

原子力発第02173号  
平成15年3月7日

愛媛県知事  
加戸守行 殿

四国電力株式会社  
取締役社長 大西 淳

伊方発電所第3号機使用済燃料ピットエリアモニタの不具合  
他3件にかかる報告書の提出について

平成15年1月に発生しました伊方発電所第3号機使用済燃料ピットエリアモニタの不具合他1件、平成14年2月14日に発生しました伊方発電所第2号機脱気器水面計用配管からの漏えい及び平成14年10月1日に発生しました伊方発電所第2号機タービン油冷却器冷却水系統手動弁の不具合につきまして、その後の調査結果がまとまりましたので、安全協定第11条第2項に基づき、別添のとおり報告いたします。

今後とも伊方発電所の安全・安定運転に取り組んでまいりますので、ご指導賜りますようお願い申し上げます。

なお、平成15年1月4日に発生しました伊方発電所第1号機湿分分離加熱器マンホールからの漏えいにつきましては、第21回定期検査において調査を実施することとしており、結果がまとまりましたら報告いたします。

以 上

伊方発電所第3号機

使用済燃料ピットエリアモニタの不具合について

平成15年3月  
四国電力株式会社

## 1. 件名

伊方発電所第3号機 使用済燃料ピットエリアモニタの不具合について

## 2. 事象発生の日時

平成15年1月6日 4時32分

## 3. 事象発生の設備

放射線管理設備 使用済燃料ピットエリアモニタ

## 4. 事象発生時の運転状況

通常運転中（出力933MW）

## 5. 事象の概要

伊方発電所第3号機は、通常運転中のところ、平成15年1月6日4時32分、中央制御室に使用済燃料ピットエリアの線量当量率が上昇したことを示す警報が発信し、運転員が使用済燃料ピットエリアモニタの指示値を確認したところ、通常値約2  $\mu\text{Sv/h}$  であるところが1.8  $\times 10^4$   $\mu\text{Sv/h}$  付近に上昇していた。

このため、補助建屋排気筒モニタ指示値等、他のパラメータを確認したところ異常は認められず、また、現地においてパトロールサーベイメータによる測定を行った結果、当該モニタ測定場所の実際の線量当量率は約1  $\mu\text{Sv/h}$  であったことから、当該モニタの不具合が推定されたため、モニタ各部の調査を行った。

その結果、現地に設置している半導体式検出器の動作不良が確認されたことから、当該検出器を予備品に取り替え、使用済み燃料ピットエリアモニタが正常な値を示すことを確認し、同日9時10分通常状態に復帰した。

なお、本事象によるプラントの運転への影響及び周辺環境への放射能の影響はなかった。  
(添付資料 - 1)

## 6. 事象の時系列

1月6日

4時32分	中央制御室に「エリアモニタ線量当量率」、「エリアモニタ線量当量率高」警報発信、使用済燃料ピットエリアモニタの「線量当量率高」表示灯点灯 使用済燃料ピットエリアモニタの指示値が1.8 $\times 10^4$ ~ 2.0 $\times 10^4$ $\mu\text{Sv/h}$ に上昇していることを確認 補助建屋排気筒モニタの指示値、使用済燃料ピットの水位及び温度に異常がないことを確認
4時45分頃	パトロールサーベイメータにより当該モニタ測定場所の線量当量率を測定し、異常がないことを確認
6時00分	放射線監視盤及び検出器調査開始
7時20分	検出器の不具合を確認
8時30分	検出器取替作業開始
8時50分	検出器取替作業終了
9時10分	使用済燃料ピットエリアモニタの指示値が正常であることを確認

## 7. 調査結果

### (1) 現地調査

使用済燃料ピットエリアモニタの指示値が上昇した原因の特定のため、以下の調査を実施した。

- a .チェック線源により検出器を照射し、中央制御室の指示値を確認したところ、約  $4.3 \mu\text{Sv/h}$  であるべきところ、 $1.7 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$  と、事象発生時と同様に異常な値を示した。
- b . 信号処理部の健全性確認のため、検出器を切り離し、試験回路より信号処理回路に基準信号を入力したところ、 $1 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$  相当の基準信号に対し、指示値は  $1 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$  であり、信号処理部に異常は認められなかった。
- c . 接触不良の有無を確認するため、検出器及びコネクタ部のタッピングを実施したところ、指示値に変化は見られなかった。

