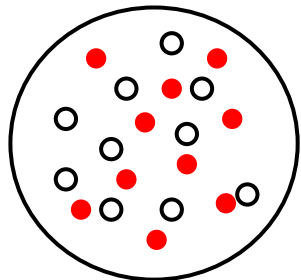


AQL及び抜取検査数の設定



球を順番に取出す際の確率は？

赤い球である確率: p

白い球である確率: $q = 1 - p$

赤・赤の確率 $p \cdot p$ ● ●

赤・白の確率 $p \cdot q$ ● ○

白・赤の確率 $q \cdot p$ ○ ●

白・白の確率 $q \cdot q$ ○ ○

赤が2つの確率 p^2

赤が1つの確率 $2pq$

赤がゼロの確率 q^2

上の3つのケースが必ず起きるので

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1 = (p+q)^2$$

赤・赤・赤の確率 p^3

赤・赤・白、赤・白・赤、白・赤・赤の確率 $3p^2 \cdot q$

赤・白・白、白・赤・白、赤・白・白の確率 $3p \cdot q^2$

白・白・白の確率 q^3

赤が3つの確率 p^3 ● ● ●

赤が2つの確率 $3p^2q$ ● ● ○

赤が1つの確率 $3pq^2$ ● ○ ○

赤がゼロの確率 q^3 ○ ○ ○

上の4つのケースが必ず起きるので

$$p^3 + 3p^2q + 3pq^2 + q^3 = 1 = (p+q)^3$$

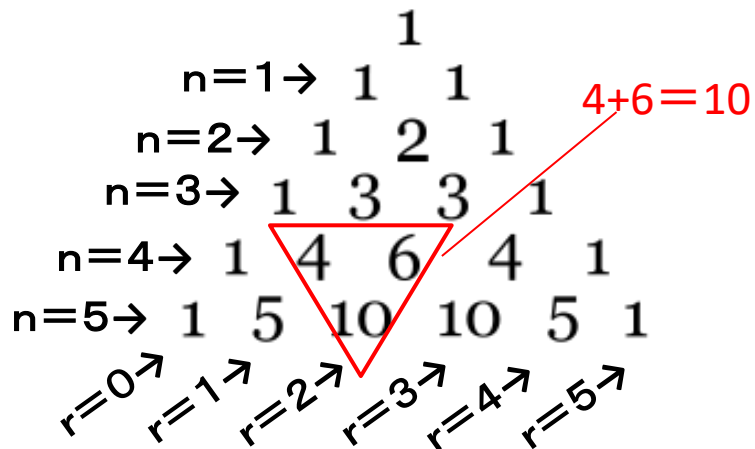
赤が r 個、白が $n - r$ 個の確率 $P(r)$ は

$$P(r) = {}_n C_r p^r q^{n-r}$$

$${}_n C_r = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

$${}_n C_r = \frac{n!}{r!(n-r)!} \quad \text{の算出法}$$

パスカルの3角形



EXCELでは

$$n! = \text{FACT}(n)$$

$${}_n C_r = \text{COMBIN}(\text{総数 } n, \text{ 抜取数 } r)$$

コインを8回投げて表が出る確率
表及び裏が出る確率 $p=0.5$

表が出る回数 r

$$P(0) = 1 \times 0.5^0 \times 0.5^8 \doteq 0.004$$

$$P(1) = 8 \times 0.5^1 \times 0.5^7 \doteq 0.031$$

$$P(2) = 28 \times 0.5^2 \times 0.5^6 \doteq 0.109$$

$$P(3) = 56 \times 0.5^3 \times 0.5^5 \doteq 0.219$$

$$P(4) = 70 \times 0.5^4 \times 0.5^4 \doteq 0.274$$

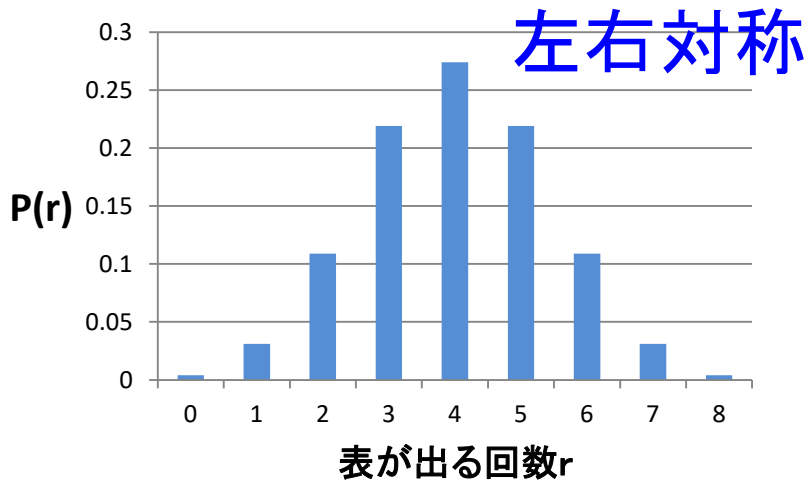
$$P(5) = 56 \times 0.5^5 \times 0.5^3 \doteq 0.219$$

$$P(6) = 28 \times 0.5^6 \times 0.5^2 \doteq 0.109$$

$$P(7) = 8 \times 0.5^7 \times 0.5^1 \doteq 0.031$$

$$P(8) = 1 \times 0.5^8 \times 0.5^0 \doteq 0.004$$

計.000



不良率 $p=20\%$ の製品を10個ずつ箱詰した
1箱に不良が r 個含まれる確率

$$P(r) = {}_n C_r p^r q^{n-r}$$

2項分布

$$P(0) = 1 \times 0.2^0 \times 0.8^{10} \doteq 0.107$$

$$P(1) = 10 \times 0.2^1 \times 0.8^9 \doteq 0.268$$

$$P(2) = 45 \times 0.2^2 \times 0.8^8 \doteq 0.302$$

$$P(3) = 120 \times 0.2^3 \times 0.8^7 \doteq 0.201$$

$$P(4) = 210 \times 0.2^4 \times 0.8^6 \doteq 0.088$$

$$P(5) = 252 \times 0.2^5 \times 0.8^5 \doteq 0.026$$

$$P(6) = 210 \times 0.2^6 \times 0.8^4 \doteq 0.006$$

$$P(7) = 120 \times 0.2^7 \times 0.8^3 \doteq 0.001$$

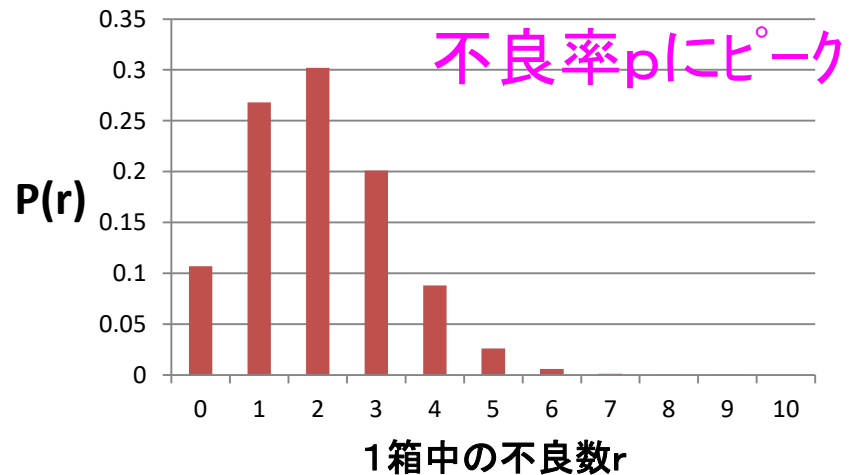
$$P(8) = 45 \times 0.2^8 \times 0.8^2 \doteq$$

$$P(9) = 10 \times 0.2^9 \times 0.8^1 \doteq$$

$$P(10) = 1 \times 0.2^{10} \times 0.8^0 \doteq$$

無視できる

計.000

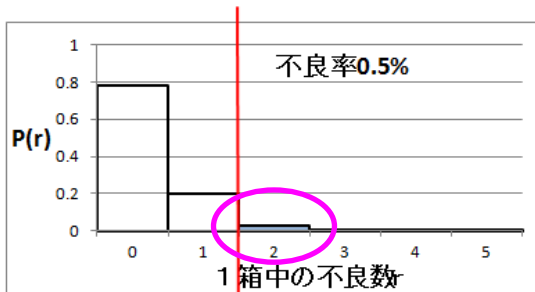


50個検査して、
 不良品ゼロなら合格、
 不良品1個は合格(不良率2%=1×100/50)
 不良品2個以上は不合格

$$P(r) = {}_n C_r p^r q^{n-r}$$

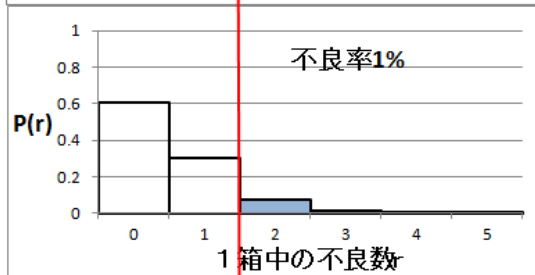
不良率pの母集団からn個サンプリングして
 その中にr個の不良が含まれる確率P(r)

