가설 검정 2

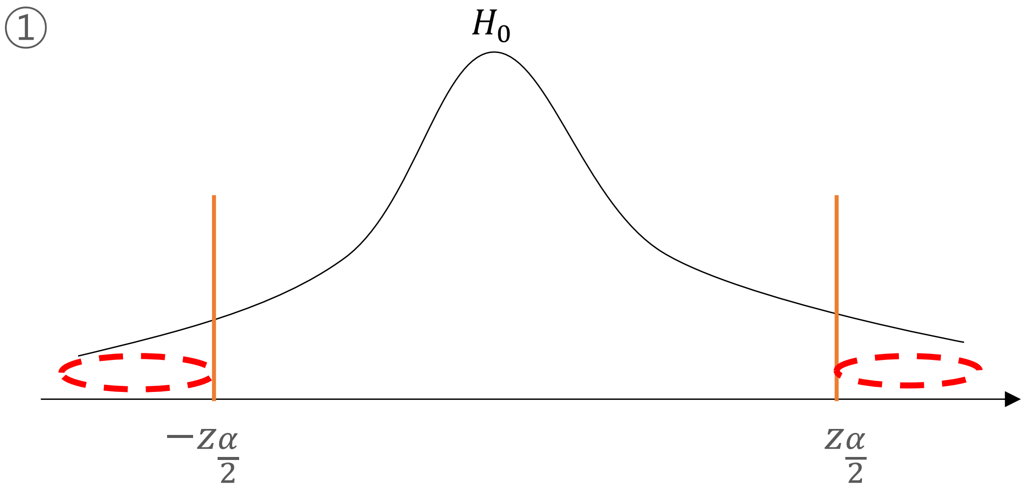
윤 정 훈

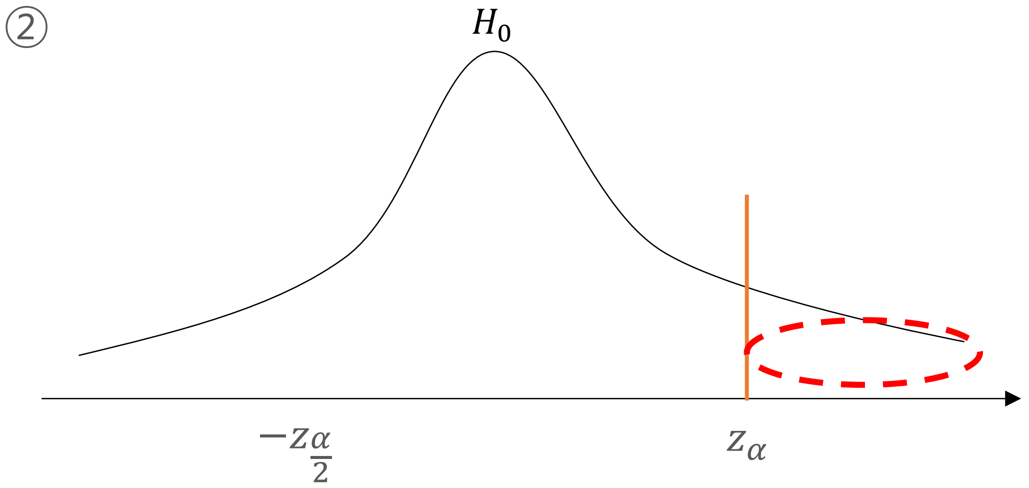
- 모평균에 대한 가설 검정 (단일 분포)
- 두 개의 모평균 차이에 대한 가설 검정 (2개 분포)
- 모분산에 대한 가설 검정 (단일 분포)
- 두 개의 모분산 비율에 대한 가설 검정 (2개 분포)

