

# CDIT

Coastal Development Institute of Technology

特集

エコエネルギー

地球にやさしい技術

クローズアップテクノロジー

地球温暖化とその対応策

CDIT対談

ゲスト 森谷正規氏

沿岸プロジェクト

もしもの災害のために浮かぶ防災基地

沖縄の空と海の玄関を結ぶ

Coastal Development Institute of Technology

特集	
エコエネルギー「地球にやさしい技術」	
沿岸域の持つポテンシャルが 新エネルギー開発のキーとなる	3
クローズアップ・テクノロジー	
地球温暖化とその対応策 久田安夫	8
CDIT対談	
沿岸の未来を見据えて 「個」から「場」の技術へ 技術のステータスを上げる 新たな技術の創造へ ゲスト 森谷正規	10
海外フォーラム	
21世紀の海域施設の新しい耐波設計法に 関する国際ワークショップ	14
Coastal News Flash ニュース・フラッシュ特別寄稿	
インド西部大地震によるカンドラ港の被害	15
沿岸プロジェクト	
20世紀を振り返って「浮体式防災基地」 もしもの災害のために浮かぶ防災基地 21世紀を創る「那覇港沈埋トンネル」 沖縄の空と海の玄関を結ぶ	16
COASTAL PROJECT REPORT 沿岸事業報告	
インドネシアバタム島における海洋鋼構造物製作事業	20
ONE POINT LECTURE 解説	
浮体の力学的応答について	22
沿岸虫眼鏡	
	23
Coastal News Flash ニュース・フラッシュ	
	24
CDITニュース	
	27

# 沿岸域の持つポテンシャルが 新エネルギー開発のキーとなる

二十世紀の資源乱用への反省から、世界的に再生可能エネルギーの開発が進んできました。特に、沿岸域に無尽蔵に眠る自然エネルギーは、二十一世紀のエネルギー問題を解決する可能性を秘めているといえます。そのうち前回は海洋が持つエネルギーを取り上げましたが、ここでは風力と太陽光にスポットを当ててみたいと思います。

## 風車から風力発電へ

風力の利用は、太古の昔、まず船に帆を張って走ることから始まりました。風が動力となるという発想を、「こま」から「車輪」に発展していった回転運動の活用が結びついて、帆船のカンバスを張った翼を用いた風車が登場し、紀元前1000年頃には製粉用に風車が

作られたといえます。

風車は北ヨーロッパの平原地方に広まり、十四世紀以後はヨーロッパの平原での重要な動力源として利用されました。しかし、十八世紀の蒸気機関の発明、十九世紀後半の内燃機関の発明により風車の利用は減少しました。そして、風車の動力に着目した風力発電の歴史は、十九世紀のデンマークに始まります。

一八九二年、ポル・ラ・クル（物理・数学教師、一九〇八年没）が高さ十一m、四枚翼の帆付き風車を動機先の学校屋上に建て、風車による発電を試みたのです。自前の動力をエネルギーに変える動きは、ドイツと国境を接しているために大戦の度に燃料補給線を封鎖されてきたデンマーク政府のエネルギー確保の国策とも合致しました。特に第二次世

界大戦後、大規模な風力発電装置の開発に熱心になり、デンマークが発電用風車の世界のシェアの過半数を占めるまでに成長していくのです。一方、日本ではヨーロッパの約二倍に達する降水量と、起伏の多い地形から急流が多く、水車が動力として活用されてきました。風車利用は、明治初期、横浜の米国人の居留地で



写真 / 足利工業大学の風と光の広場

水汲みに利用されたことが始まります。

一九二七年に、NHKラジオで「我國農村動力としての風車の利用」が放送され、各地に風車が広まりました。長野県諏訪湖南では、泥炭層の窒素分が溶けた黒褐色の地下水を風車で汲み上げて、水田の肥料にしました。堺市では、一九二八年に水田への灌漑を目的として風車が導入され、一九五〇年代前半まで使われていました。茨城県土浦市では台地の開墾田で風車がいられ、最盛時の一九三六年では一〇〇〇台以上あったといえます。

また、風車が発電に使われた例もあります。一九三八年、稚内に最初の発電用風車が設置され、風の強い海岸に二枚翼の直径一・二mのプロペラで二〇〇Wを発電しました(風速七・八m/秒)。北海道庁と農林省の補助もあって、開拓農家を中心に一九六〇年頃には一万台ほど普及していました。

しかし、本格的な風力発電が開発されるには、地球温暖化や環境汚染といった厳しい現実を突き付けられることが必要でした。

## 日本にも風があつた?!

自家用の動力程度にしか使われてこなかった日本の風力。それを本格的なエネルギー源とする風力発電システムを研究対象にした草分けの研究者が、足利工業大学の牛山泉教授です。

「オイルショック後、私の専門だったガスタインはかなり大量に燃料を消費するので、エネルギーを使わないですむようなものはないだろうかと考えていました。

たまたまアメリカの雑誌に大きなプロペラ型の風車による発電の記事が載っていました。

た。子供のころからプロペラ飛行機が好きだったこともあり、興味を引かれました。さらに、当時出席した国際会議の折、ガスタイン分野で有名なM.E.T.のデービッド・ウィルソン教授が、風力発電の研究もしていることを知り、本格的に研究しようと思ったのです。しかし一九八〇年代半ばまで、日本には台風はあるが風力利用に適した風は吹いていないといわれていました。

牛山教授が研究を始めたころも、先輩の教授から「研究対象にもならない」と指摘されたりもしたといえます。

「通産省のニューサンシャイン計画の一环として、NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)によって八年前にわたって実施された風況観測の結果、一九九三年度に全国風況マップが作られ、日本にも相当量の風力資源があることが明らかにになりました。

それによると、風力発電が経済性を持ち得るとされる年間平均風速毎秒六m以上の地域は、日本全



土の七分の一に相当します」

さらにNEDOは、風力発電の立地条件として以下のような項目を挙げています。

- ・風車設置工事に困難さを伴わない急勾配な土地でないこと、アクセスできる道路があること、あるいは敷設が容易であること
- ・発電した電気を需要地まで送電するのに遠くないこと

・風車から発する騒音が障害とならないように住宅地から四〇〇m以上離れていること

- ・航空信号所や電波信号所が近接しないこと
- ・渡り鳥などの飛行経路にないこと

平均風速六m/秒以上あるとされる地域全体に、当時の実用的な発電風車を適当な配列で設置すると、合計三五〇万kWの風力利用可能性があり、それは当時の日本の年間発電量の二〇%に当たります。さらに、これらの立地条件などを考慮し、仮に国土の二%に実用風車を適宜に設置した場合には、電力需要の五%を風力発電で賄えるとも試算されています。

## 風力発電に追い風となったこと

オイルショック後、石油に代わる新しいエネルギー源を考えなくてはならないという気運が高まり、NEDOが中心となって、太陽光を始めとする新エネルギーの研究を進めてきました。八〇年代の初めから、風力もスタートしましたが、八〇年代はさほど目覚ましい研究はありませんでした。

ところが、九〇年代になって、石油の枯渇の問題はもろもろのこと、それ以上に環境問題が取りざたされるようになりました。すでに欧米では風力発電の実用段階に向けた研究が進んでいました。

日本でも、九〇年代に入るとどんどん風車を建てようという気運が高まりました。牛山教授にとっても文字どおり追い風になったわけです。

「日本でも風力発電に注目が集まることになったきっかけは、九〇年代の初めに自家発電で起こした電気を電

写真 / 北海道苫前の風力発電施設(2点とも)(写真提供 / 牛山泉氏)



足利工業大学教授 牛山 泉氏



とで、町興しにつながります。さらに、起こした電気を売って収入になるとすれば一石二鳥です。そのため、自治体が非常に熱心になりました」

一九九四年以来、毎年『全国風力サミット』が開かれています。初めは山形県立川町において十三市町村でスタートしました。

立川町の町長は、現在、風力発電をする自治体の集まりの会長になっている館林茂樹氏で、牛山教授も名を列ねる『日本風力エネルギー協会』を訪ね、冬はシベリアからの北西の季節風による地吹雪、夏は内陸部からのだし風による冷害に泣かされていると訴えました。

「自然現象を嘆いても仕方がないので、その弱点を逆手に取り、それをうまく使うことを考えるべきだと助言しました。風車を建てれば、今まで泣かされていたものが、恵みの風になるとアドバイスしたのです。恐る恐る風力発電に着手してみると、マスコミにも何度も取り上げられ、町興しとして非常にうまくいきました。」

立川町の事例のシンボル効果もあり、あちこちの風の強い地域で、町興しに風車をということになりました。さらに、一九九七年より、NEEDOが風力発

電を事業としてやることも補助しようといつことになりました。一九九九年、北海道の苫前市、直径六〇mで二〇〇〇kW級の風車が二〇台建てられました。二〇〇〇年は電源開発が同地区に、さらに大きい二五〇〇、一六五〇kW級の風車を十九台建て、この地区のトータル発電量は五万kWにのぼっています。

電を事業としてやることも補助しようといつことになりました。一九九九年、北海道の苫前市、直径六〇mで二〇〇〇kW級の風車が二〇台建てられました。二〇〇〇年は電源開発が同地区に、さらに大きい二五〇〇、一六五〇kW級の風車を十九台建て、この地区のトータル発電量は五万kWにのぼっています。

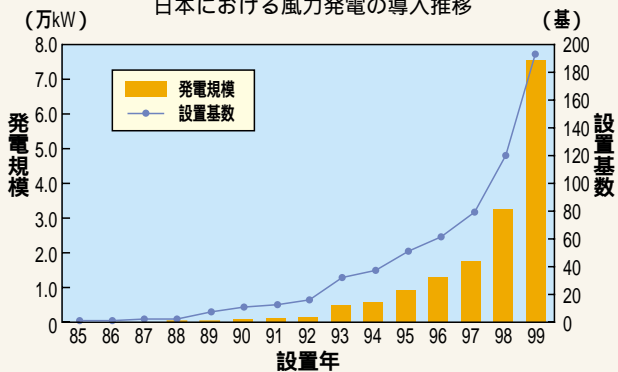
もちろん、風力発電が広がる背景には、技術的進歩も見過せません。初期の頃の大規模風車は、主に飛行機会社が作り、あまりうまくいきませんでした。というのは、飛行機会社の作る風車は、どうしても耐久性があまりなくトラブルがあります。金属製の羽根(ブレード)にしたと、電が落ちてだめになった例などもありました。今はFRPという軽くて長持ちする樹脂も出てきました。

風車と発電機は既存のものを組み合わせた形をそのまま持ってきたため、どうもよくありません。実は、風車の羽根と飛行機のプロペラとを比べると、風を切る速度については飛行機のほうがひと桁速い。例えば風車の場合、風を切る速度は時速一〇〇km以下であるのに対して飛行機では、ゼロ戦なども五〇〇kmにもなるのです。最近では、風車専用の、要するにゆっくり当たる風に対して相応しい羽根の形ができました。

一方、発電機も改良されました。例えば、風の弱いときは回らず、反対に強すぎるときも回らないように、ある範囲の風速だけに作動して、風速の一定幅の帯域でしか使うことができます。ところが発電機を工夫し、弱いときは少ない電力を発電し、風が強くなっても回転を上げてほとんどエネルギーを取り込める可変速発電機が出てきました。こうした技術的進歩があって、軽量で大きな出力を生み出せる風力発電装置が出てきたのです。

電力事業についての規制緩和と、技術進歩があつて、自治体も事業者も風力発電事業に参入して風力発電のトータル発電量が伸び、現在、日本全体で既に二五万kWに達しています。しかし、世界の風力発電設備は、二〇〇一年四月現在でも一七七〇万kW(大規模原子力発電所一八基分)に達しており、日本の発電量はその一%にも満たないのです。

日本における風力発電の導入推移



出典：『2010年自然エネルギー宣言』p.12より

風車の建つ位置は  
陸上から洋上へ

ヨーロッパでは、すでに陸上に多数の風車

写真 / デンマークのコペンハーゲン沖合2kmに建てられたミッテルグルンデンの2000kW風車(総数20台)(写真提供 / 長井浩氏)



デンマークのヴェスタス社の販売代理店として風力発電ビジネスに係わって3年、最近では、頬をなでる風、草木を揺らす風、煙突の煙をたなびかす風が、いつも発電量として気になります。

ここ2、3年、日本でも風力発電が急速に伸びています。欧米に比べれば桁違いに遅れています。しかし、今後十年の政府目標が30万kWから300万kWに改訂されるようで、そうなればメガワット機換算で毎年300基の風車の設置が必要になります。陸上では自ずと限界がありますから、港湾や一般海域等での洋上発電に期待がかかります。ヨーロッパでは、今では洋上発電が中心になりつつありますが、日本では、その発展の鍵は、政府の手厚い助成策に加え、いかに基礎工事、送電線工事にかかる建設コストが低減できるか、そして漁業者とどのように協調できるかにかかっていると思います。

大旺建設(株)取締役副社長 江口 肇

写真/デンマークTUNØ KNOBオフショア・ウインドファームにて

の調査に当たった日本大学工学部数理工学科長井浩助教にお話をうかがいました。

「海岸の船舶気象通報用観測灯台と河川河口管理事務所で観測された風向・風速のデータを基に、地形などの影響因子を考慮して、近隣海岸における高さ40mと60mにおける平均風速と風向を推定しました。ちなみに、40mは調査当時日本に導入が進んでいた500kW級風車の回転中心までの高さで、60mは2000kW級風車の回転中心までの高さです。さらに日本の海岸線のうち設置可能と判断される六五〇〇kmに、それぞれの風車を海岸から1km幅と3km幅に適宜配置したと仮定してどのくらい発電量があるかをシミュレーションしました。すると、大型の2000kW級風車を幅3kmと1kmに適宜建てていった場合の発電量は、一九九九年の総販売電力量(四〇二億kWh)のそれぞれ四六・九%、一六・四%に当たります。」

つれて過増傾向もある。風の乱れが小さく、風車の機械的疲労を低下させる。風の鉛直方向の速度変化率が小さいため、風車の高さを陸上より低くできる。風速の時間変動が少なく安定した風のため、風力発電の設備利用率が高まる。これらの特徴を踏まえ、洋上風力発電システムでは、三枚羽根ではなく、二枚羽根で高速回転したり、発電機の定格回転数を一〇%程度上げて風の最適利用を図ったり、風車の高さを下げて建設コストを低減することが可能となります。もちろん課題もあります。洋上風車では波圧、あるいは浮氷を考慮した基礎の設計が求められるほか、海底ケーブルの埋設やメンテナンスのための方策も必要となります。一方、環境に対する影響では、騒音はほとんど問題にならないものの、生態系や景観、近隣の漁業活動への影響なども考慮しておかなければなりません。しかし、基礎に漁礁を付加することで漁業との共生も可能性があります。「日本はヨーロッパ近海と違って水深が深くコストもかかるし、技術も必要です。ただ、陸上の十倍以上の資源量がありますから、大規模開発を展開することでマーケットが形成され、建設や設備機材の開発コストを落としていくことも可能でしょう。」

まずは実証プラントをつくり、実際に洋上風力発電を稼働させた場合のデータ蓄積が重要だと思っています。実際、日本でもいくつか洋上風力発電が検討され始めています。例えば、北海道の瀬棚町の沿岸で高さ3mで年平均七・9m/秒の強風が観測されており、港湾の静穏海域に六〇〇kW風車二基を設置するプロジェクトが具体化し、二三年後には我が国にも洋上風車の誕生が期待されます。」



