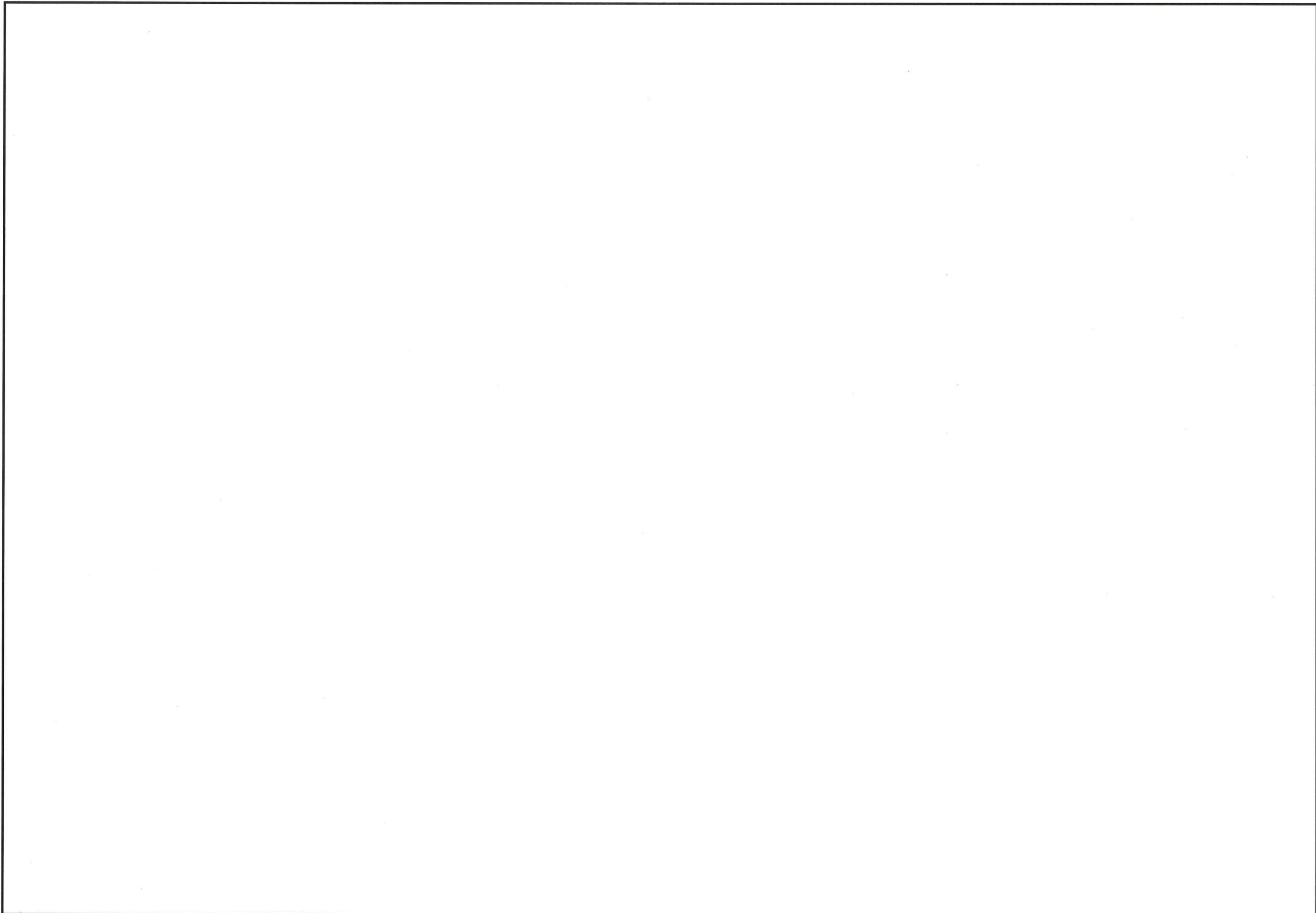
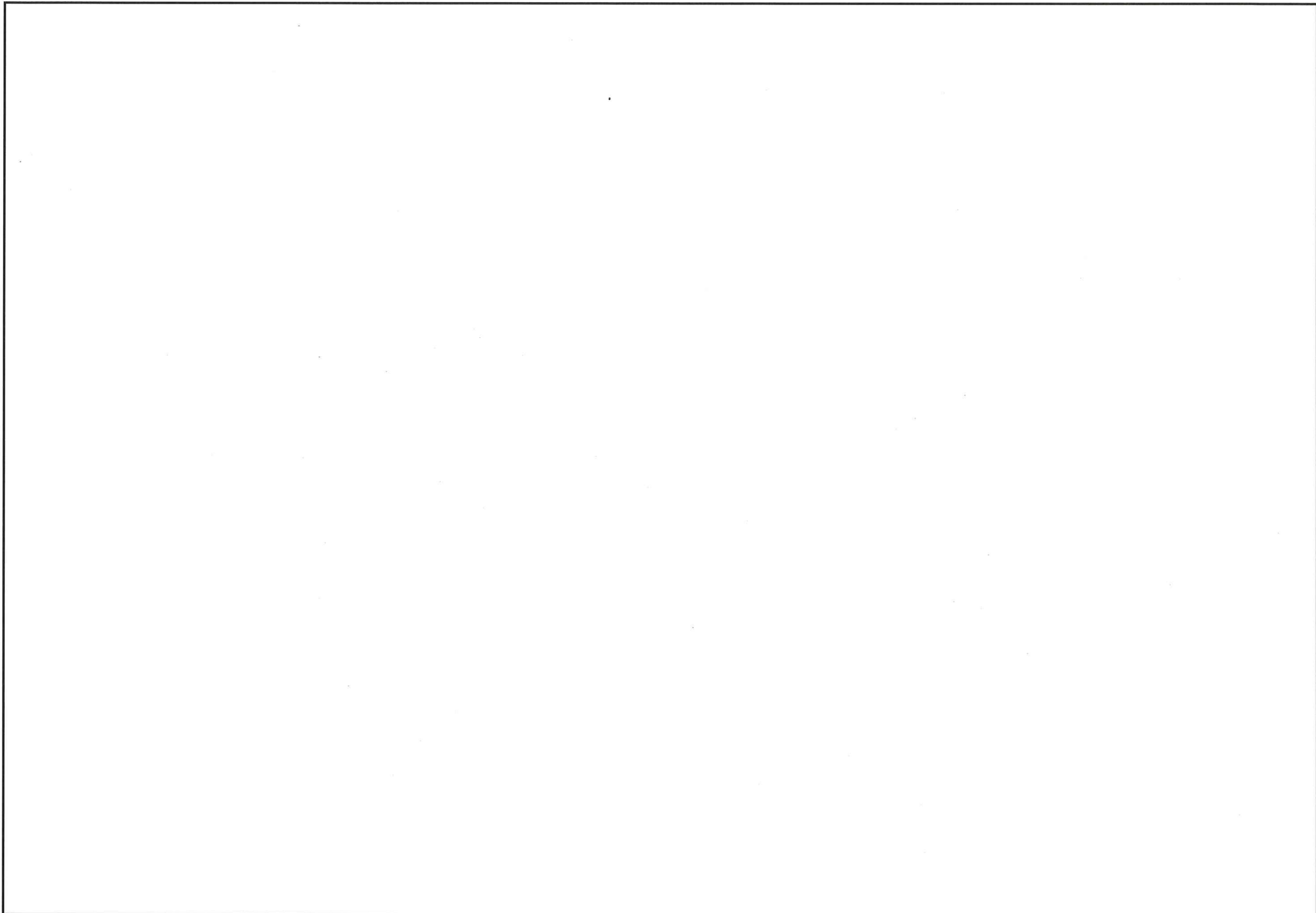


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



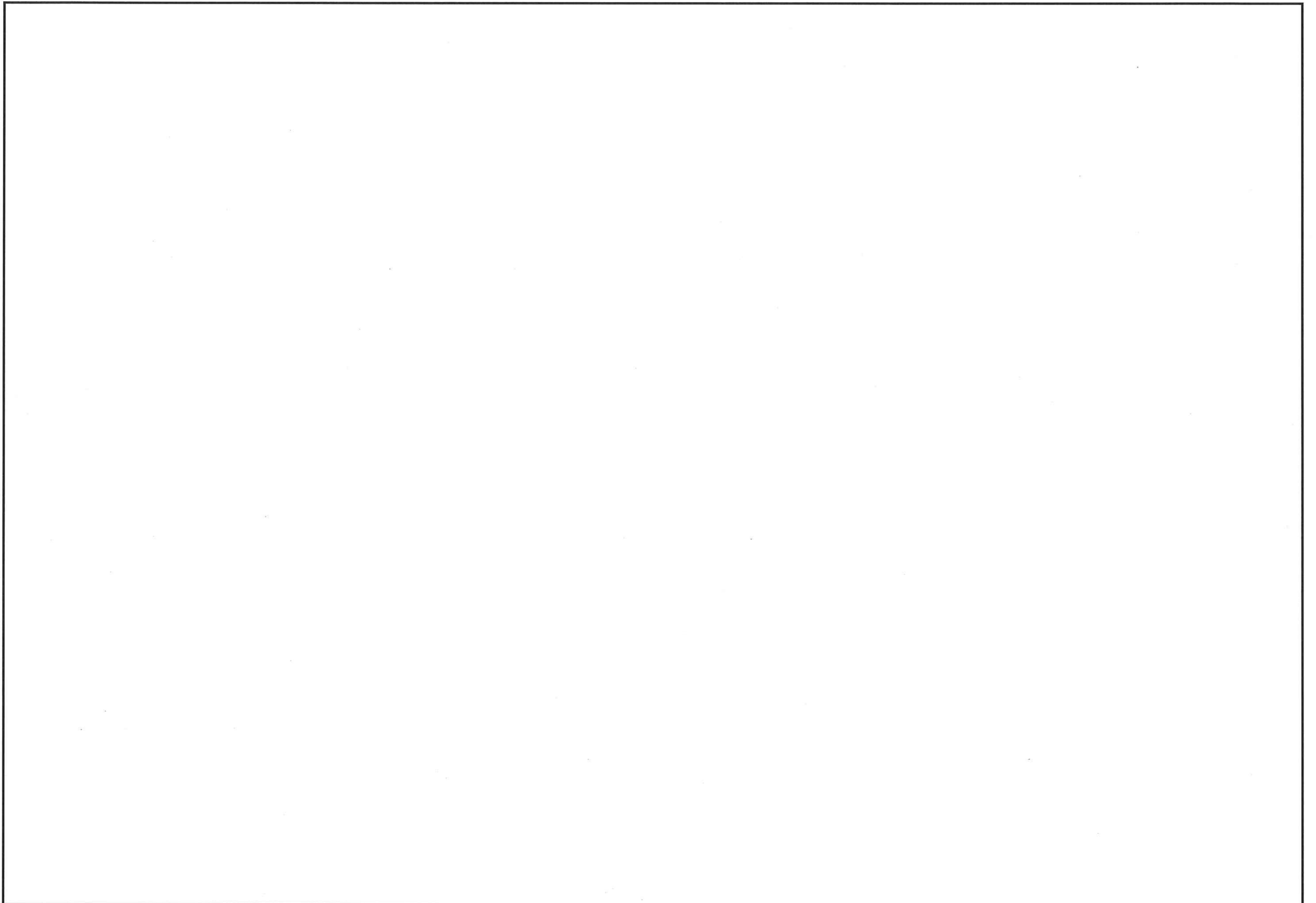
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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。





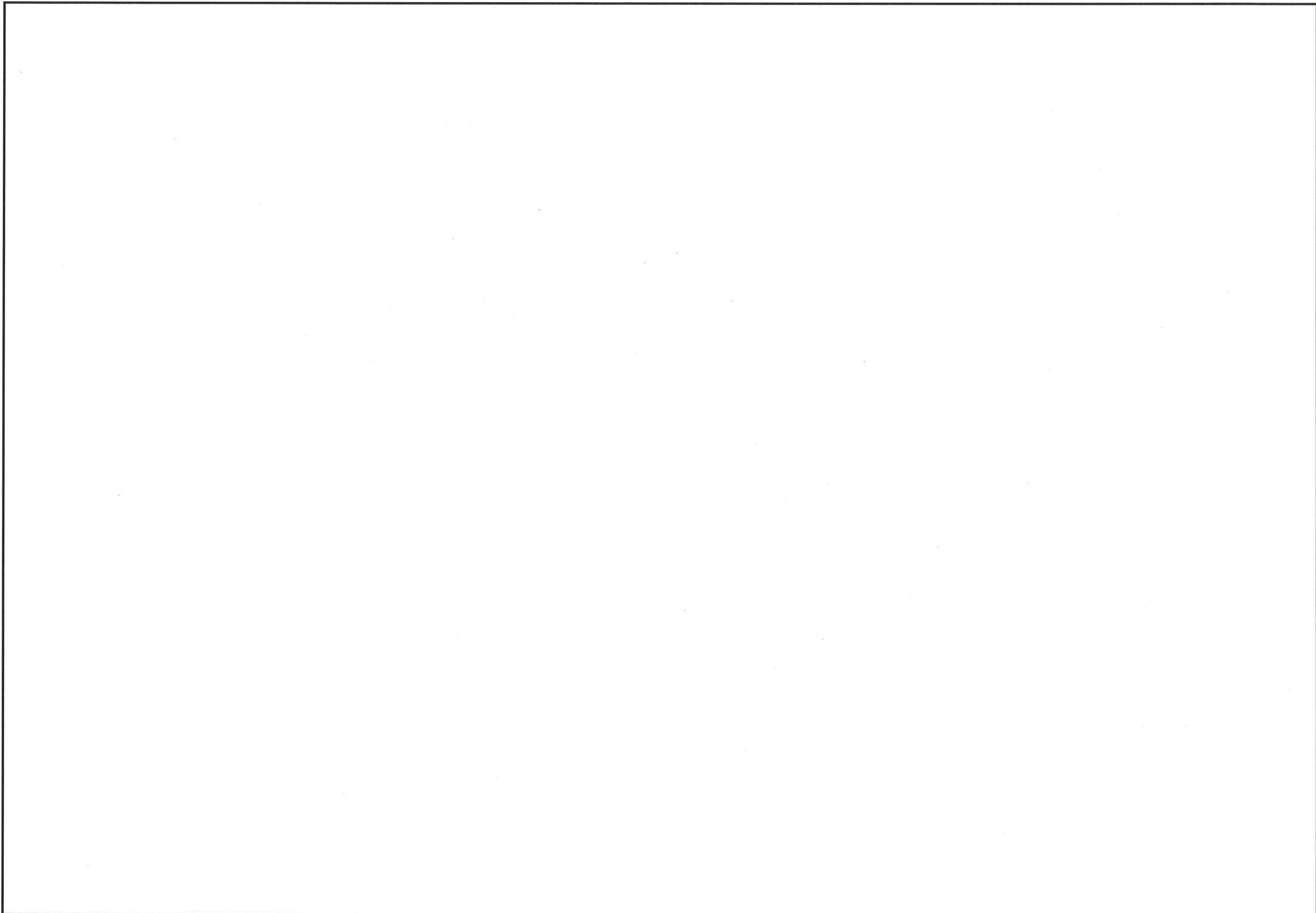
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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。

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。

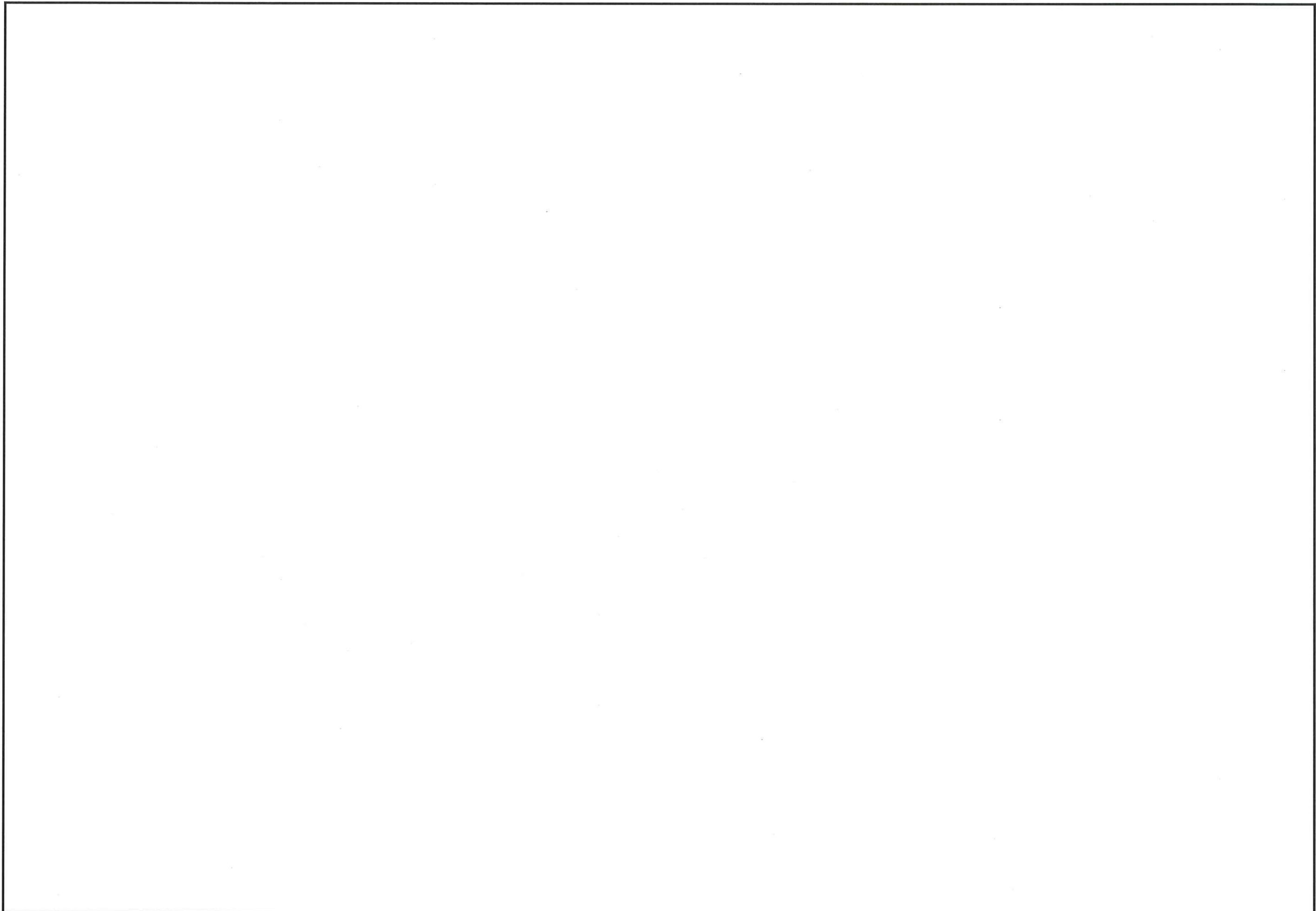


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

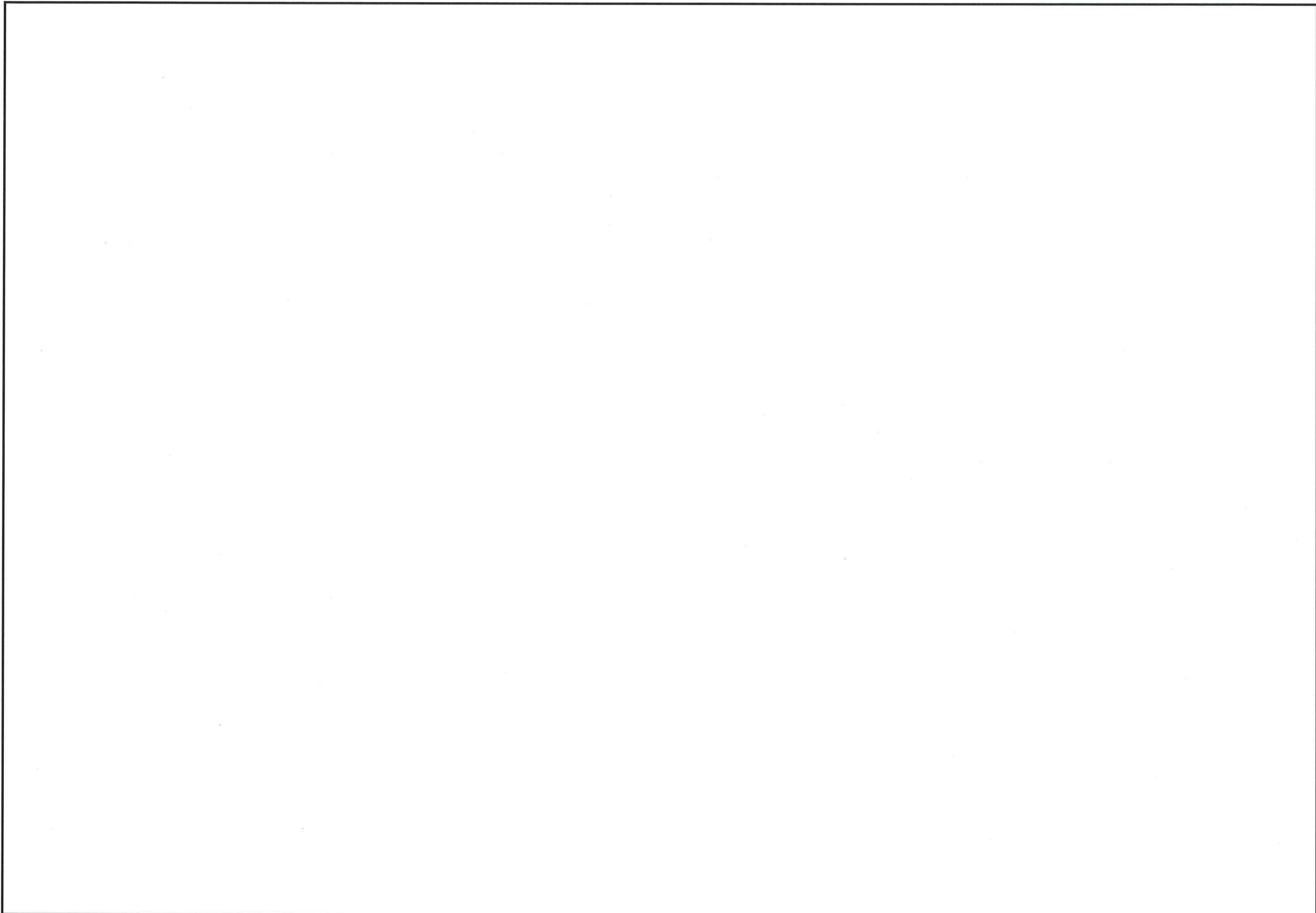
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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。

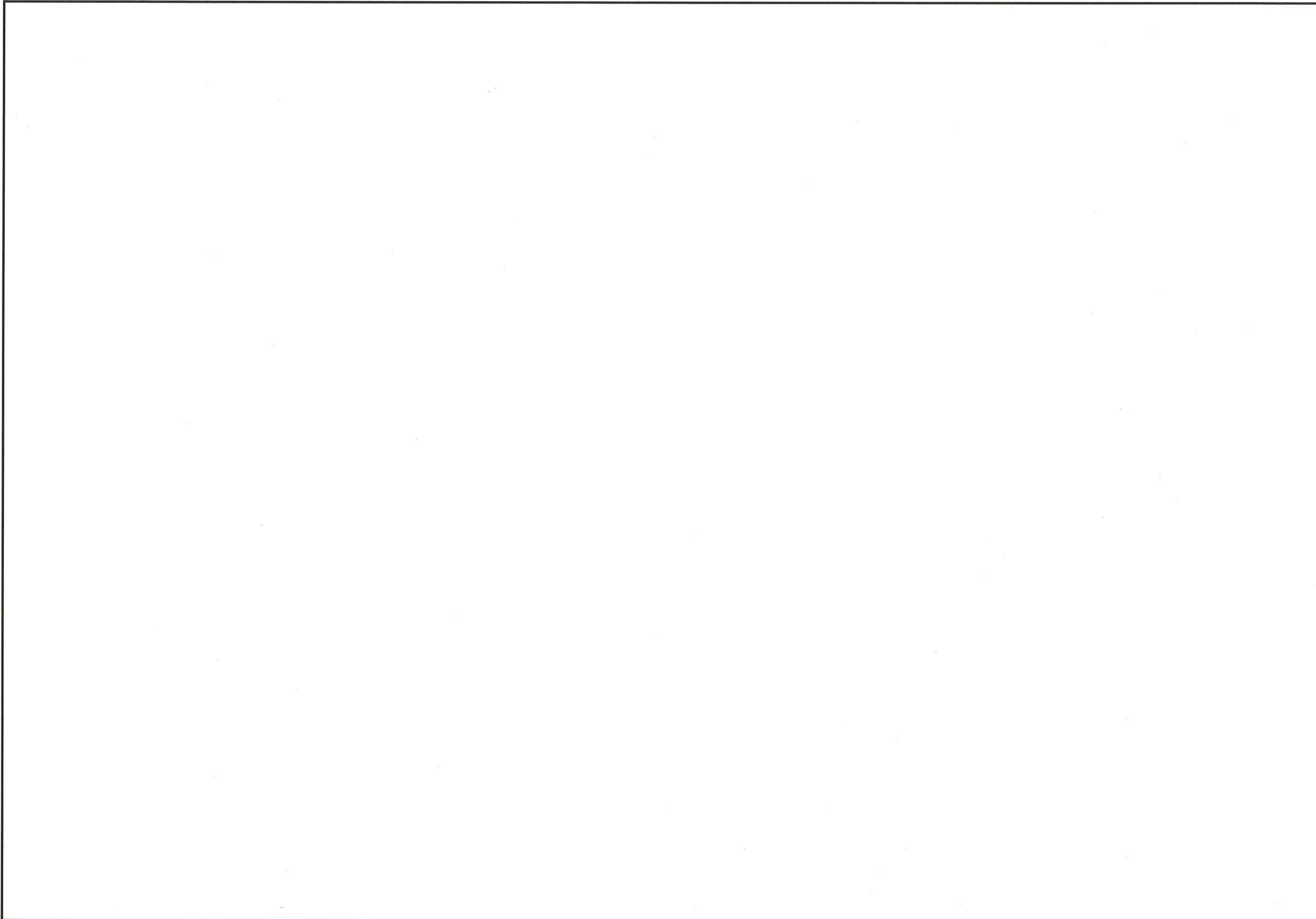




枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

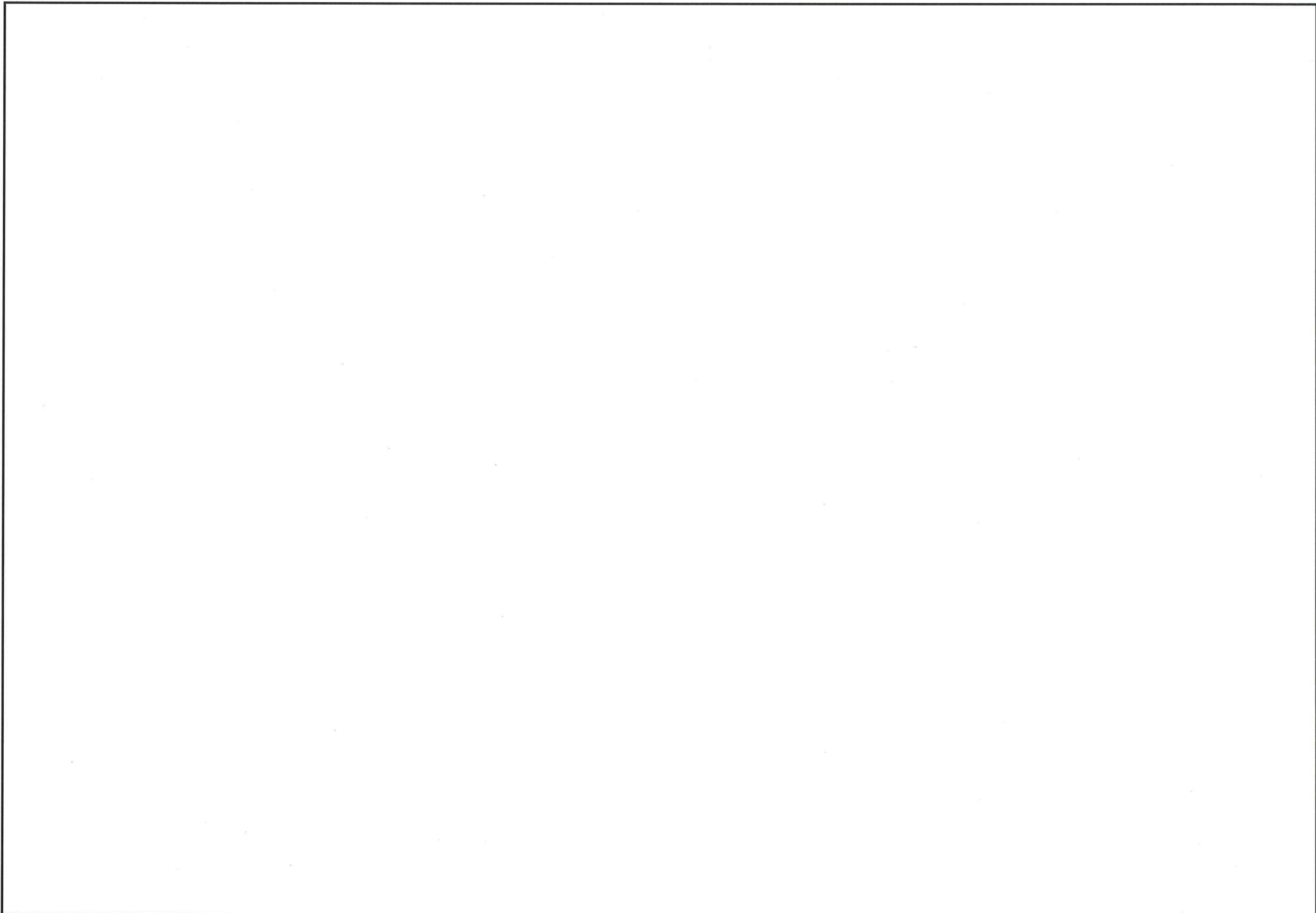


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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。

