

致理科技大學應用日語系

一一一學年度實務專題報告

電子垃圾再利用之研究

— 桌遊設計應用

指導老師：栗原祐美

組員：10822144 葉昀佳

10822151 廖育暄

10822103 陳俞靜

10822126 林捷仔

10822135 林可英

10822145 李孟汶

10822147 黃語晴

2023年 1 月

電子垃圾再利用之研究-桌遊設計應用

原創性報告

12%

相似度指數

11%

網際網絡來源

3%

出版物

7%

學生文稿

主要來源

1

www.tisamax.com

網際網絡來源

1%

2

www.ncyu.edu.tw

網際網絡來源

1%

3

course.nuk.edu.tw

網際網絡來源

1%

4

Submitted to Chinese Culture University

學生文稿

1%

5

ums.srbiau.ac.ir

網際網絡來源

<1%

6

www.packageplus-tw.com

網際網絡來源

<1%

7

Submitted to Asia University

學生文稿

<1%

8

Submitted to The Hong Kong Institute of Education

學生文稿

<1%

9

srda.sinica.edu.tw

網際網絡來源

<1%

10	rportal.lib.ntnu.edu.tw 網際網絡來源	<1 %
11	Submitted to Da Yeh University 學生文稿	<1 %
12	ethesys.lis.nsysu.edu.tw 網際網絡來源	<1 %
13	chihleer.lib.chihlee.edu.tw 網際網絡來源	<1 %
14	ndltd.ncl.edu.tw 網際網絡來源	<1 %
15	Submitted to Chihlee University of Technology 學生文稿	<1 %
16	doshisha.repo.nii.ac.jp 網際網絡來源	<1 %
17	Submitted to Hong Kong Baptist University 學生文稿	<1 %
18	www.ba.tku.edu.tw 網際網絡來源	<1 %
19	www.env.go.jp 網際網絡來源	<1 %
20	www.seinsights.asia 網際網絡來源	<1 %
21	Submitted to Hsuan Chuang University 學生文稿	<1 %

22	www.blink.com.tw 網際網絡來源	<1 %
23	www.hubei.gov.cn 網際網絡來源	<1 %
24	Submitted to Soochow University 學生文稿	<1 %
25	edo.repo.nii.ac.jp 網際網絡來源	<1 %
26	Submitted to National Taiwan Normal University 學生文稿	<1 %
27	www.tagathergoods.net 網際網絡來源	<1 %
28	Submitted to I Shou University 學生文稿	<1 %
29	Submitted to The Hong Kong Polytechnic University 學生文稿	<1 %
30	docs.google.com 網際網絡來源	<1 %
31	www.businessstoday.com.tw 網際網絡來源	<1 %
32	www.city.kuwana.lg.jp 網際網絡來源	<1 %

33	www.pref.tokushima.lg.jp 網際網絡來源	<1 %
34	ecofriend.com 網際網絡來源	<1 %
35	hyogo-u.repo.nii.ac.jp 網際網絡來源	<1 %
36	news.cnyes.com 網際網絡來源	<1 %
37	repository.tku.ac.jp 網際網絡來源	<1 %
38	www.hkpc.org 網際網絡來源	<1 %
39	www.mhlw.go.jp 網際網絡來源	<1 %
40	Submitted to Sophia University 學生文稿	<1 %
41	katosei.jsbba.or.jp 網際網絡來源	<1 %
42	utsusem1.hatenablog.com 網際網絡來源	<1 %
43	www.coursehero.com 網際網絡來源	<1 %
44	www.mocc.cuhk.edu.hk 網際網絡來源	<1 %

45	6m64j.rocgjpfkg.cn 網際網絡來源	<1 %
46	Submitted to National Chin-Yi University of Technology 學生文稿	<1 %
47	cancerglobal.cchc.org 網際網絡來源	<1 %
48	etd.lib.nsysu.edu.tw 網際網絡來源	<1 %
49	nccur.lib.nccu.edu.tw 網際網絡來源	<1 %
50	ncsd.ndc.gov.tw 網際網絡來源	<1 %
51	www.nhes.tp.edu.tw 網際網絡來源	<1 %
52	www.solartech.com.tw 網際網絡來源	<1 %
53	www.u-fukui.ac.jp 網際網絡來源	<1 %
54	yjs.suda.edu.cn 網際網絡來源	<1 %

中文摘要

本文研究台日電子垃圾再利用情形，並設計出一套桌遊來達成教育民眾關於電子垃圾的相關知識。現今電子垃圾增長速度非常快。電子垃圾含有貴金屬、稀有金屬等資源，對現代社會而言是非常重要，然而回收率與一般家庭垃圾相對較低，對於環境與永續發展目標而言是一項值得注意的議題。於是我們針對電子垃圾相關知識做文獻探討，並了解電子垃圾的分類與回收方式，設計出一套能夠在遊戲中達到學習效果的桌遊。

首先我們製作試用版，請大學一年級學生進行試玩，並且於試玩前後進行問卷調查，最後提出完整版的桌遊。問卷結果顯示受試學生於試玩後是否能清楚區分電子垃圾的分類方式從平均值明顯地提升，多半的受試者都認為此次體驗有助於了解電子垃圾的回收方式。因此本文認為透過桌遊的教育方式能夠幫助玩家對於電子垃圾分類及回收方式有更深的了解。

日本語要旨

この論文では、台湾と日本について電子廃棄物のリサイクル状況を調査し、民衆に電子廃棄物について教育するための一組のボードゲームを設計する。今の電子廃棄物は急速に増加している。電子ゴミには、現代社会にとって非常に重要な貴金属やレアメタルなどの資源が含まれていますが、リサイクル率は一般的な家庭廃棄物に比べて低いし、環境と持続可能な開発目標にとって注意するに値した問題だ。

そこで、我々は電子ゴミに関する知識を取り入れ、文献調査を行い、電子ゴミの分け方とリサイクルシステムの情報を広く取り入れ、気軽に学べるボードゲームをデザインした。まず、ゲームの試作品を開発し、一年生にモニターテストに参加してもらった。そして、参加前・後にアンケート調査を実施し、アンケート結果を参考にして、ゲームの完成度を上げて完成品を作り出した。

アンケートの結果によると、ゲームのモニターテストの後で、参加者が電子ゴミの分類方法を理解する平均値が大幅に上がって、ほとんどの参加者が電子ゴミの分類方法を理解するのに役立ったと感じていた。したがって、この論文では、テーブルゲームの教育方法が、プレイヤーが電子ゴミの分類とリサイクル方法をより深く理解するのに役に立つと考えている。

目錄

第一章、緒論	1
第一節、研究動機.....	1
第二節、研究目的.....	1
第三節、研究步驟.....	2
第二章、文獻探討	3
第一節、電子垃圾.....	3
第二節、SDGs.....	12
第三章、台日民眾對電子垃圾了解程度之問卷調查	18
第一節、台日問卷調查.....	18
第二節、問卷調查結果.....	18
問卷結果如下.....	18
圖 3-1-6 日本民眾教育程度.....	21
第四章、桌遊設計	27
第一節、桌遊的定義和體驗.....	27
第二節、桌遊規則.....	29
第五章、桌遊試玩與分析	31
第一節、桌遊試玩情況.....	31
第二節、桌遊試玩問卷調查與分析.....	32
第六章、結論	36
第一節、研究發現.....	36
第二節、建議與未來研究.....	37
參考文獻	38
附件一：台日對電子垃圾的意識問卷調查(中文版)	41
附件二：台日對電子垃圾的意識問卷調查(日文版)	43
附件三：桌遊問卷調查	45
組員工作分配表	48

表目錄

表 2-1-1 歐盟廢電機電子設備之分類.....	3
表 2-1-2 臺灣與日本電子垃圾歷年回收量（單位：公噸）.....	4
表 3-1-1 其他意見.....	25
表 3-1-2 「我能夠清楚地區分電子垃圾的種類」台日平均值比較.....	26
表 3-1-3 「我了解電子垃圾會造成何種環境染」台日平均值比較.....	26
表 5-2-1 其他意見.....	34
表 5-2-2 試玩者於桌遊試玩前後是否能清楚區分電子垃圾之平均值比較....	35
表 5-2-3 試玩者於桌遊試玩前後是否清楚電子垃圾正確分類方式之比較....	35

圖目錄

圖 1-3-1 研究步驟.....	2
圖 2-1-1 貴金屬回收製程.....	6
圖 2-1-2 廢資訊品之回收處理程序.....	7
圖 2-1-3 廢電線經過機器加工，抽取銅絲回收.....	9
圖 2-1-4 電子垃圾破碎後，提煉成金屬.....	9
圖 2-1-5 ” REVER” 回收處理流程圖.....	10
圖 2-1-6 桑名市（くわなし）回收箱.....	11
圖 2-1-7 電子垃圾裝置藝術.....	11
圖 2-1-8 電子垃圾裝置藝術.....	11
圖 2-2-1 SDGs 17 項永續發展目標.....	14
圖 2-2-2 東京奧運會選手村的電動巴士.....	15
圖 2-2-3 東京奧運會獎牌.....	17
圖 3-1-1 台灣民眾生理性別.....	18
圖 3-1-2 日本民眾生理性別.....	19
圖 3-1-3 台灣民眾年齡.....	19
圖 3-1-4 日本民眾年齡.....	20
圖 3-1-5 台灣民眾教育程度.....	20
圖 3-1-6 日本民眾教育程度.....	21
圖 3-1-7 台灣民眾是否聽過「電子垃圾」一詞.....	21
圖 3-1-8 日本民眾是否聽過「電子垃圾」一詞.....	22
圖 3-1-9 台灣民眾是否知道電子垃圾可以透過回收再利用，再製成新產品..	22
圖 3-1-10 日本民眾是否知道電子垃圾可以透過回收再利用，再製成新產品..	23
圖 3-1-11 台灣民眾是否有回收過任何電子垃圾的經驗.....	23
圖 3-1-12 日本民眾是否有回收過任何電子垃圾的經驗.....	24
圖 3-1-13 台灣民眾選擇何種方式回收電子垃圾.....	24
圖 3-1-14 日本民眾選擇何種方式回收電子垃圾.....	25
圖 4-1-1 桌遊的種類.....	27
圖 4-1-2 工作坊(一)：桌遊遊玩期中狀況.....	28
圖 4-1-3 工作坊(二)：桌遊卡片.....	28
圖 4-2-1 桌遊試玩版.....	30
圖 4-2-2 桌遊試玩情形.....	30
圖 5-1-1 講解桌遊規則情形.....	31
圖 5-1-2 組員帶領各組遊玩桌遊情形.....	31
圖 5-2-1 桌遊試玩者生理性別.....	32
圖 5-2-2 是否知道電子垃圾可透過回收再利用，再製成新產品.....	33
圖 5-2-3 是否有過回收任何電子垃圾的經驗.....	33
圖 5-2-4 選擇何種方式回收電子垃圾.....	34

第一章、緒論

第一節、研究動機

於 2021 年的東京奧運會上，中華隊奪下共 12 面奧運獎牌，包括舉重的郭婞淳選手、羽球的李洋、王齊麟選手等。透過電視新聞的報導，使我們得知這些選手們贏得的獎牌是以電子垃圾為材料製作出來的環保獎牌。由於我們對這一方面感到好奇，於是我們開始查詢相關資料。在東京都奧林匹克準備局（2021）的官方網站發現，他們從 2017 年開始向日本民眾蒐集大量的電子垃圾（如，手機、電腦、電視等），並且回收再利用，製作出東京奧運會的所有獎牌。我們希望透過研究這個主題了解電子垃圾的再利用情形以及台日雙方電子垃圾的現況。接著將這個主題應用到桌遊設計，並且製作出以教育為性質的相關桌遊，讓大家更認識身邊所有的電子垃圾。

第二節、研究目的

基於以上的研究動機，本文建立以下兩個研究目的：

- 一、透過文獻探討了解電子垃圾。東京都向日本民眾蒐集電子垃圾且回收再利用，使大眾對環保意識抬頭及對電子垃圾擁有相關的基礎認知。針對這方面我們想要進一步去了解。
- 二、在第一點的基礎上，若能設計一套有關電子垃圾的桌遊，我們認為可以讓更多人了解電子垃圾的重要性，因此想要將第一點的研究基礎應用到桌遊上。

第三節、研究步驟

本節說明研究步驟，圖 1-3-1 表示詳細的步驟。首先第一步蒐集相關文獻並了解電子垃圾的現況。第二步是桌遊的玩法設計討論，進行小組討論後製作出一款以電子垃圾為主題且具有教育意義性質的桌遊，並將設計出的桌遊實體化。第三步選定對象族群，且進行桌遊的试玩。第四步針對试玩對象給予問卷調查，回收問卷及進行問卷資料的分析。第五步針對問卷內容加以討論，找出桌遊的問題點並且進行修改。第六步完整版的桌遊發布。

