DOI: 10.6277/TER.202307_51(3).0002

COVID-19 大流行以來
公衛與經濟相關學術文獻之擇要回顧

賴孚權・陳為政・陳嘉雯・蔡明宏*

本文擇要回顧 COVID-19 大流行以來, 主流學術期刊隨著疫情的進展所論及之公衛與經濟觀點, 包括早期當醫療資源不足時的應急分配, 到後來新冠肺炎疫苗研發成功但供應不足的情況下, 富國與窮國、都市與鄉村、老年人與年輕人、有錢有權之人與弱勢族群之間的優先分配順序、政府從事疫調所引發的隱私疑慮、不同群體的經濟活動受到疫情不同程度的影響, 以及各國從封城、限制旅行到經濟刺激方案等面向的後續影響, 特別是對環境的衝擊。最後, 我們也特別討論居家工作與居家學習的影響, 以及其他相關之議題。我們彙總這些學術觀點, 特別是公平與福利的面向, 並提供讀者一個鳥瞰視角。

關鍵詞: 新冠肺炎, 疫苗, 經濟衝擊, 居家工作, 福利
JEL 分類代號: I0, I1, I3

1 前言

自從2020年初爆發 COVID-19 疫情以來, 因爲影響範圍遍及全世界, 也影響各國人民生活的各個層面, 因此, 全球學術界投入大量的相關研究, 也產生數量龐大的論文, 雖然病毒的起源、疫苗的開發、病患的救治, 以及治

*作者分別爲中央研究院人文社會科學研究中心研究員暨制度與行爲研究專題中心執行長、中央研究院人文社會科學研究中心助研究員、中央研究院人文社會科學研究中心副研究員、以及中央研究院人文社會科學研究中心副研究員。賴孚權爲通訊作者 (uiuclai@gate.sinica.edu.tw)。作者感謝主編、二位審查人、及詹大千研究員之寶貴評論與修改建議, 文中任何疏漏或錯誤, 概由作者負責。

經濟論文叢刊 (*Taiwan Economic Review*), 51:3 (2023), 285–357。
國立台灣大學經濟學系出版

臺灣大學學術期刊資料庫

療用藥的開發等面向基本上是生物學、化學、醫學等科學領域的議題, 但因疫情大流行的影響又深又廣, 即使是科學 (*Science*), 新英格蘭醫學期刊 (*The New England Journal of Medicine*), 刺胳針 (*The Lancet*), 或工程 (*Engineering*) 等科學期刊也都刊載了一些人文社會科學面向的文章。由於 COVID-19 相關的學術論文數量十分龐大, 本文只能就各種領域中的優良期刊, 擇要挑選部分的公衛與經濟觀點並略及部分人文社會科學之論點, 提供讀者一個鳥瞰式的擇要文獻回顧,[1] 並期待能藉此深思疫情所帶來的教訓。[2] 由於 COVID-19 疫情乃是由全新的病毒所造成, 因此, 相關的學術討論主要是在醫學與公衛期刊展開, 因爲人類如何對抗全新的流行病, 包括救治與預防措施, 還是需要科學家就其專業做出判斷與建議, 經濟學家初期多爲討論疫情與封鎖對經濟的衝擊與如何紓困並確保經濟活動的運行。即使後來進入疫苗研發階段, 也是率先由公衛學者提出疫苗的施打順序, 畢竟這些決策均須根基於專業的科學數據, 經濟學者少有這方面的專業訓練也就少了立論之著力點。但隨著疫情的進展, 政府的防疫措施 (如封鎖、限制移動、強制居家、強制戴口罩等) 是否合理, 是否侵犯人權隱私, 而人們的行爲反應又是如何 (如地域或種族歧視、轉換交通工具、居家工作與學習等) 皆是經濟學家可以探討並分析的議題, 因此各種研究成果大量出現。總之,

[1]本文如同最近三位經濟學者對 1918 年西班牙流感大流行 (1918 年 1 月至 1920 年 4 月) 所做的回顧, 均著重在公衛與經濟影響 (Beach, Clay, and Saavedra, 2022)。該文討論了 1918 年流感大流行的起源、傳播、防疫及持續時間, 也回顧了當時可用的資料 (顯然比 COVID-19 可用資料少且較不精準), 以及大流行對經濟的影響。結果發現 1918 年流感大流行對人類健康的影響是巨大的且廣泛的, 甚至是長期的, 例如 1918 年在子宮內的那個世代, 長大後的健康狀態較差, 社會經濟地位也較低。另外, 1918 年流感也導致經濟收縮, 減少了 GDP 和就業, 但證據顯示經濟大約在 3 年後恢復, 這或許可以給我們對 COVID-19 疫後的展望帶來更充分的信心。巧合的是作者認爲 1918 年流感和 COVID-19 的一個主要差異是當時仍處於第一次世界大戰 (1914 年 7 月 28 日至 1918 年 11 月 11 日) 時期, 戰爭對經濟的衝擊很難和流感對經濟的衝擊做出區隔。但就在該文章發表當下, 正好發生俄羅斯與烏克蘭戰爭 (顯然作者定稿時, 俄烏戰爭尚未發生), 也引發了能源價格暴漲, 以及因各國對俄羅斯的經濟制裁導致的通貨膨脹。這使得 COVID-19 大流行和 1918 年流感大流行對經濟的衝擊都很難與同時發生的戰爭衝擊區分開來。

[2]有關 COVID-19 的議題, 涵蓋的範圍非常多, 在有限的篇幅中, 我們只能重點討論疫苗、經濟衝擊、環境衝擊、居家辦公 (學習)、以及實時訊息與隱私, 最後略提疫後展望。其他略過的議題並非不重要, 如貨運斷鏈、塞港、通貨膨脹等議題, 只是本文目前篇幅已經偏長, 只能暫予割捨。

臺灣大學學術期刊資料庫

公衛與經濟的研究分野與疫情的進展及議題的面向有關, 應該說是各有所長。本文的行文軸線約略沿著疫情的歷程展開, 並旁及相關時空之議題, 所以不會特別區分成公衛議題和經濟議題, 只是各項議題或多或少有學科群聚之現象。關於公衛學者與經濟學者如何分工合作以應對 COVID-19 的大流行可以參考一位流行病學家的文章 (Murray, 2020)。[3]

2019 年冬在武漢地區開始零星發現一些不明肺炎的案例,[4] 之後案例愈來愈多, 但一直到 2020 年元月 23 日當局突然宣布武漢封城, 才讓世人明白這是一場極爲恐怖的疫情, 但由於此時尚未蔓延全世界, 有些國家不免掉以輕心, 沒有及時阻斷疫情傳播鏈。[5] 2 月 11 日世界衛生組織 (World

[3]在 COVID-19 大流行後, *Journal of Economic Perspectives* 刊出了一篇波士頓大學流行病學專家 Eleanor Murray 給經濟學家看的文章, 她指出「⋯ 將經濟學技能應用於評估流行病學方法, 可能既不是最佳地利用經濟學專業知識, 也不是最有效的控制 COVID-19 的方法。」經濟學通常分類爲理論與實證的研究, 但流行病學的自然區別是應用 (或田野) 流行病學和學術 (或研究) 流行病學, 前者重於快速理解, 並基於不完整的數據、現有知識、和多一點的專家直覺來指導決策, 後者則試著通過更廣泛的數據收集、對輸入參數的仔細估計、及對不確定性的廣泛評估來完善和優化對疾病過程的更詳細了解, 因此需要更長的時間與更大的人力物力投資。具體來說基本傳染數 R_0 (參見 2.1.3 節中的詳細說明) 是在應用流行病學背景下模擬疫情走向的重要工具, 但在學術流行病學研究中卻很少用 R_0, 取而代之的是去測量接觸率和每次接觸的可傳播性, 以及接觸率的變化如何受到接觸類型及個體特徵的影響。Murray 認爲讓流行病學家預測疫情的確切軌跡, 類似於要求經濟學家幫你選股票, 這不是科學家的職責範圍。流行病學家能做的是在有限的數據下做出最壞情況的估計, 用以促使政府和個人採取行動。當然公衛學者缺乏經濟學的訓練, Murray 因爲缺乏對於超出流行病學範圍但仍對指導大流行反應至關重要問題的答案而感到沮喪, 我們認爲有關疫情對總體經濟運行、遠距經濟對勞動、健康的衝擊、各種物資供應鏈的複雜度與政府管制措施間的互相作用、國際貿易聯繫與稀缺醫療物資的供應等議題均有賴公衛學者與經濟學家的合作, 才有可能做出更合理與及時的防疫建議。但有趣的是, 目前經濟學者普遍運用的 difference-in-differences 方法, 最早就是由英國內科醫生, 現代流行病學之父 John Snow 在 1850 年代研究霍亂疫情所開發。或許我們應該更關注於兩個領域的相通之處並促進更多的對話與合作。

[4]由世界衛生組織成立的 The Independent Panel for Pandemic Preparedness and Responses 在 *The Lancet* 發表了一篇 COVID-19 大流行早期數月間的時間表 (Singh et al., 2021)。他們檢視了 6,494 篇相關的文章, 還原了每個事件的時間點, 用以釐清大流行發生的經過, 並據以修正未來應對大流行的準備以及爲修改世界衛生條例 (International Health Regulations, IHR) 提出建言, 該文提到最早經實驗室確認的病例是在 2019 年 12 月 8 日出現症狀。

[5]Chinazzi et al. (2020) 使用全球流行病與移動模型來估算武漢封城對減少疫情傳播的影響。結果發現在武漢封城當天大多數中國城市已經接待過許多受感染的旅行者, 但總體

臺灣大學學術期刊資料庫

Health Organization, WHO) 宣布該疫情是由冠狀病毒 (SARS-CoV-2) 所引起, 並定名爲 “coronavirus disease 2019”, 簡稱 “COVID-19”。不過疫情並未因各國的初步防疫措施而停止蔓延, 使得 WHO 不得不於 2020 年 3 月 11 日宣布 COVID-19 爲全球大流行。[6] 由於事發突然, 各地醫療院所人滿爲患, 病床嚴重不足, 加上醫療資源一時供應不及, 甚至染疫死亡者的遺體都來不及處理, 電視畫面充斥著宛如人間煉獄般的場景。由於 COVID-19 乃屬新型病毒引起, 無特效藥可用, 一開始也不清楚如何治療, 只能採用支持療法, 因此死亡率居高不下。此一時期最重要的議題是緊急醫療資源不足, 包括口罩、呼吸機、氧氣、防護衣、急診和重症床位等, 相關文獻有 Smith and Judd (2020), Emanuel et al. (2020b), Schmidt (2020)。稀缺資源如何有效分配本來就是經濟學家所關心的議題, 這部分將是本文第一個分析重點。

在疫情大爆發的同時, 各國政府也針對受疫情影響的產業及個人提供特別紓困方案, 由於個別行業受創情況不同, 因此, 紓困順序及力度, 政府都需要鑑別, 但因情況緊急, 很多民衆等不下去, 乃至於有普發應急現金的刺激方案。但封城防疫和刺激經濟終究是相互牴觸的, 所以企業改採居家辦公, 學童改爲居家學習, 個人改採網購, 整個世界經濟型態被徹底顛覆, 並持續至今。疫情的經濟衝擊是本文第二個分析重點。

值得一提的是, 許多評估 COVID-19 影響的經濟類文獻, 利用了 difference-in-differences 模型進行評估。一般來說, 若只是觀察受事件影響的群體 (實驗組) 在特定外生事件發生 (例如疫情) 前後發生的變化, 往往難以確認該變化是直接來自特定外生事件的衝擊, 亦或來自於其他同一時間發生但而未被學者觀測到的其他事件 (例如固定在每年春季出現的消費或空污變化)。爲了減輕這樣的疑慮, 在標準的 difference-in-differences 模型中, 研究者除了計算所關心的變數在受事件影響的群體 (實驗組) 於外生事

來說, 封城措施讓中國的疫情延後了 3–5 天。而在國際影響方面, 在武漢封城前, 各國境外輸入案例中 80%是來自武漢, 但禁令發布後, 貢獻 80%國際境外輸入案例的前三大城市則變爲上海 (28.1%)、北京 (14%)、深圳 (12.8%)。

[6] SARS-CoV-2 病毒隨後又發展出各種變異種, 包括 Alpha 變種 (即英國變種), Beta 變種 (南非), Gamma 變種 (巴西), Delta 變種 (印度), 以及 2021 年 11 月才於非洲南部波扎那出現的 Omicron 變種。進入 2022 年之後全球新冠疫情皆以 Omicron 變種爲主, 其特徵是傳播速度非常快, 但重症比率相當低, 因爲病毒多侵犯上呼吸道, 較少入侵肺部。

臺灣大學學術期刊資料庫

件發生前後產生的變化, 亦計算未受事件影響的群體 (控制組) 在同一時間區段產生的變化。透過比較實驗組與控制組彼此變化的差異, 移除在同一時間發生但而未被學者觀測到的其他事件所造成的影響。[7]

由於在 difference-in-differences 模型中, 控制組的變化協助「近似」實驗組在「未被事件影響下」的潛在變化, 故控制組的選擇相當重要。在說明控制組的選擇具備近似實驗組之適當性時, 一般會檢驗控制組與實驗組在事件發生前是否符合平行趨勢假設 (parallel trends assumption)。另一方面, 由於疫情會衝擊到社會的各個層面, 較難在疫情間找到完全不受到疫情影響的控制組, 故在前述評估 COVID-19 影響的文章中, 許多採用未受疫情影響之年份做爲控制組 (Chang, Meyerhoefer, and Yang, 2021; Chen, Qian, and Wen, 2021; Chen, Yang, and Yang, 2022; Contini et al., 2021; Engzell, Frey, and Verhagen, 2021)。另外, 亦有研究使用未採用特定政策的地理區域做爲控制組 (Chetty et al., 2020), 或用 difference-in-differences 的模型設計比較不同特徵的群體, 以檢視這些群體受到疫情衝擊的差異是否會受到特定因素影響, 例如可居家工作程度的高低 (Bai et al., 2021; Mongey, Pilossoph, and Weinberg, 2021) 或是家庭社經地位差異 (Bacher-Hicks, Goodman, and Mulhern, 2021; Jæger and Blaabæk, 2020)。最後, 許多文章在說明 difference-in-differences 的模型具備適當性時, 會

[7] Difference-in-differences 方法最早是由英國內科醫師兼公衛學者 John Snow 在 1850 年代所發展出來的。以下參考 Caniglia and Murray (2020) 的介紹, 提供不熟悉此方法的讀者一個最直觀的理解。John Snow 發現在 1849 年倫敦霍亂爆發時期, 兩家自來水公司 (Southwark and Vauxhall Company 和 Lambeth Water Company) 服務地區的霍亂死亡率特別高 (分別是 1,349 人/每十萬人以及 847 人/每十萬人), 這兩家公司都是從泰晤士河取水, 且取水口均位於城市汙水排放口的下游。到了 1852 年, Lambeth 公司將取水口移動到城市汙水排放口的上游, 這就產生了一種「自然實驗」, 使得 John Snow 得以驗證其「霍亂是由水傳播」的推論。他發現到了 1854 年, Southward and Vauxhall 服務地區的霍亂死亡率增加爲每十萬人 1,466 人 (增加 118 人/每十萬人), 而 Lambeth 公司服務地區的霍亂死亡率則降爲每十萬人 193 人 (減少 653 人/每十萬人)。如果 Lambeth 公司的取水口維持不變 (反事實), 則霍亂死亡率也必然較 1849 年增加, 但實際上死亡率卻下降, 因此可以計算出 $(193 - 847) - (1466 - 1349) = -771$, 即通過取水口移動可減少霍亂死亡數每十萬人 771 人。在上述例子中, Lambeth 公司因取水口移動, 所以其資料屬於實驗組, Southwark and Vauxhall 因取水口不變, 所以其資料屬於控制組。有關更多 difference-in-differences 方法的介紹, 可參見 Card and Krueger (1994), Bertrand, Duflo, and Mullainathan (2004) 以及 Angrist and Pischke (2009)。

臺灣大學學術期刊資料庫

使用安慰劑測試 (placebo test) 檢驗所估計的效果的確來自於特定事件而非來自模型設定, 例如 Chetty et al. (2020) 在研究發放補助金的振興效果時, 利用大量虛假的發放時間估計虛假的發放效果來強化其利用真實發放時間所估計的效果具備統計及經濟顯著性, 而 Chang, Meyerhoefer, and Yang (2021) 也利用過去未有疫情的年份 (2017–2019), 置入在 2020 年不同日期的確診個數, 估計安慰劑效果, 進一步強化實證模型的結果。

疫情對環境也產生衝擊, 由於各國實施強度不一的限制行動措施, 同時人們也會考量防疫而自我約束, 這些都使得各種經濟活動與生產活動大幅降低, 因此, 污染排放也相應減少, 特別是在空氣汙染方面特別明顯, 但因疫情而大增的醫療廢棄物則增加對環境的危害。另外也有研究指出原本汙染程度較高的地區, COVID-19 患者的致死率也會較高 (Isphording and Pestel, 2021), 顯然會住在原來就屬於汙染程度較高區域的居民, 往往都是社經地位較低的群體 (Zhang, Li, and Khanna, 2021), 因此, 疫情對環境的衝擊也顯現了某種不平等。

在醫療場景之外, 各國政府對於正常人的活動均有所限制, 包括停班停課、人群易於聚集或接觸的營業場所關閉、外出必須戴口罩並維持社交距離, 嚴重者甚至實施全體市民不得外出 (封城)。一時間人們如坐牢籠, 見不到未來, 抑鬱苦悶可想而知。此時各國也展開 COVID-19 疫苗研製 (McAdams et al., 2020), 包括 Pfizer-BioNTech, Oxford-AstraZeneca, Moderna, Novavax, Janssen 等藥廠, 一直到 Pfizer-BioNTech 在 2020 年 12 月宣布完成全球首劑 COVID-19 疫苗[8] (隨後 Oxford-AstraZeneca 也宣布開發成功), 於是疫情發展進入下一個階段, 此時各國需求疫苗孔急, 但廠商生產量不足, 於是各國政府各顯神通, 拼命從全球有限的疫苗供給中搶到更多的疫苗來爲其本國國民接種, 疫苗生產國則扣留要分送給他國的疫苗, 轉而讓其國民優先接種, 這就是所謂的疫苗民族主義 (vaccine nationalism)。當然如何分配少量疫苗給國內民衆 (疫苗施打之優先順序) 也成爲各國政府必須做出的困難決策。與此同時, 學術界已經發現疫苗在已開發

[8]美國總統當選人拜登於 2020 年 12 月 22 日在其家鄉德拉瓦州施打第一劑 Pfizer-BioNTech 疫苗, 2021 年 1 月 11 日又施打第二劑。2021 年 9 月 27 日在白宮接種第三劑。2022 年 3 月 30 日施打第四劑。但拜登總統仍於 2022 年 7 月 21 日確診, 只是症狀輕微, 也服用輝瑞新冠口服新藥 Paxlovid。

臺灣大學學術期刊資料庫

國家和開發中國家之間的巨大差異, 各國內部也有種種分配不平等的問題, 學術界也同時提出各種不平等的觀察, 包括 Li and Shakib (2020), Matrajt et al. (2021), 以及在不同群體間如何的分配問題, 如 Brown and White (2020), Emanuel et al. (2020a), Goldstein, Cassidy, and Wachter (2021), 及地域之間的不平等, 如 Cole et al. (2021), 另外, Li and Shakib (2020) 發現社會經濟地位高低顯著影響健康的表現。COVID-19 確診率在空間分布上也是不均等的 (Yang et al., 2021)。Bertsimas et al. (2020) 提出一種演算法使得優化疫苗分配和模擬大流行動態之間進行迭代。結果發現優化後的疫苗分配可以在三個月內將大流行所造成的死亡人數減少約 10%–25%。

在疫情前期, 各國政府以阻斷傳播鏈爲主要目標, 配合封城, 禁止長途移動,[9] 維持社交距離等措施來減緩疫情, 而疫情相對輕微的國家則實施嚴格疫調, 擴大匡列隔離, 並實施必要的快篩與核酸 (PCR) 檢測,[10] 目標是清零。但到了 2022 年第二季, 許多國家的疫苗覆蓋率已達 7 至 8 成, 爲了快速恢復正常生活, 很多國家已經不再公布每日病例數, 這表示這些國家已經將 COVID-19 視同流感化, 亦即將與病毒共存, 特別是 2022 年起多爲 Omicron 變種, 傳染力極強但重症率極低, 再加上防疫生活已經二年多, 無論政府或人民或多或少都有防疫疲勞 (pandemic fatigue), 目前尚以清零爲目標的國家已屬少數,[11] 我國也於 2022 年 10 月 13 日起解除邊界管制並與

[9]Mangrum and Niekamp (2022) 研究顯示, 美國大學通常在每年 2 月到 4 月之間安排春假, 但因美國疫情在 3 月中之後大爆發, 所以春假較早的學校如期放假, 學生返家或出遊, 而春假較晚的學校則因學校停課, 於是放假後便沒回校園。結果作者發現那些春假較早的學校所在郡, 在學生回校後 COVID-19 感染病例大幅提升, 特別是那些經由機場前往紐約市或佛羅里達等地比例較高的郡, 其病例上升程度更大。這顯示 COVID-19 對年輕人的威脅雖然較輕, 但透過學生的旅行足跡與事後病例爆發的現象, 可知學生可能帶來二次傳播並進一步傷害附近社區。

[10]又稱核酸檢測, 全名是「反轉錄聚合酶連鎖反應」(reverse transcription-polymerase chain reaction, RT-PCR), 它是將一條 RNA 反轉錄成互補 DNA, 再用 DNA 聚合酶反覆催化 DNA 複製, 經過多次複製 (放大) 即可將原本很難測量的微量 DNA 放大到可以用螢光技術加以偵測的程度。如果需要放大的次數 (直到可以偵測的臨界程度) 很多, 代表病毒量很低。相反地, 若病毒量很高, 所需放大的次數就不需要太多。此一臨界值被稱爲 Ct 值 (cycle threshold value)。例如, 我國用 $Ct \geq 34$ 作爲解除隔離的標準, 代表病毒需放大了 2^{34} 倍才偵測得到。通常 Ct 值大於 30 其病毒量就低到不具有傳染力了。

[11]所謂的防疫疲勞按照 World Health Organization. Regional Office for Europe (2020) 的定義是「對於遵循被推薦的保護行爲的消極情緒, 隨著時間的推移後逐漸出現, 並受到

臺灣大學學術期刊資料庫

病毒共存。針對政府在疫情期間對人民行動的各種管制措施的合理性與合法性分析則爲本文的第三個重點。

隨著疫苗與治療用藥的持續供應, 人類終將戰勝 COVID-19, 而經過這一次絕無僅有的大流行之後, 人類也將學會如何應對下一個未知的大流行。由於 COVID-19 大流行對世界各國, 各行各業, 不同族群, 不同性別, 不同年齡均有廣泛且差異化的影響, 這使得國際學術期刊充滿了各式各樣的相關探討。我們僅就主流學術期刊上之公衛與經濟觀點擇要回顧, 特別著重在各種不平等的面向, 這是社會科學領域學者必要的學術關懷。希望能藉此文獻回顧來汲取教訓, 爲下一次危機做「超前部署」。

2 各種醫療物資的分配實施與機制

在疫情初期, 並無疫苗及特效藥品, 所以對抗 COVID-19 的可用工具是維持社交距離, PCR 檢測, 病例隔離, 以及接觸者追蹤 (O'Connell and O'Keeffe, 2021), 一旦染疫, 則只能先給予病患支持療法, 呼吸困難者給予呼吸機, 其他症狀則給予相應的症狀治療藥物。疫情初期, 口罩是一般人對抗病毒的最重要設備, 但此時庫存的醫療口罩迅速被搶購一空。平時廉價的口罩此時被各國政府視爲戰略物資, 許多國家甚至拿口罩來鞏固外交關係。而在染疫者方面, 由於 COVID-19 病毒會攻擊患者肺部, 使其無法順利呼吸, 並迅速惡化, 而呼吸機及氧氣供應很可能是解救重症病患最迫切需要的裝備, 但呼吸機及氧氣平時儲備就不足, 當大量患者湧入醫院時, 醫生有時必須面臨扮演上天 (仲裁者) 的角色, 困難地決定誰可以活下去。美國政府甚至徵用通用汽車公司之生產線, 臨時改裝並生產呼吸機以應急。疫情初期, 各種環境消毒與清潔皆需使用酒精, 但在恐慌性需求下, 市面上一時