日本大学工学部助教授 長井 浩氏

が建設されたため、さらに風車を建てるためのスペースがとりづらくなってきました。そのため、九〇年代初めころから、デンマークスウェーデン、オランダで、洋上風力発電が実証試験の形で始まりました。そして洋上風力発電は、海中に基礎部分を建設するための費用増はあるものの、陸地より強く安定した風が得られ、大型化が進んできた風車を使うことで発電量も増し、陸上なみに採算に乗ることが実証されました。二〇〇〇年から実用目的の洋上風力発電設備が欧州各国で相次いで建設され、二十一世紀には総電力量の二〇〜四〇%を目標とした導入政策が掲げられています。

一方、日本の場合、山がちな国土と人口稠密なため、発電効率のよい大型化した風車の立地に適した地域が、ヨーロッパ以上に少ない。日本での洋上発電の可能性を探るため、洋上での風力エネルギーがどのくらいあるか

日本における洋上風力発電の潜在的な発電能力が十分あるのは明らかです。潜在可能性と同時に洋上の風には次のような利点もあります。陸上より風速が大きく、海岸から離れるに

世界の風力発電導入状況 (単位:メガワット)

国	発電規模
ドイツ	6,113
アメリカ	2,615
スペイン	2,402
デンマーク	2,297
インド	1,220
オランダ	448
イギリス	409
イタリア	389
中国	340
スウェーデン	231
ギリシャ	189
日本	150
カナダ	140

(2001年4月現在の値)

資料提供:牛山 泉氏



# マイティーホエールの波力発電と 太陽光発電の複合システム

海洋科学技術センターが平成十年九月より、三重県の五ヶ所湾沖で実験している浮体式の波力発電装置がマイティーホエールです。昨年十月からは、浮体上に波エネルギーと太陽光との複合型自然エネルギーシステムを構築し、効率的な自然エネルギーの利用・応用技術の確立を目指しています。

## 互いの欠点を補つ組み合わせ

マイティーホエールは、酒田港の波力発電防波堤と同様、振動水柱式空気タービン方式の波力発電装置です。その規模は、幅三〇m、長さ五〇mで、定格三〇kW一基、波の大小で一〇kWと五〇kWに切り変わる発電装置一基と、計三基の波力発電装置が搭載されています。ただ、マイティーホエールの場合は浮体式で、船をつなぐように錨と鎖で係留されているところが、固定式の防波堤とは異なる点です。

マイティーホエールは陸上の配電系統とまったく接続されていない独立した発電所を形成していますが、例えば波がない穏やかな時期が続くと、計測器やエアコンディショナーといった電力負荷に対しては、補助用に搭載している二〇kWのディーゼル発電機が自動的に作動して、足りない電力を補っています。しかし、自然エネルギーを利用することを徹底させるなら、やはり補助となる設備も自然エネルギーのものにしたいと、太陽光発電装置の導入になりました。海洋科学技術センター海洋技術研究部の鷲尾幸久研究副主幹に聞きました。

なかなかコンスタントに得られないことがひとつの欠点です。欠点を回避する手段の一つは、それぞれの欠点を補つような形でエネルギーの複合化ではないかと考えたのです。つまり、普通に考えると、波が高いときは比較的穏な候で、波が静かなときは、逆に天気が良くても照っている。そのためお互いに苦手な部分を補い合えることになるわけです。

ところでマイティーホエールによるプロジェクト研究に入る前の机上研究の段階で、複合発電システムの可能性についても取り組みました。太陽光発電では物陰になると効率が落ちるため、どのくらいの規模のものを搭載するか等を検討しました。その結果、マイティーホエール上に二〇kWの太陽電池を置けると結論しましたが、コストの問題などもあり、現在一〇kW分の装置が搭載されています。

また、マイティーホエールにはバッテリーが搭載され、



負荷に供給して余った分は蓄電されます。波の静かな日には、バッテリーから負荷に電力を供給。バッテリーで送り出せない低さにまで蓄電レベルが落ちるとディーゼル発電機が作動しましたが、今は太陽光発電装置が、波力発電装置が働かないときには、ある程度の電力をバッテリーへ供給します。

「バッテリーが満充電状態になると、それ以上の発電は無駄になります。ですから、発電設備に対して最適なバッテリー容量で、しかも複合装置の場合には波力発電装置から充電するバッテリーと太陽光発電装置から充電するバッテリーのそれぞれを備えたほうがいいのか、それともある一定の容量のバッテリー一つにそれぞれから充電すればいいのか、バッテリーのコストは非常に高いので、

最適なシステムの構築は今後出てくるデータを見ながら検討していく必要もあると思います」

## 太陽光発電との複合化の応用

一つの大きな島として様々に活用が期待されるメガフロート。その研究の一環として、昨年、将来的に超大型のメガフロートを沖合に展開する場合の波による影響への対処として、周囲に振動水柱式空気タービン方式の波力発電装置を設備して、波の揺れを軽減しようという研究も行われました。

「メガフロートは海面に紙が一枚浮いているような弾性浮体で、波が来るとぐにやぐにやとした運動をする。最近終えた横須賀沖のメガフロートは、防波堤の内側で実験されました。防波堤なしに、超大型浮体構造物を沖合に展開しようとするとき、波による揺れを何らかの形で防がなければなりません。

そのとき、周りに波力発電装置の空気室をつけておくと、波のエネルギーが吸収されて波による動揺も減ります。完全にゼロにはなりません。一〇〇動くところが五〇に落ち、さらに電力も得られる。しかも非常に大きい浮体ですから、スペースがたっぷりあります。そこに太陽光発電装置や風力発電装置、さらに廃棄物などを焼却しての発電装置なども取り入れて試算し、何とかメガフロート全体の必要電力をまかなえるのではないかと、という研究報告が出せそうです。その組み合わせで大きい割合を占めるのは太陽光発電です」

将来、自然エネルギーを効率良く使っていくためには、複合化が必須といえるのかも知れません。



海洋科学技術センター 鷲尾 幸久氏

写真 / 上 マイティーホエール上に設置された太陽光発電装置 下 マイティーホエール全景 (写真提供 / 海洋科学技術センター)

# 地球温暖化とその対応策

温暖化防止への新たな試み 海と陸でのCO<sub>2</sub>の吸収

## 久田安夫

### 地球温暖化

地球温暖化問題は、人類に与える影響の広範さ、深刻さという点で、今世紀に人類が取り組んでゆべき最大の環境問題の一つと言えます。産業革命以降、産業活動が活発化し、石油・石炭などの化石燃料の燃焼による二酸化炭素（以下、CO<sub>2</sub>と略す）等の温室効果ガスの排出が飛躍的に増大したために、大気中の温室効果ガスの濃度が増加し、過去一四〇年間に気温は〇・六℃上昇したとされています。

このまま何の対策もとらなければ、二十一世紀中には気温は現在よりも一・四～五・八、海面水位は最大で八八m上昇することが予測されており。また、干ばつの増加、洪水の頻発、生態系の崩壊、食料生産への影響など地球的に取り返しのつかない深刻な影響が生ずるおそれがあると懸念されています。（「気候変動に関する政府間パネル」第三次報告書）

この危機を未然に防ぐことを目的として、一九九二年五月に「気候変動枠組条約」が採択され、地球温暖化に対する国際的取組みが本格的に始まりました。

一九九七年十二月には「気候変動枠組条約」第三回締約国会議（COP 3）が京都で開催され、京都議定書が採択されました。その概要は次の通りです。

まず削減数値については、二〇〇八年から二〇二二年の五年間の平均で、温室効果ガスの排出量を一九九〇年比で全締約国平均で五・二%削減することが決まりました。各国の削減率は日本が六%、米国の七%、EUが八%などとなっています。対象ガスについてはCO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、代替フロン二種、SF<sub>6</sub>の六種類となりました。

また、吸収源については、一九九〇年以降の新規植林など限定的な活動によるCO<sub>2</sub>の吸収量を加味することになりました。

その他、排出量取引や、先進国間の共同実施、クリーン開発メカニズムなどの規定が採択され

ましたが説明を省きます。

このような状況を受けて、わが国では一九九九年四月に「地球温暖化対策の推進に関する法律」が施行され、「地球温暖化対策に関する基本方針」が閣議決定されました。この中で、温室効果ガスのうち特に温暖化への寄与度が全体の大半を占めるCO<sub>2</sub>を中心に、次のような広範かつ抜本的な対応策をとることが定められました。

エネルギー効率の向上と省エネルギー対策の推進

太陽光発電などのクリーンな新エネルギーの積極的な開発導入

植林等によるCO<sub>2</sub>の吸収・固定化の推進

国民のライフスタイルの見直し

その他（集中排出源対策など）

また、については、同じく一九九九年改正された「エネルギーの使用の合理化に関する法律」に基づく諸対策も実施に移されました。

ところで、植林による吸収量については我が国の目標である六%削減のうちの過半を負担することが期待されています。

なお、ここで注意しなければならぬのは京都議定書で定められた全締約国平均五・二%の削減は、先進国が大半を占める締約国に関する数値であることです。すでに米国に次ぐCO<sub>2</sub>排出量の中国をはじめとする開発途上国は、この議定書に拘束されることなく、今後も相当期間に亘ってCO<sub>2</sub>の排出を大きく増大させることが予想されています。このため、地球温暖化を防止するためには今後、途上国での削減に向けた取組強化が不可欠となりますが、同時に先進国についても、京都議定書の達成後、一層のCO<sub>2</sub>等の排出量の削減が必至と見られています。

しかし、持続的な発展と京都議定書の遵守の両立が大変困難と見られている今日、さらなるCO<sub>2</sub>の削減は容易ではありません。

このため、我が国をはじめ一部の先進国ではCO<sub>2</sub>の吸収源の新たな開発に向けての研究が進められています。

### CO<sub>2</sub>の排出と吸収

地球温暖化は温室効果ガス、なかでもCO<sub>2</sub>の排出量の急激な増加が主たる原因とされています。今から百年前には年間十億トンに達していなかった化石燃料の消費が、現在では六十億トンに激増しています。化石燃料一トンの燃焼は、ほぼ一トンの炭素をCO<sub>2</sub>として放出すると言われていますので、化石燃料の消費の増大はそのままCO<sub>2</sub>の増大となります。また、近年増大してきた人為的な熱帯雨林の伐採は、CO<sub>2</sub>の放出増をもたらししています。

このような人為的なCO<sub>2</sub>の放出量と吸収量については、「気候変動に関する政府間パネル」(略してIPCC)の第二次報告書に示されています。(表 1. CO<sub>2</sub>を炭素の重さに換算)

これによると、CO<sub>2</sub>の放出は、化石燃料等に起因するものが五五億トン/年、熱帯雨林の伐採等によるものが十六億トン/年となっており、一方、放出されたCO<sub>2</sub>がどこに蓄積(吸収)

表 1 炭素の収支

1995年のIPCC報告による人為起源炭素の収支\* (単位:10<sup>10</sup>トン/年)

CO <sub>2</sub> の供給源	
(1)化石燃料の燃焼とセメント生産による放出	5.5 ± 0.5
(2)熱帯域土地利用からの放出	1.6 ± 1.0
(3)合計量=(1)+(2)	7.1 ± 1.1
リザーバー間の分配	
(1)待機中の残留量	3.2 ± 0.2
(2)海洋の吸収	2.0 ± 0.8
(3)北半球森林帯の再成長による吸収	0.5 ± 0.5
(4)その他の陸上除去源**=(1)-(2)-(3)-(4)	1.4 ± 1.5

\* 1980～1989年の平均値

\*\*CO<sub>2</sub>増加に伴う気候効果と人為的窒素による肥沃化等による



久田安夫(ひさだ・やすお)

(株)テトラ取締役相談役

1926年生まれ。1949年京都大学工学部卒業。運輸省港湾技術研究所所長、新日本製鐵(株)相模原技術センター所長等を経て、88年日本テトラポッド(株)現(株)テトラ 取締役副社長就任。90年代表取締役社長、96年代表取締役会長に就任。現在に至る。



されているかについては、大気中の残存量が最も大きく毎年三億トン、海洋の吸収が二億トン、北半球の森林の成長によって毎年五億トンが吸収されているといわれています。

ここで、CO<sub>2</sub>が地球上のどこにどれだけ現存しているかについて、大気中に七千億トン、陸上の植生や土壌中に兆トン、海洋に四十兆トンといわれています。比率にするとい三・三・六十六になります。従って、CO<sub>2</sub>をゆっくりと放出すれば多分、この地球上のCO<sub>2</sub>の賦存量の割合でそれぞれの場合に吸収されてバランスを乱さずに済むはずですが。

しかし、人類は非常に急激に化石燃料を使い出したためにバランスが崩れ、本来なら陸上や海洋で吸収する分が大気中に残存し、地球温暖化を招いているといえます。

そこでCO<sub>2</sub>を海へ陸へより多く吸収させるにはどうすれば良いかについて、各国で研究が進められています。以下にそのうちの代表的な成果について紹介します。

### 陸上におけるCO<sub>2</sub>吸収策

発電所やセメント工場などCO<sub>2</sub>を集中的に排出する場所において、放出ガスから直接CO<sub>2</sub>を分離・回収する方法が研究され、すでに成果が出ています。化学的な処理によって回収が可能と言われていますが、回収したCO<sub>2</sub>を最終的にどのように処分するかについて研究が続けられています。

一旦、大気中に放出したCO<sub>2</sub>の陸上での吸収を言い換えれば現在大気中に存在するCO<sub>2</sub>の削減策としては現在のところ、植物の光合成機能などの自然界の生物機能を利用するほかにはないと言われています。

この場合、高等植物を利用する植林等によるCO<sub>2</sub>の削減策については、京都議定書でも採択されていますが、ここでは省略します。細菌や微細藻類などの微生物を利用する方法について多くの研究が行われています。その一つとして、樹木などよりも光合成能力が高く耐環境性

に優れた微細藻類として、クロレワ属の優良株がRIETE(財団法人地球環境産業技術研究機構)により発見されています。このクロレワの光合成能力は、一般の森林の十倍に達すると発表されています。成長した大量の微細藻類の有効利用が今後の課題とされていますが、期待の持てる成果の一つと言えそうです。

### 海を利用したCO<sub>2</sub>の吸収策

現在、海が吸収しているCO<sub>2</sub>の量は毎年二十億トンですが、これは海の世界の環境容量からすれば十分増量の余地のある数量です。ではこの二十億トンを増量させるにはどうすればよいかと云うことですが、それについて述べる前に、海がCO<sub>2</sub>を吸収するメカニズムについて触れておきます。

一つは海水表層の植物プランクトンによる生物機能によるものです。次に考えられるのは海水の上下交換など海水循環による物理的な現象によるもの、それとアルカリポンプと称して表層海水のアルカリ度が高くなるとCO<sub>2</sub>の吸収が増えるといふもの、この三つのメカニズムによってCO<sub>2</sub>を海が吸収していると言われています。

