

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

【概要】

- TVF は、現在、3号溶融炉の固化セル内搬入に向け、固化セル内の高放射性固体廃棄物の解体作業、高経年化設備の更新作業を進めている。
- 令和5年6月以降、固化セル内の遠隔操作に用いる両腕型マニプレータ(BSM)2基に動作不調が発生。
- BSM:G51M120の右腕ハンド部の導通不良について、旋回台接続コネクタを含むキヤリッジ一式を固化セルから除染セルへ搬出し、人手による詳細点検及び整備を実施中。
- もう1基のBSM:G51M121の旋回操作及びITVカメラ映像不調については、BSM:G51M120の復旧を優先し、その後詳細点検を実施する予定。この間、解体作業は継続可能ではあるものの、固化セル内作業を制限し、BSMの整備を進める。
- BSM点検整備状況や解体作業の進捗を踏まえ、工程への影響の評価や、作業工程を精査した上で、本年12月末を目途に工程の見直しを進めていく。

令和5年9月25日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

1. TVF の状況

TVF は、現在、3 号溶融炉の固化セル内搬入に向け、固化セル内の高放射性固体廃棄物の解体作業、高経年化設備の更新作業を進めている。

- (1) 3号溶融炉への更新の準備作業として、解体場にて残留ガラス除去装置の解体作業は完了した。その後、解体した廃棄物等の詰替え搬出作業後に BSM コードリール(R4 年第 3 四半期～R5 年第 1 四半期に交換)/インセルクーラファン(R4 年 2 月及び R5 年 2 月に故障停止し交換)の遠隔解体作業(3～4 ヶ月程度要する見込み)を進める計画としていた(表-1:追加作業①)。
- (2) 5 月 12 日の両腕型マニプレータ(BSM:G51M120)のコードリール整備後、整備に使用した治工具類の搬出作業等を進めていたところ、当該 BSM:G51M120 の右腕ハンド部の電気系統に導通不良が発生した(6 月 13 日)。6 月 20 日に、旋回台接続コネクタの外観確認、旋回台接続コネクタの抜き差し(BSM 旋回台の脱着)等を行った結果、旋回台接続コネクタのテレスコ側(コードリール側)の導通不良の可能性が高いことが分かった。このため、7 月 24 日に旋回台接続コネクタを含むキャリッジ一式を固化セルから除染セルへ搬出し、人手による詳細点検及び整備を実施しているところ(表-1:追加作業②)。
- (3) 解体作業は継続可能であるものの、キャリッジ一式を固化セルから除染セルに搬出するために、固化セル内に旋回台を取り外し仮置きしている状態となり、固化セル内の作業スペースがとれず、解体した廃棄物等の詰替え搬出作業に支障を来している。
- (4) 廃棄物等の詰替え搬出作業後に行う予定であったインセルクーラファンの遠隔解体作業を前倒しで進めつつ、BSM:G51M120 の点検整備に注力し、点検整備が完了する 10 月以降に解体した廃棄物等の詰替え搬出作業を再開する予定。
- (5) また、7 月 31 日に、もう 1 基の両腕型マニプレータ(BSM:G51M121)の旋回操作不調と ITV カメラの映像不調が確認された。BSM:G51M120 の整備/解体した廃棄物

等の詰替え搬出後、BSM:G51M121 についても旋回台等を取り外して点検整備を実施する予定(表-1:追加作業②)。

- (6) 固化セル内作業は、クレーン 2 基と BSM 2 基で実施しており(図-1)、現在 BSM:G51M120 は点検整備中、もう 1 基の BSM:G51M121 は旋回操作ができない状況で使用範囲が限定されている状況(整備中の BSM:G51M120 の取付等は可能)。このため、固化セル内での物品の移動等はクレーンにて実施可能な状況であるが、固化セル内作業を制限し、BSM の整備(数か月要する見込み)を進める。
- (7) 3 号溶融炉への更新スケジュールについては(表-1)、BSM の点検整備状況や解体作業の進捗等を踏まえ、工程への影響の評価や、作業工程を精査した上で、本年 12 月末を目途に工程の見直しを進めていく。
- (8) ガラス固化処理の全体計画については、3 号溶融炉への更新により白金族元素の抜き出し性の向上は見込まれるものの、3 号溶融炉の作動試験結果及び運転状況(1 キャンペーンあたりの製造本数や 3 号溶融炉での残留ガラス除去期間などの見通し)を踏まえ、予見性の高い計画として令和 7 年度に示すこととしたい。

