

ポンプ及びモータの省エネルギーの動向

宮本辰哉*

Trends in Energy Saving for Pumps and Motors

by Tatsuya MIYAMOTO

For prevention of global warming, many countries have started setting energy-saving regulations for pumps and motors. The ErP Directive (Ecodesign requirements for energy-related products/EU) and the GB Standards (China) derive their minimum efficiency requirements for pumps from flow rate and specific speed, while standards such as IEC and NEMA define the efficiency of motors based on outputs. All of these standards are intended to contribute to energy saving by eliminating low-efficiency products from markets which will lead to overall improvement in product quality in the future.

Keywords: Pump, Motor, Energy saving, Efficiency regulation, ErP Directive, GB Standard, International Electrotechnical Commissions, National Electrical Manufacturers Association, Specific speed, Flow rate

1. はじめに

国連人口基金の推計によると2011年10月末に、地球上には約70億の人々が住み、13年後には更に10億人の増加が見込まれている¹⁾。世界人口の増加に伴いエネルギー消費量も増加傾向にあり、急速な地球温暖化への懸念とも相まって、エネルギー使用量の抑制が世界的に求められている。

2009年エバラ時報No.225に「ポンプの省エネルギーの動向」と題して、EUにおける省エネルギーの動向及びポンプにおける対策の概要を紹介した²⁾。その後、省エネルギーに関する規制内容の見直しが進められ、EUでは2013年に最初のポンプ効率規制の導入が予定されている。一方、中国やブラジルなどでは既にポンプの効率規制が開始されており、省エネルギーに関する規制は世界的に拡大する方向を示している。本報はポンプ及びモータに関する効率規制の最近の世界的動向について紹介する。

2. ポンプ効率に関する規制

2-1 ErP指令の概要

EuP指令(Directive on Eco-Design of Energy-using Products)は、エネルギー使用製品に対する環境に配慮した製品設計の枠組みを設ける欧州指令で、欧州議会及び理事会で採択され2005年8月に発効した³⁾。製品カテゴリー(Lot)ごとに分類され、ポンプはLot 11に含まれる。イギリスのコンサルタント会社AEA Energy & EnvironmentがLot 11の実施措置案のレポートを作成し、欧州ポンプ業界EUROPUMPではEN規格への提言案をまとめている^{4,5)}。その後、EuP指令の適用範囲が“エネルギー使用製品”から“エネルギー関連製品”に拡大されたErP指令(Ecodesign requirements for energy-related products)が2009年11月に発効した⁶⁾。

ポンプに関する実施措置は、EN規格などの公式文書が欧州委員会などから発行される予定であるため、本項では主に欧州ポンプ業界EUROPUMPの提言案に示されたポンプの要求効率の考え方を解説する。

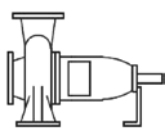
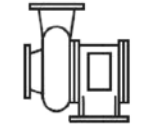
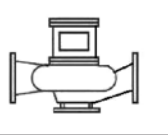
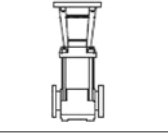
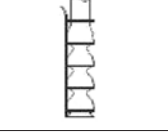
(1) 対象ポンプの形式及び範囲

対象となるポンプは表1のポンプ形式に分類され、全5種類あり、ポンプの材料に関わりなく適用される。取

* 風水力機械カンパニー 技術生産統括 開発統括部 開発企画室 企画管理グループ

表1 ErP指令の対象ポンプ⁵⁾

Table 1 Water pumps in the scope of the ErP Directive

ポンプ形式 Pump type	
片吸込み型単段直結ポンプ ESOB End suction own bearing pump	
片吸込み型単段直動ポンプ ESCC End suction close coupled pump	
インライン型ポンプ ESCCI Inline end suction close coupled pump	
立型多段ポンプ MS Multistage pump	
水中多段深井戸ポンプ MSS Submersible multistage pump	

扱液は清水 (clean water) が対象で、水質は非溶解性物質が0.25 kg/m³ (250 ppm) 以下、溶解性物質は50 kg/m³ (5%) 以下と規定されている。各ポンプ形式は、表2の対象範囲に限定されている。

(2) ポンプ要求効率

ポンプの要求効率 η_{requ} は次式により比速度 n_s と流量 Q の関数式から算出される。

$$\eta_{\text{requ}} = -11.48 x^2 - 0.85 y^2 - 0.38 xy + 88.59 x + 13.46 y - C$$

η_{requ} : 要求効率

$x = \ln n_s$ (n_s : 比速度)

