

D → 最近のドイツ技術

エルモポンプの最近の進歩

Recent Development of Elmo Pumps

I. ま え が き

近年蒸気タービン設備における復水器の空気抽出用として注目され、実際に多数の発電所にも納入されて、すぐれた性能を示しているエルモポンプは真空ポンプとしてばかりでなく圧縮機としても広く用いられ、特に化学工業の分野ではすでに30年以上も前から用いられてきた。

真空ポンプとしては前段として1段の空気エゼクタを組込むことによって吸込圧力範囲が30 mm Hg Absより8 mm Hg Absへと拡がり、さらに2段とすれば2 mm Hg Absまで可能となる。また圧縮機としては複式構造の採用により吐出圧力20 ataにまで上昇されるようになった。

II. エルモポンプ

エルモポンプはいわゆる液封じ式ポンプであって円筒状のケーシングの中に羽根車が偏心して取り付けられている。羽根車が回転するとそれにつれて中に入っている液体（大低の場合水を使用する）も一緒に回され、ケーシングの内壁にそって液体のリングを形成する。羽根はつねにそのリングに漬っているが、その深さは1回転ごとに周期的に変化するので、吸入と吐出のために適切な形と位置をもったポートプレートと羽根車の両端に配置してやれば、羽根と羽根の間の空間に往復式ポンプと同様な作用が発生する(第1図)。エルモポンプのポートプレートと羽根車の間の隙間はリングを形成しているのと同じ液体でシールされ、潤滑のため油を用いる必要はないので圧縮気体が汚染されることはない。また気体の圧縮はほとんど等温圧縮なので爆発性ガスあるいは重合する傾向のあるガスにも都合が良く、固体の微粒子がガスに含まれていてもさしつかえない。軸貫通部には水封リング付グランドパッキンが使用され有毒ガスや緊密なシールを要する

場合にも適する。さらにこのポンプは構造が簡単で堅固、回転数も割合に高く圧縮比も比較的高いなどの特長を挙げることができる。

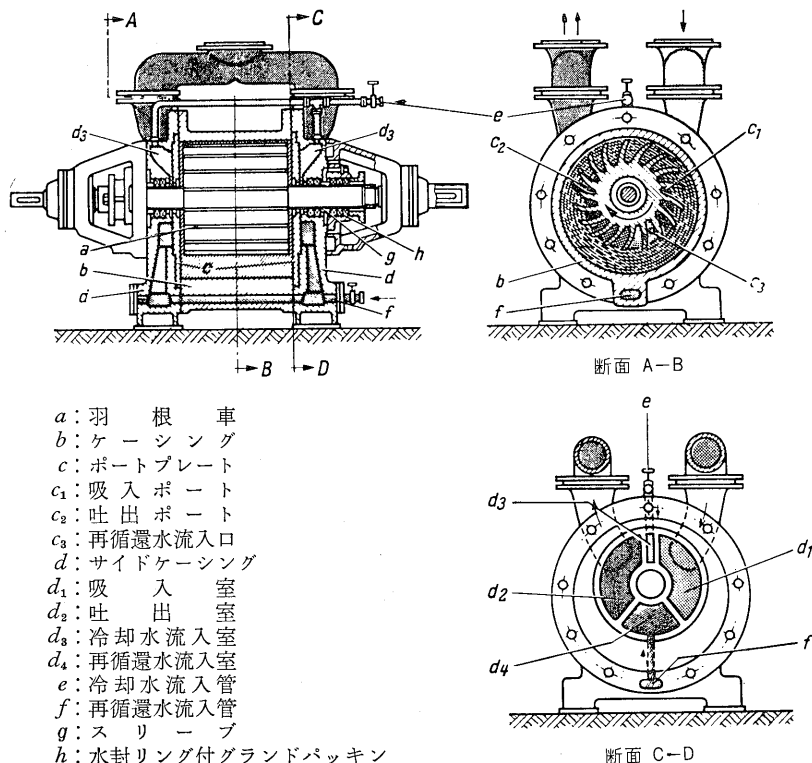
以上のごとき特性から圧縮機としてはアセチレン、エチレン、水素、酸素、2硫化炭素、亜硫酸ガスならびに重合性のあるガスの圧縮用、製糖工場における炭酸ガスの圧縮、石油ガスの圧縮および粉じんあるいは油を含まない圧縮空気を得るためなどに利用されている。