以上のことから、当該エリアモニタの指示値上昇は、検出器単体の不具合によるものと判断した。(添付資料 - 1)

### (2) 工場調査

検出器を取り外し、メーカー工場にて以下の調査を実施した。

- a . 検出器の外観目視点検  
外観目視点検の結果、腐食、傷、変形等の異常は認められなかった。
- b . 指示値上昇の再現試験  
現場の設置状態を模擬し、再現試験を実施した結果、検出器の周囲温度を約  $25$  から約  $14$  に下げると指示値が上昇することを確認した。  
このことから、指示値上昇には、周囲温度の影響があることが判明した。
- c . 検出器の詳細調査  
指示値が上昇した状態で以下の調査を実施した。(印加電圧： $12\text{V}$ 、周囲温度：約  $14$  )

#### (a) 信号波形の確認

検出器出力信号の波形を確認したところ、発振<sup>\*1</sup>が認められた。

このことから、電源回路の電圧変動成分を吸収し、電圧を安定させるために設けられている3個のコンデンサ(C4、C6、C7)の静電容量(以下、「容量」という)低下が推定された。

\* 1 : 発振

増幅回路の出力信号に本来の信号とは異なる一定の周波数・振幅・波形を持つ信号が現れる現象。

( b ) 発振源の調査

3個のコンデンサに、それぞれの容量と同じ容量のコンデンサを順次、並列に接続して発振状態を確認したところ、コンデンサC7(以下、「当該コンデンサ」という)に接続した場合のみ発振が収束し、コンデンサC4、C6に接続した場合には、変化は認められなかった。

( c ) 発振開始容量の調査

容量の異なるコンデンサを用意し、当該コンデンサと順次取り替え、容量を変化させて発振が開始する容量を調査した結果、約1.2 μF以下で発振することがわかった。

( d ) 容量測定

当該コンデンサの容量を測定したところ約1 μF<sup>\*2</sup>であり、発振開始容量を下回っていた。

なお、当該コンデンサ単体で容量測定を行った場合(印加電圧: 0 V、周囲温度: 約14 )は、約5.2 μF<sup>\*2</sup>の容量を有しており、公称容量(4.7 μF)を満足するものであった。

\* 2 : 測定誤差(±30%)を含む

以上のことから、当該コンデンサは、使用状態において容量が低下しており、周囲温度が14 以下の場合、容量が発振開始容量以下となり、検出器内で発振を生じることが判明した。(添付資料 - 2)

d . 当該コンデンサ容量の調査

メーカーカタログにより、当該コンデンサの標準仕様について調査した結果、以下のような特性を有していることが判明した。

- ・ 製造時のばらつき : 公称容量に対して - 20% ~ + 80%
- ・ 印加電圧特性 : 公称容量に対して約 - 70% (印加電圧: 1.2 V)
- ・ 温度特性 : 公称容量に対して約 - 5%  
(周囲温度: 25 14 、印加電圧: 1.2 V)

このことから、単体では公称容量(4.7 μF)のコンデンサであっても、これら3つの特性が容量低下側に重なると、使用状態においては容量が約1 μFとなり、発振開始容量以下となる可能性があることがわかった。

(添付資料 - 3)

### ( 3 ) 当該コンデンサの選定経緯

当該エリアモニタの設計メーカ（以下、「メーカ」という）における検出器開発段階での当該コンデンサの選定経緯について調査した結果は、以下のとおりであった。

- a . 当該検出器については、メーカにおいて回路の基本設計を行い、使用部品の選定及び組立については、半導体検出器の専門メーカ（以下、「専門メーカ」という）に外注していた。
- b . メーカで基本設計を行った際、当該コンデンサの容量は  $2 \mu F$  で発振しないとの設計評価を行ない、約 2 倍程度の設計余裕を考慮して当該コンデンサの設計容量を  $4.7 \mu F$  に指定した。
- c . 専門メーカは部品選定の際、コンデンサの設計容量のみに着目して部品選定を行ったため、当該コンデンサの特性が容量低下側に重なった場合の影響までは確認していなかった。
- d . メーカは、専門メーカに外注していることから、当該コンデンサの特性の確認は行わなかった。
- e . メーカでの開発検証試験における温度試験（  $0 \sim 60$  ）では、今回と同様の事象は確認されていなかった。

