

計測制御設備

1 機器

計測制御設備弁に起因した事故・故障は、平成12年度末現在において54件（重複1件*含む）発生している。

内訳を見ると、原子炉保護設備の故障等が約1/3を占めている。また、核計装、制御棒駆動、主蒸気、タービン、主給水、蒸気ドレンの各制御設備においては、ほぼ同頻度で故障が起きている。

*：大飯1号機で、昭和54年7月に発生した事象では、原子炉停止後にECCSが動作している。停止とECCS動作の原因が異なることから、安全協定上は1件として取り扱っているが、今回の分析では原因別に2件として取り扱っている。

2 部位

部位別の内訳を見ると、電気計装品の故障が約2/3を占め、残りは機械計装品の故障となっている。

電気計装品については、制御カードの故障頻度が高い。機械計装品については、特別故障頻度の高い部位は認められない。

3 原因

原因別の内訳を見た場合、製作不良、保守不完全、その他の割合が高い。

製作不良やその他については、電気計装品を構成する部品の初期不良や、使用中における偶発的な部品故障・劣化による影響が大きい。

保守不完全については、機械計装品に多い。

4 損傷モード

損傷モードの内訳は、部品劣化、部品不良がほとんどであり、その他、摩耗、疲労損傷、応力腐食割れ、マイグレーション*が若干見られる。

*：配線や電極として使用した金属が絶縁物の上を移動（マイグレーション現象）し、電極間の絶縁抵抗値が低下し短絡を起こすこと。

（1）部品劣化

電気計装品については、主給水制御と蒸気ドレン制御を除くすべての設備において見られ、その要因は使用中における偶発的な部品劣化によるものである。

一方、機械計装品については、主給水制御設備においてのみ見られ、その要因は使用中の部品の損耗である。

（2）部品不良

電気計装品については、原子炉保護、核計装、制御棒駆動制御、主給水制御設備で見られ、その要因は部品の初期不良や使用中の偶発的な故障によるものである。

一方、機械計装品については、主蒸気制御設備においてのみ見られ、その要因は

製造時の部品仕上げの不良である。

(3) 摩耗

蒸気ドレン制御設備で発生している。
その要因は、外部振動である。

(4) 疲労損傷

主蒸気制御設備とタービン制御設備で発生している。
主蒸気制御設備では、弁サーボモータと配管の溶接部において、溶接欠陥を起点として振動による疲労損傷が起きている。
タービン制御設備では、保安装置のリード線で点検に伴う曲げ伸ばしにより疲労損傷が起きている。

(5) 応力腐食割れ

原子炉水位計において、製作時に使用した溶剤に含まれる塩素により発生した局部腐食を起点にして、運転中の腐食環境で応力腐食割れが発生したものである。

(6) マイグレーション

タービン制御設備で発生している。
その要因は、制御カードを運搬中に雨滴がついたためである。

5 考察

近年、電気計装品については、製作不良による故障は少なくなっているが、依然として使用中における部品劣化や不良による故障や損傷は起きている。

使用中における部品劣化や不良の発生については、一般的に電気部品については避けられない面もあることから、その発生を防ぐために、部品の品質確保に加え、最適な部品取替周期の選定等の対応を強化していく必要がある。

また、機械計装品については、近年においては、高圧シール継手部でのシール面の損傷が起きているのみである。この発生要因は、作業管理にかかるものであることから、今後も継続的に品質管理、作業管理の強化に努めていく必要がある。

機器別発生実績

機 器	発生件数
原子炉保護	16
核計装	5
制御棒駆動制御	7
主蒸気制御	4
タービン制御	7
主給水制御	8
蒸気ドレン制御	6
その他	1
合計	54

部位別発生実績

部 位		発生件数
電気計装品	制御カード	16
	検出器	7
	配線	3
	保安装置	3
	制御電源	1
	高圧電源装置	1
	原子炉水位計	1
	ロジック回路	1
	リレー	1
小計		34
機械計装品	圧カスイッチ	1
	高圧シール継手	1
	遮断機	1
	保安装置	1
	制御空気電磁弁	1
	弁サーボモータ	1
	高圧油フィルター	2
	制御用空気系フィルター	1
	制御用空気電磁弁	1
	パイロット弁	1
	レベルスイッチ	1
	制御用流量発信器	1
	トランスファ弁	1
	水位制御器	4
小計		18
合計		52

