

# Tsurumi Production Network

**SHANGHAI TSURUMI PUMP CO., LTD.**  
TSURUMI VACUUM ENGINEERING (SHANGHAI) CO., LTD. (中国)

**米子工場 Yonago Plant**

**京都工場 Kyoto Plant**

**大阪本店 Osaka Headquarters**

**TSURUMI PUMP TAIWAN CO., LTD.**  
(台湾)

**TSURUMI PUMP VIET NAM CO., LTD.**  
(ベトナム)



# VL

## Liquid Ring Pump 液封式ポンプ

TSURUMI's Liquid Ring Vacuum Pump contributes to geothermal power generation  
地熱発電に貢献するツルミの液封式真空ポンプ

For Geothermal Power Generation  
地熱発電用



製品に関するご質問、カタログ請求などは、こちらまでお問い合わせください。

VP営業部	東京営業課	<b>(03) 3833-0336</b>	〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8	Contact	お問い合わせ
	海外営業課		〒(03)3835-1695		
	大阪営業課	<b>(06) 6911-7111</b>	〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40		

<b>ISO9001 Certified</b> 京都工場・米子工場・大阪本店ポンプシステム部 東京本社ポンプシステム部・各支店ポンプシステム課(北海道/東北/中部/中国/四国/九州)・新潟営業所・横浜営業所・大宮営業所・米子営業所	<b>ISO14001 Certified</b> 大阪本店・東京本社・京都工場・北海道支店・東北支店・北関東支店・東京支店・中部支店・北陸支店・近畿支店・中国支店・四国支店・九州支店 新潟営業所・横浜営業所・大宮営業所・米子営業所	<b>大阪本店</b> 〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40 <b>東京本社</b> 〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8 <b>京都工場</b> 〒614-8163 京都府八幡市上奈良長池1-1 <b>米子工場</b> 〒683-0851 鳥取県米子市夜見町2700 <b>北海道支店</b> 〒065-0020 札幌市東区北20条東17-1-5 <b>東北支店</b> 〒984-0042 仙台市若林区大和町4-9-11 <b>東京支店</b> 〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8 <b>北関東支店</b> 〒321-0905 宇都宮市平出工業団地3-22 <b>北陸支店</b> 〒920-0059 金沢市示野町西8 <b>中部支店</b> 〒453-0853 名古屋市千川区牛田通2-19 <b>近畿支店</b> 〒538-0054 大阪市鶴見区緑2-1-28 <b>中国支店</b> 〒731-5132 広島市佐伯区吉見園1-21 <b>四国支店</b> 〒761-8075 高松市多肥下町1554-28 <b>九州支店</b> 〒812-0004 福岡市博多区榎田2-9-30	<b>TSURUMI PUMP KOREA CO., LTD.</b> Rm. 728, PoongLim Building, 127, Mapo-daero Seoul 04144, Korea Phone 82-2-701-6356 Fax 82-2-701-6358 E-mail: tsurumipump@korea.com	<b>TSURUMI VACUUM ENGINEERING (SHANGHAI) CO., LTD.</b> 1st Floor No. 3 Building, No. 386 Hangyi Road, Fengxian District, Shanghai 201499, China Phone 86-21-5724-2030 Fax 86-21-5724-5545 E-mail: tsurumi@vip.sina.com
--	--	---	---	---

<b>OSAKA HEADQUARTERS</b> 16-40, 4-chome, Tsurumi, Tsurumi-ku, Osaka 538-8585, Japan Phone 81-6-6911-7111 Fax 81-6-6911-2930 E-mail: vpsales@tsurumipump.co.jp	<b>TOKYO HEAD OFFICE</b> 33-8, 1-chome, Taito, Taito-ku, Tokyo 110-0016, Japan Phone 81-3-3833-0336 Fax 81-3-3835-1695 E-mail: vpsales@tsurumipump.co.jp
<b>KYOTO PLANT</b> 1-1, Kaminaranagaike, Yawata-city, Kyoto 614-8163, Japan Phone 81-75-9711-0831 Fax 81-75-971-1316	<b>YONAGO PLANT</b> 2700, Yomi-cho, Yonago-city, Tottori 683-0851, Japan Phone 81-859-29-0811 Fax 81-859-24-0602

株式会社 鶴見製作所  
www.tsurumipump.co.jp

SNS公式アカウント

TSURUMI  
MANUFACTURING CO., LTD.

