

電業社機械

DENGYOSHA KIKAI

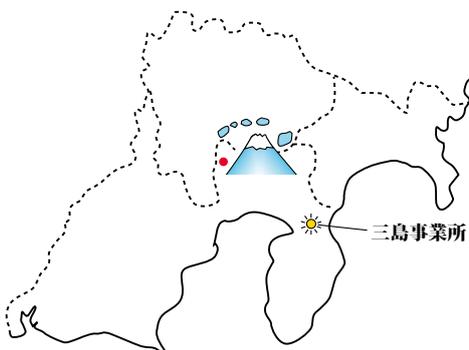
Vol.34 No.2 2010

No.67





Open up the future.
~新しい風が未来を切り開く~



表紙説明

富士宮市朝霧高原より望む1月の富士山
(写真提供：元 当社製造部機械工作課 市川康夫氏)
撮影場所は左記地図の●印です。

電業社機械

第34巻 第2号 通巻第67号 2010
創業100周年記念号

目 次

◆巻頭言

創業100周年を迎え	柳 瀬 宜 浩	1
株式会社電業社機械製作所 創業100周年お祝いの言葉	佐々木 則 夫	5
電業社100年の技術変遷について	土 屋 忠 博	7

◆年表

電業社100年の歩み	井 戸 章 雄	18
------------------	---------	----

◆創業100周年記念特集

コンピュータシミュレーションの新たな取り組み	富 松 重 行	31
公共用ポンプ設備、送風機設備の動向	山 本 俊 明	41
維持管理の時代にむけた新技術と商品	深 田 博	47
火力・原子力発電所向けポンプ、ファン、ブロワの動向	木 村 辰 美 塩 崎 孝	53
海外プラント向けポンプ、ファン、ブロワの動向	工 藤 聖 仁	58
オフショアプラットフォーム向けポンプの原点を想う	中川原 滋 石 橋 正 之	63

◆ニュース

新技術プレゼンテーション2010		66
インド市場への新たな取り組み（戦略提携契約締結）		70

◆特許と実用新案

.....		69
-------	--	----

DENGYOSHA TECHNICAL REVIEW

DENGYOSHA KIKAI

Vol.34 No.2 2010
100th Anniversary - Commemorative Issue

CONTENTS

◆Foreword	
Greetings on 100th Anniversary	1
N. Yanase	
Congratulations on 100th Anniversary of DMW Corporation	5
N. Sasaki	
Technology Innovation in 100 year History of DMW Corporation	7
T. Tsuchiya	
◆Technical History	
Course of DMW Corporation's 100 Years	18
A. Ido	
◆100th Anniversary-Commemorative Issue	
New Approach for Computer Simulation	31
S. Tomimatsu	
Recently Trend of Pumps, Fans and Blowers for Public Equipments.....	41
T. Yamamoto	
New Technologies and Goods for Maintenance	47
H. Fukada	
Recently Trend of Pumps, Fans and Blowers for Thermal and Nuclear Power Plants.....	53
T. Kimura and T. Shiozaki	
Recently Trend and Future View of Pumps, Fans and Blowers for Overseas Plant	58
S. Kudo	
Reminiscence of the Origin of Pumps for Offshore Platform	63
S. Nakagawara and M. Ishibashi	
◆Patent	69



創業 100 周年を迎え

柳瀬 宜浩
代表取締役社長

1910年9月に水車事業を開始した電業社水車部が、1955年の大転換を経て今年節目となる創業100周年を迎えました。

100年の歴史を刻むことができましたのも、ひとえに諸官庁や、電力事業各社、基幹産業各社から格別のご高配を賜りましたこと、また当社を支援戴いた代理店、工事業者各社、機器納入各社および当社従業員やご家族の方々の努力の賜物と、心より御礼申し上げます。

また「電業社機械」創業100周年記念号発刊にあたり、当社創業当初からもっともご縁の深い株式会社東芝 取締役 代表執行役社長 佐々木則夫様には、誠にお忙しい中でご寄稿戴きましたこと、社員一同、心から喜び厚く御礼申し上げます。

この100年を水車時代の45年、水車東芝移管後の50年、そして直近の'05年以降世界市場を目指して新たな開拓と展開を、の3部に分けて振り返りたいと存じます（以降年号19AAを'AAと、20QQを'QQと表示）。

【1部、水車の時代 自前の技術】

電業社水車部は田澤式軽便タービン水車で事業を開始し、最初の受注は4馬力の水車であった。当時は日露戦争後、富国強兵に向け国を挙げての工業化に進み、ランプから電燈へ、牛馬からモートルへと転換が進む中、業容も拡大していった。当時の電化は現在のIT化以上に画期的文明開化の象徴であった。

• 幡ヶ谷工場建設と関東大震災

7年後には現在の幡ヶ谷に1万坪の敷地を取得し、翌年工場および本社が完成した。順調に業績を伸ばしていったが、'23年の関東大震災で発電機を製造していた芝浦製作所が被災し生産停止に追い込まれた。資本金の減資や人員整理で凌ぎ、翌々年の'25年には商談も活況を見せ、関川電力より1万kWのフランス水車3台を受注した。

• 大型ポンプ事業の開始

'30年には金輸出解禁により大恐慌となり、受注も激減する中、商品多角化の一環として、大型ポンプの製造販売を開始したことが今に繋がることとなった。

• 蒲田工場完成も受注に追い付かず

'35年には前年に取得した蒲田工場が完成し生産を開始したが、'36年には23万kWの受注が3年後には74万kW以上の受注と大幅に拡大し、生産が間に合わない状況となった。

• 鴨緑江水豊発電所向け世界最大容量水車受注！

'38年に日本窒素肥料から受注した鴨緑江水豊発電所向け水車105,000kW 7台は当時世界最大のボルダードムの85,000kWをはるかに上回る記録品となった。

• 三島工場用地取得と工場建設

'39年拡大の余地のない蒲田工場とは別に、現在の三島工場の地に10万坪の敷地を購入し、'42年1月迄3期に分け建設が進められた。この三島工場建設が、後に水車東芝移管を可能にし、また現在の電業社機械製作所の主要工場と成り得たのである。

• 大型送風機事業の開始

戦後は食糧難解決のための農事用ポンプや、鉱山用ポンプおよび火力発電所用ポンプで食い繋ぎ、'50年の朝鮮動乱で一気に経済は拡大し、この年産業用大型送風機市場に参入した。

・9 電力体制と電源開発設立、佐久間ダム水車受注

また同年9 電力体制と成り、翌'51年には電源開発株式会社が設立され水車の生産も戦後復興の波に乗り拡大し、'52年にはS・モルガン・スミス社と技術提携した。'53年には、国際入札の結果、電源開発株式会社から、佐久間発電所向け94 300kWのフランス水車2基を受注した。また、この年、水道機工からプロイガーポンプの製造・販売を移管され当社の主要商品の一翼を担っていった。

・競争力強化のため、水車と発電機を同一企業で

'55年当時は水主火従で、電源の花形であった水車部門を発電機と統合し競争力を強化するため、東芝へ移管することにした。当社の売上の85%を占める水車と蒲田工場、そして水車に係わる優秀な人材が東芝へと引き継がれることとなった。電業社原動機で生産された水車は、日本で建設された発電用水車の60%以上となる、総出力5 606 000kWに達するものであった。水車の時代は、まさに時流に乗り国の工業化による発展と共に在ったと云える。水力が電源開発の絶頂期における東芝への水車移管は、産業界から驚愕を以て見られたが、財務的にも余裕があった時の事業転換は、電業社設立後の困難な状況乗り越える大きな原動力になったと当時の決断に感謝している。

【2部、電業社機械製作所の誕生から、風水力機械の電業社へ！】

'55年から'64年迄の10年間は

電業社機械製作所誕生後の10年は、企業存続が危ぶまれる苦難の3年から、官需市場とプロセスポンプ市場へ参入し、原子力発電所で受注を確保した10年！

水車移管により、'53年度に21億強の売上が'55年度には4.4億へ、4億強の経常利益が0.2億へ、と予測されたことはいえ大きく減少した。従業員も930人から384人へと大幅に減り、大変厳しい再出発となった。

当時は電力会社向けの循環水ポンプや、上水道・ガス・化学向けのロートバルブなどが主体であったが、実績・知名度は低く営業的に苦戦を強いられた。'57年から当社は電力中央研究所と共同で循環水ポンプの研究に着手し、特にポンプの機能を最大限にする最適水槽の選定などに大きな成果を得た。

・大阪市猫間川向けポンプ受注で官市場へ

官公需については、実績重視の市場という特性から参入には困難な状況が続いたが、当社の熱意で営業努力が実ったのは、'60年の大阪市猫間川向けポンプの受注であった。以降はこの実績を元にほかの官公庁へと営業活動を展開した。

・石油・石油化学市場参入のため、ユニオンポンプ社と技術提携

翌'61年には東証2部へ上場し、プロセスポンプ市場へ参入するためユニオンポンプ社と技術提携し日本ユニオンポンプ社を設立した。

・世界に誇れる締切運転可能・全域運転可能なMMポンプ開発

また、'61年に開発したMMポンプ（締切運転可能。全域運転可能）は着実に受注を重ねると共に、高い評価を国内外から受け'65年には米国特許も取得した。

・当時最先端技術の原子力発電事業で循環水ポンプ受注

当年には、日本で最初の原子力発電所となった日本原子力発電・東海発電所向けに他社との技術競争の結果、循環水ポンプを受注したことは当社の技術力と信頼性が評価されたもので、その後の原子力市場で営業展開する礎となった。

'65年から'74年迄の10年間は

発展・拡大期と云え、'66年に資本金を36 000万から54 000万に増資し、更に'69年には81 000万へと再増資をした。国内は東京オリンピックが開催され、名神高速道が開通し新幹線が走り、経済は'40年不況であったものの、景気対策により経済は大幅に拡大した。当社では官公需向けポンプの受注も着実に拡大し、一方、産業が発展するに伴い電力需要が増加し、原子力発電用を始め、火力発電向けにも受注を拡大していった。また、鉄鋼・石油・化学工業などの基幹産業の発展もあり、順調に受注を重ねた。

・小名木川排水機場向け可動翼ポンプ受注

特筆すべきは'67年に受注した小名木川排水機場向け2 800mm可動翼ポンプがある。当時まだ実績の少ない立軸可動翼の大型ポンプで、工場廃液で汚染された排水に耐食性の高い材料の使用と、工場における実機試運転による性能確認を実施し、当社の高い技術力を証明した。経済発展の著しいこの時期、特殊用途品の開発も積極的に行われ、インデューサ付羽根車・ナトリウムポンプ（実用未達）・ドレッジャーポンプ、など多岐に亘った。

’75年から’84年迄の10年間は

オイルショックによる不況も公共事業による景気対策で、押し並べて経営的には一定の業績を確保することができた。’75年に労働組合が分裂し、労使紛争が激化していったが受注活動は、官公需を主として積極的に営業活動を行い、民需の低迷を補うため回転円板排水処理装置を開発し販売を開始した。この10年間で当社が電力業界へ納入した循環水ポンプの機場・号機は7機場と、産業界の低迷を反映し少ない物となった。

・海外市場へ、現在の海外展開に繋がる種を蒔く

一方、産業界は国内の低迷を海外で補うべく、積極的に海外進出を展開した結果、当社もプラントメーカーや商社経由で、中国・中東・南ア・インド・イランへ商品を生納入し、後年の営業活動の種を蒔く結果となった。国内では製鋼所向けに、大型の立型プランジャーポンプをデスクレーンの用途に開発した。官公需では’75年以降一定の受注を確保していたが、不況対策で公共事業が拡大した’79年度には167億の受注を記録した。

’85年から’94年迄の10年間は**・プラザ合意からバブル経済へ、そしてバブルの崩壊から金融機関の信用不安へ！**

’85年のプラザ合意により円高が急激に進んだため、景気対策として金融緩和をしたことが’87年以降のバブル経済へと繋がった。この10年間の前半は、民間の産業界も活況を呈し電力需要が伸びたことで、最初の6年間で海外を含め11機場・号機の循環水ポンプを生納入した。一方、’85年にフルターンキーで受注した台湾玉成排水機場は受注時と売上時の’87年には円がほぼ100円/\$上昇し、大幅な損失を出すこととなった。

・バブルの崩壊が当社へも大きく影響し

’89年の大納会で38,000円強を付けた株価は、’90年10月には20,000円を割り、バブルは崩壊し金融機関は膨大な不良資産を抱えることとなった。当社においても、’87年度は初めて売上が200億を超えたが、’89年度には147億強にまで落ち込んだ。

・史上最高売上額を記録する

その後、電力需要の伸びと官公需の景気対策により売上は持ち直し、この10年の最終年度である’94年度には、史上最高の売上267億を記録した。因みに同年度の主要売上物件としては、中国地方整備局・干田川排水機場向けポンプ、東京都葛西処理場向けポンプ、新東京国際空港公団向け燃料圧送ポンプ、東北電力女川2号向け循環水ポンプ、相馬共同火力向け循環水ポンプなど大型案件が多数あり、独のKKK社と高昇圧軸流送風機で技術提携をしたのもこの年のことであった。

・電力需要の増加に支えられ

この10年間は電力需要が大幅に伸びたことから、中部電力浜岡3号・4号、川越1号、尾鷲三田1・2・3号、碧南1号、東京電力東扇島、関西電力南港などへ可動翼を含む循環水ポンプを始め多くのポンプを生納入した。

’95年から’04年迄の10年間は

バブル崩壊の影響が实体经济に反映し、企業倒産・失業率増大・価格破壊現象の蔓延などでデフレが深刻化した。

当社もこの不況の影響を正面から受けることと成り、公共事業費が年々10%削減され利益率も低下し、また一般産業および電力業界市場での価格競争・受注競争も熾烈を極め、各企業生き残りをかけたものとなった。

・国内経済が減速し、企業間で受注競争が拡大する中で

結果、当社の売上も’95年度の248億から減少し、’01年度には194億と200億を下回り、’02年度には売上166億、税引き後損失14億と最悪の結果となった。この様に経済環境は悪い環境ではあったが、官公需では’95年度大阪府大間排水機場へ超大型ポンプ4台を生納入し、’98年度には、大阪府村野浄水場へポンプ6台を、大阪府摂津ポンプ場にポンプ2台を、東京都新河岸処理場にはポンプ14台を、運輸省新湊みなとトンネルへ動翼可変立型軸流送風機を生納入するなど、健闘しそのほか多くの機場に大型商品を生納入した。

・当社の実績と機器の信頼性により

電力向けでは、’95年度の東北電力原町1号へ可動翼循環水ポンプ2台を生納入したのを始め、’04年度迄に北海道電力知内、九州電力新苅田、中部電力川越、四国電力橘湾、東京電力姉崎1・2・3号、東北電力女川3号、電源開発磯子新1号、中部電力碧南4・5号、北海道電力苫東厚真4号へ循環水ポンプを数多く生納入した。

・減速機搭載型立軸ポンプを開発、ラムダ21の名で市場へ

’98年に中部地方整備局と共に減速機搭載型立軸ポンプ（ラムダ21）を開発したことは高い技術力の証明であり、当ポンプは高い評価を得て多くの機場で採用されている。

・ユニオンポンプ社との提携解消によりプロセスポンプは新たな展開へ

一方海外関係では’00年、米国ユニオンポンプ社がデビッドブラウン社に吸収されるに伴い、当社との提携

を解消し日本ユニオンポンプ社は解散することとなった。この契約解消で技術的制約がなくなったことから APIポンプに関し40年近く蓄積した当社の経験を反映した、小型・高効率で信頼性の高いポンプを独自に開発し、市場で高い評価を得て販路を拡大し、主力商品へと成長している。

• **API規格準拠送風機は独自技術で海外へ**

API規格およびCEマークなどの海外規格に準拠した、ファンやブロワは当社の技術で海外市場へ積極的に販売され、品質の信頼性は高く評価されている。

【3部、'05年以降世界市場を目指して、新たな開拓と展開を！】

• **官需市場の縮減のなか、当社体制の再構築**

'05年以降官需市場は官公需の総予算の削減と案件単価の下落により、民需以上に競争が激しく困難な市場となってきている。過去の実績に依存することなく、顧客が求めるものを先取りした技術提案などを積極的に実施するとともに、きめ細かい対応で取り組むことが求められている。

• **国内産業に対しては、エンドユーザーに対し積極的に改善提案を**

国内産業向けは電力消費が総量として増加しない中で、発電方式を既設石油焚きから高度処理石炭火力やコンバインドサイクルへの転換が推進されてきている。新設の可動翼循環水ポンプに関しては、当社製品の信頼性をユーザーから高く評価され、順調に受注実績を重ねてきている。今後は特に環境対応を含んだ省エネ化、高効率化、低LCC化提案を進める。

【当社の海外市場での実績と展開について！】

ポンプおよび送風機を主力商品とした'55年以降最初の輸出品は、インドの火力発電所に'65年に納入したボイラーファンであった。その後40年間は、年平均1.8件の実績だが最後の10年間は年平均2.5件と増加傾向となっている。因みに積極的に海外展開を推進した'05年から'09年の、この5年間の納入実績は国内企業経由を含め、71件と大幅に増加してきている。

• **20年以上前に納入した当社商品が、顧客の信頼を得て**

'82年にインド・ONGCに納入した、クルードオイル・ポンプは過酷な使用条件の中で、現在に至るまで稼働を続けており、その信頼性の高さがエンドユーザーに評価され今日の営業展開を推進する大きな原動力となっている。また、'85年にアラムコ・ラスタヌーラに納入したSRU用多段ブロワは、世界的権威のあるHPマガジンの'09年2月号に20年間メンテナンスの不要な信頼性の高いブロワとして紹介された。

• **海外営業拠点の確保により営業力の強化を図る**

'01年度に入り国内市場の伸びが期待できないことから、インドのプネと韓国のソウルに駐在員事務所を開設し、自前の営業展開を開始した。プネ事務所はその後取扱量の増加に伴い、インドの商業都市ムンバイへ'05年に移転した。また米国の石油関連企業が集中するヒューストンへは、'05年エクソンモービル社からGBS用気化器海水ポンプを受注したのを機に、'06年に駐在員事務所を開設した。欧州の顧客に対しては、'09年にオランダのアムステルダムに駐在員事務所を開設し、現在は中東も担当範囲として営業活動を行っている。

• **海外メンテナンス拠点の確保と展開**

海外納入実績の増加に伴い、'10年度にはインドにメンテナンス拠点を確保すると共に、そのほかの地域についてもメンテナンス拠点の確保に向け調査と準備を進めている。'10年度に入り為替で円高が一本調子で進みつつあることは、海外展開に大きな障害として俎上してきており、当社としても早急な対応を迫られている。

• **将来への展望**

将来、当社が世界の中で力強く活動できる基盤造りを、十分な調査と評価に立って進めていく。ただし当社のよって立つところは、あくまで「技術創生」であり、風水力メーカーとしてのユーザーサイドに立った「技術力」と、信頼される企業としての「誠意」を全社員で共有して行くことが前提であることは論を待たない。

私達電業社は中長期的視点に立ち先輩方の意志を継ぎ、顧客の皆様をはじめとするステークホルダの支援を得、次なる時代に向け前進していくことをお誓いするとともに、関係各位の更なるご指導とご支援を心よりお願い申し上げます。



株式会社電業社機械製作所 創業 100 周年お祝いの言葉

佐々木 則夫

株式会社東芝 取締役 代表執行役社長

電業社機械製作所が、明治43年水車製造部を小石川関口に設立されてから、100年と言う節目の年を迎えられましたこと、誠におめでとうございます。心からお祝い申し上げます。発電用水車製造に始まりポンプ・送風機など一貫して風水力の流体機械技術を追求され、官公庁・民間産業界などわが国の発展に大きく貢献して来られました。近代世界が形創られるこの一世紀の間には戦争や経済恐慌など幾多の社会変動をも乗り越えて来られ、今日、風水力機器の専門メーカーとして、多くのお客様から信頼され高く評価されていることはまさに一流の証であり、心から敬意を表します。

東芝と電業社機械製作所とは大変深い関係にあります。東芝が水車製造に着手したのは1900（明治33）年、旧芝浦製作所時代のことでした。東芝は電力会社の協力を得て水力発電技術の国産化を独自に推進し、1910（明治43）年には水車製造を当時の「電業社」に移譲し、自身は電気機器製造に専念しました。電業社機械製作所はこの年を創業の年と位置付けておられます。「電業社」は水力機器の製造を、東芝は発電機製造とプラントの販売を行う関係が続きました。「電業社」は東芝と一体になって発展し、堅実でなお進取の気性に富んだ会社と言われていました。多くの記録品も世に送り出されました。

1955（昭和30）年、水車と発電機を東芝が製造することとなったため、「電業社」は新たに産業用風水力機器の専門メーカー「電業社機械製作所」として、ポンプ、送風機、バルブなどの製造、販売で再出発しました。この時代、発電技術は水力から火力主体の時代へ移行しつつあり、原子力研究への着手も行われました。東芝の発電事業の基盤はこの頃作られて行ったと言えます。

水力事業は今日再び、貴重な再生可能エネルギーとして世界の注目を集めています。東芝は1902年の初納入以来、これまで40カ国に2 188台の水車を納入してきました。また2005年には、中国浙江省杭州市に東芝水電設備有限公司（THPC）を設立し、京浜事業所とともに大型水力機器製造の2大拠点として生産を開始しました。「電業社」時代培った技術が発展し全世界へと広がっています。既納品ビジネスも大きな柱です。両社の歴史を重ね合わせると大変感慨深いものがあります。

新しい電業社機械製作所は、独自の技術をもってポンプ大容量化に取り組み、国内では官公需、民需双方に活発な事業展開を行い、排水機場向けには大型立型ポンプを、化学・石油・LNG基地向けにはポンプ・送風機・バルブなどを納入し、各電力会社の火力・原子力発電所向けには大型循環水ポンプ、炉心スプレーポンプなど多くの実績を残して来られました。海外においても中東諸国、アジア諸国に石油・

ガス・石化・電力業界などの発電所・淡水化施設向けポンプを多く納入されています。グローバル競争の中、ポンプの効率化で世界一を目指している会社でもあります。

「物作りの技術を中心とした企業活動」を経営の根幹、社会的使命と考えて来られたそうで、「技術創生」と「誠意」が事業の展開を図る上で最も大切と位置づけておられます。信頼される物づくりと技術に対する真摯かつ意欲的な姿勢は高い評価に値します。営業の積極性と最終のお客様からの高い評価も特筆すべき事項です。

この100年は、わが国が農業から産業立国へと変わり、国際舞台へと躍り出た歴史上最も変化の大きい時代でした。東芝が電業社機械製作所と共に歩んだ貴重な時間でもあります。

東芝の電力システム事業は、2010年度の売上高は9 000億円を超える主力事業となっており、この要素技術を支えて頂いております。世界に目を転じると原子力（ABWR、AP1000）、火力などの計画は多くあります。原子力の例では、インドで2020年までに14基、ベトナムでも2030年までに14基の建設計画があります。今後ますます市場拡大が見込まれる海外市場での電力システム事業で、共に成長していくための強いパートナーとして、東芝は電業社機械製作所を心から信頼しています。

「からくり儀右衛門」（田中久重翁）から始まる東芝の「もの造りに対するあくなき探究心」を電業社機械製作所も受け継いでおられます。ポンプ、風水力機器の技術で世界の同業を越える製品を作り続け、今後もイマジネーション力をもって、競争力のある会社として世界に羽ばたいて頂き、東芝を支え続けて頂きたいと期待しております。括りに、今後も電業社機械製作所が益々発展されることを心からお祈りして、お祝いの言葉とさせていただきます。



電業社 100 年の技術変遷について

土屋 忠博
生産本部長

1. はじめに

電業社は1910年に水車事業会社として創業以来100年、水と空気にかかわる風水力機械事業メーカーとして常に時代の先を行く、技術力と信頼性の高い機械を市場に提供してきた。

創業翌年1911年に「電気事業法」が公布されるという時代のニーズもあり営業用、事業用の水力発電所建設の急増とともに水力事業は拡大し、数々の記録品を誕生させている。1955年に水車事業を現在の東芝に移管するまで日本のトップの水車事業会社として水車業界をリードしてきた。

その後の55年はポンプ、送風機、特殊バルブなどを中心とした風水力機械事業メーカーとして現在に至っている。

長い歴史の中、多くの先輩技術者から受継がれている技術開発力、生産技術のDNAのさらなる進化を目指して、1998年に風水力機械を中心としたモノづくりの技術集団として社会の重要な一角を占めるべく『技術創生』をコンセプトとした。

2010年の現在も、この技術創生を技術力の源として次期2011年モデルの技術開発、最適設計、生産性に挑戦している。

2. 水車時代 (1910年～1955年) の水車技術の変遷

軽便水車から大形水車までメーカーとして体制が整った電業社は全社あげての努力もあり当時の記録的製品、わが国最大あるいは第1号機製品と言われる水車を誕生させている。明治、大正、昭和にかけて代表する3案件について要点を記載する。

(1) 明治時代

電業社が創業して最初の受注は1910年11月に神奈川県玉川村小金井氏からの小形水車（落差3m、出力4PS）で、これは当時世界最小の水力発電所と注目され、アメリカで発刊された雑誌「エレクトリカルワールド」の1913年3月号で紹介されている。

(2) 大正時代

1930年受注の揖斐川電化向けの立軸渦巻フランシス水車（落差76m、出力1 350kW、2台）は当初ドイツのフォイト社に発注されたが、第一次世界大戦の影響でドイツの港が使用不能になり、完成品を積み出せなくなり急遽、国産品に切り替えることになった。外国メーカーの独占であった大形水車製作を新開発であるのに製作期間は4ヶ月、電業社の技術の優秀さを証明した。我が国の水車事業に一風を画した商談であった。

(3) 昭和初期

1938年に北部朝鮮事業計画の最終段階であった水豊発電所向けにフランシス水車（出力15MW、7台、総出力105MW）を受注した。この水車は当時世界最大と言われたボルダーダム（アメリカ）の85MWを大きく上回っている。日本を取り巻く国際情勢がますます緊迫していた時代で、資材や労働力確保にも苦労したようだ。さらに大形水車製作用の工作機械を自社開発したようでここにも電業社の技術力の強さが光る。

この発電所の戦後の経過を技術トピックスとして紹介すると

戦後、当時のソ連に、発電機5機は略奪され現在のカザフスタン共和国イリライッシュ川上流ダムで確認されている。水車の略奪については定かでないが、その後、北朝鮮は発電能力を増強して復興させ現在の重要なエネルギー源になっているようだ。

3. 1945年～1970年（昭和20年～昭和45年）代のポンプ、送風機および特殊バルブの技術変遷

電業社はポンプを1930年頃から本格的に生産を開始し、水車とポンプの二本立て体制は1955年まで続いた。1950年にファン・ブロウを主力とした送風機部門を発足、その2、3年後にアメリカ/モルガンスミス社から技術導入し可動翼軸流ポンプや特殊バルブであるロートバルブ、ハウエル・バンガーバルブの製造、販売を始めている。1955年頃には深井戸ポンプであるプロイガーポンプに関わるドイツ/プロイガー社の製作権を水道機工株式会社から取得した。また1961年には低迷していた民間市場開拓と言う施策の一環として、ケミカルポンプ技術で評価を得ていたアメリカ/ユニオンポンプ社と技術導入契約した。技術提携対象商品はプランジャーポンプ、セントリフューガルポンプ、スチームポンプとした。

1951年から1961年（昭和30年代）の10年は当社100年の歴史の中で珍しく技術導入が集中している。水車事業を分離、新たにポンプ中心の事業とした電業社機械製作所の生き残りを計るには、即戦力商品に加えて新商品を技術力ある欧米メーカーから技術導入、さらに将来への国産化、大形化開発力の布石としたに違いない。この時期、同業他社もそろって技術導入している。

一方で電力、産業市場に加えて官公需市場への展開を戦略的に始めている。日本は戦後の荒廃から復興するため社会資本の整備を優先しており、この時期に遅れる事なく公共インフラの官公需ポンプ市場に入ることができたその先見性とその後の送風機、特殊バルブ事業でもニーズにあった機械を市場に提供できた技術力は現在の大きい資産となっている。

(1) 1945年（昭和20年）第二次世界大戦前後

戦争開始前後はポンプが急増している。中心は農業用ポンプで、政府が食料増産を目指して農地開拓を奨励したことによる。戦争中は戦局の厳しさからポンプ需要は減少した。こうした状況下、ディーゼル機関の開発など内燃機関の製造に力を入れた時期でもある。

(2) 1950～1970年（昭和25年～昭和45年）代

① 官公需市場

ポンプ事業は産業界に大きな信用を得ていたが、過去の実績を何よりも尊重する官公需市場では入札参加するのも容易でなかったが1960年頃から積極的に官公需市場に取組み始めた。

送風機事業は地下鉄換気用ファン、下水処理場向けのバッキブロウなどの受注が出は始めている。

特殊バルブ事業では大口径ロートバルブが水道用管路で流量や圧力制御、あるいは管路切替に使用されるようになってきた。

• 当社初の官公需向け大形ポンプ機場

1960年に大阪市土木局が行った猫間川抽水所向け口径1 350mm、360PS横軸斜流ポンプ、口径1 000mm、170kW立軸軸流ポンプ各2台を受注した。実績評価を得て官公庁への働きかけを重視する戦略を打ち出した。

• 当社初の可動翼排水ポンプ機場

1967年に東京都建設局小名木川排水機場向け口径2 800mm立軸可動翼軸流ポンプ（河川排水用1 400PS、4台、排水能力72m³/sでディーゼル機関出力1 400PSを一定に保つ「パワーコンスタント制御」の採用）を受注した。また、可動翼排水ポンプとして当社の第1号機である。実機による工場試験も実施、性能試験、翼角動作試験、出力一定制御など我国で初めてであり、海外でもその例を見なかった。

• 自動制御方式導入モデル機場

1965年（昭和40年）前後には人口の都市集中、環境衛生の向上などから水道施設が拡張した。こうしたニーズを受けポンプとその制御技術も大きく発展した。

東京都水道局鹿浜増圧ポンプ所向け口径700mm横軸渦巻ポンプ（全揚程65m、出力750kW、4台）を受注、流量定値制御、吐出し圧定値制御、管端圧力定値制御、流量プログラム制御の4制御の任意の制御を切替えスイッチ一つで変更できるという、当時としては極めて希であり、自動制御方式のモデル機場として注目された。

• 風洞試験用ロートバルブ

1960年航空技術研究所向けに口径1 600mm、1 000mmの各ロートバルブを風洞試験用の貯気槽元弁と調圧弁として納入した。その後も1973年に風洞試験用のロートバルブを納入している。

② 火力・原子力市場

この時期、風水力機械は国産化技術の確立と大形化を柱にして発展してきた。特に火力発電所の大容量化は目覚しくそれに追随して循環水ポンプも大形化した。

- 火力発電所向け循環水ポンプ国産 1 号機

当社は1954年（昭和29年）に東京電力鶴見発電所に国産初の循環水ポンプを納入した。

また1957年には電力中央研究所（電中研）と共同で循環水ポンプの研究に着手した。当社は輸入品を修理した実績が多かったことが電力関係者に評価され、共同研究となった。

- 原子力発電所向け循環水ポンプ国産 1 号機

1955年（昭和30年）に「原子力基本法」が制定され、原子力発電所の建設が具体化し始めた。1961年我が国で初めての商業用原子力発電所になる日本原子力発電から東海発電所向け口径1 350mm立軸斜流ポンプの受注に成功した。このポンプは海水から腐食を防止するために、外部電源方式防食システムを採用した当時としては画期的なポンプであった。

- 循環水ポンプ評価をさらに高めたMMポンプ

1966年中部電力知多火力発電所 3 号機向けは、500MWという大形発電所向け循環水ポンプで、国内最大であった。全域運転可能なポンプであるMM型が採用された。MMポンプは斜流ポンプの弱点である絞り点や低流量域で軸動力が急激に増大、さらに激しい振動、騒音で運転できないという弱点を克服したポンプである。全世界の技術者が努力して開発を競っていたが、全域運転可能なMMポンプを1961年に当社が開発し、1963年に米国特許も出願した。このMMポンプが電力会社から高く評価され、循環水ポンプが当社の主力製品に成長したと考える。

③ 産業界市場

日本経済が戦後の復興期を経て産業界を中心にダイナミックな波動をともなって成長してきた時期であり、ポンプ、送風機、特殊バルブの需要は鉄鋼、造船、石油／化学、鉱山市場で伸張している。

- 船舶用ドッグ排水ポンプ

1957年に三菱造船長崎造船所から船舶用ドッグ排水ポンプとして全砲金の口径700mm、125kW立軸両吸込渦巻ポンプなど35台を納入している。継続して受注があり、1965年には口径1 700mm、1 100kW立軸斜流ドッグ排水ポンプ 3 台を納入した。

- 当社的高速ブロワ 1 号機

1956年に日本鋼管（現在のJFE）川崎製鉄所に納入した口径250mm片吸込 6 段増速機付ターボブロワ（コークス炉ガス圧送用、4 500m³/h、1.1kgf/cm²、9 000min⁻¹、250kW、2 台）は、羽根車周速度266m/sと高く、羽根は鋌部一体削り出しのムカデ形を採用、吐出しガス温度150℃になるため、後部冷却器により40℃以下にするなど、当社における高速ブロワの第 1 号機となった。

- 新潟→東京間天然ガスパイプライン特殊バルブ一括製作

1962年を中心に新潟→東京間の天然ガスパイプライン用、長距離パイプライン用として小口径ロートバルブを多数納入（旧帝国石油株式会社：94台、石油資源開発株式会社：37台、東京ガス株式会社：24台）している。

1950年代の技術トピックスを紹介すると

日本最初の南極観測船「宗谷」の砕氷技術にも当社のポンプが使用されている。船体を横に傾けて（ヒーリング）、前後に傾けて（トリミング）厚い氷を砕き前進する。左右の舷側、船尾、船首に備えたバランスの海水をポンプで短時間に移動させる。1956年 5 月に発注があり、同年 9 月に突貫工事で納入した。口径360mm横軸軸流ポンプ（トリミング用、揚程6.5m、60PS）、同（ヒーリング用、揚程2.5m、25PS）各 1 台である。

