

ポンプおよび弁の溶接継手についての供用期間中検査計画の
管理状況調査について（最終）

平成 22 年 12 月 15 日

東京電力株式会社

1. はじめに

平成 22 年 7 月 21 日、日本原子力発電（株）敦賀原子力発電所 1 号機のポンプ本体（原子炉再循環ポンプ）および弁本体の溶接継手について、供用期間中検査（以下、「I S I」という）計画に未反映の溶接継手が確認された事象を踏まえ、経済産業省原子力安全・保安院より、当社においても同様の事象がないかについて調査を行うよう指示を受け、その指示に基づき調査を実施した。

調査の結果、合計 14 台のポンプおよび弁について、I S I 計画に未反映であることが確認された（表 1 参照）。

未反映箇所については、速やかに I S I 計画に反映することで規格上定められた検査間隔以内で点検が可能であり、維持規格の検査プログラムを逸脱するものではない。また、当該溶接継手の健全性についても健全であることを確認している。

（本内容は平成 22 年 9 月 15 日に報告済み）

その後、平成 22 年 11 月 15 日付で同院より、本事象についての原因究明および再発防止対策を平成 22 年 12 月 15 日までに報告する旨の指示を受けた。（22 原企課第 122 号）

この度、I S I 計画への未反映箇所が発生した原因について調査を行い、今後の再発防止対策について取り纏めたことから報告する。

表 1 I S I 計画に未反映であることが確認された溶接継手

プラント	調査対象
福島第一 6 号機	R C I C ポンプ支持部材取付け溶接継手（1 台）
	H P C S ポンプケーシング溶接継手（1 台）
福島第二 1 号機	R C I C ポンプ支持部材取付け溶接継手（1 台）
	3 号機 R H R ポンプケーシング溶接継手（3 台）
柏崎刈羽 1 号機	R C I C ポンプ支持部材取付け溶接継手（1 台）
	R H R ポンプケーシング溶接継手（3 台）
	C U W 系弁耐圧部分溶接継手（1 台）
2 号機	R C I C ポンプ支持部材取付け溶接継手（1 台）
3 号機	R C I C ポンプ支持部材取付け溶接継手（1 台）
7 号機	R C I C ポンプ支持部材取付け溶接継手（1 台）

各系統の概略図を添付資料 1 に示す。

2. 調査の方法

原因の調査は、当社担当者およびプラントメーカー担当者へのヒアリングを中心に、I S I 計画の変遷、I S I 規格（「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査（JEAC4205）」および「発電用原子力設備規格 維持規格（JSME S NA1）」）の変遷、当時および現在の当社 I S I 計画の管理方法について調査を実施した。

3. 調査の結果

調査の結果、以下の原因が確認された。

また、それら時系列を纏めたものを添付資料2に示す。

3. 1 個々の事象に対する調査結果

(1) R C I Cポンプ支持部材取付け溶接継手の原因について

(福島第一6号機・福島第二1号機・柏崎刈羽1/2/3/7号機)

ポンプ支持部材取付け溶接継手については、「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査(JEAC4205-2000)」において当該溶接継手が検査範囲として明記された。(平成12年)

福島第一原子力発電所6号機および福島第二原子力発電所1号機については、規格改訂時においてI S I計画に反映する際に、当該ポンプの溶接継手をI S I計画に反映したものの、当時のI S I担当者の規格の改訂内容に対する認識が不足していたため、ポンプの支持部材として計上するところ、R C I C配管の支持部材として計上していた。

また、当時使用していた検査計画(I S I 10年計画)のフォーマットが、現在のように配管、ポンプと細分化されていなかったため、フォーマットを変更せずに、カテゴリを間違えて計上してしまったと思われる。(福島第一原子力発電所6号機は平成14年頃、福島第二原子力発電所1号機は平成16年頃)