## Introduction of Large-capacity, High-efficiency Liquid Ring Vacuum Pump for Geothermal Power Generation 地熱発電向け 大容量・高効率 液封式真空ポンプのご紹介

### Introduction はじめに

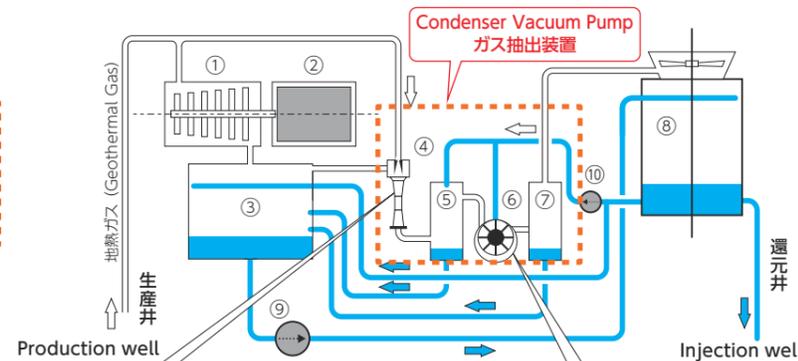
In geothermal power, electricity is generated by rotating a turbine with hot, high-pressure geothermal steam generated underground. However, geothermal steam contains non-condensable gas (NCG), including hydrogen sulfide, which must be continuously extracted from the main condenser in the geothermal power generation system. NCG contains highly corrosive components. Therefore, gas removal/extraction systems (GRS/GES) made of highly corrosion-resistant materials such as SCS16 (A351 CF3M) and SUS316L (A276 31603) are used. We can manufacture a hybrid system that combines a steam ejector and a liquid ring vacuum pump, which are the mainstream in GRS/GES equipment for geothermal power plants. This type enables us to propose more economical heat balancing under various operating conditions and to study the operational flow of the entire GRS/GES equipment, including the backup system. Also, in renovating power plants that have been in operation for several decades, we can propose equipment configurations suitable for increasing the efficiency of all the equipment.

地熱発電では、地中で発生する高温・高圧の地熱蒸気でタービンを回転させて発電していますが、地熱蒸気には硫化水素を含む非凝縮性ガス(Non-Condensable Gas/NCG)が含まれており、地熱発電のシステムにおいてはこれらを復水器(Main Condenser)から連続的に抽気する必要があります。NCGには腐食性が高い成分が含まれるため、ガス抽出装置(Gas Removal/Extraction System)はSCS16(A351 CF3M)、SUS316L(A276 31603)等の耐腐食性の高い材質にて製作されます。当社では、地熱発電所のガス抽出装置(GRS/GES)にて主流となっている、スチームエゼクタと液封式真空ポンプを組み合わせたハイブリッドシステムの製作が可能です。これによりさまざまな運転条件において、より経済性の高いヒートバランスのご提案、バックアップシステムを含めたガス抽出装置全体のオペレーションフロー等の検討が可能です。また、運用開始後数十年経過した発電所のリハビリテーションにおいても、システム全体の効率アップに適した機器構成をご提案できます。



### Outline Flow of the Geothermal Power (Hybrid System) 地熱発電の概略フロー(ハイブリッド抽気方式)

- |                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| ① Turbine                      | 蒸気タービン    |
| ② Generator                    | 発電機       |
| ③ Condenser                    | 復水器       |
| ④ Steam Ejector                | 蒸気エゼクタ    |
| ⑤ Inter Condenser              | インターコンデンサ |
| ⑥ Liquid Ring Vacuum Pump      | 液封式真空ポンプ  |
| ⑦ Separator Tank               | セパレータタンク  |
| ⑧ Cooling Tower                | 冷却塔       |
| ⑨ Hot Well Pump                | 温水ポンプ     |
| ⑩ Auxiliary Cooling Water Pump | 補機冷却水ポンプ  |



