

所外)を設置又は保管する。また、発電所内から発電所外の緊急時対策支援システム(E R S S)等へ必要なデータを伝送できるデータ伝送設備(発電所外)として、安全パラメータ表示システム(S P D S)及び安全パラメータ伝送システムを設置する。

通信設備(発電所外)及びデータ伝送設備(発電所外)については、有線系、無線系又は衛星系回線による通信方式の多様性を備えた構成の専用通信回線に接続し、輻輳等による制限を受けることなく常時使用できる設計とする。

なお、通信設備(発電所外)及びデータ伝送設備(発電所外)については、非常用所内電源又は無停電電源に接続し、外部電源が期待できない場合でも動作可能な設計とする。

さらに、通信設備(発電所外)及びデータ伝送設備(発電所外)については、定期的に点検を行うとともに、専用通信回線及びデータ伝送設備(発電所外)の常時監視を行うことにより、常時使用できることを確認する。

10.13.1.4 主要仕様

通信連絡設備の一覧を第 10.13.1.1 表から第 10.13.1.5 表に示す。

10.13.1.5 試験検査

警報装置、通信設備(発電所内)及び通信設備(発電所外)は、通話通信の確認が可能な設計とする。また、外観の確認が可能な設計とする。

データ伝送設備(発電所内)及びデータ伝送設備(発電所外)は、機能・性能の確認が可能な設計とする。また、外観の確認が可能な設計とする。

10.13.1.6 手順等

(1) 通信連絡設備の操作については、手順を整備し、的確に実施す

る。

- (2) 専用通信回線、データ伝送設備（発電所内）及びデータ伝送設備（発電所外）については、常時監視を行うとともに、異常時の対応に関する手順を整備する。また、異常時の対応手順に関する訓練を定期的に実施する。
- (3) 通信連絡設備に要求される機能を維持するため、適切に保守管理を実施するとともに、必要に応じ補修を行う。
- (4) 社内外の関係先へ、的確かつ迅速に通報連絡ができるよう、原子力防災訓練等を定期的に実施する。

10.13.2 重大事故等時

10.13.2.1 概要

重大事故等が発生した場合において、発電所の内外の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡を行うために必要な通信連絡設備を設置又は保管する。

10.13.2.2 設計方針

重大事故等が発生した場合において、発電所内の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡を行うために必要な通信設備（発電所内）及び緊急時対策所（緊急時対策所建屋内）へ重大事故等に対処するために必要なデータを伝送できるデータ伝送設備（発電所内）を設ける。

通信設備（発電所内）として、重大事故等が発生した場合に必要な衛星電話（固定）、衛星電話（携帯）、トランシーバー及び携行型通話装置は、中央制御室、緊急時対策所（緊急時対策所建屋内）又は原子炉補助建屋等に設置又は保管する設計とする。

データ伝送設備（発電所内）として、安全パラメータ表示システム（SPDS）は、原子炉補助建屋に設置し、SPDS表示装置は、緊急時対策所（緊急時対策所建屋内）に設置する設計とする。

衛星電話（固定）は、屋外に設置したアンテナと接続することに

より、屋内で使用できる設計とする。

衛星電話（固定）の電源は、ディーゼル発電機に加えて、全交流動力電源が喪失した場合においても、代替電源設備である空冷式非常用発電装置又は電源車（緊急時対策所用）から給電できる設計とする。

衛星電話（携帯）、トランシーバー及び携行型通話装置の電源は、充電電池又は乾電池を使用する設計とする。

充電電池を用いるものについては、充電電池の残量が少なくなった場合は、別の端末と交換することにより、継続して通話ができ、使用後の充電電池は、中央制御室又は緊急時対策所（緊急時対策所建屋内）の電源から充電することができる設計とする。また、乾電池を用いるものについては、予備の乾電池と交換することにより 7 日間以上継続して通話ができる設計とする。

安全パラメータ表示システム（SPDS）については、ディーゼル発電機に加えて、全交流動力電源が喪失した場合においても、代替電源設備である空冷式非常用発電装置から給電できる設計とする。また、SPDS 表示装置については、ディーゼル発電機に加えて、全交流動力電源が喪失した場合においても、代替電源設備である電源車（緊急時対策所用）から給電できる設計とする。

具体的な設備は、以下のとおりとする。

- ・衛星電話（固定）（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用、一部既設）
- ・衛星電話（携帯）（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用、一部既設）
- ・トランシーバー（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用）
- ・携行型通話装置（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用、一部既設）
- ・安全パラメータ表示システム（SPDS）（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用、一部既設）
- ・SPDS 表示装置（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用）
- ・空冷式非常用発電装置（10.2 代替電源設備）
- ・燃料油貯油そう（10.2 代替電源設備）
- ・空冷式非常用発電装置用給油ポンプ（10.2 代替電源設備）

- ・タンクローリー（１号及び２号炉共用）（10.2 代替電源設備）
- ・タンクローリー（３号及び４号炉共用）（10.2 代替電源設備）
- ・電源車（緊急時対策所用）（１号、２号、３号及び４号炉共用）（10.10 緊急時対策所）

１号炉及び２号炉の空冷式非常用発電装置、燃料油貯油そう、空冷式非常用発電装置用給油ポンプ及びタンクローリー（１号及び２号炉共用）については、１号炉及び２号炉「10.2 代替電源設備」にて記載する。

３号炉及び４号炉の空冷式非常用発電装置、燃料油貯油そう及びタンクローリー（３号及び４号炉共用）については、３号炉及び４号炉「10.2 代替電源設備」にて記載する。

電源車（緊急時対策所用）については、「10.10 緊急時対策所」にて記載する。

重大事故等が発生した場合において、発電所外（社内外）の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡を行うために必要な通信設備（発電所外）及び発電所内から発電所外の緊急時対策支援システム（E R S S）等へ必要なデータを伝送できるデータ伝送設備（発電所外）を設ける。

通信設備（発電所外）として、重大事故等が発生した場合に必要な衛星電話（固定）、衛星電話（携帯）、衛星電話（可搬）、緊急時衛星通報システム及び統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備は、中央制御室、緊急時対策所（緊急時対策所建屋内）又は原子炉補助建屋等に設置又は保管する設計とする。

データ伝送設備（発電所外）として、安全パラメータ表示システム（S P D S）及び安全パラメータ伝送システムは、原子炉補助建屋に設置する設計とする。

衛星電話（固定）、衛星電話（可搬）及び緊急時衛星通報システムは、屋外に設置したアンテナと接続することにより、屋内で利用できる設計とする。

衛星電話（固定）の電源は、ディーゼル発電機に加えて、全交流

動力電源が喪失した場合においても、代替電源設備である空冷式非常用発電装置又は電源車（緊急時対策所用）から給電できる設計とする。

衛星電話（携帯）の電源は、充電機を使用しており、充電機の残量が少なくなった場合は、別の端末と交換することにより、継続して通話ができ、使用後の充電機は、中央制御室又は緊急時対策所（緊急時対策所建屋内）の電源から充電することができる設計とする。

衛星電話（可搬）及び緊急時衛星通報システムの電源は、ディーゼル発電機に加えて、全交流動力電源が喪失した場合においても、代替電源設備である電源車（緊急時対策所用）から給電できる設計とする。

統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備については、ディーゼル発電機に加えて、全交流動力電源が喪失した場合においても、代替電源設備である電源車（緊急時対策所用）から給電できる設計とする。

安全パラメータ表示システム（SPDS）及び安全パラメータ伝送システムについては、ディーゼル発電機に加えて、全交流動力電源が喪失した場合においても、代替電源設備である空冷式非常用発電装置から給電できる設計とする。

緊急時対策支援システム（ERSS）等へのデータ伝送の機能に係る設備及び緊急時対策所（緊急時対策所建屋内）の通信連絡機能に係る設備としての、安全パラメータ表示システム（SPDS）、安全パラメータ伝送システム、緊急時衛星通報システム及び統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備については、固縛又は転倒防止処置を講じ、基準地震動による地震力に対し、機能喪失しない設計とする。

具体的な設備は、以下のとおりとする。

- ・衛星電話（固定）（1号、2号、3号及び4号炉共用、一部既設）
- ・衛星電話（携帯）（1号、2号、3号及び4号炉共用、一部既設）
- ・衛星電話（可搬）（1号、2号、3号及び4号炉共用）

- ・緊急時衛星通報システム（１号、２号、３号及び４号炉共用）
- ・統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備（ＴＶ会議システム、ＩＰ電話及びＩＰ－ＦＡＸ）（１号、２号、３号及び４号炉共用、一部既設）
- ・安全パラメータ表示システム（ＳＰＤＳ）（１号、２号、３号及び４号炉共用、一部既設）
- ・安全パラメータ伝送システム（１号、２号、３号及び４号炉共用、既設）
- ・空冷式非常用発電装置（10.2 代替電源設備）
- ・燃料油貯油そう（10.2 代替電源設備）
- ・空冷式非常用発電装置用給油ポンプ（10.2 代替電源設備）
- ・タンクローリー（１号及び２号炉共用）（10.2 代替電源設備）
- ・タンクローリー（３号及び４号炉共用）（10.2 代替電源設備）
- ・電源車（緊急時対策所用）（１号、２号、３号及び４号炉共用）（10.10 緊急時対策所）

１号炉及び２号炉の空冷式非常用発電装置、燃料油貯油そう、空冷式非常用発電装置用給油ポンプ及びタンクローリー（１号及び２号炉共用）については、１号炉及び２号炉「10.2 代替電源設備」にて記載する。

３号炉及び４号炉の空冷式非常用発電装置、燃料油貯油そう及びタンクローリー（３号及び４号炉共用）については、３号炉及び４号炉「10.2 代替電源設備」にて記載する。

電源車（緊急時対策所用）については、「10.10 緊急時対策所」にて記載する。

10.13.2.2.1 多様性、位置的分散

基本方針については、「1.1.8.1 多様性、位置的分散、悪影響防止等」に示す。

通信設備（発電所内）、データ伝送設備（発電所内）、通信設備（発電所外）及びデータ伝送設備（発電所外）は、設計基準事故対処設

備としての電源に対して多様性を持った代替電源設備から給電できる設計とする。電源設備の多様性、位置的分散については、「10.2 代替電源設備」及び「10.10 緊急時対策所」にて記載する。

また、通信設備（発電所内）、データ伝送設備（発電所内）、通信設備（発電所外）及びデータ伝送設備（発電所外）は、異なる通信方式を使用し、多様性を持つ設計とする。

10.13.2.2.2 悪影響防止

基本方針については、「1.1.8.1 多様性、位置的分散、悪影響防止等」に示す。

衛星電話（固定）、衛星電話（可搬）、緊急時衛星通報システム、統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備、安全パラメータ表示システム（SPDS）、安全パラメータ伝送システム及びSPDS表示装置は、電源操作等によって、通常時の系統構成から重大事故等対処設備として系統構成をすることで、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

衛星電話（携帯）、トランシーバー及び携行型通話装置は、他の設備から独立して単独で使用可能なことにより、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

10.13.2.2.3 共用の禁止

基本方針については、「1.1.8.1 多様性、位置的分散、悪影響防止等」に示す。

通信連絡設備は、号炉の区分けなく通信連絡することで、必要な情報（相互のプラント状況、運転員の対応状況等）を共有・考慮しながら、総合的な管理（事故処置を含む。）を行うことができ、安全性の向上が図れることから、1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉で共用する設計とする。

通信連絡設備は、共用により悪影響を及ぼさないよう、1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉に必要な容量を確保するとともに、号

炉の区分けなく通信連絡できる設計とする。

10.13.2.2.4 容量等

基本方針については、「1.1.8.2 容量等」に示す。

衛星電話（固定）、衛星電話（携帯）、トランシーバー及び携行型通話装置は、発電所内の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡できるよう、必要な個数を設置又は保管する。

衛星電話（固定）、衛星電話（携帯）、衛星電話（可搬）、緊急時衛星通報システム及び統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備は、発電所外の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡できるよう、必要な個数を設置又は保管する。

安全パラメータ表示システム（SPDS）（計装設備（重大事故等対処設備）、緊急時対策所及び通信連絡設備と兼用）及び安全パラメータ伝送システム（緊急時対策所及び通信連絡設備と兼用）は、発電所の内外の通信連絡をする必要のある場所に必要なデータ量を伝送できる設計とする。

10.13.2.2.5 環境条件等

基本方針については、「1.1.8.3 環境条件等」に示す。

携行型通話装置は、重大事故等時における建屋内（原子炉格納容器内を除く。）及び屋外の環境条件を考慮した設計とする。人が携行して使用が可能な設計とする。

衛星電話（携帯）及びトランシーバーは、重大事故等時における屋外の環境条件を考慮した設計とする。人が携行して使用が可能な設計とする。

衛星電話（固定）、衛星電話（可搬）、緊急時衛星通報システム、統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備、安全パラメータ表示システム（SPDS）、安全パラメータ伝送システム及びSPDS表示装置は、重大事故等時における中央制御室、原子炉補助建屋又は緊急時対策所（緊急時対策所建屋内）のそれぞれの環境

条件を考慮した設計とする。

10.13.2.2.6 操作性の確保

基本方針については、「1.1.8.4 操作性及び試験・検査性」に示す。

衛星電話（携帯）及びトランシーバーは、特別な技量を要することなく、容易に操作ができるとともに、使用場所において通信連絡をする必要のある場所と確実に接続及び通信連絡ができる設計とする。

携行型通話装置は、乾電池を使用し、使用場所において端末と接続端子又は通話装置用ケーブルを容易かつ確実に接続できるとともに、通信連絡をする必要のある場所と確実に接続及び通信連絡ができる設計とする。

衛星電話（可搬）は、容易に設置及び操作ができるとともに、通信連絡をする必要のある場所と確実に接続及び通信連絡ができる設計とする。

統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備、衛星電話（固定）及び緊急時衛星通報システムは、特別な技量を要することなく、容易に操作ができるとともに、通信連絡をする必要のある場所と確実に接続及び通信連絡ができる設計とする。

安全パラメータ表示システム（SPDS）及び安全パラメータ伝送システムは、常時伝送を行うため、通常操作を必要としない設計とする。

SPDS表示装置は、容易かつ確実に操作ができる設計とする。

10.13.2.3 主要設備及び仕様

通信連絡を行うために必要な設備の主要設備及び仕様は第10.13.2.1表及び第10.13.2.2表のとおり。

10.13.2.4 試験検査

基本方針については、「1.1.8.4 操作性及び試験・検査性」に示す。

通信設備（発電所内）及び通信設備（発電所外）は、通話通信の確認が可能な設計とする。また、外観の確認が可能な設計とする。

データ伝送設備（発電所内）及びデータ伝送設備（発電所外）は、機能・性能の確認が可能な設計とする。また、外観の確認が可能な設計とする。

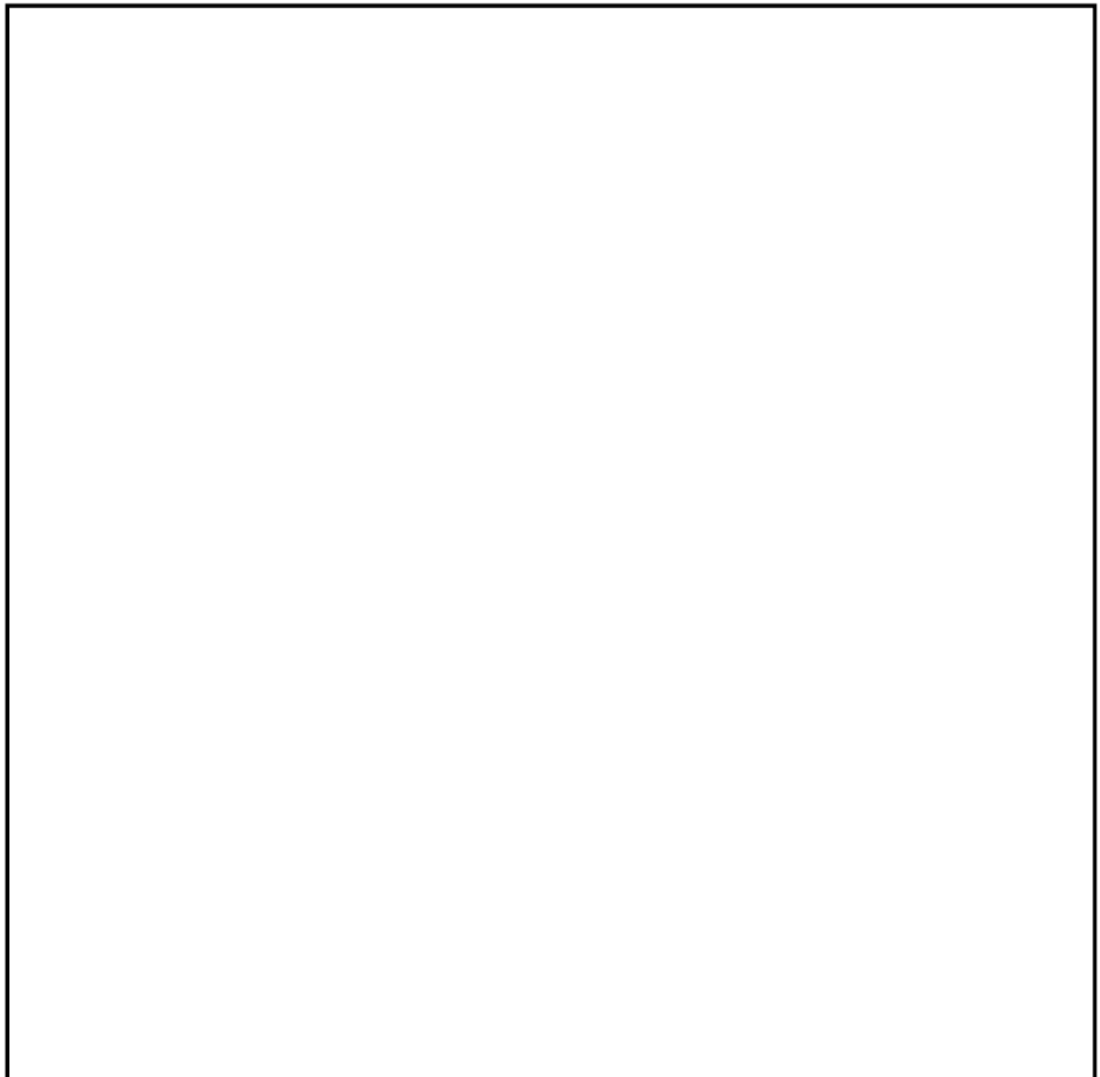
10.14 特定重大事故等対処施設

10.14.1 特定重大事故等対処施設に係る意図的な大型航空機の衝突等の設計上の考慮事項

10.14.1.1 概要

原子炉施設に特定重大事故等対処施設を設置し、原子炉補助建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対してその重大事故等に対処するために必要な機能（以下 10.14.1 において「必要な機能」という。）が損なわれるおそれがないように、原子炉補助建屋等及び特定重大事故等対処施設が同時に破損することを防ぐ設計とする。

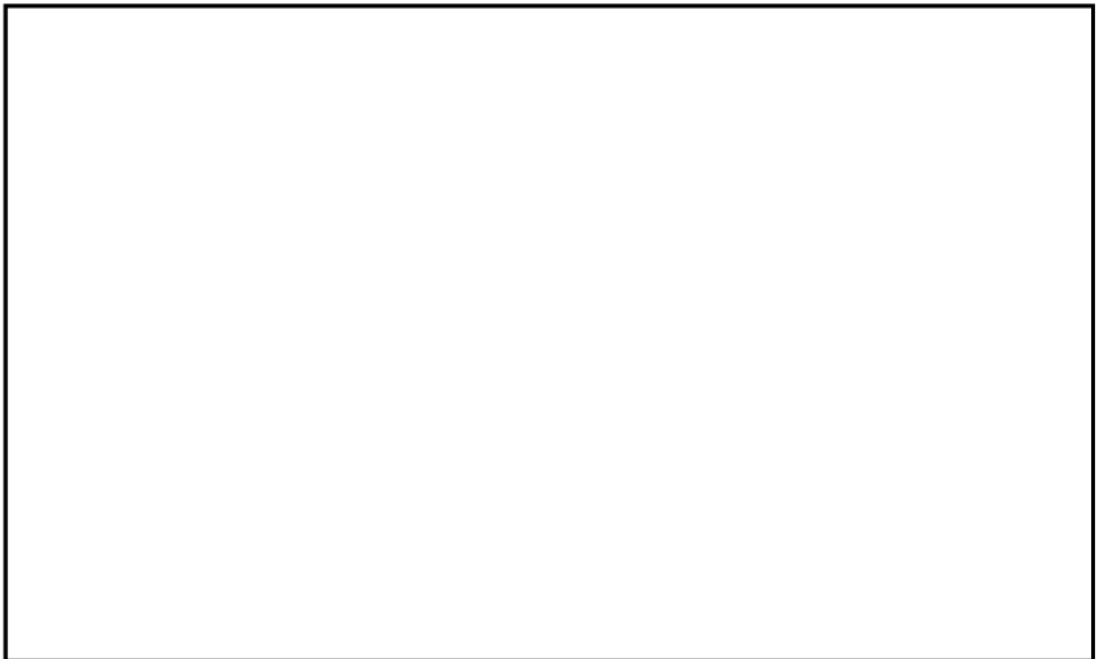
10.14.1.2 設計方針



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



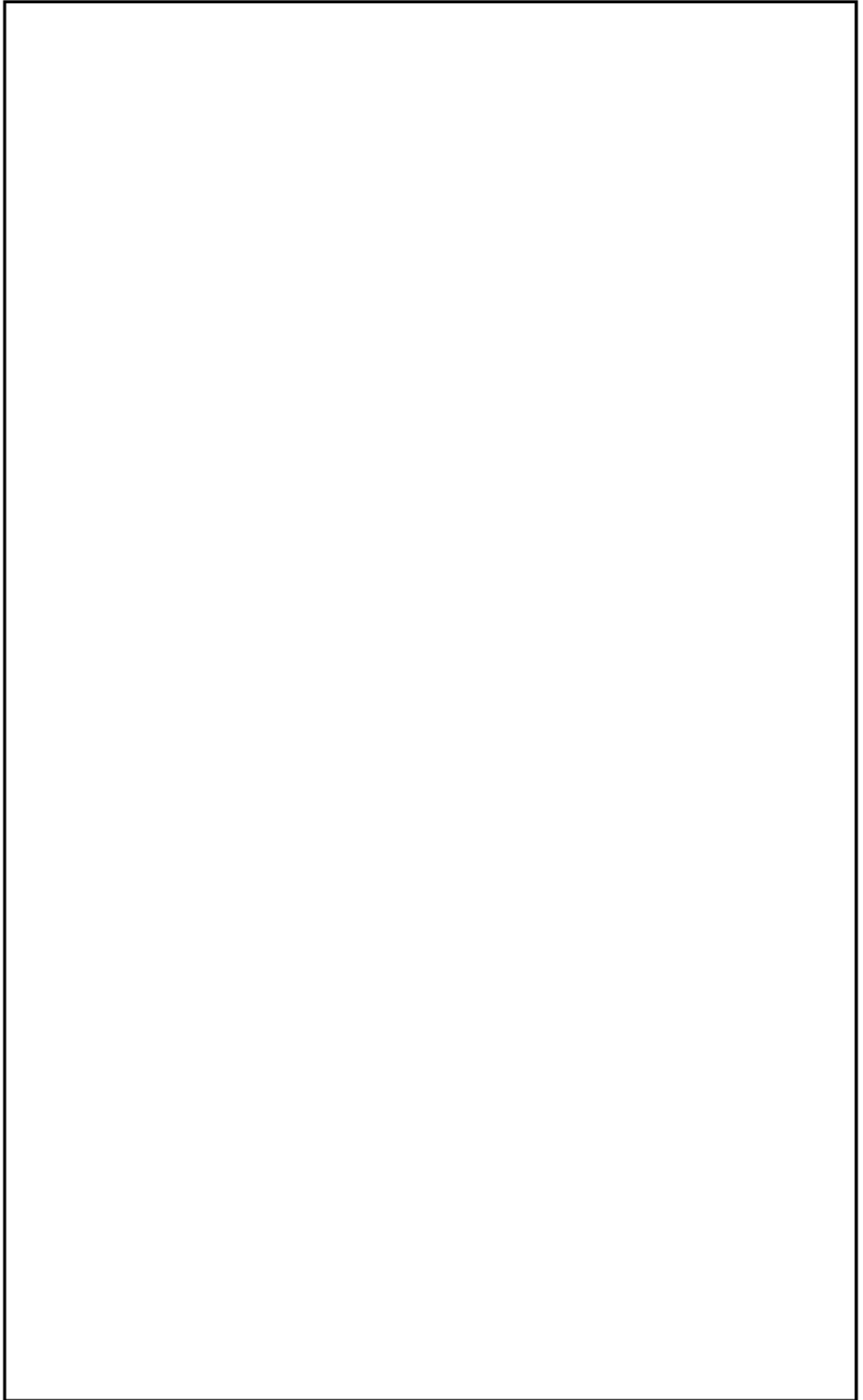
10.14.1.2.1 大型航空機の衝突影響を考慮する対象範囲



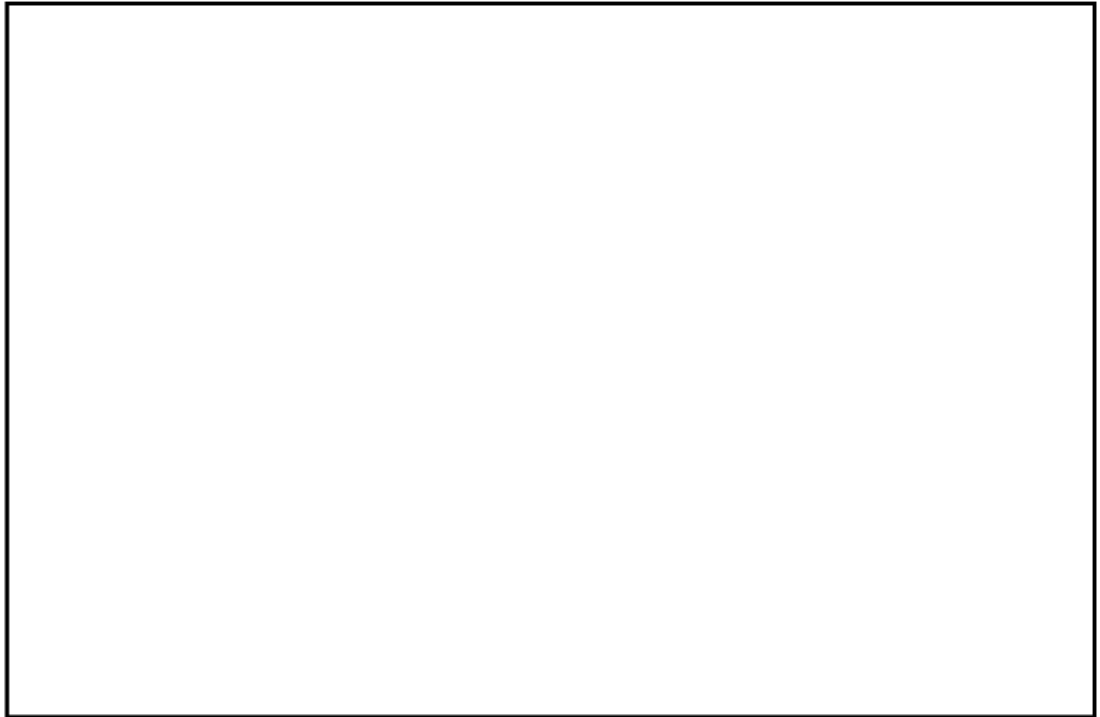
10.14.1.2.2 大型航空機等の特性



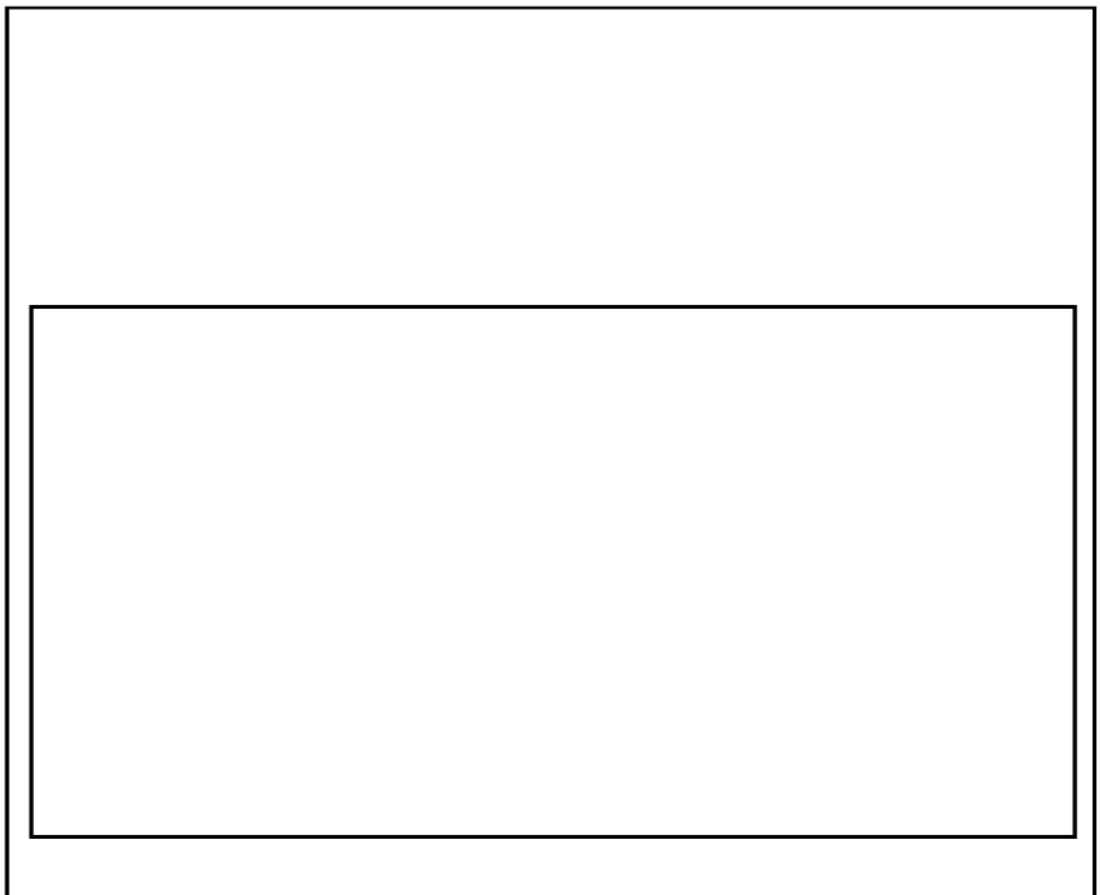
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



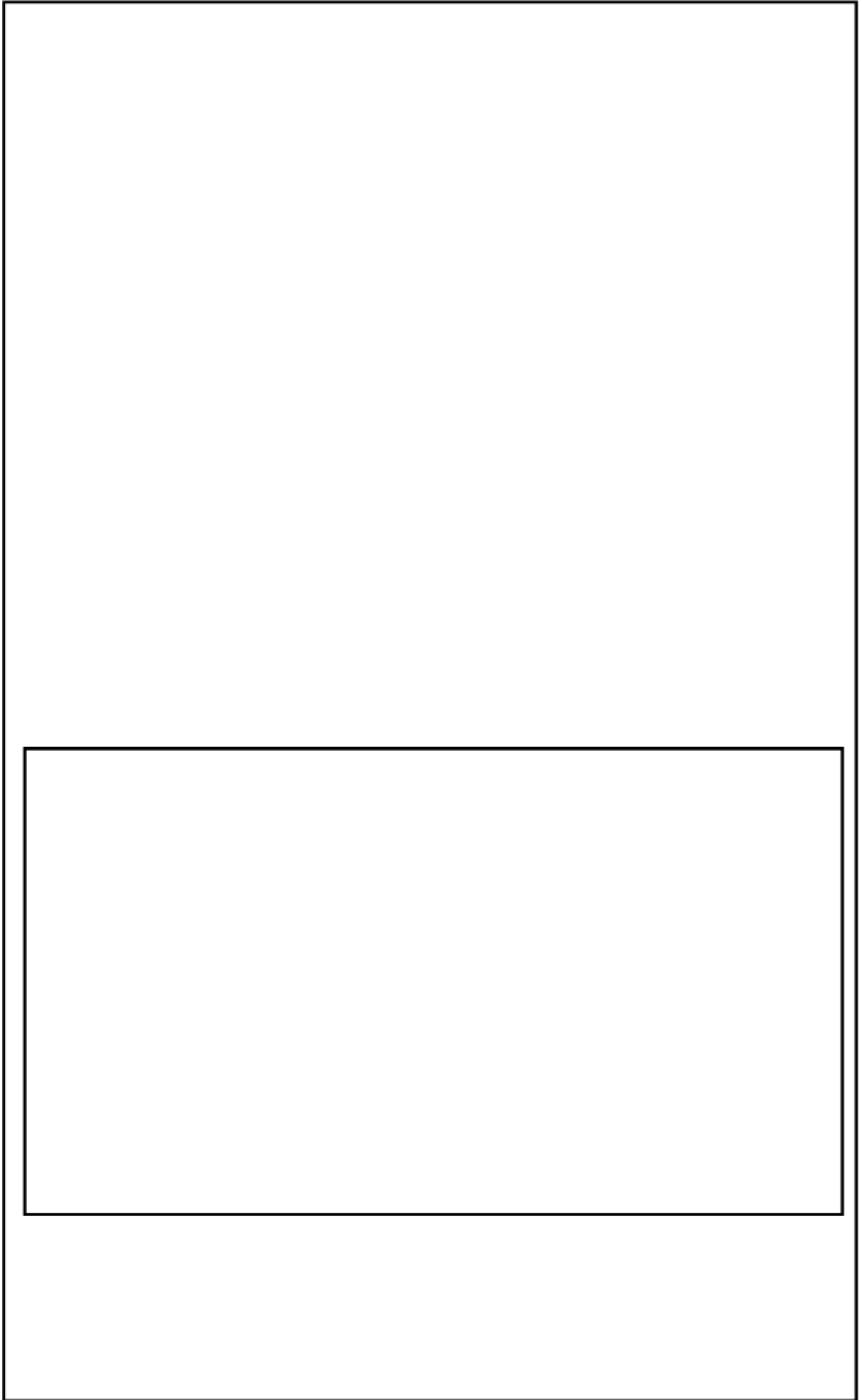
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



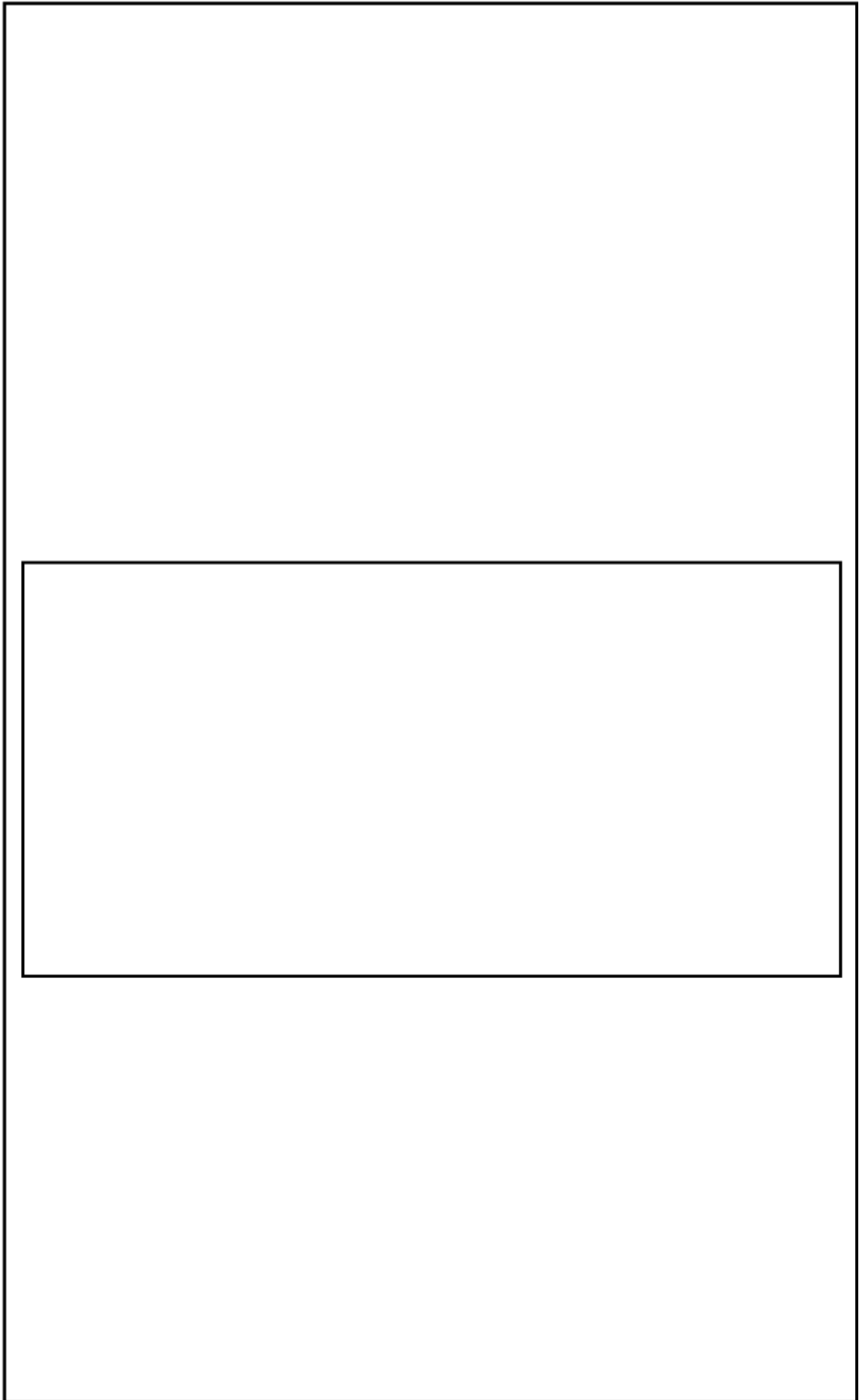
10.14.1.2.3 大型航空機の衝突箇所と大型航空機衝突影響評価の対象範囲の設定



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

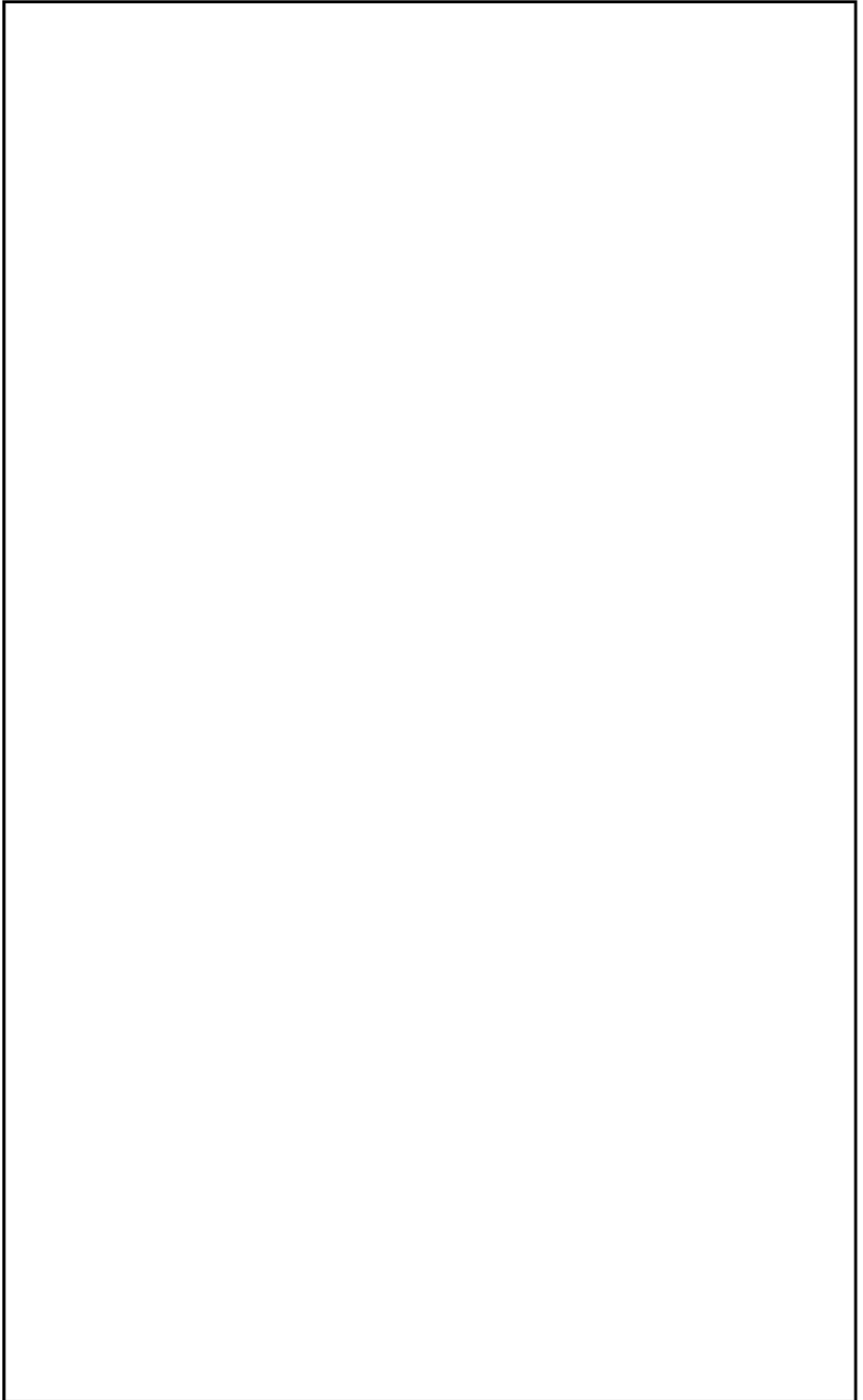


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

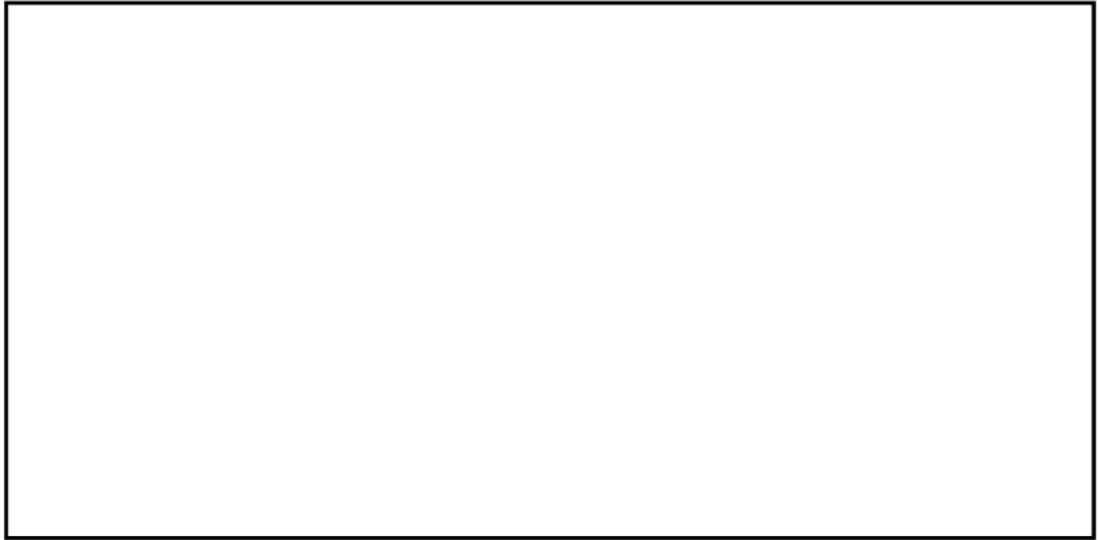


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

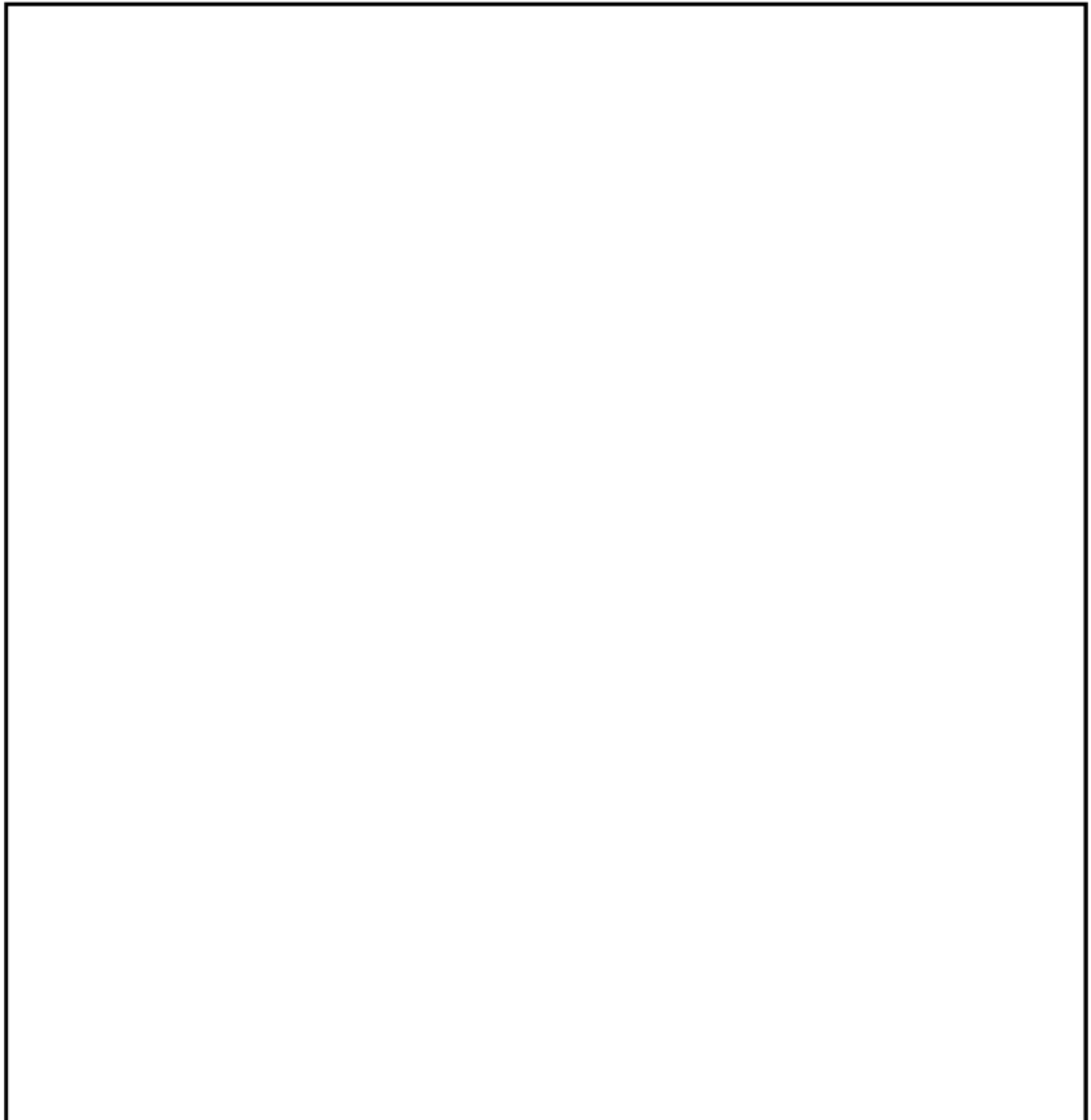
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



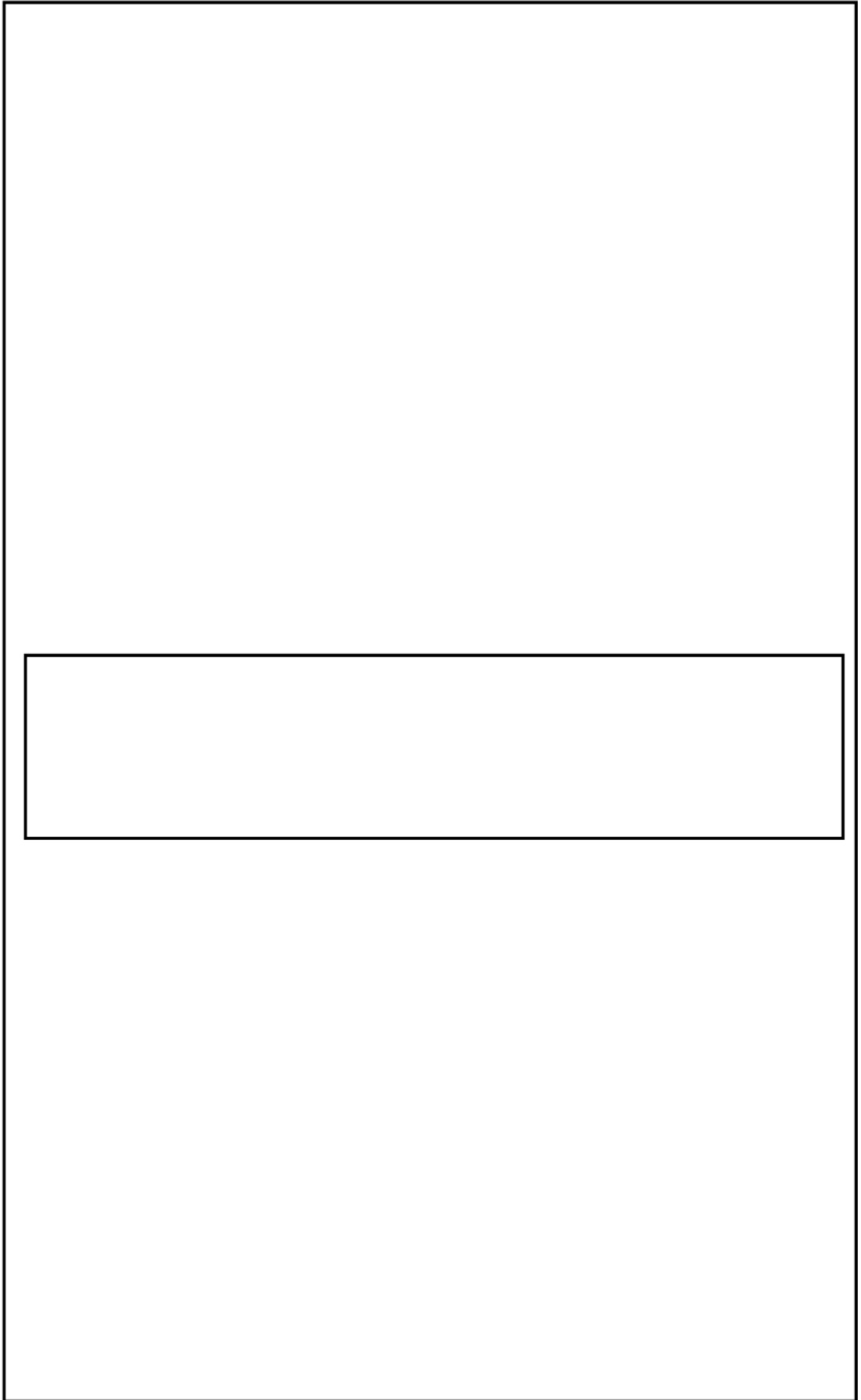
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



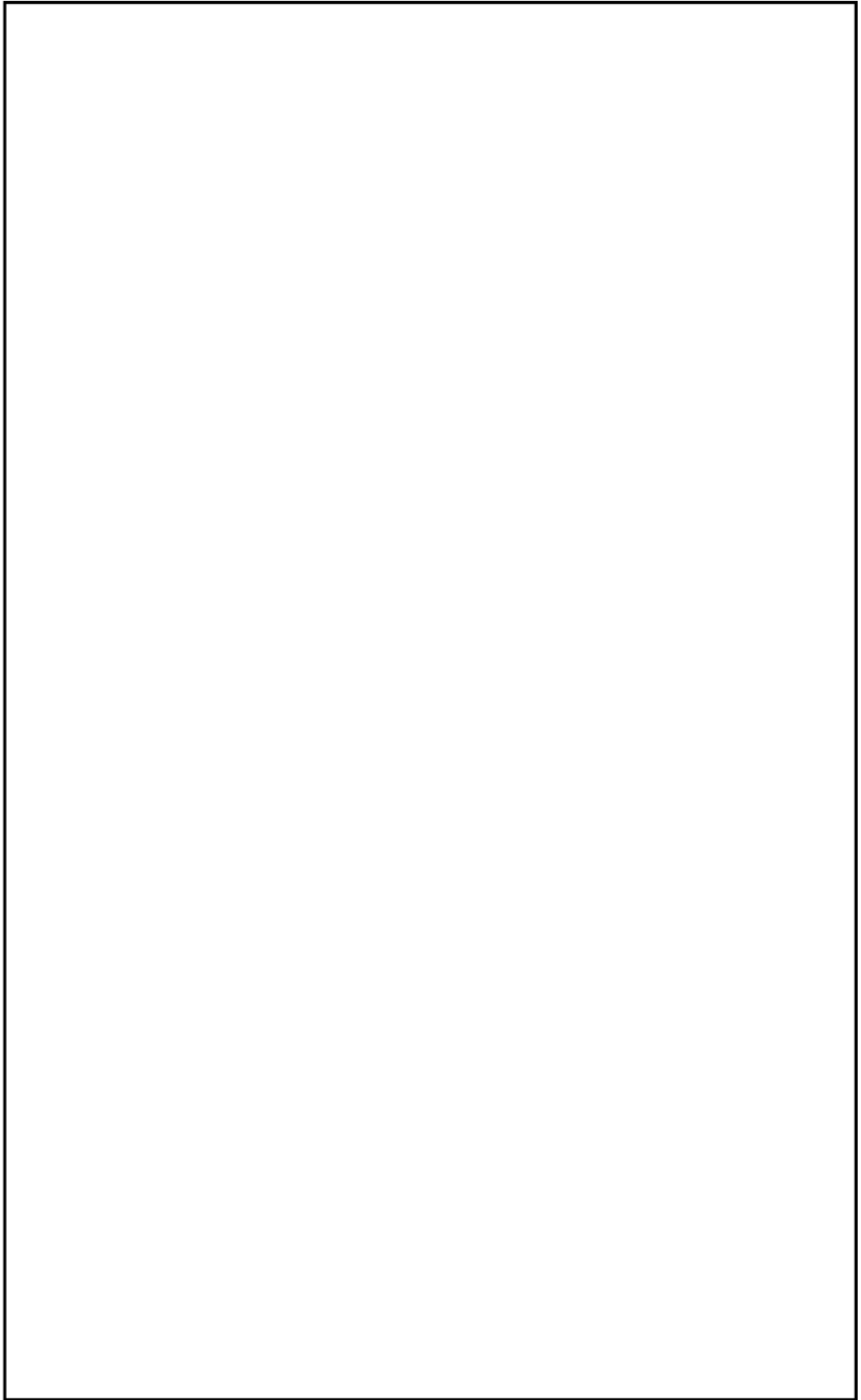
10.14.1.2.4 評価内容の設定



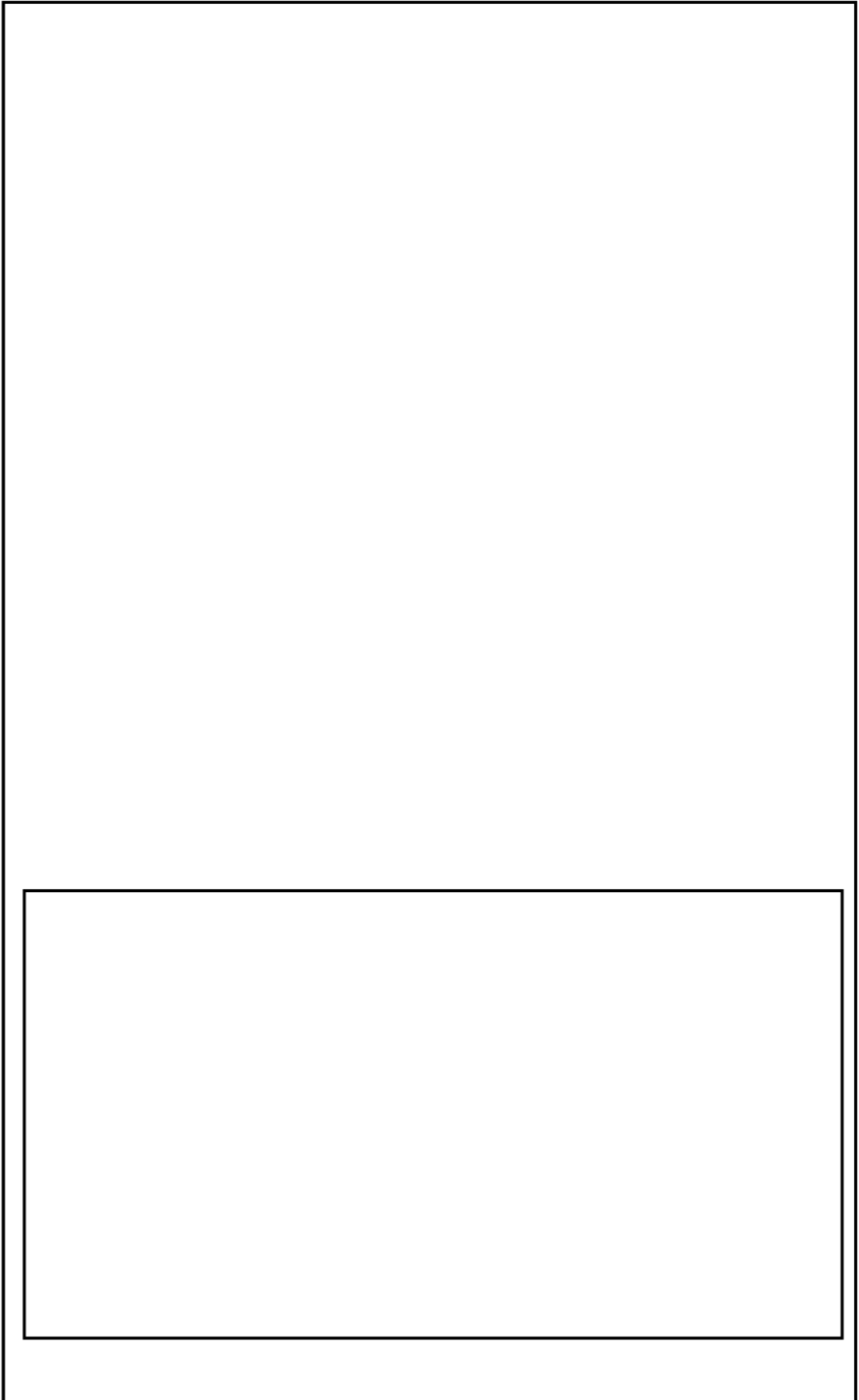
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



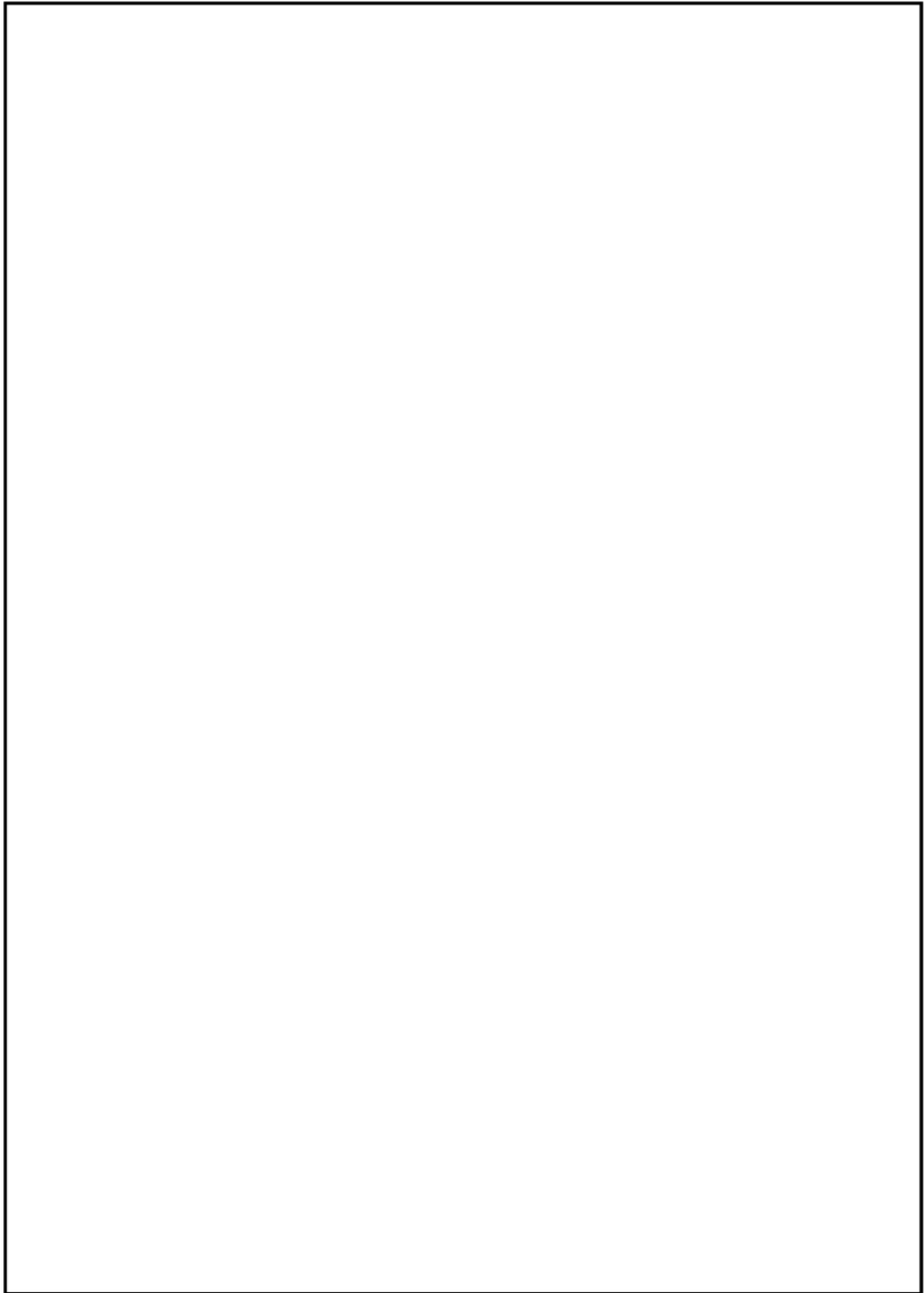
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



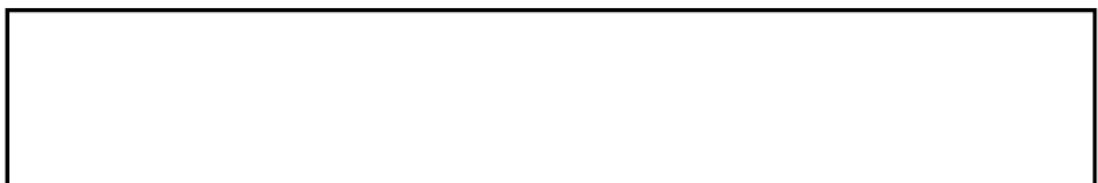
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



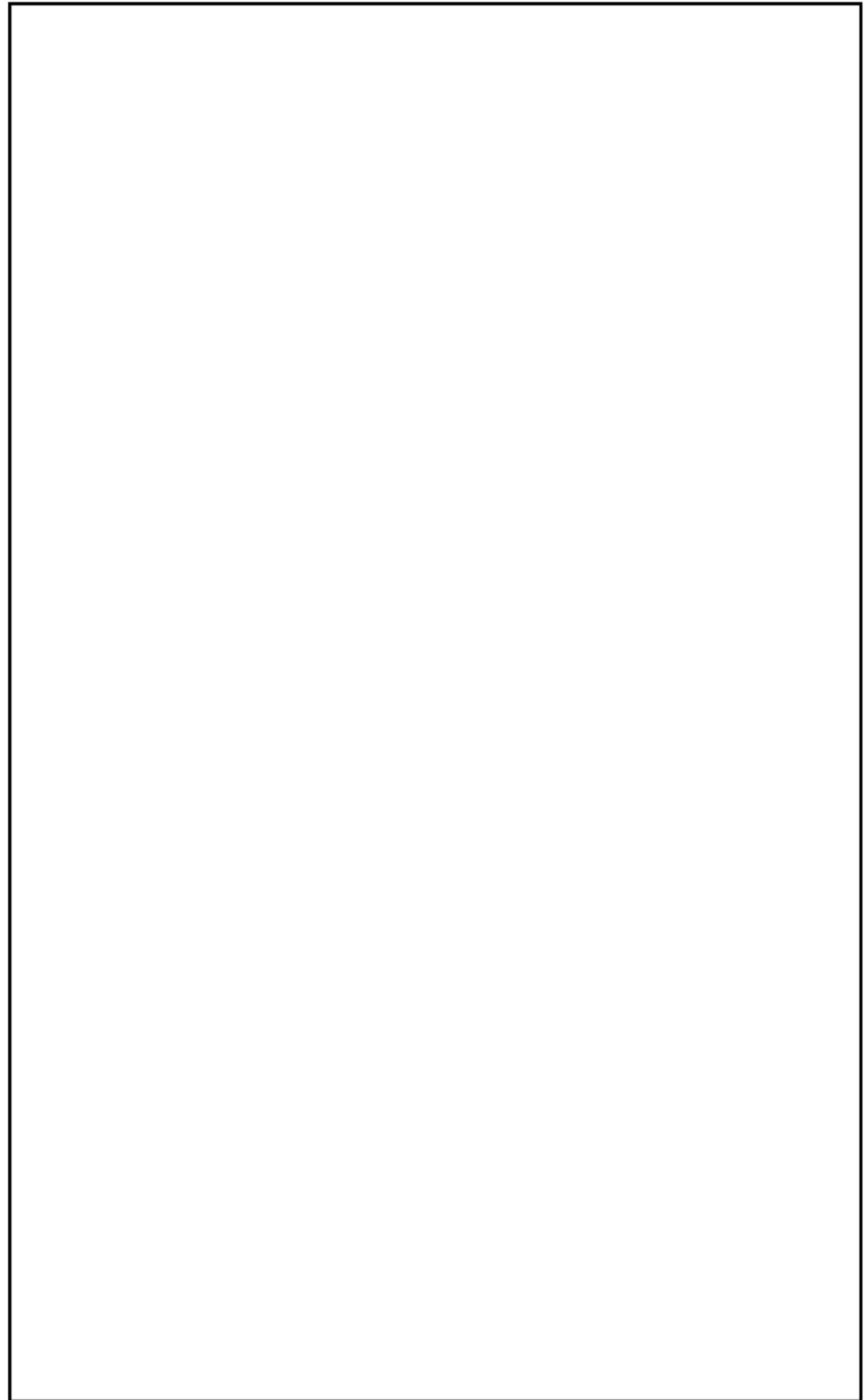
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



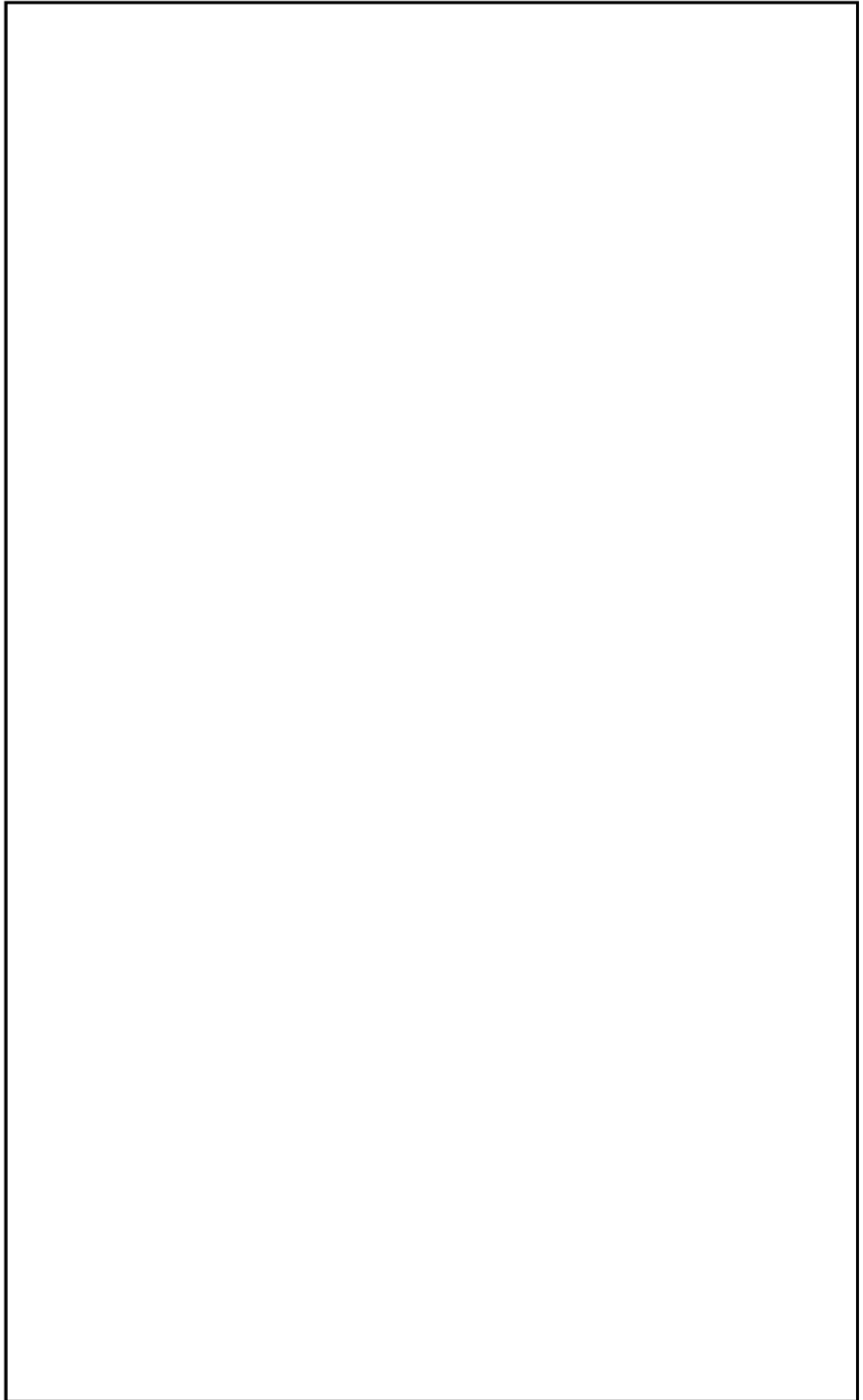
10.14.1.2.5 評価の方法



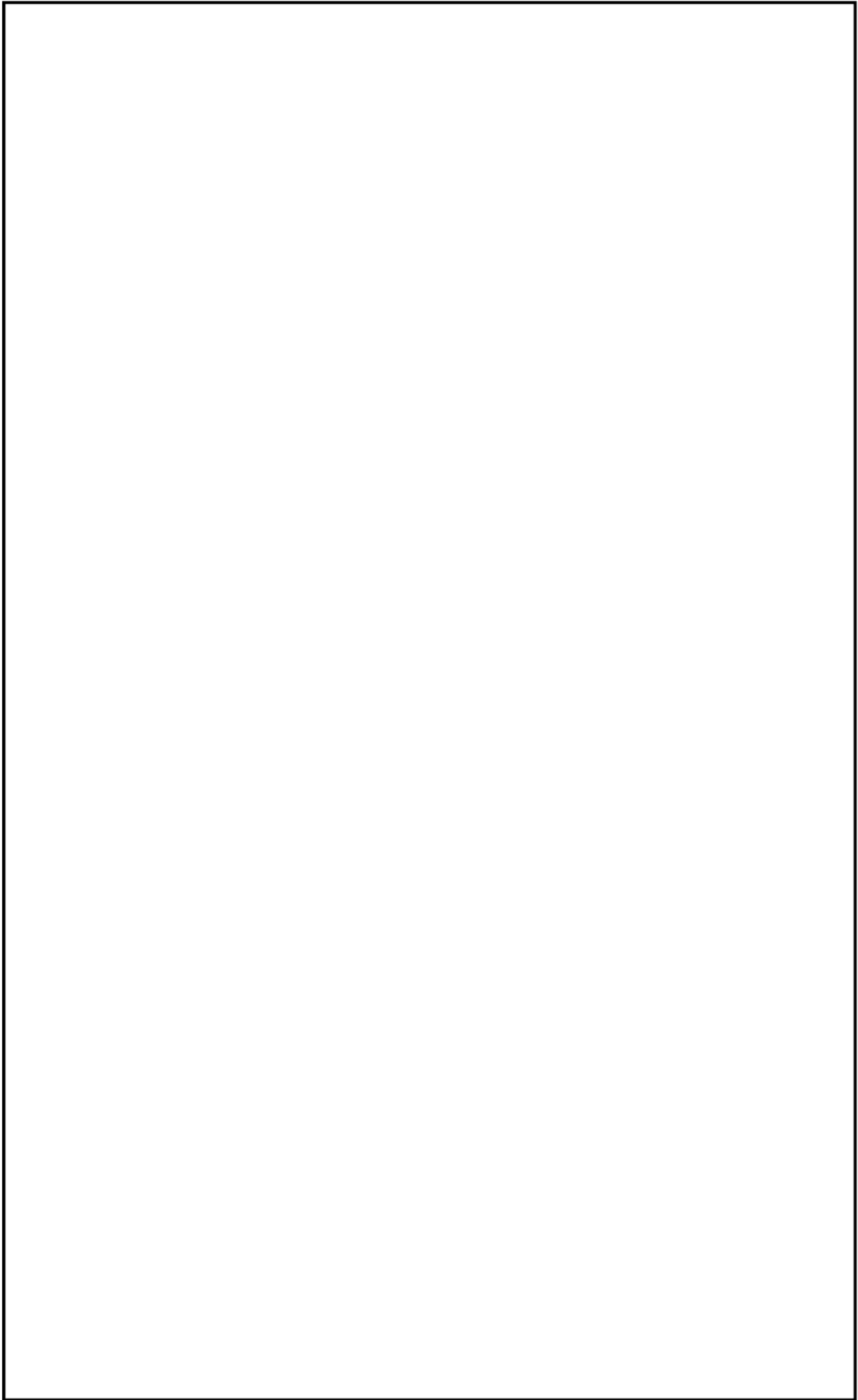
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



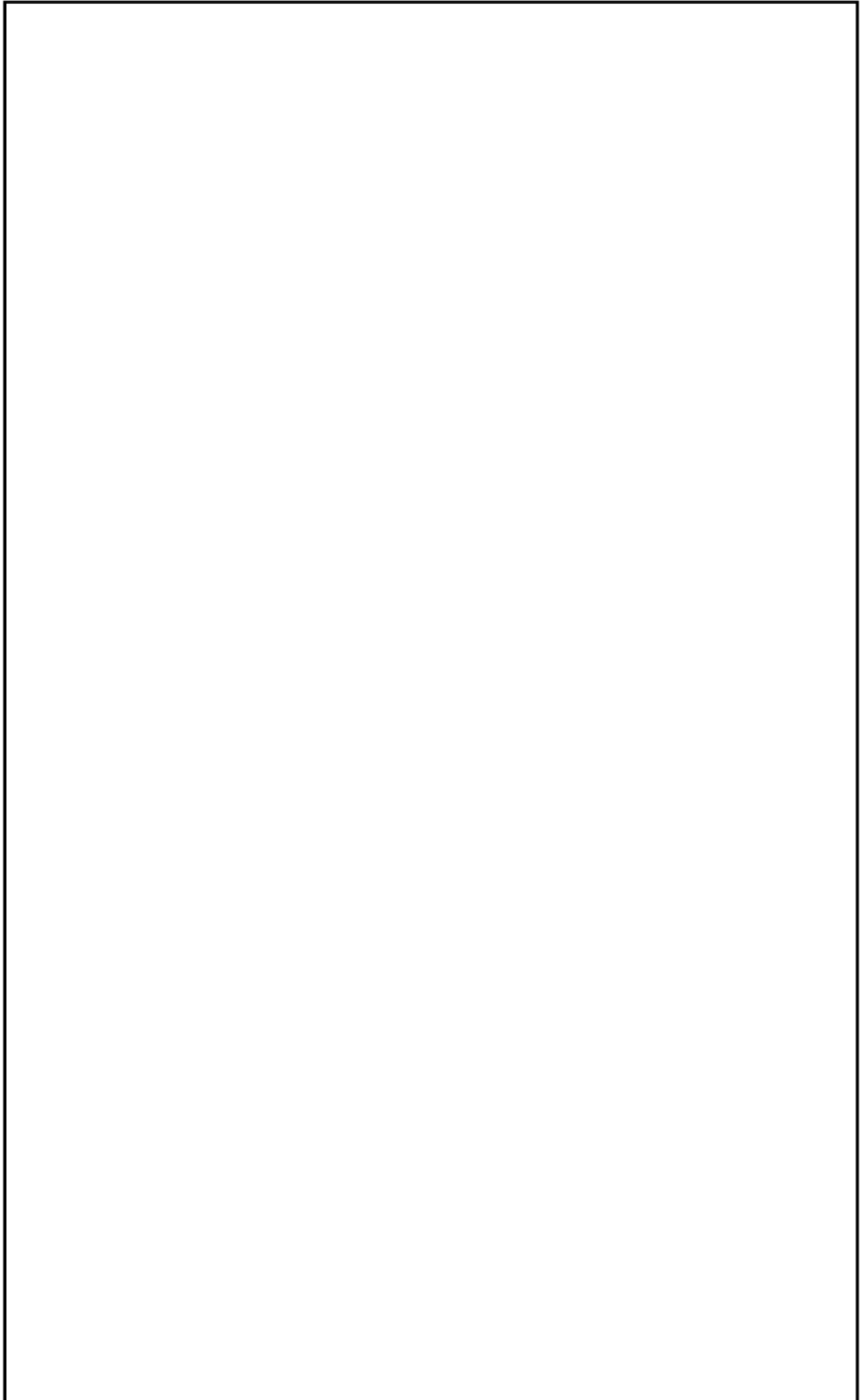
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



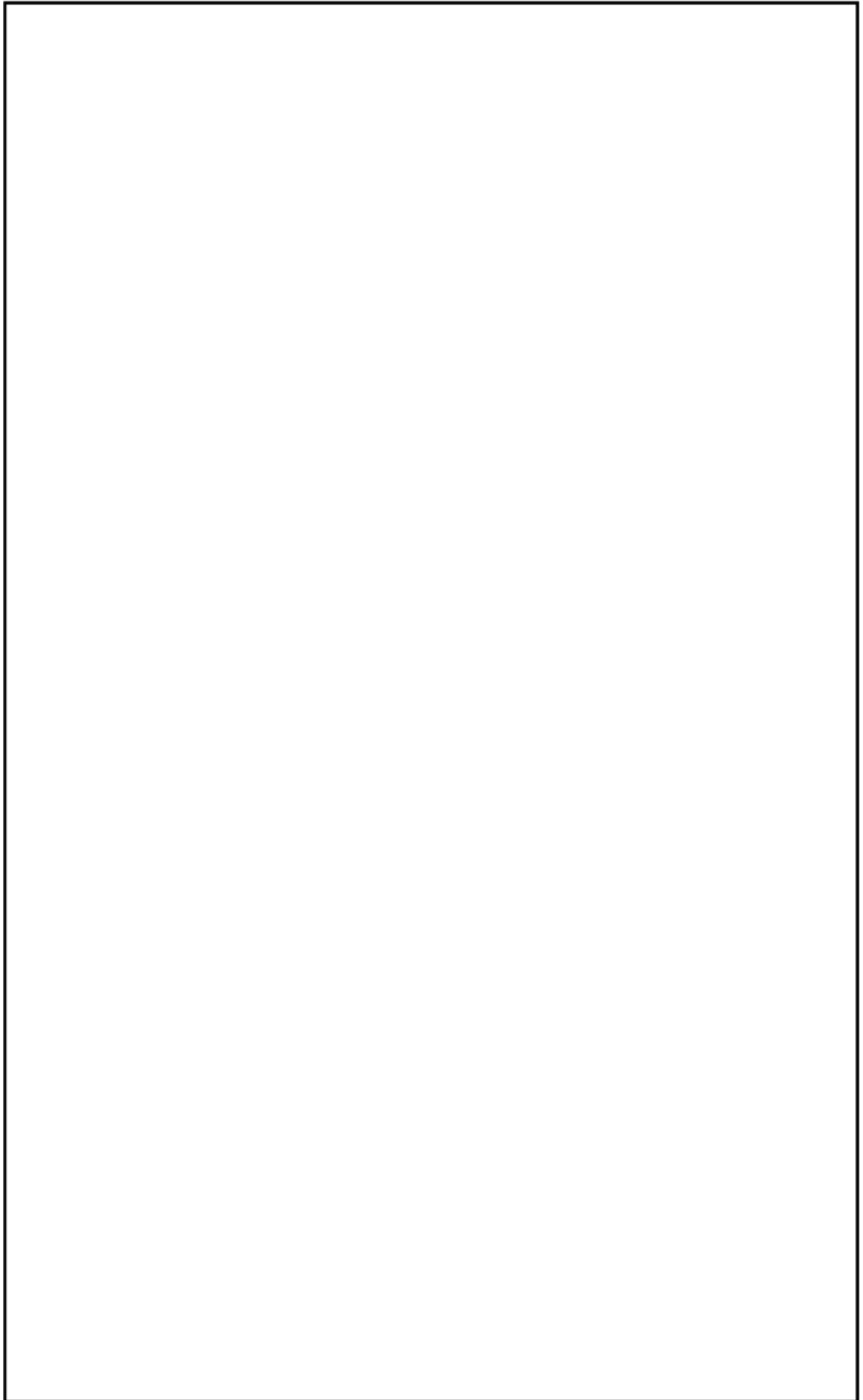
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



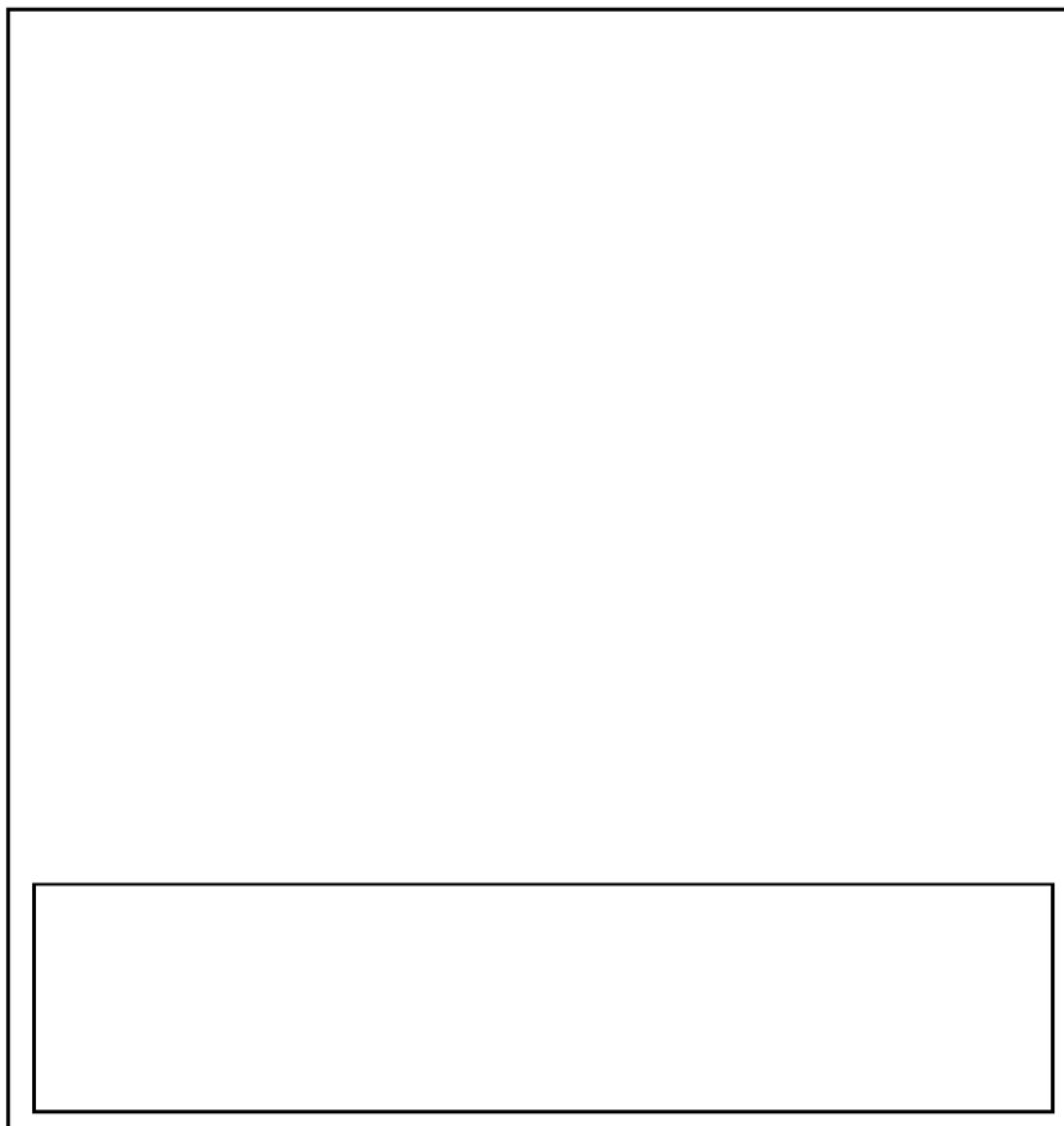
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.2 原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧操作機能

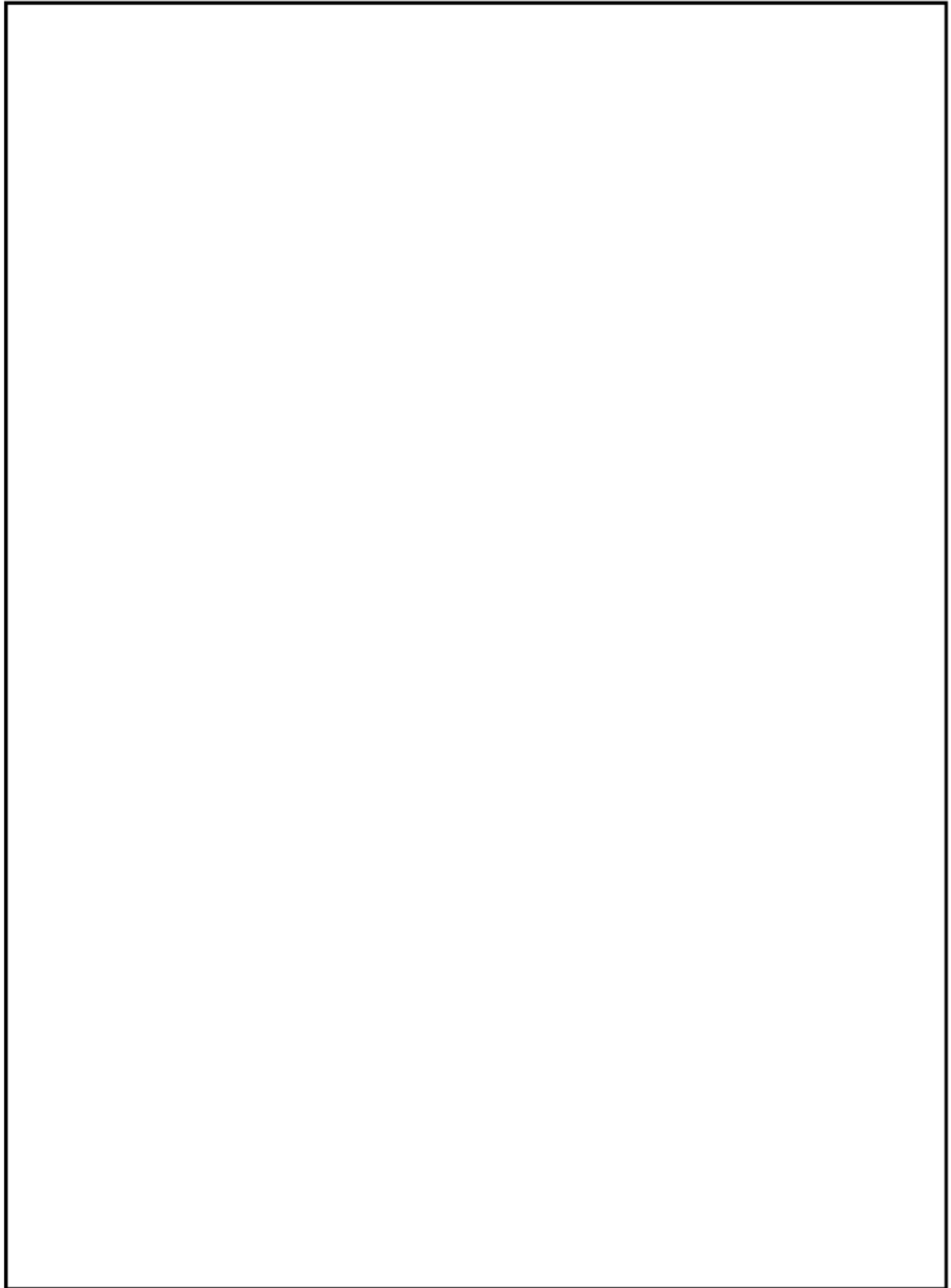
10.14.2.1 概要

原子炉補助建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して、原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧操作機能を有する特定重大事故等対処施設を設置する。