4. 1970年～1990年（昭和45年～平成 2 年）代：【官公需市場】の技術変遷

1970年代の風水力機械は機場設備の大形化とともに技術が向上した。当社でもポンプ、送風機および特殊バルブの機械技術とその制御技術はこの時期に確立されたと言える。

(1) 上水道、農事およびダム放出流設備

① 1970年～1980年代

日本の上水道設備の発展期であり、東京都を代表とする大都市向け大容量ポンプから山越えの町に送る両吸込渦巻ポンプまで、ポンプの高効率化・低比速度化および上水道設備の制御技術やウォータハンマ減衰方法技術が急激に向上している。

農事用ポンプでは、横軸軸流・斜流ポンプが真空ポンプを補機にして伸張していった。

- 1970年頃当社最大の上水道ポンプ

この時期最大の上水道ポンプとして、1972年大阪府四条畷ポンプ場に口径1 200mm、2 900kW横軸両

吸込ポンプを納入している。

- ダム放水用や水利用に大形特殊バルブ

1971年北海道開発局豊平峡ダム向けに放水用としてハウエル・バンガーバルブ3台を納入し、その内の2台は口径2100mm、落差55mと国内最大であった。続いて1972年神奈川県広域水道企業団相模原ポンプ場向けに口径2400mm全溶接鋼板製ロートバルブを納入した。鋼板製では国内最大で世界的にも注目された。

② 1980年～1990年代

都市人口の急増化とともに大都市中心に地域環境にも考慮した低騒音、低脈動ポンプの技術が進んだ時期である。また、水中モータポンプも大形化し河川からの取水で浄水場に送るポンプとして増加した。

- 低騒音・低脈動ポンプ

1980年大阪府村野野層浄水場向けに口径800mm、900kW低騒音低脈動横軸両吸込渦巻ポンプ3台を納入した。低騒音、低脈動、高効率の実現とともに、サイリスタ・セルビウス方式による回転速度制御も採用された。ポンプ設計にあたり、羽根車を千鳥羽根に羽根出口端にカンナ刃のようなスキュー角を設け、ケーシングはポリュートサクシオン構造にした。工場試験では現地条件に合わせて押込ポンプで吸込圧を調整した。騒音の測定は無響音室でポンプを囲み騒音測定し、脈動圧力の測定には吸込・吐出し配管のそれぞれに余裕のある空気ダンパタンクを設け、流量調整弁の影響を受けないようにした。工場試験の仕様点で65dB、0.5%全揚程脈動圧と規制値を十分満たすことができた。続いて1989年に大阪府万博公園ポンプ場に口径800mm、1750kWおよび口径600mm、900kW各2台を納入した。村野向けとほぼ同じ低騒音・低脈動の条件で、さらにモータ単体での実負荷時騒音測定の要求があり、モータメカで過去に経験の無い大変な段取りの中、測定を実施した。こうした顧客要求は現在に至るまで最初で最後である。

(2) 雨水排水および下水道設備

① 1970年～1990年

雨水排水および下水道設備は第1次、第2次オイルショックの間も順調に受注が継続した。技術的には機場の大型化やシステム化に対応すべきコンクリートケーシングポンプ、先行待機型ポンプや管内クーラなどが開発され機場設備技術が向上し、機場の信頼性が非常に高まった時期である。

- 当社初のコンクリートケーシング構造ポンプおよび国内屈指の排水機場

1980年大阪府寝屋川太間排水機場向けに第一期工事として、口径2400mm、3200PS立軸渦巻斜流形ポンプ2台を納入した。シングルポリュート形式のコンクリートケーシング構造を採用した最初の機場である。続いて第二期増設分を第一期工事に続いて受注した。口径3400mm、6000PS立軸渦巻斜流形ポンプでダブルポリュート形式のコンクリートケーシング構造であった。1996年に20有余年の歳月を経てここに国内屈指の排水規模を誇るポンプ場を完成させた。さらに1983年大阪府平野川分水路排水機場向けに口径3600mm、1800PS立軸可動翼軸流ポンプ3台を納入。太間排水機場に続いてコンクリートケーシング構造を採用した大形機場である。

- 海外初の排水機場および台湾最大、東南アジア屈指の大形排水機場

1987年台湾台北市玉成ポンプ場に口径3000mm、2800PS立軸軸流油圧式可動翼ポンプ7台を納入した。1985年国際入札に参加したドイツ、イタリア、日本など内外の一流企業に技術、価格で上回り受注した大形案件で、一機場の総排出量として台湾最大、東南アジア屈指のものであった。駆動用エンジンは1000min⁻¹と高速回転であったので、実績のあるドイツKHD社(当時)から購入した。為替の変動もあり大きな損益をこうむったものの、世界のポンプ関係者に当社の実力を知らしめた快挙であった。20年後に同業他社の幹部技術者がこの機場を見学し、その大機場をまとめ上げた当社の技術力、工事力はすばらしいと話していた事を思い出す。

- 当社初の先行待機型ポンプ機場

1986年東京都下水道局梅田ポンプ所向けに、吸水槽水位に関係なく降雨状況に応じて予めポンプを気中にて運転させておく「先行待機型ポンプ」口径2500mm、3500PSの初号機を納入している。各種の実証試験を積み重ねた結果、安定したシステムとの評価を得て、葛西処理場、新小岩ポンプ所向けに高揚程、大容量ポンプを納入した。

- 当社初の片吸込ラジアル単段増速プロワ

1981年堺市／石津処理場向けに口径350mm増速型片吸込単段ラジアルプロワ170kW、15960min⁻¹3台を納めた。インペラは鍛造アルミで5軸マシニングセンターによる削り出し加工であった。この実績

と顧客の評価から、このタイプのバックブロワを多く納めることになる。

- 谷川連峰を貫く国内最長の関越トンネル向けに当社初の油圧式可動翼軸流ファン

1985年日本道路公団／関越自動車道関越トンネル万太郎地下換気所に口径3 150mm軸流ファン380 kW、215 kW、各2台を納めた。集塵機付立抗送排風による縦流換気方式であった。6年後の上下線開通に伴う4台の増設時には配圧弁方式をデジタルバルブ方式（特許品）に替え、故障の無い信頼性を確立した。

その後、トンネル換気設備として東京都心の新宿御苑トンネル向け口径2 800mm、620kW 2段軸流ファン、TLTとの提携品として新潟みなとトンネル向け口径3 550mm軸流ファン他を納入した。

デジタルバルブ方式可動翼装置に関わる技術トピックスとして紹介すると

この技術は英仏海峡（ユーロ）の道路トンネル計画時スイス／スルザー社から技術提携の話がもちあがったほどで、結局はこのトンネルは鉄道用だけになり具体化しなかったが、外国からも注目された開発であった。

5. 1990年～2010年（平成2年～平成22年）代：【官公需市場】の技術変遷

(1) 上水道および農事用設備

この時期上水道設備も日本の隅々まで行きわたった。技術的には振動モニタリング診断システムやインバータ制御による省エネルギー化が普及している。

農事用設備は日本政府の減反政策もあり減少した。こうした中、横軸軸斜流ポンプと真空ポンプの組合せに代わるポンプとして、ポンプ自体が自吸作用を持つ両吸込渦巻ポンプ「ホキレス」を開発した。

- 2003年千葉県印旛沼土地改良区に第1号機（口径250mm、30kW）を納入した。2004年には「ホキレス」をお客様に間近で見ってもらうため、2tトラックに積んで全国22カ所でキャラバン巡回デモを行った。現在まで実績は100台に達している。

(2) 雨水排水および下水道設備

最近では河川排水ポンプ機場中心にポンプ場全体システムの信頼性を重要視している。

無注水始動を可能にしたセラミックス軸受、ポンプ起動時に複雑なシステム系統を持つエンジンにかわる駆動機としてガスタービン駆動ポンプなどが開発された。

当社は当時の建設省中部地方建設局と河川ポンプ施設協会と共同で簡素化技術および建設コスト縮減をさらに追及しようと吐出しエルボの外壁に歯車減速機を搭載したポンプ「商品名：Lambda-21」を開発した。2002年には国内特許を取得し、2010年5月まで当社の実績は39台で、同業他社への販売は73台に達している。

- 2000年中部地方建設局沼津工事事務所函南観音川排水機場にラムダ-21の1号機である口径1 200mm、155kWの一床式立軸斜流ポンプを納入した。
- 当社初のポンプ駆動機にガスタービンを使用した機場
2000年九州地方建設局焼米排水機場向けに立軸ガスタービン駆動による立軸固定羽根車軸流ポンプ1台と立軸可動翼軸流ポンプ1台を納入した。
- 歯車減速機搭載型ポンプとしては国内最大口径
2010年近畿地方整備局城崎排水機場向けに口径1 800mm歯車減速機搭載型立軸軸流ポンプ2台を納入した。搬入時の荷重低減およびメンテナンス性を考慮して吐出しエルボを上下二ツ割構造としている。既設口径1 500mm横軸斜流ポンプの取替工事で、工事時の排水能力の低下を最小限に抑えるため、ポンプ操作盤を仮置きしながら1台ずつの取替工事とした。
- バッキブロワ用単段増速ブロワとして当社の記録品
2010年神戸市垂水処理場向け口径550mm増速型片吸込単段ブロワ（570kW、11 063min⁻¹）1台を納入している。バッキブロワの単段増速ブロワとして当社の記録品である。

(3) ごみ焼却およびトンネル換気設備市場

1997年に旧厚生省が『焼却炉の構造基準・維持管理基準などのダイオキシン新ガイドライン』を発表したのを受け、大規模焼却施設が急増した。当社も大形焼却設備用ファンをこの間、集中して受注している。

トンネル内で使用するジェットファンは1995年頃から換気システムにファジー制御の採用や、2000年頃からは火災発生時対応として大災害にならないように、低風速化制御を採用するトンネルが増えてきた。ジェットファンの吐出し風速も従来の30m/sから35m/sと上がってきた。

また当社では、ジェットファンの維持管理で安全性を考慮した異常監視システム『J^{ジェイシグマ}σ』を2002年に開発

し、顧客から高い評価を得ている。

- ファジー制御方式および低風速化制御を採用したトンネル
1997年に関東地建管平トンネル向けに簡易ファジー制御方式を採用した口径1 030mmジェットファン10台を納入した。2004年国土交通省中部地整小鳥トンネル向けに、低風速化制御を採用、また高風速ジェットファン口径1 250mmを34台納入した。
- 大形焼却設備用ファン
2001年大阪市環境事業局平野清掃工場向け#19両吸込ラジアルファン1 650kW 2台を納入した。ゴミ焼却設備用ファン出力としては当社最大である。
- 異常監視システム『Jσ』の初実績
2004年国土交通省中部地整新武生トンネル向けに口径1 030mm 5台に『Jσ』を初めて納入した。現在までに14トンネルに納入している。

6. 1970年～1990年（昭和45年～平成2年）代：【電力および産業市場】の技術変遷

(1) 1970年～1980年

この時期は日本の高度成長期の中クレバスのように発生した第1次、第2次オイルショックを吸収しながら安定して電力、鉄鉱、石油化学も成長拡大した。受注も安定して伸張している。技術的には最盛期で数々の記録製品を出している。

- 当時の国内最速ポンプ
1971年、三井東圧（現在の三井化学）大阪工業所に納入したRCポンプは尿素製造プラント用として開発された。圧力はMax260kgf/cm²あった。口径100mm横軸4段バレルポンプで当時、国内最速の12 000min⁻¹という高速でも運転は静粛だった。ただし、本ポンプは三井東圧、IHI、TECとの共同開発案件であったことから、制約を受け他のユーザに拡販できなかったのは残念である。この技術を火力発電所向けボイラーフィードポンプ（BFP）に応用していれば、当社の得意の循環水ポンプと合わせて大いに受注に貢献したに違いない。
- 中部電力浜岡原子力発電所向けにポンプ納入
1973年中部電力浜岡原子力発電所1号機に口径2 700mm、2 850kW循環水用立軸斜流ポンプを2台納入した。1974年口径450mm、950kW炉心スプレーポンプ（立軸両吸込渦巻形）2台を納入した。その後1985年中部電力浜岡発電所3号機向けに続いて、1992年4号機向けに口径3 400mm、5 700kW循環水用立軸斜流ポンプ各3台を納入した。
- 循環水ポンプの油圧式可動翼形として当社1号機
1980年中部電力渥美火力発電所3、4号機向け口径2 500mm、2 550kW循環水用立軸斜流油圧式可動翼ポンプ4台を納入した。

1970年代の技術トピックスを紹介すると

大都工業向けにIHIのドレヅジャー船にのせる特殊ポンプであるドレヅジャポンプを受注している。耐摩耗性からモリブデン・マンガン鋼にクロム・モリブデン系のハードフェイシングを施した羽根車を使用した。このポンプは東京湾岸の芝浦、お台場など、東京都の湾岸開発に活躍したのだろう。

先輩の設計主任が、床上にA0サイズの大きな計画図、設計図を並べ、床に座って顧客と電話していた光景が目につかぶ。

(2) 1980年～1990年

電力市場では火力および原子力発電所向けに循環水ポンプを中心に伸張していった。当社は無注水起動の可能なテフロン式軸受を開発し、さらに鉄系部品の腐食対策に流電陽極式で電気防食する低コスト化した技術で顧客の評価を得た。

産業市場は国内が停滞であったが、鉄鋼業界が推進している省エネ化対策で鋼板生産ラインのディスクケーリングポンプの高効率化の動きに対応、立形の大形プランジャーポンプを開発し製鉄会社に納入した。また、ポンプも送風機も海外向けに間接輸出案件にも活路を開いた時期である。

- インド石油ガス公社（ONGC）向けに大形MOLポンプ納入
1982年インド石油ガス公社（ONGC）向けに口径250mm、2 750kW原油圧送用横軸7段渦巻ポンプ3台を納入した。石油掘削プラットフォームからボンベイ市郊外の備蓄基地まで約200km圧送するポンプであった。このポンプは故障が少なく信頼性が高かった事が顧客から評価され、現在ONGC筆頭にインドGAS&OIL市場からの受注拡大につながっている。

- ・製鉄所向けにディスクケーリング用大形プランジャーポンプ納入
1985年旧川崎製鉄水島製鉄所向けにディスクケーリング用9連式立形プランジャーポンプ2500kWを納入した。1984年新日鐵八幡に9連式1800kW、1986年には7連式1600kWなど連続して納入したものの、この時期以降受注していない。
- ・国内最初に無注水軸受を採用した循環水ポンプ1号機
1986年東京電力東扇島発電所1号機向けに口径2800mm、3850kW循環水用立軸斜流ポンプを2台納入している。循環水ポンプとしては国内最初に無注水軸受を採用した1号機である。
無注水軸受を採用したことでグランド部の軸封冷却ポンプおよびその配管もなくなり、メンテナンス面で著しい効果があった。顧客からMMポンプを開発したことに次ぐ評価を得て各電力会社で無注水軸受を採用されるようになった。
- ・東北電力女川原子力発電所向けにECCS系ポンプ納入
1989年東北電力女川原子力発電所2号機向け口径300mm、880kW低圧炉心スプレーポンプ（立軸両吸込バレル形3段渦巻形）を納入した。続いて1993年3号機向けにも同じ仕様の低圧炉心スプレーポンプを納めた。1981年1号機向けにも口径450mm×250mm、650kW立軸両吸込渦巻形RHRポンプを納入している。

1980年代のトピックスを紹介すると

1989年に三井造船玉野造船所にホーバクラフト浮上用ファン#6両吸込斜流ファン520PS、8台を納入している。このホーバクラフトは大分市と国東半島にある空港を結ぶもので当初盛況であったが2009年に運営会社の解散とともに残念ながら廃船となった。その後、東京晴海埠頭と小笠原を結ぶ超高速大形船（TSL）の計画では当社の実績技術が評価され、当社も浮上ファン製作を検討したが、造船所と三島事業所の距離がメンテ上の支障となり取りやめになった。一方で船は完成したものの原油価格の高騰で運行は頓挫し実現していない。

7. 1990年～2010年（平成2年～平成22年）代：【電力および産業市場】の技術変遷

(1) 1990年～2005年

電力市場では1990年頃からCO₂の排出量の少ない環境面でも有利で発電コスト効果あるガスタービンと蒸気タービンを組合せたコンバインドサイクル方式の新設火力発電所が増加した。それにともない気化器海水ポンプを1995年頃多く納入している。

また、1995年『電気事業法』の改正にともない、電力の自由化の一環として民間企業（IPP）が電力事業に参入できるようになった。IPP発電所計画が進み2000年頃からIPP向け循環水ポンプやボイラ設備用ファンの受注が増加している。

2000年以後、国内電力向けの受注は大幅に減少したが、東南アジアの国々の経済発展とともに電力インフラ整備が進み、海外の火力発電所向けに循環水ポンプの納入が増えてきた。

産業市場ではバブル崩壊後の不況時にあり、設備投資縮減から受注は激減した。

- ・関西電力向けに30年ぶりに循環水ポンプ納入
1991年関西電力南港火力発電所3号機向けに口径2400mm循環水用立軸斜流油圧式可動翼ポンプ2台を納入した。1号機三菱製、2号機日立製、3号機電業社製であった。2年後の定検で電業社製が最も腐食進行が少なく各部位経年劣化がなかった事が評価され、2003年関西電力舞鶴火力発電所1号機向けに口径2500mm、4500kW循環水用立軸斜流油圧式可動翼ポンプ2台の納入につながった。このポンプは分離発注され工事含めての受注であった。
- ・当社最大の可動翼ポンプ
1994年東北電力女川原子力発電所2号機向けに口径3200mm、5600kW循環水用立軸斜流油圧式可動翼ポンプ2台を納入した。このポンプだけが分離発注され原子力発電所向けでは当社初の工事含めての受注であった。原子力品質保証体制を構築、徹底した品質管理のもとで循環水ポンプ製作、現地工事を実施した。1982年1号機に納めた口径3000mm、3200kW立軸斜流油圧式可動翼ポンプ2台に続く快挙であった。
- ・新東京国際空港公団向け燃料圧送用高压ポンプ受注
1994年新東京国際空港公団向けに口径350mm、850kWジェット燃料圧送用横軸両吸込3段渦巻ポンプ8台を納入した。航空機の燃料輸送用として千葉港と成田空港を結ぶパイプラインに設置され、現在まで年間通じて休むことなく稼働し、成田空港にジェット燃料を供給している。

- 気化器海水ポンプ
1995年中部電力四日市LNGセンター向けに口径900mm、1 000kW立軸斜流ポンプ気化器海水ポンプ6台を納入、同年韓国ガス向けに5台、同年東京電力富津発電所向けに3台、1996年中部電力川越火力発電所向けに4台、1997年知多LNG向け4台と続けて気化器海水ポンプを納入した。
- 東南アジア諸国の電力インフラ設備伸展
2001年インドネシア／タンジュンジャッチ発電所1、2号機への口径2 300mm、2 950kW4台納入から始まりスリランカ、インドネシア、ベトナム、台湾、マレーシア、タイなどの東南アジア諸国火力発電所向けに現在までに30台の循環水ポンプを納入している。
- IPP向け循環水ポンプの当社1号機および溶接製羽根車の採用
2002年IPPとしてコスモ石油四日市霞発電所向け口径1 100mm循環水用立軸斜流ポンプ3台を納入した。IPPの当社1号機であり、ポンプとしては溶接製羽根車（SUS316）の1号機でもある。
- バーレーン向けに当社初の海水淡水化ポンプ受注
2005年バーレーン向けに海水淡水化ポンプとして当社初の海水淡水化用ポンプ口径250mm、1 950kW初段両吸込5段渦巻ポンプ4台を納入した。本物件は、ユニオンモデルの応用で設計したものの、大変な赤字となったことから当社も本格的に高圧ポンプの技術開発を進める事にした。
- アブダビ／アドガス向けに硫黄回収用大形高速単段ブロワの受注
1993年アブダビ／アドガス向けに硫黄回収用口径800mm高速単段ブロワ1 250kW、6 994min⁻¹を納入した。騒音値の実測が求められ無響音室で増速機一体ブロワを覆い、圧力調整バルブからのきしり音や試験用配管からの漏洩音を防ぐため配管や風量調整バルブをグラスウールで遮音して実施、大変な段取りとなった。
- IPP向け大形ボイラ誘引ファン
2000年IPP案件として太平洋セメント糸魚川事業所向けに#24ボイラ誘引ファン両吸込ターボ形2 400kW、#16ボイラ押込ファン両吸込ターボ形2 800kWを納入した。続いて2001年にサニックス苫小牧事業所向け、2002年には出光興産愛知製油所向けに納入した。IPP向けに大形ファンの受注が急増した時期である。
- 特殊バルブに新駆動方式
2002年東京電力切明発電所向けに余水放出弁口径600mm ACサーボ駆動方式立形ハウエル・バンガールブを納入した。スクリュ軸にはボールネジを採用し、さらに高落差エネルギーを減衰させるため角形バップルフードを設置した。

2000年代前半の技術トピックスを紹介すると

有望な大形燃料電池として溶融炭酸塩形燃料電池システムの開発がNEDOの支援を受け2000年頃から実機プラントとして具体化し始めた。当社はカソードブロワの開発をし、651℃の高温環境下で耐圧0.45MPaという厳しい条件をクリアし、2002年にトヨタ自動車および中部電力川越火力発電所に納入し、フィールド試験を行った。そして2004年に開催された愛知万博のNEDOパビリオンに設置され、NEDO館および日本館パビリオンでの電力エネルギーに使用されたが、その後、溶融炭酸塩形燃料電池システムメーカーで電池能力大形化が解決できず伸展はしなかった。カソードブロワは大変評価されていただけに残念である。

(2) 2005年～2010年

ITバブルもはじけ、2008年にはリーマンショックから世界同時不況が発生、さらに日本円だけが急騰の中、産業市場は各社設備投資に慎重で、国内産業の空洞化が心配されている。当然、各社の事業所稼働率は低下しており、国内電力市場も低迷している。

こうした状況下、当社は舵取りを海外市場に向け、従来の間接輸出に加え直接輸出に力を入れる戦略を決定した。

間接輸出では日本のプラントメーカーでは三菱重工が海外火力発電所建設やGAS&OIL新規物件に強く、当社の受注が増え始めた。

直接輸出では従来から継続してきたインド／ONGC社、サウジアラビア／アラムコ社に加え新たにエクソン・モービル、シェブロンといったメジャーなどを中心に海外展開を開始した。ポンプでは原油移送用MOLポンプ、石油掘削用インジェクションポンプという水平二ツ割形およびバレル（二重胴）形多段ポンプ、ブロワでは硫黄回収用の多段ブロワなどの技術開発に力を入れ欧米メーカーと熾烈な技術競争の渦の中にいる。

- 20年ぶりにインド／ONGCから高圧ポンプ受注、その後も高圧ポンプ継続受注
2005年EIL／インド／ONGC-SHPプラットフォーム向けに口径200mm、1 300kW油輸送用水平二ツ割多段ポンプ3台を納入した。受注が継続しており、その代表としては2007年三星／インド／ONGCバサイ向けにインジェクションポンプバレル形1 950kW 3台、油輸送ポンプ水平二ツ割形210kW 3台を納入した。
- メジャーであるエクソン・モービルから大形物件初受注、続いてシェブロンから初受注
アメリカ／ヒューストンを訪問、会社紹介や技術プレゼンと回を重ね、DMWの技術力と会社の姿勢を評価されてメジャー向けの初受注につながった。2006年アカ・カバル／エクソン・モービル／アドリア海洋上LNG向けに口径750mm立軸斜流ポンプ（気化器海水ポンプ、4台）および口径200mm立軸斜流ポンプ（海水取水ポンプ1 320kW、2台）を納入した。当社が材料としてスーパー二相ステンレス（SDSS）を使用した最初のポンプである。ベンダー指定もあり鋳鋼系はカナダのハイランド社、鍛造、板部材はスウェーデンのサンドビック社から調達した。また、この時点では日本メーカはSDSS材製造に組み始めたばかりで日本に認定メーカは無かった。2009年シェブロン／サウジポリマーズカンパニー向けに循環水ポンプ、海水ポンプとして口径1 200mm、2 850kW立軸斜流ポンプ7台、口径1 000mm、1 350kW立軸斜流ポンプ3台を納入した。エクソン・モービルに続いてメジャーからの大形物件の連続受注である。
- 三菱重工から海外向け大形ポンプ、ファンの一括初受注
2009年三菱重工業長崎造船所／サウジアラビア／シュケイク発電所向けおよび淡水化基地向けに循環水ポンプ、海水取水ポンプとして口径2 550mm、1 000kW立軸斜流ポンプ4台、口径800mm、500kW立軸斜流ポンプ9台、FDF、GRFとして#18番両吸込ターボファン3 750kW 6台、#14番両吸込ターボファン530kW 6台を納入した。
- インドの新たな顧客HMELから直接受注、続いてIOCLから直接受注
2009年ヒンドスタン石油公社とミタル社との合弁会社HMELにEILを通し、口径200mm、2 650kW油輸送用水平二ツ割形6段ポンプを6台、フィード用バレル形6段ポンプ3 550kWを2台納入した。続いてインド石油市場で50%弱を占めるインディアンオイル国営石油会社（IOCL）からリアクターチャージ用バレル形多段タービンポンプ1 800kWを2台受注した。
- 当社初のポリュートケーシング2段遠心ファンおよび2段遠心ブロワ
2005年川崎重工／東海パルプ島田工場向けに内部循環形流動床ボイラ用押込送風機（FDF 2段、1 510kW、1 000min⁻¹）を納入した。このタイプは当社初で従来の当社製品では対応しえない領域をカバーしている。また、2010年三菱重工／アルジェリア向けに肥料プラント尿素造粒用ブロワ口径1 000mm、2 620kW、3 000min⁻¹ポリュートケーシング式2段遠心ブロワを納入、新タイプであると同時に肥料プラントとしては当社の記録品である。

8. 特機機械および制御装置の技術の変遷

ポンプ、送風機、特殊バルブ以外にも数々の特機機械や制御装置を開発している。現在まで継続し商品メニューの一角となっている製品、次代のニーズに合わず既に撤退した製品もあるが、ここでは商品化した製品の代表的なものを紹介する。

(1) 回転円板式排水処理装置

1970年頃、浄水場や事業所の廃水処理と処理水の再利用がクローズアップされてきた。当社もポンプメーカーとして蓄積した廃水処理技術の活用ができるかと判断、宮崎大学の支援を得て回転円板式排水処理装置を開発した。数百枚のFRP製薄板を一定間隔で積層した円板を汚水中に半浸した状態で低速回転させ、円板表面に微生物膜を付着させた上で処理する生物酸化処理方式である。代表的な物件では1977年山陽国策パルプ向けに回転円板直径5 000mm 1台、1983年大阪府三ヶ牧浄水場に回転円板直径5 000mm 12台を納入した。

(2) ジェットカッター

1975年頃になると戦後に建てたコンクリートや鉄筋の建築構造物を解体する工事が増大した。通常の方法では困難な部位も多く効率的な解体装置の開発が求められた。一方でプラスチックやゴム製品などを精度良く切断したいとの要望も多かった。そこで超高压をジェット噴射して切断するジェットカッターを開発した。重電機器メーカー、事務機メーカー、石材店に延べ3台納入するに留まった。他社も追随してきて、コスト競争に勝てなかったのが主たる要因であった。

(3) 水中排砂ロボット

水中排砂ロボットは1995年に中部電力と共同開発により世界で始めて誕生したもので、地上からの無線操縦によって水底を自走し、搭載している排砂ポンプで水底に堆積した土砂を地上へ圧送するロボットである。機器の構成はロボット本体、制御盤および無線装置からなる。1号機は中部電力浜岡原子力発電所に納入した。1998年には『浚渫工事業』の認可を取得し施工回数は100例以上に達している。その後、支援システムとして水中地形計測装置を開発し、計画的な排砂作業が可能になった。この事業は小会社のエコアドバンスに引き継がれている。

(4) 運転支援・遠方監視制御装置 (FACE-II TURBO)

1980年になると揚水・排水機場にコンピュータ支援による運転・保守管理しようという動向が出始め、当社も1985年にコンピュータ用入出力インターフェイス (FACE-II TURBO) を開発、その後、運転支援装置、遠方監視装置のシステム全体をカバーできるようにした。当社はパソコンを中核にした遠方監視装置を製作実用化し1998年千葉県成田土地改良事務所竜台川揚水機場向けに1号機を納入した。こうした制御技術は現在まで継承され、運転支援装置25機場、遠方監視装置23機場、換気制御盤50機場、ポンプ制御盤は約500機場に達している。当社は1990年には『電気工事業』、『電気通信工事業』に関する特定建設業の認可を取得している。

(5) ダム浄化用バッキ循環システム

1960年代の後半になると水源であるダムでは富栄養化によって毒性を持つ藻類や異臭が発生し自然保護や環境面からも放置できない問題になってきた。当社はバッキ循環システムを開発し1994年には耶馬溪ダムに納入した。1997年には国土交通省から大形案件である三春ダム貯水池散気管方式によるバッキ循環システムを受注した。2003年頃まで受注は伸びたが、その後、三春ダムで散気管の破損クレームが継続、解決まで相当の費用と時間を要した。またメンテナンス体制構築にも限界がありこの事業から撤退している。

(6) 有機性廃棄物処理システム『パスツール』

発電所の冷却用取水路に堆積した貝殻含めた有機性廃棄物を破碎して発酵・分解し易い形状にすると共に減容化して処理効率を高めたシステムである有機性廃棄物処理システム『パスツール』をエコアドバンスが開発した。発酵と分解にはバチルス菌を使用した。2003年に中部電力浜岡発電所向けに1号機を納入した。現在、子会社のエコアドバンスの主力製品となっている。

9. 2010年（平成22年）以降

(1) 官公需市場

2010年の今年環境の変化からか100mm/時間を越えるようなゲリラ豪雨が集中した。こうした状況下、大都市の雨水排水ポンプ設備は深層化・大規模化していく傾向にある。2000年には地下50m以深を利用できる『大深度地下利用法』も成立しており、大深度雨水排水設備の建設が進むと考えられる。当社はこのニーズにそって既に羽根車渦巻ケーシングの研究開発は完了している。

(2) 電力および海外含めた産業市場

国内産業の空洞化が心配される状況下、海外市場に軸足は置かざるを得ない。一方で日欧米の風水力機械メーカーのほか技術提携などで成長した韓国、中国のメーカーの技術台頭も著しい。当社としては高度技術、品質が必要な製品に特化していく。

地球温暖化が進む中でCO₂対応が急務になっており、海外電力市場では原子力発電が見直されている。当社も米国を中心とした海外原子力発電所向けに最新技術を駆使し、コスト的にも競争力を有し信頼性を持つポンプの最適化設計を進めていく。

GAS&OIL市場では石油掘削用インジェクションポンプやフィードポンプおよび硫黄回収用ブロワなどの高圧に特化し、性能や低質量に加え高い機械技術とシステム制御を複合モジュールにてスキッド化する高度なエンジニアリングおよび信頼性の高い運転システムおよびコスト競争力で市場の優位を得ることが重要となる。

海水淡水化市場では大きく出遅れてはいるが、競争できる海水淡水化ポンプとエネルギー回収装置を開発し、一体化技術でコストに挑戦していく。

10. 省エネ対策への課題

国内ではポンプが占める消費電力の割合は10%に及ぶと言われており、ポンプ自体の高速化、小形化はもちろん高効率化が重要となる。そのため省エネ対策として、ポンプ、ブロワ技術はもちろん、更にきめ細か

な制御技術を進化させることでシステムとして電動機効率や配管損失まで含めたトータルでの効率アップが重要と考える。

今後、海外のエネルギー需要は2030年には5割アップ、発電量は2倍になると言われている。水需要とともに急速に伸張することから、CO₂削減が大きなテーマとなり、市場としても大きく期待できる。

11. ポンプ、ブロワ設計技術手法の革新（高性能化、低質量化）

当社のポンプ、ブロワなど的高性能化、低質量化はここ数年著しく向上した。

これには大きく日進月歩のコンピュータ性能に負うところが多い。大容量化と演算スピードの向上というハード面と、それを利用するソフトの充実やそれを内蔵した工作機械、制御機器の多様化が貢献している。

(1) 性能開発

3DCAD、CFDを駆使したシミュレーション技術やPIVなど先進の計測技術で流れ部位の最適化を図り、実機モデルテストで実証確認する事で飛躍的に高性能化し、効率は多段ポンプで10%向上し85%、多段ブロワでは5%向上し80%に達している。

(2) 低質量化

技術開発や最適設計段階で、FEMによる構造解析、振動解析を行い、鋳鋼（鉄）材では薄肉厚や鋳造時の余肉減およびシャフト系の鍛造材では細径にする事が可能になり、またFEM利用により、アルミ材化、製缶化が進み、脱鋳造とともに低質量化が進んでいる。

機種により多少差異があるものの20%以上の低質量化が実現している。

12. おわりに

100年の技術変遷を書くにあたり、事業所の夏休みを利用、電業社機械製作所50年史（創業95年の歩み）をじっくり読む時間に当てた。トップの判断力と技術者の絶え間ない技術への挑戦があって、はじめて当社が100年継続できたという強い感覚が脳裏に焼きついている。

今回、この50年史からも多くを引用しており、一方では直近の30年間は私が携さわった物件も多く、記憶の確かなポンプ、送風機、機場などについて、思いつきで書き綴っている面もある。また、各時代の技術トピックスを別出したのは、当時の開発品として一過性技術で終わったものも含め、当社技術者へ技術挑戦のメッセージとして伝えたいと考えたからである。

当社は海外・国内市場の環境の変化や顧客ニーズに沿った製品をショートインターバルで提供すべきと考え、2004年から自動車産業のように何年モデルという開発方式で研究開発、最適化設計し、性能やコストに敏感に対応するようにした。時代に即した商品を市場に迅速に展開していく必要があると考えたゆえんである。

電業社も創業100年を過ぎ、次の100年に向けて第1歩を踏み出した。『技術創生』のコンセプトを常に胸にひめ、高度で困難な技術に挑戦し続けてほしいと考える。

電業社 100 年の歩み

Course of DMW Corporation's 100 Years

1910年の創業以来、「電業社」という名は100年経ったことになる。

この100年は、創業から1955年に東京芝浦電気株式会社（現、株式会社東芝）に水車部門が合併するまでの、主に水車を製造してきた45年間と、それ以降、現在までの主にポンプ・送風機を製造してきた55年間とに分かれる。

