

資格試験に合格する方法

技術士第一次試験 基礎科目 への合格をその例として

2023年2月 畑 啓之

秀才君が落ち、凡人君が通ったわけ

資格試験に合格する要点は

書籍

技術士一次試験 基礎科目問題を極める（2022年版）

より合格へのポイントを抜き出す

合わせて注目の人工知能 ChatGPT の実力を確認する

秀才君が落ち、凡人君が通ったわけ

凡人 秀才君。この僕が君に合格祝いをしてもらえるなど、夢にも思わなかったよ。去年は不幸にも2人ともこの試験に落ちたけれども、僕は一生懸命に勉強すれば3回目くらいには合格するのではと漠然と考えていた。ところが、2回目の試験で合格できて僕自身びっくりしているところだ。

凡人 わからないのは秀才君、君がなぜ去年に続き今年も合格しなかったかだ。受験仲間のみんなもそう思っている。特に僕は秀才君のことはよく知っている。中学、高校と同級で、君は常にトップ近くにいた。その君がなぜこの試験に2回も落ちたかが全く理解できない。

秀才 僕がこの試験を甘く見ていたためかもしれない。問題文を見れば簡単に解けそうな問題が多く、楽勝と思った問題はその表面を見るだけでスルーしてしまっていた。そして、難しい問題を見ると、その問題がすぐに解けないのが悔しく、関連する記事をWebで探し、それでもわからないときには関連書籍を買い込んで、その問題が解けるまで調べた。その結果ほとんどの問題は解けるようにはなったが、一番の大きな問題はその解答にかかる時間だったと思う。一問あたりの解答にかけられる時間が5分程度のこの試験では、僕のこの努力は全く意味がなかった。

秀才 簡単な問題はうわべを眺めただけで実際には一度も解いたことがなく、答に至る道筋は分かるのだが、その答えに至るまでにどれだけの時間がかかるのかがわかっていなかった。試験会場から帰ってから、出題された問題を今年は実際に解いてみたのだが、簡単そうに見える問題でも、問題によっては結構な時間がかかることがわかった。

秀才 一年目には解ける問題、解けない問題を入り混じって解いた結果、時間切れとなった。2年目も易しい問題を選んだつもりだったが結果的には時間配分を誤った。結局は問題ごとの解答にかかる時間が読めていなかったのが敗因となった。

凡人 僕は実際にやさしそうに見える問題を解いてみた。また、同じように見える問題でも少しずつ出題の形式が違うので、その違いに騙されないように注意した。2年目は問題文を注意深く読み、出題者が何を求めているかを間違いなく把握するようにした。それが今年の合格につながったと思っている。

凡人 自分で実際に問題を解いてみると、この問題ならどのくらいの時間で解けるかがおおよそわかってきた。そして、さらに僕の合格の助けになったのは、過去問と同じ、あるいは

はそれに非常に似た問題が数多く出題されることだ。ああ、この問題は見たことがある。これならこういう風に解けば何分くらいで答えが出る、ということがわかり出した。それがわかると、僕でも合格できるのではとの希望も出てきた。

秀才 確かに君の言う通りだと思う。実際に問題を解いてみて、はじめてその問題が本当に解けたことになる。そして、類似の問題のいくつかをすべて間違いなく解けるようになれば、その問題群は試験会場で完璧に、しかも短い時間で解けるだろう。僕はそのトレーニングを怠っていたのかもしれない。いや、間違いなく怠っていた。

凡人 おもしろいもので、見たこともない問題には自ずと自分からは近づかなくなった。ストライクゾーンに来た緩い球にはバットを振るが、剛速球やボール球は避ける、いわゆる選球眼ができてきた。結果的にはこの選球眼が養われたことが、今回の合格につながったと思う。考えたことは、どうすれば打率が3割を超えるか？ ということであった。3割さえ超えれば合格だ、との思いが強かった。

秀才 僕より一歩先を行ったね。まさに無知の知だ。「自分がこれは知らないと気づいた者は、それに気づかない者よりも賢い」。この試験に関してはそういうことかもしれない。確かに。僕にはこの「無知」が許しがたいものであった。結果的にそのことが大きな敗因となった。ソクラテスよ、識別することが大切であるというあなたの教えは正しかった。

凡人 結果的に僕自身は合格点よりもほんの少し上で合格したと思っている。資格試験では満点を取る必要ない。ギリギリ合格も合格である。これが僕の人生であると自分自身にも言い聞かせている。今回はラッキーにも2年で合格できた。「時は金なり」 今回の経験を次の資格試験に活かし、さらに短期間で合格できる方法を模索していきたいと今は思っている。

秀才 結論的には、僕のこの2年間の受験勉強は趣味の世界であった。解けない問題に挑戦する素晴らしく充実した時間を持つことはできたが、本来の目的である試験合格には至ることはできなかった。この試験では非常に簡単な問題、例えば偏微分に関する出題、などは短時間に間違いなく解けるが、出題される問題のおおよそ3割程度はそれを解くには非常に高度な知識と多大な労力（長時間）を要する。この試験自体が、問題の難易を見抜く力があるかどうかを試している試験であるような気がする。

秀才 過去に出題された問題で、書籍まで買い込んでその解き方がわかった問題であっても、今後の僕の人生でもう巡り合うことがないだろうとおもえる問題がその大部分であった。「試験に合格する」という目標に焦点を合わせれば、僕は非常な回り道を続けているこ

とになる。凡人君の言うことはまさにその通りであると思った。凡人君の足跡をたどり、来年こそは間違いなく僕も合格するぞ。その暁には、盛大な合格祝いを頼む。

資格試験に合格する要点は

人それぞれに今までに蓄積された知識や知恵、いま試験勉強に利用できる時間など、いろいろな条件が関わってくると思います。

しかし、「彼を知り己を知れば百戦殆からず」。合格したい資格試験がどのようなものであるかを知ることが第一です。それがわかれば、凡人君が言うように合格への扉が開きますし、秀才君のような失敗が起こる確率を大きく下げることができます。

まず第一は、どのような試験にチャレンジしているかを知りました。次に考えなければならぬのは、受験勉強の環境をどう整えるかです。

突然ではありますが ChatGPT (<https://openai.com/blog/chatgpt/>) に質問してみました。ChatGPT は、大量のテキストデータを与えて、タスクを通して学習させる「大規模言語モデル (Large Language Model)」と呼ばれる AI 技術を活用しています。2022 年 11 月に公開され、ユーザーの質問に対する精度の高い回答が話題となり、多くの場合、的確な答えを返すので今注目され始めています。

ではその ChatGPT との会話を具体的に、

質問

資格試験に合格するための効率的な勉強方法は？

回答

資格試験の勉強には以下の効率的な方法があります：

1. 教材を確認し、テキストブックや教科書を読んで理解を深めます。
2. 問題集を使って実践的な練習を行います。
3. 関連するトピックについての講義やセミナーを受講します。
4. 合格者インタビューや受験者の意見など、参考資料を読んで考え方を学びます。
5. 他の人と協力してグループで勉強することも有効です。

以上が、資格試験に合格するための効率的な勉強方法です。

質問

資格試験の勉強法において、1冊の参考書をまずは徹底的に勉強し、その内容がおおよそ自分のものにできてからもう少し高度な参考書へと勉学を進めていくのが私は効果的な勉強法であると思っているのですが、どう思いますか？ 考えられるデメリットがあればお教えください。

回答

1冊の参考書をまず徹底的に勉強して、その後にもう少し高度な参考書に進むという方法は有効な方法です。これにより、基礎的な知識を確立し、その後より深い理解を得ることができます。

ただし、この方法にはいくつかのデメリットもあります。例えば、1冊の本を徹底的に勉強することが遅すぎる場合、時間を無駄にしてしまうことがあります。また、高度な参考書を選ぶ前に、自分のレベルを正確に把握することが困難である場合もあります。

このように、資格試験の勉強法にはメリットもデメリットもあります。自分に合った方法を見つけるためには、自分のスタイルやスケジュール、学習する内容などを考慮することが重要です。

著者

ChatGPT からもっともらしい回答を得ました。私が思うには、今から挑戦する資格試験がどのような試験であるかをまず理解すること、ついでその試験合格という目標に対していま自分がどの位置にいるのかを知ることが最重要となります。現在位置を知るためにも書店で複数の関連書籍を見比べ、その中よりこれとおもう書籍を1冊買い求めて、それを徹底的に勉強しつくすことが重要であると考えます。ChatGPT のいうデメリットを自分に合った書籍との出会いによりなくすことができれば、おおむね順調に受験勉強は進んでいくことでしょう。その1冊をマスターし、その後に必要なならばもう一段高度な1冊を求めていきます。

質問

日本には技術士試験があります。この試験には1次試験と2次試験があるのですが、その1次試験に基礎科目があります。この基礎科目の出題範囲は幅広く、多くの受験生がこの科目で合格点が取れないことが1次試験に合格できない原因となっています。参考までにこの基礎科目は、①設計・計画、②情報・論理、③解析、④材料・化学・バイオ、⑤環境・エネルギー・技術の5分野より各6問ずつ出題されます。この出題範囲がとても広い基礎科目に合格するための効果的な方法はあるでしょうか？

回答

この広い出題範囲をカバーするために、次のような効果的な方法があります。

1. シラバスを確認する: 問題が出題される可能性が高い内容を確認することで、重要なトピックを特定することができます。
2. 参考書を使用する: 基礎科目に焦点を当てた参考書を使用することで、必要な情報を網羅的に学習することができます。
3. 問題集を解いて復習する: 問題集を解くことで、理解を深めたり、自分の誤りを見つけたりすることができます。
4. グループ学習や講義を受ける: 他の人と学習することで、問題を共有したり、解決策を共有することができます。
5. 定期的に復習する: 定期的に内容を復習することで、長期的な記憶に残ることができます。

これらの方法を組み合わせて、効率的かつ効果的な勉強方法を設計することができます。また、自分に合った勉強スタイルを見つけることも重要です。

著者

1～5は凡人君がすべて実施し、特に3と5は彼が試験に合格した主な理由でしたね。秀才君は問題を見ただけでこの問題は簡単に解けるとスルーしてしまい、そのことが結果的に問題を解くのに必要な時間を彼に実感させなかったのが敗因となりました。3と5は重要です。

ここまですとまとめると、

1. 受験しようとしている資格試験がどのような試験であるかを理解すること
 2. その試験合格に対して今の実力がどこに位置するかを知ること
 3. 合格ラインに達するためには何をどの程度学習しなければならないかを知ること
 4. そのために必要な最低限(冊数を絞ること)の教材をまずは用意すること
 5. 教材をマスターしたら必要に応じて1段高度な教材へと学習を進めること
 6. 過去問を実際に解いてみて得られる総合得点の皮算用を繰り返すこと
- ※ 過去問であっても近寄ってはならない問題は識別しておくこと
(時間ばかりがとられ効率が落ちる)

来るべき第一次試験日に向けて無理のない学習計画を立てましょう。

やることを決めることも大事ですが、何をやらないかを決めることはもっと大事です。

これには勇気と割り切りがいます。

書籍 技術士一次試験 基礎科目問題を極める

(2022年版) より合格へのポイントを抜き出す

ここから以降は、掲題書籍より実際に技術士一次試験で出題された問題およびその解答の一例を抜き出し、秀才君がその解法に熱中した「近寄ってはならない問題」も例に出し、解説を進めていく。

なお、先に断っておくが、以降の解説が理解できれば、ここで取り上げた書籍「基礎問題を極める」をあえて購入する必要はないと考える。

主に説明するポイントは、

どのような問題が出題されるか (カテゴリー分け)

過去問が繰り返し出題される頻度はどの程度か

近寄るべき問題

近寄らなければならない問題

近寄ることを避けた方がよい問題

近寄ってはならない問題

避けては通れない問題

増補版への序 (p 17)

技術士第一次試験・基礎科目の受験に挑むための心構えが述べられています。「計算量と漸近的記法」「四分円の重心位置」は自信がなければ近寄ってはならない問題に分類されます。後程解説いたします。

「時代に合わせてその出題内容が少しずつ変化」とあるように、過去問を見てその変化の流れを感じ取ることも必要です。この流れを感じ取れば、過去に出題された問題で、こんな問題はもう出ることはないだろうと判断できるものがあります。

「繰り返し学習が新たな気づきを生み、成長を下支えします」。これが凡人君の合格への原動力となりました。

目次 (p 18～22)

この目次を眺めればどのような分野から出題されているかが見えてきます。自身の現在の知識範囲との重なり具合を確認すれば、どの分野の勉強をしていかなければならないかが

わかります。結構広い分野から出題されているでしょ。それ故に受験者にとっては労力をつぎ込む必要がある試験科目ということになります。

過去問を勉強する意味（p 23）

過去に出題された問題が繰り返し出題されるので、過去問をしっかりと勉強することは大切だと述べています。勉強する過去問の範囲は5年では不安があり、それ以上にさかのぼって勉強する必要があると述べています。また、その過去問で得られた実力と自信に基づいて、どの分野で何点取れるかの積み上げによる「予測得点の皮算用」が必要であるといっています。

過去問については「過去に複数回出題された問題一覧」（p 49～54）を参照してください。詳しく解析されています。

近寄るべき問題

繰り返し出題され、比較的容易に解答が得られる問題がこれに属します。過去問を実際に解くところの範疇に属する問題が結構多いことに気が付きます。

正規分布・分散の加性（加法性ともいう）は p 24 の 11. 標準偏差、Case1 にあるように過去には H17-1-1-2、H21-1-1-3 で出題され、令和4年度は少し形を変えてですが、R04-1-1-3「正規分布と確率変数 z 」（p 61）として出題されています。過去問を勉強し、その出題の本質と解法をマスターしておけば、多少ひねった問題が出題されても、「ああ、あの問題の変形だな」とピンとくるものです。

偏微分（p 34～37）と聞くと、拒絶反応を示す方もいらっしゃるかもしれませんが、基礎科目で出題される偏微分は超簡単、絶対的な得点源になる出題です。この問題が出れば超ラッキー、絶対に解答すべきです。問題文と解答を示していますので実際に確認してください。

近寄らなければならない問題

計算問題（実際に数値を求める必要があるもの）は基本的にはそんなに難しくはないと思います。例えば、化学の問題です。技術士を目指す方の中にも化学に拒絶反応を示す方もいらっしゃいますが、高等学校で習った範囲です。

