

油圧ポンプ／モータの最新技術動向

講師： 大見康生
(大見技術士事務所 代表)

IFPEX2014 日本フルードパワーシステム学会セミナー 2014.09.19

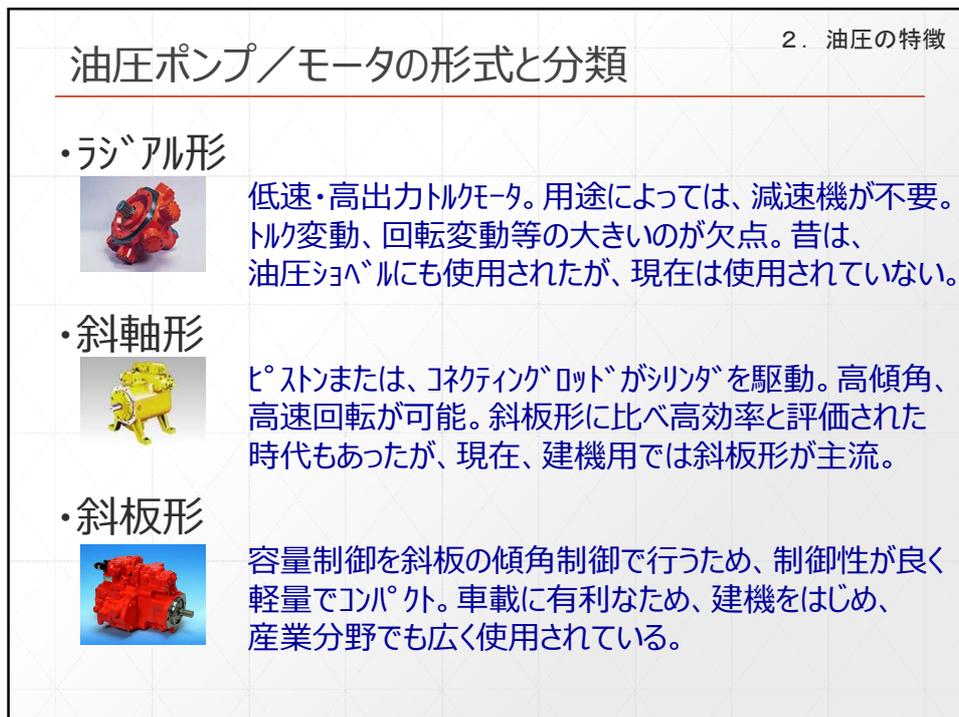
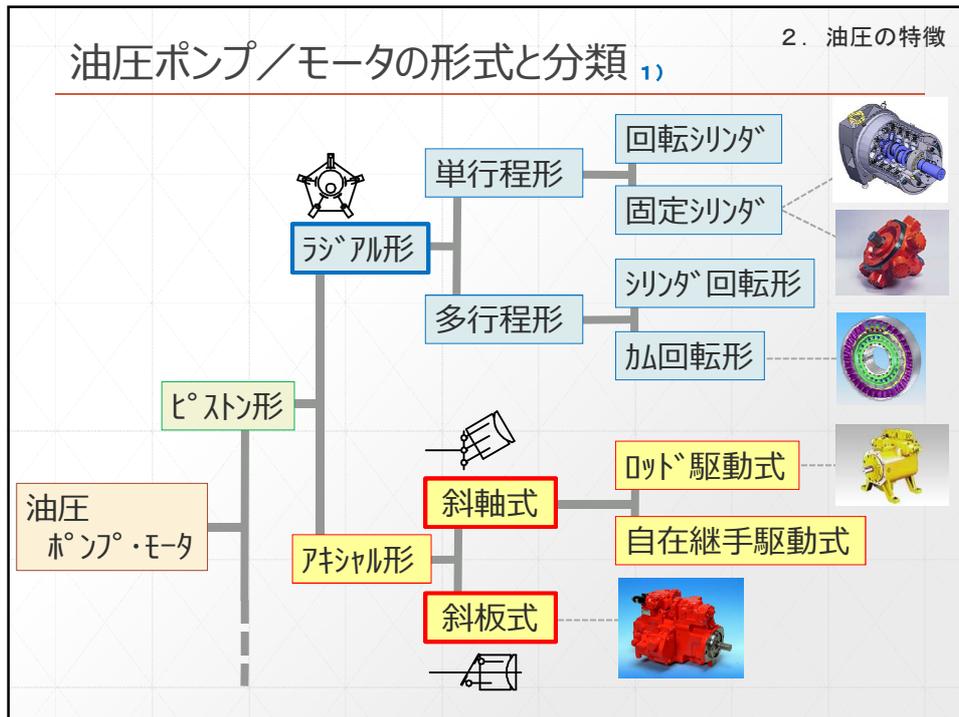
目次