その後、ポンプの取替や、当該部位について規格等の変更がなかったことから、I S I計画を見直すことはなく、本調査まで正しく計上されないままであった。

一方、柏崎刈羽原子力発電所1号機、2号機、3号機、7号機については、JEAC4205-2000適用(柏崎刈羽原子力発電所1号機は平成17年、柏崎刈羽原子力発電所2号機は平成17年、柏崎刈羽原子力発電所3号機は平成18年、柏崎刈羽原子力発電所7号機は平成15年)に当たっての切替検討において、当時のI S I担当者の規格の改訂内容に対する認識が不足していたため、R C I Cポンプ支持構造物を検査カテゴリF-A(支持構造物)としてのみI S I計画に計上することで規格要求を満足できると考え、検査カテゴリC-C(支持部材取付け溶接継手)として当該溶接継手箇所をI S I計画へ計上しなかった。

その後、ポンプの取替や、当該部位について規格等の変更がなかったことから、I S I計画を見直すことはなく、本調査まで正しく計上されないままであった。

なお、ポンプに同様の溶接箇所を有する柏崎刈羽原子力発電所6号機等の他号機においては、適切にI S I計画に計上されていたことから、水平展開ができていなかった。

その当時から発電所間、担当者間の整合を図るために、社内周知・水平展開する機会・仕組みを構築していたが、規格変更の概要周知が主であり、個別の箇所についての具体的な対応については、必ずしも周知・展開の対象とはなっていなかった。

(2) HPCSポンプケーシング溶接継手の原因について（福島第一6号機）

ISI計画を策定する際、当該ポンプの溶接線箇所数を把握するため調査を実施した。しかし、当該箇所は溶接検査対象外であることから、当社が溶接線位置図を保有していなかったこと、およびノウハウ図書であるとの理由によりポンプメーカーから溶接線位置図を入手できなかったことから、現場を目視にて確認したが、溶接線の表面仕上げや塗装によって確認できなかった溶接線をISI計画として計上できなかった。

その後、ポンプの取替や、当該部位について規格等の変更がなかったことから、ISI計画を見直すことはなく、本調査まで正しく計上されないままであった。

(3) RHRポンプケーシング溶接継手の原因について

（福島第二3号機・柏崎刈羽1号機）

当該溶接継手を計画立案する段階において、プラントメーカーにてISI計画の素案策定をしていたが、その際にプラントメーカーが溶接線位置図にて溶接線を見逃し、当該溶接継手を当社に提出する成果物に反映できなかった。

また、当社は当該箇所が溶接検査対象外であるため、当該ポンプの溶接線位置図を保有していなかったことに加え、成果物を作成する際のエビデンス（溶接線位置図等）の提出を要求していなかったことから、当該溶接箇所が抜けていることを検知することができなかった。

なお、福島第二原子力発電所3号機と柏崎刈羽原子力発電所1号機のポンプは同じ設計図であったことおよびISI計画立案時期がほぼ同じであったことから、プラントメーカーは両プラントからの依頼に対して、同じ成果物を提出した（福島第二原子力発電所3号機は平成2年頃、柏崎刈羽原子力発電所1号機は平成元年頃）。

その結果、間違えて作成された成果物を元にISI計画を策定したため、当該溶接継手箇所を計上できなかった。

その後、ポンプの取替や、当該部位について規格等の変更がなかったことから、ISI計画を見直すことはなく、本調査まで正しく計上されないままであった。

(4) CUW系弁耐圧部分溶接継手の原因について（柏崎刈羽1号機）

プラント運転開始時における当初の計画立案段階から、溶接検査対象外の弁はISI対象外という考え方があったため、ISI対象外としていた。

その後、溶接検査対象外の弁についても I S I 対象として順次反映していたが、当該弁については、大型弁ではないこと、および弁は一般的に鋳物の一体構造であることから、弁箱に溶接継手箇所はないという先入観があり、設備図書を適切に確認しなかったことから、I S I 計画に反映できなかった。

