

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、対象機器を**産業用遠心ポンプ**と設定します。設問では人工知能・機械学習が明示的に除外されているため、振動・温度・圧力・流量等の**物理量による状態監視、信号処理、トレンド管理、診断基準の標準化**を中心に構成します。

選択科目Ⅲは、「複合的な問題や課題を把握し、多様な視点から分析し、問題解決のための課題と遂行を論理的・合理的に説明する能力」を問う科目です。令和 8 年度の評価項目は、専門的学識、問題解決、評価、コミュニケーションです。また、マニュアルでは、設問をキーワード単位に分解し、課題→最重要課題→解決策→波及効果・懸念事項→対応策という対応関係を明確にすることが重視されています。

1. 設問テーマの社会目的

社会目的は、

「人手不足や熟練技術者の減少、設備の長期使用が進む中でも、流体機器の故障兆候を早期かつ確実に把握し、突発故障を防止することで、安全・安定運用と保全業務の持続可能性を確保すること」

です。

単なる「点検の省力化」が最終目的ではありません。

高精度・省力な予兆保全 → 異常の早期発見 → 突発停止・重大故障の防止 → 安全・安定運用

という上位目的まで捉えることが重要です。

2. 出題者の意図

この問題では、AI に頼らず、**流体機器そのものの故障メカニズムを理解しているか**が強く問われています。

特に確認したい能力は次の 4 点です。

1. 流体機器の故障モードを理解し、それに対応する物理量を選定できるか。
2. 人手不足・熟練者減少・設備長寿命化という複合問題を、多面的な観点から技術課題に変換できるか。
3. 振動診断、周波数分析、トレンド監視などの専門技術を組み合わせて具体的な解決策を提示できるか。
4. 解決策を導入して終わりではなく、誤警報等の新たな懸念を評価し、その対策まで提示できるか。

マニュアルでも、選択科目Ⅲでは「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、波及効果、懸念事項やリスク、その対策」が重要な構成要素とされています。

3. 重要な箇所・注意すべき箇所

最も重要なのは、問題文中の次の言葉です。

設問のキーワード	読み取るべきこと
「対象となる流体機器を 1 つ」	機器を絞る。本回答では遠心ポンプ
「故障を事前に予測」	故障後の原因究明ではなく予兆保全
「高精度化あるいは省力化」	課題はこの目的に結び付ける
「多面的な観点」	3 課題を異なる観点から抽出
「重要と考えた理由」	課題名だけでなく選定理由を書く
「専門技術用語を交えて」	FFT、包絡線解析、RMS、トレンド管理等を具体化
「すべての解決策を実行したうえで」	解決策 1 個ではなく 3 策を実施した状態から懸念を考える

設問のキーワード	読み取るべきこと
「人工知能・機械学習を除外」	AI、深層学習、機械学習ベースの異常検知を書かない

特に最後の禁止条件は厳守します。

4. 論文作成上のポイント

① 「問題」と「課題」を分ける

「ベテランが不足している」は**問題**です。

それに対して、

「状態監視による点検の自動化・遠隔化の推進」

と、これから**実施すべき方向性**に変換したものが**課題**です。

したがって、「〇〇が不足している」「〇〇できない」を課題の結論にしないことが重要です。

② 観点は課題を抽出するための切り口にする

例えば、

- 診断精度の観点
- 点検省力化の観点
- 設備長寿命化の観点

とすれば、問題文の背景ときれいに対応します。

③ 最重要課題と3つの解決策を一直線につなぐ

マニュアルでは、最重要課題の理由として、効果重視、予算重視、順番重視、公衆安全重視等が例示されています。

今回は**「異常兆候を早期に捉えることが突発故障防止に直接つながり、社会目的への効果が最も大きい」**という効果重視で組み立てます。

5. 不合格者と合格者の思考の違い

項目	不合格になりやすい思考	合格者の思考
問題を見た瞬間	「ポンプの知識を書こう」	「何の能力を問われているか」
社会目的	省力化する	安全・安定運用を持続する
課題	人手が不足している	状態監視による点検の自動化・遠隔化の推進
観点	人・物・金と機械的に分類	設問背景から必要な切り口を設定
専門性	センサを設置する	加速度計、FFT、包絡線解析、RMS 等を書く
最重要課題	「重要だから」	社会目的への効果で理由付け
解決策	IoT を導入する	計測→信号処理→判定基準まで具体化
懸念	費用が増える	誤警報・見逃しという技術的リスク
論文全体	知識を並べる	問題→課題→解決策→評価を一貫させる