多種情緒、經濟和看法的影響」。人民遵照政府指示或要求, 改變原來日常的行爲, 時間一久自然會有彈性疲乏, 也容易引發對執政當局的不滿。Petersen et al. (2021) 在西方八個民主國家所做的調查發現, 防疫疲勞感會隨著時間的推移和封鎖的嚴重程度而增加, 但也會隨著 COVID-19 死亡人數的增加而降低。同時, 防疫疲勞也會引發更廣泛的民粹主義情緒和對政治精英的不滿。最近的例子如上海於 2022 年 3 月 28 日起以黃浦江爲界, 分浦東、浦西兩區「靜態管理」, 甚至地鐵也全面停運, 而且因爲管理不當, 糧食供應短缺, 引發許多衝突。這使得其他大城市當有零星確診案例出現時, 市民即瘋狂囤積食物, 以免當局封城時被斷糧。

臺灣大學學術期刊資料庫

也很難買到酒精。另外, 2022年第二季時 Omicron 大爆發時, 快篩試劑也極端不足, 政府也採用實名制銷售快篩試劑, 後續試劑大量到貨之後才解除實名制的銷售方式。[12]

經濟學上處理資源分配的方法有許多種, 最主要的方式是按照市場機制, 由價格訊號自動引導供需雙方的生產與消費並達成均衡, 這也是一種最有效率的資源分配方法, 但前提是必須在沒有外部性, 沒有公共財性質的情況下才能達成最有效率的分配。但有時市場機制也會面臨挑戰, 例如當房租水準太高時, 政府面對民意的反彈, 可能會設定房租上限 (價格管制)。又如在戰爭時期, 物資供應極端匱乏的情況下, 若按市場機制運作, 則可能只有少數富人有辦法以天價獲得必要物資, 所以一般在戰爭或其他特殊時期, 政府會採用配給制度 (同時管制價格和數量), 使得人人均可獲得一份最低數量的必要物資。另外, 有些物資雖非民生必需品, 但因數量過少, 有時可以採用排定資格順序來減少需求量, 例如公司的停車位有限, 可能限定只有經理級以上的員工才能停放他們的車輛。而在 COVID-19 大流行下的相關物資分配卻和上述情況不同, 首先是疫情初期的緊急醫療資源, 例如重症患者需要的呼吸機及抗病毒藥物、第一線醫護人員的 N-95 口罩、防護衣及面罩、一般人使用的醫療級口罩等物資, 在疫情初期這些物資往往是有錢也買不到, 所以無法靠市場機制來解決。[13] 而且這些物資和前面一般性物資最大的差別是有即生, 無即死的差距, 這使得有權力決定誰可以使用該物資的人, 例如重症病房的醫生, 必須做出誰可以存活, 誰必須被放棄的上天 (仲裁者) 決策。這無疑是一個嚴肅而困難的決策, 卻是第一線醫療單位每天必經的煎熬。此時政府及時介入此類醫療資源的分配, 是必要且合理的, 同時也可以減輕第一線重症醫生的心理壓力。到了疫情中期, 疫苗研發成功後, 馬上面臨疫苗如何分配的問題, 一方面是富有國家捧著大筆現金直接搶購數倍於其國家人口數的疫苗劑量, 一方面是開發中國

[12]許多便宜的快篩檢測是通過檢測 SARS-CoV-2 顆粒表面的特定蛋白質 (抗原) 來發揮作用。但這種方式不會放大樣本中的內容, 因此, 只有當病毒在人體內的數量高到某一程度時才能偵測到。當 Ct 值在較高水準時, 此種抗原檢測的敏感性會降低。因爲 PCR 檢測時間較長, 對於一些發展中國家或需要快速且大量篩檢的單位, 如監獄、收容所、學校、大學等, 大規模快篩的應用仍有助於管控疫情的傳播 (Guglielmi, 2021)。

[13]台灣在疫情初期便管制口罩出口, 並依照既有的健保系統, 實名制配售口罩, 一開始每人每週只能購買 2 個口罩, 後來隨著產量增加而逐步放寬, 最後完全回歸市場機制。

臺灣大學學術期刊資料庫

家因搶不到疫苗而使疫情失控的窘境。如果不是 WHO 和聯合國兒童基金會 (United Nations Children's Fund, UNICEF) 出面邀請許多組織成立疫苗獲取平台, 提供開發中國家最低程度的疫苗數量, 讓這些國家至少可以保護其第一線醫護人員, 情況可能更糟糕。最後, 有一些醫療物資本身就可能具備正的外部性, 如口罩, 適當的佩戴醫療級口罩可以降低病毒的傳播速率, 保護未受感染的人群 (參見 Brüssow and Zuber (2022) 的綜合性回顧), 這也是許多國家在疫情期間強制要求國民在特定場所必須配戴口罩的原因。同時, 政府也須積極確保足夠的口罩供應。但也有許多人卻將是否戴口罩視爲個人自由, 認爲限制公民自由比病毒感染更具傷害性, 因而不願接受強制戴口罩的政府防控指令。另外, 疫苗也具有正的外部性, 除了保護自己, 只要達到一定人口比例的民衆施打過疫苗, 即可達成群體免疫的結果。以下將就一些醫療物資的分配機制與後果詳加敘述。

Emanuel et al. (2020b) 整理以往流行病和其他在稀缺環境中分配資源的建議, 發現主要集中在四個基本價值觀: (i) 最大限度地利用稀缺資源產生的利益; (ii) 平等對待人民; (iii) 促進和獎勵工具價值 (例如, 優先考慮可以拯救他人之人, 或是過去曾拯救過他人之人); (iv) 優先考慮情況最糟糕之人。這些價值觀都是令人信服的, 但如何公平分配, 仍需要一個多元價值的倫理框架, 並據此框架來做資源和環境的調整。他們提出六大具體建議, (1) 最大化 [醫療資源的] 利益, 這意味著經由治療可以康復的人, 比那些即使接受治療也不太可能康復, 及未經治療即可能康復的人更具優先權。同理, 從較早到達的患者那裏撤回呼吸機以支持預後 (prognsis) 較好的患者是合理的, 雖然臨床醫生可能拒絕如此做。(2) 有關 COVID-19 的關鍵干預措施, 包括檢測、個人裝備、加護病房病床、呼吸機和疫苗, 應優先給一線醫護人員和其他照顧病人並維持關鍵基礎設施可以順利運作的人, 特別是那些有高感染風險者。但優先關鍵人員資格不宜浮濫, 否則將破壞人民對分配框架的信任。(3) 對於預後相似的患者, 應通過隨機分配 (如抽籤) 而非先到先得的分配過程來實施。(4) 優先指南應該對不斷變化的科學證據做出反應。(5) 參與研究以證明疫苗和療法安全性和有效性的人應該被優先考慮, 以資鼓勵。(6) COVID-19 患者和其他疾病患者之間在分配稀缺資源時應該沒有區別, 例如, 一名患有過敏性休克急需插管和呼

臺灣大學學術期刊資料庫

吸機維持生命的醫生, 其優先性應高於非一線醫護人員的 COVID-19 患者。Emanuel et al. (2020b) 認爲政府應該基於上述建議做出醫療資源的分配指導原則, 以減輕醫生的 [心理] 負擔並確保平等地治療所有病患。如同經濟學家對效率和公平均認爲很重要, 但孰先孰後就頗爲爭議。平心而論, Emanuel et al. (2020b) 的四大基本價值與六大具體建議, 並非各自獨立, 甚至可能彼此衝突, 考量該文發表在疫情初期階段 (2020年5月), 各國政府均手忙腳亂地應對疫情, 這幾位頂尖學者率先提供應對方向, 確實起到指導大方向的作用, 但實際的執行層面仍需各國政府進一步完善各項細節, 並調和其中可能的衝突。

2.1 疫苗

2.1.1 疫苗的研發和生產

由於 SARS-CoV-2 是全新病毒, 人體並無抗體, 因此, 要預防感染並減輕疫情對人們生活與經濟活動的影響, 疫苗的研發與大量供給是一個必要的途徑。鑑於 COVID-19 疫情肆虐全球, 2020年由流行病防範創新聯盟 (Coalition for Epidemic Preparedness Innovations, CEPI)、全球疫苗免疫聯盟 (Global Alliance for Vaccines and Immunization, GAVI)、WHO 與 UNICEF 一同發起成立 COVID-19 疫苗全球獲取 (COVID-19 Vaccines Global Access, COVAX) 平台。該平台是一項目標爲募集資金以資助可能成功的候選疫苗以期加快研發時程, 同時讓全世界公平獲得 COVID-19 疫苗的平台。截至2021年初, 已有192國加盟 COVAX, 該平台將向參與國提供20億劑經 WHO 認證之疫苗。[14] COVAX 根據 WHO 所制定的指導原則, 分兩個階段來分配疫苗, 在第一階段中各參與國按照人口比例接種疫苗, 直到覆蓋其總人口之20% (第一階段的中期目標是涵蓋總人口3%)。[15] 只有在第二階段 (即在所有參與國家都覆蓋了其總人口的20%之後), WHO 才會根據該國在 COVID-19 的負擔及其衛生條件能力進行有目標性的分配。(參見 Sharma, Kawa, and Gomber (2022) 及其引述之資

[14] 2021年9月8日, COVAX 宣布將此目標調降爲14.3億劑。

[15] 有關 COVAX 的法律架構和組成單位可詳見 von Bogdandy and Villarreal (2020)。

臺灣大學學術期刊資料庫

料, 如 WHO 出版之 Fair Allocation Mechanism for Covid-19 Vaccines Through the COVAX (2020))。

Eccleston-Turner and Upton (2021) 全面分析了 COVAX 的成就與不足。WHO 轄下的 COVID 獲取工具加速器 (access to COVID-19 tools accelerator, ACT-T) 的疫苗支柱 (pillar), 也稱爲 COVAX 支柱, 旨在確保最有希望的候選疫苗獲得足夠的資金支持, 使該支柱可以比任何個別國家組織更多樣化的候選疫苗組合。在此之前, 全新疫苗的最短開發周期是四年, 但 COVAX 最初設定在 2021 年底前部署 20 億劑的雄心目標。他們資助了 Moderna 和 Oxford-AstraZeneca 並最終在不到一年的時間便獲得成功。由於疫苗的生產既複雜又昂貴, 所以製造商若無很明確的前景是不會貿然投資的, 就算最後決定投資, 但時間上可能又延遲半年以上, 所以 COVAX 支柱在功效試驗之前就對製造產能進行風險投資, 以便盡快提高 COVID-19 疫苗的可用劑量。這種安排使得藥廠幾乎沒有風險。雖然 ACT-T 明顯地有利於藥廠, 但也成功地產生史上最快速的疫苗開發紀錄。不過, COVAX 也有很大的問題, 因爲各國參與 COVAX 平台時, 高收入國家必須預先出錢來保障其疫苗數量足夠爲其 20%人口提供注射, 而低收入國家則不需預付款項。然而因爲疫苗民族主義的干擾, 高收入國家對 COVAX 平台的支持並不全面。同時, 高收入國家爲了優先取得疫苗都傾向先和藥廠簽訂雙邊協議, 這使得 COVAX 只是全球市場上另一個爭取 COVID-19 疫苗的競爭對手而已。另一方面, Castillo et al. (2021) 認爲當疫苗被政府認證爲安全有效之前, 廠商通常不會將產能提升至商轉規模, 這使得從疫苗被批准到大規模施打之間產生至少 6 個月的延遲。所以政府可以在疫苗被核准之前與廠商簽約, 幫廠商承擔部分風險來提早獲得疫苗並即時拯救更多的生命。該文作者估計如果全世界疫苗產能從每年 30 億劑提高到 50 億劑, 則高收入國家疫苗接種速度將加快 4 個月, 但全世界的疫苗接種速度將加快近 9 個月!

由此可知在疫苗的發展過程中, 初期的生產階段能夠提供大衆的疫苗數量相當有限, 造成疫苗在市場上的稀缺性問題。因此, 關於如何適切地將疫苗供給分配予大衆, 一直是一個相當受到各方關注的議題。在這個關於疫苗供給與分配的議題上, 相關文獻主要著重從 (1) 全球市場中疫苗分配

臺灣大學學術期刊資料庫

的公平性; (2) 單一國家內疫苗分配的效率性; 與 (3) 單一國家內疫苗分配的公平性等三個層面分別進行探討。在探討跨國疫苗分配的公平性時, 文獻常以 (i) 疫苗是否能夠依照人口比例分配至各個國家; (ii) 是否能經由疫苗的分配降低國家間貧富差距所造成疫情衝擊差異; 或 (iii) 分配是否能依國家間疫情嚴峻程度差異進行調整等目標, 來衡量分配之公平性。而在單一國家內的分配效率性方面, 如何經由疫苗分配降低疫情所造成的 (i) 累積感染率或死亡率; (ii) 死亡人口數; 或 (iii) 人命損失年數 (years of life lost, YLL), 則是文獻主要使用的效率指標。最後, 針對單一國家內的分配公平性, 文獻主要基於分配過程是否從族群或地理差異上, 對 (i) 弱勢族群; 或 (ii) 疫情較嚴峻地區的居民優先提供疫苗, 作爲公平性指標。從上述文獻所使用的衡量指標而言, 疫苗的分配效率性高低是以全體居民或國民的角度進行分配結果評估。另一方面, 由於不同劃分方式 (如: 國別、地區、種族、工作任務等) 下的個別群體人口可能將受疫情有不同程度的影響, 公平性指標則評估, 疫苗分配是否有針對受影響程度較大的群體進行優先或保留配給。實務上執行疫苗分配時, 若能夠同時達成效率性及公平性目標將爲最佳。然而若無法同時滿足時, 如何從兩個目標中取捨, 文獻並無對此重要問題提供確切的分析及討論, 將留待未來進行探討。以下本文將從上述三個面向, 針對相關文獻的觀點與結果進行回顧。

2.1.2 跨國間疫苗分配的公平性

首先, 如何將疫苗公平地分配至全球市場中, 是疫苗分配過程的首要問題。然而在此問題上, 疫苗民族主義的發生造成分配的不公平。在過程中各個國家的政策都是優先爲其公民儲備疫苗, 而非從全球市場的角度公平地分配並共享疫苗。爲了避免如此的問題, 上文提及的 COVAX 倡議計畫即以加速發展與製造疫苗, 並保證疫苗能夠被公平地分配至各個國家, 以實現分別爲世界五大洲的 20%人口提供足夠的疫苗爲首要目標。von Bogdandy and Villarreal (2020) 針對疫苗民族主義和 COVAX 倡議的內涵與架構進行介紹, 並探討國際法在他們當中所扮演的角色。再者, Eccleston-Turner and Upton (2021) 參考探討 2009 年新型流感 (H1N1) 疫情時疫苗取得與分配的相關文獻, 並輔以 COVAX 倡議的政策文件與各國政府所持

臺灣大學學術期刊資料庫

立場與公開聲明, 發現儘管 COVAX 倡議計畫能夠有效促進疫苗相關的風險性投資, 進而加速疫苗的開發與生產。但疫苗民族主義將使得中低收入國家不容易享受到這些計畫所帶來的好處。

另一方面, 對於 COVAX 所制定全球性統一20%比例的分配首要目標, Herzog et al. (2021) 認爲如此的比例分配原則將與世界衛生組織戰略諮詢專家組 (strategic advisory group of experts on immunization, SAGE) 所訂定關於疫苗分配道德框架中的部分核心原則脫軌。SAGE 提出疫苗配置應符合以下六項核心原則: 增進人類福祉、平等尊重、全球公平、國內公平、互惠性與合法性, 以達成讓疫苗成爲公平保護與增進人類福祉的最大貢獻之目標。因此, 疫苗的分配應以最大限度地降低疫情造成的死亡發生和經濟面與社會面的傷害爲目標。雖然在某些面向下, 基於比例原則進行分配符合平等尊重原則, 但從其他原則來看卻不具正義性。據此 Emanuel et al. (2020a) 提出一個公平優先模型 (the fair priority model), 對疫苗的分配提供建議。此模型建議分配過程依照以下三個階段分別達成不同目標的方式來進行。首先, 第一階段的分配以每劑疫苗能夠減少最多的標準預期人命損失年數 (standard expected years of life lost, SEYLL) 爲標準, 來達到避免過早的死亡 (如: 青壯年死亡) 與其他不可逆轉的健康危害發生等目標。再者, 第二階段不僅持續以上述方式降低健康危害的發生, 並另以每劑疫苗能夠減少最多的貧困差距爲標準, 進一步達成減低人們因疫情造成的經濟衝擊與社會剝奪感。在最後一個階段的分配中, 應以地區和國家的傳播率爲標準, 使疫苗的分配能夠盡可能達成減少社區之間與國家之間的傳播發生, 並進一步以重啟疫情前的經濟與社會活動爲目標。此一公平優先模型不僅以減低疫情對健康的危害爲目標, 亦充分地將對弱勢群體的照護, 與對大衆的平等關懷等公平性理念體現於分配過程。Sharma, Kawa, and Gomber (2022) 進一步對 COVAX 倡議的疫苗分配機制之公平性進行探討。COVAX 倡議發起機構之一的 WHO 建議在疫苗仍然具有稀缺性的情況下, 經由以下兩階段進行分配: 首先, 對各個參與國家統一提供20%人口比例的疫苗供給。其次, 基於各個國家的疫情嚴峻程度與健康照護系統量能進一步進行疫苗的配置。針對第一階段的分配方式, 該文作者認爲應考量各國的實際需求與疫情的嚴峻程度進行疫苗分配 (例如: Emanuel et al.

臺灣大學學術期刊資料庫

(2020a) 建議之方式), 如此從道德層面而言將較比例分配法更爲公平。然而若納入可能的政治現實因素, 例如: 高所得國家若在第一階段無法取得疫苗便可能退出 COVAX 倡議計畫, 使得該計畫無法實行, 則比例分配方式將可能較上述方式更能減少死亡發生與降低貧困差距。最後, 對於公平性有不同的認知或參考點將可能制定出不同的公平性法則, 因此 Bolcato et al. (2021) 強調在疫苗優先分配原則的制定過程中應充分地進行多方協調, 並增進過程的透明度, 以使得各個參與國更能夠理解與接受所設定之分配原則。

2.1.3 單一國家內疫苗分配的效率性

在單一國家的疫苗分配問題中, 由於疫苗發展初期時廠商的供貨量與配送能力有限, 例如 mRNA 疫苗原先要求在零下 $70°C$ 環境中運送, 如此嚴苛的冷鏈條件是許多中低所得國家無法做到的。[16] 因此, 各國在此階段首重分配的效率性來降低疫情所造成死亡與重病的發生, 並進一步減緩疫情的擴散。由於如何衡量疫苗的分配效率性與其分配目標相關, 因此, 在分配前必須先就疫苗的分配目標進行制定。例如: 在疫苗發展初期, 英國政府主張優先分配疫苗給予感染新冠肺炎後死亡率最高的群體, 來降低因疫情所造成的死亡人口。基於此項主張所隱含的分配目標, Giubilini, Savulescu, and Wilkinson (2021) 從疫苗分配目標的可能內涵價值 (intrinsic values) 與工具價值 (instrumental values) 兩個面向, 提供制定目標時更多元化的考量方向。首先就內涵價值而言, 該文作者認爲 (1) 降低疫情造成的死亡人口; (2) 減少疫情造成的人命損失年數; (3) 提升疫情下的生活品質, 與 (4) 減少疫情造成的品質調整後之人命損失年數等, 皆是在制定分配目標時應考量之價值。再者, 就工具價值而言, 該文則認爲制定目標時應適當地將以下兩項價值納入考量: (1) 醫療保健系統的穩健性, 與 (2) 更爲廣泛的社會利益。然而如何權衡上述各項價值來制訂疫苗的分配目標, 則需要與目標相對應的道德價值做進一步判斷與取捨相。最後, 在完成疫苗分配目標的制定後, 即可基於該目標就不同的疫苗分配法則衡量其效率性。

[16]正因爲許多低收入國家的醫療基礎設施不足 (例如缺乏冷鏈設備), 無法適當保存疫苗, 使得疫苗生產廠商爲了避免疫苗被浪費掉, 因此, 早期優先提供給高收入國家更多的疫苗, 造成疫苗在國際間的分配極度不平均。

臺灣大學學術期刊資料庫

針對使用何種政策或工具來達成上述分配目標時, 文獻經常基於經典流行病傳播基本模型 (the SIR (susceptible-infected-removed) model) 及其延伸模型爲出發點, 了解疫情傳播過程的關鍵影響因素及可能原因, 進一步對疫情的控制方式與手段進行分析推論 (Bjørnstad et al., 2020a,b; Shea et al., 2020)。因此, 在介紹相關文獻的發現與推論結果之前, 本文先就此基本模型對疫情的傳播過程提供一個簡要的介紹說明, 以利讀者更能夠了解文獻的推論方式。

考慮一個具有人口數 N 的經濟體遭受病毒 C 攻擊, 且於疫情期初 ($t = 0$) 時, 該人口數中, 有 $S(0) > 0$ 的人口雖尚未受到病毒感染, 但對其不具免疫力, 因此可受到感染 (susceptible), 然而有 $I(0) > 0$ 的人口受到病毒感染 (infected)。此外, 有 $R(0) = N - S(0) - I(0) \geq 0$ 的人口對該病毒具免疫體質 (removed 或 recovered)。在這些初始條件下, 模型假設在單位時間內, 每位遭受感染人口會與 $a > 0$ 位其他人口接觸, 且每位可受感染的被接觸人口有 $p > 0$ 機率受到傳染。再者, 每位遭受感染人口在單位時間內, 模型假設有 $\beta > 0$ 機率康復且從此之後對病毒具免疫力。因此, 於任一時點 $t > 0$, 若 $\beta = 0$ 時, 每位遭受感染人口的單位時間期望傳染人口數爲 $a \times p \times S(t)/N$, 其中 $S(t)$ 爲時點 t 的可受感染人口數。此外, 此模型設定下, 病毒的基本再生數 (basic reproduction number, R_0), 即當不存在具免疫力人口時, 一位遭感染者在單位時間內將病毒傳遞予他人的期望人口數爲 $R_0 = a \times p/\beta$, 而在任一時點 $t \geq 0$, 病毒的有效再生數 (effective reproductive number, R_t^e) 則爲考量經濟體中存在有免疫人口時, 在單位時間內一位遭感染者將病毒傳遞予他人的期望人口數, 即爲 $R_t^e = R_0 \times S(t)/N$。令 $\alpha = a \times p/N$ 爲病毒的期望傳播率, 則在上述設定下, 圖 1 呈現任一時點 $t > 0$ 的可受感染人口數、遭感染人口數 ($I(t)$) 與具病毒免疫性人口數 ($R(t)$) 分別的變化過程, 且此過程可用以下微分方程進行描述:

$$S'(t) = -\alpha S(t) I(t); \tag{1}$$

$$I'(t) = \alpha S(t) I(t) - \beta I(t); \tag{2}$$

$$R'(t) = \beta I(t)。 \tag{3}$$

臺灣大學學術期刊資料庫

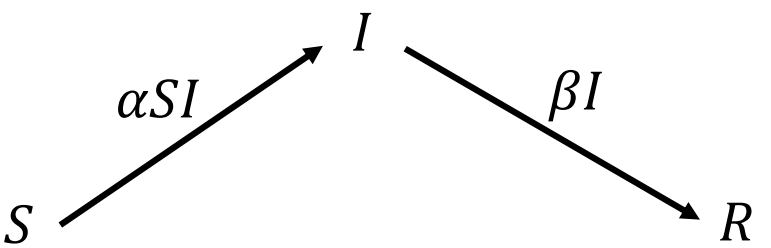


圖 1: SIR 模型各群體人口變化過程

此設定隱含 $R(t) = N - S(t) - I(t)$ 等式依然成立。因此, 此模型使用三種狀態 (可受感染、遭受感染與康復具病毒免疫力) 對每位人口進行描述, 其中在每一時點下, 每位人口被歸類於特定一種狀態的人口數中。再者, 由上述方程式 (1) 可以得知, 隨著疫情發展 $S(t)$ 將明顯地隨之下降。方程式 (2) 則隱含在疫情初期, 若可受感染人口數多使得有效病毒再生數超過 1 (亦即, $R_0^e > 1$) 時, $I(t)$ 將隨疫情發展而上升, 但隨著時間推移使得可受感染人口數下降使得 $R_t^e \leq 1$時, $I(t)$ 將轉而遞減。此外, $R(t)$ 將隨著疫情時間而上升。由此可知疫情發展開始時, 遭病毒感染人口數將會隨之增加, 使得疫情加劇。但隨後因具免疫力人口數的上升及可受感染人口數減少, 遭病毒感染人口數將隨之下降, 亦即隨時間經過疫情將獲得趨緩。由於此組微分方程式並不存在封閉解 (closed-form solution), 因此, 常使用數值模擬方式對模型進行完整分析。再者, 藉由相關人口與公共衛生資料校準模型參數, 我們將能夠基於模型動態過程, 估計疫情在特定地區造成的總遭感染人數。另一方面, 若將模型擴充考量遭感染人口除轉變至康復並產生免疫力狀態外, 亦納入可能轉變至死亡狀態, 則將能夠進一步估計疫情在特定地區造成的總死亡人數及人命損失年數。