また、当該弁は平成 7 年に取替工事を実施しているが、弁の仕様に変更がなかったため、I S I 計画に変更はないと思込み、I S I 計画に反映されなかった。

その後、弁の取替や、当該部位について規格等の変更がなかったことから、I S I 計画を見直すことはなく、本調査まで正しく計上されないままであった。

なお、同型の弁を有する福島第二原子力発電所 3 号機等の他号機においては、適切に I S I 計画に計上されていたことから、水平展開ができていなかった。

3. 2 I S I 管理体制に対する調査結果（添付資料 3）

(1) 平成 17 年頃まで

平成 17 年頃までは、本店からの改訂情報の周知に対する規格の解釈や、設備の改造に伴う I S I 計画の変更等について、各発電所や担当者毎にプラントメーカーと個別に協議・検討を行い、方針を決定していた。このため、他発電所との「横並び」といった意識が薄かったことから、各発電所で異なる解釈や運用がなされる場合があった。

(2) 平成 17 年頃以降

① I S I 連絡会の適時開催

規格・規定の改訂時や I S I に関係する共有事項が発生した場合の、統一方針決定、横並びを図るため、I S I 連絡会を適宜開催している。

連絡会においては、規格改訂前後の問題点抽出や変更内容を纏め、その他共有事項を関係者間での議論の上、対応方針を決定している。

I S I 連絡会に参加するメンバーは I S I に関係する「本店・発電所－プラントメーカーエンジニアリング会社」で構成している。

② I S I 管理業務委託の活用

定期検査で改造された箇所を I S I 計画に反映することや、I S I 連絡会での決定事項を I S I 計画に反映することを目的として、定期検査終了毎に I S I 管理業務委託を行っている。

エンジニアリング会社は、委託された号機のプラントメーカーと I S I 計画の素案策定を行い、当社へ委託報告書として提出する。当社は委託報告書について、最終確認を実施し、それをもとに I S I 計画を策定する業務フローになっている。

また、エンジニアリング会社を介して委託する目的としては、「第三者的立場として I S I 計画の妥当性確認や発電所間・プラントメーカー間の相違点の抽出」や「多重チェック（プラントメーカーエンジニアリング会社－当社）による信頼性向上」を行い検査計画に反映しているものである。

なお、委託業務時に確認された相違点については、I S I 連絡会の場で議論し、統一方針決定・横並びを図っている。

4. 原因分析および問題点

4. 1 個々の事象に対する問題点

3. の調査結果に基づき、今回の事象各々の問題点を下記のとおり整理した。

事 象	概 要	問 題 点
R C I C ポンプ支持 部材取付け溶接継手	規格改訂等による検査要求が変更となった際に、本店、各発電所およびプラントメーカー等の関係者間において、具体的な検査の追加箇所等の認識合わせが不足していたため、計画への計上の漏れ、異なる検査カテゴリでの計上となった。	関係者間の認識合わせの不足
R C I C ポンプ支持 部材取付け溶接継手	規格改訂等による検査要求が変更となった際に、適切に計画に反映されていたプラントがあったにも関わらず、その他のプラントへの水平展開が適切になされていなかった。	プラント間横並びの不足
C U W 系弁耐圧部分 溶接継手	同型の弁を有する他のプラントにおいては検査計画へ適切に計上されていることから、プラント間における水平展開が適切になされていなかった。	
H P C S ポンプケー シング溶接継手	ノウハウ図書である等の理由から、当社が溶接線位置図を保有していなかったため、適切に現場調査ができなかった。	設備図書の調査不足
R H R ポンプケー シング溶接継手	溶接線位置図を保有していなかったため、プラントメーカーからの成果物から当該溶接箇所が抜けていることを検知することができなかった。	
C U W 系弁耐圧部分 溶接継手	弁箱に溶接継手箇所はないという先入観があり、設備図書を適切に確認しなかった。	

