



平成28年2月26日
安全評価委員会
第12回 資料2

核融合科学研究所で発生した 火災事故について

核融合科学研究所

火災事故の概要(1)

平成27年8月4日15時10分頃、核融合科学研究所の大型ヘリカル実験棟ヘリウム液化冷凍機室において、請負業者によるヘリウム液化冷凍機のコールドボックスの点検作業中に、同コールドボックスより出火してその一部が焼け、配管の溶接作業を行っていた請負業者の作業員のうち、1名が死亡、1名が負傷する事故が発生。

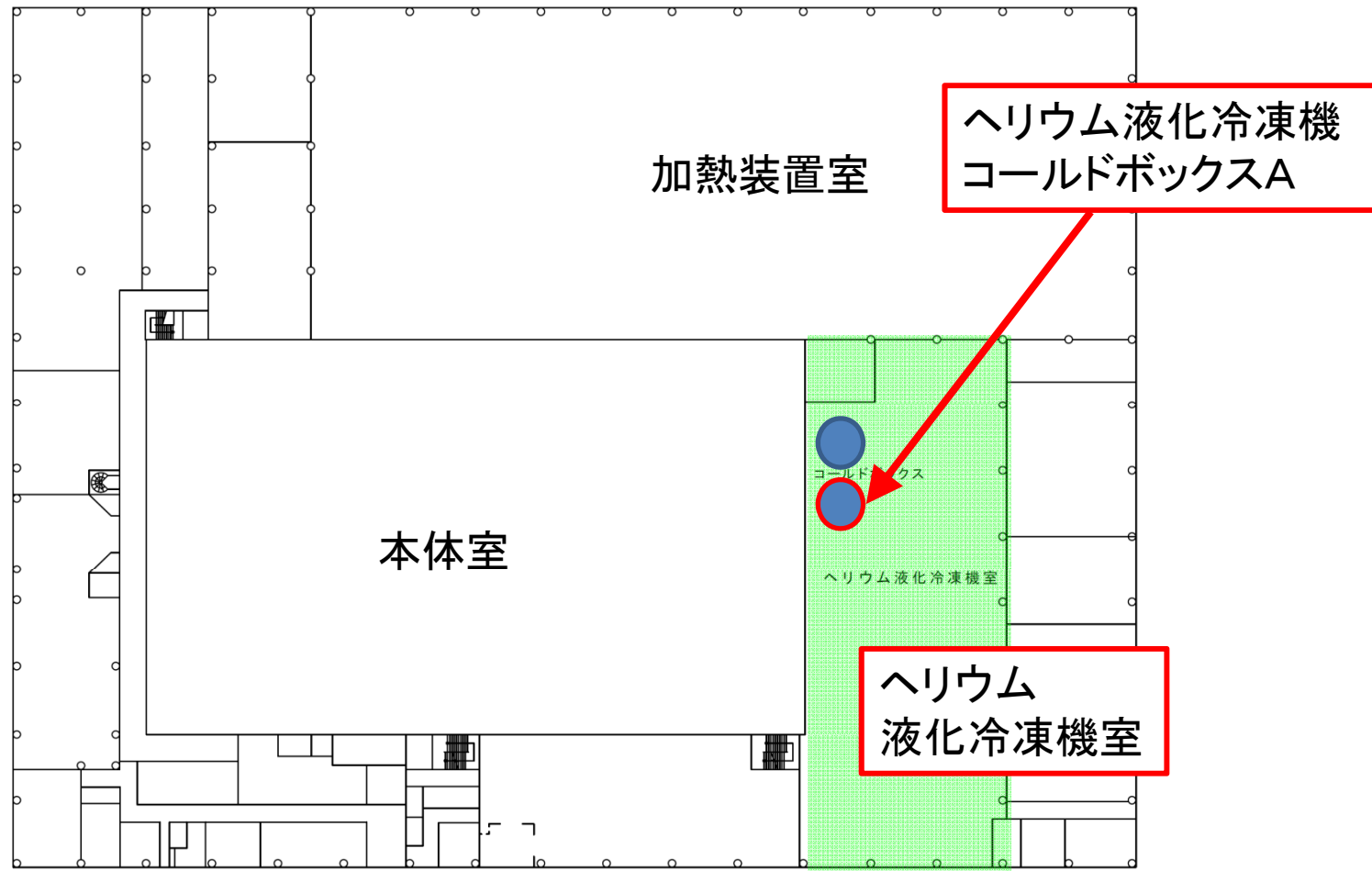
火災事故の概要(2)