エルモポンプは適用範囲に応じて単段（もしくは空気エゼクタ付）2段、2連、複式形と開発されており(第2図)その適用範囲を第3図に示す。

III. エルモ圧縮機

より高い吐出圧を得るために2段のポンプが開発されたが、化学工業方面では大気圧以上の圧力の循環系の内でガスの圧縮を行なうという目的のために複式構造のエルモ圧縮機が多く用いられるようになった。

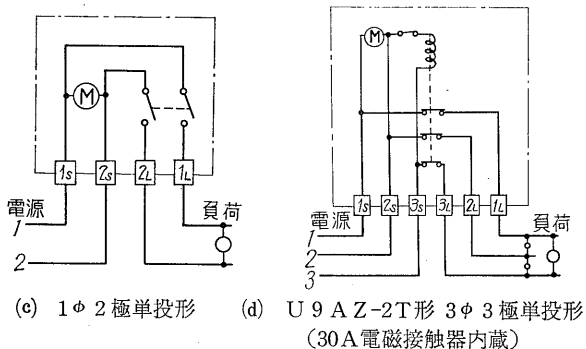
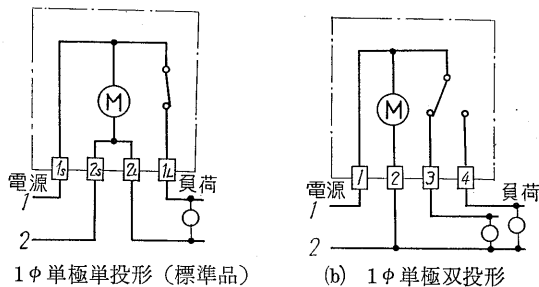
第4図にはある標準仕様の複式エルモ圧縮機が示して



第1図 エルモポンプ断面図
Fig. 1. Sectional view of Elmo pump

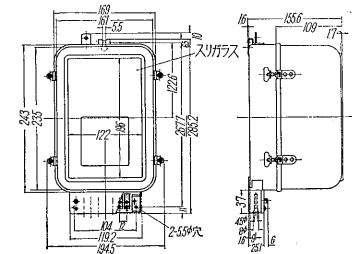
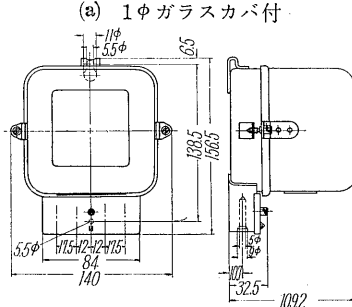
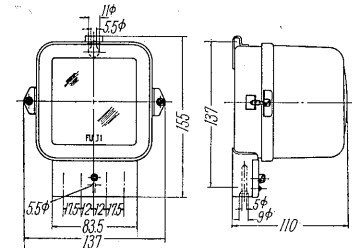
第1表 U9AZ形仕様定格表
Table 1. Specifications of type U9AZ

形 式	電気巻ぜんまい時計付同期電動機駆動式
制御電源 定 格	(1) 電 圧 100V, 200V (2) 周波数 50%, 60%
時計機構	(1) 常 時 小形電磁クラッチ付ヒステリシスモータ(16極) 始動電圧 定格電圧の80%以下 許容電圧変動範囲 定格電圧の85%~110% (2) 停電時 入力 7VA 以下 電気巻ぜんまい時計 停電補償時間 10時間以上 時計誤差 10時間の累積誤差 ±5分以内 (3) 時間ダイヤル 24時間目盛(最小目盛15分) (4) 設定ピン 標準品は4個中2個は予備 (さらに必要な場合は要求により添える)
スイッチ 開閉時刻	(1) スイッチ開閉時刻は任意の時刻に設定可能 (2) 最小切換設定時間間隔 1時間 (3) 設定ピンの最大取付可能数 24ヶ (4) 開閉時刻精度 ±5分以内
内蔵接点	(1) 開閉容量 AC 125V 15A AC 250V 10A (力率1にて) (2) 接点構成 単極単投(標準品) 単極双投 2極単投 30A以上の場合には電磁接触器を併用する
絶縁耐力	電気回路とベース間で AC 2,000V 1分間印加に合格
絶縁抵抗	DC 500Vにて測定し、電気回路とベース間で 50MΩ 以上
重 量	(1) 1φガラスカバ 約 1.3kg (2) 1φメタルカバ 約 1.1kg (3) 3φメタルカバ 約 3.6kg (U9AZ-2T形 30A電磁接触器内蔵)



