

新式運輸服務型態對運輸排碳影響初探

Preliminary Study on the Carbon Emission of Emerging Transportation Type

綜合技術組 黃士騰 陳冠旭 朱珮芸 曾佩如

研究期間：民國110年3月至111年12月

摘要

近年外送平台興起，消費者不需出門即可購買並取得餐點或生活用品，帶給民眾生活相當大的便利性。惟外送員長時間在外騎車運送貨品，其所造成之碳排放，值得關注。

本研究整理目前我國有關外送平台之管理法規，多以外送員勞動權益、職災防範、交通安全等部分為重點，至於外送所衍生之排碳、空氣污染等環境課題，現行法規則尚無相關管理規定。

本研究透過聯合信用卡處理中心之外送消費刷卡數資料，及車輛排碳量等數據，據以推算我國 110 年外送之排碳量，約為 12.32 萬至 22.18 萬公噸-CO₂e，相當於我國 110 年機車碳排放量之 2.7%至 4.8%。

考量外送服務已深入許多人的生活，建議未來如要減低運輸碳排放，可由車輛電動化層面著手改善。另外送所使用之一次性餐具、容器具之生產與廢棄處理為外送之主要排碳來源，建議環保單位持續推動減少免洗餐具之相關措施。

關鍵詞：

新式運輸服務、外送平台、碳排放

新式運輸服務型態對運輸排碳影響初探

一、前言

1.1 研究緣起

依行政院核定之溫室氣體減量管制目標，我國 114 年之溫室氣體排放量需較 94 年之排放量減少 10%，政府各部門必須共同為達成此目標而努力。在此同時，隨著科技發展，運輸服務亦更加多元化，相較於傳統使用個人私有運具或公共運輸之交通型態，新式運輸服務則突破了這些概念，但其是否會減少運輸排碳，甚或反而會增加溫室氣體排放，值得進一步探討。

在越來越繁忙的社會中，民眾願意以金錢換取時間，即支付金錢購買便利的服務，也帶動了整合性外送服務的快速興起，創造出連接店家與消費者的系統，也就是我們所稱的外送平台。外送平台初期以食物為服務項目，近期亦擴展至日用品、生活雜貨等項目。

外送平台讓消費者透過手機即可選購商品與付款，再由外送員至店家取貨後運送至消費者指定的地點，對於消費者而言，完全不必出門即可完成購物並取得商品，確實相當方便。但另一方面，絕大多數之外送員都以機車為交通工具，其長時間之行駛，對於運輸碳排放之影響為何，值得探討。

