Sampling Methods and
the Central Limit Theorem

Chapter 8

Why Sample the Population?

- It is impossible to check all items in the population.
- The cost of studying all the items in a population is prohibitive.
- The sample results are usually adequate.
- Contacting the whole population would often be time-consuming.
- The destructive nature of certain tests.

Probability Sampling

- A probability sample is a sample selected such that each item or person in the population being studied has a known likelihood of being included in the sample.

Simple Random Sample

- Simple Random Sample: A sample selected so that each item or person in the population has the same chance of being included.

- A method of selecting a random sample is to use the identification number of each employee and a table of random numbers.

Systematic Random Sampling

- Systematic Random Sampling: The items or individuals of the population are arranged in some order. A random starting point is selected between 1 and k, and then every *k*th member of the population is selected for the sample. k is calculated as the population size divided by the sample size.
- 例如我們想從20,000個元素的母體中抽出100元素，如果採取簡單隨機抽樣，那麼必然費時費事。不如採系統抽樣，每隔200個抽取1個，直到100個全部抽出為止，既簡單又省事。

5

Stratified Random Sampling

- Stratified Random Sampling: A population is first divided into subgroups, called strata, and a sample is randomly selected from each stratum.
- For example, college students can be grouped as full time or part time, male or female.
- 分層時，應將同質性的個體放在同一層，使得層內的差異小，而層間的差異大，如此僅自各層中抽取較小的樣本就能夠獲得具代表全體母體的樣本。

6

Cluster Sampling（群組抽樣）

- Cluster Sampling（群組抽樣）:
  A population is divided into clusters using naturally occurring geographic areas or other boundaries. Then, clusters are randomly selected and a sample is collected by randomly selecting from each cluster.

7

Cluster Sampling（群組抽樣）

- 當群組內的元素的異質性較高，而群組間的差異性較小時，群組抽樣法可以提供較佳的結果。換句話說，當每個群組能夠代表整個母體時，那麼只要抽取少數幾個群組就足以獲得良好的母體參數的估計值。
- 群組抽樣法主要被用於地理區域的抽樣，因群組內的樣本較為集中，調查範圍較小，可節省人力時間與經費。例如想調查農家所得，而由於農家分散各地，採取簡單隨機抽樣常會有奔波之苦，為節省人力可採取群組抽樣，先隨機抽取鄉鎮，再調查抽中的整個鄉鎮。調查員可於較短的時間、較少的經費下獲得數量較多的樣本。

8

Nonprobability Sample

- In nonprobability sample inclusion in the sample is based on the judgment of the person selecting the sample.

9

Sampling Error

- Samples are used to estimate population characteristics. For example, the sample mean is used to estimate the population mean.

Sample Statistic ➔ Population Parameter

- The sampling error is the difference between a sample statistic and its corresponding population parameter.

$$\text{Sampling Error} = \overline{X} - \mu$$

10

母體參數 (Parameter) vs. 樣本統計量 (Statistics)

- 母體參數 (Parameter)：

  ---- 母體參數是描述母體資料或分配特性的統計測量數，一般稱為參數或母數。

  – 母體平均數、變異數、標準差、偏態係數、等
- 樣本統計量(Statistics)：

  ---- 樣本統計量為樣本的實數函數，通常用來描述樣本資料的特性或用來推論母體參數。

  – 例如自全班學生抽出 10 個學生的體重 $(X_1, X_2, \ldots, X_{10})$，定義：

$$\overline{X} = \sum_{i=1}^{10} X_i/10,\ \hat{X} = \max(X_i),\ \tilde{X} = \max(X_i) - \min(X_i)$$

則 $\overline{X}, \hat{X}, \tilde{X}$ 皆爲樣本統計量。

11

母體分配 (Population Distribution) vs. 抽樣分配 (Sampling Distribution)

- 母體分配 (Population Distribution)

