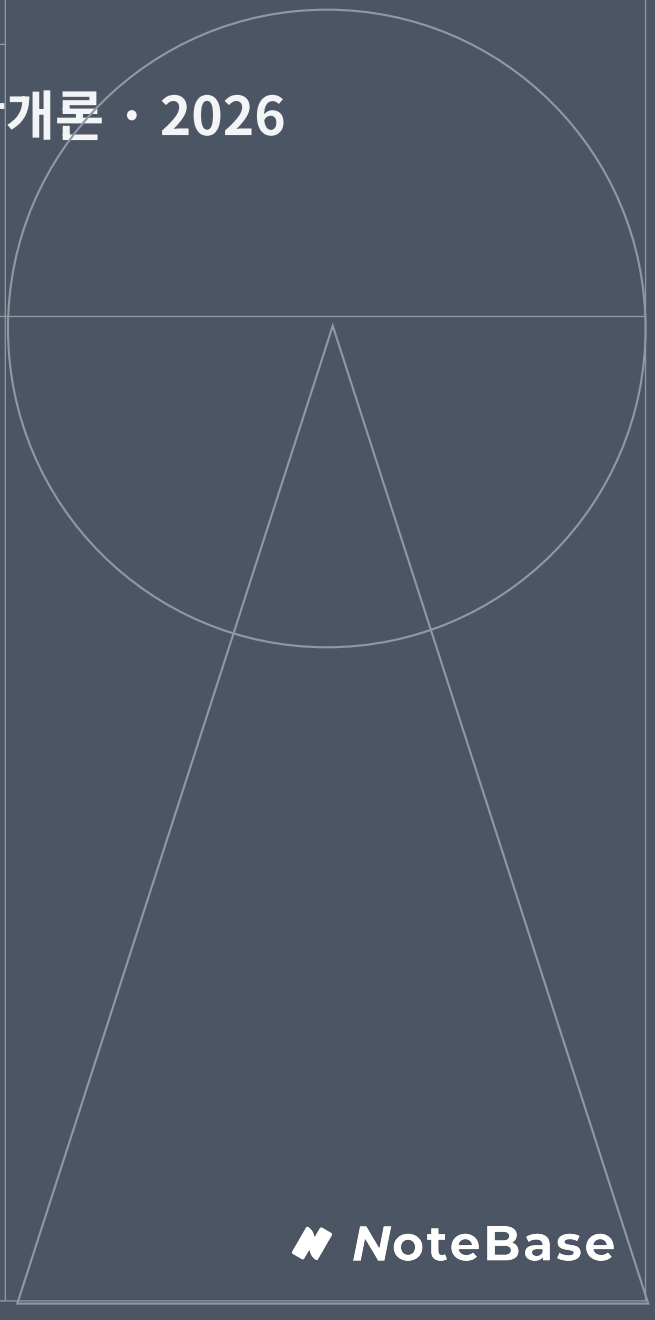
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 통계학개론 · 2026



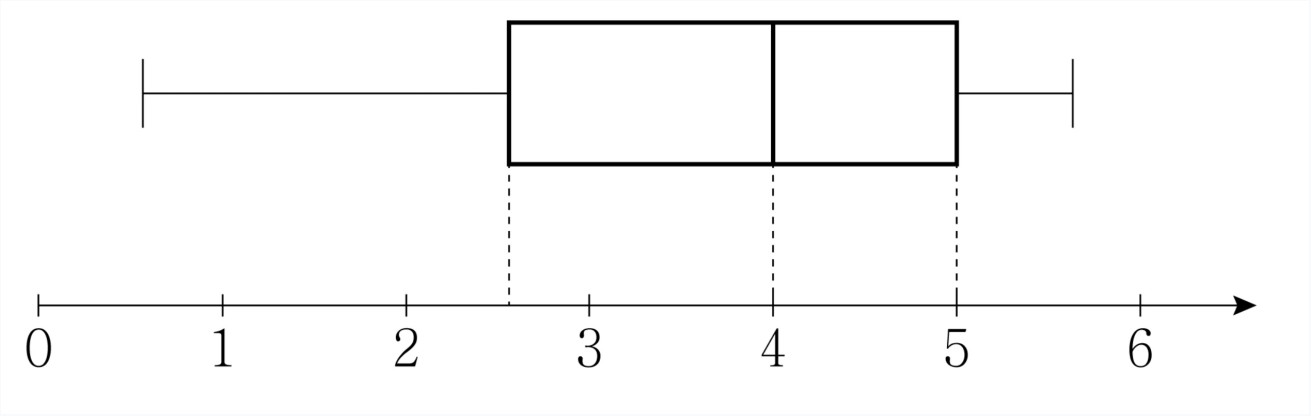
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 통계학개론 · 2026

공무원/국가직/9급 · 통계학개론 · 2026

문 1. 다음 상자그림에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 자료의 평균은 4이다.

ㄴ. 사분위수범위는 2보다 크다.

ㄷ. 2 이상이고 5 이하의 값을 갖는 자료는 전체의 50% 이상이다.

① ㄷ

② ㄱ, ㄴ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

간단한 해설

상자 안의 4는 평균이 아니라 **중앙값**이다. 상자의 가로 길이는 **사분위수범위**를 나타내고, 상자가 나타내는 가운데 50%의 자료는 모두 2 이상 5 이하의 구간에 포함된다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. X: 상자 안의 세로선이 가리키는 4는 자료를 크기순으로 나열했을 때 가운데에 위치하는 **중앙값**이다. 평균은 모든 자료의 값을 더해 자료의 개수로 나눈 값으로, 이 상자그림만으로는 알 수 없다. 따라서 '자료의 평균은 4이다'를 '자료의 중앙값은 4이다'로 고친다.

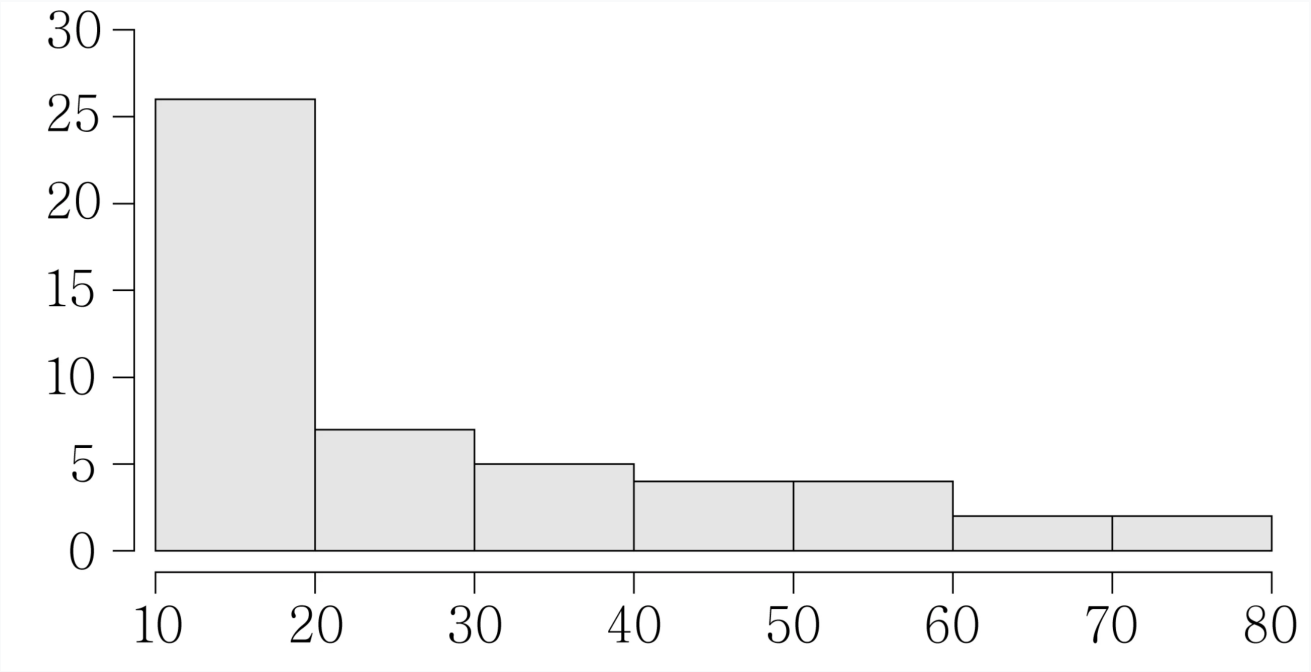
ㄴ. O: 상자의 왼쪽 경계는 제1사분위수, 오른쪽 경계는 제3사분위수이다. 그림에서 제1사분위수는 2보다 크고 3보다 작으며, 제3사분위수는 5이다. 사분위수범위는 **제3사분위수에서 제1사분위수를 뺀 값**이다.
제1사분위수가 3보다 작으므로 사분위수범위는 5 − 3 = 2보다 크다.