創業80周年には、電業社80年の歩み⁽¹⁾を報告した。また、創業90周年には、創業80周年から90周年へ⁽²⁾を報告した。それら90年分の年表に、21世紀にはいつてからの10年間の電業社の歴史と科学・一般の歴史をあわせ、創業から現在までの年表を掲載した。

（文責：井戸章雄）



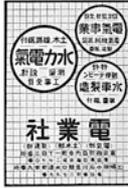
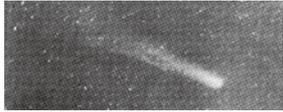
本社ビル（JR大森駅前）

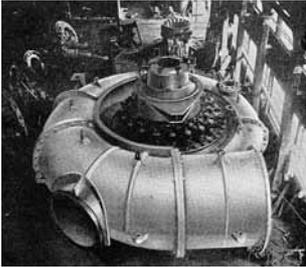
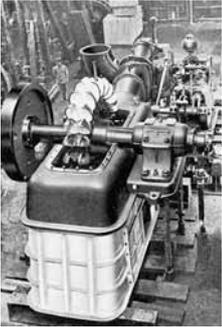
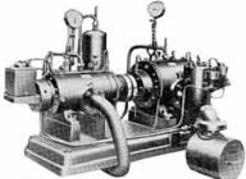
<参考文献>

- (1) 電業社80年の歩み、電業社機械、13-2（1989）、6.
- (2) 創業80周年から90周年へ、電業社機械、24-1（2000）、38.
なお、2000年から2009年までの電業社の歴史に掲載した写真は、本誌（電業社機械）に掲載済みのものである。
また、2000年から2009年までの科学・一般の歴史に掲載した写真は、以下に示すインターネットサイトより引用した。
- (3) 「東京都交通局 12-000形」『フリー百科事典 ウィキペディア日本語版』。2007年11月22日(木)10:12 UTC、
URL://ja.wikipedia.org
- (4) 「E2系1000番台はやて」『フリー百科事典 ウィキペディア日本語版』。2008年6月6日(金)14:26 UTC、URL://ja.wikipedia.org
- (5) 「日本郵政本社」『フリー百科事典 ウィキペディア日本語版』。2006年4月2日(日)05:49 UTC、URL://ja.wikipedia.org
- (6) 「中部国際空港」『フリー百科事典 ウィキペディア日本語版』。2009年10月17日(土)00:51 UTC、URL://ja.wikipedia.org
- (7) 「Paul Krugman, Roger Tsien, Martin Chalfie, Osamu Shimomura, Makoto Kobayashi and Toshihide Masukawa, Nobel Prize Laureates 2008, at a press conference at the Swedish Academy of Science in Stockholm」『フリー百科事典 ウィキペディア日本語版』。2008年12月10日(木)07:12 UTC、URL://ja.wikipedia.org

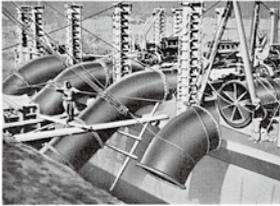
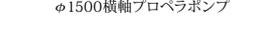
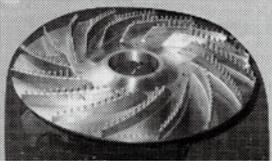


三島事業所本館（1995年完成）

西 暦 年 号	電業社の歴史	科学・一般の歴史
1905 (M38)	<p>※中島平八郎氏個人経営の「電業社」を創立。水力・火力発電所の土木工事請負業を営業</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">創立時の広告 後水車製造開始</p>	<p>※日露戦争終決 ポーツマス条約調印</p>
創業		
1910 (M43)	<p>※小石川区に江戸川工場建設 電業社水車部発足〔水車製造開始〕</p> <p>※田沢式軽便タービン水車の製造・販売開始</p> <p>●最初に受注した水車は出力4馬力、落差10尺、水量5個（立方尺）で世界最小の発電所といわれる（神奈川県玉川村、小金井為造氏）</p> <p>※芝浦製作所より水車、ポンプの製造、販売権の移譲をうける</p> <p>●国産初の220kWフランス水車受注（糸魚川発電所）</p> <p>●国産初の油圧式调速機納入、335kW横軸ペルトン水車 立軸軽便タービン水車（八那池発電所）</p> <p>●国産初の1350kW立軸渦巻フランス水車受注（西横山発電所）</p>	<p>●ハレー彗星地球に最接近</p>  <p>1910年ハレー彗星</p> <p>●日本で始めて単葉機、複葉機が飛ぶ</p> <p>●アムンゼン（ノルウェー）南極征服</p> <p>●タイタニック号沈没</p>
1911	<p>●最初に受注した水車は出力4馬力、落差10尺、水量5個（立方尺）で世界最小の発電所といわれる（神奈川県玉川村、小金井為造氏）</p>  <p>田沢式 立軸軽便タービン水車</p>	<p>●第一次世界大戦勃発</p> <p>●パナマ運河開通</p>
1912	●国産初の220kWフランス水車受注（糸魚川発電所）	
1913	●国産初の油圧式调速機納入、335kW横軸ペルトン水車 立軸軽便タービン水車（八那池発電所）	
1914	●国産初の1350kW立軸渦巻フランス水車受注（西横山発電所）	
1915	※(株)電業社水車製造所設立	
1916	●2000~3000kW級の水車多数受注	
1917	●国産初の220kWフランス水車	
1918	※幡ヶ谷工場新築落成、本社幡ヶ谷に移転	
1919	※(株)電業社原動機製造所設立	
10周年		
1920	●国産初の耐酸性4650kWフランス水車受注（金井発電所）	
1921	●国産初の鋼板製渦巻室を持つ2000kWフランス水車受注（中岩発電所）	
1922	●国産初のコンクリート渦巻室を持つ2700kWフランス水車受注（七宗発電所）	
1923	●国産初の長軸6900kWフランス水車受注、主軸長さ17m（羽根尾発電所）	
1924	●国産初の耐酸性4650kW横軸フランス水車	
1925	●10000kW立軸渦巻フランス水車3台納入（鳥坂発電所）	
1926	●10000kW立軸渦巻フランス水車3台納入（鳥坂発電所）	
1925 (T14)		●陸軍初の海外飛行成功（所沢～長春）
1926 (S1)		●関東大震災
		●メートル法実施
		●ベアード（英）実用的テレビ発明
		●初の放送電波 東京高等工芸学校から発信
		●東京、名古屋、大阪の3放送局、合同で日本放送協会（NHK）設立
		●ゴダード（米）世界初の液体燃料ロケット発射 高度12m 距離56m 飛行時間2.5秒

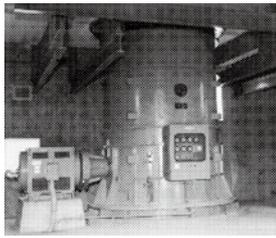
西 年 曆 号	電業社の歴史	科学・一般の歴史
1927	<ul style="list-style-type: none"> ●16500kW立軸渦巻フランシス水車受注 (南向発電所) ●12500kW立軸渦巻フランシス水車2台受注 (猪ノ谷発電所) 	<ul style="list-style-type: none"> ●日本初の地下鉄 上野ー浅草間開通 ●リンドバーク大西洋無着陸横断飛行成功 (ニューヨークーパリ 33.5時間)
1928	 <p>16500kW 立軸フランシス水車</p>	 <p>エッフェル塔の上を飛ぶスピリット・オブ・セントルイス号</p>
1929	<ul style="list-style-type: none"> ●国産初の可動羽根700kWプロペラ水車2台受注 (吉野第2発電所) ●23000kW立軸渦巻フランシス水車2台受注 有効落差214m (赴戦江第2発電所) ●9000kW横軸単輪単射ペルトン水車2台受注 有効落差625m (小口川第3発電所)  <p>9000kW 横軸ペルトン水車</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●高柳健次郎世界最初のブラウン管テレビ実験に成功 ※世界恐慌始まる (暗黒の木曜日) ●ドイツ飛行船ツェッペリン伯号, 世界一周達成 31321km 飛行時間 288時間  <p>霞ヶ浦上空のツェッペリン伯号</p>
20周年		
1930 (S5)		<ul style="list-style-type: none"> ●特急「つばめ号」運転開始 東京ー神戸 8時間55分
1931	<ul style="list-style-type: none"> ●国産初の揚水式発電所用φ450-800HP 両吸込タービンポンプ受注 H=100m (高瀬川第3発電所) 	<ul style="list-style-type: none"> ●電気洗濯機・電気冷蔵庫国産化 (東京電気) ●当時世界最長の清水トンネル開通 (9702m)
1932	<ul style="list-style-type: none"> ●φ1000-2500HP 両吸込タービンポンプ 5台受注 H=64m&58m (赴戦江第1, 2発電所) ●国産初の純揚水式発電所用φ700両吸込型タービンポンプ受注 H=85.5m (池尻川発電所) 	<ul style="list-style-type: none"> ●ダットソン (後のダットサン) 製作開始
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>※ 1931ー1932 不況打開策製品製造</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ミズハ深井戸ポンプ・道路ローラ ・ニードル弁・ガスコンロ・湿度潤滑電熱器 ・水圧機・電気式流量計・万能調理器 ・水圧鍛造機など </div>	 <p>ダットサン1号車</p>
1933	<ul style="list-style-type: none"> ●38500kWペルトン水車3台受注 (長津江第1発電所) ●5100HP超高揚程6段タービンポンプ受注 670m×24m³/min (小口川第3発電所) 	<ul style="list-style-type: none"> ●丹那トンネル貫通 (着工以来15年2ヶ月) (7800m)
1934	<ul style="list-style-type: none"> ●26000kW立軸渦巻フランシス水車3台受注 (黒部川第2発電所) 	<ul style="list-style-type: none"> ※関西に室戸台風襲来 ●フォン・ブラウン (独) ロケット打ち上げ成功 高さ2.5km ●カローザス (米国) 「ファイバー66」開発 (後のナイロン)
	 <p>SLM回転式空気圧縮機</p>	

西 暦 年 号	電 業 社 の 歴 史	科 学 ・ 一 般 の 歴 史
1935 (S10) 1936	<ul style="list-style-type: none"> ● 33000kW立軸渦巻フランシス水車4台受注 (長津江第2発電所) ※蒲田工場新築落成 幡ヶ谷より移転 	<ul style="list-style-type: none"> ● 湯川秀樹 中間子論発表 (日本数学物理学学会誌)
	 <p>本社および蒲田工場の全景</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ● φ1500-6700HP 立軸渦巻ポンプ受注 H=52m (朝鮮窒素肥料) 	
1937	<ul style="list-style-type: none"> ● 42000kWペルトン水車2台受注 (有効落差460m) (虚川江第1発電所) ● 33000kWフランシス水車3台受注 (有効落差275m) (黒部川第3発電所) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 神風号 (朝日新聞社の飯沼・越塚搭乘) 立川〜ロンドン 94時間17分56秒
	 <p>φ1500-6700HP 立軸単段タービンポンプ</p>	
1938 1939	<ul style="list-style-type: none"> ● 105000kW立軸渦巻フランシス水車7台受注 (鴨緑江・水豊発電所) ※技能者養成所 「私立電業社青年学校」設立 	<ul style="list-style-type: none"> ● カールソン (米国) 乾式コピー機発明 (後のゼロックス) ● 零式戦闘機試験飛行 ● フォンブラウン (独) A-3ロケット 打ち上げ成功 高度12km ● 世界初のジェット機初飛行成功 (独) ハインケルHe178 ※第2次世界大戦勃発 (9・1)
	<p>30周年</p>	
1940 (S15)	<ul style="list-style-type: none"> ● 12000kW立軸渦巻フランシス水車 2台受注 (津久井発電所) ● 25000kW立軸渦巻フランシス水車4台受注 (平岡発電所) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 国産初のカラーフィルム発売開始 (小西六)
	 <p>105000kW立軸渦巻フランシス水車</p>	
1941	<ul style="list-style-type: none"> ※三島工場第一期工事に着手 ※三島工場で内燃機関製作開始 ● φ800-850HP両吸込型渦巻ポンプ受注 (東京都 拝島ポンプ場) 	<ul style="list-style-type: none"> ※太平洋戦争勃発 (12・8)
1942	<ul style="list-style-type: none"> ※三島工場竣工・全工場操業開始 ● φ300-750HP4段タービンポンプ2台受注 244m×8.5m³/min (磐城炭礦) 	<ul style="list-style-type: none"> ● フェルミ (米国) 原子核分裂連鎖反応実験 に成功 (シカゴ大学にて)
1943	<ul style="list-style-type: none"> ● 16000kW立軸渦巻フランシス水車受注 (岩本発電所) ● φ800-500HP両吸込渦巻ポンプ2台受注 (華北電業) 	
	 <p>三島工場 稲荷神社 後方に現在の西小学校も見える</p>	
1944 (S20)	<ul style="list-style-type: none"> ※軍需会社の指定を受け、従業員は 全員現場徴用者に指定 	<ul style="list-style-type: none"> ※ドイツV1,V2ロケットにてロンドン爆撃 ● 風船爆弾完成 (日本)
1945	<ul style="list-style-type: none"> ※戦争のため注文取消となる 水車総計 74台 122万kW ポンプ 総計 586台 2万HP 	<ul style="list-style-type: none"> ● 人類初の核爆発実験成功 (7・16) (アラモゴード・米国ニューメキシコ州) ● 広島に原子爆弾投下 (8・6)  <p>キノコ雲</p>

西 暦 年 号	電 業 社 の 歴 史	科 学 ・ 一 般 の 歴 史
1945 (S20)	 <p>三島工場全景と富士山(昭和30年頃撮影。戦後もほとんどこの風景と同じといえる。現在の東芝テックはなく一面の田畑となっている)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●日本初のターボジェット機「橘花(キッカ)」初飛行(飛行時間 11分間)(8・7)
1946 1947 1948 1949	<p>※水車の注文ほとんど無く、水車修理と 農業用ポンプおよびラッセル編物機械などの 製作で危機を凌ぐ 特に第4次、第5次農地造成用ポンプ 多数製作</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ●長崎に原子爆弾投下(8・9) ※第2次世界大戦終了(8・15) ●世界最初の電子計算機(コンピュータ)「ENIAC」稼働開始(米国) ●ソ連世界最初の物理研究用原子炉始動 ●米国超音速有人飛行に成功
40周年		
1950 (S25)	<ul style="list-style-type: none"> ●φ1500-180kW横軸プロペラポンプ4台受注 電業社製ディーゼルエンジン使用 2.5m×260m³/min (寒水川排水機場) ※一般送風機の製作開始 ●下水用に日本で最初の斜流ポンプ、 φ600-80kW 2台、φ400mm-40kW 3台受注 (大阪市 北港ポンプ場) 	<ul style="list-style-type: none"> ※朝鮮戦争勃発 ●NHKテレビジョン実験放送開始 (週1回 1日3時間) ●米国初のカラーテレビ放送開始
1951	<p>※蒲田工場は水車製造専門工場とし各種ポンプは 三島工場で製造 ※大森に本社移転</p>  <p>電業社技術彙報第1巻</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●日航機「もくせい号」東京～大阪～福岡 就航 ●米国世界初の原子力発電に成功(100kW)
1952	<p>※電業社技術彙報発刊(1952～1955) 全6巻</p>	<ul style="list-style-type: none"> ※電力再編成により九電力会社創立 ●米国湿式水爆実験成功(エニウエック環礁)
1953	<ul style="list-style-type: none"> ●φ1000タービン冷却水循環用 立軸斜流ポンプ350kW 4台、 420kW 2台受注(東電・鶴見第2発電所)  <p>ハウエル・バンガーバルブ放水状況</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●乾式水爆実験成功(ソ連) ●NHKテレビジョン本放送開始(1日4時間)
1954	<ul style="list-style-type: none"> ●φ1200-430HP両吸込渦巻ポンプ 3台受注 (大阪市 津守ポンプ場) ●φ1300-700HPタービン冷却水循環用 立軸斜流ポンプ2台受注 (中部電力・名港火力発電所) ●第1号ハウエルバンガーバルブ(HBV) φ375完成(道志第1発電所) ※ブレイガー水中モーターポンプ製作開始 ※ポンプ設計部門三島工場へ移転  <p>φ1300-700HP 立軸斜流ポンプ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●世界最初の原子力潜水艦ノーチラス号進水 (米国) ●ペンシル型ロケット(23cm) 発射成功 ●洞爺丸座礁転覆 日本最大の海難事故
1955 (S30)	<p>※電業社機械製作所設立</p> <p>※電業社原動機製造所は 東京芝浦電気(株)に合併 三島工場関係の営業権を電業社 機械製作所に譲渡</p>  <p>ブレイガー水中モーターポンプ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●トランジスタラジオ販売開始 (東京通信工業) ※神武景気 ※電気洗濯機ブーム発生 家庭電化時代始まる
1956	<ul style="list-style-type: none"> ●φ50-250kW片吸込6段ターボブロワ(ムカデ形) 9000rpm 2台納入(日本鋼管) ●φ2000-1000kW両吸込1段ブロワ納入 (日本鋼管)  <p>ムカデ形羽根車</p>	<ul style="list-style-type: none"> ●東海道本線(東京-大阪)全線電化完成 ●南極予備観測隊 宗谷にて東京出航

西 年 号	電 業 社 の 歴 史	科 学 ・ 一 般 の 歴 史
1957	※電力中央研究所と共同で循環水ポンプ 吸込水槽の系統的実験を行う	<ul style="list-style-type: none"> ● 日本に原子の火ともる (JRR-1原子炉) ● 人工衛星スプートニク1号成功 (10・4)
1958	<ul style="list-style-type: none"> ● φ700-350kW 片吸込2段ブロワ 4台納入 (新日鉄・八幡) ● 定格出力2.1kW 3枚翼プロペラ形風車納入 (山口県 蓋井島灯台) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 東京タワー完成 (333m) ● 東京～神戸 「特急こだま号」の運転開始 (東京～大阪6時間50分)
1959	※ 50周年	<ul style="list-style-type: none"> ● 尺貫法廃止 ● 「ルナ3号」月の裏側撮影成功 (ソ連)
1960 (S35)	<ul style="list-style-type: none"> ● φ1800HBV納入 (愛知用水牧尾ダム) 	※チリ地震津波来襲
1961	※ 風水力研究所完成 ※ 米国ユニオンポンプ社と技術提携	<ul style="list-style-type: none"> ● メイマン (米国) ルビーレーザー発振成功 ● ガガーリン「ボストーク1号」にて宇宙飛行成功 (4・12) 108分で地球一周 (ソ連)
1962	※MMポンプ試作機完成 ユニオンポンプ	※東京 大気汚染スモッグが問題化
1963	<ul style="list-style-type: none"> ● φ800横軸MMポンプ6台納入 (仙台市南蒲生) ● φ2000ロートバルブ (RV) 納入 (横浜市水道局) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 国産初の大型電子計算機NEAC2206発表 (日本電気) ● テレシコフ 女性として初めて宇宙飛行 地球48周 約71時間 (ソ連)
1964	※ 大形ポンプ試験設備完成 (5m全幅せき・3門) <ul style="list-style-type: none"> ● φ2000-1250kW循環水用立軸斜流ポンプ 2台納入 (中部電力・知多1号) ● 高圧3連ブランチポンプ納入 700kgf/cm²×75kW (鹿島建設・技術試験所) ● #17両吸込ラジアルファン納入 5600m³/min×650mmAq×1550kW (野沢石綿セメント) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 東海道新幹線開通 (10・1) 東京-新大阪4時間
1965 (S40)	※ 大形ポンプ試験設備	※トンキン湾事件発生 (ベトナム)
1966	<ul style="list-style-type: none"> ● φ2400-1570kW循環水用立軸斜流ポンプ 2台納入 (中部電力・知多3号) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 東海発電所 営業用原子力発電に成功 (11・10) ● 朝永振一郎ノーベル物理学賞受賞 ● ソ連「ルナ9号」月に軟着陸 ● 巨大タンカー出光丸進水 (20.9万トン)
1967	<ul style="list-style-type: none"> ● φ2800-1400PS立軸可動翼軸流ポンプ 4台納入 (東京都 小名木川排水機場) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 航空機事故あいついで発生 全日空機 羽田沖墜落 (2・4) 他3件 ● 原子力発電所営業運転開始 (10・5) (東海村16.6kW)

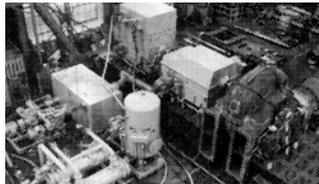
西 年 曆 号	電 業 社 の 歴 史	科 学 ・ 一 般 の 歴 史
1968	<ul style="list-style-type: none"> ● トンネル換気用φ2800立軸軸流ファン 2台納入 (道路公団・小仏トンネル) ● φ2135-1350kW 循環水用立軸斜流ポンプ 2台納入 (東京電力・姉ヶ崎2号) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 日本初の心臓移植手術を実施 (札幌医大・和田教授) ● 人類初めて月に立つアームストロング、オールドリン (7・20)「アポロ11号」(米国)
1969	<ul style="list-style-type: none"> ● ハイドロジェットポンプ 納入 70m³/min×100m×2000PS×2200rpm (防衛庁) ● φ630ジェットファン14台納入 (道路公団・弁天山トンネル) ● #21両吸込ラジアルファン納入 8650m³/min×750mm Aq×2000kW (東洋曹達) 	<ul style="list-style-type: none"> ● コンコルド初飛行 マッハ2.05 ● ボーイング747誕生 ● 東名高速道路全通 (346.7km) ● 原子力船「むつ」進水
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; color: white; background-color: #0070C0;">60周年</div>	
1970 (S45)	<ul style="list-style-type: none"> ※ 三島事業所本館完成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 東大宇宙研人工衛星「おおすみ」ラムダ4S型5号機打ち上げ成功 (2・11)
1971	<ul style="list-style-type: none"> ● φ2100HBV 納入 (北海道開発局・豊平峡ダム) ● φ1300流体継手付両吸込単段ブロワ納入 2930m³/min×4500mm Aq×3000kW (小名浜製錬) ● 尿素プラント用4段バレル形ポリウレト高速プロセスポンプ納入 250kgf/cm²×12000rpm (三井東圧化学) 	<ul style="list-style-type: none"> ※日航機「よど号」ハイジャック事件 ● 光化学スモッグ発生 ● 東亜国内航空の「ぼんたい号」函館にて遭難 ● 全日空機雲石上空にて自衛隊機と衝突
1972	<ul style="list-style-type: none"> ● φ2400RV 納入 (神奈川県・相模原) ● φ1300両吸込単段増速ブロワ2台納入 2490m³/min×3600mm Aq×2300kW (ザンビアNCCM) 	<ul style="list-style-type: none"> ※沖繩復帰 沖繩県発足 (5・12) ● 山陽新幹線 大阪～岡山間開通 東京～岡山 4時間10分
1973	<ul style="list-style-type: none"> ※二床式大形ポンプ試験設備完成2台納入 ● φ2700-2850kW 循環水用立軸斜流ポンプ2台納入 (中部電力・浜岡1号) ● φ900/800ばっき用両吸込単段ブロワ納入 1500kW×6387rpm (東京都 新河岸処理場) ● #25両吸込翼型ファン3台納入 22600m³/min×550mm Aq×3000kW (日本鋼管・福山) ● φ1200/900-2900kW 上水道用両吸込ポンプ 3台納入 (大阪府 四条畷) 	<ul style="list-style-type: none"> ※オイルショック ● 江崎玲於奈ノーベル物理学賞受賞
1974	<ul style="list-style-type: none"> ● φ2600-3500kW循環水用立軸斜流ポンプ 2台納入 (東京電力・袖ヶ浦2号) ● φ900/800片吸込単段ブロワ4台納入 880m³/min×5400mm Aq×1075kW (アブダビガス液化) 	<ul style="list-style-type: none"> ※伊豆半島沖地震発生 (M6.8、震度5) ● サンシャイン計画開始 ● 原子力船むつ放射能もれで原子炉凍結
1975 (S50)	<ul style="list-style-type: none"> ● 大口径スクリーポンプ納入 φ2600-400PS、全長22m、傾斜角30° (玉野市 宇野排水機場) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 山陽新幹線 岡山～博多間開業



φ2800立軸軸流ファン



完成時の三島事業所本館



φ1300-3000kW大形ガスブロワ



12000rpm高速、高圧プロセスポンプ



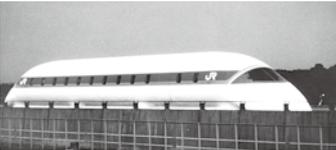
#25-3000kW両吸込翼形ファン

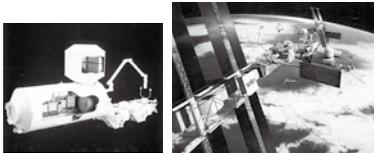
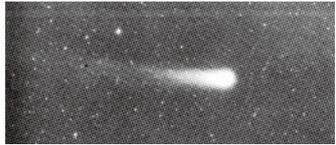


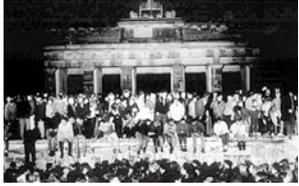
φ2600大口径スクリーポンプ



月面を歩く宇宙飛行士

西暦 年号	電業社の歴史	科学・一般の歴史
1976	<ul style="list-style-type: none"> ● φ2700-2850kW循環水用立軸斜流ポンプ3台納入 (中部電力・浜岡2号) ● φ2600HBV納入 (タイ バンチャオネン) 	<ul style="list-style-type: none"> ● コンコルド大西洋線に初めて就航
1977	<ul style="list-style-type: none"> ※「電業社機械」創刊 ● 世界最大の回転円板水処理装置納入 (直径5000mm) (山陽国策パルプ) ● φ800-900kW両吸込低騒音・低脈動ポンプ納入 (大阪府 村野階層浄水場) ● φ2400-2250kW排水用立軸斜流ポンプ納入 (横浜市 新羽ポンプ場) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 初の気象衛星「ひまわり1号」打ち上げ
1978	<ul style="list-style-type: none"> ※一、二床式両用ポンプ試験設備完成 ● φ1030大口径ジェットファン8台納入 (近畿地建・新武生トンネル) ● メタノール循環用大容量低温ポンプ納入 1690m³/h×60m×350kW (南ア SASOLIIプラント) 	<ul style="list-style-type: none"> ● ワープロ販売開始 (東芝)
1979	<ul style="list-style-type: none"> ※電業社工事 設立 	<ul style="list-style-type: none"> ● スリーマイル島 (米国) 原子力発電所事故発生 ● リニアモーターカー時速517km達成
	<div style="text-align: center;">  <p>電業社機械創刊号</p> </div>	<div style="text-align: center;">  <p>待機中のコンコルド</p> </div>
	<div style="text-align: center;">  <p>φ5000の回転円板装置</p> </div>	<div style="text-align: center;">  <p>世界初のワープロ</p> </div>
	<div style="text-align: center;">  <p>大容量低温ポンプ</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ● リニアモーターカー時速517km達成
	<div style="text-align: center;">  <p>φ1030大口径ジェットファン</p> </div>	<div style="text-align: center;">  <p>疾走するリニアモーターカー</p> </div>
	<div style="text-align: center;"> <p>70周年</p> </div>	
1980 (S55)	<ul style="list-style-type: none"> ● φ2500-2550kW循環水用立軸斜流可動翼ポンプ4台納入 (中部電力・渥美3, 4号) ● φ2400-3200P S立軸渦巻ポンプ2台納入 (大阪府 寝屋川太間) ● 170kW斜流送風機2台納入 (中部電力・浜岡3号) 	<ul style="list-style-type: none"> ※イラン・イラク戦争勃発
1981	<ul style="list-style-type: none"> ● φ1500超大口径ジェットファン4台納入 (中部地建・谷稲葉トンネル) ● φ350超高速単段ブロワ3台納入 6150mmAq×16000rpm (堺市 石津処理場) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 福井謙一 ノーベル化学賞受賞 ● スペースシャトル・コロンビア (有人宇宙連絡船) 打ち上げ成功 (米国)
1982	<ul style="list-style-type: none"> ● φ3000-3200kW可動翼循環水用ポンプ2台納入 (東北電力・女川1号) ● 1kWサボニウム形風車納入 (名古屋市工業研究所) ● φ1300換気用可逆式軸流送風機2台納入 (神戸市交通局) 	<ul style="list-style-type: none"> ● リニアモーターカー 世界初の有人浮上走行成功 ● 東北新幹線開業 (大宮-盛岡) ● 上越新幹線開業 (大宮-新潟)
	<div style="text-align: center;">  <p>組立中の斜流送風機</p> </div>	<div style="text-align: center;">  <p>飛び立つコロンビア号</p> </div>
	<div style="text-align: center;">  <p>16000rpm超高速単段ブロワ</p> </div>	

西 年 曆 号	電 業 社 の 歴 史	科 学 ・ 一 般 の 歴 史
1983	<ul style="list-style-type: none"> ● φ200硫黄回収用超高速単段プロワ納入 5400mm Aq×20200rpm (出光興産) ● φ3600-1800PS立軸可動翼軸流ポンプ 3台納入 (大阪府・平野川分水路) ● 農業用水改善用大型回転円板12台納入 φ5000×13764m³/日 (大阪府 三ヶ牧浄水機場) ● φ6000-10kWプロペラ形風車納入 (三重大学)  <p>φ3600-1800PS可動翼軸流ポンプ</p>	<p>※東京ディズニーランド開園 ※パソコンとワープロ急速に普及</p>  <p>一世を風靡した 日本電気のパソコン 「PC98シリーズ」</p> <ul style="list-style-type: none"> ● レーガン大統領「各国の協力で宇宙基地創設を呼掛ける」  <p>日本の実験モジュールとアメリカの宇宙ステーション</p>
1984	<ul style="list-style-type: none"> ● φ200ばっき用超高速単段プロワ納入 5900mm Aq×25700rpm (塩尻市) ● φ3150油圧式可動翼軸流送風機4台納入 (道路公団・関越自動車トンネル) ● デスクレーン用立形9連ブランチポンプ納入 4m³/min×155kgf/cm²×1800kW (新日鉄・八幡)  <p>大容量立形9連ブランチポンプ</p>	
1985 (S60)	<ul style="list-style-type: none"> ● φ3400-5700kW循環水ポンプ3台納入 (中部電力・浜岡3号) ※排砂ロボット完成 (中部電力と協同開発) ※ポンプ制御装置(FACE-II TUBRO)完成 ※ウォータージェットカッター完成 ※電業社商事 設立  <p>世界初の排砂ロボット</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 日航ボーイング747機 群馬県御巢鷹山に墜落
1986	<ul style="list-style-type: none"> ● φ2800-3850kW循環水ポンプ2台納入 無注水起動水中軸受採用 (東京電力・東扇島1号) ● φ2500-3000kW循環水ポンプ3台納入 (中華人民共和国・沙角) ● デスクレーン用立形7連ブランチポンプ納入 4.1m³/min×175kgf/cm²×1600kW (新日鉄・八幡) ● φ2500-3500PS立軸斜流ポンプ2台納入 φ2500-3600PS立軸斜流ポンプ納入 (東京都 梅田ポンプ所)  <p>ジェットカッター装置</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 米国スペースシャトル「チャレンジャー」 空中爆発 (1・28) ● ハレー彗星76年ぶりに地球へ大接近  <p>1986年のハレー彗星</p>
1987	<ul style="list-style-type: none"> ● φ2135-1500kW循環水ポンプ2台納入 (東京電力・鹿島) ● φ2000-2900PS雨水排水ポンプ3台納入 (大阪府 千島) ● φ1200-800kW下水道用可動翼斜流 ポンプ納入 (大阪市 平野市町) ● φ3000-2100kW雨水排水ポンプ7台納入 (台湾 玉成)  <p>φ2500循環水ポンプの揚水管 吐出しエルボ、吸込ベルの雄姿 (沙角向け)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ソ連チェルノブイリ原発にて事故発生 (4・28) ● 日本「H-I」ロケット打ち上げ成功 (8・13)  <p>日本初の大形ロケットH-I 発射の瞬間</p>
1988	<ul style="list-style-type: none"> ● φ2500-2950kW循環水ポンプ2台納入 (中部電力・川越1号) ● φ2000-3600PS排水ポンプ2台納入 (横浜市 吉野)  <p>φ2000-2900PS雨水排水用立軸渦巻斜流ポンプ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 本州四国連絡橋 児島一坂出ルート完成 ● 青函トンネル完成

西暦 年号	電業社の歴史	科学・一般の歴史
1989	※大型循環水ポンプ用無注水始動軸受の実証実験完了 ●両吸込斜流形ホーバークラフト浮上用ファン (三井造船) ※ 運転監視システム (FATUS) の開発・納入 ●救急排水ポンプ設備の開発・納入 (ポンプ施設技術協会標準型) (群馬県 館林土木事務所) <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; color: white; background-color: #0070C0;">80周年</div>	※ベルリンの壁崩壊 <small>「ロイター・サン・毎日提供」</small>  ベルリンの壁崩壊 ※昭和天皇崩御
1990 (H2)	●φ2500-2950kW機械式可動翼循環水ポンプ2台納入 (中部電力・碧南1号) ●φ800/700肥料造粒搭用高速単段ブロワ納入 64.2kPa×1000kW×6730min ⁻¹ (バングラディッシュ) ※「電気工事業」に関する特定建設業の許可取得	※統一ドイツ実現 ※湾岸戦争勃発
1991	●φ2400-1900kW可動翼循環水ポンプ初号機2台納入 (関西電力・南港3号) ●φ1650-1250kW先行待機型ポンプ2台納入 (東京都 新小岩ポンプ所) ● φ3150-500kW、340kWトンネル送排風機各2台納入 (道路公団・関越トンネル) <small>関越トンネル送排風機</small> ●φ2800-740kWトンネル送排風機各2台納入 (東京都 新宿御苑トンネル) ●φ2800-3300kW可動翼循環水ポンプ2台納入 (東京電力・広野1号)	※ソ連崩壊 ※長崎県普賢岳火砕流発生  普賢岳噴火 <small>「毎日新聞社提供」</small>
1992	※RS型水中地形計測装置の開発 ● φ3400-5700kW循環水ポンプ3台納入 (中部電力・浜岡4号) ● φ900/800亜鉛・鉛精錬用高速単段ブロワ納入 71.1kPa×2000kW×6900min ⁻¹ (八戸精錬) ●φ800/700硫黄回収用高速単段ブロワ2台納入 73.7kPa×1250kW×6994min ⁻¹ (ADGAS)	 関西国際空港 <small>「毎日新聞社提供」</small>
1993	●φ1300大容量高温SO ₂ ブロワ納入 20.9kPa×1000kW、温度368℃ (旭化成)	※北海道南西沖地震 ※Jリーグ発足
1994	● φ3200-5600kW可動翼循環水ポンプ2台納入 (東北電力・女川12号) ●φ2600-1200kW排水ポンプ納入 (中国地建・干田川排水機場) ※低騒音型ジェットファンの開発 ●φ900/700脱NO _x 用高速単段ブロワ納入 58.6kPa×1300kW×6880min ⁻¹ (中国)	 H-IIロケット <small>「毎日新聞社提供」</small> ●関西国際空港開港 ●NASDA純国産H-IIロケット1号機打上げ
1995 (H7)	● 堤脚水路清掃用作業車納入 (関東地建・霞ヶ浦事務所) ●φ2000-920kW頂部設置形機械式可動翼排水ポンプ納入 (関東地建・樋口排水機場) ●φ900-1000kW機械式可動翼気化器海水ポンプ6台納入 (中部電力・四日市LNGセンター) ●φ42°/30°-1320kW大口径両吸込渦巻ポンプ2台納入 (SAMAD) ※三島事業所に本館 (技術・事務棟) 完成 ※水中モーター工場の完成	※阪神大震災 (1・17 5:46 M7.2) ※地下鉄サリン事件 ※PL法施行  阪神大震災 <small>「毎日新聞社提供」</small>

