

永續運輸綜合評估指標系統 之研究

簡 報



計畫主持人：蕭再安
國立台灣海洋大學河海工程學系副教授

中華民國九十三年十二月

報告大綱

- 計畫目標
- 計畫應執行工作項目
- 本年度已執行完成工作項目
- 研究架構與方法
- 文獻回顧
- 永續運輸綜合評估指標系統分析
- 案例分析
- 結論與建議

計畫目標

- 落實國家永續發展策略綱領之基本工作
- 繼永續運輸量化指標之研究，建立永續運輸綜合評估指標系統，含括量化及質化指標
- 做為評估運輸部門永續發展方向之基石
- 做為擬訂國家運輸政策及改善績效之依據

計畫應執行工作項目

第一年期應執行工作項目

永續運輸綜合評估指標系統

模式建立

永續運輸量化指標系統檢討與更新
永續運輸質化指標之研擬
國內外相關文獻回顧

模式校估與驗證

系統分析
主成份分析

執行期間：2004/3～2004/11

第二年期預計執行工作項目

資料庫系統

*建置

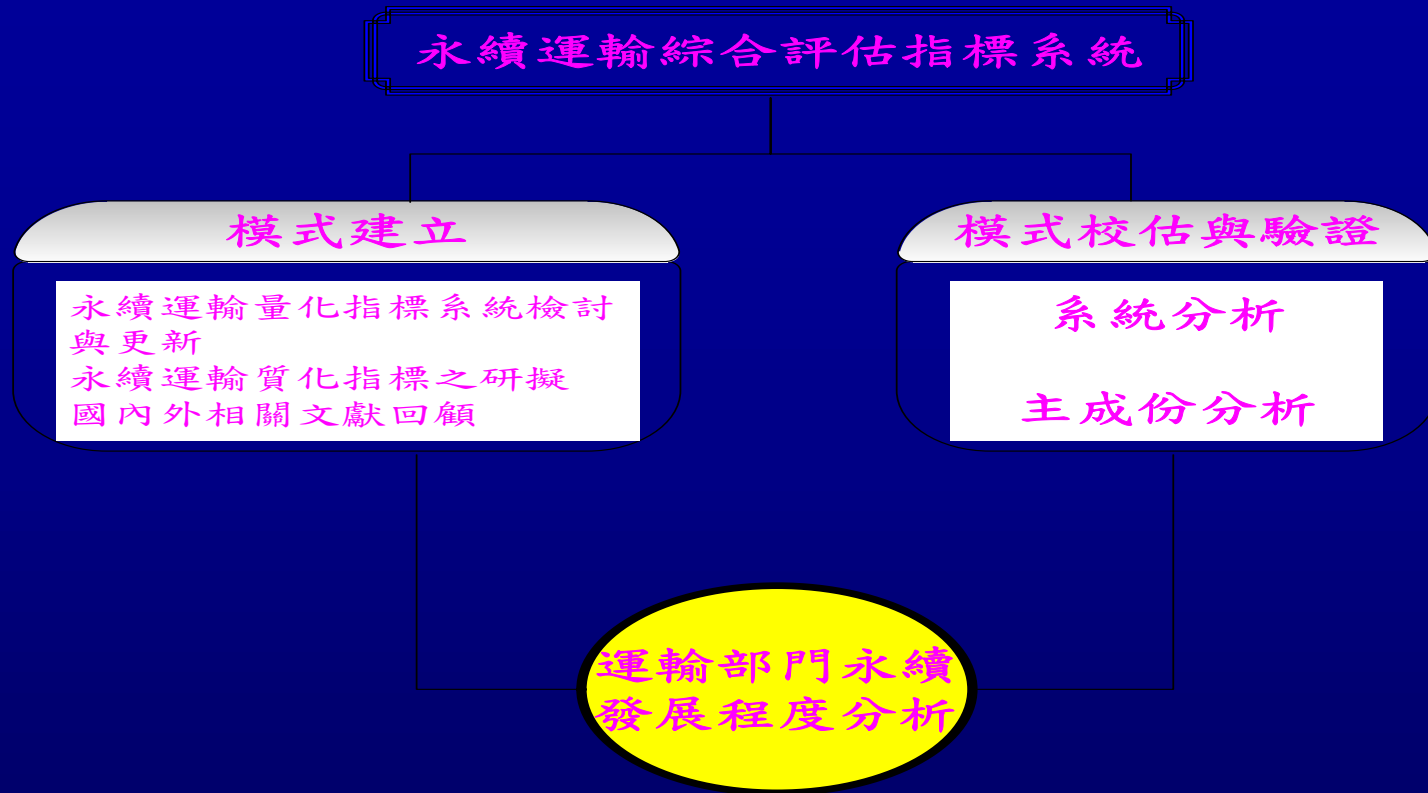