これは、コンデンサ製造上の特性のばらつき等により、コンデンサの容量が発振開始容量以下には低下しなかったことによるものと考えられる。

### ( 4 ) 保修履歴の調査

当該検出器は信頼性向上等の観点から、平成 13 年 5 月に GM 管式から半導体式の検出器に取り替えたものであった。

また、当社は、半導体式検出器の採用にあたり、メーカでの開発検証試験結果および測定範囲、使用温度等の設計要求事項を満足することを確認していた。

### ( 5 ) 検出器周囲温度の調査

事象発生時の検出器周囲温度は記録されていないが、事象発生翌日（ 1 月 7 日 ）に周囲温度を測定した結果は約  $14$  であった。

## 8 . 推定原因

使用済燃料ピットエリアモニタの指示値が上昇した原因は、検出器周囲温度の低下に伴って、内部の回路に設置されているコンデンサの容量が発振開始容量以下に低下し、出力信号に発振を生じたためと推定される。

当該コンデンサの容量が発振開始容量以下に低下した原因は、メーカーでの検出器開発段階において当該コンデンサを選定した際、使用電圧・周囲温度等の使用条件による特性変化に対する確認が適切に行われておらず、発振開始容量に対して余裕の小さいコンデンサが使用されていたためと考えられる。

## 9 . 対 策

( 1 ) 当該検出器を予備品に取り替え、健全性を確認のうえ復旧した。

( 2 ) 伊方発電所で使用している同型の半導体検出器全数(当該検出器を含みエリアモニタ27台、プロセスモニタ3台)の当該コンデンサを製造時のばらつきが少なく、印加電圧特性の優れた代替品に取り替えることとし、このうち、当該検出器及び周囲温度が当該検出器と同程度になる可能性のある検出器計5台については、代替品への取替を完了した。

なお、その他の検出器については、平成15年9月から開始する予定である3号機第7回定期検査終了までに、計画的に代替品への取替を行う。

( 添付資料 - 4 )

( 3 ) 当該検出器のメーカーに対し、外注業務を行うにあたって、調達管理の強化を図るよう要求するとともに、メーカーにおける以下の再発防止策及びその実施状況について確認した。

- ・ 外注先から、部品選定にあたっての検討書を徴収し、部品の選定に問題がないことを確認する。
- ・ 関係者に今回の事象について周知するとともに、再発防止策についての教育を行う。

