제 1 장

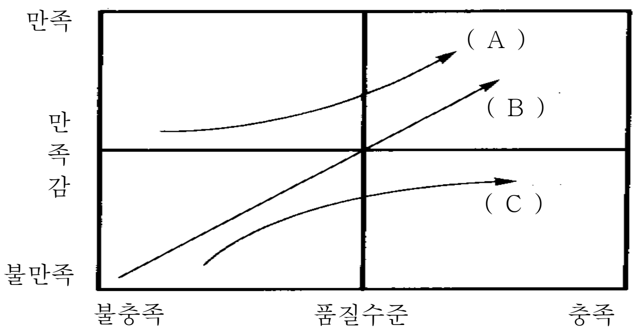
품질경영기사 실기

CBT 모의고사1

국가기술자격시험	품질경영기사 실기 모의고사 1-1R	시험시간 : 3시간

◈ 품질경영실무 ◈

01 다음은 카노의 품질요소에 대한 그림이다. 괄호안을 채우시오.



해설

(A) 매력적 품질요소 : 충족되는 경우 만족을 주지만 충족이 되지 않더라고 크게 불이익이 없는 품질요소

(B) 일원적 품질요소 : 충족이 되면 만족하고 충족이 되지 않으면 고객들의 불만을 일으키는 품질요소. "일차원적 품질요소"라고도 함.

(C) 당연적 품질요소 : 반드시 있어야만 만족되는 품질요소

02 품질경영에 대한 전반적인 내용이다. 맞으면 ○, 틀리면 × 표시를 하시오.

(1) 샘플링검사가 무분별한 전수검사보다 신뢰도가 높다. ( )

(2) 시료를 2배로 하고 합격판정개수를 2배로 하면 OC곡선은 변화한다. ( )

(3) 계수규준형 샘플링검사 방식에서 시료의 크기 n과 합격판정개수 c는 p_0, α, p_1, β를 만족하도록 정해져 있다. ( )

(4) OC곡선이 거의 동일하면 공정평균추정의 정확도는 1회 샘플링, 2회 샘플링, 다회 샘플링 순으로 높아진다. ( )

(5) 계수 샘플링검사에서는 일반적으로 로트의 N과 시료의 크기 n을 일정하게 했을 때 합격판정개수 c를 증가시키면 α(생산자위험)는 감소하고, β(소비자위험)는 증가한다. ( )

해설

☞ (1) ○, (2) ○, (3) ○, (4) ×, (5) ○

[참조] (4) 동일 AQL, 동일 샘플문자, 동일한 엄격도의 경우에는 1회 형식, 2회 형식, 다회 형식 중 어느 샘플링형식을 취하여도 OC곡선은 실용상 거의 일치하도록 되어 있다.

03 3정5S란 무엇인가?

해설

☞ 3정5S는 현장의 관리나 개선을 위한 기본적인 활동

(1) 3정(定)은 눈으로 보는 관리(Visual Management)를 위한 수단이며, 이는 JIT생산을 위해 토요타자동차에서 시작된 것으로서, 지정된 위치에, 지정된 품목이, 지정된 양만큼 있도록 하는 현장관리 수단이다.

① 정위치 : 정해진 곳에서 가져 올 수 있도록

② 정품 : 정해진 품목을 쓸 수 있도록

③ 정량 : 정해진 양을 얻을 수 있도록

(2) 5S(행) :

① 정리(Seiri) : 필요한 것과 불필요한 것을 구분하고, 불필요한 것을 없애는 것.

② 정돈(Seiton) : 필요한 것을 필요한 때에 끄집어 내어 쓸 수 있는 상태로 놓아 두는 것.

③ 청소(Seiso) : 더러움, 먼지, 찌꺼기 등이 없는 상태로 만드는 것.

④ 청결(Seiketsu) : 정리, 정돈, 청소의 상태를 유지하는 것.

⑤ 습관화(Shitsuke) : 정해진 일을 올바르게 지키는 것이 습관이 되도록 생활화하는 것.

◈ 통계적품질관리 ◈

04 A 제품을 완성하기 위해서는 부품 150개가 직렬조립되어야 한다고 한다. 각 부품의 부적합품률이 0.02%로 일정하다고 한다면, A 제품이 적합품이 될 확률을 구하시오.

해설

☞ 부적합품률은 이항분포를 적용하여 계산하며, 부적합품인 이항분포의 확률변수를 X 라고 할 때, $P_r(X=x)=p(x)={}_nC_x P^x(1-P)^{n-x}$ 이므로

$$P_r(X=0)=p(0)={}_{150}C_0P^0(1-P)^{150-0}={}_{150}C_0 0.0002^0(1-0.0002)^{150-0}=0.9704$$

05 A사의 제품 강도의 모평균은 130, 모표준편차는 15인 집단에서 군의 크기 n=4로 하여 $\bar{x}$ 관리도를 작성하였더니 U_{CL}=152.5, L_{CL}=107.5이었다. 다음 물음에 답하시오.

(단, 산포는 변화가 없었으며, 규격은 100~160이다.)

(1) 이 제품의 규격을 벗어날 확률을 구하시오.

(2) $\bar{x}$ 관리도의 중심선이 U_{CL} 쪽으로 1σ 만큼 이동하였다면 검출력은 얼마나 되겠는가?

해설

(1) S_U=160, S_L=100이고, 제품 강도 x 는 $N(130,\ 15^2)$ 에 따르므로 규격 밖으로 벗어나는 제품의 비율(P)은 정규분포를 이용하여 계산하면 다음과 같다.

$$P=P_r(x>S_U)+P_r(x<S_L)=P_r\left(\frac{x-\mu}{\sigma}>\frac{S_U-\mu}{\sigma}\right)+P_r\left(\frac{x-\mu}{\sigma}<\frac{S_L-\mu}{\sigma}\right)$$

$$= P_r\left(U > \frac{S_U - \mu}{\sigma}\right) + P_r\left(U < \frac{S_L - \mu}{\sigma}\right) = P_r\left(U > \frac{160 - 130}{15}\right) + P_r\left(U < \frac{100 - 130}{15}\right)$$

$$= P_r(U > 2.00) + P_r(U < -2.00) = 0.0228 + 0.028 = 0.0456 \ (4.56\%)$$

[참고] $\mu \pm 2\sigma$ 안에 포함될 확률 → 0.9545(95.45%)

