

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 地球科學科

030502

「碳」為「觀」止-馬祖交通工具碳足跡調查

學校名稱：連江縣立敬恆國民中學

作者： 國二 陳筱彤 國一 陳冠霆 國一 陳聲漂	指導老師： 陳思琪
---	------------------

關鍵詞：二氧化碳、碳足跡

摘要

近幾年來觀光盛行，可發現馬祖地區各個島嶼的交通工具數量與使用率明顯增加，主要用於載運與租借給觀光客使用，而這樣的情形是否會導致我們的空氣汙染大大增加，造成環境無法承載，使我們的環境遭受到破壞，我們就以此方向做為研究。

從研究結果中，我們得到了以下三個結論：

- (一) 在租賃與載客的交通工具，所製造出的二氧化碳，佔整體的交通工具碳排放量有一定的比例。
- (二) 若觀光持續的推動，那碳排放量應該會大大的增加，若還需要因為觀光而開發林地，那會對環境造成更大的影響。
- (三) 以現在的狀況，近幾年觀光的發展，若沒有對山坡地大量開發或是大量的旅客來連江縣旅遊，擇旅遊所產生的二氧化碳，暫時是不會造成環境無法負荷的局面。

壹、研究動機

一、發現身邊環境的變化

近年來環保意識抬頭，各國都提倡節能減碳，希望減少空氣中的汙染，在京都議定書生效後，相關國家依國際承諾，積極展開溫室氣體減量策略，2008年7月G8會議，達成2050年前全球溫室氣體排放量至少減半之共識，而在2006年，我國人均二氧化碳（CO₂）排放量國際排名第22，國際減碳共識產生潛在壓力。（參考1）

而我們生活的地區連江縣，過往因島上軍人眾多，計程車是他們放假代步工具，而近幾年來，觀光開始蓬勃發展，來連江縣旅遊的遊客也越來越多，不像以前觀光客都以南、北竿旅遊為主，且人數不多，但漸漸的越來越多人來此旅遊，許多散客和團客也不再會把觀光的地區侷限在南、北竿，也會選擇莒光、東引地區旅遊，雖然讓我們連江縣的觀光財增加了，但無形之中我們的環境負擔也漸漸變大，交通工具的使用量增加，因此腦中想到了一個名詞「碳足跡」，所以是否在觀光盛行之後，我們連江縣地區交通工具整體的排碳量，是否就會遠超過以往的排放量，使得我們本身地區樹木無法消耗這些因觀光造成的二氧化碳，讓我們的空氣環境開始變得越來越差。

二、研究題材與課本教材的相關性

我們找老師討論這個問題，並在一下、三下康軒版自然課本，三下康軒數學課本，發現與研究相關內容，我們認真閱讀、共同討論，找尋研究方法。

我們的研究題材與國中課程相關的單元有：

- （一） 一下康軒自然 第六章 人類與環境
 - 6-1 人類對環境的衝擊
 - 6-3 人類與自然的和諧
- （二） 二下康軒數學 第二章 幾何圖形與尺規作圖
 - 2-3 尺規作圖
- （三） 三下康軒自然 第四章 永續發展
 - 4-2 環境汙染

4-3 全球變遷

(四) 三下康軒數學 第三章 統計與機率

3-1 資料整理與統計圖表

貳、研究目的

一、研究目的

在觀光盛行之後，可發現馬祖地區各個島嶼的交通工具數量與使用率明顯增加，主要用於載運與租借給觀光客使用，而這樣的情形是否會導致我們的空氣汙染大大的增加，造成環境無法承載，使我們的環境遭受到破壞。

因此我們首先要研究全縣主要汽、機車會製造出多少的二氧化碳，而我們簡單將交通工具分成三部份，一為小客車部份(小客車、小貨車)，再來為大客車(公車、遊覽車、大貨車)，最後是機車，假設所有交通工具，居民每天都會使用，從中計算出各島最基本居民使用交通工具的二氧化碳排放量，再來剩下的就歸為營業用的，而我們可否從研究中發現租賃與載客之汽、機車之使用量是否會有明顯之增長，若有增長則必定會增加其碳排放量。

接著我們需了解我們的生活環境，島上有多少樹木，可以承受吸收我們所製造的二氧化碳，而在現有的情況下，我們環境的負載量，最多可以吸收多少的二氧化碳，希望此研究的結果，讓我們知道我們應該開始注意我們的環境，並且在不妨礙觀光發展的狀況下能永續發展，製造雙贏的局面。

參、研究設備及器材

一、研究用設備

Microsoft Office Excel 程式、Google 地圖、PHOTOSHOP

二、研究用文具

描圖紙、尺、圓規、螢光筆

肆、研究方法與過程

一、研究方法流程圖

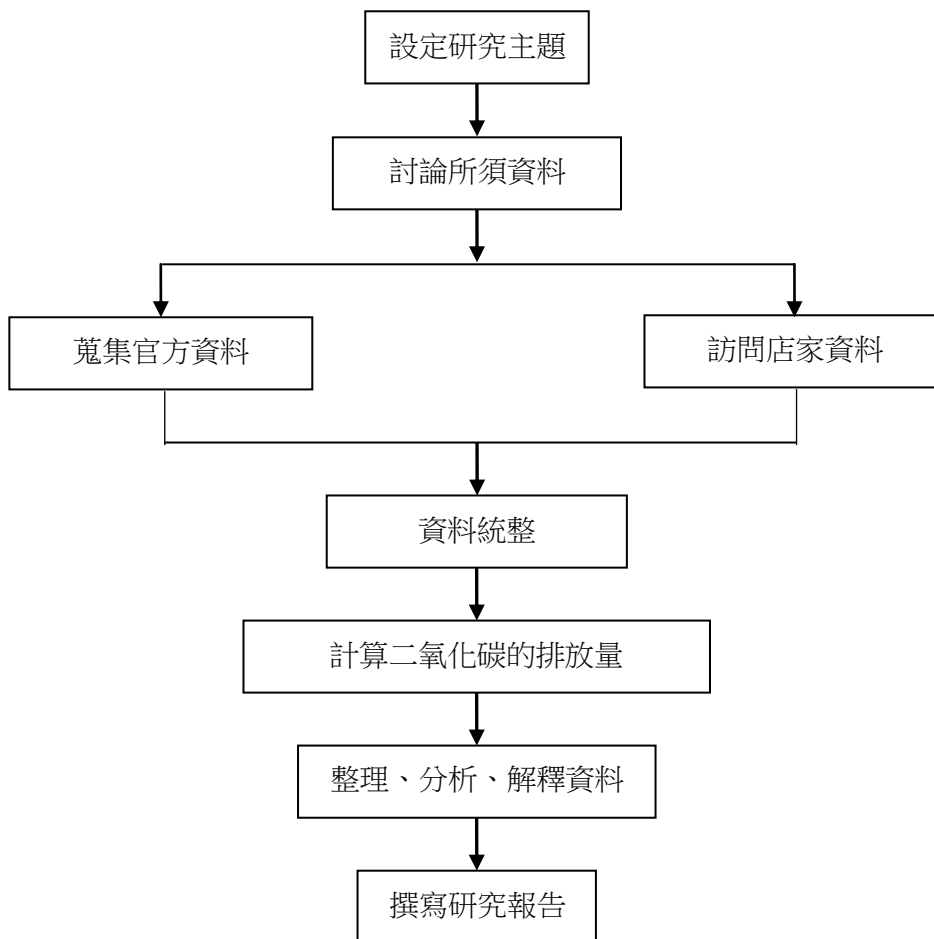


圖 1 研究流程圖

資料來源：自行繪製

二、碳足跡的相關定義

- (一) 在產品生命週期裡，衡量一系列直接與間接的活動所累積之二氧化碳排放量。
- (二) 碳足跡的功能性定義是指，在特殊的條件下，特定時間與空間系統的限制裡，所有有關碳排放來源之消費與生產活動對氣候的影響。
- (三) 碳足跡是人類活動對環境中二氧化碳排放的測量。(參考 2)
- (四) 本研究所計算碳足跡的範圍，僅限制在馬祖島上的主要交通工具的碳排放量，其餘汽車(警車、消防車……等)，因數量少，也較少使用所以未列入計算之內。

