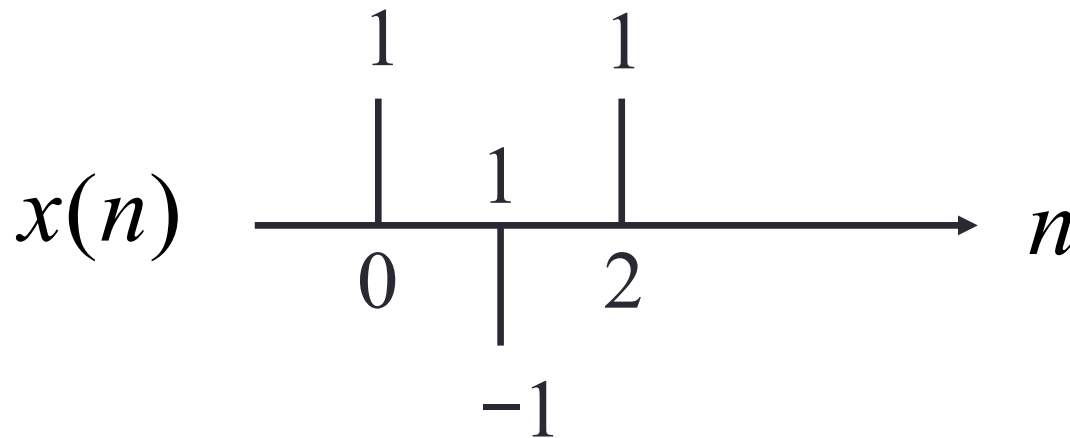


# 演習課題 (1/5) 解答例 (1/2)

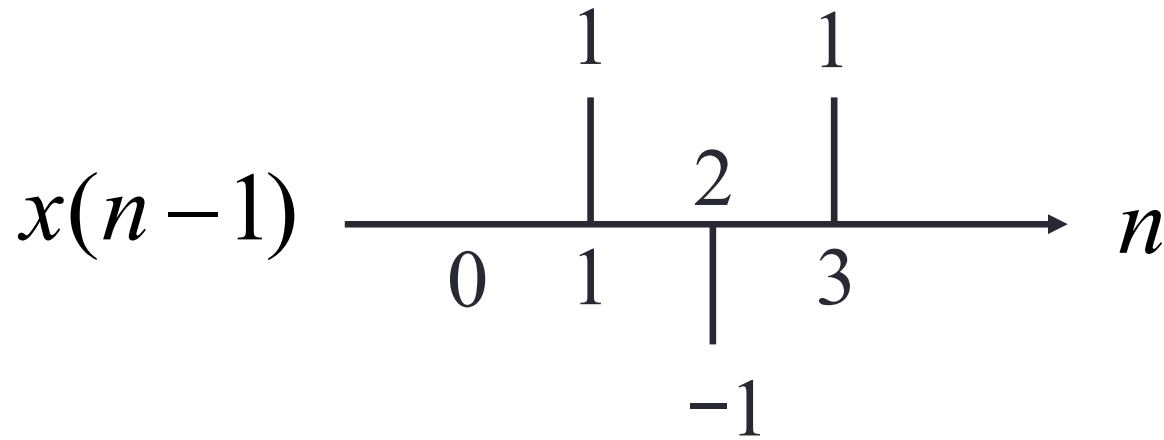
- $x(n)$  の  $z$  変換は、



$$\begin{aligned} Z[x(n)] &= X(z) \\ &= \sum_{n=0}^{\infty} x(n)z^{-n} \\ &= x(0) + x(1)z^{-1} + x(2)z^{-2} + x(3)z^{-3} + \dots \\ &= 1 - z^{-1} + z^{-2} \end{aligned}$$