1. はじめに
2. 油圧の特徴
油圧ポンプ／モータの形式と分類・特徴
3. 改良のポイント
高出力密度化・高効率化・低騒音化
4. 最新の技術動向
5. まとめ



目次

1. はじめに
2. 油圧の特徴
油圧ポンプ／モータの形式と分類・特徴
3. 改良のポイント
高出力密度化・高効率化・低騒音化
4. 最新の技術動向
5. まとめ



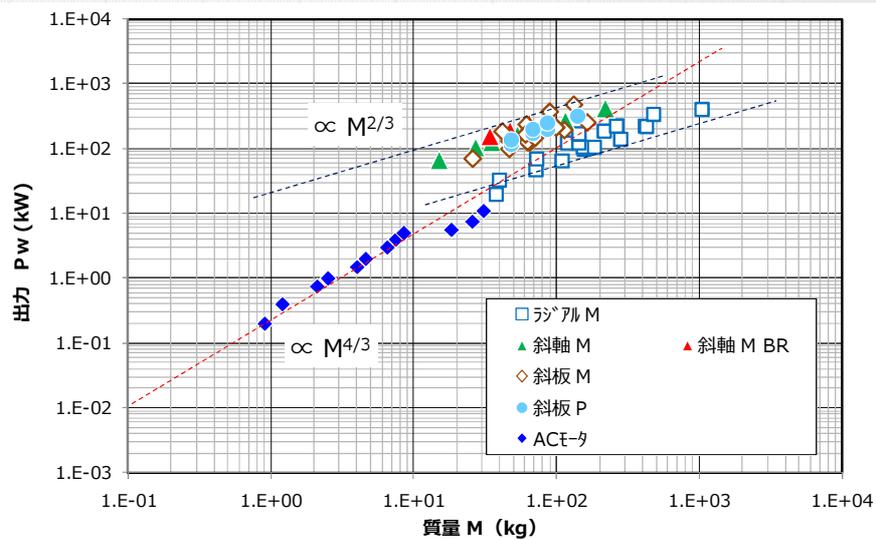
目次

1. はじめに
2. 油圧の特徴
油圧ポンプ／モータの形式と分類・特徴
3. 改良のポイント
高出力密度化・高効率化・低騒音化
4. 最新の技術動向
5. まとめ