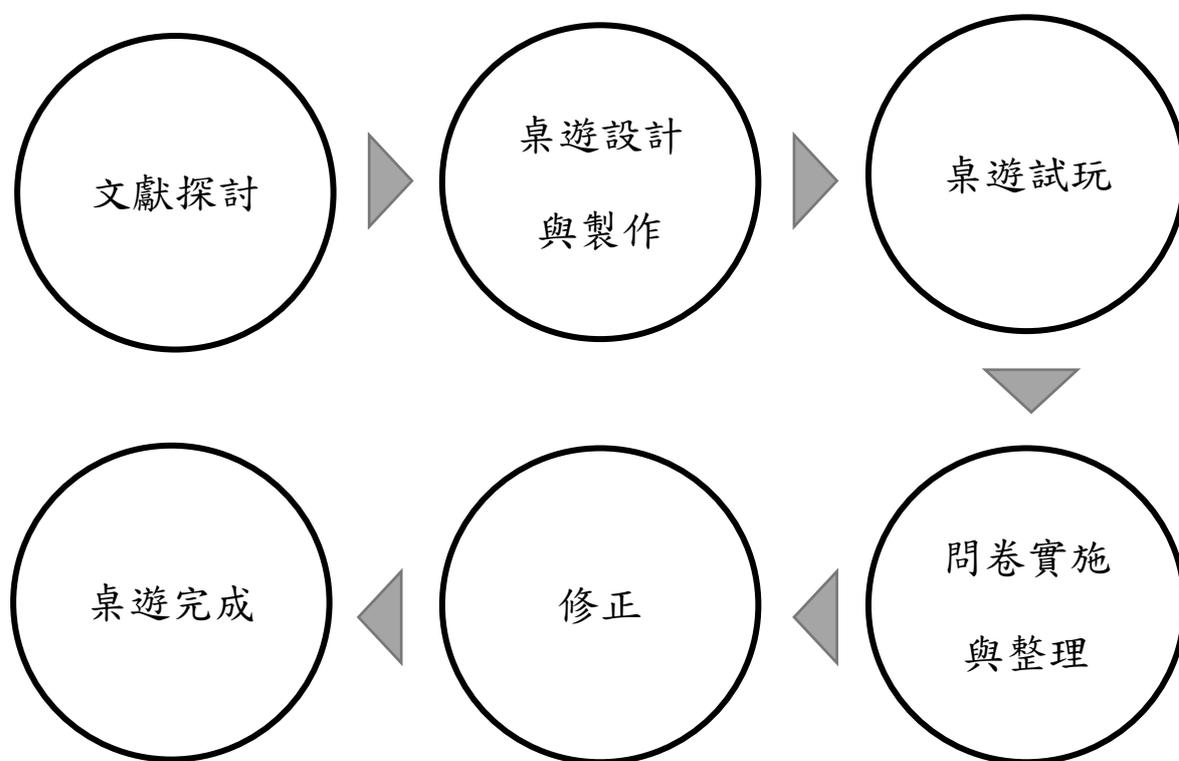


圖 1-3-1 研究步驟

第二章、文獻探討

第一節、電子垃圾

一般認為所謂的電子垃圾就是電子廢棄物，指損壞廢棄不再使用的電子相關產品，包括電視、電冰箱、洗衣機、手機等家用電器。然而根據歐盟廢電子電機設備修訂版（2012，waste electronics and electrical equipment）的新定義，除了已損壞廢棄不再使用的電子產品之外，還包括日常所有的電子用品。下表表示歐盟之分類，有溫度交換設備、照明設備、大型設備、小型設備、螢幕、監視器和含螢幕、小型資訊與通訊設備等共六種分類：

表 2-1-1 歐盟廢電機電子設備之分類

編號	類別	具體產品
1	溫度交換設備	冰箱、冰櫃、空調設備、除濕設備等
2	照明設備	螢幕燈管、低壓鈉燈管、LED 等
3	大型設備 (任一外部尺寸大於 50cm)	洗衣機、洗碗機、電爐、音響設備、用於編織的加工器具、大型影印機、大型醫療設備、大型監控設備、大型投幣老虎機、太陽能電池板等
4	小型設備 (無外部尺寸大於 50cm)	吸塵器、掃毯器、用於縫紉的加工器具、微波爐、計算機、通風設備、時鐘、樂器、電子玩具、運動設備、煙霧偵測器、自動調溫器、小型電子工具、小型醫療設備、小型監控設備、附小型太陽能電池板之設備等
5	螢幕、監視器和含螢幕大於 100cm ² 的設備	螢幕、電視、LCD 相框、顯示器、筆記型電腦等
6	小型資訊與通訊設備 (無外部尺寸大於 50cm)	手機、GPS、口袋型計算機、網路分享器、個人電腦、印表機、電話等

資料來源：科技報導，92 期

根據 BBC NEWS (2020) 報導，電子垃圾的成分含有許多有害物質，其中有一半以上的物質對人體有害，例如汞、銅、鉛等有毒的添加劑。目前大部分的電子垃圾沒被適當處理，其處理方式有兩種：一種是在垃圾場焚燒，另一種是把電子垃圾埋在土裡。因為電子垃圾內含有許多毒物質，所以在燃燒時會產生許多有害物質造成空氣汙染，例如二惡英、多氯聯苯類等致癌物質。埋在土裡的重金屬可能滲入會土裡，造成土壤和地下水的汙染。如果不當處理電子垃圾，裡面的有毒成分可能會透過環境進而危害到人體。電子垃圾裡面的汞對腎的傷害很大，可能會引發心血管疾病，過量的銅可能也會引起肝硬化，隔熱板子裡面的多溴二苯醚會使人體甲狀腺功能異常。可見電子垃圾的汙染對環境和健康都會造成許多傷害。

接著為了了解台灣和日本的現況，以下表格整理並比較台灣及日本於 2017 年至 2020 年電子垃圾總回收量。根據行政院環境保護署 (2022) 廢電子電器的統計調查可得知，台灣的回收量大約 12—14 萬公噸；根據聯合國 (2022, United Nations University) 的統計資料，日本則有 256—257 萬公噸，日本回收量為臺灣的 18 倍左右。下表表示台灣和日本電子垃圾的歷年回收量。

2-1-2 臺灣與日本電子垃圾歷年回收量

(單位：公噸)

西元年	台灣	日本
2017	120,418	2,560,000
2018	127,236	2,564,000
2019	125,177	2,569,000
2020	139,010	

資料來源：行政院環境保護署資源回收網、Japan - 2019 - E-waste Statistics，本研究重新整理

關於台灣的電子垃圾回收處理方式，以佳龍科技公司為例，佳龍科技(2022)為台灣首家環保科技股票上市公司，主要以回收電子廢棄物再利用作為主要服務，來研究及創造地球的永續發展。在佳龍科技中，電子垃圾又分為可拆卸零件（以下統稱貴金屬），以及無法拆卸之中小型電子垃圾（以下統稱廢資訊品），以上兩種電子垃圾的回收處理方式不盡相同，因此處理程序不同。首先，佳龍科技發展出貴金屬的回收再製過程（圖 2-1-1）。貴金屬回收後將分成兩種不同形式來處理，一為化學處理，二為物理處理，將所回收到的貴金屬處理過後，將會得出不同物質的成品，最後製造出金屬，如：金、銀、鈮、鐵、銅、鋁、鎳等。再者，圖 2-1-2 為廢資訊品之回收處理程序，經由破碎機壓碎後由磁鐵挑選出有磁力之鎳及鐵，再經由鉗磨機加工後分出金屬的粗細，得出不同程序的處理過程，最後選出細的金屬，得出金屬物質—銅，來做資源回收再利用，以及利用非金屬物質來做人造建材與藝品，佳龍科技為了貫徹環保理念，持續以研磨方式來處理電子垃圾，避免使用「焚化」與「掩埋」的方式來處理廢棄物，並且追求資源再循環的落實。

另外介紹光洋應用材料科技股份有限公司（2022，以下簡稱光洋科），該公司成立於 1978 年，擁有全球最大的光儲存媒體薄膜靶材製造廠，是全球領先的貴金屬及稀有金屬回收精煉的供應商之一，目前光洋科在電子產業貴稀金屬回收以及半導體貴金屬靶材的部份市占率是台灣第一。光洋科與台積電合作，提供台積電所需要的靶材（半導體和光電業常用的一種濺射鍍膜材料），光洋科將大家丟棄的電子垃圾變廢為寶，精煉出半導體需要的材料，讓電子垃圾搖身一變成為「黃金」。光陽科未來與台積電有更進一步的合作計畫，將會讓台灣的電子垃圾回收有更大的進步。目前環保署公告，電子垃圾回收的項目為個人電腦主機、螢幕及筆記型電腦、廢印表機皆為回收項目。