第8図 接続図
Fig. 8. Connection diagrams

示す通り、単相用としては、(a)単極単投形、(b)単極双投形、(c)2極単投形の3種類があるが、その中で(a)を標準品としている。三相用としては、電磁接触器(サーマルリレーなし)を内蔵した、(d)3極単投形(形名U9AZ



第9図 外形寸法図

Fig. 9. Outside dimensions

-2T形)である。それらの外形寸法を第9図に示す。

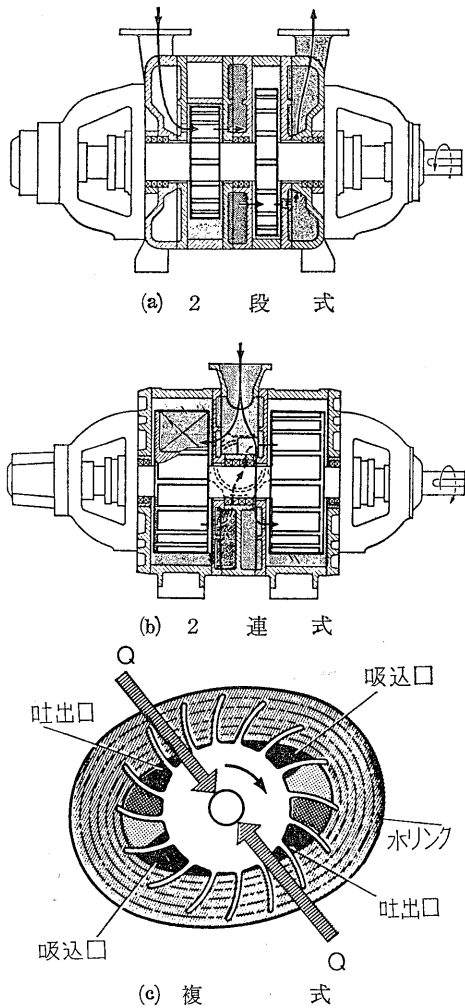
2T形、開閉容量30A)がある。さらに大容量の開閉をする場合は、電磁開閉器を(a)単極単投形と併用すれば、要求を満足するものを容易に得ることが可能である。U9AZ形は積算電力計の端子を使用しているため、電源および負荷との接続は容易である。

ケースには、積算電力計のベース・カバを使用して、取付はいずれも表面取付形である。単相用としては、(a)ガラスカバ付、(b)メタルカバ付の2種類があり、三相30A用は電磁接触器を内蔵させた(c)メタルカバ付(U9AZ

