

家庭用燃料電池システムの概要及びドレンの性状等について

1. 家庭用燃料電池システム（エネファーム）について

- 家庭用燃料電池システム（以下、エネファーム）は、都市ガスやLPガスなどから取り出した水素と空気中の酸素を利用して、電気化学反応（水の電気分解の逆）により発電するシステムである。電気化学反応による発電により発電時のエネルギー効率が高いことに加え、発電時に発生する熱も回収してお湯として利用するので、より効率的にエネルギーを利用することができる。
- 地球温暖化対策上有効であること、および分散型発電所としてエネルギー安全保障にも貢献できることから、国の「日本再興戦略」では2030年に530万台の導入を目指すことが掲げられている。
- このため、国や自治体において補助金の交付対象にするなど、消費者の導入促進に向けた取り組みが行われている。
- 発電時にドレン排水が発生するため、中和器または脱気機能を有する機器を通すことによりpH7程度まで中和処理が行われて、機外に排出される。

（エネファームの原理）

エネファームには、固体高分子形燃料電池（PEFC）と固体酸化物形燃料電池（SOFC）の2種類があるが、原理やシステム構成に大きな違いはなく、燃料電池ユニットと貯湯ユニットから構成される。

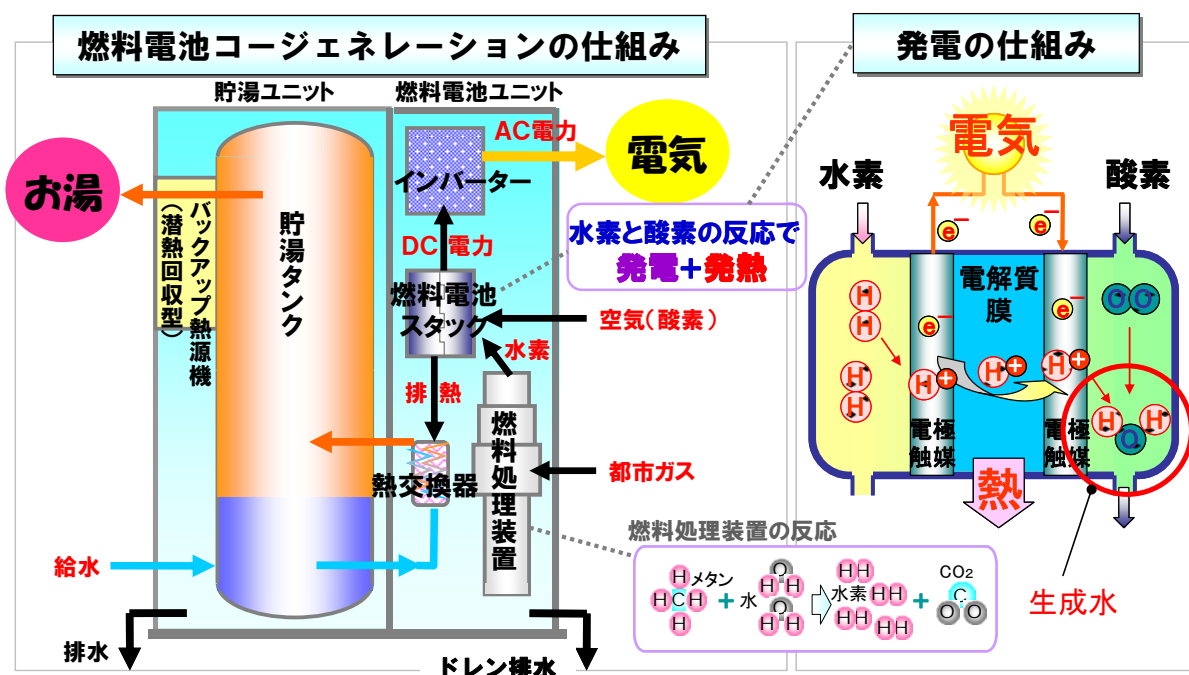


図1. エネファームのシステム構成図

- 燃料電池ユニットは、燃料処理装置、燃料電池スタック、インバータ等で構成される。燃料処理装置で燃料と水蒸気を反応させて取り出した水素を燃料電池スタックへ供給し、発生した直流電力をインバータで交流電力に変換して家庭内に供給する。

