

平成21年6月23日

中部電力(株)浜岡原子力発電所4・5号機における
原子炉手動停止に関する原因と対策について

原子力安全・保安院（以下「当院」という。）は、本日（6月23日）中部電力(株)から、平成20年12月30日に報告のあった浜岡原子力発電所5号機（改良型沸騰水型：定格電気出力126万7千キロワット）及び平成21年5月5日に報告のあった浜岡原子力発電所4号機（沸騰水型：定格電気出力113万7千キロワット）における気体廃棄物処理系の水素濃度の上昇による原子炉手動停止について、原因と対策に係る報告の提出を受けました。

中部電力(株)は、本件の原因について、

触媒（白金）の製造に際して、劣化の原因となる物質（ベーマイト）が生成したこと

触媒の性能低下の原因となる物質（シロキサン）が低圧タービンのシール材（密封材）に用いられ、気体廃棄物処理系に流入していたことの複合作用によるものと推定している。

当院は、この推定原因を踏まえた対策（触媒の製造工程の改善、シール材の変更等）は妥当と考えます。

1. 中部電力(株)からの報告の概要

中部電力(株)は、再結合器¹や触媒²の性能等に係る模擬試験及び過去のデータ分析により調査を行ってきた。その結果に基づく推定原因は以下のとおり。

(1) 推定原因

- ・調査の結果、気体廃棄物処理系の排ガス再結合器における触媒の製造工程において、温水洗浄を施すと触媒にベーマイト³が含まれることが判明した。
- ・ベーマイトが多い触媒ほど、使用により触媒が劣化するとともに、触媒毒⁴の影響を受けやすいことがわかった。
- ・また、実機から取り出した触媒から、触媒毒である有機ケイ素化合物（シロキサン）が確認された。
- ・低圧タービンパッキンケース（密封型収納容器）のシール材（密封材）等として使用されていた液状パッキン（液状の密封材）からシロキサン⁵が揮発して気体廃棄物処理系に流入し、触媒表面に蓄積していった。
- ・このため、排ガス再結合器の触媒が使用による劣化と触媒毒による影響により触媒性能が低下した結果、排ガス再結合器の水素と酸素を結合する機能が低下し、当該系統の水素濃度が上昇したものと推定した。

1 水の放射線分解で発生した水素と酸素を、気体廃棄物処理系にて処理する過程で触

媒による再結合反応により水に戻す装置

- 2 自身は変化せずに、特定の化学反応のなかだちとなって反応速度を速める物質
- 3 触媒を固定する土台として用いられる アルミナ等の原料であり、温水洗浄を施すと触媒を固定する土台であるアルミナ（酸化アルミニウム）の結晶形態が アルミナからペーナイト（水和アルミニウム酸化物）に変化する
- 4 微量の存在でも、触媒の働きを低下・停止させる物質
- 5 触媒毒である有機ケイ素化合物の一種であり、液状パッキンの主成分としてシリコーン樹脂に含まれる

（２）対策

- ・本件事象を踏まえ、温水洗浄を施してもペーナイトが少なくなるよう再加熱処理温度を改善した触媒を採用する。
- ・触媒毒を除去するため、低圧タービンパッキンケースのシール材に使用されていた液状パッキンを除去し、従前に使用していたシロキサンを含まない亜麻仁油⁶を使用する
- ・長期的な触媒性能の経年変化を把握するため、計画的な点検を行う。

6 成熟したアマの種子から得られる黄色の油で、空気に触れると固まる性質がある

（３）その他

- ・排ガスの水素濃度計の検出時間の時間遅れにより、5号機の本事象の際水素が燃焼したことから、水素濃度の検出時間の時間遅れについて、計測設備等の改善を図る。
- ・気体廃棄物処理系において水素濃度が可燃限界の4%を超過・継続する場合は、運転手順書に従い速やかに原子炉を停止する。
- ・今後も、データの拡充に努め、触媒特性等の把握を行いつつ、関係事業者間で共有・分析していく。

2. 原子力安全・保安院の対応

当院は中部電力(株)の推定原因について、現時点で得ることが可能な科学的根拠に基づくものと考えられることから、推定原因及び対策は妥当と考えます。

今後、保安検査及び保全計画等により事業者が実施する対策を確認していくとともに、起動操作時にあっては保安検査官の立ち会い等により、事業者の対応等について確認していきます。