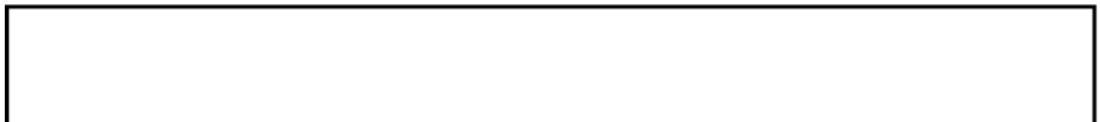
原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧操作機能の概略系統図を第 10.14.2.1 図から第 10.14.2.2 図に示す。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

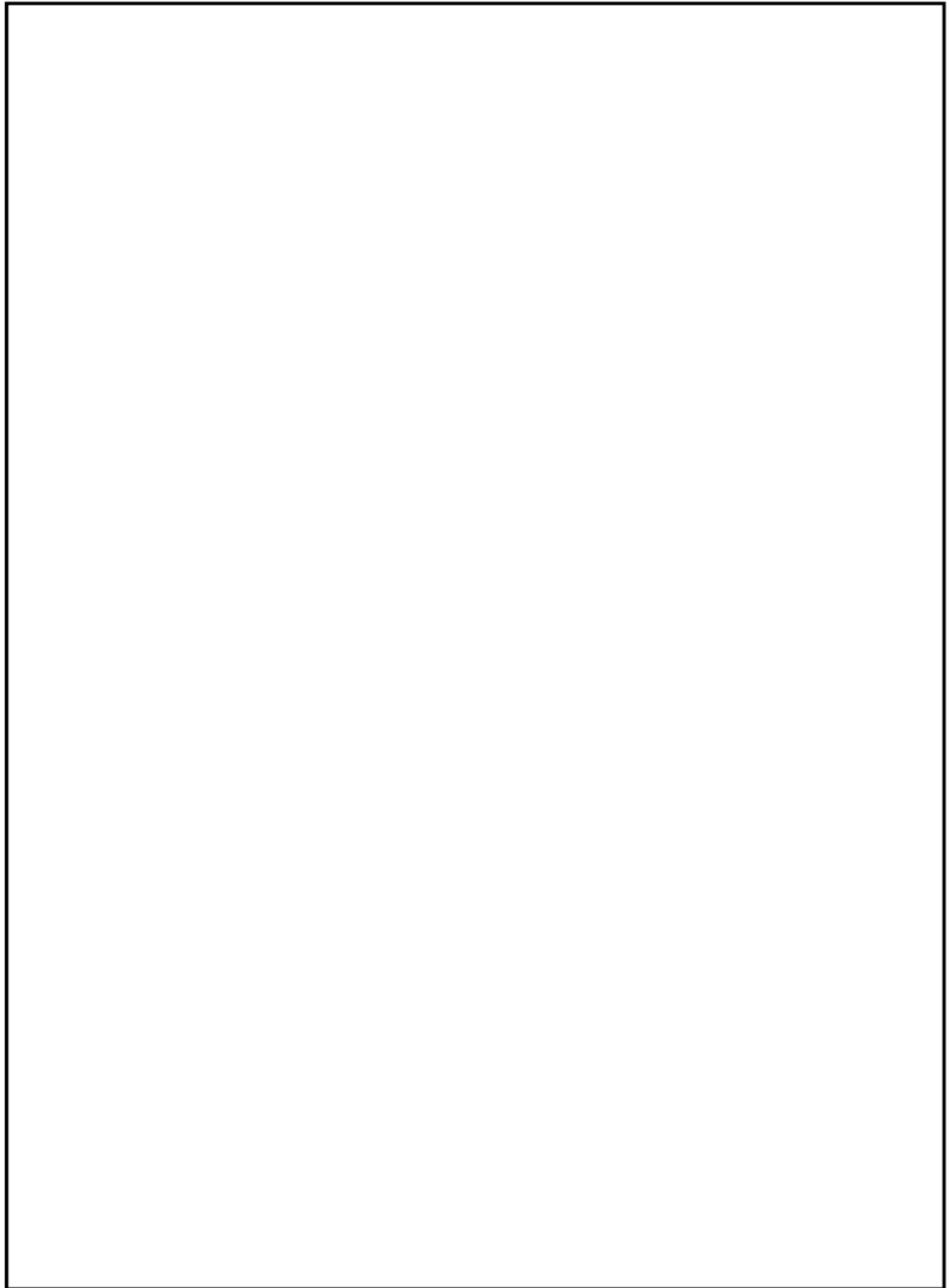
10.14.2.2 設計方針



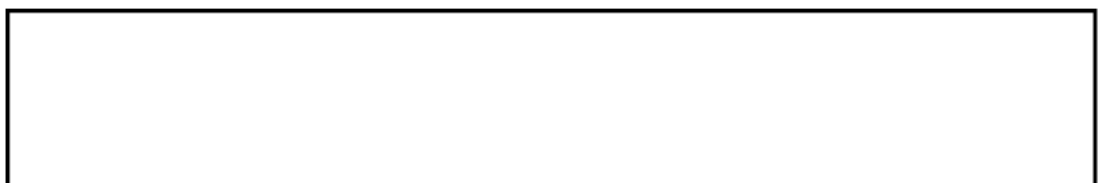
10.14.2.2.1 多重性又は多様性、独立性、位置的分散



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.2.2.2 悪影響防止



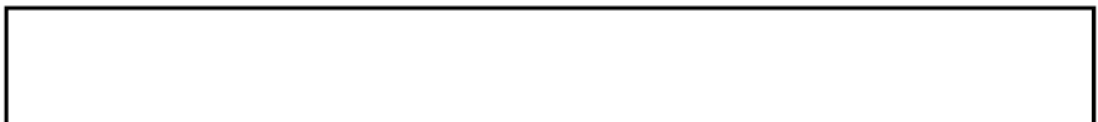
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.2.2.3 容量等



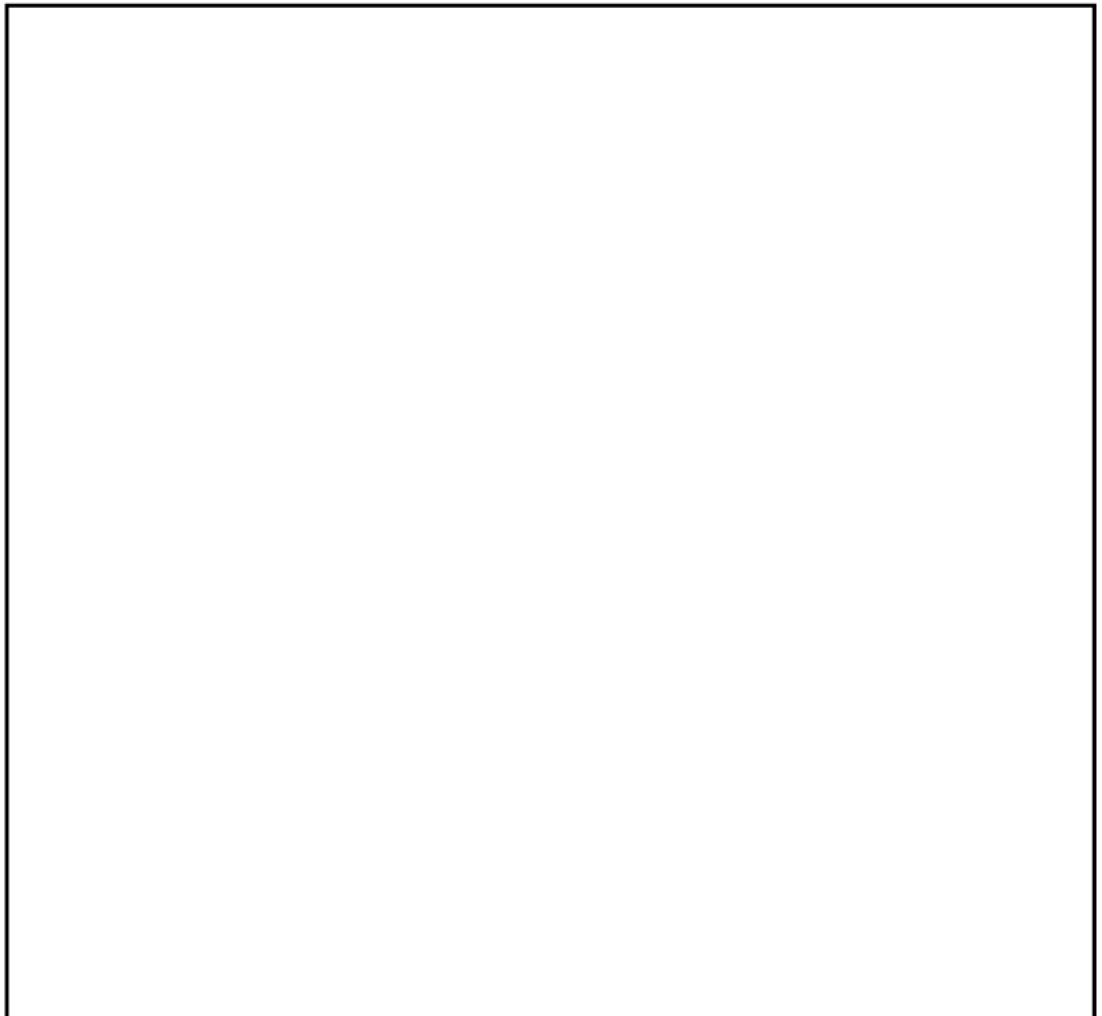
10.14.2.2.4 環境条件等



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.2.2.5 操作性の確保



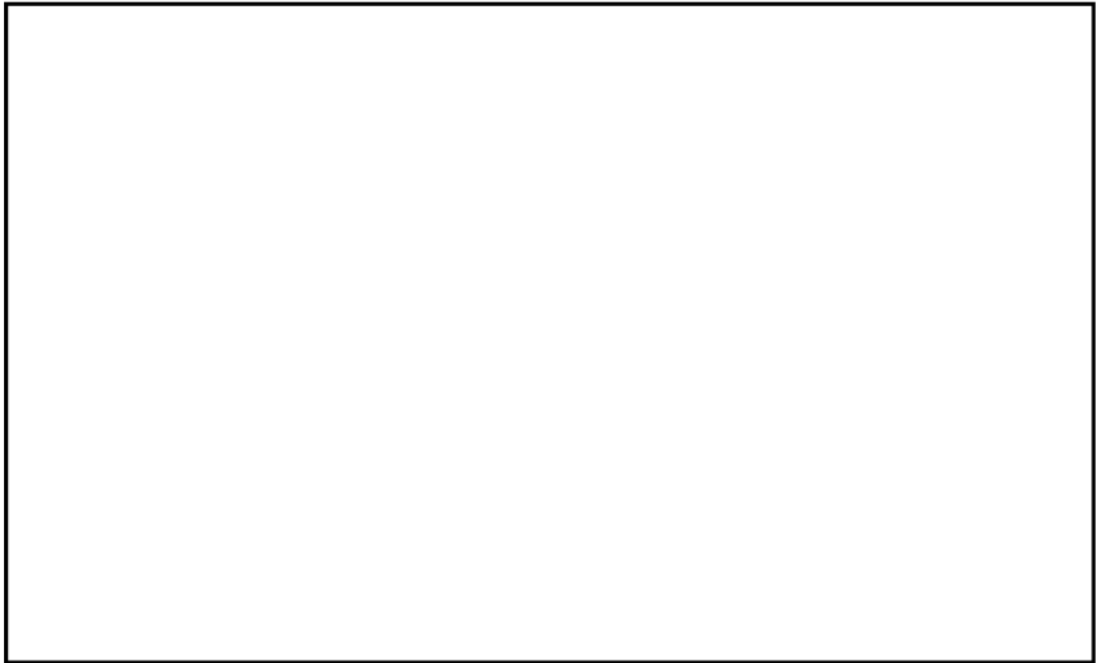
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

10.14.2.3 主要設備及び仕様

10.14.2.4 試験検査

10.14.2.5 信頼性向上を図るための設計方針

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.3 炉内の溶融炉心の冷却機能

10.14.3.1 概要

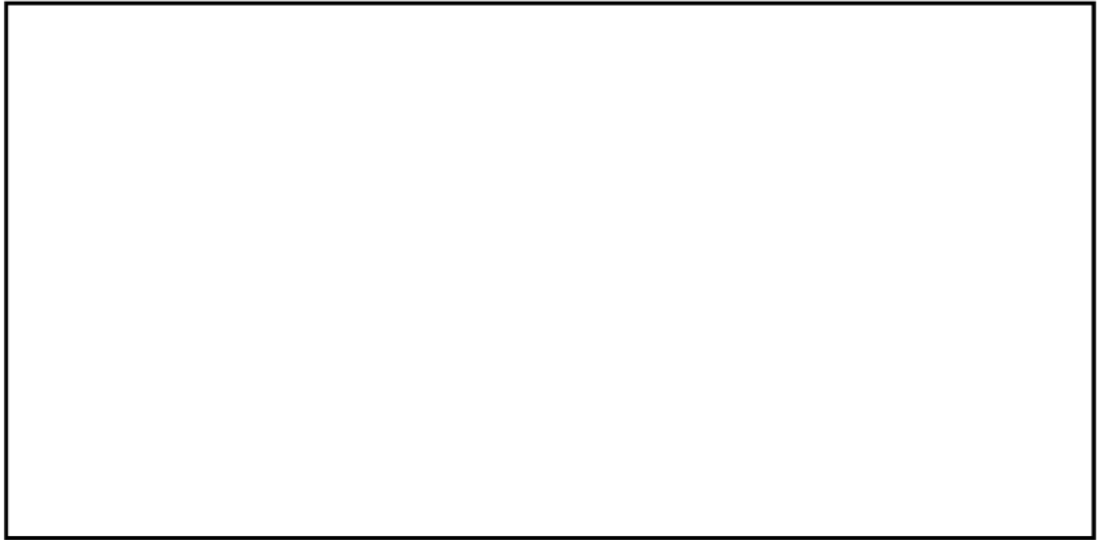
原子炉補助建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して、原子炉格納容器の破損を防止するため、炉内の溶融炉心の冷却機能を有する特定重大事故等対処施設を設置する。

炉内の溶融炉心の冷却機能の概略系統図を第 10.14.3.1 図に示す。

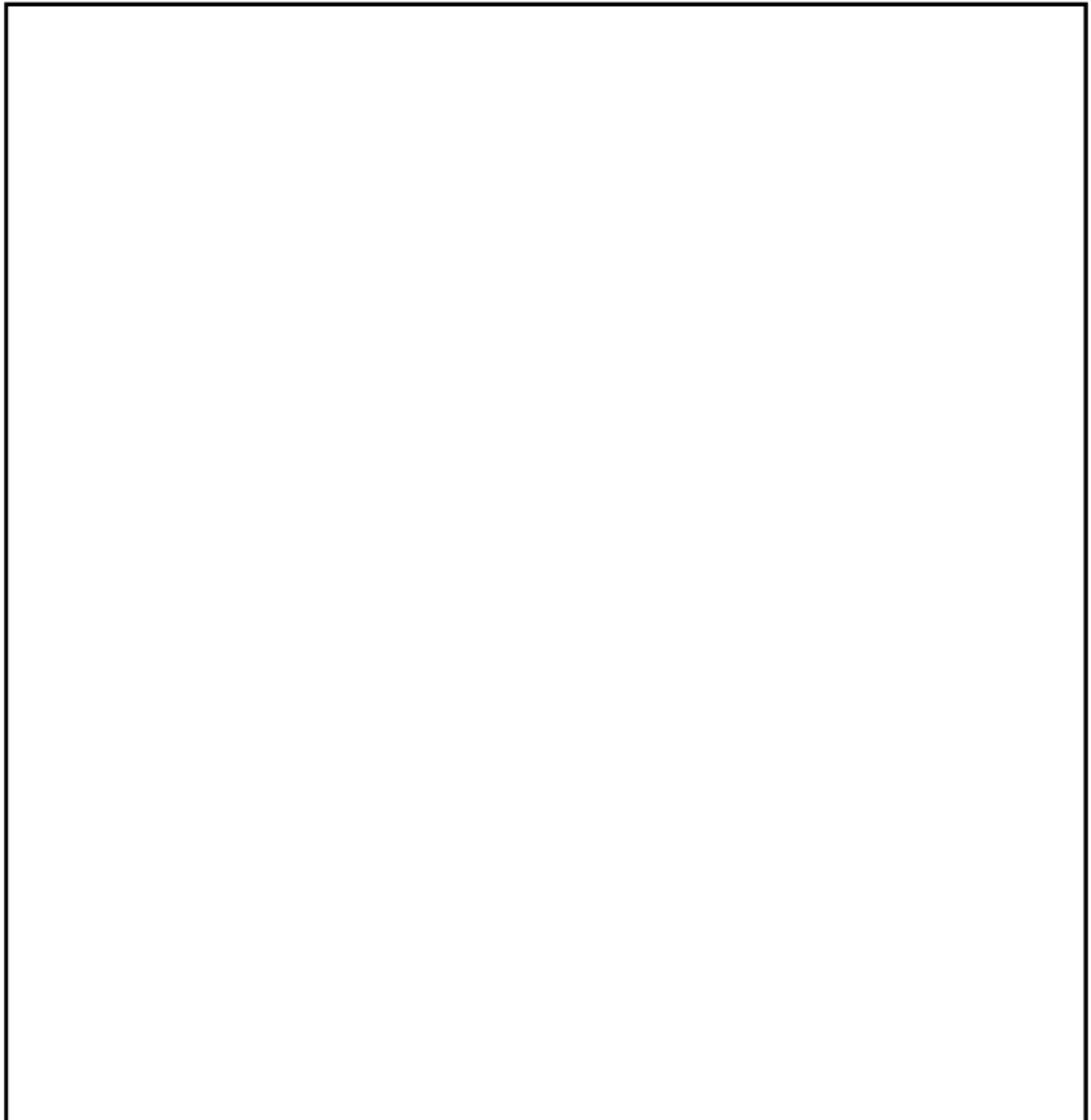
10.14.3.2 設計方針



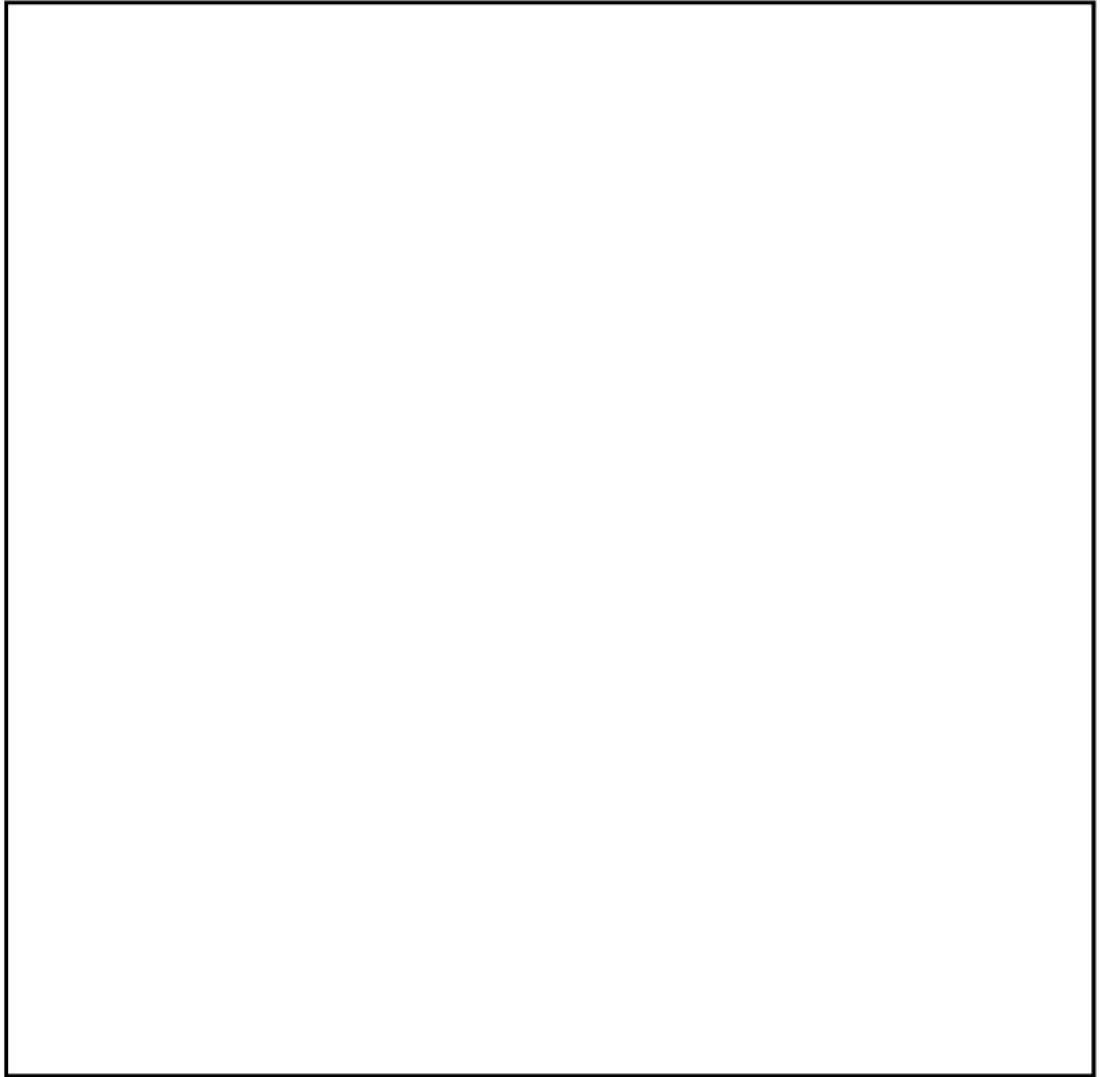
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



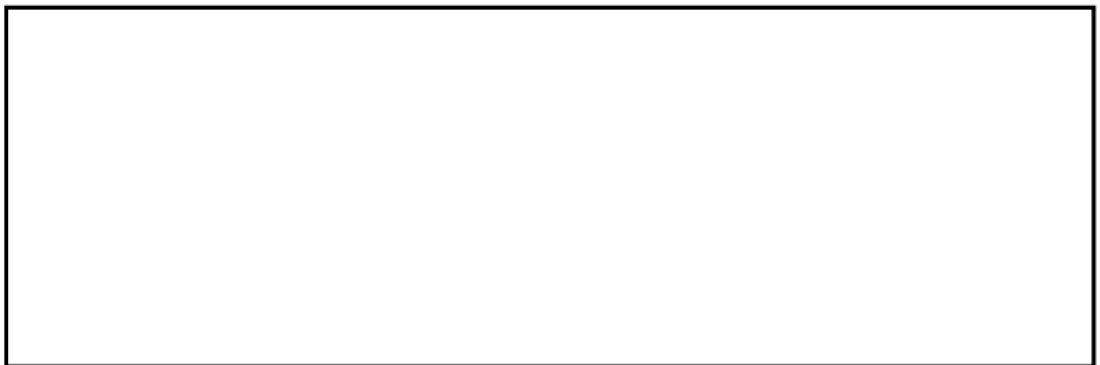
10.14.3.2.1 多重性又は多様性、独立性、位置的分散



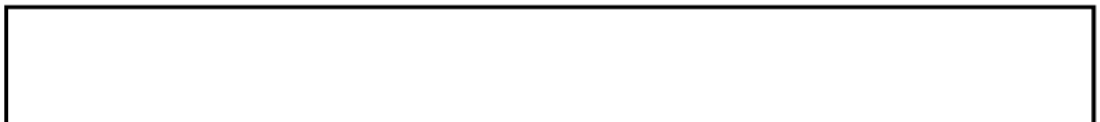
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



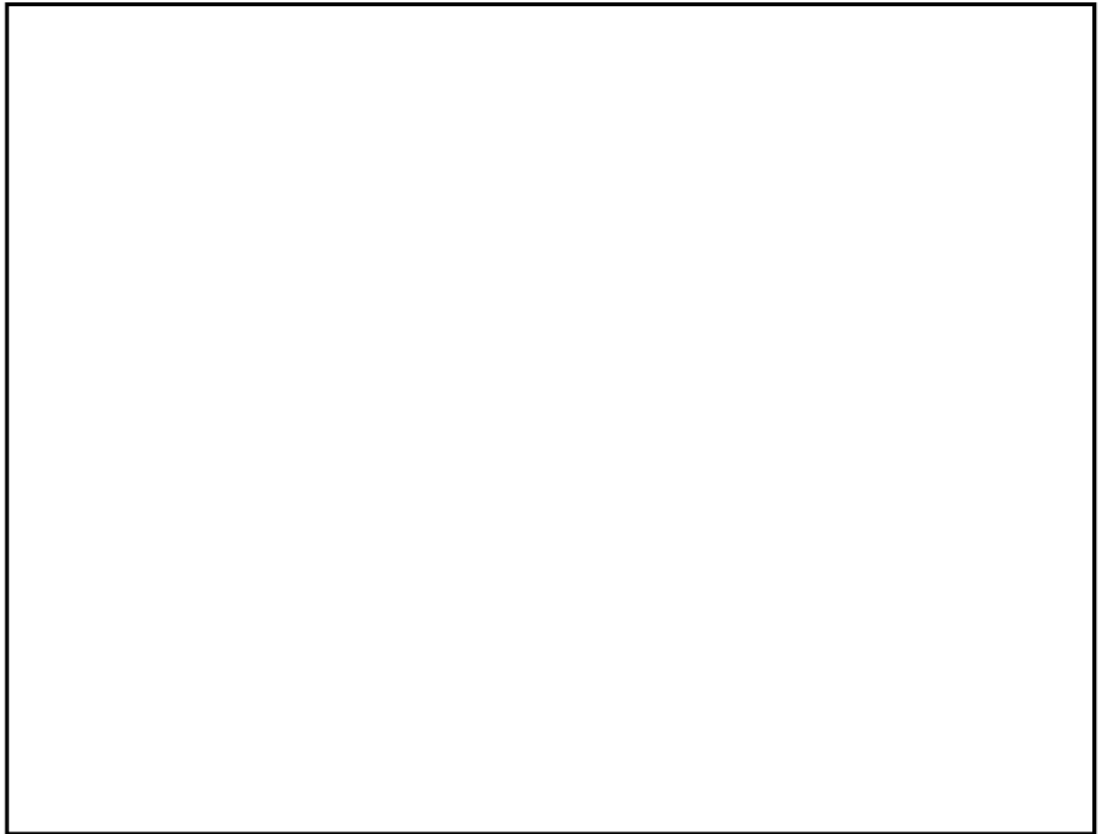
10.14.3.2.2 悪影響防止



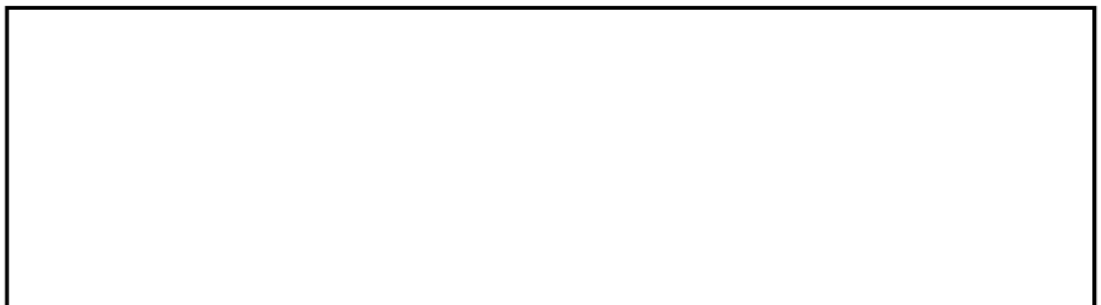
10.14.3.2.3 共用の禁止



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.3.2.4 容量等



10.14.3.2.5 環境条件等

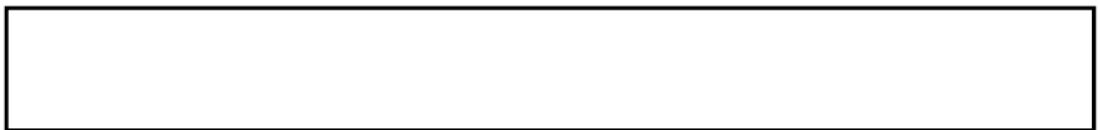


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

10.14.3.2.6 操作性の確保



10.14.3.3 主要設備及び仕様



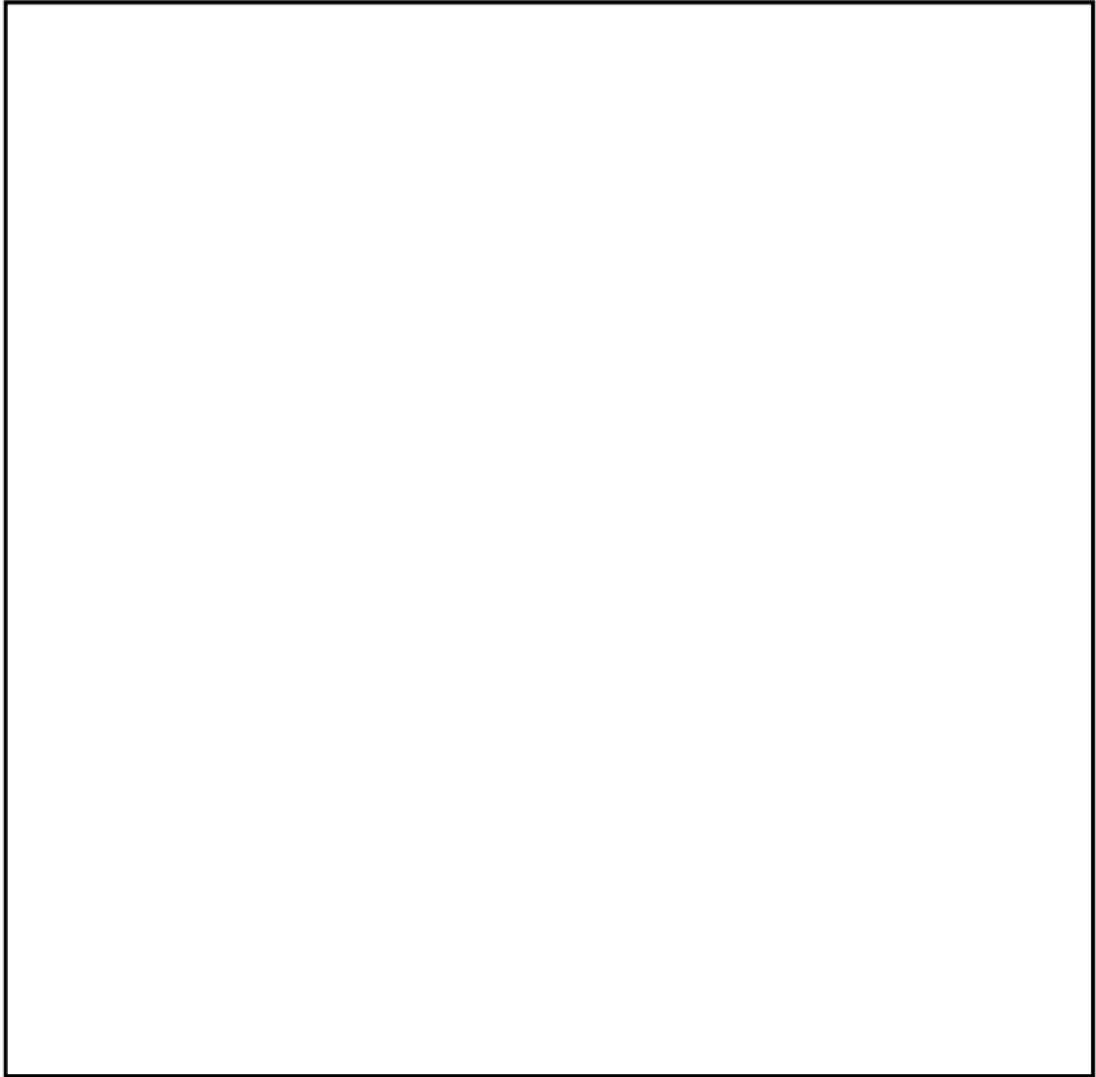
10.14.3.4 試験検査



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.3.5 信頼性向上を図るための設計方針



10.14.4 原子炉格納容器下部に落下した熔融炉心の冷却機能

10.14.4.1 概要

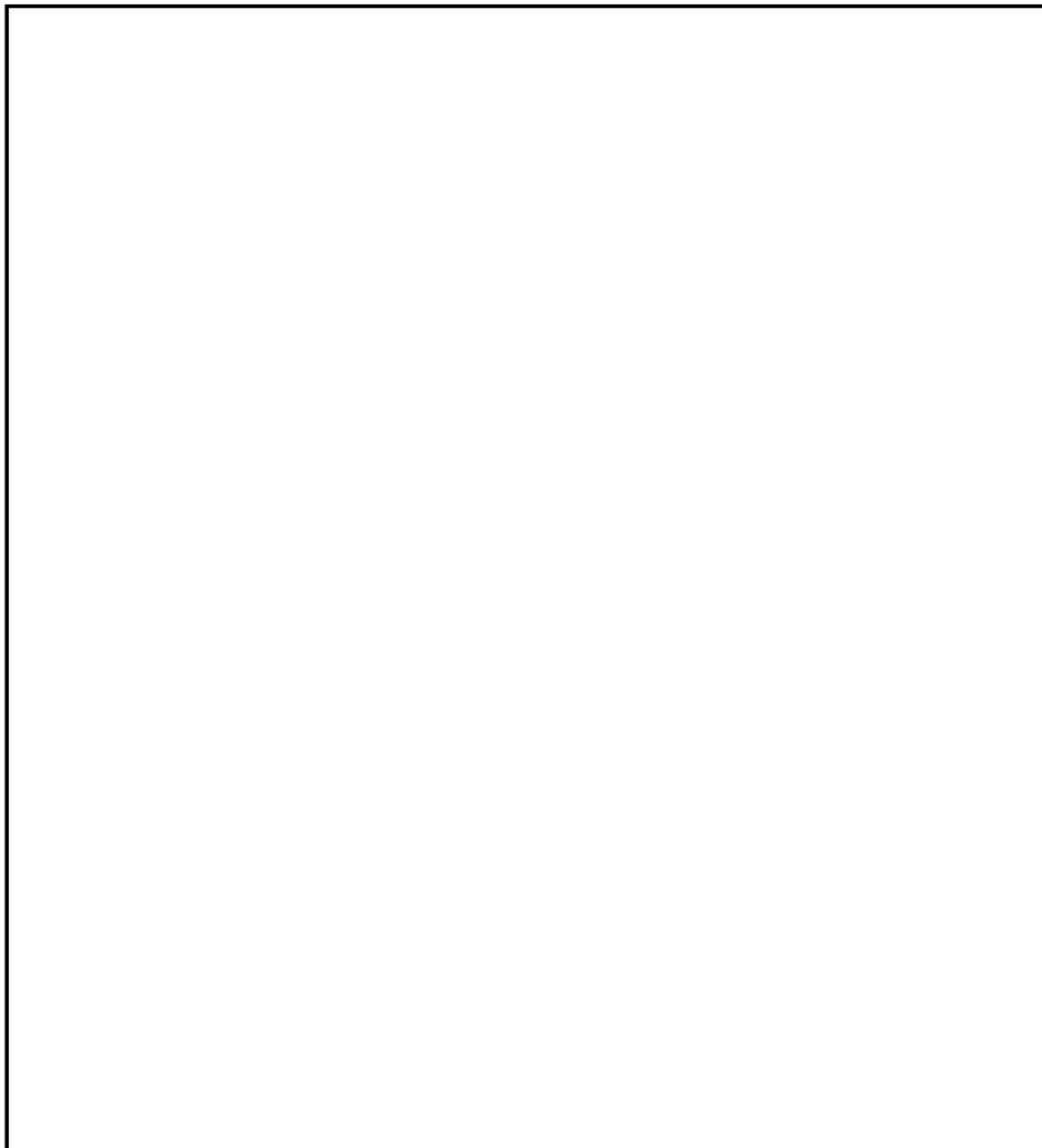
原子炉補助建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して、原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉格納容器下部に落下した熔融炉心の冷却機能を有する特定重大事故等対処施設を設置する。

原子炉格納容器下部に落下した熔融炉心の冷却機能の概略系統図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

を第 10.14.4.1 図に示す。

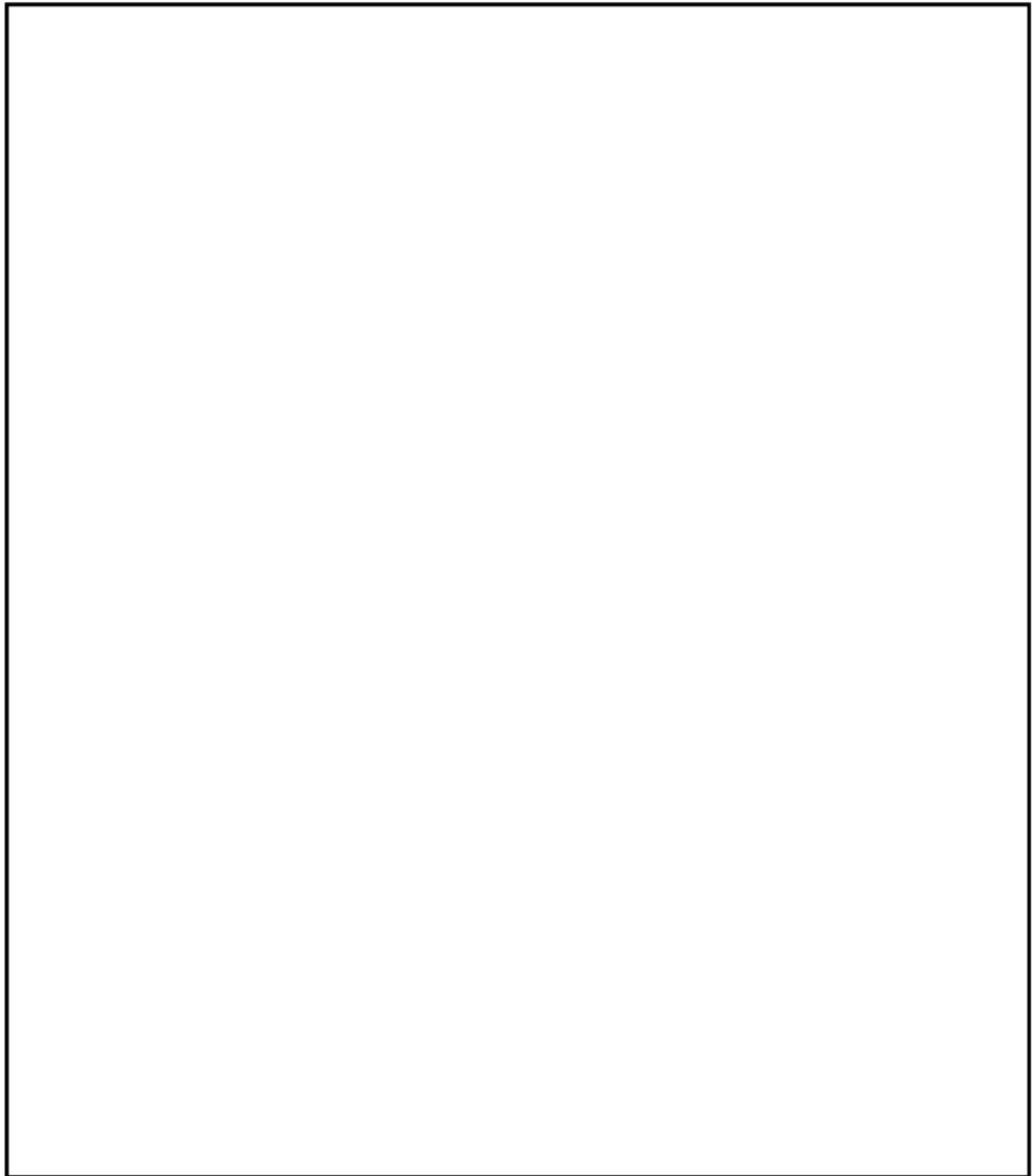
10.14.4.2 設計方針



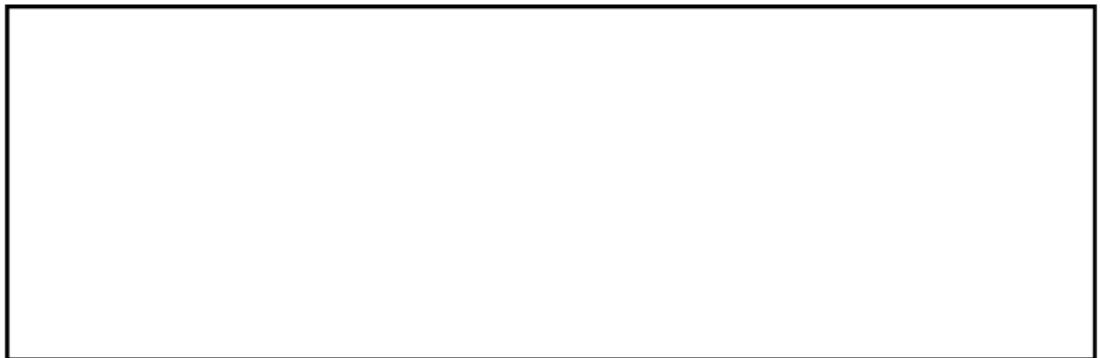
10.14.4.2.1 多重性又は多様性、独立性、位置的分散



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

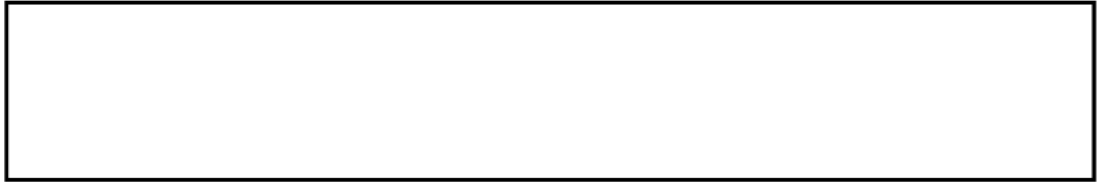


10.14.4.2.2 悪影響防止

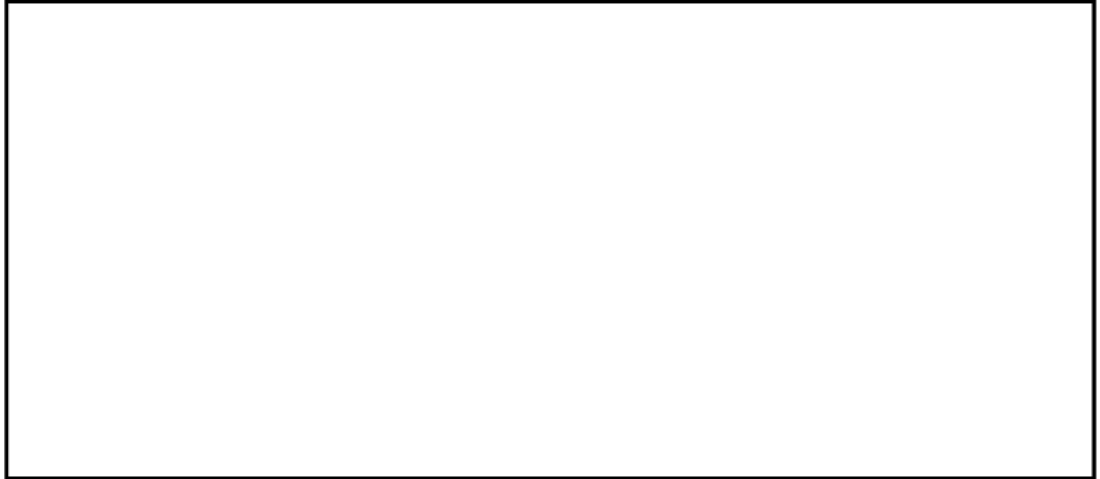


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

10.14.4.2.3 容量等

A large rectangular box with a black border, indicating that the content for this section has been redacted.

10.14.4.2.4 環境条件等

A large rectangular box with a black border, indicating that the content for this section has been redacted.

10.14.4.2.5 操作性の確保

A large rectangular box with a black border, indicating that the content for this section has been redacted.

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

10.14.4.3 主要設備及び仕様

10.14.4.4 試験検査

10.14.4.5 信頼性向上を図るための設計方針

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



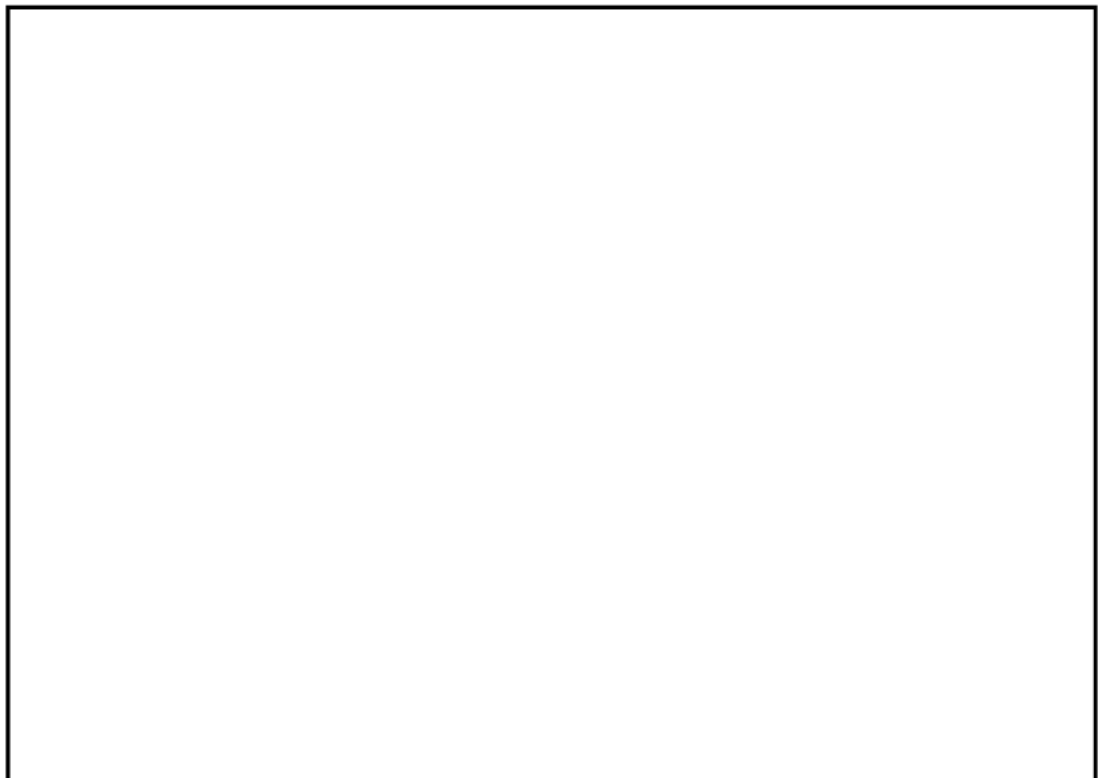
10.14.5 格納容器内の冷却・減圧・放射性物質低減機能

10.14.5.1 概要

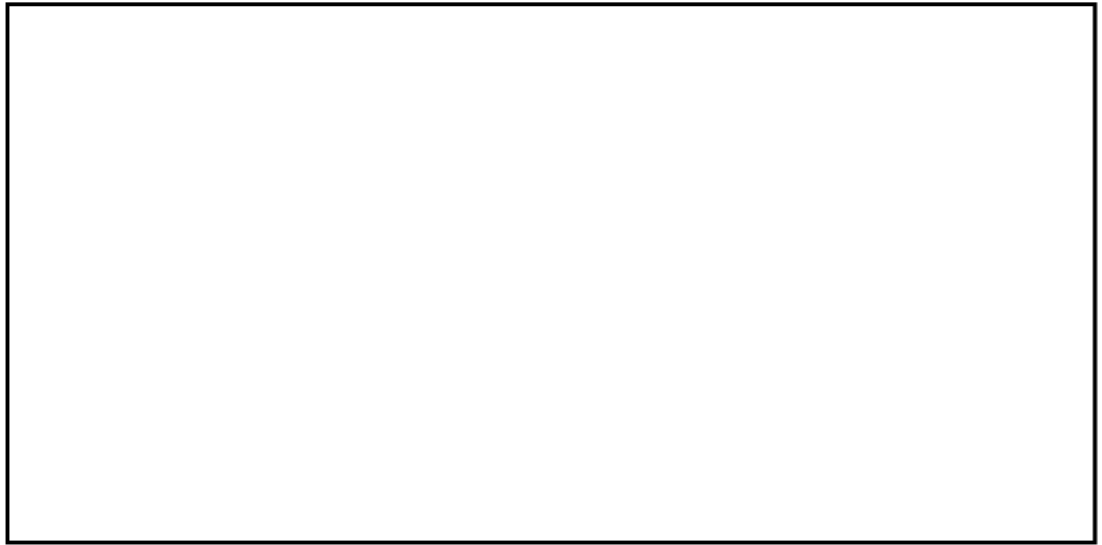
原子炉補助建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して、原子炉格納容器の破損を防止するため、格納容器内の冷却・減圧・放射性物質低減機能を有する特定重大事故等対処施設を設置する。

格納容器内の冷却・減圧・放射性物質低減機能の概略系統図を第10.14.5.1図に示す。

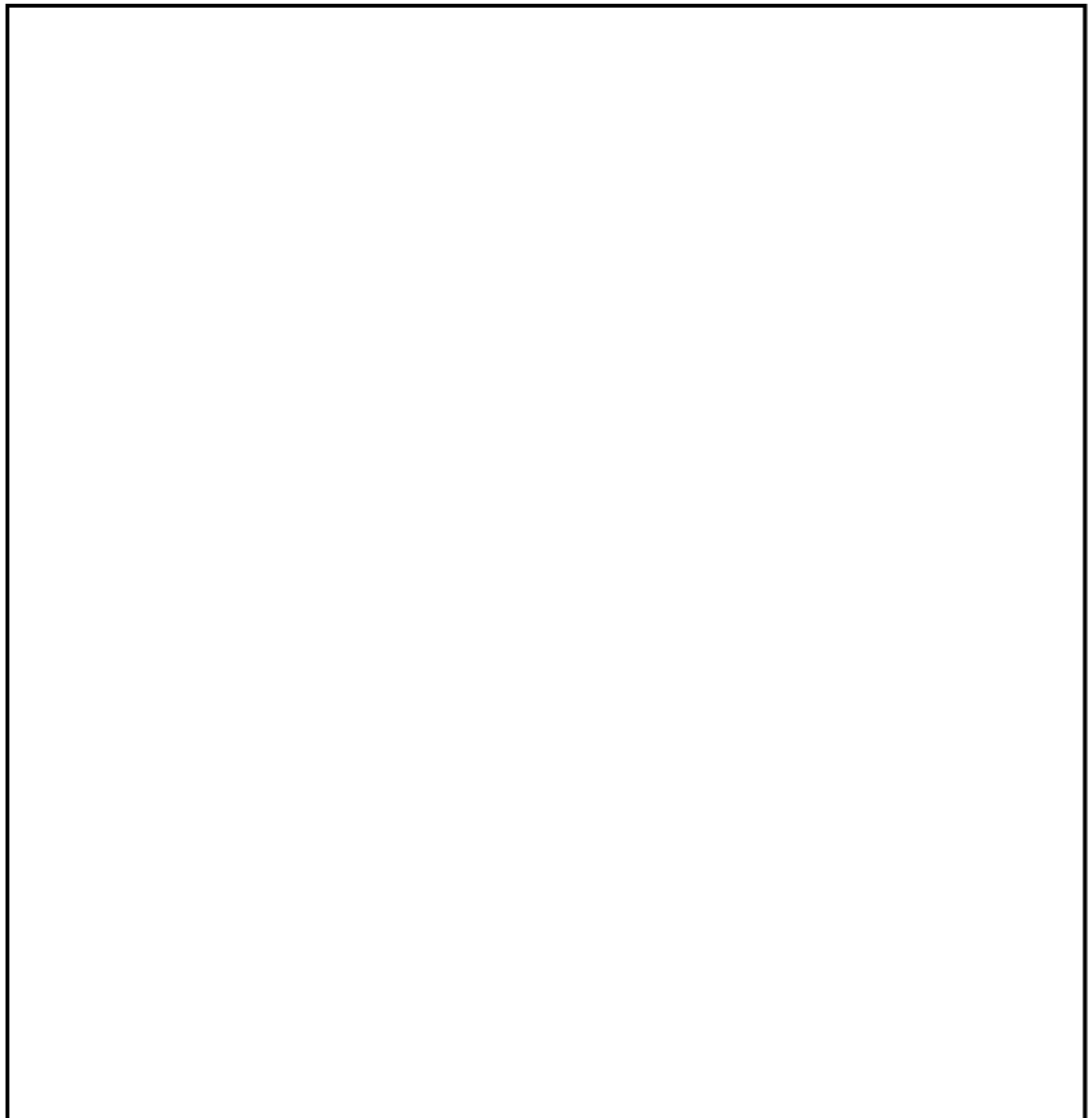
10.14.5.2 設計方針



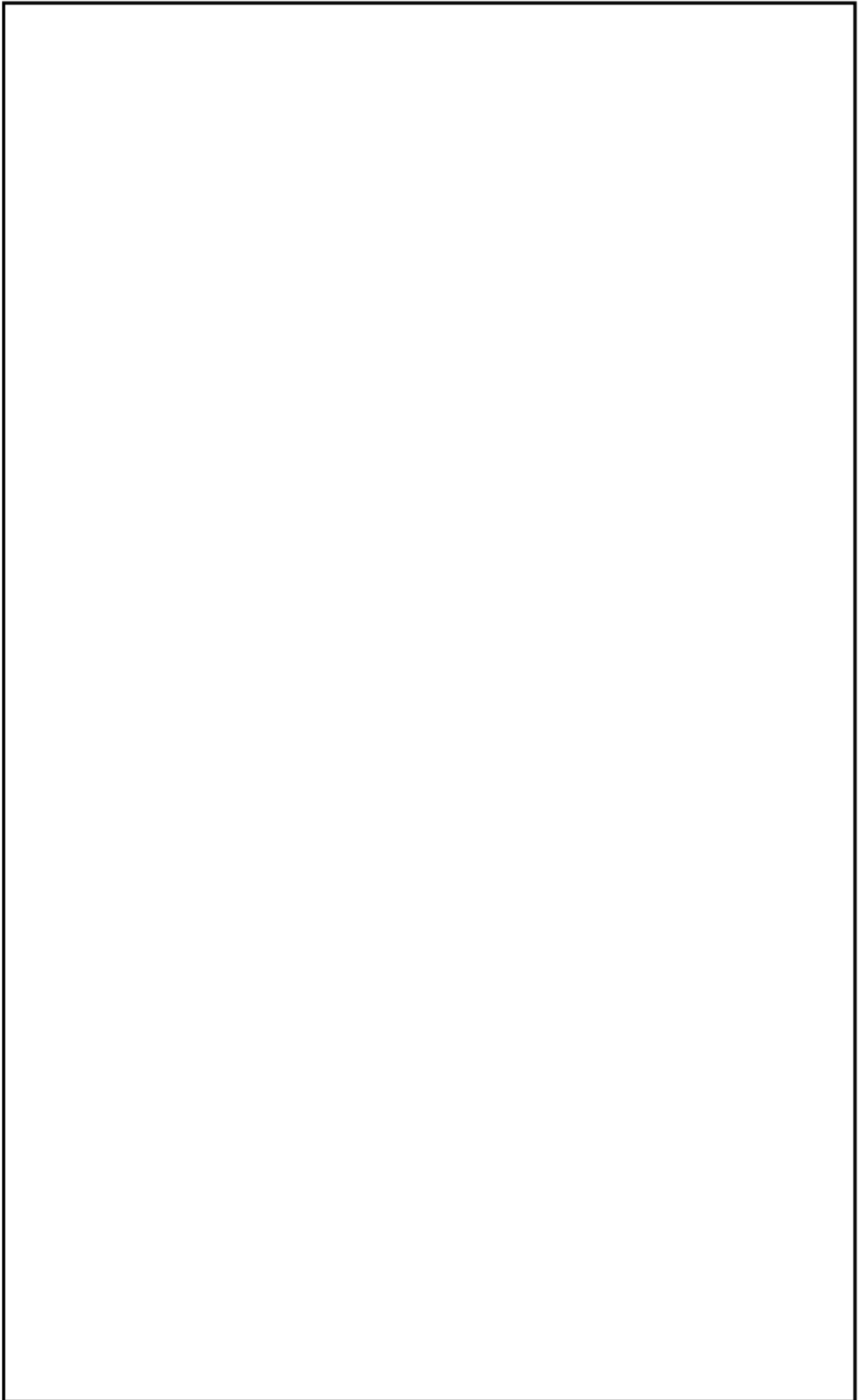
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.5.2.1 多重性又は多様性、独立性、位置的分散



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

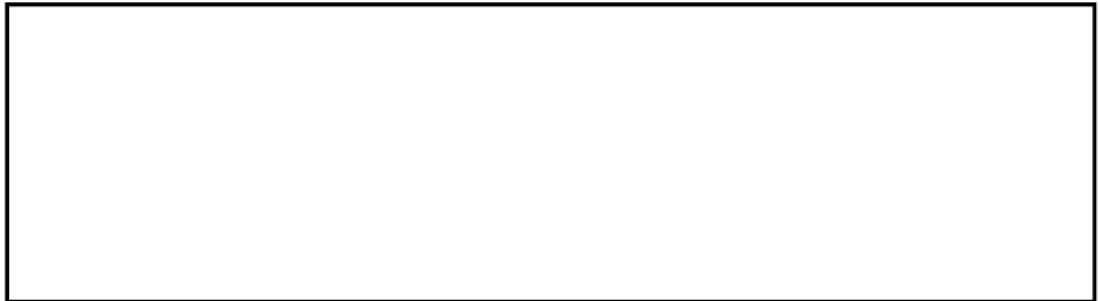


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

10.14.5.2.2 悪影響防止

A large rectangular box with a black border, representing redacted content.

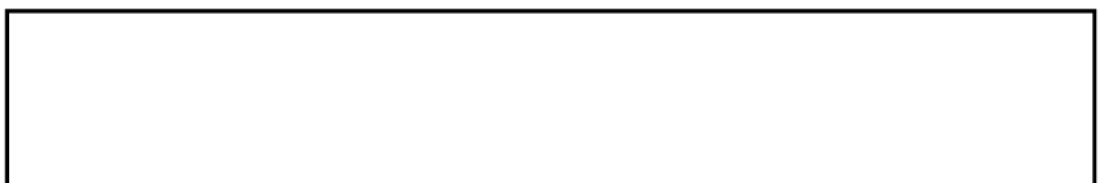
10.14.5.2.3 容量等

A large rectangular box with a black border, representing redacted content.

10.14.5.2.4 環境条件等

A large rectangular box with a black border, representing redacted content.

10.14.5.2.5 操作性の確保

A large rectangular box with a black border, representing redacted content.

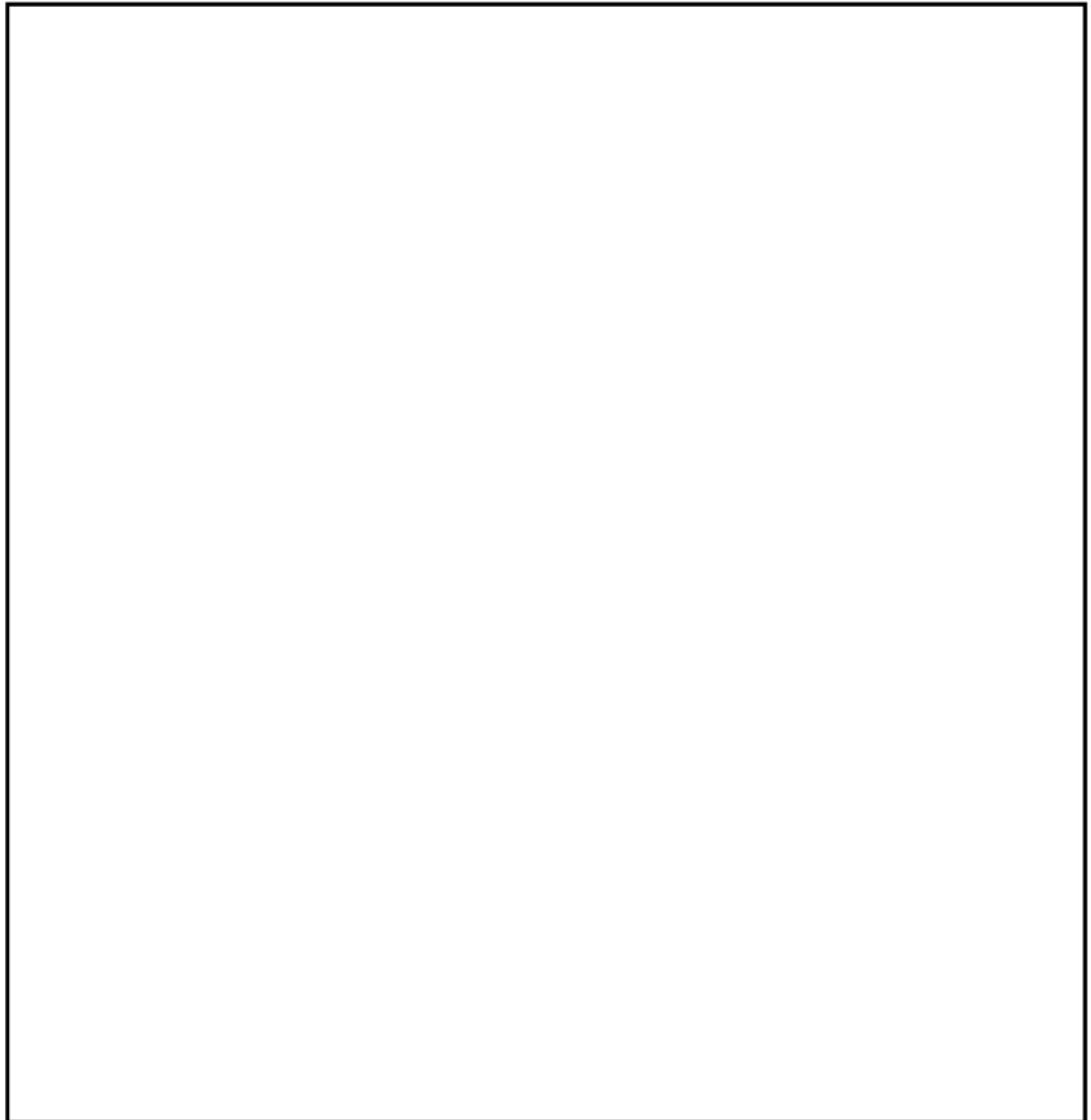
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

10.14.5.3 主要設備及び仕様

10.14.5.4 試験検査

10.14.5.5 信頼性向上を図るための設計方針

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.6 原子炉格納容器の過圧破損防止機能

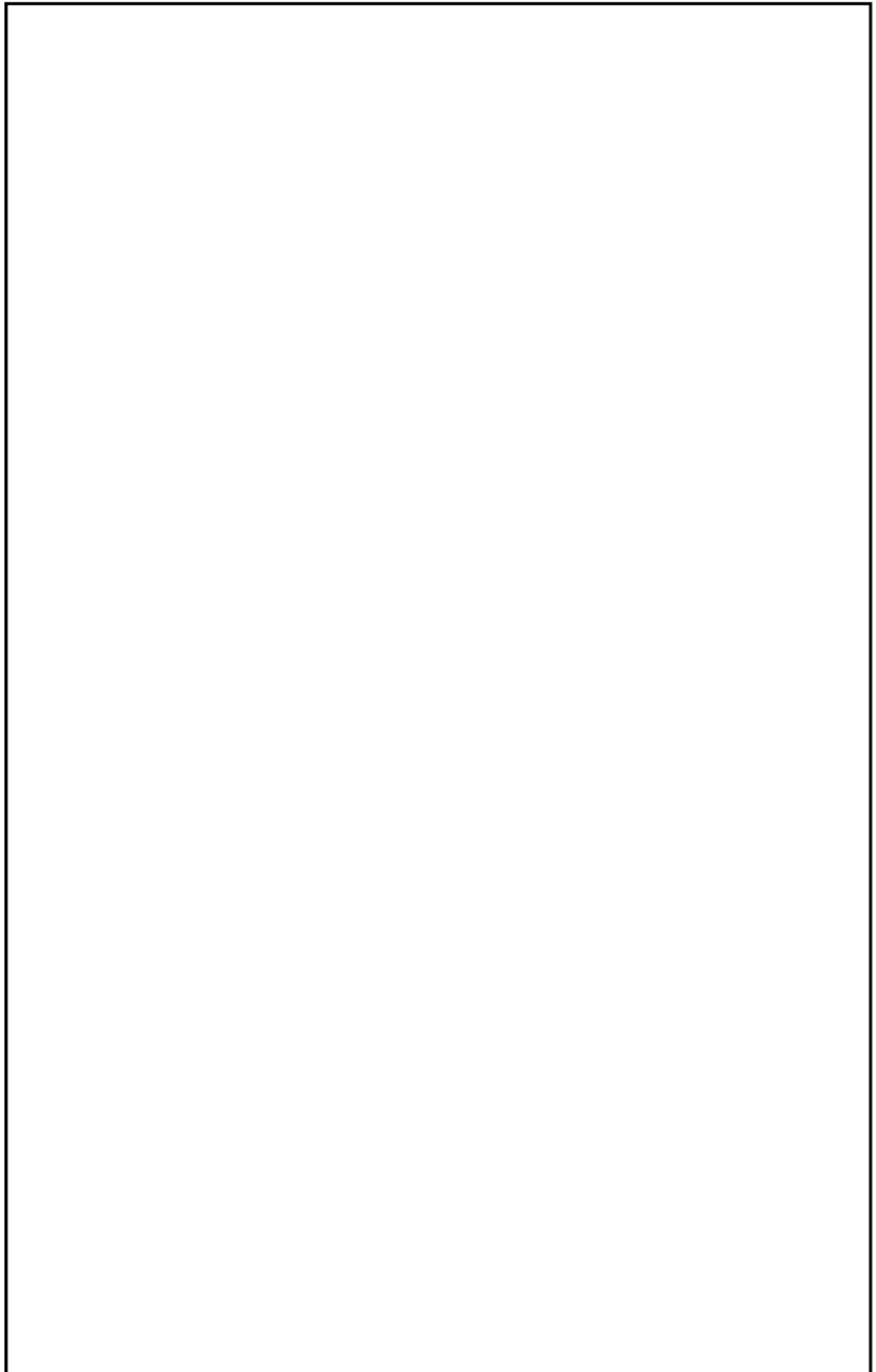
10.14.6.1 概要

原子炉補助建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して、原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉格納容器の過圧破損防止機能を有する特定重大事故等対処施設を設置する。

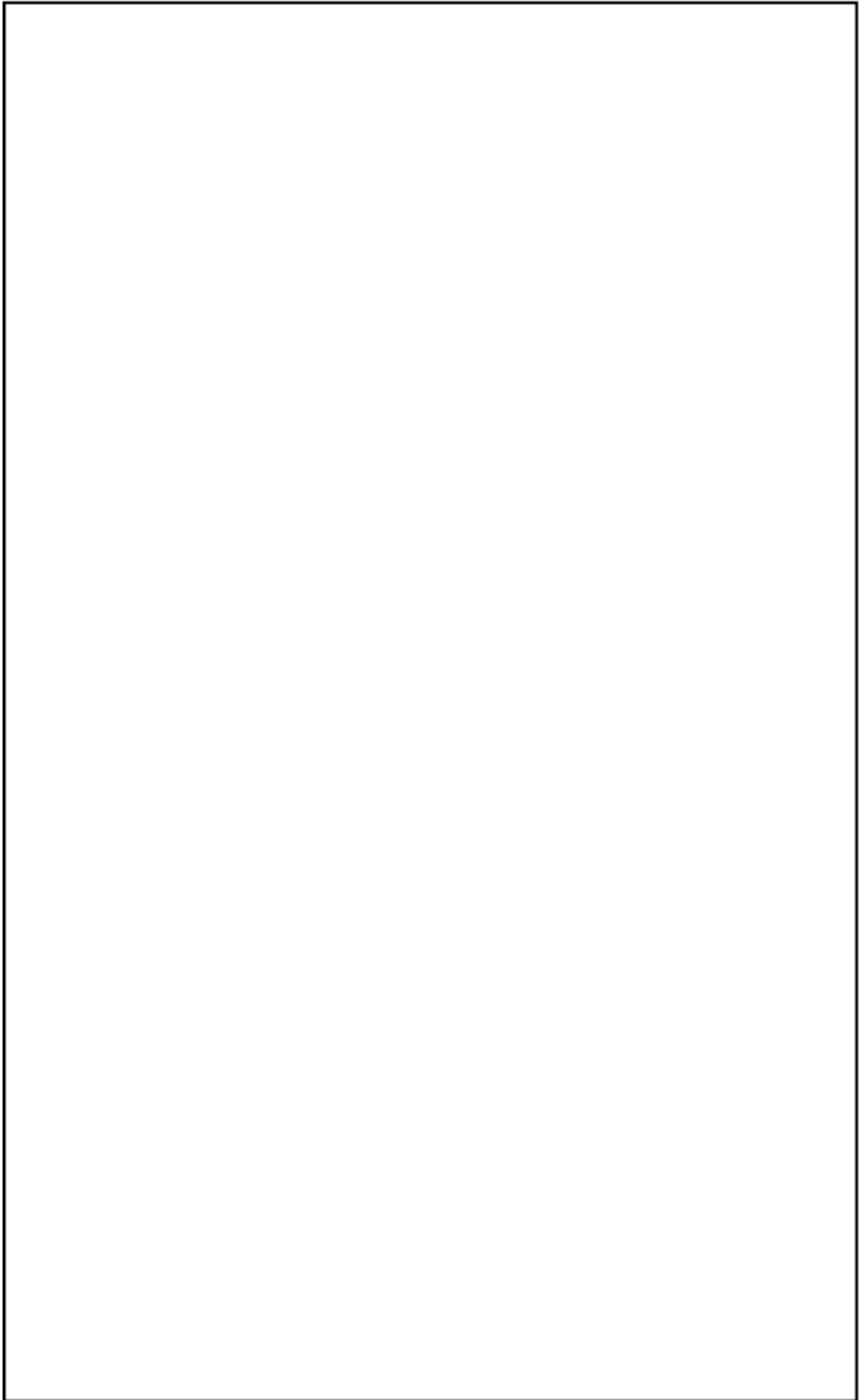
原子炉格納容器の過圧破損防止機能の概略系統図を第 10.14.6.1 図に示す。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

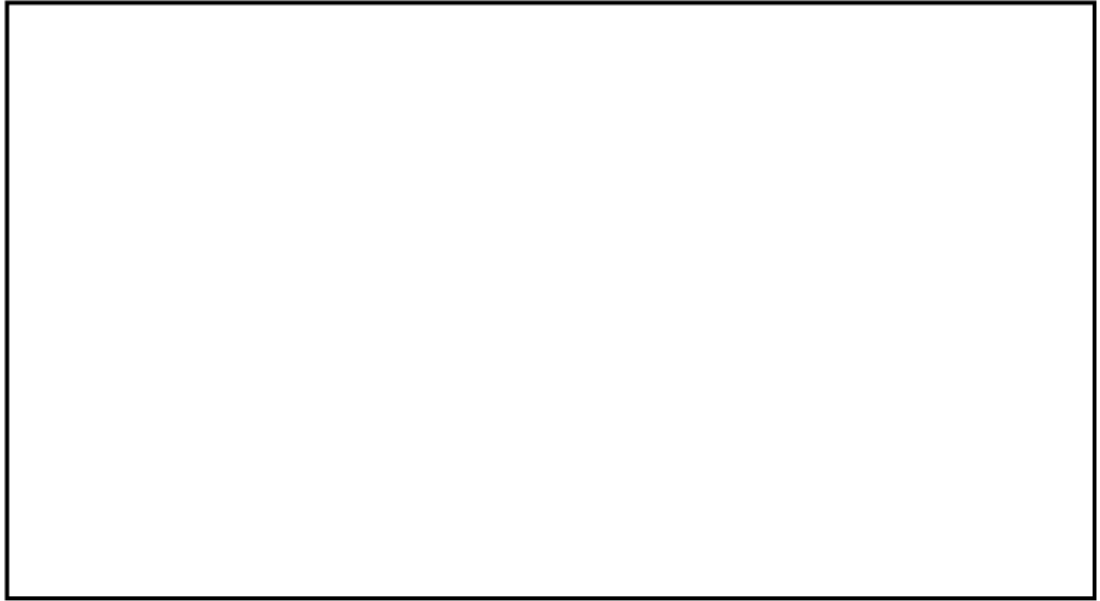
10.14.6.2 設計方針



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



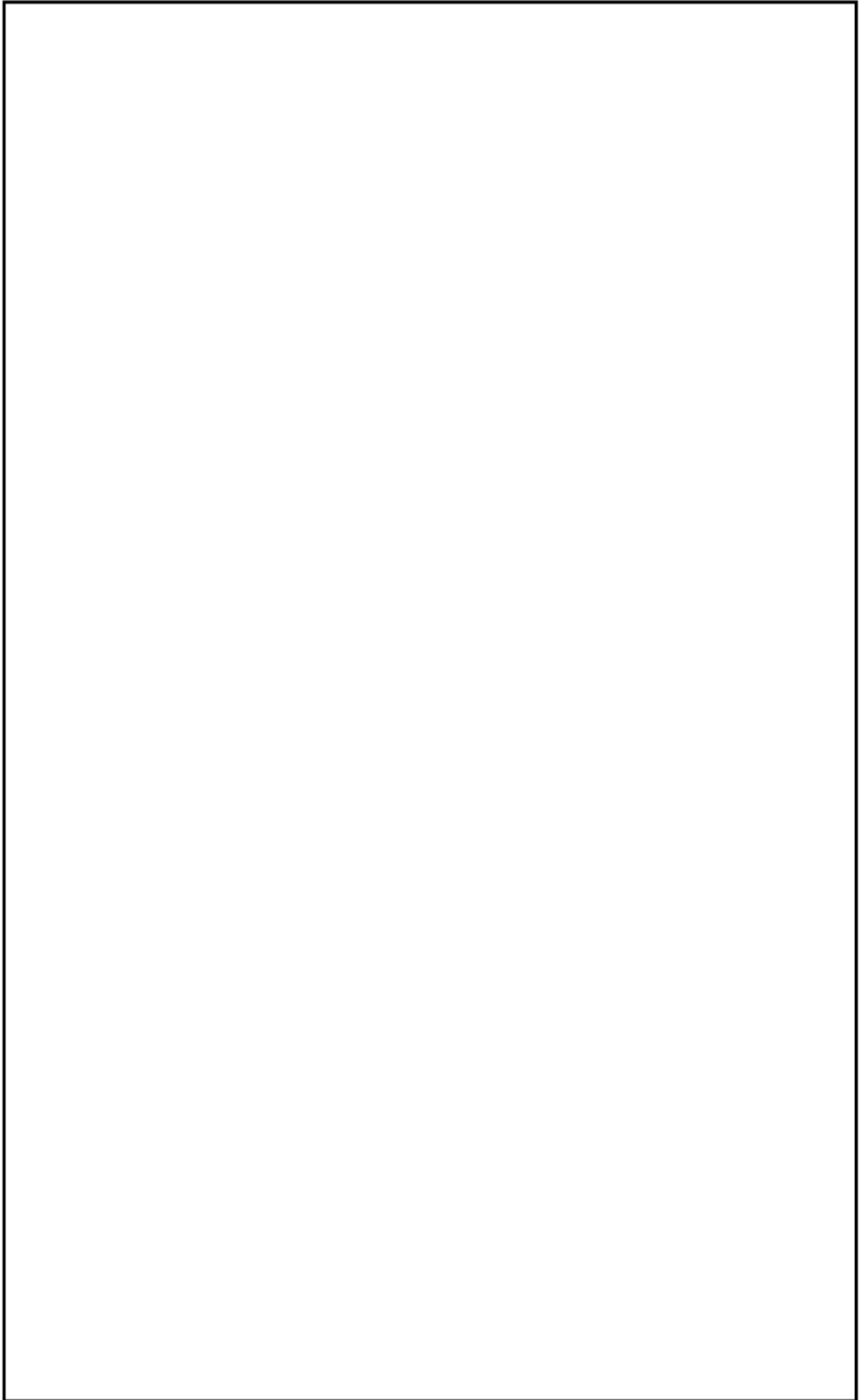
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.6.2.1 多重性又は多様性、独立性、位置的分散



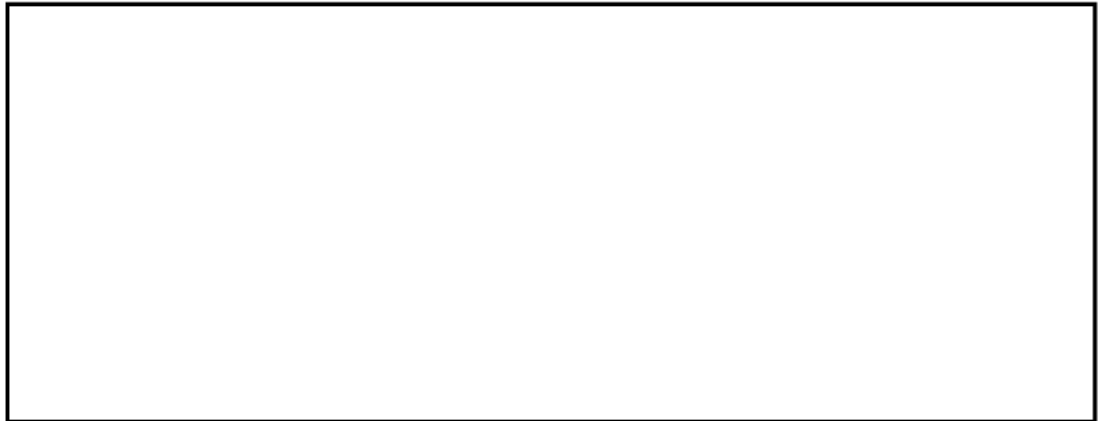
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

A large rectangular box with a black border, currently empty, representing redacted content.

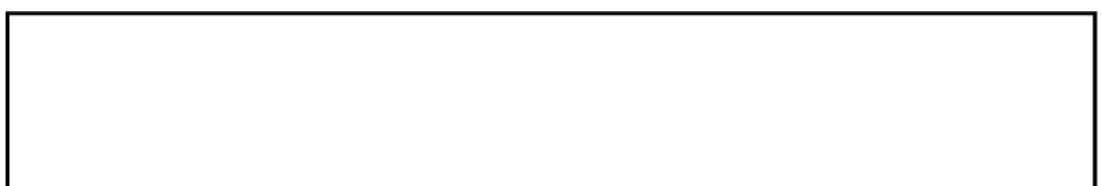
10.14.6.2.2 悪影響防止

A large rectangular box with a black border, currently empty, representing redacted content.

10.14.6.2.3 容量等

A large rectangular box with a black border, currently empty, representing redacted content.

10.14.6.2.4 環境条件等

A large rectangular box with a black border, currently empty, representing redacted content.

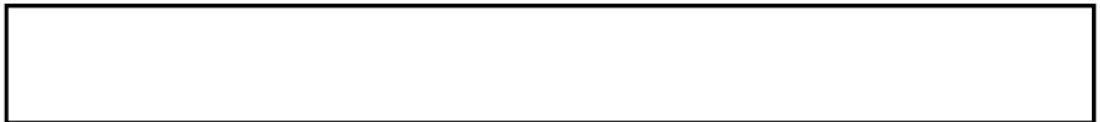
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.6.2.5 操作性の確保



10.14.6.3 主要設備及び仕様



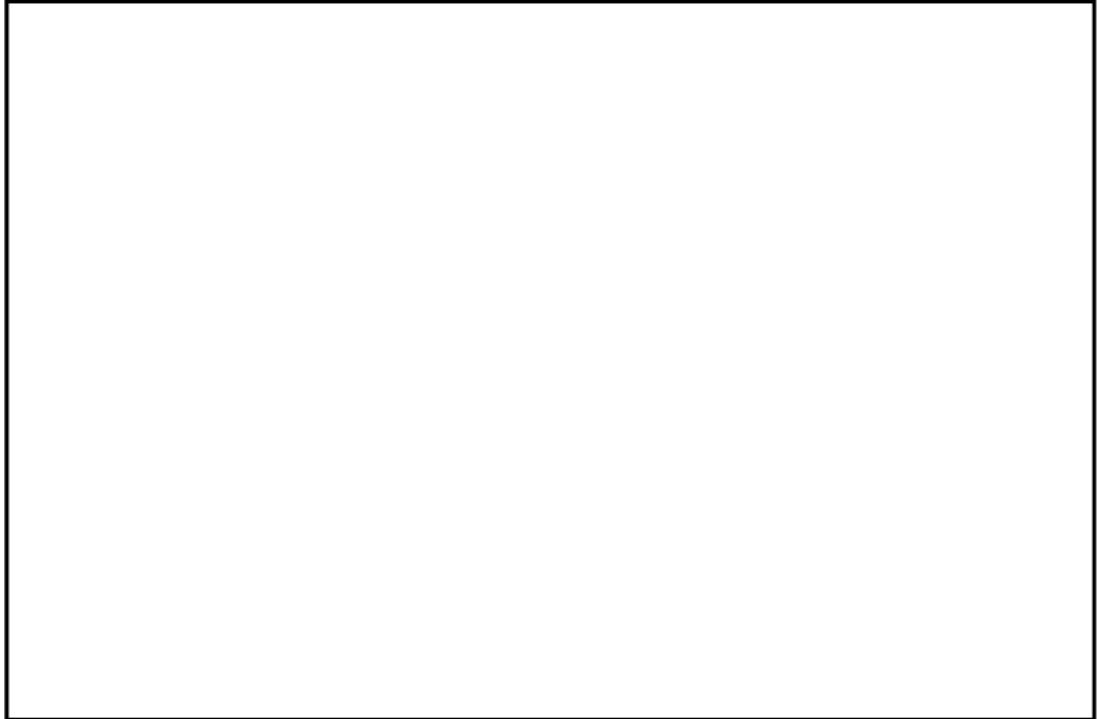
10.14.6.4 試験検査



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.6.5 信頼性向上を図るための設計方針



10.14.7 水素爆発による原子炉格納容器の破損防止機能

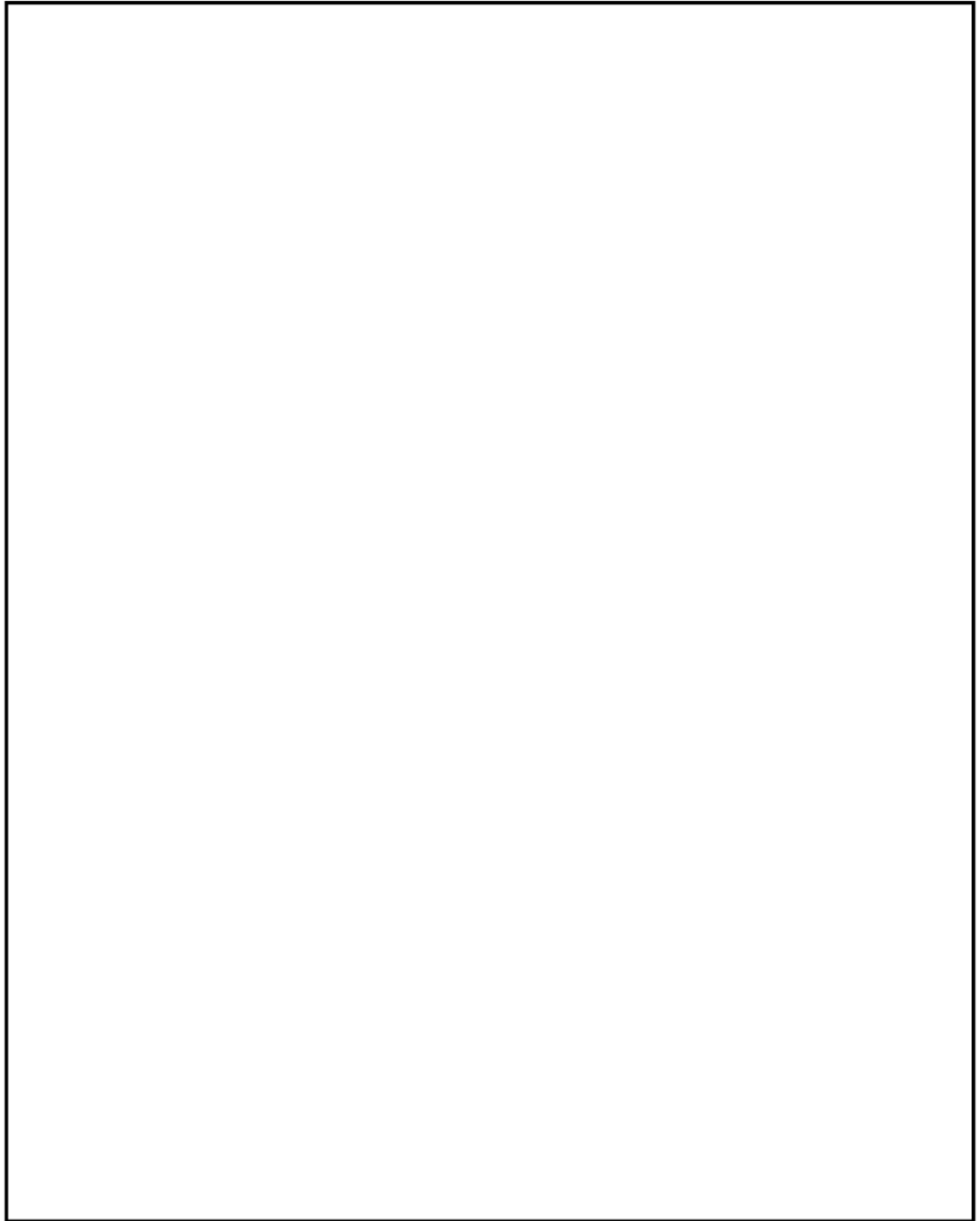
10.14.7.1 概要

原子炉補助建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して、原子炉格納容器の破損を防止するため、水素爆発による原子炉格納容器の破損防止機能を有する特定重大事故等対処施設を設置する。

10.14.7.2 設計方針



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

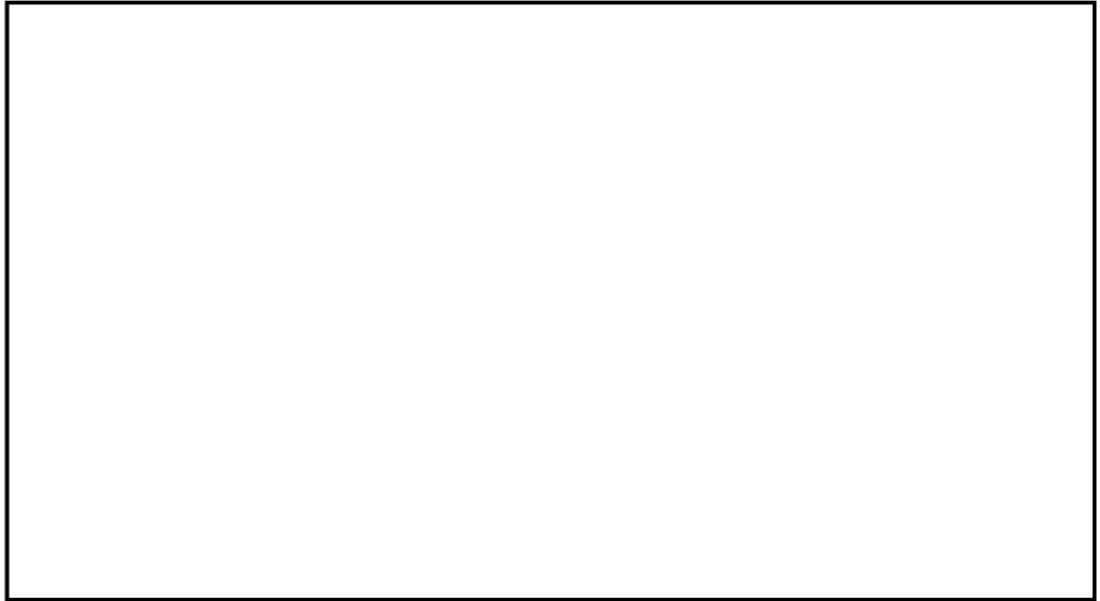


10.14.7.2.1 多重性又は多様性、独立性、位置的分散

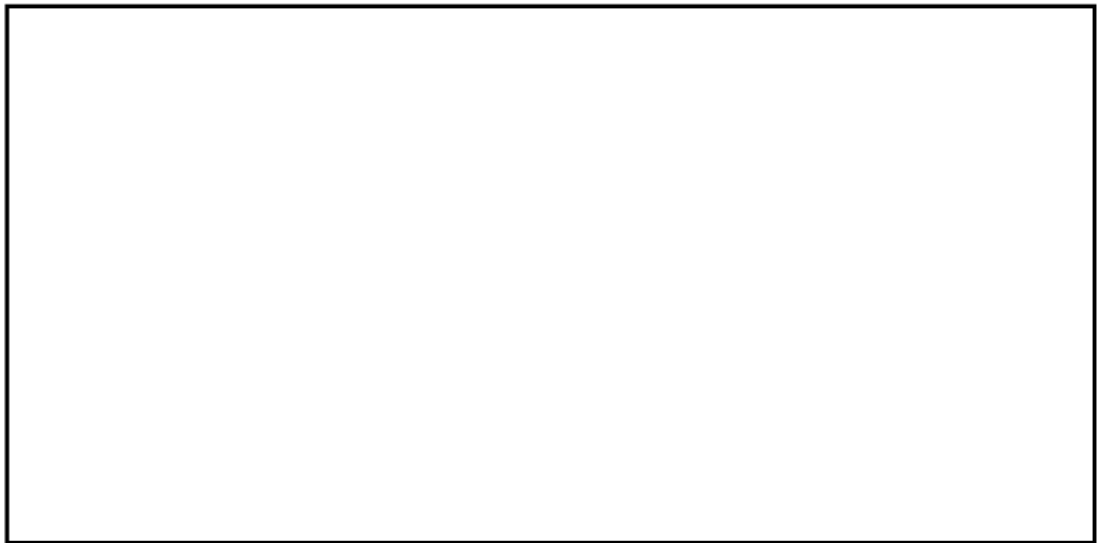


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

10.14.7.2.2 悪影響防止

A large rectangular box with a black border, indicating that the content for this section has been redacted.

