

選送戰風雲

邱千惠

國立高雄大學應用數學系

抽樣調查的工作就是從樣本中去預測母體。如何才能找到代表性的樣本，請看作者舉的實例。

「真不知道他葫蘆裡到底是賣什麼藥」，這是一句十分耳熟能詳的話，不難知道，講這句話的人，總是處在百思不解、亂猜、瞎猜的狀況下。

葫蘆裡賣的膏藥

為何我們不從葫蘆裡倒幾顆丸子來看看，不就可以知道葫蘆裡裝什麼藥了嗎？這就是所謂的抽樣。若允許的話，就將葫蘆裡的東西全倒出來，即稱為普查。傾在我們面前的所有來自葫蘆裡的東西就叫做母體。萬一根本不允許我們將所有東西都倒出來，那麼，我們就抖它個一小部分來研判看看「他到底是賣什麼樣的藥」，此一小部分便稱為樣本。

抽樣調查的工作也就是從樣本中去預測母體。有些抽樣方法能夠找到代表性的樣本，使得預測的結果非常正確。然而有些方法卻使得預測的結果很不理想，下面我們舉一個例子，便可以很清楚知道抽樣的重要性。

藍頓向羅斯福挑戰

1936 年是羅斯福總統任期的最後一年，與他同時出來競選的是堪薩斯州的州長，共和黨員藍頓 (Landon)。此時美國正從經濟大恐慌中復甦，而全國仍有 9 百萬人失業，實際收入雖仍比 1923~1933 年這時期降了 $\frac{1}{3}$ ，但已開始好轉。藍頓以政府的經濟為其競選的項目，而羅斯福則為他財政赤字辯護著。

大部分的觀察者都認為羅斯福會當選，但「文學文摘」卻不以為然，它預測藍頓會以 57% 比 43% 大勝羅斯福。這是根據 240 萬份回收問卷所做的預測，結果羅斯福卻以 62% 比 38% 壓倒性地大勝藍頓。（「文學文摘」最後很快就破產了。）

「文摘」的預測失敗是令人感到驚訝的，那是有史以來做過的最大民意調查，回答的數量也夠多。事實上，蓋洛普 (Gallup) 才剛開始成立他的調查組織，他只用了 5 萬人的樣本，便能正確預測選舉的結

表一 1948年美國總統選舉

候選人	預測百分比			結果
	Crossley	Gallup	Roper	
杜魯門	45%	44%	38%	50%
杜威	50%	50%	53%	45%
其他	5%	6%	9%	5%

果，雖然他預估羅斯福所得到的選票和實際上有一點點的出入（蓋洛普預測羅斯福會得到56%的選票，而正確是62%）。所以不見得樣本取得越多就表示估計越正確。

到底「文摘」的預測錯誤在那裡呢？我們先看他們是如何來挑選樣本。要知抽樣的過程必須是公平合理的。若在抽樣過程中有排除某一類樣本的傾向，便稱為選擇的偏差（selection bias）。「文摘」的取樣過程是郵寄1千萬份的問卷調查表，而最後收到240萬份的回函。這1千萬份受訪者的地址和姓名來源為電話號碼簿和俱樂部會員的名單，這個方法忽略了許多沒有電話和不屬於任何俱樂部的窮人。所以「文摘」的抽樣過程中有很大的選擇偏差。在1936年以前，這個偏差對於預測並沒有很大的影響，但在1936年，政治與經濟分歧得更加嚴重，所以窮人大部分都選羅斯福，而富人則選藍頓。這是「文摘」嚴重的錯誤之一。

當一個抽樣組織決定好樣本之後，接下來的工作便是如何得到他們的意見。假如這些樣本中大部分的人不能回答問卷調查表或調查員，則將產生嚴重的誤解。我們叫做不回答的偏差（nonresponse-bias）。這可由1936年「文摘」在芝加哥所做的調查中看出，他們寄出的問卷調查表為所有選民的 $\frac{1}{3}$ ，大約有20%的人回答，而這些人有一半以上是有利於藍頓，但選舉時芝加哥卻是支持羅斯福。這是「文摘」嚴重的錯誤之二。

杜威向杜魯門挑戰

杜威在一次改革運動中提高了他的聲望，在1948年他是共和黨的總統候選人。杜魯門當時是羅斯福的副總統，在羅斯福死後，順利地代理了總統的職位。他是本世紀最具有影響力的總統之一，但他在1948年是處於劣勢，那是一個危機重重的時期：第二次世界大戰剛結束，冷戰所帶來的不安又剛開始。

在此次的競選活動中，三個主要的調查組織均宣布杜威會獲勝。但在選舉當日杜魯門竟以50%的選票得到壓倒性的勝利，而杜威只占45%（見表一）。

為何這次的民意調查會失敗呢？那就與樣本的選取有密切的關係。他們所使用的方法叫「配額抽樣」（quota sampling），這個方法的程序是：每一個調查員被指定在特定的種類中去訪問固定數目的配額（如固定的住宅區、性別、年齡、種族和經濟地位）。另一方面，調查員可自由的選擇他所要訪問的目標。要知人為的選擇通常是很容易造成偏差的。在1948年這些調查員訪問了太多的共和黨員，這時期的共和黨員通常比民主黨員富有，且受更好的教育。他們多半有電話，固定的住所和居住在較好的區域。因此這些共和黨員較易接受訪問，假如你是調查員，最後也可能會發現訪問了過多的共和黨員。所以配額抽樣並不能保證預測結果一定正確。

蓋洛普的抽樣方法

自 1948 年，實際上所有的調查組織就利用機率方法來選擇他們的樣本。如何利用機率方法來取樣本呢？例如：母體是有 1 千個選民的小城鎮，要抽出 1 百個選民為樣本。我們將這 1 千個名字分別寫在 1 千張票上，然後投入箱子，利用隨機且不放回的方法抽出 1 百張，這種方法叫簡單的隨機抽樣。在每一次的抽取中，每一個名字被選取的機會是相等的，因此調查員全然不能選擇他們所要訪問的人。這個抽樣過程看起來似乎應該是最公平的。

所以當蓋洛普嘗試去預測總統大選時，有一個意見即是做一個全國性的簡單隨機抽樣。然而那並不像說的那麼容易，要在 1 億個選民中抽取少數為樣本是件很費勁的工作，即使你已抽取好樣本，這些人可能散播於美國的任一角落，訪問的經費將會非常可觀。

由此可知，上述的方法是不太實用的。因此大部分的調查組織便利用各種不同的多階叢聚抽樣方法。例如：蓋洛普分別在美國的東北部、南部、中西部及西部四大地理區做研究，在每一區域中，再把擁有 5 萬到 25 萬居民的城鎮劃分為群（group），這就完成了第一個步驟。第二步驟是由群中以隨機抽樣來選取區（wards）；接著第三步驟是在先前已選好的區中再分成選舉區（precincts），然後以隨機抽樣將每一個選舉區樣本選出。第四步驟是在每一被選出的選舉區中用隨機抽樣選出某一戶。最後，在每一該戶擁有投票權中選出「個人」來接受民意調查。

這個設計提供配額抽樣很多好處，在選擇的過程中，每一步驟都是用客觀且機會相同的方法選取樣本單位。這樣完全消除了配額抽樣所產生的不良後果。

美國總統選情大觀

從 1948 年起，蓋洛普和其他主要的民意調查機構都用機率方法來選擇他們的樣本。1948 年後的總統大選，蓋洛普民意調查結果記錄於表二。

有二點值得注意的是：一、樣本數目快速減少，從 1948 年 5 萬個樣本減少到只有 1 千多個樣本；二、預測的結果頗為精確。雖然在預測百分比方面難免有所

表二 蓋洛普美國總統選情預測與結果。

年度	樣本數	當選人	預測百分比	選舉結果
1952	5,385	艾森豪	51%	55.4%
1956	8,144	艾森豪	59.5%	57.8%
1960	8,015	甘迺迪	51%	50.1%
1964	6,625	詹森	64%	61.3%
1968	4,414	尼克森	43%	43.5%
1972	3,689	尼克森	62%	61.8%
1976	3,439	卡特	49.5%	51.1%
1980	2,264	雷根	44.0%	50.0%
1984	1,339	雷根	59.0%	59.0%

誤差，但對預測誰會當選，每次都是正確的。

產生偏差的原因

雖然預測可以做的越來越精確，但某些程度上的偏差那是幾乎不可避免的。底下我們討論在預測過程中會產生偏差的一些原因：

一、不投票者

在美國總統大選中，約有 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 的選民不會去投票，但許多受訪者即使確定不會去投票，也會告訴調查員他們會去（不去投票總是難以啓口的）。蓋洛普的民意調查機構即是去猜測選民的投票情況如何，使得不投票的人盡可能不影響到樣本，雖然那是不容易做到的。

二、不能決定的人

有相當百分比的人在接受訪問時並不能決定他們要投給誰，所以開始時可以請問受訪者：「今天較偏好於那位候選人？」最後一個方法是用紙籤來代替他的選擇，每一支籤寫上一位候選人的名字，受訪者只要從箱子中抽取一支即可。這種技巧可以將不能決定的人的比例降到最低。

三、回答的偏差

問卷的句型或調查員的語調、態度或多或少都會影響到受訪者的回答。如：候選人的名字前後順序更改，則有 5% 的人會改變他們的回答且有利於名字排



1,000

C



2,000

B



10,000

A

%

(本圖取自七十五年十二月二十三日韋瑞先生的演講「統計資料之運用」。)

在第一個的候選人。所以要控制回答的偏差，則每一位調查員要用相同的問卷，且訪問的程序要盡可能的標準化、規格化。

四、不回答的偏差

即使是親自訪問，但是受訪者也許是去工作或臨時外出，所以總有些被指定的受訪者無法訪問到。如果調查員因此而隨便找其他人代替，則不回答偏差便會產生。所以我們要加給這些不易訪問到的人更多的分量來修正。

五、家庭的偏差

在抽樣中，蓋洛普在每一個家庭只選一個人接受訪問，這對住在大家庭中的人便產生了差別待遇。由於他們所占的人數不夠多，所以使得樣本並不具有代表性。這個偏差的修正便是加給住在大家庭的人更多的分量。

六、資料的檢查

1976 年大部分年齡在 25 歲以上的美國人民，完成了高級中學以上的教育，而蓋洛普通常得到太多這些知識分子的資料（他們傾向於共和黨），所以應加給那些低教育水準的人更多的分量。

七、調查員的訓練

在大規模的調查工作中，這些調查員必須接受訓練，使得問卷結果會有較高的品質。

八、人心難測

人們通常不太願意告訴別人他們真正的意願，即使願意，但最後或許也會有所改變，因此選舉當天究竟選票會投給誰，實在很難預測。

以上所產生的偏差，我們可以靠良好的、細心的問卷調查表來修正。

精確不在樣本多

最後且讓我們以幾幀圖來描述樣本如何代表母體。

圖 A 是一幀以 1 萬個點所描繪出的人物圖，我們將它視為「母體」。圖 B、圖 C 各分別是由 2 千個點及 1 千個點所描繪出來的。統計的抽樣就宛如圖 B、圖 C 一樣，只要我們的抽樣技巧良好的話，我們不就可以拿 2 千個樣本（甚至只拿 1 千個樣本）來估計我們的母體了嗎？而且還能十分清楚的看清母體是什麼圖形。

然而想要以 2 千個樣本來準確的代表母體，那就得在抽樣的方法上下功夫了。本文中有幾個選舉預測失敗的例子，告訴我們抽樣不在樣本數目愈多愈好，而是抽出的樣本要具有代表性。若不具代表性，縱使抽出 4 千個樣本，而這 4 千個樣本完全是來自頭髮的部分，那麼顯現出來的也僅是一團黑，根本看不出是一張人像。因此，要以少數的「樣本」來準確的代表「母體」，就必須有正確的抽樣方法。如：該在眉毛取樣，就該在眉毛處取樣，該在鼻梁上取樣，就該在鼻梁上取，其他部位也都該被取樣到，不應該盡在某部分（頭髮）上取樣。

若能如此抽樣，深信縱使以較少的樣本，亦能窺 1 萬個點的母體。那麼以管窺豹，不亦可乎！！

（本文取材自 D. Freedman, R. Pisani and R. Purves, Statistics, Ch. 19, W. W. Norton & Company, 1978. ）