1.2 研究目的

本研究主要目的係針對近年所興起之外送服務，就目前相關管理法規及其對於運輸排碳之影響進行初步探討，估算其排碳情形，以做為後續運輸部門進一步規劃減碳策略時之參考。

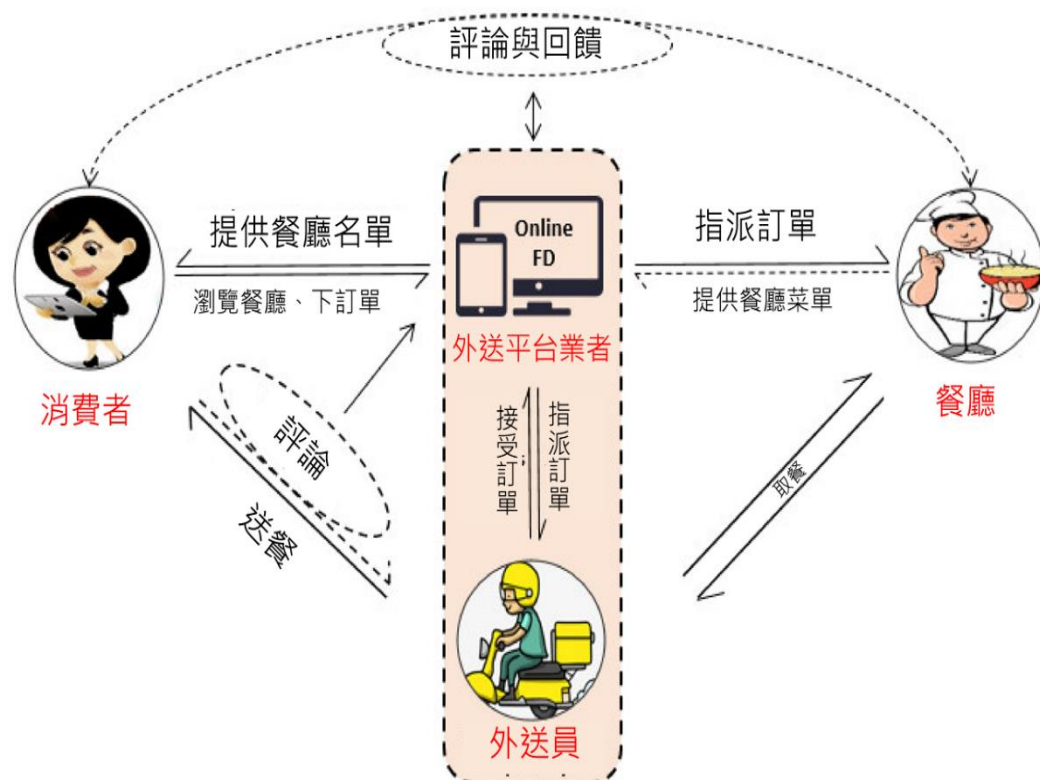
二、外送平台介紹

2.1 服務模式

外送平台服務模式如圖 1^[1]，以外送平台業者為核心，業者建置手機 APP 之介面，並提供餐廳與平台業者合作，業者會將合作餐廳之菜單資訊刊登於 APP 上，消費者可透過 APP 瀏覽多家餐廳之菜單，並於 APP 上直接選擇欲訂購之品項並送出訂單。

當外送平台業者收到消費者之訂單後，會將訂單訊息送給餐廳，由

餐廳開始製作餐點，同時平台業者也會指派訂單給位於餐廳附近之外送員，外送員可選擇是否接受該筆送餐訂單，如外送員接受該筆訂單，則前往餐廳取餐並送至消費者所在地點，事後消費者亦可透過 APP，對於外送員及餐廳之服務給予評論及回饋。



資料來源：Li, Miroso and Bremer (2020)^[1]

圖 1 外送平台服務模式

2.2 臺灣外送平台現況

臺灣之外送平台，由富胖達(Foodpanda)於 2012 年率先投入臺灣市場，後續陸續有優食(Uber Eats)、專聯(Foodomo)、卡個位(Cutaway)、啦啦快送(Lalamove)、有無快送(Yo-woo)、蝦皮美食外送、街口外送等多家業者參與臺灣外送市場，亦有誠實蜜蜂(Honestbee)、戶戶送(Deliveroo)等業者先後於 2019 年 10 月及 2020 年 4 月退出臺灣，其中 Foodpanda 與 Uber Eats 兩平台知名度最大^[2]。依據資策會產業情報研究所之調查^[3]，消費者所曾經選擇使用之外送平台，以 Foodpanda 之 78%最高，其次為 Uber Eats 之 61%，皆遠高於排名第 3 至第 5 名之 Foodomo(6.5%)、蝦皮美食外

送(5.1%)以及街口外送(3.4%)(註：因消費者可能同時使用 2 家以上之外送平台，故總和超過 100%)。Foodpanda 與 Uber Eats 兩大平台之資訊整理如表 1。

表 1 臺灣兩大外送平台業者比較表

品牌	Foodpanda	Uber Eats
母公司	德國 Deliver Hero	美國 Uber
臺灣創立時間	2012 年 6 月	2016 年 11 月
服務範圍	本島各縣市、澎湖、金門	本島各縣市、澎湖
合作店家數	約 7 萬	約 4.2 萬