(五) 認識各國碳標籤



圖 2 碳標籤

資料來源：碳排放交易網(參考 3)

三、全縣各鄉民國 98 年至 103 年交通工具數量統計

我們向連江縣公路監理所申請了民國 98 年至 103 年轄區汽機車統計表，從中擷取我們所需要的資料，統整後計算出各島小客車、大客車與機車數量(附件一，以 103 年為例)。

(一) 南竿鄉

南竿交通工具數量統計						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	1479	1440	1450	1524	1685	1787
大客車	162	162	162	161	159	143
機車	2819	2932	3006	3189	3238	3373

表格 1 南竿居民使用交通工具數量統計

(二) 北竿鄉

北竿交通工具數量統計						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	362	364	372	390	418	437
大客車	28	29	26	24	31	24
機車	753	758	803	848	881	880

表格 2 北竿居民使用交通工具數量統計

(三) 東引鄉

東引交通工具數量統計						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	130	127	126	133	151	167
大客車	6	6	8	8	9	8
機車	520	565	608	624	625	621

表格 3 東引居民使用交通工具數量統計

(四) 莒光鄉

莒光鄉分為東莒跟西莒，官方車子數量資料未分東莒與西莒，因此我們先做了莒光戶口調查，從人口數量比例，去平均分攤車子的數量。

1. 東、西莒戶籍人口數調查



圖 3 莒光戶政事務所人口調查

莒光鄉人口統計與百分比						
年	98	99	100	101	102	103
東莒	512	523	508	516	690	694
百分比	44%	45%	43%	44%	48%	49%
西莒	639	647	664	654	748	730
百分比	56%	55%	57%	56%	52%	51%

表格 4 莒光鄉人口統計表

2.東、西莒交通工具數量統計

東莒交通工具數量統計						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	69	65	64	68	83	95
大客車	0	0	0	1	1	1
機車	208	215	219	231	264	330
西莒交通工具數量統計						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	85	81	84	86	91	99
大客車	1	1	1	1	2	1
機車	259	266	287	292	286	348

表格 5 東、西莒交通工具數量統計

四、民國 98 年至 103 年全縣各鄉交通工具二氧化碳排放量

(一) 全縣各島居民使用交通工具碳足跡計算

1.我們用現有的資料，假設每一台車居民都最少使用過一次，算出各島最基本的二氧化碳排放量，而因各島大小不同，交通工具行駛距離也會有所不同，我們以各島主要生活的路段做為每日所行駛的距離。

- (1) 南竿：我們以介壽→清水→介壽之距離，為一日每台車輛行駛距離，來回路程總長為 5.4 公里。
- (2) 北竿：以塘岐→坂里→塘岐之距離，為一日每台車輛行駛距離，來回路程總長為 7.2 公里。
- (3) 東引：東引居民主要活動範圍都在村莊內，其他較遠的地方都是觀光景點，一般居民是不大會去，所以以樂華村→碼頭→樂華村之距離，為一日每台車輛行駛距離，來回路程總長為 2.2 公里。
- (4) 東莒：東莒與東引一樣，較遠的地方都是觀光景點，住福正聚落的居民較少，因此以大坪村→碼頭→大坪村之距離，為一日每台車輛行駛距離，來回路程總長為 3 公里。
- (5) 西莒：主要人口住在青帆與田澳村，因此以青帆村→田澳村→青帆村之距離，為一日每台車輛行駛距離，來回路程總長為 2.4 公里。

2.碳足跡計算公式(參考 4)

車種	能源效率(km/L)	排放係數(kgCO ₂ /L)
大客車	3.06	2.73
小客車	9.94	2.263
機踏車	22	2.263

表格 6 能源效率與碳排放係數

3.全縣各島居民使用交通碳足跡計算(詳細數據請參考附件二)