ㄷ. O: 제1사분위수부터 제3사분위수까지의 구간은 **가운데 50%의 자료**가 놓이는 구간이다. 그림에서 제1사분위수는 2보다 크고 제3사분위수는 5이므로, 이 구간 전체가 2 이상 5 이하의 구간에 포함된다. 따라서 2 이상 5 이하의 값을 갖는 자료는 전체의 50% 이상이다.

옳은 보기는 ㄴ, ㄷ이며, 이 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 2. 다음 히스토그램에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 평균은 중앙값보다 크다.

② 자료의 범위는 50 이상이다.

③ 왜도(skewness)의 값은 양수이다.

④ 중앙값은 제1사분위수보다 제3사분위수에 더 가깝다.

정답 4번

간단한 해설

중앙값과 제1사분위수는 모두 10~20 구간에 있지만, 제3사분위수는 30~40 구간에 있다. 따라서 중앙값은 제3사분위수보다 **제1사분위수에 더 가깝다**.

NoteBase

선지별 해설

① O: 각 구간의 도수는 왼쪽부터 26, 7, 5, 4, 4, 2, 2로 총 50이다. 처음 구간에 26개가 있으므로 가운데 두 자료인 25번째와 26번째 자료는 모두 10~20 구간에 있으며, 중앙값도 이 구간에 있다. 한편 각 구간의 왼쪽 경계값에 도수를 곱해 합하면 1,170이다. 실제 자료값의 합은 이보다 작지 않으므로 평균은 적어도 $\frac{1170}{50} = 23.4$이다. 따라서 **평균이 중앙값보다 크다**.

② O: 범위는 **최댓값에서 최솟값을 뺀 값**이다. 10~20 구간과 70~80 구간에 모두 자료가 있으므로 최솟값은 20 이하이고 최댓값은 70 이상이다. 따라서 범위는 적어도 70 − 20 = 50이다.

③ O: 자료가 작은 값 쪽에 집중되어 있고, 큰 값 쪽으로 도수가 낮은 구간들이 이어져 **오른쪽 꼬리가 긴 분포**이다. 이와 같이 오른쪽으로 치우친 분포는 양의 왜도를 갖는다.

④ X: 제1사분위수, 중앙값, 제3사분위수는 자료를 작은 순서로 놓았을 때 각각 약 25%, 50%, 75% 지점의 값이다. 누적도수는 20까지 26, 30까지 33, 40까지 38이므로, 제1사분위수와 중앙값은 모두 10~20 구간에 있고 제3사분위수는 30~40 구간에 있다. 중앙값과 제1사분위수의 거리는 한 구간의 폭인 10 이내인 반면, 중앙값과 제3사분위수 사이에는 20~30 구간이 끼어 있다. 따라서 중앙값은 **제3사분위수보다 제1사분위수에 더 가깝다**.

NoteBase

문 3. 두 사건 A, B가 서로 독립이고 $P(A)=\frac{1}{2}$, $P(B)=\frac{1}{3}$일 때, $P(A\cup B^C)$은?

① $\frac{13}{18}$
② $\frac{7}{9}$
③ $\frac{5}{6}$
④ $\frac{8}{9}$

정답 3번

간단한 해설

구하려는 사건의 **여사건**은 $A^C\cap B$이다. 독립성을 이용하면 그 확률이 $\frac{1}{6}$이므로, 구하는 확률은 $\frac{5}{6}$이다.

계산 과정

여사건으로 바꾸기: B^C는 B가 일어나지 않는 사건이다. $A\cup B^C$는 A가 일어나거나 B가 일어나지 않는 사건이므로, 그 여사건은 **A가 일어나지 않고 B가 일어나는 사건** $A^C\cap B$이다. 따라서 $P(A\cup B^C)=1-P(A^C\cap B)$를 이용한다.

여사건의 확률 계산: A와 B가 서로 독립이면 A^C와 B도 서로 독립이므로 **교집합의 확률을 두 확률의 곱**으로 계산한다. 주어진 확률에서 $P(A^C)=1-\frac{1}{2}=\frac{1}{2}$이고 $P(B)=\frac{1}{3}$이다. 따라서 $P(A^C\cap B)=\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3}=\frac{1}{6}$이다. 이는 A가 일어나지 않고 B가 일어날 확률이다.

구하는 확률: 전체 확률 1에서 위의 여사건 확률을 빼면 $P(A\cup B^C)=1-\frac{1}{6}=\frac{5}{6}$이다. 이 값은 ③의 $\frac{5}{6}$과 일치한다.

NoteBase

문 4. 확률변수 X, Y와 Z, W 간의 관계가 다음과 같다. X와 Y의 분산이 각각 9, 25이고 Z와 W의 상관계수가 0.4일 때, X와 Y의 공분산은?

$Z = 5X + 2, \quad W = 6Y + 5$

① 4

② 6

③ 8

④ 10

정답 2번

간단한 해설

각 변수에 **양수를 곱하고 상수를 더해도 상관계수는 변하지 않는다**. 따라서 공분산은 상관계수 0.4에 두 표준편차 3과 5를 곱한 6이다.

계산 과정

상관계수 확인: $Z = 5X + 2$, $W = 6Y + 5$에서 상수 2와 5를 더해도 각 변수의 평균으로부터의 편차는 변하지 않는다. 또한 5와 6은 모두 양수이므로, 편차와 표준편차가 같은 배수로 커져 **표준화한 값은 변하지 않는다**.
따라서 X와 Y의 상관계수도 Z와 W의 상관계수와 같은 0.4이다.

표준편차 계산: 공분산과 상관계수를 연결할 때는 **분산이 아니라 표준편차**를 사용한다. 표준편차는 분산의 양의 제곱근이므로 $\sigma_X = \sqrt{9} = 3$, $\sigma_Y = \sqrt{25} = 5$이다.