( 4 ) 今回の事象についてのワンポイントレッスンを作成し、所内関係者に周知した。

以 上

## 添 付 資 料

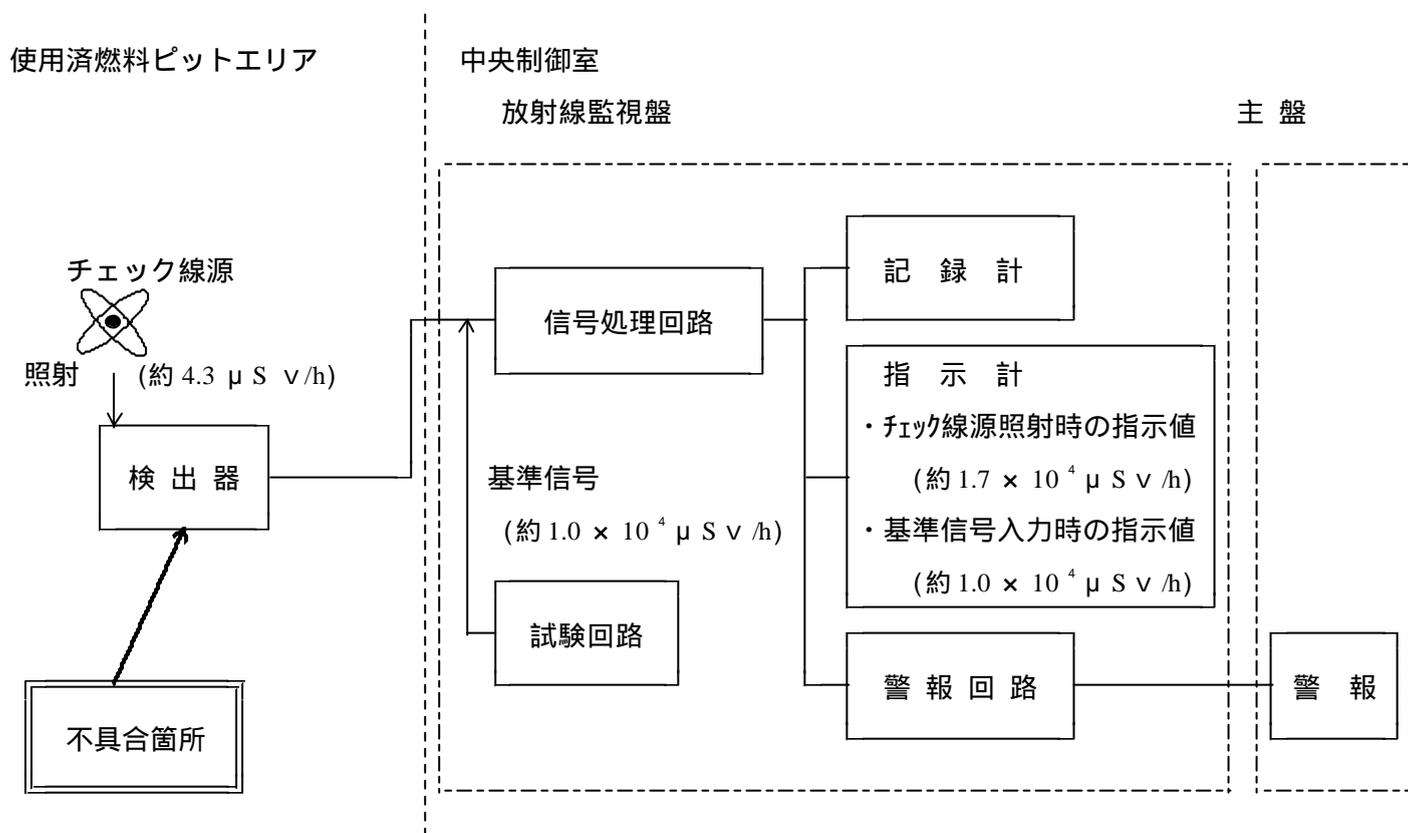
添付資料 - 1 伊方発電所第3号機使用済み燃料ピットエリアモニタ回路図

