

# PLUG-IN CITY 21

メタボリズムによる未来都市への挑戦

## 『プラグイン・シティ21』建設構想

構想：大林組プロジェクトチーム

*Obayashi Gumi Project Team*

監修：菊竹清訓

*Kiyonori Kikutake*

川添 登

*Noboru Kawazoe*

プロローグ

これは、何もない海の前には、都市という名の新しい星座を描き試みである。ステージは東京湾。そこに、光を放ちつづける十の星を浮かべ、21世紀の都市のプレリュード(序曲)としたい。

人間は、夢見たものの多くを、実現してきた。成長をつづける都市もまた、人間活動の所産である以上、未来の都市像は私たちの想像力のうちから紡ぎ出されるものであるべきだろう。その一つの姿を、ここに提示してみたい。「予見の精神的過程は文明の本質的な土台の一つである」(ポール・バレリー)という言葉を輝かしい未来のために活かしてみよう。

# 1.「プラグイン・シティ21」構想の背景

## 生命体としての都市文明

「明日から、いや今日からすでに始まっている建設の時代は、たえまない新陳代謝を続けていく時代であろう」(川添登『物質と文明』)

都市は、しばしば生命体に喩えられる。休むことのない成長と変化……それはまさに生命の鼓動をもった存在といってもよい。田園の小集落であったパリ、木柵の砦が唯一の建造物であったニューヨーク、そして一面に葦原の広がる漁村であった東京……。それらが数百年のあいだに、建造物群の構成するダイナミックな巨大都市へと変貌を遂げたのである。

とりわけ技術革新を強力な推進力とした20世紀の経済発展は、都市の姿を加速度的に変貌させた。超高層ビル群に象徴される高密度な現代都市の空間構成は、その典型ともいえる。

その一方で、活発な経済活動による大量消費のスタイルは、建設の世界にスクラップ&ビルトの時代を招き、多くの建造物が本来の寿命を待たずに消失する光景をも生み出した。鉄筋コンクリート造の建造物の法定耐用年数は住宅が60年、オフィスビルが65年だが、現実には住宅は平均40年、オフィスビルは約35年で終焉を迎えている。

そこには、設備機能の老朽化といった建造物自体の現実的な問題もあるが、巨視的には産業構造のドラスティックな変化を背景に、建造物の再生、あるいは新生の必要性が生じた結果といえるであろう。重工業からサービス産業への社会的比重の移行を経て、さらには情報通信やバイオ産業の台頭は、すでに次世代の都市の姿を予感させずにはおかない。

社会的にみれば、国際化や情報化、高

齢化などの潮流による生活形態の変化は、オフィス・住宅・交通などの社会基盤に多大な影響を及ぼし、建造物の姿を、そして都市の姿そのものを変化させる原動力ともなっている。現在も、そして今後も、都市は未知のニーズを休むことなく生み出していくことは間違いない。

しかし、建造物の寿命短縮化の社会現象は、建設活動と環境との間に看過できない課題をも招来した。二酸化炭素の排出による地球温暖化に代表される環境問題である。

20世紀は、石油と電力をエネルギー源として、二酸化炭素の排出によって豊かさを実現した時代だったといわれる。そのなかにあつて、建設活動(大量の資材使用と車両運搬、工事現場におけるエネルギー消費など)もまた、常に多量の二酸化炭素排出がともなう。建造物の寿命短縮化は、地球の温暖化を促進する一要因となっている。したがって都市の発展とエコロジーの融和は、建造物の省エネルギー化と長寿命化の企図と相まって、都市の未来への大きなテーマとして目のまえに横たわっているのである。

こうした変化と、それへの対応は、都市文明の成長ともなう不可避の事象といえるが、同時に地球からの警鐘は、都市構想において画期的な「理念」を必要とする時代となっていることを告げている。現代都市の多くは、一方では都市集積の魅力を数多く実現しながらも、他方では文明の進歩への対応と、自然及び社会環境との共生なくしては、存在しえないものとなっているのである。

## メタボリズムと都市

「都市や建築のデザインも、個性や地域性の問題をより一層深めて、近代建築運

動の類型的過ぎた側面を補強するばかりでなく、発展と変化の速度を早めて来た現代社会の機構を全体像としてとらえる方法を完成しなければならない」(大高正人、横文彦『群造形へ』)

前章に記した諸課題を踏まえつつ、私たちプロジェクトチームは未来の都市像をめぐって議論と検討を重ねた。そして、ここにまとめたのが「メタボリズムの手法による都市構想の試み」である。

生命原理である「新陳代謝」を意味するメタボリズムは、1960年に日本の建築家や評論家によって提案された創造的な理念である。ヨーロッパ建築が永遠性、絶対性を指向してきたのに対し、従来から日本建築にあつた可変性、普遍性を擁する建設手法に着目した点で画期的であつた。

メタボリズムは、人間も建築も生命体である自然の一部ととらえ、文明の成長と変化を積極的に受けとめ、更新可能な未来の都市像を先取りしていく思想である。換言すれば、新陳代謝をつづける生命の根源的な存在様式の提案でもある。

世界の人口60億人の半分が都市に居住する時代、メタボリズムの理念を現代の建設技術に反映させ、21世紀に活かすことが、混迷する現代から未来の都市像を照射するために、きわめて有効であると私たちは考えた。メタボリズムを基調とした「循環型社会」の構成が、来るべき都市の母胎となるであろう。ふり返ればすでに40年まえに、私たちは未来への啓示の一つを受けていたのである。

未来へ、そして海へ……。私たちは、新しい都市にふさわしいステージを広大な海に求め、「プラグイン・シティ21」を誌上に描く試みをスタートさせた。

右頁 対岸からシティを望む  
CG:大林組+描画:菊竹清訓



## 2. 「プラグイン・シティ21」構想の概要

### 新都市構想のコンセプト

「都市の新しい秩序は、都市に住む者すべてが、社会を意識することに始まる。社会の一つの単位としての都市に誇りを持つことなのだ」(菊竹清訓『海洋都市』)

未来都市『プラグイン・シティ21』を計画するにあたり、私たちは来るべき社会を想定し、三つのコンセプトを設定した。

#### 1 情報化(開放系ネットワーク)社会

社会のあらゆるシステムが、伝統的なリジッドなものから、一定の価値にしばられない自由な様式へと向かいつつある。それはメタボリズムの理念と共通する。

とりわけ情報技術の進展は、今後、情報伝達のみならず物流や人的交流面においても、オープンなネットワーク社会を実現するであろう。そうした情報化=開放系ネットワーク社会における生活形態や社会活動のスタイルと、その変化を、ハード面から常に先取りできる都市のシステムを構築する。

#### 2 多世代型社会

高齢者人口の増加により、21世紀の日本は多世代型社会になると予測されている。単なる年齢や性別を超えての共存であるばかりでなく、それぞれ固有のライフスタイルや価値観が尊重され、個別化・多様化が実現する社会でもある。