Steam Ejector/Inter Condenser  
蒸気エゼクタ/インターコンデンサ



Liquid Ring Vacuum Pump  
液封式真空ポンプ

## Renovation Examples リハビリテーション事例

### Case 1: Geothermal Power Plant in Japan 事例1) 日本国内地熱発電所

With the conversion from the existing dry-type gas compressor to the hybrid system, the overall plant efficiency was maintained by minimizing the amount of steam ejector-driven steam. Furthermore, we made an operational proposal to increase the condenser vacuum level when the cooling water temperature was low. As a result, the output successfully increased in winter.

既設ドライ式ガス圧縮機からハイブリッド方式への換装に伴い、スチームエゼクタ駆動蒸気量を最小限に抑えることで、プラント全体の効率を維持することができました。また、冷却水温度が低い冬季においては、復水器真空度を高める運用提案を行い、冬季の出力アップを実現しました。



Pattern Diagram  
(イメージ図)

### Case 2: Geothermal Power Plant in the Philippines 事例2) フィリピン地熱発電所

In the existing hybrid system manufactured by another company, the capacity of the existing removal/extraction systems (GRS/GES) had declined due to age-related deterioration. The plant replaced only the vacuum pump with a new one manufactured by us, with an existing steam ejector used as it was. The plant has successfully restored the designed vacuum level with lower motor output by converting it to our vacuum pump, which is more efficient than the existing one.

既設他社製ハイブリッドシステムにおいて、既設ガス抽出装置の能力が経年劣化により低下していたところ、既設スチームエゼクタを流用し、真空ポンプのみ当社製へ換装しました。既設機に比べて高効率な当社の地熱発電用真空ポンプへの換装により、小さなモータ出力で、設計真空度を回復することができました。



### Case 3: Geothermal Power Plant in the Philippines 事例3) フィリピン地熱発電所

The plant was using a two-stage steam ejector system. Then the second-stage ejector was replaced to vacuum pump with a variable-frequency-drive (VFD) motor to respond to daily changes in the amount of non-condensable gas (NCG) in the steam, with the first-stage steam ejector used as it was. Changing the rotation speed in response to load fluctuations has stabilized the output, which was difficult to achieve with steam ejectors. The power consumption has also been reduced by slowing down the operation at low loads.

こちらの地熱発電所では、もともと2段スチームエゼクタ方式を採用していましたが、1段目のスチームエゼクタは既設を流用し、蒸気中のNCG量が日々変化する状況に対応するため2段目をVFDドライブの真空ポンプに換装しました。負荷変動に応じて回転速度を変化させることで、蒸気エゼクタでは困難であった出力の安定化を実現し、低負荷時に減速運転することで消費電力の削減も併せて実現しました。



# Large-capacity, High-efficiency Liquid Ring Vacuum Pump Suitable for Gas removal/extraction system for Geothermal Power Generation

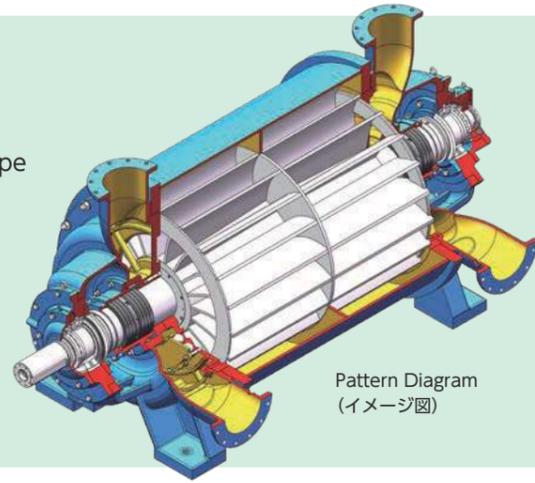
## 地熱発電のガス抽出装置に適した大容量・高効率 液封式 真空ポンプ

Single Stage 一段式

# V L

For gas extraction  
Large-capacity, high-efficiency type  
ガス抽気用  
大容量・高効率タイプ

1. Geothermal Power Generation 地熱発電
2. CCU・CCUS CCU・CCUS
3. Vacuum Dewatering・Drying 脱水・乾燥
4. Other Various Vacuum Sources その他の真空源として