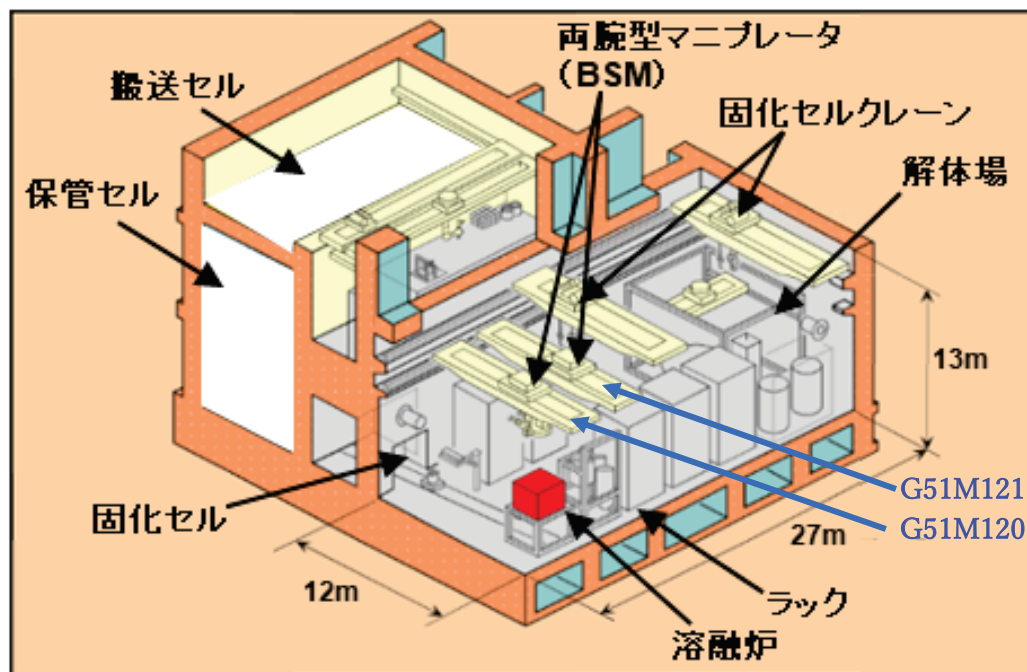
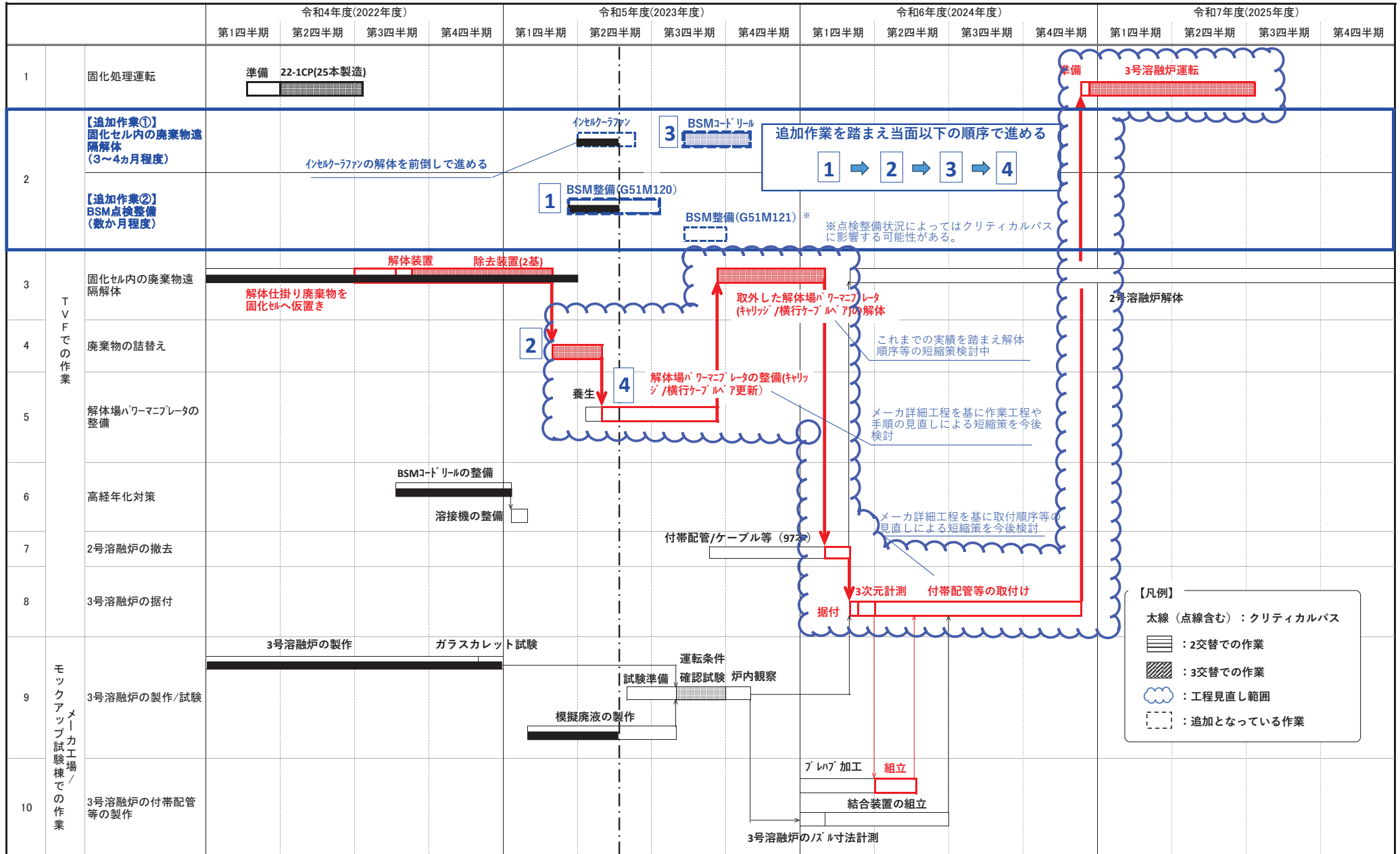