また、本事象の原因とその対策を受けて、金属触媒を採用している沸騰水型原子炉施設（BWR）を有する原子炉設置者に対し、関係事業者と協力して触媒の長期的な触媒性能を把握する等の知見の拡充を行うとともに、水素濃度計の検出時間遅れの妥当性を含めた検証を行うよう指示しました。（別添）

なお、本事象を踏まえ、BWR事業者協議会(JBOG)⁷で関連プラントの状況が公表されていますので、お知らせします。（<http://www.jbog.jp>）

- 7 JBOG には、現在、東北電力(株)、東京電力(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、中国電力(株)、日本原子力発電(株)、電源開発(株)、(株)東芝及び日立GEニュークリア・エナジー(株)が参加

(参考)

(浜岡5号機の事象発生時の状況)

定期検査中の浜岡原子力発電所5号機において、平成20年12月26日の報告に係る対策⁸を講じて調整運転を行っていたところ、平成20年12月30日、気体廃棄物処理系の水素濃度の上昇等を確認したことから、同日0時39分に原子炉を手動停止しました。

(浜岡4号機の事象発生時の状況)

定期検査中の浜岡原子力発電所4号機において、調整運転のため原子炉起動操作を行っていたところ、平成21年5月5日、気体廃棄物処理系の水素濃度の上昇を確認したことから、同日17時49分に原子炉を手動停止しました。

- 8 気体廃棄物処理系の排ガスの空気供給量を増やすことで、急激に水素と酸素が反応しにくくなると考える酸素/水素濃度比のしきい値を下回らない運転を行う。また、当該系統の測定データを拡充する。さらに、水素濃度が上昇し、可燃限界の4%を超過・継続した際に、速やかに原子炉を停止する。

(INESによる暫定評価)

基準 1	基準 2	基準 3	評価レベル
-	-	0 -	0 -

(本発表資料のお問い合わせ先)

原子力安全・保安院 原子力事故故障対策室

担当者：田村、天野

電話：03-3501-1511(内線4911)

03-3501-1637(直通)

原子力安全・保安院 原子力発電検査課

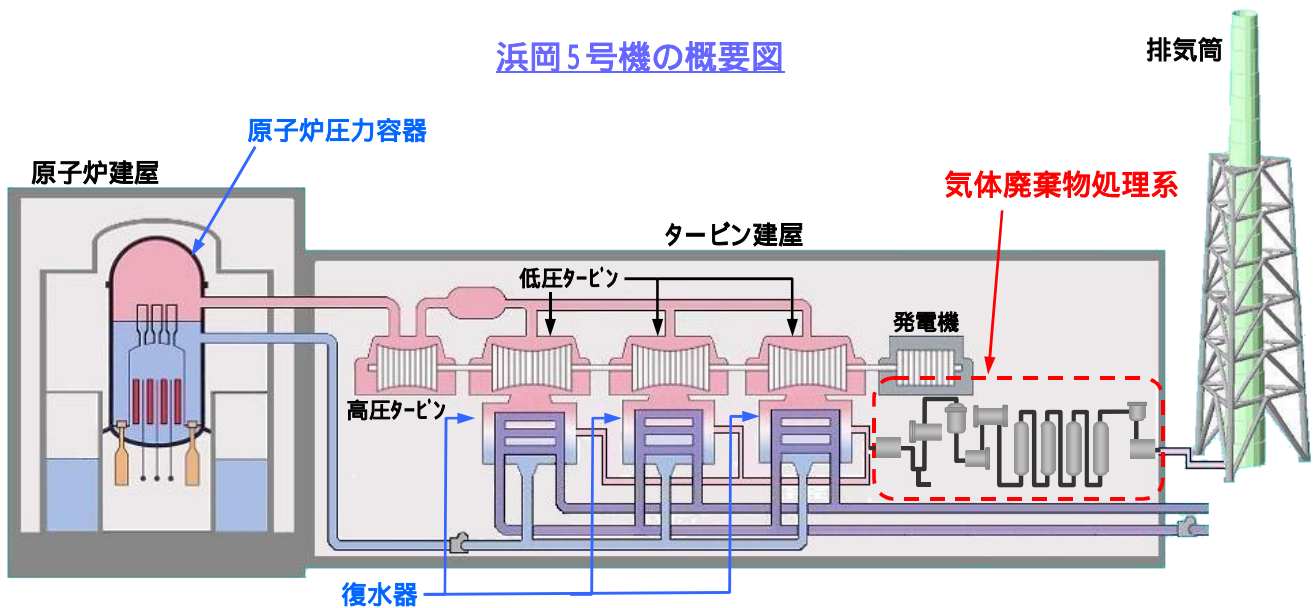
担当者：山本、金子

電話：03-3501-1511(内線4871)