添付資料 - 2 検出器回路図

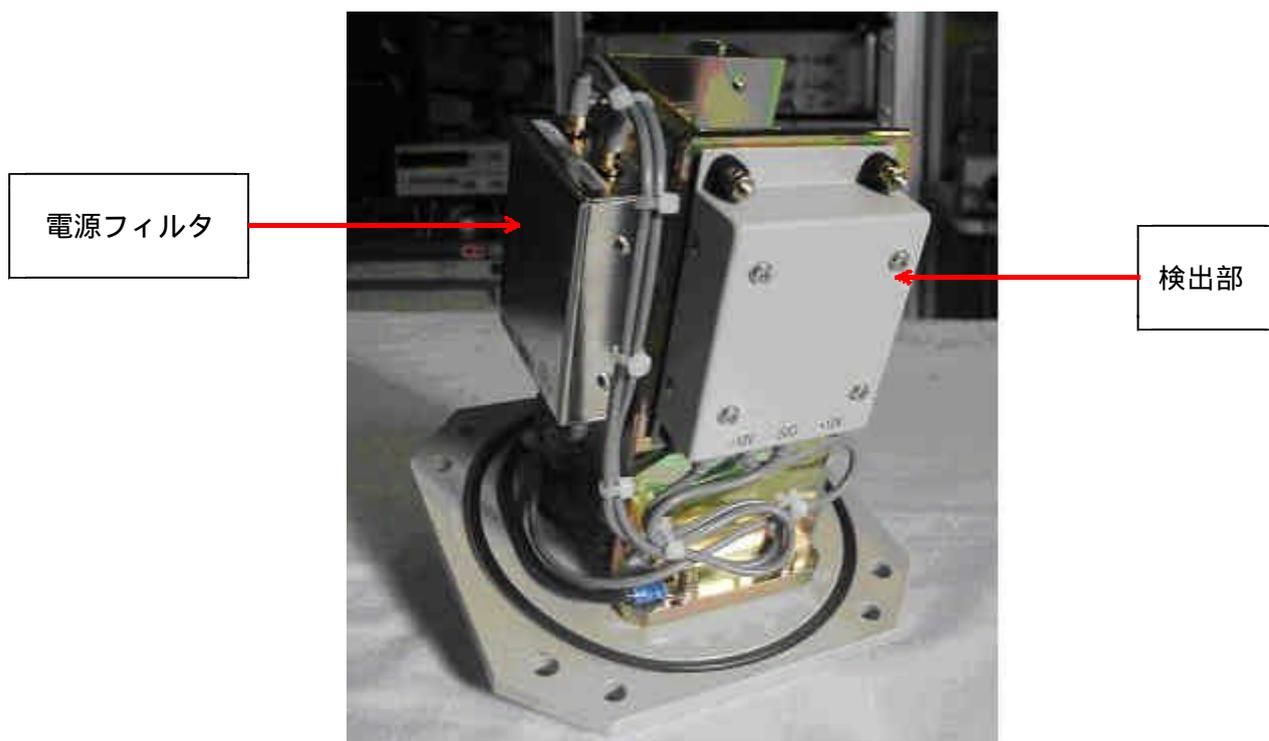
添付資料 - 3 コンデンサ容量特性について

添付資料 - 4 コンデンサ仕様比較表

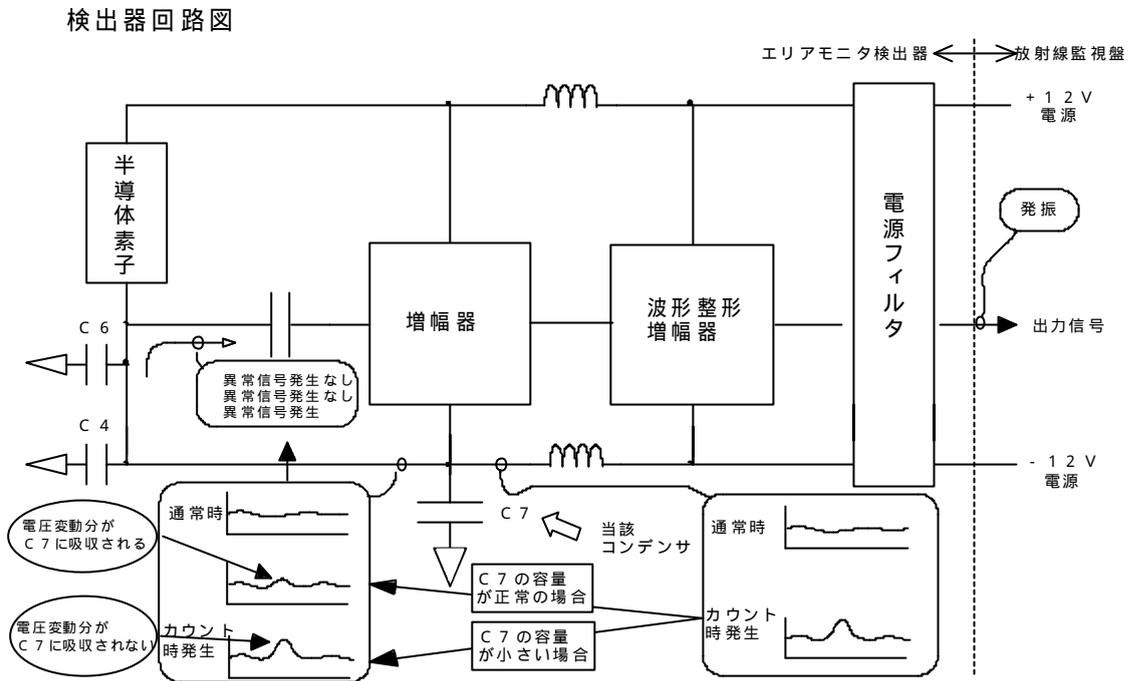