$y = \ln Q_{\text{BEP}}$ [Q_{BEP} : 最高効率点の流量 (m³/h)]

C : ポンプ形式ごとに定められた最低効率指数MEI (Minimum Efficiency Index) に依存する定数 (表3)

ここで、比速度 n_s は次式で表される。

$$n_s = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Q : 流量 (m³/s)

n : 回転速度 (min⁻¹)

H : 全揚程 (m)

日本では一般的に Q : 流量 (m³/min) を用いるため、

表2 ErP指令のポンプ形式と対象範囲⁵⁾

Table 2 Pump types and scope defined by the ErP Directive

ポンプ形式 Pump type	対象範囲 Defined scope				
ESOB ESCC ESCCI	回転速度 Rotational speed $n = 1450 \text{ min}^{-1}$	最高効率点での流量 Flow rate at the best efficiency point $Q_{\text{BEP}} \geq 6 \text{ m}^3/\text{h}$	最高効率点での揚程 Head at the best efficiency point $H_{\text{BEP}} \leq 90 \text{ m}$	比速度 Specific speed $6 \leq n_s \leq 80$	出力 Output $P_2 \leq 150 \text{ kW}$
ESOB ESCC ESCCI	回転速度 Rotational speed $n = 2900 \text{ min}^{-1}$	最高効率点での流量 Flow rate at the best efficiency point $Q_{\text{BEP}} \geq 6 \text{ m}^3/\text{h}$	最高効率点での揚程 Head at the best efficiency point $H_{\text{BEP}} \leq 140 \text{ m}$	比速度 Specific speed $6 \leq n_s \leq 80$	出力 Output $P_2 \leq 150 \text{ kW}$
MS	回転速度 Rotational speed $n = 2900 \text{ min}^{-1}$		最高効率点での流量 Flow rate at the best efficiency point $Q_{\text{BEP}} \leq 100 \text{ m}^3/\text{h}$		
MSS	井戸径 4インチ ≤ 呼び径 ≤ 6インチ Bore size 4 inch ≤ nominal size ≤ 6 inch				

表3 ErP指令のポンプ形式と最低効率指数別のC値⁵⁾

Table 3 The ErP-Directive-considered pump types and the values of constant C by the Minimum Efficiency Index (MEI)

ポンプ形式 Pump type	最低効率指数 MEI (Minimum Efficiency Index)						
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
C (ESOB 1450)	132.6	130.7	129.4	128.1	127.0	126.1	124.9
C (ESOB 2900)	135.6	133.4	131.6	130.3	129.2	128.1	127.1
C (ESCC 1450)	132.7	131.2	129.8	128.5	127.4	126.6	125.5
C (ESCC 2900)	135.9	133.8	132.2	130.8	129.9	128.8	127.8
C (ESCCI 1450)	136.7	134.6	133.4	132.3	131.0	130.3	129.0
C (ESCCI 2900)	139.4	136.5	134.9	133.7	132.6	131.3	129.8
C (MS 2900)	138.2	135.4	134.9	134.0	133.4	131.9	130.4
C (MSS 2900)	134.3	132.4	130.9	128.8	127.3	125.2	123.8

日本と同等のNs値 (N_{sJP}) とするには7.746を乗ずると換算できる。

$$N_{sJP} = 7.746 \times n_s$$

ポンプは必ずしも最高効率 ($\eta_{BEP, mean}$) で運転される訳ではないため、部分負荷運転 ($Q_{PL} = 0.75Q_{BEP}$) での効率 ($\eta_{PL, mean}$) 及び過負荷運転 ($Q_{OL} = 1.1Q_{BEP}$) での効率 ($\eta_{OL, mean}$) についても考慮し、それぞれの要求効率 ($\eta_{BEP, requ}$, $\eta_{PL, requ}$, $\eta_{OL, requ}$) を満足するよう規定している (図1)。

$$(\eta_{BEP, mean}) \geq (\eta_{BEP, requ}), (\eta_{PL, mean}) \geq (\eta_{PL, requ}), (\eta_{OL, mean}) \geq (\eta_{OL, requ})$$