反応熱の計算（p 40～p 42）で、与えられた3つの熱化学反応式より与えられた反応式の熱量を求めるものです。反応式を足したり引いたりして求める化学反応式の形にできれば、その反応式の吸熱量あるいは反応熱が求まります。高校の化学の時間には、やはり3つの反応式を足したり引いたりして答えを求めた記憶がありますが、そんなことをして

は1問5分以内に答えを得ることはできません。そこで、少し工夫が必要となります。その工夫に思い至れば、本問は立派な得点源となります。実際に出題と解答を見て、確認ください。

ChatGPT に聞いてみました。

質問

ある化学式の示す吸発熱量を、すでにわかっている他の複数の化学反応式の吸発熱量を組み合わせることで求めたいのですが、短時間で答えに至る方法をご提示ください。

回答

化学反応式の吸発熱量を組み合わせ、ある特定の化学式の示す吸発熱量を求めるには、化学反応式のヒントとして使用することができる「エンタルピー」や「エントロピー」の変化量を使用することがあります。また、あらかじめ計算済みのデータベースを使用することもできます。答えが早く至ることを目的とする場合は、科学的な計算ツールを使用することが望ましいです。

科学技術史 (p 45～48) です。必ず毎年1問は出題されます。令和3年度まではこのページに記した人名と年代を記憶していれば1点ゲットだったのですが、令和4年度はあらたな名前が出てきて大きな変化がありました。p 60ではこの問題は難問に分類しています。今年令和5年度の試験で従前に復帰する可能性はあるのでしょうか？ かとって、この問題は避けて通ることはできませんので最低限の備えは必要となります。

空間距離とハミング距離 (p 28～31) は重要な情報通信技術の基礎理論です。令和元年に初めての出題となりましたが、問題自体はそんなに難しくはありません。ここにある問題2題を解けるようにしておけば、同様の問題が出題されたとしても解くことができます。実際に令和4年度の試験問題 R04-1-2-4 (ハミング距離・送信情報のエラー確認) が出題されましたが、これは容易に解ける問題です。

ChatGPT に聞いてみました。

質問

ハミング距離とは何ですか。日本語で詳しく解説ください。

回答

ハミング距離とは、2つのビット列（文字列や数値など）の類似度を表す指標のことです。2つのビット列のハミング距離は、それらを比較して異なっているビットの数（「1」と「0」が違う場所の数）です。この距離が小さいほど、2つのビット列は類似していると考えられます。

このハミング距離は、データの誤り訂正や、文字列の比較など様々な用途で使用されています。

近寄ることを避けた方がよい問題

実行時間のオーダー（p 26～27）は情報処理時間を求めるための重要な概念です。少し勉強すればなるほどな、と思いますが、試験会場でこれを見たときには、瞬間冷凍状態になるのではと思います。情報技術を専門とされる方には簡単かもしれませんが、それ以外の分野の方はいったん保留とすべき問題であると感じました。

ChatGPT に聞いてみました。

質問

コンピュータでの数値計算において、アルゴリズムとオーダ、実行時間について詳しく解説ください。

回答

アルゴリズムとは、特定の問題を解決するための手順・手法・方針を表す言葉です。コンピュータでの数値計算においては、数値解析やグラフィックスなど、様々な問題を解決するためのアルゴリズムが存在します。

オーダとは、アルゴリズムの処理時間が増加する数値に対して、どの程度増加するかを表す言葉です。例えば、 $O(N)$ という記号は、処理時間が入力データの要素数 N と同じ程度に増加することを示します。

実行時間は、アルゴリズムを実行するために必要な時間を表します。この時間は、アルゴリズムのオーダによって大きく影響されます。オーダが大きいアルゴリズムは、処理時間が長くなる可能性が高いのに対して、オーダが小さいアルゴリズムは、処理時間が短いことが多いです。実行時間を短縮するためには、効率的なアルゴリズムの選択や、ハードウェアの最適化などが考えられます。

近寄ってはならない問題

はりのたわみ（p 32～33）は専門性の高い問題です。この分野が専門の方にとっては簡単な問題かもしれませんが、門外漢には公式を知っていなければ解けない問題です。その公式を知っているかどうかで成否が決まる問題は、よほどの自信がない限り避けた方がよいと判断しました。

ChatGPT に聞いてみました。

質問

はりのたわみの大きさを求める公式はありますか。公式があればその公式もお示してください。

回答

はりのたわみ（振りのたわみ、振りひずみ）の大きさを求める公式はいくつかありますが、最も一般的なものとして「Euler-Bernoulli 式」があります。この公式は次の式で表されます。

$$\delta = (PL^3)/(3EI)$$

ここで、 δ ははりのたわみの大きさを表します。P は作用する力、L は梁の長さ、E は材料の弾性係数、I は梁の横断面の曲率モーメントを表します。

この公式は梁に作用する力によってはりのたわみの大きさを求めることができます。ただし、この公式は単純な梁の場合にのみ適用されます。複雑な形状の梁や、特殊な条件下では別の公式が適用される場合があります。

令和4年度には R04-1-1-5（片持ばりの受ける応力）が出題されましたが、こちらはもっと高度な公式を知っている必要があります。もちろん難問に分類されます。

電気の合成抵抗を求める（p 38～39）もなかなかの難問です。Webで調べても難しい計算式が出てきますが、これでは5分という制限解答時間に間に合いません。結局は解答に示したごとく、多少のトンチが必要になると思いますが、このような発想が試験会場でマジックのように湧き出てくるはずもありませんから、これは近寄ってはならない問題です。

ChatGPT に聞いてみました。

質問

合成電気抵抗を求めるには、どのような方法がありますか？ できる限り多くの方法をお教えてください。

回答

合成電気抵抗は、複数の要素からなる電気回路を合成することによって求めることができます。以下が一般的な方法です：

部分抵抗の総和：複数の電気回路を組み合わせた各部分の抵抗を求め、それらの総和を求めます。

平衡点法：合成する電気回路を平衡点に持つようにし、このときの平衡点の電圧から合成抵抗を求めます。

ステップ応答法：合成する電気回路に対してステップ応答を与え、このときの電圧変化から合成抵抗を求めます。

シミュレーション：合成する電気回路を計算機でシミュレーションし、このときの電圧変化から合成抵抗を求めます。

これらの手法によって、合成電気抵抗を求めることができますが、どの方法が最適なのかは、問題の条件や要求によって異なります。

四分円の重心位置座標（p 5 8～5 9）を求めるには重積分式を立式し、これを5分以内で解くことが求められますが、これを短時間で解くことはほぼ不可能でしょう。別解を考えましたが、これは確実なものではありません。

ChatGPT に聞いてみました。

質問

4分の1円の重心位置を、積分を使った方法で具体的に求めてください。

回答

4分の1円の重心位置は、積分を用いて求めることができますが、ここでは積分を使わない方法を示します。

4分の1円は、円周上に三点（半径ベクトル）を結ぶと形ができます。これら三点からなる三角形の重心位置が、4分の1円の重心位置です。

三角形の重心位置は、三点の座標の平均値となります。具体的には、4分の1円の内角の三点の座標を求め、それらを加算して3で割って求めます。

以上が、4分の1円の重心位置を積分を用いないで求める方法です。

質問

円の半径を1として、ご提案の方法で具体的な座標の数値を算出してください。できれば計算過程も示してください。

回答

!

Hmm...something seems to have gone wrong. Maybe try me again in a little bit.

※ ChatGPT はだんまりを決め込んでしまった。AI が自身の誤りに気付くことはすごいことだと思う。この AI は現在まだ進化途上であり、将来が楽しみである。

避けては通れない問題

環境やエネルギーに関する問題は避けては通れません。たとえば、再生可能エネルギーによる発電比率（p 4 4）です。関連する白書や日々のニュースを的確にとらえることが必要となります。

令和4年度の試験にも、R04-1-5-4に鉄鉱石の水素還元により鉄を製造するとき、その反応は吸熱反応であるか発熱反応であるかを問う問題が出題されていますが、この問題は答えを知っていれば答えられますが、計算で答えを求めようとすればかなりの労力と時間を要します。

ChatGPT に聞いてみました。

質問

鉄鉱石と水素の反応（還元反応）は発熱反応ですか？

回答

はい、鉄鉱石と水素の反応（還元反応）は発熱反応です。この反応は製鉄過程で鉄鉱石から鉄を抽出するために行われます。鉄鉱石と水素の反応によって生じる熱は、鉄鉱石内の酸素と反応して発生することで、製鉄炉内の温度を上昇させることによって製鉄を行うことができます。

質問

その発熱量の大きさは分かりますか？

回答

その発熱量の大きさは異なりますが、一般的に高温であります。この発熱量は、反応によって生じる熱と、鉄鉱石内の酸素との反応によって生じる熱から構成されます。この発熱量は、製鉄過程において製鉄炉内の温度を維持するために必要な温度に到達するために必要です。製鉄炉の温度は一般的に 1500°C から 1700°C の範囲になります。この発熱量は製鉄に必要な温度を維持するためには十分ですが、安全に注意する必要があります。

※ この反応は実際には吸熱反応であるので、人工知能 ChatGPT が必ずしも正しい答えを返すとは限らない。

その他、種々 ChatGPT に聞いてみました。

質問

日本の総発電量に占める太陽光発電、風力発電、バイオマス発電の最新の比率を教えてください。

回答

現在の情報では、日本の総発電量に占める太陽光発電、風力発電、バイオマス発電の比率は確定していません。最新の情報は政府や関連団体などの正式な統計や報告書から入手することができます。

質問

CO2 排出ゼロの世界が来ると思いますか？

回答

CO2 排出ゼロの世界が実現するかどうかはわかりませんが、温室効果ガスの排出量を抑えるために、多くの国が CO2 排出削減の方針を打ち出しています。また、再生可能エネルギー技術の発展や、CO2 を吸収する技術の開発なども進んでいますので、今後の動向に注目する必要があります。

質問

水素社会は到来すると思いますか？

回答

水素社会が実現されるかどうかはわかりませんが、近年、水素エネルギーの普及が進んでいます。これは、水素エネルギーが環境に優しいというメリットや、多様なエネルギーソースからの水素生成が可能であるということなどが大きな要因となっています。しかし、水素インフラの整備や、水素を使った技術の進化などが進んでいなければ、水素社会は実現しにくいと考えられています。

質問

CO₂ を排出しないエネルギー源としてアンモニアに注目が集まっていますが、アンモニア燃料は CO₂ フリーと考えてもよいのですか？

回答

アンモニア燃料を使用することにより直接的に CO₂ は排出されませんが、アンモニアを生産する工程では、多くの場合において CO₂ の排出が発生します。また、アンモニア生産に必要なエネルギーを提供するために石炭やガスなどの CO₂ 排出量が多いエネルギー源を利用する場合があります。そのため、アンモニアを燃料として利用することで完全に CO₂ 排出なしでエネルギーを生産することは難しいと考えられます。

質問

関連質問です。たとえばメタンそのものをエネルギー源として使用する場合と、メタンから合成したアンモニアをエネルギー源として使用する場合、同じ熱量を得るのに発生する CO₂ の量関係はどうなるでしょう？

回答

メタンそのものをエネルギー源として使用する場合、その燃焼によって二酸化炭素 (CO₂) と水が生成されます。一方、メタンから合成したアンモニアをエネルギー源として使用する場合、アンモニアの燃焼によって二酸化炭素 (CO₂)、水、および窒素が生成されます。これらの生成物の量によっては、メタンを使用した方が発生する CO₂ の量が少なくなる場合もありますが、具体的な数値は技術や環境などによって異なります。

質問

関連質問です。メタンを直接燃焼させる場合よりもメタンをアンモニアとしそれを燃焼させた場合の方が、結果的には CO₂ の発生量が多くなる場合もあると考えますが、具体的な

データはありませんか？

回答

メタンをアンモニアとして合成する過程において、CO₂ が排出されるため、アンモニアを燃料とする場合の方がメタンを燃料とする場合よりも CO₂ の発生量が多い可能性があります。具体的なデータは存在するかもしれませんが、私が持っている情報の範囲内では入手できませんでした。

チャレンジしよう！ 技術士第一次試験

いかがでしたか？ 少しは合格するような気になってきたのではないのでしょうか。勉強範囲の適切な決定と、計画的な学習計画があれば合格に限りなく近づけます。あとは試験会場での実際の解答シーンをイメージした実践訓練あるのみです。

技術士 (Wikipedia) より

技術士は、技術士法（昭和 58 年（1983 年）4 月 27 日法律第 25 号）に基づく日本の国家資格であり、有資格者は技術士の称号を使用し登録した技術部門の技術業務を行える。また、**技術士は、科学技術の応用面に携わる技術者にとって最も権威のある最高位の国家資格であり、この資格を取得した者は、科学技術に関する高度な知識、応用能力および高い技術者倫理を備えていることを国家によって認定されたことになる。**

技術士補は、将来技術士となる人材の育成を目的とする、技術士法に基づく日本の国家資格である。有資格者は技術士の指導の下で、技術士補の称号を使用して、技術士を補佐する技術業務を行える。

なお、ここで示した勉強法は、**技術士第一次試験の基礎科目のみならず、技術士試験全般、そしてもちろん他の資格試験や大学入試等、幅広く活用が可能となるものです。**

みなさまの今後のご活躍に本記事が役立ちますことを、強く願っています。

技術士一次試験
基礎科目問題を極める
(2022年版)

畑 啓之

増補版への序

昨年（2020年）6月に本書の第1版を出版してから、まだ1年半しか経過していませんが、その間に2回の技術士第一次試験が執り行われました。

本書（2022年版）では、2020年版に平成2年度および平成3年度の問題の解答を加えるとともに、補足資料として近年注目を集め、技術士一次試験にも出題頻度の高い地球温暖化問題とカーボンニュートラルに関して、主に最新のエネルギー白書および環境白書より重要と考えられるデータを引用いたしました。さらに、補足資料としてこれだけ知っていれば技術士第一次試験・基礎科目は乗り切れると考えられる、微分・積分の基礎（基本公式）も加えました。

技術士第一次試験の基礎科目では5つの群より合計30題が出題されます。基礎的で重要と考えられる問題については繰り返し出題されていますが、毎年何題かは新奇な問題が出題されます。例えば本年令和3年度1-2-6の計算量と漸近的記法、1-3-6の四分円の重心位置を求める問題などがこれにあたります。あるいは、はるか昔には勉強はしたが、ここしばらくは見ることのなかった分野の問題が出題されることもあります。たとえば昨年令和2年度試験1-3-6で出題されたベルヌーイの定理に関する計算問題などがそれです。

