目で見てわかるビジネス統計学
～Excel実践編～

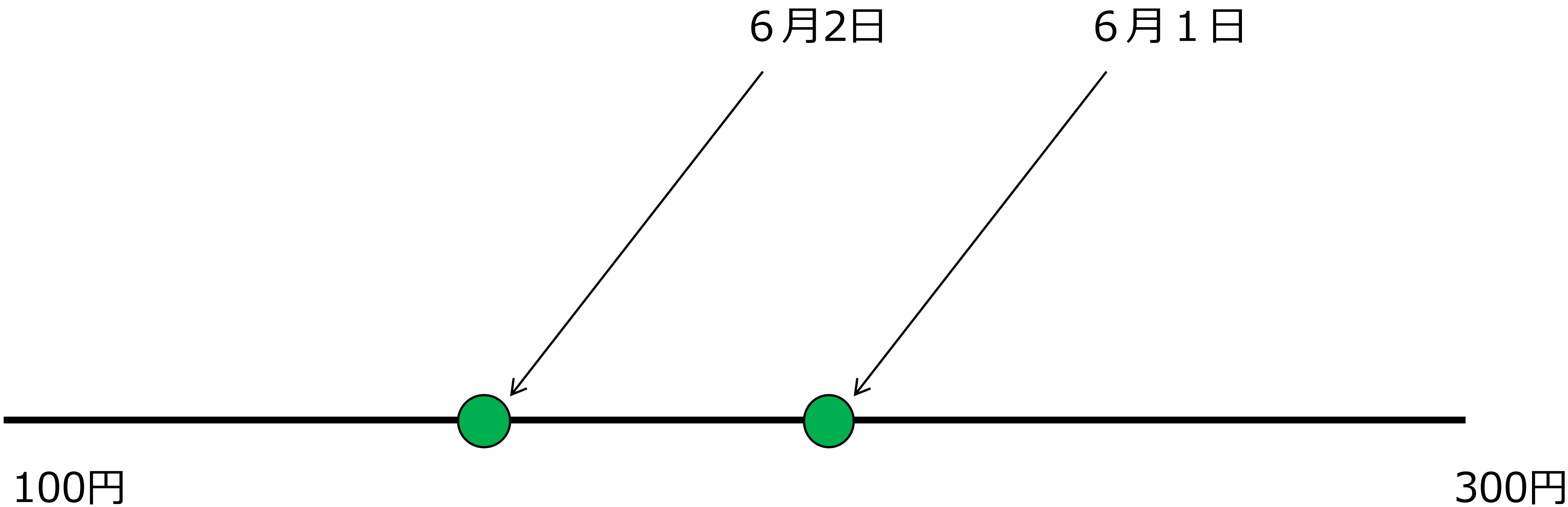
第２回

「確率」

和から株式会社
WAKARA

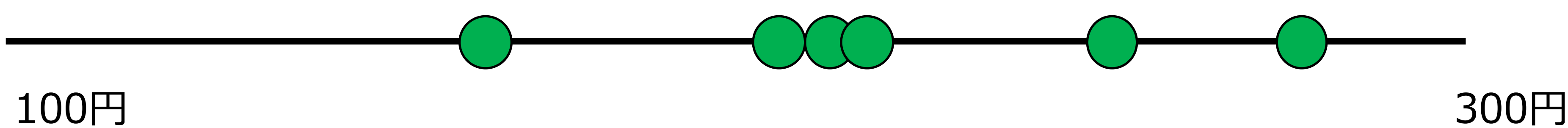
ヒストグラム

- ある株価の変動を記録する



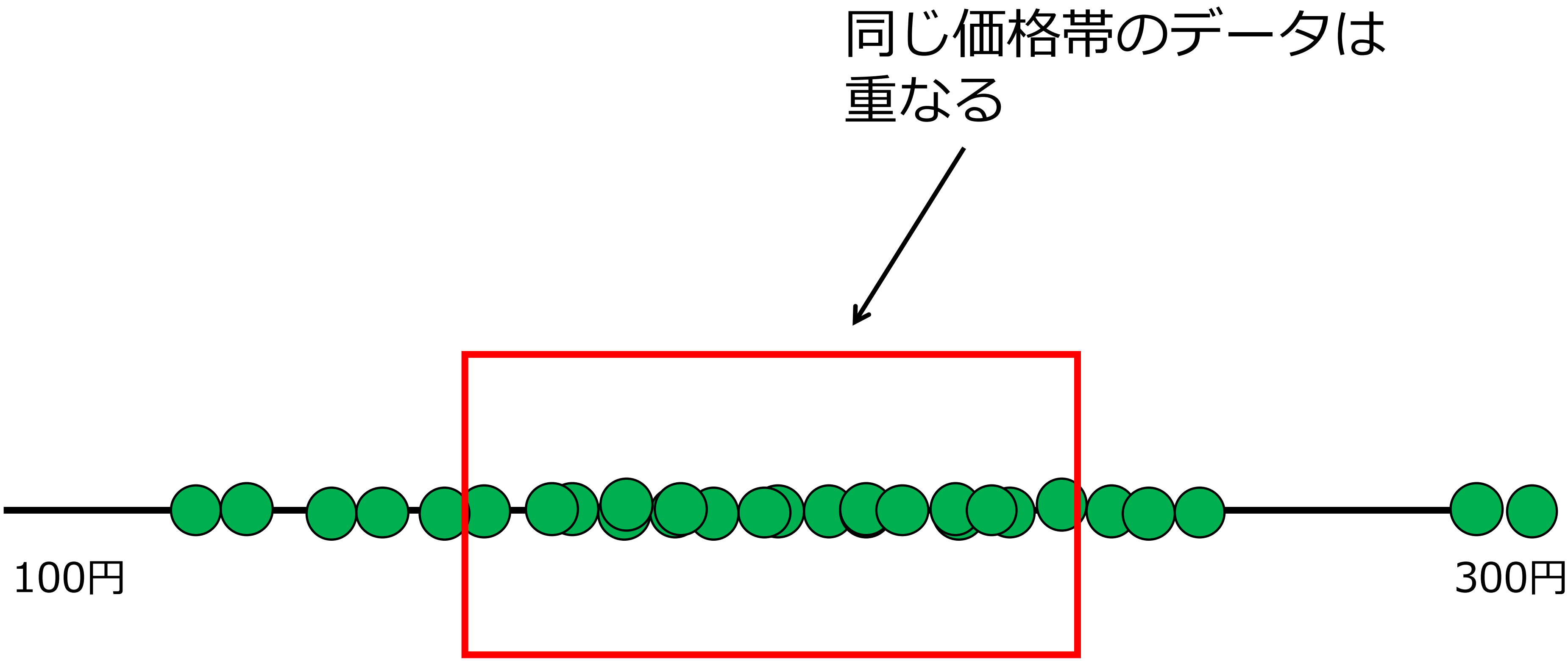
ヒストグラム

- ある株価の変動を記録する



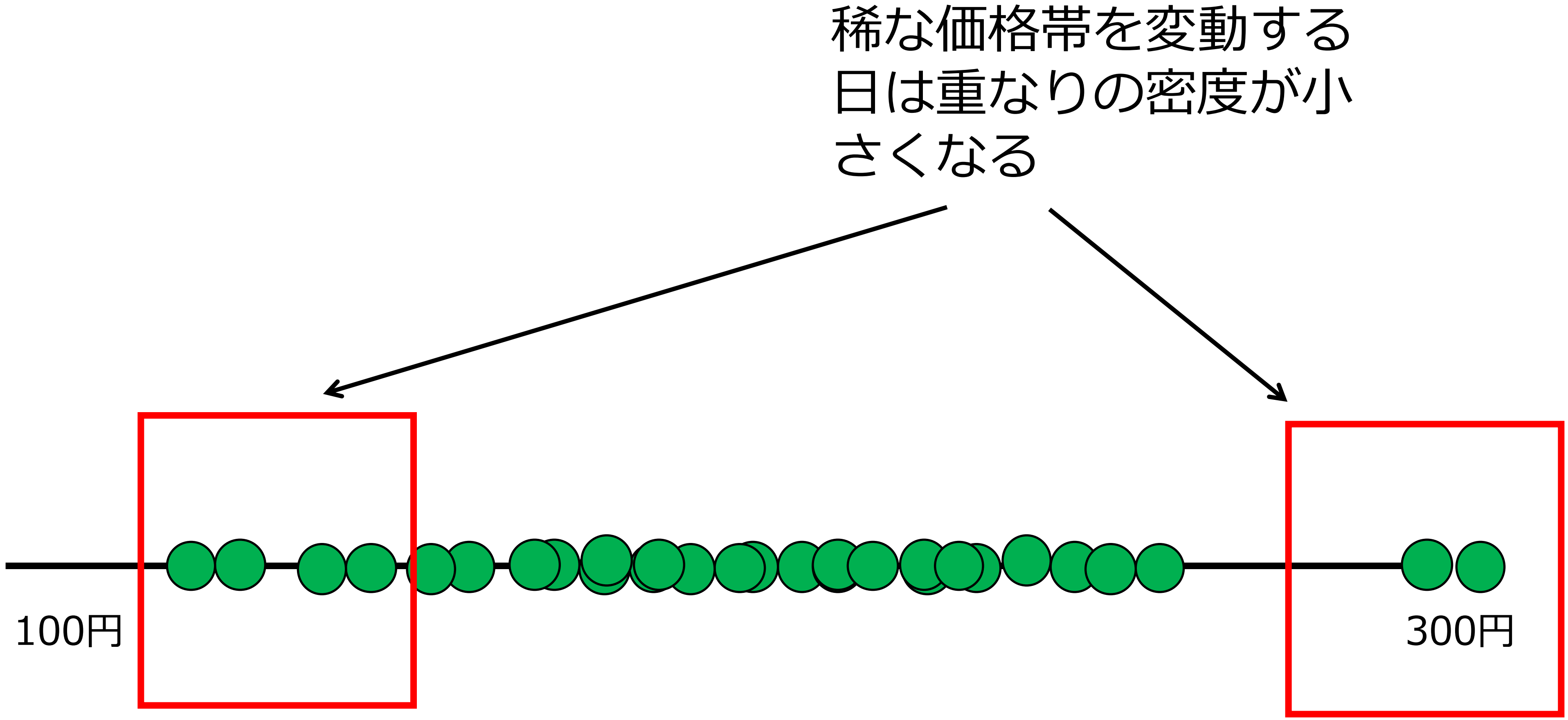
ヒストグラム

- ある株価の変動を記録する



ヒストグラム

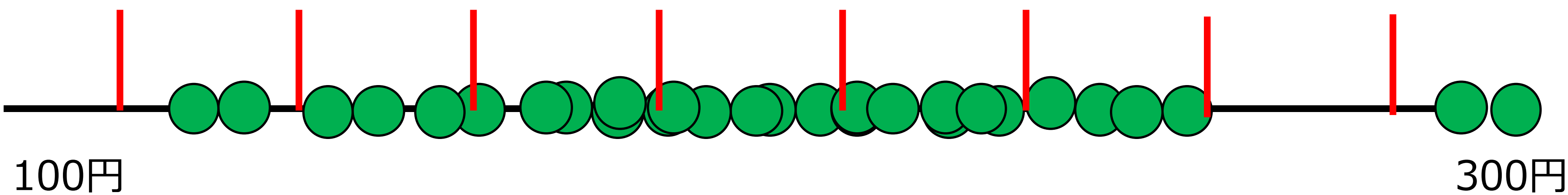
- ある株価の変動を記録する



ヒストグラム

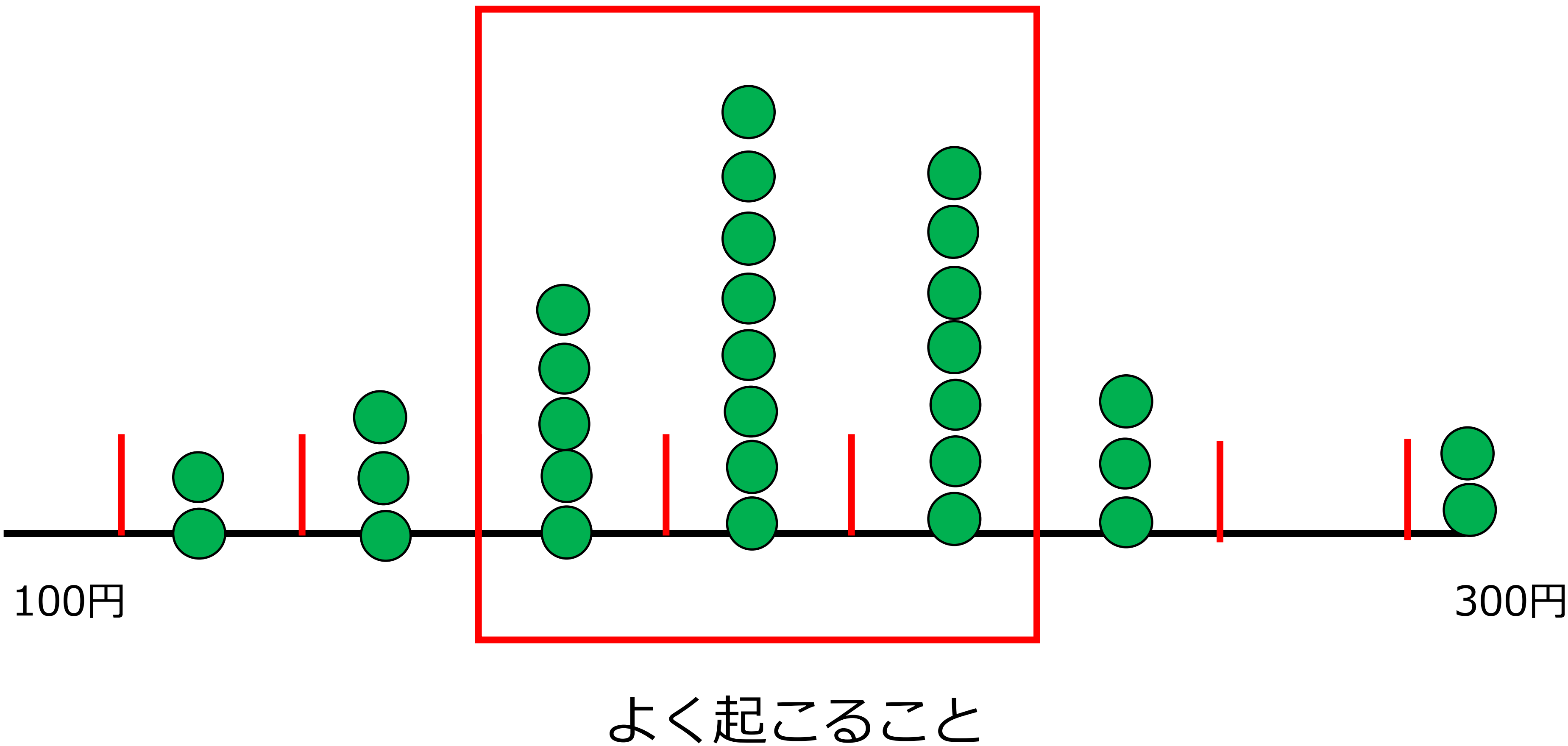
- ある株価の変動を記録する

データを階級（値段帯）に分ける



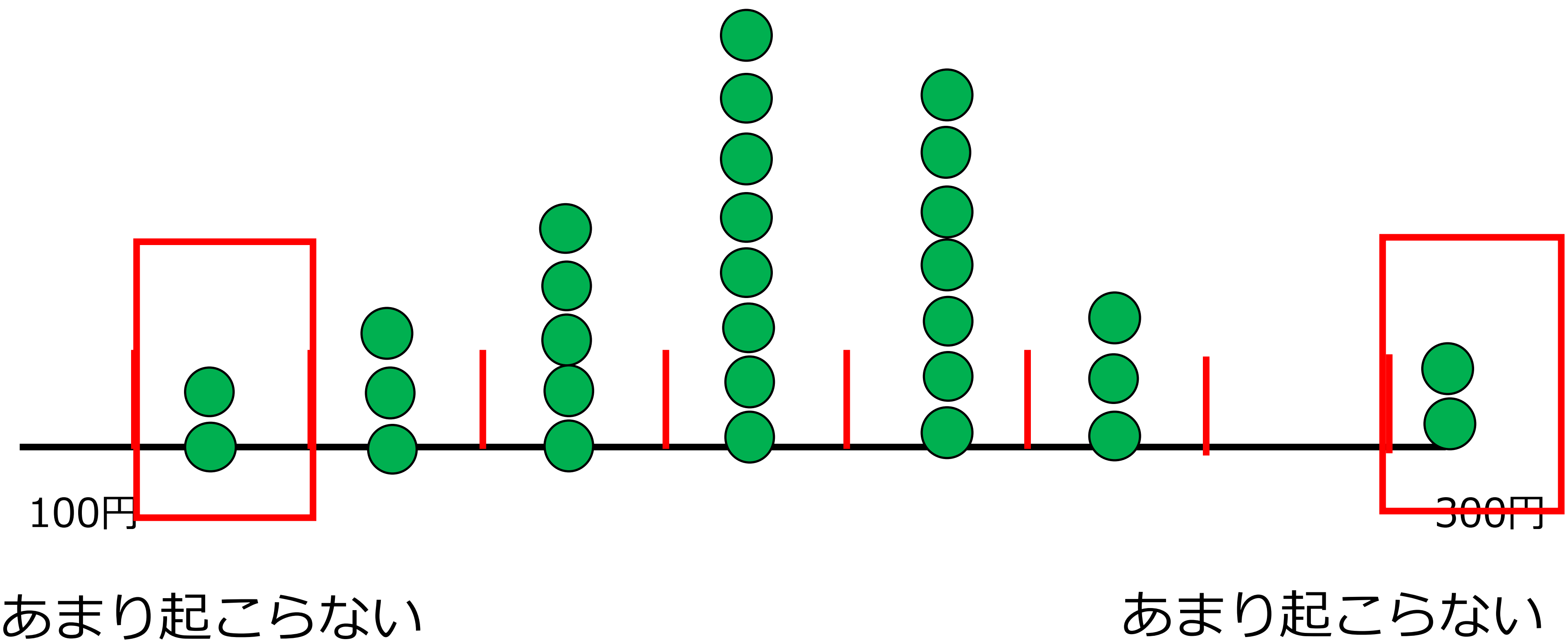
ヒストグラム

階級ごとにデータを積み上げたものがヒストグラム



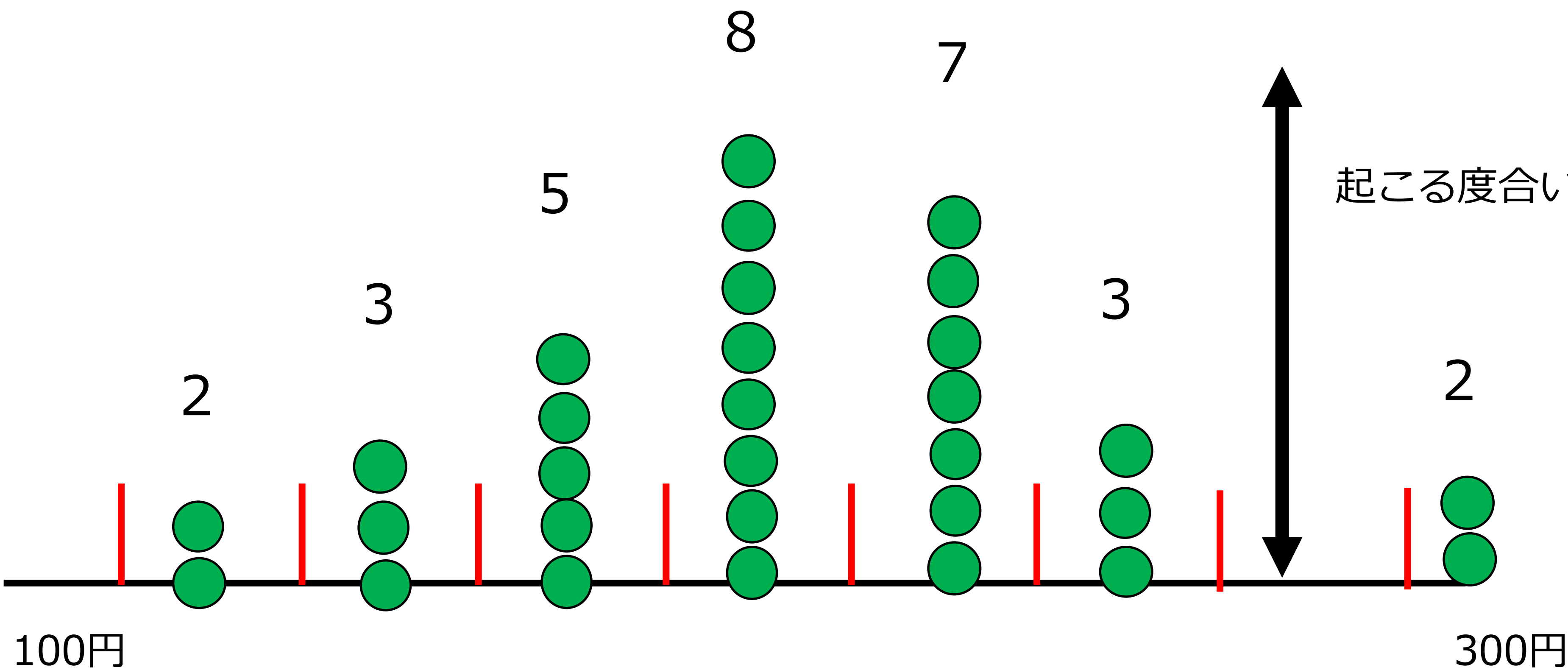
ヒストグラム

ヒストグラムを使って予測が可能になる



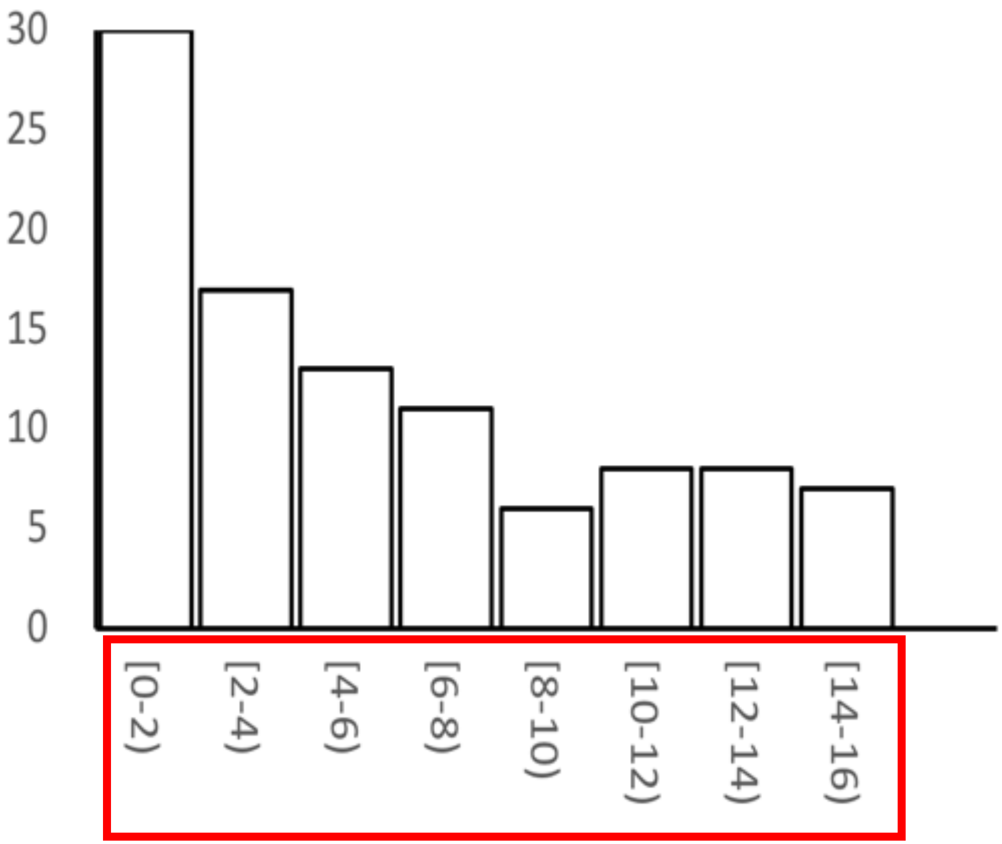
ヒストグラム

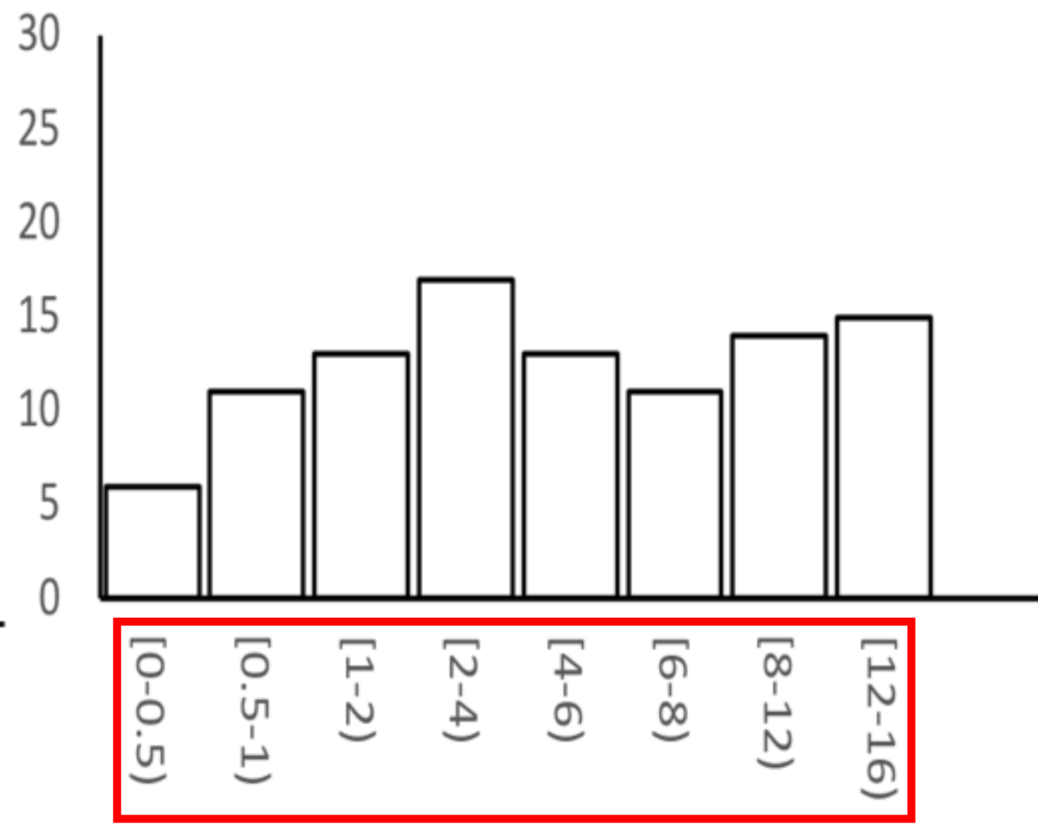
30日分のデータ



どちらのサービスがいいのか？

コールセンターの待ち時間のヒストグラム



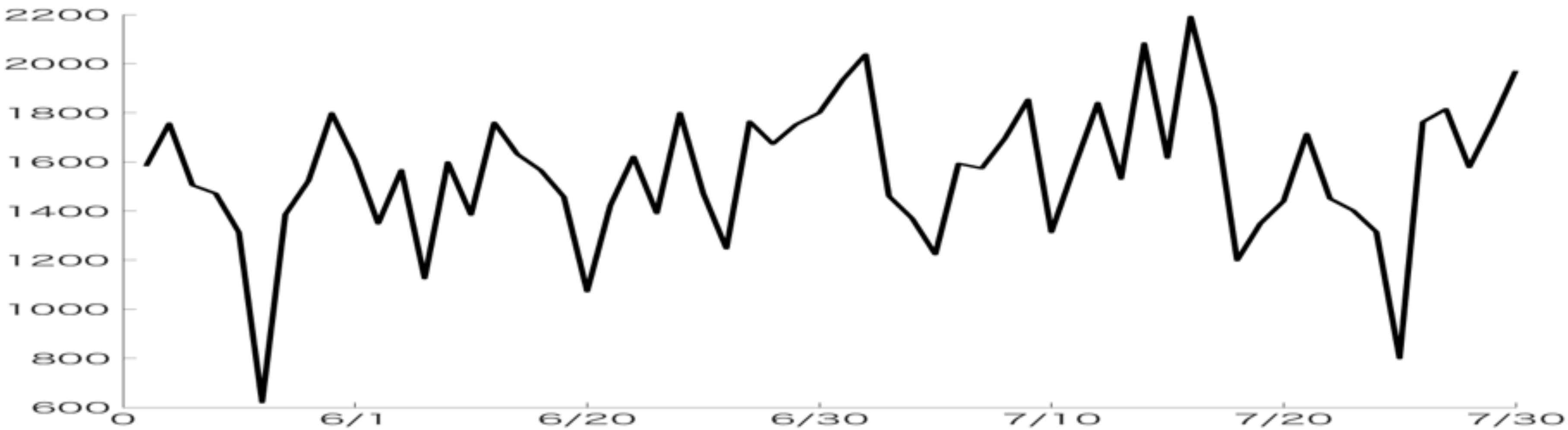


ヒストグラムを作る時のポイント

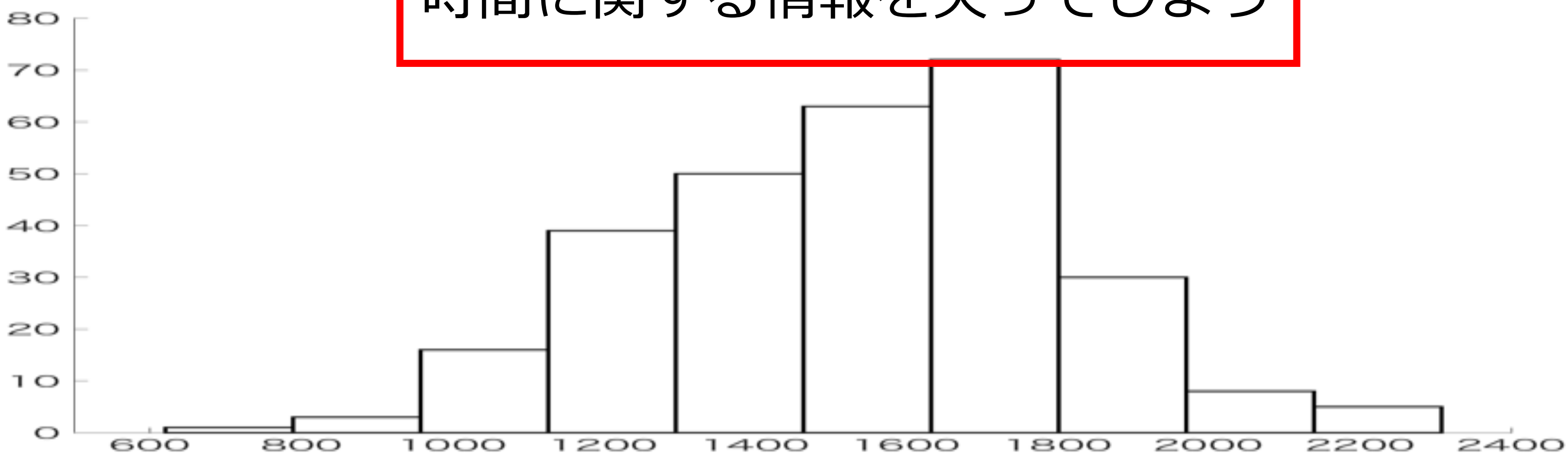
- 階級の幅は等間隔にとる

階級の幅がバラバラ

ヒストグラムを使った分析例



時間に関する情報を失ってしまう



クラスターに分解する

日付	応募者数	
6月1日	657	
6月2日	814	
6月3日	718	
6月4日	554	
6月5日	569	
6月6日	664	
6月7日	1059	
6月8日	950	

クラスターに分解する

日付	応募者数	曜日
6月1日	657	木曜
6月2日	814	金曜
6月3日	718	土曜
6月4日	554	日曜
6月5日	569	月曜
6月6日	664	火曜
6月7日	1059	水曜
6月8日	950	木曜