  ---- 母體分配是母體元素的機率分配。

  – 擲一公平骰子，每個點數出現機率皆為 1/6。

  – 擲一公平硬幣，出現正面與反面的機率皆為 0.5。

- 抽樣分配 (Sampling Distirbution)

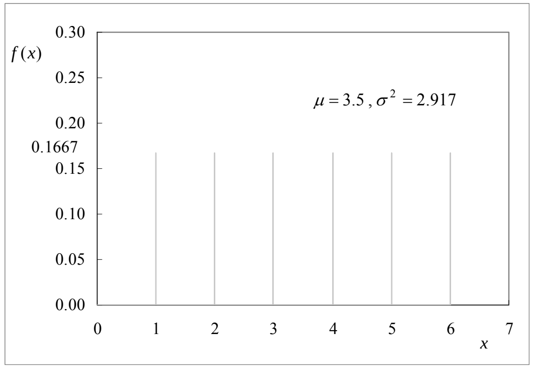
  ---- 樣本統計量的機率分配。

  – 擲公平骰子10次，Xi 表示 i-th 次出現的點數。令 $\overline{X}$ 表示擲10 次點數的平均。則 $\overline{X}$ 的機率分配即是抽樣分配。

  – 令 s^2 表示擲10 次點數的樣本標準差，則 s^2 的機率分配亦是抽樣分配。

12

母體分配：擲一公平骰子出現點數



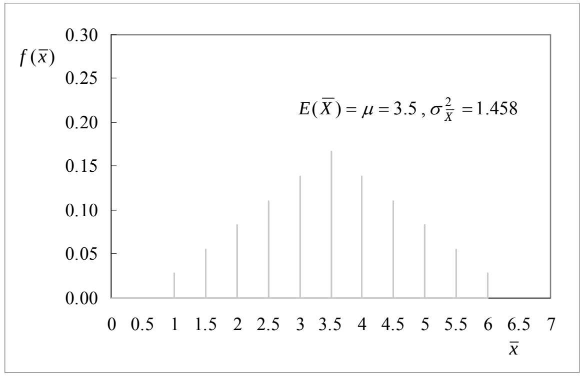
13

抽樣分配：擲兩次骰子的平均

樣本	$\bar{x}$	$f(\bar{x})$
(1，1)	1	1/36
(1，2)(2，1)	3/2	2/36
(1，3)(3，1)(2，2)	4/2	3/36
(1，4)(4，1)(2，3)(3，2)	5/2	4/36
(1，5)(5，1)(2，4)(4，2) (3，3)	6/2	5/36
(1，6)(6，1)(2，5)(5，2)(3，4)(4，3)	7/2	6/36
(2，6)(6，2)(3，5)(5，3)(4，4)	8/2	5/36
(3，6)(6，3)(4，5)(5，4)	9/2	4/36
(4，6)(6，4)(5，5)	10/2	3/36
(5，6)(6，5)	11/2	2/36
(6，6)	12/2	1/36

14

抽樣分配：擲兩次骰子的平均



15

抽樣分配的用途：推論母體參數

- 某餅乾業者聲稱，餅乾每包重 100克。消基會為了檢測餅乾業者是否偷斤減兩，於是：
  - 從生產線上隨機抽取 50 包餅乾，算出這 50 包的平均重量 ，以 $\overline{X}$ 表示。
  - 假設業者聲稱屬實，即『每包重 100 克』的情形下，$\overline{X}$ 服從某個分配。
  - $\overline{X}$ 在這個分配下若是極端值，則表示『每包重100克的假設』可能不是正確的。

16

抽樣分配的用途：推論母體參數

- 某餅乾業者聲稱，餅乾每包重 100克。消基會為了檢測餅乾業者是否偷斤減兩，於是：
  - 在這個分配下若 $\overline{X}$ 是極端值，則表示『每包重100克的假設』可能不是正確的。
- 若『每包重 100克』正確，則抽出樣本 $\overline{X}$ 應不是極端值。
- 若抽出樣本 $\overline{X}$ 是極端值，則『每包重 100克』可能不正確。