Q. 生産者 工程の不良を2%以下で管理すれば良い？



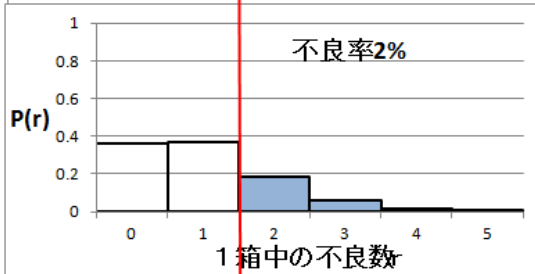
合格 97.4%

不合格 2.6% ←不良率0.5%で管理しても、不合格が
 2.6%出る ⇒ 生産者危険



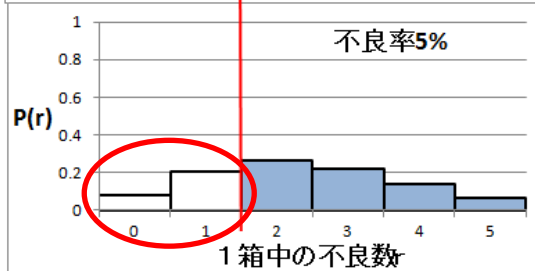
合格 91.1%

不合格 8.9%



合格 73.6%

不合格 26.4% ←不良率2%で管理すると不合格が
 26.4%も出る



合格 27.9%

不合格 72.1%

←不良率5%で管理しても合格が
 27.9%も出る ⇒ 消費者危険

BINOMDIST(成功数,試行回数,成功率,関数形式)

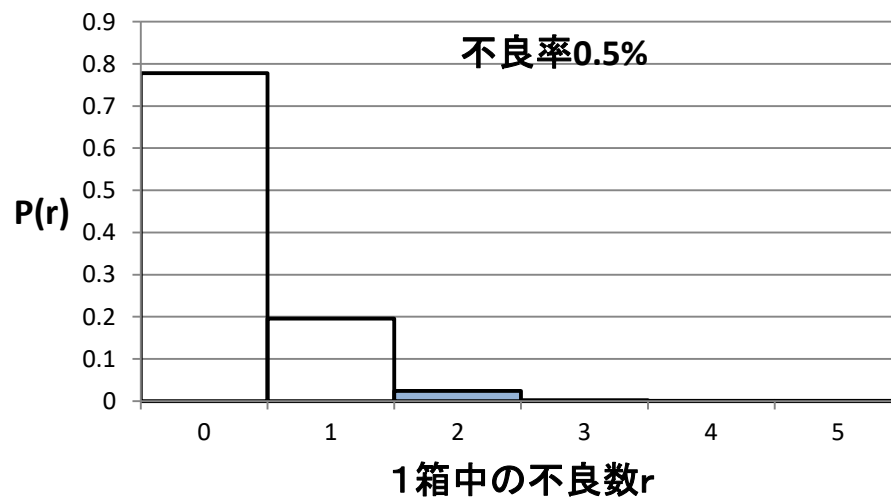
BINOMDIST(1箱中の不良数r, サンプルング数n, 不良率p, FALSE)

確率密度関数
あるrのP(r)

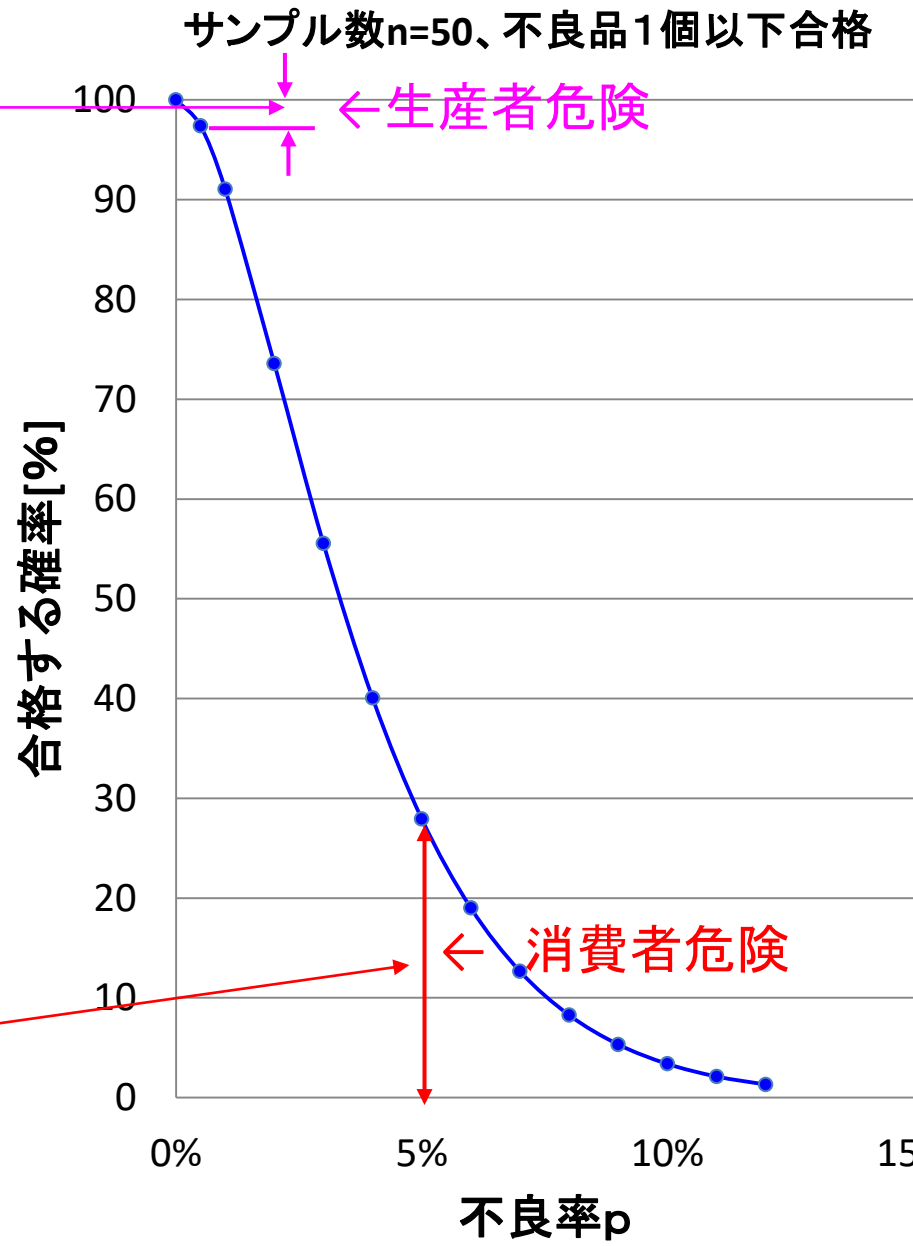
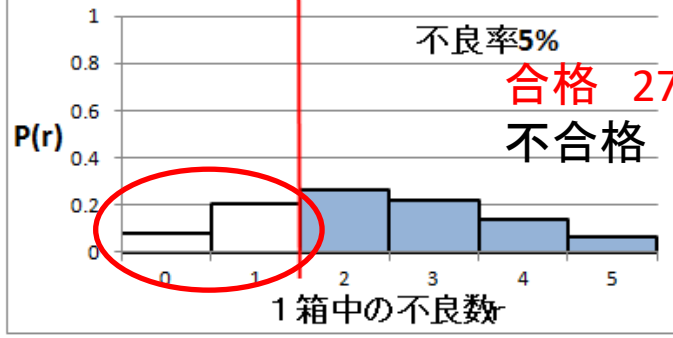
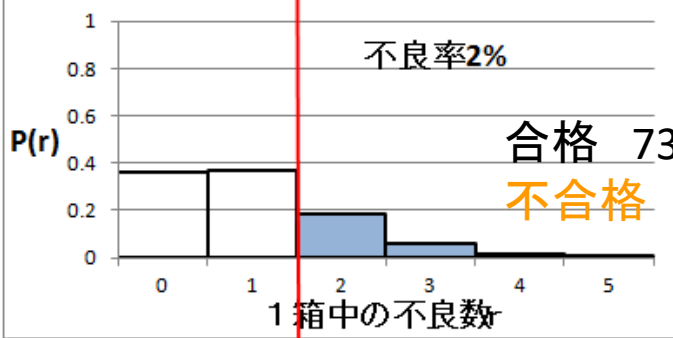
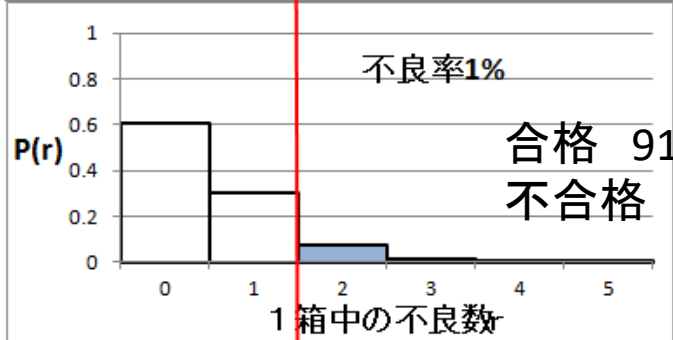
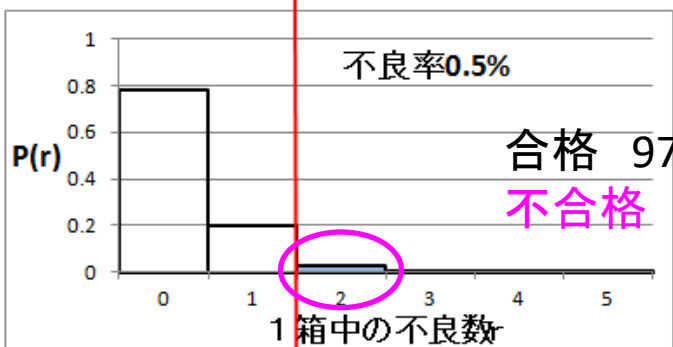
不良率p	0.005		
サンプルング数n	50		
1箱中の不良数r		P(r)	
0	0.778313	0.778313	
1	0.973868	0.195556	0.026132
2	0.997944	0.024076	
3	0.99988	0.001936	
4	0.999995	0.000114	
5	1	5.28E-06	