VII. む す び

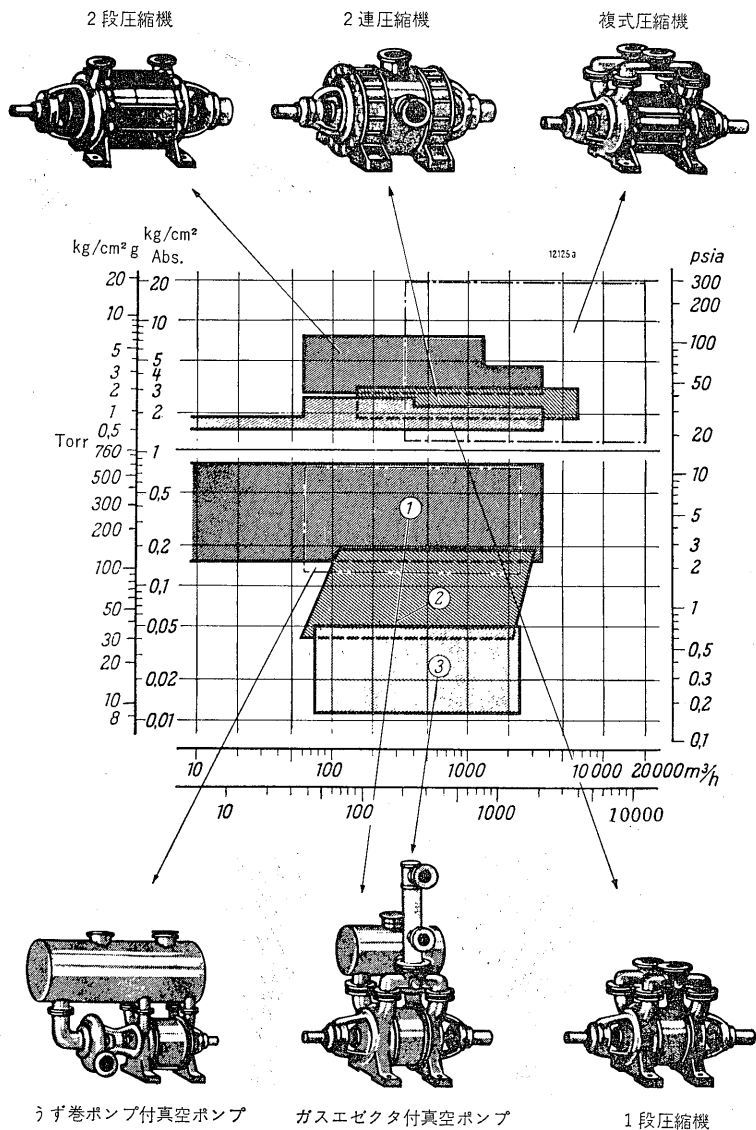
深夜負荷の造成がさかんになると、この種のタイムスイッチが多数使用されることになるであろうが、このタイムスイッチは比較的廉価であることが要求される上に、不時の停電時にも安定した動作をしなければならないという技術的に厳しい要求があり、さらにわが国での実績が少ないので、今後引き続き装置の各部について、改良を加えてゆく予定であるが、特に停電時の動作装置については、一層の検討を重ね、長年月かけて実地にその安定性を確認しなければならない。

本装置の汎用性を高めるために、使用者側の意見を統一した規格を作ることが望ましい。今後このタイムスイッチが温水電力用のみならず、あらゆる部門に多く使用され、各方面のご批判を受けることを期待している。

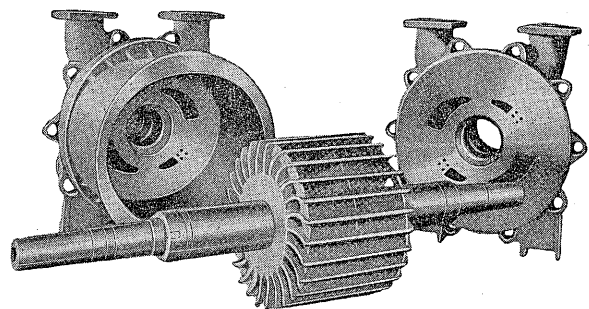


第2図 エルモポンプ
Fig. 2. Elmo pump

ある。これは羽根車の両端面に配置されるポートプレートには2個ずつの吸込ポートと吐出ポートが対称に設けられている。したがって、だ円形のケーシングの中央に取り付けられた軸にかかる荷重は回転モーメントだけで圧縮気体の圧力差による曲げは生じない。このような構造の圧縮機は系統の圧力が高く容量の大きい場合に適している。この圧縮機の最高使用圧力は軸封に水封リング付二重グランドパッキンを用いると7.5 ataに止まり、吐出圧力 P_c と吸込圧力 P_a との圧力比は水力的な理由から $P_c/P_a=3.2$ となる。また吸込圧力は4.5 ataまでが適当で、それ以上高い圧力では熱的な面と機械的な面から特殊な仕様となる。もし二重パッキンランドと羽根車の間にうず巻ポンプ羽根車を入れると吐出圧力を約20 ataまで高めることができる。その羽根車はパッキンにかかる気体の圧力を小さくし、同時に圧縮機にとって必要な作動水をケーシングの中へ入れてやるためのものである。