問題：$\overline{X}$ 的分配為何？

17

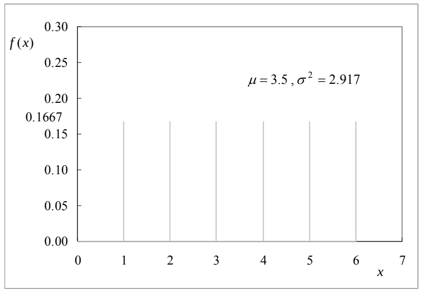
Sampling Distribution of the Sample Means

- The sampling distribution of the sample mean is a probability distribution of all possible sample means of a given sample size selected from a population.

18

Example 1:

- 假設某公司有六位員工，年資分別為1, 2, 3, 4, 5, 6 年，若我們隨機抽取兩位的年資，並以所獲得的樣本平均推估母體（六位員工）平均年資。
- 母體機率分配：
  - μ = 7/2
  - σ^2 = 35/12



19

Example 1:

- $\overline{X}$ 抽樣分配：

樣本	樣本平均數	樣本	樣本平均數
(1,2)	1.5	(2,6)	4.0
(1,3)	2.0	(3,4)	3.5
(1,4)	2.5	(3,5)	4.0
(1,5)	3.0	(3,6)	4.5
(1,6)	3.5	(4,5)	4.5
(2,3)	2.5	(4,6)	5.0
(2,4)	3.0	(5,6)	5.5
(2,5)	3.5		

20

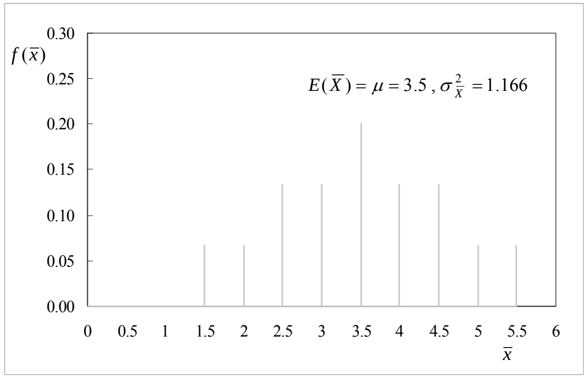
Example 1:

- $\overline{X}$ 抽樣分配：

$\overline{x}$	$f(\overline{x})$
1.5	1/15
2.0	1/15
2.5	2/15
3.0	2/15
3.5	3/15
4.0	2/15
4.5	2/15
5.0	1/15
5.5	1/15

21

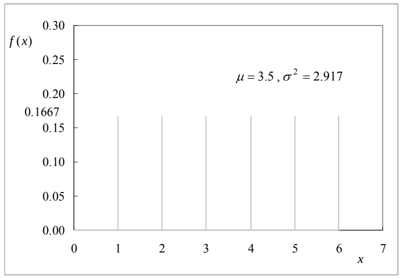
Example 1:



22

Example 2:

- 擲公平骰子兩次，Xi 表示 i-th 次出現的點數。令 $\overline{X}$ 表示 2 次點數的平均。以 $\overline{X}$ 的來推估擲骰子的平均點數。
- 骰子點數的母體機率分配：



23

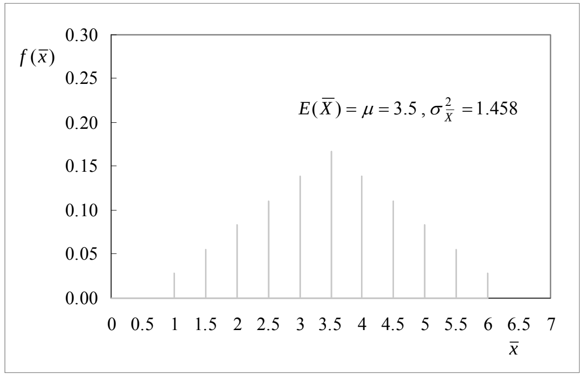
Example 2:

- $\overline{X}$ 的抽樣分配為：

樣本	$\overline{x}$	$f(\overline{x})$
(1，1)	1	1/36
(1，2)(2，1)	3/2	2/36
(1，3)(3，1)(2，2)	4/2	3/36
(1，4)(4，1)(2，3)(3，2)	5/2	4/36
(1，5)(5，1)(2，4)(4，2) (3，3)	6/2	5/36
(1，6)(6，1)(2，5)(5，2)(3，4)(4，3)	7/2	6/36
(2，6)(6，2)(3，5)(5，3)(4，4)	8/2	5/36
(3，6)(6，3)(4，5)(5，4)	9/2	4/36
(4，6)(6，4)(5，5)	10/2	3/36
(5，6)(6，5)	11/2	2/36
(6，6)	12/2	1/36

24

Example 2:



25

抽樣分配的平均數

- **$\bar{X}$ 抽樣分配的平均數與變異數**

  $\bar{X}$ 抽樣分配的平均數與變異數稱爲 $\bar{X}$ 的平均數與變異數。以符號 $\mu_{\bar{X}}$ 或 $E(\bar{X})$ 及 $\sigma^2_{\bar{X}}$ 或 $V(\bar{X})$ 分別表示。

- **$\bar{X}$ 抽樣分配的平均數**

  $\bar{X}$ 抽樣分配的平均數等於母體平均數，即

  $$E(\bar{X}) = \mu_{\bar{X}} = \mu$$

26

抽樣分配的變異數

- **無限母體樣本平均數的變異數($\sigma^2_{\bar{X}}$)與標準差($\sigma_{\bar{X}}$)**

  $$\sigma^2_{\bar{X}} = V(\bar{X}) = \frac{\sigma^2}{n}$$

  $$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

- **有限母體抽出不放回樣本平均數的變異數($\sigma^2_{\bar{X}}$)與標準差($\sigma_{\bar{X}}$)**

  $$\sigma^2_{\bar{X}} = V(\bar{X}) = \frac{\sigma^2}{n} \cdot \frac{N-n}{N-1}$$

  $$\sigma_{\bar{X}} = \sqrt{V(\bar{X})} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

27

Example 1 vs. Example 2

- 母體機率分配的：
  - $\mu = 3.5$
  - $\sigma^2 = 2.917$
- Example 1: 有限母體抽出不放回
  - $\mu_{\bar{X}} = 3.5$
  - $\sigma^2_{\bar{X}} = 1.166 = \frac{\sigma^2}{n} \frac{N-n}{N-1}$
- Example 2: 無限母體或有限母體抽出放回
  - $\mu_{\bar{X}} = 3.5$
  - $\sigma^2_{\bar{X}} = 1.458 = \frac{\sigma^2}{n}$

28

有限母體校正因子 (Finite Population Correction Factor, FPC)

- 有限母體抽出不放回時，$\bar{X}$ 的抽樣分配的變異異數與標準差必須乘上有限母體校正因子 (N-n) / (N-1)。
- 當母體數相對於樣本數很大時，FPC 將趨近於 1，此時 FPC 可以省略。
- 一般當樣本數少餘母體數的 5% 時，FPC 可以忽略不計。
- 一般來說，樣本數相對於母體數目很小，因此 FPC 通常忽略不計。

29

Sampling Distribution of the Sample Means - Example

Tartus Industries has seven production employees (considered the population). The hourly earnings of each employee are given in the table below.