(2) 변동 전의 공정평균 μ=130, 변동 후의 공정평균 $\mu' = \mu + 1\sigma = 130 + 1 \times 15 = 145$이므로,

$\overline{x}$가 U_{CL}=152.5를 벗어나는 확률인 검출력($1-\beta$)은 다음과 같다.

$$1 - \beta = P_r(\overline{x} > U_{CL}) = P_r\left(\frac{\overline{x} - \mu'}{\sigma / \sqrt{n}} > \frac{U_{CL} - \mu'}{\sigma / \sqrt{n}}\right) = P_r\left(U > \frac{U_{CL} - \mu'}{\sigma / \sqrt{n}}\right)$$

$$= P_r\left(U > \frac{152.5 - 145}{15 / \sqrt{4}}\right) = P_r(U > 1.00) = 0.1587 \ (15.87\%)$$

[참고] $\mu \pm 1\sigma$ 안에 포함될 확률 → 0.6827(68.27%)

[참고] (2)항에서 L_{CL}을 벗어나 확률은 거의 0이므로 이를 생략하고 계산한 것임.

06 한 여성단체에서 같은 직종에 근무하는 남자, 여자 직원을 비교하여 남녀의 월급차이가 있는지를 조사하였다. 다음 물음에 답하시오.

	남자	여자
표본크기	100명	100명
평균	195만원	178만원
모표준편차	25만원	30만원

(1) 남자의 월급이 여자의 월급보다 많다고 할 수 있는지를 검정하시오(단, 유의수준 5%).
(2) 남녀간의 월급차에 대한 95% 신뢰하한을 구간추정하시오.

해설

☞ 남자를 1, 여자를 2라고 하고, 남자의 평균월급 μ_1, 모표준편차 σ_1, 여자의 평균월급 μ_2, 모표준편차 σ_2라고 할 때

(1) 검정

① 가설 설정 : H_0 : $\mu_1 \le \mu_2$, H_1 : $\mu_1 > \mu_2$(한쪽검정)　② 유의수준 : $\alpha = 0.05$

③ 검정통계량의 값(U_0) 계산 : $U_0 = \dfrac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{\sqrt{\dfrac{\sigma_1^2}{n_1} + \dfrac{\sigma_2^2}{n_2}}} = \dfrac{195 - 178}{\sqrt{\dfrac{25^2}{100} + \dfrac{30^2}{100}}} = 4.353$

④ 기각역 : $U_0 > u_{1-\alpha}$이면 H_0 기각

⑤ 판정 : $U_0 = 4.353 > u_{1-\alpha} = u_{0.95} = 1.645$이므로, H_0를 기각한다.

즉, 유의수준 5%로 남자의 월급이 여자의 월급보다 많다고 할 수 있다.

(2) 추정

대립가설(H_1 : $\mu_1 > \mu_2$)이 채택된 경우이므로, 신뢰하한 추정을 한다.

$$\widehat{(\mu_1-\mu_2)}_L = (\bar{x}_1-\bar{x}_2) - u_{1-\alpha}\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1}+\frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

$$= (195-178) - 1.645\times\sqrt{\frac{25^2}{100}+\frac{30^2}{100}} = 10.58\text{(만원)}$$

07 K사에서는 부품의 강도가 매우 중요하다고 생각되어 공정을 새로운 방법으로 개선하여 생산된 제품을 측정한 결과 다음의 데이터를 얻었다. 모분산의 신뢰구간을 추정하시오.
(단, 신뢰율 95%, 분포의 값은 주어진 표를 이용하시오.) (단위 : kgf/mm²)

[데이터]	11.00	11.50	10.75	11.25	10.50	11.75	10.75	11.25	10.50	12.25

해설

☞ 1개 모분산의 95% 양쪽신뢰구간 추정

$n=10,\ \alpha=0.05,\ \nu=n-1=10-1=9$ 이고,

$$S=\sum x^2-\frac{(\sum x)^2}{n}=(11.00^2+11.50^2+\cdots+12.25^2)-\frac{(11.0+11.50+\cdots+12.25)^2}{10}=2.90 \text{ 이므로}$$

$$\frac{S}{\chi^2_{1-\alpha/2}(\nu)}\le\hat{\sigma}^2\le\frac{S}{\chi^2_{\alpha/2}(\nu)} \text{ 의 관계식으로부터 } \frac{S}{\chi^2_{0.975}(9)}\le\hat{\sigma}^2\le\frac{S}{\chi^2_{0.025}(9)}$$

$$\frac{2.90}{19.02}\le\hat{\sigma}^2\le\frac{2.90}{2.70} \rightarrow \therefore\ 0.152\le\hat{\sigma}^2\le1.074$$

08 n=7인 다음 데이터를 1차 회귀분석을 하려고 한다. 다음 보기의 데이터 값을 보고 물음에 답하시오.

[보기] $S_{(xx)}=\sum x^2-\frac{(\sum x)^2}{n}=112,\ S_{(yy)}=\sum y^2-\frac{(\sum y)^2}{n}=68$

$S_{(xy)}=\sum xy-\frac{(\sum x)(\sum y)}{n}=56$

(1) 회귀에 의한 변동 S_R 을 계산하시오. (2) y 의 전변동 $S_{(yy)}$ 를 계산하시오.

(3) 회귀로부터의 잔차변동 $S_{y/x}$ 를 계산하시오.

해설

(1) 회귀에 의한 변동(회귀에 의하여 설명되는 변동, 회귀변동) : $S_R=\frac{\{S_{(xy)}\}^2}{S_{(xx)}}=\frac{56^2}{112}=28$

(2) y 의 전변동 $S_{(yy)}$: $S_T = S_{(yy)} = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} = 68$

(3) 회귀로부터의 변동(회귀에 의해 설명되지 않는 변동, 오차변동) :

$$S_{y/x}(=S_E) = S_T - S_R = 68 - 28 = 40$$

09 어떤 부품의 수입검사에서 KS Q ISO 2859-1의 계수값 샘플링검사 방식을 적용하고 있다. AQL=1.5%, 검사수준 Ⅱ로 하는 1회 샘플링방식을 채택하고 있다. 처음 검사는 보통검사로 시작하였으며, 15개 로트에 대한 검사를 실시하였다. KS Q ISO 2859-1의 주 샘플링검사표(부표)를 사용하여 답안지 표의 공란을 채우고, 로트의 엄격도 전환을 결정하시오.