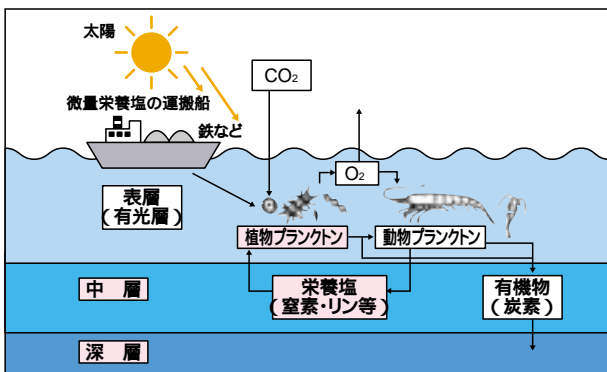


図 1 植物プランクトンによるCO<sub>2</sub>固定

このうち植物プランクトンによるCO<sub>2</sub>の吸収については、世界中の海でCO<sub>2</sub>と水から生産される有機物の量、すなわち海の植物プランクトンの年間総光合成量は炭素量に換算して、四百億トンです。これは陸上の植物の年間総光合成量が六百億トンですから、CO<sub>2</sub>の吸収源としての海の重要さは陸上を匹敵するものといえます。この海の光合成量を人為的に増大させるために、現在研究が進められているのは、鉄やシリカを海へ供給する方法についてです(図1)。

米国の学者マーチンの唱えた「鉄仮説」の実海域での有効性を確かめようとする試みが数年前から続けられています。植物プランクトンの増殖に必要な窒素や燐といった栄養分が十分存在しているのにプランクトンの存在量(光合成量)の少ない海域に対して、鉄イオンを供給すればプランクトンの増殖が活発になるといふ仮説です。米国のカナダ、日本において個別に、また共同で実海域実験中であり、まだ十分な成果は発表されていませんが、仮説通りとすれば、毎年百万トンの鉄をまくと、海へのCO<sub>2</sub>の吸収量を倍増することが可能との推算がなされています(表2)。

もう一つは、アルカリポンプの作用を活発化することによって、CO<sub>2</sub>の吸収を増やすことの可能性についての研究ですが、これはまた実海域実験は行われていないようです。

東京大学の野崎教授らによって提唱されている「シリコン仮説」をより詳しくとるもので、海へのシリカの供給を人為的に増やすことによりアルカリ度を高め、CO<sub>2</sub>の吸収に寄与する植物プランクトンの選択的増殖をはかるとするものです。米国のマサチューセッツ工科大学の教授の計算では、シリコン仮説によるCO<sub>2</sub>吸収効果は、マーチンの鉄仮説の効果にはほぼ等しいといわれています。

これらの研究の他、社団法人日本鉄鋼協会が平成十年度から始めた「製鋼スラグを栄養源として利用した海洋植物プランクトン増殖によるCO<sub>2</sub>固定化研究会」の活動が注目されています。委員長の東北大学白野教授をはじめ、我が国の一流の

学者と実務者を集め、着実に研究が進展しているようです。特に昨年、東北大学谷口旭教授らによる都市排水と製鋼スラグの混合物を用いた実海域(北太平洋)での植物プランクトンの増殖実験は極めて高効率の増殖結果を示しており、今後の研究成果が期待されています。

表 2 鉄散布量と炭素固定量

海	域	鉄散布量 (万t)	炭素新生産量 (億t)
南	極海	12~77	3~17
	太平洋赤道域	47	10
	太平洋亜北極域	1.7	1
全	体	61~126	14~28

電中研レビュー(1992) 武田ら

### あしがき

今年の二月に出されたIPCCの第三次報告によると、生物的な機能によるCO<sub>2</sub>の吸収は新しい技術開発の成果を含め二〇五〇年までに化石燃料に起因する排出予測値の十～二十%になると推定されています。

ここで紹介したCO<sub>2</sub>吸収策は、現在実施されている研究・調査のうちごく一部であり、しかも途中の成果に過ぎません。大きな期待を持って今後の研究に声援を送りたいと思います。そして海と陸での新しい技術によるCO<sub>2</sub>吸収が、具体的なプロジェクトとして早期に実施に移され、地球温暖化防止に寄与することを望んでやみません。

# 「個」から「場」の技術へ 技術のステータスを上げる 新たな技術の創造へ

20世紀文明を技術の視点から鋭く分析し、同時に新しい時代における技術の行方についても深く洞察されている森谷正規氏。21世紀という新たな世紀を迎えた今、技術の未来への展望は、あるいは港湾、沿岸域にはどのような技術が必要なのかお話を伺いました。



## ゲスト 森谷正規氏

1935年生まれ。60年東京大学工学部卒業。日立造船、野村総合研究所、東京大学先端科学技術研究センター客員教授を経て、94年より放送大学教授。技術評論家。主な著書に『日本・中国・韓国産業技術比較』（大平正芳記念賞受賞）『文明の技術史観』『21世紀の技術と社会』等多数。

### 「場」の技術のために

井上 今日、二十一世紀の技術に対して我々は何を期待するのか。そして我々の専門である沿岸域や港の技術の将来をどのように展望したいのか。さらに最近では、技術に対する国民の関心の薄れ、技術の国際化など言われている状況について先生の考えをお聞かせいただけますか。

まず、二十一世紀は科学技術の時代といわれていますが、技術の発展を促した要因についてどのように見ておられるのかお聞かせいただけますでしょうか。

森谷 技術を発展させるものは何か。基本的にはより良い生活、豊かな生活を目標としていることだと思います。

私は、二十世紀の技術の発展の流れを大きく二つに分けて考えています。

一つは社会システム 交通、エネルギー、通信の急速な進展です。交通では、航空機、船舶、鉄道の大規模化、高速化の進展。エネルギーでは、石油、火力、原子力が一、二万kWの発電レベルに到達。通信では、電子交換機の誕生以来、だれでも電話機を持つようになった。つまり大型化、高速化、効率化です。これらの技術はほぼ一九六〇年代に発展して、この時期にかなり技術が成熟したといえます。

もう一つは大量生産システムの確立です。大量生産された機械が、生活を豊かにすることに直結した。一九八〇年に誕生したT型フォードを端緒にアメリカでは、二、三代から車はかなり普及しました。第二次大



(財)沿岸開発技術研究センター  
理事長 井上 興治

戦以前、量産の機械はほとんどアメリカが作っており、当時から冷蔵庫、掃除機、洗濯機が普及していました。戦後、日本、ヨーロッパにも自動車、家電製品が普及して非常に生活が豊かになった。

そして、日本は戦後しばらくの間はアメリカを追従していましたが、七、八〇年代に入ると、日本は世界に先駆けた技術開発を次々と行い、長期間、市場を独占的に支配し日本は技術強国といわれるようになった。家庭用VTR、コンパクトディスク、オートフォーカスカメラ、ビデオカメラ、レーザープリンターなどの製品はみな日本が開発しました。これらの技術の元となったのが、超LSIメモリーDRAM。これは当時のハイテクのシンボルのようなものです。

しかし、現在の長引く不況の中で、この日本の技術の強さが発揮できない状況になっています。この原因についてはいろいろと書かれていますが、根本的な問題は、消費者の購買意欲を誘うものが無いということ。消費者が欲しいと思うものはおおむね開発してしまっただけです。

私は、技術文明という見方から技術が、経済産業の発展にどれだけ結びつくのかという面にも非常に強い問題意識を持っています。ですから、現在の長引く不況の突破口として技術は大きな役割を果たし、また活用しないといけないと考えています。

私は七七、八年頃から日本の技術は強いと言ってきました。当時は強いとはだれも言いませんでした。いまでも技術開発力は強いはずですが、しかし、この力を活用する方向性がつかめない状況のために、本来の

力が発揮できないというのが今の日本の苦しさだと思っています。

井上 二十世紀は、我々の夢が次々と実現して豊かな生活を享受できるようになった。その背景には、技術の発展という大きな恩恵があった。しかし、発展という光の部分に対して、それにとまらぬ影の部分、負の遺産も残してしまいました。

森谷 二十一世紀の技術発展の方向を私は三つ挙げています。第一に社会問題の解決。第二は高度情報化。第三は人間・生物・自然です。

特に、第一と第三は(財)沿岸開発技術研究センターと深い関わりがあると思います。

第一の社会問題の多くは、二十世紀の大規模生産の技術の発展により得た豊かさに対する裏返しの結果です。例えば電力の大量消費は化石燃料を燃焼させてNOx、SOx、酸性雨という問題を発生させた。またCO<sub>2</sub>による地球温暖化という大きな問題も発生しています。都市ゴミの問題も豊かさの影でどんどん増えている。これらの問題の解決も重要な課題だと思っています。

第三は、例えば二十世紀に非常に発展した技術はさまざまな完全な人工物を生み出しました。それらに組み込まれたMPUにはトランジスタが一〇〇万個も入っています。しかし、人間の脳にはニューロンが一四〇億個あるといわれます。それだけ人間は極めて複雑です。それから自然、例えば地震予知は三十年間やってきてほとんど成果が上がっていない。これは研究者を責めるよりも地球がいかに複雑であるかを示しています。このような人間・生物・自

然の複雑さは、まさに二十一世紀をかけて挑戦する課題だと思っています。

井上 先生は、その三つの方向とともに、二十一世紀は「個」の技術から「場」の技術が非常に大切になるとおっしゃっています。そのことについてもう少し詳しくお聞かせください。

森谷 一番わかりやすいのは車と車社会の関係です。車は、性能、デザインなど非常に大きく発展して大変魅力的になっていきました。ところが、そのすばらしい車で道に出ると、道路は交通渋滞で走れない。そして交通事故による犠牲者がなかなか減らない。また事故件数や負傷者の数は、毎年確実に増えています。この問題点は、車社会の「場」の技術が遅れているということなんです。つまり車を安全、快適に走らせるための技術が遅れている。「個」の製品の技術は企業が非常に力を入れて、高性能、高品質のものを次々と作り出しますが、実際に動かす「場」の技術が必要でありながら進んでいない。ですから、これからは「場」の技術が重要だと言っているわけです。

井上 その「場」の技術が遅れている原因はどこにあるとお考えですか。

森谷 基本的に、企業は製品の性能を上げて多機能化し、コストを下げることで良く売れる技術に力を入れています。

ところが、「場」の技術は必要でありながら、企業にとっては市場にならないという問題があります。例えば安全自動車を開発していますが、購買層が限定されて高価になるためになかなか進まない。つまり「場」の技術がマーケットに結びつかないわけです。

社会に技術を向ける場合、まず非常に大きな問題点はこのようにマーケットにならないという問題があります。

そして、家庭や工場、オフィスではなく、社会にシステムを入れる際に空間が乏しい。特に日本の大都市は空間が乏しいという問題もあります。

それから、社会にはさまざまな意見の対立があり調整が難しいということも問題です。井上 「場」は、国民の共有する空間ともいえますから社会的な資産となるものですね。日本の場合、その社会資産はまだまだ先進国の中では貧しいし、日本も空間が乏しいという事実は、多くの国民も理解していることだと思っています。この貧しく乏しい社会資産を少しでも豊かにしていくのが、二十一世紀に課せられた我々の課題ではないでしょうか。その中で沿岸域という場はまだまだ魅力ある空間で、日本が発展する上でやはり戦略的なポイントになると思いますが、そのためには、どんな技術的なアプローチが可能なのでしょうか。

森谷 確かに日本が開拓できる空間は地下が沿岸だと思っています。特に沿岸の重要性は非常に大きいと思います。しかし、そのためには、東京一極集中のような大都市圏に一極集中する状況を少し変えないといけません。沿岸を広く利用するには、もっと日本が各地域に分散してそれぞれの地域の沿岸域を活用する方向に進むべきだと思います。

具体的な可能性について申しますと、風力発電は可能性があると思います。実は、私は二、三年前までは日本向きではないと言っていました。アメリカ、ドイツ、デンマ

1000MWの出力が一五〇〇〜二〇〇〇kWになりましてから、数百機も並べなくとも洋上であれば二十万kWの発電も可能になったと思います。しかし、洋上に設置した場合、陸上に比べてどれだけコスト高になるかという問題があります。ですから問題を解決し、自然エネルギーの利用を増やすためには、それを力押しする仕組みを作らなといけません。経済的に不利にあるものを何とか伸ばしていく仕組みが必要だと思いません。

それには、やはり日本で非常に進んだ大量生産の技術の導入が必要ではないでしょうか。もちろん建設事業は大量生産ではありません。洋上風力発電の場合も地形によってひとつひとつ違うわけですが、何とかこの量産という考え方を導入していただければと思います。

井上 風力発電に関しては、(財)沿岸開発技術研究センターにおいて民間も参加した共同研究の場を設けて、洋上または防波堤上に風力発電装置の設置について技術的な検討を行っています。これまでの検討では、建設コストは内陸に比べて確かに割高になっています。

公共事業も含め建設事業における技術開発の投資額は、一般製造業の投資額が売上高の七、八%を投資しているのに対して、二%程度の非常に低い比率になっています。その理由には、公共事業、社会資本の整備は単品・注文生産であることから、技術開

発のための投資を回収する機会が非常に少ないことにあります。そのため、できるだけ新しい技術開発によって、大量あるいは工場生産型にしていく努力が必要です。また、公的機関との連携によってトータルに研究開発を進めるなど仕組みを考えて、トータルコストをリーズナブルなところまで下げる努力が必要です。このような取り組みが「場」の空間をより高度化して、国民の期待に応える空間にしていくために必要だと思えます。

森谷 日本の技術がここまで発展したのはさきほどから申し上げているように極めて大型の市場を目指して製品開発してきたからです。何社も市場に参入して、独自に開発して猛烈に競い合ってきた。かなりの開発費を投じて、非常に大型の市場だから回収できた。

しかし、公共事業のような社会の向上に向けた技術の場合は、個々の建設業者はとも研究開発費を出せないとします。そこで、(財)沿岸開発技術研究センターのような組織が中心となり、企業が共同して取り組み開発するという仕組みをどんどん仕掛けていくことが必要だと思えます。

### 地球を守る技術

井上 日本は科学技術創造立国をめざすとか、技術なくしては日本の発展はないといわれています。しかし、実際に国民が科学や技術に対して高い関心を持ち、かつ興味を持っていないか。また技術や技術者に対して正しく評価しているのかというと、私は非常に低く扱われているのではないかと懸



念じています。

OECDが調査した世界の中で科学技術に関心を持っている一般市民の割合は日本はほとんど最下位です。日本物理学会が学生を対象に実施したアンケートを見ても、理科は生活の中で大切だと考える学生の割合がアメリカが八十%以上、日本は五十%ぐらい。仕事に就きたいかは日本は二十%以下といずれも非常に惨憺たる状態です。

また、日本の中学生は理科や数学のテストの成績は、世界の中でも四、五番ぐらいですが、同時に好きか嫌いかとアンケートを採ると下から二番目ぐらい。要するに、テストでは諸外国の中でも上位にいますが、好きか嫌いかという嫌いな人はばかりという状態です。

先生は、技術や技術者に対して国民が正しく評価する社会をどう考えておられますでしょうか。

森谷 科学技術に対する関心や知識について考えるには、まず「科学」と「技術」は違うということを理解することです。特に日本ではマスコミが二つを混同して「科学技術」と表現しますが、これは大変な間違いです。アメリカでは科学技術に対して関心を持っている人が多いといいますが、こ

れは「科学」に対して関心が高いわけです。ヨーロッパも同様にサイエンティストが非常に尊敬されます。

日本の場合、明治以降に技術に非常に力を入れました。旧東京帝国大学設立時に工学部が最初から設置されました。驚くべきことに、これは世界の総合大学の中で最初の工学部なんです。ヨーロッパは総合大学の非常に長い歴史がありますが、神学や哲学が主で実用的な学問がほとんどなく工学部がありませんでした。ですから私は日本では技術がずっと高く評価されていたと思います。