累積分布関数
P(0) ~ P(r) の和

BINOMDIST(1箱中の不良数r, サンプルング数n, 不良率p, TRUE)



OC(Operating Characteristic Curve) 曲線

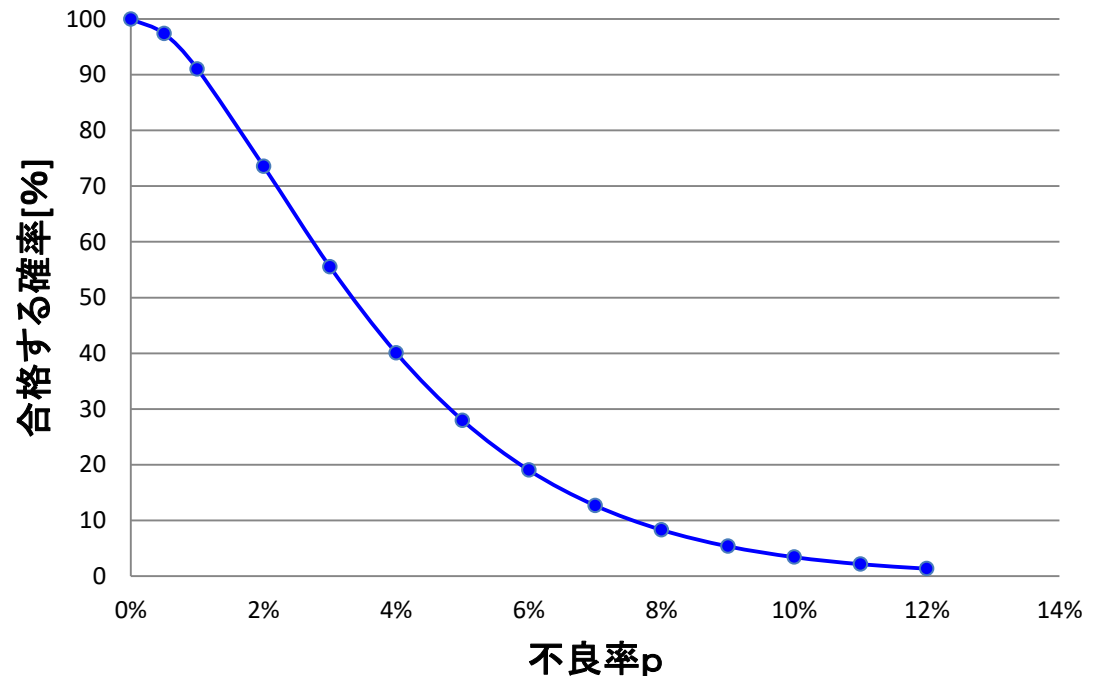


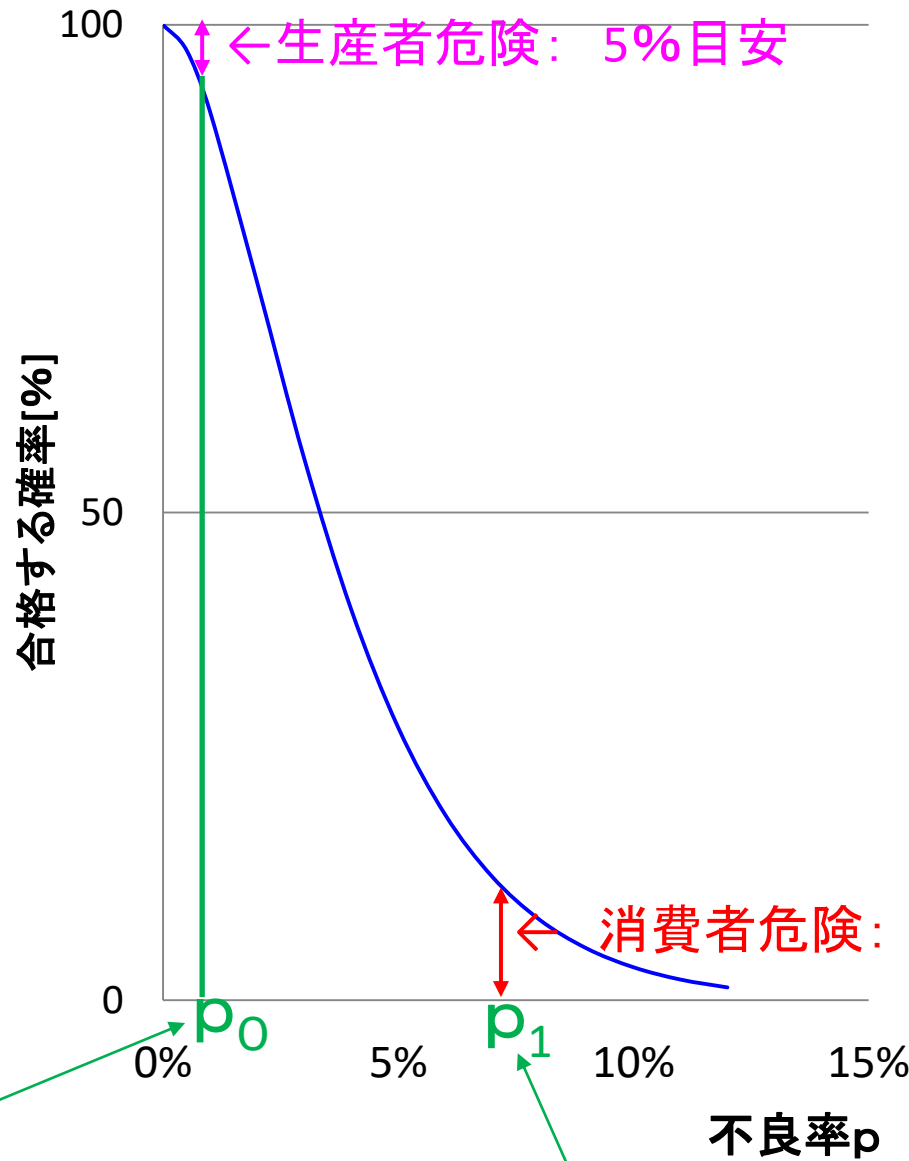
BINOMDIST(合格判定数c, サンプル数n, 不良率p, TRUE) * 100

n	50
c	1
p	
0%	100
0.5%	97.4
1%	91.1
2%	73.6
3%	55.5
4%	40.0
5%	27.9
6%	19.0
7%	12.6
8%	8.3
9%	5.3
10%	3.4
11%	2.1
12%	1.3