- 火災発生当時、大型ヘリカル装置(LHD)は実験休止期間中であり、装置は運転停止状態で、メンテナンス作業が行われていた。
- 火災が発生した機器は、ヘリウム液化冷凍機(液化機)で、LHDの超伝導コイルを冷却するための冷媒となる -269°C の液体ヘリウムを生成する装置。
- 液化機は、LHD実験期間中は真空状態にて運転するが、火災発生当時は、メンテナンスのため停止して大気開放状態にあり、保守・点検作業を請負業者(液化機の製造メーカー)が実施していた。
- 請負業者は、今回と同様の溶接作業をこれまでも国内の同種装置で実施している。
- 今回の火災事故は、液化機のうちコールドボックスAと呼ばれる機器を大気開放して、その中にあるフィルターの交換作業時に実施した配管の溶接作業中に、可燃物である断熱材に引火して発生。
- なお、同様のフィルター交換作業は、2000年度にコールドボックスBに対して実施され、請負業者は問題なく完遂した。

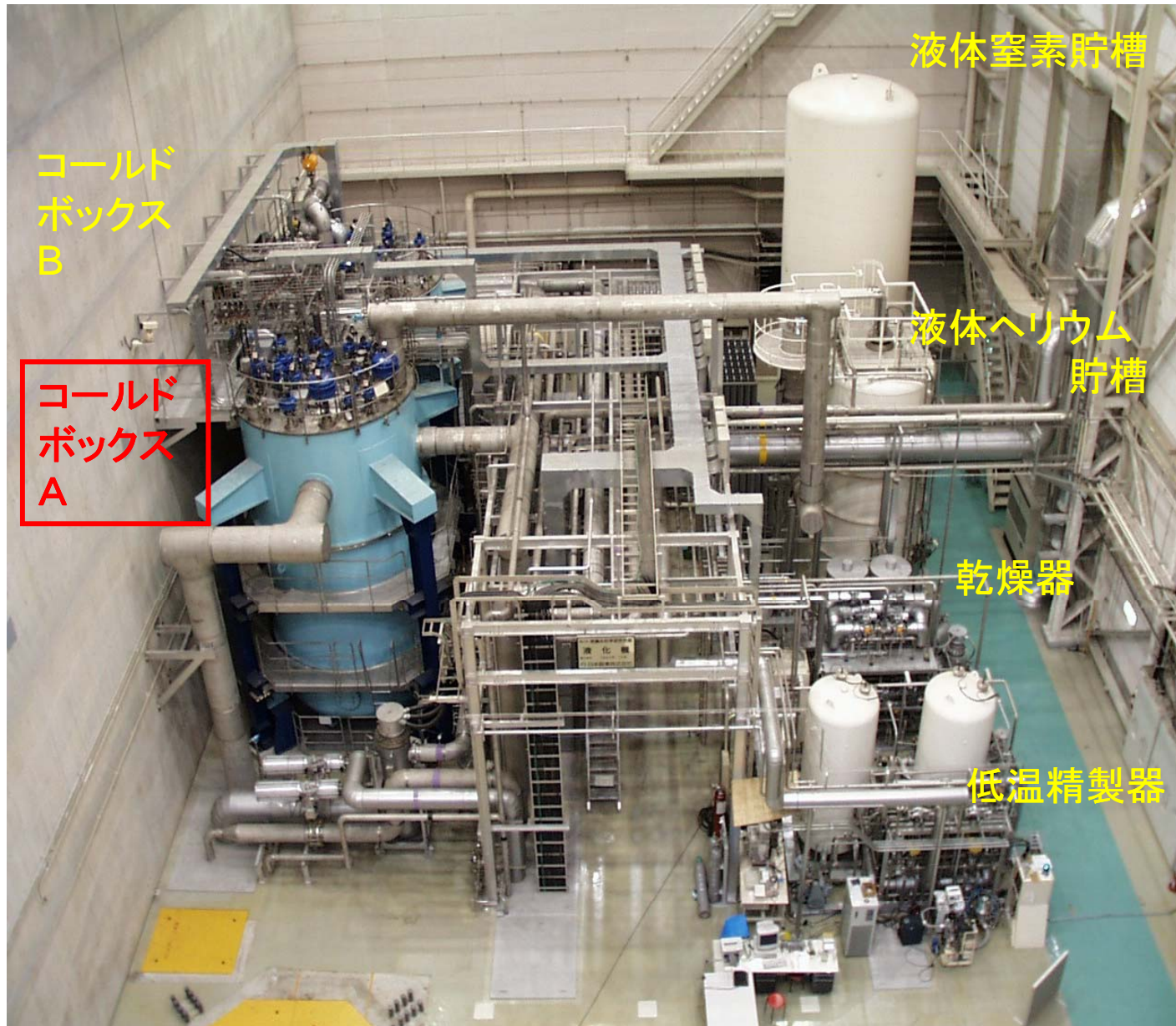
火災発生場所(1)