しかし、一方でサッチャー元首相は、イギリスの産業が遅れる事態になったのは、エンジニアのステータスが低いためでと分析し、そのステータスを高めようしました。

日本は、実利的に物事を考えますから日本が技術で発展してきた段階では技術のステータスは高かったと思います。しかし、最近のものも技術もあふれている。また技術に対する期待感も強くないことから関心が低くなっていると思います。

井上 技術に対する国民の関心が低くなっている現状の中で、技術を専攻し技術を職業とする人も少なくなっている。その結果技術者のトータルの能力も下がるのではないかと。また、このまま推移するのか。これから我々が二十一世紀に豊かな生活を引き続き享受できる社会にしていこうと考えたときに、技術や技術者の役割は、現在よりも低い状態になってやむを得ないとするときがくるのでしょうか。

森谷 理工系離れと言われはじめたのはち

よつとバブルの頃です。当時の優秀な理工系の学生が、夢はトレーダーだといって証券会社、銀行に就職した。確かに証券会社も銀行も理工系の学生を大勢採用しました。しかし、トレーダーになるのはその中のごく一部です。なぜ理工系を採用するかといえば、証券会社も銀行もコンピュータを導入していますからそのための人材として必要だったためです。

その事実と、小・中学校の理科嫌いの問題は違う問題だと思います。理科嫌いの要因は、やはり教育のあり方が一番重要で、小学校までは理科好きだった生徒は多いのですが、中学に進学するとすぐに高校受験のための実験も行わない詰め込み教育を受けてしまつて、これでは生徒にはおもしろくありません。ですから、テストは高得点を取りますが、理科はおもしろくないとなる。これは受験戦争が理科教育を非常に歪めたと思います。

それから、根本的に理工系を専攻して科学者やエンジニアになったときに、それがどれほど将来、自分にとっていい仕事に就いて豊かな生活ができるか、技術に一体何ができるのかということに対して期待がだんだん減っていると思うんです。

では、技術に何を期待するか。基本的に従来の物理化学の基礎研究は、二十世紀と違って大きな成果は期待できないと思います。そこで私が言いたいのは、やはり社会生活を向上するための技術の可能性。ただし、これは革新的な技術では有り得ない。そこで、どういったモチベーションをこれらの技術に持たせるかについてです。

それは地球を大事にしていく技術です。技術によって豊かな社会生活をみ出すには、これからは地球を視野にいれた技術が非常に大きな役割になると思います。

これは若い世代の人にもわかってもらえらると思えます。本当に豊かな時代に生まれてきている世代ですから、社会のための豊かさといった面について、一種のボランティア的な面を訴えたい。そういう面で若い人を技術の分野に導いていきたいと思えます。

井上 そういう意味では、技術の分野が二十一世紀も非常に大切な時代だということですね。いままで、個々の生活の豊かさに向けた技術を一所懸命やってきた。そういう技術ももちろん必要に応じて進展しますが、自分の身の回りから社会へ、さらに世界から地球環境全体を見て、それに対してどんな取り組みをしたらいいのか。そのときに技術なり、それを活用して発展させる技術者の役割は大きいということなんですよ。

森谷 まさにそういうことだと思えます。

そのなかの大きなものがフロンティアの開拓です。フロンティアというとまずは宇宙です。地下もひとつのフロンティアですが、やはり海洋のフロンティアを開拓する。



これはこれから日本が活力を取り戻すために必要なことだと思います。

### 「物言つて人を育てる」

井上 技術基準の国際化は、実は土木建設技術の分野で非常に大きな問題になっていてます。造船関係では、もともとIMOなど各国共通の規定が整備されていますが、社会資本関係では、それぞれの国が独自の基準を設けていることもあり、ISOなどの基準の国際化に対してどう対応をとるべきか、非常に厳しい状況にあります。

森谷 土木建設分野は、これまで国際的な商品がなかった。しかし、これから国際化の時代には非常に大きな問題になると思います。船舶の場合は、正に国際商品ですからロイドルールがあり、それに準じてNKがありましたが、基準の国際化は非常に進んでいました。

国際標準を定める中で日本があまり発言できてないことがあります。ただ、例えばCD（コンバクトディスク）。これはソニーとフィリップスが開発をして両社が基準を作った。これがデファクトスタンダード。それからMP3といった画像処理の技術。これも日本が非常に進んでいましたから、基準を定める上で日本の主張をかなり取り入れた。ですから、やはり技術が進んでいくことがどうしても必要です。日本人は英語力の問題があり国際会議でも丁々発止のやり取りをするにも、どうしても不利という面があります。しかし、それを技術が進んでいることでカバーしないとイケないし、かなりカバーできると思うんです。

井上 港湾技術については、もちろん欧米も相当の取り組みを行っています。日本も負けないぐらいの技術力があります。しかし、技術基準の国際化の中でヨーロッパ型の基準と日本の基準との間では、どうしても考え方の違いがあります。ですから、ヨーロッパ型の基準が国際基準の中に反映されると日本がいままで蓄積してきた技術基準が使えなくなる問題があります。

特に、日本が圧倒的に強い地震・耐震設計基準は、日本の研究者や技術者が、国際会議の場で委員長を務めるような立場でやっていた方がいいと思います。(財)沿岸開発技術研究センターでも国際化の技術基準の委員会をつくって研究していますが、やはり海外から入る情報を翻訳して反論するには、そのプロセスに大変な時間がかかり苦労している状態です。また、どうしても国際会議の場は人数からいえば欧米の人が中心になる。ですから、いつも少数派の中でがんばらないといけない。今後、技術基準の国際化は相当進展します。日本が技術立国でいく以上は日本の持っている技術レベルや、本来世界にも通用するはずの規定や基準が世界的な基準化の中にならなくてはまるよな努力をしていきたいと思います。

森谷 日本はいままでこんなに良いものがこんなに安くできるのだと技術に物を言わせてきたと思います。しかし、これからは国際会議などの場で物を言う日本人がどうしても必要です。

井上 やはりそういう人材を育てて、そういう場で発言できるような力をつけておかないといけないでしょうね。

# 21世紀の海域施設の新しい耐波設計法に関する国際ワークショップ (International Workshop on Advanced Design of Maritime Structures in the 21st Century)

## はじめに

「21世紀の海域施設の新しい耐波設計法に関する国際ワークショップ」が平成十三年三月五日から六日に横須賀市で開催された。この国際ワークショップは、この分野の不定期な国際ワークショップの一つで、国土交通省港湾技術研究所(小和田亮所長)が主催し、(財)沿岸開発技術研究センター(土木学会の後援で行われた。会議は、将来の海域施設の設計法のありかたを議論しようとするものであり、ワークショップ実行委員会(合田良実委員長)



ワークショップでの活発な議論の様子

によって組織されたものである。十九編の口頭発表、二十編のポスター発表があり、各発表後の討議だけではなく最後のパネル討議でも積極的な議論があった。特に、外国からはこの分野の指導的な研究者が参加し、非常に活発な発表および討論となった。

## 信頼性設計と性能設計

二十世紀において海域施設の設計技術は大きく進歩し、現在では、巨大な波に耐えることができる大水深防波堤など近代的な構造物を設計できるようになっている。しかし、現在の設計法が二十一世紀においても引き続き十分なものであるのかどうかについては疑問がある。

二十一世紀の土木技術者には、構造物の破壊確率、変形の程度、破壊の影響、そして必要な維持管理などを設計時に明らかにすることが求められるように



レセプションで挨拶する井上興治  
(財)沿岸開発技術研究センター理事長

表-1 ケーソンの性能マトリックス  
Performance Level

Design Level	Limit states	Serviceability (3cm)	Repairable (10cm)	Ultimate (30cm)	Collapse (100cm)
	5-year		B	C	
50-year			B	C	
500-year	A			B	C
5000-year			A		B

縦軸は四種類の再現期間の波のレベルで、横軸は四種類の極限状態の性能設計のレベルである。表中の記号AからCは防波堤の重要度を示している。

うになると考えられる。すなわち、建設される構造物の性能をより詳細に、また正確に示すことが重要になっている。たとえば、設計条件を上回る高波や高潮が来襲する危険性は常にあり、そうした場合に何が起きるのかを把握した上で、その対策を含めて設計を行う必要がある、広範囲な性能照査に基づく設計が重要となる。

ワークショップでは、合田教授やブルカース教授(ペンマーク)のキーノートアドレス、あるいはバンデルメーヤ博士など多くの発表が、二十一世紀に向けて海域施設の耐波設計技術として確率や変形を考慮した設計の必要性を述べており、それを信頼性設計、あるいは

は性能設計と呼んでいる。ただし、単に設計者のための設計というより、国民に説明できる設計として、より広義な用語として性能設計と使うことを港研の高橋特別研究室(日本側)が提案している。表1に、高橋重雄らが提案するケーソンの性能マトリックスを示す。

## 大型施設による実験

将来の設計では、設計条件を上回っても構造物がどのような破壊にとどまるかを予測することが重要である。大規模な実験施設では、こうした破壊を含む実験が可能となり、将来の設計に大いに役立てることができると期待されている。また、二十一世紀には解決できなかった、基本的な問題の解明にも貢献すると考えられる。ワークショップでは、ドイツのハーバーの三〇〇m造破水路や、日本の大規模波動地盤水路の紹介があった。

## 数値計算

将来の設計にはコンピュータが不可欠であり、波と構造物の相互作用も流体運動を直接数値計算によって解くことによって把握することが可能である。VOF法による波の数値計算結果を設計に用いることについて、磯部教授ほかからいくつかの紹介があった。

## 新しい構造

二十世紀後半には、多くの新しい構造が提案されている。二十一世紀にもさらにこの分野の発達が期待されており、いくつかの興味ある新構造が紹介されている。また、アイスランドのシガーソン博士からは日本では知られていないバーム防波堤の紹介があった。

## おわりに

二十一世紀の設計法として、信頼性設計あるいは性能設計という概念での設計法が提案されているが、今後この方向で技術開発が急速に進むものと期待される。また、大型施設による破壊も含めた現象の把握や、数値計算のめざましい進歩に根ざしたさらに合理的な設計法へのアプローチの重要性が、今回日本から発信されたことの意義は極めて大きいものがある。

参考：海外からの主要な参加者  
Prof. H.F. Burchinal (アメリカ), Prof. H. Oumeraci (フランス), Dr. S. Sigmundson (ノルウェー), Prof. L. Franco (イタリア), Prof. A. Lambert (イタリア), Prof. R. Yu, Cheong-Rok (韓国), Prof. Yu. Xiong (中国), Prof. M.A. Losada (スペイン), Dr. J. Van der Meer (オランダ), Dr. M. B. de Groot (オランダ), Prof. N. Kobayashi (米国), Dr. J.A. Maby (米国)

文(財)沿岸開発技術研究センター  
理事・リサイクル研究部長 鶴谷広一

平成13年1月26日に発生したインド西部大地震の復旧・復興支援の事前調査のために、内閣府政策統括官(防災担当)付布村明彦参事官を団長に、国土交通省3名、JICA3名、他1名で構成された「インド地震災害復旧・復興要請背景調査団」が2月26日～3月6日の日程で現地に派遣されました。

港湾空港技術研究所地盤・構造部野津厚主任研究官は、同調査団の一員として港湾関係を中心として調査に当たりました。以下に野津主任研究官に寄稿いただいた調査報告をご紹介します。

# インド西部大地震によるカンドラ港の被害

独立行政法人港湾空港技術研究所  
地盤・構造部 主任研究官 野津 厚

## はじめに

二〇〇一年一月二十六日に発生したインド西部大地震(モーメントマグニチュード七・六)ではパキスタン国境に近いグジャラート州で甚大な被害が生じた。本地震による死者は約二万人と報告されている。我が国政府は復旧・復興支援のニーズ把握を目的とした調査団を二月二十六日～三月六日の行程で現地に派遣した。筆者は調査団の一員としてインド有数の貨物取扱港であるKandlaの被害を調査する機会を得た。以下はその報告である。

## 被害の概要



図-1 Yagi and Kikuchiの断面モデル<sup>1)</sup>とKandla港(2つのモデルのうちここでは南落ちのModel 1を示す)

Kandla港は図1に示すようにGulf of Kach(カッチ湾)の湾奥から北に延びるKanda Creekの西岸に位置している。Kandla港には貨物用バースが八(数え方によつては十)、石油バースが四存在する。これらのバースはすべてKandla Creekに平行な南北方向の法線を有する。今回の地震では貨物用バースNo.15と石油バースに被害が生じた。また背後地盤では大規模な液状化が発生し、上層等に深刻な被害を及ぼした。今回は貨物用バースNo.15及び背後地盤の液状化を中心に調査を行った。

貨物用バースのうちNo.15は一九五五年に竣工したRC杭式棧橋である。設計はドイツ人技術者によることである。写真1はバースNo.15の外観を示す。このように、棧橋は柱と梁の組み合わせからなる上部工をRC杭が支える形式である。我が国の横棧橋では背後に土留めが存在することが多いが、本施設では緩傾斜護岸となっている。地盤条件は、比較的厚いシルト層の上に厚さ二m程度の埋立を行ったものである。

Kandla港は干満の差が大きく七mに達する。この結果干潮時には小船で上部工の下に入り、杭の被害状況を見ることが出来る。調査当日の十三:〇〇には干潮であったので、杭の被害状況を見ることが出来た。

写真2はRC杭の杭頭部付近に生じたクラックを示す。写真でわかるとおり、ほぼすべての杭において杭頭付近にクラックが生じている。なお、クラックは主に護岸法線方向に垂直に生じている。このことから、当該棧橋に作用した地震外力がほぼ護岸法線平行方向(南北方向)であったと推察される。これは、本地震が東西方向に走向を有する逆断層で発生し、またKandla港が震源断層の真南に位置しているため、Kandla港では断層に直交する南北方向の揺れが卓越したためであろうと想像している。



写真-1 バースNo.1-5の外観



写真-2 RC杭の被害状況(直杭に生じたクラック)



写真-3 陸側のRC杭に生じたコンクリートの剥落

土ではなくその下の原地盤に生じたものと考えられる。貨物用バースNo.7背後の上屋の液状化による調べたところ、杭基礎が打設されていた部分とそうでない部分の間に段差が生じていた。この段差から液状化による

今回の地震でKandla港の背後地盤では液状化が生じた。液状化は層厚二mの埋



写真-4 液状化による棧橋-背後地盤間の段差



写真-5 液状化による噴砂

沈下は二十cm程度であったと推定される。写真4は貨物用バースNo.7(棧橋)と背後の地盤の間に生じた段差を示す。棧橋は杭上に存在するので地震時に沈下は生じない。それに対して背後地盤が液状化により沈下したため段差が生じた。段差は二十cmにのぼる。同様の段差は貨物用バースNo.6、8に共通して存在していた。写真5は背後地盤の噴砂の跡を示す。

## カンドラ港の復旧に向けた課題

Kandla港の復旧と耐震性向上に向けた課題は多い。まず、地中部の杭の状況把握が課題となっている。これについては構造・地盤の条件や上部工の残留変位についての情報が必要である。一方、Kandla港は干満差の大きい港湾であり、杭の被災部分は干潮時には水面上にあるが満潮時には水面下に没する。このような特殊な環境において最適な復旧工法および材料とは何かについて検討が必要である。最後に、今後の地震災害軽減のため、液状化対策を行うことが必要であると考えている。