図-1 固化セル鳥瞰図

表-1 3号溶融炉への更新スケジュール

令和4年10月21日作成
令和5年5月31日加筆修正
令和5年8月31日加筆修正



2. 両腕型マニプレータ(BSM:G51M120)右腕ハンド部の接続コネクタ導通不良個所の点検及び整備状況

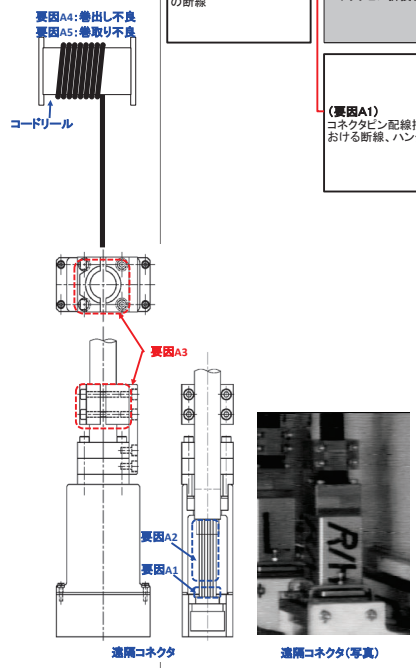
- (1) 7月24日に旋回台接続コネクタを含むキャリッジ一式を固化セルから除染セルへ搬出(図-2、図-3)し、人手による詳細点検及び整備作業に着手した。前回のコードリール更新時(令和5年5月)にキャリッジ本体を含め高線量であったことから、汚染確認及び除染を慎重にすすめ、要因分析(表-2)に基づき、当該コネクタ部について、外観点検、分解点検等を実施している。これまでの点検より以下のことを確認した。
 - ① キャリッジ取外しにあたり、右腕ハンド部(7軸)以外の1軸～6軸(右腕の肘曲げ、手首曲げ等)の導通確認を行ったところ、これらの配線系統にも導通不良を確認した。
 - ② 前回コードリール更新時(令和5年5月)には問題なかったケーブルクランプ部でのケーブルのずれ(表-2: 要因 A3)を確認した。
 - ③ コードリールからケーブルを人手で巻出した際、他のコードリールと比べて負荷が大きいこと(表-2: 要因 A4)、巻取りに際して、スムーズに巻取られないこと(動作に引っ掛かりがある)(表-2: 要因 A5)等を確認した。
- (2) 上記の点検結果より、要因としてケーブルクランプの固定不良及びコードリール巻取不良により、旋回台の昇降の際のケーブルのテンション(引っ張る力)が接続コネクタ部にかかり、テレスコ側のコネクタのピンがケーブルとともに旋回台側から引き抜かれ、導通不良が発生したものと推定している。
- (3) 整備については、ケーブルクランプを含むコードリール1式の交換を行う予定。なお、他の接続コネクタ部についてもケーブルクランプの固定箇所の確認・調整を行う。

