

IAEA

安全

基準

シリーズ

原子力発電所の設計における 内部の火災と爆発に対する防護

安全指針

No. NS-G-1.7

国際原子力機関

2009年11月
独立行政法人 原子力安全基盤機構

注 意

- A. 非売品
- B. 本図書は、「Protection against Internal Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-1.7」© International Atomic Energy Agency, (2004)の翻訳である。
- 本翻訳は、独立行政法人原子力安全基盤機構により作成されたものである。本安全基準の正式版は、国際原子力機関又はその正規代理人により配布された英語版である。国際原子力機関は、本翻訳及び発行物に係る正確さ、品質、正当性又は仕上がりに関して何らの保証もせず、責任を持つものではない。また、本図書の利用から直接的に又は間接的に生じるいかなる損失又は損害、結果的に発生しうること等のいかなることに對しても何らの責任を負うものではない。
- C. 著作権に関する注意：本刊行物に含まれる情報の複製又は翻訳の許可に関しては、オーストリア国ウィーン市A-1400 ヴァグラマー通5番地（私書箱100）を所在地とする国際原子力機関に書面連絡を要する。

Disclaimer

- A. NOT FOR SALE
- B. This is translation of the “Protection against Internal Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-1.7” © International Atomic Energy Agency, (2004).
- This translation has been prepared by Japan Nuclear Energy Safety Organization. The authentic version of this material is the English language version distributed by the IAEA or on behalf of the IAEA by duly authorized persons. The IAEA makes no warranty and assumes no responsibility for the accuracy or quality or authenticity or workmanship of this translation and its publication and accepts no liability for any loss or damage, consequential or otherwise, arising directly or indirectly from the use of this translation.
- C. COPYRIGHT NOTICE: Permission to reproduce or translate the information contained in this publication may be obtained by writing to the International Atomic Energy Agency, Wagramer Strasse 5, P. O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

本邦訳版発行に当たっての注記事項

1. 全般

- (1) 本邦訳は、国際原子力機関（IAEA）で策定する IAEA 安全基準の利用者の理解促進、知見活用のため、独立行政法人原子力安全基盤機構（以下、「機構」という）が IAEA との契約行為に基づき発行するものである。
- (2) 翻訳文については、(1)項に示すとおり利用者の理解促進、IAEA 安全基準の知見活用を目的としていることから、文法的な厳密さを追求することで難解な訳文となるものは、わかり易さを優先して、本来の意味を誤解することのない範囲での意識を行っている箇所もある。
- (3) 本邦訳版は、機構のウェブサイトで公開されるほか、印刷物としても刊行されるが、刊行後、誤記等の修正があった場合には、正誤表と合わせてウェブサイトにて改訂版を公開するものとする。

2. 責任

- (1) 本邦訳版は機構により作成されたものであるが、IAEA 又はその正規代理人により配布された英語版を正式版とするものである。IAEA 安全基準の原文の内容については、機構は一切の責任を負うものではない。
- (2) 機構は本図書の翻訳の完全性、正確性を期するものではあるが、これを保証するものではなく、また本図書の利用から直接又は間接的に生じる、いかなる損失又は損害、結果的に発生しうること等のいかなることに対しても何らの責任を負うものではない。

独立行政法人 原子力安全基盤機構

翻訳版について

(1) 翻訳の実施

本翻訳は、独立行政法人原子力安全基盤機構に設置された I A E A 安全基準邦訳ワーキンググループで審議して作成したものである。

独立行政法人 原子力安全基盤機構

IAEA（国際原子力機関）の安全関連出版物

IAEA安全基準

IAEAは、IAEA憲章の第Ⅲ条の規定によって電離放射線からの防護に関する安全基準を制定すること、これらの基準を平和的な原子力活動に適用するために提供することが認められている。

IAEAが安全基準と対策を制定するための拠り所となる、規制に関連する出版物は、IAEA安全基準シリーズとして発行される。このシリーズは、原子力安全、放射線安全、輸送安全及び廃棄物安全に加えて、安全全般（4領域の2つ以上に関係するもの）を扱っており、シリーズの中には**安全原則**、**安全要件**と**安全指針**が含まれる。

安全原則（青字表紙）は、平和目的のための原子力開発と応用に際しての安全と防護の基本的な目的、概念及び原則を示している。

安全要件（赤字表紙）は、安全を確保するために満足しなければならない要求事項を定めている。これらの要求事項は、「shall文（ねばならない）」で記述されており、安全原則で述べられている目標と原則に律せられている。

安全指針（緑字表紙）は、安全要件を満足するための活動、条件又は手続きを推奨している。安全指針の推奨事項は、推奨された対策あるいは条件を満足するための他の同等の対策を採る必要があるという意味合いで、「Should文（すべきである）」で表現されている。

IAEA安全基準は、加盟国を法的に拘束するものではないが、加盟各国がその活動に応じてそれぞれの判断により、国の規制に取り入れるものである。IAEA自身の活動及びIAEAによって支援された活動については、安全基準の適用が義務付けられている。

IAEAの安全基準計画に関する情報（英語以外の言語による出版物を含む）は、IAEAのインターネットサイト（www.iaea.org/ns/coordinet）で、あるいは、IAEA安全調整課（オーストリア国ウィーン市A-1400、私書箱100）へ依頼することで入手できる。

他の安全関連出版物

IAEAは、憲章の第Ⅲ条及び第Ⅷ.C条の規定に基づき、原子力平和利用活動に関連した情報の利用と情報交換を促進するとともに、平和目的のために、加盟国間の仲介者としての活動を実施している。

原子力活動の安全と防護に関する報告書が、情報資料として、他のシリーズ、特に**IAEA安全報告書シリーズ**として発行されている。安全報告書は、好ましい行為について述べており、安全要件を満足するために使用することができる実際の例と詳細な方法を提供している。安全報告書は、要求事項を定めるものでも、推奨事項となるものでもない。

安全に関連する市販出版物を含めこの他のIAEAシリーズには、**技術報告書シリーズ**、**放射線評価報告書シリーズ**、**INSAGシリーズ**、**TECDOCシリーズ**、**暫定安全基準シリーズ**、**訓練コースシリーズ**、**IAEAサービスシリーズ**と**計算機マニュアルシリーズ**並びに**放射線安全実務マニュアル**と**放射線技術実務マニュアル**が発行されている。IAEAは、また、放射線事故に関する報告書や他の特別な出版物を発行している。

安全基準シリーズ No. NS-G-1.7

原子力発電所の設計における 内部の火災と爆発に対する防護

安全指針

国際原子力機関
ウィーン、2004年

序文

モハメド・エルバラダイ
事務局長

IAEA憲章に定める機能の一つは、平和を目的とした原子力エネルギーの開発及び応用における健康、生命及び財産の防護のための安全基準を制定又は採択し、これらの基準の、IAEA自身の業務及び支援する業務への適用、当事者からの要請に応じての二国間或いは多国間の取決めに基づく業務への適用、あるいは加盟国の要請に応じて原子力エネルギーの分野での加盟国の活動への適用について定めることである。

以下の機関が安全基準の策定を監督する：安全基準委員会（CSS）、原子力安全基準委員会（NUSSC）、放射線安全基準委員会（RASSC）、輸送安全基準委員会（TRANSSC）、廃棄物安全基準委員会（WASSC）。これらの委員会は様々な加盟国の代表により構成されている。

最大限の国際的な合意を確保するため、安全基準は、（安全原則及び安全要件に関しては）IAEA理事会によって又は（安全指針に関しては）事務局長を代行して出版委員会によって承認される前に、すべての加盟国に提示され意見を求められる。

IAEA安全基準は加盟国を法的に拘束するものではないが、自国の活動に関する国内法規で準用するために、加盟国の裁量で採用することができる。この基準は、IAEAによる活動に関してIAEAを、また、IAEAが支援する活動に関して加盟国を拘束する。原子力施設の立地、設計、建設、試運転、運転又は廃止措置、又はその他の活動に対する支援を受けるためにIAEAと協定を締結することを望む加盟国は、協定の対象となる活動に対応する安全基準に従うことを要求される。しかし、いかなる許認可手順においても、最終決定及び法的な責任は加盟国にあることに留意すべきである。

この安全基準は安全に対する不可欠な基本を定めているが、国内の実務と合致するように、より詳しい要件の組入れが必要かもしれない。さらに、一般的に言って、ケース・バイ・ケースで専門家による評価が必要となる特殊な状況があるだろう。

核分裂性物質及び放射性物質並びに原子力発電所全体の核物質防護については、概念的に適宜言及されているが、詳しくは扱われていない。この点に関しての加盟国の義務は、IAEAの後援の下に策定された関連文書及び出版物を基にして考慮すべきである。産業安全及び環境保護などの放射線以外の側面も、明示的には考慮されていない。加盟国は、これらの点に関しても国際的な約束及び義務を果たすべきであると認められる。

このIAEA安全基準記載の要件及び推奨事項は、以前の基準に基づき建設されたいくつかの施設では、完全には満たされないかもしれない。このような施設にこの安全基準を適用する方法についての決定は、個々の加盟国でなされる。

IAEA安全基準は、法的には拘束力はないが、例えば環境保護に関連するような一般的に受け入れられている国際法や規則の原則の下で加盟国が義務を果たせるような方法で、原子力エネルギー及び放射性物質の平和的利用がなされることを確実にすることを目的として策定されているという事実を、加盟国は留意すべきである。かかる一般原則に従い、加盟国の領土を他の加盟国に損害を与える形で使用してはならない。加盟国はこのように弛まぬ努力を継続する義務と他国への配慮という基準を持たなくてはならない。

加盟国の管轄域で行われる非軍事の原子力に関する活動は、他のあらゆる活動と同様、国際法の一般に受け入れられている原則に加えて、国際的な慣例の下で加盟国が承諾している義務に従って行われる。加盟国は、これらの国際的な義務のすべてを効果的に果たすために必要となる法規（規則を含む）並びにその他の基準及び対策を、その国内法制度において採用することが期待される。

編集者注

付属書 (appendix) がついている場合、それは主文と同じ効力を持つ、基準と不可分な一部と見なされる。添付資料 (annex)、脚注及び参考文献リストがついている場合、それは利用者の便宜のための、追加情報又は実践例の提示に使われている。

この安全基準は、要件、責任及び義務についての説明に「ねばならない (shall)」を使う。「すべきである (should)」という形の使用は、望ましい選択肢の推奨を意味する。

テキストの英語版が正式の版である。

目 次

1. はじめに	1
背景 (1.1)	1
目的 (1.2)	1
範囲 (1.3-1.6)	1
構成 (1.7)	2
2. 全般的概念	2
全般 (2.1-2.6)	2
防火 (2.7-2.11)	4
火災検出及び消火 (2.12-2.16)	5
火災の封じ込めと火災の影響の緩和 (2.17-2.19)	6
事象の組み合わせ (2.20-2.24)	6
外部発生源の火災 (2.25-2.28)	7
爆発ハザードに対する防護 (2.29-2.35)	8
3. 建物の設計対応	9
全般 (3.1)	9
発電所内の配置と建設 (3.2-3.7)	10
建物の火災区域への分割：火災封じ込め対応 (3.8-3.14)	10
火災区画の利用：火災影響対応 (3.15-3.19)	11
火災ハザードの解析 (3.20-3.27)	13
火災及び消火設備の二次的影響 (3.28-3.29)	14
4. 火災防止のための設計対策	15
全般 (4.1-4.3)	15
設計による可燃性物質の管理 (4.4-4.9)	16
爆発ハザードの管理 (4.10-4.14)	17
可燃性物質の管理に対する追加の考慮 (4.15-4.17)	18
避雷 (4.18)	19
発火源の管理 (4.19-4.20)	19
複数基設置の原子力発電所 (4.21-4.22)	20

5. 火災検出及び消火のための設備	20
全般 (5.1-5.5)	20
火災検出及び警報設備 (5.6-5.14)	21
消火のための据付式の設備 (5.15-5.56)	23
可搬式及び可動式の消火設備 (5.57-5.62)	31
手動による消火のための設備 (5.63-5.70)	32
排煙及び排熱のための設備 (5.71-5.73)	33
6. 火災による二次的影響の緩和	33
全般 (6.1-6.2)	33
建物内の配置 (6.3-6.4)	34
換気系統 (6.5-6.10)	34
火災と放射性物質の放出の可能性 (6.11-6.13)	36
電気設備のための配置と系統 (6.14)	36
火災により引き起こされる爆発に対する防護 (6.15)	37
特別な場所 (6.16-6.21)	37
7. 安全上の分類と品質保証	38
安全上の分類 (7.1-7.6)	38
品質保証 (7.7-7.9)	39
付属書Ⅰ：火災封じ込め対応と火災影響対応の適用	41
付属書Ⅱ：進入及び救助経路	42
付属書Ⅲ：防火障壁	44
付属書Ⅳ：電気ケーブルの火災に対する防護	46
付属書Ⅴ：火災検出設備	49
付属書Ⅵ：自動スプリンクラーとスプレー設備	52

付属書Ⅶ：ガス消火設備	55
参考文献	57
基準案の作成と査読の協力者	59
安全基準の是認のための機関	61

1. はじめに

背景

1.1. この安全指針は、「原子力発電所の安全：設計」[1]に規定されている要件を補足するものである。これは、1992年に発行された安全シリーズNo. 50-SG-D2 (Rev. 1)、「原子力発電所における火災防護：安全指針」に代わるものである。この安全指針は、原子力発電所のための火災防護計画¹に貢献する。火災防護における運転上の観点には、組織、訓練、手動による消火の調整と保守を含めて、参考文献[2]で取り上げられている。また、火災防護計画に関連した他のIAEA出版物もある（参考文献の[3]から[7]を参照）。

目的

1.2. この安全指針の目的は、規制機関、原子力発電所の設計者及び設置者に対し、原子力発電所における内部の火災と爆発に対する防護のための設計概念に係わる、推奨事項及び手引きを提示することである。

範囲

1.3. この安全指針は、主に、発電または他の熱生成利用（例えば、地域暖房や淡水化）のために設計された水冷却型炉を持つ陸上設置の固定式の原子力発電所に適用される。将来のシステムにおける革新的な技術進歩も含め、他の型式の原子炉に対しては、この安全指針の一部が適用できないこと、あるいは、その解釈に何らかの判断が必要なことがあるということは認識されている。

1.4. この安全指針は、内部の火災と爆発に対して、発電所の原子力安全上重要な機器等を防護するために必要な設計上の特性を扱っている。これは、火災防護あるいは発電所人員の安全に関する従来の側面、または財産の保護については取り扱っていない。敷地に影響を与える火災及び近隣の森林火災に起因する火災、燃料補給車両または墜落した航空機からの可燃性液体の流出あるいは他の類似した事象からの火災については、参考文献[8]で取り扱われている。

¹ 「火災防護計画」とは、すべての火災防護活動を実行するために必要となる設備、手順及び人員を含んだ、統合化された活動のことである。そこには、システム及び施設の設計と解析；火災の防止、検出、報知、封じ込め、及び消火；運営管理；消防隊編成；訓練；検査、保守と試験；並びに品質保証が含まれる。

1.5. この安全指針は、発電所の系統からの可燃性の液体及び気体の放出による爆発に対する防護に限定される。それは、発電所の系統内部での爆発に対する防護は扱っていない。これらは、その系統自身の設計によって防護されるべきである。

1.6. 火災防護のための国内規制または基準は、この安全指針に記載されている推奨事項とは異なる取り組みを必要とする場合がある。この場合、工学的判断を基準として妥協策を見つけなければならないことがある。

