

ガラス固化技術開発施設(TVF)における固化処理状況について

— 結合装置の取付再調整に向けた対応状況 —

【概要】

- 結合装置の負圧が交換前と異なる値（交換前：約-0.4kPa → 交換後：約-0.15kPa）になっていることから、交換前と同等の取付状態に再調整した後に運転を開始する。
- 原因調査、対策検討、結合装置取り外しまでのスケジュールに示すとおり、5月28日より遠隔継手部の取外しに着手し、6月14日頃に結合装置の取外しを実施する予定。
- 結合装置の負圧が交換前と異なる値（交換前：約-0.4kPa → 交換後：約-0.15kPa）になっている要因については、熔融炉フランジと結合装置フランジ間の隙間が大きくなっていることによるものと推定している（要因分析①）。熔融炉フランジと結合装置フランジ間の隙間が大きくなっていることに対する要因分析（要因分析②）を実施しており、抽出した項目について、今後調査を進めていく。



令和3年5月27日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

ガラス固化技術開発施設(TVF)結合装置の取付再調整 対応工程案 (結合装置取外し迄)

Rev.3 20210524 3 現場作業へ取外し前の調査(5/24)追記
Rev.0 20210519 検討用として作成

項目	5月										6月										備考	
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		30
1.原因調査、 対策検討	(1) 事象の確認	[Gantt Chart: 事象発生(10/10), 責任が低下した事象の確認(10/11-10/12), TV会議(10/13), 協力依頼(10/14), 実施内容打合せ(10/15), CADデータ送付(10/16), CAD図作成(10/17), メーカー打合せ(10/18), 治具の製作に係る請求起案(10/19), 納品(10/20), 契約締結(10/21)]																				
	(2) FT図(原因)の検討	[Gantt Chart: TV会議(10/13), CAD図による確認(10/15), 取付け/作動確認(10/21)]																				
	(3) 3次元CAD評価	[Gantt Chart: CAD図による確認(10/15), CADデータ送付(10/16), CAD図作成(10/17)]																				
	(4) フランジ間隙の状況観察	[Gantt Chart: 取付け/作動確認(10/21)]																				
	(5) 調査項目の抽出/手順検討 (FT図の検討結果を随時反映)	[Gantt Chart: 取付け/作動確認(10/21)]																				
	(6) 対策検討 (FT図の検討結果を随時反映)	[Gantt Chart: 取付け/作動確認(10/21)]																				
2.現場作業	① 関連する遠隔保守作業など	[Gantt Chart: BSM用カメラ等の整備(10/21), 取付け/作動確認(10/21), 遠隔交換装置の養生(遠隔交換装置は養生をした状態で除染セル内に仮置き中)(10/22), 除染セルへ搬入(10/23), 遠隔継手取外し準備(干渉するケーブル処理)(10/24), 冷却水の水抜き(10/24), 取外し準備(10/25), 取外し(10/26), 取外し後の調査(10/27), 取外し前の調査(10/28), 取外し中の調査(取外し工程に合わせて実施)(10/29), 取外し後の調査(10/30), 対策の準備(資材の手配など)(対策検討内容を随時反映)(10/31)]																				
		② 結合装置の取外し	[Gantt Chart: 取外し(10/26), 取外し後の調査(10/27), 取外し前の調査(10/28), 取外し中の調査(取外し工程に合わせて実施)(10/29), 取外し後の調査(10/30), 対策の準備(資材の手配など)(対策検討内容を随時反映)(10/31)]																			
	① フランジ間隙状況の観察	[Gantt Chart: 取外し(10/26), 取外し後の調査(10/27), 取外し前の調査(10/28), 取外し中の調査(取外し工程に合わせて実施)(10/29), 取外し後の調査(10/30), 対策の準備(資材の手配など)(対策検討内容を随時反映)(10/31)]																				
(2) 観察/調査	① フランジ間隙状況の観察	[Gantt Chart: 取外し(10/26), 取外し後の調査(10/27), 取外し前の調査(10/28), 取外し中の調査(取外し工程に合わせて実施)(10/29), 取外し後の調査(10/30), 対策の準備(資材の手配など)(対策検討内容を随時反映)(10/31)]																				
	② 抽出した項目の調査	[Gantt Chart: 取外し(10/26), 取外し後の調査(10/27), 取外し前の調査(10/28), 取外し中の調査(取外し工程に合わせて実施)(10/29), 取外し後の調査(10/30), 対策の準備(資材の手配など)(対策検討内容を随時反映)(10/31)]																				
(3) 対策	[Gantt Chart: 取外し(10/26), 取外し後の調査(10/27), 取外し前の調査(10/28), 取外し中の調査(取外し工程に合わせて実施)(10/29), 取外し後の調査(10/30), 対策の準備(資材の手配など)(対策検討内容を随時反映)(10/31)]																					

【凡例】
 : 固七セル内の遠隔作業
 : 除染セルでの特殊放射線作業

要因分析①：TVF結合装置負圧調整不可事象に対する要因分析

[記号] ◎: 要因である。○: 要因の可能性が高い。△: 要因から除外できない。×※: 要因ではない。(エビデンスの整理中)

事象	要因1	要因2	要因3	要因4	調査・確認方法	判断基準	調査・確認結果 (検討方針または検討結果)	評価	備考(今後の対応)
TVF結合装置の負圧が設定した-0.4kPaまで低下しなかった	既設の結合装置より空気が流入する量が増えた	既設の結合装置より隙間が大きくなった	隙間① 溶融炉フランジ-結合装置フランジ間の隙間(別図-1参照)	要因分析②参照	・ITVで隙間を確認する ・吹き流しでインリークの有無を確認する。	・隙間が無ければ本要因ではない。 ・吹き流しでインリークが確認出来なければ本要因ではない。	・ITVで確認の結果、旧結合装置より隙間が広がっている。 ・吹き流しによる確認の結果、溶融炉フランジ及び結合装置フランジの隙間に吹き流しの一部が吸い込まれたため、当該隙間にはインリークが生じている。	○	要因分析②参照
			隙間② ペローズ-ガラスガイド管間(別図-1参照)	・運搬や昇降等で固定ボルトにゆるみが生じ、隙間ができた。	・ガラスガイド管部に隙間があるか確認する。	・ガラスガイド管部に隙間が無ければ本要因ではない。	・構造は既設の結合装置と同じであり、メタルタッチとなっている。工場製作段階で隙間なく固定している。約70Nm3/hのリークを想定すると結合装置フランジの隙間は0.93mmとなるが、ガラスガイド管部のリーク周長は結合装置フランジ周長の約1/2と小さく、約70Nm3/hのリークが生じる隙間は約2mmとなり、本部分に相当の隙間が生じているとは考えられない。また、吹き流しによる確認の結果、ガラスガイド管とサンプリング装置間に吸い込まれるような動きは見られなかった。以上より、要因とは考えられない。	×	IHIからエビデンス入手済み
			隙間③ ガラスガイド管-サンプリング装置間(別図-1参照)	・フランジ部に異物が入った。	・ガラスガイド管-サンプリング装置間に異物がないかITVで確認する。	・ガラスガイド管-サンプリング装置間に異物がない。 ・ガラスガイド管-サンプリング装置間に異物がない。	・ガラスサンプリング装置及び結合装置スペーサー上に異物等は点検の結果認められなかった。 ・吹き流しによる確認の結果、ガラスガイド管とサンプリング装置間に吸い込まれるような動きは見られなかった。以上より、要因とは考えられない。	×※	
				・ペローズの昇降ストロークが足りず、隙間が空いている。	・ガラスガイド管-サンプリング装置間に隙間がないかITVで確認する。	・ガラスガイド管-サンプリング装置間に隙間がない。 ・ガラスガイド管-サンプリング装置間に隙間がない。	・流下監視カメラにて南方向(180°)から観察した結果、ガラスガイド管及びサンプリング装置(B台車スペーサー)との間に隙間は生じていない。 ・吹き流しによる確認の結果、ガラスガイド管とサンプリング装置間に吸い込まれるような動きは見られなかった。以上より、要因とは考えられない。	×※	
				台車に位置ずれが起きている。	・台車に位置ずれが起きているか確認する。	・台車に位置ずれが起きていない。 ・台車に位置ずれが起きていない。	・流下監視カメラにて南方向(180°)から観察した結果、結合装置側のガラスガイド管と台車上のサンプリング装置(B台車スペーサー)に位置ずれがないことを確認した。また、台車の前進、後進を繰り返したが、位置ずれはないことを確認したため、要因とは考えられない。	×※	
			隙間④ スプルー/絶縁材貫通部(別図-1参照)	・絶縁材隙間部、ボルト隙間部等に隙間が増加した。	・スプルー部に隙間があるか確認する。	・スプルー部に隙間が無ければ本要因ではない。	・構造は既設の結合装置と同じである。約70Nm3/hのリークを想定すると結合装置フランジの隙間は0.93mmとなるが、スプルー部のリーク周長は結合装置フランジ周長の約1/4と小さく、約70Nm3/hのリークが生じる隙間は約4mmとなり、本部分に相当の隙間が生じているとは考えられない。また、固化セル搬入前の確認で上記のような隙間はなかったことを確認しており、搬入時においても当該部位に隙間が発生するような搬入方法ではない。 以上より、要因とは考えられない。	×	IHIからエビデンス入手済み