(1) 南竿鄉

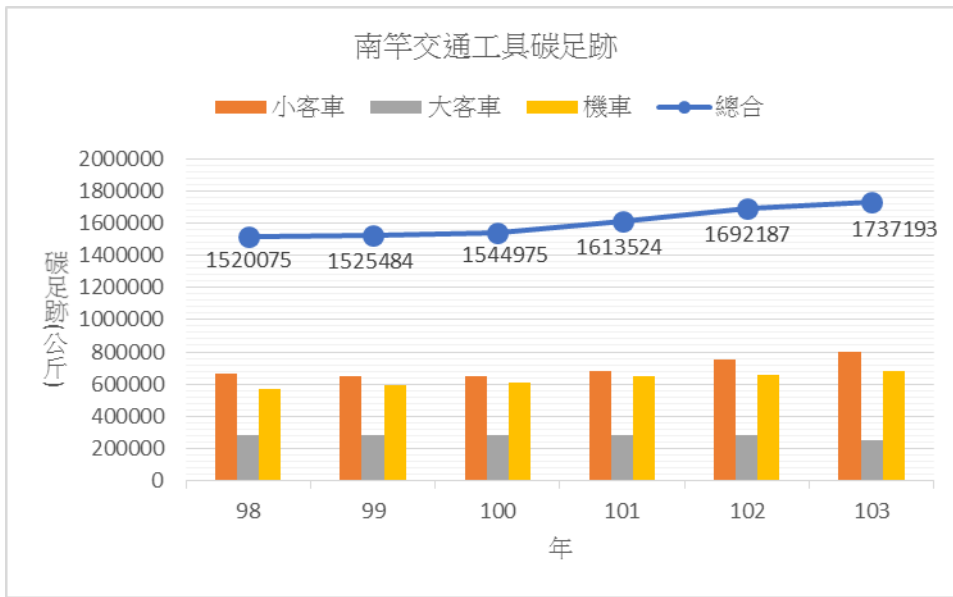


圖 4 南竿交通工具碳足跡

(2) 北竿鄉

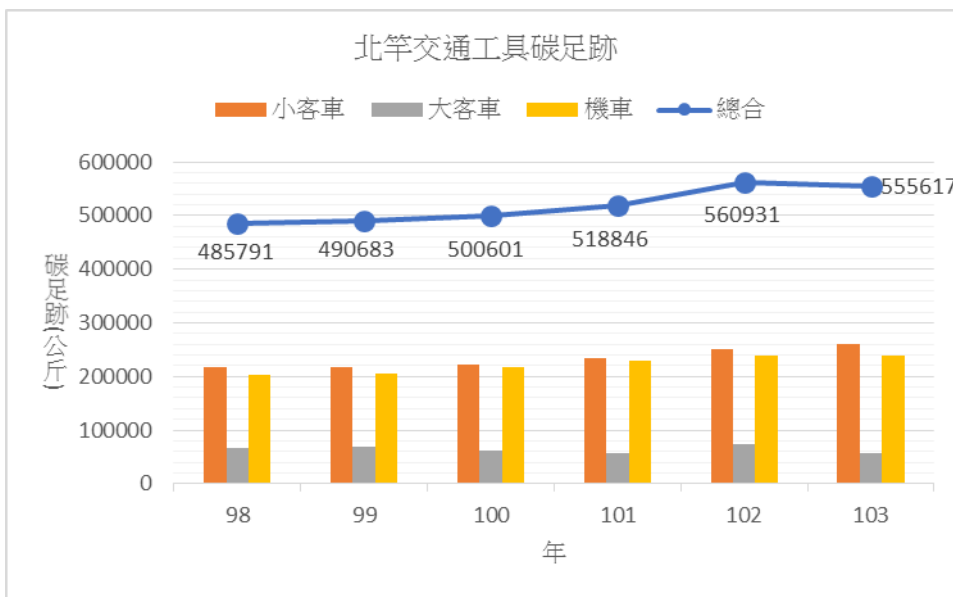


圖 5 北竿交通工具碳足跡

(3) 東引鄉

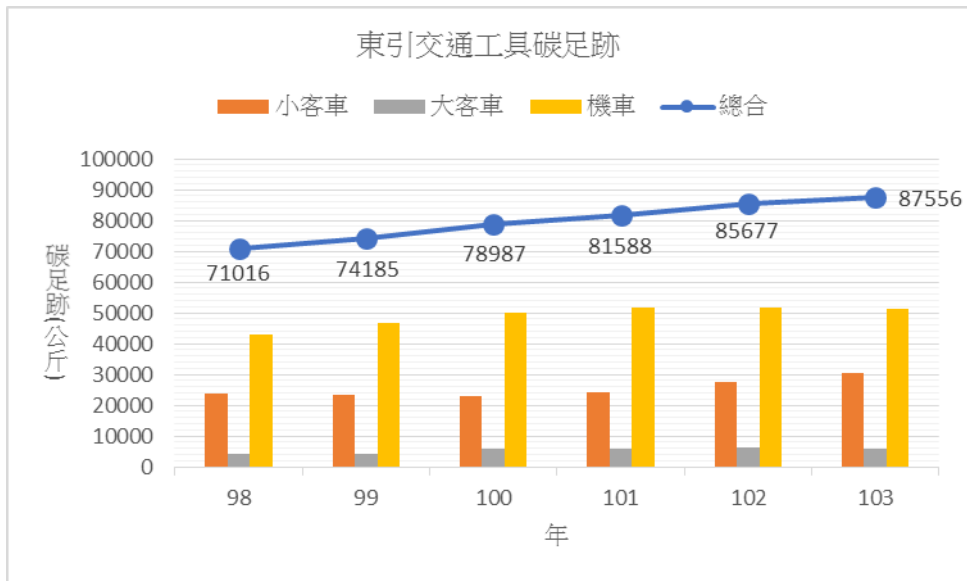


圖 6 東引交通工具碳足跡

(4) 東莒

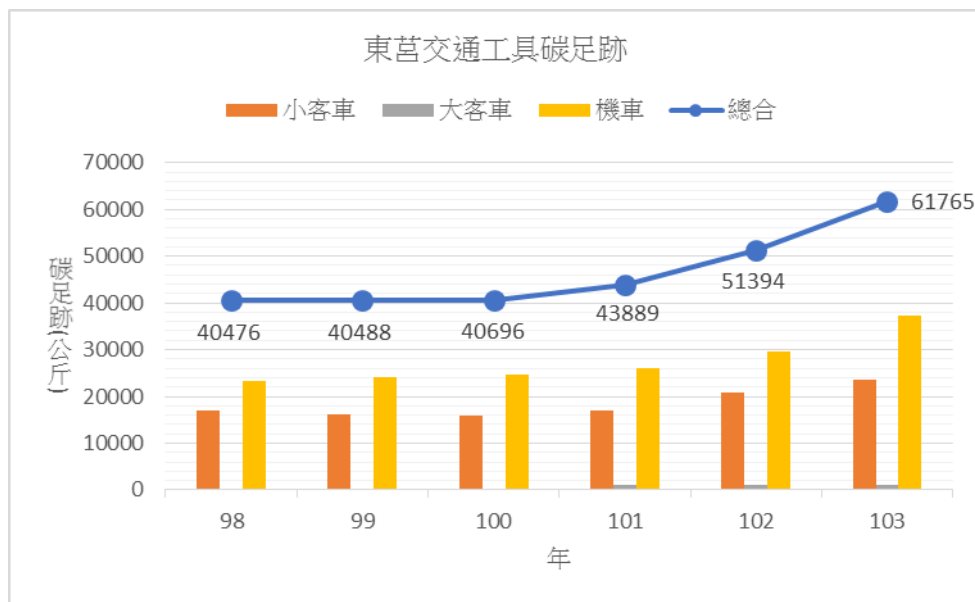


圖 7 東莒交通工具碳足跡

(5) 西莒

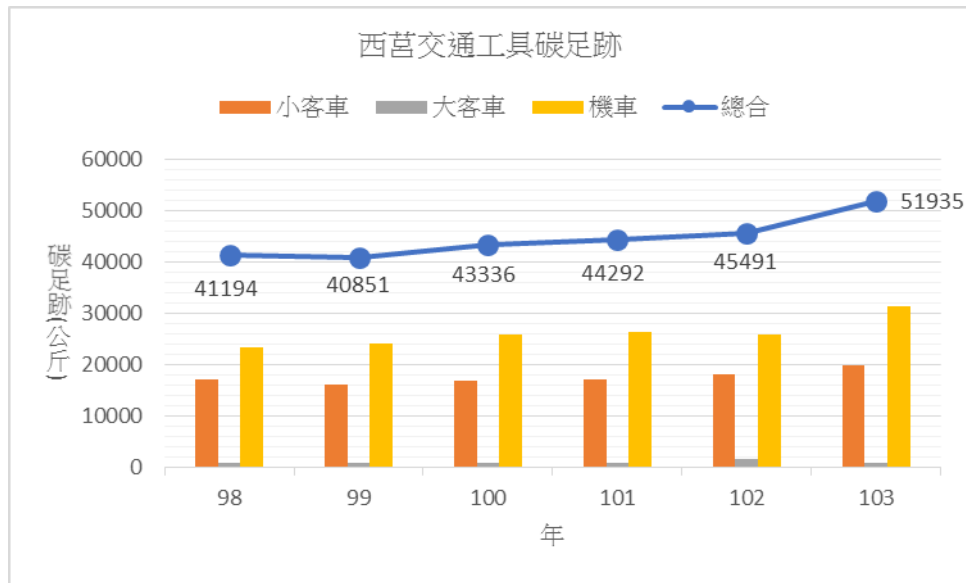


圖 8 西莒交通工具碳足跡

- (6) 在(1)~(5)的直條圖中，因為車輛有穩定成長，故產生之二氧化碳會逐年增加，但我們可知，未必每一台車輛都會一天行駛一趟我們所設定之距離，而有些車輛未必會有行駛，而因此會產生部份的誤差，這些我們多算的二氧化碳，就會包含了部份租賃與載客所會產生的二氧化碳。

五、全縣各鄉民國 98 年至 103 年營業用交通工具數量統計

在連江縣公路監理所所提供資料中，有明確的資料顯示小客車與大客車提供租賃或營業的資料，因此我們也直接從中做擷取。

在此我們沒有計算大客車的數據，原因為大客車中包含了大貨車，而我們無法知道大貨車所使用的頻率，若將全部的大貨車都歸類於觀光營業使用也不妥，再來是公車和遊覽車部份，從我們所知道數據中，幾乎都是登記在南竿鄉，若這部分拿出來做計算，就會影響到南竿部份所計算的二氧化碳排放量，並且大客車的數量在這次計算中所佔的比例不多，因此我們將此捨去，主要計算小客車與機車。

機車部份就未有詳細之資料，因此我們上網查詢了各鄉的民宿與機車行之聯絡電話，然後一一撥打詢問，店內提供出租機車之數量，而有些店家已經沒有營業或是無法聯絡，有些店家因時間久遠，每年的機車數量並不是很確定，因此只能給我們大約的數據，而我們就只能從店家所給予的資料，做為各鄉出租機車的數量。

(一) 各鄉出租機車數量統計



圖 9 各鄉出租機車電話訪問

各鄉租借機車數量						
年	98	99	100	101	102	103
南竿	17	27	28	32	88	127
北竿	2	15	27	35	83	143
東引	7	7	20	25	30	65
東莒	8	13	16	20	21	45
西莒	2	2	3	3	4	11

表格 7 各鄉出租借機車數量

(一) 各鄉營業用車輛數量統計

(1) 南竿鄉

南竿租賃與載客交通工具數量統計						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	106	107	99	98	91	91
大客車	38	38	37	42	45	45
機車	17	27	28	32	88	127

表格 8 南竿租賃與載客交通工具數量統計

(2) 北竿鄉

北竿租賃與載客交通工具數量統計						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	12	13	13	13	12	12
大客車	0	0	0	0	6	0
機車	2	15	28	39	96	135

表格 9 北竿租賃與載客交通工具數量統計

(3) 東引鄉

東引租賃與載客交通工具數量統計						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	8	9	7	2	3	3
大客車	0	0	0	0	0	0
機車	7	7	20	25	30	65

表格 10 東引租賃與載客交通工具數量統計

(4) 東莒

東莒租賃與載客交通工具數量統計						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	4	4	4	4	4	4
大客車	0	0	0	0	0	0
機車	8	13	16	20	21	45

表格 11 東莒租賃與載客交通工具數量統計

(5) 西莒

西莒租賃與載客交通工具數量統計						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	4	4	5	4	4	4
大客車	0	0	0	0	0	0
機車	2	2	3	3	4	11