『プラグイン・シティ21』では、こうした社会の基盤として、何よりもあらゆる年齢層の人々が安心して生活できるヒューマンな街づくりをおこなう。

たとえば、既存の都市部との接続には新交通システムを採用し、シティ内の道路は原則として歩行者用と自転車用ネットワーク道路のみとする。また、近隣と

の交通を補完するものとして、海上のポートネットワークを取り入れて利便性を図る。

勤労者の多い居住都市では、職住近接、あるいは在宅勤務のワーク・スタイルの実現をめざす。職住近接によって生まれた自由な時間を有効に過ごすための諸施設(文化・商業・レジャー関連)を充実させ、遊住・学住近接の暮らしやすい都市機能を整備する。とくに海上都市である利点を活かし、海洋レジャー施設(人工海浜、マリーナなど)を積極的に導入する。

#### 3 エコロジー都市

人類共通のテーマである地球環境問題は、とりわけ都市においては顕著な課題である。未来の都市では、自然の生態系に対する負荷の少ない「循環型都市システム」の構築が必要となる。

海上都市である『プラグイン・シティ21』では、とくに海への影響を考慮する。基本的には、ゼロエミッションを都市建設におけるスタンスとし、さらに東京湾における海水浄化にも寄与できるエコロジー都市を計画する。

### 『プラグイン・シティ21』の基本構成

「文明と文化との集中的表現である都市は、もっとも激しい新陳代謝が行われなければならない。将来の都市計画は、ここに基礎がおかれるべきである」(川添登『物質と人間』)

私たちは、新しい都市を『プラグイン・シティ21』と命名した。プラグイン(plug-in)は、広義の「接続・結合」を意味する新しいキーワードとして提案したい。

本構想では、

- (1) 既存の都市とのプラグイン
  - (2) プラグイン方式による都市建設
  - (3) 海とのプラグイン
- という三つの基本要素もっている。

#### (1) 既存の都市とのプラグイン

「都市は常に明日の生活の容器として動いていく」(黒川紀章『空間都市』)

海上に建設される『プラグイン・シティ21』は、自立充足型の都市であると同時に、既存の都市集積に不足しているあらゆる機能を補完する。

現在、東京は巨大都市でありながら、国際交流、研究開発、情報関連施設などの不足、空港整備の遅れ、ビジネス・生活環境改善の停滞などを背景に、先進諸国の首都のなかでも国際競争力が低下し、その再生が待望されている。

『プラグイン・シティ21』は、変化する時代の要請に応じて、必要な機能の補完と新生を図るため、「新しい大地(人工地盤)」を東京湾内に漸進的に建設する。一つの都市の規模としては、敷地面積にして約400haに及ぶ巨大な人工地盤が誕生し、これに約10万人が居住する。これは、ニューヨークのセントラルパーク(約320ha)の1.25倍に相当する広さであり、人口密度250人/haとなる(図1参照)。

今回のモデル・スタディでは、都市機能を7種類に分け、東京湾内に独自の機能をもつ10の星(新都市)を、各位相ごとに時間をかけて計画的に配置するものとした。従来の都市再開発のように一時的・集中的に施工するのではなく、比較的長期の工程をもって、時代のニーズを反映させながら都市圏のノード(茎節点)

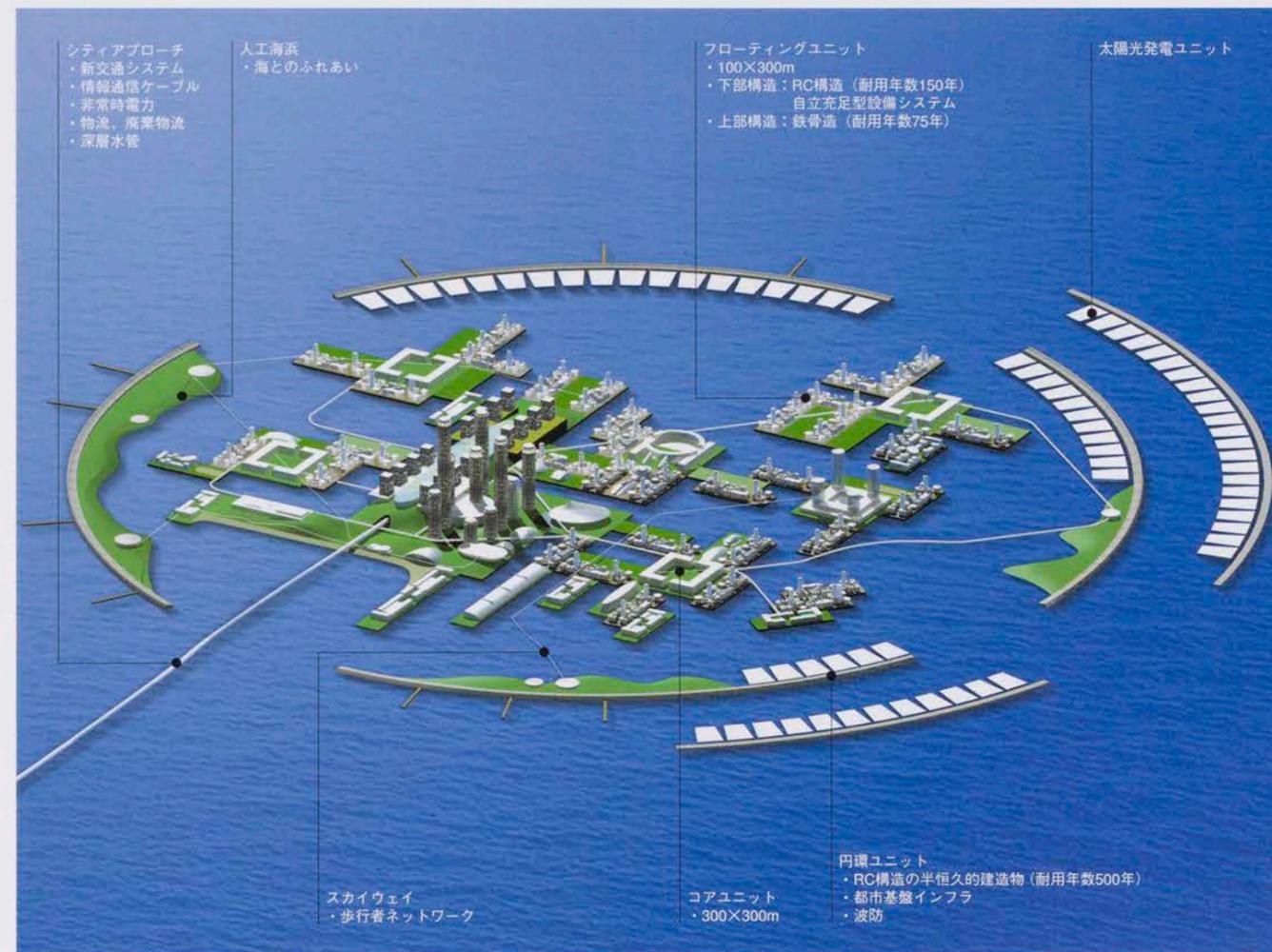
図1 プラグイン・シティ・システム(成長の過程)



phase-1 円環ユニットのプラグイン

phase-2 コアユニットのプラグイン

phase-3 フローティング・ユニットのプラグイン



phase-4 都市の成長と更新

として立ち上げ、ネットワーク化していく。その積み重ねによって、徐々に新都市としての包括的秩序を実現するもので、あたかも自然のように有機的に成長していく都市システムを目指した(図2参照)。