資料來源：本研究整理

三、外送平台相關管理法規

3.1 中央政府法規

為強化外送作業工作者之安全及保障其權益，勞動部於 109 年 3 月 2 日修正發布「職業安全衛生設施規則」，規範外送平台業者應訂定外送作業危害防止計畫；亦應評估交通、天候狀況、送達件數、時間及地點等因素，合理分派工作，以避免造成勞工身心健康危害。

勞動部亦自 108 年起訂定「食物外送作業安全指引」，並經數次修正後，於 111 年 8 月 30 日修正為「外送作業安全衛生指引」，規範外送作業危害防止計畫之內容、安全衛生教育訓練辦理方式、車輛安全檢核之項目、提供外送員人身及財產保險等事項。

在交通安全方面，交通部公路總局於 111 年 3 月 1 日訂定「機車外送交通安全指引」，規定內容包括外送平台業者需訂定機車外送交通危害防止計畫送轄管監理所備查、業者應對外送員每年實施一次交通安全訓練並通過考核、業者每月應辦理自主管理檢查之項目內容、對外送員交通違規及事故之管理措施等。

3.2 地方政府(六都)外送平台管理法規

除中央法規外，亦有部分地方政府針對外送平台特別制定自治條例進行管理。臺北市政府率先於 109 年 3 月 27 日制定「臺北市外送平台業者管理自治條例」，後續新北市政府、臺中市政府及臺南市政府亦於 111

年陸續公布外送平台管理自治條例，各地方自治條例內容大同小異，皆包括外送員傷害保險、天災停止上班期間應停止外送、市政府應公告外送員交通事故統計資料、食品安全衛生管理規定、外送員應接受相關安全課程、違反相關規定之罰則等。

除前述自治條例已施行之四都外，桃園市政府及高雄市政府亦已完成草案預告，惟尚未經議會三讀通過。

此外，臺北市淨零排放管理自治條例(草案)第 17 條規定，臺北市一定規模以上之計程車客運服務業、物流業及外送平台業，應優先使用電動或其他新興能源運具。市政府應輔導前項業者符合電動或其他新興能源運具占比標準。一定規模及電動或其他新興能源運具占比標準及輔導措施，經氣候變遷因應推動會審議通過，由市政府公告之。該條例於 111 年 6 月 22 日經臺北市議會三讀通過，現陳報行政院核定中，尚未正式公布施行。

3.3 小結

綜合本章所整理之法規，可以看出，目前對於外送平台以及外送員之管理，多以外送員勞動權益、職災防範、交通安全、食品衛生、消費者權益等為管理重點，至於外送所衍生之排碳、空氣污染等環境課題，僅有尚未公布施行之臺北市淨零排放管理自治條例(草案)有相關規定，亦即現行法規對於外送之環境課題尚無相關管理規定。

四、文獻回顧

4.1 食物外送之全生命週期之排碳

食物外送之排碳，如以全生命週期進行檢視，如圖 2 所示。其主要可分為生產、運輸及使用、廢棄物等三大階段^{[4][5]}，分述如下。

一、生產階段：

主要包括包裝食物之容器具，例如紙餐盒、塑膠碗蓋、鋁箔及木料等各種材質之容器，以及竹筷、湯匙、刀叉、吸管等餐具，及紙袋、塑膠袋等包裝外袋，其生產製造過程之碳排放皆屬於此階段。

二、運輸及使用階段：

又可再細分為三部分，包括(1)容器具運送至餐廳；(2)食品運送至消費者；(3)消費者使用後，廢容器具運送至回收場或垃圾場

之過程。

三、廢棄物階段：

消費者所使用過後之廢容器具，於回收或垃圾處理階段。

至於食物本身之食材生產、運送、烹調及廚餘回收等各階段之碳排放，因食物之前述碳排放過程，無論消費者選擇外送或內用皆會產生，並不會因為外送而增加食物之碳排放，因此不計入外送之全生命週期碳排放內進行估算。