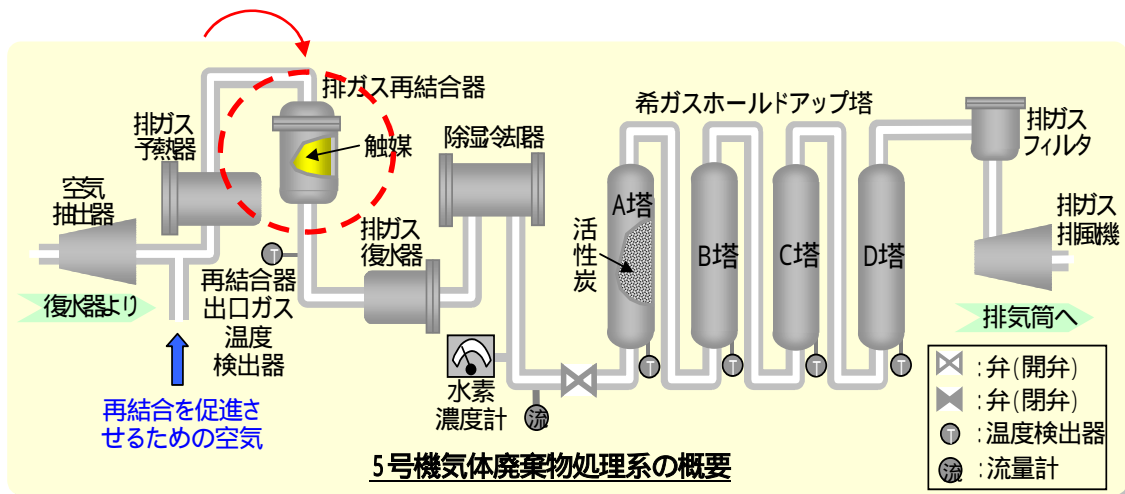
03-3501-9547(直通)

気体廃棄物処理系(5号機)の概要について

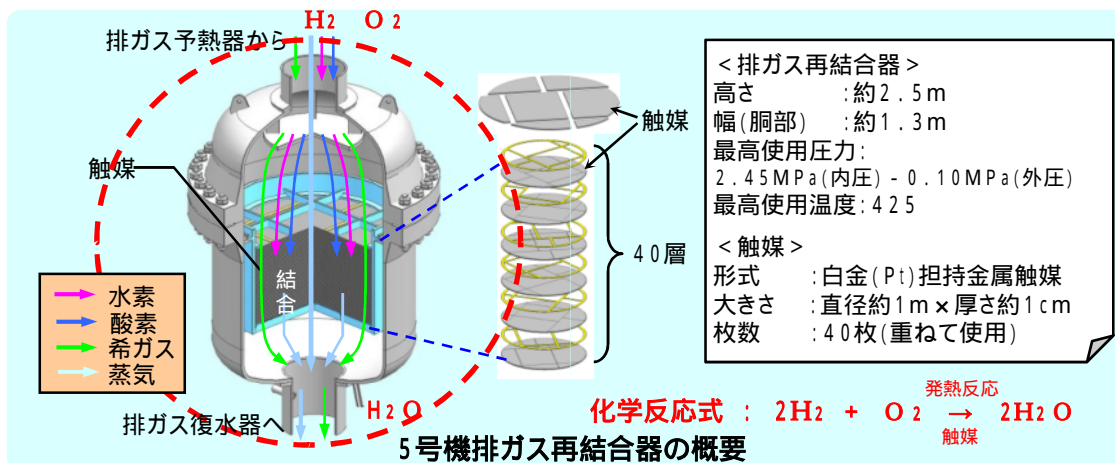
浜岡5号機の概要図



原子炉压力容器では、「水素」、「酸素」および「希ガス(気体状の放射性物質)」が発生します。気体廃棄物処理系は、復水器に流入するこれらの「水素」、「酸素」および「希ガス」を処理する系統です。