次ページへ続く

要因分析①：TVF結合装置負圧調整不可事象に対する要因分析

〔記号〕◎：要因である。○：要因の可能性が高い。△：要因から除外できない。×※：要因ではない。(エビデンスの整理中)

事象	要因1	要因2	要因3	要因4	調査・確認方法	判断基準	調査・確認結果 (検討方針または検討結果)	評価	備考(今後の対応)
次ページからの続き									
	隙間⑤ ジャンパ継手部(別図-1参照)	ジャンパ継手部の嵌合部から冷却配管を通り、冷却リングの空気孔から結合装置内にインリークが生じている。	ジャンパ継手部に隙間があるか確認する。	ジャンパ管継手部に隙間が無ければ本要因ではない。	・構造は既設の結合装置と同じである。結合装置内圧が0.23kPaの時、仮にジャンパ管が接続されていない場合を想定しても、冷却空気リングの空気孔(φ2mm穴×24個×3段)からのインリークは約14Nm ³ /hとなり、本事象ほどリーク量が増えるのは考えられない。 また、ジャンパ管が正常に接続されていること確認していることから、要因とは考えられない。	×	IHIからエビデンス入手済み		
	隙間⑥ のぞき窓ガラス部(別図-1参照)	のぞき窓ガラス部とガスケット部に隙間が生じている。	・窓ガラス部に隙間があるか確認する。	・窓ガラス部に隙間が無ければ本要因ではない。	・構造は既設の結合装置と同じでありガスケット構造となっている。約70Nm ³ /hのリークを想定すると結合装置フランジの隙間は0.93mmとなるが、2個の覗き窓のリーク周長は結合装置フランジ周長のそれぞれ約1/4、約1/3と小さく、約70Nm ³ /hのリークが生じる隙間はそれぞれ約4mm、約5mmとなり、本部分に相当の隙間が生じているとは考えられない。従って、のぞき窓ガラス部隙間で本事象ほどリーク量が増えるのは考えられない。 また、固化セル搬入前の確認で上記のような隙間はなかったことを確認しており、搬入時においても当該部位に隙間が発生するような搬入方法ではない。 以上より、要因とは考えられない。	×	IHIからエビデンス入手済み		
今回更新範囲外の場合でリーク量が増加	リーク箇所① サンプリング装置(B台車用のスベーサ装置)本体の隙間(別図-2参照)		・ガラスサンプリング装置、スベーサの外観に変形等が無ければ本要因ではない。	・ガラスサンプリング装置、スベーサの外観に変形等が無ければ本要因ではない。	・ガラスサンプリング装置及びB台車用のスベーサ装置は外観点検の結果、異常はなく、要因とは考えられない。(R3.5.12実施)	×※			
	リーク箇所② サンプリング装置-キヤニスタ間(別図-2参照)	・フランジ部に異物が入った	・サンプリング装置下面およびキヤニスタ上面をITVで異物がないか確認する。	・サンプリング装置下面およびキヤニスタ上面をITVで異物が無ければ本要因ではない。	・A台車上のキヤニスタ上面、ガラスサンプリング装置下面及びB台車上のキヤニスタ上面、スベーサ下面に異物がないか確認したが、問題は無かった。清掃も実施したが、負圧の確保に有意な差は認められなかったため、要因とは考えられない。	×※			
	リーク箇所③ キヤニスタ本体部(別図-2参照)		・キヤニスタ本体部に隙間が生じているか確認する。	・キヤニスタ本体部に隙間が生じていないければ本要因ではない。	A台車上及びB台車上のキヤニスタ両方で負圧調整ができなかったため、キヤニスタ本体部に隙間が生じているとは考えられず、要因とは考えられない。	×			
	結合装置内圧 G21PICO-10.5廻りのインリーク	リーク箇所④-1 ・結合装置内圧調節弁本体(G21PICO-10.5V)のインリーク(別図-2参照)	・G21PICO-10.5VIにインリークが発生していないか確認する。	・G21PICO-10.5VIにインリークが発生していないければ本要因ではない。	・結合装置更新前後において、G21PICO-10.5VIに対しての保守(取付け・取外し、交換等)は実施していない。 ・吹き流しによりPICO-10.5にインリーク箇所がないことを確認したため、要因とは考えられない。	×※	・吹き流しにより、PICO-10.5のインリークの有無を確認する。 確認時期：ジャンパ管取外し前(B) ⇒確認日R3.5.24		
	リーク箇所⑤ 溶融炉底部の保温材押え板部に貫通孔が発生した。(別図-2参照)	リーク箇所④-2 ・計装導圧管(G21PICO-10.5)のインリーク(別図-2参照)	・計装導圧管のジャンパ管(G21Q530、Q542)の外観に変形や設置状況の問題が無ければ本要因ではない。	・計装導圧管のジャンパ管(G21Q530、Q542)の外観に変形や設置状況の問題が無ければ本要因ではない。	・結合装置更新前後において、計装導圧管のジャンパ管(G21Q530、Q542)に対しての保守(取付け・取外し、交換等)は実施していない。 ・外観点検の結果、変形や設置不良等の異常はなかったことから要因とは考えられない。	×※			
	リーク箇所⑥ 残留ガラス除去作業により流下ノズル内部に貫通孔が発生した。(別図-2参照)				・保温材押え板部に貫通孔が発生した場合、炉内圧力により結合装置内圧は深くなる方向のため、要因とは考えられない。	×			
							・残留ガラス除去作業において流下ノズル部に貫通孔が発生した場合、結合装置内圧は深くなる方向のため、要因とは考えられない。	×	

次ページへ続く

要因分析①：TVF結合装置負圧調整不可事象に対する要因分析

[記号] ◎：要因である。○：要因の可能性が高い。△：要因から除外できない。×※：要因ではない。(エビデンスの整理中)

