

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

=====

本設問は、選択科目Ⅲで評価される「問題解決能力及び課題遂行能力」を正面から問う問
題です。令和8年度の試験案内でも、選択科目Ⅲは、複合的な問題・課題を把握し、多様
な視点から分析し、問題解決の手法と遂行方策を論理的・合理的に説明する能力を問うも
のとされています。

今回は、無機化学・セラミックスとの専門的な接続、労働者への健康影響、環境影響、微
量分析という設問のキーワードを一つのストーリーにまとめやすいことから、具体的物質
を**ITO（インジウム・スズ酸化物）**として構成します。厚生労働省も ITO を複合酸化
物として扱っており、製造・加工等の労働者に肺疾患が報告されています。（[厚生労働省](#)）

1. 設問のテーマの社会目的

社会目的は、

「化学物質の有用性を維持しながら、労働者・周辺住民・環境への有害なばく露・排出を
最小化し、無機化学・セラミックス産業を安全かつ持続可能に発展させること」

です。

重要なのは、「有害だから使わない」という論文にしないことです。

設問冒頭には、化学物質が医療、電子材料、エネルギー等で社会に恩恵を与えているとあ
ります。したがって出題者は、

社会的便益を確保すること
と
化学物質によるリスクを管理すること

の両立を求めています。

ITO なら、透明導電材料としての有用性を確保しながら、粉じん等による労働者ばく露、環境への排出、資源循環時の二次ばく露を管理することが社会目的になります。

2. 出題者の意図

選択科目Ⅲ論文作成マニュアルでは、(1)の重要性が高く、設問からメインキーワード、サブキーワードを的確に抽出し、それに対して論文を構成することが重要とされています。さらに、「先に観点→その後に技術課題」という順序が示されています。

本問を分解すると、

メインキーワード：化学物質管理の高度化

サブキーワード：

「具体的物質」
「極微量レベル」
「環境及び人体への影響」
「リスクアセスメント」
「化学物質管理者」
「無機化学及びセラミックスの専門技術」

です。

したがって出題者は、単なる法令知識ではなく、

具体的な無機物質について、ハザード・ばく露・分析・工程・環境等を専門技術で分析し、技術的な管理方策まで展開できるか

を見ています。

選択科目Ⅲでは「専門的学識」「問題解決」「評価」「技術者倫理」「コミュニケーション」が評価対象です。

3. 重要な箇所・注意すべき箇所

特に重要なのは次の5点です。

設問の言葉	読み取り方
「具体的な物質を定め」	抽象的な「有害化学物質」ではなく IT0 等を特定する
「多面的な観点から 3 つ」	同じ切り口を 3 つ並べず、異なる観点から抽出する
「専門技術を踏まえて」	法制度の説明だけではなく、分析・材料・プロセス技術を書く
「最も重要」	3 課題から必ず 1 つを選び、理由を書く
「新たに生じうるリスク」	元々存在する健康リスクではなく、解決策実行に伴う新しいリスクを書く

特に注意したいのが**「課題」と「問題」を混同しないこと**です。

例えば、

「IT0 粉じんが発生する」

「微量濃度の把握が困難である」

は問題・現状側です。

課題は、それを改善する方向で、

「IT0 粉じんばく露の最小化」

「微量インジウムの高精度モニタリングの推進」

などとします。

4. 論文作成上のポイント

この問題では、答案全体を一本の因果関係でつなげます。

IT0 の利用

- 粉じん・微量排出等の問題
- 異なる観点から 3 課題
- 最重要課題
- 3 解決策
- 解決策によって新たに発生するリスク
- その対策

という流れです。

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→波及効果等→対応策」の関係で整理しています。

さらに、最重要課題の理由は単に「健康が大切だから」では弱く、

「健康障害は不可逆的となり得るため、発生源対策によるばく露最小化を他の課題に優先して実施する必要がある」

など、優先順位の根拠まで示します。

5. 不合格者と合格者の思考の違い

着眼点	不合格になりやすい思考	合格答案につながる思考
物質選定	有害物質全般を書く	IT0 という具体物質を決める
問題認識	「IT0 は危険」で終わる	どの工程・経路で誰がばく露するか考える
観点	安全・安全・安全	労働衛生・計測管理・資源循環と多面化
課題	「測定技術が不足」	「微量モニタリングの高度化」
専門性	法令や SDS だけを書く	ICP-MS、局排、湿式化、密閉化等を書く
最重要課題	なんとなく選択	人体影響・不可逆性・優先性から選択
解決策	PPE だけ	発生源→工学的対策→管理的対策の階層で考える
リスク	元の健康リスクを再掲	解決策によって生じる二次リスクを考える
全体構成	各章が独立	問題→課題→解決策→リスクを因果で接続