西 年 号	電 業 社 の 歴 史	科 学 ・ 一 般 の 歴 史
1996	<ul style="list-style-type: none"> ● 散水消雪設備一式納入 (中部地建・関ヶ原) ● φ1000-1640kW気化器海水ポンプ5台納入 (韓国ガス) ● φ900-810kW気化器海水ポンプ4台納入 φ350-500kW高発泡海水ポンプ納入 φ900-2800kW/3900P S消化水ポンプ2台納入 (モータ、エンジン併用) (中部電力・四日市LNGセンター) ● φ3400-4400kW排水ポンプ3台納入 φ2400-2400kW排水ポンプ納入 (大阪府 太間排水機場)   <p style="text-align: center;">φ3400-4400kW 排水ポンプ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 日本人搭乗のシャトル打ち上げ (1・7~1・13) ● インターネットの爆発的拡大  <p style="text-align: center;">若田光一さんを受けて 打ち上げられたスペース シャトル「エンデバー」 「毎日新聞社提供」</p>
1997	<ul style="list-style-type: none"> ● 曝気循環流制御設備納入 (東北地建・三春ダム) ● φ400/300-950kW水没形揚水ポンプ2台納入 (横軸初段両吸込多段渦巻ポンプ) (岩手県 藤崎地区) ● トンネル換気システムにファジー制御を納入 (関東地建・笹平トンネル) <p>※ISO9001認証取得 ※「電気通信工業」に関する特定建設業の許可取得</p>  <p style="text-align: center;">三春ダム 曝気循環流制御設備</p>	<p>※大腸菌O-157による食中毒</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 東京湾アクアライン開通  <p style="text-align: center;">東京湾アクアライン</p> <ul style="list-style-type: none"> ● クローン羊のドリー誕生 ● 地球温暖化防止京都会議開催 (炭酸ガス削減目標決定) <p>※長野冬季オリンピック開催</p>
1998	<ul style="list-style-type: none"> ● 発電所海生貝の有効利用設備納入 (中部電力・浜岡原子力発電所) <p>※歯車減速機搭載型立軸一床式ポンプ (ラムダ21) の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ● φ1000-280kW船用揚水ポンプ納入 (東京電力・西湖発電所) ● φ1200/1000-1450kW両吸込渦巻ポンプ4台納入 φ900/700-750kW両吸込渦巻ポンプ2台納入 (大阪府 村野高度浄化処理棟) ● φ1500-950kW循環水ポンプ6台納入 (中部電力・新名古屋7号) <p>※巡回監視ロボット開発 ※「しゅんせつ工業」に関する特定建設業の許可取得</p>  <p style="text-align: center;">巡回監視ロボット開発</p>  <p style="text-align: center;">ラムダ21の開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 明石海峡大橋開通 <p>※コソボ紛争勃発</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 国際宇宙ステーション建設開始 <p>※ワールドカップ初出場</p>  <p style="text-align: center;">明石海峡大橋</p>
1999	<ul style="list-style-type: none"> ● ラムダ21の実機製作納入 (兵庫県洲本土木事務所 由良港排水施設) (島根県松江農林振興センター 西排水機場) (静岡県大場川函南観音川排水機場) ● φ1700-1250kW機械式可動翼循環水ポンプ2台納入 (九州電力・苅田新1号) ● ごみ熱分解・燃焼熔融炉向け 加熱空気送風機、誘引送風機各納入 (福岡県 八女西部クリーンセンター) <p>※有機性廃棄物発酵・リサイクルシステム 「パス・ツール」開発</p> <p>※ポンプ逆転水車の開発</p>  <p style="text-align: center;">バチルス菌</p>  <p style="text-align: center;">パス・ツール開発</p>	<p>※欧州単一通貨ユーロ導入</p> <ul style="list-style-type: none"> ● トルコ大地震、台湾大地震 ● 皆既日食 ● 燃料加工工場臨界事故 (レベル4) 発生 ● H-IIロケット打ち上げ2度目の失敗 ● 風車発電の売電事業本格化 ● 人ゲノム解明  <p style="text-align: center;">22番染色体全容解明 「1999年12月2日付 朝日新聞掲載」</p>  <p style="text-align: center;">風車発電 「毎日新聞社提供」</p>

西暦 年号	電業社の歴史	科学・一般の歴史
1999	<p style="text-align: center;">90周年</p>	
2000	<ul style="list-style-type: none"> ● φ3200-4600kW循環水ポンプ2台納入 (東北電力・女川3号) ● φ3000-5100kW油圧式可動翼循環水ポンプ納入 (電源開発・磯子新1号) ※ボール循環ポンプの開発 ● #19IPP向け両吸込ターボ型ボイラー誘引ファン納入 14000m³/min×2400kW ● #16両吸込ターボ型ボイラー押込ファン納入 6000m³/min×2800kW(太平洋セメント系魚川事業所) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 白川英樹、ノーベル化学賞受賞 ※2000円札発行、新額面紙幣は42年ぶり ● 都営地下鉄大江戸線全線開通 
2001	<ul style="list-style-type: none"> ● φ2300-2950kW循環水ポンプ4台納入 (インドネシア・タンジュンジャッチ発電所1.2号) ● φ1650-316kw立軸軸流ポンプおよび φ1650-316kW立軸可動翼軸流ポンプ各1台納入 (九州地整・焼米排水機場) ● φ2800-3350kW油圧式可動翼循環水ポンプ2台納入 (中部電力・碧南5号) ● #16IPP向け循環流動層ボイラー設備用 両吸込ターボ型押込ファン2台納入 4032m³/min×2500kW(サニックス・苫小牧) ※乾式満水ユニット「ANTLIA」の開発、1号機納入 (九州地整・寒水筒排水機場、枝光排水機場) 	<p style="text-align: center;">都営地下鉄大江戸線⁽³⁾</p> <ul style="list-style-type: none"> ※米同時多発テロ発生 ※「公共事業の入札および契約の適正化の促進に関する法律」施行
2002	<ul style="list-style-type: none"> ● φ1100-1150kW循環水ポンプ3台納入 (コスモ石油四日市発電所)、溶接インペラ採用 ※φ1650-650kW歯車減速機搭載立軸一床式ポンプ (油圧クラッチ付)納入 (大阪府・氷野ポンプ所) ● #17IPP向け両吸込ターボ型ボイラー押込ファン 16000m³/min×4400kW ● #20両吸込翼型昇圧用ファン各1台納入 22100m³/min×3000kW(出光興産・愛知製油所) ※φ3350電動機内装直結動翼可変立型1段軸流ファン納入 (北陸地整・新潟みなとトンネル)ドイツTLT社との提携品1号機 7980m³/min×115kW ※ジェットファン異常監視システム「Jσ」の開発 ● φ900減勢用立型ハウエルバンパーバルブ納入 (東京都・朝霞浄水場) 	<ul style="list-style-type: none"> ※コリンズに基づく入札が500万円以上に拡大 ※住民基本台帳ネットワークが稼動 ※日韓共催サッカーワールドカップ開幕 ● 東北新幹線(はやて)、盛岡・八戸間が開業 
2003	<ul style="list-style-type: none"> ● φ2500-4500kW油圧式可動翼循環水ポンプ2台納入 (関西電力・舞鶴火力発電所1号) ※φ250-30kW自吸式両吸込渦巻ポンプ納入 (千葉県・印旛沼土地改良区)ホキレスの1号機 ● φ3200-3600kW循環水ポンプ3台納入 (東北電力・東通1号) ※φ1200-740kW歯車減速機搭載立軸一床式ポンプ (双方向吐出型)2台納入 (大阪市・平野市町抽水所) ● #24バイオマス発電用両吸込ターボ型ボイラー誘引ファン納入 (北越製紙・新潟) 24200m³/min×1760kW 	<ul style="list-style-type: none"> ※イラク戦争勃発 ※アジアを中心に新型肺炎(SARS)流行 ※日本郵政公社発足 
2004	<ul style="list-style-type: none"> ● φ1800-1650kW立軸渦巻斜流ポンプ2台納入 ● φ1000-520kW機械式可動翼立軸渦巻斜流ポンプ2台納入 ● φ1200-770kW機械式可動翼立軸渦巻斜流ポンプ1台納入 (大阪市・津守下水処理場) ● φ1650-1912kW立軸斜流ポンプ納入 (大阪府・前島ポンプ場) ● φ2100トンネル換気用横軸軸流ファン2台納入 (四国地整・大豊トンネル) 4020m³/min×130kW ● φ1250-50kW高風速ジェットファン34台納入 (中部地整・小島トンネル) 	<ul style="list-style-type: none"> ※イラクのサマワに陸上自衛隊派遣 ※スマトラ沖地震・インド洋大津波発生

西 年 号	電 業 社 の 歴 史	科 学 ・ 一 般 の 歴 史
2005	<ul style="list-style-type: none"> ●φ200×150-1300kW 原油圧送ポンプ（水平二ツ割9段）3台納入（インド・ONGC SHP プラットフォーム） ●φ250×200-1950kW 初段両吸込5段渦巻ポンプ4台納入（バーレーン）海水淡水化用ポンプとして当社1号機 ●φ96"-4150kW 循環水ポンプ2台納入（マレーシア・タンジュンビン1号） ※オイルミストセパレータシステム（MSS-α）の開発 ●#20 バグフィルター排気用両吸込翼型ファン納入（太平洋セメント・熊谷）19167m³/min×2000kW ●#13 ボイラ押込用片吸込2段ターボファン納入（東海バルブ・島田）片吸込2段ターボファンとして当社1号機1666m³/min×41.4kPa×2000kW 	<ul style="list-style-type: none"> ●中部国際空港開港 ●愛・地球博（愛知万博）開催  <p>中部国際空港⁶⁶</p>
2006	<ul style="list-style-type: none"> ●φ30"-1400kW 気化器海水ポンプ4台納入（アカ・カバル/エクソン・モービル/アドリア海洋上LNG） ●φ1350-1500kW 循環水ポンプ2台納入（タイ・ソンクラ） ●φ96"-4150kW 循環水ポンプ各2台納入（マレーシア・タンジュンビン2,3号） ●φ250 片吸込ターボプロワ2台納入（インド・ONGC SHD プラットフォーム）70m³/min×3000min⁻¹×45kW ※低圧力損失新型逆止弁「AA-チェック」の開発 ※φ600 ロートバルブ2台納入（神奈川県・寒川第3浄水場）ACサーボモーター駆動式ロート弁の開発 	<p>※小泉首相退任で新首相に安倍氏が就任 ※北朝鮮が核実験・ミサイル発射実験を強行</p>
2007	<ul style="list-style-type: none"> ●φ150×100-950kW ウォーターインジェクションポンプバレル形3台φ100×80-210kW 油輸送ポンプ水平二ツ割形210kW3台納入（インド・ONGC パサイ）他6台納入 ●φ2400-4220kW 循環水ポンプ4台（マレーシア・ジマ石炭火力発電所） ●φ2000-1800kW 循環水ポンプ2台（マレーシア・ポートディクソンII） ●φ1000-1400kW 冷却塔冷却水ポンプ（両吸込渦巻）30台納入（サウジアラビア・ラービグ社） ※ポンプ用オイルミストセパレータシステム（MSS-ω）の開発 ※回転引抜型立軸斜流ポンプの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ●安倍前総理が突然の辞意表明、新総理に福田氏が就任 ●食品偽装事件が相次ぎ『食の安心』が揺らぐ ※記録の消滅や未払いなど『消えた年金』問題が噴出
2008	<ul style="list-style-type: none"> ●φ700-680kW 気化器海水ポンプ4台納入（清水LNG） ●φ3000-6200kW 油圧式可動翼循環水ポンプ納入（電源開発・磯子新2号） ※φ200-30kW 自吸式両吸込渦巻ポンプ2台納入（滋賀県・稲枝東地区揚水機場） ●φ400×200-240kW 立軸両吸込渦巻ポンプ3台納入（三井海洋開発） ●φ2360 電動機外装式1段軸流ファン2台納入（中日本高速道路・飛騨トンネル白川換気所）121m³/s×475kW 	<ul style="list-style-type: none"> ※福田前総理が突然の辞意表明、新総理に麻生氏が就任 ※リーマンショックから世界同時不況発生 ●ノーベル賞で日本人4人が受賞  <p>2008年12月7日スウェーデン王立アカデミーにて日本人ノーベル賞受賞者⁶⁷</p>
2009	<ul style="list-style-type: none"> ●φ102"-4380kW 循環水ポンプ（立軸斜流）4台納入 φ72"-2550kW 立軸斜流ポンプ2台納入 φ72"-1080kW 立軸斜流ポンプ2台納入 φ32"-500kW 立軸斜流ポンプ9台納入 他ファン12台（サウジアラビア・シュケイク水・電力会社）火力発電・海水淡水化設備 ●φ48"-2850kW 循環水ポンプ（立軸斜流）7台納入 φ40"-1350kW 取水ポンプ（立軸斜流）3台納入 φ46"×32"-4000kW 冷却水ポンプ（両吸込渦巻）7台納入（サウジアラビア・サウジポリマーズカンパニー（シェブロン）） ●φ250×200-2650kW 原油圧送ポンプ（横軸水平二ツ割6段）6台納入（インド・HMPL） ※オイルフリーの省エネ型ターボプロワ「ecoターボ」の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ※総選挙の民主党勝利の結果、首相に鳩山氏が就任 ※円高ドル安が加速、14年ぶりに一時84円台に

コンピュータシミュレーションの新たな取り組み

富松重行

New Approach for Computer Simulation

By Shigeyuki Tomimatsu

1. はじめに

流体解析、構造解析などのCAE (Computer Aided Engineering) に代表されるコンピュータシミュレーションは、ポンプ、送風機およびそれらの周辺機器の設計検討を行うためにすでに必要不可欠なツールとなっている。このような理由として、CAD (Computer Aided Design) との連携性が良い、設計の上流側でシミュレーション結果をもとにコンピュータ上でバーチャルに製品の完成度を高めることによって試作回数を減らすことでコスト低減ができる、設計開発時のリードタイムの短縮を図りながら設計・開発する製品のパラメータサーベイが行えるなどが挙げられる。

流体解析の場合、従来はRANS (Reynolds Averaged Navier-Stokes Simulation) による定常解析が一般的であったが¹⁾、近年ではRANSによる非定常解析 (U-RANS、Unsteady-RANS) やLES (Large Eddy Simulation) による解析が盛んになってきている。以前から、非定常解析を行えば定常解析で得られた解析結果よりも精度が高く、デザインレビューの際により細かなところまで検討できる解析結果が得られることは知られていたが、設計開発時のリードタイムなどの問題で非定常解析が利用されることはほとんどなかった。しかしながら、近年のコンピュータの高性能・低価格化に伴って、前述の非定常解析を活用した取り組みが盛んになってきている。

構造解析の場合、従来は静解析、固有値解析などを行って、応力、変位などの基本的な物理量についてのみ検討を行うというスタイルが一般的であったが、解析精度の向上に伴って実験結果とほぼ等しい解析結果が得られるようになった現在では、解析によって得られた応力、変位などの物理量をもとに、担当者が設計上必要となる物理量を別途計算して設計評価に活用するといった形で、ポスト処理を充実させたスタイルが設計開発レベルでも利用されるようになってきている。また、以前は大規模構造物の構造解析を行うことはコンピュータパフォーマ

ンスに問題があり難しかったが、前述のように近年のコンピュータパフォーマンスの向上によって大規模構造物の一体解析の取り組みが盛んになってきている。さらに、流体解析により得られた圧力データを構造解析の荷重条件として用いる流体-構造連成解析の取り組みも進んでいる²⁾。

前述のパラメータサーベイにかかる時間を短縮して設計開発にかかるリードタイムを短縮し、かつ従来の実績に基づく試行錯誤的な設計に変わる新たな設計方法として、コンピュータシミュレーションの結果を利用した設計探索の取り組みも盛んになってきており、製品の設計開発時の利用も進んでいる。設計開発する製品に与えられる要求仕様は通常一つではなく複数で、これらの要求は互いにトレードオフの関係になることが多い。これを人手による設計探索で解決するとなると、勘と経験に頼ってパラメータサーベイを繰り返し行って要求仕様を満たす妥当な形状を見つける必要があるため、結果として担当者の負担が増大することとなる。また、限られたリードタイムの中で設計開発を行うことを考えると、人手による作業では設計形状検討数が数個程度に限られてしまい、最良の形状が得られているとは言い難い。しかしながら、このようなパラメータサーベイの作業をコンピュータにより自動化すれば、設計形状検討数を人手による場合よりも大幅に増やし、かつ担当者の負担を低減することができる。さらに、最近のCAEの発展を考えると、パラメータサーベイの際にコンピュータシミュレーションの結果を利用することにより試作レスで設計開発する製品の形状検討を行うことができる。したがって、コンピュータにより自動化した設計探索は、設計開発における初期段階でコンピュータシミュレーションによるパラメータサーベイを行い、“設計⇒試作⇒実験”というルーチンを少なくすることで設計開発にかかるリードタイムの短縮を図る手法であるフロントローディング実現のための有用な手法となりえると言える。設計検討数の

大幅な増加が可能となる本手法は、今後製品開発におけるイノベーション推進の原動力の一つになると考えられる。

さらに、最近では文部科学省の先端研究施設共用促進事業³⁾、昨年の行政刷新会議の事業仕分けで話題となった次世代スーパーコンピュータ「京(けい)」を中核として国内の主要なスーパーコンピュータ、ストレージを利用したハイパフォーマンス・コンピューティング環境の整備・構築の取り組み⁴⁾などにもみられるようにスーパーコンピュータの産業利用促進の動きも活発になってきており⁵⁾、このような産・官・学の動きは産業界での大規模なコンピュータシミュレーションの活用を加速させると考えられる。

ここでは、最近新たに取り組んだ流体解析、構造解析、設計探査の事例について紹介する。

2. ジェットファン内部流れのLES解析

2-1 背景

自動車道路のトンネル換気装置として使用されるジェットファンの高効率化、低騒音化の要求は年々高まってきており、これらの要求に対応するためには継続的な製品開発が不可欠となっている。

従来の試験による開発では、騒音が発生するため実施できる試験回数が限られている。これに対してシミュレーションを利用した開発であれば試作の前段階においてコンピュータ上で製品の作りこみができるため、試験のみに頼って製品開発する場合よりも試験回数を減らすことができ、結果として試験で発生する騒音問題が極力抑えられる。

従来のRANSによるシミュレーションでは、すべての乱流渦をモデル化するため流体騒音に関わる問題の検討が不可能であったが、LESによるシミュレーションであれば、スケールの大きな渦は直接計算するため流体騒音

に関わる問題の検討も可能となる。そこで、ここではまずジェットファン内部の流れ解析をLESにより行い、同時にLESを利用して製品開発を進める環境、方法を確立することを目的としている。

2-2 解析モデルおよび方法

図1(a)に解析対象としたジェットファンの形状モデルを示す。図に示すように5枚の動翼を持つ単段のジェットファンで、口径630mm、風速35m/s、回転速度 2930min^{-1} である。図1(b)に解析モデルを示す。解析モデル入口からファン前縁までは、助走区間としてジェットファンの口径の約10倍の距離を設けてある。また、解析モデル出口での旋回速度を小さくすることを目的として、モデル最下流部にはバッファ領域として、ジェットファンの口径よりも大きな径をもつ円筒ドメインを設けた。なお、説明図は割愛させていただくが、本解析では動翼周りの流れ場に注目しているため、ジェットファンのモータ、電線管、モータ架台は省略したモデルを使用して解析を行っている。

図2にICEMで作成した入口部、動翼部、出口部のメッシュモデルを示す。ジェットファンの解析モデルを作成するにあたって、これら3つのドメインに分け、入口部と出口部を静止系、動翼部を回転系として扱った。節点数はそれぞれ入口部で約216万、動翼部で約484万、出口部で約266万、総節点数は約966万で、すべて六面体要素で構成されている。翼近傍で発達する乱流境界層を高精度に捉えるために、翼近傍の要素は翼から離れた部分よりも細かなものになっている。なお、ケーシング表面およびハブ表面にも乱流境界層が発達すると考えられるが、本プロジェクトではこれらの領域の乱流境界層は解像しない。また、入口部と動翼部間、ならびに動翼部と出口部間にはオーバーセット領域を設け、各ドメイン間で最低5要素程度重なるようにモデリングしてある。

解析ではFrontFlow/blueを用いて非圧縮性LES解析を

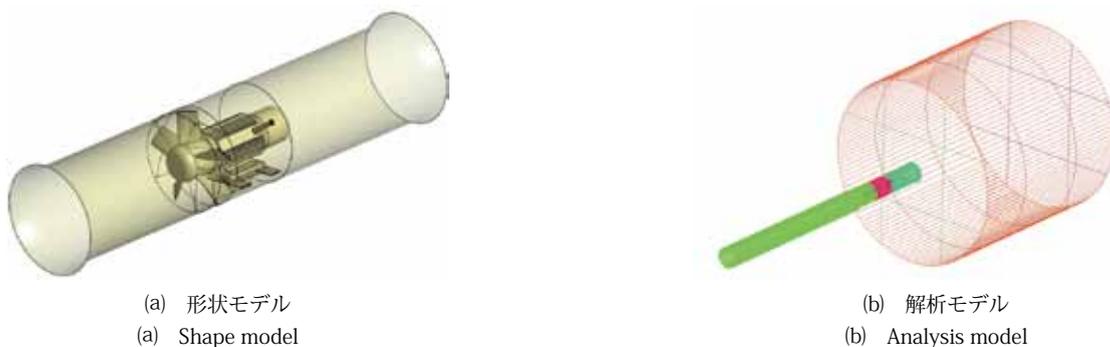


図1 ジェットファン
Fig. 1 Jet fan

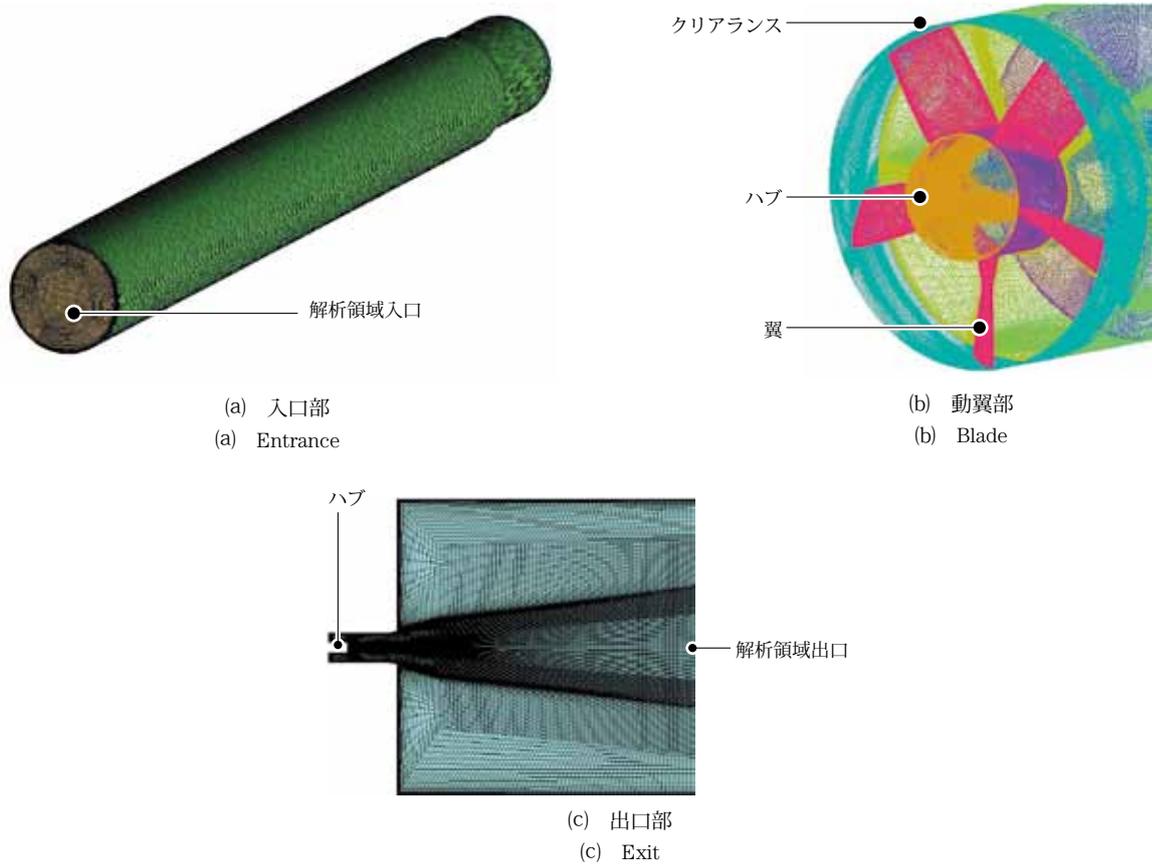


図2 メッシュモデル
Fig.2 Mesh model

行った。本解析ではサブグリッドスケール (Sub-grid scale、SGS) モデルとして、モデル係数を固定定数とする標準スマゴリンスキーモデル用い、スマゴリンスキー定数は0.1とした。運動方程式の解法にはクランク・ニコルソン法を、圧力方程式の解法には低マッハ数近似を施したFractional-Step法を用いた。

境界条件としては、入口境界に速度一定の流入条件を与えた。出口境界には圧力0およびtraction-freeの境界条件を、壁面にはno-slipの境界条件を与えた。これらの境界条件のもと、初期条件として速度および圧力を0として、10回転分の計算を実施した。

なお、本解析は独立行政法人海洋研究開発機構の地球シミュレータ2を16node用いて実施した。

2-3 結果および考察

図3に解析より得られた流線と動翼、ハブの表面圧力の可視化結果を示す。解析結果の処理にはFieldViewを用いた。左列が前縁チップ近傍を通過する流線を、右列が前縁中央近傍を通過する流線をそれぞれ表わす。なお、これらの図において、青色の矢印は負圧面を通過した流れを、赤色の矢印は正圧面を通過した流れをそれぞれ表

わす。また、圧力コンターは青い部分ほど圧力が低いことを示している。

前縁チップ近傍を通過する流線に着目してみると、黒矢印で指示した流線は、ほかの流線とは離れた位置にあり、翼を通過した流れがはく離による影響を受けていると考えられる。翼通過前は同じような経路をたどってきた流線が、翼通過後に異なった経路をたどることから、翼前縁チップ近傍の形状を修正して翼通過前、通過後の流線がすべて同じような経路をたどるようにすること、すなわち、はく離を抑えることで、更なる性能改善が可能であることを示唆している。

前縁中央近傍を通過する流線に着目してみると、赤丸印の領域において、旋回流れが発生していることがわかる。これらの旋回流れが見られた場所は、三次元的には動翼とハブで構成されるジェットファン回転体の上流側に位置するため設計変更が可能箇所はケーシング程度しかなく、改善の余地は少ないが仮に改善できるのであれば性能向上につながると考えられる。また、前縁中央近傍を通過する流線は、前縁チップ近傍を通過する流線とは違って、通過前と通過後とで同じような経路をた

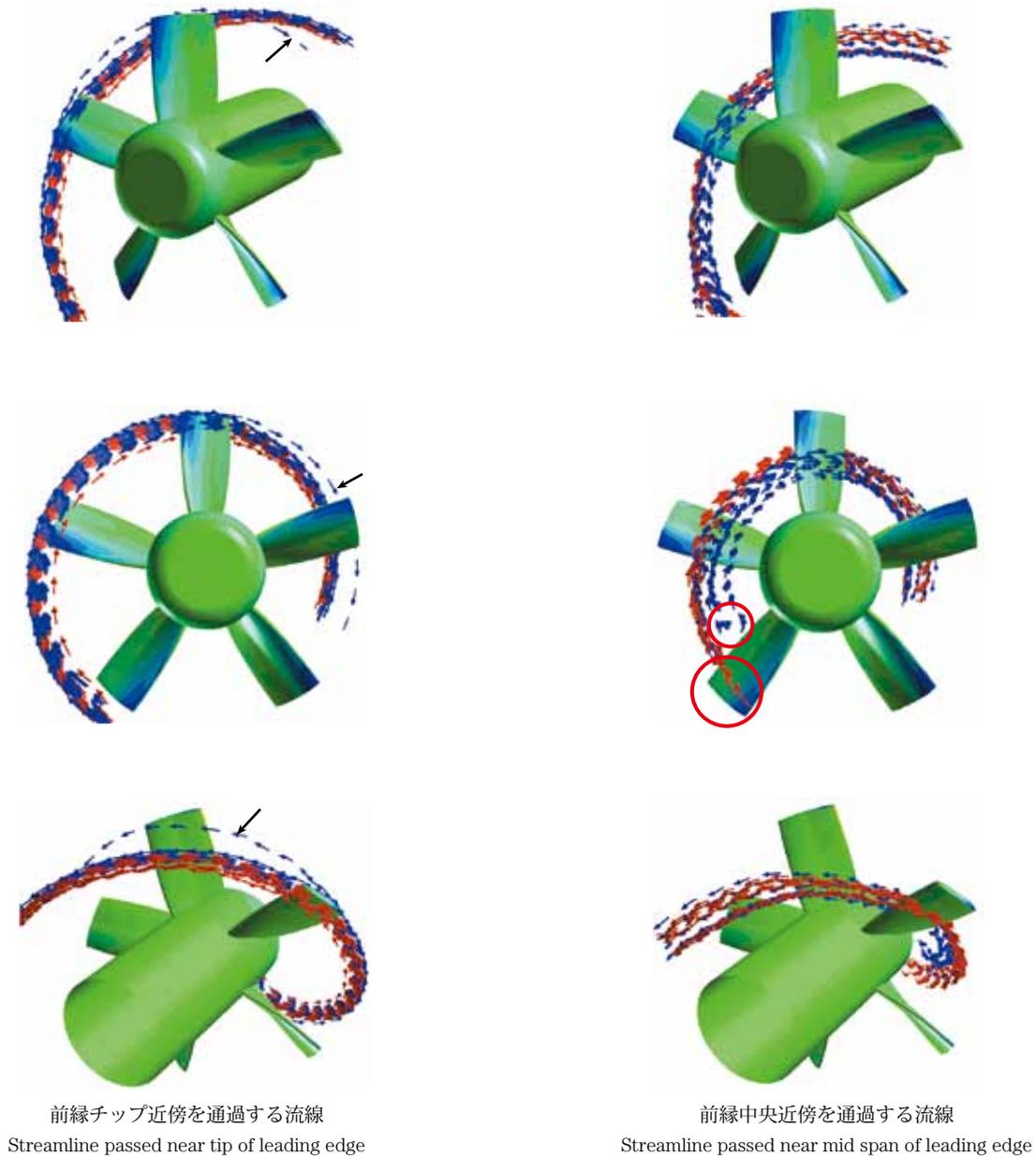


図3 表面圧力と流線の可視化

Fig.3 Visualization of surface pressure and streamline

どっており、性能低下に著しい影響を与えるような形状ではないと考えられる。

3. ポンプ吸込水槽内に発生する水中渦の予測

3-1 背景

ポンプ吸込水槽の解析は大規模な計算資源を必要とする解析の一つとしてよく知られている。吸込水槽内に発生する渦をCFDで予測するために従来からRANSによる定常解析が多く用いられてきた。定常解析は非定常解析よりも短時間で解析が行えるので、大まかな設計の方向性を短時間で決定することができるということを考えると、RANSで得られた定常解析結果を設計検討に用いる

という方法は今後も活用されることが考えられる。しかしながら、ポンプ吸込水槽内で発生する渦は時間・空間的に断続的であることが多いことや前述したように近年のコンピュータパフォーマンスの向上を考えると、LESやRANSによる非定常解析結果の活用も盛んになると考えられる。さらに、特に海外案件ではCFDの実施が必須となっていることが多いので、解析精度の向上も重要である⁶⁾。

ここでは、CFDで得られた結果にポスト処理を行って渦中心線を求め、図4に示す水中渦を予測することを目的としている。この図は別途実施した1/10スケールのモデル試験で撮影したものである。吸込水槽内で渦が発



図4 水中渦
Fig.4 Sub-surface vortex

生じた状態でポンプを運転すると、性能低下、振動、騒音などのトラブルを引き起こす可能性があるため、渦の発生防止は重要である。この可視化写真はポンプ吸込水槽の模型試験で撮影されたもので、試験では断続的にこのような水中渦が観察された。なお、解析対象としたのは暗渠型の吸込水槽で空気吸込渦の発生は予測されないため、水中渦の予測にのみ焦点を当てている。