공분산 계산: 상관계수는 공분산을 두 표준편차의 곱으로 나눈 값이므로 $\rho_{XY} = \frac{\mathrm{Cov}(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y}$이다. 이를 공분산에 대해 정리하면 $\mathrm{Cov}(X, Y) = \rho_{XY}\sigma_X\sigma_Y$이다. 따라서 $\mathrm{Cov}(X, Y) = 0.4 \times 3 \times 5 = 6$이며, 이는 ②의 6과 일치한다.

NoteBase

문 5. 자료 (x_i, y_i) $(i = 1, 2, \cdots, 32)$에 단순선형회귀모형 $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$를 최소제곱법으로 적합하여 얻은 분산분석표의 일부가 다음과 같을 때, 추정된 회귀직선의 결정계수는? (단, ε_i는 정규분포 $N(0, \sigma^2)$을 따르고 서로 독립이다)

요인	제곱합	자유도	평균제곱	$F-$값
회귀		1	20	10
잔차		30		
계				

① $\frac{1}{4}$
② $\frac{1}{3}$
③ $\frac{1}{2}$
④ $\frac{2}{3}$

정답 1번

간단한 해설

결정계수는 **전체 변동 중 회귀직선이 설명하는 변동의 비율**이다. 회귀제곱합이 20, 잔차제곱합이 60이므로 결정계수는 $\frac{20}{20+60} = \frac{1}{4}$이며, 전체 변동의 25%를 설명한다.

NoteBase

계산 과정

회귀제곱합: 평균제곱은 제곱합을 자유도로 나눈 값이다. 표에서 회귀평균제곱 MSR은 20이고 회귀 자유도는 1이므로, 회귀직선이 설명하는 변동인 회귀제곱합 SSR은 $20 \times 1 = 20$이다.

잔차평균제곱: 분산분석표의 F값은 **회귀평균제곱을 잔차평균제곱으로 나눈 값**이다. 잔차평균제곱을 MSE라 하면 $F = \frac{\text{MSR}}{\text{MSE}}$이므로, $\text{MSE} = \frac{20}{10} = 2$이다. 이는 잔차제곱합을 잔차 자유도로 나눈 값이다.

잔차제곱합: 관측값 32개로 절편과 기울기 두 모수를 추정하므로 잔차 자유도는 $32 - 2 = 30$이며 표와 일치한다. 회귀직선으로 설명되지 않는 변동인 잔차제곱합 SSE는 잔차평균제곱에 자유도를 곱한 $2 \times 30 = 60$이다.

결정계수: **절편을 포함한 최소제곱 회귀모형**에서는 전체제곱합 SST가 회귀제곱합과 잔차제곱합의 합이므로, 전체제곱합은 $20 + 60 = 80$이다. 결정계수는 전체 변동 중 회귀직선이 설명하는 비율이므로 $R^2 = \frac{\text{SSR}}{\text{SST}}$이다. 따라서 $R^2 = \frac{20}{80} = \frac{1}{4}$이며 단위가 없는 비율이다. 이는 전체 변동의 25%를 설명한다는 뜻이며, ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 6. 어느 기관에서 성인 60명을 임의추출한 후, 네 종류의 마스크 A, B, C, D에 대한 선호도를 조사하여 다음과 같은 분할표를 얻었다. "마스크 종류에 따라 성인들의 선호도에 차이가 없다."라는 귀무가설을 검정하기 위한 카이제곱 검정통계량의 값은?

마스크	A	B	C	D	계
빈도	20	15	10	15	60

① $\frac{7}{3}$
② $\frac{8}{3}$
③ $\frac{10}{3}$
④ $\frac{11}{3}$

정답 3번

간단한 해설

선호도에 차이가 없으면 네 종류의 **기대빈도는 각각 15명**이다. 관측빈도와 기대빈도의 차이를 제곱한 뒤 기대빈도로 나누어 합하면 카이제곱 검정통계량은 $\frac{10}{3}$이다.

계산 과정

관측빈도: 표에서 A, B, C, D를 선호한 사람은 각각 20명, 15명, 10명, 15명이며, 합계는 60명이다. 네 범주의 선호확률이 같은지를 확인하는 카이제곱 적합도검정을 적용한다.

기대빈도: 귀무가설은 **네 종류의 선호확률이 모두 같다**는 뜻이므로 각 확률은 $\frac{1}{4}$이다. 각 범주의 기대빈도는 $E_i = 60 \cdot \frac{1}{4} = 15$로, 모두 15명이다.

검정통계량: O_i를 관측빈도, E_i를 귀무가설 아래의 기대빈도라 하면 $\chi^2 = \sum_{i=1}^{4} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$이다. 각 범주에서 관측빈도와 기대빈도의 차이를 제곱하여 부호를 없애고, **기대빈도로 나누어** 합산한다.

A와 C의 기여도: 기대빈도 15명과의 차이는 A에서 5명, C에서 −5명이다. 따라서 A의 기여도는 $\frac{(20-15)^2}{15} = \frac{5}{3}$, C의 기여도는 $\frac{(10-15)^2}{15} = \frac{5}{3}$이다.

B와 D의 기여도: 두 범주 모두 관측빈도와 기대빈도가 15명으로 같으므로, 각각 $\frac{(15-15)^2}{15} = 0$이다.

합산하면 $\chi^2 = \frac{5}{3} + 0 + \frac{5}{3} + 0 = \frac{10}{3}$이다. 이 검정통계량은 단위가 없는 수치이며, 선택지 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 7. 지난 1년간 측정된 일별 풍속과 미세먼지에 대한 자료를 분석하려고 할 때, (가), (나)에 알맞은 방법을 바르게 연결한 것은? (단, 일별 자료는 서로 독립이라고 가정한다)

(가) 풍속이 미세먼지 농도에 미치는 영향을 선형관계로 분석하고자 함
(나) 사계절에 따라 미세먼지 농도의 평균에 차이가 있는지를 검정하고자 함

① (가): 상관분석, (나): 적합도검정
② (가): 회귀분석, (나): 분산분석
③ (가): 회귀분석, (나): 적합도검정
④ (가): t-검정, (나): 분산분석

정답 2번

간단한 해설

풍속의 변화에 따른 미세먼지 농도의 선형적 변화를 설명하는 데에는 **회귀분석**을 사용한다. 사계절처럼 네 집단의 평균이 같은지를 한꺼번에 검정하는 데에는 **분산분석**을 사용한다.

대응 관계 해설

(가) 회귀분석: 풍속을 설명변수, 미세먼지 농도를 반응변수로 두고, 풍속에 따라 미세먼지 농도의 평균이 어떻게 달라지는지를 선형관계로 모형화한다. 회귀직선의 기울기는 풍속이 한 단위 증가할 때 미세먼지 농도의 평균이 얼마나 변하는지를 나타낸다. 상관분석은 두 변수의 선형적 관련성의 방향과 강도를 측정하지만, 회귀분석은 **설명변수와 반응변수의 역할을 구분**하여 관계를 설명한다. 다만 관측자료의 회귀관계만으로 인과관계가 입증되는 것은 아니다.