4. 2 現状の管理プロセスにおける評価について

4. 1において抽出された問題点について、現状の I S I の管理プロセスに照らして評価した。

問題点	現状の I S I 管理プロセスと問題点について
関係者間の認識合わせの不足	関係者間の情報共有の場として、I S I 連絡会を適宜開催しており、規格改訂時の反映事項、課題・気づき事項等を本店、各発電所、関係者（プラントメーカ、エンジニアリング会社）において情報共有している。
プラント間横並びの不足	I S I 連絡会の場において、規格改訂時の反映事項、最新知見の反映等に関してプラント間の横並びを確認することとなっているが、各プラントにおけるその運用状況の把握および反映事項の進捗管理が十分ではない。
設備図書の調査不足	改造工事等において新たに検査対象箇所が追加になる場合、当該工事により提出される設備図書から I S I 計画への反映の有無について、委託を含めて確認している。 ただし、当社は委託成果物について、エビデンスを要求していないことから、委託成果物に間違いがあった場合、反映漏れの可能性がある。

5. 対策

- (1) 本調査で確認された I S I の管理対象とすべき溶接線については、速やかに今後の I S I 計画に反映する。
- (2) より確実な I S I 計画管理にするため、下記の対策を実施し、再発の防止を徹底することとする。

問題点	対策
関係者間の認識合わせの不足	維持規格等の規格の改訂があった際に、関係者の認識の統一をより確実なものとするため、I S I 連絡会において改訂内容の確認、検査項目の追加・変更箇所の確認等の具体的な対応の方向性を確認・共有し、それらに基づき各プラントの I S I 計画への反映を実施する。
プラント間横並びの不足	I S I 連絡会にて抽出された改訂必要箇所について、それらが確実に各プラントの I S I 計画に反映されるように、計画反映の予定・実績をリスト化し、進捗管理を実施・共有する。
設備図書の調査不足	改造工事等の工事の発注段階において、I S I 対象となる機器（部位）がある場合は、請負先へ溶接線の位置がわかる図面の提示要求を明確化するとともに、I S I 管理業務委託の委託成果物にエビデンスを要求することとし、多重チェックをより確実なものとする。

6. 経済産業省原子力安全・保安院の指示文書に対する検討結果

平成 22 年 11 月 15 日付で経済産業省原子力安全・保安院より受けた指示文書の内容について、当社の現状の体制にあてはめた検討結果を以下に示す。

- ①電気事業者と調達先である製造事業者との間で溶接箇所に係る設計情報を十分共有し、供用期間中検査の計画に確実に反映できる体制を構築すること
→改造工事等において新たに検査対象が追加になる場合、当該工事により提出される設備図書から I S I 計画への反映の有無について、委託を含めて確認する体制が構築されている。

今後は、より確実な I S I 計画とするため、改造工事等の工事の発注段階において、I S I 対象となる機器（部位）がある場合は、請負先へ溶接線の位置がわかる図面の提示要求を明確化するとともに、I S I 管理業務委託の委託成果物についてエビデンスを要求し、多重チェックを充実させる。

②供用期間中検査を規定する社団法人日本機械学会の維持規格の改訂が行われた場合には、その改訂内容を電気事業者内の関係部署において共有し、改訂内容が供用期間中検査計画に確実に反映させる体制を構築すること

→規格等が改訂され、行政文書が発行された場合には、本店担当部署より各発電所の関係箇所へM E T I 情報として改訂内容を通知し、改訂に対する対応を実施するよう依頼している。

さらに、関係者間の情報共有の場として、I S I 連絡会を適宜開催しており、規格改訂時の反映事項、課題・気づき事項等を本店、各発電所、関係者（プラントメーカ、エンジニアリング会社）において情報共有する体制が構築されている。

今後は、I S I 連絡会にて抽出された改訂必要箇所について、それらが確実に各プラントのI S I 計画に反映されるように、計画反映の予定・実績をリスト化し、進捗管理を実施・共有する。