表-2 両腕型マニプレータ(G51M120)右腕ハンド部モータ配線系統の導通不良に対する要因分析

[記号] ◎: 要因である。○: 要因の可能性がある。△: 要因から除外できない。×: 要因ではない。

2023.7.6 初版
2023.8.31 改訂
ガラス固化処理課

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	評価	今後の対応 (備考)	
配線系統の導通不良	スレプアーム下腕 スリッピング故障	スリッピング摩擦	使用による消耗		・旋回台を切り離し、ケーブルテスタ波形の変化の有無を確認する。 ・6軸(手首回転)操作をさせながら7軸(ハンド)開閉操作を行い、6軸位置の違いによる状況変化の有無について確認する。	・旋回台を切り離してケーブルテスタ波形に変化があった場合はスリッピングの摩擦他によるスレプアームの導通不良が考えられる。 ・2軸および3軸位置の違いにより一時的な回復が見られる場合はスリッピングの摩擦による導通不良が考えられる。	・ケーブルテスタを用いた調査で昇降コードリールコネクタ付近の配線系統に断線が確認された。(6/20実施) ・6軸位置の違いによる一時的な回復はなかった。 上記より、本項は要因ではない。	×	なし	
	スレプアーム 内部配線の断線	スレプアーム下腕 給電ケーブル断線	他の機器等との干渉による 損傷		・旋回台を切り離し、ケーブルテスタ波形の変化の有無を確認する。 ・2軸および3軸(肘)操作をさせながら7軸(ハンド)開閉操作を行い、位置の違いによる状況変化の有無について確認する。	・旋回台を切り離してケーブルテスタ波形に変化があった場合は下腕給電ケーブル断線他によるスレプアームの導通不良が考えられる。 ・2軸および3軸位置の違いにより一時的な回復が見られる場合は給電ケーブル断線による導通不良が考えられる。	・ケーブルテスタを用いた調査で昇降コードリールコネクタ付近の配線系統に断線が確認された。 ・2軸および3軸位置の違いにより一時的な回復はなかった。 上記より、本項は要因ではない。	×	なし	
	旋回台 内部配線の断線	使用による消耗 または経年劣化			・旋回台を切り離し、ケーブルテスタ波形の変化の有無を確認する。 ・旋回位置を変化させながら7軸(ハンド)開閉操作を行い、位置の違いによる状況変化の有無について確認する。	・旋回台を切り離してケーブルテスタ波形に変化があった場合は旋回台内部配線断線による導通不良が考えられる。 ・旋回位置の違いにより一時的な回復が見られる場合は旋回台内部配線の断線による導通不良が考えられる。	・ケーブルテスタを用いた調査で昇降コードリールコネクタ付近の配線系統に断線が確認された。(6/20実施) ・旋回位置の違いによる一時的な回復はなかった。 ・(点検A1)でコードリール側に異常が見られた。(7/27実施) 上記より、本項は要因ではない。	×	なし	
		旋回台内部の端子台接続 部の緩み								
		昇降コードリール(右腕) の断線	コネクタピン折損、曲がり	遠隔コネクタの芯ずれによる 接合異常		・コネクタピンに折れ、変形が無いことを目視にて確認する。	・コネクタピンに折れ、変形が無いこと。 ※7軸モータ線以外の線も全数確認する。	・接合時および接合状態にあるコネクタピンが7軸モータ線の箇所のみ局所的に折損することは構造上考えにくいことから、本項が要因である可能性は低い。点検A1の結果を確認して最終判断した。 ・コネクタピンに折れ、変形がなく、遠隔コネクタの芯ずれによる接合異常がないことを確認した。(7/27実施) 上記より、本項は要因ではない。	×	なし
			(要因A1) コネクタピン配線接続部 における断線、ハンダ外れ	コネクタピン配線接続部へ の引張負荷	(要因A2) コネクタケース内部配線の 余長不足	(点検A1) ①キャリッジ中継箱〜コードリールコネクタ間の導通をテスタで確認する。 ②コネクタピン配線接続部に断線箇所が無いことを目視で確認する。 (点検A2) ・コネクタケース内部配線に余長(たるみ)があることを確認する。	(判定A1) ①導通があること。 ②断線が無いこと。 (判定A2) ・コネクタケースとコネクタを接続するボルトを外した際、コネクタケースとコネクタの間に内部配線の余長による遊びがあること。	・固化セルより除染セルへキャリッジ(昇降コードリール)を搬出後に直接作業で確認した。 (判定A1) ①導通検査を実施せず。(理由は後述の判定②を参照) ②断線およびコネクタ破損によるピン抜けを目視で確認した。(7/27実施) (判定A2) ・内部配線の長さから遊びはあったものと推定した。(7/27実施) 上記より、本項は要因ではない。	×	なし