從上述說明可以發現, R_t^e 是否大於 1 爲在模型中判斷疫情是否加劇或將退去的一項關鍵指標。因此, 我們能夠從下列病毒有效再生數 R_t^e 的分解式, 對政府如何利用相關防疫政策與工具對疫情進行控制。

$$R_t^e = \frac{a \times p \times S(t)}{\beta \times N}。 \tag{4}$$

基於此分解式我們可以發現, 政府將能夠使用相關政策工具, 減少遭感染

臺灣大學學術期刊資料庫

者的接觸人口數 a 或可受感染人口數 $S(t)$、降低與遭感染者接觸下的被傳染率 p, 以及增加病毒免疫人口數 $R(t)$ 或康復率 β, 使得疫情獲得控制並近一步趨緩。例如: 使用隔離政策能夠使 a 下降、增加疫苗接種率能夠使 $S(t)$ 與 p 降低, 且進一步增加 $R(t)$, 而強制戴口罩或增進個人衛生教育亦能夠減低被傳染率 p。再者, 研發並提供遭感染者抗病毒藥物或住院醫療將能提高 β。然而在政策的執行過程中, 雖然可能無法直接使得 R_t^e 值下降至低於門檻值 1, 但 R_t^e 值的下降將亦能夠減緩遭感染人口數的擴張速度, 進而避免醫療量能不足造成醫療崩潰。

在考量某人遭感染後, 病毒的潛伏期、不同處置方式 (居家隔離或送醫) 與造成死亡發生, 以及接種疫苗後產生免疫等可能狀態下, Bertsimas et al. (2020) 提出一種包含 12 種人口狀態的一般化 SIR 模型 (DELPHI-V-OPT (differential equations lead to predictions of hospitalizations and infections-vaccination-optimization) 模型), 將疫情對不同地理區域與不同年齡層造成的影響差異納入分析, 探討使得疫情所造成死亡人數最小化的最適疫苗分配問題。該文應用美國疫情期間的相關資料對模型進行校準, 並發展一項新的坐標下降演算法 (coordinate descent algorithm), 有效地在所提出的模型中求得最適的疫苗分配方式。該文的主要結果發現, 相較依照不同地理區域與不同年齡所形成之風險級別所佔人口數按比例分配疫苗而言, 所求得的最適分配方式下能夠降低在美國初期因疫情所造成的死亡人數約 10%至 25%, 或在三個月中降低約 10,000 至 20,000 的死亡人口數。其次, Kitagawa and Wang (2023) 考量在疫情衝擊下, 每位人口可能具有不同遭感染率及康復率, 且亦可能產生死亡, 據此提出一個兩期間異質互動式 (heterogeneous-interacted) SIR 模型, 並將個人社交網路互動可能造成的感染外溢效果, 納入疫苗最適分配問題中進行分析。再者, 並發展一項新方法來估計模型參數與個人化疫苗分配法則下的社會福利水準, 其中該文使用加權平均每位人口在第二期仍存活且無遭病毒感染的機率, 作爲社會福利水準的衡量指標。然而由於模型具高度複雜性而無法有效地求解疫苗的最適分配法則, 該文作者建議使用貪婪演算法 (greedy algorithm) 有效地求得近似的最適分配法則, 並刻畫此分配法則下的社會福利水準與最適社會福利水準之間差距的上限, 及其收斂速度。最後, 作者進一步基於模擬結果,

臺灣大學學術期刊資料庫

說明在處理疫苗分配效率性問題時個人社交網路資訊的重要性, 其中在疫苗發展初期, 疫苗稀缺性高時, 忽略個人社交網路資訊, 將僅會造成社會福利水準小幅度的下降。而在疫苗發展中期, 疫苗稀缺性降低時, 忽略個人社交網路資訊, 則會造成社會福利水準大幅度的下降。基於 Kitagawa and Wang (2023) 提及使用個人資訊促進達成疫苗分配目標, 相關文獻並無進一步就爲增進疫苗分配效率性時, 個人資訊使用的合理性議題進行更深入的討論。然而針對公平性目標而言, 下一節所回顧的文獻中僅 Schmidt et al. (2020c) 提及, 若疫苗分配過程需使用種族相關資料, 則應參照各地區法律層面之容許性與限制。因此, 爲增進疫苗分配效率及公平性, 或預防疫情擴散時, 個人資訊使用合理性議題將值得未來進一步探討與補充。

類似地, 在考量疫苗生產初期供貨有限的情況下, Bubar et al. (2021)、Buckner, Chowell, and Springborn (2021)、Goldstein, Cassidy, and Wachter (2021) 與 Matrajt et al. (2021) 探討針對何種群體優先提供疫苗最能夠降低疫情所造成的影響。一般而言, 所謂的特定優先群體, 不外乎是最容易受感染的群體, 或最容易造成疫情傳播的群體。由於基於過去文獻發現年齡與個人易受感染性、重症發生率和死亡率等皆有顯著相關性, Bubar et al. (2021) 提出一個基於年齡分層 (age-stratified, 亦即不同年齡層可能具有不同的受病毒感染率、傳播率與康復率) 且病毒感染具潛伏期的 SIR 模型, 並對五種不同的疫苗優先分配法則 (孩童與青少年優先、20 至 49 歲成人優先、20 歲以上成人優先、60 歲以上長者優先, 與不分年齡全面進行分配) 進行比較。文章主要結果發現針對不同分配目標應採行不同的優先分配法則, 其中 (1) 若期望有效的阻斷疫情的傳播, 並將累積確診率降至最低, 則針對 20 至 49 歲成人優先提供疫苗的分配法則將有最好的效果; 然而 (2) 若期望能夠將疫情所造成的死亡率與人命損失年數降至最低, 則應採行 60 歲以上長者優先分配的方式。該文進一步發現若能夠在疫苗提供前執行血清抗體檢驗, 並僅針對具陰性檢驗結果的個人提供疫苗, 則將能夠進一步增進上述五種優先分配法則的效率性。Goldstein, Cassidy, and Wachter (2021) 進一步針對一個非 SIR 型態的理論模型進行分析, 並分別輔以美國、德國與韓國的人口統計資料進行校準, 探討爲分別達成最小化疫情所造成的死亡人口數, 與最小化人命損失年數目標下, 相應之最適疫苗優先

臺灣大學學術期刊資料庫

分配原則是否具衝突性。主要結果證明並發現與 Bubar et al. (2021) 相同的一致結果如下: 優先分配疫苗予具高風險性之高齡長者不僅能夠降低最多死亡人口數, 亦同時能夠最小化因疫情造成的人命損失年數。而 Gandon and Lion (2022) 則發現, 若考量新冠病毒的變種行爲與對疫苗的適應性, 則相較優先提供疫苗予容易造成疫情傳播的群體, 優先提供具高風險性的高齡者不僅能降低累計死亡人口數, 亦能減低病毒的變種頻率。然而雖然經由減緩第二劑疫苗的接種, 來增加首劑疫苗的覆蓋率能夠減低累計死亡人口數, 但將產生較高的病毒的變種頻率。Castro and Singer (2021) 針對上述 Goldstein, Cassidy, and Wachter (2021) 之模型, 應用巴西的人口統計資料進行校準並提供進一步的分析。首先, 作者發現優先分配疫苗予高齡長者亦是較佳的分配方式, 其較優先分配予壯年人口的分配方式能夠降低多達五倍的死亡人口數。此外, 儘管在模型中考量在不同年齡的群體間, 疫苗具有不同程度的有效性, 依然能夠發現優先分配疫苗予高齡長者的方式, 能最小化疫情所造成的死亡人口數與最小化人命損失年數。然而作者認爲實際執行優先分配法則的過程中, 應進一步將外部因素, 例如: 部分優先群體拒絕接種與非優先群體插隊接種等因素, 可能對分配結果造成之影響納入考量。

另一方面, Matrajt et al. (2021) 發展一個基於年齡分層的一般化 SIR 模型, 其中考量遭感染人口可能具有不同程度症狀, 並針對在不同疫苗有效性與供給量的情境下, 分析以下四種不同分配目標的最適疫苗優先分配法則: 降低疫情造成的死亡人口、減少有症狀的感染人數、降低疫情造成之一般病房與重症病房的最大住院人數。主要結果發現若以最小化疫情造成的死亡人口數爲目標, 則當疫苗的有效性低時, 應優先分配予具高風險之長者。而在疫苗有效性高且供給量能夠涵蓋一半以上的人口數時, 則應優先分配予具高傳播性之族群與兒童。再者, 若以最小化有症狀的感染人數或一般 (重症) 病房最大住院人數爲目標, 則在疫苗有效性適中且供給量較少時, 應優先分配予具高傳播性之族群 (具高風險之長者) 與兒童。然而若疫苗供給量能夠涵蓋60%以上的人口時, 則無論分配目標爲上述何者, 皆應優先提供疫苗予具高傳播性之群體。

疫情不僅對不同年齡層之群體具有不同影響, 對不同工作類型之群體

臺灣大學學術期刊資料庫

亦具有差異化的影響, 例如: 多數運輸交通行業的受雇者與必要行業工作者 (essential workers) 並無法改採在家上班的工作方式, 因此, 較難保持社交距離, 進而有較高的染疫風險與傳播風險。相較 Bubar et al. (2021)、Goldstein, Cassidy, and Wachter (2021) 以及 Matrajt et al. (2021) 三篇文章探究疫情對不同年齡層群體具差異化的影響下, 最適的疫苗優先分配法則, Buckner, Chowell, and Springborn (2021) 進一步提出一個同時納入疫情對不同年齡層與不同工作類型之群體具有不同影響的一般化 SIR 模型, 並分析相應的最適動態疫苗優先分配方式。在使用美國疫情期間的人口統計資料對模型進行校準後, 作者發現在不同的分配目標下的最適動態疫苗優先分配法則如下: (1) 若分配目標爲降低新冠肺炎感染人口數, 則疫苗分配的優先順序爲: 年輕的必要行業工作者、年長的必要行業工作者、學齡兒童與青少年; (2) 若分配目標爲降低疫情造成的死亡人口數, 則優先順序爲: 所有必要行業工作者、高齡年長者、一般年長者; (3) 若分配目標爲降低疫情造成之人命損失年數, 則優先順序爲: 所有必要行業工作者、一般年長者、高齡年長者。再者, 在上述任何一種分配目標下, 相較按照群體人口比例進行分配, 相應的動態疫苗優先分配法則皆能夠顯著地改善分配的效率性。相似地, Ferranna, Cadarette, and Bloom (2021) 在考量疫情對不同工作類型之群體具有不同影響下, 提出一個具年齡分層的一般化 SIR 模型, 其中每個就業年齡群體進一步被劃分爲必要與非必要行業工作者兩個子群體, 並使用美國人口統計資料對模型進行校準。作者發現當疫苗具高度有效性的情況下, 則優先分配予年長者、其次是必要行業工作者的方式將能夠降低最多因疫情造成的死亡人口比例。再者, 若分配目標爲降低人命損失年數比例, 則在疫苗供給量低 (高) 時, 應優先將疫苗分配予必要行業工作者、其次爲年長者 (年長者及必要行業工作者)。然而若期望降低最多的感染人口比例, 則應優先分配予必要行業工作者。此些結果雖然與 Buckner, Chowell, and Springborn (2021) 之發現有些許不同, 但皆強調優先提供疫苗給予必要行業工作者的重要性。此外, 作者認爲若將疫苗分配的公平性納入考量, 則應進一步優先提供疫苗予必要行業工作者進行接種。另一方面, Agarwal et al. (2021a) 亦基於一個具年齡分層的一般化 SIR 模型, 分析在不同程度的抑制措施 (mitigation measures) (如: 維持社交距

臺灣大學學術期刊資料庫

離、強制戴口罩或居家工作等) 下, 針對特定群體優先提供疫苗的分配方式與提升疫苗接種速度兩者間對疫情的可能影響。主要結果發現, 相較無優先提供且僅按人口比例進行疫苗分配而言, 在相同的接種速度下, 美國國家科學、工程學與醫學院 (National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, NASEM) 建議之優先疫苗分配方式能夠使得疫情所造成的死亡人口或人命損失年數有明顯的下降。然而此效果亦能夠藉由直接提升疫苗接種速度達成。再者, 相較於疫苗開始接種時, 即放鬆抑制措施, 持續維持措施至疫情末期將能夠顯著地減少不使用優先分配方式所導致增加的因疫情死亡人口數。

Lee et al. (2021) 探討結合優先分配與全面分配的混合疫苗分配策略對疫情的抑制效力, 其中混合疫苗分配策略意指先將疫苗優先提供予一定比例的高風險群體 (包括: 醫療照護工作者、高齡長者與具相關疾病的病患), 爾後對所有群體全面提供。作者基於一個一般化 SIR 模型對上述議題進行分析, 其中模型將人口之年齡、健康條件以及是否已到達疫苗接種站等差異, 對疫情影響具有不同反應納入考量。文章主要結果發現, 隨著疫苗的供給量增加, 最適的疫苗混合策略將減少針對高風險群體的優先提供比例, 以達到降低感染人口比率與死亡率。再者, 相較於將所有疫苗優先分配予高風險群體的策略, 最適的混合疫苗分配策略能夠穩定地顯著改善染疫率, 而相較全面將疫苗提供給所有群體的策略, 在疫苗供給量低時, 採用最適的混合疫苗分配策略將能明顯改善染疫率。此外, 即便在最適的分配策略下, 疫苗的分配延遲與接種效率皆對染疫率與死亡率有明顯的影響。

不同於上述文獻基於流行病傳播模型對疫情控制及疫苗分配進行分析, Akbarpour et al. (2021) 從機制設計的角度出發, 提出一個經濟理論模型架構來探討疫苗的最適優先分配法則。該模型中的每個人可能具有不同的可觀察 (如: 職位、年齡、所得或居住地區等) 與不可觀察 (如: 偏好、信念等) 特徵, 且每個人能夠基於個人特徵策略性地選擇因應疫情的生活方式 (如: 染疫風險較低 (或高) 的生活型態) 使其效用最大化, 其中這些選擇亦可能對其他人產生外部性的影響。而分配法則的制定者期望藉由分配法則促使所選定的社會價值最大化。主要結果分別探討在能夠與不能夠對個人收費情況下之最適疫苗分配法則。當不能對個人收費時, 由於法則制定者僅能

臺灣大學學術期刊資料庫

夠基於每個人的可觀察特徵與策略性揭露的不可觀察特徵, 決定是否對其提供疫苗。因此, 此時的最適疫苗分配法則是針對不同群體 (基於可觀察與被揭露的不可觀察特徵隱含提供疫苗時, 期望能夠獲得之社會價值進行劃分) 有次序地提供疫苗。然而在能夠對個人收費的情況下, 法則制定者能夠經由讓每個人策略性揭露願付價格, 將收取價格與個人不可觀察特徵進行連結, 來獲得更加準確的個人特徵資訊, 以進一步提升疫苗分配效率。

相較上述的理論分析文獻, Cylus, Panteli, and van Ginneken (2021) 基於對以色列相較部分歐洲國家能夠在短期內快速提升國內疫苗涵蓋率的觀察, 探討以色列與這些歐洲國家在挑選優先分配群體時, 所使用目標準則的差異性。[17] 該文指出相較於部分歐洲國家, 以色列有較簡單的疫苗優先分配法則, 其中廣泛地同時針對具高死亡率的群體 (60 歲以上的長者)、高重症發生率的群體 (患有特定疾病人士與療養院所居民), 與易受感染群體 (前線醫護人員) 提供疫苗優先接種。該文作者認爲如此簡化的優先分配法則不僅能夠降低物流配送管理的難度, 進一步減少可能產生的分配延遲, 且亦能夠減緩醫療機構及其重症照護單位的可能負擔。相較於較有局限性的提供疫苗優先接種計畫, 上述廣泛優先提供所產生的效果皆能夠使得疫苗接種涵蓋率有效的提升。

最後, 大衆對於決定是否接種一項新開發疫苗可能產生疫苗猶豫 (vaccine hesitancy) 現象: 意指明明可以接種疫苗, 但卻延遲或拒絕接受疫苗, 亦會明顯地影響疫苗分配過程的效率性。然而此一現象並非此次疫情所獨有, 但由於 COVID-19 疫苗才剛研發出來, 除部分疫苗已於美國取得正式藥證外, 例如: Pfizer-BioNTech,[18] 多數疫苗僅有緊急授權使用 (emergency use authorization, EUA)。因此, 部分民衆對於是否該接種疫苗產生排拒心態, 其原因和個人身體狀況, 個人風險感知能力, 甚至宗教信仰, 政治立場等面向都可能有關。Agarwal et al. (2021b) 發現 COVID-19 疫苗接種率有明顯的種族差異。作者分析直到 2021 年 4 月 19 日爲止全美國的疫苗接種

[17] Cylus, Panteli, and van Ginneken (2021) 指出以色列於 2021 年 2 月 8 日止第一劑新冠疫苗涵蓋率已達全國人口的 62%, 然而歐洲大多數國家當時的涵蓋率僅達 3%至 5%。

[18] 根據新聞報導, 美國食品藥物管理局於 2021 年 8 月 23 日公布批准 Pfizer-BioNTech 之 COVID-19 疫苗的藥證申請, 成爲全球第一款擁有正式藥證之 COVID-19 疫苗, 可以提供給 16 歲以上民衆接種。

臺灣大學學術期刊資料庫

數據, 涵蓋1.706億人, 佔美國人口的51.5%, 換言之, 當時約有一半的美國人最少已經接種一劑疫苗。進一步分析發現白人平均接種率爲35.9%, 而黑人僅有19.9%, 相差16個百分點。如此的疫苗接種差異現象 (COVID-19 vaccination disparities, CVD) 通常被認爲是因爲疫苗猶豫所引起, 但文中主要統計結果卻發現疫苗猶豫的影響並不顯著。此外, 作者發現 CVD 和收入中位數呈現負相關, 也和政治意識形態 (2020年總統大選共和黨候選人選票比例) 呈負相關, 和該地區黑人人口比例也呈負相關, 但和高中生畢業率差距呈現正相關。雖然這些結果顯示美國民衆的疫苗猶豫現象對 CVD 並不具有統計解釋能力, 然而在促進疫苗分配效率性的實施過程中, 盡可能地同時考量民衆所具有的外顯風險因素, 如: 年齡、職位、居住地區等, 與內隱的心理因素, 如: 政治意識型態, 進行分配計畫調整, 並相應地提供充分且透明的疫苗相關資訊, 使得疫苗猶豫現象對分配效率的可能影響降至最低, 將不失爲一個更爲健全之計畫。[19]

2.1.4 單一國家內疫苗分配的公平性

大多數國家在疫苗生產初期的分配過程中, 首重尋求最適的分配方式來達成降低人口死亡率、染疫率等效率性目標。在疫情的衝擊下, 經濟、環境或健康弱勢的群體將面臨較一般大衆更爲嚴峻的情勢與更高的染疫風險。[20] 然而傳統專注於達成效率性的分配法則易於忽略需要對這些弱勢群體提供進一步的照護, 避免他們的弱勢程度更加提升, 並加劇社會的不正義程度。從此層面而言, 疫苗的分配不僅需要考量效率性目標, 亦應將分配的公平正義性納入衡量。National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2020) 基於上述原則就疫苗分配的公平性分別從道德與分配程序層面提出以下七項分配基本原則。就道德層面而言, 疫苗的分配應符合最大利益 (maximum benefit)、平等關懷 (equal concern)、減緩健康不平等 (mitigation of health inequities) 與互惠性 (reciprocity) 等原則, 來達到保護

[19]Organisation for Economic Cooperation and Development (2021) 亦有疫苗猶豫的討論。

[20]在1918年流感大流行的過程中, 也是弱勢群體受害最深 (Beach, Clay, and Saavedra, 2022)。而且這些受害最深的群體日後的發展也較差。Lin and Liu (2014) 研究台灣的歷史資料發現, 1918大流行期間子宮內群體日後所受教育較短, 健康情況較差。

臺灣大學學術期刊資料庫

及提升公共健康與福利, 並避免疫情使不平等加劇。而就分配程序層面而言, 分配過程應滿足公平性 (fairness)、透明性 (transparency) 與資訊證據基礎 (evidence-based) 等原則, 使得採行的分配過程能爲大衆所理解。Persad, Peek, and Emanuel (2020) 強調優先將疫苗分配予必要行業工作者與弱勢群體的重要性, 尤其在疫苗生產初期更應先將疫苗提供給前線醫療照護工作者與其他面臨高染疫風險的群體。Schmidt et al. (2020a) 進一步指出在分配正義性的考量下, 應該對弱勢族群優先提供疫苗, 以降低疫情對他們造成相較於其他群體更爲嚴重的衝擊。該文明確指出在調整年齡的影響後, 美國黑人群體較白人群體因疫情所造成的死亡率高出3.4倍, 原住民與拉丁美洲裔群體相較白人群體高出3.3倍, 太平洋島嶼原住民相較白人群體高出2.9倍, 而亞洲裔群體相較白人群體高出1.3倍。最後, 作者在文中亦對 NASEM 提出的疫苗分配方式從實務與規範的觀點提供改善建議。

另一方面, Bibbins-Domingo, Petersen, and Havlir (2021) 發現傳統依照年齡劃分優先提供疫苗的分配方式, 將會忽略疫情對不同居住地區所造成的不同影響。例如: 在一個經濟弱勢地區中, 多數居民在較無法保持社交距離的環境中生活與工作, 使得多數青壯年居民染疫或因疫情造成死亡。在此情況下, 傳統的疫苗分配的優先順序將無法公平地保護這些弱勢族群, 因而使社會不平等加劇, 且亦會造成更多的重症病患與死亡的發生。據此 Bibbins-Domingo, Petersen, and Havlir (2021) 認爲在分配正義性的考量下, 不僅應依照年齡劃分, 亦應考量居住區域受疫情的影響程度來決定疫苗的優先分配方式。與上述文獻的主張相似, Schmidt (2020) 亦認爲在疫苗生產初期應先提供予醫療照護工作者, 與其他具高染疫或高傳播性風險的必要行業工作者。其次, 應在經濟與道德等考量下, 將疫苗優先提供相關弱勢族群, 如區域弱勢族群, 來進行接種。

上述文獻皆強調若著重於疫苗分配的公平性議題時, 分配過程是否爲特定弱勢群體優先提供或保留部分疫苗, 將是一項重要指標。而針對稀少性醫療資源的公平分配問題, Sönmez et al. (2021) 提出稱爲分類優先系統 (categorized priority system) 或保留系統 (reserve system) 的分配方式。此方式建議就參與分配的群體進行分類、決定每個類別能取得的資源份額, 再就各類別分別制定所屬群體的優先分配規則, 與決定類別間的分配執行

臺灣大學學術期刊資料庫

次序, 並依照上述規則進行資源分配。相較傳統依循統一性的優先分配方式, 分類優先系統能夠針對不同的類別或群體使用不同的優先分配規則, 因此能夠將更多元化的道德價值與公平性質納入分配過程。Pathak, Sönmez, and Ünver (2021) 進一步說明美國聯邦政府與部分州政府, 如何將此系統建議之分配方式納入實際的分配實施計畫之過程。另一方面, Pathak et al. (2020) 使用2014年至2018年共計五年的美國社區問卷調查 (American community survey) 資料與2018年美國疾病管制局的行爲風險因子監測系統 (behavioral risk factor surveillance system) 資料, 模擬分析基於2018年美國疾病管制局公布之疫苗分配準則下, 美國黑人與原住民社區是否接受到公平的疫苗配給。此兩類群體受到疫情衝擊下, 有顯著高於人口佔比的死亡率 (人口佔比爲15.5%而對比之死亡率爲24.6%)。因此, 雖然在2018年公佈的分配準則下, 他們能夠獲得相較人口佔比爲高的疫苗配給率, 然而, 此配給率仍然遠低於相應的死亡率。作者進一步分析若採用上述保留系統進行疫苗分配, 其中搭配地區剝奪指數 (area deprivation index, ADI) 的高低進行群體分類, 並優先保留疫苗予高 ADI 的群體。則在此保留系統下, 兩類群體將能夠接收到明顯較爲公平的疫苗份額。Schmidt et al. (2020c) 使用與 Pathak, Sönmez, and Ünver (2020) 相同的資料與分析方式, 對 NASEM 所建議如下分配方式: 依據人口佔比配給各州疫苗, 且各州保留所取得疫苗數量之10%提供予該州的弱勢群體。Schmidt et al. (2020c) 比較以下三種使用上述10%疫苗保留份額之方式, 對少數族裔的影響: (1) 不針對弱勢群體進行10%的疫苗保留; (2) 基於 ADI; 或 (3) 基於社會脆弱指數 (social vulnerability index, SVI) 對州民進行群體分類, 並將10%疫苗保留份額提供予具有高 ADI 或 SVI 的群體。主要結果發現無論基於 ADI 或 SVI 建構之保留系統, 皆較不針對弱勢群體優先保留10%的疫苗份額之方式, 對於少數族裔能夠提供更高的疫苗份額。再者, 少數族裔在 SVI 爲基礎的保留系統所獲得的疫苗份額又一致地較 ADI 爲基礎之保留系統爲高, 其中原因是 SVI 的建構較 ADI 更爲彈性, 因其能夠依使用者的需求進行調整。然而 SVI 的編製包含種族相關變數, 因此, 在使用上另需考量法律層面的可能限制。此外, Schmidt et al. (2020b) 進一步發現, 由聯邦政府直接針對全國高 SVI 的弱勢族群優先保留疫苗份額, 相較由各