10.14.7.2.3 容量等

A large rectangular box with a black border, indicating that the content for this section has been redacted.

10.14.7.2.4 環境条件等

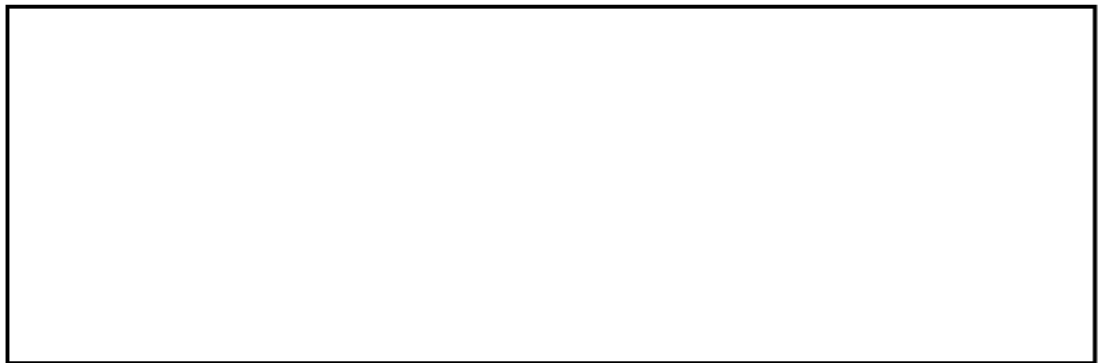
A large rectangular box with a black border, indicating that the content for this section has been redacted.

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

10.14.7.3 主要設備及び仕様



10.14.7.4 試験検査



10.14.7.5 信頼性向上を図るための設計方針



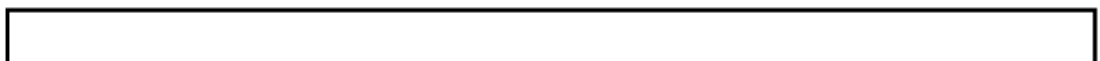
10.14.8 電源設備

10.14.8.1 概要

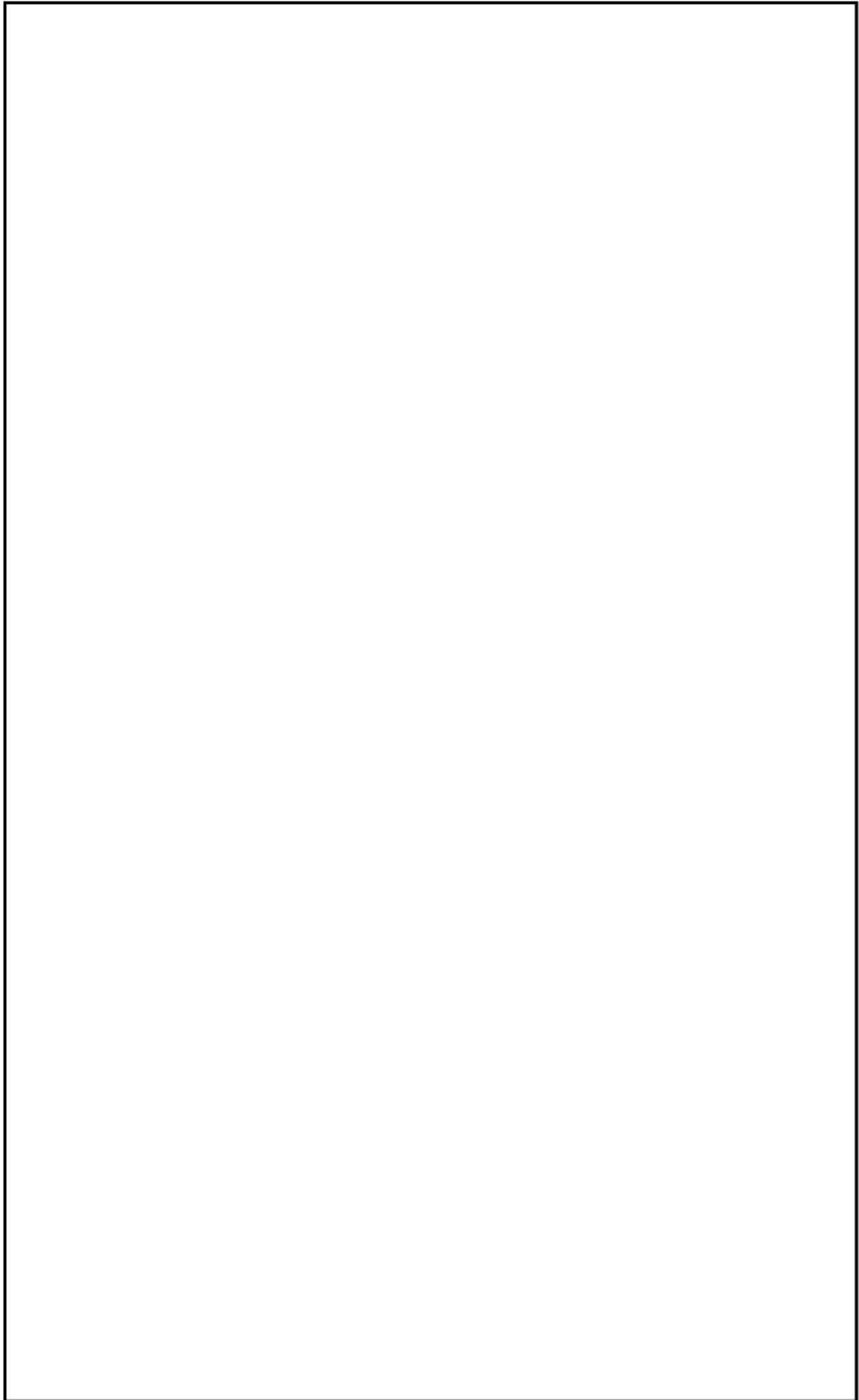
原子炉補助建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して、原子炉格納容器の破損を防止するために必要な機器へ電力を供給するための電源設備を設置する。

電源設備の概略系統図を第 10.14.8.1 図に示す。

10.14.8.2 設計方針

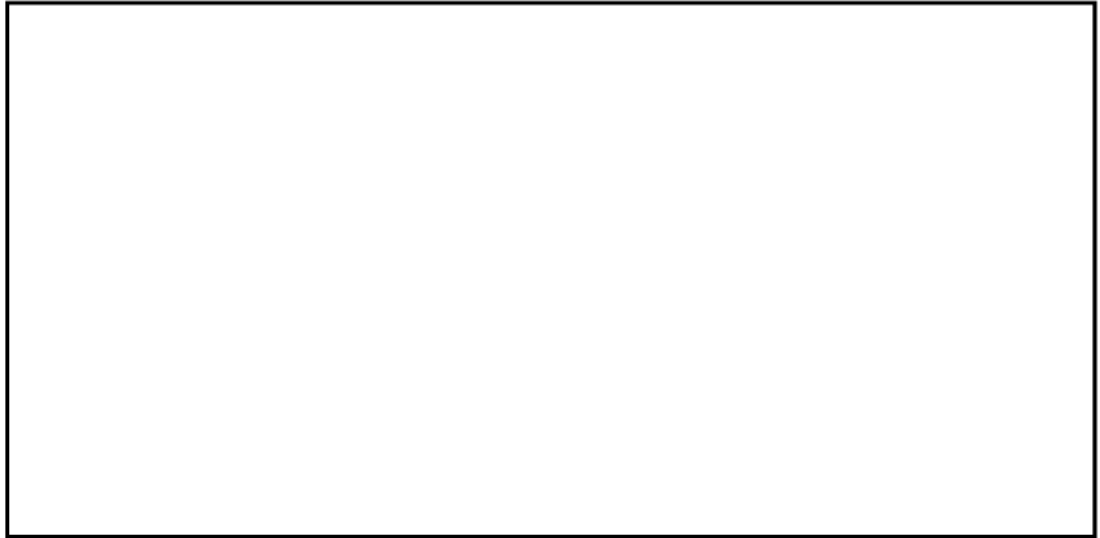


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

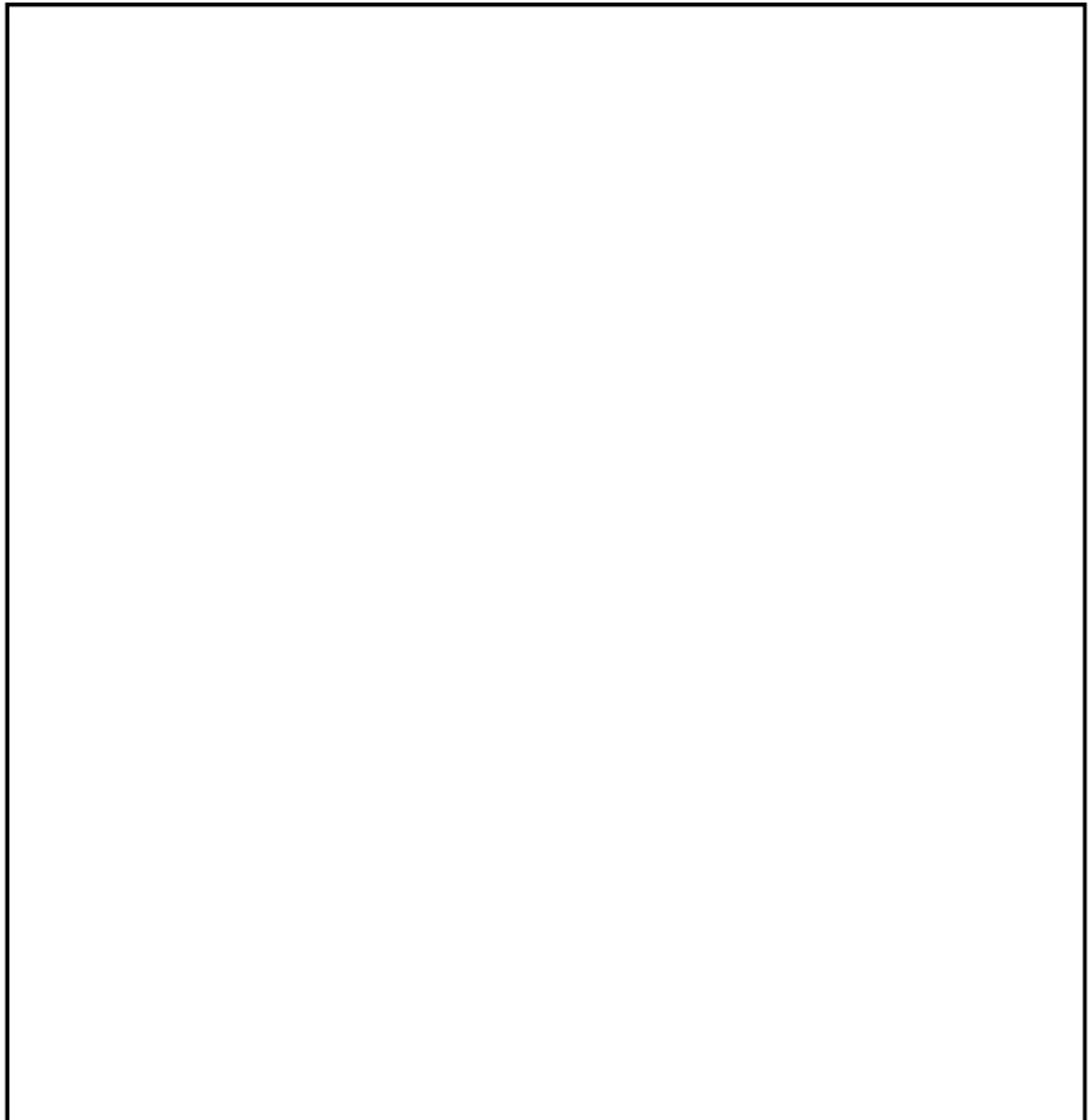


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

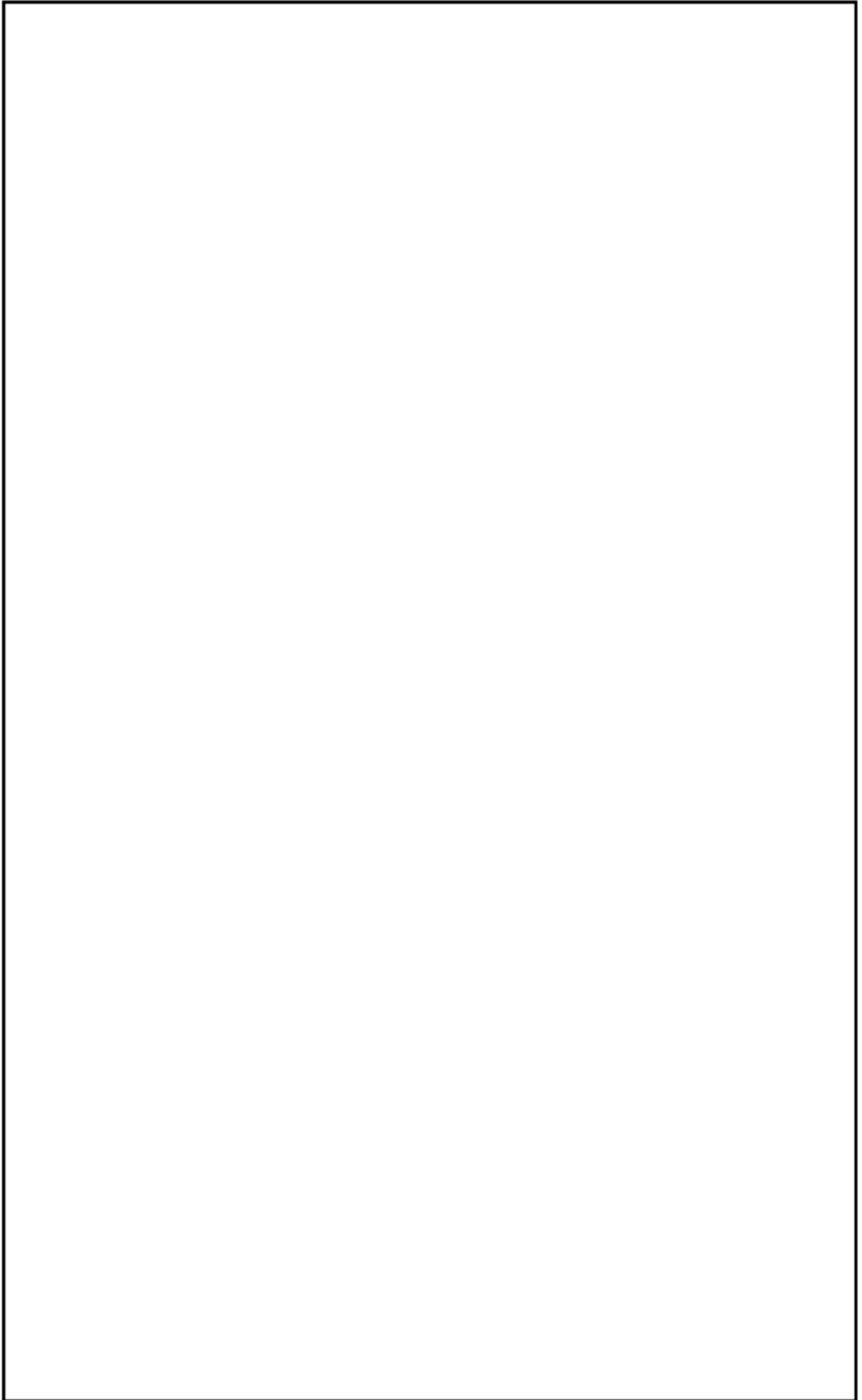
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



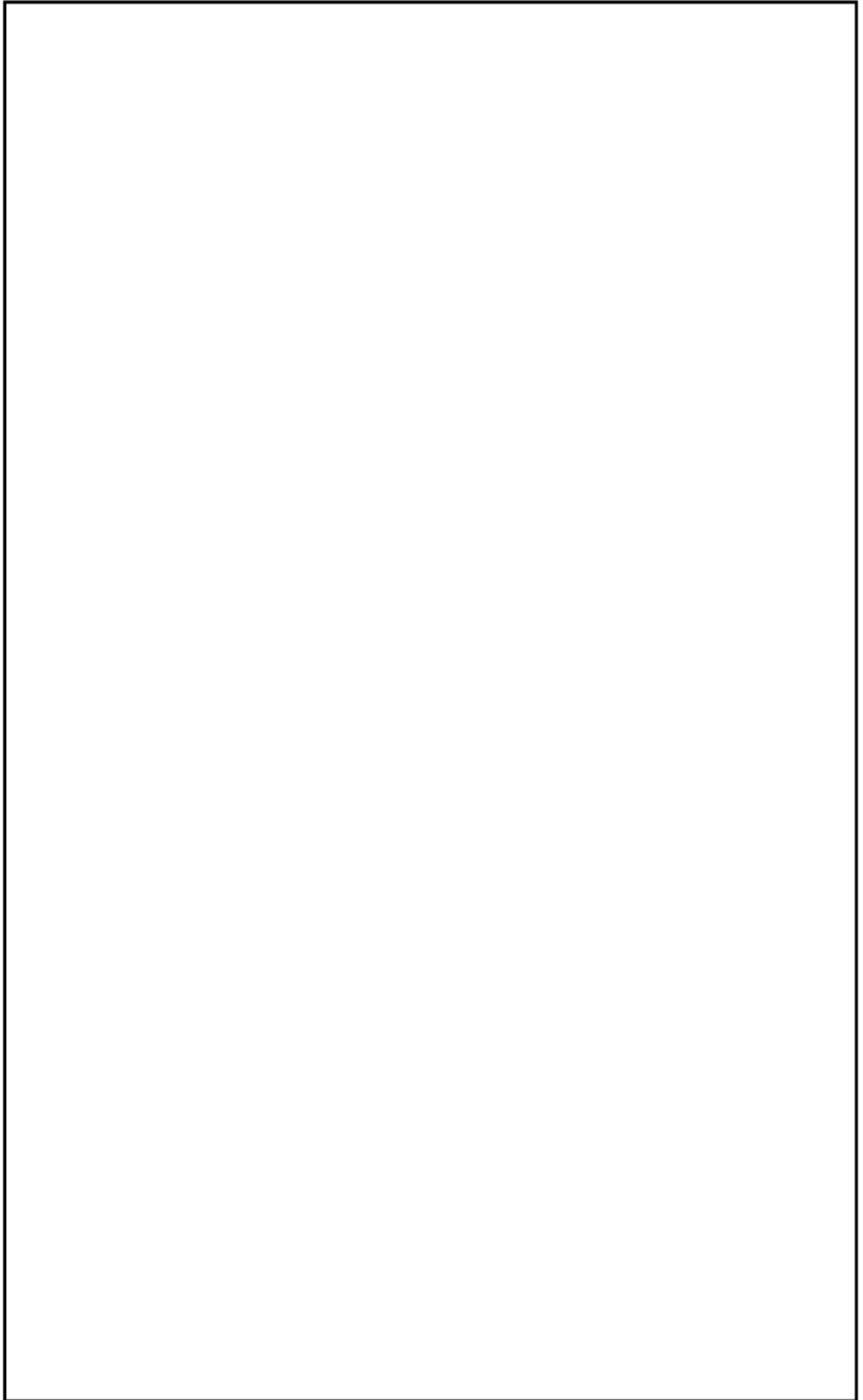
10.14.8.2.1 多重性又は多様性、独立性、位置的分散



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



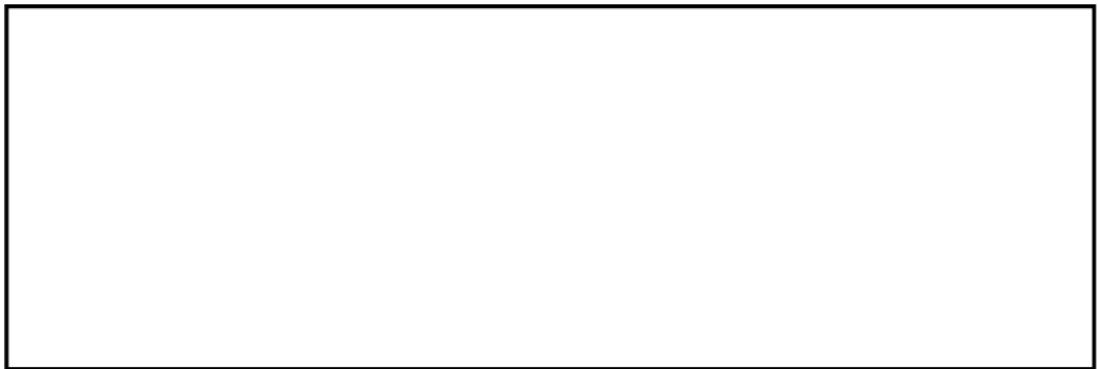
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



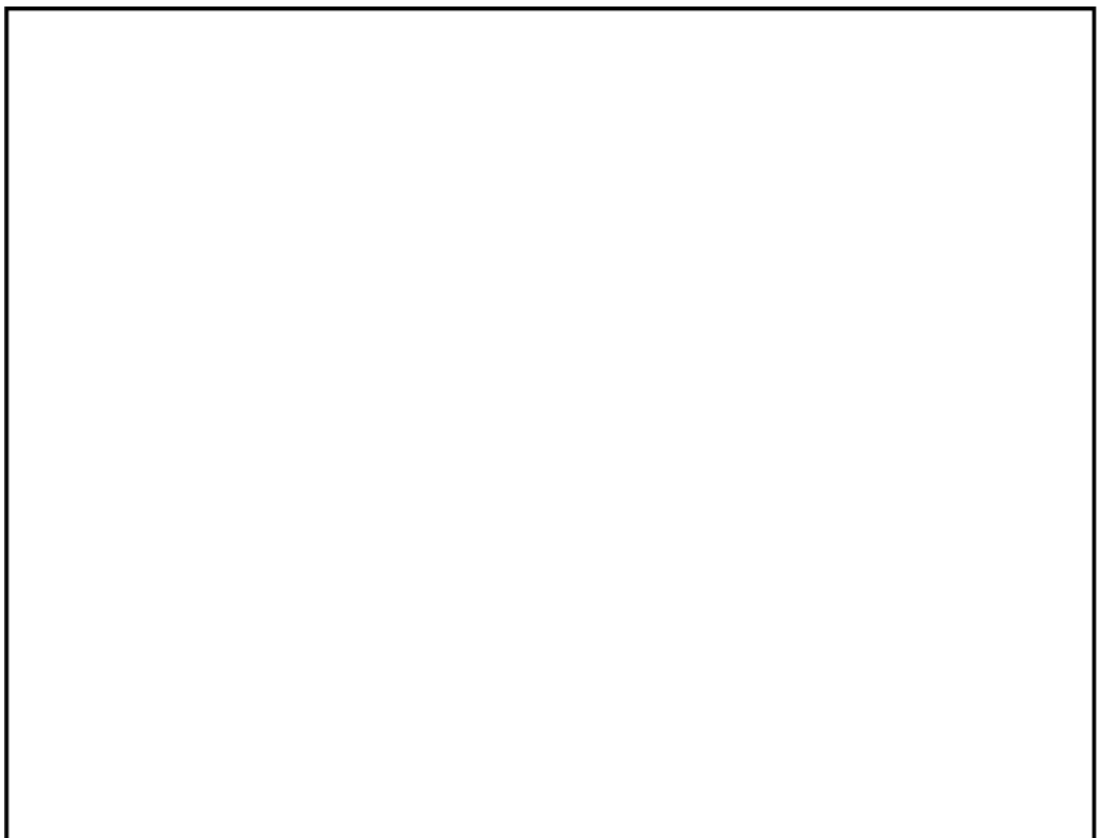
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



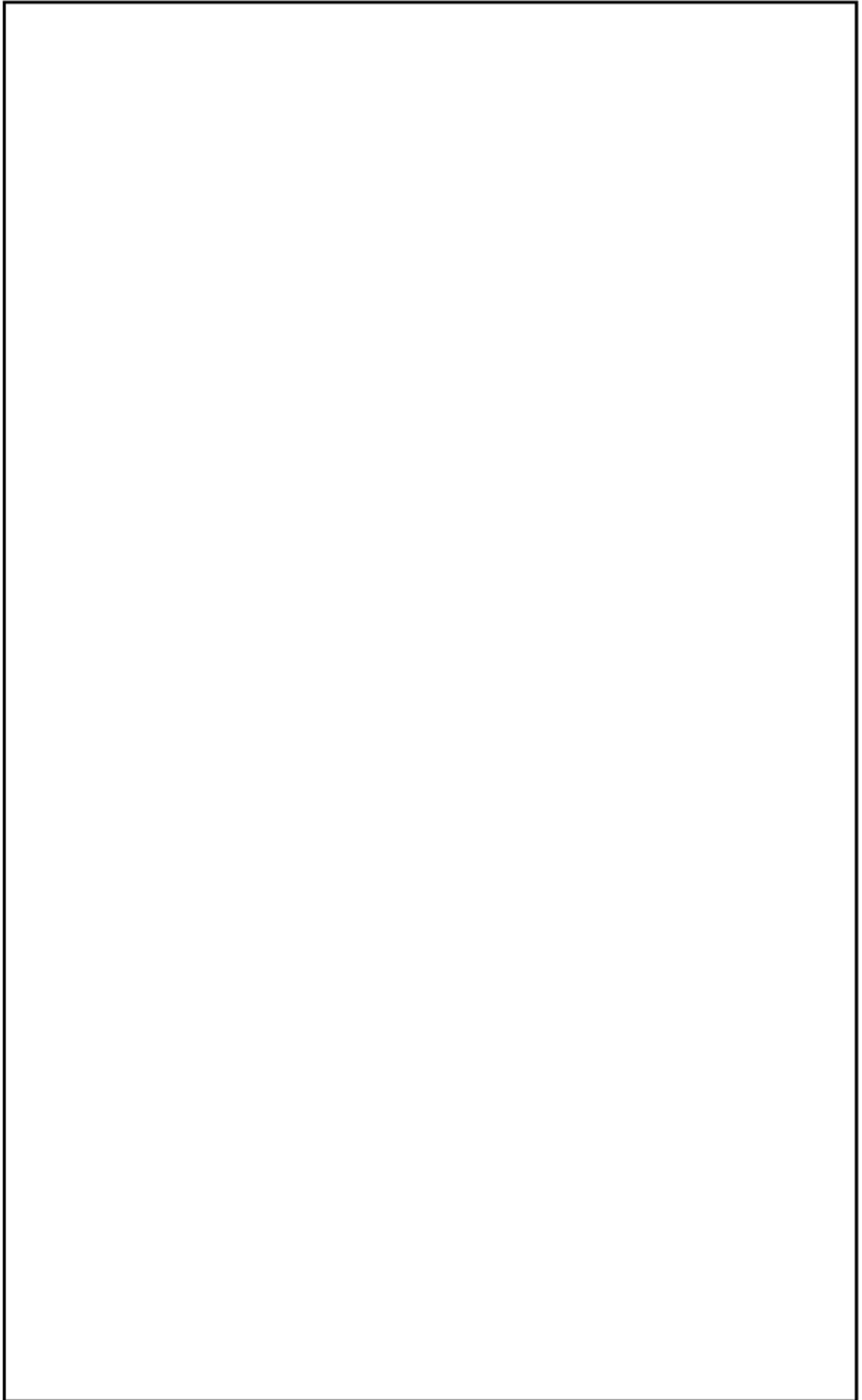
10.14.8.2.2 悪影響防止



10.14.8.2.3 共用の禁止

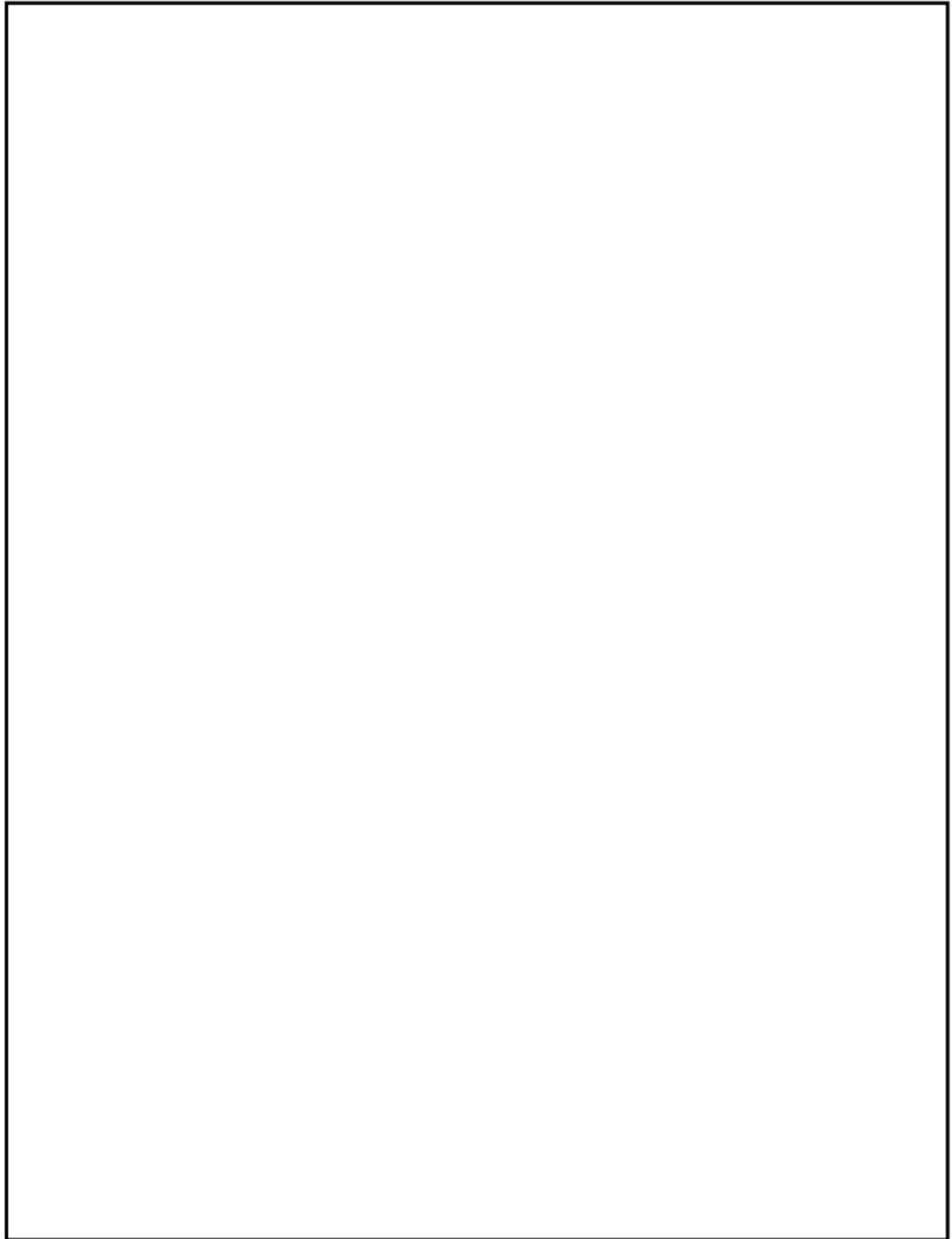


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

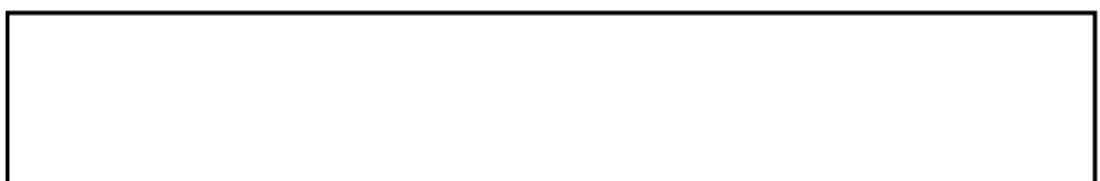


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

10.14.8.2.4 容量等



10.14.8.2.5 環境条件等



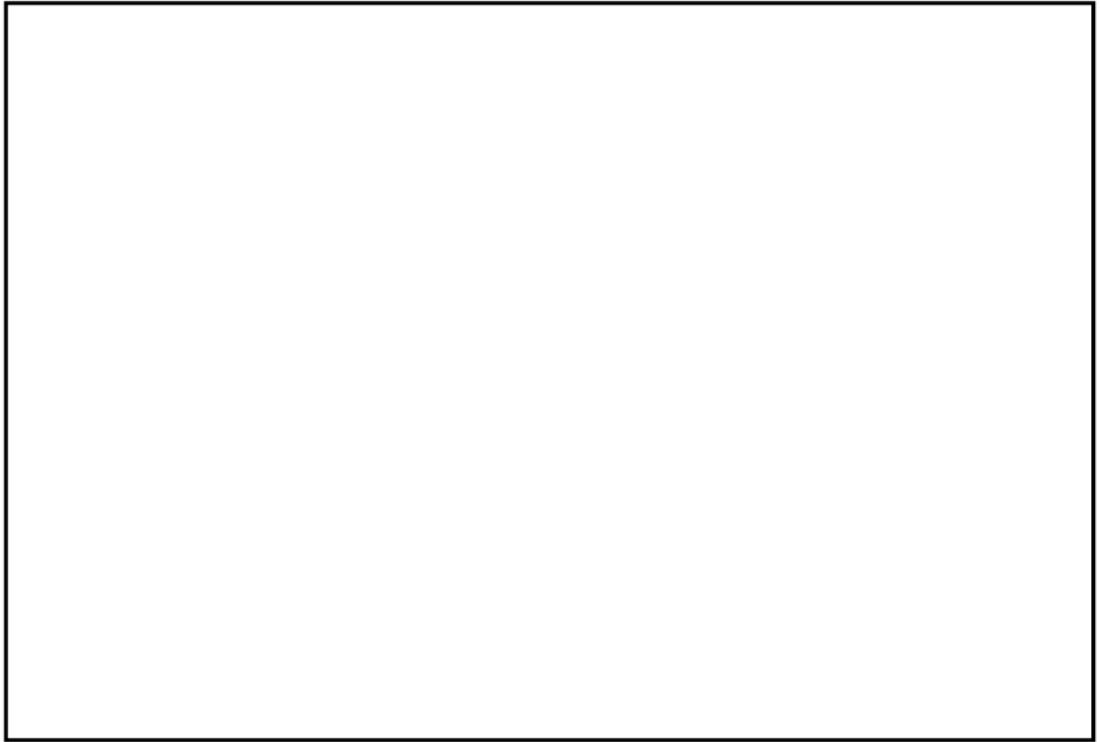
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

10.14.8.2.6 操作性の確保

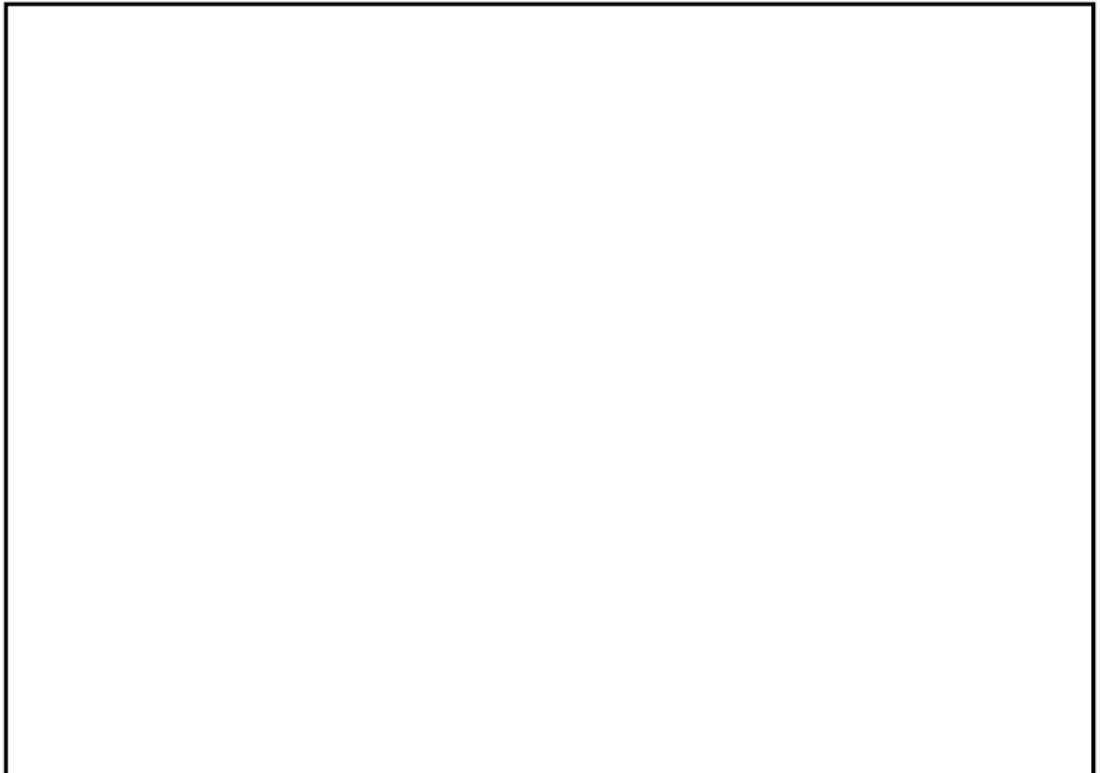
10.14.8.3 主要設備及び仕様

10.14.8.4 試験検査

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.8.5 信頼性向上を図るための設計方針



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

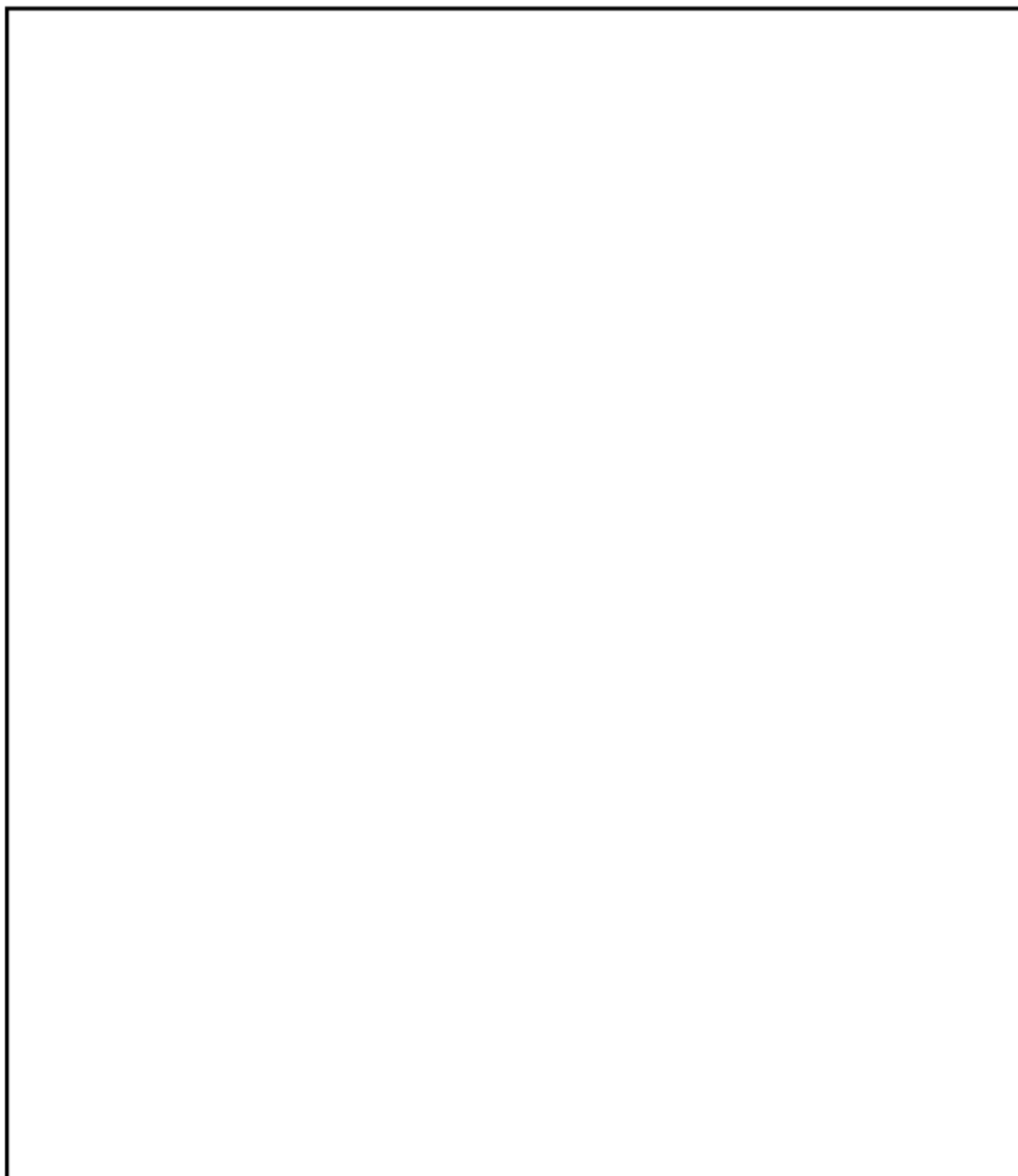
10.14.9 計装設備

10.14.9.1 概要

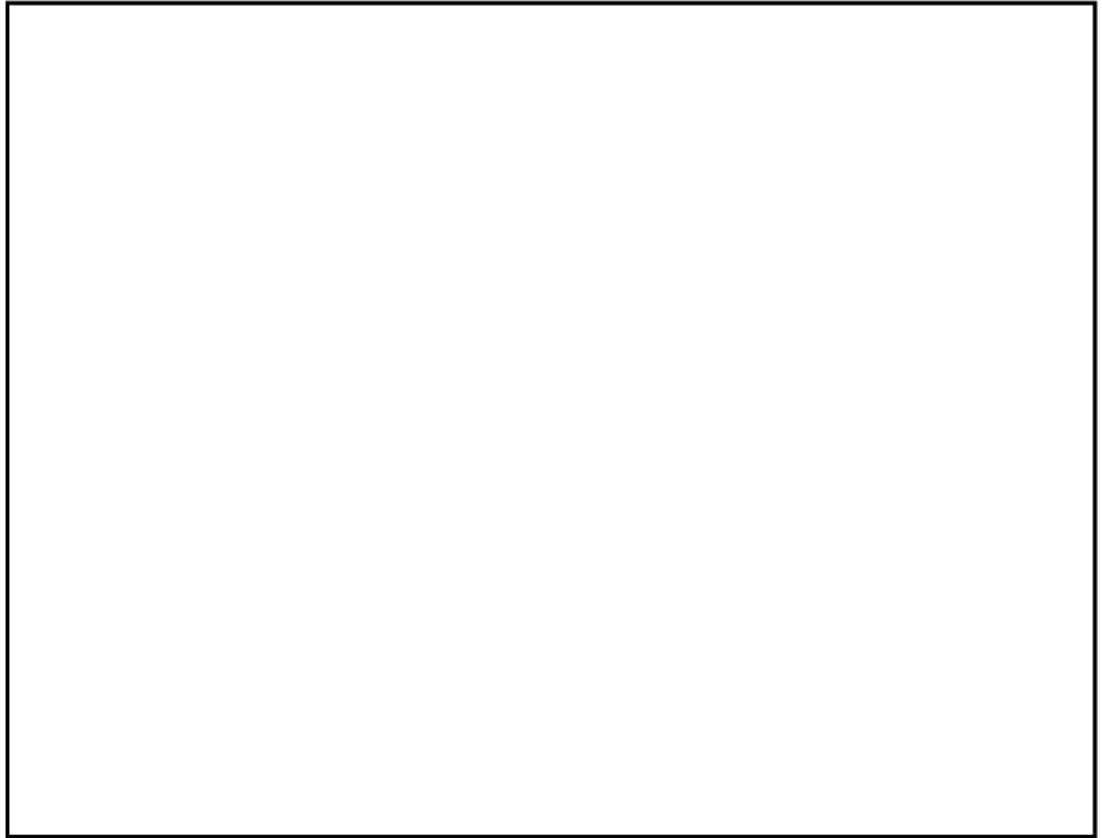
原子炉補助建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して、原子炉格納容器の破損を防止するために必要なプラント状態を把握及び特定重大事故等対処施設を構成する設備を監視するための計測機能を有する計装設備を設置する。

計装設備の概略系統図を第 10.14.9.1 図から第 10.14.9.2 図に示す。

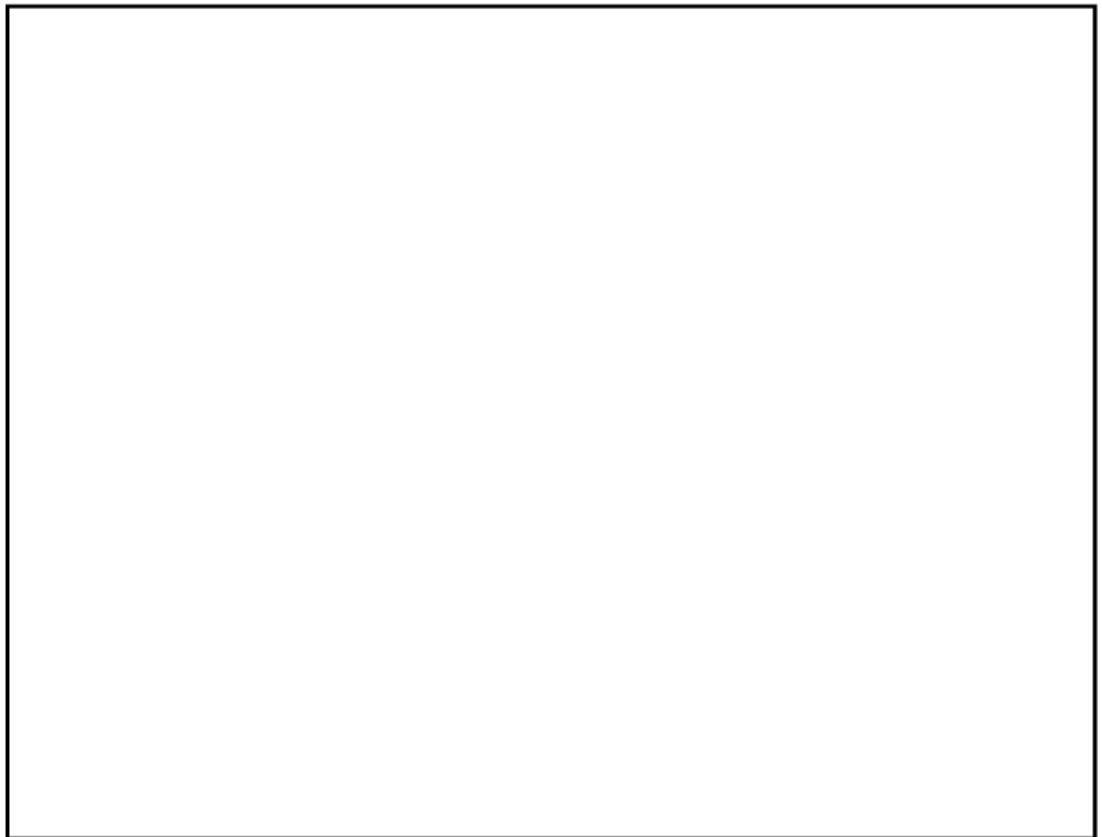
10.14.9.2 設計方針



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.9.2.1 多重性又は多様性、独立性、位置的分散



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

10.14.9.2.2 悪影響防止

10.14.9.2.3 容量等

10.14.9.2.4 環境条件等

10.14.9.3 主要設備及び仕様

10.14.9.4 試験検査

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.9.5 信頼性向上を図るための設計方針



10.14.10 通信連絡設備

10.14.10.1 概要

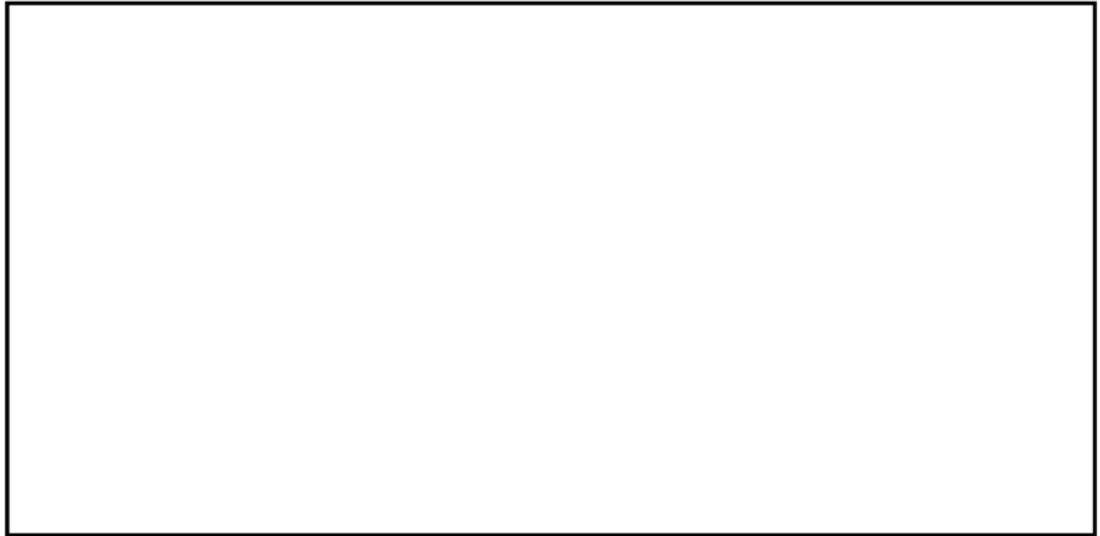
原子炉補助建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対してその重大事故等に対処するための緊急時制御室において、発電所内の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡を行うために必要な通信連絡設備を設置する。

通信連絡設備の概略系統図を第 10.14.10.1 図に示す。

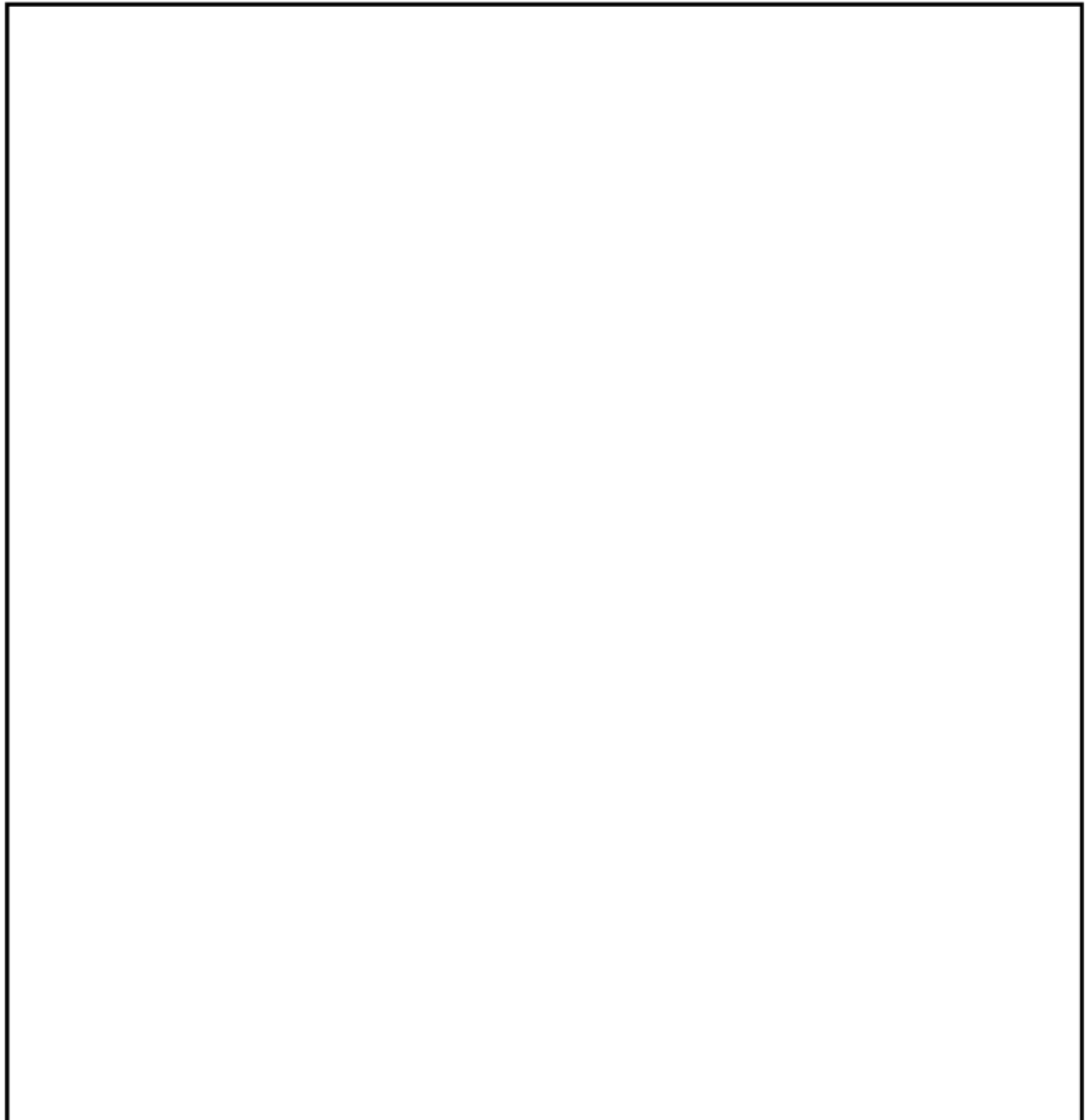
10.14.10.2 設計方針



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.10.2.1 多重性又は多様性、独立性、位置的分散



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

--

10.14.10.2.2 悪影響防止

--

10.14.10.2.3 共用の禁止

--

10.14.10.2.4 容量等

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

10.14.10.2.5 環境条件等

--

10.14.10.2.6 操作性の確保

--

10.14.10.3 主要設備及び仕様

--

10.14.10.4 試験検査

--

10.14.10.5 信頼性向上を図るための設計方針

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

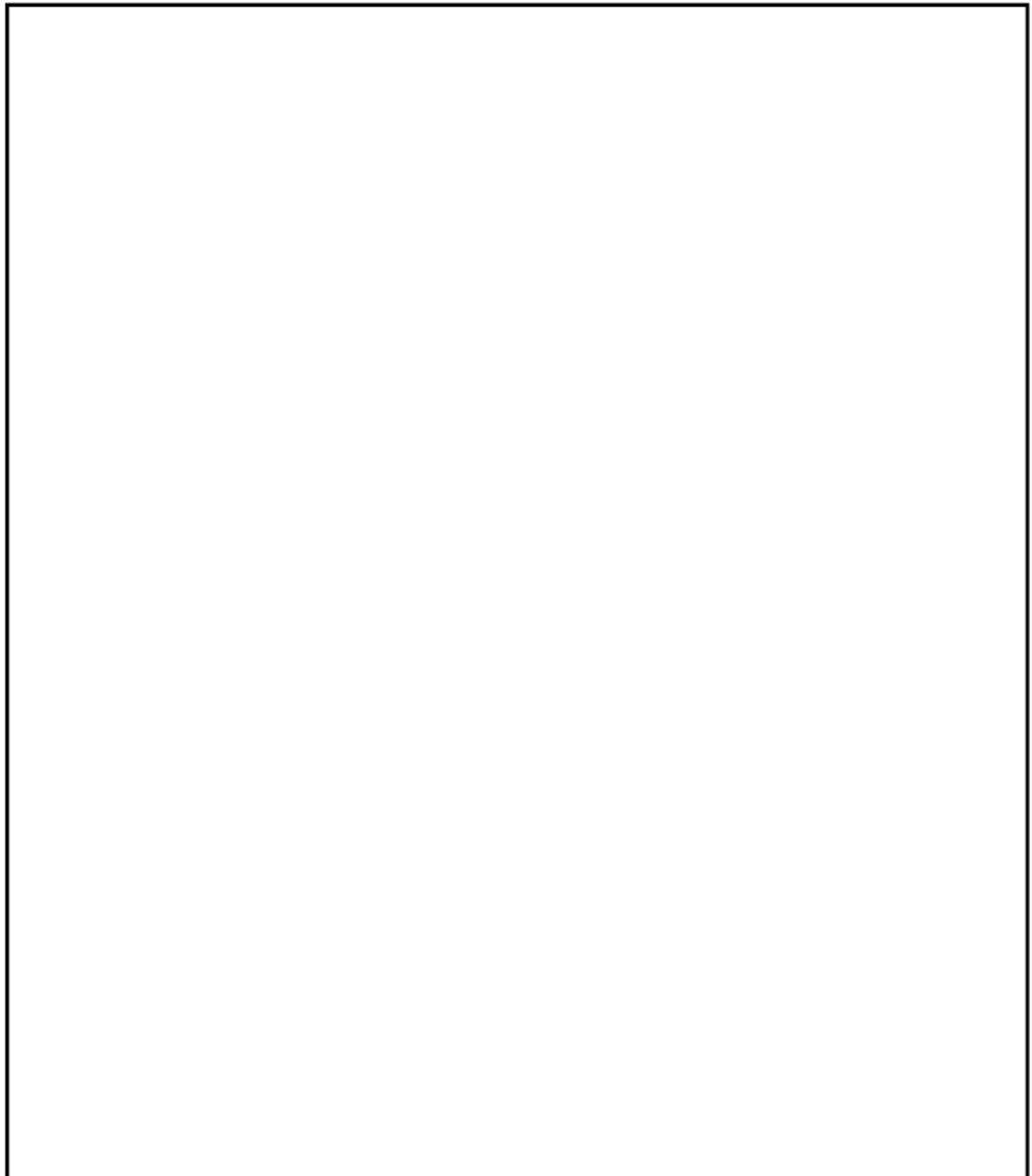
10.14.11 緊急時制御室

10.14.11.1 概要

原子炉補助建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して、原子炉格納容器の破損を防止するために必要な特定重大事故等対処施設を構成する設備の制御機能を有する緊急時制御室を設置する。

緊急時制御室の概略系統図を第 10.14.11.1 図に示す。

10.14.11.2 設計方針



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



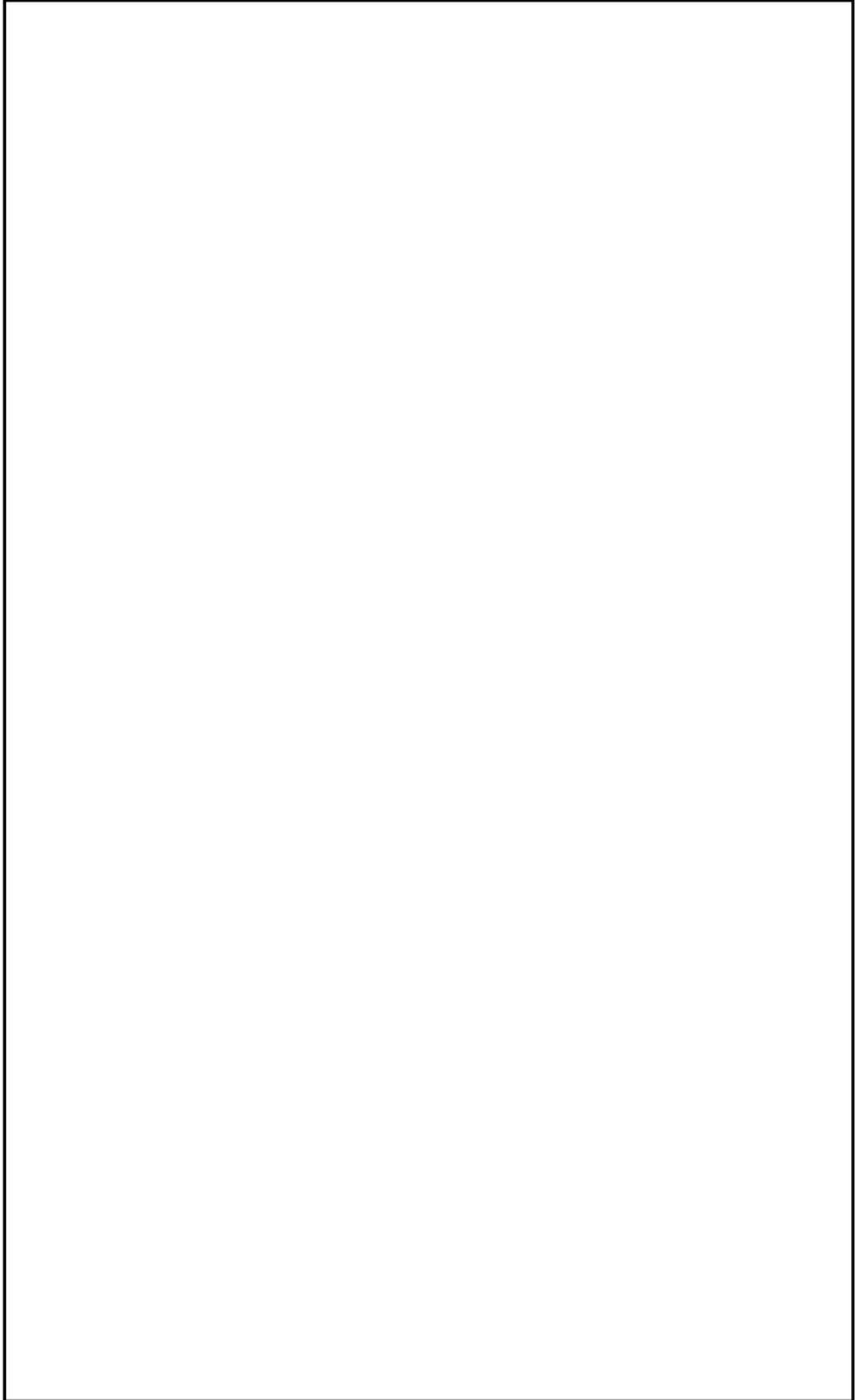
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

10.14.11.2.1 多重性又は多様性、独立性、位置的分散

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



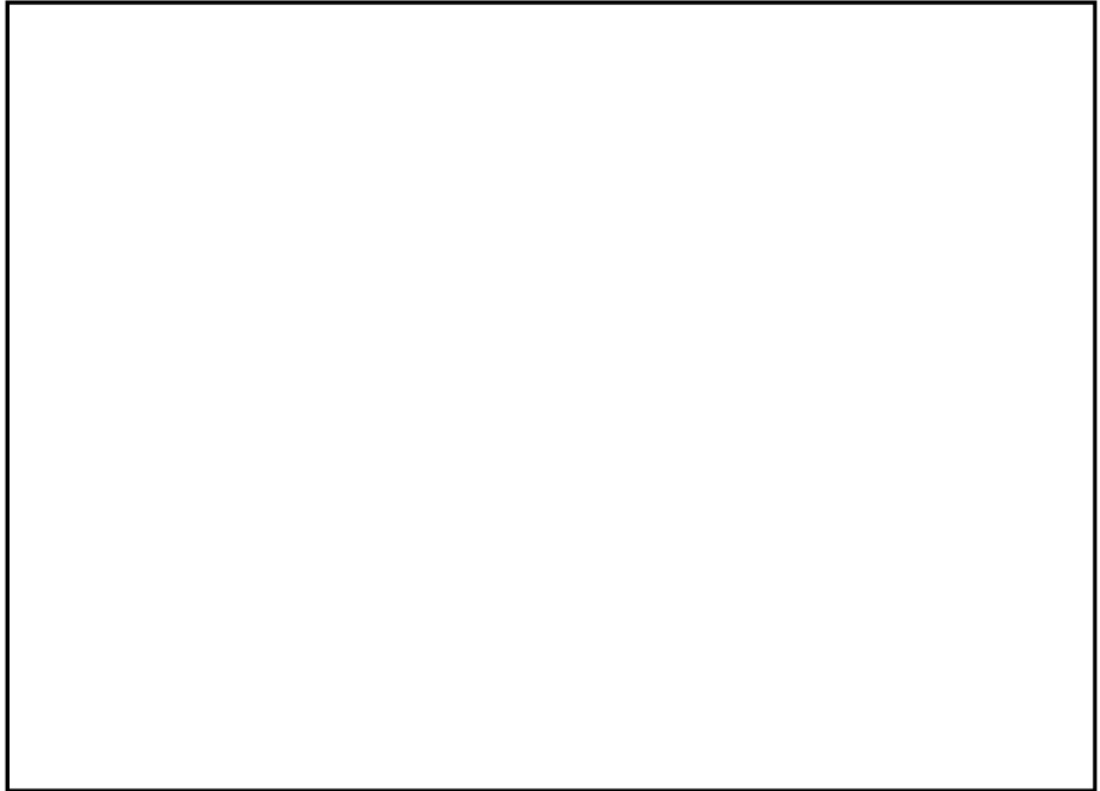
10.14.11.2.2 悪影響防止



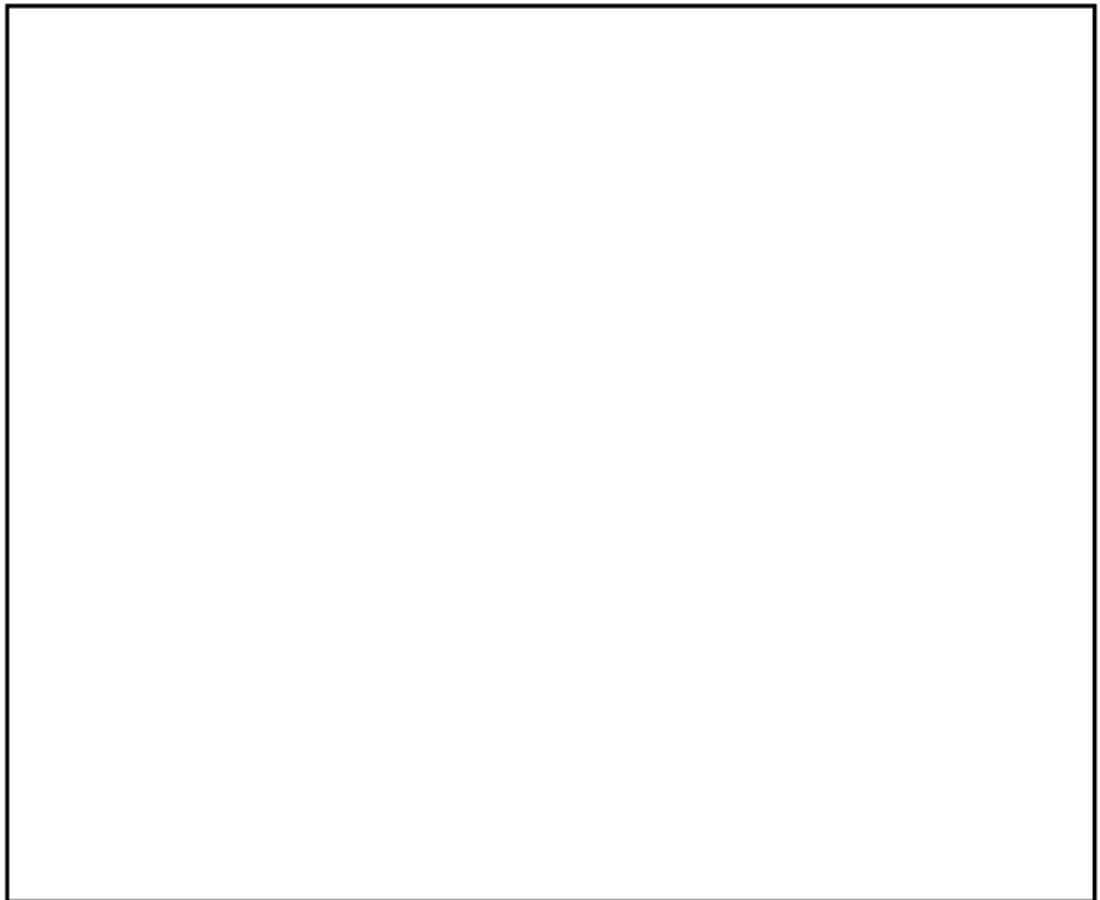
10.14.11.2.3 共用の禁止



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



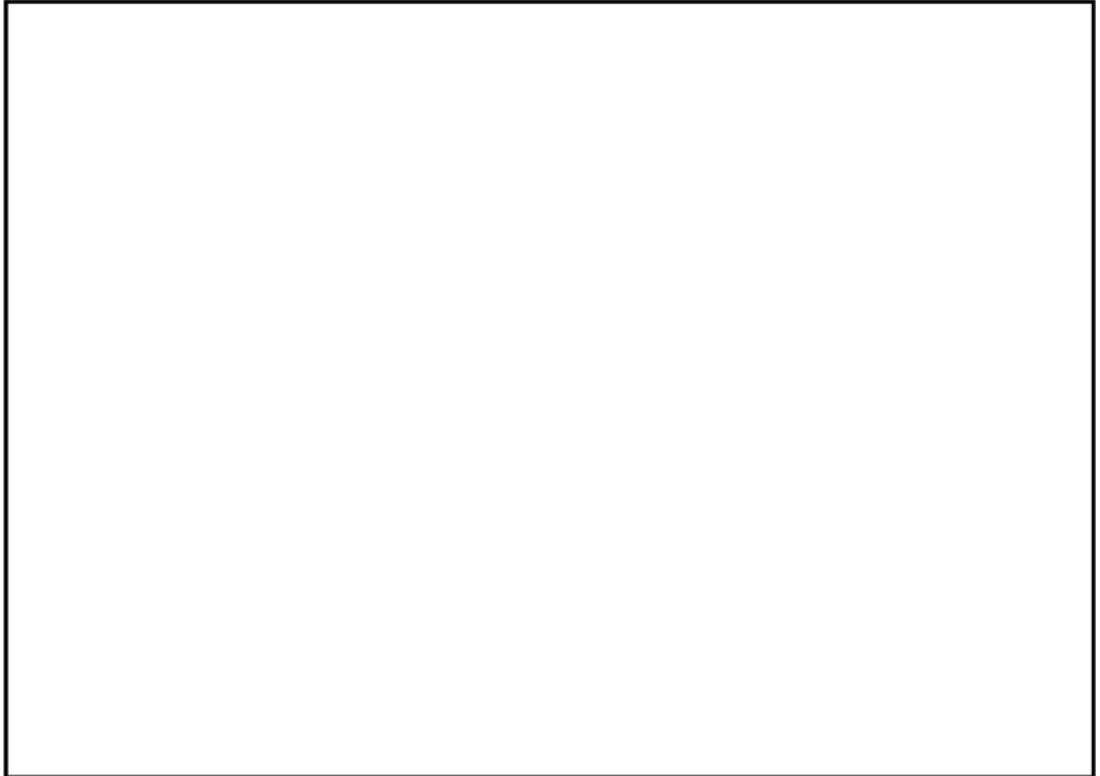
10.14.11.2.4 容量等



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



10.14.11.2.5 環境条件等



10.14.11.2.6 操作性の確保



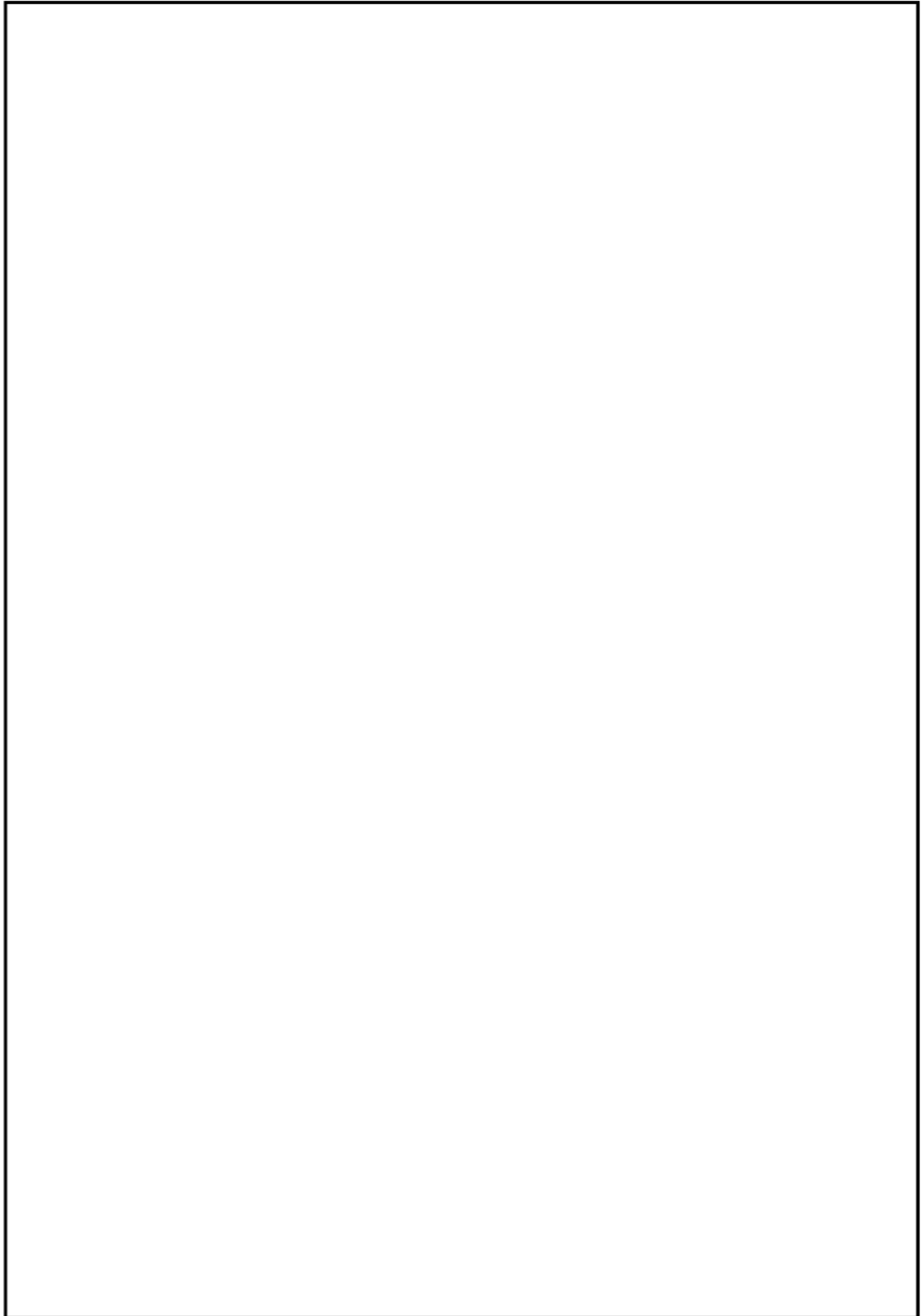
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

10.14.11.3 主要設備及び仕様

10.14.11.4 試験検査

10.14.11.5

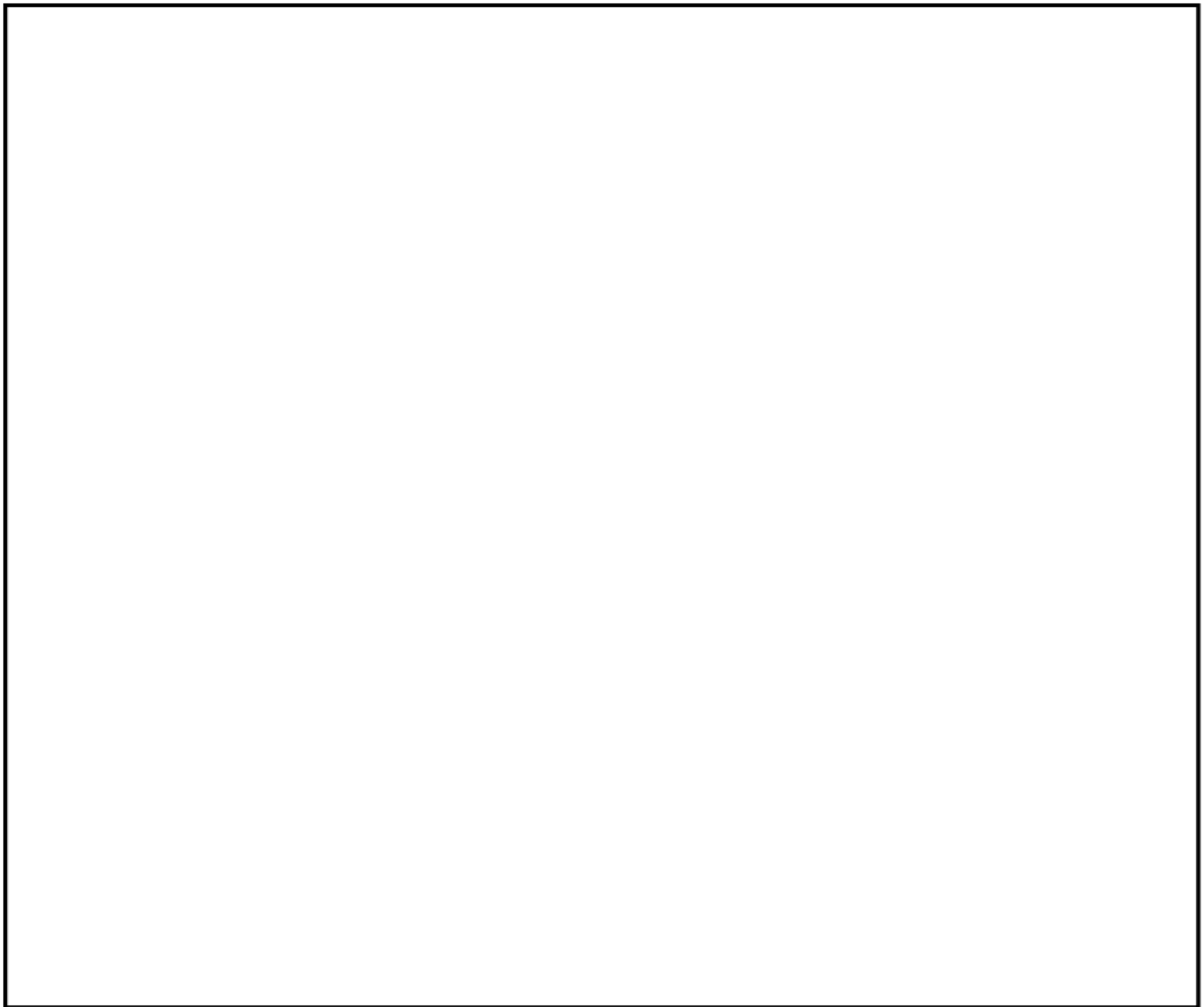
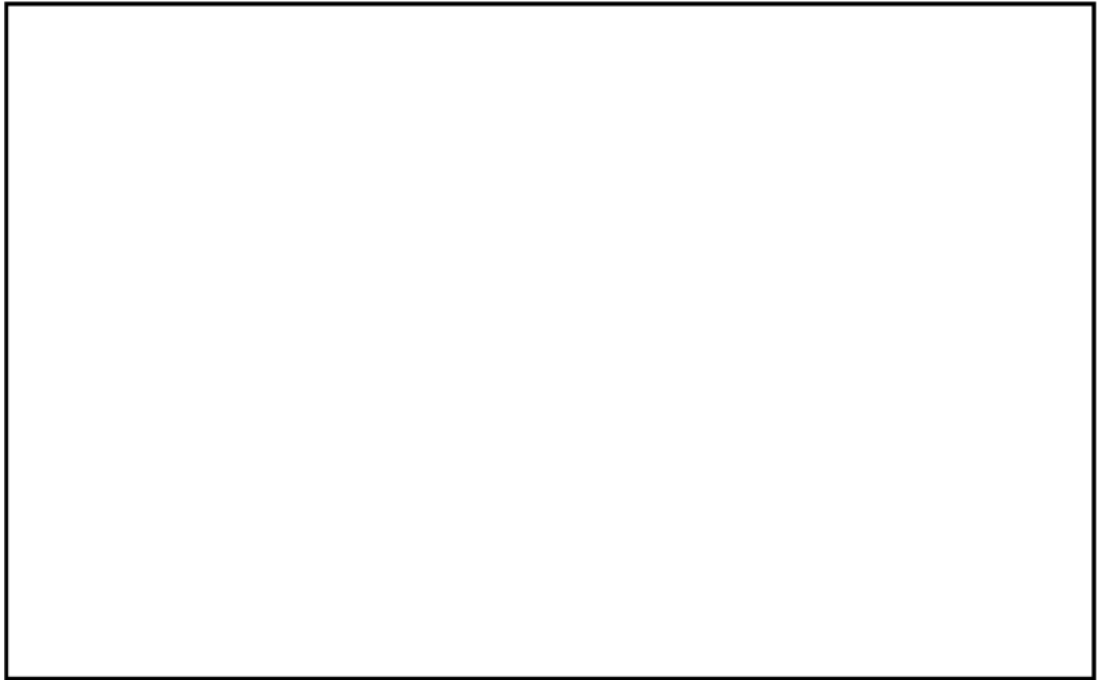
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



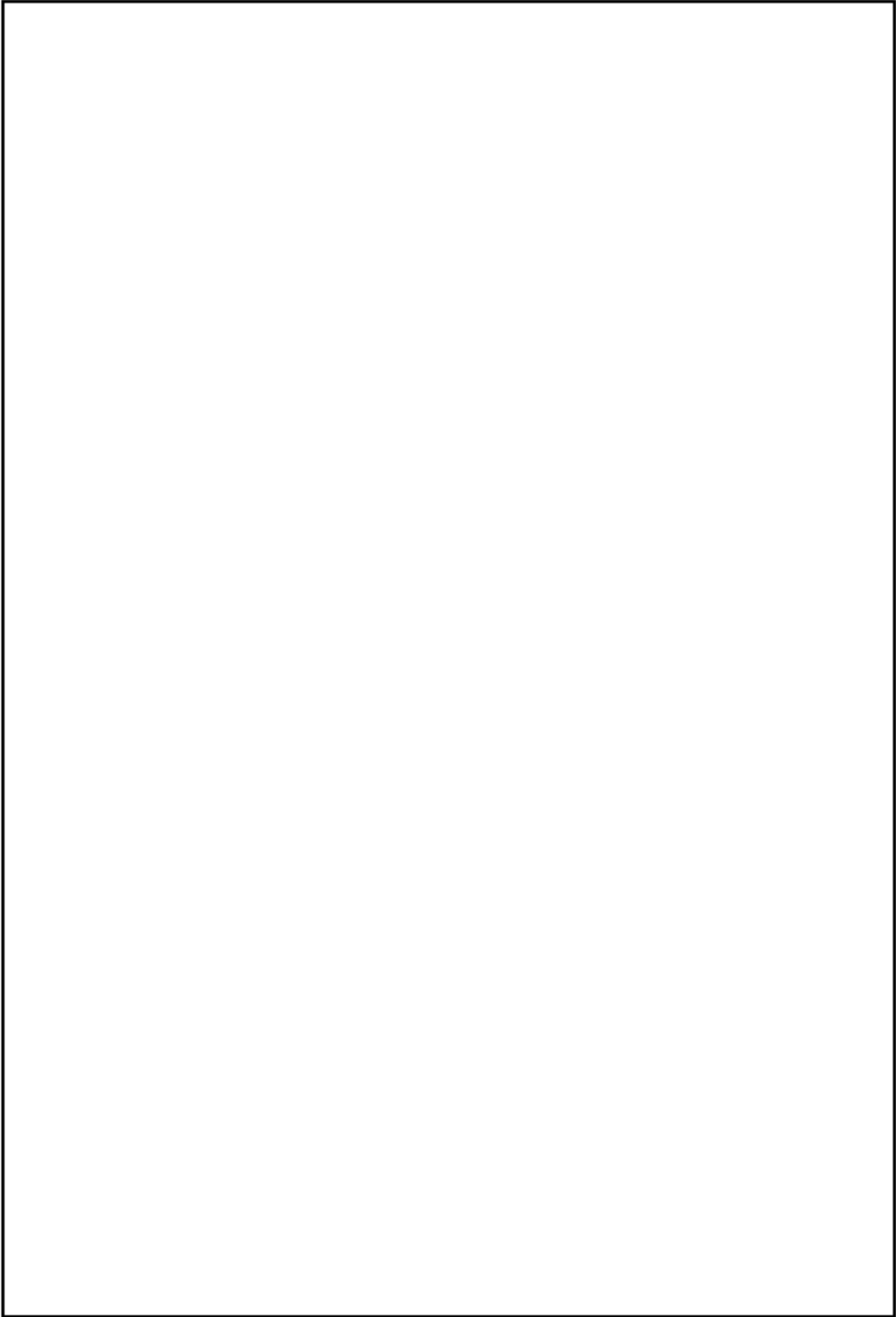
10.14.11.6 信頼性向上を図るための設計方針



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

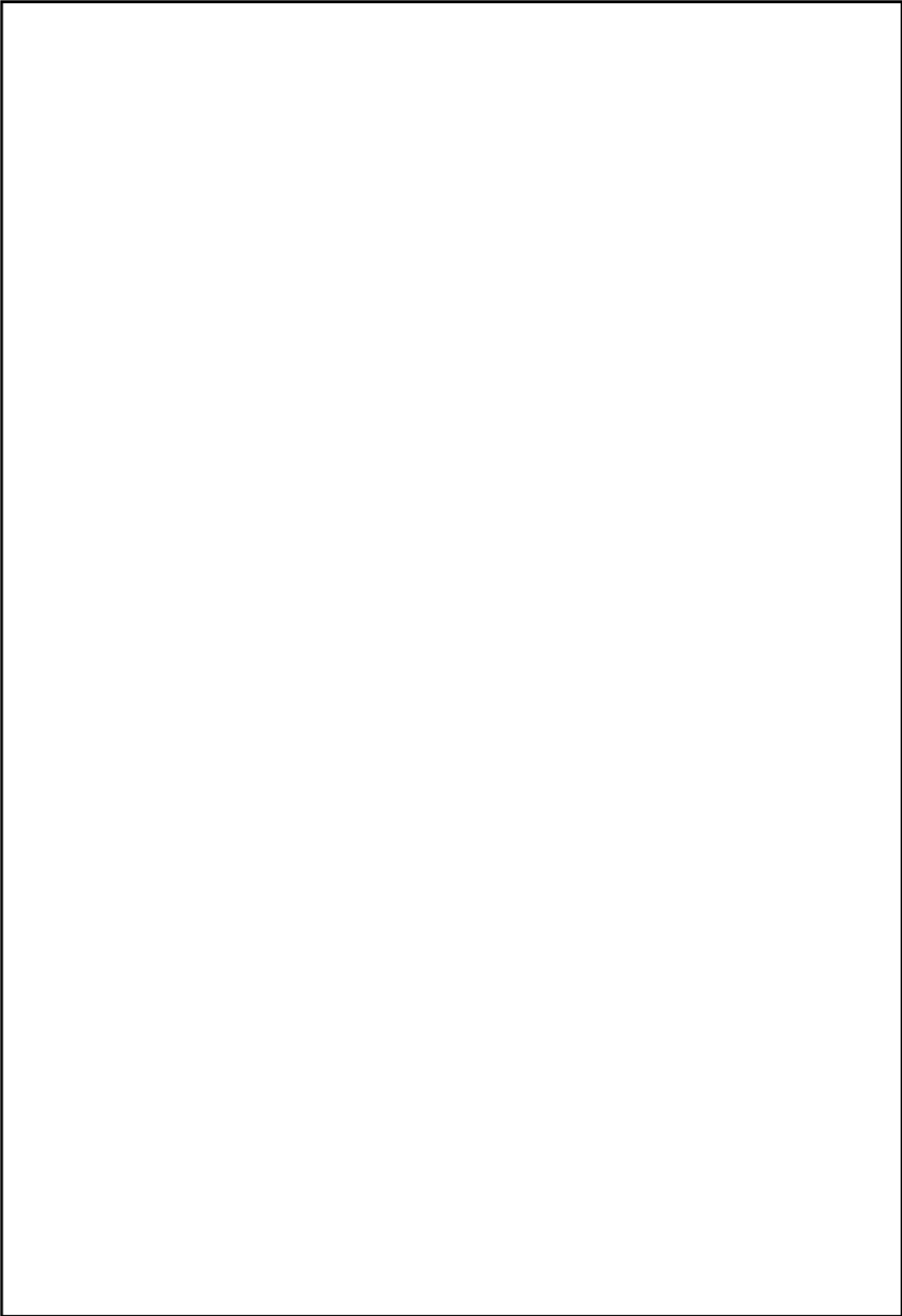


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

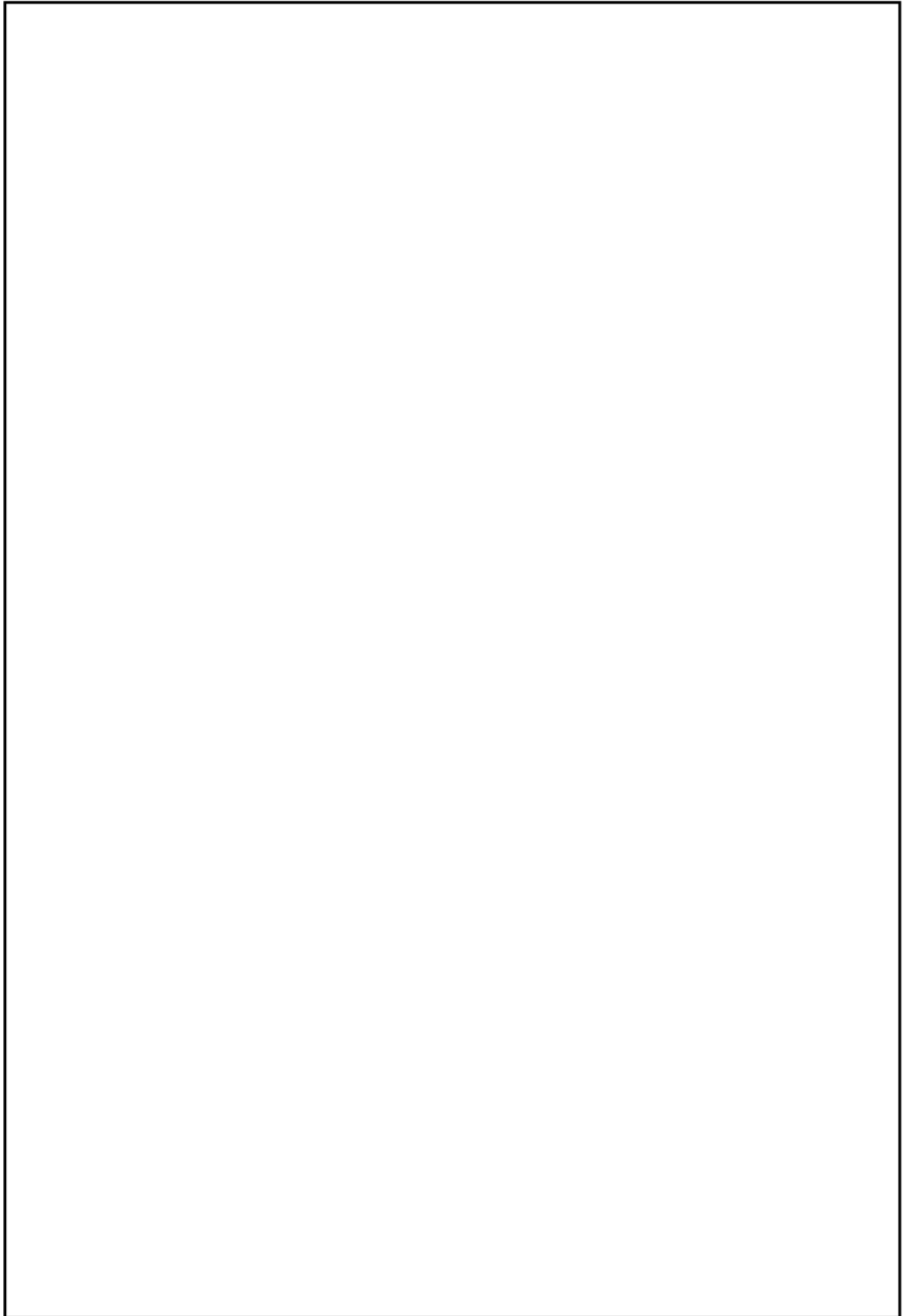


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

10.15 使用済燃料輸送容器保管建屋（1号、2号、3号及び4号炉共用）

使用済燃料を発電所外に搬出する場合は、使用済燃料輸送容器に装てんして輸送するが、輸送作業を効率的に行うため、使用済燃料輸送容器保管建屋を設置する。

本建屋内には、発電所外に搬出する使用済燃料装てん後の使用済燃料輸送容器あるいは使用済燃料装てん前の使用済燃料輸送容器及びウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料を装てんしたウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料輸送容器あるいはウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料を取り出した後のウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料輸送容器を一時保管する保管場所を設ける。

