

以下の論文は、ChatGPT をカスタマイズした「技術士二次試験三上塾 AI 論文作成ツール」

<https://suninfo.co.jp/g2gpt/>

が作成した「概要論文」なので、一般的な合格論文と異なります。

勉強の進め方としては、以下の資料を元に論文の方向性を掴みつつ、概要表や出典などを参考に以下の概要論文を修正すると短時間で効率的な勉強ができます。以下の出典の URL をクリックしてもサイトが表示されない場合は、出典名をネット検索してください。

以下の論文では、観点と課題を章の最初に書いていますが、課題などを最後に書きたい場合は、テンプレート（プロンプト）を変更すれば最後に書くことが可能です。

設問は以下のサイトをご覧ください。

https://www.engineer.or.jp/c_categories/index02022.html

=====

以下では、令和8年度の選択科目Ⅲが問う「問題解決能力・課題遂行能力」を軸に、設問文のキーワードをできるだけ外さず整理します。選択科目Ⅲでは、複合的な問題を把握し、多様な視点から分析して、問題解決のための課題と遂行方策を論理的・合理的に説明することが求められます。また、マニュアルでも「具体的な事例、観点、技術課題、最重要課題、ニーズ、分析、解決方法、リスク、リスクへの対策」が重要な構成要素とされています。

1. 設問のテーマの社会目的

この設問の社会目的は、

「化学産業を取り巻く事業環境・人員構成・設備・デジタル技術が変化する中でも、重大事故を未然に防止し、化学プロセスの安全かつ安定した操業を持続的に確保すること」

です。

重要なのは、単に「事故を減らす」だけではありません。

設問には、

構造改革・業界再編 → 製造現場の変化

DX・自動化・効率化 → 新しいリスクの発生

安定操業中の製造現場 → 安全の再確認

という問題意識があります。

したがって、

変化する事業環境の中で、従来型の安全管理を再評価し、化学プロセス固有のハザードとDX時代の新しいハザードを統合的に管理する

ことが社会目的です。

実際、経済産業省も石油・化学プラントについて「設備の高経年化や労働力不足などの構造的問題」に対処するため IoT・AI 等の導入が重要としています。[\(経済産業省\)](#)

2. 出題者の意図

この問題は、単なる「化学工場の安全対策を知っていますか」という知識問題ではありません。

選択科目Ⅲですから、出題者が確認したい中心は、

「化学プロセスを取り巻く変化を分析し、自ら技術課題を設定し、専門技術によって解決し、その解決策が生む新しいリスクまで評価できるか」

です。

令和8年度の選択科目Ⅲの評価対象は「専門的学識、問題解決、評価、コミュニケーション」であり、問題解決のための課題と遂行について論理的・合理的に説明する能力が問われます。

特に出題者は、次の流れを見ています。

環境変化

- 潜在する問題の発見
- 多面的な観点
- 技術課題の設定
- 最重要課題の選定
- 専門技術による複数の解決策
- 解決策によって新たに発生するリスク
- そのリスクへの対策

つまり、単なる「安全対策の羅列」ではなく、**問題解決のストーリー**が重要です。

3. 重要な箇所と注意すべき箇所

最重要①「現在安定操業している製造現場」

ここを読み飛ばしてはいけません。

事故が多発している工場を立て直す問題ではなく、

一見問題なく運転できているプラントにも潜在リスクが存在する

という前提です。

例えば設備の腐食・疲労、変更管理の形骸化、熟練者依存、異常兆候の見逃しなどです。

最重要②「構造改革と業界再編」

単なる経営問題として処理しないことです。

統廃合・組織変更・要員削減等によって、

- 安全ノウハウの断絶
- ベテラン減少
- 組織間で異なる安全基準
- 設備情報・運転情報の継承不足

などが起こり得ます。

したがって「人・組織」の観点が必要です。

最重要③「DX と安全対策の両立」

DX を単純に解決策として礼賛しないことです。

DX は安全性を向上させる一方で、

ネットワーク接続 → サイバー攻撃 → 制御系への侵入 → 誤操作・停止・設備損傷

という新しいリスクを作ります。

IPA も、制御システムが外部ネットワークと接続する機会の増加に伴ってネットワークセキュリティリスクが増大するとしています。[\(IPA\)](#)