TABLE 8–2 Hourly Earnings of the Production Employees of Tartus Industries

Employee	Hourly Earnings	Employee	Hourly Earnings
Joe	$7	Jan	$7
Sam	7	Art	8
Sue	8	Ted	9
Bob	8		

1. What is the population mean?
2. What is the sampling distribution of the sample mean for samples of size 2?
3. What is the mean of the sampling distribution?
4. What observations can be made about the population and the sampling distribution?

30

Sampling Distribution of the Sample Means - Example

1. The population mean is $7.71, found by:

$$\mu = \frac{\Sigma X}{N} = \frac{\$7 + \$7 + \$8 + \$8 + \$7 + \$8 + \$9}{7} = \$7.71$$

2. To arrive at the sampling distribution of the sample mean, we need to select all possible samples of 2 without replacement from the population, then compute the mean of each sample. There are 21 possible samples, found by using formula (5–10) on page 173.

$$_NC_n = \frac{N!}{n!(N-n)!} = \frac{7!}{2!(7-2)!} = 21$$

31

Sampling Distribution of the Sample Means - Example

TABLE 8–3 Sample Means for All Possible Samples of 2 Employees

Sample	Employees	Hourly Earnings	Sum	Mean	Sample	Employees	Hourly Earnings	Sum	Mean
1	Joe, Sam	$7, $7	$14	$7.00	12	Sue, Bob	$8, $8	$16	$8.00
2	Joe, Sue	7, 8	15	7.50	13	Sue, Jan	8, 7	15	7.50
3	Joe, Bob	7, 8	15	7.50	14	Sue, Art	8, 8	16	8.00
4	Joe, Jan	7, 7	14	7.00	15	Sue, Ted	8, 9	17	8.50
5	Joe, Art	7, 8	15	7.50	16	Bob, Jan	8, 7	15	7.50
6	Joe, Ted	7, 9	16	8.00	17	Bob, Art	8, 8	16	8.00
7	Sam, Sue	7, 8	15	7.50	18	Bob, Ted	8, 9	17	8.50
8	Sam, Bob	7, 8	15	7.50	19	Jan, Art	7, 8	15	7.50
9	Sam, Jan	7, 7	14	7.00	20	Jan, Ted	7, 9	16	8.00
10	Sam, Art	7, 8	15	7.50	21	Art, Ted	8, 9	17	8.50
11	Sam, Ted	7, 9	16	8.00					

32

Sampling Distribution of the Sample Means - Example

$$\mu_{\bar{X}} = \frac{\text{Sum of all sample means}}{\text{Total number of samples}} = \frac{\$7.00 + \$7.50 + \cdots + \$8.50}{21}$$

$$= \frac{\$162}{21} = \$7.71$$

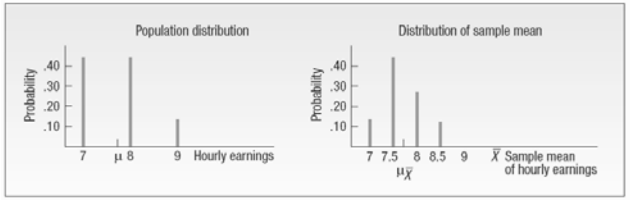


CHART 8–1 Distributions of Population Values and Sample Mean

33

Sampling Distribution of the Sample Means - Example

- Observations

1. The mean of the sample means is exactly equal to the population mean.
2. The dispersion of the sampling distribution of sample means is narrow than the population distribution.
3. The sampling distribution of sample means tends to become bell-shaped and to approximate the normal probability distribution.