本研究第五章所估算食物外送運輸排碳量，僅針對前述運輸及使用階段中，食物運送至消費者之部分，即日常所見外送員取餐及送餐過程之碳排放。



資料來源：Zhang and Wen(2022)^[4]、本研究整理

圖 2 外送全生命週期排碳

4.2 食物外送排碳文獻

Dablanç (2018)^[6]分析法國巴黎外送員所使用之運具，65%騎自行車、19%騎機車、16%兩者皆有或使用其他交通工具(電動自行車、共享自行車等)。

溫宗國等(2020)^[4]針對北京外送訂單之全生命週期排碳影響進行分析，平均每份訂單之排放量為 677 公克-CO₂e，其中包裝容器等生產占 75%(507 公克-CO₂e)、運輸階段占 12%(83 公克-CO₂e)、廢棄物處理占 13%(87 公克-CO₂e)。

Wang 等(2021)^[7]研究顯示，中國外送員多數使用電動機車，但因中

國仍十分依賴燃煤發電，2020 年全中國外送運輸排碳量約 26.7 萬公噸-CO₂e。另外電動機車電池的生產和處理也造成新的環境問題。

Xie, Xu and Li. (2020)^[8]對中國 23 個城市的調查，外送員大多使用電動機車或電動自行車。以全生命週期之排碳估算，平均每份訂單碳排放量為 111.8 公克-CO₂e，平均外送距離為 2.51 公里，其中外送運輸占 14% (15.6 公克-CO₂e)，而包裝(碗、筷、袋子等)的生產和廢棄物處理則占 86%(96.2 公克-CO₂e)。本研究另假設若在消費者之周邊 1 公里內，有販售和其訂購的同類性食物的餐廳，消費者就會改為步行至該餐廳內用而不使用外送(若 1 公里內無同類性食物，則仍維持外送)，則平均每份訂單之碳排放量將降為 35.8 公克-CO₂e，其中外送運輸將降為 3.6 公克-CO₂e (占 10%)，包裝生產及廢棄物部分則降為 32.2 公克-CO₂e。

Sinha and Pandit. (2021)^[9]以印度加爾各答的外送型態進行模擬，每份訂單外送距離為 5.85~6.44 公里，運輸排碳量為 163~180 公克-CO₂e，平均每公里排碳為 27.88 公克-CO₂e。

Hui Zhang et al.(2022)^[10]探討武漢 2019 年之外送廢棄物產生和處理相關的碳排放總量為 16.8 萬公噸-CO₂e (不包含生產階段)，其中食物外送運輸占 21%，而絕大部分皆為廢棄物處理階段，占 75%，其餘 4%為廢棄物運輸。

4.3 小結

外送全生命週期之排碳，包含生產、運輸及使用、廢棄物等三個階段，4.2 節的文獻亦顯示，運輸階段之碳排放約占 12%至 14%，其餘皆為容器生產及廢棄物處理等過程之排放，可見免洗餐具、容器具是外送平台碳排放之主要來源。

五、外送排碳估算

外送之運輸碳排放量，可由以下公式估算：

$$E_{total} = N \times d \times E_m$$

其中各參數代表之意義如下：

E_{total} ：外送運輸之總排碳量(公斤-CO₂e)

N ：外送訂單總數

d ：平均每訂單之外送距離(公里)