(나) 분산분석: 계절을 봄·여름·가을·겨울의 네 집단으로 구분하고, 각 집단의 미세먼지 농도 평균을 비교하므로 일원분산분석을 사용한다. 집단 간 평균 차이로 생기는 변동을 집단 내부의 변동과 비교하여 **네 계절의 모평균이 모두 같다**는 귀무가설을 검정한다. 대립가설은 적어도 한 계절의 모평균이 다르다는 것이다. 두 집단의 평균 차이에 사용하는 t-검정보다 네 집단을 함께 비교하는 분산분석이 적절하며, 관측도수와 특정 분포에서의 기대도수를 비교하는 적합도검정은 이 목적에 맞지 않는다. 고전적인 일원분산분석은 문제에 주어진 관측값의 독립성 외에 각 집단 오차의 정규성과 등분산성을 전제로 한다.

(가)에 회귀분석, (나)에 분산분석을 연결한 조합은 ②와 일치한다.

NoteBase

문 8. 이산확률변수 N의 확률질량함수가 다음과 같을 때, $E(N)+Var(N)$은? (단, c는 상수이다)

P(N=k)=cases(c)/(k!(10-k)!)≤ft((1)/(2))^10, & k=0,1,·s,10\\0, & 그 외cases

① $\frac{13}{2}$
② $\frac{15}{2}$
③ $\frac{17}{2}$
④ $\frac{19}{2}$

정답 2번

간단한 해설

주어진 확률질량함수는 **시행 횟수 10, 성공확률 1/2인 이항분포**의 형태이다. 기댓값은 5, 분산은 $\frac{5}{2}$이므로 두 값의 합은 $\frac{15}{2}$이다.

계산 과정

상수 결정: 조합의 정의에 따라 $\frac{1}{k!\,(10-k)!}=\frac{1}{10!}\binom{10}{k}$이다. 이항정리를 쓰면 $\sum_{k=0}^{10}\binom{10}{k}=2^{10}$이므로, 주어진 확률을 모두 더한 값은 $\frac{c}{10!}$이다. **확률의 총합은 1**이어야 하므로 $c=10!$이다.

분포 확인: 상수를 대입하면 $P(N=k)=\binom{10}{k}\left(\frac{1}{2}\right)^{10}$이다. 여기서 $\left(\frac{1}{2}\right)^{10}=\left(\frac{1}{2}\right)^{k}\left(\frac{1}{2}\right)^{10-k}$이므로, 이는 **10번의 독립 시행에서 성공확률이 1/2일 때의 성공 횟수**를 나타내는 이항분포와 같다.

기댓값과 분산: 이항분포에서 시행 횟수를 n, 성공확률을 p라 하면 $E(N)=np$, $\mathrm{Var}(N)=np(1-p)$이다. 따라서 $E(N)=10\cdot\frac{1}{2}=5$, $\mathrm{Var}(N)=10\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}=\frac{5}{2}$이다. 기댓값은 평균적인 성공 횟수이고, 분산은 그 횟수가 평균 주위에 흩어지는 정도이다.

두 값을 더하면 $E(N)+\mathrm{Var}(N)=5+\frac{5}{2}=\frac{15}{2}$이며, 이는 ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 9. 어느 단체에서 고등학생의 평균 인터넷 사용 시간이 10년 전보다 증가했는지를 검정하기 위해 고등학생 64명을 임의추출하여 하루 인터넷 사용 시간을 조사한 결과 표본평균이 5.2시간, 표본표준편차는 1시간으로 나타났다. 10년 전 고등학생의 하루 평균 인터넷 사용 시간이 5시간이었을 때, 이 검정의 유의확률과 같은 것은? (단, Z는 표준정규분포를 따르는 확률변수이다)

① $P(Z \geq 1)$

② $P(Z \geq 1.6)$

③ $2 \times P(Z \geq 1)$

④ $2 \times P(Z \geq 1.6)$

정답 2번

간단한 해설

평균 사용 시간의 증가를 검정하므로 **오른쪽 꼬리만 보는 단측검정**이다. 표본평균과 기준 평균의 차이를 표준오차로 나눈 값이 1.6이므로, 정규근사에 따른 유의확률은 $P(Z \geq 1.6)$이다.

계산 과정

검정 방향: 현재 고등학생의 하루 평균 인터넷 사용 시간을 μ라 하면, 기준 평균은 5시간이다. 귀무가설은 $H_0 : \mu = 5$, 대립가설은 $H_1 : \mu > 5$로 놓는다. '증가했는지'를 묻기 때문에 **큰 표본평균이 대립가설을 뒷받침**한다.

표준오차: 표본 크기는 $n = 64$, 표본평균은 $\bar{x} = 5.2$시간, 표본표준편차는 $s = 1$시간이다. 표본 크기가 큰 경우 표본평균의 분포를 정규분포로 근사하고, 모표준편차를 s로 추정한다. 이때 표본평균의 표준오차 추정값은 $\frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{1}{\sqrt{64}} = 0.125$시간이다. 이는 **표본평균의 표집 변동**을 나타내며, 개별 학생의 사용 시간 변동을 나타내는 표본표준편차 1시간과 구별된다.

검정통계량: 기준 평균과 표본평균의 차이를 표준오차로 나누면 $z = \frac{5.2 - 5}{0.125} = 1.6$이다. 표본평균 5.2시간이 기준 평균 5시간보다 표준오차의 1.6배만큼 크다는 뜻이며, 시간 단위는 분자와 분모에서 상쇄된다.

유의확률: 귀무가설의 평균 5시간을 기준으로, 관측된 값 이상으로 증가를 뒷받침하는 검정통계량이 나올 확률을 구한다. 우측 단측검정이므로 오른쪽 꼬리확률만 사용하며, 양측검정처럼 2를 곱하지 않는다. 따라서 정규근사에 따른 유의확률은 $P(Z \geq 1.6)$이며, ②에 해당한다.

NoteBase

문 10. 이산확률변수 X의 확률분포는 다음과 같다. $E(X^2)=\frac{3}{2}$일 때, $Var(X)$는?

x	0	1	2	계
$P(X=x)$	$\frac{1}{4}$	( )	( )	1

① $\frac{1}{4}$
② $\frac{1}{2}$
③ $\frac{3}{4}$
④ 1

정답 2번

간단한 해설

분산은 **제곱의 기댓값에서 기댓값의 제곱을 뺀 값**이다. 확률의 합과 주어진 조건으로 구한 평균이 1이므로, $Var(X)=\frac{3}{2}-1^2=\frac{1}{2}$이다.

계산 과정

1. 빈칸의 확률 설정: 표에서 $P(X=0)=\frac{1}{4}$이고, 나머지 두 확률을 $a=P(X=1)$, $b=P(X=2)$로 둔다. **모든 확률의 합은 1**이므로 $a+b=\frac{3}{4}$이다.

2. 제곱의 기댓값 적용: 이산확률변수의 기댓값은 각 값에 그 확률을 곱해 더하므로, 제곱의 기댓값을 구할 때는 각 값을 제곱하여 곱한다. 따라서 $E(X^2)=0^2\cdot\frac{1}{4}+1^2a+2^2b=a+4b$이다. 주어진 조건에 따라 $a+4b=\frac{3}{2}$이며, 여기서 $a+b=\frac{3}{4}$를 빼면 $3b=\frac{3}{4}$이다. 따라서 $b=\frac{1}{4}$, $a=\frac{1}{2}$이다.

3. 평균 계산: 구한 확률을 각 값에 곱해 더하면 $E(X)=0\cdot\frac{1}{4}+1\cdot\frac{1}{2}+2\cdot\frac{1}{4}=1$이다. 이는 이 분포에서 X의 평균이 1이라는 뜻이다.

