

令和7年度特色入試問題

《 農学部 地域環境工学科 》

小論文試験

250 点 満 点

(注 意)

1. 問題冊子および解答冊子は係員の指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほかに 8 ページある。
3. 解答冊子は問題ごとに 1 冊ずつある（全部で 3 冊ある）。
それぞれの解答冊子は表紙のほかに各 5 ページある。
4. 試験開始後、解答冊子の表紙所定欄に受験番号・氏名をはっきり記入すること。
表紙には、これら以外のことを書いてはならない。
5. 解答はすべて解答冊子の指定された箇所に記入すること。
6. 解答に関係のないことを書いた答案は無効にすることがある。
7. 解答冊子は、どのページも切り離してはならない。
8. 問題冊子は持ち帰ること。解答冊子は持ち帰ってはならない。
9. 解答は日本語で記入すること。

問題 1 次の英文を読んで問 1 ～問 3 に答えなさい。(80 点)

Vertical farming seeks to ensure the sustainability of our cities proactively by addressing food security to the world's ever-increasing urban population. In principle, it is a simple concept; farm up rather than out. The body of literature on the subject distinguishes between three types of vertical farming. The first type refers to the construction of tall structures with several levels of growing beds, often lined with artificial lights. This often modestly sized urban farm has been springing up around the world. Many cities have implemented this model in new and old buildings, including warehouses that owners repurposed for agricultural activities. The second type of vertical farming takes place on the rooftops of old and new buildings, atop commercial and residential structures as well as on restaurants and grocery stores. The third type of vertical farm is that of the visionary, multi-story building. In the past decade, we have seen an increasing number of serious visionary proposals of this type. However, none has been built. It is important, however, to note the connection between these three types, the success of modestly sized vertical farm projects and the maturation of their technologies will likely pave the way for the skyscraper farm.

Environmentalists, urban farmers, architects, agronomists, and public health experts, among others, have been joining this mini revolution as they partner to work out a way to salvage a food-scarce, ultra-urbanized future. A wide number of technology experts have converged on the concept of vertical farming, advancing the fields of robotics, aeroponics, aquaponics, and hydroponics.

… (中略) …

Aquaponics is a bio-system that integrates recirculated aquaculture (fish farming) with hydroponic vegetable, flower, and herb production to create symbiotic relationships between the plants and the fish. It achieves this symbiosis through using the nutrient-rich waste from fish tanks to “fertigate” hydroponic production beds. In turn, the hydroponic beds also function as bio-filters that remove gases, acids, and chemicals, such as ammonia, nitrates, and phosphates, from the water. Simultaneously, the gravel beds provide habitats for nitrifying bacteria, which augment the nutrient cycling and filter water. Consequently, the freshly cleansed water can be recirculated into the fish tanks. In one experimental project, aquaponics consisting of wetland pools containing perch and tilapia, whose waste provided nutrients for greens, solved the principal problems of both hydroponics and aquaculture as mentioned above.

Researchers envision that the aquaponics system has the potential to become a model of sustainable food production by achieving the 3Rs (reduce, reuse, and recycle). It offers bountiful benefits, such as:

- Cleaning water for the fish habitat;
- Providing organic liquid fertilizers that enable the healthy growth of plants;
- Providing efficiency since the waste products of one biological system serves as nutrients for a second biological system;
- Saving water since water is re-used through biological filtration and recirculation. This feature is attractive particularly in regions that lack water;
- Reducing, even eliminating, the need for chemicals and artificial fertilizers;
- Resulting in a polyculture that increases biodiversity;
- Supplying locally-grown healthy food since the only fertility input is fish feed and all of the nutrients go through a biological process;
- Facilitating the creation of local jobs; and
- Creating an appealing business that supplies two unique products—fresh vegetables and fish—from one working unit.

… (中略) …

Vertical farming represents a proactive thinking approach that aims to ensure the sustainability of cities by addressing the issue of food security. The urban population already faces food shortages, and food prices are skyrocketing due to increases in oil prices, shortages of water and the diminishment of other agricultural resources. The current practices of supplying food to urban areas suffer from environmental and economic problems, such as the inefficient practice of transporting food great distances. As an answer to these problems, the vertical farm will grow food efficiently and sustainably by saving energy, water, and fossil fuels, reducing toxins and restoring ecosystems, as well as providing new opportunities for employment. We have seen the rapid growth of modest-scale vertical farming, and these projects have provided excellent examples of adaptive reuse of vacant industrial spaces.

Therefore, the vertical farm may offer opportunities in the three pillars of sustainability: environment, society, and economy. It can offer a sustainable food-production model that supplies crop year-round with no interruption due to climate change, season, or adverse natural events (e.g., hurricane, drought, and flood). It has also the potential to provide greater yield per

space unit—the ratio is 1:4–1:6, depending on the type of crop. Further, the high-tech cultivation methods of the vertical farm reduce demand on potable water. They are often efficient in irrigating plants, by targeting plant roots and reducing evaporation. They may also recycle wastewater (grey, even black water) and harness rainwater. When fish farms are integrated, fish removes waste (esp. fish filet). The vertical farm can also produce energy by burning methane from compost. For example, the Plant Vertical Farm in Chicago and the Republic of South Korea VF factory convert waste to energy.

