

伊方発電所第 2 号機
緊急時対策支援システムへのデータ伝送の停止について

平成 3 0 年 1 1 月

四国電力株式会社

1. 件名
伊方発電所第2号機 緊急時対策支援システムへのデータ伝送の停止について

2. 事象発生の日時
平成30年 8月27日 3時59分（確認）

3. 事象発生の設備
2号機 タービン建家 計算機室Ⅱ（管理区域外）
総合事務所（管理区域外）

4. 事象発生時の運転状況
2号機 平成30年5月23日運転終了（第23回定期検査中）

5. 事象発生の状況
伊方発電所第1、2号機の中央制御室（1号機については廃止措置中、2号機については定期検査中）において、8月27日1時45分に総合事務所の異常を示す警報が発信した。

状況を確認したところ、安全パラメータ表示システム^{*1}（以下、「SPDS」という。）において、2号機プラント計算機から原子力規制庁に設置されている緊急時対策支援システム^{*2}（以下、「ERSS」という。）へ伝送するパラメータ（以下、「2号機データ」という。）が不信頼^{*3}表示となっていることを確認した。また、3時59分に2号機データを伝送する機器の一部において正常なデータ伝送時に点灯するLEDが消灯しており、データ伝送が直ちに復旧できないことを保修員が確認した。

その後、当該機器のカードの取り替えを行い、16時14分に作業を終了し、消灯していたすべてのLEDの点灯およびSPDSにおいて、2号機データの不信頼表示の復旧を確認した。

なお、復旧までの間、代替手段により原子力規制庁に2号機データを送信した。

また、1号機と3号機の伝送データには異常はなく、本事象によるプラントへの影響および環境への影響もなかった。

※1 安全パラメータ表示システム

1次冷却系統に係る発電用原子炉施設の損壊その他の異常及び重大事故等が発生した場合にプラントの各種パラメータを発電所内およびERSS等の発電所外へ伝送できるよう、平常時からデータを伝送している発電所側のシステム。

※2 緊急時対策支援システム

原子力発電所が正常に稼動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庁へ

伝送され共有されている。

※3 不信頼

表示装置において、表示するデータが正常に受信できていない場合や、表示するデータの測定範囲（レンジ）をオーバーしている場合など、表示しているデータの信頼性がない状態をいう。

(添付資料－1)

6. 事象の時系列

平成30年8月27日（月）

- | | |
|--------|---|
| 1時45分 | 1、2号機中央制御室にて、総合事務所の異常を示す警報発信
SPDSにて、2号機プラント計算機の異常を示す警報発信 |
| 2時13分頃 | ERSSへ伝送している2号機データの伝送不良（不信頼）を確認 |
| 2時15分 | 原子力規制庁にて、ERSSへの2号機データ伝送異常を確認 |
| 2時23分 | 原子力規制庁から当社へ、状況確認およびERSSへの2号機
データ伝送を復旧するよう要請有 |
| 3時59分 | 設備点検の結果、データ伝送異常は設備の故障によるものと判断 |
| 4時36分 | 原子力規制庁から当社へ、2号機データの代替手段による送信
要請有 |
| 5時13分 | 2号機データの代替手段による送信を開始（以降、原子力規制
庁指示により正時毎のデータを送付） |
| 7時16分 | 2号機データを伝送する機器のカードの取り替え作業を開始 |
| 16時14分 | カードの取り替え作業終了
ERSSへの2号機データ伝送を再開 |
| 17時39分 | 原子力規制庁へERSSへの2号機データ伝送再開を連絡 |

7. 調査結果

2号機データの伝送不良の原因として、以下の調査を実施した。

(1) 事象発生時の状況調査

a. SPDSの調査結果

1、2号機中央制御室に総合事務所の異常を示す警報が発信した時刻に、SPDSに2号機プラント計算機の異常を示す警報が発信した。このため、SPDSにてERSSへのデータ伝送状況を確認したところ、2号機データが不信頼表示となっていることを確認した。

なお、1号機と3号機の伝送データには異常はないことを確認した。

b. 2号機プラント計算機の調査結果

2号機プラント計算機において、盤内機器の健全状態を示すLEDの点灯状況確認およびケーブル配線状況確認等の点検を実施し、1号機プラント計算機および放射線総合管理システム^{*4}等との正常なデータ伝送時に点灯するLE

Dがそれぞれ消灯していることを確認した。

なお、2号機のプラントパラメータは、中央制御室にて監視可能な状況であることを確認した。

※4 放射線総合管理システム

伊方発電所に設置している放射線監視装置のデータを集計し、中央制御室等で監視するシステム。当該システムから愛媛県等にテレメータ伝送している。

c. 1号機プラント計算機の調査結果

1号機プラント計算機において、盤内機器の健全状態を示すLEDの点灯状況確認およびケーブル配線状況確認等の点検を実施し、2号機プラント計算機との正常なデータ伝送時に点灯するLEDが消灯していることを確認した。

なお、データ伝送の異常が確認されたのは1号機プラント計算機と2号機プラント計算機間であり、1号機プラント計算機のデータは別経路にてERSSへ正常に伝送できていることを確認した。

d. 放射線総合管理システム等の調査結果

放射線総合管理システム等において、盤内機器の健全状態を示すLEDの点灯状況確認およびケーブル配線状況確認等の点検を実施し、2号機プラント計算機との正常なデータ伝送時に点灯するLEDが消灯していることを確認した。