6. 概要表

項目	内容
現状・問題	IT0 は透明導電材料として電子材料等に利用される有用な複合酸化物である。一方、製造・加工・研磨・回収工程等でインジウム含有粉じんが発生し得る。IT0 等へのばく露と間質性肺炎等の肺疾患との関連が報告されている。また、微量濃度まで把握して工程内外への移行を管理する必要がある。
具体的物質	IT0 (インジウム・スズ酸化物)
技術課題①	労働衛生の観点：IT0 粉じんばく露の最小化。粉砕、研磨、回収等で粉じんが発生し、吸入ばく露につながるため、発生源からばく露を抑える必要がある。
技術課題②	計測・評価の観点：微量インジウムモニタリングの高度化。作業環境・排水・排気等について適切にサンプリングし、ICP-MS 等によって微量濃度を把握してリスク評価へ反映する必要がある。
技術課題③	資源循環の観点：安全な資源循環プロセスの構築。インジウムは有用な希少資源であり回収が重要だが、破碎・粉砕等の再資源化工程が新たなばく露源になり得るため、安全性と資源回収を両立する必要がある。

項目	内容
最重要課題	IT0 粉じんばく露の最小化
理由	IT0 等へのばく露に伴う肺疾患が報告されており、健康影響を未然防止するには、測定・PPE だけに依存せず発生源からばく露量を下げることが優先されるため。
解決策①	発生源の密閉化・湿式化。 粉碎・研磨・回収工程を密閉化し、可能な工程は湿式化・自動化して粉じん発生そのものを抑える。
解決策②	局所排気・集じんの高度化。 発生源近傍に局所排気を配置し、適切な捕集・ろ過設備を組み合わせ、作業場への拡散を防止する。
解決策③	モニタリングと管理の一体化。 作業環境測定、個人ばく露評価、SDS、作業記録等を一元管理し、高濃度工程を特定して設備・作業方法を継続改善する。
新たなリスク	湿式化・集じんによってインジウムが排水、スラッジ、集じん粉等へ濃縮・移行し、保守・回収・廃棄工程で二次ばく露や環境放出が生じるリスク。
対策	物質収支によるライフサイクル管理。 排水・スラッジ・集じん粉中のインジウム濃度を分析し、密閉回収、適正保管、再資源化を行う。設備保守時は作業手順を標準化し、局排・保護具等を併用して二次ばく露を防止する。

参考出典

1. 厚生労働省「化学物質による労働災害防止のための新たな規制について」
[厚生労働省・新たな化学物質規制](#)（厚生労働省）
2. 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）」
[厚生労働省・リスクアセスメント Q&A](#)（厚生労働省）
3. 厚生労働省「特定化学物質障害予防規則」
[厚生労働省・特定化学物質障害予防規則](#)（厚生労働省）
4. 厚生労働省「インジウム化合物並びにコバルト及びその無機化合物の取扱いについて」
[厚生労働省・インジウム化合物等の取扱い](#)（厚生労働省）
5. 厚生労働省「作業環境測定基準」
[厚生労働省・作業環境測定基準](#)（厚生労働省）
6. 環境省「化学物質の環境リスク評価 第 11 巻—インジウム及びその化合物」
[環境省・化学物質の環境リスク評価 第 11 巻](#)（環境省）
7. 厚生労働省「職場のあんぜんサイト：インジウムすず酸化物」
[厚生労働省・インジウムすず酸化物](#)（あんぜんサイト）

7. 1800 字程度の論文

以下は、指定された章立てをそのまま使用した答案例です。選択科目Ⅲマニュアルが重視する「観点→技術課題」「最重要課題→複数の解決策」という流れに合わせています。

1. 多面的な観点からの技術課題の抽出

0) 化学物質管理が重要と考えられる具体的な物質

対象物質を IT0（インジウム・スズ酸化物）とする。IT0 は透明性と導電性を兼ね備え、透明電極等に広く用いられる有用な複合酸化物である。一方、その製造、加工、研磨、回収工程等ではインジウム含有粉じんが発生し、吸入ばく露による肺への健康影響が懸念される。このため、その有用性を確保しながら、ライフサイクル全体で適切に管理する必要がある。