# 伊方発電所第3号機使用済み燃料ピットエリアモニタ回路図



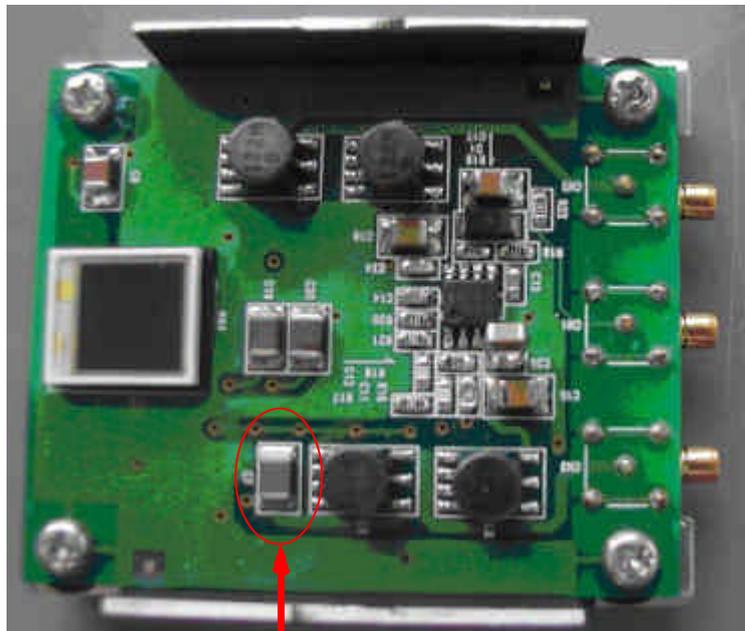
検出器外観



# 検出器回路図

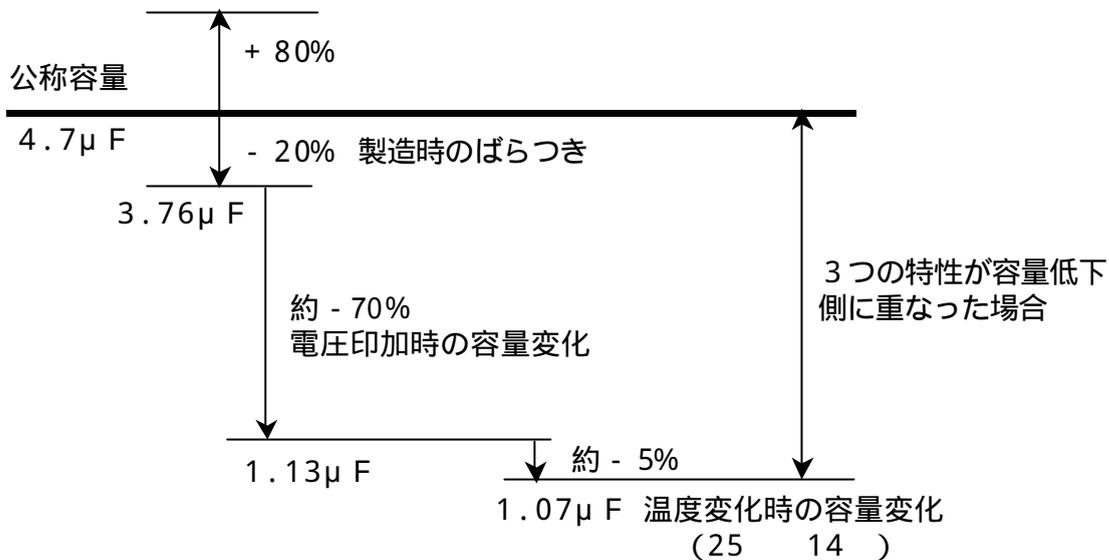


検出部写真 (約 6 cm × 5 cm)