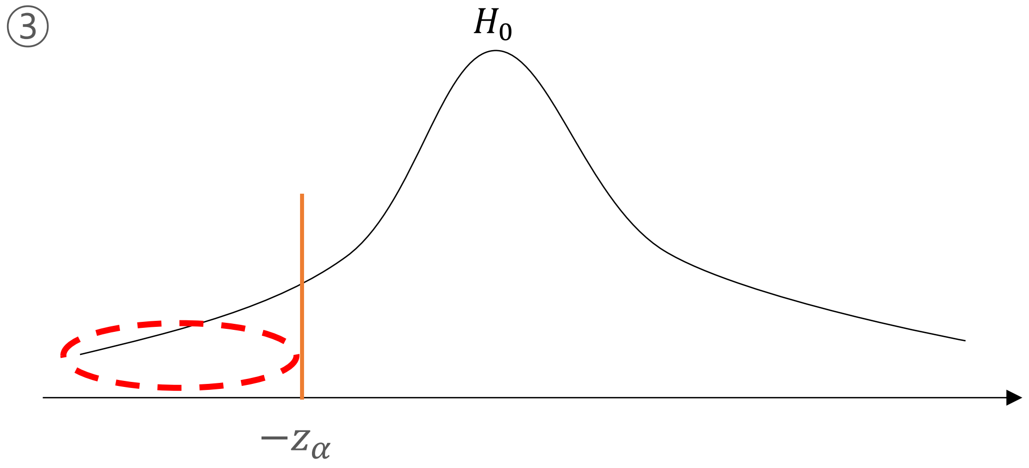
모평균에 대한 가설 검정

- 모집단에 대한 평균을 검정하려면 이 모집단에서 추출한 표본으로부터 계산한 모평균 μ의 가장 좋은 점추정량인 표본평균 $\bar{x}$를 이용하여 가설검정을 할 수 있다.
- 모분산을 아는 경우
  - 통계적 가설검정의 절차
    - 귀무가설 $H_0 : \mu = \mu_0$
    - 대립가설 $H_1 \overset{①}{:} \mu \neq \mu_0$ or $\overset{②}{\mu} > \mu_0$ or $\overset{③}{\mu} < \mu_0$
    - 검정통계량 계산 $\boldsymbol{Z} = \frac{\bar{x}-\mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$
    - 유의수준 α결정
    - 기각역 ① $|Z| \geq z_{\frac{\alpha}{2}}$ or ② $Z \geq z_\alpha$ or ③ $Z \leq -z_\alpha$
    - 검정통계량의 값이 기각역에 포함되면 귀무가설 H_0를 기각하고 아니면 채택한다.

모평균에 대한 가설 검정 기각역







표준정규분포표

유의수준이 α라는 것은

표준정규분포 확률밀도함수에서

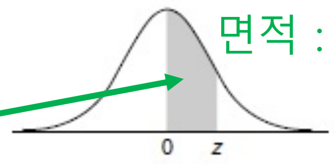
0부터 어떤 z값까지의 면적이

$1-\alpha$라는 것이다.

즉, 기각역의 값이 z가 된다.

이 수치가 면적

Area between 0 and z



면적 : $1-\alpha$

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990
3.1	0.4990	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
3.2	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995
3.3	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997
3.4	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998

모평균에 대한 가설 검정 예제

- 모분산을 아는 경우의 예제
  - 어느 영업부서에서 판매원에 대한 재교육을 실시한 후, 임의로 9일을 선택하여 판매고에 대한 조사를 한 결과가 다음과 같았다. 평균 판매고가 $\mu_0 = 1000$을 초과하면 재교육이 효과가 있는 것으로 간주할 때, 재교육은 효과가 있었는지 유의수준 $\alpha = 0.01$에서 검정하라. 단 판매고는 $\sigma = 100$인 정규분포를 따른다.
  - 판매고 : 1280, 1250, 990, 1100, 880, 1300, 1100, 950, 1050
  - 통계적 가설검정
    - ✓ $H_0 : \mu = 1000$, $H_1 : \mu > 1000$
    - ✓ $n = 9$, $\alpha = 0.01$
    - ✓ 검정통계량 $\bar{x} = 1100$, 표준화된 검정통계량 $Z = \frac{\bar{x}-\mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = \frac{1100-1000}{\frac{100}{\sqrt{9}}} = 3$
    - ✓ 검정통계량 3은 기각역이 시작되는 $z_{0.01} = 2.327$ 보다 크므로 귀무가설은 기각되고 대립가설이 채택된다.
    - ✓ 즉, 재교육은 효과가 있었다고 결론 내릴 수 있다.