4. 분산 계산: 분산은 평균으로부터 떨어진 거리를 제곱한 값의 기댓값이며, $Var(X)=E(X^2)-\{E(X)\}^2$으로 계산할 수 있다. **평균을 먼저 구한 뒤 그 값을 제곱**하여 빼므로, $Var(X)=\frac{3}{2}-1^2=\frac{1}{2}$이다. 이 값은 ②와 일치한다.

NoteBase

문 11. (가), (나)에 들어갈 내용을 바르게 연결한 것은?

학생 100명 중 무작위로 선택된 50명에게는 교수법 Ⅰ을, 나머지 50명에게는 교수법 Ⅱ를 적용한 후, 평가 결과를 4개 등급으로 나눈 표가 다음과 같다.

교수법 \ 등급	A	B	C	D	계
Ⅰ	13	11	16	10	50
Ⅱ	9	11	14	16	50

"두 교수법의 효과가 동일하다."라는 귀무가설을 검정하기 위해 계산된 카이제곱 검정통계량의 값은 2.25이다. 유의수준 $\alpha = 0.05$에서 검정할 때, 검정통계량의 값이 [(가)]보다 작으므로 두 교수법의 효과에 차이가 [(나)]. (단, $\chi^2_\alpha(k)$는 자유도가 k인 카이제곱분포의 제$100\times(1-\alpha)$ 백분위수를 나타내고, $\chi^2_{0.05}(3) = 7.81$, $\chi^2_{0.05}(7) = 14.07$이다)

① (가): 7.81, (나): 없다

② (가): 7.81, (나): 있다

③ (가): 14.07, (나): 없다

④ (가): 14.07, (나): 있다

정답 1번

간단한 해설

2행 4열 분할표이므로 카이제곱 검정의 **자유도는 3**이고, 유의수준 0.05의 임계값은 7.81이다. 검정통계량 2.25는 이보다 작으므로 두 교수법의 효과에 **유의한 차이가 있다고 볼 근거가 없다**.

NoteBase

빈칸별 해설

귀무가설은 두 교수법에서 A~D 등급이 나올 확률이 각각 같다는 것이고, 대립가설은 두 교수법의 등급 분포가 다르다는 것이다. 두 집단의 범주별 분포를 비교하므로 카이제곱 동질성 검정을 적용한다.

(가) 7.81: 교수법은 2개, 평가 등급은 4개이므로 분할표는 2행 4열이다. 행·열 합계에 따른 제약을 반영하면 자유도는 $(2-1)(4-1)=3$이다. 따라서 주어진 $\chi^2_{0.05}(3)=7.81$을 사용한다. 이 값은 귀무가설 아래에서 검정통계량이 그보다 클 확률이 0.05가 되는 **오른쪽 꼬리의 임계값**이다. 14.07은 자유도 7의 임계값이므로 이 표에 적용하지 않는다.

(나) 없다: 카이제곱 통계량은 관측도수와 귀무가설 아래의 기대도수 사이의 차이를 나타내므로, 값이 클수록 귀무가설에 불리하다. 이 검정에서는 통계량이 7.81보다 클 때 귀무가설을 기각한다. 주어진 통계량은 2.25로 임계값보다 작으므로 **귀무가설을 기각하지 못한다**. 따라서 유의수준 0.05에서 두 교수법의 효과에 통계적으로 유의한 차이가 없다고 판단한다. 이는 효과가 완전히 같다는 증명이 아니라, 차이가 있다고 결론 내릴 증거가 충분하지 않다는 뜻이다.

(가)는 7.81, (나)는 '없다'이므로 ①의 조합과 일치한다.

NoteBase

문 12. 서로 독립인 두 확률변수 X, Y가 표준정규분포를 따른다고 할 때, 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 확률변수 Z가 표준정규분포를 따를 때 $P(Z \geq 0.6) = 0.2743, P(Z \leq 1) = 0.8413$이다)

ㄱ. $E(X^2Y^2) = 1$
ㄴ. $Cov(X, Y) = 0$
ㄷ. $P(-3 \leq 3X - 4Y \leq 5) = 0.5670$

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

간단한 해설

ㄷ에서 $3X - 4Y$의 **표준편차는 5**이므로, 구간을 표준화하면 -0.6≤ Z≤1이 된다. 표준정규분포의 대칭성을 이용하면 이 구간의 확률은 $0.8413 - 0.2743 = 0.5670$이다.

보기별 해설

표준정규분포의 평균은 0, 분산은 1이므로 $E(X) = E(Y) = 0$, $\mathrm{Var}(X) = \mathrm{Var}(Y) = 1$이다.

ㄱ. O: 분산의 정의에서 $E(X^2) = \mathrm{Var}(X) + [E(X)]^2 = 1$이며, 마찬가지로 $E(Y^2) = 1$이다. 또한 **독립인 확률변수의 함수들도 서로 독립**이므로 제곱한 변수들의 곱의 기댓값을 각각의 기댓값의 곱으로 나눌 수 있다. 따라서 $E(X^2Y^2) = E(X^2)E(Y^2) = 1$이다.

ㄴ. O: **독립이면 공분산은 0**이다. 독립성에 의해 $E(XY) = E(X)E(Y) = 0$이므로, 공분산의 정의에 대입하면 $\mathrm{Cov}(X, Y) = E(XY) - E(X)E(Y) = 0$이다.

ㄷ. O: $W = 3X - 4Y$라 두면, 서로 독립인 정규확률변수의 선형결합이므로 W도 정규분포를 따른다. 평균은 $E(W) = 3E(X) - 4E(Y) = 0$이다. 독립이므로 분산의 공분산 항이 사라져 $\mathrm{Var}(W) = 3^2 \cdot 1 + (-4)^2 \cdot 1 = 25$이다. **계수가 음수여도 분산에는 제곱하여 반영**하므로 표준편차는 5이다. 따라서 $Z = \frac{W}{5}$는 표준정규분포를 따르며, P(-3≤ W≤5)=P(-0.6≤ Z≤1)이다. 표준정규분포는 0을 중심으로 대칭이고 연속분포이므로 P(Z<-0.6)=P(Z≥0.6)=0.2743이다. 구하려는 구간의 확률은 1 이하의 누적확률에서 −0.6 미만의 확률을 빼면 되므로, $0.8413 - 0.2743 = 0.5670$이다.

ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 성립하므로 세 보기를 모두 포함하는 조합은 ④이다.

NoteBase

문 13. 어느 제품의 무게는 표준편차가 2인 정규분포를 따른다고 한다. 임의추출한 n개 제품 무게의 표본평균을 $\overline{X}$, 모집단의 평균을 μ라고 할 때, $P(|\overline{X}-\mu| \le 0.2) \ge 0.9544$를 만족하는 n의 최솟값은? (단, 확률변수 Z가 표준정규분포를 따를 때 $P(|Z| \le 2) = 0.9544$이다)

① 64

② 100

③ 225

④ 400

정답 4번

간단한 해설

표본평균의 **표준오차**는 $\frac{2}{\sqrt{n}}$이므로, 오차 0.2가 표준오차의 2배 이상이어야 주어진 확률을 확보한다. 이 조건을 만족하는 최소 표본크기는 **400개**이다.

계산 과정

표본평균의 분포: 모집단이 정규분포이고 표준편차가 2이므로, 크기가 n인 임의표본의 평균 $\overline{X}$도 정규분포를 따른다. 그 평균은 μ이고, 표준편차는 $\frac{2}{\sqrt{n}}$이다. 이 표준편차를 **표본평균의 표준오차**라고 한다.