## 演習課題 (1/5) 解答例 (2/2)

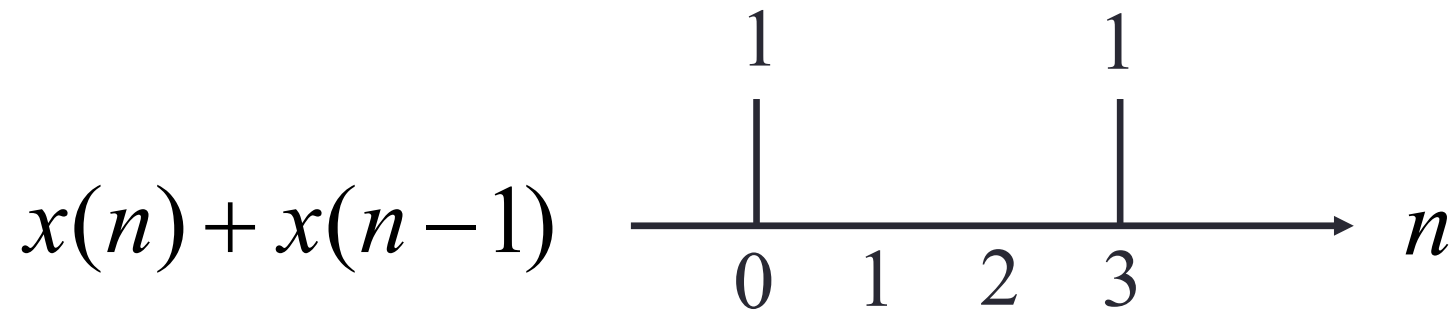
- $x(n-1)$  の  $z$  変換は、



$$\begin{aligned} Z[x(n-1)] &= x(0) + x(1)z^{-1} + x(2)z^{-2} + x(3)z^{-3} + \dots \\ &= z^{-1} - z^{-2} + z^{-3} \\ &= z^{-1}Z[x(n)] \\ &= z^{-1}X(z) \end{aligned}$$

## 演習課題 (2/5) 解答例

- $x(n) + x(n-1)$  の  $z$  変換は、



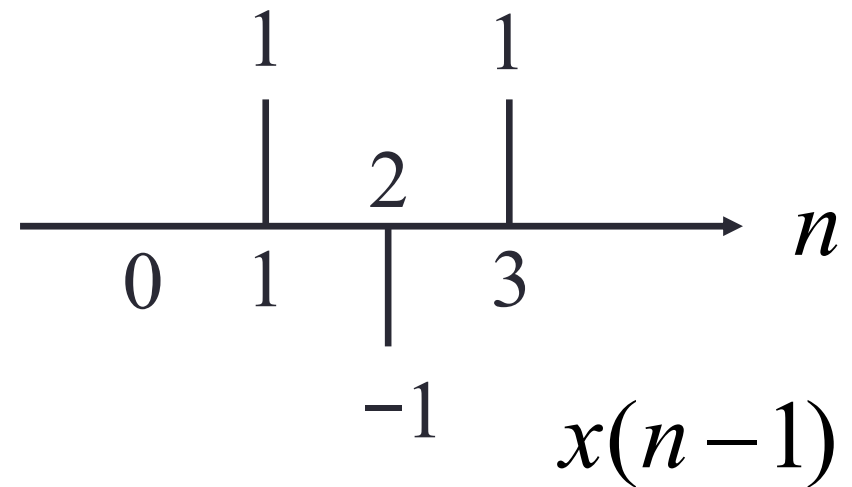
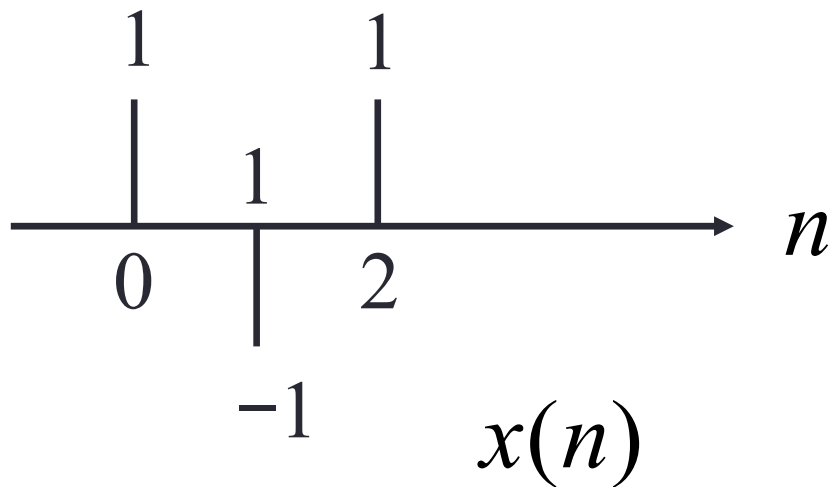
$$Z[x(n) + x(n-1)] = 1 + z^{-3}$$

- \*  $Z[x(n)]$  と  $Z[x(n-1)]$  から求めると、

$$\begin{aligned} Z[x(n) + x(n-1)] &= Z[x(n)] + Z[x(n-1)] \\ &= (1 - z^{-1} + z^{-2}) + (z^{-1} - z^{-2} + z^{-3}) \\ &= 1 + z^{-3} \end{aligned}$$