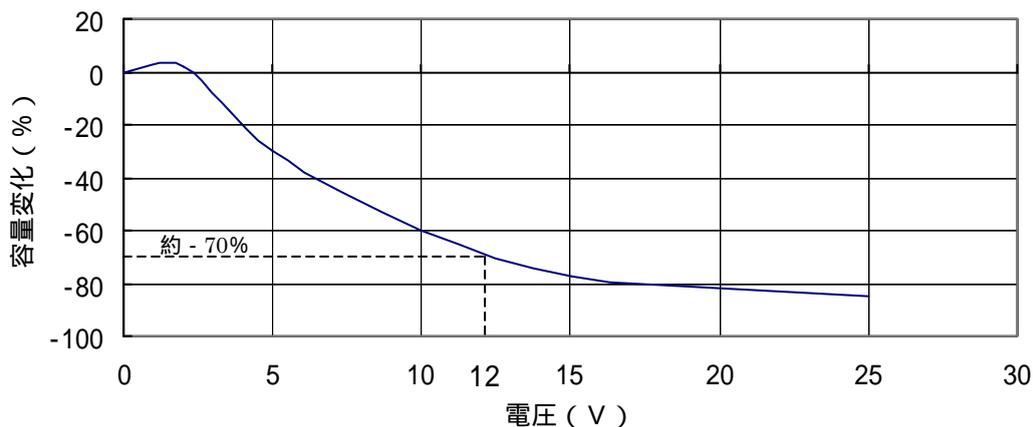
当該コンデンサ

## コンデンサ容量特性について

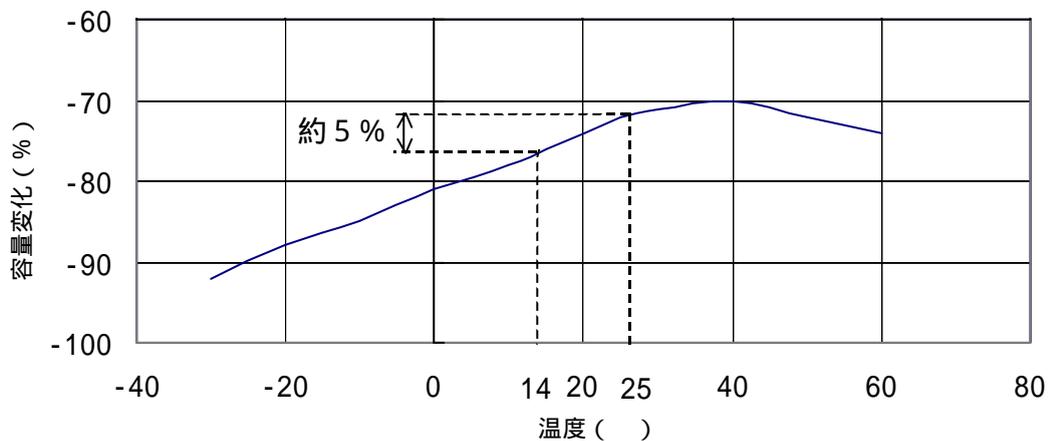


(参考)

印加電圧特性



温度特性



## コンデンサ仕様比較表

	当該コンデンサ	代替コンデンサ
公称容量	4.7 $\mu$ F	4.7 $\mu$ F
製造時のばらつき	-20% ~ +80%	-10% ~ +10%
公称容量に対する印加電圧特性 (印加電圧: 12V)	約 -70%	約 -10%
公称容量に対する温度特性	$\pm 10\%$ (-30 ~ +85 )	$\pm 10\%$ (-25 ~ +85 )