③供用期間中検査の計画にある検査対象箇所と現場の設備における溶接箇所との不整合が生じないよう確認体制を構築すること

→定期事業者検査要領書の検査手順にて、現場の検査対象箇所と定期事業者検査要領書で要求している検査対象箇所の確認には、図面（検査対象箇所図）を用いて確認する体制が構築されている。なお、図面（検査対象箇所図）の妥当性については事前に最新の図面と照合を行ったものを使用している。

7. 添付資料

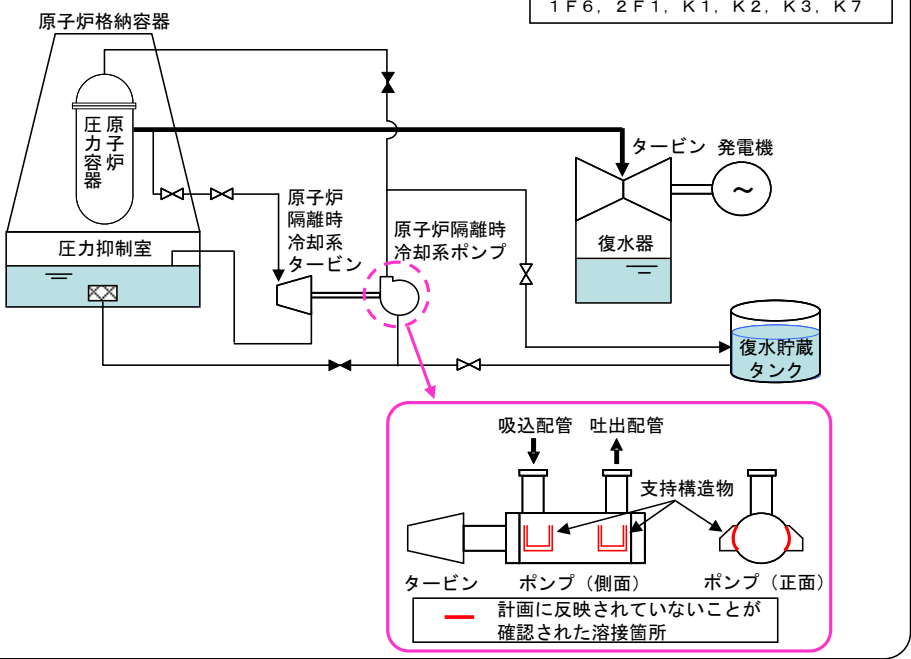
1. I S I 計画に反映されていないことが確認された系統概略図
2. I S I に係る規格の変遷と時系列
3. I S I に係る業務フロー体制