さらに既存の都市部との間を、情報通信、流通、人的交流、エネルギー供給などのインフラ・ネットワーク(海中トンネル/ケーブル)でつなぐことにより、全体で「東京湾都市」ともいうべきメガ都市群を構成する。いかえれば、東京湾を宇宙に見立てた、巨大な星座の構築

である。

●東京湾におけるシティ&ネットワークモデル

- ・Capital City (首都機能補完・国際交流都市)
- ・Live/Work City (職住近接都市)
- ・Research/Development City (研究開発都市)
- ・Convention/Resort/Art City (コンベンション、リゾート、文化都市)
- ・Production/Recycle City (生産、再生産都市)
- ・Distribution Terminal (物流拠点)

・Airport City (空港都市)

『プラグイン・シティ21』の果たすもう一つの役割は、臨海部の再生である。

現在、東京湾臨海部の多くは、工場や倉庫群によって占められており、都市の端部として手付かずの状態であった。これらの機能を海上の『プラグイン・シティ21』に高率的に集積することで、工場や倉庫の稼働性を高めると同時に、臨海部における自然の海岸線の復活とウォーターフロント地域の活性化を促すことができるであろう。

図2 シティ&ネットワークの成長



phase-1



phase-3



phase-2



phase-4

シティ&ネットワークモデル

- A. Capital City
- B. Live/Work City
- C. Research/Development City
- D. Convention/Resort/Art City
- E. Production/Recycle City
- F. Distribution Terminal
- G. Airport City
- H. ドック・ヤード
- I. 大深度地下インフラネットワーク

図3 東京湾によるシティ&ネットワークモデル (Phase-4拡大図)



## (2) プラグイン方式による都市建設

「現代の人間社会の拡がりや、科学、技術の進歩と人間意識の拡がりに支えられて、今までにみられなかったような、都市空間のデザインを必要としている」(黒川紀章「空間都市」)

「プラグイン・シティ21」は、直径4kmの円環ユニットと、そのなかに配置する都市本体であるフローティング・ユニット(基礎及び上部建物・設備施設)から構成される。人口は、1都市当たり10万人規模と想定した。これは、地方の小都市規模であり、多くの住民がお互いに顔見知りとなることのできるレベルである(図1参照)。

都市を構成する各ユニットには、それぞれ必要とされる耐用年数を設定した。円環ユニットは500年、フローティング・ユニットの基礎部分は150年、上部建物は75年。建設部材のユニット化と、その耐用年数に差を設けることで、都市における建造物の長寿命化と、将来必要とされる取り替え・更新の考え方を融合した、長期展望に立脚した都市計画をおこなうことができる。

### A 円環ユニット

円環ユニットは、防波堤を兼ねた都市の外縁部である。その内部には、都市基盤となるインフラを内蔵している(インフラとして、設備インフラ、物流・廃棄物流のスペース、災害時の備蓄倉庫、リサイクル施設、環境浄化施設を含む)。今回の構想では、とくに長々寿命化を必要とする円環ユニット部だけはフローティングとせず、RC構造の半恒久的な建造物とした。

円環ユニットの内側には、太陽光発電ユニットを設置し、都市へのエネルギー供給源とした。円環には数カ所に海水流動と船舶航行のための通路を設け、さらに環境浄化施設を利用した装置などによる水質浄化をおこなう。また、円環の内側沿いには人工海浜を造成し、海とのふれあいを重視する設計をおこなった。

### B フローティング・ユニット

#### 《下部構造》

都市の下部構造は、軽量高強度のプレストレスト・コンクリート造のポンツーン(箱型)ユニットを、海上で連結する方式で建設する。1基本ユニットは、横100m×縦300m×高さ12m規模で、将来の取り替えを考慮し、耐用年数は150年と設定した。

フローティング・タイプの建造物の場合、波の動揺や安全性を十分に考慮しておく必要がある。そのためユニットの外壁は二重殻・隔壁構造とした(詳細は「(3) 海とのプラグイン」参照)。

建設にあたっては、ポンツーン・ユニットを沿岸のドック・ファクトリーで建造し、船で現地まで曳航して組み立てる。この手法により、地上の建造物と比較すると、建設時の輸送エネルギーを省力化することができ、ユニットのパーツ交換も容易である。

3ユニットを連結したコアユニット(300m×300m)を建設して、曳航、設置し、そこに必要とするユニットを自由に連結していく。同じ建設部材と建設手法で、東京湾モデルに示したような異なる機能をもつ都市の建設が可能となる。

また都市の成長にともなう需要の変化に応じて、ユニットの数量や連結形態を変えることで、長期的かつ個性的な対応

を図ることができる。たとえば将来、国際的な共同研究施設や新しい産業開発のための施設が必要とされた場合、さらには短期間に集中して施設造営を必要とする博覧会などの会場建設にも、もっとも適した場所にユニットを増設するという簡単で利便性の高い方法で、新しい空間を提供することができるのである。

#### 《上部構造》

##### (a) ユニット上部の構成

連結したポンツーン・ユニットの人工地盤上には、オフィスビル、住宅、商業施設をはじめとした建造物群を設置する。

職住近接と多様化するライフスタイルにともなう職住のボーダーレス化をテーマとした「Live/Work City」を例にとってみよう。

その基本となる「Live/Work Unit」の1単位(面積3ha)は居住人口1500人、容積率150%とし、5階建ての中層棟45、18階建ての高層棟2、医療施設、文化・商業施設、集会場、広場・緑地などを配置する(図6参照)。

人工海浜や競技場のような大規模共同施設をのぞき、基本的な生活関連施設は1ユニット内で自足させ、ユニットの独立性を高めることで将来の取り替えやメンテナンスを容易にした。

Live/Work Cityのモデル・スタディでは、居住者と施設運営のための要員などもふくめて試算すると、10万人規模の都市ではポンツーン・ユニット約90隻程度の構成となる(コアユニット及び基本ユニットの2パターンの合計)。

都市内の道路は、緊急の電動車両をのぞいて、すべて歩行者道と自転車道とした。直径にして4km規模の都市は、1~2時間程度の散歩にも適したスケールである。日常生活用の舗道のほか、ユニッ

ト間には海を渡るネットワーク道路「スカイウェイ」をめぐらせ、成長する都市のイメージを表現し、景観に変化を与えるように配慮した。

##### (b) 上部建物の建設

上部建物の建設には、「スケルトン・インフィル方式」を導入した。これは、一定の長期耐久性を必要とするスケルトン(構造体)と、時代の要請に対応して容易に取り替えのできるインフィル(内装・設備)を明確に区別し、建設する方