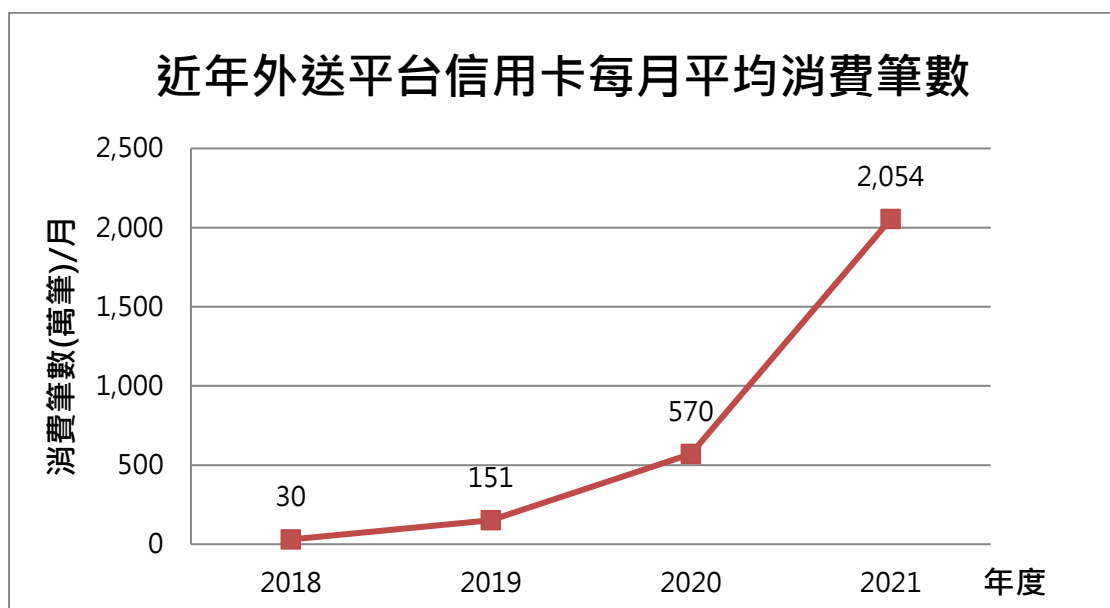
E_m ：外送車輛每公里排碳量(公斤-CO₂e/公里)

各參數來源說明如下：

一、外送訂單總數(N)：

本研究透過財團法人聯合信用卡處理中心之我國 2018 年至 2021 年外送平台刷卡資料，如圖 3，可以明顯看出近年外送平台消費數量呈現指數型態之急遽增加。2018 年時平均每月外送平台信用消費筆數(以下同)為 30 萬筆，至 2019 年成長為 151 萬筆，為 2018 年之 5 倍；2020 年再增長至 570 萬筆，至 2021 年可能因受疫情影響，再激增為 2,054 萬筆。

惟此數據僅為信用卡刷卡之消費筆數，外送平台亦有部消費筆數為現金支付，參考相關報導^[11]指出消費者使用現金跟信用卡付款的比例各佔一半，推算 2021 年全年之外送訂單總數為 4 億 9,296 萬筆($20,540,000 \times 2 \times 12 = 492,960,000$)。



註 1：2018 年資料期間為 10 月至 12 月，其餘年度皆為全年度之資料

註 2：本圖包含 Ubereats、Foodpanda、Foodomo、有無外送、deliveroo(2020.4 退出臺灣)等 5 家業者之刷卡資料

資料來源：財團法人聯合信用卡處理中心、本研究整理

圖 3 臺灣外送平台每月平均刷卡消費筆數

二、平均每訂單之外送距離(d)：

外送平台服務範圍約 5 公里，故假設平均外送距離(含取餐及送餐)為 2.5~4.5 公里(0.5 公里取餐+2 公里送餐；或 1 公里取餐+3.5 公里送餐)。

三、外送車輛每公里排碳量(E_m)：

外送車輛絕大多數皆為燃油機車，爰以燃油機車進行推算，其每公里排碳量可藉由「燃油機車每公里耗油量(公升/公里)」與「汽油每公升汽油溫室氣體排放量(公斤-CO₂e/公升)」之乘積求得。

