

伊方発電所における緊急時対策支援システムへの
伝送停止について

平成28年 6月

四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所における緊急時対策支援システムへの伝送停止について

2. 事象発生の日時

平成28年 4月28日 18時46分（確認）

3. 事象発生の設備

緊急時対策所(EL. 32m)通信連絡設備

4. 事象発生時の運転状況

1号機 第28回定期検査中

2号機 第23回定期検査中

3号機 第13回定期検査中

5. 事象発生の状況

伊方発電所第1、2、3号機は定期検査中のところ、4月28日14時19分頃、緊急時対策所(EL. 32m)にある通信連絡設備の無停電電源装置（以下、「UPS」という。）の機能確認を行っていたところ、総合事務所に「システム重故障」の信号が発信し、原子力規制庁の緊急時対策支援システム^{*1}（以下、「ERSS」という。）へのデータ伝送が停止した。

同日14時21分頃、本設電源に切り戻し、ERSSへのデータ伝送は復旧した。

その後、その他の通信連絡設備の機能確認を行い、18時46分に終了した。
なお、本事象による周辺環境への放射能の影響はなかった。

（添付資料-1）

※1 緊急時対策支援システム（ERSS）

原子力発電所が正常に稼働しているかどうかを常時確認し、事故が起こった場合に、事故状態の確認・判断、今後の事故進展を解析・予測するための国のシステム。これらの情報（プラント情報）は原子力発電所から原子力規制委員会へ送られ共有されている。

6. 事象の時系列

4月28日

- 13時40分頃 通信連絡設備の機能確認作業開始
- 14時19分頃 通信連絡設備のUPSの動作確認（給電機能確認）において、通信連絡設備の電源を本設電源から蓄電池への電源切替えを実施したところ、総合事務所に「システム重故障」の警報が発信するとともに、ERSSへのデータ伝送が停止
- 14時21分頃 UPSを本設電源へ切り戻し、ERSSへのデータ伝送を再開。調査開始
- 18時46分 その他の通信連絡設備の機能確認を終了し、その他の通信連絡設備が健全であることを確認したことから、UPSの不調と判断

7. 調査結果

(1) 現地調査

UPSの動作確認時において、本設電源からのしゃ断器を「切」とし、蓄電池への電源切替えを行った際に蓄電池からの給電が停止し、通信連絡設備の電源が喪失したことによりERSSへのデータ伝送が停止した。このため、UPS本体、UPSに接続する負荷等について以下の調査を実施した。

a. UPSの調査

UPSを代替品に取替え、代替品による動作確認を実施したところ、事象が再発した。

また、取り外したUPSについて単体で動作確認を実施したところ、正常に蓄電池に切替わることを確認した。

b. UPSに接続する負荷量の調査

UPSに接続する負荷量を確認したところ、事象発生時の負荷は435Wであり、UPS容量(4,000W)の約11%であることから、接続する負荷量に問題はなかった。

c. 負荷の切り分けによる再現性確認

UPSに接続する負荷を個々に切り分けて再現性確認を行ったところ、負荷の一つであるファックスにおいて再現性が確認された。その他の負荷については、再現性は確認されなかった。

d. ファックスの調査

ファックスの調査を実施したところ、ファックスが節電モード^{*2}の時は、電流値の上昇はなく、約0.3Aの値で安定していることを確認した。

ファックスの節電モードを解除した場合は、約40秒に1回の割合で電流値が上昇（瞬時（ピーク）値で約50A）していることを確認した。

メーカーに確認したところ、当該ファックスは印刷部がレーザープリンタとなっており、トナーを記録紙に定着させるために熱と圧力を加える定着器を有しており、定着動作をしていない状態でも定着器の温度を保つためヒータのオンオフを繰り返している、との回答を得た。

(添付資料－2)

※2 節電モード

一定時間機械を使用しない場合に自動または手動により機器の消費電力を抑えるためのモード

(2) 工場調査

取外したUPSおよび現地と同型機のファックスを使用して、工場に現地と同様の状態を設定し、詳細な調査を実施した。

a. 機器点検

UPSの点検の結果、機器・回路の損傷、断線および過熱損傷痕等の異常は認められなかった。

b. 再現性確認試験

詳細な再現性確認を行ったところ、電流値が上昇する際の最初の約0.2～0.3秒間において、電流波形が半波波形^{※3}になっていることを確認した。

(添付資料－3)

