

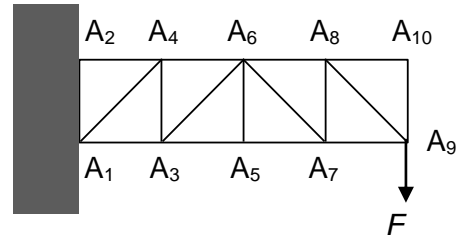
問題 1. 第一回～第四回の講義の中では、将来皆さんに良い研究・良い仕事をして欲しいという願いを込めて、以下のメッセージを強調しました：

「目的までの遠い道のりを実行可能な中間目標に細分化することが重要。化学実験法に習熟することは、将来皆さんが行うであろう研究テーマの目的を達成するための一つの間目標となり得る。」

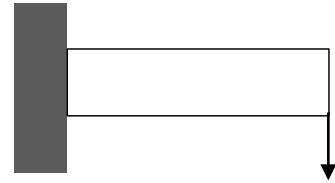
あなたのこれまでの経験の中で、目的を中間目標に細分化する件で思い当たることを述べてください。

問題 2. 以下の文章を読み、問に答えよ。

右図のように細い棒を使って骨組み構造（トラス構造）を組み立て、先端の A_9 点に F の荷重をかけた（各三角形は直角二等辺三角形）。実際の構造体では、 A_1A_3 など下部の圧縮される部材には特に【イ】への対応が求められる。【イ】が起きる力の大きさは棒の長さの【い】乗に比例し、また棒の両端の支持の方法によっても大きく変化して、 A_1 、 A_3 などの接合部を強固なものにするとおよそ【ろ】倍までの力に耐えるようになる。



これと同様に断面が一定形状の長さ L の均質な板の一端を壁にしっかり固定して、右図のように他端に力を加えた時、板は引っ張り・圧縮の力を受けて曲がる。板がたわむ角度、最大引っ張り応力は、それぞれ板の断面の形状で決まる【ロ】、【ハ】に反比例する。



問 2-1. 文中【イ】～【ハ】に適切な語句、【い】【ろ】に適切な数字を答えよ。

問 2-2. 図のトラス構造で棒 A_4A_6 、 A_3A_5 、 A_1A_4 、 A_6A_7 、に働く力はいくらか（圧縮はマイナス）。またトラスを安定に支える上では必ずしも差し支えない棒をすべて挙げよ。

問 2-3. 断面が直径 d の丸い材木から、幅 b 厚み h の長方形の柱を切りだして上下図のように使う時、(a)たわみをもっとも小さくなる、(b)もっとも荷重に耐えられるようにするには、 h/b をいくらにすればよいか？

問 2-4. 直径 d の針金を上下図のように壁に取り付けたら、自重に耐えられずに長さ L で折れ曲がってしまった。同じ材質で 2 倍の直径の針金だとどの程度の長さまで大丈夫か？

問題 3. 最小 2 乗法について次の文章を読み問に答えよ。

x を変化させて y を測定し N 個のデータの組 $\{(x_i, y_i)\}$ を得た (それぞれの測定値 y_i の分散 σ_y^2 は等しいとする)。このデータを $y = ax + b$ という線形の式に最小 2 乗法で当てはめた時、 a, b の推定値 a°, b° は、 $S_{xx} = \sum_i x_i^2$ 、 $S_x = \sum_i x_i$ 、 $S_{yy} = \sum_i y_i^2$ 、 $S_y = \sum_i y_i$ 、 $S_{xy} = \sum_i x_i y_i$ とすると、それぞれ $a^\circ = [\text{イ}]$ 、 $b^\circ = [\text{ロ}]$ で与えられる。また推定した a°, b° の分散 $\sigma_{a^2}, \sigma_{b^2}$ は σ_y^2 を用いて $\sigma_{a^2} = [\text{ハ}]$ 、 $\sigma_{b^2} = [\text{ニ}]$ 、で与えられる。

問 3-1. 【イ】 ~ 【ニ】 に当てはまる式を記せ。

問 3-2. 反応速度定数の温度依存性が、アレニウスの式 $k = A \exp(-E_a/RT) = A \exp(-B/T)$ で精度よく表現できるものとする。ある 1 次反応について温度を変えて速度定数を測定し表のような結果を得た。速度定数の相対誤差は、標準偏差にして 5% とする。

T / K	$1000k / \text{s}^{-1}$	$\ln(k/\text{s}^{-1})$
300.0	2.54	-5.976
310.0	4.38	-5.431
320.0	7.52	-4.890
330.0	12.9	-4.351

(a) 最小 2 乗法を用いてこの反応についてのアレニウスの式のパラメータ A, B と、それぞれのパラメータの推定範囲の標準偏差を求めよ。参考までに $x = 1000 \text{ K}/T$ 、 $y = \ln(k/\text{s}^{-1})$ とした時の S_x 等を左表に与えておく。

S_x	12.714	S_y	-20.648
S_{xx}	40.465	S_{xy}	-65.905
N	4	S_{yy}	108.0516

(b)(a) で得たアレニウスの式を用いて、315 K と 350 K の速度定数を求めた時、推定誤差の標準偏差はそれぞれどれぐらいになるだろうか？

問 4. 用意されているスパゲッティ 1 本の重さを 30 回測る実験を学生グループが行った。実験に用いたスパゲッティには、製造日の違うものが 2 種類あり、それぞれの学生グループはそのどちらかを選んで実験した。

学生グループが測った結果を表計算ソフト EXCEL 付属の分析ツール「分散分析：一元配置」を用いて行った分散分析が下表である。

分散分析: 一元配置

概要

グループ	標本数	合計	平均	分散
18&20	30	22.81	0.760	0.000286
22&24	30	22.74	0.758	0.000196
29&31	30	22.84	0.761	0.000164
39&41	30	22.75	0.758	0.000166
42&44	30	22.67	0.756	0.000246
45&47	30	22.49	0.750	0.000390
46&48	30	22.56	0.752	0.000175
53&56	30	22.61	0.754	0.000224

分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	0.003546	7	0.000507	2.194825	0.035548	2.049195
グループ内	0.05355	232	0.000231			
合計	0.057096	239				

問 4-1. 「概要」にはそれぞれのグループの標本平均・分散が与えられている。この標本分散の値は互いに等しいものと考えてよい（=製造日が違っても分散は等しい）。分散分析表の「分散」の項の「グループ内」は、各グループの分散の平均を与えており、これを母集団の分散であると近似したとしよう。大まかに言って、グループ間でスパゲッティの重さの平均に差異があると考えられるかどうか（有意水準 5%）？

問 4-2. 全残差 2 乗和 S_T が

$$S_T = \sum \sum (x_{ij} - \overline{x_{..}})^2 = N \sum (\overline{x_{j.}} - \overline{x_{..}})^2 + \sum \sum (x_{ij} - \overline{x_{j.}})^2 = S_A + S_e$$

のよう分解できることを示せ ($N=30$ 。表の「変動」の項にこの S_A 、 S_e が与えられている)。

問 4-3. 学生グループの測定技量に差がないものとする、この分散分析の結果から、どのようなことが言えるか。