法である(図4参照)。

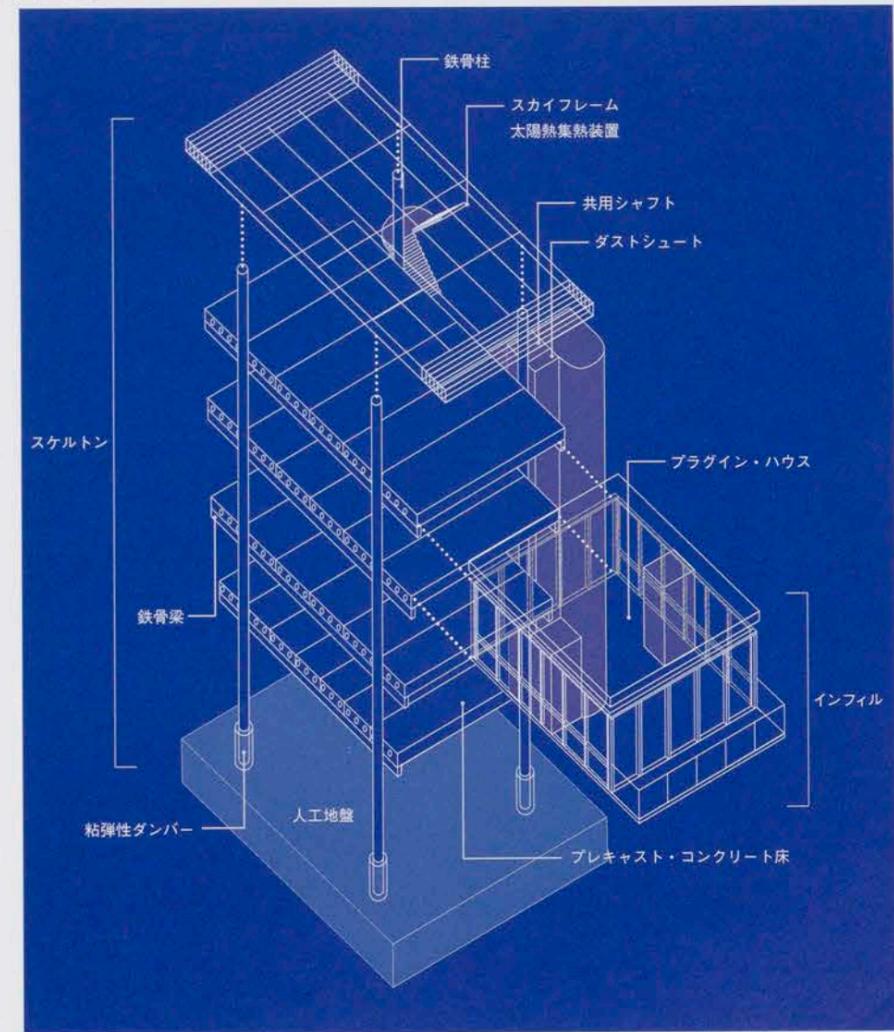
スケルトンは、軽量化のために鉄骨造とし、耐用年数は75年とした。ポンツーン・ユニットの人工地盤上に、一定間隔の柱穴を設け、そこに鉄骨柱を差し込み、ボルト組み立てによって躯体を建設し、PC(プレキャスト・コンクリート)床を設置していく。鉄骨柱とPC床は、すべてドック・ファクトリーで製造したものを運び、現場では組み立てだけをおこなう。この手法により、上部建物の取

り替え時における解体作業も容易となる。

柱穴の内面には粘弾性ダンパーを設け、鉄骨柱を人工地盤から切り離すことで、波による動揺を減衰する。

インフィルについては、箱形状をした多世代及び多様化に対応したユニットスペースをあらかじめドック・ファクトリーで建造し、現地に搬送してスケルトンにはめ込む方式(プラグイン・ハウス)を採用した。鉄骨の枠組みのなかに、箱をおさめる方法である。上層階について

図4 上部構造スケルトン・インフィルシステム





は、箱ごとリフトアップし、所定の場所に設置する。

プラグイン・ハウスのレイアウトやインテリア、設備機器などは、居住者の家族数や年齢、用途、さらには時代の変化に応じて、自由に変更することができる。ドック・ファクトリーでの建設時点で、居住者も参加し、自分たちの好みや家族形態の変化に応じた住宅を提供できるようになるであろう。住宅の広さは、80㎡～140㎡と設定した。

スケルトン内に、設備関係の共用シャフトを設けることで、住宅専有部分と共用設備部分を、それぞれ必要に応じて個別に更新することが可能となる。スケルトン・インフィル方式は、住宅にかぎらず、オフィスや集会場、商店、レストランなどにも応用でき、居住地域の多様化や利便性の向上にも利点があるといえるだろう。

なお、高層建物の下部には多大な重量がかかるため、圧縮空気を入れて余剰浮力を確保する方法なども考慮した。

#### 【設備システム】

『プラグイン・シティ21』の設備システムは、メタボリズムの理念を活かす未来都市にふさわしく、「1ユニット自立充足型」「自然エネルギーの活用」「ウェイスト・テクノロジー」を3本柱として計画した(図5参照)。

#### ◎1ユニット自立充足型

下部構造となるポンツーン・ユニット内部の巨大空間を、設備システムのスペースとして活用する。設備システムは、1ユニットごとの自立充足型とし、増設時や取り替え時にはほかのユニットに影響を与えないものとした。

#### ◎自然エネルギーの活用

障害物の少ない海上である利点を活かし、太陽光・太陽熱・海水・風などの自

然エネルギー及び自然の恵みをできるだけ利用するシステムを導入した。

電力エネルギーは、円環ユニットと上部建物に設置した太陽光発電装置、円環ユニットに設置した風力発電、大気及び海水から純水素・純酸素を生成して利用するリン酸型燃料電池、深層水を利用した温度差発電装置などで発電し、超伝導エネルギー貯蔵装置に貯蔵してから使用する。また、上部建物の最上階には太陽熱集熱装置を設置し、給湯に利用する。

ユニット廻りの豊富な海水は、蓄熱媒体として利用するほか、淡水化装置及びろ過装置で処理することにより上水(飲料水)として上部建物に供給する。また、ミネラル分が多く、清浄な深層水を東京湾口に近いプラグイン・シティで取水し、大深度地下インフラネットワークを利用して各都市に送るものとした。

#### ◎ウェイスト・テクノロジー

ユニット内で生じるゴミ、廃熱、排水などの不要物は、積極的にリサイクルするものとした。

ダストシュートを利用してユニット内で収集した生ゴミは、処理装置で堆肥化し、上部の緑地の維持管理に使用する。可燃ゴミはユニット内で処理する。廃棄物(粗大ゴミ、資源ゴミ、不燃ゴミ)は、超伝導リニアエレベーター及び潜水搬送機を利用し、円環ユニットへ自動搬送し、さらに大深度地下インフラネットワークを利用して、再生産都市に送り、リサイクルを行う。