火災発生場所(2)



ヘリウム液化冷凍機室全景(1)



直径: 3.8m
高さ: 7.5m

コールド
ボックス
A

液体窒素貯槽

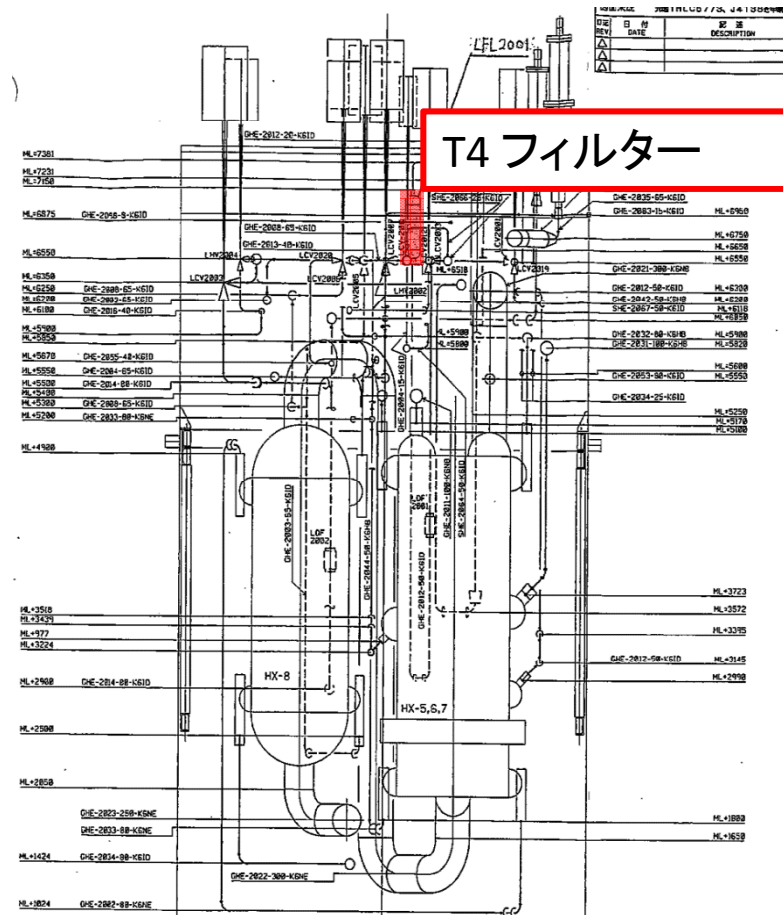
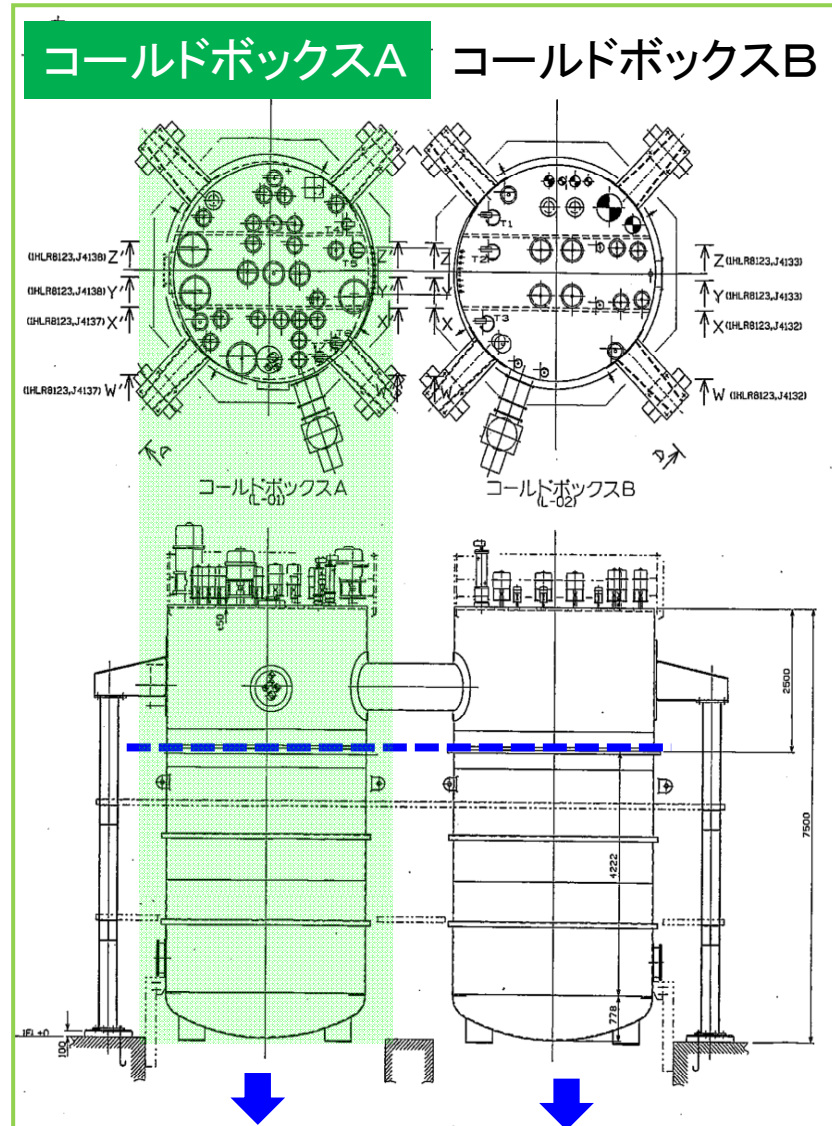
コールド
ボックス
B