貴金屬回收製程

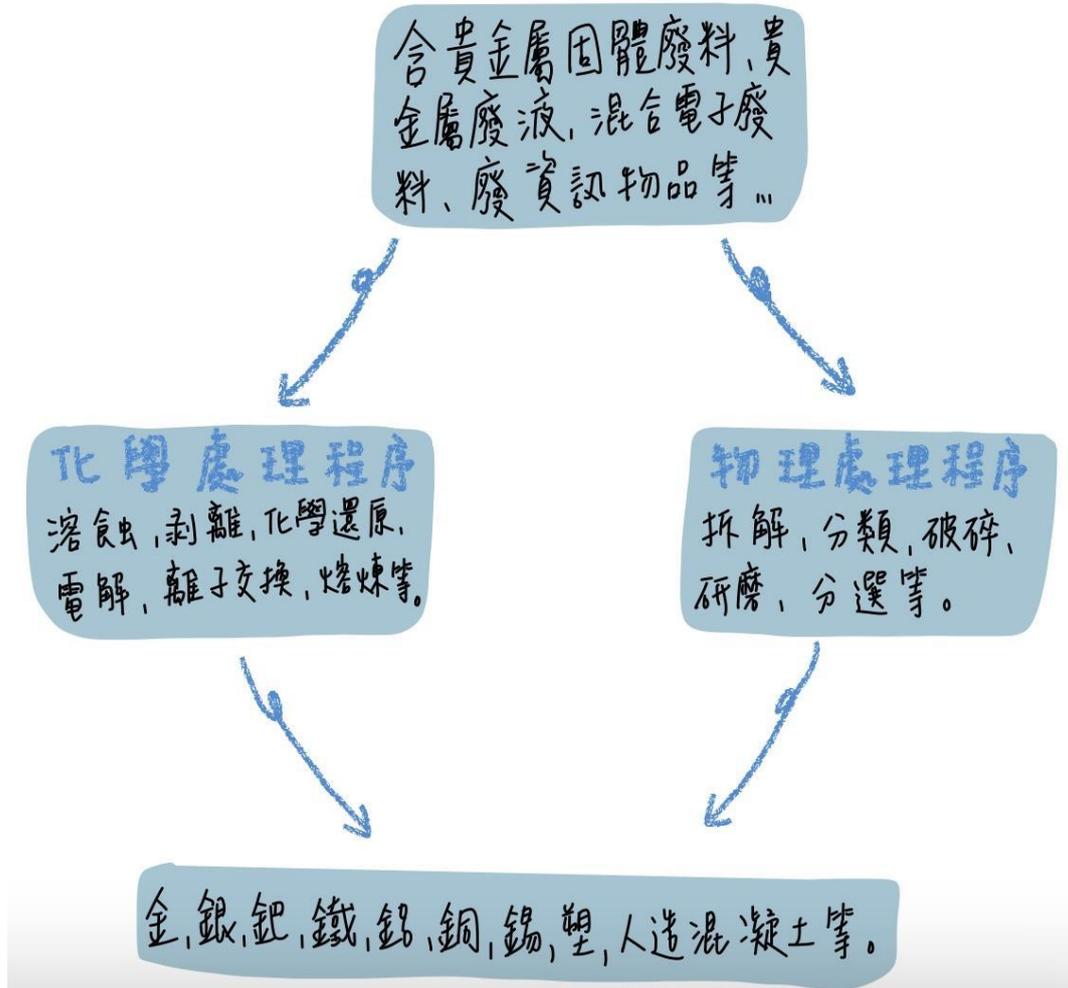


圖 2-1-1 電子垃圾中的貴金屬回收製程

資料來源：佳龍科技-貴金屬回收處理，本研究重新繪製

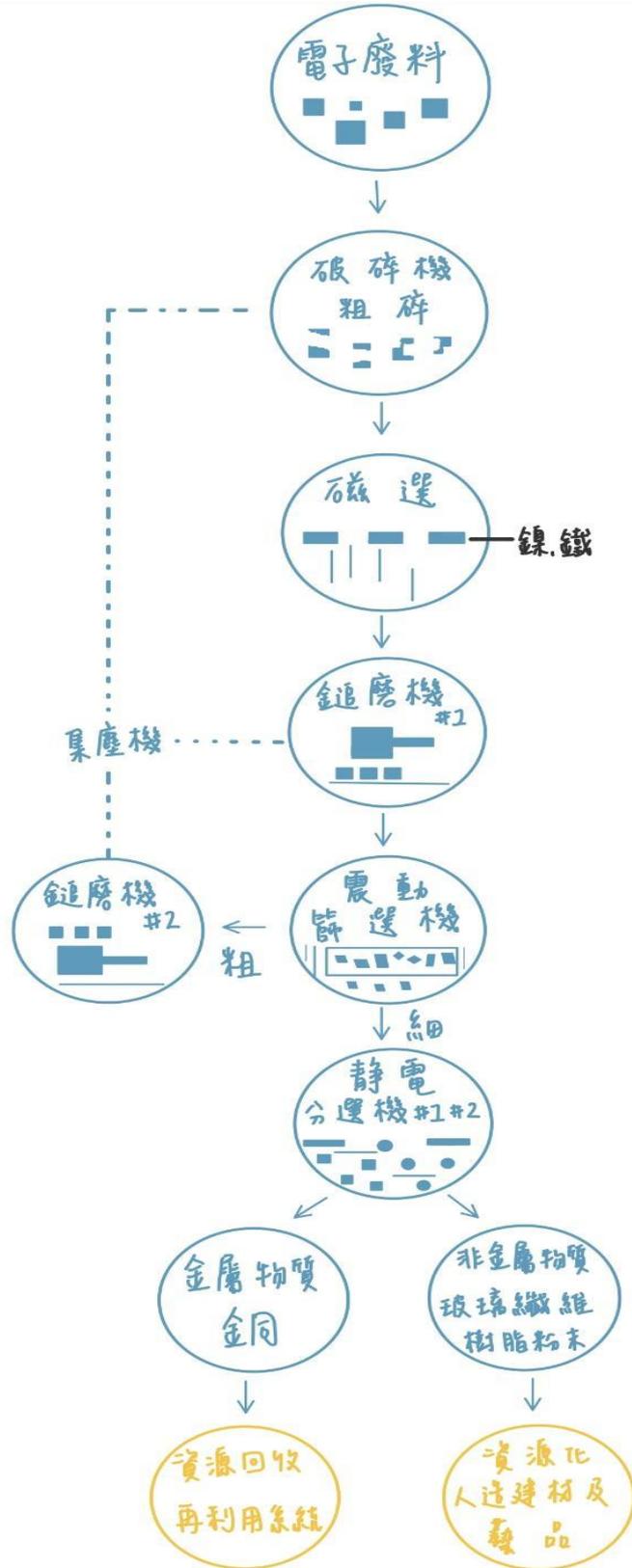


圖 2-1-2 廢資訊品之回收處理程序
 資料來源：佳龍科技-廢資訊品回收，本研究重新繪製

日本的電子垃圾處理程序方面，日本群馬縣前橋市的廢棄物回收企業 NAKADAI (2022) 為例，所回收的電子垃圾都會送到工廠裡，被送來的電子垃圾 99% 可以回收。經過不同的機器處理，被拆解成銅、鋁、鋼、鐵、塑料等大概五十多種材料。回收來的電子垃圾，會先把廢棄物裡的電線拆出，大批電線會被集中在廠房的一個角落，作業員會把拆出的電線一條條地放入機器後，取出裡面的銅絲再利用 (圖 2-1-3)。而成分比較複雜的舊電風扇、電腦等，作業員則會先拿著螺絲起子一個一個拆解，把鋼鐵、塑膠分開來後，將其破碎，第一道程序是先送進高溫「燒卻爐」，把可燃物先燒掉，像是塑膠，接著再按照不同金屬特性送進「熔融爐」，提煉出銅、金、銀、鉑等十六種金屬 (圖 2-1-4)。

除了 NAKADAI 以外，日本還有「REVER」、「ReNet.jp」等類似的電子垃圾處理公司，其回收處理方式呈現在圖 2-1-5。而這次日本東京奧運組織委員會進行一項活動，讓東京都民拿出家中不要的電器用品，包括廢棄電腦、手機、電風扇等，再提煉出金屬，一起打造這次東京奧運的 5000 面獎牌。除了有東京都和處理電子廢棄物的企業以外，日本許多地方縣市也有設置專門的回收箱，例如圖 2-1-6 為日本三重縣桑名市的回收箱。回收項目包含手機、遊戲機、電子溫度計、助聽器等。除此之外也有使用電子廢棄物製作而成的裝置藝術作品 (圖 2-1-7、圖 2-1-8)。由此可見，日本除了一般的回收業者以外，地方政府也積極推動電子垃圾再利用，這一點臺灣與日本有著明顯的差異。

全世界每年丟棄成千上萬噸的電子垃圾 (聯合國，2022)，這些電子垃圾由於未能適當處理對於環境造成巨大的傷害，然而這些電子垃圾只要透過如上的回收利用方式，不只能成為奧運會的獎牌，也可以成為現在全球供不應求的半導體材料。



圖 2-1-3 廢電線經過機器加工抽取銅絲回收
資料來源：不焚燒、回收逾八成看見日本綠金奇蹟-今周刊



圖 2-1-4 電子垃圾破碎後提煉成金屬
資料來源：不焚燒、回收逾八成看見日本綠金奇蹟-今周刊

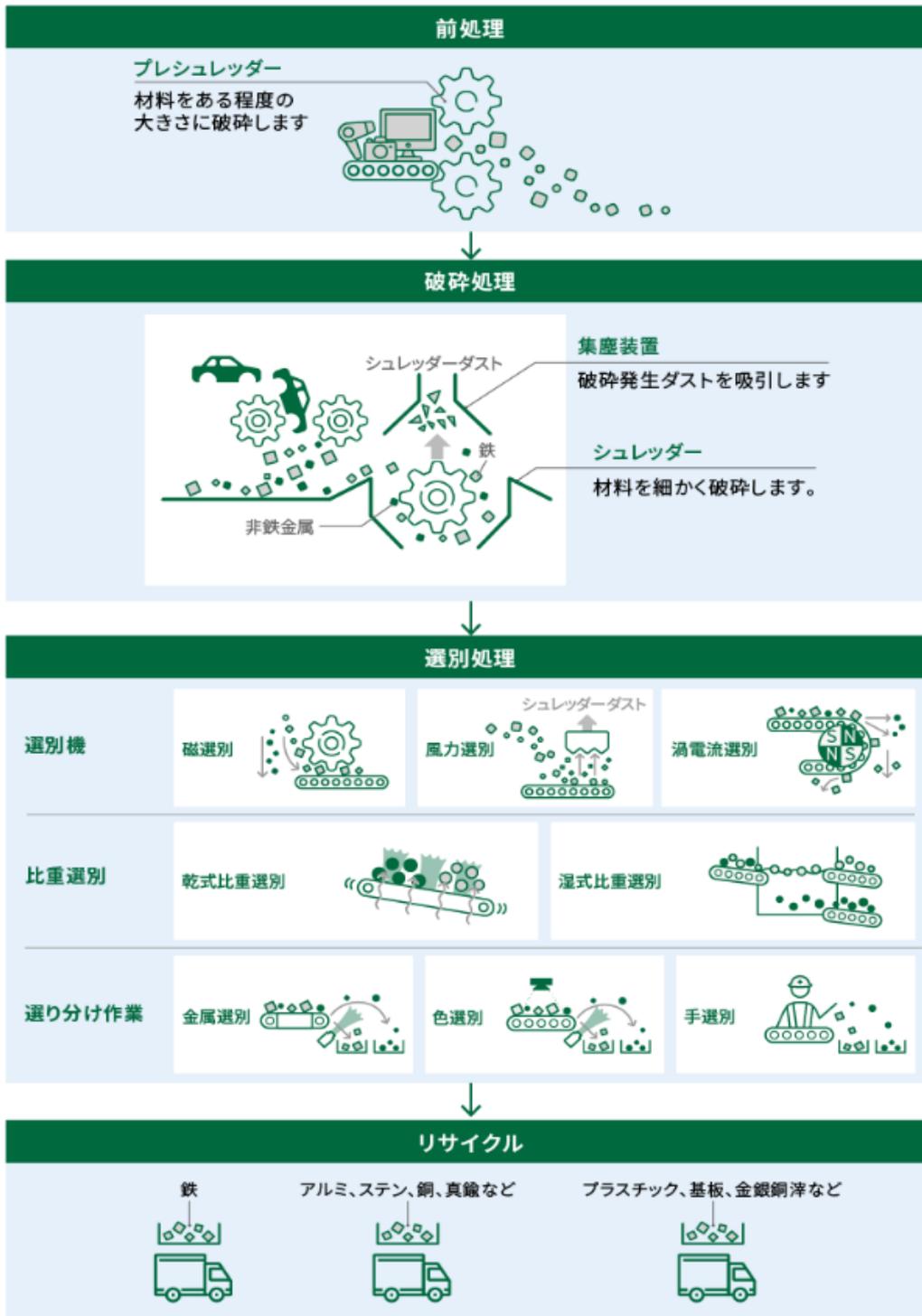


図 2-1-5 "REVER"回収処理流程图

資料來源：小型家電リサイクル | 廃棄物処理のことならリバー



圖 2-1-6 桑名市（くわなし）回収箱

資料來源：使用済小型電子機器等の回収をしています！／桑名市



圖 2-1-7 電子垃圾裝置藝術

資料來源：電子廢棄物を再利用した素晴らしいアート作品 Most amazing recycled creations from electronic waste - Ecofriend

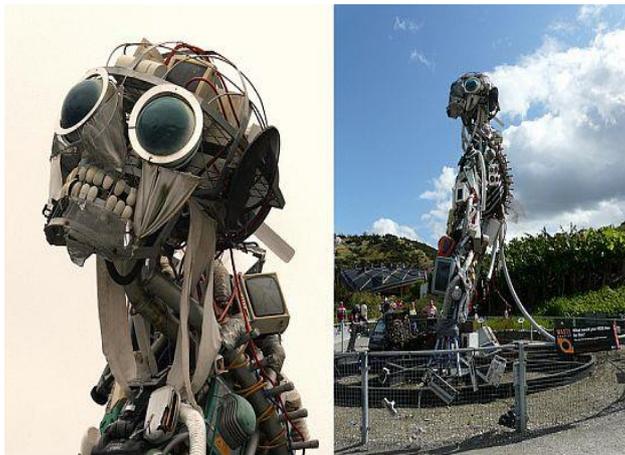


圖 2-1-8 電子垃圾裝置藝術

資料來源：電子廢棄物を再利用した素晴らしいアート作品 Most amazing recycled creations from electronic waste - Ecofriend

第二節、SDGs

由於在第一章提到電子垃圾和東京奧運會，這些理念都有和永續發展目標（Sustainable Development Goals，以下簡稱為 SDGs）有關，於是本節探討 SDGs。根據バウンド（2020），現今全球仍存在著貧困、飢餓、教育不平等、環境破壞等問題，為此聯合國大會（United Nations General Assembly）於 2015 年訂定 SDGs，2030 前要達成之 17 項核心目標呼籲全球共同努力並且達成永續發展的可能。與本文的主題電子垃圾回收再利用的目標最為相關的是以上 17 項核心目標中的第 12 項「確保永續消費和生產模式」。以下說明 SDGs 的 17 項核心目標：

- 一、消除貧窮（No poverty）：在全世界消除一切形式的貧困。
- 二、終止飢餓（Zero hunger）：消除飢餓、實現糧食安全、改善營養狀況及促進農業永續發展。
- 三、良好健康與社會福利（Good health and well-being for people）：確保各年齡層擁有健康的生活並增進人民福祉。
- 四、優質教育（Quality education）：確保任何人都可享有公平以及高品質的教育，並提倡終身學習。
- 五、性別平等（Gender equality）：實現性別平等，賦予婦女權力。
- 六、清潔飲水和衛生設施（Clean water and sanitation）：確保所有人都能享有水、衛生，並進行永續管理。
- 七、經濟適用的潔淨能源（Affordable and clean energy）：確保所有人都可獲得負擔得起、可靠及永續的現代能源。
- 八、合適的工作和經濟增長（Decent work and economic growth）：促進包容且永續的經濟成長，實現充分就業，讓所有人都有一份合適的工作。
- 九、產業、創新和基礎建設（Industry, Innovation and Infrastructure）：建立具