生ゴミ処理装置や一般ゴミ焼却装置、発電装置などから生じる廃熱は、地域冷暖房や給湯に利用する。生ゴミ処理装置から出るメタンガスは、濃縮装置によってガス利用する。

雑排水と雨水は、中水処理施設を通して、トイレなどで利用する。汚水につい

ては、浄化槽で処理したうえで外に放流するものとした。

自然エネルギーの活用やリサイクルのための技術は、今後大きく進歩する可能性がある。環境との共生を一つのテーマとした『プラグイン・シティ21』は、その先進技術の積極的な活用・研究のステージとなるであろう。

#### ●「プラグイン・シティ21」の特性

- ・分散型…各都市に機能を分散させ、それぞれをユニットにより建設する。
- ・ネットワーク…機能ごとに配置した新しい都市と、既存の都市とを、情報通信、エネルギー供給、物流、廃棄物流、人的交流のためのネットワークで結ぶ。
- ・自立型…エネルギー供給、廃棄物処理などを個別におこなう、自立充足型の都市である。
- ・多様性…同じプラグイン方式で、異なる機能の各都市の建設が可能である。また、ゾーニングの変更による多様化にも対応しやすい。
- ・ユニット…建設部材のユニット化により、建設時の海上搬送と、将来の更新を容易にする。
- ・環境共生…海への負荷を軽減し、同時に水質浄化などを実施する。
- ・防災機能…地震や海面上昇に対する防災機能をもつほか、湾岸地域全体の防災拠点・備蓄基地としても機能する。

図5 設備システムフロー図

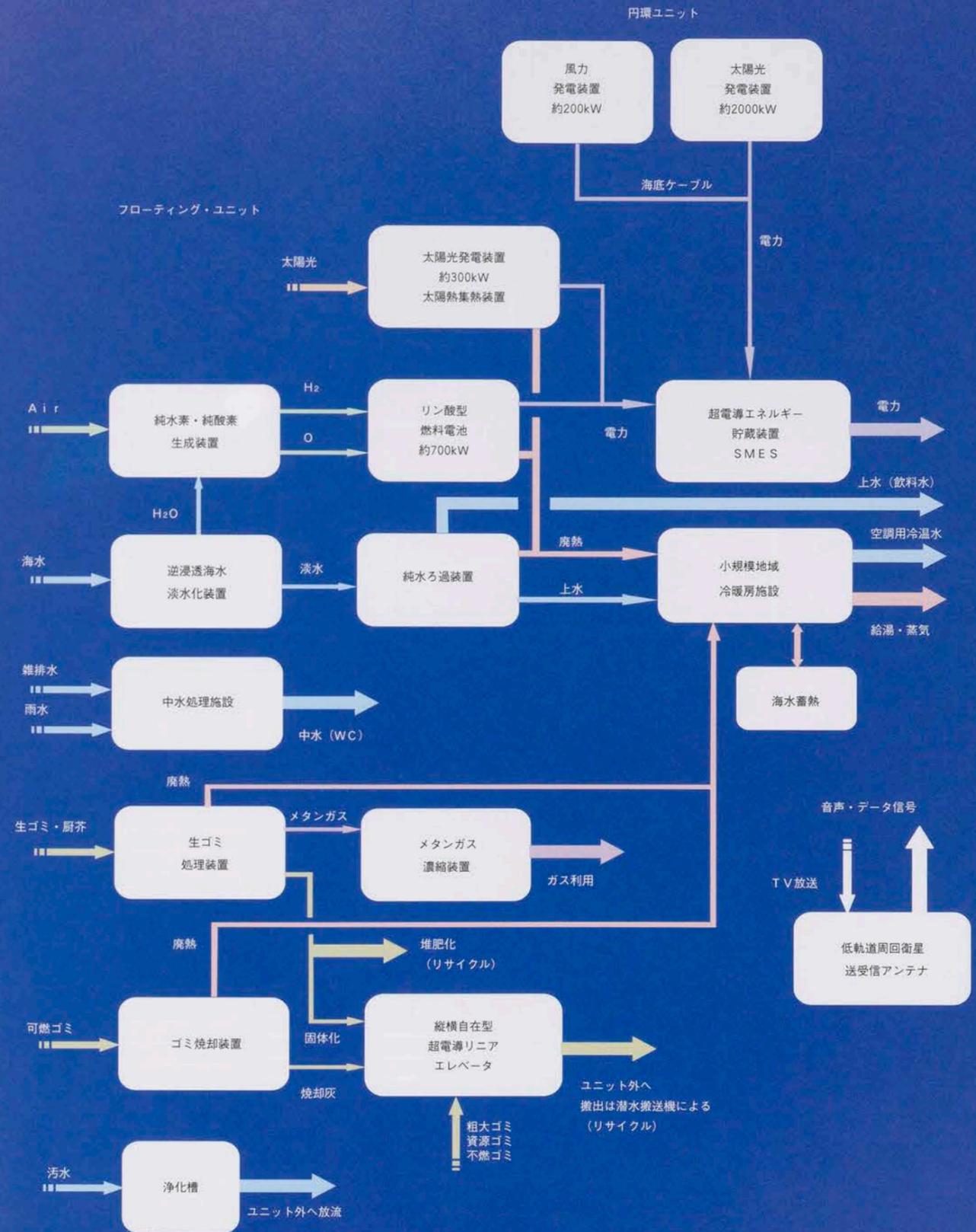
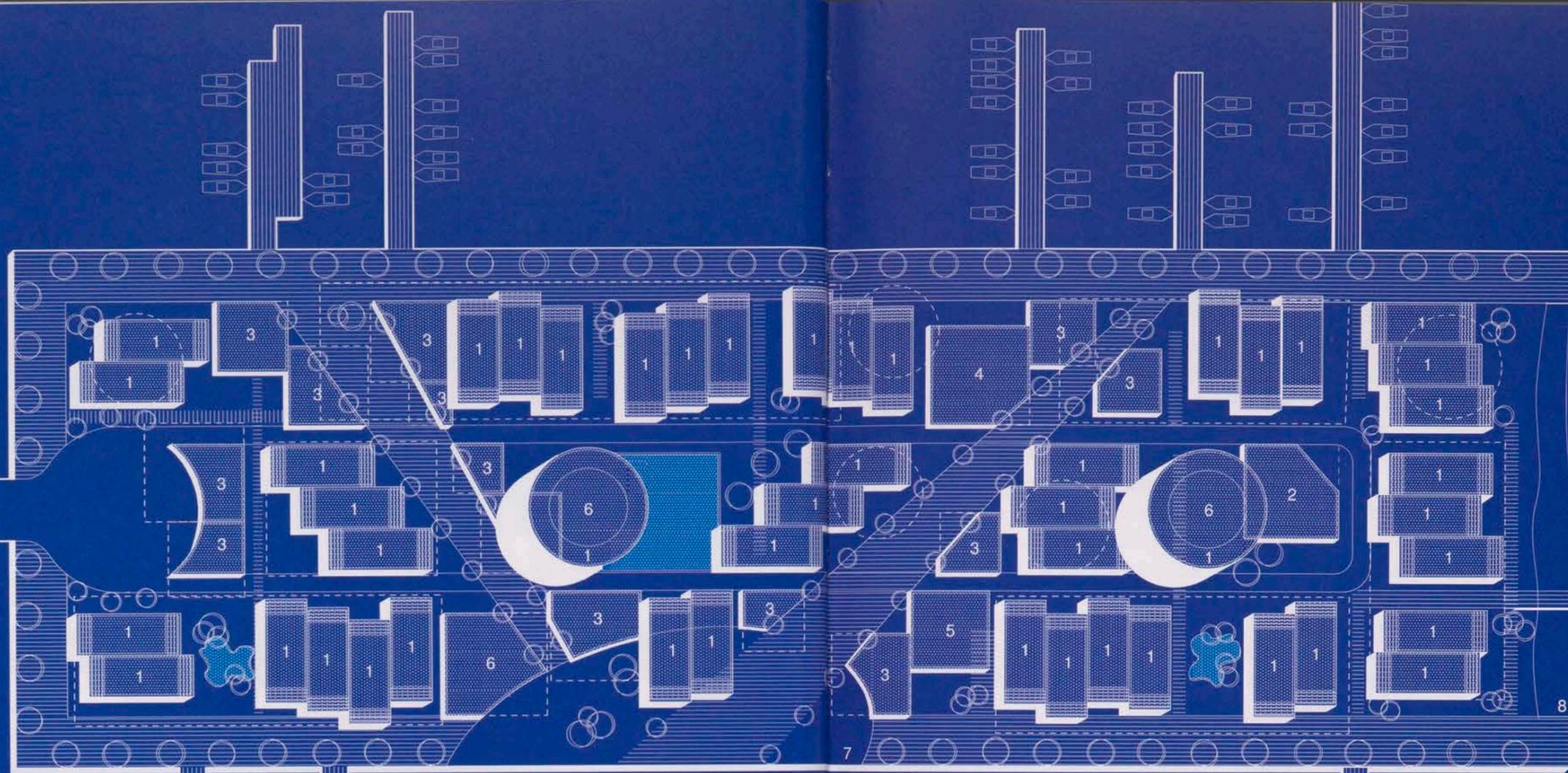