로트번호	N	샘플문자	n	A_c	R_e	부적합수	합부판정	전환스코어	엄격도적용
1	300	H	50	2	3	3	불합격		보통검사 시작
2	500					0			
3	200					0			
4	800					2			
5	1,500					1			
6	500					0			
7	2,500					1			

해설

☞ 정수 A_c 를 적용할 때의 합부판정 및 엄격도 전환에 대한 공란 작성이다.

(1) 표의 공란 작성 및 합부판정

로트번호	N	샘플문자	n	A_c	R_e	부적합품수	합부판정	전환스코어	엄격도적용
1	300	H	50	2	3	3	불합격	0	보통검사로 시작
2	500	H	50	2	3	0	합격	3	보통검사 속행
3	200	G	32	1	2	0	합격	5	보통검사 속행
4	800	J	80	3	4	2	합격	8	보통검사 속행
5	1,500	K	125	5	6	1	합격	11	보통검사 속행
6	500	H	50	2	3	0	합격	14	보통검사 속행
7	2,500	K	125	5	6	1	합격	17	보통검사 속행

(2) 합부판정 및 엄격도 전환 절차

① 샘플문자 : <부표 1>에서 로트크기 N 과 검사수준 Ⅱ에 대한 샘플문자를 얻는다.

② n, A_c 와 R_e : AQL=1.5와 각 로트의 샘플문자가 만나는 칸에서 또는 화살표의 방향을 따라가서 만난 칸에서 A_c 와 R_e 를 얻고, 이 칸에 대응하여 샘플크기 n 이 정해진다.

③ 합부판정 : (부적합품수≤ A_c)이면 로트합격, (부적합품수≥ R_e)이면 로트를 불합격으로 판정한다.

④ 전환스코어 : 보통검사 1회 샘플링방식에서 로트가 불합격이면 전환스코어는 0이 되고, A_c가 0 또는 1에서 합격하면 (직전 로트의 전환스코어+2), A_c가 2이상에서 합격하면 (직전로트의 전환스코어+3)이 된다. 수월한 검사로 전환하면 전환스코어 계산을 중단한다.

⑤ 엄격도 조정 : 보통검사에서 전환스코어 현상값이 30이상되는 로트의 다음 로트부터 수월한 검사로 전환한다.

10 어느 재료의 불순물의 함량이 79.5(%)이하로 규정된 경우 즉 계량규준형 1회 샘플링검사에서 n=10, k=1.74의 값을 얻어 데이터를 취했더니 아래와 같다. 다음 물음에 답하시오. (단, 표준편차 σ=2.0(%))

[데이터]	79.0	75.5	77.5	76.5	75.0	77.0	79.5	77.0	75.0	78.0

(1) 합격판정치를 구하시오.
(2) 이 로트의 합부판정을 실시하시오.

해설

☞ σ 기지의 계량규준형 1회 샘플링검사에서 S_U가 주어진 경우로서, 로트의 부적합품률을 보증하는 경우이며, 검사방식은 (n, $\overline{X}_U$)로 결정된다.

(1) 합격판정치

$\overline{X}_U = S_U - k\sigma$=79.5−1.74×2.0=76.02(%) (단, S_U=79.5, σ=2.0)

(2) 로트의 합부판정

n=10의 평균치 $\bar{x}$는 $\bar{x} = \dfrac{\sum x}{n} = \dfrac{770.0}{10} = 77.0$(%)로서, $\bar{x}$(=77.0)> $\overline{X}_U$(=76.02)이 되므로, 로트불합격으로 판정한다.

11 다음은 계수값 축차 샘플링검사에 대한 내용이다. ( )를 메우시오.

(1) 로트에서 시료를 1개 채취하여 검사하였을 때 나오는 부적합품수의 (①)와 그때마다 계산된 합격판정값(A) 및 불합격판정값(R)과 비교하여 로트의 합격, 불합격, 검사속행을 결정하는 방법이다.

(2) 이 방식은 동일한 OC곡선을 갖는 샘플링검사 방식 중에서 (②)가 가장 작도록 고안된 샘플링 방식이다.

(3) 검사항목은 임의로 선택되고 로트로부터 1개씩 검사하여 누계카운트(D)가 합격판정개수(A) 이하이면 합격시키고, 불합격판정개수(R) 이상이면 로트를 불합격시킨다. 만약 누계샘플사이즈가 (③)에 도달한 경우에는 누계카운트가 합격판정개수인 (④)이하이면 합격시키고, 불합격판정개수인 (⑤)이상이면 로트를 불합격시킨다.

해설

☞ (1) 누계카운트(D), (2) 평균 샘플의 크기(시료의 크기), (3) 누계샘플사이즈 중지값(n_t),

(4) A_t, (5) R_t

12 매일 생산되는 어떤 기계부품에서 100개씩 랜덤하게 샘플링하여 검사한 결과는 다음과 같다. 물음에 답하시오.

11월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	계
부적합품수	2	1	6	4	4	3	5	4	11	4	3	4	5	5	1	5	13	3	6	5	94

(1) 사용되는 관리도 종류를 지정하시오.　(2) 관리한계선을 구하시오.
(3) 이상이 있는 날이 있으면 지적하시오.

해설

(1) 관리도 종류 선정 : 일자별로 시료크기가 $n=100$ 으로 동일하므로, np 관리도를 적용
(2) 관리한계선 계산

$$U_{CL}=n\overline{p}+3\sqrt{n\overline{p}(1-\overline{p})}=4.7+3\times\sqrt{4.7\times(1-0.047)}\approx 11.05$$

$$L_{CL}=n\overline{p}-3\sqrt{n\overline{p}(1-\overline{p})}=4.7-3\times\sqrt{4.7\times(1-0.047)}=-\text{(음수로서, 고려하지 않음)}$$

여기서, $k=20,\ \sum np=94$

$$n\overline{p}=\frac{\sum np}{k}=\frac{94}{20}=4.7\ ,\quad \overline{p}=\frac{\sum np}{\sum n}=\frac{94}{20\times 100}=0.047$$

(3) 검토

11월 17일의 부적합품수 13개가 U_{CL}=11.5보다 커서 관리상한선을 이탈하므로 이상상태이다.

◈ 실험계획법 ◈

13 어떤 제품을 제조할 때 원료의 투입량(A : 4수준), 처리온도(B : 4수준), 처리시간(C : 4수준)을 인자로 잡고 라틴방격법으로 제품의 수율을 조사하기 위하여 실험을 하였다. 다음 표는 그 배치와 데이터이다. 물음에 답하시오.