(出典: Al-Kodmany, K. The vertical farm: A review of developments and implications for the vertical city. *Buildings*. 2018, 8(2), 24 を一部改変)

(語注) proactively : 積極的に, growing bed : 栽培床, atop = at/on the top of, visionary : 先見の明のある, salvage : 救う, aeroponics : 気耕栽培法, hydroponics : 水耕栽培法, symbiosis : 共生, fertigate : 肥沃にする, ammonia : アンモニア, phosphate : リン酸塩, nitrifying bacteria : 硝化菌, facilitate : 促進する, diminishment : 減少, toxin : 毒素, e.g. = for example, harness : 利用する, esp. = especially, compost : 堆肥

問1 下線部の意味することを目的と具体例を挙げて説明しなさい。

問2 aquaponics がどのようなものであるかを 150～200 字で説明しなさい。

問3 本文の内容から vertical farming の利点を 5 つ挙げなさい。

問題 2 摩擦のない水平な面におかれた質量 m (> 0) の物体の運動を考える。 n を任意の自然数とし、時刻 t が t_{n-1} , t_n , t_{n+1} のときの物体の水平座標 x をそれぞれ x_{n-1} , x_n , x_{n+1} とする。また、 t_{n-1} , t_n , t_{n+1} について、 $t_n - t_{n-1} = t_{n+1} - t_n = h$ となる等しい時間間隔 h (> 0) をとる。このとき、以下の問 1～問 3 に答えなさい。(90 点)

問 1 $t_{n-1} \leq t \leq t_{n+1}$ のとき、物体は等加速度直線運動をしていると仮定する。このとき、物体の加速度 a は x_{n-1} , x_n , x_{n+1} , h を用いて

$$a = \frac{x_{n+1} - 2x_n + x_{n-1}}{h^2} \quad (1)$$

と表されることを示しなさい。

問 2 図 1 のように物体がバネ定数 k (> 0) のバネにつながれ、バネの復元力のみを受けて運動するとき、単振動が生じる。このときの物体の運動方程式は、バネが自然長であるときの物体の位置を原点にとった水平座標を x として

$$ma = -kx \quad (2)$$

と表される。単振動では、物体の加速度 a は時刻 t によって変化する。しかし、十分に小さい時間間隔 h をとると、 $t_{n-1} \leq t \leq t_{n+1}$ の間は、加速度の変化は小さいことから、物体の運動を等加速度直線運動として近似できる。そこで、 $t = t_n$ の時刻において、式(1)を式(2)に代入すると

$$m \left(\frac{x_{n+1} - 2x_n + x_{n-1}}{h^2} \right) = -kx_n \quad (3)$$

と表され、式(3)は x_{n-1} , x_n , x_{n+1} に関する漸化式となる。このとき、 h は十分に小さく

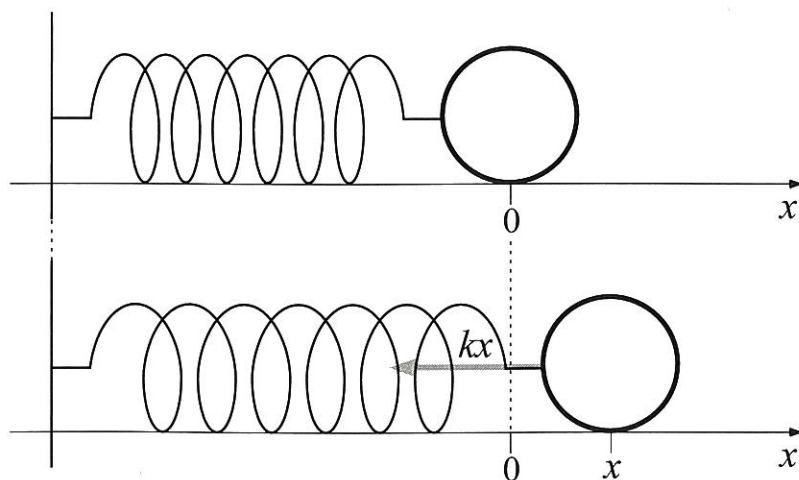


図 1 バネにつながれた物体

$$\sin \theta = \frac{h}{2} \sqrt{\frac{k}{m}} < 1 \quad (4)$$

となる θ ($0 < \theta < \pi/2$) が存在するものとする。時刻 t_0 と t_1 のときの物体の水平座標をそれぞれ x_0 と x_1 として、式(3)の漸化式を解き、 x_n の一般項を x_0 , x_1 , θ を用いて表しなさい。