表格 12 西莒租賃與載客交通工具數量統計

六、民國 98 年至 103 年全縣各鄉營業使用交通工具二氧化碳排放量

(一) 設計各島旅遊景點行程，按照行程用 GOOGLE 地圖距離計算。

1. 南竿：介壽→馬祖酒廠→歷史文物館→馬港天后宮→媽祖巨神像→馬港→雲台山→鐵堡→北海坑道→大砲連→介壽。

行程總距離長約為 19 公里。

2. 北竿：塘岐→后澳戰爭紀念館→橋仔漁業展示館→芹壁聚落→塘岐→坂里王家大宅→北海坑道→塘岐。

行程總距離長約為 19.2 公里。

3. 東引：樂華村→遊客中心→北海坑道→燕秀潮音→東引酒廠→安東坑道→東湧燈塔→烈女義坑→一線天→忠誠門→靜伏鱷魚→國之北疆→三山據點→海線龍關→樂華村。

行程總距離長約為 21.9 公里。

4. 東莒：大坪村→莒光遊客中心→東莒燈塔→福正聚落與沙灘→神秘小海灣(呂何崖)→大浦聚落+漁路古道→懷古亭→大坪村。

行程總距離長約為 7.9 公里。

5. 西莒：陳元帥祖廟→青帆村→敬恆國中小→田澳村→菜浦澳→西坵村→坤坵沙灘→青帆村。

行程總距離長約為 5.3 公里。

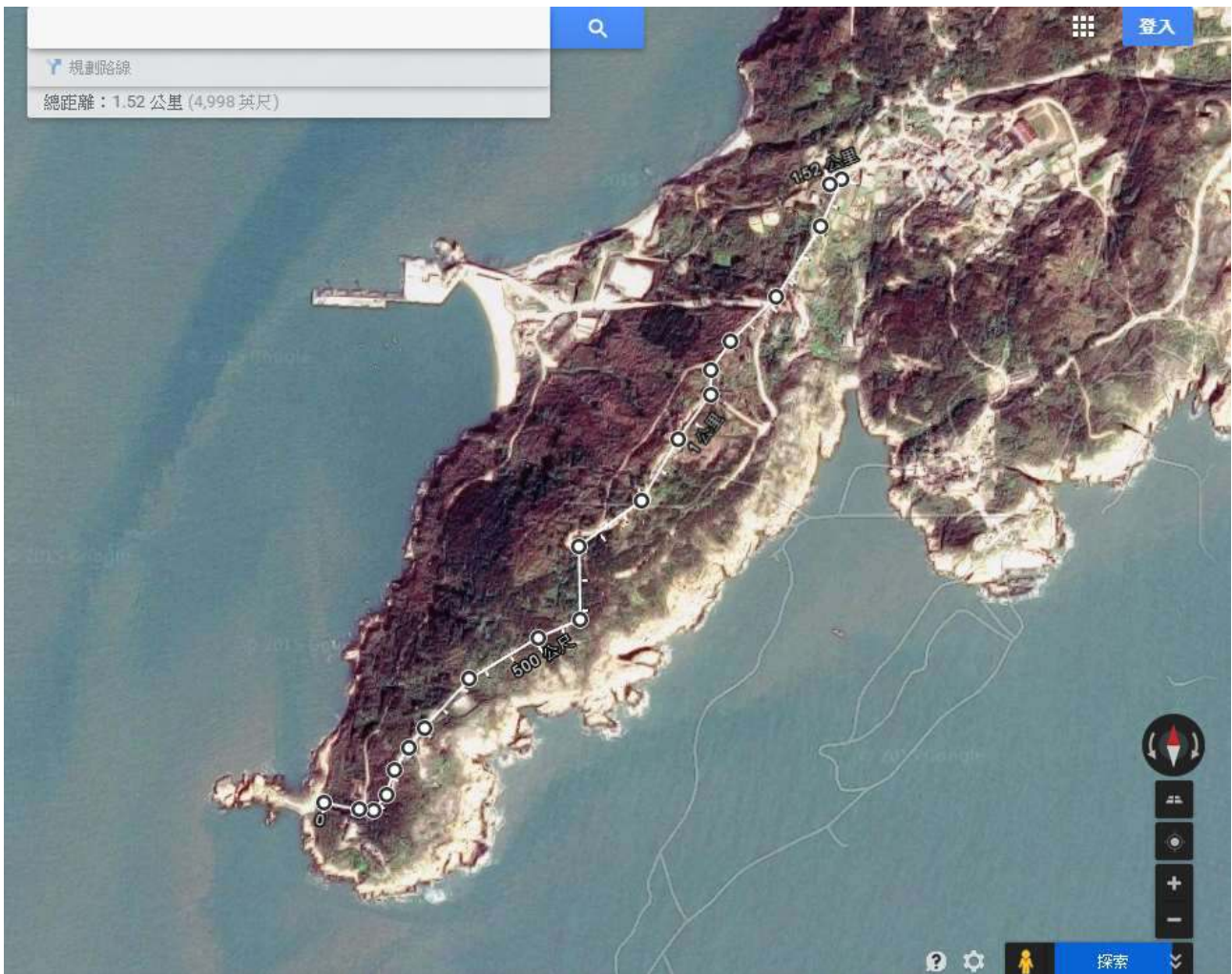


圖 10 GOOGLE 地圖距離計算

(二) 全縣各島觀光使用交通工具碳足跡計算

1. 連江縣各島油耗量

我們索取了 103 年各鄉加油站所販售之汽油量，以 103 年的為基準，98 至 102 年以 103 年各加油站售油比例來計算，先依照先前各島各交通工具的數量與至

少使用一次來計算，將里程數換算成需多少公升之油量，而其他多出來的油量，把他當成租賃與載客使用會消耗的油量，進而計算其二氧化碳排放量。

所以出租機車部份，因為先前已經計算過一次，當成一日居民使用的量，以此累計來說，觀光客若租機車，最多就再使用一趟，因此我們再扣除出出機車所耗之油量，剩下的就全歸小客車所有，再換算租賃與載客所製造的碳排放量(詳細數據可參考附件三)

2. 租賃與載客交通工具碳足跡計算(詳細數據可參考附件四)。

(1) 南竿鄉



圖 11 南竿租賃與載客交通工具碳足跡

(2) 北竿鄉



圖 12 北竿租賃與載客交通工具碳足跡

(3) 東引鄉



圖 13 東引租賃與載客交通工具碳足跡

(4) 東莒



圖 14 東莒租賃與載客交通工具碳足跡

(5) 西莒



圖 15 西莒租賃與載客交通工具碳足跡

(6) 從(1)~(5)我們可發現，租賃與載客的機車，所排放的二氧化碳，有明顯的增加，且 103 年的二氧化碳排放量有大幅度的增加，我們可從電話訪問出租機車的資料中，也可知道，102 年至 103 年共增加了 165 台的機車，代表來連江縣觀光的遊客有明顯的增加，隨之所產生的二氧化碳，也相對的比之前增加許多。

但在觀光的发展下，租賃與載客的小客車排放的二氧化碳量卻明顯下降，尤其是對南、北竿的影響最大，這是為什麼？而我們的推測是幾年前營業中的小客車，主要載客的對象為軍人，而軍人的數量又非常之多，但到近幾年，受到裁軍的影響，小客車使用率會大幅下降，雖然觀光客增多了，但主要的團客都是以使用遊覽車為主，散客是以租借機車為主，因此就無法像以往一樣，產生出那麼多的二氧化碳，而裁軍的影響對南、北竿又特別的嚴重，因此數據會明顯的減少。

七、連江縣縣樹木二氧化碳消耗

由 COOL 地球 36 計中，我們可以知道，一顆樹有生之年能夠吸收一公噸的二氧化碳，而國內林務局研究顯示 1 株 20 年生的林木，依樹種不同，1 年約可吸收 11~18 公斤的二氧化碳(參考 5.6)，因此我們可以由此數據，來探討現在連江縣的樹木量，是否可以負荷我們製造出來