－ 以 上 －

ISI計画に反映されていないことが確認された系統概略図

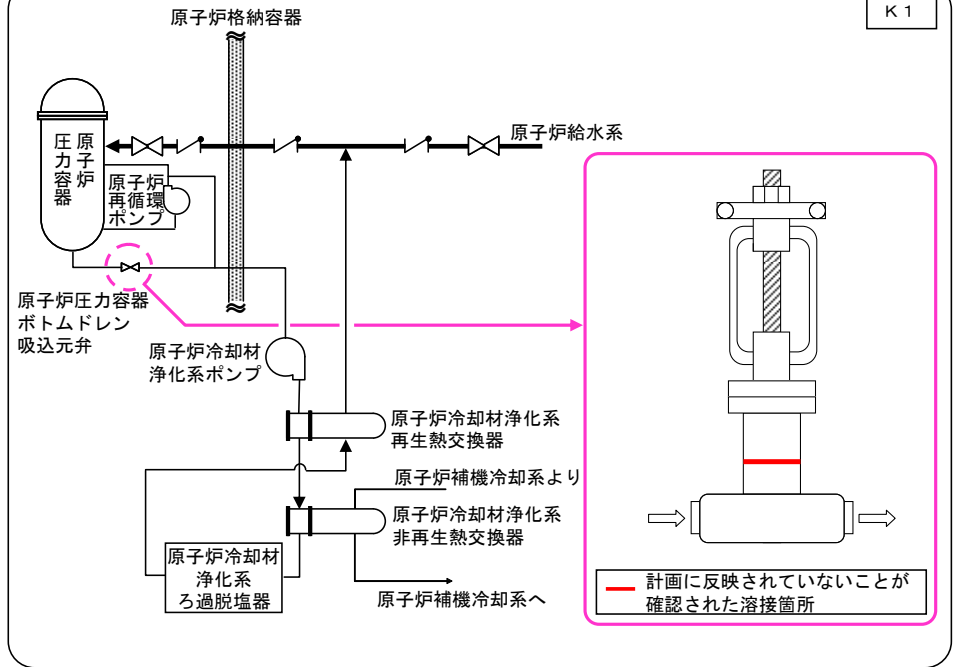
【 RCIC (原子炉隔離時冷却系) 】

1F6, 2F1, K1, K2, K3, K7



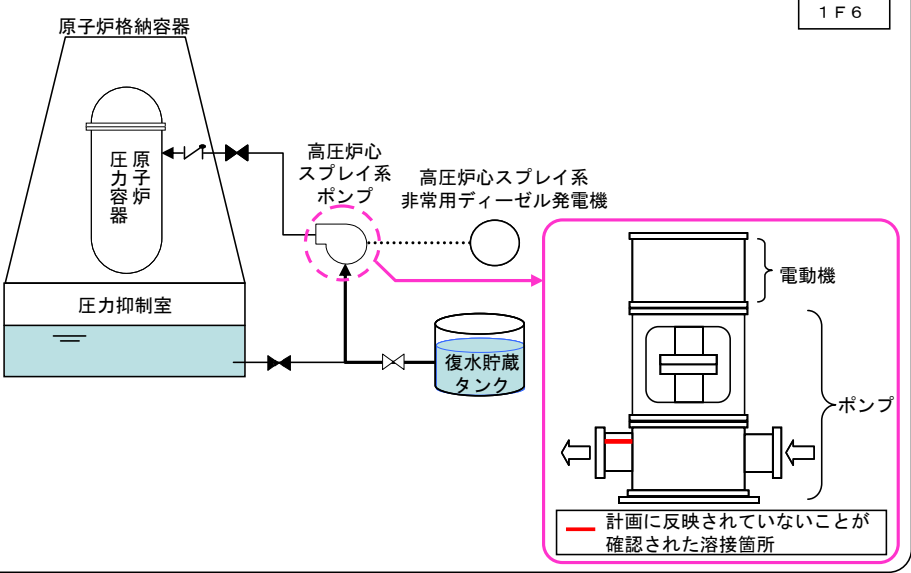
【 CUW (原子炉冷却材浄化系) 】

K1



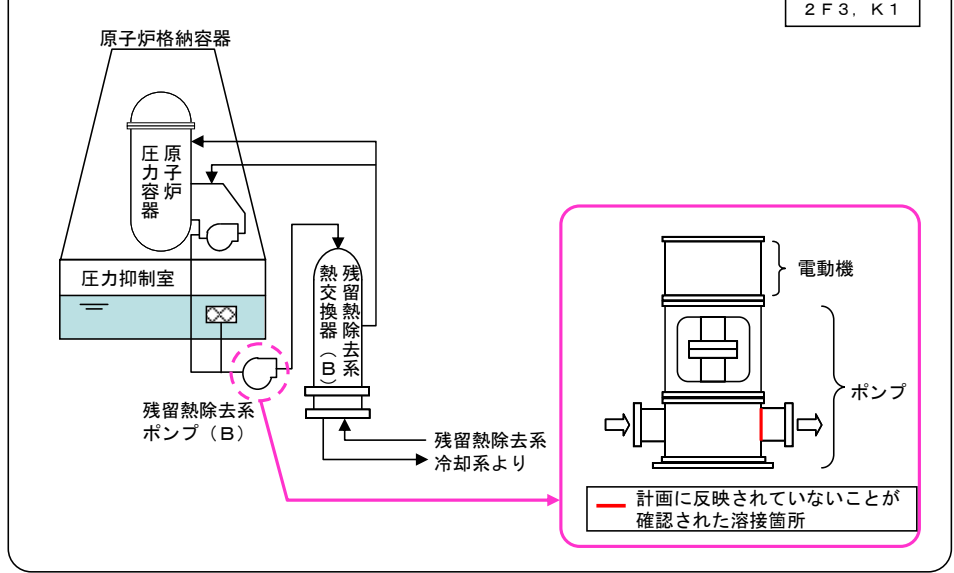
【 HPCS (高圧炉心スプレイ系) 】

1F6



【 RHR (残留熱除去系) 】

2F3, K1

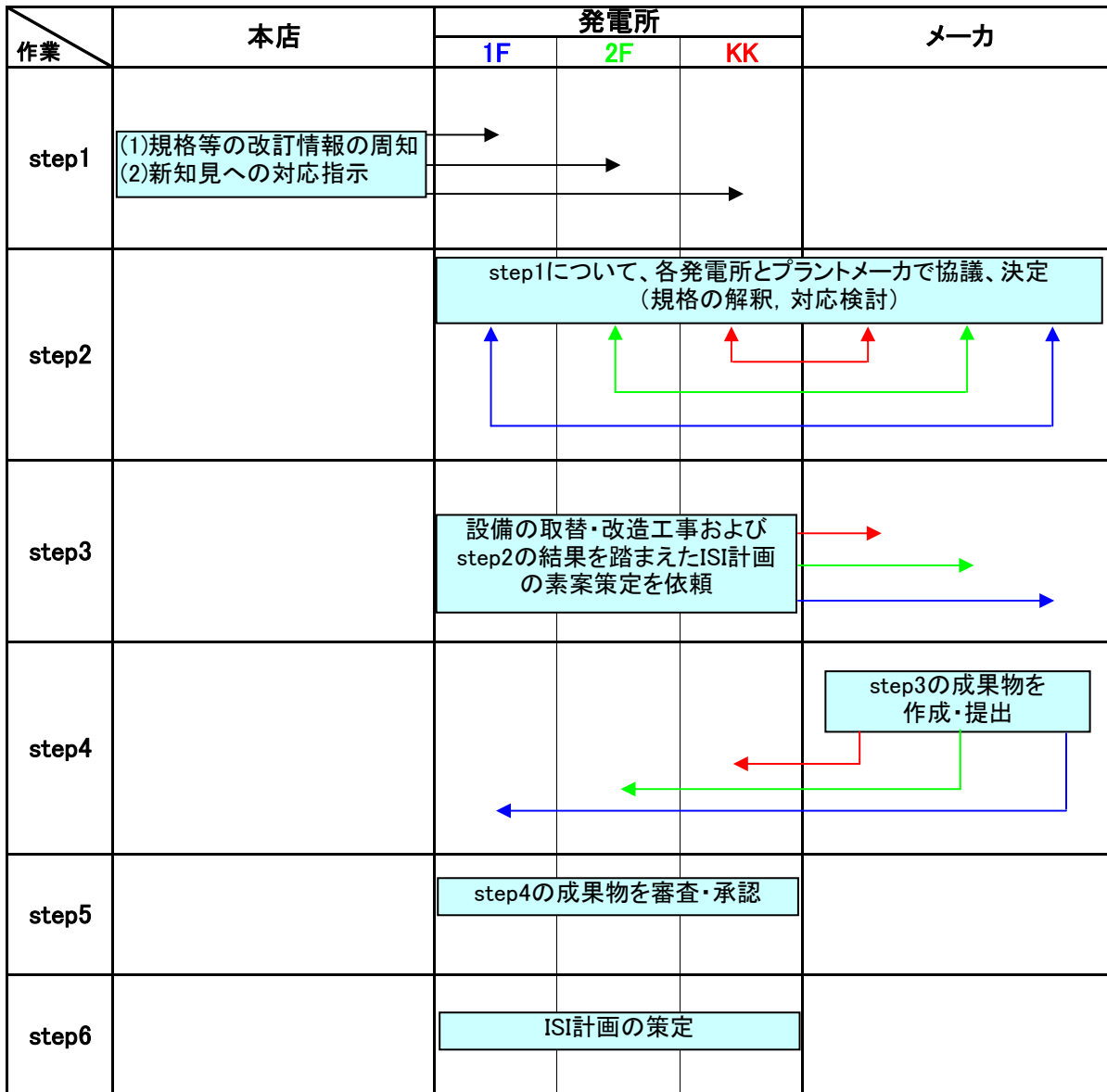


ISIに係る規格の変遷と時系列

年	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989 (H元)	1990 (H2)	1991 (H3)	1992 (H4)	1993 (H5)	1994 (H6)	1995 (H7)	1996 (H8)	1997 (H9)	1998 (H10)	1999 (H11)	2000 (H12)	2001 (H13)	2002 (H14)	2003 (H15)	2004 (H16)	2005 (H17)	2006 (H18)	2007 (H19)	2008 (H20)	2009 (H21)	2010 (H22)
JEAC4205 (日本電気協会)	1974年度版						1980年度版						1986年度版						1995、1996年度版						2000年度版												
																			2002年度版																		