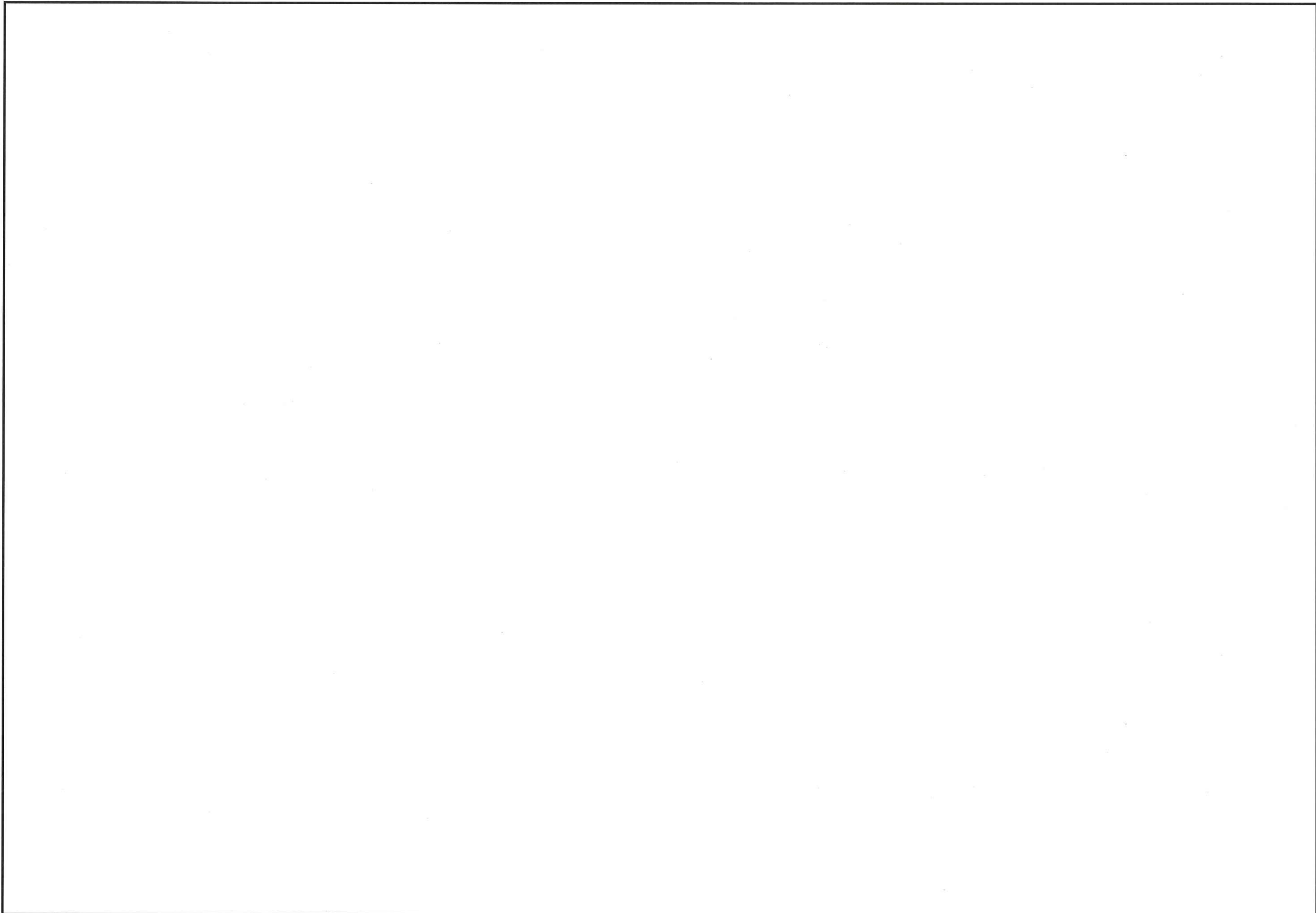


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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。

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。



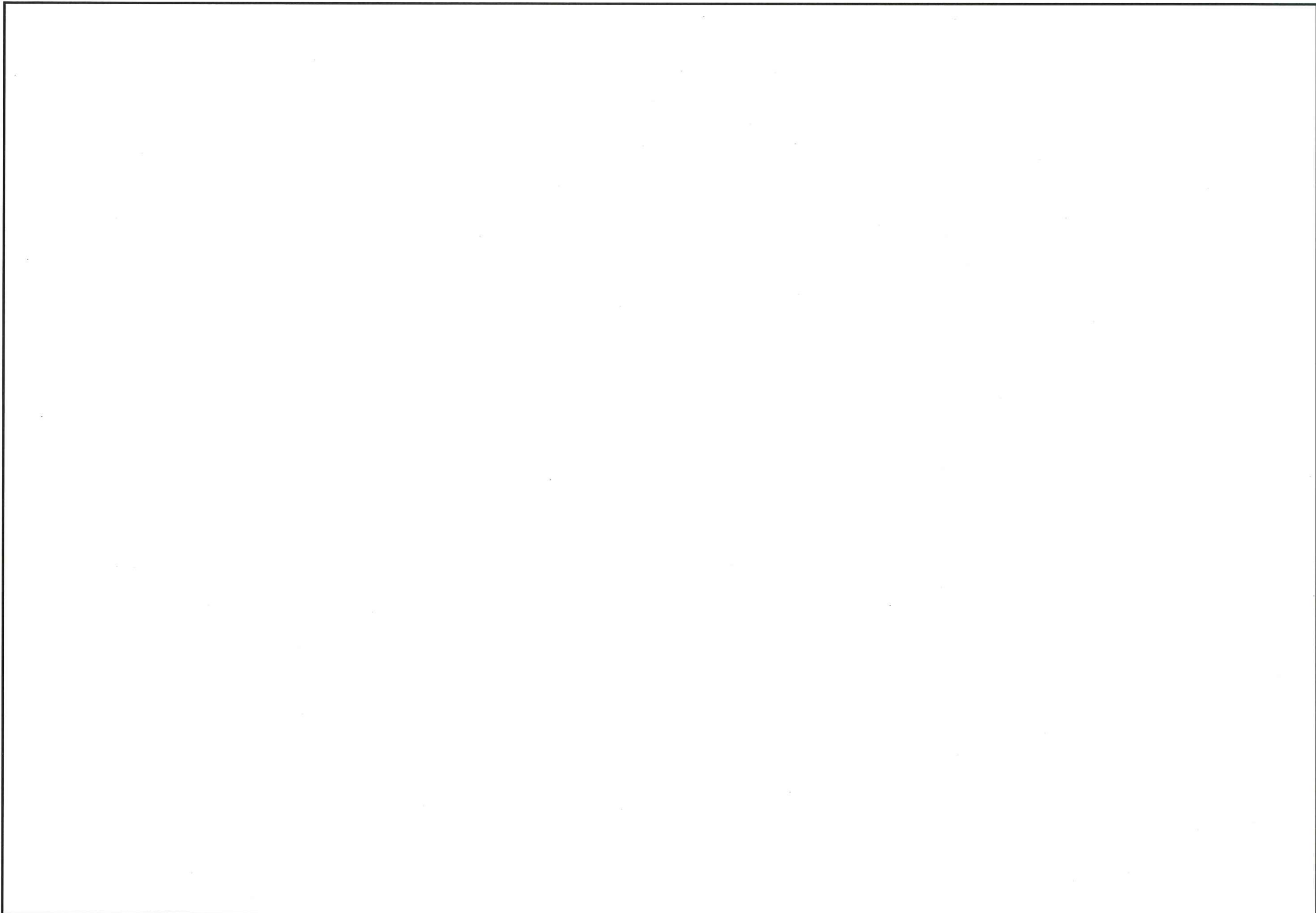
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



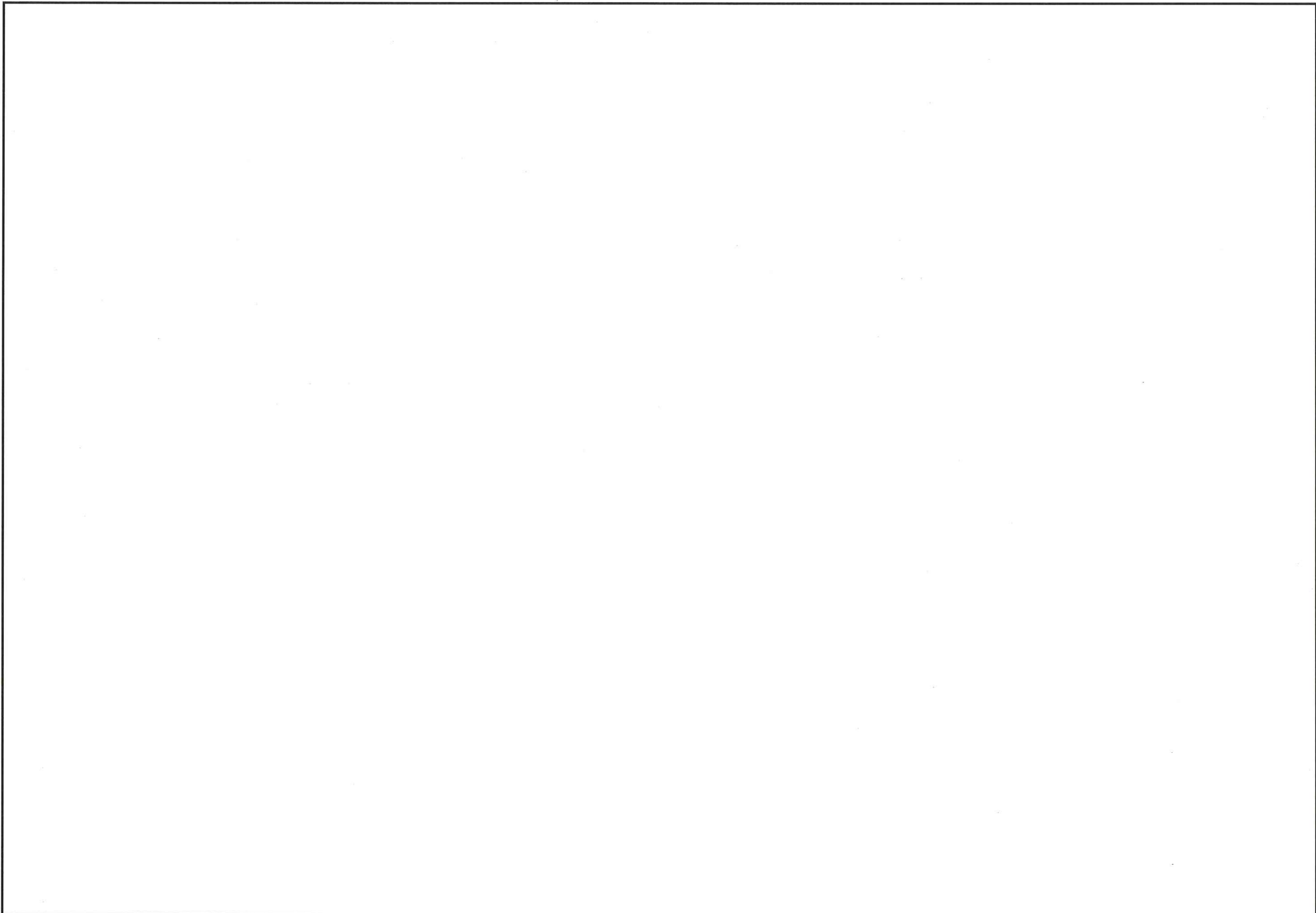
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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。

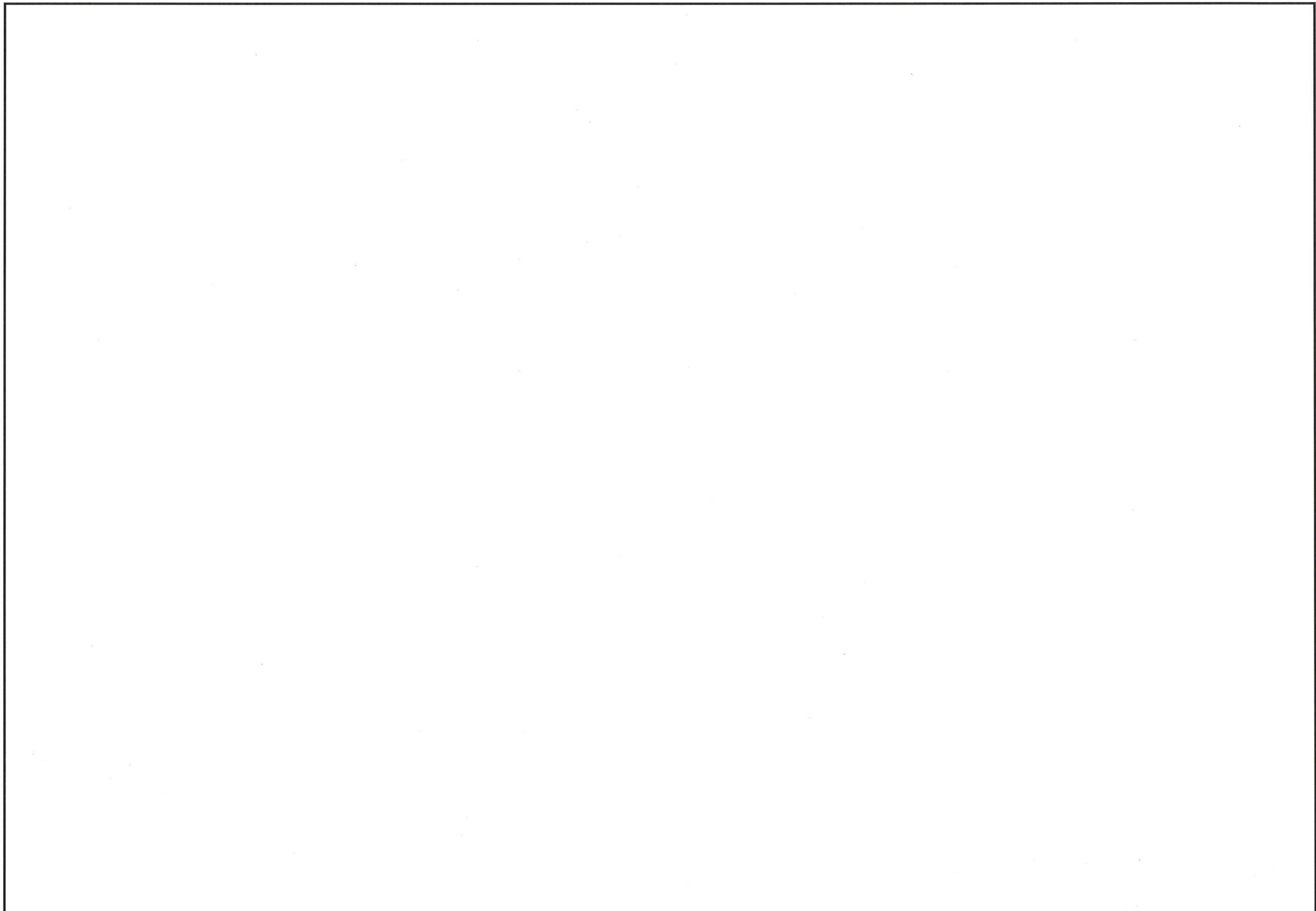
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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。

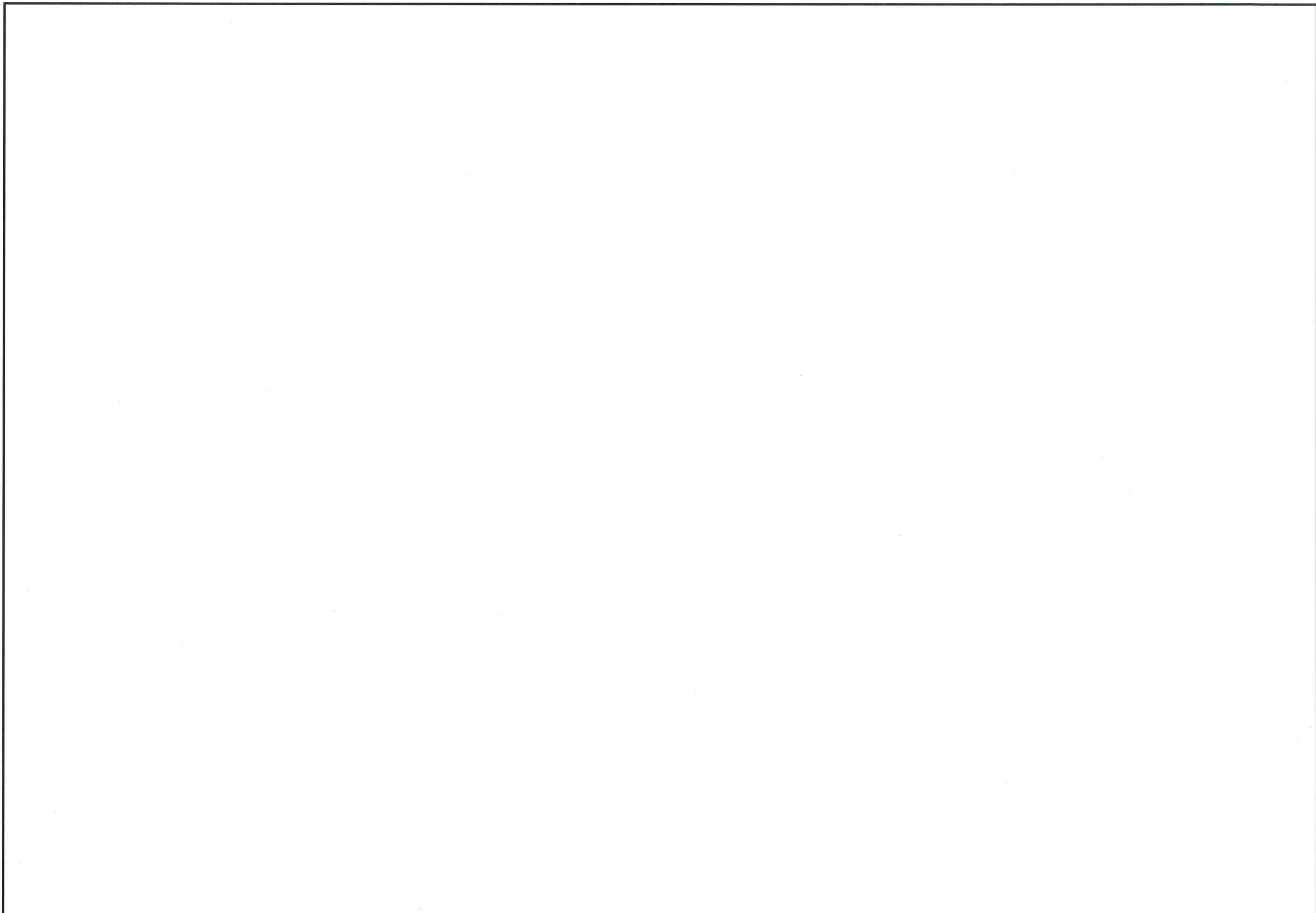


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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。



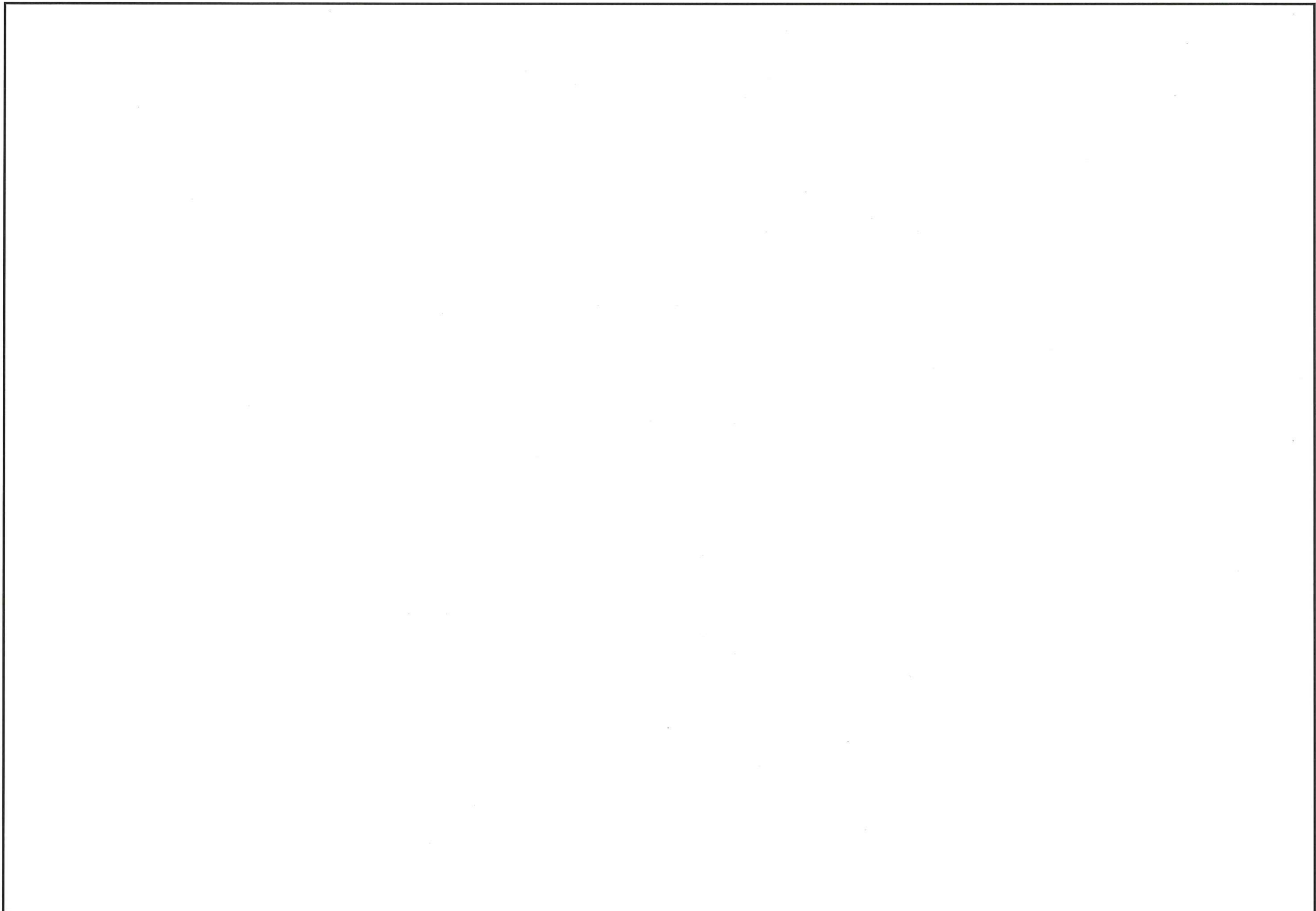
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



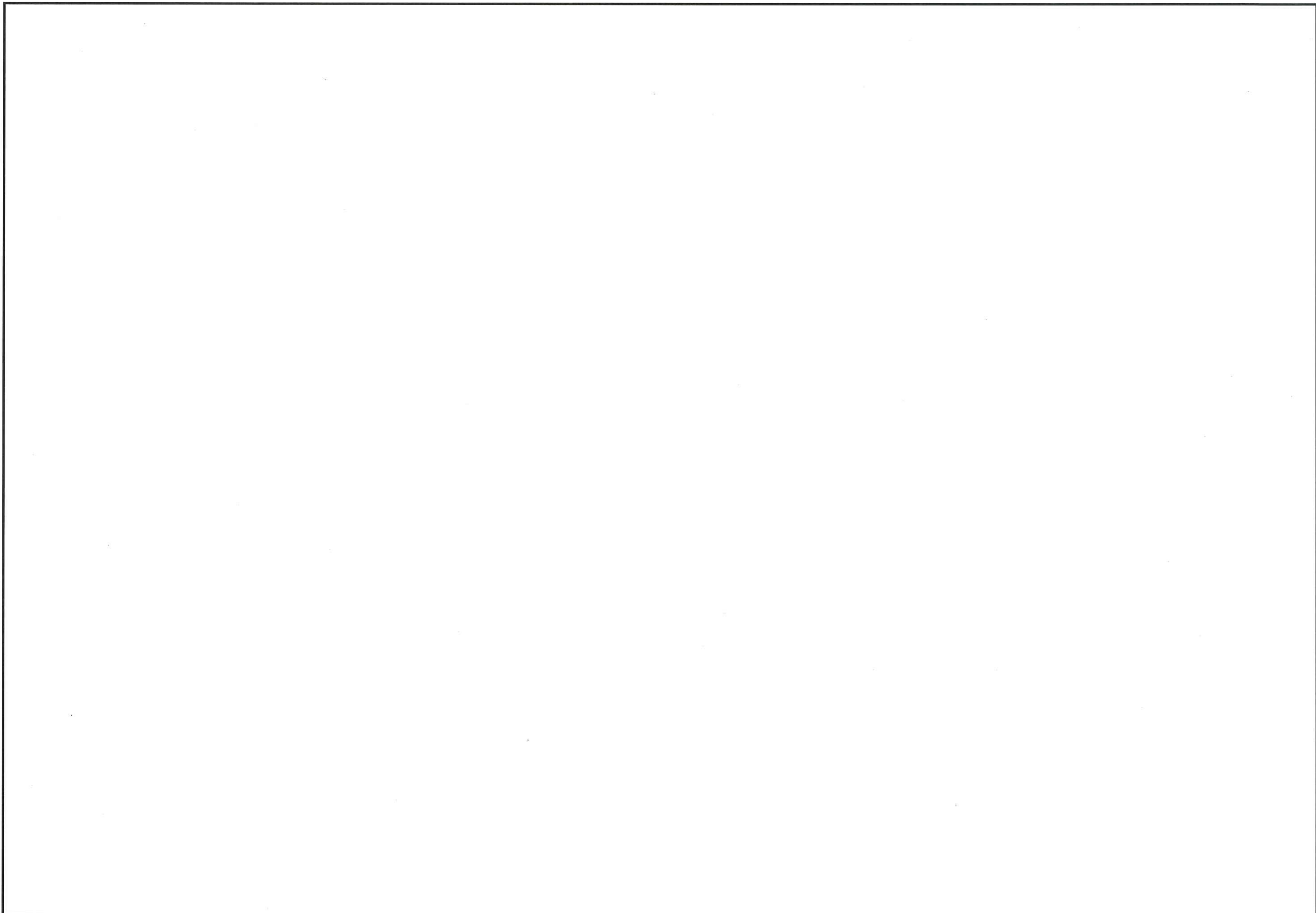
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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。