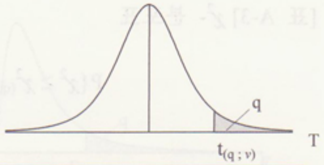
모평균에 대한 가설 검정(모분산을 모를때)

- 모분산을 모르는 경우
  - **대표본**인 경우는 σ^2 대신 표본분산 s^2을 사용하고 검정통계량은 $\boldsymbol{Z} = \frac{\bar{\boldsymbol{x}}-\boldsymbol{\mu}_0}{\frac{\boldsymbol{s}}{\sqrt{\boldsymbol{n}}}}$ 를 사용한다. $(n > 30)$
  - **소표본$(\boldsymbol{n} \le \mathbf{30})$** 일 때는 자유도 $\phi = n - 1$을 가진 **$\boldsymbol{t}$-분포 검정**을 하고 검정통계량은 $\boldsymbol{T} = \frac{\bar{\boldsymbol{x}}-\boldsymbol{\mu}_0}{\frac{\boldsymbol{s}}{\sqrt{\boldsymbol{n}}}}$ 이다.

t분포표

[표 A-2] t-분포표

$$P\{T \ge t_{(q\,;\,\nu)}\} = q$$



자유도 ν	꼬리확률 q 0.4	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0025	0.001	0.0005
1	0.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.32	318.31	636.62
2	0.289	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	23.326	31.598
3	0.277	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.213	12.924
4	0.271	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	0.267	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	0.265	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	0.263	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.785	5.408
8	0.262	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501	5.041
9	0.261	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	0.260	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587
11	0.260	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12	0.259	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318
13	0.259	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	0.258	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15	0.258	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16	0.258	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	0.257	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18	0.257	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922
19	0.257	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	0.257	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	0.257	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	0.256	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	0.256	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.767
24	0.256	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.792	3.091	3.467	3.745
25	0.256	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26	0.256	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707
27	0.256	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28	0.256	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	0.256	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30	0.256	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
40	0.255	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
60	0.254	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
120	0.254	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373
∞	0.253	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291

모평균에 대한 가설 검정(모분산을 모를때) 예제

- 모분산을 모르는 경우의 예제
  - 어느 식용류 회사에서 평균용량을 200ml로 하고 싶어한다. 평균용량을 조사하기 위하여 임의로 20개를 추출해 조사한 결과가 다음과 같았다. 이 회사에서 생산되는 식용류의 평균용량이 200ml라고 할 수 있는 지 유의수준 0.05에서 검정하라.
  - 199.9 , 201.0 , 200.2 , 200.2 , 200.4 , 200.1 , 200.2 , 200.0 , 199.9 , 200.0 , 200.0 , 200.8 , 199.9 , 200.1 , 200.5 , 199.9 , 200.4 , 200.5 , 199.8 , 200.2
  - 통계적 가설검정
    - ✓ $H_0 : \mu = 200$, $H_1 : \mu \neq 200$
    - ✓ $\bar{x} = 200.2$, $s^2 = 0.010105$, $\phi = 20 - 1 = 19$
    - ✓ 검정통계량 $T = \frac{\bar{x}-\mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{200.2-200}{\frac{\sqrt{0.010105}}{\sqrt{20}}} = 2.814$
    - ✓ 검정통계량 $T = 2.814$는 기각역 $t_{(19,0.025)} = 2.093$ 보다 크다. T는 기각역에 있으므로, H_0는 기각되고, H_1이 채택된다.