液体ヘリウム
貯槽

乾燥器

低温精製器

コールドボックス



コールドボックスAの外筒を青点線部で外し、内部を開放した状態で、T4フィルターの交換作業を実施

コールドボックスの内部



実験期間中は、コールドボックス内部は「真空」状態で運転。本写真はメンテナンスのためにコールドボックスの外筒を外して開放状態にした様子を示す。

ヘリウム冷媒配管には、極低温機器用断熱材が巻き付けてある。

断熱材は、ポリエチレンテレフタレート(PET)フィルムにアルミを蒸着したものを多層に重ねたもので、可燃性。

火災事故の経緯

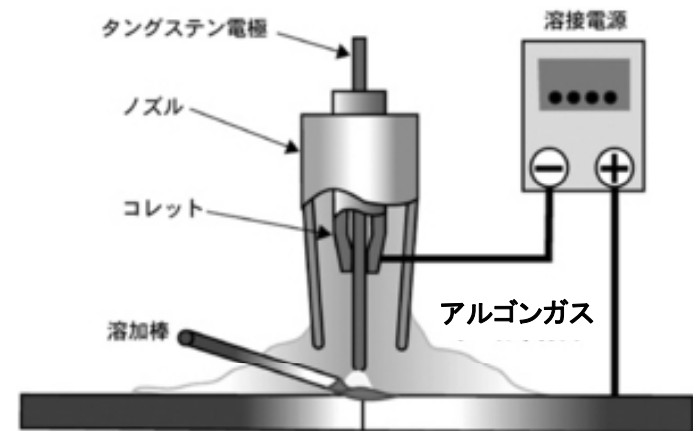
- 15:10 大型ヘリカル実験棟ヘリウム液化冷凍機室のヘリウム液化冷凍機コールドボックスにおいて、請負業者の作業員による配管溶接作業中に出火
直ちに初期消火作業を開始したが、鎮火に至らず
- 15:12 119番通報
排煙のため、シャッター開放及びファン操作を実施
(出火数分後に炎は消えたが、黒煙が充満)
- 15:26 土岐市消防隊到着、消火活動及び救助活動を開始
(放水は行われなかった)
- 15:40 現場の状況を確認して、三市(土岐市、多治見市、瑞浪市)・岐阜県へ電話連絡
- 16:20 鎮火を確認