なお、データ伝送の異常が確認されたのは放射線総合管理システム等と2号機プラント計算機間であり、放射線総合管理システムのデータは別経路にてERSSへ正常に伝送できていることを確認した。

以上より、2号機プラント計算機と1号機プラント計算機間および2号機プラント計算機と放射線総合管理システム等間のデータ伝送回路の異常と判断した。

データ伝送の状況を示すLEDの点灯／消灯状態から、故障の可能性のあるデータ伝送カード^{※5}を4枚（1号機プラント計算機B系、2号機プラント計算機A系、2号機プラント計算機B系および放射線総合管理システム等A系）に特定し、代替のカードへ順番に取り替え、LEDの点灯状況を確認することにより、2枚のデータ伝送カード（2号機プラント計算機A系および放射線総合管理システム等A系）の故障と判断した。

2枚のデータ伝送カードの取り替え後、消灯していたすべてのLEDが点灯し、SPDSにおいて2号機データの不信頼表示が復旧していることを確認した。

※5 データ伝送カード

2号機プラント計算機から1号機プラント計算機および放射線総合管理システム等へのデータ伝送は光伝送により行われている。光伝送は、伝送元の電気信号を光信号に変換し、光ケーブルを経由して伝送先まで伝送し、伝送先にて電気信号に再変換させることでデータ伝送を実現している。こ

のため、伝送元からの光信号の光量が十分であっても、伝送回路内で光量が損失する要因があれば、伝送先まで光を届けることができず、伝送不良となる。

データ伝送カードは、伝送回路内で各計算機のデータ処理部と他の計算機のデータ処理部を接続するものであり、添付資料-3に示すとおり、両隣の設定からの光ケーブルが接続されている。

(添付資料-2、3)

(2) 保守用パソコン^{※6}の調査結果

2号機プラント計算機の保守用パソコンにて、8月20日15時27分に1号機プラント計算機と2号機プラント計算機間のデータ伝送が停止した記録および8月27日1時45分に2号機プラント計算機と放射線総合管理システム等間のデータ伝送が停止した記録が残っていることを確認した。

また、中央制御室にて最初の1箇所でのデータ伝送停止時に、警報が発信していないことを確認した。

1号機プラント計算機から放射線総合管理システム等までの伝送回路の警報機能においては、1号機プラント計算機、2号機プラント計算機および放射線総合管理システム等(以下、「装置」という。)間および装置内(A系~B系間)に伝送異常が複数発生し、装置外部へのデータ伝送が停止するとERSSへのデータ伝送が停止することから中央制御室に警報発信するが、1箇所又は2箇所のデータ伝送異常で別経路にて装置外部へ正常にデータ伝送可能であれば、ERSSへのデータ伝送が停止しないことから、警報発信しない設計となっている。

以上より、2号機プラント計算機A系のデータ伝送カードが故障し、2号機プラント計算機と1号機プラント計算機間の伝送異常が発生した後に放射線総合管理システム等A系のデータ伝送カードが故障し、2号機プラント計算機と放射線総合管理システム等間の伝送異常が発生したことで、2号機プラント計算機から外部への2号機データ伝送が停止し、ERSSへの2号機データの伝送が停止したと推定される。

なお、3号機プラント計算機およびSPDS計算機については、1箇所のデータ伝送異常でも中央制御室に警報発信する。

※6 保守用パソコン

プラント計算機で検知した故障等の記録を表示する設備。

(3) メーカー調査結果

取り外した2枚のデータ伝送カードについて、メーカーにて詳細調査を実施した。

a. 外観確認

データ伝送カードの外観、電子部品およびケーブル接続部に異常はなく、ケーブル端面およびケーブル接続部に異物等の付着がないことを確認した。

b. 光量確認

本事象がデータ伝送カードの内部での光量損失によるものかを確認するため、取り外したデータ伝送カードの光量損失量^{※7}を測定した。

測定の結果、2号機プラント計算機A系および放射線総合管理システム等A系のデータ伝送カードともに光量損失量がメーカー判定基準（2.3dB以下）を超えることを確認した。

データ伝送カード内部の光量損失量の増加に伴い、入力信号の光量がデータ伝送カード内部で損失し、伝送先へ十分な光量を送ることができず、伝送不良に至ったと考えられる。

※7 光量損失量

データ伝送カード入力部の光量が出力部までに損失する量を測定した数値。光量損失量は、添付資料－4に示すとおりデータ伝送カードの入力部および出力部の光量を測定し、2つの測定値を比較することで算出している。測定された光量損失量がメーカー基準値を超えれば、当該カード内部で光量の損失が大きいことを示す。

（添付資料－4）

c. データ伝送カードの内部確認

取り外した2枚のデータ伝送カードは、内部の光伝送回路の一部にシリコンオイルが充てんされているオイル充てん型であり、内部を確認したところ、シリコンオイルが規定より不足していることを確認した。シリコンオイルは光伝送回路内の光量が光の散乱によって損失するのを防ぐために充てんされており、不足すると光の散乱が生じ、光量損失量が増加する可能性がある。

