



2021年 3月20日 六稜同窓会プレゼンテーション(4)

未来構想 シミズ・ドリーム

清水建設株式会社 印藤 正裕

シミズ・ドリーム 未来構想の提案

先端技術を利用した未来都市構想

1988年

地下都市 アーバン・ジオ・グリッド



1988年

月面基地



1989年

宇宙 ホテル



1990年

砂漠都市 デザート・アクア・ネット



1991年

立体都市 TRY 2004



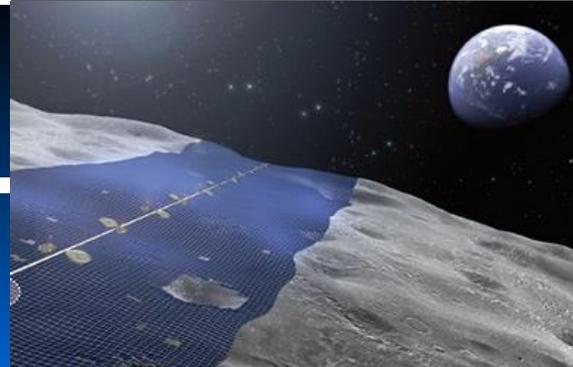
2008年

海洋未来都市 Green Float



2009年

ルナリング

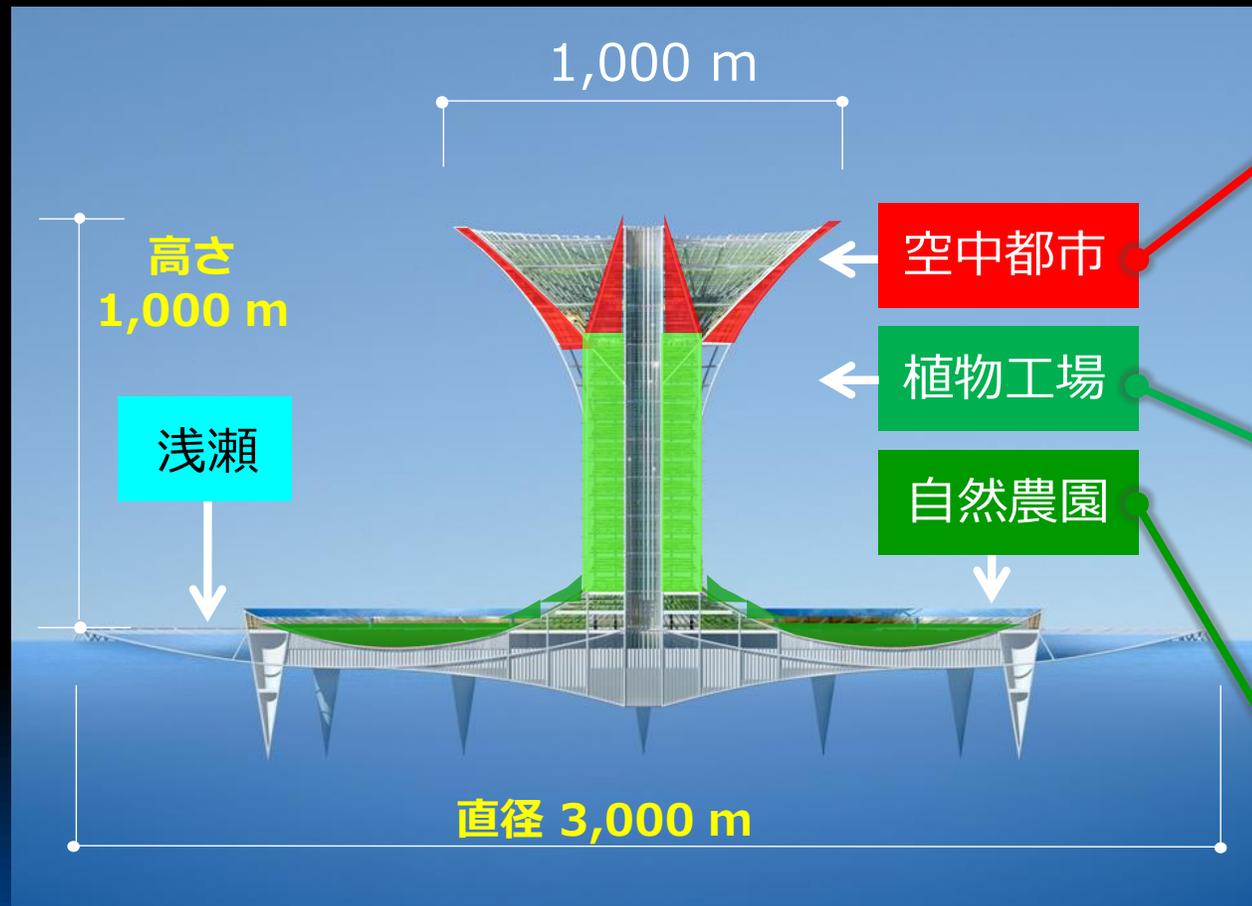


2014年

海洋深海都市 OCEAN SPIRAL

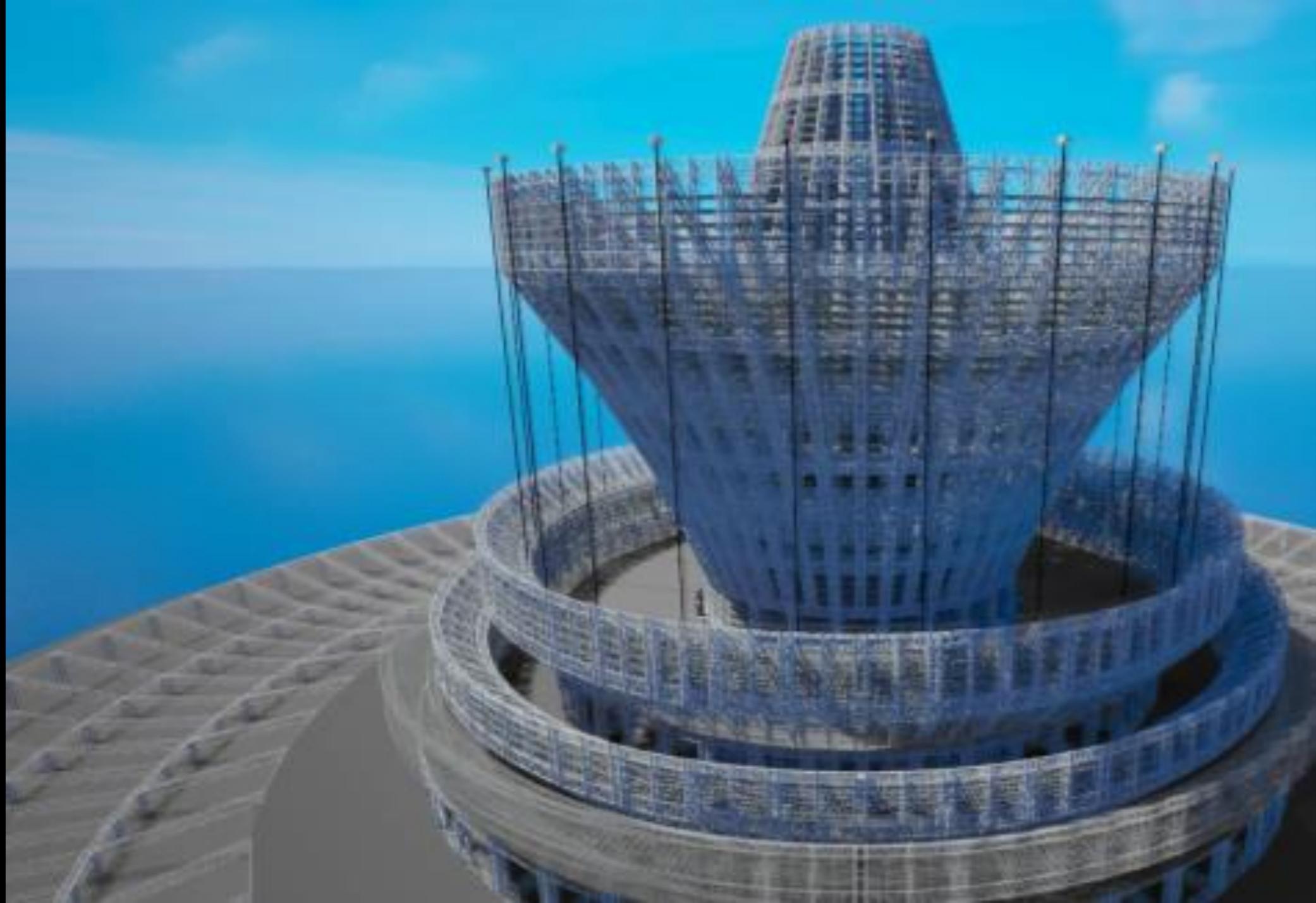


環境未来都市構想 GREEN FLOAT -赤道直下の太平洋上に浮かぶ「植物質な都市」の提案-

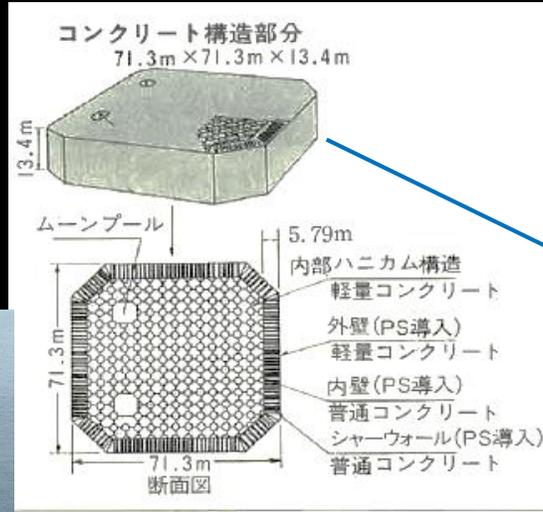


5万人の居住を想定





基本技術



話題のプロジェクト①

北極海向け移動式人工島(石油掘削装置)を受注

世界初のコンクリート・鋼製複合型

鋼製デッキバース

コンクリート構造物

鋼製ラッドベース

この人工島は、米国の石油掘削業者が、我が国のゼネコンとして初の移動式人工島、SUPER C.I.D.S.(スーパーシズ) B B-4 建造工事を受注した。この人工島は、米国の石油掘削業者グローバル・マリン・デベロップメント社が日本鋼管に一式発注したもので、アラスカ北極海側のボーフォート岬での海底石油・ガスの掘削に使用されるもの。構造は、上部が鋼製モジュール塔架の鋼製デッキバース、海底部分が鋼製ラッドベース、そして、その上部と海底部を中間で交差するコンクリート構造物からなり、世界でも初のコンクリート・鋼製複合型の人工島として注目を浴びている。その後も、当社と五洋建設が担うことになる。

■学界・業界関係者から注目される
超低温地での軽量・高強度コンクリート

スーパーシズの建造に使用されるコンクリートは、凍結融解に対する耐久性など、特に北極海の厳しい気象・気象条件に耐えるものでなければならない。

部分、中間のコンクリート構造物部分で幅七一・三、高さ一三・四、重量三万五〇〇〇トン、内部は砂状の風状の構造となっており、北極海のマイナス五〇度を越す厳しい自然環境や氷柱に十分耐えるものとなっている。

今回の受注は、軽量・高強度コンクリート施工技術、高圧なプレストレス技術、表面仕様の厳しい品質管理に対応した管理システムなどが高く評価された。だが、日本鋼管が開発した既用鋼材と、結氷に耐えるコンクリートを組み合わせた「我が国の鉄鋼・高耐圧、建設各業界の最先端技術の結晶」といえる。

建造は、日本鋼管津製作所で行い、去年五月ごろボーフォート岬に向けて発航される予定。

SUPER CIDS コンクリート・鋼製複合型 移動式人工島

- ・施主:
グローバル・マリン・デベロップメント社
- ・設計:
アルフレッド・リー社
(ハワイ)
- ・元請:
日本鋼管
- ・コンクリート部施工:
清水建設 + 五洋建設
- ・製作場所:
日本鋼管ドック
(三重県津市)
- ・1984年完成



清水建設 社報1983年11月

海洋浮体の公的第三者機関の認証を取得

一般財団法人 日本海事協会 (Class NK)

AIP認証(APPROVAL IN PRINCIPLE) = 設計基本承認

・ 認証取得：2017年12月21日