問3 初期（時刻 $t = t_0 = 0$ ）には、物体は $x = x_0$ の位置にあり、 v_0 の速度をもつとする。このとき、時刻 t_n は

$$t_n = t_0 + nh = nh \quad (5)$$

と表される。今、図2に示すように、 t_n を時刻 T に固定し、 n に大きな正数を与えることで、十分に小さな時間間隔 $h (= T/n)$ をとる。このとき、問2で求めた一般項 x_n に対して $n \rightarrow \infty$ の極限をとることで、時刻 $t = T$ のときの物体の水平座標 x_T が

$$x_T = \lim_{n \rightarrow \infty} x_n = x_0 \cos \sqrt{\frac{k}{m}} T + v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \sin \sqrt{\frac{k}{m}} T \quad (6)$$

となることを示しなさい。なお、 h が十分に小さいとき、

$$x_1 = x_0 + v_0 h \quad (7)$$

と近似してよい。

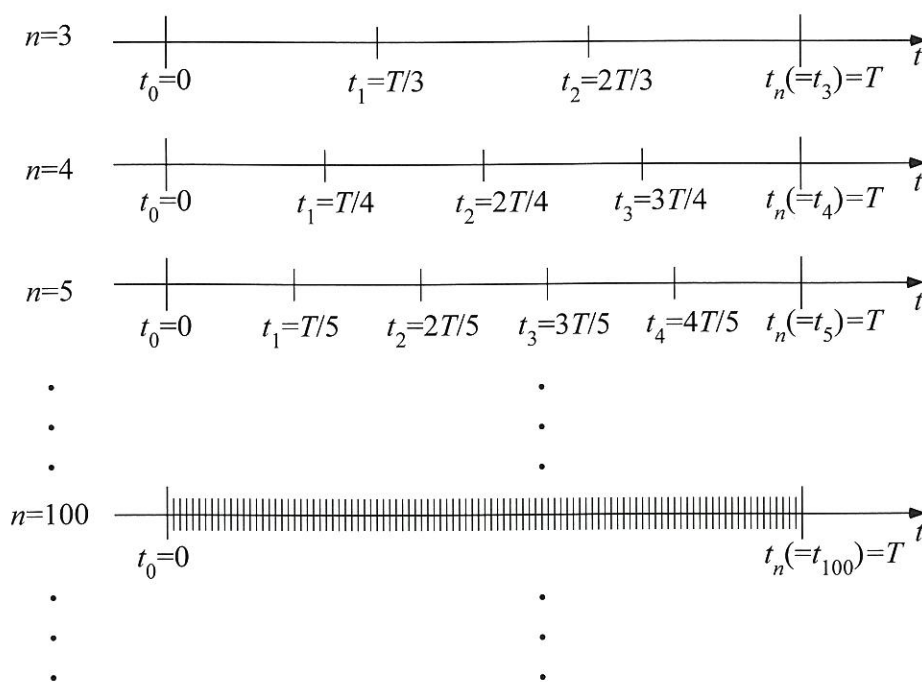


図2 n が大きくなるにつれて時間間隔 h が小さくなる様子

問題3 次の英文を読んで問1～問4に答えなさい。なお、moisture content (w)は単位質量の物質に存在する水の質量で定義される無次元量である。(80点)

英文は出典のみ公開する。

出典 : Dennis R. Heldman. *Food Process Engineering*. AVI Publishing, 1975 を一部改変

- 問1 食品の水分吸着等温線が Figure 3 に示すような S 字型の曲線になる理由を説明しなさい。
- 問2 式(8)で定義される Langmuir 式に基づく水分吸着等温線の概形を $0 \leq p_v \leq p_s$ の範囲で描きなさい。ただし、 $w_m > 0$ 、 $b > 0$ であり、 bp_s は1より十分に大きいとする。なお、解答欄の破線は $w = w_m$ を表す。
- 問3 Langmuir 式は低い平衡相対湿度でしか食品への水分吸着を説明できないことが知られている。その理由を述べなさい。また、それでもなおこの式が食品保存において重要と考えられる理由を本文の内容に沿って説明しなさい。
- 問4 ある食品の吸着過程における p_v / p_s と w の関係を求めたところ、以下の表に示す結果を得た。この食品の水分吸着等温線が BET 式に従うとき、以下の①と②に答えなさい。

$\frac{p_v}{p_s}$	w	$\frac{p_v}{w(p_s - p_v)}$
0.10	0.073	(ア)
0.30	0.134	(イ)

- ① (ア) と (イ) に入る値を求めなさい。
- ② この食品の w_m と C を求めなさい。

問題訂正
農学部地域環境工学科 小論文試験

下記の問題訂正があります。

記

問 題 訂 正

農学部地域環境工学科 小論文試験 問題冊子

問題 1

2 ページ 上から 6 行目

(誤) …one biological system serves as…

↓

(正) …one biological system serve as…

以上