シリコンオイルの不足について、メーカーは以下のとおり考察している。データ伝送カードの製造時において、充てんされたシリコンオイルが染み出さないよう流出防止剤を塗布する工程がある。この工程において塗布ムラが生じる場合があり、塗布ムラによりシリコンオイルが徐々に染み出る可能性がある。この事象は、メーカーが蓄積している過去の実績等によると、長くても製造後7年未満のデータ伝送カードの光伝送回路において生じる可能性があり、製造後7年を超えても不具合が発生していないデータ伝送カードは、今後もシリコンオイルの染み出しは発生しない。

以上のことから、シリコンオイルの流出防止剤の塗布ムラにより、シリコンオイルが染み出したことによるシリコンオイルの不足によって光量損失量が増加し、伝送不良に至ったものと推定される。

故障した2枚のデータ伝送カードは、平成24年3月に製造されており、メーカー考察のとおり製造後7年未満であったことを確認した。

（添付資料－5）

(4) 復旧後のプラント情報伝送回路のデータ伝送カードの光量損失量調査結果

復旧後の添付資料－1に示すプラント情報伝送回路に接続されているデータ伝送カードについて、光量損失量を測定した。

測定の結果、各データ伝送カードの光量損失量はメーカー判定基準内であり、正常であった。

また、調査したカードのうち、オイル充てん型は、1号機プラント計算機A系、1号機プラント計算機B系、2号機プラント計算機B系および放射線総合管理システム等B系のカード4枚であり、4枚とも製造後7年未満であることを確認した。

(添付資料-6)

(5) 保守状況の調査結果

本事象にて故障したデータ伝送カードは定期的に点検しており、1、2、3号機プラント計算機のデータ伝送カードについては、運転中の機器は定期検査毎に、長期停止中の機器は通常の運転サイクル（13ヶ月運転+定期検査期間（3～4ヶ月））を踏まえた時期に、廃止措置中の機器は17ヶ月毎に、SPDSおよび放射線総合管理システム等のデータ伝送カードは1年毎にLED点灯状況確認等の健全性確認およびケーブル配線状況確認を実施している。また、1ヶ月毎にLED点灯状況確認等の健全性確認を実施している。事象至近の点検実績は以下のとおりであり、良好であった。

1号機プラント計算機	: 定期点検	平成29年	4月
	月間点検	平成30年	8月 8日
2号機プラント計算機	: 定期点検	平成30年	1月から3月
	月間点検	平成30年	8月 8日
3号機プラント計算機	: 定期点検	平成29年	10月から11月
	月間点検	平成30年	8月 9日
SPDS計算機	: 定期点検	平成30年	3月
	月間点検	平成30年	7月18日
放射線総合管理システム等	: 定期点検	平成30年	3月
	月間点検	平成30年	7月18日

(6) 過去の類似事象の調査

平成29年3月に放射線総合管理システム等B系のデータ伝送カード1枚が故障し、取り替えを実施している。このときは月間点検の健全性確認によって故障を確認したため、取り替えを実施した。

なお、平成28年4月に伊方発電所におけるERSSへの伝送停止が1件発生している。本事象は、通信連絡設備の電源喪失による不具合であり、データ伝送に関わる機器の故障ではない。

(7) 類似設備調査結果

発電所内のプラント情報伝送回路以外で同型のデータ伝送カード（オイルレス型も含む）を使用している他設備については、1箇所データの伝送異常でも中央制御室に警報発信する。また、発電所内のプラント情報伝送回路以外で同型のデータ伝送カード（オイル充てん型）を使用している他設備について、データ伝送カード（オイル充てん型）は製造後7年以上を経過していることを確認した。

8. 推定原因

プラント情報伝送回路のデータ伝送カードが2枚故障しており、故障要因は、製造時において、データ伝送カードの光伝送回路に充てんされたシリコンオイルの染み出しを防止するために塗布している流出防止剤の塗布ムラにより、カード内部に充てんされているシリコンオイルが徐々に染み出したことによって不足し、カード内部での光量の損失量が増加したものと推定される。なお、故障したデータ伝送カードは、故障の可能性のあった製造後7年未満のものであった。

また、1号機プラント計算機から放射線総合管理システム等までの伝送回路の警報機能については、装置間および装置内（A系～B系間）の1箇所または2箇所の伝送異常でも別経路にて装置外部へ正常に伝送可能であれば、正常にERSSへのデータ伝送ができることから、中央制御室に警報を発信させる必要はない設計としていた。このため、1枚目のカード故障を運転員等に知らせることができず、その後、2枚目のカードも故障したことで2号機プラント計算機から外部への2号機データの伝送が停止し、ERSSへの2号機データの伝送が停止したと推定される。