臺灣大學學術期刊資料庫

州政府自行保留或完全不針對弱勢族群進行保留而言, 能夠對於居住於各州的弱勢族群提供更好的保護, 其中此效果對弱勢族群佔比較高的州別尤其明顯。另一方面, Pathak et al. (2021) 則將疫苗分配方式視爲疫苗與個人之間的一種配對方式, 並使用理論經濟分析中的公設分析方式對分類優先系統進行刻畫。主要結果發現, 若我們要求疫苗分配需滿足以下三項性質: (1) 不將疫苗提供與不具接種資格的個人; (2) 若存在具接種資格的個人未獲得分配, 則不會將疫苗留存而不進行發放; (3) 分配過程需滿足類別的外生優先順序 (例如: 在長者中, 具慢性病者相較於健康者具有優先順位), 則此分配方式一定爲一種分類優先系統的分配方法。[21]

相較上述文獻從學理方式探討如何公平地分配疫苗, Hardeman et al. (2021) 首先就美國聯邦政府與 50 個州政府分別提出的疫苗分配計劃進行分析。作者發現這 51 個行政單位中高達 43 個單位是經由成立專門委員會對疫苗分配計劃進行研擬。然而僅有 20 個計畫提及成立平等委員會, 且在 12 個有進一步提供委員組成結構的計畫中, 僅觀察到有 4 個有倫理學者委員, 有 8 個納入少數族群代表。這些結果隱含大多數疫苗分配計畫在初期研擬過程中, 並未充分將健康或環境等不平等因素可能會造成的分配不正義納入考量。而 Jain, Schwarz, and Lorgelly (2021) 進一步針對美國聯邦政府對於疫苗分配所建議的優先分配計畫, 與各個州政府實際實施的計畫之異同進行分析。文章結果顯示美國各地的疫苗優先提供計畫具有明顯的差異性。雖然所有計畫皆建議最優先將疫苗提供前線醫療照護工作者, 然而相較聯邦政府而言, 多數州政府將弱勢族群納入優先提供名單, 但前線必要行業工作者與高齡長者則被排除於優先提供名單或僅有較低的優先性。對於一般長者 (年齡介於 65 至 74 歲) 與急救人員, 多數州政府有較高的優先提供順位。此外, 多數州政府亦將弱勢族群納入優先提供名單。再者, Schmidt et al. (2021) 全面地對美國疾病控制和預防中心 (Centers for Disease Control and Prevention, CDC) 的 64 個轄區如何制定與編製疫苗優先分配指標進行分析與比較, 其中大多數地區皆有參考地域弱勢程度 (43 個轄區) 或弱勢指標 (如: ADI 與 SVI) (37 個轄區) 進行編製。另一方

[21] Abdulkadiroğlu and Grigoryan (2021), Delacrétaz (2021) 與 Yilmaz (2022) 亦對保留系統提供相關的公設分析結果。

臺灣大學學術期刊資料庫

面, Persad et al. (2021) 使用兩組美國的民意調查資料, 共6,740份樣本, 分析美國成年人對於疫苗分配方式的偏好, 與對 NASEM 建議之分配方式的看法。該文作者發現大多數人同意應優先提供疫苗予醫療照護工作者與患有相關疾病的群體。然而, 相較於年輕群體, 高齡群體較不同意應將疫苗優先提供予健康狀況良好的高齡長者。此外, 大多數人支持 NASEM 所提出的疫苗優先分配方式。

2.2 其他醫療物資

2.2.1 抑制疫情擴散的醫療物資

疫情初期, 各國政府主要以抑制疫情擴散爲目標, 其中最簡單的方法就是戴口罩, 但因疫情的爆發相當快速, 各地口罩均有不足。Yuan et al. (2020) 發現台灣在疫情初期便由衛生福利部中央健康保險署提供各地簽約藥房及醫療中心的口罩供應即時訊息, 有了這些開放數據, 衆多應用軟體紛紛出現, 幫助民衆有效地尋找到口罩銷售地點。他們認爲即時數據的透明度緩解了民衆的恐慌。Tai et al. (2021) 分析了台灣在疫情初期的口罩分配機制, 他們發現獨特的實名制口罩配給計畫可以控制口罩的生產和供應, 並有助於適當地分配口罩。另外, Worby and Chang (2020) 也提出口罩分配的優化策略。他們的模型如圖 2, 其中 S 是易感染宿主, E 是曝露並進展爲症狀前感染 (I_P)。受感染的宿主可變成無症狀或輕度症狀 (I_A) 或有症狀 (I_S), 恢復 (R) 或死亡 (D) 則緊隨其後。第一種模型爲「資源分配」模型, 允許在最初的易感染宿主中分配有限數量的口罩, 或是當有可用數量口罩時分配給有症狀的個人。第二種模型爲「供給需求」模型, 用來捕捉動態的口罩可用性, 這是隨著感染人數變動與生產量變動而隨時調整的數值。作者將各種參數在合理範圍內代入模型, 並得出各項模擬結果, 以及政策建議。他們也發現雖然口罩的防疫效果有限, 但口罩可以減少總感染及死亡人數, 並可延遲大流行的高峰時間。他們發現隨機分配口罩是次佳的策略, 在供應不足情況下應優先爲弱勢和感染者提供醫療級口罩, 以降低發病率和死亡率。類似的研究還有 Emanuel et al. (2020b), Budish (2020)。

由於 COVID-19 疫情初期, 病毒多侵犯人體下呼吸道, 因此, 重症患者常須用機械式呼吸機維持供氧才能活命, 但各醫療院所原本配量之呼

臺灣大學學術期刊資料庫

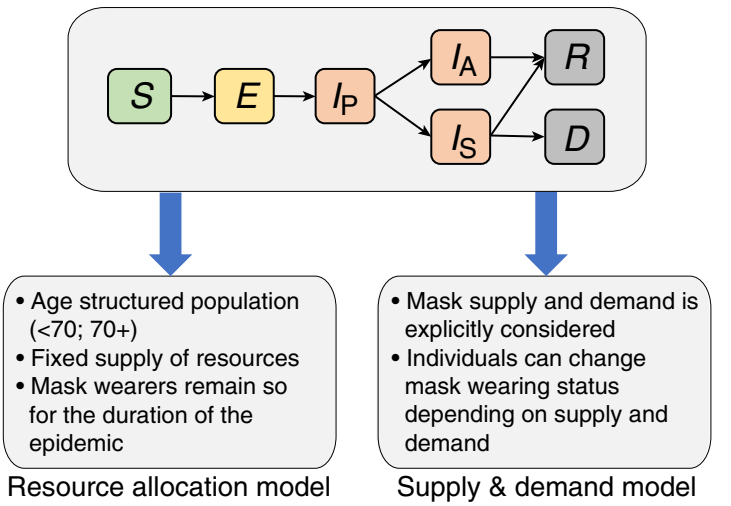


圖 2: Worby and Chang (2020) 之口罩分配模型

吸機數量有限, 使得許多病患的生命無法挽回。呼吸機的相關議題可參見 Emanuel et al. (2020b), Pathak, Sönmez, and Ünver (2020), Schmidt (2020), Sönmez et al. (2021)。但呼吸機的限制可能不是呼吸機本身, 而是健康的呼吸治療師和受過培訓的重症監護人員, 因爲他們必須每天三班制地安全操作呼吸機 (Emanuel et al., 2020b)。與呼吸機搭配的氧氣, 本身也是一種拯救生命的藥物, 當血氧濃度不足貨一氧化炭中毒時, 補充氧氣是必要的。印度在 2021 年 4–5 月間的第二波 COVID-19 疫情期間, 經歷氧氣大缺貨的情況, 印度政府後來調整法規和稅制, 以便讓民間廠商盡力爲醫院提供醫療用氧氣 (Bikkina, Manda, and Rao, 2021)。

Walker et al. (2020) 研究在中低收入國家 COVID-19 的衝擊以及減緩和壓制疫情的策略。他們發現低收入國家由於整體年齡結構較年輕, 可能因此降低了疫情的風險, 但此種優勢卻因爲有限的公衛環境與保健能力以及較大的世代人際接觸而反轉這一優勢。例如, 在英國 80% COVID-19 的患者需要使用呼吸機, 但中低收入國家呼吸機的數量非常有限, 這使得中低收入國家的死亡率遠高於高所得國家。作者模擬了緩解策略 (減少病毒傳播, 但 R_t^e 仍在 1 以上) 以及抑制策略 (減少傳播使得 $R_t^e < 1$) 在不

臺灣大學學術期刊資料庫

同收入國家的效果。由於在最適當和最有效的應對策略方面存在的不確定性, 低收入國家要面對的抉擇是困難的。該文作者建議中低收入國家應優先增加呼吸機以新增氧氣支持的可用性, 同時也要加強監測和大規模檢測的能力。

2.2.2 治療用醫療資源

瑞德西韋 (Remdesivir) 是一種抑制病毒 RNA 聚合的核酸類似物前藥, Grein et al. (2020) 使用疫情初期 (2020年1月25日到3月7日) 之數據, 發現53名重症患者之中有36名 (68%) 觀察到臨床改善。另外, Beigel et al. (2020) 使用1062名患者進行雙盲、隨機、安慰劑 — 控制試驗, 結果實驗組的中位恢復時間爲10天, 而安慰劑 — 控制組的中位恢復時間爲15天。證明瑞德西韋比安慰劑有效, 該藥是由美國吉利德科學公司開發的廣效抗病毒藥物, 原本是用來抑制 Ebola 病毒及 SARS 和 MERS 病毒的複製, 2020年元月被應用於 COVID-19 患者, 亦被證明有效, 但單獨使用瑞德西韋 (靜脈注射) 並不足夠, 仍需搭配其他療法。瑞德西韋於2020年5月1日在美國獲得緊急使用授權, 我國在2020年5月下旬有條件批准在 COVID-19 重症患者中使用瑞德西韋, 之後瑞德西韋被多個國家批准使用 (Lamb, 2020)。Davis, McCreary, and Pogue (2020) 建議在供應有限的情況下將瑞德西韋優先給那些只需低量吸氧或無須吸氧的患者, 因爲這些人從此藥獲得的效益最高。不過, 隨著時間進展, 瑞德西韋的臨床功效也受到質疑, WHO 在30個國家405個醫院共11,266成人參與的試驗中發現瑞德西韋在死亡率和病理方面沒有產生任何可衡量的益處, 所以 WHO 最終並未推薦將瑞德西韋用於 COVID-19 患者 (Bashir and Bansod, 2020)。但美國 FDA 仍在2020年10月22日批准瑞德西韋作爲 COVID-19 病毒的治療藥物。

2021年10月默克公司 (Merck) 宣布研發出莫諾匹韋 (Molnupiravir) 口服新藥, 能夠大幅降低患者重症或死亡的風險。這是第一種口服方式, 直接作用的抗病毒藥物, 在減少鼻咽 SARS-CoV-2 傳染性病毒和病毒 mRNA 方面非常有效, 且有良好安全性和耐受性 (Fischer et al., 2021)。除了 Molnupiravir 之外, 在2021年12月底, 美國食品藥物管理局 (Food and Drug

臺灣大學學術期刊資料庫

Administration) 也核准了輝瑞 (Pfizer) 的帕克斯洛維德 (Paxlovid) 等兩款口服抗病毒藥物。由於 COVID-19 的相關疫苗及治療用藥皆已發展成功, 只要疫苗和藥品數量足夠且能普及到世界各地, 則 COVID-19 疫情將可在不久的未來獲得有效控制, 人們也將再次回到疫情前的生活。

除了上述的醫療物資之外, 手部和環境清潔用的酒精 (以純度75%者最佳)、加護病房的病床、個人防護裝備 (PPE, personal protective equipment, 如防護衣、防護面罩、護目鏡、塑膠手套等裝備), 一些相關物資也有不同程度的稀缺, Bown (2022) 提到2020年初全球 PPE 的短缺令人震驚, 而此時各國才發現這些裝備大量仰賴中國的供應, 但美國與中國此刻正在進行貿易大戰, 這使得問題更難解決, 未來各國政府應先考慮 PPE 供應鏈的彈性以及產地的多元化, 還有增強危機時期的國際政策協調。其他物資的情況, 在此不一一細述。

3 疫情對經濟的衝擊

COVID-19 疫情在非常短的時間內對各國帶來醫療、社會、經濟等各方面的巨大衝擊。如何即時獲得疫情以及相關衝擊的訊息並做出適當的反應, 可說是各國政府在這段期間所面對的最大挑戰。在這一節, 我們將 COVID-19 對經濟的衝擊分爲對商品及服務消費支出、勞動市場, 以及供給面造成的影響, 回顧相關文獻, 並討論政府紓困方案的效果。在經濟衝擊的部分, 最受關注的議題之一是疫情爆發初期所造成對商品及服務立即性的消費支出下降, 這部分的衝擊主要發生在餐廳以及旅宿業 (Baker et al., 2020b; Chen, Qian, and Wen, 2021)。然而, 疫情對經濟的衝擊可能不局限於這些首當其衝的產業。Guerrieri et al. (2022) 透過「凱因斯供給衝擊」的概念, 說明在經濟體中特定部門供給下降程度如何導致更大規模的需求下降: 在多部門的經濟體中, 當特定部門因疫情被迫歇業, 這些部門受到的衝擊可能會外溢到其他部門, 導致總體需求的降低。[22] 具體而言, 若受直接衝擊的部門與其他部門間的商品替代性低、跨時替代彈性高、且經濟體爲不完整

[22]疫情發生後, 特定部門 (例如餐廳) 無法維持品質, 提供如同疫情前消費者不會因消費而確診 COVID-19 的服務, 故疫情對特定部門的衝擊屬於對供給面的負向衝擊。

臺灣大學學術期刊資料庫

市場 (incomplete market) 時, 多部門經濟體就容易受害於凱因斯供給衝擊, 導致總體需求大幅下降。

實證資料發現, 疫情對經濟的衝擊雖在初期集中在餐廳以及旅宿業這些首當其衝的產業, 但亦可透過對供給及勞動需求的衝擊, 產生全面性的影響。在立即性消費支出下降的研究中, 除了 Baker et al. (2020a) 使用較傳統的調查方法訪問小型商家對於疫情的信心以及營業狀況, 其他仰賴即時性資料的研究也有助於我們了解疫情對經濟的衝擊, 例如: Baker et al. (2020b) 加入金融科技業者招募消費者儲蓄計畫中所取得的交易資料、Cox et al. (2020)、Carvalho et al. (2021)、Chen, Qian, and Wen (2021) 及 Dunn et al. (2021) 利用刷卡資料檢視民衆在不同類別產品的消費情形、Chetty et al. (2020) 使用 CoinOut 公司長期蒐集的消費者上傳的消費收據等, 皆發現疫情初期對於整體支出所產生的全面性影響。特別是 Chetty et al. (2020) 透過分析消費者在簽帳卡與信用卡的支出金額以及支出項目, 發現美國在 2020 年的第 2 季, GDP 的大幅下滑主要的原因在於消費支出的減少, 且整體消費支出的下滑主要來自於高所得者大幅減少其消費支出。另外, 高所得者大幅減少消費的項目主要集中在具有人際接觸性質的服務 (例如餐飲及旅館住宿), 顯示出在疫情初期, 高所得族群對於染病的疑慮是消費減少的主因。

在疫情發生後, 大規模的消費支出下降也降低了廠商對勞動的需求, 因而造成失業率的增加。除了透過政府的調查資料以及失業就濟金申請紀錄 (Cajner et al., 2020; Casado et al., 2020; Forsythe et al., 2020) 瞭解失業狀態之外, 許多研究透過不同的資料來源探索就業市場之需求面及供給面因疫情產生的問題 (Bartik et al., 2020a; Bottan, Hoffmann, and Vera-Cossio, 2020; Chetty et al., 2020; Forsythe et al., 2020; Kurmann, Lalé, and Ta, 2021)。Forsythe et al. (2020) 以及 Chetty et al. (2020) 使用就業網站 Burning Glass Technologies 的工作刊登機會, 說明疫情對於不同產業的影響。Kurmann, Lalé, and Ta (2021) 利用工作排程軟體 Homebase 的資料分析疫情對雇用決策與勞工工時的影響。Bartik et al. (2020a) 以問卷調查 5,800 個美國小型企業發現 43%的受訪企業因爲疫情暫時歇業, 且平均而言受訪企業降低了 40%的雇用量。Bottan, Hoffmann, and Vera-

臺灣大學學術期刊資料庫

Cossio (2020) 以線上問卷的管道發現拉丁美洲與加勒比海地區 17 個開發中國家中, 疫情發生後有家庭成員失業的受訪者達 45%。在 Albanesi and Kim (2021) 中, 也說明了疫情對於女性在服務業的就業影響產生較大的傷害。兩個造成這類傷害的原因爲: (1) 需與人群接觸的服務業之從業人員中, 女性占比較高, 且這類產業因傳染風險較高、難以遠距離工作而受疫情影響較重; (2) 校園關閉後在家照顧兒童的需求上升, 且女性多因社會期待而需要暫時或長期離開職場來滿足照顧兒童的需求。

利用小型商家的收入資料以及僱用資料, Chetty et al. (2020) 指出在高所得、高租金區域營業, 且同時具備人際接觸性質、以服務爲導向的小型企業, 在疫情初期受到了重大的負向衝擊。這些企業以裁員、暫時或永久歇業的方式, 讓受雇於這些企業的員工生計受到嚴重影響。特別是, 與疫情前 (2020 年 1 月) 的水準相比, 處於薪資四分位中最低的族群在疫情初期 (2020 年 4 月) 僱用率下降了 37%, 且到同年 10 月都僅能回復至疫情前之 80%; 然而對於處於薪資四分位中最高的族群來說, 疫情初期僱用率僅下降 14%, 且在同年 5 月時就已回復到疫情前之水準, 顯示對於薪資較低的族群來說, 面對疫情受到的負向衝擊更大, 且更容易產生長期的負面影響。

疫情期間因爲是否會染疫本身的不確定性、疫苗及新藥的開發期程及其有效性、甚至政府對疫情採取的措施成效都難以在短期中被證實, 人民對未來感到的不確定性也因疫情爆發而大幅上升, 這些不確定性也將影響供給面。Altig et al. (2020) 利用多種來自美國或英國的即時資料建造多個不確定性的指標, 試圖去追蹤不確定性本身在疫情期間的變化。他們衡量不確定性的指標包含衡量股價波動的 VIX、新聞及社群媒體討論經濟政策時的不確定性程度 (例如文章中出現經濟、政策、以及不確定性等字彙)、產業調查中個別廠商對自身未來成長率的標準差、以及專家對總體變數預測的標準差。該文作者發現各項指標都顯示不確定性在疫情爆發初期都大幅增加, 但不確定性緩解的速度卻不相同。以股價波動爲主的不確定性指標在 2020 年 2 月底就大幅增加, 但也在同年 3 月底即開始下降; 但其他指標在 3 月並未明顯下滑。他們也說明可以透過在向量自我迴歸模型 (vector autoregressive model, VAR) 納入不確定性指標, 對未來工業生產狀況進行

臺灣大學學術期刊資料庫

初步的預測。以 COVID 疫情所產生對不確定指標的波動爲例, 模型可事先預測出未來的工業生產將出現12%至19%的下滑, 故疫情造成總體經濟不確定性的大幅上升亦對於供給面產生負向影響。

疫情對供給面的負面影響也顯示在新廠商的設立上。Haltiwanger (2022) 與 Fazio et al. (2021) 研究疫情對於新進廠商的影響。Haltiwanger (2022) 發現新公司的申請案雖然在疫情爆發初期大幅下降, 但2020年後半期即開始復甦並大幅成長。然而, 這些新申請案的成長集中於少數產業, 特別是無店鋪零售、專業科學及技術服務、卡車運輸、旅宿及食物服務上, 顯示疫情下產業的轉型。Fazio et al. (2021) 則是進一步探討新設立廠商的地域差異, 特別是疫情前既有的廠商設址地域差異是否會在疫情減緩後進一步擴大或減少。他們發現2020年後半期開始, 新設立廠商成長較大的地區主要在黑人居住比例較高的地區, 而不是傳統上的商業樞紐地區。雖然疫情後新廠商的地域差異的產生原因仍需做更進一步的探討, 但該文作者認爲政府的補助或許加速商家在這些地區進行轉型。

在上述研究疫情對於經濟衝擊的文章中, 特別值得一提的是 Chetty et al. (2020)。傳統上經濟政策多半仰賴政府的行政或調查資料, 這些資料一般發布的頻率較低 (月度或季度), 且多半發布在已加總過後的層級上 (全市或全國)。有鑑於疫情來得又急又猛, 且對經濟的衝擊可能集中在少數地區或族群上, 此時使用傳統的行政或調查資料恐怕難以在短期內快速呈現疫情或相關政策對經濟的衝擊, 故 Chetty 的研究團隊 (Opportunity Insights) 集結民間企業握有的高頻資料來研究疫情對於經濟的衝擊。Chetty et al. (2020) 透過一系列的方法, 有系統地蒐集, 處理這些資料, 並將其去識別化整理成相關經濟指標, 並在公開網站上發布全美在每天以及每個郵遞區號層級的資料, 讓公衆可以快速追蹤疫情在不同地區對經濟影響的即時變化。[23] Chetty et al. (2020) 這些資料包含不同地區簽帳卡與信用卡在消費端 (Affinity Solutions Inc., CoinOut) 以及在不同廠商端 (Womply) 的變動情形、小商家的雇員出勤情形 (Paychex, Intuit, Earnin, Kronos)、徵才廣告的刊登情形 (Burning Glass Technologies), 以及學校在教學軟體上的

[23]網址爲 <https://opportunityinsights.org/>。相關報導可參見經濟學人雜誌最近對即時經濟學 (instant economics) 的介紹 (*The Economist*, Vol. 441, Iss. 9268, p. 15)。

臺灣大學學術期刊資料庫

使用情形 (Zearn)。這些公開建構的資料庫能捕捉官方調查資料的部分資料特性, 在分析具有急迫性的公共議題時能替代 Quarterly Services Survey (QSS), Advance Monthly Retail Trade Survey (MARTS), Quarterly Census of Employment and Wages (QCEW), Occupational Employment Statistics (OES), Job Openings and Labor Market Turnover Survey (JOLTS), American Community Survey 等傳統資料庫並提供即時的關鍵訊息。

接下來, 我們討論面對疫情對經濟造成的衝擊, 各國政府的相關因應措施。在疫情爆發初期, 政府通常藉由嚴格管制措施限制人民的行動 (外出限制、禁止內用等等) 來控制疫情的蔓延。已有許多研究探討外出限制等限制人民行動的措施對於消費支出下降的影響, 以及解除相關行動限制後消費支出是否會回到疫情前的原有水準。利用不同州在不同時間點宣布或解除外出限制, Goolsbee and Syverson (2021) 使用 SafeGraph 的手機定位到特定興趣點 (point of interest) 資料, 發現在政府外出限制令前, 人民對 COVID 死亡病例快速增加的恐懼使人們主動改變交通模式: 即便在同一個產業中, 人們在選擇商店時, 傾向避免進入擁擠的商店, 而轉往小型較不繁忙的商店, 故雖然疫情爆發期間交通流量減少了 60%, 但僅有 7%的減少與外出限制有關。即便如此, 前往餐廳酒吧的非必要性交通流量, 的確因爲外出限制的實施而成功地大幅下降。除此之外, 在沒有外出限制政策的台灣, Chen, Yang, and Yang (2022) 發現人們在疫情升溫時對鐵路運輸的需求下降 40%到 60%, 對高速公路的使用則增加 20%, 顯示在台灣染疫風險也是人們改變交通模式的重要因素。[24] 在 2020 年 3 月台灣疫情達到高峰時, Chen, Yang, and Yang (2022) 亦由衛星影像和電子發票 B2C 開立資料集發現台灣主要車站周遭的商業活動顯著減少, 且在疫情達到高峰的