有防災能力的基礎建設，促進包容及永續的工業化，並推動創新。

十、減少不平等（Reducing inequalities）：減少國家內部和國家之間的不平等。

十一、永續城鄉（Sustainable cities and communities）：建設包容、安全、具有防災能力及永續性的城市與鄉村。

十二、確保永續消費和生產模式（Responsible consumption and production）：確保永續的消費及生產模式。2030年前，透過預防、減量、回收和再利用，大幅減少廢棄物產生。

十三、氣候行動（Climate action）：採取緊急行動以應對氣候變遷及其影響。

十四、保育及維護海洋資源（Life below water）：保護及永續利用海洋和海洋資源，促進永續發展。

十五、保育及維護生態領地（Life on land）：保護、維護並促進陸域生態系統的永續利用，永續管理森林，防治沙漠化，制止和扭轉土地劣化，並遏止生物多樣性的喪失。

十六、和平、正義及健全的制度（Peace, justice and strong institutions）：創建和平與包容的社會以促進永續發展，確保司法平等，在各級建立有效、負責且包容的制度。

十七、建立多元夥伴關係（Partnerships for the goals）：加強執行手段，重振永續發展的全球夥伴關係。

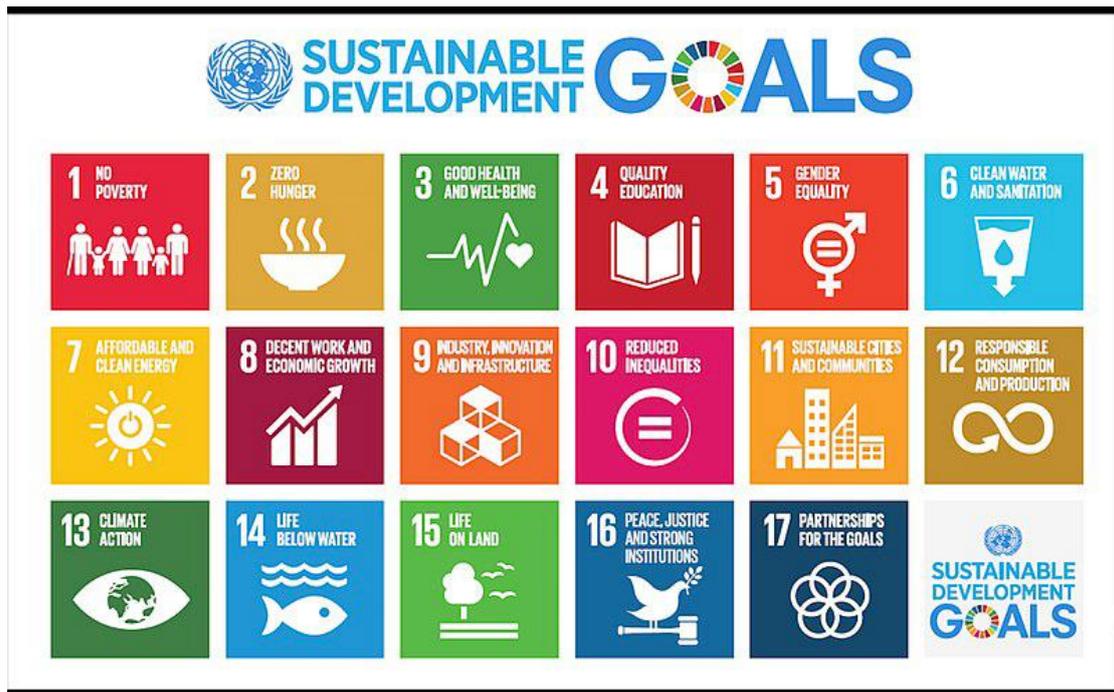


圖 2-2-1 SDGs17 項永續發展目標
資料來源：聯合國，〈可持續發展目標〉

至於東京奧運會與 SDGs 的部分，2021 年東京都舉辦第二次夏季奧運會，東京都為東京奧運會以 SDGs 為主軸制定了九項目標，分別為「安全、可靠（安全、安心）（SDGs 3、6、9、11、13、16、17）」、「城市規劃（まちづくり）（SDGs 3、8、9、10、11、13、15）」、「運動、健康（スポーツ、健康）（SDGs 3、5、7、10、15、17）」、「參與、協作（参加、協働）（SDGs 10、17）」、「文化、旅遊（文化、觀光）（SDGs 3、9、10、17）」、「教育多樣性（教育、多樣性）（SDGs 1、3、4、5、8、9、10、11、17）」、「環境的可持續性（環境、持續可能性）（SDGs 7、9、11、12、13）」、「經濟、技術（經濟、テクノロジー）（SDGs 3、5、8、9、10、11、17）」、「災區重建支援（被災地復興支援）（SDGs 17）」。

另外，根據日本環境省（2021），本次東京奧運會與 1964 年第 18 屆東京奧運會不同之處在於，這次日本面對福島復興以及環境污染等問題，對於世界而言，環境汙染及自然資源減少是每個國家都正在面臨且無法避免的問題。於是，環境省以「循環共生型社會」這項理念為主軸來去準備及舉

辦東京奧運會，藉以來向全球傳達環保永續的重要性。為了實現以上目的，日本環境省執行了「低碳化」、「熱島效應」、「空氣汙染」、「水質淨化」及「回收再利用」五個方面的措施。

在東京奧運會的低碳化措施方面，大會營運期間溫室氣體減排量，從各個項目，如建設、營運到廢棄物等過程削減總體排放量。各項設施導入先端技術（L2-TECH，Low-carbon Technology），從地方調動再生性的能源，以及綠色植被¹採購標準的強化。為求東京都市圈低碳化將在再開發時導入先端技術，打造低碳化的土地利用以及低碳化的交通體系構築，用其他替代方案來減少汽機車總行走量，如「純電動汽車、燃料電池車的引進」、「自行車道的整備」、「輕軌/公眾運輸系統的導入」等，以及從地方調動再生性能源。下圖為東京奧運會選手村的電動巴士。



圖 2-2-2 東京奧運會選手村的電動巴士

資料來源：自駕車開進 2020 東京奧運，豐田的「變」與「不變」TechNew 科技新報

熱島效應為日文的ヒートアイランド，由於受氣候變遷和熱島效應的影響，

¹ 植被：植物覆蓋地表的情形，通稱為「植被」。

因此東京的平均氣溫上升幅度非常大。其主要原因有三：

- 一、空調、電器機器、汽車排放廢氣增加。
- 二、綠地、水面減少，人造地面增加。
- 三、密集建築物阻礙通風，城市型態高密度。

為了解決熱島現象的對策他們引進高效率機器、空調等、在周邊步道加上遮陽板，架起水霧、將選手村設置在會場周邊等措施。

在空氣汙染方面，由於 2013 年後在中國發生嚴重的 PM2.5 大氣汙染，且在日本也觀測到 PM2.5 濃度上升，因此日本國民開始關心 PM2.5。此外，空氣汙染還有光氧化劑（光化学スモッグ）的問題，光氧化劑為氧化物的總稱，包含臭氧、二氧化氮，是大氣汙染的一種指標，雖然政府推動削減對策，也在漸漸發揮其效果，然而在白天的時候最高濃度的數值仍然有增加的傾向。在東京奧運會的時候必需要提供選手和觀眾良好的空氣，因此持續限制氮氧化物、揮發性有機物的排放以及提高 PM2.5 濃度的預測的精準度，以此確保良好的空氣品質。

至於水質淨化方面，東京都市區因開發等原因導致不透水區擴大，雨水無法浸入地下，而是全部流進都市的合流式下水道，使發生都市水災的可能性變高，同時可能會釋放出下水道中未經處理的污水。由於 2021 東京奧運會的媒體中心、選手村等都位於東京灣沿岸地區，並舉辦多項比賽，如鐵人三項等，因此水質淨化顯得特別重要。對大會所採取的對策有：減少從陸域來的汙染負荷量、提高公共污水處理廠的技術能力。

在回收利用方面，隨着廢棄物量的劇增，廢棄物內容也變得多樣化，填埋處分量也大幅增加，於是都政府將垃圾收集方法改為更有效、更衛生的收集方法。都政府有必要推進 3R 減量（Reduce）、再使用（Reuse）、回收再利用（Recycle）和活用「電子垃圾」。隨着民眾對環境問題的關注度提高等原因，廢棄物數量持續減少，回收率也漸漸提升。最後日本為東京奧運會與帕運會成功提煉出 32 公斤的金、3500 公斤的銀和 2200 公斤的銅，共做出 5000 枚獎牌，在東京奧運會

上頒出 340 枚金牌、338 枚銀牌和 402 枚銅牌。東京奧運會獎牌中除了銀牌為純銀外，金牌和銅牌並非純金和純銅製成。金牌含金量只有 1.34%，主要由銀打造，在外層鍍金，而銅牌則是 95%的銅和 5%的鋅所製成。下圖表是東京奧運會的金、銀、銅之三種獎牌。



圖 2-2-3 東京奧運會獎牌
資料來源：奧運會及帕運會準備局

第三章、台日民眾對電子垃圾了解程度之問卷調查

第一節、台日問卷調查

在第二章的文獻探討中發現日本的電子回收量比台灣多。另外，我們了解電子垃圾可分為六大類，各有不同的回收方式。於是為了知曉台灣和日本民眾對於電子垃圾的了解程度，本組利用 Google form 李克特氏五點量表在兩國進行線上問卷調查。

問卷內容除了性別、年齡等題目之外，還有 8 個題目，如「我能夠清楚地區分電子垃圾的種類（例如：電視是顯示螢幕類、冷氣機是調節溫度類等）」、「我了解電子垃圾會造成何種環境汙染」（詳細請參照附件一、二）。臺灣部分總共回收 124 份，日本部分回收 25 份。資料回收後以 SPSS 25.0 統計軟體進行分析。

第二節、問卷調查結果

問卷結果如下，首先呈現基本資料，性別、年齡、教育程度結果如下：

請問您的生理性別？

126 則回應

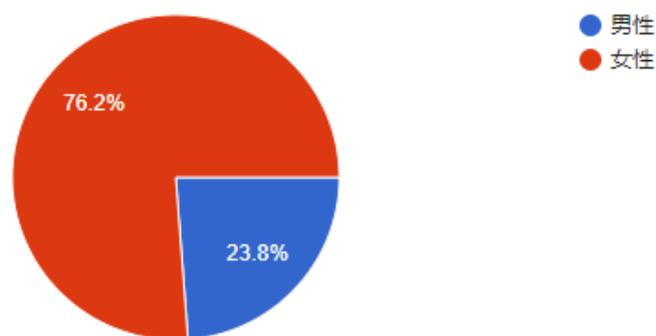


圖 3-1-1 台灣民眾生理性別

根據圖 3-1-1，台灣民眾對「電子垃圾」之瞭解程度調查的性別占比為男性 23.8%，女性 76.2%，可得知填寫問卷性別比為女性居多。

性別 (戶籍上の)

26 則回應

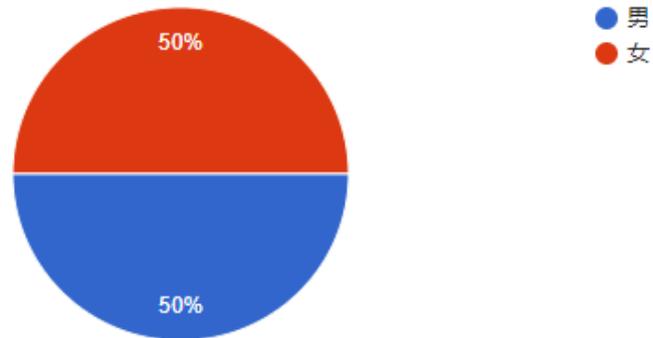


圖 3-1-2 日本民眾生理性別

根據圖 3-1-2，日本民眾對「都市鉱山」之瞭解程度調查的性別占比為男性 50%，女性 50%，可得知填寫問卷性別比女性及男性為各一半。

請問您的年齡?