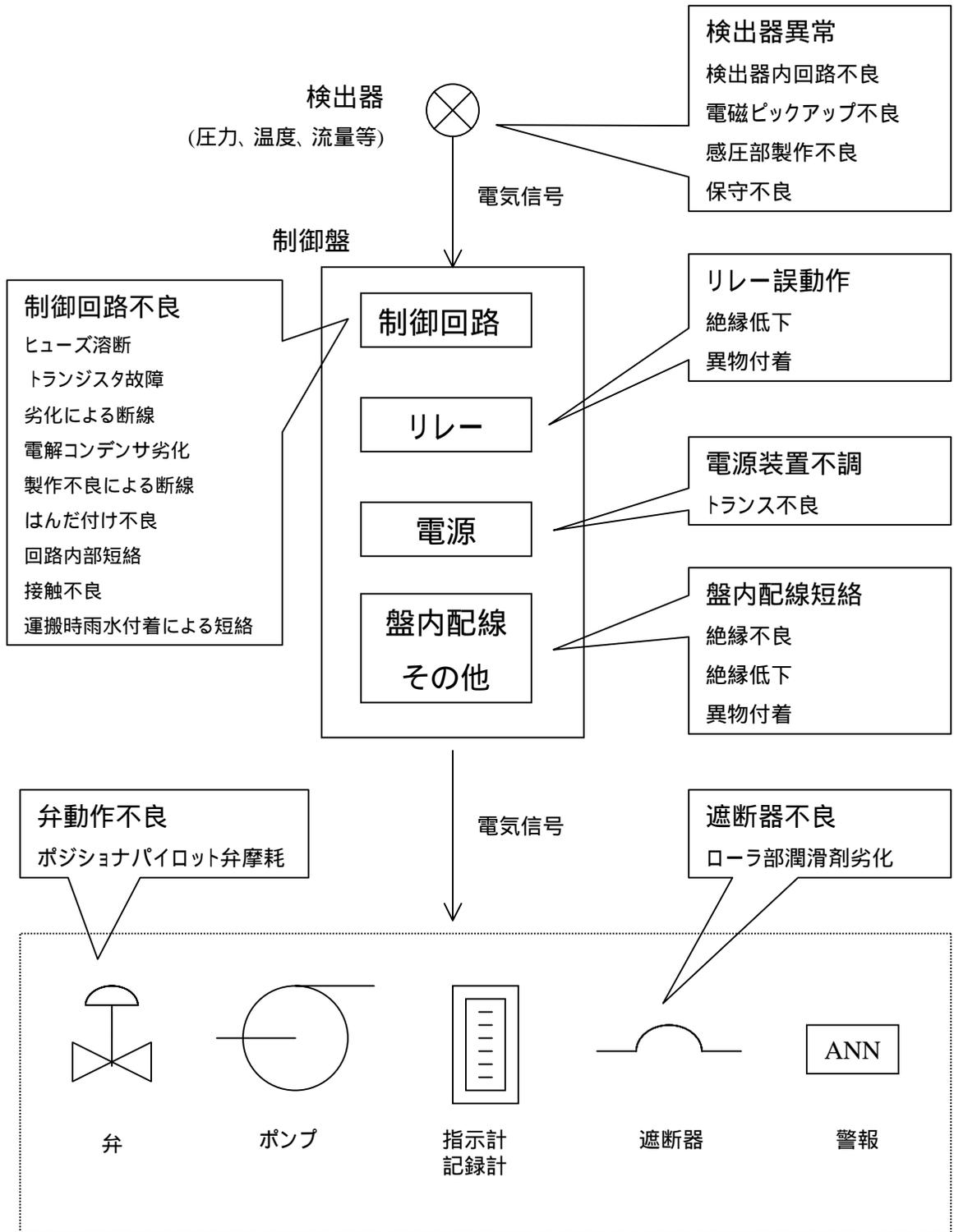
原因別発生実績

原因	発生件数
保守不完全	11
製作不良	17
設計不良	3
施工不良	4
その他	19
合計	54

損傷モード別発生実績

損傷モード	発生件数
部品劣化	10
部品不良	16
摩耗	2
疲労損傷	2
応力腐食割れ	1
マイグレーション	1
粒界腐食割れ	1
合計	33

制御装置故障モード(例)