[24]Chen, Yang, and Yang (2022) 文章主要的結果使用 difference-in-differences 的實證設計, 由於缺乏同時期未受疫情影響的地區做爲控制組, 他們以 2020 年的資料爲實驗組, 而以 2018–2019 年的資料做爲控制組, 並利用疫情起始的 2020 年第 4 週做爲疫情爆發的時點。這樣的設定與 Chen, Qian, and Wen (2021) 類似。在 Chen, Qian, and Wen (2021) 的 difference-in-differences 實證設計中, 使用武漢封城日 (2020 年 1 月 23 日) 做爲疫情起始時間, 並分別使用 2020 年及 2019 年的資料做爲實驗組及控制組。相較之下, Chetty et al. (2020) 在取消外出限制禁令的研究上, 因不同州別的外出限制禁令具有差異, 允許他們針對每個取消封城禁令的州 (實驗組), 選取至少三個在同時間未取消封城禁令的其他州做爲控制組來進行 difference-in-differences 的實證估計。

臺灣大學學術期刊資料庫

五個月之後, 即使疫情趨緩, 主要車站周遭的商業活動仍未回復2020年疫情爆發前的水準。Chetty et al. (2020) 使用個人消費資訊, 說明外出限制等限制措施並非解釋消費支出下降的主要原因, 除了消費早在政府祭出外出限制前就已下降外, 他們亦發現單純解除外出限制無法完全重振消費支出和就業。Chetty et al. (2020) 認爲, 疫情爆發後隨之而來的消費支出下降, 主要來自於消費者對染疫風險的健康疑慮, 若這些疑慮無法獲得緩解, 消費支出並不會僅因爲政府解除行動限制就大幅回升。

在疫情造成經濟重傷後, 各國政府除了陸續解除對行動的限制外, 亦紛紛採取各式措施以緩解疫情造成的傷害並振興經濟, 例如透過發放失業救助、發放紓困補助金來緩解失業問題並提升需求, 以及透過企業貸款、企業專案補助維持供給面的穩定 (Casado et al., 2020; Cox et al., 2020; Farrell et al., 2020; Karger and Rajan, 2020)。在衆多措施中, Guerrieri et al. (2022) 由總體理論模型的方法說明, 在疫情時透過財政政策刺激經濟的困難, 並強調失業救助的重要性。在財政政策效果的實證研究中, Coibion, Gorodnichenko, and Weber (2020) 透過大型調查的資料研究2020年3月美國「新型冠狀病毒援助、救濟和經濟安全法」(Coronavirus Aid, Relief, and Economic Security Act, 簡稱 CARES Act) 中經濟紓困補助金的成效,[25] 發現雖然紓困補助金並未減少人們工作的意願, 但僅有15%的受訪者將補助金全數用於消費。平均而言, 受訪者選擇將大部分的補助金用於儲蓄或償還債務, 用於消費的部分僅佔補助金的40%。

另一方面, Chetty et al. (2020) 利用其高頻資料優勢, 分析發放紓困補助金給個人以及提供貸款給小型企業的效果, 發現雖然失業救助或現金發放有助於解決低所得族群因疫情所造成的消費下降情形, 但消費仍未全面回復至疫情前的水準, 特別是消費多集中在耐久財而不是受影響最重的服務業。另外, Chetty et al. (2020) 發現各項企業貸款及補助並無法大幅改

[25] 美國共有三次發放紓困補助金的政策: 2020 年 3 月每個符合資格的公民可得到 1200 美元, 每扶養一個小孩可再領取 500 美元、2020 年 12 月每個符合資格的公民可得到 600 美元, 每扶養一個小孩可再領取 600 美元, 2021 年 3 月每個符合資格的公民可得到 1400 美元, 每扶養一名家庭成員可再領取 1400 美元 (資料來源: 美國財政部 <https://home.treasury.gov/policy-issues/coronavirus/assistance-for-american-families-and-workers/economic-impact-payments>)

臺灣大學學術期刊資料庫

變雇主的雇用意願。[26] 當雇主對於雇用員工的意願不高時, 政府爲了促使小型企業雇主增聘一個員工所需付出的補貼金額高達 377,000 美元, 遠高於相關產業員工的平均年薪 (45,000 美元), 故用於提高廠商續聘員工意願的貸款政策僅獲得與投入經費相比不成比例的微小成效。

4 疫情對環境之衝擊

具有高度流行或大流行潛力的新病毒病原體的出現通常是在動物[27] (含人類) 和環境之間複雜的相互作用後發生的 (Facciolá, Laganá, and Caruso, 2021), 疫情對環境的影響有正有負, 人們因爲各種防疫措施而減少活動與移動會降低對環境的衝擊, 例如溫室氣體的排放顯著降低 (Khan, Shah, and Shah, 2021), [28] 但各種醫療廢棄物 (如口罩) 的大增卻增加了環境的負擔。另外, 再生能源的推展也因爲供應鏈的延宕, 及資本市場融資困難而受到延誤 (Eroğlu, 2021)。

Brodeur, Cook, and Wright (2021) 研究發現到 2020 年 6 月爲止, 居家令使得美國空氣汙染 (特別是 $PM_{2.5}$) 減少了 25%, 特別是那些高度都市化的郡更爲明顯。全美國在這段時間因空汙減少的收益可能高達 130 億美元。另外, 因爲民衆減少外出, 汽車碰撞事故減少約 20%, 這相當於避免了大約 160 億美元的成本。[29] Zhang, Li, and Khanna (2021) 研究紐約州在 COVID-19 大流行對環境曝露不平等的影響。[30] 由於低收入家庭傾

[26]這部分的發現也與 Granja et al. (2022)、Autor et al. (2022a) 及 Autor et al. (2022b) 的發現一致。

[27]尤指野生動物。例如鼠疫桿菌 (學名 *yersinia pestis*) 是腺鼠疫、肺鼠疫和敗血性鼠疫的病原體, 十四世紀中葉靠著以跳蚤和齧齒類生物爲宿主, 從中亞大草原傳到西歐和中國, 殺死數千萬人 (McNeely, 2021)。

[28]有關疫情對空氣污染的影響有許多研究, 例如 Cole, Ozgen, and Strobl (2020) 研究荷蘭 355 的城市, Hua et al. (2021) 研究北京地區, Liu et al. (2021) 研究加州地區, Zhang, Li, and Khanna (2021) 研究紐約州, 較特別的是 Dang and Trinh (2021) 使用迴歸不連續設計 (regression discontinuity design, RDD) 的方法分析 COVID-19 對全球 164 國之空氣品質因果影響的全球估計, 結果發現 NO_2 和 $PM_{2.5}$ 的全球降幅分別徘徊在 5%和 4%左右。

[29]簡單來說, 作者將有實施居家令的州當成實驗組, 未實施居家令的州當成控制組, 分別比率其 $PM_{2.5}$ 的變化以及汽車碰撞事故的變動。當然, 各州甚至各郡實施居家令的時間不同, 因此作者採用一些識別方法來解決反向因果關係和遺漏變量偏差的問題。

[30]本文以 2020 年 3 月 12 日紐約州各地實施封鎖政策之前 (2019 年 12 月 2 日起) 和之後

臺灣大學學術期刊資料庫

向住在環境較差的區域, 所以高低收入或白人與非白人佔比的不同會影響汙染 ($PM_{2.5}$) 的曝露程度。由於 COVID-19 大流行導致各地執行封鎖政策, 因此, 整體汙染數量降低, 但封鎖期間主要是農村地區的 $PM_{2.5}$ 有明顯下降, 但在紐約州的都市地區則 $PM_{2.5}$ 的污染並未減少。結果表明, 因爲經濟上的封鎖對整個紐約州的空氣質量影響很小, 但卻顯著縮小了農村地區曝露於 $PM_{2.5}$ 的種族差距。Shevchenko et al. (2022) 使用隨機動態綜合氣候經濟 (dynamic integrated climate-economy, DICE) 模型來研究 COVID-19 對氣候與經濟的衝擊, 結果發現即使是在一個相當保守的估計 (即, 世紀總產出因 COVID-19 的衝擊下降 10%),[31] 對一個五年衝擊時間跨度內的溫度和碳濃度的影響其實是微不足道的。Isphording and Pestel (2021) 發現環境汙染和 COVID-19 大流行之間存在顯著聯繫。例如, 對於老年 COVID-19 患者 (80歲以上), 在出現症狀後2到4天之間, 其環境 PM_{10} 濃度增加一個標準差, 死亡人數就會增加一個標準差的19%。另外, 較高水平的空氣汙染會增加所有年齡組的 COVID-19 確診病例數。他們的研究支持不良空氣品質會引起發炎反應, 降低免疫反應和加重症狀的機制。綜合 Isphording and Pestel (2021) 與 Zhang, Li, and Khanna (2021), 可以想像由於低收入家庭往往居住於汙染較嚴重之區域, 因此, 一旦染疫, 其死亡率往往較其他區域較高。據此, 疫情與環境也顯示了某種社會的不平等。

Fredriksson and Mohanty (2022) 比較了119個國家的氣溶膠光學深度 (aerosol optical depth, AOD)[32] 和這些國家的民主水平和民主國家的選舉制度, 結果發現在大流行期間, 多數決制度的國家比起比例制的國家之空氣品質改善 (每日 AOD 值下降) 程度高了57%。其原因是多數決制度下, 當危機來臨時, 政府的訊息傳遞可能會更一致和清晰, 從而產生更大的政治信任與遵守規定, 而比例制系統下, 往往導致聯合政府提供的訊息更加不一致, 從而降低了對政府的信任程度。Chang, Meyerhoefer, and Yang

(到2020年5月24日止) 的空氣品質 ($PM_{2.5}$) 的簡單差異與種族差異。爲了排除季節性因素, 作者還比較前4年相同期間的數據當成控制組。

[31]在1929–1935年的大蕭條期間, 美國的實際 GDP 下降了六年, 平均每年下降17%。所以他們以總產出下降10%來做估計是相當保守的。

[32]來自美國太空總署 NASA 的衛星資料。

臺灣大學學術期刊資料庫

(2021) 研究台灣雙北地區在2017–2020年1月至3月間的空氣汙染與人們的交通方式,[33] 結果發現四種主要的汙染物 (CO, O_3, SO_2, 和 $PM_{2.5}$) 的測量值增加, 其原因在於人們在工作日時, 從疫情前的大衆運輸系統和共享單車轉換到大流行期間的私人機動車輛。雖然假日的總交通量降低使得 NO_2 和 PM_{10} 下降, 但交通型態轉換的淨效果使整體空氣汙染在大流行期間是增加的。除了空氣汙染, Bakchan, Roy, and Faust (2022) 研究美國德州奧斯汀市在2020年居家令實施前後的公共用水變化, 結果發現整體用水需求變動不大, 但在空間分布上的變化相當明顯, 這是因爲住宅和非住宅用水需求的行爲變化相互抵銷使系統規模的變動很小。

5 居家工作或遠程工作

5.1 居家工作對防疫的正面效果

疫情除了對商品市場、勞動市場、以及環境造成正負不等的衝擊, 另一個值得關注的面向是對於工作型態以及教育方式的改變。本節將先討論疫情對工作型態的影響, 而將對教育的影響留待下一節分析。在疫情肆虐全球時, 各國政府除了積極圍堵以及管控醫療資源運用之外, 民間部門也自發地改變了工作型態以避免染疫, 並試圖在政府管制人際接觸的政策下能盡量維持辦公活動的正常運作。其中居家工作 (work from home 或 working from home, WFH) 成爲個別企業自發因應疫情的主要策略。Brynjolfsson et al. (2020) 在一項2020年4月至5月間的調查當中, 發現超過三分之一的僱員由疫情前需要通勤的工作方式轉到居家或遠距工作, 另有10.1%的僱員則是直接被解雇或被休假。在 Alipour, Fadinger, and Schymik (2021) 利用德國資料所進行的研究中, 也發現民間企業採用居家工作的步調比政府的積極圍堵時點提前了近八週, 並在疫情初期顯著地減少了居家工作勞工相對於未能居家工作勞工染疫的風險: 這兩群勞工染疫風險的差異, 直到政府採取封城策略後才趨於一致。因此, 自發性的居家工作不失爲一個可

[33]相關 COVID-19 確診案例、空氣汙染、與即時交通數據收集包含實驗組的資料介於2020年1月1日到3月31日 (其中1月1日到1月21日之前爲處理前區段 (pre-treatment period), 1月22日到3月31日爲處理後區段 (post-treatment period)), 控制組則爲2017年到2019年沒有疫情下的同一個期間。

臺灣大學學術期刊資料庫

以替代嚴格封城的防疫措施。不過, 另一方面, 也有學者指出自發性的居家工作並不足以完全替代政府的活動管制。主要的原因是疫情擴散存在一定程度的外部成本: 一般民衆進行經濟活動時, 雖然會盡量平衡經濟效益與自身的染疫風險, 但, 卻未必會完全考慮到自身染疫後傳染給他人所造成的損害。因此, 政府強制介入管制經濟活動仍有其必要性。例如, Jones, Philippon, and Venkateswaran (2021) 透過建構一個新古典的理論模型, 引入家計單位跨期的消費及休閒的效用, 並以美國實際疫情資料來校準, 指出由於疫情擴散的外部性, 最適的防疫政策應該是由政府在疫情最初期即進行管制政策, 並同時鼓勵居家工作以避免過度管制。不過, 以上研究並未考慮到疫情初期由於資訊不夠流通, 造成民間部門恐慌或者抗拒防疫管制的影響。如何將疫情期間資訊面及心理面的變化納入民間自主防疫的效果評估, 或許是一個值得研究的議題。

5.2 居家工作的可行性: 總體、產業間差異、勞工間差異、國際差異

雖然居家工作能有效降低染疫風險, 然而並非所有產業及職業都具備居家工作的可行性 (WFH feasibility)。居家工作起源甚早, 但占所有工作的比例一直很低, Bartik et al. (2020b) 發現在 2019 年美國居家工作的比例僅 4.7%。同時, 即使某類工作具備居家工作的可行性, 但若勞工家中不具備電腦、文書軟體、電子郵件和網際網路, 要進行居家工作實際上仍是不太可行的。Dingel and Neiman (2020) 利用美國的資料作估算, 認爲僅有 37%的勞工所從事的行業具備居家工作的可行性。同時, 不同行業間的居家工作可行性也有相當大的差異: 從事計算/數學類、法律、教育、管理、及財務類型工作的居家工作可行性高於其他類型工作。值得注意的是, 這些工作也同時是平均所得較高的工作: 佔 37%的可居家工作勞工, 其所得佔全體勞動所得的比例估算爲 46%; 換言之, 可居家工作勞工的平均所得爲不可居家勞動勞工平均所得的 1.45 倍。因此, 居家工作也同時放大了高低所得勞工的染疫風險差異。另外, Dingel and Neiman (2020) 也利用各國勞工所從事的職業別比例做估算, 推測低所得國家可居家工作比例會較低。因此, 除了國內可使用居家工作作爲防疫策略的產業與職業存在差異外, 也存在著國際間的差異。例如, 同樣利用美國的資料, Yasenov (2020) 推測高所

臺灣大學學術期刊資料庫

得勞工可居家工作比例爲低所得勞工3倍, 且低教育、年輕族群、少數族裔、移民者在不易居家工作的職業中分布的比例較高。Gallacher and Hossain (2020) 估算加拿大的可居家工作比例爲41%, 但男性、高中以下學歷、受雇私部門、所得中位數以下的勞工可居家工作比例較低, 這主要是由於低學歷、低薪資的男性勞工主要受雇於需要實體操作機械的體力性質工作 (例如農漁牧業、建築業、器械維修業等)。Holgersen, Jia, and Svenkerud (2021) 則估計挪威可居家工作比例爲38%, 並發現可居家工作比例跟所在地區人口密度有正相關。因此, 對於已開發國家而言, 可居家工作的勞工比例約佔四成左右, 但較集中於高所得、高學歷者。另一方面 Gottlieb et al. (2021) 則是以發展中國家爲研究對象, 如巴西、哥斯大黎加、及祕魯, 並估計低所得國家城市地區的勞工可居家工作比例僅有22%。同時, 該研究也發現發展中國家內高教育程度或女性勞工較高比例從事可居家工作。[34] 與已開發國家不同的是, 受僱員工較自僱者更易從事居家工作, 顯示開發中國家的自僱者多半從事必須實地操作器械的行業。最後, 同樣在居家工作的期間, 也可能存在性別間對家務分擔的差異, 進而擴大性別間的不平等。例如: Kim and Patterson Jr. (2022) 研究美國近三千位政治科學學者在2019年6月1日到2020年5月30日之間所有在 Twitter 上的推文, 結果發現女性學者在疫情期間有關學術專業的推文數量下降的程度比男性學者大很多, 而關於家庭的推文明顯增加, 且遠高於男性, 這代表在居家工作期間女性承擔家庭的義務比男性更多。

5.3 居家工作於疫情間對公司影響、對勞工影響

如前所述, 居家工作的防疫效果依賴於私部門的自發配合。因此, 居家工作在疫情間是否能爲公司或勞工帶來正面影響, 會決定私部門的配合意願。Bai et al. (2021) 從公司的角度出發, 以營業額及股價爲指標, 使用 difference-in-differences 的方法, 發現居家工作可行性比例排名在前四分之一的公司相較於其他公司, 在疫情期間受創程度較小, 甚至疫情可對公司績效產生正面效果。不過, 這項研究並未考量公司實際上是否有因疫情

[34]推測因高學歷或女性勞工較高比例從事於非體力或文書性質勞動, 較有可能居家工作。

臺灣大學學術期刊資料庫

而增加員工居家工作, 因此, 無法估計提升居家工作比例對公司的影響。另一方面, Mongey, Pilossoph, and Weinberg (2021) 同樣利用 difference-in-differences 的方法, 比較較可居家工作的勞工與較不易居家工作的勞工, 在2008年金融海嘯期間與此次疫情期間受衝擊的差異, 發現無法居家工作的勞工在疫情期間受衝擊嚴重, 並面臨高失業的風險。更嚴重的是, 此類勞工多爲低所得、低教育、低流動資產 — 所得比、無自有房屋者, 因而加劇了疫情間的社會不平等現象。不過, 這項研究是以職業類別區分居家工作可行性的高低, 因此, 無法推論從事同樣職業的勞工是否會因爲得以居家工作而較能降低疫情對就業的影響。另外, Brynjolfsson et al. (2020) 則是研究疫情對勞工轉換到居家工作的效果, 並發現從事科技業、管理類工作者在疫情間改爲居家工作的比例上升。值得注意的是, 此研究也發現年輕族群較多是因爲疫情因素而改成居家工作; 相對地, 年長族群則是較多在疫情之前就已經以居家工作方式爲主 (如: 接案性質的工作), 因此, 雖然年長者從事可居家工作的比例較高, 但疫情卻是改變年輕族群的工作型態較大 (例如改爲從事可居家的工作, 或者工作不變但改爲選擇居家工作)。另外, Yamamura and Tsustsui (2021b) 利用日本的資料分析孩子的存在, 以及中小學在疫情期間大規模停課的因素, 如何影響父母親的居家工作。他們發現若有小學階段的小孩, 使得母親更有可能從事居家工作, 但相對地父親則較不會如此做, 而對於子女爲中學以上學生的家庭, 父母是否居家工作便不受小孩的影響。不過, 疫情對性別影響的差異亦有可能受到文化及社會慣例的影響, 因此, 是否適用於其他國家仍有待進一步的研究。

5.4 居家工作增加後的中長期影響: 工作型態改變、加劇所得分配不均

居家工作作爲疫情期間的一項因應措施, 在疫情平緩後是否會對社會結構造成長遠的影響? 這也是我們亟待關注的一項議題。Barrero, Bloom, and Davis (2021) 的研究發現, 有20%的勞工計畫在疫情平穩後繼續採用居家工作的工作型態 (相較於疫情前, 僅有5%的勞工選擇居家工作)。這些勞工選擇繼續居家工作的原因主要有: 居家工作的體驗高於預期、科技上的投資以及人力資本的累積使得居家工作較疫情前更爲便利、居家工作現在較不會遭到異樣眼光、以及擔憂未來疫情再度爆發等。另外, 該研究也試

臺灣大學學術期刊資料庫

圖估計疫情後持續居家工作的現象可提升社會生產力約 5%, 其中主要的效益來自於減少了大量的通勤時間。同時, 也會讓民間消費由城市中心轉往郊區, 進而平衡了城鄉間的差距。然而, 由於可居家工作的比例不均, 居家工作的長期效益, 主要會由高所得者得到, 這是值得注意的問題。Bick, Blandin, and Mertens (2020) 的研究也提出類似的觀察, 即疫情間大量的居家工作現象, 在疫情後並不會回落到疫情前的水準, 且高教育程度的勞工更傾向於在疫情後繼續維持居家工作的工作型態。以上兩篇研究都是利用訪談資料詢問受訪者的主觀意願, 而 Melek and Kim (2021) 則是透過手機通訊的高頻率資料, 也發現不同所得、種族、教育程度居家工作比例的差異, 在疫情爆發一年後實際上的確持續存在。另外, 隨著社會對於居家工作的接受度增加, 是否會影響未來勞工的職業選擇, 使得更多勞工從事居家工作可行性較高的工作, 或者使得企業更願意增加可以居家工作的職位, 也是值得進一步研究的議題。例如, Bamieh and Ziegler (2022) 從奧地利的企業線上徵才工作內容發現, 疫情大幅增加了遠距工作的職缺, 且即使在疫情爆發一年之後, 遠距工作的職缺仍然爲疫情前的 2–3 倍之多, 且要求高中以上學歷的遠距工作職缺增幅更大。

而除了透過問卷訪談或實時資料估算居家工作的長期效果外, 也有學者試圖透過較嚴謹的實驗設計或計量方法進行因果推論, 或者是透過建構均衡模型來估計居家工作對於產業、勞工、乃至於社會整體的長期影響。例如, 在疫情之前 Bloom et al. (2015) 透過現場實驗 (field experiment) 的方式, 研究中國最大的線上旅行社 Ctrip (攜程) 對於其在上海的呼叫中心員工將有意願進行居家工作的勞工進行隨機分組, 並發現被分到居家工作實驗組的勞工比被分到控制組的勞工表現提升了 13%。其中 9%是因爲更多的工時 (更少的休息及病假), 4%來自每分鐘處理更多的電話 (更安靜, 更方便的環境)。該實驗進行一年後, 再度容許勞工可自由選擇是否要居家工作, 並發現員工的績效進一步提升到 22%, 表示居家工作存在相當大的學習效果以及自我選擇效果。Bonacini, Gallo, and Scicchitano (2021) 則是利用傾向分數反向加權法 (propensity score inverse probability weighting) 估計各行業的可居家工作比例提升之後對於勞工所得的影響, 結果發現可居家工作比例增加會提升年長者、高所得、高教育、以及男性勞工的所

臺灣大學學術期刊資料庫

得, 這也隱含所得分配將會更加不均, 值得我們深思。Delventhal, Kwon, and Parkhomenko (2021) 則是使用洛杉磯的資料, 推測當居家工作永久化之後城市結構會發生何種變化, 經過資料校準及反事實演練, 結果發現居家工作對長期都市結構有三個重要效果: (1) 工作向城市核心移轉, 而居民則向外圍移轉; (2) 交通擁擠減緩, 通勤時間下降; (3) 平均房價下跌, 但其中核心區房價下跌, 外圍房價上漲。另外, Behrens, Kichko, and Thisse (2021) 以及 Davis, Ghent, and Gregory (2021) 則是透過建構總體經濟的均衡模型, 討論居家工作的相對生產力提升對整體經濟以及各產業、各類型勞工的長期影響。這些總體模型均指出居家工作的效率提升將會擴大所得不均度, 並對城鄉結構造成長期的影響。Althoff et al. (2022) 也透過實證研究, 分析居家工作對美國城鄉結構及產業的影響。他們觀察到, 由於在疫情期間居家工作者主要集中在商業服務類, 這類型工作的地點原本較集中於人口密度較高的都市區, 且其工作也同時帶動了都市區的消費服務業。而在疫情中, 商業服務業工作者居家比例上升, 且這類型勞工由於所得較高, 多半居住於郊區。這造成在都市區從事消費服務的勞工受到不對稱的衝擊, 工時及所得都下降得比非都市區的消費服務業勞工更多。

