

事故・故障等発生報告書

令 0 6 原機 (科) 0 4 8

令和 6 年 8 月 1 日

東海村長 山 田 修 殿

住 所 茨城県那珂郡東海村大字白方 2 番地 4
事業所名 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
原子力科学研究所
氏 名 所 長 前田 敏克
(公印省略)

原子力施設周辺の安全確保及び環境保全に関する協定 第 17 条の規定により、原子力施設等における事故・故障等の発生について次のとおり報告します。

発 生 年 月 日	令和 6 年 5 月 2 2 日（水）
発 生 場 所	原子力科学研究所 タンデム加速器建家（管理区域）
件 名	タンデム加速器建家における焦げ跡の発見について（第 2 報）
状 況 原 因 対 策 環 境 へ の 影 響 等	別紙のとおり

注) 図面及びその他の説明資料を添付すること。

タンデム加速器建家における焦げ跡の発見について（第2報）

1. 背景

タンデム加速器建家（図1）は、加速器により加速された重イオンを利用した原子核物理、核化学及び物性物理の基礎研究を目的とした大型静電加速器を設置する施設である。

2. 状況

（1）事象の概要

令和6年5月22日（水）12時49分頃、タンデム加速器建家の管理区域内1階で実験を行っていた実験者が異臭を感じたため、施設を管理する職員（以下「職員」という。）に連絡し、職員が建家内を確認したところ、13時15分頃、2階のホット機械室※（図2）にある計装盤（KP-4）内の変圧器周辺に焦げ跡を発見した。13時23分に職員が公設消防へ通報し、到着した公設消防により14時01分に「火災」と判定され、同時刻に「鎮火」が確認された。なお、当日は加速器の運転は行っていなかった。

本事象は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」及び「放射性同位元素等の規制に関する法律」に基づく報告事象には該当しない。

※ 管理区域の換気を行うための給気及び排気設備を設置した室

（2）放射性物質の漏えい；なし

（3）環境への影響；なし

（4）人の汚染・被ばく；なし

（時系列）

12時49分頃 タンデム加速器建家の管理区域内1階で異臭確認
13時15分頃 タンデム加速器建家2階ホット機械室（管理区域）にて焦げ跡発見
13時23分 公設消防へ通報
13時47分 公設消防現場到着
14時01分 公設消防により「火災」と判定され同時刻に「鎮火」を確認

3. 計装盤（KP-4）の概要

計装盤（KP-4）は、管理区域の換気空調を行う上で必要となる出入口ダンパ等の開閉制御、給気の温度調節などを行うものである。焦げ跡を確認した変圧器は、計装盤内に設置されており、交流200Vの電源を交流23Vに変換し、空調機の加熱コイルに蒸気を通気する電動弁に電源を供給している。計装盤（KP-4）の外観を図3に、焦げ跡を確認した変圧器の設置状況を図4に、換気空調設備システム系統概念図を図5に、主な機器の仕様を表1に示す。

4. 施設への影響

今回の火災では、計装盤内で焦げ跡を確認したのみであり、隣接する装置とタンデム加速器建家への影響はなかった。

5. 調査結果

令和6年5月29日（水）に公設消防立会いのもと、焦げ跡を確認した変圧器及び変圧器が収納されていた計装盤（KP-4）並びに上流側電源（動力制御盤）の調査を行った。また、原子力科学研究所（以下「原科研」という。）においては、当該変圧器の負荷機器である、故障のため作動を停止していた電動弁についても調査の対象とし、令和6年6月5日（水）、6日（木）、12日（水）に調査を実施した。

調査の結果、以下を確認した。調査結果の詳細は表2に示す。

- ・焦げ跡を確認した変圧器の一次側巻線において層間短絡（レイヤーショート）が発生していた。
- ・当該変圧器が収納されていた計装盤（KP-4）及び上流側電源（動力制御盤）は、火災発生に影響を与える異常はなかった。
- ・負荷機器（電動弁）の不作動は、火災発生に影響を与えるものではなかった。

6. 考察される火災発生原因

5. に示す調査結果から、考察される火災発生原因は、焦げ跡を確認した変圧器が設置後46年を経過しているものであることから、経年劣化により巻線内部の絶縁紙や巻線の絶縁被膜が絶縁低下し、層間短絡に至り当該変圧器の一次側巻線間に過電流が流れ、発熱し、発火に至ったと判断する。なお、一般的な変圧器の更新推奨時期は、（一社）日本電機工業会によると設置年数が20年を超過したものとなっている。

7. タンデム加速器建家における対策

（1）低圧変圧器の緊急点検

盤内の低圧変圧器については、緊急点検としてサーモグラフィによる温度測定を実施し、異常発熱等はなく健全であることを確認した（令和6年5月24日（金））。

（2）計装盤（KP-4）の復旧

焦げ跡を確認した変圧器は撤去し、配線用遮断器、制御リレー、配線、配線用ダクトの更新を行うことにより、計装盤（KP-4）を復旧した（令和6年6月28日（金））。

（3）経年劣化による火災発生が懸念される低圧変圧器の更新

設置年数が20年を超過しており、温度ヒューズ、電気ヒューズ等により過電流や過熱から変圧器を保護する機能を有していない経年劣化による火災発生が懸念される盤内の低圧変圧器のうち、放射性物質の閉じ込め機能に関連する低圧変圧器については、換気空調運転再開前に更新又は保護機能の付加を実施する。また、その他の同様に経年劣化による火災発生が懸念される低圧変圧器については、令和6年度内にリスト化し、保護機能の付加を含む更新計画を立案した上で、順次更新する。