電気設備

1 機器

電気設備の損傷に起因した事故・故障は、平成12年度末現在において7件発生している。

内訳は発電機が1件、励磁機が3件、変圧器が3件である。

2 部位

部位別の内訳は、固定子、回転整流器、自動電圧調整器、巻線、保護装置であるが、損傷が集中している部位は認められない。

3 原因

原因別の内訳は、製作不良、保守不完全に起因するものが同程度である。

4 損傷モード

損傷モードは疲労損傷である。

(1) 疲労損傷

発電機と励磁機で発生している。

発電機については、製造時に固定子位相リングの固定不良があったため、運転中に振動してコイルのリード線が損傷して相间短絡したものである。

励磁機については、回転整流器の抵抗器リード線が、分解点検時に加わった過度の力により一部損傷してこととリード線の支えの機能が失われていたことにより、運転中の振動で損傷して短絡したものである。

5 考察

部位別の内訳を詳細に見てみると、リード線やケーブルでの損傷が半数以上を占めていることから、配線類の固定や締付け等の作業管理の強化を行う必要がある。

機器別発生実績

機 器	発生件数
発電機	1
励磁機	3
変圧器	3
合計	7

部位別発生実績

部 位	発生件数
固定子	1
回転整流器	1
自動電圧調整器	2
巻線	1
保護装置	2
合計	7

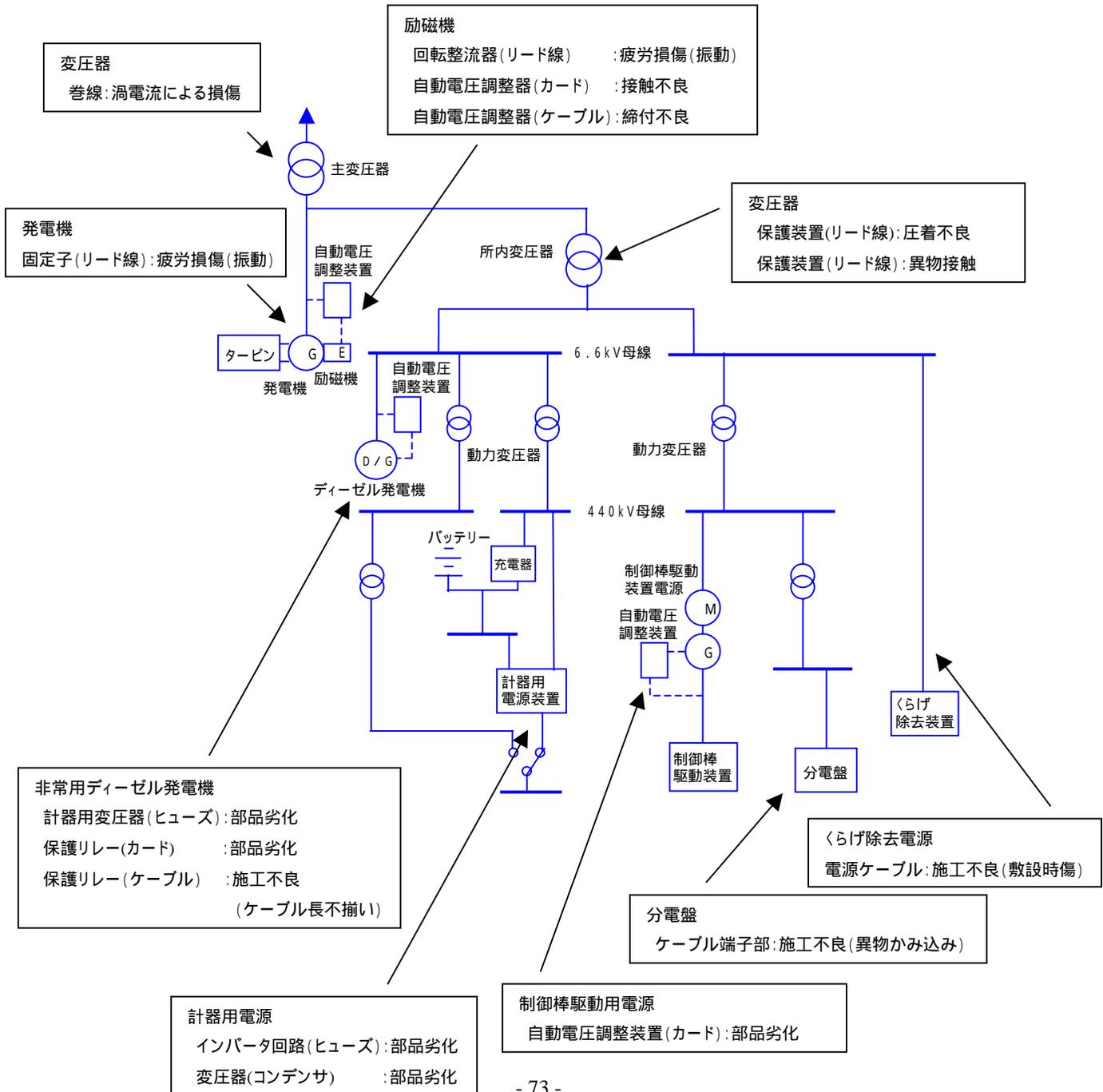
原因別発生実績

損傷モード	発生件数
製作不良	3
保守不完全	2
その他	2
合計	7

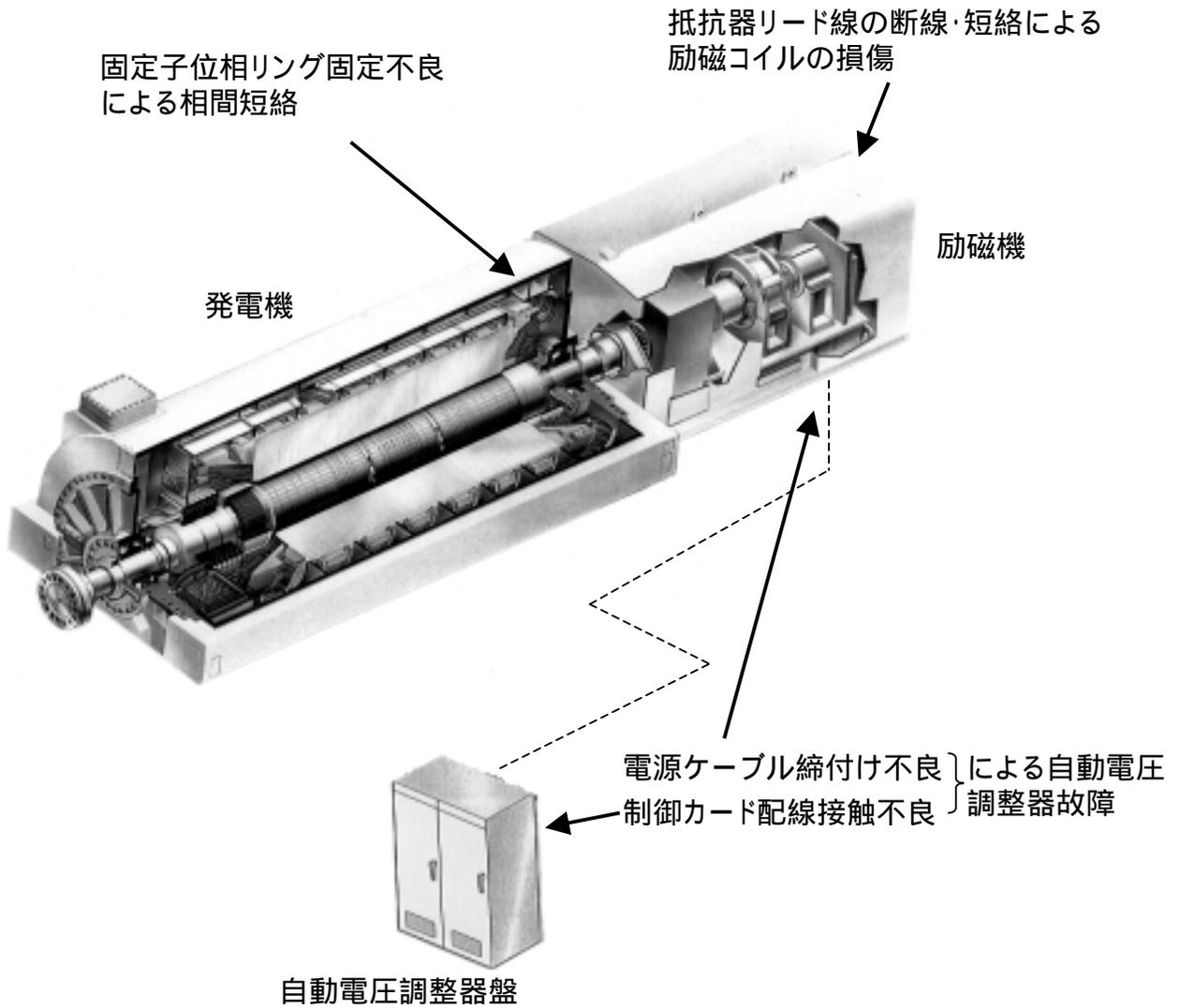
損傷モード別発生実績

損傷モード	発生件数
疲労損傷	2
合計	2

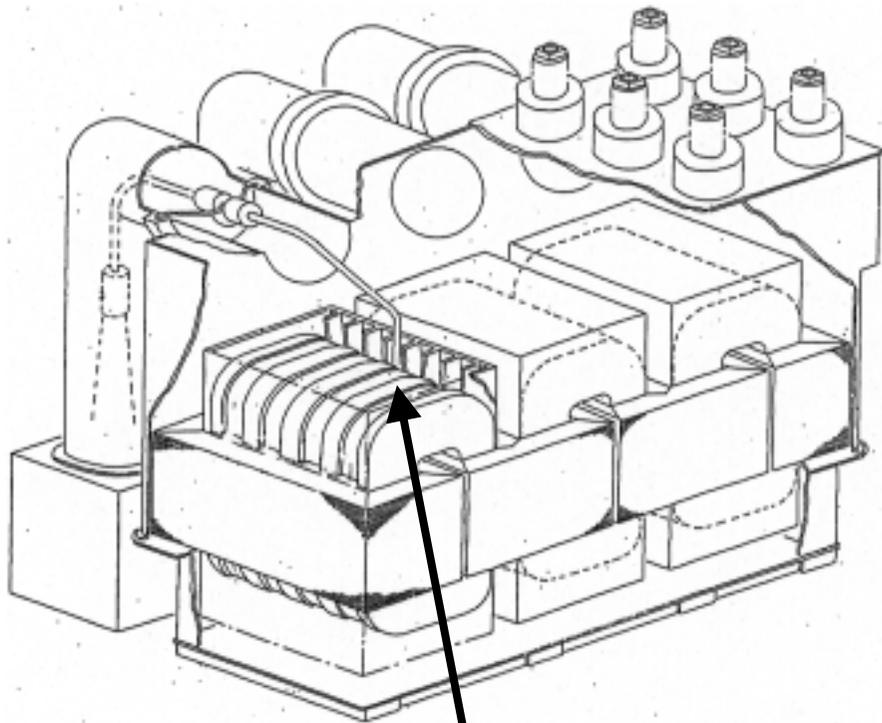
電気設備・電源設備損傷モード(例)



発電機・励磁機損傷モード(例)



変圧器損傷モード(例)



渦電流損による局部過熱



相間短絡

電源設備

1 機器

電源設備の損傷に起因した事故・故障は、平成12年度末現在において29件発生している。

内訳は非常用ディーゼル発電機が約2/3を占めており、その他、制御棒駆動用電源、計器用電源、分電盤、くらげ除去電源である。

2 部位

部位別の内訳を見ると、海水系冷却器や弁での損傷が多く、その他の部位については集中して損傷している傾向は見られない。

3 原因

原因別の内訳を見ると、その他が過半数を占めており、これに保守不完全を加えるとほぼ8割を占めている。

なお、その他の中身は、外的要因(海水系での海生物の影響)や電気品の劣化である。

4 損傷モード

損傷モードの内訳を見ると、部品劣化がほとんどで、その他、潰食、加水分解、疲労損傷が見られる。

(1) 部品劣化

非常用ディーゼル発電機、制御棒駆動用電源、計器用電源で発生している。

非常用ディーゼル発電機については、海水系冷却器の伝熱管内に塗布した保護膜の劣化、油面計のOリングの劣化、計器用変圧器や保護リレー用カードに使用されている電気部品の劣化が起きている。