綜上所述, 新冠疫情急遽增加了居家工作的需要, 但各行業乃至於各國間可居家工作的比例有相當大的差異: 低所得、低學歷的弱勢族群較少從事可居家工作的職務, 因此, 在疫情間受到較大的衝擊。除此之外, 從實證研究及理論預測上都發現居家工作可能會成爲一個持續的趨勢, 並對所得分配不均、產業結構、以至於城鄉結構等在疫情結束後仍會有長期的衝擊。政府應該如何因應這個趨勢, 未來值得持續關注。

6 居家學習

在疫情最嚴峻的期間, 許多國家採取停課的手段以避免確診擴散;[35] 同時, 有些學校也改採遠距線上教學的方式替代實體授課。然而研究發現, 這些防疫措施也加重了家長的育兒負擔, 進而影響到他們的工作以及心理健康。另一方面, 居家學習不僅降低了學習的成效, 也加深了學生的社經背景不

[35]雖然大學停課亦可能讓疫情擴散至返鄉學生所居住的地區, 如 Mangrum and Niekamp (2022) 所發現。

臺灣大學學術期刊資料庫

平等對學習效果的影響。在此節中, 我們將疫情對教育的影響區分兩個面向討論: 疫情對家長及學生的衝擊, 以及疫情間遠距教學跟實體授課學習成效的比較。

6.1 疫情對學生及家長的衝擊

目前的研究, 大多數都發現疫情期間停課以及遠距教學的措施對學生及家庭帶來負面的衝擊, 並且加深了學生社經背景差距的影響。例如, Takaku and Yokoyama (2021) 使用日本的調查資料, 並根據學生的出生月份判定是否能進入小學, 透過使用迴歸不連續設計 (regression discontinuity design, RDD) 的方法, 他們發現停課會導致學生體重增加, 且增加母親育兒的焦慮。[36] Yamamura and Tsustsui (2021a,b) 同樣使用日本的問卷調查資料, 並使用固定效果模型 (fixed-effects model) 進行估計, 發現停課期間家中有小學生的家庭, 母親遠距工作的可能性增加, 但母親若爲低學歷, 心理健康程度將會惡化。這反映了疫情期間居家學習增加了家長, 特別是母親照顧子女的負擔。Champeaux et al. (2020) 以法國與義大利的家庭爲調查對象, 發現父母爲低學歷的學生, 在封城期間的學業表現較差, 且情緒福祉較低落; 研究同時指出互動式遠距教學可減輕此負面影響。Engzell, Frey, and Verhagen (2021) 則是檢驗荷蘭於疫情間停課八週, 對小學生在全國測驗中表現的影響。由於停課期間介於兩次全國測驗之中, 他們利用 difference-in-differences 的方法, 比較疫情期間與疫情前三年的測驗結果, 發現停課期間居家學習對測驗成績幾乎沒有成效, 且對於低學歷家庭的學生, 居家學習反而帶來負向效果。Contini et al. (2021) 同樣以學生在全國測驗中的表現爲指標, 利用類似 difference-in-differences 的設計, 在控制小學二年級成績之下, 比較疫情當年小學三年級學生的數學成績與疫情前一年小學三年級學生的成績差異。結果發現停課對義大利的小學生的數學成績有負面衝擊; 且同樣地, 對於低學歷家庭的學生衝擊更大。Neidhöfer, Lustig, and Tommasi (2021) 則是以拉丁美洲 17 國的資料進行推估, 認爲疫情間停課的措施將對來自低學歷家庭的學生造成長期衝擊, 使他們取得中學學歷的可能性大幅下降。值得注意的是, 疫情對學習的影響並不僅限

[36] 日本於 2020 年 3 月至 5 月間國中及國小停課, 但幼兒園仍持續上課。

臺灣大學學術期刊資料庫

於未成年的學生。Aucejo et al. (2020) 以美國大學部學生的問卷調查顯示, 疫情造成13%的學生延畢、40%的學生失去工作機會、且有35%的學生認爲疫情會影響他們預期於35歲時的所得。同樣地, 疫情也加深了大學生之間的差距: 低所得家庭的學生更有可能會延畢; 此外, 有25%的大學生每週學習時間減少5小時以上, 但也有25%的大學生每週學習時間增加4小時以上。

此外, 也有一些文獻試圖更進一步探究疫情期間學習效果差距擴大的原因。Bacher-Hicks, Goodman, and Mulhern (2021) 透過 difference-in-differences 的方法, 比較疫情前後高社經地位的區域與低社經地位的區域的學習狀況, 發現美國疫情期間高所得、高聯網地區搜尋線上教學資源的次數比其他地區大幅增加。Jæger and Blaabæk (2020) 研究丹麥至少有1位16歲以下兒童同住的家戶之數位學習行爲, 也透過 difference-in-differences 的方法, 比較疫情前後高低社經家庭學生的學習狀況差異, 發現高學歷、高所得家庭在疫情間借閱數位圖書的次數差距增加。這些研究顯示在疫情期間, 高社經背景的學生更能善加利用線上資源學習, 因此, 擴大了與低社經背景學生之間的差距。再者, 居家學習也會放大學生之間本來的學習動機差距。Grewenig et al. (2021) 研究德國中小學學生, 發現疫情期間學生平均學習時間減少, 且使用電玩、社群媒體時間增加, 且此一現象對成績較低的學生更爲明顯。最後, 在停止實體授課期間, 由於學生缺少跟同儕與老師的互動, 也可能會拉大學生之間學習成績的差異。Agostinelli et al. (2022) 使用結構估計 (structural estimation) 的方式, 內生化在存在同儕效果下父母的教育決策, 並據以研究疫情對美國中學生學期成績的影響。估計結果發現在因疫情而缺乏同儕影響後, 來自較低所得地區的學生成績明顯下降, 但來自較富裕地區的學生成績則不受影響。

6.2 疫情間實體授課與遠距教學比較

在疫情期間, 除了停課之外, 也有不少學校改採遠距教學, 或實體與遠距並行的方式授課。這也提供了一個檢視實體授課與遠距教學成效差異的機會。Altindag, Filiz, and Tekin (2021) 使用美國資料, 發現大學遠距教學的成效, 不論從成績、退選率、及格率等指標來衡量, 都劣於實體授課。同

臺灣大學學術期刊資料庫

時, 遠距教學成效也會受到學生所在區域寬頻聯網效率的影響。Orlov et al. (2021) 則是利用美國四所研究型大學 (R1) 學生標準化中級經濟學測驗的成績, 在疫情前一年與疫情當年的差異, 檢視遠距教學的成效, 同樣發現遠距教學降低了學生成績, 但授課教師的線上教學經驗或增加小組討論, 可以減少遠距教學的負面效果。Kofoed et al. (2021) 以美國西點軍校學生爲對象, 將學生隨機分爲實體授課與遠距教學兩組, 也發現遠距教學成效較差, 且成績較差的學生遠距學習效果更低; 學生反映遠距教學的困難爲不易專心, 且缺乏跟老師及同學的連結。Cacault et al. (2021) 以瑞士一所公立大學學生爲對象, 同樣透過隨機分組, 發現遠距教學會提升能力高的學生成績, 但會降低能力低的學生成績。最後, 疫情期間學校提供的教學選項也會影響到學生的註冊意願。Dee et al. (2021) 研究美國公立中學以下學校的註冊率, 發現疫情期間只提供遠距教學的幼兒園及小學其註冊率低於提供實體授課或兩者並行的學校, 但中學註冊率則沒有明顯差異。Musaddiq et al. (2022) 則是將學習選項區分爲公立學校、私立學校、及居家自學三種, 他們發現當公立學校採取實體授課時, 學生選擇居家自學的比例增加; 而當公立學校採取遠距教學時, 學生選擇私立學校的比例增加。這顯示學生家庭在染疫風險以及學習成效兩者的重視程度上存在相當大的差異, 這也可能進一步放大不同社經背景學生之間的長期學習成效。

除了遠距教學對成績影響的探討, Bacher-Hicks et al. (2022) 利用 Google trends 的即時追蹤資料, 發現在 COVID-19 大流行期間, 校園當面霸凌和網路霸凌均顯著減少, 後者平息了許多人擔心小孩在家學習會使用更多的網路, 可能會有更多網路霸凌的憂慮。事實上遠距教學對於暴露於各種形式的霸凌均有明顯的保護作用, 除了減少人與人的接觸, 疫情期間返校的公衛措施如維持社交距離、戴口罩等都大大地限制了人際互動, 同時也增加了師長們的監督數量, 這是遠距教學的一個正向影響。另外, Cabrera-Hernández and Padilla-Romo (2020) 研究在 COVID-19 大流行期間學校停課如何影響墨西哥市虐待兒童的舉報大幅降低, 但這並不代表實際的虐童案件減少, 這種下降乃是由於停課期間教育專業人士的舉報減少所致。

綜上所述, 因疫情而造成的大規模停課以及轉移到居家學習, 提供了一個檢視遠距教學效果的機會, 而研究結果發現平均而言遠距教學的效果仍

臺灣大學學術期刊資料庫

然低於實體教學, 同時會擴大高社經與低社經家庭學生的學習效果差距。同時, 居家學習也加重了低社經或有小學以下學生家庭的負擔, 特別是針對母親。這些現象是否會造成學生長期成就 (如: 升學、就業、薪資) 的影響, 值得未來持續關注。

7 其他政府管制措施

7.1 即時資訊與隱私

在大流行期間各國政府均利用智慧型手機的定位功能來做疫調或追蹤感染者行蹤, 但因大量即時數據的產生使得政府有機會掌握個人隱私。在協助疫情防控與隱私保護之間如何平衡, 值得我們深思。在此次疫情發生之前數年, Acquisti, Brandimarte, and Loewenstein (2015) 綜述了關於隱私行爲的各種實際研究之間的聯繫, 他們談論了三個主題: (1) 人們不確定與隱私相關的行爲與後果以及他們對這些後果的偏好; (2) 人們對隱私的關注或缺乏關注的脈絡依賴; (3) 隱私問題的延展性可以通過商業和政府利益來操縱。這三個主題在現今疫情之下仍然適用。O'Connell and O'Keeffe (2021) 認爲接觸者追蹤一直是應對流行病的一種措施。而在 COVID-19 疫情時, 我們面臨感染者和被感染者出現症狀之間的時間很短, 且有很多無症狀傳播者的存在, 使得接觸者追蹤相對困難。二十一世紀的接觸者追蹤因爲數位科技的進展與智慧型手機的廣泛應用, 使得應用數位追蹤接觸者的能力大幅提升, 韓國在2020年開發出一款 Corona Loom 的應用程式, 當與感染者距離靠近時可以發出警告, 但此種功能某種程度上已經侵犯了個人隱私, 當然世界各國也都有其開發的應用程式, 但相對的, 西方國家更傾向保護隱私, 因此, 韓國的數位追蹤成果之所以要比西方國家要好, 是因爲他們可以追蹤症狀或確診前14天的接觸環境, 而西方國家的 APP 只能追蹤48小時之前的環境。但在大流行之下, 保護隱私和保護健康之間已有了新的均衡。由於歐洲國家在2020年6月第一波疫情結束時發現超過210萬例病例和18萬例死亡, 這使得歐洲人未來更有可能願意共享其私人位置資訊以便在突發公衛事件時可以追蹤接觸者, 這是因爲在這次大流行期間保護隱私和保護生命之間的均衡發生了變化。

臺灣大學學術期刊資料庫

Oliver et al. (2020) 認爲非藥物干預對於延遲 COVID-19 大流行至關重要。其中被動產生的手機數據更是有潛在價值的數據來源, 作者認爲謹愼地使用手機數據是在 COVID-19 大流行早、中、晚期階段支持公共衛生的重要工具庫。雖然已經有許多國家已經開始利用手機數據來追蹤感染者足跡以及近距離的接觸者, 但在國際層級仍缺乏統一的標準及協調的能力。各國政府應當啟用並利用公平和負責任的方式提供和使用匯總和匿名數據。由於手機數據通常牽涉私人隱私, 如果沒有透明的保護機制, 也缺乏公民的參與, 利用行動數據來對抗大流行, 恐怕無法成功, 至少在更大的地理範圍內是很困難的。2020 年 3 月 23 日歐洲聯盟委員會 (European Commission) 曾呼籲歐洲行動網路公司將匿名和匯總數據移交給該委員會, 以便追蹤病毒傳播並確定醫療用品的優先投入區域。

7.2 居家令

在疫情最嚴重的階段, 許多國家均宣布居家令, 這是大規模限制居民移動的管制措施, 無論居民是否感染, 都需要留在家中, 這種措施比染疫者必須自我隔離的規定更嚴更全面。居民除非有特殊必要, 否則均應居家活動, 這種限制往往對勞動力市場及心理健康產生不良影響, 也和家庭暴力 (特別是針對兒童及婦女) 的增長脫不了關係 (Cabrera-Hernández and Padilla-Romo, 2020; Hamadani et al., 2020; Kaukinen, 2020)。當政府使用居家令或社交距離等措施來試圖減輕傳染病的傳播, 這當中隱含了個人自由和公共衛生之間的權衡。Yang and Silverman (2015) 提出一個案例, 在 2015 年 1 月聯邦上訴法院確認了紐約州關於因宗教原因未接種 [麻疹、腮腺炎和百日咳] 疫苗的學童在疫情爆發期間被禁止上學的政府權力。因爲根據美國憲法, 各州擁有保護公衆健康與安全的警察權力。因此, 當傳染病爆發時, 各州政府可能利用其警察權力來限制人群流動以阻止疾病的進一步傳播。但在實際的做法當中, 並不需要做到如此極端, 例如可讓學童遠距學習或尋找可能的替代方案。無論如何, 政府應該就其採取這些管制措施的必要性與民衆充分溝通, 並儘量只有在非常必要時才啟動這些措施。Lewnard and Lo (2020) 認爲這些措施雖然有其科學基礎, 但倫理的考量是多方面的, 政治領導人必須制定不偏向任何人口族群的管制政策, 不能以公共衛

臺灣大學學術期刊資料庫

生名義鑄下社會和經濟的不公不義, 且應特別注意保護弱勢群體。Patterson Jr. (2022) 發現無論疫情嚴重程度如何, 民主黨州長的州比共和黨州長的州更有可能且更快速地採取居家令, 且數據顯示居家令使居民更嚴格地遵守社交距離, 進而減輕 COVID-19 的傳播和嚴重程度。至於防疫措施爲何會有黨派差異, 該文作者認爲這是受政黨菁英所驅動的, 而共和黨人和支持者在這場大流行初期追隨他們的領導人。衆所周知, 川普總統在疫情初期並未積極作爲, 甚至有傳言說他將病毒大流行斥爲民主黨製造的騙局 (hoax)。[37] 正因爲這種黨派政治, 影響了後續不同的公衛政策與結果。

8 後疫情時代的展望

在疫情持續一波又一波地爆發下, 對於居家工作或學習的需求可預見不會立刻消失,[38] 這些因素將影響廠商及家戶對公司、居住地點的選擇, 並進一步影響房地產的價格。Ramani and Bloom (2021) 蒐集美國不同郵遞區號的租金及房地產銷售價格 (來自 Zillow 網站), 並利用美國郵局的更換地址資料建構出廠商及家戶的遷徙資料。他們比較這些價格以及遷徙模式在疫情前後的差距, 他們發現大型城市市中心商業區房地產價格成長率 (相較於市郊人口密度較低地區的房地產價格) 在疫情出現後明顯下降。另外, 廠商及家戶在疫情發生後更改地址的遷徙模式也顯示廠商及家戶都有由市中心商業中心退出, 而轉往市郊人口密度較低地區設址的情形。上述的兩項結果說明在疫情後, 人民對於商業中心的房地產需求下降, 故 Ramani and Bloom (2021) 稱之爲房地產需求的甜甜圈效果 (the donut effect)。同樣使用 Zillow 網站提供的的房價資料, Gupta et al. (2022) 也發現美國大城市內部, 市中心相較於郊區的房價或租金差異, 因爲疫情而縮減, 且發現在居家工作較普遍的地區、房屋供給較少、或住宅管制較嚴格的地方, 上述因疫情所造成的房價 (或租金) 地區差異縮減程度較大。上述結果顯示原本因爲管制或其他原因造成城鄉差異較大的地區, 在居家工作的需求持續之下, 這些城鄉差異可能會降低。另外, 有些風險較高的場所, 例如: 醫院、

[37] 有關川普總統對於疫情的錯誤言論, 可參見 Hatcher (2020)。

[38] 經過超過對 30,000 名美國人的調查之後, Barrero, Bloom, and Davis (2021) 預測在疫情結束之後有 20%的工作日數會由遠距提供。

臺灣大學學術期刊資料庫

KTV、八大特種行業等, 在疫情結束之後恐怕仍會維持實名制登記, 用以防範 COVID-19 捲土重來。還有, 疫情期間的供應鏈中斷, 海運塞船塞櫃, 長期被壓抑的國際旅行, 央行釋放的海量資金, 等現象在疫期結束之後恐怕需要較長的時間才能恢復正常。但以1918年流感大流行的經驗 (Beach, Clay, and Saavedra, 2022) 來看, 世界經濟或許可以在三年內恢復到疫情前的水準。

另一方面, 從彭博 (Bloomberg) 提供的資料我們能夠得知, 截至2022年初世界已爲新冠肺炎生產超過97億劑疫苗, 並將此些疫苗分配予全世界184個國家。此外, 全球現階段產能已能於每日生產約4千萬劑疫苗。[39] 然而從公開資訊網站 Our World in Data 的即時資料發現, 即便疫苗量能於2022年初已達相對充足的狀態, 但在疫苗的分配上仍然存在著相當不均的情況。[40] 例如: 高所得與中高所得國家平均約已有72%的人口完整接種疫苗, 且平均每人約分配得到1.75劑疫苗。而中低所得國家及低所得國家分別僅有約36%及4.9%的人口完整接種, 且平均每人僅約分別分配得到0.92劑及0.13劑疫苗。面對國際間如此的分配不均問題, 國際社會應需正視並進一步提出對策以減緩此不均現象, 以達疫苗分配的跨國公平性。再者, 在各國的疫苗分配效率性與公平性方面, 我們發現多數國家現階段的疫苗接種效率明顯減緩, 其中由 Our World in Data 所公佈截至2022年5月7日爲止的資料可知, 我國與美國完整接種疫苗的人口比率, 分別約爲79%與66%。由於疫情持續發展與病毒的持續變異, 使得未完整接種疫苗的民衆將持續面臨相對高的染疫與傳播風險。因此如何進一步提供誘因, 使得未完整接種的民衆進行接種, 進而減低疫情造成之影響, 將是各國政府於後疫情期間急需解決的一項問題。

9 結論

本文擇要回顧自 COVID-19 疫情以來主流學術期刊上的一些公衛和經濟觀點。我們發現相較於醫學與科學期刊, 社會科學類期刊對於 COVID-19

[39]以上彭博提供的疫苗相關資料, 敬請參閱: <https://www.bloomberg.com/graphics/covid-vaccine-tracker-global-distribution/>。

[40]有關 Our World in Data 提供的疫苗相關資料, 敬請參閱: <https://ourworldindata.org/covid-vaccinations#country-by-country-data-on-covid-19-vaccinations>。

臺灣大學學術期刊資料庫

疫情所產生的衝擊較少全面性的討論, 但此次疫情的衝擊是全球性及全面性的。在大危機時期, 各種資源分配在各種面向上的不平等, 往往被大衆媒體所忽略。但這些不平等的前因與後果才是我們社會科學學者最應關心的議題。本文擇要整理各類學術期刊中的相關討論, 包括有限醫療資源的分配、疫苗的研發、生產與國際間和國內的疫苗分配及優先順序, 疫情對經濟的衝擊, 疫情對環境的衝擊, 居家工作 (學習) 的影響及後果, 疫情防控與隱私的平衡等面向, 希望能在這一個前所未有的大疫情之下展現我們的關懷。不過, 與 COVID-19 疫情有關的議題還有很多, 例如, 在疫情初期許多卡車司機染疫, 使得物流因此中斷, 也有屠宰場員工染疫, 使得超市貨架上沒有肉可賣, 而在 2021 年因爲各國港口塞船塞貨櫃, 使得全球供應鏈大受影響, 進而引發各項物資大漲價, 再加上各國央行爲了挽救經濟而大撒幣造成通貨膨脹, 更有能源和礦產在疫情初期暴跌, 隨後疫情稍緩上後又暴漲, 使得總體經濟在近二年內大幅起落。再加上 2022 年 2 月 24 日俄羅斯突然入侵烏克蘭, 引發二戰以來歐陸最大戰爭, 俄烏兩國原本就是農業和自然資源的出口大國, 戰爭的發生立即引發糧食與能源價格的暴漲, 特別是西方國家對俄羅斯實施一連串的經濟制裁, 更進一步引發全球經濟的震盪。目前此一戰爭仍在持續之中, 後續影響還待評估。爲聚焦本文所擇之議題, 故上述現象留待將來另以專文討論。

我們發現在 COVID-19 疫情中受害最深的往往是社會上最弱勢的族群和國家, 包括那些受到封城和禁止旅行影響的中小型企業 (特別是服務業)、在疫情威脅下仍需到現場工作的工人、搶不到疫苗的國家、醫療資源缺乏的地區、因疫情失業的人們、因停課而須長期照顧孩童的婦女、因爲缺乏資訊設備而難以正常在家工作或在家學習的人群。而那些原本有錢有勢的人們即使不幸染疫 (機率相比於弱勢族群低很多), 也能接受較好的醫療照顧, 而在疫情大洗盤的過程中, 他們可能獲得更多的金錢和權勢。這些不平等的現象無疑將進一步深化社會矛盾。無論如何, 人類必須深刻反省此次疫情的教訓, 做好必要的改革與準備, 以期能更好地面對下一次危機的衝擊。

臺灣大學學術期刊資料庫

附錄 COVID-19 大事紀

由於過去兩年間圍繞 COVID-19 疫情發生的事件非常的多, 爲了方便讀者確認這些事件的時間順序, 在此摘錄部分重大事件歷程。[41]

- 2019年12月31日: 中國當局向世界衛生組織 (World Health Organization, WHO) 通報了中國湖北省武漢市不明原因的肺炎病例。
- 2020年1月23日: 武漢市從周四上午開始關閉公共交通, 關閉機場和火車站, 以遏制 2019-nCoV 的傳播。
- 2020年2月11日: WHO 宣布該疫情是由冠狀病毒所引起, 並定名爲 “coronavirus disease 2019”。
- 2020年3月2日: WHO 宣布 COVID-19 爲全球大流行。
- 2020年3月11日: WHO 總幹事譚德塞宣布全球 COVID-19 爆發大流行。
- 2020年6月10日: 流行病防範創新聯盟 (Coalition for Epidemic Preparedness Innovations, CEPI) 首席執行官: 稀缺性、疫苗民族主義 (vaccine nationalism) 是 COVID-19 疫苗獲取的最大障礙。
- 2020年7月6日: 美國正式提交通知退出 WHO。
- 2020年9月25日: 台灣加入 COVID-19 疫苗全球獲取平台 (COVAX)。
- 2020年12月2日: 英國政府批准的 COVID-19 候選疫苗 Pfizer-BioNTech 供國內使用 — 這是第一個這樣做的國家。
- 2020年12月8日: 英國開始推出 COVID-19 疫苗接種運動, 成爲第一個這樣做的國家。
- 2020年12月11日: 美國食品藥品監督管理局 (U.S. Food and Drug Administration, FDA) 授予緊急使用授權 Pfizer-BioNTech COVID-19 疫苗。

[41] 摘錄自: <https://www.devex.com/news/covid-19-in-2020-a-timeline-of-the-coronavirus-outbreak-99634>, <https://www.devex.com/news/covid-19-a-timeline-of-the-coronavirus-outbreak-96396>。

臺灣大學學術期刊資料庫

- 2020年12月14日: 美國開始使用 Pfizer-BioNTech 開展大規模 COVID-19 疫苗接種活動。該國已確認死於該病毒的人數超過300,000。
- 2020年12月18日: 南非宣布發現 SARS-CoV-2 的一種新變種。
- 2020年12月18日: 美國 FDA 將緊急使用授權發給 Moderna COVID-19 疫苗。
- 2020年12月22日: 美國當選總統拜登針接受第一劑 Pfizer-BioNTech COVID-19 疫苗。
- 2020年12月30日: 英國發出緊急使用授權給 Oxford-AstraZeneca COVID-19 疫苗。
- 2021年8月2日: 國際貨幣基金組織批准撥款6,500億美元的特別提款權 — 這是該機構有史以來最大的此類支出 — 以幫助各國應對 COVID-19 大流行。國際貨幣基金組織表示, 大約2750億美元將用於「新興市場和發展中國家」這一廣泛類別。收入最低的國家將獲得最少的收入。預計非洲國家將僅獲得總撥款的6.4%。
- 2021年9月8日: COVAX (COVID-19 Vaccines Global Access) 宣布下調其今年底前的疫苗交付目標爲14.3億劑。
- 2021年10月1日: 默克公司 (Merck) 表示, 其抗病毒藥用於治療 COVID-19 的莫諾匹韋 (Molnupiravir) 被證明可以將住院或死亡的風險降低一半, 在感染的早期階段給予患有嚴重疾病的高危人群。
- 2021年10月27日: 默克公司簽屬自願許可協議, 在 COVID-19 大流行期間不收取 Molnupiravir 銷售之專利費用。
- 2021年11月24日: 全球確診人數爲259,091,743人, 死亡5,184,309人。
- 2021年11月26日: WHO 將 B.1.1.529 變種病毒命名爲 Omicron。
- 2021年12月17日: 世衛組織給予 Covovax 緊急使用授權。
- 2021年12月22日: 美國食品藥物管理局發出第一個針對 COVID-19 的口服抗病毒治療的緊急使用授權給輝瑞公司的 Paxlovid。
- 2022年1月13日: Omicron 變種正在非洲大陸推動第四波大流行。
- 2022年1月15日: COVAX 提供第10億劑 COVID-19 疫苗。