クラスターに分解する

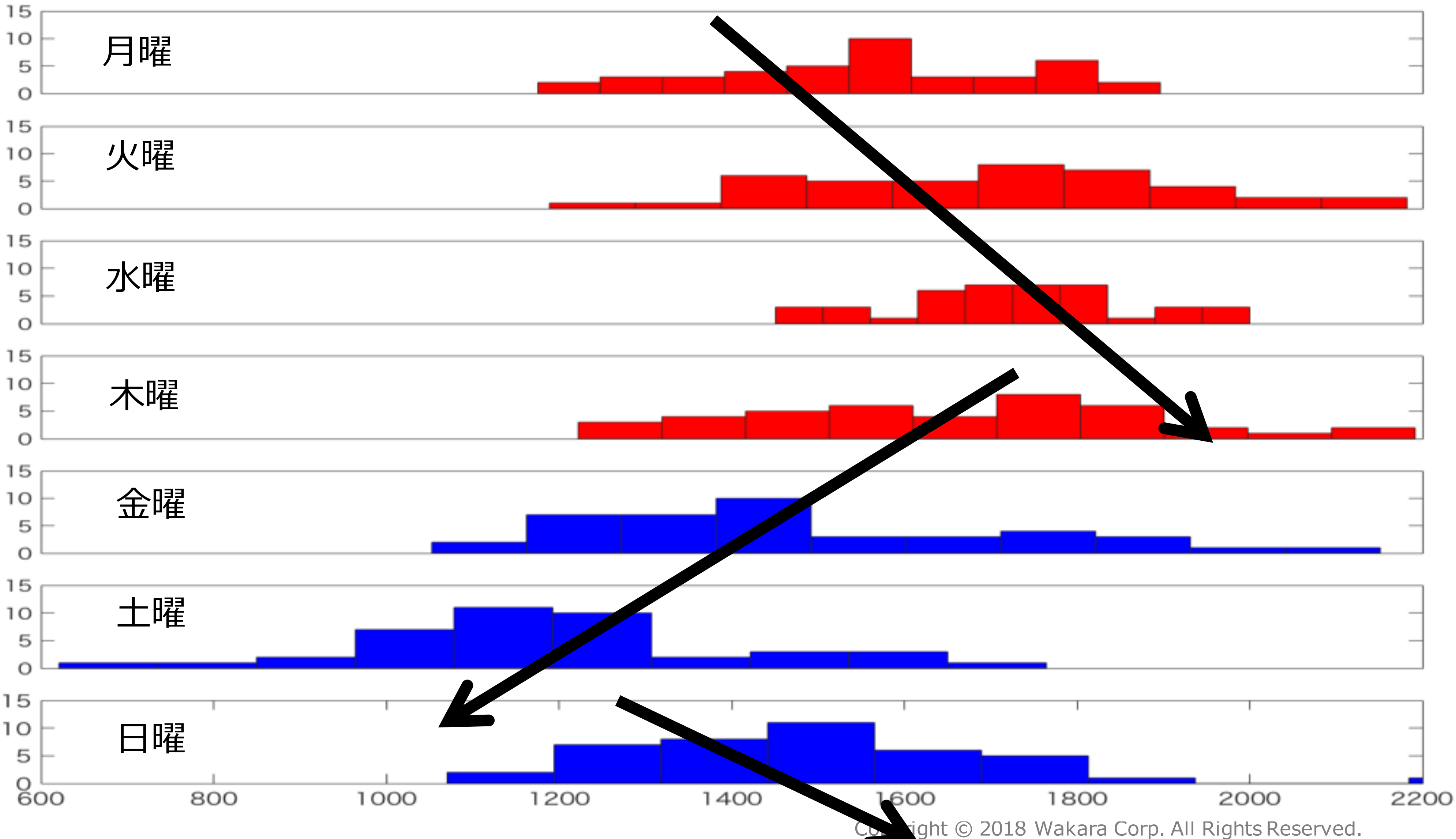
日付	応募者数	曜日
6月1日	657	木曜
6月2日	814	金曜
6月3日	718	土曜
6月4日	554	日曜
6月5日	569	月曜
6月6日	664	火曜
6月7日	1059	水曜
6月8日	950	木曜

曜日毎のデータに分解

→

木曜日
657
950
1120
1202
982
1239
1220
1056
921

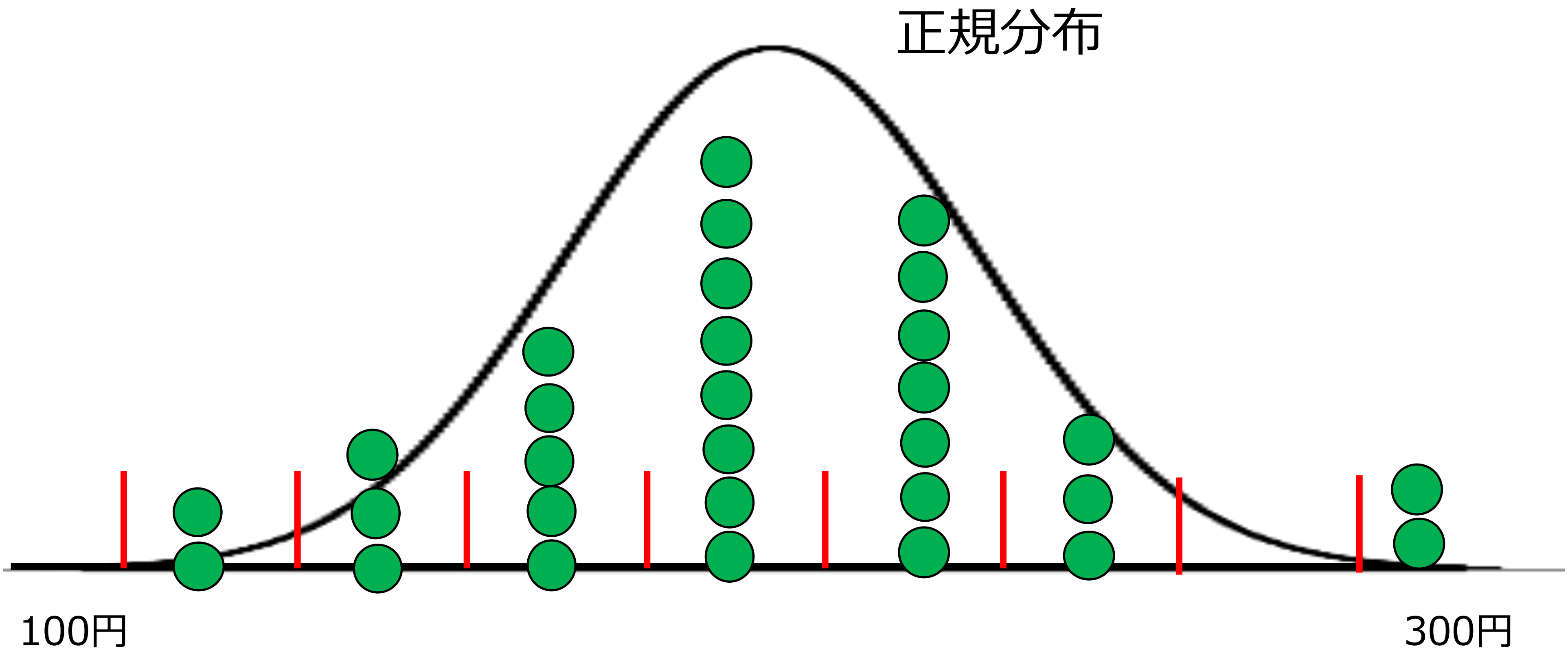
クラスターに分解してヒストグラム



- 確率を勉強すると、何ができるようになるのか？

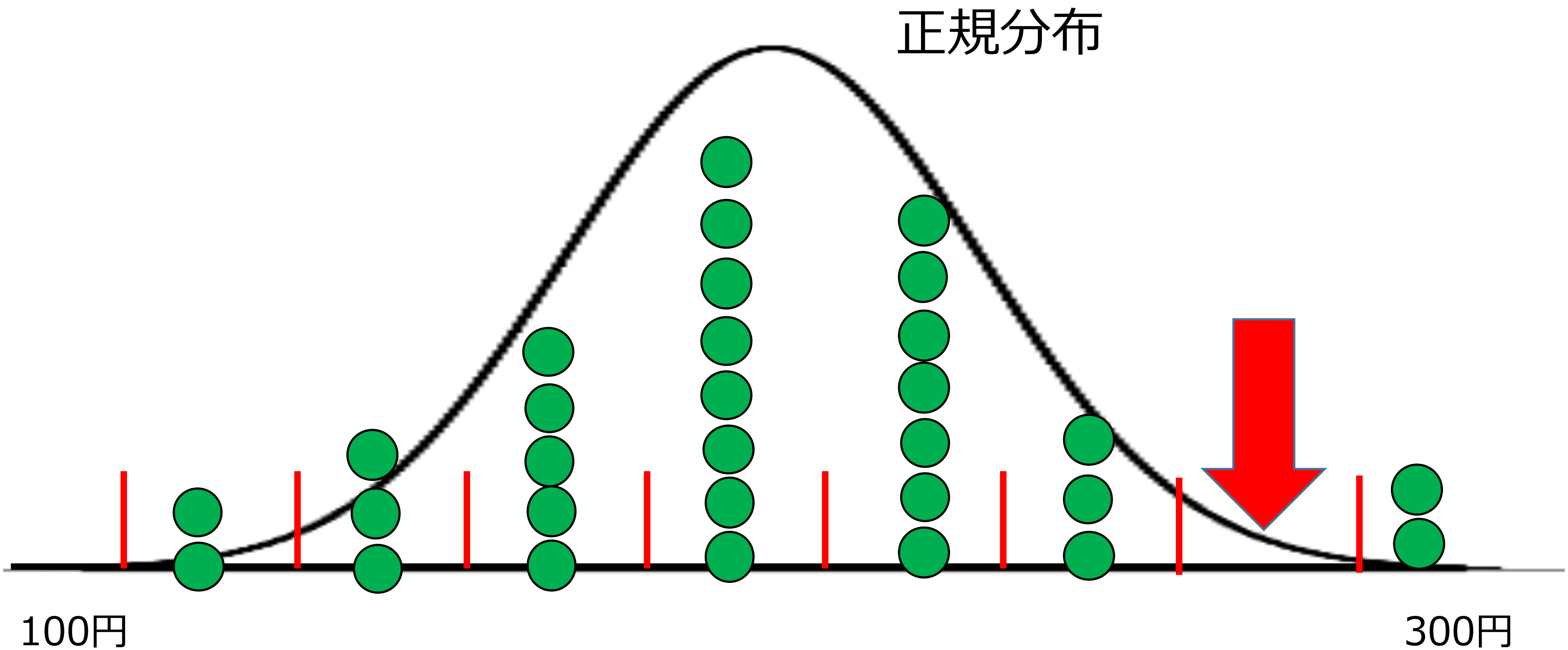
ヒストグラムと確率分布

ヒストグラムを近似する



確率分布を使った予測

ヒストグラムを近似する

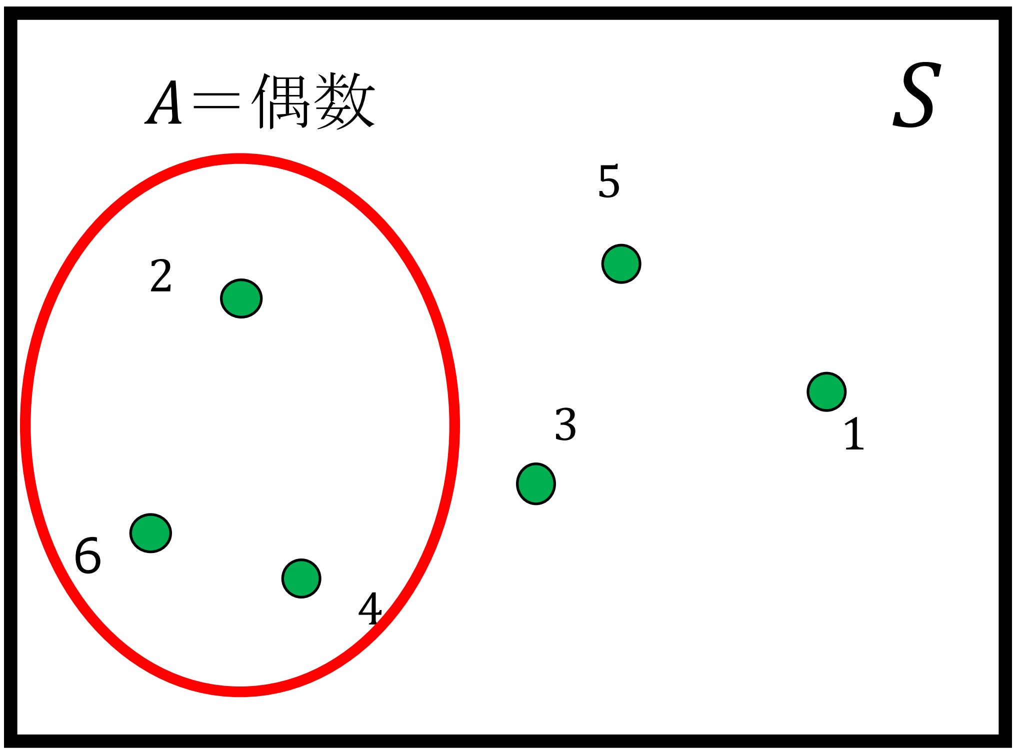


データがない部分も予測が可能

確率論を応用して分析する

確率基礎用語（標本空間と事象）

- 標本空間：ある実験を行った時に、起こり得る全ての結果の集合。
- 事象：標本空間の部分集合。



例：サイコロを１回投げる実験

標本空間：起こり得るすべての結果
＝{1,2,3,4,5,6}

事象：標本空間の部分集合
偶数＝{2,4,6}

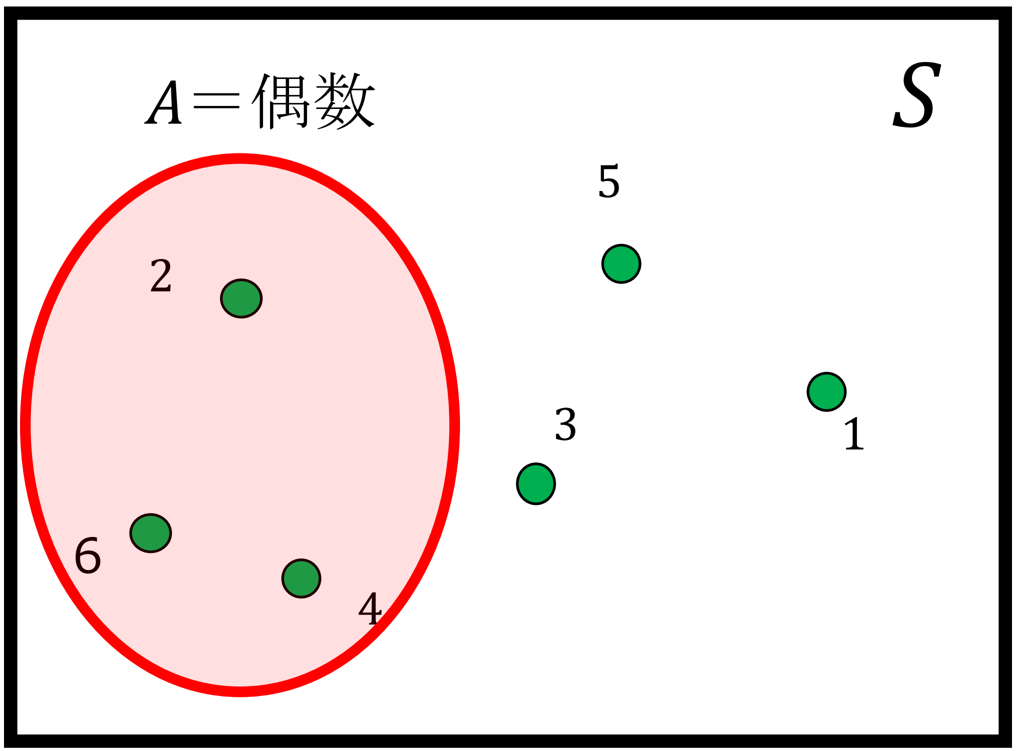
確率論を応用して分析する

事象Aの起こる確率

$$P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$$

事象の要素数

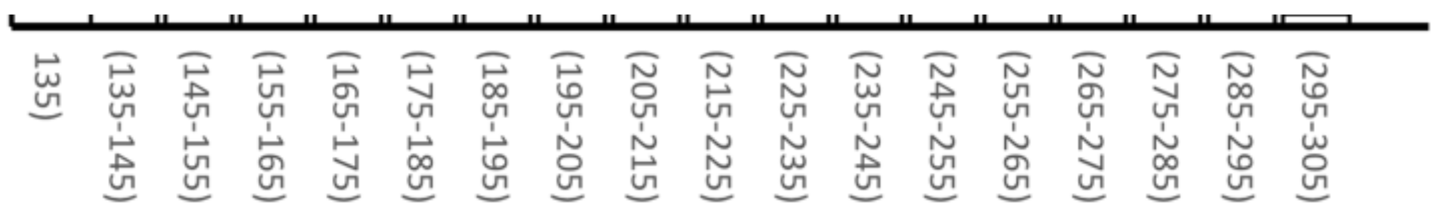
標本空間の要素数



$$P(A) = \frac{3}{6}$$

ヒストグラムと確率

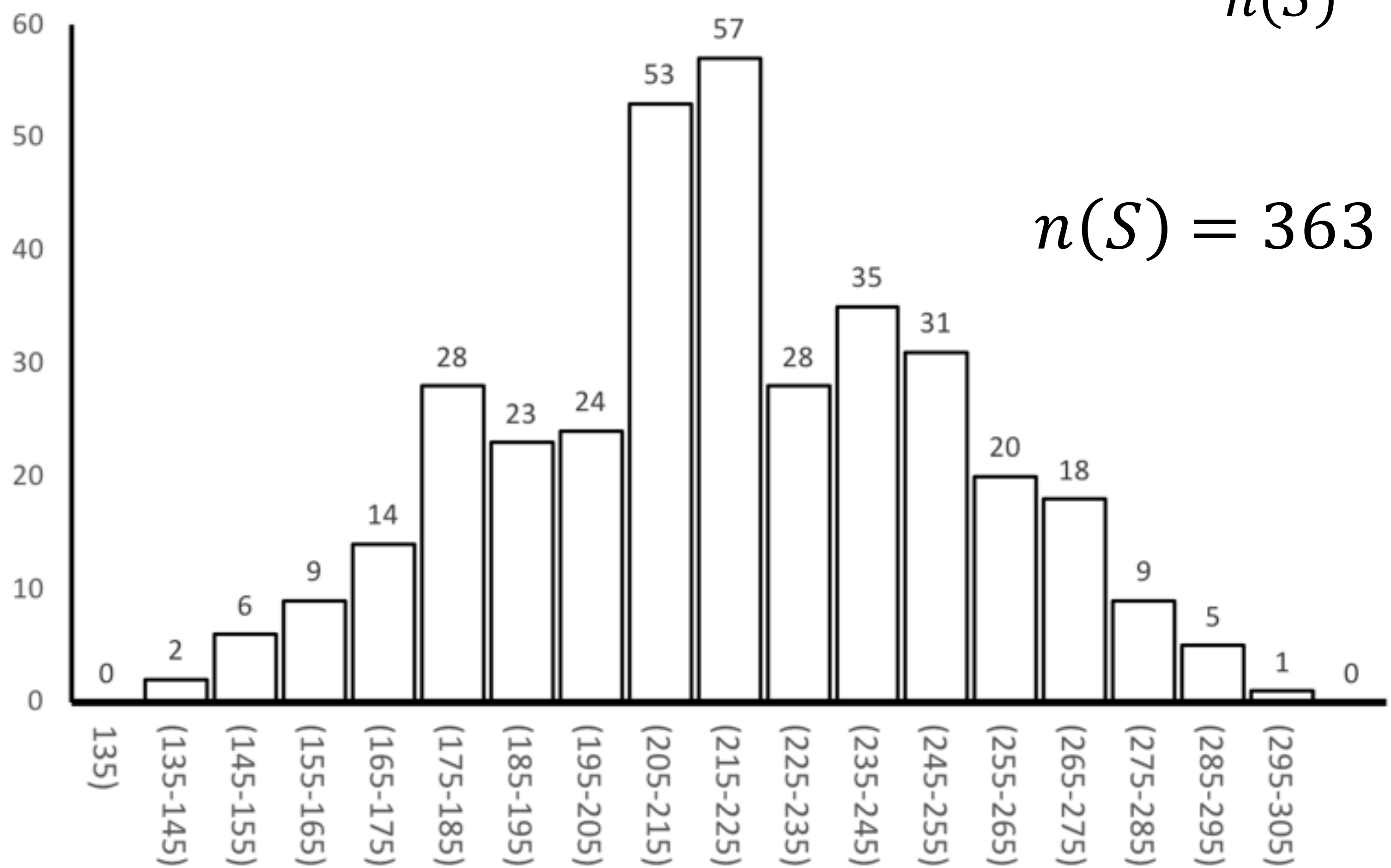
株価
224.63
215.53
210.94
225.79
157.43



ヒストグラムと確率

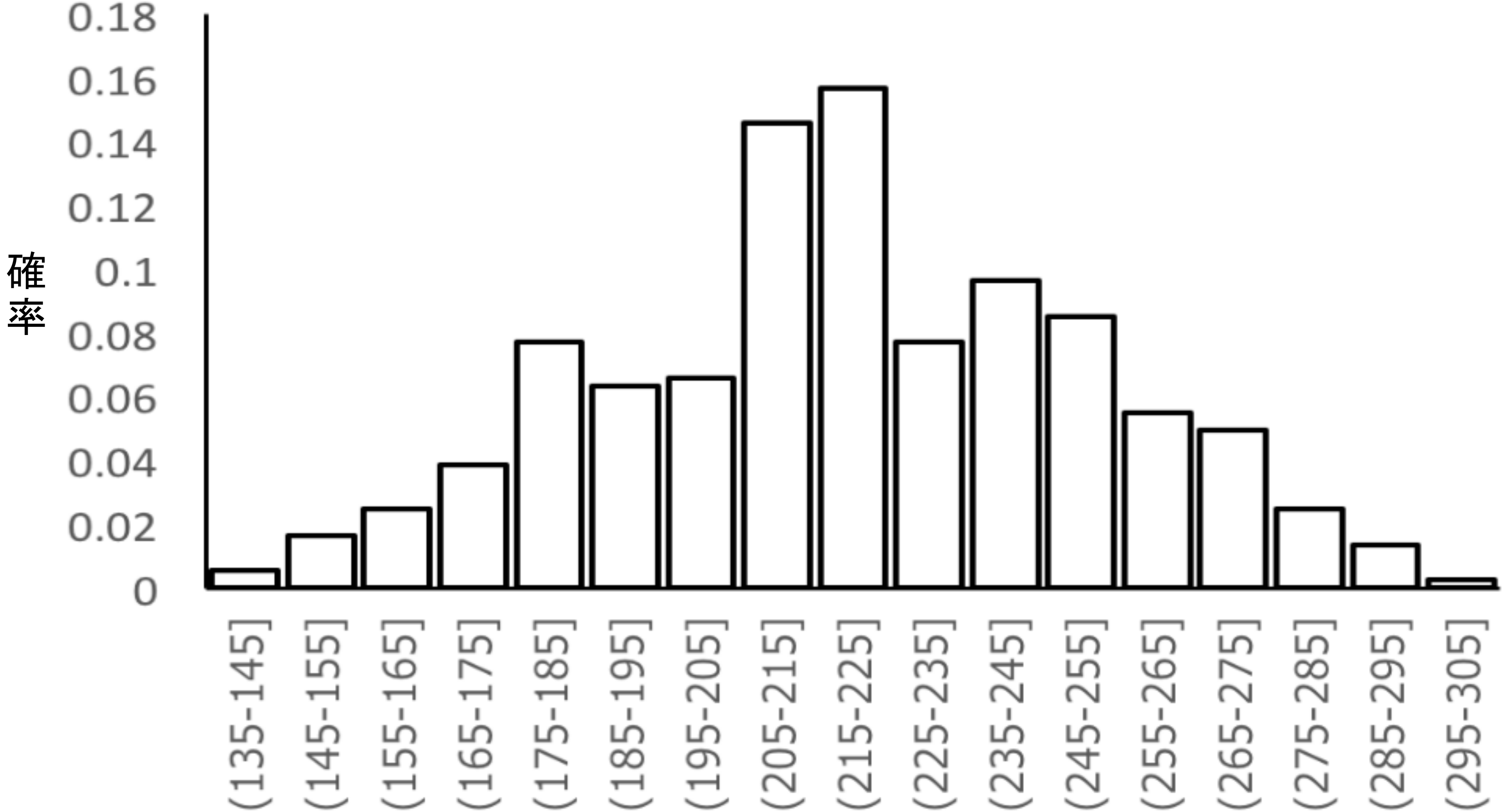
$$P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$$

株価
224.63
215.53
210.94
225.79
157.43



$$n(S) = 363$$

ヒストグラムと確率

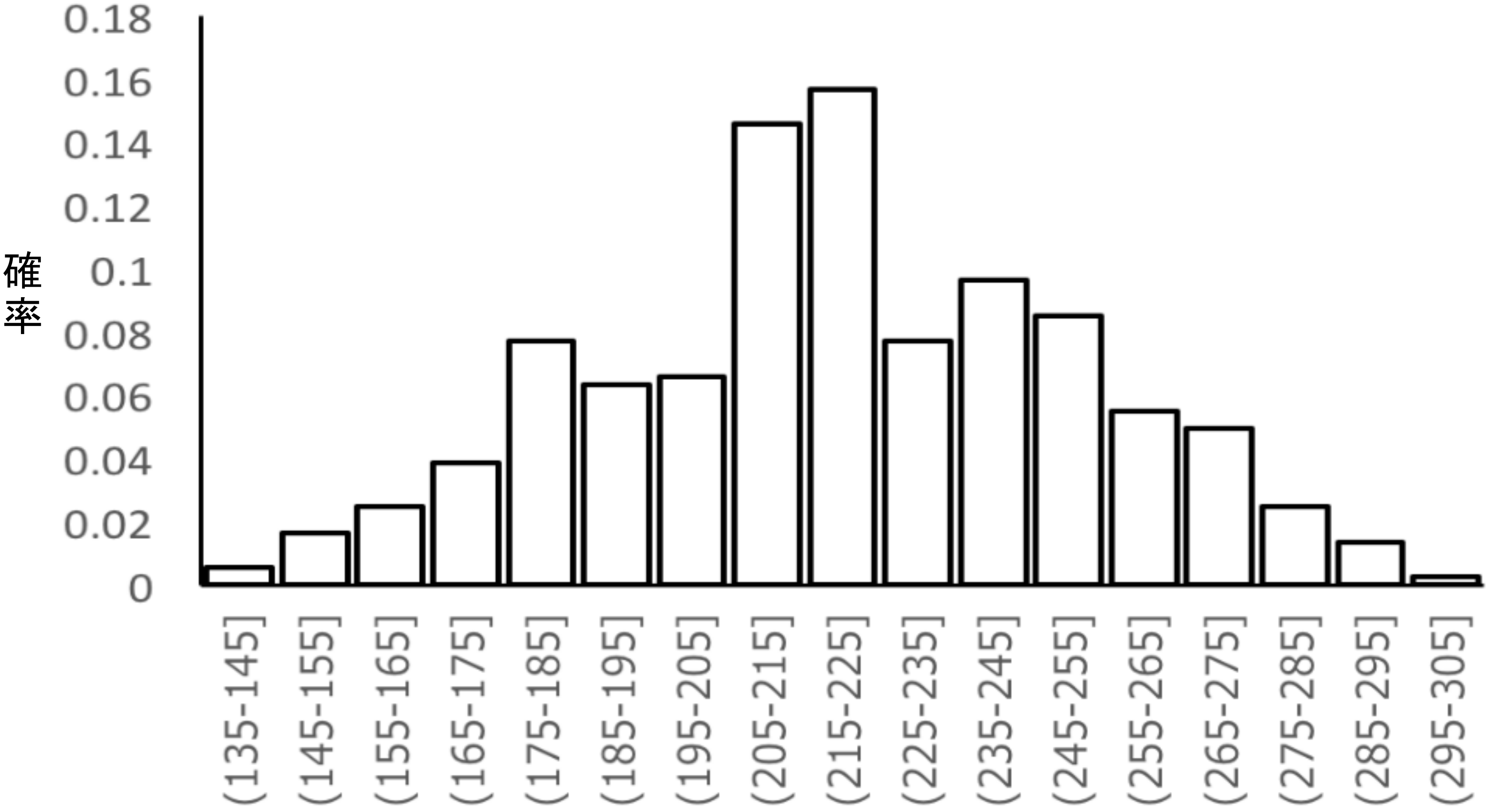

確率
0.18
0.16
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
(135-145]
(145-155]
(155-165]
(165-175]
(175-185]
(185-195]
(195-205]
(205-215]
(215-225]
(225-235]
(235-245]
(245-255]
(255-265]
(265-275]
(275-285]
(285-295]
(295-305]

確率論を応用して分析する

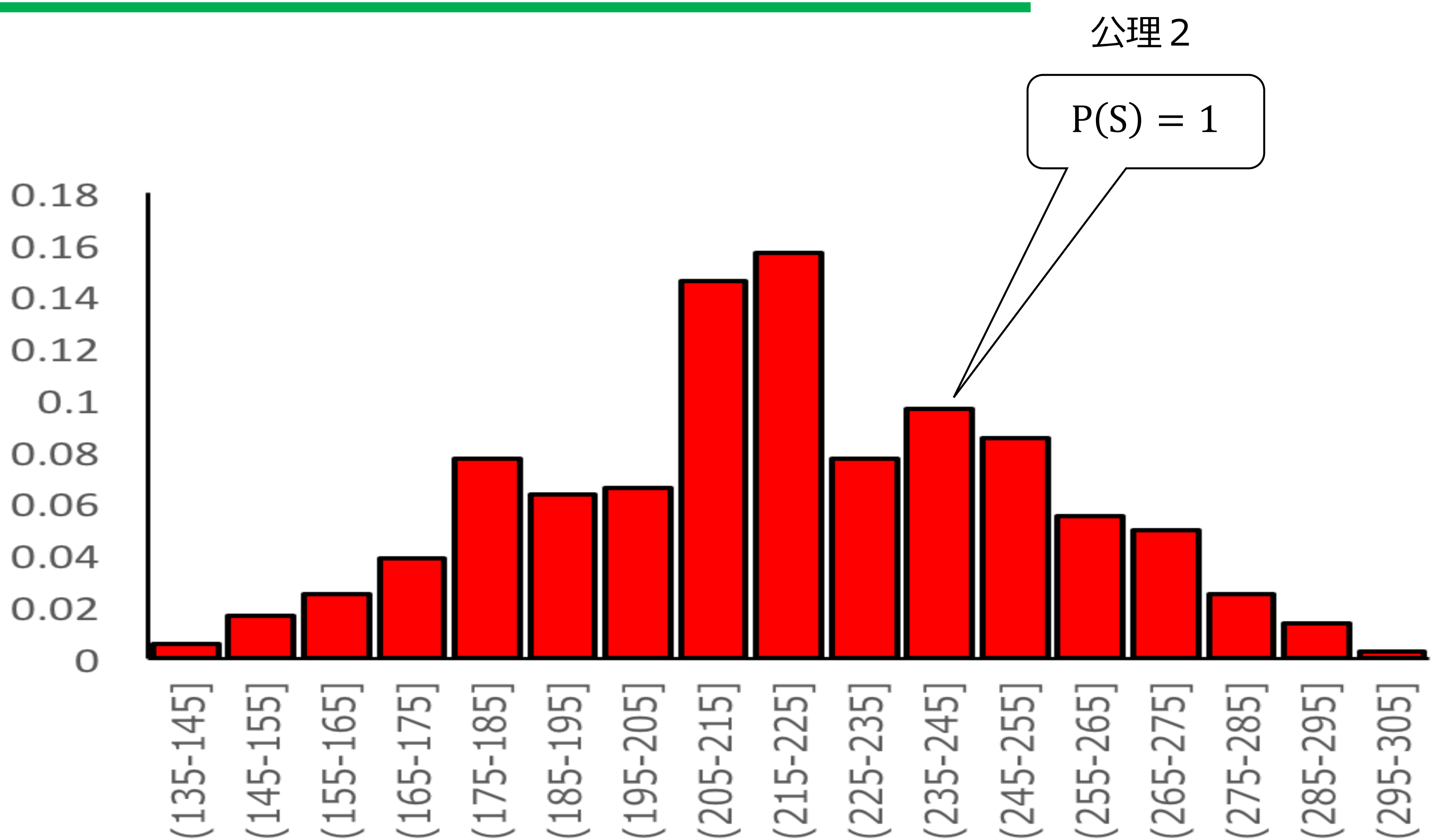
確率の公理

- $0 \leq P(A) \leq 1$
- $P(S) = 1, or\, P(A^c) = 1 - P(A)$
- $A_1, A_2 \cdots A_n$が排反事象なら　$P(\cup_{i=1}^{\infty} A_i) = \sum_{i=1}^{\infty} P(A_i)$

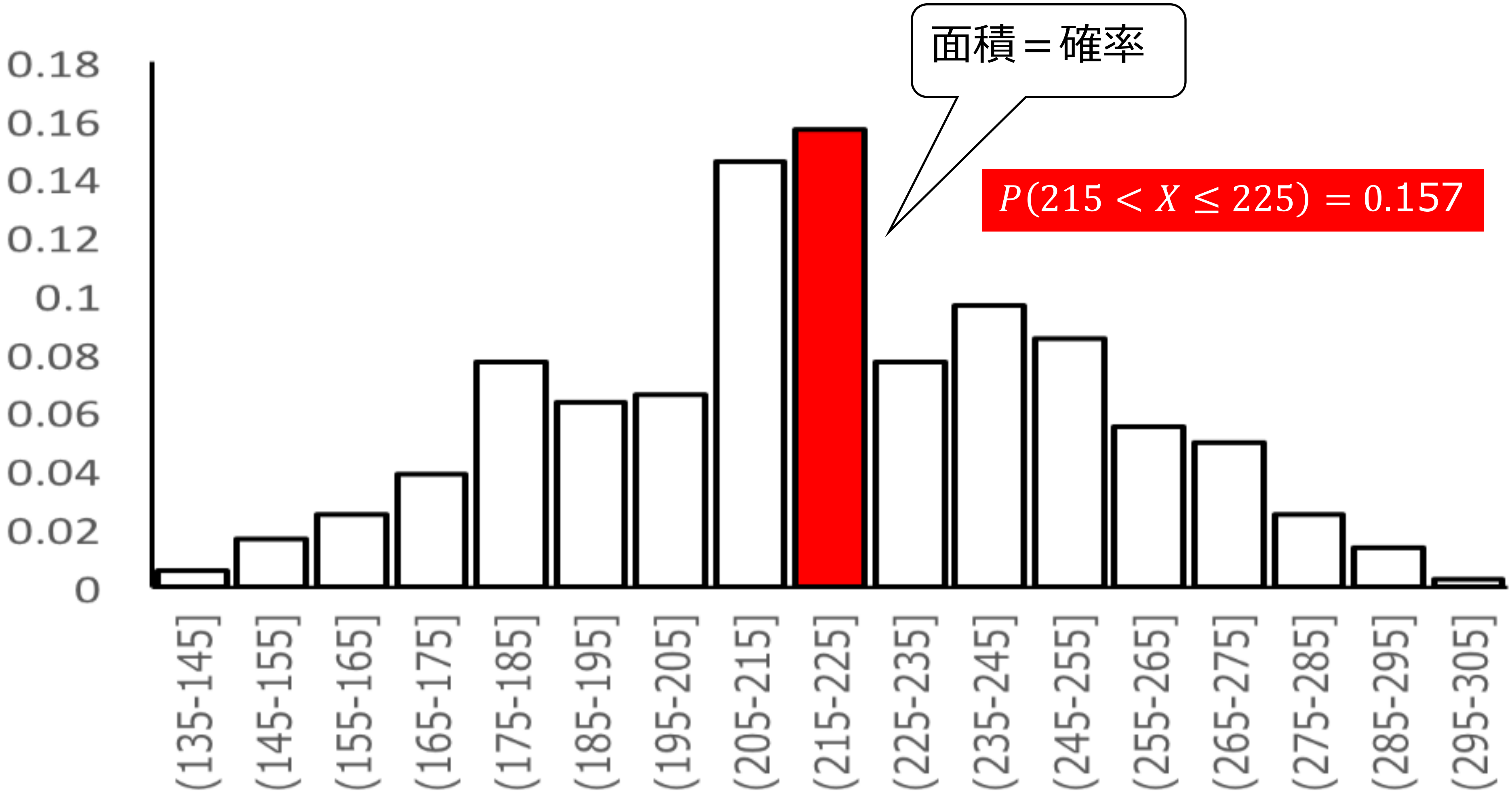
ヒストグラムと確率


確率
0.18
0.16
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
(135-145]
(145-155]
(155-165]
(165-175]
(175-185]
(185-195]
(195-205]
(205-215]
(215-225]
(225-235]
(235-245]
(245-255]
(255-265]
(265-275]
(275-285]
(285-295]
(295-305]