확률의 표준화: 표본평균에서 모평균을 뺀 값을 표준오차로 나누면 $Z = \frac{\overline{X}-\mu}{2/\sqrt{n}}$는 표준정규분포를 따른다. 따라서 무게의 오차가 0.2 이하일 확률은 $P(|Z| \le 0.1\sqrt{n})$이다. 여기서 $0.1\sqrt{n}$은 **허용오차 0.2를 표준오차 단위로 나타낸 값**이다.

최소 표본크기: 표준정규분포에서 중심 구간이 넓어질수록 그 구간에 포함될 확률은 커진다. 주어진 $P(|Z| \le 2) = 0.9544$를 이용하면 필요한 조건은 $0.1\sqrt{n} \ge 2$이다. 이를 풀면 $\sqrt{n} \ge 20$, 즉 $n \ge 400$이다. 따라서 최소 표본크기는 400개이며, ④의 400에 해당한다.

NoteBase

문 14. 단순선형회귀모형에서 기울기에 대한 100(1−α)% 신뢰구간을 설명한 것으로 옳은 것은?

① 기울기의 추정값이 커지면 신뢰구간의 폭이 넓어진다.

② α(0 < α < 1)의 값이 커지면 신뢰구간의 폭이 넓어진다.

③ 평균제곱오차(MSE)의 값이 커지면 신뢰구간의 폭이 넓어진다.

④ 독립변수의 편차의 제곱합이 커지면 신뢰구간의 폭이 넓어진다.

정답 3번

간단한 해설

다른 조건이 같을 때 **평균제곱오차(MSE)가 커지면** 기울기 추정량의 표준오차가 커진다. 이에 따라 기울기의 불확실성이 커져 신뢰구간의 폭이 넓어진다.

선지별 해설

오차가 서로 독립이고 같은 분산의 정규분포를 따르는 통상적인 단순선형회귀모형을 기준으로 한다. 표본크기를 n, 독립변수의 편차제곱합을 $S_{xx} = \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2$이라 하자. 기울기 추정량의 표준오차는 $\mathrm{SE}(\hat{\beta}_1) = \sqrt{\frac{\mathrm{MSE}}{S_{xx}}}$이다. 자유도 n−2인 t분포의 누적확률 $1-\alpha/2$에 해당하는 값을 c라 하면, 기울기의 100(1−α)% 신뢰구간은 $\hat{\beta}_1 \pm c\sqrt{\frac{\mathrm{MSE}}{S_{xx}}}$이고, 그 폭은 $2c\sqrt{\frac{\mathrm{MSE}}{S_{xx}}}$이다. 아래에서는 각 요인 외의 조건은 같다고 본다.

① X: 기울기의 추정값은 **신뢰구간의 중심**을 결정한다. 추정값이 커져도 표준오차와 임계값이 같으면 구간 전체가 이동할 뿐 폭은 변하지 않는다.

② X: α가 커지면 신뢰수준 100(1−α)%가 낮아지고, t분포의 임계값 c가 작아진다. 따라서 신뢰구간의 폭은 **좁아진다**. 더 낮은 신뢰수준에서는 더 좁은 구간을 사용한다.

③ O: MSE는 오차분산의 추정값으로, 관측값이 회귀직선 주위에서 얼마나 흩어져 있는지를 나타낸다. MSE가 커지면 기울기 추정량의 **표준오차가 커지므로** 신뢰구간의 폭이 넓어진다.

④ X: 독립변수의 편차제곱합은 표준오차 공식의 **분모에 있으므로** 그 값이 커질수록 표준오차가 작아져 신뢰구간의 폭이 좁아진다. 독립변수의 값들이 더 넓게 퍼져 있으면 같은 오차분산에서 기울기를 더 정밀하게 추정할 수 있다.

NoteBase

문 15. 다음과 같은 일원배치 분산분석표에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

요인	제곱합	자유도	평균제곱	$F-$값	$p-$값
처리	SSA	(가)	MSA	(다)	(라)
오차	SSE	(나)	MSE		
계	SST				

① 처리의 수가 3일 경우 (가)의 값은 2이다.

② 전체 자료의 수가 25이고 처리의 수가 3일 때, (나)의 값은 22이다.

③ (다)는 SSA × (나)SSE × (가)이다.

④ 확률변수 X가 분자와 분모의 자유도가 각각 (가), (나)인 F분포를 따를 때, (라)는 P(X < (다))이다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '관측된 F값보다 작을 확률'은 **관측된 F값 이상이 나올 오른쪽 꼬리확률**로 고쳐야 한다. F값이 클수록 처리평균이 모두 같다는 귀무가설에 불리한 증거가 되기 때문이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 처리의 수를 k, 전체 자료의 수를 N이라 하면, 표의 (가)는 **처리 간 변동의 자유도**인 $k-1$이다. 처리평균 k개를 전체평균과 비교할 때 하나의 제약이 생기므로 자유도 하나가 줄어든다. 처리가 3개이면 (가)는 $3-1=2$이다.

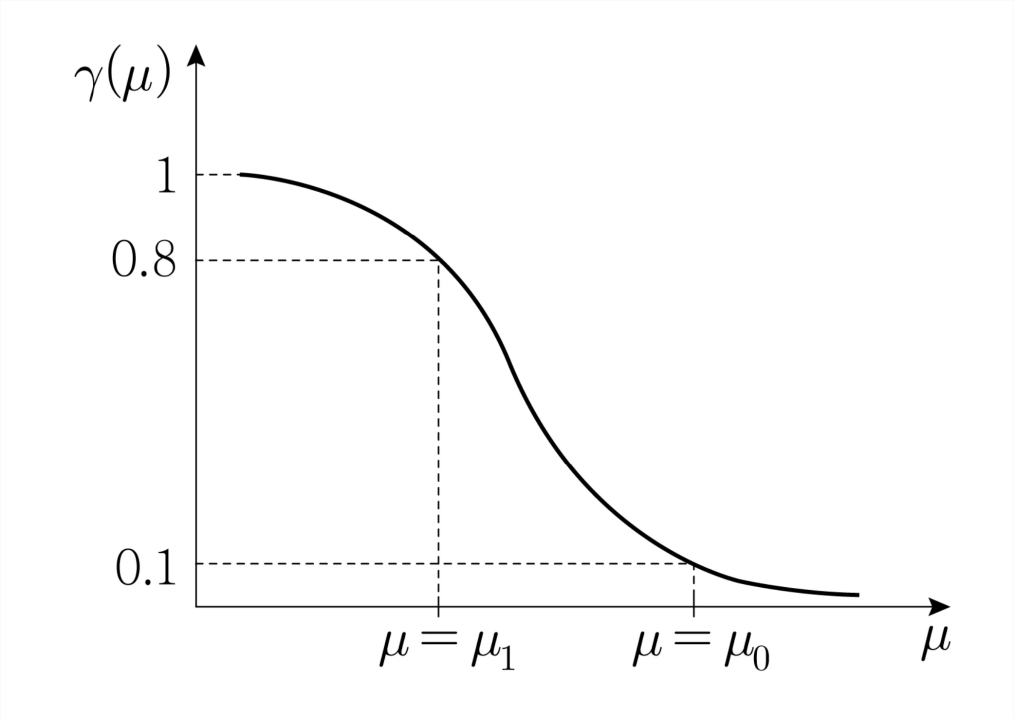
② O: 표의 (나)는 **처리 내 오차의 자유도**인 $N-k$이다. 각 처리에서 그 처리의 평균을 추정하므로, 처리별 자료 수에서 각각 1씩 뺀 자유도를 합한다. 전체 자료가 25개이고 처리가 3개이면 (나)는 $25-3=22$이다.