## その他の所感

今回、カンドラ港で発生した被害を解明する上で最大のボトルネックは強震記録が得られていないことである。今回の地震で震源に最も近い記録は震源から二〇〇km以上離れたグジャラート州最大の都市アーメダバードで得られたものである。住宅等が壊滅的被害を受けたブジ市では地震計は存在したが地震計が壊れた山に埋まっていると言われている。このため、構造物に作用した外力が判らず、復旧断面を決めるにも、外力レベルの妥当性について十分な検討を行うことができない。この点で我が国の港湾で我々が経験している被害調査と大きく異なる点であった。

## 謝辞

Kandla Port TrustのRajshankar氏とSahani氏には現場を説明していただきました。調査に同行された在印日本大使館の山根参事官にはいろいろな面で助けていただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 東京大学地震研究所(<http://www.earth.tkyo.ac.jp/home.html>)
- 2) 野津・井谷・WANI: 震源近傍の地震動の方向性に関する研究その応用、港研報告、Vol.40、No.1、2001年3月、pp.107-110。

「浮体式防災基地」

# もしもの災害のために浮かぶ防災基地

## 大震災の復旧活動を教訓に 生まれた防災基地

一九九五年一月十七日に発生した阪神・淡路大震災では、建築・土木構造物の甚大な被害により長期間にわたり都市活動が停滞しました。このときの救援・復旧活動を通して、災害発生直

後から本格的復旧活動までの二週間の初期段階で海上からの支援活動の重要性が再認識されました。重大な被災を被った地域においても係留や停泊していた船舶はほとんど被害を受けず、さらに物資の搬入や臨時の宿泊施設として船舶が果たした役割は極めて大きいものでした。



港からの支援活動（神戸港）

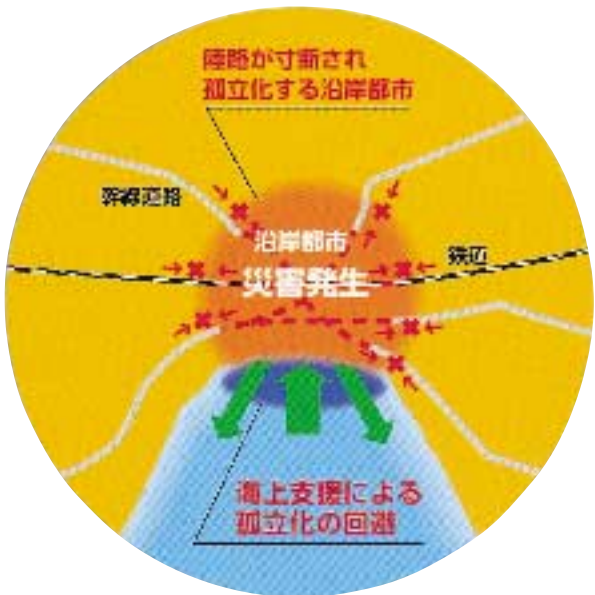
このような経験から、地震災害における海運、港湾施設の役割が見直されるとともに、地震に強い浮体の有用性が国民に広く認識されるきっかけにもなりました。そこで、運輸省（現国土交通省）は、浮体構造物の「地震の影響を直接受けることがない」という優れた特徴を生かし、積極的に防災に活用

するために東京湾、大阪湾、伊勢湾の三大湾に浮体式防災基地の整備を行いました。浮体式防災基地は、地震災害時などの緊急時に、被災地に曳航していき、避難生活や復旧活動を支援する防災基地にすることを目的とした浮体式構造物です。

この構造物は、浮体の持つ次の特徴を生かして計画されました。地震の影響を直接受けることがない（耐震性）、曳航することにより被災地までの異動が可能（移動性）、内部空間を利用し緊急物資の一時保管が可能（内部空間の利用）。

また、阪神・淡路大震災における海からの支援活動での教訓を生かし、災害時には、次の機能を発揮することを想定しています。

- ・ 海上からの緊急物資の輸送・搬入
- ・ 啓開資機材の搬入、搬出
- ・ 緊急物資の荷さばき、一時保管
- ・ 交通拠点
- ・ 病人、けが人の緊急輸送施設（ヘリポート）



海上支援活動の重要性



災害時利用想定図（東京湾）

- ・ 地域住民の海上輸送拠点
  - ・ 救援復旧活動拠点
  - ・ 情報拠点 指令拠点
  - ・ 医療、衛生活動への支援拠点
- 以上のことから、三大湾の浮体式防災基地は、次の共通の特徴・機能を有しています。

緊急時の移動に配慮した、離脱可能な係留とカットアップされている浮体底面、一〇〇〇トン級貨物船が係留可能、中・小型ヘリコプターが離発着可能なスペースを確保、二五トン吊トラククレーンが走行、吊り作業可能、甲板上にテナント用のフック金具を配置

さらに、各浮体式防災基地は、地域的特性や技術開発的な配慮も加味してそれぞれ異なる構造と特色を有しています。



# 地域的特性を生かした 三つの防災基地

東京湾の浮体式防災基地は、現在は横浜港に係留されています。

浮体構造…鋼構造

長さ×幅×高さ…

八十m×二十五m×四m

特色は次のとおりです。

浮体両側面がダブルデッキとなっており、上側を大型船舶、下側を小型船舶が係留可能

浮体内部の物資保管スペースでフォークリフトが使用可能

大阪湾の浮体は、通常時には此花地



通常時の利用。大阪湾ではユニバーサルスタジオジャパン(USJ)の旅客船棧橋として利用

区島屋に係留され、平成十三年四月にオープンした大型テーマパーク・ユニバーサル・スタジオ・ジャパンの海側玄関口として旅客船の公共棧橋として利用しています。

浮体構造…PCハイブリット構造

長さ×幅×高さ…

八十m×四十m×四m

主な特色は次のとおりです。

大型ヘリコプターの離発着が可能なスペースを確保

通常時は屋根を設置。この屋根は災



ドックから係留場所へ曳航中(伊勢湾)

害時は撤去可能  
二〇〇〇トン程度の旅客船に係留可能

伊勢湾の浮体は、対象海域が広いため複数箇所でも利用できるように、また、狭隘な港にも利用できるようにA・B函二つに分割できる構造としました。

通常ではA函は名古屋港金城埠頭、B函は名古屋港カトーデン埠頭に係留して官公庁船等の浮棧橋として利用します。

浮体構造…RCハイブリット構造

長さ×幅×高さ…

A函 四十m×四十m×三・八m

B函 四十m×二十m×三・八m

主な特色は次のとおりです。

A函、B函をそれぞれ単独で使用可能

スライドガイドで連結して一体として利用可能

A函、B函の連結方法次第で、八十m岸壁の確保可能

(財)沿岸開発技術研究センターでは平成十年度から十二年度にわたり、三大湾区の浮体式防災基地の検討、設計を「浮体式防災基地技術課題検討委員会」の指導を受けながら実施しました。

これまで、防災基地に限らず浮体の利用に関する調査研究を精力的に実施しており、浮体式防災基地はその成果の一つといえます。今後、さまざまな有効的活用方法が期待されますが、災害時の機能を活用する機会には恵まれないことが望まれます。

平成12年9月1日、運輸省第五港湾建設局 現国土交通省中部地方整備局)は、伊勢湾に配備された浮体式防災基地を用いて、自衛隊、海上保安庁、愛知県及び名古屋市と共同で合同防災訓練を行いました。

訓練は、船舶による海上防災訓練、ヘリコプターによる救難訓練及び緊急物資輸送訓練、トラック、消防車等による緊急物資輸送訓練が行われ、滞りなく終わることができました。参加メンバーからは「実用に十分に耐えることがわかり、災害時には大いに活用したい」との声も頂き、地元自治体から高く評価されただけではなく、マスメディアにも反響がありました。また、その後愛知県を襲った河川水害では、救難基地として活躍しました。



浮体式防災基地の内部空間

「那覇港沈埋トンネル」

# 沖縄の空と海の玄関を結ぶ

## 海洋土木技術の粋を結集する 沖縄県初の海底トンネル



沖縄県の海の玄関口・那覇港は四つのふ頭を持ち、さまざまな表情があり

ます。県内で消費あるいは生産される物資のほとんどが經由される運輸ターミナルとして、平成九年には待望著しい国際海上コンテナターミナルもオープンするなど国際貿易港として、また、都市型海洋リゾート施設の整備計画もあり、新世紀においてさらなる発展への大きな期待が寄せられています。

一方、一九九九年四月には、那覇空港の新ターミナルが供用開始され、新しい沖縄の空の玄関口として機能しています。この二つの玄関口が隣接する那覇港地区には、今後

さらに取り扱い貨物量及び人々の流入量の増大が予想され、港湾・空港関連交通における輸送体系の整備が不可欠となっています。そこで、那覇港と那覇空港を結びことで背後圏との円滑な輸送体系を強化し、既存幹線道路の慢性的な交通渋滞の解消を図るために計画されたのが、那覇港沈埋トンネルであり、県内初の海底トンネルとなります。本トンネルは昭和六十三年二月に行われた那覇港港湾計画における臨港交通施設の一環として計画された臨港道路で、那覇ふ頭港口部を横断して、三重城側地区と那覇空港方面を結ぶため、現在、沈埋トンネル工法により海底トンネル部の建設が進められています。トンネル区間の延長は一一四三m、このうち沈埋トンネル部の延長は七二四mで、この区間に全八函の沈埋函が設置されます。工事の主体は沖縄総合事務局那覇港湾空港工事事務所があたり、設計や施工計画、技術的課題の抽出などについて（財）沿岸開発技術研究センターがバックアップをしています。那覇港沈埋トンネルの核となる構造

物が沈埋函で、函体は幅二六・九四m、高さ八・七m、長さは九〇mと九二mの二種類がある鋼殻とコンクリートのハイブリッド構造になっています。八つの沈埋函を製作し、所定の位置に沈めてつなぎ、整備すればできあがるわけですが、巨大な構造物を海上で扱うなど、解決すべき課題を常に突き付けられ、建設土木技術の粋を集めた一大事業なのです。ここで完成までの工程を見てみましょう。

・海上工事  
沈埋函据え付け位置の浚渫と、沈埋函の沈設から埋め戻しまでの一連の作業。

・函内工事（トンネル設備工）  
沈埋函内部を貫通させ、道路としての設備を確保するための設備工事。  
立坑（三重城・空港側立坑部）  
道路としての機能を確保するための下部と、換気機能を有する上部に分けられ、地下三階地上四階の建物となる。

・掘削部  
沈埋函と立坑を接合し、土留を施工し掘削を行う。

二〇〇一年十月には、三重城側に設置される一号函がいよいよ沈設される予定です。

また、陸上部に現れる唯一の建物である換気塔は、景観に配慮した沖縄の海の玄関口にふさわしい外觀デザインになっています。環境への配慮として換気方式は排気ガスに含まれる二酸化窒素及び一酸化炭素の濃度を環境影響評価指数以下の希釈し、地上三十二mの高さに排出します。

# 自然エネルギー導入を通して 地球環境保護の姿勢を貫く

(財)沿岸開発技術センターが委託された那覇港沈埋トンネルプロジェクトの調査研究業務の中では、本トンネルの電気設備への電力供給における新エネルギー（風力等）の活用の可能性並びに沈埋トンネルの維持管理費低減の可能性についての検討があります。

この背景としては、港湾・沿岸域の場は本誌「特集」で見てきたように、今後、新エネルギーの開発・利用の場として提供するとともに、港湾関連施設などの運営に必要な電力に新エネルギーを活用していく必要があるためです。那覇港沈埋トンネルに必要な電気設備としては、換気設備、非常用設

備、照明、排水設備、受配電設備、立坑建築設備などがあり、これらの設備に供給するための新エネルギーとして風力発電、太陽光発電、蓄電池、自然光の採光等の候補が挙がり、それぞれについて実現性を検討しています。

二酸化炭素温室効果ガス削減を進めるために、那覇港沈埋トンネルにおいても積極的に新エネルギーの利用促進に取り組んで行く必要があります。今後は、設置場所の選定方法、建設費の低減化方策と経済性の精査、関係行政機関等との協議・調整等の課題に取り組んでいくこととしています。

那覇沈埋トンネルでは、これら以外にも、地震災害時にもトンネルが変形しにくい構造や工期短縮及びコスト削減のために国内初の新しい工法を積極的に導入して事業が進められています。沖縄の海と空を結ぶ沖縄県初の海底トンネルは、このよつな面から今後、二十一世紀に計画される他のトンネル技術に寄与するものと期待されています。

## 那覇沈埋トンネル調査研究事業

年度	課題・調査名
1995	那覇港臨港道路空港線整備計画調査委託
	那覇港臨港道路空港線構造技術検討調査委託
	那覇港臨港道路空港線係留施設技術検討調査委託
1996	那覇港臨港道路空港線立杭部構造施設技術検討調査委託
	那覇港臨港道路空港線係留施設技術検討調査委託
	那覇港臨港道路空港線沈埋部構造施設技術検討調査委託
1997	那覇港臨港道路空港線整備計画調査委託
	那覇港臨港道路空港線立杭部構造施設技術検討調査委託
	那覇港臨港道路空港線沈埋部構造施設技術検討調査委託
1998	那覇港(那覇地区)道路(空港線)整備計画調査委託
	那覇港(那覇地区)道路(空港線)技術マニュアル作成委託
1999	那覇港(那覇地区)道路(空港線)技術検討調査委託



仮設工



沈埋函製作 (県外)



回航



沈埋函製作 (沖縄)



海上工事



函内工事 (トンネル設備工)



立杭 (三重城・空港側立杭部)



堀割部

## インドネシアバタム島における海洋鋼構造物製作事業

### はじめに

バタム島は、人口約四十万人（非公式には七十万人とも）、面積は四一五km<sup>2</sup>、シンガポールからのフェリーが一日あたり約七十便・航海時間約五十分、シンガポールに最も近いインドネシアの島です。一九七〇年代はじめから、インドネシア政府により工業開発重点地域に指定され、八九年にシンガポール政府より提唱された「成長の三角地帯」構想を契機に開発が進展、安価な労働力が調達できることに加え、同島が保税地域（自由貿易地域）として関税がかからないこと、数々の税制優遇措置があることから、日系企業約四十社を含め、電器・機械の部品製造・組立や造船・繊維業を中心に、国内外から投資が集まり、九九年末現在で、バタム島に対する総投資額は約七十億US\$にのぼっています。

### Nippon Steel Batam

新日本製鉄株式会社がバタム島の西側タンジムンウンチャン地域に、PT. Nippon Steel Batam Offshore Service (NS-Nippon Steel Batam社) を設立したのは一九九四年。インドネシア及び東南アジア

における海洋鋼構造物の製作・加工拠点、加えて、新日本製鉄が所有するDerik Pipe Line Lay Barge「ヘンジョ」の帰港基地として、営業を開始しました。

九四年当初は、電気・水道等のインフラも無く、雨が降るとぬかるんで膝が埋まるくらいでしたが、以来、土地拡張・地盤改良・岸壁線補強・工場建設・インフラ設備・コンピュータ設備等の投資を行い、現在、年間売上高約十五〜二十百万US\$、日本人四人・外国人七人を含め従業員約四〇〇名（期間雇用者を含めると約八〇〇名）、面積約十四ha、建屋面積二二〇〇m<sup>2</sup>、長さ三三〇mの岸壁、重量物出荷用Slipway二本（耐荷能力七〇〇〇Ton）、六五〇Ton Crawler Crane 一台等を始め多数の大型重機を擁し、東南アジアでも有数の海洋構造物加工ヤードとなっています。