- 貯湯ユニットは、貯湯タンク、バックアップ熱源機等で構成される。燃料処理装置や燃料電池スタックで発生した熱は温水として貯湯タンクに蓄熱され、給湯として利用される。貯湯タンク内の湯量が不足した場合は、バックアップ熱源機によりお湯を供給する。

2. 燃料電池ユニットのドレン発生機構

- 燃料電池ユニットでは、2種類のドレンが発生する。
 - 1つ目は、燃料処理装置で発生した排ガス（燃料電池スタックにて水素を消費した後の、余剰ガス[組成；水素約30%、二酸化炭素約30%、メタン約5%、窒素約5%]の燃焼排ガス）を潜熱回収した際に発生するドレン（凝縮水）である。排ガス中の二酸化炭素が溶け込むため、ドレンはpH4～5程度の酸性になっている。
 - 2つ目は、燃料電池スタックで発電（水素と酸素が電気化学反応）した際に発生するドレン（生成水）である。生成水には排気ガスが含まれないので、1つ目のドレンよりも酸性度は中性に近くなる（pH5～6程度）。
- 燃料電池ユニット内で発生した2種類のドレンは凝縮水タンクに一旦集約され、純水化装置を通して燃料処理装置での水素製造（改質反応）に再利用される。
- エネファームの種類によって、水質、ドレン発生量が大きく変わることはない。またドレン発生量は、発電出力に応じて増加していく。機器外に排出されるドレン排水の量は、最大（750W 発電時）で1時間あたり350ml程度である。
- なお、貯湯ユニットについては、潜熱回収型ガス給湯器（エコジョーズ）が搭載されており、潜熱回収時にドレンが発生するが、通常は貯湯タンクの排水と共に污水へ排出している。