	A_1	A_2	A_3	A_4
B_1	C_4=8.4	C_3=9.2	C_2=9.8	C_1=9.9
B_2	C_2=7.4	C_1=10.0	C_3=10.6	C_4=9.8
B_3	C_1=9.2	C_2=9.9	C_4=9.3	C_3=10.6
B_4	C_3=9.6	C_4=9.5	C_1=11.0	C_2=10.2

(1) 분산분석표를 완성하고 판정을 하시오.

요인	SS	DF	MS	F_0	$F_{0.95}$	$F_{0.99}$
A					4.76	9.78
B					4.76	9.78
C					4.76	9.78
e						
T						

(2) 수율을 분석할 경우 최적조합을 구하는 식은?

(3) 최적수준조합의 점추정치는 얼마나 되는가?

(4) 상기의 분산분석표에서 요인 A, C만 유의하다는 가정 하에서 최적조합을 구하는 식은?

(5) 상기의 분산분석표에서 요인 A, C만 유의하다는 가정 하에서 최적조합의 점추정치는 얼마나 되는가?

해설

☞ 4×4 라틴방격 실험계획법의 분산분석 및 추정

(1) 분산분석표 작성 및 판정

① 변동의 계산

변동 계산에 활용되는 다음의 보조 값들을 먼저 계산한다.

$T_{i..}$ 의 계산 : $T_{1..}=34.6$, $T_{2..}=38.6$, $T_{3..}=40.7$, $T_{4..}=40.5$, $T=154.4$

$T_{.j.}$ 의 계산 : $T_{.1.}=37.3$, $T_{.2.}=37.8$, $T_{.3.}=39.0$, $T_{.4.}=40.3$

$T_{..l}$ 의 계산 : $T_{..1}=40.1$, $T_{..2}=37.3$, $T_{..3}=40.0$, $T_{..4}=37.0$

$$CT=\frac{T^2}{k^2}=\frac{T^2}{4^2}=\frac{154.4^2}{16}=1{,}489.96$$

$$S_T=\sum_i\sum_j\sum_l x_{ijl}^{\ 2}-CT=(8.4^2+7.4^2+\cdots+10.2^2)-1{,}489.96=11.40$$

$$S_A=\sum_i\frac{T_{i..}^{\ 2}}{k}-CT=\frac{34.6^2+38.6^2+40.7^2+40.5^2}{4}-1{,}489.96=6.01$$

$$S_B=\sum_j\frac{T_{.j.}^{\ 2}}{k}-CT=\frac{37.3^2+37.8^2+39.0^2+40.3^2}{4}-1{,}489.96=1.35$$

$$S_C=\sum_l\frac{T_{..l}^{\ 2}}{k}-CT=\frac{40.1^2+37.3^2+40.0^2+37.0^2}{4}-1{,}489.96=2.12$$

$$S_e=S_T-(S_A+S_B+S_C)=11.4-(6.01+1.35+2.12)=1.92$$

② 자유도 계산

$\nu_T=k^2-1=4^2-1=15$, $\nu_A=\nu_B=\nu_C=k-1=3$, $\nu_e=(k-1)(k-2)=6$

③ 분산분석표의 작성

요인	SS	DF	MS	F_0	$F_{0.95}$	$F_{0.99}$
A	6.01	3	2.00	6.25*	4.76	9.78
B	1.35	3	0.45	1.41	4.76	9.78
C	2.12	3	0.71	2.22	4.76	9.78
e	1.92	6	0.32			
T	11.40	15				

③ 검토 : 위의 계산결과에서 인자 A가 유의수준 5%로 유의적이다.

(2) 최적조합을 구하는 식

$\hat{\mu}(A_i) = \bar{x}_{i..} = \bar{x}_{3..}$

(3) 최적수준조합의 점추정치 : 인자 A가 유의하므로 인자 A의 점추정식

$\hat{\mu}(A_i) = \bar{x}_{i..} = \bar{x}_{3..} = \dfrac{T_{3..}}{4} = \dfrac{40.7}{4} = 10.18$

(4) 요인 A, C만 유의하다는 가정 하에서의 최적조합을 구하는 식

$\hat{\mu}(A_iC_l) = \widehat{\mu + a_i + c_l} = \widehat{\mu + a_i} + \widehat{\mu + c_l} - \hat{\mu} = \bar{x}_{i..} + \bar{x}_{..l} - \bar{\bar{x}}$

(5) 요인 A, C만 유의하다는 가정 하에서의 최적조합 점추정치

$\hat{\mu}(A_iC_l) = \widehat{\mu + a_i + c_l} = \widehat{\mu + a_i} + \widehat{\mu + c_l} - \hat{\mu} = \bar{x}_{i..} + \bar{x}_{..l} - \bar{\bar{x}}$

$= \dfrac{T_{3..}}{k} + \dfrac{T_{..1}}{k} - \dfrac{T}{k^2} = \dfrac{40.7}{4} + \dfrac{40.1}{4} - \dfrac{154.4}{16} = 10.55$

14) $L_8(2^7)$ 직표배열표를 이용하여 아래 표와 같이 인자를 배치하고 실험데이터를 얻었을 때 아래 물음에 답하시오.

배치			C	A	D	B		실험데이터 x_i
No.＼열번	1	2	3	4	5	6	7	
1	1	1	1	1	1	1	1	x_1=9
2	1	1	1	2	2	2	2	x_2=12
3	1	2	2	1	1	2	2	x_3=8
4	1	2	2	2	2	1	1	x_4=15
5	2	1	2	1	2	1	2	x_5=16
6	2	1	2	2	1	2	1	x_6=20
7	2	2	1	1	2	2	1	x_7=13
8	2	2	1	2	1	1	2	x_8=13
기본표시	a	b	ab	c	ac	bc	abc	$\sum x$=106

(1) 교호작용 $A \times B$는 몇 열에 존재하는가? (2) 인자 A의 주효과를 구하시오.

(3) 교호작용 $A \times B$의 변동을 구하시오.