主な審査項目

- ① 環境条件の設定
- ② 復原力算定
- ③ 強風・波浪中の動揺に関する実験と解析の内容
- ④ 浮体式人工地盤の構造設計
- ⑤ 係留計画



強風時の動揺に関する実験



波浪中の動揺に関する実験
(建物高さ120mと設定、模型縮尺1/100)



NIPPON KAIJI KYOKAI

Document No: KF-17NE325

Date: 21 December 2017

Approval in Principle

SHIMIZU CORPORATION
Future city conception on ocean GREEN FLOAT II

NIPPON KAIJI KYOKAI (ClassNK) has examined the documents specified in the annex of this letter based on the latest Society's Rules and Guidance for the Survey and Construction of Steel Ships "Part P; MOBILE OFFSHORE DRILLING UNITS AND SPECIAL PURPOSE BARGES", and found that the principal design of the proposed unit compliant with the said requirements specified for Barge-type unit.

Accordingly, Approval in Principle is hereby granted.

Conditions on this Approval in Principle are shown in the annex of this letter and to be fully taken into account.


H. Suga

General Manager of
Natural Resources and Energy Department
NIPPON KAIJI KYOKAI

立地想定

- ・ 国内外の大都市近郊の湾内を想定
- ・ 想定用途 **FLOAT機能** : 埋立に代わる土地
- GREEN機能** : 環境モデル拠点
- 災害拠点機能** : 震災避難、復興拠点



“深海を垂直に繋ぐ”という発想

OCEAN SPIRAL

地球表面の約70%は海であり、その約80%は深海です。

深海は、地球生命圏を正しく循環させる大きなポテンシャルを持っています。

しかし、私たちはそのポテンシャルをまだ活かしきっていません。

大気・海面・深海・海底を、垂直に統合することにより、

深海の無限の可能性を活かせると考えました。

地球最後のフロンティアである深海との新しい繋がりを、今こそ持つべきです。

深海の本格的な利用により、かつての陸上型の効率至上主義開発とは一線を画し、

地球における「人類社会の持続性」の飛躍的向上をめざします。

深海未来都市構想 OCEAN SPIRAL

〈深海力による地球再生をめざす〉

【深海特性】

-200m これより深海

- 真光層：ここまでは太陽光がよく届く
- 植物性プランクトンの光合成限界

- 薄光層：太陽光がかすかに届く

せんしんそう
-1,000m 上部漸深層の始まり

- 無光層：太陽光が届かない
- 海面との温度差 20℃程度（低緯度地域）
- 音波が最も速くまで届く
- 海水性状（温度・密度・塩分）が大きく変化する層の最下部