## 演習課題 (3/5) 解答例 (1/2)

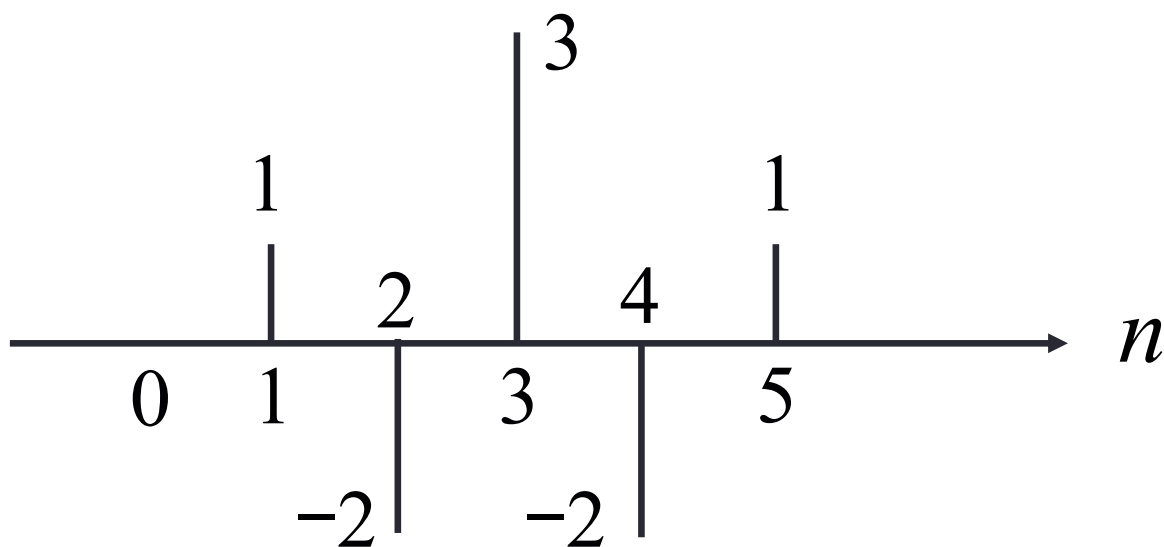
- $x(n)$ と $x(n-1)$ のたたみこみ和は $z$ 変換を用いると、



$$\begin{aligned} Z[x(n) * x(n-1)] &= X(z)z^{-1}X(z) \\ &= (1 - z^{-1} + z^{-2})(z^{-1} - z^{-2} + z^{-3}) \\ &= z^{-1} - 2z^{-2} + 3z^{-3} - 2z^{-4} + z^{-5} \end{aligned}$$

## 演習課題 (3/5) 解答例 (2/2)

$$Z[x(n) * x(n-1)] = z^{-1} - 2z^{-2} + 3z^{-3} - 2z^{-4} + z^{-5}$$



## 演習課題 (4/5) 解答例

- システムに振幅1の信号を入力すると出力では振幅が100になった。このシステムの利得 (dB) はいくつか？



利得 (gain)  $G$ は

$$\begin{aligned} G &= 20 \log_{10} \left( \frac{E_2}{E_1} \right) \\ &= 20 \log_{10} \left( \frac{100}{1} \right) \\ &= 20 \log_{10} 10^2 \\ &= 20 \times 2 \\ &= 40 \end{aligned}$$

**Ans. 40 dB**

## 演習課題 (5/5) 解答例 (1/2)

- 音圧レベルが60 dBの製品がある。この製品は基準音圧と比較して、何倍の振幅値と何倍のパワーを持つか計算せよ。

・振幅

$$A = 20 \log_{10} \left( \frac{E_2}{E_1} \right) \quad \underline{Aに60 \text{ dBを代入}}$$

$$60 = 20 \log_{10} \left( \frac{E_2}{E_1} \right)$$

$$3 = \log_{10} \left( \frac{E_2}{E_1} \right)$$

$$\frac{E_2}{E_1} = 10^3 = 1000$$

**Ans. 基準音圧の1000倍の振幅を持つ**

## 演習課題 (5/5) 解答例 (2/2)

- 音圧レベルが60 dBの製品がある。この製品は基準音圧と比較して、何倍の振幅値と何倍のパワーを持つか計算せよ。

・パワー

$$A = 10 \log_{10} \left( \frac{P_2}{P_1} \right) \quad \underline{Aに60 \text{ dBを代入}}$$

$$60 = 10 \log_{10} \left( \frac{P_2}{P_1} \right)$$

$$6 = \log_{10} \left( \frac{P_2}{P_1} \right)$$

$$\frac{P_2}{P_1} = 10^6 = 1\,000\,000$$

**Ans. 基準音圧の  
1 000 000倍のパワーを持つ  
(100万倍、1 million times)**