使用済燃料輸送容器保管建屋の平面図及び断面図を第10.15.1図に示す。

使用済燃料輸送容器保管建屋

構 造	鉄筋コンクリート造
面 積	約 700 m ²
保管容量	8基（使用済燃料輸送容器及びウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料輸送容器合計）

10.16 保修点検建屋

1 次冷却材ポンプ等の機器の点検及び工具（当社発電所間共用の保修・検査装置等）の事前点検、調整、保管等を効率的に行い、使用時に十分な信頼性を確保するため保修点検建屋（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用）を設置する。

保修点検建屋の設備仕様の概略を第10.16.1表、平面図を第10.16.1図に示す。

10.17 参考文献

- (1) 最新 航空実用ハンドブック, 株式会社 朝日ソノラマ 日本航空広報部
- (2) Stellungnahme der HSK zur Sicherheit der schweizerischen Kernkraftwerke bei einem vorsätzlichen Flugzeugabsturz, Würenlingen, März 2003
- (3) 航空豆知識, JAL ホームページ
- (4) Aircraft Crash Impact Analyses Demonstrate Nuclear Power Plant's Structural Strength, December 2002, 米国 NEI 研究レポート
- (5) Zusammenfassung de GRS-Studie durch das Bundesministerium für Umwelt,Naturschutz und Reaktorsicherheit(BMU),Bonn,den 27,11,2002
- (6) P.P. Degen, "Perforation of Reinforced Concrete Slabs by Rigid Missiles", Journal of the Structural Division, ASCE, Vol.106, No.ST7, July 1980
- (7) K. Muto et al., "Experimental Studies on Local Damage of Reinforced Concrete Structures by the Impact of Deformable Missiles Part1: Outline of Test Program and Small-Scale Tests", Transactions of the 10th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology, Vol.J, pp.257-264, 1989
- (8) Y. Esashi et al., "Experimental Studies on Local Damage of Reinforced Concrete Structures by the Impact Deformable Missiles Part2: Intermediate Scale Tests", Transactions of the 10th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology, Vol.J, pp.265-270, 1989
- (9) K. Muto et al., "Experimental Studies on Local Damage of Reinforced Concrete Structures by the Impact of Deformable Missiles Part3: Full-Scale Tests", Transactions of the 10th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology, Vol.J, pp.271-278, 1989

- (10) K. Muto et al., "Experimental Studies on Local Damage of Reinforced Concrete Structures by the Impact of Deformable Missiles Part4: Overall Evaluation of Local Damage", Transactions of the 10th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology, Vol.J, pp.279-284, 1989
- (11) W.S. Chang, "Impact of Solid Missiles on Concrete Barriers", Journal of the Structural Division, ASCE, Vol.107, No.ST2, February 1981
- (12) J.D. Riera, "A Critical Reappraisal of Nuclear Power Plant Safety against Accidental Aircraft Impact", Nuclear Engineering and Design, Vol.57, pp.193-206, 1980
- (13) W.A. von Riesemann et al., "Full-Scale Aircraft Impact Test for Evaluation of Impact Forces Part1: Test Plan, Test Method, and Test Results", Transactions of the 10th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology, Vol.J, pp.285-292, 1989
- (14) K. Muto et al., "Full-Scale Aircraft Impact Test for Evaluation of Impact Force Part2: Analysis of the Results", Transactions of the 10th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology, Vol.J, pp.293-299, 1989
- (15) Airplane Characteristics for Airport Planning, BOEING 社ホームページ
- (16) 平成 25 年度版 民間航空機関連データ集 (平成 26 年 3 月), 一般財団法人 日本航空機開発協会
- (17) PRTR 制度 届外排出量の推計方法等に係わる資料 平成 26 年度届出外排出量の推計方法等 詳細版, 16.航空機に係る排出量, 経済産業省
- (18) Federal Aviation Administration, U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION TYPE CERTIFICATE DATA SHEET

- (19) Dimensions & key data, Airbus 社ホームページ
- (20) Airlines.net, <http://www.airliners.net/>
- (21) 空港土木施設設計基準 国土交通省航空局監修, 平成 17 年 4 月, 財団法人 港湾空港建設技術サービスセンター
- (22) Jane's All the World's Aircraft 2000-2001
- (23) Jane's All the World's Aircraft 2013-2014
- (24) Jane's Aero – Engines Issue 25, 2009
- (25) 民間航空機に関する市場予測 2014－2033 (2014 年 3 月), 一般財団法人 日本航空機開発協会
- (26) BWR 配管における混合ガス(水素・酸素)の燃焼による配管損傷防止に関するガイドライン(第 3 版), 平成 22 年 3 月, 一般社団法人 日本原子力技術協会

第 10.1.1 表 メタルクラッド開閉装置の設備仕様（1 / 2）

構成及び仕様

	受電盤	き電盤	計器用変圧器盤
型 式	屋内用鋼板製単位閉鎖垂直自立形		
個 数	約 16	約 56	約 10
定 格 電 圧	6.9kV		
電 気 方 式	60Hz 3 相 3 線 抵抗接地式		
電 源 引 込 方 式	バスダクト又はケーブルによる		
フィーダ引出方式	ケーブルによる		
母 線 電 流 容 量	2,000A		

遮断器

項 目	受電用	き電用
型 式	真空遮断器	
個 数	約 16	約 56
極 数	3 極	
操 作 方 式	電動蓄勢バネ操作(DC125V)	
絶 縁 階 級	6 号	
定 格 電 圧	7.2kV	
定 格 電 流	2,000A	1,200A
遮 断 電 流	44kA	
定 格 遮 断 時 間	5 サイクル	
引きはずし自由方式	電氣的、機械的	
投 入 方 式	バネ式	

第 10.1.1 表 メタルクラッド開閉装置の設備仕様（2 / 2）

動力変圧器

項 目	非常用母線用	常用母線用
個 数	2	3
型 式	屋内用 3 相乾式変圧器	
冷 却 方 式	自 冷	風 冷
周 波 数	60Hz	
容 量	約 2,000kVA	約 2,000kVA
結 線	一次：星形 二次：三角形	
定 格 電 圧	一次：6.6kV（5 タップ） （6.3、6.45、6.6、6.75、6.9 kV） 二次：460V	
絶 縁	H 種	

第 10.1.2 表 パワーセンタの設備仕様

構成及び仕様

	受 電 盤	母線連絡盤	き 電 盤	変圧器盤
型 式	屋内用鋼板製閉鎖垂直自立形			
個 数	約 5	約 5	約 23	約 5
定 格 電 圧	600V			
電 気 方 式	60Hz 3 相 3 線 非接地式			
電 源 引 込 方 式	バスダクト又はケーブルによる			
フィーダ引出方式	ケーブルによる			
母 線 電 流 容 量	3,000A（主母線） 1,600A（分岐母線）			

遮断器

項 目	受電用	母線連絡用	き電用
型 式	低圧気中遮断器		
個 数	約 5	約 5	約 70
極 数	3 極		
操 作 方 式	電動蓄勢バネ操作(DC125V)		
定 格 電 圧	600V		
定 格 電 流	3,000A	3,000A	1,600A
遮 断 電 流 (交流分実効値)	65kA	65kA	50kA
引きはずし自由方式	電氣的、機械的		

第 10.1.3 表 直流電源設備の設備仕様

(1) 蓄電池

形	式	鉛蓄電池
組	数	3
容	量	約 2,200A・h×2 組 (安全防護系用) 約 3,000A・h×1 組 (一般用)
電	圧	安全防護系用：129V（浮動充電時） 一般用：132V（浮動充電時）

(2) 充電器

形	式	鋼板製垂直自立閉鎖形 自動電圧調整 装置付シリコン整流器
個	数	3
充 電 方 式	式	浮動
冷 却 方 式	式	自冷
交 流 入 力		3 相 60Hz 440V
直 流 出 力		安全防護系用：129V（浮動充電時） 一般用：132V（浮動充電時） 常用：約 540A×2 個及び約 350A×1 個

(3) 直流主分電盤

形	式	鋼板製垂直自立閉鎖形配電用遮断器内蔵
個	数	3
母 線 容 量		約 2,500A×2 個及び約 2,000A×1 個

第 10.1.4 表 計測制御用電源設備の設備仕様

(1) 非常用

a. 計器用電源（無停電電源装置）

型	式	静止型インバータ		
個	数	4		
容	量	約 20kVA（1 個当たり）		
出	力	電	圧	115V

(2) 常用

a. 計器用電源（変圧器）

型	式	乾式型式		
個	数	4		
容	量	約 20kVA	×2 個	（後備）
		約 30kVA	×1 個	（常用）
		約 50kVA	×1 個	（常用）
出	力	電	圧	115V

b. 計器用電源（無停電電源装置）

型	式	静止型インバータ		
個	数	2		
容	量	約 50kVA		
出	力	電	圧	100V

第 10.1.5 表 ディーゼル発電機の設備仕様

(1) エンジン

台	数	2
出	力	約 3,900kW (1 台当たり)
起 動 方 式		圧縮空気起動
使 用 燃 料		A 重油

(2) 発電機

台	数	2
型	式	横置回転界磁 3 相同期発電機
容	量	約 4,875kVA (1 台当たり)
力	率	0.8 (遅れ)
電	圧	6,900V
周 波 数		60Hz

(3) 燃料油貯油そう

種	類	横置円筒形
容	量	約 200m ³ (1 基当たり)
基	数	2
取 付 箇 所		E.L.+25m

第 10.2.1 表 電源設備（常設）の設備仕様

(1) 空冷式非常用発電装置

種	類	空冷式ディーゼル発電機
台	数	2
容	量	約 1,825kVA（1 台当たり）
電	圧	6,600V

(2) 燃料油貯油そう（重大事故等時のみ 1 号及び 2 号炉共用）

兼用する設備は以下のとおり。

- ・非常用電源設備
- ・代替電源設備
- ・補機駆動用燃料設備

種	類	横置円筒形
基	数	2
容	量	約 200m ³ （1 基当たり）
使 用 燃 料		A 重油

(3) 空冷式非常用発電装置用給油ポンプ

型	式	歯車式
台	数	2
容	量	約 3.0m ³ /h 以上（1 台当たり）
吐 出 圧 力		約 0.3MPa [gage]

(4) 号機間電力融通恒設ケーブル（1 号及び 2 号炉共用）

組	数	1
電	圧	6,600V

(5) ディーゼル発電機（重大事故等時のみ 1 号及び 2 号炉共用）

兼用する設備は以下のとおり。

・非常用電源設備

・代替電源設備

エンジン

台	数	4
出	力	約 3,900kW (1 台当たり)
起 動 方 式		圧縮空気起動
使 用 燃 料		A重油

発電機

台	数	4
型	式	横置回転界磁 3 相同期発電機
容	量	約 4,875kVA (1 台当たり)
力	率	0.8 (遅れ)
電	圧	6,900V
周 波 数		60Hz

(6) 蓄電池 (安全防護系用)

兼用する設備は以下のとおり。

・非常用電源設備

・代替電源設備

型	式	鉛蓄電池
組	数	2
容	量	約 2,200A・h (1 組当たり)
電	圧	129V (浮動充電時)

(7) 蓄電池 (3 系統目)

型	式	鉛蓄電池
組	数	1
容	量	約 3,000A・h
電	圧	143V (浮動充電時)

(8) 計器用電源（無停電電源装置）

兼用する設備は以下のとおり。

・非常用電源設備

・代替電源設備

型	式	静止型インバータ
個	数	4
容	量	約 20kVA（1 個当たり）
出 力 電 圧		115V

(9) 代替所内電気設備変圧器

個	数	1
容	量	約 750kVA
電	圧	6,600V/460V

(10) 代替所内電気設備分電盤

個	数	1
電	圧	440V

第 10.2.2 表 電源設備（可搬型）の設備仕様

(1) タンクローリー（1号及び2号炉共用）

兼用する設備は以下のとおり。

- ・ 代替電源設備
- ・ 補機駆動用燃料設備

台	数	2（予備 1※1）
容	量	3m ³ 以上（1 台当たり）

※1 1号、2号、3号及び4号炉共用、既設。

(2) 号機間電力融通予備ケーブル（1号及び2号炉共用）

組	数	1（予備 1※1）
電	圧	6,600V

※1 1号、2号、3号及び4号炉共用、既設。

(3) 電源車

型	式	空冷式ディーゼル発電機
台	数	2（予備 1※1）
容	量	約 610kVA（1 台当たり）
電	圧	6,600V

※1 1号、2号、3号及び4号炉共用、既設。

(4) 可搬式整流器

整流器

個	数	1（予備 1※1）
最 大 出 力		約 15kVA（1 個当たり）
出 力 電 圧		0～150V
出 力 電 流		0～100A

※1 1号、2号、3号及び4号炉共用、既設。

降圧変圧器

個	数	1（予備 1※1）
容	量	約 30kVA（1 個当たり）
電	圧	440V/210V
周	波 数	60Hz

※1 1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用、既設。

第 10.3.1 表 送電線の設備仕様

(「常用電源設備」及び「非常用電源設備」と兼用)

	高 浜 線	青 葉 線	高 浜 連 絡 線
公 称 電 圧	500kV	500kV	77kV
回 線 数	2	2	1
導 体 サ イ ズ	ACSR 410mm ² 4 導 体	TACSR 810mm ² 4 導 体	ACSR 330mm ² 1 導 体
送 電 容 量	約 2,780MW	約 5,540MW	約 92.3MW
亘 長	約 30km (新綾部変電所 まで)	約 30km (新綾部変電所 まで)	約 9km (高浜変電所 まで)
備 考	1 号 炉、2 号 炉、 3 号 炉 及 び 4 号 炉 共用	1 号 炉、2 号 炉、 3 号 炉 及 び 4 号 炉 共用	1 号 炉、2 号 炉、 3 号 炉 及 び 4 号 炉 共用

第 10.3.2 表 特高開閉所機器の設備仕様

500kV 母線（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用）

型 式	相分離 SF ₆ ガス絶縁方式
定 格 電 圧	550kV
電 流 容 量	4,000A
定格短時間電流	50kA 2 サイクル

遮断器

	昇圧変圧器用 遮断器	降圧変圧器用 遮断器	500kV 送電 線路用遮断器	500kV 母線 連絡用遮断器
個 数	1	1	4	2
定 格 電 圧	550kV	550kV	550kV	550kV
定 格 電 流	2,000A	2,000A	4,000A	4,000A
定 格 遮 断 容 量	50kA	50kA	50kA	50kA
備 考	—	1 号炉及び 2 号炉共用	1 号炉、 2 号炉、 3 号炉及び 4 号炉共用	1 号炉、 2 号炉、 3 号炉及び 4 号炉共用
	500kV 母線区分用遮断器		予備変圧器用遮断器	
個 数	2		1	
定 格 電 圧	550kV		84kV	
定 格 電 流	4,000A		1,200A	
定 格 遮 断 容 量	50kA		31.5kA	
備 考	1 号炉、2 号炉、 3 号炉及び 4 号炉共用		1 号炉、2 号炉、 3 号炉及び 4 号炉共用	

第 10.3.3 表 発電機、励磁装置及び発電機負荷開閉器の設備仕様

(1) 発電機

型	式	横置回転界磁 3 相同期タービン発電機
容	量	約 920,000kVA
力	率	90%遅れ
電	圧	22,000V
	相	3 相
周	波	数 60Hz
回	転	数 約 1,800rpm
結	線	法 星形
冷	却	法 水素内部冷却

(2) 励磁装置

名 称	主 励 磁 機	副 励 磁 機
型 式	ブラシレス励磁	永久磁石回転界磁形
個 数	1	1
容 量	約 3,500kW	約 40kVA
電 圧	DC 440V	125V
回 転 数	約 1,800rpm	約 1,800rpm
駆 動 方 法	発電機と直結	発電機と直結

(3) 発電機負荷開閉器

定 格 電 圧	24kV
定 格 電 流	25,500A
個 数	1

第 10.3.4 表 主要変圧器の設備仕様

		主 変 圧 器	昇圧変圧器	A 所内変圧器	B 所内変圧器
型 式		屋外無圧密封式 負荷時タップ 切換器付	屋外無圧密封式	屋外無圧密封式	屋外無圧密封式
容 量		約 860,000kVA	約 915,000kVA	約 43,000kVA	約 20,500kVA
電 圧	1 次	22kV	275kV	22.0kV/21.5kV /21.0kV	22.0kV/21.5kV /21.0kV
	2 次	275.0 ±12.5kV	525kV	6.9kV、6.9kV	6.9kV
相		3	3	3	3
周 波 数		60Hz	60Hz	60Hz	60Hz
結 線 法	1 次	三角	星形	三角	三角
	2 次	星形	星形	星形、星形	星形
	3 次	—	三角	—	—
冷却方式		送油風冷	送油風冷	油入風冷	油入風冷
個 数		1	1	1	1
備 考		—	—	—	—

第 10.3.5 表 制御棒駆動装置用電源設備の設備仕様

種 台	類 数	電動機発電機 2
駆動用電動機		
種	類	誘導電動機
容	量	約 110kW（1 台当たり）
電	圧	440V
	相	3 相
発電機		
容	量	約 438kVA（1 台当たり）
電	圧	交流 260V

第 10.5.1.1 表 消火設備の主な故障警報

設備		主な警報
消火ポンプ	電動消火ポンプ	ポンプ自動停止、電動機過負荷
	ディーゼル消火ポンプ	ポンプ自動停止、装置異常 (燃料・冷却水レベル低下)
	消火水バックアップポンプ	ポンプ自動停止、電動機過負荷
消火設備	・二酸化炭素消火設備 ・ハロン消火設備 ・スプリンクラー ・ケーブルトレイ消火設備 ・水噴霧消火設備	設備異常 (電源故障、断線、短絡、地絡等)

第 10.5.1.2 表 火災感知設備の火災感知器の種類

火災感知器の設置箇所	火災感知器の設置型式	
一般エリア 固体廃棄物貯蔵庫	煙感知器又は熱感知器 (一部 1 号及び 2 号炉共用、 一部 1 号、2 号、3 号 及び 4 号炉共用)	熱感知器又は炎感知器 (一部 1 号及び 2 号炉共用、 一部 1 号、2 号、3 号 及び 4 号炉共用)
原子炉格納容器	煙感知器	熱感知器 (一部、防爆型熱感知器 含む)
燃料油貯油そうエリア	防爆型熱感知器	防爆型炎感知器
B 固体廃棄物貯蔵庫	煙感知器	熱感知器 (一部、アナログ式でな い感知器含む)

第 10.5.1.3 表 消火設備の概略仕様

- (1) スプリンクラー（一部 1 号及び 2 号炉共用、一部 1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用）

消	火	剤	水
消	火	剤	量
設	置	箇	所
消防法施行規則第 13 条に基づく量以上 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難な火災区域又は火災区画、火災の影響軽減のための対策が必要な火災区域又は火災区画（補助建屋等）			

- (2) 全域ハロン消火設備（一部 1 号及び 2 号炉共用、一部 1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用）

消	火	剤	ハロン 1 3 0 1
消	火	剤	量
設	置	箇	所
消防法施行規則第 20 条に基づき算出される量以上 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難な火災区域又は火災区画、火災の影響軽減のための対策が必要な火災区域又は火災区画（制御建屋等）			

- (3) 局所ハロン消火設備（一部 1 号及び 2 号炉共用、一部 1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用）

消	火	剤	ハロン 1 3 0 1
消	火	剤	量
設	置	箇	所
消防法施行規則第 20 条に基づき、開口部を考慮して算出される量以上 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難な火災区域又は火災区画、火災の影響軽減のための対策が必要な火災区域又は火災区画（補助建屋等）			

(4) ケーブルトレイ消火設備（一部 1 号及び 2 号炉共用、一部 1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用）

消 火 剤	ハロゲン化物（F K－5－1－1 2）
消 火 剤 量	約 4.3kg /m ³ 以上
設 置 箇 所	火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難な火災区域又は火災区画、火災の影響軽減のための対策が必要な火災区域又は火災区画（補助建屋等）

(5) 二酸化炭素自動消火設備

消 火 剤	二酸化炭素
消 火 剤 量	消防法施行規則第 19 条に基づき、開口部を考慮して算出される量以上
設 置 箇 所	ディーゼル発電機室、海水ポンプ

(6) エアロゾル消火設備（一部 1 号及び 2 号炉共用、一部 1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用）

消 火 剤	炭酸水素カリウム等
消 火 剤 量	約 100g（1 個当たり）
設 置 箇 所	火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難な火災区域又は火災区画、火災の影響軽減のための対策が必要な火災区域又は火災区画（補助建屋等）

(7) 水噴霧消火設備（1 号及び 2 号炉共用、一部 1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用）

消 火 剤	水
消 火 剤 量	消防法施行規則第 16 条に基づき算出される量以上
設 置 箇 所	火災発生時の煙の充満等により消火活動

が困難な火災区域又は火災区画（固体廃
棄物処理建屋等）

(8) 消火ポンプ

- ・ N o . 1 電動消火ポンプ（1号及び2号炉共用）

台 数 1

容 量 約 450m³/h

- ・ N o . 1 ディーゼル消火ポンプ（1号及び2号炉共用）

台 数 1

容 量 約 450m³/h

- ・ N o . 2 電動消火ポンプ（1号、2号、3号及び4号炉共用）

台 数 1

容 量 約 1,000m³/h

- ・ N o . 2 ディーゼル消火ポンプ（1号、2号、3号及び4号炉
共用）

台 数 1

容 量 約 1,000m³/h

第 10.5.1.4 表 特定重大事故等対処施設の火災感知設備の火災感知器の種類

火災感知器の 設置箇所	火災感知器の設置型式	
一般エリア	煙感知器又は熱感知器 (一部 1 号及び 2 号炉共用)	熱感知器又は炎感知器 (一部 1 号及び 2 号炉共用)
原子炉格納容器	煙感知器	熱感知器 (一部、防爆型 熱感知器含む。)
	防爆型熱感知器 (1 号及び 2 号炉共用)	防爆型炎感知器 (1 号及び 2 号炉共用)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.5.1.5 表 特定重大事故等対処施設の消火設備の概略仕様

(1) スプリンクラー（一部 1 号及び 2 号炉共用）

消 火 剤	水
消 火 剤 量	消防法施行規則第 13 条に基づく量以上
設 置 箇 所	火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難な火災区域又は火災区画（油内包機器等を設置する)

(2) 全域ハロン消火設備（一部 1 号及び 2 号炉共用）

消 火 剤	ハロン 1301
消 火 剤 量	消防法施行規則第 20 条に基づき算出される量以上
設 置 箇 所	火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難な火災区域又は火災区画（電気盤等を設置する)

(3) 局所ハロン消火設備

消 火 剤	ハロン 1301
消 火 剤 量	消防法施行規則第 20 条に基づき、開口部を考慮して算出される量以上
設 置 箇 所	火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難な火災区域又は火災区画（電気盤等を設置する)

(4) ケーブルトレイ消火設備（一部 1 号及び 2 号炉共用）

消 火 剤	ハロゲン化物（FK-5-1-12）
消 火 剤 量	約 4.3kg/m ³ 以上
設 置 箇 所	火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難な火災区域又は火災区画（ケーブルを設置する)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(5) 二酸化炭素自動消火設備（一部 1 号及び 2 号炉共用）

消 火 剤 二酸化炭素

消 火 剤 量 消防法施行規則第 19 条に基づき、開口部を考慮して算出される量以上

設 置 箇 所 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難な火災区域又は火災区画（油内包機器等を設置する)

(6) エアロゾル消火設備

消 火 剤 炭酸水素カリウム等

消 火 剤 量 約 100g（1 個当たり）

設 置 箇 所 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難な火災区域又は火災区画（電気盤等を設置する)

(7) 消火ポンプ

・ N o . 1 電動消火ポンプ（1 号及び 2 号炉共用）

台 数 1

容 量 約 450m³/h

・ N o . 1 ディーゼル消火ポンプ（1 号及び 2 号炉共用）

台 数 1

容 量 約 450m³/h

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.6.1.1.1 表 浸水防護設備の設備仕様

(1) 取水路防潮ゲート（1号、2号、3号及び4号炉共用、一部既設）

種	類	防潮壁
材	料	鉄筋コンクリート、鋼材
個	数	1

種	類	無停電電源装置
個	数	6
容	量	約 1kVA
出 力 電 圧		100V

(2) 放水口側防潮堤（1号、2号、3号及び4号炉共用、既設）

種	類	防潮堤
材	料	セメント改良土、鋼材、鋼管杭 鉄筋コンクリート
個	数	1

(3) 防潮扉（1号、2号、3号及び4号炉共用、既設）

種	類	防潮堤
材	料	鋼管杭、アルミニウム合金 鉄筋コンクリート
個	数	1

(4) 屋外排水路逆流防止設備（1号、2号、3号及び4号炉共用、既設）

種	類	逆流防止蓋（フラップゲート）
材	料	ステンレス鋼
個	数	5

- (5) 1号及び2号炉放水ピット止水板（1号、2号、3号及び4号炉共用、既設）

種	類	止水板
材	料	鋼材、鉄筋コンクリート
個	数	2

- (6) 海水ポンプ室浸水防止蓋

種	類	閉止蓋
材	料	ステンレス鋼
個	数	15

- (7) 循環水ポンプ室浸水防止蓋

種	類	閉止蓋
材	料	ステンレス鋼
個	数	2

- (8) 中間建屋水密扉

（「津波に対する防護設備」及び「内部溢水に対する防護設備」と兼用）

種	類	片開扉
材	料	炭素鋼
個	数	3

- (9) 制御建屋水密扉（1号及び2号炉共用）

（「津波に対する防護設備」及び「内部溢水に対する防護設備」と兼用）

種	類	片開扉
材	料	炭素鋼
個	数	3

(10) 貫通部止水処置（１号及び２号炉共用）

（「津波に対する防護設備」及び「内部溢水に対する防護設備」と兼用）

種	類	貫通部止水
材	料	シーリング材
個	数	一式

(11) 潮位観測システム（防護用）（１号、２号、３号及び４号炉共用、一部既設）

種	類	潮位計（注１）、 衛星電話（津波防護用）（注２）
個	数	一式

（注１）：４台設置し、このうち１台を予備とする。

（注２）：中央制御室並びに３号及び４号炉中央制御室に各々３台設置し、このうち各々１台を予備とする。

第 10.6.1.3.1 表 基準津波を一定程度超える津波に対する浸水防護設備の
設備仕様

(1) 貫通部止水処置（1 号及び 2 号炉共用）

種	類	貫通部止水
材	料	シーリング材
個	数	一式

第 10.6.2.1 表 浸水防護設備の設備仕様

(1) 補助建屋水密扉

種	類	片開扉
材	料	炭素鋼
個	数	1

(2) 中間建屋水密扉

種	類	片開扉
材	料	炭素鋼
個	数	7

(3) ディーゼル建屋水密扉

種	類	片開扉
材	料	炭素鋼
個	数	1

(4) 制御建屋水密扉（1号及び2号炉共用）

種	類	片開扉
材	料	炭素鋼
個	数	3

第 10.8.1.1 表 非常用取水設備の主要仕様

(1) 非常用海水路（1 号及び 2 号炉共用）

種	類	トンネル
材	料	鉄筋コンクリート
個	数	1

(2) 海水ポンプ室

種	類	取水槽
材	料	鉄筋コンクリート
個	数	1

第 10.9.1 表 敷地内土木構造物の設備仕様

(1) 連続地中壁（1号、2号、3号及び4号炉共用、既設）

種	類	地中壁
材	料	鉄筋コンクリート
個	数	1

(2) 抑止ぐい（1号、2号、3号及び4号炉共用、既設）

種	類	鋼製杭
材	料	鋼管、H鋼及び中詰めモルタル
個	数	245

第 10.10.1.1 表 緊急時対策所の設備仕様

- (1) 緊急時対策所（緊急時対策所建屋内）（1号、2号、3号及び4号炉共用）

個	数	一式
---	---	----

- (2) 情報収集設備（1号、2号、3号及び4号炉共用）

兼用する設備は以下のとおり。

- ・ 緊急時対策所
- ・ 通信連絡設備

設	備	名	安全パラメータ表示システム (SPDS) (1号、2号、3号及び4号炉共用、一部既設)
個		数	一式
設	備	名	安全パラメータ伝送システム (1号、2号、3号及び4号炉共用、既設)
個		数	一式
設	備	名	SPDS表示装置 (1号、2号、3号及び4号炉共用)
個		数	一式

- (3) 通信連絡設備（1号、2号、3号及び4号炉共用）

兼用する設備は以下のとおり。なお、衛星電話（固定）は「津波に対する防護設備」についても兼用する。

- ・ 緊急時対策所
- ・ 通信連絡設備

設	備	名	衛星電話（固定）（1号、2号、3号及び4号炉共用）
個		数	一式

設	備	名	衛星電話（携帯）（１号、２号、３号及び ４号炉共用）
個		数	一式
設	備	名	衛星電話（可搬）（１号、２号、３号及び ４号炉共用）
個		数	一式
設	備	名	緊急時衛星通報システム（１号、２号、３ 号及び４号炉共用）
個		数	一式
設	備	名	携行型通話装置（１号、２号、３号及び４ 号炉共用）
個		数	一式
設	備	名	統合原子力防災ネットワークに接続する 通信連絡設備（１号、２号、３号及び４ 号炉共用）
個		数	一式
設	備	名	運転指令設備（１号、２号、３号及び４号 炉共用）
個		数	一式
設	備	名	電力保安通信用電話設備（１号、２号、３ 号及び４号炉共用）
個		数	一式
設	備	名	加入電話（１号、２号、３号及び４号炉共 用）
個		数	一式
設	備	名	加入ファクシミリ（１号、２号、３号及び ４号炉共用）
個		数	一式
設	備	名	無線通話装置（１号、２号、３号及び４号 炉共用）

個	数	一式
設	備	社内TV会議システム（1号、2号、3号及び4号炉共用）
個	数	一式

(4) 酸素濃度計（1号、2号、3号及び4号炉共用）

個	数	1（予備2）
測	定	範囲
		0～25%

(5) 二酸化炭素濃度計（1号、2号、3号及び4号炉共用）

個	数	1（予備2）
測	定	範囲
		0～1%

第 10.10.2.1 表 緊急時対策所（重大事故等時）（常設）の設備仕様

(1) 緊急時対策所遮蔽（1号、2号、3号及び4号炉共用）

個	数	一式
---	---	----

(2) 緊急時対策所情報収集設備（1号、2号、3号及び4号炉共用）

兼用する設備は以下のとおり。

・計装設備（重大事故等対処設備）

・緊急時対策所

・通信連絡設備

設	備	名	安全パラメータ表示システム（SPDS） （1号、2号、3号及び4号炉共用、一部既設）
---	---	---	---

個	数	一式
---	---	----

設	備	名	安全パラメータ伝送システム（1号、2号、3号及び4号炉共用、既設）※1
---	---	---	-------------------------------------

個	数	一式
---	---	----

設	備	名	SPDS表示装置（1号、2号、3号及び4号炉共用）
---	---	---	---------------------------

個	数	一式
---	---	----

※1 計装設備（重大事故等対処設備）は兼用しない。

(3) 通信連絡設備（1号、2号、3号及び4号炉共用）

兼用する設備は以下のとおり。なお、衛星電話（固定）は「津波に対する防護設備」についても兼用する。

・緊急時対策所

・通信連絡設備

設	備	名	衛星電話（固定）（1号、2号、3号及び4号炉共用）
---	---	---	---------------------------

個	数	一式
---	---	----

設	備	名	緊急時衛星通報システム（１号、２号、３号及び４号炉共用）
個		数	一式
設	備	名	統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備
個		数	一式

第 10.10.2.2 表 緊急時対策所（重大事故等時）（可搬型）の設備仕様

- (1) 緊急時対策所非常用空気浄化ファン（1号、2号、3号及び4号炉共用）

台	数	1(予備 2)
容	量	約 40m ³ /min（1 台当たり）

- (2) 緊急時対策所非常用空気浄化フィルタユニット（1号、2号、3号及び4号炉共用）

型	式	微粒子フィルタ／よう素フィルタ
基	数	1(予備 2)
容	量	約 40m ³ /min（1 基当たり）
効	率	
単体除去効率		99.97%以上（0.15 μ m 粒子）／95%以上
総合除去効率		99.99%以上（0.7 μ m 粒子）／99.75%以上

- (3) 空気供給装置（1号、2号、3号及び4号炉共用）

型	式	空気ポンベ
本	数	720 本以上（予備 1）

- (4) 緊急時対策所内可搬型エリアモニタ（1号、2号、3号及び4号炉共用）

型	式	半導体式検出器
個	数	1（予備 1）
計 測 範 囲		0.001～99.99mSv/h

- (5) 緊急時対策所外可搬型エリアモニタ（1号、2号、3号及び4号炉共用）

型	式	半導体式検出器
---	---	---------

個	数	1 (予備 1)
計 測 範 囲		0.001～99.99mSv/h

(6) 酸素濃度計 (1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用)

個	数	1 (予備 2)
測 定 範 囲		0～25%

(7) 二酸化炭素濃度計 (1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用)

個	数	1 (予備 2)
測 定 範 囲		0～1%

(8) 通信連絡設備 (1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用)

兼用する設備は以下のとおり。

- ・緊急時対策所
- ・通信連絡設備

設 備 名	衛星電話 (携帯) (1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用)
個 数	一式
設 備 名	衛星電話 (可搬) (1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用)
個 数	一式
設 備 名	携行型通話装置 (1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用)
個 数	一式

(9) 電源車 (緊急時対策所用) (1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用)

個	数	2 (予備 1)
容	量	約 220kVA
電	圧	440V

第 10.13.1.1 表 警報装置の仕様

通信 種別	主要設備	電源	通信回線
警報 装置	事故一斉放送装置	非常用所内電源 通信用無停電電源装置	—

第 10.13.1.2 表 通信設備（発電所内）の仕様

通信種別		主要設備	電源	通信回線
通信設備 （発電所内）	所内	運転指令設備	非常用所内電源 通信用無停電電源装置	—
		電力保安通信用 電話設備	保安電話（固定） （注 1）	—
			保安電話（携帯） （注 1）	
		トランシーバー	充電電池 乾電池	
		携行型通話装置	乾電池	
		衛星電話	固定 （注 1）（注 3）	衛星系回線 （通信事業者回線）
			携帯（注 1）	
		無線通話装置（注 2）	固定：常用所内電源 非常用所内電源 通信用無停電電源装置 車載：移動式放射能測定装置 （モニタ車）の車用蓄電池	無線系回線

（注 1）：発電所外用（社内及び社外）と共用。

（注 2）：発電所外用（社内）と共用。

（注 3）：津波に対する防護設備と兼用。

第 10.13.1.3 表 通信設備（発電所外）（社内）の仕様

通信種別		主要設備	電源	通信回線
通信設備（発電所外）	社内	加入電話（注 2）（注 4）	通信事業者から給電	有線系回線 （通信事業者回線）
		携帯電話（注 2）（注 4）	充電電池	無線系回線 （通信事業者回線）
		加入ファクシミリ（注 2）	非常用所内電源	有線系回線 （通信事業者回線）
		電力保安通信用 電話設備	保安電話（固定） （注 1）	有線系回線、無線系回線 （専用の電力保安通信用回線） 衛星系 （通信事業者回線）
			保安電話（携帯） （注 1）	
			衛星保安電話	
		統合原子力防災ネットワークに接続する 通信連絡設備 （注 2）	T V 会議システム	有線系回線、衛星系回線 （通信事業者回線）
			I P 電話	
			I P - F A X	
		社内 T V 会議システム		有線系 （専用の電力保安通信用回線） 衛星系 （通信事業者回線）
		衛星電話	非常用所内電源 緊急時対策所無停電電源装置 衛星電話用無停電電源装置 蓄電池	衛星系回線 （通信事業者回線）
			携帯（注 1）	
			可搬	

通信種別		主要設備	電源	通信回線
通信設備 (発電所外)	社内	無線通話装置 (注3)	固定：常用所内電源 非常用所内電源 通信用無停電電源装置 車載：移動式放射能測定装置 (モニタ車) の車 用蓄電池	無線系回線

(注1)：発電所内用及び発電所外用（社外）と共用。

(注2)：発電所外用（社外）と共用。

(注3)：発電所内用と共用。

(注4)：災害時優先回線を含む。

第 10.13.1.4 表 通信設備（発電所外）（社外）の仕様

通信種別		主要設備	電源	通信回線
通信設備（発電所外）	社外	加入電話（注 2）（注 3）	通信事業者から給電	有線系回線 （通信事業者回線）
		携帯電話（注 2）（注 3）	充電電池	無線系回線 （通信事業者回線）
		加入ファクシミリ（注 2）	非常用所内電源	有線系回線 （通信事業者回線）
		電力保安通信用 電話設備	保安電話（固定） （注 1）	有線系回線 （通信事業者回線）
			保安電話（携帯） （注 1）	
		統合原子力防 災ネットワークに接続する 通信連絡設備 （注 2）	T V 会議システム	有線系回線、衛星系回 線 （通信事業者回線）
			I P 電話	
			I P - F A X	
		衛星電話	固定（注 1）	衛星系回線 （通信事業者回線）
			携帯（注 1）	
		緊急時衛星通報システム	非常用所内電源 緊急時対策所無停電電 源装置	衛星系回線 （通信事業者回線）

（注 1）：発電所内用及び発電所外用（社内）と共用。

（注 2）：発電所外用（社内）と共用。

（注 3）：災害時優先回線を含む。

第 10.13.1.5 表 データ伝送設備の仕様

通信種別		主要設備	電源	通信回線
データ伝送設備	発電所内	S P D S 表示装置	非常用所内電源 緊急時対策所無停電電源装置	有線系回線、無線系回線
		安全パラメータ表示システム (S P D S) (注 1)	非常用所内電源 蓄電池	
	発電所外	安全パラメータ表示システム (S P D S) (注 1)	非常用所内電源 蓄電池	有線系回線、無線系回線 (専用の電力保安通信用回線)
		安全パラメータ伝送システム		有線系回線、衛星系回線 (通信事業者回線)

(注 1) : 発電所内用及び発電所外用と共用。

第 10.13.2.1 表 通信連絡設備（重大事故等時）（常設）の設備仕様

(1) 衛星電話（固定）（1号、2号、3号及び4号炉共用、一部既設）

兼用する設備は以下のとおり。

- ・ 津波に対する防護設備
- ・ 緊急時対策所
- ・ 通信連絡設備

設 備 名	衛星電話（固定）
使 用 回 線	衛星系回線
個 数	一式

(2) 緊急時衛星通報システム（1号、2号、3号及び4号炉共用）

兼用する設備は以下のとおり。

- ・ 緊急時対策所
- ・ 通信連絡設備

設 備 名	緊急時衛星通報システム
使 用 回 線	衛星系回線
個 数	一式

(3) 統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備（1号、2号、3号及び4号炉共用、一部既設）

兼用する設備は以下のとおり。

- ・ 緊急時対策所
- ・ 通信連絡設備

設 備 名	T V 会議システム
使 用 回 線	有線系回線、衛星系回線
個 数	一式

設 備 名	I P 電話
-------	--------

使 用 回 線	有線系回線
個 数	一式

設 備 名	I P 電 話
使 用 回 線	衛星系回線
個 数	一式

設 備 名	I P - F A X
使 用 回 線	有線系回線
個 数	一式

設 備 名	I P - F A X
使 用 回 線	衛星系回線
個 数	一式

(4) 安全パラメータ表示システム（S P D S）（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用、一部既設）

兼用する設備は以下のとおり。

- ・計装設備（重大事故等対処設備）
- ・緊急時対策所
- ・通信連絡設備

設 備 名	安全パラメータ表示システム （S P D S）
使 用 回 線	有線系回線、無線系回線
個 数	一式

(5) 安全パラメータ伝送システム（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用、既設）

兼用する設備は以下のとおり。

- ・緊急時対策所

- ・通信連絡設備

設 備 名	安全パラメータ伝送システム
使 用 回 線	有線系回線、衛星系回線
個 数	一式

(6) S P D S 表示装置（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用）

兼用する設備は以下のとおり。

- ・計装設備（重大事故等対処設備）

- ・緊急時対策所

- ・通信連絡設備

設 備 名	S P D S 表示装置
個 数	一式

第 10.13.2.2 表 通信連絡設備（重大事故等時）（可搬型）の設備仕様

(1) 衛星電話（携帯）（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用、一部既設）

兼用する設備は以下のとおり。

- ・緊急時対策所
- ・通信連絡設備

設 備 名	衛星電話（携帯）
使 用 回 線	衛星系回線
個 数	一式

(2) 衛星電話（可搬）（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用）

兼用する設備は以下のとおり。

- ・緊急時対策所
- ・通信連絡設備

設 備 名	衛星電話（可搬）
使 用 回 線	衛星系回線
個 数	一式

(3) トランシーバー（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用）

設 備 名	トランシーバー
使 用 回 線	無線系回線
個 数	一式

(4) 携行型通話装置（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用、一部既設）

兼用する設備は以下のとおり。

- ・緊急時対策所
- ・通信連絡設備

設 備 名	携行型通話装置
使 用 回 線	有線系回線
個 数	一式

第 10.14.1.1 表 (1/4) 特定重大事故等対処施設を構成する設備と設置場所

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.1.1 表 (2/4) 特定重大事故等対処施設を構成する設備と設置場所

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.1.1 表 (3/4) 特定重大事故等対処施設を構成する設備と設置場所

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.1.1 表 (4/4) 特定重大事故等対処施設を構成する設備と設置場所

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.1.2 表

--

第 10.14.1.3 表

--

第 10.14.1.4 表

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.1.5 表

--

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.1.6 表

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.1.7 表 評価対象建屋等及び評価対象設備の評価内容

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.1.8 表 エンジンの主要諸元



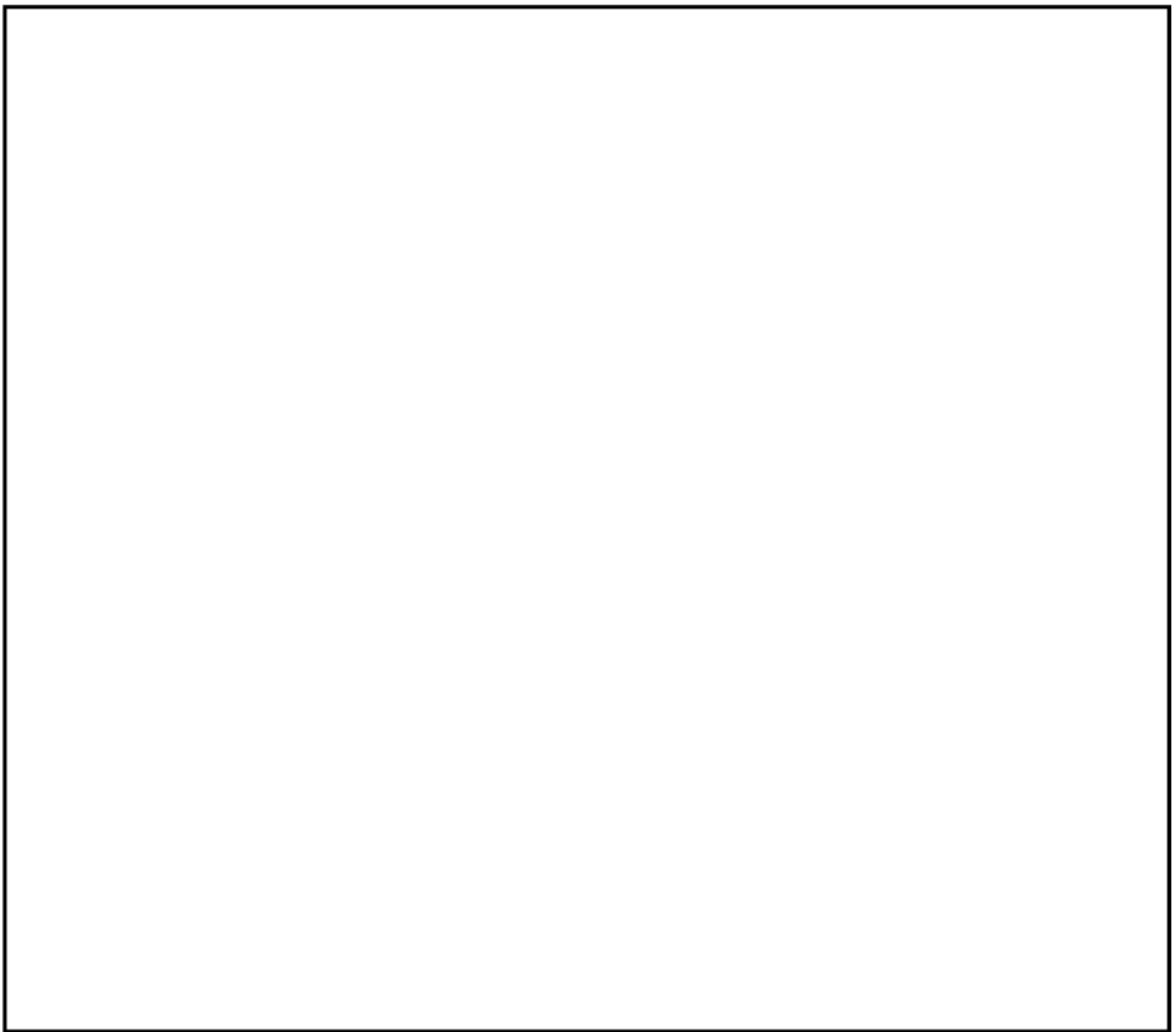
--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.2.1 表 原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧操作機能の設備仕様

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.3.1 表 炉内の溶融炉心の冷却機能の設備仕様

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.4.1 表 原子炉格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却機能の設備仕様

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.5.1 表 格納容器内の冷却・減圧・放射性物質低減機能の設備仕様

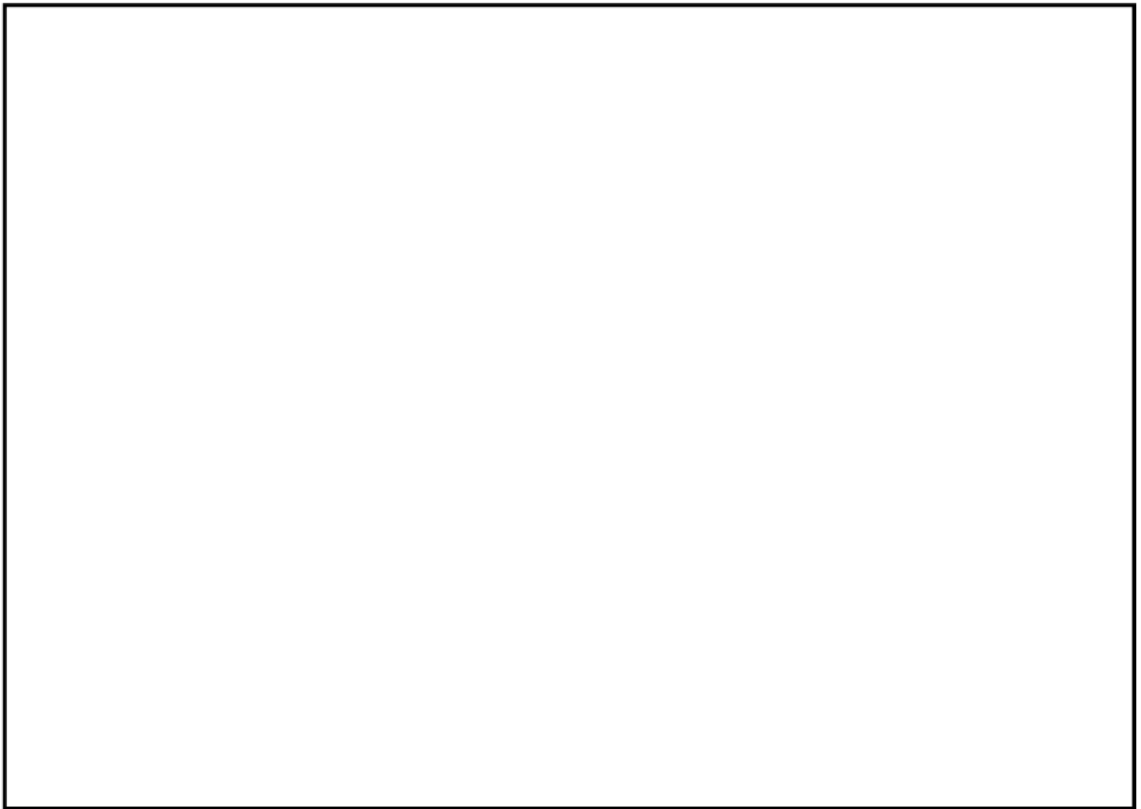
--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.6.1 表 原子炉格納容器の過圧破損防止機能の設備仕様

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.7.1 表 水素爆発による原子炉格納容器の破損防止機能の設備仕様

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.8.1 表 電源設備の設備仕様

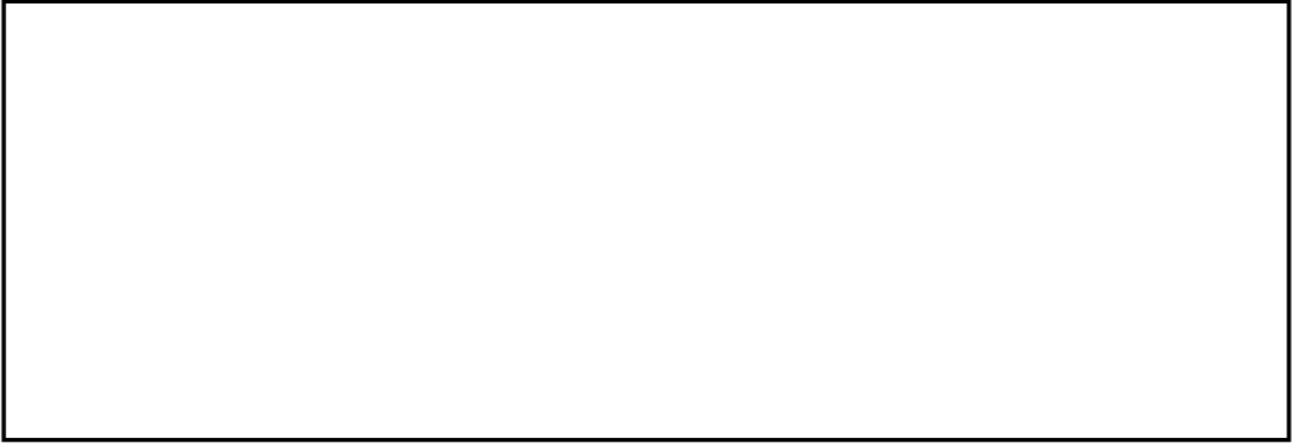
--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

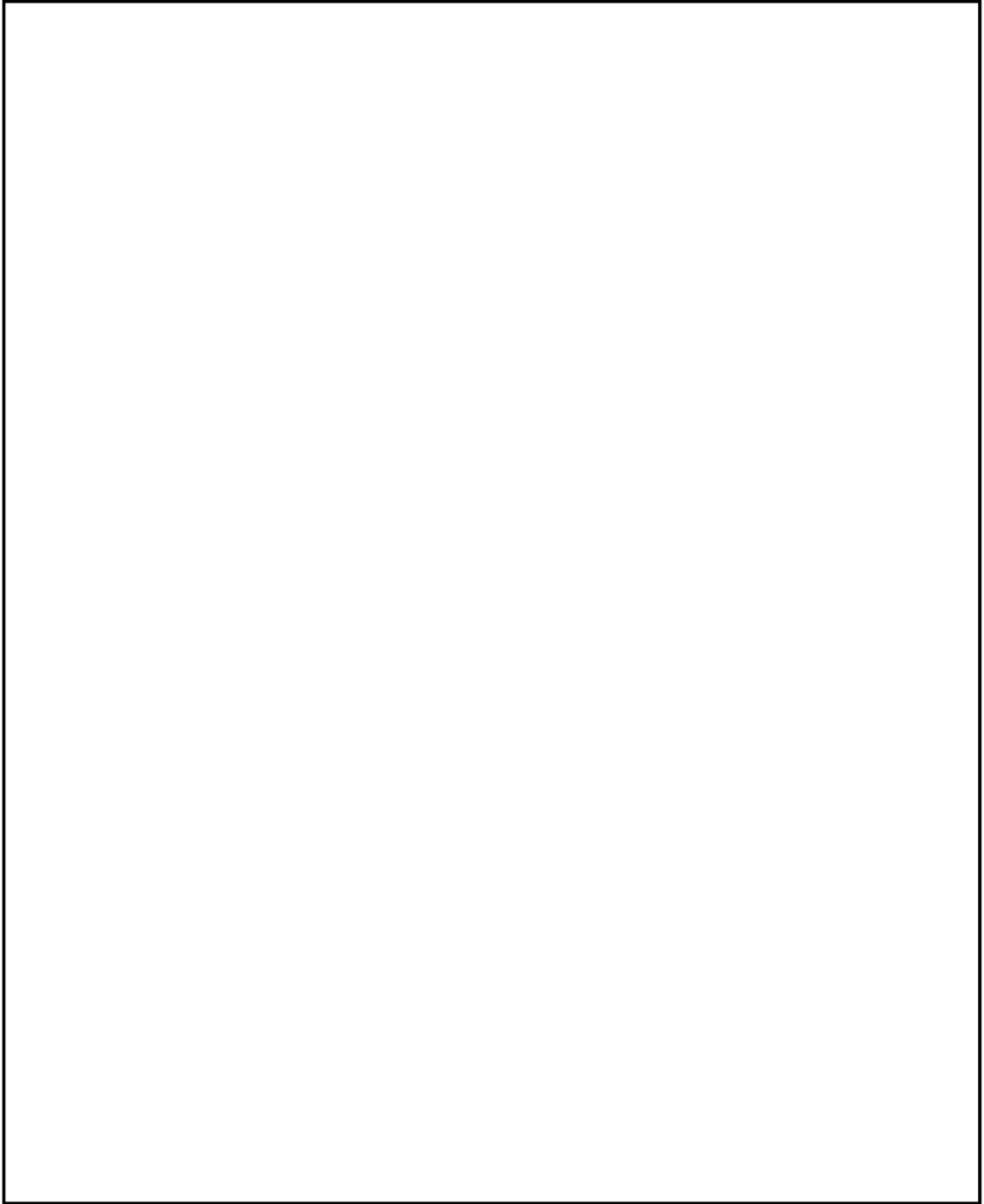


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.9.1 表 計装設備の設備仕様

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.10.1 表 通信連絡設備の設備仕様

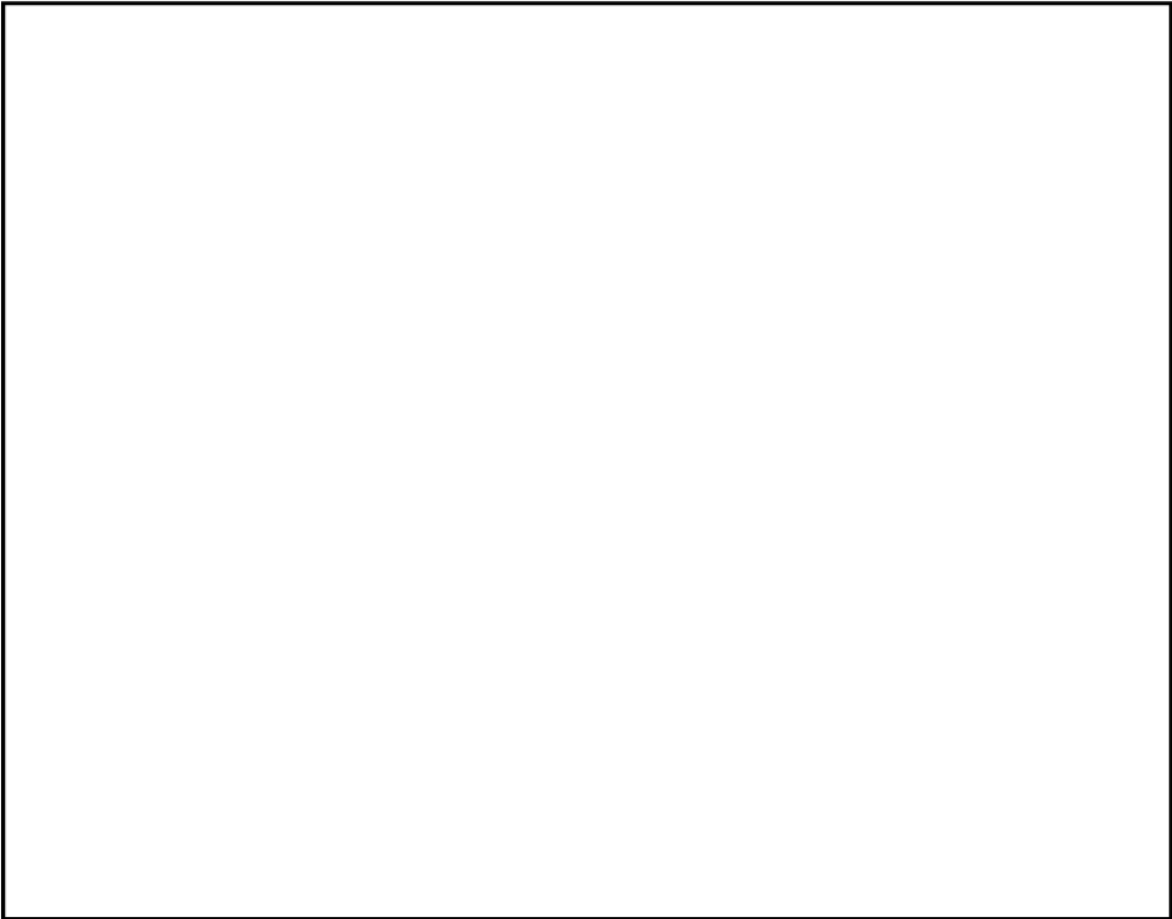
--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.11.1 表 緊急時制御室の設備仕様

--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.11.2 表

--

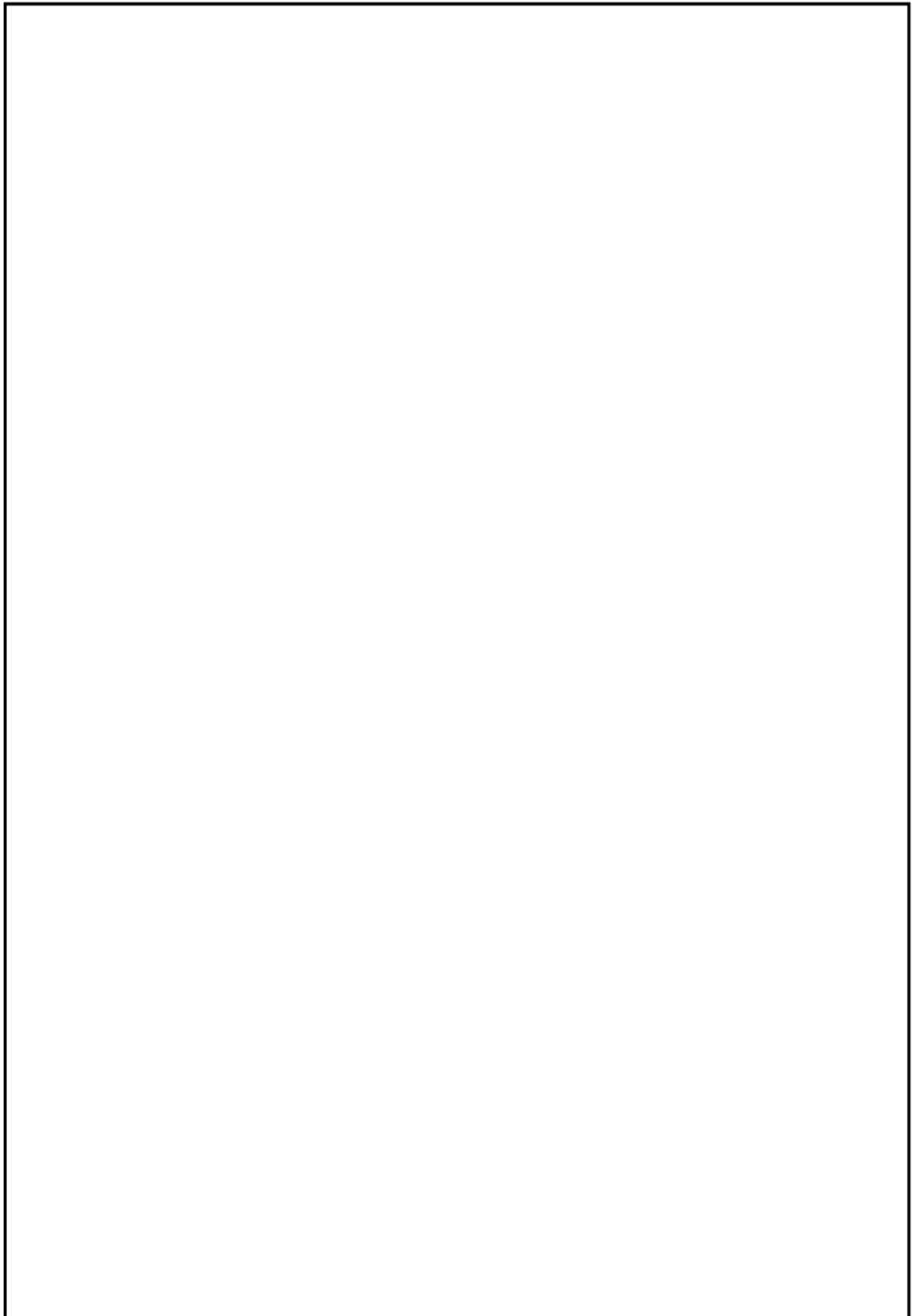
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.11.3 表

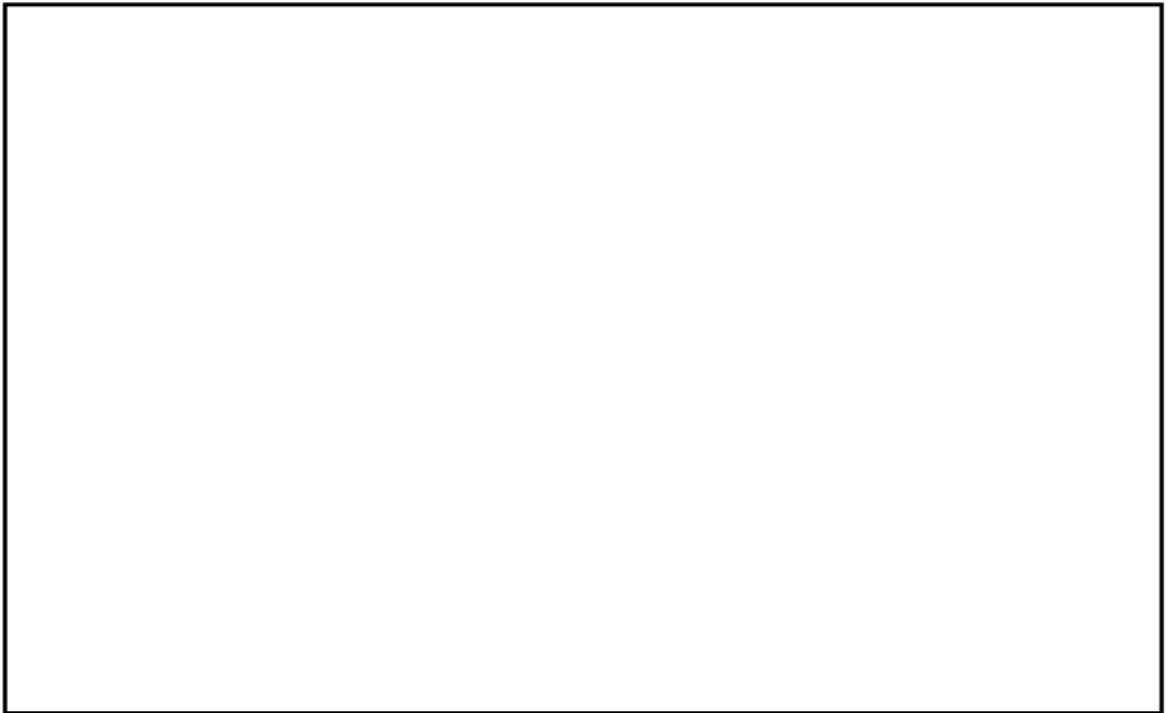
--

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

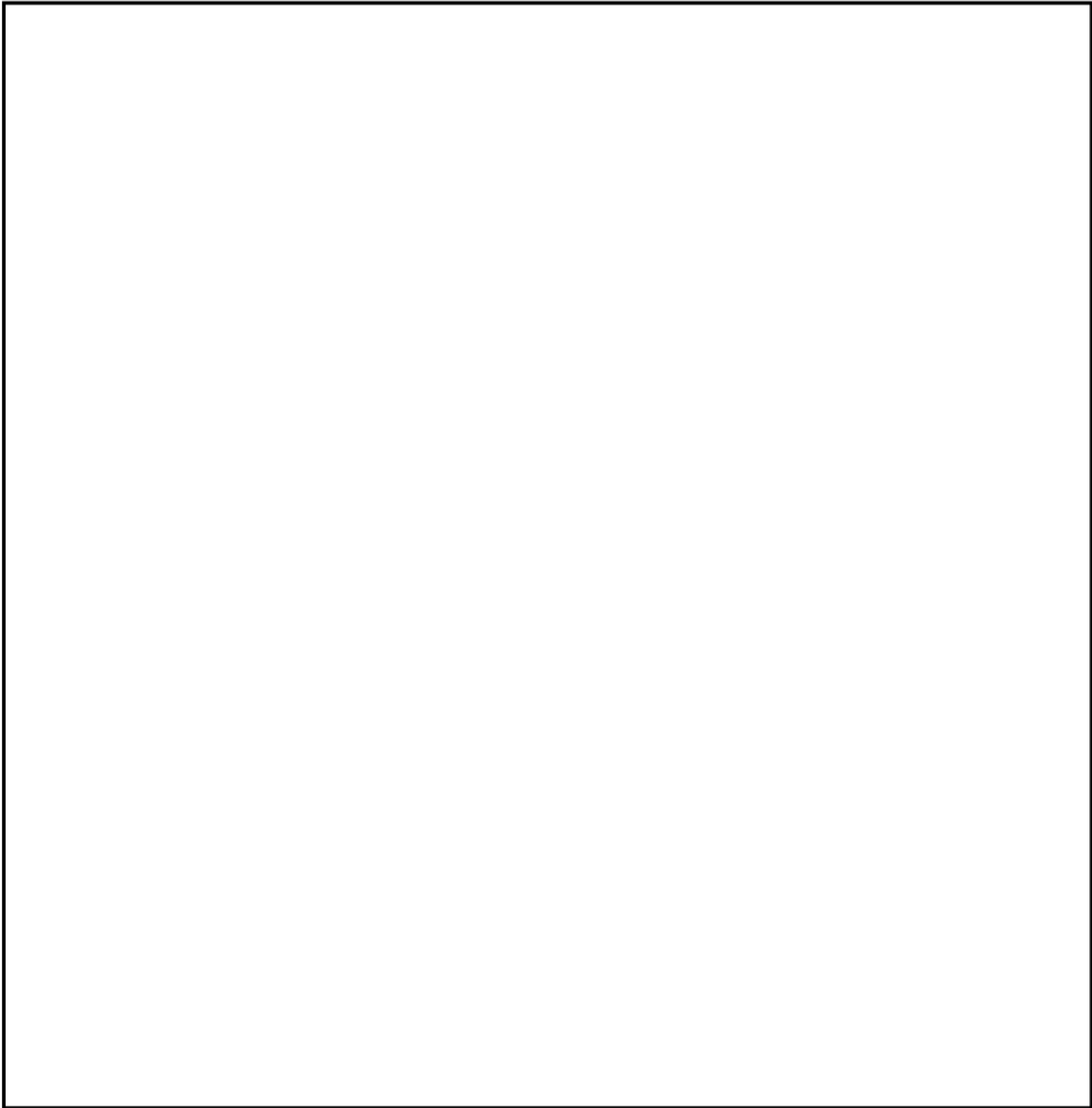
第 10.14.12.1 表



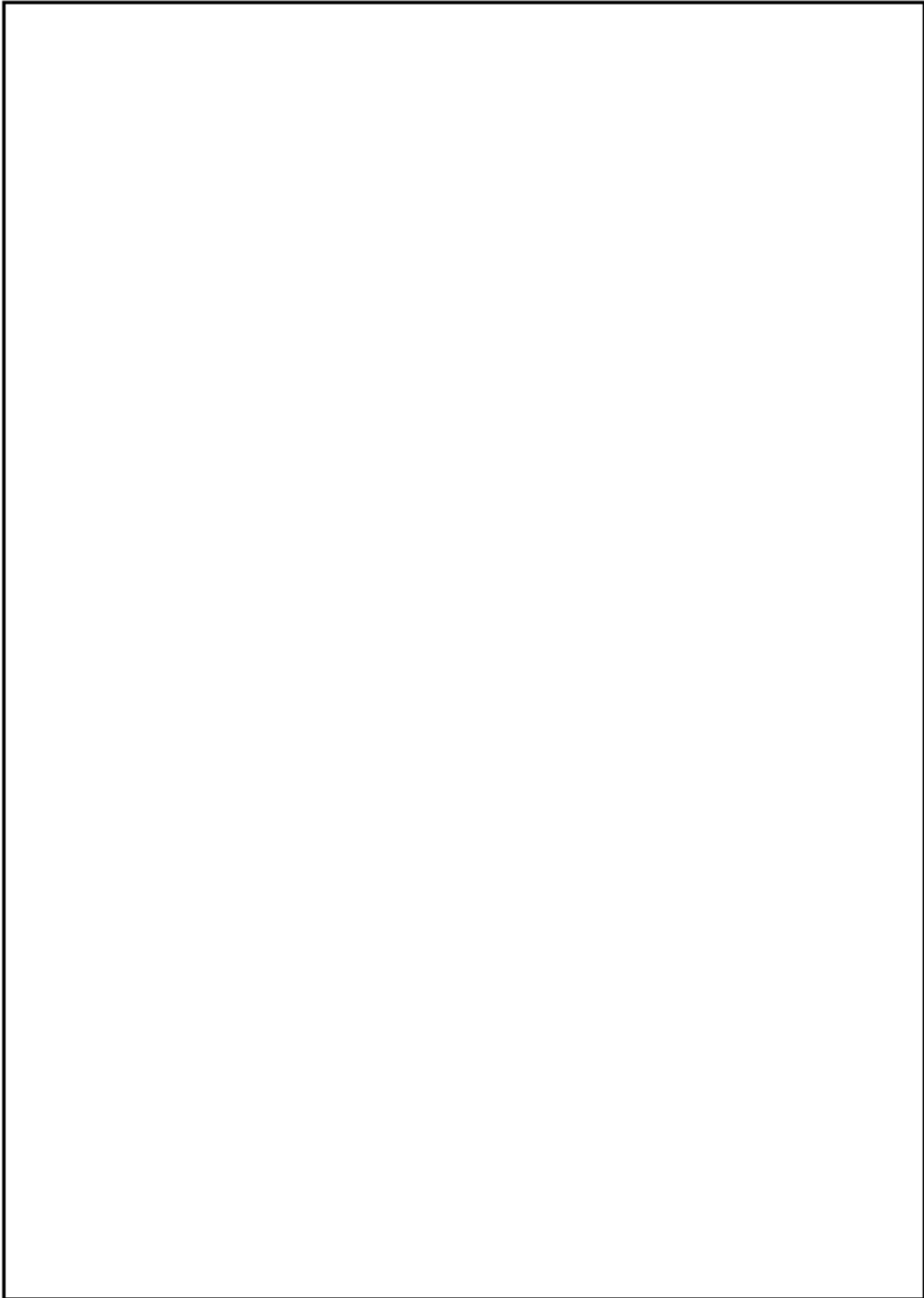
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



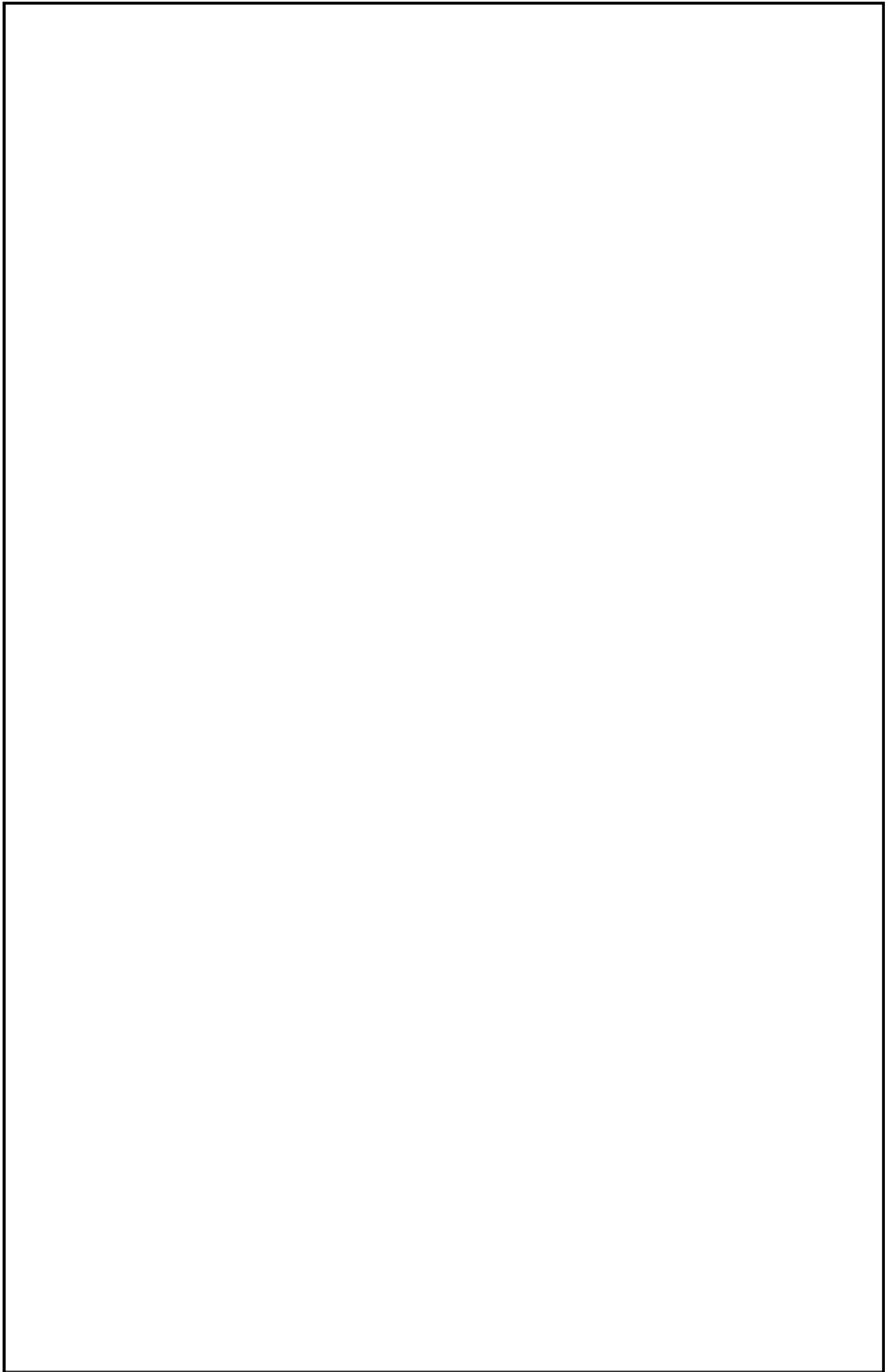
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

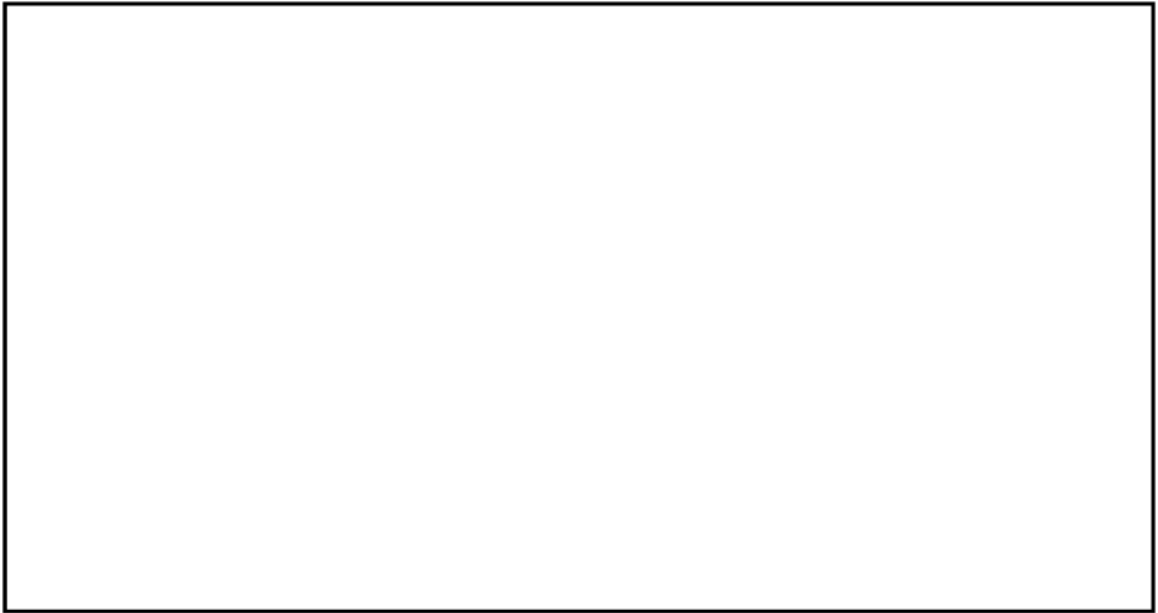


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



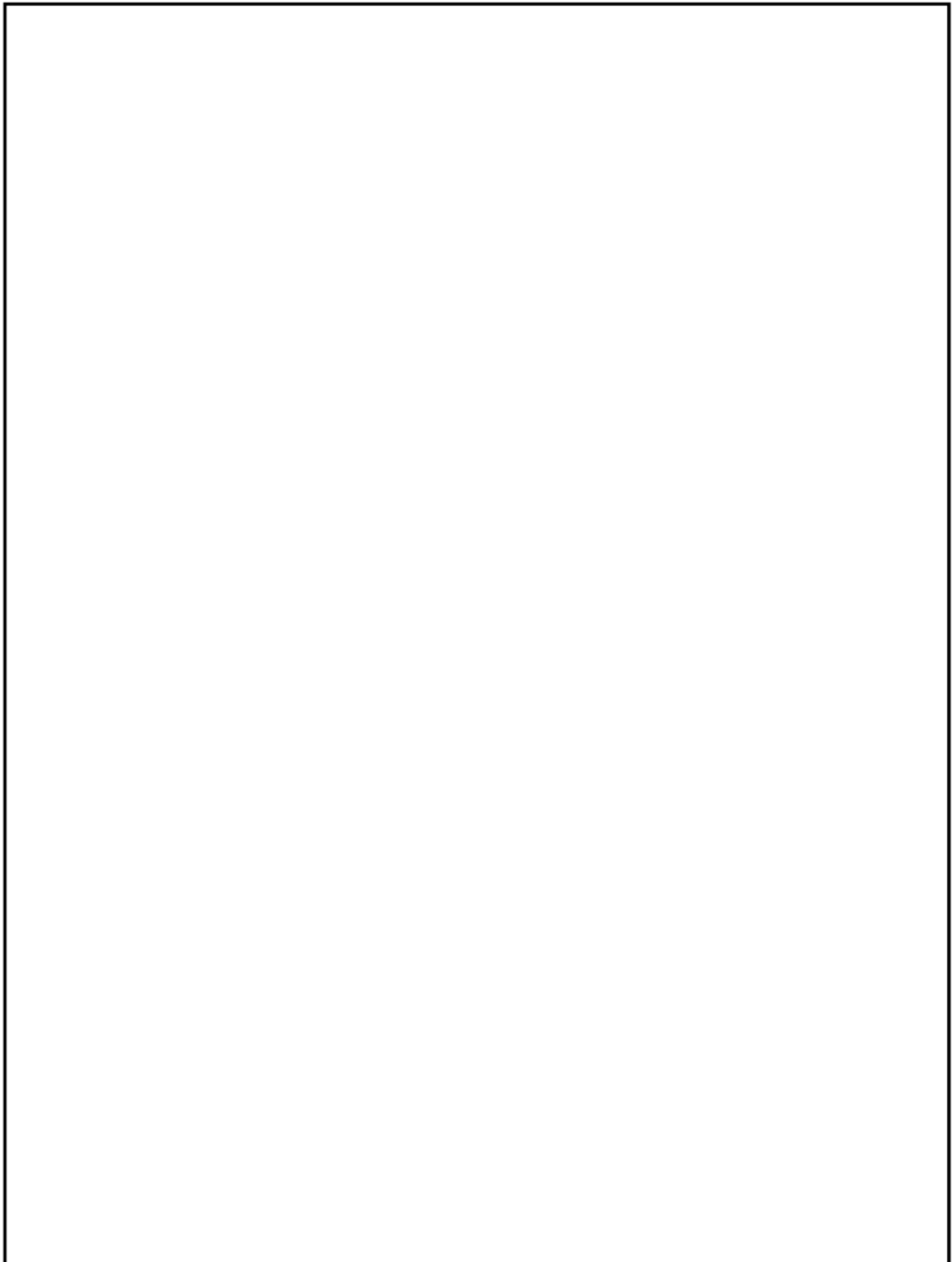
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.13.1 表



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.14.1 表



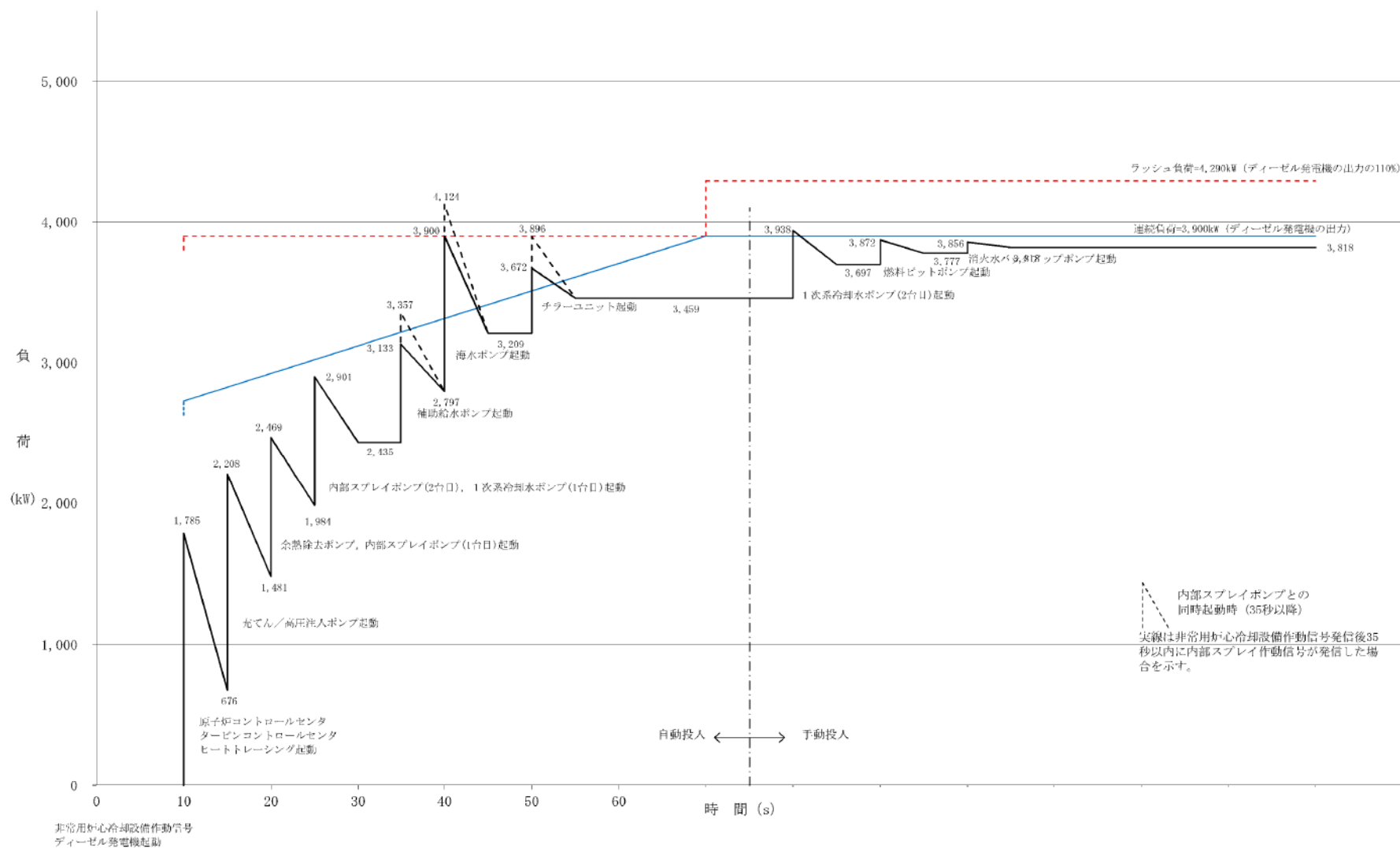
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.16.1 表 保修点検建屋の設備仕様