最重要④「各段階」

設問冒頭には「プロセス設計から装置の建設、稼働まで」とあります。

したがって運転段階だけを書くより、

設計—建設—試運転—運転—保全—変更

というライフサイクルを意識した方が設問への適合性が高くなります。

最重要⑤「多面的」

「設備」「設備」「設備」という3課題では多面的とは言いにくなります。

今回は例えば、

プロセス・設備面／人・組織面／DX・情報面

と切ると明確です。

マニュアルでも、設問の各条件を個別に確認し、「多面的な観点」と「その内容を観点とともに示したか」をチェックすることが重要とされています。

4. 論文作成上のポイント

この問題では、課題を次の3本にすると論理を組み立てやすいです。

- ①プロセス安全管理の高度化
- ②安全技術・ノウハウの継承
- ③DXに対応した制御システムセキュリティの強化

この中で①を最重要課題とします。

理由は、化学プラントでは火災・爆発・有害物質漏洩などが発生すると人的・社会的影響が大きく、設備、人、DXの問題も最終的にはプロセス安全に集約されるからです。

解決策は、

HAZOP等によるリスクアセスメント

+

SIS等による多重防護

+

IoT・AIによる状態監視・予知保全

とすると、「化学プロセス」の専門性が出ます。

さらに(3)では、DXを導入した結果の

OT サイバーセキュリティリスク

を取り上げます。

これによって、

DX による安全高度化

↓

ネットワーク接続増加

↓

サイバーリスク増大

↓

OT セキュリティ強化

という因果関係が成立します。

マニュアルが推奨する「設問の（１）（２）（３）に合わせた章立て」とも整合します。

5. 不合格者と合格者の思考の違い

設問を読んだ箇所	不合格者に多い思考	合格者の思考
「安全」	安全対策をたくさん覚えて書こう	まず社会目的と問題構造を整理しよう
「環境が変化」	前置きなので無視する	なぜ今、安全の再確認が必要なのか分析する
「構造改革・業界再編」	経営の話なので専門外	人員・組織・技能継承のリスクにつなげる
「DX」	AI、IoT を使えば解決	DX は安全向上と新規リスクの両面を持つ
「多面的」	違う安全対策を 3 個書く	設備、人・組織、DX 等の異なる観点を設定
「技術課題」	「設備が老朽化している」	「プロセス安全管理の高度化」と課題化
「最も重要」	一番書きやすい課題を選ぶ	社会目的への寄与と他課題との関係で選ぶ
「複数の解決策」	教育、点検、マニュアル	HAZOP、SIS、IoT 状態監視等の専門技術で解く
「新たなリスク」	元から存在する事故リスクを書く	解決策を実行したから発生・増大するリスクを書く

設問を読んだ箇所	不合格者に多い思考	合格者の思考
論文全体	知識を並べる	問題→課題→解決策→新リスク→対策を因果で接続する

選択科目Ⅲでは「自分が複合的な問題や課題を把握し、多様な視点から調査・分析し、問題解決のための課題とその遂行を論理的・合理的に説明できる指導的技術者」であることを答案で示すことが重要です。