Nippon Steel Batam社が主に対象としているのは、石油ガス開発会社の洋上掘削・精製・搬送基地となるプラットフォーム



ーム（写真：例）の製作・加工であり、九四年の設立以来、インドネシア・マレーシア・タイ・ミャンマー・インドといった東南アジア各国の石油・ガス開発プラットフォームの製作・改造に多数の業績を残しています。このほか、直近で完了したPremier Oil

Natura Sea Limited向けプラットフォームを例に取り、石油・ガス開発の現状と海洋構造物製作の実態をご紹介します。

### ナツナ海域のエネルギー開発

去る一月十五日、インドネシアナツナ海域の天然ガスをシンガポールに発電エネルギーとして供給するパイプラインが完成し、供給開始を記念するパーティーが、シンガポール首相コー・チョク・トン氏、インドネシア副首相メガワティ女史他多数のVIPを集めて、シンガポールにて開催された。一部報道でニュースも流れたのでご存知の方もいるでしょう。

インドネシア西ナツナ海域は、水深約七十m、カリマンタン島西沖に位置する東南アジア最大の埋蔵量を有する石油・ガスフィールドと言われており、鉱区を担当するCONOCO・PREMIER・GULF各社はその開発に拍車をかけています。

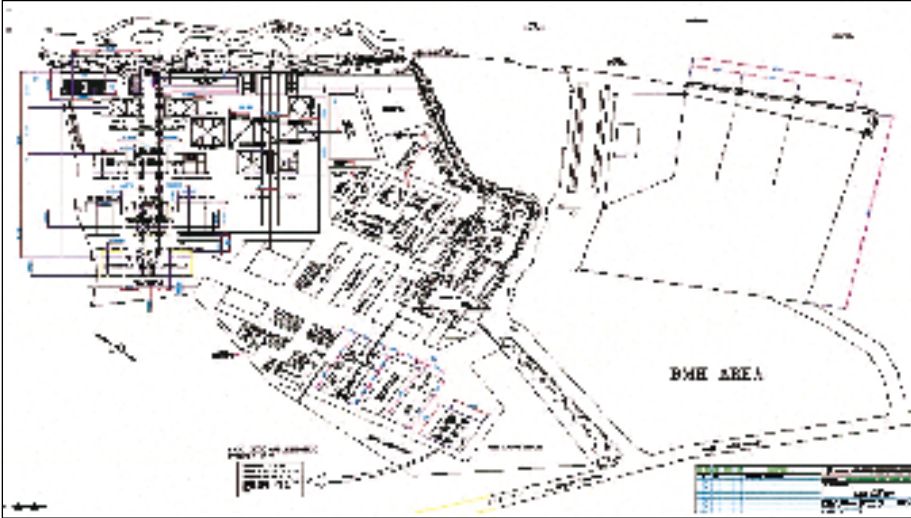


先日シンガポールに供給を開始したのは、PREMIERの「ANOAプラットフォーム」。このプラットフォームはかつては石油掘削用に作られたものですが、一刻も早い天然ガス供給開始の為、昨年夏、Nippon Steel Batam社での設備改造を含め、急遽天然ガス供給に合わせた改造を行ない、一月の供給開始に間に合わせたものでした。

一方「ANOAプラットフォーム」で採掘されるガス、及び、新しく周辺から採

## プラットフォームの製作

握る大量のガスを分離・精製するため「ANOVA」に隣接して新規プラットフォームを設置するプロジェクトが「ANOVA GAS EXPORT (AGX) PROJECT」のプラットフォームの製作・加工を請け負ったことになりました。



プラットフォームの高さは約七十六m・重量約二〇〇トン、その上部となるデッキ・モジュールは、高さ約二十四m・重量約三三〇〇トン・投影床面積四〇〇㎡、合計の高さが約一〇〇階建てのビルに相当する大規模なプラットフォームであった。

さらにもこのプロジェクトは、通常の規模のプラットフォームなら設計・調達・加工に二十四カ月程度の工期がかかることを、十七カ月で終らせることを求められている特急プロジェクトでもあり、下部のジャケッットを二〇〇年九月初めに、上部のデッキ・モジュールは二〇〇一年三月末までに完成・出荷させることになりました。

ジャケッット・デッキ共に四月初めに加工開始しましたが、それに先立って、これだけの大規模な重量物を製作するにあたって、その加工方法・製作場所・出荷方法等について、綿密な検討・対策が行なわれました。

三三〇〇トンの重量物を製作さらに出荷時に通過する場所には、地盤沈下を防止するコンクリート基礎杭の打設、工場稼働を二十四時間に制限する昼勤・夜勤の二交代制、生産率向上・高所作業削減を図る為の大型クレーンを活用した大ブロック工法の採用等、工期短縮・作業安全確保のための様々な対策が実施されることになりました。

実行においては、加工設計プロセスにおけるコ



ンピュータソフトウェアの最大活用により、人為ミスを極力削減し、Primavera等の進捗管理ソフトウェアの活用した厳密な工程管理の実施、過去の経験・技術を生かした工夫、作業員の昼夜を問わない作業により、工程を遵守し、九月六日予定通りジャケッットを出荷完了。同じく新日鉄所有のDerrick Barge「ヘムス」(保有クレーン吊能力：二八〇〇トン)を使用して、九月十五日現地に据え付けられました。

デッキに関しても、インドネシアでの最大の休日であるハリラヤ(断食明けの大祭、日本で言うお盆と正月を併せた状況)さえも特別手当を支給して作業員に作業を続行させる、管理者全員による安全管理の強化等により、厳しい工程を守りながらも無災害を継続、つい先日四月二日に出荷を完了しました。現在輸送中であり、後日「くろしお」を使っての現地据付けが行われる予定になっています。



現地に着任して約一年半が経ちました。流石に熱帯の気候には慣れ、またインドネシア語での会話もかなり上達しました。彼らののんびりとしたペースに時に苛立つこともありますが、「ここはインドネシア」とこちらも腹を括り、根の陽気な彼らとの仕事を楽しく余裕も少し、出来てきました。

Nippon Steel Batam社 塚田祥氏



Nippon Steel Batam社に着任した日本人スタッフ一同。本稿筆者は、向かって一番右の人物

その中で勝つ残るために、先駆する外国系企業としても、品質・安全面を含めた高い信頼性、より多くの経験を生かした競争力の強化が求められています。

今後その役割は変らないものの、一方で、東南アジア経済の回復及び高い石油価格に支えられた石油ガス開発の増加が見込まれる状況下においても、ローカル鋼構造物加工ヤードにおける技術レベル向上が急速に進んでおり、生き残りをはか

## おわりに

使ったシンガポールへのガス供給が開始される予定です。

Nippon Steel Batam社は、インドネシアバタム島に設立されてから七年間、先進外国企業としての技術優位・信頼性を生かし、多数の石油・ガス開発プロジェクトを受注し、東南アジア地域のエネルギー開発の発展、さらにはインドネシアのローカル技術者のレベル向上に寄与してきました。

# ONE POINT LECTURE

## 浮体の力学的応答について

～浮体に関するQ&A～

浮体に作用する波には  
どのようなものがありますか

# A

浮体は、波浪等の影響を受けて動揺します。外力の主なものは、自然に発生した風浪による波ですが、船が航走することにより生じる航走波も無視できません。

(1) 港内の波について  
ナウファス(全国港湾海洋波浪情報網)のデータから湾内波浪の出現頻度の例を図 1 に示します。これによると、港内に自然に発生する波浪は有義波高 1m 以下及び有義波周期六秒以下の波がほとんどです。

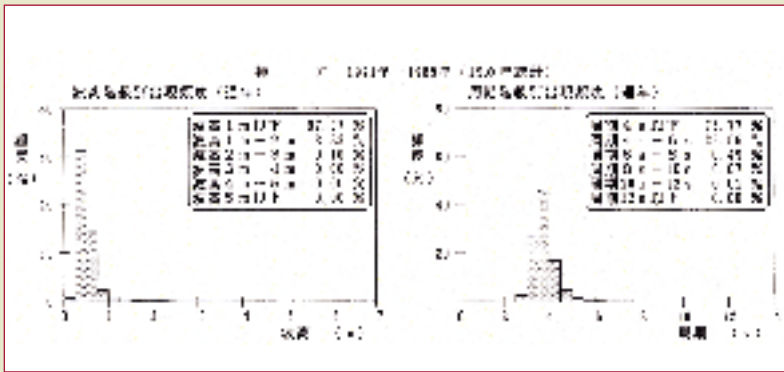


図 - 1 湾内波の波周期及び波高の出現頻度

(2) 船舶の航走波について

船が航行することによって、図 2 に示すような船とともに進行する航走波(航跡波、後続波、引き波などとも呼ぶ)が発生します。Kusyo 波と呼ばれる特有の波紋を形成し、波の頂は横波(Transverse wave)と縦波(Diverging wave) からなっており、横波と縦波の接合部はCuspと呼ばれています。

航走波のある観測点で計測すると、図 2 のような波群としての振る舞いの波面変動となります。様々な方向に進行する素成波から航走波は形成されており、横波は進行方向  $\theta=0^\circ$ 、Cusp 上は  $\theta=35.16^\circ$  の素成波に相当しています。航走波は船の進行方向に船と同じ速度で進むため、船速が早いほど波長が長くて波周期が大きくなるようになります。航走波の周期を船速で表したのが図 3 です。港内では十二kts程度が最大の航行速度と考えられるため、周

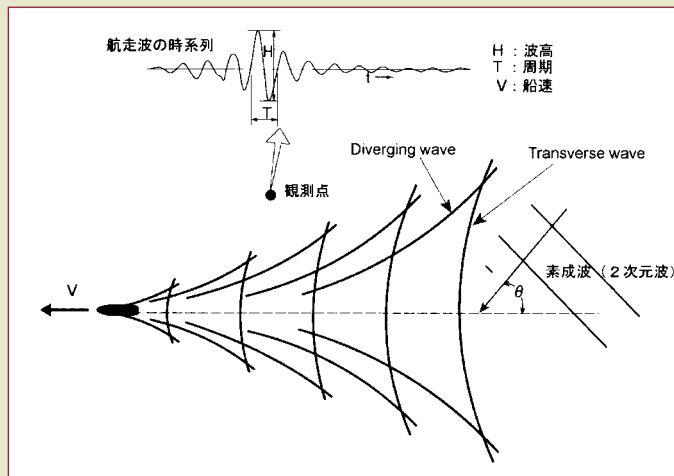


図 - 2 航走波のパターンと観測波高の例

期は最大で四秒程度になります。小型浮体の運動の固有周期は四〜六秒程度が多いため、航走波に同調する可能性があります。

図 4 は航走波の最大波高と船速との関係の例で、最大波高  $H$  と船速  $V$  の関係を無次元値で表したものです。

図中の推定式で航走波の波高をほぼ推算できます。例えば、長さ五十 m の船が十二ktsで航走したときには  $H/L=0.28$  となるので、 $H/L=0.9 \times 0.2835 = 0.01 \times 50 = 0.5$  となります。

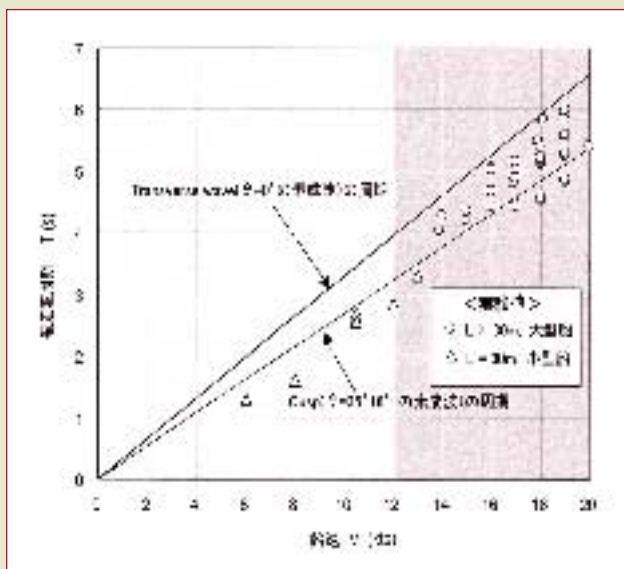


図 - 3 航走波の周期と船速の関係

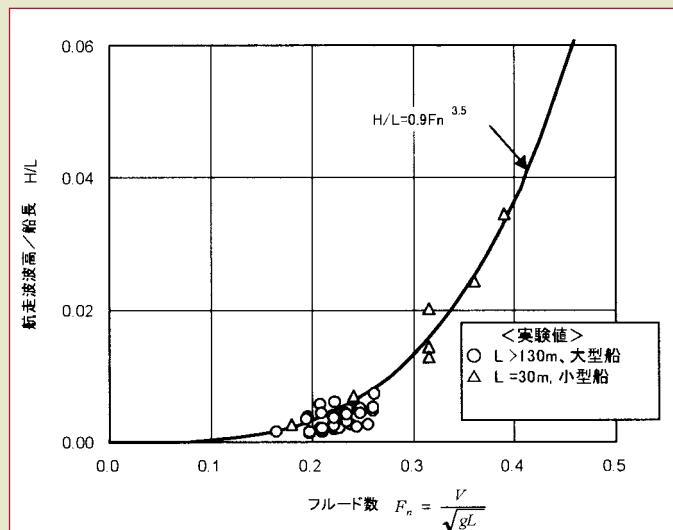


図 - 4 航走波の波高と船速の関係

# 波による外力により浮体はどのように運動しますか

## A

浮体橋のような通常サイズの浮体の運動は六自由度の剛体運動として表現することができ、図 5 のように座標軸方向の並進運動と座標軸回りの回転運動で表現されます。この中で顕著な運動は横揺れ(Roll)と縦揺れ(Pitch)です。

### 浮体橋等の通常サイズ浮体の動揺特性

RollとPitchの規則波中運動振幅を波長と船長比( $L/\lambda$ )について、応答倍率(最大波傾斜 $\alpha$ )に対する運動振幅の大きさで表すと図 6 のようになります。