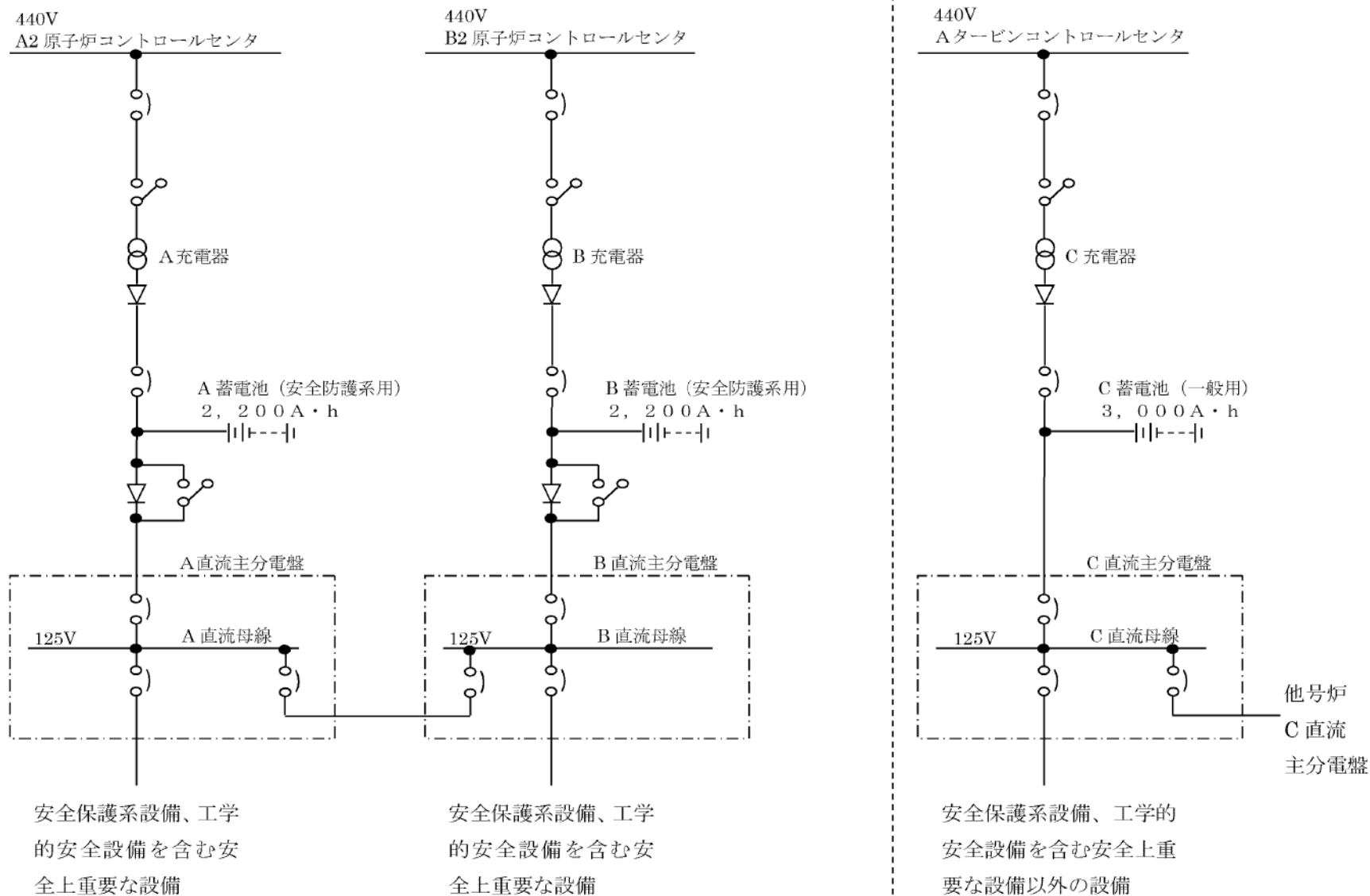
(1) 保修点検建屋（1 号、2 号、3 号及び 4 号炉共用）

構	造	鉄骨造（一部鉄筋コンクリート造）
面	積	
	地階	約 280 m ²
	1階	約 1,600 m ²
	2階	約 770 m ²

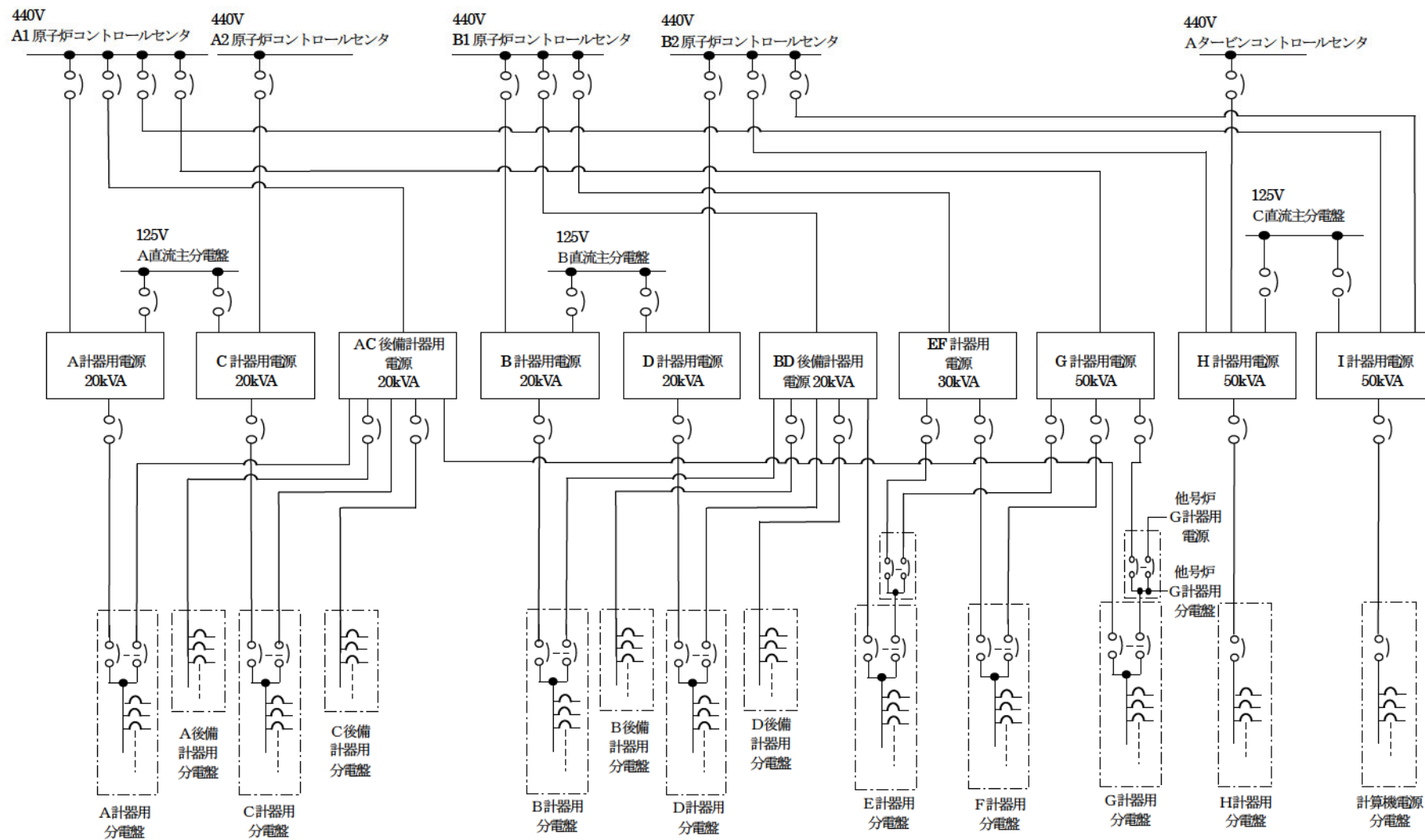
▶ 1号炉へ



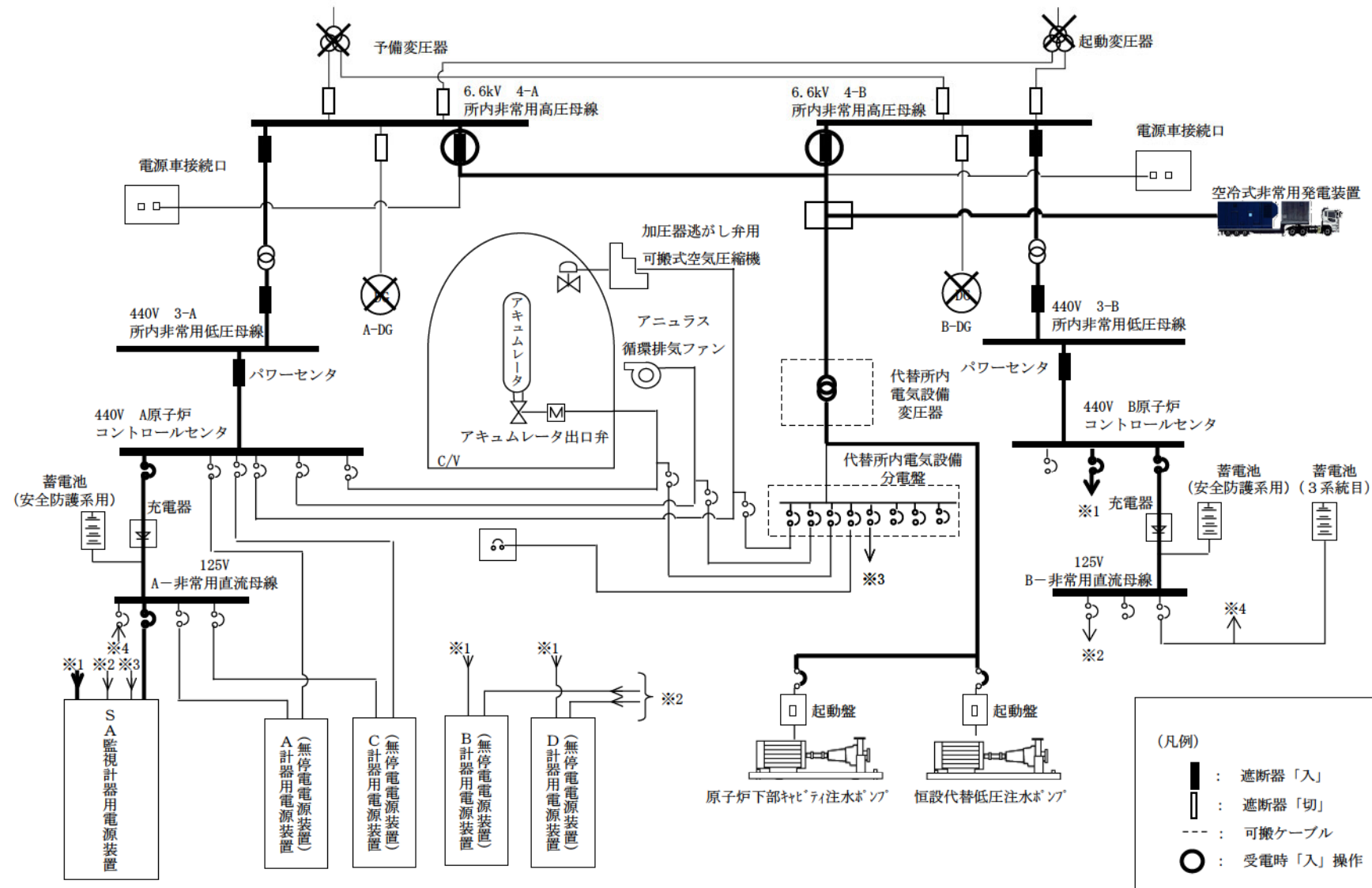
第 10.1.2 図 工学的安全施設作動時におけるディーゼル発電機の負荷曲線



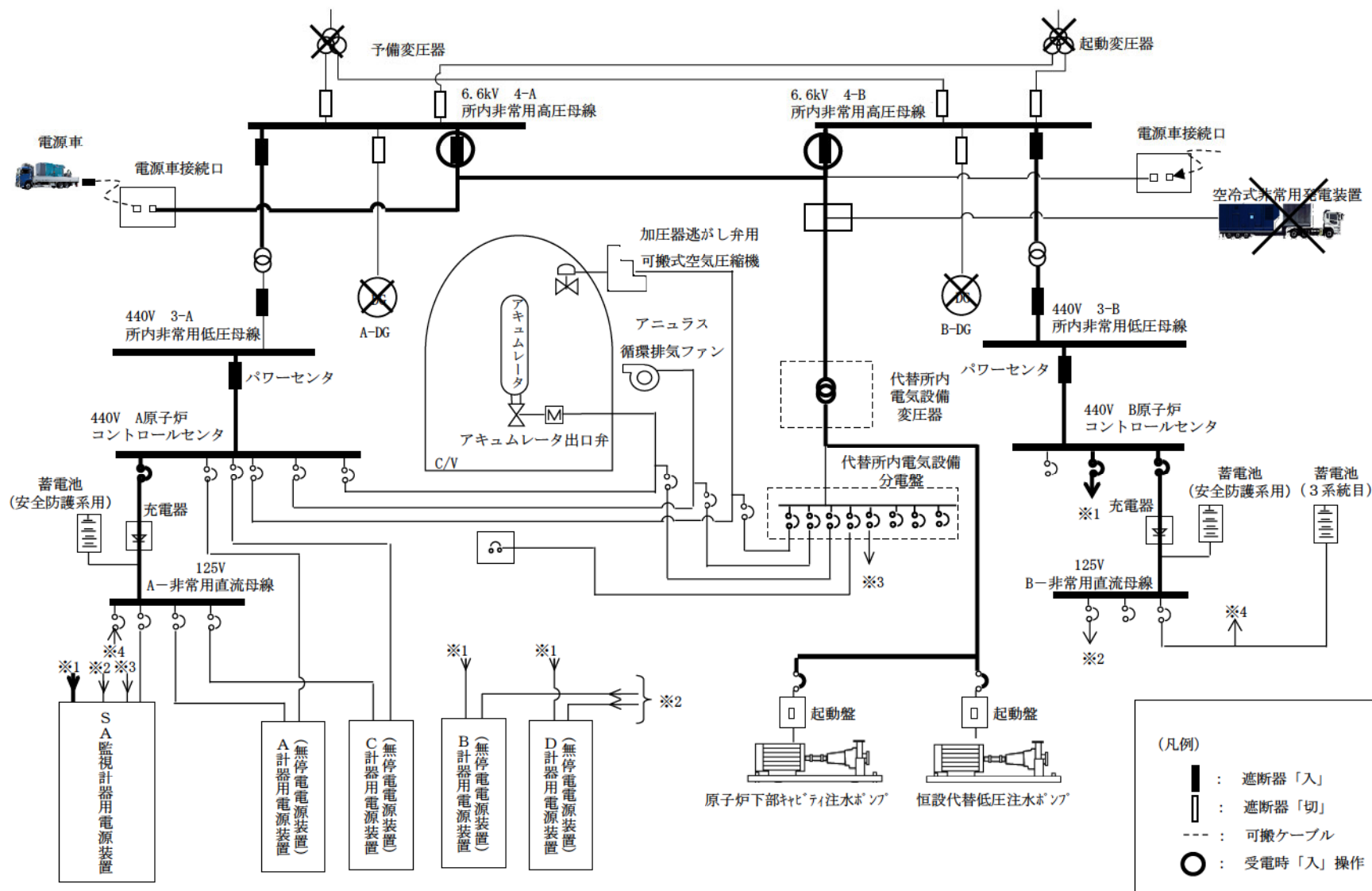
第 10.1.3 図 直流単線結線図



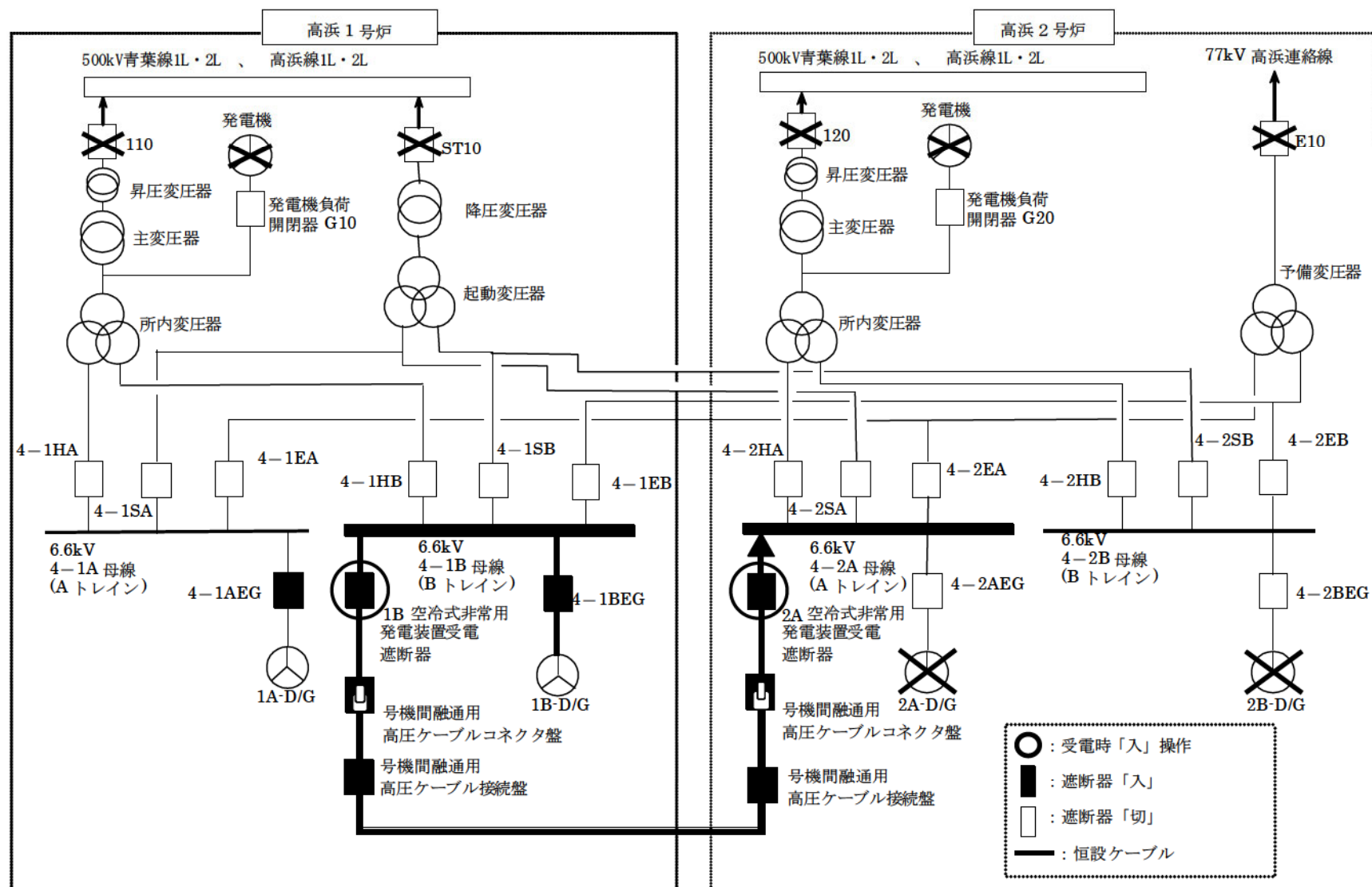
第 10.1.4 図 計測制御用電源単線結線図



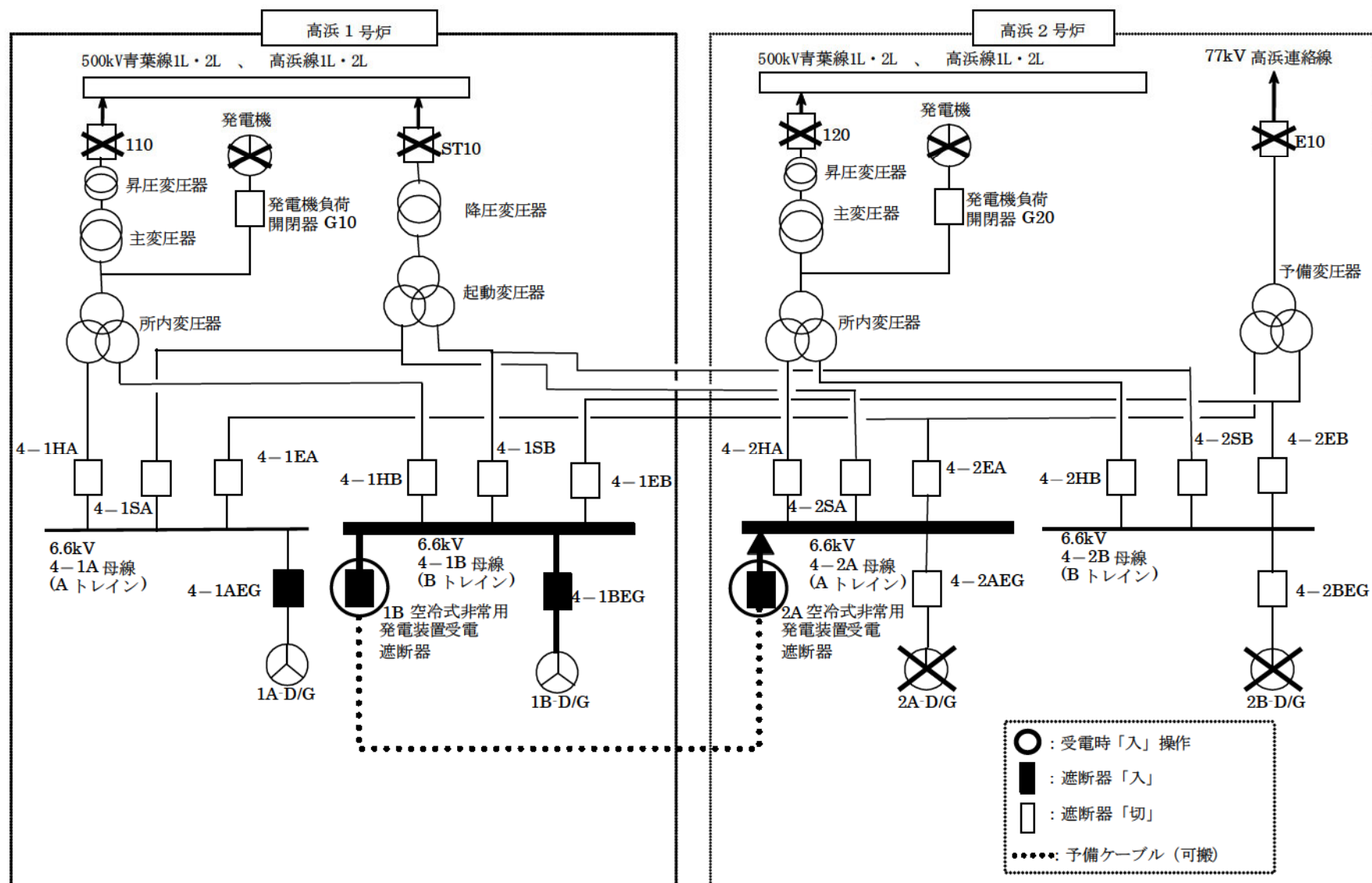
第 10.2.1 図 電源系統概要図 (1)



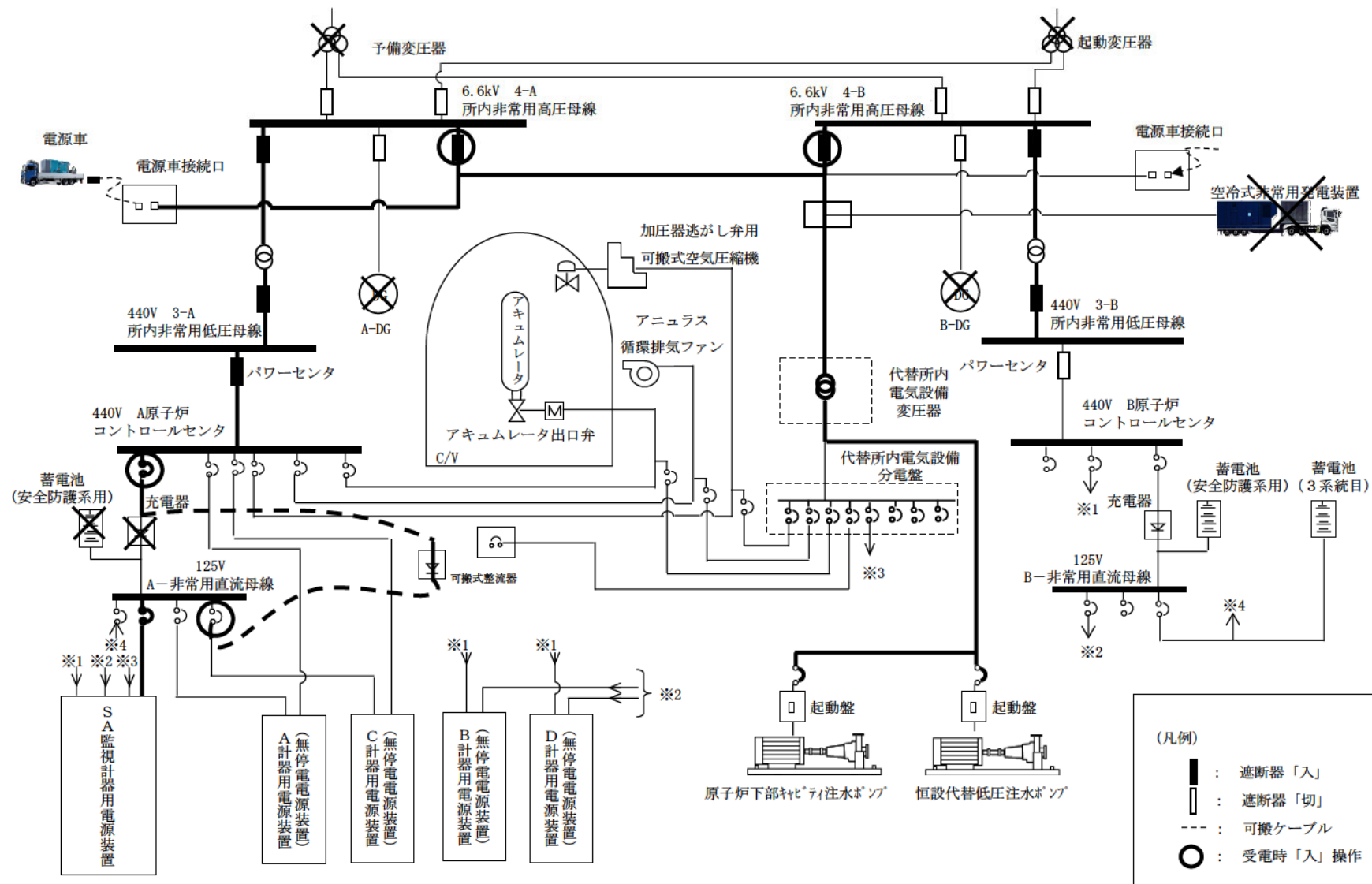
第 10.2.2 図 電源系統概要図 (2)



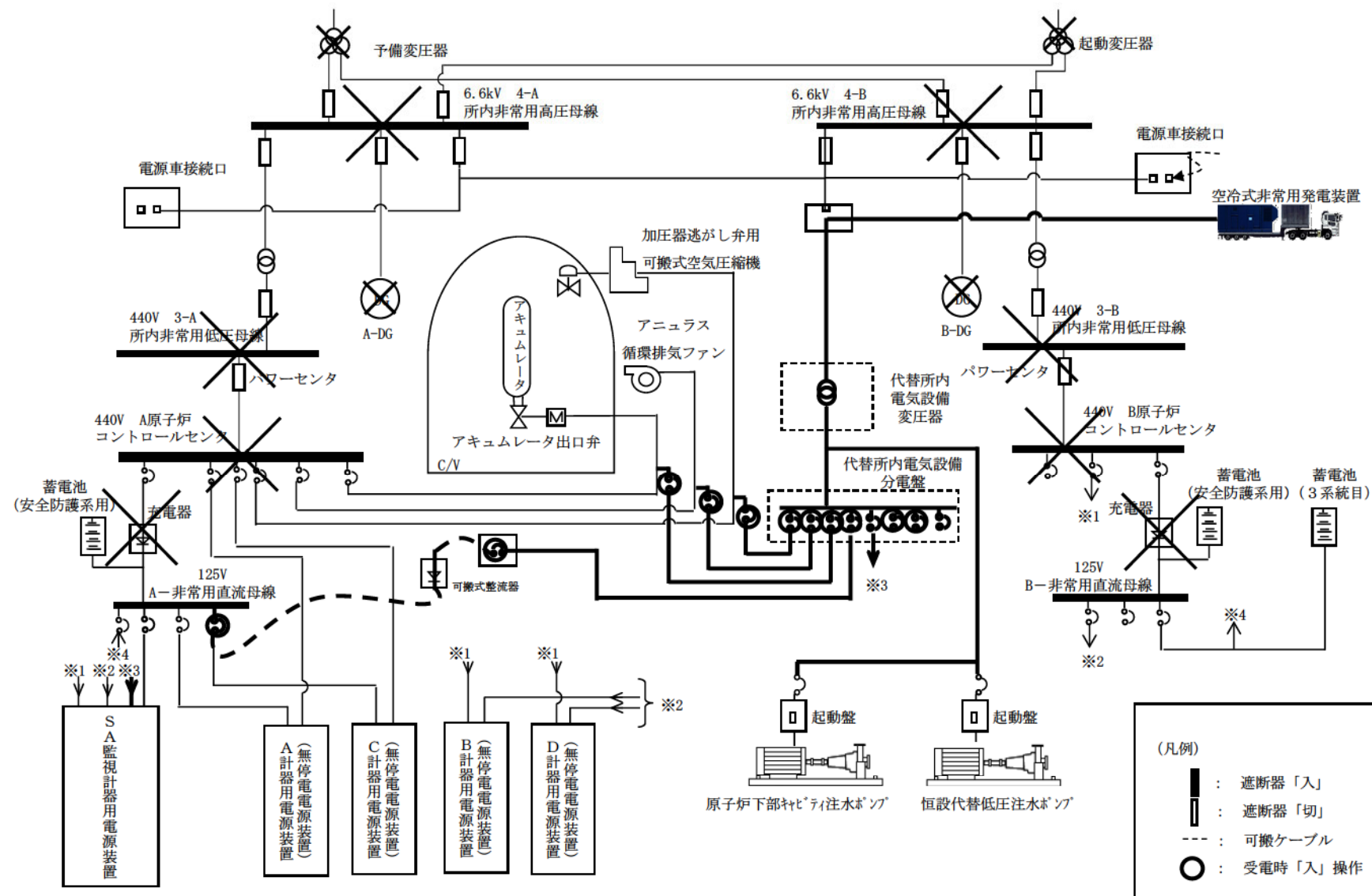
第 10.2.3 図 電源系統概要図 (3)



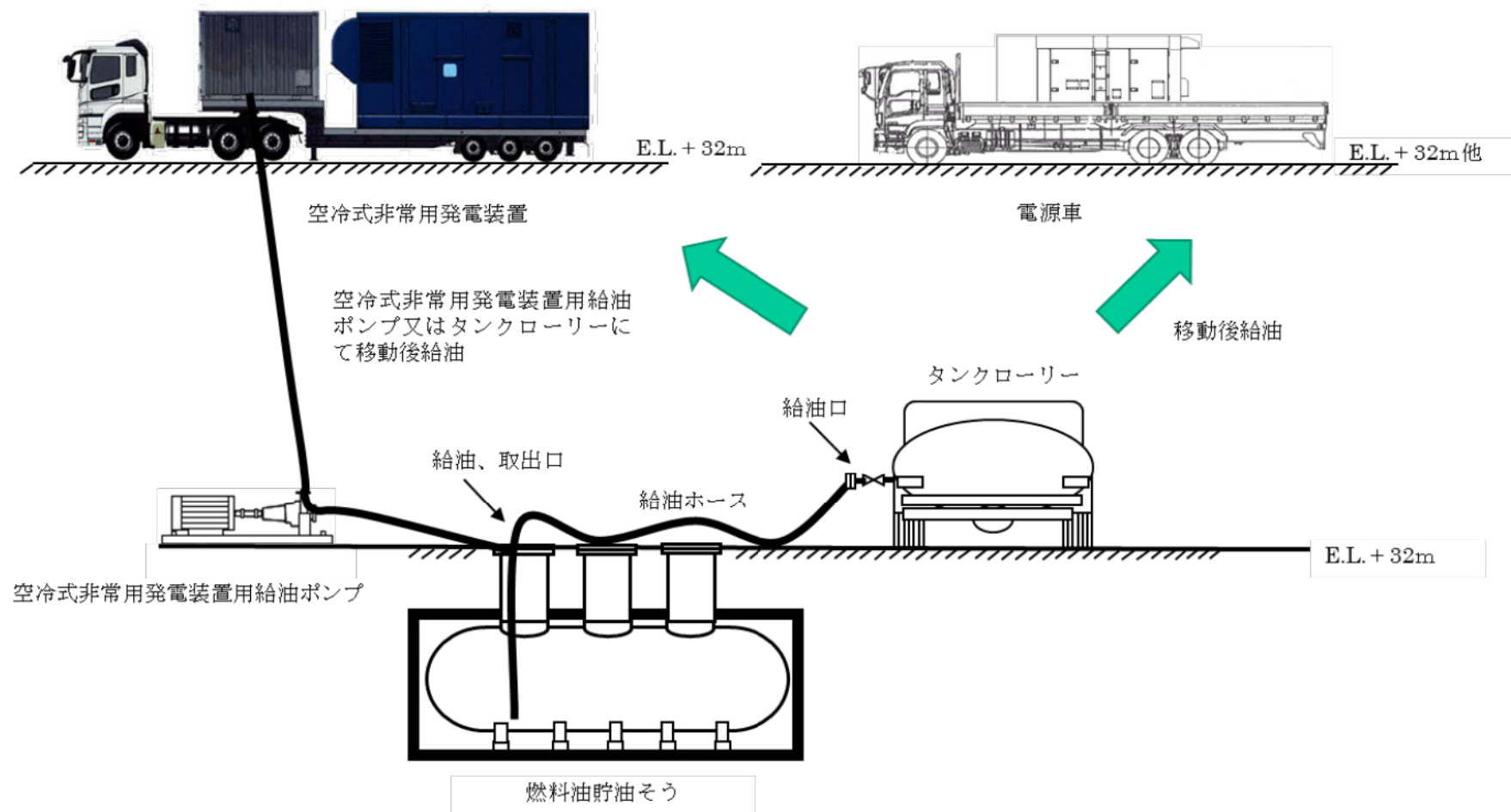
第 10.2.4 図 電源系統概要図 (4)



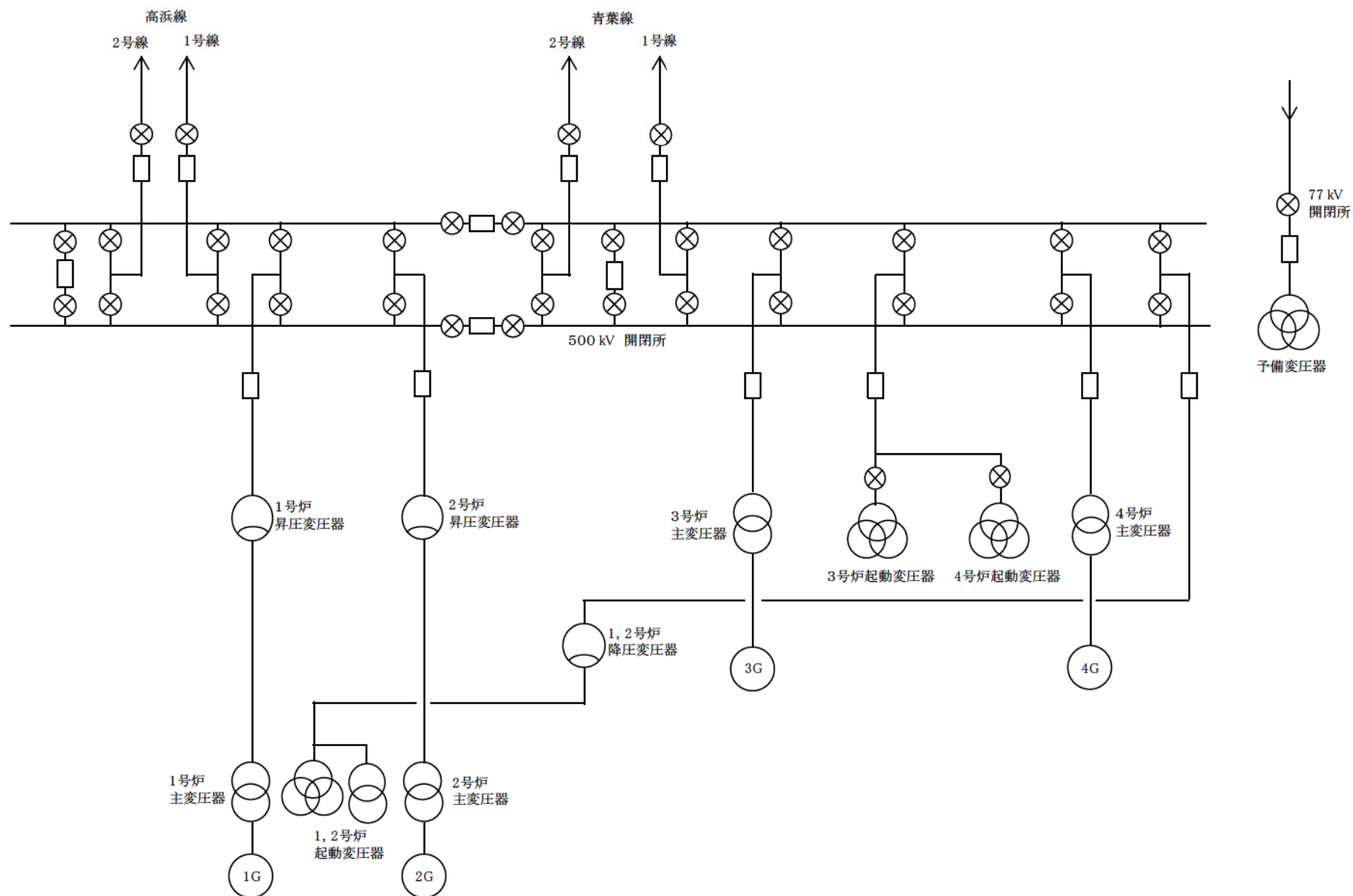
第 10.2.5 図 電源系統概要図 (5)



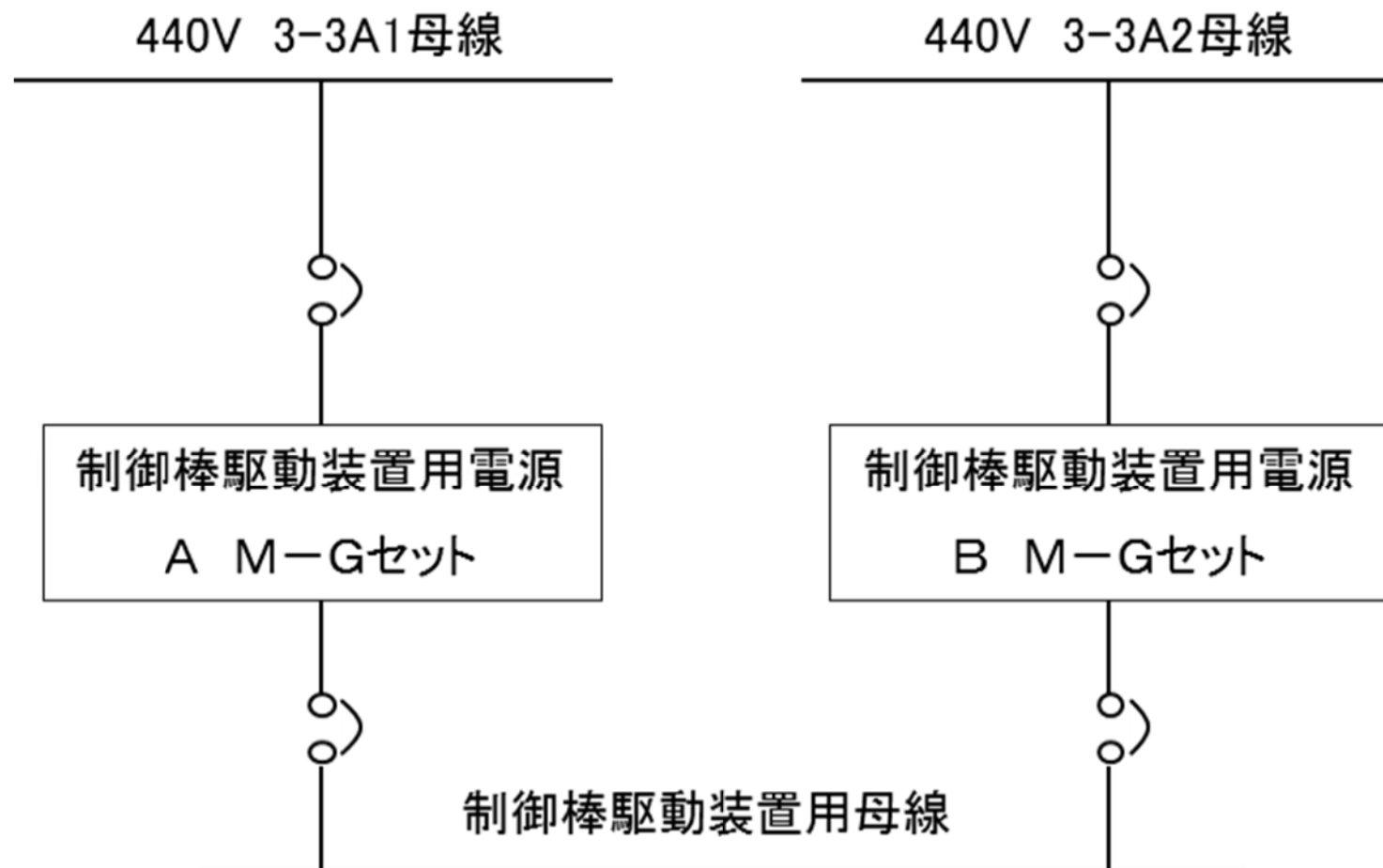
第 10.2.6 図 電源系統概要図 (6)



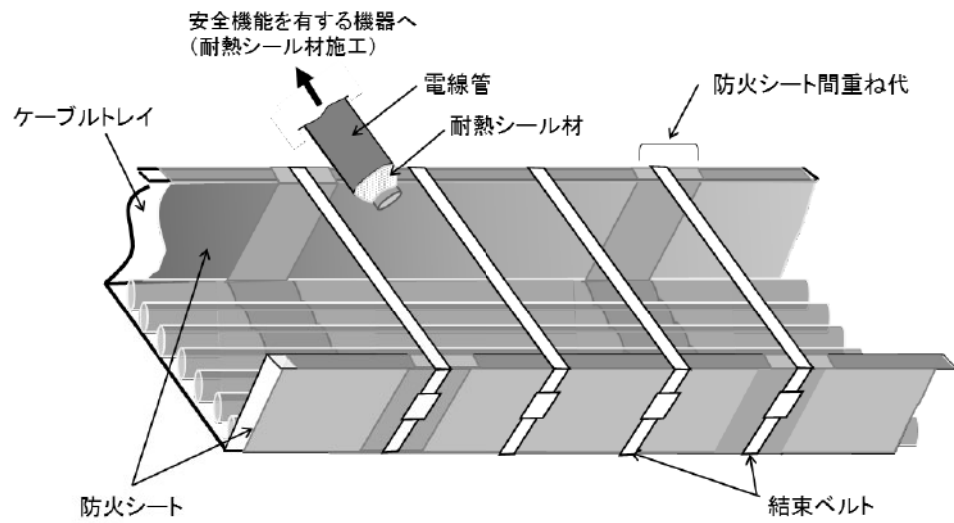
第 10.2.7 図 電源系統概要図 (7)



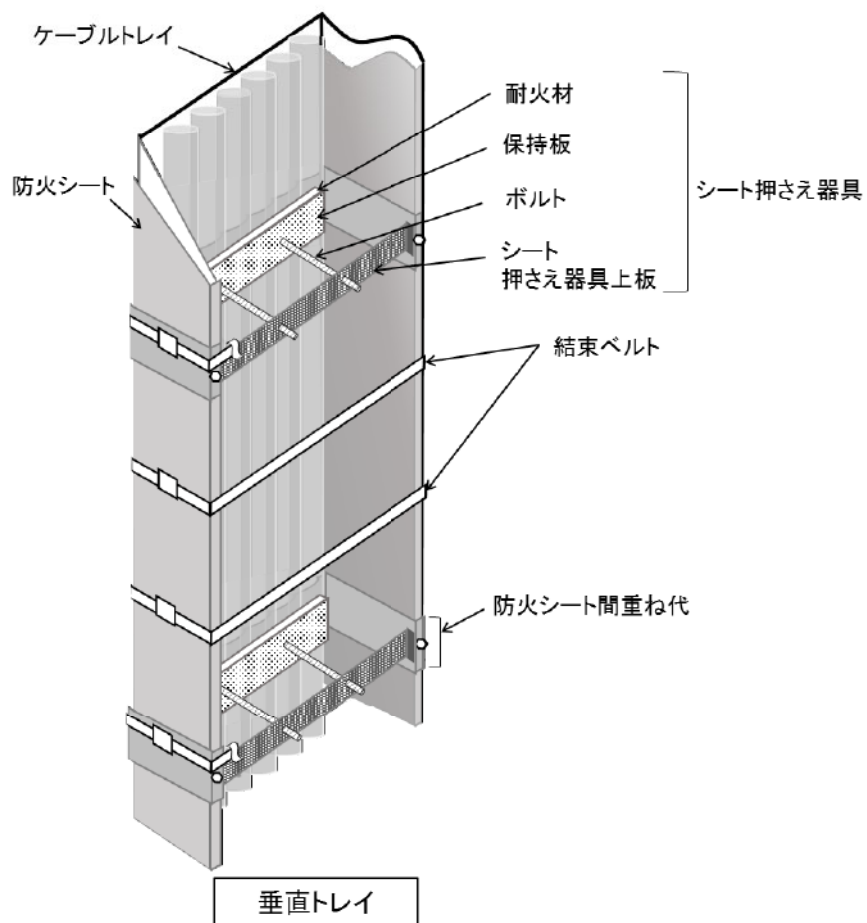
第 10.3.2 図 特高開閉所単線結線図



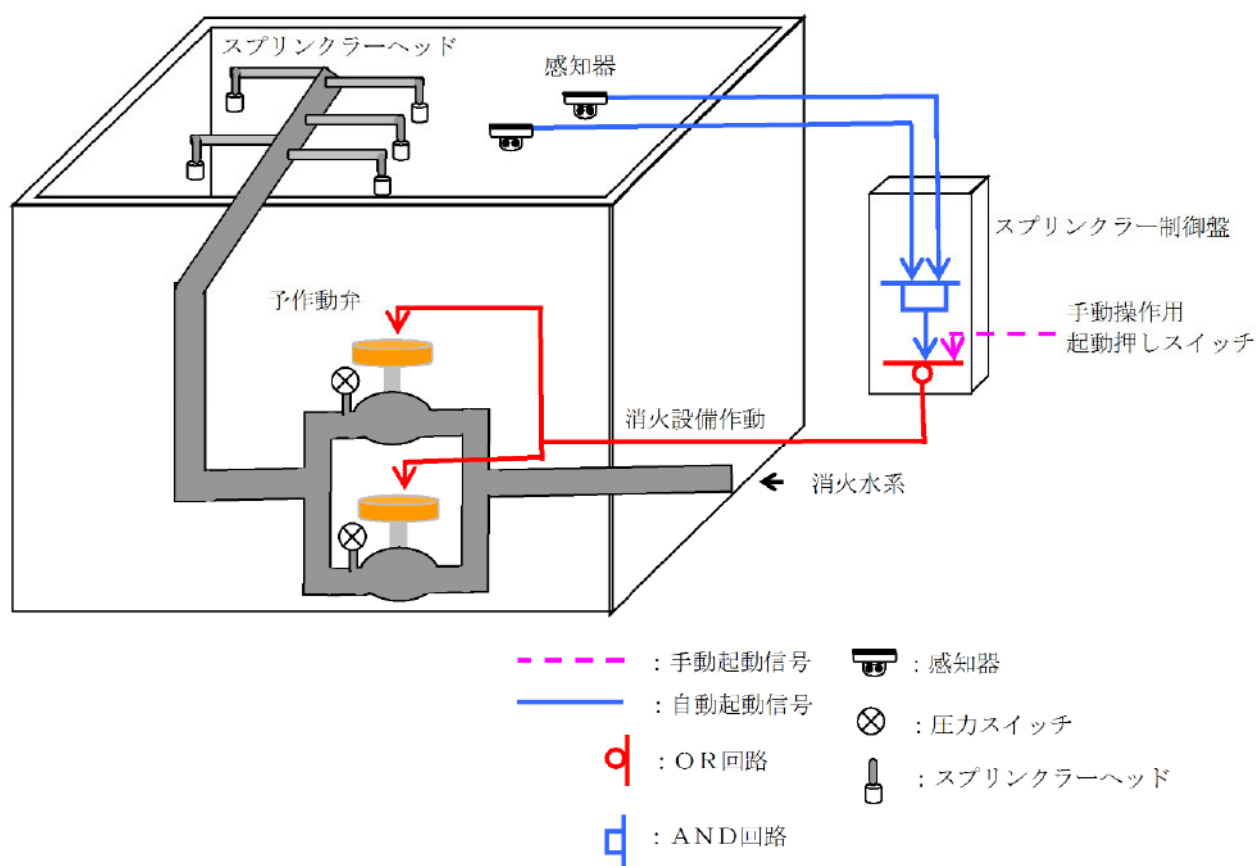
第 10.3.3 図 制御棒駆動装置用電源単線結線図



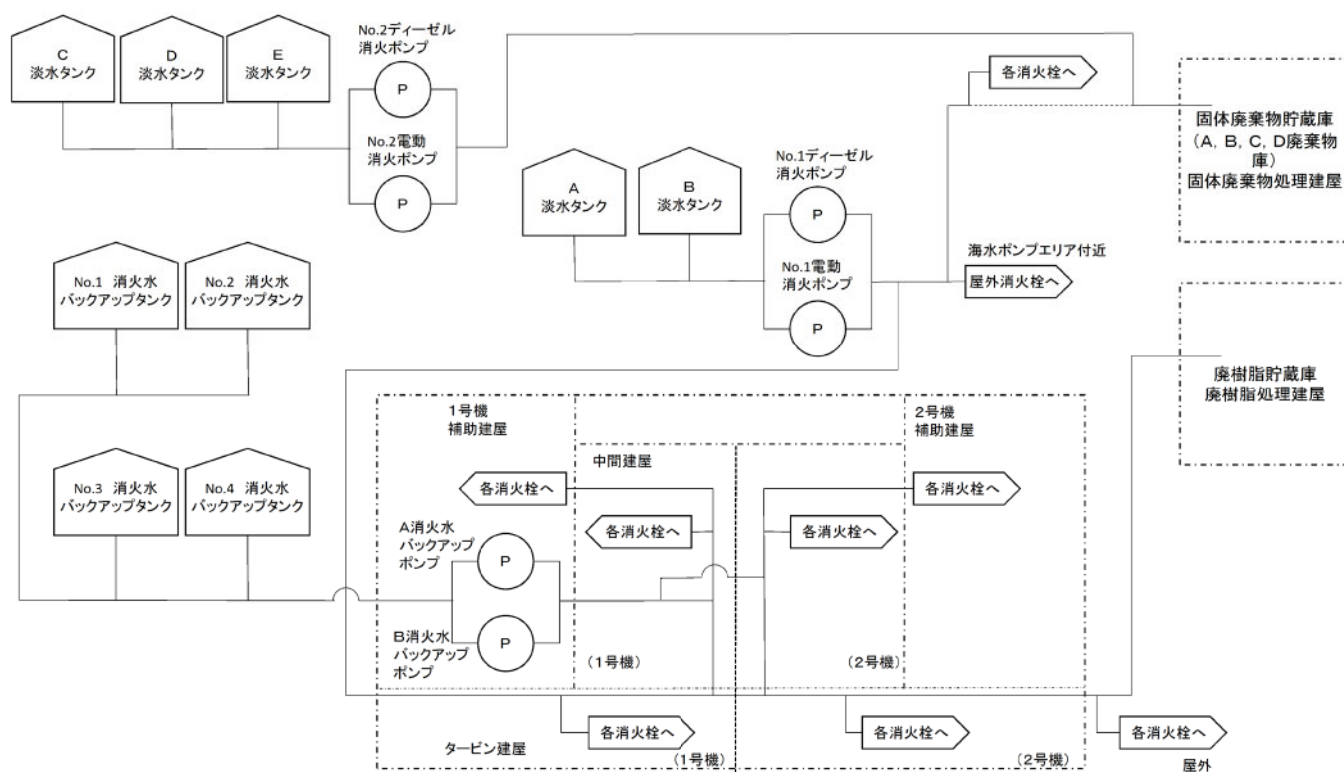
水平トレイ



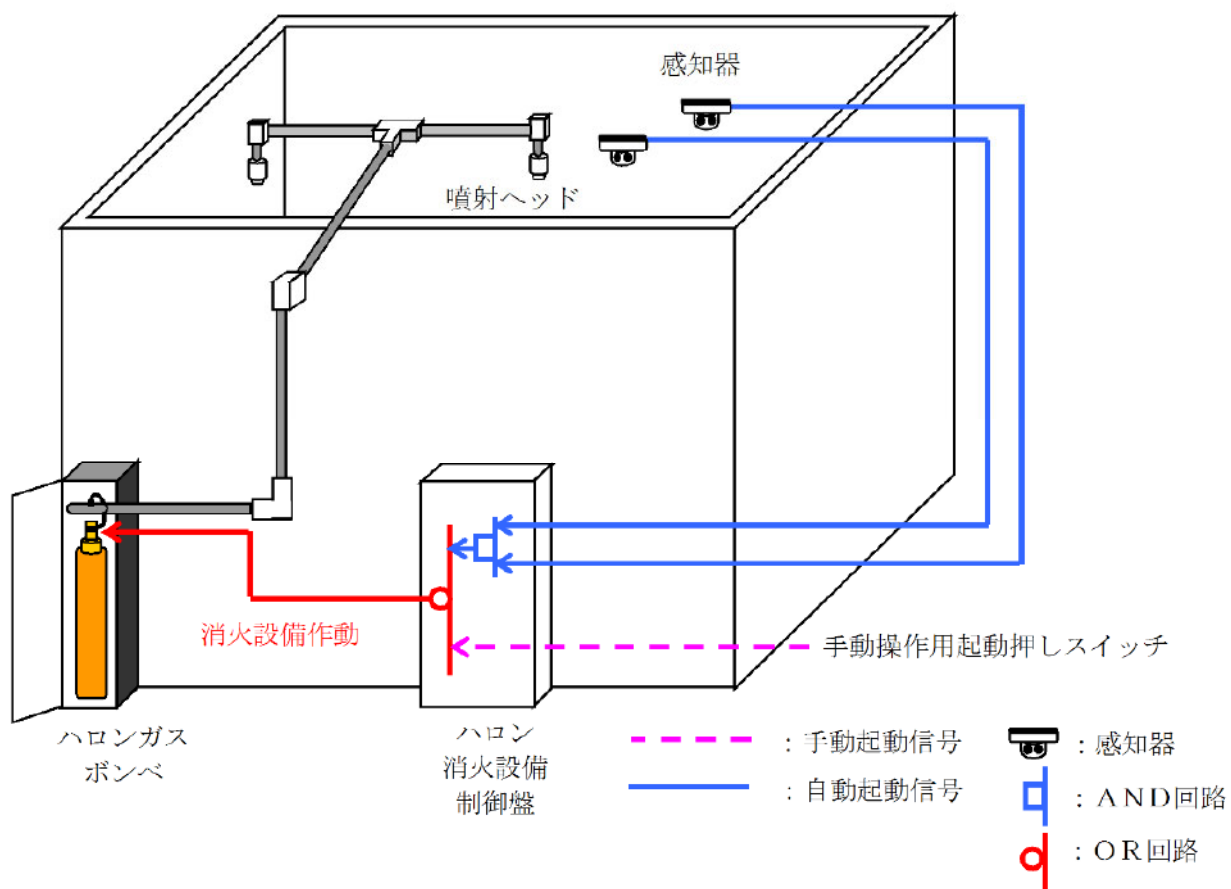
第 10.5.1.1 図 複合体概要図



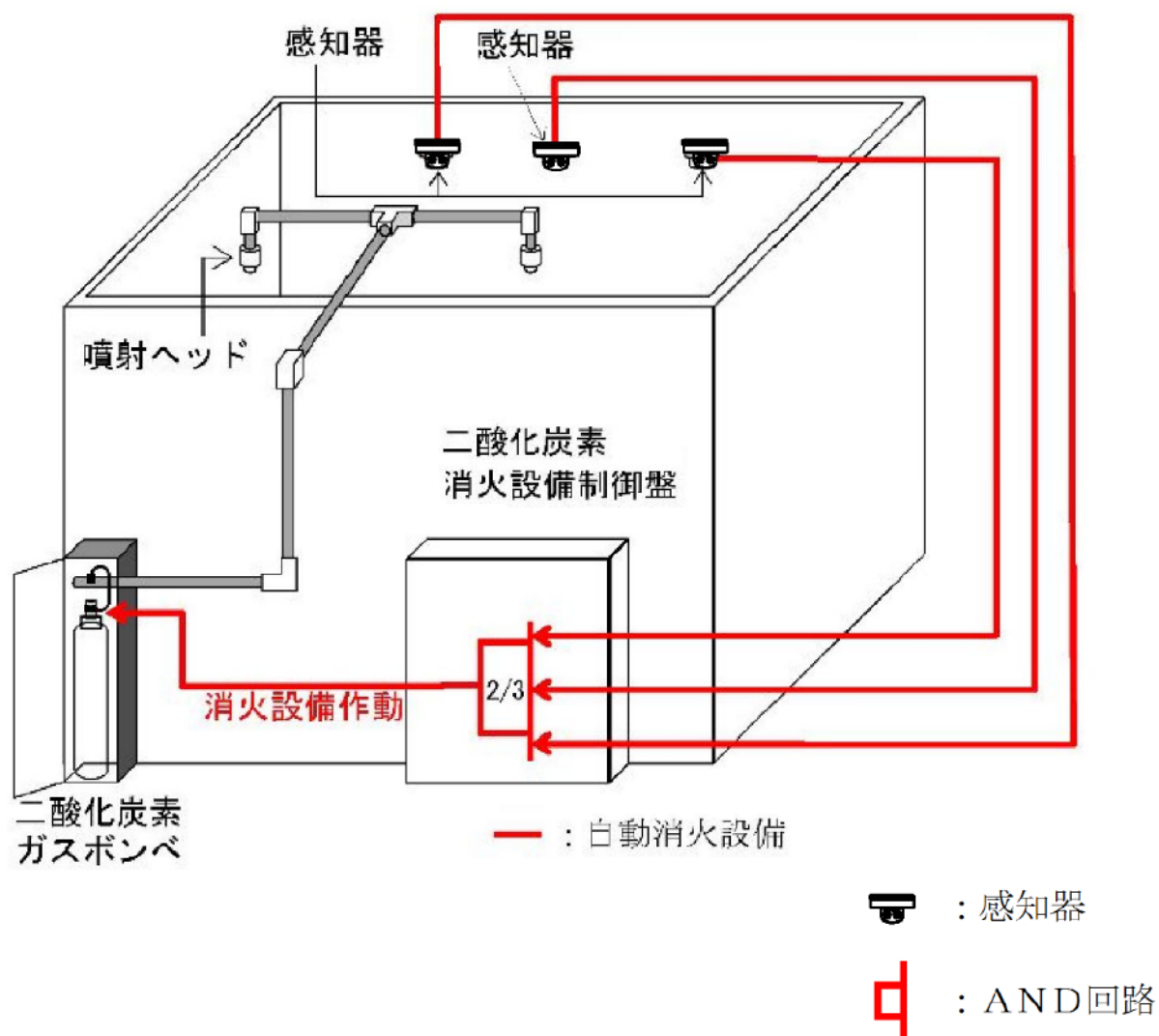
第 10.5.1.2 図 スプリンクラー概要図(1/3)



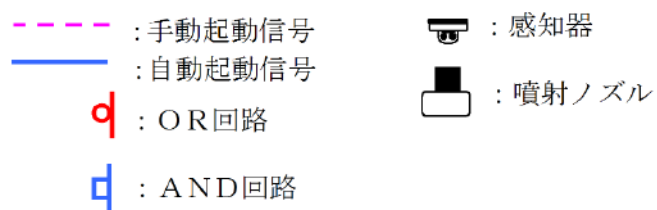
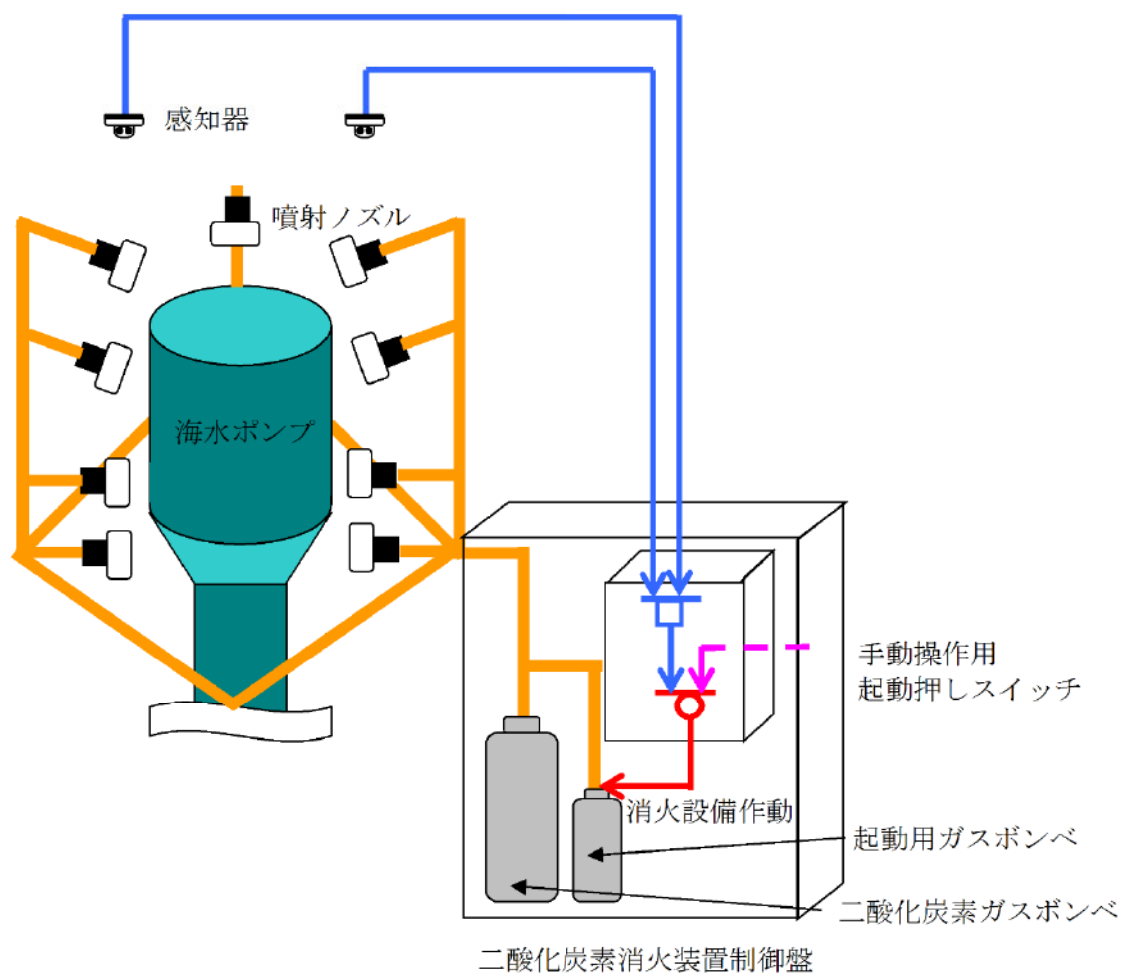
第 10.5.1.2 図 スプリンクラー概要図(3/3)



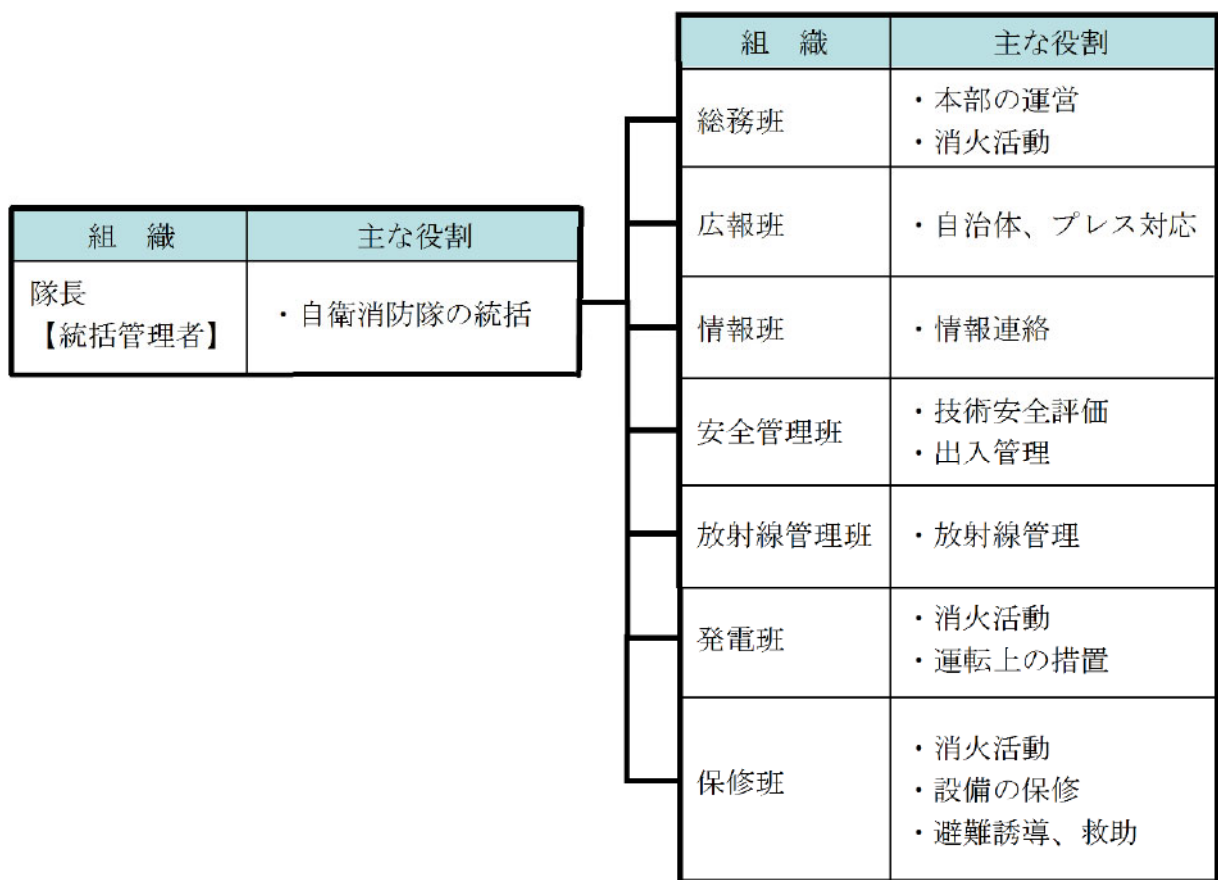
第 10.5.1.3 図 ハロン消火設備概要図



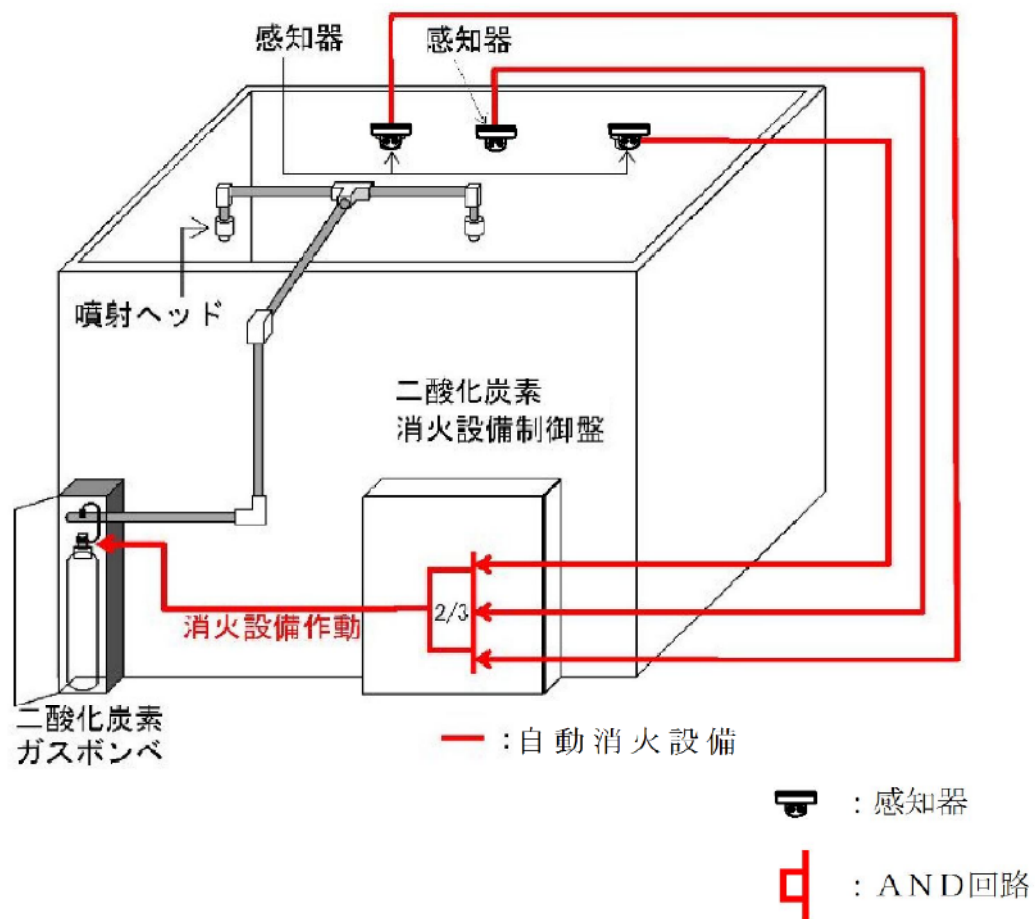
第 10.5.1.4 図 二酸化炭素消火設備概要図（ディーゼル発電機室）



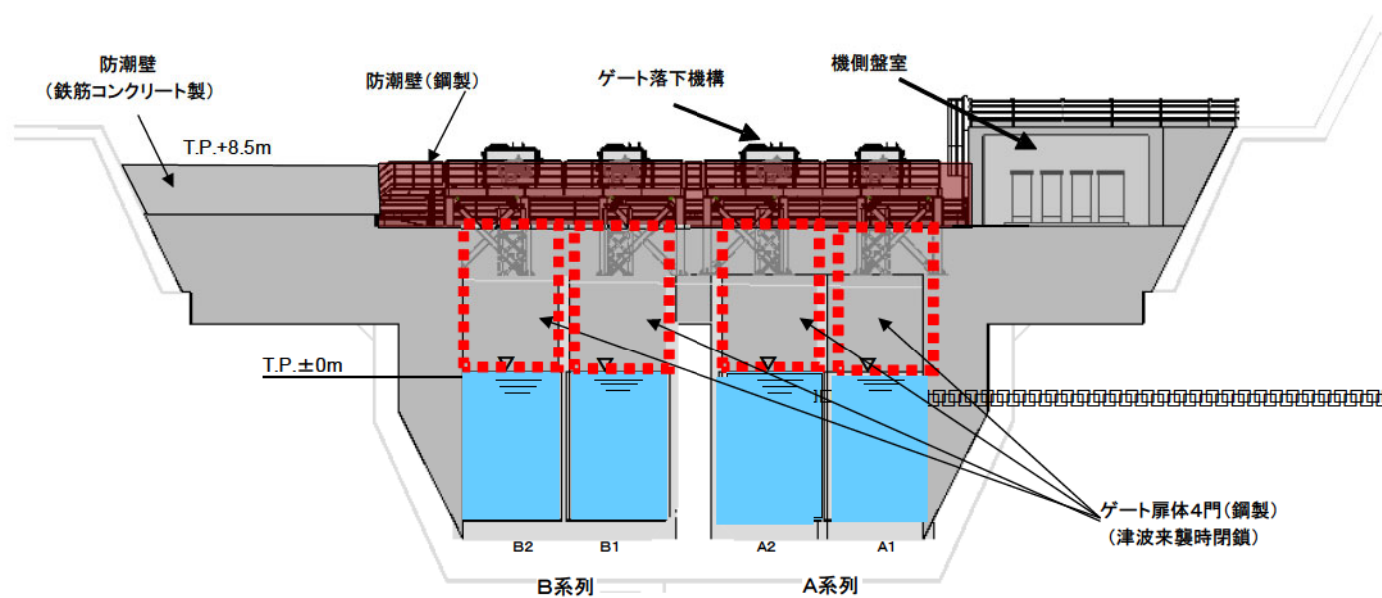
第 10.5.1.5 図 二酸化炭素消火設備概要図（海水ポンプ）



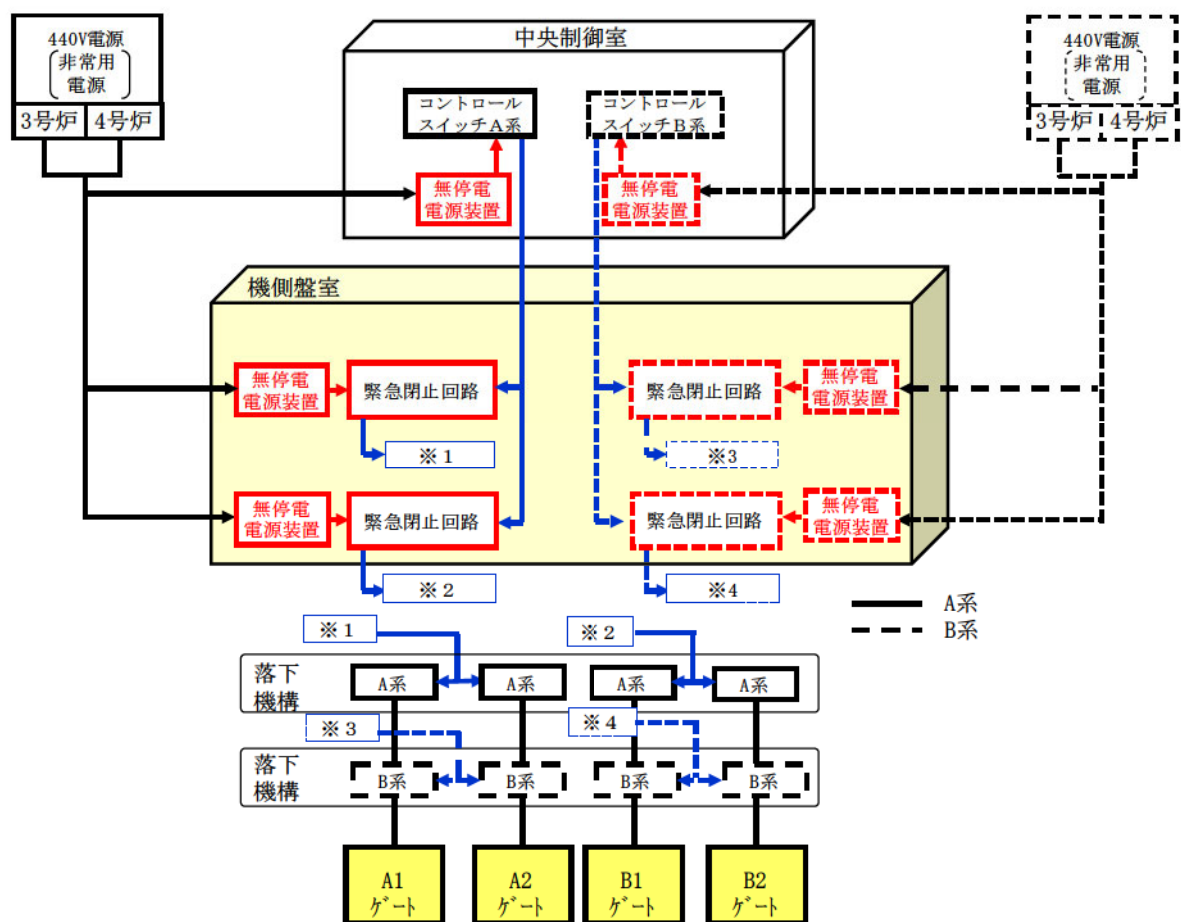
第 10.5.1.6 図 自衛消防隊体制図



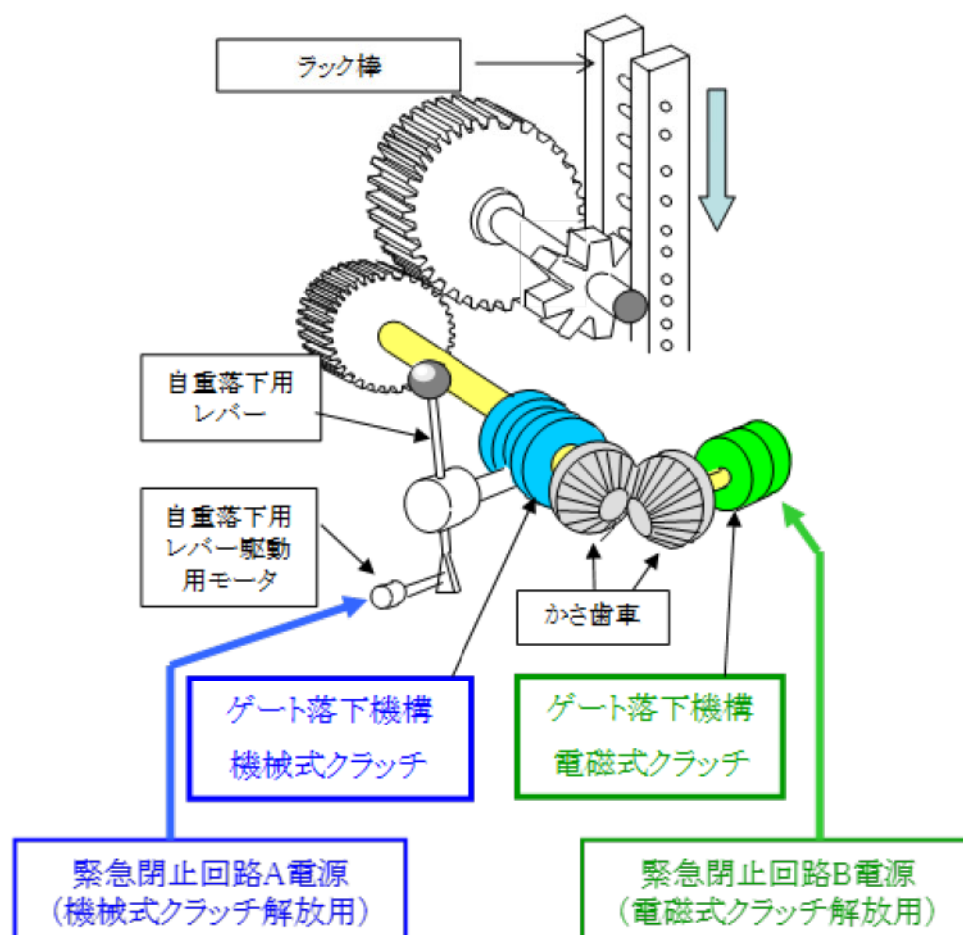
第 10.5.1.7 図 特定重大事故等対処施設の二酸化炭素消火設備概要図



第 10.6.1.1.1 図 取水路防潮ゲート概念図



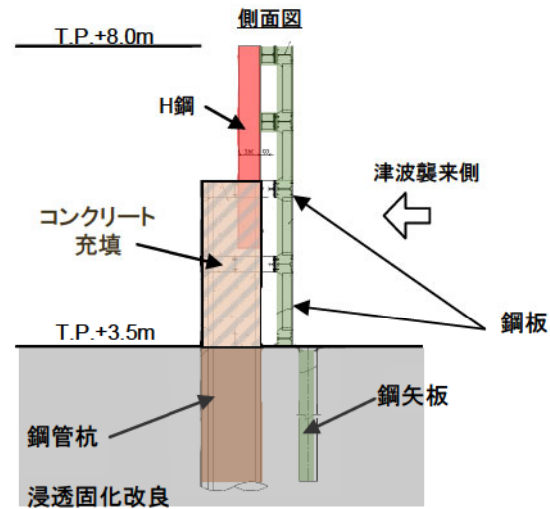
第 10.6.1.1.2 図 取水路防潮ゲート電源構成概念図



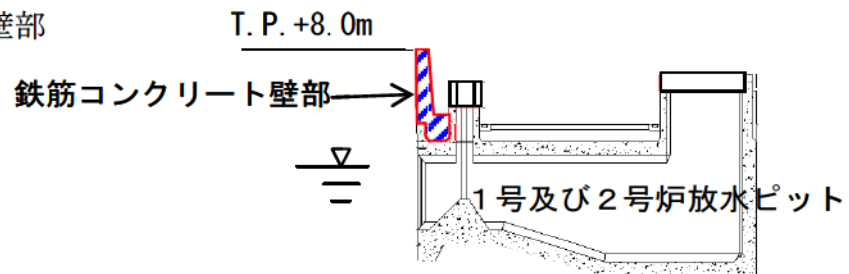
通常時：機械式クラッチ及び電磁式クラッチが連結されており、ゲート開状態が維持されている。
 閉止時：閉止信号により機械式クラッチ又は電磁式クラッチが切り離され、ゲートは落下する。