3-2 解析モデルおよび方法

図5に解析に使用したメッシュモデルを示す。メッシュモデルの作成にはGridgenを用いた。このメッシュモデルはすべて六面体要素で構成されており、総要素数は約130万である。水槽内を流れる流体は25℃の水である。初期条件として、入口に流速、出口に大気圧、壁に滑りなしの境界条件をそれぞれ与えた。また、水面は滑りありの壁面境界条件を与えて固定壁として処理してい

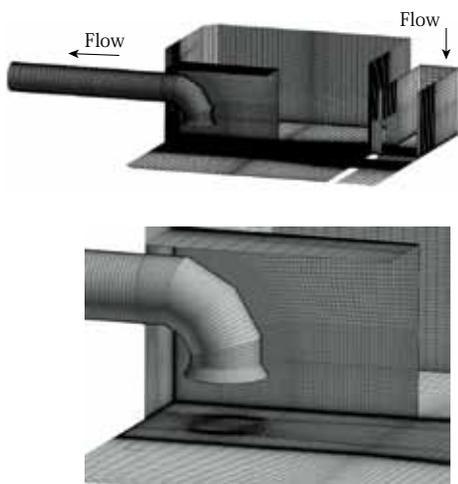
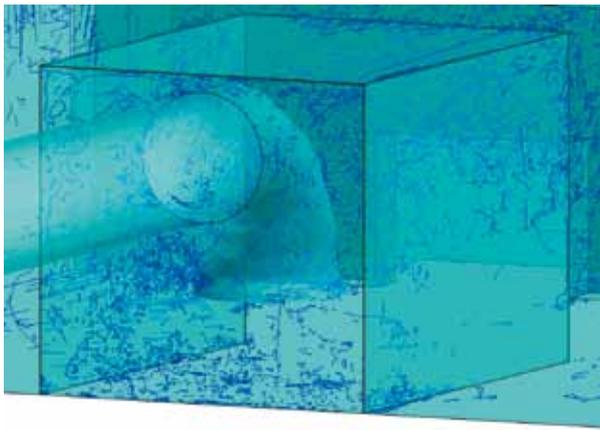


図5 メッシュモデル
Fig.5 Mesh model

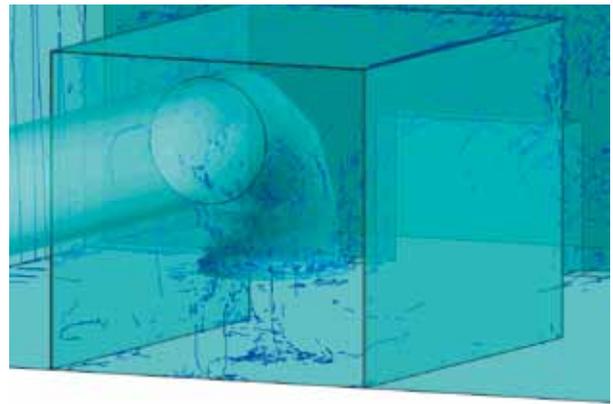
る。解析にはFrontFlow/redを用いた。LESによる解析では、SGSモデルとして標準スマゴリンスキーモデルを用い、スマゴリンスキー定数は0.1とした。また、時間積分スキームとして3次Adams-Moulton陰解法を、対流項空間差分スキームとして2次中心差分95%+1次風上差分5%のブレンドイングを用いた。RANSによる非定常解析では、乱流モデルとしてRNG k-εモデルを用いた。これをLESの場合は時間刻み幅 1.0×10^{-4} sで、RANSの場合は 1.0×10^{-3} sで解析した。なお、LESとRANSでは異なるメッシュモデルを用いて解析を行うのが一般的であるが、ここではLES、RANSともに図5に示したメッシュモデルを使用している。

3-3 結果および考察

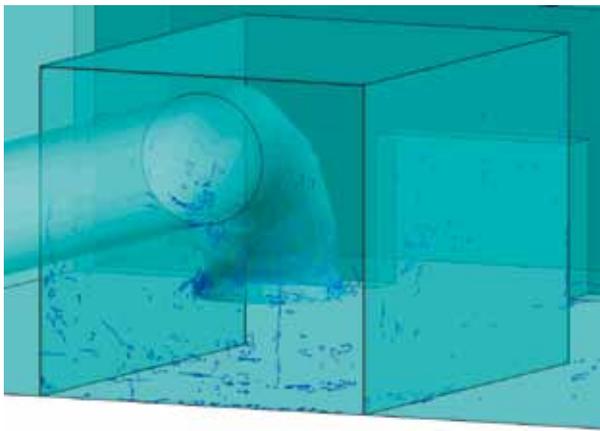
図6に解析結果をもとにFieldViewによりベルマウス周りの渦中心線を表示した結果を示す。渦中心は、流速場から流れにそった渦度分布を検査し検出している。図の左列がLESによる結果、右列がRANSによる結果をそれぞれ表わす。図より、当然のことながら、RANSで解析した場合よりもLESで解析した場合のほうが、より多くの渦中心線が捉えられていることがわかる。水中渦が発生する場合は、水中渦周りの渦度はそれ以外の領域と比較してより大きな渦度を持つと考えられる。そこで、比較的弱い渦を削除することを目的として、これらの結果に対して渦度の大きさ $|\zeta|$ を閾値としてポスト処理を行った。図6の下列に $|\zeta| > 0.03$ の渦中心線のみを表示した結果を示す。図より、図4に示すモデル試験で撮影した水中渦で見られたように、水槽床面からベルマウスに向かって一本の渦中心線が伸びていることがわかる。しかしながら、図4と違って、その線は断続的になっていることがわかる。この理由については、今後さらに詳



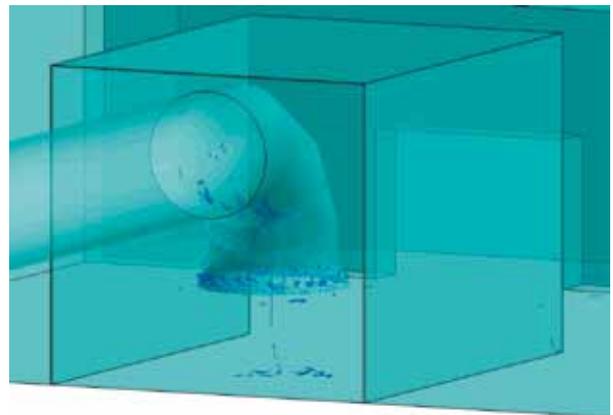
LES



RANS



LES, $|\zeta| > 0.03$



RANS, $|\zeta| > 0.03$

図6 渦中心線
Fig.6 Vortex core

しく調べる予定である。なお、 $|\zeta|$ の定義は、流速 $U = (u, v, w)$ とすると次のとおりである。

$$\begin{aligned} \nabla \times U &= \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}, \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z}, \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} \right) \\ &= (\zeta_{x-y}, \zeta_{y-z}, \zeta_{z-x}) \end{aligned} \quad \dots(1)$$

$$|\zeta| = |\nabla \times U| = \sqrt{\zeta_{x-y}^2 + \zeta_{y-z}^2 + \zeta_{z-x}^2} \quad \dots(2)$$

4. インペラに発生する振動の評価

4-1 背景

インペラの振動による疲労損傷は、動静翼干渉などで励起された振動によりインペラ内で大きな変動応力が発生し、特定の場所にて過度の応力集中が発生して生じると考えられる。このような現象を前述した流体-構造連成解析によって解く場合、流体解析をRANSの非定常解析で行うと圧力変動分布がなまった結果となる恐れがあるため、LESを用いた非定常解析が必要となる。さらに、

インペラの形状が振動によって刻一刻と変化していることを考えると、流体解析と構造解析の間で、二方向の弱連成もしくは強連成解析が必要になると考えられる。しかしながら、解析対象とする機器のすきま流れなどまで考慮する必要があるため、細かな部分までモデリングする必要がありメッシュモデル作成が完了するまでに時間がかかること、流体のスケール効果、付加質量効果などを見積もる必要があるため実験による解析結果の検証が不可欠であること、流体解析で計算した機器表面（壁面）の圧力分布を構造解析用のメッシュモデルに分布させる際にマッピング技術が必要になることなどを考えると、まだまだ非定常の流体-構造連成解析は設計開発の上流で担当者が簡単に使える技術とは言い難い。

ここでは、インペラに発生する振動を、有限要素法（FEM、Finite Element Method）による構造解析を使って評価した事例を紹介する。

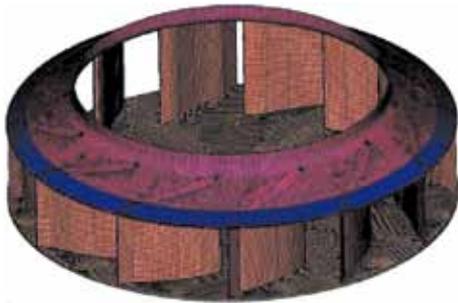


図7 メッシュモデル
Fig.7 Mesh model

4-2 解析モデルおよび方法

図7に解析対象とした送風機のインペラのメッシュモデルを示す。このメッシュモデルはすべて六面体要素で構成されており、総節点数は約44万である。なお、このインペラの材質はほとんどの部品がステンレス製の鋼板溶接構造で羽根枚数は12枚、回転速度は980min⁻¹である。

解析は遠心力によって生じる最大変位と最大荷重を予測することを目的としてANSYS Mechanicalを用いて実施した。最初にインペラにかかる遠心力を回転数から求めてそれを荷重条件とした静解析を行い、その後静解析よ

り得られた変位および応力状態を初期条件としてインペラにかかる遠心力を考慮した固有値解析を行っている。

なお、実際は高次のモードの存在も予想されるが、ここでは1次から5次のモードを対象として固有値解析を行っている。

4-3 結果および考察

図8に解析から得られた1次から5次のモードでの変位分布と形状を示す。図の青い部分ほど変位量は小さく、赤い部分ほど変位量は大きいことを示している。図より2次モードと3次モードでは節直径数k=0、1次モードと5次モードでは節直径数k=1、4次モードでは節直径数k=2となることがわかる。

図9に解析から得られた主板上の1次から5次のモードでのミーゼス応力分布を示す。図の青い部分ほどミーゼス応力が小さいことを示している。なお、ミーゼス応力は次式より求められる。

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} \quad \dots(3)$$

ここで、 σ_1 、 σ_2 、 σ_3 は最大主応力、中間主応力、最

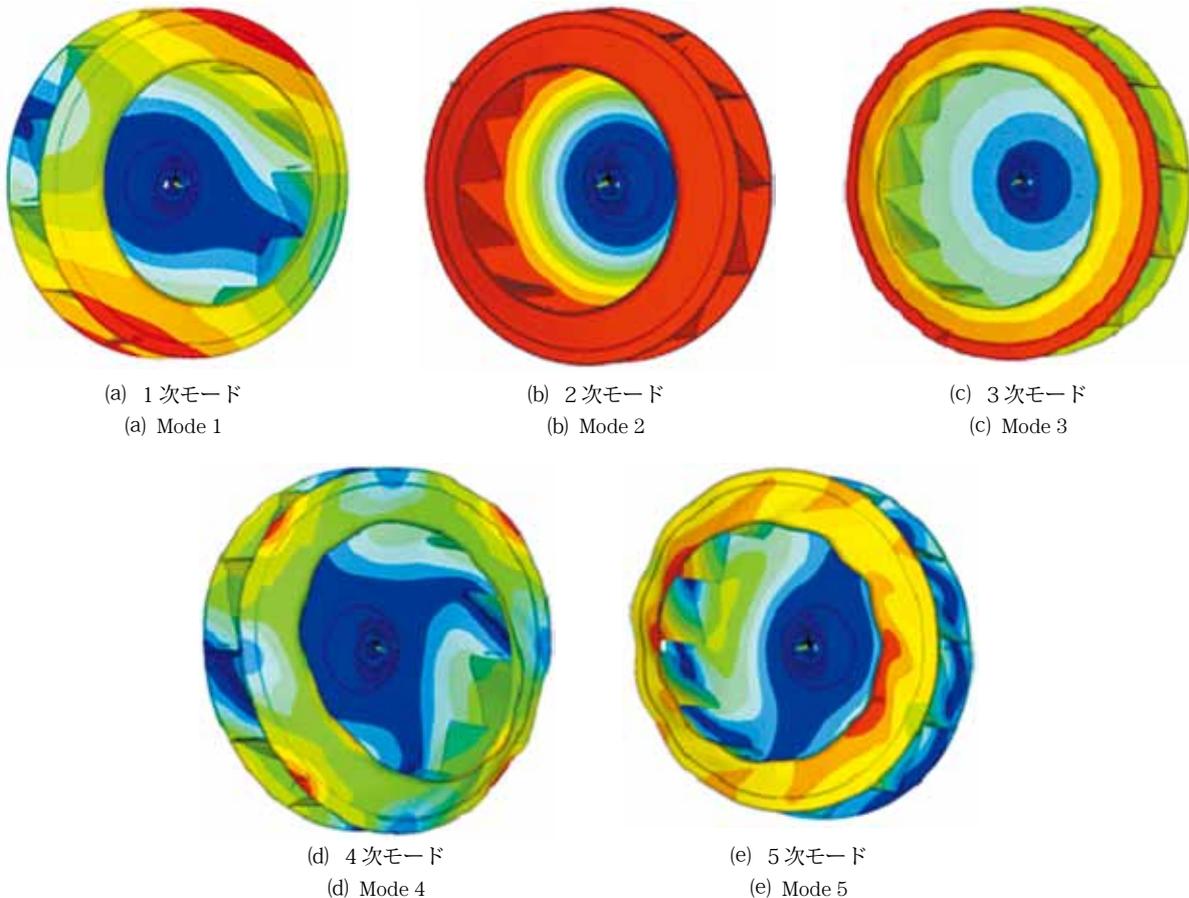


図8 各モードにおける変位と変形

Fig.8 Displacement and deformation in each mode

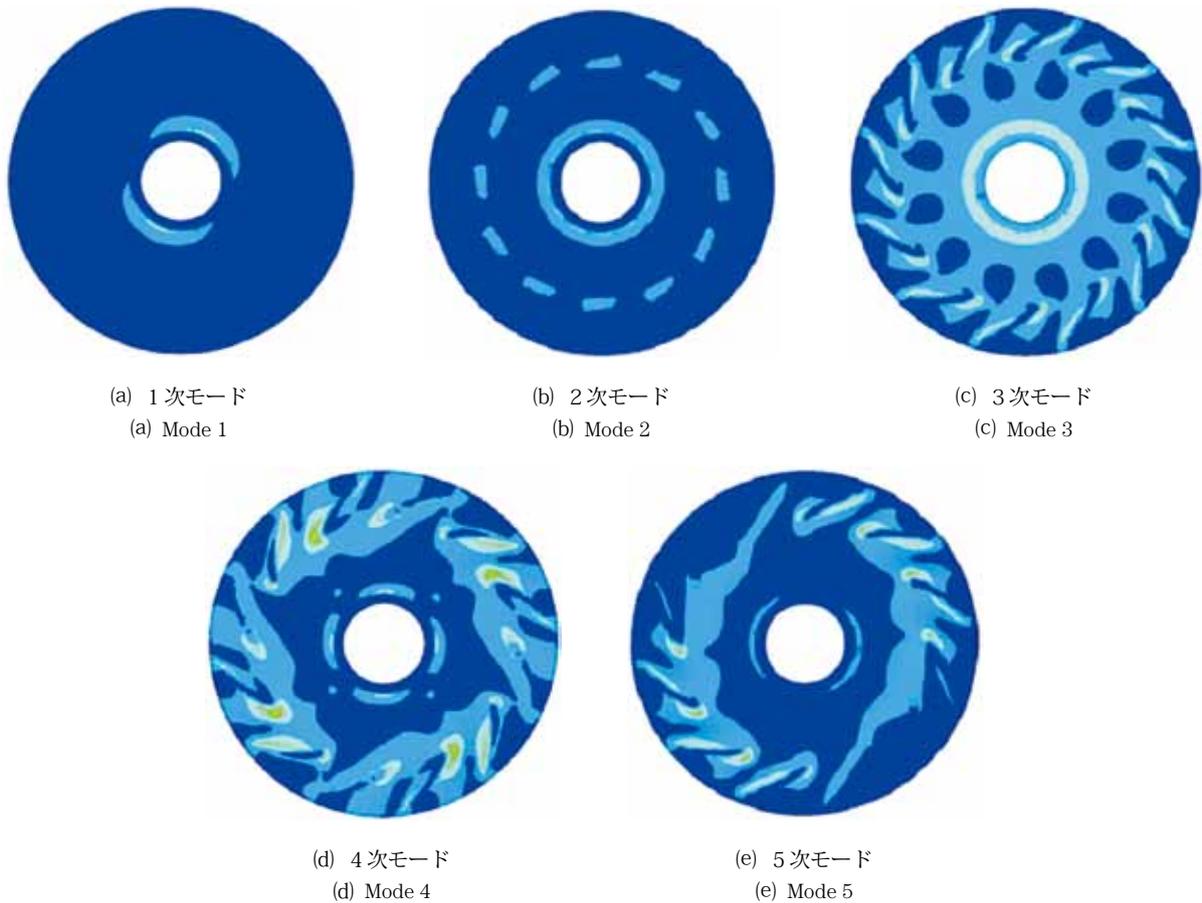


図9 各モードにおけるミーゼス応力分布
Fig.9 Von Mises stress contour in each mode

小主応力をそれぞれ表わす。

図より、節直径数 $k=0$ の2次、3次モードではインペラの周方向に羽根枚数と同じ12個の配列複写のような形でミーゼス応力の分布が、節直径数 $k=1$ の1次、5次モードではインペラの直径を軸として鏡像のような形でミーゼス応力の分布が、節直径数 $k=2$ の4次モードでは周方向に同じようなパターンを4個持つミーゼス応力の分布がそれぞれ現れている。

参考までに、共振が予想される振動モードの動静翼干渉の理論検討式として、次式が提案されている⁽⁷⁾⁽⁸⁾。

$$n \cdot Z_s \pm k = m \cdot Z_R \quad \dots(4)$$

ここで、 n 、 m は任意の整数、 Z_s は静翼羽根枚数、 Z_R は動翼羽根枚数、 k は励起されるモードの節直径数をそれぞれ示す。

5. 両吸込ポンプ吸込袖内の案内羽根前縁、後縁位置の設計探査

ここでは両吸込ポンプ吸込袖内の案内羽根前縁、後縁

位置の設計探査を例として説明する。図10に設計探査の対象とした吸込袖を示す。ここでは、案内羽根中心を固定して前縁、後縁の位置を変え、圧損が最も小さくなる形状を探索することを目的とする。すなわち、設計変数は二つで案内羽根の前縁位置と後縁位置、目的関数は入口と出口の圧力差である。図11に前縁、後縁の位置変更の説明図を示す。

最適化、ロバスト最適化を行う際に近似モデルを用いているが、近似モデルを作成するにあたって10通りの形状に対するCFD解析結果をサンプリング結果（教師データ）として用いている。また、10通りの形状は実験計画法（DoE, Design of Experiments）に基づいて決定した。ANSYS CFXを用いて10通りの形状に対するCFD解析を行うにあたって、メッシュモデルはICEMを用いて1つのモデルのみを作成し、残りの9つについてはメッシュモーフィングソフトSCULPTORを用いたモーフィングによってほぼ自動的に作成した。なお、最適化、ロバスト最適化にはIsight-FDを用いた。

図12に最適化の結果を示す。図において、ワイヤー

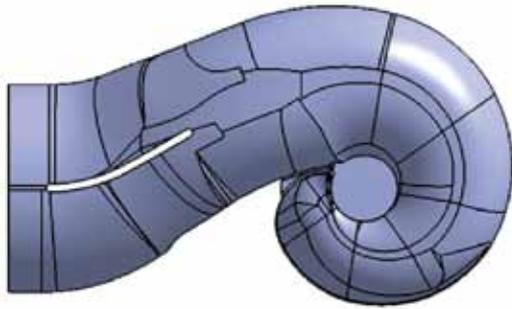


図10 設計探索対象

Fig.10 Target of design exploration

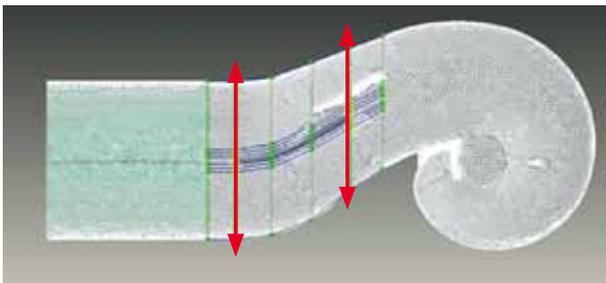
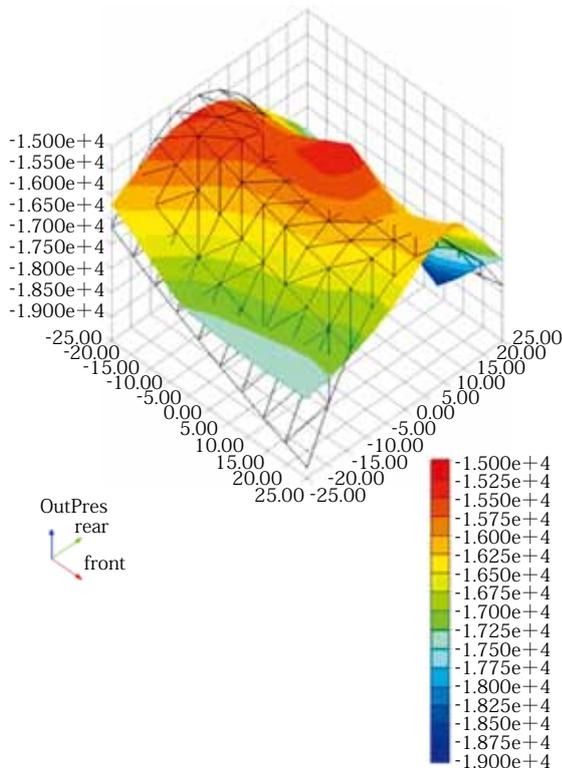


図11 メッシュモーフィング位置

Fig.11 Mesh morphing positions



ワイヤフレーム：RSM近似

コンター面：RBF近似

図12 最適化結果

Fig.12 Result of optimization

フレームは近似モデルとして応答曲面モデル (RSM、Response Surface Modeling) を用いた場合の結果、コンター面はニューラルネットワークを使った放射基底関数の近似手法 (RBF、Radial Basis Function) を用いた場合の結果である。また、計算には島モデルGA (Genetic Algorithm) を5 000回用いた。RBF近似モデルを用いた最適化計算結果より、図11において前縁を2.1 mm上方方向に、後縁を3.0 mm上方方向に動かすことで、127.1 Pa 圧損の少ない設計ができることがわかった。

次に前述のRBF近似モデルを用いて、入口ー出口間の圧力差と分散に関するロバスト最適化をシックス・シグマ設計 (DFSS、Design For Six Sigma) に基づいて行った。通常、設計図と製造した品物の寸法が全く同じになるということではなく、多少の製造誤差が含まれる。したがって、製造誤差を含んでも製品の効率が極端に落ちないか否かを調べるロバスト最適化を実施しておくことは重要となる。「製造誤差を含んでも製品の効率が極端に落ちない」ということは、入口ー出口間の圧力差を目的関数とすると、数学的には「目的関数の分散が小さい」ということと同義になる。したがって、入口ー出口間の圧力差の分散が最小となる確率変数を探索すれば良い。ここで、確率変数には設計変数を用いた。なお、ロバスト性 (製造誤差による性能のばらつき) 評価にはMean Value Reliability Methodを、確率変数 (ばらつき) には正規分布を用いた。また、ロバスト最適化の手法としては、多目的最適化のNSGA2を採用し、応答には“入口ー出口間の圧力差の平均値”と“入口ー出口間の圧力差の分散”を用いた。なお、圧力差の平均値は最大化する方向に、圧力差の分散は最小化する方向にロバスト最適化を行っている。

図13にロバスト最適化の結果をまとめた図を示す。図より、案内羽根前縁を0.5 mm下方方向に、後縁を3.1 mm上方方向に動かすことで、126.994 Pa圧損の少ない設計ができることがわかった。改善された入口ー出口間の圧力差の値のみを見れば最適化で得られた結果のほうが良好であるが、ロバスト最適化の結果は分散値が1.27と最適化のみを実施した場合よりも小さくなっており、ロバスト性を考慮した設計になっていると言える。

6. おわりに

当社で最近行った流体解析、構造解析、設計探索の事例について紹介した。シミュレーションソフトウェアの高機能、高精度化およびハイパフォーマンス・コンピューティング環境の充実、向上に伴ってコンピュータ

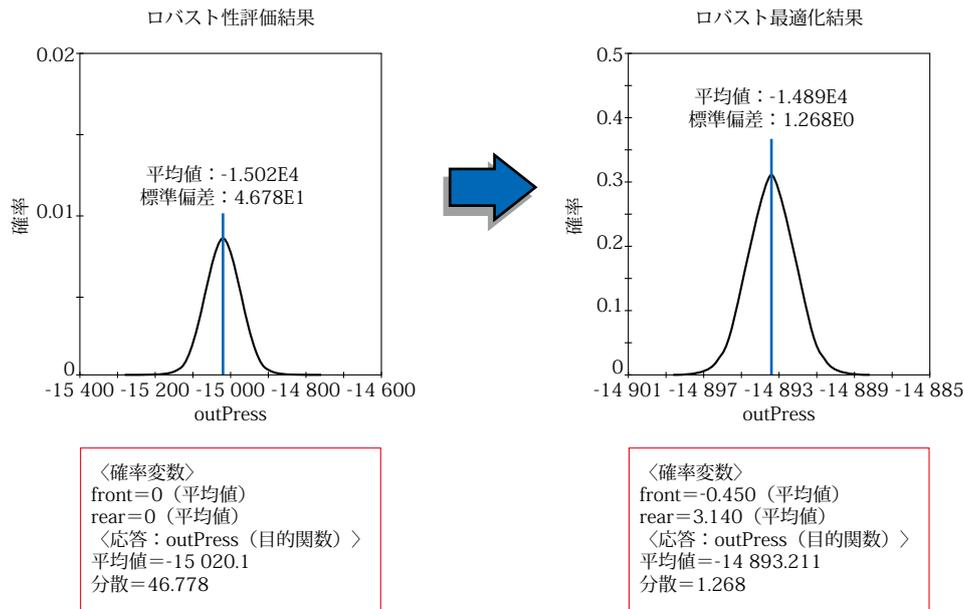


図13 ロバスト最適化結果
Fig.13 Result of robust optimization

シミュレーションに関わる分野は今後ますます発展していくものと考えられる。ポンプ、送風機およびそれらの周辺機器の更なる性能改善、高効率化実現のために、今後も新しいコンピュータシミュレーション技術を積極的に取り入れていく所存です。

<謝辞>

ジェットファンの解析は、平成21年度文部科学省先端研究施設共用促進事業「地球シミュレータ産業戦略利用プログラム」の“ジェットファンから発生する騒音のシミュレーション”および平成22年度同プログラム“メッシュ再分割機能を利用したターボ機械大規模解析環境の構築”の一環として独立行政法人海洋研究開発機構の地球シミュレータ2を用いて行った⁽⁹⁾。

ジェットファンの解析に使用したFrontFlow/blueは文部科学省次世代IT基盤構築のための研究開発「イノベーション基盤シミュレーションソフトウェアの研究開発」プロジェクトの一環として、東京大学 生産技術研究所で開発されたソフトウェアである⁽¹⁰⁾。

ポンプ吸込水槽の解析で使用したFrontFlow/redは文部科学省次世代IT基盤構築のための研究開発プロジェクト「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」の一環として東京大学 生産技術研究所で開発され、その後北海道大学を中心として改良開発が行われているソフトウェアである⁽¹¹⁾。

それぞれここに記して謝意を表します。

<参考文献>

- (1) 富松重行：RANSによる斜流ポンプの解析精度、電業社機械、Vol.33 No.1、(2009)、pp.5-11.
- (2) 富松重行：流体解析技術の現状と今後の展開、電業社機械、Vol.31 No.2、(2007)、pp.3-8.
- (3) 文部科学省 先端研究施設共用促進事業：
<http://kyoyonavi.mext.go.jp/info/about02>
- (4) 文部科学省 革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ (HPCI) の構築：
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afeldfile/2010/09/22/1297942_09.pdf
- (5) スーパーコンピューティング技術産業応用協議会：
<http://icscp.jp/>
- (6) 野村忠充、富松重行：海外向け水槽試験について、電業社機械 Vol.32 No.1、(2008)、pp.3-8.
- (7) 久保田裕二・他4名：静止側の分布励振源による羽根付回転円板の振動、日本機械学会論文集 (C編)、49巻439号、(1983)、pp.307-313.
- (8) TANAKA, Hiroshi：Vibration Behaviour and Dynamic Stress of Runners of Very High Head Reversible Pump-Turbines、Special Book, IAHR Symposium -Belgrade Yugoslavia、(1990).
- (9) 海洋研究開発機構 地球シミュレータセンター：
<http://www.jamstec.go.jp/esc/index.html>
- (10) 東京大学 生産技術研究所 革新的シミュレーション研究センター：
<http://www.ciss.iis.u-tokyo.ac.jp/>
- (11) 北海道大学 機械宇宙工学専攻 計算流体工学研究室：
<http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/fluid/index.html>

<筆者紹介>

富松重行：2003年入社。ポンプ、送風機および流体関連機器の研究開発に従事。現在、技術研究所 研究グループ主任。博士 (工学)。

公共用ポンプ設備、送風機設備の動向

山本 俊明

Recently Trend of Pumps, Fans and Blowers for Public Equipments

By Toshiaki Yamamoto

1. はじめに

当社は、風水力機械を製造開始して以来、今日まで100年もの間、幾多の変遷を経てさまざまな用途に製品を納入してきた。なかでも主力である公共設備としての風水力機械は、技術革新により、システムの高性能・高機能化、信頼性の向上を図ると共に、土木建築のコンパクト化が推進されてきた。それらの製品を国（国土交通省、農林水産省など）をはじめ、下水道事業団、水資源開発機構、地方公共団体（各都道府県）などに、主に雨水排水ポンプ、農業用水ポンプ、上下水道ポンプ、トンネル用ファン、ばっき用ブロワとして納入している。一方で、発注者である官公庁も『性能規定』化を視野に入

れ、デザインビルト方式の試行や、総合評価落札方式による工夫を求めた発注形態に変わりつつあり、地域条件や地元住民の多様なニーズに対応できる施設を求めてきている。その要求に応じて、さらに新しい技術開発に不断の努力が行われてこそ、官・民の相乗効果により風水力機械の発展も確かなものになると思われる。

本稿では、当社のこれまでに開発してきた新技術および新製品の納入実績を通して、ポンプ設備と送風機設備の動向を紹介する。

2. ポンプ設備の動向

公共用ポンプ施設における当社の新技術・新製品およびその採用事例

表1 公共用ポンプ施設におけるニーズと新技術・新製品およびその採用事例
Table 1 Needs in pumps for public equipments and new technologies and new products and the adoption example

	1989年以前	1990年	1995年	2000年	2005年	2010年
① ニーズ 官公庁の 基準など		揚排水ポンプ設備技術基準(案)改訂	●建設コスト縮減、信頼性の向上	●機能高度化 ●無水化、IT化技術、耐水化対策 ●管理運転の高度化	●ポンプゲート式小規模排水機場 ●河川ポンプ設備点検・整備・更新検討マニュアル(解説)	●地球温暖化対策 ●点検の合理化、効率的な整備・更新 ●長寿命化 ●ストックマネージメント技術高度化 ●公共工事の品質確保の促進に関する法律(品確法) ●総合評価落札方式 ●下水道長寿命化支援制度 ●農業水利施設の機能保全の手引き ●水道施設耐震工法指針・解説
② 技術の方向性		●大深度大容量ポンプ → ●大容量ポンプの高速・小型化	●立軸ガスタービン → ●大容量化 ●吸入水路の高速化	●小・中容量ポンプの高速・小型化 ●機場コンパクト化(サイホン形吐出水路) ●吐出し水路のコンパクト化(吐出しベント)	●機場コンパクト化(サイホン形吐出水路) ●オープンピットの高速化	●長寿命化技術 ●診断装置 ●広域無線ネットワーク
③ 当社の新技術・ 新製品の開発 推移		●シミュレーション技術 ●遠隔化システム ●運用CALS	●大深度地下排水ポンプ ●高揚程2枚羽根渦巻ポンプ ●鋼板製高比速度斜流ポンプ ●高性能斜流ポンプ	●減速機搭載型立軸ポンプ(ラムダ21) ●水没対応型両吸込2段階渦巻ポンプ ●立軸ガスタービン駆動1.650mm立軸斜流ポンプ ●高比速度斜流ポンプ	●先行待機形立軸ポンプ用無注水軸受 ●減速機一体型横軸ポンプ(横ラムダ21) ●回転体引抜型立軸斜流ポンプ ●減速機搭載型二重反転式立軸斜流ポンプ ●自吸式両吸込渦巻ポンプ(ホキレス) ●乾式満水ユニット(アントリア) ●ポンプ鋼板溶接製羽根車 ●高速ポンプゲート ●二重反転軸流ポンプ(アクロ) ●サイフォン形状ポンプ吐出し管 ●低振動・低騒音フィクストコロンバルブ ●無線自動通報装置 ●高効率立軸片吸込渦巻ポンプ ●インバータ駆動ホキレス ●ACサーボモータ駆動式ロート弁(サー坊) ●相反転方式水車発電システム	●先行待機形立軸ポンプ用無注水軸受 ●減速機一体型横軸ポンプ(横ラムダ21) ●回転体引抜型立軸斜流ポンプ ●減速機搭載型二重反転式立軸斜流ポンプ ●自吸式両吸込渦巻ポンプ(ホキレス) ●乾式満水ユニット(アントリア) ●ポンプ鋼板溶接製羽根車 ●高速ポンプゲート ●二重反転軸流ポンプ(アクロ) ●サイフォン形状ポンプ吐出し管 ●低振動・低騒音フィクストコロンバルブ ●無線自動通報装置 ●高効率立軸片吸込渦巻ポンプ ●インバータ駆動ホキレス ●ACサーボモータ駆動式ロート弁(サー坊) ●相反転方式水車発電システム
④ 納入実績事例		小名木川排水機場 (φ2,800mm立軸可動羽根軸流ポンプ) 呼松第二排水機場 (φ1,650mm先行待機形立軸斜流ポンプ) 新小岩ポンプ所 (φ1,650mm先行待機形立軸斜流ポンプ) 吉野ポンプ場 (φ2,000mm立軸渦巻斜流ポンプ) 低速度先行待機	大田川排水機場 (φ1,500mm立軸斜流ポンプ) 藤崎排水機場 (φ1,500mm立軸斜流ポンプ) 藤井寺ポンプ場 (φ900mm高揚程両吸込渦巻ポンプ、ウォーターハンマ対策)	太田排水機場大容量排水ポンプ (φ3,400mm, φ2,400mm立軸渦巻斜流ポンプ) 金山川ポンプ場 (φ2,700スクリュウポンプ、膨形状建屋) 八幡排水機場 (φ1,600mm立軸斜流ポンプ) 村野浄水場水ポンプ設備 (φ1,200mm, φ900mm低騒音、低振動両吸込渦巻ポンプ)	発松川排水機場 (φ1,650mm立軸斜流ポンプ) 完全無水化、高流速・高比速度(II形) (立軸ガスタービン駆動φ2,100mm立軸斜流ポンプ) 葛西水処理再生センター (φ1,500mm先行待機形立軸斜流ポンプ) 四日町排水機場 (φ1,200mm機械式可動羽根立軸渦巻斜流ポンプ) 田尻中央地区第12揚水機場 (φ200mm屋外設置型ホキレス)(φ200mmホキレス) 川中島ポンプ場 (φ400mm高効率立軸片吸込渦巻ポンプ、ACサーボモータ駆動ロートバルブ)	西中野排水機場 (φ2,000mm立軸斜流ポンプ) 香スペース型駆動機およびアントリア (φ2,000mm立軸斜流ポンプ、低環境負荷水中軸受) 津守下水処理場汚水ポンプ設備 (φ1,200mm機械式可動羽根立軸渦巻斜流ポンプ) 稲城東地区揚水機場 (φ200mm屋外設置型ホキレス)(φ200mmホキレス) 相原第2排水機場 (φ2,000mm立軸斜流ポンプ、低環境負荷水中軸受)
		相之島排水機場運転支援システム (FATUS)		相之島排水機場WEB対応遠隔制御装置 (WEBによる監視)		相之島排水機場WEB対応遠隔制御装置 (WEBによる監視)