*操作示範

*擬訂維護及更新機制

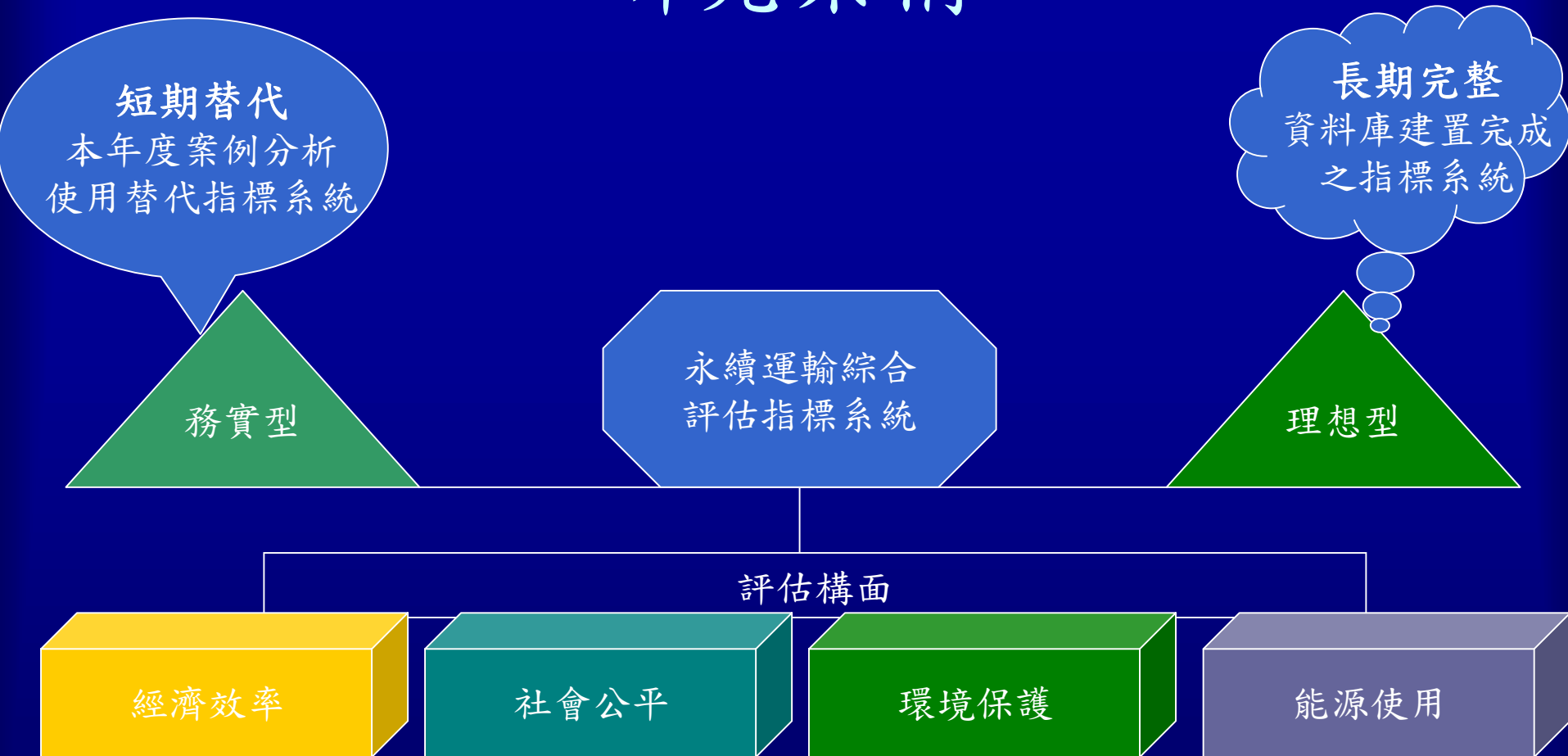
運輸部門永續發展程度分析

運輸部門永續發展策略研擬

本年度已執行完成工作項目

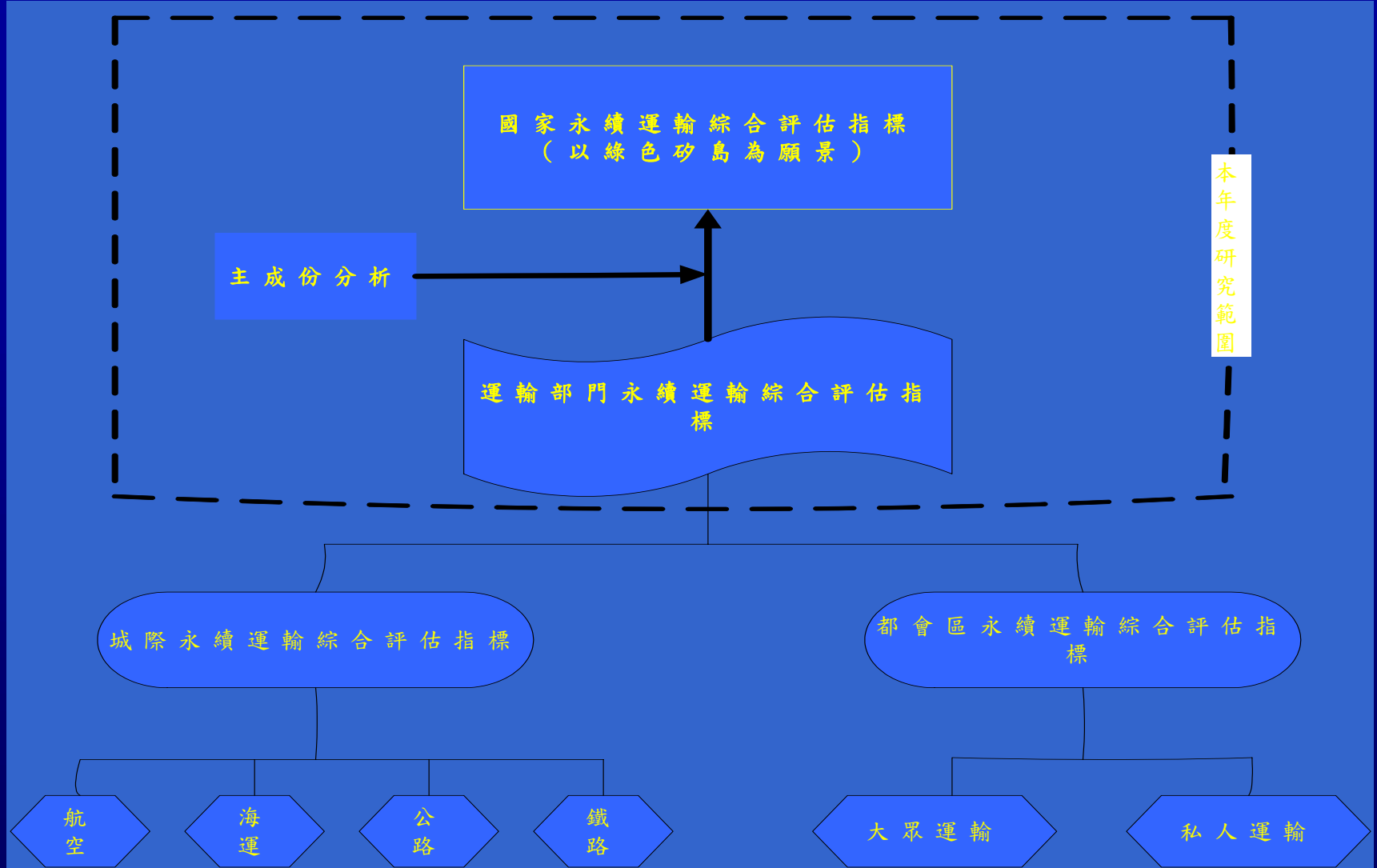


研究架構



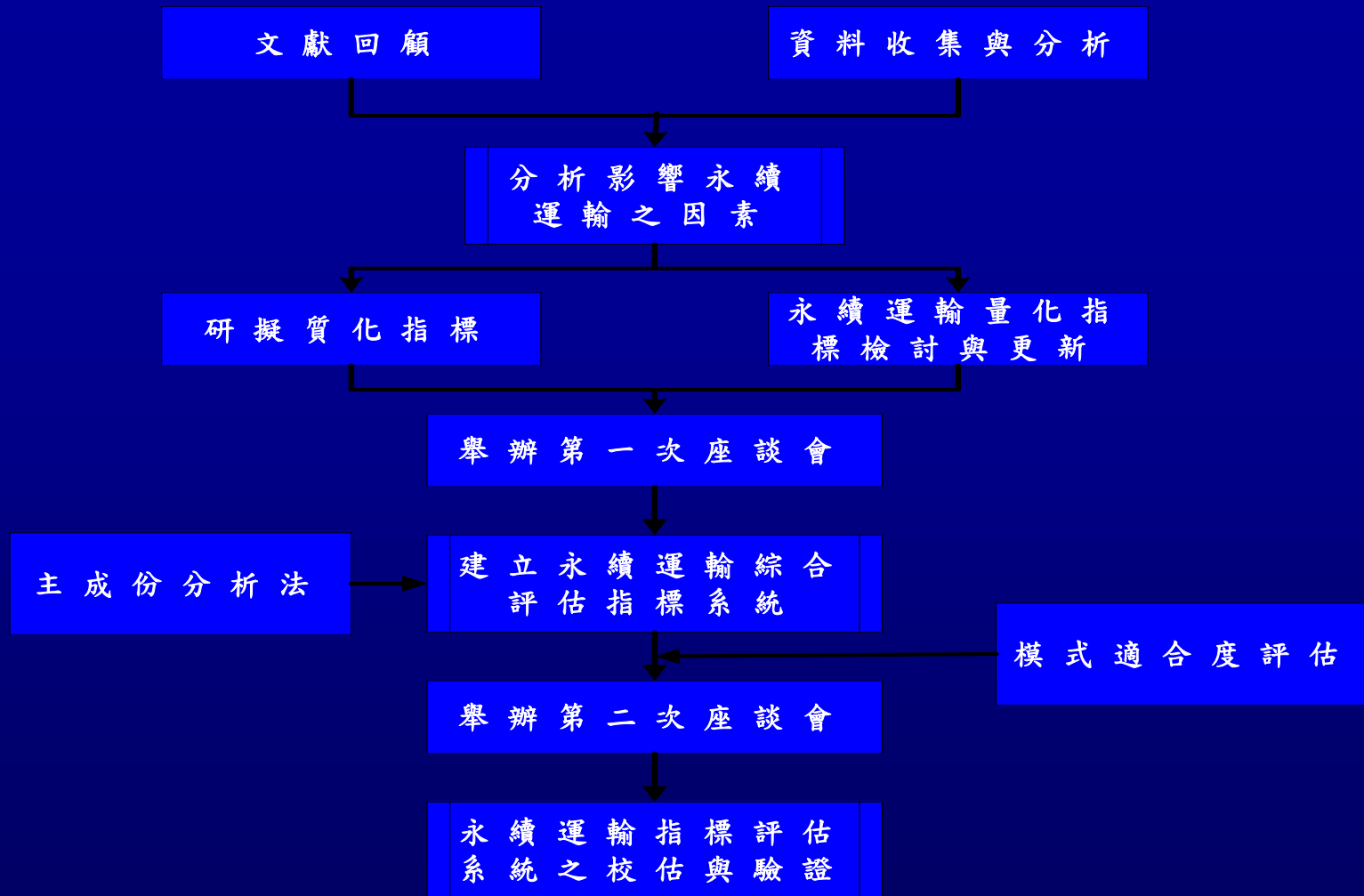
圖一永續運輸綜合評估指標系統研究架構圖

研究範圍



圖二永續運輸綜合評估指標系統層級架構圖

研究流程



圖三建立永續運輸綜合評估指標系統研究流程圖

研究方法

- 本計畫研究方法採系統分析法及主成份分析法
 - 1. **系統分析法**：透過研究問題之定義、相關文獻回顧，臚列出評估永續運輸之指標項目，應用邏輯分析，評論各指標項目之特性，做為本研究更新檢討量化指標及研擬質化指標之參考。
 - 2. **主成份分析**：影響因素之綜合指標，以解決線性重合問題。