高出力密度化・高効率化・低騒音化

3. 改良のポイント

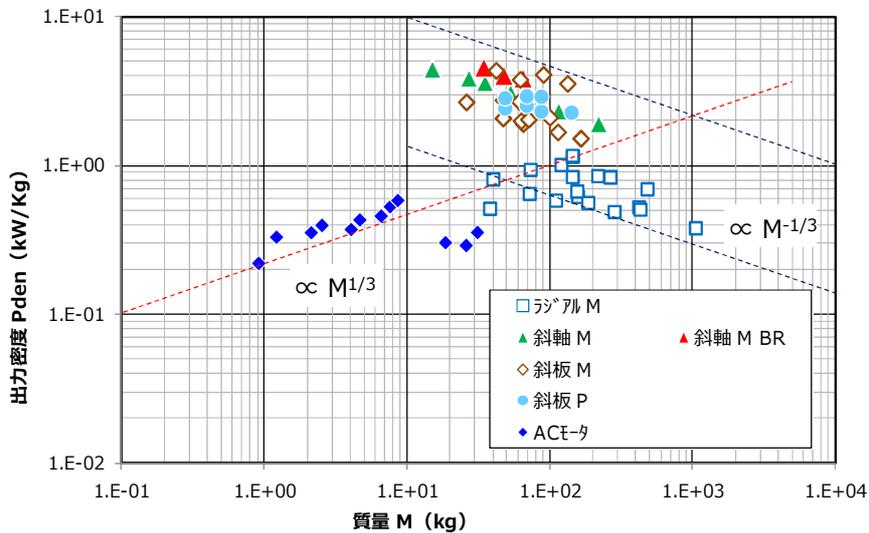
・ 出力 - 質量



高出力密度化・高効率化・低騒音化

3. 改良のポイント

・ 出力密度 - 質量



高出力密度化・高効率化・低騒音化

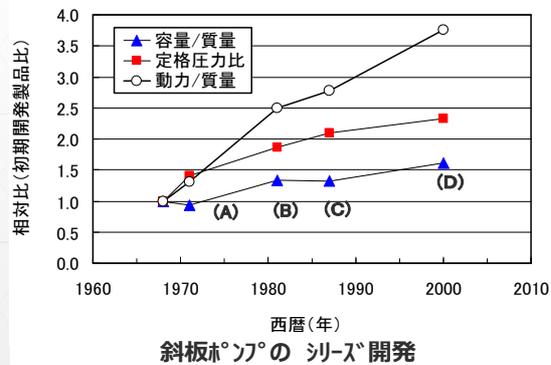
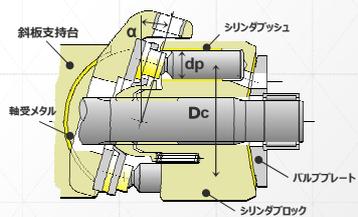
3. 改良のポイント

・ 出力密度 2)

$$P_{den} = \frac{P_d \times Q_{th} \times N}{W \times 60,000}$$

P_{den} : 出力密度 (kW/kg)
 P_d : 吐出圧力 (MPa)
 Q_{th} : 吐出容量 (cm³)
 N : 回転数 (min⁻¹)
 W : 質量 (kg)

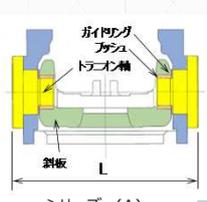
- P_d (吐出圧力) → 高圧化
- Q_{th} (吐出容量) → 高傾角化
- N (回転数) → 高速化
- W (質量) → 軽量化



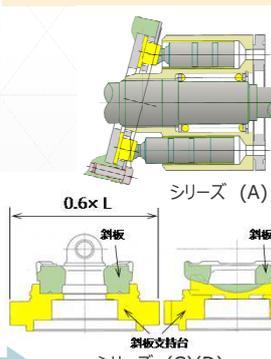
3. 改良のポイント

高出力密度化・高効率化・低騒音化

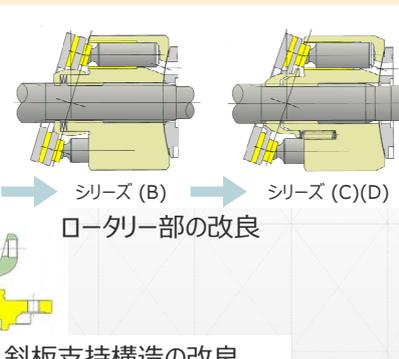
技術課題	対 策
<p>高圧化 高傾角化 高速化 軽量化</p>	<p>摺動部の耐焼付き性向上（材料・表面改質技術） 部品寸法精度向上（幾何公差・表面粗度・形状） ローターの油圧バランス設計 球面バルブプレートによる自吸性能向上 斜板支持構造の改良</p>



シリーズ (A)

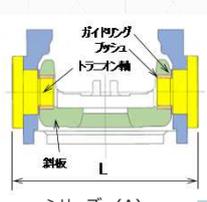


シリーズ (B)

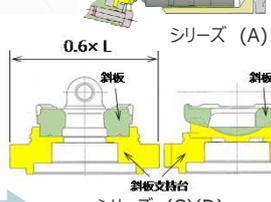


シリーズ (C)(D)

ロータリー部の改良



シリーズ (A)



シリーズ (C)(D)

