

提出締切：2019年10月29日 講義終了時

復習問題 3.1 次の漸化式を考える。

$$a_n = \begin{cases} 2 & (n = 1 \text{ のとき}) \\ 3 & (n = 2 \text{ のとき}) \\ a_{n-1} + a_{n-2} & (n \geq 3 \text{ のとき}). \end{cases}$$

数列 $\{a_n\}_{n \geq 1}$ の一般項 a_n を閉じた形で与えよ。

復習問題 3.2 次の漸化式を考える。

$$b_n = \begin{cases} 0 & (n \text{ が奇数のとき}) \\ 3 & (n = 2 \text{ のとき}) \\ b_{n-2} + 2c_{n-1} & (n \geq 4, \text{ 偶数のとき}), \end{cases}$$

$$c_n = \begin{cases} 0 & (n \text{ が偶数のとき}) \\ 1 & (n = 1 \text{ のとき}) \\ b_{n-1} + c_{n-2} & (n \geq 3, \text{ 奇数のとき}). \end{cases}$$

任意の自然数 $k \geq 1$ に対して、 $x_k = b_{2k}$ とすることで、数列 $\{x_k\}_{k \geq 1}$ を定義する。次の漸化式が成り立つことを証明せよ。

$$x_k = \begin{cases} 3 & (k = 1 \text{ のとき}) \\ 11 & (k = 2 \text{ のとき}) \\ 4x_{k-1} - x_{k-2} & (k \geq 3 \text{ のとき}). \end{cases}$$

復習問題 3.3 次の漸化式を考える。

$$f_n = \begin{cases} 1 & (n \leq 2 \text{ のとき}) \\ 1 + f_{n-1} + f_{n-2} & (n \geq 3 \text{ のとき}). \end{cases}$$

このとき、

$$f_n = O\left(\left(\frac{1 + \sqrt{5}}{2}\right)^n\right)$$

が成り立つことを証明せよ。

復習問題 3.4 次の漸化式を考える。

$$g_n = \begin{cases} 1 & (n = 0 \text{ のとき}) \\ \leq 2 + g_{\lfloor n/2 \rfloor} & (n \geq 1 \text{ のとき}). \end{cases}$$

このとき、

$$f_n = O(\log n)$$

が成り立つことを証明せよ。

復習問題 3.5 次の数列 $\{a_n\}_{n \geq 0}$ の母関数 $A(x)$ が何であるか、 x の有理関数として答えよ。

1. 任意の自然数 $n \geq 0$ に対して、 $a_n = 1$.
2. 任意の自然数 $n \geq 0$ に対して、 $a_n = 2^n$.
3. 任意の自然数 $n \geq 0$ に対して、 $a_n = n$.
4. 任意の自然数 $n \geq 0$ に対して、 $a_n = 3n + 1$.

補足問題 3.6 演習問題 3.2 にある数列 $\{x_k\}_{k \geq 1}$ の一般項を閉じた形で与えよ。

補足問題 3.7 演習問題 3.2 にある数列 $\{b_n\}_{n \geq 1}$ と $\{c_n\}_{n \geq 1}$ を考える。次の問いに答えよ。

1. 任意の自然数 $k \geq 1$ に対して $y_k = c_{2k-1}$ とすることで、数列 $\{y_k\}_{k \geq 1}$ を定義する。次の漸化式が成り立つことを証明せよ。

$$y_k = \begin{cases} 1 & (k = 1 \text{ のとき}) \\ 4 & (k = 2 \text{ のとき}) \\ 4y_{k-1} - y_{k-2} & (k \geq 3 \text{ のとき}). \end{cases}$$

2. 数列 $\{y_k\}_{k \geq 1}$ の一般項 y_k を閉じた形で与えよ。

追加問題 3.8 次の漸化式を考える。

$$d_n = \begin{cases} 1 & (n = 1 \text{ のとき}) \\ 3 & (n = 2 \text{ のとき}) \\ d_{n-1} + 2d_{n-2} & (n \geq 3 \text{ のとき}). \end{cases}$$

数列 $\{d_n\}_{n \geq 1}$ の一般項 d_n を閉じた形で与えよ。

追加問題 3.9 次の漸化式を考える。

$$q_n = \begin{cases} 1 & (n = 0, 1 \text{ のとき}) \\ \leq q_{\lfloor 2n/9 \rfloor} + q_{\lfloor 5n/9 \rfloor} + 8n & (n \geq 2 \text{ のとき}). \end{cases}$$

このとき、 $q_n = O(n)$ が成り立つことを証明せよ。

次ページに続く

追加問題 3.10 次の数列 $\{a_n\}_{n \geq 0}$ の母関数 $A(x)$ が何であるか, x の有理関数として答えよ.

1. 任意の自然数 $n \geq 0$ に対して, $a_n = n^2$.
2. 任意の自然数 $n \geq 0$ に対して,

$$a_n = \begin{cases} \binom{100}{n} & (n \leq 100 \text{ のとき}), \\ 0 & (n > 100 \text{ のとき}). \end{cases}$$

追加問題 3.11 数列 $\{a_n\}_{n \geq 0}$ の母関数が $A(x)$ であるとき, 次の数列 $\{b_n\}_{n \geq 0}$ の母関数はどう書けるか? 答えよ.

1. 任意の $n \geq 0$ に対して, $b_n = 3 + a_n$.
2. 任意の $n \geq 0$ に対して, $b_n = (-1)^n a_n$.
3. 任意の $n \geq 0$ に対して, $b_n = a_{n+2}$. (ヒント: $\{b_n\}$ の母関数の中に, a_0 と a_1 が現れてもよい.)