制御棒駆動用電源については、自動電圧調整装置のカードに使われている電気部品の劣化が起きている。

計器用電源については、インバータ回路や変圧器に使用されている電気部品の劣化が起きている。

(2) 潰食

非常用ディーゼル発電機で発生している。

海水系冷却器の伝熱管の管端部に海生物が詰まったことにより、管内流が増加したことにより、伝熱管が浸食されたものである。

(3) 加水分解

非常用ディーゼル発電機で発生している。

停止用電磁弁のシート部で、空気中の湿分により加水分解が起こり、空気が漏れたものである。

(4) 疲労損傷

非常用ディーゼル発電機で発生している。

排ガス用伸縮継手において、製造時の材料鋭敏化と運転時の高温によるクリープ特性の低下でき裂が発生した後、運転時の振動により損傷したものである。

5 考察

近年、非常用ディーゼル発電機以外の機器での故障・損傷は起きていない。

また、故障・損傷の部位を見てみると、近年は機械品の損傷は見られるが、電気品の損傷は起きていない。

機械品については、保守不完全に起因する損傷が多いことから、品質管理、作業管理の継続的強化を図って行く必要がある。

電気品については、一般的に使用中における部品劣化や不良の発生は避けられない面もあることから、その発生を防ぐために、部品の品質確保に加え、最適な部品取替周期の選定等に継続して取り組んでいく必要がある。

電源設備

(合計件数:

29)

機器	部位		原因	損傷モード	原因および損傷の主因	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12				
非常用ディーゼル発電機	海水系冷却器	(伝熱管)	その他	部品劣化		1																																		
		(伝熱管)	9	その他	濃食	(海生物の付着)	1																																	
		(水室)		その他	-	(海生物の詰まり)	7																																	
	弁	(シート面)	5	保守不完全	-	(異物かみこみ)	3																																	
		(シート面)		製作不良	加水分解	(湿分吸収)	1																																	
		(本体)		保守不完全	-	(締付け不十分)	1																																	
	排ガス用伸縮継手		1	製作不良	疲労損傷	(材質不良、振動)	1																																	
	燃料噴射ポンプ		1	保守不完全	-		1																																	
	油面計	(Oリング)	1	その他	部品劣化		1																																	
	計器用変圧器	(ヒューズ)	1	その他	部品劣化		1																																	
	保護リレー	(カード)	2	その他	部品劣化		1																																	
		(ケーブル)		施工不良	-	(ケーブル長不揃い)	1																																	
シリンダ冷却水ポンプ		1	保守不完全	-	(空気巻き込み)	1																																		
制御棒駆動用電源	自動電圧調整装置		2	その他	-		1																																	
		(カード)		その他	部品劣化		1																																	
計器用電源	インバータ回路	(ヒューズ)	1	その他	部品劣化		1																																	
	変圧器	(コンデンサ)	1	その他	部品劣化		1																																	
			2	その他	-	(外的要因)	2																																	
分電盤	ケーブル端子部		1	施工不良	-	(異物かかみこみ)	1																																	
くまげ除去電源	電源ケーブル		1	施工不良	-	(敷設時傷)	1																																	

機器別発生実績

機 器	発生件数
非常用ディーゼル発電機	2 1
制御棒駆動用電源	2
計器用電源	4
分電盤	1
くらげ除去電源	1
合計	2 9

部位別発生実績

部 位		発生件数
機械品	海水系冷却器	9
	弁	5
	排ガス用伸縮継手	1
	燃料噴射ポンプ	1
	油面計	1
	シリンダ冷却水ポンプ	1
	小計	1 8
電気品	計器用変圧器	1
	保護リレー	2
	自動電圧調整装置	2
	インバータ回路	1
	変圧器	1
	ケーブル	2
	小計	9
合計		2 7

