

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」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か日本技術士会のサイトをご覧ください。

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

今回の設問では、設問（1）で「想定する機器・システム」「解決すべき問題点」「技術課題」が問われ、明らかに通常の出題形式と異なりました。そこで、今回は通常のテンプレート（プロンプト）で概要論文を出力せずに、以下の手順で AI による概要論文を出力しました。

1. AI に設問（1）の「解決すべき問題点」の意味を確認。
2. テンプレートの修正
3. 上記のテンプレートで AI による概要論文を出力

もし、今回の設問の様に通常のテンプレート（プロンプト）が使えない場合、「AI 論文作成プログラム」に参加して頂いた方には、サポートしますのでお気軽にマニュアルの巻末のお問い合わせからご連絡ください。

=====

以下では、選択科目Ⅲ論文作成マニュアルの「問題解決能力・課題遂行能力」「多面的な観点からの課題抽出」「最重要課題→複数の解決策→懸念事項」という考え方を基本にしつつ、令和8年度から適用される改訂版コンピテンシーも意識して整理します。選択科目Ⅲでは、複合的な問題を把握・分析し、問題解決のための技術課題とその遂行を論理的・合理的に説明することが中心です。改訂版では特に、問題発生要因・制約要因の抽出分析、多角的視点、相反要求を踏まえた複数選択肢の合理的提案が重視されています。

今回は、設問に「グリーン IT の実現に向けて解決すべき問題点を述べ」という通常のⅢにはない要求があるため、前の回答で整理したように、全体的な問題点を1つ明示したうえで、その問題を3方向から分析して3つの技術課題を抽出する構成とします。

1. 設問のテーマの社会目的

社会目的は、

「デジタル社会の成長を維持しながら、ICT のライフサイクル全体における環境負荷を低減し、DX と GX を両立した持続可能なデジタル社会を実現すること」

です。

AI・クラウド等の普及によってデータセンターの電力需要増加が見込まれており、資源エネルギー庁も、省エネの進展を考慮してもデータセンターや半導体工場等によって全体の電力需要が増加すると見込んでいます。(エネ庁)

したがって単なる「省電力化」ではなく、

デジタル社会の成長

×

脱炭素

×

資源循環

×

ICT サービスの継続性

を同時に成立させることが社会目的です。

2. 出題者の意図

この問題の特徴は、単純に「グリーン IT について知っていますか」と聞いていないことです。

出題者は主に次の能力を確認しようとしています。

①対象システムを具体化できるか

「対象とする機器・システムを想定」とあるため、抽象的なグリーン IT 論では不十分です。

②ライフサイクル思考ができるか

設問に「導入時だけでなく」「ライフサイクル全体」と明記されています。製造・調達→運用→更新・廃棄まで見る必要があります。ITU もデータセンターの環境影響を、機器製造、運用時のエネルギー・水・冷媒、廃棄までライフサイクルで捉えています。(ITU)

③問題と課題を区別できるか

「解決すべき問題点」を認識した後、それを解決するための「技術課題」を3つ抽出する構造です。

④多面的に分析できるか

単に「省電力」「省電力」「省電力」と並べるのではなく、異なる観点から3課題を抽出する必要があります。

⑤最重要課題を評価できるか

(2) では、3課題から1課題を選択し、「なぜ重要か」まで問われています。

⑥専門技術によって解決できるか

仮想化、コンテナ、動的資源割当、PUE、液冷、再生可能エネルギー、LCA等、コンピュータ工学の専門性が必要です。

これは選択科目Ⅲの評価対象である「専門的学識、問題解決、評価、コミュニケーション」と整合します。

3. 重要な箇所・注意すべき箇所

特に重要なのは次の部分です。

設問の表現	答案上の意味
「対象とする機器・システムを想定」	最初に対象を具体的に限定
「提供する機能と構成」	機能とハード・ソフト構成の両方を書く
「ライフサイクル全体」	運用時の電力だけに限定しない
「解決すべき問題点」	技術課題の前提となる全体問題を明示
「観点の明記とともに3つ」	3課題+3観点を明記
「最も重要とした理由」	課題名だけでなく選定理由が必須
「複数の解決策」	本答案では3つ提示
「専門技術用語を交えて」	一般論ではなくコンピュータ工学の技術を書く
「新たに浮かび上がってくる」	最初から存在する問題ではなく、解決策を実施した結果の将来リスク
「将来的な」	現在の注意事項だけで終わらせない