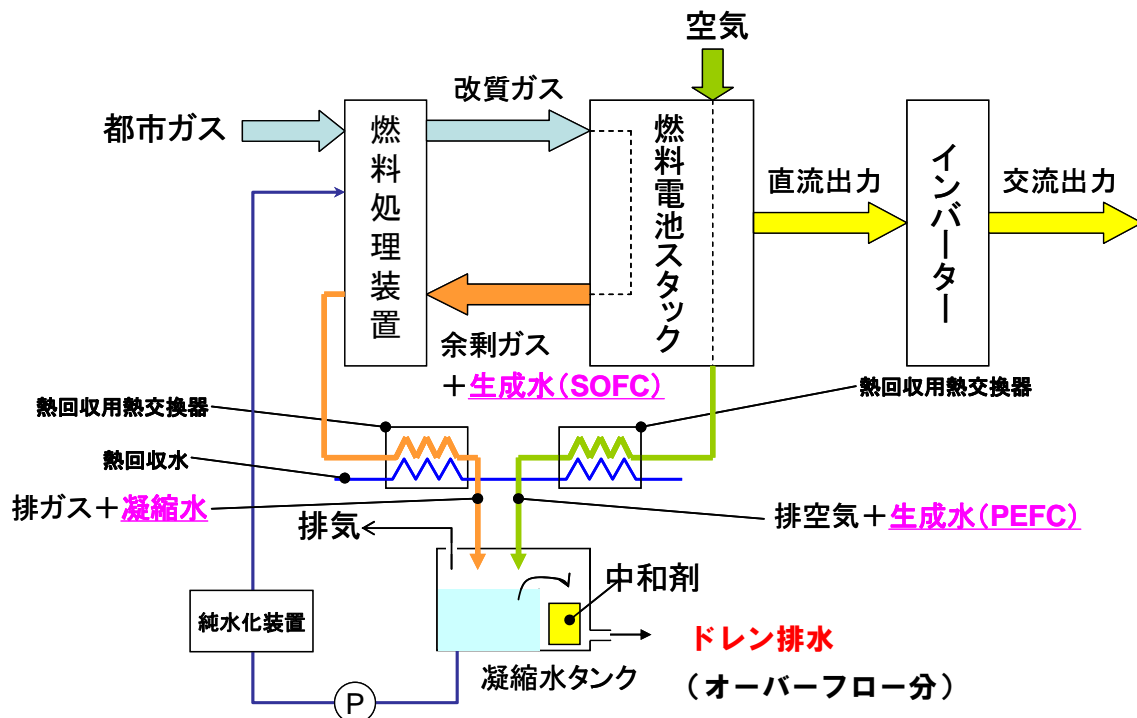


図2. 燃料電池ユニットのドレン発生機構（中和器を搭載する機種の場合）

3. ドレン処理機構と水質維持のための安全装置

(1) 中和器を搭載する機種の場合

1) ドレン処理機構の仕組み

- 燃料電池ユニット内の凝縮水タンクがオーバーフローする際に、中和剤を通して排出基準内（pH 5.8以上8.6以下）に中和処理して機器外に排出する。
- 中和剤としては、一般的な中和処理に使用される炭酸カルシウム（ CaCO_3 ）を使用している。酸性のドレンは炭酸カルシウムと化学反応することで中和される（エコジョーズと同様）。
- ドレン排水量は発電量に比例するため、メーカーは機器の積算発電量又は標準設計使用期間に応じて、ドレン排水の処理に必要な中和剤量をあらかじめ算出し搭載している。

2) ドレンの水質維持のための安全装置

① 長期使用による中和能力低下防止

燃料電池ユニットはドレン水質を維持するために、中和剤を積算発電量（設計時に設定）又は標準設計使用期間（現状では10年）以上搭載している。積算発電量又は標準設計使用期間を経過すると、燃料電池ユニットは強制停止する。その場合、中和剤の交換など修理・点検対応をしなければ復旧できないようになっている。

② ドレン排水経路の詰まりによる機能低下防止

中和器に何らかの異常があり詰まりが発生すると、凝縮水タンクの水位が上昇し、排気経路（排ガス経路及び排空気経路）が閉塞されることでエラー停止する。エラー停止した場合には、修理対応をしなければ復旧できないようになっている。

(2) 脱気機能を有する機種の場合

1) ドレン処理機構の仕組み

- 燃料電池の燃焼排ガスには窒素酸化物や硫黄酸化物がほとんど含まれないため、pHが低下する主要因は二酸化炭素の溶け込みである。水に溶け込んだ二酸化炭素は不安定であるため、充填物にぶつける等の衝撃を加えることにより容易に脱気される。
- 上記の理論を利用して、燃料処理装置で発生した燃焼排ガスを脱気処理（例；脱気筒、空気のバブリング等）することにより、排出基準内（pH 5.8以上8.6以下）に調整して機器外に排出する。

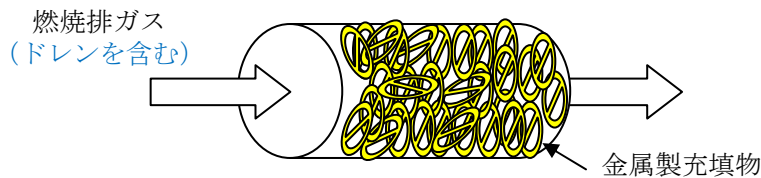


図3. 脱気筒の概念図

2) ドレンの水質維持のための安全装置

① 長期使用による中和能力

脱気機能を有する機器は、中和剤のように充填物の量が減少することなく、また耐食性のある（酸による腐食が起こりにくい）金属製充填物を使用しているため性状が安定していることから、長期間使用してもその機能が低下することなく、積算発電量（設計時に設定）又は標準設計使用期間（現状では10年）以上、ドレン水質を維持することができる。