OC(operating Characteristic Curve) 曲線

サンプル数n=50、不良品1個以下合格

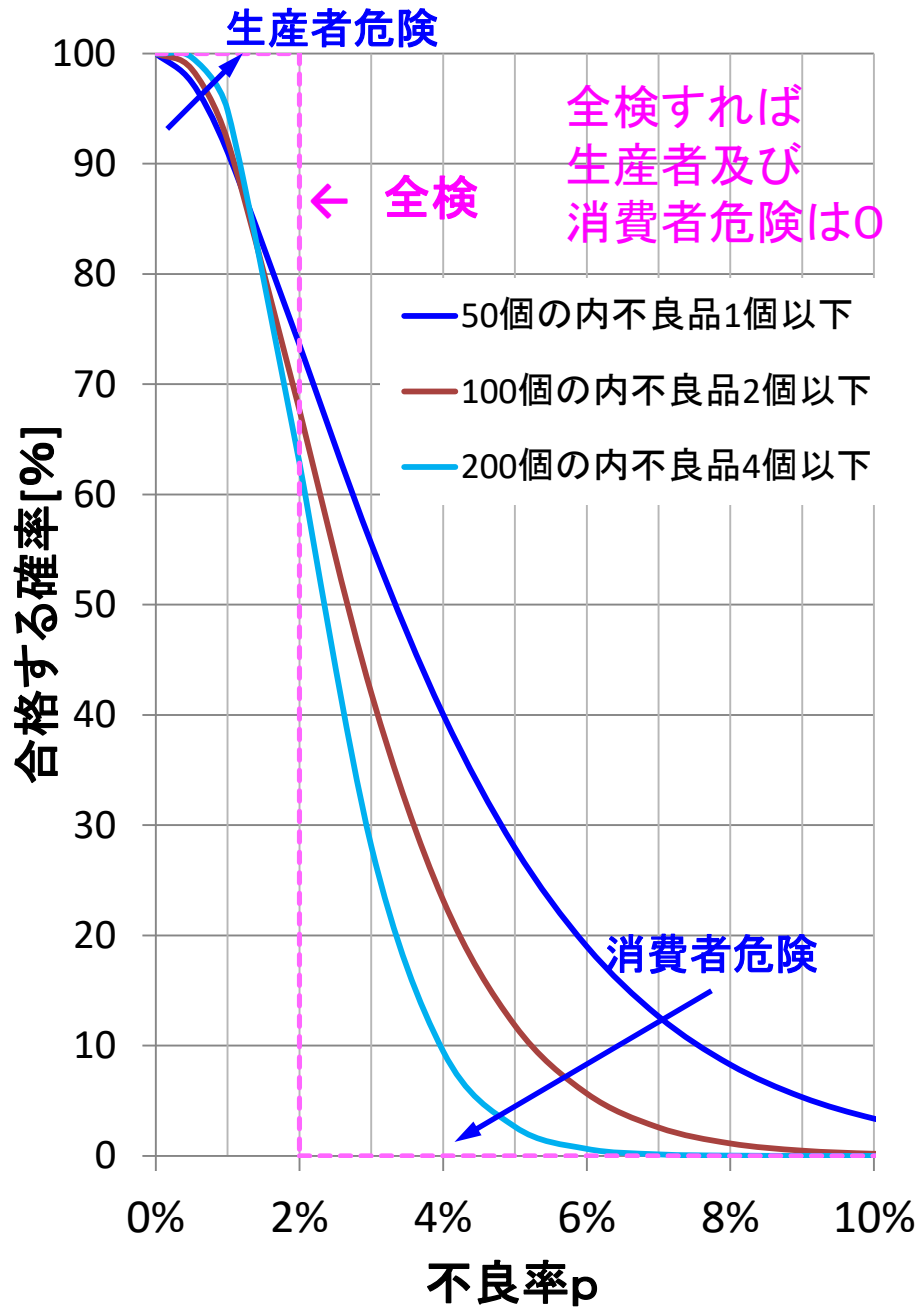
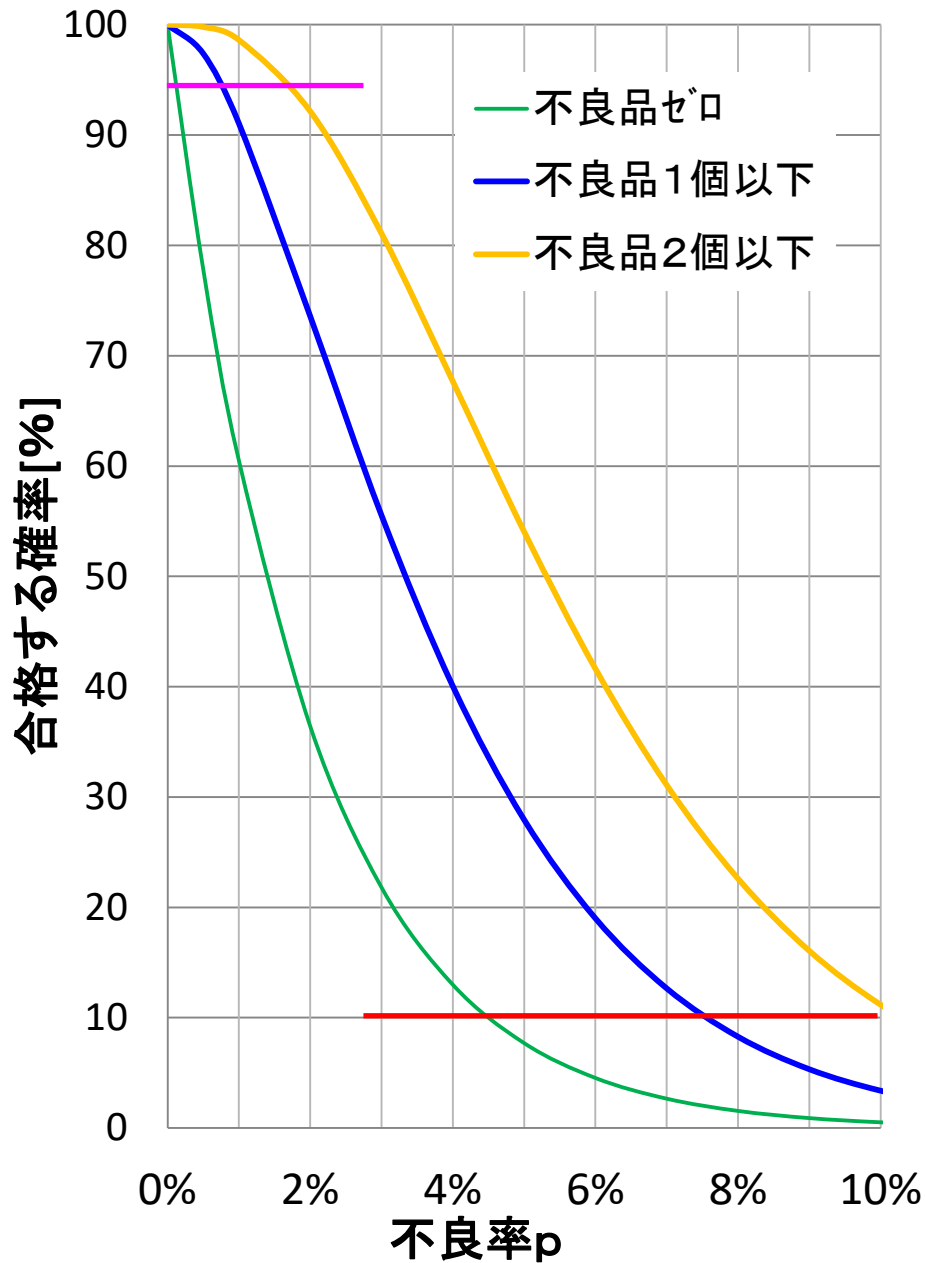




AQL: Acceptance Quality Limit
合格品質限界

LTPD: Lot Tolerance Percent Defective
ロット許可不良率

サンプル数n=50



今までの説明では、抜き取る母集団は非常に大きいとしてきました
↓
では、母集団の数が少ない場合の抜取はどうなるでしょうか？

JIS Z 9015-1 サンプル(サイズ)文字

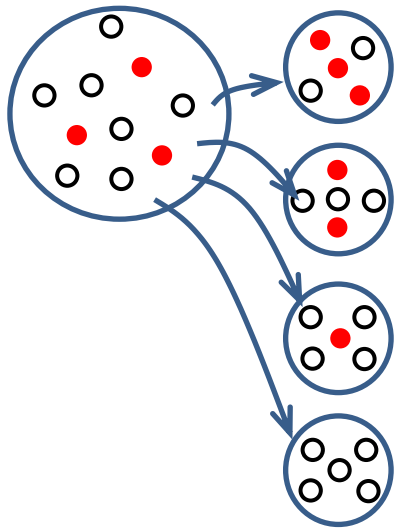
ロットサイズ			特別検査水準				通常検査水準			サンプル数
			S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III	
2	～	8	A	A	A	A	A	A	B	2
9	～	15	A	A	A	A	A	A	B	3
16	～	25	A	A	B	B	B	B	C	5
26	～	50	A	B	B	C	C	C	D	8
51	～	90	B	B	C	C	C	C	E	13
91	～	150	B	B	C	D	D	D	F	20
151	～	280	B	C	D	E	E	E	G	32
281	～	500	B	C	D	E	F	F	H	50
501	～	1,200	C	C	E	F	G	G	J	80
1,201	～	3,200	C	D	E	G	H	H	K	125
3,201	～	10,000	C	D	F	G	J	J	L	200
10,001	～	35,000	C	D	F	H	K	K	M	315
35,001	～	150,000	D	E	G	J	L	L	N	500
150,001	～	500,000	D	E	G	J	M	M	P	800
500,001	以上		D	E	H	K	N	N	Q	1250

N=10個の中に赤M=3個、n=5個、抜き取った中に赤がx個ある確率P(x)

$$\sum_{x=0}^n {}_M C_x \times {}_{N-M} C_{n-x} = {}_N C_n$$

$$P(X = x) = \frac{{}_M C_x \times {}_{N-M} C_{n-x}}{{}_N C_n}$$

超幾何分布



$${}_3 C_0 \times {}_{10-3} C_{5-3} = 21$$

$${}_3 C_2 \times {}_{10-3} C_{5-2} = 105$$

$${}_3 C_1 \times {}_{10-3} C_{5-1} = 105$$

$${}_3 C_3 \times {}_{10-3} C_{5-0} = 21$$

合計252

$$P(3) = 21/252 = 0.083$$

$$P(2) = 105/252 = 0.417$$

$$P(1) = 105/252 = 0.417$$

$$P(0) = 21/252 = 0.083$$

サンプル数 n を20個
 合格判定個数 c を1個(不良0個、1個合格)
 を固定して、
 母集団の個数 N を規定なし、40、80及び
 200個と変化させた時の合格する確率を
 算出する