③ O: 평균제곱은 제곱합을 해당 자유도로 나눈 값이므로 MSA=SSA(가), MSE=SSE(나)이다. 표의 (다)는 **처리평균제곱을 오차 평균제곱으로 나눈 값**이다. 따라서 $F=\frac{MSA}{MSE}$를 정리하면 SSA×(나)SSE×(가)가 된다.

④ X: 일원배치 분산분석은 처리평균이 모두 같다는 귀무가설을 검정한다. 관측값이 서로 독립이고 각 처리의 모집단이 공통 분산을 갖는 정규분포를 따르면, 귀무가설 아래에서 F통계량은 분자 자유도가 (가), 분모 자유도가 (나)인 F분포를 따른다. F값이 크다는 것은 오차에 비해 처리 간 변동이 크다는 뜻이므로, p값은 **관측된 F값 이상인 영역의 확률**이다. 관측된 (다)의 값을 f_0라 하면 (라)는 $P(X \geq f_0)$이며, 선지의 $P(X < f_0)$는 왼쪽 꼬리확률이므로 잘못되었다.

NoteBase

문 16. 다음 그림은 모평균 μ에 대한 가설 $H_0 : \mu = \mu_0$ 대 $H_1 : \mu < \mu_0$의 검정에서, 모평균이 μ일 때 귀무가설을 기각할 확률($\gamma(\mu)$)을 나타낸다. 제1종 오류를 범할 확률과 $\mu = \mu_1$에서 제2종 오류를 범할 확률을 바르게 연결한 것은? (단, $\mu_1 < \mu_0$이다)



① 제1종 오류를 범할 확률: 0.1, 제2종 오류를 범할 확률: 0.2

② 제1종 오류를 범할 확률: 0.1, 제2종 오류를 범할 확률: 0.8

③ 제1종 오류를 범할 확률: 0.2, 제2종 오류를 범할 확률: 0.1

④ 제1종 오류를 범할 확률: 0.2, 제2종 오류를 범할 확률: 0.9

정답 1번

간단한 해설

제1종 오류는 **귀무가설이 참인데 기각**하는 경우이므로 그 확률은 $\gamma(\mu_0) = 0.1$이다. 제2종 오류는 **대립가설이 참인데 기각하지 않는** 경우이므로, $\mu = \mu_1$에서 그 확률은 $1 - 0.8 = 0.2$이다.

NoteBase

계산 과정

그림의 가로축은 모평균 μ, 세로축 $\gamma(\mu)$는 그 모평균에서 귀무가설을 기각할 확률이다. 점선을 따라 곡선의 높이를 읽으면 $\gamma(\mu_0) = 0.1$, $\gamma(\mu_1) = 0.8$이다.

제1종 오류: 귀무가설 $H_0 : \mu = \mu_0$가 참인데 이를 기각하는 오류이다. 따라서 **귀무가설이 참인 모평균** μ_0에서 기각확률을 읽어야 한다. 제1종 오류를 범할 확률은 $\alpha = \gamma(\mu_0) = 0.1$이다.

제2종 오류: $\mu_1 < \mu_0$이므로 $\mu = \mu_1$에서는 대립가설이 참이다. 이때 귀무가설을 기각할 확률 0.8은 검정력이며, 제2종 오류는 귀무가설을 **기각하지 않을 때** 발생한다. 기각과 기각하지 않음은 서로 여사건이므로 $\beta(\mu_1) = 1 - \gamma(\mu_1)$이고, $1 - 0.8 = 0.2$이다.

제1종 오류를 범할 확률 0.1과 제2종 오류를 범할 확률 0.2를 연결한 것은 ①이다.

NoteBase

문 17. 다음은 자료 (x_{1i}, x_{2i}, y_i) $(i = 1, 2, \ldots, 12)$에 다중선형회귀모형 $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \varepsilon_i$를 최소제곱법으로 적합하여 얻은 결과이다. 귀무가설 $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$을 검정할 때, 유의확률이 포함되는 구간은? (단, ε_i는 정규분포 $N(0, \sigma^2)$을 따르고 서로 독립이며, $F_\alpha(k_1, k_2)$는 분자와 분모의 자유도가 각각 k_1, k_2인 F분포의 제$100 \times (1 - \alpha)$백분위수를 나타내고,
$F_{0.1}(2, 9) = 3.01, F_{0.05}(2, 9) = 4.26, F_{0.01}(2, 9) = 8.02$이다.)

$\sum_{i=1}^{12} (y_i - \bar{y})^2 = 180, \quad \sum_{i=1}^{12} (y_i - \hat{y}_i)^2 = 54$
(단, $\hat{y}_i$은 y_i의 적합값이다)

① (0, 0.01)

② (0.01, 0.05)

③ (0.05, 0.1)

④ (0.1, 1)

정답 1번

간단한 해설

회귀모형의 F 검정통계량은 10.5로, 자유도 (2, 9)인 F분포의 **상위 1% 임계값 8.02보다 크다**. 따라서 유의확률은 0보다 크고 0.01보다 작다.

NoteBase

계산 과정

1. 검정 방법과 자유도: $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$은 두 설명변수가 종속변수의 평균을 설명하는 데 함께 기여하는지를 검정하는 가설이다. 오차가 서로 독립이고 동일한 분산의 정규분포를 따르므로 회귀모형 전체에 대한 F검정을 적용한다. 관측값은 12개이고 기울기 계수는 2개이므로 회귀 자유도는 2이다. 오차 자유도는 **절편을 포함한 계수 3개**를 추정한 만큼 빼서 $12 - 3 = 9$이다.

2. 제곱합 계산: 주어진 180은 관측값이 표본평균에서 벗어난 정도를 합한 총제곱합이고, 54는 관측값이 적합값에서 벗어난 정도를 합한 오차제곱합이다. **절편을 포함한 최소제곱 회귀**에서는 총제곱합이 회귀제곱합과 오차제곱합으로 분해된다. 따라서 모형이 설명한 변동인 회귀제곱합은 $180 - 54 = 126$이다.

3. F 검정통계량 계산: 각 제곱합을 해당 자유도로 나누면 회귀평균제곱은 $\frac{126}{2} = 63$, 오차평균제곱은 $\frac{54}{9} = 6$이다. F 검정통계량은 **회귀평균제곱을 오차평균제곱으로 나눈 비율**이므로 $F = \frac{63}{6} = 10.5$이다. 이 값이 클수록 오차에 비해 모형이 설명하는 변동이 커서 귀무가설에 불리하다. 분자와 분모에서 종속변수의 제곱 단위가 소거되므로 F값에는 단위가 없다.

4. 유의확률의 구간: 귀무가설 아래 검정통계량은 자유도 $(2, 9)$인 F분포를 따른다. 유의확률은 이 분포에서 관측된 10.5 이상이 나올 **오른쪽 꼬리확률**이다. 주어진 $F_{0.01}(2, 9) = 8.02$는 그보다 큰 값이 나올 확률이 0.01인 경계이다. $10.5 > 8.02$이므로 $0 < p < 0.01$이며, 이는 ①의 구간 $(0, 0.01)$에 해당한다.

