

**제45회 보험계리사 및 손해사정사 제2차 시험문제**  
**(2022년도 시행)**

**【 계 리 모 형 론 】**

※ 모든 문제의 계산은 소수점 이하 넷째 자리에서 반올림하여 셋째 자리까지 산출함.

1. 포아송분포로부터 크기가 70인 임의표본(random sample)을 추출한 결과가 다음과 같다.

$X$	0	1	2	3	4
표본수	8	13	27	15	7

$\Pr(X=1)$ 의 최대가능도 추정치(maximum likelihood estimate)를 구하시오.  
(단,  $e^{-1} = 0.3679$ ) (10점)

2. 다음은 개인들의 소득( $X$ )으로부터 보험료( $Y$ )를 예측하는 회귀모형  $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \epsilon_i$ 을 적합하기 위해 얻어진 10명 표본의 요약된 자료이다.

$$\sum_{i=1}^{10} x_i = 80, \quad \sum_{i=1}^{10} y_i = 186, \quad \sum_{i=1}^{10} x_i^2 = 686, \quad \sum_{i=1}^{10} y_i^2 = 3,828, \quad \sum_{i=1}^{10} x_i y_i = 1,608$$

(1) 회귀모형의 결정계수( $R^2$ )를 구하시오. (5점)

(2) 추정값  $\hat{\beta}_1$ 의 표준오차(standard error)를 구하시오. (5점)

(뒷면 계속)

3. 한국보험회사는 모바일 교통수단 사용자들의 데이터를 이용하여 배터리 셀 결함 또는 고장으로 인한 손해액  $X$ 의 분포를 아래와 같이 모형화하였다.

손해액 $x$	100	200	700	1,500
확률 $\Pr(X = x)$	0.82	0.12	0.05	0.01

손해액  $X$ 에 대한 90%-조건부꼬리기댓값(conditional tail expectation),  $CTE_{90\%} = E[X | X > Q_{90\%}]$  값을 구하시오.

단,  $Q_{90\%} = \min\{Q | \Pr(X \leq Q) \geq 90\%\}$ . (10점)

4. 다음은 암환자 20명의 생존시간 자료를 이용하여 12개월 구간단위로 작성한 생명표이다.

$i$	구간	$n_i$	$c_i$	$n'_i$	$d_i$
1	(0, 12]	20	3	18.5	5
2	(12, 24]	12	3	10.5	4
3	(24, 36]	5	4	3	1

여기서,

$n_i$ 는  $i$ 번째 구간의 시작점에서 생존자의 수(위험그룹 환자수),

$c_i$ 는  $i$ 번째 구간에서의 중도절단된(censored) 환자수,

$n'_i$ 은  $i$ 번째 구간에서의 유효표본 수(effective sample size),

$d_i$ 는  $i$ 번째 구간에서의 사망자 수

- (1) 위의 생명표를 사용하여  $\hat{S}(27)$ 을 구하시오. 단  $\hat{S}(t)$ 는  $t$ 시점에서 생존 함수의 추정치를 의미함. (5점)

- (2)  $\widehat{Var}(S(27))$ 을 그린우드(Greenwood) 공식을 이용하여 구하시오. (5점)

(뒷면 계속)

5. 2022년 한 해 동안 한국보험회사에 청구되는 보험금의 총합계  $S$ 가 다음 조건을 만족할 것으로 예상된다.

i)  $S = X_1 + X_2 + \cdots + X_N$

ii) 연간 보험금의 청구건수  $N$ 에 대하여  $p_k = \Pr(N=k)$ 라고 할 때,

$$p_k = \frac{5}{k} p_{k-1}, \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

iii)  $N=n$ 일 때, 각각의 보험금 청구금액  $X_i$ 는 서로 독립이며 다음과 같은 분포를 동일하게 따른다.

보험금 $x$	10	30
확률 $\Pr(X=x)$	0.5	0.5

한국보험회사는 보험금의 총합계  $S$ 의 95% 이상을 유동성 자산 A로 2022년초에 확보해 놓으려고 한다. 정규분포를 이용하여 이 유동성 자산 A의 최소값을 구하시오. (단, 누적표준정규분포값  $\Phi(1.6449) = 0.95$ ) (10점)

(뒷면 계속)

6. 한국보험회사는 과거 경험자료를 이용하여 기대손해율을 70%로 추정하였으며 발생손해액을 이용하여 진전추이방식으로 다음과 같은 최종손해액을 계산하였다.