					(要因A3) ケーブルクランプ固定不良	(点検A1) (点検A3) ①ケーブルシースにクランプからズレた痕跡が無いかを目視で確認する。 ②クランプ(半割)の隙間が約2.5mmか、ノギスで測定する。 ③クランプ(半割)ボルトおよびクランプ部品固定ボルトに緩みがないことを工具により増し締め確認する。	(判定A1) (判定A3) ①ケーブルシースにズレた痕跡が無いこと。 ②クランプ(半割)の隙間が約2.5mmであること。 ③工具を締付方向に回して空転がないこと。	・固化セルより除染セルへキャリッジ(昇降コードリール)を搬出後に直接作業で確認した。 ・キャリッジ取外しにあたり、右腕ハンド部以外(1軸~6軸)の点検を行ったところ、その他の配線系統にも導通不良が確認された。 (判定A3) ①除染セルへ搬出したキャリッジを目視確認したところ、ケーブルシースにクランプからコードリール引張り方向(上方)へ約60mmズレた痕跡を発見した。(7/24実施) ②クランプ(半割)の隙間が約4.5mmでクランプ不足状態であることを確認した。(7/27実施) ③工具を締付方向に回して空転がなく、クランプ(半割)ボルトおよびクランプ部品固定ボルトに緩みがないことを確認した。(7/27実施)	◎	ケーブルクランプの締め付け調整を行う。
					(要因A4) コードリール巻出動作不良 (過大なケーブル引張り)	(点検A1) (点検A4) ・コードリールからケーブルを入手にて巻出し、動作に引掛かりや回転ムラがないことを確認する。	(判定A1) (判定A4) ・動作に引掛かりや回転ムラがないこと。	・固化セルより除染セルへキャリッジ(昇降コードリール)を搬出後に直接作業で確認した。 ・動作に引掛かりや回転むらがないことを入手により確認した。(7/27実施) ・ストローク全域にわたり巻出しに要する力が正常作物品(昇降コードリール(左腕))と比較より大きく傾向にあったが、過大なケーブル引張りはなかった。(7/27~31実施) 上記より、本項は要因ではない。	×	なし
					(要因A5) コードリール巻取り動作不良 (たるみによる曲がり)	(点検A1) (点検A5) ・コードリールへケーブルが正常に巻取られ、たるみや曲がりが発生しないことを確認する。	(判定A1) (判定A5) ・コードリールへケーブルが正常に巻取られ、たるみや曲がりが発生しないことを確認する。	・固化セルより除染セルへキャリッジ(昇降コードリール)を搬出後に直接作業で確認した。 ・入手による巻出しの後、ケーブルの巻取り動作中にコードリールの回転が停止し、ケーブルにたるみが生じる事象を確認した。入手によりコードリールの回転を補助すると再度巻取り始める挙動を確認した。(7/27~31実施)	◎	コードリール交換を行う。
					ハンダ施工不良	(点検A2~A5)	(判定A2~A5) 点検A2~A5に異常が見られない場合で、点検A1②にハンダ外れ等の断線が見られた場合、ハンダ施工不良と判断する。	・(点検A3)及び(点検A4)にて異常が確認されたことから、本項は要因ではない。	×	なし
	旋回台-昇降コードリール 間の遠隔コネクタの抜け	他の機器等による遠隔コネクタ 固定部品の損傷 または経年劣化による追従 機構動作不良			・旋回台-昇降コードリール間の遠隔コネクタ接合面が密着していることをITVにて確認する。 ・遠隔コネクタ固定部品に有害な変形がないことをITVにて確認する。	・遠隔コネクタ接合面が密着していること。 ・遠隔コネクタ固定部品に有害な変形がないこと。	・遠隔コネクタ固定部品に有害な変形が無い。(6/20ITVにて確認した) 上記より、本項は要因ではない。	×	なし	