事象	要因1	要因2	要因3	要因4	調査・確認方法	判断基準	調査・確認結果 (検討方針または検討結果)	評価	備考(今後の対応)
次ページからの続き									
換気系統に異常がある	結合装置等の運転状態の変動により流入する空気が増加した。	①結合装置へのパージエア等が増加した。	・パージエア	・結合装置へのパージエア等のインリークの有無、流量に変動が無くはないか確認する。	・結合装置へのパージエア等のインリークの有無、流量に変動が無くはないか確認する。	・結合装置へのパージエア等のインリークの有無、流量に変動が無くはないか確認する。	・結合装置には流下ノズル冷却用の圧空配管及びベロロズ昇降用の圧空配管が接続されているが、パージエアは設置されていないため、要因とは考えられない。	×	
		②溶融炉へのパージエアが増加した。	・流下ノズル冷却系統(アンバー側)へのインリーク	・流下ノズル冷却系統(G21-A-12、G21-A-15の配管のバルブ、フランジ部等にインリークが発生していないかスモークテストで確認する。	・流下ノズル冷却系統(G21-A-12、G21-A-15の配管のバルブ、フランジ部等にインリークが発生していないかスモークテストで確認する。	・流下ノズル冷却系統(G21-A-12、G21-A-15の配管のバルブ、フランジ部等にインリークが発生していないかスモークテストで確認する。	・スモークテストでアンバー側バルブにリークが無いことを確認したため、要因とは考えられない。	×※	・スモークテストでアンバー側バルブのリークの有無を確認する。 確認時期：ジャンパ管取外し前(B) ⇒確認日R3.5.24
溶融炉の吸引風量が不足している	炉内圧が通常値-1.0kPaより浅くなった	溶融炉の吸引風量が不足している	・溶融炉へのパージエアが増加した。	・溶融炉へのパージエアの供給状況を確認する。	・溶融炉へのパージエアの供給状況を確認する。	・溶融炉へのパージエアの供給状況に変動が無ければ本要因ではない。	・溶融炉へのパージエアには影響がないことから、要因とは考えられない。	×	
		換気系統に異常がある	・炉内圧が通常値-1.0kPaより浅くなった	結合装置内圧調整に際し溶融炉インテーク弁が正常に制御されていない。	結合装置内圧調整に際し溶融炉インテーク弁の拳動を確認する。	結合装置内圧調整に際し溶融炉インテーク弁が正常に制御されていない。	・結合装置PICO-10.5Vの弁開度に応じて炉内圧を-1.0kPaに制御するよう溶融炉インテーク弁の弁開度調整が正常に行われていたことを確認したため、要因とは考えられない。	×※	
PICO-10.5Vの調整動作が不良	PICO-10.5Vの調整動作が不良	本体作動性劣化	・本体作動性劣化 ・開度指示の信号変換器故障	弁本体のインジケータによる開度確認	弁本体のインジケータによる開度確認	指令値通りに弁のインジケータが正常に変動していない。	・弁開度指令値(MV値0%~100%)に対して連動して弁本体のインジケータが変動していたため、弁は問題ない。(弁開度が100%になっても結合装置内負圧は-0.23kPa程度と設置値まで到達しなかった。)	×※	
		・弁体、弁棒の破損	弁の外観点検	弁の外観点検	弁の外観に變形等の異常が無ければ本要因ではない。	・弁の外観点検を実施したが、弁体、弁棒等に變形等の異常は認められなかったため、要因とは考えられない。	×※		
溶融炉-スクラップ間の差圧に変動があった。	溶融炉-スクラップ間の差圧に変動があった。	溶融炉-スクラップ間の差圧に変動があった。	溶融炉-スクラップ間の差圧を確認する。	溶融炉-スクラップ間の差圧を確認する。	溶融炉-スクラップ間の差圧に大きな変動が無ければ本要因ではない。	・溶融炉-スクラップ間の差圧G41dPI10.3に大きな変動はなかったことから、要因とは考えられない。	×※		
		溶融炉換気系の風量が変動した。	溶融炉換気系の風量を確認する。	溶融炉換気系排風機の風量を確認する。	溶融炉換気系排風機の風量に大きな変動が無ければ本要因ではない。	・溶融炉換気系は定風量となるようインバータ制御されていることから、要因とは考えられない。	×		
G21PICO-10.5の校正外れ	ループを構成する計器(差圧伝送器、圧力指示計、変換器等)の経年劣化	G21PICO-10.5の校正外れ	G21PICO-10.5の校正	G21PICO-10.5の校正	G21PICO-10.5に校正に校正外れが起きていないか確認する。	G21PICO-10.5の校正を実施し、前回校正時(R2.12.21)と同様、標稱入力値に対する誤差は0.1%程度であったため、要因とは考えられない。	×※		

要因分析②：溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間が大きくなったことに対する要因分析

【記号】◎：要因である。○：要因の可能性が高い。△：要因から除外できない。×：要因ではない。

事象	分類	想定1	想定2	要因1	要因2	要因3	調査・確認方法	判断基準	調査・確認結果	評価	備考 (今後の対応等)
溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間が大きくなった。	・外力による要因	1 ・結合装置西側(給電ファイダ、圧空配管側)のフランジ間の隙間が大きい。	1 ・給電ファイダが上がりすぎ、結合装置西側(給電ファイダ、圧空配管側)を押し下げる力が働く。(別図-3 事象2-①)	・遠隔サポート用ボルトの締付け過ぎ。	1 ①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間が均等に広がっている、又は北西側(圧空配管側)に比べて南西側(給電ファイダ側)の隙間が少ない場合は、本要因ではない。 ②フランジ間の隙間が広がる方向、又は真正圧が浅くなる方向であれば、本要因ではない。	①遠隔サポート取外し前に、フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間を観察する。(別図-4) ②B台車を結合した状態で、遠隔サポート用ボルトを締められた際のフランジ間の隙間量の変化を確認する。また、結合装置内圧の変化を確認する。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間が均等に広がっている、又は北西側(圧空配管側)に比べて南西側(給電ファイダ側)の隙間が少ない場合は、本要因ではない。 ②フランジ間の隙間が広がる方向、又は真正圧が浅くなる方向であれば、本要因ではない。	(調査・確認者) 方加理 (調査時期) ①遠隔サポート取外し前(C) ②遠隔サポート取外し中(D)			
				・遠隔サポート用ボルトの締付け過ぎ。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間が均等に広がっている、又は北西側(圧空配管側)に比べて南西側(給電ファイダ側)の隙間が少ない場合は、本要因ではない。 ②フランジ間の隙間が広がる方向、又は真正圧が浅くなる方向であれば、本要因ではない。	①遠隔サポート取外し前に、フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間を観察する。(別図-4) ②遠隔サポート取外し前に、遠隔サポート用ボルトの状態を確認する。 ③遠隔サポート取外し後に、フランジ間の隙間を観察する。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間が均等に広がっている、又は北西側(圧空配管側)に比べて南西側(給電ファイダ側)の隙間が少ない場合は、本要因ではない。 ②フランジ間の隙間が広がる方向、又は真正圧が浅くなる方向であれば、本要因ではない。	(調査・確認者) 方加理 (調査時期) ①遠隔サポート取外し前(C) ②遠隔サポート取外し後(E)			
				・給電ファイダの自重により、結合装置西側(給電ファイダ、圧空配管側)を押し下げる。(別図-3 事象1-①)	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間が均等に広がっている、又は北西側(圧空配管側)に比べて南西側(給電ファイダ側)の隙間が少ない場合は、本要因ではない。 ②フランジ間の隙間が広がる方向、又は真正圧が浅くなる方向であれば、本要因ではない。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間を観察する。(別図-4) ②遠隔サポート取外し前に、遠隔サポート用ボルトの状態を確認する。 ③遠隔サポート取外し後に、フランジ間の隙間を観察する。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間が均等に広がっている、又は北西側(圧空配管側)に比べて南西側(給電ファイダ側)の隙間が少ない場合は、本要因ではない。 ②フランジ間の隙間が広がる方向、又は真正圧が浅くなる方向であれば、本要因ではない。	(調査・確認者) 方加理 (調査時期) ①遠隔サポート取外し前(C) ②遠隔サポート取外し後(E)			
				・圧空配管の自重により、結合装置西側(給電ファイダ、圧空配管側)を押し下げる。(別図-3 事象1-①)と同様	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間が均等に広がっている、又は北西側(圧空配管側)に比べて南西側(給電ファイダ側)の隙間が少ない場合は、本要因ではない。 ②フランジ間の隙間が広がる方向、又は真正圧が浅くなる方向であれば、本要因ではない。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間を観察する。(別図-4) ②遠隔サポート取外し前に、遠隔サポート用ボルトの状態を確認する。 ③遠隔サポート取外し後に、フランジ間の隙間を観察する。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間が均等に広がっている、又は北西側(圧空配管側)に比べて南西側(給電ファイダ側)の隙間が少ない場合は、本要因ではない。 ②フランジ間の隙間が広がる方向、又は真正圧が浅くなる方向であれば、本要因ではない。	(調査・確認者) 方加理 (調査時期) ①遠隔サポート取外し前(C) ②遠隔サポート取外し後(E)			
				・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのバネで吸収しきれない。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間が均等に広がっている、又は北西側(圧空配管側)に比べて南西側(給電ファイダ側)の隙間が少ない場合は、本要因ではない。 ②フランジ間の隙間が広がる方向、又は真正圧が浅くなる方向であれば、本要因ではない。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間を観察する。(別図-4) ②遠隔サポート取外し前に、遠隔サポート用ボルトの状態を確認する。 ③遠隔サポート取外し後に、フランジ間の隙間を観察する。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間が均等に広がっている、又は北西側(圧空配管側)に比べて南西側(給電ファイダ側)の隙間が少ない場合は、本要因ではない。 ②フランジ間の隙間が広がる方向、又は真正圧が浅くなる方向であれば、本要因ではない。	(調査・確認者) 方加理 (調査時期) ①遠隔サポート取外し前(C) ②遠隔サポート取外し後(E)			
溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間が大きいの。	・結合装置全周のフランジ間の隙間が大きい。	1 ・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのバネで吸収しきれない。	1 ・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのバネで吸収しきれない。	・クランプ用スプリングが機能していない。	・結合時の270°方向のスプリングのばね定数が0°、120°方向と同程度であれば、本要因ではない。	・結合時の270°方向のスプリングのばね定数が0°、120°方向と同程度であれば、本要因ではない。	・結合装置フランジ面に異物が無ければ、本要因ではない。	(調査・確認者) 方加理 (調査時期) ①遠隔サポート取外し後(A)			
				・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのバネで吸収しきれない。	①再検証の結果に問題が無ければ、本要因ではない。 ②IH又は高速炉部門(調査時期)調整中						
				・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのバネで吸収しきれない。	①再検証の結果に問題が無ければ、本要因ではない。 ②IH又は高速炉部門(調査時期)調整中						
				・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのバネで吸収しきれない。	①再検証の結果に問題が無ければ、本要因ではない。 ②IH又は高速炉部門(調査時期)調整中						
				・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのバネで吸収しきれない。	①再検証の結果に問題が無ければ、本要因ではない。 ②IH又は高速炉部門(調査時期)調整中						
溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間が大きいの。	・溶融炉又は結合装置側フランジが大きく傾いている。	1 ・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのバネで吸収しきれない。	1 ・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのバネで吸収しきれない。	・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのバネで吸収しきれない。	・結合時の270°方向のスプリングのばね定数が0°、120°方向と同程度であれば、本要因ではない。	・結合時の270°方向のスプリングのばね定数が0°、120°方向と同程度であれば、本要因ではない。	・結合装置フランジ面に異物が無ければ、本要因ではない。	(調査・確認者) 方加理 (調査時期) ①遠隔サポート取外し後(A)			
				・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのバネで吸収しきれない。	①再検証の結果に問題が無ければ、本要因ではない。 ②IH又は高速炉部門(調査時期)調整中						
				・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのバネで吸収しきれない。	①再検証の結果に問題が無ければ、本要因ではない。 ②IH又は高速炉部門(調査時期)調整中						
				・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのバネで吸収しきれない。	①再検証の結果に問題が無ければ、本要因ではない。 ②IH又は高速炉部門(調査時期)調整中						
				・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのバネで吸収しきれない。	①再検証の結果に問題が無ければ、本要因ではない。 ②IH又は高速炉部門(調査時期)調整中						