② ドレン排水経路の詰まりによる機能低下防止

ドレン排水配管に何らかの異常があり詰まりが発生すると、凝縮水タンクの水位が上昇し、排気経路（排ガス経路及び排空気経路）が閉塞されることでエラー停止する。エラー停止した場合には、修理対応をしなければ復旧できないようになっている。

4. ドレン処理能力の認証表示

- ・エネファームから排出されるドレン排水については、第三者機関によりガス機器認証制度で決められたドレン検査基準（家庭用燃料電池のドレン検査基準：JIA G 046-14）に従い、ドレンを中和する性能及び異常時の安全性などを確認する。
- ・ドレン検査基準に適合したエネファームを識別するために、適合した認証品には「JIA 認証マーク」並びに「JIA ドレン検査基準対応品」の表示を製品銘板の近傍に行う。

※既にドレン排水の取扱いが運用されている潜熱回収型ガス給湯器等（エコジョーズ）については、全ての機器がドレン排水の水質基準適合品となるため、JIA の製品認証を表す「JIA 認証マーク」によりドレン検査基準適合として取り扱われているが、エネファームについてはドレン排水の水質基準適合の認証取得が選択制となり製品により異なるため、「JIA ドレン検査基準対応品」の表示を別途行う。

表 1. エコジョーズとエネファームの JIA ドレン検査基準対応表示

ガス機器	機器の識別 表示例	認証機種	JIA 製品認証 マーク	ドレン水基準認証表示	表示位置
潜熱回収型 ガス給湯器 (エコジョーズ)		全機種		左の認証マークで兼用	銘板表示 の近傍 ※主に正面
家庭用燃料電池 システム (エネファーム)		一部機種		※下記表示を行う JIA ドレン検査基準対	銘板表示 の近傍 ※正面また は側面