9. 対策

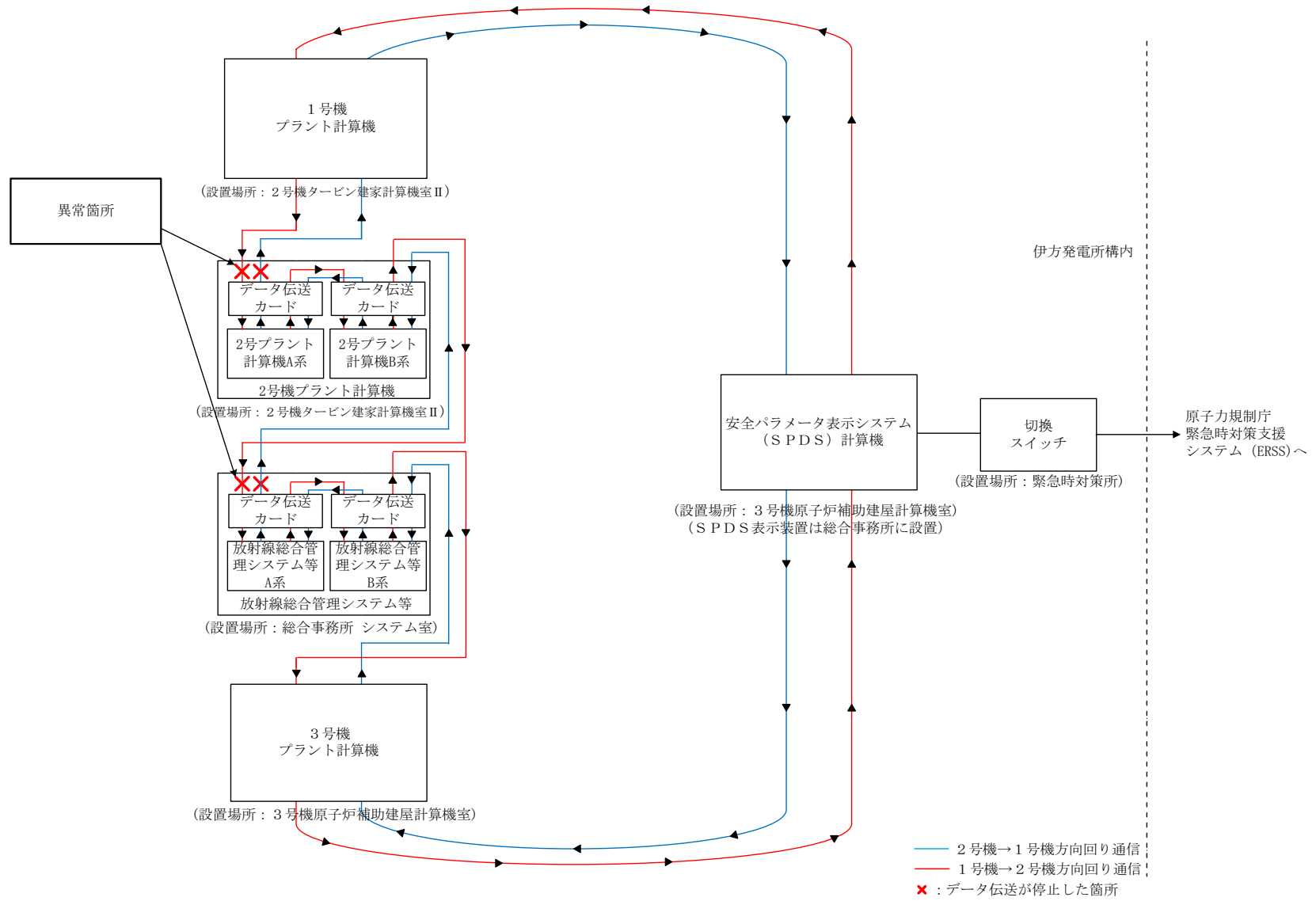
- (1) 故障した2号機プラント計算機A系および放射線総合管理システム等A系のデータ伝送カード2枚を、オイルレス型のデータ伝送カードに取り替えた。
- (2) 同様な事象の発生が否定できない光伝送回路にシリコンオイルを使用している同型のデータ伝送カードのうち、製造後7年未満のデータ伝送カード4枚（1号機プラント計算機A系、1号機プラント計算機B系、2号機プラント計算機B系および放射線総合管理システム等B系）について、念のためオイルレス型のデータ伝送カードに取り替える。
- (3) 1号機プラント計算機から放射線総合管理システム等までの伝送回路の警報機能においては、1箇所の伝送異常で中央制御室に警報を発信しない設計となっていたことから、1箇所の伝送異常でも中央制御室に警報発信するよう、警報機能を追加した。
- (4) データ伝送カードの不具合時に早期対応ができるように、今後も引き続きオイルレス型の予備品を保有する。