的二氧化碳，讓我們的觀光與環境都能夠永續的發展。

(一) 連江縣綠地覆蓋面積估算

1. 我們用 GOOGLE 衛星地圖，將南竿、北竿、東引、東莒與西莒的衛星空照圖擷取下來，運用 PHOTOSHOP 把主要不為綠地的地方先做移除，以東莒島為例：



圖 16 綠地面積計算範例

2. 將所截圖之比例尺，依照比例尺的大小，繪製方格圖，如圖 8，再將繪製好的方格子紙疊上先前經過處理之地圖，進行最後的描繪，比照空照圖做細部的描繪，除去道路和一些住宅建築，最後將畫出來的範圍即綠地覆蓋部份，圖上顏色，以方便計算面積。

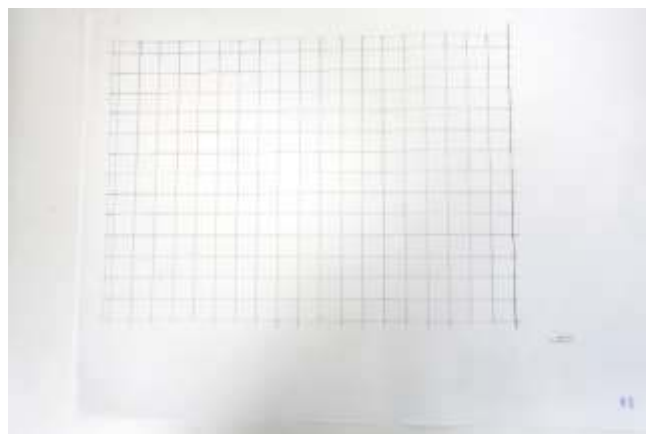


圖 17 綠地估算方格子繪製



圖 18 綠地面積描繪與著色

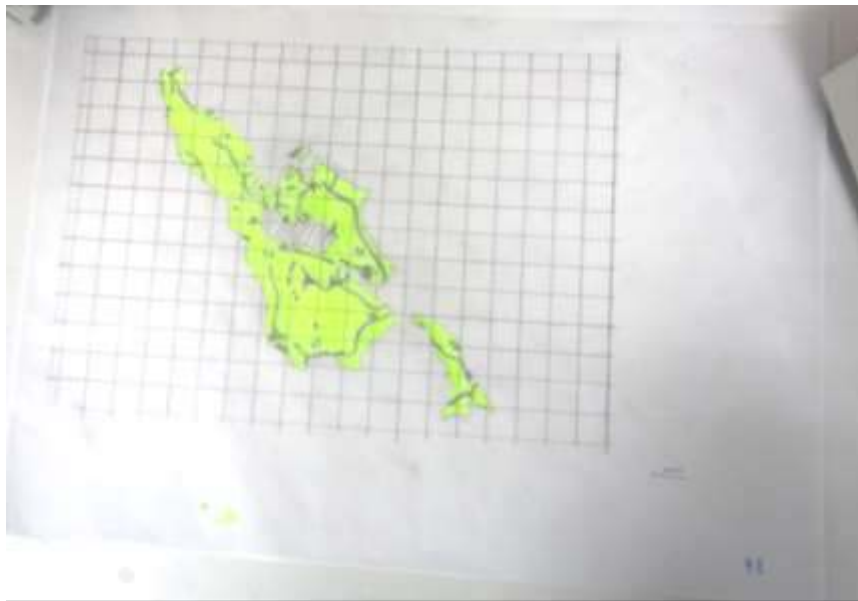


圖 19 綠地繪製成果

3. 計算方法將一個方格分成 4 小格(即四分之一)，在將每一小格分一半(即八分之一)，若所佔面積未達八分之一格將會捨去，超過八分之一格的，則無條件近位為四分之一格。