(次頁へ続く)

要因分析②：溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間が大きくなったことに対する要因分析

事象	想定1	想定2	要因1	要因2	要因3	調査・確認方法	判断基準	調査・確認結果	備考 (今後の対応等)
(次頁からの続き)	1 ・結合装置西側(給電ファイダ、圧空配管側)のフランジ間の隙間が大きい。	1 ・給電ファイダが上がりすぎ、結合装置西側(給電ファイダ、圧空配管側)を押し下げる力が働く。(別図-3 事象2-①)	・給電ファイダの上げ代が大きく、上げ過ぎる。	・旧結合装置に比べてボルト締付け前の遠隔サポートと架台側サポート受け台の締め代が大きい。	・遠隔サポート取外し前に、フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間を観察する。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間が均等に広がっていない場合は、本要因ではない。 ②旧結合装置と新結合装置のボルト締付け前の遠隔サポートと架台側サポート受け台の締め代が小さい方向であれば、本要因ではない。			(調査・確認者)方如課 (調査時期)①遠隔サポート取外し前(C) ②実施中
	2 ・形状(構造)による要因	2 ・圧空配管が上がりすぎ、結合装置西側(給電ファイダ、圧空配管側)を押し下げる力が働く。(別図-3 事象2-①と同様)	・圧空配管の上げ代が大きく、上げ過ぎる。	・旧結合装置に比べてボルト締付け前の遠隔サポートと架台側サポート受け台の締め代が大きい。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間を観察する。 ②旧結合装置と新結合装置のボルト締付け前の遠隔サポートと架台側サポート受け台の締め代を録画映像より比較する。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間が均等に広がっていない場合は、本要因ではない。 ②旧結合装置と新結合装置のボルト締付け前の遠隔サポートと架台側サポート受け台の締め代が小さい方向であれば、本要因ではない。			(調査・確認者)方如課 (調査時期)①遠隔サポート取外し前(C) ②実施中
	3 ・給電ファイダの自重により、結合装置西側(給電ファイダ、圧空配管側)を押し下げる。(別図-3 事象1-①)	3 ・圧空配管の自重により、結合装置西側(給電ファイダ、圧空配管側)を押し下げる。(別図-3 事象1-①と同様)	・給電ファイダの上げ代が小さく、結合装置を吊り上げられない。	・旧結合装置に比べてボルト締付け前の遠隔サポートと架台側サポート受け台の締め代が小さい。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間を観察する。 ②旧結合装置と新結合装置のボルト締付け前の遠隔サポートと架台側サポート受け台の締め代を録画映像より比較する。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間が均等に広がっていない場合は、本要因ではない。 ②旧結合装置と新結合装置のボルト締付け前の遠隔サポートと架台側サポート受け台の締め代が大きい方向であれば、本要因ではない。			(調査・確認者)方如課 (調査時期)①遠隔サポート取外し前(C) ②実施中
	4 ・圧空配管の自重により、結合装置西側(給電ファイダ、圧空配管側)を押し下げる。(別図-3 事象1-①と同様)	4 ・圧空配管の自重により、結合装置西側(給電ファイダ、圧空配管側)を押し下げる。(別図-3 事象1-①と同様)	・圧空配管の上げ代が小さく、結合装置を吊り上げられない。	・旧結合装置に比べてボルト締付け前の遠隔サポートと架台側サポート受け台の締め代が小さい。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間を観察する。 ②旧結合装置と新結合装置のボルト締付け前の遠隔サポートと架台側サポート受け台の締め代を録画映像より比較する。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間が均等に広がっていない場合は、本要因ではない。 ②旧結合装置と新結合装置のボルト締付け前の遠隔サポートと架台側サポート受け台の締め代が大きい方向であれば、本要因ではない。			(調査・確認者)方如課 (調査時期)①遠隔サポート取外し前(C) ②実施中
	5 ・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのハネで吸収できている。	5 ・溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間をクランプ用スプリングのハネで吸収できている。	・クランプ用スプリングが負けるほど大きな荷重が掛かっている。	1 ・給電ファイダ側の遠隔サポート受け部の取り付け位置が設計値より近い。(給電ファイダが重い)(別図-3 事象1-①) 2 ・給電ファイダ側の遠隔サポート受け部の奥側(裏側)の受けが出っ張っている。(別図-3 事象2-①) 3 ・給電ファイダ側の遠隔サポート受け部の取り付け位置が設計値より近い(給電ファイダが軽い)(別図-3 事象1-①) 4 ・給電ファイダ側の遠隔サポート受け部の取り付け位置が設計値より低い。(別図-3 事象1-②)	・遠隔サポート用ボルトを締め、遠隔サポートとの隙間を観察する。 ・フランジ間の隙間が広がる方向であれば、本要因ではない。 ・遠隔サポートとの隙間を観察する。	①フランジ東側(給電ファイダ、圧空配管の無い側)の隙間を観察する。 ②旧結合装置と新結合装置のボルト締付け前の遠隔サポートと架台側サポート受け台の締め代を録画映像より比較する。 ・遠隔サポート用ボルトを締め、遠隔サポートとの隙間を観察する。 ・フランジ間の隙間が広がる方向であれば、本要因ではない。			(調査・確認者)方如課 (調査時期)遠隔サポート取外し中(D)
					・給電ファイダが遠隔サポートに入ること拘束され、結合装置本体方向(真方向)に通電が掛かり、モーメントが掛かる。 ・給電ファイダが奥側のサポートで干渉し、反力を受ける。 ・給電ファイダが遠隔サポートに入らずに干渉し、反力を受ける。 ・給電ファイダが遠隔サポートに入らずに干渉し、反力を受ける。			(調査・確認者)方如課 (調査時期)遠隔サポート取外し中(D)	
					・給電ファイダが遠隔サポートに入らずに干渉し、反力を受ける。 ・給電ファイダが遠隔サポートに入らずに干渉し、反力を受ける。				(調査・確認者)方如課 (調査時期)遠隔サポート取外し中(D)
					・給電ファイダが遠隔サポートに入らずに干渉し、反力を受ける。 ・給電ファイダが遠隔サポートに入らずに干渉し、反力を受ける。				(調査・確認者)方如課 (調査時期)遠隔サポート取外し中(D)