構成

1.7. 第2章では、原子力発電所における内部の火災及び爆発に対する防護の全般的概念について概説している。第3章では、発電所の火災防護のための建物設計に対する対応について説明している。第4章及び5章では、火災防止、検出及び消火における考慮事項を記載し、推奨事項を提供している。第6章では、二次的な火災の影響の緩和を扱っている。第7章では、安全分類と品質保証について記載している。7つの付属書では、さらに詳しい手引きが提供されている。

2. 全般的概念

全般

2.1. 安全上重要な構築物、系統及び機器については、外部事象または内部事象²によって引き起こされる内部の火災及び爆発の可能性とその影響を最小化できるように、他の安全要件と一貫性を持って設計及び配置が行われることが要求されている[1]。停止、残留熱除去、放射性物質の閉じ込め、及び発電所状態の監視の機能は、維持されていることが要求されている[1]。これらの要件は、以下の目的が達成できるように、多重性のある部品、多様な

² 外部の源により発生した火災及び爆発は、この安全指針の適用範囲外である。それらは、参考文献[8]で考慮されている。

系統、物理的な分離、フェイルセーフ運転のための設計の適切な取り込みにより、満たされるべきである（参考文献[1]の 5.10）。

- (1) 火災の発生を防止すること。
- (2) 火災が発生した場合にそれらを迅速に検出、消火し、損害を食い止めること。
- (3) まだ消火されていない火災の拡大を防ぎ、必須の安全機能を実行する系統への影響を最小限に食い止めること。

2.2. 爆発に対する防護のためには、優先順に、以下の措置が取られるべきである。

- (a) 爆発の発生を防止すること。
- (b) 爆発性の雰囲気が発生が避けられない場合、爆発のリスクを最小限にすること。
- (c) 爆発の影響を制限するために必要な設計上の規定を実施すること。

項目 (c) は、項目 (a) 及び (b) が達成できないような例外的な場合にのみ必要とされるようにすべきである。

2.3. 2.1 項の目的 (1) は、発電所の設計が、火災発生の可能性を最小限にするようなものであることを要求している。目的 (2) は、自動及び／または手動の消火技術の組み合わせによる早期の火災検出や消火を要求するものであり、動的技術に依存している。目的 (3) は、主として防火障壁及び物理的または空間的な分離の使用に依存している。

2.4. 2.1 項の中で述べられている要件を満たすために、火災や爆発などの想定起因事象が起こっても、安全系が必要な安全機能を実行することを妨げないように、原子炉の設計は多重性を持つ安全系を組み込んでいる。多重性または多様性の程度が低下するに伴って、火災と爆発の影響から各々の安全系を保護する必要性は増大する。火災発生の場合、これは、一般的に、改善された静的な防護と物理的分離、または火災検出及び消火設備の利用拡大により達成される。

2.5. 火災防護は、以下の仮定とともに、決定論的基礎のもとに策定されるべきである。

- (a) 固定された、もしくは一時的に可燃性物質³が置かれているところならどこでも、火災は想定される。
- (b) いつでも 1 時点において、単一の火災が起こると想定する。必要に応じて、その結果としての火災の拡大は、この単一事象の一部として考慮されるべきである。
- (c) 発電所の通常運転状態が出力運転中、あるいは停止中のどちらであっても、そのような火災は想定される。

そのような火災とは無関係に生じる可能性のある、その他の想定起因事象との組み合わせは、考慮されるべきである（2.20 項から 2.24 項）。

2.6. 火災ハザード解析は、2.1 項の全体的な安全上の目的が満たされていることを示すために実施されるべきである。火災ハザード解析の適用範囲に関する手引きは、第 3 章の 3.20 項から 3.27 項に記載されている。

防火

2.7. 原子力発電所の火災荷重⁴は、適切な不燃性材料を実行可能な限り使用することにより、最小限にとどめるようにされるべきである。そうでない場合、難燃性材料が使用されるべきである。

2.8. 発火源の数は、設計の際に最小限にされるべきである。

2.9. 発電所の各系統の設計及び建設は、実行可能な限り、その故障が火災を引き起こさないことを確実にすべきである。

³ この安全指針において、「火災」とは、(a) 煙または炎、もしくはその両方を伴った熱放出という特質を持つ燃焼過程、あるいは (b) 時間的にも空間的にも制御できずに拡大する急激な燃焼の過程を意味している。「爆発」とは、結果として温度または圧力の上昇、あるいはその両方の同時上昇にいたる、急激な酸化または分解反応を意味している。「燃焼」とは、物質と酸化剤の発熱反応であり、一般的に炎、発光または煙の放出、あるいはそれらの組み合わせを伴う反応を意味している。「可燃性物質」という用語は、燃焼する可能性のある固体、液体またはガス物質を包含する一般的な用語として使用される。「引火性の」という用語は、燃焼する可能性のある液体及びガスに対して適当と思われる場合に用いられる。「引火性の」と「高い引火性の」液体及びガスという用語の間に違いはない。

⁴ 「火災荷重」とは、壁、仕切り、床及び天井の表面仕上げ剤を含む、一つの空間内にあるすべての可燃性物質の完全燃焼によって放出される可能性のある発熱エネルギーの合計である。

2.10. その機能不全あるいは故障によって、許容できない放射性物質の放出を生じ得る安全上重要な機器等は、雷などの火災を引き起こす可能性をもつ自然現象から保護されるべきである [8]。

2.11. 供用期間中に生ずる一時的な可燃性物質の適切な貯蔵に備えるため、さらに、それらを安全上重要な機器等から遠ざける、あるいはそれを保護するための設計対策がとられるべきである。参考文献[2]では、火災防護の運用面について記載している。

火災検出及び消火

2.12. 火災検出及び消火設備は、火災ハザード解析で明らかにされる必要な設備（3.20 から 3.27 項）と共に、設置されるべきである。これらの設備は、火災の際の適時の警報及び／または迅速な消火が行われるように設計されるべきである。これにより、安全上重要な機器等及び人員に対する悪影響が最小限になるであろう。

2.13. 消火設備は、必要に応じて自動的に起動する必要がある。また、その破損または誤⁵作動が生じて、安全上重要な構築物、系統、及び機器の能力を著しく損ねることなく、「単一故障⁶」基準に適合させるために取られた手段を無効にしてしまうような、多重性を持つ安全装置群への同時影響も発生しないように、設計、配置がされるよう要求されている（参考文献[1]の 5.12 項）。

2.14. 消火設備は、それらの意図された作動または誤作動により、臨界事象に対する防護が危うくされないことが確実となるように設計、配置されるべきである。

2.15. 消火設備の誤作動の可能性は、設計において考慮されるべきである。火災区域（3.9 項）に近接した場所にある系統、及び近接した火災区画（3.17 項）からの放水の影響についても考慮されるべきである。

⁵ 「誤」作動という用語は、火災検出及び消火設備の不必要な、または意図しない(誤りか不注意による)作動をすべて包含するために用いられる。

⁶ 単一故障とは、ある機器の意図された安全機能を実行する能力の喪失にいたる故障、及び、それによって引き起こされるすべての波及故障のことである。

2.16. 手動による消火活動の実施を支援するために、適切な緊急時照明及び情報伝達設備が備えられるべきである。

火災の封じ込めと火災の影響の緩和

2.17. 2.1 項の推奨事項にしたがって、安全系の多重性を持つ部分を十分に分離するという考えが採用されるべきである。これにより、ある安全系の一つの区分に影響をおよぼす火災が、他の区分による安全機能の遂行を阻害することがないようになる。これは、一つの安全系の多重性を持った区分を、各々別個の火災区域、もしくは少なくとも別個の火災区画⁷内に配置することにより達成されるべきである（3.8 項から 3.19 項）。火災区域間の貫通部の数は、最小限にされるべきである。

2.18. すべての安全系を含む場所、及び安全系に対する火災の危険性を及ぼす他のすべての場所に対して、想定される火災の影響が解析されるべきである。この解析では、火災の影響に耐え得るように設計された高性能の防火障壁によって保護されている場合、また、火災の影響に耐えることができる場合を除いて、火災が想定される火災区域または火災区画内のすべての安全系の機能喪失が、仮定されるべきである。例外の場合は正当化されるべきである。

2.19. 火災検出設備、消火設備、及び換気系統や排水系統などの支援設備は、実行可能な限り、他の火災区域の同等設備と独立したものにすべきである。こうすることの目的は、近接した火災区域における、そのような設備の作動性を維持することである（6.5 項から 6.10 項）。

事象の組み合わせ

2.20. 事象を任意に組み合わせることは、想定される事故として考慮するよりも、極めて起こりにくい稀なシナリオを表していることがある。したがって、これは確率論的安全評価において除外できるほど十分に希なものであることが示されるべきである。（参考文献[1]の付属書 I の 1.14 項から 1.18 項）。

⁷ この手法をとると、加盟国において適用された設計概念に従って、2、3または4つの系統分離が採用される。

2.21. 火災防護設備及び機器の設計において、火災と火災に無関係に発生し得るその他の想定起因事象のいくつかの組み合わせは、参考文献[1]の付属書 I の 1.14 項から 1.18 項に記載されている方法によって考慮されるべきであり、適切な規定が作成されるべきである。例えば、冷却材喪失事故と、それとは無関係の火災の組み合わせに関して、事故事象後の回復期間は考慮されるべきであるが、事故事象の発生及び緩和系統の起動を含む短期の期間は、考慮から除外してよい。

2.22. 想定起因事象により、安全系に影響を与える火災を引き起こすべきではない。過酷な地震事象あるいはタービンの破壊のような、起こり得る火災原因は、火災ハザード解析で取り扱われるべきであり、また、必要に応じて、特別の設計上の規定（例えばケーブルラップ、検出設備及び鎮火設備の使用）が作成されるべきである。火災ハザード解析においては、高温の設備及び/または可燃性の液体及び気体を運ぶ循環管路の破損の可能性に、特別な注意が払われるべきである。

2.23. 機能上の性能（それらの健全性及び/または機能的性能及び/または操作性）を、想定起因事象の影響にかかわらず維持する必要がある火災防護設備及び機器は、特定され、適切に設計され、認定されるべきである。

2.24. 想定起因事象発生後に、機能上の性能を維持する必要のない火災防護設備は、原子力安全を脅かすような故障がないように設計され、認定されるべきである。

外部発生源の火災

2.25. 考慮中の火災の発生源（すなわち、内部または外部発生のどちらか）の如何に拘らず、この安全指針に記載された設計概念や推奨事項に従うべきである。

2.26. 外部発生源の火災（及びその結果としての煙や熱の伝播）が、この安全指針の中に記載されているような基本的な仮定（例えば、1 時点に単一の火災発生）を変更することがなく、あるいは現場運転員、火災チームまたは外部の消防隊の任務遂行を阻害しないということが確認されるべきである。

2.27. 発電所は、外部発生源の火災の影響による必要な安全機能の遂行の妨害を防止するように設計されるべきである。例えば、換気系統は、外部火災による煙と熱が安全上重要な機器等を格納する建物に入らないように設計されるべきである。

2.28. 外部発生源の火災に対する設計上の考慮事項についての推奨事項及び手引きは、参考文献[8]に記載されている。

爆発ハザードに対する防護

2.29. 爆発ハザードは、実行可能な限り、設計によって除去されるべきである。爆発性の雰囲気形成を防止する、または制限する設計対策が優先されるべきである。

2.30. 引火性気体及び液体、並びに爆発性の混合物を生成するか、またはそれに寄与する可能性のある可燃性物質は、火災区域や火災区画、さらにこれらに近接している場所、あるいは換気系統によってこれらと連結している場所から排除されるべきである。これが実行可能でない場合、そのような物質の量は厳密に制限され、適切な貯蔵施設が設置されるべきであり、さらに、反応性物質、酸化剤及び可燃性物質は、互いに分離されるべきである。加圧された引火性気体のボンベは、主要な発電所の建物から遠く離れた場所に配置された専用の場所内に安全に貯蔵し、その場所の環境状況に対して適切な防護を用意すべきである。火災により引き起こされる爆発が、他の建物内の安全上重要な機器等に影響することがないように、火災と引火性気体のための自動検出装置、及び自動消火設備の設置は考慮されるべきである。

2.31. 爆発ハザードは、火災区域と火災区画に対して、及びこれらの場所に重大な爆発ハザードを与える他の場所に対して特定されるべきである。化学的爆発（油入変圧器の爆発を含む気体混合物の爆発）、火災加熱により引き起こされる爆発、及び物理的爆発（高エネルギーアーク放電による急激な空気膨張）が考慮されるべきである。爆発ハザードの特定において、想定起因事象（例えば、可燃性気体の輸送配管の破断）の結果としての影響は考慮されるべきである。

2.32. 高電圧アーク放電によって生じるような物理的爆発ハザードは、潜在的な電気アークの発生確率、規模及び持続時間を制限するため、電気機器（例えば、遮断器）の適切な選択、及び系統設計によって最小限にされるべきである。

2.33. 爆発性の雰囲気避けられない場合には、リスクを最小限にするために、適切な設計または運転上の対策が実施されるべきである。これらは、爆発性の気体の量の制限、発火源の排除、適切な換気速度、爆発性の雰囲気での使用のために設計された電気機器の適切な選択、不活性化、爆発時の排気(例えば、ブローアウトパネルまたはその他の圧力軽減装置)、及び安全上重要な機器等からの分離である。想定起因事象の発生後に機能を維持する必要がある機器は、特定され、適切に設計され、認定されるべきである。

2.34. 沸騰液体膨張蒸気爆発(BLEVE)のような、火災加熱によって引き起こされる爆発のリスクは、潜在的に爆発性を持つ液体及び気体と潜在的な火災加熱の分離によって、あるいは冷却及び蒸気の広がりを提供するために設計された、据付式の水を利用した鎮火設備のような動的な手段によって、最小限にされるべきである。BLEVEによって生じた爆風による過圧や飛来物に対して、及び放出点から遠く離れた場所での気体雲の爆発を引き起こすことがある可燃性気体の発火の可能性に対しては、考慮されるべきである。

2.35. 排除できない爆発ハザードは特定されるべきであり、爆発(過圧、飛来物生成あるいは火災)の影響を制限する設計上の対策が実施されるべきである。想定された爆発の結果として生じる安全系に対する影響は、2.1 項の目的に対して評価されるべきである。(中央制御室及び補助制御室にいる)運転人員のための進入経路及び救助経路についても評価されるべきである。必要に応じて、特別の設計上の対策がなされるべきである。

3. 建物の設計対応

全般

3.1. 第3章では、第2章で述べた火災安全のための目標が発電所設計に十分に組み込まれていることを確実なものとするために必要となる設計活動について述べる。

発電所内の配置と建設

3.2. 設計段階の初期において、発電所の建物は、火災区域と火災区画に分割されるべきである。その目的は、高火災荷重から安全上重要な機器等を分離すること、及び多重性を持つ安全系を互いに分離することである。分離の目的は、火災拡大のリスクの低減、二次的影響の最小化（第 6 章）及び共通原因故障の防止である。火災区域の利用については 3.8 項から 3.14 項、火災区画の利用については 3.15 項から 3.19 項で扱っており、付属書 I でそれらの利用について図示している。

3.3. 建物の構造は、適切に耐火性を備えたものとすべきである。火災区域内に配置された、あるいは区域の境界を形成する建物の構造要素の火災安定性能（荷重負担能力）は、火災区域自体の耐火性能よりも、小さなものにならないようにすべきである。