斜板支持構造の改良

3. 改良のポイント

高出力密度化・高効率化・低騒音化

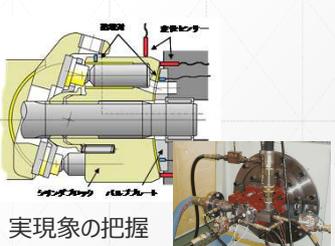
- 2005年頃より、燃費向上・省エネ志向が強まる

ポンプ効率 = 容積効率 × 機械効率

容積効率：損失流量（外部漏れ・内部漏れ・圧縮損失）の低減
 機械効率：損失トルク（摺動部摩擦・攪拌抵抗）の低減

計測技術

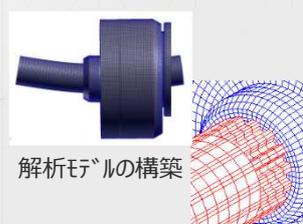
損失量の詳細計測



実現象の把握

解析技術

損失量の理論的説明



解析モデルの構築

改良案

↓

検証

↓

性能向上

高出力密度化・高効率化・低騒音化

3. 改良のポイント

・ 効率予測

ポンプ容量(q_{th})固定
 $q_{th} = f(d_p, D_c)$
 シリンダの強度他の限界
 → 実現可能な d_p, D_c の範囲

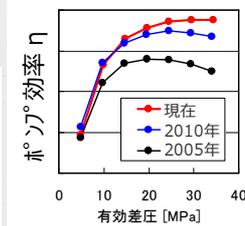
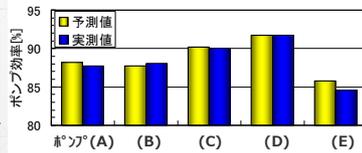
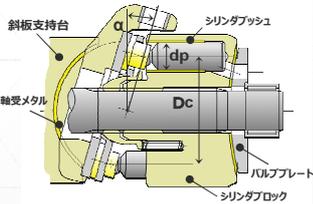
ポンプ運転条件(回転数他)固定
 最高ポンプ効率 η_p の推定
 $\eta_p = g(d_p, D_c)$

ロータリー構成部品の諸元から、
 効率予測が可能

斜板形ポンプの最高効率：90%以上

損失トルクと損失流量は、相互に影響

モータでは、高速性能にも影響



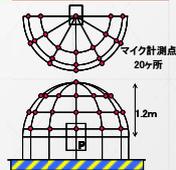
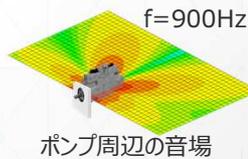
高出力密度化・高効率化・低騒音化

3. 改良のポイント

・ 長年の課題

騒音の計測方法

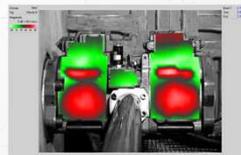
音響パワーレベル(SPL)の計測



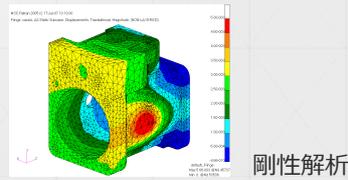
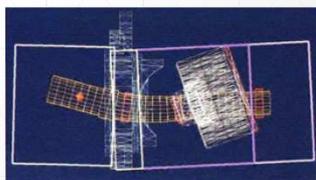
SPLの計測
 (JIS Z 8732 に準拠)

振動計測

レーザードップラー振動計
 による構造体の振動解析



昇降圧シミュレーション
 構造体、ローターの振動解析



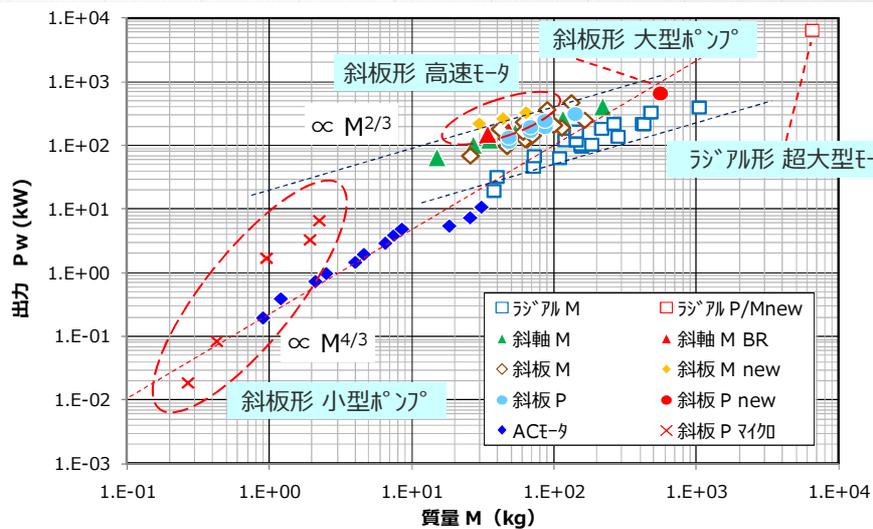
目次

1. はじめに
2. 油圧の特徴
油圧ポンプ／モータの形式と分類・特徴
3. 改良のポイント
高出力密度化・高効率化・低騒音化
4. 最新の技術動向
5. まとめ