3. 東引：綠地面積約佔 2.93 平方公里(即 293 公頃)。

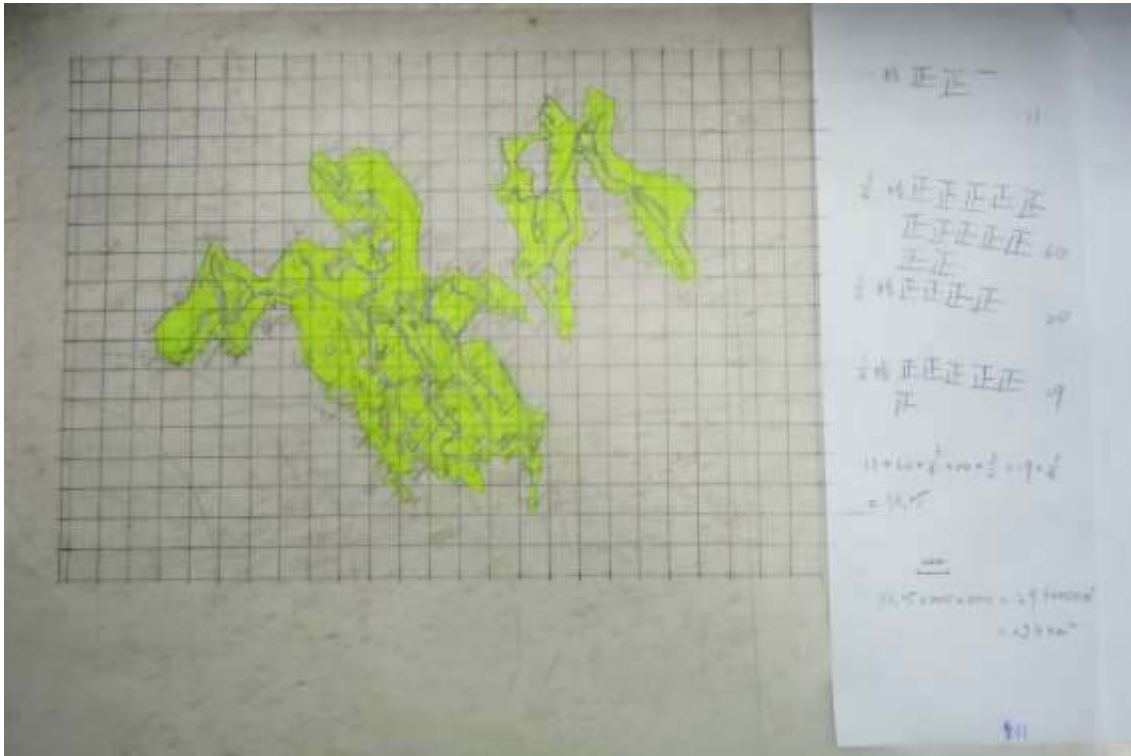


圖 22 東引綠地估算結果

4. 東莒：綠地面積約佔 1.45 平方公里(即 145 公頃)。

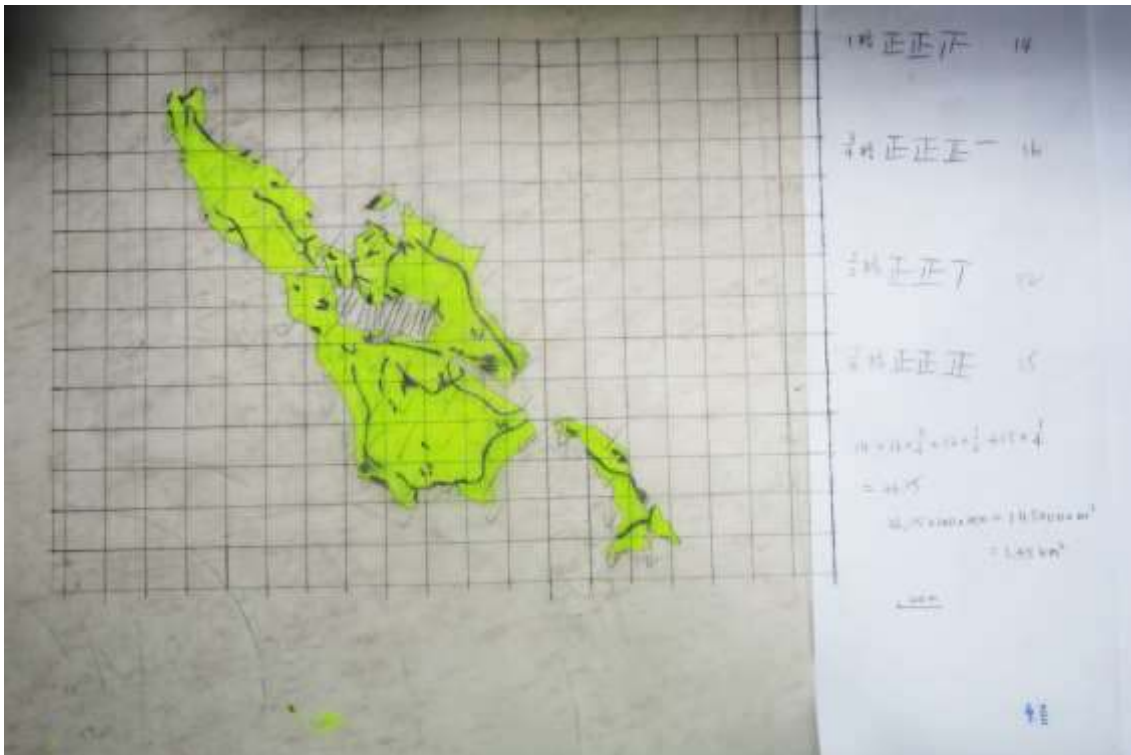


圖 23 東莒綠地估算結果

5. 西莒：綠地面積約佔 1.66 平方公里(即 166 公頃)。



圖 24 西莒綠地估算結果

(三) 連江縣樹木造林成果與推估

由福建省連江縣誌中，可知本縣可造林地面積 1317.1 公頃，計自民國 45 年至 68 年，已完成造林面積 795.1 公頃，總共種植了 15978750 棵樹，平均每年約種植 665781 棵樹木($15978750 \div 24 = 665781.25$ ，四捨五入取自個位數)，而至 68 年為止，每年約種植 33 公頃的土地($795.1 \div 24 = 33.1391\bar{6}$ ，四捨五入取自個位數)，每公頃約有 20097 棵樹木($15978750 \div 795.1 = 20096.528739$ ，四捨五入取自個位數)，若按照此比例估算，約民國 84 年即可完成 1317.1 公頃之造林，將全縣之可造林之地區，都種滿了樹木，而約會有 26528040 棵樹木($33 \times 20097 \times 40 = 26528040$)。

(四) 民國 45 年至今連江縣樹木量推估

從連江縣主要島嶼綠地覆蓋面積估算中，我們可知道綠地覆蓋面積約為 1662 公頃，此數據大於可造林地面積 1317.1 公頃，代表其中有些部分為草地所佔之面積，並且在民國 68 年後，依然陸續的有種植樹木，因此我們可確定，連江縣從民

國 45 年至今可造林地區最少也有 15978750 棵樹，由此數據去計算，連江縣至少可以消耗多少的二氧化碳。

(五) 連江縣各鄉樹木可消耗之二氧化碳數量

以現有的資料中，在民國 68 年時，我們連江縣地區已有 15978750 棵樹木，且生長到至今，每顆樹都超過 20 年之壽命，若依樹種不同，1 年約可吸收 11~18 公斤的二氧化碳，我們取 1 年約可吸收 15 公斤為基準，一年下來至少可吸收 239681250 公斤的二氧化碳。

按照連江縣所有樹木一年下來至少可吸收 239681250 公斤的二氧化碳為基準，我們用先計算的各鄉地面積做為比例，平均分配到各鄉，即可知道，連江縣各島近幾年分別可吸收多少二氧化碳。



圖 25 各島可吸收之二氧化碳量

伍、研究結果與討論

一、各鄉居民使用交通工具與總碳排放量所佔整鄉環境消耗比例

下面圖中，藍色代表了，居民所使用的交通工具，所製造出的二氧化碳排放量，而橘色所代的是，增加了租賃與載客的二氧化碳排放量，即全部總共的碳排放，將此兩數據分再別轉換成，各個地方，所佔環境可消耗之百分比。