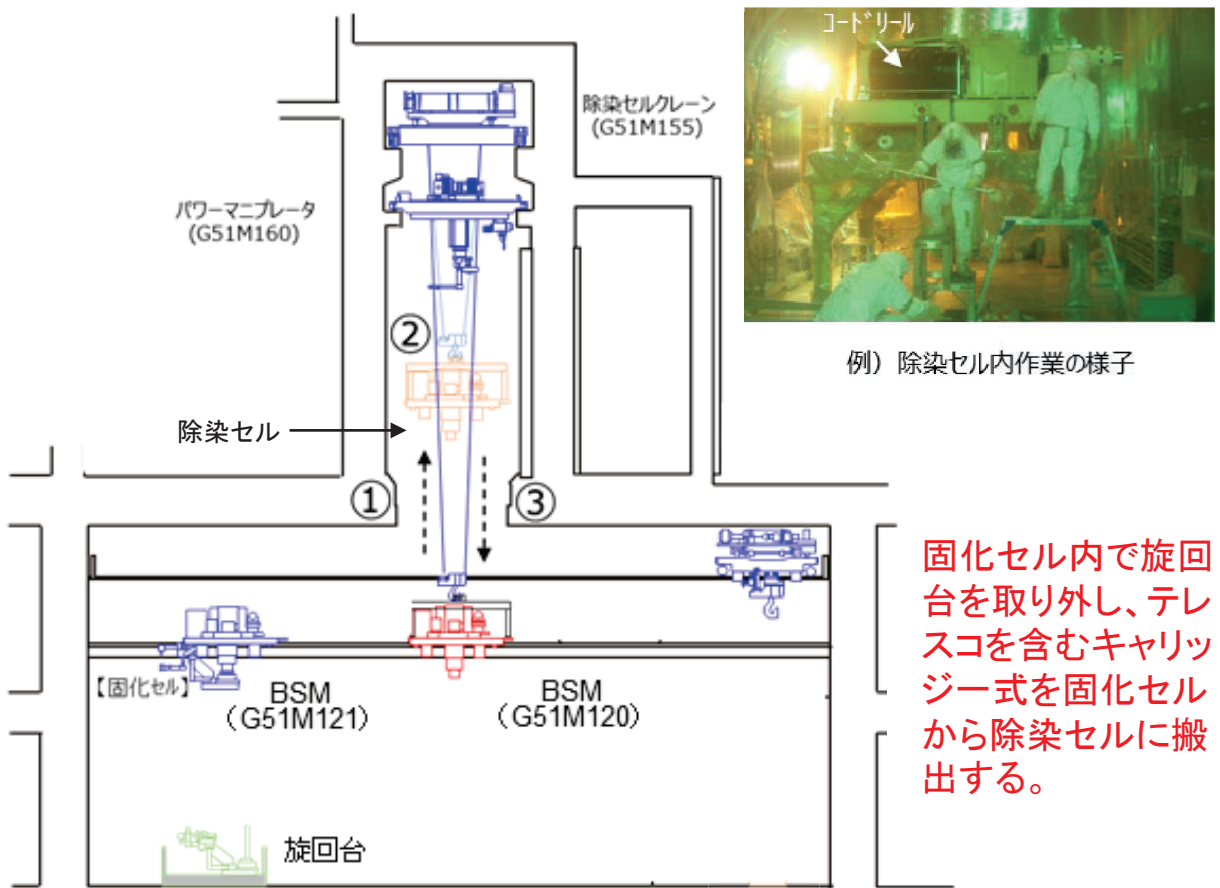


図-2 BSMキャリッジの整備方法

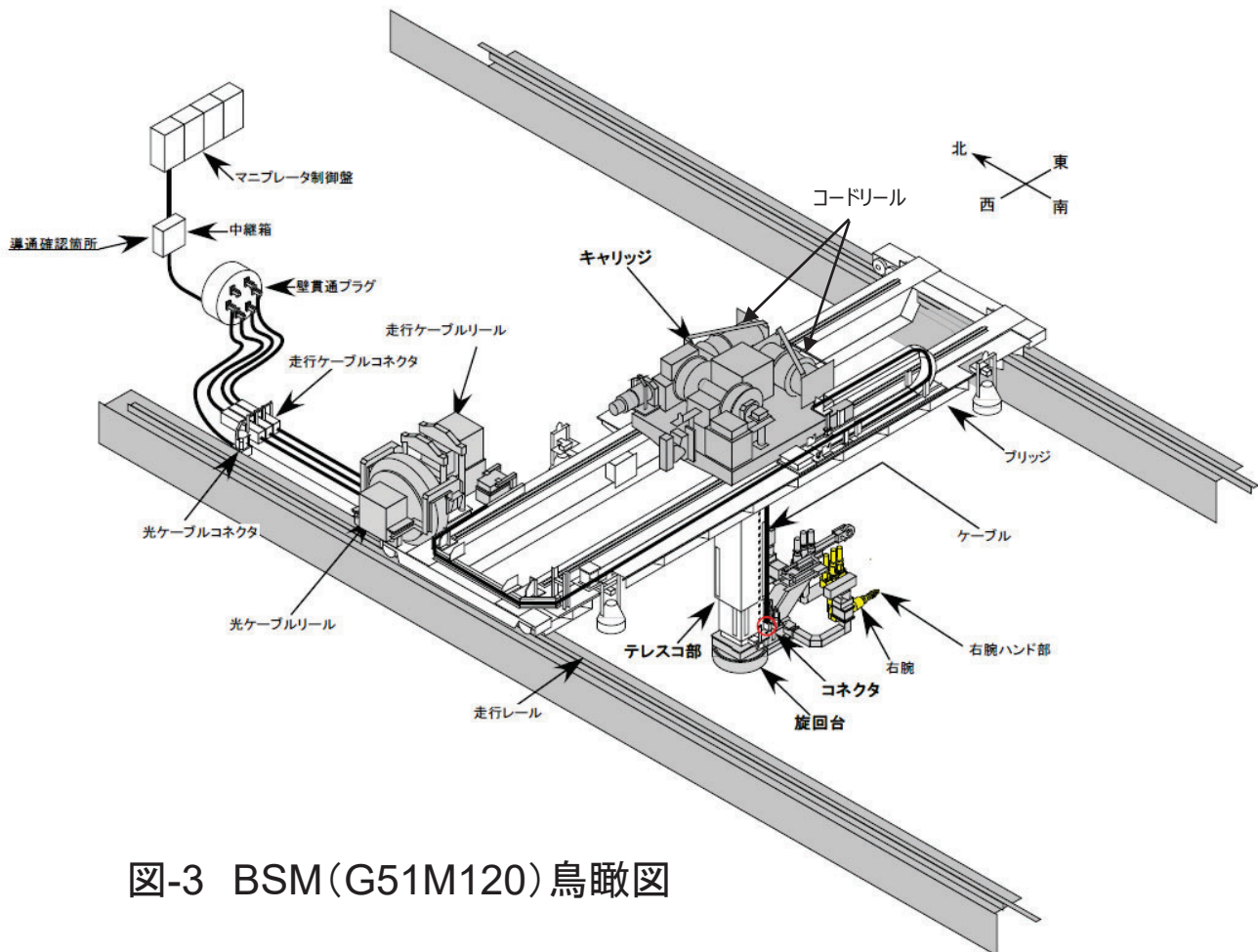