124 則回應

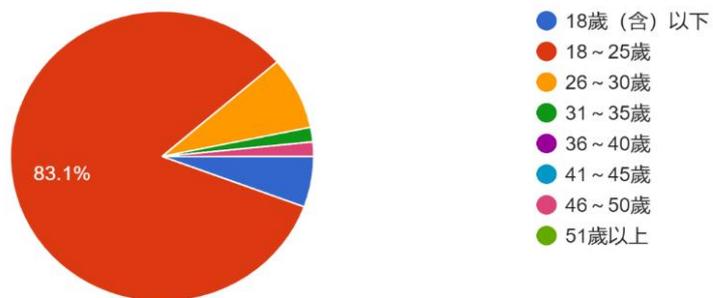


圖 3-1-3 台灣民眾年齡

根據圖 3-1-3，台灣民眾對「電子垃圾」之瞭解程度調查的年齡占比最高的是 18~25 歲，占了 81.3%，可得知填寫問卷的年齡層為青少年居多。

年齡

26 則回應

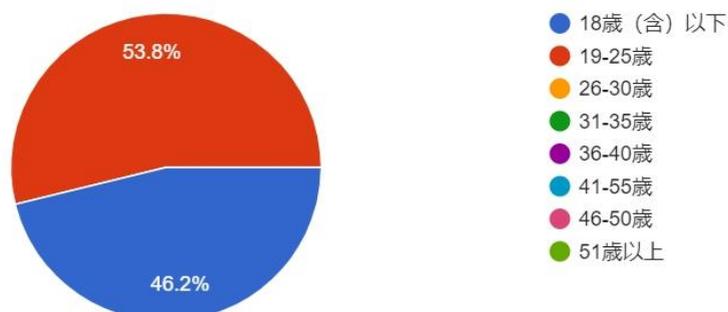


圖 3-1-4 日本民眾年齡

根據圖 3-1-4，日本民眾對「電子垃圾」之瞭解程度調查的年齡占比為年齡 18 歲以下 46.2%，9~25 歲 53.8%，可得知填寫問卷的年齡青少年最多。

請問您的教育程度？

124 則回應

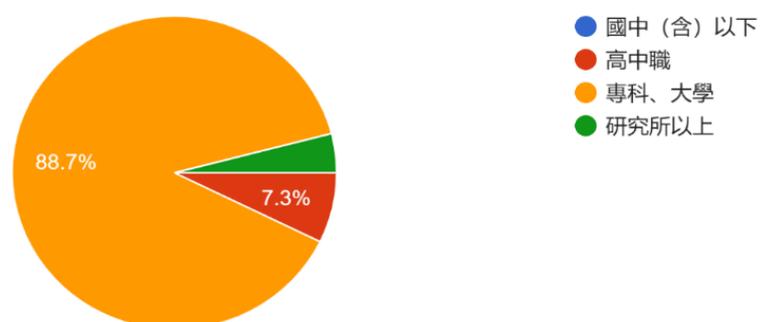


圖 3-1-5 台灣民眾教育程度

根據圖 3-1-5，台灣民眾對「電子垃圾」之瞭解程度調查的教育程度占比為專科、大學 88.7%，高中職 7.3%，研究所以上 4%，可得知專科、大學居多。

學歷

26 則回應

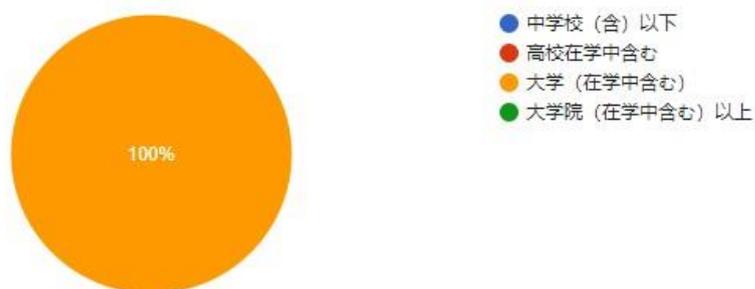


圖 3-1-6 日本民眾教育程度

根據圖 3-1-6，日本民眾對「電子垃圾」之瞭解程度調查的教育程度占比為大學 100%，可得知填寫問卷的民眾教育程度都是大學。

接下來呈現的資料共 5 項：是否聽過電子垃圾一詞、是否知道電子垃圾可以透過回收利用，再製成新產品、是否有回收過任何電子垃圾的經驗、您選擇了何種方式回收電子垃圾、其他意見，結果如下：

請問您是否聽過「電子垃圾」一詞？

126 則回應

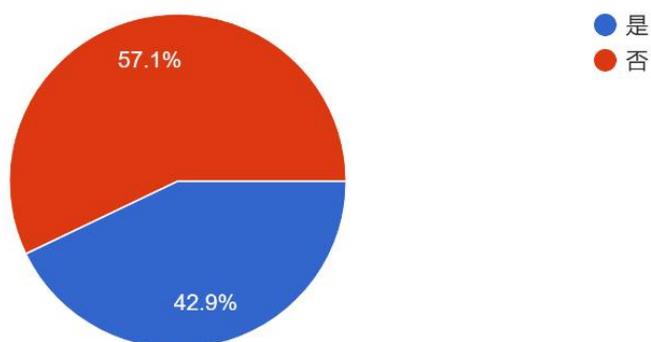


圖 3-1-7 台灣民眾是否聽過「電子垃圾」一詞

根據圖 3-1-7，沒聽過電子垃圾一詞的台灣民眾占比為 57.1%，而有聽過電子垃圾一詞的占比為 42.9%，可得知接受問卷調查的台灣民眾沒聽過電子垃圾一詞的人數居多。

都市鉱山か電子ごみという言葉を知っていますか
26 則回應

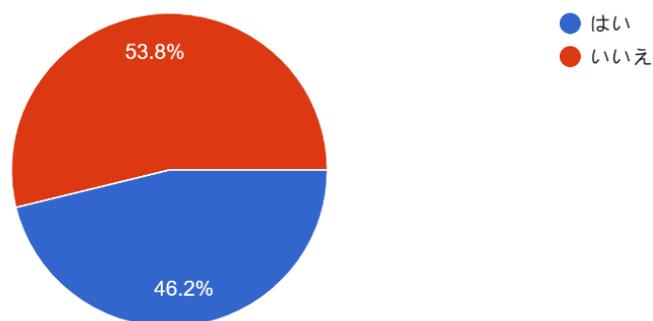


圖 3-1-8 日本民眾是否聽過「電子垃圾」一詞

根據圖 3-1-8，沒聽過電子垃圾一詞的日本民眾占比為 53.8%，而有聽過電子垃圾一詞的占比為 46.2%，可得知接受問卷調查的日本民眾沒聽過電子垃圾一詞的人數居多。

請問您是否知道電子垃圾可以透過回收利用，再製成新產品？
124 則回應

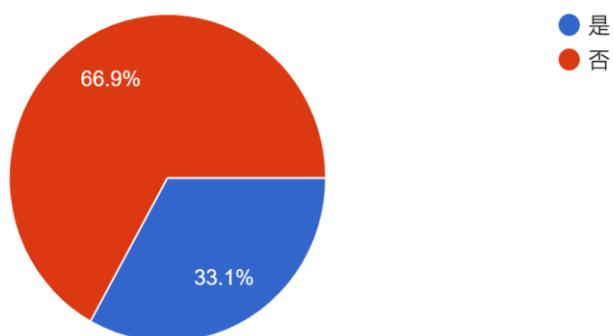


圖 3-1-9 台灣民眾是否知道電子垃圾可以透過回收再利用，再製成新產品

根據圖 3-1-9，台灣民眾對於是否知道電子垃圾可以透過回收再利用，再製成新產品，回答「是」的占比為 33.1%，回答「否」的占比為 66.9%，可得知接受問卷調查的台灣民眾對於電子垃圾的可以回收再利用是比較不清楚的。

都市鉦山（電子ごみ）はリサイクルした後、新製品に再生できることを知っていますか *
26 則回應

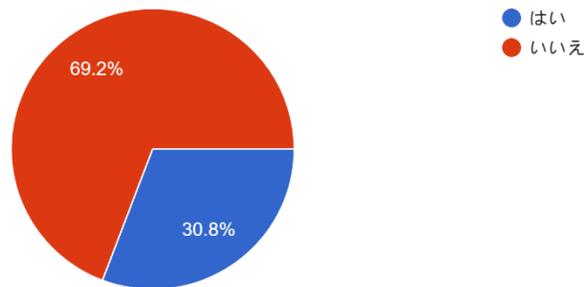


圖 3-1-10 日本民眾是否知道電子垃圾可以透過回收再利用，再製成新產品

根據圖 3-1-10，日本民眾對於是否知道電子垃圾可以透過回收再利用，再製成新產品，回答「是」的占比為 30.8%，回答「否」的占比為 69.2%，可得知接受問卷調查的日本民眾對於電子垃圾的可以回收再利用是比較不清楚的。

請問您是否有回收過任何電子垃圾的經驗?

124 則回應

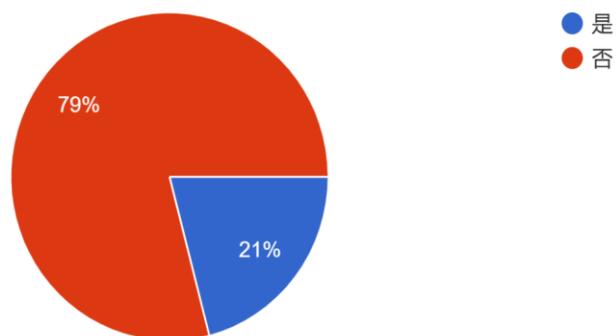


圖 3-1-11 台灣民眾是否有回收過任何電子垃圾的經驗

根據 3-1-11，台灣民眾對於是否有回收過任何電子垃圾的經驗，回答「是」的占比為 21%，回答「否」的占比為 79%，可得知接受問卷調查的台灣民眾沒有回收過任何電子垃圾經驗。

都市鉱山（電子ごみ）を実際にリサイクルに出した経験はありますか？
26 則回應

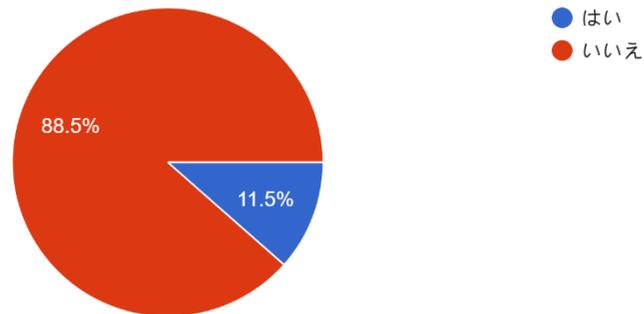


圖 3-1-12 日本民眾是否有回收過任何電子垃圾的經驗

根據圖 3-1-12，日本民眾對於是否有回收過任何電子垃圾的經驗，回答「是」的占比為 11.5%，回答「否」的占比為 88.5%，可得知接受問卷調查的日本民眾沒有回收過任何電子垃圾經驗。

請問您選擇了何種方式回收電子垃圾？（可複選）
26 則回應

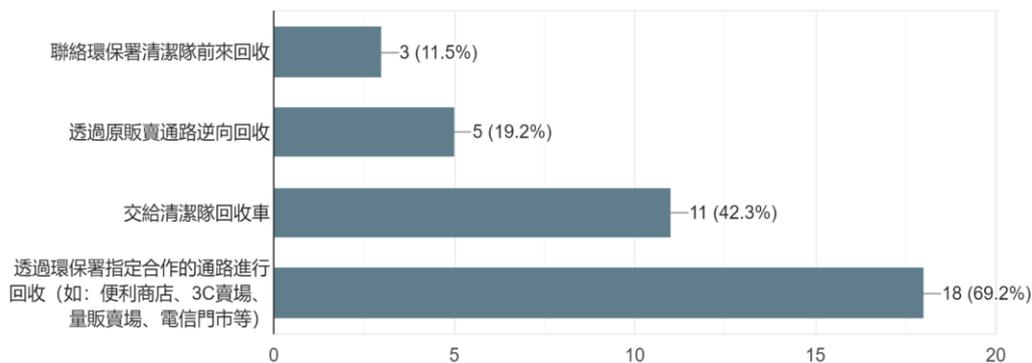


圖 3-1-13 台灣民眾選擇何種方式回收電子垃圾

根據圖 3-1-13，台灣民眾選擇何種方式回收電子垃圾，最多人選擇的是透過環保署指定合作通路進行回收，共有 18 人選擇，第二多選擇的是交給清潔隊回收車，有 11 人選擇，可得知接受問卷調查的台灣民眾，較多選擇透過透過環保署指定合作通路進行電子垃圾回收。