せんしんそう
-1,500m 下部漸深層の始まり

- 海水温は 2~3℃程度

【今回計画】

■ BLUE GARDEN

- 快適・健康・安全な深海都市のベースキャンプ（直径500mの球体）

深海ゴンドラ発着フロア

- スーパーバラストボール
- 砂と空気による浮力制御

深海音波モニタリング拠点

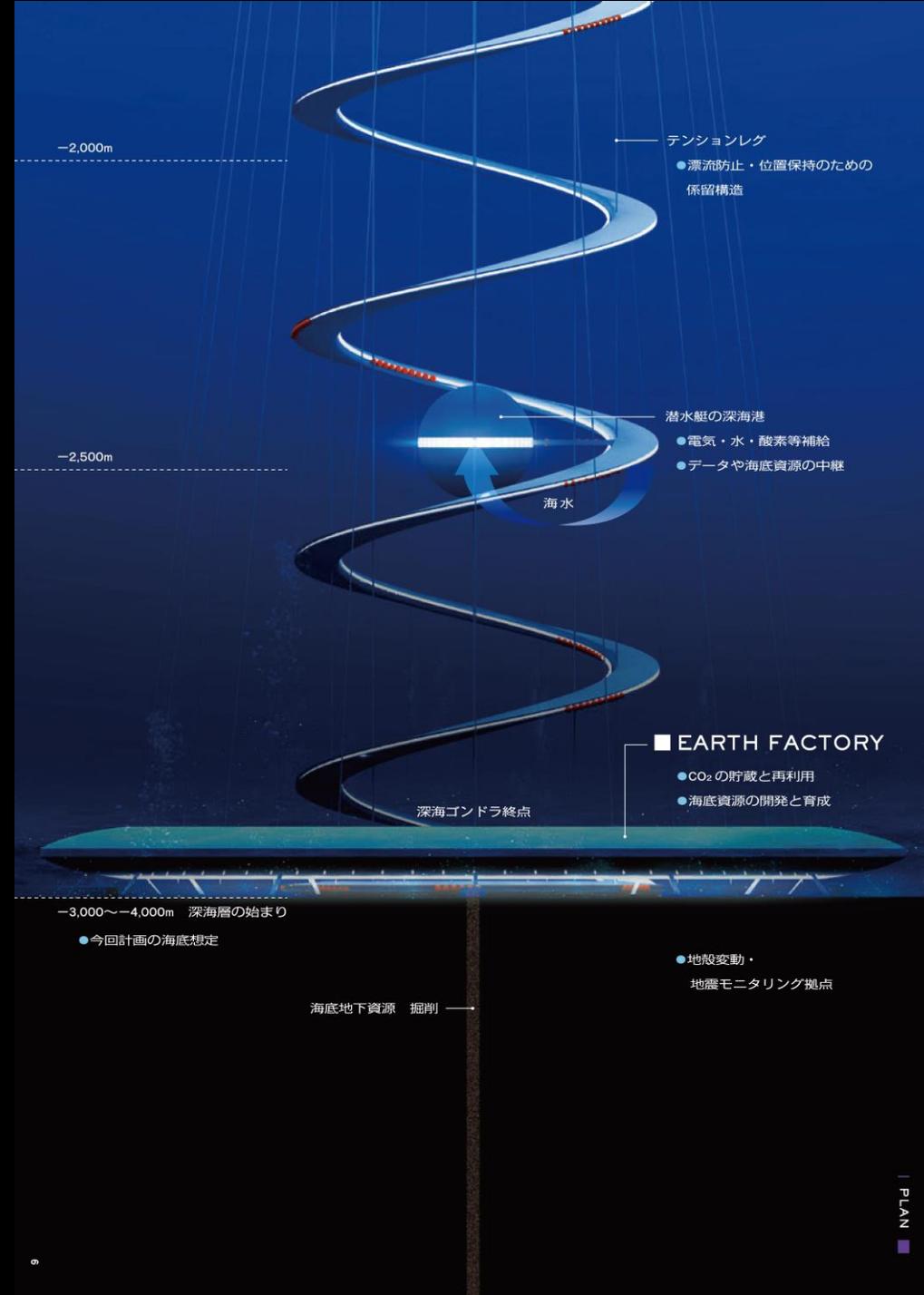
- 音波が一番届く深さを利用し、海洋環境をモニタリング

■ INFRA SPIRAL

- 運搬機能
往路：人・電気・水・酸素等
復路：人・海底資源・生物資源等
- 取水機能
-1,000m：発電用
-1,500m：養殖冷水用
-2,500m：海水淡水化用