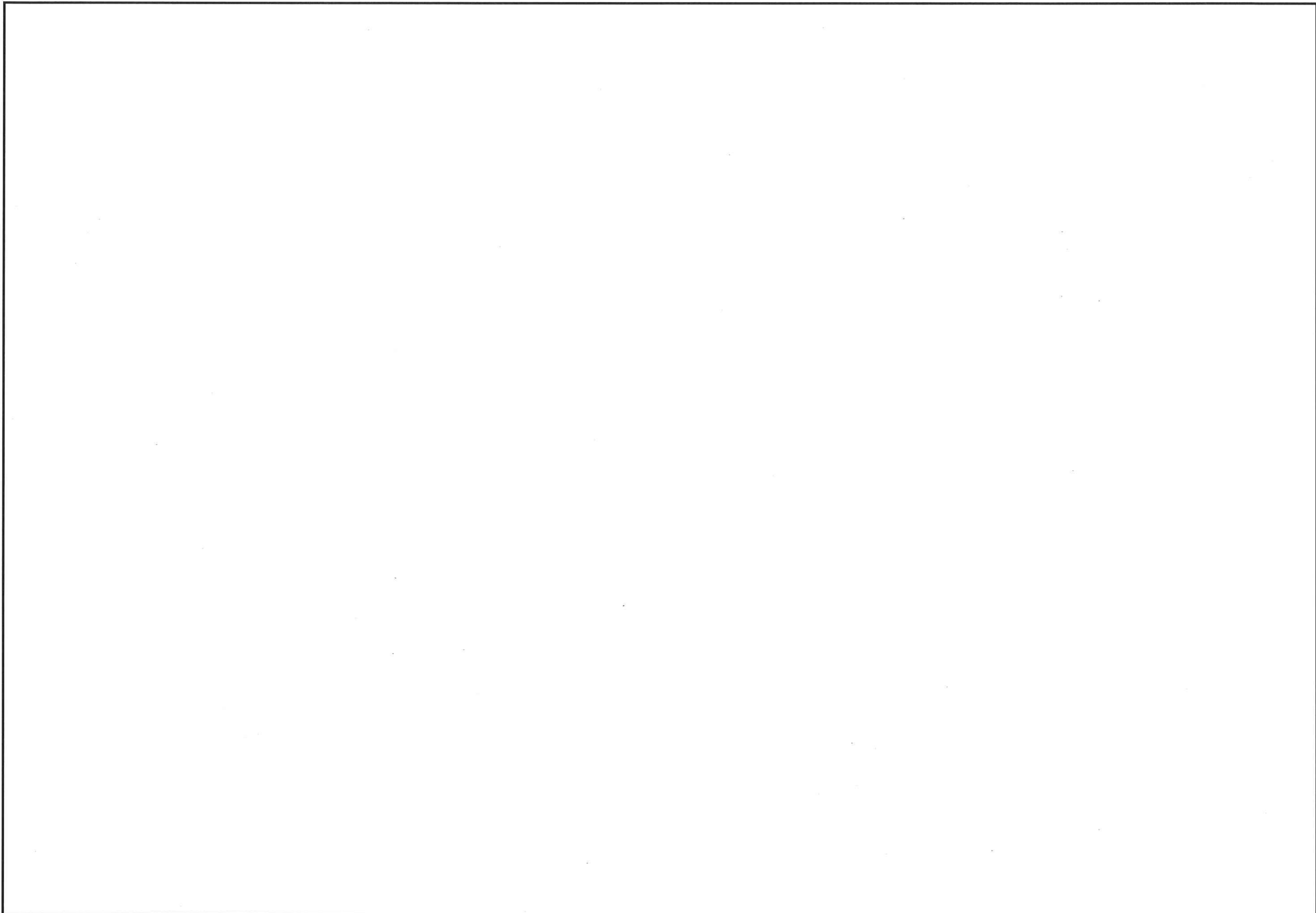
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



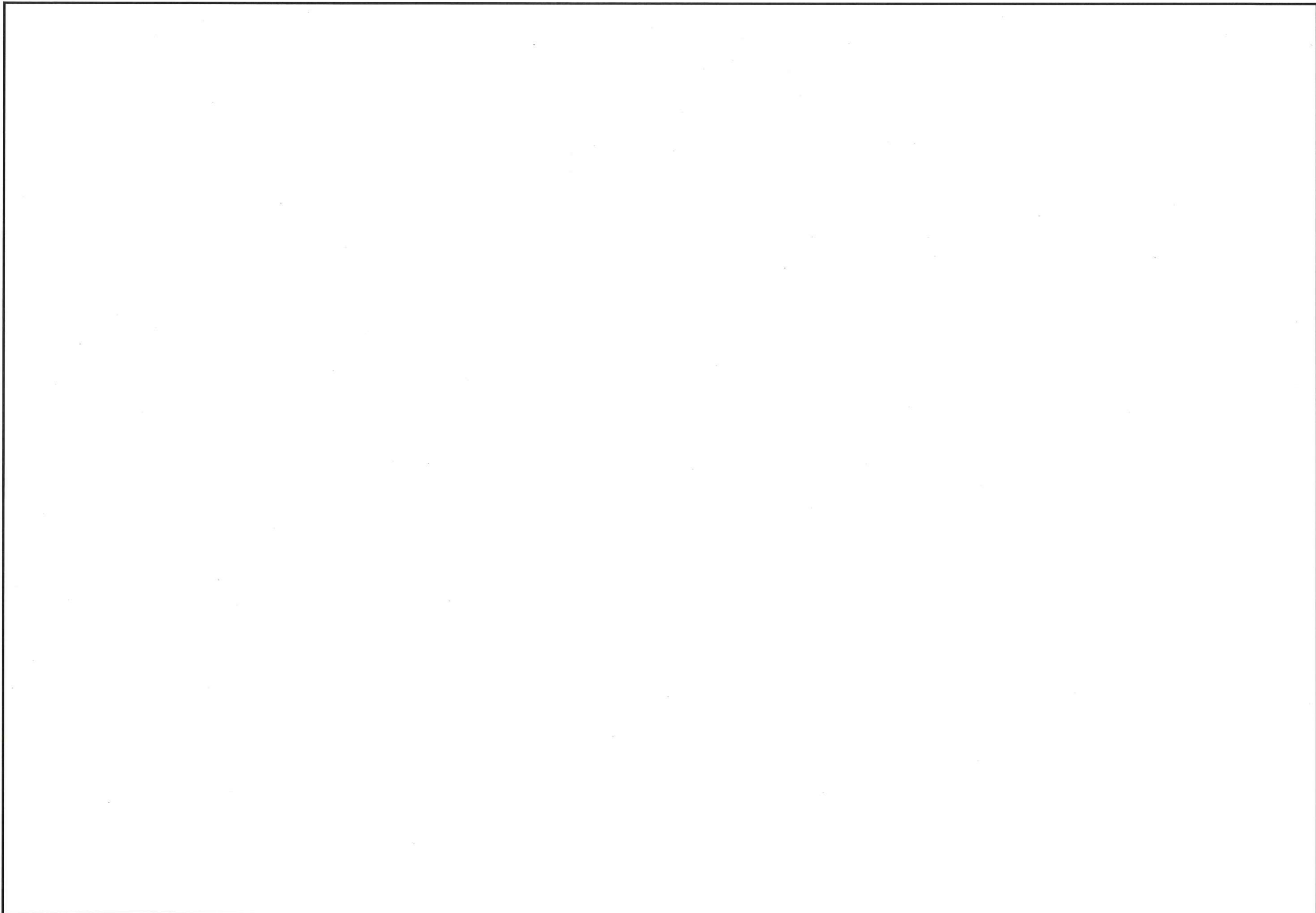
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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。



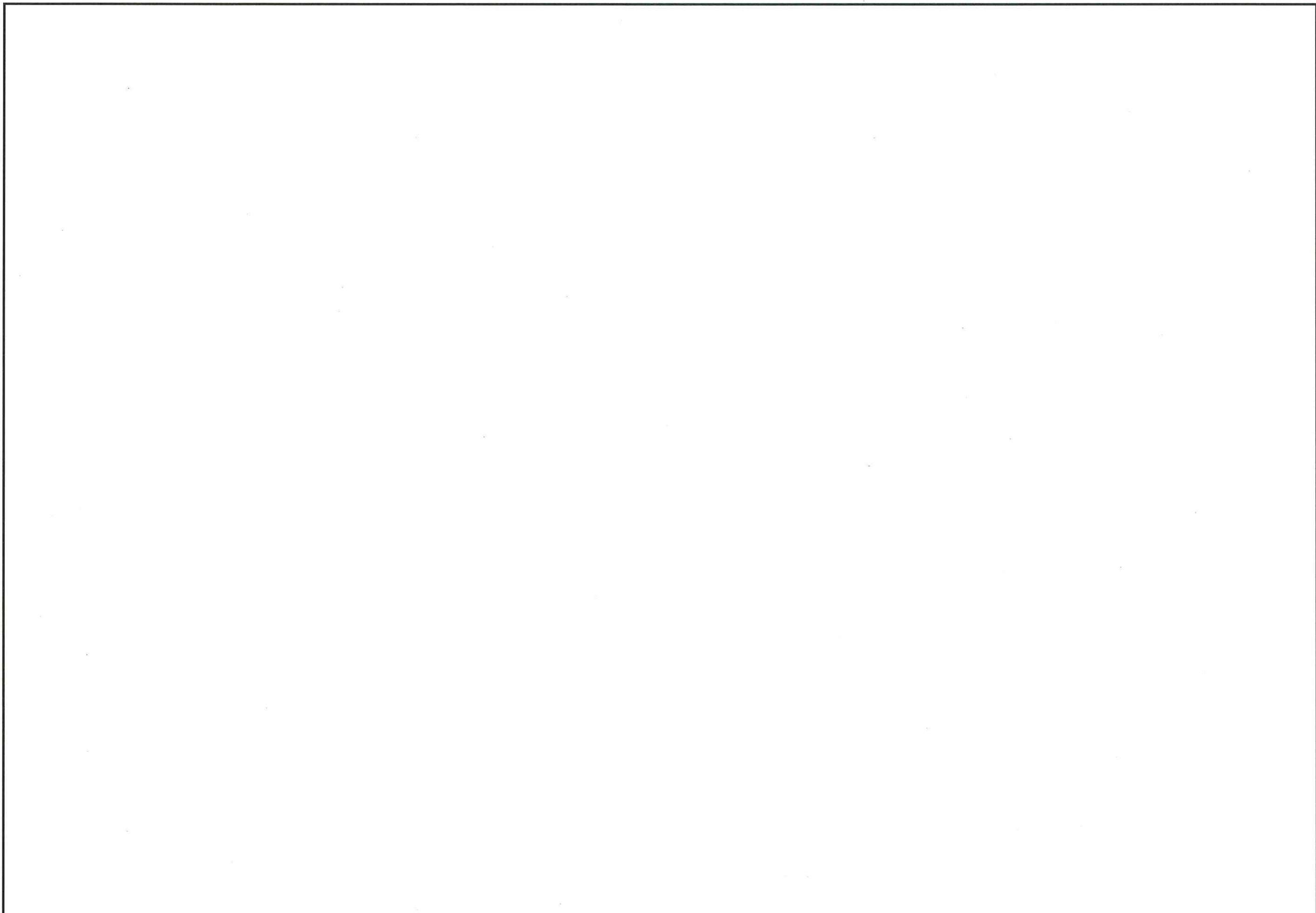
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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。



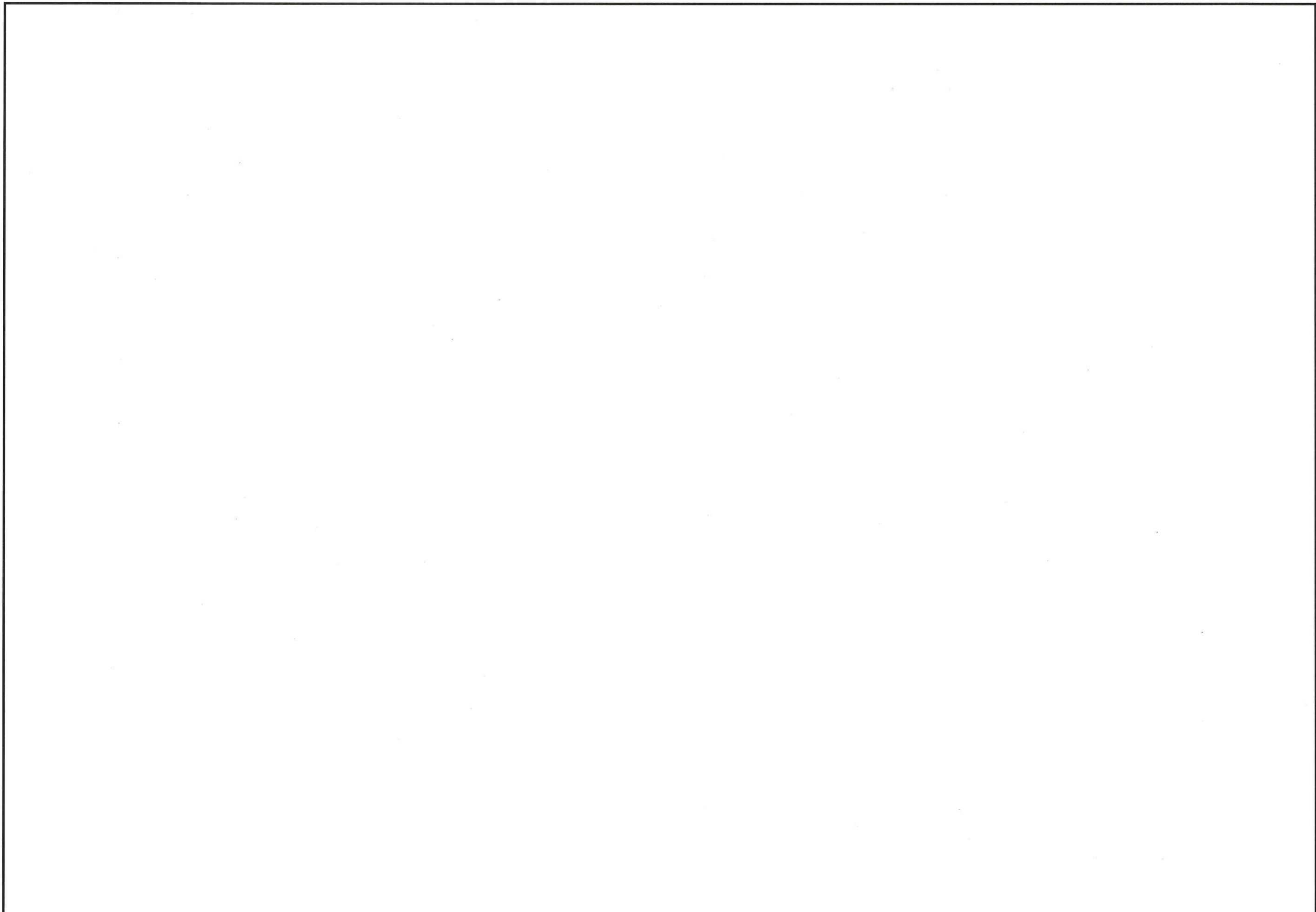
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



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。

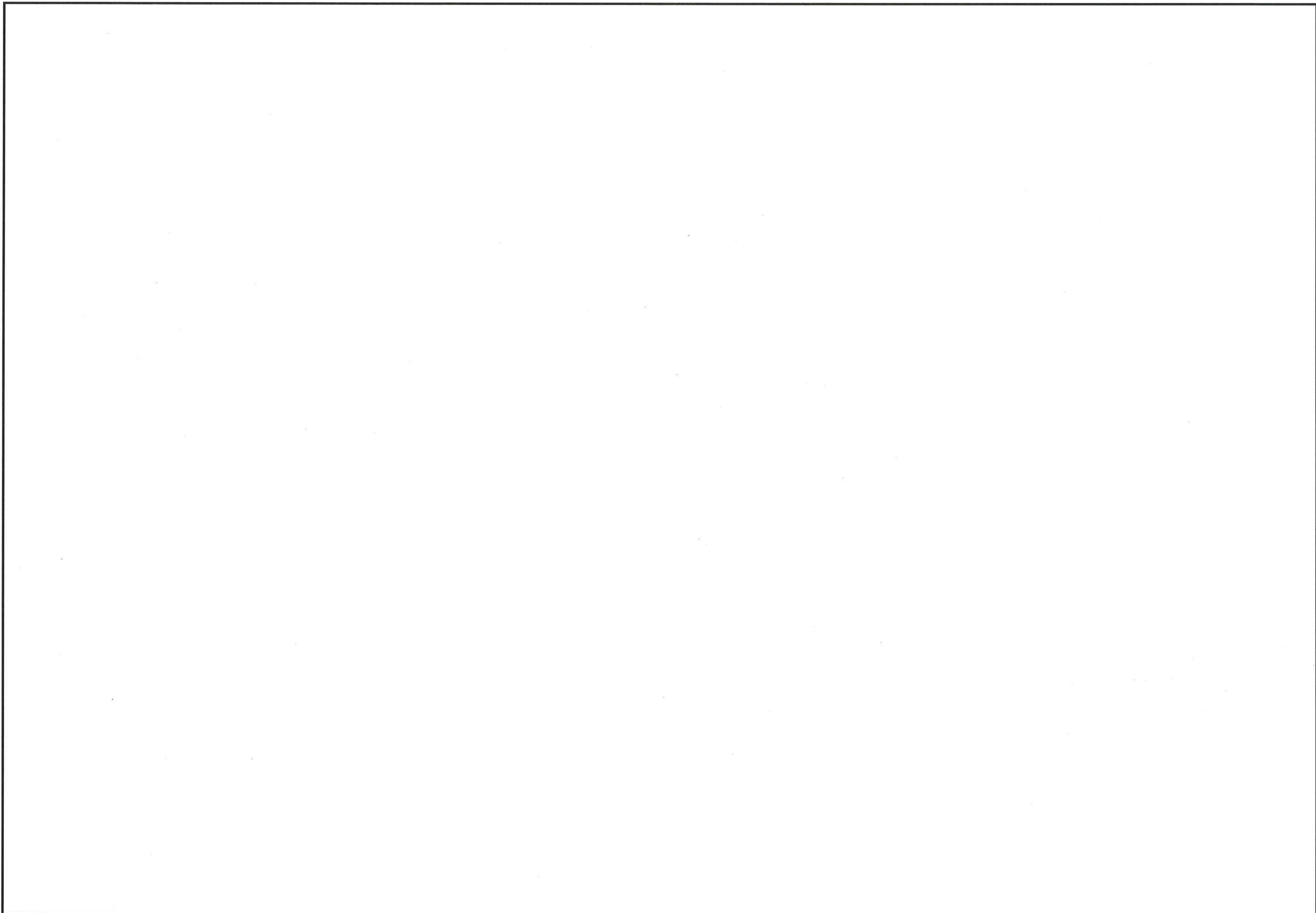


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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。

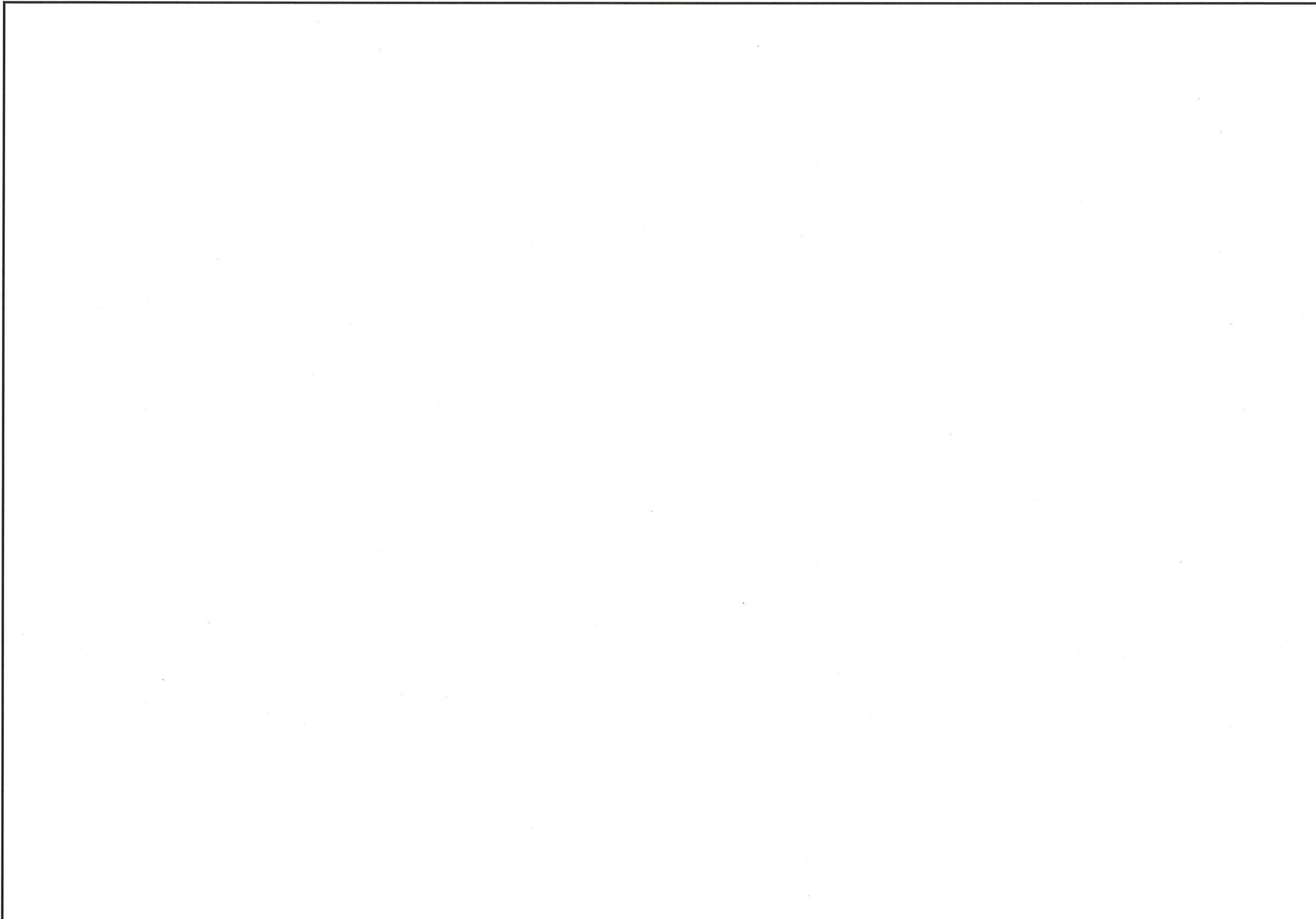
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

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。

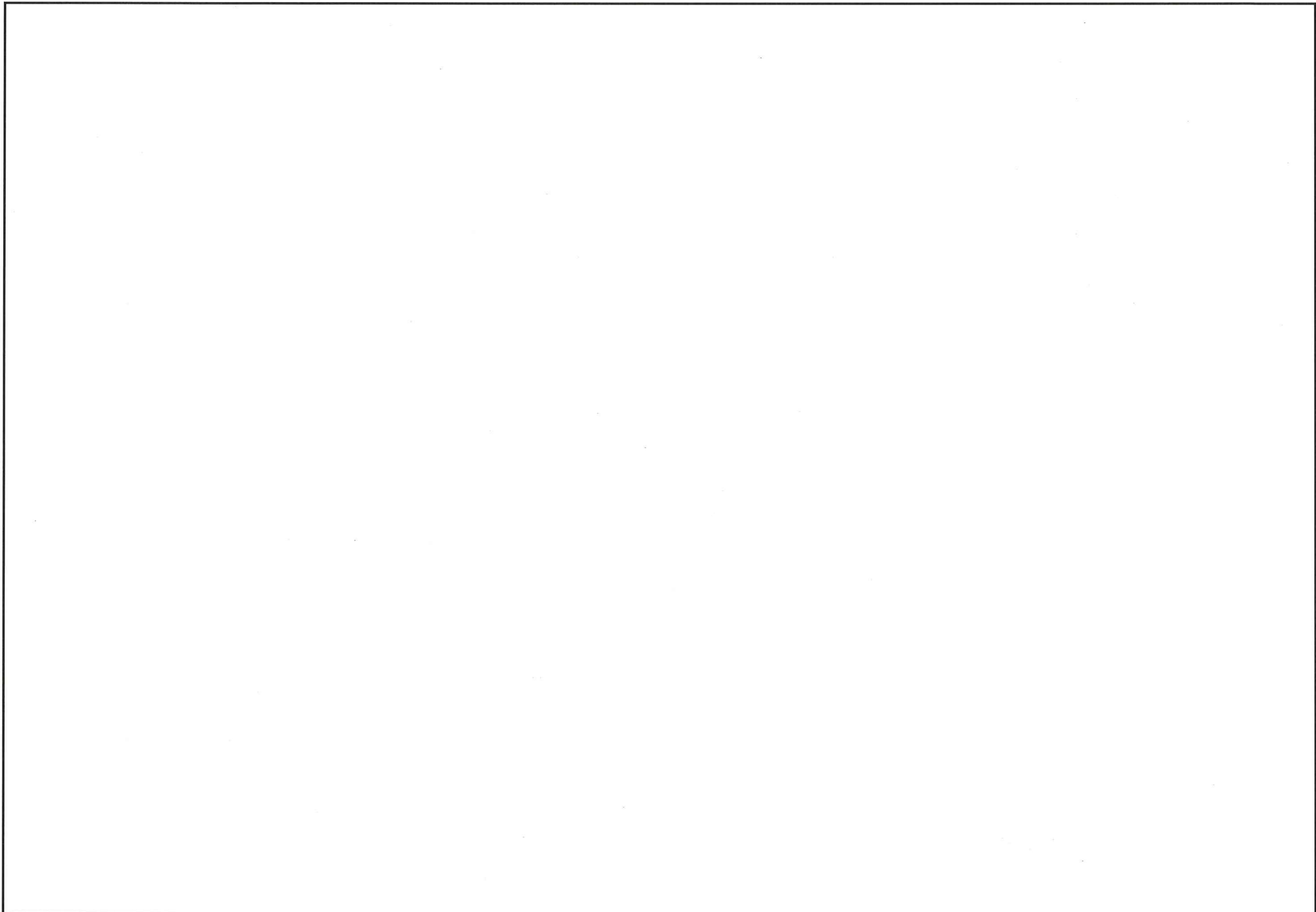


枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。





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。

### 2-3 火災感知器の配置設計における消防設備士の確認項目について

火災感知器の選定においては、消防法施行規則第23条第4項に基づき設置する設計とするが、消防法施行規則第23条第4項の各感知器の要求事項を、図面上で確認すべき項目と施工時に確認すべき項目について、以下の通り整理する。