※3 半波波形

プラスとマイナスの波を交互に出力する交流（電圧・電流）波形（これを全波波形という）に対して、プラス側またはマイナス側だけの波形をいう。

c. ファックスメーカーへの確認

メーカーに確認したところ、当該ファックスの定着器のヒータの制御において、ヒータ温度制御の精度を高めるために半波波形電流の給電の段階を経て全波波形電流の給電をする制御としているとの回答を得た。

d. UPSメーカーへの確認

メーカーに確認したところ、当該UPSは、半波波形の負荷が一定時間（約0.2秒）接続されると、回路内の直流部のバランスが崩れ、異常として検知し、その結果、当該UPSの保護回路が動作し、蓄電池からの給電が本設電源からの給電（バイパス給電）に切替わり、今回の様に本設電源を「切」としていた場合は給電が途絶える、との回答を得た。

再現性確認を行ったところ、メーカー回答どおりに動作していることを確認した。

(添付資料－4, 5)

e. 電流安定器接続によるUPS動作確認

UPSとファックスの間に電流安定器として絶縁トランス^{※4}を接続することにより、半波波形電流を全波波形に整形した。これによりファックスによって生じる半波波形電流の影響を阻止し、UPSは停止しないことを確認した。

(添付資料-6)

※4 絶縁トランス

入力側（一次側）の電線と出力側（二次側）の電線が繋がっていない（絶縁されている）タイプの変圧器（トランス）をいう。電線が繋がっていないため、一次側の電流が直接二次側に流れない構造となっている。

(3) 事象発生原因に係る考察

当該事象においては、当初はUPSの不調と判断していたが、UPSを代替品に取替えても同事象が発生したこと、取外したUPS単体に半波波形電流が流れない負荷を接続した場合は正常に動作したことから、UPSはメーカー仕様通りに動作していた。

また、半波波形電流が流れるファックスに対して再現性が確認されたが、電流安定器を接続した状態での動作確認において正常に動作したことから、UPSと半波波形電流が流れるファックスとの間に十分な協調がとれていなかったことが原因と考える。

(4) ファックスおよびUPS設置時の状況

当該ファックスおよびUPSについては、平成27年3月に設置した。設計段階ではUPSに接続する負荷の消費電力を確認し、余裕を持った容量設計としている。また、当該UPSが半波波形の負荷に対応していないことは認識していたが、当該ファックスについては取扱説明書による確認では半波波形負荷であることは認識できなかった。

UPSの設置段階では、UPS単体の動作確認およびファックス以外の負荷を接続した状態における動作確認を実施した。これは、UPSの容量が負荷の消費電力に対し、十分な余裕があったこと、当時はファックスが半波波形の負荷であるという認識が無く、その他負荷と同等の負荷と考えていたこと、またファックスは過去に電源のオンオフにより故障を発生させたことから、念のため試験時の負荷から除外したことによるものである。

このため、蓄電池からの給電時におけるファックスの動作確認は実施していなかった。

(5) 過去の類似事象の調査

平成11年12月の安全協定確認書改訂以降では、UPSからの給電時における不具合事象が発生していないことを確認した。

8. 推定原因

UPSの動作確認において、本設電源からのしゃ断器を「切」とし、蓄電池への電源切替えを行った際に、負荷の一つであるファックスのヒータ制御において間欠的に半波波形電流が流れることにより、UPSの保護回路が動作し、これによりバイパス給電に切替わったため、通信連絡設備の電源が途絶え、ERSSの伝送が停止したものと推定される。

今回、ファックスおよびUPS設置において、半波波形電流のようなUPSの制限に該当する特異な負荷特性について、ファックスの取扱説明書では確認できず、考慮が不足していたこと、さらに、蓄電池からの給電時におけるファックスの動作確認は不要としたことから、ファックスによるUPSの給電機能への影響を把握できず、事象発生に至ったものと考えられる。