$N \geq 10n$ のとき
 超幾何分布 \rightarrow 2項分布

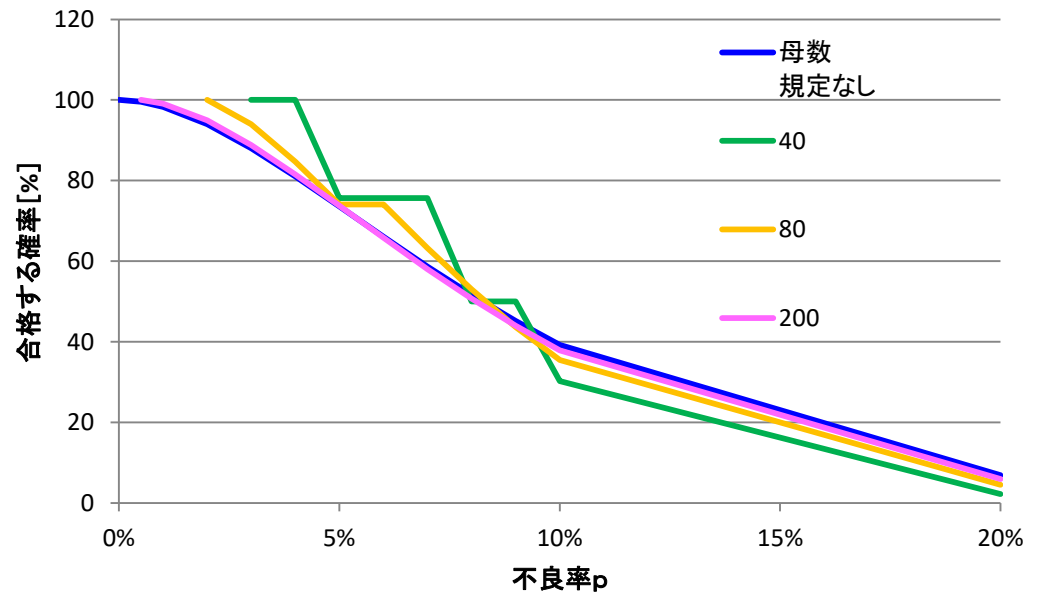


母集団の数量がサンプル数の10
 倍以上ある場合は2項分布で計算
 できる

\rightarrow 母集団の数量は合格確率に
 影響しない

	2項分布	超幾何分布		
母集団数	母数 規定なし	40	80	200
サンプル数	20	20	20	20
合格判定個数	1	1	1	1

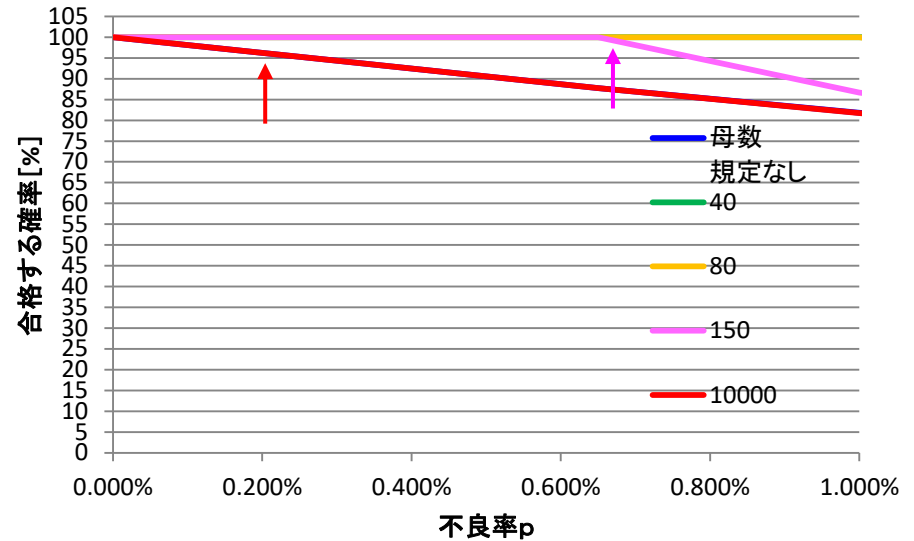
不良率 p	合格する確率			
0%	100			
0.5%	99.6			100.0
1%	98.3			99.0
2%	94.0		100.0	94.9
3%	88.0	100.0	94.0	88.8
4%	81.0	100.0	84.7	81.5
5%	73.6	75.6	74.1	73.7
6%	66.0	75.6	74.1	65.8
7%	58.7	75.6	63.3	58.1
8%	51.7	50.0	53.0	50.8
9%	45.2	50.0	43.7	44.0
10%	39.2	30.2	35.5	37.8
20%	6.9	2.2	4.5	6.0



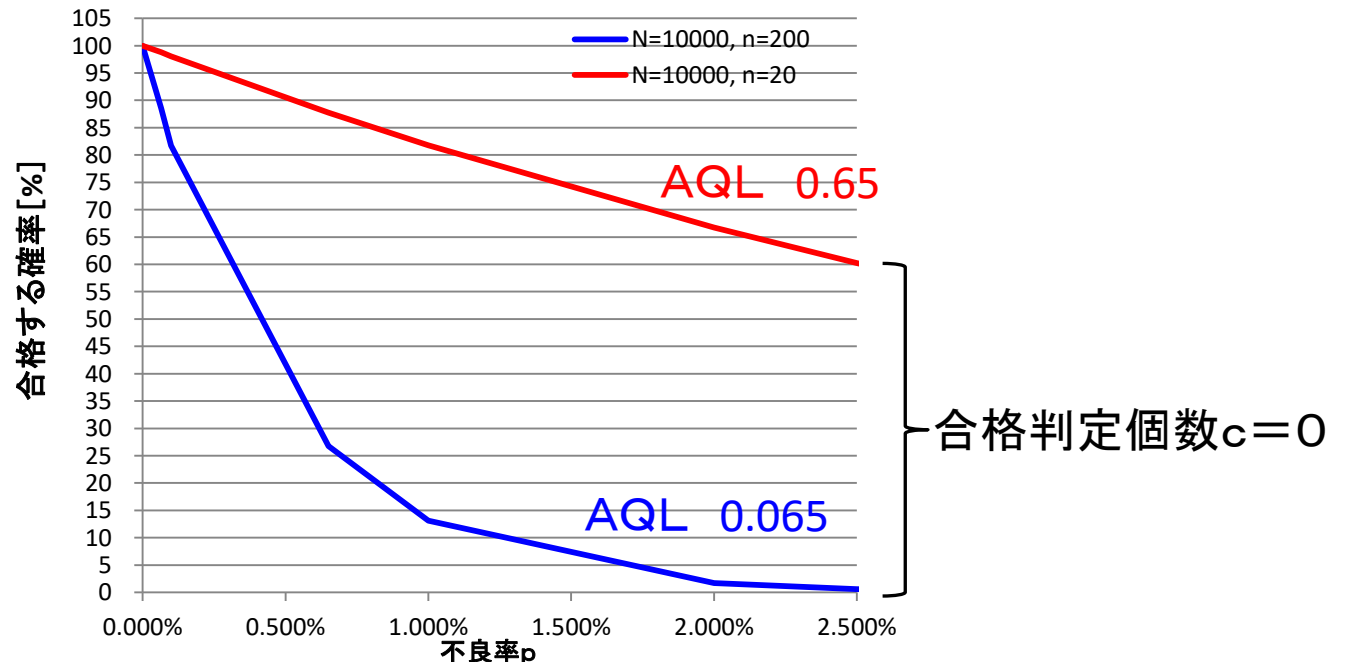
母数のロットサイズN=10000の場合、通常検査水準Ⅱではサンプル数n=200

ロットサイズに関わらずサンプリングn=20個を固定 AQL 0.65

2項分布		超幾何分布			
N	母数 規定なし	40	80	150	10000
n	20	20	20	20	20
c	0	0	0	0	0
不良率p	合格する確率				
0%	100	100.0	100.0	100.0	100.0
0.65%	87.8	100.0	100.0	100.0	87.8
1%	81.8	100.0	100.0	86.7	81.8
2%	66.8	100.0	75.0	64.9	66.7
3%	54.4	50.0	56.0	56.1	54.3
4%	44.2	50.0	41.7	41.7	44.2
5%	35.8	24.4	30.8	35.9	35.8
6%	29.0	24.4	30.8	26.5	29.0
7%	23.4	24.4	22.7	22.8	23.4
8%	18.9	11.5	16.7	16.7	18.8
9%	15.2	11.5	12.2	14.3	15.1
10%	12.2	5.3	8.8	10.4	12.1
20%	1.2	0.2	0.6	0.8	1.1