さらにここ数年は気候変動問題、いわゆる地球温暖化問題に強く焦点が当たっています。全世界が関係する問題であり、その解決には多くの知恵と多くの苦しみが伴います。第5群には白書より関連する問題が多く出題されています。新しい知識を常に吸収し続ける必要があるのがこの第5群です。

技術士第一次試験の基礎科目問題も時代に合わせてその出題内容が少しずつ変化しているということです。第1群から第5群まで、非常に幅広い知識と、その知識を応用する能力が技術士には求められているということです。本書では平成16年度から本年令和3年度までの技術士第一次試験・基礎科目の出題をくまなく網羅しています。うまく活用しただけであれば受験のための実力養成は勿論のこと、技術者としての問題解決能力の向上にも役立つことでしょう。繰り返し学習が新たな気づきを生み、成長を下支えします。

平成16年度から令和元年度再試験までの、基礎科目試験で出題された問題は、次のアドレスに登録しています（日本技術士会のホームページで確認できるのは平成23年度から本年令和3年度の出題です）。

<https://www.alchemist.jp/GijutsushiShiken/Questions.html>

2021年12月 畑 啓之

目 次

	ページ
はじめに	i
全般的な事項	1
本書の位置づけ	
問題番号の表示方法	
第1～5群の記載方法	
正誤選択問題での文書表示法	
付表について	
過去問を勉強する意味	
調査の方法	
基礎科目解答の掲載されたサイト	

第1群 設計・計画

項 目	出 題 数	ページ
1. 信頼度	13	7
2. 信頼性設計	3	13
3. 設備・機械の保全	5	16
4. 信頼性獲得手法	1	19
5. 最適化手法	4	21
6. 計画・設計 最適化の方法	3	25
7. デザイン各種	7	27
8. 設計図面	5	32
9. 品質要求と品質要素	2	34
10. 製造物責任	4	36
11. 標準偏差	5	37
12. 品質管理	2	40
13. 抜取検査	3	43
14. 待ち行列	5	45
15. オペレーションズ・リサーチ	15	47

項 目	出 題 数	ペー ジ
16. 全体順位の決定	2	5 4
17. PERT 法	9	5 8
18. PDCA サイクル	3	6 4
19. 材料の強度	7	6 6
20. せん断力	1	7 0
21. 地震と破壊	3	7 2

第2群 情報・論理

項 目	出 題 数	ペー ジ
1. 2進数、N進数	1 4	7 6
2. 情報の容量	7	8 4
3. 2進数配列のシフト	1	8 8
4. 記憶素子	4	8 9
5. 実行時間	6	9 2
6. 数値計算の誤差	3	9 6
7. 情報保存 RAID	1	9 9
8. 空間距離とハミング距離	2	1 0 0
9. データ検索法	1	1 0 3
10. パリティ	3	1 0 4
11. インターネット	1 1	1 0 6
12. 論理問題	3	1 1 1
13. 集合の論理式	4	1 1 5
14. 集合に含まれる数	6	1 1 8
15. 天気の高率	3	1 2 2
16. 重み付け	3	1 2 3
17. 文字列の表記	1 0	1 2 5
18. 判断基準と決定表	2	1 3 3
19. アルゴリズム	7	1 3 6

第3群 解析

項 目	出 題 数	ページ
簡単な解説		1 4 7
1. ヤング率	1 6	1 5 4
2. 応力集中	2	1 6 3
3. たわみと固有振動数	6	1 6 4
4. ポアソン比	5	1 6 8
5. バネ	5	1 7 1
6. 有限要素法 基本	1 0	1 7 4
7. 有限要素法 面積座標、座標変換	9	1 7 9
8. 有限要素法 要素内内挿	1	1 8 6
9. 有限要素法 補間多項式	1	1 8 8
10. 有限要素法 差分近似式	5	1 8 9
11. 有限要素法 定積分近似式	4	1 9 0
12. 有限要素法 二重積分	2	1 9 3
13. 有限要素法 トラスモデル	1	1 9 5
14. 有限要素法 振動解析	2	1 9 7
15. 偏微分	9	1 9 8
16. ベクトル	3	2 0 1
17. 慣性モーメント	2	2 0 4
18. 逆行列	3	2 0 6
19. 数式に関すること	1 3	2 0 9

第4群 材料・化学・バイオ

項 目	出 題 数	ページ
1. 原子分子の構造と性質	1 1	2 2 5
2. 化学反応	1 4	2 3 5
3. 計算問題	6	2 4 4
4. 中和と pH	5	2 4 9
5. 高分子化合物	1	2 5 2

項 目	出 題 数	ページ
6. 金属の結晶構造	1	2 5 4
7. 金属の性質	1 5	2 5 5
8. 金属の製造	2	2 6 5
9. 電子セラミックス	2	2 6 7
10. 材料と製品	8	2 6 8
11. 放射線と材料	1	2 7 2
12. 遺伝形質	1	2 7 4
13. DNA	5	2 7 5
14. 遺伝子操作等	5	2 7 8
15. 生物を構成する物質	1 1	2 8 1
16. 生体膜	2	2 8 8
17. 代謝	3	2 9 0
18. 時の話題	2	2 9 2

第5群 環境・エネルギー・技術

項 目	出 題 数	ページ
用語集		2 9 4
1. 計算問題	9	3 0 4
2. エネルギー需給	1 0	3 0 8
3. 発電と蓄電	2	3 1 8
4. エネルギー資源	6	3 1 9
5. 再生可能エネルギー	2	3 2 2
6. 資源リサイクル	7	3 2 4
7. 廃棄物	1	3 2 9
8. 環境汚染	4	3 3 0
9. 環境問題	1	3 3 3
10. 環境保全活動	1 1	3 3 4
11. 地球温暖化	8	3 4 2
12. 生物の多様性	2	3 4 8

項 目	出 題 数	ページ
13. 知的財産	5	3 4 9
14. 技術者倫理	2	3 5 4
15. 科学技術コミュニケーション	4	3 5 5
16. 人類と技術	6	3 5 9
17. 科学技術史	1 0	3 6 3

付表

表 1 出題された問題の正答番号	3 7 0
表 2 出題された問題の掲載位置 (索引)	3 7 1
表 3 過去に複数回出題された問題一覧 表および該当する問題の掲載位置	3 7 2
表 4 出題問題中の難度の高い問題一覧 (参考) 該当する問題の掲載位置	3 7 8
表 5 穴埋め問題一覧 該当する問題の掲載位置	3 7 9
表 6 一次試験の受験者数と合格率	3 8 0

令和 2 年度技術士第一次試験 基礎科目問題 解答 3 8 1

令和 3 年度技術士第一次試験 基礎科目問題 解答 4 2 3

(補足資料)

地球温暖化問題とカーボンニュートラル
エネルギー白書と環境白書を中心に 4 5 7

微分・積分の基礎 4 7 4

過去問を勉強する意味

付表3に示した過去に複数回出題されている問題より、その問題が何年前に出題されたものであるかを求め、その結果を下表にまとめています。令和元年度の試験とその再試験は共に令和1年度に行われたとしました。

表をまとめるときのルールです。令和元年度に出題された問題で、過去に出題されたものがあり、たとえばそれが前の年の平成30年度の試験で出題されたものであれば、カッコ内の数字を1、またたとえば平成21年度に出題されたものであれば、10年前の出題となりますので括弧内の数字を10としています。平成30年度、および平成29年度の問題についても同様の確認を行い次の表を得ました。

同じ問題が出題される頻度

	令和1年度再	令和1年度	平成30年度	平成29年度
第1群	2 (5, 13)	1 (2)	1 (3)	2 (3, 6)
第2群	3 (2, 4, 6)	2 (5, 10)	3 (1, 2, 5)	2 (4, 8)
第3群	2 (5, 8)	3 (7, 11, 14)	2 (2, 15)	1 (5)
第4群	3 (2, 2, 3)	2 (4, 10)	2 (7, 7)	3 (4, 5, 11)
第5群	3 (6, 6, 7)	1 (2)	3 (4, 4, 5)	1 (6)
合計	13	9	11	9

※ 2 (5, 13) は令和元年度再試験において、第1群の出題6問中の2問が過去に出題されたことがあり、そのひとつが5年前の試験で、そしてもうひとつが13年前の試験で出題されたことを示しています。

技術士一次試験基礎科目は5群より各6問、計30問出題されます。そして、各群より3問ずつを選択し、合計で15問の解答をします。そして、正解の問題数が8以上であれば基礎科目は合格となります。

上の表からは過去問をしっかりと勉強すると、確認した平成29年度から令和1年度再試験まで、いずれの試験においても合格圏に入ることがわかります。過去問の勉強範囲を5年以内とすると、表の合計は、令和元年度再試験が8、令和元年度試験が4、平成30年度試験が8、そして平成29年度試験が6となり、これだけでは合格圏内への到達は難しいことがわかります。

結論としては、過去問もしっかりと勉強し、さらに得点源となる比較的容易に解ける問題もたくさんありますので、それらの問題を取りこぼさないように勉強していくことが必要となります。どの群で、そしてその群の中のどの分野の問題で何問正解できるかの皮算用が必要となってきます。

4問とも同じ問題です。解答と合わせて読めば、内容は容易に理解できます。

参考までですが、損害賠償責任を追及する場合、民法の不法行為法における一般原則によれば、要件の一つとして加害者に故意・過失があったことにつき被害者側が証明責任を負う。つまり民法で損害賠償を請求する際には、被告の過失を原告が立証する必要があります。しかし多くの場合、その過失の証明が困難です。製造物責任法では製造者の過失を要件とせず、製造物に欠陥があったことを要件とすることにより、損害賠償責任を追及しやすくしました。

1 1. 標準偏差

年度	R01 再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25
Case						1		
H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
	3		1	2			1	

Case 1 H17-1-1-2, H21-1-1-3, H27-1-1-5

Case 2 H20-1-1-3

Case 3 H23-1-5-4

Case 1 正規分布 分散の加成性 加成性とも加法性ともいう

H27-1-1-5 正答 ①

I-1-5 次の記述の、に入る語句として最も適切なものはどれか。

独立に製造された長さ1800 mmの部材Aと長さ1700 mmの部材Bとをびったり接続し、長さ3500 mmの結合部品を作成する。部材A, Bの長さが独立に正規分布に従っていると仮定でき、部材A, Bの長さの標準偏差がそれぞれ0.4 mm, 0.3 mmである場合、結合部品が3501.5 mmを超える確率はとなる。ただし、平均0, 標準偏差1の正規分布で値がz以上となる確率は以下となる。

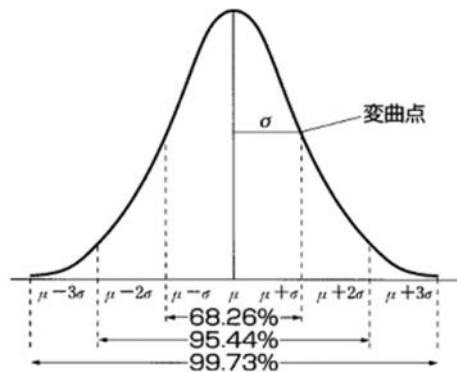
z	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
確率 [%]	15.9	6.68	2.28	0.62	0.13

- ① 0.2%未満
- ② 0.2%以上 1%未満
- ③ 1%以上 5%未満
- ④ 5%以上 10%未満
- ⑤ 10%以上

正規分布は、 $N(\mu, \sigma^2)$ と表します。 μ は平均値、 σ が標準偏差、 σ^2 が分散です。
 $N(\mu_1, \sigma_1^2)$ と $N(\mu_2, \sigma_2^2)$ においてつぎの加法性 (正規分布の再生性) が成り立ちます。

$$\mu = \mu_1 + \mu_2, \sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2$$

この問題では、 $\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 = 0.4^2 + 0.3^2 = 0.25$ です。従って、標準偏差 $\sigma = 0.5$ mm となります。出題では 3500 mm が 3501.5 mm と 1.5 mm 増えます。この 1.5 mm は 3σ に相当します。正規分布において数値が $\pm 3\sigma$ 内に存在する確率は 99.7%、 3σ 内に存在しない確率は 0.3% です。この問題では正規分布の横軸の値の高い方、 $+3\sigma$ を超える確率は $0.3\% / 2 = 0.15\%$ です。(正規分布の -3σ より小さい確率と、 $+3\sigma$ より大きい確率の合計が 0.3% です。)



Case 2 信頼水準

H20-1-1-3 正答 ④

I-1-3 あるプラントにおいて、正常に稼働した場合の1日当たりの生産量は平均値 $\mu = 1,200$ kg, 標準偏差 $\sigma = 48$ kgの正規分布で表される母集団であることが過去のデータからわかっている。生産量を $n = 36$ 日間計測したところ、1日当たりの生産量の平均値は $\bar{x} = 1,176$ kgであった。信頼水準95%で、このプラントが正常に稼働しているかどうかを統計的に検定するための検討を行った。次の記述の中から、適切なものを選び。なお、信頼水準95%に対する標準正規分布における両側信頼限界は1.96としてよい。

① $\frac{|\bar{x} - \mu|}{\sigma^2/n} = \left| \frac{1176 - 1200}{48^2/36} \right| = 0.375 < 1.96$ となるので、少なくとも95%の確率でプラン

トは正常に稼働している。

5. 実行時間

年度	R01 再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25
Case				4	3			4
H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
	3	2				1		

Case 1 H18-1-2-1

Case 3 H23-1-2-4, H28-1-2-4

Case 2 H22-1-2-2

Case 4 H25-1-2-6, H29-1-2-6

Case 1 データ送信速度

H18-1-2-1 正答 ④

I-2-1 毎秒1ビットのデータを転送する速度を1bpsと表記する。また、1バイトは8ビットである。このとき、1Gバイトのデータを10Mbpsの転送速度で転送するために必要な時間を次の中から選べ。

- ① 10秒 ② 12.5秒 ③ 100秒 ④ 800秒 ⑤ 1,250秒

送信しようとしているデータの大きさは1Gバイト = $10^9 \times 8$ ビットです。一方、送信速度は $10 \text{ Mbps} = 10 \times 10^6$ ビット/秒です。従って、送信に必要な時間は、 $(10^9 \times 8) / (10 \times 10^6) = 800$ 秒となります。