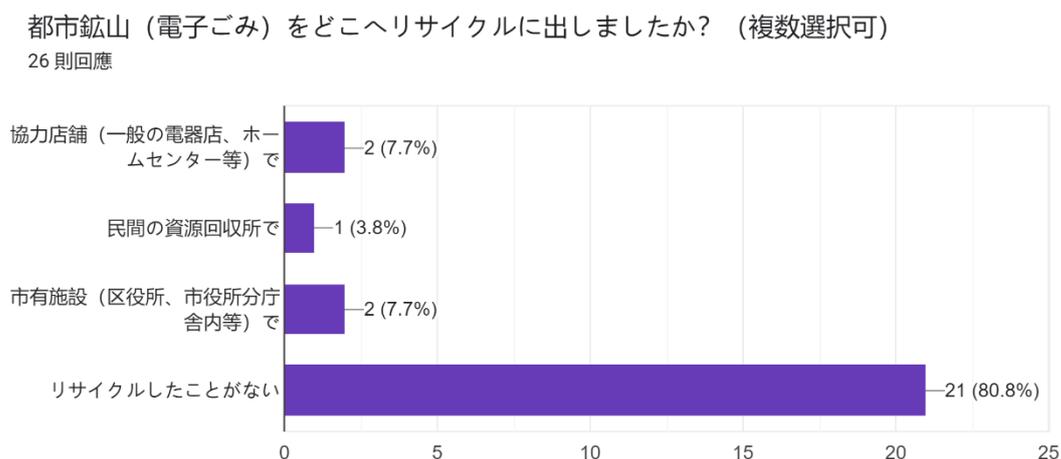


圖 3-1-14 日本民眾選擇何種方式回收電子垃圾

根據圖 3-1-14，日本民眾選擇何種方式回收電子垃圾，除了沒有回收經驗之外，合作店家以及政府設施的選擇人數都是 2 人，可以得知接受問卷調查的日本民眾，較多人選擇合作店家及政府設施來進行電子垃圾回收。

表 3-1-1 其他意見

台日民眾對電子垃圾了解程度之問卷調查 其他意見
可以先跟我們說下電子垃圾到底是什麼意思會比較好答 我以為是電子郵件的垃圾郵件，再者，電子垃圾分類通常一般人不清楚有哪些分類 不如直接列出上述幾個選項供大家分類 看大家是否清楚應該分哪一類（但這樣專題很難做就是了 XD）一個小建議 不一定有用 大家加油
沒聽過電子垃圾
這些電器壞掉有時候都不知道怎麼處理，不過像冰箱、冷氣，這種大型電器就是買新的時候由業者幫忙回收；但像手機、耳機這種不知道該怎麼丟，只好用一個盒子收著(°ー°〃)
認真不知道 所以全部填了完全不同意 不是亂填的喔
知道會對環境造成污染，但正確回收方式還是交給專業的來，比較不會讓意外發生

表 3-1-2 「我能夠清楚地區分電子垃圾的種類」台日平均值比較

國家	平均值
台灣	2.66
日本	3.77

表 3-1-3 「我了解電子垃圾會造成何種環境染」台日平均值比較

國家	平均值
台灣	3.48
日本	2.00

第一題「我能夠清楚地區分電子垃圾的種類」台灣平均值為 2.66，日本則為 3.77，進行獨立樣本兩平均數 t 檢定(Independent T test)結果為 $t(1.148)=1.645^*$ ， $p<.05$ ，日本的平均分數顯著高於台灣；「我了解電子垃圾會造成何種環境汙染」部分，台灣的平均值為 3.48，日本則為 2.00， $t(1.148)=5.369^{***}$ ， $p<.001$ ，台灣的平均分數顯著高於日本。從以上數值可以得知，台灣民眾都比較了解電子垃圾會造成環境汙染，然而似乎比較不了解區分電子垃圾的方式。

第四章、桌遊設計

第一節、桌遊的定義和體驗

本節介紹桌上遊戲。首先探討定義方面，根據陳介宇(2010)，桌上遊戲(以下簡稱為桌遊)涵括各種有規則且可在平面上進行的遊戲，而進行遊戲的人會有勝負之分，遊戲的運作常會需要操作其中的配件。因此黑白棋、象棋、撲克牌、大富翁皆是桌遊。桌遊的種類大致分為八種：派對遊戲、陣營遊戲、策略遊戲、心機遊戲、卡牌遊戲、兒童遊戲、家庭遊戲和抽象遊戲如下圖。不同種類的桌遊所呈現的遊戲效果也截然不同。



圖 4-1-1 桌遊的種類

資料來源：桌遊種類有哪些？8大種類完整介紹！-輕鬆生活網

至於桌遊的對象，由於桌遊的種類眾多，因此可遊玩的對象十分廣泛，依該桌遊的主題設計及目標客群而定。謝傳崇和林庭律(2021)、Silva, Juana, Martínez, Vecchiola, & Orellana (2020) 都認為 SDGs 對高等教育來說非常重要，因為大學生未來會負責社會的永續性。因此我們這次針對大學生設計一套了解這部分的桌遊。由於 SDGs 的範圍很大，於是我們將第四項的優質教育與第十二項的確保永續生產(回收再利用)的概念設計在桌遊中。

為了進一步了解桌遊的概念，組員們參加「桌遊：認識 SDGs 的精神來翻轉我們的世界」工作坊(2021年12月17日，淡江大學工學館，羅曉勤副教授)。

在工作坊中，講師用桌遊的方式讓我們了解 SDGs 的精神和發展目標。這款桌遊叫作"2030 SDGs Game"，是個模擬真實世界的桌遊，讓我們思考如何在 2030 前改變我們的環境，並且要在達成自己的目標和整個世界的狀態中(經濟、環境、社會)取得平衡，因為我們的每一個決定都會影響這個世界的狀態，所以不僅僅是思考自己的利益，更是要考慮什麼才是對這個世界最好的。藉由這次實際參與活動讓我們更加了解 SDGs 以及如何將教育融入桌遊，對於我們的研究主題有著莫大的幫助。

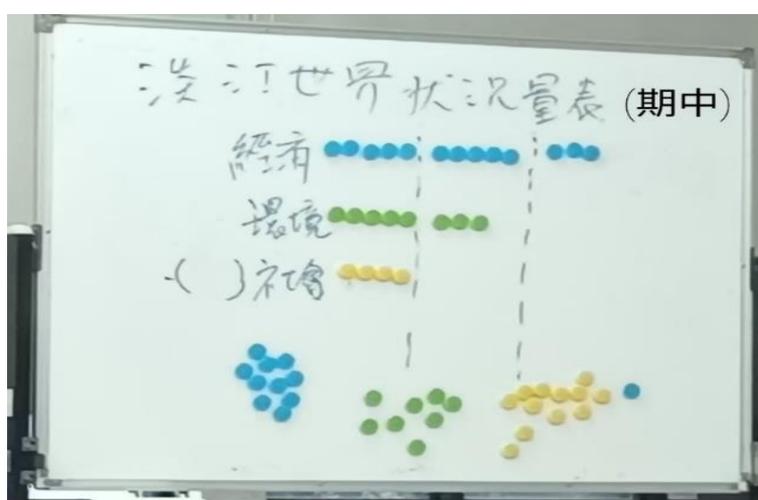


圖 4-1-2 工作坊(一)：桌遊遊玩期中狀況



圖 4-1-3 工作坊(二)：桌遊卡片

第二節、桌遊規則

本節介紹本文所要設計的桌遊規則。製作正式版的桌遊之前，我們先做試玩版。試玩版的桌遊為了配合 SDGs 的精神全面使用回收紙製作。

一、遊玩人數：玩家 3-4 人，裁判 1 人。

二、基本牌：電器牌：每位玩家開局手牌為 4 張，剩下放在旁邊作為牌堆，並從牌堆翻開 4 張牌。（請參照 4-2-1）

金幣：遊戲開始時每位玩家有 5 點金幣。

三、回收通路：為放置電器牌之區域。

四、資源回收區：為兌換點數之區域，同 1 回合中可重複放牌。

五、遊戲玩法：

1. 猜拳決定起始者，每 1 回合以順時針方向輪流做起始者。
2. 玩家先決定是否購入新電器，再選擇要資源回收兌換點數或是放於回收通路獲得金銀銅。
3. 放於回收通路的電器牌，1 回合結束後若回收正確即可由玩家自行收回；回收錯誤則與資源回收區的電器牌一起由裁判收回。
4. 牌堆翻完時即遊戲結束，或是有玩家沒有電器牌及金幣無法動作時，回合結束即遊戲結束。
5. 遊戲結束後結算分數，集齊金銀銅各 1 為得 1 分，分數最高者為遊戲贏家。

六、Q&A：

- A. 購買完電器牌後須再翻出一張電器牌補上，1 人 1 回合購買電器牌數量上限為 2 張，且不可購買新翻之電器牌。
- B. 將電器牌放於正確回收通路時即可獲得該牌上的金銀銅數量。
- C. 當回合有玩家無法動作時，剩下玩家仍需做完動作，回合結束時即為遊戲結束。

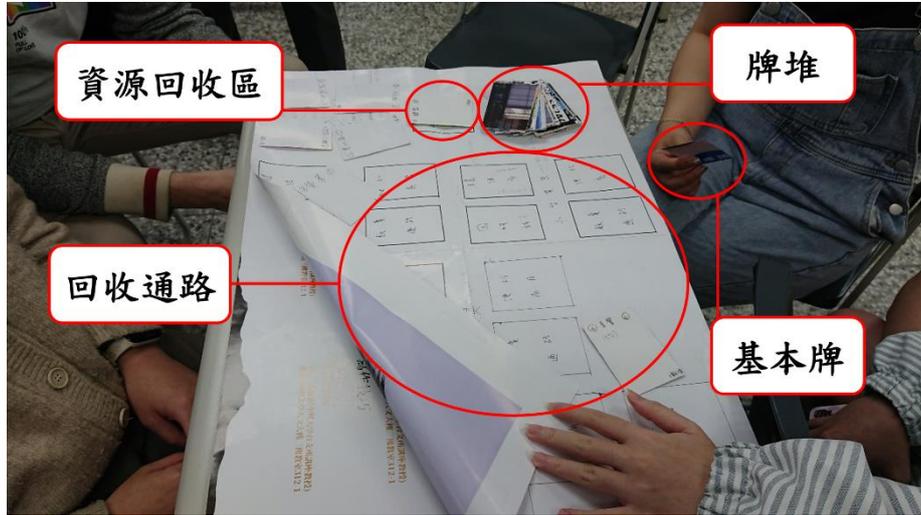


圖 4-2-1 桌遊試玩版



第五章、桌遊試玩與分析

第一節、桌遊試玩情況

為了瞭解在第四章所設計的桌遊在遊玩上是否順利及有沒有需要修改的部分，我們決定找受試者進行試玩。由於謝傳崇和林庭律(2021)、Silva, Juana, Martínez, Vecchiola, & Orellana (2020) 等學者認為電子垃圾的回收等 SDGs 的議題對高等教育很重要，因此我們請大學生來試玩桌遊。本次受試者為大學一年級的同學，首先使用簡報向同學說明遊戲規則，並分別在試玩前後收集問卷，分析試玩前後之差異，以下為桌遊試玩情況。下圖為講解桌遊規則和組員帶領各組由玩桌遊的情形。



圖 5-1-1 講解桌遊規則情形



圖 5-1-2 組員帶領各組遊玩桌遊情形

試玩日為 2022 年 4 月 29 日，參加試玩的同學共有 28 位，分 6 組(一組 4-5 位)，搭配 1 位裁判(組員)進行。

第二節、桌遊試玩問卷調查與分析

本節進行桌遊試玩前的問卷調查與分析，本組利用李克特氏五點量表共發放 28 份網路問卷，回收 28 份問卷，回收率 100%，資料回收後以 SPSS 25.0 統計軟體進行分析。除了性別等基本問題以外，還有二大題，包括「我能夠清楚地區分電子垃圾的種類(例如：電視被歸類在「顯示螢幕」此分類中，冷氣被歸類在「調節溫度器」中……等)」、「我了解下列各項電子垃圾的正確回收方式……手機、耳機、冷氣等」(請參照附件三)。5 表示非常同意或非常好；1 則為非常不同意或非常不好。

請問您的生理性別?