6. 概要表

マニュアルでも骨子表は、**現状・問題→観点・技術課題→解決策→波及効果→懸念事項への対応策**の対応関係を整理するものとされています。

項目	内容
設問の概要 (現状・問題)	人手不足、ベテラン技術者のリタイア、設備更新間隔の長期化が進行。一方、流体機器の安定運用には点検・異常検知・診断による故障予測が不可欠。このため故障予測作業の高精度化・省力化が必要。
対象となる 流体機器	産業用遠心ポンプ
課題①：診 断精度の観 点	複数物理量を活用した状態監視の高度化。単一の振動値だけでは、軸受損傷、アンバランス、ミスアライメント、キャビテーション等の故障モードを十分に識別できないため。
課題②：点 検省力化の 観点	常時監視・遠隔監視による点検の省力化。巡回点検主体では人手を要し、点検間隔中の一過性異常も把握しにくい。ため。
課題③：設 備長寿命化 の観点	個体差・経年変化を考慮した診断基準の高度化。長期間使用したポンプでは摩耗、腐食、クリアランス増大等により正常状態そのものが変化するため。
最重要課題	課題①「複数物理量を活用した状態監視の高度化」
理由	故障兆候を早期かつ正確に把握することが、突発故障防止と安定運用に直接つながり、高精度化・省力化双方の基盤となるため。

項目	内容
解決策①	振動状態監視の高度化。軸受箱に加速度計を設置し、振動速度 RMS、加速度、FFT 周波数分析、包絡線解析等によりアンバランス、ミスアライメント、転がり軸受損傷を識別する。
解決策②	運転状態量との複合監視。吸込・吐出圧力、流量、軸受温度、電動機電流等を連続計測し、振動データと同期してトレンド管理する。NPSH 低下と広帯域振動増加等からキャビテーション兆候を把握する。
解決策③	基準値・変化率による段階的診断の標準化。健全時ベースラインを取得し、絶対値だけでなく基準値からの変化量・変化率を監視する。注意・警戒・危険等の多段階しきい値を設定する。
懸念事項	センサ増設と診断感度向上により、運転点変化、配管振動、外乱等を故障兆候と誤認する誤警報が増え、不要停止・不要整備を誘発する。
対応策	回転数・流量・圧力等で運転状態を区分して基準値を設定する。複数物理量のクロスチェック、FFT による周波数成分確認、センサ校正・冗長化により真の異常かを判定する。
波及効果	CBM（状態基準保全）が定着し、時間基準保全から状態基準保全へ移行できる。不要な分解点検を削減し、部品寿命を有効活用することで LCC 低減、稼働率向上、保全人材不足への対応につながる。

なお、振動の大きさだけでなく**振動の変化**を運用監視に利用する考え方は ISO 20816 シリーズに示され、ISO 17359 は機械状態監視プログラムの一般的手順を規定しています。
 (ISO) ISO 13379-1:2025 も機械状態監視・診断におけるデータ解釈と診断手法の一般指針を示しています。(ISO)

参考出典

1. ISO 17359:2018, Condition monitoring and diagnostics of machines – General guidelines
[ISO 17359:2018 公式ページ](#)
2. ISO 13379-1:2025, Condition monitoring and diagnostics of machine systems – Data interpretation and diagnostics techniques – Part 1: General guidelines
[ISO 13379-1:2025 公式ページ](#)
3. ISO 10816-7:2009, Mechanical vibration – Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts – Part 7: Rotodynamic pumps for industrial applications, including measurements on rotating shafts
[ISO 10816-7:2009 公式ページ](#)
4. ISO 20816-3:2022, Mechanical vibration – Measurement and evaluation of machine vibration – Part 3: Industrial machinery with a power rating above 15 kW and operating speeds between 120 r/min and 30 000 r/min
[ISO 20816-3:2022 公式ページ](#)

5. 経済産業省「水力発電設備における保安管理業務のスマート化技術導入ガイドライン」
[経済産業省 ガイドライン掲載ページ](#)
 6. 経済産業省「スマート保安」
[経済産業省 スマート保安](#)
-