해설

(1) $A \times B = (c)(bc) = bc^2 = b$ (2열)

(2) 인자 A의 주효과$= \dfrac{1}{N/2}(T_{2.} - T_{1.}) = \dfrac{1}{4}[(12+15+20+13) - (9+8+16+13)] = 3.5$

여기서, N =실험의 크기=8

(3) 교호작용 $A \times B$의 변동은 (1)항에서 2열에 $A \times B$가 존재하므로

$$S_{A \times B} = \frac{1}{N}(\text{2수준 데이터 합} - \text{1수준 데이터 합})^2$$

$$= \frac{1}{8}\left[(8+15+13+13)-(9+12+16+20)\right]^2 = 8.0$$

◈ 신뢰성관리 ◈

15 어떤 부품의 고장시간의 분포는 m=1.5, η=1,200시간, γ=0인 와이블분포를 따른다.

(1) t=800시간에서 신뢰도를 구하시오.

(2) t=500시간에서 고장률을 구하시오.

해설

(1) $R(t=800) = \exp\left(-\frac{(t-\gamma)^m}{\eta}\right) = \exp\left(-\frac{(800-0)^{1.5}}{1,200}\right) = 0.5802\ (58.02\%)$

(2) $\lambda(t=500) = \frac{m}{\eta}\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{m-1} = \frac{1.5}{1,200}\left(\frac{500-0}{1,200}\right)^{1.5-1} = 0.81 \times 10^{-3}$ (/시간)

16 어떤 모수의 형상모수가 0.7이고, 척도모수가 8,667시간일 때 이 제품의 평균수명인 10,000시간 사용할 때의 구간평균고장률을 구하시오. (단, 위치모수는 0이다.)

해설

☞ 와이블분포를 이용한 평균고장률 계산

$$AFR(t_1=0,\ t_2=10,000) = \frac{\left(\frac{t_2}{\eta}\right)^m - \left(\frac{t_1}{\eta}\right)^m}{t_2 - t_1} = \frac{\left(\frac{10,000}{8,667}\right)^{0.7} - \left(\frac{0}{8,667}\right)^{0.7}}{10,000-0} = 1.1 \times 10^{-4}\ (\text{/시간})$$

국가기술자격시험	품질경영기사 실기 모의고사 1-2R	시험시간 : 3시간

◈ 품질경영실무 ◈

01 분임조 활동시 분임토의 기법으로서 사용되고 있는 집단착상법(brainstorming)의 4가지 원칙을 적으시오.

해설

☞ 브레인스토밍의 4원칙

① 비판금지 → 제시된 의견에 대해서 좋다, 나쁘다는 비판을 해서는 안 된다(비판을 하면 모처럼의 좋은 의견이 흐지부지되어 버린다).

② 자유분방한 분위기 조성 → 발언은 엉뚱하고 기발한 것 일수록 좋다(고정관념이나 상식을 넘어서지 않으면 문제의 벽은 깨뜨려지지 않는다).

③ 질보다 양의 중시 → 발언은 량이 많으면 많을수록 좋다(다양한 의견을 구해서 문제를 푸는 열쇠를 가능한 많이 얻는다. 량이 많으면 그 가운데 좋은 것이 있다. 백발일중을 노린다.).

④ 편승환영(결합개선) → 타인의 의견이나 아이디어에 편승한다든지, 짝지워서 다른 아이디어로 발전시킨다(타인의 의견에서 연상한 아이디어도 서슴없이 발언하여 이미 제시된 아이디어와 결부시켜서 가공한다).

02 아래 도수표는 어떤 강판 압연공장에서 철판의 두께를 50매 측정한 결과이다. 다음 물음에 답하시오. (단, 규격은 100±2.0이다.)

급번호	계급	중앙치($\tilde{x}$)	도수(f_i)	u_i	f_iu_i	$f_iu_i^2$
1	98.45~98.95	98.7	1	-4	-4	16
2	98.95~99.45	99.2	2	-3	-6	18
3	99.45~99.95	99.7	5	-2	-10	20
4	99.95~100.45	100.2	9	-1	-9	9
5	100.45~100.95	100.7	12	0	0	0
6	100.95~101.45	101.2	11	1	11	11
7	101.45~101.95	101.7	7	2	14	28
8	101.95~102.45	102.2	2	3	6	18
9	102.45~102.95	102.7	1	4	4	16
합계	-		50		6	136

(1) 상기의 도수표를 보고 히스토그램을 그리고 규격을 표시하시오.

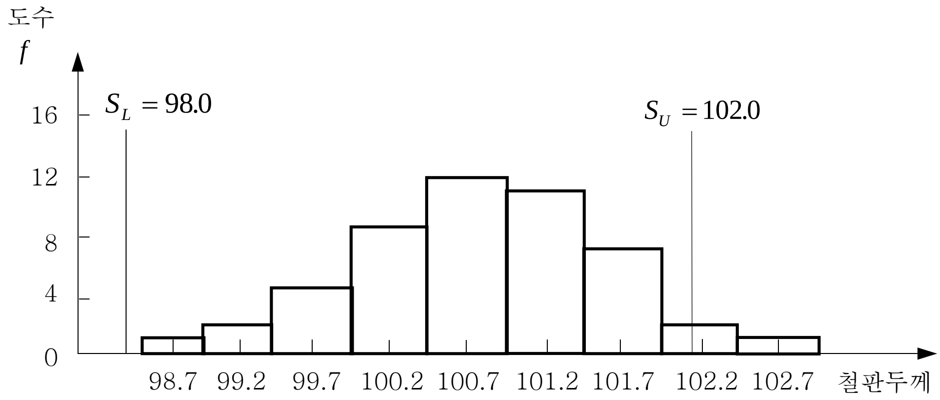
(2) 평균과 표준편차를 구하시오.

(3) 규격을 벗어날 확률을 구하시오.

해설

☞ 도수표를 활용한 히스토그램 작성 및 통계량 계산 문제

(1) 히스토그램 작성, 규격한계 표시



(2) 평균치와 표준편차 계산

$$\overline{x} = x_0 + \frac{\sum fu}{\sum f} \times h = 100.7 + \frac{6}{50} \times 0.5 = 100.76$$

$$s \approx \sqrt{V} = h \times \sqrt{\frac{1}{\sum f - 1}\left[\sum fu^2 - \frac{(\sum fu)^2}{\sum f}\right]} = 0.5 \times \sqrt{\frac{1}{50-1}\left[136 - \frac{(6)^2}{50}\right]} = 0.83$$

(3) 규격을 벗어날 확률

$$P_r(x > S_U) + P_r(x < S_L) = P_r\left(\frac{x-\mu}{\sigma} > \frac{S_U - \mu}{\sigma}\right) + P_r\left(\frac{x-\mu}{\sigma} < \frac{S_L - \mu}{\sigma}\right)$$

$$= P_r\left(U > \frac{102.0 - 100.76}{0.83}\right) + P_r\left(U > \frac{98.0 - 100.76}{0.83}\right) = P_r(U > 1.49) + P_r(U < -3.32)$$

$$= 0.0681 + 0.0004 = 0.0685 \ (6.85\%)$$

03 길이, 질량, 강도, 압력 등과 같은 계량치의 데이터가 어떤 분포를 하고 있는지를 알아보기 위해 작성한 그래프를 히스토그램이라 한다. 히스토그램의 활용목적을 3가지 적으시오.