以 上

添 付 資 料

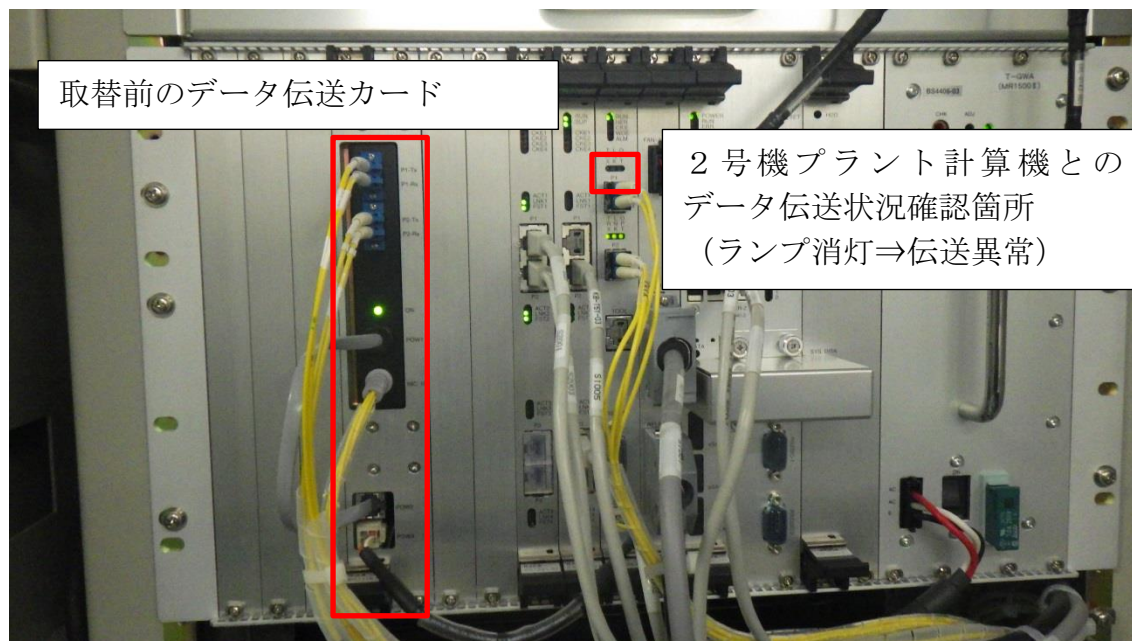
- 添付資料－ 1 伊方発電所プラント情報伝送概略系統図
- 添付資料－ 2 故障データ伝送カードの取替状況
- 添付資料－ 3 データ伝送カード概略図
- 添付資料－ 4 データ伝送カード光量損失量測定結果
- 添付資料－ 5 データ伝送カード内部概要図
- 添付資料－ 6 その他のデータ伝送カード光量損失量測定結果

伊方発電所プラント情報伝送概略系統図

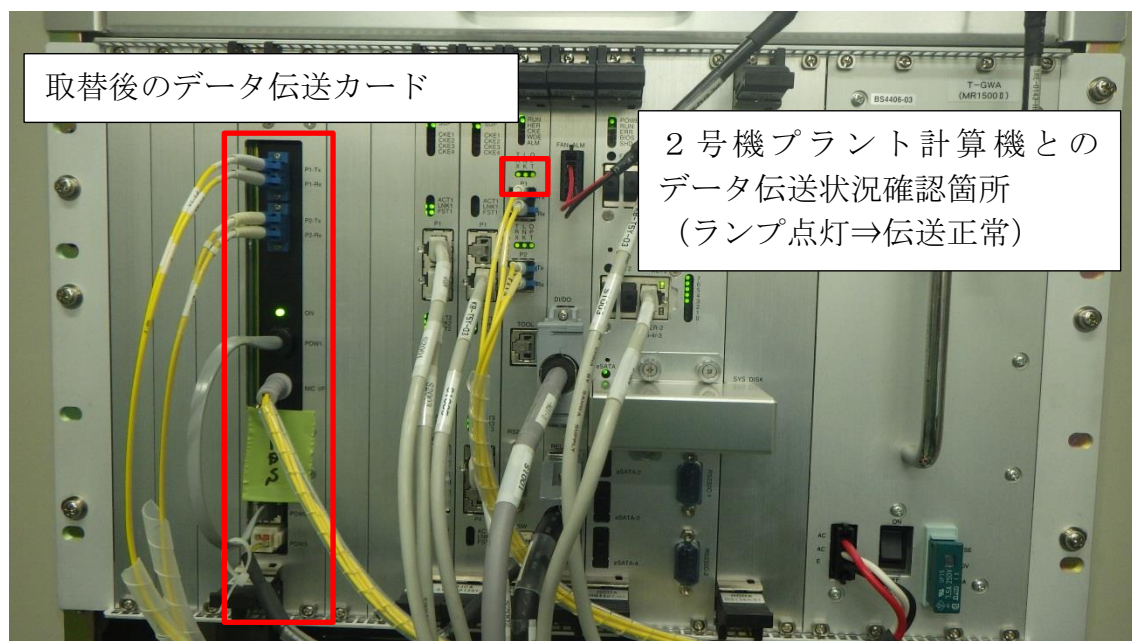


故障データ伝送カードの取替状況
(写真は放射線総合管理システム等A系データ伝送カード)