※基準に適合したと認められたエネファームについては、一般財団法人日本ガス機器検査協会のホームページにて確認することができる。

エネファームの JIA 認証製品一覧およびドレン検査基準対応品については、

<http://www.jia-page.or.jp/certification/directory/fc.html> 参照

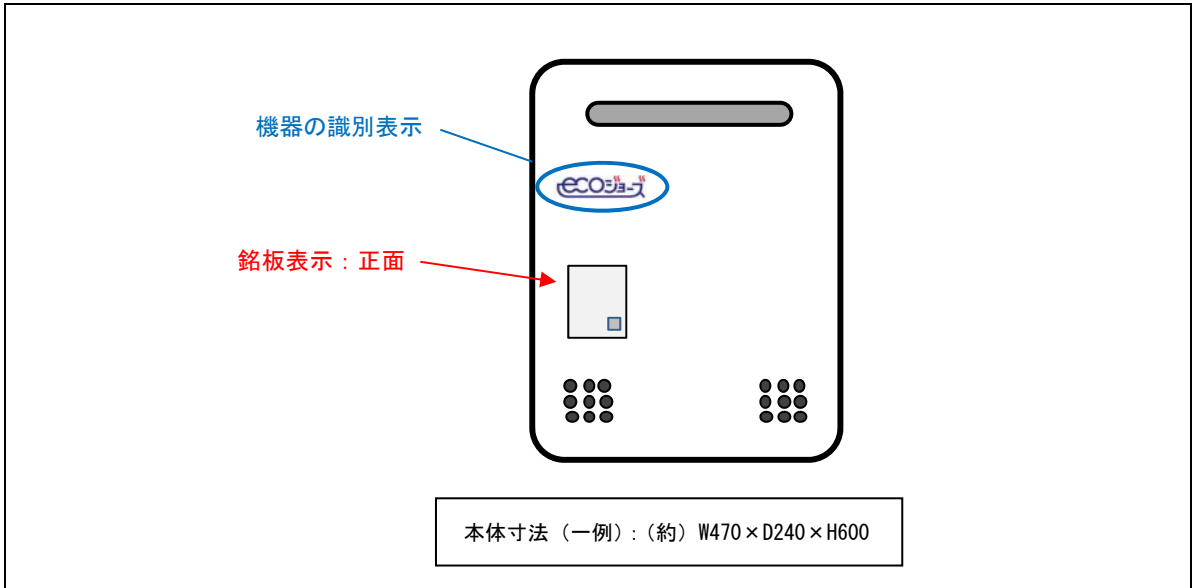
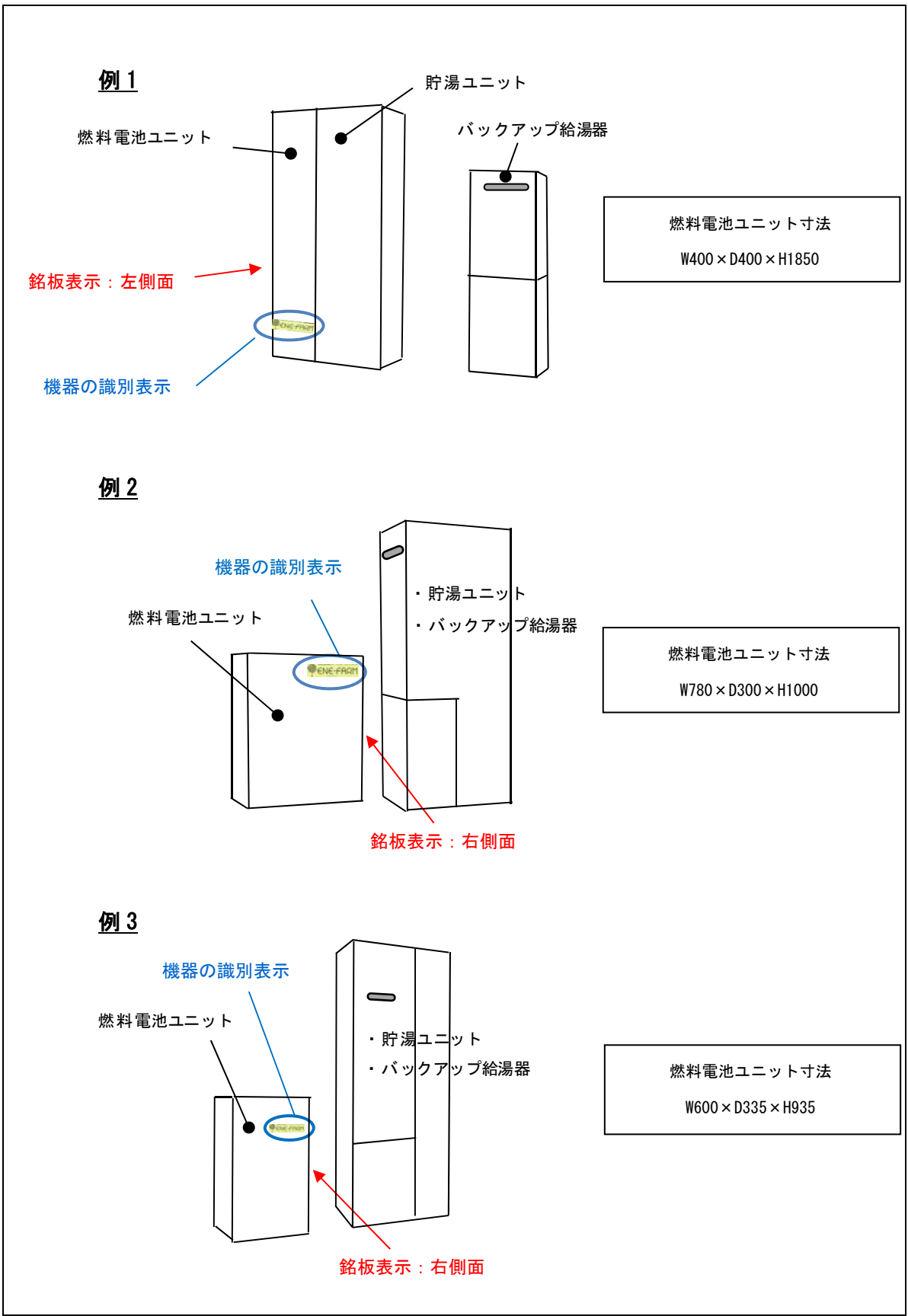