なお、施工時に確認すべき項目は、「一般社団法人 日本火災報知機工業会 自動火災報知設備 工事基準書」による。

#### <煙感知器>

該当する項目	図面で確認すべき項目	施工時に確認すべき項目
三イ 感知器の下端は、取付け面の下方〇・三メートル以内の位置に設けること。	—	○
三ロ 感知器は、感知区域（それぞれ壁又は取付け面から〇・六メートル以上突出したはり等によって区画された部分）ごとに、感知器の種別及び取付け面の高さに応じて一個以上の個数を、火災を有効に感知するように設けること。	○	○
七イ 天井が低い居室又は狭い居室にあつては入口付近に設けること。	—	○
七ロ 天井付近に吸気口のある居室にあつては当該吸気口付近に設けること。	—	○
七ハ 感知器の下端は、取付け面の下方〇・六メートル以内の位置に設けること。	—	○
七ニ 感知器は、壁又ははりから〇・六メートル以上離れた位置に設けること。	○	○
七ホ 感知器は、廊下、通路、階段及び傾斜路を除く感知区域ごとに、感知器の種別及び取付け面の高さに応じて次の表で定める床面積につき一個以上の個数を、火災を有効に感知するように設けること。	○	○
七ヘ 感知器は、廊下及び通路にあつては歩行距離三十メートルにつき一個以上の個数を、階段及び傾斜路にあつては垂直距離十五メートルにつき一個以上の個数を、火災を有効に感知するように設けること。	○	○
八 感知器は、差動式分布型及び光電式分離型のもの並びに炎感知器を除き、換気口等の空気吹出し口から一・五メートル以上離れた位置に設けること。	○	○
九 スポット型の感知器（炎感知器を除く。）は、四十五度以上傾斜させないように設けること。	—	○

<熱感知器>

該当する項目	図面で確認すべき項目	施工時に確認すべき項目
三イ 感知器の下端は、取付け面の下方○・三メートル以内の位置に設けること。	—	○
三口 感知器は、感知区域（それぞれ壁又は取付け面から○・四メートル以上突出したはり等によつて区画された部分をいう。以下同じ。）ごとに、感知器の種別及び取付け面の高さに応じて次の表で定める床面積につき一個以上の個数を、火災を有効に感知するように設けること。	○	—
六 定温式感知器の性能を有する感知器は、正常時における最高周囲温度が、その他の定温式感知器の性能を有する感知器にあつては公称作動温度より二十度以上低い場所に設けること。	—	○
八 感知器は、差動式分布型及び光電式分離型のもの並びに炎感知器を除き、換気口等の空気吹出し口から一・五メートル以上離れた位置に設けること。	—	○
九 スポット型の感知器（炎感知器を除く。）は、四十五度以上傾斜させないように設けること。	—	○

<炎感知器>

該当する項目	図面で確認すべき項目	施工時に確認すべき項目
七の四イ 感知器は、天井等又は壁に設けること。	○	○
七の四ロ 感知器は、壁によつて区画された区域ごとに、当該区域の床面から高さ一・二メートルまでの空間（以下「監視空間」という。）の各部分から当該感知器までの距離が公称監視距離の範囲内となるように設けること。	○	○
七の四ハ 感知器は、障害物等により有効に火災の発生を感知できないことがないように設けること。	—	○
七の四ニ 感知器は、日光を受けない位置に設けること。ただし、感知障害が生じないように遮光板等を設けた場合にあつては、この限りでない。	—	○

以 上

## 2-4 火災感知器の配置設計における関西電力と協力会社の責任分担及び消防設備士関与の品質プロセスについて

第2-4-1図に設工認申請における設計、工事及び検査実施時のフローを示し、火災感知器の配置設計においては、消防法施行規則第23条第4項に基づき、協力会社の消防設備士における現場確認結果を踏まえ、委託報告書として当社へ提出され、その情報を元に、関西電力にて感知器の配置図を作成している。また、感知器と同等の機能を有する機器は、関西電力にて現場確認の上、配置図を作成している。

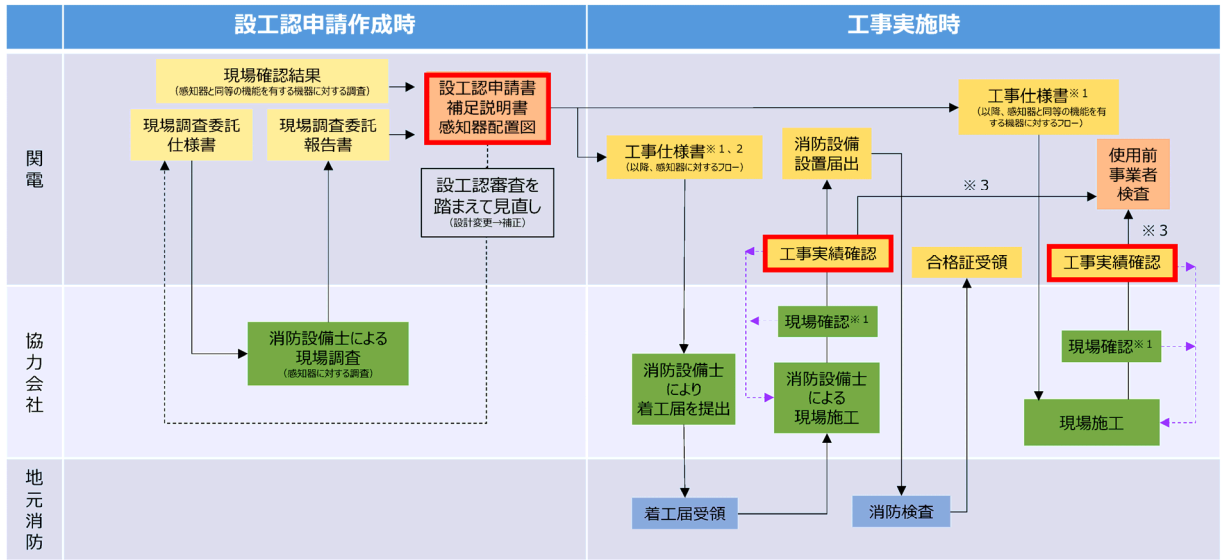
工事実施時においても、関西電力が「工事实績の確認」を行った後、使用前事業者検査を実施する。

以上から、火災感知器の配置設計における関西電力と協力会社との責任分担は明確である。

第2-4-2図に本設工認申請資料の抜粋として品質マネジメントシステムにおける設計、工事及び検査を示しており、本申請書類の中でも品質プロセス上消防設備士の関与について明確となっている。

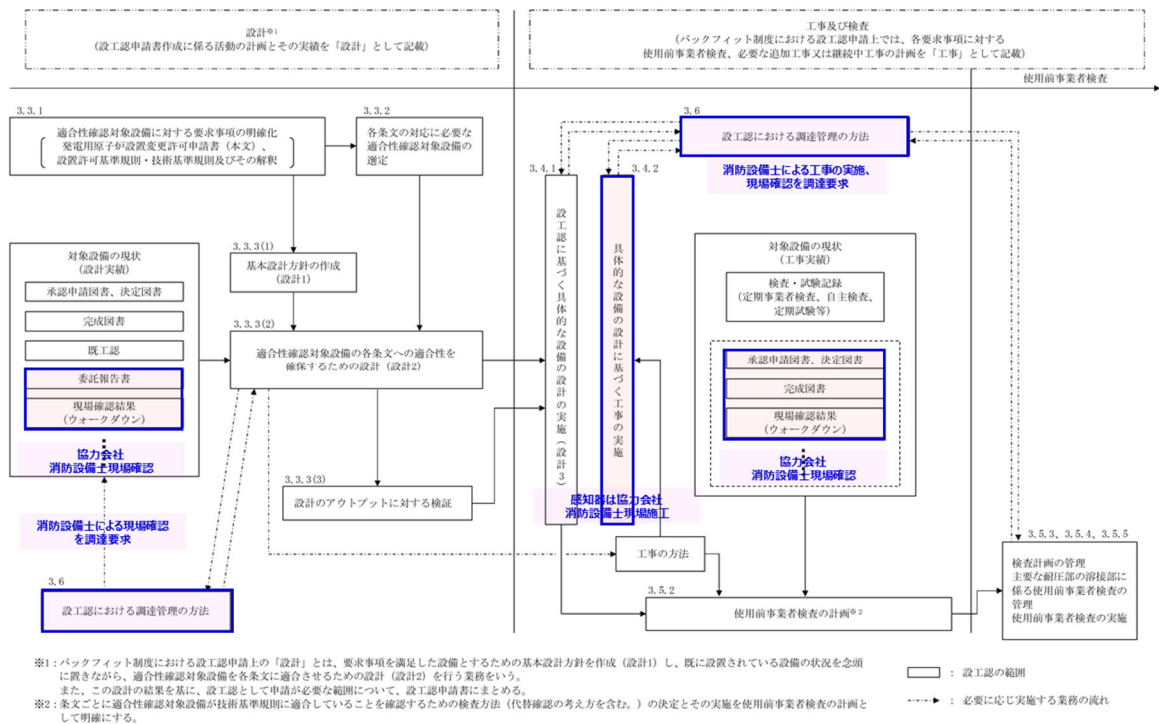
なお、第2-4-3図～第2-4-5図に消防設備士の関与に関する以下の事項を明記している。

- ・ 第2-4-3図に品質プロセスにおける3.6「設工認における調達管理の方法」の詳細において、協力会社への調達要求となる仕様書に「消防法施行規則への適合」、「消防設備士の要求」、「記録の提出」を明記している。
- ・ 第2-4-4図に品質プロセスにおける3.6.3「設工認における調達管理の方法」の詳細において、調達製品の検証として、「消防法施行規則への適合」、「消防設備士の資格」、「記録」の検証を明記し、関電が「工事实績の確認」を行うことを明記している。
- ・ 第2-4-5図に品質プロセスにおける3.7.1「文書及び記録の管理」の詳細において、使用前事業者検査のインプットとして、「完成図書」、「供給者から入手した文書・記録」が明記されている。



---▶: 協力会社での工事施工後の現場確認及び当社での工事実績確認を実施し、設計要求事項を満足できていない場合の施工リセ入を示す。  
 ※1: 吹き出し口の配置が変更された場合等については、現場に合わせた配置設計とすることとする。  
 ※2: 地元消防へは2種類目の感知器についても着工届を提出する。  
 ※3: 現場合わせにて設計資料と差が出る場合には社内QMS処理等にて感知器配置図を適正化した上で検査を実施する。

第2-4-1図 設工認申請における設計、工事及び検査実施時のフロー



第2-4-2図 品質マネジメントシステムにおける設工認申請における設計、工事及び検査  
 (設工認申請書本文「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」(M3-IV-5ページ)抜粋)



<p><b>3.6.3 調達製品の調達管理</b></p> <p>～中略～</p> <p><b>(1) 仕様書の作成</b></p> <p>調達を主管する箇所の長は、業務の内容に応じ、以下のa～oを記載した仕様書を作成し、供給者の業務実施状況を適切に管理<sup>®</sup>する。（「3.6.3(2) 調達製品の管理」参照）</p> <p>～中略～</p> <p>c. 製品、手順、プロセス及び設備の承認に関する以下の要求事項（出荷許可の方法を含む。）</p> <p>(a) 法令、基準、規格、仕様、図面、プロセス要求事項等の技術文書の引用</p> <p>(b) 当社の承認を必要とする範囲（手順、プロセス等）</p> <p><b>(c) 適用する法令、基準、規格等への適合性及び技術的な妥当性等を保証するために必要な要求事項</b></p> <p>(d) グレード分け（添付1「当社におけるグレード分けの考え方」参照）に応じた性能、機能、設計のインターフェイス、材料・部品、製作、据付、検査・試験、洗浄、保管、取扱い、梱包、運輸上の要求事項等の要求の範囲・程度</p> <p>(e) 主要部材の品名・仕様（寸法・材質等）、数量</p> <p>(f) 部材の保存に関する要求事項</p> <p>(g) 検査・試験に関する要求事項</p> <p>(h) 特殊な装置等を取り扱う場合、装置等を安全かつ適正に使用するために必要な設備の機能・取扱方法</p> <p>(i) 設備が安全かつ適正に機能するために必要な運転操作、並びに保守及び保管における注意・考慮すべき事項</p> <p><b>d. 要員の適格性確認に関する要求事項</b></p> <p>～中略～</p> <p><b>j. 調達製品を当社に引き渡す場合における調達要求事項への適合の証拠となる記録の提出に関する要求事項</b></p> <p>～中略～</p>
--

第2-4-3図 品質プロセスにおける3.6「設工認における調達管理の方法」の詳細  
 （設工認申請書「設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書」（M3-添5-1-33～37ページ））抜粋

<p><b>3.6.3 調達製品の調達管理</b></p> <p>～中略～</p> <p><b>(3) 調達製品の検証</b></p> <p>調達を主管する箇所の長は、調達製品が調達要求事項を満たしていることを確実にするために、グレード分けの区分、調達数量、調達内容等を考慮した調達製品の検証を行う。なお、供給者先で検証を実施する場合、あらかじめ仕様書で検証の要領及び調達製品のリリースの方法を明確にした上で、検証を行う。また、調達を主管する箇所の長は、調達製品が調達要求事項を満たしていることを確認するために実施する検証を、以下のいずれか1つ以上の方法により実施する。</p> <p>a. 検査・試験</p> <p>調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、「検査・試験通達」に基づき工場又は発電所で検査・試験を実施する。</p> <p>調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、検査・試験のうち、当社が立会又は記録確認を行う検査・試験に関して、以下の項目のうち必要な項目を含む要領書を供給者に提出させ、それを事前に審査し、承認した上で、その要領書に基づく検査・試験を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・対象機器名（品名） ・検査・試験項目 ・適用法令、基準、規格 ・検査・試験装置仕様 ・検査・試験の方法、手順、記録項目</li> <li>・品質管理員における作業記録、作業実施状況、検査データの確認時期、頻度 ・準備内容及び復旧内容の整合性 ・判定基準 ・検査・試験成績書の様式</li> <li>・測定機器、試験装置の校正 ・検査員の資格</li> </ul> <p>調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、設工認に基づく使用前事業者検査として必要な検査・試験を適合性確認対象設備ごとに実施又は計画し、設備のグレード分けの区分に応じて管理の程度を決めたのち、「3.5.5 使用前事業者検査の実施」に基づき実施する。</p> <p>～中略～</p> <p>c. 記録の確認</p> <p><b>調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、工事記録等調達した役務の実施状況を確認できる書類により検証を行う。</b></p> <p>d. 報告書の確認</p> <p><b>調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、調達した役務に関する実施結果を取りまとめた報告書の内容を確認することにより検証を行う。</b></p> <p>e. 作業中のコミュニケーション等</p> <p><b>調達を主管する箇所の長又は検査を担当する箇所の長は、調達した役務の実施中に、適宜コミュニケーションを実施すること及び立会等を実施することにより検証を行う。</b></p> <p>～中略～</p>
---

第2-4-4図 品質プロセスにおける3.6.3「設工認における調達管理の方法」の詳細  
 （設工認申請書「設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書」（M3-添5-1-33～37ページ））抜粋

3.7 記録、識別管理、トレーサビリティ

3.7.1 文書及び記録の管理

(1) 適合性確認対象設備の設計、工事及び検査に係る文書及び記録

「3.1 設計、工事及び検査に係る組織（組織内外の相互関係及び情報伝達含む。）」の第3.1-1表に示す各プロセスを主管する箇所の長は、設計、工事及び検査に係る文書及び記録を、保安規定品質マネジメントシステム計画に示す規定文書に基づき作成し、これらを「原子力部門における文書・記録管理通達」に基づき管理する。

設工認に係る主な記録の品質マネジメントシステム上の位置付けを第3.7-1表に示すとともに、技術基準規則等への適合性を確保するための活動に用いる文書及び記録を第3.7-1図に示す。

(2) 供給者が所有する当社の管理下でない設計図書を設計、工事及び検査に用いる場合の管理

設工認において供給者が所有する当社の管理下でない設計図書を設計、工事及び検査に用いる場合、当社が供給者評価等により品質マネジメントシステム体制を確認した供給者で、かつ、対象設備の設計を実施した供給者が所有する設計当時から現在に至るまでの品質が確認された設計図書を、当該設備として識別が可能な場合において、適用可能な設計図書として扱う。

この供給者が所有する設計図書は、当社の文書管理下で第3.7-1表に示す記録として管理する。

当該設備に関する設計図書がない場合で、代替可能な設計図書が存在する場合、供給者の品質マネジメントシステム体制を確認して当該設計図書の設計当時から現在に至るまでの品質を確認し、設工認に対する適合性を保証するための設計図書として用いる。

(3) 使用前事業者検査に用いる文書及び記録

検査を担当する箇所の長は、使用前事業者検査として、記録確認検査を実施する場合、第3.7-1表に示す記録を用いて実施する。

なお、適合性確認対象設備のうち、既に工事を着手し設工認申請（届出）時点で工事を継続している設備、並びに添付1「当社におけるグレード分けの考え方」の「別表1(2/2)」に示すSA可搬（購入のみ）の設備に対して記録確認検査を実施する場合は、検査に用いる文書及び記録の内容が、使用前事業者検査時の適合性確認対象設備の状態を示すものであること（型番の照合、確認できる記載内容の照合又は作成当時のプロセスが適切であること。）を確認することにより、使用前事業者検査に用いる記録として利用する。

第3.7-1表 記録の品質マネジメントシステム上の位置付け

主な記録の種類	品質マネジメントシステム上の位置付け
承認申請図書、決定図書	設備の工事中の図書であり、このうち同等等の属する種類の維持・保守図書においては、工事完了後に完成図書として管理する図書
完成図書	品質マネジメントシステム体制下で作成され、建設時から設備の改訂等に併せて最新態に管理している図書
既工認	改訂又は改訂当時の工事計画書の認可を受けた図書で、当該既工認に基づく使用前検査の合格を以って、その設備の状態を示す図書
設計記録	作成当時の適合性確認対象設備の設計内容が確認できる記録（自社分析の記録を含む。）
委託報告書	品質マネジメントシステム体制下の調達管理を通じて行われた、業務委託の結果の記録（解析結果を含む。）
供給者から入手した文書・資料	供給者を通じて入手した、供給者所有の設計図書、製作図書、検査記録、マニュアル等
製品仕様書又は仕様書確認できるカタログ等	供給者が発行した製品仕様書又は仕様書確認できるカタログ等で、設計に関する事項が確認できる図書
設備確認結果（ワークダウン）	品質マネジメントシステム体制下で確認手帳記を作成し、その手帳書に基づき現場の適合状態を確認した記録

第2-4-5図 品質プロセスにおける3.7.1「文書及び記録に管理」の詳細（設工認申請書「設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書」（M3-添5-1-38～40ページ））抜粋

以上

### 3. 消防法施行規則の設置条件と異なる感知設計に係るもの

#### 3-1 火災区域・区画の特性に応じた感知設計について

本資料は、平成 31 年 2 月 13 日「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下、「火災防護審査基準」という。）が改正され、火災防護審査基準の改正箇所である以下の下線部の記載を適合させるために、各火災区域・区画の特性に応じた感知設計について説明する。

(火災防護審査基準 2.2.1(1) 抜粋)

##### (1) 火災感知設備

- ① 各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等（感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。）をそれぞれ設置すること。また、その設置に当たっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。
- ② 感知器については消防法施行規則（昭和 36 年自治省令第 6 号）第 23 条第 4 項に従い、感知器と同等の機能を有する機器については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令（昭和 56 年自治省令第 17 号）第 12 条から第 18 条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置すること。

#### 3-1-1 設計方針

##### (1) エリア毎の火災感知器設計に関する基本方針

本申請では、火災区域又は火災区画において消防法施行規則に基づき設定される感知区域を小部屋や天井高さの違い等を考慮し、グループ化した単位を感知区画、複数の感知区画を環境条件でまとめたものをエリアと定義し、エリアごとに設計を実施する。ただし、原子炉格納容器等については感知区域をグレーチング等の配置状況を考慮して細分化した単位を感知区画、複数の感知区画を環境条件でまとめたものをエリアと定義し、エリアごとに設計を実施する。

具体的には、火災区域又は火災区画を以下のとおり、一般エリア、高天井エリア、放射線量が高い場所を含むエリア、水蒸気が多量に滞留するエリア、屋外エリア及び屋内に準ずるエリアに分類し、エリアごとに設計を実施する。

(a)一般エリア

一般エリアは、感知器等を消防法施行規則第23条第4項に基づき設置できるエリアである。

(b)高天井エリア

高天井エリアは、天井高さが床面から20m以上のエリアであり、以下のエリアが該当する。詳細は補足説明資料3-2、3-8及び3-12に示す。

- ・原子炉格納容器内オペレーティングフロア
- ・燃料取扱エリア（新燃料貯蔵庫エリア）
- ・アニュラス
- ・1次系ケーブルルチェイス

(c)放射線量が高い場所を含むエリア

放射線量が高い場所を含むエリアは、保安規定及びその下部規定において区分3（1mSv/hを超える可能性のある区域）と定める場所を含むエリアであり、以下のエリアが該当する。詳細は補足説明資料3-5及び3-11に示す。

- ・原子炉格納容器ループ室
- ・加圧器室
- ・インコアモニタチェス室
- ・抽出水再生クーラ室
- ・燃料ピット脱塩塔室
- ・蒸りゅう液脱塩塔室
- ・脱ほう素塔室
- ・冷却材脱塩塔室
- ・冷却材カチオン塔室
- ・ホールドアップタンクカチオン塔室
- ・ホールドアップタンク脱塩塔室
- ・燃料ピットフィルタ室
- ・燃料ピットスキマフィルタ室
- ・冷却材フィルタ室
- ・キャビティフィルタ室
- ・封水注入フィルタ室
- ・蒸りゅう液フィルタ室
- ・ほう酸濃縮液フィルタ室
- ・イオン交換機フィルタ室
- ・封水フィルタ室

- ・ 廃液ホールドアップタンク室
- ・ 硫酸回収器・溶離器室
- ・ 蒸発器室
- ・ 濃縮廃液タンク室
- ・ 中和タンク室
- ・ 廃液供給ポンプ
- ・ 濃縮液ポンプ室
- ・ 第4廃棄物庫内のドラム缶貯蔵エリア

(d)水蒸気が多量に滞留するエリア

水蒸気が多量に滞留するエリアは、水蒸気の影響により、熱感知器以外の感知器等を設置することができないエリアであり、以下のエリアが該当する。詳細は補足説明資料 3-9 に示す。

- ・ シャワー室

(e)屋外エリア

屋外エリアは、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではないエリアであり、以下のエリアが該当する。詳細は補足説明資料 3-6 及び 3-7 に示す。

- ・ 燃料取替用水タンク及び復水タンクエリア
- ・ 空冷式非常用発電装置エリア
- ・ 海水ポンプエリア

(f)屋内に準ずるエリア

屋内に準ずるエリアは、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではない地下タンク、トンネル又はトレンチが設置されているエリアであり、以下のエリアが該当する。詳細は補足説明資料 3-3 及び 3-13 に示す。

- ・ 燃料油貯蔵タンクエリア
- ・ 海水管トレンチ

(2) 火災防護審査基準 2.2.1(1)①の要求事項に対する設計方針

火災防護審査基準 2.2.1(1)①の要求事項に対する対応方針として、火災感知器は、火災区域又は火災区画における環境条件（放射線の影響、引火性気体の滞留のおそれ、風雨の影響、設備配置）を考慮し、使用可能な感知器等を選定の上、それぞれの感知器等について誤作動を防止するための方策を検討し、その中から設置場所ごとに異なる感知方式の感知器等の組合せを選択する方針とする。

感知器には、アナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器、炎が発する赤外線又は紫外線を検知するため、煙や熱が感知器に到達する時間遅れがなく、火災の早期感知に優位性があるアナログ式でない炎感知器に加え、広範囲の空間監視に適したアナログ式でない煙感知器（光電分離型）、放射線量が高い場所（10mGy/h を超える場所）で使用可能なアナログ式でない熱感知器（スポット型又は差動分布型、以下、注記なき場合はスポット型を示す。）、風雨の影響による感知器等の不動作や故障が想定される屋外の火災感知に適したアナログ式の防水型の熱感知器、引火性気体が滞留するおそれがある場所で使用可能なアナログ式でない防爆型の煙感知器及びアナログ式でない防爆型の熱感知器を選定する設計とする。

また、検出装置には、アナログ式の煙感知器と同等の機能を有する検出装置として放射線量が高い場所で使用可能な空気吸引式の煙検出装置、アナログ式の熱感知器と同等の機能を有する検出装置として引火性気体が滞留するおそれがある場所で使用可能なアナログ式でない防爆型の熱検出装置、長距離にわたってケーブルが敷設される場所の火災感知に適した光ファイバー式熱検出装置及び風雨の影響による感知器等の不動作や故障が想定される屋外の火災感知に適した熱サーモカメラを選定し、アナログ式でない炎感知器と同等の機能を有する検出装置として風雨の影響による感知器等の不動作や故障が想定される屋外の火災感知に適したアナログ式でない防水型の炎検出装置及び引火性気体が滞留するおそれがある場所で使用可能なアナログ式でない防爆型の炎検出装置を選定する設計とする。

各火災区域又は火災区画において考慮すべき環境条件と、それを踏まえた火災感知器の選定について、第 3-1-1 表に示す。

第 3-1-1 表 火災区域又は火災区画において考慮すべき環境条件とそれを踏まえた火災感知器の選定

考慮すべき環境条件	環境条件を考慮した火災感知器の選定	
	感知器（検定品）	検出装置
放射線の影響 （故障の観点）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アナログ式でない熱感知器（差動分布型を含む）</li> <li>・アナログ式でない防爆型の熱感知器※<sup>1</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・空気吸引式の煙検出装置</li> </ul>
引火性気体の滞留のおそれ （火災発生防止の観点）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アナログ式でない防爆型の煙感知器</li> <li>・アナログ式でない防爆型の熱感知器※<sup>1</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アナログ式でない防爆型の熱検出装置</li> <li>・アナログ式でない防爆型の炎検出装置</li> </ul>
風雨の影響 （故障の観点）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アナログ式の防水型の熱感知器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱サーモカメラ</li> <li>・アナログ式でない防水型の炎検出装置</li> </ul>
設備配置※ <sup>2</sup> （感知性の観点）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アナログ式でない煙感知器（光電分離型）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・光ファイバー式熱検出装置</li> </ul>

※<sup>1</sup>：アナログ式でない防爆型の熱感知器は、「放射線量が高い場所」及び「引火性気体の滞留のおそれがある場所」の両方で使用可

※<sup>2</sup>：設備配置とは、広範囲の空間において監視の障害となる設備がない、ケーブルトレイが長距離にわたって設置されているといった設備の配置状況のことであり、光電分離型は前者、光ファイバー式熱検出装置は後者の設備配置を考慮して選定

感知器等は、誤作動を防止するため、平常時の状況（温度、煙の濃度）を監視し、かつ火災現象（急激な温度や煙の濃度上昇）を把握することができるアナログ式の感知器を優先して使用することを基本とし、感知方式の特性及び設置場所における環境条件（温度（周辺設備からの影響を含む。）、煙の濃度（塵埃及び水蒸気の影響を含む。）、外光の影響）を考慮し、以下のとおり設計する。

煙感知方式のアナログ式の煙感知器、アナログ式でない煙感知器（光電分離型）及びアナログ式でない防爆型の煙感知器は塵埃及び水蒸気の影響を受けない場所に設置し、空気吸引式の煙検出装置は配管の空気吸引口を塵埃を吸込みにくい場所に設置することで、誤作動を防止する設計とする。

熱感知方式のアナログ式の熱感知器、アナログ式の防水型の熱感知器、アナログ式でない熱感知器、アナログ式でない防爆型の熱感知器、アナログ式でない防爆型の熱検出装置、光ファイバー式熱検出装置及び熱サーモカメラは、作動温度を周囲温度より高い温度で作動するものを選定し、誤作動を防止する設計とする。また、アナログ式でない熱感知器（差動分布型）は、加熱源となる設備の近傍等、急激な温度変化がない場所に設置することで、誤作動を防止する設計とする。