7. 1800 字程度の論文

以下は、上記骨子を答案化したものです。マニュアルが示す「観点・技術課題→最重要課題→解決策→波及効果・懸念事項→対応策」の流れに合わせています。

1. 多面的な観点からの課題の抽出

0) 対象となる流体機器

対象となる流体機器は、工場等で広く使用される産業用遠心ポンプとする。

1) 複数物理量を活用した状態監視の高度化

診断精度の観点で考えれば、複数物理量を活用した状態監視の高度化が課題である。具体的には、遠心ポンプでは軸受損傷、アンバランス、ミスアライメント、キャビテーション、シール損傷等の様々な故障が発生する。これらは振動、温度、圧力、流量等に異なる兆候として現れるため、単一物理量の監視だけでは故障モードの識別や早期検知が難しい。このため、複数物理量を組み合わせ、故障兆候を高精度に捉える必要がある。

2) 常時監視・遠隔監視による点検の省力化

点検省力化の観点で考えれば、常時監視・遠隔監視による点検の省力化が課題である。具体的には、人手不足やベテラン技術者の減少により、従来の五感や携帯計測器を用いた巡回点検を維持することが難しくなっている。また、間欠的な巡回点検では点検間隔中に発生する一過性の異常を見逃す可能性もある。このため、センサによる連続計測と遠隔での状態確認を推進する必要がある。

3) 経年変化を考慮した診断基準の高度化

設備長寿命化の観点で考えれば、個体差や経年変化を考慮した診断基準の高度化が課題である。具体的には、長期間使用したポンプでは、羽根車やウェアリングの摩耗、腐食、軸受隙間の増大等により、健全時の振動や性能特性も徐々に変化する。このため、一律の絶対値だけで異常判定すると、故障の見逃しや誤警報が生じる可能性がある。

2. 抽出した課題のうち最も重要と考える課題と解決策

私は「複数物理量を活用した状態監視の高度化」が最も重要な課題と考える。理由は、故障兆候を早期かつ正確に把握することが突発故障の防止に直接つながり、高精度化と省力化の双方の基盤となるからである。

1) 振動状態監視の高度化

振動計測による回転機械の状態監視が重要である。具体的には、軸受箱に加速度計を設置し、振動速度 RMS のトレンドを常時監視する。さらに FFT による周波数分析を行い、回転一次成分からアンバランス、回転二次成分等からミスアライメントを識別する。また、転がり軸受では高周波振動の包絡線解析を行い、内輪、外輪、転動体等の損傷兆候を早期に検出する。

2) 運転状態量との複合監視

振動だけでなく流体・機械系の状態量を複合的に監視することが重要である。具体的には、吸込・吐出圧力、流量、軸受温度、電動機電流等を連続計測し、振動値と同期させてトレンド管理する。例えば、吸込圧力低下による NPSH の余裕減少と広帯域振動の増加を併せて確認することで、キャビテーション兆候を高精度に検知する。

3) 診断基準の標準化

健全状態を基準とした段階的な異常判定が重要である。具体的には、据付け後の健全運転時に振動、温度、圧力等のベースラインを取得する。その上で、絶対値に加えて基準値からの変化量及び変化率を監視し、「正常・注意・警戒・危険」等の多段階しきい値を設定する。これにより、個体差を考慮しつつ劣化の進行を早期に把握する。

3. 解決策を実行して生じる懸念事項に対する対応策と波及効果

1) 懸念事項

懸念事項としては、診断感度の向上に伴う誤警報の増加がある。具体的には、流量や回転数の変化、弁操作、配管から伝達する外来振動等を故障兆候と誤認し、不要な停止や分解整備を行うことで、かえって設備稼働率や保全効率を低下させる可能性がある。

2) 対応策

対応策としては、運転条件を考慮した診断基準の設定と複数物理量によるクロスチェックがある。具体的には、回転数、流量、圧力等で運転領域を区分し、領域ごとにベースラインとしきい値を設定する。また、振動異常時には FFT による周波数成分の確認に加え、温度、圧力、流量等の変化との整合性を確認する。さらに、センサの定期校正や重要計測点の冗長化により計測系の信頼性を確保する。

3) 波及効果

状態基準保全を高度化できる効果がある。具体的には、故障兆候に基づいて必要な時期に整備する CBM へ移行することで、不要な分解点検を削減し、軸受やシール等の部品寿命を有効活用できる。その結果、ライフサイクルコストを低減するとともに設備稼働率を向上できる。さらに、診断方法や判定基準を標準化することで、熟練者の暗黙知への依存を低減し、人手不足下においても流体機器の安全・安定運用を持続できる。

この答案の軸は、「センサを増やす」ことではなく、「故障モード→兆候となる物理量→計測→診断→判定→保全」という因果関係を通すことです。これにより、単なる一般論ではなく、流体機器を専門とする技術者の答案として専門的学識と問題解決能力を示しやすくなります。

以上