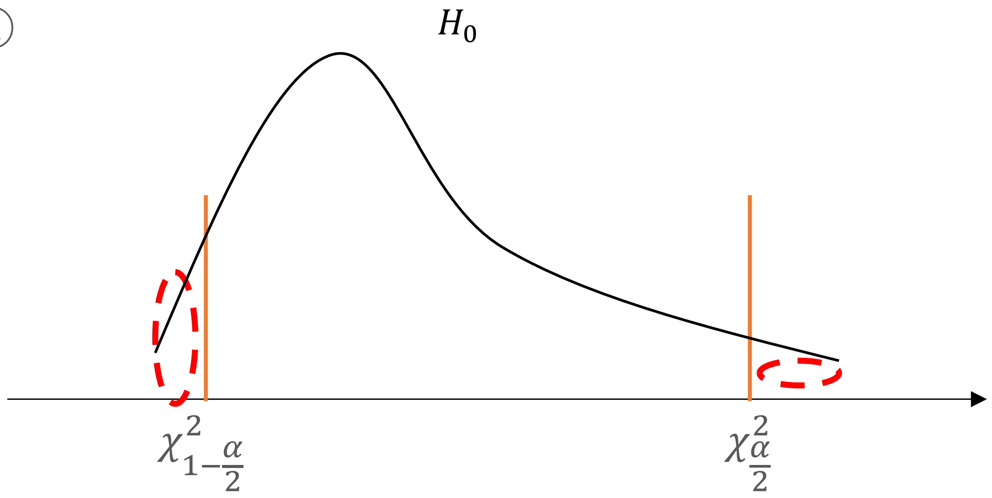
두 모평균 차에 대한 가설검정

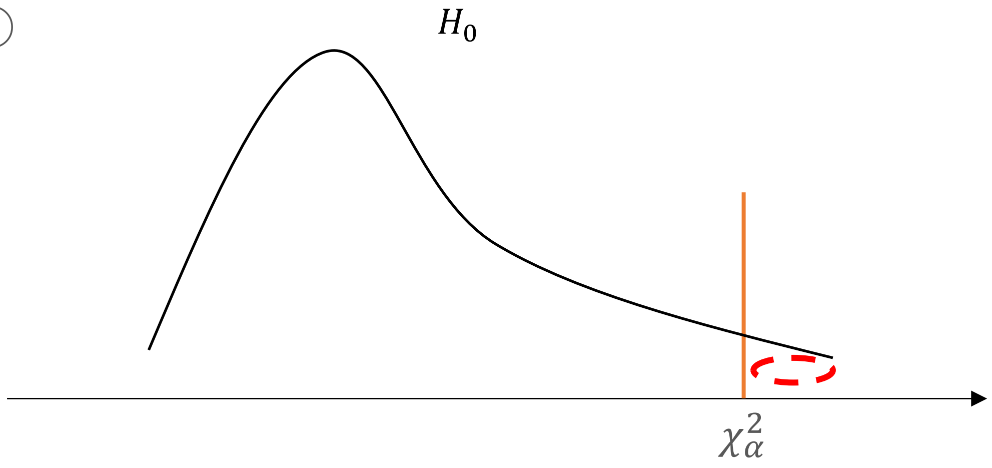
- 귀무가설 $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = \tau_0$
- 대립가설 $H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq \tau_0$ or $\mu_1 - \mu_2 < \tau_0$ or $\mu_1 - \mu_2 > \tau_0$
  - 모 분산 σ_1^2 , σ_2^2을 알고 있는 경우
    - 검정통계량 $Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - \tau_0}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$
  - 모 분산 σ_1^2 , σ_2^2을 모르는 경우
    - 두 자료에 의한 표준편차 $s_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$
    - 검정통계량 $T = \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - \tau_0}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$

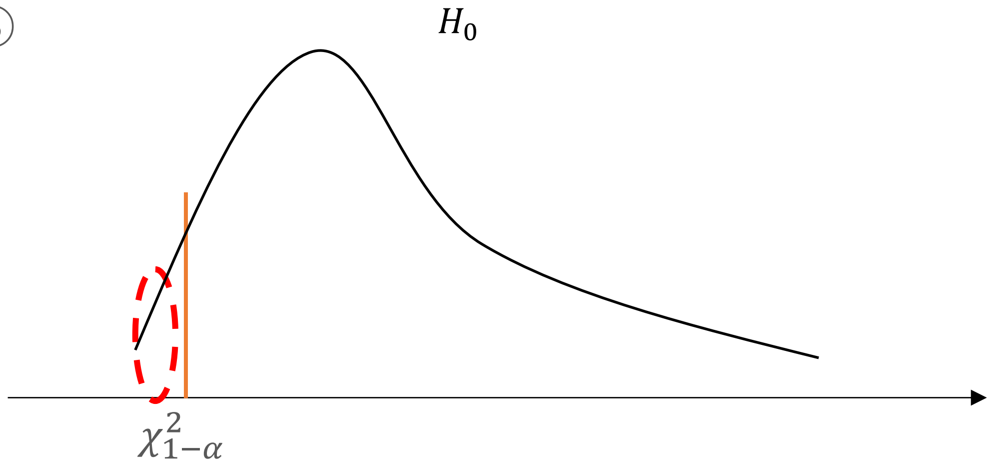
모분산에 대한 가설검정

- 모집단의 평균과 분산이 μ, σ^2인 정규모집단 $N(\mu, \sigma^2)$에서 μ , σ^2 가 미지인 경우 모부산 σ^2에 대한 가설검정은 점추정량인 s^2을 이용하여 검정한다.
- 통계적 가설검정의 절차
  - 귀무가설 $H_0 : \sigma^2 = \sigma_0^2$
  - 대립가설 H_1 : ① $\sigma^2 \neq \sigma_0^2$ or ② $\sigma^2 > \sigma_0^2$ or ③ $\sigma^2 < \sigma_0^2$
  - 검정통계량 $\chi^2 = \frac{(n-1)s^2}{\sigma_0^2} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{\sigma_0^2}$
  - 표본크기 n과 유의수준 α결정
  - 기각역 ① $\chi^2 \geq \chi^2(n-1, \frac{\alpha}{2})$ or $\chi^2 \leq \chi^2(n-1, 1-\frac{\alpha}{2})$ or ② $\chi^2 \geq \chi^2(n-1, \alpha)$ or ③ $\chi^2 \leq \chi^2(n-1, 1-\alpha)$
  - 통계적 결정 : 검정통계량이 기각역에 포함되면 귀무가설을 기각한다.