9. 対策

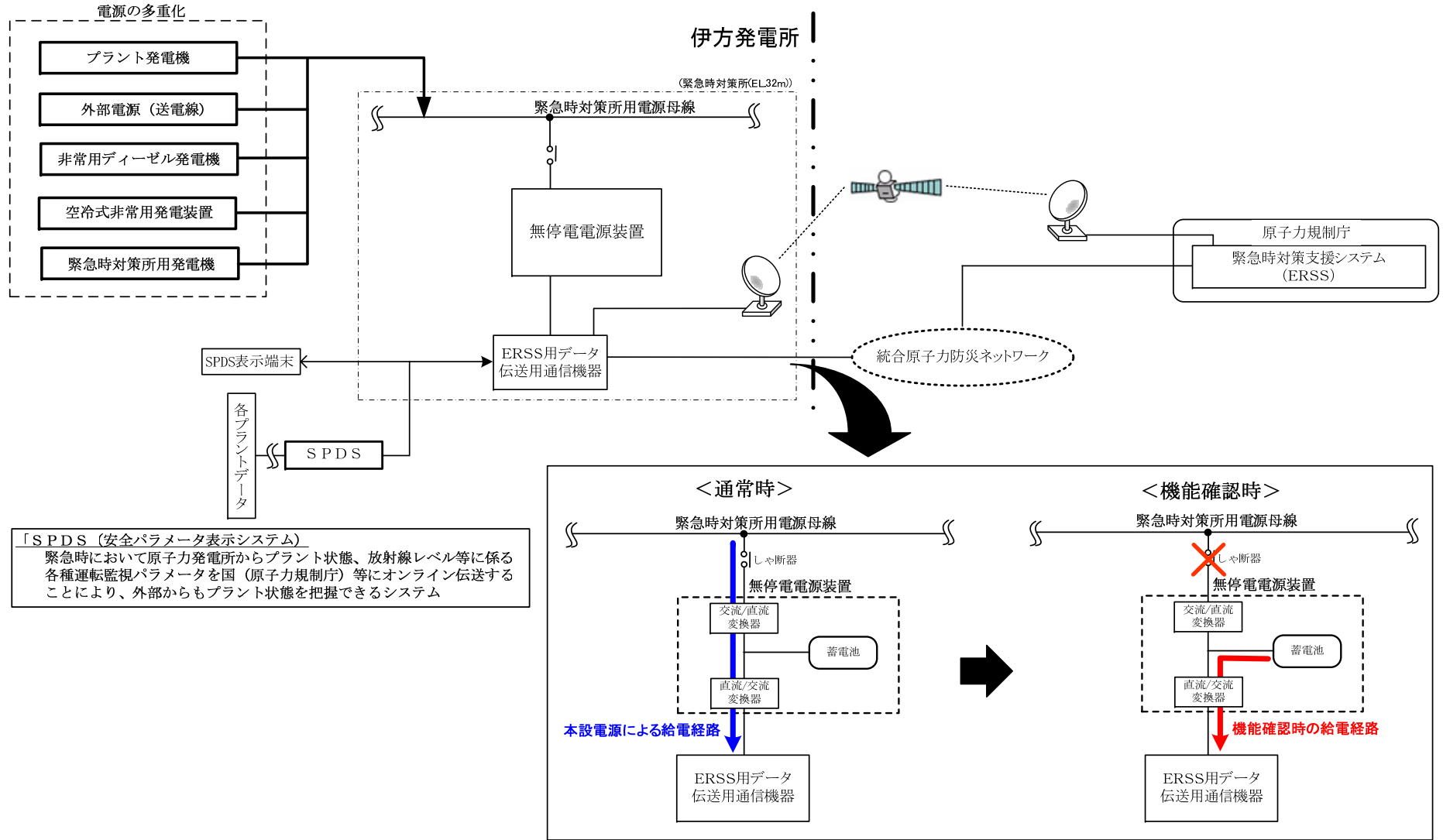
- (1) UPSとファックスの間に電流安定器を接続し、ファックスにより生じる半波波形電流による影響を阻止することにより、UPSの蓄電池からの給電時にも安定して運転できるよう対策し、健全性を確認のうえ復旧した。
- (2) 今後、プラント設備に対して以下の点について確認を行うようマニュアル等に記載する。
 - ・UPSの選定においては、UPSの仕様が接続する負荷に対応していることを確認する。
 - ・UPSの仕様に半波波形電流のような特異な負荷を接続できないなどの制限がある場合は、ファックスなどの特殊な負荷については取扱説明書の確認だけでなく、UPSに接続する機器のメーカーに対して、制限に該当する負荷特性の有無を確認する。
 - ・制限に該当する負荷特性の有無を確認できない機器を使用する場合は、動作確認試験により確認する。
 - ・制限に該当する負荷特性が無いことをメーカーに確認できた場合においても、UPSに接続する装置の仕様変更を伴う一式取替えや、UPSの新規設置など、UPSの給電に影響を及ぼす可能性がある場合は、念のため動作確認試験を実施する。