ここで、

$$(\eta_{PL, requ}) = 0.947 (\eta_{BEP, requ}), (\eta_{OL, requ}) = 0.985 (\eta_{BEP, requ})$$

要求効率を決定する要因の一つである定数Cは、表3のとおりポンプ形式と最低効率指数 (MEI) で定義されている。全てのポンプ形式において、MEIの増加に伴い定数Cは減少する。その結果、MEIと共に必要効率基準は高い数値となる。

量産されるポンプでは、製品ごとの効率にある程度のばらつきが生じる。EN規格の関連資料⁷⁾では最高効率点、部分負荷運転点、過負荷運転点の全てにおいて、製品の平均効率が要求効率の5%を超えて下回ってはいけないとの記述がある。しかし、本規定は未だ審議中であり、前述の平均効率はばらつきの下限である最低効率に置き換えられる可能性も考えられる。

図2に、最低効率と要求効率の関係を示す。サンプルの部分負荷運転点 Q_{PL} では、最低効率 ($\eta_{PL, min}$) がMEI = 0.1の要求効率 ($\eta_{PL, requ}$) を下回っているが、($\eta_{PL, min}) \geq 0.95$

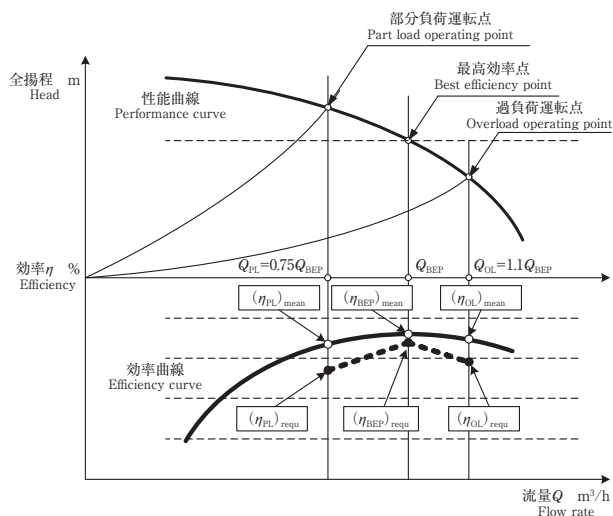


図1 ErP指令のポンプ要求効率

Fig. 1 Required pump efficiency by the ErP Directive

$\times (\eta_{PL, requ})$ であるので規制を満たすと考える。ただし、要求効率がMEI=0.4に引き上げられると規制を満たすことはできない。

(3) 導入時期

ErP指令では、段階的に効率規制を高めることで市場への急激な影響を緩和しつつ、最終的には効率の低い製品を排除しEU加盟国のエネルギー消費量を抑えることを目的としている。

現在のところ、2013年1月1日からMEI = 0.1の導入開始、また2015年1月1日からMEI = 0.4の導入開始が見込まれている。

2-2 GB規格の概要

GB規格とは、中国における国家級の基準であり、法律などにより強制執行を定められている強制規格 (GB) とそれ以外の任意規格 (GB/T) に分かれる。

陸上用清水遠心ポンプに関しては「清水遠心ポンプのエネルギー効率規定値及び省エネルギー評価値」(GB19762-2007)により、製造会社に規定効率の製品生産を要求すると同時に、更なる省エネルギー基準値を満足する製品を生産することを奨励している。

また、汚水汚物用水中ポンプに関して、GB/T26474-2009で規定している。欧州のErP指令にはない汚水汚物水中ポンプを対象とすることから中国当局の積極的な姿勢が伺える。

(1) 陸上ポンプの要求効率

陸上ポンプでは取扱液を清水に限定し、3種類のポンプについて、流量・比速度別に形式分類し、更に補正係数を加味して各ポンプ形式の要求効率を決定する。要求効率には効率限定値 η_1 、目標効率限定値 η_2 、省エネ評価値 η_3 の3段階がある。表4にポンプ形式と要求効率を示す。