出火時の状況について

- T4フィルター交換のために、TIG溶接(次ページ参照)による配管の溶接作業中に出火、断熱材が燃焼
- 溶接作業にあたり、溶接部周辺の断熱材を剥がし、さらに、防災シートによる火気養生を実施
- 請負業者の作業員は5名
溶接作業者:1名、火気監視者:1名、溶接担当責任者:1名、
現場副責任者:1名、現場責任者:1名。
- 研究所担当職員は2名
- コールドボックス下で監督をしていた現場副責任者が出火に気づき、即座に、現場責任者と副責任者の2名が初期消火活動を実施。現場責任者は、それと同時に作業員に対して避難指示を出した。火災は鎮火には至らなかった。

TIG*溶接

- 高融点のタングステンを電極として、不活性なアルゴンガスの雰囲気中で、酸素を遮断してアーク放電を発生し、溶接を行う。
- ほとんど火花は出ない。
- トーチと溶接部の間に電流が流れることによりアーク放電が起こるので、トーチ単独では何も起こらない。



http://www.sanpo-pub.co.jp/omoshiro/freshman/post_630.html



https://www.youtube.com/watch?v=_UBbNVkg65E



上 : TIG溶接トーチ
左 : TIG溶接の様子

*Tungsten Inert(不活性) Gasの略

火災後のコールドボックス近傍の様子



上：火災後の液化機室全景。左奥の黒く煤けた水色の円筒が、火災が発生したコールドボックス

右：火災が発生したコールドボックスの拡大写真



当該作業に対して行った研究所の安全活動(1)

1. 安全教育

- 研究所の作業担当職員
 - 研究所の安全衛生推進部が主催する安全講習を受講
- 請負業者
 - 研究所の作業担当職員から現場責任者と副責任者は、溶接を含む一般的な安全講習を受講。他の作業員3名は現場副責任者から安全講習を受講。
 - 安全講習を受講したことを確認する作業安全確認書受領書を当該作業員5名全員が提出。

2. 作業前の確認

- 作業内容の事前確認
 - 請負業者からの作業計画書の提出を受け、研究所の作業担当職員が事前に作業内容を確認
- 作業開始前の一般的な作業の養生の確認
 - 作業開始前の7/31と8/3に、研究所の作業担当職員が作業養生を確認
- 溶接作業前の溶接作業養生の確認
 - 8/4の溶接作業前に、請負業者の現場責任者が溶接作業の火気養生を確認したことを、研究所作業担当職員が確認。
 - 請負業者は、可燃性の断熱材が周囲にあることを十分認識。

当該作業に対して行った研究所の安全活動(2)

3. デイリーミーティング(DM)の実施

- 大型ヘリカル実験棟における全作業(請負業者作業および研究所職員作業)の安全確認、作業干渉チェックを目的とした会合
- DM安全担当職員を置き、全作業の作業関係者(業者現場責任者、研究所作業担当職員、その他関係者)を作業日の朝、一堂に招集
- 現場責任者による作業内容と安全対策の報告
- DM安全担当職員と研究所作業担当職員による作業内容と安全対策の確認、安全対策指導

- 作業日当日は、当該作業の業者現場責任者が、溶接を含む作業内容・安全対策を報告。
- DM安全担当職員と研究所作業担当職員が、その内容を確認。
 - 請負業者内でのツールボックスミーティング(TBM)における危険予知活動の実施、溶接時の火気養生・消火器の設置等の安全対策の確認
 - 溶接作業時の人員配置の確認(溶接作業員、火気監視者、溶接担当責任者、現場副責任者、現場責任者の5名体制で作業を実施)

出火の原因

- 溶接を実施する配管周辺の断熱材を除去し、周囲を防火シートで養生して、火花がほとんど出ないTIG溶接による配管溶接作業を実施していた。
- 現場の状況から、出火の原因を以下のように特定。
 - 火花以上の大きさの溶融したステンレスの塊が、予想されなかった何らかの原因で発生・落下した。
 - 溶接作業時の養生に使用していた防火シートでは発火を防ぎきれず、コールドボックス内の断熱材が燃え上がった。
 - 溶接時に一点に集中して放電が継続されることにより、ステンレスの溶解が起こることは推測できるが、なぜ放電が集中継続したかは不明。