모분산에 대한 가설검정 기각역

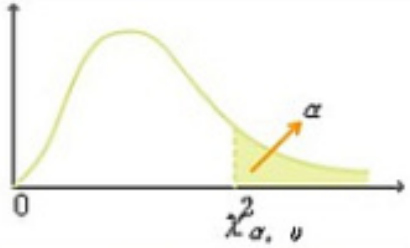
① 

② 

③ 

카이제곱 분포표

<부표-3> χ^2 분포표



ν	α=.995	α=.99	α=.975	α=.95	α=.05	α=.025	α=.01	α=.005	ν
1	.3333930	.000157	.000982	.00393	3.841	5.024	6.635	7.879	1
2	.0100	.0201	.0506	.103	5.991	7.378	9.210	10.597	2
3	.0717	.115	.216	.352	7.815	9.348	11.345	12.838	3
4	.207	.297	.484	.711	9.488	11.143	13.277	14.860	4
5	.412	.554	.831	1.145	11.070	12.832	15.086	16.750	5
6	.676	.872	1.237	1.635	13.592	14.449	16.812	18.548	6
7	.989	1.239	1.690	2.167	14.067	16.013	18.475	20.278	7
8	1.344	1.646	2.180	2.733	15.507	17.535	20.090	21.955	8
9	1.735	2.088	2.700	3.325	16.919	19.023	21.666	23.589	9
10	2.156	2.558	3.247	3.940	18.307	20.483	23.209	25.188	10
11	2.603	3.053	3.816	4.575	19.675	21.920	24.725	26.757	11
12	3.074	3.571	4.404	5.226	21.026	23.337	26.217	28.300	12
13	3.565	4.107	5.009	5.892	22.362	24.736	27.688	29.819	13
14	4.075	4.660	5.629	6.571	23.685	26.119	29.141	31.319	14
15	4.601	5.229	6.262	7.261	24.996	27.488	30.578	32.801	15
16	5.142	5.812	6.908	7.962	26.296	28.845	32.000	34.267	16
17	5.697	6.408	7.564	8.672	27.587	30.191	33.409	35.718	17
18	6.265	7.015	8.231	9.390	28.869	31.526	34.805	37.516	18
19	6.844	7.633	8.907	10.117	30.114	32.852	36.191	38.582	19
20	7.434	8.260	9.591	10.851	31.410	34.170	37.566	39.997	20

모분산에 대한 가설검정 예제

- 어느 전구회사의 생산 전구제품의 수명은 분산이 120시간인 정규분포를 따른다. 새로운 공정설계에 의하여 일부를 변경하고 이 공정에서 생산된 제품 30개를 추출하여 분산을 조사하니 105시간이었다. 공정을 변경하므로 제품수명의 변동이 적어지는지 유의수준 $\alpha = 0.05$ 수준에서 검정하라.