ここで、表4の補正前効率 η と補正值 $\Delta \eta$ は以下の近

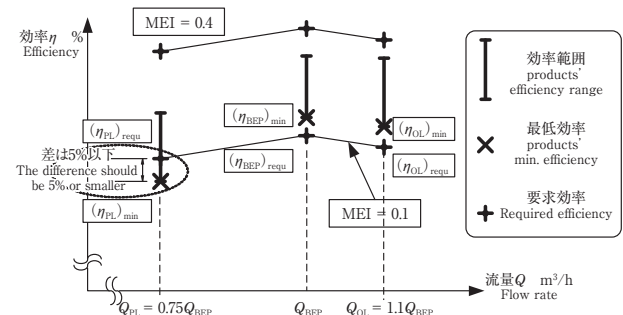


図2 ErP指令の最低効率と要求効率

Fig. 2 Minimum efficiency & required efficiency set by the ErP Directive

表4 GB規格のポンプ形式と要求効率 (GB19762-2007)
Table 4 Pump types and required efficiency values in the scope of GB19762-2007

ポンプ形式 Pump type	流量 Flow rate Q (m ³ /h)	比速度 Specific speed N_s	補正前効率 Efficiency value before correction η (%)	補正值 Correction factor $\Delta \eta$ (%)	規定点効率値 Efficiency values at the specified point η_0 (%)	効率限定値 Minimum allowable values of energy efficiency η_1 (%)	目標効率限定値 Target minimum allowable values of energy efficiency for pumps η_2 (%)	省エネ評価値 Evaluating values of energy conservation η_3 (%)
単段片吸込 清水遠心ポンプ Single stage end suction centrifugal pump for clean water	$300 \leq Q$	$120 \leq N_s \leq 210$	近似式1 Approximate formular	0	$\eta_0 = \eta$	$\eta_1 = \eta_0 - 3$	$\eta_2 = \eta - 2$	$\eta_3 = \eta_0 + 2$
		$120 > N_s, 210 < N_s$		近似式2, 3 Approximate formular 2, 3	$\eta_0 = \eta - \Delta \eta$	$\eta_1 = \eta_0 - 3$		$\eta_3 = \eta_0 + 2$
	$300 > Q$	$120 \leq N_s \leq 210$		0	$\eta_0 = \eta$	$\eta_1 = \eta_0 - 3$		$\eta_3 = \eta_0 + 1$
		$120 > N_s, 210 < N_s$		近似式2, 3 Approximate formular 2, 3	$\eta_0 = \eta - \Delta \eta$	$\eta_1 = \eta_0 - 3$		$\eta_3 = \eta_0 + 1$
単段両吸込 清水遠心ポンプ Single stage double suction centrifugal pump for clean water	$300 \leq Q$	$120 \leq N_s \leq 210$		0	$\eta_0 = \eta$	$\eta_1 = \eta_0 - 3$		$\eta_3 = \eta_0 + 2$
		$120 > N_s, 210 < N_s$		近似式2, 3 Approximate formular 2, 3	$\eta_0 = \eta - \Delta \eta$	$\eta_1 = \eta_0 - 3$		$\eta_3 = \eta_0 + 2$
	$300 > Q$	$120 \leq N_s \leq 210$		0	$\eta_0 = \eta$	$\eta_1 = \eta_0 - 4$		$\eta_3 = \eta_0 + 1$
		$120 > N_s, 210 < N_s$		近似式2, 3 Approximate formular 2, 3	$\eta_0 = \eta - \Delta \eta$	$\eta_1 = \eta_0 - 4$		$\eta_3 = \eta_0 + 1$
多段清水 遠心ポンプ Multistage centrifugal pump for clean water	$300 \leq Q$	$120 \leq N_s \leq 210$	0	$\eta_0 = \eta$	$\eta_1 = \eta_0 - 3$	$\eta_3 = \eta_0 + 2$		
		$120 > N_s, 210 < N_s$	近似式2, 3 Approximate formular 2, 3	$\eta_0 = \eta - \Delta \eta$	$\eta_1 = \eta_0 - 3$	$\eta_3 = \eta_0 + 2$		
	$300 > Q$	$120 \leq N_s \leq 210$	0	$\eta_0 = \eta$	$\eta_1 = \eta_0 - 4$	$\eta_3 = \eta_0 + 1$		
		$120 > N_s, 210 < N_s$	近似式2, 3 Approximate formular 2, 3	$\eta_0 = \eta - \Delta \eta$	$\eta_1 = \eta_0 - 4$	$\eta_3 = \eta_0 + 1$		

似式で示される。ただし、これらの近似式は本規格内図表の分析から求めたものであり、数式として示されたものではない。

近似式1: $\eta = 0.1237 \times \log(Q)^6 - 1.8172 \times \log(Q)^5 + 10.469 \times \log(Q)^4 - 29.299 \times \log(Q)^3 + 37.113 \times \log(Q)^2 - 0.6878 \times \log(Q) + 48.13$