びその採用事例の推移を表1に示す。表1は、施設の合理化や建設コスト縮減および省エネルギー化などの①ニーズに基づき、②技術の方向性として、水路の高流速化や設備の簡素化およびシステムの高効率化などが検討されてきた。それに対する③当社の新製品としては、減速機搭載型立軸ポンプや自吸式両吸込渦巻ポンプなどとして開発されてきた。④にその代表の納入事例を年代ごとにあらわした。開発された新技術は、④官公庁の施設に適用される設計基準などに随時反映されてきている。この循環を通して公共用ポンプ施設は発展してきたと言ってよい。しかし、これらの施設は、水道関係の普及率で約98%、下水道関係の普及率で約73%に達していることから、今後は、維持管理の向上やライフサイクルコストの低減および環境への負荷低減が強く要望されている。

表1を要求技術の区分ごとに整理すると表2のようになる。

2-1 施設のコンパクト化および信頼性向上技術

都市部の限られた敷地を有効に活用するために、施設および設備のコンパクト化技術が採用されている。土木・建築物をコンパクト化する目的で、水路（水槽）の高流速化、サイホン吐出し管形状の採用、ポンプ形式の一床式化（立軸ポンプ化）および天井クレーンの省略などにより、吸込側および吐出し側寸法、土木躯体深さ、

そして建屋高さの寸法を縮小している。

また、排水機場などで要求される信頼性向上技術では、ポンプの無注水化（無給水軸封装置、無注水軸受など）、原動機・減速機の空冷化あるいは、ガスタービン化や、管内クーラなどの節水化技術が採用されている。

これらの新技術の多くを採用した事例として西中野排水機場を図1に示す。図2は、減速機搭載型立軸ポンプ（ラムダ21）の採用によるコンパクト化を実現した小坂排水機場を示した。ラムダ21は、当社が1997年に開発したものであり、横軸ポンプを立軸ポンプに更新する場合に多く採用されている。

横軸ポンプは始動に先立って真空ポンプによる初期抽気が必要であるが、水封式真空ポンプが使用されていたため、給水設備が必要であった。2000年に開発した乾式満水ユニット（アントリア）は横軸ポンプの完全無水化を可能とし、信頼性および維持管理性向上に寄与している（図3）。

揚水ポンプにおいては、初期外部抽気設備が不要な自吸式両吸込渦巻ポンプ（ホキレス）を2001年に開発し、田尻中央第12揚水機場（図4）などに納入している。

2-2 高性能・高機能化および省エネルギー技術

ポンプ製造技術やモデルの改良により、年々、ポンプ効率や吸込性能の向上が図られてきた。また、排水ポンプ

表2 ポンプ施設の最近の適用技術

Table 2 Application technologies of recent pump equipments

区分	適用技術	適用概要および機器	当社の独自技術および製品	
施設のコンパクト化技術	吸込水路のコンパクト化	高流速吸込水路； 渦流防止板付オープン形、セミクローズ形 高流速吸込ケーシング； クローズ形、バンド形（大容量）	土木構造物の縮小	ラムダ21 (減速機搭載型立軸ポンプ) 横ラムダ21 (減速機一体型横軸ポンプ)
	吐出し水路のコンパクト化	扁平吐出しバンド形状 サイホン吐出し管形状（吐出し弁なし）	建築高さおよび吐出し側寸法の短縮	
	立軸化（一床式化）	減速機搭載型立軸ポンプ 立軸ガスタービン	立軸ポンプ化 建築の高さの低減	
	建築のコンパクト化	天井クレーンなし機場 (ポンプ設置時に移動式クレーン使用)	建築の高さの低減	
信頼性向上技術	無水化による設備の簡素化	無給水軸封装置、無注水軸受（セラミックス軸受、樹脂製軸受）	主ポンプ本体	アントリア (乾式満水ユニット) ホキレス (自吸式両吸込渦巻ポンプ) コイル式管内クーラ
		立軸、横軸ガスタービン 空冷式ディーゼル機関、空冷式減速機	原動機 動力伝達装置	
		乾式真空ポンプ 大型自吸式渦巻ポンプ	系統機器 主ポンプ	
節水化	管内クーラ、槽内クーラ	系統機器		
高性能・高機能化 および 省エネルギー技術	高性能・高機能化	高流速・高比速度ポンプ、先行待機形ポンプ 低振動・低脈動ポンプ、銅板製ポンプ（軽量化）	主ポンプ	先行待機用無注水水中軸受 二枚羽根立軸渦巻斜流ポンプ インバータ制御ホキレス
	省エネルギー化	ポンプおよび電動機の高効率化 インバータ制御	主ポンプ、電動機 制御機器	
長寿命化 および 維持管理性向上技術	長寿命化（LCC低減）	計測センサ、劣化診断	計装設備	デルタ400（ポンプ流量計） ギャップセンサ FATUS（運転支援装置）
	維持管理性の向上 運転操作性の向上	広域監視システム、運転監視制御システム WEB型運転支援 タッチパネル式運転支援機側操作盤 プログラマブルコントローラ（PLC）	監視制御設備	
環境負荷低減および 解析技術	環境負荷低減	排気ガスの低NOx、低SOx化、黒煙防止対策 振動防止対策、騒音防止対策（共鳴吸収形消音器等） 環境対策（油圧駆動から電動機駆動化）	原動機 ロートバルブ	サー坊 (ACサーボモータ駆動式 ロートバルブ)
	解析技術	流れ解析（CFD）、振動解析、FEM応力解析	吸込・吐出し水路 主ポンプ	

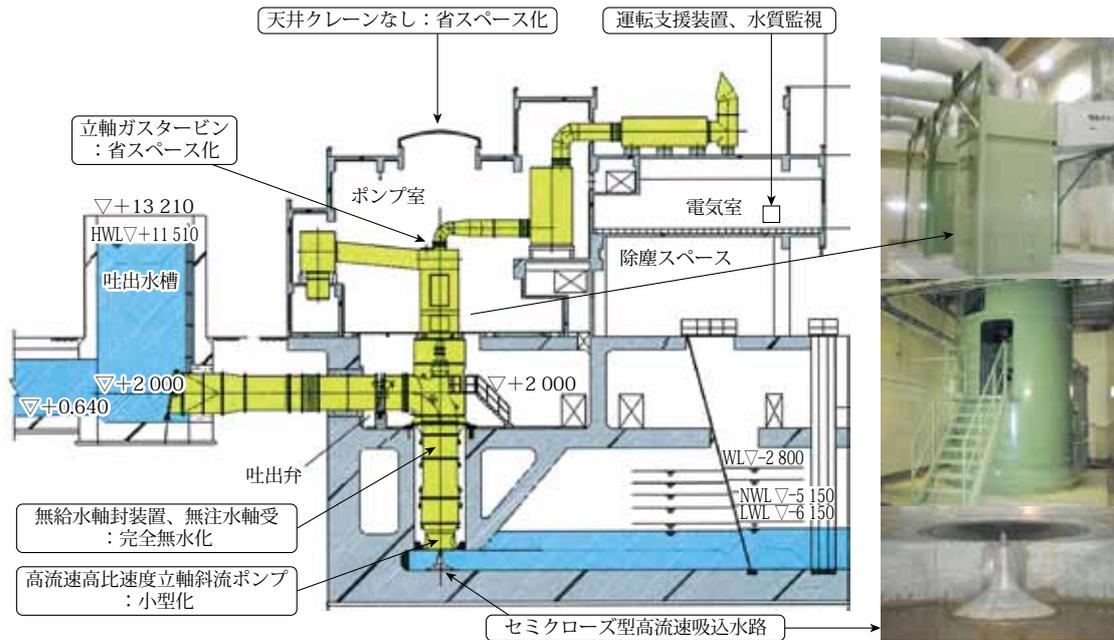


図1 新技术が適用されている西中野排水機場 (2 100mm立軸斜流ポンプ)

Fig.1 Nishinakano pumping station which new technologies are applied to

適用箇所	適用技術・設備
主ポンプ	歯車減速機搭載型立軸ポンプ 高流速・高比速度斜流ポンプ (II型)
主原動機	機付ラジエータ付ディーゼル機関
監視制御装置	CRT監視操作卓 (WEB機能で事務所から監視可能)
吸込水槽	高流速オープンピット
建屋	一床式天井クレーン無 (屋上開口蓋設置)

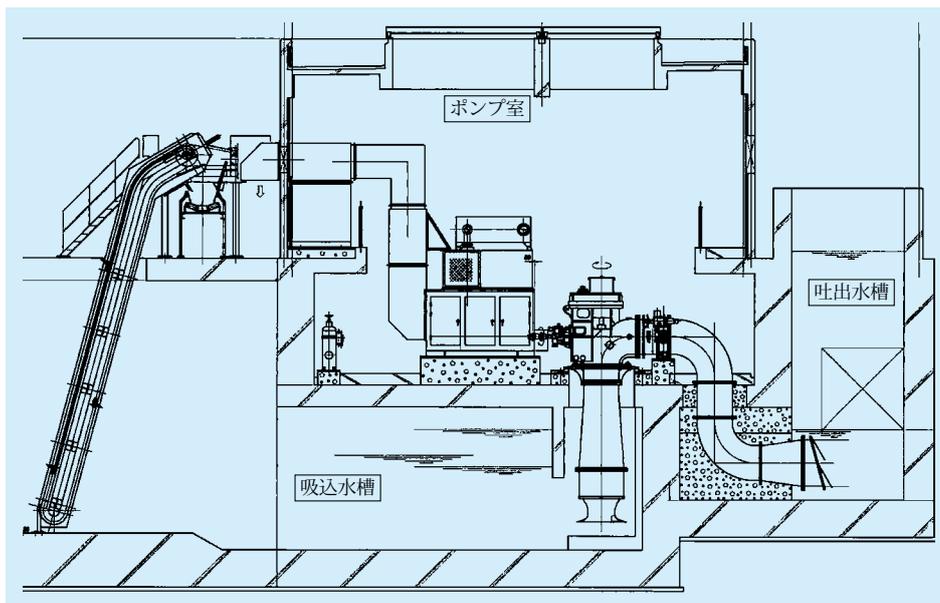


図2 コンパクト化技術が適用された小坂排水機場

Fig.2 Osaka pumping station which scale reduction technologies were applied to



図3 寒水川排水機場の乾式満水ユニット (アントリア)
Fig.3 The ANTLIA of Shozugawa pumping station



図4 田尻中央第12揚水機場の自吸式両吸込渦巻ポンプ(ホキレス)
Fig.4 The HOKIRESU of Tajiri-Chuo No.12 pumping station

用斜流・軸流ポンプは、従来に比べて同一口径でも1ランク上の吐出し量を排出できる高流速高比速度ポンプが採用されてきている(図1、図2にも採用)。また、操作性の面から既設横軸ポンプを立軸ポンプに更新する際には、床荷重を軽減するために、海外に実績のある鋼板製ポンプの採用が検討されている。

機能面では、都市部における集中豪雨によって、短時間に流入する雨水を即座に排水するために、先行待機型ポンプが大都市圏を中心に採用されている。また、更新を迎えたポンプを先行待機用に改造する際には、信頼性向上のために開発された先行待機用無注水軸受に交換することで設備の簡素化も行われている。

一方、揚水ポンプでは、周辺が市街化するなどの環境変化に配慮して低振動・低脈動ポンプが採用されているほか、省エネルギー化として、ポンプ、電動機の高効率化やインバータ制御などによる効率的な運用も行われるようになってきた。

2-3 長寿命化および維持管理性向上技術

ポンプ施設を効果的・効率的に運用するためには、設

備の長寿命化や維持管理性に対する技術の向上が重要である。それには前項で述べた設備の簡素化も大きな効果を生むが、設備の健全性を把握して経済的な保全を実施するために、精度の高い設備の劣化診断、劣化予測の技術が期待されている。

運転操作面においては、操作員の不足や高齢化に対して、運転操作の容易化を目的として、平成元年以降に運転支援装置、PLCなどが新技術として採用されてきた。当社では、さらに効率的な運用として、従来の運転支援装置に加えWEB対応遠隔制御装置も納入している(図5)。また、省力化のための計測センサとしては、ポンプ流量計(図6)やインペラとライナーとの隙間を計測するギャップセンサを開発して、自動監視システムとしてポンプ場に納入している。



図5 安那排水機場に採用したWEBによる監視操作システム
Fig.5 Remote control system with WEB function of Yasuna pumping station



図6 神嶽ポンプ場に設置したポンプ流量計(デルタ400)
Fig.6 Pump flowmeter installed in the Kantake pumping station (Delta 400)

2-4 環境負荷低減および解析技術

ポンプ場の周辺環境の改善への要求が高まっている。中でも、ポンプ駆動用内燃機関の排気ガスのNOx、SOxの低減技術や振動騒音の防止対策が大きな課題であ

り、環境負荷の発信源の改善と伝播経路における対策技術向上とともに排気ガスや騒音の拡散・伝播予測も容易に解析できるようになってきた。

機器・設備の取替えは既設設備との取り合いを考慮する必要があり、従来までの新設機場に適用した技術を既設に採用するためには解析技術を用いた検証がたいせつな設計手順となっている。例えば、高流速吸込水路の健全性やポンプ効率向上のために、流れ解析 (CFD) により確認が行われているところである。

3. 送風機設備の動向

当社の公共向け送風機設備は、主に道路トンネル用換気設備と下水処理場のぼつきブロワ設備に大別される。

自動車トンネル用換気ファンは1958年関門海底トンネルに日本で最初に導入されて以来、増大する車から排出されるCO濃度と煤煙濃度の低減のために多数設置されてきた。しかし近年、エンジン性能の向上によりトンネル内での必要換気量が減少し、その使命を火災時の避難環境を確保する役割へと変化しつつある。

また、ぼつき用ブロワは、処理場の総使用電力量の30%~40%を占めており、ブロワ設備としての総合効率の向上が省エネルギー化として注目されている。

3-1 トンネル用換気設備

(1) ジェットファン

最初に当社が納入したジェットファンは、1969年小田原厚木道路弁天山トンネル (口径630mm 14台) である。そして、1980年国道1号線藤枝バイパス谷稲葉トンネルにて日本初の超大口径1 530mmを4台、1987年北陸自動車道花立トンネルにて日本初の中口径1 250mmを2台納入し、2010年10月現在まで合計約660台納入している。

この約40年間でジェットファンの性能は大きく向上した。1969年から1997年までは今でいう「標準型」(表3)が製作され、1998年には国土交通省標準仕様となる「高効率型」が製作された。「標準型」に比べ全長が短くなり、ファン効率が高くなった。また、2002年から旧日本道路公団標準仕様、2008年から国土交通省標準仕様となる「高風速型」(図7)が製作され、吐出し平均風速が30m/sから35m/sとなり、設置台数の削減に貢献している。

近年の動向としては、ケーシングの腐食による落下が懸念されるために、鋼板 (SS400) 製からステンレス製が採用されるケースが多くなっている。また、運転費、維持管理費の低減技術として、以下の3点が採用されつ

表3 口径1 250mmジェットファンの仕様比較表

Table 3 Comparison of bore 1 250mm jet fan specifications

仕様	型式 (JF-1250)	①	②	③
		標準型	高効率型	高風速型
口径	[mm]	1 250	1 250	1 250
吐出し平均風速	[m/s以上]	30	30	35
効率	[%]	67	75	75
騒音	[dB (A) 以下]	95	95	95
全長	[mm]	5 200	4 250	4 250
吐出風量	[m ³ /s以上]	37	37	43
出力	[kW以下]	37	30	50



図7 口径1 030mm高風速型のジェットファンの外観 (弓張トンネル)

Fig. 7 View of bore 1 030mm high velocity jet fan

つある。

① 交通量計を利用した換気制御による電力量低減

交通量計を利用した換気制御は、トンネル内状況を計測してから換気設備を制御するフィード・バック制御に対し、トンネル内環境を短時間で回復し、電力量低減を実現する方式である。

② ジェットファン異常検知システム (Jσ) による維持管理コスト低減

当システムは、従来の時間基準型予防保全方式から状態基準型予防保全方式となり、支持部材の緩みなどの常時自動監視ができるため、定期点検回数を減らすことができる。

③ 回転速度制御 (インバータ) による使用電力の低減

インバータ制御は、高調波による電波障害を起こすことから、ジェットファン用として、ほとんど採用されていなかったが、最近、高調波対策が可能になり、台数制御に比べて使用電力量が低減できることから、採用されるケースが出始めている。さらに、インバータ制御は、トンネル内火災時の安全を確保するために発火地点へ煙を閉じ込める低風速化制御が可能であり、今後、そうし

た面からも採用が増えてくるものと思われる。

(2) 軸流ファン

トンネル換気用軸流ファンを当社が最初に納入したのは、1968年中央高速道小仏トンネルの2 800mm固定翼立型軸流ファンである。省エネルギー対策の認識が高まる中で、風量制御範囲が広く、広範囲で高効率運転ができる可動翼制御方式軸流ファンの採用が多くなっている。当社は、1985年道路トンネルとしては国内最長となる関越自動車道関越トンネルの万太郎換気所（図8）に初めて油圧式可動翼軸流ファンを納入している。



図8 関越トンネル万太郎換気所全景

Fig.8 General view of Mantaro ventilating station of Kanetsu tunnel

3-2 ばっきブロウ設備

ばっきブロウ設備については、インフラ整備が充実しているために、環境負荷の低減化および設備の簡素化に技術の焦点が移ってきた。環境負荷低減については以下の新技術が実施されている。

① エア・アシスト型省エネ逆止弁（AAチェッキ）

ブロウ吐出し圧力をアシスト力として利用し、確実に弁体を全開にすることで圧力損失が低減する方式であり、図9下は、その設置例を示す。

② 空冷式オイルクーラ

空冷式オイルクーラの採用により、冷却水設備が不要となり、断水時での運転も可能となった。

③ ミストセパレータシステム（MSS-α）の据付状況を図9上に示す。MSS-αは、ブロウの軸受けから放散されるオイルミストを無動力で吸着する設備で、ブロウ室の管理空間を正常に保つ機能がある。



図9 ミストセパレータシステム（MSS-α）とエア・アシスト型逆止弁の設置例（横浜市環境創造部北部第二水再生センター）
Fig.9 Installed example of oil mist separator system (MSS-α) and air assist type check valve

④ インレットベーンによる風量制御

従来の吸込弁制御に比べ部分負荷効率が優れており、風量制御範囲が広いいため、使用電力量の削減効果は大きい。

4. おわりに

公共用風水力機械は、インフラ整備が充実してきた現在、維持管理を中心に、既存施設の合理的な運用への転換が必要となってきている。設備の更新・整備においては、今後は、①経済性や維持管理性の高い設備、②自然的、社会的諸条件および施工条件などの実情を鑑みた設備、③「景観法」（2004年に制定）を踏まえた環境との調和に配慮した設備が求められてくると思われるが、それらは、相反する部分もあることから、当社の理念である「技術創生」を旗印に技術者の知恵と工夫を重ねて、高い信頼性と機能を備えた製品を供給し、貢献していきたい。

<参考文献>

- (1) 河川ポンプ施設の技術開発と今後の展望、(株)河川ポンプ施設技術協会、ポンプNo.29 (2003)

<筆者紹介>

山本俊明：1974年入社。主に、揚・排水ポンプ設備の計画に従事。現在、営業本部社会システム技術部長 産業システム技術部統括。

維持管理の時代にむけた新技術と商品

深田 博

New Technologies and Goods for Maintenance

By Hiroshi Fukada

1. はじめに

我が国の社会資本投資は、1950年代半ば(昭和30年代)に始まった高度経済成長と共に拡大し、公共設備の建設投資額は1993年(平成5年)にピークとなり、1994年以降は若干の増減はあるものの総じて減少傾向にある。

たとえば、社会資本としてのポンプ設備については、河川の氾濫による洪水から国民の生命と財産を守る排水ポンプ設備、米・野菜などの農業生産品の収穫を確保するための用水ポンプ設備、清浄な飲料水を供給する上水道ポンプ設備、汚水から健康と環境を守る下水道用ポンプ設備などさまざまな用途があり、これらのポンプ設備に対する社会資本投資も、経済成長と共に拡大してきた。

しかし、1990年代半ばには経済成長初期に建設されたポンプ設備が老朽化してくると共に、設備の設置条件、設置環境などが変化してきた。そして、このころから社会資本の整備を進める上で、建設コストの低減と設備の信頼性向上、そして、効果的・効率的に設備を運用するための維持管理の高度化に関する新技術が官・民で検討されるようになった。

このようなニーズに応えられるよう当社が開発したポンプの商品名が、「ラムダ21」と、「ホキレス」であり、さらに、トンネル換気用のジェットファン異常検知システム「ジェイシグマ(Jσ)」とポンプの吐出し弁に使用されるロート弁の駆動装置をシリンダ方式から電動式に変更できる新駆動システム「サー坊」を商品化した。

2. ラムダ21

ラムダ21は、河川の内水排除用に使用されている横軸排水ポンプ設備を、既存の建屋を改築することなく立軸排水ポンプに置き換えられるように開発されたポンプであり、ラムダ21を採用することでポンプと原動機を同一の床に設置できることを特長とした。

排水用横軸ポンプとしては軸流ポンプあるいは斜流ポンプなどの低揚程で使用されるポンプ形式が採用されて

いる。これらのポンプは、ポンプの主要部品であるインペラや主軸の点検が容易にできるという特長があるが、ポンプの始動時には、ポンプの吸込管、ポンプケーシングおよび吐出し管部を真空ポンプで抽気して満水にする必要があり、ポンプの始動スイッチをONにしてから排水できるまで5~10分間待たなければならない。一方では、内水排除する流域に住宅が増えるなどして流域が市街化すると、地下に浸透する雨量が減ることなどにより流域に降った雨が排水ポンプ設備に集まってくるまでの時間が短くなり、ポンプ場の吸水槽での内水位上昇スピードも速くなるので、このような場合は抽気時間が必要ない立軸ポンプの採用を検討する必要がある。

排水ポンプを立軸にすることにより、ポンプ設備の信頼性、安全性、操作性が横軸ポンプに比べて向上できるが、駆動原動機に横軸内燃機関を使用した場合、直交軸傘歯車減速機を使用するために内燃機関はポンプ設置床より1段高い床面に設置されるので駆動装置の寸法などから建屋構造も変更する必要があった。このために、既存の横軸ポンプを従来構造の立軸ポンプに取り替えると、建屋更新も含めた建設コストと建設工期がネックとなり実現が困難であった。

当社では、このようなニーズに応えるために1990年代半ばから横軸排水ポンプを立軸にするためのポンプの構造について研究を行い、その研究成果を1997年12月に特許として出願し、歯車減速機搭載型立軸一床式ポンプ(商品名:ラムダ21)として製品化した。ラムダの構造概要を図1に示す。

このラムダ21が、当時の建設省中部地方建設局(現在の国土交通省中部地方整備局)の1999年(平成11年度)の第1回新技術活用評価委員会で技術活用パイロット事業として評価され、沼津工事事務所(現在の沼津河川国道事務所)の大場川函南観音川排水機場ポンプ設備改修工事に採用されることになった。この時の改修工事では、既に函南観音川排水機場に設置されていた横軸斜



図1 ラムダ21の構造模型図
Fig. 1 View of Lambda-21 structural model



図2 ラムダ21の設置例
函南観音川排水機場に設置されたラムダ21 (手前) と既設の横軸斜流ポンプ (後方) が設置された機場全景
Fig. 2 Example of Lambda-21 installation

流ポンプの主要部品を使用して新たな立軸斜流ポンプに生まれ変わらせるという条件があり、インペラ、吐出ボウルケーシングは横軸ポンプで使用されていたものを再利用して、ポンプ本体のコスト低減も行った。函南観音川排水機場での改修工事結果が評価されて、ラムダ21は国土交通省の新技术情報提供システム (NETIS) に登録された。

図3は、技術活用パイロット事業によって函南観音川排水機場に納入された、口径1 200mmのラムダ21 (歯

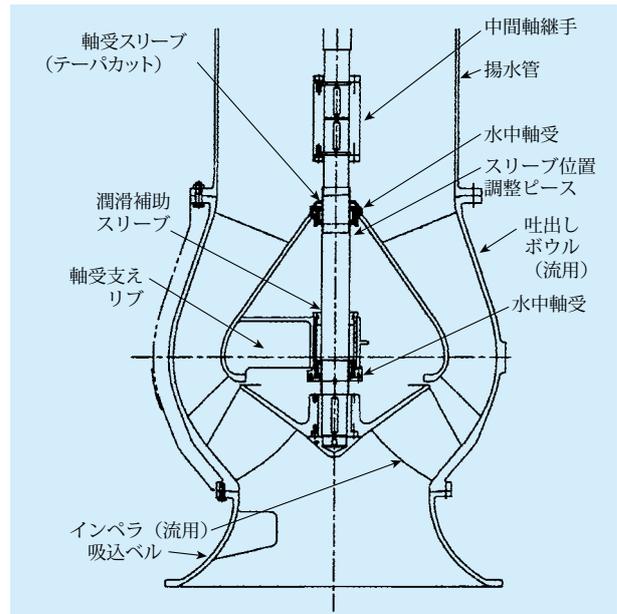


図3 既設部品を再利用した立軸ポンプの構造例
Fig. 3 Example of the vertical pump that reused parts in operation

車減速機搭載型立軸一床式ポンプ) のボウルケーシング部の構造図で、既設の口径1 200mm横軸斜流ポンプの吐出しボウルケーシング上下 (水中軸受け支え内蔵) とインペラを再利用して組み立てたことを示す。

ラムダ21の特長は、ポンプの吐出し曲管と2段歯車減速機を組み合わせるとコンパクトな形状、寸法にしたもので、ポンプの吐出し部は図1に示した外観が標準であるが、ラムダ21が広く採用されるようになってくると、設置場所の条件によってさまざまな派生構造が生まれた。

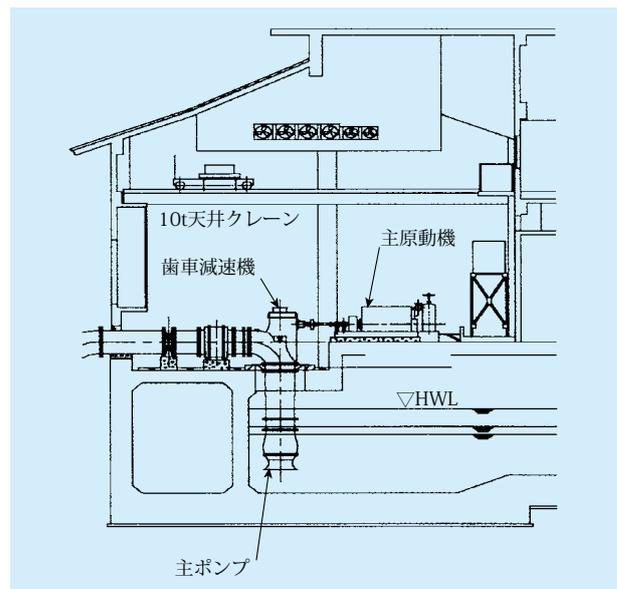


図4 原動機の設置床が高い機場の採用例
Fig. 4 Example of the pumping station that the setting floor of the motor is high

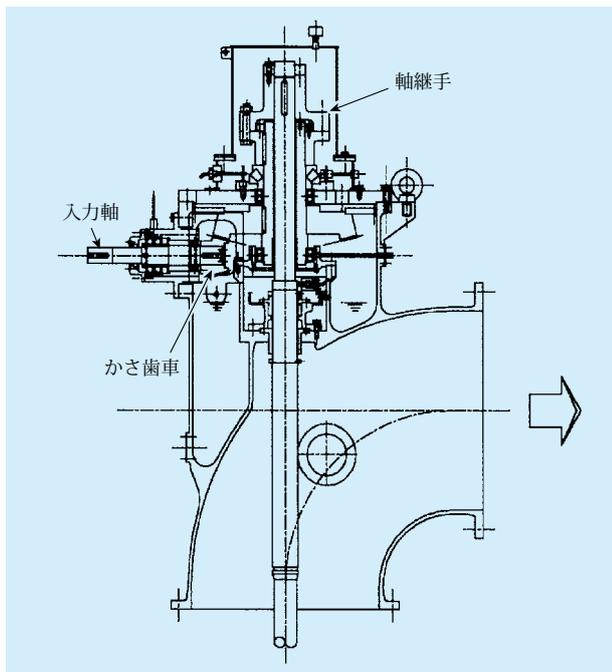


図5 1段歯車減速機搭載型の構造例

Fig.5 Example of one-stage reduction gear mounted type Lambda-21

図4、図5は、半2床式と言われた原動機床面高さがポンプ設置床面高さより高い場合に採用されたラムダ21の例で、歯車減速機は1段減速となっている。

そのほか、特長がある派生形構造としては次のような製造実績があるので紹介する。

- ① 駆動原動機が水平方向で斜めに設置されたために、減速機入力軸と吐出し方向中心軸が水平面で7.5度傾いた構造。
- ② 駆動原動機が水平方向で直角に設置されたために、減速機入力軸と吐出し方向中心軸が90度傾いた構造。これは、電動機直結駆動の横軸両吸込ポンプを立軸斜流ポンプに取り替えたために、原動機の軸とポンプの吐出し口の方向の軸が90度傾いていたためである。図6にその外観を示す。
- ③ ポンプの吐出し口が左右180度反対方向に2ヵ所あり、減速機入力軸と吐出し方向中心軸が90度傾いた構造。これは、下水道用を使用するポンプで、汚水揚水と雨水排水のための吐出し口が180度反対方向に設けられたためである。図7にその外観を示す。
- ④ 吐出しエルボを、吐出し口中心で水平に上下二つ割りにした構造。既設の天井走行クレーン容量でポンプの据付が可能となるように、吊り上げ質量を小さくするため。
- ⑤ インペラを可動翼としたために減速機の上部に可



図6 90度直角方向吐出しラムダ21の外観

Fig.6 View of Lambda-21 of the right angled discharge direction



図7 双方向吐出しラムダ21の外観

Fig.7 View of Lambda-21 of the both discharge direction

動翼の電動操作機構を取り付けた構造。

さらに、納入実績はないが軽量化のため減速機搭載曲管部を鋼板製で製造したラムダ21の実機を製作して工場性能試験を行い、十分実用に耐えることを確認している。

ラムダ21のもう一つの特長として、低揚程の排水ポンプ用として使用する場合は、減速歯車用の別置き潤滑油冷却器が必要ないので、減速機の無水化が可能になる。このことは、潤滑油冷却用の冷却水ポンプあるいはラジエータ空冷ファンが不要になるので系統機器システ

ムの簡素化が図れて故障の原因を減らすことが可能となり、維持管理も簡素化できる。

今後の展望としては、最近の集中豪雨（ゲリラ豪雨）の増加により、過去に地方自治体により建設された雨水排水ポンプ設備の排水能力の増量、排水開始時間短縮、建設コストの縮減、維持管理の簡素化などのために、既設の横軸排水ポンプを減速機搭載型の立軸排水ポンプに取り替える更新需要は拡大していくと考えられる。

2010年3月末までの、製作中も含めたラムダ21の採用台数は114台であり、口径としては、最小は500mmで最大は1800mmである。今後も、ポンプの運転水位条件、建屋および吸水槽の寸法、運転制御方式など、揚排水ポンプ設備固有の諸条件に合わせて、より発展させたラムダ21の商品化に取り組んでいく。

3. ホキレス

ホキレスは、農業用水ポンプとして多数使用されている水中モータポンプが持っている維持管理における課題を解決するために開発されたポンプである。ホキレスという商品名の由来は、陸上用渦巻ポンプで始動時満水用の真空ポンプや封水ポンプなどの補機（ホキ）が不要（レス）であることからホキレスと名付けた。

水中モータポンプの特長としては、ポンプ本体と駆動用電動機が一体となって吸水槽内の水中に設置されるので、ポンプ設備用の建屋が不要になり、建設コストの低減が図れるというメリットがある。当社で開発したホキレスは、ポンプと電動機は陸上に設置されるが、水中モータポンプと同様に建屋を不要としたので、一般名称としては、「ハウスレス陸上ポンプ」と言われる。