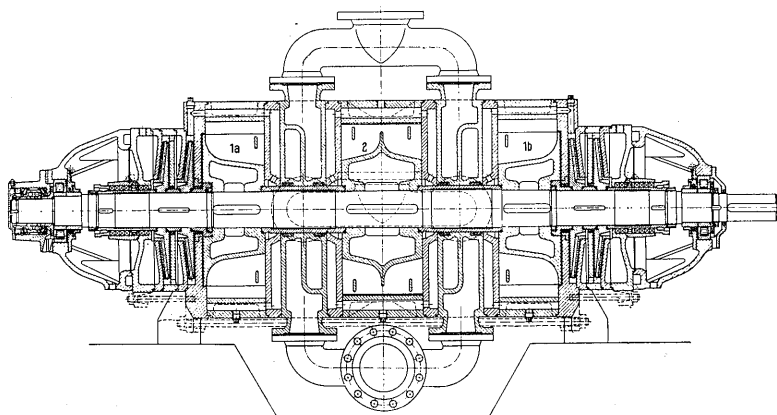


第3図 エルモポンプの適用範囲
Fig. 3. Applied range of Elmo pump



第4図 標準複式エルモ圧縮機
Fig. 4. Standard double acting Elmo compressor

第5図は、 $2,400 \text{ Nm}^3/\text{h}$ の分解ガスを8 ataから16ataに圧縮するエルモ圧縮機の断面を示す。二つの外側に置



第5図 2段高圧エルモ圧縮機
Fig. 5. Two stage type high pressure Elmo compressor

かれた羽根車 1a と 1b は並列に置かれ 8 ata のガスを約 11.3 ata に圧縮する。そこまで圧縮されたガスは中央部にある羽根車 2 に導かれ吐出圧 16 ata までに圧縮される。両端の軸のグランドと羽根車の間に設けられたうず巻ポンプ羽根車は冷却と必要な補給水を運転中に水リングへ供給するために水の圧力を圧縮機の圧力レベルまでに高める。

エルモ圧縮機の負荷の大きさは年毎に漸次増大して最近では 200kW 程度の入力までに上昇していたが、公称 2,400 Nm³/h, 8 ata から 16 ata までの圧縮には約 1,300 kW の入力を必要としたので技術的に未解決な化学的処理の問題もあり、また一挙に 6.5 倍にまで負荷をあげるという冒険を減らすために約 420kW の、より小さい圧縮機がまず製作された。計画された 1,300kW 機は圧縮過程で部分的に重合する分解ガスを使用して 420kW 機で充分経験した後、はじめて製作されたのである。

420kW 圧縮機についての測定結果によって液封じ式ポンプに対する相似則が成立つことが確認された。

相似則はもし

$$R = \frac{2 p_a g_n}{r_n u^2} = \text{Const.}$$

で、幾何学的相似が保たれガスの吐出吸込圧力の比が一定であるならばすべての圧縮の過程は相似に行なわれるということができる。レイノルズ数の相似の影響は効率の形で評価される。ここで

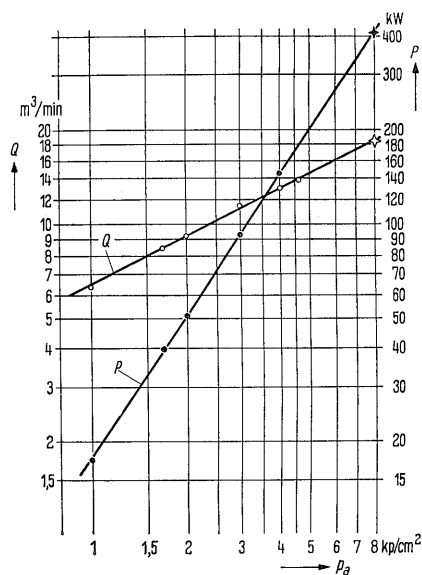
p_a : 吸込圧力 kp/m^2

r_n : 作動液体のノルマル状態の比重量 kg/m^3

g_n : 重力加速度 m/s^2

u : 羽根の周速 m/s

第 6 図に測定値を示す。これから R が回転数の設定によって、また圧力比が一定に保たれるならば吸込量 Q



第 6 図 420 kW 分解ガスエルモ圧縮機の測定結果
Fig. 6. Measurement result of 420 kW cracking gas elmo compressor

は $p_a^{1/2}$ に比例的であることがわかる。入力 P は上記の条件では理論的に考えられる表現 $P \propto p_a^{3/2}$ に充分したがる。

この簡単な相似則は液封じ式ポンプの設計の際の一つのよりどころを与え、そしてもし試験場で全負荷がかけられない時には大きい圧縮機を相似のモデルで試験をしてきめることが可能であることがわかる。