図6 Live/Work Unit  
配置図・断面図  
1/1000

- 1. 集合住宅
- 2. 行政サービス
- 3. 文化・商業
- 4. 医療・デイケア
- 5. チャイルドケア
- 6. 集会・展望
- 7. 広場
- 8. 人工海浜



コアユニット

基本ユニット

フェンダーリンク係留

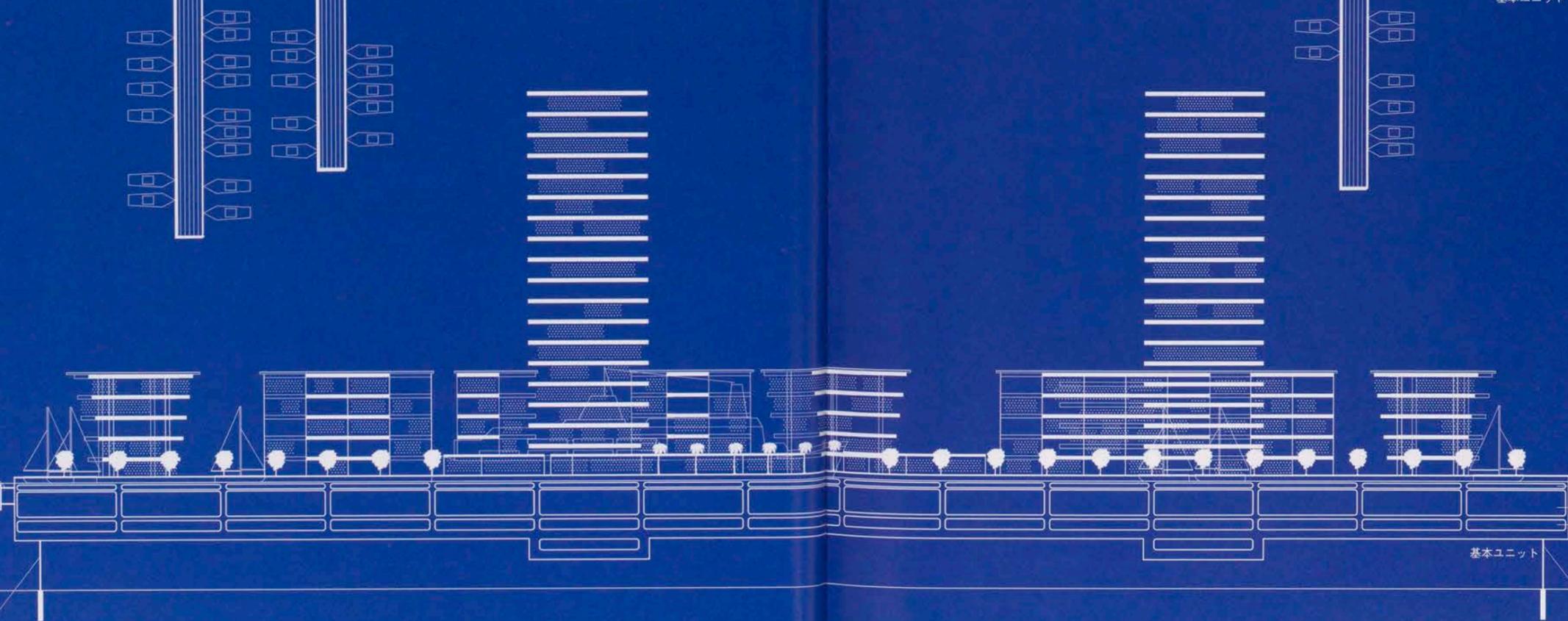
コアユニット

テンションレグ係留

配管・配線スペース  
設備スペース・倉庫  
蓄熱

基本ユニット

テンションレグ係留



### (3) 海とのプラグイン

「海上都市は明日の世界を築こうとする提案である」(菊竹清訓『海洋都市』)

#### 建設海域の自然条件

『プラグイン・シティ21』は、未開の大地「海」をステージとしたフローティング・シティである。海上にフローティング・タイプの建造物を建設する場合、その海域の水深、底質、潮流、波浪、風などの自然条件を十分に考慮する必要がある。

モデル・スタディの舞台とした東京湾は、広義には浦賀水道をふくめ、三浦半島剣崎と房総半島洲崎をむすぶ以北の海域を指す。南北約50km、東西約30km、海域面積は約1500km<sup>2</sup>に及ぶ。そのうち、千葉県富津岬以北の海域の水深は50m以下であり、平均水深約20mの平坦な海底が連続している。

また湾内の底質は、全体にわたり泥が厚く堆積しており、沿岸部はヘドロ状となっている。岩盤はかなり深いため、都市建設にはフローティングが適している。ちなみに今回の構想において、モデル案の中のResearch/Development Cityの建設予定地・扇島前面海域は、水深20m~30m、底質は泥である。

湾内の波浪条件は、有義波高1m、周期4秒以下の比較的穏やかなものだが、台風時には最大波高4.9m、周期7秒の波浪も観測されている。潮汐は1日2回。流速は、大潮時の湾口部で約30cm/s、湾中央部で15cm/s、湾奥部で数cm/sとなっている。