燃油機車每公里耗油量數據，參考交通部統計處 110 年之「機車使用狀況調查報告」^[12]，全國燃油機車平均每公升可行駛 23.2 公里，其倒數即為耗油量，因此燃油機車每公里排碳量數據為：

$$\begin{aligned} & \text{每公里耗油量} \times \text{汽油溫室氣體排放係數} \\ &= (1/23.2) \times 2.321 \\ &= 0.1 (\text{公斤-CO}_2\text{e/公里}) \end{aligned}$$

綜合以上各項數據，外送運輸所產生之排碳量，依外送距離之不同，可估算如下：

一、外送距離以 2.5 公里計算，排碳量為 12.32 萬公噸-CO₂e。算式如下：

$$\begin{aligned} E_{total} &= N \times d \times E_m \\ &= 492,960,000 \times 2.5 \times 0.1 \\ &= 123,240,000 (\text{公斤-CO}_2\text{e}) \\ &= 12.32 (\text{萬公噸-CO}_2\text{e}) \end{aligned}$$

二、外送距離以 4.5 公里計算，排碳量則為 22.18 萬公噸-CO₂e：

$$\begin{aligned} E_{total} &= N \times d \times E_m \\ &= 492,960,000 \times 4.5 \times 0.1 \\ &= 221,832,000 (\text{公斤-CO}_2\text{e}) \\ &= 22.18 (\text{萬公噸-CO}_2\text{e}) \end{aligned}$$

將前述之外送排碳量與整體相比，我國 110 年機車溫室氣體排放量為 464.1 萬公噸-CO₂e、公路運輸總排放量 3,420.9 萬公噸-CO₂e，外送車

輛之溫室氣體排放約占我國 110 年機車排放之 2.7%至 4.8%，公路運輸之 0.36%至 0.65%。

六、結論與建議

6.1 結論

一、現行法規尚無外送平台排碳之相關管理規定

本研究第三章整理我國中央及地方政府對於外送平台相關管理法規，其管理之事項包括勞動權益、勞工安全衛生、食品安全、消費者保護等層面，而涉及交通之部分則以外送員交通違規、行車事故等交通安全事項為管理重點。

與外送平台車輛排碳相關之管理法規，僅有臺北市淨零排放管理自治條例(草案)，規定外送平台業之車輛應優先使用電動或其他新興能源運具，至於具體之占比及輔導措施，需由臺北市政府另行公告；且該自治條例尚未正式公布施行，換言之現行已實施之外送平台管理法規中，未有對車輛排碳相關之管理規定。

二、外送車輛約占我國機車碳排量之 2.7%至 4.8%

透過信用卡處理中心之外送平台刷卡資料，推估我國 2021 年(110 年)外送訂單總數約為 4.93 億筆，進一步推算外送車輛所產生之排碳量，在假設外送車輛皆使用燃油機車之前提下，推算外送車輛之排碳量約為 12.32 萬至 22.18 萬公噸-CO₂e，約相當於 110 年我國機車碳排放之 2.7%至 4.8%，公路運輸之 0.36%至 0.65%。

6.2 建議

一、要減少外送運輸過程之排碳，可由運具電動化著手

由信用卡處理中心資料，可發現近年外送訂單筆數急遽成長，其原因雖可能與 COVID-19 疫情期間餐廳全面禁止內用有關，但當社會上許多人已接受外送平台的營運模式，不需出門即有外送員將食物或生活用品直接送上門，可以預期即使當疫情過後，外送平台仍會持續受到消費者歡迎，並成為民眾生活

服務的重要一環。

因此，當外送服務成為日常生活的一部分之後，如要企圖降低外送員運輸過程所產生的碳排放，就很難由減少外送訂單數的方式來達到目的，而必須從減少車輛本身的每公里碳排放量著手。文獻顯示法國巴黎有 65% 之外送員使用自行車^[6]，不會衍生碳排放，而臺灣現況外送員絕大部分皆使用機車，要使大多數外送員改用自行車，達到如同巴黎的使用率亦有困難，故必須仰賴機車行駛過程之碳排減量。