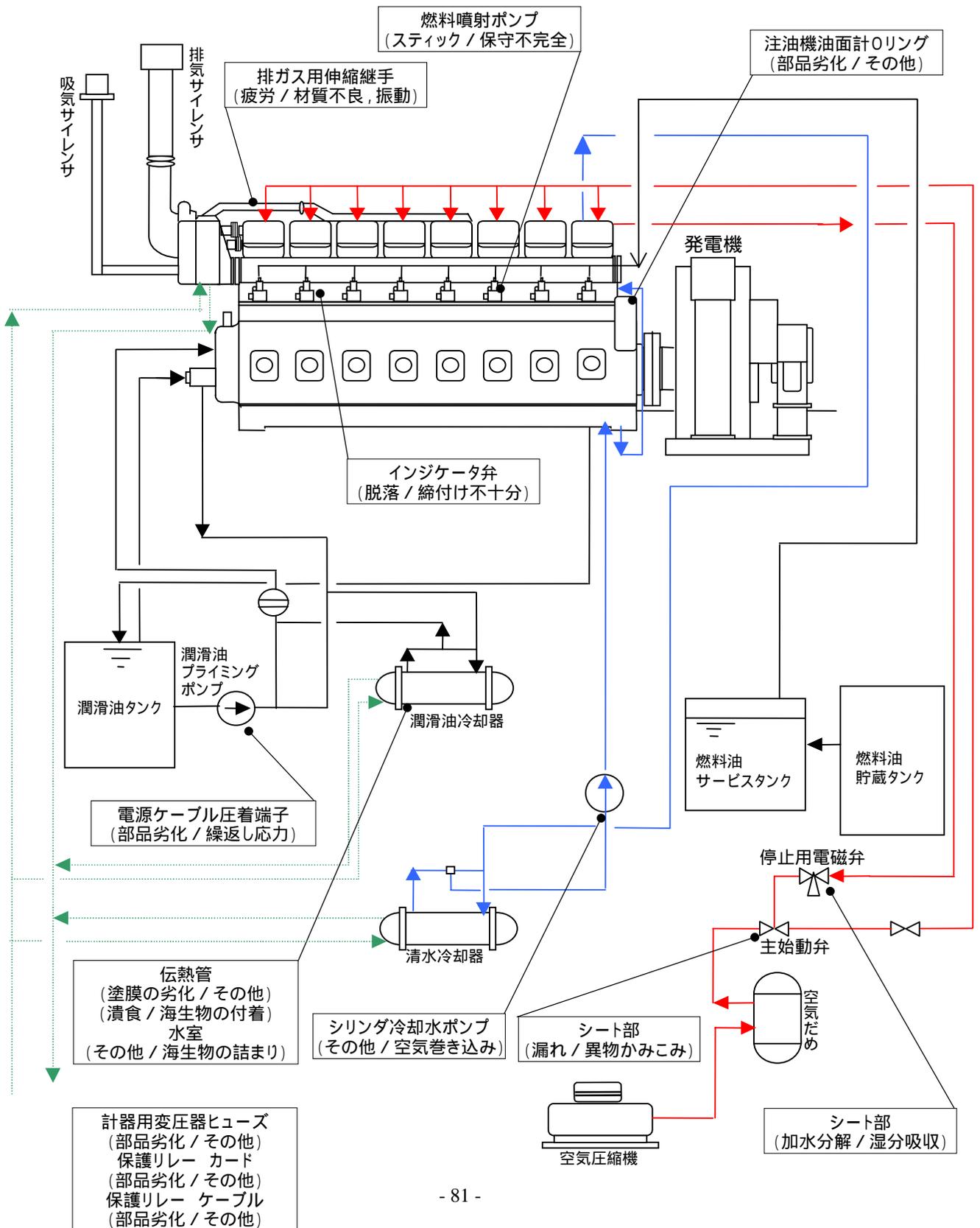
原因別発生実績

損傷モード	発生件数
施工不良	3
保守不完全	6
製作不良	2
その他	18
合計	29

損傷モード別発生実績

損傷モード	発生件数
部品劣化	7
潰食	1
加水分解	1
疲労損傷	1
合計	10

非常用DG損傷モード(例)



空調設備

1 機器

空調設備起因した事故・故障は、平成12年度末現在において2件発生している。
内訳はアニュラス除去ファンが1件、よう素除去ファンが1件である。

2 部位

フィルターおよびモータ軸受けに故障が見られる。

3 原因

保守不完全に起因するものが1件とその他が1件である。

4 損傷モード

アニュラス除去ファンのフィルターの故障は、長期間の使用による詰まりであり、よう素除去ファンの軸受けの故障は、軸受けの外輪と軸受固定用のブラケットが、モータの回転に伴い微振動で接触し異音が発生したものである。

いずれも、特異的な損傷モードではない

5 考察

定期的な機器点検を行うことにより、損傷に至る前に発見されたものである。今後も点検を継続していく必要がある。

空調設備

(合計件数: 2)

機器	部位	原因	損傷モード	よび損傷	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	
アニュラス除去ファン	フィルタ	1 保守不完全	-	- 1																																
よう素除去ファン	1 ファンモータ (軸受外輪)	1 その他	-	- 1																																