N	10000	10000
n	200	20
c	0	0
不良率p		
0%	100.0	100.0
0.065%	88.6	98.8
0.10%	81.7	98.0
0.65%	26.8	87.8
1%	13.1	81.8
2%	1.7	66.7
2.5%	0.6	60.2
3%	0.2	54.3
4%	0.0	44.2
5%	0.0	35.8
6%	0.0	29.0
7%	0.0	23.4
8%	0.0	18.8
9%	0.0	15.1
10%	0.0	12.1
20%	0.0	1.1



EXCELの計算式

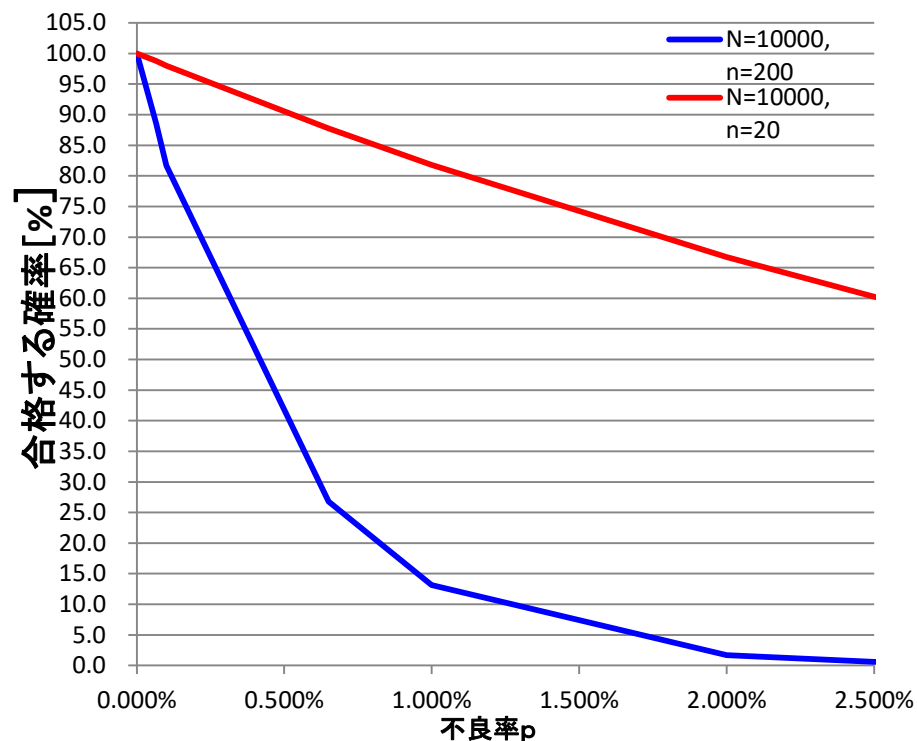
HYPGEOMDIST(標本の成功数,標本数,母集団の成功数,母集団の大きさ)

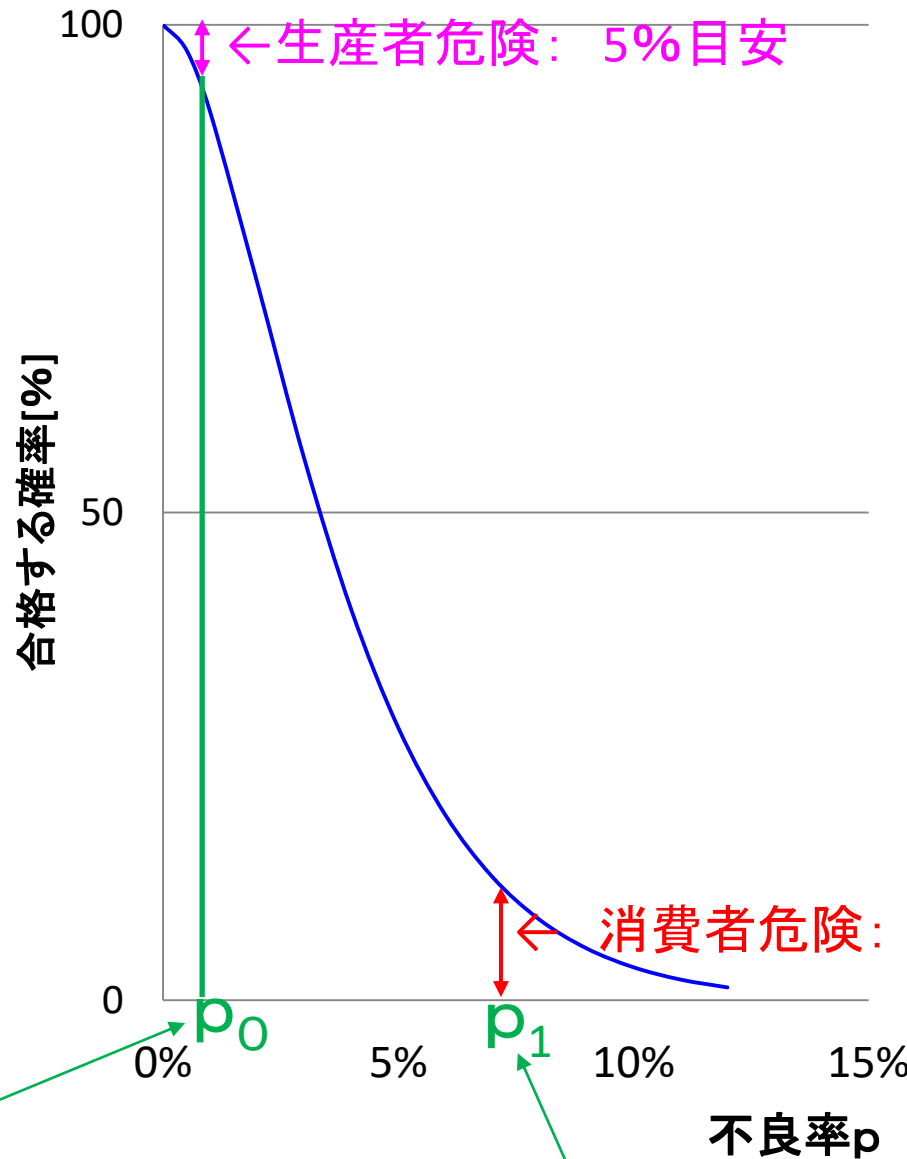
$$\text{HYPGEOMDIST}(c,n,N*p,N)*100$$

N	10000	10000
n	200	20
c	0	0

不良率p		
0%	100.0	100.0
0.065%	88.6	98.8
0.10%	81.7	98.0
0.65%	26.8	87.8
1%	13.1	81.8
2%	1.7	66.7
2.5%	0.6	60.2
3%	0.2	54.3
4%	0.0	44.2
5%	0.0	35.8
6%	0.0	29.0
7%	0.0	23.4
8%	0.0	18.8
9%	0.0	15.1
10%	0.0	12.1
20%	0.0	1.1