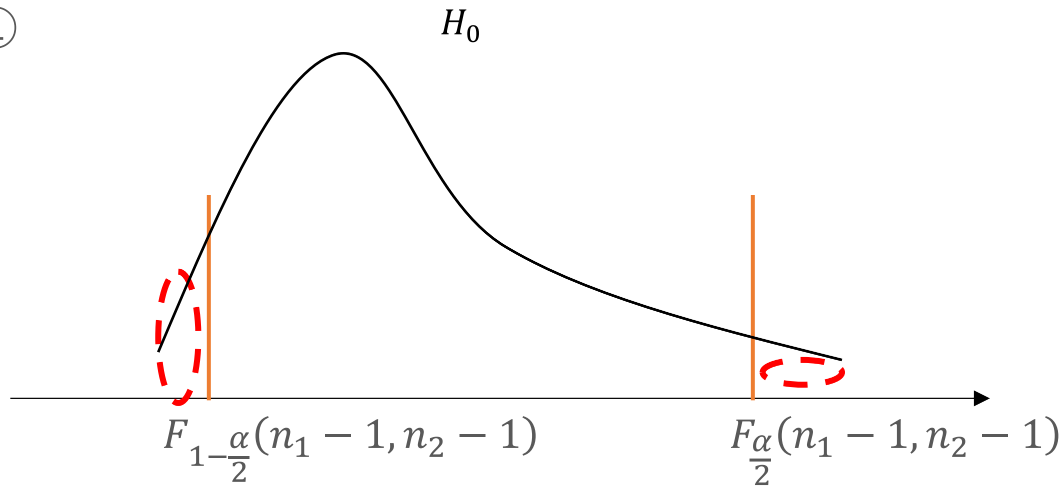
- 통계적 가설검정
  - ✓ $H_0 : \sigma^2 = 120$, $H_1 : \sigma^2 < 120$
  - ✓ 검정통계량 $\chi^2 = \frac{(n-1)s^2}{\sigma^2} = \frac{29\times105}{120} = 23.375$
  - ✓ 기각역 $\chi^2 \le \chi^2(n-1,1-\alpha) = \chi^2(29,0.95) = 17.71$
  - ✓ 검정결과 : $\chi^2 = 23.375 > \chi^2(29,0.95) = 17.71$ 이므로 H_0를 기각할 수 없고 채택된다. 즉 새로운 공정을 변경하더라도 제품수명의 변동은 적어지지 않는다.

두 모분산 비에 대한 가설검정

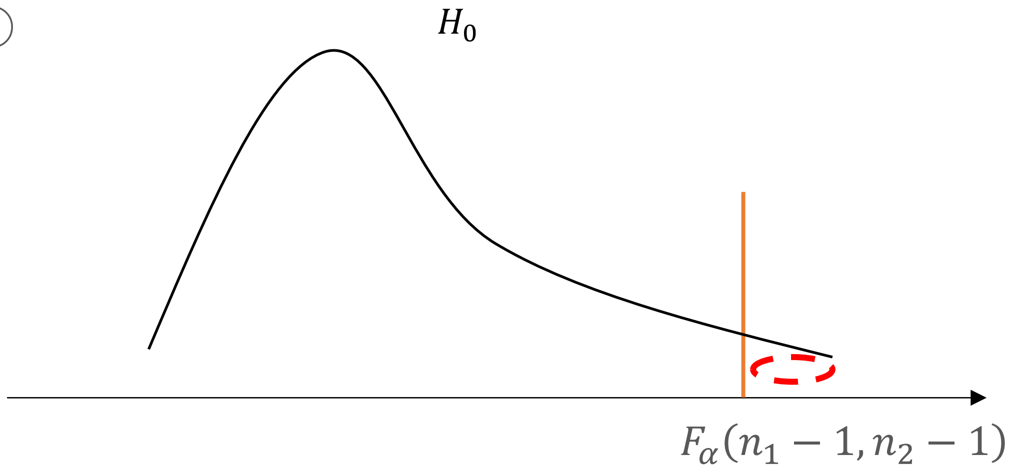
- 모평균과 모분산을 모르는 경우 두 정규모집단에서 각각 표본크기가 n_1 , n_2이며, 표본분산이 s_1^2 , s_2^2이라고 하면 두 모분산의 비 $\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$에 대한 가설검정의 방법
- 통계적 가설검정의 절차
  - 귀무가설 $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$
  - 대립가설 $H_1 :$ ① $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ or ② $\sigma_1^2 > \sigma_2^2$ or ③ $\sigma_1^2 < \sigma_2^2$
  - 검정통계량 $F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$
  - 표본크기 n_1 , n_2 와 유의수준 α를 결정
  - 기각역 ① $F \geq F(n_1 - 1, n_2 - 1, \frac{\alpha}{2})$ or $F \leq F(n_1 - 1, n_2 - 1, 1 - \frac{\alpha}{2})$ or ② $F \geq F(n_1 - 1, n_2 - 1, \alpha)$ or ③ $F \leq F(n_1 - 1, n_2 - 1, 1 - \alpha)$