マニュアルでも、設問を分解し、問われた各項目に漏れなく回答したうえで、設問の言葉を答案にも対応させる、いわゆる「オオム返し」を確認する方法が示されています。

4. 論文作成上のポイント

最大のポイントは、論文全体を一本の因果関係にすることです。

社会目的

持続可能なデジタル社会

↓

対象

AI・クラウドサービスを提供するデータセンター

↓

問題点

計算需要増大に伴いライフサイクル全体の環境負荷が増大

↓

3つの技術課題

①運用時のエネルギー効率向上

②電力の脱炭素化

③ICT 機器の資源循環性向上

↓

最重要課題

①エネルギー効率向上

↓

解決策

仮想化・動的資源割当／冷却最適化／電力・負荷の可視化制御

↓

新たな懸念

効率向上以上に AI 需要が増えるリバウンド

↓

対策

LCA・総量 KPI による継続的評価

という一本のストーリーにします。

なお、マニュアルの骨子表も「現状・問題→観点・技術課題→解決策→懸念事項への対応」という流れで整理されています。

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
グリーン IT	「省電力を書けばよい」	「ライフサイクル全体を見る」
対象	ICT 全般の話をする	具体的な機器・システムを設定

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
問題点	問題と課題を混同	悪い現状＝問題、改善方向＝課題と区別
3 課題	思いついた 3 つを列挙	1 つの問題を 3 観点から分析
観点	「技術面」ばかり	エネルギー・脱炭素・資源循環等を使い分ける
抽出過程	課題だけを書く	問題発生要因→課題という因果を書く
最重要課題	「重要だから」	継続性・効果・波及範囲等で評価
解決策	「省エネ設備を導入」	仮想化、DVFS、液冷、DCIM 等の専門技術を書く
懸念事項	セキュリティを何でも書く	解決策実施によって新たに生じるリスクを書く
論文全体	各章が独立	問題→課題→解決策→懸念が一本につながる

6. 概要表

対象は、設問との親和性が高く、コンピュータ工学の専門技術を展開しやすい**「AI・クラウドサービスを提供するデータセンター」**とします。

項目	概要
設問の概要（現状・問題）	AI、クラウド、IoT 等によるデジタル社会の成長に伴い計算需要・データ量が増大し、データセンターの電力需要増加が見込まれる。一方、グリーン IT では運用時だけでなく、機器の製造・調達、運用、更新、再利用・廃棄までのライフサイクル全体で環境負荷を低減する必要がある。
想定した対象とする機器・システム	AI 推論・クラウドサービスを提供する大規模データセンター
提供する機能	利用者に対し、AI 推論、仮想サーバ、データ保存、ネットワーク等のクラウドサービスを 24 時間継続提供する。
構成	CPU/GPU サーバ、ストレージ、ネットワーク機器、仮想化・コンテナ基盤、電源設備、UPS、空調・液冷設備、監視制御用 DCIM 等で構成する。
グリーン IT の実現に向けて解決すべき問題点	AI・クラウド需要の拡大に伴って、運用電力だけでなく ICT 機器の製造・更新・廃棄まで含むライフサイクル全体のエネルギー・資源消費及び GHG 排出量が増大すること。
技術課題①	エネルギー効率の観点：計算処理及び冷却のエネルギー効率向上。低負荷サーバの常時稼働や GPU 高密度化、冷却電力の増加が電力消費を押し上げるため、計算量当たりの消費電力を継続的に削減する。
技術課題②	脱炭素の観点：使用電力の低炭素化。効率改善だけでは増大する計算需要による GHG 排出を抑え切れないため、再エネ・脱炭素電源と ICT 負荷を連携させる。