28 則回應

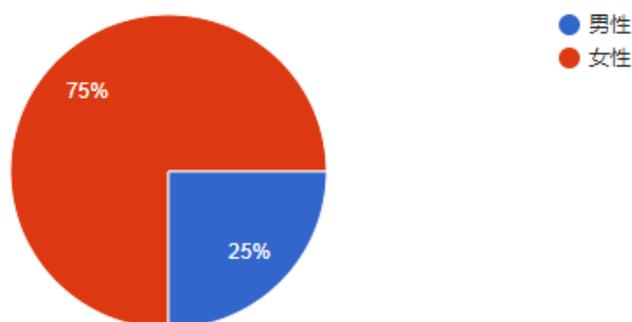


圖 5-2-1 桌遊試玩者生理性別

根據圖 5-2-1，試玩者男性占比 25%，女性占比 75%，填寫問卷性別比為女性居多。

請問您是否知道電子垃圾可以透過回收利用，再製成新產品？

28 則回應

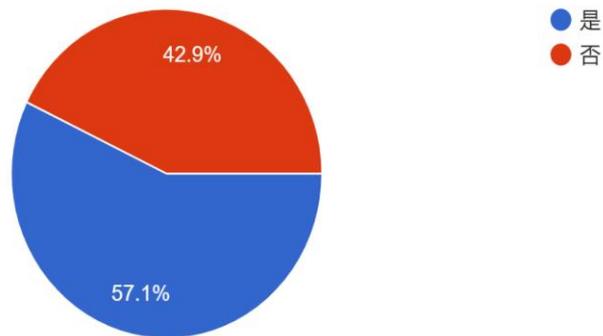


圖 5-2-2 是否知道電子垃圾可透過回收再利用，再製成新產品

根據圖 5-2-2，試玩者對於是否知道電子垃圾可透過回收再利用，再製成新產品，回答「是」的占比為 57.1%，回答「否」的占比為 42.9%，可以得知知道電子垃圾可回收再製成新產品的試玩者居多。

請問您是否有回收過任何電子垃圾的經驗？

28 則回應

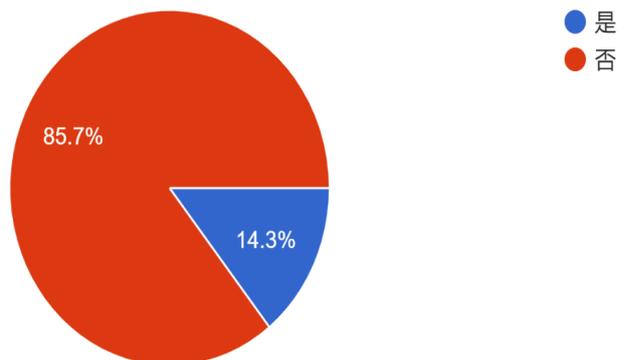


圖 5-2-3 是否有過回收任何電子垃圾的經驗

根據圖 5-2-3，試玩者對於是否有回收過任何電子垃圾的經驗，回答「是」的占比為 14.3%，回答「否」的占比為 85.7%，可得知沒有回收過任何電子垃圾的試玩者居多。

請問您選擇了何種方式回收電子垃圾？（可複選）

4 則回應

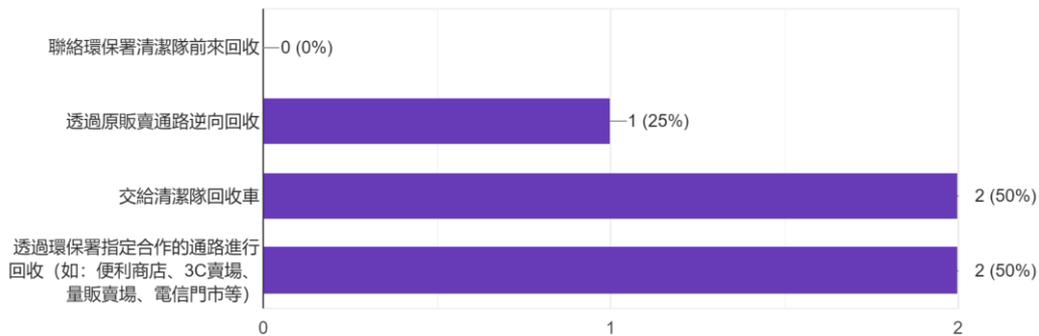


圖 5-2-4 選擇何種方式回收電子垃圾

根據圖 5-2-4，通過環保署指定合作的通路進行回收與交給清潔隊回收車這兩項為最多試玩者選擇，4 人中各有兩人選擇，可得知試玩者較多選擇通過環保署指定合作的通路進行回收與交給清潔隊回收車來回收電子垃圾。

表 5-2-1 其他意見

桌遊試玩問卷 其他意見
遊玩這個遊戲訓練到思考的能力
覺得很有趣、很好玩！
其實蠻有才的老實說，哪個需要湊哪個不需要是真的需要花一點時間去想，也有能翻到什麼東西的隨機性
雖然得分的方式需要常識讓我吃驚我不喜歡，可惡
遊戲超好玩，可以出成桌遊
字可以再大一點
這個遊戲讓大家更了解垃圾分類，準備遊戲也辛苦你們了，是個很好的遊戲體驗
超棒！超讚！
我覺得遊戲很有趣設計的很棒很好玩也讓我瞭解很多垃圾不同的分類對環保很有幫助
製作專題辛苦了 很棒的遊戲
對於外籍生來說真的是「助かる」。卡牌重複的部分和種類可以再增加一些金幣買回來的卡牌的金銀銅比例稍微可以再調整一下
很有趣很新奇！覺得可以想到這個主題很厲害，應該有很多人不知道電子產品怎麼處理，這個桌遊好玩又收穫良多唷 ε('Θ')ε！覺得金銀銅可以分顏色寫然後照順序寫（我有拿到銀寫在金前面的卡）

根據表 5-2-1，在試玩感想回饋的部分中，可以得知本組所製作的桌遊在教育效果上有一定的成效，例如「訓練到思考能力」、「能幫助大家更了解垃圾分類」等正向回饋。此外，也有幾位試玩者提出桌遊試玩版能夠再改進的部分，使本組在製作桌遊最終完成品時更有方向。

下表 5-2-2 及 5-2-3 表示試玩的比較。在桌遊試玩之前對於「是否能夠清楚區分電子垃圾種類」，試玩者回答的平均值為 2.86；試玩後的平均值增加到了 4.04，增幅為 1.18。為了進一步了解試玩前後是否有差異，進行關聯樣本兩平均數 t 檢定 (paired T test)，結果為 $t(27) = 4.772^{***}$ ， $p < .001$ ，兩平均數差異達到顯著水準，從這個結果可得知此項桌遊能夠讓玩家在短時間內瞭解各項電子垃圾之分類。根據下表 5-2-2，每項電子垃圾的正確分類方式平均值都有上升，大約 0.9—1.47 之間，上升幅度並不大，其原因可能是玩家在短時間內無法吸收太多分類方式，但依照這次試玩情況與分析可以得知，如若是遊玩次數及時間增加，玩家可以學習並記住電子垃圾的分類方式。

表 5-2-2 試玩者於桌遊試玩前後是否能清楚區分電子垃圾之平均值比較

桌遊試玩前	2.86
桌遊試玩後	4.04

表 5-2-3 試玩者於桌遊試玩前後是否清楚電子垃圾正確分類方式之比較

	手機	耳機	冷氣	冰箱	冰櫃	影印機	洗衣機	監視器	電源供應器	LED 燈	平均值
桌遊試玩前	2.89	2.78	2.82	2.75	2.64	2.64	2.68	2.5	2.54	2.28	2.652
桌遊試玩後	3.82	3.79	3.96	3.86	3.82	3.54	3.79	3.57	3.5	3.75	3.74

第六章、結論

第一節、研究發現

本研究透過文獻探討了解電子垃圾，並將其研究基礎運用到桌遊設計上。本章為本研究的結論，因此本節回答在第一章提出的兩個研究問題，並整理研究發現。在電子垃圾的文獻探討方面，電子垃圾通常是指損壞不再被使用的電子產品。電子垃圾的回收方面，台灣的回收量大約 12-14 萬公噸；日本則有 256-257 萬公噸，日本回收量台灣的 18 倍左右。另外，許多日本的地方政府設置專門的回收箱。利用這些回收來的電子垃圾，東京奧運會與帕運會提煉出 32 公斤的金、3500 公斤的銀和 2200 公斤的銅，共做出 5000 枚獎牌，在東京奧運會上頒出 340 枚金牌、338 枚銀牌和 402 枚銅牌。另外，透過問卷調查結果發現，台灣民眾和日本民眾比起來，雖然比較了解電子垃圾會造成環境的汙染，然而不知道其區分方式。由此可見日本民眾對電子垃圾的回收意識相比之下相當高。至於電子垃圾的桌遊應用方面，首先我們參加「桌遊：認識 SDGs 的精神來翻轉我們的世界工作坊」，了解 SDGs 和桌遊的基本概念之後進行製作電子垃圾的桌遊，自己組內試玩之後再針對大一學生進行試玩。試玩的問卷結果表示，試玩前後對於「是否能夠清楚地區分電子垃圾的種類」的平均值從 2.86 上升至 4.04，增幅為 1.18，且本次試玩超過 50% 的受訪者都回答本次試玩體驗有助於試玩者了解電子垃圾的回收方式，可以得知這項桌遊是能夠幫助學生來去認識並了解電子垃圾的種類與分類方式。

第二節、建議與未來研究

按照以上研究結果本節提出兩個研究建議。第一，因台灣回收量比較少且民眾普遍意識沒那麼高，因此我們建議民眾可以好好回收電子垃圾並再利用。第二，由這次研究可看出，藉由桌遊學習的成效相當大，所以我們建議教育部與環保署能夠合作並推廣電子垃圾方面的教育活動。

另外，由於本受到文獻探討和受訪者的限制，本文有以下兩點的未盡之處：第一，在第二章第一節文獻探討的部分，日本部分缺少了日本電子垃圾的分類方式，雖然組員盡力收集相關文獻資料，但因資料不足而無法完整補足這部分。第二，在問卷調查部分，台灣收集 124 份，日本部分僅回收 25 份。雖然組員盡力收集日本部份的問卷，然而跨國收集問卷困難度較高，希望未來研究可以改善此方面的問題。

參考文獻

- 林宏嶽、邱文琳(2014)。電子垃圾：廢棄物 or 資源？。科技報導，92 期。
- 陳介宇(2010)。從現代桌上遊戲的特點探討其運用於兒童學習的可行性。國教新知，57(4)，42。
- 謝傳崇,&林庭律(2021)。臺灣高等教育實踐永續發展指標 (SDGs) 的意涵與重要性。臺灣教育評論月刊，10(4)，31-34。
- バウンド (2020)。SDGs の考え方と取り組みがこれ一冊でしっかりわかる教科書。
東京都：技術評論社。
- 今周刊，〈不焚燒、回收逾八成 看見日本綠金奇蹟〉(2018 年 9 月 19 日)，
檢自 <https://reurl.cc/02Rjy6>(2022 年 2 月 19 日)
- 行政院環境保護署，〈廢電子電器〉(2022 年 2 月 24 日)，檢自 <https://recycle.epa.gov.tw/Project/Electronic>(2022 年 2 月 15 日)
- 光洋應用材料科技股份有限公司，〈關於光洋〉(文件登載日期未註明)。檢自
http://www.solartech.com.tw/tw/about_solar.html(2021 年 2 月 18 日)
- 社企流，〈把垃圾變成寶藏：日本公司創造廢棄物的新用法，打造徹底使用物品的社會〉(2017 年 12 月 27 日)，檢自 <https://www.seinsights.asia/article/3290/3271/5250?amp>(2022 年 2 月 19 日)
- 佳龍科技，〈貴金屬回收處理〉(文件登載日期未註明)，檢自 https://www.sdit.com.tw/business_recycle.html(2022 年 2 月 15 日)
- 佳龍科技，〈廢資訊品回收〉(文件登載日期未註明)，檢自 https://www.sdit.com.tw/business_information.html(2022 年 2 月 15 日)
- 科技新報，〈自駕車開進 2020 東京奧運，豐田的「變」與「不變」〉(2021 年 8 月 2 日)，檢自 https://technews.tw/2021/08/02/toyota_tokyo_tokyo-olymp
(2022 年 3 月 18 日)

國立台東大學綠色國際大學，〈聯合國 17 項永續發展目標〉（文件登載日期未註明），檢自 <https://green.nttu.edu.tw/p/412-1048-10039.php?Lang=zh-tw>（2021 年 12 月 20 日）

聯合國，〈可持續發展目標〉（文件登載日期未註明），檢自 <https://www.un.org/sustainabledevelopment/zh/>（2021 年 12 月 20 日）

鏡週刊，〈垃圾變黃金 光洋科攜手台積電帶頭衝〉（2021 年 12 月 4 日），檢自 <https://www.mirrormedia.mg/story/20211110ind001/>（2021 年 2 月 18 日）