### High economy 高い経済性

By designing an entire hybrid system combined with a steam ejector, it is possible to expect the optimization of both the efficiency and initial cost of the gas removal/extraction systems (GRS/GES). Under conditions where the amount of non-condensable gas (NCG) in geothermal steam is highly variable, a variable-speed electric motor can be selected for the vacuum pump to save energy at low NCG.

スチームエゼクタと組み合わせたハイブリッドシステム全体の設計を行うことで、ガス抽出装置全体の効率、イニシャルコストの両面での最適化検討が可能です。また、地熱蒸気中のNCG量の変動が激しい条件においては、真空ポンプに可変速電動機を採用することで低NCG時の省エネを考慮した選定も可能です。

### Environmentally friendly with no lubricating oil required 潤滑油が不要で環境にやさしい

The sealed liquid acts as a piston, and there is no metal contact, and no lubricating oil is required.  
封液がピストンの役割となりますので、金属接触が無く潤滑油が不要です。

### Compact design with minimal vibration and noise コンパクト設計で、振動が少なく低騒音

The rotary pump with no reciprocating piston operation has achieved downsizing. As a result, the pump generates minimal vibration, pulsation, and low noise.  
往復動式のピストンによる作動ではなく回転式ですので、コンパクト化が可能です。振動、脈動も小さく、低騒音です。

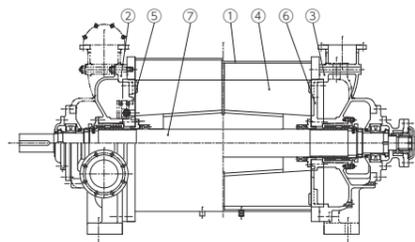
### High reliability 高い信頼性

Since water is used to operate the pump, it is suitable for suctioning extracted gas accompanied by steam.  
ポンプの作動に水を使用しますので、蒸気を伴する抽気ガスの吸引に適しています。

### Easy to operate and maintain 運転・保守が簡単

It has a simple structure that sucks and exhausts gas each time the main shaft rotates once and ensures ease of operation and maintenance.  
1軸の主軸が1回転でガスの吸排気を1回行う1作動形のシンプル構造ですので、運転・保守が容易です。

### Sectional Drawing for Liquid Ring Vacuum Pump 液封式真空ポンプ構造断面図



No.	Description	Material	Q'ty
①	Casing	SUS316L A276 S31603*	1
②	Side Cover (Coupling Side)	SCS16 A351 CF3M*	1
③	Side Cover (End Side)	SCS16 A351 CF3M*	1
④	Impeller	SUS316L A276 S31603*	1
⑤	Port Plate (Coupling Side)	SCS16 A351 CF3M*	1
⑥	Port Plate (End Side)	SCS16 A351 CF3M*	1
⑦	Shaft	SUS420J2 A276 S42000*	1

\*Equivalent to ASTM

### Standard Configuration 標準構成

Pump Model ポンプ型式	Bore 口径(mm)	Speed 回転速度(min <sup>-1</sup> )	Motor Output 出力(kW)	Approx. Seal Water Flow Rate 密封水量(L/min)
200EVL4137	200×2	380	250	320
		415	280	360
250EVL5137	250×2	460	350	490
		345	280	360
250EVL6137	250×2	415	420	590
		310	370	480
300EVL7137	300×2	285	450	580
		310	500	650
400EVL8137	400×2	345	600	840
		245	510	650
		265	600	770
		295	750	1050