3.4. 発電所全体にわたり、実行可能な限り、不燃性材料または難燃性かつ耐熱性を持つ材料を使用する必要がある。特に、原子炉格納容器または制御室などの場所内については、そのようにする必要がある（参考文献 [1]の 5.13 項）。

3.5 発電所内の可燃性物質とそれらの所在に関する目録は、設計段階の当初から維持管理されるべきである。その目録は、発電所の存続期間にわたって更新されつづけるべきである。この目録は、火災ハザード解析の主要な入力データである（3.20 項）。

3.6. 発電所内の配置は、可燃性物質（固体、液体及び気体）が、実行可能な限り、安全上重要な機器等に近接しないようにすべきである。

3.7. 発電所内の配置は、十分な進入経路と救助経路を提供できるものにすべきである（付属書 II）。

建物の火災区域への分割：火災封じ込め対応

3.8. 安全上重要な多重性を持つ機器等は、第 2 章で述べた分離の概念を実行するため、及び高火災荷重と他の火災ハザードから分離するために、別々の火災区域に配置されるべきである。この好ましい手法は、火災封じ込め対応として参照されるものである。

3.9. 火災区域は、防火障壁で完全に囲まれている建物、または建物の一部である。防火障壁には、全ての壁、床、天井が含まれる。それら障壁の耐火性能は、その区域における火災荷重のすべてが燃え尽き（すなわち、全燃焼し）ても、その防火障壁が破綻することがないよう、十分高いものとすべきである。

3.10. ある火災区域から別の火災区域への火災とその影響（例えば、煙や熱）の拡大を防止し、それによって安全上重要な多重性を持つ機器等の故障を防止することが、火災区域内への火災の封じ込めの意図することである。

3.11. 施設供給設備または換気系統などの共通的な建物要素への火災の温度あるいは圧力の影響により、防火障壁による分離が損なわれることがないようにすべきである。

3.12. 障壁のいかなる貫通口も障壁の全体的な有効性と信頼性を低下させる可能性があるため、そのような貫通口は最小限に抑えられるべきである。扉、配管路、昇降口、配管とケーブルの貫通部のシールのような、防火障壁の一部となり火災区域境界を形成する貫通部閉鎖用の物は、防火障壁自体に必要とされる耐火性と少なくとも同等の耐火性を備えるようにすべきである。

3.13. 火災封じ込め対応は、2.1 項で述べた要件を満たすために、消火設備の設置を要求していない。それにもかかわらず、火災ハザード解析で決定されるような高火災荷重がある場所には、できる限り速やかに火災を鎮火するために、そのような設備が設置されるべきである。

3.14. 火災区域の境界を形成する障壁の耐火性能は、火災ハザード解析の中で定められるべきである。1 時間の最小耐火性能が採用されるべきである。国内規制では、火災区域境界の最小耐火性能に対して、より高い値が要求されている場合がある。防火障壁及びその貫通口に関する情報は、付属書Ⅲに記載されている。

火災区画の利用：火災影響対応

3.15. 火災防護のための要件と発電所に関わる他の要件の対立により、原子力発電所の設計の全体にわたる火災封じ込め対応の採用が妨げられることがある。例えば、

- －原子炉格納容器のような場所及びある設計を施した制御室において、安全系の多重性を持つ部分が、同じ火災区域の中で互いに近接して配置されている可能性がある。
- －防火障壁を形成するための構築物が使用されている場所において、発電所の保守、設備への出入り、及び供用期間中検査などの通常の発電所機能が過度に阻害される可能性がある。

3.16. 3.15 項において述べられているような、安全上重要な機器等を分離するために、各々の火災区域が利用できないという状況においては、別々の火災区画にそれらの機器等を配置することにより、防護が得られるようにすべきである。これは「火災影響対応」として知られている。

3.17. 火災区画とは、安全上重要な多重性を持つ機器等が配置された別々の場所である。火災区画は防火障壁によって完全に囲まれていないことがあるため、区画間の火災の拡大は、その他の防護手段によって防止されるべきである。これらの手段には、次のものが含まれる。

- －可燃性物質の制限
- －距離を置き、その間に可燃性物質を置かないことによる設備の分離
- －防火シールドまたはケーブルラップのような局所的な静的火災防護⁸の設置
- －消火設備の設置

動的及び静的な手段の組み合わせが、満足すべき防護水準を達成するために用いられることがある。例えば消火設備と共に防火障壁を使用すること。

3.18. 火災ハザード解析では、同じ火災区域内にある別々の火災区画に配置された安全上重要な多重性を持つ機器等の故障を防ぐための防護手段が十分であることを実証すべきである。

3.19. 火災区域内の火災区画間の防護として距離のみによる分離が要求されている場所では、火災ハザード解析により、放射熱伝達及び対流熱伝達が、その分離を決して損なわないということを実証すべきである。

⁸「静的火災防護」とは、その存在によって、火災拡大を制御する、あるいは火災によって生じる損害を制限するような、火災防護上の手段を意味している。

火災ハザードの解析

3.20. 発電所の火災ハザード解析は、2.1 項の全体的な安全目的が満たされていることを実証するために実行する必要がある。火災ハザード解析は、特に、防火障壁の必要な性能及び火災検出と消火設備の能力を決定するために必要となる。

3.21. 火災ハザード解析は、設計段階の初期に実行されるべきであり、また原子炉燃料の初装荷の前に更新されるべきであり、さらに供用期間中には最新化させておくべきである。

3.22. 火災ハザード解析は、2.5 項で概説された仮定に基づくべきである。

3.23. 複数基設置の発電所については、2 基以上の原子炉で同時に発生する関連性のない火災は、火災防護設備の設計において考慮する必要はない。しかしながら、一つの原子炉から他の原子炉へ火災が拡大する可能性は、火災ハザード解析で考慮されるべきである。

3.24. 火災ハザード解析は、以下の目的を持つ。

- (a) 安全上重要な機器等を特定し、火災区域における各機器の配置を設定すること。
- (b) 予想される火災の拡大、及び安全上重要な機器等に関する火災の影響を解析すること。
解析方法に適用可能な仮定及び制限は、明確に記述されるべきである。
- (c) 防火障壁の必要な耐火性を決定すること。特に火災区域境界に必要な耐火性を決定するためには、火災ハザード解析が用いられるべきである（火災封じ込め対応）。
- (d) 火災に対する安全を達成するために必要な静的及び動的火災防護手段を決定すること。
- (e) 想定した火災の発生中やその後も安全系の機能維持がされていることを確実なものとするために、追加的な火災分離または火災防護が必要となるケース、特に共通原因故障に対する同様のケースを特定すること。特に、火災区画を分離するために必要となる、静的及び動的防護手段の範囲を決定するためには、火災ハザード解析が用いられるべきである（火災影響対応）。

3.25. 火災及び消火設備の二次的影響が原子力安全に対する悪影響を及ぼさないことを確実にするために、これらの二次的影響は、火災ハザード解析で評価されるべきである。

3.26. 火災ハザード解析の準備に関する詳細な手引きは、参考文献[7]に記載されている。火災ハザード解析の評価に関する詳細な手引きは、参考文献[4]に記載されている。

3.27. 確率論的安全評価(PSA)は、決定論的な手法に対する補足として実行されることがある。PSA は、火災のリスクを特定し、順位付けをするために、多くの発電所で用いられてきた。発電所内の配置や火災防護設備に関する決定論的な設計における意志決定を支援するために、PSA は設計段階で用いられることがある。PSA の使用については、参考文献[6]で議論されている

火災及び消火設備の二次的影響

3.28. この安全指針では、火災の一次的影響は、火災区域または火災区画内の安全系に対する直接的な火災による損害であると考ええる。これらの火災区域または火災区画の範囲外への煙及び熱の拡大に関連した影響は、二次的影響と考えられる。二次的影響については、ここで概要が述べられ、6章でさらに議論される。

3.29. 安全に対する二次的影響の効果は、解析での位置選定の根拠として火災封じ込め対応または火災影響対応のどちらが採用されたかに依存することになる。火災区域が正しく設計された場合、それらの間での二次的影響の拡大は、周囲の防火障壁によって防止されることになる。しかし、火災区域内では、火災区画の間で二次的影響の拡大が起こる可能性がある。二次的影響の例は、以下のとおりである。

- －水スプレーによる液体中性子毒物の過度の希釈、及びこれによる第二炉停止系の有効性に対する影響
- －貯蔵中の濃縮燃料の臨界性に対する水スプレーの影響
- －他の領域及び排水系統の汚染に結びつく可能性のある、水スプレーの衝撃による放射性物質の拡散
- －消火設備による放水(適切な作動または誤作動による)後のその供用停止
- －別の火災防護設備の火災による起動要請がない誤作動に伴う著しく有害な影響及び火災防護設備の供用停止。水を利用する設備においては、最初の系統の作動によって起こ

- る配管内での圧力パルスが、これを引き起こす可能性がある。
- －熱、煙、水スプレー、蒸散水スプレーからの蒸気、出水またはスプリンクラー設備による溢水、及び安全上重要な機器等の泡沫溶剤による腐食などに起因する有害な影響
 - －ケーブルの絶縁材の燃焼による腐食性燃焼生成物の存在。これらの生成物は元の火災の位置から離れた場所に移動することがあり、大気中の水分雰囲気存在の下で、最初の火災事象が発生してから数時間または数日の経過後、この燃焼生成物が、設備及び構築物の全般的な腐食、または電氣的故障を引き起こす可能性がある。
 - －電気開閉装置の故障。これは、乾燥化学消火剤による電気接点の絶縁（すなわち、断線）、または腐食の結果として引き起こされる。
 - －繊細な電子機器に悪影響を与える、二酸化炭素消火装置の放出による急激な温度低下または圧力衝撃
 - －高温の金属部品への放水の衝撃による急激な温度低下
 - －短絡または地絡による故障を引き起こす電気系統への水の浸入
 - －設備及び配管の損傷による、電氣的断線、短絡、地絡及びアーク放電、並びに追加的なエネルギー投入
 - －構築物の変形や崩壊による機械的損傷。これは、飛来物の発生[9]、安全上重要な機器等への追加的な荷重、及び高温流体の放出を引き起こす（二次的な）爆発によって一層悪化する可能性がある。
 - －煙の充満と熱の蓄積。これは、（例えば、制御室において）職員が効果的な方法で必須な任務を遂行することを妨げる。
 - －進入経路と避難経路の封鎖

4. 火災防止のための設計対策

全般

4.1. 大部分の他の多くの産業用施設と同様に、原子力発電所は、構築物、設備、ケーブルあるいは保管中の様々な機器等の一部として、ある範囲の可燃性物質を含んでいる。可燃性物質が存在するすべての発電所区域において、火災が発生すると仮定できるため、火災防止のための設計対策は、すべての固定された及び一時的な火災荷重に対して適用される

べきである。そのような対策には、固定された火災荷重の最小化、一時的な可燃性物質の蓄積の防止、及び発火源の管理または（望ましいものとして）除去が含まれる。

4.2. 火災防止対策の設計は、設計過程の初期段階において始めるべきである。核燃料が発電所に到着する前に、すべてのこれらの対策は、完全に実施されているべきである。

4.3. 供用中の発電所における火災防止は、参考文献[2]に記載されている。

設計による可燃性物質の管理

4.4. 火災荷重を縮小し、火災ハザードを最小限に抑えるために、発電所設計にあたって、以下の事項が考慮されるべきである。

- 実行可能な限り、建築材（例えば、構造材、絶縁材、被覆材、塗装材及び床材）、及び発電所備品に不燃性のものを使用する。
- 不燃性あるいは低可燃性構成材のエアフィルター及びフィルター枠を使用する。
- 潤滑油ラインに対しては、保護配管あるいは二重配管設計を採用する。
- 蒸気タービン及びその他の設備の制御系統に対しては、低可燃性の油圧制御流体を使用する。
- 屋内適用のためには、乾式の変圧器を選択する。
- 大型油入変圧器は、火災が過度のハザードを引き起こさないとされる屋外区域に設置する。
- 開閉器や回路遮断器のような電気器具、及び制御計装盤には、不燃性材料を使用する。
- 防火障壁あるいは火災区域の手段により、開閉器盤を互いにまた他の設備から分離する。
- 難燃性ケーブルを使用する。ケーブル火災ハザードのさらなる詳細な扱いは、付属書 IV に記載されている。
- 防火障壁あるいは火災区域の手段により、電気ケーブルの高火災荷重を内包する領域を他の設備から分離する。
- 不燃性の足場及び架台材料を使用する。

4.5. 断熱材は可燃性液体（例えば、油）の吸収を防止するために、予防措置が取られるべきである。適切な保護カバーあるいはドリップガードが設置されるべきである。

4.6. 電気系統は、火災を引き起こさないように、または実行可能な限り、火災を広げることのないように設計されるべきである。

4.7. ケーブルは、鋼製のトレイ上に置くか、鋼製導管内を通すか、あるいはその他の構造上受け入れ可能で不燃性のケーブルサポートの上に置かれるべきである。電力ケーブル間あるいはケーブルトレイ間は、ケーブルが許容できない高温まで加熱されることを防ぐように、十分距離を置くべきである。電氣的保護設備は、通常負荷あるいは一時的短絡状態の下で、過熱しないように設計されるべきである[10、11]。安全上重要な機器等にかかわるケーブルは、指定された貯蔵場所、あるいは高い火災ハザードのあるその他の場所の上を経路としないことを確実にするために、注意が払われるべきである。

4.8. 発電所建屋内部の可燃性の液体及び気体のための貯蔵許容量は、最小限にされるべきである。あらゆる引火性又は可燃性物質のバルク補給のための貯蔵場所は、安全上重要な機器等を含んでいない場所あるいは建屋に配置されるべきである。

4.9. 可燃性の液体または気体を内包している系統は、漏洩を防ぐための高度の健全性を持つように設計されるべきである。これらは、振動から保護され、及びその他の破壊を引き起こす影響から保護されるべきである。流量制限用の、超過流量及び／または自動の遮断装置のような安全装置、ならびに堰及び／または排出路が、故障の場合の潜在的な流出を制限するために設置されるべきである。

爆発ハザードの管理

4.10. 水素供給ポンプ又は水素用の特別容器、及びそれらの分岐分配管は、安全上重要な機器等を含んでいる発電所区域から分離した、十分に換気された外部の場所に配置されるべきである。屋内に設置される場合には、設備は外壁に囲まれ、安全上重要な機器等を含んでいる場所から分離されるべきである。内部の貯蔵場所には、ガス漏れ事象の際に水素濃度が可燃下限界を大幅に下回る値に維持するために設計された換気系統を設置すべきである。適切に低いガス濃度レベルで警報が発せられるように、水素検出設備が設置されるべきである。

4.11. 水素を用いてタービン発電機を冷却している場合には、冷却系統内の水素の圧力及び純度を示すために監視設備が設置されるべきである。水素の充填前または排出時に、二酸

化炭素または窒素のような不活性ガスを用いて、水素で満たされた機器及び関連の配管やダクトシステムをパージするための対策がなされるべきである。

4.12. 発電所の供用時に水素による潜在的危険性が存在する原子力発電所においては、水素モニタ、再結合器、適切な換気系統、制御された水素燃焼設備、爆発性の雰囲気中での使用のために設計された設備、あるいはその他の適切な手段を用いて、その危険性を制御するための対策がなされるべきである。不活性雰囲気をを用いる場合、保守及び燃料交換作業中に発生する火災のハザードは、考慮されるべきであり、混合気体が、非可燃性の制限内に維持されていることを確実なものとするために、注意が払われるべきである。