ヒストグラムと確率

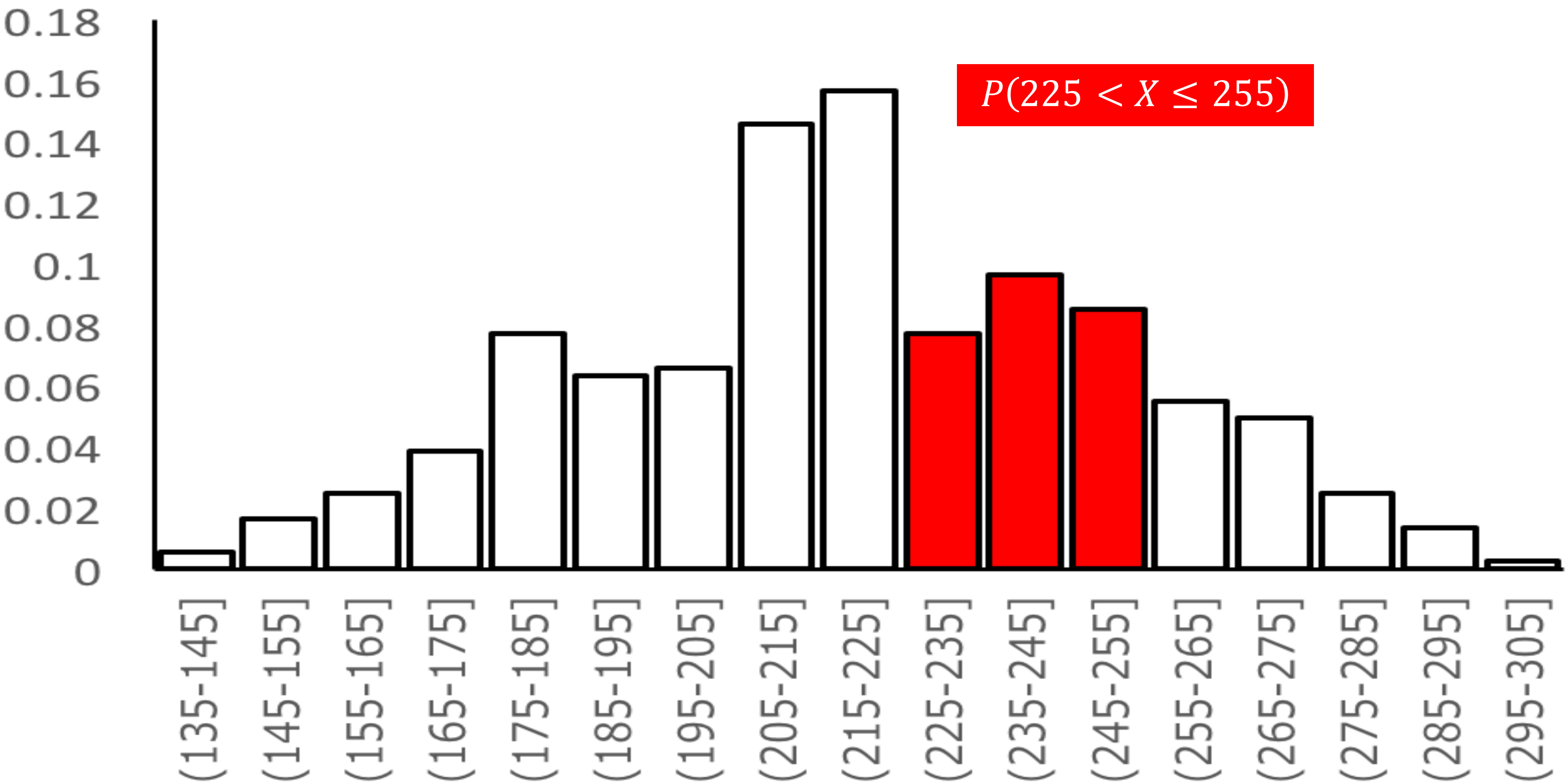

公理２
P(S) = 1
0.18
0.16
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
(135-145]
(145-155]
(155-165]
(165-175]
(175-185]
(185-195]
(195-205]
(205-215]
(215-225]
(225-235]
(235-245]
(245-255]
(255-265]
(265-275]
(275-285]
(285-295]
(295-305]

ヒストグラムと確率



面積＝確率
$P(215 < X \leq 225) = 0.157$
0.18
0.16
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
(135-145]
(145-155]
(155-165]
(165-175]
(175-185]
(185-195]
(195-205]
(205-215]
(215-225]
(225-235]
(235-245]
(245-255]
(255-265]
(265-275]
(275-285]
(285-295]
(295-305]

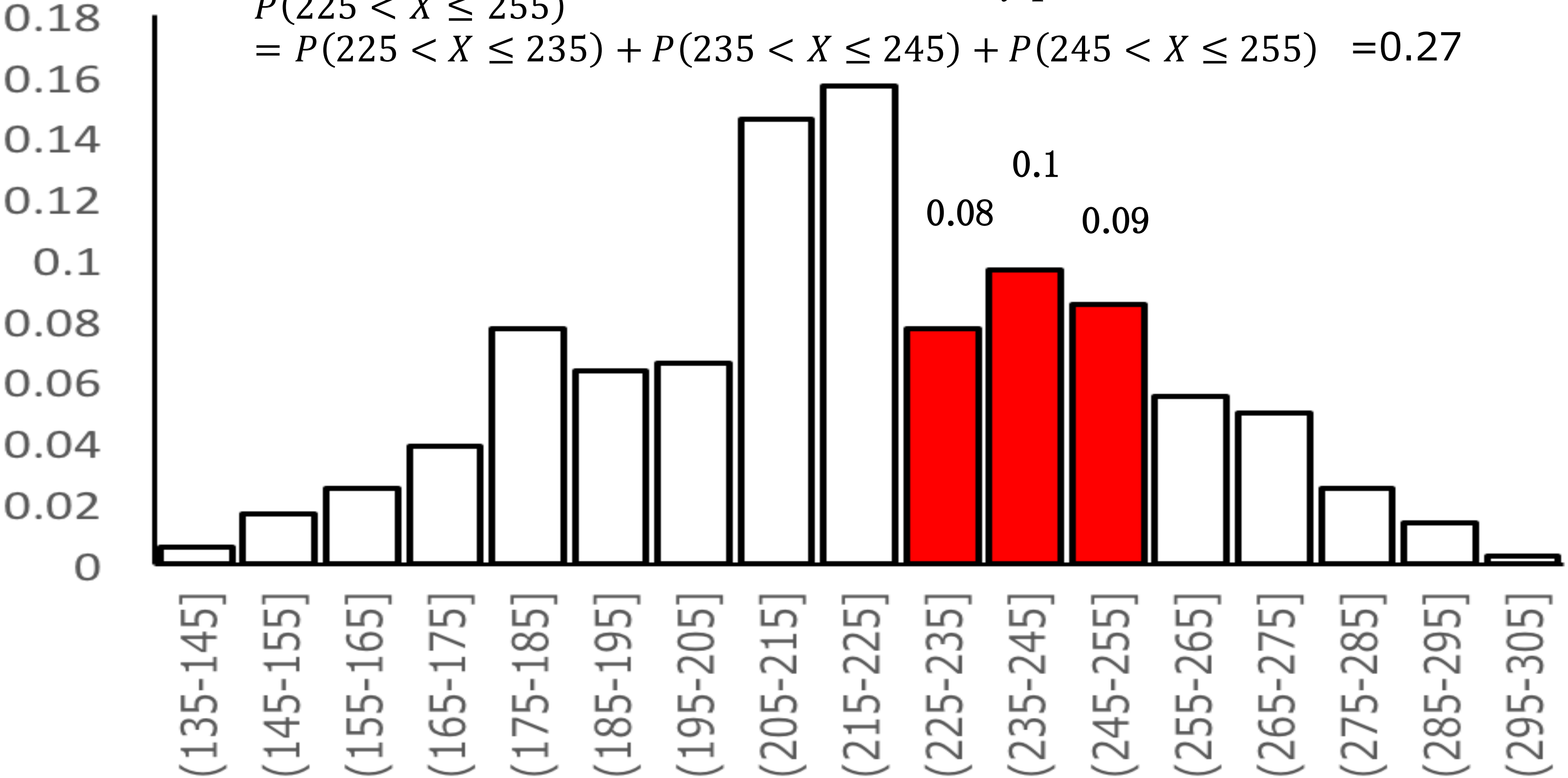
下の面積の意味することは？



ヒストグラムと確率

$A_1, A_2 \cdots A_n$が排反事象なら　$P(\cup_{i=1}^{\infty} A_i) = \sum_{i=1}^{\infty} P(A_i)$

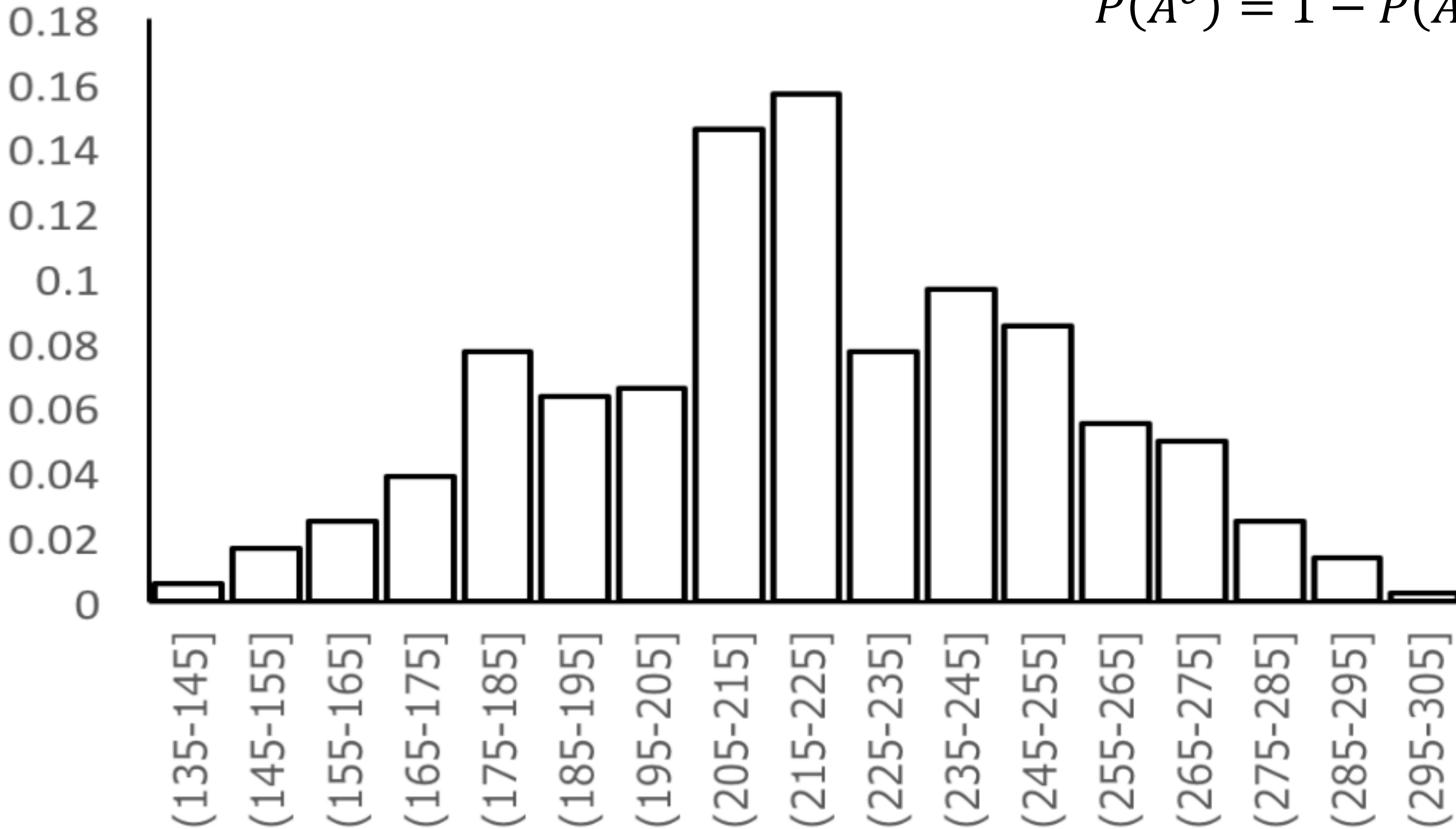
$P(225 < X \leq 255)$
$= P(225 < X \leq 235) + P(235 < X \leq 245) + P(245 < X \leq 255)$　=0.27