해설

☞ 히스토그램(도수분포도)의 작성목적

① 데이터의 분포형태를 파악, ② 평균치를 구함, ③ 표준편차를 구함, ④ 규격과의 대조 등

◈ 통계적품질관리 ◈

04 어떤 공장에서 사고발생에 대한 분포가 포아송분포를 이루며, 1개월 동안에 평균 0.2건의 사고가 일어난다는 것을 알았다. 이 공장에서 3개월 동안 한 번도 고장이 나지 않을 확률을 포아송분포로 계산하시오.

해설

☞ $m = 0.2 \times 3 = 0.6$ 이므로, 부적합수 X 는 포아송분포에 따라 계산할 수 있다.

$$P(X = 0) = p(0) = \frac{e^{-m} m^x}{x!} = \frac{e^{-0.6}(0.6)^0}{0!} = 0.5488\ (54.88\%)$$

05 전자기기에 들어가는 M 부분품의 품질특성인 인장강도의 분산이 종래의 제조법에서는 9kgf/mm^2 이었다. 이 제품의 제조공정을 변경하여 제조하여 본 결과 다음의 데이터를 얻었다. 물음에 답하시오.

[데이터]	53	52	51	51	52	52	51	50	51

(1) 변경 후의 분산이 변경 전의 분산과 차이가 있는지를 검정하시오(단, 유의수준 5%).
(2) 변경 후의 모분산을 구간추정하시오(단, 유의수준 5%).

해설

(1) 한 개의 모분산의 검정

① 가설 설정 : $H_0 : \sigma^2 = 9(\sigma_0^2)$, $H_1 : \sigma^2 \neq 9$ (양쪽검정)

② 유의수준 : $\alpha = 0.05$

③ 검정통계량의 값(χ_0^2) 계산 : $\chi_0^2 = \dfrac{S}{\sigma_0^2} = \dfrac{6.22}{9} = 0.691$

여기서, $S = \sum x_i^2 - \dfrac{(\sum x_i)^2}{n} = (53^2 + 52^2 + \cdots + 51^2) - \dfrac{463^2}{9} = 23{,}825 - 23{,}818.78 = 6.22$

④ 기각역 설정 : $\chi_0^2 > \chi_{1-\alpha/2}^2(\nu) = \chi_{0.975}^2(8) = 17.54$ 또는

$\chi_0^2 < \chi_{\alpha/2}^2(\nu) = \chi_{0.025}^2(8) = 2.18$ 이면 H_0 기각

⑤ 판정 : $\chi_0^2 = 0.691 < \chi_{0.025}^2(8) = 2.18$ 이므로 H_0 를 기각한다. 따라서, 위험률 5%로 유의적이며, 변경 후의 분산이 변경 전의 분산과 차이가 있다고 할 수 있다.

(2) 모분산의 구간추정

$$\frac{S}{\chi_{1-\alpha/2}^2(\nu)} \le \hat{\sigma}^2 \le \frac{S}{\chi_{\alpha/2}^2(\nu)} \rightarrow \frac{S}{\chi_{0.975}^2(\nu)} \le \hat{\sigma}^2 \le \frac{S}{\chi_{0.025}^2(\nu)}$$

$$\rightarrow \frac{6.22}{17.54} \le \hat{\sigma}^2 \le \frac{6.22}{2.18} \rightarrow \therefore\ 0.355 \le \hat{\sigma}^2 \le 2.853$$

06 현재 사용되고 있는 제조방법의 모부적합품률이 13%이다. 새로운 제조방법에서 실험결과 120개의 제품 중 16개의 부적합품이 나왔다. 새로운 방법과 기존 방법에 차이가 있는지를 검정하시오(단, 유의수준 5%).

해설

☞ 1개의 모부적합품률의 양쪽검정

① 가설 설정 : $H_0 : P = 0.13(P_0)$, $H_1 : P \neq 0.13$ (양쪽검정)

② 유의수준 : $\alpha = 0.05$

③ 검정통계량의 값(U_0) 계산 : $U_0 = \dfrac{\hat{p} - P_0}{\sqrt{\dfrac{P_0(1-P_0)}{n}}} = \dfrac{x/n - P_0}{\sqrt{\dfrac{P_0(1-P_0)}{n}}} = \dfrac{(16/120) - 0.13}{\sqrt{\dfrac{0.13(1-0.13)}{120}}} = 0.109$

여기서, $nP_0 = 120 \times 0.13 = 15.6 > 5$ 이므로 이항분포의 정규분포근사법 적용이 가능.

④ 기각역 설정 : $|U_0| > u_{1-\alpha/2} = u_{0.975} = 1.960$ 이면 H_0 기각

⑤ 판정 : $|U_0| = 0.109 < u_{0.975} = 1.960$ 이므로 유의수준 5%로 H_0 를 기각할 수 없다.
즉, 새로운 방법은 기존 방법과 비교할 때 모부적합품률의 차이가 있다고 할 수 없다.

07 제품 A, 제품 B, 제품 C의 생산비율 P_A, P_B, P_C가 각각 0.6, 0.3, 0.1이었다. 공정개량 후에 이 생산비율이 달라졌는가를 알아보기 위하여 공정개량 후에 만들어진 제품 중에서 150개를 랜덤하기 채취하여 분류하여 보니 A, B, C 제품이 각각 100개, 30개, 20개이었다. 공정개량 후의 생산비율이 종전과 같은가를 유의수준 5%로 검정하시오.

해설

☞ Pearson의 적합도 검정

① 가설 설정 : H_0 : P_A=0.6, P_B=0.3, P_C=0.1

H_1 : 공정개량 후에 생산비율이 달라졌다.