34

$\bar{X}$ 的近似抽樣分配

- 以上探討 $\bar{X}$ 抽樣分配的平均數與變異數，然而 $\bar{X}$ 究竟服從何種分配？
- 若已知母體分配 $X \sim N(\mu, \sigma^2)$，則 $\bar{X}$ 的抽樣分配為：$\bar{X} \sim N(\mu, \sigma^2/n)$。
- 若母體的平均數與變異數分別為 μ 與 σ^2 但母體分配非常態分配，則 $\bar{X}$ 的抽樣分配未知，但平均數與變異數為：μ 與 σ^2/n。
- 雖然 $\bar{X}$ 的抽樣分配未知，但透過中央極限定理，我們可知『當樣本數夠大時，$\bar{X}$ 的分配趨近於常態分配！』

35

Central Limit Theorem （中央極限定理）

- For a population with a mean μ and a variance σ^2, the sampling distribution of the means of all possible samples of size *n* generated from the population will be approximately normally distributed.
- The mean of the sampling distribution equal to μ and the variance equal to σ^2/n.

$$\bar{X} \sim N(\mu, \sigma^2)$$

$$Z = \frac{\bar{X}-\mu}{\sigma} \sim N(0, 1)$$

36

NOTE

- 中央極限定理必須在大樣本下才成立，一般要求 n ≧ 30。

樣本	母體分配	抽樣分配
大樣本 $(n \geq 30)$	母體為常態分配	$\overline{X} \sim N(\mu, \frac{\sigma^2}{n})$
	母體非常態分配	$\overline{X} \sim N(\mu, \frac{\sigma^2}{n})$
小樣本 $(n < 30)$	母體為常態分配	$\overline{X} \sim N(\mu, \frac{\sigma^2}{n})$
	母體非常態分配	$\overline{X}$的分配決定於母體分配

37

Sampling Methods and the Central Limit Theorem 275

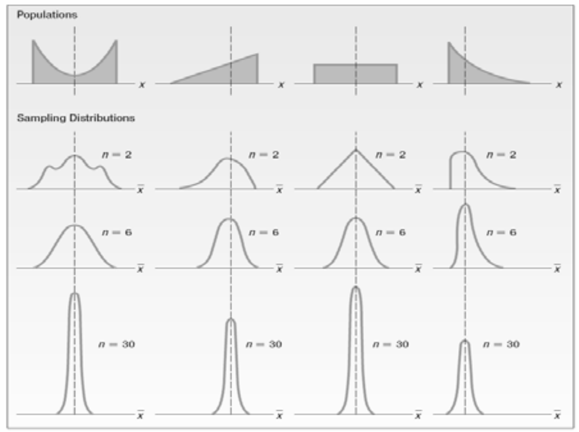


CHART 8–2 Results of the Central Limit Theorem for Several Populations

38

Using the Sampling Distribution of the Sample Mean (Sigma Known) - Example

The Quality Assurance Department for Cola, Inc., maintains records regarding the amount of cola in its Jumbo bottle. The actual amount of cola in each bottle is critical, but varies a small amount from one bottle to the next. Cola, Inc., does not wish to underfill the bottles. On the other hand, it cannot overfill each bottle. Its records indicate that the amount of cola follows the normal probability distribution. The mean amount per bottle is 31.2 ounces and the population standard deviation is 0.4 ounces. At 8 A.M. today the quality technician randomly selected 16 bottles from the filling line. The mean amount of cola contained in the bottles is 31.38 ounces.

Is this an unlikely result? Is it likely the process is putting too much soda in the bottles? To put it another way, is the sampling error of 0.18 ounces unusual?

39

Using the Sampling Distribution of the Sample Mean (Sigma Known) - Example

Step 1: Find the *z*-values corresponding to the sample mean of 31.38

$$z = \frac{\overline{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} = \frac{31.38 - 32.20}{\$0.4 / \sqrt{16}} = 1.80$$

40

Using the Sampling Distribution of the Sample Mean (Sigma Known) - Example

Step 2: Find the probability of observing a Z equal to or greater than 1.80

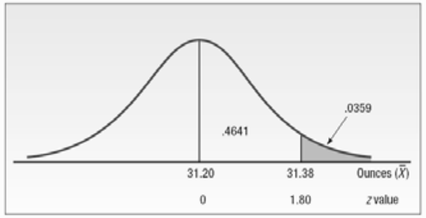


CHART 8–6 Sampling Distribution of the Mean Amount of Cola in a Jumbo Bottle

41

Using the Sampling Distribution of the Sample Mean (Sigma Known) - Example

What do we conclude?

It is unlikely, less than a 4 percent chance, we could select a sample of 16 observations from a normal population with a mean of 31.2 ounces and a population standard deviation of 0.4 ounces and find the sample mean equal to or greater than 31.38 ounces.

We conclude the process is putting too much cola in the bottles.

42

母體比例 vs. 樣本比例

- 母體的比例數也常是我們想要得知的統計特徵數。例如：
  - 失業人口佔全部勞動人口的比例。
  - 某產品的不良率。
  - 97 年高三升大學的升學率。
-

母體比率：$\pi = \frac{K}{N}$, K 表示母體內研究目標個數，N 表示母體個數

樣本比率：$p = \frac{k}{n}$, k 表示樣本內研究目標個數， n 表示樣本個數

43

抽樣分配的用途：估計抽樣誤差

- 抽樣誤差＝|統計量 − 對應的母體參數 |
  - 例如：假設隨機擲公平骰子兩次，出現 2 與 4 點，平均 3點，則抽樣誤差為 = $|3-3.5| = 0.5$
- 一般來說，母體的參數是未知的，所以無法正確求得抽樣誤差。但透過抽樣分配，我們可以求出抽樣誤差在某個範圍內出現的機率。
- 例如：保健室想探討台北大學大一男生的平均身高，於是隨機抽 50 位同學，算出樣本平均身高 $\bar{X}$。假設 50 位同學平均身高的抽樣分配 $\bar{X} \sim N(\mu, 64)$ (假設變異數已知，$\sigma^2 = 64$)，則抽樣誤差在 2cm 以內的機率為：

$$P\left(-2 \le \bar{X} - \mu \le 2\right) = P\left(-\frac{2}{8} \le \frac{\bar{X}-\mu}{\sigma} \le \frac{2}{8}\right) = P\left(-0.25 \le Z \le 0.25\right)$$

44

樣本比例

- 每次抽樣結果有二：
  - 屬於研究目標：成功
  - 不屬於研究目標：失敗

  因此每次抽樣可以視為一次 Bernoulli 實驗。

  以 X_i 表示 第 i 次抽樣結果：
  - $X_i = 1$ 表示成功
  - $X_i = 0$ 表示失敗

  則樣本比例可以表示如下：
  $$p = \frac{k}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$
- p 即是n 次Bernoulli 實驗的平均成功次數，依據中央極限定理， p 的抽樣分配是常態分配。

45

樣本比例的平均數、變異數、標準差

$$\mu_p = E[p] = \pi$$

$$\sigma_p^2 = V(p) = \frac{\pi(1-\pi)}{n}$$

$$\sigma_p = \sqrt{V(p)} = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}}$$

46

樣本比例的抽樣分配

- 依據中央極限定理，在大樣本的情形下 ($n\pi > 5$ 或 $n(1-\pi) > 5$)，樣本比例 p 的抽樣分配會趨近於常態分配。因此：

$p \sim N(\pi, \pi(1-\pi)/n)$

47

Example: 提高問卷的回收率

以問卷來收集資料是很普遍的事情，但問卷的回收率卻很低，根據過去的經驗，回收率大多只有 10%。現在莊教授為了瞭解廠商研發活動的意願與困難，隨機抽取 400 家廠商，進行問卷調查，莊教授希望回收率能達 15%，以便蒐集到比較多的樣本而使得調查結果更為客觀可信，問可能性為何？

48

Example: 提高問卷的回收率

已知抽樣比例 $p=0.1$，$n=400$。根據中央極限定理：

$$p \sim N(0.1, \frac{0.1\times 0.9}{400})$$

求 $P(\hat{p}>0.15)$的比率：

$$P(\hat{p}>0.15)=P(Z>\frac{0.15-0.10}{\sqrt{\frac{0.1\times 0.9}{400}}})=P(Z>\frac{0.05}{0.015})=P(Z>3.33)=0$$