4.13. 発電所の供用時に使用される、すべてのその他の多量な可燃性気体の貯蔵及び使用に対しては、適宜、4.10 項から 4.12 項の規定が適用されるべきである。これには、保守及び修理作業中に使用される、アセチレン、プロパン、ブタン及び液化石油ガスなどの気体が詰まっているボンベを含めるべきである。

4.14. 供用期間中に水素を発生するかもしれないバッテリーを設置している各々のバッテリー室には、水素濃度が可燃下限界以下の安全レベルに維持されるように、建屋外部に直接排気するように配置された別々の排気装置が設置されるべきである。その部屋の配置及び換気系統の設計は、運転可能な換気系統の有無に拘らず、水素の局所的な蓄積を防止できるようにすべきである。その部屋には、水素濃度レベルの可燃下限界への近接、及び換気系統の故障を示す警報を制御室に向け発信するために調整された水素検出設備及び換気系統センサーが設置されるべきである。バッテリー室の換気を行っている換気系統に防火ダンパが設置されている場合は、水素の蓄積に対するダンパ閉鎖の影響が考慮されるべきである。鉛蓄電池を交換する際には、再結合型バッテリーの使用が考慮されるべきである。再結合型バッテリーは水素の発生が少ないが、これにより水素生成のリスクが排除されることになると仮定されるべきではない。

可燃性物質の管理に対する追加の考慮

4.15. 据付式の設備からの可燃性液体あるいは気体の重大な／無視できない漏洩は、即座に是正措置を取ることができるように、即座に検出されるべきである。据付式の可燃性気体検出器、適切に認定された液位警報器又は圧力警報器を用いて、あるいはその他の適切な自動的なもしくは手動による手段により、漏洩は検出される。

4.16. 大量の可燃性液体が存在することがある発電所内の場所では、破裂、漏洩あるいは流出による放出を閉じ込める手段が備えられるべきである。可燃性液体のタンク、貯蔵場所または貯液槽は、不燃性の壁や堰で囲まれるべきであり、それらは、消火用の泡または水の想定量に加え、そのタンクや貯液槽の全貯液量を保持するに十分な容積を備えるべきである。実行可能ならば、加圧油配管は、配管破断時の油の拡散を防止するために、連続同心円状の鋼鉄製ガードで囲むか、またはコンクリート製樋に通すべきである。排水溝がある場合には、それら排水溝は、いかなる流出物も環境への放出を制限しつつ安全地域へと除去し、火災の拡大を防止するように設計されるべきである。

4.17. 発電所の運転を支援するために必要な可燃性液体は少量のものでも、その収納のために適切な防火性能を有する保管庫が備えられるべきである。

避雷

4.18. 安全上重要な機器等を含む建物あるいは領域には、避雷設備が設置されるべきである。これに対する手引きは参考文献[11]に記載されている。

発火源の管理

4.19. 発電所の系統及び設備から発生する潜在的な発火源は、管理されるべきである。系統と設備は、可燃性物質とは分離、隔離し、又は封入により、いかなる発火源もないような設計を通して、安全となるようにすべきである。電気設備は、設置条件に応じて、選択され、分類されるべきである。可燃性の液体または気体を配分するための設備は、適切に接地されるべきである。可燃性物質の近くにあり、他の場所に動かすことができない高温の配管は、熱遮蔽及び／または断熱されるべきである。

4.20. 発電所の供用期間中の発火源の管理については、参考文献[2]に記載されている。

複数基設置の原子力発電所

4.21. 複数基設置の発電所の建設中または供用中においては、建築中あるいは供用中の 1 つの原子炉における火災が、近接する供用中の原子炉に対して、いかなる安全上の影響も及ぼさないことを確実にするための方策が講じられるべきである。供用中の原子炉を防護するために必要であれば、一時的な火災分離手段が用いられるべきである。

4.22. 中央制御室は、火災の可能性のある場所から十分に離されるべきである。原子炉間で共用される設備を含めた火災の可能性について考察がなされるべきである(参考文献[1]の 5.57 項)。

5. 火災検出及び消火のための設備

全般

5.1. 安全上重要な機器等の保護のため、原子力発電所は、火災の早期検出と効果的な制御のための持続的な能力を保持すべきである。火災の制御は、据付式の鎮火及び消火設備と手動による消火能力の組み合わせによって達成される。火災区域及び火災区画に対する十分なレベルの防護を確実なものとするため、発電所の設計において以下の要素が考慮されるべきである。

- (a) 検出設備または消火設備が火災区画または火災区域の動的な要素として担保される場合は、それらの設計、調達、設置、検証と定期的な試験のための取り決めが、永続的な供用性を確実なものとするために、十分に厳格なものであるべきである。消火設備は、それが保護する安全機能に対する単一故障基準に関する評価に含められるべきである。単一故障基準の適用については、参考文献 [1]の 5.34 項から 5.39 項に記述されている。
- (b) 検出設備又は据付式の消火設備が想定起因事象（例えば、地震）後に起きるかもしれない火災に対する防護手段として期待されるものである場合、それらは、この想定起因事象の影響に耐えるように設計されるべきである。
- (c) 消火設備の通常作動または誤作動により、安全機能が損なわれることがないようにすべきである。

5.2. 火災の検出及び報知を行うためのすべての設備は、核燃料がその敷地に到着する時点で有効な状態にしておくべきであり、貯蔵中及び運搬中の燃料を火災の影響から防護するために、十分な消火設備が有効な状態となるようにしておくべきである。すべての消火設備は、原子炉の初期燃料装荷の前に完全に作動するようにしておくべきである。

5.3. 火災検出と消火設備の設計上の信頼性は、深層防護を備えるにあたっての役割と、参考文献 [10]に記載されている推奨事項の内容に対応したものであるべきである。

5.4. 火災検出と消火設備の設計では、装置の検査、保守及び点検のために容易に接近できるようにしておくべきである。(参考文献[2]の第7章)

5.5. 誤警報の発生と誤った消火剤の放出を最小限に抑える必要性は、火災検出及び消火設備の設計において考慮されるべきである。

火災検出及び警報設備

5.6. それぞれの火災区域及び火災区画には、火災検出及び警報設備が設置されるべきである（火災検出設備に関する更なる手引きを付属書Vに示す）。

5.7. 火災警報設備の性質、配置、必要な応答時間とその感知器の特性は、火災ハザード解析において決定されるべきである。

5.8. 検出設備は、制御室内において耳に聞こえ目に見える警報により、火災の発生場所に関する詳細な（即ち、どの火災区画か分かる程度の）通報を提供すべきである。通常時に人がいる発電所区域にも、適宜、耳に聞こえ目に見える警報が提供されるべきである。火災警報は他と区別できるものを用いるべきであり、発電所内の他の警報と混同されるような特性のものとはすべきではない。

5.9. 通常電力が失われた場合の機能を確保するため、すべての検出及び警報設備には、常時電力が供給されるべきであり、必要に応じて耐火性の電源供給ケーブルを含め、無停電非常用電源が備えられておくべきである（非常時の電源供給に関する手引きは、参考文献の [10, 11]に与えられている）。

5.10. 個々の感知器は、換気による空気の流れ又は放射性汚染管理のために必要とされる圧力差により、煙や熱が感知器から離れる方向に流れることのないようにし、こうすることにより感知警報の起動を過度に遅らせることのないような場所に配置されるべきである。火災感知器は、また、換気系統の運転から生じる空気の流れによる誤信号を避けられるような方法で設置されるべきである。これは、現場試験で確認されるべきである。

5.11. 火災検出設備の選択と設置においては、その設備が機能する環境が（例えば、放射線場、湿度、温度及び空気流量の観点から）考慮されるべきである。環境（例えば、放射能レベルの増加または高温）のために感知器が防護すべき領域の直近に設置できない場合、防護すべき領域の気体雰囲気を採用して自動作動の遠隔感知器で分析するなどの代替方法が検討されるべきである。

5.12. いかなる自動消火設備の起動も、報知されるべきである。

5.13. 消火ポンプ、水スプレー設備、換気装置、防火ダンパなどの機器等が、火災検出設備により制御されていて、誤作動が発電所にとって有害なものとなりうる場合は、これらの運転は、直列に作動する二種の異なる検出手段により制御されるべきである。設備の起動が誤作動によるものであることが判明した場合には、その設備の運転を停止することが可能なような設計がなされるべきである。

5.14. 火災検出設備、警報設備または起動設備の電気配線は、以下の措置が施されているべきである。

- －ケーブル種別の適切な選択、適切な引き回し、ループ配置、または他の手段により、火災の影響から保護されていること。

- －機械的な損傷から保護されていること。

- －健全性及び機能性が絶えず監視されていること。

消火のための据付式の設備

全般的留意事項

5.15. 原子力発電所は、据付式の消火装置が備えられているべきである。これには、消火栓や屋内消火栓といった手動の消火のための設備を含むべきである。

5.16. 火災ハザード解析は、スプリンクラー、スプレー設備、泡、水噴霧またはガスの消火設備、乾燥粉末消火設備などのような自動消火設備を設置する必要性を決定すべきである。消火設備の設計基準は、防護対策が実行されている各火災ハザードに対する設計が適切であることが確実なものとなっているように、火災ハザード解析の知見に基づくべきである。

5.17. 設置する消火設備の種類を選択する際には、火災ハザード解析で立証されるように、必要な応答時間、鎮火の特性（例えば、熱衝撃）、及びその設備の作動が人や安全上重要な機器等に与える影響（例えば、水や泡が核燃料の貯蔵場所にあふれている間に臨界状態に達する場合など）が考慮されるべきである。

5.18. 一般に、高火災荷重を内包し、根深い火災の可能性があり、冷却が必要となる場所においては、水を使う設備が選択されるべきである。自動スプリンクラーまたはスプレー設備は、ケーブル処理室と貯蔵場所で使用されるべきであり、また、タービン発電機や油冷却式変圧器などの、油を大量に含む設備を保護するために使用されるべきである。水噴霧設備はより複雑であるが、鎮火を達成するために散布する水の量が少ないという利点を持っている。それらの設備は、様々な用途での使用が可能であるが、これらが試験された構成の範囲内で個別に設計されるべきものである。ガス消火設備は、通常、水による損傷を受けやすい制御盤や他の電気設備を含んでいる領域に使用される。

5.19. 火災による緊急時における即座の作動と実効性を確保するためには、自動消火設備が好ましい。手動で自動設備を起動できる設備が備えられるべきである（ヒューズブルリンク式またはガラスバルブ式のスプリンクラー設備の場合を除く）。また、誤作動による水の放出の停止や水の流出の制御を可能とするために、自動設備の手動による停止を行えるような設備も用意されるべきである。

5.20. 手動式の消火設備のみの使用は、手動によって予想される起動遅延に伴う損害が許容範囲であると火災ハザード解析評価によって実証された場合にのみ、受容されるべきである。

5.21. 手動によってのみ起動されるすべての据付式の消火設備は、手動による起動が可能となるのに十分な設定時間の間、火災に耐えるよう設計されるべきである。

5.22. 検出装置それ自体を除き、電動起動設備又は消火設備のための給電システムのすべての部品は、火災から保護されるべきであるか、またはそのシステムにより保護されている火災区域の外側に配置されるべきである。電力供給システムの故障の場合は、警報が発せられるようにすべきである。

5.23. 火災防護設備及び機器が正確に機能し、設計要件を満たしていることを担保するために、正式な保守、試験、及び検査のための計画が確立されるべきである。これらの活動に関する推奨事項と手引きは、参考文献 [2]に記述されている。

水による消火設備

5.24. 水による消火設備は、信頼性の高い十分な量の消火用水供給源に永続的に接続されるべきである (5.40 項)。

5.25. 水による自動消火設備には、自動スプリンクラー、水スプレー、水没、泡及び水噴霧設備を含む。これらの設備の特性は、付属書 VI に示されている。火災ハザード解析の知見に従って、自動の散水スプリンクラー（またはスプレー）による防護が、次に掲げる要因のいずれか一つにあてはまるすべての場所において提供されるべきである。

- －高火災荷重が存在する。
- －火災が急激に拡大する可能性がある。
- －火災が多重性を持つ安全系を損なう可能性がある。
- －消防士に対する許容できない災害が発生する可能性がある。
- －火災が制御できない場合は、消火のための接近が困難なものとなる。

5.26. 火災ハザード解析により、可燃性液体への適用のような水だけではその災害を首尾よく処理するために適当ではないことが示される場合には、消火のための媒体として消火泡を用いたシステムが検討されるべきである。

5.27. 火災ハザード解析で決定された予想される火災加熱に加え、散水スプリンクラー設備の設計においては様々な要素が取り扱われるべきである。これらには、スプリンクラーヘッドの間隔と位置、閉鎖型ヘッド設備にするか開放型ヘッド設備にするかの選択、スプリンクラーヘッドまたは起動装置の温度設定と熱応答時間、火災を消火するために必要な単位時間当たりの放水量が含まれる。これらの要因に関するさらに詳細な扱いは、付属書 VI に記載されている。

5.28. 水スプレー及びスプリンクラー設備の構成部品は、電解腐食を避けるため両立性の良い材料で作られるべきである。

消火栓、屋内消火栓及びホース系統

5.29. 原子炉建屋は、動力源のない屋内消火栓とホース系統（乾燥した立上り管）が備えられるべきである。原子炉建屋のための消火栓設備は、現場でも遠隔からも起動できるようになっているべきである。

5.30. 消火栓のための配水ループは、建物の外部の範囲を含めるべきである。発電所内部のすべての領域をカバーできるように、十分な数と十分な長さの消火ホース及び災害に応じた適切な接続部と付属品を備えた屋内消火栓が建物内部に設置されるべきである。

5.31. それぞれの消火栓ホースと屋内消火栓の立上り管は、所内及び所外の消火設備と互換性のある接続部を備えているべきである。

5.32. 消火ホース、アダプター、泡の混合装置やノズルなどの適切な付属品は、火災ハザード解析で特定されるような、発電所全体における戦略的な配置点に備えられるべきである。それらの付属品は、外部の消防機関のものと互換性のあるものにすべきである。

5.33. 独立した建物に対するそれぞれの分岐配管は、2 つ以上の独立した消火用水ポイントから給水が受けられるべきである。それぞれの分岐配管は、表示機能付き閉止弁が備えられるべきである。

消火設備のための給水系統

5.34. 消火設備のための給水系統の主ループは、予想される水の需要量を供給できるように設計されるべきである（5.39 項）。消火設備への配水は、水が各接続部に 2 方向から達することができるように主ループを通じて行われるべきである（図 1）。