下の面積の意味することは？

公理

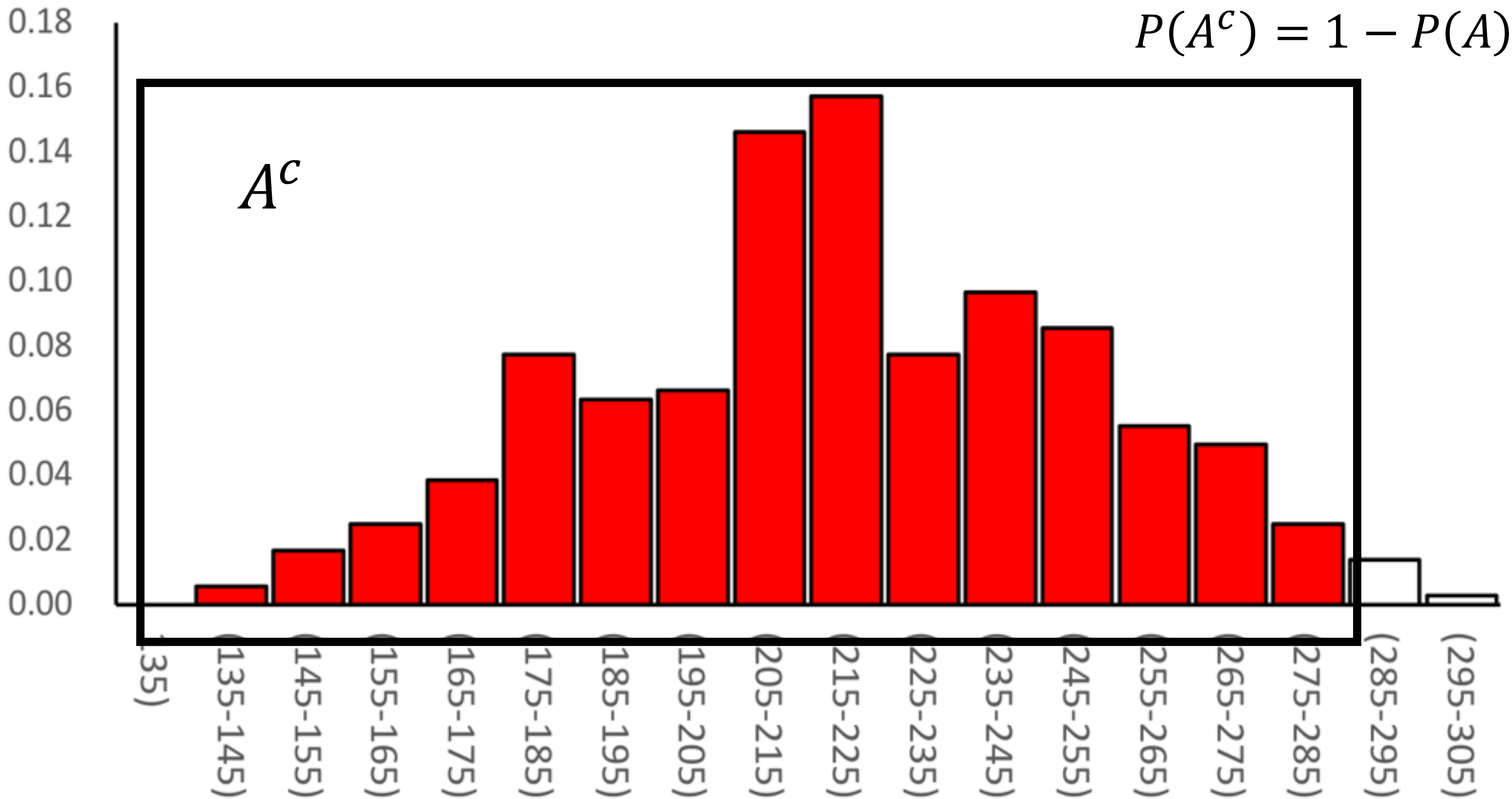
$$P(A^c) = 1 - P(A)$$



ヒストグラムと確率

公理

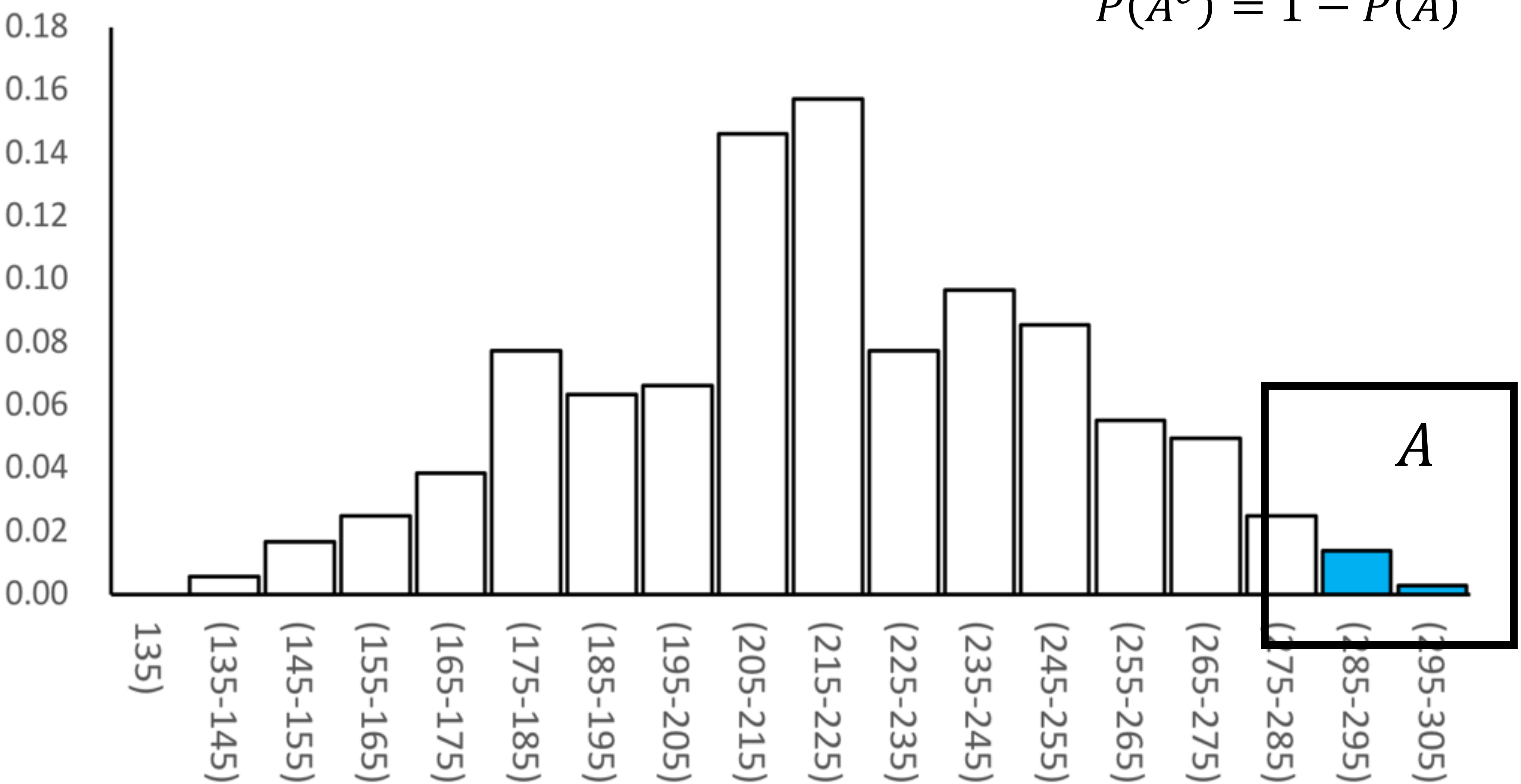
$$P(A^c) = 1 - P(A)$$



ヒストグラムと確率

公理

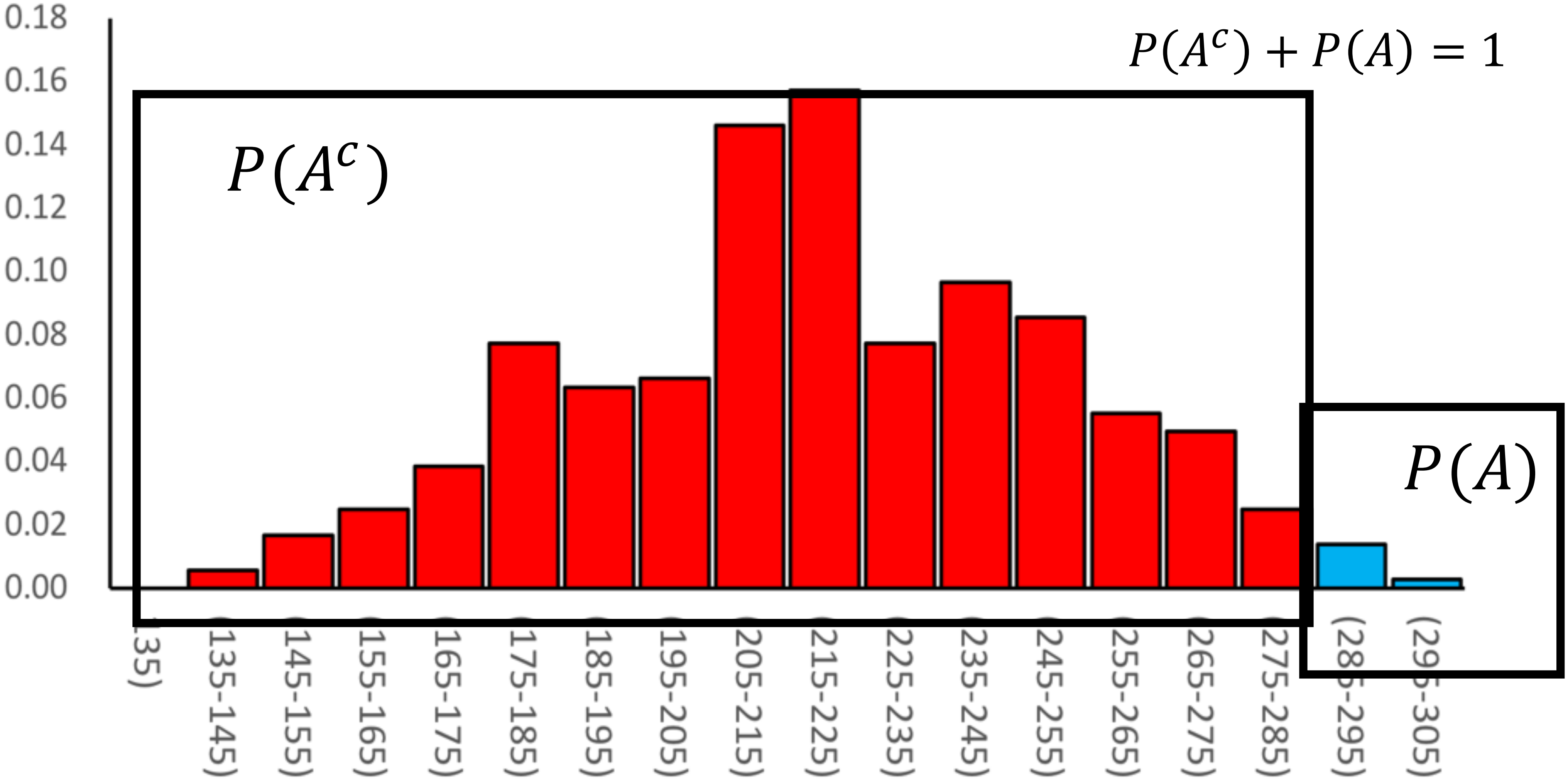
$$P(A^c) = 1 - P(A)$$



ヒストグラムと確率

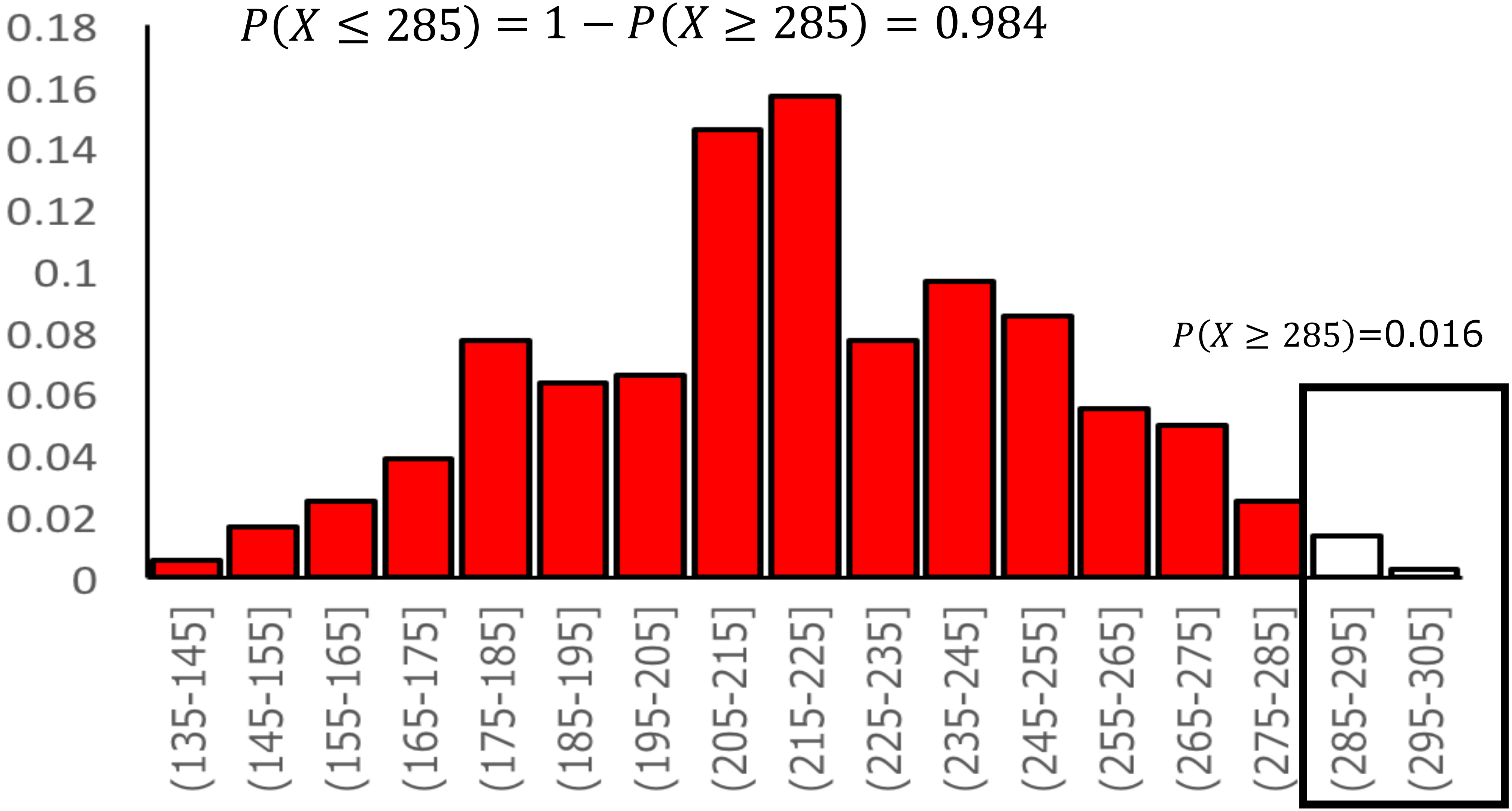
公理

$$P(A^c) + P(A) = 1$$

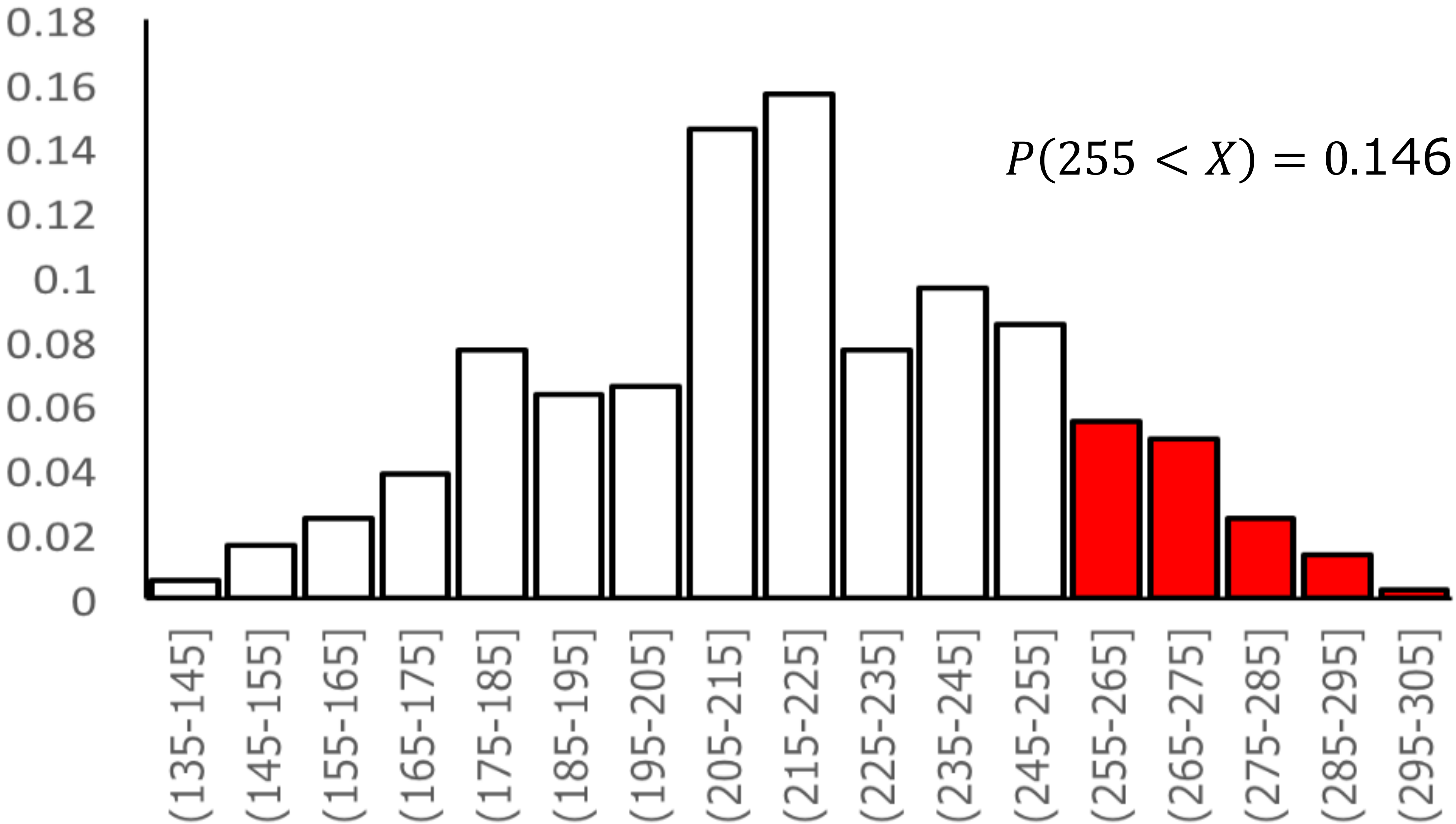


ヒストグラムと確率

$$P(X \leq 285) = 1 - P(X \geq 285) = 0.984$$



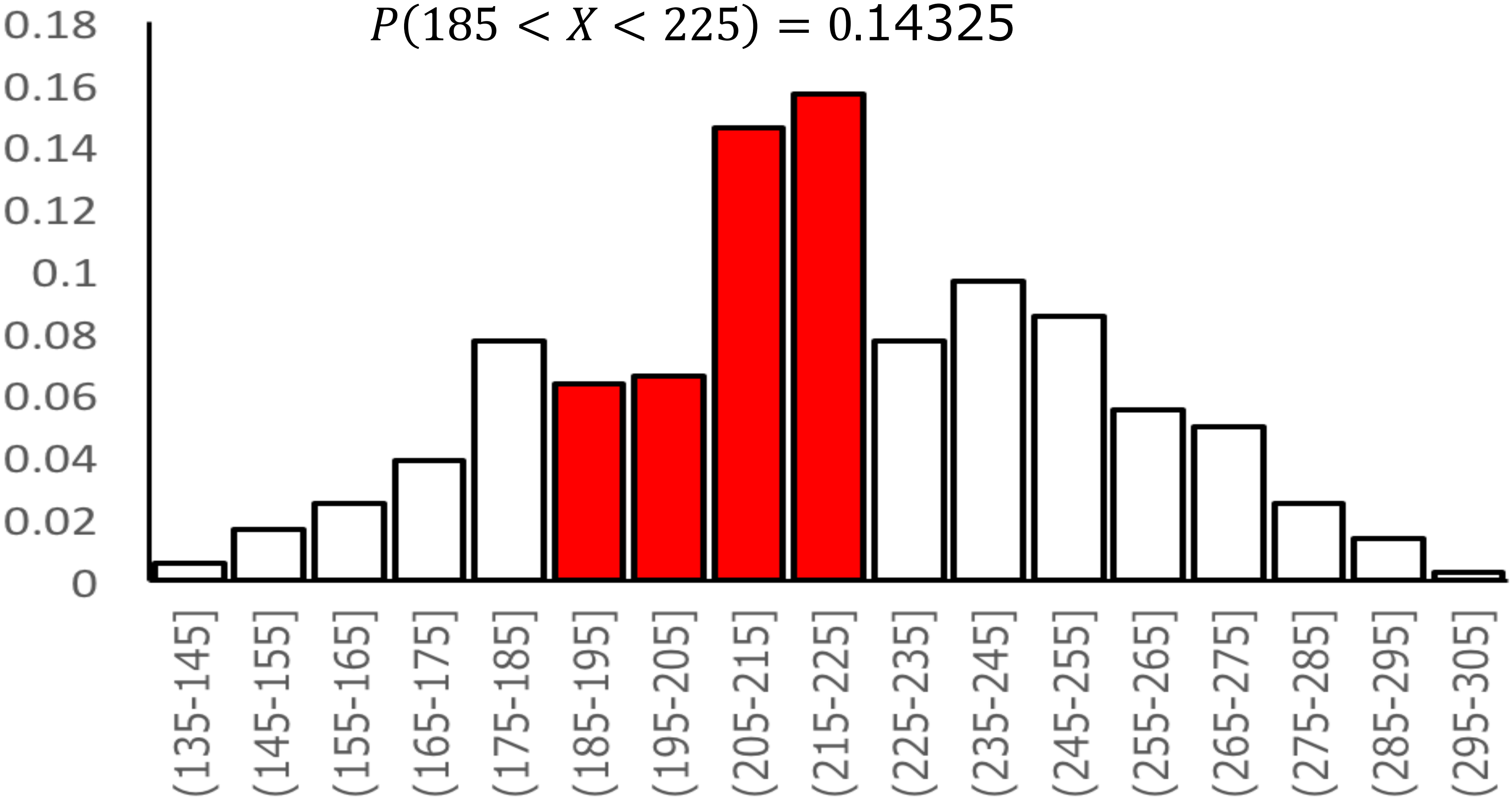
Q1. 株価が２５５円を超える確率は？



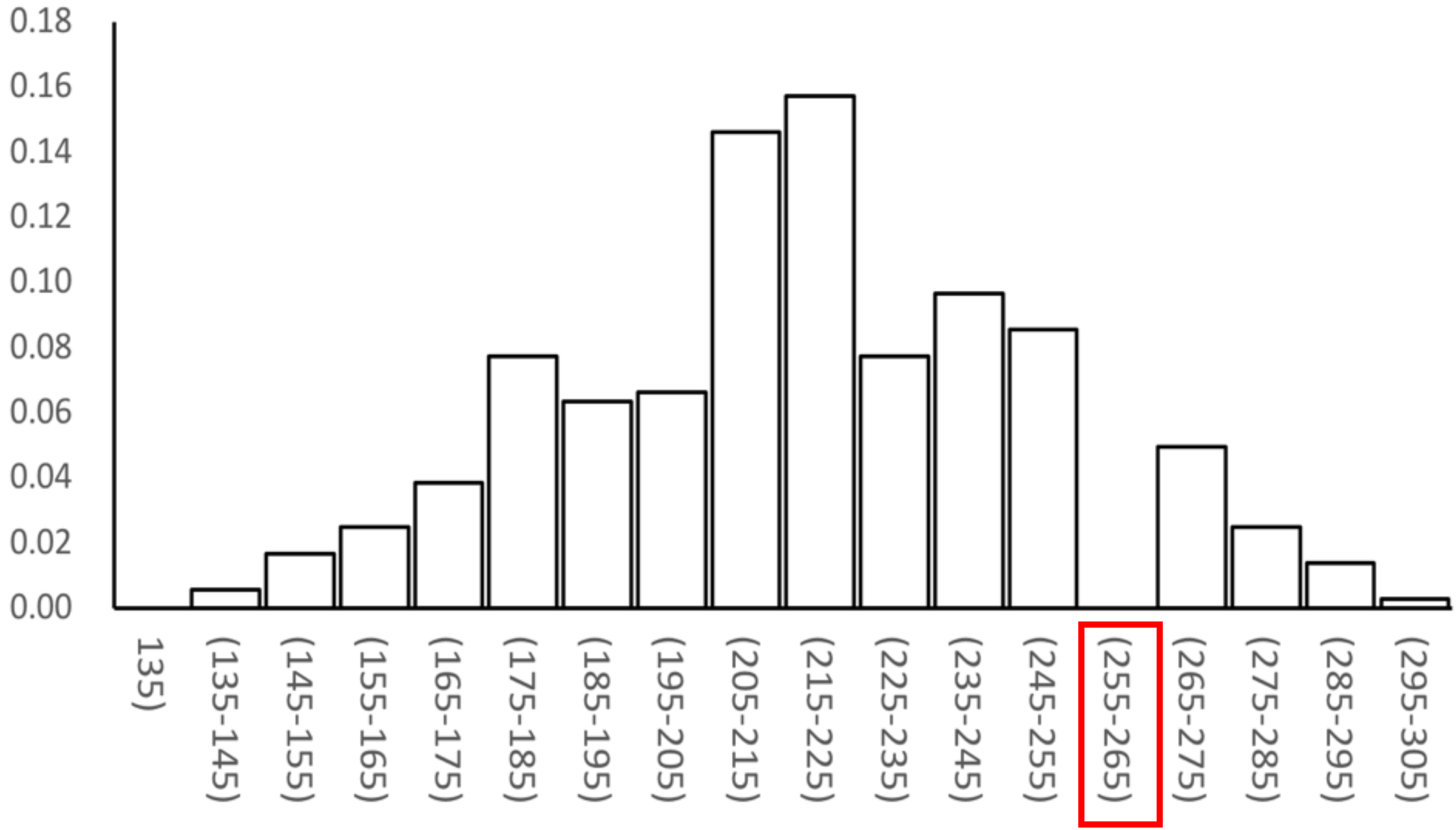
$$P(255 < X) = 0.146$$

Q2.株価が185円から225円を変動する確率は？

$$P(185 < X < 225) = 0.14325$$

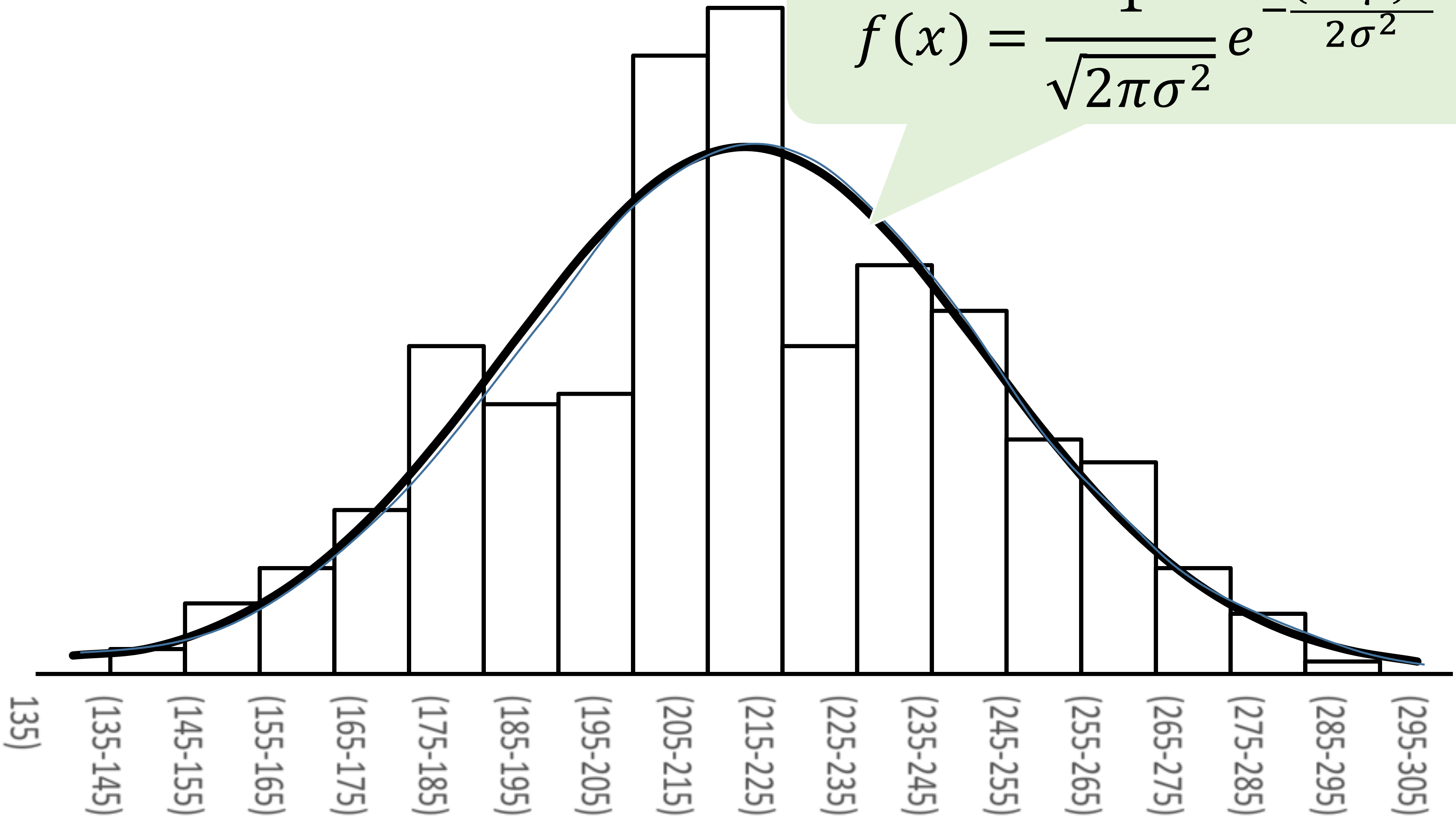


データが欠損してる場合？

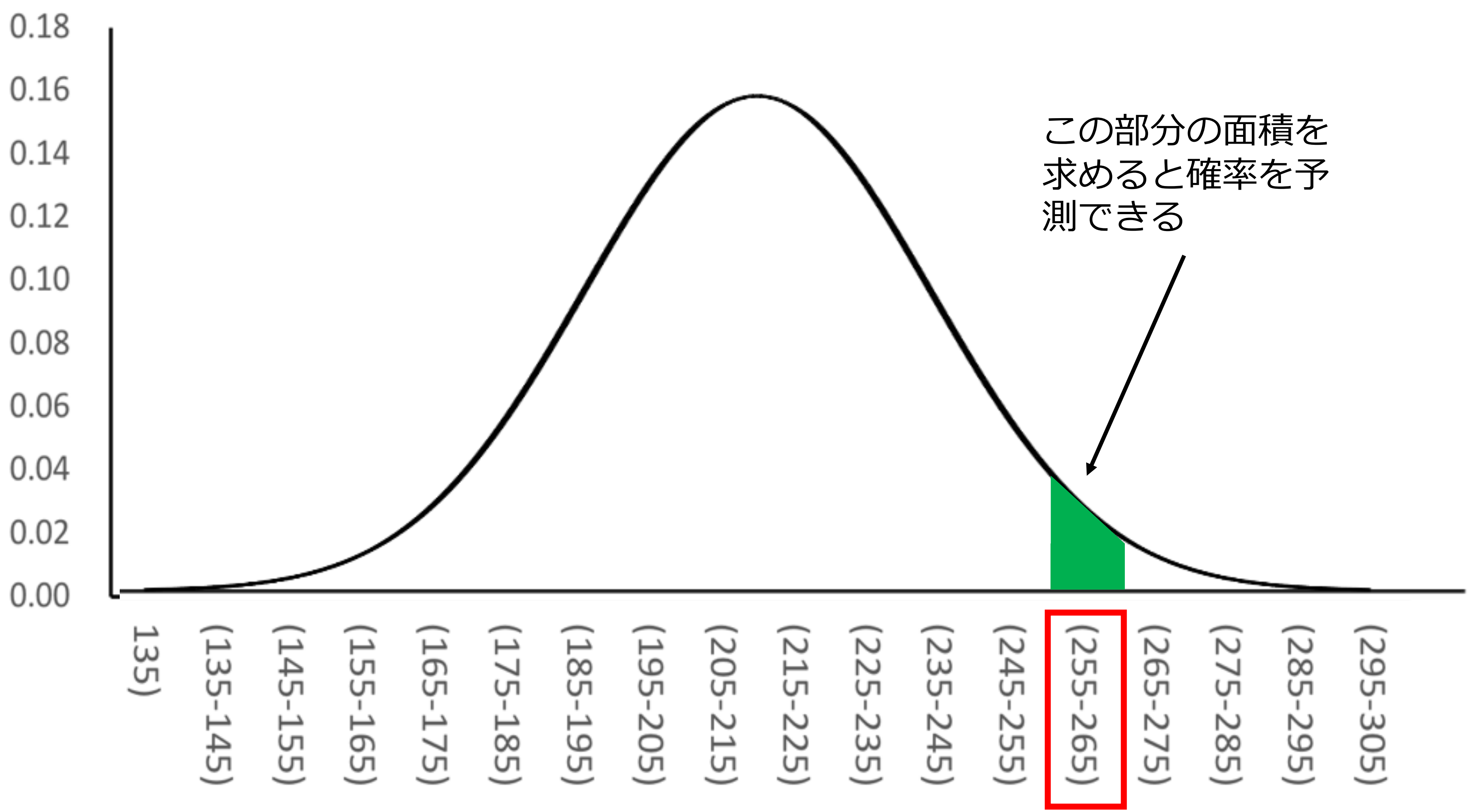


正規分布を使った近似

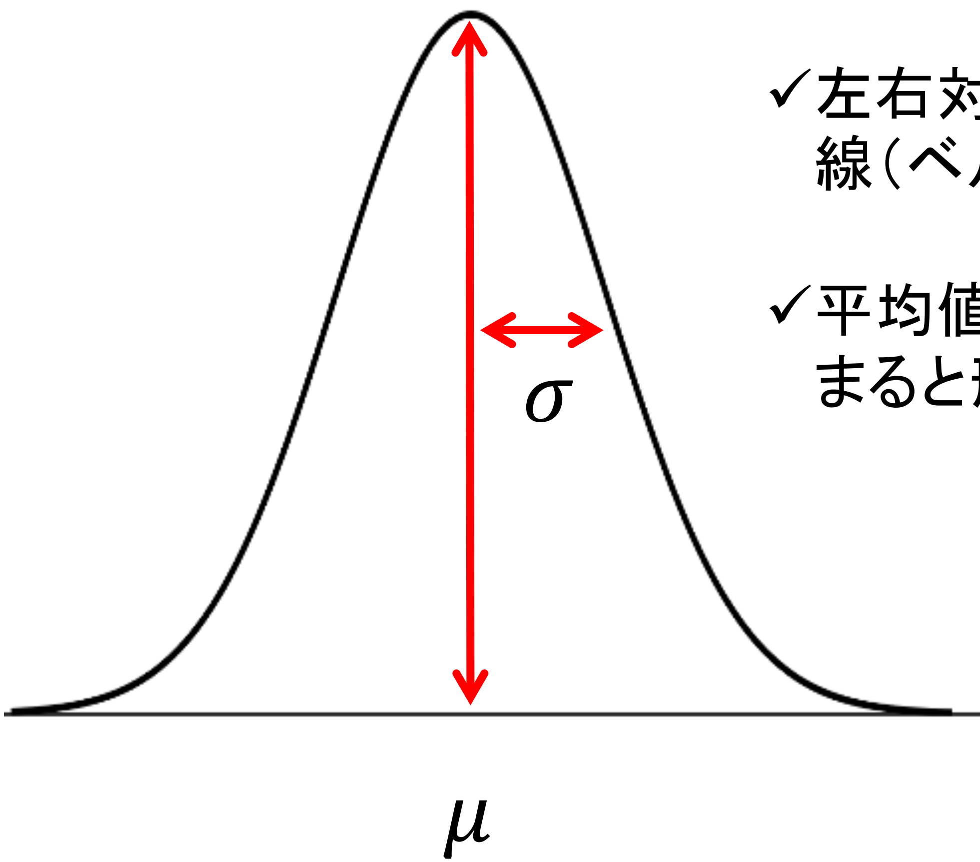
$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$



データが欠損してる場合？



正規分布 $N(\mu, \sigma)$

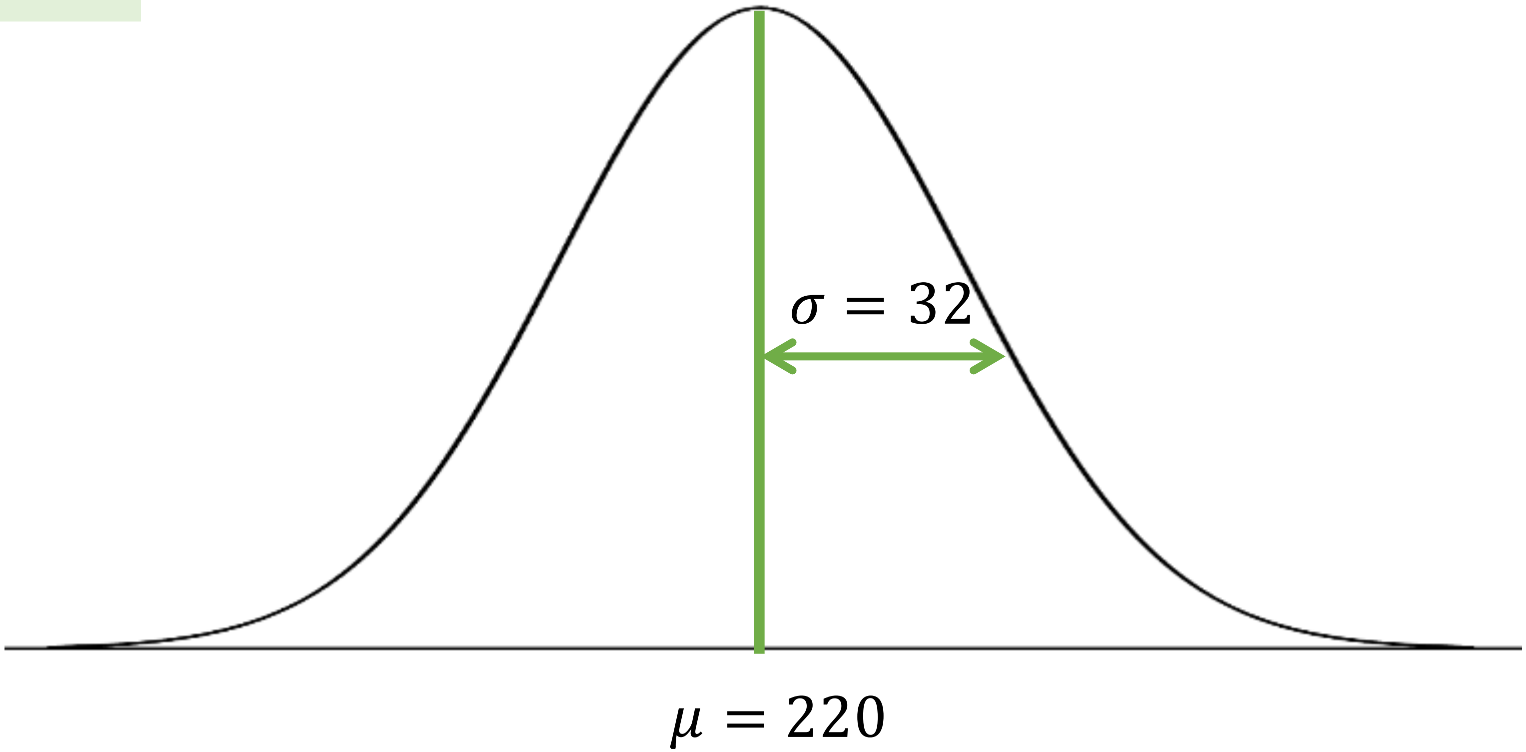


✓左右対称になった西洋の釣鐘と似た形状の曲線（ベルカーブ）

✓平均値μ、標準偏差σの２つのパラメータが決まると形が決まる。

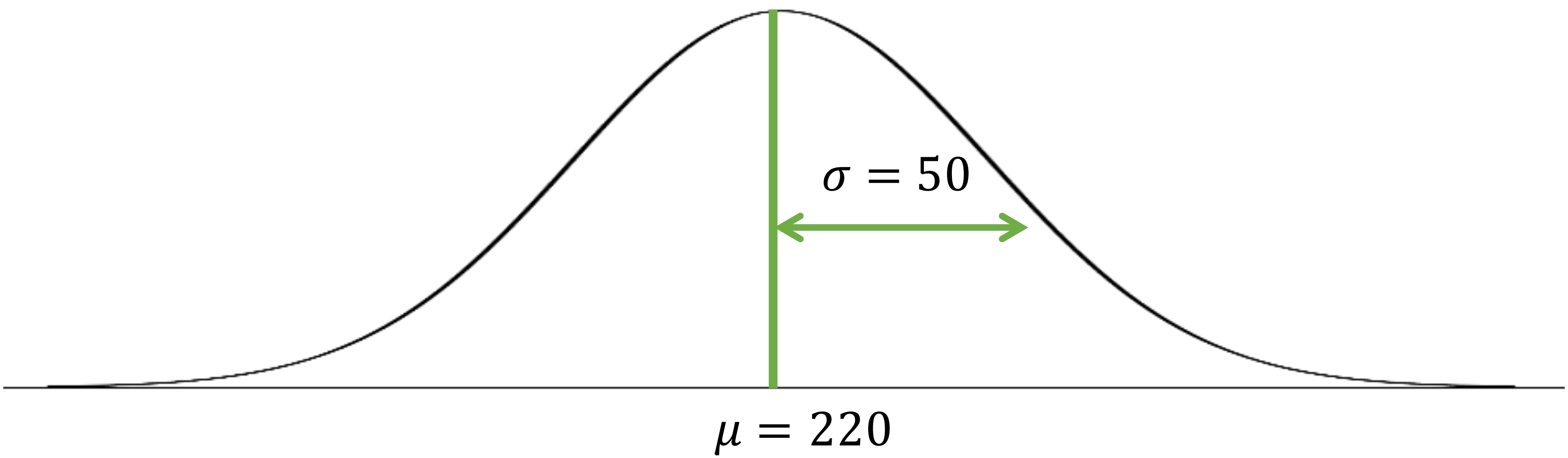
２つのパラメータで形が決まる

$$\mu = 220$$
$$\sigma = 32$$



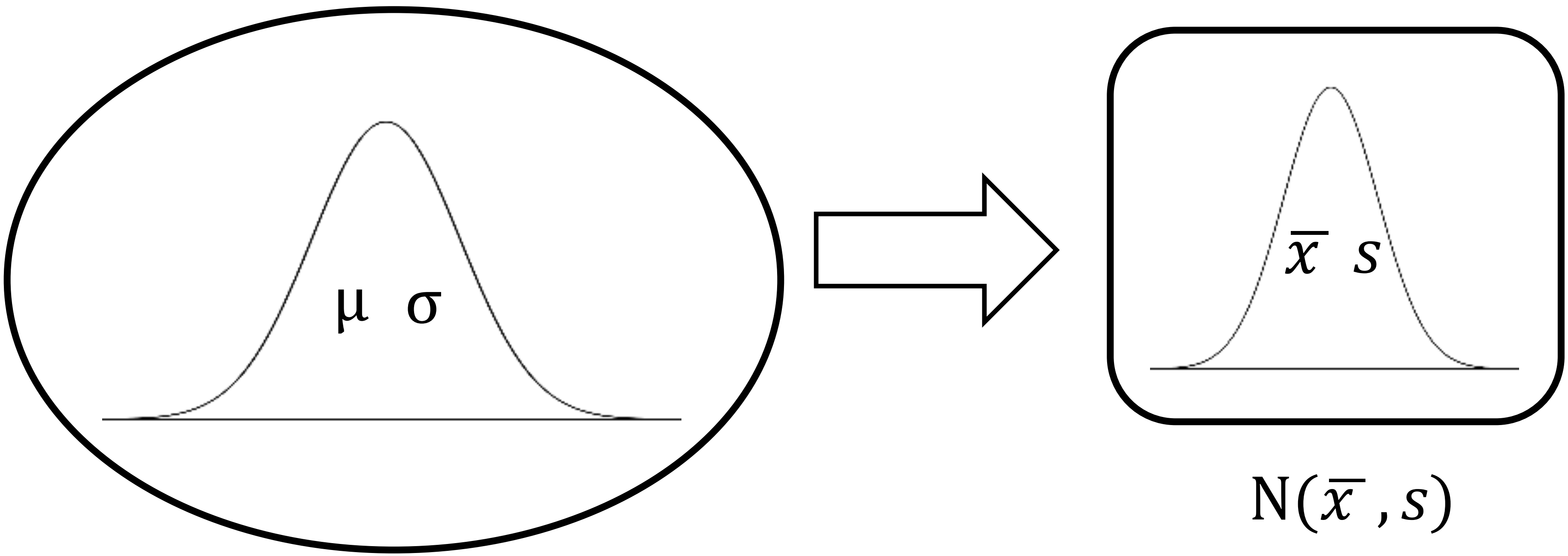
２つのパラメータで形が決まる

$$\mu = 220$$
$$\sigma = 50$$



記号の使い方に関するルール

母集団　　　　標本

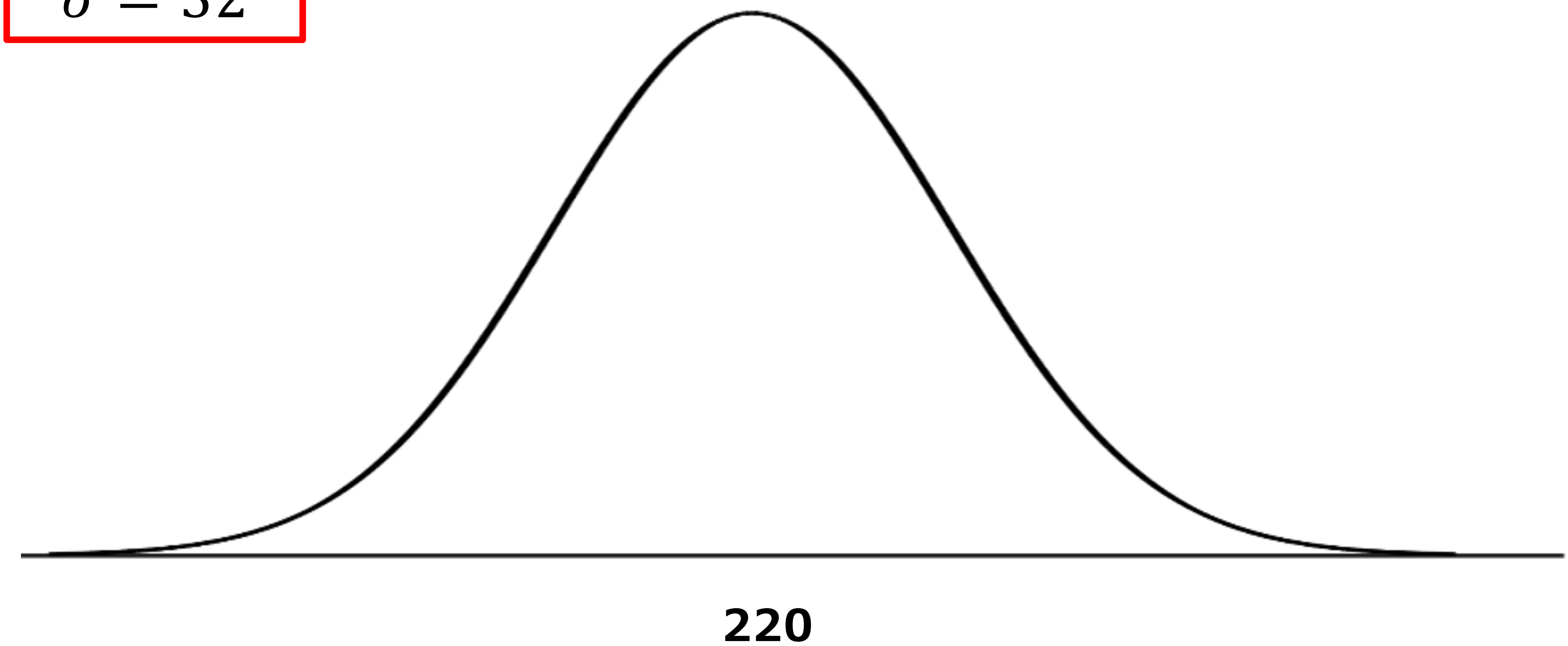


N(μ, σ)