臺灣大學學術期刊資料庫

- 2022年2月1日: 有83個國家之疫苗覆蓋率尚未達到「在2021年底須達40%」的目標。
- 2022年2月24日: 俄羅斯 —- 烏克蘭戰爭爆發。
- 2022年3月3日: WHO 建議將 Molnupiravir 作爲住院風險最高的非重症患者之治療用藥。
- 2022年4月22日: WHO 建議將輝瑞公司的抗病毒藥物 Paxlovid 用於患有嚴重疾病和住院風險最高的輕度和中度 COVID-19 患者。
- 2022年5月12日: 全球領導人承諾爲全球 COVID-19 大流行應對提供約31億美元的新資金, 以及與許可協議和降低口服抗病毒治療價格的通用協議相關的其他承諾。這些承諾是在第二次全球 COVID-19 高峰會上做出的。
- 2022年5月20日: 七大工業國集團的衛生部長通過了一項大流行病協定, 旨在改善全球大流行病監測和識別系統, 並建立一個迅速、協調的反應機制。
- 2022年6月23日: *The Lancet* 雜誌上的一項研究發現, COVID-19 疫苗在推出的第一年就預防了1980萬人死亡, 如果有更多的人接種, 本可以避免更多的死亡, 尤其是在低收入國家。
- 2022年6月29日: WHO 總幹事譚德塞說, 只有58個國家實現了爲70%的人口接種疫苗的目標。
- 2022年7月7日: 路透社報導稱, 印度、南非、巴基斯坦、印度尼西亞、埃及和坦桑尼亞這六個國家與世界貿易組織的其他成員共享了一份文件, 該文件爲延長所謂的 TRIPS 豁免規定了六個月的時間框架, 該豁免暫停了圍繞 COVID-19 疫苗、治療和測試的一些知識產權之權利。
- 2022年7月8日: WHO COVID-19 緊急委員會開會並得出結論: COVID-19 仍然是國際關注的突發公共衛生事件。
- 2022年8月4日: 非洲 CDC 代理主任 Ahmed Ogwell Ouma 博士說, 非洲大陸只有20.4%的人已經完全接種了 COVID-19 疫苗。

臺灣大學學術期刊資料庫

- 2022年9月23日: 世衛組織秘書長說目前每週 COVID-19 死亡人數只有2021年1月大流行高峰時的10%。
- 2022年10月20日: 世界衛生組織表示, 非洲大陸一半國家的 COVID-19 疫苗接種覆蓋率停滯不前, 7月到9月期間接種的劑量下降了50%。
- 2022年10月17日: Moderna 和 Gavi 疫苗聯盟簽署一項協議, 該公司將在2023年提前向92個 Gavi COVAX 中低收入國家提供多達一億劑能適應 COVID-19 變種病毒的疫苗。

參考文獻

Abdulkadiroğlu, Atila and Aram Grigoryan (2021), "Priority-based Assignment with Reserves and Quotas," NBER Working Paper, No. 28689.

Acquisti, Alessandro, Laura Brandimarte, and George Loewenstein (2015), "Privacy and Human Behavior in the Age of Information," *Science*, 347(6221), 509–514.

Agarwal, Nikhil, Andrew Komo, Chetan A. Patel, Parag A. Pathak, and M. Utku Ünver (2021a), "The Trade-off Between Prioritization and Vaccination Speed Depends on Mitigation Measures," NBER Working Paper, No. 28519.

Agarwal, Ritu, Michelle Dugas, Jui Ramaprasad, Junjie Luo, Gujie Li, and Guodong (Gordon) Gao (2021b), "Socioeconomic Privilege and Political Ideology are Associated with Racial Disparity in COVID-19 Vaccination," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(33), 1–3.

Agostinelli, Francesco, Matthias Doepke, Giuseppe Sorrenti, and Fabrizio Zilibotti (2022), "When the Great Equalizer Shuts Down: Schools, Peers, and Parents in Pandemic Times," *Journal of Public Economics*, 206, 104574.

Akbarpour, Mohammad, Eric B. Budish, Piotr Dworczak, and Scott Duke Kominers (2021), "An Economic Framework for Vaccine Prioritization," **URL**: https://ssrn.com/abstract=3846931.

Albanesi, Stefania and Jiyeon Kim (2021), "Effects of the COVID-19 Recession on the US Labor Market: Occupation, Family, and Gender," *Journal of Economic Perspectives*, 35(3), 3–24.

Alipour, Jean-Victor, Harald Fadinger, and Jan Schymik (2021), "My Home is My Castle – The Benefits of Working from Home during a Pandemic Crisis," *Journal of Public Economics*, 196, 104373.

臺灣大學學術期刊資料庫

Althoff, Lukas, Fabian Eckert, Sharat Ganapati, and Conor Walsh (2022), "The Geography of Remote Work," *Regional Science and Urban Economics*, 93, 103770.

Altig, Dave, Scott Baker, Jose Maria Barrero, Nicholas Bloom, Philip Bunn, Scarlet Chen, Steven J. Davis, Julia Leather, Brent Meyer, Emil Mihaylov, Paul Mizen, Nicholas Parker, Thomas Renault, Pawel Smietanka, and Gregory Thwaites (2020), "Economic Uncertainty Before and during the COVID-19 Pandemic," *Journal of Public Economics*, 191, 104274.

Altindag, Duha Tore, Elif S. Filiz, and Erdal Tekin (2021), "Is Online Education Working?" NBER Working Paper, No. 29113.

Angrist, Joshua D. and Jörn-Steffen Pischke (2009), *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*, Princeton, NJ.: Princeton University Press.

Aucejo, Esteban M., Jacob French, Maria Paola Ugalde Araya, and Basit Zafar (2020), "The Impact of COVID-19 on Student Experiences and Expectations: Evidence from a Survey," *Journal of Public Economics*, 191, 104271.

Autor, David, David Cho, Leland D. Crane, Mita Goldar, Byron Lutz, Joshua Montes, William B. Peterman, David Ratner, Daniel Villar, and Ahu Yildirmaz (2022a), "An Evaluation of the Paycheck Protection Program Using Administrative Payroll Microdata," *Journal of Public Economics*, 211, 104664.

——— (2022b), "The $800 Billion Paycheck Protection Program: Where did the Money Go and Why did It Go There?" *Journal of Economic Perspectives*, 36(2), 55–80.

Bacher-Hicks, Andrew, Joshua Goodman, Jennifer Greif Green, and Melissa K. Holt (2022), "The COVID-19 Pandemic Disrupted Both School Bullying and Cyberbullying," *American Economic Review: Insights*, 4(3), 353–370.

Bacher-Hicks, Andrew, Joshua Goodman, and Christine Mulhern (2021), "Inequality in Household Adaptation to Schooling Shocks: Covid-induced Online Learning Engagement in Real Time," *Journal of Public Economics*, 193, 104345.

Bai, John (Jianqiu), Erik Brynjolfsson, Wang Jin, Sebastian Steffen, and Chi Wan (2021), "Digital Resilience: How Work-from-Home Feasibility Affects Firm Performance," NBER Working Paper, No. 28588.

Bakchan, Amal, Arkajyoti Roy, and Kasey M. Faust (2022), "Impacts of COVID-19 Social Distancing Policies on Water Demand: A Population

臺灣大學學術期刊資料庫

Dynamics Perspective," *Journal of Environmental Management*, 302(Part A), 113949.

Baker, Scott R., Nicholas Bloom, Steven J. Davis, and Stephen J. Terry (2020a), "COVID-Induced Economic Uncertainty," NBER Working Paper, No. 26983.

Baker, Scott R., Robert A. Farrokhnia, Steffen Meyer, Michaela Pagel, and Constantine Yannelis (2020b), "How Does Household Spending Respond to an Epidemic? Consumption during the 2020 COVID-19 Pandemic," *Review of Asset Pricing Studies*, 10(4), 834–862.

Bamieh, Omar and Lennart Ziegler (2022), "Are Remote Work Options the New Standard? Evidence from Vacancy Postings during the COVID-19 Crisis," *Labour Economics*, 76, 102179.

Barrero, Jose Maria, Nicholas Bloom, and Steven J. Davis (2021), "Why Working from Home Will Stick," NBER Working Paper, No. 28731.

Bartik, Alexander W., Marianne Bertrand, Zoë B. Cullen, Edward L. Glaeser, Michael Luca, and Christopher T. Stanton (2020a), "How Are Small Businesses Adjusting to COVID-19? Early Evidence from a Survey," NBER Working Paper, No. 26989.

Bartik, Alexander W., Zoe B. Cullen, Edward L. Glaeser, Michael Luca, and Christopher T. Stanton (2020b), "What Jobs are Being Done at Home during the Covid-19 Crisis? Evidence from Firm-Level Surveys," NBER Working Paper, No. 27422.

Bashir, Mohammed Shakeel Mohammed and Kishor A. Bansod (2020), "Role of Remdesivir in the Management of Covid-19 — A Review," *Journal of Contemporary Medicine and Dentistry*, 8(3), 11–16.

Beach, Brian, Karen Clay, and Martin Saavedra (2022), "The 1918 Influenza Pandemic and Its Lessons for COVID-19," *Journal of Economic Literature*, 60(1), 41–84.

Behrens, Kristian, Sergey Kichko, and Jacques-François Thisse (2021), "Working from Home: Too Much of a Good Thing?" CESifo Working Paper, No. 8831, **URL**: `https://ssrn.com/abstract=3768910`.

Beigel, John H. et al. (2020), "Remdesivir for the Treatment of Covid-19 — Final Report," *New England Journal of Medicine*, 383(19), 1813–1826.

Bertrand, Marianne, Esther Duflo, and Sendhil Mullainathan (2004), "How Much Should We Trust Differences-in-Differences Estimates?" *Quarterly Journal of Economics*, 119(1), 249–275.

Bertsimas, Dimitris, Joshua Ivanhoe, Alexandre Jacquillat, Michael Li, Alessandro Previero, Omar Skali Lami, and Hamza Tazi Bouardi (2020),

臺灣大學學術期刊資料庫

"Optimizing Vaccine Allocation to Combat the COVID-19 Pandemic," **URL**: https://doi.org/10.1101/2020.11.17.20233213.

Bibbins-Domingo, Kirsten, Maya Petersen, and Diane Havlir (2021), "Taking Vaccine to Where the Virus Is — Equity and Effectiveness in Coronavirus Vaccinations," *JAMA Health Forum*, 2(2), e210213.

Bick, Alexander, Adam Blandin, and Karel Mertens (2020), "Work from Home After the COVID 19 Outbreak," **URL**: https://ssrn.com/abstract=3650114.

Bikkina, Srinivas, Vijaya Kittu Manda, and U. V. Adinarayana Rao (2021), "Pricing of Medical Oxygen & Related Equipment during COVID-19 Times," *Vidyabharati International Interdisciplinary Research Journal*, Special Issue: VARTANA 2021, 42–49.

Bjørnstad, Ottar N., Katriona Shea, Martin Krzywinski, and Naomi Altman (2020a), "Modeling Infectious Epidemics," *Nature Methods*, 17(5), 455–456.

——— (2020b), "The SEIRS Model for Infectious Disease Dynamics," *Nature Methods*, 17(6), 557–559.

Bloom, Nicholas, James Liang, John Roberts, and Zhichun Jenny Ying (2015), "Does Working from Home Work? Evidence from a Chinese Experiment," *Quarterly Journal of Economics*, 130(1), 165–218.

Bolcato, Matteo, Daniele Rodriguez, Alessandro Feola, Giulio Di Mizio, Alessandro Bonsignore, Rosagemma Ciliberti, Camilla Tettamanti, Marco Trabucco Aurilio, and Anna Aprile (2021), "COVID-19 Pandemic and Equal Access to Vaccines," *Vaccines*, 9(6), 538.

Bonacini, Luca, Giovanni Gallo, and Sergio Scicchitano (2021), "Working from Home and Income Inequality: Risks of a 'New Normal' with COVID-19," *Journal of Population Economics*, 34(1), 303–360.

Bottan, Nicolas, Bridget Hoffmann, and Diego Vera-Cossio (2020), "The Unequal Impact of the Coronavirus Pandemic: Evidence from Seventeen Developing Countries," *PLoS ONE*, 15(10), e0239797.

Bown, Chad P. (2022), "How COVID-19 Medical Supply Shortages Led to Extraordinary Trade and Industrial Policy," *Asian Economic Policy Review*, 17(1), 114–135.

Brodeur, Abel, Nikolai Cook, and Taylor Wright (2021), "On the Effects of COVID-19 Safer-at-Home Policies on Social Distancing, Car Crashes and Pollution," *Journal of Environmental Economics and Management*, 106, 102427.

臺灣大學學術期刊資料庫

Brown, Elizabeth A. and Brandi M. White (2020), "Recognizing Privilege as a Social Determinant of Health during COVID-19," *Health Equity*, 4(1), 1–4.

Brüssow, Harald and Sophie Zuber (2022), "Can a Combination of Vaccination and Face Mask Wearing Contain the COVID-19 Pandemic?" *Microbial Biotechnology*, 15(3), 721–737.

Brynjolfsson, Erik, John J. Horton, Adam Ozimek, Daniel Rock, Garima Sharma, and Hong-Yi TuYe (2020), "COVID-19 and Remote Work: An Early Look at US Data," NBER Working Paper, No. 27344.

Bubar, Kate M., Kyle Reinholt, Stephen M. Kissler, Marc Lipsitch, Sarah Cobey, Yonatan H. Grad, and Daniel B. Larremore (2021), "Model-informed COVID-19 Vaccine Prioritization Strategies by Age and Serostatus," *Science*, 371(6532), 916–921.

Buckner, Jack H., Gerardo Chowell, and Michael R. Springborn (2021), "Dynamic Prioritization of COVID-19 Vaccines When Social Distancing is Limited For Essential Workers," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(16), e2025786118.

Budish, Eric (2020), "Maximize Utility Subject to $R \leq 1$: A Simple Price-Theory Approach to COVID-19 Lockdown and Reopening Policy," NBER Working Paper, No. 28093.

Cabrera-Hernández, Francisco and María Padilla-Romo (2020), "Hidden Violence: How COVID-19 School Closures Reduced the Reporting of Child Maltreatment," *Latin American Economic Review*, 29(1), 1–17.

Cacault, M Paula, Christian Hildebrand, Jérémy Laurent-Lucchetti, and Michele Pellizzari (2021), "Distance Learning in Higher Education: Evidence from a Randomized Experiment," *Journal of the European Economic Association*, 19(4), 2322–2372.

Cajner, Tomaz, Leland D. Crane, Ryan A. Decker, John Grigsby, Adrian Hamins-Puertolas, Erik Hurst, Christopher Kurz, and Ahu Yildirmaz (2020), "The U.S. Labor Market during the Beginning of the Pandemic Recession," NBER Working Paper, No. 27159.

Caniglia, Ellen C. and Eleanor J. Murray (2020), "Difference-in-Difference in the Time of Cholera: a Gentle Introduction for Epidemiologists," *Current Epidemiology Reports*, 7(4), 203–211.

Card, David and Alan B. Krueger (1994), "Minimum Wages and Employment: A Case Study of the Fast-Food Industry in New Jersey and Pennsylvania," *American Economic Review*, 84(4), 772–793.

臺灣大學學術期刊資料庫

Carvalho, Vasco M., Juan R. Garcia, Stephen Hansen, Álvaro Ortiz, Tomasa Rodrigo, José V. Rodríguez Mora, and Pep Ruiz (2021), "Tracking the COVID-19 Crisis with High-Resolution Transaction Data," *Royal Society Open Science*, 8(8), 210218.

Casado, Miguel Garza, Britta Glennon, Julia Lane, David McQuown, Daniel Rich, and Bruce A. Weinberg (2020), "The Aggregate Effects of Fiscal Stimulus: Evidence from the COVID-19 Unemployment Supplement," NBER Working Paper, No. 27576.

Castillo, Juan Camilo, Amrita Ahuja, Susan Athey, Arthur Baker, Eric Budish, Tasneem Chipty, Rachel Glennerster, Scott Duke Kominers, Michael Kremer, Greg Larson, Jean Lee, Canice Prendergast, Christopher M. Snyder, Alex Tabarrok, Brandon Joel Tan, and Witold Więcek (2021), "Market Design to Accelerate COVID-19 Vaccine Supply," *Science*, 371 (6534), 1107–1109.

Castro, Marcia C. and Burton Singer (2021), "Prioritizing COVID-19 Vaccination by Age," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(15), e2103700118.

Champeaux, Hugues, Lucia Mangiavacchi, Francesca Marchetta, and Luca Piccoli (2020), "Learning at Home: Distance Learning Solutions and Child Development during the COVID-19 Lockdown," IZA Discussion Paper, No. 13819, **URL**: `https://ssrn.com/abstract=4114231`.

Chang, Hung-Hao, Chad D. Meyerhoefer, and Feng-An Yang (2021), "COVID-19 Prevention, Air Pollution and Transportation Patterns in the Absence of a Lockdown," *Journal of Environmental Management*, 298, 113522.

Chen, Haiqiang, Wenlan Qian, and Qiang Wen (2021), "The Impact of the COVID-19 Pandemic on Consumption: Learning from High-Frequency Transaction Data," *AEA Papers and Proceedings*, 111, 307–311.

Chen, Kong-Pin, Jui-Chung Yang, and Tzu-Ting Yang (2022), "JUE Insight: Demand for Transportation and Spatial Pattern of Economic Activity during the Pandemic," *Journal of Urban Economics*, 127, 103426.

Chetty, Raj, John N. Friedman, Nathaniel Hendren, Michael Stepner, and The Opportunity Insights Team (2020), "How Did COVID-19 and Stabilization Policies Affect Spending and Employment? A New Real-Time Economic Tracker Based on Private Sector Data," NBER Working Paper, No. 27431.

Chinazzi, Matteo, Jessica T. Davis, Marco Ajelli, Corrado Gioannini, Maria Litvinova, Stefano Merler, Ana Pastore y Piontti, Kunpeng Mu, Luca

臺灣大學學術期刊資料庫

Rossi, Kaiyuan Sun, Cécile Viboud, Xinyue Xiong, Hongjie Yu, M. Elizabeth Halloran, Ira M. Longini Jr., and Alessandro Vespignani (2020), "The Effect of Travel Restrictions on the Spread of the 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Outbreak," *Science*, 368(6489), 395–400.

Coibion, Olivier, Yuriy Gorodnichenko, and Michael Weber (2020), "How Did U.S. Consumers Use Their Stimulus Payments?" NBER Working Paper, No. 27693.

Cole, Helen V. S., Isabelle Anguelovski, Francesc Baró, Melissa García-Lamarca, Panagiota Kotsila, Carmen Pérez del Pulgar, Galia Shokry, and Margarita Triguero-Mas (2021), "The COVID-19 Pandemic: Power and Privilege, Gentrification, and Urban Environmental Justice in the Global North," *Cities & Health*, 5(S1), S71–S75.

Cole, Matthew A., Ceren Ozgen, and Eric Strobl (2020), "Air Pollution Exposure and Covid-19 in Dutch Municipalities," *Environmental and Resource Economics*, 76(4), 581–610.

Contini, Dalit, Maria L. Di Tommaso, Caterina Muratori, Daniela Piazzalunga, and Lucia Schiavon (2021), "The Covid-19 Pandemic and School Closure: Learning Loss in Mathematics in Primary Education," IZA Discussion Paper, No. 14785, **URL**: `https://ssrn.com/abstract=4114323`.

Cox, Natalie, Peter Ganong, Pascal Noel, Joseph Vavra, Arlene Wong, Diana Farrell, Fiona Greig, and Erica Deadman (2020), "Initial Impacts of the Pandemic on Consumer Behavior Evidence from Linked Income, Spending, and Savings Data," *Brookings Papers on Economic Activity*, 2020(2), 35–82.

Cylus, Jonathan, Dimitra Panteli, and Ewout van Ginneken (2021), "Who Should be Vaccinated First? Comparing Vaccine Prioritization Strategies in Israel and European Countries Using the COVID-19 Health System Response Monitor," *Israel Journal of Health Policy Research*, 10, 16.

Dang, Hai-Anh H. and Trong-Anh Trinh (2021), "Does the COVID-19 Lockdown Improve Global Air Quality? New Cross-National Evidence on Its Unintended Consequences," *Journal of Environmental Economics and Management*, 105, 102401.

Davis, Matthew R., Erin K. McCreary, and Jason M. Pogue (2020), "That Escalated Quickly: Remdesivir's Place in Therapy for COVID-19," *Infectious Diseases and Therapy*, 9(3), 525–536.

臺灣大學學術期刊資料庫

Davis, Morris A., Andra C. Ghent, and Jesse M. Gregory (2021), "The Work-from-Home Technology Boon and its Consequences," NBER Working Paper, No. 28461.

Dee, Thomas S., Elizabeth Huffaker, Cheryl Phillips, and Eric Sagara (2021), "The Revealed Preferences for School Reopening: Evidence from Public-School Disenrollment," NBER Working Paper, No. 29156.

Delacrétaz, David (2021), "Processing Reserves Simultaneously," In Proceedings of the 22nd ACM Conference on Economics and Computation (EC '21), 345–346.

Delventhal, Matthew J., Eunjee Kwon, and Andrii Parkhomenko (2021), "JUE Insight: How Do Cities Change when We Work from Home?" *Journal of Urban Economics*, 127, 103331, 1–20.

Dingel, Jonathan I. and Brent Neiman (2020), "How Many Jobs can be Done at Home?" *Journal of Public Economics*, 189, 104235.

Dunn, Abe, Kyle Hood, Andrea Batch, and Alex Driessen (2021), "Measuring Consumer Spending Using Card Transaction Data: Lessons from the COVID-19 Pandemic," *AEA Papers and Proceedings*, 111, 321–325.

Eccleston-Turner, Mark and Harry Upton (2021), "International Collaboration to Ensure Equitable Access to Vaccines for COVID-19: The ACT-Accelerator and the COVAX Facility," *Milbank Quarterly*, 99(2), 426–449.

Emanuel, Ezekiel J., Govind Persad, Adam Kern, Allen Buchanan, Cécile Fabre, Daniel Halliday, Joseph Heath, Lisa Herzog, R. J. Leland, Ephrem T. Lemango, Florencia Luna, Matthew S. McCoy, Ole F. Norheim, Trygve Ottersen, G. Owen Schaefer, Kok-Chor Tan, Christopher Heath Wellman, Jonathan Wolff, and Henry S. Richardson (2020a), "An Ethical Framework for Global Vaccine Allocation," *Science*, 369(6509), 1309–1312.

Emanuel, Ezekiel J., Govind Persad, Ross Upshur, Beatriz Thome, Michael Parker, Aaron Glickman, Cathy Zhang, Connor Boyle, Maxwell Smith, and James P. Phillips (2020b), "Fair Allocation of Scarce Medical Resources in the Time of Covid-19," *New England Journal of Medicine*, 382(21), 2049–2055.

Engzell, Per, Arun Frey, and Mark D. Verhagen (2021), "Learning Loss due to School Closures during the COVID-19 Pandemic," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(17), e2022376118.

臺灣大學學術期刊資料庫

Eroğlu, Hasan (2021), "Effects of Covid-19 Outbreak on Environment and Renewable Energy Sector," *Environment, Development and Sustainability*, 23(4), 4782–4790.

Facciolá, Alessio, Pasqualina Laganá, and Gabriella Caruso (2021), "The COVID-19 Pandemic and Its Implications on the Environment," *Environmental Research*, 201, 111648.

Farrell, Diana, Peter Ganong, Fiona Greig, Max Liebeskind, Pascal Noel, and Joseph Vavra (2020), "Consumption Effects of Unemployment Insurance during the Covid-19 Pandemic," **URL**: `https://ssrn.com/abstract=3654274`.