炎感知方式のアナログ式でない炎感知器、アナログ式でない防水型の炎検出装置及びアナログ式でない防爆型の炎検出装置は、赤外線を検知する方式と紫外線を検知する方式のうち、炎特有の性質を検出することで誤作動が少ない赤外線方式を採用し、外光が当たらず高温物体が近傍にない屋内の場所、あるいは遮光板を視野角に影響がないように設置し、太陽光の影響を防ぐことができる屋外の場所に設置することで、誤作動を防止する設計とする。

感知器等の組合せについては、設置場所ごとに予想される火災の性質（急激な温度変化、煙の濃度の上昇、赤外線量の上昇）及び環境条件（放射線の影響、引火性気体の滞留のおそれ、風雨の影響、設備配置）を考慮し、火災を早期に感知できるよう、上記の方針で選定し、誤作動の防止を検討した感知器等の中から固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等を選択する設計とする。各感知方式においては、感知器を検出装置より優先して選択するものとする。

消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではない屋外は、火災防護上重要な機器等、重大事故等対処施設及び発火源となり得る設備を全体的に監視できるよう感知器等を設置する設計とする。

また、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではないが、屋内に準ずる場所として、海水管トレンチは感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に準じて設置し、燃料油貯蔵タンクエリアは感知器等を油火災の早期感知に有効な取付場所に設置する設計とする。

(3) 火災防護審査基準 2.2.1(1)②の要求事項に対する設計方針

選択する感知器等をそれぞれ設置するに当たり、感知器については消防法施行規則第 23 条第 4 項に従い、検出装置については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び省令に定める感知性能と同等以上の方法により設置するとともに、誤作動を防止するための方策を講じる設計とする。また、感知器の設置方法については、火災の感知に支障がないことを確認した上で、以下の i .から iii .に掲げる方法についても適用する設計とする。

- i . 感知区域の面積が小さく、隣接感知区域に感知器があるときに、一定の範囲を限度として、感知器の設置を行わない方法
- ii . 感知器の設置面から換気口等の空気吹出し口までの鉛直距離が 1m 以上あるときに、感知器と空気吹出し口との水平距離が 1.5m を下回る位置に感知器を設置する方法
- iii . 空気吹出し口から水平に空気が吹き出されているときに、その吹き出し方向と逆方向について、感知器と空気吹出し口との水平距離が 1.5m を下回る位置に感知器を設置する方法

ただし、設置場所における環境条件（取付面の高さ、障害物の有無、水蒸気の影響、取付場所）を考慮した場合、以下のイ . からニ . に該当する場所は、消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づく条件を満足しないため、感知器等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で設置することができない。

また、感知器等の設置又は保守点検時における作業員の被ばくを考慮した場合、以下のホ . に該当する場所は、感知器等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で設置することが適切ではない。

イ . 取付面の高さが消防法施行規則第 23 条第 4 項で規定される高さ以上の場所

取付面の高さが消防法施行規則第 23 条第 4 項で規定される高さ以上の場所は、消防法施行規則第 23 条第 4 項第 2 号に規定されている熱感知器を床面を網羅するように設置できないこと、並びに、取付面の高さが 20m 以上の場所は、消防法施行規則第 23 条第 4 項第 1 号イにより、炎感知器以外の感知器を設置することができないことから、感知器等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で設置することができない場所である。

ロ . 障害物等により有効に火災の発生を感知できない場所

障害物等により有効に火災の発生を感知できない場所は、消防法施行規則第 23 条第 4 項第 7 号の 4 ハを満足するように炎感知器を設置することができないことか



ら、感知器等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で設置することができない場所である。

ハ. 水蒸気が多量に滞留する場所

水蒸気が多量に滞留する場所は、消防法施行規則第 23 条第 4 項第 1 号のニ及びホにより、熱感知器以外の感知器等を設置することができないことから、感知器等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で設置することができない場所である。

ニ. 感知器等を設置できる取付面がなく、有効に火災の発生を感知できない場所

感知器等を設置できる取付面がなく、有効に火災の発生を感知できない場所は、熱感知器においては消防法施行規則第 23 条第 4 項第 3 号ロ、煙感知器においては消防法施行規則第 23 条第 4 項第 7 号ホを満足するように設置することができないことから、感知器等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で設置することができない場所である。

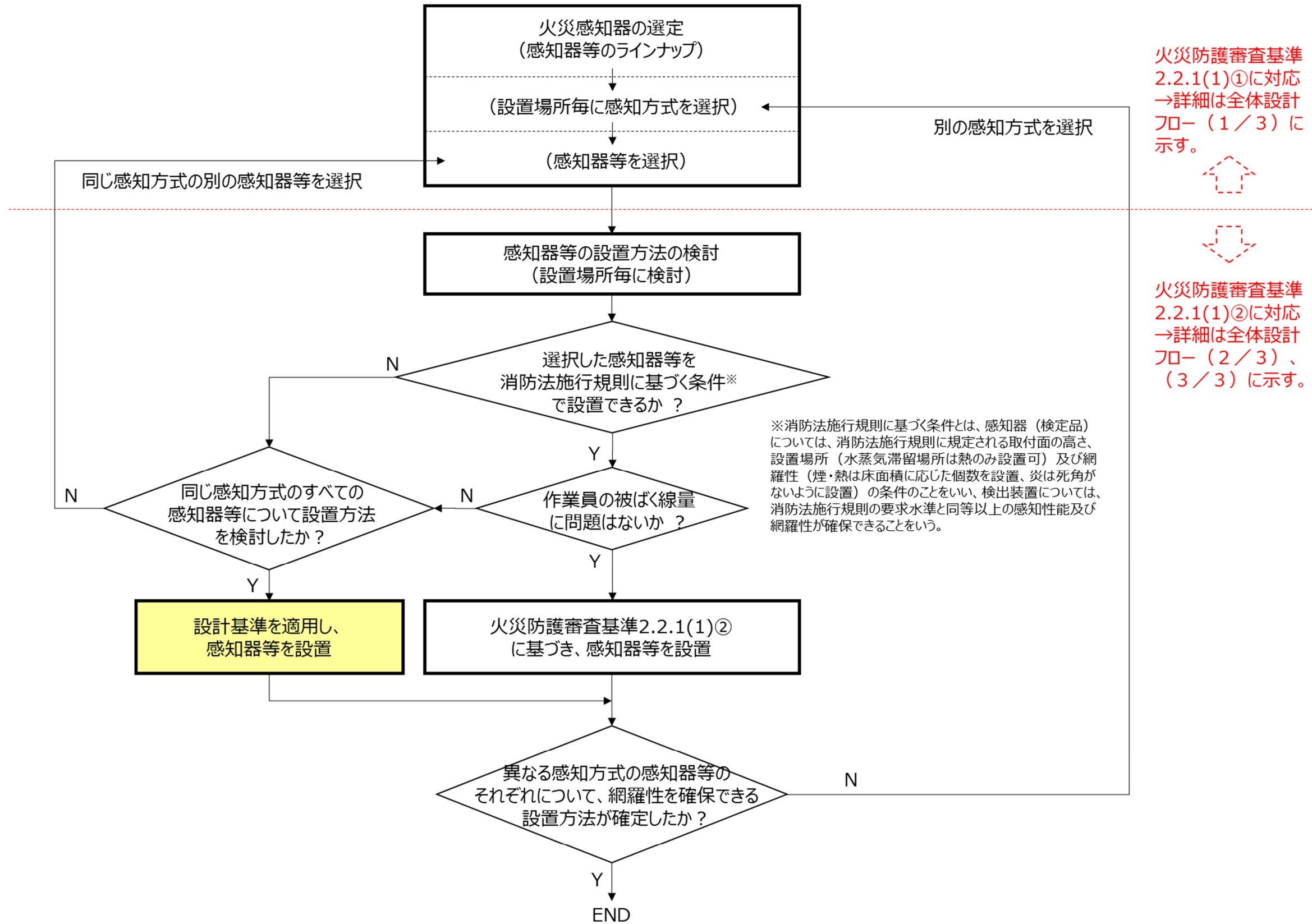
ホ. 放射線作業の計画段階において、感知器等の設置又は保守点検時における作業員の個人線量及び集団線量が、法令で定める線量限度を超過する又は発電所の 1 年間の集団線量を超過するおそれのある場所

放射線作業の計画段階において、感知器等の設置又は保守点検時における作業員の個人線量及び集団線量が、法令で定める線量限度を超過する又は発電所の 1 年間の集団線量を超過するおそれがある場所は、感知器等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で設置することが適切でない場所である。

以上より、上記のイ. からホ. に該当する場所は、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法と別の設計基準を満足できるよう感知器等を設置する設計とする。ここで、設計基準は、「感知器等を消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置した場合と同等水準で感知できるよう設置することにより、設置場所において発生する火災を早期に感知できること。」（設計基準①）とし、これができない場合は、「火災区域又は火災区画において感知器等を適切な場所に設置することにより、設置場所において発生する火災をもれなく確実に感知できること。」（設計基準②）を適用する方針とする。

### 3-1-2 設計方針を踏まえた感知器設計の一連の流れについて

3-1-1 にて示した設計方針を踏まえ、各火災区域又は火災区画における火災感知器の選定から設置までの全体概要フローを第 3-1-1 図に示し、その詳細フローを第 3-1-2 図に示す。



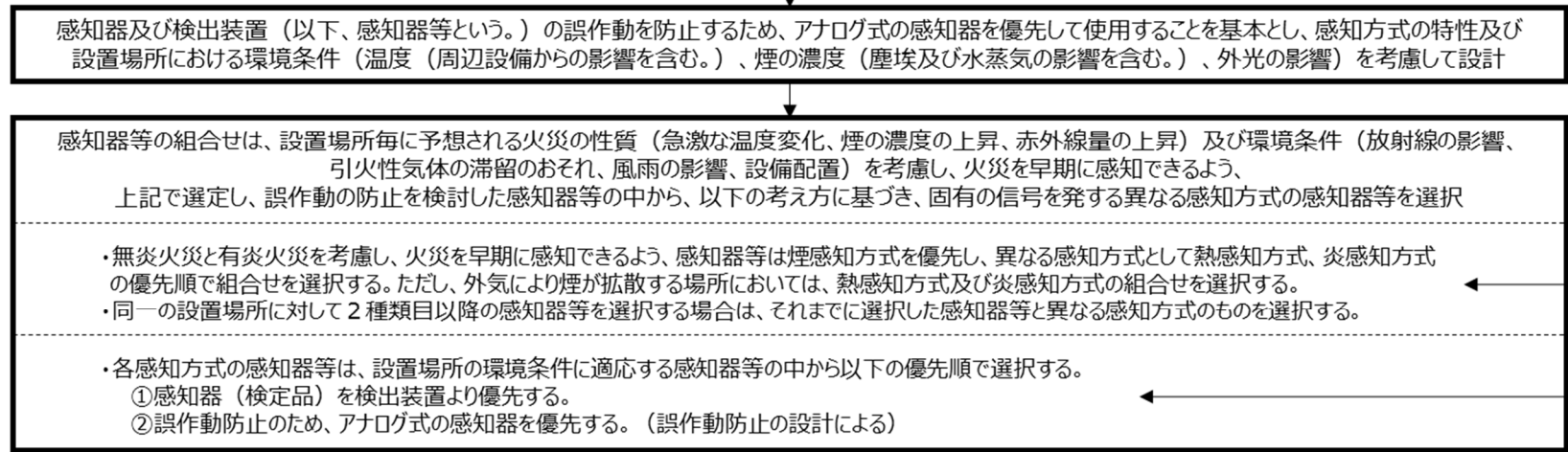
第 3-1-1 図 各火災区域又は火災区画における火災感知器の選定から設置までの全体概要フロー

環境条件を考慮した火災感知器の選定

【用語の定義】

検出装置：感知器と同等の機能を有する機器  
放射線量が高い場所：10mGy/hを超える場所  
煙感知器及び熱感知器について、特に注記しない場合はスポット型とする。

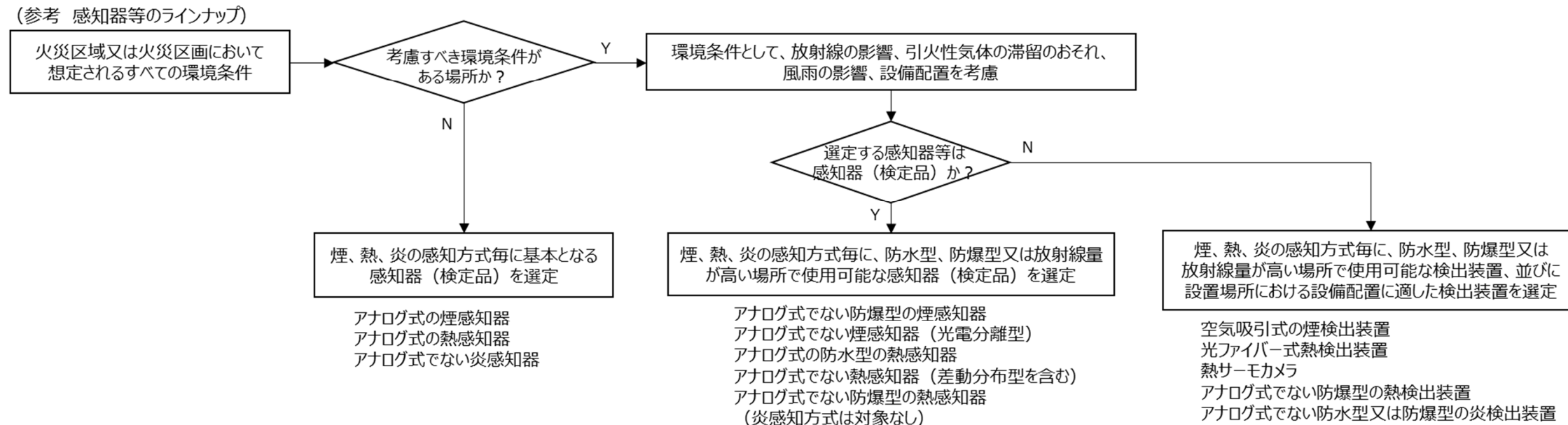
感知方式	感知器（検定品）の選定		検出装置（感知器と同等の機能を有する機器）の選定
	一般的な環境条件	考慮すべき環境条件 (放射線の影響、引火性気体の滞留のおそれ、風雨の影響、設備配置)	
煙	アナログ式の煙感知器	アナログ式でない防爆型の煙感知器（引火性気体の滞留のおそれがある場所で使用可） アナログ式でない煙感知器（光電分離型）（監視の障害となる設備がない広範囲の空間監視に適用）	空気吸引式の煙検出装置（放射線量が高い場所で使用可）
熱	アナログ式の熱感知器	アナログ式の防水型の熱感知器（屋外の設備監視に適用） アナログ式でない熱感知器（差動分布型を含む）（放射線量が高い場所で使用可） アナログ式でない防爆型の熱感知器（放射線量が高い場所、引火性気体の滞留のおそれがある場所で使用可）	光ファイバー式熱検出装置（長距離ケーブルレイの監視に適用） 熱サーモカメラ（屋外の設備監視に適用） アナログ式でない防爆型の熱検出装置（油タンク内部の監視に適用）
炎	アナログ式でない炎感知器	-	アナログ式でない防水型の炎検出装置（屋外の設備監視に適用） アナログ式でない防爆型の炎検出装置（引火性気体の滞留のおそれがある場所で使用可）



※4（火災感知器の設置方法（1/2）（基準どおり））より

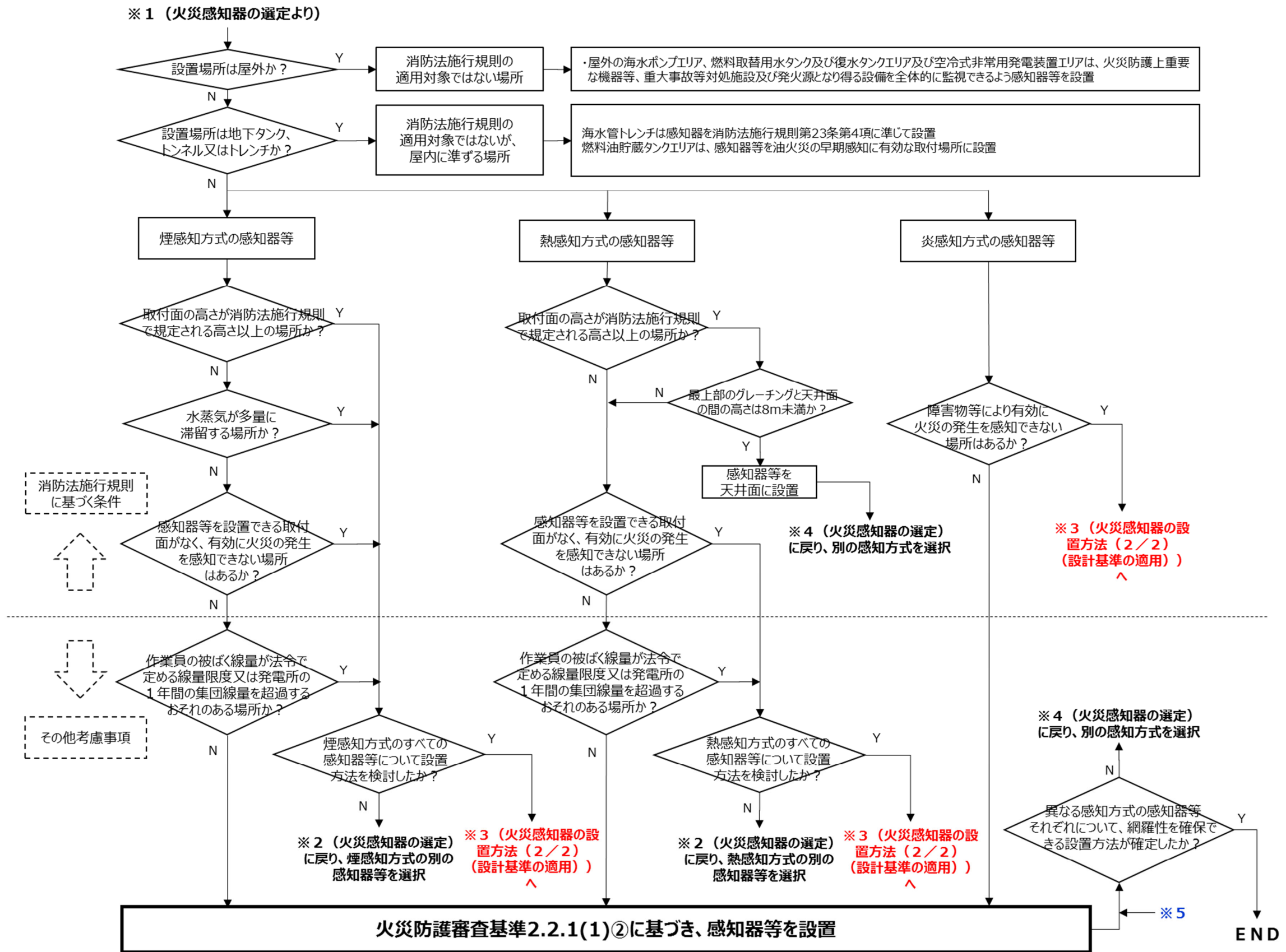
※2（火災感知器の設置方法（1/2）（基準どおり））より

※1（火災感知器の設置方法（1/2）（基準どおり））へ



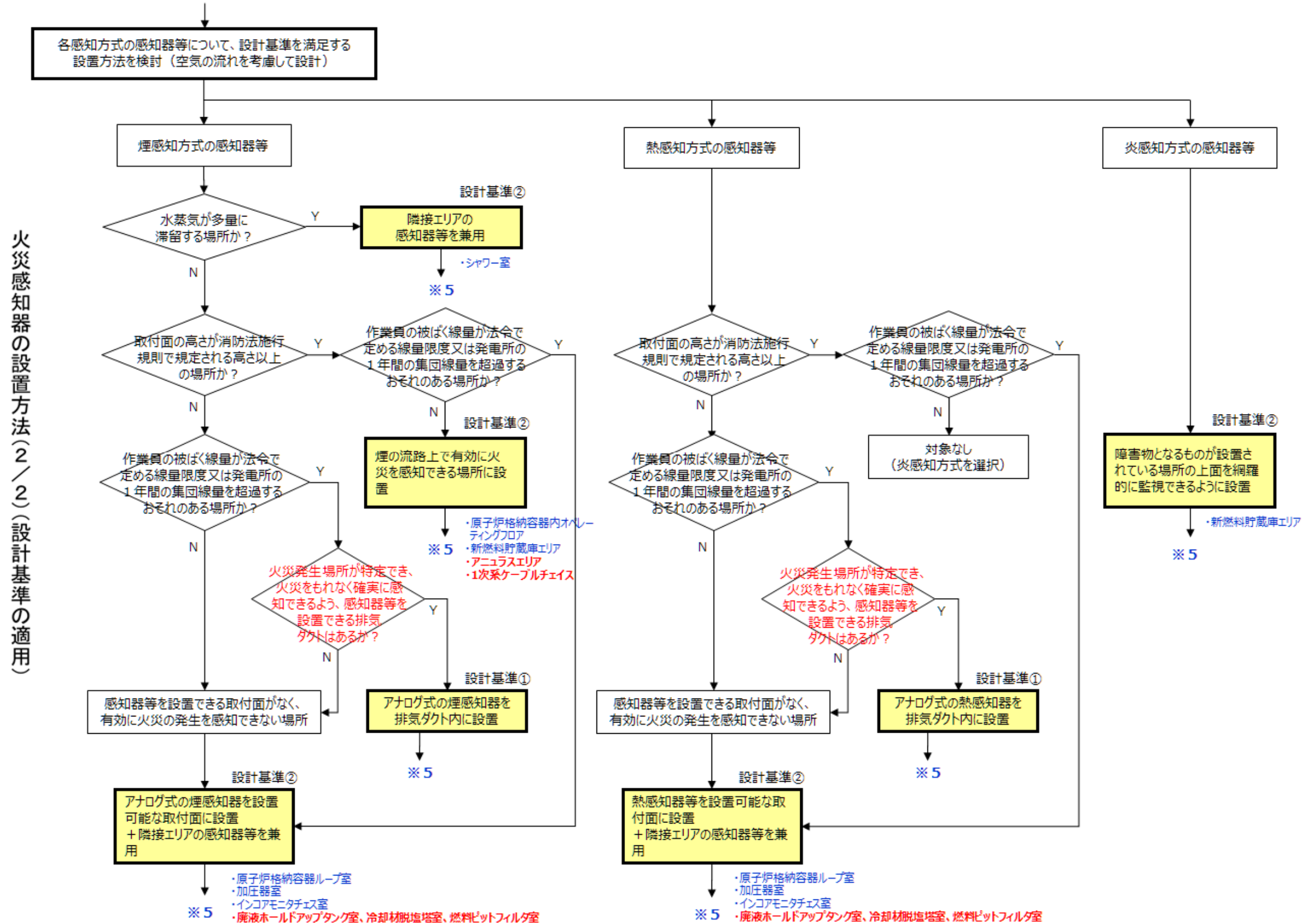
第 3-1-2 図 各火災区域又は火災区画における火災感知器の選定から設置までの詳細フロー (1/3)





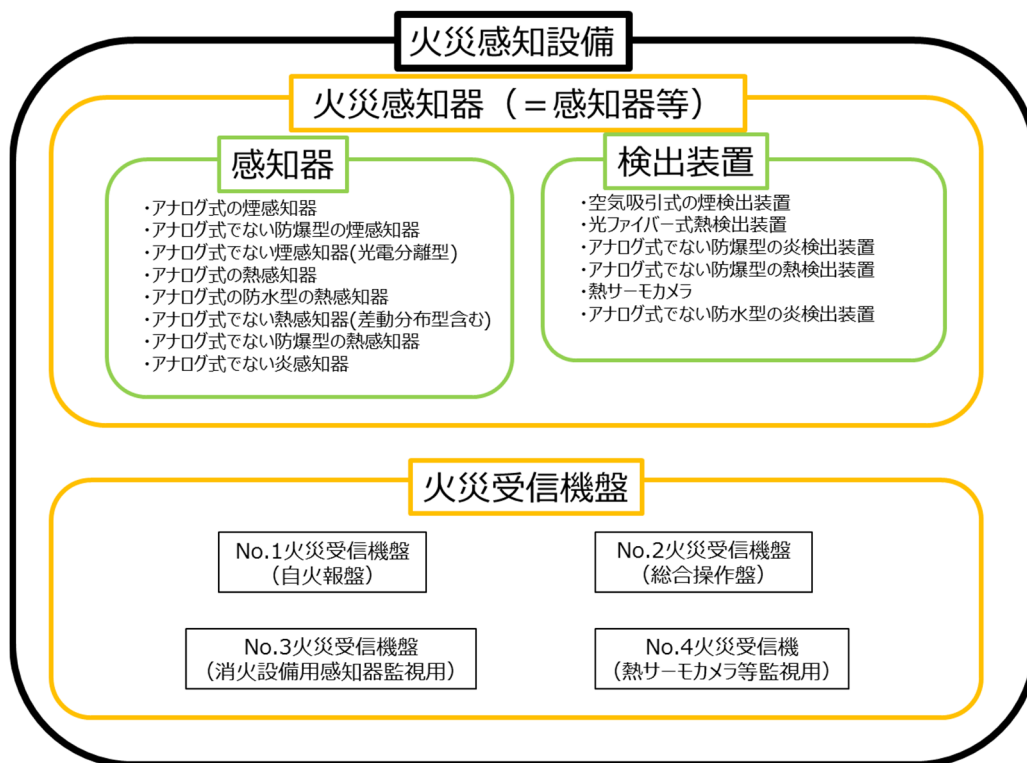
第3-1-2図 各火災区域又は火災区画における火災感知器の選定から設置までの詳細フロー (2/3)

※3 (火災感知器の設置方法(1/2)(基準どおり))より



第3-1-2図 各火災区域又は火災区画における火災感知器の選定から設置までの詳細フロー (3/3)

火災感知設備の定義について



脱塩塔エリア [ ] について

1. 脱塩塔エリアについて

脱塩塔エリアは、原子炉補助建屋の脱塩塔及びフィルタエリアの [ ] 及び [ ] にあり、C原子炉コントロールセンタ、体積制御タンク室及び通路エリア [ ] と隣接している。

2. 脱塩塔エリアの現場状況について

脱塩塔エリアには、原子炉補助建屋 [ ] に 11 個の脱塩塔が設置されている。これらの脱塩塔は個別に部屋で仕切られており、四方は壁で囲まれ、上室となる [ ] にダクト及び一部開口で接続されている。現場配置並びに現場状況を図1に示す。

黄色ハッチングで示す上室部は、ダクト・配管及び照明器具のみがあり火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設は設置されていない。また、系統分離の状況としては、上室にはNトレン系のケーブルのみが敷設されており系統分離対策は不要である。壁の配置状況としては、上室を除く [ ] とは壁によって分離されている。各火災区画における状況の整理を以下の表に整理する。

	[ ] (上室除く。)	[ ] (上室)	[ ]
系統分離の状況	Aトレン系及びBトレン系のケーブルが混在しており、系統分離対策が必要となる。	Nトレン系のケーブルのみが敷設されており、系統分離対策は不要。	Nトレン系のケーブルのみが敷設されており、系統分離対策は不要。
壁の配置状況	上室とは壁によって分離されている。	上室を除く [ ] とは壁によって分離されている。	[ ] とは壁によって分離されている。
設計基準事故等対処設備と重大事故等対処施設の配置	設計基準事故等対処設備及び重大事故等対処施設が設置されている。	設計基準事故等対処設備及び重大事故等対処施設は設置されていない。	設計基準事故等対処設備及び重大事故等対処施設は設置されていない。