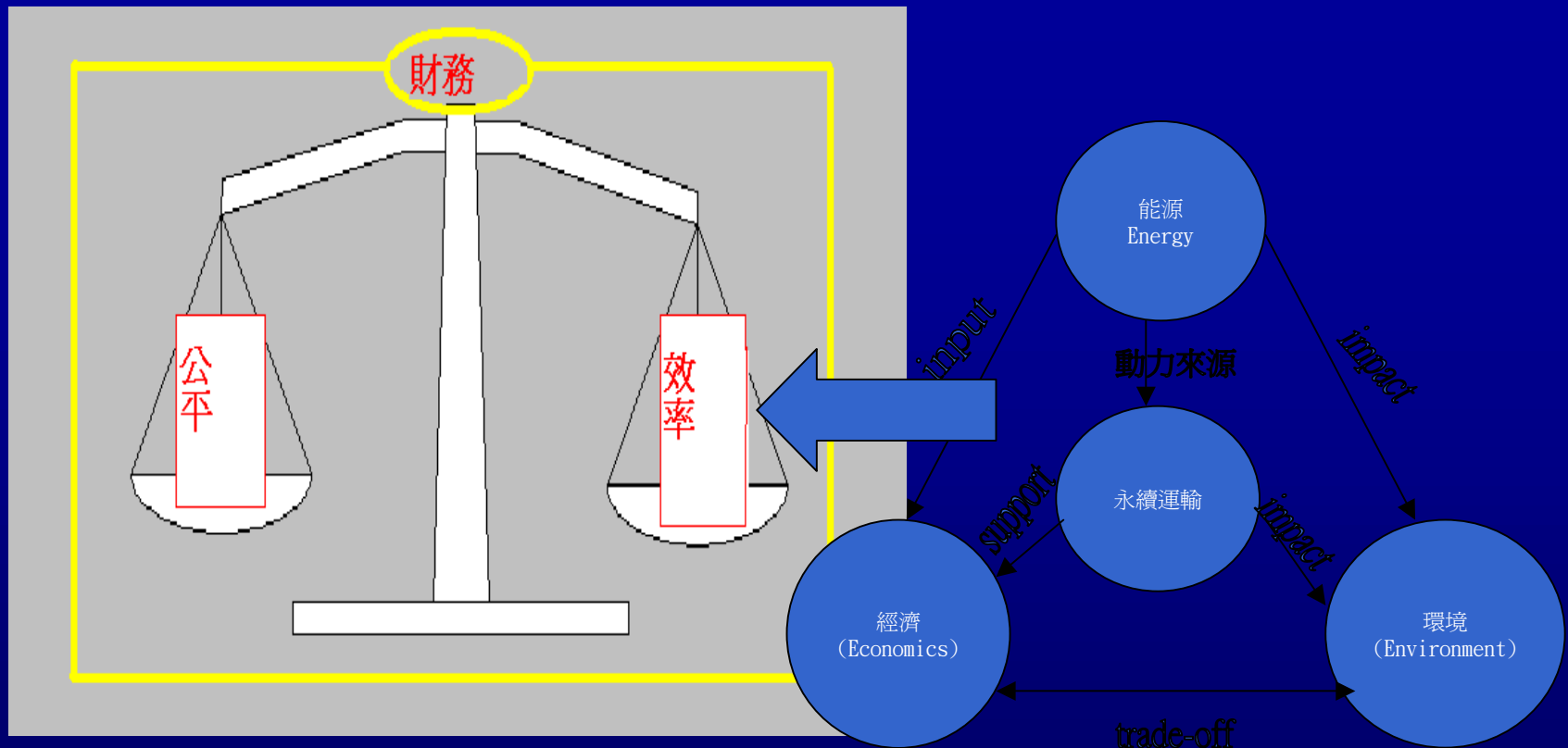
研究方法

- 指標研擬原則：（1）周延性，（2）可操作性，（3）可分解性，（4）最小規模性。
（Keeney and Raffia, 1976）
- 指標系統按層級分：（1）提供國家永續會參考，（2）提供運輸部門參考。