火災事故対策委員会

- 火災事故以降、関係機関による調査に伴う現場保全のため、液化機室への入室が制限された。
- 入室制限が解除されたのを受けて、市議会、県・市関係者、報道関係者等に現場を公開した後、8月18日に現場の調査をあらためて実施
- その結果、火災を起こした溶接中の配管、溶接器具等が関係機関に提出されていることもあり、推定した出火原因以上の事故調査は難しいことが分かった。
- 研究所では、今回のような火災事故を繰り返すことのないように、「火災事故対策委員会」を8月18日に立ち上げて、再発防止対策の検討を行うこととした。
- 委員会は、8月19日、21日及び24日の3回にわたり、再発防止のための対策について調査審議し、中間報告を取りまとめて、8月25日に所長に提出した。
- 研究所では、9月9日、9月10日、及び9月13日に、研究所近隣の地元市民に対して、火災事故、再発防止策、及び作業再開についての説明会を開催するとともに、説明会の内容と様子について、関係県市に説明を行った。
- これらの状況を踏まえ、委員会は9月11日及び9月16日に、作業を安全に再開するために中間報告を基に審議し、作業再開に向けた指針を追加した、火災事故対策の最終報告を9月24日に取りまとめた。

再発防止対策（請負業者に対する対策：ハード面）

1. 作業現場の不燃化の徹底

- － 溶接を行う場合、可燃物は必ず撤去
- － 火花などが落ちる可能性のある所には、ステンレスの受け皿等を設置（対策の二重化）
- － 研究所職員による、上記不燃化対策の確認

2. 消火機器準備の強化

- － 溶接作業時には、適切な種類と本数の消火器を配置
- － 溶接作業では、適切な消火機器の種類と本数が準備されていることを研究所職員が確認

再発防止対策（請負業者に対する対策：ソフト面）

3. 人命最優先の徹底

- 火災発生時には、人命最優先。初期消火は安全を確保した上で実施
- 下記に述べる作業監視者は、出火時には必ず避難を指示

4. 健康管理の強化

- 溶接を行う場合は、作業開始前に作業監視者により、作業者に対する健康チェックの実施、1時間おきの休憩を義務づけ、集中力・注意力を維持

5. 監視体制の強化

- 溶接作業時には、溶接作業者に加えて、溶接作業の間近で監視を行う作業監視者1名を配置。監視体制が維持できない場合は作業を中断
- 最初の溶接作業の開始直後に、監視体制が適切であることを研究所職員が確認

6. 避難経路の確保

- 溶接作業前に、作業者の避難路、避難段取りの確認と避難訓練の実施

7. 溶接作業中の注意喚起

- 周囲に溶接作業実施中を周知するため、「溶接作業中」の看板を掲示
- 最初の溶接作業の開始直後に、掲示がされていることを研究所職員が確認

再発防止対策（研究所が行う対策）

1. 研究所の立ち合い強化（前述のまとめ）

- － 溶接作業前に、可燃物の撤去、ステンレス受け皿の配置、消火器の準備等を確認
- － 最初の溶接作業開始直後に、作業監視体制や「溶接作業中」看板の表示を確認

2. 研究所による安全および教育活動の強化

- － デイリーミーティング、ツールボックスミーティングでの事故防止対策の手法と実施の確認。全作業員に対して事故防止策を周知徹底
- － 安全講習会などにおいて、今回の事例を反映させ、安全意識の更なる向上をはかる。

3. 避難誘導標識の増設

- － 避難誘導方向表示シール（蓄光タイプ）を増やし、避難経路の認識を容易にする。

火災発生時の対応

(1)現場での人命最優先の徹底

- 1) 火災発生時には、人命を最優先で、初期消火は安全を確保した後、避難経路を確保して実施することを改めて周知徹底
- 2) 作業監視者は、出火時には必ず作業者に避難を指示することを徹底

(2)危機管理指揮本部の設置

災害発生時は、研究所の防災規則に基づき、「危機管理指揮本部」を設置して対応

1) 所内及び関係機関への通報

※地元住民への情報伝達

- ・事故が発生した場合、直ちに放射性物質の漏えいの有無を含めて、県・3市に第1報を連絡
- ・当該情報の地元自治会等に連絡する方法は、関係市と今後検討

2) 必要に応じて、消火活動、避難誘導、救助活動、等

3) 広報対応

作業再開について(1)

- 火災事故後、作業の安全確認のため、大型ヘリカル実験棟の作業・工事を停止(安全確保上必要な点検・作業は除く)
- 大型ヘリカル実験棟内における作業再開を関係機関(警察署、消防署、労働基準監督署)は了承(8月12日)
- 職員および作業請負業者に対して、作業の安全に関する意識を一層徹底するため、「緊急安全講習会」を実施(8月7日、21日、9月30日)
- 実験棟内における作業環境の安全性の再確認のための総点検を実施(8月10日)
- 火災事故対策委員会を立ち上げて、再発防止対策を検討し、中間報告をとりまとめ(8月25日)
- 地元市民に対して、火災事故、再発防止策、及び作業再開についての説明会を開催(9月9日、10日、13日)
- 作業を安全に再開するため、中間報告を基に、作業再開に向けた指針を追加した、火災事故対策の最終報告を取りまとめ(9月24日)