Rollは減衰の小さい運動であるため、その固有周期に合う周期の波浪外

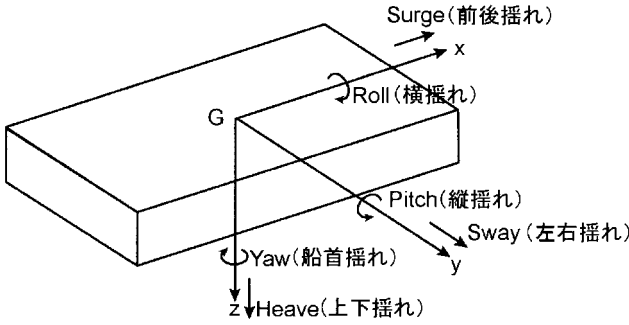


図 - 5 浮体の6自由度運動

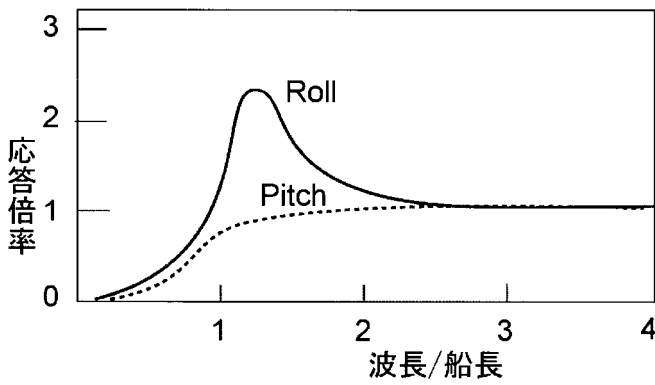


図 - 6 Roll、Pitchの応答特性

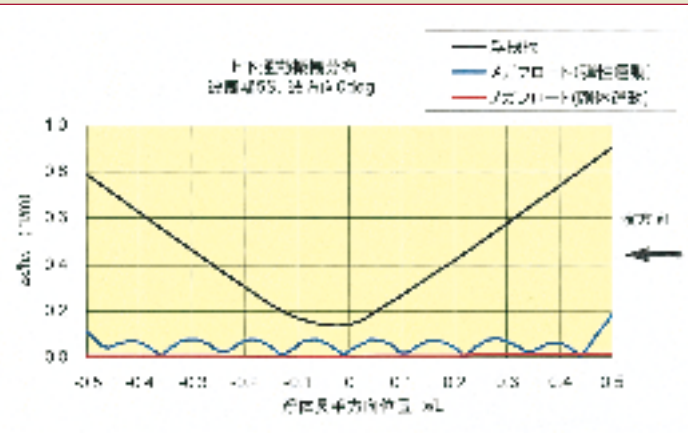


図 - 7 浮体橋とメガフロートの上下運動振幅の比較

乱が作用すると共振現象が発生し、応答倍率が1を越えて二〜三倍になることもあります。一方、Rollは減衰が大きい運動であるために、固有周期域での共振運動は発生せずに、Roll強制モーメントが大きい波長・船長比 $\sim 0.5$ 付近の波周期域でほぼ波傾斜と同程度の運動をします。

### メガフロートの動揺特性

浮体長さが数十mの浮体橋と100m級メガフロートの上下運動振幅の長手方向分布を図 7 に示します。浮体橋などの小型浮体は浮体全体が波による水面上下運動や水面傾斜に乗ったようになるのに対し、メガフロートではその大きさの効果により、浮体の範囲内に波の山谷が無数入り、その各々の力が互いに打ち消し合うために、浮体全体の上下運動や傾斜は極めて小さなものとなります。しかしながら、メ

### 浮体の係留

ガフロートを剛体と仮定してみると、ほとんど動揺していないことが分かります。メガフロートでは振幅は小さいものの弾性体としてのたわみ振動が発生するので、このような特性を考慮して解析する必要があります。これは浮体端部が波によって揺らされ、浮体内を振動状態に伝播する現象ですが、浮体長さが極めて大きいために局部的な浮体傾斜は非常に小さなものです。

定常的な外力(風、潮流による抗力及び波による漂流力)に対しては有効な保持力を発生して浮体を定位置に保ちつつ、波による周期運動は緩やかに逃がすことが係留設計の基本的な考え方です。浮体橋では、その使用目的から水平方向運動をかなり強く拘束する杭式係留などの係留方法もよく用いられていますが、これは浮体規模が小

さくて係留力が比較的小さいため可能な方法です。一般的に係留設計に際して留意する主な点は以下です。

- ・ パランスの良い係留配置とする。
- ・ 非対称性の小さい係留特性とする。
- ・ 係留系の固有周期を波周期から十分にはずして、同調を避ける。

海底地形や配置条件などの制約から、上記を満足する結果を見いだすことはなかなか難しく、シミュレーション計算を駆使しつつ試行錯誤を繰り返して、係留設計が通常行われています。

文/独立行政法人 海上技術安全研究所  
次世代内航船研究開発  
プロジェクトチーム  
企画調整グループリーダー  
加納 敏幸  
(前)財)沿岸開発技術研究センター  
調査部主任研究員

# 沿岸虫眼鏡

IAPH (International Association of Port and Harbors)

国際港湾協会 (IAPH) は、世界の港湾の発展と良好な関係の促進また新技術に関する情報交換や港湾の利益保護を目的として、一九九五年の第一回国際港湾会議で設立された、世界の港湾管理者を中心とする非営利・非政府の国際団体です。IAPHの本部事務局は東京に設置されており、日本に本部を持つ数少ない国際団体の一つと言えます。

IAPHの会員は、各港湾管理者と各国政府の関係機関からなる正会員、港湾・海事関連の民間企業や団体、研究機関などからなる賛助会員によって構成されています。正会員として、世界の主要な港湾のほとんどが参加しています。一方、賛助会員は建設会社、コンサルタント、機器メーカーなどとともに、主要各国の港湾協会だけでなく、EU港湾協会等の国境を跨いだ広い地域の港湾協会が活発に参加しています。また、MIET等港湾関係の学科を有する大学、研究所、調査機関なども参加しています。

IAPHの主な活動は、「維持・発展」、「港湾産業調査・分析」、「技術問題」の三つのグループに分けられている十二の技術委員会の活動であり、これらは港湾の安全、環境問題等、港湾関係の多岐にわたる問題をカバーしています。これらの活動には、発展途上国に対する国際協力プログラムやの推進や各港湾同士の交流を助長する情報連絡活動なども含まれていますが、今後日本の会員には、さらに積極的な参加と委員会における活発な発言が望まれています。

文/(財)沿岸開発技術研究センター  
調査部研究員 眞壁 知大



### ◆ 第三回首都圏第三空港 検討調査会開催

【H13・1・23】国土交通省航空局は第三回首都圏第三空港調査検討会を開催。第三空港の建設に関連して、新たに「B滑走路と平行してC滑走路の南沖側にD滑走路を新設する」併設案を提案しました。

### ◆ 首都圏第三空港候補地案 応募状況発表

【H13・1・26】国土交通省航空局は、地方公共団体等の団体から提案の首都圏第三空港の候補地案応募状況を発表しました。応募地域は十五に達しており、今後は、一月中旬頃から提案内容の説明を聞くこととしています。なお、この提案の中には定期航空協会と東京都の提案は含まれていません。

### ◆ 常陸那珂港 中央ふ頭地区着工

【H13・2・7】すでに「コンテナ埠頭」として供用されている北ふ頭公共コンテナターミナルに続き中央ふ頭において水深十五メートルコンテナ埠頭が着工されました。

常陸那珂港は、東京湾の海上交通を軽減するため、北関東自動車道や常磐自動車道などの高速アクセスネットワークと連携することにより、北関東の新たな物流ルートとしての役割を担うことを目指して整備されてきています。

### ◆ 第三回国土技術開発賞 募集開始

【H13・3・6】第三回国土技術開発賞の募集が開始されました（四月十二日締切り）。同賞は平成十年に（財）国土技術研究センターが創設したもので、住宅・社会資本に係わる広範な新技術を民間企業等から募集を募ります。

今回は、国土交通省発足を機に、名称を「建設技術開発賞」から「国土技術開発賞」に改め（財）沿岸開発技術研究センターとの共催で実施します。

募集要領は（財）国土技術研究センターHP（<http://www.jice.or.jp>）及び（財）沿岸開発技術研究センターHP（<http://www.alpha-web.ne.jp/cati/>）にてご覧いただけます。

### ◆ 関西国際空港が 二十世紀を代表する 世界十大事業に

【H13・3・9】二十世紀を代表する十大事業の選定を進めている米国土木学会から空港部門を代表する事業として関西国際空港が選定されたことが発表されました。同学会は昨年十一月に水路交通部門でパナマ運河を選定しており、関西国際空港はそれに続く二番目の選定となります。同学会では今年中に、ダム、道路、長大

橋、鉄道輸送、廃棄処理システム、超高度ビル、下水、上水の八部門で選定を進める予定です。記念ブライクの授与式は四月十九日に同学会のベイン会長が来日し、関西国際空港内で行われました。

#### 御巫社長談話

三月八日、米国土木学会会長より私宛に、関西国際空港を「モノユメツ オブザ ミレニアム」の空港部門として選定すること、四月十九日に関西国際空港において記念ブライクの授与を行うことのお知らせが届きました。二十世紀を代表する世界の十大事業の一つとして、先に授与式のあったパナマ運河に続き、関西国際空港が選定されたことを、関西国際空港株式会社社長として、また土木技術者の一人として非常に光栄に思っています。

関西国際空港は、昭和四十年代、全国的に公害問題が発生し、内陸空港での騒音問題が顕在化するなかで民主的な手続きの積み重ねによる地元民意を得る方式を採り、十分な時間をかけて地元民意形成や環境アセスメント調査を行い、泉州沖に建設が決定されました。また、大水深超軟弱地盤に短期間で大規模な人工島を建設したこと、対岸とは世界最大の二重トラス橋で結んだこと、旅客ターミナルビルなどジャックアップシステムによる不同沈下策を採用したことなど随所に先駆的技術を導入してまいりました。

さらに、出来上がった関西国際空港は平成十二年で旅客数二、〇五〇万人、貨物量約一〇〇万トンとその利用も着実に増加しております。開港後の六年間で関西圏ひいては我が国の経済社会、国際化及び人・物・情報の交流の発展などに大きく貢献してきました。こうしたことが総合的に評価されて、今回の二十世紀の十大事業に選定されたものと思います。

このような偉業を達成できたのも、国地方自治体、財界、学識経験者など多くの方々のご協力の賜物と考え、改めて感謝の意を表したいと思います。今後は今回の授与の重みを踏まえ、二期事業の着実な建設事業推進に努めてまいります。

### ◆ 大阪港夢洲トンネル着工

【H13・3・12】大阪港の人工島「夢洲」と「咲洲」を結ぶ道路・鉄道併設の海底トンネル『大阪港夢洲トンネル』（延長約二・一km）建設工事の安全祈願祭が西島浩之国土交通省近畿地方整備局副局長や仙波淳大阪府港湾局長らが出席して行われました。

また、同月十七日、近畿地方整備局と大阪市は大阪港舞洲地区と夢洲地区を結ぶ『大阪港夢洲トンネル・北港テクノポート線』の起工式を任之江区の大阪ワールドトレードセンタービルで開催しました。起工式には厚土景国土交通相、磯村隆文大阪市長らが出席し起工を祝いました。大阪湾の国際物流体系と大阪臨海部の都市交通体系に必要とされる夢洲トンネルは、大阪市臨海部（咲洲）此花区桜島間延長約八km）を結ぶ北港テクノポート線の一部区間となります。夢洲と咲洲の間の海底には沈埋トンネルを設け夢洲側陸上トンネル部の延長は約六七〇m、沈埋トンネル部は延長約八〇〇m、咲洲側陸上トンネル部は延長約六五〇m。夢洲側には立杭を掘る計画です。同トンネルの事業主体は国土交通省近畿地方整備局で、これ以外の鉄道区間を大阪市と大阪港トランスポートシステム（OTS）が手がけます。トンネル完成予定は二〇〇七年度です。

### ◆ 第一回北東アジア港湾局長 会議共同研究作業部会

【H13・3・14】平成十二年九月十四日、東京で開催された第一回北東アジア港湾局長会議では、二つのテーマに関して三國関係研究機関が共同研究を推進することが合意されました。この合意に基づいて、中国・北京の中国交通部で日韓中三國の研究担当者が意見を交換する共同研究作業部会が開催されました。我が国からの参加者は、山本修司国土交通省港湾技術研究所計画設計基準部設計基準研究室長（団長）、高野誠紀、国土交通省港湾局技術課課長補佐、森本、亮国土交通省港湾局建設課国際業務室専門官、三橋郁雄（財）国際臨海開発研究センター調査役、鶴谷公二（財）沿岸開発技術研究センター理事の五名でした。共同研究のテーマは、「北東アジアにおける海運物流コリドールの将来の発展」と「港湾建設に関する技術基準の国際化」。この会合では、共同研究作業部会の基本方針が次のように確認されました。

1. 国は、それぞれのテーマに関して、英文の報告書を作成する。
2. 最初に三國の研究分担を決め、各国はそれぞれ担当の部分について報告書を執筆する。
3. WGは、一年に二回開催する。WGでは、それまでの研究成果をまとめ報告する。

それぞれの研究テーマでは、主として次のような合意がなされました。

**東アジアにおける海運物流コリドールの将来の発展**

この研究の目的は、北東アジア地域の国際貨物の物流の現状を調査して、将来



の動向についての予測を行い、将来の物流に支障がある地域を定め、北東アジア



3国代表者の調印

地域の国際貿易を促進するための研究を行うこととす。研究期間は三年間で、研究対象地域は日本、韓国、北東中国（上海港を含む）、モンゴル、北朝鮮、ロシアの極東地域です。研究の主な対象はコンテナ貨物で、貨物量の予測対象年は二〇一五年です。この会合で、年度ごとの研究内容と各国が研究を担当する国・地域についての合意がなされました。

### 港湾建設に関する技術者の国際化

この研究の目的は、三国の港湾建設に関する技術基準の内容と法的枠組みを調べ、国際的な基準化への問題点を調査し、ヨーロッパ等で最近急速に整備されつつある国際基準を視野に入れながら、可能であればこの地域共通の技術基準を策定することです。

研究期間は三年間であり、各年度ごとの研究内容が合意されました。日本は耐震設計を担当し、中国は地盤設計、材料あるいはコンクリートの耐久性、韓国は波力に関する性能設計を担当するという基本的役割が決定されました。

## ◆ 中部国際空港の 護岸概成

【H13・3・15】愛知県豊田市沖に建設中

の中部国際空港で護岸が概成しました。翌十六日からは埋立工事も始まり、二〇一二年早々には空港施設の建設も着手され、二〇一五年二月の開港を目指します。昨年八月の着工から二七日まで護岸約七km、築堤約二・三km、中仕切り堤約一kmが概成しました。一月三十一日には中部国際空港連絡鉄道株式会社から空港連絡線の工事を常滑駅側で開始しました。

## ◆ 芸予地震発生 港湾等の被害状況は

【H13・3・24】十五時二十八分頃、安芸灘を震源とする震度マグニチュード六・四の地震が発生しました。港湾関係では、広島県、山口県、愛媛県の各港湾で被害がありました。主な被害状況は次のとおりです。（三月二十六日現在）

- ・広島県
  - ・広島港：出島地区 第一区埋立（建設中）一部液状化、宇品内港地区 物揚場にクラック発生、運航支障なし。廿日市地区 臨港道路で液状化、出島地区 岸壁給水管破断。その他十二地区でエプロン沈下等
  - ・呉港：エプロンクラック数箇所
  - ・尾道系崎港：木原地区 護岸背後陥没等、糸崎地区 エプロン踵陥没等
  - ・その他四地区で岸壁踵陥没等
  - ・山口県
    - ・岩国港：室の木岸壁法縁すれで利用禁止。岸壁、物揚場にクラック、陥没等
    - ・徳山下松港 安下庄港 伊保田港 柳井港 柱島港でクラック、陥没等
    - ・愛媛県
      - ・松山港：外港地区 ガントリークレイ基礎沈下。
      - ・今治港：富田地区 ガントリークレイ

ン基礎沈下。

## ◆ 第四回首都圏第三空港 調査検討会開催

【H13・3・28】第四回首都圏第三空港調査検討会が都市センターホテル（東京・平河町）で開催されました。議事は、提案された候補地について、羽田再拡張案について行われました。