以 上

添 付 資 料

- 添付資料－ 1 緊急時対策所(EL. 32m)通信連絡設備 電源系統概略図
- 添付資料－ 2 ファックスの現地調査結果
- 添付資料－ 3 ファックスの工場調査結果
- 添付資料－ 4 U P S のバイパス給電動作
- 添付資料－ 5 模擬回路による再現性確認結果
- 添付資料－ 6 電流安定器（絶縁トランス）接続によるU P S 動作確認

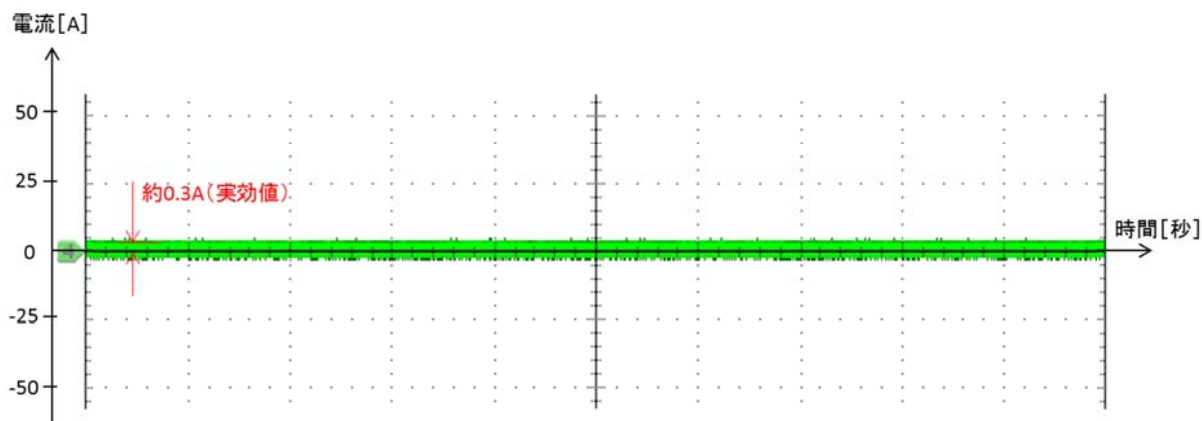