6. 概要表

項目	内容
社会目的	化学産業を取り巻く設備、人員、組織、DX等の環境変化に対応し、火災・爆発・有害物質漏洩等の重大事故を防止して、安全かつ安定した化学プロセスを持続する。
現状・問題	化学プロセスは設計・建設・稼働等の各段階に安全課題を有する。さらに設備の高経年化、組織再編、熟練者減少、DX・自動化の進展等により従来とは異なるリスクが顕在化している。危険物施設では令和6年中に火災267件、流出486件が発生している。 (消防庁)
技術課題①	観点：プロセス・設備面。「プロセス安全管理の高度化」が課題。長期安定操業によって設備劣化や運転条件変更等に伴う潜在ハザードが見過ごされる可能性がある。設計・運転・保全・変更を通じてリスクを継続的に再評価する必要がある。
技術課題②	観点：人・組織面。「安全技術・ノウハウの確実な継承」が課題。業界再編、要員構成変化、熟練者減少等により、異常兆候の判断、緊急時対応、過去トラブル等の暗黙知が失われる可能性がある。
技術課題③	観点：DX・情報面。「制御システムセキュリティの強化」が課題。IoT、AI、遠隔監視等の導入でOTと外部ネットワークとの接点が増え、サイバー攻撃がプロセス安全に波及する可能性が高まる。 (IPA)
最重要課題	プロセス安全管理の高度化
理由	火災、爆発、有害物質漏洩等の重大事故は人命・周辺住民・環境・事業継続に甚大な影響を及ぼす。また、人材継承やDXも最終的にはプロセスの安全確保に結び付くため、これを最上位課題とする。
解決策①	HAZOP等によるリスクアセスメントの高度化。PFD/P&ID、物質収支・熱収支等を基に、温度・圧力・流量・液位等の逸脱を体系的に分析する。変更時にはMOCを確実に実施する。
解決策②	多重防護による異常進展防止。LOPA等で防護層を評価し、BPCSとは独立したSIS、インターロック、ESD、圧力逃し設備等を適切に配置する。

項目	内容
解決策 ③	DXによる状態監視・予知保全。温度、振動、腐食、圧力等をIoTセンサで常時監視し、AI・異常検知により劣化兆候を早期発見する。リスクベースメンテナンスと組み合わせる。
新たな リスク	IoT・AI・遠隔監視等の導入によってIT/OT接続点が増加し、不正アクセス、マルウェア、ランサムウェア等による制御情報改ざん、誤操作、設備停止、安全機能喪失等が発生するリスク。
対策	OTサイバーセキュリティの多層防御。IT/OTネットワーク分離、DMZ、ファイアウォール、アクセス制御、多要素認証、IDS等を導入する。また、サイバーリスクアセスメント、バックアップ、インシデント対応訓練を継続する。

マニュアルでも、骨子表を「現状・問題・求められる技術課題→観点・技術課題→解決策→波及効果・リスク→対応策」の形で整理する方法が示されています。

参考資料

1. [経済産業省「スマート保安官民協議会 高圧ガス部会」](#) - 石油・化学プラントの高経年化、労働力不足、IoT・AI等を活用したスマート保安。(経済産業省)
2. [経済産業省「認定事業者制度」](#) - IoT・ビッグデータ、高度なリスクアセスメント、PDCAによる自主保安高度化。(経済産業省)
3. [厚生労働省「化学物質対策に関するQ&A（リスクアセスメント関係）」](#) - リスクアセスメントの手順、設備経年劣化・作業方法変更時の再評価、リスク低減措置の優先順位。(厚生労働省)
4. [総務省消防庁「危険物施設に関する統計情報」](#) - 危険物施設の火災・流出事故等の統計。(消防庁)
5. [IPA「制御システムのセキュリティリスク分析ガイド 第2版」](#) - ICSに対するサイバーセキュリティリスクの特定・分析・評価。(IPA)
6. [IPA「産業用制御システム向け侵入検知製品等の導入手引書」](#) - OTネットワーク接続拡大に伴うリスクと、Protect・Detect・Respondの考え方。(IPA)
7. [高圧ガス保安協会「事故対策」](#) - 高圧ガス事故の統計・解析、事故知識の伝承、リスクアセスメント。(KHK)

7. 約1800字の論文例

以下は、指定された章立てを維持した答案例です。

1. 多面的な観点からの技術課題の抽出

1) プロセス安全管理の高度化

プロセス・設備面の観点で考えれば、プロセス安全管理の高度化が課題である。具体的には、化学プラントでは可燃性・爆発性・毒性物質を高温・高圧等で取り扱うため、設備異常が火災、爆発、有害物質漏洩等の重大事故に発展する可能性がある。また、安定操業を継続している設備でも腐食、疲労、触媒劣化等が進行するほか、原料や運転条件の変更により設計時とは異なるハザードが生じる。このため、設計、建設、運転、保全、変更の各段階で潜在ハザードを継続的に再評価する必要がある。