作業再開について(2)

火気を使用しない作業(溶接を伴わない作業)、可燃物が近傍にない溶接作業、火災現場での作業の3段階に分けて、9月28日より順次作業を再開

①火気を使用しない作業(溶接を伴わない作業)

大型ヘリカル実験棟の外壁改修、実験棟電気設備改修工事(照明器具取替)、装置の点検・整備、改造・更新、等

→請負業者に再度の安全講習会を実施したのち再開

②可燃物が近傍にない溶接作業

計測器制御盤の設置作業、排気ガス処理システムの整備作業、LHD真空容器内機器の改造作業、等

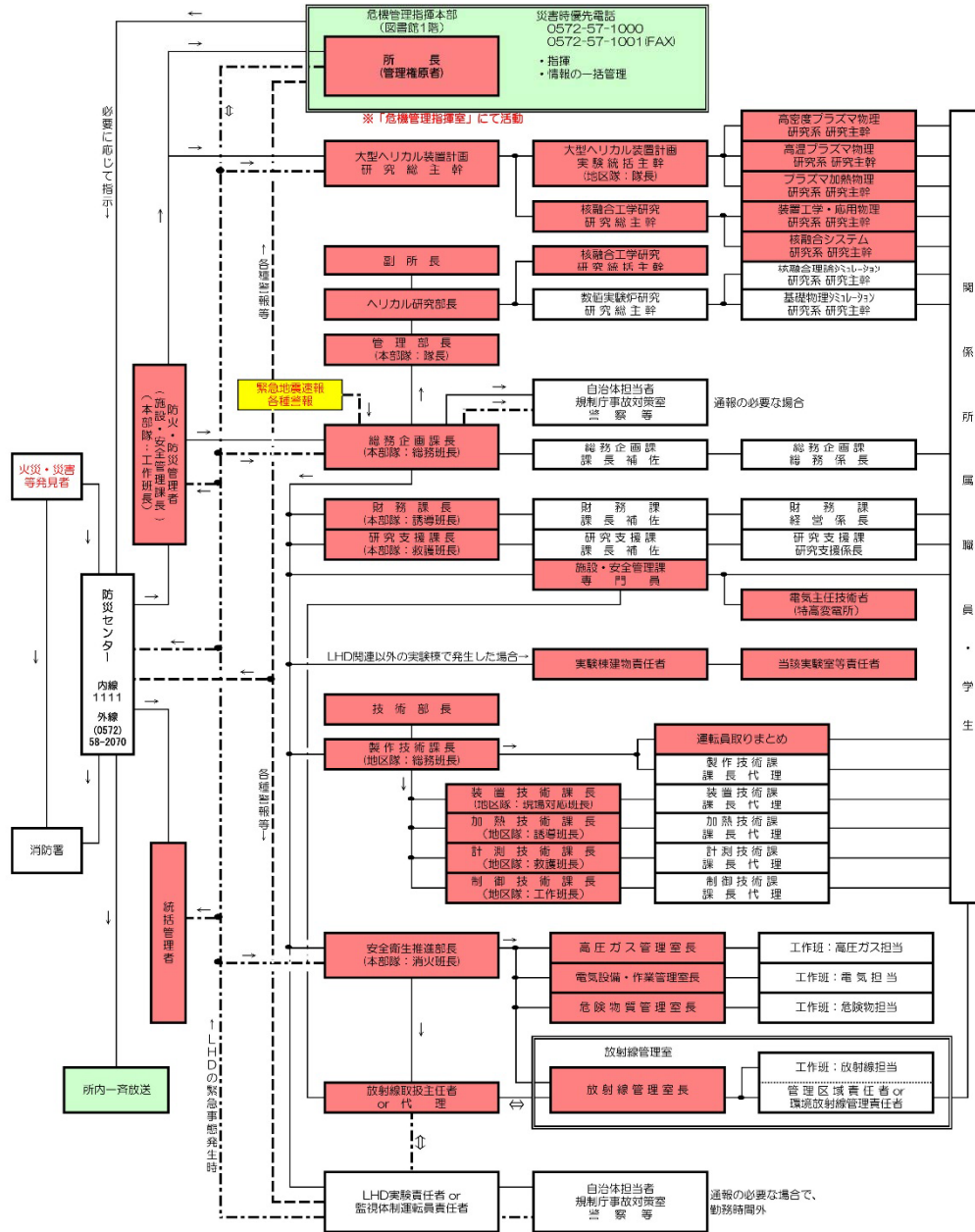
→請負業者に再度の安全講習会を実施し、再発防止対策を講じたうえで再開(行政への連絡体制、適切な消火方法と消火器の準備)