### Features of Ball Valve ボールバルブについて

- Maintains a stable suction capacity even in the high vacuum condition.  
高真空域でも安定した吸込量を維持
- Reduces running costs and power loss.  
損失動力を軽減させ、運転コストを低減
- Reduces noise emissions.  
騒音の低減化

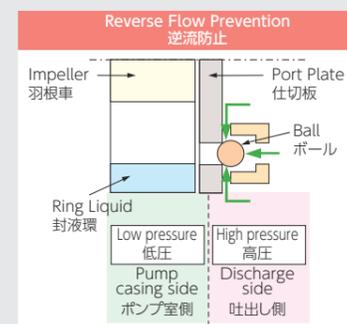
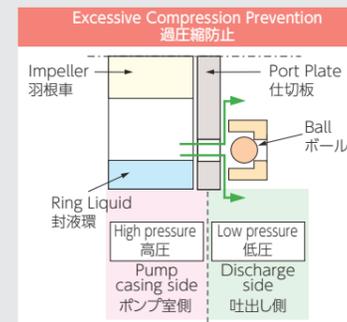


### Function of Ball Valve ボールバルブの機構

Ball valves are provided at the discharge port. It comprises the round holes in the port plate, balls (PTFE balls) and the ball holder. According to increase/decrease in operating pressure, the ball valve is activated to prevent excessive compression and reversed flow of gas.  
吐出しポート部に設けられ、仕切板に開けた円孔とボール(テフロン球)、ボールの格納部からなり運転圧力の高低によって過圧縮や逆流圧縮を防止します。

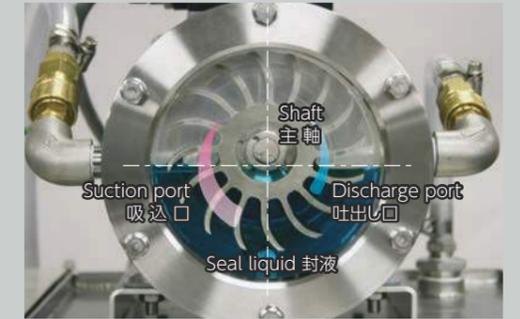
### Ball Valve Functions ボールバルブの働き

Flow of gas  
気体の流れ



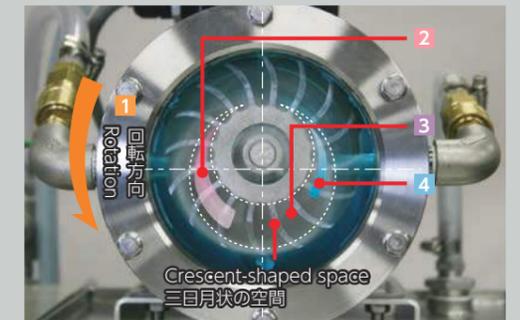
### Operating Principle of Liquid Ring Vacuum Pump 液封式真空ポンプの作動原理

Stopped state 停止時



A crescent-shaped gas cell is formed by the rotation of the impeller and liquid ring. Then, the volume of the gas cell changes (expands or compresses) with the rotation of the impeller to suck and exhaust gas.  
羽根車の回転と封液環の旋回によって三日月状の気室が形成され、羽根車の回転に伴ってその気室の体積が変化(膨張・圧縮)する事でガスを吸排気しています。

Operating condition 回転時(運転時)



### 1 Rotation 回転

While the impeller rotates, seal liquid flows circularly along the inner wall of the casing under centrifugal force, to form a "liquid ring." Because the impeller is eccentrically offset, the space generated by the rotation of the impeller is crescent-shaped, instead of a circle centered on the shaft.