IV. エルモ圧縮機の経験と実績

複式エルモ圧縮機はとくに石油ガスの圧縮あるいは合成工業原材料を作るための分解ガスの圧縮に気体用回転機械として使用されている。たとえばアセトアルデヒドの装置あるいは高温分解装置などにおいて用いられる。この場合圧縮される気体の中に油がまじることがないとか、ほとんど等温圧縮に近いということからポンプの内部において重合に対する不活性がその特性として大きな意味をもってくる。このような装置では吸込圧力はしばしば 3~4ata にされ、吐出圧力は 5~6ata にえらばれる。原則として作動流体には水が密閉回路にして用いられる。もし処理技術的な理由から作動流体として水を用いることができない場合、たとえば低圧ポリエチレン装置のような場合には軸封にメカニカルシールを用いることがある。エルモ圧縮機にはダブルシール形が用いられてきたが、これはいままでの経験では、重合に対して不活性であることがわかっている。さらに、吐出圧力より約 1 kg/cm² 高い流体の圧力によって流体の膜がメカニカ

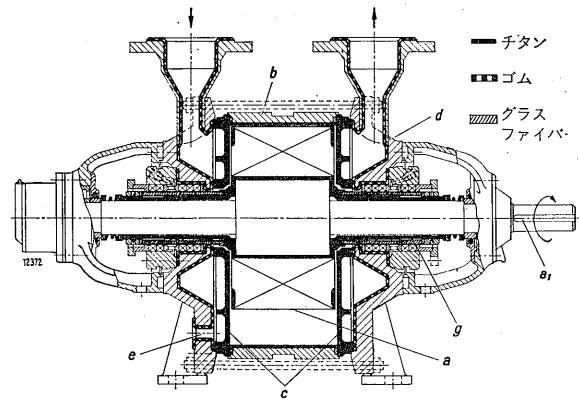
ルシールのすべり面に保たれるのでガスはメカニカルシールの気密面にまでは達しない。

エチレンを 3.5 ata から 4 ata へ圧縮する標準仕様のエルモ圧縮機は多数ドイツあるいは他国で用いられているがこれらの場合作動流体としてヘプタンを用い、ダブルメカニカルシールを装着しているが、すでに数年間事故なく運転されている。さらにまた前節の分解ガスを 8 ata から 16 ata に圧縮する2段エルモ圧縮機もすでに 10,000 時間以上事故なく運転されている。

V. チタン溶接構造のエルモポンプ

チタン溶接構造のエルモポンプは化学工業方面でとくに湿った塩素、塩素化合物、硝酸、 SO_2 、 H_2S 、有機酸を取扱うもの、繊維ならびに製紙工業の漂白装置などでの腐食性ガスの吸込圧縮に用いられ、ロータ、ケーシング、ポートプレートなどをチタンあるいはチタンライニングを施しあまり強く要求されない部分はゴムライニングを施してある(第7図)。この構造のポンプは吸込容量で $100 m^3/h$ から $500 m^3/h$ まで4種類のもが容量別に製作可能である。これらのチタンポンプは吸込圧力 760mm Hg Abs から 160mm Hg Abs までの広い作動範囲をもっており、さらに 60 mm Hg Abs までは2台のチタンポンプを直列に用いるか、あるいは耐食材料で作ったエゼクタを用いる。

湿った塩素ガスを吸込むという過酷な条件にさらされたエルモチタンポンプは 22,000 時間の運転後検査され



- | | |
|----------------------|-------------|
| a: 羽根車 | d: サイドケーシング |
| a ₁ : 回転軸 | e: 冷却水入口 |
| b: ケーシング | g: スリーブ |
| c: ポートプレート | |

第7図 チタンライニングエルモポンプ

Fig. 7. Titan lining Elmo pump

たが、その結果腐食はほとんどなく、まだ完全に使用できることがわかった。

原文

Kurt Willy Mugele: Anwendungsbereich und Bewahrung neuentwickelter Elmo-Gaspumpen.

SSW-Zeitschrift 38. J.g, Juni 1964, Heft 6

Heinrich Engels: Elmo-Kompressoren für höhere

Systemdrücke, SSW-Zeitschrift, 35. J.g, Mai 1961, Heft 5

Elmo-Gaspumpen; Technische Angaben, Preisliste P20, Juli 1964

(抄訳: 川崎工場原動機部 寺田 武, 新海洋)



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。