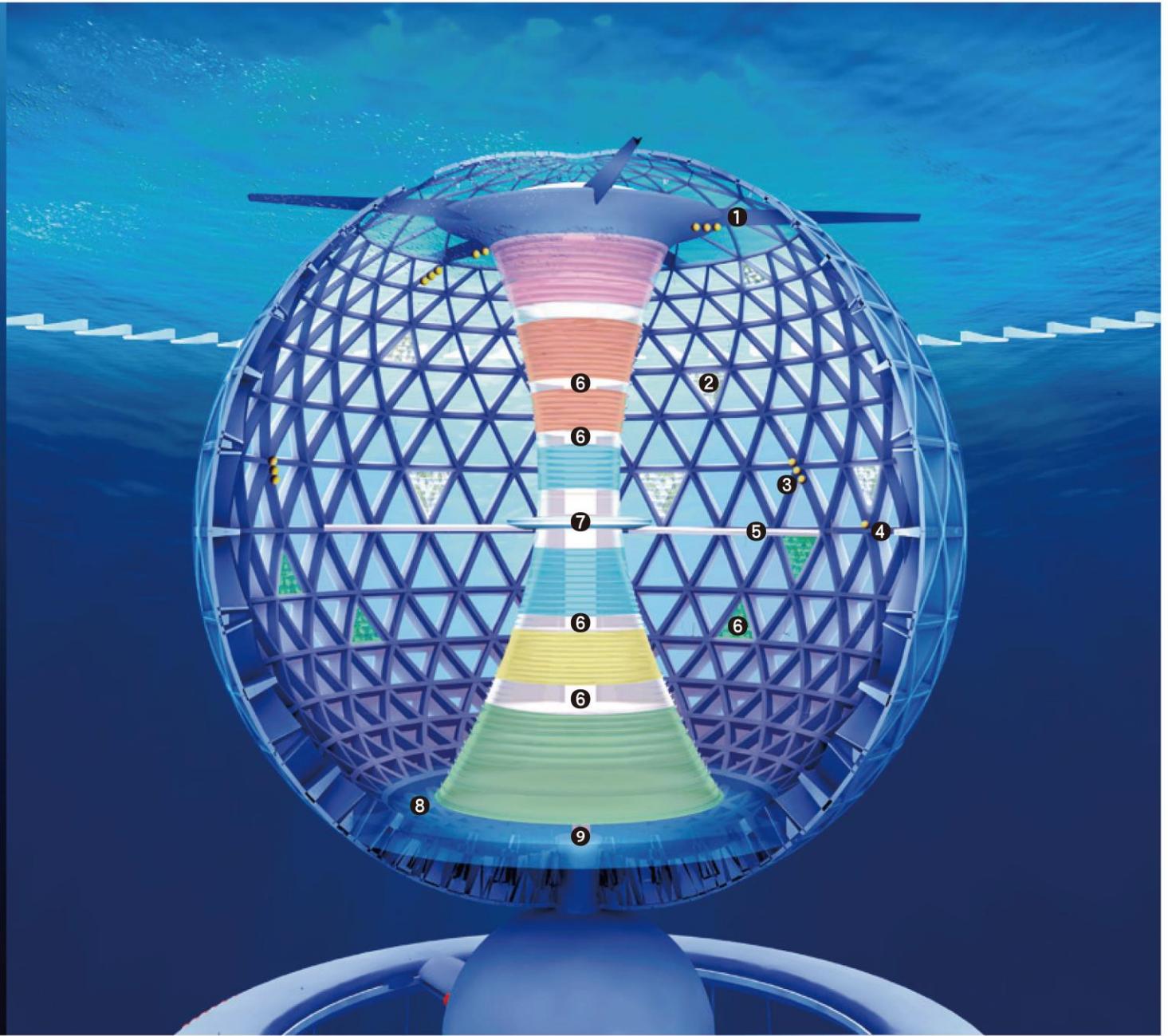
深海生物モニタリング拠点

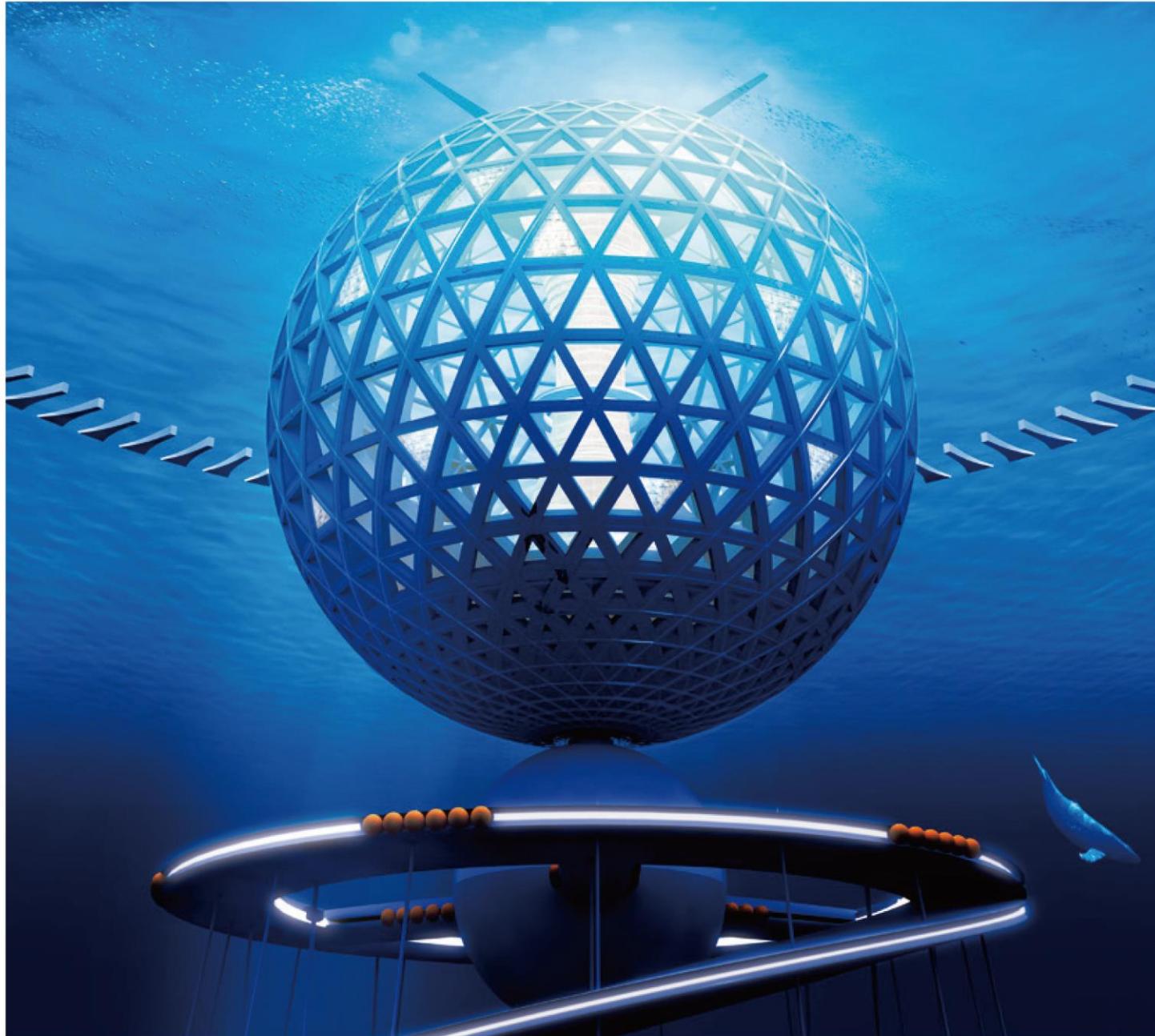
- 海水温2~3℃の生物常時観測



- ホテル・商業・コンベンション
- レジデンス
- オフィス
- 共同住宅
- 研究所・実験室

- ① グランドエントランス
- ② 深海スイートルーム
- ③ 展望ゴンドラ
- ④ 深海プロムナード
- ⑤ 深海歩廊
- ⑥ 深海パーク
- ⑦ セントラルプラザ
- ⑧ 真水の泉
- ⑨ 深海ゴンドラ乗降口





◎BLUE GARDEN 概要

球体直径：500m

構造：コンクリート（樹脂コンクリート）

外壁：アクリル板+FRPリブ

階数：75F（海面F～深海75F）

想定人口：5,000人

（定住者4,000人／来訪者1,000人）

◎用途別概要

ホテル	タワー客室	350室
	深海スイートルーム	50室
商業・コンベンション		10,000㎡
レジデンス		350戸
オフィス		50,000㎡
共同住宅		800戸
研究所・実験室		140,000㎡

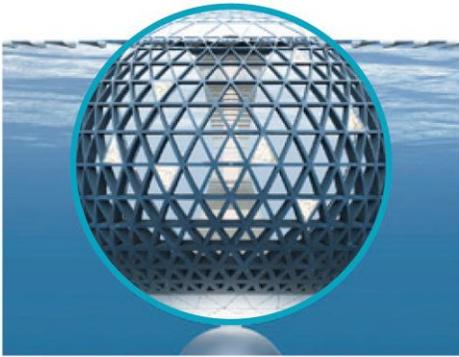
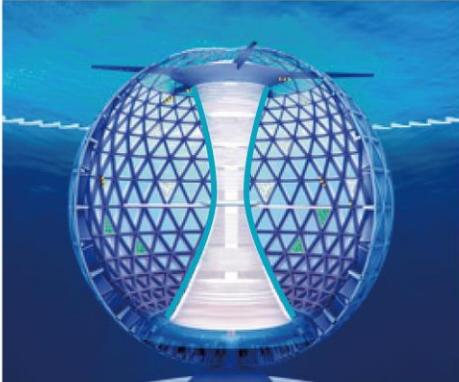
TECHNOLOGY

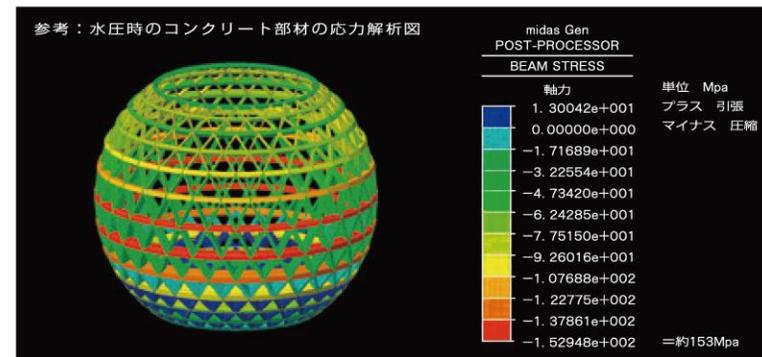
| 将来に向けた技術課題 |

構造計画：コンクリートで、直径500mの潜水都市を造る

※掲載技術は現時点のものであり、各種産学連携により、今後さらなる技術の向上を図ります。

将来に向けた主な技術課題

<p>直径500mの球体コンクリートフレーム</p> 	<p>① 強度 球体で水圧を受け止める</p>
<p>内部タワーを「球殻補強材」として活用</p> 	<p>② コンクリート 強度の強い、樹脂コンクリート</p> <p>③ 配筋 錆びない、樹脂配筋</p> <p>④ 環境対応 ペットボトルリサイクル材を樹脂コンクリートに活用</p>