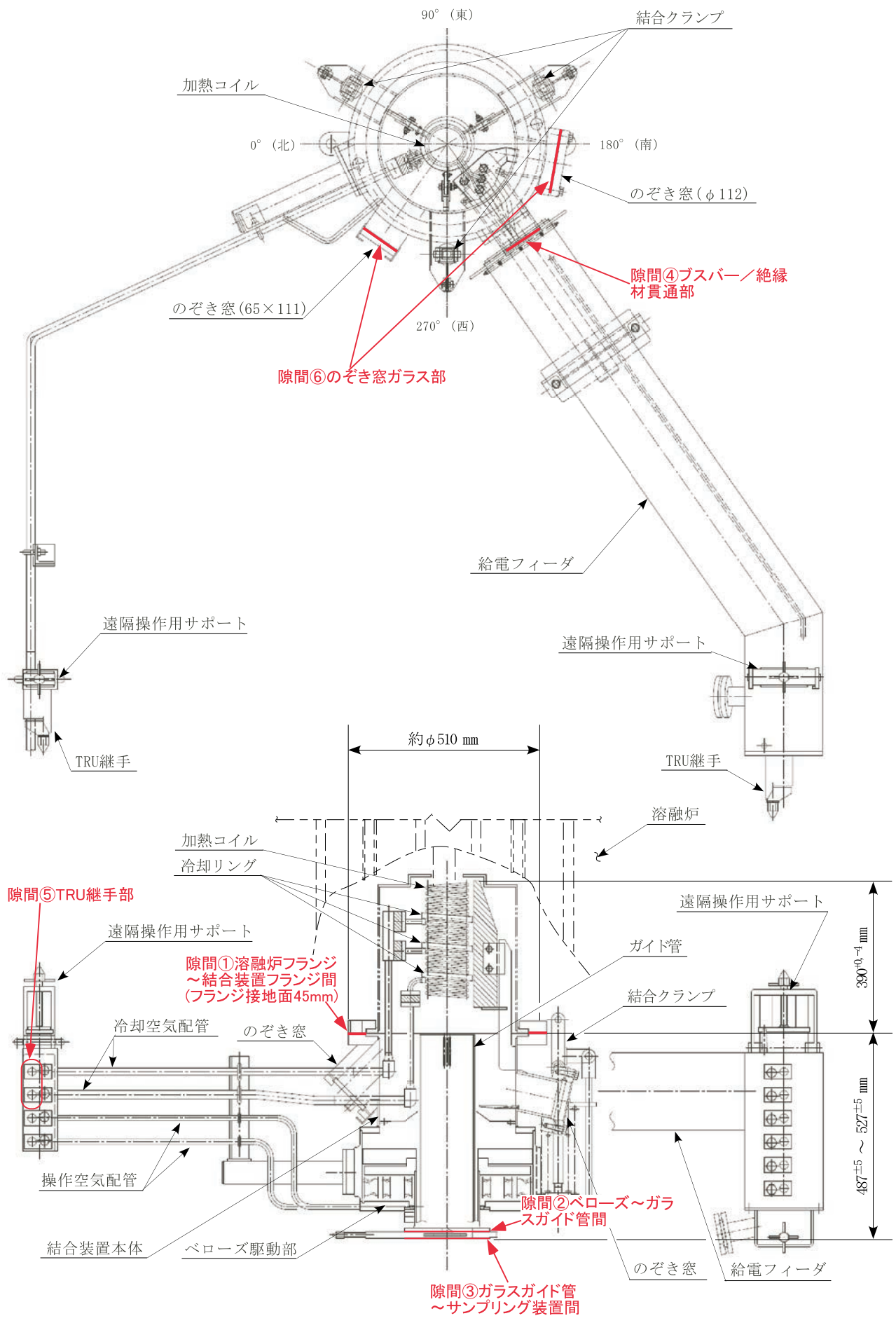
(次頁へ続く)

【記号】◎：要因である。○：要因の可能性が高い。△：要因から除外できない。×：要因ではない。

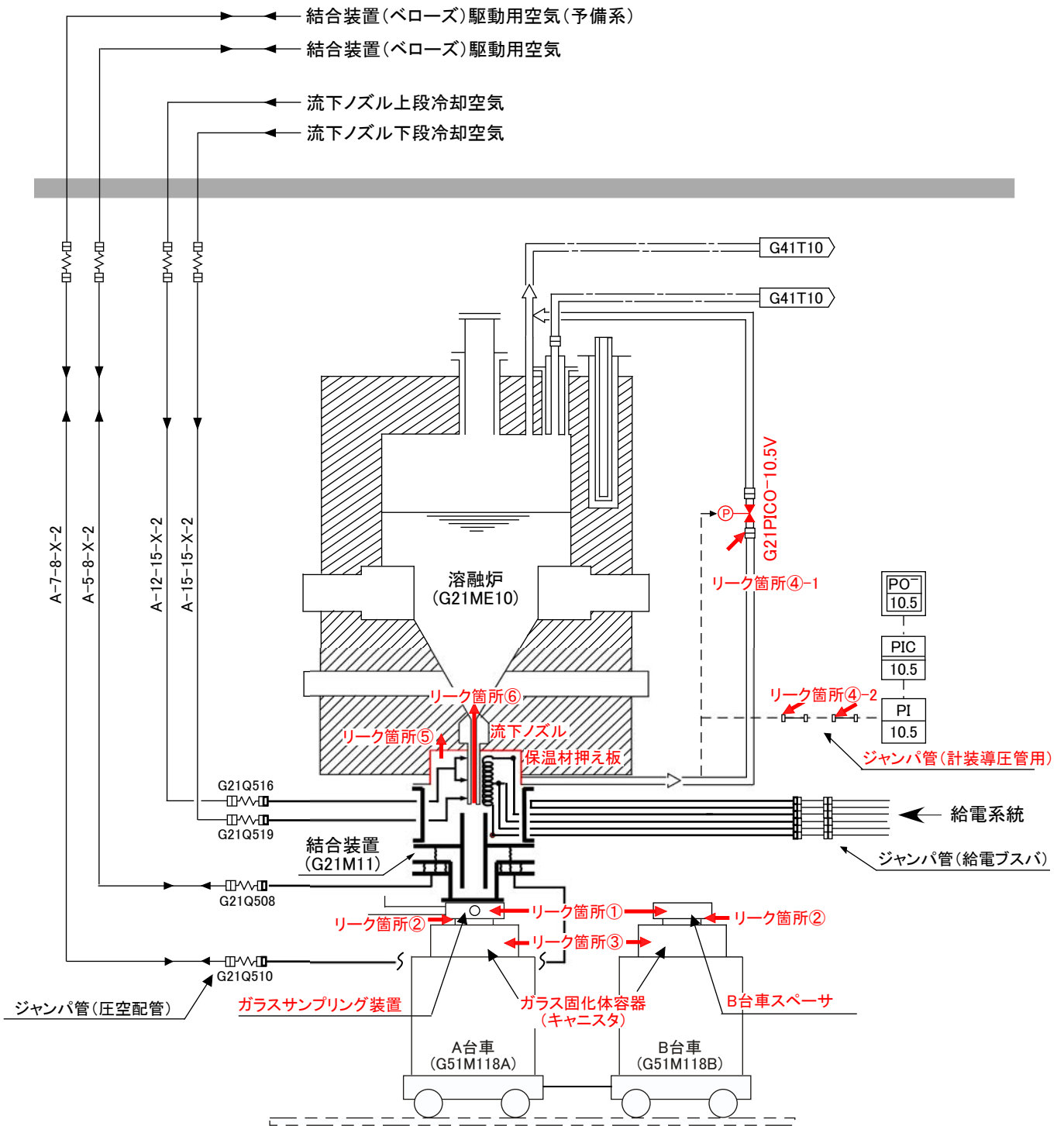
要因分析②：溶融炉フランジー結合装置フランジ間の隙間が大きくなったことに対する要因分析