火災区画 [ ] の一部としている上室の系統分離の状況としては、Nトレン系のケーブルのみが敷設されている系統分離対策は不要のエリアである。また、上室は

[ ] 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。

壁によって他のエリアと分離されており、設計基準対処設備及び重大事故等対処施設は設置されていない。

火災区画の設定の考え方及びこれらの整理を踏まえると、当該の上室は火災区画 [ ]、火災区画 [ ] のどちらの火災区画にも設定することが可能である。

美浜発電所3号機の既工認において上室は、脱塩塔と別の火災区画として設定しているが、高浜1, 2号機の既工認においては、脱塩塔室で発生した火災による煙及び熱を上室に設置する火災感知器により感知し、初期消火活動を実施することを考慮し、同一の火災区画として設定している。美浜発電所3号機の上室はどちらの火災区画にも設定することが可能であることから、同種エリア（脱塩塔室及び上室）における火災区画の設計を統一することが適切であると判断したため、美浜発電所3号機の火災区画を見直し、脱塩塔上室と脱塩塔は同一火災区画とする。

なお、当該火災区画の変更により、火災防護設備の要目表（火災区域構造物及び火災区画構造物の名称、種類、主要寸法及び材料要目表）の [ ] 及び [ ] の記載内容に変更は無い。

また、火災区画の変更により、当該火災区画 [ ] の材料（鉄筋コンクリート）及び主要寸法（300mm以上）についても変更はないことから、火災区画を構成する構造物として、変更前と同じ能力を有している。

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。



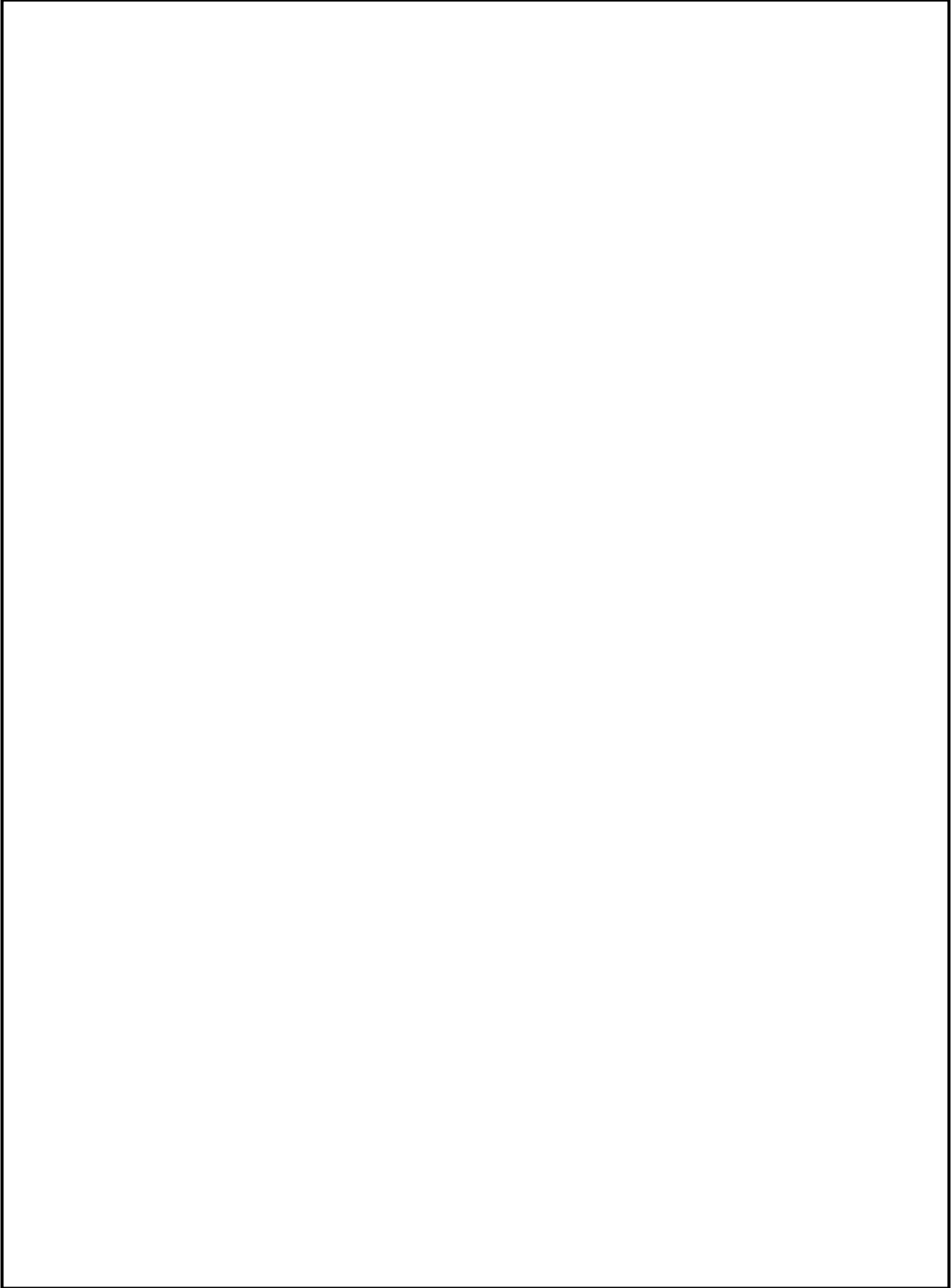


図 1 脱塩塔エリアの現場状況

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。

3. 当該火災区画の火災影響評価について

脱塩塔室の上室部分に係る火災区画の変更について、火災影響評価の再評価結果を図2の火災影響評価のフローに沿って説明する。

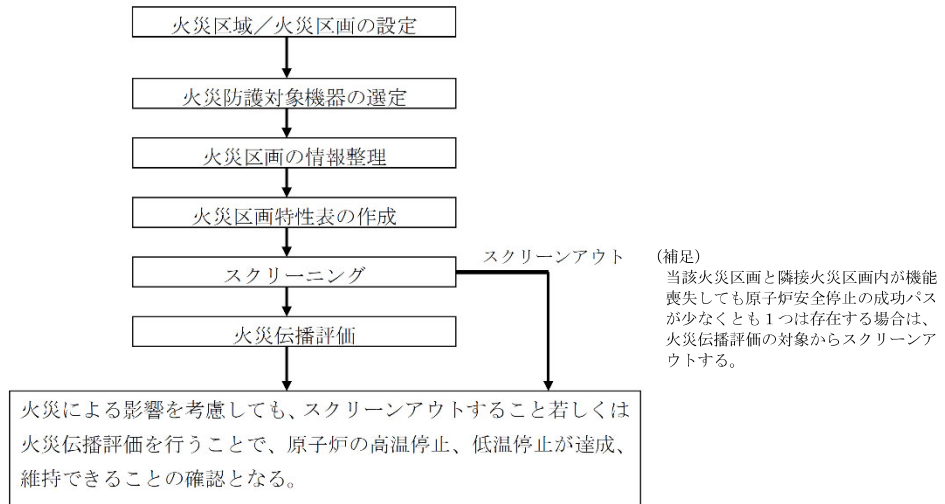


図2 火災影響評価のフロー（許可時まとめ資料より）

・火災区域／火災区画の設定

脱塩塔室の上室部分を火災区画 [ ] から火災区画 [ ] に変更する

・火災防護対象機器（火災の影響軽減のため、系統分離が必要な機器）の選定

火災区画 [ ] には火災防護対象機器があり、火災区画 [ ] にはない。

今回、火災区画を変更する脱塩塔室の上室部分に火災防護対象機器はない。

・火災区画の情報整理、火災区画特性表の作成

それぞれの火災区画について、再稼働工認の補足説明資料として提出した火災区画特性表の変更点を添付 1-1 及び 1-2 に赤字で示す。いずれの火災区画においても床面積及び火災荷重が変更となるが、等価火災時間は 0.5 時間未満で変更はなく、それ以外の情報についても変更はない。

・スクリーニング

火災区画 [ ] に火災防護対象機器があるため、スクリーンアウトしない。

・火災伝播評価

当該火災区画の火災伝播評価結果（自区画及び隣接区画）を第 1-1 表及び第 1-2 表に示す。いずれの評価結果についても変更はない。

以上のとおり、脱塩塔室の上室部分に係る火災区画の変更に伴い火災影響評価の結果に変更がないことを確認した。上記の火災区画の見直しによって、当該火災区画の床面積、発熱量及び火災荷重に変更が生じることから、今後適切に変更管理を実施することとする。

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。

## 火災区画特性表

火災区画：

## 1. 火災区画の説明

火災区画名 : C原子炉コントロールセンタ、体積制御タンク室及び通路エリア  
 床面積 (m<sup>2</sup>) : 485 → 424に変更

## 2. 火災区画の火災シナリオの説明

は補助建屋内の火災区画である。本区画には、Aトレン系及びBトレン系の原子炉コントロールセンタ、ノントレンの潤滑油内包機器、Aトレン系の電力/制御ケーブル、Aトレン系及びBトレン系の計装ケーブル並びに電気盤が設置されている。また、本区画では、ノントレンの潤滑油内包機器、Aトレン系の電力/制御ケーブル、Aトレン系及びBトレン系の計装ケーブル並びに電気盤が主な火災源である。

また、本火災区画は両トレンの原子炉安全停止機能を喪失する可能性がある火災シナリオである。

## 3. 火災区画にある火災ハザード

発熱量 (MJ)	火災荷重 (MJ/m <sup>2</sup> )	等価火災時間 (h) ※
約140, 205 (変更なし)	289.08 →330.67に変更	0.5 (変更なし)

※：等価火災時間は0.5h刻みで切り上げ表示した値を示す

## 4. 火災区画にある防火設備

## (1) 火災感知・消火設備

火災感知の手段	主要な消火設備	消火方法	消火設備のバックアップ
煙感知器	スプリンクラー	自動	消火器
熱感知器	ケーブルトレイ消火設備 エアロゾル消火設備	自動 自動	消火栓

## (2) 耐火壁等

耐火壁	開口部シール
耐火時間 (h)	耐火時間 (h)
3以上	開放

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. 火災区画内の火災伝播評価

□□□□はA, B トレン混在の区画であるため本区画内の火災伝播評価は必要となる。

6. 火災区画に隣接する火災区画と火災伝播経路

隣接火災区画への火災伝播評価は必要となる。詳細は別紙1参照。

7. 火災により影響を受ける火災防護対象設備

火災によりAトレン系及びBトレン系の機器並びにAトレン系及びBトレン系のケーブルが影響を受ける可能性がある。詳細は別紙2参照。

8. 火災により影響を受ける緩和系

火災によりAトレン系及びBトレン系の緩和系が影響を受ける可能性がある。

9. 火災による外乱と外乱を引き起こす設備

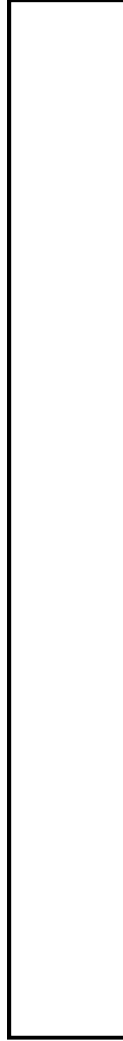
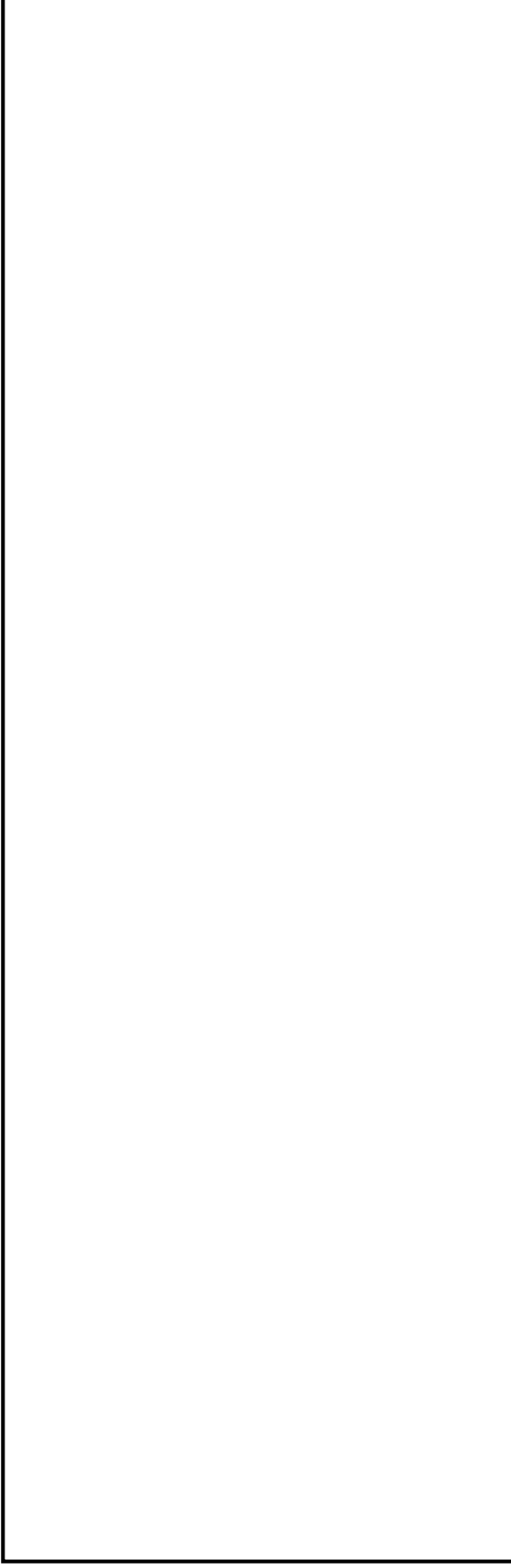
本火災区画での火災により、保守的に外乱が発生するものと想定する。

10. 火災区画にある火災源機器数

火災源	機器数
ポンプ	6
原子炉コントロールセンタ	3
C D原子炉コントロールセンタ 電源切替盤	1
A 補助建屋照明変圧器	1
原子炉格納容器水素燃焼装置変 圧器盤	1
ケーブル	有 (低圧、制御、計装)

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。

別紙 1



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。

火災防護対象機器一覧

--

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。

火災区画特性表

火災区画：

1. 火災区画の説明

火災区画名 : 脱塩塔及びフィルタエリア

床面積 (m<sup>2</sup>) : 177 → 238に変更

2. 火災区画の火災シナリオの説明

は補助建屋内の火災区画である。本区画には、火災防護対象の機器は存在せず、かつ、考慮すべき火災源はない。

よって、隣接火災区画への伝播評価は不要となる。

また、本区画には火災防護対象の機器は存在しないため、隣接火災区画からの火災伝播評価は不要となる。

第 1-1 表 当該火災区画の火災影響評価結果（火災伝播評価）

番号	火災を誘発する区画		火災源	火災伝播の可能性	区内火災防護対象機器	成功パス	系統分離の確認
	名称						
	C原子炉コントロールセンター、体積制御タンク室及び通路エリア	A 亜鉛注入ポンプ B 亜鉛注入ポンプ A 廃液蒸留水ポンプ B 廃液蒸留水ポンプ A モニタリングポンプ B モニタリングポンプ 電気盤 ケーブル(低圧A、制御IA、計装AB)		有	C1原子炉コントロールセンター C2原子炉コントロールセンター C3原子炉コントロールセンター 安全系ケーブルABトレン	無	当該火災区画について、1時間の厚壁及び感知・消火による系統分離対策がなされていることを確認した。
	脱塩槽及びフィルタエリア			無		-	-

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 1-2 表 隣接火災区画の火災影響評価結果（火災伝播評価）

区画	火災を想定する区画		隣接区画	火災伝播経路	耐火時間	火災伝播の可能性	火災を想定する区画					隣接区画					系統分離の確認				
	名称	等価時間					火災源	火災防護対象機器					火災防護対象機器					成功ハズ			
								1	2	3	4	5	1	2	3	4			5		
原子炉コントロールセンター、体積制御タンク室及び通路エリア	有	0.5	有	有	-	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	無	隣接火災区画について、1時間の隔壁及び感知・消火による系統分離対策がなされていること		
				有	-	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	無
				有	-	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	無
				有	-	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	無
				有	-	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	無
				有	-	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	無
				有	-	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	無
				有	-	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	無
				有	-	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	無
				有	-	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	無
				有	-	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	無
				有	-	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	無
				有	-	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	無
				有	-	有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	無
脱塩塔及びフィルタエリア		0.5	無															隣接火災区画について、1時間の隔壁及び感知・消火による系統分離対策がなされていること			

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。

各エリアが含まれる火災区画内の火災防護上重要な機器等、  
重大事故等対処施設及び火災源

エリア名称	エリアが含まれる火災区画	エリアが含まれる火災区画内の火災防護上重要な機器等		エリアが含まれる火災区画内の重大事故等対処施設	エリアが含まれる火災区画内の火災源
		原子炉の安全停止に必要な機器等	放射性物質を貯蔵する機器等		
格納容器内オペレーティングフロア 原子炉格納容器ループ室 インコアモニタチェン		A/B加圧器過かし弁 A/B加圧器スプレ弁 A/B加圧器後備ヒータ A/B加圧器過かし弁入口止弁 加圧器補給スレ止弁 抽出水再生クーラ A/B冷却材ループ連結第1弁 A/B冷却材ループ連結第2弁 加圧器水位検出器 加圧器水位(仮定)検出器 A/B-C-S/G広域水位検出器 A/B冷却材ループ冷却材高濃度検出器 A/B冷却材ループ冷却材低濃度検出器 中性子源領域中性子束検出器 A/B冷却材圧力検出器 Bループ冷却材圧力(広域)伝送器 A/B加圧器過かし弁計器用空気供給用レバ断弁 高気発生器水位検出器 原子炉圧力検出器 加圧器水位検出器 A/B冷却材ループ冷却材流量検出器(10H) A/B冷却材ループ冷却材流量検出器(20H) A/B冷却材ループ冷却材流量検出器(30H) A/B冷却材ループ冷却材流量検出器(40H)	格納容器サブ 格納容器冷却材ドレンタンク	原子炉下部キャビティ水位 格納容器再循環サブ水位(狭域) 格納容器再循環サブ水位(広域) 格納容器再循環サブスクリーン 原子炉格納容器水高燃焼監視装置 原子炉格納容器水高燃焼監視装置 静的熱媒式水素再結合装置温度監視装置 1次冷却材高濃度広域温度 1次冷却材低濃度広域温度 抽出水再生クーラ 原子炉容器 加圧器水位 A格納容器再循環冷却材電源ユニット 冷却材圧力(広域) 蒸気発生器水位(広域) 中性子源領域中性子束 中間領域中性子束 出力領域中性子束 冷却材ポンプ 蒸気発生器 加圧器 制御棒ドラフト アキュムレータ アキュムレータ出口電動弁 蒸気発生器水位(狭域) 原子炉水位 格納容器内高レンジエリアモニタ(高レンジ) 格納容器内低レンジエリアモニタ(低レンジ) 加圧器過かし弁 加圧器安全弁 原子炉格納容器水位 格納容器内温度 原子炉格納容器 1次冷却材管	A1次冷却材ポンプ B1次冷却材ポンプ C1次冷却材ポンプ A格納容器冷却材ドレンポンプ B格納容器冷却材ドレンポンプ 電気盤 ケーブル(高圧A、低圧ABN、制御ABN、計装ABN)
新燃料貯蔵庫エリア		格納容器圧力検出器	使用済燃料ピット 新燃料貯蔵庫	使用済燃料ピット 使用済燃料ピットエリア監視カメラ 使用済燃料ピット水位(広域) 格納容器圧力 使用済燃料ピット温度(AM用)	電気盤 ケーブル(高圧A、低圧ABN、制御ABN、計装A)
シャワー室		-	-	-	電気盤 ケーブル(低圧A、制御A、計装A) 固相廃液活性剤ポンプ A蒸気圧潤滑油ポンプ B蒸気圧潤滑油ポンプ 電気盤
アニュウス		-	-	格納容器排気塔	ケーブル(高圧A、低圧ABN、制御ABN、計装ABN)
1次系ケーブルチェイス		-	-	-	ケーブル(高圧B、低圧AB、制御AB、計装AB)
冷却材脱塩塔室		-	-	-	電気盤
燃料ピットフィルタ室		体積制御タンク第1出口弁 体積制御タンク第2出口弁 緊急ほう注注入弁 低圧/高圧注入ポンプ入口ヘッドベントライン第1隔離弁 低圧/高圧注入ポンプ入口ヘッドベントライン第2隔離弁 C1,C2,D1,原子炉コントロールセンタ C電動弁コントロールセンタ	A/B廃液蒸留水タンク A/Bモニタタンク	緊急ほう注注入弁	A垂直注入ポンプ B垂直注入ポンプ A廃液蒸留水ポンプ B廃液蒸留水ポンプ Aモニタタンクポンプ Bモニタタンクポンプ 電気盤 ケーブル(低圧A、制御A、計装AB)
廃液ホールドアップタンク室		A/B余熱除去クーラ出口流量検出器 A/B余熱除去ポンプニエマムフロ弁 A/B余熱除去クーラ冷却水出口弁	薬品ドレンタンク A/B廃液蒸留水モニタタンク B廃液ホールドアップタンク	原子炉下部キャビティ注水ポンプ 原子炉下部キャビティ注水ポンプ出口流量検出器 余熱除去クーラ出口流量 代替所内電気設備圧降器 代替所内電気設備分電盤	A1次系純水ポンプ B1次系純水ポンプ A燃料取扱用水ポンプ B燃料取扱用水ポンプ A薬品ドレンポンプ B薬品ドレンポンプ アキュムレータ充てんポンプ A洗浄排水モニタタンクポンプ B洗浄排水モニタタンクポンプ A廃液給水ポンプ B廃液給水ポンプ C廃液給水ポンプ 原子炉下部キャビティ注水ポンプ 電気盤 ケーブル(高圧B、低圧AB、制御AB、計装AB)
海水ポンプエリア		A,B,C,D海水ポンプ A,B,C,D海水ポンプ現地盤	-	海水ポンプ 海水スプレータ 海水ポンプ室	A,B,C,D海水ポンプ A,Bスクリーン洗浄ポンプ
空冷式非常用発電装置エリア		-	-	空冷式非常用発電装置	-
燃料取扱用水タンク及び 復水タンクエリア		復水タンク 復水タンク水位検出器 復水タンク出口弁(クーレン駆動補助給水ポンプ側) 復水タンク出口弁(電動補助給水ポンプ側) 燃料取扱用水タンク 燃料取扱用水タンク水位検出器 燃料取扱用水タンク水位検出器	-	復水タンク 復水タンク水位 燃料取扱用水タンク 燃料取扱用水タンク水位	-
燃料油貯蔵タンクエリア		-	-	燃料油貯蔵タンク	-
海水管レンチ		-	-	-	ケーブル(高圧A/B、低圧AB、制御AB、計装AB)
廃樹脂タンクエリア		-	ほう酸回収装置 A/B廃液蒸留装置 廃樹脂タンク	-	ケーブル(低圧N、制御N、計装N) (廃樹脂タンクエリア内に火災源はない。)
廃樹脂貯蔵タンクエリア		-	A,B,C,D,E,F,G,H廃樹脂貯蔵タンク	-	ケーブル(制御N、計装A) (廃樹脂貯蔵タンクエリア内に火災源はない。)
廃樹脂供給タンクエリア		-	廃樹脂処理装置	-	-

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。

### 3-2 原子炉格納容器の火災感知器設計について

本資料は、原子炉格納容器に設置する火災感知器（以下、感知器等という。）の設計について説明する。

火災防護審査基準における火災区域、区画の設定において、美浜3号機の原子炉格納容器はそれぞれ1つの火災区画として設定している。

今回、原子炉格納容器の感知器等の設計にあたっては、原子炉格納容器内の環境条件を考慮し、この火災区画を分割し、エリア毎に設計する。

#### 3-2-1 原子炉格納容器内のエリア、フロアの概要

原子炉格納容器は、その容器内に原子炉容器、加圧器、蒸気発生器、1次冷却材ポンプ及びそれらを接続する配管等の機器を収納している。原子炉格納容器内の環境条件を考慮すると、第3-2-1図に示す原子炉格納容器の概略図のとおり、3つのエリアに分類することができる。

##### ①一般エリア

原子炉格納容器内のうち下階層の周回通路沿いのエリア

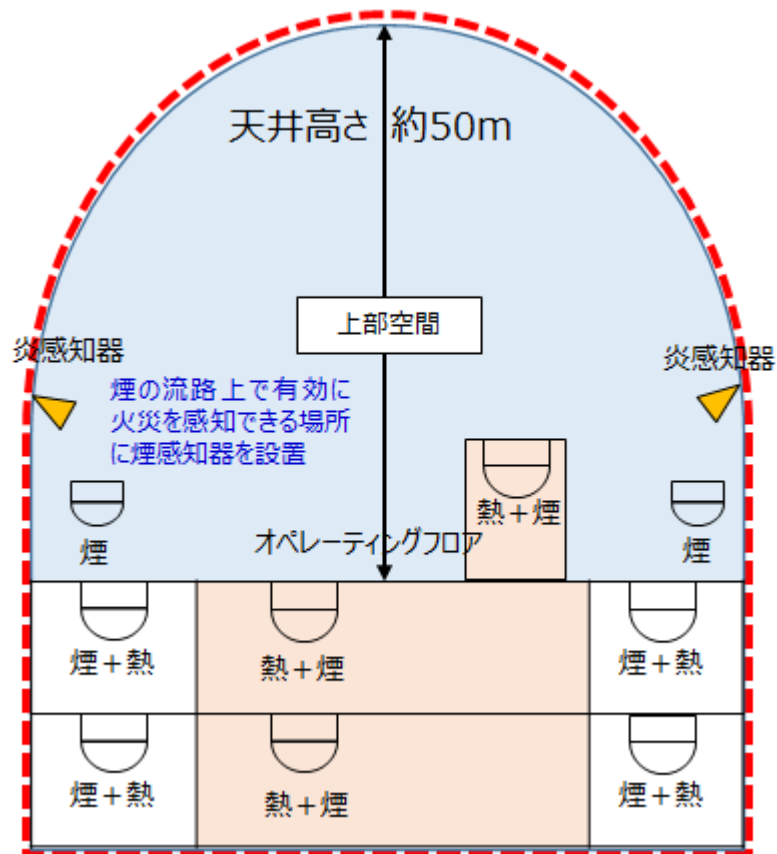
##### ②放射線量が高い場所を含むエリア

運転中において線量当量率が最も高い区分3のエリア（原子炉格納容器ループ室、加圧器室、抽出水再生クーラ室、インコアモニタチェス室）

##### ③高天井エリア

原子炉格納容器内最上部でオペレーティングフロアから上部（キャビティを含む。）で、天井高さが床面から20m以上のエリア

- : 一般エリア
- : 放射線量が高い場所を含むエリア
- : 高天井エリア
- (赤点線) : 火災区画



第 3-2-1 図 原子炉格納容器の概略図

### 3-2-2 原子炉格納容器内の換気空調設備による空気の流れについて

プラント運転時及び停止時における原子炉格納容器内の換気空調設備による空気の流れを以下に示す。

#### (1) プラント運転時

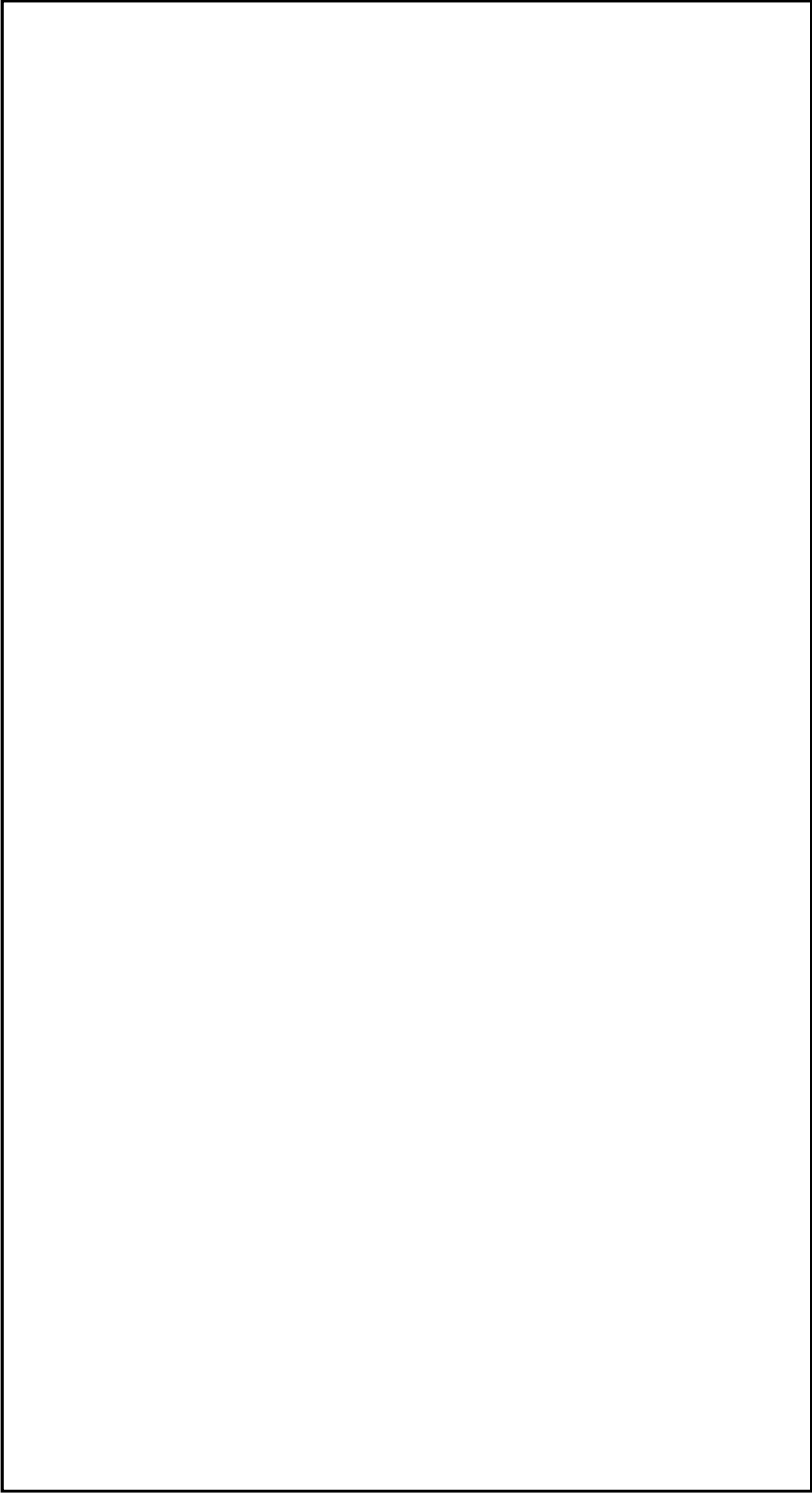
プラント運転時は、格納容器循環ファン及び原子炉しゃへい冷却ファンにより構成される格納容器再循環システムにより、原子炉格納容器内の空気を取り込み、原子炉格納容器内に排出することで、原子炉格納容器内で空気を循環させる設計としている。各ファンのプラント運転時における運転台数及び設計流量を第 3-2-1 表に示す。