参考：樹脂コンクリート（レジンコンクリート）の現状性能

	レジンコンクリート	一般コンクリート
単位重量 (kg/m ³)	2200~2400	2300~2450
圧縮強度 (Mpa)	80~160	20~50
引張強度 (Mpa)	9~14	2~7
曲げ強度 (Mpa)	14~35	1~4
養生期間 (日)	1~3	30
線収縮 (%)	0~0.4	0.1
吸水率 (wt%)	0.1~1.0	4.6~6.0

参考：ペットボトルリサイクル材活用

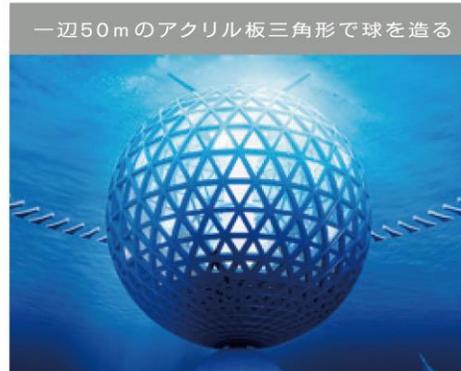
材 料	重量比 (%)
樹 脂	15 ←内4~5% ペットボトルリサイクル材活用
骨 材	20
砂	45
砂 利	20
合 計	100

技術情報提供 樹脂関連：昭和電工（株）

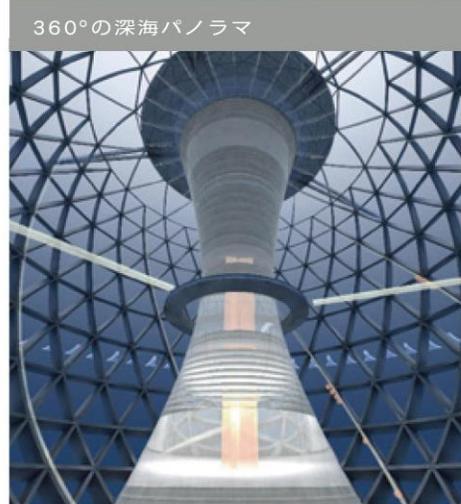
外壁計画：深海で360°パノラマの、透明球体に挑戦する

※掲載技術は現時点のものであり、各種産学連携により、今後さらなる技術の向上を図ります。

将来に向けた主な技術課題



①強度
一辺50mの三角形を
アクリル板で実現



②強度
半透明 FRPリブで強度補強

③清掃
マイクロバブル等による
生物付着防止

④ジョイント部
止水、変位吸収他

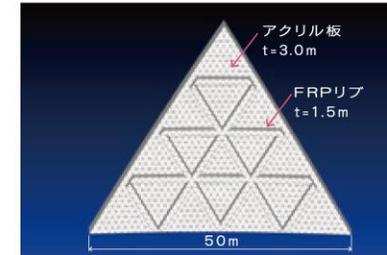
現時点の材料技術では

アクリル板 $t=3.0\text{m}$ 、FRPリブ $t=1.5\text{m}$ で、
許容たわみ、許容応力度をクリアします。

※FRP=Fiber Reinforced Plastic 繊維強化プラスチック

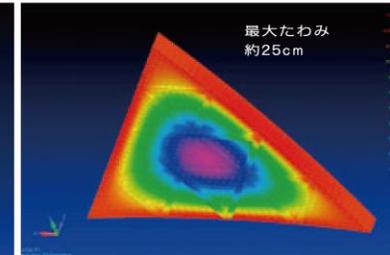
●1ユニットの概要

球体を構成するアクリル板+FRPリブ



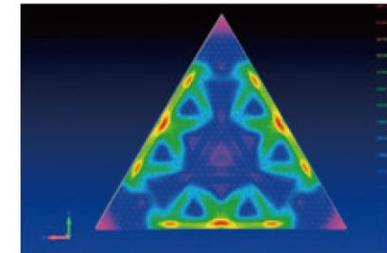
●1ユニットの構造解析

たわみ分布は許容値以下



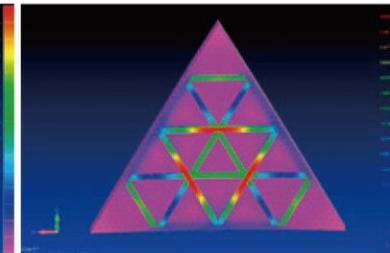
●アクリル板内面の構造解析

水圧による最大応力度は許容値以下



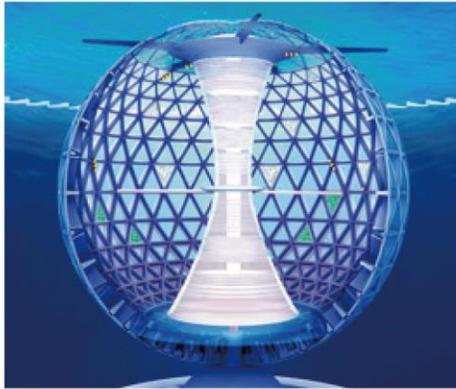
●FRPリブ材の構造解析

水圧による最大応力度は許容値以下



設備計画：深海ならではの快適性実現に挑戦する

将来に向けた主な技術課題



①自然対流

海水と空気の温度差利用で
快適・涼風の自然対流

②除湿

深海海水の冷熱利用で
さわやか除湿空調



③空調

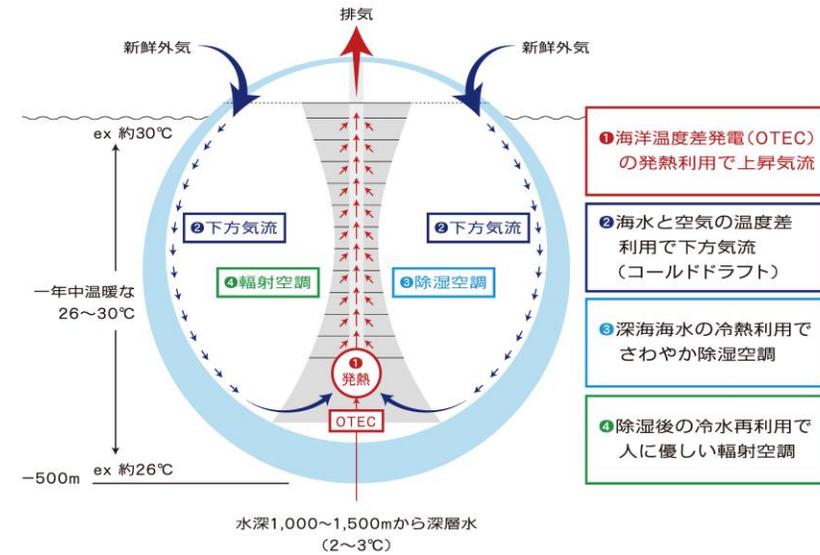
除湿後の冷水再利用で
人に優しい輻射空調



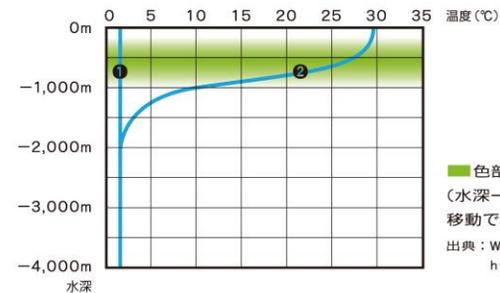
④断熱

アクリル板(厚さ3m)の
断熱効果で快適環境

※掲載技術は現時点のものであり、
各種産学連携により、今後さらなる技術の向上を図ります。



●深海の海水温度 (①高緯度海域 ②低緯度海域)