③火災現場での作業(可燃物の近傍での溶接作業)

液化機復旧作業

→可燃物を全て撤去したうえで、②と同等の状態とし、再度の安全講習会で再発防止策の徹底を図ったうえで再開

火災・災害・事故等の発生時の緊急連絡網



緊急連絡網

- ・ 緊急時は左記の緊急連絡網により、情報が伝達される
- ・ 上位の者が不在の時は、下位に伝え、必ず末端まで連絡する
- ・ 災害時には、出勤が可能な職員は、安全を確保しつつ出勤する
- ・ 原則として、自衛防災組織に従い活動を行うが、出勤可能な職員数が著しく少ない場合は、改めて人員を割り振り、必要な活動を行う

災害時、 のものは、自身の安全を確認しつつ研究所に、出勤すること。

注：災害時、 のものは、自身の安全を確認しつつ研究所に、出勤すること。
 印は、火災・災害・事故等の発生時の初動連絡を示し、不在時に置いては次席への連絡を行うこと。
 印は、LHDの緊急事態発生時の初動連絡を示し、不在時に置いては次席への連絡を行うこと。
 印は、緊急地震速報、各種警報等の通報先を示す。 — 印は、連絡先
 ⇄ 印は、相互間連絡・確認を示す。

- 防災組織 -

自衛消防隊組織図

所長	隊長	副隊長	部隊長	班	班長 (統括者)	班 員		
所長 (管理権原者)	技術部長 (統括管理者)	副所長	(本部隊) 管理部長	総務班	管理部 総務企画課長	管理部 総務企画課 (総務企画課長補佐, 総務係, 企画・評価係, 人事・給与係, 対外協力係)		
				消火班	安全衛生推進部長	管理部 財務課 (財務課長補佐, 経営係, 契約係)		
				誘導班	管理部 財務課長	管理部 財務課 (専門職員, 経理・資産係, 監査係, 調達係) ヘリカル研究部 (基礎物理シミュレーション研究系)		
				救護班	管理部 研究支援課長	管理部 研究支援課 (研究支援課長補佐, 研究支援係, 国際支援係, 大学院連携係, 学術情報係, ビジターセンター係) ヘリカル研究部 (核融合理論シミュレーション研究系)		
				工作班	管理部 施設・安全管理課長	施設	管理部 施設・安全管理課 (専門員付, 施設整備係)	
		電気	電気設備・作業管理室長			管理部 施設・安全管理課 (施設保全係)		
		大型ヘリカル装置計画研究総主幹	(地区隊) 大型ヘリカル装置計画実験統括主幹	総務班	技術部 製作技術課長	技術部 製作技術課 (資材企画係, 回路技術係, 機械技術係, 機械整備技術係)		
				現場対応班	技術部 装置技術課長	技術部 装置技術課 (装置システム技術係, 電源技術係, 実験応用技術係, 真空技術係)		
				誘導班	技術部 加熱技術課長	技術部 加熱技術課 (加熱システム技術係, 粒子加熱技術係, 電子加熱技術係, イオン加熱技術)		
				救護班	技術部 計測技術課長	技術部 計測技術課 (放射線計測システム技術係, 実験放射線計測技術係, 環境放射線計測技術係, 放射線計測機器制御技術係)		
						ヘリカル研究部 (高密度プラズマ物理研究系, 高温プラズマ物理研究系, プラズマ加熱物理研究系, 装置工学・応用物理研究系, 核融合システム研究系)		
		工作班	技術部 制御技術課長	高圧ガス	保安技術管理者	保安係員, 保安監督者, 保安係員代理, 保安監督者代理		
					取扱責任者	取扱責任者代理		
					冷凍保安責任者	冷凍保安責任者代理		
				放射線	放射線取扱主任者	管理区域責任者, 環境放射線管理責任者, 放射線管理室長		
				電気	電気責任者	電気装置責任者		
		危険物	危険物質管理者	危険物質保管庫責任者				