(1) 取替前

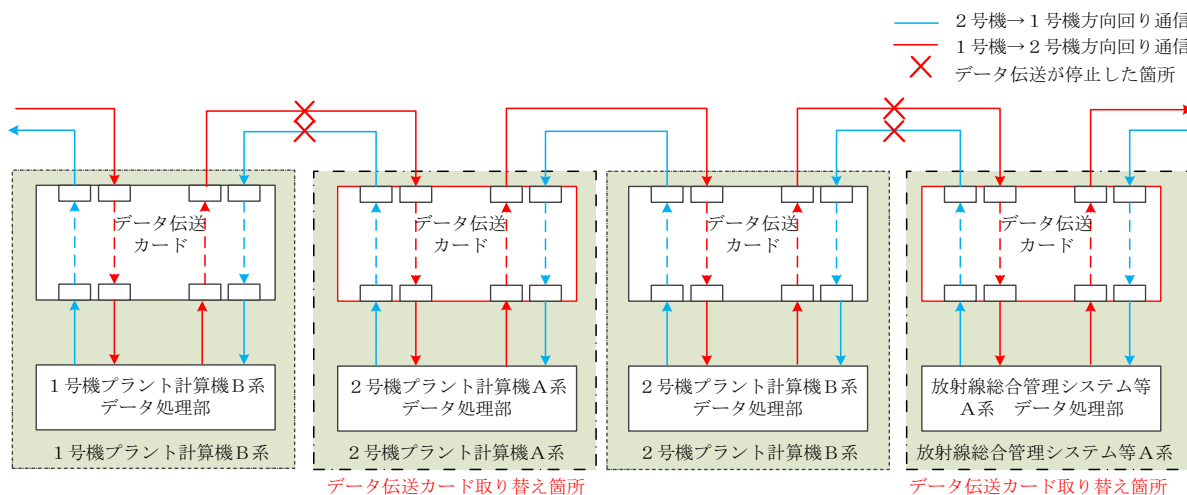


(2) 取替後

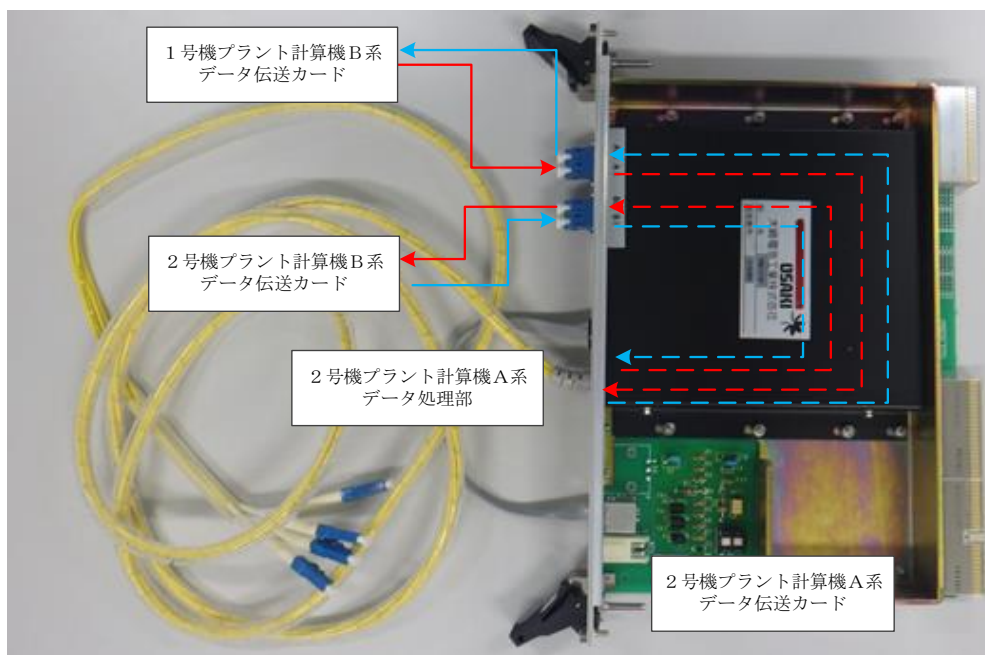


データ伝送カード概略図

(1) データ伝送カード接続図

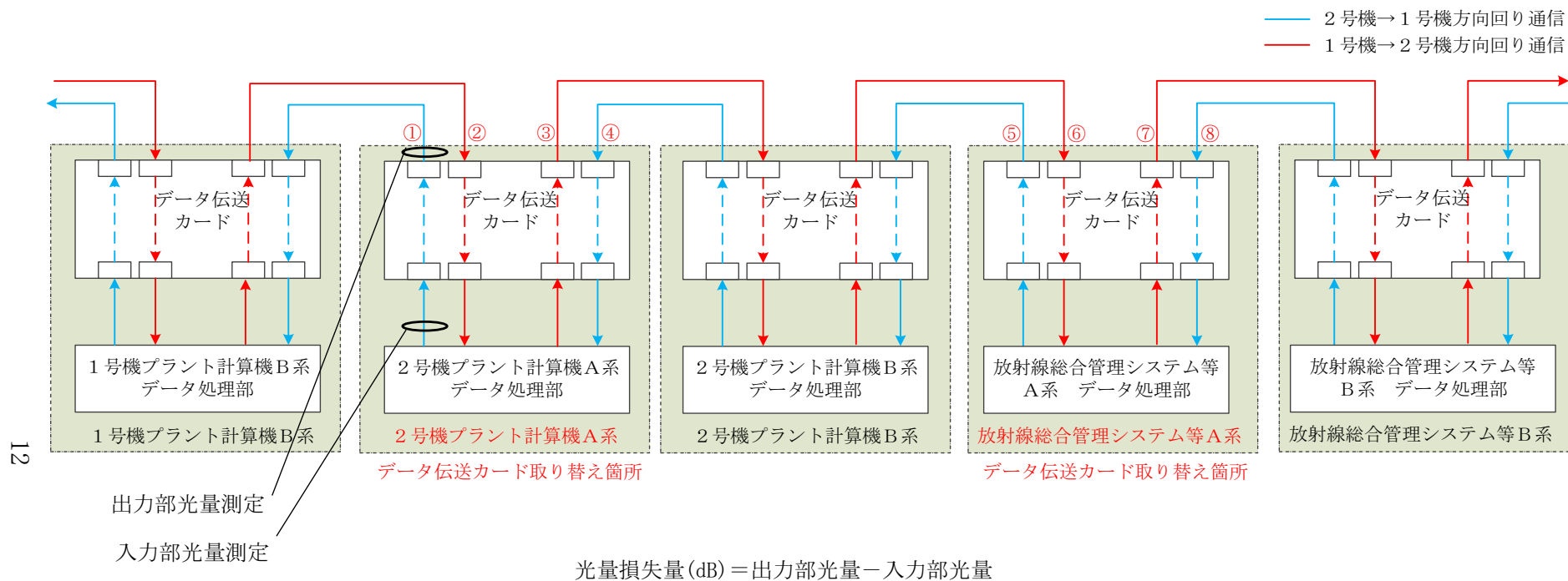


(2) データ伝送カード



データ伝送カード光量損失量測定結果

(1) 光量測定方法概略図



12

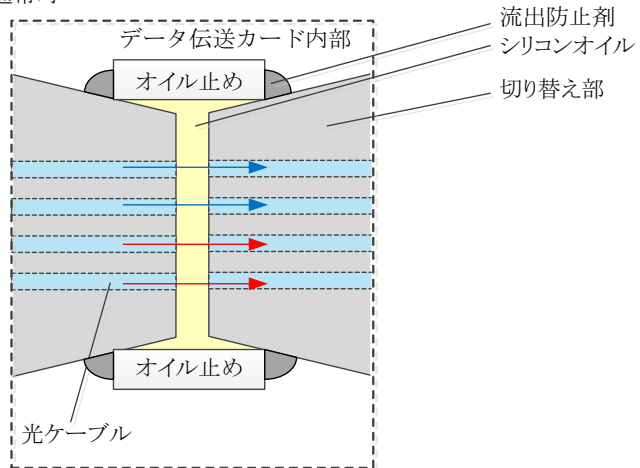
(2) 故障データ伝送カード光量損失量測定結果

データ伝送カード 使用先	図番号	データ発信元	データ受信先	損失量(dB) 基準値 2.3dB以下	結果	製造年月日	備考
2号機プラント 計算機A系	①	2号機プラント 計算機A系	1号機プラント 計算機B系	10.23	不良	平成24年 3月10日	オイル 充てん型
	②	1号機プラント 計算機B系	2号機プラント 計算機A系	5.10			
	③	2号機プラント 計算機A系	2号機プラント 計算機B系	0.87			