緊急時対策所 (EL. 32m) 通信連絡設備 電源系統概略図



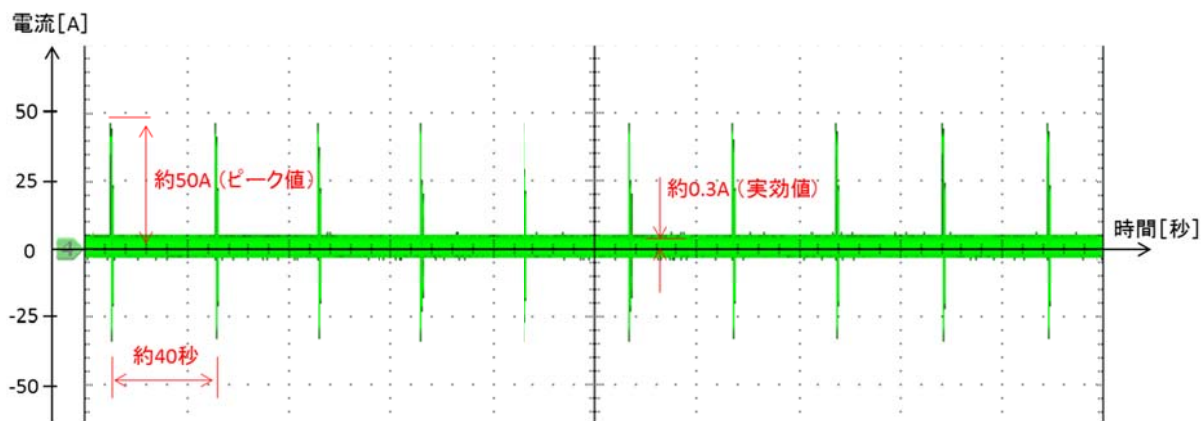
7

ファックスの現地調査結果

(1) 節電モード時の電流波形

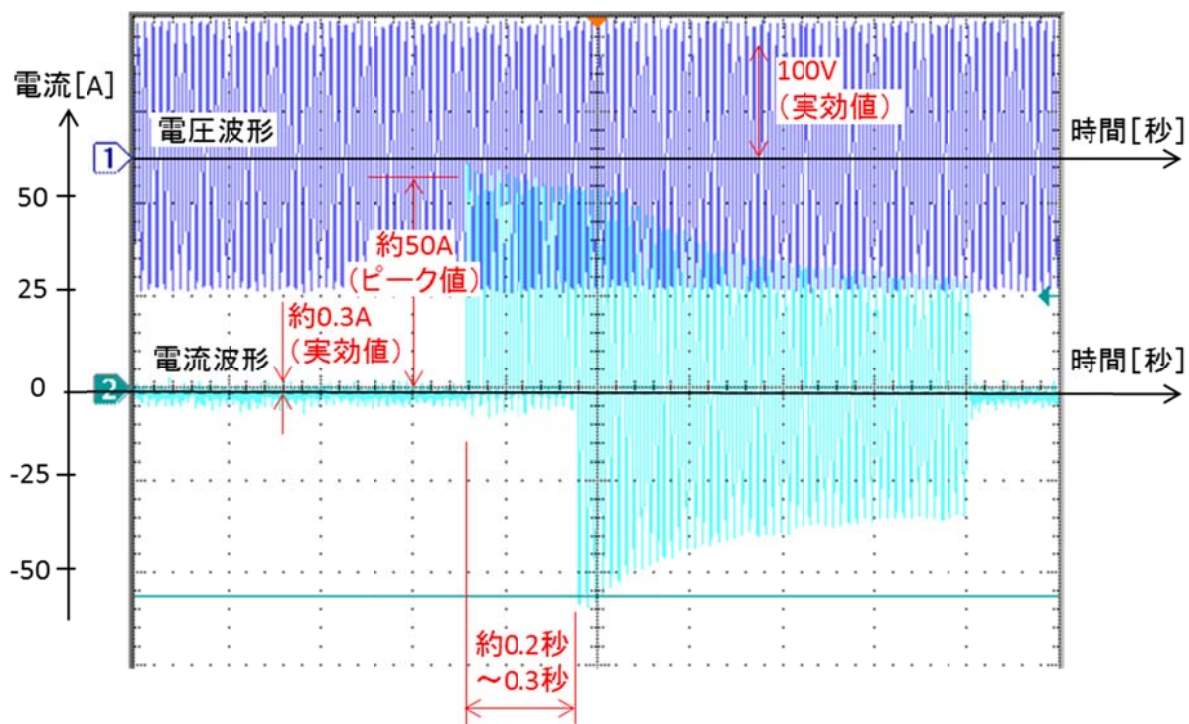


(2) 節電モード解除時の電流波形



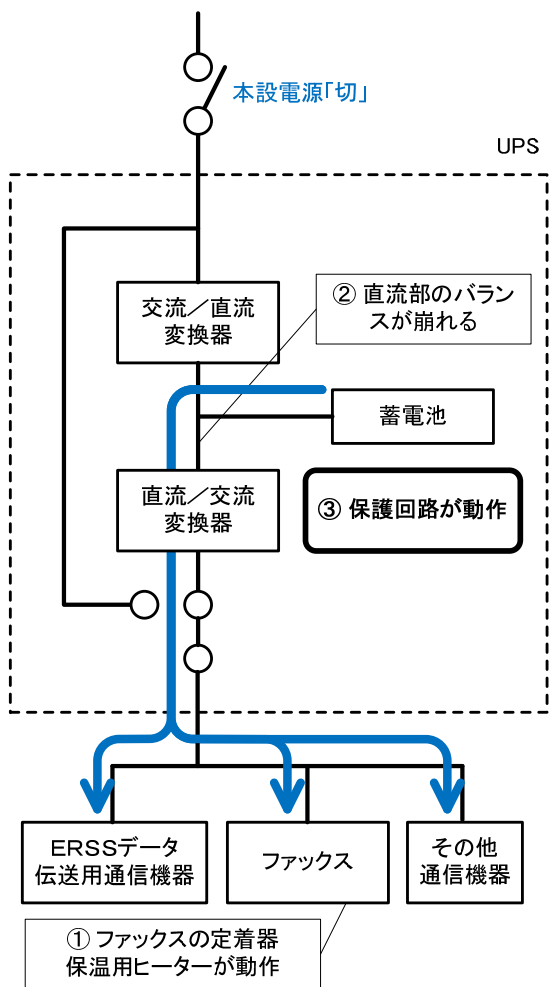