Case 2 実行時間のオーダー

H22-1-2-2 正答 ②

I-2-2 実行時間のオーダーに関して、最も不適切な記述を次の中から選べ。

ここで、 n 個のデータがあるアルゴリズムで処理する実行時間が例えば cn^2 (c は定数) と見なせるとき、このアルゴリズムの実行時間のオーダーは n^2 であるという。

- ① 実行時間のオーダーが n^2 のアルゴリズムで $2n$ 個のデータを処理する場合、その実行時間は $4n^2$ とは限らない。
- ② 実行時間のオーダーが $n \log_2 n$ のアルゴリズムと n^2 のアルゴリズムを比較すると、データの個数が十分多い場合には後者のアルゴリズムの方が実行時間が短い。
- ③ 複数のアルゴリズムの実行時間のオーダーが同一であっても、実際の実行時間は同一とは限らない。

- ④ データの個数が多くなった場合の計算量の増加の傾向を実行時間のオーダーで知ることができる。
- ⑤ 実行時間のオーダーを、実行時に使用するメモリサイズの指標として用いることはできない。

実行時間のオーダーとは何であるかがわかりにくいかもしれませんが、たとえば今100の要素からなる建築物の安全性計算をされていてそれにかかる時間が2時間であるとし、続いて200の要素からなる建物についても同じ計算プログラムを用いて計算を行う時にどれだけ計算時間がかかるかに関係してくるのがオーダーです。

要素が100から200へと2倍に増えたのですから、計算時間も2倍になるとするとオーダーは1（2の1乗）です。計算時間が4倍になるとするとオーダーは2（2の2乗）、そして8倍になるとするとオーダーは3（2の3乗）です。

- ① 2n個のデータを処理する場合、アルゴリズムの実行オーダーは n^2 であるが、実行時間まではわからない。n個のデータでの実行時間が cn^2 であるので、2n個のデータならば $c(2n)^2 = 4cn^2$ となり、 $c = 1$ でないときには $4n^2$ とはならない。
- ② データの数が多くなってきた場合、オーダーが小さいほうが実行時間が短くなる。オーダーの大きさを比較すると $n \log_2 n < n^2$ 。すなわちデータの数が多くなってきた場合には $\log_2 n$ のアルゴリズム（前者）のほうが実行時間が短い。設問では逆の記載となっています。

	$\log_2 n$		n
$n = 2$	1	<	2
$n = 4$	2	<	4
$n = 8$	3	<	8

- ③ ①と同じで、 n^2 は同じであるが、実行時間はわからない。
- ④ データ数が2倍になると計算時間が4倍、3倍になると9倍となった時、オーダーは n^2 である。
- ⑤ オーダーは、アルゴリズムの計算特性を表しているだけなので、処理したいデータ数によりメモリサイズは変化する。

- ② RAID 0のストライピングでは、複数台のドライブを用いて構成するが、そのドライブの1台でも故障すると機能が停止する。2台では故障率が約2倍となる。
- ③ RAID 1のミラーリングでは、パリティを用いない。パリティを用いるのはRAID 5である。
- ④ RAID 5では、パリティ専用のキャッシュを用意することでディスクアクセスのボトルネックを解消する。
- ⑤ RAID 5では、ディスク台数を増やすことでデータが分散されて、アクセスの高速化が可能になる。

8. 空間距離とハミング距離

年度	R01再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25
Case		1 1						
H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16

Case 1 R01-1-2-3, R01-1-2-5

Case 1 空間距離とハミング距離

R01-1-2-3 正答 ③

I-2-3 表1は、文書A～文書F中に含まれる単語とその単語の発生回数を示す。ここでは問題を簡単にするため、各文書には単語1、単語2、単語3の3種類の単語のみが出現するものとする。各文書の特徴を、出現する単語の発生回数を要素とするベクトルで表現する。文書Aの特徴を表すベクトルは $\vec{A} = (7, 3, 2)$ となる。また、ベクトル \vec{A} のノルムは、 $\|\vec{A}\|_2 = \sqrt{7^2 + 3^2 + 2^2} = \sqrt{62}$ と計算できる。

2つの文書Xと文書Y間の距離を(式1)により算出すると定義する。2つの文書の類似度が高ければ、距離の値は0に近づく。文書Aに最も類似する文書はどれか。

表1 文書と単語の発生回数

	文書A	文書B	文書C	文書D	文書E	文書F
単語1	7	2	70	21	1	7
単語2	3	3	3	9	2	30
単語3	2	0	2	6	3	20

$$\text{文書Xと文書Yの距離} = 1 - \frac{\vec{X} \cdot \vec{Y}}{\|\vec{X}\|_2 \|\vec{Y}\|_2} \quad (\text{式1})$$

(式1)において、 $\vec{X} = (x_1, x_2, x_3)$ 、 $\vec{Y} = (y_1, y_2, y_3)$ であれば、
 $\vec{X} \cdot \vec{Y} = x_1 \cdot y_1 + x_2 \cdot y_2 + x_3 \cdot y_3$ 、 $\|\vec{X}\|_2 = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}$ 、 $\|\vec{Y}\|_2 = \sqrt{y_1^2 + y_2^2 + y_3^2}$

- ① 文書B ② 文書C ③ 文書D ④ 文書E ⑤ 文書F

空間距離に関する問題です。

この問題を解くにはひらめきが必要です。ひらめけば一瞬にして答に至ります。

文書D／文書Aで、単語1 = 2 / 7 = 3、同じく単語2 = 9 / 3 = 3、単語3 = 6 / 2 = 3
 3となっていますので、文書Aと文書Dの空間距離はゼロとなります。

確認のために実際に計算してみました。文書Aと文書D間の空間距離がゼロであることがわかります。

空間距離 (計算結果)

	文書A	文書B	文書C	文書D	文書E	文書F
文書A	0.000	0.190	0.089	0.000	0.355	0.381
文書B	0.190	0.000	0.410	0.190	0.407	0.215
文書C	0.089	0.410	0.000	0.089	0.687	0.759
文書D	0.000	0.190	0.089	0.000	0.355	0.381
文書E	0.355	0.407	0.687	0.355	0.000	0.076
文書F	0.381	0.215	0.759	0.381	0.076	0.000

R01-1-2-5 正答 ⑤

I-2-5 次の記述の、に入る値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

同じ長さの2つのビット列に対して、対応する位置のビットが異なっている箇所の数をそれらのハミング距離と呼ぶ。ビット列「0101011」と「0110000」のハミング距離は、表1のように考えると4であり、ビット列「1110001」と「0001110」のハミング距離は である。4ビットの情報ビット列「X1 X2 X3 X4」に対して、「X5 X6 X7」を $X5 = X2 + X3 + X4 \pmod{2}$ 、 $X6 = X1 + X3 + X4 \pmod{2}$ 、 $X7 = X1 + X2 + X4 \pmod{2}$ ($\pmod{2}$ は整数を2で割った余りを表す)と置き、これらを付加したビット列「X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7」を考えると、任意の2つのビット列のハミング距離が3以上であることが知られている。このビット列「X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7」を送信し通信を行ったときに、通信過程で高々1ビットし

か通信の誤りが起こらないという仮定の下で、受信ビット列が「0100110」であったとき、表2のように考えると「1100110」が送信ビット列であることがわかる。同じ仮定の下で、受信ビット列が「1001010」であったとき、送信ビット列は であることがわかる。

表1 ハミング距離の計算

1つめのビット列	0	1	0	1	0	1	1
2つめのビット列	0	1	1	0	0	0	0
異なるビット位置と個数計算			1	2	3	4	

表2 受信ビット列が「0100110」の場合

受信ビット列の正誤	送信ビット列							⇒	X1,X2,X3,X4に対応する付加ビット列		
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7		X2+X3+X4 mod2	X1+X3+X4 mod2	X1+X2+X4 mod2
全て正しい	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	
X1のみ誤り	1	1	0	0	同上			1	1	0	
X2のみ誤り	0	0	0	0	同上			0	0	0	
X3のみ誤り	0	1	1	0	同上			0	1	1	
X4のみ誤り	0	1	0	1	同上			0	1	0	
X5のみ誤り	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	
X6のみ誤り	同上				1	0	0		同上		
X7のみ誤り	同上				1	1	1		同上		

- ア イ
- ① 5 「1001010」
 - ② 5 「0001010」
 - ③ 5 「1101010」
 - ④ 7 「1001010」
 - ⑤ 7 「1011010」

ハミング距離に関する問題です。本問題は付加ビット（パリティ）（第2群10項）とも絡み、考えさせる問題となっています。

(ア) 1110001と0001110を重ね合わせて、一致しない箇所は7か所です。

(イ) (ア) の解答が決定したので、(イ) に入るのは

「④1001010」か「⑤1011010」

のどちらかとなります。

7桁のビット列は送信過程で高々1ビットしか通信の誤りが起こらないとの仮定です。受信ビット列「1001010」の頭4文字の情報ビット列「1001」を取り出し、許される4つの並びA~Dを表に示しました。また、この候補となる送信ビットから付加ビットを創生しました。

表の「送信ビット」+「付加ビット」と候補となる④および⑤の受信ビット列のハミング距離を求めたところ、その候補として「1011011」（ハミング距離1）が有力であることがわかりました。従って答は⑤となります。

	送信ビット	付加ビット	④との距離	⑤との距離
受信	1 0 0 1	1 0 0	2	3
A	0 0 0 1	0 1 1	2	3
B	1 1 0 1	0 0 1	3	3
C	1 0 1 1	0 1 1	2	1
D	1 0 0 0	1 1 1	3	4

9. データ検索法

年度	R01 再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25
Case								
H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
							1	

Case 1 H17-1-2-4

Case 1 データ検索法

H17-1-2-4 正答 ①

I-2-4 (ア)～(ウ)は3種類のデータ探索手法の特徴を述べたものである。

(ア) 探索時間を一定にできる。データの大小比較には適さない。

(イ) 探索時間はデータ量に比例する。探索のための前処理は不要である。

(ウ) 探索時間はデータ量の対数に比例する。更新処理の多い用途には適さない。

これらの特徴に最もよく当てはまる手法の組合せを選べ。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|---|--------|--------|--------|
| ① | ハッシュ探索 | 線形探索 | 二分探索 |
| ② | 二分探索 | 線形探索 | ハッシュ探索 |
| ③ | 二分探索 | ハッシュ探索 | 線形探索 |
| ④ | ハッシュ探索 | 二分探索 | 線形探索 |
| ⑤ | 線形探索 | ハッシュ探索 | 二分探索 |

ハッシュ探索

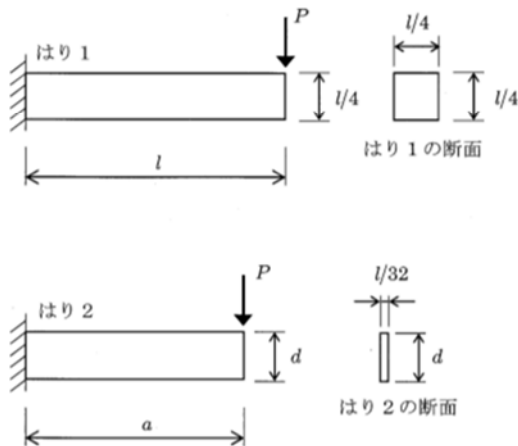
探索時間を一定にできる。データの大小比較には適しません。

Case 1 はりのたわみ

H27-1-3-6 正答 ④

I-3-6 下図に示すように、長さが l のはり 1 の左端を完全に固定し、自由端面において鉛直下方に荷重 P を負荷した。はり 1 の断面幅と断面高さはともに $l/4$ である。同様に、長さが a のはり 2 の左端を完全に固定し、自由端面において鉛直下方にはり 1 と同一の荷重 P を負荷した。はり 2 の断面幅は $l/32$ 、断面高さは d である。はり 1 とはり 2 の自由端面に生じる鉛直方向のたわみが等しいとき、 a と d が満たしている条件式として正しいものはどれか。ただし、はり 1 とはり 2 は、同じヤング率 E を持つ等方性線形弾性体であり、はりの断面は荷重を負荷した前後で平面を保ち、断面形状は変わらず、はりに生じるせん断変形、及び自重は無視する。

- ① $a \times d = 0.5$
- ② $a \times d = 2.5$
- ③ $a/d = 0.5$
- ④ $a/d = 2.0$
- ⑤ $a/d = 2.5$



これは難しい問題です。公式を知っていないと解けません。参考となる資料は、「断面 2 次モーメントによる「はり」のたわみ量計算、(MONOweb) 機械設計エンジニアの基礎知識)」です。

公式より、たわみ $\delta = WL^3 / (3EI) = 4WL^3 / (Ebh^3)$

δ ははりの先端部におけるたわみの大きさ、 W ははりの先端にかける力 (この問題では P)、 L ははりの長さ、 b ははりの幅、 h ははりの高さ、 E はヤング率、 I は断面二次モーメントで $I = bh^3 / 12$ です。

今の問題にこの公式を適用します。はり 1、はり 2 とともに W （この問題では P ）と E が等しいので、 $\alpha = 4W/E$ と置いて、

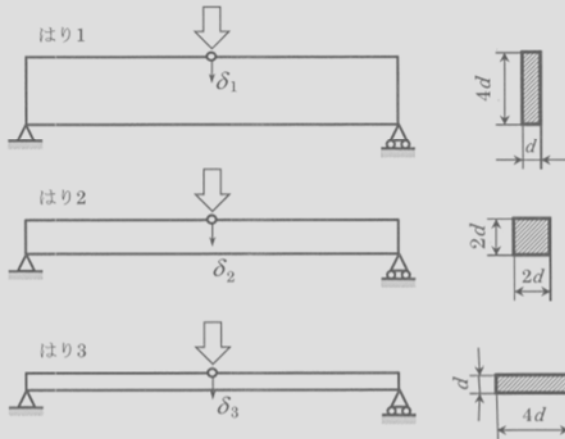
$$\text{はり 1} \quad \delta_1 = \alpha \times L^3 / ((L/4)(L/4)^3)$$

$$\text{はり 2} \quad \delta_2 = \alpha \times a^3 / ((L/32)d^3)$$

今、 $\delta_1 = \delta_2$ なので、 $a/d = 2.0$ となります。

H21-1-3-2 正答 ①

I-3-2 下図に示すように、長さが同じで同一の断面積 $4d^2$ を有し、断面形状が異なる 3 つの単純支持ばりがある。はりの中央に同一の荷重を鉛直下方に負荷したとき、はり 1、はり 2、及びはり 3 の鉛直方向のたわみはそれぞれ δ_1 、 δ_2 、及び δ_3 であった。これらのたわみの大小関係について、正しいものを①～⑤の中から選べ。ただし、はり 1 は同一の等方性線形弾性体からなり、はりの断面は荷重を負荷した前後で平面を保ち、断面形状は荷重を負荷した前後で変わらず、また、はりに生ずるせん断変形、及びはりの自重は無視する。