注)cが1の場合は、c=0とc=1の計算値の和です
c=2の時は、c=0、c=1及びc=2の和です





AQL: Acceptance Quality Limit

合格品質限界

LTPD: Lot Tolerance Percent Defective

ロット許可不良率

Q. $p_0=0.1\%$ 、 $p_1=7\%$ の時

生産者危険5%、消費者リスク10%以下にするためには、
サンプル数 n 及び合格判定数 c を幾つに設定するか？

計数基準型一回抜取検査表

細字は n 、太字は c

$\alpha=0.05, \beta=0.10$

$P_1(\%)$ / $P_0(\%)$	0.71 ~ 0.90	0.91 ~ 1.12	1.13 ~ 1.40	1.41 ~ 1.80	1.81 ~ 2.24	2.25 ~ 2.80	2.81 ~ 3.55	3.56 ~ 4.50	4.51 ~ 5.60	5.61 ~ 7.10	7.11 ~ 9.00	9.01 ~ 11.2	11.3 ~ 14.0	14.1 ~ 18.0	18.1 ~ 22.4	22.5 ~ 28.0	28.1 ~ 35.5	$P_1(\%)$ / $P_0(\%)$
0.090 ~ 0.112	*	400 1	↓	←	↓	→	60 0	50 0	←	↓	↓	←	↓	↓	↓	↓	↓	0.090 ~ 0.112
0.113 ~ 0.140	*	↓	300 1	↓	←	↓	→	↑	40 0	←	↓	↓	←		↓	↓	↓	0.113 ~ 0.140
0.141 ~ 0.180	*	500 2	↓	250 1	↓	←	↓	→	↑	30 0	←	↓	↓	←	↓	↓	↓	0.141 ~ 0.180
0.181 ~ 0.224	*	*	400 2	↓	200 1	↓	←	↓	→	↑	25 0	←	↓	↓	←	↓	↓	0.181 ~ 0.224
0.225 ~ 0.280	*	*	500 3	300 2	↓	150 1	↓	←	↓	→	↑	20 0	←	↓	↓	←	↓	0.225 ~ 0.280
0.281 ~ 0.355	*	*	*	400 3	250 2	↓	120 1	↓	←	↓	→	↑	15 0	←	↓	↓	←	0.281 ~ 0.355
0.356 ~ 0.450	*	*	*	500 4	300 3	200 2	↓	100 1	↓	←	↓	→	↑	15 0	←	↓	↓	0.356 ~ 0.450
0.451 ~ 0.560	*	*	*	*	400 4	250 3	150 2	↓	80 1	↓	←	↓	→	↑	10 0	←	↓	0.451 ~ 0.560
0.561 ~ 0.710	*	*	*	*	500 6	300 4	200 3	120 2	↓	60 1	↓	←	↓	→	↑	7 0	←	0.561 ~ 0.710
0.711 ~ 0.900	*	*	*	*	*	400 6	250 4	150 3	100 2	↓	50 1	↓	←	↓	→	↑	5 0	0.711 ~ 0.900
0.901 ~ 1.12		*	*	*	*	*	300 6	200 4	120 3	80 2	↓	40 1	↓	←	↓	↑	↑	0.901 ~ 1.12
1.13 ~ 1.40			*	*	*	*	500 10	250 6	150 4	100 3	60 2	↓	30 1	↓	←	↓	↑	1.13 ~ 1.40
1.41 ~ 1.80				*	*	*	*	400 10	200 6	120 4	80 3	50 2	↓	25 1	↓	←	↓	1.41 ~ 1.80
1.81 ~ 2.24					*	*	*	*	300 10	150 6	100 4	60 3	40 2	↓	20 1	↓	←	1.81 ~ 2.24
2.25 ~ 2.80						*	*	*	*	250 10	120 6	70 4	50 3	30 2	↓	15 1	↓	2.25 ~ 2.80
2.81 ~ 3.55							*	*	*	*	200 10	100 6	60 4	40 3	25 2	↓	10 1	2.81 ~ 3.55
3.56 ~ 4.50								*	*	*	*	150 10	80 6	50 4	30 3	20 2	↓	3.56 ~ 4.50
4.51 ~ 5.60									*	*	*	*	120 10	60 6	40 4	25 3	15 2	4.51 ~ 5.60
5.61 ~ 7.10										*	*	*	*	100 10	50 6	30 4	20 3	5.61 ~ 7.10
7.11 ~ 9.00											*	*	*	*	70 10	40 6	25 4	7.11 ~ 9.00
9.01 ~ 11.2												*	*	*	*	50 10	30 6	9.01 ~ 11.2
$P_0(\%)$ / $P_1(\%)$	0.71 ~ 0.90	0.91 ~ 1.12	1.13 ~ 1.40	1.41 ~ 1.80	1.81 ~ 2.24	2.25 ~ 2.80	2.81 ~ 3.55	3.56 ~ 4.50	4.51 ~ 5.60	5.61 ~ 7.10	7.11 ~ 9.00	9.01 ~ 11.2	11.3 ~ 14.0	14.1 ~ 18.0	18.1 ~ 22.4	22.5 ~ 28.0	28.1 ~ 35.5	$P_0(\%)$ / $P_1(\%)$

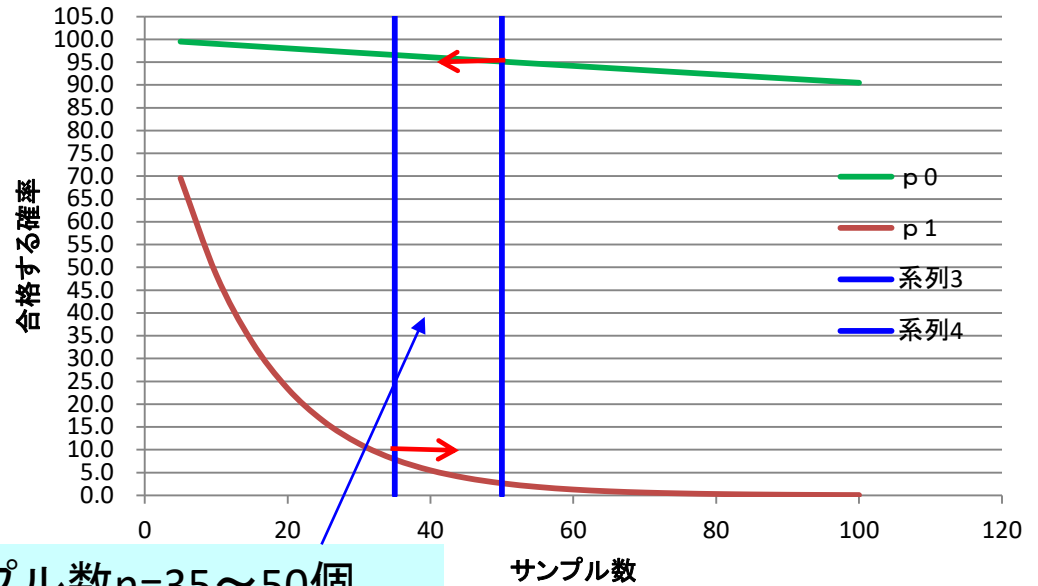
備考 矢印はその方向の最初の欄の n, c を用いる。 *印は下表による。 空欄に対しては抜取検査方式はない。

Excelでも検討できる

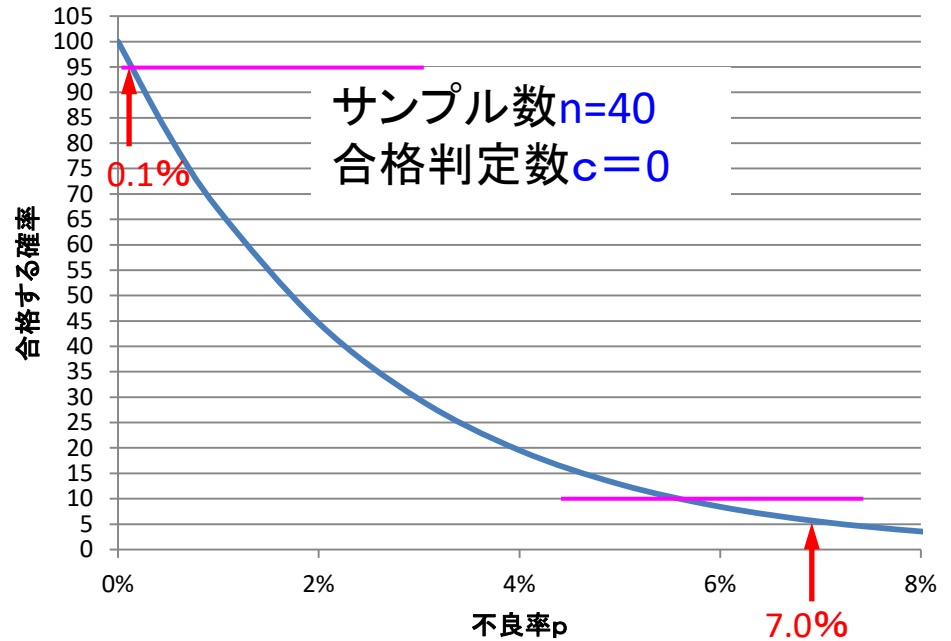
生産者危険 $\alpha=5\%$ → 合格確率95%
 消費者危険 $\beta=10\%$ → 合格確率10%



p_0	0.1%		p_1	7.0%
α	5%		β	10%
c		n	c	
0	1		0	1
99.5	100.0	5	69.6	95.8
99.0	100.0	10	48.4	84.8
98.5	100.0	15	33.7	71.7
98.0	100.0	20	23.4	58.7
97.5	100.0	25	16.3	47.0
97.0	100.0	30	11.3	36.9
96.6	99.9	35	7.9	28.7
96.1	99.9	40	5.5	22.0
95.6	99.9	45	3.8	16.7
95.1	99.9	50	2.7	12.6
94.6	99.9	55	1.8	9.5
94.2	99.8	60	1.3	7.1
93.7	99.8	65	0.9	5.3
93.2	99.8	70	0.6	3.9
92.8	99.7	75	0.4	2.9
92.3	99.7	80	0.3	2.1
91.8	99.7	85	0.2	1.5
91.4	99.6	90	0.1	1.1
90.9	99.6	95	0.1	0.8
90.5	99.5	100	0.1	0.6