두 모분산 비에 대한 가설검정 기각역

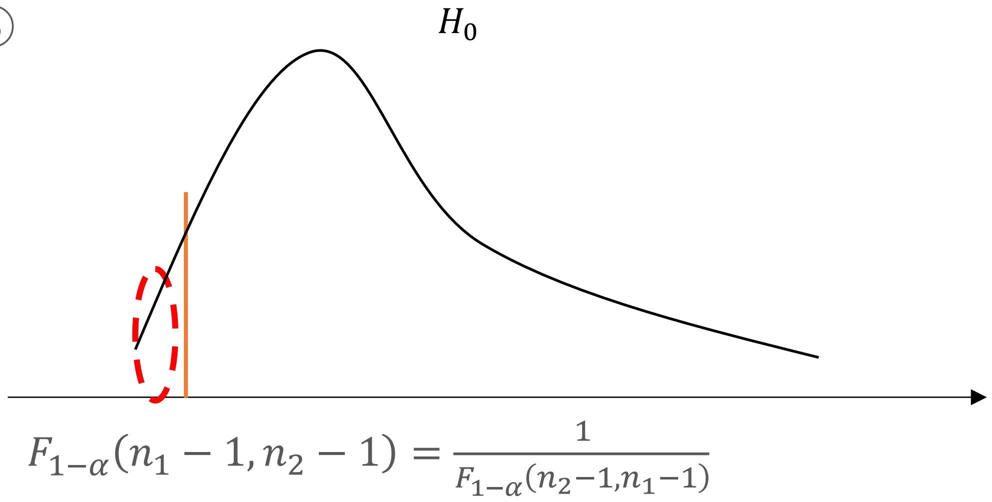
①



②



③

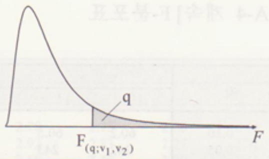


F분포표

[표 A-4] F-분포표

$$P\{F \geq F_{(q;\nu_1,\nu_2)}\} = q$$

$$F_{(1-q;\nu_1,\nu_2)} = \frac{1}{F_{(q;\nu_2,\nu_1)}}$$



ν_2	q	분자자유도 ν_1: 1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.10	39.9	49.5	53.6	55.8	57.2	58.2	58.9	59.4	59.9
	0.05	161	200	216	225	230	234	237	239	241
	0.025	648	800	864	900	922	937	948	957	963
	0.01	4,052	5,000	5,403	5,625	5,764	5,859	5,928	5,981	6,022
2	0.10	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38
	0.05	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4
	0.025	38.5	39.0	39.2	39.3	39.3	39.3	39.4	39.4	39.4
	0.01	98.5	99.0	99.2	99.2	99.3	99.3	99.4	99.4	99.4
3	0.10	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24
	0.05	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
	0.025	17.4	16.0	15.4	15.1	14.9	14.7	14.6	14.5	14.5
	0.01	34.1	30.8	29.5	28.7	28.2	27.9	27.7	27.5	27.3
4	0.10	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94
	0.05	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
	0.025	12.2	10.7	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90
	0.01	21.2	18.0	16.7	16.0	15.5	15.2	15.0	14.8	14.7
5	0.10	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32
	0.05	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
	0.025	10.0	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68
	0.01	16.3	13.3	12.1	11.4	11.0	10.7	10.5	10.3	10.2
6	0.10	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96
	0.05	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
	0.025	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52
	0.01	13.7	10.9	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98
7	0.10	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72
	0.05	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
	0.025	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82
	0.01	12.2	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72
8	0.10	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56
	0.05	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
	0.025	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36
	0.01	11.3	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91
9	0.10	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44
	0.05	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
	0.025	7.21	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.10	4.03
	0.01	10.6	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35
10	0.10	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35
	0.05	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
	0.025	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78
	0.01	10.0	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94
11	0.10	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27
	0.05	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
	0.025	6.72	5.26	4.63	4.28	4.04	3.88	3.76	3.66	3.59
	0.01	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63
12	0.10	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21
	0.05	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
	0.025	6.55	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.44
	0.01	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39

두 모분산 비에 대한 가설검정 예제

- 어떤 음료회사에서 최근 1리터 병의 내용물이 외관상 두 공장에서 변동이 있다고 판단되어 각 고장에서 임의로 20병씩 추출하여 측정한 결과 제 1공장의 평균과 분산은 각각 $\overline{x_1} = 1013.5$, $s_1^2 = 39.0$, 제 2공장의 평균과 분산은 각각 $\bar{x}_2 = 1009.7$, $s_1^2 = 26.12$ 였다. 내용물의 변동에 차이가 있다고 말할 수 있는지, 유의수준 $\alpha = 0.05$에서 검정하라.