第 10.6.1.1.3 図 取水路防潮ゲート落下機構概念図

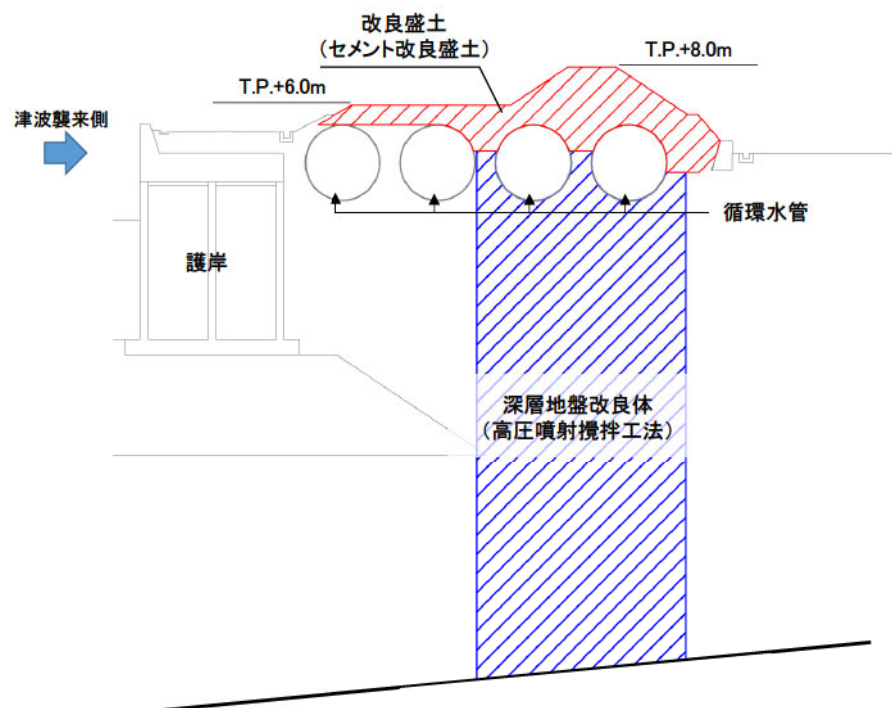
杭基礎形式部



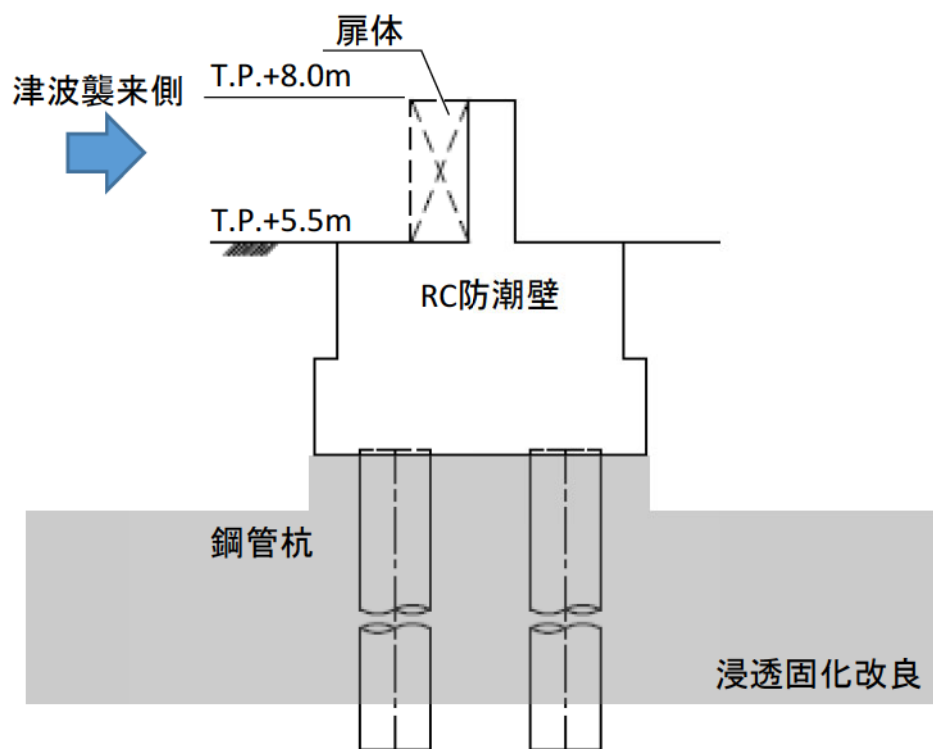
鉄筋コンクリート壁部



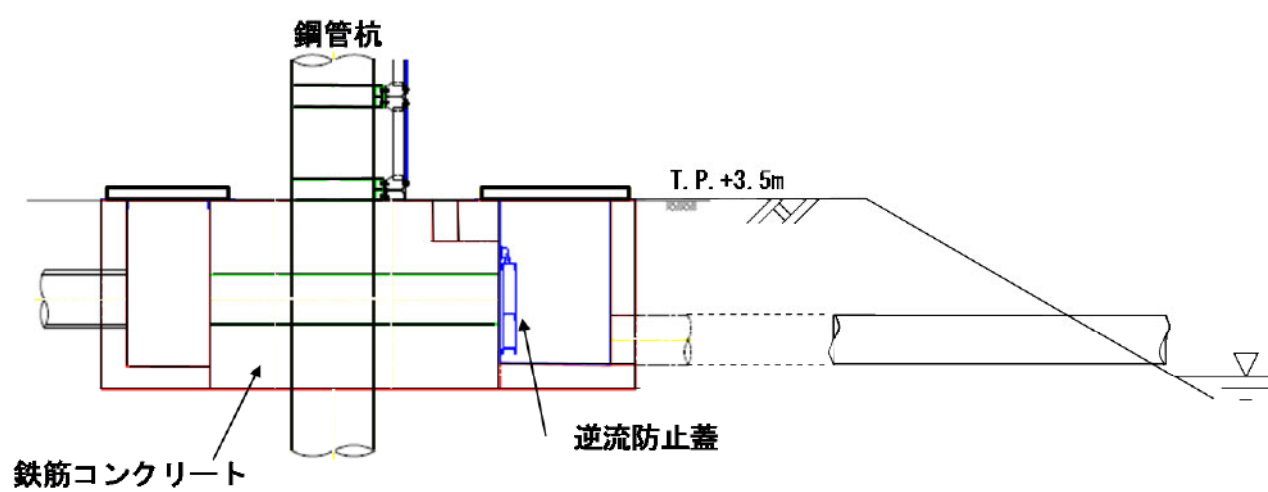
地盤改良部



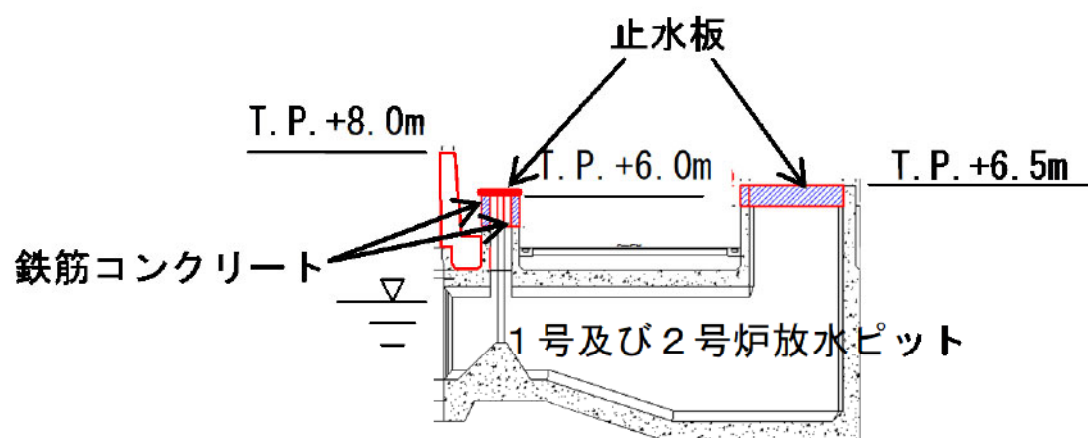
第 10.6.1.1.4 図 放水口側防潮堤概念図



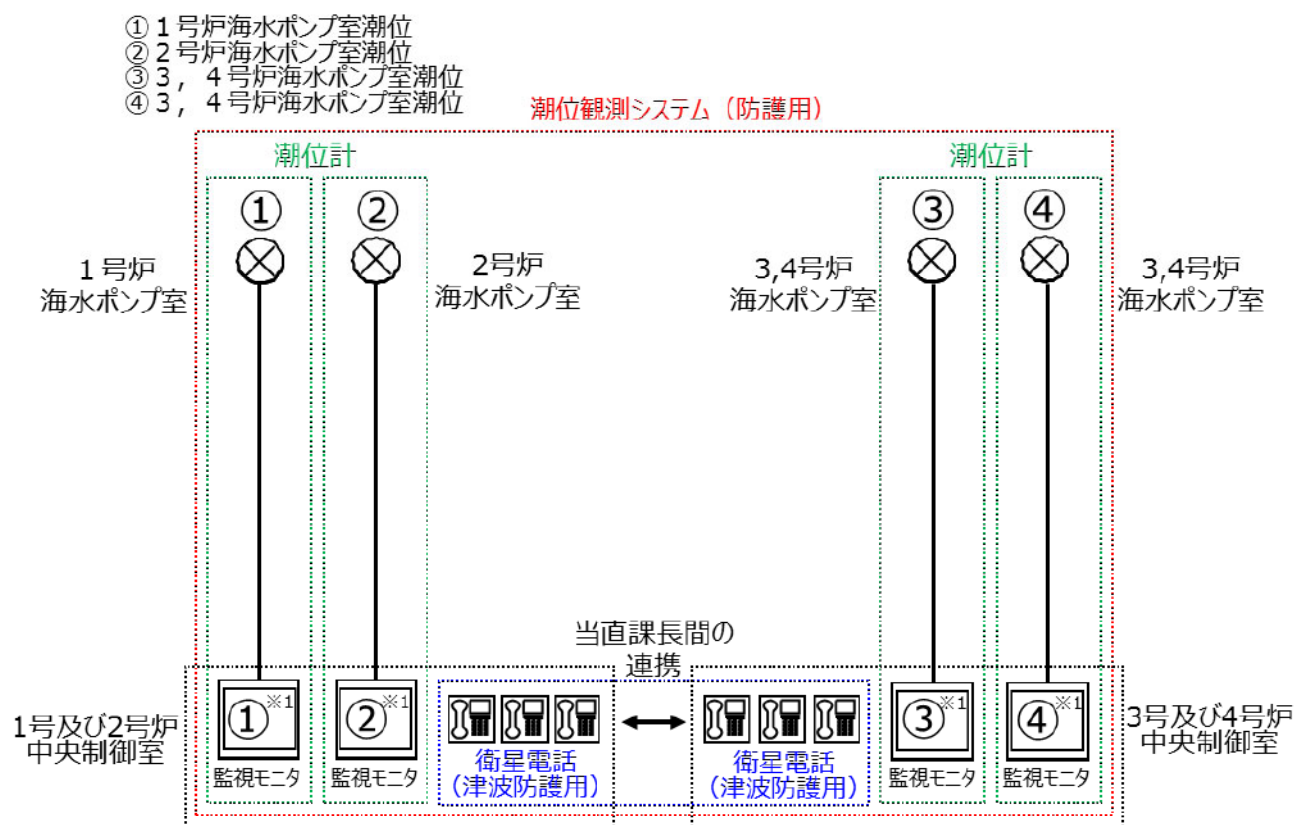
第 10.6.1.1.5 図 防潮扉概念図



第 10.6.1.1.6 図 屋外排水路逆流防止設備概念図

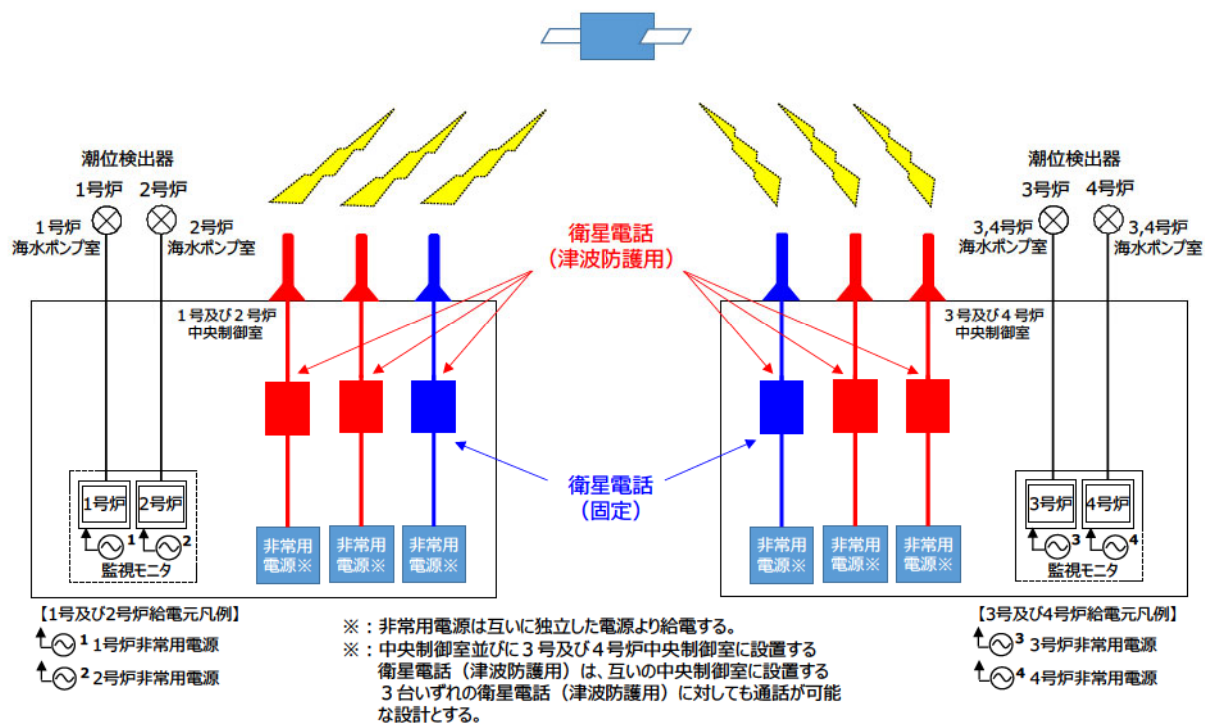


第 10.6.1.1.7 図 1 号及び 2 号炉放水ピット止水板概念図

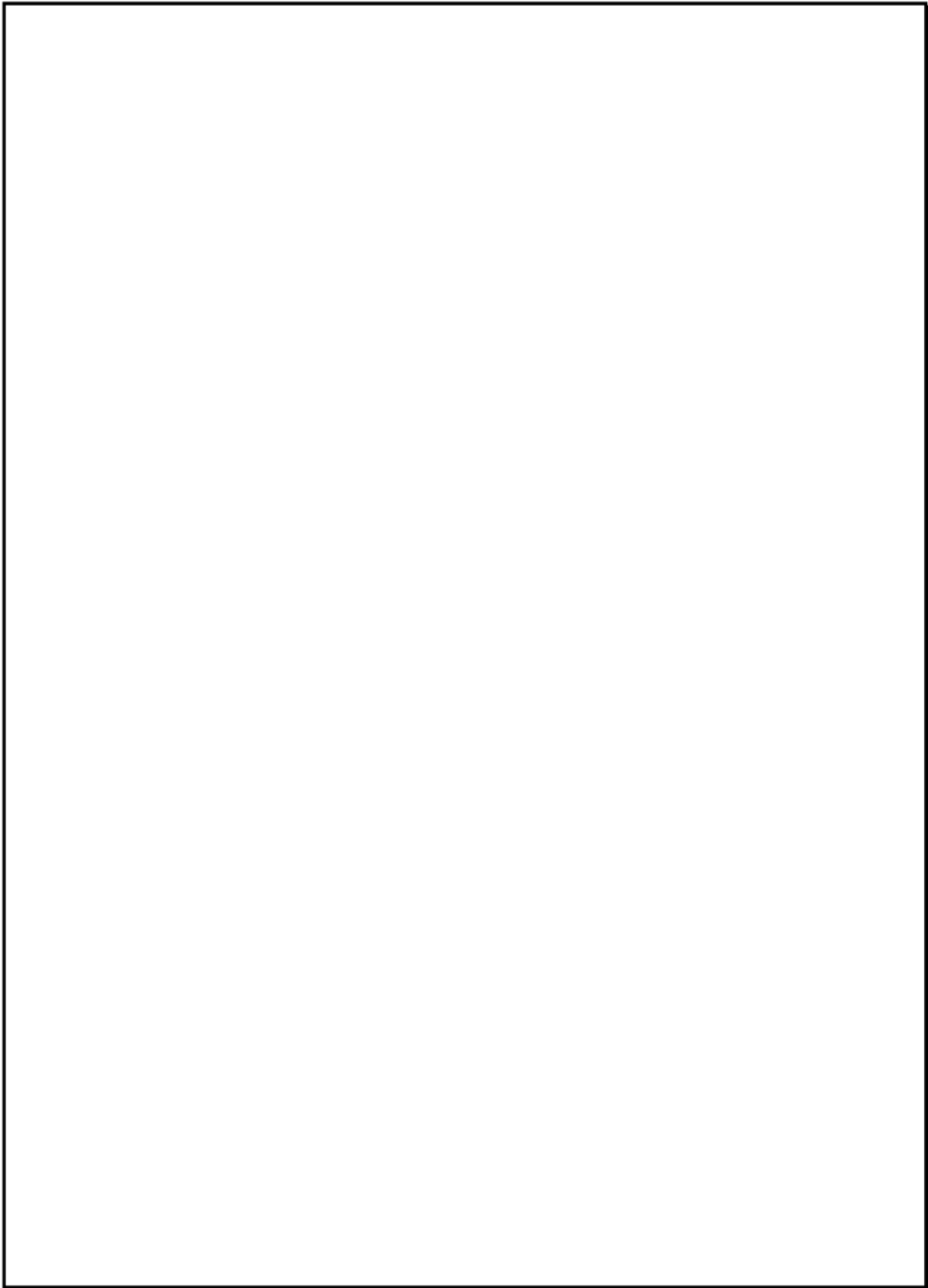


※ 1 : 電源箱及び演算装置は監視モニタの盤内機器であり、監視モニタの一部である。

第10.6.1.1.8図 潮位観測システム（防護用）概念図

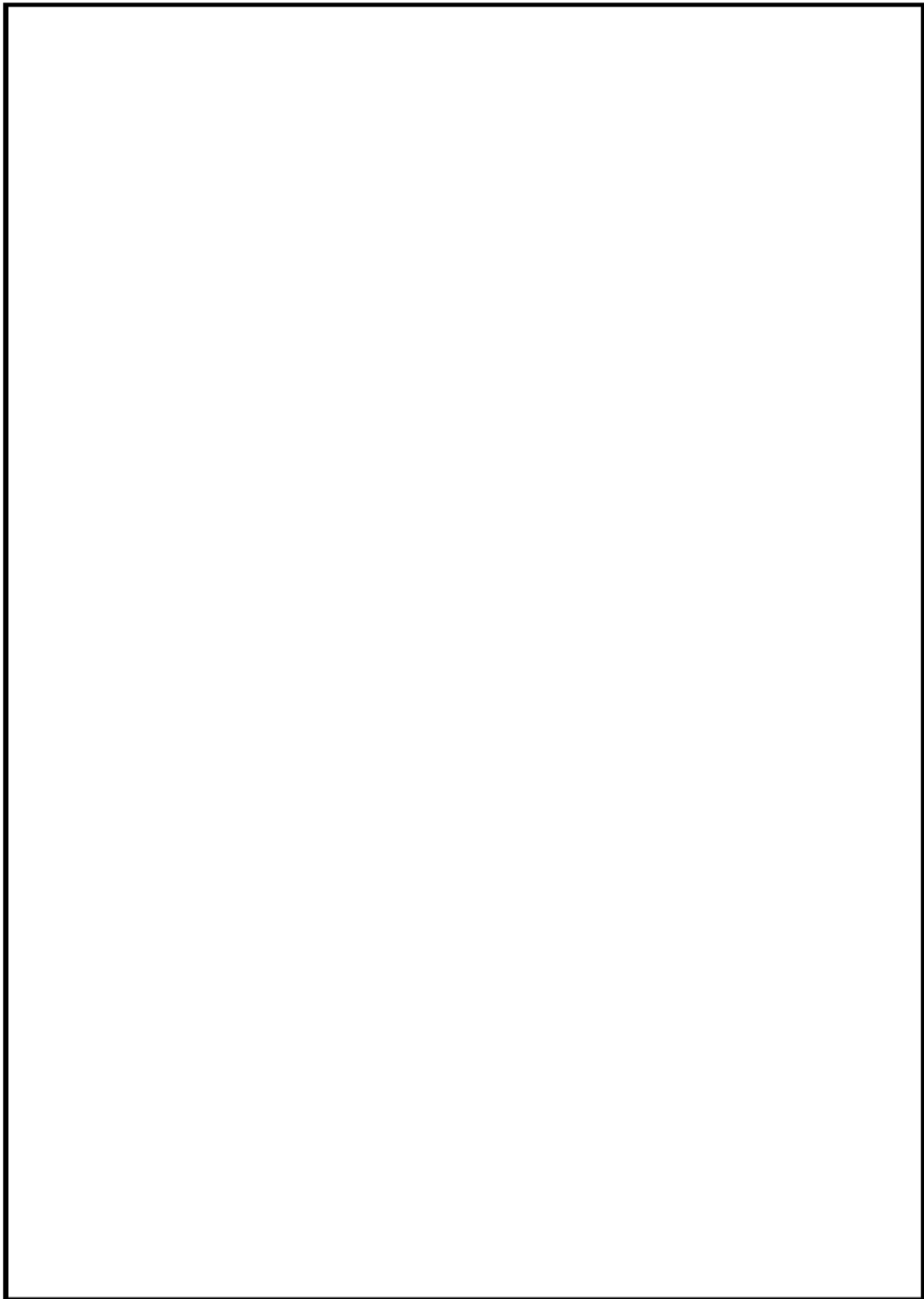


第 10.6.1.1.9 図 潮位観測システム（防護用）電源構成概念図



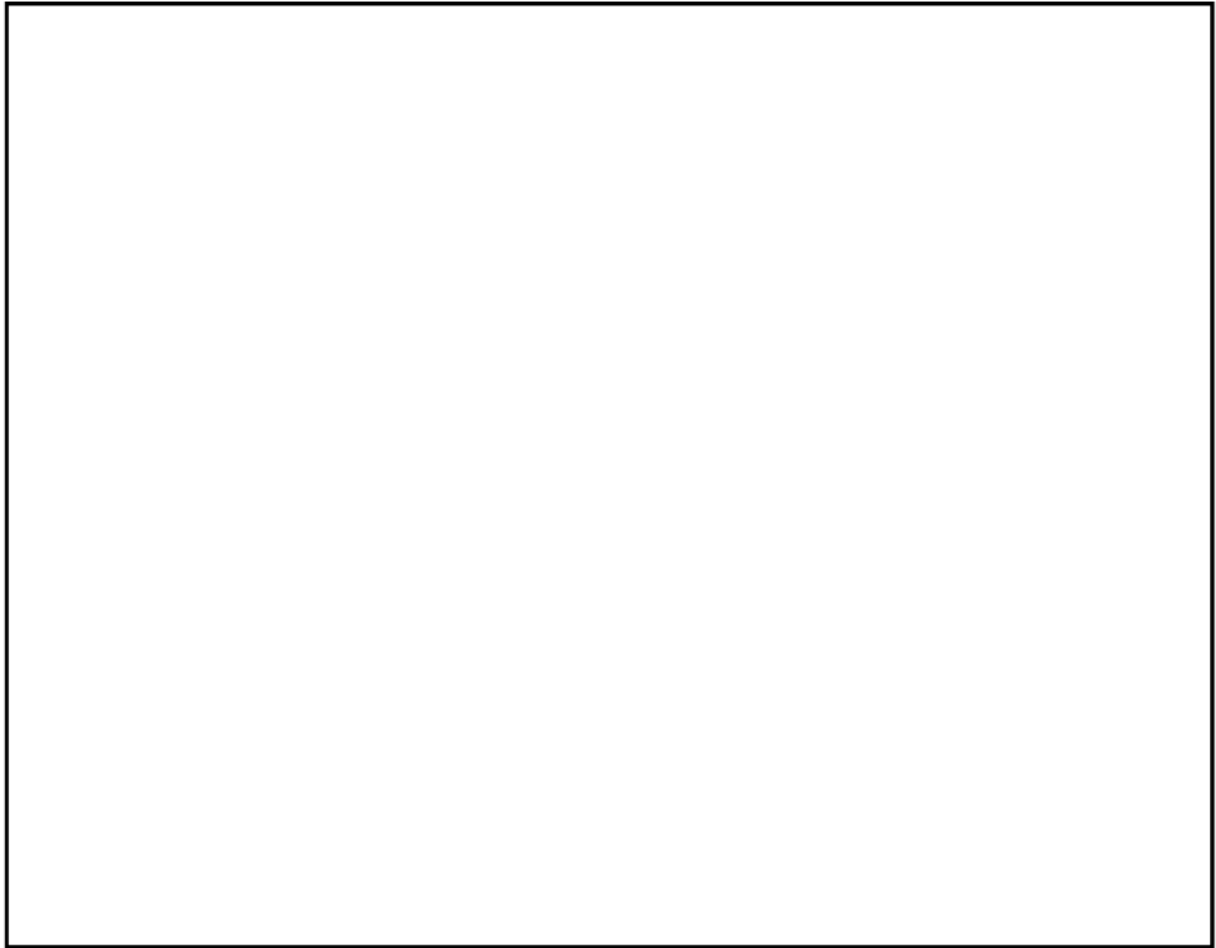
第 10.12.1 図 作業用照明配置概要図（1 階から 2 階）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 10.12.2 図 作業用照明配置概要図（3 階から 4 階）

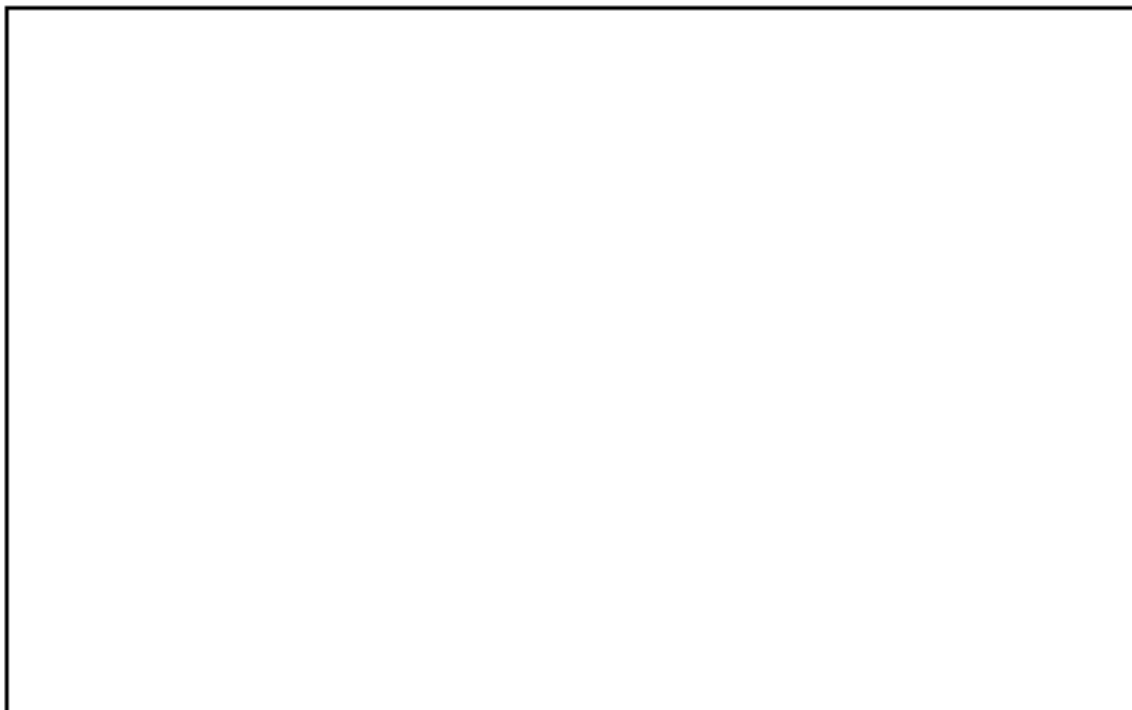
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



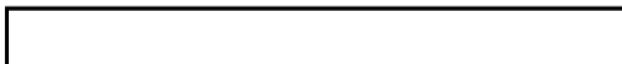
第 10.14.1.1 図

特定重大事故等対処施設の構内配置図

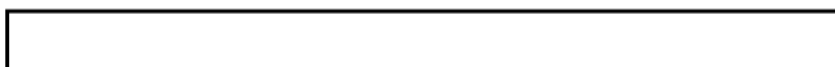
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



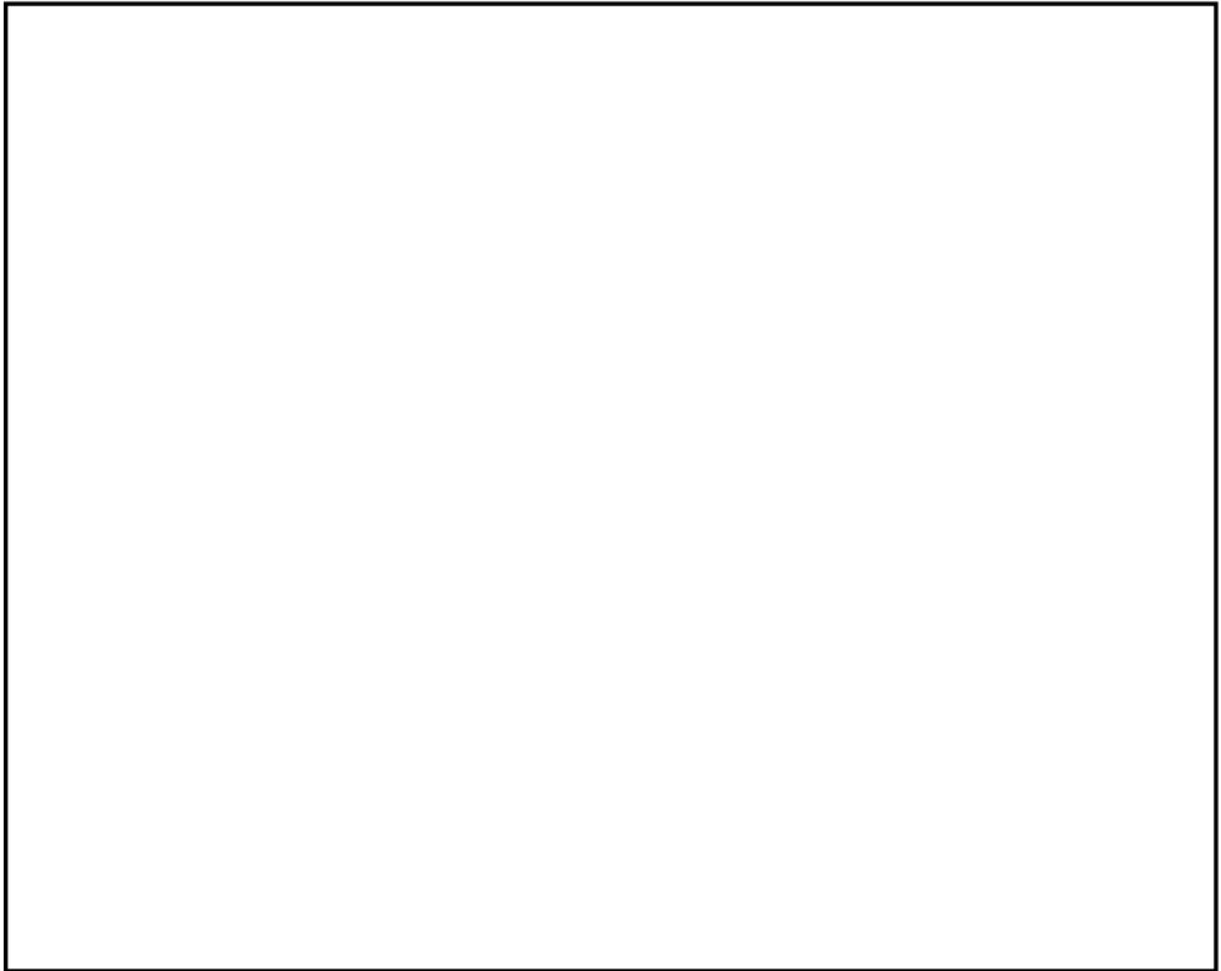
第 10.14.1.2 図



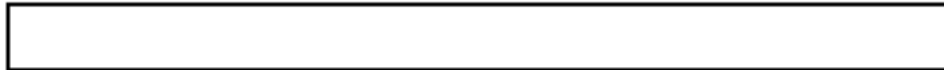
第 10.14.1.3 図



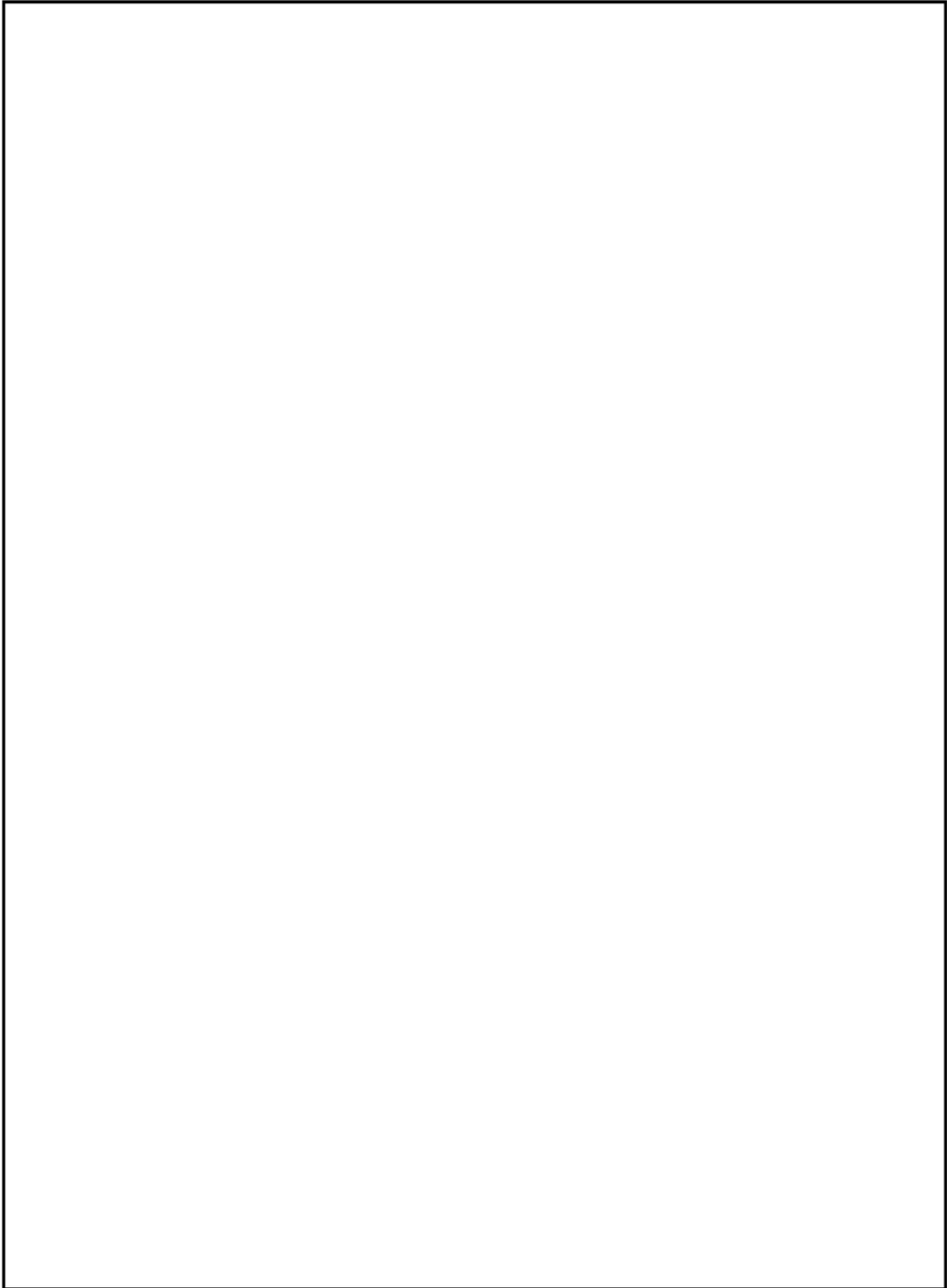
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



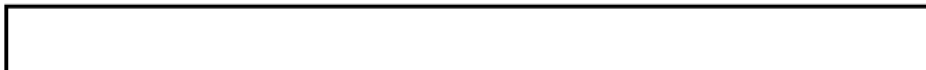
第 10.14.1.4 図 (1/3)



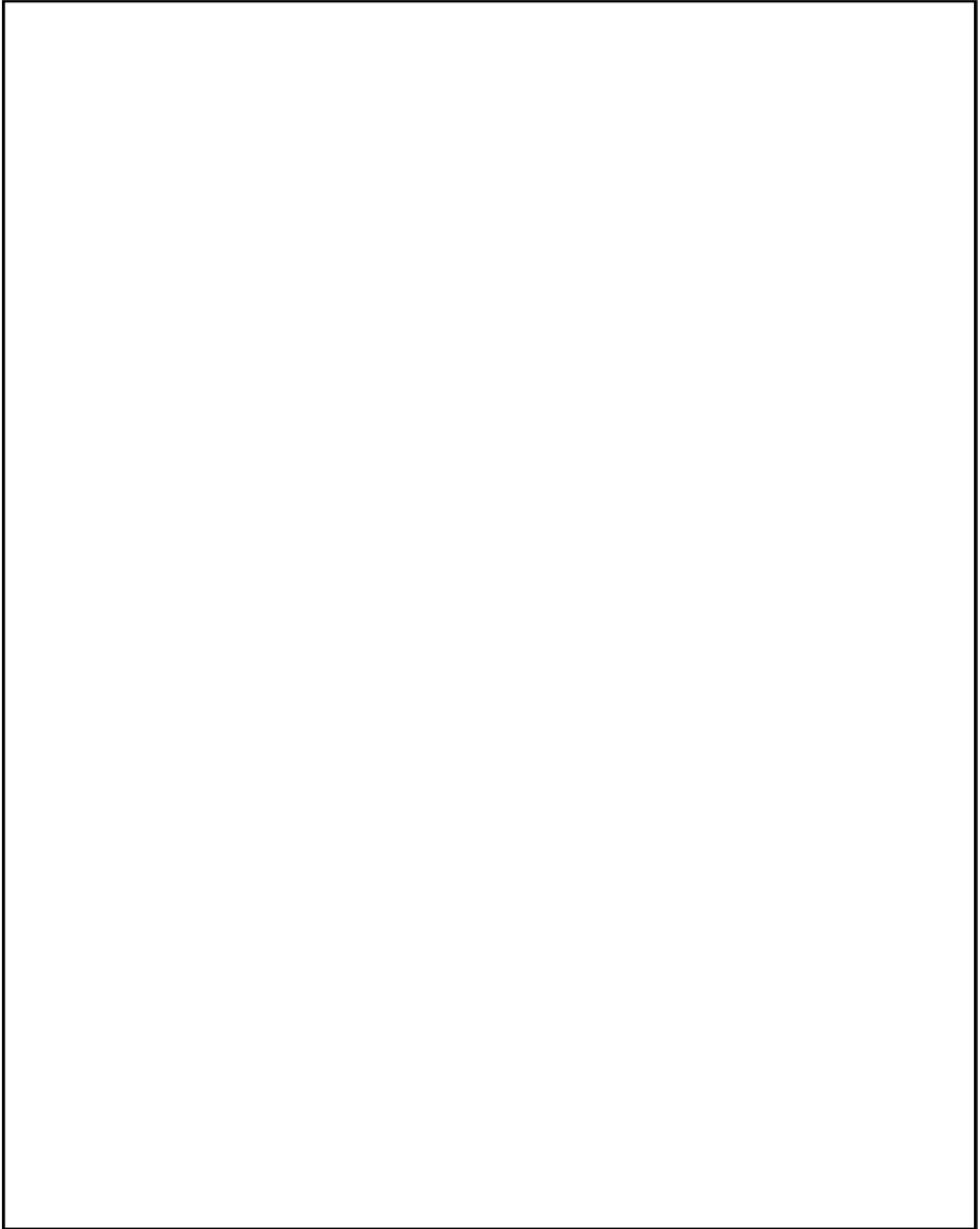
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 10.14.1.4 図 (2/3)



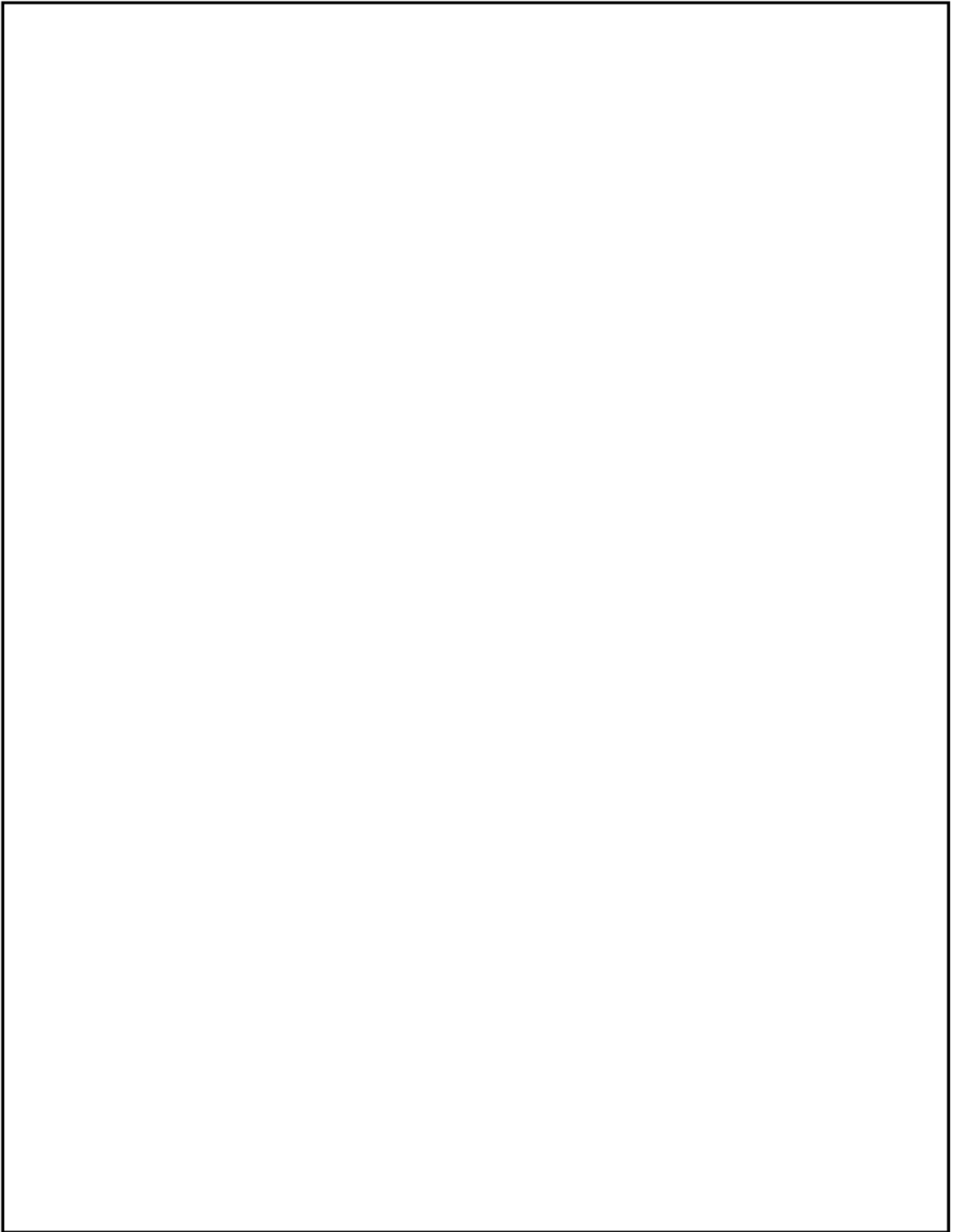
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



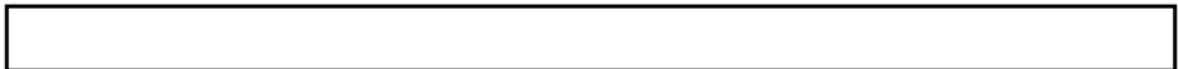
第 10.14.1.4 図 (3/3)



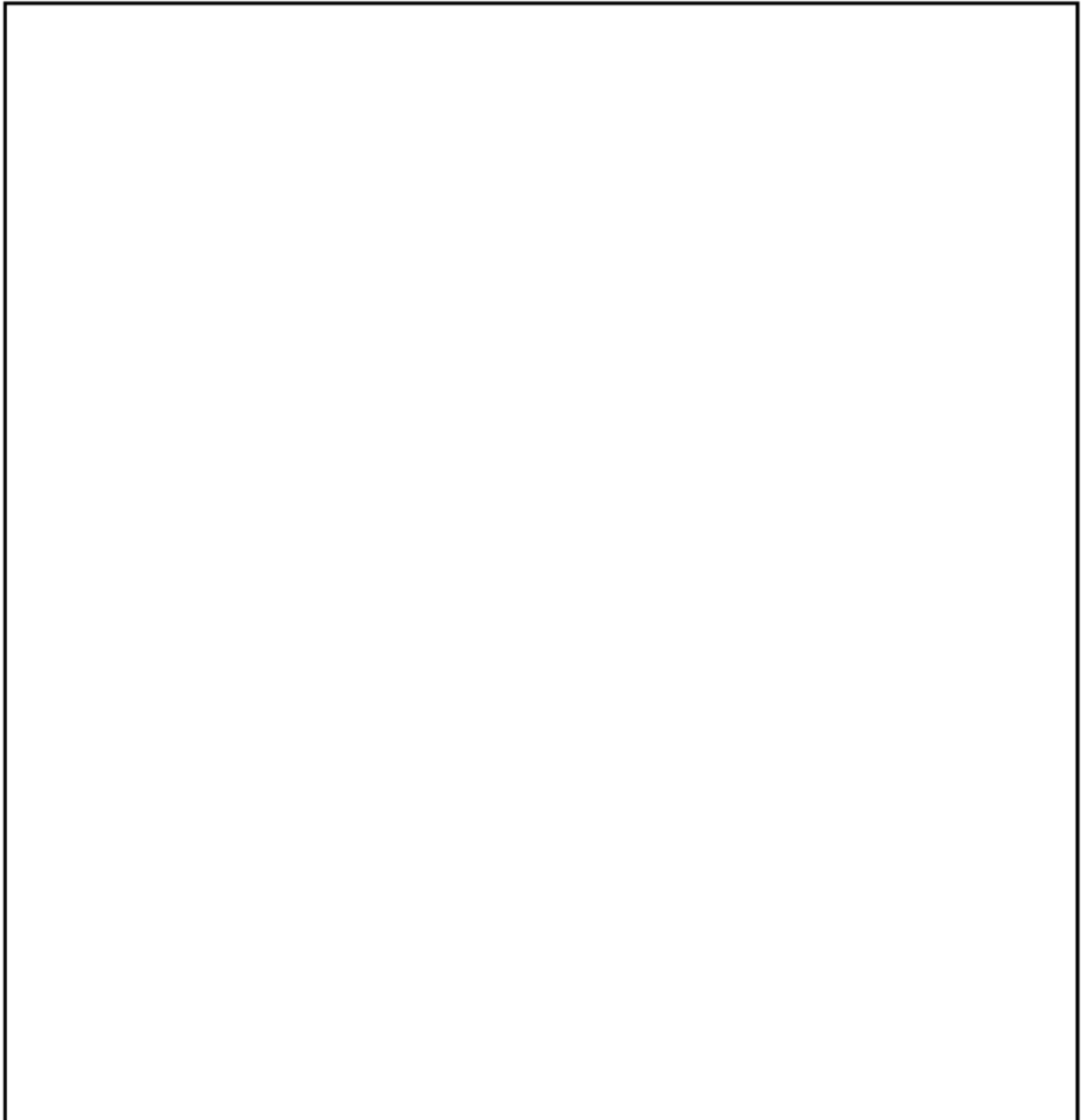
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 10.14.1.5 図 (1/2)



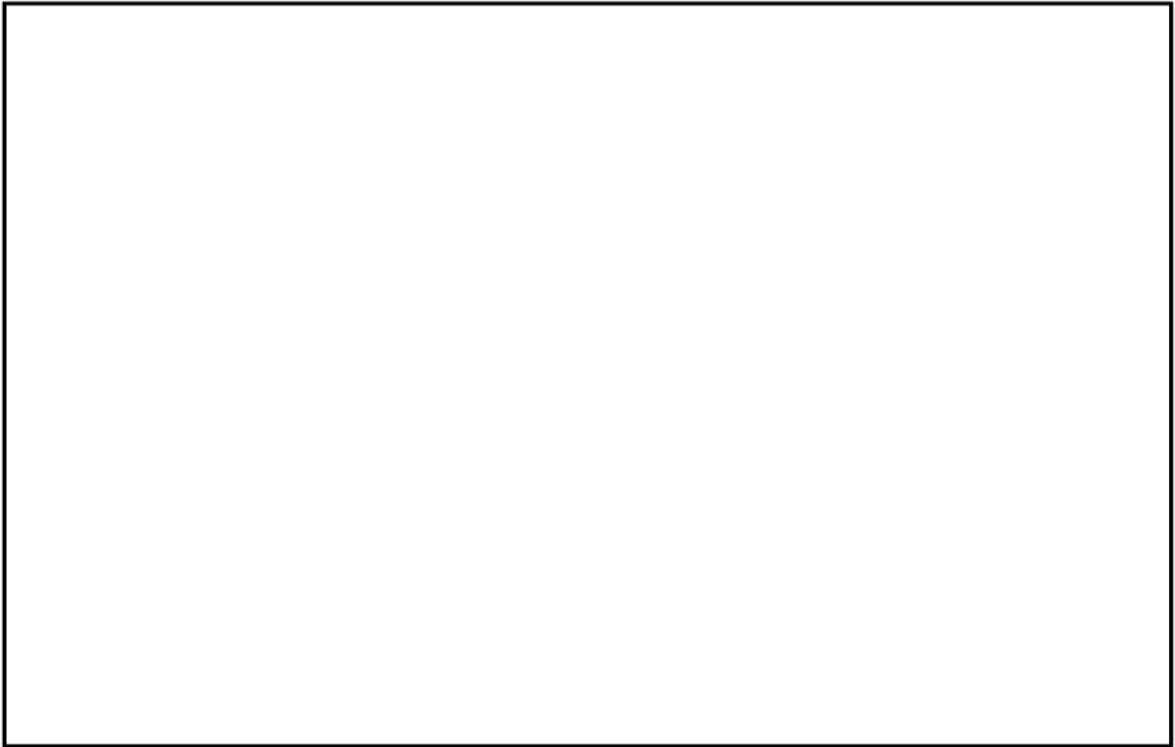
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



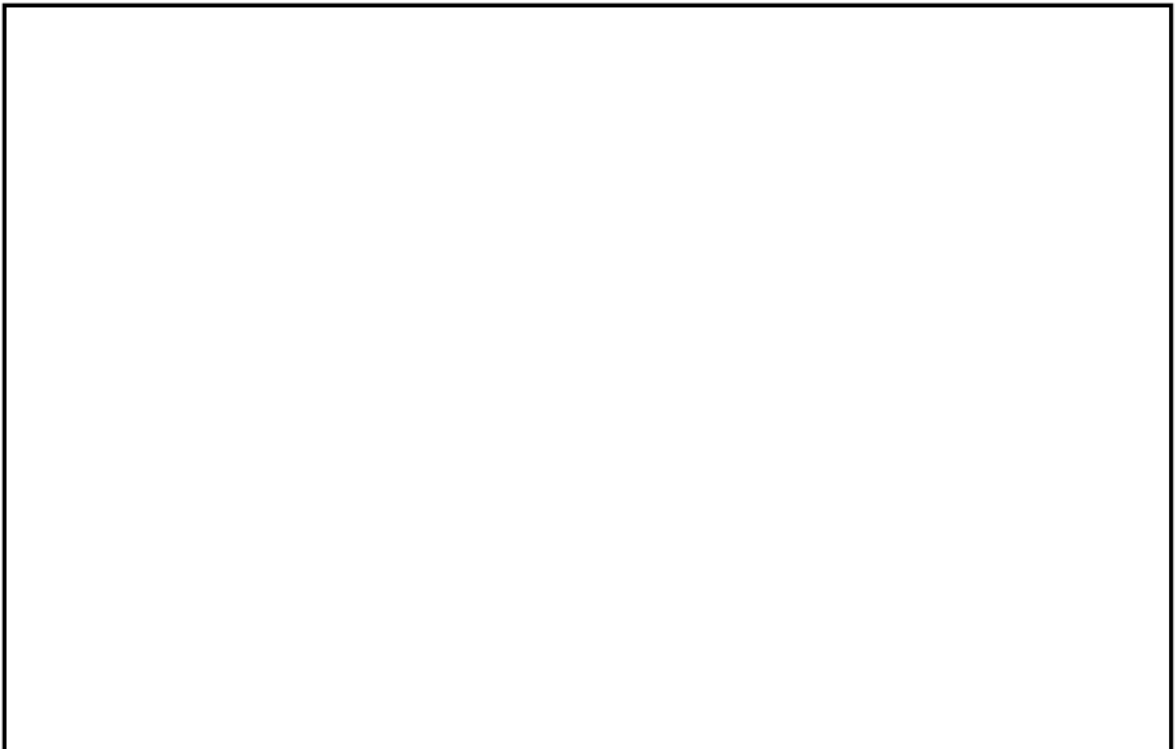
第 10.14.1.5 図 (2/2)



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 10.14.1.6 図 衝撃荷重曲線

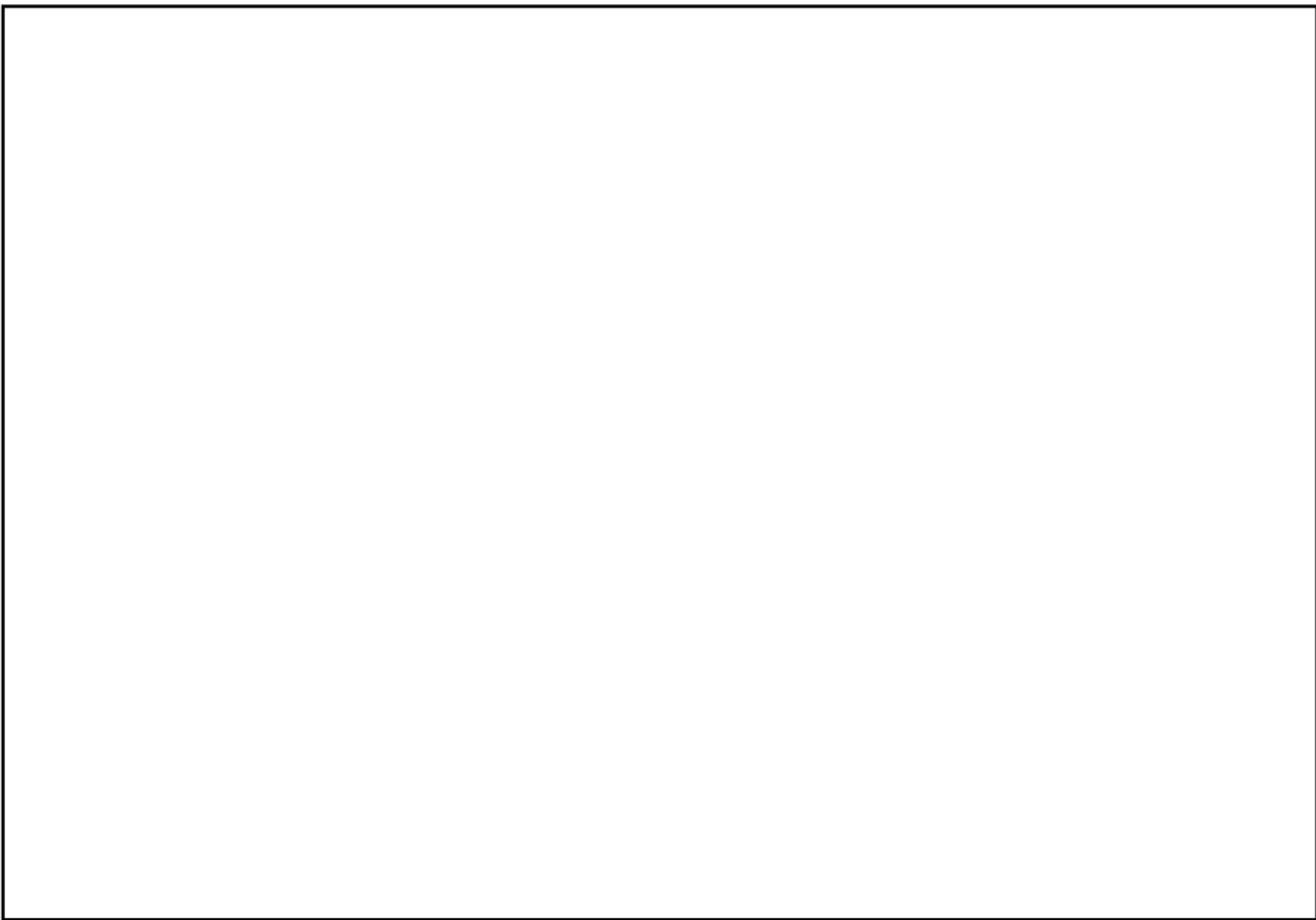


第 10.14.1.7 図 衝撃荷重の入力面積

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

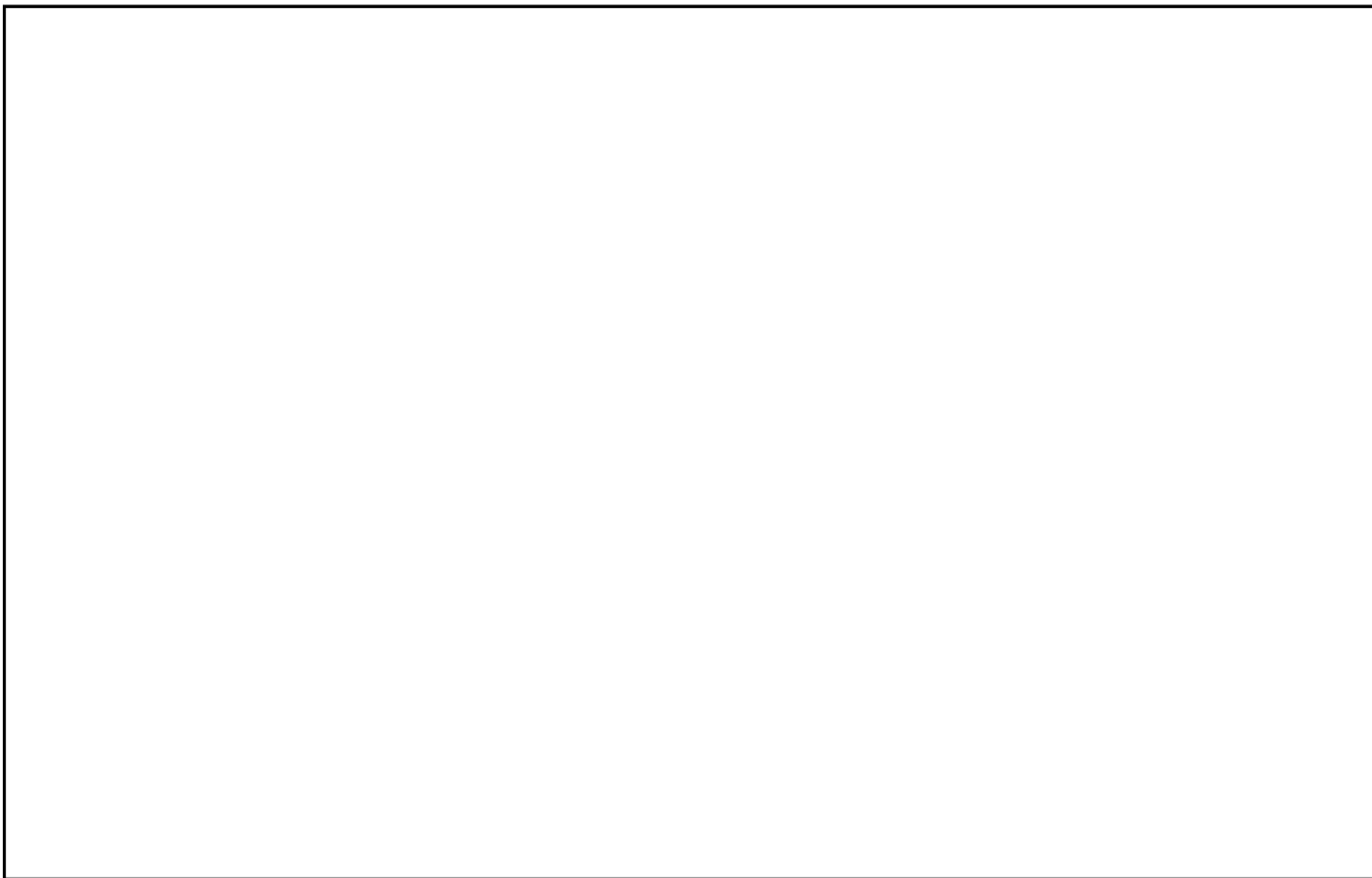
8-10-349



第 10.14.2.1 図 原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧操作機能 概略系統図

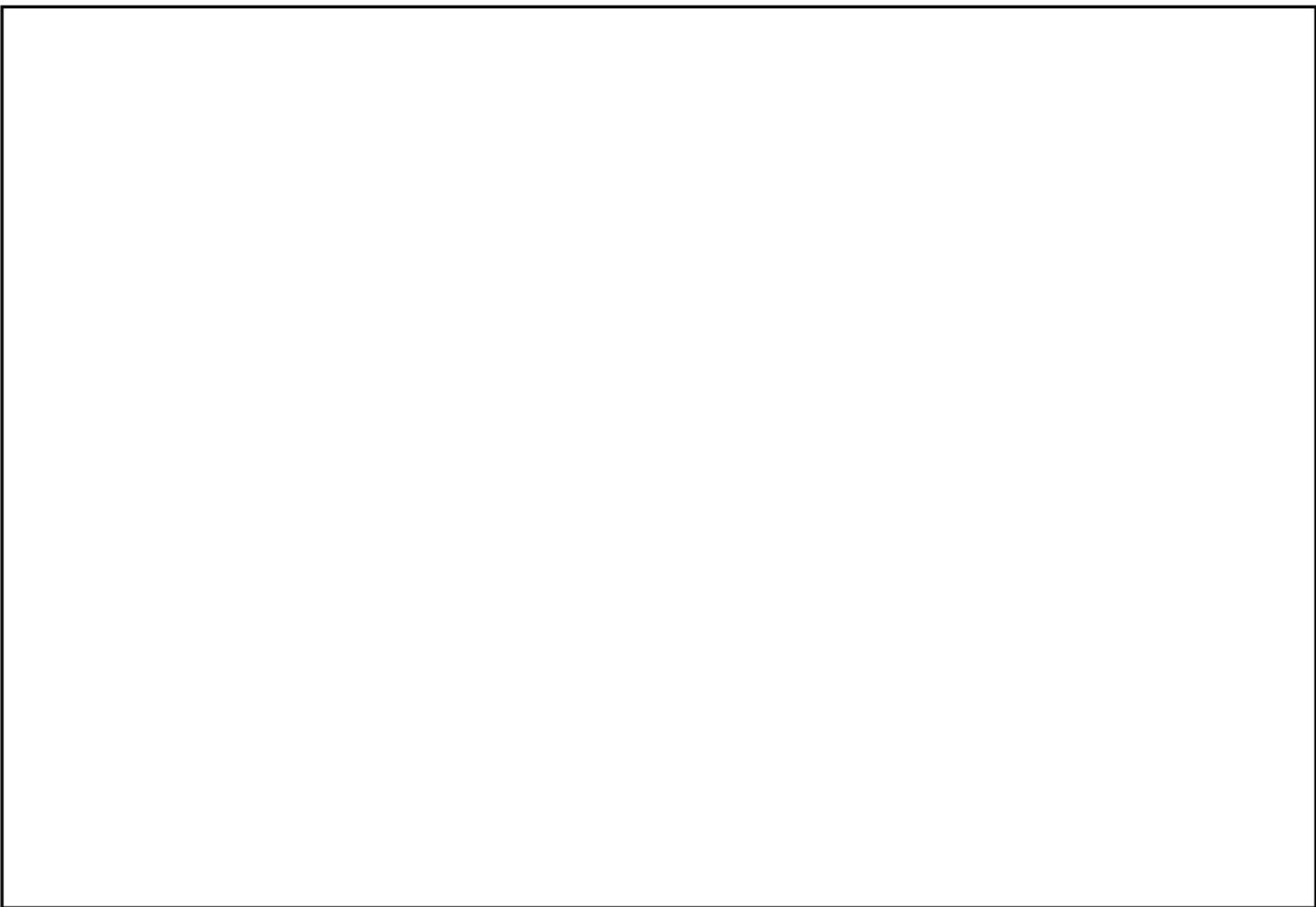
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

8-10-350



第 10.14.2.2 図 原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧操作機能 概略系統図

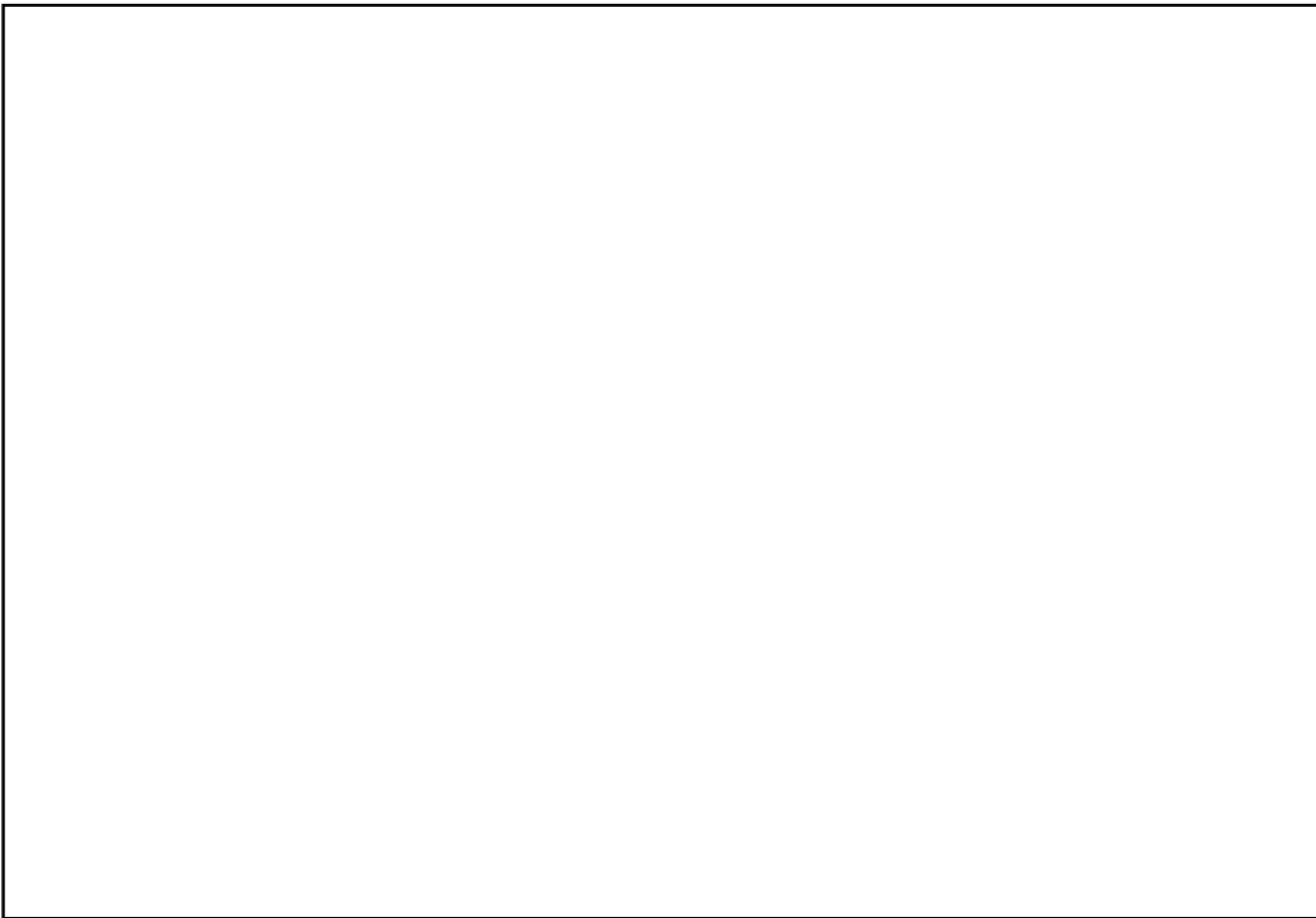
第 10.14.3.1 図 炉内の熔融炉心の冷却機能 概略系統図



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

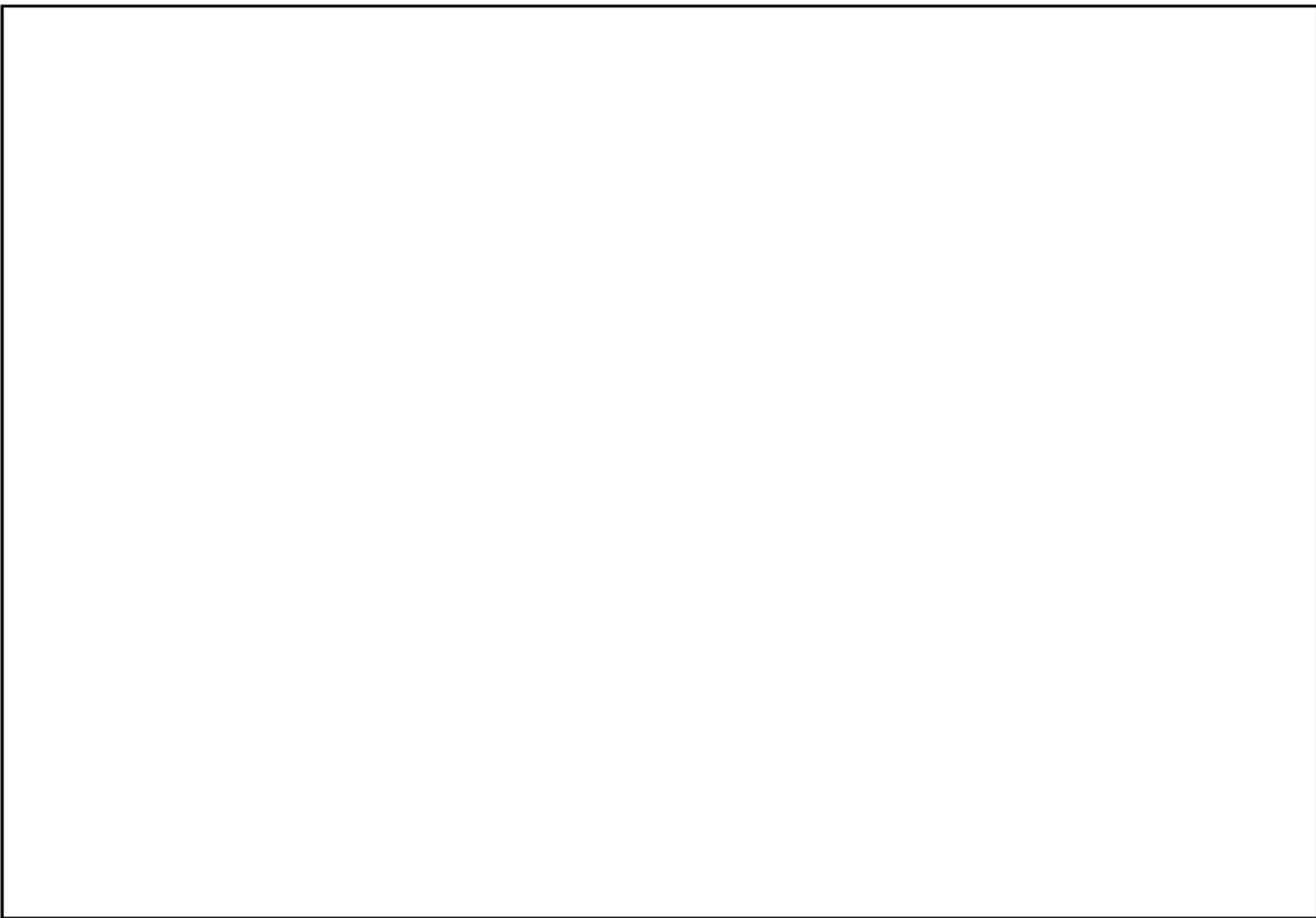
8-10-352



第 10.14.4.1 図 原子炉格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却機能 概略系統図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

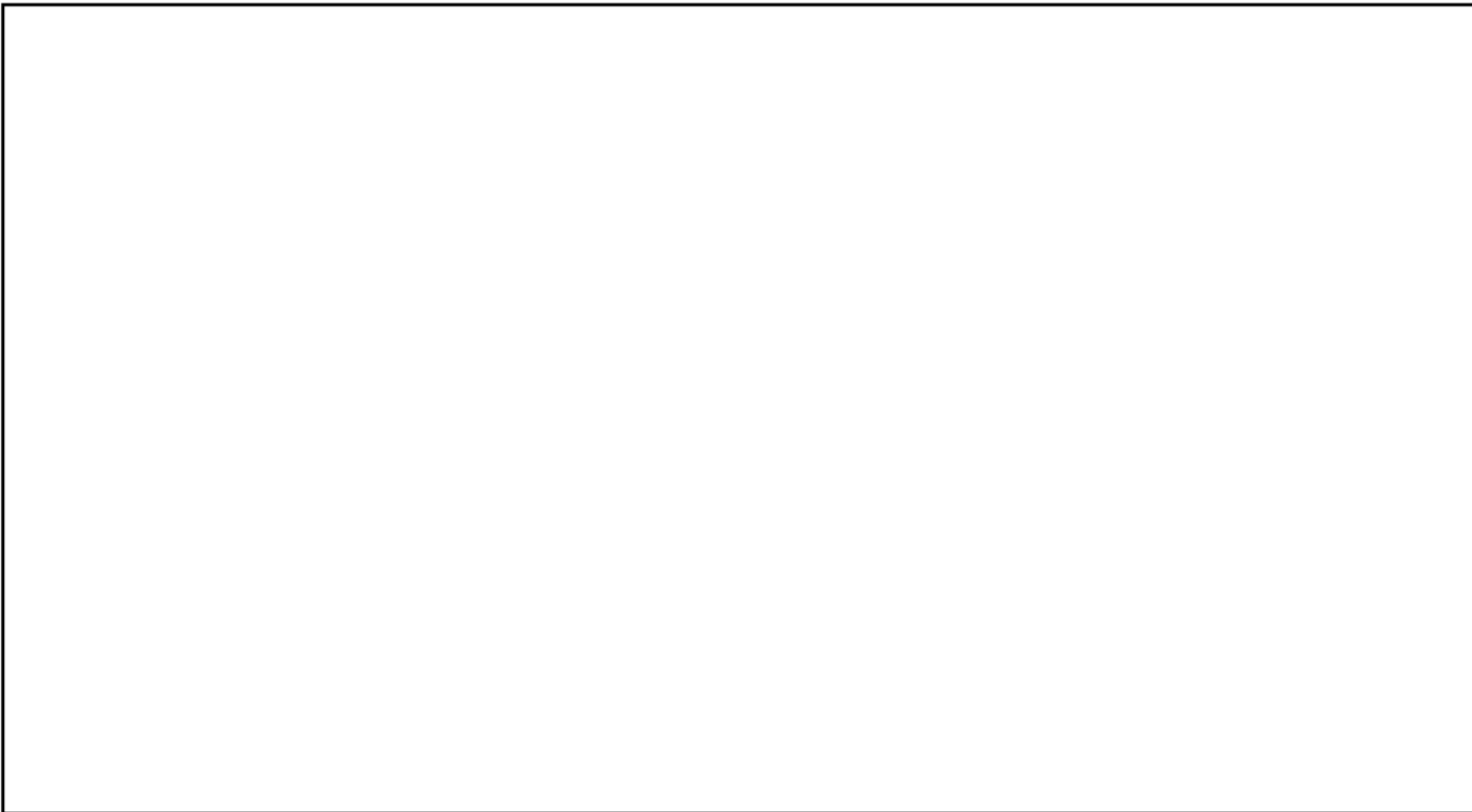
8-10-353



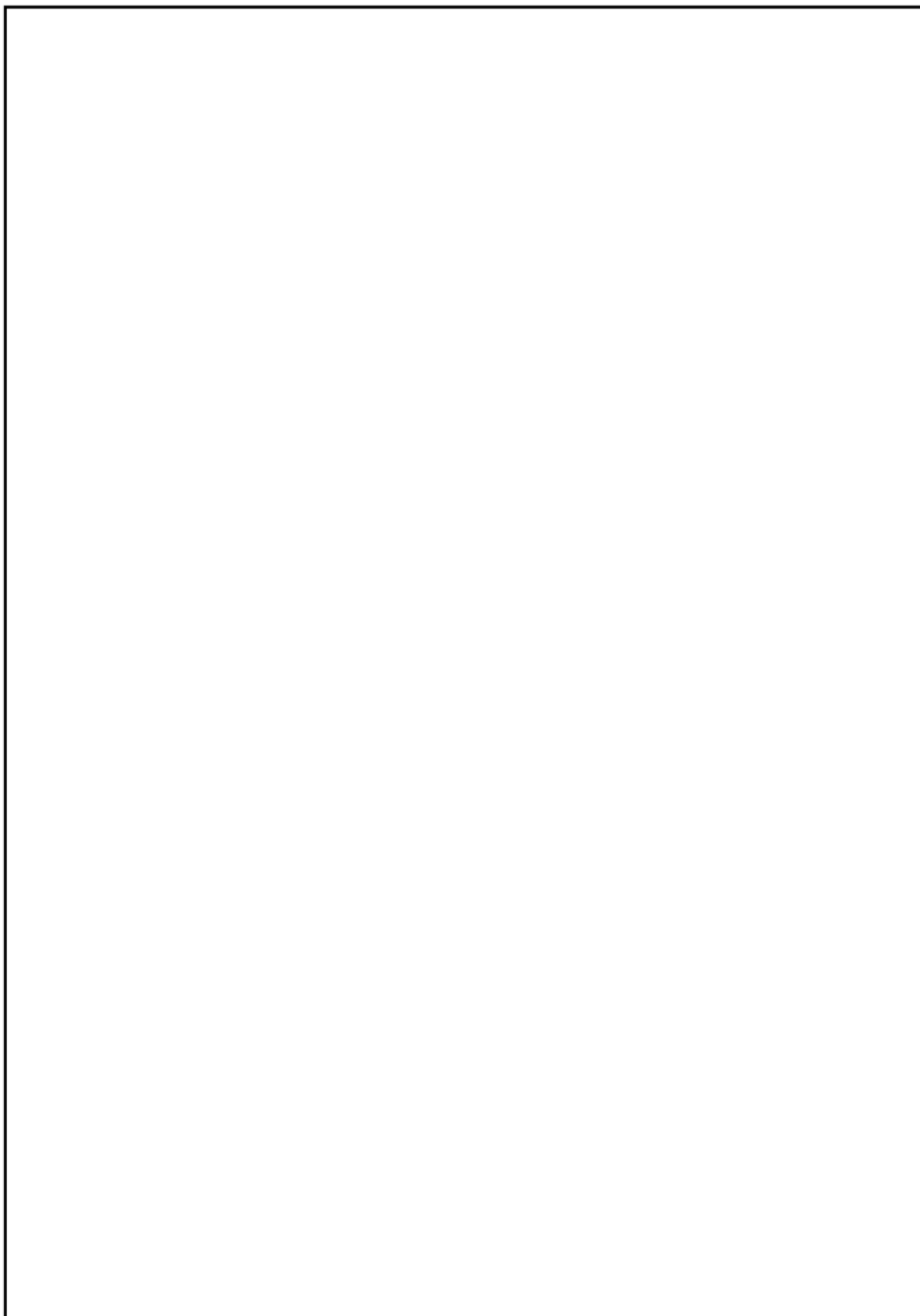
第 10.14.5.1 図 格納容器内の冷却・減圧・放射性物質低減機能 概略系統図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

8-10-354

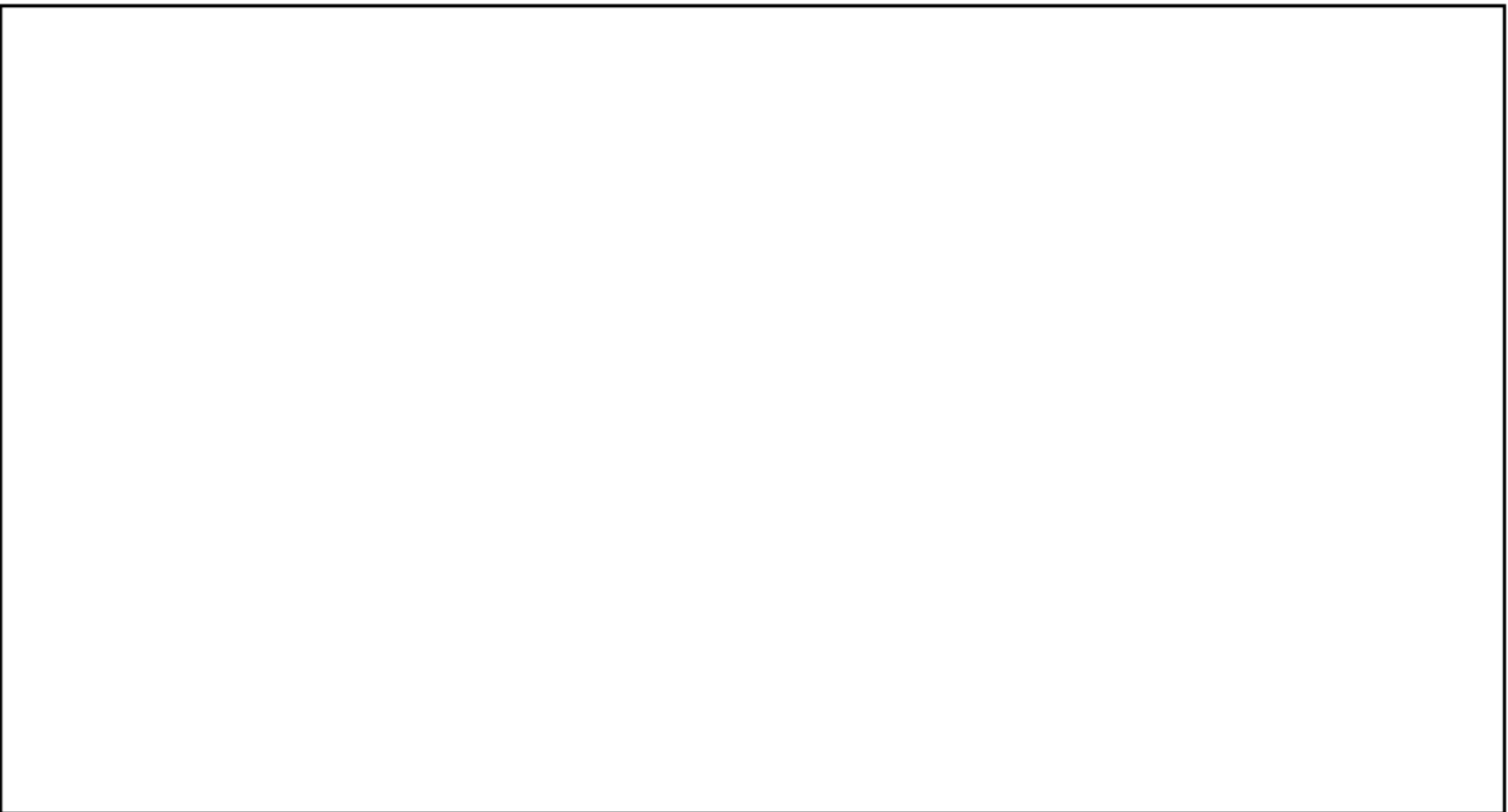


第 10.14.6.1 図 原子炉格納容器の過圧破損防止機能 概略系統図



第 10.14.8.1 図 電源設備 概略系統図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 10.14.9.1 図 計装設備 概略系統図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

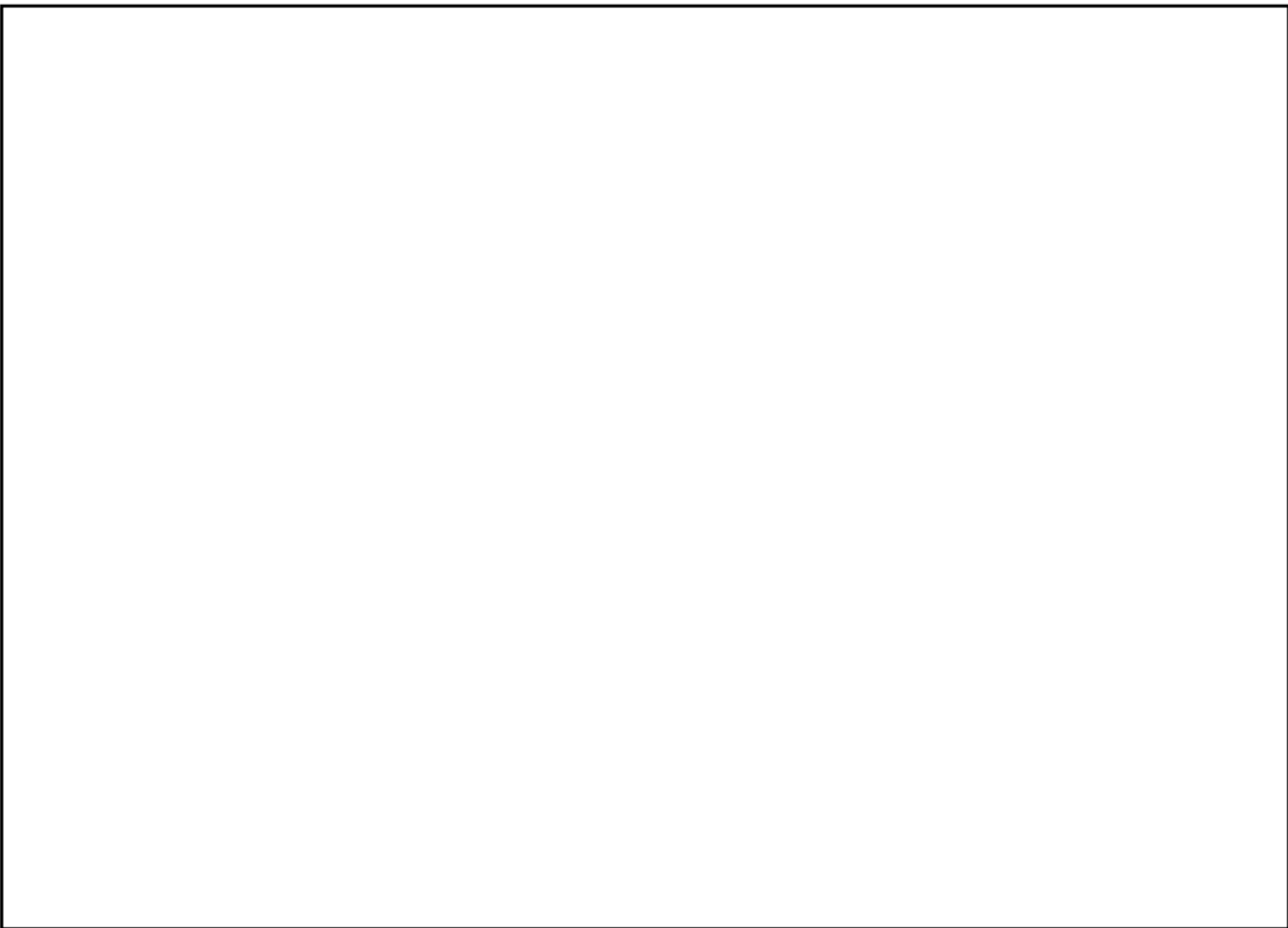
第 10.14.9.2 図 計装設備 概略系統図



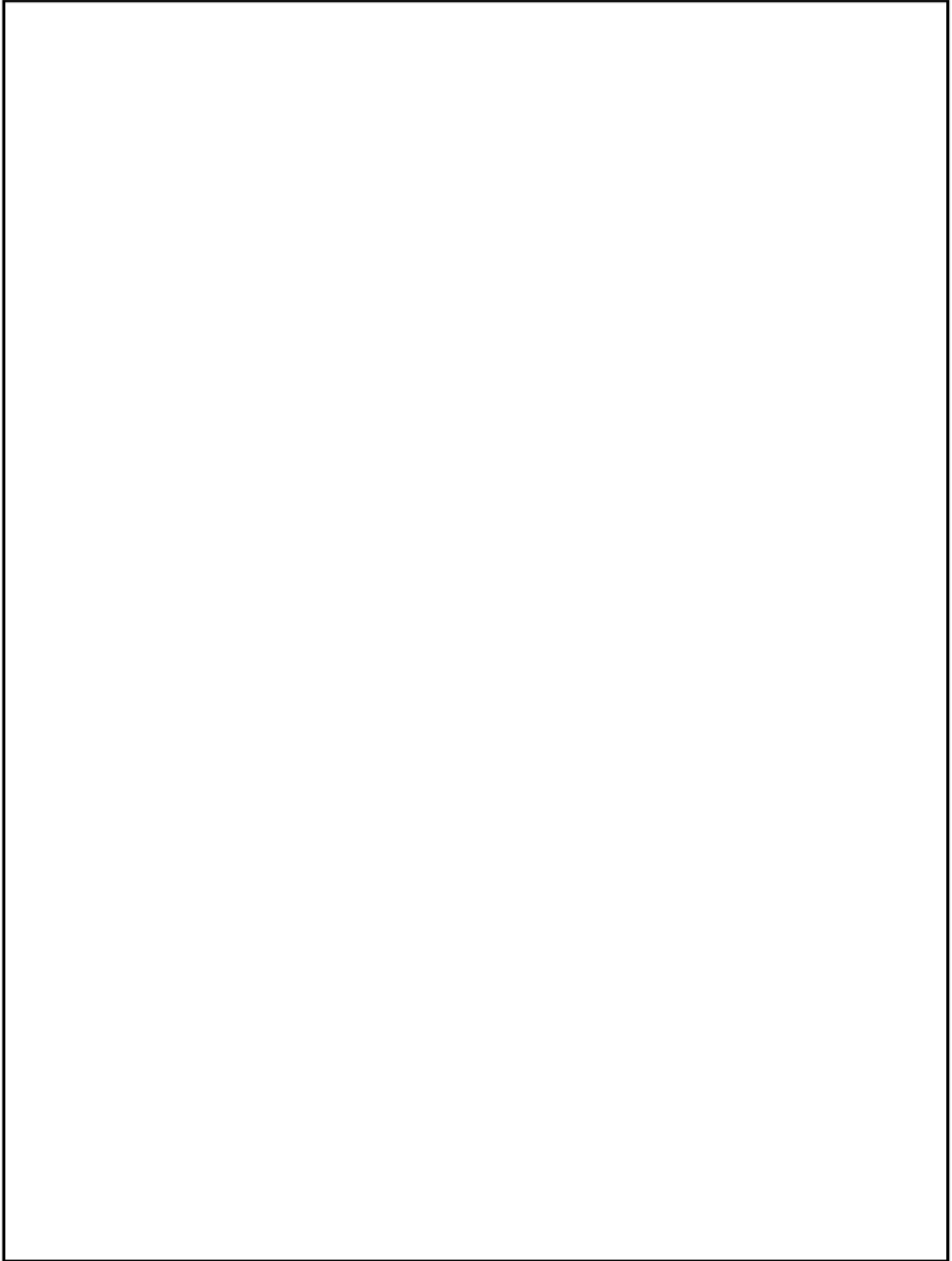
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

8-10-358



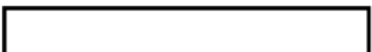
第 10.14.10.1 図 通信連絡設備 概略系統図



第 10.14.11.1 図 緊急時制御室 概略系統図

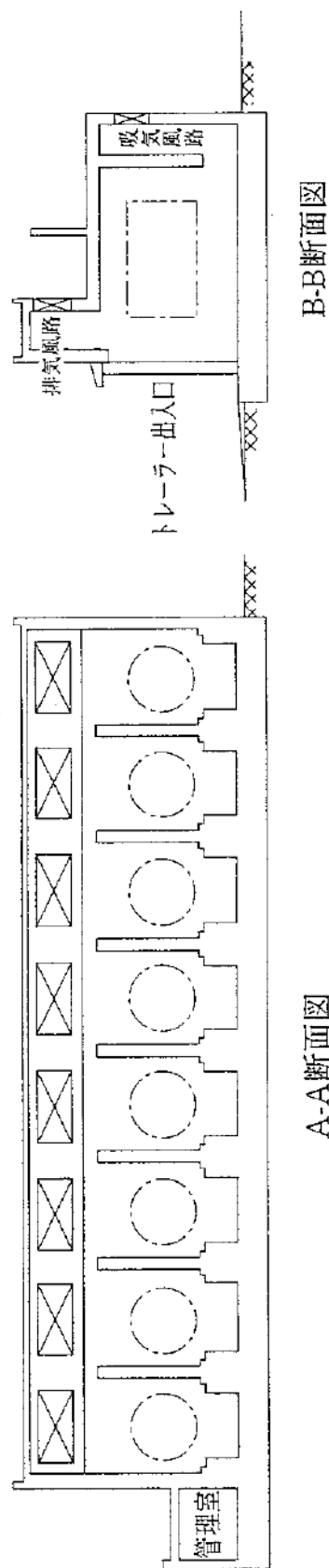
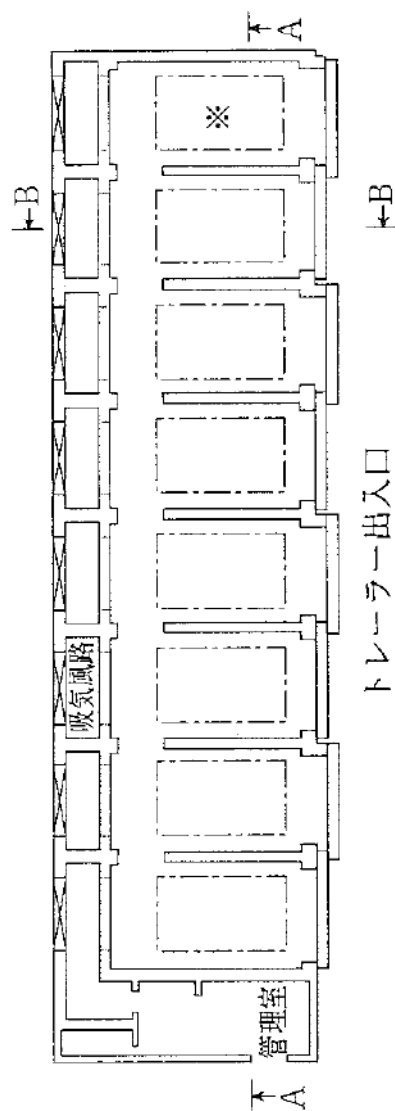
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 10.14.14.1 図