Fazio, Catherine E., Jorge Guzman, Yupeng Liu, and Scott Stern (2021), "How is COVID Changing the Geography of Entrepreneurship? Evidence from the Startup Cartography Project," NBER Working Paper, No. 28787.

Ferranna, Maddalena, Daniel Cadarette, and David E. Bloom (2021), "COVID-19 Vaccine Allocation: Modeling Health Outcomes and Equity Implications of Alternative Strategies," *Engineering*, 7(7), 924–935.

Fischer, William, Joseph J. Eron Jr, Wayne Holman, Myron S. Cohen, Lei Fang, Laura J. Szewczyk, Timothy P Sheahan, Ralph Baric, Katie R. Mollan, Cameron R. Wolfe, Elizabeth R. Duke, Masoud M. Azizad, Katyna Borroto-Esoda, David A. Wohl, Amy James Loftis, Paul Alabanza, Felicia Lipansky, and Wendy P. Painter (2021), "Molnupiravir, an Oral Antiviral Treatment for COVID-19," *medRxiv*, **URL**: `https://doi.org/10.1101/2021.06.17.21258639`.

Forsythe, Eliza, Lisa B. Kahn, Fabian Lange, and David Wiczer (2020), "Labor Demand in the Time of COVID-19: Evidence from Vacancy Postings and UI Claims," *Journal of Public Economics*, 189, 104238.

Fredriksson, Per G. and Aatishya Mohanty (2022), "COVID-19 Regulations, Political Institutions, and the Environment," *Environmental and Resource Economics*, 81(2), 323–353.

Gallacher, Guillermo and Iqbal Hossain (2020), "Remote Work and Employment Dynamics under COVID-19: Evidence from Canada," *Canadian Public Policy*, 46(S1), S44–S54.

Gandon, Sylvain and Sébastien Lion (2022), "Targeted Vaccination and the Speed of SARS-CoV-2 Adaptation," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 119(3), e2110666119.

臺灣大學學術期刊資料庫

Giubilini, Alberto, Julian Savulescu, and Dominic Wilkinson (2021), "Queue Questions: Ethics of COVID-19 Vaccine Prioritization," *Bioethics*, 35(4), 348–355.

Goldstein, Joshua R., Thomas Cassidy, and Kenneth W. Wachter (2021), "Vaccinating the Oldest Against COVID-19 Saves Both the Most Lives and Most Years of Life," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(11), e2026322118.

Goolsbee, Austan and Chad Syverson (2021), "Fear, Lockdown, and Diversion: Comparing Drivers of Pandemic Economic Decline 2020," *Journal of Public Economics*, 193, 104311.

Gottlieb, Charles, Jan Grobovšek, Markus Poschke, and Fernando Saltiel (2021), "Working from Home in Developing Countries," *European Economic Review*, 133, 103679.

Grein, Jonathan et al. (2020), "Compassionate Use of Remdesivir for Patients with Severe Covid-19," *New England Journal of Medicine*, 382, 2327–2336.

Granja, João, Christos Makridis, Constantine Yannelis, and Eric Zwick (2022), "Did the Paycheck Protection Program Hit the Target?" *Journal of financial economics*, 145(3), 725–761.

Grewenig, Elisabeth, Philipp Lergetporer, Katharina Werner, Ludger Woessmann, and Larissa Zierow (2021), "COVID-19 and Educational Inequality: How School Closures Affect Low-and High-Achieving Students," *European Economic Review*, 140, 103920.

Guerrieri, Veronica, Guido Lorenzoni, Ludwig Straub, and Iván Werning (2022), "Macroeconomic Implications of COVID-19: Can Negative Supply Shocks Cause Demand Shortages?" *American Economic Review*, 112(5), 1437–1474.

Guglielmi, Giorgia (2021), "Rapid Coronavirus Tests: A Guide for the Perplexed," *Nature*, 590(7845), 202–205.

Gupta, Arpit, Vrinda Mittal, Jonas Peeters, and Stijn Van Nieuwerburgh (2022), "Flattening the Curve: Pandemic-Induced Revaluation of Urban Real Estate," *Journal of Financial Economics*, 146(2), 594–636.

Haltiwanger, John C. (2022), "Entrepreneurship during the COVID-19 Pandemic: Evidence from the Business Formation Statistics," *Entrepreneurship and Innovation Policy and the Economy*, 1, 9–42.

Hamadani, Jena Derakhshani, Mohammed Imrul Hasan, Andrew J Baldi, Sheikh Jamal Hossain, Shamima Shiraji, Mohammad Saiful Alam Bhuiyan, Syeda Fardina Mehrin, Jane Fisher, Fahmida Tofail, S M Mulk Ud-

臺灣大學學術期刊資料庫

din Tipu, Sally Grantham-McGregor, Beverley-Ann Biggs, Sabine Braat, and Sant-Rayn Pasricha (2020), "Immediate Impact of Stay-at-Home Orders to Control COVID-19 Transmission on Socioeconomic Conditions, Food Insecurity, Mental Health, and Intimate Partner Violence in Bangladeshi Women and Their Families: An Interrupted Time Series," *Lancet Global Health*, 8(11), e1380–e1389.

Hardeman, Amber, Taylor Wong, Joshua L. Denson, Radu Postelnicu, and Juan C. Rojas (2021), "Evaluation of Health Equity in COVID-19 Vaccine Distribution Plans in the United States," *JAMA Network Open*, 4(7), e2115653.

Hatcher, William (2020), "A Failure of Political Communication Not a Failure of Bureaucracy: The Danger of Presidential Misinformation during the COVID-19 Pandemic," *American Review of Public Administration*, 50(6-7), 614–620.

Herzog, Lisa M, Ole F Norheim, Ezekiel J Emanuel, and Matthew S McCoy (2021), "Covax must Go Beyond Proportional Allocation of Covid Vaccines to Ensure Fair and Equitable Access," *British Medical Journal*, 372, m4853.

Holgersen, Henning, Zhiyang Jia, and Simen Svenkerud (2021), "Who and How Many can Work from Home? Evidence from Task Descriptions," *Journal for Labour Market Research*, 55(1), 1–13.

Hua, Jinxi, Yuanxun Zhang, Benjamin de Foy, Jing Shang, James J. Schauer, Xiaodong Mei, Ishaq Dimeji Sulaymon, and Tingting Han (2021), "Quantitative Estimation of Meteorological Impacts and the COVID-19 Lockdown Reductions on NO_2 and $PM_{2.5}$ over the Beijing Area Using Generalized Additive Models (GAM)," *Journal of Environmental Management*, 291, 112676.

Isphording, Ingo E. and Nico Pestel (2021), "Pandemic Meets Pollution: Poor Air Quality Increases Deaths by COVID-19," *Journal of Environmental Economics and Management*, 108(2), 102448.

Jæger, Mads Meier and Ea Hoppe Blaabæk (2020), "Inequality in Learning Opportunities during Covid-19: Evidence from Library Takeout," *Research in Social Stratification and Mobility*, 68, 100524.

Jain, Vageesh, Lara Schwarz, and Paula Lorgelly (2021), "A Rapid Review of COVID-19 Vaccine Prioritization in the U.S.: Alignment between Federal Guidance and State Practice," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3483.

臺灣大學學術期刊資料庫

Jones, Callum, Thomas Philippon, and Venky Venkateswaran (2021), "Optimal Mitigation Policies in a Pandemic: Social Distancing and Working from Home," *The Review of Financial Studies*, 34(11), 5188–5223.

Karger, Ezra and Aastha Rajan (2020), "Heterogeneity in the Marginal Propensity to Consume: Evidence from Covid-19 Stimulus Payments," FRB of Chicago Working Paper, No. WP 2020-15, **URL**: https://ssrn.com/abstract=3625104.

Kaukinen, Catherine (2020), "When Stay-at-Home Orders Leave Victims Unsafe at Home: Exploring the Risk and Consequences of Intimate Partner Violence during the COVID-19 Pandemic," *American Journal of Criminal Justice*, 45(4), 668–679.

Khan, Imran, Dawood Shah, and Sayed Suliman Shah (2021), "COVID-19 Pandemic and Its Positive Impacts on Environment: An Updated Review," *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18(2), 521–530.

Kim, Eunji and Shawn Patterson Jr. (2022), "The Pandemic and Gender Inequality in Academia," *PS: Political Science & Politics*, 55(1), 109–116.

Kitagawa, Toru and Guanyi Wang (2023), "Who Should Get Vaccinated? Individualized Allocation of Vaccines Over SIR Network," *Journal of Econometrics*, 232(1), 109–131.

Kofoed, Michael, Lucas Gebhart, Dallas Gilmore, and Ryan Moschitto (2021), "Zooming to Class?: Experimental Evidence on College Students' Online Learning during Covid-19," IZA Discussion Paper, No. 14356, **URL**: https://ssrn.com/abstract=3846700.

Kurmann, Andre, Etienne Lalé, and Lien Ta (2021), "The Impact of COVID-19 on Small Business Dynamics and Employment: Real-time Estimates with Homebase Data," **URL**: https://ssrn.com/abstract=3896299.

Lamb, Yvette N. (2020), "Remdesivir: First Approval," *Drug*, 80(13), 1355–1363.

Lee, Eva K., Zhuonan L. Li, Yifan K. Liu, and James LeDuc (2021), "Strategies for Vaccine Prioritization and Mass Dispensing," *Vaccine*, 9(5), 506.

Lewnard, Joseph A. and Nathan C. Lo (2020), "Scientific and Ethical Basis for Social-Distancing Interventions Against COVID-19," *Lancet Infectious Diseases*, 20(6), 631–633.

Li, Kelin and Sohaila Shakib (2020), "How Privilege Shaped the COVID-19 Pandemic," *Contexts*, 19(4), 74–77.

臺灣大學學術期刊資料庫

Lin, Ming-Jen and Elaine M. Liu (2014), "Does in *Utero* Exposure to Illness Matter? The 1918 Influenza Epidemic in Taiwan as a Natural Experiment," *Journal of Health Economics*, 37, 152–163.

Liu, Qian, Jackson T. Harris, Long S. Chiu, Donglian Sun, Paul R. Houser, Manzhu Yu, Daniel Q. Duffy, Michael M. Little, and Chaowei Yang (2021), "Spatiotemporal Impacts of COVID-19 on Air Pollution in California, USA," *Science of The Total Environment*, 750, 141592.

Mangrum, Daniel and Paul Niekamp (2022), "JUE Insight: College Student Travel Contributed to Local COVID-19 Spread," *Journal of Urban Economics*, 127, 103311.

Matrajt, Laura, Julia Eaton, Tiffany Leung, and Elizabeth R. Brown (2021), "Vaccine Optimization for COVID-19: Who to Vaccinate First?" *Science Advances*, 7(6), eabf1374.

McAdams, David, Kaci Kennedy McDade, Osondu Ogbuoji, Matthew Johnson, Siddharth Dixit, and Gavin Yamey (2020), "Incentivising Wealthy Nations to Participate in the COVID-19 Vaccine Global Access Facility (COVAX): A Game Theory Perspective," *BMJ Global Health*, 5(11), e003627.

McNeely, Jeffrey A. (2021), "Nature and COVID-19: The Pandemic, the Environment, and the Way Ahead," *Ambio*, 50(4), 767–781.

Melek, Nida Çakır and Sungil Kim (2021), "Cell Phone Data Suggest Persistent Differences in Work from Home by Income, Race, and Education during the Pandemic," *kcFED Economic Bulletin*, **URL**: `https://www.kansascityfed.org/research/economic-bulletin/cell-phone-data-suggests-persistent-differences` (visited on 02/23/2023).

Mongey, Simon, Laura Pilossoph, and Alexander Weinberg (2021), "Which Workers Bear the Burden of Social Distancing?" *Journal of Economic Inequality*, 19(3), 509–526.

Murray, Eleanor J. (2020), "Epidemiology's Time of Need: COVID-19 Calls for Epidemic-Related Economics," *Journal of Economic Perspectives*, 34(4), 105–120.

Musaddiq, Tareena, Kevin Stange, Andrew Bacher-Hicks, and Joshua Goodman (2022), "The Pandemic's Effect on Demand for Public Schools, Homeschooling, and Private Schools," *Journal of Public Economics*, 212, 104710.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2020), *Framework for Equitable Allocation of COVID-19 Vaccine*, Washington, DC: The National Academies Press.

臺灣大學學術期刊資料庫

Neidhöfer, Guido, Nora Lustig, and Mariano Tommasi (2021), "Intergenerational Transmission of Lockdown Consequences: Prognosis of the Longer-Run Persistence of COVID-19 in Latin America," *Journal of Economic Inequality*, 19(3), 571–598.

O'Connell, James and Derek T. O'Keeffe (2021), "Contact Tracing for Covid-19 — A Digital Inoculation against Future Pandemics," *New England Journal of Medicine*, 385(6), 484–487.

Oliver, Nuria, Bruno Lepri, Harald Sterly, Renaud Lambiotte, Sébastien Deletaille, Marco De Nadai, Emmanuel Letouzé, Albert Ali Salah, Richard Benjamins, Ciro Cattuto, Vittoria Colizza, Nicolas de Cordes, Samuel P. Fraiberger, Till Koebe, Sune Lehmann, Juan Murillo, Alex Pentland, Phuong N Pham, Frédéric Pivetta, Jari Saramäki, Samuel V. Scarpino, Michele Tizzoni, Stefaan Verhulst, and Patrick Vinck (2020), "Mobile Phone Data for Informing Public Health Actions Across the COVID-19 Pandemic Life Cycle," *Science Advances*, 6(23), 1–6.

Organisation for Economic Cooperation and Development (2021), "Enhancing Public Trust in COVID-19 Vaccination: The Role of Governments," **URL**: doi:10.1787/eae0ec5a-en (visited on 02/23/2023).

Orlov, George, Douglas McKee, James Berry, Austin Boyle, Thomas DiCiccio, Tyler Ransom, Alex Rees-Jones, and Jörg Stoye (2021), "Learning during the COVID-19 Pandemic: It is not Who You Teach, But How You Teach," *Economics Letters*, 202, 109812.

Pathak, Parag A., Harald Schmidt, Adam Solomon, Edwin Song, Tayfun Sönmez, and M. Utku Ünver (2020), "Do Black and Indigenous Communities Receive their Fair Share of Vaccines Under the 2018 CDC Guidelines?" NBER Working Paper, No. 27817.

Pathak, Parag A., Tayfun Sönmez, and M. Utku Ünver (2020), "Improving Ventilator Rationing Through Collaboration With Experts on Resource Allocation," *JAMA Network Open*, 3(6), e2012838.

——— (2021), "Reserve Systems for Allocation of Scarce Medical Resources during the COVID-19 Pandemic: The Path From April 2020 to April 2021," *Chest Journal*, 160(4), 1572–1575.

Pathak, Parag A., Tayfun Sönmez, M. Utku Ünver, and M. Bumin Yenmez (2021), "Fair Allocation of Vaccines, Ventilators and Antiviral Treatments: Leaving No Ethical Value Behind in Health Care Rationing," *EC' 21: Proceedings of the 22nd ACM Conference on Economics and Computation*, 785–786.

臺灣大學學術期刊資料庫

Patterson Jr., Shawn (2022), "The Politics of Pandemics: the Effect of Stay-at-Home Orders on COVID-19 Mitigation," *State Politics and Policy Quarterly*, 22(1), 1–23.

Persad, Govind, Ezekiel J. Emanuel, Samantha Sangenito, Aaron Glickman, Steven Phillips, and Emily A. Largent (2021), "Public Perspectives on COVID-19 Vaccine Prioritization," *JAMA Network Open*, 4(4), e217943.

Persad, Govind, Monica E. Peek, and Ezekiel J. Emanuel (2020), "Fairly Prioritizing Groups for Access to COVID-19 Vaccines," *JAMA*, 324(16), 1601–1602.

Petersen, Michael Bang, Magnus Storm Rasmussen, Marie Fly Lindholt, and Frederik Jørgensen (2021), "Pandemic Fatigue and Populism: The Development of Pandemic Fatigue during the COVID-19 Pandemic and How It Fuels Political Discontent across Eight Western Democracies," *PsyArxiv*, **URL**: `https://psyarxiv.com/y6wm4/` (visited on 02/23/2023).

Ramani, Arjun and Nicholas Bloom (2021), "The Donut Effect of Covid-19 on Cities," NBER Working Paper, No. 28876.

Schmidt, Harald (2020), "Vaccine Rationing and the Urgency of Social Justice in the Covid-19 Response," *Hastings Center Report*, 50(3), 46–49.

Schmidt, Harald, Parag A. Pathak, Tayfun Sönmez, and M Utku Ünver (2020a), "Covid-19: How to Prioritize Worse-Off Populations in Allocating Safe and Effective Vaccines," *British Medical Journal*, 371, m3795.

Schmidt, Harald, Parag A. Pathak, Michelle A. Williams, Tayfun Sönmez, M Utku Ünver, and Lawrence O. Gostin (2020b), "Rationing Safe and Effective COVID-19 Vaccines: Allocating to States Proportionate to Population May Undermine Commitments to Mitigating Health Disparities," **URL**: `https://ssrn.com/abstract=3729069`.

Schmidt, Harald, M. Utku Ünver, Michelle A. William, Parag A. Pathak, Tayfun Sönmez, and Lawrence O. Gostin (2020c), "What Prioritizing Worse-off Minority Groups for COVID-19 Vaccines Means Quantitatively: Practical, Legal, and Ethical Implications," **URL**: `https://ssrn.com/abstract=3716686`.

Schmidt, Harald, Rebecca Weintraub, Michelle A. Williams, Kate Miller, Alison Buttenheim, Emily Sadecki, Helen Wu, Aditi Doiphode, Neha Nagpal, Lawrence O. Gostin, and Angela A. Shen (2021), "Equitable Allocation of COVID-19 Vaccines in the United States," *Nature Medicine*, 27, 1298–1307.

臺灣大學學術期刊資料庫

Sharma, Siddhanth, Nisrine Kawa, and Apoorva Gomber (2022), "WHO's Allocation Framework for COVAX: Is it Fair?" *Journal of Medical Ethics*, 48(7), 434–438.

Shea, Katriona, Ottar N. Bjørnstad, Martin Krzywinski, and Naomi Altman (2020), "Uncertainty and the Management of Epidemics," *Nature Methods*, 17(9), 867–869.

Shevchenko, Pavel V., Daisuke Murakami, Tomoko Matsui, and Tor A. Myrvoll (2022), "Impact of COVID-19 Type Events on the Economy and Climate under the Stochastic DICE Model," *Environmental Economics and Policy Studies*, 24(3), 459–476.

Singh, Sudhvir, Christine McNab, Rose McKeon Olson, Nellie Bristol, Cody Nolan, Elin Bergstrøm, Michael Bartos, Shunsuke Mabuchi, Raj Panjabi, Abraar Karan, Salma M Abdalla, Mathias Bonk, Margaret Jamieson, George K Werner, Anders Nordström, Helena Legido-Quigley, and Alexandra Phelan (2021), "How an Outbreak Became a Pandemic: a Chronological Analysis of Crucial Junctures and International Obligations in the Early Months of the COVID-19 Pandemic," *Lancet*, 398(10316), 2109–2124.

Smith, James A. and Jenni Judd (2020), "COVID-19: Vulnerability and the Power of Privilege in a Pandemic," *Health Promotion Journal of Australia*, 31(2), 158–160.

Sönmez, Tayfun, Parag A. Pathak, M. Utku Ünver, Govind Persad, Robert D. Truog, and Douglas B. White (2021), "Categorized Priority Systems a New Tool for Fairly Allocating Scarce Medical Resources in the Face of Profound Social Inequities," *Chest Journal*, 159(3), 1294–1299.

Tai, Yu-Lin, Hsin Chi, Nan-Chang Chiu, Cheng-Yin Tseng, Ya-Ning Huang, and Chien-Yu Lin (2021), "The Effect of a Name-Based Mask Rationing Plan in Taiwan on Public Anxiety Regarding a Mask Shortage during the COVID-19 Pandemic: Observational Study," *JMIR Formative Research*, 5(1), e21409.

Takaku, Reo and Izumi Yokoyama (2021), "What the COVID-19 School Closure Left in its Wake: Evidence from a Regression Discontinuity Analysis in Japan," *Journal of Public Economics*, 195, 104364.

von Bogdandy, Armin and Pedro Villarreal (2020), "The Role of International Law in Vaccinating Against COVID-19: Appraising the COVAX Initiative," **URL**: `https://ssrn.com/abstract=3733454`.

臺灣大學學術期刊資料庫

Walker, Patrick G. T. et al. (2020), "The Impact of COVID-19 and Strategies for Mitigation and Suppression in Low-and Middle-Income Countries," *Science*, 369(6502), 413–422.

Worby, Colin J. and Hsiao-Han Chang (2020), "Face Mask Use in the General Population and Optimal Resource Allocation during the COVID-19 Pandemic," *Nature communications*, 11, 4049.

World Health Organization. Regional Office for Europe (2020), *Pandemic Fatigue — Reinvigorating the Public to Prevent COVID-19: Policy framework for Supporting Pandemic Prevention and Management*, World Health Organization: Regional Office for Europe, **URL**: `https://apps.who.int/iris/handle/10665/335820` (visited on 02/23/2023).

Yamamura, Eiji and Yoshiro Tsustsui (2021a), "School Closures and Mental Health during the COVID-19 Pandemic in Japan," *Journal of Population Economics*, 34(4), 1261–1298.

——— (2021b), "The Impact of Closing Schools on Working from Home during the COVID-19 Pandemic: Evidence Using Panel Data from Japan," *Review of Economics of the Household*, 19(1), 41–60.

Yang, Tse-Chuan, Seulki Kim, Yunhan Zhao, and Seung-won Emily Choi (2021), "Examining Spatial Inequality in COVID-19 Positivity Rate across New York City ZIP Codes," *Health and Place*, 69, 102574.

Yang, Y. Tony and Ross D. Silverman (2015), "Social Distancing and the Unvaccinated," *New England Journal of Medicine*, 372(16), 1481–1483.

Yasenov, Vasil I. (2020), "Who can Work from Home?" IZA Discussion Paper, No. 13197, **URL**: `https://ssrn.com/abstract=3590895`.

Yilmaz, Özgür (2022), "Equity in Allocating Identical Objects through Reserve Categories," **URL**: `https://mysite.ku.edu.tr/ozyilmaz/wp-content/uploads/sites/128/2022/08/ReserveRandom_OY.pdf` (visited on 02/23/2023).

Yuan, Eunice J., Chia-An Hsu, Wui-Chiang Lee, Tzeng-Ji Chen, Li-Fang Chou, and Shinn-Jang Hwang (2020), "Where to Buy Face Masks? Survey of Applications Using Taiwan's Open Data in the Time of Coronavirus Disease 2019," *Journal of the Chinese Medical Association*, 83(6), 557–560.

Zhang, Ruohao, Huan Li, and Neha Khanna (2021), "Environmental Justice and the COVID-19 Pandemic: Evidence from New York State," *Journal of Environmental Economics and Management*, 110, 102554.

投稿日期: 2022年5月13日, 接受日期: 2023年2月15日

臺灣大學學術期刊資料庫

A Selective Review of Both Public Health and Economic Perspectives on the COVID-19 Pandemic

Fu-Chuan Lai

Research Center for Humanities and Social Sciences, Academia Sinica

Wei-Cheng Chen

Research Center for Humanities and Social Sciences, Academia Sinica

Chia-Wen Chen

Research Center for Humanities and Social Sciences, Academia Sinica

Min-Hung Tsay

Research Center for Humanities and Social Sciences, Academia Sinica

This paper selectively reviews the public health and economic perspectives on the COVID-19 pandemic in mainstream academic journals since the outbreak of the pandemic. We first discuss the emergency allocation of medical resources in the early stages of the pandemic, from the time when face masks, ventilators, rubbing alcohol, diagnostic reagents, oxygen and Remdesivir were insufficient, to the time when the COVID-19 vaccines were successfully developed but insufficiently supplied. We describe how vaccination priorities were allocated between rich and poor countries, urban and rural areas, elderly and young people, and advantaged and vulnerable groups as well as privacy concerns raised due to pandemic investigations conducted by governments. In addition, we discuss the varying degrees of economic impact of the pandemic on different groups of people, the environmental impacts, and the subsequent lockdowns, travel restrictions, and economic stimulus programs. Finally, we also take a look at the impact of working from home and studying from home. We summarize these academic perspectives, especially the equity and welfare aspects, and provide readers with a bird's-eye view.

Keywords: COVID-19, vaccines, economic impacts, working from home, welfare

JEL classification: I0, I1, I3

臺灣大學學術期刊資料庫

臺灣大學學術期刊資料庫