																			2004年度版																		
																			2008年度版																		
維持規格 (JSME S NA1)																																					
RCICポンプ 支持部材																									<ul style="list-style-type: none"> ★ K1切替検討 ★ K6切替検討 ★ K2切替検討 ★ K3切替検討 ★ K7切替検討 ★ 1F6切替検討 ★ 2F1切替検討 												
HPCSポンプ ケーシング																									★ 1F6 ISI対象箇所調査												
RHRポンプ ケーシング																									<ul style="list-style-type: none"> ★ 2F3計画立案 ★ K1計画立案 												
CUW系弁																									★ K1弁取替工事												

ポンプ支持部材が検査範囲として明記
(JEAC4205-2000)

H17年頃までにおけるISIに係る業務フロー体制 添付資料3-1



作業箇所	問題点
step2	規格に対する認識不足 各発電所が個別にプラントメーカーと調整するため、規格の解釈、対応方針が相違 規格の解釈、対応方針について、発電所間の整合が十分に取れていない
step3	成果物に対するエビデンスの提出を要求していない
step4	成果物に対するエビデンスが提出されない 規格の解釈、対応方針について、号機ごとの整合が十分に図れていない
step5	エビデンスがないため、当社チェック機能が働かない
step6	当社によるチェックがされていない資料をもとにISI計画を策定

H17年頃以降におけるISIに係る業務フロー体制 添付資料3-2

作業	本店	発電所			エンジニア リング会社	メーカー
		1F	2F	KK		
step1	(1)規格等の改訂情報の周知 (2)新知見への対応指示	→	→	→		
step2	step1について、ISI連絡会にて本店、各発電所、エンジニアリング会社およびプラントメーカーと協議、決定(規格の解釈、対応方針の検討、横並び、他社情報収集等)					
step3		設備の取替・改造工事 およびstep2の結果を踏 まえたISI計画の素案 策定の委託を発注			→	
step4					step3に ついて、 委託発注	→
step5						← step4の委託報告を 作成・提出
step6					step5を 審査・承認	
step7					step3の 委託報告を 作成・提出	←
step8		step6の成果を審査・承認				
step9		ISI計画の策定				

作業箇所	問題点
step2	個別の箇所について、規格の解釈、対応方針の発電所間の横並びが不足
step3	成果物に対するエビデンスの提出を要求していない
step4	成果物に対するエビデンスの提出を要求していない
step5	委託報告書として、エビデンスが提出されない
step6	エビデンスがないため、チェック機能が働かない
step7	委託報告書として、エビデンスが提出されない
step8	エビデンスがないため、チェック機能が働かない
step9	当社によるチェックがされていない資料をもとにISI計画を策定