#### フローティング・ユニットの構造と形式

フローティング・ユニットの基本構造には、ボンツーン(箱型)構造、セミサブ(半潜水)式、ローアール型などがある(図7参照)。また、構造物を海底に係留する方法には、構造形式に応じて、多点係留方式、テンションレグ方式、ドルフィンリンク方式、ダイナミックポジショニング方式などがある。

『プラグイン・シティ21』の設置海域の環境及び全体の配置計画を検討すると、「水深が浅い」「円環の防波堤によってリング状に保護された、穏やかな内水面に係留される」「メタボリズムの理念に基づき、数十年スケールで更新をおこなう」という諸条件が前提となる。

これらを考慮した結果、今回の構想におけるフローティング・ユニットの構造及び係留方式を、次のように想定した。

##### ・構造形式

ボンツーン(箱型)方式。

一部計画については、セミサブ方式、軟着底方式も考えられるが、ボンツーン方式の場合、ユニット内部の空間を設備システムなど多目的に利用することができる。

##### ・係留方式

ドルフィンリンク方式(フェンダーリンク方式)。

防波堤に囲まれた内水面であること、またユニット数が多く、広域面積を確保する必要があることなどを考慮した。

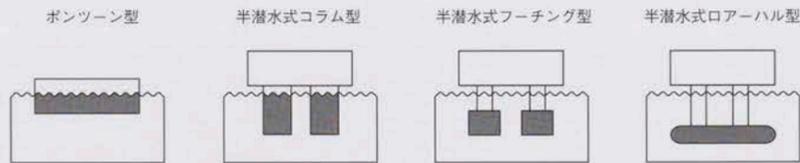


図7 フローティング構造形式

#### ●フローティング・ユニットの構造

フローティング・ユニットの構造は、軽量高強度PSコンクリート造の二重殻・隔壁構造とした。これは、浸水時の安全性への対応と上部建物の荷重の受け止めに必要となる十分な余剰浮力を確保するためである。また自然条件などに応じて、パラストを配置しユニット全体の安定性を確保するためでもある。水深が浅く、ユニットの喫水が十分でない場合は、ユニット底部にスカートを設け、内部に圧縮空気を送り浮力調整をおこなうことも考慮した。

ユニット内部の広大な空間は、前述した設備施設のほか、ユニットのコントロール施設、係留施設機器、及び重量物の収納場所とする。

ユニットは基本的にはメンテナンス・フリーとした。ユニットの外壁などに付着する生物群は、電気的処理もしくは塗装によって処理する。

なお、将来への課題として、次のことを指摘しておきたい。

『プラグイン・シティ21』の場合、円環ユニットの防波堤内に建設されるため、もっとも考慮すべき外力は風である。常時は風による上部建物の揺れが居住性に影響を及ぼし、短期的には台風の風と波浪、あるいは外洋からのうねり(土用波)も課題となる。

フローティング・ユニットは、地上の建物と比較すると地震時における免震効果が大きい。完全なものではなく、係留施

設を通じての地震入力がある。海底面とのクリアランスが少ない場合には、地盤からの地震波も入力される。

これらについては、将来の防災技術の進展とも相まって、より快適な居住性を確保するための十分な検討をおこなう必要があるだろう。

#### ●フローティング・ユニットの係留

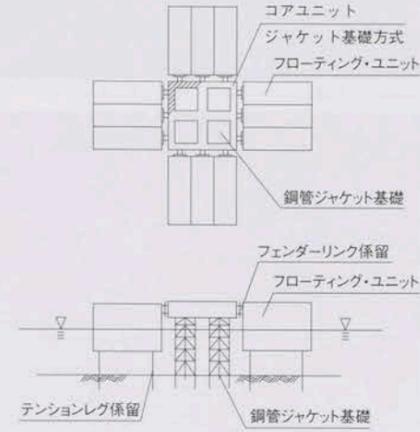
フローティング・ユニットの係留は、建造物の大きさ、環境条件、設置水深、動揺移動量の制限などの条件によって、係留方式が選定される。

本構想で採用したドルフィンリンク方式(フェンダーリンク方式)は、平穏で水深の浅い海域での実績がすでに数多くあり、大型の複合構造物にも適した係留方法である。

『プラグイン・シティ21』の場合、各ユニットの係留と、都市全体での係留を考慮する必要がある。都市の成長にともなうユニットの配置形態の変化や、数十年ごとのユニットの取り替えも、係留アレイ(係留配置)に影響する。簡潔なユニット構成ほど安定性は高いが、都市デザインとの兼ね合いが一つの課題となる。

基本的には、できるだけ少ない係留施設で、効果的な係留をおこなうことが望ましい。そこで本構想では、ドルフィン型式の中央係留施設(コアユニット)を中心に、その四方にフローティング・ユニットをフェンダーリンク(ゴム・フェンダー)で係留する方法を、基本形として採用した(図8参照)。

コアユニットは、鋼管ジャケット基礎で海底に設置するが、これだけで不足する場合には、各フローティング・ユニットをテンションレグで補強係留することとした。



注) コアユニットで足りない場合、各フローティング・ユニット直下へテンションレグ方式の係留を行う

図8 フローティング・ユニットの係留方式

#### ●フローティング・ユニット間の接合

フローティング・ユニット同士の接合には、ユニットを引き込んでプレストレスで接合する方法、溶接による接合などがある。本構想では、設置海域が防波堤内の内水面で穏やかなこと、ユニットがコンクリート造であること、結合パターンが多彩であること、さらに将来の取り替え時の容易性などを検討した結果、油圧ジャッキを備えた接合ピンによる簡単な接合方法を採用した(図9参照)。ただし、コンクリート造のフローティング・ユニットの接合例はきわめて少なく、今後の検討課題となる。

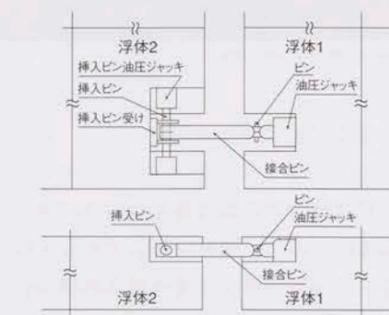


図9 フローティング・ユニットの接合方式

#### ●設置海域の環境及び防災機能について

『プラグイン・シティ21』の設置海域は、円環ユニットの防波堤内であって静穏なため、施工上も防災上も大変に有利である。しかし、課題もいくつかある。

その一つは、海水の流動が少ないため、長期にわたり水質汚染の防止に留意しなければならないことである。とくにユニットに囲まれた内水面では、アメニティも兼ねて噴水を設置し、曝気を十分におこなうものとした。