2) 安全技術・ノウハウの確実な継承

人・組織面の観点で考えれば、安全技術・ノウハウの確実な継承が課題である。具体的には、化学産業の構造改革や業界再編、熟練技術者の減少により、異常兆候の判断、非定常作業、緊急時対応、過去の事故・トラブル等に関する暗黙知が失われるおそれがある。また、組織統合等によって異なる安全基準や作業手順が混在すれば、ヒューマンエラーを誘発する。このため、熟練者の経験を形式知化し、組織横断的に継承する必要がある。

3) 制御システムセキュリティの強化

DX・情報面の観点で考えれば、制御システムセキュリティの強化が課題である。具体的には、IoT、AI、クラウド、遠隔監視等の導入によって OT と外部ネットワークとの接点が増加する。これに伴い、サイバー攻撃による DCS 等への不正アクセスや制御情報の改ざんが、誤操作、設備停止、さらにはプロセス事故へ波及する可能性がある。このため、DX による自動化・効率化と安全性を両立させる必要がある。

2. 抽出した技術課題のうち最も重要と考える技術課題と解決策

私は「プロセス安全管理の高度化」が最も重要な課題と考える。理由は、火災、爆発、有害物質漏洩等の重大事故は、従業員のみならず周辺住民、環境、事業継続にも甚大な影響を及ぼし、人材や DX に関する課題も最終的にはプロセス安全の確保につながるからである。

1) リスクアセスメントの高度化

潜在ハザードを網羅的に抽出することが重要である。具体的には、PFD、P&ID、物質収支・熱収支等を基に HAZOP を実施し、温度、圧力、流量、液位等の正常状態からの逸脱について原因と影響を体系的に分析する。また、原料、設備、運転条件等を変更する際は MOC を実施し、変更による新たなリスクを再評価する。

2) 多重防護による異常進展防止

単一設備の故障が重大事故へ進展しない安全設計が重要である。具体的には、LOPA により独立防護層の有効性を評価し、BPCS による通常制御に加え、独立した SIS、インターロック、ESD、圧力逃し設備等を適切に配置する。これにより異常の発生防止と影響緩和を図る。

3) DX を活用した予知保全の推進

設備異常を事故発生前に検知することが重要である。具体的には、回転機器の振動、配管・塔槽類の腐食、温度、圧力等を IoT センサで常時監視する。さらに、蓄積した時系列データを AI 等で解析して通常状態からの微小な逸脱を検知し、リスクベースメンテナンスと組み合わせて設備故障の予兆段階で保全を実施する。

3. 解決策に関連して新たに生じうるリスクと対策

1) リスク

リスクとしては、DX の進展に伴う OT システムへのサイバー攻撃がある。具体的には、IoT センサ、遠隔監視、クラウド等の導入によって外部との接続点が増加し、不正アクセスやマルウェアによって監視データや制御信号が改ざんされる可能性がある。その結果、AI 等が誤った設備状態を正常と判断し、異常検知の遅延や設備の誤作動を招き、重大事故へ進展するおそれがある。

2) 対策

対策としては、OT サイバーセキュリティの多層防御がある。具体的には、IT 系と OT 系のネットワークを分離し、DMZ、ファイアウォール、アクセス制御、多要素認証及び産業用 IDS を導入する。また、サイバーリスクアセスメントにより重要資産と攻撃経路を特定し、脆弱性管理、データバックアップ及びインシデント対応訓練を継続する。これにより DX による安全高度化とサイバーセキュリティを両立させ、化学プロセスの持続的な安全・安定操業を実現する。

この答案で特に重要なのは、第 1 章の「問題→技術課題」、第 2 章の「最重要課題→解決策」、第 3 章の「解決策→新たなリスク→対策」が一本の因果関係になっていることです。また、マニュアルが重視する「設問の言葉をオオム返しして主旨からずらさない」という考え方も反映しています。

なお、マニュアルでは課題抽出過程について、可能であれば根拠となるデータ・数値を盛り込み、現状・課題・解決策を具体化することも推奨されています。今回なら「危険物施設で令和 6 年中に火災 267 件、流出 486 件」という消防庁データを第 1 章 1) へ短く入れる方法が有効です。[\(消防庁\)](#)

以上