1) IT0 粉じんばく露の最小化

労働衛生の観点で考えれば IT0 粉じんばく露の最小化が課題である。具体的には、IT0 ターゲット等の粉碎、研磨、切削、回収工程では微細な含インジウム粉じんが発生する。微細粒子は作業者の呼吸域へ拡散して吸入ばく露につながり、長期的な肺への健康影響が懸念される。このため、保護具のみに依存せず、発生源から作業者までのばく露経路を遮断する必要がある。

2) 微量インジウムモニタリングの高度化

計測・評価の観点で考えれば微量インジウムモニタリングの高度化が課題である。具体的には、作業環境だけでなく、排気、排水等へ移行する微量インジウムを把握しなければ、適切なリスク評価や設備改善につながらない。このため、工程別に適切なサンプリングを行い、ICP-MS 等の高感度分析を活用して濃度を定量し、時間的・空間的な変動まで把握する必要がある。

3) 安全な資源循環プロセスの構築

資源循環の観点で考えれば安全な資源循環プロセスの構築が課題である。具体的には、インジウムは有用な希少資源であり、使用済み IT0 等から回収して循環利用することが重要である。一方、回収時の破碎、粉碎、分離等によって粉じんや含インジウム廃液が新たに発生する。このため、作業者と環境への負荷を抑えながら高効率にインジウムを回収するプロセスが必要である。

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「IT0 粉じんばく露の最小化」が最も重要な課題と考える。理由は、IT0 等へのばく露による肺への健康影響が懸念され、健康障害の発生後では回復が困難となる場合があるため、発生源からばく露量を低減する未然防止を最優先すべきだからである。

1) 発生源の密閉化・湿式化

粉じんを発生源で抑制することが重要である。具体的には、粉碎、研磨等の設備を密閉化し、材料投入や製品取出しを自動化して作業者と IT0 を隔離する。また、品質上可能な工程では湿式加工を採用し、微粒子を液中に捕捉することで空気中への飛散量を低減する。

2) 局所排気・集じん設備の高度化

発生した粉じんを作業者の呼吸域へ拡散させないことが重要である。具体的には、粉じん発生源近傍に囲い式フード等の局所排気装置を配置する。さらに、適切なろ過・集じん設備を設け、捕集性能を定期的に確認する。設備異常を早期に把握できるよう差圧等を監視し、安定した捕集性能を維持する。

3) モニタリングに基づく継続的改善

ばく露状況を定量化し、工程改善へ反映することが重要である。具体的には、作業環境測定や個人ばく露評価を行い、ICP-MS 等でインジウム濃度を定量する。測定結果、作業内容、設備運転状況を関連付け、高ばく露工程を抽出する。その結果に基づき、設備、作業方法、保護具等を見直すことでリスクアセスメントを継続的に改善する。

3. 解決策を実行した際に新たに生じうるリスクと対策

1) リスク

リスクとしては、工程内で捕捉したインジウムの別媒体への濃縮・移行による二次ばく露がある。具体的には、湿式化によりインジウムが排水やスラッジへ、集じんにより集じん粉やフィルタへ濃縮される。その結果、排水処理、設備清掃、フィルタ交換、廃棄物回収等の非定常作業で高濃度のインジウムに接触し、作業者の二次ばく露や環境への再放出を招くおそれがある。

2) 対策

対策としては、物質収支に基づくライフサイクル管理がある。具体的には、原料投入量、製品量、排水、スラッジ、集じん粉等に含まれるインジウム量を分析し、工程全体の物質収支を把握する。含インジウム廃棄物は密閉状態で回収・保管し、可能な限り再資源化する。また、設備清掃やフィルタ交換等の非定常作業についてもリスクアセスメントを実施し、作業手順の標準化、局所排気及び適切な呼吸用保護具を組み合わせる。これにより、IT0 の社会的有用性を維持しながら、人の健康と環境を保全する持続可能な化学物質管理を実現する。

この構成の強みは、**「IT0 粉じんが問題」→「ばく露最小化が課題」→「密閉・局排・測定で解決」→「捕集したインジウムが別媒体へ移る」→「物質収支で管理」**という因

果関係が最後まで切れていない点です。選択科目Ⅲで求められる「問題解決のための課題とその遂行を論理的・合理的に説明する」という評価軸にも対応しやすい構成です。

以上