- ① $\delta_1 < \delta_2 < \delta_3$ ② $\delta_1 < \delta_3 < \delta_2$ ③ $\delta_1 = \delta_3 < \delta_2$
 ④ $\delta_2 < \delta_1 = \delta_3$ ⑤ $\delta_3 < \delta_2 < \delta_1$

問題文が短いし、答は直感的にわかります。

直感的に $\delta_1 < \delta_2 < \delta_3$ 。

前ページの問題 (H27-1-3-6) で示しているように、たわみの大きさは $b h^3$ (b ははりの幅、 h は張りの高さ) に反比例します。

R01 再-1-3-5 正答 ④

I-3-5 固有振動数及び固有振動モードに関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 弾性変形する構造体の固有振動数は、構造体の材質のみによって定まる。
 - ② 管路の気柱振動の固有振動数は両端の境界条件に依存しない。
 - ③ 単振り子の固有振動数は、おもりの質量の平方根に反比例する。
 - ④ 熱伝導の微分方程式は時間に関する2階微分を含まないので、固有振動数による自由振動は発生しない。
 - ⑤ 平板の弾性変形については、常に固有振動モードが1つだけ存在する。
- ① 形状によって変わってくる。
- ② 管端が開いているか閉じているかで、気柱の振動数に変化が生じる。
- ③ 固有振動数 $\omega = \sqrt{g/L}$ であるので、重りの質量には関係ない。
- ④ 熱伝導は高温側より低温側への温度勾配により熱が伝わる。単位時間当たりの熱の移動量を式で書けば、 $Q = A U \Delta T$ で、 Q は単位時間あたりに移動する熱量、 A は伝熱面積、 U は熱伝導率、 ΔT は温度勾配で $(T_1 - T_2) / L$ 、ここに T_1 と T_2 は高温側と低温側の温度、 L は熱が伝わる距離です。この式に時間は出てきません。
- ⑤ 1次元の弦の振動でも、基本振動以外に2倍振動や3倍振動があるように、平板においても種々の振動パターンがある。

15. 偏微分

年度	R01 再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25
Case		1	1			1	1	1
H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
	1	1	1	1				

Case 1 H20-1-3-5, H21-1-3-4, H22-1-3-2, H23-1-3-5, H25-1-3-6
H26-1-3-1, H27-1-3-2, H30-1-3-2, R01-1-3-1

grad は勾配、div は発散、rot は回転です。

Case 1 ベクトルの偏微分

R01-1-3-1 正答 ⑤

I-3-1 3次元直交座標系 (x,y,z) におけるベクトル

$$\mathbf{V} = (V_x, V_y, V_z) = (\sin(x+y+z), \cos(x+y+z), z)$$

の $(x,y,z) = (2\pi, 0, 0)$ における発散 $\operatorname{div} \mathbf{V} = \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z}$ の値として、最も適切なものはどれか。

- ① -2 ② -1 ③ 0 ④ 1 ⑤ 2

$\mathbf{V} = (V_x, V_y, V_z) = (a, b, c)$ において

ベクトル成分は、

$$V_x = a$$

$$V_y = b$$

$$V_z = c$$

従って

$$V_x = \sin(x+y+z)$$

$$V_y = \cos(x+y+z)$$

$$V_z = z$$

あとは素直に計算するのみです。

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \mathbf{V} &= \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z} \\ &= \frac{\partial \sin(x+y+z)}{\partial x} + \frac{\partial \cos(x+y+z)}{\partial y} + \frac{\partial z}{\partial z} \\ &= \cos(x+y+z) - \sin(x+y+z) + 1 \end{aligned}$$

与えられた条件より $(x, y, z) = (2\pi, 0, 0)$ であるから

$$\begin{aligned} &= \cos(2\pi) - \sin(2\pi) + 1 \\ &= 1 - 0 + 1 = 2 \end{aligned}$$

(参考)

$$d/dx (\sin(ax)) = a \times \cos(ax)$$

$$d/dx (\cos(ax)) = -a \times \sin(ax)$$

H26-1-3-1 正答 ②

I-3-1 $x-y$ 平面における二次元流速ベクトルを $\mathbf{u}=(u, v)$ とするとき、その平面上のすべての点において、次の非圧縮性流れの連続の式

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$

を満足する \mathbf{u} はどれか。

- ① $\mathbf{u}=(x, y)$ ② $\mathbf{u}=(x, -y)$ ③ $\mathbf{u}=(xy, xy)$ ④ $\mathbf{u}=(xy, -xy)$ ⑤ $\mathbf{u}=(x^2, -y^2)$

① $\mathbf{u}=(u, v)$ として与えられているから、たとえば①では $u=(x, y)$ 従って、 $u=x$ 、 $v=y$ である。

$$\partial u / \partial x + \partial v / \partial y = \partial x / \partial x + \partial y / \partial y = 1 + 1 = 2$$

同様に

- ② $1 - 1 = 0$
 ③ $y + x$
 ④ $y - x$
 ⑤ $2x - 2y$

H21-1-3-4 正答 ④

I-3-4 2次元直交座標系 (x, y) におけるベクトルを $\vec{V}=(V_x, V_y)=(y^2, x+y)$ とする。

このとき関数 $\text{rot } \vec{V} = \frac{\partial V_x}{\partial y} - \frac{\partial V_y}{\partial x}$ の、点 $(3, 2)$ における値を①～⑤の中から選べ。

- ① $(2y, 1)$ ② $(4, 1)$ ③ $(6, 1)$ ④ 3 ⑤ 5

$$V_x = y^2, V_y = x + y$$

$$\text{rot } \vec{V} = \partial V_x / \partial y - \partial V_y / \partial x = 2y - 1$$

$(x, y) = (3, 2)$ ですから

$$\text{rot } \vec{V} = 3$$

H20-1-3-5 正答 ④

I-3-5 3次元直交座標系 (x, y, z) におけるベクトル

$$\vec{V}=(V_x, V_y, V_z)=(x^3, xy+yz+zx, z)$$

の点 $(2, 1, 1)$ での発散 $\text{div } \vec{V} = \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z}$ の値を次の中から選べ。

- ① $(3x^2, x+z, 1)$
- ② $(12, 3, 1)$
- ③ $(12, 2, 1)$
- ④ 16
- ⑤ 15

$$V_x = x^3, V_y = xy + yz + zx, V_z = z$$

$$\text{div } V = \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z}$$

$$= 3x^2 + x + z + 1$$

$(x, y, z) = (2, 1, 1)$ ですから

$$\text{div } V = 16$$

16. ベクトル

年度	R01 再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25
Case	3			2			1	
H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16

Case 1 H26-1-3-4

Case 2 H29-1-3-2

Case 3 R01 再-1-3-2

Case 1 内積

H26-1-3-4 正答 ①

I-3-4 二次元ベクトル $\mathbf{a} = (a_x, a_y)$ と $\mathbf{b} = (b_x, b_y)$ の内積 $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}$ を表す式として、正しいものはどれか。

- ① $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = a_x b_x + a_y b_y$
- ② $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = a_x b_y + a_y b_x$
- ③ $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = a_x b_y - a_y b_x$
- ④ $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = (a_x b_x, a_y b_y)$
- ⑤ $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = (a_x b_y, a_y b_x)$

内積の定義を知っているかを問う問題です。

$$Q = k_1 A (T_2 - T_1) \ell_1 / \ell + k_2 A (T_2 - T_1) \ell_2 / \ell$$

$$= (k_1 \ell_1 + k_2 \ell_2) / (\ell_1 + \ell_2) \times A (T_2 - T_1)$$

従って

$$k_x = (k_1 \ell_1 + k_2 \ell_2) / (\ell_1 + \ell_2)$$

この段階で、答は③か⑤のどちらかに答は絞り込まれます。

y 方向に熱が伝わる場合には、中間の温度を T_m とすると、 $\ell = \ell_1 + \ell_2$ と、断面積当たり
に流れる熱量は変化しないことより、

$$Q = k_1 A (T_m - T_1) / \ell_1 = k_2 A (T_2 - T_m) / \ell_2$$

$$= (T_2 - T_1) / (\ell_1 / (k_1 A) + \ell_2 / (k_2 A))$$

$$= (\ell_1 + \ell_2) / ((\ell_1 / k_1) + (\ell_2 / k_2)) A (T_2 - T_1) / (\ell_1 + \ell_2)$$

従って、

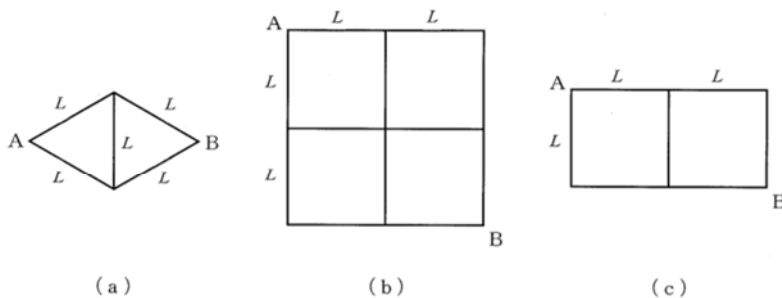
$$k_y = (\ell_1 + \ell_2) / ((\ell_1 / k_1) + (\ell_2 / k_2))$$

となります。

Case 8 合成抵抗を求める

H29-1-3-4 正答 ②

I-3-4 長さが L 、抵抗が r の導線を複数本接続して、下図に示すような 3 種類の回路
(a)、(b)、(c) を作製した。(a)、(b)、(c) の各回路における AB 間の合成抵抗
の大きさをそれぞれ R_a 、 R_b 、 R_c とするとき、 R_a 、 R_b 、 R_c の大小関係として、最も適切な
ものはどれか。ただし、導線の接合点で付加的な抵抗は存在しないものとする。



- ① $R_a < R_b < R_c$
- ② $R_a < R_c < R_b$
- ③ $R_c < R_a < R_b$
- ④ $R_c < R_b < R_a$
- ⑤ $R_b < R_a < R_c$

技術士一次試験・基礎科目において、電気関係の唯一の出題です。

普通に思いつく一般的解法においては、A点とB点を持って両方に引っ張れば一般的解法の(a)(b)の図が出来上がり、その合成抵抗はそれぞれ r および $1.5r$ と求まる。

(c)についてはこの方法は使えないので、図の○印を中心に点対称であることを利用すると、合成抵抗は $1.4r$ と求まり、答は $R_a < R_c < R_b$ となる。問題は、この方法で4分以内に答に至ることができるか、である。

i_1 、 i_2 、 i_3 とします。そうすると、次の式が成り立ちます。

$$i = i_1 + i_2$$

$$i_1 = i_2 + i_3$$

X-Y間の電圧降下より

$$r \times i_1 = 2r \times i_2 - r \times i_3$$

これを解くと、

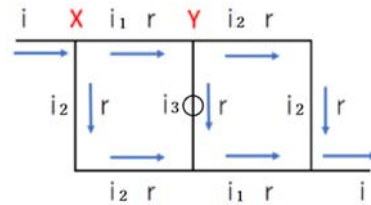
$$i_1 = 0.6i, \quad i_2 = 0.4i, \quad i_3 = 0.2i$$

となります。

電流の入り口から出口までの電圧降下は、入り口からYを経て出口までを計算すると

$$\text{電圧降下} = r \times i_1 + 2 \times r i_2 = 1.4ri \text{ となります。}$$

念のために、どの経路を辿って計算しても $1.4ri$ となります。



ヒラメキ解法は(b)の破線丸印で囲った部分が(a)と同形であることを利用します。

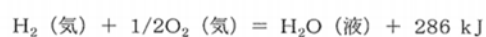
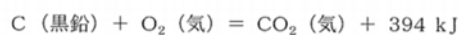
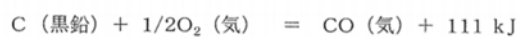
結果は一目瞭然で、これならば短時間で答に至ることができます。

	(a)	(b)	(c)
出題			
一般的解法	$R_a = r$ $r/2 \quad r/2$ $A \text{ --- } B$	$R_b = 1.5r$ $r/2 \quad r/4 \quad r/4 \quad r/2$ $A \text{ --- } B$	
ヒラメキ解法			

Case 5 反応熱

H24-1-4-1 正答 ①

I-4-1 25℃, 1気圧における一酸化炭素, 二酸化炭素, 水の生成熱は次の熱化学方程式で表される。

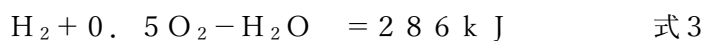
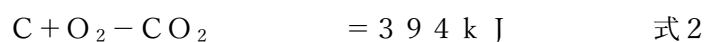
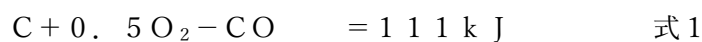


これらの熱化学方程式から25℃, 1気圧での①～⑤の反応における反応熱を求めたとき, 発熱反応であるものはどれか。

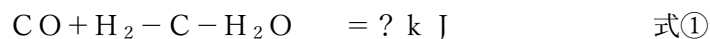
- ① $\text{CO (気)} + \text{H}_2 (\text{気}) \rightarrow \text{C (黒鉛)} + \text{H}_2\text{O (液)}$
- ② $\text{CO (気)} + \text{H}_2\text{O (液)} \rightarrow \text{H}_2 (\text{気}) + \text{CO}_2 (\text{気})$
- ③ $\text{CO}_2 (\text{気}) \rightarrow \text{CO (気)} + 1/2\text{O}_2 (\text{気})$
- ④ $\text{C (黒鉛)} + \text{CO}_2 (\text{気}) \rightarrow 2\text{CO (気)}$
- ⑤ $\text{C (黒鉛)} + 2\text{H}_2\text{O (液)} \rightarrow 2\text{H}_2 (\text{気}) + \text{CO}_2 (\text{気})$

(一般的な方法)