羽根車が回転すると、封液は遠心力によりケーシング内壁に沿って還流し封液環を形成します。羽根車は、ケーシングの中心ではなく、ずれた位置(偏心)にあります。そのため、羽根車の回転によって生まれる空間は、主軸を中心とした円状ではなく三日月状となります。

### 2 Suction 吸込

The suction port is located in the position where the crescent-shaped space expands. The liquid sucked into the suction port is pushed into the space (gas cell) enclosed by the impeller blade and the "liquid ring."  
三日月状の空間が拡大する位置に吸込口があります。吸引された気体は羽根と封液環によってできた空間(気室)に閉じ込められます。

### 3 Compression 圧縮

As shown in the figure, the gas cell becomes smaller as the rotation continues. This means that the gas volume is being reduced, resulting in compression.  
図でわかるように、気室は回転が進むにつれて小さくなります。つまり、気体の容積が小さくなり、圧縮されることを意味します。

### 4 Discharge 吐出し

Compressed air is discharged from the discharge port, which is located in the position where compressed gas pressure is increased to the specified level.  
所要の圧力まで高まる位置に設けられた吐出し口から、圧縮された気体が排出されます。

# After-Sales Service for Both Inside and Outside Japan

## 国内外のアフターサービス体制

TSURUMI provides a full range of services for geothermal power plants, including installation, commissioning, maintenance, troubleshooting of the entire gas extraction system (not only LRVP), and personnel training.

ツルミは万全のサービス体制で地熱発電所における、ガス抽出装置全体の据付、試運転、メンテナンス、トラブルシューティング、トレーニングなど各種サービスをご提供いたします。



Installation instruction for liquid ring vacuum pump  
真空ポンプ据付指導



Local user training  
現地ユーザー様向けトレーニング



overhauling at job site  
現地オーバーホール



commissioning super visor  
現地コミッショニング

## Maintenance Service Bases メンテナンスサービス拠点



- Yonago Plant  
米子工場
- Sales Engineer (Tokyo)  
技術営業(東京)
- Skilled certified partner factory  
技量認定済 提携工場

### Domestic 国内

Saitama / Ibaraki  
埼玉県、茨城県

### Overseas 海外

Hi-Tech Vacuum Services  
(Thailand) Co., Ltd. (タイ)  
Hi-Tech Vacuum Services  
(M) Sdn. Bhd. (マレーシア)

## Inquiry Form ご照会シート

Fill out the form and FAX a copy to our VP sales division.  
下記シートをコピーの上必要事項を記入し、当社VP営業部にFAXください。

東京営業課  
海外営業課

FAX 03 (3835) 1695

Company name 御社名			Date 作成日	
Company address 御住所	〒		Telephone 電話	
Your department 貴部署名			FAX	
Your name 御担当		E-Mail		
Conditions 納入条件	<input type="checkbox"/> New plant 新設 <input type="checkbox"/> replace from existing 既設更新 <input type="checkbox"/> rehabilitation リハビリ			
Suction condition 吸込条件	<input type="checkbox"/> NCG (MW :     )     kg/h <input type="checkbox"/> AIR     kg/h <input type="checkbox"/> Water Vapor     kg/h <input type="checkbox"/> Others     kg/h			
	<input type="checkbox"/> Temperature                     degC, <input type="checkbox"/> Pressure                     kPaA			
Discharge pressure 吐出圧力	kPaA			
Motive steam 駆動蒸気条件	Pressure 蒸気圧力	kPaA	NCG content 蒸気中のNCG量	wt%
Cooling water 冷却水条件	Temperature 温度	degC	Pressure 圧力	kPaA
Installation 設置条件	<input type="checkbox"/> Indoor 屋内 <input type="checkbox"/> Outdoor 屋外 <input type="checkbox"/> Altitude 標高                     m			
Driver motor 電動機供給	<input type="checkbox"/> TSURUMI 鶴見 <input type="checkbox"/> OWNER 顧客			
Power supply 動力用電源	<input type="checkbox"/> Voltage 電圧 <input type="checkbox"/> Frequency 周波数			
Configuration 機器構成	Heat balance diagram ヒートバランス図		<input type="checkbox"/> Yes 有(アリの場合は提供ください) <input type="checkbox"/> No 無し	
	P&ID 計画P&ID図		<input type="checkbox"/> Yes 有(アリの場合は提供ください) <input type="checkbox"/> No 無し	
Others 自由記入欄				