【 equal 】◎：要因である。○：要因の可能性が高い。△：要因の可能性が低い。×：要因ではない。

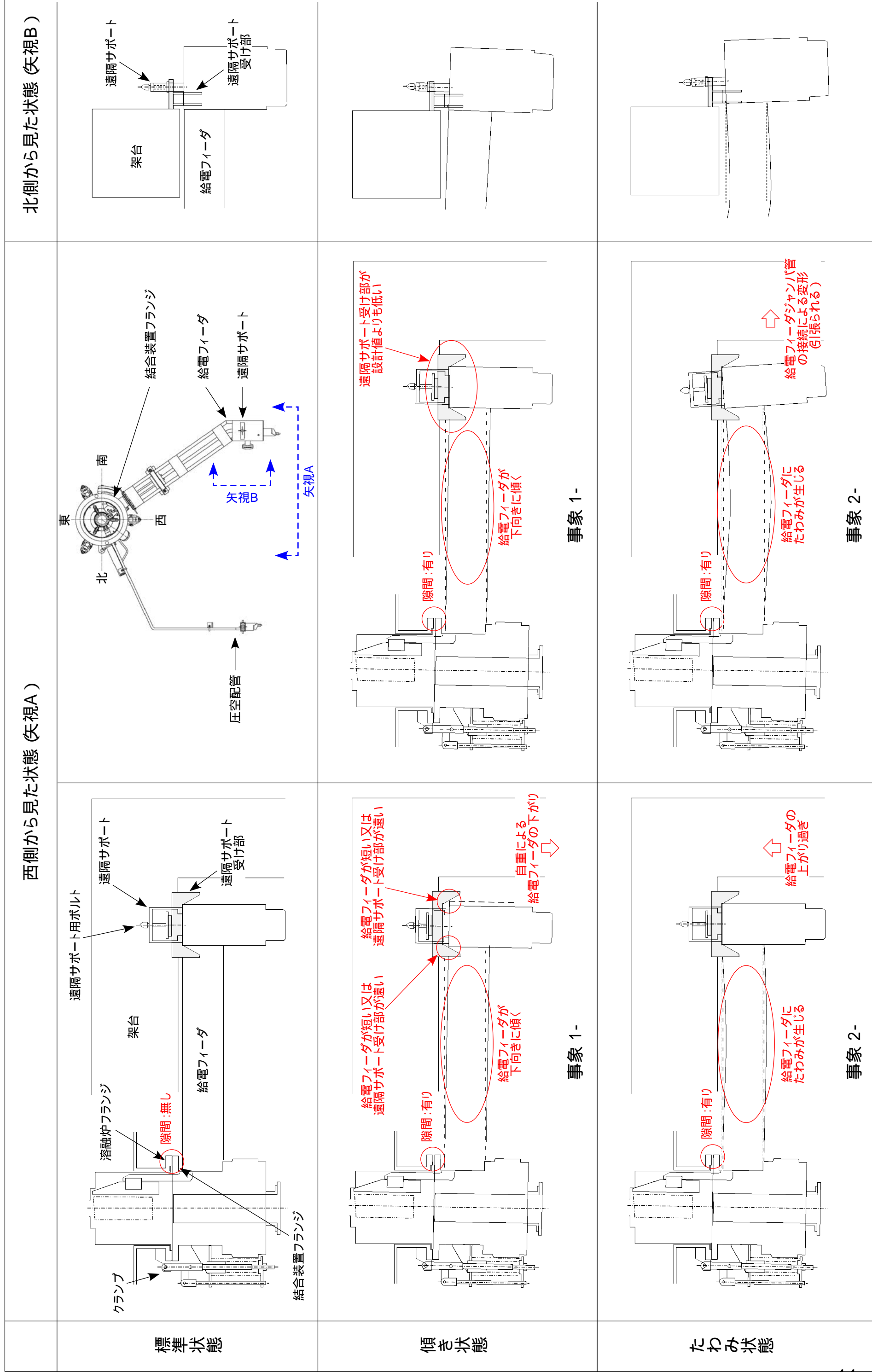
事象	想定1	想定2	要因1	要因2	要因3	調査・確認方法	判断基準	調査・確認結果	評価	備考 (今後の対応等)
(次頁からの続き)	2 結合装置全周のフランジ間の隙間が大きい。	1 コイルサポートの取付位置(高さ方向)が設計値よりも高い(施工ミス)。	2 コイルサポートの取付位置(高さ方向)が設計値よりも低い(施工ミス)。	5 給電ファイダジャック管の接続で、給電ファイダに力が掛かり変形する。(別図-3 事象2-②)	6 圧空配管ジャック管の接続で、圧空配管に力が掛かり変形する。	給電ファイダジャック管を外した際のフランジ間の隙間量を観察する。	フランジ間の隙間が広がる方向であれば、本要因ではない。			(調査・確認者) 方如課 (調査時期) ジャック管取外し後(F)
	3 結合装置のフランジ間の隙間が一部分で大きい。	1 溶融炉側の保温材抑え板等の形状、寸法が設計値と異なる。	2 溶融炉側の保温材抑え板等の形状、寸法が設計値と異なる。	1 溶融炉の運転に伴い、溶融炉側の保温材抑え板等に変形又は位置ずれが生じた。	2 2号溶融炉製作時に製作誤差が生じた。	結合装置本体を取外し、保温材抑え板等の有無を確認する。また、結合装置本体を取外し、コイルサポート等について、干渉痕の有無を確認する。	保温材抑え板等に変形等の異常が無く、また、コイルサポート等に干渉痕が無ければ、本要因ではない。			(調査・確認者) 方如課 (調査時期) 結合装置本体取外し後(G)
	3 結合装置のフランジ間の隙間が一部分で大きい。	1 溶融炉側フランジが平ではなく、傷や凹凸がある。	2 結合装置側フランジが平ではなく、傷や凹凸がある。			結合装置本体を取り外し、溶融炉側フランジ面の傷や凹凸の有無を確認する。	溶融炉側フランジ面に有意な傷や凹凸が無ければ、本要因ではない。			(調査・確認者) 方如課 (調査時期) 結合装置本体取外し後(G)
	4 結合装置の製作誤差の積み重ねにより、検査では気付かなかった製作誤差が生じた。	1 溶融炉側フランジ傾きと結合装置側フランジ傾きが回転方向で合致せず、隙間が発生する。	2 溶融炉側フランジ傾きが回転方向で合致せず、隙間が発生する。			溶融炉側フランジの傾き方向と角度計測データを確認する。また、結合装置フランジの傾き方向と角度の製作時データを確認する。	データが合致していれば、2本のガイドピンでフランジ間の位置決めがされるため、本要因ではない。			(調査・確認者) 方如課 (調査時期) 実施中
	4 結合装置の製作誤差の積み重ねにより、検査では気付かなかった製作誤差が生じた。	1 モックアップ試験(固化セル内の溶融炉架台を再現した模擬架台への取付)で確認できなかった。	2 モックアップ試験(固化セル内の溶融炉架台を再現した模擬架台への取付)で確認できなかった。			模擬架台の製作寸法を、メーカーの施工記録又は再測定により確認する。	模擬架台の製作寸法が、設計の範囲内であれば、本要因ではない。			(調査・確認者) 方如課 (調査時期) 調整中