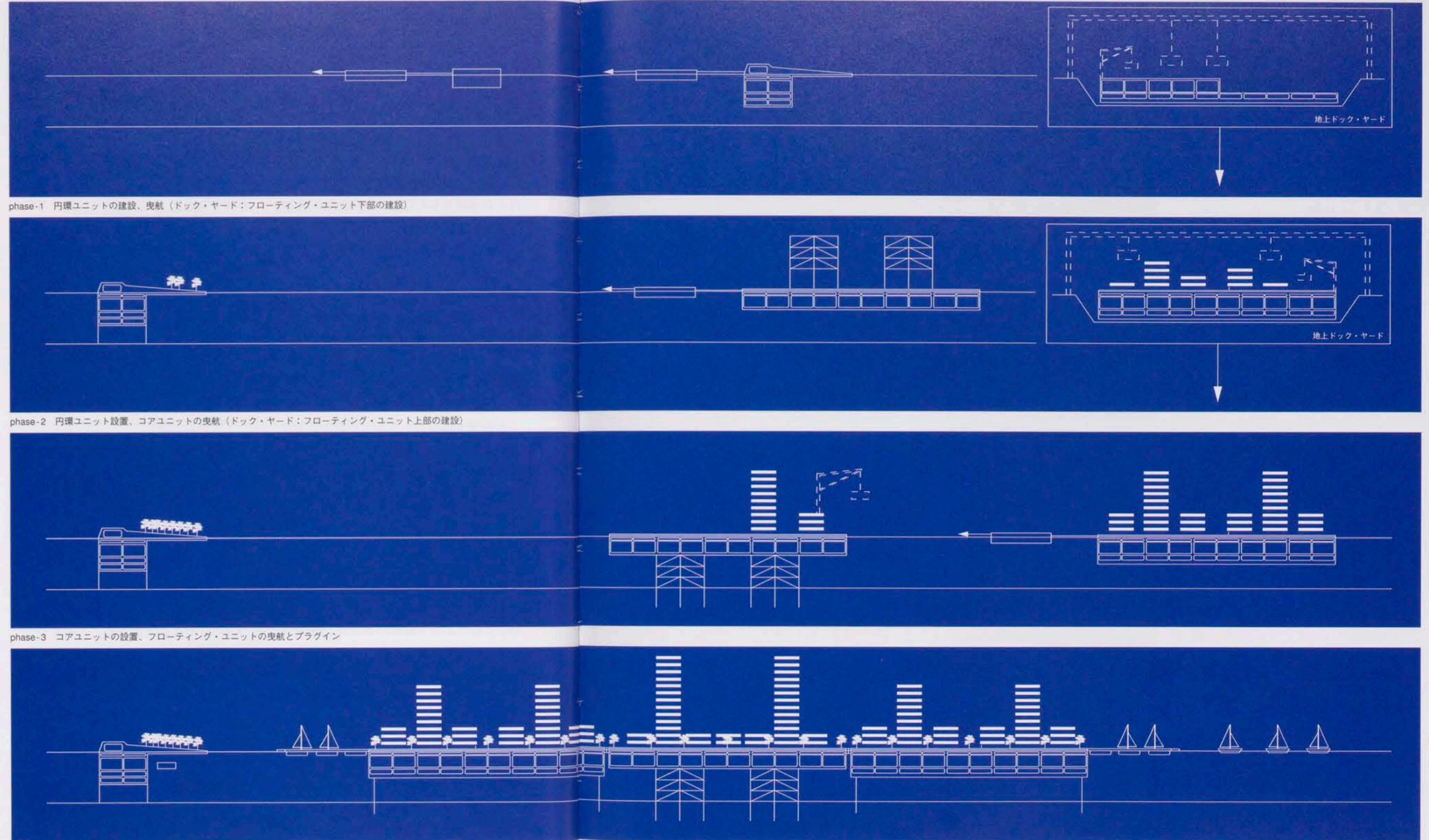
また、複数のユニットが連結された海面下は、太陽光が届かないため、ガラス・ファイバーで海中に光を送る。これを利用して、海中の照明演出をおこなえば、都市と海と光の織り成す、新しい景観を生み出すこともできるであろう。

居住区の周辺には、人工海浜、人工磯、フィッシング・センター、マリナーなどの海洋レジャー施設を多数設け、海上都市らしい魅力的な環境を整備する。

防災の観点からは、東京湾には津波も侵入するが、津波高は2m以下である。むしろ高潮の対策が必要であり、自然災害に対処する施設・設備は十分に考慮する必要がある。円環ユニットは、そのための防災施設であると同時に、海水浄化装置を設置し、かつ生物育成機能をあわせ持つ環境共生型防波堤とした。

地震に対しては、既述したように一部に地震波の伝達の可能性はあるが、地上の建物と比較すると安全性が高い。かりに既存の都市部が大地震や火災に見舞われた場合、『プラグイン・シティ21』は防災拠点として十分に機能することができる。

図10 プラグイン・シティ施工手順



さらに長期的には、地球温暖化にともなう海面上昇が生じ、既存都市の臨海部が影響を受けるような場合でも、反対にフローティング都市は海上に存在することのメリットを存分に発揮するであろう。

### 『プラグイン・シティ21』の施工方法

最後に、『プラグイン・シティ21』の施工手順の概要を説明しておこう。

大型のフローティング・ユニットの施工は、基本的に専用のドック・ヤードでおこなわれる。今回の構想ではフローティング・ユニットの建造、保守管理、取り替え作業などが恒久的に必要となるため、東京湾臨海部に建設基地として一大ドック・ファクトリーを設置するものとした。これによって周辺地域に、住宅部材関連産業の発展をうながすこともできる。

施工手順は、次のとおりである(図10参照)。

- 1 専用ドック内で、フローティング・ユニットのベースを建造。
- 2 ベースに、スリップフォーム工法により、隔壁構造部を施工。
- 3 ユニット内部への設備施設などの据え付け。
- 4 ユニット上部構造を施工。喫水調整をおこない、一部上部建物を施工。
- 5 ユニット完成後、ドック内に注水してユニットを浮上させ、上部建物建設ヤードまで曳航。
- 6 上部建物(躯体)を建設。
- 7 設置海域まで各ユニットを曳航し、連結する。(メンテナンス、取り替え作業なども、ドック内でユニットを浮上させたままでおこなう)。

### ●作業を終えて

「都市は常に新陳代謝をつづけ、変化するものである。それに対応できる合理的なシステムこそ、未来の都市構想に必要なものである」

今回、菊竹清訓氏、川添登氏というメ

タボリズムの先駆者お二人に話をうかがいながら、私たちはこの実感を強くもち、スタート台に立った。そして1年半余の歳月をかけ、現代から未来へとつながるメタボリズムの新しい方向性を求めつつ、検討を重ねた。

日本の伝統的な住宅建築では、柱間や

軒高などがモジュール化され、移転のときには建具までを持って新居へ移ったという。同じモジュールを使用する地域ならば、それが可能であった。考えてみれば、これはきわめて無駄のない、合理的なシステムである。

こうした伝統的で身近なシステムと発

想を、ダイナミックな生命体としての都市の未来像や、エコロジーという地球規模のテーマといかに融合させるか。そこにメタボリズムを基調とした、「循環型社会」の在りようが垣間見えるように思える。

今回の構想によって、その一つの解を、

私たちはここに示したつもりである。東京湾におけるシミュレーションは、いうまでもなくすべての都市に当てはまる。来るべき日本の、そして世界の都市像を思い描くとき、その参考になればと願っている。