

# Global Environment and Ocean Engineering

-Introduction to the Ocean Engineering Concerning Environmental and Energy Issues  
Technology and Latest Topics

University of Tokyo  
Department of Environmental and Ocean Engineering

Hideyuki Suzuki

## 海洋工学とは? What is Ocean Engineering?

人類が海洋で活動し利用するための  
構造物や機器に関する工学

Engineering  
to realize human activities in Ocean  
to provide facilities and equipments for  
human activities in Ocean

Important to solve Global Environment  
problem utilizing Ocean Space

## 目的 Objectives of Ocean Engineering

海洋石油 Offshore Oil  
石油、天然ガス、マントライト  
海底鉱物資源 Ocean Bottom Mineral  
マンガン団塊、コバルト、熱水鉱床  
生物資源 Biological Resources  
養殖漁業、深層水利用  
海洋エネルギー Ocean Energy  
波浪、風力、海流、潮汐、温度差  
海洋空間利用 Ocean Space Utilization  
海上空港、防災基地  
調査 探査 Survey & Exploration  
潜水船、海中ロボット  
環境問題 Global Environment  
地球環境、CO2海洋隔離、海洋肥沃化

## 要素技術 Element Technology

構造工学、流体工学、システム工学、  
計算工学、水中音響学、生態学、...  
Structure, Hydrodynamics, System,  
Computing, Underwater Acoustics,  
Ecology, ...

## 海洋空間利用 Ocean Space Utilization

メガフロート Megafloat  
海上空港 Floating Airport  
コンテナターミナル Container Terminal  
洋上備蓄基地 Floating Oil Storage  
防災基地 Disaster Prevention Base  
海上都市 Floating City  
MOB (米国) Mobile Offshore Base(USA)



## 海洋エネルギー Ocean Energy

波浪、風力、海流、潮汐、温度差  
Wave, Wind, Ocean Current, Tide, Thermal



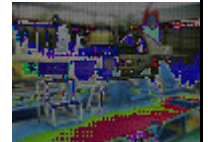
## 調査 探査 Survey & Exploration



地球深部探査船  
(JAMSTEC)  
Ocean Drilling Ship



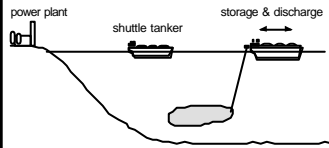
有人潜水船  
しんかい 6500 (JAMSTEC)  
Manned Submersible  
SHINKAI 6500



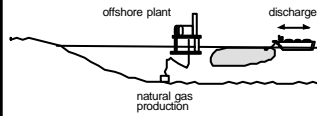
AUV  
うらしま (JAMSTEC)  
Autonomous Underwater Vehicle  
URASHIMA

## 地球環境問題 Global Environment

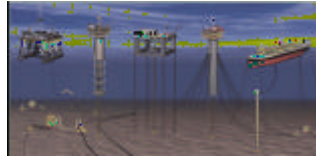
### CO2海洋隔離 CO2 Ocean Sequestration



### 海洋肥沃化 Ocean Nourishment



## 海洋石油開発 Offshore Oil



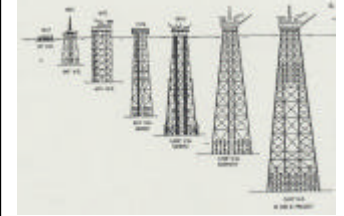
セミサブ SPAR TLP SPAR 船型  
Semisubmersible Ship Type

ジャケット 重力式、ジャッキアップ  
Jacket, Gravity type, Jack up

## 海洋構造物の歴史と設計 History & Design of Offshore Structure

陸上から海洋へ From Land to Ocean

土木工学と造船工学の共同作業  
Cooperation of Civil Engineers and Naval Architects



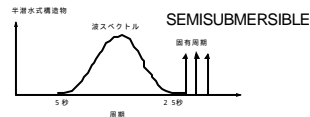
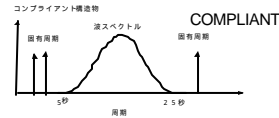
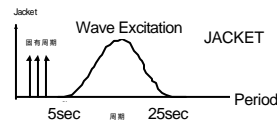
Jacket: Rigid to wave load  
Limitation of Water Depth 410m  
Bullwinkle GOM 1988

## 設計条件 Design Condition

|               | 北海                       | メキシコ湾                  | カムフラズ海盆              |
|---------------|--------------------------|------------------------|----------------------|
| 再現期間100年の最大波高 | 11m                      | 22m                    | 8.4m                 |
| 波周期           | 14-18sec                 | 11sec                  |                      |
| 最大潮流流速---     | 表面 1.5m/sec<br>0.75m/sec | 0.26m/sec<br>0.75m/sec | 2.5m/sec<br>1.0m/sec |
| 最大風速          | 41m/sec<br>(10min.)      | 45m/sec<br>(sustained) | 46m/sec              |