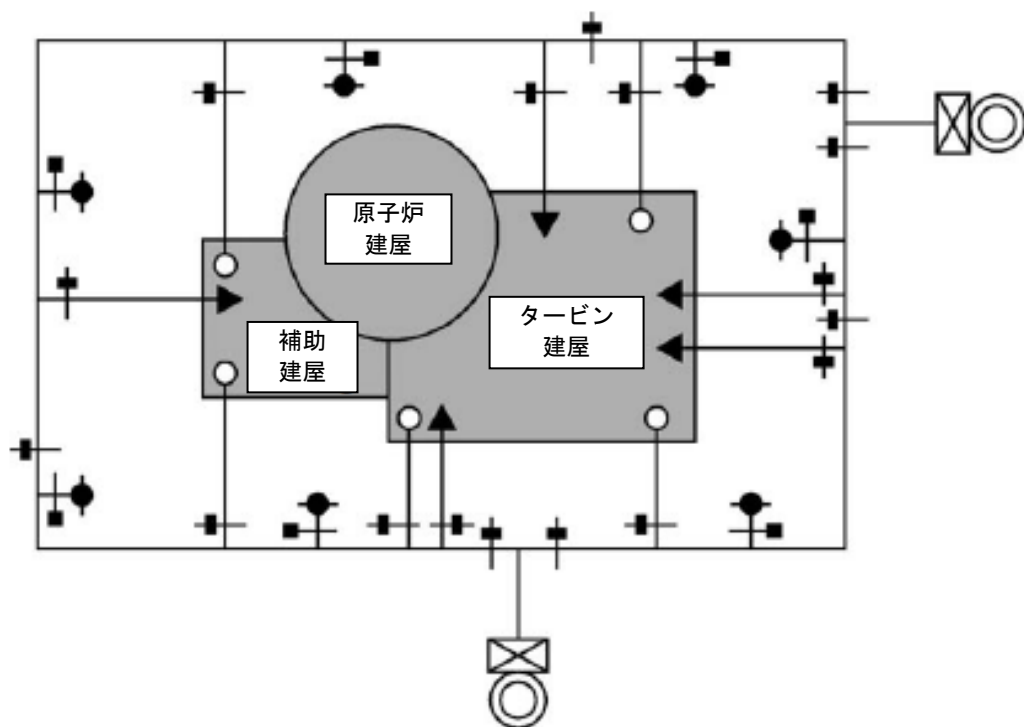
5.35. 消火用水のための主ループの一部を隔離するための弁が設置されるべきである（図 1）。弁が開いているか閉じているかについて現場で視覚的な表示を行えるようにすべきである。主ループの弁は、一つの弁の閉止が、火災ハザード解析の推奨事項に反するようなすべての所定の火災区域における消火設備の能力の完全喪失を引き起こすことがないように配置されるべきである。消火用水のためのループ弁は、その領域における火災による影響を受けない状態を維持できるように、それらが防ぐべき災害から十分に離して配置されるべきである。

5.36. 消火設備のための水系統は、消火のためにのみ使用されるべきである。この水系統は、消火用水の後備のための供給源として、または事故状態を緩和するための安全機能を果たすために使われる場合を例外として、施設給水系統や生活用水系統の配管に接続されるべきではない。そのような接続を行う場合は、閉位置で固定されている隔離弁が設置されるか、あるいは、通常の運転時に弁位置の監視が実施されるべきである。

5.37. 消火用水の主ループは、複数機設置の発電所では、2つ以上の原子炉に対して使われることがあり、また、そのような設備に対しては、共通の給水系統が利用されることがある。

5.38. 必要な量の水を供給するための汲み上げ機能が必要な発電所においては、設備の故障の場合でも十分な機能性を確保するために、防火対策の関連において、消火ポンプは多重性を備えかつ分離されたものとすべきである。消火ポンプは、独立した制御機能、自動起動機能及び手動停止機能、発電所の非常用電源系統による多様性のある電源並びに独立した原動機を備えているべきである[11]。ポンプの稼動、停電または消火ポンプの故障を示す警報は、制御室内に提供されるべきである。凍結温度に曝される場所では、低温警報も備えられるべきである。

5.39. 消火設備のための給水系統は、要求される最短時間の間に必要圧力での最高流量を基に設計されるべきである。火災ハザード解析から導かれるこの流量は、すべての据付式の消火設備のためと、手動消火のための十分な配分量を加えた大量の水需要に基づくべきである。消火設備のための給水系統の設計においては、発電所の最も高い所にある放出口での最小圧力に関する推奨事項が考慮されるべきである。低温の気候条件下では、凍結を防ぐあらゆる必要なものが考慮されるべきである。弱点を有する配管の凍結を防ぐため、ヒータ加熱やその他の手段を備えることについても考慮がなされるべきである。



消火用水の主ループ

- ▲ 屋内消火スプリンクラー立上り管
- 屋外消火栓
- 屋内消火栓立上り管
- † 表示機能を有する弁
- 消火用水の主ループ及び配水ループ
- ⊠ 消火ポンプ室及びポンプ
- ◎ 消火用水供給タンク（もしくはその他の供給源）
- ⌋ 表示機能を有しない弁

図 1. 消火設備用水供給の配置例

5.40. 2つの別々の信頼性の高い水源が確保されるべきである。1つの水源しかない場合には、それが十分に大きなものとし（例えば、湖や池または川）、少なくとも2つの独立した取水口が備えられるべきである。貯水タンクのみがある場合は、2個のタンクそれぞれが、系統の水需要の全てを賄うことができる容量を持つように設置されるべきである。発電所の主要な給水能力は、いずれのタンクに対しても十分に短い時間の間に再満水可能なように、十分な容量を持つようにすべきである。ポンプがいずれかのタンクから、あるいは両方のタンクから取水することができるよう、タンクは相互に接続できるようにしておくべきである。いずれのタンクも、漏洩の場合には隔離できるようにしておくべきである。タンクは、消火ポンプの接続口に適合したものが備えられるべきである。

5.41. 火災防護と最終的な熱の逃し場⁹のために共通の給水が提供されている場合、次の条件が満たされるべきである。

ー火災防護のための給水に関する推奨事項を満たす必要がある容量については、水の全体保有量のうち、それ専用の分を充てるべきである。

ー火災防護設備の故障または作動が、最終的な熱の逃し場のために意図されている給水の機能を阻害しないようにすべきであり、逆の場合も同様である。

5.42. スプリンクラー設備のための給水は、破片、生物学的な汚れ、または腐食生成物により、スプリンクラーの閉塞が起きないことを確実なものとするため、化学的な処理と追加的な濾過を必要とすることがある。

5.43. フィルター、接続口及びスプリンクラーヘッドといった水の抑制設備の検査について、準備がなされるべきである。水の流量については、発電所の存続期間中に系統がその意図された機能を行う能力を継続的に維持していることの確信を深めるため、定期的に放水により試験されるべきである。試験中に電気設備に対して考えうる全ての水による損害を阻止するため、予防措置が取られるべきである（3.29 項）。

⁹ 最終的な熱の逃し場は、たとえ他のすべての熱除去手段が失われる、又は不十分であっても、移送された残留熱が受入れられる媒体である。この媒体は、通常、大量の水か大気である。

ガス消火設備

5.44. 二酸化炭素とハロゲン化炭化水素が、元来のガス鎮火剤であった。ハロンはもはや使用不可であり、オゾンへの潜在的破壊効果により使われるべきではない。二酸化炭素は、オゾンを破壊しないアルゴンやアルゴン-窒素混合物、クロロフルオロカーボンといった他のガスと同じく引き続いて使用可能である。人に対する重篤な災害を引き起こす可能性があるため、二酸化炭素を用いた設備は、人が常駐している場所に対して決して使用されるべきではない。

5.45. ガス消火設備に関する考慮事項は次のとおりである。

- (a) ガス消火設備を使用する必要性を判断するに当たり、火災の種類、他の物質との起こり得る化学反応、チャコールフィルターへの影響、並びに熱分解生成物及び消火剤そのものの毒性及び腐食性が考慮されるべきである。
- (b) ガス消火剤の火災に対する冷却効果は大きくない。それらは、例えば高火災荷重のケーブル材料を含む領域で発生する火災のような消火困難な火災のように、冷却を必要とする場所では使われるべきではない。ガス消火剤が表面油火災を消すために使用される場合には、油が冷える前に、消火剤の濃度が必要最低限のレベルを下回ってしまった場合の再発火の可能性が考慮されるべきである。
- (c) ガス消火設備は、消火のために必要とされるガス濃度が必要な時間維持されることができる場所でのみ使用されるべきである。
- (d) ガス消火設備の設計では、構築物の損傷または設備への損傷を引き起こすような過度の圧力を避けるべきである。
- (e) ガス消火設備の設計では、ガスの最初の放出の際に火災の炎をあおることのないように、ノズルが配置されることを確実なものとするべきである。
- (f) 二酸化炭素消火設備及び人員に対する災害を引き起こす可能性のあるその他のガス消火設備は、ガスの放出の前に、影響を受ける場所からの人員の速やかな退去を促す早期警報が出されるようにするべきである。

5.46. 消火設備からの二酸化炭素またはその他の有害なガスの不注意な漏出あるいは放出により、雰囲気有害な状態になっている可能性のある場所へ入る人を防護するために、

安全上の適切な予防措置が取られるべきである。そのような予防措置は次の事項を含むべきである。

- －防護された空間の中に人員がいるか、又は、いる可能性がある間は、ガスの自動放出を防止する装置の整備
- －防護された空間の外部から消火設備の手動操作ができるような整備
- －雰囲気が正常な状態に戻るまでの間、火災検出及び警報設備の継続的作動（これにより、まだ発火している間の時期尚早な再入室を防ぐ助けとなり、人員を有毒ガスから防護することができる）
- －防護された封じ込め空間への入り口内部でのガス放出のあとの、雰囲気が正常な状態に戻るまでの継続的な警報の整備

5.47. 危険な濃度の二酸化炭素やその他の有害な消火ガスが、人員のいる可能性のある隣接した領域へ漏出することを防ぐため、予防措置が取られるべきである。

5.48. ガス消火設備によるガス放出の後に、防護された封じ込め空間を換気するための手段が備えられているべきである。人員に有害な雰囲気ガスが消散され、他の領域に移動していかないことを確実なものとするために、強制的な換気が多くの場合必要とされる。

5.49. ガス消火設備の作動中及び作動後に、安全上重要な機器等の局所的な冷却が予測される場合は、そのような冷却の影響が考慮されるべきである。

5.50. ガス消火設備に関する更なる手引きは、付属書 VII に記載されている。

乾燥粉末及び化学消火設備

5.51. 乾燥粉末と化学鎮火設備は、貯蔵された一定量の粉末又は化学鎮火剤、圧縮ガス噴射剤の供給源、関連する分配網、放出ノズル並びに検出及び／または起動のための設備により構成されている。これらの設備は、災害時に手動で作動されるか、検出設備により遠隔で、もしくは自動的に起動される。これらの設備は、通常、可燃性の液体による火災及び電気機器に関わる一定の火災に対する防護のために使用される。これらの消火剤は、一

般的に腐食性の残留物を残すため、感度の高い電気設備に対しては使われるべきでない。

5.52. 選定された粉末や化学消火剤の種類は、可燃性物質及び／または災害に適合しているべきである。特別な粉末が、金属の火災の消火に対して使われるべきである。

5.53. 放射能汚染された可能性のある場所での乾燥粉末設備の使用では、汚染された粉末の残留物のために放出後の汚染除去が一層困難になることがあるので、細心の考慮が払われるべきである。結果として生ずるフィルターの目詰まりも考慮に入れるべきである。

5.54. 泡のような他の消火設備と乾燥粉末を同時に使用する際の起こり得る悪影響が、考慮されるべきである。すなわち、ある組み合わせは、使用されるべきではない。

5.55. 乾燥粉末は、冷却あるいは不活性雰囲気を与えることなく、災害を最小限に抑えるのみなので、火災の再発火の可能性を防ぎ又は低くするために予防措置が取られるべきである。

5.56. 乾燥粉末設備は維持することが難しい。粉末が貯蔵容器内で凝縮することがなく、また、ノズルが放出中に詰まることがないことを確実なものとするために、予防措置が取られるべきである。

可搬式及び可動式の消火設備

5.57. 防御対象の災害に適した型式及び容量の可搬式及び可動式の消火設備が、発電所人員の手動による消火活動に使用するために用意されるべきである。

5.58. 発電所全体に、予備または再充填のための施設と同様に、適切な型式の可搬式及び可動式消火設備を十分な数だけ備えるべきである。すべての消火設備の置き場所は、明確に表示されるべきである。

5.59. 消火設備は、消火ホース置場の近く、並びに火災区域からの避難及び火災区域への入口経路に沿って置かれるべきである。

5.60. 乾燥粉末消火設備の使用後の清掃の問題のように、消火設備の使用により起こり得る悪影響が考慮されるべきである。

5.61. 可燃性の液体による災害の可能性がある発電所区域では、その災害に適した消火のための泡剤及び可搬式の装置が、直ぐに使用できるようになっているべきである。

5.62. 水又は泡溶液及び中性子を減速する能力のあるその他の消火剤が充填された可搬式及び可動式消火設備は、核燃料が貯蔵され、取り扱われ、または運搬のため通過する場所では、臨界ハザードの評価によりそれらの行為の安全が実証されていない限り、使われるべきではない。

手動による消火のための設備

5.63. 手動による消火は、消火のための深層防護戦略の重要な部分を占める。発電所内外の消防隊への依存の程度は、設計段階で確立されるべきである。発電所の位置及び発電所外のすべての消防隊の対応時間は、手動による消火設備の必要の程度に影響する。手動による消火の能力は、参考文献[2]で扱われている。

5.64. 発電所の設計は、消火チーム及び大型車両を用いる消防隊の出入りを可能にしておくべきである。

5.65. 適切な緊急時灯火が、すべての火災区域に備えられているべきである。

5.66. 信頼性の高い電源を持つ据付式の緊急時無線通信設備が、あらかじめ選択された箇所に設置されているべきである[12]。

5.67. 双方向無線機のような代替の通信設備が、制御室及び発電所内の選択された場所に備えられるべきである。加えて、携帯式の双方向無線機が、消火チームに用意されるべきである。最初の燃料装荷に先立って、使用される周波数と送信器出力が、安全保護系及び制御装置の誤作動を引き起こさないことを実証するために、試験が行われるべきである。

5.68. 予備のボンベと再充填のための施設を含めて自給式呼吸器は、緊急時対応チームが使用できるように、適切な箇所に備えられているべきである。

5.69. 発電所設備及び発電所内の貯蔵庫の配置は、実行可能な限り、消火のための出入りを容易にするように設計されるべきである。

5.70. 安全上重要な機器等を含む場所については、詳細な消火活動戦略が策定されるべきである。

排煙及び排熱のための設備

5.71. 燃焼生成物を閉じ込めて煙の蔓延を防ぐため、温度を下げるため、また手動による消火を容易にするために、専用の排煙・排熱設備の必要性を含めて、排煙・排熱の必要性を決めるための評価がなされるべきである。

5.72. 排煙・排熱設備の設計においては、次の基準が考慮されるべきである。火災荷重、煙の伝播挙動、可視性、有毒性、消防隊の出入り、使用される据付式の消火設備の種類、及び放射線学的側面。

5.73. 排煙・排熱設備の必要な能力は、火災区域又は火災区画に対して想定された火災により放出された煙と熱に関する評価から、決められるべきである（参考文献[7]の第5章を参照のこと）。以下の場所には、排煙・排熱設備を備えるべきである。

- －電気ケーブルによる高火災荷重を含む領域
- －可燃性の液体の高火災荷重を含む領域
- －運転員が通常居る安全系を含む領域（たとえば中央制御室）

6. 火災による二次的影響の緩和

全般

6.1. 火災による危険な二次的影響は、煙（結果として、最初の火災によって影響を受けない他の場所に拡散する可能性を持つ）、熱及び炎の発生であり、これらは、更なる火災の拡大、設備の損傷、機能的故障及び爆発の可能性に至る場合がある。消火設備による二次的影響の例は、3.29 項で挙げられている。それらの影響を評価するために、火災ハザード解析が実施されるべきである。一時的な火災荷重及び外部発生の火災からの二次的影響も、その評価において考慮されるべきである。