## ◆ 大阪港此花地区にて 合同披露式開催

【H13・3・29】国土交通省、大阪府、大阪市の連携により大阪港此花地区安治川右岸に整備中の「大阪湾浮体式防災基地 安治川スパー堤防、ユニバーサルシテイポート」概成にともなう合同披露式が開催されました。

親水空間を創出することを目的に安治川右岸に盛土工したスパー堤防の一角で、ユニバーサルスタジオジャパンへの海側の玄関口の役割を果たす浮体式の客船ターミナルが「ユニバーサルシテイポート」です。このターミナルの浮体部分は、大阪湾内で地震など災害が発生した場合に被災地に曳航移動して、救急活動やヘリコプターの離着陸など大阪湾の海上防災基地としての役割を果たします。

## ◆ 「メガフロート技術研究 組合」解散式典開催

【H13・3・29】メガフロート技術研究組合の解散式典が東京で行われました。本組合は、一〇〇〇m規模の空港の実証試

験を行い、一〇〇〇～四〇〇〇m規模の空港として利用できることを確認し、六年間の役割を終え、三月三十一日に解散いたしました。

（財）沿岸開発技術研究センターでは、これまで本組合と超大型浮体構造物の技術基準（案）の策定に関する共同研究等を進めるなどこの分野の調査研究も鋭意進めてきています。今後、（財）日本造船技術センターと協力して、沿岸開発プロ



神奈川県横須賀沖で実証実験が行われたメガフロート

ジェクトへの超大型浮体構造物の適用に関し、総合的技術検討、評価等の技術的な支援を実施していくこととしています。

## ◆ 新福岡空港建設 促進期成会設立

【H13・3・30】福岡市にて新福岡空港建設促進期成会の設立総会が開催されました。福岡空港は、今世紀初頭にも容量限界が予測され、また騒音問題等の様々な課題を抱えています。このため、より高度な拠点機能を果たす新福岡空港構想を推進するため、福岡県、福岡市、福岡県

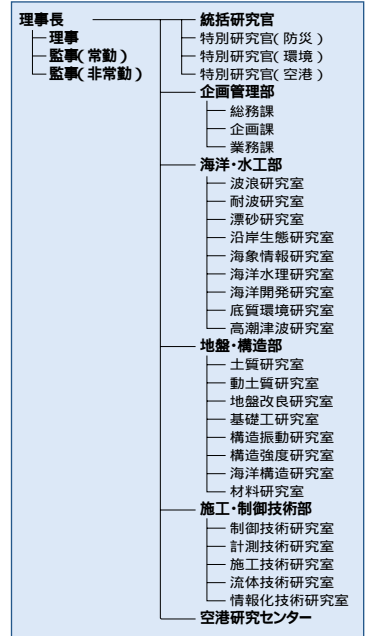
商工会議所連合会、新福岡空港促進協議会等、地元官民一体となり新福岡空港の推進組織である同期成会を設立しました。総会では、東京大学大学院教授森地茂氏をお招きし、「二十一世紀の日本と新福岡空港」と題した記念講演が行われました。

## ◆ 高潮防災情報等の あり方研究会最終報告

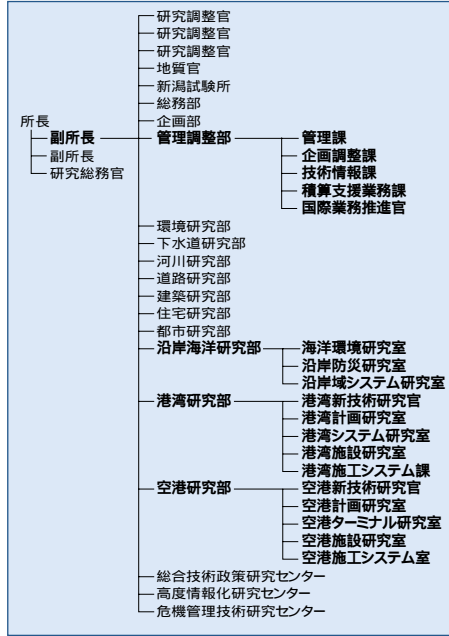
【H13・3・30】国土交通省（港湾局）等、六府省庁で設置した「高潮防災情報等のあり方研究会」（座長・河田恵昭京都大学巨大災害センター所長）は、最終報告をとりまとめました。この中で高潮対策として初めて、地域防災計画における高潮対策の強化マニュアルの策定、全国で初めての「高潮防災のための情報」を盛り込んだCDとホームページの作成を研究会の成果として挙げています。

## ◆ 独立行政法人の 研究機関が発足

【H13・4・1】「中央省庁等改革の推進に関する方針（平成十一年四月二十七日中央省庁等改革推進本部決定）」において、国土交通省の港湾技術研究所について、国家公務員の身分を与える独立行政法人に移行すると決定されたことを受けて、それぞれ独立行政法人として港湾空港技術研究所が設立されました。また、各研究所における研究部門の一部が統合、再編され新たに独立行政法人国土技術総合研究所が設立されました。



港湾空港技術研究所組織図



国土技術政策総合研究所組織図(港湾空港関係)

◆ 港湾技術空港研究所初代理事長に小和田氏

【H13・4・1】国土交通省港湾技術研究所(港研)から一部移行した独立行政法人港湾空港技術研究所の初代理事長に小和田亮氏(港研所長)が就任しました。

◆ 国土技術政策総合研究所初代副所長に大内氏

【H13・4・1】国土交通省に設置された国土技術政策総合研究所の初代副所長に大内久夫氏(港研次長)が就任しました。

◆ 仙台塩釜港が特定重要港湾に

【H13・4・1】港湾法施行令の一部を改定する政令が施行されました。今回の改正により塩釜港を仙台塩釜港と改められ特定重要港湾に指定されました。

◆ 横浜港南本牧ふ頭第1・2号ターミナル開業

【H13・4・2】国土交通省関東地方整備局で建設が進められていた横浜港南本牧ふ頭第1・2号ターミナルが開業しました。横浜港埠頭公社が運営し、マーク・シールド社が利用します。我が国で初めての水深十六m岸壁で、延長七〇〇m、埠頭幅五〇〇mを有し、ガントリークレーン五基が設置されており、六六〇TEU積みコンテナ船が寄港します。南本牧埠頭は平成二年七月に着工しましたが、水深四十一・二十八mの水深であり、また軟弱地盤があり、これを克服して建設されました。

◆ 港湾専門家会議開催

【H13・4・2】港湾専門家会議(議長国:日本)が開催されました。ブルネイ合会では、昨年十月の宮崎合会と提唱された三テーマ(港湾諸手続きの電子化/港湾における複合一貫輸送/港湾投資)について実施を正式に決定しました。地域技術基準に関する研究は、港湾整備技術の国際規格(ISO)にAPECの基準を適用することを指し必要な研究を行います。来年春、フィリピン・マニラでの次回合会での作業の進捗状況を報告する予定です。

◆ 関空二期工事初の陸地誕生

【H13・4・5】関西国際空港二期工事現場(大阪・泉州沖)で、緩傾斜石積み護岸の一部が海面から姿を現しました。ケーソン以外では初めての陸地の誕生になります。二期工事は、一九九九年七月に着

工され、護岸部の地盤改良や本体工埋立部の地盤改良などを進め、昨年十一月までに護岸、埋立部ともに地盤改良が完了しました。同十月には西側護岸で捨て石(下部)の投入が始まり、今年に入ってから一月から捨て石背後の盛り砂土を開始していました。

◆ 日中技術交流セミナー開催

【H13・4・9】独立行政法人港湾空港技術研究所において、港湾構造物に関する日中技術交流セミナーが開催されました。完成したばかりの新館会議室に、七十名を超える参加者が集まりました。港湾空港技術研究所の小和田 亮理事長が開会の挨拶を行い、中国側からは、徐光交通部水運司副司長が続いて挨拶を行いました。

まず、中国側から謝 世楞中交第一航務工程勘察设计院副総工師が、近年の中国における防波堤建設の実例と、半円形防波堤および河口部導流堤の設計を発表し、范 期錦長江口航運建設有限公司総工師が、揚子江河口部航路整備工事における半円形構造応用について発表しました。続いて、日本側から中山政勝国土交通省九州地方整備局同下関港湾空港技術調査事務所設計第一課長が、宮崎港の半円形ケーソン堤の開発を、下迫健一郎港湾空港技術研究所海洋・水工部耐波研究室長が、日本における新構造防波堤の開発を発表しました。日本で開発された半円形ケーソン堤が中国で大規模に応用されたことが披露され、総合討論では熱心な意見交換がなされました。セミナー終了後は懇親会でさらに議論が続き、相互の親睦がさらに深められました。

◆ IAPH 第二十二回総会開催

【H13・5・19】まで、国際港湾協会(IAPH)第二十二回総会が、カナダのモントリオール市において開催されました。

この総会で会長が交替し、新会長に現副会長の染谷昭夫氏(名古屋港湾管理組合専任副管理者)の就任が内定しています。日本から会長が就任することは、第一代会長の原口忠次郎氏以来、約四十年ぶりであり、日本にとって大変名誉なことです。また、二〇〇五年の総会開催予定地がこの総会で決定されますが、現在のところ、神戸市と上海が立候補しております。総会では、次のワーキングセッションが予定されています。ワーキングセッション1: 第三千年紀を見据えての世界経済の動向、ワーキングセッション2: 港湾産業が直面する現実と挑戦、物流の要求する港湾アクセス問題とパートナーシップ、ワーキングセッション3: 世界市場での生産性と競争力、市場の変化とその港湾への影響、クルーズ市場と港湾への影響、港湾の果たす経済的役割に対する政府の認識、ワーキングセッション4及び5: 港湾の生産性、競争力の向上に直接寄与する要因の分析、マネージメントの技術と技術革新グローバルイノベーション、アライアンス等の動向、港湾の安全・Eコマースなど、ワーキングセッション6及び7: 環境問題など港湾が直面する様々な責任・国際的な取り決め、都市との共生など。

# CDIT NEWS

[CDITニュース]

## 研究論文集発行のお知らせ

本年より、当センターの機関誌を「CDIT」としてリニューアル発行したことに併せて、調査報告についても研究論文集として別途年一回発行することとなりました。

現在平成十二年度の当センターで行った調査から主要なものについて本年八月発行予定で鋭意編集作業を進めています。論文集として旧機関誌で掲載してありました調査報告より、より充実した内容を図っていきたくと考えています。ぜひこの機会にご高覧くださいよろしくご案内します。

編集・発行：

(財)沿岸開発技術研究センター

定価・1000円(税込み)

お申し込み・お問い合わせ先

当センター総務部(担当 井上)

TEL. 〇三 三三三四 五八六一

FAX. 〇三 三三三四 五八七七

## (財)沿岸開発技術研究センター

本研究センターは、昭和58年9月に設立された国土交通省(前運輸省)所轄の財団法人です。

本研究センターは、沿岸域の開発・利用・保全に係る分野の技術開発と、その技術の活用と普及を目指した研究組織です。

本研究センターは、必要に応じて国立研究機関(港湾空港技術研究所、船舶技術研究所)の指導を受け、また各界専門家、学識経験者からなる委員会を組織して事業を実施します。

### 【役員】

#### 会長

千速 晃 社団法人 日本鉄鋼連盟 会長

#### 理事長

井上興治 常勤

#### 専務理事

中村 豊 常勤

#### 常務理事

佐野 昭 常勤

#### 理事

鶴谷広一 常勤

石月昭二 財団法人 日本気象協会 会長

稲葉興作 社団法人 日本作業船協会 会長

植野正明 財団法人 東京港埠頭公社 理事長

太田宏次 電気事業連合会 会長

大野正夫 港湾技術コンサルタンツ協会 会長

岡部 保 全国浚渫業協会 会長

亀井俊郎 社団法人 日本造船工業会 会長

酒匂敏次 東海大学海洋土木工学科 教授

竹内良夫 株式会社 竹内良夫事務所 社長

中村英夫 財団法人 運輸政策研究機構 副会長

平山征夫 新潟県知事

廣田孝夫 国際協力銀行 技術顧問

藤野慎吾 社団法人 日本港湾協会 会長

堀川清司 武蔵工業大学 学長

松形祐堯 宮崎県知事

間野 忠 財団法人 日本海事協会 会長

水野廉平 社団法人 日本埋立浚渫協会 会長

元良誠三 東京大学 名誉教授

柳原隆雄 財団法人 大阪港埠頭公社 理事長

#### 監事

鮫島泰佑 港湾学術交流会 理事長

金子昭二 財団法人 運輸振興協会 評議員

#### 顧問

松本輝寿 財団法人 沿岸開発技術研究センター

一初代理事長

#### 技術顧問

合田良実 横浜国立大学 名誉教授

【平成13年2月1日現在】

### 【専門委員会委員】

石原研二 世界地盤工学会 会長

奥村樹郎 前岡山大学 教授

合田良実 横浜国立大学 名誉教授

小林正樹 小林ソフト化研究所 株式会社

所長

酒匂敏次 東海大学 教授

柴田 徹 福山大学 教授

菅原照雄 北海道大学 名誉教授

須田 照 港湾審議会計画部 会長

竹内良夫 株式会社 竹内良夫事務所 社長

長瀧重義 新潟大学工学部 教授

中村英夫 財団法人 運輸政策研究機構

運輸政策研究所長

野田節男 国際航路協会 日本部会 理事

堀川清司 武蔵工業大学 学長

堀口孝男 東京都立大学 名誉教授

吉田宏一郎 東海大学 教授

吉田信夫 福岡大学 教授

【平成13年2月5日現在】

## 編集後記

リニューアル機関誌第二号がようやくできあがりしました。これまで年一回を年四回としましたので、すぐに次号の企画、取材、編集と忙しくなりました。また、機関誌の内容を、ホームページで検索できるシステムとしました。本号をお届けするころには、完了していると思えますのでお試下さい。読者からの声もホームページから出せるようになりますので、

(中村豊)

ご多忙の中、執筆にご協力戴きました皆様には厚く御礼申し上げます。沿岸域の開発では海上都市、海上空港、マリンスポーツ、さらにこれらを結ぶ鉄道・道路・港湾など新しい生活空間が広がって行きます。これからの機関誌のご期待を。

(尾島啓介)

読者の皆様、第二号はいかがでしたでしょうか? ご感想などを寄せただけですと幸いです。快く取材に応じて下さいました皆様ならびにご執筆いただきました皆様には厚く御礼申し上げます。

(佐藤茂樹)

旧機関誌と新機関誌の両方の編集委員をやらせていただきましたが、原稿の作成にあたっては多くの方々に協力していただきました。ここに厚く御礼申し上げます。新機関誌になり、まだ2号目ですが、本号以降も常にタイムリーな情報を読者に提供し続け、多くの方々に親しまれる機関誌になることを期待しています。

(直壁知大)

機関誌の編集を通して、多方面でご活躍されている方々から様々なことを学びことができました。発刊にあたり、お忙しい年度末にもかかわらずご執筆に快く応じて下さいました皆様には厚く御礼申し上げます。

(伊藤理)

# CDIT

Coastal Development Institute of Technology

発行 財団法人 沿岸開発技術研究センター  
〒102-0092 東京都千代田区隼町3-16 住友半蔵門ビル6F  
TEL. 03-3234-5861 FAX. 03-3234-5877  
URL <http://www.alpha-web.ne.jp/cdit/>  
2001年5月1日発行