※掲載技術は現時点のものであり、
各種産学連携により、今後さらなる技術の向上を図ります。

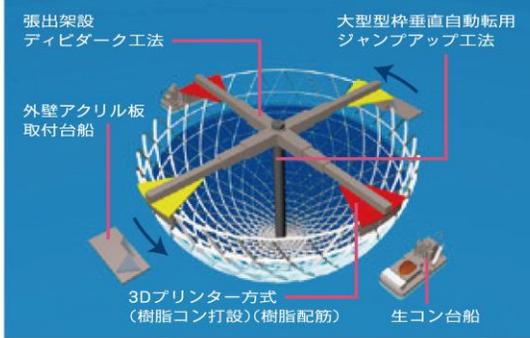
施工計画：球体の洋上完全自動化施工に挑戦する

将来に向けた主な技術課題

①未来技術の先取り
3Dプリンター方式
(樹脂コン打設)(樹脂配筋)

②実績ある技術の統合
大型型枠垂直自動転用
ジャンプアップ工法
張出架設
ディビダーク工法

③海洋特有の施工法
常時、水面で施工
(完成躯体水中沈下方式)



張出架設
ディビダーク工法

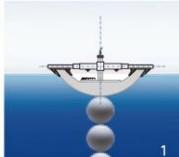
大型型枠垂直自動転用
ジャンプアップ工法

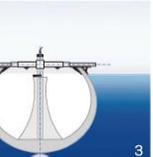
外壁アクリル板
取付台船

3Dプリンター方式
(樹脂コン打設)(樹脂配筋)

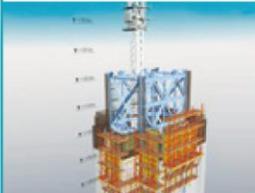
生コン台船

施工手順





(中央タワー部コア部)
②実績ある技術の統合
大型型枠垂直自動転用：
ジャンプアップ工法

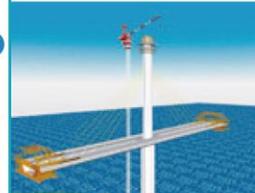


①未来技術の先取り
3Dプリンター方式
(樹脂コン打設)(樹脂配筋)

オーシャンスパイラル工法
(OS工法)

③海洋特有の施工法
常時、水面一定レベルで施工
(完成躯体は水中沈下方式)