なお、低圧変圧器を更新するまでの期間は、定期的にサーモグラフィによる温度測定その他の方法による点検を実施し、健全であることを確認するとともに、8.（1）に示す早期の異常発見、迅速な初期消火及び延焼防止に取り組むこととする。

8. 原科研全体の対策

（1）経年劣化による火災発生が懸念される低圧変圧器の点検及び火災対策

焦げ跡を確認した低圧変圧器と同様に盤内に設置された低圧変圧器については、日常巡視点検により早期の異常発見に努めるとともに、劣化の兆候を発見するため、新たな項目

を加えた定期点検を実施する。具体的には、設置年数が 20 年を超過しており、温度ヒューズ、電気ヒューズ等により過電流や過熱から変圧器を保護する機能を有していない経年劣化による火災発生が懸念される盤内の低圧変圧器のうち、目視点検のみ実施しているものについては、定期的にサーモグラフィによる温度測定その他の方法による点検を実施し、健全であることを確認する。

また、消防用設備等を適切に維持管理するとともに、定期的を実施している火災の予防措置及び火災発生時の応急措置に関する教育と消火訓練を継続し、火災発生時における迅速な初期消火及び延焼防止の徹底に取り組むこととする。

(2) 経年劣化による火災発生が懸念される低圧変圧器の更新

設置年数が 20 年を超過しており、温度ヒューズ、電気ヒューズ等により過電流や過熱から変圧器を保護する機能を有していない経年劣化による火災発生が懸念される盤内の低圧変圧器のうち、目視点検のみ実施しているものについては、原科研全体を対象としてリスト化し、保護機能の付加を含む更新計画を令和 6 年度内に立案した上で、原子力安全において重要度の高いものから順次更新する。

9. 環境への影響等

本事象に伴う放射性物質の漏えい、周辺環境への影響及び人的災害はなかった（図 6）。

表 1 主な機器の仕様

機器名称	設置年	仕様	用途
計装盤 (KP-4)	1978 年	入力電源：交流 200V	給気系及び排気系のダンパ用電磁弁の制御 給気系空調機 (AC-6 系統) の加熱コイル用電動弁の電源
焦げ跡を確認した変圧器	1978 年	入力電圧：200V 出力電圧：23V	給気系空調機 (AC-6 系統) の加熱コイル用電動弁の電源
電動弁 (負荷機器)	1978 年	入力電圧：24V	暖房用蒸気の流量調整

表 2 調査結果 (1/2)

調査対象		調査結果	
焦げ跡を 確認した 変圧器	分解前の調査	・当該変圧器の分解前の状態を図 7、図 9 に、同型の正常な変圧器を図 8、図 10 に示す。 ・巻線周辺の絶縁紙は炭化し、一部剥離した状態であった。 ・一次側及び二次側の口出し線の被覆に炭化が認められ、テストにより各端子間の導通試験を行った結果、一次側 200V 端子において、配線の断線が確認された。このことから、配線が断線したことにより当該変圧器の電源が遮断され、焼損が停止したものと推定される。	
	分解調査	巻線全体	・巻線全体に変色が確認され、一次側巻線（内側）と二次側巻線（外側）の間に挟まれている絶縁フィルムと各層間に挟まれている絶縁紙は炭化した状態であった（図 11）。
		一次側巻線	・中間層において銅線が複数本融着した溶融痕が 2 箇所確認された（図 12、図 13）。それぞれの溶融痕の位置を確認したところ、絶縁紙を挟む形で一方の巻線の溶融痕と他方の巻線の溶融痕が一致することから、絶縁紙や巻線の絶縁被膜の絶縁劣化によりこの隣り合う層の 2 箇所において層間短絡（レイヤーショート）が発生したと考えられる。 ・層間短絡は、当該変圧器が設置後 46 年経過しており、当該変圧器の層間に挟まれている絶縁紙や巻線の絶縁被膜が経年劣化により絶縁低下したため発生したものと考えられる。一般的な変圧器の更新推奨時期は、（一社）日本電機工業会によると設置年数が 20 年を超過したものとなっている。参考として、当該変圧器の層間短絡に係る概念図を図 14 に示す。
		二次側巻線	・全体的に変色は確認されたものの、銅線は全て外すことができ、溶融痕等の異常はなかった（図 15、図 16）。

表 2 調査結果 (2/2)