ファックスの工場調査結果

(1) 節電モード解除時の電圧・電流波形

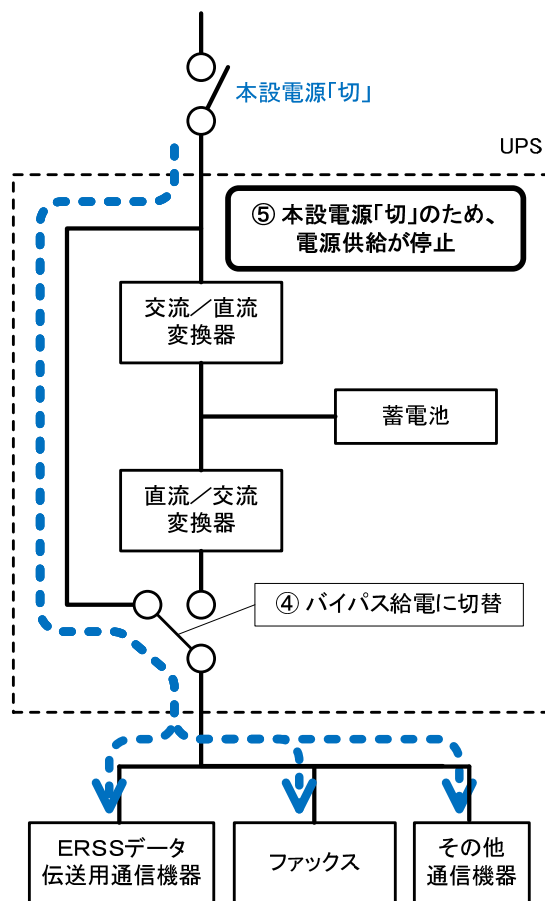


UPSのバイパス給電動作

(1) 動作前

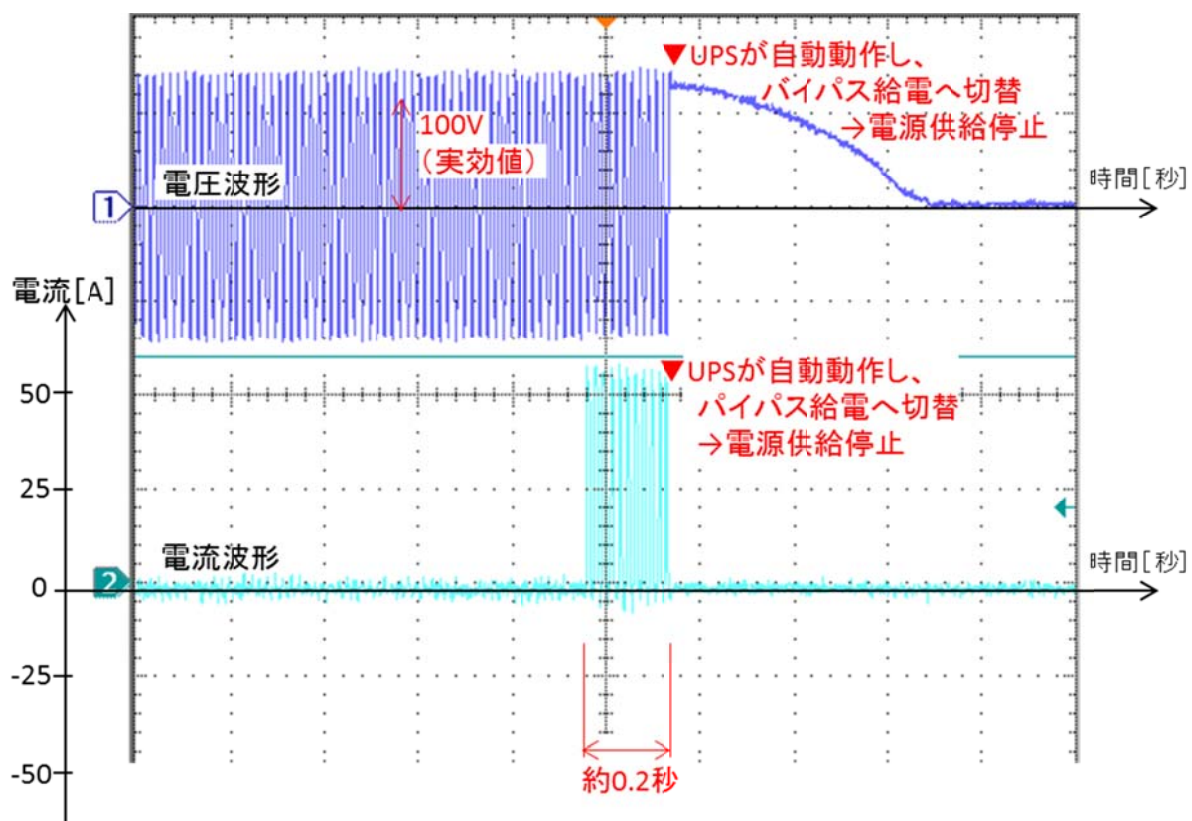


(2) 動作後



模擬回路による再現性確認結果

(1) UPSのバイパス給電動作時のファックスの電圧・電流波形

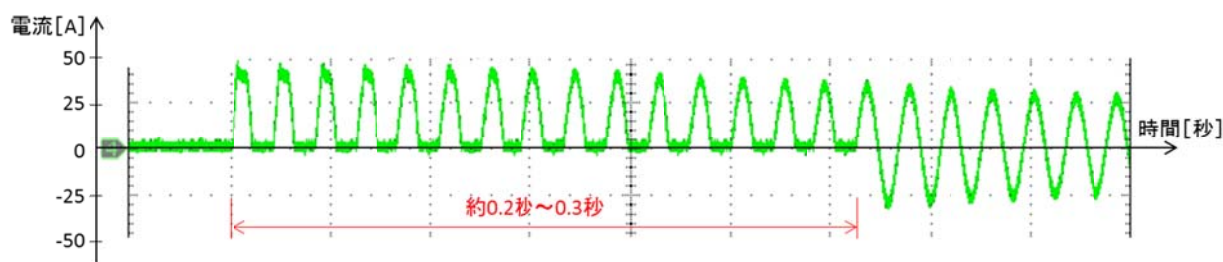


電流安定器（絶縁トランス）接続によるUPS動作確認

UPSとファックスの間に電流安定器（絶縁トランス）を追加することにより、節電モード解除時のファックスに流れる絶縁トランス2次側の半波波形の電流は、絶縁トランス1次側（UPS側）では、半波波形の電流が約0.05秒未満で全波波形に整形される。



(1) 絶縁トランス2次側（ファックス側）の電流波形



(2) 絶縁トランス1次側（UPS側）の電流波形