(一) 南竿鄉

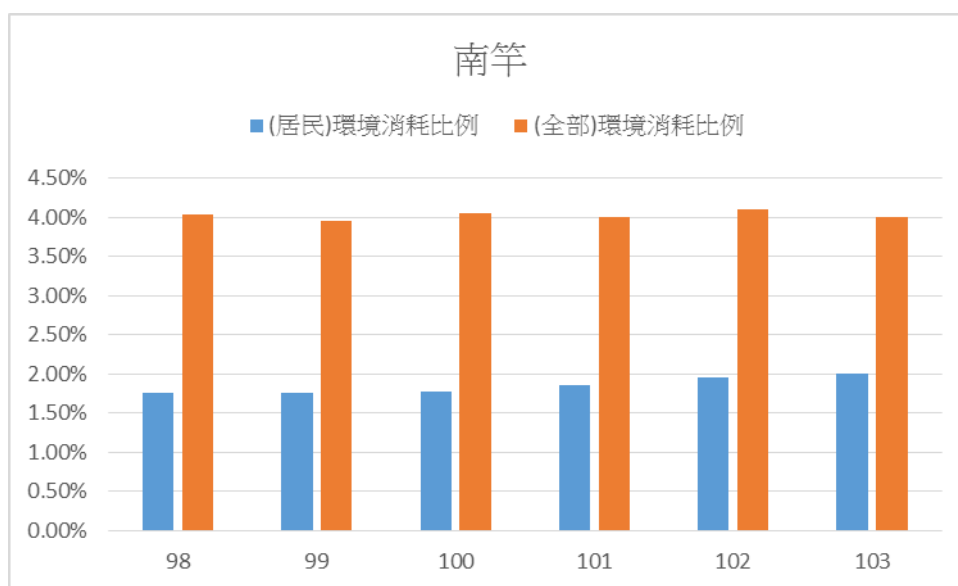


圖 26 南竿居民使用交通工具與總碳排放量所佔整鄉環境消耗比例比較

(二) 北竿鄉

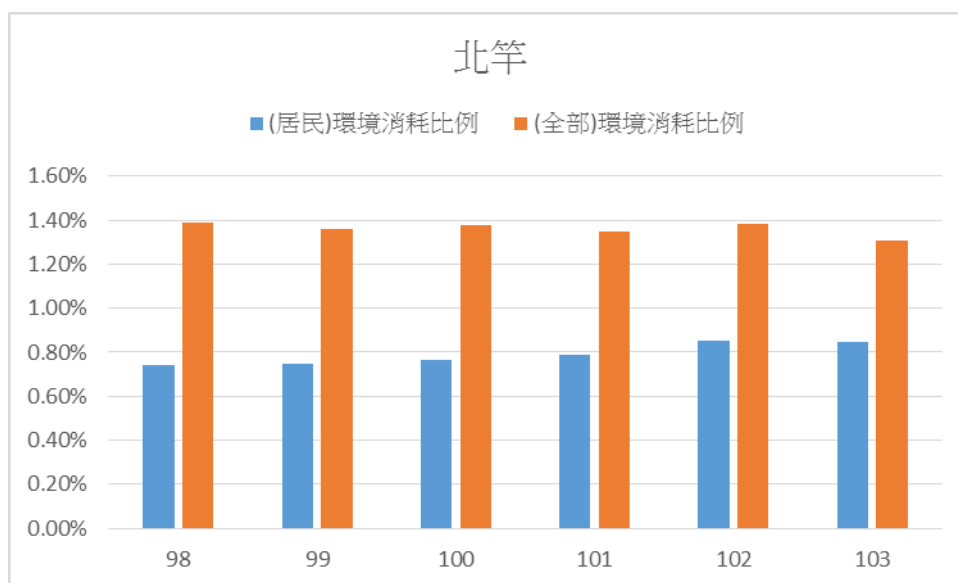


圖 27 北竿居民使用交通工具與總碳排放量所佔整鄉環境消耗比例比較

(三) 東引鄉

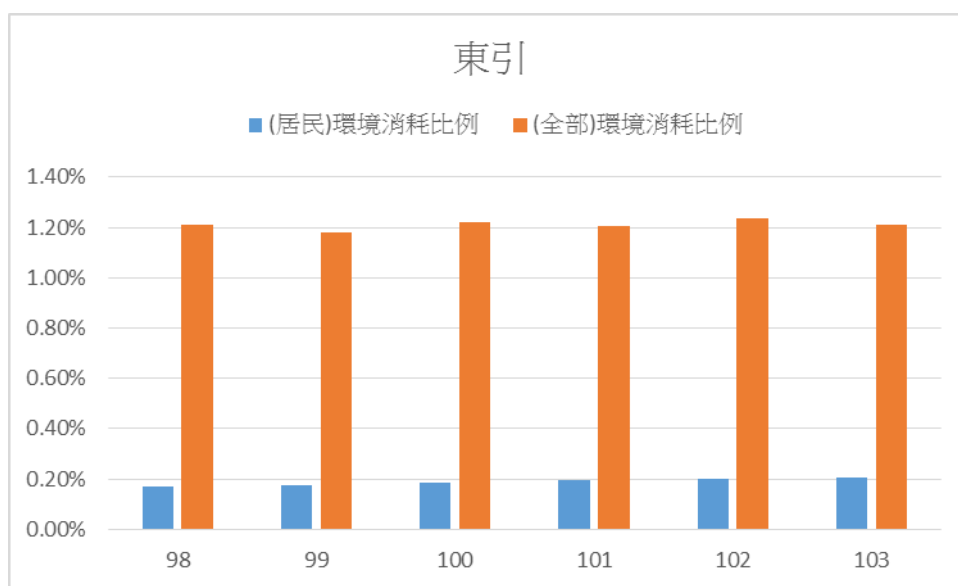


圖 28 東引居民使用交通工具與總碳排放量所佔整鄉環境消耗比例比較

(四) 東莒

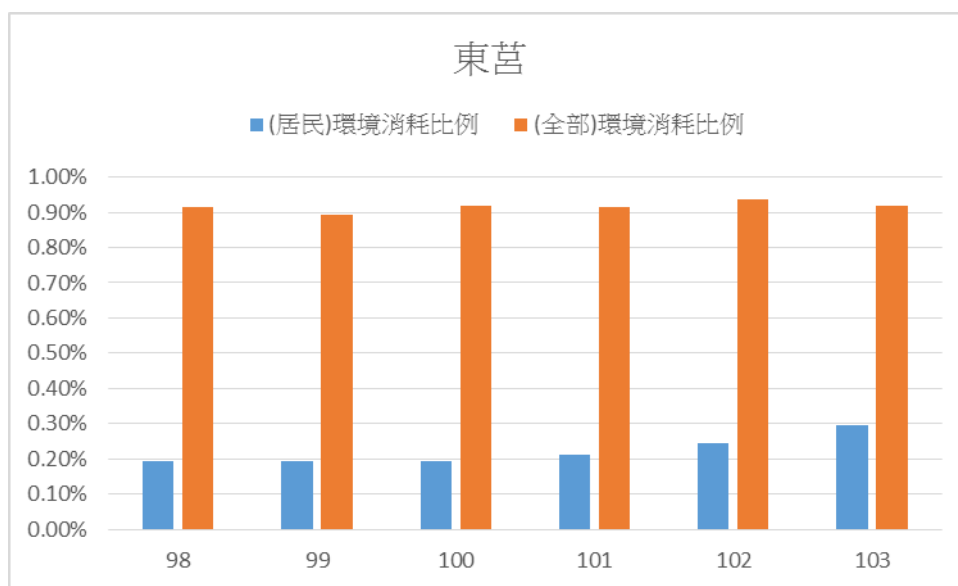


圖 29 東莒居民使用交通工具與總碳排放量所佔整鄉環境消耗比例比較

（五）西莒

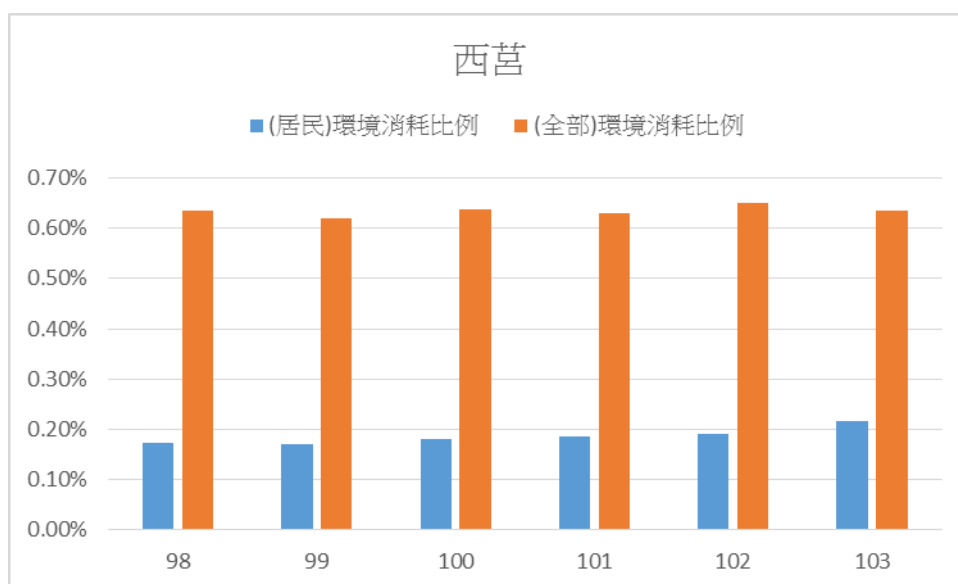


圖 30 西莒居民使用交通工具與總碳排放量所佔整鄉環境消耗比例比較

二、各鄉總碳排放之結果與推論

從圖 26~圖 30，我們可發現到，各鄉的環境消耗比例，並未達到 5%，不過排除居民所消耗部份，租賃與載客所耗損的比例，明顯多餘居民所耗損的部份多出很多，即橘色與藍色直條圖的差，且藍色部份還有包含部份租賃與載客的比例。

因此，我們可以推斷，租賃與載客交通工具所製造出的碳排放量，對於環境是有明顯的影響，雖然現在佔整體的消耗率不大，但在觀光越來越發達後，所製造出的二氧化碳相對會增加，而將來會有更多的民宿、旅館或是建設出現，那相對的我們的綠地面積，將會因此減少，而造成環境的消耗二氧化碳的量減少。

陸、結論與建議

一、結論

- （一）在租賃與載客的交通工具，所製造出的二氧化碳，佔整體的交通工具碳排放量有一定的比例。
- （二）若觀光持續的推動，那碳排放量應該會大大的增加，若還需要因為觀光而開發林地，那會對環境造成更大的影響。
- （三）以現在的狀況，近幾年觀光的發展，若沒有對山坡地大量開發或是大量的旅客

來連江縣旅遊，則旅遊所產生的二氧化碳，暫時是不會造成環境無法負荷的局面。

二、建議

- (一) 雖然整體交通工具所製造出的二氧化碳，並不會立即的對我們的環境造成影響，但未必代表我們可以盡情的製造出更多的二氧化碳，還是要有節能減碳的精神，用步行代替車子，減少環境汙染。
- (二) 本次就單純的對交通工具的碳排放量做計算，而也只是針對某部份做計算，若整體都做更精準的計算，則環境消耗比例可能會再升高。
- (三) 而我們也知道，交通工具的碳排放量暫時對環境沒造成影響，但是我們的生活中，做許多事情，都會製造二氧化碳，就連替我們消耗二氧化碳的樹木也都會排放二氧化碳，因此若能將這些數據做計算與研究，就可以更確定對環境的負荷量有多大。

柒、參考資料與附件

1. 行政院網站。取自：<http://www.ey.gov.tw/policy4/cp.aspx?n=90F64A99047355A7>
2. 旅遊與碳足跡 - 東南科技大學。
取自：
<http://www.tnu.edu.tw/emgt/images/%E7%B6%A0%E8%89%B2%E6%97%85%E9%81%8A%E7%A0%94%E8%A8%E6%9C%83/%E6%97%85%E9%81%8A%E8%88%87%E7%A2%B3%E8%B6%B3%E8%B7%A1.pdf>
3. 碳排放交易網。取自 <http://www.tanpaifang.com/tanbiaoqian/2013/1224/27363.html>
4. 論文：以島嶼生態學觀點探討馬祖之永續發展，表 4-10。研究生：陳熏勻。
5. COOL 地球 36 計。
取自：
<https://docs.google.com/presentation/d/1xxfYxng94Yja8AUTyWNqbKuL8Xs3gppkABfSa8unZ9w/edit?pli=1#slide=id.i0>
6. 林務局一生一樹綠海家園。取自：<http://lifetree.forest.gov.tw/cp05.asp>