サンプル数 $n=35\sim 50$ 個
 合格判定数 $c=0$



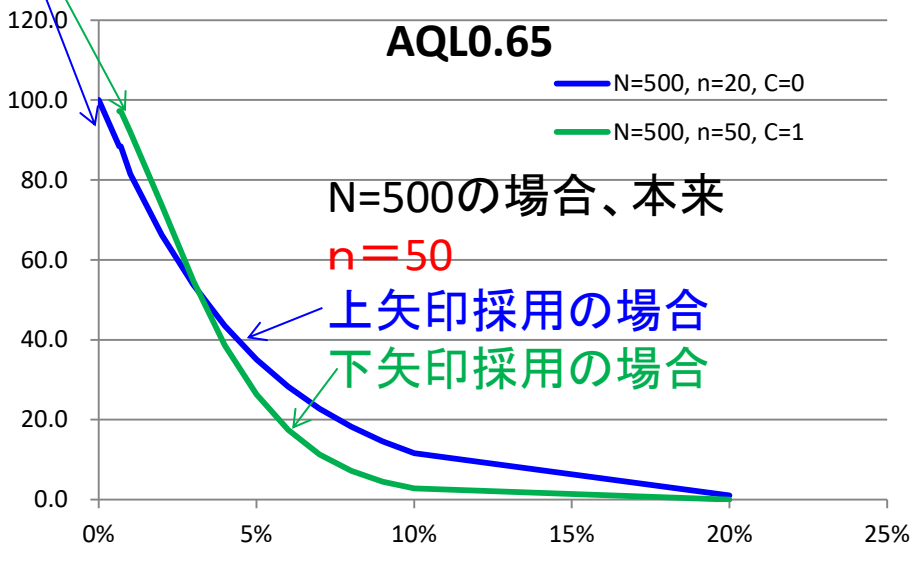
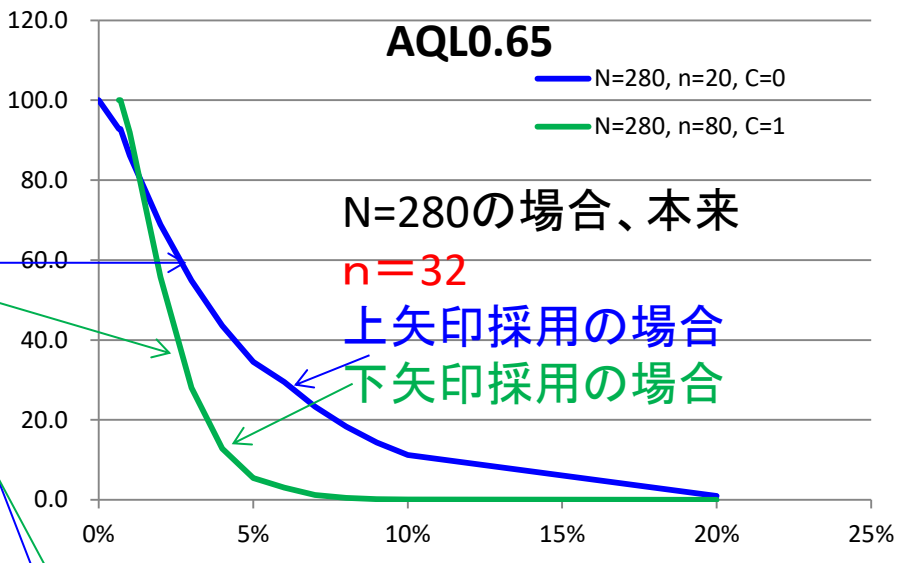
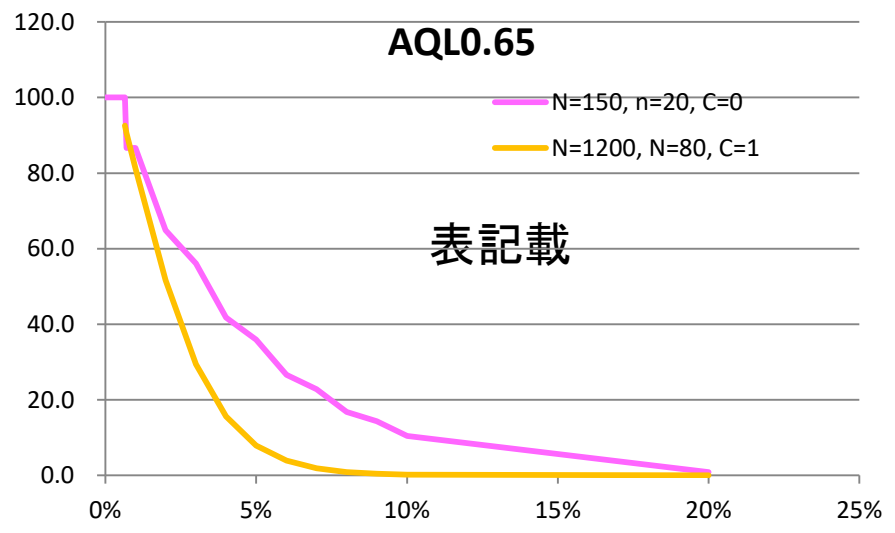
JIS Z 9015-1 なみ検査の1回抜取方式(主抜取表)

サンプル文字	サンプルサイズ	合格品質限界 (AQL) 単位																					
		0.010		0.015		0.025		0.040		0.065		0.10		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0	
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A	2																						
B	3																						
C	5																						
D	8																						
E	13																						
F	20																						
G	32																						
H	50																						
J	80																						
K	125																						
L	200																						
M	315																						
N	500																						
P	800																						
Q	1250																						
R	2000																						

備考

- ⇩ = 矢印の下の最初の抜取方式を使用する。もし、サンプルサイズがロットサイズ以上
- ⇧ = 矢印の上の最初の抜取方式を使用する。
- Ac = 合格判定数
- Re = 不合格判定数

JIS Z 9015-1:2006 (ISO 2859-1:1999)



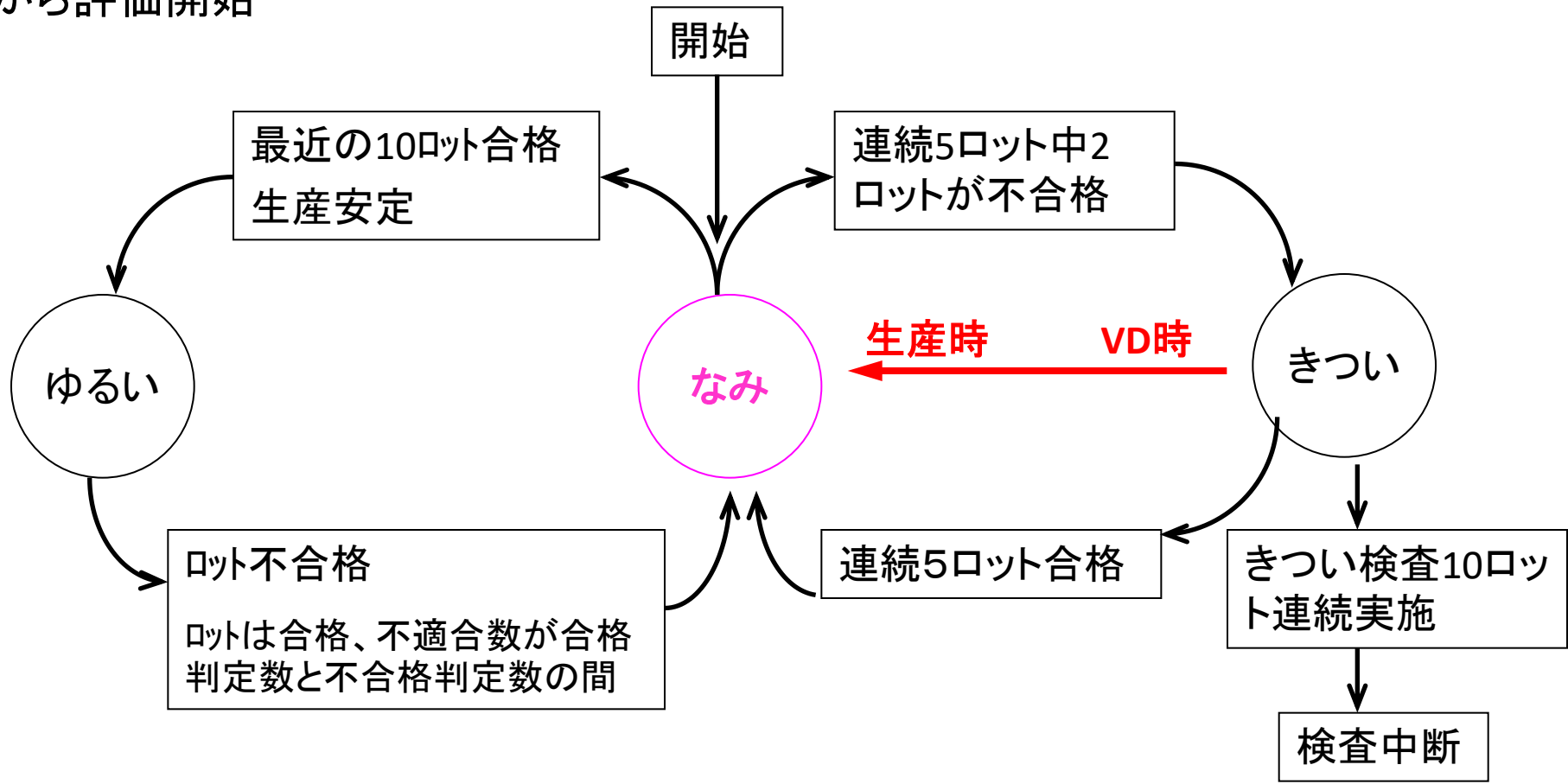
サンプル数あるいは試験回数

工業化研究(性能評価)では、「統計学的に処理可能な数」を設定すること

例 × N=3で標準偏差を算出

(生産数/ロット)

PQでは、生産化を考慮して、可能な限り「ANSI 通常検査水準 きつい」から評価開始



合格品質限界(AQL: Acceptance Quality Limit)は購入者側の立場で決まる