6.2. それゆえ、火災の影響を緩和する際の主要な目的は、以下のとおりである。

- －火災の拡大とその結果としての周囲の発電所への影響を最小化するため、発電所内の限定された空間内への炎、熱及び煙を封じ込めること
- －人員のための安全な避難経路及び入口経路を提供すること
- －手動による消火、据付式の消火設備の手動起動、及び安全な炉停止の達成と維持に必要な設備に対する発電所人員による運転を可能とするため通路を提供すること
- －必要に応じて火災の間、あるいは火災の後における排煙及び排熱のため手段を提供すること（第5章を参照）
- －安全上重要な機器等の損傷を防止するため消火剤の拡散を管理すること

建物内の配置

6.3. 建物と設備、発電所の換気系統及び据付式の消火設備の配置は、火災による影響の緩和を考える際に考慮に入れるべきである。

6.4. 消火チーム又は現場操作員のために、適切に防護された避難経路及び進入経路が提供されるべきである。これらの経路には、可燃性物質を置かないようにすべきである。建物の配置は、近接する火災区域または火災区画から、これらの避難経路及び進入経路への火災及び煙の拡大を防止するために調整されるべきである。詳細は付属書Ⅱに示す。

換気系統

6.5 6.2 項の目的を満たすために、換気系統は、建物の区域分割を損なうことなく、多重性を持つ安全系の実効性を損なうこともないようにすべきである。これらの条件は、火災ハザード解析で取り扱われるべきである[7]。

6.6. 安全系の多重性を構成するひとつの部分を含む各火災区域は、独立し、完全に分離した換気系統を備えるべきである。その火災区域の外部にある換気系統の部分（例えば、連結ダクト、送風機室及びフィルター）は、その区域と同等の耐火性を持つべきである。あるいは、その代替として、その火災区域の貫通部分が、定格の防火ダンパにより隔離されるべきである。

6.7. 1つの換気系統が2つ以上の火災区域を担う場合、火災区域間の分離を維持するために対策がなされるべきである。各火災区域の境界における防火ダンパの設置又は適宜、耐火性ダクト構造の設置により、他の火災区域への火災、熱又は煙の拡大を防止するための手段が提供されるべきである。

6.8. チャコールフィルターバンクは、高火災荷重を内包している。このことは、火災防護に対する推奨事項を決める際に考慮されるべきである。フィルターバンクの火災は、放射性物質の放出につながる可能性がある。チャコールフィルターバンクを火災から防護するために、静的及び動的な防護手段が提供されるべきである。そのような手段には、以下のものが含まれる。

- －フィルターの火災区域内での配置
 - －空気温度の監視と気流の自動隔離
 - －フィルター容器の外側を冷却するため水スプリンクラーによる自動的な保護の対策
 - －手動によるホース接続を備えた、チャコール容器内部における水スプレー設備の設置。
- そのような系統を設計する際には、水の流量が低すぎる場合、過熱したチャコールと水の反応により水素の発生に至ることが認識されるべきである。これを防ぐためには、高い流量が採用されるべきである。

6.9 火災発生による機能障害または故障が許容できない放射性物質の放出に至る可能性を持つ可燃性のフィルターが換気系統¹⁰の中で用いられる場合には、以下の予防措置が取られるべきである。

- －フィルターバンクは、相応な防火障壁により、他の設備と分離されるべきである。
- －フィルターを火災の影響から保護するために、適切な手法（例えば、上流側及び下流側のダンパー）が用いられるべきである。
- －火災感知器、一酸化炭素ガスセンサー（フィルターの下流側が望ましい）、又は温度センサー（フィルターの上流側）が、フィルターバンクの前後のダクト内に設置されるべきである。

6.10. 火災区域へ清浄空気を供給するための取り入れ口は、煙又は燃焼生成物の取り入れ及び安全上重要な機器等の誤動作を防止するために必要な範囲まで、他の火災区域の排気口及び煙の排出口と離して設置されるべきである。

¹⁰ 不燃性フィルターが油のような可燃性物質によって汚されるかもしれない場合は、不燃性フィルターにもここで規定された予防措置が適用されるべきである。

火災と放射性物質の放出の可能性

6.11. 火災時に放射性の物体を放出する可能性のある設備は、火災ハザード解析で特定されるべきである。このような設備は、設計上の固定火災加重又は一時的な火災荷重が最小化されている個別の火災区域に収められるべきである。

6.12. 安全と両立させて、放射性物質を内包する火災区域における火災時の換気設計が必要となろう。換気を行うことは、放射性物質の外部環境への放出に至るが、最終的な放射性物質の大量放出を、直接的に又は消火のための条件の改善により防止することができる。二つのケースが区別されるべきである。

- (1) 起こり得ると思われる放出が、規制機関が定める許容可能な制限を十分に下回っていることを示すことができるようなケース。
- (2) 火災区域内の放射性物質の量が、規制機関が定める許容可能な制限を超える放出を引き起こす可能性があるケース。この場合、換気または防火ダンパを閉鎖するための対策がなされるべきである。

それぞれのケースにおいて、排気の監視が実施されるべきである。

6.13. 放射性物質の放出量を、合理的に達成可能な限り低く維持するような設計手段が採られるべきである。そのような設計には、運転上の決定を下す際に運転員を支援するための、フィルターの状態を監視する設備を含むべきである。

電気設備のための配置と系統

6.14. 多重性のある安全系のためのケーブル敷設は、特別に保護された個々の経路、できれば分離された火災区域を通して実施されるべきである。さらに、安全系の多重性を持つ部分間をケーブルが横断しないようにすべきである。3.15 項で概略を述べたように、制御室、ケーブル処理室、原子炉格納容器などのいくつかの箇所では、例外が必要とされることがある。そのような場合、認定された防火障壁（例えば、ケーブルラップ）により、ケーブルが保護されるべきである。消火設備あるいは他の適切な手段は、火災ハザード解析で正当化されることにより、使用することができる。

火災により引き起こされる爆発に対する防護

6.15. 2.29 項から 2.35 項及び 4.10 項から 4.14 項で概説したとおり、火災区域内または火災区域付近で発生する火災関連の二次的な爆発の可能性は、排除されるべきである。しかしながら、そのような爆発の可能性が残っている場合は、火災と爆発の複合影響について評価されるべきであり、原子力安全の機能及び安全上の任務を遂行している発電所人員の安全を損ねることがないことを確実なものとするための手段が設計において提示されるべきである。

特別な場所

6.16. 原子力発電所の中央制御室には、異なる安全系の設備が近接した状態で入っている。制御室内では、全ての電気盤、部屋の構築物自身、備え付け備品、及び床と天井の仕上げ材に対しては、不燃性材料が使用されていることを確実なものとするため、特に注意が払われるべきである。同一の安全機能を遂行するために用いられる多重性を持つ設備は、別々の電気盤に格納されるべきであり、その配置はできる限り物理的に分離されるべきである。これが不可能な配置では、必要な分離を確保するために、防火障壁が利用されるべきである。制御室内の火災荷重を最小限にとどめるためには、あらゆる努力がなされるべきである。

6.17. 中央制御室は、その居住性を確保するために、煙と火災による高温気体の進入、及び火災と消火設備の作動によるその他の二次的影響に対して防護されるべきである。

6.18. 補助制御室の火災防護は、中央制御室の火災防護と同様なものとすべきである。消火設備の作動による溢水及び他の影響に対する防護に、特に重点が置かれるべきである。補助制御室は、中央制御室を含む火災区域とは別の火災区域に配置されるべきであり、その換気系統は中央制御室と共有した共通系統とすべきではない。中央制御室、補助制御室及び関連する換気系統の間の分離は、火災または爆発などの想定起因事象後は、2.2 項の主旨を満たすようにすべきである。

6.19. 原子炉格納容器は、安全系の多重性を持つ部分のための設備機器等が、互いに近接している火災区域である。この火災区域内の構造材料は、安全系間の防火充填材及び防火障壁と同様に、不燃性であるべきである。安全系の多重性を持つ部分は、実行可能な限り離して配置されるべきである。

6.20. 可燃性の潤滑油を大量に内包している原子炉冷却材ポンプ電動機には、火災検出設備、据付式の（通常は手動制御による）消火設備及び油回収設備が備えられるべきである。油回収設備は、全ての潜在的な漏洩箇所又は放出箇所から油と水を回収し、かつ排出容器または他の安全な場所へ排液する能力を備えているべきである。

6.21. タービン建屋には、安全上重要な機器等が配置されていることがある。火災区域の設定は困難であることが多く、相当量の火災荷重が存在する。蒸気タービンの潤滑、冷却、油圧の各系統、及び発電機内の水素雰囲気においては大量の可燃性物質が存在する。従って、可燃性液体を内包する全ての設備に対しては、鎮火設備に加え相応の油回収設備が設置されるべきである。可燃性炭化水素系の潤滑流体の使用は、最小限に抑えられるべきである。可燃性液体を利用する必要がある場合、これらは、高い引火点を持つ液体であり、運転要件と一致したものであるべきである。

7. 安全上の分類と品質保証

安全上の分類

7.1. 参考文献[1]の 5.1 項で要求されているように、「計測制御系(I&C)のソフトウェアを含め、安全上重要な全ての構築物、系統及び機器をまず同定し、次にこれらを安全上の機能と重要度に基づいて分類しなければならない。これらの構築物、系統及び機器は、その分類に応じた品質及び信頼性が確保できるように、設計、建設及び保守がなされなければならない。」

7.2. 火災防護設備とその機器の安全上の重要度は、参考文献 [1]の 5.2 項によれば、次の要因に関係する。

- －その機器により果たすべき安全機能
- －安全機能を喪失した場合の影響
- －安全機能を果たすために起動が要求される頻度
- －想定起因事象が発生してから起動が要求されるまでの時間または作動が要求され続ける時間

7.3. 安全目的（2.1 項）を達成する事に対する火災防護設備の寄与は、発電所の設計と配置、また、火災防護に対する取り組みの細目に依存する。従って、火災防護設備の安全上の分類は、設計段階で決められるべきである。分類の一例が、7.4 項及び 7.5 項に与えられている。

7.4. 火災封じ込め対応がなされる場所では、安全系に属する設備は、その火災区域にあるものの全燃焼に耐えることのできる防火障壁に囲まれる。それらの障壁が火災が発生した時に機能遂行に失敗することによって、2.1 項で定められた目的を満たすことができなくなるときは、これらの防火障壁は「安全関連機器」として分類することが適切であるとしてよい。

7.5. 火災影響対応がなされる場所では、多重性を持つ安全機器群の相互間での火災延焼に対する安全は、材料の制限、距離による分離、火災遮蔽もしくは他の局所的な静的防護手段、消火設備、またはこれらの手段の組み合わせによって達成される。火災検出または消火設備の故障により、2.1 項で定められた目的を満たすことができなくなるときは、発電所の設計と配置に依存して、これらの系統を「安全関連系統」又は「安全系」と分類することが適切であるとしてよい。

7.6. 火災が原子力安全に与える潜在的な影響を考えれば、火災防護設備と機器の設計に当たって、品質保証、認定試験及び供用中試験に対して、特別な考慮が払われるべきである。

品質保証

7.7. 火災防護設備を対象とする品質保証への推奨事項及びその概念は、発電所設計開始時から、建設、試運転、運転、そして廃止措置にいたるまで適用されるべきである。品質保証への要件及び推奨事項は、参考文献 [13]に与えられている。

7.8. 品質保証計画は、次の事項について保証を与えるべきである。

- (a) 設計は、火災防護に関するすべての推奨事項を満たしている。
- (b) 火災防護のためのすべての設備及び材料は、火災防護の推奨事項及び発電所全般の図面に基づく調達仕様を満たしている。火災検出及び消火設備は、その意図された機能に対して適切なものと認定されるべきであり、望むらくは実証済みの型式であるべきである。新しく開発された検出及び鎮火設備は、認定試験を受けるべきである。
- (c) 火災検出と消火のための発電所の設備及び材料は、設計に対する推奨事項に従って製造、設置され、消火設備及び装備に対して推奨される使用前試験及び起動試験計画が、十分に実施されている。
- (d) 建設、試運転、運転又は廃止措置の期間中における、安全上重要な機器等に影響を与える火災の発生時に、影響を受けた機器の作動性能が設計意図にまだ適合していること、又は適合するように修理されていることを確実なものとするための評価がなされている。
- (e) 火災防止の手順が実施され、火災検出及び消火のための装備と設備が試験され、発電所の人員が、これらの設備と装備の作動と使用について適切に訓練されている。

7.9. 品質保証計画を実施する際に有効な管理項目は、手順書の中に規定されるべきである。

付属書 I
火災封じ込め対応と火災影響対応の適用

I.1. 図 2 は、火災封じ込め対応と火災影響対応の適用を示している。

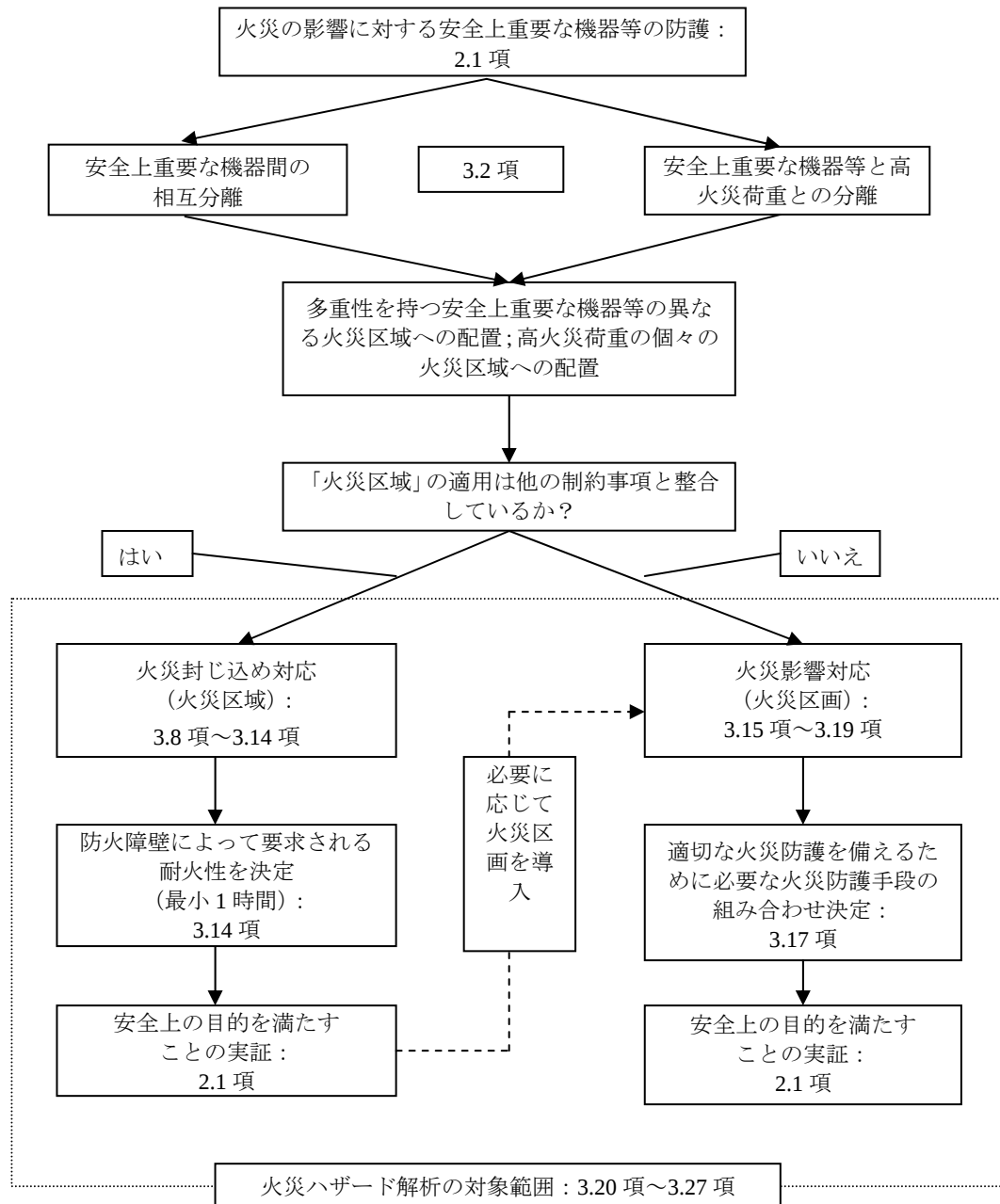


図 2. 火災封じ込め対応と火災影響対応の適用

付属書Ⅱ

進入及び救助経路

Ⅱ.1 人員のための適切な避難及び救助経路が設定されるべきである。この時、国の建築基準、火災防護規則、及び事故防止規則の必要条件とともに、この安全指針の推奨事項を考慮に入れる。すべての建物からの最低 2 つの避難経路が設定されるべきである。各経路に関して、以下の共通的な条件が満たされるべきである。