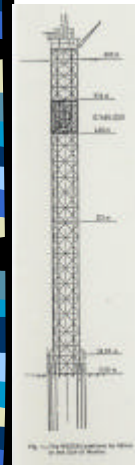
## 共振回避設計 Resonance Avoidance Design

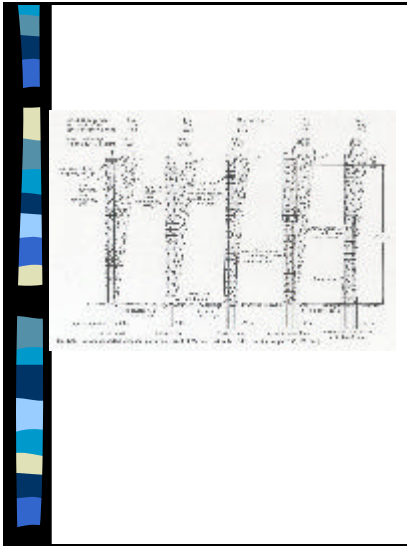
動力学系の設計  
設計目標 強度と揺れ  
Design of Dynamic System  
Design Purpose: Strength and Motion



## Compliant Tower

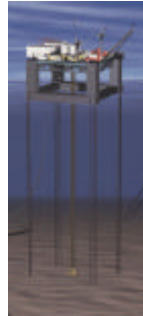
Lena メキシコ湾 333m(1983)  
Baldpate メキシコ湾 500m(1998)  
Petronius メキシコ湾 534m(1999)





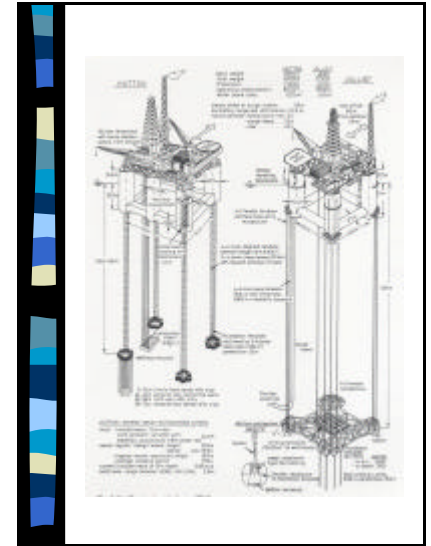
### TLP Tension Leg Platform

Hutton TLP 北海 水深148m (1983)  
 Juliet TLP 멕시코湾 水深37m (1989)  
 Auger 멕시코湾 水深872m (1993)  
 Mars 멕시코湾 水深894m (1996)  
 Rampowell 멕시코湾 水深981m (1997)  
 Ursa 멕시코湾 水深1219m (1998)  
 Marlin フラジル 水深986m (1999)



固有周期  
 ヒープ 4sec  
 サージ 100sec

Natural Period  
 Heave 4sec  
 Surge 100sec



### セミサブ Semi-Submersible

コラム Column  
 ブレース Brace  
 フーティング Footing  
 ポンツーン or ローハル Pontoon or Lower hull

### セミサブの変遷 History of Semi-Submersible

事故と大水深への挑戦  
 Accidents and Challenge to Deepwater

1969 1971 1973  
 1975 1977 1979  
 1981 1983 1985  
 1987 1989 1991  
 1993 1995 1997

### 海洋構造物の事故 Accidents

- アレキサンダーキールランド (1980)  
 Alexander Kielland
- セミサブ構造様式の単純化  
 オーシャンランジャー (1982)  
 Ocean Ranger
- パイパーアルファ (1988)  
 Piper Alpha
- セーフティーケース  
 P-36 (2001)

P-36

### SPAR Buoy

サージ固有周期 300-350sec  
 ピッチ固有周期 50-100sec  
 ヒープ固有周期 30sec  
 Surge Natural Period 300-350sec  
 Pitch Natural Period 50-100sec  
 Heave natural Period 30sec

### ジャッキアップ Jack-Up

重力式 Gravity Type

### FPS

Floating Production System

### FPSO

Floating Production and storage and Offloading

船と似て異なる構造物  
Similar to ship but different

### 海洋石油生産 Production of Oil from Deep Water

World Production Breakdown by Deep Waters

### 大水深開発 Development of Deep Water

### 浮体技術 Technology of Floating Structure

波無し形状 Wave-Less Form

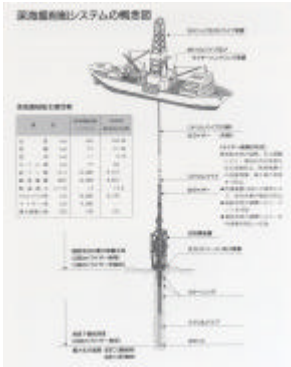
揺れない浮体  
= 波から力を受けない浮体形状  
= 動揺させない時波を作らない