- 통계적 가설검정
  - ✓ $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$, $H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$
  - ✓ 검정통계량 $F = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{39.0}{26.12} = 1.4931$
  - ✓ $n_1 = 20$, $n_2 = 20$, 유의수준 $\alpha = 0.05$
  - ✓ $F\left(n_1 - 1, n_2 - 1, \frac{\alpha}{2}\right) = F(19,19,0.025) = 2.527$
  - ✓ 기각역 $F \geq F(19,19,0.025)$ 인데, $F = 1.4931 < F(19,19,0.025) = 2.527$이므로 H_0를 기각하지 않는다. 즉 두 공장의 내용물에 변동에 대한 차이는 없다.

Quiz 1

- 어떤 도시에서 보건소를 이용하는 환자들은 진료를 받기 위해 대기하는 시간이 1시간보다 더 걸린다고 시청에 항의를 하였다. 이를 확인하기 위해 시청에서 보건소를 방문하는 100명의 환자를 랜덤으로 추출하여 대기시간을 측정한 결과 표본평균 63분, 표준편차 10분을 얻었다. 유의수준 $\alpha = 0.05$에서 보건소를 방문하는 환자들의 주장이 타당한지를 구하여 검정하여라. 단 환자들의 대기시간은 분산이 $\sigma^2 = (10\text{분})^2$이고 정규분포를 따른다고 가정한다.

Quiz 2

- A 제약회사에서는 한 달 동안 복용하면 2kg 이상의 체중 감량 효과가 있다는 약을 개발하였다고 주장한다. 식약청에서느 이에 대한 효과를 검증하기 위하여 12명의 비만 환자를 대상으로 한 달 동안 약을 복용하게 한 후, 감량된 체중을 측정한 결과 다음과 같은 자료를 얻었다.

$1.5, \quad 0.7, \quad 2.2, \quad 0.5, \quad 1.0, \quad 0.8, \quad 1.3, \quad 3.2, \quad 2.5, \quad 1.8, \quad 2.6, \quad 1.2$

- A 제약회사에서의 주장이 옳은지를 유의수준 $\alpha = 0.05$에서 검정하여라.

Quiz 3

- A식품회사에서 생산되고 있는 참치 통조림의 용량은 평균 500g, 표준편차 30g 인 정규분포를 따른다고 한다. 시중에서 판매되고 있는 A식품회사의 참치 통조림 9개를 랜덤으로 추출하여 조사한 결과, 이들의 평균 용량은 476g 이었다. 이 결과로부터 "A 식품회사에서 생산되는 참치 통조림의 용량은 500g보다 적다" 라고 할 수 있는지를 유의수준 $\alpha = 0.05$ 에서 검정하여라.

Quiz 4

- A 공장에서 생산되고 있는 볼트가 규격에 합격되기 위해서는 볼트 직경의 분산이 1mm 이내이어야 한다. 모 건설회사에서 이번에 납품받은 볼트 중에서 21개를 랜덤으로 추출하여 직경을 측정한 결과, 그 분산은 1.42mm이었다. A 공장에서 생산되는 볼트의 직경이 정규분포를 따른다고 가정할 때, 건설회사에서 납품받은 볼트의 분산이 1mm를 초과한다고 할 수 있는지를 유의수준 $\alpha = 0.05$로 검정하여라.

Quiz 5

- 최근 대기업과 중소기업 직장인을 대상으로 실시한 조사에 따르면 직장인들의 근무시간의 ¼정도는 업무외의 일에 투자하고 있으며, 그 중에는 웹서핑이나 인터넷 쇼핑, 채팅, 컴퓨터 게임 등에 가장 많은 시간을 쓰고 있는 것으로 나타났다. 모 회사의 CEO는 자기 회사의 직원들은 일과시간 중에 업무 이외의 일에 컴퓨터를 사용하는 시간이 85분 이상이 될 것 같다는 생각에 비서에게 10명의 직원을 랜덤으로 뽑아 업무 이외의 일에 컴퓨터를 사용하는 시간 X를 조사하도록 지시하였으며, 조사 결과 다음과 같은 자료를 얻었다고 하자.

$$81\,,85\,,90\,,94\,,86\,,97\,,86\,,81\,,78\,,101$$

- 위의 자료는 직원들의 업무 이외의 용도로 일일 평균 85분 이상 컴퓨터를 사용하고 있다고 판단할 수 있는 근거를 제공하고 있는지 유의수준 $\alpha = 0.05$에서 검정하여라.