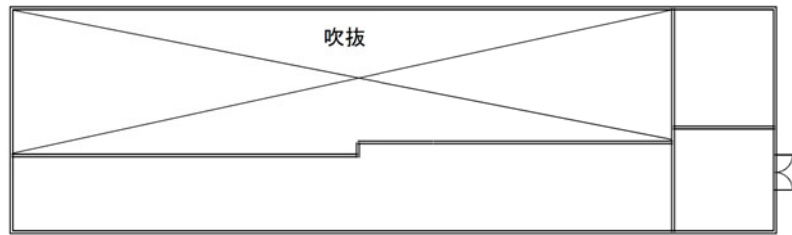


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

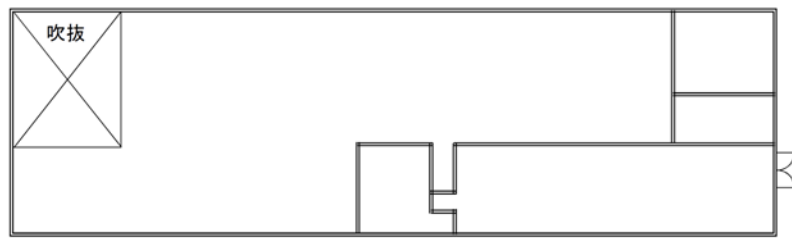
※ 使用済燃料輸送容器または
ウラン・プルトニウム混合酸化物
新燃料輸送容器



第 10.15.1 図 使用済燃料輸送容器保管建屋平面図・断面図



2階平面図



1階平面図



地階平面図

第 10.16.1 図 保修点検建屋

11. 運転保守

11.1 運転保守の基本方針

原子炉施設の運転保守の基本方針及び基本設計で前提とした運転管理事項は「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第 43 条の 3 の 24 の規定に基づいて定める高浜発電所原子炉施設保安規定によるものとする。

11.2 保安管理体制

発電所の保安管理体制は、発電所長、発電用原子炉主任技術者、電気主任技術者、ボイラー・タービン主任技術者、品質保証室、安全・防災室、所長室、技術課、原子燃料課、放射線管理課、第一発電室、第二発電室、保全計画課、電気保修課、計装保修課、原子炉保修課、タービン保修課、土木建築課、電気工事グループ、機械工事グループ及び土木建築工事グループをもって構成する。

さらに、発電所における原子炉施設の保安運営に関する重要事項を審議するため、本店に原子力発電安全委員会を、高浜発電所に原子力発電安全運営委員会を設置する。

12. 運転保守に係る品質保証活動

発電所の安全性、信頼性を維持、向上するため、以下の方針で品質保証活動を実施する。

- (1) 組織、権限を明確にして品質保証活動を恒常的に実施する。
- (2) 信頼性をより高めるため、新しい知見、技術や国内外の運転経験等の情報の反映の要否の定期的な検討等も継続的に進める。

特に、蒸気発生器伝熱管に係る既存の損傷形態についての、新しい知見、技術等を積極的に導入し、その抑制を図る。

- (3) 設計変更または運転・保守管理方法変更に当たってはその変更の妥当性を十分検討するとともに、変更の結果が的確に運転保守に反映できるよう努める。
- (4) ヒューマンエラーの防止についても、発生事例の要因分析を行い、再発防止を図る。

特に、加圧器逃し弁等安全上重要な機能を有する機器の制御用空気系の配置については、安全機能を阻害する可能性のある手動弁の取付けを極力避ける等、誤操作防止のための配慮を行う。

- (5) 運転保守に係わる機器製作者、工事実施者並びにこれらと契約関係にあるものが分担する品質保証活動が、正しく遂行されるよう指導するとともに、品質監査を行い、品質保証活動の徹底、改善を図る。
- (6) 原子力部門とは独立した組織により品質監査を実施し、品質保証活動の徹底、改善を図る。

追 補

追 補

(添 付 書 類 八)

下記項目の記載内容のうち 内は、原子燃料工業株式会社及び三菱重工業株式会社の商業機密に属するものですので外部へ公開できません。

記

追補 1. 「3.原子炉及び炉心」

4. B型燃料集合体の剛性について
5. 燃料棒性能解析コード（FPAC）の被ふく管クリープ変形モデル及びペレットスエリングモデルについて
6. A、B型燃料支持格子の位置の移動について
8. B型燃料集合体の設計評価

追補 2. 「14.核熱設計及び動特性」

1. A、B型燃料混在炉心における核特性について
2. 出力ピーキング係数に対する不確定性因子について

追補 1. 「3.原子炉及び炉心」の追補

追補 2. 「14.核熱設計及び動特性」の追補

追 補 1

「3.原子炉及び炉心」の追補

添付書類八「3.原子炉及び炉心」の記述に次のとおり追補する。

目 次

1. B型燃料構造設計の基本的考え方の補足
2. A、B型燃料混在炉心の燃料ペレット焼きしまり評価について
3. B型燃料棒の曲がりについて
4. B型燃料集合体の剛性について
5. 燃料棒性能解析コード（FPAC）の被ふく管クリープ変形モデル及びペレットスエリングモデルについて
6. A、B型燃料支持格子の位置の移動について
7. B型燃料棒の設計評価
8. B型燃料集合体の設計評価

1. B型燃料構造設計の基本的考え方の補足

B型燃料の構造設計は、次のような基本的考え方に従って行なった。

- (1) 燃料構造設計は B&W 社の燃料設計に基づき A型燃料との共存性を考慮して行う。
- (2) 炉心およびA型燃料との共存性などの点で B&W 社の燃料設計をそのまま適用できない場合には、理由を明確にした上で設計変更を行なう。
- (3) 設計変更を行なう場合には、B&W 社燃料の基本設計を変えることの妥当性及びその影響を十分に評価し、変更後において設計基準を満足することを確認する。
- (4) 最終的に決定された設計によるB型燃料に対し、その特性を総合的に確認する目的で、必要な各種試験を実施する。

B&W社燃料から設計を変えた箇所については、表1に変更の理由、影響する燃料特性及び変更後の燃料性能をまとめた。

なおB型燃料設計の基本としたB&W社燃料構造設計基準を、今回申請の設計基準と対比し、表2に示す。

表 1 B 型燃料と B & W 社燃料の設計の比較

分類	番号	項目	B 型燃料	B & W 社燃料	変更した理由	影響する燃料特性	変更後の燃料性能
I A 型燃料及び 炉心との共存 性のために設 計を変更したもの	1	被ふく管外径及び 肉厚	10.72 mm 0.66 mm	10.922 mm 0.678 mm	・A 型燃料との共存性	・変形に対する強さ及び腐 蝕性	・ t/D (肉厚/外径) 比を合わせて いるので性能は同等
	2	ベレット径	9.21 mm	9.385 mm	・被ふく管寸法が B & W 社燃料と異なるため	・後特性 ・PCM I (ベレット・被ふく 管の機械的相互作用)	・後特性は A 型燃料と同等 ・PCM I はベレット・被ふく管間隙/直 径比を合わせているので B & W 社燃料と同等
	3	支持格子数	7	8	・A 型燃料との共存性	・燃料棒の曲がり ・燃料集合体剛性	・曲がりは B & W 社燃料棒より増す が、A 型燃料棒よりは幾分小さい。 ・燃料集合体剛性は幾分 B & W 社燃 料より小さくなるが実質上問題の ないことを確認している。
	4	支持格子の混合羽 根	有	無	・A 型燃料との共存性	・集合体圧損 ・冷却材混合性能	・圧損は A 型燃料と同等 ・冷却材混合性能は B & W 社燃料よ り向上。
	5	制御棒クラスダ案内 シフタのダンパポット	有	無	・制御棒クラスダとの共 存性	・制御棒クラスダの落下特 性	・落下特性は A 型燃料と同等
	6	上、下ノズル	A 型燃料と同等	B & W 社型	・A 型燃料及び炉心との 共存性	・上、下ノズル強度	・上、下ノズル強度は設計基準を満 足していることを確認している。
	7	ホルムドグウン・ スプリングの型式	リーフ・スプリ ング(4個)	コイル・スプリ ング(1個)	・上部炉心構造物との共 存性	・ホルムドグウン特性	・燃料集合体の浮き上がりを防止で きるよう設計している。

・ノートル法換算値

表1(続)

分類	番号	項目	B型燃料	B&W社燃料	変更した理由	影響する燃料特性	変更後の燃料性能
II A型燃料及び 炉心との共存 性に関係ない が設計を変え たもの	8	上、下ノズルの側 板	無	有	・A型燃料及び炉心との 共存性	・燃料集合体剛性	・燃料集合体剛性への側板の影響は 小さく実質上の差はない。
	9	制御棒クラスタ案 内シンブルの材質	再結晶化焼 鈍材	応力除去焼 鈍材	・真空加工を行なうため ・ダウニングボルト加工 があるため ・燃料集合体の照射に よる伸びをA型燃料 と合わせるため ・A型燃料との共存性	・制御棒クラスタ案内シ ンブルの機械的強度 ・燃料棒との伸び差	・制御棒クラスタ案内シンブル強度 は設計基準を満足している。 ・伸び差の増加による燃料棒の曲が りの増加はわずかである。
	10	下部ブレナム	約35mm (下部ブレナム スプリング有)	約100mm (下部ブレナム スプリング有)		・燃料棒内圧	・燃料棒内圧は設計基準を満足し ている。 ・燃料スタックの下方への伸びを 吸収できるのでPCMIを軽減 できると期待できる。
	1	ペレット密度	95%TD	94%TD	・焼きしめり対策のため	・焼きしめり特性 ・スエリング特性	・焼きしめりの点でB&W社燃料より 改善される。 ・スエリングについては従来より管の歪 み及び応力の点で問題のないこと を確認している。
	2	ペレットのL/D (長さ/外径)比	1.1	1.6	・PCMIの軽減	・PCMI	・PCMIに対する信頼性がB&W 社燃料より改善されると期待でき る。
	3	燃料棒封入ガス	He 100%	He+1気圧 の空気	・燃料の信頼性を向上さ せるため	・燃料棒内水分量	・残留水分によるジルコイ被ふく 管の水素酸化に対する信頼性がB &W社燃料より向上する。

表 2 B & W 社の設計基準との比較（通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時）

分類	番号	項目	今 回 申 請	B & W 社	備 考
構 造 設 計（燃料棒）	1	燃料中心最高温度	燃料中心最高温度の上限値として二酸化ウラン溶解点の燃焼に伴う低下、計算モデルの不確定性及び燃料棒の製造誤差を考慮して 2,600℃とする。	二酸化ウランの溶解点未満であること。	B & W 社では燃料中心温度評価条件の中に余裕度を含めているのに対し、今回申請では溶解点自体に余裕度を含めている。
	2	燃料棒の内圧	一次冷却材圧力以下であること	同 左	
	3	被ふくむの歪	円周方向引張歪の変化量は各過渡変化に対して 1% 以下であること。	円周方向の永久歪は 1% 以下であること。	P 型燃料の設計では両方の基準を満たしていることを確認している。
	4	被ふくむの応力	ジルコイ-4 の耐力以下であること。	未照射ジルコイ-4 耐力の $\frac{2}{3}$ 以下であること。（但し、円周方向応力）	B & W 社の基準の方が厳しいが、B 型燃料の設計では両方の基準を満たしていることを確認している。
	5	疲労	累積疲労サイクルは設計疲労寿命以下であること。	累積疲労サイクルは設計疲労寿命の 0.9 以下であること。	B & W 社の基準の方が厳しいが、B 型燃料の設計では両方の基準を満たしていることを確認している。

表 2 (続)

分類	番 号	項 目	今 回 申 請	B & W 社	備 考
構造設計 (燃料集合体)	1	輸送及び取扱い時の機械的強度	60の荷重に対して安定であること。	軸方向40、横方向100の荷重に対して安定であること。	B型燃料の設計では横方向、軸方向とも60の荷重を考慮している。実際の輸送及び取扱い時に作用する荷重は、厳しく評価しても高々80であり十分余裕のある設計となっている。
	2	通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時の機械的強度	燃料集合体の構成部品にかかる応力は、ASME SECⅢの基準に準拠して評価する。	同 左	

2. A, B型燃料混在炉心の燃料ペレット焼きしまり評価について

A、B型燃料が混在した炉心において燃料ペレットの焼きしまり現象が、炉心性能に与える影響を評価する場合、次の点を考慮する必要がある。

- (1) 軸方向収縮によつてギャップが生じる場合の出力スパイク
- (2) 軸方向収縮による線出力密度の増大
- (3) 径方向収縮による燃料温度の上昇

表1に示すように、B型燃料はA型燃料に比べて焼きしまりにくいと考えられる⁽¹⁾。従つて上記のような炉心性能への影響を評価する場合には、炉心が全てA型燃料からなると仮定し、A型燃料に対して適用している焼きしまりモデル⁽²⁾を用いて安全側に評価する。出力スパイクに対する評価結果を出力スパイク係数 $S(Z)$ で表現して図1に示す。

参考文献

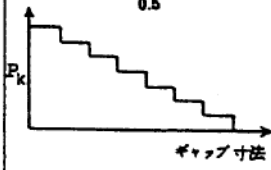
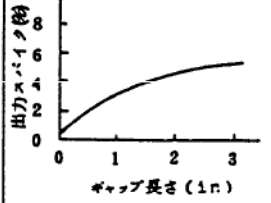
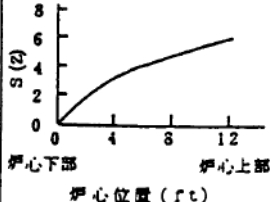
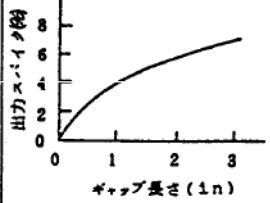
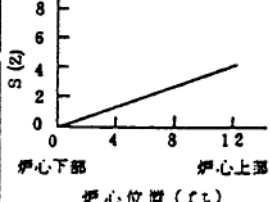
- (1) NFK-8010 燃料ペレット焼きしまりの評価

原子燃料工業 1976

- (2) WCAP-8219-A Fuel Densification Experimental Results and Model for Reactor Application

J.M.Hallman (WH), 1975

表 1 燃料ペレット焼きしまりモデルの比較表

項 目	A 型 燃 料	B 型 燃 料
1. 出力スパイク ・焼きしまり時間 ・ギャップ発生確率 ・ギャップ寸法分布 ・単一ギャップによる出力スパイク ・焼きしまり量 $(\Delta L/L)_{\max}$ ・最終結果	即 時 0.5   ペレットの焼結温度、密度から求める。 約 0.46% 	同 左 0.25 同 左  Marlowe モデルより求める。 約 0.24% 
2. ペレット有効長の減少	熱膨張と相殺され、減少なし。	熱膨張の効果の方が大きい。
3. ペレット径収縮の影響	ギャップ寸法、ペレット焼結温度のばらつきを考慮し、燃料温度を評価している。	焼きしまり量が少ないため、燃料温度に与える影響は A 型燃料より少ない。

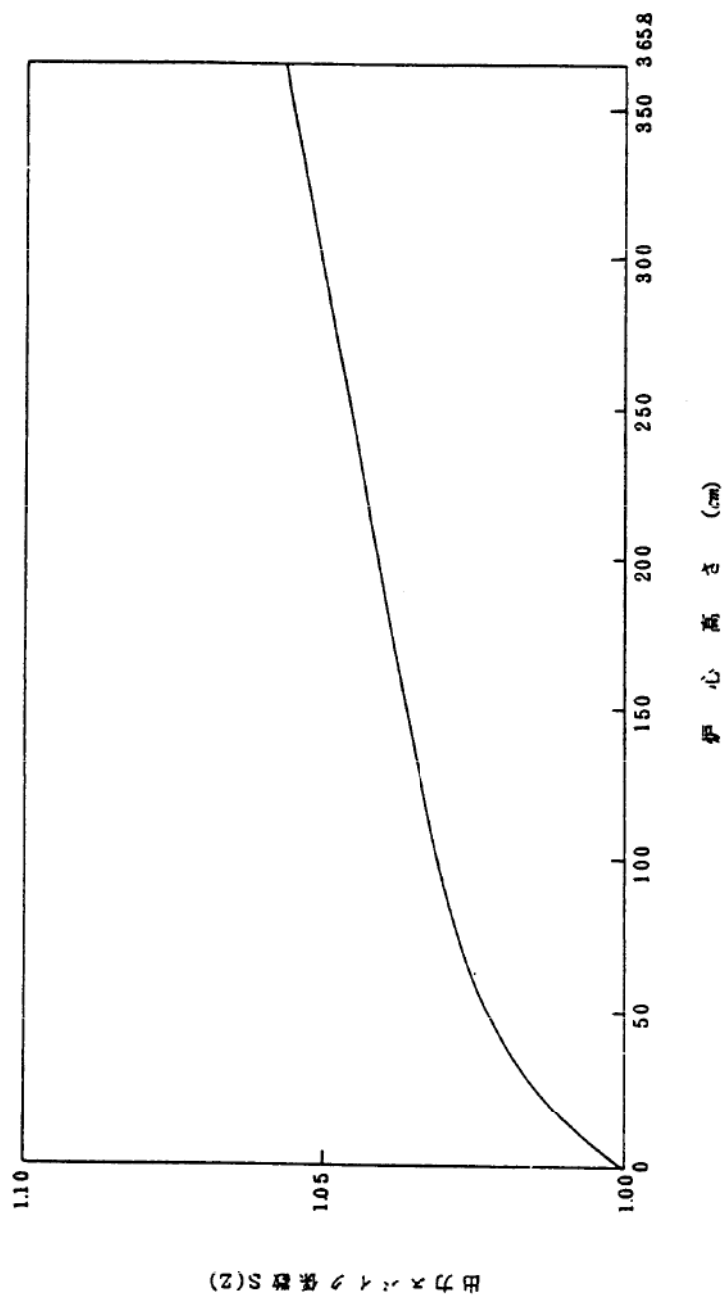


図1 A, B型燃料流在炉心における燃料ペレット焼きしまりによる出力スライク係数 $S(Z)$

3. B型燃料棒の曲がりについて

B型燃料棒の曲がりにはB&W社の燃料棒曲がりの実績をもとに計算により評価した。

B&W社燃料から変更している設計パラメータのうち、燃料棒の曲がりに影響すると考えられるものは次の通りである。

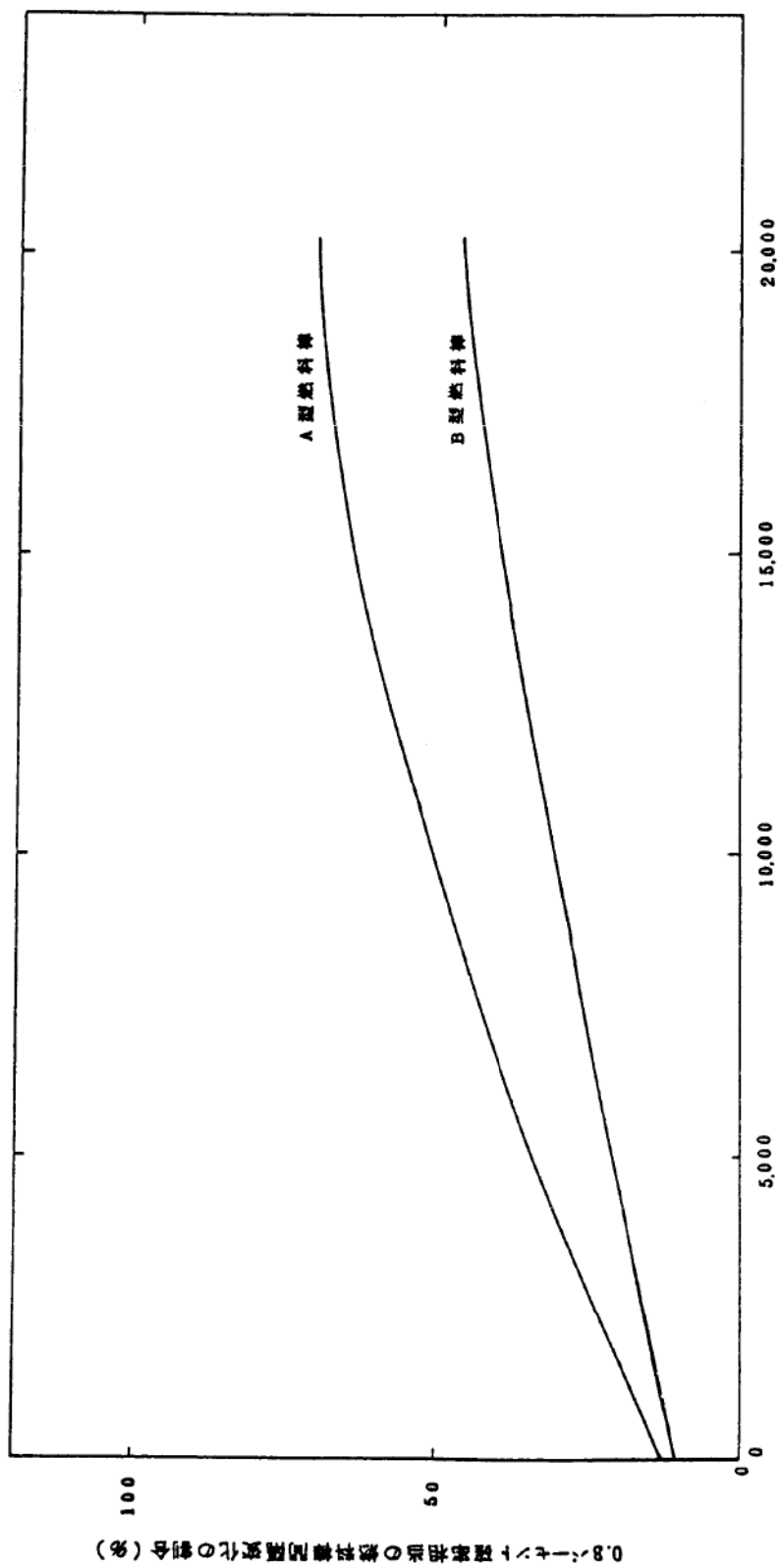
- (1) 制御棒クラスタ案内シンプルの仕様を変えたため、燃料棒と制御棒クラスタ案内シンプルとの照射による伸び差が B&W 社燃料より多少大きくなる。
- (2) 支持格子の数を 1 ヶ減らして 7 ヶにしてあるため支持格子間隔が約 20% 増加し、燃料棒の初期曲がり及び炉内曲がりが大きくなると考えられる。
- (3) 燃料被ふく管の外径を多少変えているため、B型燃料では B&W 社燃料より被ふく管の断面 2 次モーメントが約 7%小さくなる。

以上の設計変更により、B型燃料ではB&W社燃料より燃料棒の曲がりが増すことが考えられる。

一方A型燃料とは、被ふく管の肉厚及び支持格子と制御棒クラスタ案内シンプルとのとめ方等が異なっている。

これらの効果を考えてB型燃料棒の曲がりを評価した。

その結果、図1に示すように、B型燃料ではA型燃料と比較すると燃料棒の曲がりが小さい。



換算全出力時間 (EFPH)

図 1. A 型燃料棒と B 型燃料棒の曲がりの比較

4. B型燃料集合体の剛性について

燃料集合体の剛性についてB型燃料をB&W社燃料と比較した場合、B型燃料は支持格子の数が少なくなっているなどの理由により、剛性は幾分小さい。またB型燃料をA型燃料と比較した場合、剛性は幾分大きくなっているが、この差は小さく問題とならない。(図1)

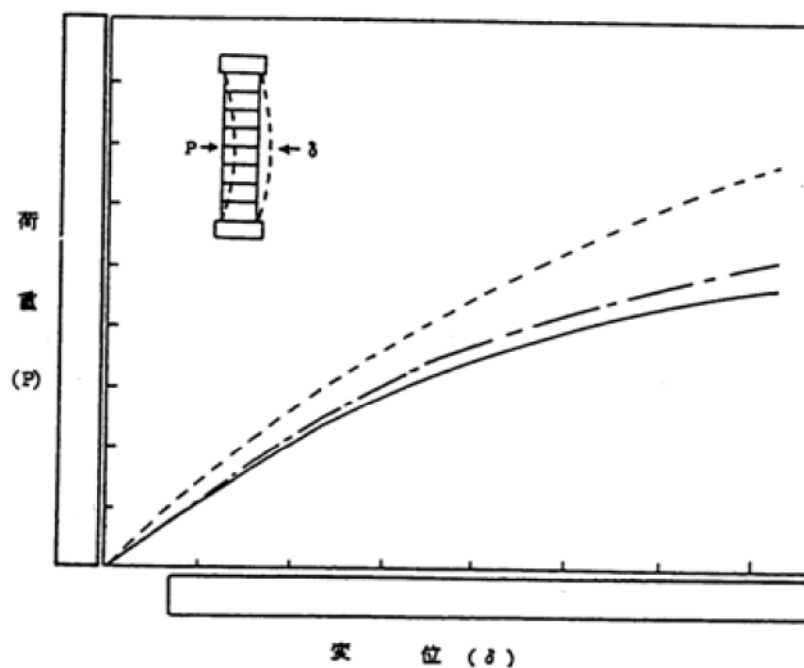


図 1. 燃料集合体の横方向荷重－変位曲線

- B & W社燃料 (支持格子8ヶ)
- · - · - B 型 燃 料
- A 型燃料 (原燃工製造)

5. 燃料棒性能解析コード (FPAC) の被ふく管クリープ変形モデル及びペレットスエリングモデルについて

(1) 被ふく管クリープ変形モデル

FPACコードに使用するクリープ式は次のように温度による項と照射による項からなっている。

$$\dot{\epsilon}_{\text{total}} = \dot{\epsilon}_{\text{th}} + \dot{\epsilon}_{\text{irr}}$$

ここで $\dot{\epsilon}_{\text{total}}$; 全クリープ速度 (1/hr)

$\dot{\epsilon}_{\text{th}}$; 熱クリープ速度 (1/hr)

$\dot{\epsilon}_{\text{irr}}$; 照射クリープ速度 (1/hr)

熱クリープはIbrahimの式⁽¹⁾を用いる。なお $C_1 \sim C_5$ の定数はB&W社が行なったジロカロイ-4の炉外クリープ実験 (図1) より求めた。

$$\dot{\epsilon}_{\text{th}} = C_1 \exp \left(C_2 \sigma_g + C_3 T \right) t \left(C_4 T + C_5 \right)$$

σ_g ; 相当応力 (psi)

t ; 時間 (hr)

T ; 温度 (°F)

照射クリープは文献(2)に基づいて次式で表わす。

$$\dot{\epsilon}_{\text{irr}} = B \phi^n \sigma_g$$

ϕ ; 高速中性子束 (n/cm²s, >1Mev)

Bとnの値は文献(3)~(4)より定めた。

図2に文献(3)に示されている ϕ と $\dot{\epsilon}_{\text{irr}}$ の関係を示す。

B型燃料のモデルは実際の動力炉での高速中性子束の値に近い所でフィットさせている。このようにFPACコードのクリープ式は実験に基づいて定められたものであり、妥当なものである。

またFPACコードは実際の燃料棒の照射による変形を良く予測していることからモデルの妥当性が実証されている。

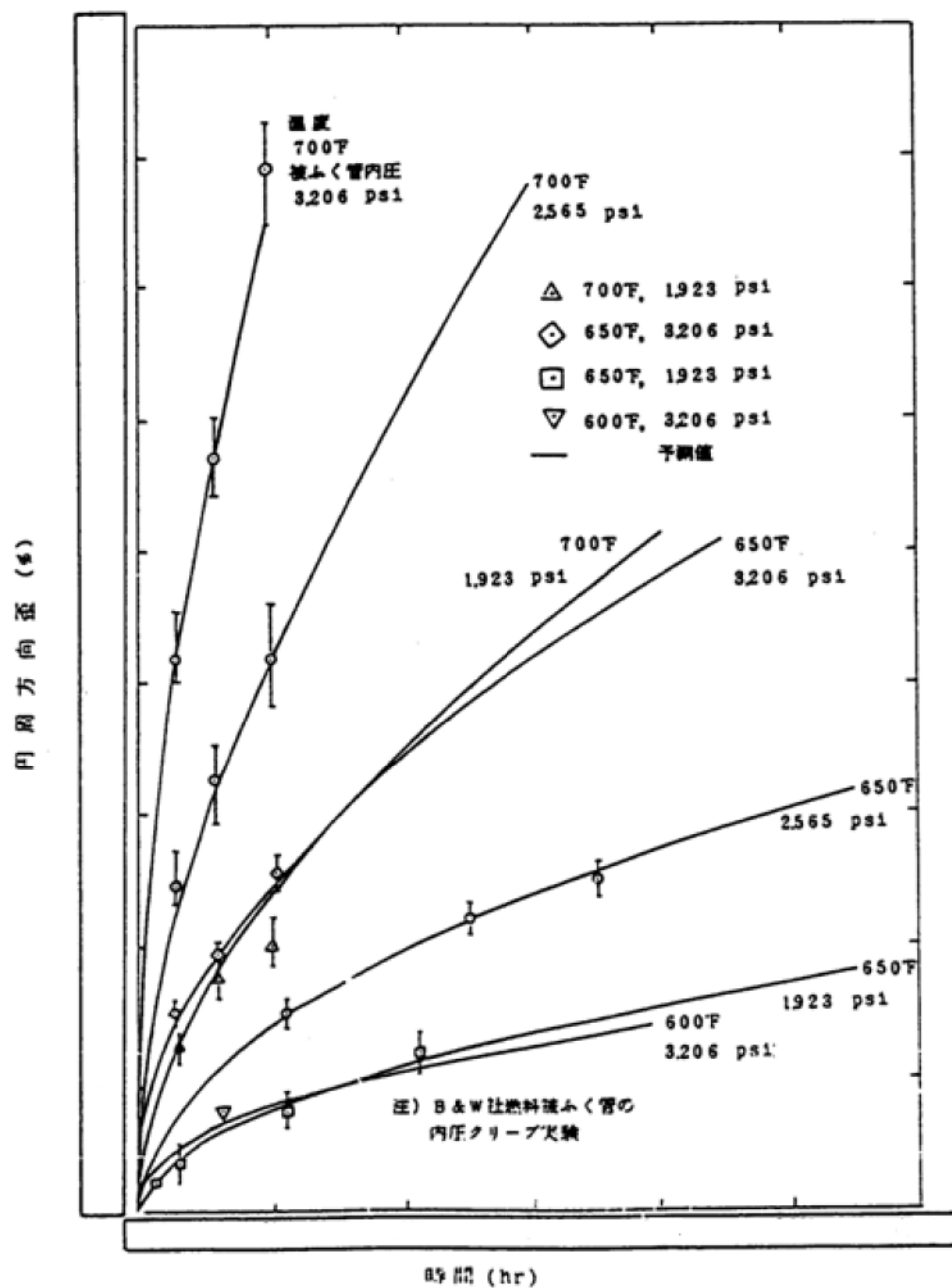


図 1. クリープ歪の予測値と実験値

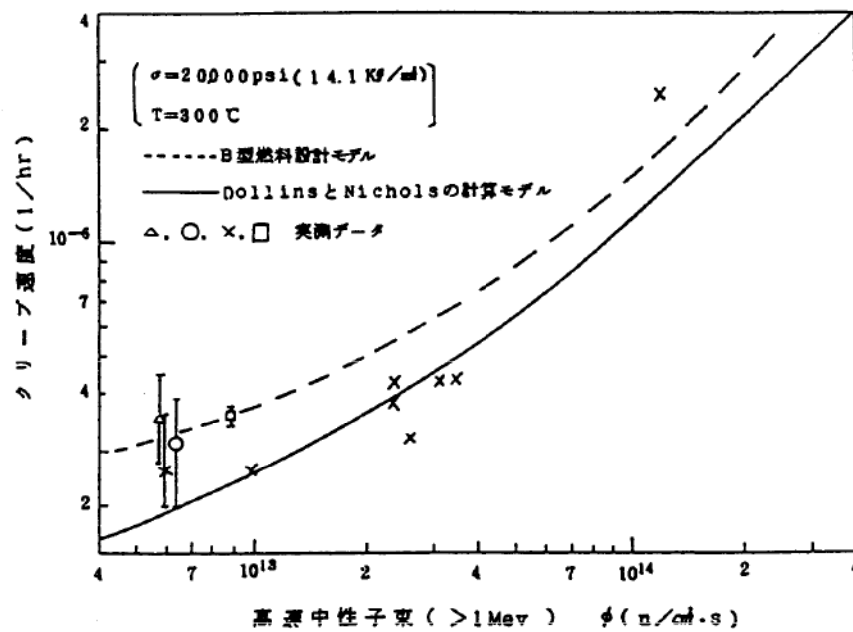


図 2. クリープ速度と高速中性子束の関係

(文献(3)より引用)

(2) ペレットスエリングモデル

FPACコードに使用する燃料ペレットスエリングモデルでは、スエリングを非圧縮性スエリングと圧縮性スエリングに大きく分けてモデル化している。

1. 圧縮性スエリング

圧縮性スエリングとはペレットの半径方向に大きな力が働くと、スエリングに寄与しなくなるものである。ペレットに半径方向の拘束力が働くとスエリング率が小さくなることは、文献(5)、(6)などで明らかにされている。

圧縮性スエリングは、核分裂生成ガスがペレット粒界に生成されるようになると寄与し始めるので、燃焼度に依存する。

また高温では核分裂生成ガスが放出されるため、スエリングに寄与することは少なくなる。

2. 非圧縮性スエリング

非圧縮性スエリングとは、ペレットに加わる拘束力に依存しないものである。これには主に次の3つの要因が寄与している。

(1) 非蒸発性固体状核分裂生成物に起因するもの

高温となつても蒸発しない固体状核分裂生成物が原因となるため、単純に燃焼度に比例する。

(2) 蒸発性核分裂生成物に起因するもの

I, Csなどは高温になると気化して放出されるので、低温でのみスエリングに寄与する。

(3) 結晶粒界に生成される微小な核分裂生成ガスに起因するもの

核分裂生成ガスに起因するが、微小なため、ペレットの拘束力に依存しない。高温になると放出され、スエリングに寄与しなくなる。

以上をまとめると、単位燃焼度あたりのスエリング率は次式で表わされる。

$$\Delta V/V = f(T, P, BU)$$

ここで T ; 温度

P ; ペレットに加わる拘束力

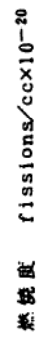
BU ; 燃焼度

B 型燃料のスエリングモデルと Bettis の実験結果⁽⁶⁾を図 3 に示す。

このスエリングモデルは、FPAC コードが燃料棒外径変化を正しく予測することで実証されている。

参考文献

- (1) E.F.Ibrahim : "An Equation for Creep of Cold Worked Zircaloy Pressure Tube Material"
AECL-2528 (1965)
- (2) F.A.Nichols : "Estimated Creep Properties of Zircaloy during Neutron Irradiation"
WAPD-TM-756 (1968)
- (3) C.C.Dollins and F.A.Nichols : "Mechanisms of Irradiation Creep in Zirconium Base Alloys"
ASTM-STP-551 229 (1964)
- (4) P.A.Ross-Ross and C.E.L.Hunt : "The In-Reactor Creep of Cold-Worked Zircaloy-2 and Zirconium-2.5 wt % Niobium Pressure Tubes", J.Nucl. Mat.,26 2 (1968)
- (5) R.E.Skavdahl et al.:Nuclear Metallurgy 13 457 (1967)
- (6) R.C.Daniel,M.L.Bleiburg,H.B.Meieran and W.Yaniscavich:
WAPD-263 (1962)



8-追-23

6. A, B型燃料支持格子の位置の移動について

(1) 中間支持格子の移動量の評価

A型燃料では、支持格子は制御棒クラスタ案内シンブルに固定されているのに対し、B型燃料では上、下端の2個を除いた5個の中間支持格子は燃料棒に保持されている。このような両型式の燃料が隣り合つて装荷された場合、制御棒クラスタ案内シンブルと燃料棒では、原子炉内での伸びが異なるので5個の中間支持格子で位置の差が生ずる可能性がある。

このような点を考慮し、B型燃料では、5個の中間支持格子の位置を以下に説明するように設計している。

a. 照射成長の評価式

イ. 燃料棒

$$\Delta L = \boxed{} \times \sqrt{\phi t} \cdot L_0 \quad (1)$$

ΔL ; 支持格子位置の上昇量 (mm)

L_0 ; 支持格子の初期高さ (mm)

ϕt ; 支持格子より下方の平均高速中性子照射量 ($> 1 \text{ MeV}$, n/cm^2)

ロ. 制御棒クラスタ案内シンブル

$$\Delta L = \boxed{} \times \sqrt{\phi t} \cdot L_0 \quad (2)$$

支持格子の位置は、A型燃料では(2)式、B型燃料の中間部(5個の支持格子)では(1)式に従つて上方に移動するとモデル化できる。

b. 中間支持格子位置の差が最も大きくなる場合

B型燃料の中間支持格子の移動量が大きい点を考慮すると、両型燃料間で支持格子位置の差が最も大きくなるのは次の場合である。

イ. 2サイクル燃焼したA型燃料とB型新燃料が隣接する場合

ロ. 2サイクル燃焼したB型燃料とA型新燃料が隣接する場合

また、最も差が大きくなるのは、最上部の支持格子が制御棒クラスタ案内シンブルにとめられているので、上から2個目の支持格子である。

c. B型燃料の中間支持格子の位置の決定

上記イ.の場合は、A型燃料の支持格子の方が位置が上になるが、ロ.の場合はA型の方が下になる。イ.及びロ.の場合の支持格子位置の差の絶対量が

等しくなるようにすれば、その差を最小にすることができる。

このためには、次式で決まる δ だけ B 型燃料の支持格子位置を A 型燃料支持格子位置からあらかじめ下げておく必要がある。

$$(L_0 - \delta) + \Delta L^B_{2C} - L_0 = L_0 + \Delta L^A_{2C} - (L_0 - \delta) \quad (3)$$

$$\therefore \delta = (\Delta L^B_{2C} - \Delta L^A_{2C}) / 2 \quad (4)$$

L_0 ; A 型燃料支持格子の初期位置 (mm)

ΔL^B_{2C} ; B 型燃料

料支持格子の 2 サイクル後の上昇量 (mm)

ΔL^A_{2C} ; A 型燃料 " (mm)

(1)、(2)及び(4)式に基づいて検討した結果、上から2番目の B 型燃料支持格子を製造時に A 型燃料より約 3mm 下げておけば、支持格子位置の差は最大でも約 ±10mm に抑えることができる。

(2) 支持格子の位置の差が耐震強度に及ぼす影響

隣り合う燃料集合体の支持格子の位置に差が生ずることを想定し、B&W 社では図1のような支持格子の衝撃試験を実施している。支持格子高さの約半分 (19mm) 位置の差のある状態で、支持格子の衝撃強度は、差のない状態の に低下した。

B 型燃料の支持格子と B&W 社支持格子の相違点は混合羽根の有無のみであり、基本的な構造は同じである。従つて、B 型燃料の支持格子で 19mm の位置の差が生じた時の衝撃強度は、「8. B 型燃料集合体の設計評価」に示す支持格子の位置の差がない時の衝撃強度を用いて、 Kg と評価される。一方地震時に支持格子にかかる衝撃力は、3 波 (高浜サイト、Golden Gate 及び El Centro で記録された地震波) を用いて評価されるが、El Centro 波の場合が最も厳しくなり、その値は約 1,700Kg である。従つて B 型燃料において支持格子に位置の差が生じても支持格子の衝撃強度にはまだ十分な余裕があり、燃料集合体が損傷することはない。

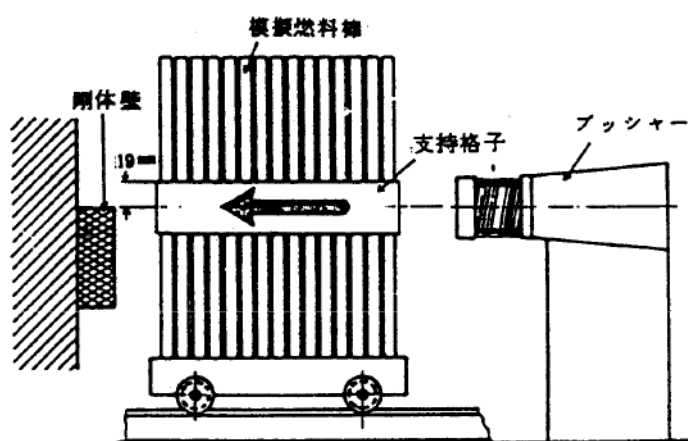


図 1. 支持格子の衝撃試験体系

7. B型燃料棒の設計評価

B型燃料棒の設計評価は燃料設計計算コード（FPAC）により行われる。以下は本計算コードによる評価結果である。

(1) 燃料棒内圧

運転時の異常な過渡変化時を考慮すると、最大内圧は、最高燃焼度となる燃料棒に第2サイクル末期において過渡変化が起こった時発生する。この時の圧力は約 $153\text{Kg/cm}^2 \cdot \text{a}$ となるが、一次冷却材圧力 $158\text{Kg/cm}^2 \cdot \text{a}$ 以下である。

(2) 被ふく管にかかる応力

被ふく管にかかる応力は、運転時の異常な過渡変化時、ペレットと被ふく管との相互作用が生じる場合最大となる。従って燃料の寿命末期に過渡変化が起こった時最大の応力となるが、この時でも相当応力は約 15Kg/mm^2 であり、これは被ふく管の未照射材の耐力を下まわっている。

(3) 被ふく管の歪

運転時の異常な過渡変化時を考慮すると、被ふく管には燃料寿命末期に過渡変化が起こった時最大歪が発生する。この時の歪は約0.24%であるが、設計基準の1%よりは十分小さい。また被ふく管には、外圧によるクリープとペレットのスエリングのために永久歪が生ずるが、この大きさは燃料寿命末期でも約0.1%であり、充分小さい。

(4) 被ふく管の累積疲労

疲労設計はLanger・O'Donnellの方法を用いてA S M E S E C IIIに準拠した疲労設計基準に従って評価した。燃料がその寿命期間中に受けると想定される最大の出力変動回数を考えても、被ふく管の累積疲労損傷係数は、0.03未満であり、設計疲労寿命を充分下まわっている。なお累積疲労損傷係数とは次式で定義されるものである。

$$\text{累積疲労損傷係数} = \sum_i \frac{n_i}{N_i}$$

n_i ; タイプiの負荷変動のくり返し数

N_i ; タイプiの負荷変動の許容くり返し数

8. B型燃料集合体の設計評価

燃料集合体には、輸送及び取扱い時、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時及び地震時に種々の荷重が加わるが、下記のようにその機能が維持されている。

主要な構成要素はノズル、制御棒クラスタ案内シンプル、ノズルー案内シンプル接合部、最上、下部の支持格子－案内シンプル接合部である。図1に主要な燃料集合体の強度メンバーの概要を示す。

(1) 輸送及び取扱い時の安定性

輸送及び取扱い時に燃料集合体に加わる荷重を設計上6Gと設定し評価する。

取扱い時に予想される最大荷重は、各種クレーンの特性に依存するが、6Gの荷重は十分安全側の設定となつている。

また、通常の輸送時に予想される荷重は、6Gよりも十分低いが、更に輸送容器にはショック指示計が設けられ、実際の荷重がこの設定値以下であることを確認している。

図1の体系で上記の荷重がかかった場合の各構成要素の強度評価を行なった。評価の概要を表1に示す。

構成部品は、設計荷重6Gに対し十分な強度を有し、燃料集合体の機能を阻害することはない。

(2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における応力

評価は図1の体系で、燃料棒被ふく管及び制御棒クラスタ案内シンプルの熱膨脹、照射成長、水力的揚力及びホールドダウン・スプリングによる押え力を考慮して集合体寿命中の挙動を追跡し、応力評価を行なう。評価の概要を表2に示す。

燃料棒は支持格子でソフトストップとハードストップにより保持されている。中間部の5つの支持格子は制御棒クラスタ案内シンプルに固定されていないのでジルカロイの照射成長及び熱膨脹による燃料棒の軸方向変位は、最上部の支持格子のソフトストップ及びハードストップの間を燃料棒が上方向に移動することにより吸収される。

また、燃料棒端と上部ノズル間隙は、ジルカロイの照射成長による端部

での相互作用を防止するのに十分なように決定する（約40mm）。

こうした構造のため、制御棒クラスタ案内シンブルに過大な応力が発生することが防止され、燃料集合体の健全性が確保される。同時に燃料棒に生じる圧縮応力も軽減され、それによる燃料棒のわん曲の程度と発生頻度は、設計余裕に吸収されうる程度のものとなる。⁽¹⁾

水力振動による燃料棒の変位は、Paidoussisの式⁽²⁾を用いて計算するが、これによる応力は 0.1Kg/mm^2 以下となり、燃料集合体及び個々の燃料棒にかかる応力は非常に小さい。

また、この水力振動による疲労は無視できる程度に小さい。

フレットニング腐食が起る可能性のあるのは、燃料棒と支持格子の接触部のみで、これは支持格子の保持力に依存する。炉外試験では支持格子の保持力が弱いときにのみ起こるという結果を得ている。したがってフレットニング腐食が起こらないよう、適切な保持力を採用している。

一次冷却材の流動にともなつて燃料集合体に生じる揚力は、上部ノズルのリーフ・スプリングの変位による反力でおさえられる。これによつて燃料集合体に生じる応力は十分小さい。

制御棒クラスタのトリップ挿入時には、図1のアダプタ・プレート部及び制御棒クラスタ案内シンブルダッシュポット部に衝撃力がかかる。

衝撃力は、制御棒クラスタの重量、ドライブロッドの重量、制御棒クラスタ挿入速度、スパイダースプリングの変位を考慮して計算する。

この荷重による応力評価をアダプタ・プレート、ダッシュポット部及び下部プレートについて行ない、応力基準を満たしていることを確認する。

制御棒クラスタのトリップ挿入による応力は小さく、また、燃料集合体の寿命中のトリップ挿入回数が少ないので疲労に与える影響は小さい。

(3) 地震時の燃料集合体の健全性

燃料集合体は、原子炉容器内に正方格子状に配列され、その上、下端は

それぞれ炉心支持構造物の上、下炉心板のピンで支持されており、炉心の外周部は炉心支持構造物の炉心バップルで囲まれている。

地震時、原子炉容器支持脚を通して炉心支持構造物に入った地震波は、上、下炉心板から燃料集合体を加振する。

燃料集合体相互の間隙は、約1mmであるので燃料集合体は支持格子の位置で互に衝突しながら振動をする。この挙動を図2の体系で解析し、以下a. 及びb.に示す項目について検討する。

地震波としては、高浜サイト、Golden Gate及びEl Centroで記録された地震波について検討する。

地震時の評価の概要を表3に示す。

a. 設計地震

設計地震に対して通常運転時荷重と組合せたときの応力が、燃料棒については使用材料の耐力以下、制御棒クラスタ案内シンプルについてはASME SEC IIIに準拠して設定した使用材料の1.5Smの値以下になるよう設計する。

また、支持格子にかかる衝撃力は衝撃試験に基づく塑性変形を生じさせない限界荷重（衝撃強度）以下となるよう設計する。なお、B型燃料支持格子の衝撃強度については、図3のような体系で実験を行い、Kgと求められた。

b. 安全裕度検討用地震

安全裕度検討用地震に対してはスクラム性能の点から燃料集合体の変位と同時に、制御棒駆動装置及び炉心支持構造物の制御棒クラスタ案内管の変位も併せて検討し、これを制御棒クラスタの落下を阻害する限界値以下とする。

なお、必要な場合制御棒クラスタ案内シンプルの応力評価をASME SEC III Appendix-Fに準拠して行なう。

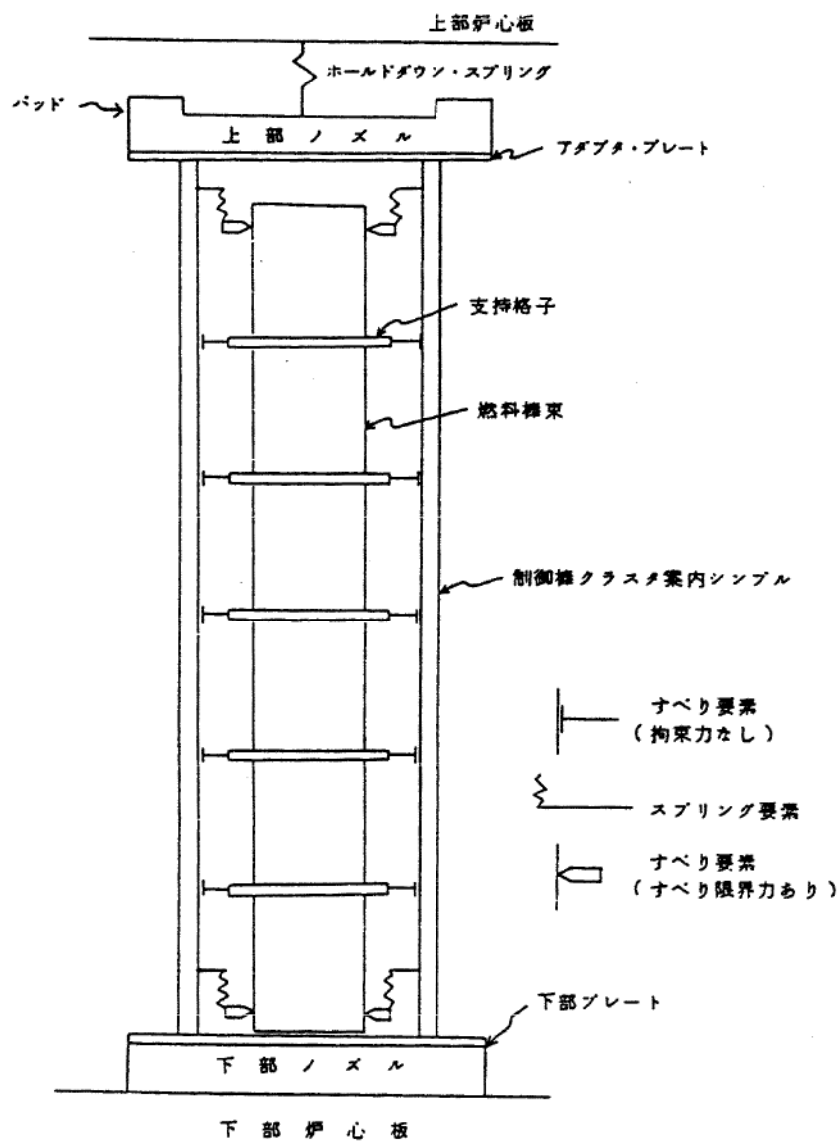


図 1. 燃料集合体強度解析強度メンバー

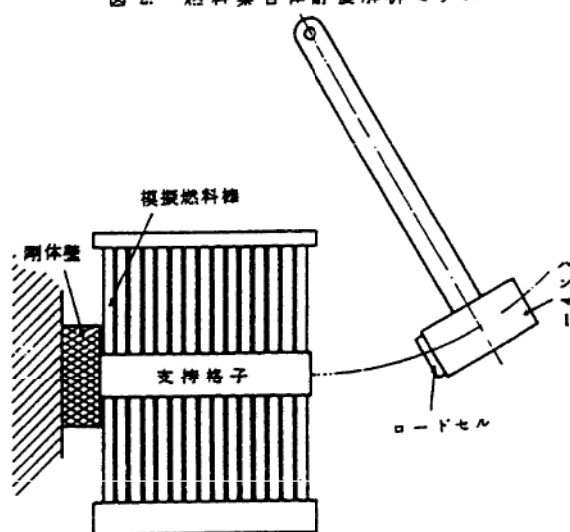
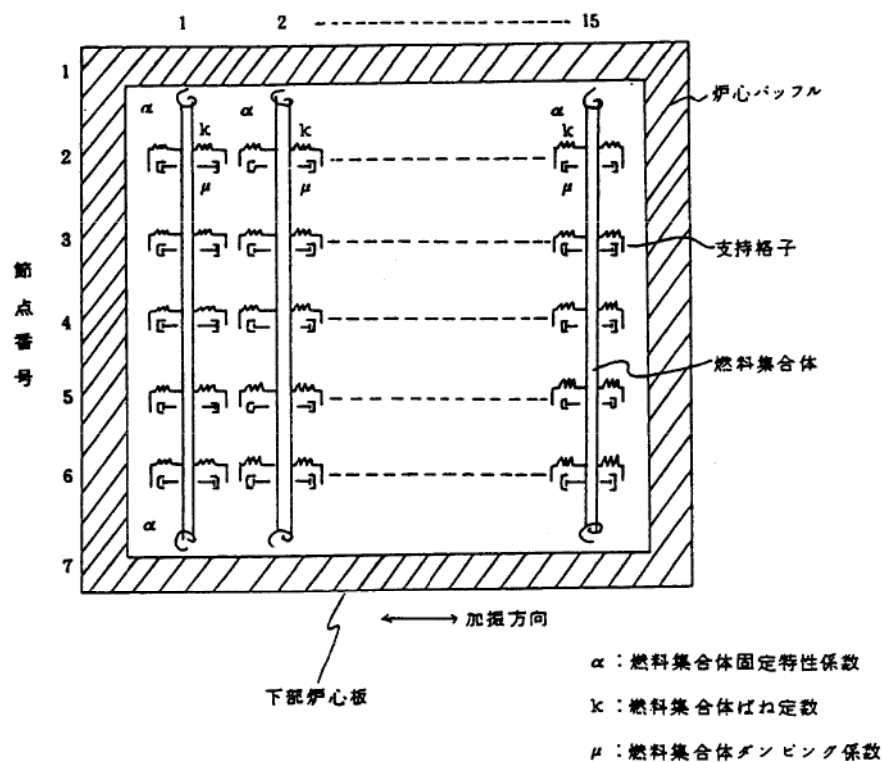


表1 輸送及び取扱い時の燃料集合体強度評価
(軸方向荷重に対する評価)
設計荷重=60

構 成 部 品	考 慮 点	材 料	応 力	許 容 値
上、下部ノズル	アダプタ・プレート及び下部ノズルプレートの応力評価を行なう。	ステンレス鋼 タイプ304	$P_M + P_B$	1.5SE
制御棒クラスタ案内シンブル	荷重分布を考慮し、応力評価を行なう。	焼鈍ジルカロイ-4	P_M	ASME SEC IIIに準拠して設定されたSm
ノズル案内シンブル接合部	荷重分布を考慮し、溶接部、ネジ部にかかる応力評価を行なう。	ステンレス鋼 タイプ304 焼鈍ジルカロイ-4	P_M	ASME SEC IIIに準拠して設定されたSm
支持格子案内シンブル接合部	荷重分布を考慮し、最上、下部支持格子について接合部の強度評価を行なう。	焼鈍ジルカロイ-4 ステンレス鋼 タイプ304		接合部の荷重変位曲線の弾性限界を許容値とする。

表 2 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時における
燃料集合体評価主要項目

構 成 部 品	荷 重	材 料	応力又は 変位	許 容 値
上、下部ノズル	スクラム時の衝撃力	ステンレス鋼 タイプ 304	$P_M + P_B$	1.5 S_m
制御棒クラスタ案内シンブル	熱膨張、照射成長、水力的揚力、ホールドダウンス力、自重、スクラム時荷重	純純ジルカロ イ-4	P_M	ASME SEC III に 準拠して設定され た S_m
燃 料 棒	熱膨張、照射成長と最上部支持格子拘束力の組合せによる圧縮力	冷間加工 ジルカロイ- 4	燃料棒の わん曲	熱水力設計上考慮 されているわん曲 発生頻度の許容値

(燃料棒応力については
別途評価)

表 8 地震時の燃料集合体評価主要項目

地震力の区分	構成部品	荷重	材 料	応 力	許 容 値
設計地震	燃料被ふく管	通常運転時応力 (内外圧差、ベレット との接触圧による応力、 熱応力、水力振動によ る応力) + 設計地震に よる応力	冷間加工 ジルカロイ - 4	Von Mises の相当応力	被ふく管の耐力
	制御棒クラスタ 案内シンブル	通常運転時応力 + 設計 地震による応力	焼鈍ジルカロ イ - 4	$P_L + P_B$	ASME SEC III に準拠して設定さ れた 1.5 Sm
	支持格子	設計地震による衝撃力	ニッケル・クロム・鉄合金		支持格子の衝撃試 験に基づく塑性変 形を生じさせない 限界荷重
安全裕度検討用地震	制御棒クラスタ 案内シンブル		焼鈍ジルカロ イ - 4		ASME SEC III Appendix F- 1380 (Core Support Structures) 相当の応力 評価または機能保持の確 認を行なう。

参考文献

- (1) NFK-8014 燃料棒の曲がりの評価
原子燃料工業 1976
- (2) M.P.Paidoussis, " An Experimental Study of Vibration of Flexible
Cylinders Induced by Normally Axial Flow,"Nuclear Science and
Engineering 35,
127-138 (1969)

追 補 2

「14.核熱設計及び動特性」の追補

添付書類八「14.核熱設計及び動特性」の記述に次のとおり追補する。

目 次

1. A、B型燃料混在炉心における核特性について
2. 出力ピーキング係数に対する不確定性因子について
3. A、B型燃料境界における冷却水の流動について
4. B型燃料へのW-3 相関式の適用性実証試験について
5. A、B型燃料混在炉心における安全性について

1. A, B型燃料混在炉心における核特性について

A型及びB型燃料集合体は次に示すように核特性が等価のように設計されている。

すなわち、A型及びB型燃料集合体の基本的な核パラメータ（燃料濃縮度、燃料棒外径、燃料棒ピッチ等の寸法及び材質）を同一にしている。従つてA型及びB型燃料集合体の増倍率及び反応度係数は燃焼期間を通じて有意な差がなく、かつ両燃料集合体が共存する炉心において両者間で有意な出力ミスマッチは生じない。

但し、B型燃料集合体はA型燃料集合体と比べて燃料被ふく管肉厚及びペレット径がわずかに異なる。

ここではA, B型燃料集合体の核特性の差異を比較し、A, B型燃料混在炉心における核特性について示す。

(1) A, B型燃料集合体の核特性の比較

A, B型燃料集合体の差異で核特性に影響を与える因子はウラン装荷量の差異である。

表1にウラン装荷量に影響を与える燃料諸元を示し、表2には両型燃料の二酸化ウラン重量及び重量差を示す。また、ウラン装荷量の差異により影響を受けるパラメータ及びそれに関する特性を表3に示し、各核特性項目について、解析条件及び両燃料集合体の最大差異をそれぞれ表4及び表5に示す。

以上の諸点の比較により、A型及びB型燃料集合体の核特性は等価と考えられる。

(2) A, B型燃料混在炉心における核特性

添付書類八第14.1 - 1表の核設計値は、A型燃料のみが装荷された場合のものであるが、ここではA, B型燃料をいかなる割合で装荷した場合でも、本表の変更の必要が生じないことを以下に示す。

第14.1 - 1表の核設計値に最大の影響を与える条件は全炉心の燃料がB型燃料で置き換えられた場合である。第14.1 - 1表の核設計値の有効性は有効数字の範囲内であり、表5に示したA型及びB型燃料の核特性の最大差異は、すべて核設計値の有効数字範囲内で一致している。但し、線出力密

度の約1%の差は炉心外周部に装荷される新燃料に対してのものであり、この場合は出力密度が低いために第14.1 - 1表に記載の数値に影響を与えない。また、1サイクル燃焼後は、炉心内部にB型燃料が装荷されるが、この場合には、同一領域内での燃焼度のばらつきによる線出力密度の変化の方が、A型とB型燃料の差によつて生ずる変化より大きいので両型燃料の差異は許容できる。

また、ほう素濃度については最大値が記載されているが、燃料集合体増倍率はA型燃料に比べてB型燃料の方が小さいために問題とはならない。また、添付書類八第14.1 - 2表の反応度停止余裕についても表5の両型燃料の最大差異を考慮すれば影響を受けることはない。

表1 ウラン装荷量に影響を与える燃焼諸元の比較

項 目	A 型 燃 料	B 型 燃 料	重 量 比 差
ペレット直径	9.29mm	9.21mm	－1.72%
ディッシュ体積	%	% (面取り含む)	－0.32%
ペレット密度	95%T.D.	95%T.D.	－
ペレット有効長	3,658mm	3,658mm	－
合 計	－	－	－2.04%

表 2 A，B 型燃料の二酸化ウラン重量及び重量差

項 目	A 型 燃 料 ①	B 型 燃 料 ②	重 量 差 (①－②)
燃 料 棒	2.551 Kg	2.499 Kg	0.052 Kg
燃 料 集 合 体	520.4	509.8	10.6
1 領 域 燃 料 (52 体)	27,061	26,509	552
全 炉 心 燃 料	81,703	80,038	1,665

表 3 ウラン装荷量の差異により影響を受けるパラメータ及びそれに関する特性

影響を受けるパラメータ	左記パラメータに関する核特性
水素／ウラン原子数比	・ 集合体増倍率（図 1 参照） ・ Pu、U 生成及び減損組成変化 ・ 減速材温度係数（図 1 参照）
ペレット径（ダンコフ係数、 ドプラ吸収）	・ 集合体増倍率 ・ ドプラ係数 ・ 燃料ペレット温度
核分裂数／体積	・ 出力ピーキング
ウラン重量	・ 燃焼度（MWd/t）
被ふく管肉厚	・ 燃料ペレット温度

表 4 A, B 型燃料集合体の核特性解析条件

項 目	解 析 条 件
平 均 燃 焼 度 燃 料 集 合 体 増 倍 率	使用コード：NULIF 濃 縮 度：2.80w/o 出力レベル：定格出力 減速材温度：炉心平均温度（高温全出力時） ほう素濃度：0～1,000ppm 燃 焼 度：0～40,000MWd/t
線 出 力 密 度	使用コード：SHARP-XY 計 算 体 系：1/4 燃料集合体 2×2 配列で 4 体設定（図 2 参照） 出力レベル：定格出力 減速材温度：炉心平均温度（高温全出力時） ほう素濃度：500ppm（一定） 燃 焼 度：0～30,000MWd/t
全 制 御 棒 価 値	使用コード：SHARP-XY 計 算 体 系：全炉心計算 出力レベル：零出力～定格出力 減速材温度：炉心平均温度（高温零出力時及び高温全出力時） ほう素濃度：0～1,700ppm 燃 焼 度：サイクル初期及びサイクル末期
減 速 材 温 度 係 数 ボ イ ド 係 数 圧 力 係 数	使用コード：NULIF 濃 縮 度：2.80w/o 出力レベル：零出力～定格出力 減速材温度：炉心平均温度（高温零出力時及び高温全出力時） ほう素濃度：0～1,700ppm 燃 焼 度：0～40,000MWd/t
ド プ ラ 係 数	使用コード：NULIF 濃 縮 度：2.80w/o 出力レベル：零出力～定格出力 減速材温度：炉心平均温度（高温零出力時及び高温全出力時） ほう素濃度：500ppm（一定） 燃 焼 度：0～40,000 MWd/t

表 5 A，B 型燃料集合体の核特性の最大差異

項 目	A，B 型燃料の最大差異 (A 型－B 型)
平 均 燃 焼 度	約＋400MWd/t
線 出 力 密 度 (注)	約＋1%
燃 料 集 合 体 増 倍 率	$+0.1 \times 10^{-2} \Delta K/K$ (約 10ppm ほう素濃度相当)
全 制 御 棒 価 値	$< +1 \times 10^{-5} \Delta K/K$
減 速 材 温 度 係 数	$< -1 \times 10^{-5} \Delta K/K/^{\circ}C$
ド プ ラ 係 数	$-0.01 \times 10^{-5} \Delta K/K/^{\circ}C$
ボ イ ド 係 数	$-4 \times 10^{-5} \Delta K/K/\% \text{ボイド}$
圧 力 係 数	$< +0.1 \times 10^{-5} \Delta K/K/(Kg/cm^2)$

(注) A，B 型燃料集合体が混在して装荷された場合に生ずる出力ピーキングの増加に伴う線出力密度の増加量

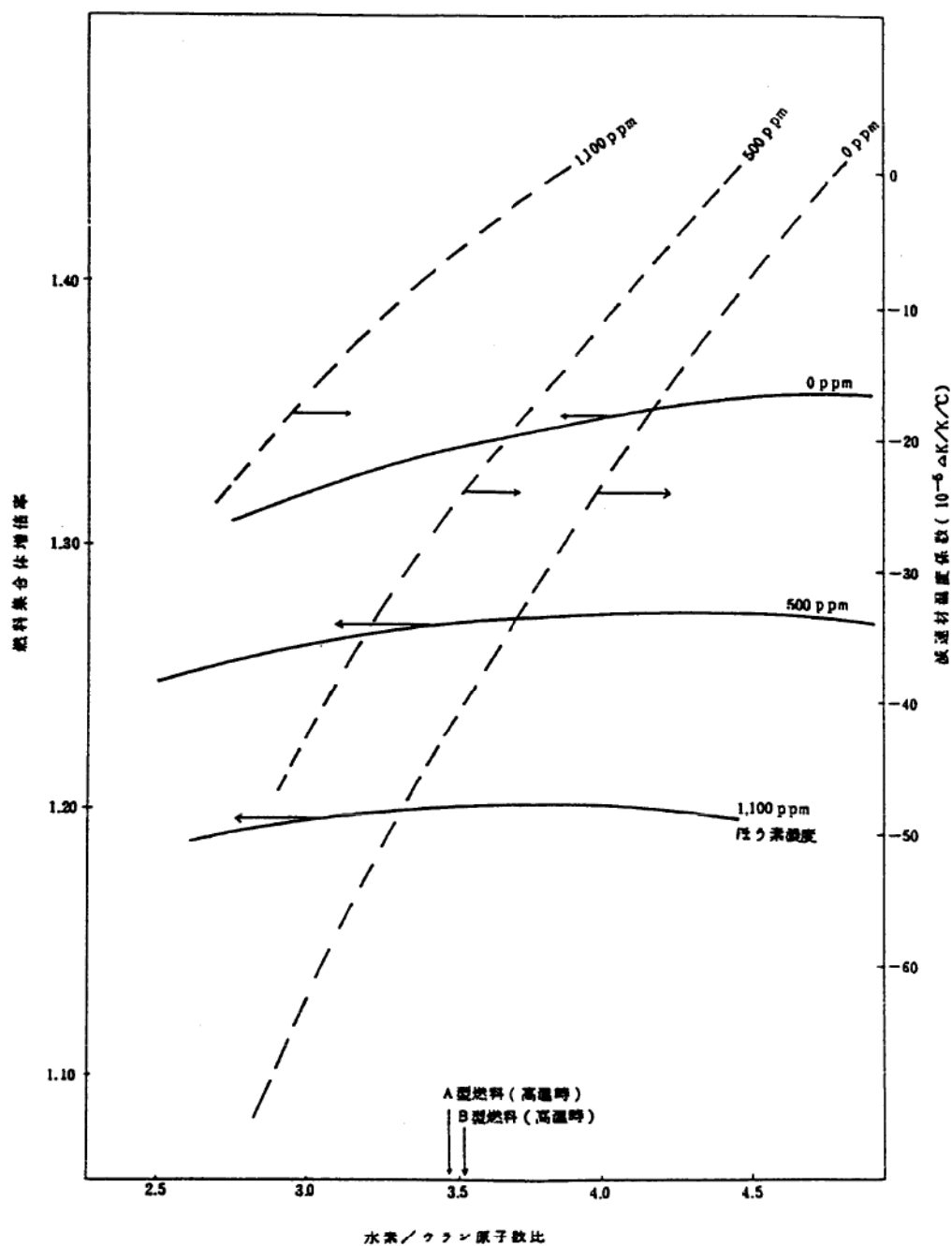


図 1. 燃料集合体増倍率、減速材温度係数と水素/ウラン原子数比の関係

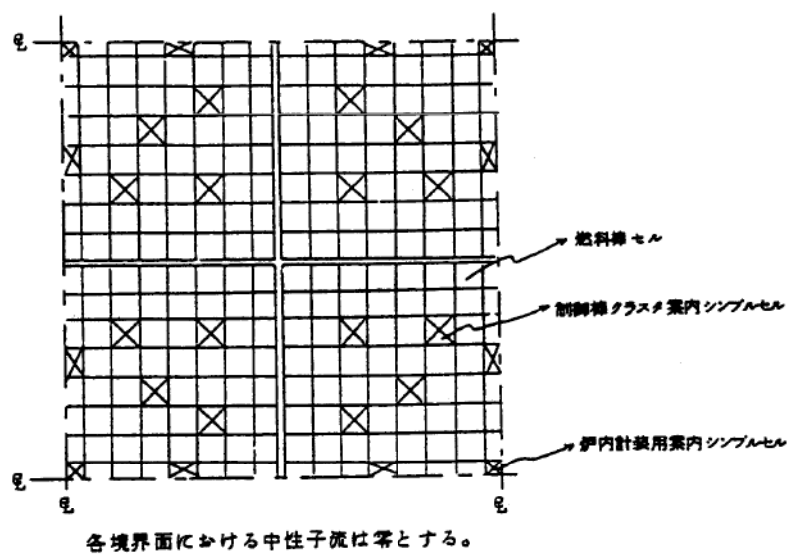


図 2. 燃焼に伴う出力ピーキングの変化の計算体系図

2. 出力ピーキング係数に対する不確定性因子について

(1) F_Q^E （工学的熱流束熱水路係数）の算出

この係数は、最大熱流束を評価するのに使われ、燃料ペレットの直径、密度、濃縮度及び被ふく管直径の製造誤差を統計的に組み合わせて決定する。

以下に評価式を示す。

$$Q \propto D_p^2 \cdot \rho \cdot \varepsilon \cdot D_c^{-1}$$

$$\sigma Q / Q_{\text{nom}} = \left\{ \left(2 \times \frac{\sigma D_p}{D_p} \right)^2 + \left(\frac{\sigma \rho}{\rho} \right)^2 + \left(\frac{\sigma \varepsilon}{\varepsilon} \right)^2 + \left(\frac{\sigma D_c}{D_c} \right)^2 \right\}^{1/2}$$

$$F_Q^E = 1 + 3\sigma Q / Q_{\text{nom}}$$

但し

Q ; 熱流束, Q_{nom} ; 公称寸法に基づく熱流束

ρ ; ペレット密度, ε ; ペレット濃縮度

D_c ; 被ふく管外径, D_p ; ペレット直径

σ ; 標準偏差

下表の燃料製造誤差測定結果を上式に代入し、 F_Q^E を計算すると1.027となる。

燃 料 製 造 公 差 及 び 誤 差

項 目	製 造 公 差	製 造 誤 差
ペレット直径 (D_p)	9.21 ± mm	± mm
ペレット密度 (ρ)	95 ± %T.D.	± %T.D.
ペレット濃縮度 (ε)	2.80 ± %	± %
被ふく管外径 (D_c)	10.72 ± mm	± mm

本設計では、 F_Q^E として安全側に 1.03 を使用する。

(2) F_Q^N , $F_{\Delta H}^N$ に対する不確定性因子について

F_Q^N (核的熱流束熱水路係数) 及び、 $F_{\Delta H}^N$ (核的エンタルピ上昇熱水路係数) に対する不確定性は、統計的手法により評価された核的不確定性因子により考慮される。

F_Q^N , $F_{\Delta H}^N$ に対する不確定性の発生原因は大別すると次の2つである。

(1) 測定誤差

検出器の誤差及びその読取誤差

(2) 測定値の外挿誤差及び外挿に使用する計算値の誤差

これらは可動小型中性子束検出器の測定値が燃料棒出力ではなくて、炉内計装用案内シンブル位置での中性子束であること及び可動小型中性子束検出器で測定可能な燃料集合体が炉心のすべての燃料集合体ではないことに起因する。

不確定性因子の評価方法を図1に示す。また、これらの評価に用いられた実測値は次のものである。

(1) 2 ループ PWR 第1サイクル及び第2サイクル実測値

(2) B&W社における PWR 臨界実験実測値

以上より、B型燃料の設計コードシステムで F_Q^N 、 $F_{\Delta H}^N$ を評価する場合の不確定性因子として、95×95%の信頼度で

F_Q^N に対しては 1.05

$F_{\Delta H}^N$ に対しては 1.04

を用いれば十分に厳しい側に評価できることが判明した。

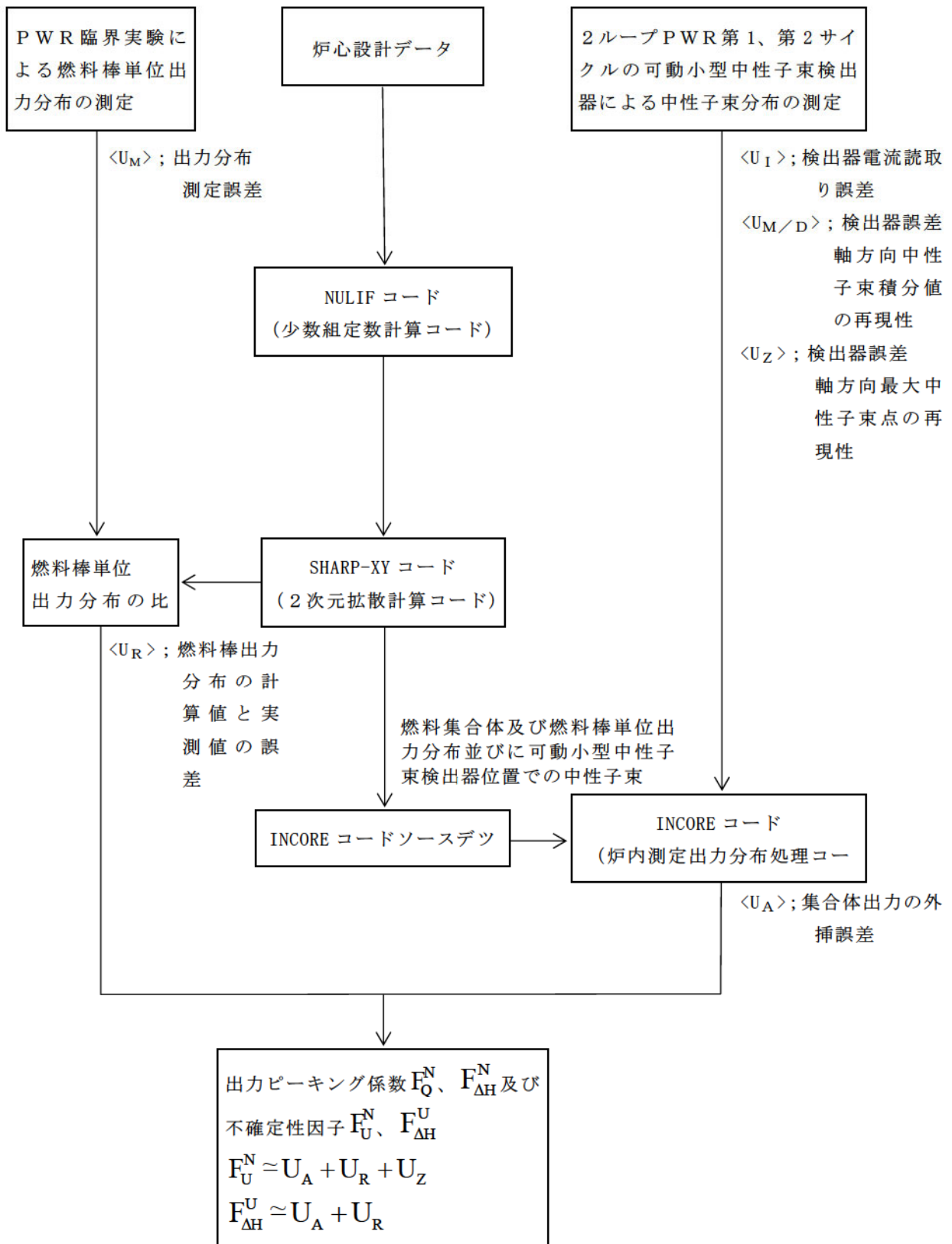


図. 1 F_Q^N , $F_{\Delta H}^N$ に係わる不確定性因子の評価方法

3. A、B型燃料集合体境界における冷却水の流動について

(1) 支持格子位置の差が冷却水の流動に及ぼす影響

A、B型燃料集合体が隣接した時の支持格子位置の最大の差は、「6. A、B型燃料支持格子の位置の移動について」に記載したように、約±10mmである。

この時冷却材流動へ及ぼす影響を改良COBRA-3Cコードにより解析した。解析では次の仮定を設けて、支持格子位置の差による高温集合体（最高発熱集合体）の流量変化の感度を高めて評価した。

- a. 支持格子位置の差は高々10mm程度であり、支持格子は互いに重なり合った状態にあるが、解析では64.5mmの位置の差があつて、重なり合った部分がないものとする。
- b. 高温集合体の支持格子のみが正規の位置から移動して、隣接集合体を含むその他の支持格子は正規の位置とする。

解析条件を表1に示す。

表1 支持格子位置の差の影響の解析条件

項 目		解 析 条 件
解 析 体 系		1/8炉心対称部分
出 力 レ ベ ル		定 格 出 力
支持格子の位置の差	高温集合体(1体)	正規の位置より64.5mm（1計算ノード）上側
	その他の集合体	正 規 の 位 置
横 流 れ 抵 抗 係 数	支 持 格 子 部	格子板横流抵抗モデル,文献(1)
	燃 料 棒 束 部	管束横流抵抗モデル, 文献(1)

高温集合体の軸方向流量分布の計算結果を図1に示す。

支持格子の位置の差に起因する軸方向流量変化は高々1%であり、またこの流量変化がDNB熱流束に及ぼす影響は、DNB比で0.5%以下であり問題とならない。支持格子間に位置の差が生じても、横流れの速度は高々8cm/sであり、支持格子間に位置の差がない場合に起こり得る横流れと比べて有意な差はなく、燃料棒あるいは燃料集合体の振動に及ぼす影響は無視

できる。

(2) A、B型燃料境界における冷却材混合について

支持格子に取付けた混合羽根の配置と曲げ方向はA、B型燃料で同じであるので、A、B型燃料が隣接した場合でも両型燃料の冷却材混合効果を低下させることはない。

また、両型燃料の圧力損失を同じにしているので、両型燃料間で燃料棒の振動を増加させるような横流れを発生させることはない。

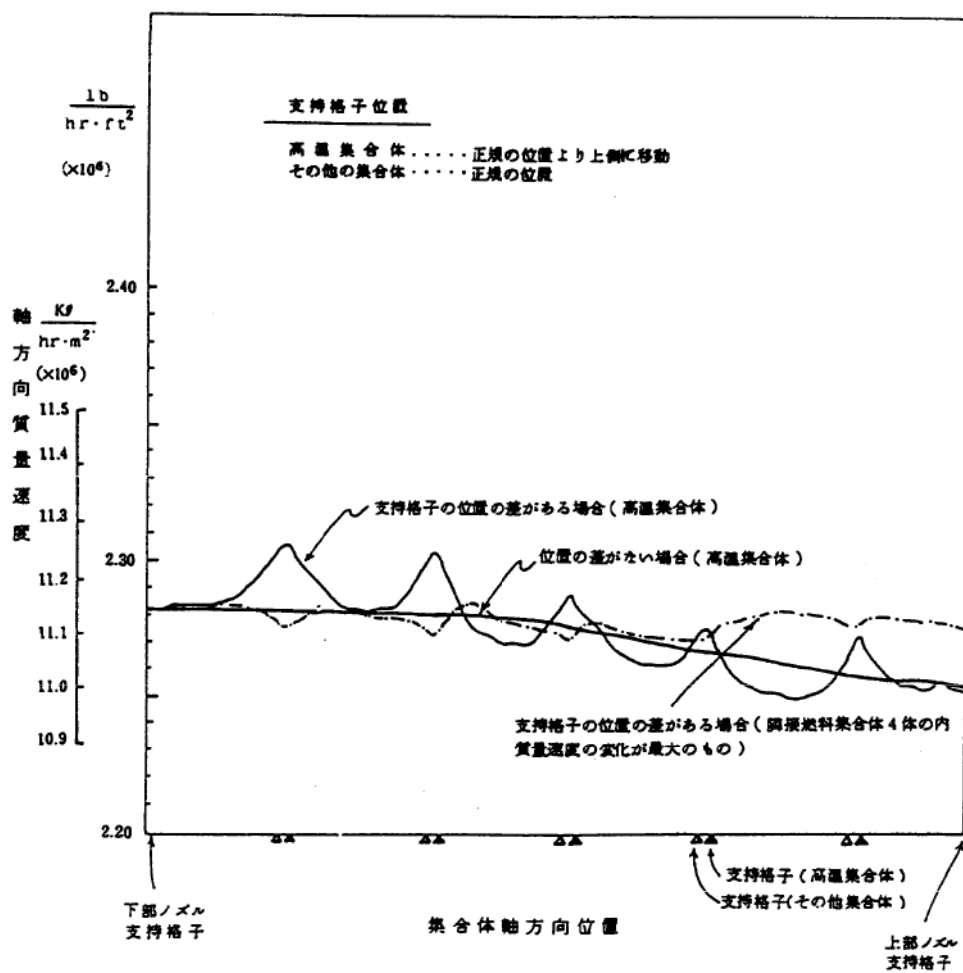


図1. 高温集合体の軸方向流量分布

4. B型燃料へのW－3 相関式の適用性実証試験について

(1) 序

B型燃料の支持格子は、B&W社型支持格子に混合羽根を取付けたもので、A型燃料と類似の支持格子である。

A型燃料のDNB設計法（W－3 相関式及びTHINCコード）とB型燃料のDNB設計法（W－3 相関式及び改良COBRA-3Cコード）との同等性は、両設計法による同一DNB試験データの解析結果の比較により示されている。

B型燃料の熱水力設計でW－3 相関式を使用するに際し、この妥当性を確認するため、B型燃料の混合試験とDNB試験を実施した。

(2) 試験内容

a. 混合試験

混合試験体の横断面図を図1に、また縦断面図を図3にそれぞれ示す。

本試験体には図3に示すように、発熱部上端に出口温度分布を測定するための熱電対が取付けられている。以下に試験体の諸元を示す。

支持格子型式	混合羽根付B型支持格子
ロツド配列	4×4
ロツド外径	10.72mm
ロツドピッチ	14.30mm
支持格子間隔	665.5mm
発熱長	2,438mm
軸方向出力分布	一様
径方向出力分布	高出力部／低出力部＝3/1
混合羽根配置	図1参照
ウォールギャップ	3.8mm

混合試験は、前記試験体をコロンビア大学の伝熱試験ループに装荷して、下記に示す冷却材条件について実施された。

圧力	158	kg/cm ² ・a
流量	7.3～15.0	×10 ⁶ kg/m ² ・hr

入 口 温 度	177～288℃
熱 流 束	$2.7 \sim 8.0 \times 10^5 \text{Kcal/m}^2 \cdot \text{hr}$

b. DNB試験

DNB試験体の横断面図を図2に、また縦断面図を図4にそれぞれ示す。

本試験体の諸元を以下に示す。

支持格子型式	混合羽根付B型支持格子
ロッド配列	4×4
発熱管外径	10.72mm
制御棒クラスタ 案内シンプル外径	13.87mm
ロッドピッチ	14.30mm
支持格子間隔	665.5mm
発 熱 長	3,658mm
軸方向出力分布	$u \sin u$
径方向出力分布	内側（3本）/外側（12本）=1/0.85
混合羽根配置	図2参照
ウォールギャップ	3.8mm

DNB試験は、前記試験体をコロンビア大学の伝熱試験ループに装荷して、下記に示す冷却材条件について実施された。

圧 力	126.6～168.7 $\text{Kg/cm}^2 \cdot \text{a}$
流 量	$7.3 \sim 15.0 \times 10^6 \text{Kg/m}^2 \cdot \text{hr}$
入 口 温 度	204～316 $^{\circ}\text{C}$

(3) 試験結果

a. 混合試験結果

混合試験より、 $W-3$ 相関式及び改良 COBRA-3C コードで使用する熱拡散係数 (TDC) を求める手順を以下に示す。

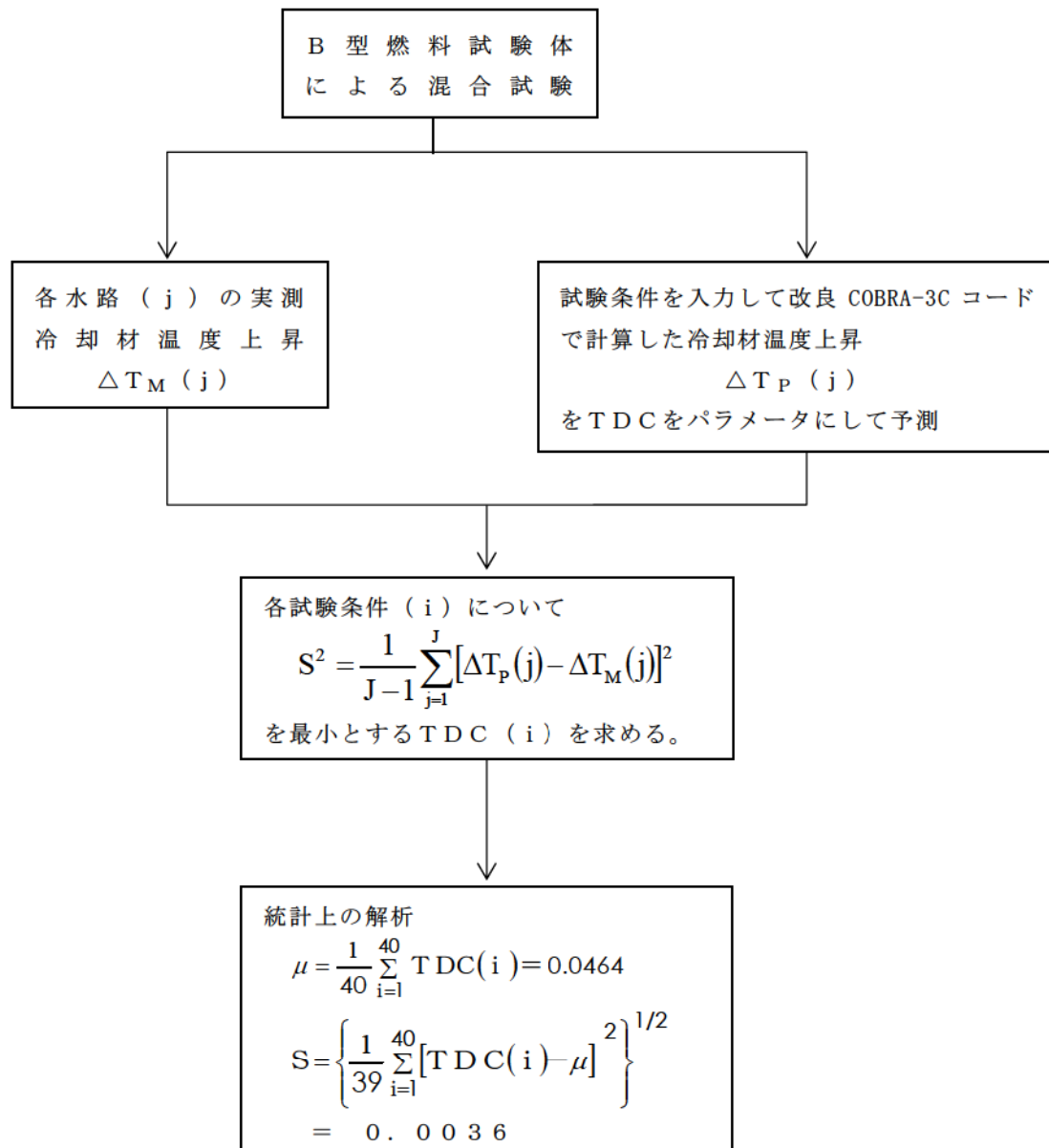
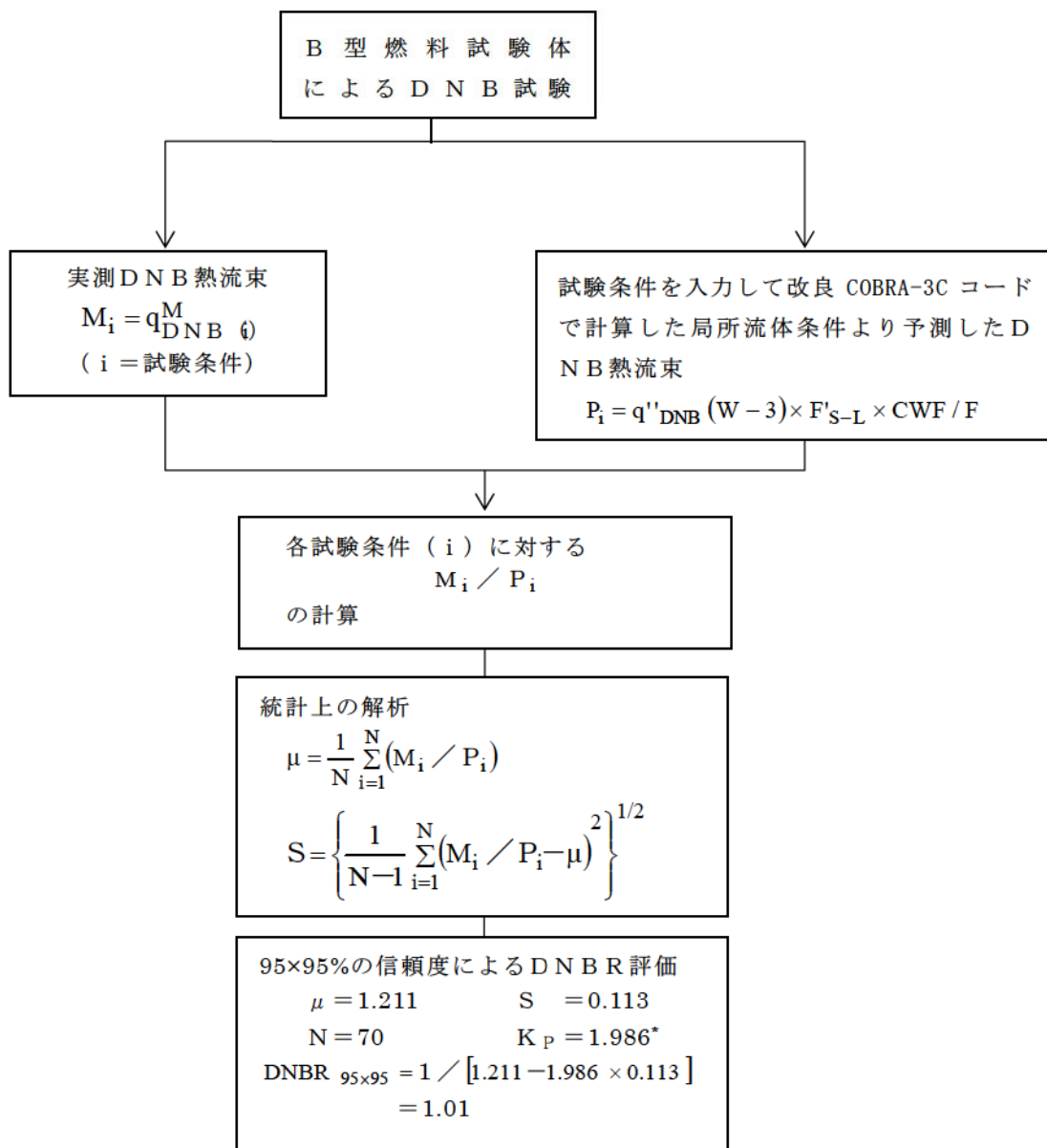