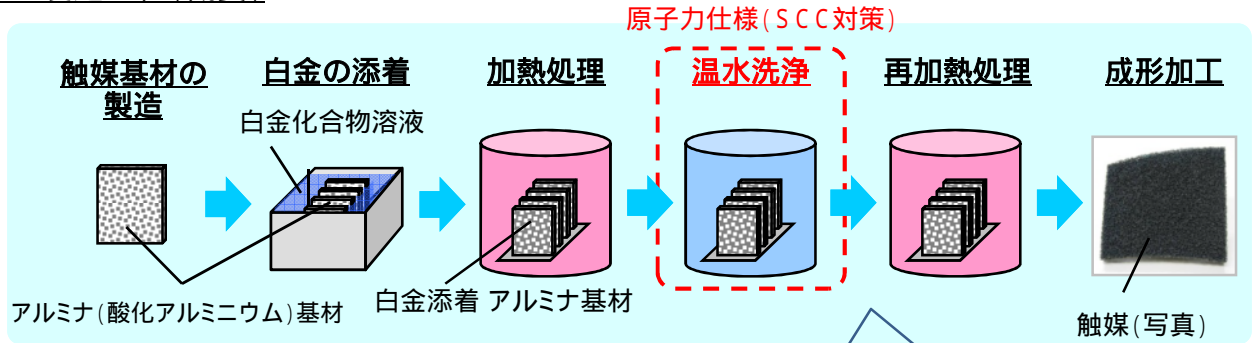
排ガス再結合器では、触媒により、排ガス中の水素と酸素を水(水蒸気)に戻します。



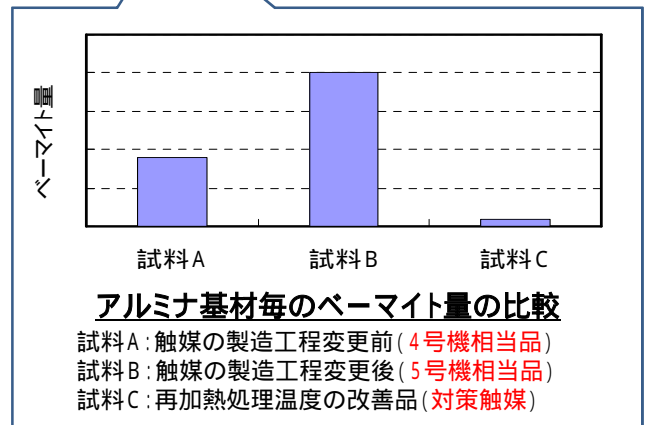
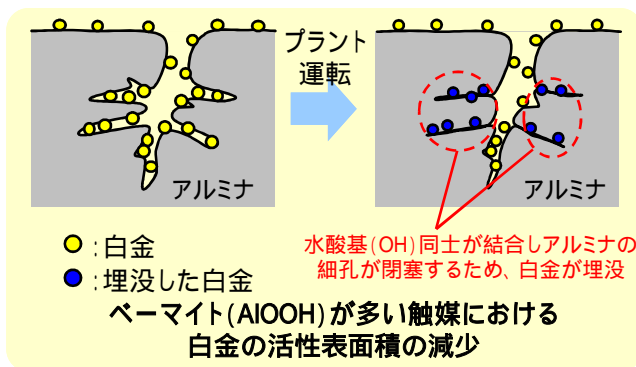
なお、浜岡原子力発電所4号機では、気体廃棄物処理系における排ガス再結合器及び水素濃度計の位置等に若干の違いはあるが、気体廃棄物処理系の構成要素・機能はほぼ同等である。