$N(\bar{x}, s)$

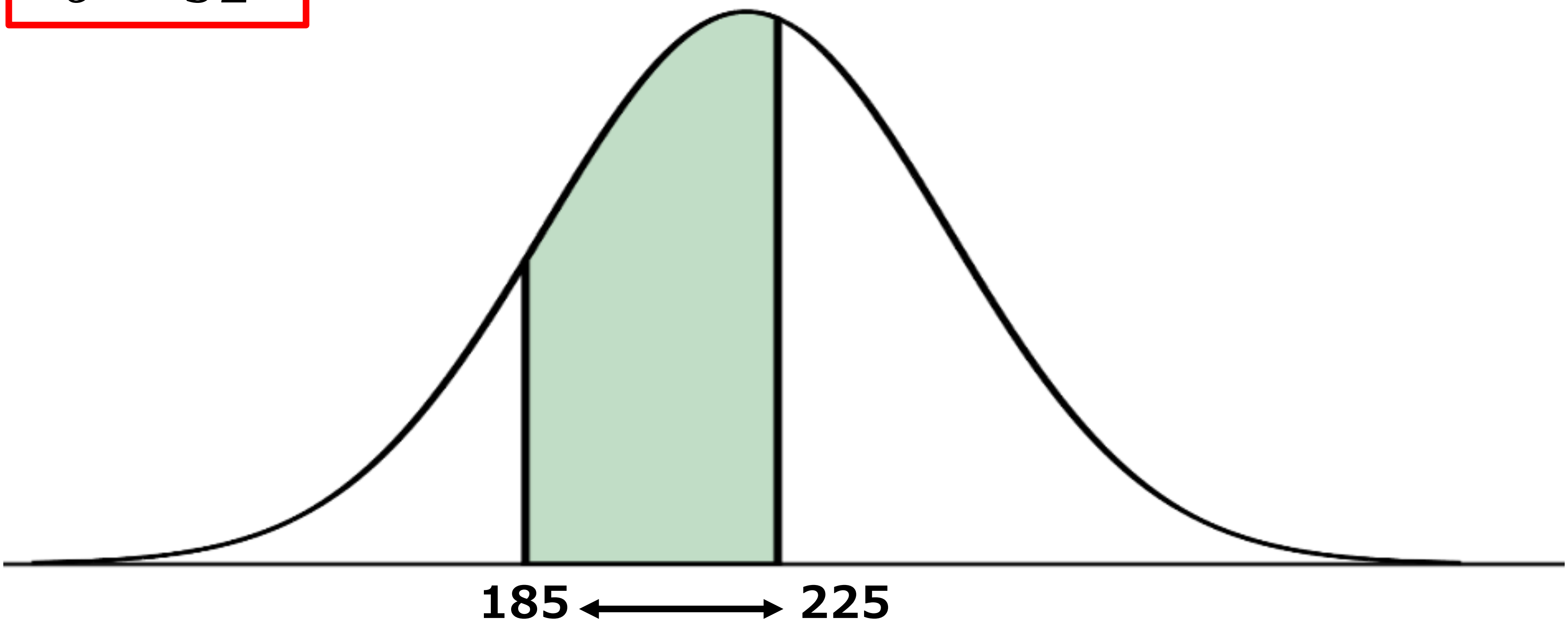
株価が１８５円から２２５円の間にある確率は？

$$\mu = 220$$
$$\sigma = 32$$



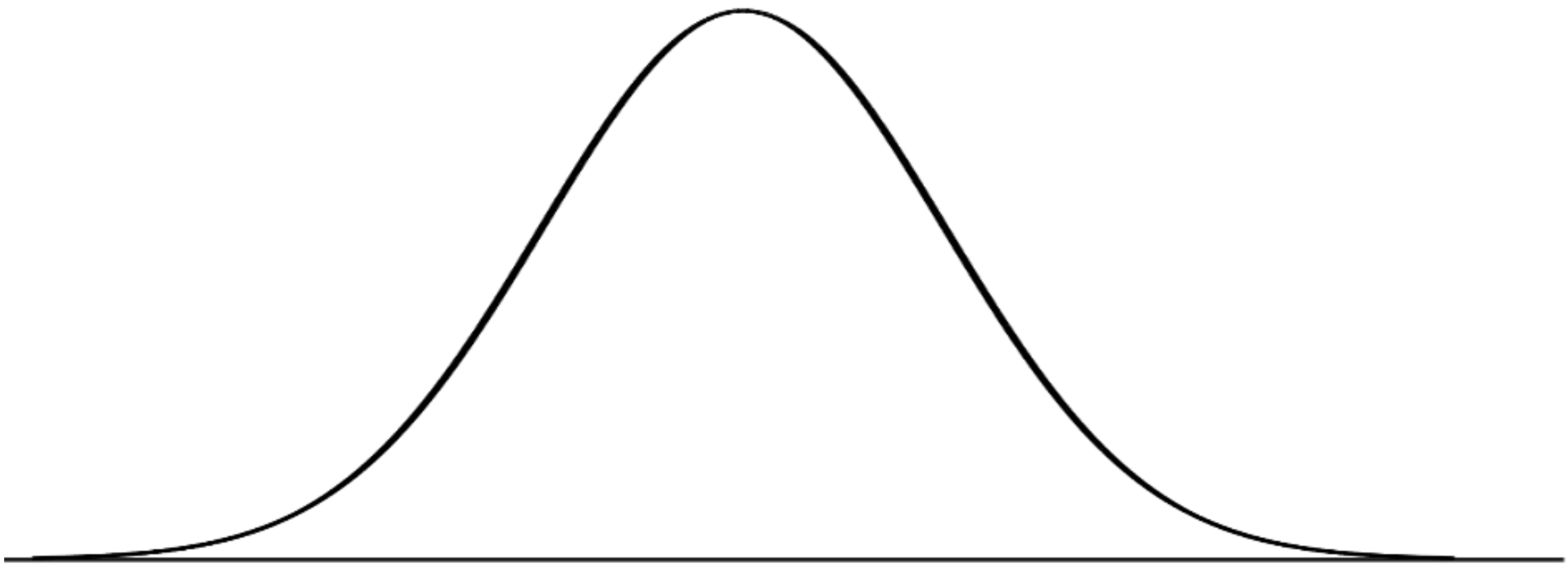
株価が１８５円から２２５円の間にある確率は？

$$\mu = 220$$
$$\sigma = 32$$



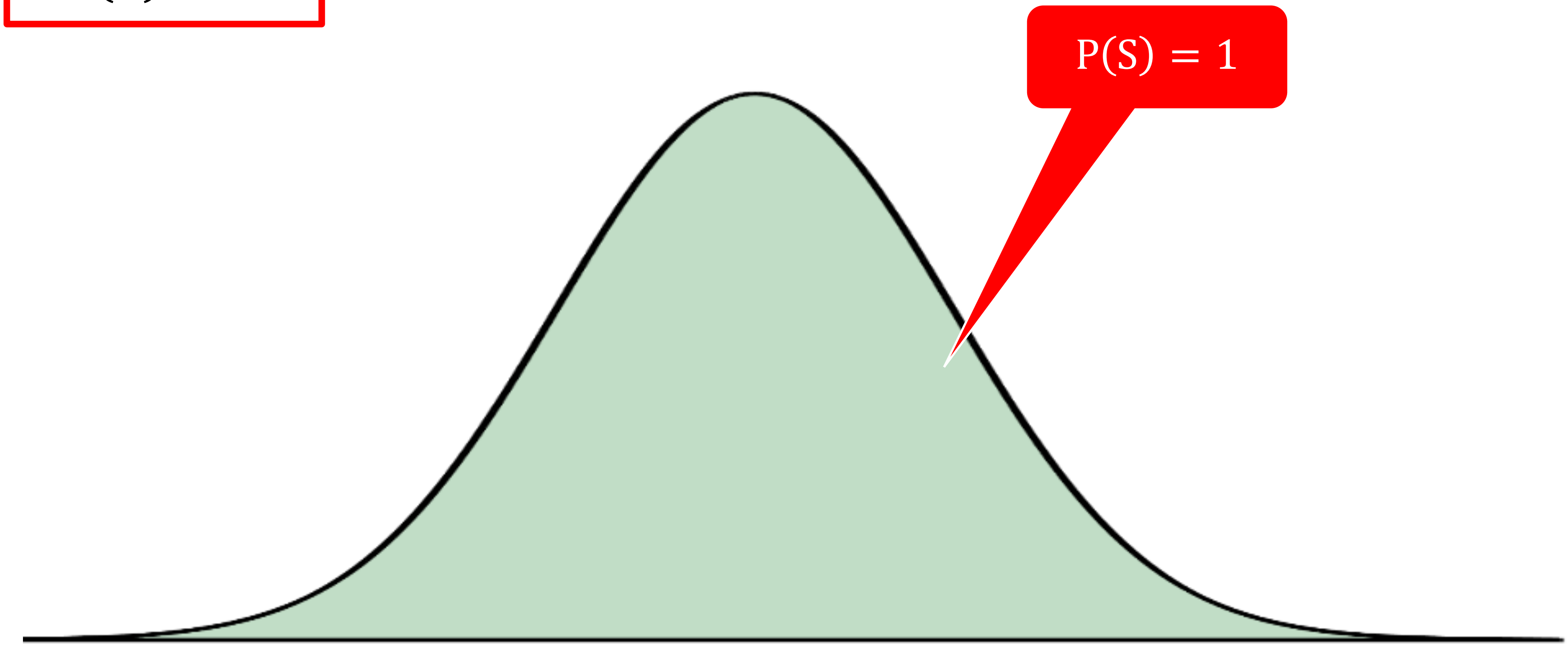
正規分布の面積の総和は？

- $P(S) = 1$

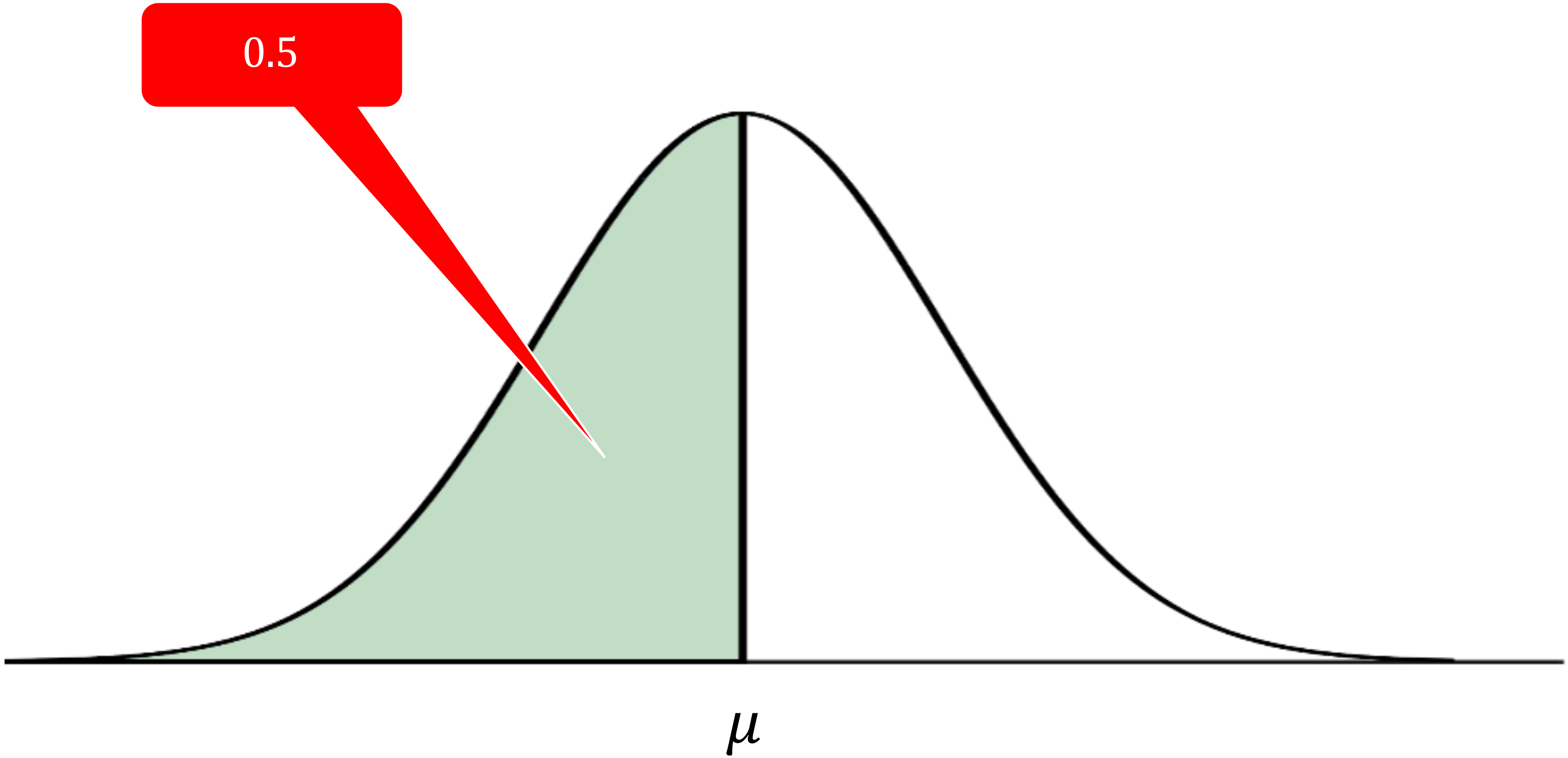


正規分布の面積の総和は？

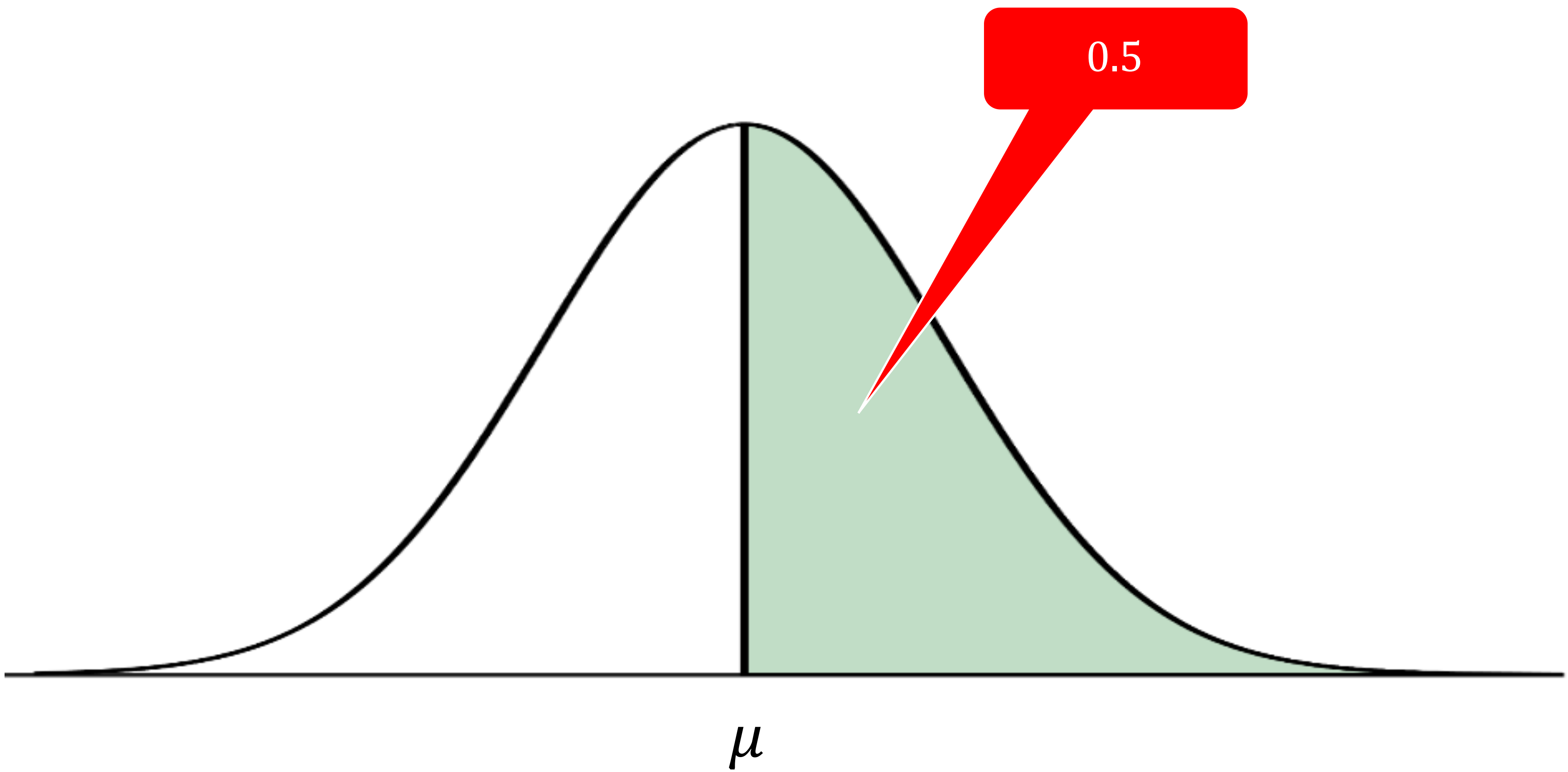
- $P(S) = 1$



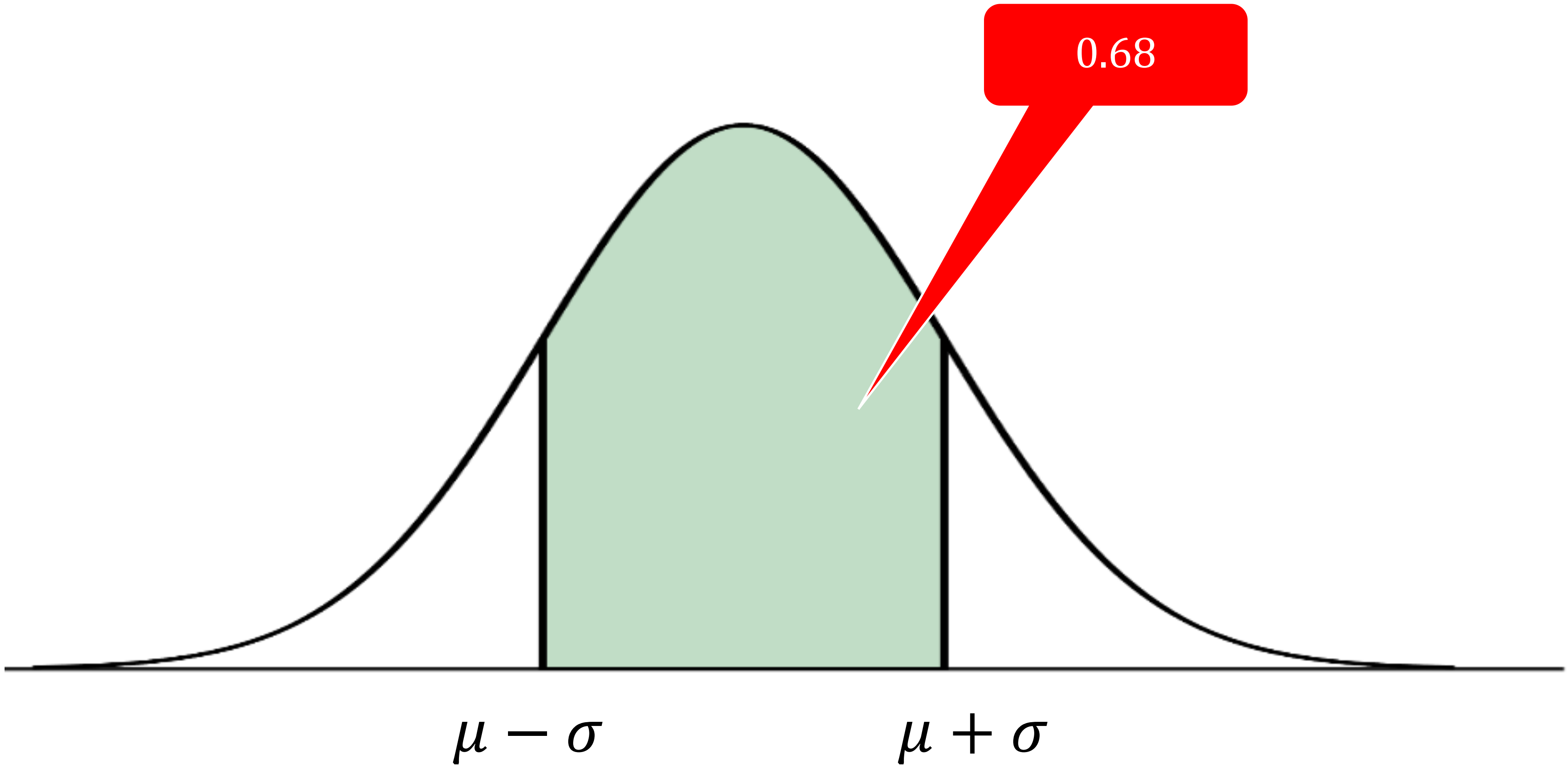
次の面積を求めよ？



次の面積を求めよ？

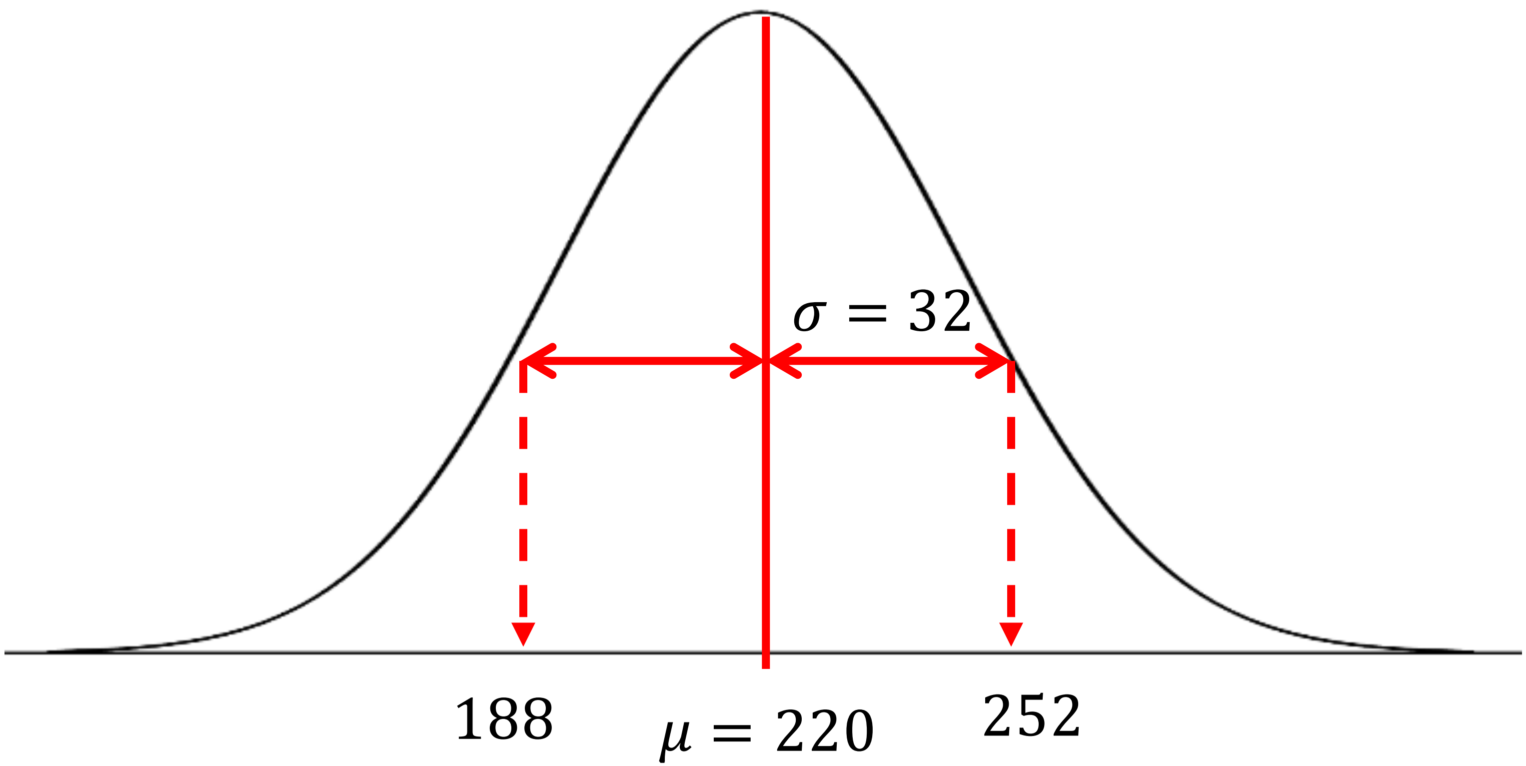


次の面積は？（1σルール）

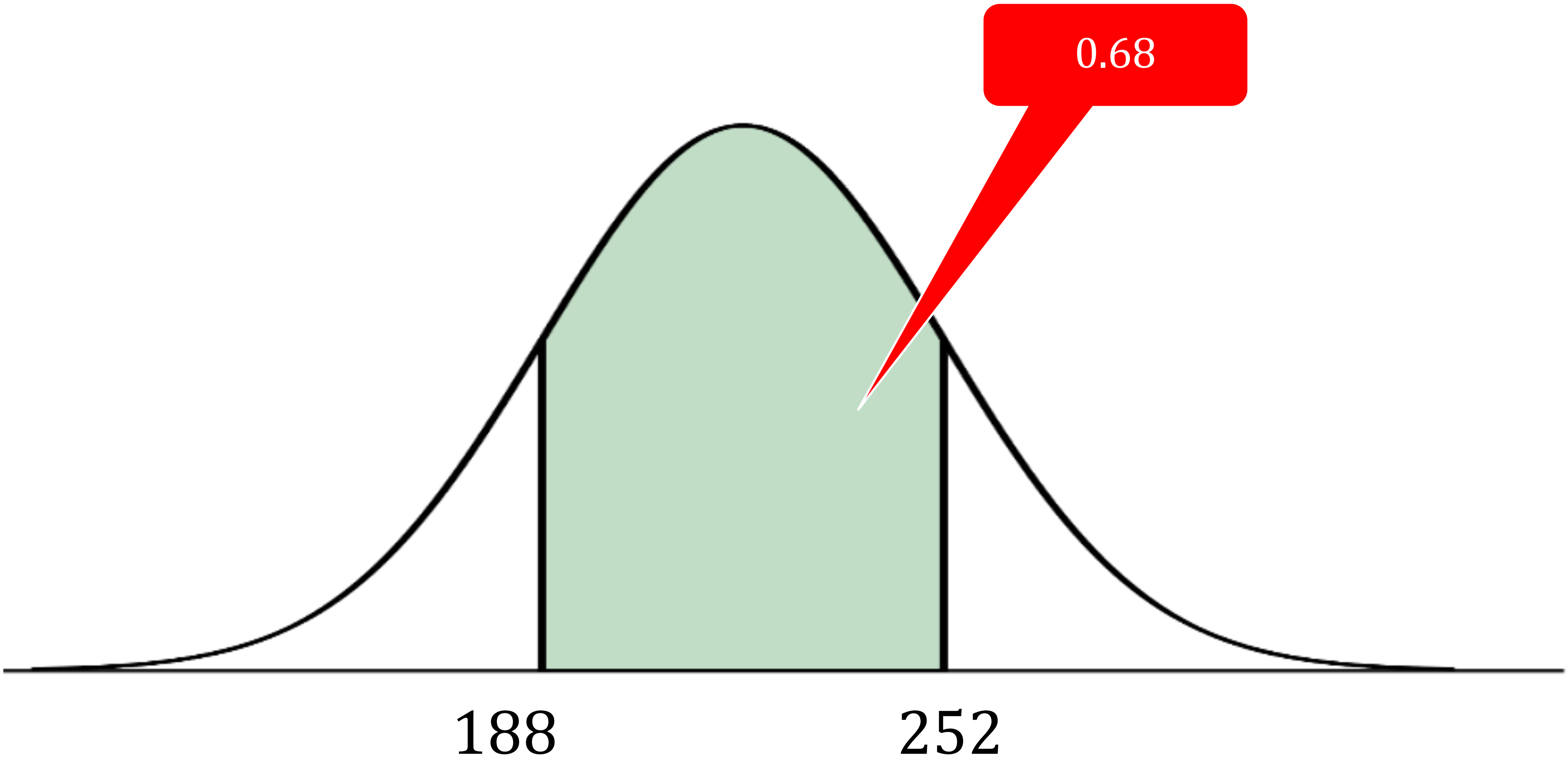


1σルール

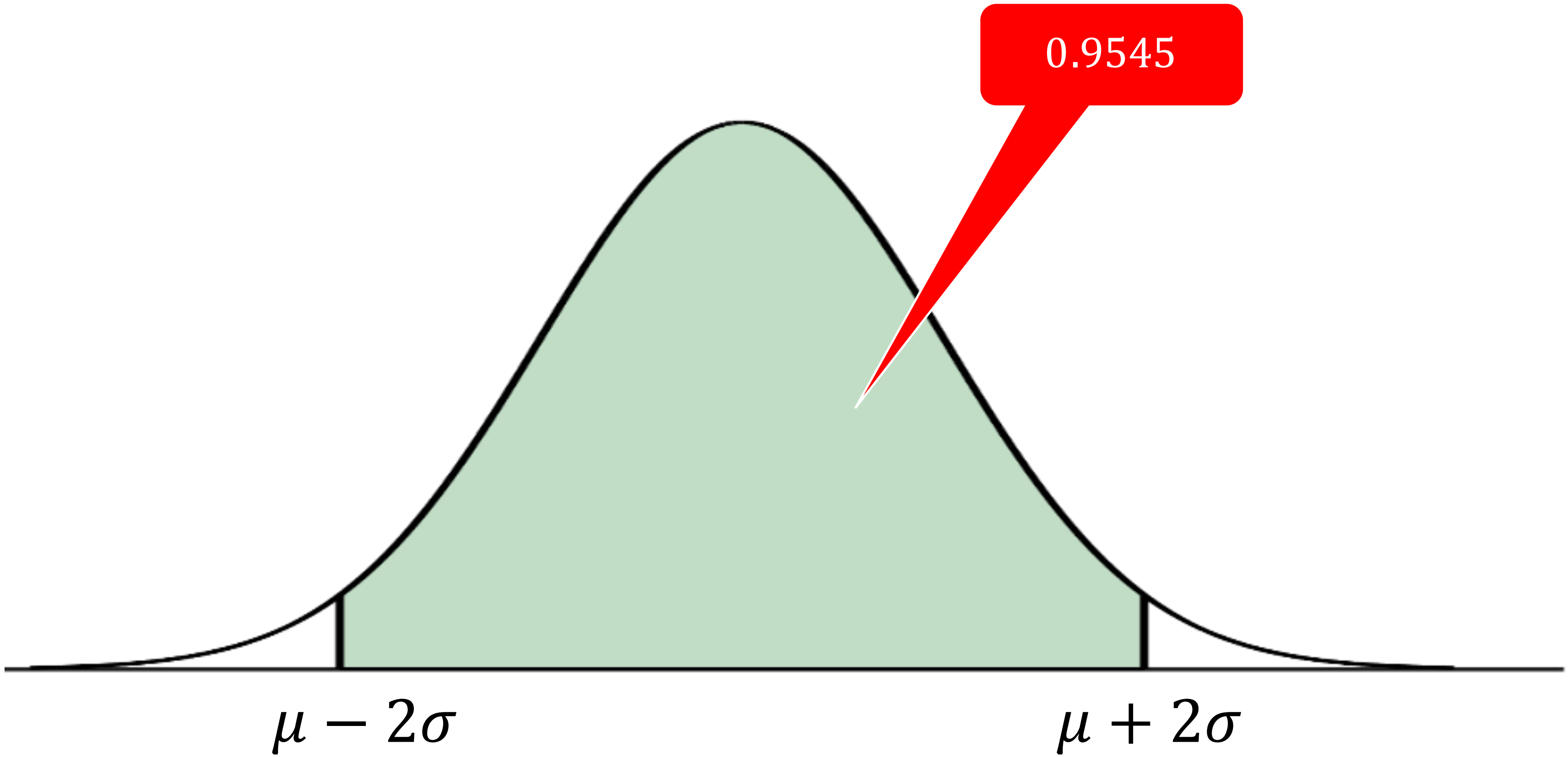
平均２２０円、標準偏差が３２円で正規分布に株価があるとする。
この株価が１８８円から２５２円を変動する確率は？