(外周躯体フレーム部)
②実績ある技術の統合
張出架設：
ディビダーク工法

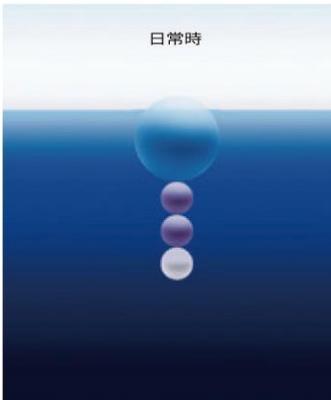


運用保全計画：フェールセーフとメンテナンス

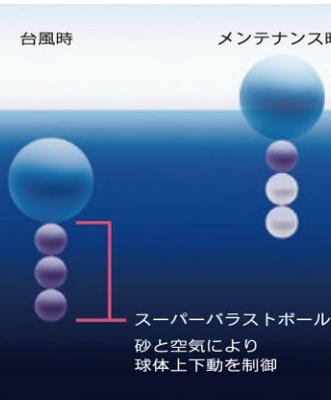
将来に向けた主な技術課題

①上下動制御：砂充填型スーパーバラストボール

日常時



台風時



メンテナンス時

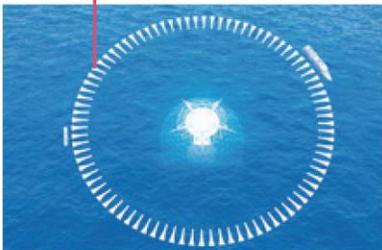


スーパーバラストボール
砂と空気により
球体上下動を制御

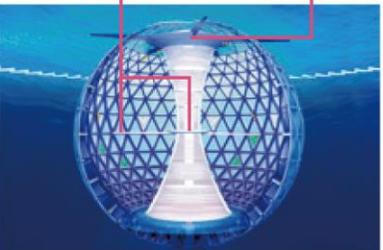
②波浪制御：浮体式防波堤

③日常振動制御：制振装置

客船ターミナルを兼ねた浮体式防波堤



歩廊やコアに組み込んだ制振 タワー頂部の制振





クリーンエネルギーイノベーション
月太陽発電 LUNA RING



その答えは「月」にありました



月太陽発電 ルナリング

LUNA RING

月赤道上にリングのように太陽電池を敷き詰めて発電し、常に地球を向く側（地球指向面）から地球に向けてマイクロ波・レーザー光に変換してエネルギーを伝送します。

月面での大規模太陽光発電

- ◆ 天候の影響を受けない ◆
- ◆ 24 時間連続発電 ◆

地球上のあらゆる地域で エネルギーとして利用

- ◆ 全消費エネルギーを代替 ◆
- ◆ クリーンエネルギー社会の実現 ◆

地球に月ソーラーエネルギーが届くまで

エネルギー変換施設

- マイクロ波受電レクテナ※1
- レーザー光受光施設

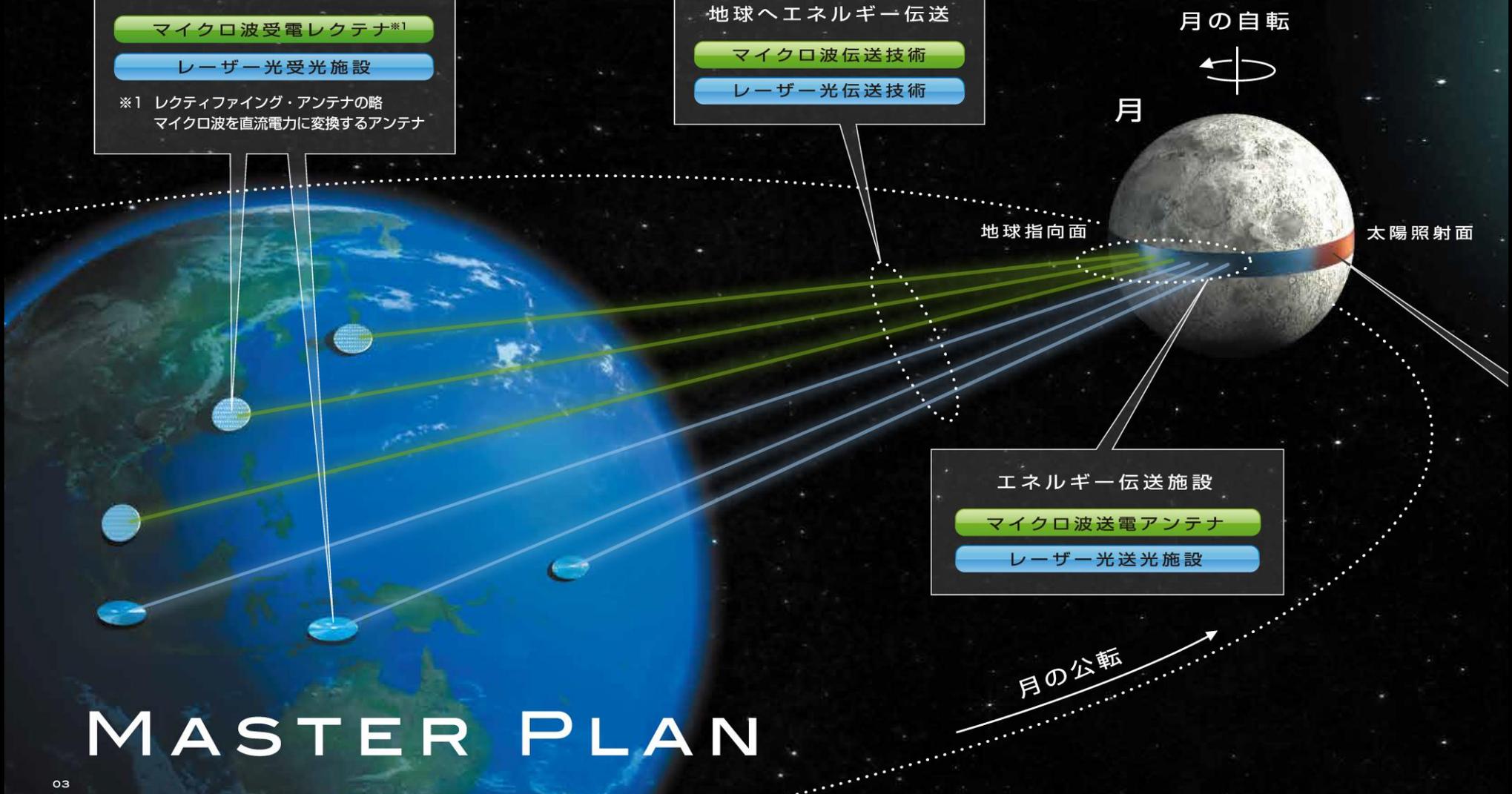
※1 レクティファイング・アンテナの略
マイクロ波を直流電力に変換するアンテナ

2種類の技術で
地球へエネルギー伝送

- マイクロ波伝送技術
- レーザー光伝送技術

エネルギー伝送施設

- マイクロ波送電アンテナ
- レーザー光送光施設



MASTER PLAN

月から地球へのエネルギー伝送

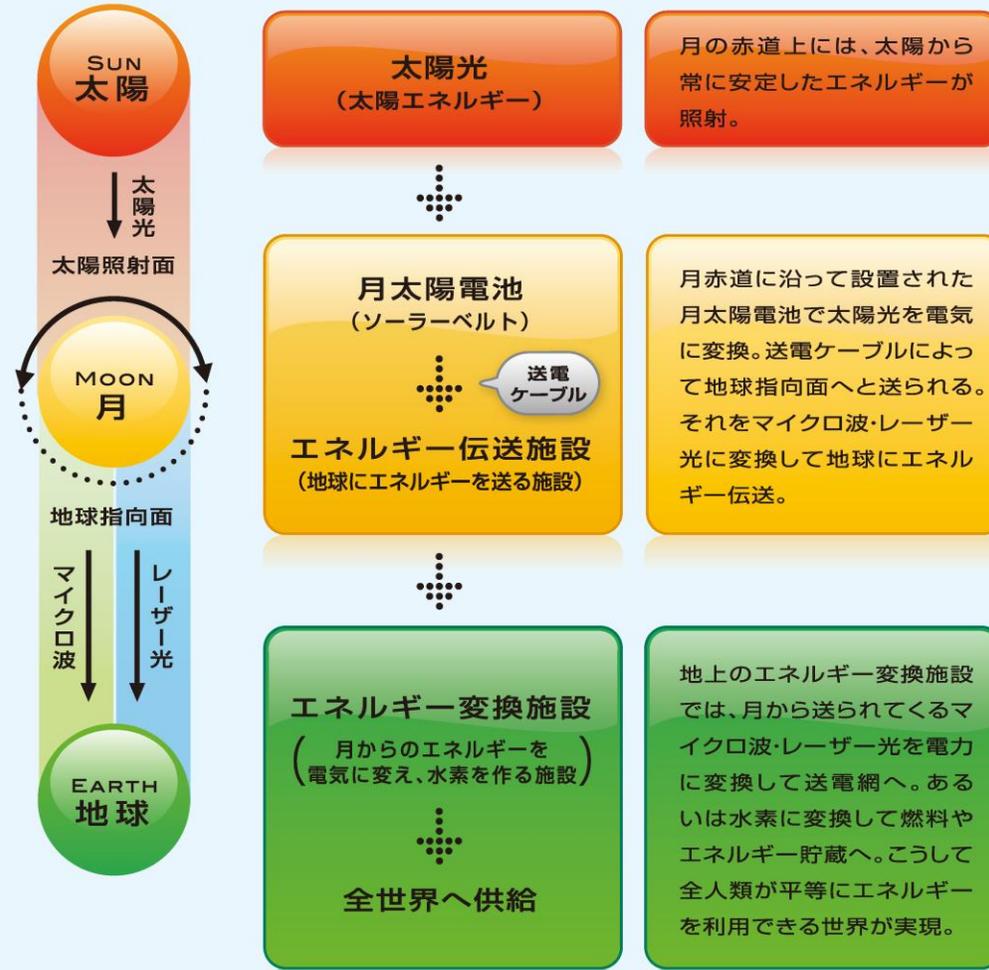
太陽



月赤道上に設置

- 月太陽電池
- 送電ケーブル