第 3-2-1 表 プラント運転時における格納容器循環システムについて

ファン名称	運転台数	設計流量	計測風量
格納容器循環ファン	2 台		
原子炉しゃへい冷却ファン	1 台		

プラント運転時における格納容器循環システムの設計総流量は約  m<sup>3</sup>/min である。原子炉格納容器の自由体積が約  m<sup>3</sup> であることから、7 分未満で原子炉格納容器内全体の空気を循環させることが可能である。

プラント運転時における原子炉格納容器内の格納容器循環システムの空気の流れを、第 3-2-2 図に示す。



第3-2-2図 プラント運転中における格納容器循環系統の空気の流れ

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。

## (2) プラント停止時

プラント停止時は、格納容器循環系統は停止状態となるが、格納容器送気ファン及び格納容器排気ファン等により構成される格納容器空調系統により、原子炉格納容器外の新鮮な空気を原子炉格納容器内に取り込み、排気筒を通じて格納容器外に排出することで、原子炉格納容器内の空気を換気及び浄化させる設計としている。各ファンのプラント停止時における運転台数及び設計流量を第 3-2-2 表に示す。

第 3-2-2 表 プラント停止時における格納容器空調系統について

ファン名称	運転台数	設計流量	計測風量
格納容器送気ファン	1 台		
格納容器排気ファン	1 台		

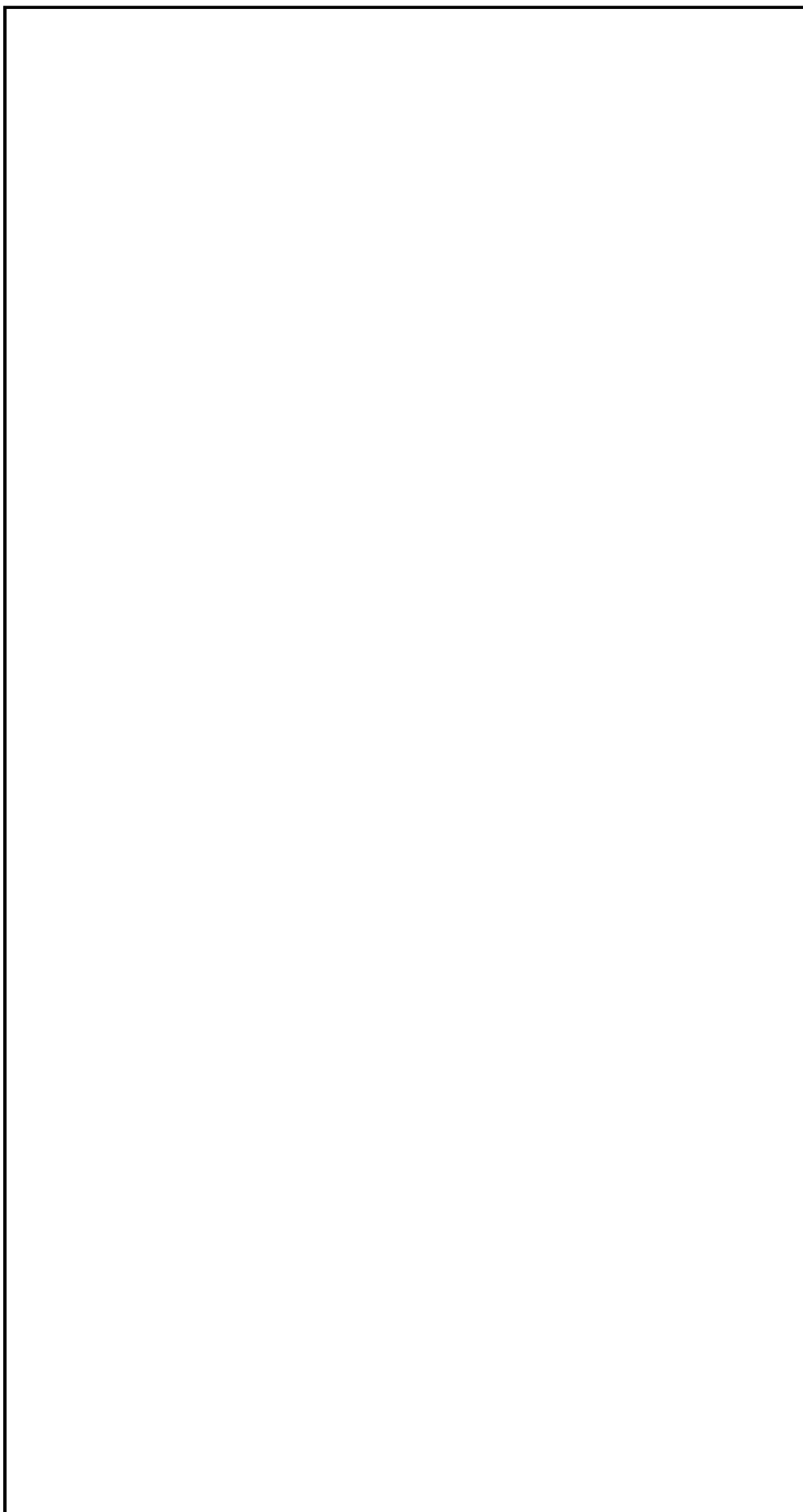
プラント停止時における格納容器空調系統の総給気流量及び総排気流量はそれぞれ約  m<sup>3</sup>/min である。原子炉格納容器の自由体積が約  m<sup>3</sup> であることから、73 分未満で原子炉格納容器内全体の空気を換気及び浄化させることが可能である。

プラント停止時における原子炉格納容器内の格納容器空調系統の空気の流れを、第 3-2-3 図及び第 3-2-4 図に示す。格納容器送気ファンより給気された空気は、排気ダクトを通して排気筒より排気される。



第 3-2-3 図 プラント停止中における格納容器空調系統の空気の流れ (平面図)

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3-2-4 図 プラント停止中における格納容器空調系統の空気の流れ（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。



### 3-2-3 原子炉格納容器の火災感知器設計

3-2-1 項で分類した①～③のそれぞれのエリアについて、環境条件等を考慮した感知器等の設計の考え方を説明する。

#### (1) 一般エリア

原子炉格納容器内のうち下層階の周回通路沿いのエリアであり、ループ室内の主要機器からの配管、隔離弁等が設置されているが、高天井エリアや放射線量が高い場所を含むエリアにも該当しないため、異なる感知方式の感知器等として、アナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器を設置する設計とする。

#### (2) 放射線量が高い場所を含むエリア

保安規定及びその下部規定の放射線・化学管理業務要綱にて管理区域内の各エリアを線量当量率が低い方から区分1～3の3段階で区分しているが、放射線量が高い場所を含むエリアはプラント運転中において線量当量率が最も高い区分3の場所を含むエリアであり、原子炉格納容器ループ室、加圧器室、抽出水再生クーラ室及びインコアモニタチェス室が該当する。

当該エリアの感知器等の設計については、補足説明資料 3-5「放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計について」に示す。

#### (3) 高天井エリア

原子炉格納容器内最上部でオペレーティングフロアから上部の天井高さが床面から20m以上のエリアである。

一般エリア及び放射線量が高い場所を含むエリアには機器、配管、弁が設置されているが、このエリアはそのような主要な機器類はなく、巨大な空間のエリアである。

#### イ. 使用する感知器等の選択

高天井エリアで使用する感知器等の検討結果を第3-2-3表に示す。第3-2-3表のとおり、高天井エリアにおいては、様々な感知器等が使用可能であるが、オペレーティングフロアの現場施工性を考慮して、1種類目はアナログ式の煙感知器、2種類目はアナログ式でない炎感知器を選択する。

第3-2-3表 原子炉格納容器オペレーティングフロアで使用する感知器等の検討結果

感知方式		熱感知方式				煙感知方式				炎感知方式	
火災感知器種類	感知方式	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	熱サーモカメラ	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない煙感知器 (スポット型)	光電分離型煙感知器 (非蓄積型)	空気吸引式の煙検出装置	アナログ式でない炎感知器
環境条件の考慮 (故障の防止)	環境条件の考慮	○	△	△	○	○	△	○	○	○	○
	取付面高、遮蔽、埋戻、空気清浄の考慮 (感知性の確保)	△	△	△	○	△	△	△	△	△	○
設置適合性 (実設進行種別(適合性含む))	誤作動の防止	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	信頼性の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
設置項目	電源の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	監視	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
環境施工性 (信頼性の確保に必要な施工の成立性)	現場施工性	○	○	△	△	○	○	○	△	△	△
	施工の成立性	○	○	△	△	○	○	○	△	△	△
評価	各感知方式で使用する火災感知器	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (煙が滞留する場合に限る)	△ (煙が滞留する場合に限る)	△ (煙が滞留する場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る)

○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

※：環境条件及び現場施工性を考慮して、アナログ式の熱感知器を他の熱感知方式の感知器等より優先使用  
環境条件及び現場施工性を考慮して、アナログ式の煙感知器を他の煙感知方式の感知器等より優先使用

#### ロ. 使用する感知器等の設置方法

オペレーティングフロアは天井高さが床面から 20m 以上のエリアであり、炎感知器の設置は可能であるが、煙感知器と熱感知器は取付面の高さが消防法施行規則第 23 条第 4 項で規定される高さ以上の場所に該当し、消防法施行規則第 23 条第 4 項第一号イにより設置することが適切ではないため、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法又は設計基準①を満足する方法で設置することができない。

従って、アナログ式でない炎感知器は、オペレーティングフロアの床面上方に一部グレーチング床  が設置されていることを考慮し、グレーチング面（グレーチング階段及び踊り場を除く。）の上部と下部の床面をそれぞれ監視できるように火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置する設計とする。炎感知器の監視範囲を第 3-2-5 図に示す。

また、アナログ式の煙感知器については、プラント運転中は原子炉しゃへい冷却ファン（以下「給気ファン」という。）及び原子炉格納容器循環ファン（以下「循環ファン」という。）の運転により原子炉格納容器内で空気が循環する設計となっていること、並びに、プラント停止中に原子炉内に燃料がある状態でこれらのファンを停止する運用となっていることを踏まえ、以下に記載するファンの運転状況と空気の流れを考慮して設置する設計とする。

- ・ 給気ファン及び循環ファンの運転時においては、オペレーティングフロアの火災により発生した煙及び熱、あるいは原子炉格納容器ループ室又は加圧器室の火災により流れ込む煙及び熱は、給気ファンの運転により原子炉格納容器ループ室を通過してオペレーティングフロアに抜ける空気の流れに乗って上昇し、循環ファンにより原子炉格納容器内で循環するため、火災の継続とともに原子炉格納容器内の煙濃度及び空気温度が全体的に均一になりながら高まっていく。
- ・ 給気ファン及び循環ファンの停止時においては、火災により発生した熱により上昇気流が発生すること、並びに、格納容器送気ファン及び格納容器排気ファンが運転を継続していることから、オペレーティングフロアの火災により発生した煙及び熱、あるいは原子炉格納容器ループ室又は加圧器室の火災により流れ込む煙及び熱は、格納容器送気ファンによって取り込まれる外気で攪拌されながらオペレーティングフロア内を対流し、格納容器排気ファンにより排出される。給気ファン及び循環ファンの停止時における火災による煙及び熱の流れを第 3-2-6 図に示す。

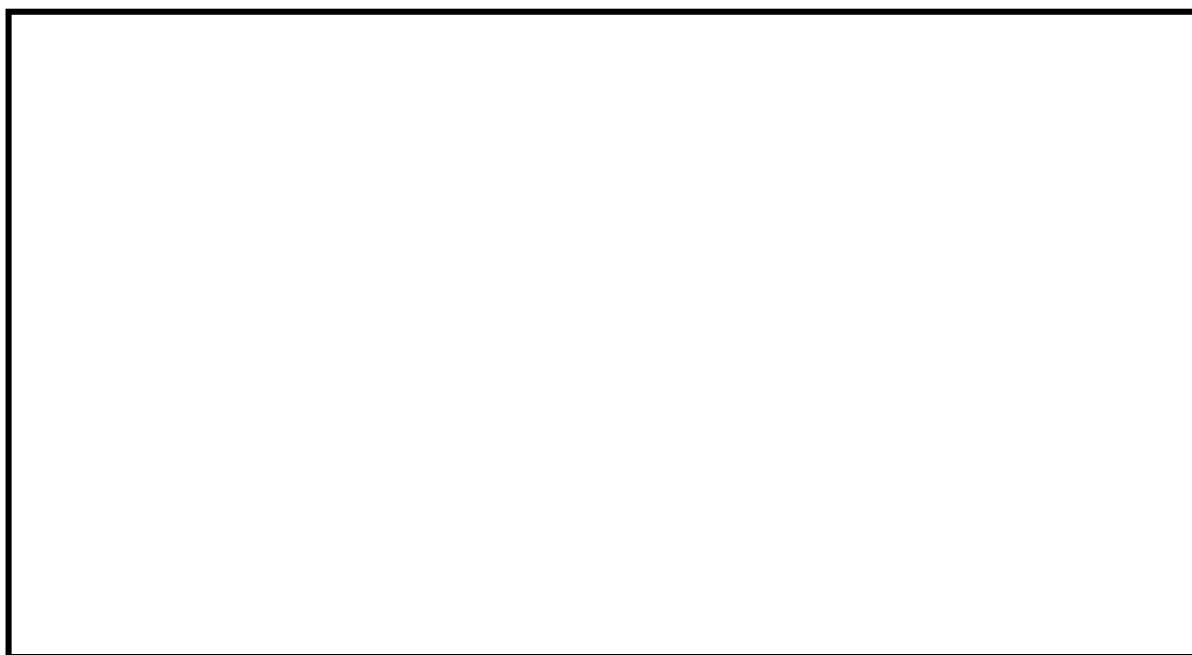
以上より、給気ファン及び循環ファンの運転時及び停止時において、発熱量の少ないくん焼段階の火災は煙の流路上で有効に火災を感知できる場所にアナログ式の煙感知器を設置し、発炎段階の火災は消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づきアナログ式でない炎感知器を設置することにより早期に感知し、それぞれ設計基準②を満足する設計とする。火災により発生した煙の流路上になる原子炉格納容器ループ室上部の

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。

SG 側のグレーチング面への煙感知器の設置方法は、原子炉格納容器ループ室における設置方法に準じた設計とする。(補足説明資料 3-11 参照。) また、給気ファン及び循環ファンの停止時において、原子炉格納容器ループ室又は加圧器室の火災により流れ込む煙についても、煙の流路上で有効に火災を感知できる場所に設計基準②を満足するようアナログ式の煙感知器を設置する設計とする。

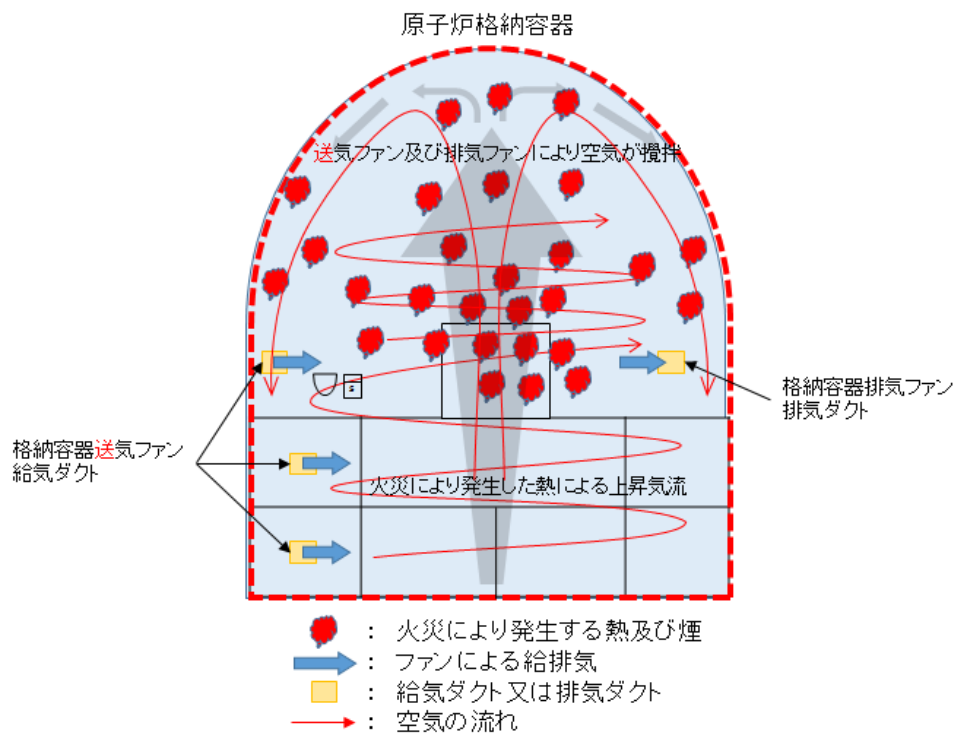
ここで、煙の流路上で有効に火災を感知できる場所とは、感知器の設置及び保守点検に懸念がないエリア内の最も高い場所及びプラント停止中における空気の流れを考慮した煙の流路上とし、これらの場所にアナログ式の煙感知器を第 3-2-7 図に示すように支持鋼材(グレーチングのような開口部はない)又はグレーチングの支持梁等を使用して設置する設計とする。

オペレーティングフロアに設置するアナログ式の煙感知器の配置図(平面図)を第 3-2-8 図、配置図(断面図)を第 3-2-9 図に示し、原子炉格納容器上部の設備設置状況を第 3-2-10 図に示す。

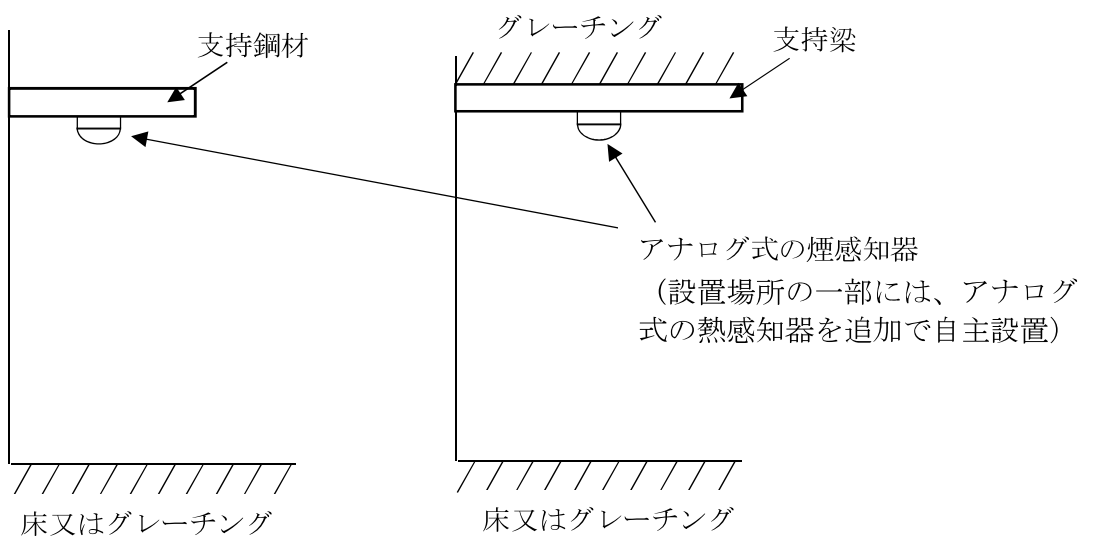


第 3-2-5 図 高天井エリアの感知器監視範囲図(美浜発電所 3 号機)

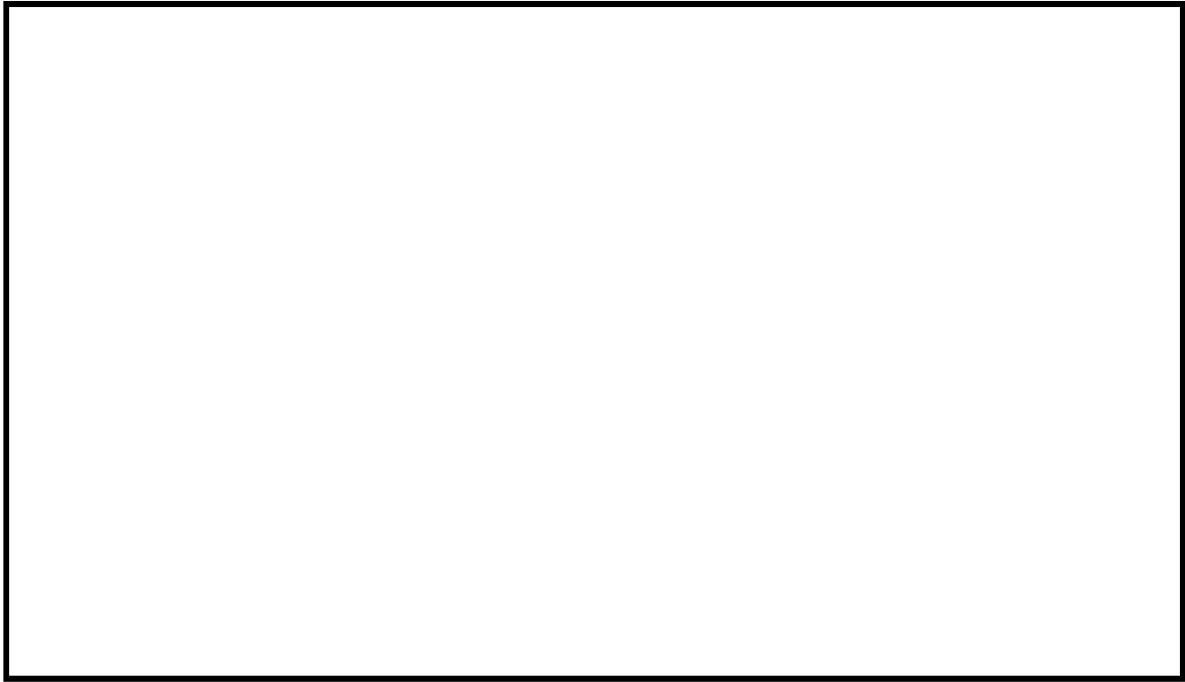
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



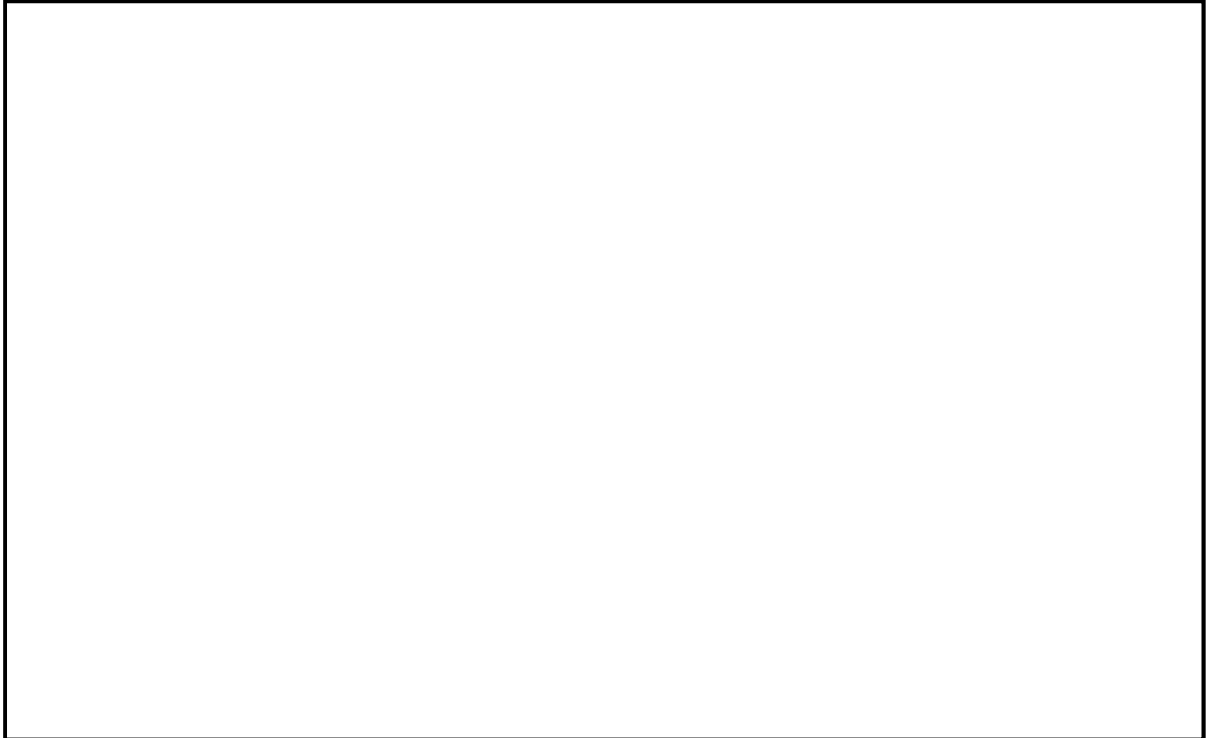
第 3-2-6 図 給気ファン及び循環ファンの停止時（格納容器送気・排気ファンは運転）における火災による煙及び熱の流れ