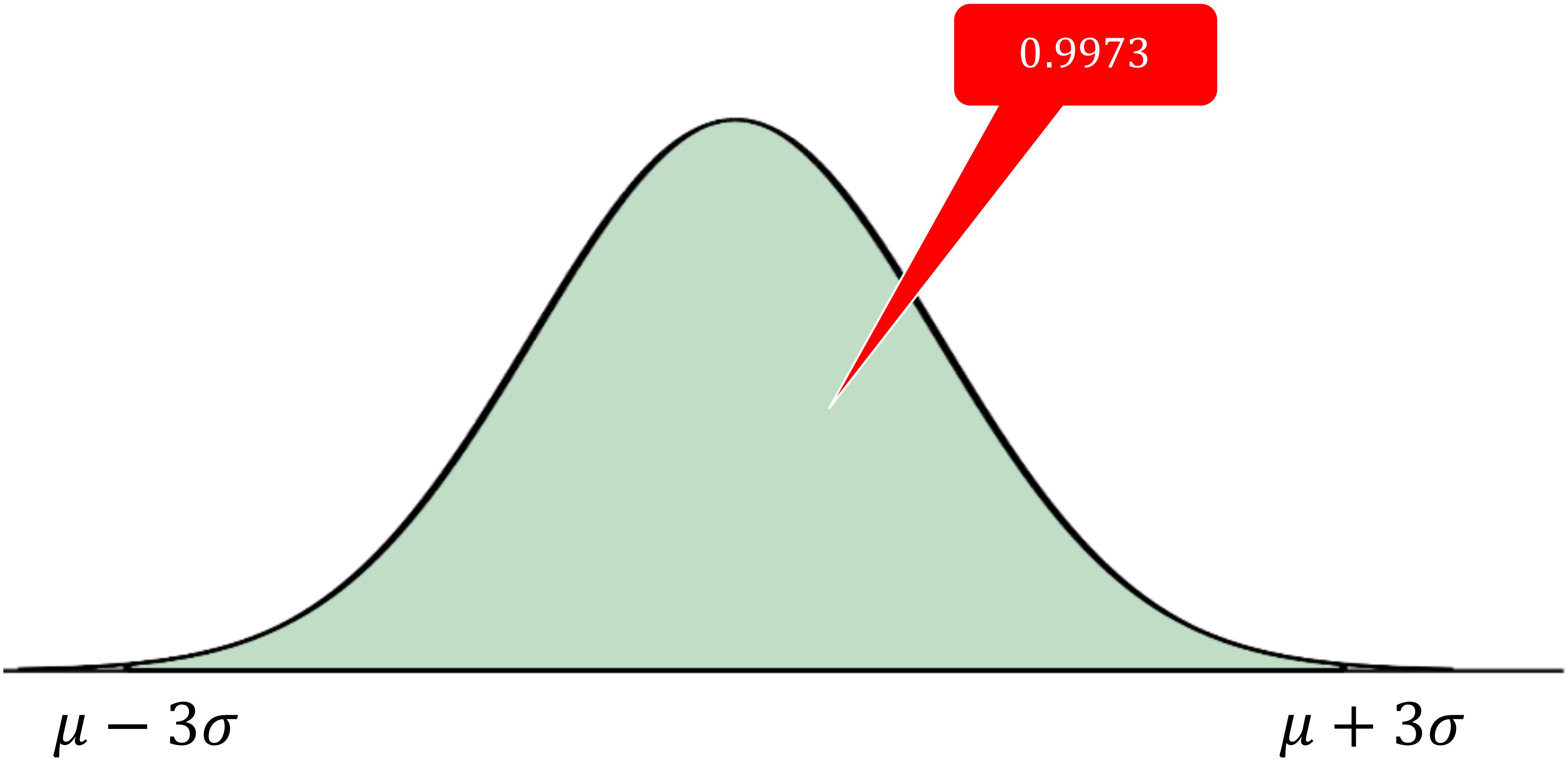
１８８円から２５２円で変動する確率は？



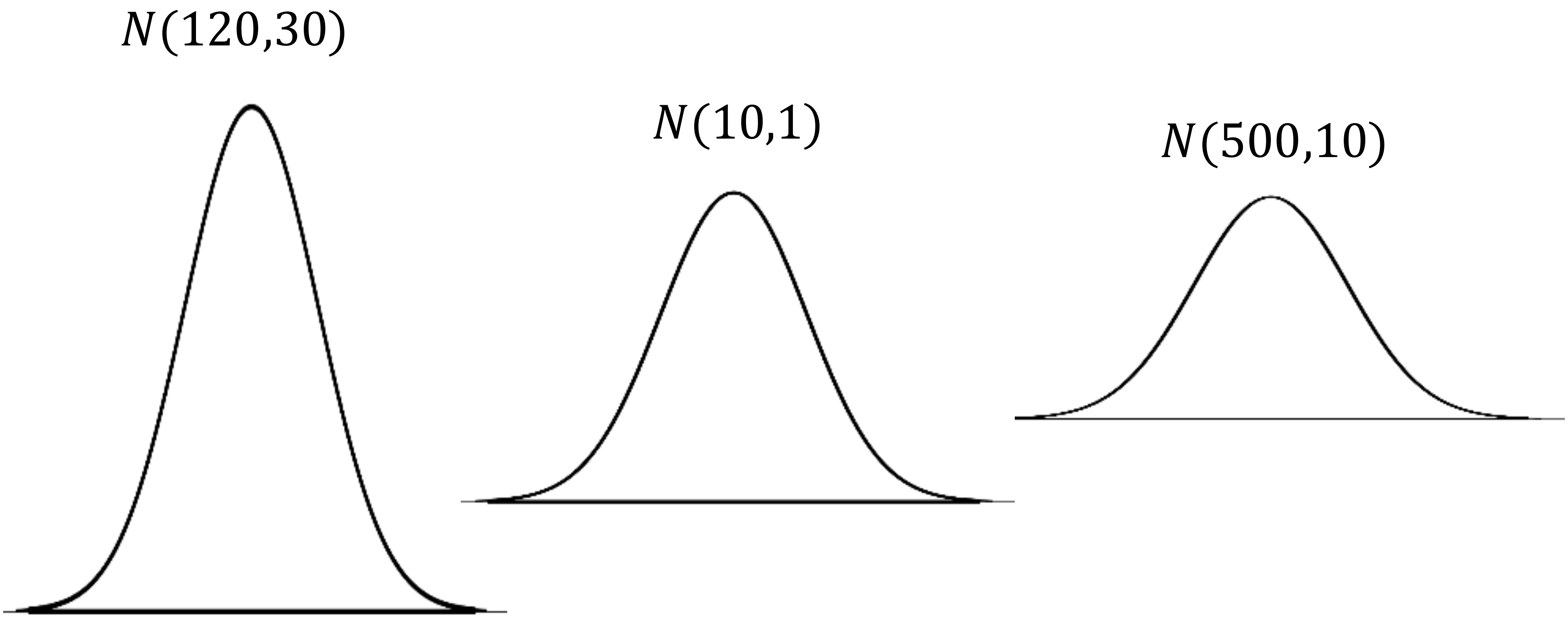
次の面積を求めよ？（２σルール）



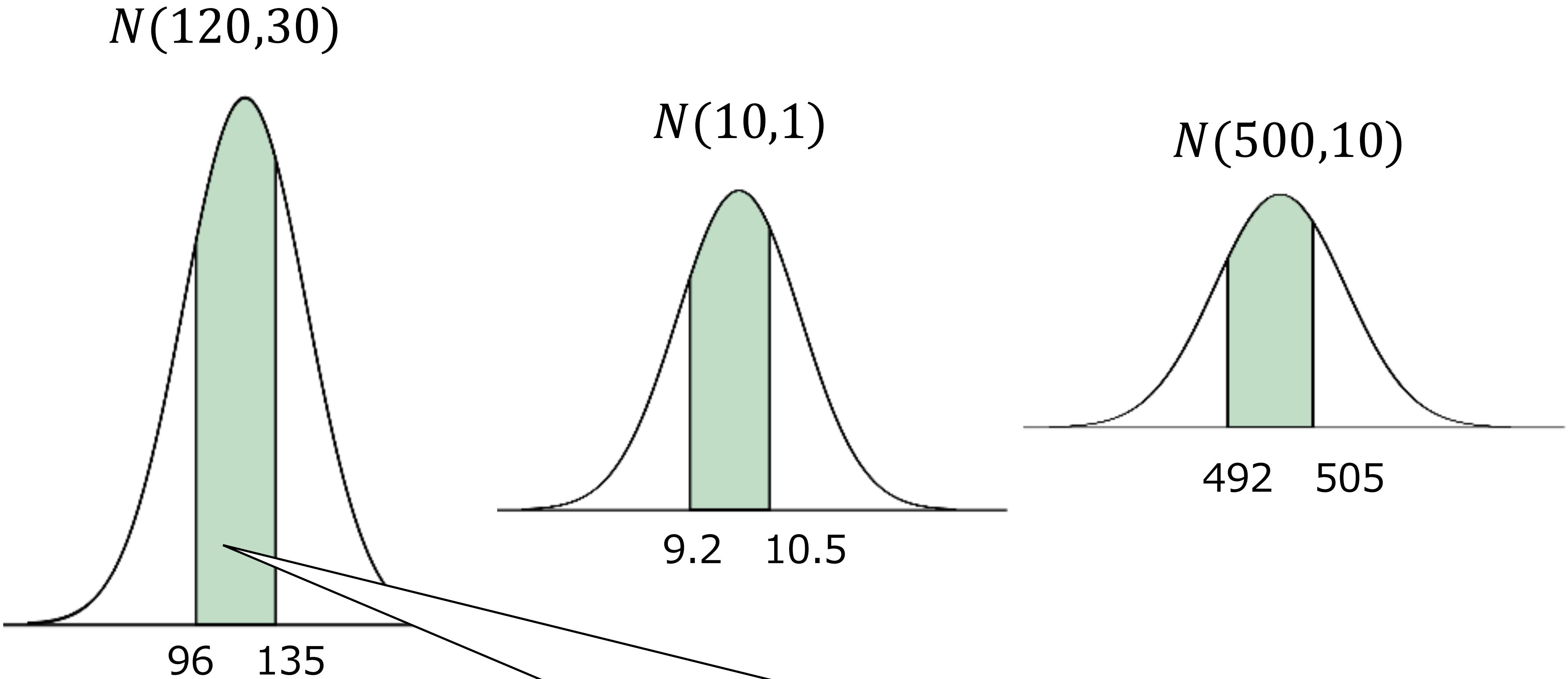
次の面積を求めよ？（３σルール）



無限通りの正規分布$N(\mu,\sigma)$

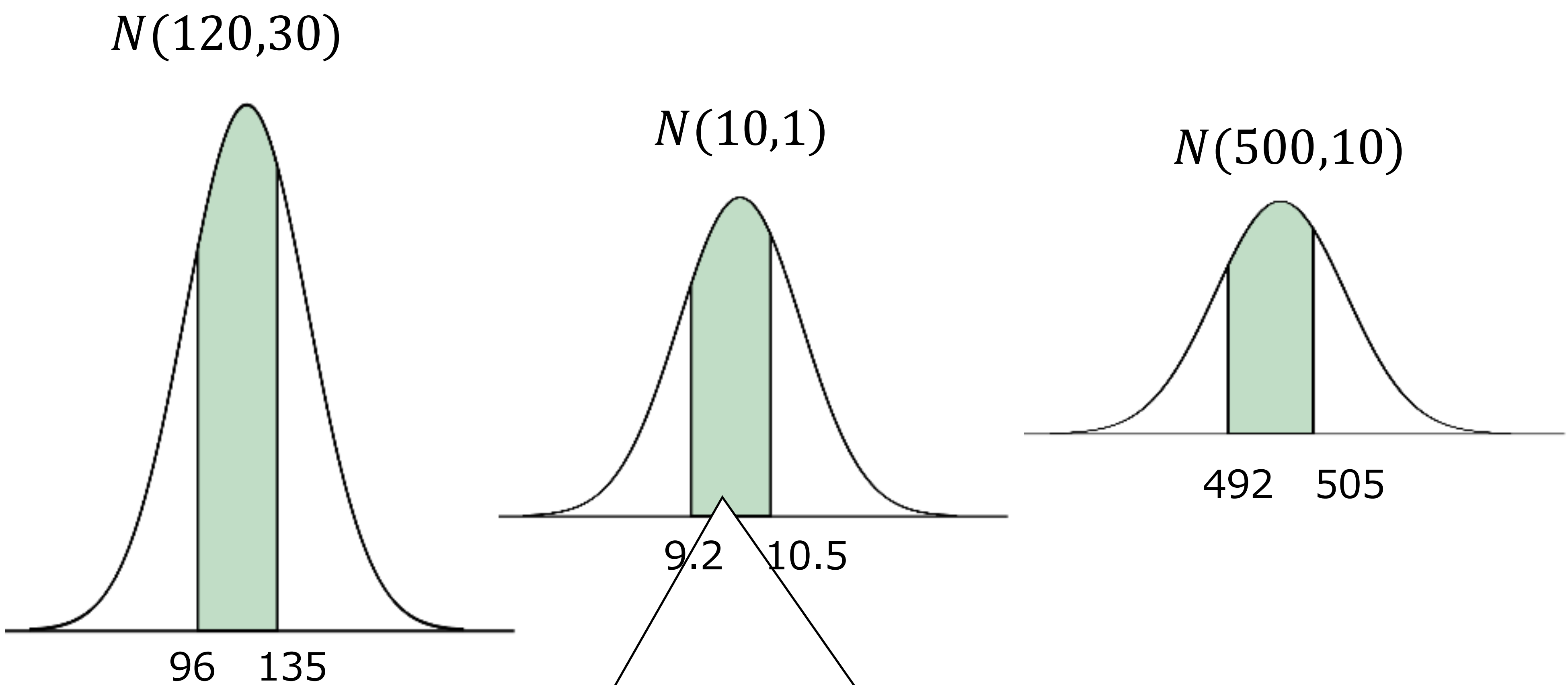


無限通りの正規分布$N(\mu, \sigma)$



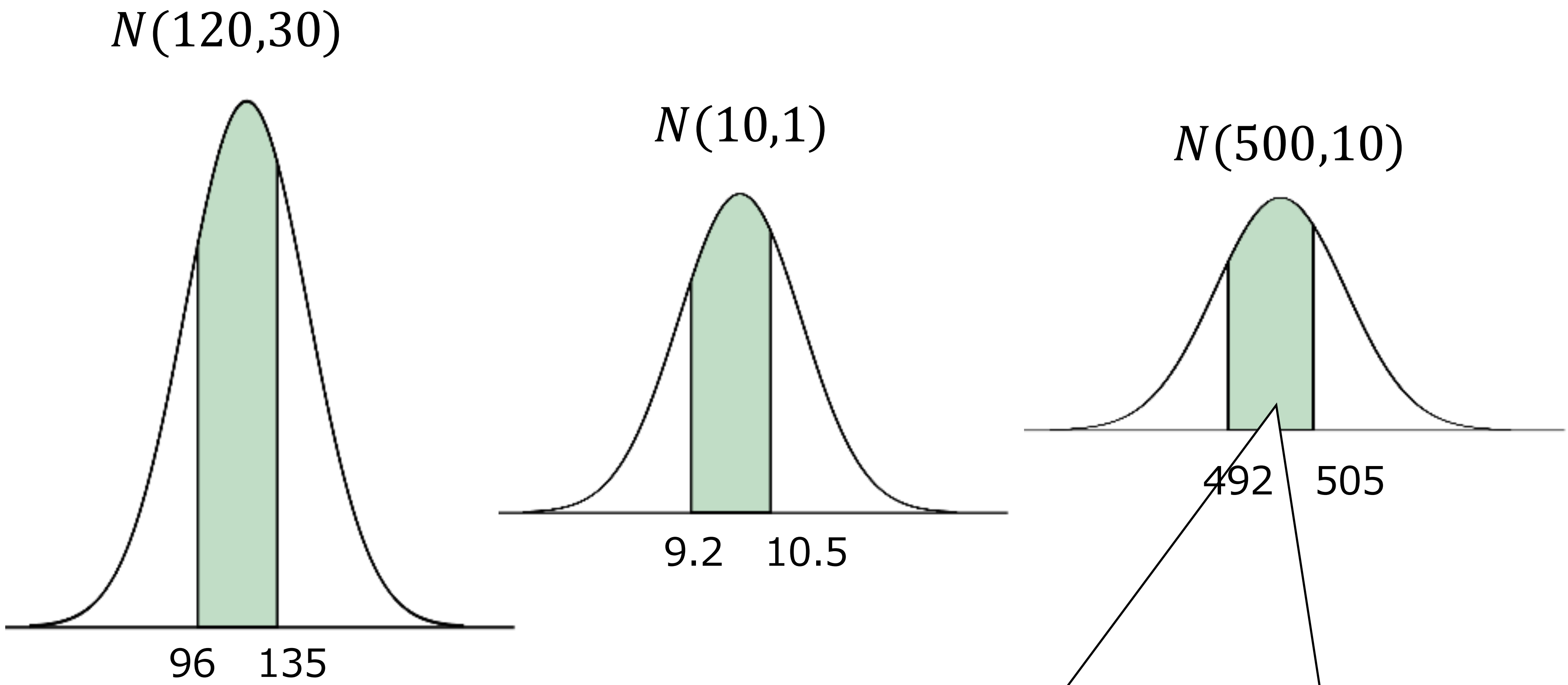
$$P(96 < X < 96) = \int_{96}^{135} \frac{1}{\sqrt{2\pi 30^2}} exp\left(-\frac{(x-120)^2}{2 \times 30^2}\right) dx$$

無限通りの正規分布$N(\mu,\sigma)$



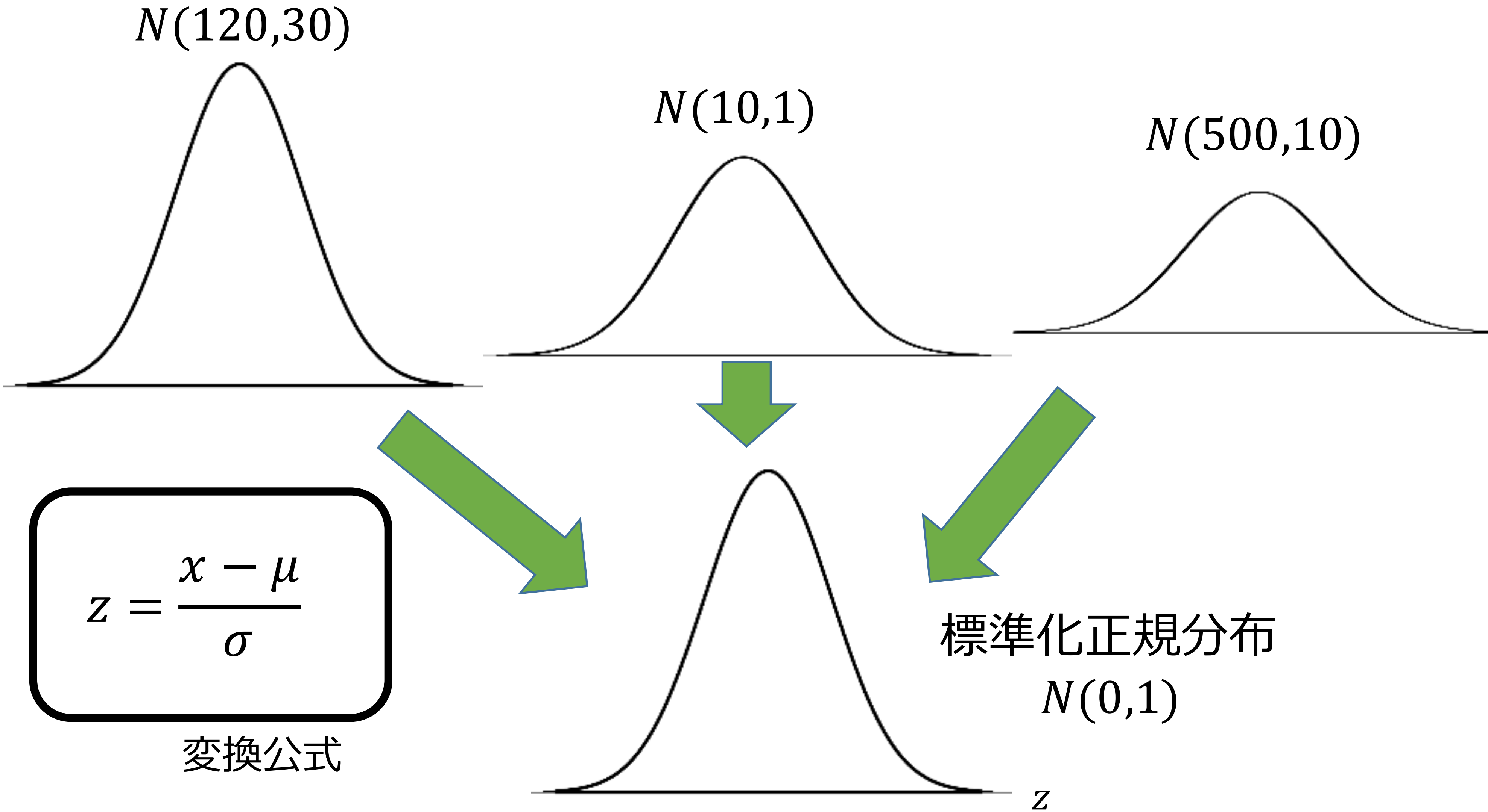
$$P(9.2 < X < 10.5) = \int_{9.2}^{10.5} \frac{1}{\sqrt{2\pi 10^2}} exp\left(-\frac{(x-10)^2}{2 \times 10.5^2}\right) dx$$

無限通りの正規分布$N(\mu,\sigma)$



$$P(492 < X < 505) = \int_{492}^{505} \frac{1}{\sqrt{2\pi 500^2}} exp\left(-\frac{(x-500)^2}{2 \times 10^2}\right) dx$$

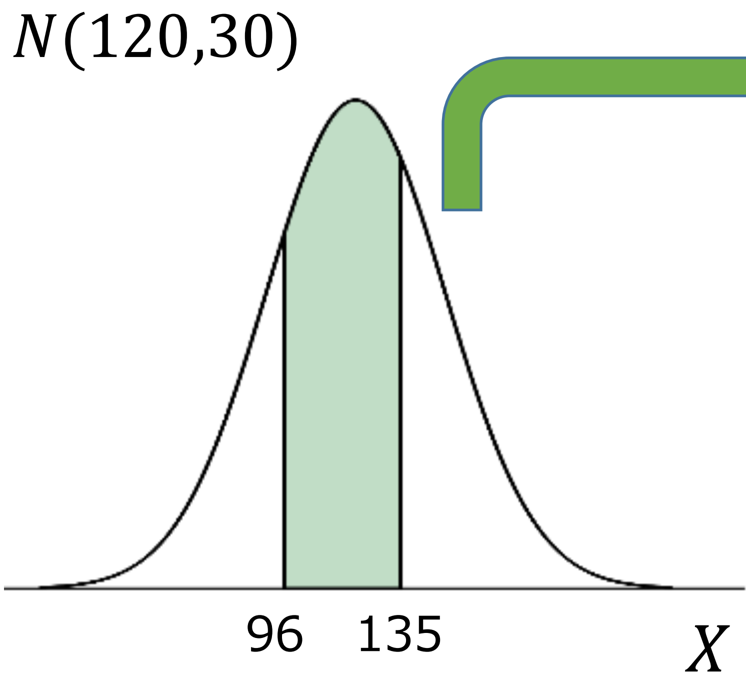
一つの正規分布に統一する



$$z=\frac{x-\mu}{\sigma}$$

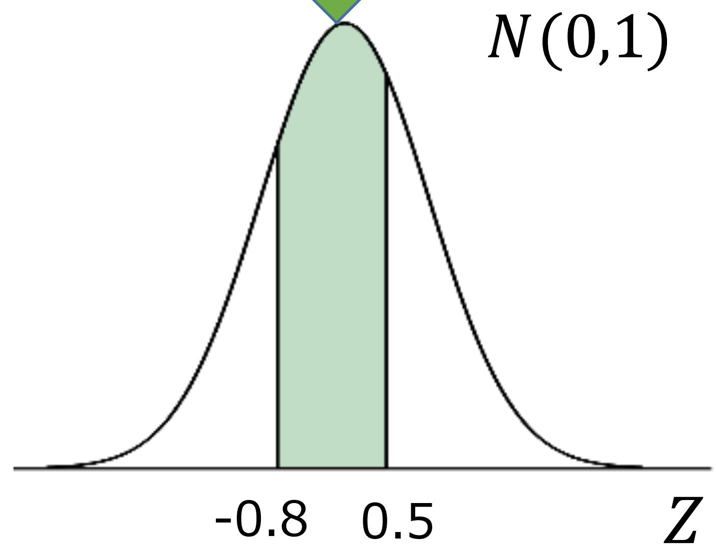
変換公式

標準化正規分布に変換する



$$z=\frac{x-\mu}{\sigma}$$

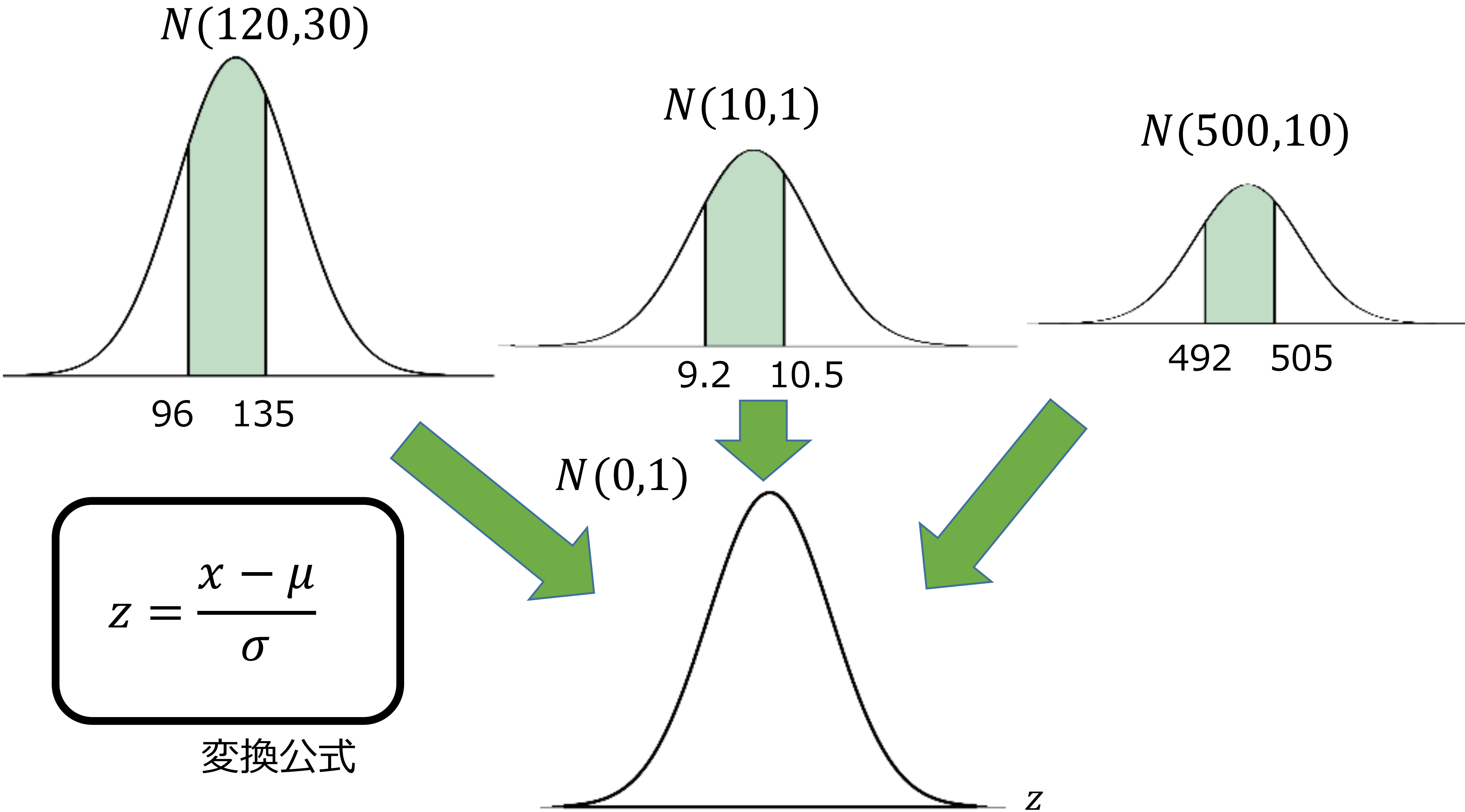
$$z=\frac{x-120}{30}$$



$$z=\frac{96-120}{30}=-0.8$$

$$z=\frac{135-120}{30}=0.5$$

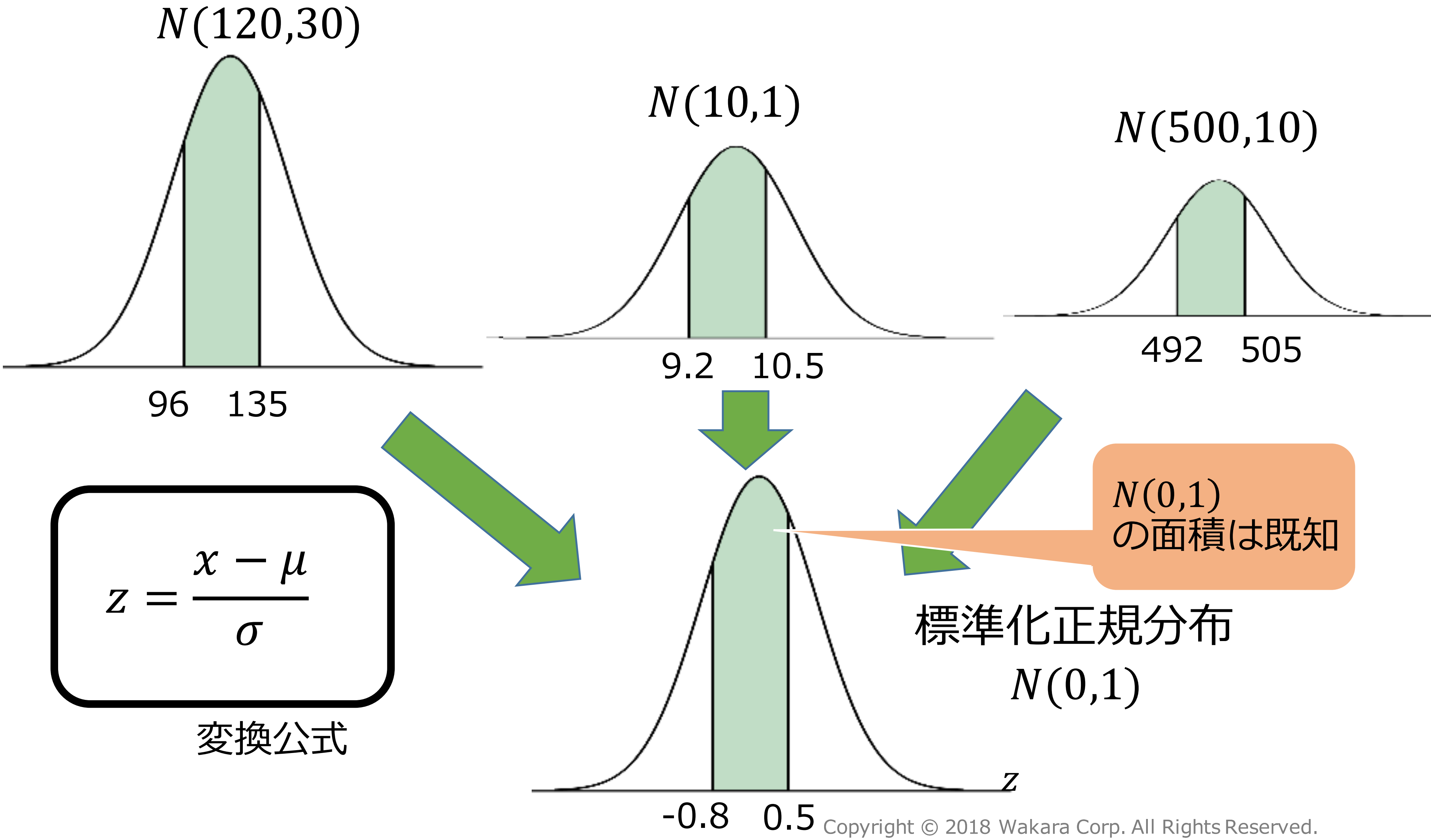
一つの正規分布に統一する



$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

変換公式

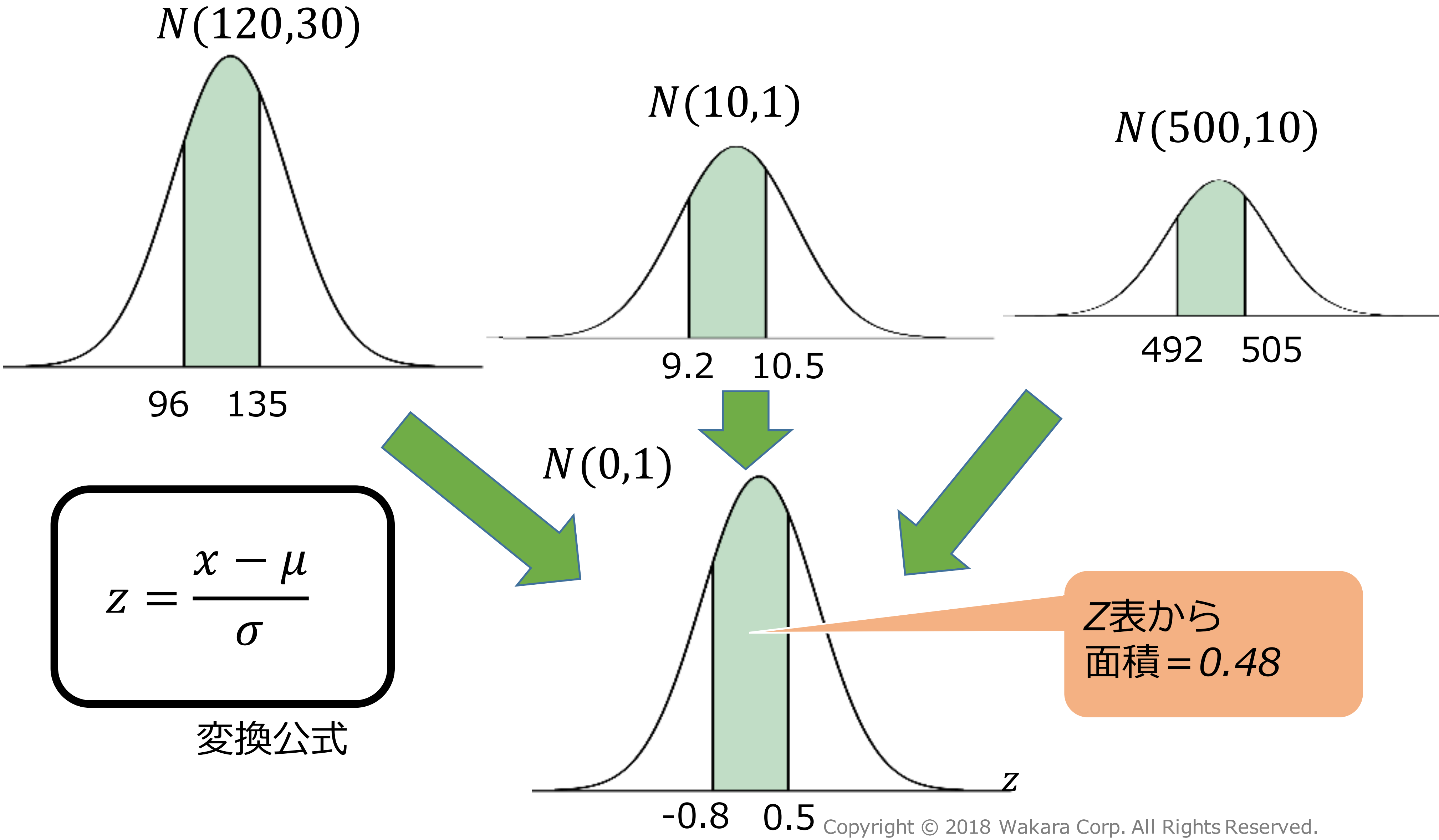
一つの正規分布に統一する



$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

変換公式

一つの正規分布に統一する

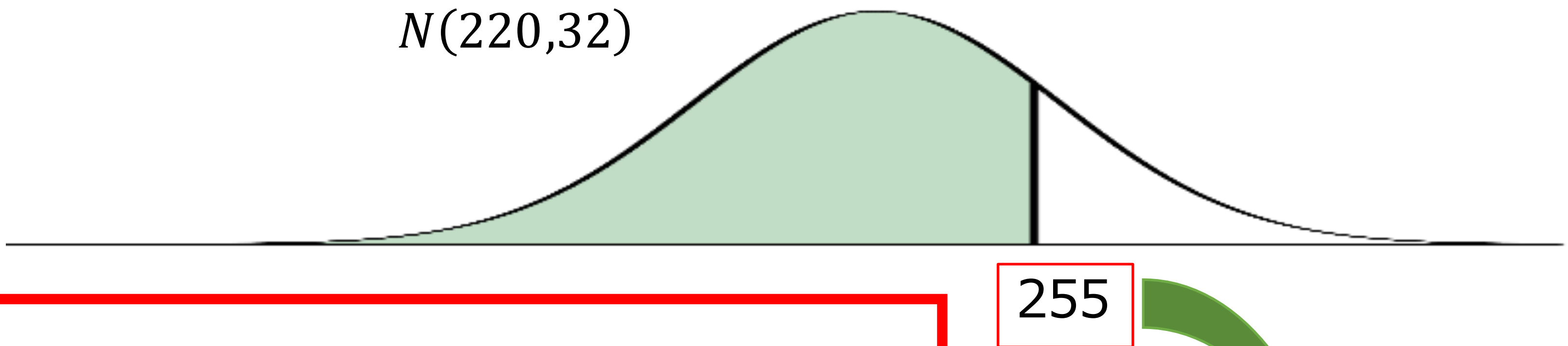


$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

変換公式

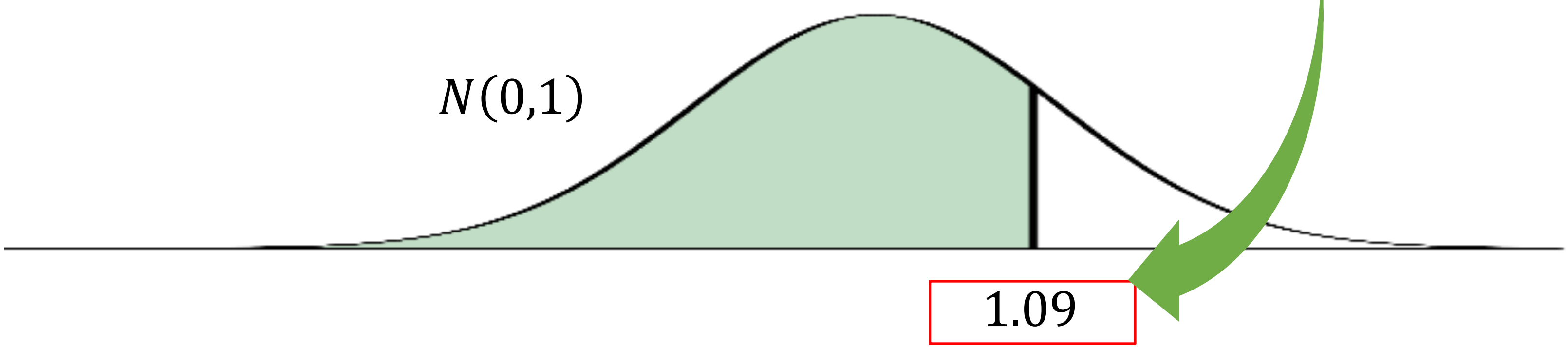
Z表を使って確率を求める

$N(220,32)$の正規分布において、255以下の確率を求めよ



２５５を$N(0,1)$の点に変換（z値を求める）

$$z=\frac{x-\mu}{\sigma}=\frac{255-220}{32}=1.09$$



Z表の読み方

Standard Normal Probabilities

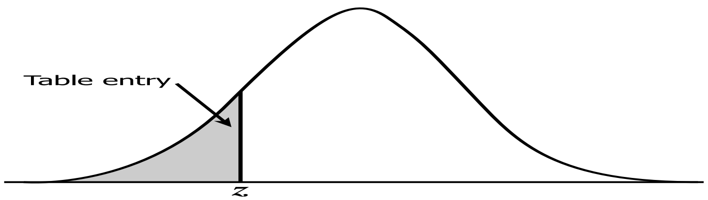


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z.