別図-1 結合装置 隙間部説明図



別図-2 今回更新範囲外でのリーク想定箇所



別図 - 3 溶融炉フランジ - 結合装置フランジ間に隙間が生じる想定事象

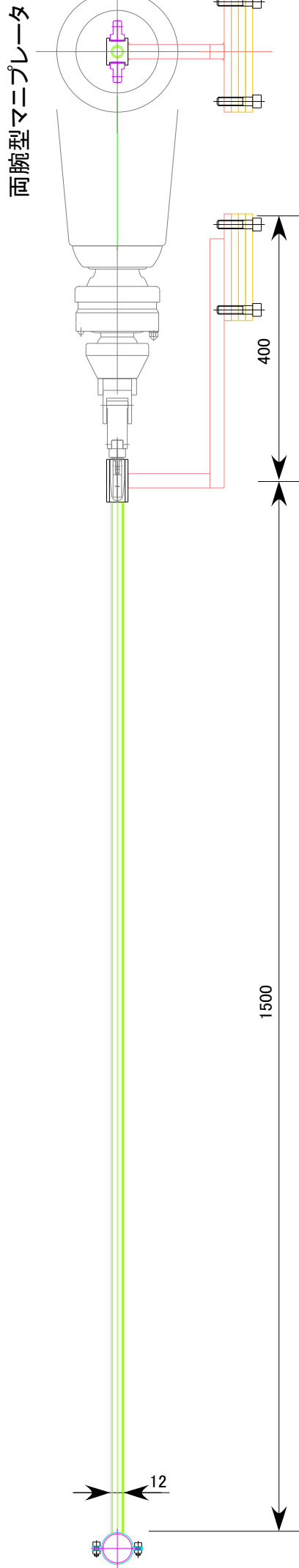
遠隔コネクタ (R19) から電源供給

MIRION社製カメラ (R93型)
固定焦点カメラ
解像度: 600本
吸収線量: 2MGy
サイズ・重量: 径40.5mm × 250mm 長、1.25kg
照明: LED