近似式2: $\Delta \eta = 378.73 \times (N_s/100)^6 - 1789.9 \times (N_s/100)^5 + 3427 \times (N_s/100)^4 - 3414.8 \times (N_s/100)^3 + 1905.1 \times (N_s/100)^2 - 603.92 \times (N_s/100) + 98.971$ ($N_s < 120$ の場合)

近似式3: $\Delta \eta = 0.033 \times N_s - 6.9273$ ($N_s > 210$ の場合)

また、GB規格における比速度 N_{sGB} は次式で表される。

$$N_{sGB} = \frac{3.65n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Q : 流量 (m³/s)

n : 回転速度 (min⁻¹)

H : 全揚程 (m)

日本では一般的に Q : 流量 (m³/min) を用いるとともに定数3.65は乗じない。このため、日本と同等の N_s 値(N_{sJP})にするためには、2.122を乗じると換算できる。

$$N_{sJP} = 2.122 \times N_{sGB}$$

効率限定値 η_1 は2011年6月末までの要求効率である。目標効率限定値 η_2 は η_1 よりも厳しい要求効率で、2011年7月1日から運用が始まり当面の目標値となる。省エネルギー評価値 η_3 は最も高い効率値である。 η_1 及び η_2 は規制値であるが、 η_3 は規制値ではない。 η_3 を達成することで、国の省エネルギー製品の認証の取得が可能となり製品販売では有利になると思われる。

効率値にレベルを設けることはErP指令と類似しており、段階的な規制値引き上げの可能性が残ることから、今後の動向に注目する。

(2) ErP指令との比較

ErP指令及びGB規格から算出される要求効率 η は、ともに流量 Q が大きくなるほど高くなる傾向にある。しかし要求効率は、ポンプの形式・回転速度・流量・指数や補正值などにより異なるため、単純な比較は困難である。

その例として、片吸込み型単段直結ポンプ (ESOB: 1450 min⁻¹) においてErP指令の n_s とGB規格の N_{sGB} を日本で一般的に扱う $N_{sJP} \approx 200$ に換算した場合、ErP指令要求効率 η_{requ} (MEI=0.6) とGB規格省エネルギー評価値 η_3

が、2.5～200 m³/hの流量範囲で概ね同程度となる試算結果を得た。しかし、同形式のポンプでN_{Sp}が大きくなるとη_{requ} (MEI=0.6) が省エネルギー評価値η₃よりも高い値を示し、逆にN_{Sp}が小さくなると省エネルギー評価値η₃がη_{requ} (MEI=0.6) よりも高い値を示した。

このように、どちらの規制がより厳しいとは一概にはいえないため、同一製品を異なる市場へ投入する場合には、念入りの確認が必要である。

2-3 当社の取組み

当社では、前述した各地域におけるポンプ効率規制の動向を注視し、対象となる製品の改良・開発に努めている。具体的製品への展開については、機会を得て報告する予定である。

3. 各国のモータ効率規制の概要

ポンプを駆動するモータについても効率規制が進展している。本項では、代表国・地域ごとのモータ効率規制について示す。

3-1 モータの電力消費量

国際エネルギー機関 (IEA) の資料によると、世界で消費される電気エネルギーの4割以上がモータで使用さ

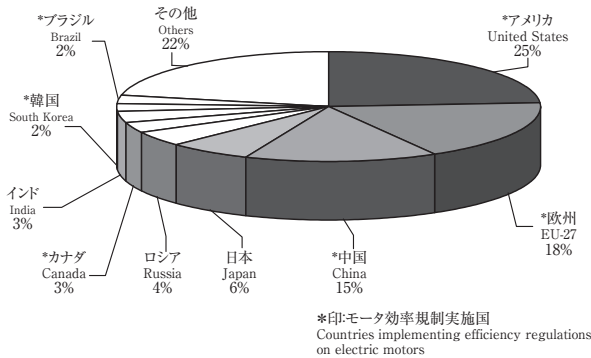


図3 モータの国別電力消費量⁸⁾
Fig. 3 Electricity end-use by sector, country and estimated demand for all electric motors (2006)