小型化・高速化・大容量化

4. 最新の技術動向

・ 出力 - 質量



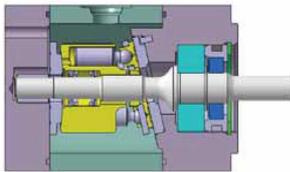
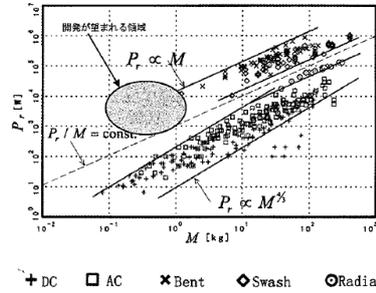
小型化・高速化・大容量化

4. 最新の技術動向

・ 斜板形小型ポンプ

従来から、小型領域での油圧ポンプ/モータ開発への期待があった。

下図小型ポンプシリーズが、2006年 上市された。



球面V/Pを採用 5)

形式名:TFH-

6.3 3.15 1.6 0.8 0.4



質量(kg) 2.3, 1.9, 0.96, 0.43, 0.27



TFH-040 (0.4cm³)

4)

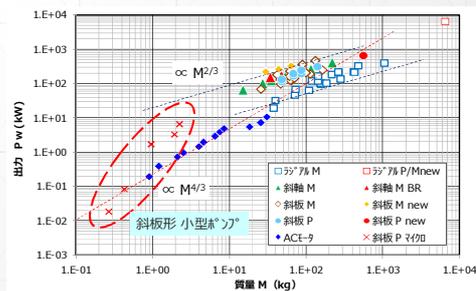
小型化・高速化・大容量化

4. 最新の技術動向

・ 斜板形小型ポンプ

介護機器、医療機器
ロボット、産業車両分野
などへの適用が期待される。

仕様上、高速側回転数
には 余裕あり。



小型アキシャルポンプユニット



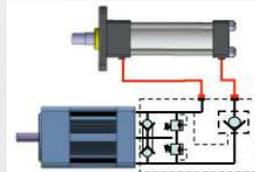
ポンプ Pump



バルブブロック Relief Valve



タンク Reservoir



小型HMAとしての適用

8)

小型化・高速化・大容量化

4. 最新技術動向

・斜板形高速モータ ⁸⁾

従来、高速回転が必要な用途には、斜軸形モータの使用が一般的。生産量で優位にある、斜板形ロータリーを用いた高速モータが開発されている。



高速仕様への対策

- ・新設計ロータリーによるシリンダ姿勢の安定化
- ・放熱に配慮した設計

仕様	斜板形 (100cm ³ クラス)	
	現行モータ	高速モータ
最高回転数 (min ⁻¹)	3,600	5,600 (現行品比 1.6倍)
定格圧力 (MPa)	32	40 (現行品比 1.2倍)

斜板形高速モータの仕様

小型化・高速化・大容量化

4. 最新技術動向

・大型鍛造プレス/産業機械用 大型斜板ポンプ ⁶⁾

従来、大型産業機械向けには、斜軸形ポンプが使用されてきた。最新の設計技術を駆使し、大型設備の過酷な使用条件下でも長寿命と高い信頼性を持つ大型斜板ポンプが開発された。