因此，推動機車電動化是最能有效達到外送減碳的方式。依據運研所的估算，電動機車每公里之排碳量約僅為燃油機車之五分之一，如所有外送員之燃油機車均改為電動機車，則外送車輛所產生之排碳量將由 12.32 萬至 22.18 萬公噸-CO₂e 驟減為 2.46 萬至 4.34 萬公噸-CO₂e，成效顯著。

二、外送免洗餐具之碳排放亦為減碳重點

由第四章文獻回顧顯示，外送全生命週期之排碳除外送員騎車送餐之碳排放外，亦包含免洗餐具、容器具之製造、運輸及廢棄物處理等階段之排碳。而不同文獻指出，運輸之碳排放約僅占全生命週期之 12% 至 14%，其餘 86% 至 88% 為容器生產及廢棄物處理階段，可見免洗餐具、容器具是外送平台碳排放之主要來源。

目前環保署及地方環保單位已採取推動措施以促使外送免洗餐具減量，例如與商家(餐廳)合作採用可循環使用之容器與餐具，消費者使用後再送至定點回收，經清洗後即可再重複使用，以減少廢棄物產生。建議環保單位可持續推動相關減少外送廢棄物之措施，以降低碳排放。

三、未來可透過問卷調查，瞭解外送服務取代消費者自行外出消費旅次之排碳變化

外送員所使用之機車雖產生一定程度之排碳量，但另一方面，外送服務也讓消費者不需自行外出用餐或購物，因而使部分消費者外出消費的旅次減少，也可能因而減少運輸碳排放。

惟此部分之減碳評估需先掌握幾項資料，例如外送服務能取代多少比例之消費者自行外出旅次、消費者自行外出所使用

之運具種類及旅次長度，上述資料皆需透過問卷調查進行蒐集，本研究囿於經費及人力尚無法辦理問卷調查，建議後續研究亦可進一步探討之。

參考文獻

1. Li, C., Miroso, M., & Bremer, P. (2020). Review of online food delivery platforms and their impacts on sustainability. *Sustainability*, 12(14), 5528.
2. 周文生等 (2021)，「網路媒合外送平台外送員之交通安全管理策略研析」，交通部運輸研究所。
3. 財團法人資訊工業策進會產業情報研究所，「【外送大調查】72%消費者使用過外送服務 18~35 歲最愛用 31%已訂閱 50%會員平均每次消費 300 元以上，
<https://mic.iii.org.tw/news.aspx?id=619>，111 年 3 月 28 日。
4. Zhang, Y., & Wen, Z. (2022). Mapping the environmental impacts and policy effectiveness of takeaway food industry in China. *Science of The Total Environment*, 808, 152023.
5. 溫宗國、張宇婷、傅岱石 (2019)，「基於行業全產業鏈評估一份外賣訂單的環境影響」，*中國環境科學*，39(9)，4017-4024 頁。
6. Dablanc, L. (2018). On-demand instant deliveries and impacts on urban planning.
7. Wang, Z., & He, S. Y. (2021). Impacts of food accessibility and built environment on on-demand food delivery usage. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 100, 103017.
8. Xie, J., Xu, Y., & Li, H. (2021). Environmental impact of express food delivery in China: the role of personal consumption choice. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 8234-8251.
9. Sinha, D., & Pandit, D. (2021). A simulation-based study to determine the negative externalities of hyper-local food delivery. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 100, 103071.
10. Zhang, H., Xue, L., Jiang, Y., Song, M., Wei, D., & Liu, G. (2022). Food delivery waste in Wuhan, China: Patterns, drivers, and implications. *Resources, Conservation and Recycling*, 177, 105960.
11. 風傳媒，「選這張信用卡叫外送最划算！半數消費者每周點 3 次，高現金回饋的信用卡該怎麼選？」，
<https://www.storm.mg/article/2609016>，109 年 5 月 19 日。
12. 交通部統計處 (2021)，「機車使用狀況調查報告」。