7.GOOGLE 地圖。取自：<https://www.google.com.tw/maps?hl=zh-TW&tab=wl>

8.連江縣監理站。

9.福建省連江縣誌。

10.一下康軒自然 第六章 人類與環境。

11.三下康軒自然 第四章 永續發展。

12.三下康軒數學 第三章 統計與機率。

13.連江縣各鄉戶政事務所。

14.連江縣各機車行、民宿與旅館。

15.連江縣馬祖油品供應有限公司。

附件一

連江監理站 103 年 12 月轄區汽機車統計表

製表日期:104 年 05 月 01 日

		南竿	北竿	莒光	東引	合計
小客車	自用	1506	375	164	144	2189
	租賃	11	0	0	0	11
	營業	77	11	7	4	99
	小計	1594	386	171	148	2299
小貨車	自用	191	52	23	19	285
	租賃	0	0	0	0	0
	營業	2	2	0	0	4
	小計	193	54	23	19	289
大客車	自用	3	0	0	0	3
	公車	38	0	0	0	38
	遊覽	13	6	0	0	19
	交通	0	0	0	0	0
	小計	54	6	0	0	60
大貨車	自用	71	18	2	8	99
	營業	18	6	0	0	24
大貨曳引	自用	1	0	0	0	1
	營業	0	0	0	0	0
	小計	90	24	2	8	124
特種車	消防	15	0	0	0	15
	警備	2	0	0	0	2
	郵車	1	0	0	0	1
	其他	111	0	0	0	111
	小計	129	0	0	0	129
營業特種		0	0	0	0	0
	小計	0	0	0	0	0
總計		2060	470	196	175	2901
機車	輕機	138	50	40	33	261
	重機	3211	829	636	586	5262
250CC 重機		10	0	0	2	12
550CC 重機		14	1	2	0	17
總計		3373	880	678	621	5552

附件二

南竿居民使用交通工具碳足跡(kg)						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	<u>663671</u>	646171	650658	683864	756110	801880
大客車	<u>284867</u>	284867	284867	283109	279592	251457
機車	<u>571536</u>	594446	609449	646551	656486	683856
總合	1520075	1525484	1544975	1613524	1692187	1737193
北竿居民使用交通工具碳足跡(kg)						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	216587	217783	222570	233339	250092	261460
大客車	65648	67993	60959	56270	72682	56270
機車	203555	204907	217071	229236	238157	237887
總合	485791	490683	500601	518846	560931	555617
東莒居民使用交通工具碳足跡(kg)						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	17078	16270	15992	16932	20691	23570
大客車	0	0	0	977	977	977
機車	23398	24218	24704	25980	29725	37218
總合	40476	40488	40696	43889	51394	61765
西莒交通工具碳足跡(kg)						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	17051	16102	16723	17168	18149	19834
大客車	782	782	782	782	1563	782
機車	23362	23968	25832	26343	25779	31319
總合	41194	40851	43336	44292	45491	51935
東引居民使用交通工具碳足跡(kg)						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	23766	23218	23035	24315	27605	30530
大客車	4298	4298	5731	5731	6448	5731
機車	42952	46669	50220	51542	51625	51294
總合	71016	74185	78987	81588	85677	87556

參考碳足跡公式：

小客車： $1479 \times 5.4 \div 9.94 \times 2.263 \times 365 \div 663671$ (小客車數 \times 距離 \div 能源效率 \times 排放係數 \times 天)

大客車： $162 \times 5.4 \div 3.06 \times 2.73 \times 365 \div 284867$ (大客車數 \times 距離 \div 能源效率 \times 排放係數 \times 天)

機車： $2819 \times 5.4 \div 22 \times 2.263 \times 365 \div 571536$ (機車數 \times 距離 \div 能源效率 \times 排放係數 \times 天)

附件三

南竿居民交通工具里程數與使用油量估計						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	2915109	2838240	2857950	3003804	3321135	3522177
機車	5556249	5778972	5924826	6285519	6382098	6648183
油耗量	545827	548218	556830	587899	624214	656534

南竿出租機車里程數與使用油量估計						
年	98	99	100	101	102	103
里程數	117895	187245	194180	221920	610280	880745
油耗量	5359	8511	8826	10087	27740	40034

北竿居民交通工具里程數與使用油量估計						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	951336	956592	977616	1024920	1098504	1148436
機車	1978884	1992024	2110284	2228544	2315268	2312640
油耗量	185657	186783	194274	204408	215753	220657

北竿出租機車里程數與使用油量估計						
年	98	99	100	101	102	103
里程數	14016	105120	189216	245280	581664	1002144
油耗量	637	4778	8601	11149	26439	45552

東莒居民交通工具里程數與使用油量估計						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	75012	71463	70244	74370	90885	103530
機車	227471	235437	240160	252569	288979	361821
油耗量	17886	17891	17983	18962	22279	26862

東莒出租機車里程數與使用油量估計						
年	98	99	100	101	102	103
里程數	23068	37486	46136	57670	60554	129758
油耗量	1049	1704	2097	2621	2752	5898

西莒居民交通工具里程數與使用油量估計						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	74895	70725	73452	75408	79716	87120
機車	227115	233006	251128	256093	250616	304472
油耗量	17858	17706	18804	19227	19411	22604

西莒出租機車里程數與使用油量估計						
年	98	99	100	101	102	103
里程數	3869	3869	5803.5	5803.5	7738	21279.5
油耗量	176	176	264	264	352	967

東引居民交通工具里程數與使用油量估計						
年	98	99	100	101	102	103
小客車	104390	101981	101178	106799	121253	134101
機車	417560	453695	488224	501072	501875	498663

東引出租機車里程數與使用油量估計						
年	98	99	100	101	102	103
里程數	55955	55955	159870	199838	239805	519578
油耗量	2543	2543	7267	9084	10900	23617

南竿油量統計與小客車租賃與載客油量估計						
年	98	99	100	101	102	103
95汽油	1423497	1392492	1433263	1415363	1453225	1424486
小客車油量	872311	835763	867606	817377	801272	727918

北竿油量統計與小客車租賃與載客油量估計						
年	98	99	100	101	102	103
95汽油	373662	365524	376226	371527	381466	373922
小客車油量	187368	173962	173351	155970	139274	107713

東莒油量統計與小客車租賃與載客油量估計						
年	98	99	100	101	102	103
95汽油	84434	82595	85014	83952	86198	84493
小客車油量	65500	63000	64933	62368	61166	51733

西莒油量統計與小客車租賃與載客油量估計						
年	98	99	100	101	102	103
95汽油	66718	65264	67175	66336	68111	66764
小客車油量	48684	47382	48107	46846	48348	43193

東引油量統計與小客車租賃與載客油量估計						
年	98	99	100	101	102	103
95汽油	223732	218858	225266	222453	228404	223887
小客車油量	191706	185433	185629	179849	182493	164112

參考碳足跡公式：

小客車每公升汽油可跑 9.94 公里，

機車可跑 22 公里。

附件四

南竿小客車租賃與載客之碳排放量預估						
	98	99	100	101	102	103
95汽油	1974040	1891332	1963392	1849724	1813278	1647279
北竿小客車租賃與載客之碳排放量預估						
	98	99	100	101	102	103
95汽油	424014	393677	392294	352960	315177	243755
東莒小客車租賃與載客之碳排放量預估						
	98	99	100	101	102	103
95汽油	148226	142570	146944	141139	138420	117072
西莒小客車租賃與載客之碳排放量預估						
	98	99	100	101	102	103
95汽油	110171	107226	108866	106012	109411	97745
東引小客車租賃與載客之碳排放量預估						
	98	99	100	101	102	103
95汽油	433831	419635	420078	406999	412981	371386

公式計算參考：

$$872311 \times 2.263 \div 1974040 (\text{剩餘油量} \times \text{排放係數})$$

【評語】 030502

優點：

主題明確，研究結果可供吾人改善環境，減少碳排放。

缺點：

研究中關於里程數，有很多假設值，這些猜測值可能影響結果。

建議改善事項：

可試著找出建議觀光客使用何種交通工具?安排什麼觀光路線?
達到節能減碳的目的。