調査対象		調査結果
焦げ跡を確認した変圧器周辺の機器	計装盤 (KP-4) 及び 上流側電源 (動力制御盤)	・ 計装盤 (KP-4) は、常時換気されている環境にあり、粉塵、腐食性ガス、水分侵入等による汚損、腐食はなかった。また、近傍に設置された排風機の振動測定の結果から、有意な振動はないことを確認した。 ・ 上流側電源 (動力制御盤) において、電圧 (交流 200V) を測定したところ異常はなかった。また、火災発生当日は、電源に影響を与える高周波発生機器等の使用はなく、異常電圧の侵入もなかった。 ・ 計装盤 (KP-4) 及び上流側電源 (動力制御盤) の配線用遮断器は開放しておらず、当該箇所の短絡及び過電流の発生はなかった。 ・ 計装盤 (KP-4) 内において、当該変圧器の焼損に伴う受熱による影響と考えられる当該変圧器一次側配線の焦げ、配線ダクトの熔融が確認 (図 17、図 18) された。ただし、当該変圧器の配線接続部の端子に緩みはなく、上流側電源 (動力制御盤) から計装盤 (KP-4) の配線用遮断器に係る配線及び端子についても変色等の異常はなかった。
	負荷機器 (電動弁)	・ 当該変圧器の負荷機器である電動弁は、モーター、二方弁及びこれらを連結する弁リンケージで構成 (図 19) され、温度調節器により部屋の温度を検出し弁の開度を調節するものである。 ・ 同型の変圧器を用いて模擬回路を構成し、故障していた電動弁の作動確認を行った結果、モーター及び温度調節器が正常に作動しないことを確認したが、当該変圧器の定格電流を超える過電流の発生はなかった。このことから、電動弁及び温度調節器の故障が原因で当該変圧器が焼損したものではないことを確認した。