両腕型マニプレータにより把持

バランスウエイト

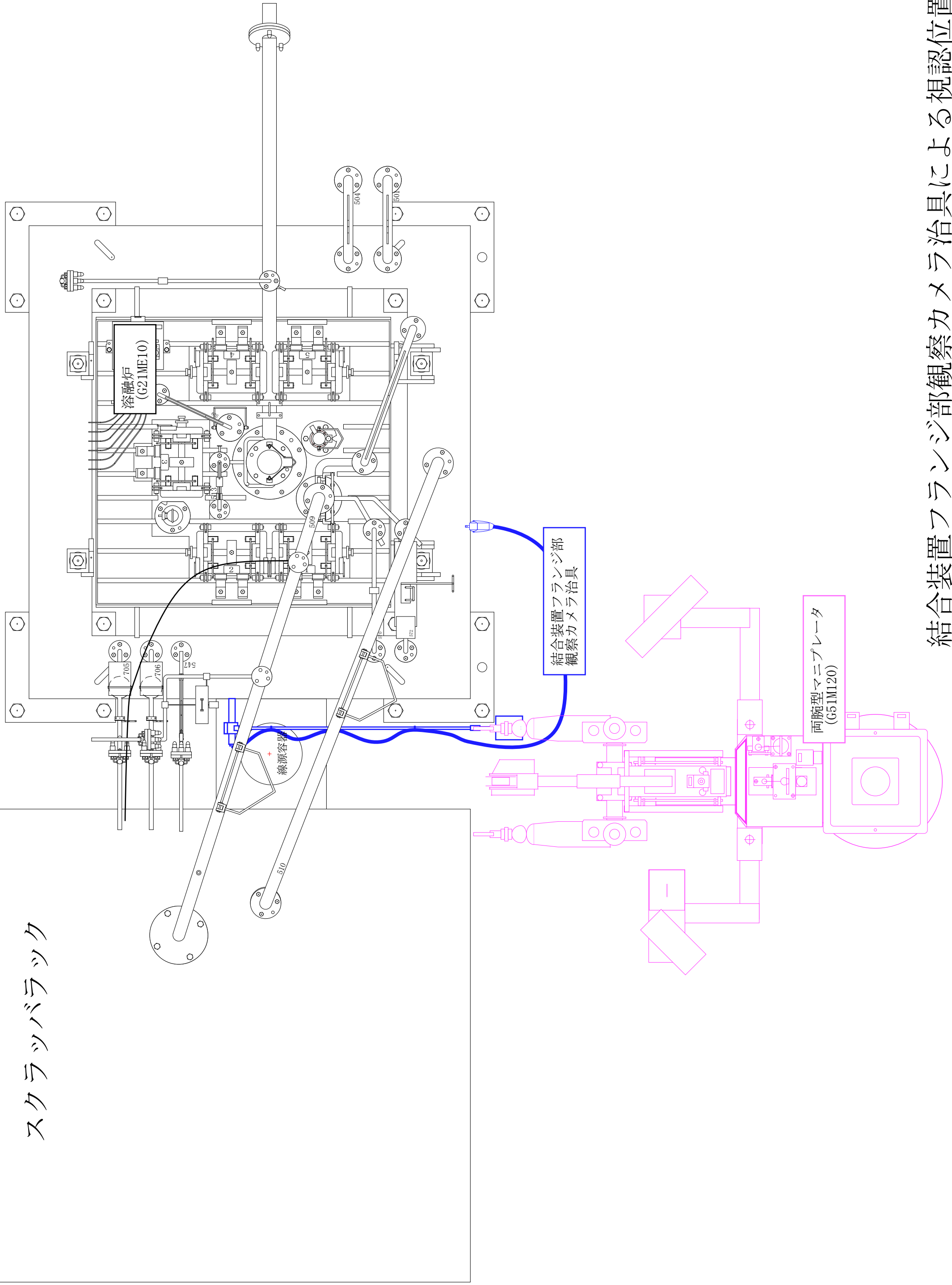
カメラはMSマニプレータによる取外し可能な構造



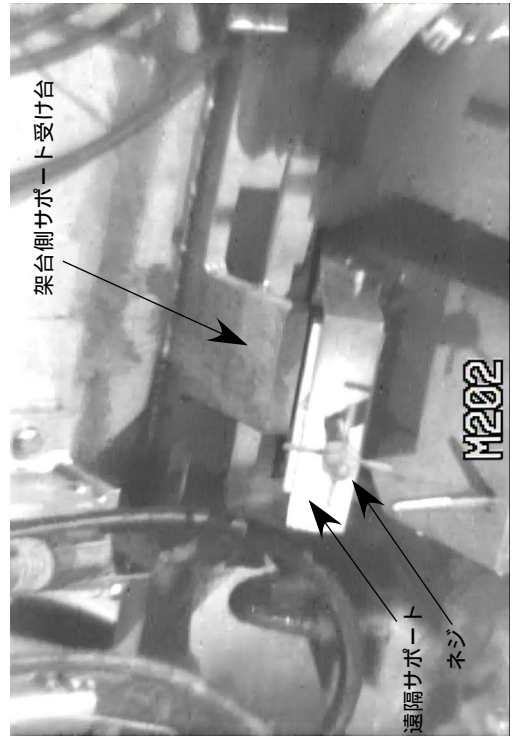
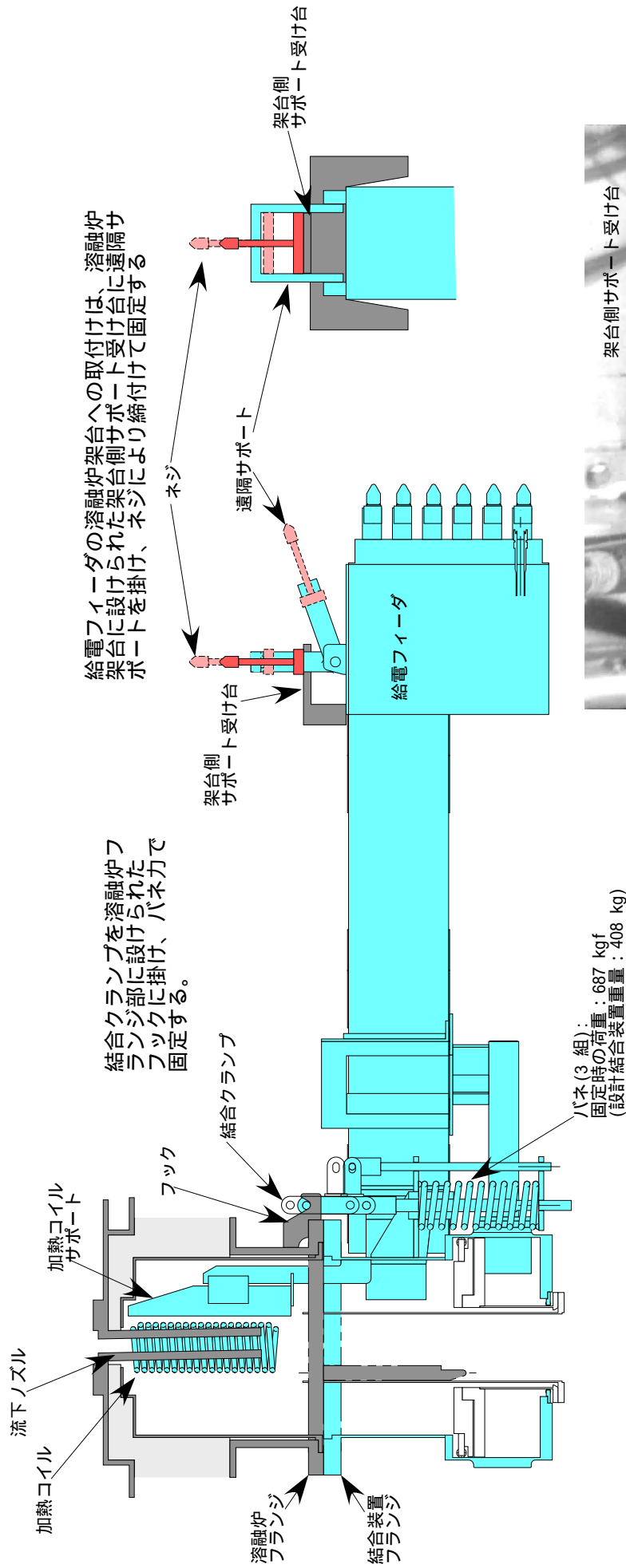
総重量: 15kg以下

別図-4 結合装置フランジ部観察カメラ治具

スクラップバック

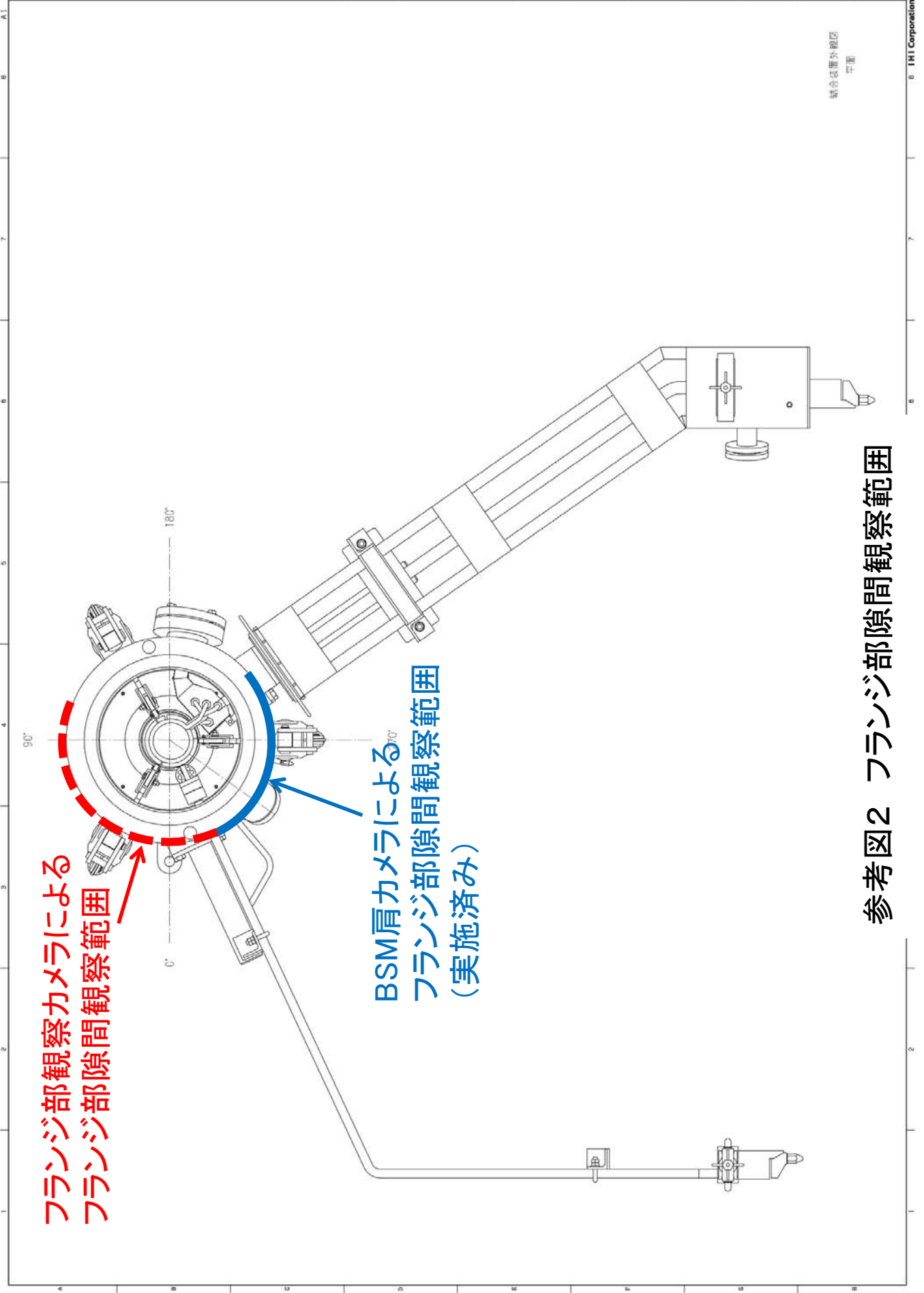


結合装置フラッシュ部観察カメラ治具による視認位置



遠隔サポート及び架台側サポート受け台の外観 (固定前)

参考図-1
結合装置取付けに係る構造概要



フランジ部観察カメラによる
フランジ部隙間観察範囲

BSM肩カメラによる
フランジ部隙間観察範囲
(実施済み)

参考図2 フランジ部隙間観察範囲