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
−3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
−3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
−3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
−3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
−3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
−2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
−2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
−2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
−2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
−2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
−2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
−2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
−2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
−2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
−2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
−1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
−1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
−1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
−1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
−1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
−1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
−1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
−1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
−1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
−1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
−0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
−0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
−0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
−0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
−0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
−0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
−0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
−0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
−0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
−0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

Z表の読み方

$$z = 1.09$$
$$= 1.0 + 0.09$$

Standard Normal Probabilities

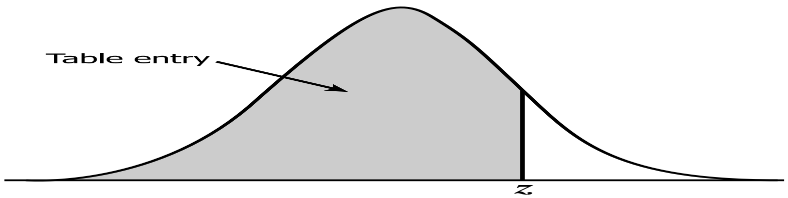
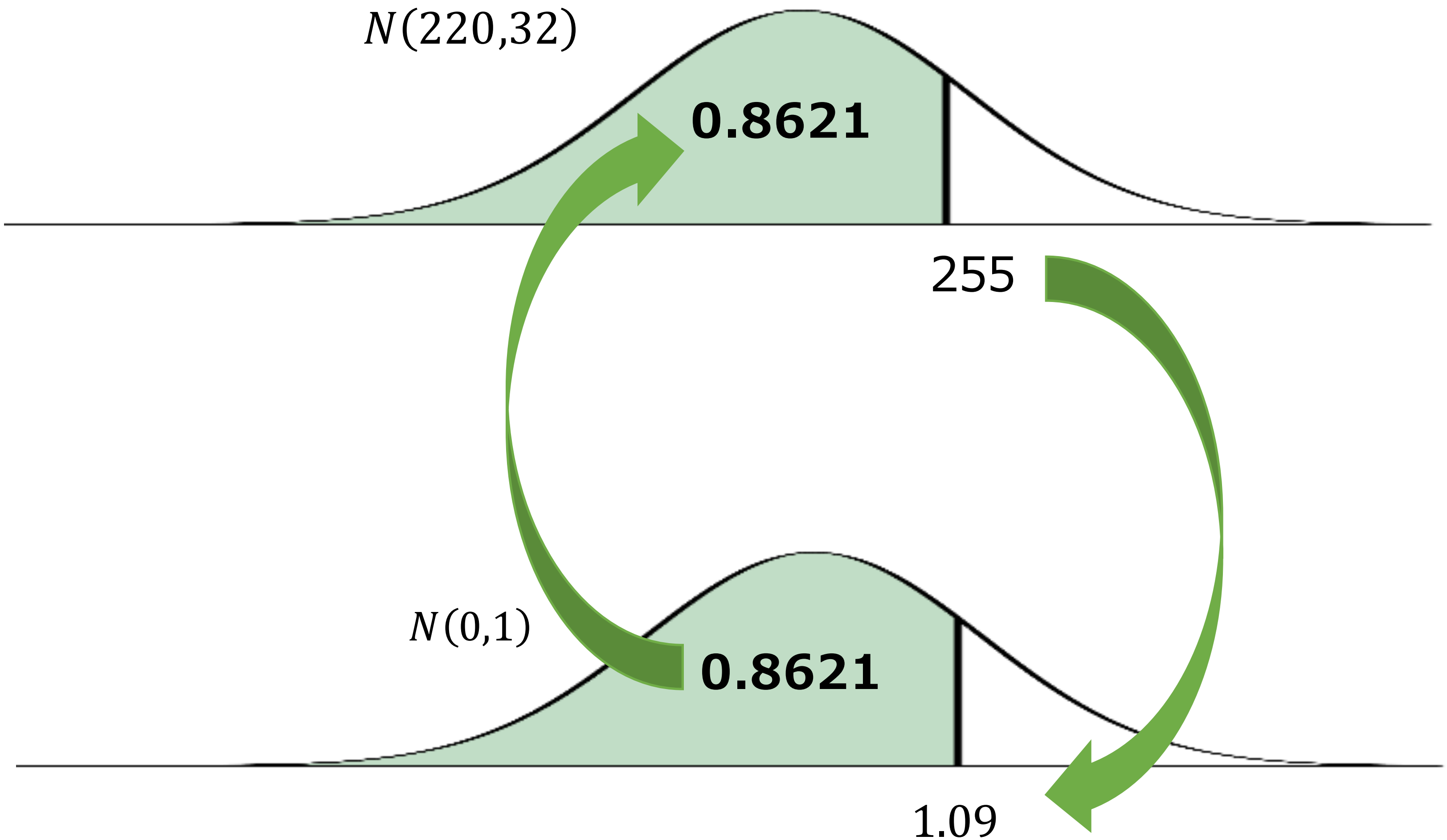


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z.

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	[illegible]
1.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	$\boxed{.8621}$
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

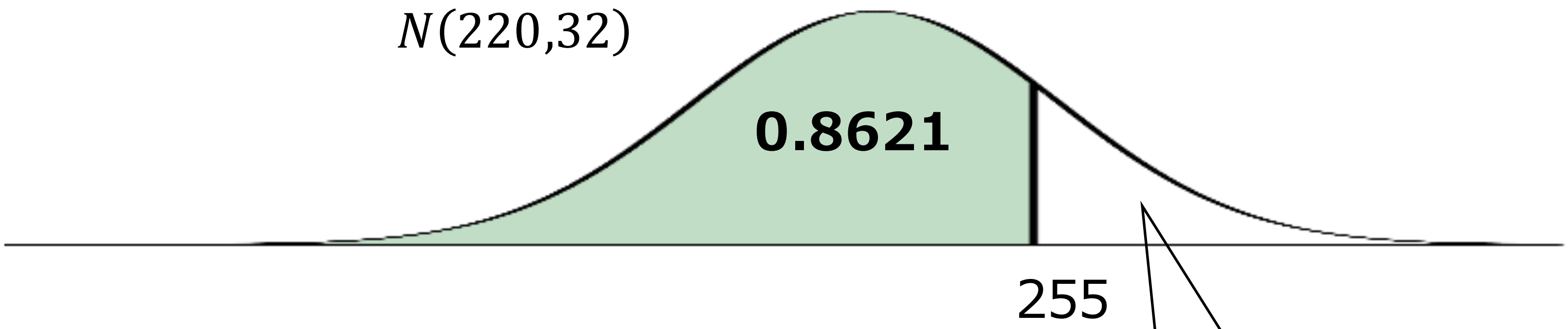
Z表を使って確率を求める

$N(220, 3^2)$の正規分布において、255以下の確率を求めよ



Z表を使って確率を求める

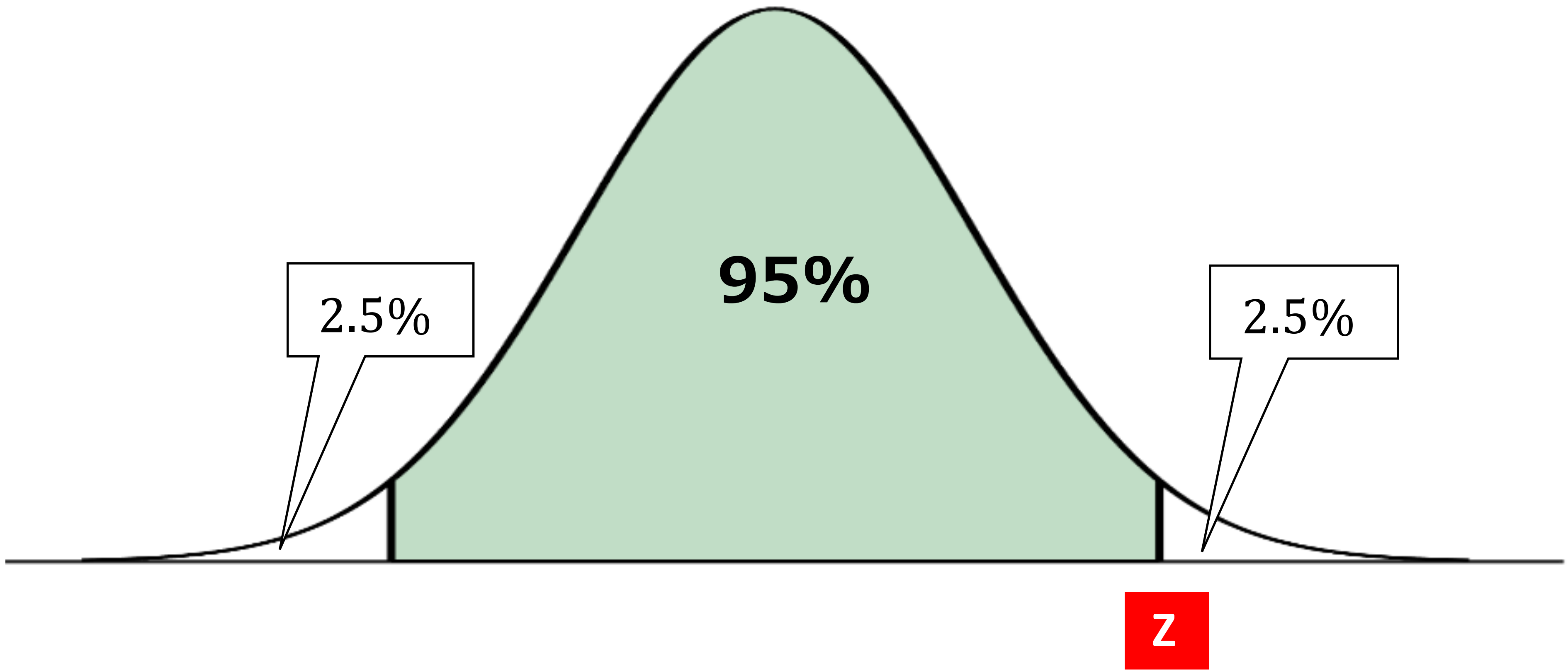
$N(220,32)$の正規分布において、255以上の確率を求めよ



$$P(A^c) = 1 - P(A)$$

1 −0.8621=0.1379

問題：zの値を特定せよ



Z表の読み方

Standard Normal Probabilities

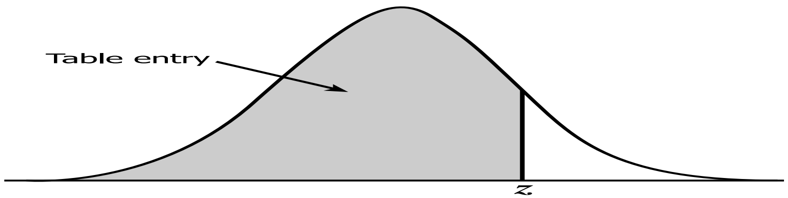
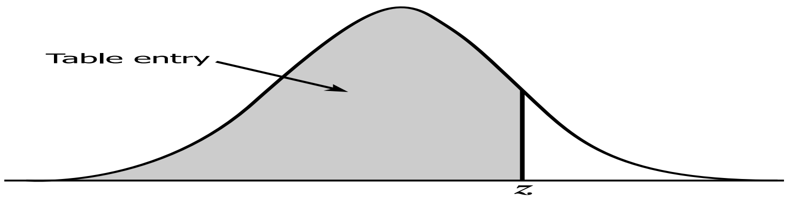


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z.

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

Z表の読み方

Standard Normal Probabilities



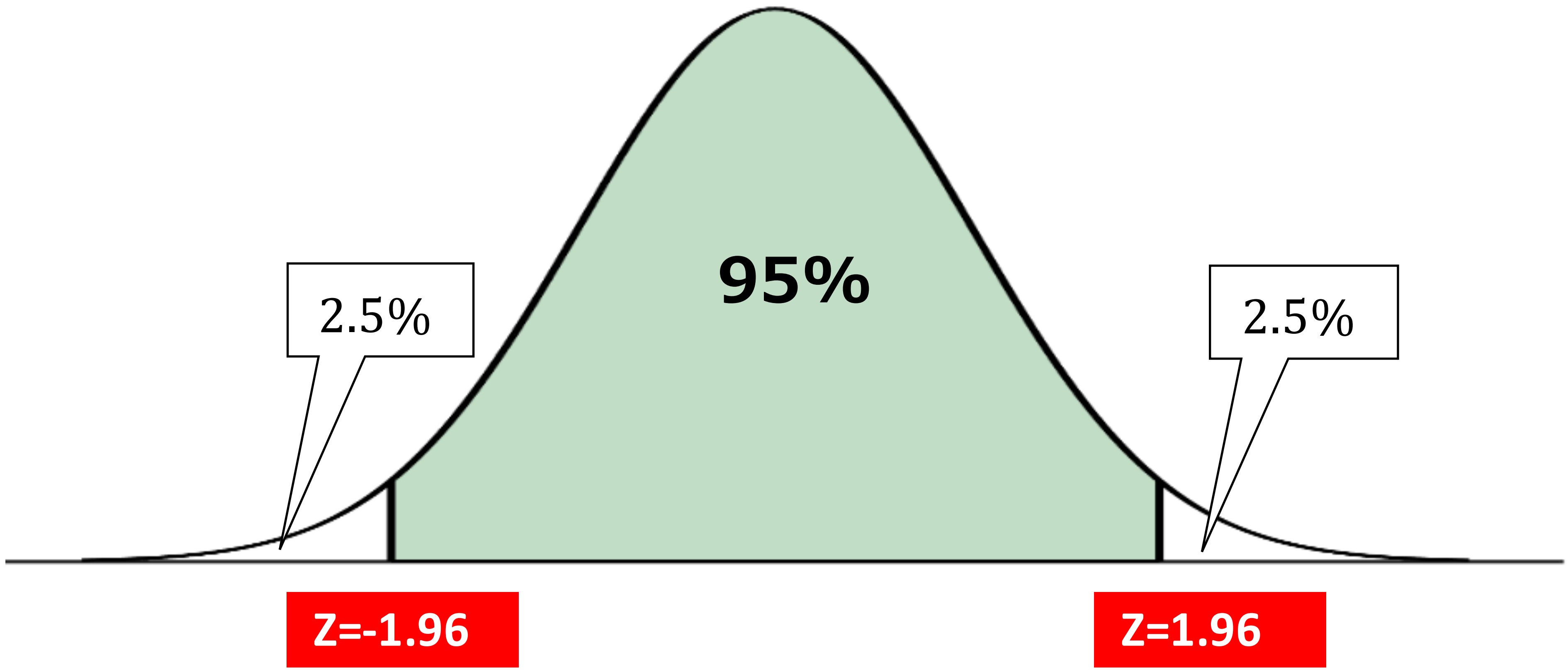
0.975を探す！

Z＝1.96

Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z.

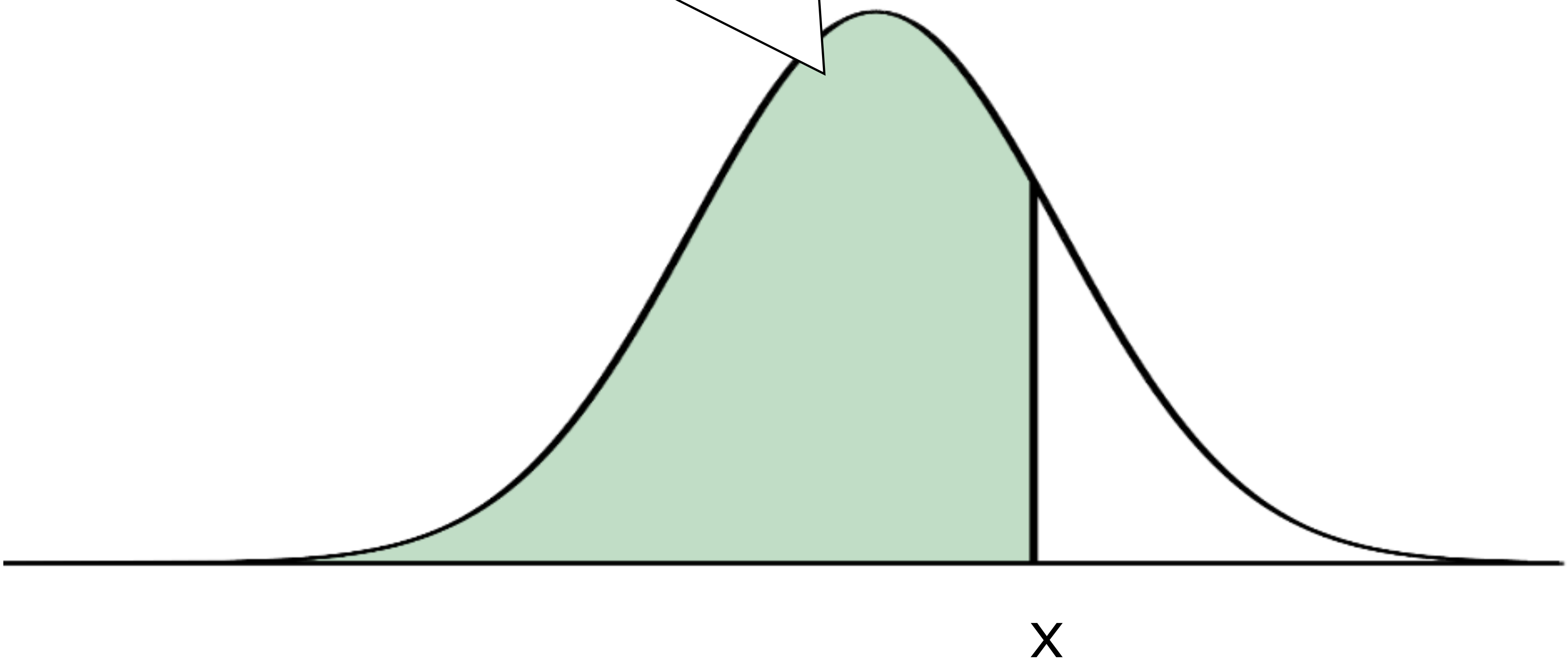
z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	[illegible]	.9693	.9699	.9706
1.9	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	[illegible]	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

z＝1.96は重要な数値！

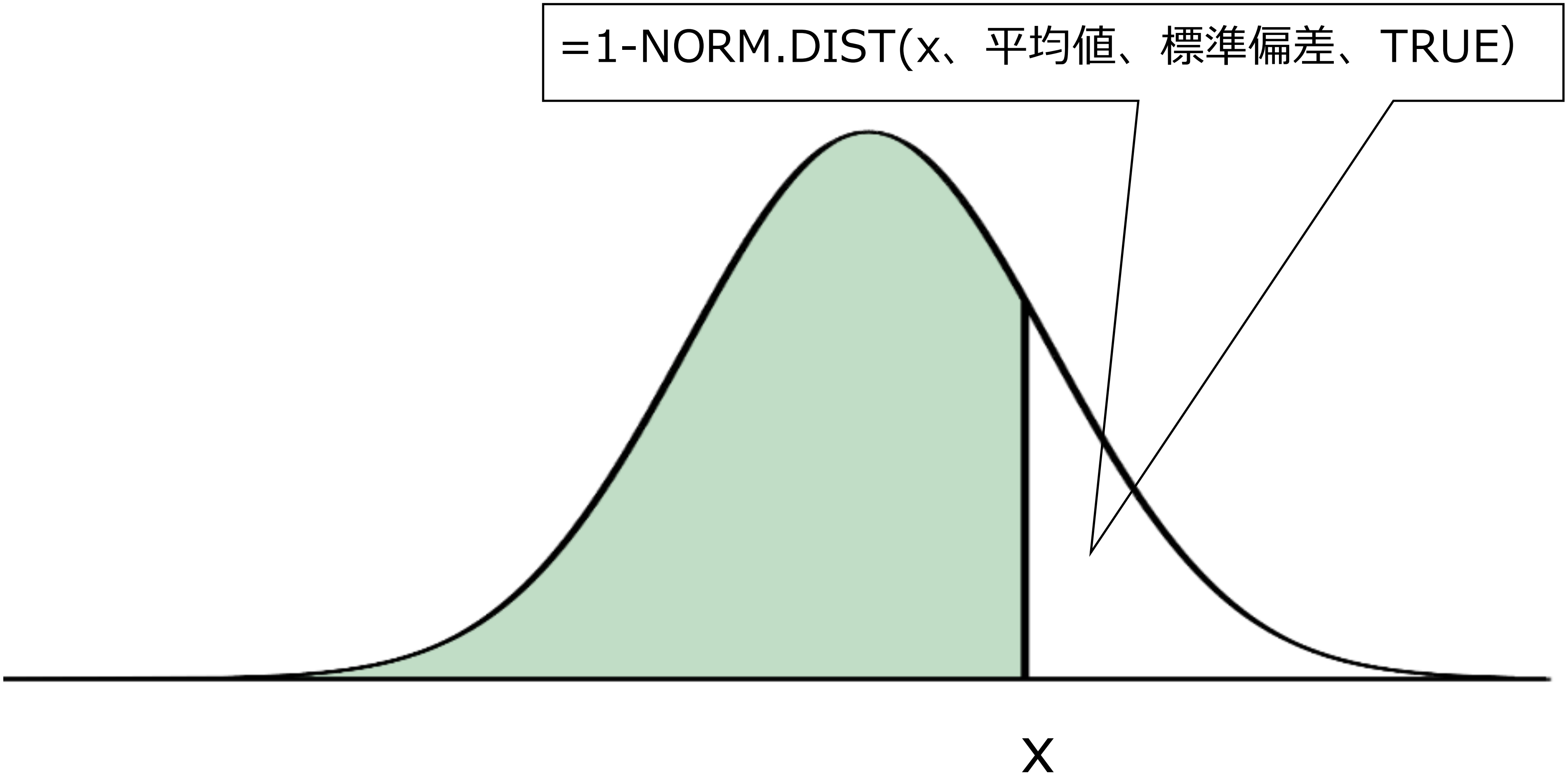


エクセル関数を使った確率の求め方

=NORM.DIST(x、平均値、標準偏差、TRUE)



エクセル関数を使った確率の求め方



問題１（Excel）演習データ２

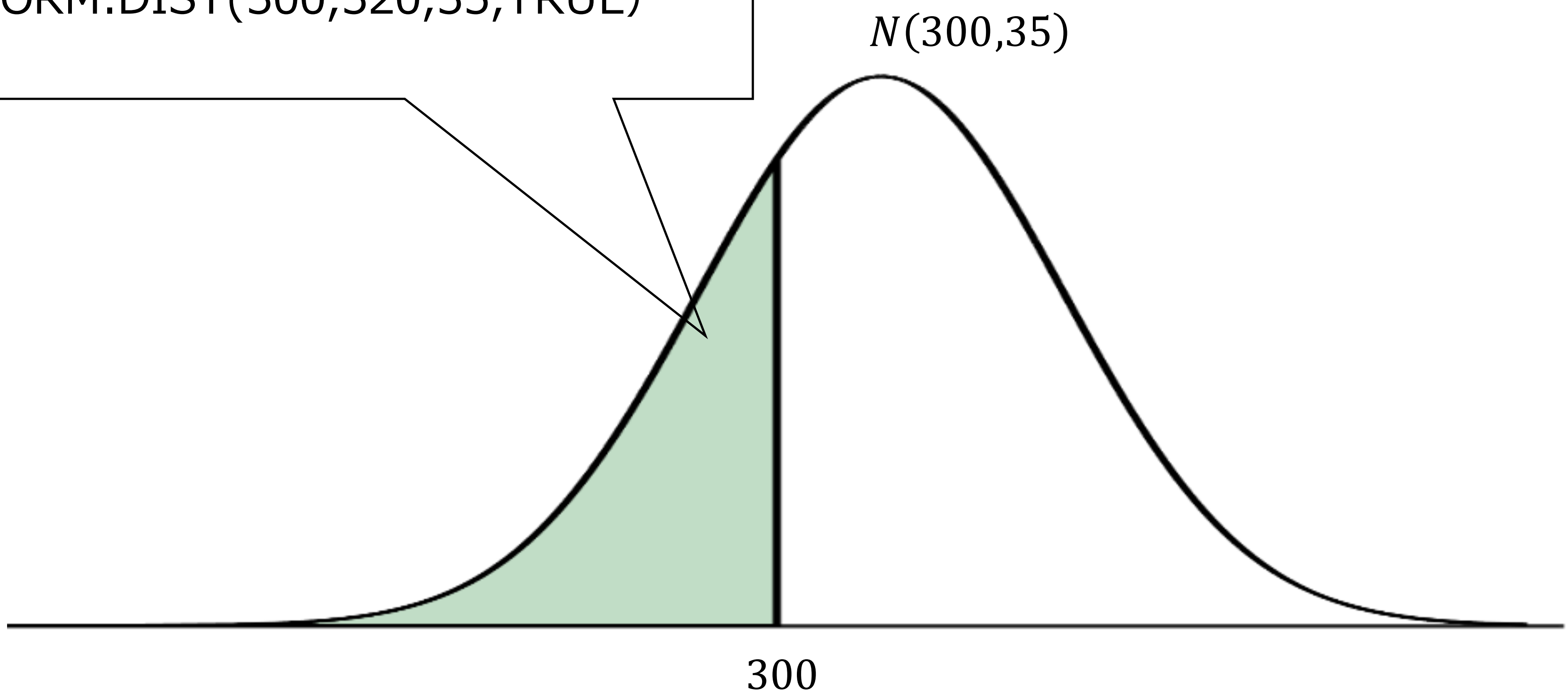
ある企業がイベントを開催すると、過去のデータから来客数のが平均３２０人、標準偏差が３５人であることが分かっている。この企業が開催する次回のイベントで

①来客数が３００人以下である確率を求めよ。

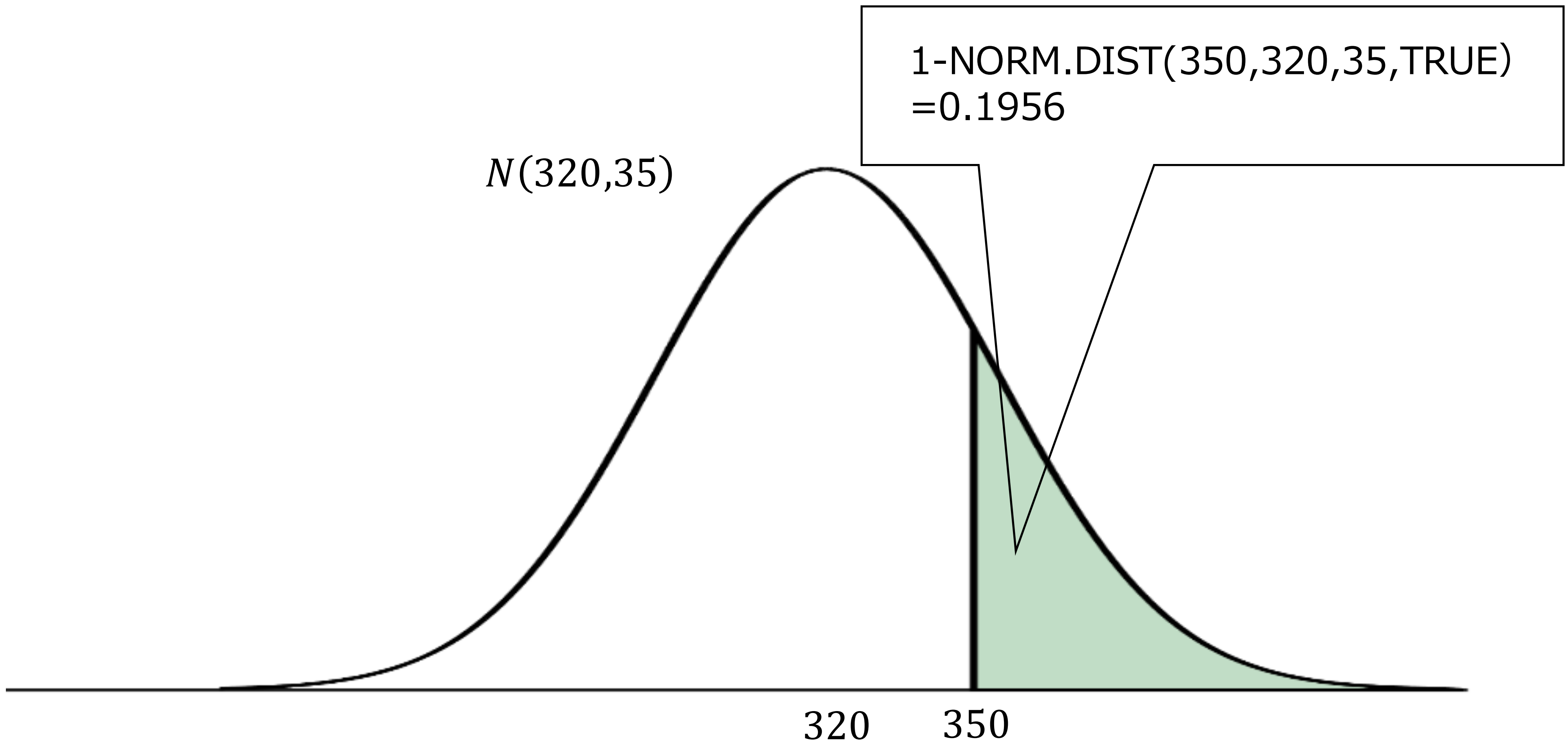
②来客数が３５０人以上である確率を求めよ。

300人以下の確率

=NORM.DIST(300,320,35,TRUE)