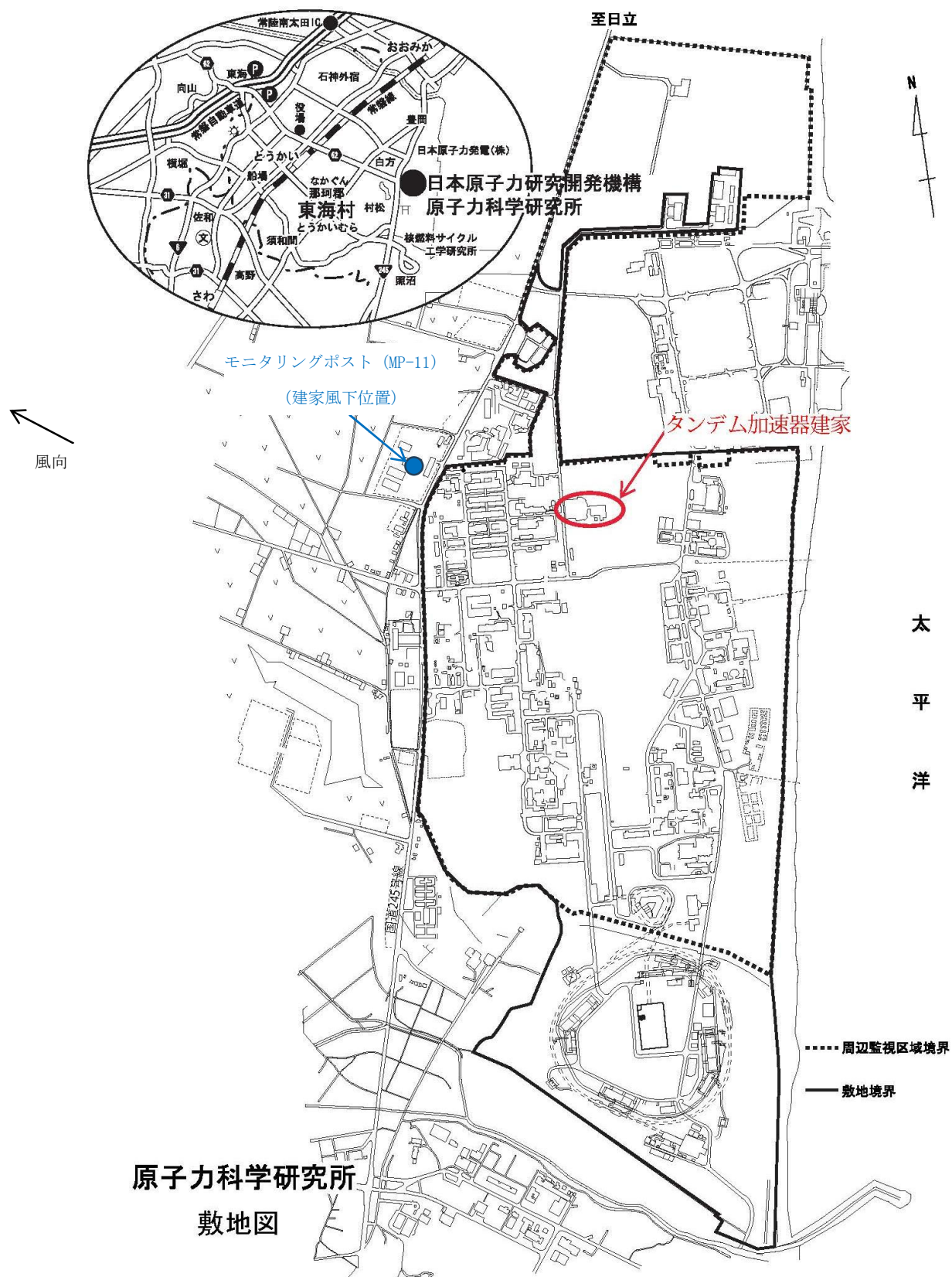


図1 日本原子力研究開発機構・原子力科学研究所の施設配置図（タンデム加速器建家）

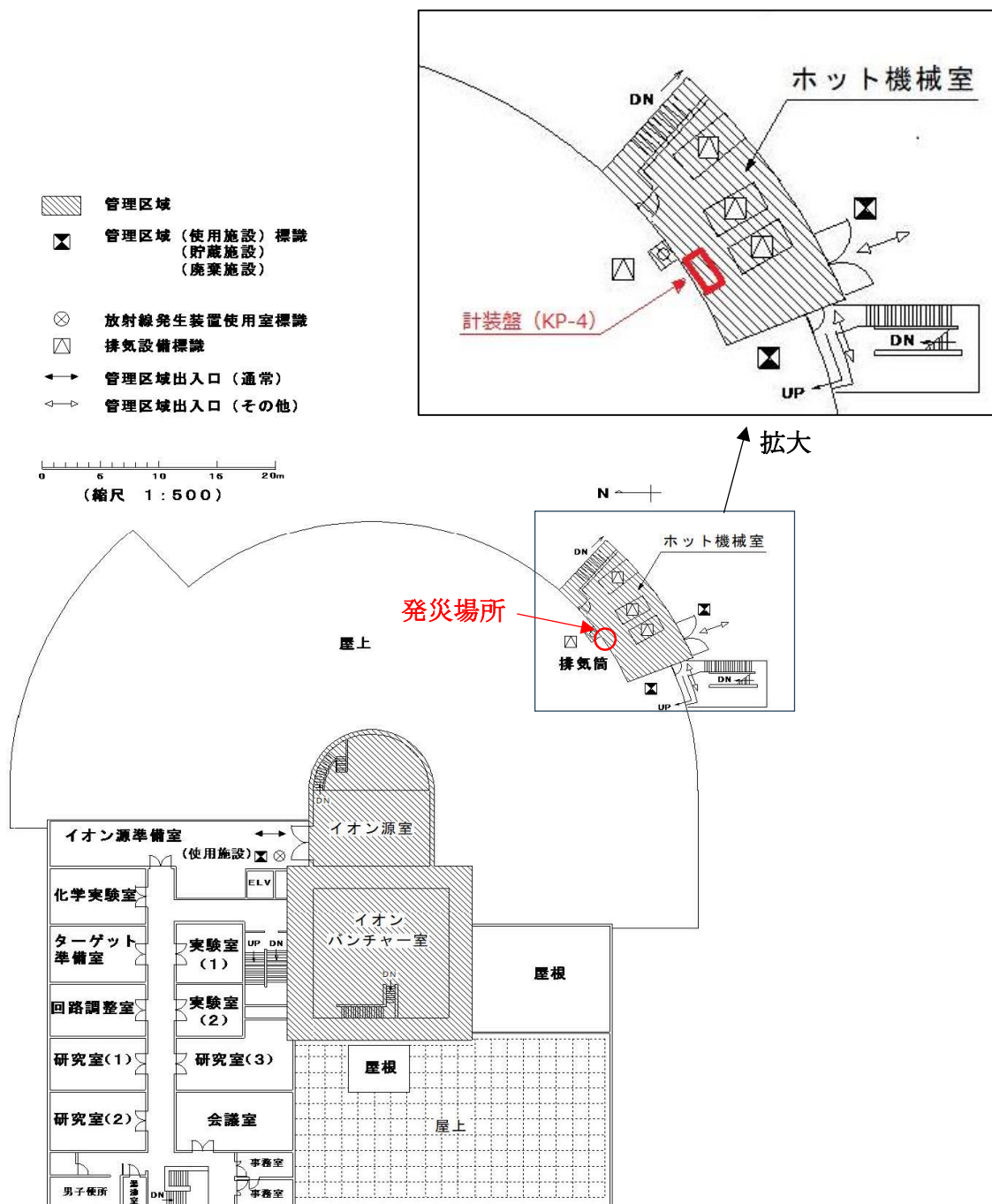


図2 タンデム加速器建家2階の配置図 (ホット機械室)