水中モータポンプの維持管理上の課題としては、ポンプに流入するゴミ対策を適切に行い、閉塞運転をなくす必要があることと、故障時あるいはメカニカルシール交換時は、製造会社の工場に持ち帰って部品の交換をする必要があることであり、閉塞やメカニカルシールの交換で用水ポンプが使用できないと農業経営への影響も大きくなる。メカニカルシールの交換に関する課題に対しては、交換が容易な構造にできないかなどの意見があるが、解決策が見いだせていなかった。こうしたニーズに応えるために、自吸式横軸両吸込形渦巻ポンプを開発して、2002年に、口径200mm、250mm、300mmの三つの口径をシリーズ化して、商品化した。

ホキレスは、自吸式ポンプであるために吸込側の諸条件で採用可否を検討する必要がある。具体的には、ポンプ吸込管の水平部中心から吸水槽の始動時吸水位までの

高さ、吸込管の横引き配管長さであり、目安としては、吸い上げ高さは3.5m以下、横引き長さは3.0m以下となっている。

図8にホキレスのシステム概要を示す。

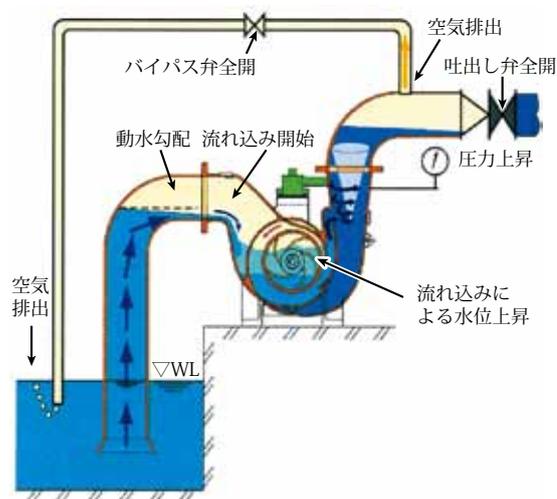


図8 ホキレスの自吸システム概要図

Fig.8 Schematic diagram of self-priming system of self-priming double suction volute pump

図9に宮城県内に設置された、ポンプ設備用の建屋がないホキレスポンプ設備の全景を示す。



図9 ホキレス用水ポンプ設備全景

Fig.9 General view of self-priming double suction volute pump equipment

ホキレスは、2002年の商品化後も、お客様のニーズに応えるための改良を重ねて、機能的に成長している。

改良の一つに、水中モータポンプでも課題となった、ポンプ内にゴミが詰まった時の対応策がある。

もともと横軸両吸込渦巻ポンプは、主軸の中心でケーシングを上下に分割できる構造にしてあり、インペラは上ケーシングを取り外して見ることができるというメリットがある。しかし、商品化した当初のホキレスは、

水平上下二ツ割ケーシングにはしていなかったので、ポンプケーシング内のゴミの除去をもっと簡単にできるようにしてほしいというお客様の要望を聞いて、吸込口部を上下二ツ割にして、上部を取り外せばインペラに詰まったゴミがとれるように改良した。

さらに、ポンプ駆動用電動機をインバータによって可変速できるポンプシリーズを追加設定した。

可変速ができることで、次のようなメリットがある。

- ① ポンプ始動時に適切な回転速度で運転することにより、抽気満水時間を短縮できる。
- ② 用水の需要量によりポンプ吐出し量の流量調整運転が可能になり、ランニングコストの低減が図れる。
- ③ 電源の周波数に制限されないで、特に50Hz地区では、60Hz地区と同様の吐出し量、全揚程で使用できる。

2010年3月末までの、製作中も含めたホキレスの採用台数は97台である。

4. ジェイシグマ (Jσ)

ジェイシグマは、自動車用道路トンネルの換気に使用されるジェットファンの異常を検知するシステムとして開発されたもので、ジェットファン本体の異常だけではなく、ジェットファンをトンネルの天井から吊り下げるための支持部の異常を検知して、ジェットファン本体の落下を未然に防ぐという機能も持っている。一般的にジェットファンの支持部の状態を点検するためには、トンネル内の交通規制が必要になるので、交通を遮断する時間が長くなると道路利用の経済効果に影響する。そこで、ジェイシグマを取り付けることにより、ジェットファンを運転しながら吊り下げ状態を遠方から監視できるので、維持管理の簡素化が図れるようになる。

研究部門で開発されたジェイシグマの性能を確認するために、供用中のトンネルに設置されているジェットファンにセンサを取り付けて、実環境でのフィールド試験を行った。フィールド試験の測定データは回収して解析を行って外乱の影響などを調べて商品化した。

ジェイシグマに取り付けた異常検知用のセンサには、ワッシャー型ロードセルを使用しているが、**図10**はジェットファンとロードセルの配置概念を示し、**図11**に実際にジェットファン本体に取り付けたロードセルの外観を示す。

ジェイシグマの異常検知システムは、正常状態におけるセンサ出力と現在の状態におけるセンサ出力との差異を統計的診断方法により判定することで異常を検知する

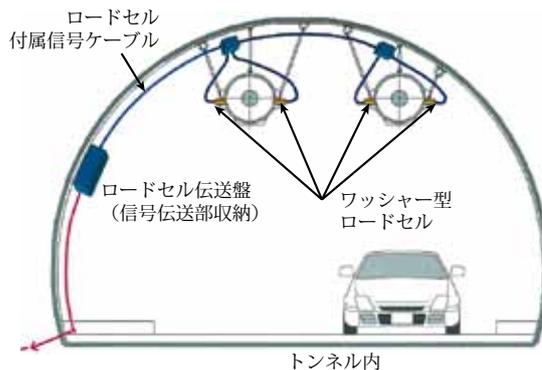


図10 ジェットファンとロードセルの配置概念図
Fig.10 Layout drawing of jet fan and load cell

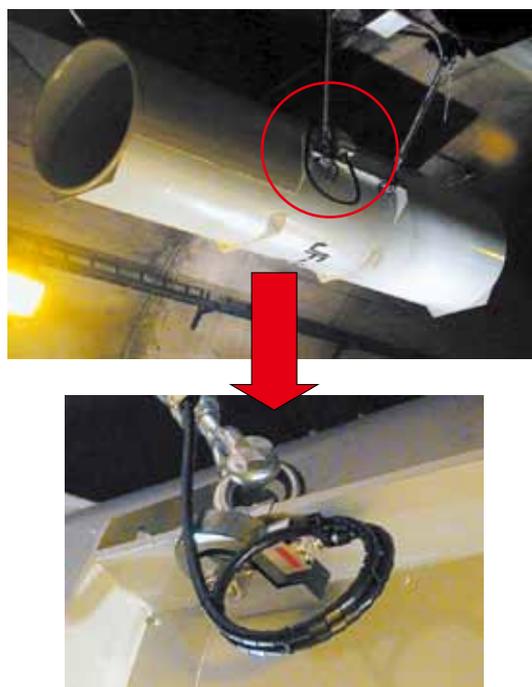


図11 ジェットファン本体外観 (上図) とロードセル取付部外観 (下拡大図)
Fig.11 Layout drawing of jet fan and load cell

手法を用いており、センサ間の関係式として応答局面法を採用した。

ジェイシグマシステムは、現在、近畿地方を中心に13の道路トンネルで53台のジェットファンに採用されており、今後も、トンネル内での安全と安心を確保するリモートメンテナンスシステムとして貢献できると考える。

5. サー坊

サー坊は、高揚程ポンプの吐出し弁として使用されるロート弁の駆動部に使用するACサーボモータシステムの商品名である。

高揚程ポンプの場合、停電等によるポンプ急停止時に発生するウォーターハンマ対策用として、圧力の制御に優れたロート弁が多数採用されており、ロート弁の弁開閉駆動装置部は弁閉鎖時間の制御性が良いこと、電源遮断後でも作動可能であることなどで、シリンダ操作方式が採用されてきた。シリンダの作動液としては水と油があるが、圧倒的に油が多く使用され、さらに、停電時にシリンダ操作が可能な圧油を貯蔵するための圧油タンクとシリンダから回収した油を貯めておく貯油タンクが設置される。

しかし、地震などにより作動用油圧配管が破損したときにはロート弁の開閉ができなくなることで、油圧システムには、電磁弁、圧力センサーなど、多くの制御用機器が取り付けられるので、維持管理の費用負担が大きい。

油圧操作式ロート弁は、水道用ポンプの吐出し弁として多数納入されているが、地震対策と維持管理の簡素化から電動式にしたいというニーズが大きくなってきた。

当社では、以前から油圧を電動化するためのシステムとして、停電時に蓄電池の直流電源装置によって交流電動機により弁を閉鎖させるインバータ制御方式を商品化して納入実績もあるが、近年の電子制御技術の発展により、制御特性に優れたACサーボモータと直流電源装置を組み合わせた電動駆動システムを開発し商品化した。

図12にACサーボモータシステムを採用したロート弁本体と制御盤の外観を示す。

2010年3月末までの、製作中も含めたサー坊の採用台数は、水道用ポンプ吐出し弁の14台であり、口径としては、最小は250mmで最大は1 000mmである。



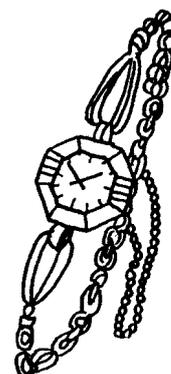
図12 ロート弁とサーボモータ制御盤の外観
Fig.12 View of Roto valve and control board of servomotor

6. おわりに

我が国は、干ばつや洪水などの自然災害が多いために、揚排水ポンプ設備が多数建設されてきた。これらのポンプ設備は、今後も、更なる維持管理コストの低減と、高い信頼性が求められ、当社は、このような要求に応えられるように、新技術および新商品の開発を続けて行く。

<筆者紹介>

深田 博：1966年入社。主に、公共工専用ポンプ、バルブ設備の計画業務に従事。現在、営業本部 上席技監。



火力・原子力発電所向けポンプ、ファン、ブロワの動向

木村辰美 塩崎 孝

Recently Trend of Pumps, Fans and Blowers for Thermal and Nuclear Power Plants

By Tatsumi Kimura and Takashi Shiozaki

1. はじめに

火力発電所向けのポンプ納入第1号は1954年に東京電力鶴見第2発電所向け循環水ポンプである。これは、国産機初の循環水ポンプであった。また、原子力発電所向けポンプ第1号は、1961年に受注した日本原子力発電東海発電所向け口径1 350mm循環水ポンプである。それ以来、当社の最も主要な製品のひとつとして、現在まで続いている。

送風機の発電所への納入は、1980年の中部電力浜岡原子力発電所第3号機向けの空調用換気ファンが第1号である。

ここでは、おもに国内の火力・原子力発電所向けポンプ、ファン、ブロワの動向を最近の納入実績と合わせて紹介する。

2. 火力発電所向けポンプ

火力発電所ではタービンおよびボイラの補機として多くのポンプが使用される。これらのポンプはそれぞれ重要な用途に使用されており、1台のポンプの故障が発電所全体の運転に支障をきたしたり、停止に結びつく可能性もある。したがってポンプには品質管理の徹底と高い信頼性が要求される。

2-1 循環水ポンプ

復水器および冷却水冷却器用の冷却水を送水するポンプで、その大流量ゆえの駆動用電動機の消費電力の多さから、所内動力低減を目的として数多くの可動翼ポンプの納入事例がある。大口径ゆえにメンテナンス性の良さを考慮したプルアウト形や揚水管のない短軸構造も採用されている(図1)。また製造面では、最近は大物鋳造部品の調達が困難になりつつあり、これを受けて吐出しエルボや揚水管ほかの大物耐圧部品の製缶化が進んでいる。また、海水システムの最重要補機の一つとして腐食対策がきわめて重要であり、流水部への塗装やフレークライニングに替えて内面全面ゴムライニングの採用も始まっ

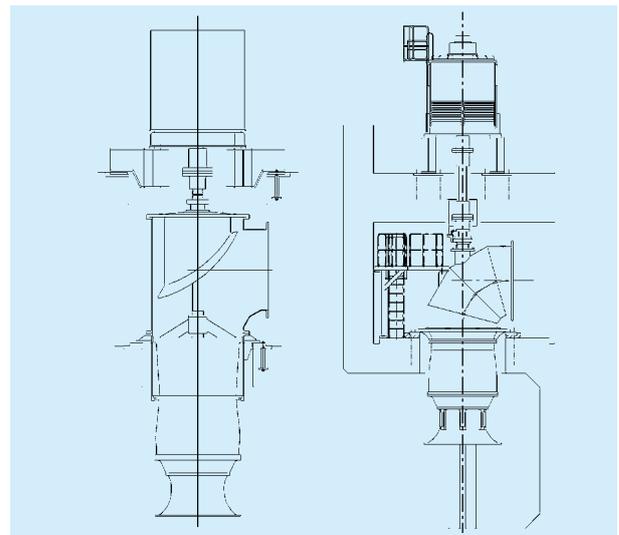


図1 プルアウト形循環水ポンプ(左側)
短軸構造循環水ポンプ(右側)

Fig. 1 Sectional drawing of pull-out type CWP (left side) and short profile type CWP (right side)

ている(図2)。また、近年は腐食対策として電気防食(犠牲陽極が主体)を標準的に採用している。最近の納入事



図2 工場試運転中の循環水ポンプ
Fig. 2 View of CWP shop test

例は下記のとおり。

- 口径3 000mm立軸可動翼斜流ポンプ
形式：VPFM (1 517m³/min×195kPa×6 200kW)
- 口径2 550mm立軸斜流ポンプ
形式：VPFO (965m³/min×21m×4 350kW)
- 口径2 500mm立軸可動翼斜流ポンプ
形式：VPFM (1 083m³/min×200kPa×4 500kW)
- 口径2 400mmプルアウト形立軸斜流ポンプ
形式：VPFO (1 027m³/min×19.6m×4 220kW)

2-2 復水ポンプ

復水ポンプは復水器からくみ出した復水を脱気器または復水昇圧ポンプまで送水するポンプである。揚水は復水器内部の高真空に対応する飽和水であり高いキャビテーション性能が要求されると共に、押込揚程を確保するため、一般的には吸込タンク付の立軸ポンプが使用される。復水ポンプ用の低比速度高効率モデルを採用した数多くの納入実績がある。最近の納入事例は下記のとおり。

- 口径500mm×350mm バレル形立軸多段ポンプ
形式：VDMF-WR4 (1 013m³/h×132m×920kW)
- 口径400mm×200mm バレル形立軸多段ポンプ
形式：VDMF-WR7 (4.7m³/min×225m×260kW)
- 口径250mm×150mm バレル形立軸多段ポンプ
形式：VPFC-WR5 (204m³/h×195m×170kW)

2-3 海水ブースタポンプ

海水ブースタポンプは、循環水ポンプの吐出し側循環水管の分枝ラインに設置され、冷却水冷却器に海水を送水するポンプである。循環水ポンプと同様に海水に対する腐食対策が重要なポンプであり、ケーシングに犠牲陽極を取り付ける事例が増えている。最近の納入事例は下記のとおり。

- 口径600mm×600mm 横軸両吸込ポンプ
形式：DF-S (3 560m³/h×15m×210kW)
- 口径500mm×500mm 横軸片吸込ポンプ
形式：PFV (23m³/min×10.8m×55kW)

2-4 ボール循環ポンプ

復水器の冷却管洗浄用スポンジボールを循環させるポンプであり、復水器連続ボール洗浄装置の一部として使用される。ポンプ内でボールが損傷しないよう専用設計のインペラとケーシングが使用される。最近の納入事例は下記のとおり。

- 口径125mm×125mm 横軸片吸込ポンプ
形式：SFT (110m³/h×17m×11kW)

2-5 スクリーン洗浄ポンプ

循環水ポンプ水槽内に設置されるごみ除去用スクリーンに対して洗浄水を送水するポンプである。ポンプ全体をオーステナイトステンレスで製作し、この耐海水腐食性を補うため標準的に犠牲陽極を設けている。最近の納入事例は下記のとおり。

- 口径250mm 立軸斜流ポンプ
形式：VPFC (410m³/h×50m×90kW)
- 口径150mm 立軸多段斜流ポンプ
形式：VPFC-R2 (2.8m³/min×58m×45kW)

2-6 消火ポンプ

火災発生時の緊急時に備えるため、駆動機を電動機と内燃機関との両掛けとする場合がある。横軸ポンプに加えて海水用の立軸消火ポンプの納入事例も多い。最近の納入事例は下記のとおり。

- 口径400mm×250mm 横軸両吸込ポンプ
形式：DF-S (1 100m³/h×105m×530kW)
- 口径200mm×150mm 横軸両吸込ポンプ(両掛け)
形式：DF-4SG (330m³/h×112m×180kW)
- 口径700mm立軸多段斜流ポンプ(両掛け) (図3)
形式：VPFC-R2 (4 300m³/h×111m×1 950kW)
- 口径600mm 立軸斜流ポンプ(両掛け)
形式：VPFC (3 400m³/h×105m×1 480kW)



図3 立軸消火海水ポンプ

Fig.3 View of vertical fire fighting pump

3. 原子力発電所向けポンプ

原子力発電所向けポンプは、耐震安全設計の遵守や高

経年化に耐え得るために、厳しい品質管理の元、信頼性の高い製造プロセスを経て製作されている。数多くの納入実績がある中で、非常用炉心系（ECCS系）ポンプをはじめとした最近のポンプをここで紹介する。

3-1 ほう酸水注入ポンプ（図4）

品質管理区分クラスⅡのECCS系ポンプである。原子炉建屋に設置され、制御棒を炉心に挿入することができない事態が生じたとき、ほう酸水タンクから原子炉に中性子吸収剤（五ほう酸ナトリウム溶液）を注入するポンプである。緊急事態が発生したときに原子炉を安全に停止させるという極めて重要な役割を担っている。最近の納入事例は下記のとおり。

- 口径100mm×40mm 水平往復形ポンプ
形式：TX（190L/min×8.44MPa×105m×55kW）



図4 水平往復形ほう酸水注入ポンプ
Fig.4 View of SLCP

3-2 低圧ドレンポンプ（図5）

タービン建屋に設置され、低圧ドレンタンクより復水脱塩装置入口復水管へ送水するポンプであり、揚液は復



図5 工場試運転中の低圧ドレンポンプ
Fig.5 View of LPDP shop test

水である。最近の納入事例は下記のとおり。

- 口径300mm×200mm 横軸2段渦巻ポンプ
形式：MF-S2（640m³/h×170m×410kW）

3-3 原子炉補機冷却水ポンプ

海水熱交換器建屋に設置され、通常運転モード、高温待機モード、LOCAモードおよび停止時冷却モードの運転があり、残留熱除去系熱交換器および非常用ディーゼル発電設備などに冷却水を供給するポンプである。最近の納入事例は下記のとおり。

- 口径450mm×400mm 横軸渦巻ポンプ
形式：DF-4S（1 600m³/h×50m×300kW）

3-4 原子炉補機冷却海水ポンプ（図6）

海水熱交換器建屋に設置され、通常運転モード、高温待機モード、LOCAモードおよび停止時冷却モードの運転があり、原子炉補機冷却水系熱交換器に海水を供給するポンプである。最近の納入事例は下記のとおり。

- 口径500mm 立軸斜流ポンプ
形式：VPFC（2 000m³/h×40m×320kW）



図6 原子炉補機冷却海水ポンプ
Fig.6 View of RSWP

4. 火力発電所向け各種ファン・ブロワ

4-1 火力発電所ボイラ用

重油、石炭、天然ガスなどを燃料として発電する火力発電所には、多くのファン・ブロワが使われている。主機である蒸気タービンを駆動させる蒸気をつくるボイラ設備に関わる送風機としては、ボイラへの燃焼用空気を供給する押込通風機（FDF）、燃焼した排ガスを誘引し大気に排気する誘引通風機（IDF）、微粉炭をバーナに送るための一次空気通風機（PAF）などがある。公共の電力を供給する設備であり、主機、補機を問わず高い信頼性が求められる。最近の納入実績としては、当社の提携

先である独TLT社製の下記軸流ファンがある。

- 口径3 650mm 横軸 2 段軸流ファン (図 7)
形式：FJ2B-CNM
(26 010m³/min×12.9kPa×6 800kW)
- 口径3 000mm 横軸 1 段軸流ファン
形式：FJAB-CNM
(28 100m³/min×7.72kPa×4 660kW)
- 口径2 100mm 横軸 2 段軸流ファン
形式：FJ2B-CNM
(10 420m³/min×19kPa×4 090kW)



図 7 FJ2B外観
Fig.7 View of FJ2B

4-2 火力発電所排煙脱硫設備用

石炭火力発電所から排出される大気汚染物質に、硫黄酸化物 (SOx) がある。全硫黄分が0.5%以上の石炭を用いた場合には、国の環境規制を満足するために排煙脱硫装置を設置することが義務づけられている。最新の火力発電所では、活性炭を使用してSOxの除去率を高めた乾式排煙脱硫装置も設置されており、ここにも各種ファン、ブロワが使われる。最近の納入実績例は下記のとおり。

- 形番 #13片吸込 2 段送風機 (図 8)
形式：FT2B-CNM
(1 600m³/min×11kPa×530kW)
- 口径500mm 片吸込 1 段ターボブロワ
形式：BTOP-CNM (156m³/min×9.5kPa×55kW)

4-3 IPP用およびIWPP用

IPP (独立発電事業者) あるいはIWPP (独立発電造水事業者) では、重油、石炭、廃プラスチック、木質バイオマスなどを燃料として発電を行っており、これらの設備ではボイラ用の押込通風機、誘引通風機およびガス再循環送風機 (GRF)、脱硫通風機 (BUF) などが使われて



図8 FT2B外観
Fig.8 View of FT2B

いる。最近の納入実績例は下記のとおり。

- 形番 #17両吸込ターボ送風機 (図 9)
形式：FTDB-CNM
(16 960m³/min×13.66kPa×4 800kW)
- 形番 #20両吸込翼型送風機
形式：FADB-CNM
(22 100m³/min×6.08kPa ×2 940kW)



図9 FTDB 外観
Fig.9 View of FTDB

4-4 共同火力発電用

製鉄所に併設される共同火力発電設備では、製鉄所から発生する高炉ガス (BFG) とコークス炉ガス (COG) を混合して燃焼させ、ボイラで蒸気を発生させて発電する。コークス炉ガスのブーストアップ用にCOGブロワが使われている。ブロワ形式としては、増速機掛けの1段両吸込ブロワや電動機直結式多段ブロワが用いられる。停止中のインペラへのタール付着によるアンバランスを

防止するため、ギヤードモータ駆動のターニング装置が付属する。最近の主な納入実績例は下記のとおり。

- 口径1000mm×850mm 両吸込1段ターボブロワ (図10)
形式：BTDY-CGM
(842m³/min×11.5kPa×270kW)
- 口径800mm×700mm 片吸込2段ターボブロワ
形式：BT2P-CNM
(555m³/min×11.5kPa×170kW)



図10 BTDY外観
Fig.10 View of BTDY

5. 原子力発電所向け各種ファン・ブロワ

5-1 蒸気タービン軸封部用

グラウンド蒸気排風機は、発電に使用される蒸気タービン軸封部のシールに使用したグラウンド蒸気を回収し水に戻す役割のグラウンド蒸気復水器からの排ガスを排気筒に導くためのブロワである。地震波の周波数と共振しないよう高剛性に設計・製作されている。最近の主な納入実績例は下記のとおり。

- 口径250mm×250mm 片吸込1段ラジアルブロワ (図11)
形式：BRSB-CNM (35m³/min×12.75kPa×22kW)



図11 BRSB外観
Fig.11 View of BRSB

5-2 排ガスブロワ

排ガスブロワは、原子力発電所で発生する雑固体廃棄物の焼却ガスを排気する。吸込温度230℃～250℃の高温ガスを扱うため、回転体やケーシングに熱膨張対策を施している。最近の主な納入実績例は下記のとおり。

- 口径500mm×450mm 片吸込4段ターボブロワ
形式：BT4P-CNM
(273m³/min×29.42kPa×270kW)
- 口径400mm×400mm 片吸込4段ターボブロワ
形式：BT4P-CNM
(175m³/min×22.5kPa×150kW)

6. おわりに

数多くのポンプ、ファンおよびブロワの製品を納入させていただいている火力・原子力発電所向けの最近の動向についてまとめてみた。当社は、これまでの製作実績を生かしながら、さらなる技術開発をすすめ、今後も信頼性の高い製品を提供し、顧客様の満足を得るよう努力していく所存ですので、今後とも宜しくお願い致します。

<筆者紹介>

木村辰美：1979年入社。ポンプの機器設計部門統括。

現在、水力機械設計部長。

塩崎 孝：1974年入社。ファンおよびブロワの機器設計部門統括。

現在、気体機械設計部長。

海外プラント向けポンプ、ファン、ブロワの動向

工藤 聖仁

Recently Trend and Future View of Pumps, Fans and Blowers for Overseas Plant

By Seiji Kudo

1. はじめに

現在当社では、海外での積極的な販売活動の展開と資機材の海外調達を支援するため、**図1**に示すとおり、アメリカ（ヒューストン）、欧州（アムステルダム）、インド（ムンバイ）および中国（大連）に拠点を設けている。これら海外拠点のメンバーとは、迅速な海外顧客対応とアフターサービス向上のため、常に綿密な連携を取っている。



図1 海外拠点
Fig. 1 Overseas liaison offices

海外プラント向けの応札では、欧米の歴史あるメーカーとその関連会社を含めた競合となり、現在の激しい円高と実施案件の減少という状況下で受注に結び付けるためには、競合他社に勝る高性能と**図2**のとおり海外顧客から評価頂いている当社製品の特徴である高品質、高信頼性に加えて、価格競争力の有無が受注の鍵となっている。

このため、案件計画段階から関係部署を含めた総合的検討を行って、顧客要求事項を的確に反映させた最適計画を提案すると共に、付属機器や材料メーカーなどの協力も仰ぎながら、ベストプライス設定のための仕様検討も行っている。

また、顧客発注段階では、購入仕様に規定された要求事項について、技術打合せなどで詳細に確認し、必要となる機能を最も合理的に達成する計画となるよう最終検討を行うと共に、資機材調達先へも受注に向けた検討協



図2 HP誌掲載記事
Fig.2 HYDROCARBON PROCESSING^{注)}

力をお願いしている。

この過酷な競争を勝ち抜いて受注できた案件を中心に紹介しながらポンプ、ファン、ブロワの最近の動向と将来展望を以下に述べる。

2. ポンプ

主な需要先としては、FPSO（浮体式海洋石油・ガス生産貯蔵積出設備；Floating Production, Storage and Offloading system）を含む石油採掘と石油精製、石油化学、肥料、地熱発電およびIWPP（独立発電造水事業者；Independent Water and Power Producer）用などのLNG

注) 記事詳細は (<http://www.dmw.co.jp/english/products/>) 当社ホームページに掲載してあります。

受入基地を含む発電設備関係と海水淡水化がある。

この内、火力・原子力発電所関係とオフショア設備用は別途記載されているので、ここでは省略する。各種用途に対応する当社製作機種としては、遠心形の高圧多段ポンプ (DMF、BMT)、両吸込ポンプ (DF、NDF)、片吸込ポンプ (SMKP) と立軸斜流ポンプ (VPF) および容積形であるプランジャポンプ (HR) がある。遠心および斜流ポンプとプランジャポンプの標準製作レンジをそれぞれ図3と図4に示す。

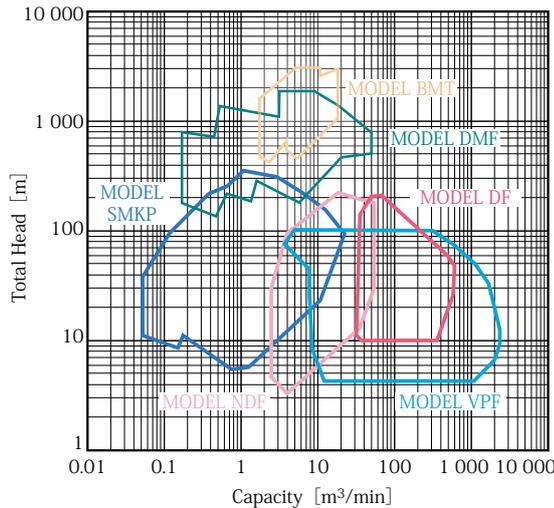


図3 遠心および斜流ポンプの標準製作レンジ
Fig.3 Standard range of centrifugal/mixed flow pump

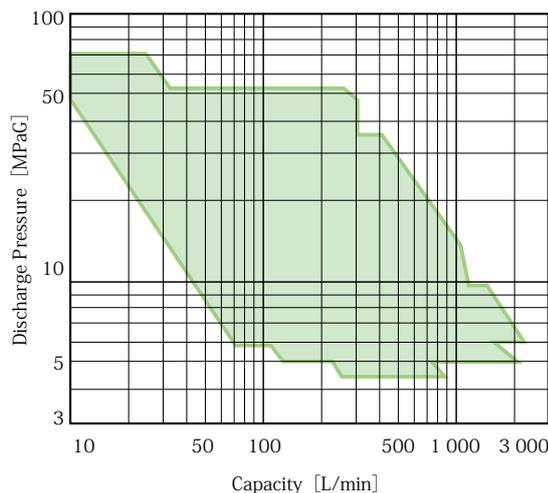


図4 プランジャポンプ (HR) の標準製作レンジ
Fig.4 Standard range of plunger pump

2-1 石油採掘と石油精製用

主な用途としては、油田からの石油採掘用WIP (Water Injection Pump) と石油精製所への圧送用MOLP (Main

Oil Line Pump) が有り、いずれも高圧多段ポンプ (DMF、BMTなど) が採用されている。

最近の代表的納入実績としては、次のとおり全揚程が1 000m以上の高圧仕様となっており、出力も高いため、特に高効率型の要求が強く、入札時にはパワーローディング (運転動力費を比較検討対照とする) を含めた総合的評価によりメーカー決定が行われることが多い。

- 口径250×200mm横軸水平二ツ割多段ポンプ (API610 BB3対応機種、図5左側)
形式；DMF-SPK6 (712m³/h×1 029m×2 650kW)
- 口径300×250mm横軸バレル形多段ポンプ (API610 BB5対応機種、図5右側)
形式；BDMF-HR6
(790.5m³/h×1 181m×3 550kW)



図5 API610対応高圧ポンプ (左側BB3、右側BB5)
Fig.5 View of pumps for API610 type BB3 (Left side) and BB5 (Right side)

また、海洋石油・ガス生産設備の内、6割以上を占めるFPSOの海水取水用ポンプの需要があるが、船用のポンプとしては容量が大きく、限られたスペースへの据付やメンテナンス性に対する特別な配慮が必要である。

当社製作機種としては、艀装方法などにより立軸の両吸込渦巻ポンプ (図6左側) や斜流ポンプ (図6右側) が採用されている。

最近の代表的納入実績としては、次のとおりである。



図6 API610対応VDF-2F外観 (左側BB1) とVPFC外観 (右側VS1)
Fig.6 View of pumps for API610 type BB1 (Left side) and VS1 (Right side)

- 口径500×300mm立軸両吸込渦巻ポンプ
(API610 BB1対応機種、図6左側)
形式；VDF-2F (2 650m³/h×99.5m×970kW)
- 口径450mm立軸斜流ポンプ
(API610 VS1対応機種、図6右側)
形式；VPFC (2 100m³/h×102m×900kW)

2-2 石油化学、肥料およびその他用

大容量機としては、各種プラントで使用される冷却水循環用ポンプがあり、主に横軸両吸込渦巻ポンプが採用されている。

最近の納入実績としては、省エネのための高効率化に加えて、高揚程仕様に対する配管設備の経済性向上のため、締切揚程を低く抑える要求があり、図7のとおり新たに低締切揚程シリーズを開発して対応している。

代表的納入実績としては、次のとおりである。

- 口径1 150×800mm横軸両吸込渦巻ポンプ
形式；DF-S (248m³/min×76m×4 000kW)

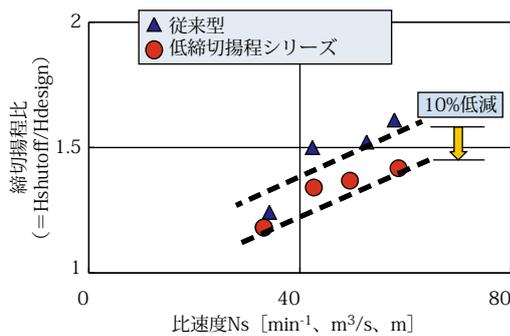


図7 低締切揚程シリーズ特性

Fig.7 Characteristic of low shut-off head type series

2-3 地熱発電用

地球温暖化防止対策として再生可能エネルギーの地熱を利用した発電用に耐食性と高吸込性能を備え持った図8に示すバレルケースに収められた立軸斜流ポンプが採用されている。

地熱資源が豊富なニュージーランドなどで、今後の需要が見込まれる機種である。

最近の代表的な納入実績としては、次のとおりである。

- 口径2 250×1 200mmバレル形立軸斜流ポンプ
形式；VPFO-W (15 200m³/h×24.6m×1 370kW)