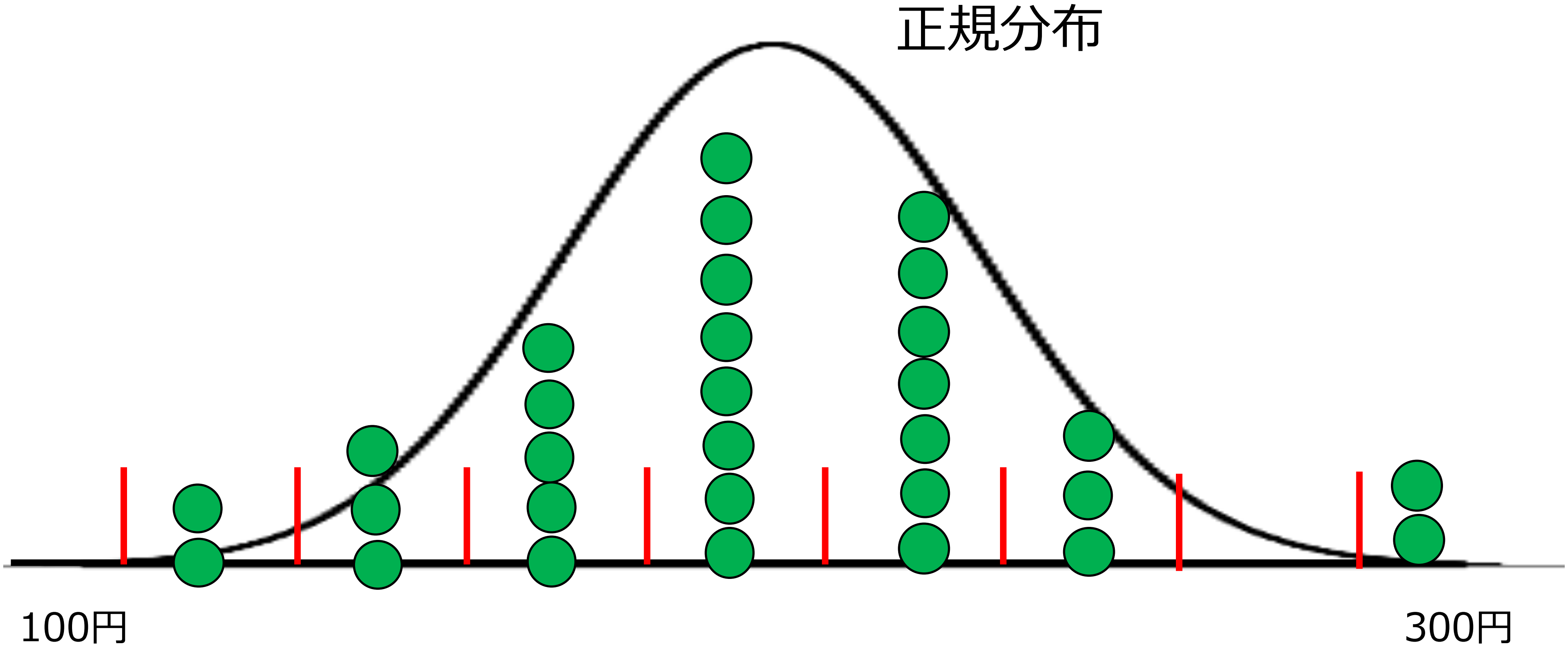


350人以上の確率



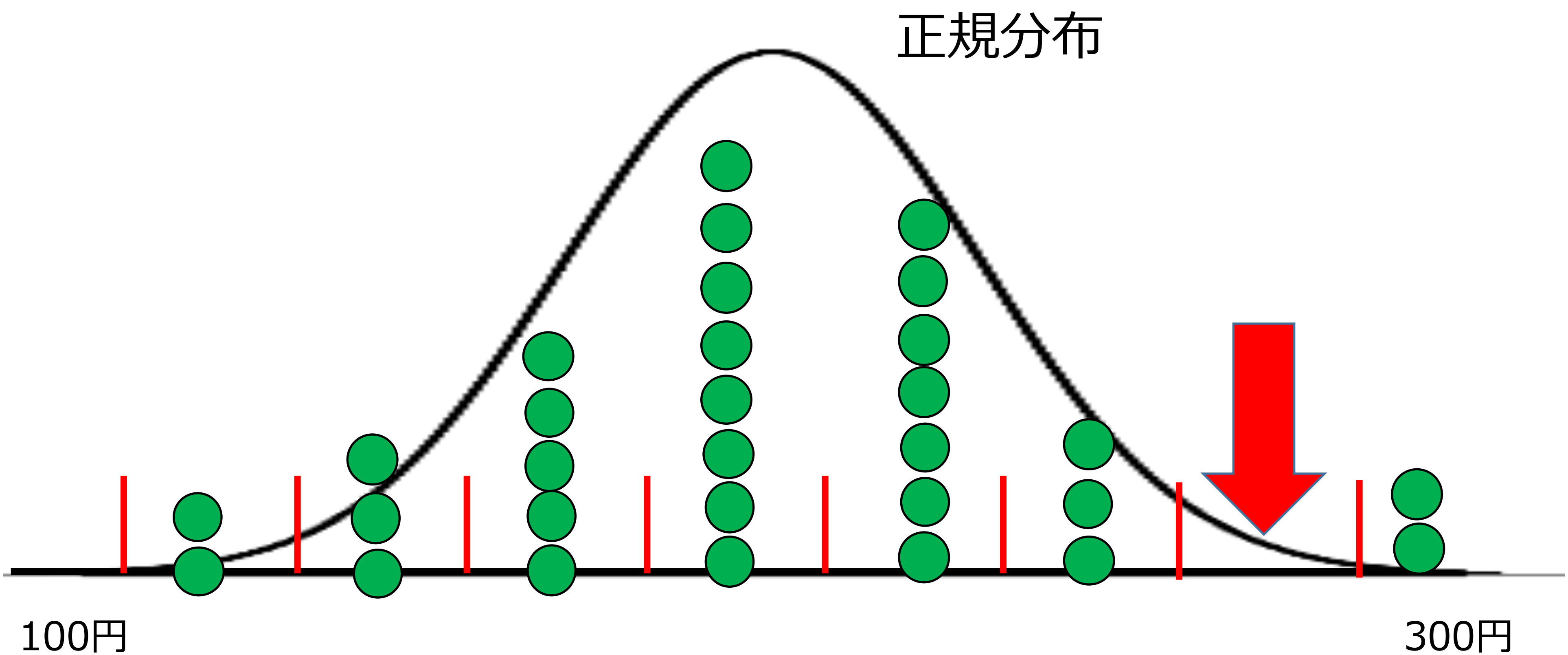
ヒストグラムと確率分布

ヒストグラムを近似する



確率分布を使った予測

ヒストグラムを近似する



データがない部分も予測が可能

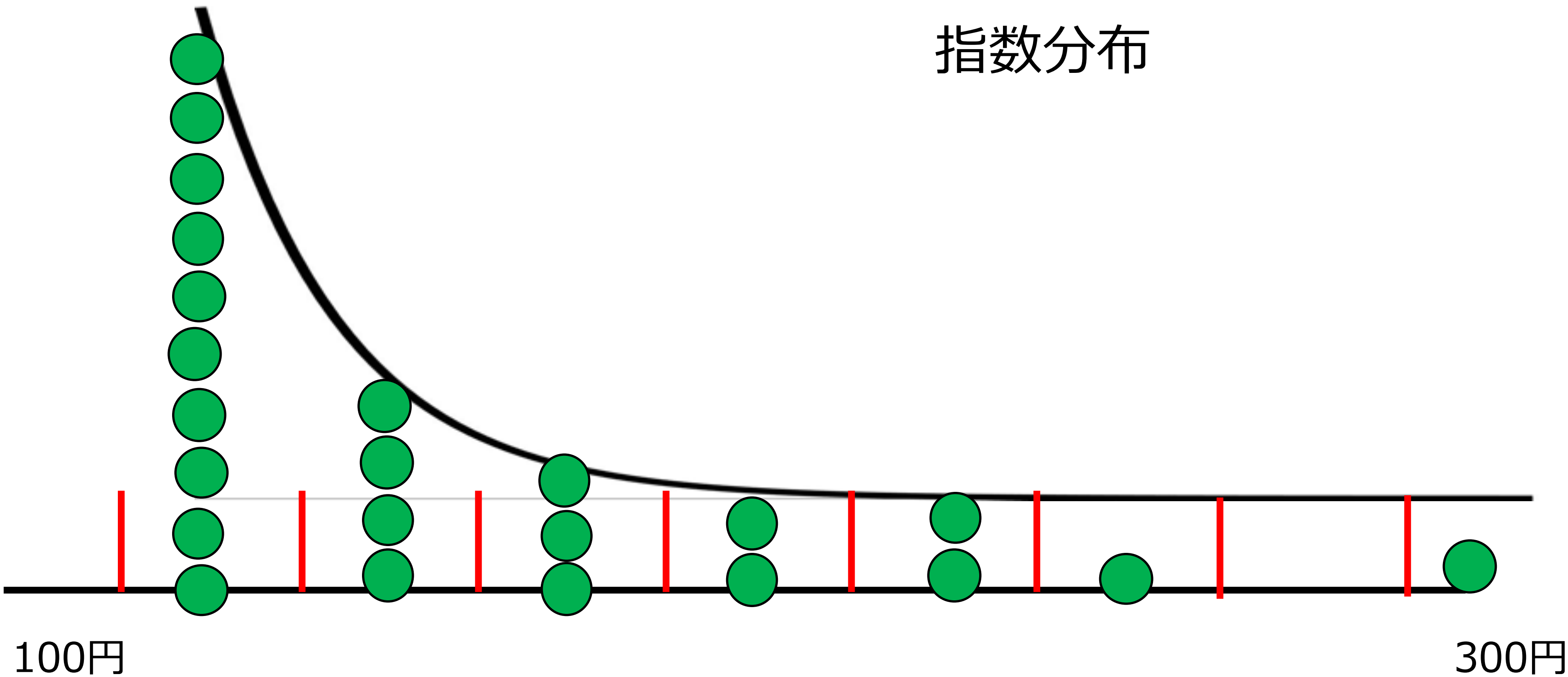
いろいろな確率分布

- Univariable distribution relationship

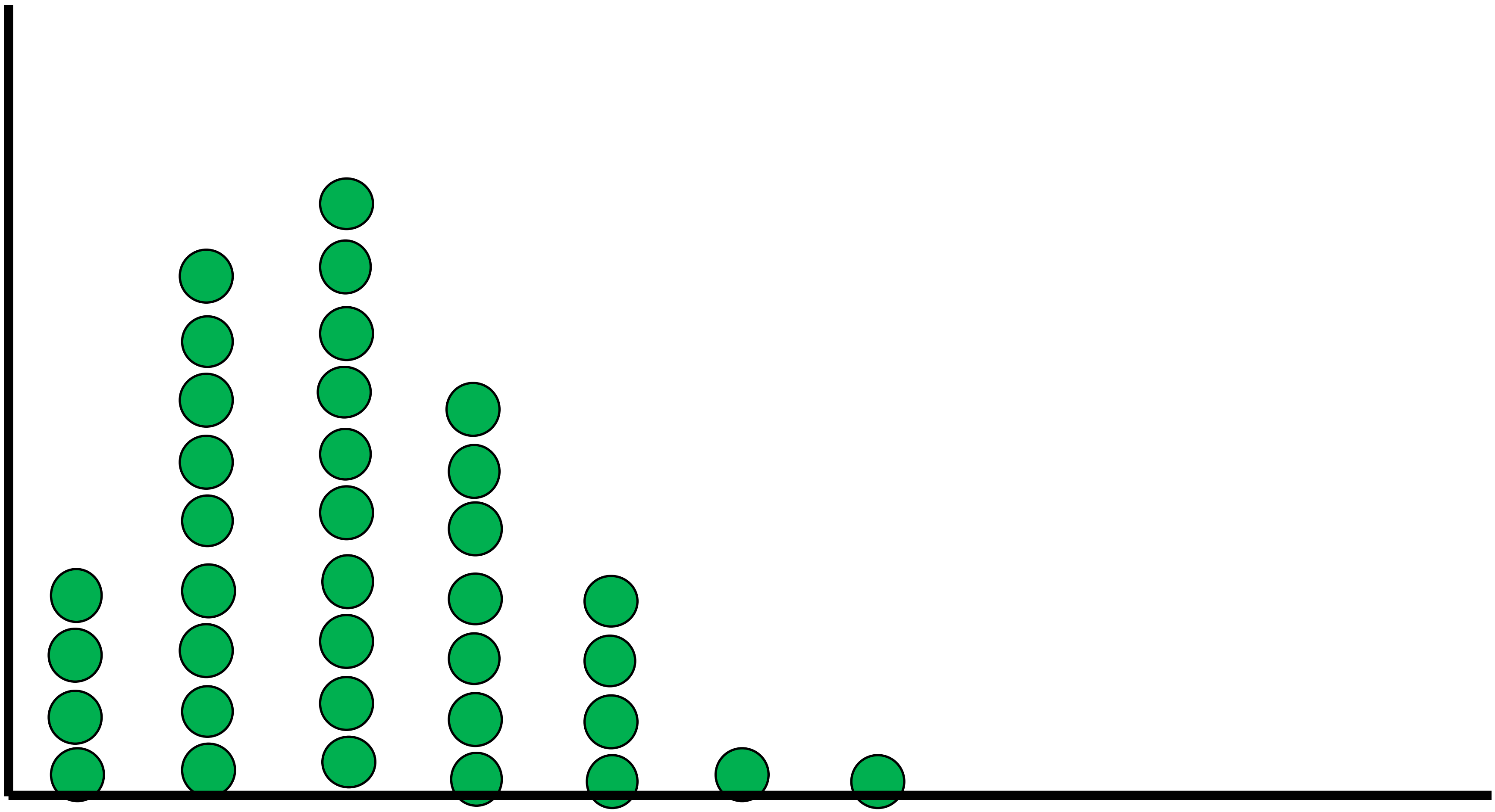
  http://www.math.wm.edu/~leemis/chart/UDR/UDR.html

いろいろな確率分布

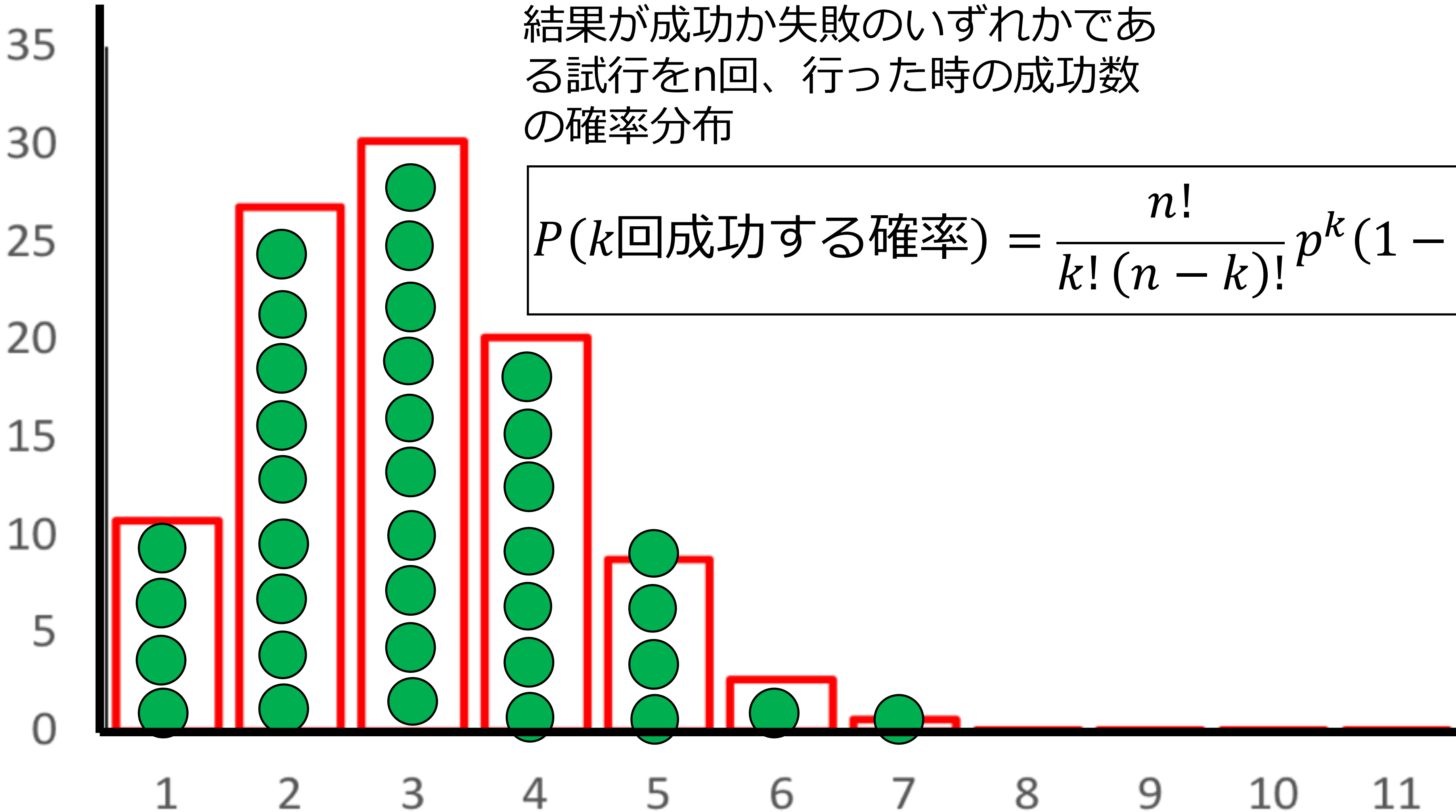
ヒストグラムを近似する



いろいろな確率分布



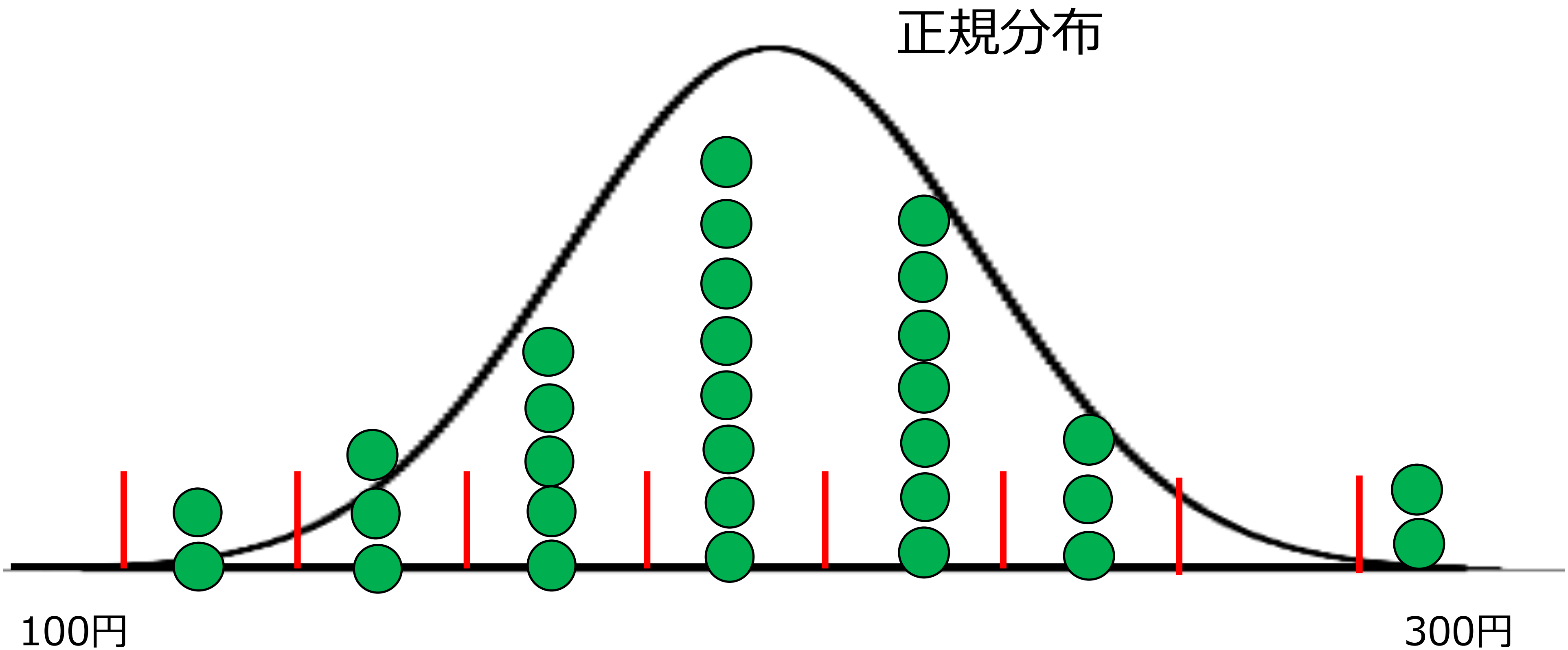
二項分布



結果が成功か失敗のいずれかである試行をn回、行った時の成功数の確率分布

$$P(k\text{回成功する確率}) = \frac{n!}{k!\,(n-k)!}p^{k}(1-p)^{k}$$

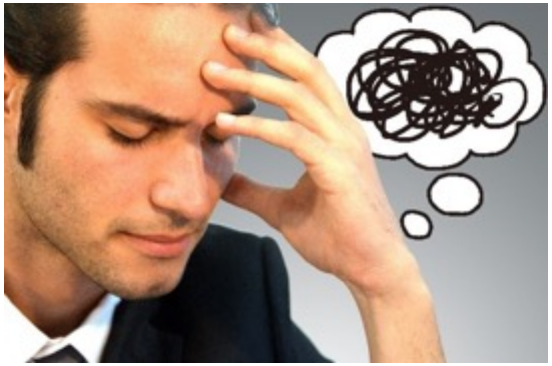
二項分布



二項分布が使えるケースは？

成約

「検討します」



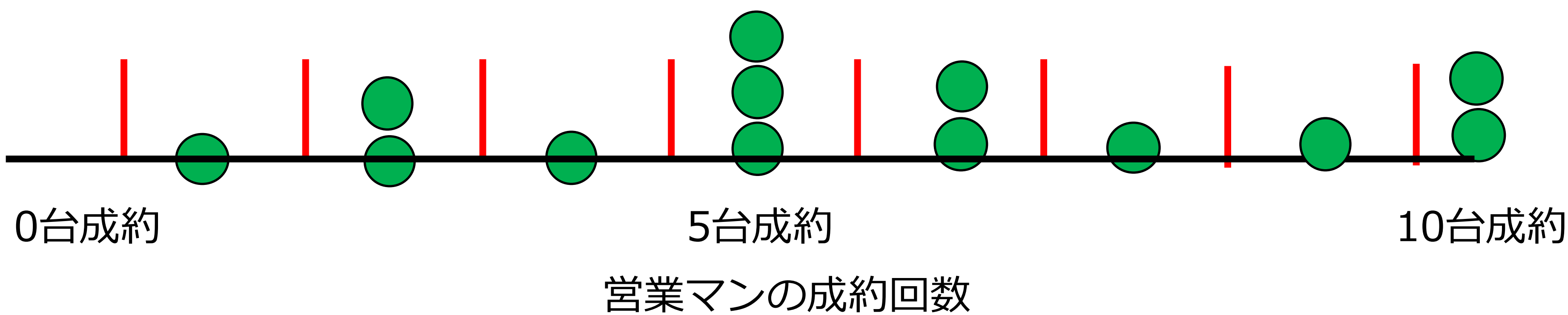
二項分布が使えるケースは？

1日10件営業して、何台成約が取れるだろうか？

二項分布から考える

例：10件営業したとき、何台成約を取れるか？

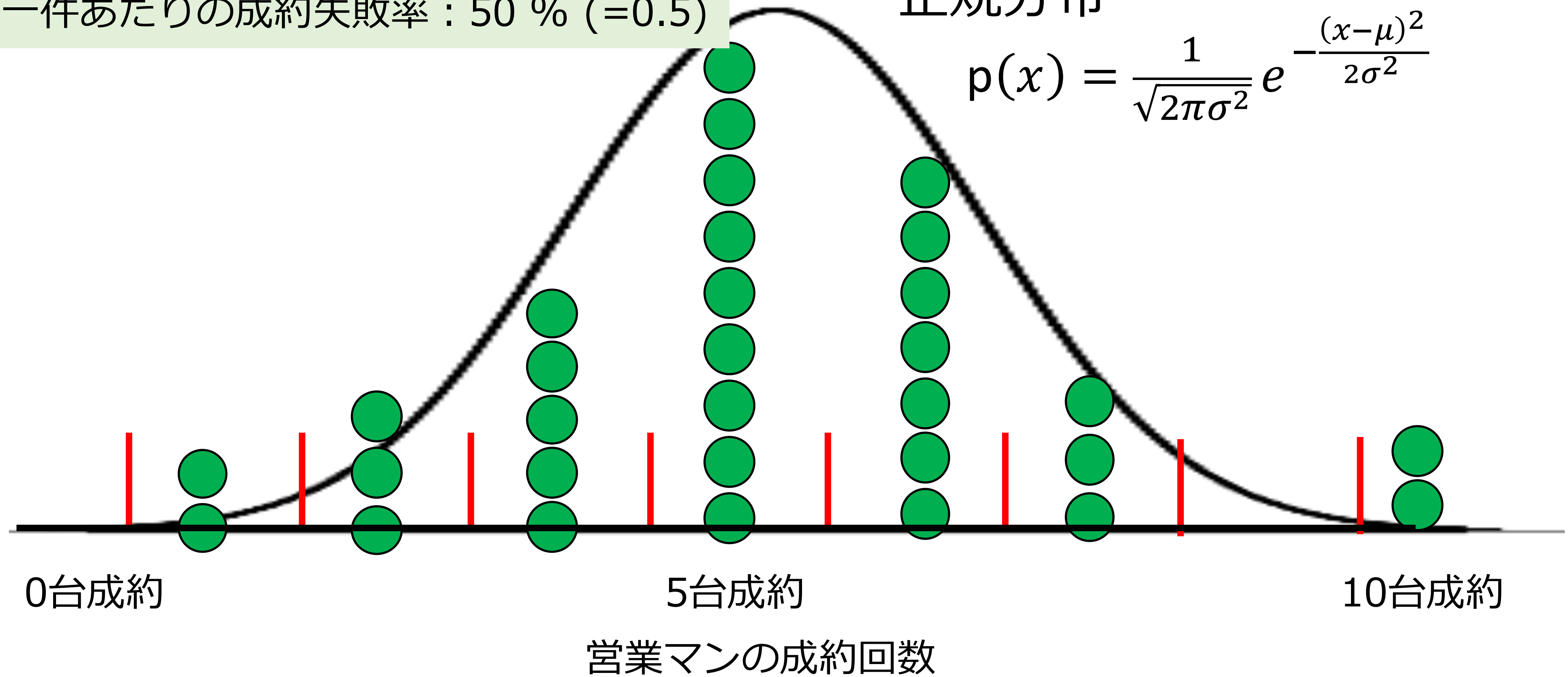
一件あたりの成約率：50 % (=0.5)
一件あたりの成約失敗率：50 % (=0.5)



二項分布から考える

例：10件営業したとき、何台成約を取れるか？

一件あたりの成約率：50 % (=0.5)
一件あたりの成約失敗率：50 % (=0.5)



$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

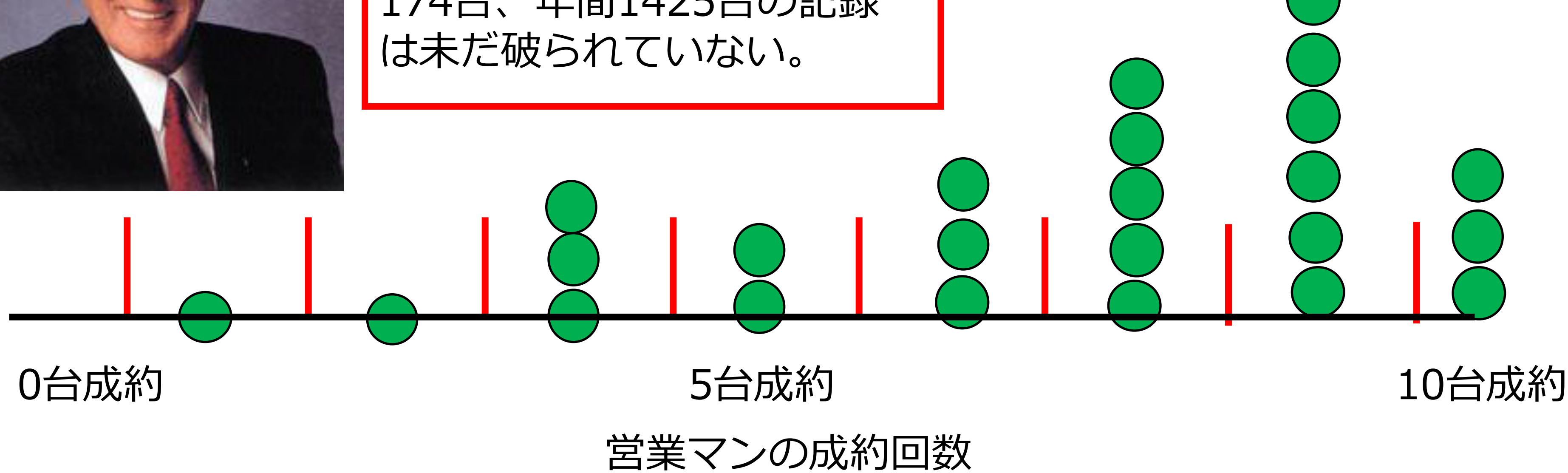
確率が互いに等しい場合、正規分布になる

二項分布から考える

例：優秀な営業マンならどうなるか？

一件あたりの成約率：80 % (=0.8)
一件あたりの成約失敗率：20 % (=0.2)

Joe Jirard:
セールスマンとして自動車販売台数ギネス記録。1ヶ月174台、年間1425台の記録は未だ破られていない。



確率が等しくない場合、どちらかに偏る

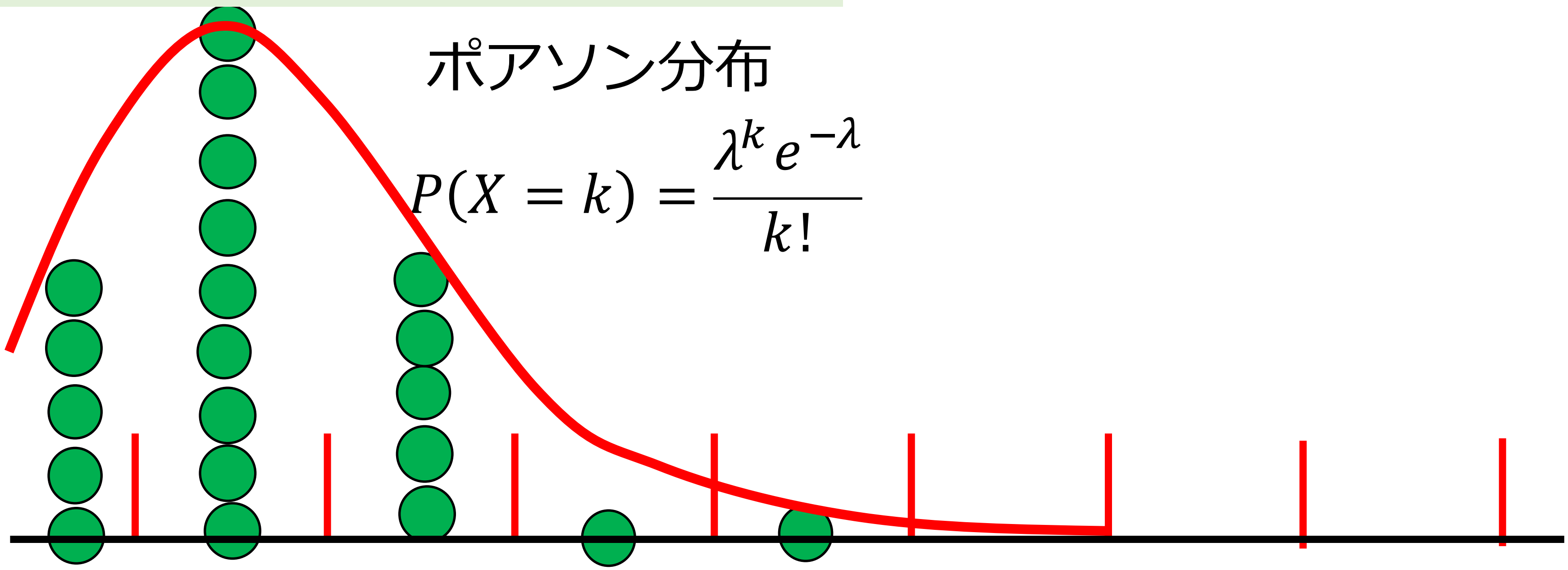
二項分布から考える

例：非常に残念な営業マンならどうなるか？

一件あたりの成約率：95 % (=0.95)
一件あたりの成約失敗率：5 % (=0.05)

ポアソン分布

$$P(X=k)=\frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$$



めったに起きない場合、ポアソン分布になる

いろいろな確率分布

発生する確率が低く、かつそれが偶然に発生する事象が従う分布

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$$

$P(X = k)$は「所要時間に平均でλ回発生する事象が丁度k回発生する確率に相当する

得点数	試合数
0	25
1	64
2	73
3	66
4	46
5	19
6	7
7	4
8	1
9	1
10	0

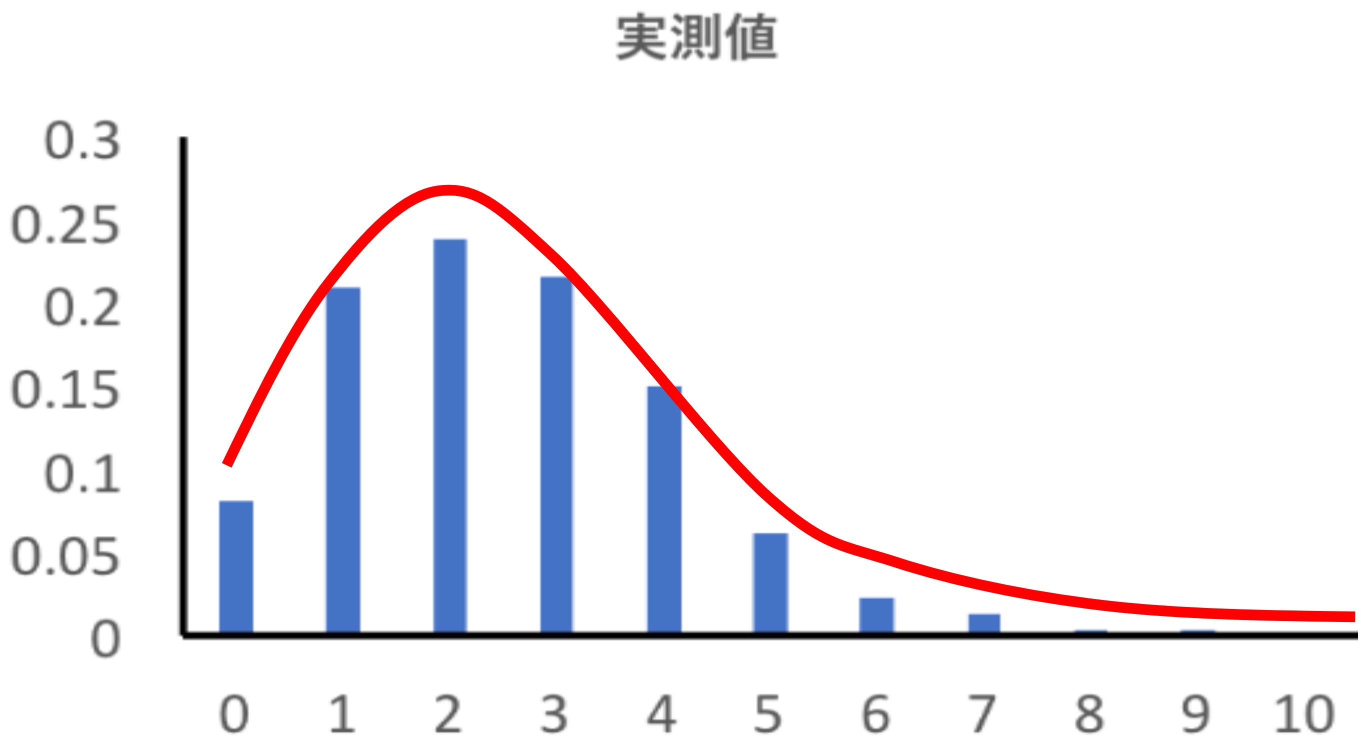
左表は2014年のJ1リーグの1試合あたりの得点数と試合数のデータです。
1試合あたりの平均得点数は2.53点でした。1試合の得点数の確率をポアソン分布を適用して予測してみる。

ポアソン分布

下の表は2014年のJ1リーグの1試合あたりの得点数と試合数のデータです。
1試合あたりの平均得点数は2.53点でした。1試合の得点数の確率をポアソン分布を適用して予測してみる。

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$$

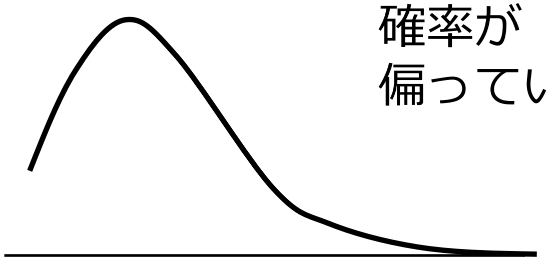
得点数	試合数
0	25
1	64
2	73
3	66
4	46
5	19
6	7
7	4
8	1
9	1
10	0



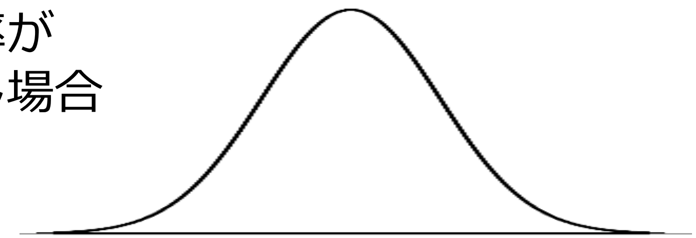
二項分布から考える

二項分布

確率が
偏っている場合



確率が
同じ場合



ポアソン分布

正規分布

どちらも二項分布の特殊なケースと考えることができる