図3 計装盤 (KP-4) の外観

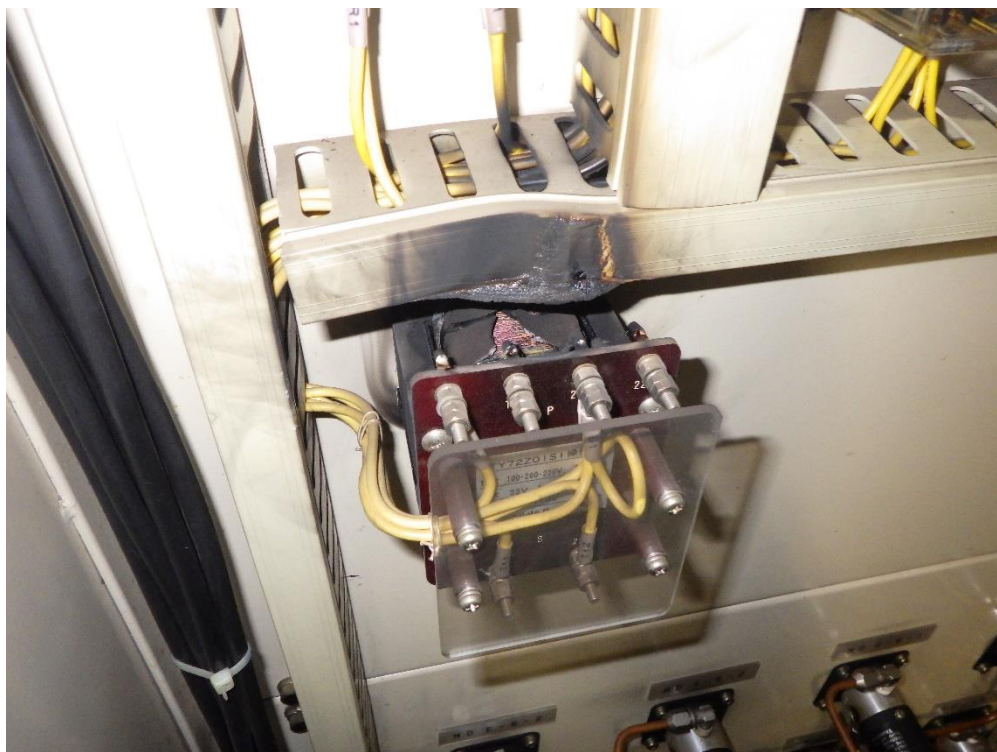
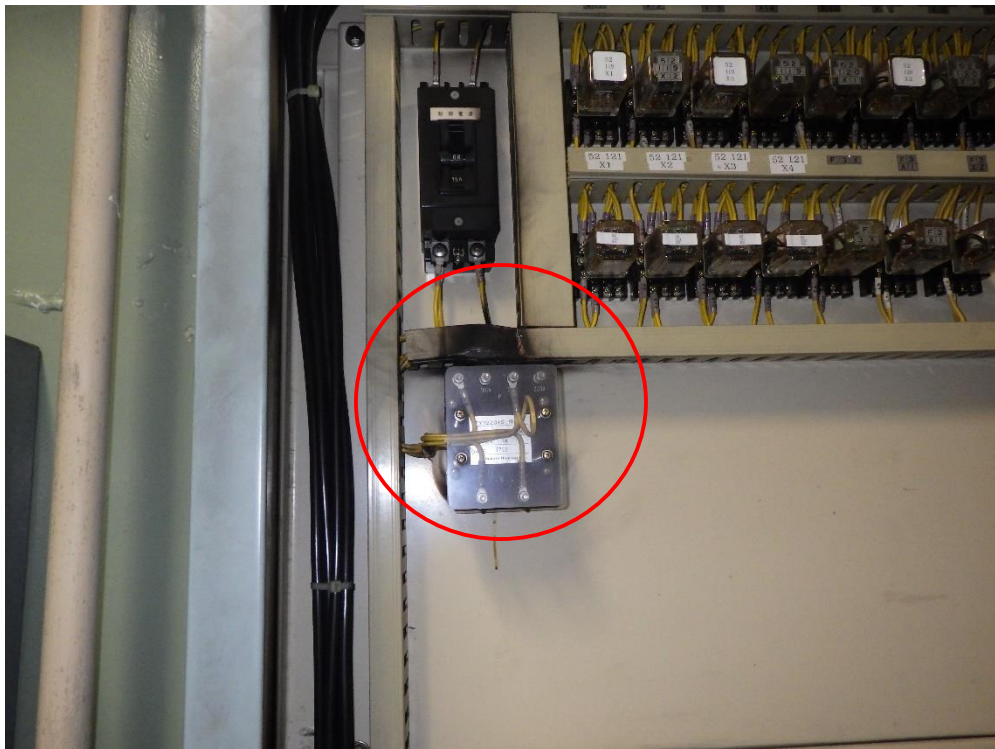


図 4 焦げ跡を確認した変圧器の設置状況

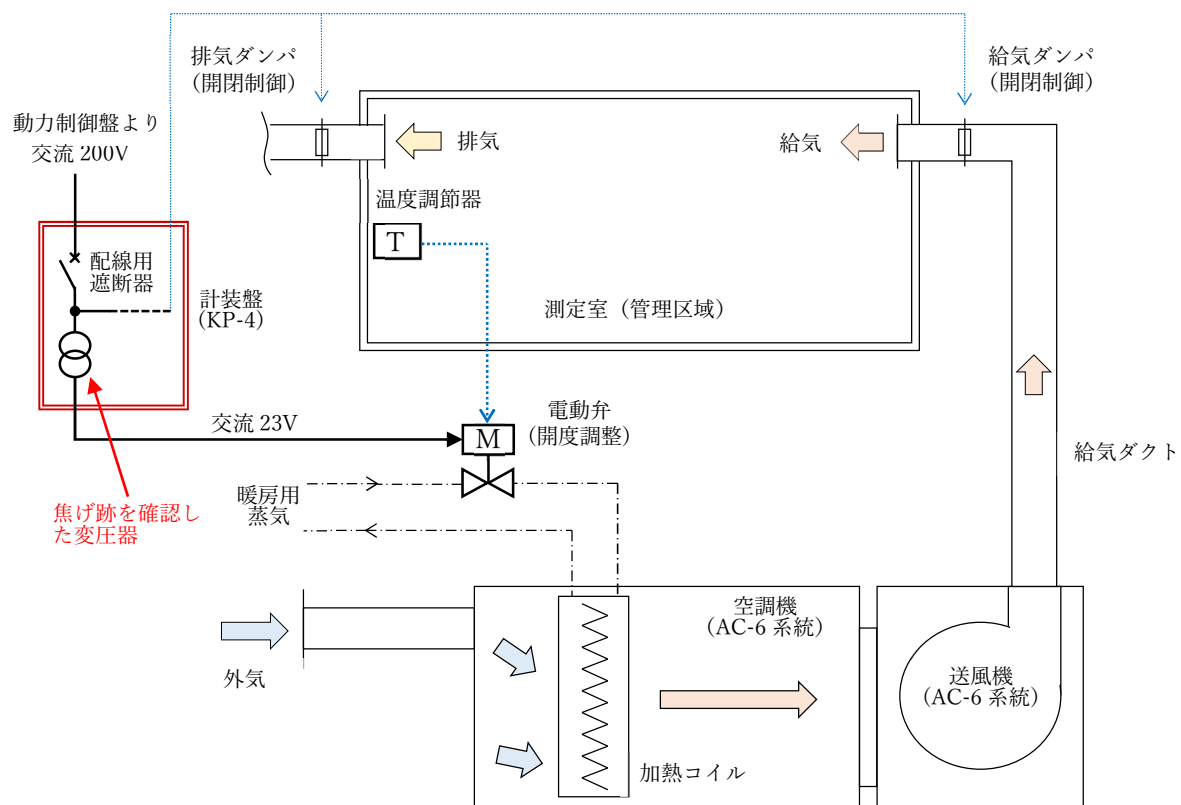


図 5 換気空調設備システム系統概念図

モニタリングポスト 時系列グラフ

測定期間:
2024/05/22 09:00～2024/05/22 18:00

データ種別:
1分値

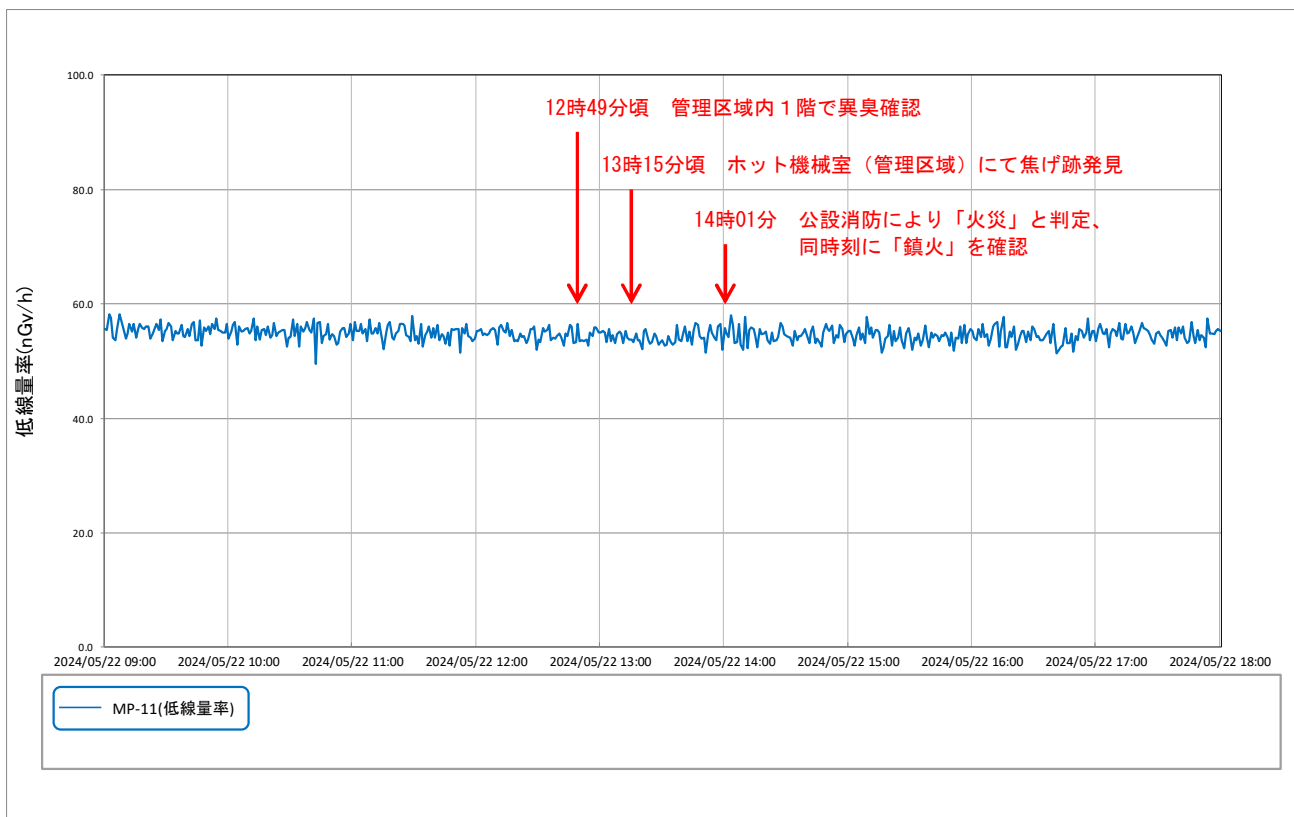


図6 モニタリングポスト（図1のMP-11）の線量率の時系列グラフ

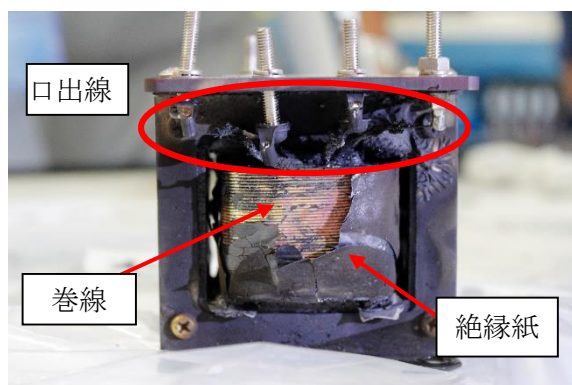


図7 焦げ跡を確認した変圧器（一次端子側）

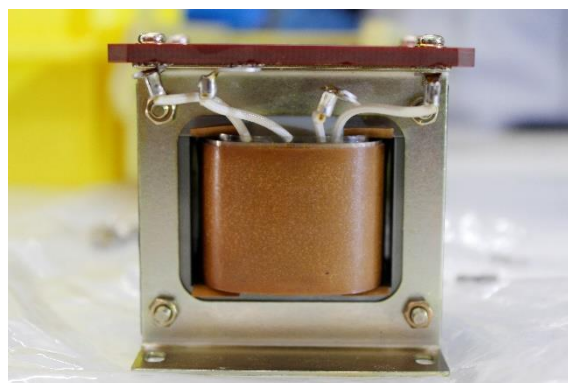


図8 当該変圧器の同型品（一次端子側）

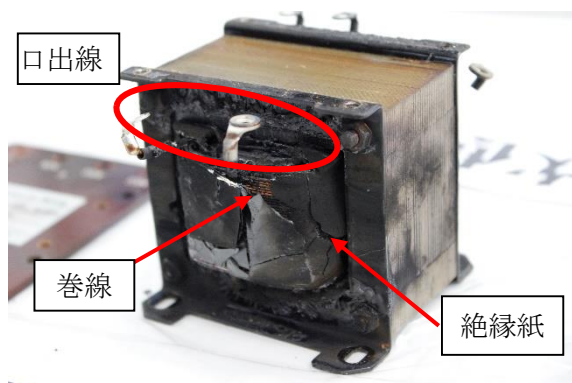


図 9 焦げ跡を確認した変圧器（二次端子側）

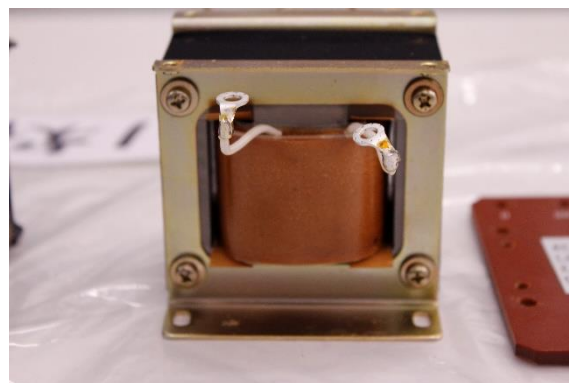


図 10 当該変圧器の同型品（二次端子側）



図 11 焦げ跡を確認した変圧器の分解状況（巻線全体）

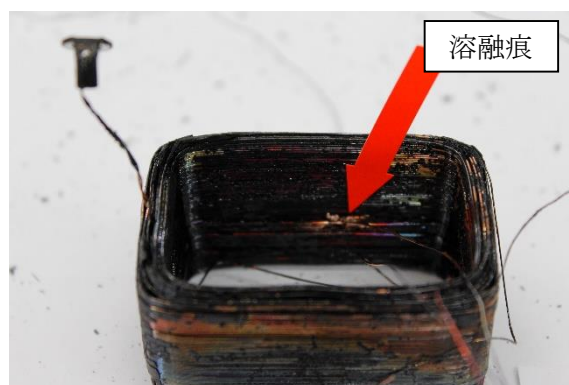


図 12 一次側巻線の熔融痕

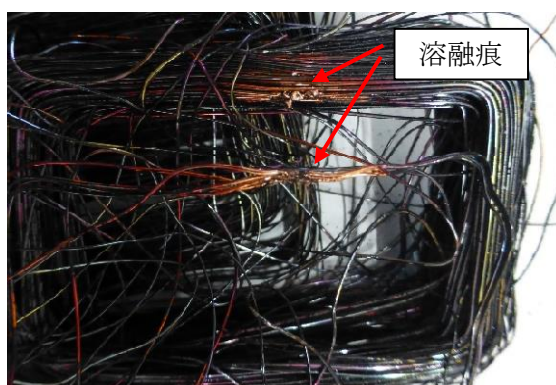
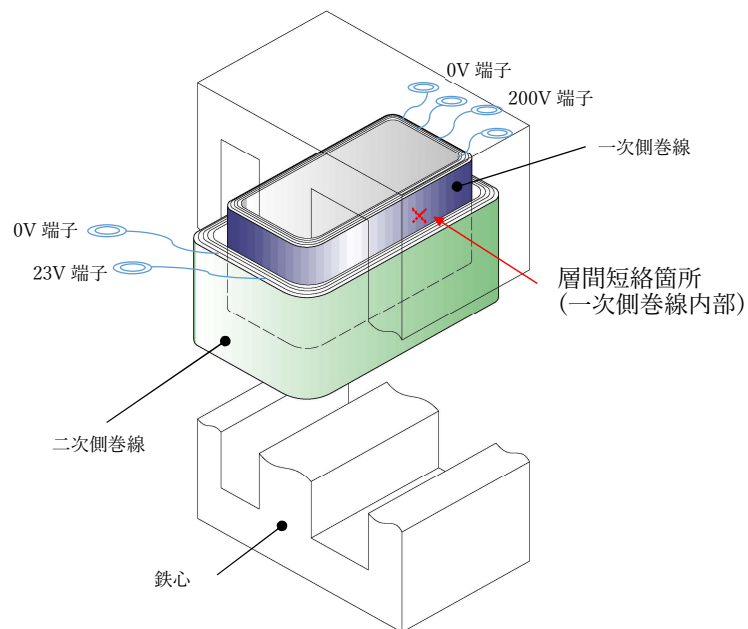
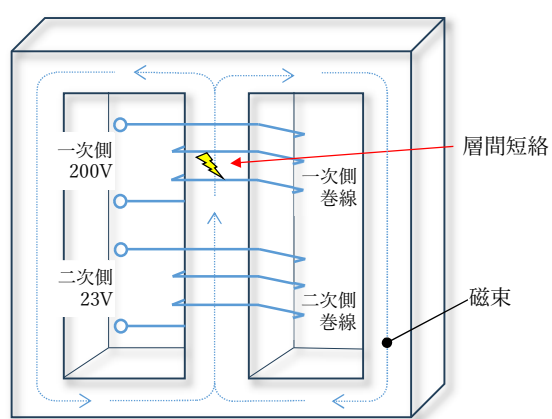