化学反応式を書き直します。化学反応に関係する化合物を式の左側に、発熱量を式の右側に持ってきました。



そして①も書き直します。



②～⑤も同様に書き直して、マトリックスを作ります。

	C	H ₂	O ₂	CO	CO ₂	H ₂ O	熱量
式1	1		0.5	-1			111
式2	1		1		-1		394
式3		1	0.5			-1	286
式①	-1	1		1		-1	?①
式②		-1		1	-1	1	?②
式③			-0.5	-1	1		?③
式④	1			-2	1		?④
式⑤	1	-2			-1	2	?⑤

このマトリックスからわかることは、

$$\begin{aligned}
 ?① &= \text{式3} - \text{式1} && = 286 - 111 && = +175 \text{ kJ} \\
 ?② &= -\text{式1} + \text{式2} - \text{式3} && = -111 + 394 - 286 && = -3 \text{ kJ} \\
 ?③ &= \text{式1} - \text{式2} && = 111 - 394 && = -283 \text{ kJ} \\
 ?④ &= 2 \times \text{式1} - \text{式2} && = 2 \times 111 - 394 && = -172 \text{ kJ} \\
 ?⑤ &= \text{式2} - 2 \times \text{式3} && = 394 - 2 \times 286 && = -178 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

この問題を、高校で習ったように、化学式を足したり引いたりしては答にはなかなかたどり着けません。この問題を短時間で解く工夫が必要となります。

(簡単に答が得られる別解)

これは化学の問題ですが、見方によっては化学の問題ではありません。6つの化合物をA、B、C、D、E、Fとすれば数学らしい式となります。AはC(炭素)、BはO₂(酸素)、CはH₂(水素)、DはH₂O(水)、EはCO(一酸化炭素)、FはCO₂(二酸化炭素)を置き換えています。

与えられた前提となる3つの化学式は、

$$\begin{aligned}
 A + 0.5B - E &= 111 \\
 A + B - F &= 394 \\
 C + 0.5B - D &= 286
 \end{aligned}$$

式が3つに変数が6個。従って、A~Fの数値は確定することができません。変数には3つの自由度がありますので、A=0、B=0、D=0とします。そうすると、C=286、E=-111、F=-394となります。これを用いて、設問の①~⑤の反応式の生成熱量を計算します。

$$\begin{aligned}
 \textcircled{1} \quad E + C - A - D &= -111 + 286 - 0 - 0 && = +175 \\
 \textcircled{2} \quad E + D - C - F &= -111 + 0 - 286 - (-394) && = -3 \\
 \textcircled{3} \quad F - E - 0.5B &= -394 - (-111) - 0.5 \times 0 && = -283 \\
 \textcircled{4} \quad A + F - 2E &= 0 - 394 - 2 \times (-111) && = -172 \\
 \textcircled{5} \quad A + 2D - 2C - F &= 0 + 2 \times 0 - 2 \times 286 - (-394) && = -178
 \end{aligned}$$

発熱反応であるものは計算結果が正の値である①となります。

Case 6 ベンゼン環の反応

H22-1-4-2 正答 ①

I-4-2 次の(ア)～(オ)の記述について、正しい記述2つの組合せとして最も適切なものを①～⑤の中から選べ。

(ア) ベンゼンに紫外線を当てながら塩素を反応させると、ベンゼンに3分子の塩素が付加して、ヘキサクロロシクロヘキサンができる。

(イ) フェノールの酸性は、2,4,6-トリニトロフェノールよりも弱い。

(ウ) ベンゼン環は置換反応より付加反応が起こりやすい。

(エ) ジクロロベンゼンの構造異性体は5つある。

(オ) トルエンに濃硝酸と濃硫酸を加えてニトロ化すると、3種類のモノニトロ化合物が生成するが、90%以上はメタ位に結合したニトロトルエンが生成する。

- ① (ア), (イ) ② (ウ), (オ) ③ (イ), (ウ)
 ④ (ア), (エ) ⑤ (エ), (オ)

化学の知識を要求される問題、専門性が問われる問題です。有機化学の合成反応が出題されたのは、この一題のみです。

(ア) ベンゼンに紫外線を当てながら塩素を反応させると、ベンゼンに3分子の塩素が付加して、ヘキサクロロシクロヘキサン(ベンゼンヘキサクロリド、BHC)ができる。

(イ) フェノールの酸性は、2,4,6-トリニトロフェノールよりも弱い。

ニトロ基は強力な電子吸引器であり、ベンゼン環の電子密度を小さくすること、また、ニトロ基の電子共役によりフェノールの酸素原子上の電子密度が小さくなることにより、2,4,6-トリニトロフェノール(pKa 0.38、別名、ピクリン酸)の酸性は強くなります。フェノールはpKa 9.95。このpKaの値が小さいほど酸性が強くなります。

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Case 1 H20-1-5-1 | Case 5 H27-1-5-4 |
| Case 2 H21-1-5-1 | Case 6 H28-1-5-4, R01-1-5-3 |
| Case 3 H24-1-5-3 | Case 7 H29-1-5-4 |
| Case 4 H25-1-5-1, H30-1-5-3 | Case 8 H30-1-5-4 |

Case 1 発電方式とその割合

H20-1-5-1 正答 ④

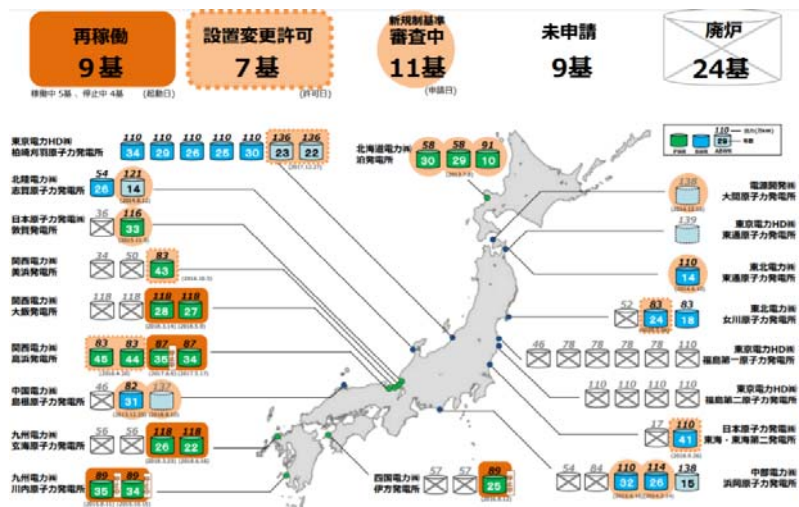
I-5-1 我が国で稼働している典型的な、(ア)原子力発電所、(イ)太陽光発電所、(ウ)風力発電所の発電容量(定格出力)当たりの年間発電電力量の比率、すなわち、設備利用率について、最も適切なものを選び、ただし原子力発電所のデータは、近年の原子力発電所の定期検査長期化の影響を除去するため、平成9年度から13年度の稼働実績に基づくものとする。

- | | ア | イ | ウ |
|---|------|--------|--------|
| ① | 0.80 | : 0.40 | : 0.60 |
| ② | 0.60 | : 0.20 | : 0.10 |
| ③ | 0.60 | : 0.50 | : 0.50 |
| ④ | 0.80 | : 0.12 | : 0.20 |
| ⑤ | 0.80 | : 0.01 | : 0.05 |

この問題は東日本大震災前の出題で、原子力発電：太陽光発電：風力発電の発電量比率を問う問題です。知識を試す問題ですが、出題からの年数が経過し、この形でズバリ出題されることはないでしょう。

(参考)

経済産業省やNEDOなどから、設備利用率の指標がしめされており、現在、太陽光発電で13%、風力発電は陸上で20%、洋上で30%とされています。原子力発電所の稼働状況は右の通りです(資源エネルギー庁のホームページより)。



Case 2 再生可能エネルギーによる発電比率

H21-1-5-1 正答 ④

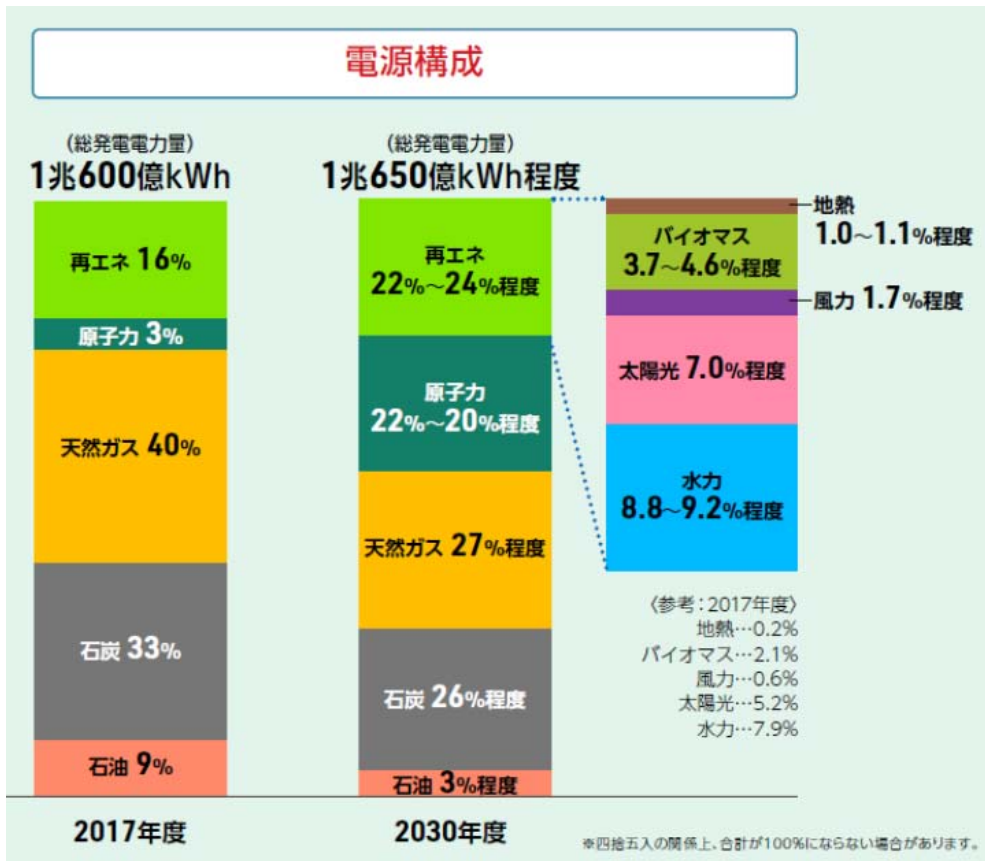
I-5-1 平成20年版電気事業便覧によれば、平成19年度における日本の総発電電力量（電気事業用）に占める再生可能エネルギー発電電力量の比率はどのくらいか。最も近いものを①～⑤の中から選べ。

- ① 50% ② 32% ③ 16% ④ 8% ⑤ 1%

平成20年版電気事業便覧によれば、平成19年度における日本の総発電電力量に占める再生可能発電電力量の比率は8%です。平成29年（2017年）時点では倍の16%の予定となっています。

（参考）

資源エネルギー庁のホームページからの引用です。2017年時点での電源構成、原子力：太陽光：風力が3：5.2：0.6であるものを、2030年には21；7.0；1.7にしたいとの計画です。太陽光発電は現時点でほとんど頭打ちです。これからは風力発電に力を入れていくといったところです。



H16-1-5-8 正答 ④

I-5-8 次の文章の（ア）（イ）（ウ）に入る用語の組合せのうち、最も適切なものを①～⑤の中から選べ。

人類の歴史を振り返ると、（ア）目的で開発された技術が、新たな技術革新を推進させることが、しばしばある。たとえば（イ）は、（ア）目的の自律分散型ネットワークの開発が発端だったし、カーナビなどに使われている（ウ）も（ア）用の衛星がその端緒である。最新技術は使い次第でどのような目的にも使えるものであり、その用途が重要なのである。

	（ア）	（イ）	（ウ）
①	独裁	インターネット	VICS*
②	独裁	携帯電話	GPS**
③	軍事	携帯電話	ETC***
④	軍事	インターネット	GPS**
⑤	軍事	インターネット	VICS*

ただし、

* VICS = Vehicle Information and Communication System

** GPS = Global Positioning System

*** ETC = Electronic Toll Collection System

正答を当てはめて、文章の内容を理解してください。

17. 科学技術史

年度	R01 再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25
Case	1		1	2	1	2	1	1
H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
	2	2	1					

Case 1 H21-1-5-5, H25-1-5-6, H26-1-5-6, H28-1-5-6,
H30-1-5-5, R01 再-1-5-5

Case 2 H22-1-5-5, H23-1-5-5, H27-1-5-6, H29-1-5-6

過去に出題された人名とその発明・発見の年代を一覧としています。

学問は哲学、数学より起こり、その上にまず物理学が、少し遅れて化学や生物学が、その後

に核物理や量子力学が発展してきました。福井謙一は量子化学（量子力学）でノーベル賞を受賞しました。

その順番を表現するために、ささやかな努力ではあるのですが、年表の左側の学問領域を示す文字位置を少しずつずらせています。発明・発見の年代順を問う問題もありますので、学問の発展してきた順番が役立つこともあります。

物理	1608年	ガリレイ	天体望遠鏡で天体観測
物理	1656年	ホイヘンス	振り子時計を発明
物理	1705年	ハレー	周期彗星の発見
物理	1712年	ニューコメン	大気圧機関の発明
電気	1752年	フランクリン	雷の電氣的性質の解明
物理	1771年	アークライト	水力紡績機を発明
物理	1776年	ワット	ワット式蒸気機関発明
電気	1800年	ボルタ	異種金属電池の発明
電気	1822年	バベッジ	コンピュータ原型を試作
生物	1859年	ダーウィン、ウォーレス	進化の自然選択説提唱
電気	1864年	マックスウェル	電磁場の方程式
生物	1865年	メンデル	遺伝の法則
化学	1869年	メンデレーフ	元素の周期律の発表
電気	1876年	ベル	電話の発明
化学	1879年	イーストマン	写真用フィルム乾板を発明
電気	1880年	エジソン	発電機の発明
電気	1887年	ヘルツ	電磁波の存在を確認
原子	1895年	レントゲン	X線の発見
原子	1896年	ベクレル	ウランの放射線を発見
原子	1897年	ウィルソン	霧箱の発明
原子	1898年	キュリー夫妻	ラジウム及びポロニウムの発見
物理	1903年	ライト兄弟	人類初の動力飛行に成功
電子	1906年	フォレスト	三極真空管の発明
化学	1908年	ハーバー	アンモニア合成を確立
物理	1916年	アインシュタイン	一般相対性理論提唱
生物	1921年	フレミング	リゾチームの発見