	④	2号機プラント 計算機B系	2号機プラント 計算機A系	0.50			
放射線総合管理 システム等A系	⑤	放射線総合管理 システム等A系	2号機プラント 計算機B系	1.14	不良	平成24年 3月10日	オイル 充てん型
	⑥	2号機プラント 計算機B系	放射線総合管理 システム等A系	0.48			
	⑦	放射線総合管理 システム等A系	放射線総合管理 システム等B系	0.73			
	⑧	放射線総合管理 システム等B系	放射線総合管理 システム等A系	5.88*			

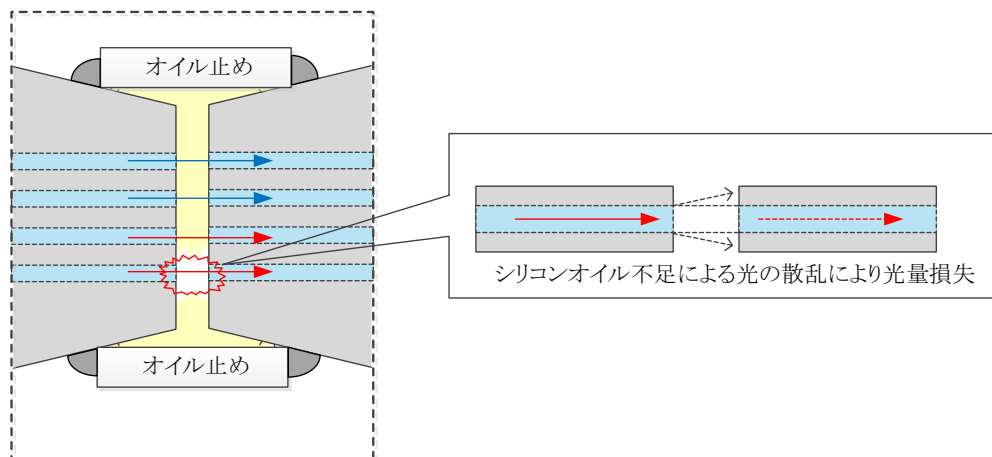
※ 放射線総合管理システム等A系のデータ伝送カードの損失量については、事象発生時の状況調査では2号機プラント計算機B系との伝送間(⑤及び⑥)で異常がみられていたが、メーカ調査では放射線総合管理システム等B系との伝送間(⑧)で光量損失量が増加していることを確認した。これはデータ伝送カードの電源を複数回「切」、「入」した影響により、シリコンオイルが移動したことで光量の損失箇所が変わった可能性が考えられる。