② 유의수준 : $\alpha = 0.05$

③ 검정통계량의 값(χ_0^2) 계산 :

	A 제품	B 제품	C 제품	합계
측정횟수(x_i)	100	30	20	150(n)
가정된 확률(P_{i0})	0.6	0.3	0.1	1.00
기대횟수(nP_{i0})	90	45	15	150
$(x_i - nP_{i0})^2 / nP_{i0}$	1.11	5.00	1.67	χ_0^2=7.78

④ 기각역 설정 : $\chi_0^2 > \chi_{1-\alpha}^2(\nu) = \chi_{1-\alpha}^2(k-1) = \chi_{0.95}^2(3-1) = \chi_{0.95}^2(2) = 5.99$ 이면 H_0 기각

⑤ 판정 : $\chi_0^2 = 7.78 > \chi_{0.95}^2(2) = 5.99$ 이므로 유의수준 5%로 H_0 를 기각한다.
즉, 공정개량 후 생산비율은 종전과 다르다고 할 수 있다.

08 검사의 목적으로 쓰시오. (3가지 이상)

해설

☞ 검사의 목적은 ① 좋은 로트와 나쁜 로트의 구별, ② 적합품과 부적합품의 구별, ③ 공정이 변화했는지 어떤지를 판단, ④ 공정이 규격 한계에 가까워 졌는지를 판단, ⑤ 제품의 결점 정도를 평가, ⑥ 검사원의 정확도를 평가, ⑦ 측정 기기의 정밀도를 평가, ⑧ 제품 설계에 필요한 정보의 확보, ⑨ 공정 능력을 측정, ⑩ 다음 공정에 부적합품 이월 방지, ⑪ 품질정보 제공, ⑫ 작업자의 품질의욕 자극, ⑬ 고객에게 품질에 대한 안심감 제공 등이다.
이들 중 검사의 직접적인 목적은 ①, ②, ⑤, ⑩ 등이 해당한다고 볼 수 있다.

09 어떤 금속 부품을 가공하는 공정에서 n=4인 $\bar{x}-R$ 관리도를 그려 본 결과, 완전 관리 상태이다. $\bar{x}$ 관리도의 U_{CL}=12.7, L_{CL}=6.7일 때 개개 측정치 관리도 데이터의 산포(σ_H)를 구하시오.

해설

☞ 개개의 데이터를 대상으로 한 데이터 전체의 산포 σ_H^2(혹은 σ^2)은 히스토그램에 의해 구하며, $\sigma_H^2=\sigma_b^2+\sigma_w^2$(분산의 분해)로 된다. 완전관리상태이면 $\sigma_b^2=0$ 이므로 $\sigma_H^2=\sigma_w^2$ 이다.

$$U_{CL}-L_{CL}=6\cdot\frac{\sigma_w}{\sqrt{n}} \rightarrow 12.7-6.7=6\times\frac{\sigma_w}{\sqrt{4}} \rightarrow \sigma_w=2.0 \quad \therefore\ \sigma_H=\sigma_w=2.0$$

10 섬유를 제조하는 P회사는 탄력성을 특성으로 하여 3σ 관리도법을 이용한 $\bar{x}-R$ 관리도를 작성하였더니, $\bar{x}$ 관리도에서 U_{CL}=14, L_{CL}=11, n=5가 되었다. 이때 공정에 이상이 생겨 공정평균이 13으로 되었을 때 이를 발견할 확률은?

해설

☞ 공정평균이 변화 후 μ'=13으로 된 경우, 이를 발견할 확률은 '검출력($1-\beta$)'이 된다.

$$1-\beta=P_r(\bar{x}>U_{CL})+P_r(\bar{x}<L_{CL})=P_r\left(\frac{\bar{x}-\mu'}{\sigma/\sqrt{n}}>\frac{U_{CL}-\mu'}{\sigma/\sqrt{n}}\right)+P_r\left(\frac{\bar{x}-\mu'}{\sigma/\sqrt{n}}<\frac{L_{CL}-\mu'}{\sigma/\sqrt{n}}\right)$$

$$=P_r\left(U>\frac{14-13}{0.5}\right)+P_r\left(U<\frac{11-13}{0.5}\right)=P_r(U>2.0)+P_r(U<-4.0)$$

$$\approx 0.0228+0=0.0228\ (2.28\%)$$

여기서, $U_{CL}-L_{CL}=6\dfrac{\sigma}{\sqrt{n}} \rightarrow 14-11=6\dfrac{\sigma}{\sqrt{n}} \rightarrow \dfrac{\sigma}{\sqrt{n}}=0.5$

11) U_{CL} =18.7, L_{CL} =12.7, n =4인 해석용 $\bar{x}$ 관리도가 있다. 공정의 분포가 $N(15,\ 2^2)$ 일 때, $\bar{x}$ 가 관리한계 밖으로 나갈 확률을 구하시오.

해설

☞ 공정변동이 없는 상태이므로, $\bar{x}$ 가 관리한계를 벗어날 확률은 제1종 과오(α)가 된다.

$$\alpha = P_r(\bar{x} > U_{CL}) + P_r(\bar{x} < L_{CL}) = P_r\left(\frac{\bar{x}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}} > \frac{U_{CL}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}}\right) + P_r\left(\frac{\bar{x}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}} < \frac{L_{CL}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}}\right)$$

$$= P_r\left(U > \frac{U_{CL}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}}\right) + P_r\left(U < \frac{L_{CL}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}}\right) = P_r\left(U > \frac{18.7-15}{2/\sqrt{4}}\right) + P_r\left(U < \frac{12.7-15}{2/\sqrt{4}}\right)$$

$$= P_r(U > 3.7) + P_r(U < -2.3) = 0.00011 + 0.0107 = 0.0108\ \ (1.08\%)$$

◈ 실험계획법 ◈

12) $L_{16}(2^{15})$ 형 직교배열표에 다음과 같이 배치했다. 다음 물음에 답하시오.

열	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
기본 표시	a	b	a b	c	a c	b c	a b c	d	a d	b d	a b d	c d	a c d	b c d	a b c d
배치	M	N	O	P				S					Q	R	T

(1) 2인자 교호작용 $O \times T$, $S \times R$ 은 몇 열에 나타나는가?

(2) 2인자 교호작용 $R \times T$ 가 무시되지 않을 때 위와 같이 배치한다면 어떤 문제점이 일어나는가?