生物	1928年	フレミング	ペニシリンの発見
化学	1935年	カローザス	ナイロンの発明
原子	1938年	ハーン	原子核分裂の発見
原子	1942年	フェルミ	原子核分裂の連鎖反応制御に成功
原子	1952年	福井謙一	フロンティア電子理論の提唱
電子	1956年	ブラッテン	トランジスタの発明

以下の問題文に出てくる「誤り」で特徴的な部分。

「アントワヌ・ベクレル 放射性元素ラジウムを発見」は誤り。

ラジウムの発見はキュリー夫妻。ベクレルはウランの放射線を発見しました。

「マクスウェル 電磁場の基礎方程式を4つの方程式にまとめ、電磁波を実験的に検出」は誤り。電磁波の放射の存在を検出したのはヘルツです。

トマス・エジソンとニコラ・ステラとの関係。

直流・交流発電戦争を繰り広げたことを知っていれば、容易に解答にたどり着けます。

Case 1 年代の古い順に

R01 再-1-5-5 正答 ④

I-5-5 次の(ア)～(オ)の科学史及び技術史上の著名な業績を、年代の古い順に左から並べたとして、最も適切なものはどれか。

(ア) ジェームズ・ワットによるワット式蒸気機関の発明

(イ) チャールズ・ダーウィン、アルフレッド・ラッセル・ウォレスによる進化の自然選択説の発表

(ウ) 福井謙一によるフロンティア軌道理論の発表

(エ) 周期彗星(ハレー彗星)の発見

(オ) アルベルト・アインシュタインによる一般相対性理論の発表

① アーイーエーウーオ

② エーアーイーウーオ

③ アーエーオーイーウ

④ エーアーイーオーウ

⑤ アーイーエーオーウ

物理（力学）→電気→生物→化学および原子・電子と技術は発展していきます。

年代順に並べました。

1705年	ハレー	周期彗星(ハレー彗星)の発見
1769年	ワット	ワットの蒸気機関の発明
1859年	ダーウィン、ウォーレス	進化の自然選択説の提唱
1916年	アインシュタイン	一般相対性理論の提唱
1952年	福井謙一	フロンティア電子理論提唱

H30-1-5-5 正答 ③

I-5-5 次の(ア)～(オ)の、社会に大きな影響を与えた科学技術の成果を、年代の古い順から並べたものとして、最も適切なものはどれか。

- (ア) フリッツ・ハーバーによるアンモニアの工業的合成の基礎の確立
- (イ) オットー・ハーンによる原子核分裂の発見
- (ウ) アレクサンダー・グラハム・ベルによる電話の発明
- (エ) ハイน์リッヒ・R・ヘルツによる電磁波の存在の実験的な確認
- (オ) ジェームズ・ワットによる蒸気機関の改良

- ① ウ - エ - オ - イ - ア
- ② ウ - オ - ア - エ - イ
- ③ オ - ウ - エ - ア - イ
- ④ オ - エ - ウ - イ - ア
- ⑤ ア - オ - ウ - エ - イ

物理（力学）→電気→生物→化学および原子・電子と技術は発展していきます。

(ア) ハーバー	1908年	アンモニアの工業適合性の基礎の確立
(イ) ハーン	1938年	原子核分裂の発見
(ウ) ベル	1876年	電話の発明
(エ) ヘルツ	1887年	電磁波の存在の実験的な確立
(オ) ワット	1776年	蒸気機関の改良

年代順に並べると

1776	1876	1887	1908	1938
ワット	ベル	ヘルツ	ハーバー	ハーン
蒸気機関	電話	電磁波	アンモニア	核分裂

付表3 過去に複数回出題された問題一覧

1. 設計・計画																	
年度	R01再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
1-1-1							○	○	○					○			
1-1-2	○			○	○	○		○		○			○		○		
1-1-3		○			○		○										○
1-1-4						○	○		○								
1-1-5				○			○			○							
1-1-6	○		○				○										

2. 情報・論理																	
年度	R01再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
1-2-1					○							○	○				
1-2-2				○	○	○	○		○				○	○			
1-2-3	○			○	○	○		○	○	○		○	○		○		○
1-2-4	○	○	○		○	○	○	○	○	○							○
1-2-5	○			○	○		○	○				○		○	○		
1-2-6		○		○			○	○									

3. 解析																	
年度	R01再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
1-3-1			○		○			○	○		○						○
1-3-2		○					○		○	○				○	○	○	
1-3-3	○				○	○		○	○		○		○	○	○		
1-3-4		○	○					○		○							
1-3-5		○	○		○		○					○				○	○
1-3-6	○																
1-3-7																	

4. 材料・化学・バイオ																	
年度	R01再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
1-4-1		○		○	○	○	○	○	○	○		○		○			
1-4-2			○					○	○	○		○	○		○		
1-4-3		○			○	○		○			○				○		
1-4-4	○		○	○			○		○	○	○						
1-4-5	○			○	○	○	○	○		○	○	○					
1-4-6		○		○			○										
1-4-7																	

5. 環境・エネルギー・技術																	
年度	R01再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
1-5-1						○		○	○					○			○
1-5-2	○		○		○		○	○	○							○	○
1-5-3	○	○	○	○	○	○				○	○				○		
1-5-4					○		○							○			
1-5-5	○				○		○	○		○		○					
1-5-6			○			○	○	○									
1-5-7																	
1-5-8																	

付表3の作成の元となったデータ

第1群 設計・計画	
1. 信頼度 H16-1-1-3 と H26-1-1-4 H19-1-1-1 と H24-1-1-1	Case 1、Case 2 ともに、基本さえわかれば問題が違って解くことができます。両ケースで13問あります。
3. 設備・機械の保全 H19-1-5-4 と H26-1-1-5 と R01再-1-1-6	
5. 最適化手法 H18-1-1-2 と R01再-1-1-2	
7. デザイン各種 H20-1-1-2 と H24-1-1-4 と H26-1-1-1	
8. 設計図面 H26-1-1-6 と H29-1-1-5 と R01-1-1-3	
10. 製造物責任 H20-1-1-2 と H25-1-1-1 と H27-1-1-4 と H30-1-1-6	同じ問題が一定の頻度で出題され続けるのは、これが技術士にとって重要であるということです。
13. 抜取検査 H26-1-1-3 と H28-1-1-2	
14. 待ち行列 H23-1-1-2 と H27-1-1-2	5問出題されています。数字が少し変えてあるだけで、解き方は同じです。
15. オペレーションズ・リサーチ	過去に15問の出題があります。簡単な数式で答を得ることができます。問題解決にも役立つ手法です。
19. 材料の強度 H23-1-1-5 と H29-1-1-2 H25-1-1-2 と H28-1-1-3	今までに7問の出題がありますが、その内の4問が左です。

第2群 情報・論理	
1. 2進数、N進数 H19-1-2-5 と H27-1-2-3 H20-1-2-2 と H25-1-2-5 と H21-1-2-3 H29-1-2-2 と R01再-1-2-4	問題の数字だけが変わっています。解き方さえわかれば同じ方法で解けます。

2. 情報の容量 H20-1-2-1 と H24-1-2-4 H27-1-2-4 と R01 再-1-2-3	今までに7問の出題がありますが、その内の4問が左です。
4. 記憶素子 H21-1-2-5 と H26-1-2-4 と R01-1-2-6	
5. 実行時間 H23-1-2-4 と H28-1-2-4 H25-1-2-6 と H29-1-2-6	今までに6問の出題がありますが、その内の4問が左です。
6. 数値計算の誤差	今までに3問出題されています。基本的には同じ問題ですが、質問の仕方が少しずつ違っていきますので、誤差の内容を正確に理解しておく必要があります。
1 0. パリティ H19-1-2-2 と H28-1-2-5	今までに3問の出題がありますが、その内の2問が左です。
1 1. インターネット	1 1問出題され、同じ文章の質問はありませんが、常識の範囲で答えられる問題です。
1 2. 論理問題 H18-1-2-5 と H27-1-2-2	
1 3. 集合の論理式 H23-1-2-3 と H25-1-2-3 と H28-1-2-2 と H30-1-2-4	この問題も定期的に出題されています。解き方の基本がわかればすべて解けます。
1 4. 集合に含まれる数 H25-1-2-4 と R01 再-1-2-5	過去に6問出題されています。どの問題も図を描いてみれば解答できます。
1 5. 天気の確率 H16-1-2-3 と H24-1-2-3 と H28-1-2-1	
1 6. 重み付け H20-1-2-3 と H26-1-2-6	
1 7. 文字列の表記 H16-1-2-4 と H18-1-2-3 と H26-1-2-5 H21-1-2-1 と R01-1-2-4 H24-1-2-2 と H29-1-2-5	今までに10問の出題がありますが、その内の7問が左です。
1 9. アルゴリズム H26-1-2-2 と H28-1-2-3 H29-1-2-3 と H30-1-3-4	今までに7問出題され、その内の4題にはフローチャートが与えられています。この読み方がわかれば解答できます。

第3群 解析	
1. ヤング率 H17-1-3-5 と R01-1-3-5	今までに16題出題されています。ヤング率の公式およびひずみのエネルギーの求め方を知っていればすべて解けます。
2. 応力集中 H23-1-3-2 と R01再-1-3-6	難問に属する問題です。
3. たわみと固有振動数 H23-1-3-4 と H28-1-3-5	
4. ポアソン比 H18-1-3-3 と H25-1-3-1 H20-1-3-3 と R01-1-3-4	今までに5問の出題がありますが、その内の4問が左です。
5. バネ H16-1-3-1 と H30-1-3-5 H24-1-3-2 と H26-1-3-5	今までに5問の出題がありますが、その内の4問が左です。
6. 有限要素法 基本 H17-1-3-2 と H27-1-3-3 H19-1-3-2 と H24-1-3-1 と H29-1-3-3 H26-1-3-2 と R01再-1-3-3	今までに10問の出題がありますが、その内の7問が左です。
7. 有限要素法 面積座標および座標変換 H16-1-3-5 と H25-1-3-3 H22-1-3-3 と H28-1-3-3 H21-1-3-5 と H24-1-3-3 と R01-1-3-2	今までに9問の出題がありますが、その内の7問が左です。
10. 差分近似式	5問の出題があります。問題文には若干の違いはありますが、すべて同じ問題とみなしてもよいでしょう。
15. 偏微分	9題の出題があります。すべて簡単な微分で同じように解けます。
17. 定積分近似式 H18-1-3-2 と H28-1-3-1 と H30-1-3-1	今までに4問の出題がありますが、その内の3問が左です。
18. 逆行列 H22-1-3-1 と H25-1-3-4	今までに3問の出題がありますが、その内の2問が左です。

第4群 材料・化学・バイオ	
1. 原子分子の構造と性質 H21-1-4-1 と R01-1-4-1	いままでに11問が出題されていますが、同じ問題が1例しかありません。これは化学という学問が、多くの現象や原理の上に成り立っているためだと考えられます。
2. 化学反応 H18-1-4-2 と H25-1-4-1 と H28-1-4-1 H20-1-4-2 と H27-1-4-1 H21-1-4-2 と H24-1-4-1 H23-1-4-2 と H26-1-4-1 H24-1-4-2 と H29-1-4-1	今までに14問の出題がありますが、その内の11問が左です。
3. 計算問題 H27-1-4-3 と R01-1-4-3	
6. 中和とpH H19-1-4-1 と H25-1-4-2 H23-1-4-1 と H30-1-4-2	今までに5問の出題がありますが、その内の4問が左です。
7. 金属の性質 H22-1-4-3 と H28-1-4-3 H23-1-4-4 と H30-1-4-4 H24-1-4-4 と H26-1-4-4	
9. 電子セラミックス H22-1-4-4 と H25-1-4-3	
10. 材料と製品 H18-1-4-3 と H29-1-4-4 と R01再-1-4-4	
14. 遺伝子操作等 H21-1-4-5 と H27-1-4-5 H29-1-4-6 と R01再-1-4-6	今までに5問の出題がありますが、その内の4問が左です。
15. 生物を構成する物質 H25-1-4-5 と H29-1-4-5 H28-1-4-5 と R01再-1-4-5	
16. 生体膜 H23-1-4-5 と H26-1-4-5	今までに2問の出題がありますが、その内の2問が左です。
17. 代謝 H22-1-4-5 と H25-1-4-6	今までに3問の出題がありますが、その内の2問が左です。

第5群 環境・エネルギー・技術	
1. 計算問題 H17-1-5-1 と H25-1-5-2 と H27-1-5-3 H23-1-5-3 と H29-1-5-3	今までに9問の出題がありますが、その内の5問が左です。
2. エネルギー需給 H25-1-5-1 と H30-1-5-3 H28-1-5-4 と R01-1-5-3	H25-1-5-1 と H30-1-5-3 は問題文は同じですが、用いるデータの年度が違います。2012年および2017年データです。
5. 発電と蓄電 H19-1-5-1 と H28-1-5-3	今までに2問の出題がありますが、その内の2問が左です。
4. エネルギー資源 H16-1-5-1 と H24-1-5-2 と R01再-1-5-3 H16-1-5-2 と H26-1-5-4	今までに6問の出題がありますが、その内の5問が左です。
6. 資源リサイクル H17-1-5-2 と H01再と R01再-1-5-2	今までに7問の出題がありますが、その内の3問が左です。
10. 環境保全活動 H18-1-5-3 と H26-1-5-2 と H30-1-5-2	
12. 生物の多様性 H22-1-5-3 と H28-1-5-2	今までに2問の出題がありますが、その内の2問が左です。
14. 技術者倫理 H26-1-5-5 と H30-1-5-6	今までに2問の出題がありますが、その内の2問が左です。
15. 科学技術コミュニケーション H25-1-5-1 と H28-1-5-5	今までに3問の出題がありますが、その内の2問が左です。
17. 科学技術史 H21-1-5-5 と H26-1-5-6 H23-1-5-5 と H27-1-5-6 H25-1-5-6 と R01再-1-5-5	今までに10問の出題がありますが、その内の6問が左です。

付表4 難度の高い問題一覧 (参考)

1. 設計・計画																	
年度	R01再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
1-1-1		○															
1-1-2									○			○					
1-1-3		○											○			○	
1-1-4																	
1-1-5				○													
1-1-6		○		○			○										

2. 情報・論理																	
年度	R01再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
1-2-1						○											
1-2-2																	
1-2-3		○	○													○	
1-2-4											○			○			
1-2-5		○															
1-2-6	○															○	