データ伝送カード内部概要図

a. 通常時



b. シリコンオイル不足時



復旧後のプラント情報伝送回路のデータ伝送カード光量損失量測定結果

○復旧後のプラント情報伝送回路のデータ伝送カード光量損失量測定結果（1 / 3）

データ伝送カード 使用先	データ発信元	データ受信先	損失量(dB) 基準値 2.3dB 以下	結果	製造 年月日	備考
1号機プラント 計算機A系	1号機プラント計算機A系	安全パラメータ表示システムB系	0.10	良好	平成24年 3月10日	オイル 充てん型
	安全パラメータ表示システムB系	1号機プラント計算機A系	0.76			
	1号機プラント計算機A系	1号機プラント計算機B系	0.53			
	1号機プラント計算機B系	1号機プラント計算機A系	0.84			
1号機プラント 計算機B系	1号機プラント計算機B系	1号機プラント計算機A系	0.46	良好	平成24年 3月10日	オイル 充てん型
	1号機プラント計算機A系	1号機プラント計算機B系	1.01			
	1号機プラント計算機B系	2号機プラント計算機A系	0.41			
	2号機プラント計算機A系	1号機プラント計算機B系	1.09			
2号機プラント 計算機A系 ※取り替え後	2号機プラント計算機A系	1号機プラント計算機B系	0.36	良好	平成29年 10月10日	オイル レス型
	1号機プラント計算機B系	2号機プラント計算機A系	0.81			
	2号機プラント計算機A系	2号機プラント計算機B系	0.86			
	2号機プラント計算機B系	2号機プラント計算機A系	0.75			
2号機プラント 計算機B系	2号機プラント計算機B系	2号機プラント計算機A系	0.22	良好	平成24年 3月10日	オイル 充てん型
	2号機プラント計算機A系	2号機プラント計算機B系	0.45			
	2号機プラント計算機B系	放射線総合管理システム等A系	0.08			
	放射線総合管理システム等A系	2号機プラント計算機B系	0.47			

○復旧後のプラント情報伝送回路のデータ伝送カード光量損失量測定結果（2 / 3）

データ伝送カード 使用先	データ発信元	データ受信先	損失量(dB) 基準値 2.3dB 以下	結果	製造 年月日	備考
放射線総合管理 システム等A系 ※取り替え後	放射線総合管理システム等A系	2号機プラント計算機B系	1.65	良好	平成29年 10月10日	オイル レス型
	2号機プラント計算機B系	放射線総合管理システム等A系	0.78			
	放射線総合管理システム等A系	放射線総合管理システム等B系	1.47			
	放射線総合管理システム等B系	放射線総合管理システム等A系	0.58			
放射線総合管理 システム等B系	放射線総合管理システム等B系	放射線総合管理システム等A系	1.26	良好	平成24年 9月10日	オイル 充てん型
	放射線総合管理システム等A系	放射線総合管理システム等B系	0.37			
	放射線総合管理システム等B系	3号機プラント計算機A系	1.19			
	3号機プラント計算機A系	放射線総合管理システム等B系	0.40			
3号機プラント 計算機A系	3号機プラント計算機A系	放射線総合管理システム等B系	0.28	良好	平成29年 10月10日	オイル レス型
	放射線総合管理システム等B系	3号機プラント計算機A系	1.10			
	3号機プラント計算機A系	3号機プラント計算機B系	1.87			
	3号機プラント計算機B系	3号機プラント計算機A系	0.70			

○復旧後のプラント情報伝送回路のデータ伝送カード光量損失量測定結果（3／3）

データ伝送カード 使用先	データ発信元	データ受信先	損失量(dB) 基準値 2.3dB以下	結果	製造 年月日	備考
3号機プラント 計算機B系	3号機プラント計算機B系	3号機プラント計算機A系	0.71	良好	平成26年 9月10日	オイル レス型
	3号機プラント計算機A系	3号機プラント計算機B系	0.86			
	3号機プラント計算機B系	安全パラメータ表示システムA系	0.32			
	安全パラメータ表示システムA系	3号機プラント計算機B系	1.33			
安全パラメータ 表示システムA系	安全パラメータ表示システムA系	3号機プラント計算機B系	1.29	良好	平成26年 9月10日	オイル レス型
	3号機プラント計算機B系	安全パラメータ表示システムA系	0.50			
	安全パラメータ表示システムA系	安全パラメータ表示システムB系	1.18			
	安全パラメータ表示システムB系	安全パラメータ表示システムA系	0.53			
安全パラメータ 表示システムB系	安全パラメータ表示システムB系	安全パラメータ表示システムA系	0.61	良好	平成26年 9月10日	オイル レス型
	安全パラメータ表示システムA系	安全パラメータ表示システムB系	0.81			
	安全パラメータ表示システムB系	1号機プラント計算機A系	1.11			
	1号機プラント計算機A系	安全パラメータ表示システムB系	0.56			