- (a) 避難及び救助経路は、火災と煙の影響から保護されるべきである。保護された避難及び救助経路は、建物からの外部出口に通じる階段、及び通路から構成される。
- (b) 避難及び救助経路には、いかなる貯蔵物も置くべきではない。
- (c) 消火器は、国の規則に要求されるように、避難及び救助の経路の適切な箇所に配置されるべきである。
- (d) 避難及び救助経路は、明確かつ耐久的に表示されるべきであり、容易に識別されるべきである。表示は、できるだけ最短の安全な経路を示すべきである。
- (e) 建物の階数は、すべての階の階段に明確に表示されるべきである。
- (f) 緊急時用照明は、避難及び救助の経路に設置されるべきである。
- (g) 警報を発するための適切な手段(例えば火災報知器)は、リスク解析(火災ハザード解析であることがある)で特定されたすべての場所、及びすべての避難経路と建物出口で、利用可能であるべきである。
- (h) 避難及び救助経路は、煙の蓄積を防ぎ、かつ出入りを容易にするために、機械的手段もしくは他の手段によって、換気される能力を備えているべきである。
- (i) 避難及び救助経路として用いられる階段には、いかなる可燃性物質もおくべきではない。正圧換気は、階段から煙をなくしておくために必要になることがある。階段に通ずる廊下及び部屋から煙を除去するための備えをしておくことが勧められる。高層建築物内の一続きの階段については、階段の区画化が考慮されるべきである。
- (j) 階段または避難及び救助経路に通ずる扉は、自動で閉まり掛け金がかかる型であるべきであり、避難経路方向へと開くべきである。
- (k) 原子炉格納容器からエアロックを通して迅速に退去できるように、手段が講じられるべきである。

きである。この手段は、保守期間中及び停止期間中に予想される最大多数の人員に対処できるように適切なものであるべきである。

- (l) 信頼性のある通信設備は、すべての避難及び救助経路に設置されるべきである。

付属書Ⅲ

防火障壁

Ⅲ.1. 原子力発電所における防火障壁の全体的な目的は、静的な境界を空間（たとえば火災区域）の周りに設けることである。これは、予想される火災に耐え火災を封じ込める能力が実証されており、また、防火障壁の火災に曝されていない面の材料や機器に火災が拡大したり、そうでなくても、これらに火災が直接または間接の損害を発生させたりすることのないようにすることである。この防火障壁は、いかなる消火活動にも頼らずにこの機能を果たすことが期待される。

Ⅲ.2. 防火障壁の耐火性は、火災状況下での安定性、健全性及び断熱性によって特徴づけられる。対応する物理的な基準は次のとおりである。

—機械的な耐性

—炎に対する耐性の性能及び高温気体または可燃性気体に対する耐性

—断熱性。これは火災に曝されない面の温度が、規定された値（例えば、平均では摂氏 140 度で、任意のある点では摂氏 180 度）以下のままに維持された場合に十分とみなされる。

Ⅲ.3. 火災に曝されていない面からの可燃性気体のいかなる放出もないことが確認されるべきである。

Ⅲ.4. 静的な火災防護設備は、それらの特定の機能及び火災時の潜在的な役割に応じて、3つの性能基準に照らして分類される。

—荷重耐性（安定性）— 適宜、変形の範囲又は割合のいずれか、もしくは両方に関する指定された基準を超過せずにその試験荷重を支えるための、荷重を受け持つ要素の試験片の性能

—健全性— 崩壊についての基準、穴、ひび割れ及び亀裂が存在しないことの基準、並びに曝されなかった面への持続的な炎の影響についての指定された基準に対する、火災を封じ込めるための障壁要素の試験片の性能

—断熱性— 曝されなかった側面の温度上昇を指定された基準以下に制限するための障壁要素の試験片の性能

Ⅲ.5. 上述 Ⅲ.4 の各分野において、機器の「火災等級付け」は、国際標準化機構(ISO)の基準あるいはその他の基準に基づく熱試験を課した場合の機器の機能や役割保持の継続時間

に対応して分または時間として表される。

III.6. 防火障壁(壁、天井、床、扉、ダンパ、貫通部シール及びケーブルラップ)として使用される機器の特定の機能(荷重耐性、健全性及び断熱性)及び等級付け(例えば 90 分)は、火災ハザード解析によって指定されるべきである。

付属書IV

電気ケーブルの火災に対する防護

火災防護対応

IV.1. 燃料並びに潤滑及び絶縁液として使われている液状炭化水素と共に、多量の有機絶縁ケーブルが、原子力発電所内の主要な可燃性物質の源を構成している。安全上重要な機器等に対するケーブル火災の影響は、火災ハザード解析によって決定されるべきである。

IV.2. ケーブル火災による重大な影響を制限するために、様々な設計対応が取られてきた。これらの対応の中には、過負荷及び短絡状態から電気回路を保護すること、ケーブル敷設にかかわる可燃性物質の総量を制限すること、ケーブル絶縁材の相対的な可燃性を低減させること、火災拡大を制限するために火災防護対策を講ずること、及び安全系の多重性を持つ部分からのケーブルの相互の間、及び電源ケーブルと制御ケーブルの間の分離対策を講ずることが含まれる。

ケーブルの総量の管理

IV.3. ケーブルトレイ上やケーブル経路内に設置された、高分子化合物で絶縁されたケーブルの量は管理されるべきである。火災区域の防火障壁の耐火性能を超過した火災荷重を防止するため、及び、ケーブルトレイ伝いの火災の拡大速度を最小限にするために、これらの管理が必要である。これらの管理は、ケーブルトレイの数や大きさ、及び／またはトレイ上の絶縁物質の装荷量に対する制限を含んでいることがあり、使用されるケーブルの燃焼特性に対応して行われるべきである。

火災試験

IV.4. 難燃性のケーブルに対する認定試験の詳細は、国家規格によって種々に異なるが、ケーブルに対する大規模な火炎伝播試験には、火炎を生じている発火源に対して試料を垂直に立てて曝す方法がしばしば含まれる。ケーブル火災試験に関する重要な変動因子の中には、次のものがある。

— 発火源としてのケーブルの量

- ケーブルの配置
- 発火に対する抵抗性
- 火炎伝播の程度
- 空気流量
- ケーブル封入物の熱絶縁特性
- 煙生成に関わる毒性及び腐食性

ケーブル火災防護

IV.5. ある状況下では、特定の静的防護手段が、火災からケーブルを防護するために必要となることがある。そのような手段は次のものを含んでいる。

- 発火及び火炎伝播の可能性を低減させるためのケーブルの上塗り
- 他の火災荷重及び他の系統から分離するためのケーブルラップ
- 火炎伝播を制限するための防火充填材

これらの手段は、ケーブルの過熱及び電流負荷容量の低下を引き起こす可能性があり、これらの因子は、使用する材料の選択を決定する際に考慮に入れられるべきである。

IV.6. 主要なケーブル火災の経験では、そのような火災を速やかに消火するのは水であることを示している。水を利用する自動的な設備(例えば、スプリンクラー)は、ケーブル火災に対する主要な消火設備として使用されるべきである。ケーブルの束は、ガス消火剤によっても容易に消火できない根深い火災を引き起こすことがある。このような消火にガスを利用する設備が用いられる場合、それは根深い火災の可能性を考慮に入れて設計されるべきである。一般的に、水を利用した設備は望ましいものである。

IV.7. ケーブルが多く集中した場所で、据付式自動消火設備を補うために、手動による消火が必要である場合は、消防士は、そのための使用する技術及び設備の訓練を受けさせられるべきである。

IV.8. これは、据付式の水を利用した設備を、すべての場所に設けるべきであるということではない。水によって損傷する可能性のある設備は、火災の危険及び水から防御され、あるいは遠ざけて配置されるべきである。水の蓄積が安全上重要な機器等の能力を奪うことのないように、消火に使われたすべての水を除去するため、排水管が設置されるべきである。

IV.9. ケーブル火災の潜在的な影響は、火災封じ込め対応あるいは火災影響対応(付属書 I)により、適切な分離を施すことで、低減させられる。

IV.10. 場合によっては、介在する可燃性物質のない空間分離の採用のみで、あるいはそれと火災安全対策との組み合わせにより、単一の想定し得る火災が多重性を持つ安全上重要な機器等に損傷を与えることを防止するために、十分な分離を施せることがある。すべての条件に対して十分な安全を確保した分離を与える単一の最小分離距離を設定することは不可能である。しかし、むしろ分離の妥当性は、特定の状況に対する注意深い分析を行うことにより決定されるべきである（火災ハザード解析の詳細な手引きについては参考文献 [4]を参照のこと）。

IV.11. 安全系の多重性を持つ部分の分離のための望ましい方法として、貫通部のない防火障壁を設けるべきである（防火障壁及び開口部の防護に関する扱いについては付属書 III を参照のこと）。

付属書V

火災検出設備

V.1. この付属書では、特定の適用のための感知器の選定において考慮されるべき各因子について更に詳細な手引きを示す。

火災感知器の種類

V.2. 火災感知器の主な種類は以下のとおりである。

- (1) 熱感知器には、次のものがある： (a) グラスバルブ及びヒューズリンク。これらは、一般に水スプリンクラー設備の起動装置として使用される。及び、(b) 天井取り付けポイント型感知器、線形熱感知ケーブル、温度プローブ、並びに熱電対及び抵抗温度計型感知器。これらは、すべて電氣的に起動する検出設備に使用される。
- (2) 煙感知器（あるいは燃焼生成物感知器）： 最も広く利用されている型は、電離箱及び光学型の感知器である。煙吸引感知設備では、異なる様々な場所からの雰囲気試料を中央の煙感知器に導かれた管を通して連続的に抽出する。
- (3) 炎感知器(赤外線及び紫外線の感知器)： 一般に、炎の感知のために使用される。
- (4) 可燃性気体感知器： 可燃性気体及び空気混合物が存在する可能性のある領域や、封じ込め部分を監視するために使用される。
- (5) 早期警報用「発生段階」火災感知器。

感知器の特性

V.3. 熱感知器は、通常、リスクのある設備の上部や周囲に設置され、また、煙感知器が雰囲気状態によって誤報を出すような場所、たとえば油蒸気が上がる場所で使用される。熱感知器はまた、可燃性液体の温度が危険水準まで上昇することに対して早期に警報を発する場合にも使用される。熱感知器適用のさらなる展開としては、線形熱感知ケーブルの使用であり、これはリスクの発生源（たとえばケーブルトレイ）付近に設置され、このケー

ブルに沿って一箇所でも一定温度に達すると作動してその局所領域の周囲の消火装置のみを起動させる。

V.4. 煙感知器は、一般に熱感知器より早期の段階で火災の発生を検出するので、大部分の状況において選択されるべきである。しかしながら、高レベルの電離放射線が存在する場所では、電離箱型煙感知器は、その環境に適していると認定され、感度が持続していることを確認するための保守計画がある場合でなければ、使用されるべきではない。煙感知器の配置においては、感知器の性能が換気システムによって悪影響を受けないように注意がなされるべきである。

V.5. 赤外線感知器及び紫外線感知器は、炎を直ちに検出する性能を有する。これらは、ディーゼル発電機室のような、回転機械と高熱と可燃性液体の組み合わせにより火災が急速に拡大する場所で使用されるべきである。火災によるもの以外の赤外線及び紫外線の発生源（たとえば高温配管や日光）が誤報を引き起こさないことを確実にするために、感知器の選択の際には注意がなされるべきである。

V.6. 可燃性気体感知器は、可燃性気体の存在が予想される場合に適しており、通常時あるいは事故条件の下で、可燃性気体と空気の混合物の存在が予想される屋内水素貯蔵領域のような場所に設置されるべきである。

V.7. 新型式の感知器が絶えず開発されている。いくつかの型式の感知器設備は、空気試料採取による煙粒子の高感度検出に基づいており、したがって早期に警報を発する目的に有用である。視覚的な比較の方法を採用するその他の型式も、従来型よりも早期に警報を発する。

V.8. すべての感知器の型式は、鎮火設備のための起動装置として使用することができる。優秀な信頼性によって、熱感知器は、通常、水を利用した消火設備の起動のために使用される。可燃性液体の貯蔵庫のような、速い応答が必要とされる高い火災ハザードのある場所については、煙あるいは光学的感知器が、通常選択されている。そのような感知器も、ガス消火設備を起動するために、通常、使用されている。

感知器の型式の選択及び配置

V.9. 火災感知器の型式の選択と配置は、感知器が火災に応答して期待通りに起動するように、慎重に行われるべきである。火災の拡大に対する火災感知器の応答には、多くの因子が影響していて、それらの因子のいくつかは以下のとおりである。

- 燃焼速度
- 燃焼速度の変化割合
- 燃焼物質の特性
- 天井の高さ
- 感知器の配置
- 壁の配置
- 気体の流れに対するすべての障害物の位置
- 室内換気
- 感知器の応答特性

V.10. 火災感知器の選択された型式及び配置の有効性を評価するために、解析がなされるべきである。

付属書VI

自動スプリンクラーとスプレー設備

VI.1. 水は、通常の固体の可燃性物質や可燃性液体を伴った火災の消火に、最も効果的であると一般に考えられている。プール火災や加圧スプレー火災を含む可燃性液体を伴った火災の消火の際には、水スプリンクラー及び水スプレー設備が効果的であると実証されている。適切に設計された水スプレー設備は、変圧器のような電気火災ハザードにも安全に適用できる。

VI.2. 水スプリンクラー及び水スプレー設備には、水を放出して火災を抑制し消火するすべての火災防護設備を含んでいる。これらには閉鎖型ヘッド設備及び／または開放型ヘッド設備がある。閉鎖型ヘッド設備では、個々のスプリンクラーヘッドに、一定の最低温度に達するまでは水を放出しないようにヒューズまたはガラス素子がついている。開放型ヘッド設備では、手動か自動かのいずれかにより配管系統の弁が開くことにより水が放出される。

VI.3. 水噴霧設備は最近開発されている。この設備では、超高圧水流及び衝突を利用するノズル、特別の内部設計の螺旋形状あるいは渦巻形状のノズル、もしくは（例えば、水と加圧空気）の2相ノズルのいずれかの使用によって、放水ノズルに非常に小さな水滴を発生させる。水噴霧設備は、水を利用した系統により与えられる利点のうちの多くを有している。それらの主な利点とは、比較的少ない水量で十分に鎮火できるということである。より高い圧力が必要なため、水噴霧設備は、より複雑になる傾向がある。その発電所特有の設備と設計に対応した、厳密に試験された設備計画に従って、この設備は設置されるべきである。