大型斜板ポンプ

タンデム化や、両傾転での使用も可能で、適用範囲の拡大が期待される。

主要仕様

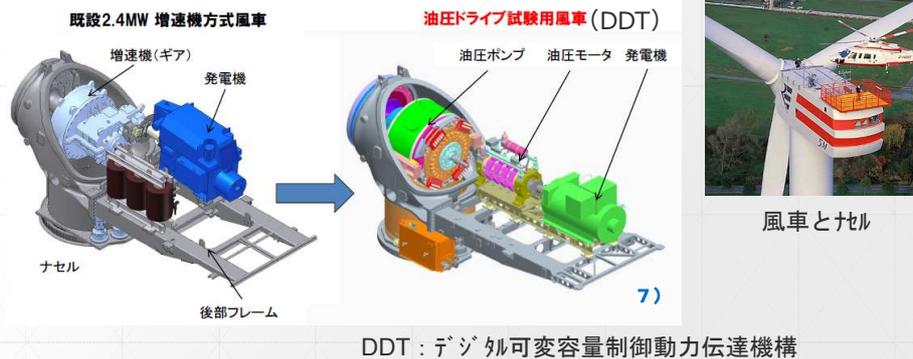
- ・容量 : 500cm³
- ・定格圧力 : 45MPa
- ・最高圧力 : 50MPa
- ・定格回転数 : 1200min⁻¹

4. 最新技術動向

小型化・高速化・大容量化

・風力発電設備用 超大型ラジアル形P/M

増速機と発電機、昇圧トランスを用いる 増速機方式 が、一般的。
 大型化のネックとなっていた増速機やインバータを使用しない
 油圧ドライブ方式 の開発が進行中。



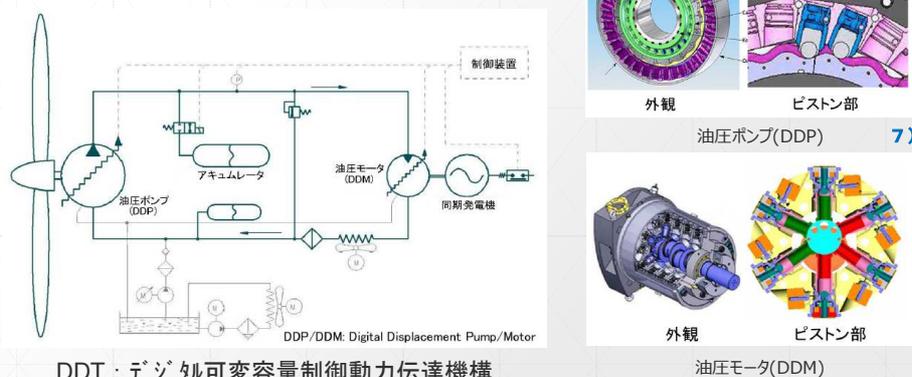
4. 最新技術動向

小型化・高速化・大容量化

・風力発電設備用 超大型ラジアル形P/M

NEDO・三菱重工が、7MW級の風車を開発中。

超大型ラジアルポンプ/モータから成るシステム
 (Digital Displacement P/M)



目次

1. はじめに
2. 油圧の特徴
油圧ポンプ／モータの形式と分類・特徴
3. 改良のポイント
高出力密度化・高効率化・低騒音化
4. 最新の技術動向
5. まとめ

まとめ

- ・油圧ポンプ／モータの形式分類と特徴、その改良の要点を述べた。
- ・各形式の油圧ポンプ／モータは、用途別に、使い分けられているが、今日、量的には、斜板形が主流となっている。
- ・油圧技術は、歴史も古く、枯れた技術ではあるが、変化する社会ニーズに応えるべく、新発想による新製品も生まれつつある。
- ・高度な計測技術と解析技術を駆使し、油圧技術の本質を掘り下げ、他技術とのハイブリッド化を行えば、更に大きな付加価値の創造が期待できる。

参考文献

- 1) JFPA : 実用油圧ホットブック
- 2) 大見康生, 建設機械用油圧ポンプの高出力密度化, 油圧技, Vol.47, No.7, (2008)
- 3) 大西正貴他, 建機用油圧ポンプ K7Vシリーズの開発, 川崎重工技報, 168号, 2009年2月
- 4) 田中豊, フルトパワー機器の小形, 高効率, 省エネ, 環境に関する動向, フルトパワーシステム, 39巻, 5号, (2008)
- 5) 小曾戸博, 超小形ポンプ・モータ, 油空圧技術, Vol.50, No.12
- 6) 桑野博明, 超大型鍛造プレソ油圧システムの概要, JFPSウインターセミナー, 2014年2月
- 7) NEDO資料, 洋上風力発電技術研究開発に係るNEDOの取り組み, 2013年1月
- 8) 三菱重工業 (株) HP, (株) ㊦ HP, 川崎重工業 (株) HP等

END

ご静聴ありがとうございました。