バラエティをもたらしてくれるのは屋台や軽トラックの移動店舗である。それらが、スカイシティの超高層の空間にも出没できるように、外部の一般道路からスムーズにアプローチできることが望ましい。

電力や電話線などの配線はまとめられて、巨大な柱の

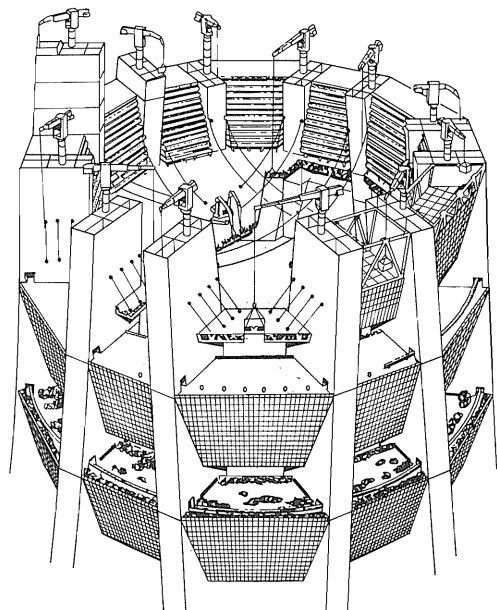
中に納められる。頂上部の高度1,000メートルにはパラボラアンテナをはじめ、各種通信システムの中継、発信の装置が設けられ、そこからスカイシティの各部に通信ネットワークが張り巡らされる。地下のように工事のたびに掘り起こす必要がないので、新增設しやすい。そのために、知識集約的な産業、ソフトウェア関連産業、情報関連産業などにも魅力的な情報環境となる。

### （5）工期と建設費

スカイシティの建設工期は資材の搬送、膨大な作業量、各工事の必要最小限の日数、周辺の道路環境などから、およそ14年と算定された。現行の法制度では、建設中に一部を使用すること（部分共用方式）は認められていないが、都市空間を拡大するという期待に早くこたえるには、法的な整備も必要である。

スカイシティの建設費は、当時の単位床面積当たりの単価を基に、坪当たり約200万円、総額約4兆7,000億円と試算された。建設費が半減している現在では、総額も約半額程度になると思われる。この建設費は、交通手段やエネルギー供給システムなどの都市基幹施設の建設費も含んでいる。

建設単価は、生産方式や生産量に大きな影響を受ける。スカイシティのような超大型工事は、鉄鋼やコンクリートなどの原料調達や生産方式そのものも見直されるに違いない。今後大型建設機械、作業ロボットの開発による効率化や、材料の大量購入による価格の低減を考えれば、現時点の単価より下回る可能性が高い（図一3）。

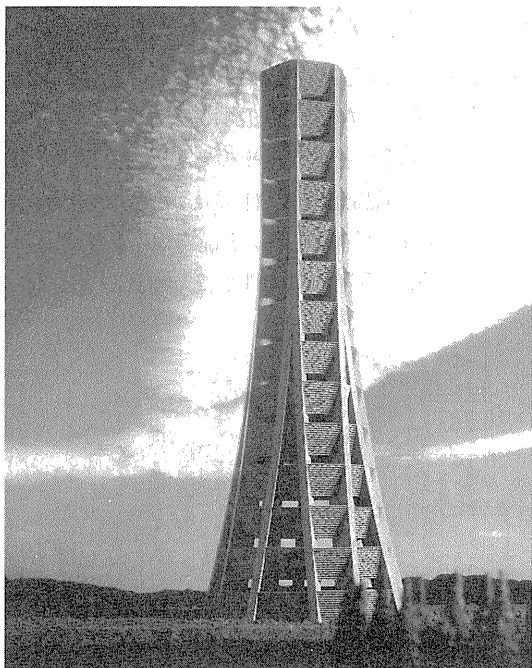


図一3 建設ロボットによる施工

## 5. 様々な提案と調査研究の隆盛

スカイシティ（写真—1）の提案は、大きな社会的関心を呼んだ。そして、同業の建設業各社からも、多くの構想が発表された。中には、数千メートルの高さの提案もあった。残念ながら、それらの提案には、地表部の空間の使い方に関する検討を欠いたものも少なくなかった。都市問題への対処、都市生活者の豊かな生活の場の創出という主旨からは、高さの競争には意味が無い。

スカイシティは当時の技術でも建設可能であることを前提に検討された。しかし、超高層都市を対象とした本格的な研究開発は行われておらず、それに挑戦すれば、多くの成果が期待できる。まず、1990年には、建設業だけでなく、鉄鋼、重工業、エレクトロニクスなど多くの分野が参加し、財団法人エンジニアリング振興協会で「超高層都市空間システムの開発」がスタートした。さらに、ハイパービルディング研究会（日本建築センター）や、超高層特別研究（日本建築学会）も開始された。1980



写真—1 スカイシティ全景

年代に提案された日本マクロエンジニアリング学会の縦型都市の概念は、国内外に広がっていったのである。

## 6. 現代の知恵と創造力

快適な生活空間も、安全性が保証されてこそ存在意義がある。スカイシティは、地震や台風などの天災だけでなく、火災や停電、テロリズムなど人間や人間の作った設備を原因とする災害も防災上の要因である。その安全性は、大地（地表）と同等以上の水準を目標にすべきであろう。

東京や大阪をはじめ、かつて海であった場所が都市部になっている例は多い。そこが再び海中に没するとを誰も疑わず、多様な生活が展開されている。私達は空中に、安全で快適な空間を築くことができるのだろうか。

科学や技術が発達した現在の人類の力はどこまで到達したのだろうか。海を埋立てず、都市周辺の自然を守り、大地を開放し、緑と豊かな生活を両立させることに、現代の人間の知恵と創造力が試されているのではないだろうか。

都市を作る主人公は都市に住む人々である。一握りの技術者が勝手に構想を描いただけでは、ひとりよがりの夢想でしかない。大勢の人々と未来のあり方について意見を交換しながら、構想をよりよく変えてゆく努力が重要である。

J C M A

### 《参考文献》

- 1) 原 喬, 「21世紀縦型都市構想」, 第2回日本マクロエンジニアリング学会年次研究大会予稿集, 1987年
- 2) グループV1000編「縦型都市構想」, 海文堂, 1989年
- 3) 宇治川正人「快適居住空間をつくる一個と全体のシステムデザイン」, 日本機械学会誌, 第93巻, 863号, 1990.10

### 【筆者紹介】

宇治川 正人（うじがわ まさと）  
株式会社竹中工務店  
技術研究所  
企画部長