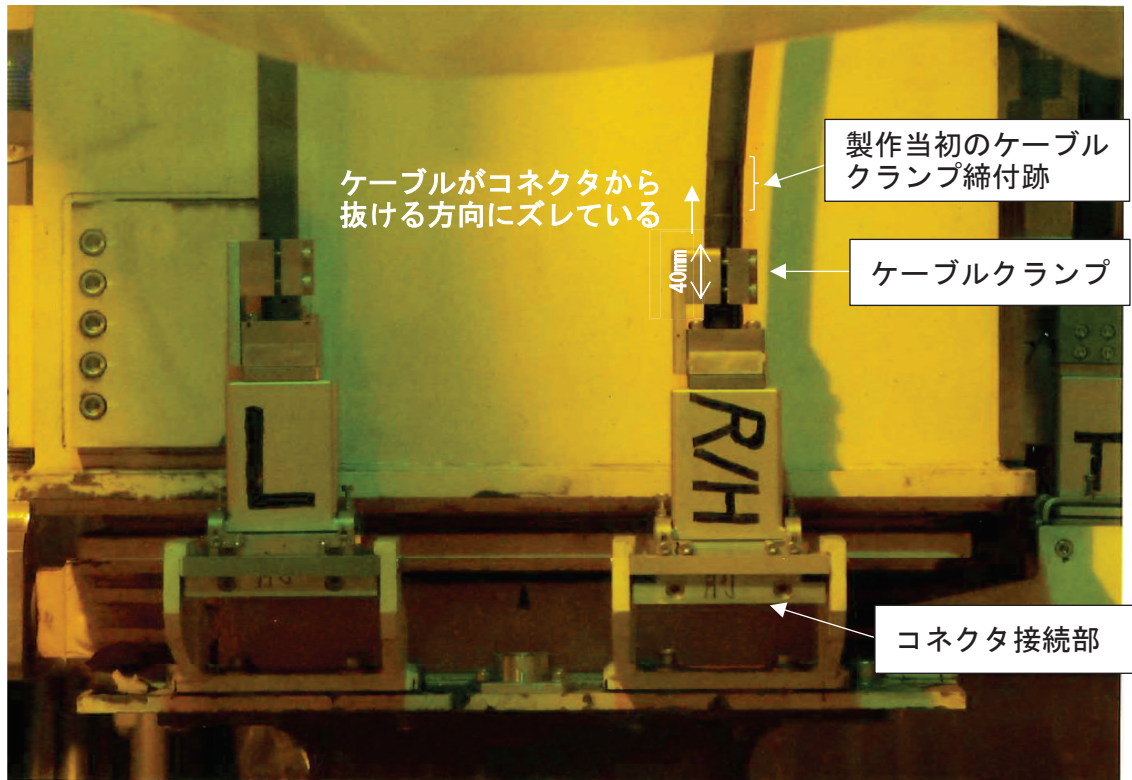
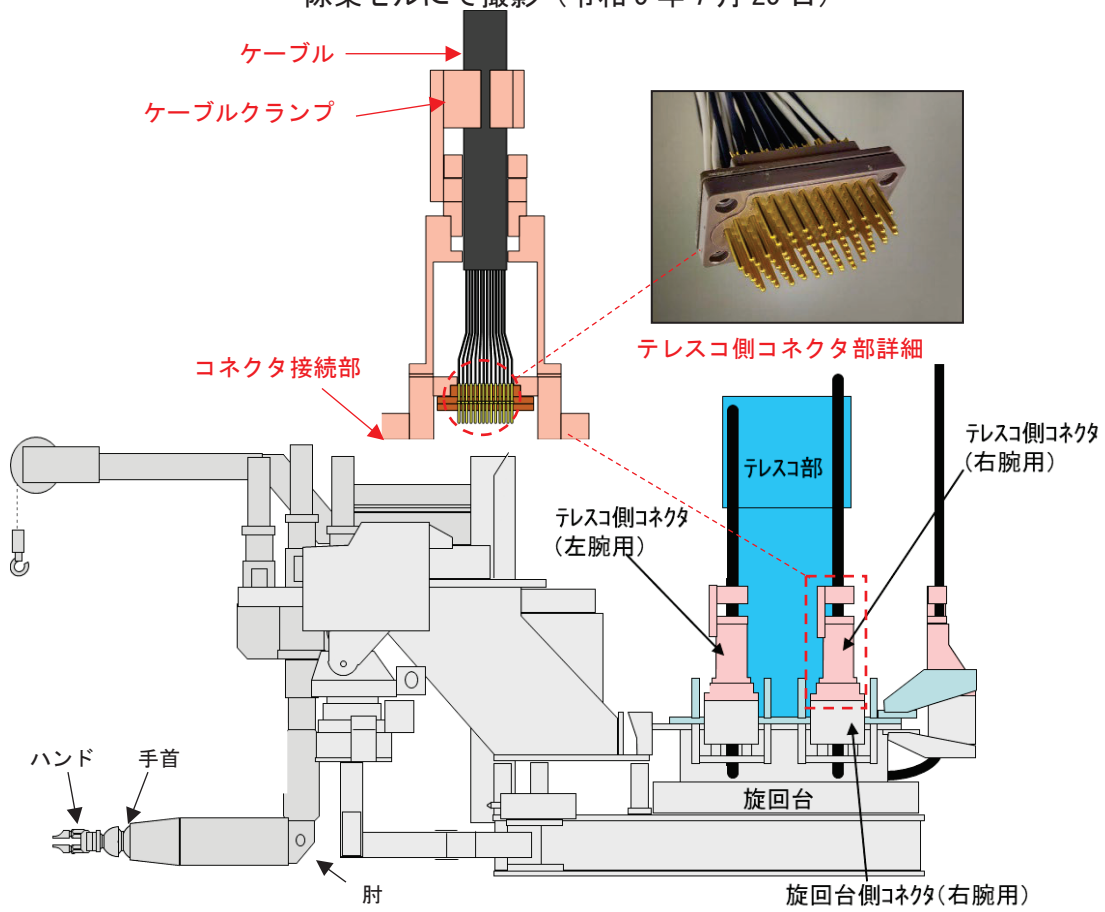


図-3 BSM(G51M120)鳥瞰図



除染セルにて撮影（令和5年7月25日）



両腕型マニプレータ(G51M120)側面図(東面)

図-4 右腕コードリール用コネクタ部外観