사고연도 (accident year)	발생손해액 (incurred loss)	수정경과보험료 (on-leveled EP)	최종손해액 (ultimate loss)
2018	2,295	4,020	2,525
2019	2,074	3,670	2,488
2020	1,678	3,500	2,516
2021	1,087	2,950	2,283

- (1) 사고연도 2021년의 미보고발생손해액(IBNR)을 본휴에터-퍼거슨(Bornhuetter-Ferguson) 기법을 이용하여 구하시오. (5점)
- (2) 위의 자료에 대하여 IBNR 추정기법으로서 본휴에터-퍼거슨 기법이 부적합한 이유를 간략히 기술하시오. (5점)

(뒷면 계속)

7. 한국보험회사의 보험료와 요율조정 이력에 대한 정보는 아래와 같다.

i) 연도별 경과보험료

달력연도(calender year)	경과보험료(earned premium)
2020	76,500
2021	79,000

ii) 요율조정 이력

날짜	요율조정
2020년 1월 1일	12% 인상
2020년 7월 1일	5% 인상

※ 조정된 요율은 1년 단위로 유효

iii) 모든 보험계약의 보험기간은 6개월

iv) 각 연도에서 보험계약은 균일한 시간 간격으로 체결

v) 연간 보험료의 추세(annual premium trend)는 +3%

2022년 7월 1일 요율변경을 위해 필요한 2020년도의 추세반영 수정경과보험료 (trended on-leveled earned premium)를 구하시오. (10점)

(뒷면 계속)

8. 한국보험회사는 일반적 손해뿐만 아니라 대재난적 손해(catastrophe loss)도 보장하는 화재보험 계약의 영업보험료를 산출하려 한다. 아래의 정보를 이용하여 화재보험 계약의 신뢰도 반영 영업보험료를 구하시오. (10점)

i) 일반적 손해의 경험자료

달력연도 또는 사고연도	경과익스포저	사고건수	발생손해액	손해진전계수
2019	12,435	260	8,120,000	1.00
2020	12,732	290	8,930,000	1.03
2021	13,809	315	7,910,000	1.08

ii) 일반적 손해에 대한 전국 평균 순보험료 : 930

iii) 간접손해조사비 : 발생손해액의 3%

iv) 대재난적 손해에 대한 순보험료 모형 추정값 : 210

v) 고정사업비 : 위험단위 당 65

vi) 예정이익률 : 5%

vii) 변동사업비율 : 15%

viii) 전신뢰도 만족 3년 누적 사고건수 : 1,082

ix) 신뢰도 기법 : 제곱근법 부분신뢰도(square root rule partial credibility)

(뒷면 계속)

9. 인공지능을 개발하는 연구소는 전체 직원 50명에 대하여 의료비를 지원하는 직원복지프로그램을 운영하고 있다. 2021년 한 해 동안 연구소에 보고된 의료비 청구건수와 청구된 의료비 금액의 분포는 다음과 같다.

직원복지프로그램 의료비 청구건수 분포	직원복지프로그램 의료비 청구금액 분포
평균은 6, 분산은 24인 음이항분포	$F(x) = 1 - \left( \frac{800}{800 + x} \right)^2$ 인 파레토분포

연구소는 2022년부터 직원복지프로그램을 보험으로 전환하기 위해 한국보험회사와 아래 보험조건으로 단체보험계약 체결을 고려하였다.

- i) 2022년 1월 1일부터 연구소 직원이 60명으로 늘어날 것으로 예상
- ii) 사고 당 250의 공제금액이 설정되어 공제금액보다 낮은 의료비는 청구할 수 없으며, 공제금액 이상의 의료비는 공제금액을 초과한 부분만을 보상

2022년 한 해 동안 단체보험계약의 의료비 청구건수 분포의 분산을 구하시오. (10점)

10. 한국보험회사는 지급보험금 진전추이방식(PLDM)으로 미보고발생손해액 (IBNR)을 적립하고 있으며, 모든 보험금은 4차년도말에 종결됨을 가정한다. 2017년부터 사고가 발생하여 사고연도별 진전기간에 따른 누적 지급보험금이 아래 표와 같이 보고되었고, 이에 한국보험회사는 2020년도말 미보고발생손해액을 1,804로 적립하였다.

사고연도	진전기간(개월)			
	12개월	24개월	36개월	48개월
2017	1,000	1,300	1,560	1,716
2018	1,000	1,500	1,650	-
2019	1,300	1,820	-	-
2020	1,500	-	-	-

- (1) 2021년도말 사고연도별 누적지급보험금이 아래와 같이 보고되었다고 할 때, 진전계수(age-to-age development factor)들의 단순평균방법을 이용하여 2021년도말 미보고발생손해액을 구하시오. (5점)

사고연도	2017	2018	2019	2020	2021
누적지급보험금	1,716	1,815	2,366	1,800	1,600

- (2) 2021년도말에 한국보험회사의 선임계리사가 1회계기간 이전(2020년도말) 적립했던 미보고발생손해액에 대한 사후검증(back-testing)을 위해 잉여(부족)율을 산출하였다. 아래 사후검증표를 이용하여 잉여(부족)율을 구하시오. (5점)

구분	금액
2020년도말 시점 기준 개별추산액(O/S) 총액	$A(=200)$
2020년도말 미보고발생손해액	$B$
2021년 한 해 동안 추가로 지급된 보험금 (사고연도 2021년 제외)	$C$
2021년도말 미보고발생손해액 (사고연도 2021년 제외)	$D$
잉여(부족)금액	$E(= A + B - C - D)$
잉여(부족)율	$E \div (A + B)$