れていると推計されている⁸⁾。

消費量の多いモータの効率を高めることで得られる省エネルギー効果への期待から、各地域で最低エネルギー消費効率基準 (MEPS: Minimum Energy Performance Standard) を設け、高効率モータの使用を義務付ける法制化の動きが広がっている。

モータの国別電力消費量の割合を図3に示す。現在、中国・欧州などの国・地域 (図3中*印) では、既に高効率モータに関する法規制が進行している。

3-2 効率規格

代表的な国・地域における、モータの効率値を規定した規格を表5に示す。

効率レベルとは効率基準値を階層的に分類したものであり、複数のレベルを設けているのが一般的である。

モータの効率値は、有効入力と有効出力の比率 (%) で表される。

世界的な規格の例としてIEC (International Electro-

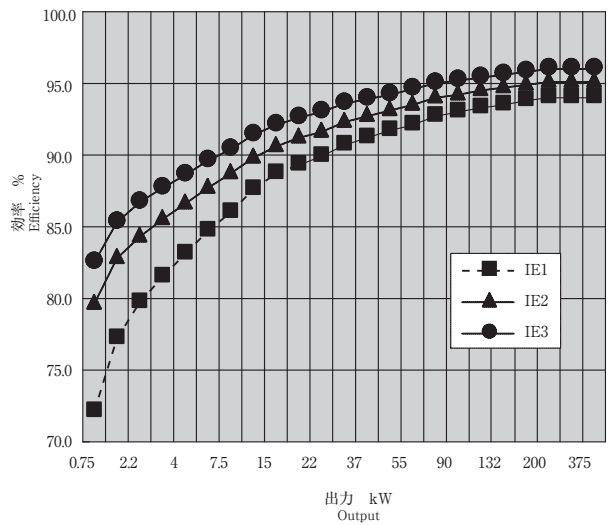


図4 IEC 60034-30電動機効率規制値 (4P 50 Hz)
Fig.4 Efficiency limit values for electric motors defined by IEC 60034-30 (4P at 50 Hz)

表5 代表的な国・地域のモータ効率規格

Table 5 Motor efficiency standards in major countries and regions

効率レベル Efficiency level	欧州 EU	米国 USA	中国 China	ブラジル Brazil	日本 Japan
	IEC60034-30	NEMA MG1	GB18613-2006	NBR 17094-1	JIS C 4034-30
プレミアム効率 Premium	IE3	NEMA Premium	1級 Grade 1	-	IE3
高効率 High	IE2	EPAct	2級 Grade 2	Minimum efficiency	IE2
標準効率 Standard	IE1	-	3級 Grade 3		-

表6 代表的な国・地域のモータ効率法制化概要
Table 6 Outline of motor efficiency regulations in major countries and regions

国・地域 Countries and regions	法律 Law	開始時期 Effective from	効率レベル Efficiency level	対象範囲 Scope					認証 Certification	表示義務 Indication required	規格 Regulation
				出力 Output	極数 Pole	電圧 Voltage	周波数 Frequency	外被構造 Structure			
米国 USA	エネルギー独立安全保障法 Energy Independence and Security Act of 2007										
	2010/12/19	EPAct (IE2)	1 ~ 500 HP	2~8P	600 V以下 600 V or less	60 Hz	開放形 全閉形 Open Totally enclosed	DOE	有 Yes	NEMA MG1-12-11	
NEMA Premium (IE3)		1 ~ 200 HP	2~6P	230/460 V	NEMA MG1-12-12						
欧州 EU	欧州委員会規則 Commission Regulation (EC) No.640/2009										
	2011/6/16	IE2	0.75 ~ 375 kW	2~6P	1000 V以下 1000 V or less	50/60 Hz	指定なし Not specified	不要 Not necessary	有 Yes	IEC60034-30-2008	
	2015/1/1	IE3/IE2 + VSD	7.5 ~ 375 kW								
2017/1/1	0.75 ~ 375 kW										
中国 China	エネルギー効率標識実施規則 (CEL-007) Implementation rules for energy efficiency labeling										
	2011/7/1	2級 (> IE3) Grade 2	0.75 ~ 315 kW	2P	690 V以下 690 V or less	50 Hz	全閉外扇形 Totally enclosed fan	CNIS	有 Yes	GB18613-2006	
			0.55 ~ 315 kW	4P							
0.55 ~ 250 kW			6P								
ブラジル Brazil	大統領令 Presidential Order 4508										
	2009/12/8	Minimum efficiency (IE2)	1 ~ 250 HP	2, 4P	600 V以下 600 V or less	60 Hz	全閉形 Totally enclosed	INMETRO	有 Yes	NBR17094-1-2008	
1 ~ 200 HP			6P								
			1 ~ 150 HP	8P							
日本 Japan	-	-	IE2/IE3	0.75 ~ 375 kW	2~6P	1000 V以下 1000 V or less	50/60 Hz	指定なし Not specified	-	有 Yes	JIS C 4034-30:2011