項目	概要
技術課題③	資源循環の観点：ICT 機器の長寿命化と循環利用の推進。GPU 等の高性能化による更新周期短期化は製造時の資源消費や廃棄物を増大させるため、修理・再利用・再製造・リサイクルを促進する。
3 課題中、継続的に実施できる最重要技術課題と理由	計算処理及び冷却のエネルギー効率向上。データセンターが稼働する限り 24 時間継続して改善可能であり、既存設備にも適用できる。電力費・GHG 排出の双方に直接効果を及ぼし、再エネ導入量にも左右されにくいため最重要とする。
解決策①	計算資源の最適化。仮想化・コンテナ化、ライブマイグレーション、オートスケーリングによりワークロードを集約し、不要サーバをスリープさせる。CPU/GPU には DVFS 等を適用する。
解決策②	冷却効率の向上。高発熱 GPU には直接液冷（DLC）等を適用し、温度センサと DCIM によって冷却設備を動的制御する。PUE を KPI として継続改善する。
解決策③	エネルギーアウェアな負荷制御。サーバ、冷却、電源の電力を DCIM で可視化し、ジョブスケジューラと連携して、処理の緊急度、電力効率、再エネ供給状況等に応じて負荷を時間的・地理的に最適配置する。
懸念事項	省電力化によって計算コストが低下すると AI 利用がさらに拡大し、効率改善分を需要増が上回る「リバウンド効果」が生じ、総電力消費・GHG 排出量が増加する可能性がある。また高効率機器への頻繁な更新はエンボディドカーボンや電子廃棄物を増大させる。
対応	PUE だけでなく、総消費電力量、処理量当たりエネルギー、GHG 排出量、機器更新によるエンボディドカーボンを LCA で統合評価する。更新時には「運用電力削減による環境便益＞製造・廃棄による環境負荷」となることを評価して更新時期を決定する。

データセンター業について、日本の省エネ制度では PUE 1.4 以下がベンチマーク指標として設定されています。（[エネ庁](#)）一方で、ITU はエネルギー効率だけへの集中はライフサイクルの他段階へ環境負荷を移転する可能性を指摘しているため、本間では PUE 改善だけで終わらせないことが重要です。（[ITU](#)）

参考とした主な出典

- 資源エネルギー庁「2025—日本が抱えているエネルギー問題（前編）」
[資源エネルギー庁・2025—日本が抱えているエネルギー問題（前編）](#)
- 経済産業省「GX2040 ビジョン」
[経済産業省・GX（グリーントランスフォーメーション）／GX2040 ビジョン](#)
- 経済産業省・資源エネルギー庁「令和 6 年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書 2025） 第 1 部第 2 章第 2 節 DX・GX を踏まえたエネルギー・産業政

策」

[エネルギー白書 2025・DX・GX を踏まえたエネルギー・産業政策](#)

4. International Energy Agency, “Energy and AI” (2025)
[IEA・Energy and AI](#)
 5. International Telecommunication Union, “Guide to Green Data Centers”
[ITU・Guide to Green Data Centers](#)
 6. ITU-T Supplement 55, “Environmental efficiency and impacts on United Nations Sustainable Development Goals of data centres and cloud computing”
[ITU-T Supplement 55](#)
 7. ISO 14040:2006, “Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework”
[ISO 14040:2006](#)
-

7. 1800 字程度の論文

1. 多面的な観点からの技術課題の抽出

0) 想定した対象とする機器・システム

対象として、AI 推論及びクラウドサービスを 24 時間提供する大規模データセンターを想定する。

0.1) 想定した機器・システムが提供する機能

本システムは、企業等の利用者に対して AI 推論、仮想サーバ、データ保存及びネットワーク等のクラウドサービスを継続的に提供する。

0.2) 想定した機器・システムが提供する構成

本システムは CPU・GPU サーバ、ストレージ、ネットワーク機器、仮想化・コンテナ基盤、UPS 等の電源設備、空調・液冷設備及びこれらを監視制御する DCIM から構成される。

0.3) グリーン IT の実現に向けて解決すべき問題点

AI・クラウド需要の拡大に伴い、運用電力だけでなく、ICT 機器の製造、更新、廃棄まで含めたライフサイクル全体のエネルギー・資源消費及び GHG 排出量が増大することが解決すべき問題点である。以下にこの技術課題について述べる。

1) 計算処理及び冷却のエネルギー効率向上

エネルギー効率の観点で考えれば、計算処理及び冷却のエネルギー効率向上が課題である。具体的には、AI 需要の増大により GPU 等の高密度化が進み、計算電力と発熱量が増加