排ガス再結合器における触媒の性能低下について

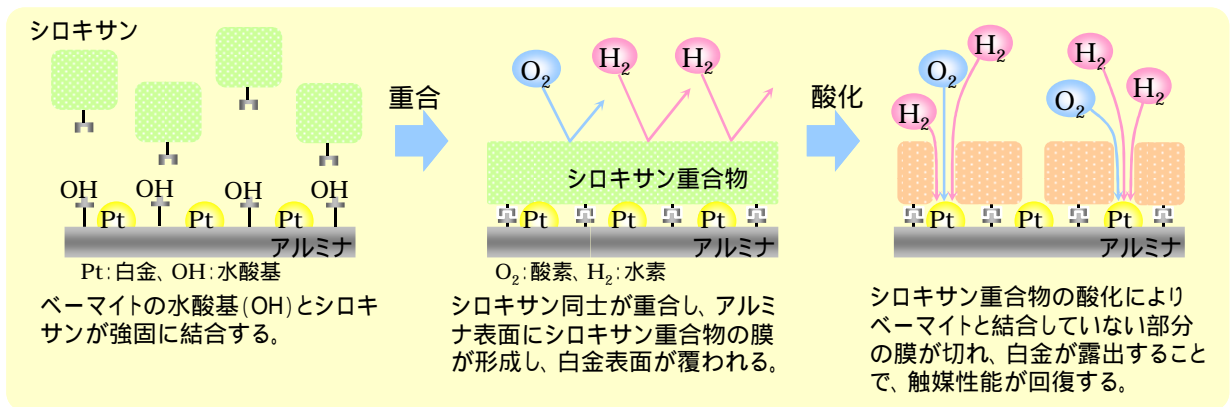
触媒の製造工程(概要)



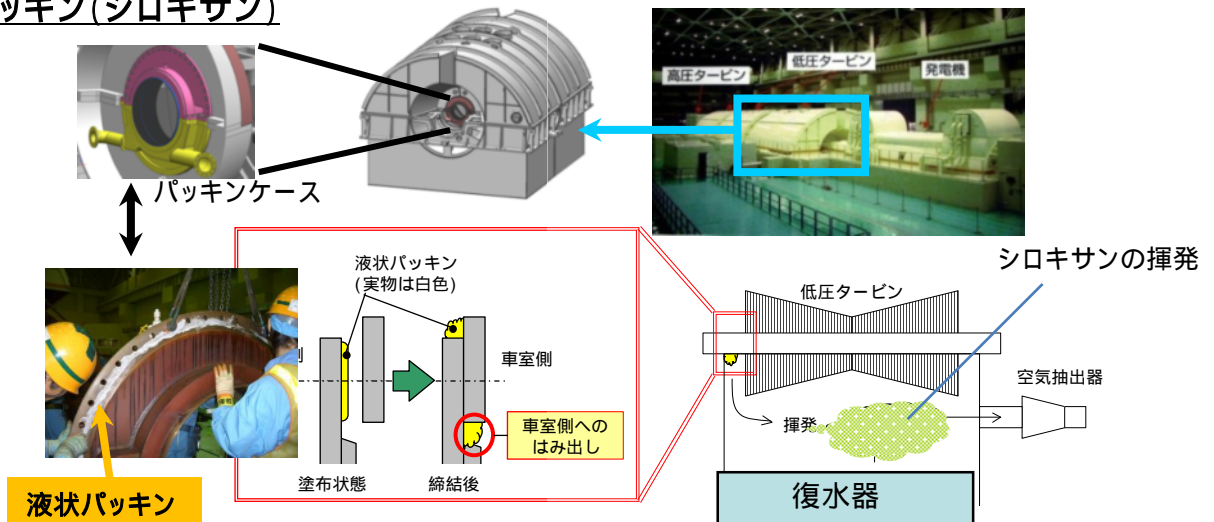
ベーマイトの存在する触媒の使用による劣化



ベーマイトの存在する触媒と触媒毒(シロキサン)の影響



液状パッキン(シロキサン)



(別添)

経済産業省

平成 21・06・22 原院第 5 号

平成 21 年 6 月 23 日

気体廃棄物処理系の水素濃度上昇に係る対応について（指示）

経済産業省原子力安全・保安院

N I S A - 1 6 8 b - 0 9 - 1

N I S A - 1 3 4 b - 0 9 - 2 4

原子力安全・保安院（以下「当院」という。）は、本日、平成 20 年 12 月 30 日に中部電力株式会社（以下「中部電力」という。）浜岡原子力発電所第 5 号機において、また、平成 21 年 5 月 5 日に浜岡原子力発電所第 4 号機において発生した気体廃棄物処理系の水素濃度上昇事象に係る原因及び再発防止対策に関する報告を受領した。

同報告において、本件事象の原因調査の結果、以下の事実が確認され、中部電力は当該事象の原因について、金属触媒の特性に起因するもの及び触媒毒に起因するものの重畳した要因により発生したものと推定している。