NoteBase

문 18. 각 수준조합에서의 반복수가 일정한 이원배치법으로부터 얻은 분산분석표의 일부가 다음과 같을 때, 옳은 것은?

요인	제곱합	자유도	평균제곱	$F-$값	$p-$값
인자 A	310.08		310.08	10.85	0.017
인자 B	42.00		21.00	0.73	0.518
교호작용 $A \times B$			57.33	2.01	0.215
오차			28.58		
계	638.25	11			

① 인자 A의 수준수는 3이다.

② 인자 B의 제곱합의 자유도는 3이다.

③ 각 수준조합에서의 반복수는 4이다.

④ 교호작용 A×B는 유의수준 5%에서 유의하지 않다.

정답 4번

간단한 해설

교호작용 A×B의 p값은 0.215로 **유의수준 0.05보다 크다**. 따라서 교호작용이 없다는 귀무가설을 기각하지 못하며, 5% 수준에서 교호작용이 유의하다고 볼 수 없다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 분산분석표에서 평균제곱은 제곱합을 자유도로 나눈 값이다. 인자 A의 제곱합과 평균제곱이 모두 310.08이므로 자유도는 $\frac{310.08}{310.08} = 1$이다. A의 수준수를 a라 하면 자유도는 $a - 1$이므로, A의 수준수는 **2**이다.

② X: 인자 B의 제곱합은 42.00, 평균제곱은 21.00이므로 자유도는 $\frac{42.00}{21.00} = 2$이다. 따라서 제곱합의 자유도는 **3이 아니라 2**이며, B의 수준수는 자유도에 1을 더한 3이다.

③ X: 전체 관측수 N에 대해 총자유도는 $N - 1$이다. 표의 총자유도가 11이므로 전체 관측수는 12이다. A는 2수준, B는 3수준이므로 수준조합은 $2 \times 3 = 6$개이다. 각 수준조합의 반복수가 같으므로 반복수는 $\frac{12}{2 \cdot 3} = 2$로, **각 조합에서 2회씩** 관측했다.

④ O: 교호작용은 한 인자의 효과가 다른 인자의 수준에 따라 달라지는 것을 뜻한다. 교호작용이 없다는 귀무가설을 검정할 때, 표의 A×B 행에서 p값은 0.215이다. 이는 유의수준 0.05보다 크므로 **귀무가설을 기각하지 못한다**. 따라서 교호작용은 5% 수준에서 유의하지 않다. 이는 교호작용이 없다고 입증했다는 뜻이 아니라, 교호작용이 있다고 판단할 통계적 근거가 충분하지 않다는 뜻이다.

NoteBase

문 19. 모분산이 알려진 정규분포를 따르는 모집단에서 임의추출한 표본으로부터 구한 모평균 μ에 대한 95% 신뢰구간이 (90, 110)일 때, 옳지 않은 것은?

① 표본평균 $\bar{x}$는 100이다.

② 95% 신뢰수준에서 $\bar{x}$의 오차한계는 10이다.

③ 모평균 μ가 구간 (90, 110)에 포함될 확률은 0.95이다.

④ 가설 $H_0 : \mu = 98$ 대 $H_1 : \mu \neq 98$을 유의수준 5%에서 검정할 때, 귀무가설을 기각하지 못한다.

정답 3번

간단한 해설

95%는 **신뢰구간을 만드는 방법의 포함률**이다. 같은 방식으로 표본추출과 구간 추정을 반복하면 구간의 약 95%가 고정된 모평균을 포함한다는 뜻이며, 이미 구한 (90, 110)에 모평균이 들어갈 확률이 0.95라는 뜻은 아니다.

선지별 해설

① O: 모분산이 알려진 정규모집단의 모평균 신뢰구간은 표본평균을 중심으로 좌우 대칭이다. 따라서 **구간 양 끝값의 평균**이 표본평균이므로, $\bar{x} = \frac{90 + 110}{2} = 100$이다.

② O: 오차한계는 주어진 신뢰수준에서 신뢰구간을 만들 때 표본평균의 양쪽에 더하고 빼는 값이다. 따라서 **신뢰구간 길이의 절반**이며, $\frac{110 - 90}{2} = 10$이다. 구간은 100을 중심으로 양쪽으로 10만큼 뻗어 있다.

③ X: 빈도주의 추론에서 모평균 μ는 **고정된 미지의 값**이고, 표본에 따라 달라지는 것은 신뢰구간의 양 끝값이다. 표본추출과 구간 추정을 같은 방식으로 반복할 때 만들어지는 구간의 약 95%가 모평균을 포함한다는 것이 95% 신뢰수준의 의미이다. 이미 계산된 (90, 110)은 모평균을 포함하거나 포함하지 않으므로, 이 고정된 구간에 모평균이 포함될 확률을 0.95라고 해석하지 않는다.

④ O: 모분산이 알려진 정규모집단에서 모평균에 대한 유의수준 5%의 양측검정은 **가정한 모평균이 95% 신뢰구간 밖에 있을 때** 귀무가설을 기각한다. 가정한 값 98은 (90, 110) 안에 있으므로 $H_0 : \mu = 98$을 기각하지 못한다. 이는 모평균이 98이라는 사실이 입증되었다는 뜻이 아니라, 98과 다르다고 판단할 증거가 충분하지 않다는 뜻이다.

NoteBase

문 20. 두 이산확률변수 X와 Y의 결합확률분포가 다음과 같을 때, X^2과 Y^2의 공분산은?

X \ Y	0	1
0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$
1	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$

① $-\frac{1}{8}$
② $-\frac{1}{64}$
③ $\frac{1}{64}$
④ $\frac{1}{8}$

정답 2번

간단한 해설

X와 Y는 0 또는 1만 가지므로 **제곱해도 값이 같다**. 따라서 X^2과 Y^2의 공분산은 X와 Y의 공분산과 같으며, $E[XY] - E[X]E[Y] = -\frac{1}{64}$이다.

계산 과정

표에서 행은 X, 열은 Y의 값이다. 두 변수 모두 0과 1만 가지므로 $X^2 = X$, $Y^2 = Y$이다. 따라서 구할 값은 $\mathrm{Cov}(X, Y)$이며, **곱의 기댓값에서 각 기댓값의 곱을 빼서** 계산한다.

각 기댓값: 0과 1만 가지는 변수의 기댓값은 **값이 1일 확률**과 같다. $X = 1$인 행의 확률을 더하면 $E[X] = P(X = 1) = \frac{1}{4} + \frac{3}{8} = \frac{5}{8}$이다. $Y = 1$인 열에서도 $E[Y] = P(Y = 1) = \frac{1}{4} + \frac{3}{8} = \frac{5}{8}$이다.

곱의 기댓값: XY는 **두 변수가 모두 1일 때만 1**이고, 나머지 경우에는 0이다. 따라서 표의 오른쪽 아래 칸을 이용하면 $E[XY] = P(X = 1, Y = 1) = \frac{3}{8}$이다.

공분산: 위 값을 대입하면 $\mathrm{Cov}(X^2, Y^2) = \frac{3}{8} - \frac{5}{8} \cdot \frac{5}{8}$이다. 이를 계산하면 $\frac{24}{64} - \frac{25}{64} = -\frac{1}{64}$이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase