



# 推動數位化人口普查之國際經驗

人口普查為世界各國蒐集重要人口指標之主要來源，亦為國家決策與資源分配之重要依據，由於普查規模龐大，辦理過程繁複，是國家統計工作中最為艱鉅項目，近 30 年來各國運用數位技術精進普查方法及資料蒐集方式，其中美國、日本、南韓、新加坡及英國推動數位化普查過程之經驗足資各項普查作業參考。

楊麗華、周元暉（行政院主計總處國勢普查處專門委員、研究員）

## 壹、前言

聯合國建議世界各國每 10 年至少辦理 1 次人口及住宅普查，並於西元年末尾數「0」或其前後辦理，以掌握全國社經全貌，俾利國際比較，2020 人口及住宅普查之原則與建議（2020 Principles and Recommendations for Population and Housing Censuses, United Nations）文

件中，積極地期許各國動員社會力量，於辦理普查時提出與以往不同之議案，以獲得詳實普查結果資料，進而發展有效措施提升國民福祉，邁向更美好的生活。

回顧 30 餘年來近 4 回（1990、2000、2010、2020 round）人口普查辦理情形，各國逐步朝向發展數位化普查，在 1990 普查，著重普查資料及統計結果電子化；2000 普

查，大多數國家擴大應用電腦輔助系統協助調查，統計結果分析朝簡單化與精緻化，並以多媒體方式呈現；2010 普查，多元資料蒐集方式已為趨勢，部分國家開始謀求普查方法之變革，朝向登記式普查或登記與大型抽樣調查併行辦理方式邁進；2020 普查，社會經濟型態與生活方式蛻變，網際網路、智慧型手機、平板等新興科技與設備發展，全球又

值 COVID-19 疫情期間，各國為提升普查資料品質與辦理效能，積極推動以多元化、數位化方式蒐集資料，本文將綜整美國、日本、南韓、新加坡及英國於 2020（2021）年普查在調查環境艱困及民衆日益重視個人隱私權下，為克服資料蒐集之阻礙，朝向運用科技及使用登記資料推動普查工作之相關經驗。

## 貳、普查數位化進程

隨資訊科技發展，各國面對規模龐大且過程繁複之人口普查工作，逐步於各項作業中導入數位化技術，以增進普查辦理效益，以下就近 4 回世界普查辦理時期觀察其數位化進程。

### 一、1990 普查（1985 年至 1994 年）

本時期資料蒐集採派員面訪、留置填表、郵寄調查等作業方式，在資料擷取與保存方面，則運用光學符號辨識

（Optical Marker Recognition, OMR）技術，將紙本問卷上勾選或劃記答項，透過影像及辨識技術轉為電腦可讀取資料，在系統開發方面，開始將地址資料與空間圖形結合劃分普查區、繪製普查地圖，以協助實地訪查作業及陳示統計結果，普查統計結果除了紙本書面報告以外開始提供電子書下載。

### 二、2000 普查（1995 年至 2004 年）

部分國家除傳統調查方式外，開始採用電腦輔助電話訪問（Computer Assisted Telephone Interviewing, CATI）及網路填報，在資料處理方面，普查表增列條碼（Barcode），簡化普查表件點收及後續資料處理，並導入光學字元辨識及智慧字元辨識（Optical Character Recognition/ Intelligent Character Recognition, OCR/ICR）技術擷取資料，除符號辨識外擴充字元辨識，並使用電腦輔助註號（Computer-Assisted Coding, CAC），大幅

減省人工作業，普查統計結果朝視覺化呈現，使繁冗分析簡單化與精緻化。

### 三、2010 普查（2005 年至 2014 年）

本時期著重普查方法之變革，部分國家朝向登記式普查或登記與大型抽樣調查併行辦理方式，在資料蒐集方面，除應用行政登記資料外，建置資訊系統輔助調查作業及多元填報管道已為趨勢，其中部分國家強調無紙化，使用超級行動電腦（Ultra Mobile Personal Computers, UMPCs）進行面訪，並開發網路填報系統，受訪者填報資料可即時於線上檢誤、自動註號及輸入資料庫，無須再貯存影像及辨識字元，普查統計結果延續視覺化呈現，並以互動式查詢為主流。

### 四、2020 普查（2015 年迄今）

在普查資料蒐集方面，除已採登記式普查國家外，本

## 論述》統計 · 調查

時期因個人使用網路成本大幅降低，且值 COVID-19 疫情期間，多數國家推動優先或鼓勵網路填報，受訪者可透過電腦、平板及手機等設備不限時空連接網路，免接觸調查員即可完成填報，且因應填報方式改變，開發或強化各項配套措施，如訊息回報管理系統、行政資訊系統、未回復追蹤系統、疑問即時答復系統、機器人（Chatbot）回復等，提升普查辦理效益，並迅速有效協助民眾解答，在資料處理方面，各項行政紀錄資料除應用於輔助調查外，可作為資料檢核與遺漏值之插補作業，普查統計結果則規劃提供客製化查詢及編表，提升統計應用廣度與深度。

### 參、國際經驗

#### 一、美國

美國自 1790 年起辦理人口普查，普查局宣稱 2020 年普查是前所未有最為自動化與科技先進的（the most automated

and technologically advanced）普查，首次推動網路填報、優化地址資料庫及大量使用行政紀錄輔助調查。

#### （一）首次推網路填報

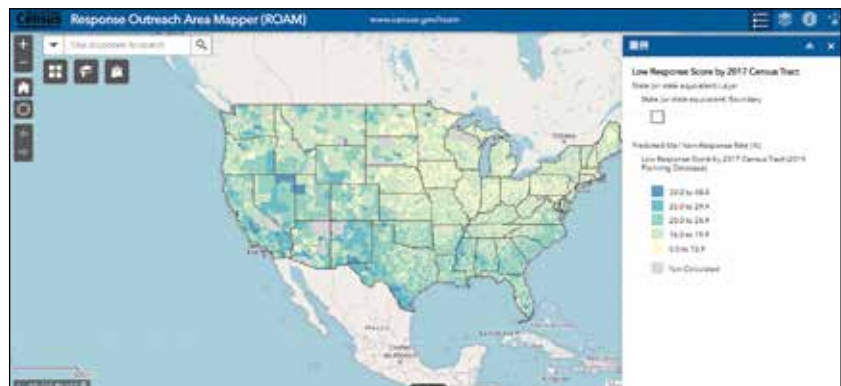
2020 年普查首次推動網路填報，先寄送 80% 住戶鼓勵優先網路填報，即「網路優先族（Internet first cohort）」，並有 4 次提醒函催報，對於 20% 低度網路連接地區，即「網路選項族（Internet choice cohort）」，則寄送紙本問卷；針對不同族群與地區特性之人口，提供 13 種語言服務及 59 種語言填報須知，

並投資雲端基礎建設（Cloud infrastructure），使網路填報系統在安全環境下運作順暢，增加資料承載量。

#### （二）優化地址主檔（the Master Address File, MAF）

由於美國普查地區範圍廣闊而分散，依地區特性將地址分為都市型態地址、非都市型態地址及偏遠地區 3 類，普查局將地址空間位置與屬性資料結合，建置地理區編碼對照整合系統（Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing, TIGER），2020 普查首次結合運用國家地理

圖 1 美國 2020 年底回復區追蹤應用軟體（ROAM）



說明：圖中低回復指標顏色由淺至深表示回復之困難度由低至高。

資料來源：美國普查局，2020 年普查創新（Innovations for the 2020 Census, U.S. Census Bureau）。

空間情報局 (the National Geospatial-Intelligence Agency) 之衛星影像圖 (satellite imagery)，使實地地址巡檢工作較 2010 年減少了 70%。

### (三) 使用行政紀錄輔助未回復追蹤

開發「回復區地圖 (the Response Outreach Area Mapper, ROAM)」之數位化追蹤應用軟體 (上頁圖 1)，以「計畫資料庫 (Planning Database)」之社區調查推計資料為基礎，建立低回復分數指標 (the Low Response Score, LRS)，協助判定不易查記或回復不如預期地區，另使用超過 30 個政府單位之行政紀錄判定住宅是否為空宅或拆毀等，後續僅須安排追蹤確認 1 次，相較 2010 年普查派員追蹤 6 次，大幅節省人力及成本。

## 二、日本

日本自 1920 年起辦理人

口普查，2020 年適逢百年普查，為使資料蒐集過程更為順暢並提升整體作業效益，優先採用網路填報並建置回復管理系統。

### (一) 網路填報具親和性與安全性

2010 年普查首次採用網路填報，僅限於東京都，2015 年為實踐「智慧普查」之理念，規劃全國優先採用網路填報方式，2020 年持續推動，同時發送網路填報認證碼、紙本普查表及相關表件 (含網路填報須知、普查表填表說明、列印 QR 碼之

回郵信封等) (圖 2)，也使得疫情期間得以彈性調整作業時程，受訪者可以使用電腦、智慧型手機及平板等設備不限時地上網填報，整體自填回復率 (含回郵及網填) 由 2015 年之 71% 上升至 80%。

### (二) 設計縝密之回復管理系統

建置普查回復管理系統 (Response Management System)，當受訪者上網填報，系統可即時判讀是否已完成或仍在作業中，紙本普查表回郵信封上已先列印 QR 碼，當受訪者寄回不須拆開

圖 2 日本 2020 年人口普查表件及回郵信封



資料來源：日本統計局網站。

## 論述》統計·調查

即可掃描判讀登錄該系統，管理人員可透過系統資訊，將未完成網路填報、亦未寄回紙本者傳遞給調查員，調查員再安排時程追蹤未回覆者，有效掌握全國各地區回復狀況與進度。

### 三、南韓

南韓 2020 年普查推展普查作業全面數位化，建置電子化普查整合管理系統（e-Census Integrated Management System, IMS），續推網路填報。

#### （一）強化電子化普查整合管理系統

2020 年普查強調將普查作業各階段系統予以整合，建置電子化普查整合管理系統，包括網路調查管理系統、地理資訊系統、智慧字元辨識系統、檢誤及推計系統、整合性分析系統等。並推動無紙化調查，結合地理資訊系統及全球定位系統（Global positioning System, GPS），調查區劃分、路線安排及監

督追蹤資訊匯入調查員之平板，面訪時已無須攜帶紙本文件。

#### （二）續推網路填報

自 2005 年開始推行網路填報，2010 年為推動網填，統計局主動派員協助鄉村地區年長單身戶網路填報，2015 年為鼓勵民衆先行上網填報，派員親送上網登錄碼予抽樣調查區內之受訪戶，網路填報期間結束後，由系統回復編號判定未回復者再派員追蹤面訪，2020 年續推網路填報，因應疫情輔以由調查員使用電話進行訪查，另客服中心使用聊天機器人（Chatbot）與人工智慧（Artificial Intelligence），節省部分人工負荷。

### 四、新加坡

新加坡 2020 年普查延續採行政登記與抽樣調查併行辦理方式，推動網路填報並採用中央雲端系統及自動化註號機制等。

#### （一）網路填報兼顧可及性與安全性

2020 年普查積極鼓勵受訪者使用網路填報，並因應疫情增加提醒函寄送次數，網路填報系統由政府雲端系統（the Government Private Cloud, GPC）主管，資料按批次載入內部處理資料庫；另為保障 1 宅多戶或 1 戶多位成員之個人隱私，允許戶內有多位成員者分別註冊登入同一戶之調查表，各自建立帳號與密碼，或使用新加坡通（Singapore Personal Access, SingPass）免除建立帳號與密碼。

#### （二）採用中央雲端系統及自動化註號批次處理機制

中央雲端系統資料處理資料庫具有自動註號、有效性檢查及檢誤等 3 項資料處理作業，調查資料之行職業及工作地點，依內建之註號原則與標準化分類、歷次普查資料、行政紀錄自動比對註號，無法註號

者才進行人工線上註號，行職業註號採用之高階自動註號系統（Advanced Coding Environment, ACE），2000年成功率僅6至7%、2010年18%，至2020年達75%。