- (1) ベーマイトを多く含む金属触媒は、その使用や触媒毒の影響により性能が低下すること。
- (2) シール材として使用している液状パッキンから揮発した有機ケイ素化合物（シロキサン）が金属触媒に付着した場合には、触媒毒として作用すること。

以上を踏まえ、中部電力は、ベーマイトの生成を抑えた金属触媒への取替え、低圧タービンパッキンケースからの触媒毒の除去、金属触媒の計画的な点検を行うとともに、水素濃度が可燃限界の 4 % を超過・継続した際には手順書に従い速やかに原子炉停止を行う等の再発防止対策を講じるとともに、引き続き、金属触媒の長期的な性能安定性について確認していくこととしている。

また、今回の原因調査の過程において、気体廃棄物処理系の水素濃度計の検出時間遅れについて、プラント毎に差があることが確認された。

当院としては、中部電力の推定原因について、実験や過去のデータ分析により、現時点で得ることが可能な科学的根拠に基づき、最も可能性の高い要因を推定していると考えられることから、現時点の知見で見出されたこの推定原因とそれに対する再発防止対策は妥当と考える。

一方、これ以外の未知の原因が残されている可能性は完全には否定できないことから、沸騰水型原子炉施設（以下「BWR」という。）を有する事業者全体として、引き続き知見の拡充が必要と考える。

当院は、他のBWRも含め、更なる安全性の向上を図るため、金属触媒を採用しているBWRを有する原子炉設置者に対して、下記の対応を求めることとする。

記

- 1 . BWR事業者において共通の方法によりデータを取得するなど、関係事業者と協力して金属触媒の長期的な触媒性能を把握する等の知見の拡充を行うこと。
- 2 . 気体廃棄物処理系の水素濃度計について、検出時間遅れの妥当性を含めた検証を行うこと。

経 済 産 業 省

平成 21・06・22 原院第 5 号

平成 21 年 6 月 23 日

東北電力株式会社

取締役社長 高橋 宏明 殿

経済産業省原子力安全・保安院長 薦田 康久

気体廃棄物処理系の水素濃度上昇に係る対応について（指示）

原子力安全・保安院は、金属触媒を採用している沸騰水型原子炉施設を有する原子炉設置者に対し、別紙（NISA - 168b - 09 - 1、NISA - 134b - 09 - 24）の対応を求めることとしました。

つきましては、当該原子炉設置者である貴社におかれましても、別紙に従い所要の対応をお願いします。

経 済 産 業 省

平成 21・06・22 原院第 5 号

平成 21 年 6 月 23 日

東京電力株式会社

取締役社長 清水 正孝 殿

経済産業省原子力安全・保安院長 薦田 康久

気体廃棄物処理系の水素濃度上昇に係る対応について（指示）

原子力安全・保安院は、金属触媒を採用している沸騰水型原子炉施設を有する原子炉設置者に対し、別紙（NISA-168b-09-1、NISA-134b-09-24）の対応を求めることとしました。

つきましては、当該原子炉設置者である貴社におかれましても、別紙に従い所要の対応をお願いします。

経 済 産 業 省

平成 21・06・22 原院第 5 号

平成 21 年 6 月 23 日

北陸電力株式会社

取締役社長 永原 功 殿

経済産業省原子力安全・保安院長 薦田 康久

気体廃棄物処理系の水素濃度上昇に係る対応について（指示）

原子力安全・保安院は、金属触媒を採用している沸騰水型原子炉施設を有する原子炉設置者に対し、別紙（NISA-168b-09-1、NISA-134b-09-24）の対応を求めることとしました。

つきましては、当該原子炉設置者である貴社におかれましても、別紙に従い所要の対応をお願いします。

経 済 産 業 省

平成 21・06・22 原院第 5 号

平成 21 年 6 月 23 日

中国電力株式会社

取締役社長 山下 隆 殿

経済産業省原子力安全・保安院長 薦田 康久

気体廃棄物処理系の水素濃度上昇に係る対応について（指示）

原子力安全・保安院は、金属触媒を採用している沸騰水型原子炉施設を有する原子炉設置者に対し、別紙（NISA-168b-09-1、NISA-134b-09-24）の対応を求めることとしました。

つきましては、当該原子炉設置者である貴社におかれましても、別紙に従い所要の対応をお願いします。