する。また、低負荷サーバの常時稼働や過剰冷却も電力損失を生じる。このため、サービス品質を維持しつつ計算量当たりの消費電力を継続的に低減する必要がある。

2) 使用電力の低炭素化

脱炭素の観点で考えれば、データセンターで使用する電力の低炭素化が課題である。具体的には、機器単体の省電力化を進めても AI 等の利用拡大によって総電力需要が増加すれば GHG 排出量が増える。このため、再生可能エネルギー等の脱炭素電源と ICT 負荷を連携させる必要がある。

3) ICT 機器の循環利用の推進

資源循環の観点で考えれば、ICT 機器の長寿命化と循環利用の推進が課題である。具体的には、高性能 GPU 等の技術革新に伴う短期間での機器更新は、製造段階の資源・エネルギー消費や電子廃棄物を増大させる。このため、機器の長寿命化、再利用、再製造及びリサイクルを進める必要がある。

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「計算処理及び冷却のエネルギー効率向上」が最も重要な課題と考える。理由は、データセンターの稼働中は継続的に取り組むことができ、既存設備にも適用できるうえ、電力消費量、運用費及び GHG 排出量の削減に直接寄与するからである。以下にその解決策を示す。

1) 計算資源の最適化

仮想化技術等による計算資源の最適化が重要である。具体的には、VM やコンテナのオートスケーリング、ライブマイグレーションによりワークロードを少数の物理サーバに集約する。不要サーバをスリープさせるとともに、CPU・GPU に DVFS を適用し、SLA を満足する範囲で消費電力を削減する。

2) 冷却システムの高度化

高発熱機器に応じた冷却システムの高度化が重要である。具体的には、高密度 GPU サーバに直接液冷 (DLC) を導入する。また、ラックの温度・電力センサと DCIM を連携させ、負荷状況に応じてポンプ、ファン等を動的制御し、PUE を継続的に改善する。

3) エネルギーアウェアな負荷制御

電力状況を考慮した負荷制御が重要である。具体的には、DCIM でサーバ、冷却及び電源設備の消費電力を可視化し、ジョブスケジューラと連携する。処理期限、サーバ効率及び再エネ供給状況を考慮し、遅延可能な AI 学習等を低炭素電力が利用可能な時間・拠点へ移動させる。

3. 解決策に関連して新たに浮かび上がってくる将来的な懸念事項への対策

1) 懸念事項

懸念事項としては、エネルギー効率向上によるリバウンド効果がある。具体的には、計算コストの低下により AI 利用量が急増すると、処理量当たりの消費電力を削減しても総電力消費量が増加する。また、省電力性能だけを求めた頻繁な機器更新により、製造時のエンボディドカーボンや電子廃棄物が増大するおそれがある。

2) 対策

対策としては、ライフサイクル全体での環境負荷の継続的評価がある。具体的には、PUE だけでなく、総消費電力量、処理量当たりエネルギー、GHG 排出量を KPI として監視する。さらに LCA により製造、運用、更新、廃棄までの環境負荷を評価し、運用電力削減効果と機器更新に伴う環境負荷を比較したうえで更新時期を決定する。これにより、デジタル社会の成長と環境負荷低減を両立した持続可能なグリーン IT を実現する。

この答案で特に狙っているのは、0.3 の「全体問題」と、1)～3) の各課題における「課題の抽出過程」を両方残したことです。したがって、「問題点を独立して聞かれたから、通常の課題抽出過程を消す」という構成にはしていません。

また (3) は、単純に「サイバー攻撃が懸念される」とするより、(2) の省エネ化を成功させたからこそ生じ得る「リバウンド効果」→総量・LCA 管理とした方が、「解決策に関連して新たに浮かび上がってくる将来的な懸念事項」という設問への対応が明確です。これは、エネルギー効率だけを追求するとライフサイクルの別部分への負荷移転を見落とす可能性があるという ITU の考え方とも整合します。(ITU)

なお、マニュアルでは選択科目Ⅲについて、設問 (1) (2) (3) に対応した章立てを高得点を狙う構成として推奨しています。今回はさらに設問 (1) 内部の「対象→機能→構成→問題点→3 課題」まで章立てに反映したため、採点者が設問との対応関係を追いややすい答案になっています。

上記の様に、自分の受験部門・受験科目のわかりやすい過去問解説や概要論文を作って効率的に勉強したいという方は、以下の「技術士二次試験三上塾 AI 論文作成プログラム」を参考にしてください。

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

技術士二次試験 三上塾