図5に TDC データの度数分布を、また図6にレイノルズ数をパラメータにとつた TDC データを A 型燃料のそれと比較して示す。

b. DNB試験

B型燃料に対し、W-3 相関式及び改良COBRA-3Cコード適用の妥当性を確認するために行った評価手順を以下に示す。



* K_P はOwenの非心 t - 分布における95×95%の信頼度係数

図7にDNBデータとW-3 相関式との比較を示す。

(4) 結論

- a. B型燃料の熱拡散係数 (TDC) は

$$TDC \text{ (平均値)} = 0.0464$$

$$S \text{ (標準偏差)} = 0.0036$$

で、A型燃料と同等以上の混合性能を有している。また、設計値0.019より十分大きい。

- b. B型燃料にW-3 相関式および改良COBRA-3Cコードを適用した場合、95×95%の信頼度によるDNBR基準は

$$DNBR_{95 \times 95} = 1.01$$

となる。従つて、W-3 相関式および改良COBRA-3CコードをB型燃料の熱水力設計に、十分な余裕度をもつて適用できる。更に、A型及びB型燃料の混在炉心の熱水力設計についても、現在の最小DNB基準の下で、W-3 相関式及び改良COBRA-3Cコードを、十分な信頼度で適用できる。

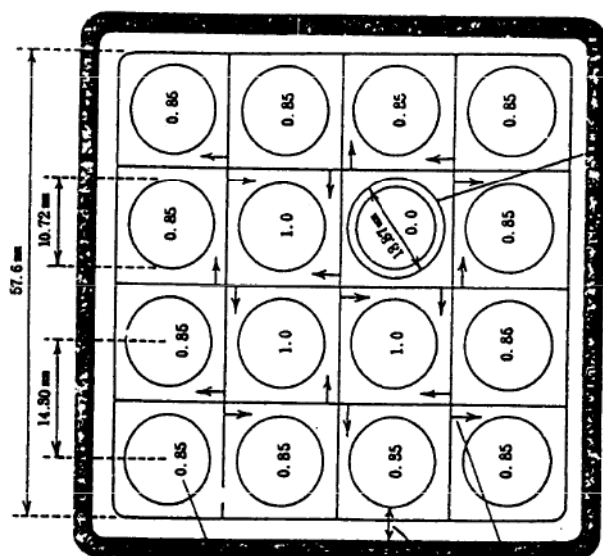


図1 混合試験体横断面図

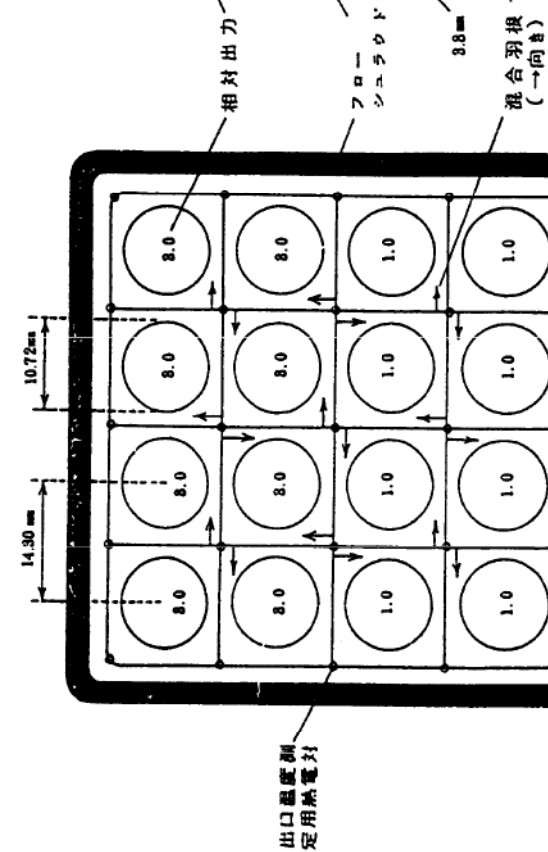


図2 DN B試験体横断面図

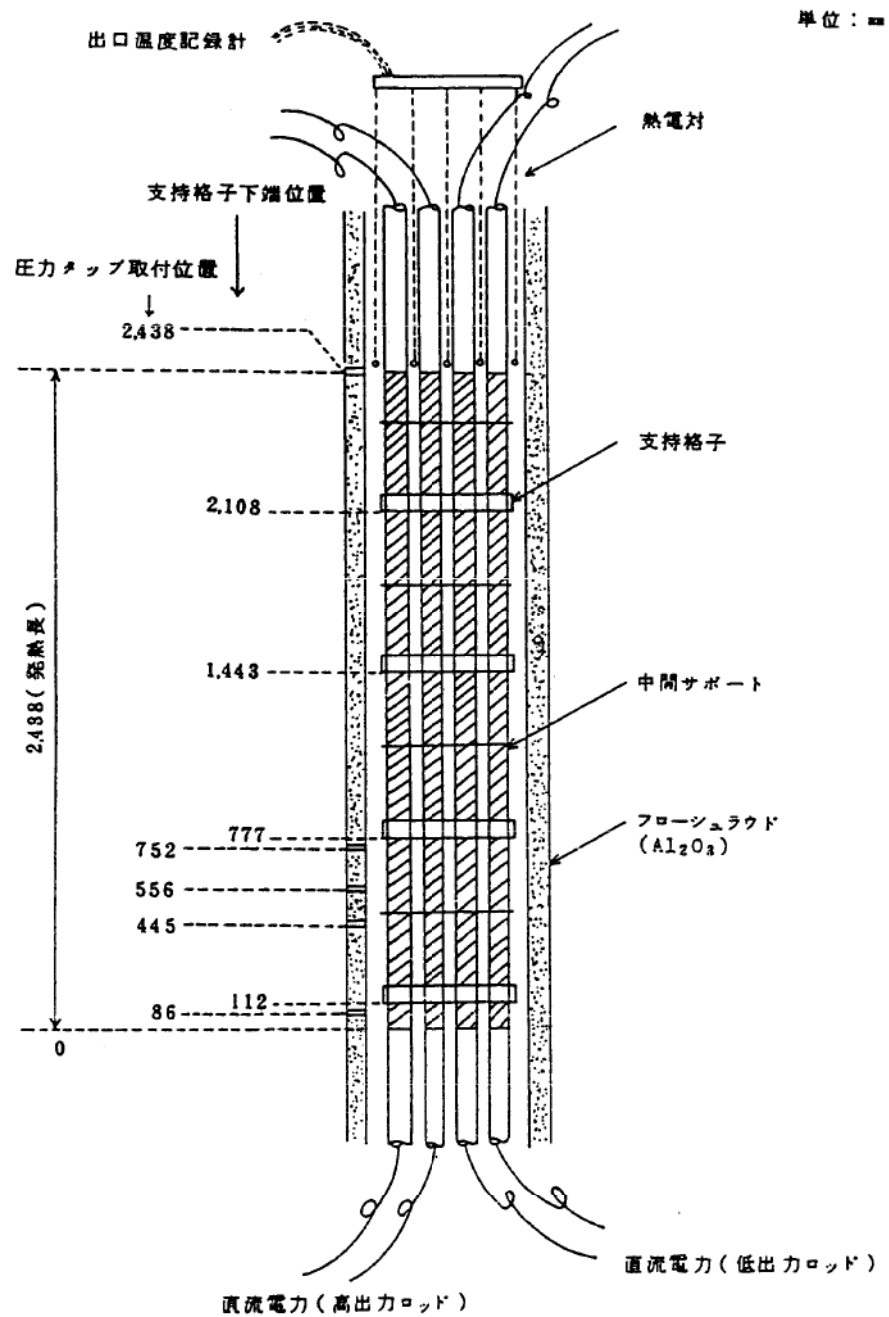


図3 混合試験体縦断面図

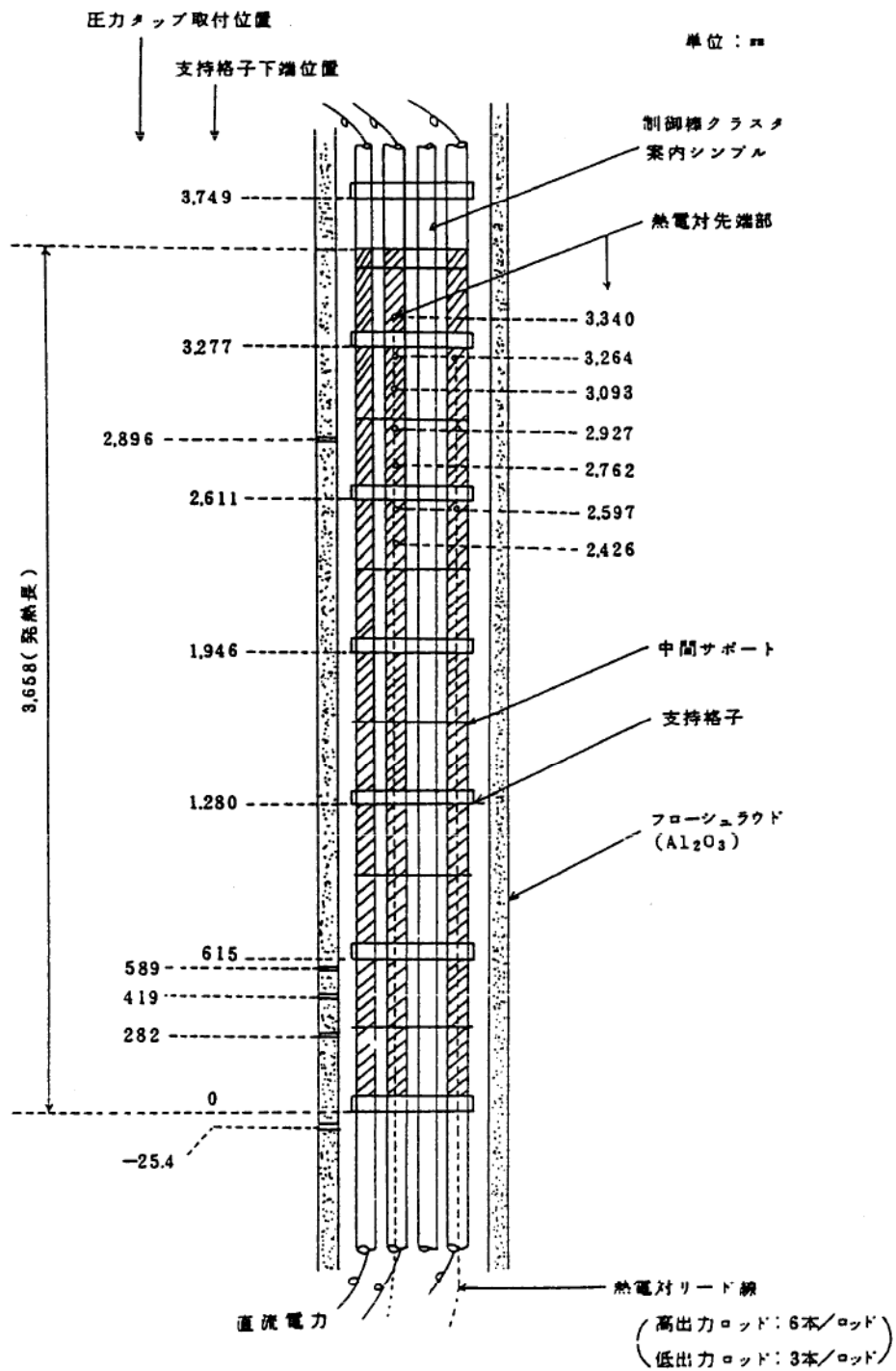


図4 DNB試験体縦断面図

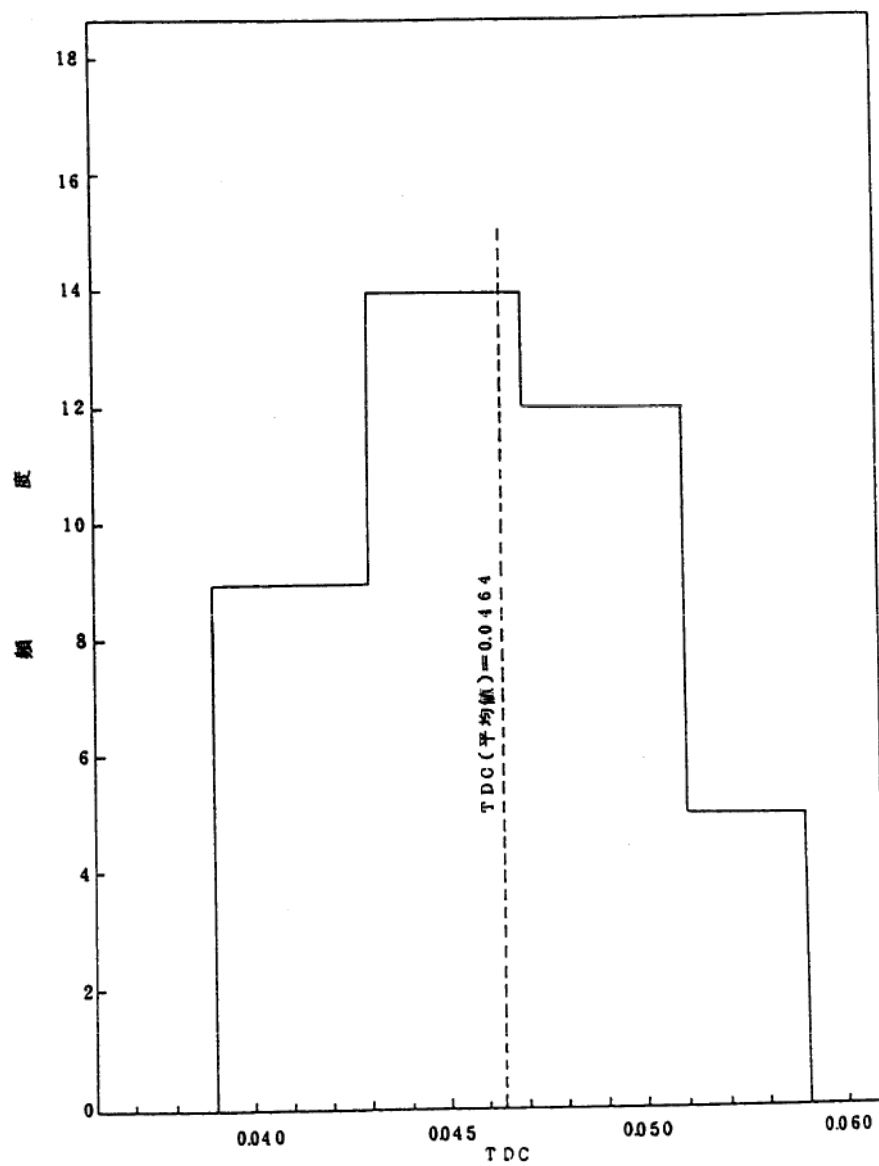


図5 TDCデータの度数分布

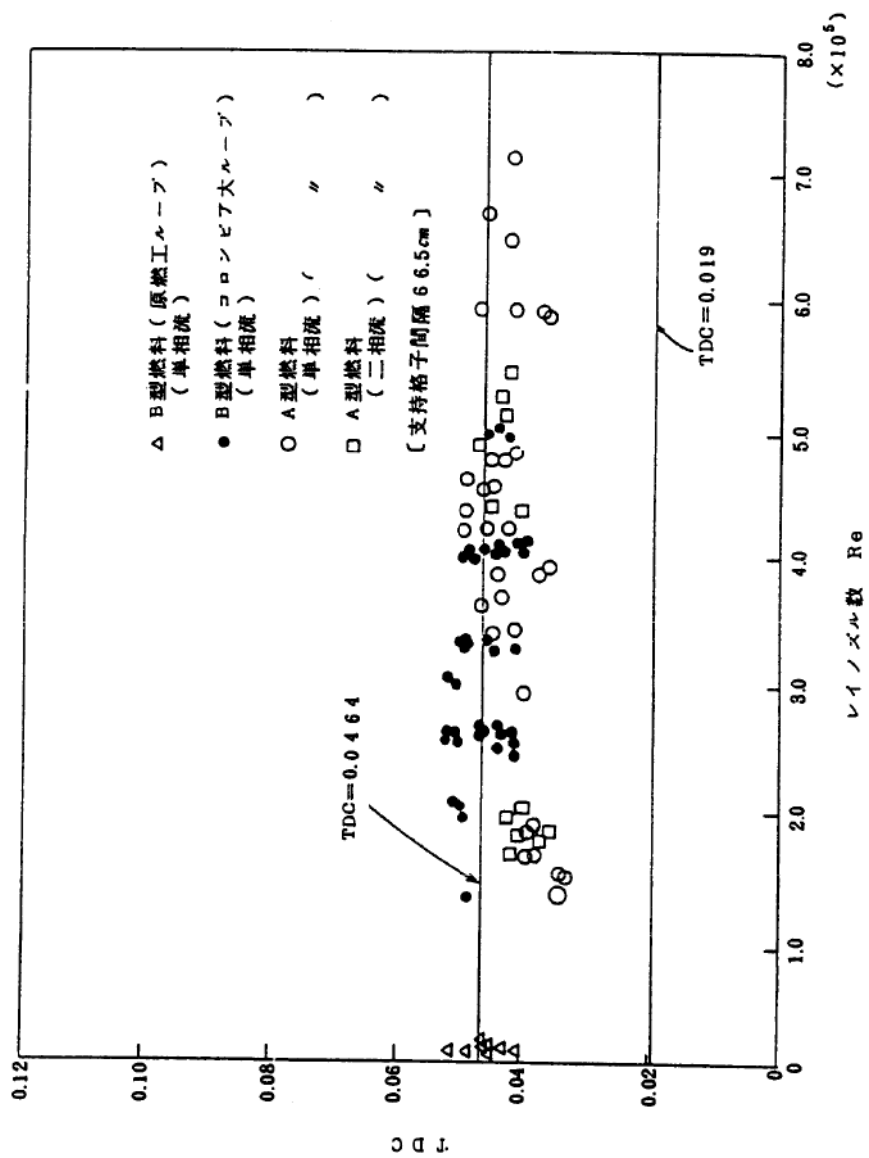


図 6. 熱拡散係数 (TDC)

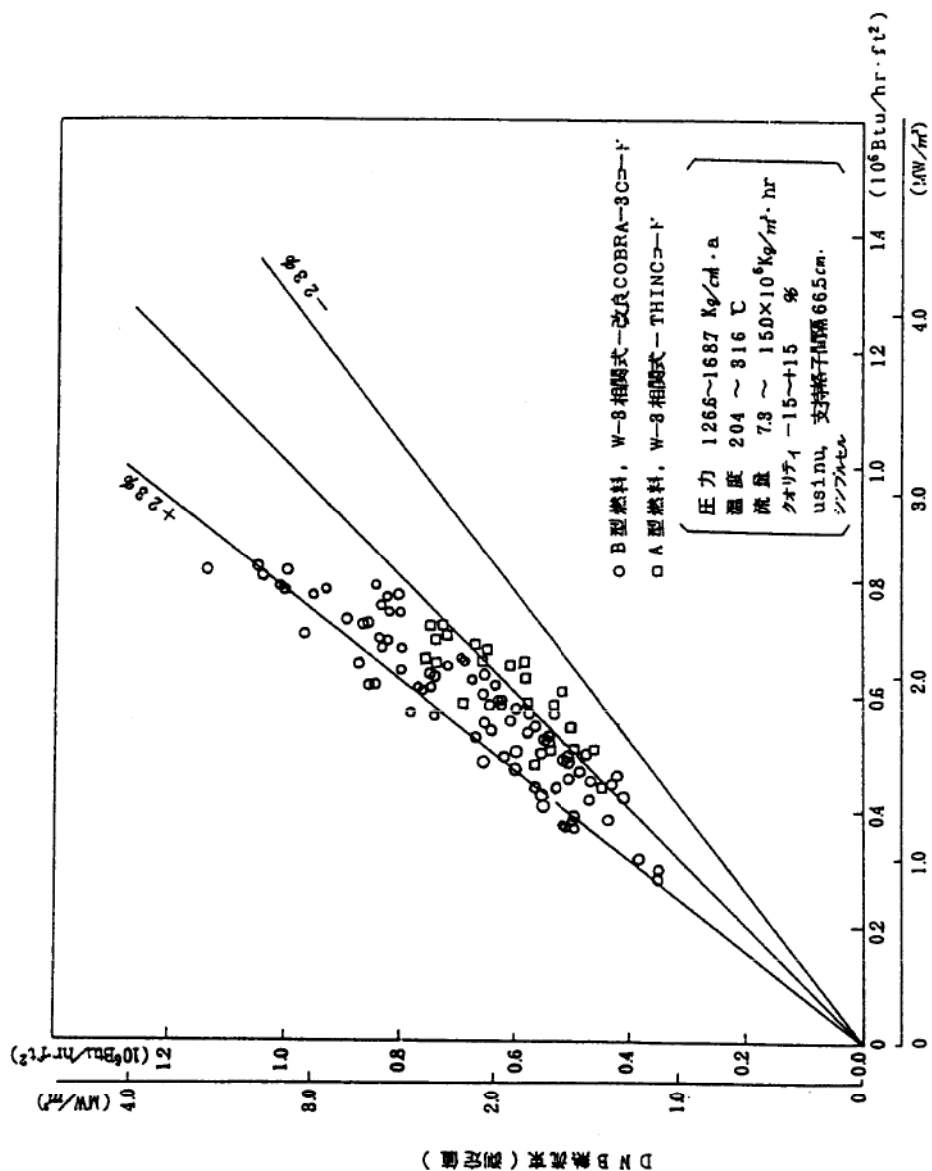


図 7. DNBデータとW-8相関式との比較

5. A, B型燃料混在炉心における安全性について

(1) 序

A, B型燃料が混在して装荷された炉心において、原子炉の操作上の過失、機械又は装置の故障等があつた場合に発生すると想定される事故に対する安全性について、次の二つの方法により既存炉心（全炉心A型燃料のみ装荷）の場合と比較検討した。

- a. 既存炉心の安全解析で使用された炉心核特性パラメータとA, B型燃料混在炉心でのパラメータとの比較。
- b. A型及びB型燃料の炉心過渡変化時における熱応答特性の比較。

(2) 検討方法及び結果

a. 炉心核特性パラメータの比較

A, B型燃料混在炉心における核特性パラメータを、B型燃料が装荷され得るサイクルから、B型燃料で平衡になり得る第7サイクルまでの取替炉心に対して、次の二つの燃料取替方式の場合について検討した。

ケース1；標準取替方式（表1）

各サイクルで、1/3炉心相当分の燃料（52体）を取替える場合。

ケース2；標準からはずれた取替方式（表2）

標準取替方式から最もはずれ得る場合を想定して各サイクルで、1/3炉心相当分の燃料の他に更に各領域毎に8体ずつ余分に取替える場合。

この解析により得られた核特性パラメータを既存炉心の各安全解析項目で使用されているパラメータと比較して表3に示す。

この表から判るようにA, B型燃料混在炉心の核特性パラメータは、既存炉心の安全解析に用いられている核特性パラメータの範囲内にあり、炉心の過渡変化時における核的な応答特性は既存炉心と変わることはない。

b. 熱応答特性の比較

A型燃料とB型燃料とはペレット径及び被ふく管肉厚が異なるため、ペレットの熱容量、ペレット内出力密度及び被ふく管熱容量に違いが生

ずる。ここでは応答の早い炉心過渡変化を選んでA型燃料とB型燃料の熱応答特性を比較し、その結果を表8に示す。

この表から判るようにB型燃料の熱応答特性はA型燃料とほとんど同じであり、B型燃料装荷炉心の特性が既存炉心と特に変わることはない。

(3) 結論

以上の検討結果から判るように、A、B型燃料が混在して装荷された炉心における安全性は、A型燃料のみが装荷された既存炉心と変わることはなく、従つて添付書類十の変更の必要はない。

表 1 燃料取替方式（ケース 1：標準取替方式）

	第 5 サイクルが心 装荷燃料 体数	第 5 期 5 サイクル 移出燃料 体数	第 6 サイクルが心 装荷燃料 体数	第 7 サイクル 移出燃料 体数	第 7 サイクルが心 装荷燃料 体数
第 2 領域 (2.70w/o)	1	1	—	—	—
第 3 領域 (3.35w/o)	—	—	—	—	—
第 4 領域 (3.25w/o)	2	2	—	—	—
第 5 領域 (3.25w/o)	52	51	1	1	—
第 6 領域 (3.25w/o)	52	—	52	51	1
第 7 領域 (2.80w/o)	50	—	52	—	52
第 8 領域 (2.80w/o)	—	—	52	—	52
第 9 領域 (2.80w/o)	—	—	—	—	52
合 計	157	54	157	52	157
バーナブル・ボイゾン棒本数	0	—	0	—	0

表 2 燃料取替方式（ケース 2：標準からはずれた取替方式）

	第4サイクル炉心 装荷燃料 体数	第4.第5サイクル 移行燃料 取出体数	第5サイクル炉心 装荷燃料 体数	第5.第6サイクル 移行燃料 取出体数	第6サイクル炉心 装荷燃料 体数	第6.第7サイクル 移行燃料 取出体数	第7サイクル炉心 装荷燃料 体数
	第2領域 (2.70w/o)	17	16	1	—	—	—
装 荷 燃 料 内 訳	第8領域 (3.35w/o)	—	—	—	—	—	—
	第4領域 (3.25w/o)	38	28	10	—	—	—
	第5領域 (3.25w/o)	44	8	36	27	9	—
	第6領域 (3.25w/o)	52	8	44	8	36	9
	第7領域 (2.80w/o)	6	—	52	8	44 (6+8) ^(注)	30
	第8領域 (2.80w/o)	—	—	14	—	52	44
	第9領域 (2.80w/o)	—	—	—	—	16	52
合 計	第10領域 (2.80w/o)	—	—	—	—	—	22
		157	60	157	54	157	157
バーナブル・ボイスン 燃本数		新 128本 旧 224本	—	新 224本 旧 240本	—	旧 96本	旧 128本

（注）6 体は標準取替による通常取出し燃料

表3 安全解析で使用された核特性パラメーターの比較

安全解析項目	核 特 性 パ ラ メ ー タ				A , B 型 燃 料 混 在 炉 心 の 安 全 評 価	備 考
	パラメータ	炉心状態	安全解析で使用された値	A , B 型 燃 料 混 在 炉 心 で の 値		
未 臨 界 状 態 か ら の 制 御 棒 ク ラ ス タ 引 抜 き	α_m	B O C H Z P	0.0 $\Delta K/K/^\circ C$	図1	既 存 炉 心 と 同 等	(注1) A型及びB型燃料に挿入される 全制御棒価値の 差異は 1×10^{-5} $\Delta K/K$ 以下。
	α_f		図2 下限値	図2		
	反応度 添加率		6.9×10^{-4} $\Delta K/K/\text{秒}$	同左 ^(注1)		
出力状態からの制御 棒 クラスタ引抜き (速い引抜き)	α_m	B O C H F P	0.0 $\Delta K/K/^\circ C$	図1	同 上	
	α_f		図2 下限値	図2		
	反応度 添加率		6.9×10^{-4} $\Delta K/K/\text{秒}$	同左 ^(注1)		
出力状態からの制御 棒 クラスタ引抜き (遅い引抜き)	α_m	B O C H F P	0.0 $\Delta K/K/^\circ C$	図1	同 上	
	α_f		図2 下限値	図2		
	反応度 添加率		2.0×10^{-5} $\Delta K/K/\text{秒}$	同左 ^(注1)		
制御棒クラスタ落下	α_m	B O C H F P	-10.8×10^{-5} $\Delta K/K/^\circ C$	図1	同 上	
	α_f		図2 上限値	図2		
	反応度 添加量		0.25 % $\Delta K/K$	表 4		

注) F_Q ; 熱流束熱水路係数 B O C ; サイクル初期
 α_f ; ドプラ係数 E O C ; サイクル末期
 α_m ; 減速材温度係数 H F P ; 高温全出力時
 K_{eff} ; 炉心実効増倍率 H Z P ; 高温零出力時

表3 (続)

安全解析項目	核 特 性 パ ラ メ ー タ				A, B 型 燃料混在 炉心の 安全評価	備 考
	パラメータ	炉心状態	安全解析で 使用された値	A, B 型燃料 混在炉心 での値		
ほう素の異常な 希 釈	反応度 添加率	BOC HFP	1.03×10^{-5} $\Delta K/K/\text{秒}$	表5	既存炉心 と 同 等	
1 次冷却系停止 回路誤起動に 伴う冷水導入	α_m	EOC 52%出力	-8.1×10^{-4} $\Delta K/K/^\circ\text{C}$	図1	同 上	
	α_f		図2 下限値	図2		
1 次 冷 却 材 流 量 喪 失	α_m	BOC HFP	0.0 $\Delta K/K/^\circ\text{C}$	図1	同 上	流量の時間変化 はB型燃料を装 荷しても不変
	ドプラ 反応度	0~102%出力	1.7 % $\Delta K/K$	図3		
負 荷 喪 失	α_m	HFP, $\left\{ \begin{array}{l} \text{BOC} \\ \text{EOC} \end{array} \right\}$	0.0 -8.1×10^{-4} $\Delta K/K/^\circ\text{C}$	図1	同 上	
	α_f		図2 上限値	図2		
蒸気流量過大に 伴う冷水導入 (負荷の急増)	α_m	HFP, $\left\{ \begin{array}{l} \text{BOC} \\ \text{EOC} \end{array} \right\}$	0.0 -8.1×10^{-4} $\Delta K/K/^\circ\text{C}$	図1	同 上	
	α_f		図2 下限値	図2		
	制御棒 価 値		1.18×10^{-4} $\Delta K/K/\text{cm}$	同左 ^(注1)		
蒸気発生器への 過剰給水に伴う 冷水導入	α_m	HFP, $\left\{ \begin{array}{l} \text{BCC} \\ \text{EOC} \end{array} \right\}$	0.0 -8.1×10^{-4} $\Delta K/K/^\circ\text{C}$	図1	同 上	
	α_f		図2 下限値	図2		
	制御棒 価 値		1.18×10^{-4} $\Delta K/K/\text{cm}$	同左 ^(注1)		

表3 (続)

安全解析項目	核 特 性 パ ラ メ ー タ				A , B 型 燃 料 混 在 炉 心 の 安 全 評 価	備 考
	パラメータ	炉心状態	安 全 解 析 で 使用された値	A,B型燃料 混 在 炉 心 での 値		
制御棒クラスタ 抜出し事故	α_m	HFP, $\left\{ \begin{array}{l} \text{BOC} \\ \text{EOC} \end{array} \right\}$	図4	図4	既 存 炉 心 と 同 等	
	α_f		図3 の範囲	図3		
	抜出し 制御棒価値		0.24% $\Delta K/K$ 0.40% $\Delta K/K$	表6		
	F_Q		5.58 5.70	表7		
主 蒸 気 管 破 断 事 故	温度変化に 伴なう K_{eff} の 変 化	E O C H Z P	図5の 変化率 以 下	図5	同 上	
1 次 冷 却 材 喪 失 事 故	F_Q	H F P	2.37以下	図6 2.32以下	同 上	アキシヤルオフ セット一定制御 運転により F_Q を2.32以下に抑 えることが可能 となる。

表4 落下制御棒価値（BOC、HFP）

サイクル	ケース 1	ケース 2	安全解析で使用された値
4	—	0.21% Δ K/K	0.25% Δ K/K
5	0.17% Δ K/K	0.16	
6	0.19	0.20	
7	0.17	0.19	

表5 ほう素希釈による反応度添加率（BOC、HFP）

サイクル	ケース 1	ケース 2	安全解析で使用された値
4	—	$0.47 \times 10^{-5} \Delta K/K/\text{秒}$	$1.03 \times 10^{-5} \Delta K/K/\text{秒}$
5	$0.51 \times 10^{-5} \Delta K/K/\text{秒}$	0.44×10^{-5}	
6	0.46×10^{-5}	0.44×10^{-5}	
7	0.41×10^{-5}	0.41×10^{-5}	

表6 制御棒クラスタ拔出し事故時の拔出し制御棒価値（HFP）

サイクル	ケース 1		ケース 2		安全解析で使用された値	
	BOC	EOC	BOC	EOC	BOC	EOC
4	—	—	0.21% Δ K/K	0.19% Δ K/K	0.24% Δ K/K	0.40% Δ K/K
5	0.16% Δ K/K	0.16% Δ K/K	0.17	0.17		
6	0.19	0.19	0.21	0.20		
7	0.20	0.21	0.19	0.20		

表7 制御棒クラスタ拔出し事故時の F_Q （HFP）

サイクル	ケース 1		ケース 2		安全解析で使用された値	
	BOC	EOC	BOC	EOC	BOC	EOC
4	—	—	3.39	2.87	5.58	5.70
5	3.29	2.87	2.69	2.87		
6	2.99	2.57	3.29	2.87		
7	3.17	2.58	3.39	2.87		

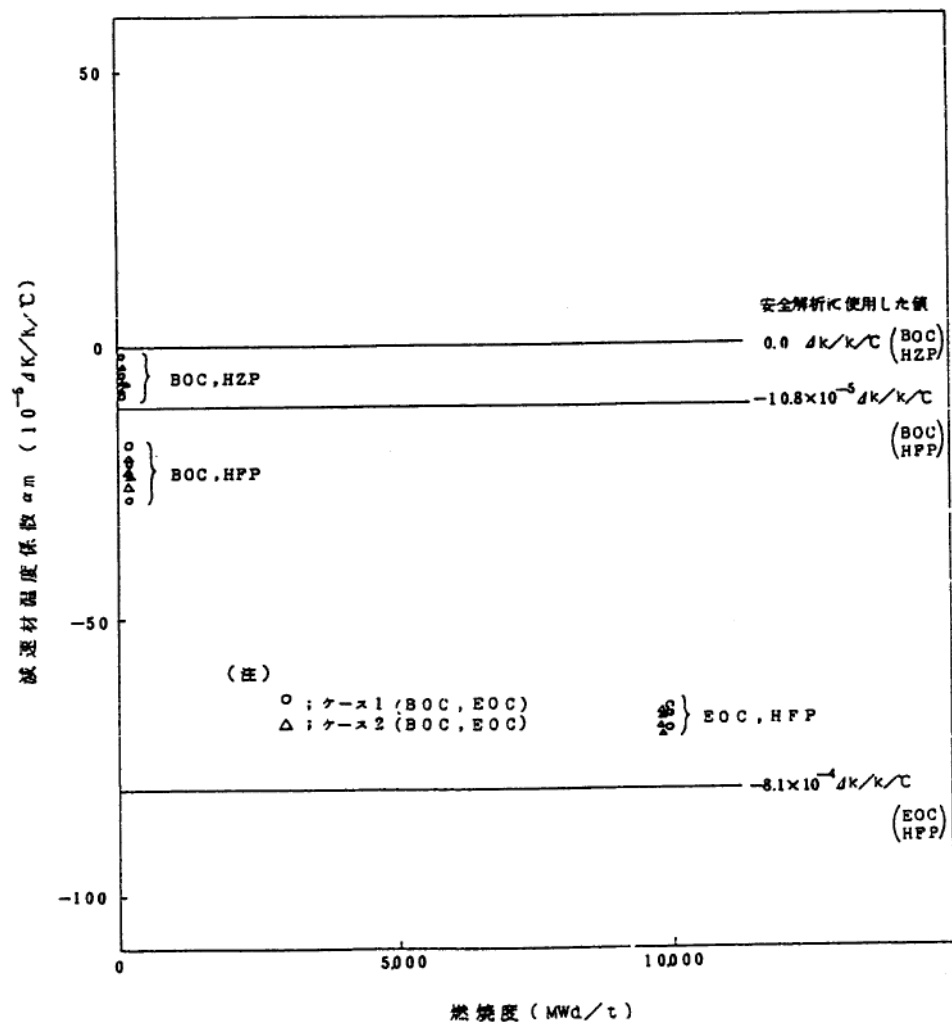


図 1. 減速材温度係数

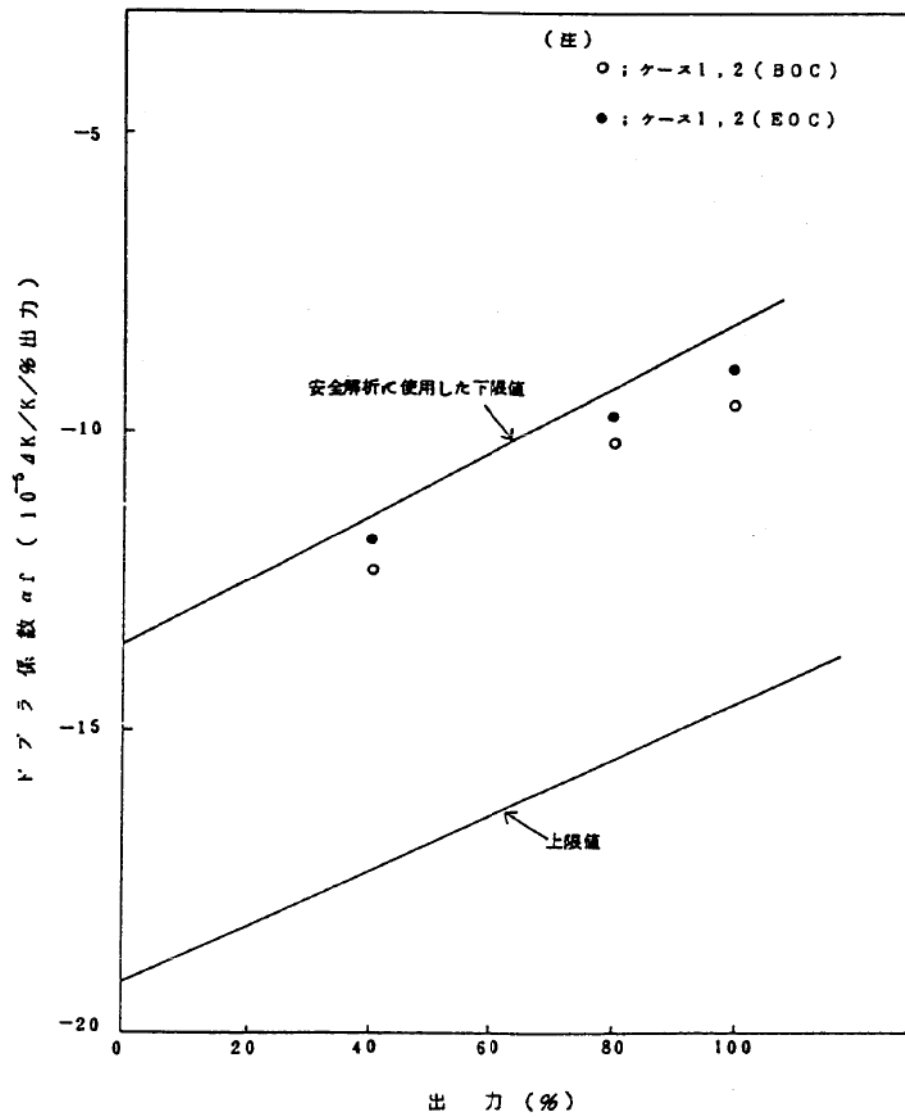


図 2. ドブラ係数の範囲

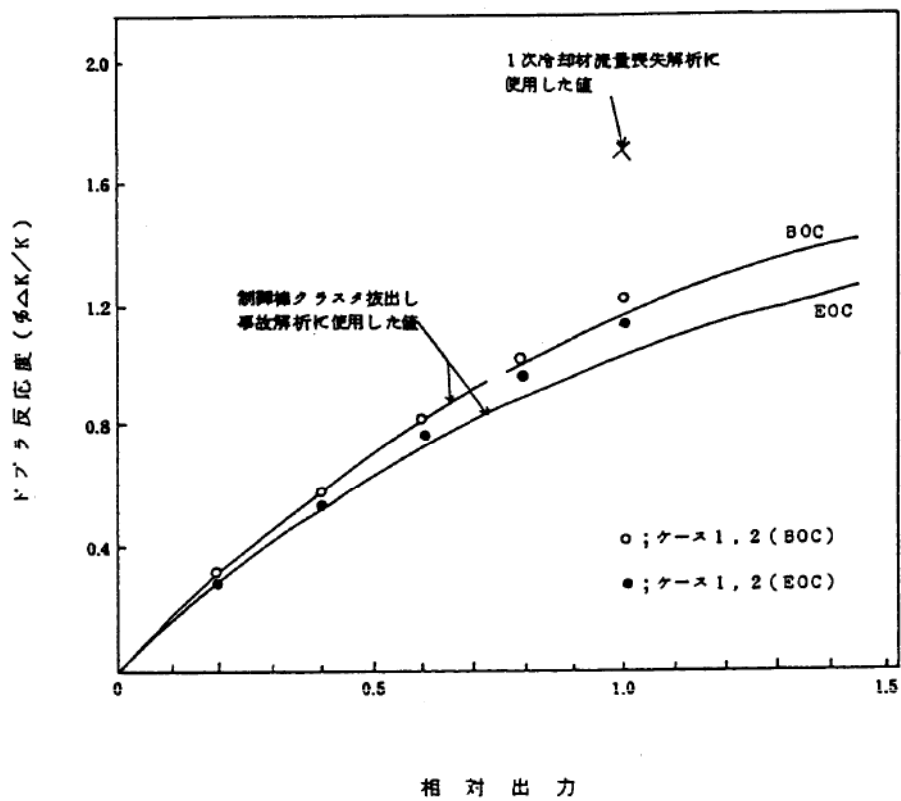


図 3. ド プ ラ 反 応 度

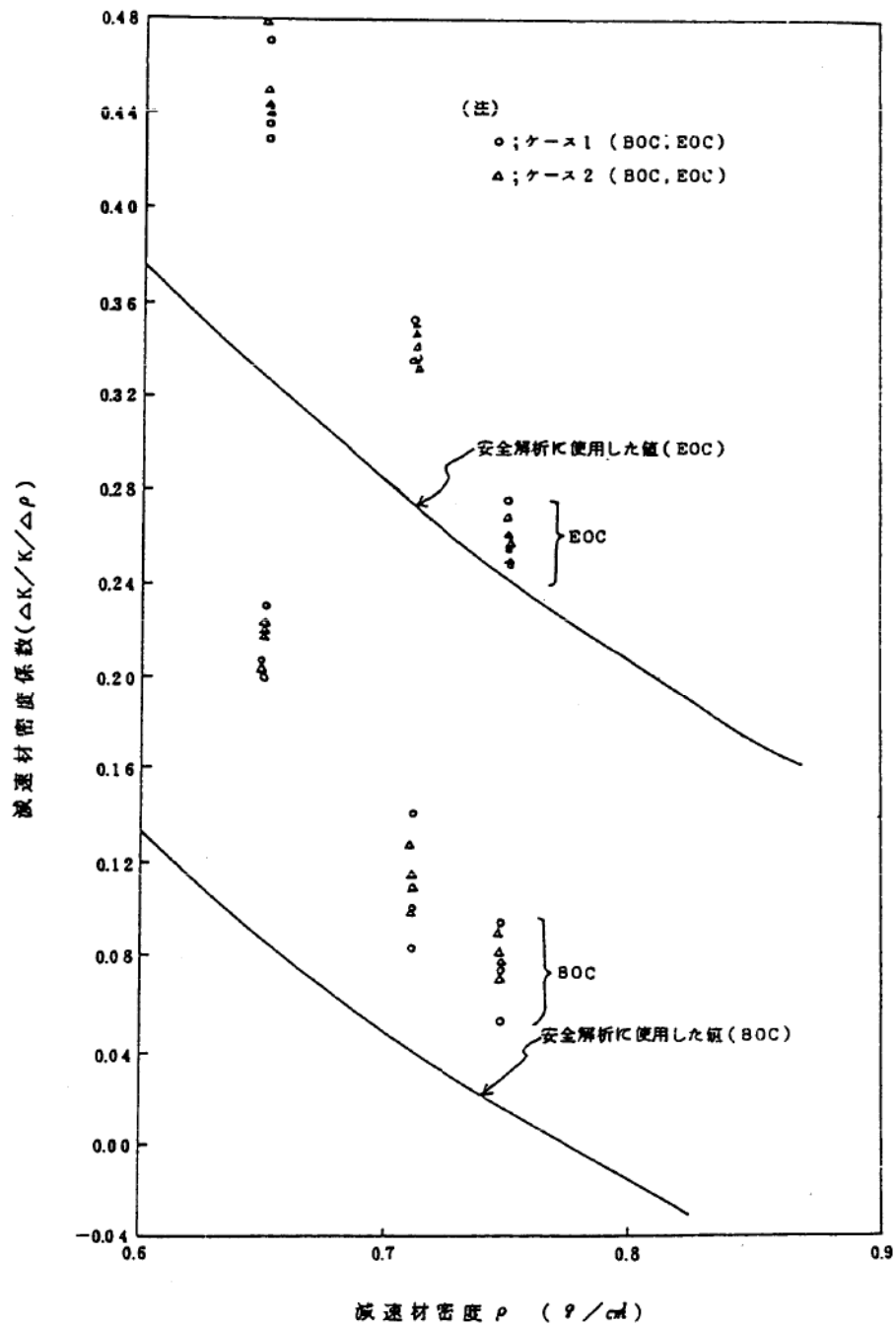


図 4. 制御棒クラスタ抜出し事故の解析に使用した減速材密度係数

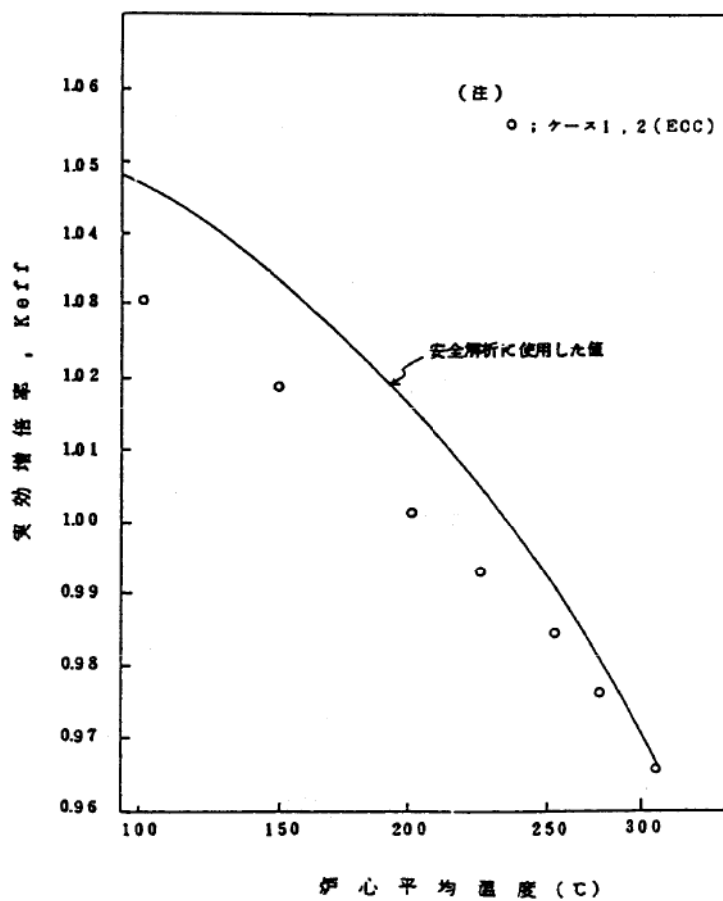


図 5. 蒸気管破断事故の解析に使用した減速材
温度係数に基づく実効増倍率の変化

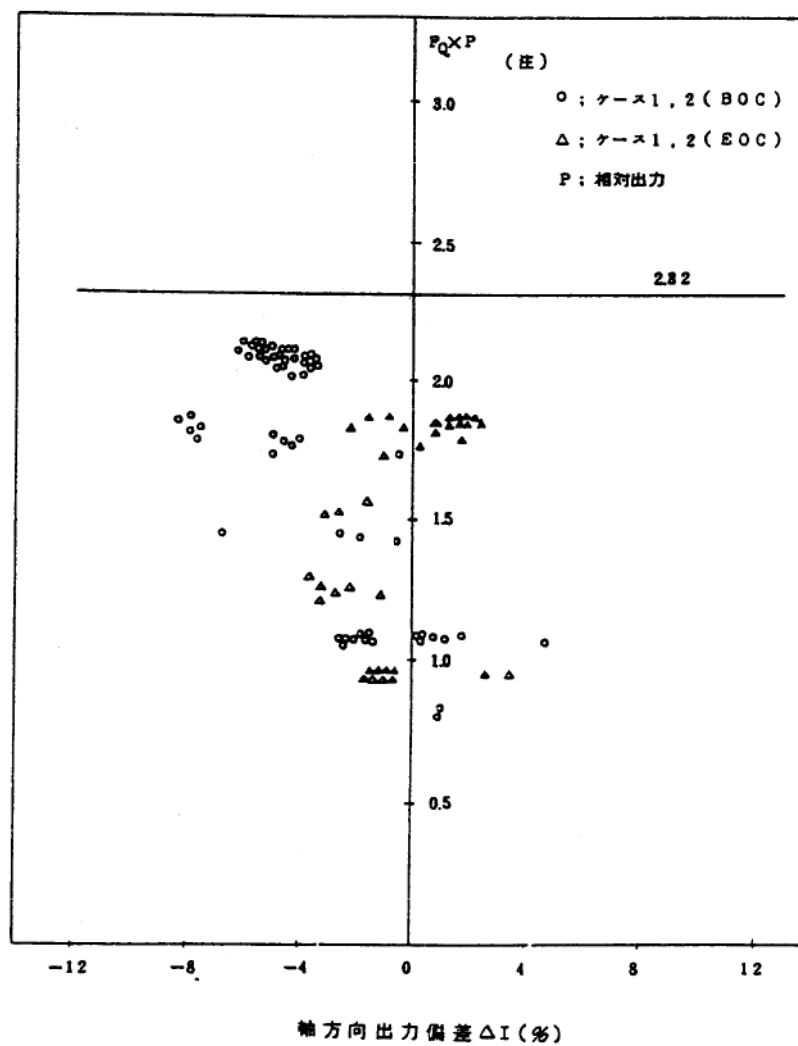


図 6. 熱流束熱水路係数 (通常運転時)

表 8 A、B 型燃料の熱応答特性の比較

過渡状態	検 討 項 目	解 析 結 果
未臨界状態からの 制御棒クラスタ引抜き	熱点における熱流束	図 7 A 型燃料と B 型燃料の差はほとんどない。
	熱点における燃料温度	図 8 A 型燃料と B 型燃料の差はほとんどない。
出力状態からの 制御棒クラスタ引抜き	熱点における熱流束	図 9 A 型燃料と B 型燃料の差はほとんどない。
	熱点における燃料温度	図 10 A 型燃料と B 型燃料の差はほとんどない。
1 次冷却材ポンプ軸固 着事故	熱点における熱流束	図 11 A 型燃料と B 型燃料の差はほとんどない。
	熱点における核ふく管最高温度	図 12 A 型燃料と B 型燃料の差はほとんどない。
1 次冷却材喪失事故	熱点における核ふく管最高温度	図 13 A 型燃料と B 型燃料の差はほとんどない。

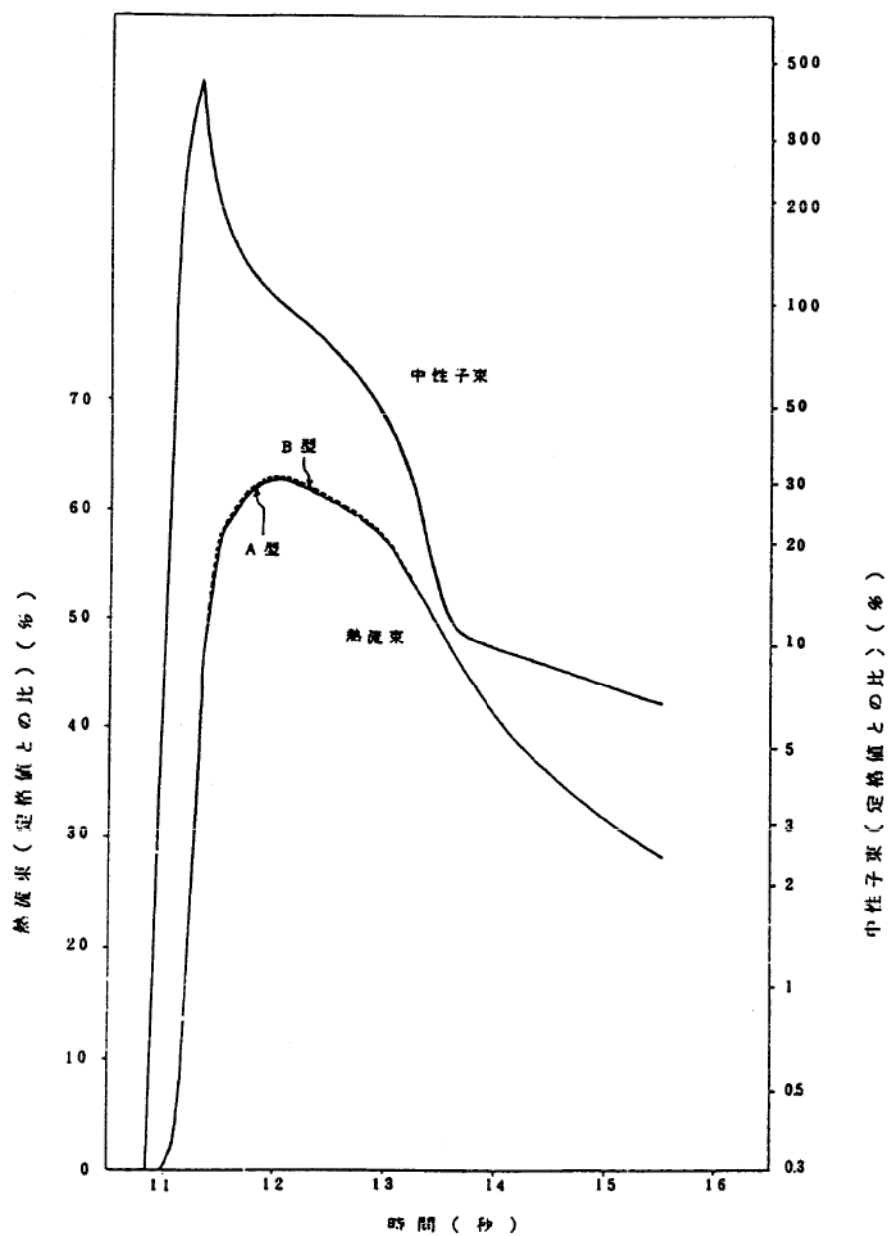


図7 未臨界状態からの制御棒クラスター引き抜き時の熱流束の時間変化

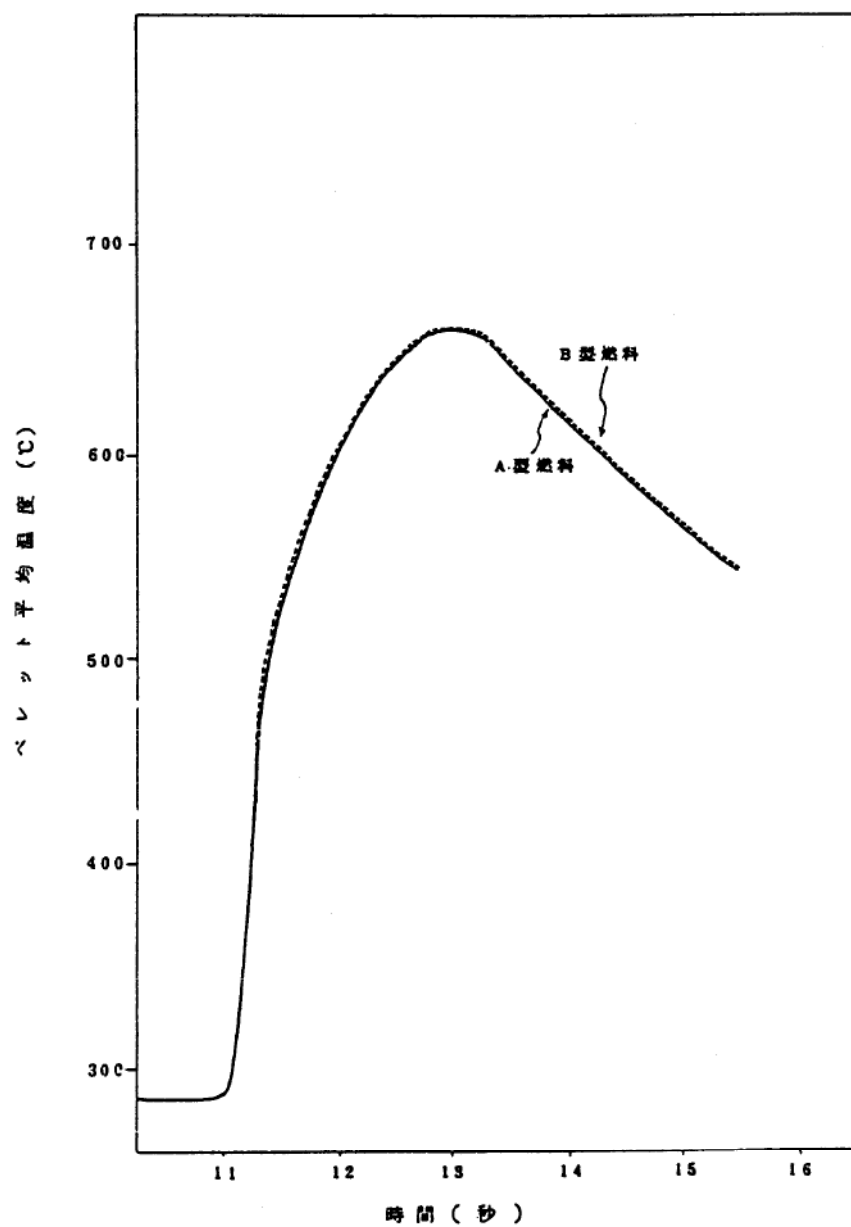


図8 未臨界状態からの制御棒クラスター引き抜き時のペレット平均温度の時間変化

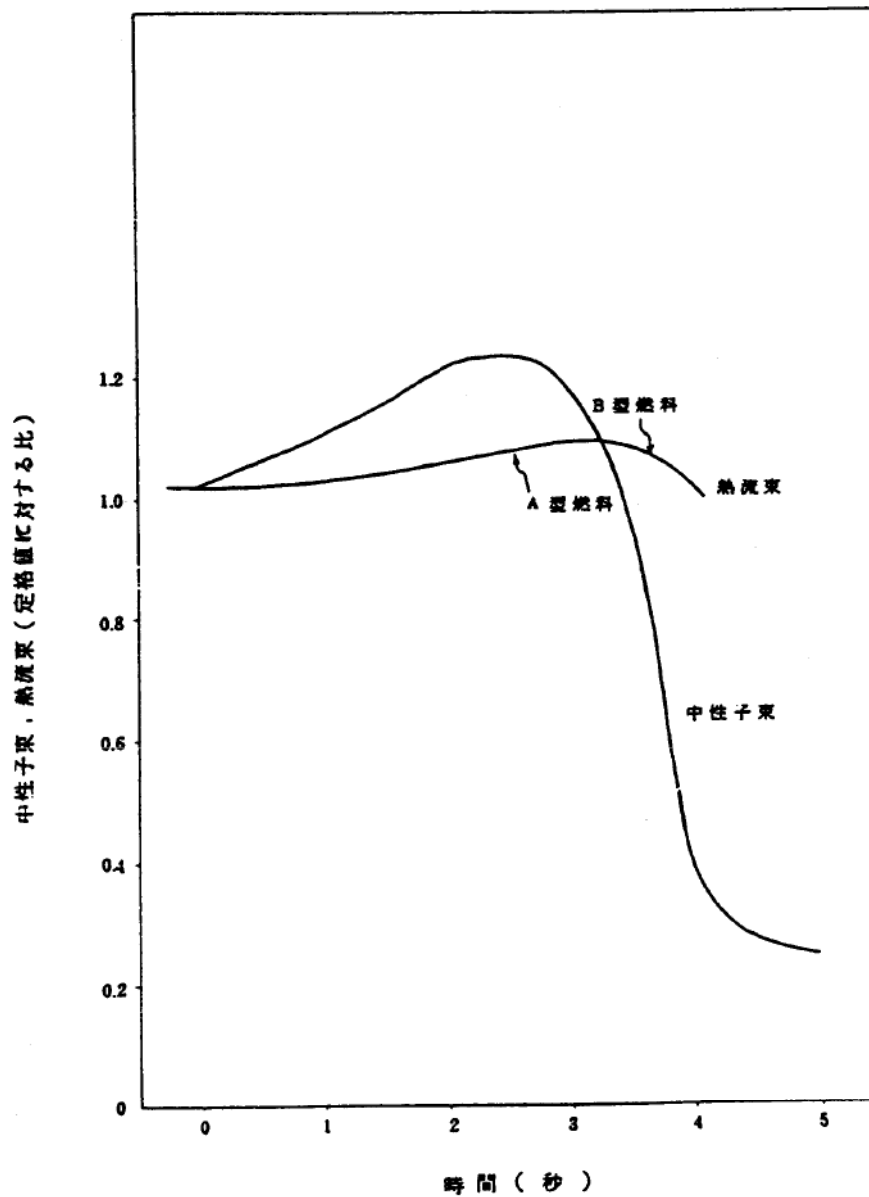


図 9 出力状態からの制御棒クラスター引抜き時の熱流束の時間変化

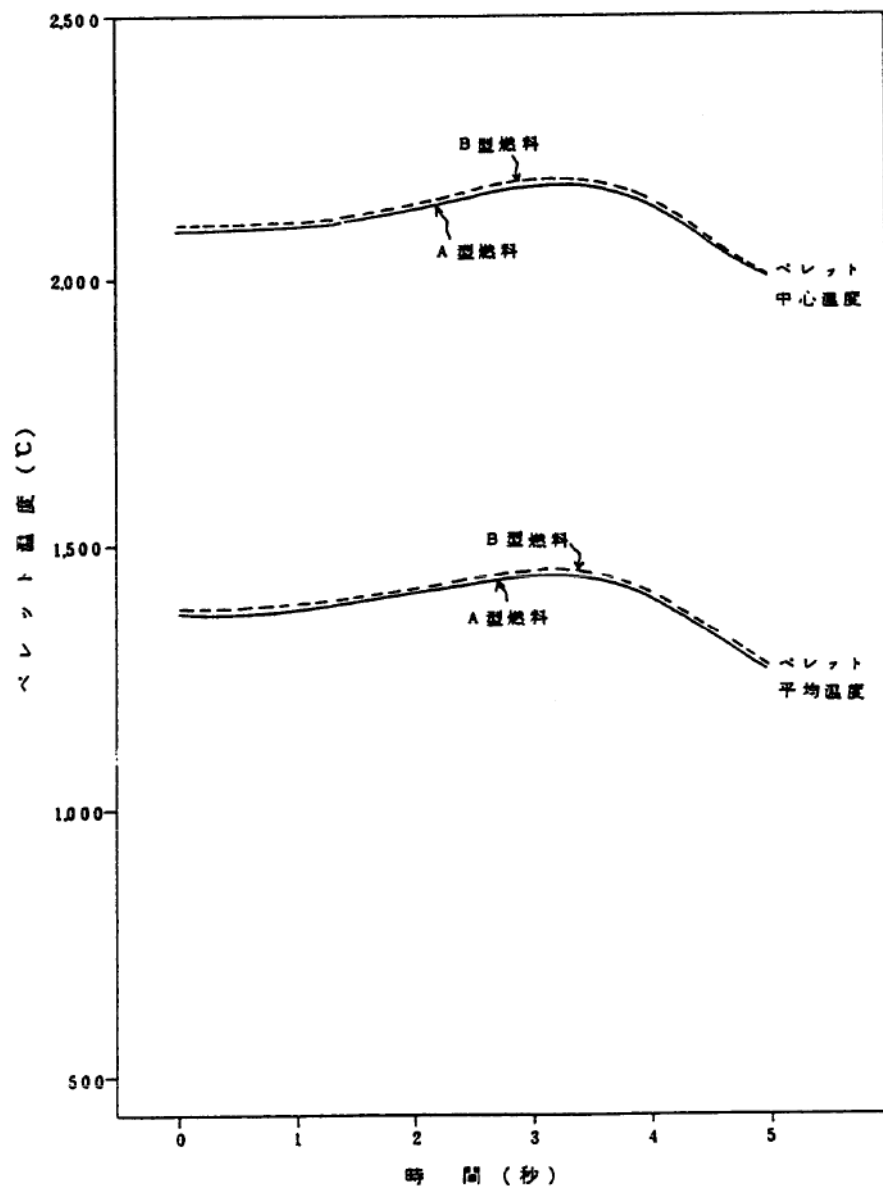


図 10. 出力状態からの制御棒引き抜き時のペレット温度の時間変化

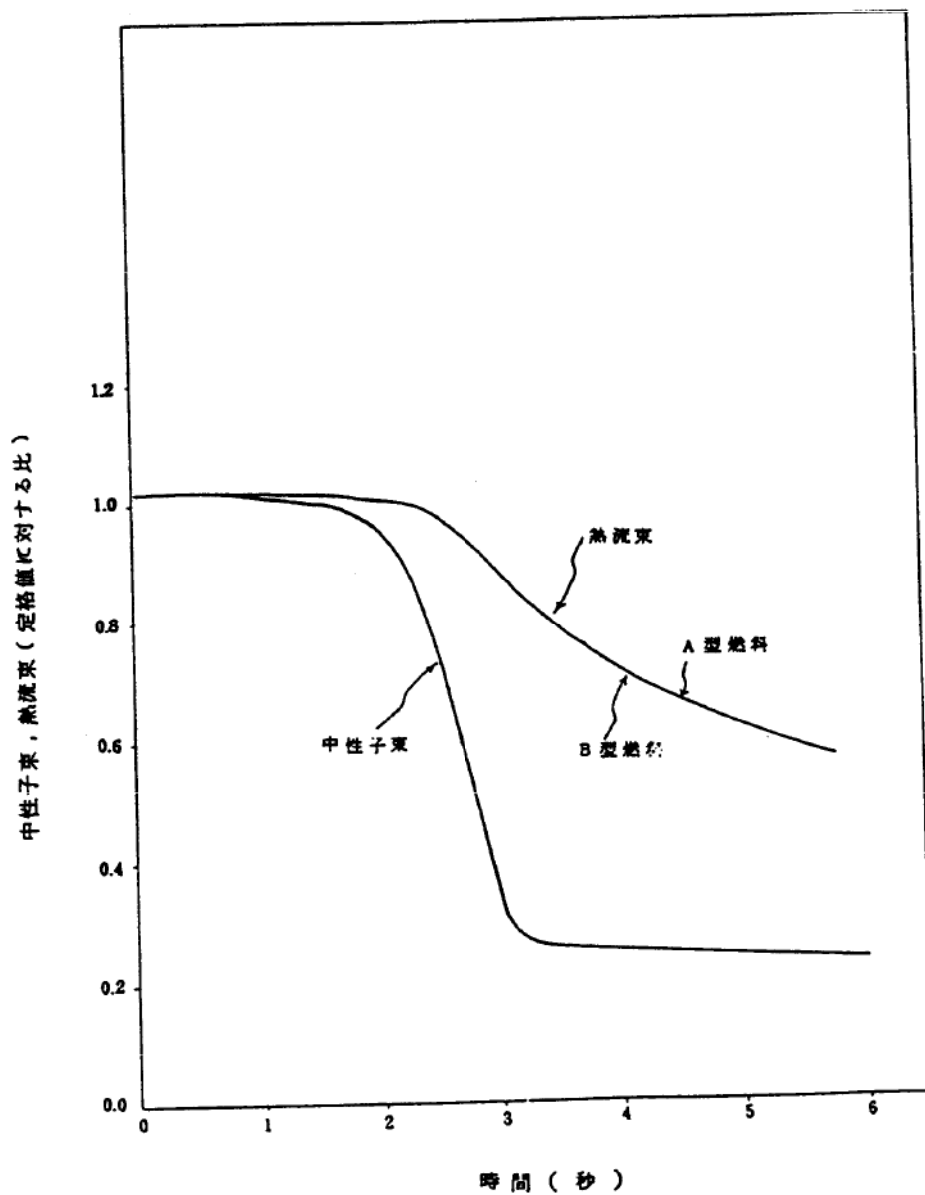


図 1.1. 1次冷却材ポンプ軸固着事故時の熱流束の時間変化

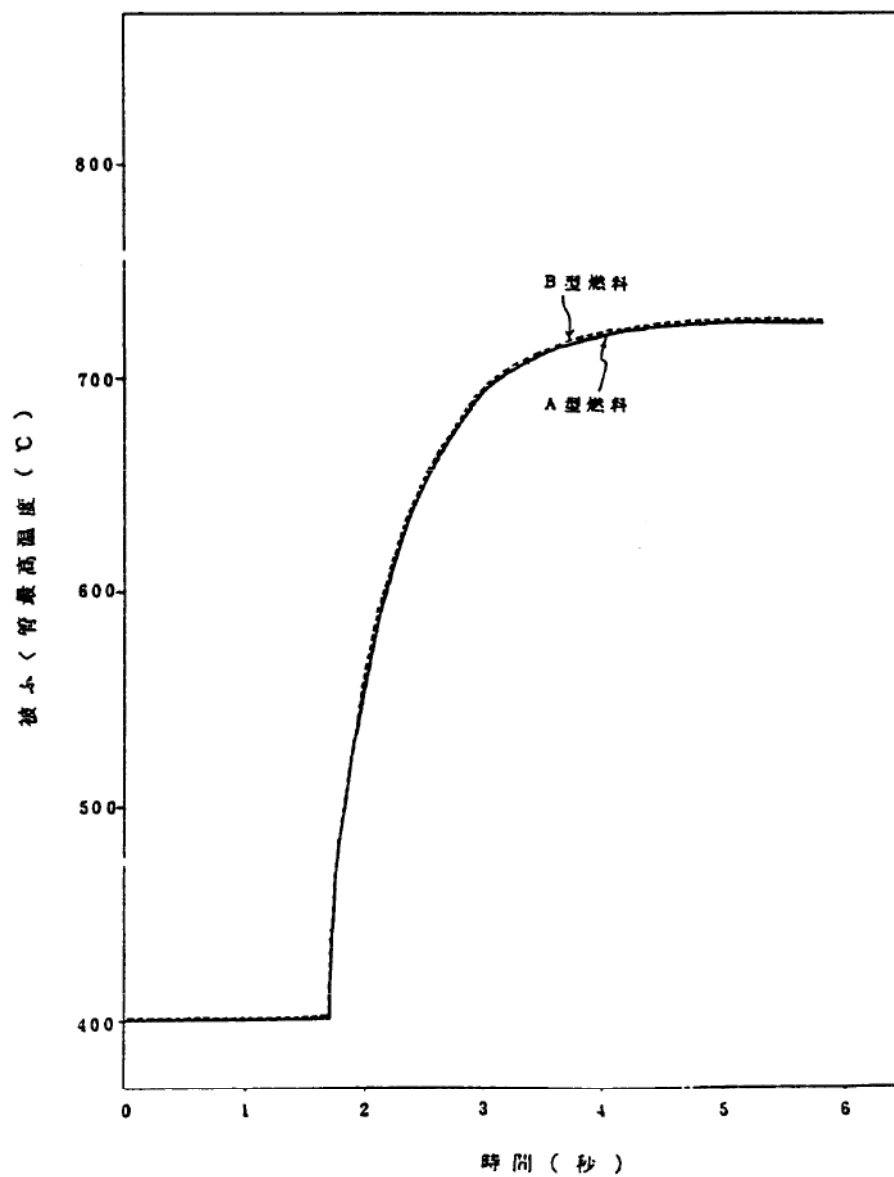


図 1 2. 1 次冷却材ポンプ軸固着事故時の被ふく管最高温度の時間変化

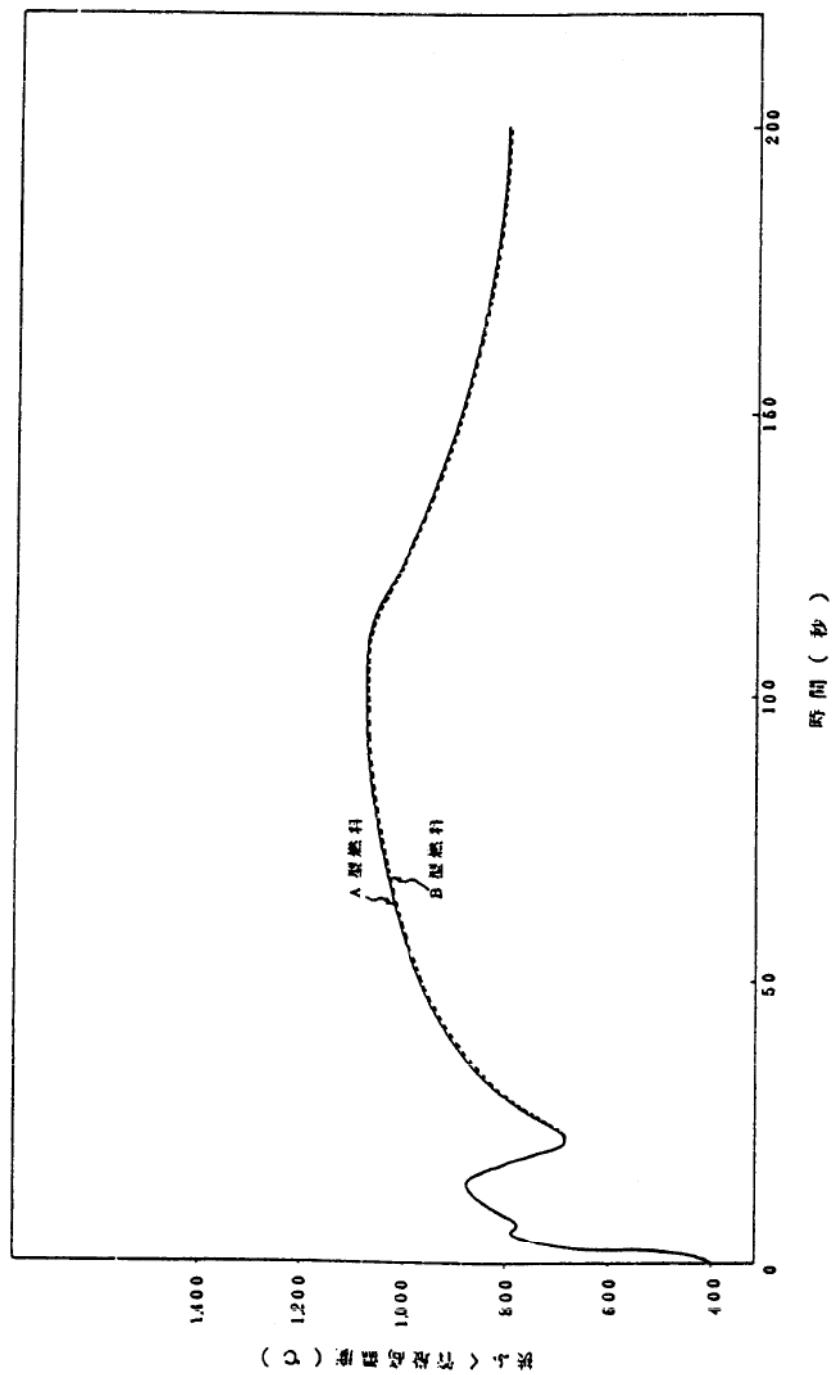


図 13 1 次冷却材喪失事故時の核ふく習最高温度の時間変化

添 付 書 類 九

変更後における発電用原子炉施設の放射線の管理に関する説明書 目 次

1. 放射線防護に関する基本方針	9-1-1
1.1 基本的考え方	9-1-1
1.2 具体的方法	9-1-2
2. 放射線管理	9-2-1
2.1 管理区域、保全区域及び周辺監視区域の設定	9-2-1
2.1.1 管理区域	9-2-1
2.1.2 保全区域	9-2-1
2.1.3 周辺監視区域	9-2-1
2.2 管理区域等の管理	9-2-2
2.2.1 遮蔽	9-2-2
2.2.2 換気	9-2-3
2.2.3 線量等の測定	9-2-7
2.3 作業管理	9-2-11
2.3.1 人の出入管理	9-2-11
2.3.2 物品の出入管理	9-2-12
2.3.3 管理区域内の区分	9-2-12
2.3.4 作業管理	9-2-12
2.4 個人管理	9-2-14
2.5 保全区域内の管理	9-2-16
2.6 周辺監視区域内の管理	9-2-17
2.7 放射性廃棄物の放出管理	9-2-18
2.7.1 気体廃棄物	9-2-18
2.7.2 液体廃棄物	9-2-19
3. 周辺監視区域境界付近及び周辺地域の環境放射線監視	9-3-1
3.1 空間放射線量等の監視	9-3-1
3.2 環境試料の放射能監視	9-3-2

3.3	異常時における測定	9-3-3
4.	放射性廃棄物処理	9-4-1
4.1	放射性廃棄物処理の基本的考え方	9-4-1
4.2	気体廃棄物処理	9-4-3
4.2.1	気体廃棄物の発生源	9-4-3
4.2.2	1次冷却材中の希ガス及びよう素の濃度	9-4-4
4.2.3	気体廃棄物の放出量	9-4-9
4.3	液体廃棄物処理	9-4-18
4.3.1	放射性廃液の発生源	9-4-18
4.3.2	放射性廃液の発生量	9-4-19
4.3.3	液体廃棄物の放出量	9-4-19
4.4	固体廃棄物処理	9-4-21
4.4.1	固体廃棄物の発生源とその発生量	9-4-21
4.4.2	保管管理	9-4-22
4.5	参考文献	9-4-28
5.	平常運転時における発電所周辺の一般公衆の受ける 線量評価	9-5-1
5.1	実効線量の計算	9-5-1
5.1.1	気体廃棄物中の希ガスの γ 線による実効線量	9-5-1
5.1.2	液体廃棄物中の放射性物質による実効線量	9-5-11
5.1.3	よう素による実効線量	9-5-12
5.2	線量評価結果	9-5-27
5.3	参考文献	9-5-36

表

第2.7.1表	気体廃棄物中の希ガス及びよう素の放出管理目標値 (1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉合算)	9-2-19
第2.7.2表	液体廃棄物中の放射性物質(トリチウムを除く)の放出 管理目標値(1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉合算)	9-2-20
第3.1.1表	空間放射線量等の監視用設備 (1号、2号、3号及び4号炉共用)	9-3-1
第4.2.1表	1次冷却材中の希ガス及びよう素の濃度	9-4-8
第4.2.2表(1)	希ガスの放出量(1号炉)	9-4-14
第4.2.2表(2)	希ガスの放出量(2号炉)	9-4-15
第4.2.2表(3)	希ガスの放出量(3号及び4号各炉)	9-4-16
第4.2.3表(1)	よう素の放出量(1号炉)	9-4-14
第4.2.3表(2)	よう素の放出量(2号炉)	9-4-15
第4.2.3表(3)	よう素の放出量(3号及び4号各炉)	9-4-16
第4.2.4表	希ガス及びよう素の放出量	9-4-17
第4.3.1表	放射性廃液の年間推定発生量及び液体廃棄物の 年間推定放出量(1号炉及び2号炉合算)	9-4-20
第4.3.2表	液体廃棄物の核種構成	9-4-20
第4.4.1表	固体廃棄物の年間推定発生量 (1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉合算)	9-4-23
第5.1.1表	線量計算に用いた放出源の有効高さ	9-5-28
第5.1.2表	着目方位及び隣接2方位への最大放出回数	9-5-29
第5.1.3表	線量計算に用いた気象条件(1)	9-5-30
第5.1.4表	線量計算に用いた気象条件(2)	9-5-31
第5.1.5表	敷地境界外における希ガスの γ 線による年間実効線量 (1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉合算)	9-5-10
第5.1.6表	液体廃棄物中に含まれる核種iの実効線量係数	9-5-32
第5.1.7表	液体廃棄物の放水口濃度	9-5-33
第5.1.8表	濃縮係数	9-5-34

第5.1.9表	気体廃棄物中のよう素による実効線量計算結果 (1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉合算)	9-5-21
第5.1.10表	液体廃棄物中のよう素による実効線量計算結果 (1号炉及び2号炉合算)	9-5-24
第5.1.11表	液体廃棄物中のよう素による実効線量計算結果 (3号炉及び4号炉合算)	9-5-24
第5.1.12表	気体廃棄物中及び液体廃棄物中のよう素を同時に 摂取する場合の実効線量計算結果 (1号炉、2号炉、3号炉及び4号炉合算)	9-5-26

図

第2.1.1図	管理区域及び保全区域図	9-2-21
第2.1.2図	周辺監視区域図	9-2-22
第2.2.1図	遮へい設計区分概略図（1階、地下1階）	9-2-23
第2.2.2図	遮へい設計区分概略図（2階）	9-2-24
第2.2.3図	遮へい設計区分概略図（3階）	9-2-25
第2.2.4図	遮へい設計区分概略図（4階）	9-2-26
第2.2.5図	遮へい設計区分概略図（5階）	9-2-27
第2.2.6図	遮へい設計区分概略図（廃樹脂貯蔵室）	9-2-28
第2.2.7図	遮へい設計区分概略図（固体廃棄物処理建屋） （その1）	9-2-29
第2.2.8図	遮へい設計区分概略図（固体廃棄物処理建屋） （その2）	9-2-30
第2.2.9図	遮へい設計区分概略図（固体廃棄物処理建屋） （その3）	9-2-31
第2.2.10図	遮へい設計区分概略図（固体廃棄物処理建屋） （その4）	9-2-32
第2.2.11図	遮へい設計区分概略図 （固体廃棄物固型化処理建屋）	9-2-33
第2.2.12図	遮へい設計区分概略図（廃樹脂処理建屋）	9-2-34
第2.2.13図	遮へい設計区分概略図 （使用済燃料輸送容器保管建屋）	9-2-35
第2.2.14図	遮蔽設計区分概略図（保修点検建屋）	9-2-36
第2.2.15図	原子炉格納施設換気系	9-2-37
第2.2.16図	原子炉補助建屋換気系	9-2-38
第2.2.17図	中央制御室換気系	9-2-39
第4.1.1図	気体廃棄物処理系統図（換気系含む）	9-4-24
第4.1.2図	液体廃棄物処理系統図	9-4-25
第4.1.3図	固体廃棄物処理系統説明図	9-4-26
第4.3.1図	液体廃棄物の年間推定発生量とその放射性物質の濃度	

	(1 号炉及び 2 号炉合算)	9-4-27
第5.1.1図	評価地点	9-5-35

1. 放射線防護に関する基本方針

1.1 基本的考え方

放射線の被ばく管理及び放射性廃棄物の廃棄に当たっては、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（以下「原子炉等規制法」という。）及び「労働安全衛生法」を遵守し、発電所放射線業務従事者等及び周辺監視区域外の公衆が、本発電所に起因する放射線被ばくから十分安全に防護されるように放射線防護対策を講じる。

さらに、発電所周辺の一般公衆の受ける線量については、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」に基づき、合理的に達成できる限り低くすることとする。

また、放射線の被ばく管理及び放射性廃棄物の廃棄の運用については、「原子炉等規制法」に基づき、保安規定にこれを定める。

1.2 具体的方法

- (1) 放射線防護に関して、外部被ばくに対しては十分な遮へい設備により、また、空気中の放射性物質による内部被ばくに対しては換気設備等により、これを合理的に達成できる限り低減する方針で設計し、運用する。
- (2) 放射線業務従事者に対しては、不必要な放射線被ばくを防止するために、管理区域を設定して立入りの制限を行い、外部放射線に係る線量当量、空気中もしくは水中の放射性物質の濃度及び床等の表面の放射性物質の密度を監視して、その結果を管理区域内の諸管理に反映する。
- (3) 放射線業務従事者の受ける線量を測定評価し、線量の低減に努めるとともに、その結果を作業環境の整備及び作業方法等の改善に反映する。

さらに、各個人については、定期的又は必要に応じ健康診断を行って常に身体的状態を把握する。
- (4) 管理区域の外側に周辺監視区域を設定して、この区域内での人の居住を禁止し、境界には、さく又は標識を設ける等の方法によって人の立入りを制限する。
- (5) 気体及び液体廃棄物の放出管理については、発電所周辺の一般公衆の受ける線量が「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」に定める線量目標値を超えないように努める。

なお、平常時線量評価は、「添付書類八 3.6 核設計」に示されている代表的なケースの平衡炉心により評価を行う。

2. 放射線管理

2.1 管理区域、保全区域及び周辺監視区域の設定

2.1.1 管理区域

炉室、使用済燃料の貯蔵施設、放射性廃棄物の廃棄施設等の場所であって、その場所における外部放射線に係る線量、空気中の放射性物質の濃度又は放射性物質によって汚染された物の表面の放射性物質の密度が、「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」（以下「線量限度等を定める告示」という。）（第 1 条）に定められた値を超えるか又は超えるおそれのある区域は、すべて管理区域とする。

実際には、部屋、建物その他の施設の配置及び管理上の便宜も考慮して、原子炉格納施設、原子炉補助建屋の大部分、固体廃棄物貯蔵庫、蒸気発生器保管庫、外部遮蔽壁保管庫、廃樹脂貯蔵室、固体廃棄物処理建屋、固体廃棄物固型化処理建屋、廃樹脂処理建屋、使用済燃料輸送容器保管建屋、保修点検建屋等を管理区域とする。

管理区域の範囲を第 2.1.1 図に示す。

また、運用段階で、もしも一時的に上記管理区域に係る値を超えるか又は超えるおそれのある区域が生じた場合は、一時的な管理区域とする。

2.1.2 保全区域

「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」（第 1 条）の規定に基づき、原子炉施設の保全のため特に管理を必要とする原子炉補助建屋で管理区域以外の区域、タービン建屋等を第 2.1.1 図に示すように保全区域として設定する。

2.1.3 周辺監視区域

外部放射線に係る線量又は空気中若しくは水中の放射性物質の濃度が、「線量限度等を定める告示」（第 2 条及び第 8 条）に定められた値を超えるおそれのある区域を周辺監視区域とする。実際には、周辺監視区域境界は管理上の便宜も考慮して第 2.1.2 図に示すように設定する。