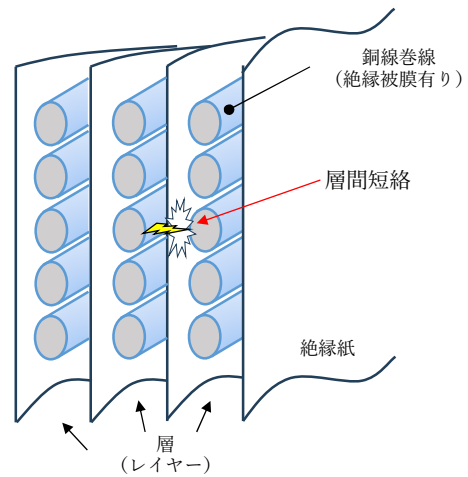
図 13 層間短絡が発生したと考えられる箇所



①焦げ跡を確認した変圧器の分解図



②変圧器概念図



③巻線概念図

図 14 変圧器の層間短絡に係る概念図



図 15 二次側巻線の状況

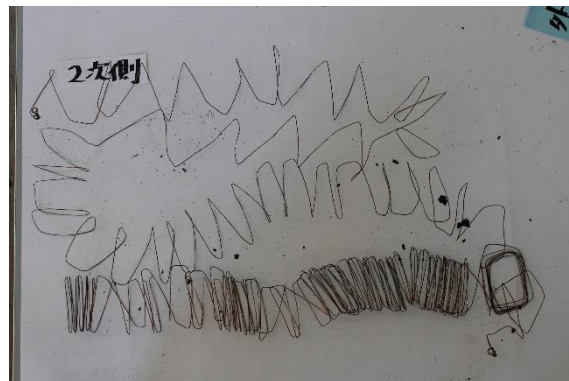


図 16 二次側巻線の分解状況



図 17 焦げ跡を確認した変圧器の状態

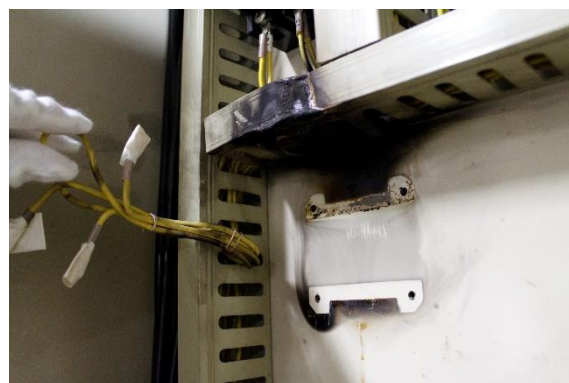


図 18 当該変圧器を取り外した状態

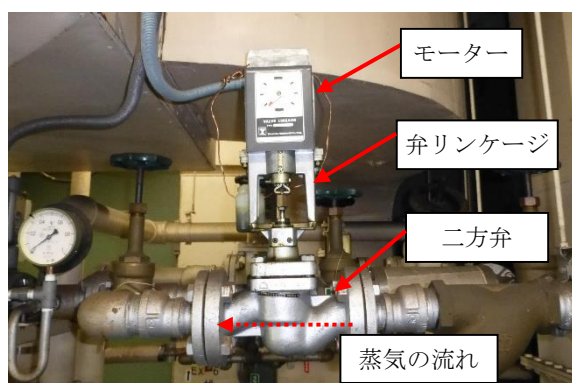


図 19 電動弁の設置状況