月赤道とは? 月の重心を通り、自転軸に垂直な平面が月表面と交わる円形のライン。



地球が再生する日

ルナリングから生まれる未来



化石燃料からクリーンエネルギーへのシフト

化石燃料をエネルギー源として使わない



地球規模で水素社会^{※1}へ転換



※1 水素社会： 燃焼しても水しか残らない水素を使い、電力から熱源まで石炭・石油のエネルギーに依存しないクリーンな社会

潤沢に使うことができる無限のクリーンエネルギー

完全リサイクル社会の実現



水・食糧の安定供給



新産業の創出



地球の隅々に行き渡るクリーンエネルギー

地球温暖化の改善



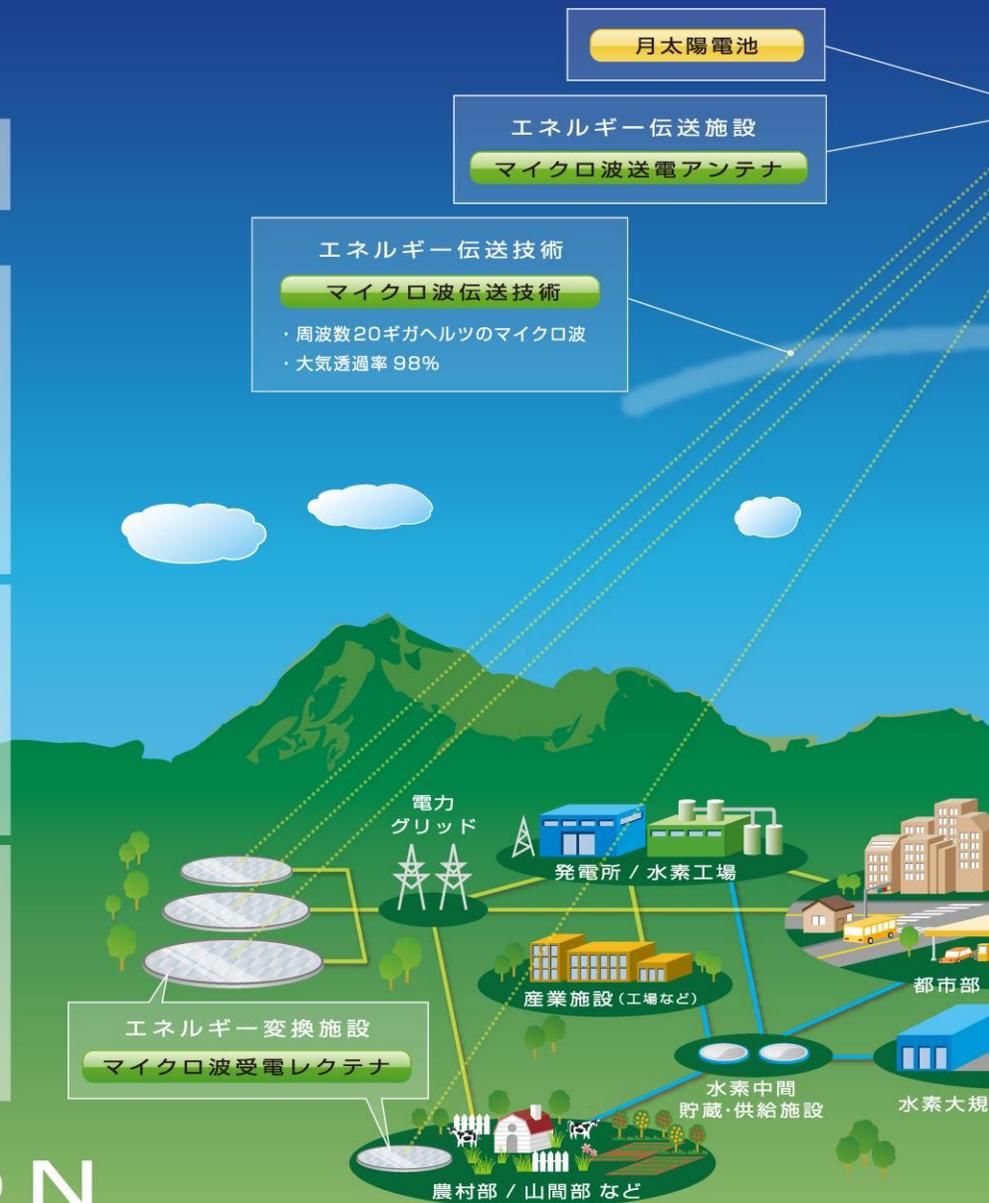
環境破壊の抑止

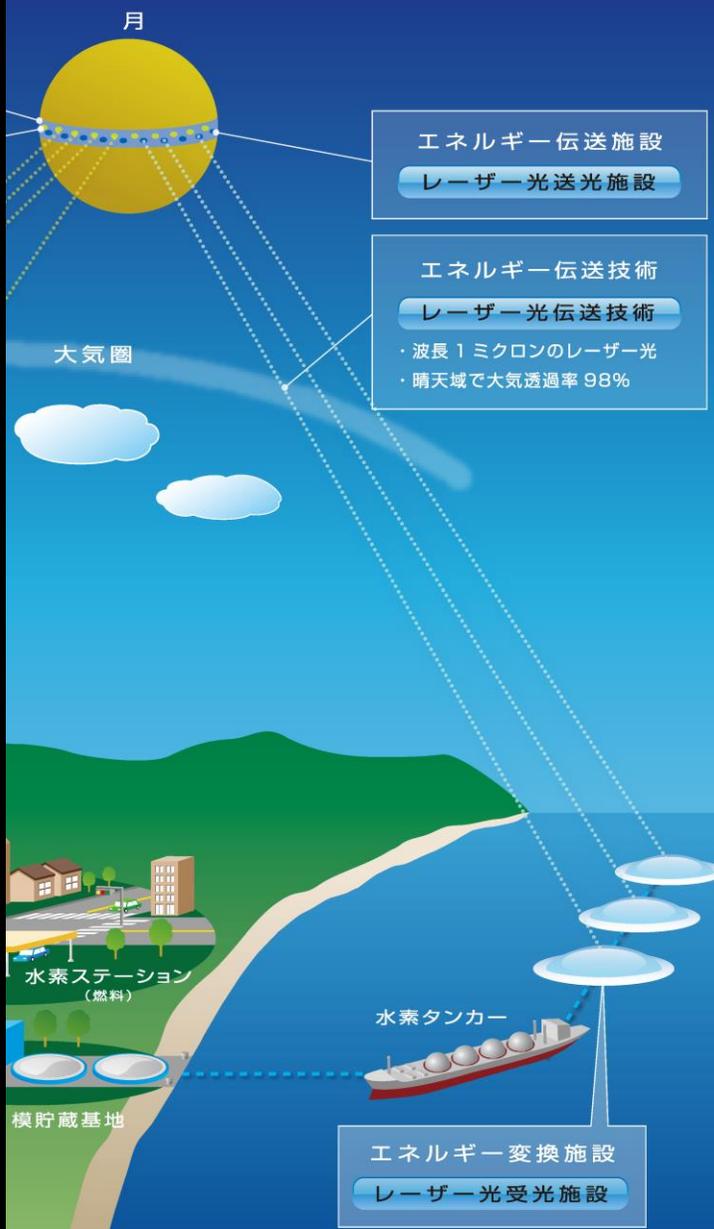


生活インフラの向上



MASTER VISION





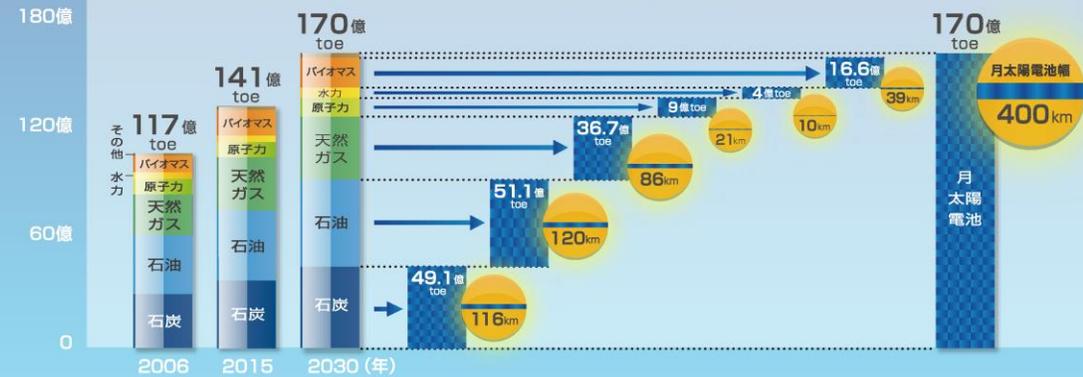
月太陽電池が化石燃料を超えるとき

— 幅400kmのルナリングで、2030年に世界が必要とするエネルギー※2を供給 —

※2 2030年の世界エネルギー需要予測170億toe (toe:石油換算トン)

出典 [IEA World Energy Outlook 2008]

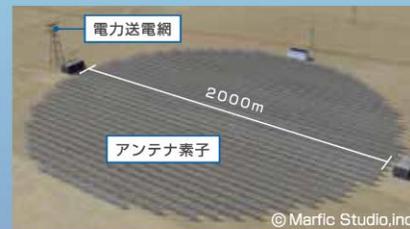
▶ 世界のエネルギー消費予測値と月太陽電池の規模 (ルナリングの幅)



マイクロ波受電レクテナ

中・高緯度地域まで設置が可能
レクテナはアンテナ素子の集合体

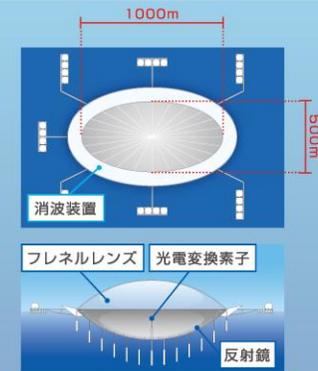
- マイクロ波から電力へ
- ・半導体とインバーターにより、電力に変換
- ・電力に変換後、送電網へ供給
- ・電気分解で水素を製造し、燃料として利用



レーザー光受光施設

雲の少ない赤道付近の洋上や砂漠に設置
レーザー光の追尾制御により洋上で移動が可能

- レーザー光から電力へ
- ・たくさんの鏡でレーザー光を集光し、光電変換素子で発電
- ・海水を淡水化し、電気分解で水素を製造
- ・水素は船舶で消費地に輸送
- ・蒸気タービンによる従来の熱発電も併用



END