図4. 潜熱回収型ガス給湯器（エコジョーズ）ドレン検査基準認証品（一例）



図5. 家庭用燃料電池システム（エネファーム）ドレン検査基準認証品（一例）



(注) 燃料電池ユニット寸法については現行機種寸法を記載しています
 図 6. 家庭用燃料電池システム (エネファーム) ドレン検査基準に対応していない製品 (一例)

5. ドレン排水の水質試験結果

(1) 中和器を搭載する機種の場合

- ドレン排水の水質は、中和器により中和されることにより、水質汚濁防止法の水質基準を満たしている。
- 燃料電池ユニット内のドレンが通過する部品に使用される材質から、有害物質が析出しないことを確認している。

表1. エネファームドレン水質（中和器を搭載する機種の場合）

水質項目	基準値		測定値（A社09年製造機）	
	下水道法第8条 施行令第6条	（参考） 水質汚濁防止法	使用開始直後	20000時間 発電後
pH	5.8以上8.6以下	5.8以上8.6以下	6.3	6.4
大腸菌群数	3,000個/cm ³ 以下	3,000個/cm ³ 以下	<1	0
浮遊物質	40mg/L以下	200mg/L以下	<1	<1
生物化学的酸素 要求量（BOD）	計画放流水質に 適合する数値	160mg/L以下	<3	<1
化学的酸素要求量 （COD）	—	160mg/L以下	1	<1
窒素含有量	計画放流水質に 適合する数値	120mg/L以下	<1	<1
リン含有量	計画放流水質に 適合する数値	16mg/L以下	<0.2	<0.05
n-ヘキサン（鉱油）	—	5mg/L以下	<0.5	<1
n-ヘキサン（動植物油）	—	30mg/L以下	<1	<1

(2) 脱気機能を有する機種の場合

- 中和器を搭載する機種と同様に、水質汚濁防止法の水質基準を満たしており、また燃料電池ユニット内のドレンが通過する部品に使用される材質から、有害物質が析出しないことを確認している。

表2. エネファームドレン水質（脱気機能を有する機種の場合）

水質項目	基準値		測定値（B社12年製造機）
	下水道法第8条 施行令第6条	（参考） 水質汚濁防止法	使用開始直後
pH	5.8以上8.6以下	5.8以上8.6以下	6.3
大腸菌群数	3,000個/cm ³ 以下	3,000個/cm ³ 以下	0
浮遊物質	40mg/L以下	200mg/L以下	<2
生物化学的酸素 要求量（BOD）	計画放流水質に 適合する数値	160mg/L以下	8
化学的酸素要求量 （COD）	—	160mg/L以下	7
窒素含有量	計画放流水質に 適合する数値	120mg/L以下	<2
リン含有量	計画放流水質に 適合する数値	16mg/L以下	<0.1
n-ヘキサン（鉱油）	—	5mg/L以下	<2
n-ヘキサン（動植物油）	—	30mg/L以下	<2

※3. (2)に記載したように、耐食性のある金属製充填物を使用することから、長期間使用してもその機能が低下することはないため、20000時間発電後のデータは測定していない。

※表中にない水質汚濁防止法の一律基準（有害物質、生活環境項目）については、不検出か基準値を大きく下回るものであった。