3. 解析																	
年度	R01再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
1-3-1	○							○		○		○	○				
1-3-2					○					○						○	
1-3-3					○	○				○	○				○	○	
1-3-4			○	○		○											
1-3-5	○														○		
1-3-6	○					○											
1-3-7																	

4. 材料・化学・バイオ																	
年度	R01再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
1-4-1		○							○			○					
1-4-2				○			○				○						
1-4-3				○						○							
1-4-4															○		
1-4-5						○						○		○	○		
1-4-6	○			○													
1-4-7																	

5. 環境・エネルギー・技術																	
年度	R01再	R01	H30	H29	H28	H27	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
1-5-1									○		○					○	
1-5-2	○													○			○
1-5-3							○										
1-5-4				○			○	○									
1-5-5																	
1-5-6																	
1-5-7																	
1-5-8																	

令和2年度技術士一次試験

令和2年度 基礎科目問題の概要

問題番号	問題の内容	「基礎科目問題を極める」 関連ページ	キーワードなど	問題の難易 (目安)
第1群 設計・計画				
1-1	ユニバーサルデザイン	28-32	バリアフリーデザインも	易
1-2	材料の強度と応力	37-38、74-75	2つの正規分布の加減	難
1-3	応力による材料の変形	68-69	降伏、破断、座屈、圧壊	易
1-4	生産量の最適化	49-50	作図による解法	易
1-5	製図法におけるルール	33-34	第三角法	難?
1-6	システムの信頼度	7-9	繁出問題	易
第2群 情報・論理				
2-1	情報の圧縮方法		新傾向問題	難?
2-2	真理値表で論理計算	115-118	繁出問題	易
2-3	標的型攻撃への対策	106-111	ウイルス、改ざん	易?
2-4	2進数の補数表現	83-84	平成30年度に出題	難?
2-5	2進10進変換アルゴ	136-146	アルゴリズム図は繁出	易
2-6	メモリ検索の所要時間	94-95	キャッシュメモリ	易
第3群 解析				
3-1	ベクトルの発散値	198-201	繁出問題	易
3-2	関数上の点での傾き		$ \text{grad} $	易??
3-3	数値解析の誤差	97-98、174-175	テイラー級数展開	易
3-4	有限要素法の面積座標	179-180	足し合わせると1	難?
3-5	ばねの固有振動数	173-174	重力加速度gを含まず	易
3-6	配管中の水の流速計算		ベルヌーイの定理	難
第4群 材料・化学・バイオ				
4-1	燃焼時のCO ₂ 発生量	237-238	化合物中の炭素割合	易
4-2	有機化学反応の種類		付加、脱離など 新問題	易?
4-3	金属の性質比較	259-260	Al軽い、Cu、Feは	易
4-4	アルミの結晶構造	254	昨年度問題の発展形	難
4-5	酵母のグルコース発酵	291-292	好気発酵と嫌気発酵	易
4-6	PCRの特徴と手順	280	コロナ下での今日的出題	難?
第5群 環境・エネルギー・技術				
5-1	プラスチックごみ問題		中国から、今日的出題	難
5-2	生物多様性の保全	348-349	外来種の駆除	易
5-3	日本のエネルギー消費	316-317	産業、業務、家庭、運輸	易?
5-4	日本のエネルギー情勢	294,311-312,319	コンバインドサイクル	易?
5-5	日本産業の技術発展史		新問題	難?
5-6	科学技術史	363-369	ジェンナーによる種痘法	易

問題難易の目安に?をつけているものは、技術的バックグラウンドに個人差があるとみたため

令和3年度技術士一次試験

令和3年度 基礎科目問題の概要

問題番号	問題の内容	「基礎科目問題を極める」 関連ページ	キーワードなど	問題の難易 (目安)
第1群 設計・計画				
1-1	ユニバーサルデザイン	28-32	基本的事項を問う	易
1-2	システムの信頼度計算	7-8	5つのシステムを比較	易
1-3	PDCAサイクル	64	P、D、C、Aは何の略か	易
1-4	平均故障間隔	18	MTBFの意味	易
1-5	座屈に関する理解	68-69	座屈に至る要素	普
1-6	製図法におけるルール		第三角法	難?
第2群 情報・論理				
2-1	情報セキュリティー	108	公開鍵、秘密鍵と認証局	易
2-2	論理式の計算	115	AND、OR、NOT	易
2-3	データ送信必要時間		バイトとビットの関係	易
2-4	うるう年の判定表	134-135	理解できたら簡単	易
2-5	逆ポーランド表記法	130-131	理解できたら簡単	易
2-6	計算量と漸近的記法	94-95	始めてみると!?	難?
第3群 解析				
3-1	ベクトルの回転値	198-201	繁出問題	易
3-2	積分値と同じ数式は	153	シンプソンの公式	普
3-3	有限要素法解析要素	149,176-178,187	3接点三角要素内ひずみ	普
3-4	熱膨張した棒の応力	156-159	ヤング率の基本問題	易
3-5	バネの得たエネルギー	171-174	高校物理の世界	易
3-6	四分円の重心を求める		積分の計算能力?	難
第4群 材料・化学・バイオ				
4-1	同位体の定義と性質	225-226	化合物中の炭素割合	易
4-2	酸化還元反応	245-246	基礎的問題	易
4-3	金属とひずみ、応力	262-263	温度変化とヤング率	易
4-4	鉄の精錬	267	クラーク数、高炉	普
4-5	アミノ酸の特徴	283,285,287-288	システイン、メチオニン	普
4-6	DNAの突然変異		コドン、フレームシフト	難?
第5群 環境・エネルギー・技術				
5-1	用語説明の正誤		フロンは温暖化ガス	難
5-2	環境保全対策技術	338-339	活性汚泥法	普
5-3	日本のエネルギー情勢	316-317	再生可能エネルギー	難?
5-4	一次エネルギー消費	294,311-312,319	国別に比較	普?
5-5	科学技術の年代史	364-366	機械→電気→化学→核	普
5-6	科学技術基本計画		重点項目の変遷	難

I-3-6 下図に示すように、厚さが一定で半径 a 、面密度 ρ の一様な四分円の板がある。
 重心の座標として、最も適切なものはどれか。

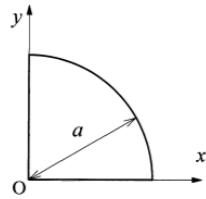


図 四分円の板

- ① $(\frac{\sqrt{3}a}{4}, \frac{\sqrt{3}a}{4})$ ② $(\frac{a}{2}, \frac{a}{2})$ ③ $(\frac{a}{\sqrt{2}}, \frac{a}{\sqrt{2}})$ ④ $(\frac{3a}{4\pi}, \frac{3a}{4\pi})$ ⑤ $(\frac{4a}{3\pi}, \frac{4a}{3\pi})$

解答：⑤

まずは手始めに、三角形の重心を求めてみます。

右の図は底辺と高さを共に 1 とする二等辺三角形で、重心を通る高さ h の線を引いています。色で塗った長方形は底辺長さが dx 、高さが $1-x$ の長方形です。

高さ h の線分を軸とするモーメントは次式で求められます。

$$\int_0^1 \int_0^{1-x} (y-h) dy dx = \frac{1}{6} - \frac{h}{2}$$

重心位置ではモーメントがゼロになりますから、得られた答をゼロと置くと、 $h = 1/3$ となります。すなわち、三角形の重心は下辺から三分の一の高さにあることがわかります。

この方法をいま目的としている円に適用します。方法は先ほどと全く同じです。

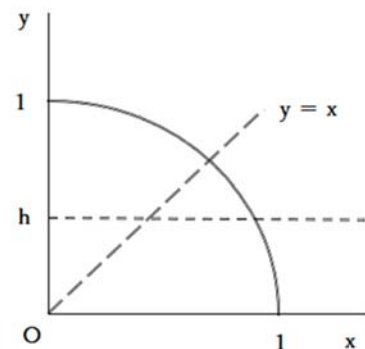
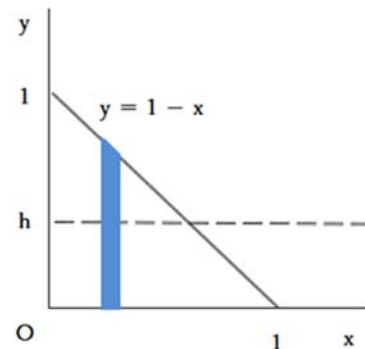
$$\int_0^1 \int_0^{\sqrt{1-x^2}} (y-h) dy dx = \frac{1}{3} - \frac{\pi h}{4}$$

同じく、得られた答をゼロと置くと、 $h = 4 / (3\pi)$ が求まります。

計算過程は省略しましたが、この計算では途中に

$$\int_0^1 \sqrt{1-x^2} dx$$

が出てきます。これは四分の一円の面積ですから、 $\pi/4$ です。



なお、参考までですが、自宅においては複雑な積分計算に自ら取り組まなくても、Maple Calculator という無償のソフトを用いれば、上式の答えが一発で得られます。紙に書いた手書きの数式を携帯のカメラで撮影するだけです。

右の図は、どうしても解法が見つからない場合の苦し紛れの一手を説明するためのものです。

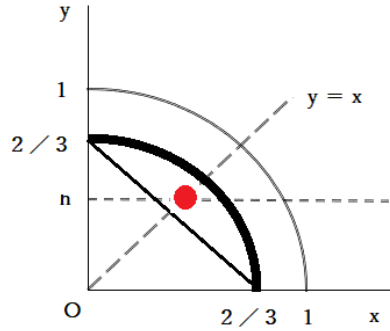
原点 O から扇状に広がる幅の狭い二等辺三角形を考えた場合、その重心の位置は右図の太い曲線上にあります。この太い曲線の重心が求める重心となります。

重心が存在する位置 (x 軸値、 y 軸値) は、図より $0.333((2/3)/2)$ から $0.471(2/3/\sqrt{2})$ の範囲となります。この2点の中点は 0.402 です。

図の形より、この値よりは若干大きいことが期待されます。

解答欄①～⑤の数値を計算すると、① 0.433 、② 0.500 、③ 0.707 、④ 0.239 、⑤ 0.424 となり、②～④は解答候補から外れます。①であるか⑤であるかはわかりませんので、2択の世界となります。

円の重心を求めるのであるから、その値に当然「 π 」が含まれているのでは、との直感? が働けば正解に至ります。



令和4年度 技術士一次試験

令和4年度 基礎科目問題の概要

問題番号	問題の内容	「基礎科目問題を極める」 関連ページ	キーワードなど	問題の難易 (目安)
第1群 設計・計画				
1-1	金属材料の一般的性質		基本的事項を問う	易
1-2	事象と確率分布		5種類の分布	難
1-3	正規分布と確率変数 z	37	正規分布の加法性	普
1-4	製品損傷と総コスト	48	問題文通りに数式化	易
1-5	片持ばりの受ける応力	165	知っている人は知っている	難
1-6	施設建設と期待価値	47	問題文通りに計算	易
第2群 情報・論理				
2-1	情報セキュリティー		テレワーク環境と安全性	易
2-2	積集合の要素数	120	計算が合わない	普
2-3	仮想記憶アクセス回数		簡単なれど時間との勝負	易
2-4	ハミング距離	101	送信情報のエラー確認	易
2-5	2進数を10進数に	138-146	フローチャート	普
2-6	IPアドレス	87	単純に考えよう	易
第3群 解析				
3-1	導関数の差分表現	189	頻出問題	易
3-2	内積と外積の式	201	定義の理解	普
3-3	数値解析の精度	176	計算精度を問う	易
3-4	カベクトルの分解	154	図を書けば即答	易
3-5	モータの必要トルク		式の意味を考える	普
3-6	弦上振子の固有振動数		積分に習熟の必要あり	難
第4群 材料・化学・バイオ				
4-1	水溶液の酸性度	250	頻出問題	易
4-2	原子の酸化数	245	基礎的問題	易
4-3	鋼板の構成		容易な計算	易
4-4	材料の力学的特性試験	264	引張試験	普
4-5	酵素の特徴	282	リパーゼ	難
4-6	DNA鎖塩基の組成	277	A G C T	易
第5群 環境・エネルギー・技術				
5-1	IPCC第6次評価報告	469	今世紀末の気温上昇は？	易
5-2	一般・産業廃棄物		ニュースに出ない情報	難
5-3	石油の輸入	312	どこから、どこを通過して	易
5-4	水素エネルギー		注目を集める水素	難
5-5	リスクコミュニ	358	秘密会議は疑念を招く	易
5-6	科学技術年代史	363-369	新たな4人の名前が・・・	難

<https://www.alchemist.jp/GijutsushiShiken/Kiso/R04Point.html>

I-1-3 次の記述の、に入る語句として、適切なものはどれか。

ある棒部材に、互いに独立な引張力 F_1 と圧縮力 F_2 が同時に作用する。引張力 F_1 は平均300N、標準偏差30Nの正規分布に従い、圧縮力 F_2 は平均200N、標準偏差40Nの正規分布に従う。棒部材の合力が200N以上の引張力となる確率はとなる。ただし、平均0、標準偏差1の正規分布で値が z 以上となる確率は以下の表により表される。

表 標準正規分布に従う確率変数 z と上側確率

z	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
確率[%]	15.9	6.68	2.28	0.62	0.13

- ① 0.2%未満
- ② 0.2%以上1%未満
- ③ 1%以上5%未満
- ④ 5%以上10%未満
- ⑤ 10%以上

I-1-3 正規分布と確率変数 z

解答：③

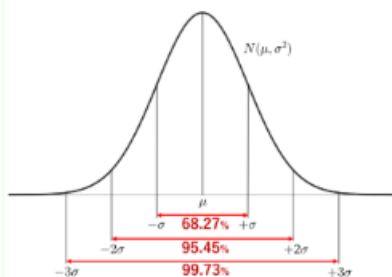
$$\mu = \mu_1 + \mu_2 = 300 - 200 = 100$$

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)} = \sqrt{(30^2 + 40^2)} = 50$$

$$z = (200 - 100) / 50 = 2$$

表より確率は2.28%。従って答えは③。

類似問題は「基礎科目問題を極める」p37のH27-1-1-5です。正規分布の加法性がポイントです。



この図を思い浮かべれば意味するところが分かります。

$$(100 - 68.27) / 2 = 15.86\%$$

$$(100 - 95.45) / 2 = 2.28\%$$

$$(100 - 99.73) / 2 = 0.14\%$$