## 五、英國

英國自1801年起辦理人口普查，2021年普查推動「優先數位化普查（digital-first census）」，並建置安全填報環境。

### （一）策略性網路填報

在2011年普查首次提供網路填報時，採取郵寄紙本問卷並附上網碼給全國住戶，經2017年及2019年試查發現，民眾回復方式會受先收到上網碼或紙本問卷影響，2021年改變郵寄策略，郵寄上網碼信函給89%住戶，餘11%住戶寄送紙本問卷。至於郵寄上網碼或紙本問卷之選取，則運用年齡、種族及居住形態、前次普查回復

註記之「意願性指標（the willingness index）」，並新增行政登記如駕照核發資料之「數位化指標（the digital index）」，衡量各地區使用網路填報情形。

### （二）建構雲端安全填報環境

開發具規模之彈性架構、雲端基礎建設（cloud-based infrastructure）及敏捷式開發（Agile development）系統，設計貯存及傳輸資料之加密機制，並為防止資料外漏攻擊（data exfiltration attacks）及服務中斷攻擊（service

disruption attacks），運用Google之全球承載平衡機制（Global Load Balancers）及雲端防護（Cloud Armour），同時與國家網路安全中心密切合作，即時辨識可疑流量並予以封鎖，使普查尖峰期間可處理巨量資料與維持流量穩定，又兼顧個別資料之隱私及安全性。

## 六、我國

我國2020年人口及住宅普查辦理方式，延續前次普查採用公務及調查整合式普查，

圖 3 我國 2020 年人口普查網路填報系統登入方式



資料來源：行政院主計總處。

## 論述》統計·調查

採多元填報管道，並強化數位化整合機制。

### (一) 提前開放網路填報並建立即時進度管理系統

我國 2010 年普查開始建置網路填報系統，因當時各地區網路普及程度不一，僅由少數市縣政府小規模測試推動，2020 年普查建置受訪者導向之網路填報系統，並因應疫情提前開放，搭配郵寄致受訪戶函，減省派員通知作業，系統設計適用各種行動載具，並採憑證 IC 卡認證（自然人憑證、健保卡）、手機驗證（上頁圖 3）登入，不須另外提供上網密碼，並建立傳輸加密及備援機制等安全措施，對於作息不定不易訪查或重視個人隱私之受訪者，可選擇自行上網填報，各縣市亦可因地制宜推行網路填報、派員面訪及留置填表等方式；另外首次建置即時進度管理系統，普查員可即時查詢受訪戶上網填報情形，安排實地訪查，並於完

成紙本問卷同步登錄系統，各級普查人員可隨時掌握追蹤進度。

### (二) 結合公務登記輔助調查並強化資訊系統

因國內公務資料數位化發展益趨成熟，透過整合 20 餘項公務登記資料，可簡化調查項目外，並應用於名冊輔助調查作業、資料檢核以及豐富普查結果；在資訊系統建置方面，強化行政管理系統、網路填報系統、光學辨識系統、資料處理系統等作業項目之功能整合，透過系統介接設立人員權限控管，運用線上檢誤減少報表用紙及重複審核，系統間資料傳輸避免人為錯誤等機制，以確保資料品質，並提升普查作業效能。

## 肆、結語

2020 普查著重規劃與執行方法，以獲取完整且正確資料為目標，隨著 21 世紀新興科技卓越發展，各國一致積極

推動數位化普查或智慧普查，將該理念貫穿於整個普查作業流程，以精進普查行政效能及提升資料品質，包括建置人口及地址資料庫確實掌握人口動向、設計 QR 碼普查表及網路填報致力提升普查參與意願、設立回復通報機制、自動化批次註號有效減輕人工負荷、善用行政紀錄簡化調查作業、雲端基礎建設與集中管控機制等數位化經驗，足資下次各項普查相關作業參考。

## 參考文獻

1. 日本及韓國統計局網站。
2. Electronic Data Collection : Statistics Korea's Experience in the Census, Statistics Korea.
3. Census of Population 2020 - Administrative Report, Singapore Department of Statistics.
4. Innovations for the 2020 Census, U.S. Census Bureau.
5. Delivering the Census 2021 digital service, Office for National Statistics.
6. Designing a digital-first census, Office for National Statistics. ❖