Pressure on Hull  
圧力積分

海洋波 表面波  
Ocean Wave: Surface Wave

## 大水深ライザー技術 Riser Technology

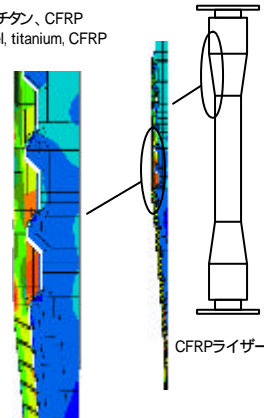
ライザー  
掘削、生産  
Access to the Ocean Bottom



## CFRPライザーの開発 CFRP Riser

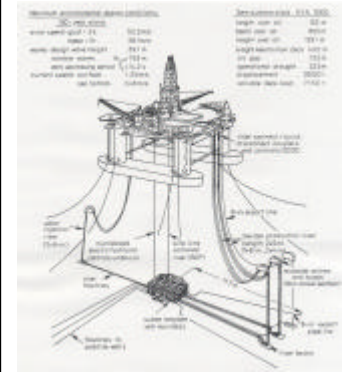
動力学的設計 Design of Dynamics  
強度 Strength  
軽量&高剛性 Light and high rigidity

鋼、チタン、CFRP  
steel, titanium, CFRP



## フレキシブルライザー Flexible Riser

浮体式生産システム Floating Production System



## 大水深パイプライン Deep Water Pipeline

J-Lay方式パイプ敷設



## 浮体による海洋空間利用の構想 Concept of Ocean space Utilization

人間の生活を海上へ City  
海上都市 Floating City

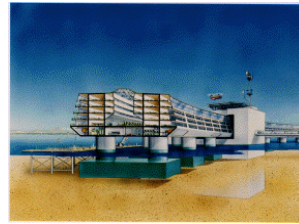
交通拠点・施設を海上へ Transportation  
浮体式空港 Floating Airport  
コンテナバース Container Berth  
浮体橋 Floating Bridge

都市機能を海上へ Municipal Function  
ごみ焼却場 Garbage Burning Plant  
防災拠点 Disaster Prevention Base

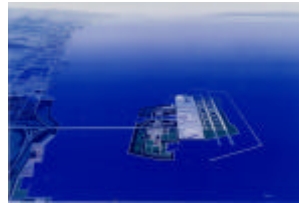
産業活動を海上へ Industry  
発電所 Power Plant  
石油備蓄 Oil Storage

## 海洋空間利用の歴史 History

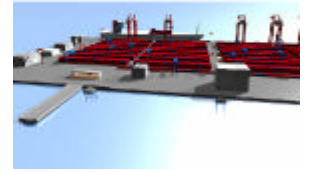
- 1895年 動く人工島ジュールベルヌ
- 1930年代 Armstrongの海上空港構想  
大西洋横断空路
- 1960年代 ひよこりひょうたん島
- 1973-1974 関西空港 二期工事 浮体式工法の提案  
セミサブ式
- 1988 上五島石油備蓄基地  
390m×97m×27.6m×5基
- 1996 白島の石油備蓄基地  
397m×82m×25.1m×8基
- 1994 関西 二期工事 浮体式工法提案  
ポンツーン式
- 1994 米国MOB(Mobile Offshore Base)構想  
冷戦終了後の空母の代わり
- 1995/5 メガフロート技術研究組合
- 1995-1996 実証実験  
300m×60m
- 1997- 第2フェーズ実験  
1000m×60m YS-11クラス着陸実験



浮体式海上都市 Floating Ocean City



浮体式空港 Floating Airport



物流基地 (コンテナバース)

Container Terminal



浮体式防災基地 Disaster Prevention Base



石油備蓄基地 (白島) Oil Storage Base

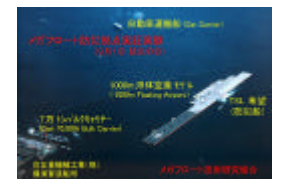
## 浮体式空港 Floating Airport

1. 日本の航空輸送事情 Air Transportation  
空港容量の不足  
第1種空港 国際航空路線  
成田、羽田、関西、大阪  
第2種空港 主要な国内航空路線  
第3種空港 地方的な航空運行  
  
国内線にボーイング747就航  
  
航空機 1便あたりの旅客数  
羽田210、成田180  
ヒースロー116、フランクフルト2
2. 新空港建設 New Airport  
国際ハブ空港  
日本の拠点空港 & 国際的拠点空港  
ハブ スポーク
3. 首都圏空港 Metropolitan Airport  
成田増強  
羽田沖合い 展開 & 国際化  
横浜民間利用  
首都圏第3空港 埋め立てvs浮体式

## メガフロート(Mega float) Project

メガフロート 技術研究組合  
Technological Association of Mega float

ポンツーン型 & 湾奥  
Pontoon & Inside Bay



Lowpass Experience (by YS11)

Checker:YS11

GS Antenna

Mega-Float



## セミサブメガフロート Semi-Submersible Type MEGA-LOAT

セミサブ型 & 外湾  
離島空港など

圧力の変動の小さいところに体積を配置する  
耐波構造 (セミサブ型)