表7 代表的な国・地域のモータ効率法制化時期
Table 7 Years of the legislation of motor efficiency regulations in major countries and regions

国・地域 Countries and regions	年 Year	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
米国 USA		EPAct (IE2)			NEMA Premium (IE3)						
欧州 EU					IE2				IE3		
中国 China					2級 (> IE2) Grade 2						
ブラジル Brazil				Minimum efficiency (IE2)							

technical Commission : IEC60034-30) における4極 50 Hz モータの効率レベル (IE1 ~ IE3) を示す (図4)。効率レベルはモータ出力ごとに定義され、効率レベルが高い

ほど効率も高い (IE1 < IE2 < IE3)。

一方で、モータ出力が増加すると要求される効率は高くなるが、同出力における各効率レベルの差は小さくなる。

3-3 モータ高効率規制と導入時期

表6, 7に代表国・地域の法制化概要と導入時期を示す。

日本においては、昭和54年(1979年)「資源の有効利用」と「エネルギー使用の合理化」を目的として“省エネルギー法”が制定された。また、平成20年(2008年)の法改正で、工場・事業場単位の管理から、事業者単位(企業単位)での管理に規制体系が義務付けられ、「年平均1%以上のエネルギー消費原単位の低減」が目標となった⁹⁾。ただし、ここでのエネルギーとは燃料・熱・電気の合計(原油換算)を対象にし、その削減手法は事業者が計画・実施するため、直接省エネ法が高効率モータの採用を定義してはいない。

一方、前述したとおり国際的にはモータの効率向上を図る動きが活発化しており、日本でもモータ効率規制法制化の検討が進められている。

4. おわりに

地球規模の温暖化防止を背景に、国・地域で拡がりを見せるポンプ及びモータの効率規制動向を紹介した。我が国においても適用する規格や法制化に向けた検討が始まっている。その基本的な考え方の一つにトップランナー方式がある。これは市場における最高効率製品の性能を目標基準値とし、効率の低い製品を市場から徐々に排除し、製品全体の底上げを図ることで省エネルギーを促進するものである¹⁰⁾。これらの基準値は時間とともに二つの理由で変化すると考える。一つは関係機関からの規制強化、もう一つは各社の製品改良による業界全体の

レベルアップである。

当社では更なる省エネルギー化のニーズに対応するため、製品開発・改良に取り組む所存である。

参考文献

- 1) 国連人口基金 世界人口白書2011.
- 2) 松村ほか1名 エバラ時報No.225 (2009-10) “ポンプの省エネルギーの動向”.
- 3) “Directive 2005/32/EC of the European parliament and of the council: Establishing a framework for the setting of eco-design requirements for energy-using products” The European parliament of the council, July 2005.
- 4) Report to European Commission “Appendix 6: Lot 11 Water Pumps (in commercial buildings, drinking, food industry, agriculture)” AEA Energy & Environment, ED Number 02287, April 2008.
- 5) “Minimum required efficiency of rotodynamic water pumps and methods of qualification and verification” Proposal for an EN standard agreed by Joint Working Group of EURO-PUMP on Energy Using Products, December 2008.
- 6) “Directive 2009/125/EC of the European parliament and of the council: Establishing a framework for the setting of eco-design requirements for energy-related products” The European parliament of the council, October 2009.
- 7) “Commission Regulation (EU) No./.. of XXX implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for water pumps (D018886/02), 10 Feb. 2012” European Commission.
- 8) “Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems” International Energy Agency, 2011.
- 9) “エネルギー使用の合理化に関する法律 省エネ法の概要 2010/2011” 経済産業省 資源エネルギー庁 財団法人省エネルギーセンター.
- 10) “トップランナー基準 世界最高の省エネルギー機器の創出に向けて 2010年3月版” 経済産業省 資源エネルギー庁.