VI.4. 使用されるスプリンクラーヘッドや放水ノズルの種別や特性、及び設備計画自体は、プラント個々の特定の火災ハザードに応じて選ばれるべきである。

VI.5. スプリンクラー及びスプレー設備の設計では、火災ハザード解析で決められた想定される火災にさらされることに加えて、様々な因子について考慮されるべきである。これらの因子の中には、スプリンクラーヘッドの間隔や場所、起動装置あるいはスプリンクラーヘッドの温度設定や熱応答時間、消火に必要な水放出流量などがある。

VI.6. スプリンクラーヘッドの必要な間隔は、各装置の放出特性、及び火災ハザード解析で決定された防護すべき火災ハザードの予想される厳しさに基づいて決定されるべきである。単に定められた規格に基づくスプリンクラーヘッドの間隔では、必ずしもすべての火災ハザードに適した防護水準が得られるとは限らない。

VI.7. スプリンクラーヘッドの配置は、火災に対する応答及び水スプレーの散布を最適化するため、また、水散布に対するすべての障害物を最小限に抑えるように、注意深く選定されるべきである。

VI.8. スプリンクラーヘッドの温度設定は、通常時の周囲の最高温度がヘッドの定格作動温度を適切に下回るように選定されるべきである。

VI.9. 火災ハザード解析でスプリンクラー設備の急速起動が必要であると決定された場合には、応答時間を速めたスプリンクラーヘッド、たとえば火災検出設備の煙感知器によって作動する放水設備が使用されるべきである。

VI.10. ある特定の火災の消火にスプリンクラーが有効かどうかを判定する際には、水の放出流量または放出水滴濃度が重要なパラメータになる。スプリンクラー設備の放出水滴濃度は、スプリンクラーヘッドのオリフィス口径、給水系統から得られる水の体積と圧力、及びスプリンクラー配管系統の大きさ及び配置の関数になっている。予想される放出水滴濃度は水力学計算によって決定することができる。設計放出水滴濃度は、予想される火災強度に見合うように注意深く選定されるべきである。

VI.11. スプリンクラー設備からの放水は、実際の火災への応答であるかあるいはスプリンクラーの誤起動によるものであるかに拘らず、湿気に敏感な電気系統の誤作動を引き起こすことがある。スプリンクラー放水による誤作動の可能性や影響については、火災ハザード解析で評価されるべきである。安全上重要な系統の湿気に敏感な機器は、水の侵入に対して特別な防水装置を必要とすることがある。

VI.12. 水を利用した消火設備を使用する場合には、汚染された可能性のある水を閉じ込める手段が採用されるべきであり、放射性物質の環境への制御されないいかなる放出をも防止するために適切な排水溝が設置されるべきである。

VI.13. 火災に迅速に対応するためには、スプリンクラー設備は、望むらくは自動的に作動されるべきである。手動で作動するスプリンクラー設備は、火災の緊急事態においてスプリンクラー設備の作動が遅れても発電所の安全が損なわれないことが、火災ハザード解析で明確に実証されている場合にのみ、使用されるべきである。

付属書Ⅶ

ガス消火設備

VII.1. ガス消火剤は、使用時に残留物を残さないもので、通常、きれいな消火剤と称される。さらに、導電性もないので、これらを組み合わせた特性は、電気設備を保護するのに適切である。数種類のガス消火設備が利用可能であり、さらに多くの種類が開発中である。きれいな消火剤の設備の利点は、消火剤の濃度を維持する必要性、設備の複雑性、冷却性能が無いこと、及び作動は一回に限られる特性等の欠点を相殺する。

VII.2. ガス消火剤で防護するには、一般に 2 つの方法がある。(1) 消火剤が火災に向けて、あるいは設備の特定の部分に向けて散布される局所放出、(2) 消火剤がひとつの火災区域あるいは開閉器のような封じ込められた設備内へ放出される完全充満。いくつかの消火剤は、局所放出に不向きである。

VII.3. いかなるガス消火剤の総量も、消火するために十分なものとすべきである。ガスによる消火は通常、ハロゲン化物消火剤の場合を除いて、酸素を稀釈することにより達成される。消火剤の必要量を決定する際には、封じ込め部分の漏洩に対する気密性、特定の火災に対する消火に必要な濃度、放出流量、及び設計濃度が維持されるべき期間が考慮されるべきである。

VII.4. ガス消火剤の放出の結果として生じる保護された封じ込め部分の圧力増加による構造上の影響は、評価されるべきであり、必要ならば安全に排気するための対策がなされるべきである。過剰な圧力もしくは雰囲気条件を放出先区域に移行させないように、排気設備を選択するにあたっては注意が必要である。

VII.5. ガス消火設備によるガスが機器に直接放出される場合、熱衝撃による損傷の可能性が考慮されるべきである。これは、現場での手動操作中、及び電気盤への自動放出の間に生じることがある。

VII.6. ハロゲン化炭化水素から構成される消火剤は、化学反応を阻止することによって消火する。これらの消火剤は、使用前あるいは使用中に気化して微粒子状の残留物を残さない。これらの消火剤のいくつか（すなわちハロン）の好ましからざる側面は、地球のオゾン層へ有害な影響を与える揮発性の臭素の放出である。したがってハロンの使用は、段階的に廃止されつつある。

VII.7. すべての完全充満の適用には、充満させる空間のいたる所へ迅速にガスを一様に分布させることを必要とする。これは、特殊ノズル、及び独自仕様に従って設計された適切な設備の使用によって、通常、起動から 10～30 秒以内に達成される。ガス消火剤が空気より重い場合、ガス放出空間での成層化及びガスの起こりうる急速な漏洩を最小限にするために、ガスを迅速に分布させることが特に重要である。

VII.8. すべてのガス鎮火設備については、実際の放出試験の手段によるか、室内加圧のような同等な方法の使用によって、試運転中にその作動試験を行うことが通常必要である。

参考文献

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Nuclear Power Plants: Design, Safety Standards Series No. NS-R-1, IAEA, Vienna (2000).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Fire Safety in the Operation of Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-2.1, IAEA, Vienna (2000).
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Inspection of Fire Protection Measures and Fire Fighting Capability at Nuclear Power Plants, Safety Series No. 50-P-6, IAEA, Vienna (1994).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Evaluation of Fire Hazard Analyses for Nuclear Power Plants, Safety Series No. 50-P-9, IAEA, Vienna (1995).
- [5] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Assessment of the Overall Fire Safety Arrangements at Nuclear Power Plants, Safety Series No. 50-P-11, IAEA, Vienna (1996).
- [6] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Treatment of Internal Fires in Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants, Safety Reports Series No. 10, IAEA, Vienna (1998).
- [7] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Preparation of Fire Hazard Analyses for Nuclear Power Plants, Safety Reports Series No. 8, IAEA, Vienna (1998).
- [8] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-1.5, IAEA, Vienna (2003).
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Protection against Internal Hazards Other than Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-1.11, IAEA, Vienna (2004).
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Instrumentation and Control Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-1.3, IAEA, Vienna (2002).
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Design of Emergency Power Systems for Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-1.8, IAEA, Vienna (2004).
- [12] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS OFFICE FOR THE CO-ORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, Safety Standards Series No. GS-R-2, IAEA, Vienna (2002).

- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Quality Assurance for Safety in Nuclear Power Plants and Other Nuclear Installations, Safety Series No. 50-C/SG-Q, IAEA, Vienna (1996).

基準案の作成と査読の協力者

Contri, P.	International Atomic Energy Agency
Haighton, A.P.	British Energy Generation Ltd, United Kingdom
Kaercher, M.	Electricité de France, France
Lojk, R.	Canadian Nuclear Safety Commission, Canada
Maillet, E.	Association Vinçotte Nuclear, Belgium
Tezuka, H.	International Atomic Energy Agency

安全基準の是認のための機関

An asterisk () denotes a corresponding member. Corresponding members receive drafts for comment and other documentation but they do not generally participate in meetings.*

Commission on Safety Standards

Argentina: Oliveira, A.; Brazil: Caubit da Silva, A.; Canada: Pereira, J.K.; France: Gouvain, J.; Lacoste, A.-C.; Germany: Renneberg, W.; India: Sukhatme, S.P.; Japan: Tobioka, T.; Suda, N.; Korea, Republic of: Eun, S.; Russian Federation: Malyshev, A.B.; Vishnevskiy, Y.G.; Spain: Azuara, J.A.; Santoma, L.; Sweden: Holm, L.-E.; Switzerland: Schmocker, U.; Ukraine: Gryschenko, V.; United Kingdom: Hall, A.; Williams, L.G. (Chairperson); United States of America: Travers, W.D.; IAEA: Karbassioun, A. (Co-ordinator); International Commission on Radiological Protection: Clarke, R.H.; OECD Nuclear Energy Agency: Shimomura, K.

Nuclear Safety Standards Committee

*Argentina: Sajaroff, P.; Australia: MacNab, D.; *Belarus: Sudakou, I.; Belgium: Govaerts, P.; Brazil: Salati de Almeida, I.P.; Bulgaria: Gantchev, T.; Canada: Hawley, P.; China: Wang, J.; Czech Republic: Böhm, K.; *Egypt: Hassib, G.; Finland: Reiman, L. (Chairperson); France: Saint Raymond, P.; Germany: Feige, G.; Hungary: Vöröss, L.; India: Kushwaha, H.S.; Ireland: Hone, C.; Israel: Hirshfeld, H.; Japan: Yamamoto, T.; Korea, Republic of: Lee, J.-I.; Lithuania: Demcenko, M.; *Mexico: Delgado Guardado, J.L.; Netherlands: de Munk, P.; *Pakistan: Hashimi, J.A.; *Peru: Ramírez Quijada, R.; Russian Federation: Baklushin, R.P.; South Africa: Bester, P.J.; Spain: Mellado, I.; Sweden: Jende, E.; Switzerland: Aeberli, W.; *Thailand: Tanipanichskul, P.; Turkey: Alten, S.; United Kingdom: Hall, A.; United States of America: Mayfield, M.E.; European Commission: Schwartz, J.-C.; IAEA: Bevington, L. (Co-ordinator); International Organization for Standardization: Nigon, J.L.; OECD Nuclear Energy Agency: Hrehor, M.*

Radiation Safety Standards Committee

*Argentina: Rojkind, R.H.A.; Australia: Melbourne, A.; *Belarus: Rydlevski, L.; Belgium: Smeesters, P.; Brazil: Amaral, E.; Canada: Bundy, K.; China: Yang, H.; Cuba: Betancourt Hernandez, A.; Czech Republic: Drabova, D.; Denmark: Ulbak, K.; *Egypt: Hanna, M.; Finland: Markkanen, M.; France: Piechowski, J.; Germany: Landfermann, H.; Hungary: Koblinger, L.; India: Sharma, D.N.; Ireland: Colgan, T.; Israel: Laichter, Y.; Italy: Sgrilli, E.; Japan: Yamaguchi, J.; Korea, Republic of: Kim, C.W.; *Madagascar: Andriambololona, R.; *Mexico: Delgado Guardado, J.L.; *Netherlands: Zuur, C.; Norway: Saxebol, G.; *Peru: Medina Gironzini, E.; Poland: Merta, A.; Russian Federation: Kutkov, V.; Slovakia: Jurina, V.; South Africa: Olivier, J.H.I.; Spain: Amor, I.; Sweden: Hofvander, P.; Moberg, L.; Switzerland: Pfeiffer, H.J.; *Thailand: Pongpat, P.; Turkey: Uslu, I.; Ukraine: Likhtarev, I.A.; United Kingdom: Robinson, I. (Chairperson); United States of America: Paperiello, C.; European Commission: Janssens, A.; IAEA: Boal, T. (Co-ordinator); International Commission on Radiological Protection: Valentin, J.; International Labour Office: Niu, S.; International Organization for Standardization: Perrin, M.; International Radiation Protection Association: Webb, G.; OECD Nuclear Energy Agency: Lazo, T.; Pan American Health Organization: Jimenez, P.; United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: Gentner, N.; World Health Organization: Carr, Z.*

Transport Safety Standards Committee

*Argentina: López Vietri, J.; Australia: Colgan, P.; *Belarus: Zaitsev, S.; Belgium: Cottens, E.; Brazil: Mezrahi, A.; Bulgaria: Bakalova, A.; Canada: Viglasky, T.; China: Pu, Y.; *Denmark: Hannibal, L.; Egypt: El-Shinawy, R.M.K.; France: Aguilar, J.; Germany: Rein, H.; Hungary: Sáfár, J.; India: Nandakumar, A.N.; Ireland: Duffy, J.; Israel: Koch, J.; Italy: Trivelloni, S.; Japan: Saito, T.; Korea, Republic of: Kwon, S.-G.; Netherlands: Van Halem, H.; Norway: Hornkjøl, S.; *Peru: Regalado Campaña, S.; Romania: Vieru, G.; Russian Federation: Ershov, V.N.; South Africa: Jutle, K.; Spain: Zamora Martin, F.; Sweden: Pettersson, B.G.; Switzerland: Knecht, B.; *Thailand: Jerachanchai, S.; Turkey: Köksal, M.E.; United Kingdom: Young, C.N. (Chairperson); United States of America: Brach, W.E.; McGuire, R.; European Commission: Rossi, L.; International Air Transport Association: Abouchaar, J.; IAEA: Wangler, M.E. (Co-ordinator); International Civil Aviation Organization: Rooney, K.; International Federation of Air Line Pilots' Associations: Tisdall, A.; International Maritime Organization: Rahim, I.; International Organization for*

Standardization: Malesys, P.; United Nations Economic Commission for Europe: Kervella, O.; World Nuclear Transport Institute: Lesage, M.

Waste Safety Standards Committee

*Argentina: Siraky, G.; Australia: Williams, G.; *Belarus: Rozdialovskaya, L.; Belgium: Baekelandt, L. (Chairperson); Brazil: Xavier, A.; *Bulgaria: Simeonov, G.; Canada: Ferch, R.; China: Fan, Z.; Cuba: Benitez, J.; *Denmark: Øhlenschlaeger, M.; *Egypt: Al Adham, K.; Al Sorogi, M.; Finland: Ruokola, E.; France: Averous, J.; Germany: von Dobschütz, P.; Hungary: Czoch, I.; India: Raj, K.; Ireland: Pollard, D.; Israel: Avraham, D.; Italy: Dionisi, M.; Japan: Irie, K.; Korea, Republic of: Song, W.; *Madagascar: Andriambololona, R.; Mexico: Aguirre Gómez, J.; Delgado Guardado, J.; Netherlands: Selling, H.; *Norway: Sorlie, A.; Pakistan: Hussain, M.; *Peru: Gutierrez, M.; Russian Federation: Poluektov, P.P.; Slovakia: Konecny, L.; South Africa: Pather, T.; Spain: López de la Higuera, J.; Ruiz López, C.; Sweden: Wingefors, S.; Switzerland: Zurkinden, A.; *Thailand: Wangcharoenroong, B.; Turkey: Osmanlioglu, A.; United Kingdom: Wilson, C.; United States of America: Greeves, J.; Wallo, A.; European Commission: Taylor, D.; IAEA: Hioki, K. (Co-ordinator); International Commission on Radiological Protection: Valentin, J.; International Organization for Standardization: Hutson, G.; OECD Nuclear Energy Agency: Riotte, H.*