因此可知要使回收率達0.15的機率幾乎為0，為了提高問卷的回收率，莊教授可能要想一些鼓勵的方法，例如填問卷可獲贈樂透彩券或精美小禮物、研究報告等。

49

Example: 捐血人的血型

中華血液基金會的資料顯示，民國91年全國捐血人口中，血型為O型者約占44%。

(資料來源：中華民國血液基金會網站)

一捐血站每天約有250為捐血者來捐血，問：

1. 其中O型血所占比例的分配為何？
2. O型血所占比例小於35%的機率為多少？
3. 若一日內捐O型血所占比例小於35%就可能發生缺O型血的危機，問一年365天終會發生缺O型血危機的日子預期有幾天？

50

Example: 捐血人的血型

1. 樣本比例的抽樣分配因母體相對於樣本很大 $n/N \le 0.05$，根據中央極限定理知期趨近於常態分配：

$$\hat{p} \sim N(0.44, \frac{0.44\times 0.56}{250})$$

$\hat{p}$ 的標準差計算值可得：

$$\sigma_{\hat{p}}=\sqrt{\frac{0.44\times 0.56}{250}}=0.03$$

由此知捐血人中，血液為O型者所占比率分配為:

$$N(0.44, 0.03^2)$$

51

Example: 捐血人的血型

2. 要求O型血所占的比率小於35%的機率，需先求Z值再求標準常態分配機率值：

$$P(\hat{p}\le 0.35)=P(Z\le\frac{0.35-0.44}{0.03})=P(Z\le -3)=0.0013$$

由此可得，捐血人中血液為O型者所占比率小於35%機率為 0.0013。

3. 一年365天終會發生缺O型血危機的日子預期有

$$365\times 0.0013=0.47$$

天，不滿一天，故不必太擔心缺O型血的問題。

52

Example: 退貨的可能性

設康定有限公司宣稱其從韓國進口的DRAM的瑕疵率為10%。現假設上馳公司準備向康定公司購買1,000條DRAM來裝配個人電腦，雙方約定於驗貨時，採簡單隨機抽樣。隨機抽取50條，若發現轄大於等於疵品的比率0.12時，則退貨，康定並賠償新台幣10,000元作為時間損失的代價。問上馳公司退貨的機率為何？

53

【個案研究】退貨的可能性 (解)

此時母體比率為p=0.1，母體個數為N=1,000，因樣本數 n=50，$n/N = 50/1,000 \le 0.05$ 為大樣本。

根據中央極限定理，$\hat{p}$ 為一近似常態分配：$\hat{p} \sim N(p, \frac{pq}{n})$

$\hat{p}$ 的標準差為計算可得：$\sigma_{\hat{p}} = \sqrt{\frac{0.1 \times 0.9}{50}} = 0.042$

54

【個案研究】退貨的可能性 (解)

求 $P(\hat{p} > 0.12)$ ，但因 $n < 100$，必須做連續性調整：

$$P(\hat{p} > 0.12 - \frac{1}{2} \times \frac{1}{50}) = P(\hat{p} > 0.11)$$

要求 $\hat{p} > 0.11$，必須將它轉成 Z 值：$Z = \frac{\hat{p} - p}{\sigma_{\hat{p}}}$

然後查標準常態分配機率值表：

$$P(\hat{p} > 0.11) = P(\frac{\hat{p} - p}{\sigma_{\hat{p}}} > \frac{0.11 - 0.1}{0.042}) = P(Z > 0.24) = 0.5 - 0.0948 = 0.4052$$

因此，上馳公司退貨的機率為 0.4052。

55

Exercises

- 1,3,5,7,11,13,15,17,25,27,29,33,41,43

56

End of Chapter 8

57