BBC NEWS，〈電子垃圾：全球增長最快、回收率極低的家庭垃圾〉（2020 年 7 月 17 日），檢自 <https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-53443864>（2022 年 3 月 24 日）

Silva Munar, J. L., De Juana-Espinosa, S., Martínez-Buelvas, L., Vecchiola Abarca, Y., & Orellana Tirado, J. (2020). Organizational happiness dimensions as a contribution to sustainable development goals: A prospective study in higher education institutions in Chile, Colombia and Spain. *Sustainability*, 12(24), 10502

European Commission Official Website，〈Waste from Electrical and Electronic Equipment（歐盟廢電子電機設備修訂版）〉（文件登載日期未註明），檢自 <https://reurl.cc/8W841R>（2022 年 3 月 4 日）

United Nations University THE GLOBAL E-WASTE，〈Japan - 2019 - E-waste statistics〉（文件登載日期未註明），檢自 <https://globalewaste.org/statistics/country/japan/2019/>（2022 年 2 月 15 日）

桑名市，〈使用済小型電子機器等の回収をしています！〉（文件登載日期未註明），檢自 <https://www.city.kuwana.lg.jp/haikibutsu/kurashi/gomishigen/24-60446-224-343.html>（2022 年 2 月 19 日）

日本環境省，〈2020年オリンピック・パラリンピック東京大会を契機とした環境配慮の推進について〉（2014年8月），檢自 <https://www.env.go.jp/policy/olypara/kankyohairyo/2020olyparatokyo.pdf>（2021年11月3日）

東京オリンピック準備局，〈大会後のレガシーを見据えた東京都の取組 2020のその先
へ〉（文件登載日期未註明），檢自 <https://www.2020games.metro.tokyo.lg.jp/ff311792e917d9dfd76f99a448994538.pdf>（2022年1月5日）

株式会社 NAKADAI，〈私たちにできること〉（文件登載日期未註明），檢自 <http://www.nakadai.co.jp/capability>（2022年3月25日）

REVER，〈小型家電リサイクル，リサイクルの流れ〉（文件登載日期未註明）。
檢自 <https://www.rever-corp.co.jp/partner/smallappliance/>（2022年2月19日）

EcoFriend，〈電子廃棄物を再利用した素晴らしいアート作品〉（文件登載日期未註明），檢自 <https://ecofriend.com/1251.html>（2022年2月19日）

附件一：台日對電子垃圾的意識問卷調查(中文版)

民眾對「電子垃圾」之瞭解程度調查

親愛的受訪者，您好：

我們是致理科技大學應用日語系的學生，在此先感謝您願意撥空填寫這份問卷，本問卷旨在調查民眾對於「電子垃圾」的瞭解程度，懇請您依個人經驗進行填答即可。

本問卷採匿名的方式填答，所有資料僅供學術研究使用，敬請安心填答。您所提供的意見對本調查有極大之貢獻，由衷地感謝您的熱心協助。

敬祝 健康平安、事事順利

致理科技大學 應用日語系

指導老師：栗原祐美

學生：葉昀佳、廖育暄、林捷仔、林可英、陳俞靜、黃語晴、李孟汶、游鎔彰

第一部分：基本資料

1.請問您的生理性別？

男 女

2.請問您的年齡？

18歲（含）以下 18~25歲 26~30歲 31~35歲

36~40歲 41~45歲 46~50歲 51歲以上

3.請問您的教育程度？

國中（含）以下 高中職 專科、大學 研究所以上

第二部分：電子垃圾之相關調查

1.請問您是否聽過「電子垃圾」一詞？

是 否

2.請問您是否知道電子垃圾可以透過回收利用，再製成新產品？

是 否

3.請問您是否有回收過任何電子垃圾的經驗？

是 否

4.請問您選擇了何種方式回收電子垃圾？（可複選） 曾有回收經驗者

- 聯絡環保署清潔隊前來回收
- 透過原販賣通路逆向回收
- 交給清潔隊回收車
- 透過環保署指定合作的通路進行回收（如：便利商店、3C 賣場、量販賣場、電信門市等）

5.我能夠清楚地區分電子垃圾的種類（例如：電視被歸類在「顯示螢幕」此分類中，冷氣被歸類在「調節溫度器」中……等）

	1	2	3	4	5	
完全不同意	<input type="checkbox"/>	非常同意				

6.我了解下列各個電子垃圾的正確回收方式

	完全不了解	不太了解	普通	還算了解	非常了解
手機	<input type="checkbox"/>				
耳機	<input type="checkbox"/>				
冷氣	<input type="checkbox"/>				
冰箱	<input type="checkbox"/>				
冰櫃	<input type="checkbox"/>				
影印機	<input type="checkbox"/>				
洗衣機	<input type="checkbox"/>				
監視器	<input type="checkbox"/>				
電源供應器	<input type="checkbox"/>				
LED 燈	<input type="checkbox"/>				

7.我了解電子垃圾會造成何種環境汙染

	1	2	3	4	5	
完全不同意	<input type="checkbox"/>	非常同意				

8.其他意見（自由選填。填答心得、經驗分享……等，都歡迎提供給我們！）

～謝謝您的填寫～

附件二：台日對電子垃圾的意識問卷調查(日文版)

「都市鉱山」に対する意識調査

このアンケートの目的は、「都市鉱山（電子ごみ）」に関する意識調査です。東京オリンピックの際、選手に贈られるメダルが廃棄された電子機器、日本の都市鉱山から作られていたことに興味をもち、研究を進めています。アンケートは匿名で行われ、学術研究を目的とし、他の用途には使用しませんので安心してご回答ください。アンケートへのご協力、誠にありがとうございます。

致理科技大学 応用日本語学科

指導：栗原祐美

学生：李孟汶、葉昀佳、廖育暄、林健仔、林可英、陳俞靜、黃語晴、游鎔彰

第一部分：基本情報

1.性別（戸籍上の）

男 女

2.年齢

18歳（含む）以下 18～25歳 26～30歳 31～35歳

36～40歳 41～45歳 46～50歳 51歳以上

3.学歴

中学校（含）以下 高校在学中含む 大学（在学中含む）

大学院（在学中含む）以上

第二部分：電子ごみ関連の調査

1.都市鉱山か電子ごみという言葉聞いたことがありますか

はい いいえ

2.都市鉱山（電子ごみ）はリサイクルした後、新製品に再生できることを知っていますか

はい いいえ

3. 都市鉱山（電子ごみ）を実際にリサイクルに出した経験はありますか？

はい いいえ

4. 都市鉱山（電子ごみ）をどこへリサイクルに出しましたか？

協力店舗（一般の電器店、ホームセンター等）で

民間の資源回収所で

市有施設（区役所、市役所分庁舎内等）で

リサイクルしたことがない

5. 私は都市鉱山（電子ごみ）の分類を区別できます（例：携帯電話は「小型家電」に分類され、エアコンは「大型家電」...等）

	1	2	3	4	5	
不同意	<input type="checkbox"/>	全く同意				

6. 各都市鉱山（電子ごみ）のリサイクルの回収の方法を知っています（どこに出すか）

	全然わから ない	あまりわから ない	普通わかる	よくわかる
携帯電話	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
イヤホン	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
エアコン	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
冷蔵庫	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
冷凍庫	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
コピー機	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
洗濯機	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
充電器	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
モニター	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LED ライト	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. 都市鉱山（電子ごみ）を不法投棄すると、環境汚染を引き起してしまうことを知っています。

	1	2	3	4	5	
不同意	<input type="checkbox"/>	全く同意				

8. その他の意見、フィードバック等ございましたらお願いします。

～ありがとうございました～

附件三：桌遊問卷調查

桌遊試玩前後對「電子垃圾的瞭解程度」之差異調查

親愛的受訪者，您好：

首先非常感謝您願意參與此次桌遊試玩並填寫這份問卷，本問卷目的為調查桌遊試玩者在遊玩前後對於「電子垃圾」的瞭解程度差異，懇請您依個人看法進行填答即可。本問卷所有資料僅供學術研究使用，敬請安心填答。您所提供的意見對本研究有極大之貢獻，由衷地感謝您的熱心協助。

敬祝 健康平安、事事順利

致理科技大學 應用日語系

指導老師：栗原祐美

學生：葉昀佳、廖育暄、林捷仔、林可英、陳俞靜、黃語晴、李孟汶、游鎔彰

第一部分：基本資料

1. 您的學號

2. 請問您的生理性別？

男 女

3. 請問您是否知道電子垃圾可以透過回收利用，再製成新產品？

是 否

4. 請問您是否有回收過任何電子垃圾的經驗？

是 否

5.請問您選擇了何種方式回收電子垃圾？（可複選）曾有回收經驗者

- 聯絡環保署清潔隊前來回收
- 透過原販賣通路逆向回收
- 交給清潔隊回收車
- 透過環保署指定合作的通路進行回收

（如：便利商店、3C 賣場、量販賣場、電信門市等）

第二部分：遊玩前對電子垃圾的瞭解程度

1.我能夠清楚地區分電子垃圾的種類（例如：電視被歸類在「顯示螢幕」此分類中，冷氣被歸類在「調節溫度器」中……等）

	1	2	3	4	5	
完全不同意	<input type="checkbox"/>	非常同意				

2.我了解下列各個電子垃圾的正確回收方式

	完全不了解	不太了解	普通	還算了解	非常了解
手機	<input type="checkbox"/>				
耳機	<input type="checkbox"/>				
冷氣	<input type="checkbox"/>				
冰箱	<input type="checkbox"/>				
冰櫃	<input type="checkbox"/>				
影印機	<input type="checkbox"/>				
洗衣機	<input type="checkbox"/>				
監視器	<input type="checkbox"/>				
電源供應器	<input type="checkbox"/>				
LED 燈	<input type="checkbox"/>				

第三部分：遊玩後對電子垃圾的瞭解程度

1.我能夠清楚地區分電子垃圾的種類（例如：電視被歸類在「顯示螢幕」此分類中，冷氣被歸類在「調節溫度器」中……等）

	1	2	3	4	5	
完全不同意	<input type="checkbox"/>	非常同意				

2.我了解下列各個電子垃圾的正確回收方式

	完全不了解	不太了解	普通	還算了解	非常了解
手機	<input type="checkbox"/>				
耳機	<input type="checkbox"/>				
冷氣	<input type="checkbox"/>				
冰箱	<input type="checkbox"/>				
冰櫃	<input type="checkbox"/>				
影印機	<input type="checkbox"/>				
洗衣機	<input type="checkbox"/>				
監視器	<input type="checkbox"/>				
電源供應器	<input type="checkbox"/>				
LED 燈	<input type="checkbox"/>				

桌遊試玩感想調查

1.請問經過本次桌遊試玩後，對您往後需要回收電子垃圾時是否有幫助？

	1	2	3	4	5	
完全沒有幫助	<input type="checkbox"/>	非常有幫助				

2.請問您對本次的桌遊試玩體驗？

	1	2	3	4	5	
非常不好	<input type="checkbox"/>	非常好				

8.試玩感想（選填。遊玩心得或者遊玩時遇到的困難、認為需要改進的地方……等，都可以跟我們說！）

～謝謝您的填寫～

組員工作分配表

組員 項目	組長 葉昀佳	副組長 廖育暄	組員 林健仔	組員 林可英	組員 陳俞靜	組員 黃語晴	組員 李孟汶
中文摘要			V				
日文摘要		V			V		V
圖表目錄		V					
研究背景與動機			V			V	
研究目的			V			V	
研究方法			V			V	
研究程序				V			
第二章第一節	V	V	V	V	V	V	V
第二章第二節	V	V	V	V	V	V	V
第二章第三節				V			V
第三章	V	V	V	V	V	V	V
第四章	V	V	V	V	V	V	V
問卷前言					V		V
問卷表單製作					V		V
查找文獻	V	V	V	V	V	V	V
參考文獻整理		V					
排版		V					
海報製作							V
PPT製作	V	V	V	V	V	V	V
上台報告	V	V	V	V	V	V	V
桌遊試用版製作	V	V	V	V	V	V	V
桌遊正式版製作	V		V				

專題報告修正要點

評審老師建議

1. 詞彙翻譯修正建議：日文摘要第二行的詞彙「ボード ゲーム」，「ボード」，和「ゲーム」之間不需空格。
2. 建議多增加研究想法來補充論述。
3. 建議增加台日金屬垃圾回收之不同之處。

修正要點

1. 根據建議修正完畢。
2. 根據建議，於論文中增加些許組員論述。
3. 根據建議，增加日本回收電子垃圾之差異。