

システム創成学専攻

2021年度 入学試験問題 論理的思考能力を見るための問題①

問題A1 (A1~A3から1問選択して解答せよ)

自動車、船舶、航空機などの工業製品の設計を行う上で、それらを構成する材料の選定は自由度が高く、それ故、最終的にそれらの安全性や他の性能を左右する重要な項目である。様々な制約条件の下で工業製品に要求される性能と各材料のもつ特性を理解した上で、適切な材料を選択することが求められる。

- (1) 近年では、炭素繊維強化プラスチックなど、2つ以上の異なる材料を一体的に組み合わせた複合材が用いられることが多くなっている。図は銅合金 (Cu) と軟鋼 (Fe) からなる複合材の一例を示す模式図である。この複合材は、荷重の荷重方向にのみ運動することのできる剛体に両端で接続されているため、両材の変位は常に等しいとする。高さが $H = 1.0 \text{ m}$ 、構成する銅合金および軟鋼の総水平断面積がそれぞれ $A_{\text{Cu}} = 0.05 \text{ m}^2$ および $A_{\text{Fe}} = 0.05 \text{ m}^2$ である場合、 $P = 1.0 \text{ MN}$ の引張力を加えた際の伸びを、表に示す個々の材料特性値を用いて求めよ。なお、重力などの物体力はここでは無視して考えよ。

- (2) 自動車、船舶、航空機から1つを選び、その工業製品を構成する構造材に求められる材料特性をヤング率と降伏応力以外に2つ以上挙げ、それぞれの特性を評価する実験手法と評価上の留意点を述べよ。

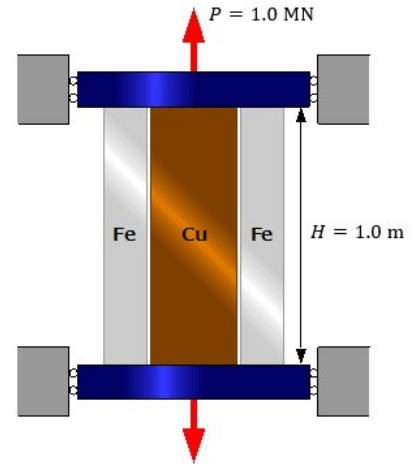


図 銅合金と軟鋼からなる複合材

表 銅合金と軟鋼の材料特性値

材料特性値	銅合金	軟鋼
ヤング率 [GPa]	130	205
降伏応力* [MPa]	200	240

*銅合金では0.1%耐力で降伏応力を代替した。

問題A2 (A1~A3から1問選択して解答せよ)

あなたのメールボックスには N 件のメールがある。各々のメールにはそれぞれ返信の優先度があり、この優先度は $x \in (0, 1)$ で表される。単位時間ステップ毎に、あなたは抱えているメールの中から、確率 p で「優先度が最高のもの」を、確率 $1 - p$ で「優先度を無視してランダムに選んだもの」を1件選び、そのメールに返信する。返信を済ませたメールはメールボックスから消去される。またこの1件の返信の直後に、 $(0, 1)$ 区間の一様分布に従う優先度 x を持った新たなメールが1件届く。

- (1) $N = 2$ かつ $p = 1$ の場合について考える。あなたのメールボックスにある2件のメールを、優先度の低い順に A, B と呼ぶことにしよう。つまり、これらのメールの優先度 (x_A と x_B) は、 $x_A < x_B$ である。このとき、優先度の低い方のメール A にあなたが返信するまでの時間ステップ数が t である確率を求めよ。
- (2) 次に、 $N \gg 1$ かつ $p = 1/2$ の場合について考える。上記の返信と受信の過程を繰り返した時、あなたのメールボックスの中の「メールの優先度 x の分布関数」を $f(x)$ とし、「個々のメールが届いてから返信されるまでの時間ステップ数 t の分布関数」を $g(t)$ とする。この2つの分布関数の特徴を述べよ。さらにそれらの概形も図示せよ。

問題A3 (A1~A3から1問選択して解答せよ)

NASAやJAXAなどの宇宙機関は、今後5~10年かけて月の周回軌道に宇宙ステーションを共同で建設する、という計画を発表した。その主要な目的として、月開発の活発化や地球外での資源開発技術の確立がある。民間企業による月や小惑星の資源探査計画、火星有人探査計画も提案されており、地球で培われた資源開発技術が地球外で利用される時代が近づいている。

- (1) アポロ計画では1970年代に月面掘削が試みられたが、掘削深度は約3mにしか達しなかった。火星探査機インサイトは、5mを目標に火星で掘削を2019年に開始したが、1年かけて約40cmしか掘削できなかった。このように月や火星での掘削は、地球上での掘削に比べると、いまだに困難といえる。その理由として考えられることは何か、月や火星と地球の環境の違いを踏まえ、技術的な側面から述べよ。
- (2) 水素と炭素は太陽系に豊富に存在し、これらの化合物である炭化水素は太陽系にありふれている。土星の衛星タイタンには、炭化水素が固体や液体の状態で表面に大量に存在し、地球にも炭化水素は豊富に存在している。地球地殻中の炭化水素のうち、現在または将来の資源利用が想定されるもので、天然で (a)液体として存在するものと、(b)固体として存在するものの例を挙げ、それぞれの起源と産状、効率的な回収技術について述べよ。
- (3) 地球外に存在する物質の中には、宇宙探査に利用可能で、かつ、今後数十年の宇宙開発コストを大幅に削減できると期待されるものがある。その物質名と利用方法、想定される利用場所を述べよ。利用時に他の物質が必要となる場合は、その調達方法も示せ。