第 3-2-7 図 感知器設置イメージ



第 3-2-8 図 オペレーティングフロアに設置するアナログ式の煙感知器の配置図（平面図）



第 3-2-9 図 オペレーティングフロアに設置するアナログ式の煙感知器の配置図（断面図）

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3-2-10図 原子炉格納容器上部の設備設置状況

ハ. 給気ファン及び循環ファン停止時において原子炉格納容器内オペレーティングフロアで発生する火災規模の整理

a. 原子炉格納容器内オペレーティングフロアの火災発生時の空気の流れと火災規模の定義

(a) 空気の流れによる火災規模の定義

給気ファン及び循環ファン停止時において原子炉格納容器内オペレーティングフロアで発生する火災の規模を煙の現象論を踏まえて大・中・小の3段階に分けて整理する。各火災規模を以下のとおり定義するとともに、第3-2-11図に各火災規模のイメージを示す。

#### 火災規模の定義

大：発熱量が大きく、熱の気流に乗ってC/V頂部まで上昇した煙が、コンクリート内壁に接触しながら冷却され、周囲の空気との密度差により生じる自然対流で煙が下降に転じるといった流れが継続する大規模火災

中：発熱量が中程度で、熱の気流に乗ってC/V頂部まで上昇した煙がC/V頂部で平衡状態となり下降せず、溜まり続ける中規模火災

小：発熱量が小さく、熱の気流に乗って煙が上昇する過程で、周囲の空気に熱を奪われ、上昇力を失い、C/V内の低い層で煙が水平方向に拡散する流れの方が優位となる小規模火災

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。



火災規模 小 中 大

第3-2-11図 各火災規模のイメージ図 (■ が煙の流れ)

(b) 火災規模毎の発熱速度

(a) で定義した火災規模毎に想定する発熱速度を以下のとおり設定する。

- ・火災規模「大」：C/V内において最大規模の火災源を想定する。具体的には、既許認可の実績として、美浜3号機の再稼働審査のまとめ資料で用いている「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」の「表8.1 火災源のスクリーニング用発熱速度(HRR)」のうち、電気盤1面火災相当の211kWを適用し、熱流動により対流が生じる場合を想定する。
- ・火災規模「中」：C/V内における中規模の火災源として、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」の「表8.1 火災源のスクリーニング用発熱速度(HRR)」のうち、最小値であるモータ1台相当の69kWを適用し、熱流動が起こらず煙が格納容器頂部に溜まっていく場合を想定する。
- ・火災規模「小」：「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」に基づく発熱速度の設定がないことから、火災規模「大」及び「中」と比較して、より小さい発熱速度を想定する。

(c) 小括

給気ファン及び循環ファン停止時において原子炉格納容器内オペレーティングフロアで発生する火災の規模を大・中・小の3段階に分けて整理した。この整理を踏まえ、次項以降で火災感知器の感知性について確認する。また、念のため原子炉格納容器の健全性について解析結果を考慮し確認する。

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。



b. 煙感知器の感知性の確認

原子炉格納容器内オペレーティングフロアに設置する煙感知器の感知性について、定義した火災規模毎に確認する。

(a) 火災規模「大」

火災規模「大」の場合、発熱量が大きく、その熱による上昇気流に乗ってC/V頂部まで上昇した煙が、コンクリート壁に接触することで冷却され、周囲の空気との密度差により生じる自然対流により下降に転じるといった煙の流れが継続する。このような煙の流路となる場所に煙感知器を設置することで火災を感知可能である。

(b) 火災規模「中」

火災規模「中」の場合、発熱量が中程度であり、その熱による上昇気流に乗ってC/V頂部まで上昇した煙が下降せず、C/V頂部に溜まり続ける。このような火災が継続した場合、煙はC/V頂部に溜まっていき、煙層が厚くなっていくことから、時間の経過とともに感知可能である。

(c) 火災規模「小」

火災規模「小」の場合、発熱量が小さく、熱気流に乗って煙が上昇する過程で、周囲の空気に熱を奪われC/V頂部に到達する前に上昇力を失い、水平方向に拡散する流れの方が優位となる。このような火災が継続した場合、煙はオペレーティングフロアの床面付近で広がることから、オペレーティングフロア低層における空気の流れを考慮して煙の流路上に設置する煙感知器にて感知可能である。

(d) 小括

原子炉格納容器内オペレーティングフロアに設置する煙感知器は、火災規模「大」「中」「小」いずれの火災についても感知可能であり、もれなく確実に火災を感知できる設計となっていることを確認した。

c. 原子炉格納容器の健全性の確認

火災発生時の原子炉格納容器の健全性について以下のとおり確認する。

(a) 解析条件

火災発生時の原子炉格納容器の健全性を確認するために、火災規模「大」を用いて温度評価を実施した。

①FDTsを用いた原子炉格納容器頂部の温度評価

原子炉格納容器内オペレーティングフロアにおける火災時の原子炉格納容器頂部の温度を評価するため、米国NRCが公開している評価ツールであるFDTsを用いて評価した。空間体積には、原子炉格納容器オペレーティングフロアより上部相当の体積を設定し、保守的な火源の条件設定として、最も発熱量の大きい火災規模「大」の火源を用いて換気のない条件下で温度評価を実施した。

(b) 原子炉格納容器の温度制限値

設計基準において発生する火災により、発電用原子炉施設の安全性が損なわれないようにするため、設計基準対象施設に対して必要な機能を有することが求められている。設計基準事故時の原子炉格納容器の最高使用温度が122℃であることを踏まえ、火災発生時の原子炉格納容器頂部の温度制限値を122℃と設定する。

なお、温度制限値の妥当性について以下に示す。

原子炉格納容器バウンダリとして、原子炉格納容器頂部には原子炉格納容器鋼板があることから、当該部への熱影響について評価を行う。

原子炉格納容器鋼板については、設計基準事故時の条件において変形が弾性域に収まっていることを確認している。また、クリープ現象については、融点の半分程度以上の高温で長時間かけて生じるものであるが、評価対象の鋼材は炭素鋼であり、一般的な炭素鋼の融点は1000℃以上であることから、クリープ現象を考慮する必要はない。

以上より火災発生時の原子炉格納容器頂部の温度制限値を122℃と設定することは妥当である。

(c) 解析結果を踏まえた原子炉格納容器の健全性評価

原子炉格納容器内オペレーティングフロアにおける火災時の原子炉格納容器頂部の温度を評価するため、米国NRCが公開している評価ツールであるFDTsを用いて評価した結果、最も発熱量の大きい火災規模「大」の火源を用いた場合、原子炉格納容器頂部の高温ガス層温度は火災発生から1時間で73.8℃程度となった。

評価ツールを用いた火災規模「大」の評価結果を別紙 1-1 に示す。

火災発生時の原子炉格納容器頂部の温度が、原子炉格納容器頂部の温度制限値を超過しないことから、原子炉格納容器バウンダリの健全性が維持されることを確認した。

なお、感知までに最も時間を要する火災規模「中」の火源を用いた場合は、煙層は格納容器頂部より 30m 程度下 (  相当) に火災発生から 10 分程度で到達するため、健全性評価については火災規模「大」の結果に包絡される。評価ツールを用いた火災規模「中」の評価結果を別紙 1-2 に示す。

#### (d) 小括

火災規模「大」の火源を用い、換気のない条件を想定しても、原子炉格納容器頂部の温度は温度制限値である122℃を超過せず、原子炉格納容器バウンダリの健全性が維持されることを確認した。

#### d. 大括

給気ファン及び循環ファン停止時における原子炉格納容器内オペレーティングフロアの空気の流れを踏まえ、火災の規模を煙の現象論に基づき大・中・小に分けて確認した結果、いずれの火災についても原子炉格納容器内オペレーティングフロアに設置する煙感知器により感知可能であり、もれなく確実に火災を感知できる設計となっていることを確認した。

また、原子炉格納容器頂部の温度は、設計基準事故時の原子炉格納容器の最高使用温度を基に設定した温度制限値である122℃を超過しないことから、原子炉格納容器バウンダリの健全性は維持されることを確認した。

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。

## 二. 煙感知器の設置場所の評価

### a. 煙感知器の感知性能及び網羅性に係る比較検討

原子炉格納容器内オペレーティングフロアの感知器設計のうち、火災により発生する煙の流路上で有効に火災を感知できる場所のうち感知器の設置及び保守点検に懸念がないエリア内の最も高い場所に設置するアナログ式の煙感知器について、ハ、で評価及び解析した原子炉格納容器頂部の温度及び火災発生時の空気の流れを踏まえ、その設置場所について検討した。また、空気吸引式の煙感知器及び光電分離式の煙感知器についても同様に検討した。

検討にあたって、原子炉格納容器内オペレーティングフロアにおける煙感知器設置場所について、煙感知器の感知性能及び網羅性の観点で比較検討を実施した。検討結果を第3-2-4表に示す。

第3-2-4表 煙感知器の感知性能及び網羅性に係る比較検討結果

凡例 ○：もれなく確実に感知可能、×：感知不可

設置場所 及び 最大設置高さ	案1	案2	案3-1	案3-2	案3-3	案3-4
	感知区画	10-1のポーラークレーン昇降タラップ踊り場付近に煙感知器（スポット型）を設置	ポーラークレーン付近で人が寄り付き、感知器の設置及び保守点検が可能なCV壁面に煙感知器（スポット型）を設置	CVトップトップドーム部に煙感知器（スポット型）を設置	CVトップトップドーム部の火災を必要な期間、感知できるように煙感知器（スポット型）を仮設	CVトップドーム部に空気吸引式の煙感知器を設置
火災規模	E. L. <input type="text"/> 程度	E. L. <input type="text"/> 程度	E. L. <input type="text"/> 程度	E. L. <input type="text"/> 程度	E. L. <input type="text"/> 程度	E. L. <input type="text"/> 程度
小 <sup>※1</sup>	○	○	○	○	○	○
中	○	○	○	○	○	○
大	○	○	○	○	○	○

※1：案1～案3のいずれにおいても、火災規模「小」の感知は原子炉格納容器内オペレーティングフロア下層（感知区画15）の煙感知器に期待しており、感知性能及び網羅性に差異はない。

検討の結果、上記の案において、いずれの場所に煙感知器を設置しても、感知性能及び網羅性に問題はないと評価できる。

### b. 煙感知器の設置に係る比較検討

案1、案2及び案3のいずれの場所に煙感知器を設置しても、感知性能及び網羅性に問題がないことを確認したため、次にそれぞれの案について、感知器設置の成立性、

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。

保守点検（定期点検及び定期取替）の成立性、偶発的な故障の対応及び耐震性の確保の観点他考慮事項を踏まえ、総合的評価を行い、その結果を第3-2-5表に示す。

第3-2-5表 煙感知器の設置に係る比較検討結果

凡例 ○：成立性に問題なし、×：成立性に問題あり

設置場所及び最大設置高さ		案1	案2	案3-1	案3-2	案3-3	案3-4
		感知区画10-1のポーラークレーン昇降タラップ踊り場付近に煙感知器（スポット型）を設置	ポーラークレーン付近で人が寄り付き、感知器の設置及び保守点検が可能なCV壁面に煙感知器（スポット型）を設置	CVトップドーム部に煙感知器（スポット型）を設置	CVトップドーム部の火災を必要な期間、感知できるように煙感知器（スポット型）を仮設	CVトップドーム部に空気吸引式の煙感知器を設置	CVトップドーム部に光電分離式の煙感知器を設置
検討項目		程度	程度	程度	程度	程度	程度
設置の成立性		○	○	○	○	○	○
保守点検の成立性	定期点検※1	○ 直接目視点検可 遠隔試験可	○ 直接目視点検可 遠隔試験可	○ 双眼鏡で点検可 遠隔試験可	○ 外観点検・作動 試験後に仮設	○ 双眼鏡で点検可 現地試験可	○ 双眼鏡で点検可 遠隔試験可
	定期取替※2	○	○	○	○	○	○
偶発的な故障の対応		○	○	○	○	○	○
耐震性の確保		○	○	○	×	○	○
評価		懸念事項なし	労働安全確保の観点から、保守点検作業時に足場設置が必要であり、長期間（20日以上）要する	保守点検作業時に足場設置が必要であり、長期間（30日以上）要する	地震時の波及的影響の懸念あり	保守点検作業時に足場設置が必要であり、長期間（30日以上）要する	保守点検作業時に足場設置が必要であり、長期間（30日以上）要する
総合評価		いずれの案でも感知性及び原子炉格納容器バウンダリの健全性に問題がないことから、最も懸念の少ない案1が最適と判断する。					

※1：消防法に基づき、定期的な点検（外観点検、作動試験）が必要である。

※2：感知器は一般産業品のため、劣化による故障を想定し、定期取替の実施が必要である。

原子炉格納容器内オペレーティングフロア上部に設置する煙感知器の定期取替頻度について以下に示す。

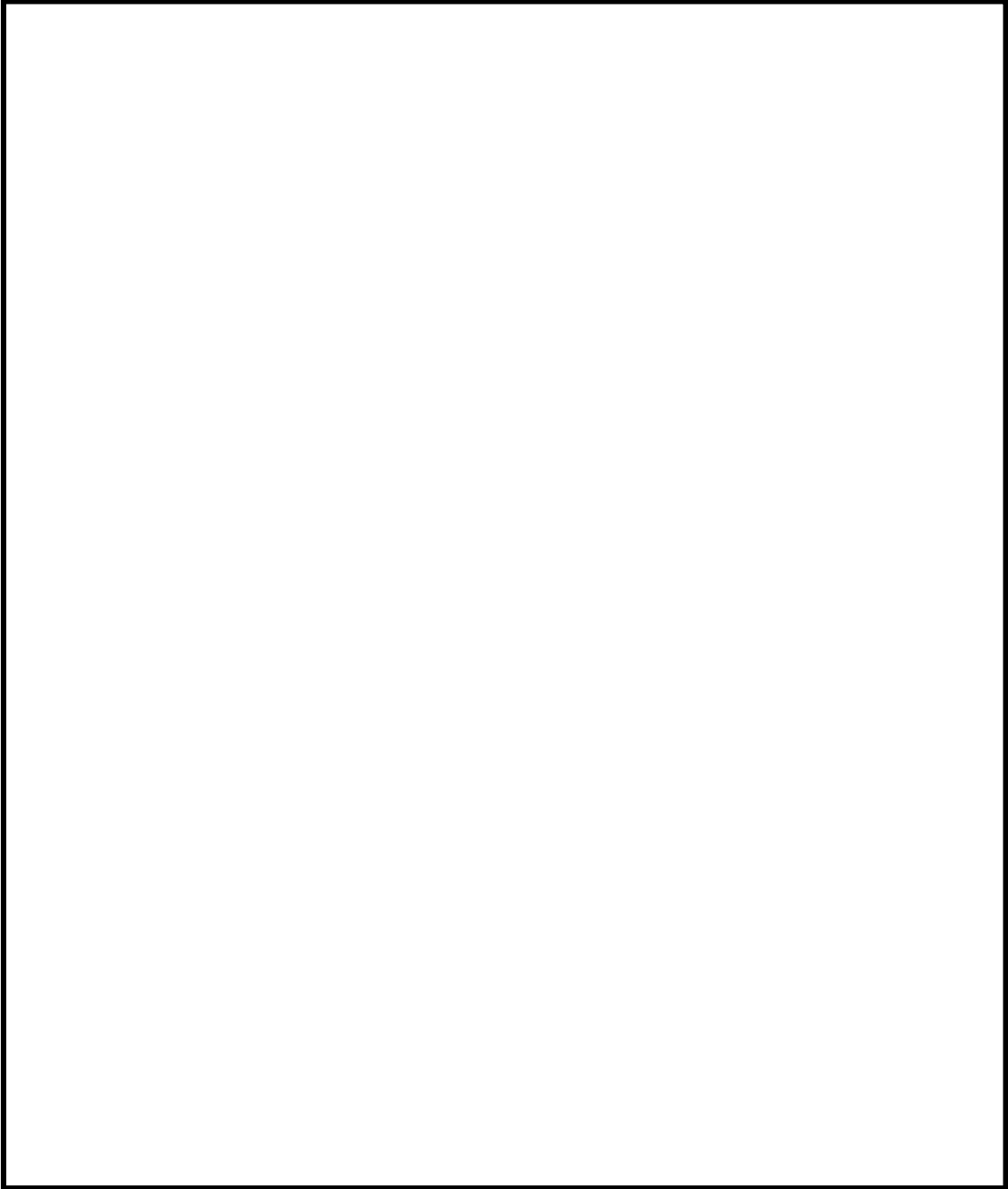
日本火災報知機工業会は10年毎の感知器取替を推奨しているが、原子炉格納容器内オペレーティングフロア上部は一般的な環境に比べ10℃以上温度が高いことから、

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。

アレニウスの10℃半減則（温度が10℃上がると寿命が半分になるという経験則）を適用し、感知器の熱劣化の影響についても考慮した場合、取替頻度は10年の半分以下となる3～5年程度が妥当と考えている。

上記の検討結果より、案1を煙感知器の最適な設置場所と判断し、感知区画10・1のポーラークレーン昇降タラップ踊り場付近に煙感知器（スポット型）を設置する設計とする。

案1において期待する煙感知器及び原子炉格納容器の感知器設計概要について、第3・2・12図に示す。また、参考として、案2において期待する煙感知器を第3・2・13図に示す。



第 3・2・12 図 案 1 で期待する煙感知器及び原子炉格納容器の感知器設計概要

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 3-2-13 図 (参考) 案 2 で期待する煙感知器

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。



ホ. 設計基準を満足できる理由

原子炉格納容器内のオペレーティングフロアを含む火災区画には、原子炉の安全停止に必要な機器等、放射性物質を貯蔵する機器等及び重大事故等対処施設が設置されているが、原子炉の安全停止に必要な機器等は、原子炉格納容器内において既許可から変更のない離隔距離 6m 以上の確保による系統分離が実施されており、また、原子炉格納容器内の動的機器がすべて火災の影響により運転停止し、かつ、原子炉格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなることを仮定しても、運転員の操作により原子炉の安全停止が可能である。放射性物質を貯蔵する機器等は、原子炉格納容器内で火災が発生し、広範囲な火災又は原子炉格納容器内に進入できないと判断した場合には、保安規定に定められた手順に基づき、プラントを停止するとともに格納容器スプレ設備を使用した消火を行う運用としていることから、放射性物質が漏えいした場合でも、放射性物質の閉じ込め機能をもつ原子炉格納容器により管理区域外への放射性物質の放出を防止することが可能である。また、重大事故等対処施設は、原子炉の安全停止に必要な機器等と兼用する設備については、既許可から変更のない離隔距離 6m 以上の確保による系統分離対策が実施されており、また、原子炉格納容器内の動的機器がすべて火災の影響により運転停止し、かつ、原子炉格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなることを仮定しても、運転員の操作により原子炉の安全停止が可能であることを踏まえ、原子炉格納容器内で火災が発生し、広範囲な火災又は格納容器内に進入できないと判断した場合には、保安規定に定められた手順に基づき、プラントを停止するとともに格納容器スプレ設備を使用した消火を行う運用としていること、並びに設置許可基準規則第 37 条第 4 項に規定されている運転停止中原子炉内の燃料損傷防止に必要な重大事故等対処設備については、同様の機能を有する設備（計装設備においては他チャンネル又は代替パラメータ）が既許可に準じて各設備間で離隔距離が 6m 以上確保されているか、又は、1 時間耐火能力を有する隔壁等で分離されており、同一火災区画内において原子炉の安全停止に必要な機器等の系統分離対策に支障を及ぼすことなく、重大事故等の対処に必要な機能が確保できることを確認している。

上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する煙感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動に繋げ、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画内及び同一火災区画外に設置されている設計基準対象施設が火災によりその安全性が損なわれないようにすることができ、かつ、重大事故等対処施設が火災によりその重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれないようにすることができるため、設計基準②を満足していると評価する。

### 3-2-4 火災による消火設備への影響について

原子炉格納容器内で火災が発生した場合に消火設備として使用する格納容器スプレ設備への影響を以下に示す。

#### (1) 格納容器スプレ設備

格納容器スプレ設備の系統図を第 3-2-14 図に示す。

格納容器スプレ設備を構成する設備のうち、主要な設備である内部スプレポンプ及びモータ、内部スプレクーラ、よう素除去薬品タンク及び燃料取替用水タンクは格納容器外に設置されている。このことから、(1)で確認したとおり、格納容器内で発生した火災の影響を火災区画内に限定することができおり、格納容器外に設置しているこれらの機器が火災による影響を受けることはない。

格納容器スプレ設備を構成する設備のうち、原子炉格納容器内には頂部にスプレヘッドが設置されているが、金属製のスプレリング、スプレノズル及び逆止弁により構成されていることから、火災により発生する煙及び熱の影響は受けることはない。



第 3-2-14 図 系統図（格納容器スプレ系統）

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。



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

COMPARTMENT WITH THERMALLY THICK/THIN BOUNDARIES

The following calculations estimate the hot gas layer temperature and smoke layer height in enclosure fire.

Parameters in YELLOW CELLS are Entered by the User.

Parameters in GREEN CELLS are Automatically Selected from the DROP DOWN MENU for the Material Selected.

All subsequent output values are calculated by the spreadsheet and based on values specified in the input parameters. This spreadsheet is protected and secure to avoid errors due to a wrong entry in a cell(s). The chapter in the NUREG should be read before an analysis is made.

Project / Inspection Title:

美浜3号機CV内 電気盤1面火災(垂直キャビネット:HRR211kW)

INPUT PARAMETERS

COMPARTMENT INFORMATION

Compartment Width ( $w_c$ )	34.00	m
Compartment Length ( $l_c$ )	34.00	m
Compartment Height ( $h_c$ )	40.00	m
Vent Width ( $w_v$ )	0.60	m
Vent Height ( $h_v$ )	2.00	m
Top of Vent from Floor ( $V_T$ )	2.00	m
Interior Lining Thickness ( $\delta$ )	15.00	cm

AMBIENT CONDITIONS

Ambient Air Temperature ( $T_a$ )	40.00	°C
Specific Heat of Air ( $c_a$ )	1.00	kJ/kg-K
Ambient Air Density ( $\rho_a$ )	1.13	kg/m <sup>3</sup>

Note: Ambient Air Density ( $\rho_a$ ) will automatically correct with Ambient Air Temperature ( $T_a$ ) Input

THERMAL PROPERTIES OF COMPARTMENT ENCLOSING SURFACES FOR

Interior Lining Thermal Inertia ( $k\rho c$ )	2.9	(kW/m <sup>2</sup> -K) <sup>2</sup> -sec
Interior Lining Thermal Conductivity (k)	0.0016	kW/m-K
Interior Lining Specific Heat ( $c_p$ )	0.75	kJ/kg-K
Interior Lining Density ( $\rho$ )	2400	kg/m <sup>3</sup>



**CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE  
AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE  
WITH NATURAL VENTILATION**

Version 1805.1  
(SI Units)

**THERMAL PROPERTIES FOR COMMON INTERIOR LINING MATERIALS**

Material	kpc (kW/m <sup>2</sup> -K) <sup>2</sup> -sec	k (kW/m-K)	c (kJ/kg-K)	ρ (kg/m <sup>3</sup> )	Select Material
					Concrete
Aluminum (pure)	500	0.206	0.895	2710	Scroll to desired material Click the selection
Steel (0.5% Carbon)	197	0.054	0.465	7850	
Concrete	2.9	0.0016	0.75	2400	
Brick	1.7	0.0008	0.8	2600	
Glass, Plate	1.6	0.00076	0.8	2710	
Brick/Concrete Block	1.2	0.00073	0.84	1900	
Gypsum Board	0.18	0.00017	1.1	960	
Plywood	0.16	0.00012	2.5	540	
Fiber Insulation Board	0.16	0.00053	1.25	240	
Chipboard	0.15	0.00015	1.25	800	
Aerated Concrete	0.12	0.00026	0.96	500	
Plasterboard	0.12	0.00016	0.84	950	
Calcium Silicate Board	0.098	0.00013	1.12	700	
Alumina Silicate Block	0.036	0.00014	1	260	
Glass Fiber Insulation	0.0018	0.000037	0.8	60	
Expanded Polystyrene	0.001	0.000034	1.5	20	
User Specified Value	Enter Value	Enter Value	Enter Value	Enter Value	

*Reference: Klote, J., J. Milke, Principles of Smoke Management, 2002, Page 270.*

**FIRE SPECIFICATIONS**

Fire Heat Release Rate (Q)

211.00 kW

**Calculate**



## CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1  
(SI Units)

### METHOD OF McCAFFREY, QUINTIERE, AND HARKLEROAD (MQH)

Reference: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3<sup>rd</sup> Edition, 2002, Page 3-175.

$$\Delta T_g = 6.85 [Q^2 / ((A_v (h_v)^{1/2}) (A_T h_k))]^{1/3}$$

Where,

$\Delta T_g = T_g - T_a$  = upper layer gas temperature rise above ambient (K)

Q = heat release rate of the fire (kW)

$A_v$  = area of ventilation opening ( $m^2$ )

$h_v$  = height of ventilation opening (m)

$h_k$  = convective heat transfer coefficient ( $kW/m^2-K$ )

$A_T$  = total area of the compartment enclosing surface

boundaries excluding area of vent openings ( $m^2$ )

#### Area of Ventilation Opening Calculation

$$A_v = (w_v) (h_v)$$

Where,

$A_v$  = area of ventilation opening ( $m^2$ )

$w_v$  = vent width (m)

$h_v$  = vent height (m)

$$A_v = 1.20 \quad m^2$$

#### Thermal Penetration Time Calculation

$$t_p = (\rho c_p / k) (\delta / 2)^2$$

Where,

$t_p$  = thermal penetration time (sec)

$\rho$  = interior lining density ( $kg/m^3$ )

$c_p$  = interior lining specific heat ( $kJ/kg-K$ )

k = interior lining thermal conductivity ( $kW/m-K$ )

$\delta$  = interior lining thickness (m)

$$t_p = 6328.13 \quad sec$$



## CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1  
(SI Units)

### Heat Transfer Coefficient Calculation

$$h_k = \sqrt{(k\rho c/t)} \text{ for } t < t_p \quad \text{or} \quad (k/\delta) \text{ for } t > t_p$$

Where,

$h_k$  = heat transfer

coefficient (kW/m<sup>2</sup>-K)

$k\rho c$  = interior construction thermal inertia (kW/m<sup>2</sup>-K)<sup>2</sup>-sec  
(a thermal property of material responsible for the rate of  
temperature rise)

$t$  = time after ignition  
(sec)

See table below for results (column 3)

### Area of Compartment Enclosing Surface Boundaries

$$A_T = [2(w_c \times l_c) + 2(h_c \times w_c) + 2(h_c \times l_c)] - A_v$$

Where,

$A_T$  = total area of the compartment enclosing surface boundaries excluding area of vent openings (m<sup>2</sup>)

$w_c$  = compartment width (m)

$l_c$  = compartment length (m)

$h_c$  = compartment height (m)

$A_v$  = area of ventilation opening (m<sup>2</sup>)

$$A_T = \quad 7750.80 \quad m^2$$