해설

(1) $O \times T = (ab)(abcd) = a^2b^2cd = cd$ → 12열에 배치

(단, 2수준계 직교배열표에서는 $a^2 = b^2 = c^2 = \cdots = 1$)

$S \times R = (d)(bcd) = bcd^2 = bc$ → 6열에 배치

(2) $R \times T = (bcd)(abcd) = ab^2c^2d^2 = a$ → 1열에 배치

이 경우 1열에는 이미 M 이 배치되어 있는 상태이다. 그러므로 $R \times T$ 와 M 은 서로 교락된다.

13 다음은 2^3형의 Yates 알고리즘이다. 다음에 답하시오.

처리조합			데이터	(1)	(2)	(3)	
A	B	C					
0	0	0	(1)=7	17	39	72	수정항
0	0	1	c=10	22	33	2	C
0	1	0	b=9	17	7	4	B
0	1	1	bc=13	16	-5	10	$B\times C$
1	0	0	a=12	3	5	-6	A
1	0	1	ac=5	4	-1	-12	$A\times C$
1	1	0	ab=7	-7	1	-6	$A\times B$
1	1	1	abc=9	2	9	8	e

(1) A의 주효과를 구하시오. (2) $A\times B$의 교호작용효과를 구하시오.

(3) B의 변동을 구하시오.

해설

☞ 주어진 데이터를 이용하여 Yates 계산법을 사용하면 [표 1]이 얻어진다.

[표 1] 2^3형 요인의 효과 및 변동에 대한 Yates 계산법

처리조합			데이터	(1)	(2)	(3)	요인의 효과 (3)/제수	요인의 변동 $(3)^2/8$
A	B	C						
0	0	0	(1)=7	17	39	72	72/8=9= M	$(72)^2/8=648=CT$
0	0	1	c=10	22	33	2	2/4=0.5= C	$(2)^2/8=0.5=S_C$
0	1	0	b=9	17	7	4	4/4=1.0= B	$(4)^2/8=2=S_B$
0	1	1	bc=13	16	-5	10	10/4=2.5= BC	$(10)^2/8=12.5=S_{B\times C}$
1	0	0	a=12	3	5	-6	-6/4=-1.5= A	$(-6)^2/8=4.5=S_A$
1	0	1	ac=5	4	-1	-12	-12/4=-3.0= AC	$(-12)^2/8=18=S_{A\times C}$
1	1	0	ab=7	-7	1	-6	-6/4=-1.5= AB	$(-6)^2/8=4.5=S_{A\times B}$
1	1	1	abc=9	2	9	8	8/4=2.0= ABC	$(8)^2/8=8=S_E$

(1) A의 주효과 : -1.5 (2) $A\times B$의 교호작용효과 : -1.5 (3) B의 변동 : 2

[참조[] S_T는 CT항을 제외한 전 변동들의 합이다. S_E는 3인자 이상의 교호작용의 변동임.

◈ 신뢰성관리 ◈

14 어떤 제품의 수명이 평균수명 100시간인 지수분포를 따른다. 다음 물음에 답하시오.
(1) 50시간 사용했을 때 신뢰도를 구하시오.
(2) 200시간 사용 후, 50시간 더 사용했을 때 신뢰도를 구하시오.
(3) 설비의 신뢰도를 높이기 위해 부품을 정기적으로 교체할 필요가 있는지를 지수분포의 특성을 이용해 설명하시오.

해설

☞ 고장시간이 지수분포를 따를 때의 신뢰도, 조건부 신뢰도

(1) $R(t=50) = e^{-\lambda t} = e^{-t/MTBF} = e^{-t/\theta} = e^{-50/100} = e^{-0.5} = 0.6065$

(2) $R(250/200) = \dfrac{P_r(\theta \ge 250)}{P_r(\theta \ge 200)} = \dfrac{e^{-250/100}}{e^{-200/100}} = e^{-0.5} = 0.6065\ (60.65\%)$

(3) 지수분포를 따르는 기간은 고장률이 일정(CFR)한 형태가 되는 우발고장기간이므로, 이 기간에는 부품을 정기적으로 교체하는 예방보전은 고장률 감소를 위한 효과적인 방법이라고 할 수 없으므로 부품교환을 해 줄 필요가 없다. 참고로 예방보전은 마모고장기간에 유효한 설비보전 방식이다.

15 XYZ사에서 월간 연속사용시간은 지수분포를 따르는 100시간 사용하는 설비가 있다. 사용 설비의 고장률을 10%이내로 관리하고 싶다면 MTBF는 얼마이어야 하는가?

해설

☞ $R(t) \ge 1 - F(t) = 1 - 0.1 = 0.9$ 이므로 $R(t) = e^{-\lambda t} = e^{-\lambda \times 100} \ge 0.9$

상기 식을 풀면 $-\lambda \times 100 \ge \ln 0.9 = -0.11 \rightarrow \lambda = \dfrac{1}{MTBF} \le \dfrac{0.11}{100}$

$\therefore\ MTBF \ge 909.1$ 시간

16 샘플 100개에 대하여 4개가 고장날 때까지 교체를 안하고 수명시험한 결과 2,000, 3,000, 5,000, 10,000시간에 각각 고장이 났다. 다음 물음에 답하시오.
(1) 평균수명을 점추정하시오.
(2) 95% 신뢰율로 구간추정하시오.

해설

☞ 정수중단시험의 경우 평균수명 θ의 점추정 및 구간추정

(1) 평균수명의 점추정

$$\hat{\theta} = \frac{T}{r} = \frac{\sum_{i=1}^{r} t_i + (n-r)t_r}{r} = \frac{(2{,}000 + \cdots + 10{,}000) + (100-4) \times 10{,}000}{4} = 245{,}000(\text{h})$$

(2) 95% 신뢰율에 의한 구간추정

$$\frac{2r\hat{\theta}}{\chi^2_{1-\alpha/2}(2r)} \le \hat{\theta} \le \frac{2r\hat{\theta}}{\chi^2_{\alpha/2}(2r)} \rightarrow \frac{2\times4\times245{,}000}{\chi^2_{0.975}(8)} \le \hat{\theta} \le \frac{2\times4\times245{,}000}{\chi^2_{0.025}(8)}$$

$$\rightarrow \frac{2\times4\times245{,}000}{17.54} \le \hat{\theta} \le \frac{2\times4\times245{,}000}{2.18} \rightarrow \therefore\ 111{,}745 \le \hat{\theta} \le 899{,}083$$