2-4 海水淡水化用

海水淡水化プラントは深刻化する水不足問題解消のため、今後も増加していくと考えられる。

海水淡水化には、多段フラッシュ (MSF) 法や逆浸透膜 (RO) 法があり、海水取水用ポンプやブラインポンプ、

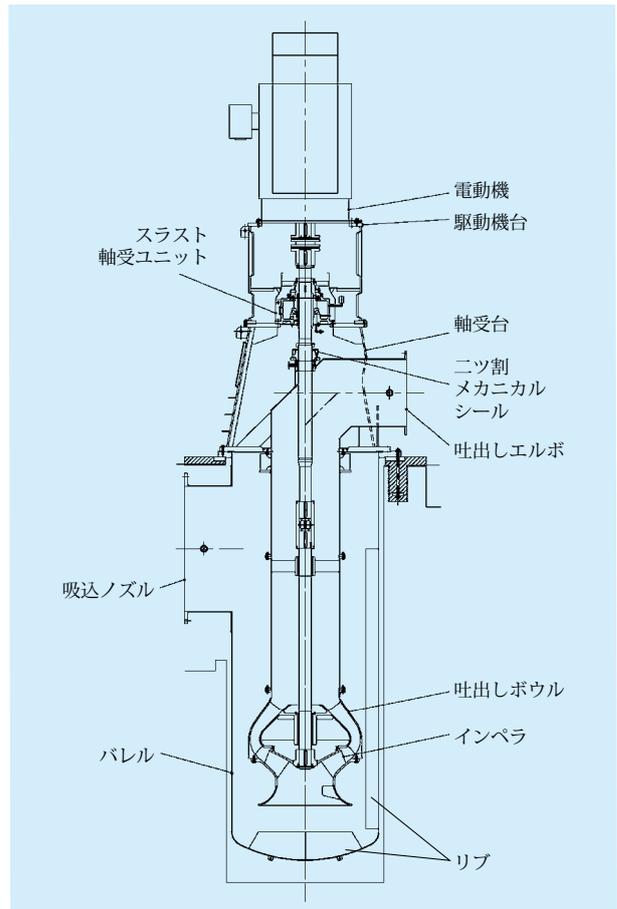


図8 温水ポンプ断面図

Fig.8 Sectional drawing of Hotwell pump

RO高圧ポンプ、ブースタポンプなどがあり、これらのポンプには、耐食性に優れた材質が要求される。

また、RO法による海水淡水化過程で生じる残圧を持った濃縮海水を利用するためのエネルギー回収装置としては、初期に採用が多かったペルトン水車方式や最近採用が増えている圧力変換方式とHTC (Hydro-turbo



図9 RO高圧ポンプとHTC

Fig.9 RO high press. pump with HTC

charger)方式があり、当社は、コンパクトでメンテナンス性の良いアメリカPEI社製HTCを組み合わせて供給している。

3. ファン、ブロワ

最近の主な需要先としては、肥料と石油やガスの硫黄回収用が多く、事業用ボイラのIDFやFDFの需要もあり、中東の砂漠地域用の場合には、砂塵対策として、自動再生式のエアフィルターも供給している。

各種用途に対応する当社製作機種としては、ファンでは両吸込両持形 (FTDB、FADB)、片吸込両持形 (FTSB、FASB)、片吸込2段両持形 (FT2B) および片吸込片持形 (FTOP、FAOP) がある。

また、ブロワでは、両吸込両持形 (BTDB)、片吸込両持形 (BTSB)、高昇圧片持形 (BIOP)、単段増速形 (BHOP) およびケーシング材質により鋼板製と鋳鉄製の2種類の多段ブロワ (BTnP) がある。

なお、ファンではAPI673、ブロワではAPI617、強制給油装置ではAPI614に対応した製品を供給している。

それぞれの標準製作レンジを図10と図11に示す。

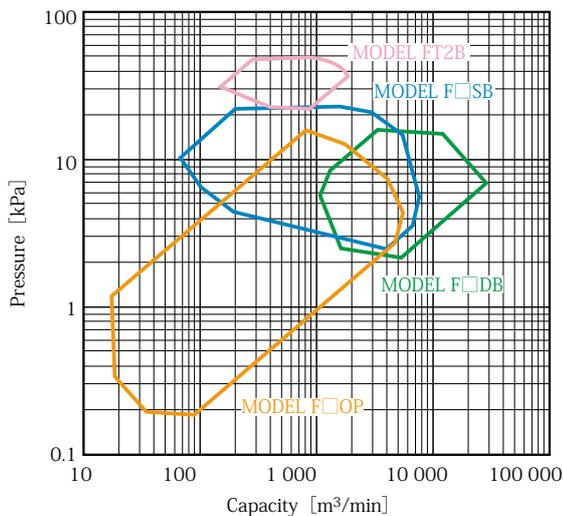


図10 ファンの標準製作レンジ
Fig.10 Standard range of centrifugal fan

3-1 肥料用

肥料用としては、原料となる尿素とアンモニアのプラント用ファンとブロワがある。

この内、微粒子化用のアトマイゼーションブロワには、従来は単段増速形や多段ブロワ形を採用していたが、インペラ1段当たりの昇圧が大きく取れる片吸込2段の両持形 (昇圧によりFT2BとBT2Bの2種類有り) が採用されている。

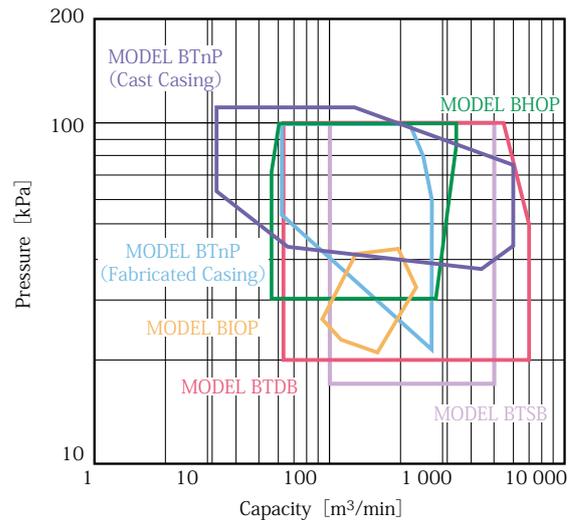


図11 ブロワの標準製作レンジ
Fig.11 Standard range of centrifugal blower

この機種は、駆動機直結式で片吸込形インペラを背面合わせに設置してあるため増速機が不要な上、ファンタイプのFT2B形では、軸受潤滑用の強制給油装置も必要なくなるので非常に経済的であり、この特徴が生かされる廃液処理設備の燃焼空気用としても採用されている。

初段吐出し口から2段目の吸込口までは、図12に示すとおり、機内配管として纏められている構造である。

代表実績は、次のとおりで、60kPa程度の昇圧まで対応可能である。

- 口径1 000×900mm
形式 BT2B-CNM
(1 860m³/min×56.84kPa×2 620kW)
 - 形番；#13 FT2B-CNM
(1 666m³/min×41.4kPa×1 510kW)
- また、図13に示す両吸込両持形 (FTDB) は、肥料用以外にも大容量の送排風機用として各種のプラントに幅広く採用されている。代表実績は、次のとおりである。
- 形番；#25 FTDB-CNM
(22 600m³/min×5.39kPa×3 000kW)



図12 FT2B外観
Fig.12 View of FT2B



図13 FTDB外観
Fig.13 View of FTDB

3-2 硫黄回収用

従来から、石油精製時の硫黄回収用エアブロワに採用されているが、近年では天然ガス田開発の推進に伴う需要も加わり、ブロワの大形化と共に需要が増えている。

従来は、1 000kW程度までの容量が多かったが、最近では2 000kWクラスの需要もあり、今年度受注した鑄鉄製多段ブロワの実績としては、次のとおりである。

- 口径1 000×900mm

形式 BT4P-CNM

(1 116m³/min×98.26kPa×1 950kW)

ケーシングが鑄鉄製の駆動機直結形多段ブロワ (BTnP) の外観を図14に示す。



図14 鑄鉄製BTnP外観
Fig.14 View of BTnP (Cast)

この他、採用されているブロワの形式としては、図15に示すパッケージタイプの単段増速形 (BHOP) と図16の駆動機直結形の鋼板製多段ブロワ (BTnP) がある。

それぞれの代表実績は次のとおりである。



図15 BHOP外観
Fig.15 View of BHOP



図16 鋼板製BTnP外観
Fig.16 View of BTnP (Fabr.)

- 口径800×700mm
形式 BHOP-DGM
(1 235m³/min×56.5kPa×1 500kW)
- 口径700×600mm
形式 BT5P-CNM
(499m³/min×86.2kPa×930kW)

4. 今後の海外プラント向けの需要

地球温暖化防止の観点からは、省エネ化の推進が望まれるものの、世界的には生活環境の向上を望む傾向は継続し、水不足解消対策と共にエネルギー需要は増加するものと考えられる。

また、再生可能エネルギーの利用やCO₂削減に効果的なエネルギー確保は推進されるであろうが、従来から利用している化石燃料は、これからも必要不可欠と考える。

このため、今後の経済状況にもよるが、石油、石油精製、石油化学向けと肥料、発電用の需要は持続し、造水関係は増加傾向になると考えられ、これらに関する風水力機械の潜在的需要も、持続あるいは増加傾向になると考える。

一方、地球温暖化防止として、CO₂削減に効果的な対策の実施が今まで以上に強化され、機能や性能の向上に加えて、さらなる高効率化と環境負荷の軽減に対する要求に応じていくことが一層重要になると考える。

5. おわりに

当社は、今後増加が予想される造水事業に関係する製品について、高性能モデル機による標準化とコスト低減を行い、需要家の期待に応えていきたいと考えています。

また、オイル&ガス、肥料や発電用などの主力製品を中心として、地球環境保全を念頭に製品開発と機能性能改善に注力して海外への製品供給を増やし、世界に貢献していく所存ですので、今後とも宜しくお願い致します。

<筆者紹介>

工藤聖仁：1974年入社。主に、産業・海外向けポンプ、ファンおよびブロワの見積計画部門統括。
産業システム技術部長。

オフショアプラットフォーム向けポンプの原点を想う

中川原 滋 石橋正之

Reminiscence of the Origin of Pumps for Offshore Platform

By Shigeru Nakagawara and Masayuki Ishibashi

1. オフショアプラットフォーム向けポンプの現状

当社は、国内外のオフショアプラットフォーム向けに海水インジェクションポンプや海水消火ポンプを納入した実績を有するが、その規模と台数で際立っているのは、インドのムンバイ沖アラビア海に多数建設されたプラットフォーム群に納入したポンプである。図1にオフショアプラットフォーム外観を、図2にプラットフォーム上に設置された海水インジェクションポンプを示す。具体的納入ポンプには以下がある。

- ① 原油圧送ポンプ、海水インジェクションポンプ、ホットオイル循環ポンプなどの生産用ポンプ
- ② 海水取水ポンプ、スキマーポンプ、ユーティリティ取水ポンプなどの付帯設備ポンプ

など、これまでプラットフォーム上で必要とされる主要なポンプを提供してきたと言っても過言ではない。さらに、当社はインドの防爆規定に適合した機側操作盤、操作室に設置されるユニットコントロール盤や軸振動、軸受温度監視データロガーなどの監視・制御装置も含めた、機械、電気、計装一括システムでの納入を得意としている。今後はさらに対象を拡大し、プラットフォーム上のすべてのポンプをDMW製で占めることが、当社の短期的な目標である。

2. 初めての海外オフショア向けポンプ

このように、当社が多種多様なポンプを納入する、いわば原点となったポンプについて以下に紹介する。

そのポンプとは、1982年に当社が初めてインド石油ガス開発公社（ONGC社）のBHSプラットフォームに納入した横軸多段ポンプである。

今でこそ当たり前のようにプラットフォーム向けポンプを納入している当社であるが、当時、国内官公需や電力会社を主要な顧客として活動をしていた当社にとっ



図1 オフショアプラットフォーム外観
Fig.1 View of the offshore platform



図2 プラットフォーム上に設置された
海水インジェクションポンプ
Fig.2 Seawater Injection Pump installed on the offshore platform

て、インドの海岸から120km沖合のプラットフォームに設置し、採掘した原油を陸上の貯蔵タンクまで圧送するポンプを納入するというのは、まったく別世界の仕事と言えた。驚きと不安が交錯した中で当該ポンプの製作プロジェクトが始まった。

まず、キックオフミーティングにおいて、客先から強制給油装置の仕様書はAPI 614規格の標準データシートをすべて埋めることを求められた。恥ずかしいことに、真正面から当該API規格に取り組んだことのなかった我々は、データシートに書かれた用語の意味を調べながら空白部分を埋めていくという作業を徹夜で行わない、翌日の打合せに間に合わせた。付属する電気品のIEC適用、防爆指定などインド訛りの英語でまくし立てられ、同行した流暢なクイーンズイングリッシュを話す営業担当者共々、翌日の打合せのため徹夜状態で資料を準備する毎日を過ごした。そのような状態が1週間ほど続き、当時出張メンバーの中で最も若かった私は、本当にこの仕事はまとまるのか見えない状態であった。それまで国内を主要なマーケットとしてポンプの設計に携わってきた技術者がインドの地で海外規格に基づいた技術打合せを英語で行うことはまったく難儀であった。また、それが当時の電業社の実力であった。

キックオフミーティングで沢山のお土産？をもらった我々は、帰国直後にサブベンダーを呼び、ちょうど年末であったが正月返上で承認図面を準備するべく打合せを重ねた。何回も何回も修正を指示し、ようやく客先に提出できる図面がまとまった。また、Engineering Data Sheet, P&ID, Block Diagram, Interface List, Instrument Listなど、今では当たり前のように提出しているそういった図面を、そんな図面も必要なのか、こんな図面もいるのかとあきれ、感心しながら準備したものである。そのくらい、海外顧客を相手に仕事をすることに無知だった、右も左も分からないような電業社が、いきなり世界レベルの仕事に取り組みこれを成し遂げられたのは、当事の設計部長をリーダーとした、なにくそと言う踏ん張り先輩も若手もそれぞれの立場で全力投球した成果だと考えている。書類作りも製品作りも手探り状態から始まったこのプロジェクトも、納期前には客先の立会検査をすべて完了し、出荷の許可を得た。

ポンプがトレーラに載せられ工場から出荷されるとき、完成の嬉しさと苦勞の日々が思い起こされ、複雑な心境であった。図3にBHSプラットフォーム向けに納入された原油圧送ポンプの外観を示す。

3. DMWポンプに対する評価

BHSプラットフォーム向けポンプは運転開始から25年以上経った今でも、洋上のプラットフォームで毎日原油の圧送を続けている。部品注文も頂き、電業社の売上に貢献している。しかし何よりも大きなメリットは「DMW

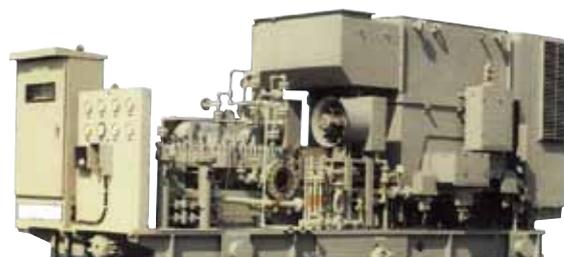


図3 BHSプラットフォーム向け原油圧送ポンプ
Fig.3 Main Oil Line Pump for BHS platform

のポンプは壊れない。」という神話に近いものがONGC社の中に形成されたことであろう。

事例を2件ほど紹介する。

① プラットフォーム上に設置される大型ポンプやコンプレッサは据付面の平面を確保するため基礎ベースをジンバルサポートと言う装置を用いて3点支持することが基本である。しかし、先に紹介したポンプ以降ONGC社から受注したポンプに対し標準仕様書に指定されたジンバルサポートの適用を検討したところ、「DMWはジンバルサポートなど用いる必要は無い。現にBHSプラットフォームのポンプはジンバルサポートなど用いなくても25年以上も順調に稼動しているではないか。ジンバルサポートを使用することは認めない。」とまで言われた。

当社製品に対する絶対的な信頼を感じた。

② ONGC社の方から聞いた話であるが、他社製ポンプの具合が悪いのでONGC社の担当者が困っていると、上司から「なぜDMWのポンプに交換しないのか。DMWのポンプならば問題はすべて解決する。」と言われたそうである。

当社の実績が増加する中で、国内では「電業社」であるが海外では「DMW CORPORATION」という呼称が定着した。

4. 逆風の中で

順風満帆に進むと思われた当社のオフショアプラットフォーム向けポンプも一時、円高や現地事情で受注が途絶えた時期があった。20年前である。そうした環境の中、単身インドに乗り込み、先のONGC社やそのほかのユーザー、EPCの各社を丹念に訪問して3年間種を撒き続けた技術者もいた。会社の指示ではあっても、そこに個人の情熱が加味されて始めて成果に結びつく。近年の大形上下二ツ割横軸多段ポンプ、当社記録を更新するバレル形横軸多段ポンプの受注は、営業力に加えこうした技術者の努力の成果だと言わざるを得ない。

図4に近年納入したプラットフォーム向け海水インジェクションポンプの外観を示す。



図4 プラットフォーム向け海水インジェクションポンプ
Fig.4 Seawater Injection Pump for the offshore platform

5. 今後への期待

現在当社はインドのムンバイに事務所を構えるに至った。それだけの仕事量があればこそである。ここに至っ

たのは、ここに紹介したBHSプラットフォーム向け原油圧送ポンプが原点と言って間違いないだろう。先達のがむしゃらなほどのパイオニア魂と地道な種蒔きがその礎である。今回、プラットフォーム向けポンプに関する執筆の機会を得たので、そうした先達のことを語らずして当社の海外進出は語れないとの思いで紹介した。

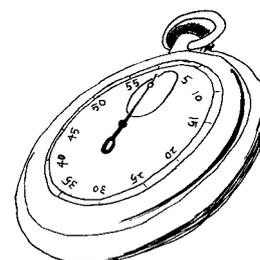
円高が輸出産業を苦しめている現状は当社にとっても大きな試練である。しかし、今回紹介したポンプが今でも現役で働き続けていることを想い、技術的な踏ん張りや探求を重ねる伝統が継承されていけば、現在の難局を必ず乗り越えられると信じている。

先達がそうしてきたように。

<筆者紹介>

中川原 滋：1972年入社。主に、ポンプ技術計画に従事。現在、海外戦略室技監。

石橋 正之：1974年入社。主に、プロセスポンプの設計に従事。現在、水力機械設計部技監。



新技術プレゼンテーション 2010

－ 100年の経験をいかして・未来への挑戦－

1. はじめに

2010年11月19日に、当社三島事業所において新技術プレゼンテーション2010を開催した。今年、当社の創業100周年にあたり、また、幸い好天にもめぐまれ、日頃当社製品を御愛顧いただいている国内外のユーザー、エンジニアリング会社およびプラントメーカーなど、100名を超える多くの方々に御参加いただいた。

御多用中にもかかわらず、三島事業所まで足をお運びいただいた皆様に深く感謝致します。今回のプレゼンテーションについて以下に紹介する。

2. 高圧多段ポンプ

API610に適合した水平二ツ割横軸高圧多段ポンプのプレゼンテーションを行った。本ポンプの特長は、上ケーシングを取り外すことによりポンプの分解が可能のためメンテナンス性に優れており、なおかつ、この用途では世界最高水準の85%の高効率ポンプである。また、ポンプ・モータの振動・温度を監視する制御システム一式を取りまとめて納入可能である。

本プレゼンテーションでは、吸込・吐出し口径250mm×200mmの実機ポンプの運転状況を御確認いただいた。図1はその運転状況を示す。



図1 水平二ツ割横軸高圧多段ポンプの運転状況

3. 往復プランジャポンプ

API674に適合した往復プランジャポンプのプレゼンテーションを行った。本ポンプは、高効率で省エネルギー形の高圧往復動形（容積形）ポンプで、内蔵ギヤ駆動のため、設置スペースも小さく比較的自由的レイアウトが可能である。

脈動対策として、ポンプ吸込・吐出し口に脈動低減装置を設置して納入可能である。



図2 往復プランジャポンプの説明状況

本プレゼンテーションでは、オフショアプラットホーム向けの3連プランジャポンプの実機を展示した。図2はその説明状況を示す。

4. RO法海水淡水化用高圧ポンプ

RO法海水淡水化用高圧ポンプは、水平二ツ割横軸多段ポンプをRO方式による海水淡水化装置用に特化させた機種で、試作モデル機を製作し開発進行中である。開発にあたってのポイントを以下に示す。

- ・世界最高水準の高効率によるランニングコスト低減
 - ・小形、コンパクト化によるイニシャルコスト低減
 - ・24時間連続運転を考慮した構造設計
 - ・海水を取り扱うことを考慮したメンテナンス性の向上
- 本プレゼンテーションでは、開発試作機のインペラ、ケーシングを展示した。図3はその説明状況を示す。



図3 RO法海水淡水化用高圧ポンプの説明状況

5. RO法海水淡水化設備 エネルギー回収システム

世界の水環境問題の解決に向け、海水淡水化や下水・排水の再利用が進められている。

RO法海水淡水化設備のエネルギー回収システムとして、当社は、納入実績のあるターボチャージャー（HTC）方式に加え、ピストン方式についても開発中である。前述のRO法海水淡水化用高圧ポンプとエネルギー回収システムのエンジニアリングを含めた運用システムとして御供給できることを目指しています。

本プレゼンテーションでは、開発試作機の運転状況を



図4 エネルギー回収システム開発試作機の運転状況

御確認いただいた。図4はその運転状況を示す。

6. 立軸斜流ポンプ（内面全面ゴムライニング）

近年、海水ポンプは2相ステンレスなど的高级材料の採用が主流となりつつあるが、ポンプが大型化するほどコストインパクトが大きくなる。ポンプ内面にゴムライニング施工を行うことにより、耐食性、耐摩耗性を損なうことなく材料の選定に新たな選択肢が増え、コストダウンに繋がる計画が可能となる。

本プレゼンテーションでは、口径90inchの実機を展示した。図5はその展示状況を示す。



図5 立軸斜流ポンプ（ゴムライニング）の展示状況

7. 立軸斜流ポンプ（床下長尺型）

FPSO（浮体式海洋石油・ガス生産貯蔵積出設備）に使用される海水取水用ポンプのプレゼンテーションを行った。本ポンプは、ポンプ長さが据付レベルからポンプ吸込口まで約30mと長い主軸で構成されているのが特徴の立軸斜流ポンプである。船内に海水取水ポンプの設置スペースが確保できない場合、船の側面に本ポンプを設置することができる。材質は耐海水性を考慮し、2相ステンレスを採用している。FPSO向けのほか、石油・ガスのオフショアプラットホームにもニーズがあり、今後はF-LNG（浮体式LNG）やFSRU（浮体式貯蔵再ガス装置）などの海上設備向けの需要に期待している。

本プレゼンテーションでは、口径18inchの実機を展示した。図6はその説明状況を示す。



図6 立軸斜流ポンプ（床下長尺型）の説明状況

8. 硫黄回収装置（SRU）用多段ブロウ

当社の多段ブロウは、風量調整を行うインレットガイドベン（IGV）を内蔵し、また、海外メーカに多く見られる輪切り型ブロウと異なり、水平ニツ割ケーシングを特長とし、メンテナンス性に優れている。硫黄回収装置用エアブロウや肥料プラント用エアブロウとして広く市場に認知され、米国の専門誌である“Hydrocarbon Processing”誌で紹介されるなど、その信頼性が高く評価されている。

本プレゼンテーションでは、世界最大級の石油精製プラント向け硫黄回収装置用エアブロウの実機を展示した。図7はその説明状況を示す。



図7 硫黄回収装置（SRU）用多段ブロウの説明状況

9. 次世代多段ブロウ

当社の多段ブロウは、前述のようにその高い信頼性を評価されている主力製品である。顧客満足度をさらに高めるために次世代型多段ブロウを開発中である。

開発にあたってのポイントを以下に示す。

- ロータ設計の最適化によるコンパクト化
- 世界最高水準の高効率
- 上下ニツ割軽量ケーシングにより良好なメンテナンス性を確保。
- 軽量ロータ採用により必要な補機の最小化

本プレゼンテーションでは、開発の状況をパネルで御説明した。図8はその説明状況を示す。



図8 次世代多段ブロウの説明状況

10. おわりに

今回、実演公開したこれらの新製品・新技術は、皆様の御愛顧により、さらに成長していけるものと考えています。

また、御参加いただいた皆様方には、大変関心を持っていただけたものと思います。プレゼンテーション後の質疑応答では、たくさんの意見交換がなされ、貴重な御意見をいただき感謝申し上げます。

今後もお客様の御意見を踏まえ、各種製品の改良・改善を実施し、最善の機器を提供できますよう努力していく所存ですので、よろしくお引き立ての程、お願い申し上げます。

（文責：飯田隆二）

特許と実用新案

「立軸ポンプ」

(特許第4060069号)

本発明は、異物が多く含まれる汚水などに適した立軸ポンプに関するものである。

図1に示すように従来の立軸ポンプは、流体中に異物が多く含まれていると、軸受胴1の透孔部2が異物で閉塞され軸受胴1内に流体が流入できなくなるため、水中軸受3が焼き付いて損傷したり、流入した異物がラビリンス4を通過できないため軸受胴1内で蓄積されて高濃度となり、水中軸受3が摩耗して損傷する恐れがあった。また、羽根車5より下方のポンプ軸6に紐やビニールなどが絡みついて流路7の抵抗となり、ポンプの運転動力が増大するという問題があった。

本発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、本発明による立軸ポンプは図2に示すように、軸受胴10の下端部分に、グランドパッキン11が充填されたろ過材容器12が配設固定され、このろ過材容器12に先端部が細径に形成されたポンプ軸13が、その先端面がろ過材容器12の下端面と一致するように挿入されるとともに、軸受胴10から羽根車5下端近傍までのポンプ軸13が筒状部材14で覆われて構成されている。

本発明による立軸ポンプによれば以下のような作用効果が得られる。

流体はポンプ軸13の細径部15先端とろ過材容器12の下端との隙間からろ過材容器12内に流入し、ポンプ軸13の細径部15とグランドパッキン11が摺接するわずかな隙間を通過して軸受胴10内に流入する。その際、このわずかな隙間によって流体中の異物の通過が阻止されて軸受胴10内には異物が極めて少ない流体が流入し、この流体によって水中軸

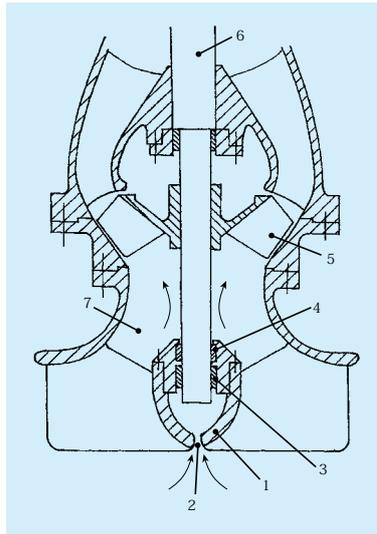


図1

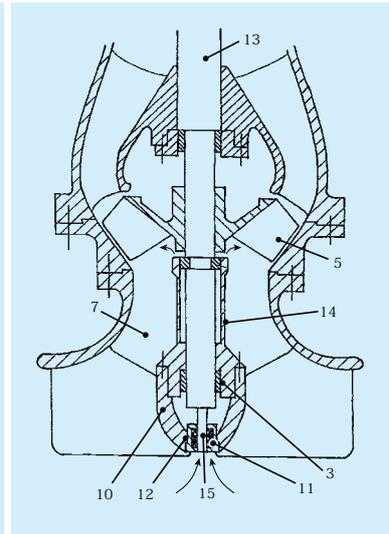


図2

受3が潤滑されるので水中軸受3の摩耗が生じにくい。

また、ポンプ軸13の細径部15とグランドパッキン11との摺接面は、ポンプ軸13の回転により常に相対的なずれを生じているので、隙間に目詰まりが生じない。しかも、グランドパッキン11と摺接するポンプ軸13の先端部15が細径に形成されているので摺接部の周速度が低下し、グランドパッキン11の摩耗が低減する。さらに、ポンプ軸13の細径部15先端面がろ過材容器12の下端面と一致するように挿入されているので、先端部に流体中に含まれる紐や毛髪などが絡みつくことがない。

そして、軸受胴10から羽根車5下端近傍までのポンプ軸13が筒状部材14で覆われているので流路7に直接晒されることがなく、ポンプ軸13に紐やビニールなどが絡みつくことがない。そのため、紐やビニールなどが絡みつきによる流路抵抗の増大や運転動力の増大を生じることがない。

(文責：山田正嗣)

インド市場への新たな取り組み（戦略提携契約締結）

当社は、2010年7月5日 Far East Offshore Heavy Engineering Pvt. Ltd.社（略称：FOH社）と戦略提携契約を締結した。当社は1965年以来、インド市場へ多数のポンプ・ブロワを輸出しているが、インド市場は成長が著しく、今後も新規需要のみならず、過去に当社が納入した機器の保守管理・交換需要も期待される。かかる状況を踏まえ、長年に亘る当社のインド向け輸出の現地パートナーがFOH社を設立し、当社はFOH社と戦略提携契約を締結の上、共同でムンバイ近郊に当社機器のメンテナンスショップを建設する。現在、工場兼社屋を建設中である。

当社では既にインド、中国、オランダ、米国に拠点を保有しているが、本格的な海外メンテナンス拠点は初めてとなる。FOH社は8名の陣容からスタートするが、当社はFOH社との戦略提携を通じてインドはもとより周辺国においても需要の掘り起こしを行う。



（掲載写真は、契約締結時のもの。左が柳瀬社長、右がFOH社ナイル代表）

（文責：木田 聡）

編集後記

◆この度、創業100周年記念号を発刊することができましたことを、編集委員一同大変うれしく思います。

◆株式会社東芝の佐々木則夫社長より、「ポンプ、風水力機器の技術で世界の同業を越える製品を作り続け、今後もイメージーション力をもって、競争力のある会社として世界に羽ばたくよう」とのお祝いの言葉を頂きました。お忙しい中をありがとうございました。今後とも、世界でも競争力のある製品を作り続けていきたいと思えます。

◆創業100周年記念特集として、当社の主要製品であるポンプ・送風機について、火力・原子力発電所向け、公共用設備向けおよび海外プラント向けなど納入させていただいた分野別に納入実績を踏まえた展望解説記事をまとめてみました。また、1990年後半から現在まで開発されたラムダ21、ホキレス、ジェISINGマおよびサー坊について開発経緯や今後の展開をまとめてみました。

◆ポンプ・送風機やそれらの周辺機器の設計検討に必要な不可欠なツールとなっている流れ解析や構造解析などコンピュータシミュレーションの当社における新たな先端的な取り組みをまとめてみました。コンピュータシミュレーションにかかわる分野はますます発展していくものと考えられます。当社の主力製品であるポンプ・送風機などのさらなる性能改善、高効率化の実現のために、今後とも新しいコンピュータシミュレーション技術を積極的に取り入れていく所存です。

◆毎年11月頃に恒例行事として行っていますプレゼンテーションを、今年は主に民需関係のお客様向けに開催しました。その内容をニュース記事にしています。お客様のニーズに応え、常に信頼性の高い製品を供給していく所存です。今後とも当社の製品をご愛顧のほどよろしくお願い申し上げます。



株式会社 電業社機械製作所

DMW CORPORATION

本 社	〒143-8558	東京都大田区大森北1丁目5番1号 (大森駅東口ビルディング) TEL 03 (3298) 5115 (代表)・FAX 03 (3298) 5149
関東支店	〒330-0835	さいたま市大宮区北袋町1丁目82番地 (産見ビル) TEL 048 (658) 2531・FAX 048 (658) 2533
新潟営業所	〒951-8052	新潟市下大川前通四之町2185番地 TEL 025 (227) 5052・FAX 025 (227) 5053
横浜営業所	〒231-0013	横浜市中区住吉町5丁目64番1号 (石渡ビル) TEL 045 (662) 7415・FAX 045 (662) 4419
沖縄営業所	〒902-0066	沖縄県那覇市字大道55-7番地 TEL 098 (887) 6687・FAX 098 (887) 6688
東北支店	〒983-0852	仙台市宮城野区榴岡4丁目5番22号 (宮城野センタービル) TEL 022 (290) 7754・FAX 022 (290) 7762
北海道営業所	〒060-0061	札幌市中央区南1条西10丁目4番地 (南大通ビルアネックス) TEL 011 (271) 5144・FAX 011 (221) 5530
静岡支店	〒420-0857	静岡市葵区御幸町11番地10 (第一生命静岡鉄道ビル) TEL 054 (253) 3701・FAX 054 (253) 4980
名古屋支店	〒460-0008	名古屋市中区栄2丁目4番18号 (岡谷ビル) TEL 052 (231) 6211・FAX 052 (201) 6920
大阪支店	〒541-0054	大阪市中央区南本町2丁目6番12号 (サンマリオンNBFタワー) TEL 06 (6251) 2561・FAX 06 (6251) 2846
四国営業所	〒760-0024	高松市兵庫町8番地1 (日本生命高松兵庫町ビル) TEL 087 (851) 8953・FAX 087 (822) 7603
中国支店	〒730-0021	広島市中区胡町4番21号 (朝日生命広島胡町ビル) TEL 082 (242) 5456・FAX082 (545) 8581
九州支店	〒810-0004	福岡市中央区渡辺通1丁目1番1号 (電気ビルサンセルコ別館) TEL 092 (761) 2831・FAX 092 (761) 8869
事務所		山口・インド (ムンバイ)・米国 (ヒューストン) 欧州 (アムステルダム)・中国 (大連)
出張所		熊本
三島事業所	〒411-8560	静岡県三島市三好町3番27号 TEL 055 (975) 8221・FAX 055 (975) 5784

< 関連会社 >

電業社工事(株)	〒411-0848	静岡県三島市緑町10番24号 (株)電業社機械製作所内 TEL 055 (975) 8233・FAX 055 (975) 8239
(株)エコアドバンス	〒411-0943	静岡県駿東郡長泉町下土狩20番地の3 (山光ビルA棟403号) TEL 055 (980) 5822・FAX 055 (988) 5222

本誌はインターネットで御覧いただけます。 電業社ホームページ <http://www.dmw.co.jp>

主要製品

各種ポンプ
各種送風機
各種ブロワ
ロートバルブ
ハウエルバンガーバルブ
廃水処理装置
廃棄物処理装置
自動除塵機
水中排砂ロボット
配電盤
電気制御計装装置
電気通信制御装置
流量計
広域水管理システム

編集委員

委員長	浅見幸男	
委員	小澤文雄	鯉沼博行
	中川原滋	工藤聖仁
	彦坂典男	山岸嗣宏
	小山田嘉規	坂本 浩
	青山匡志	
幹事	井戸章雄	飯田隆二
事務局	橋本久美子	田上愛香

電業社機械 第34巻第2号

発行日	平成22年12月24日
発行所	株式会社電業社機械製作所 〒143-8558 東京都大田区大森北1丁目5番1号 TEL 03 (3298) 5115 FAX 03 (3298) 5149
編集兼発行者	浅見幸男
企画製作	日本工業出版株式会社 〒113-8610 東京都文京区本駒込6丁目3番26号 TEL 03 (3944) 1181 FAX 03 (3944) 6826

禁無断転載