文獻回顧－永續發展及永續運輸

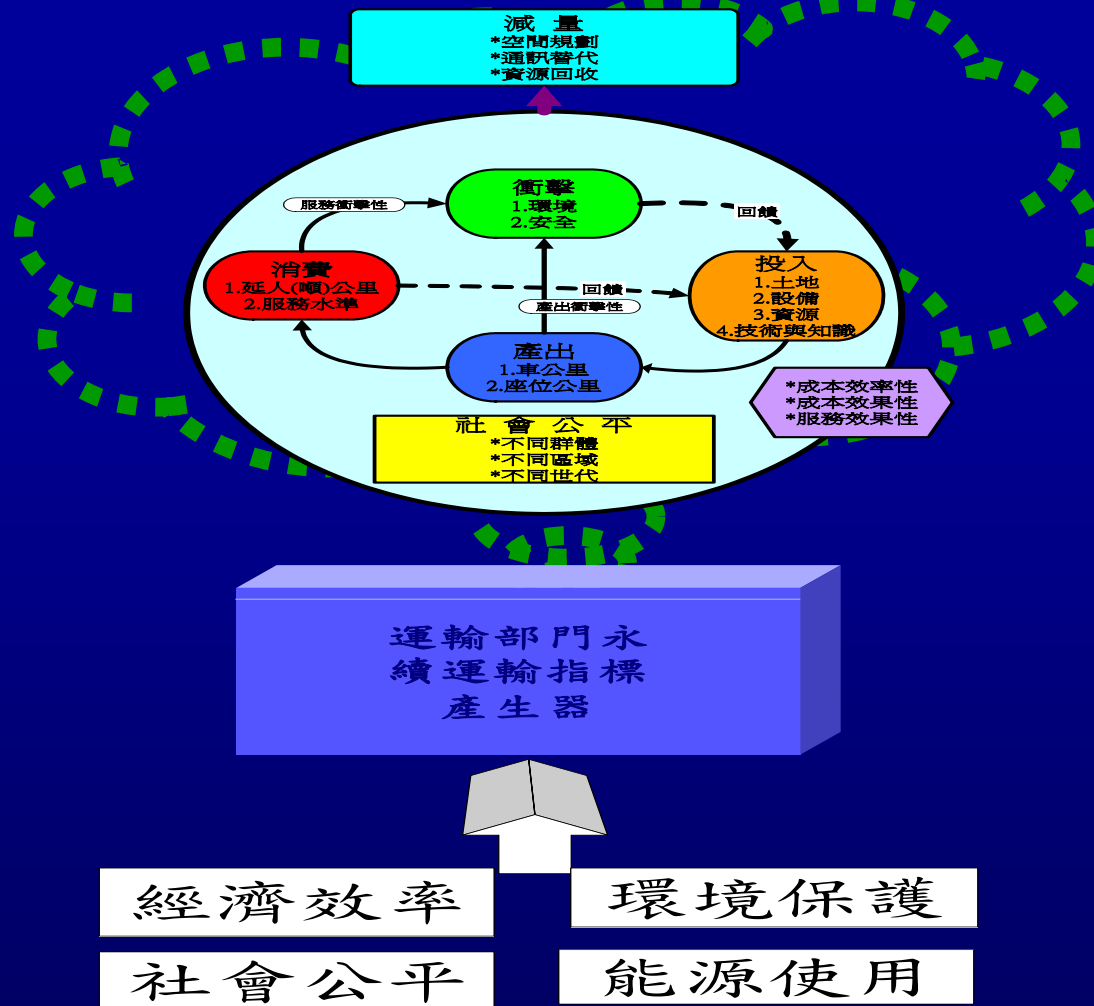
國外文獻	國內文獻	
	國家或區域整體	運輸部門
歐盟 (TERM)	廿一世紀議程－中華民國 永續發展策略綱領	永續運輸之量化指標研究
加拿大 (STPI)	永續發展行動計畫	都會永續運輸的願景與發展策略 (II)
維多利亞 (VTPI)	台灣永續發展宣言	都會永續運輸的願景與發展策略 (I)
UNDESA	台灣永續發展指標系統	城際運輸永續發展經濟效率面評估 指標之建立
World Bank	永續台灣評量系統	建立城際運輸永續發展指標系統之 社會公平面
IISD	台北市都市永續發展指標	永續運輸指標與策略整合模式

永續運輸綜合評估指標系統分析



圖四永續運輸指標與3E及社會公平四個構面之關連圖

永續運輸綜合評估指標系統分析



圖五永續運輸綜合評估指標系統分析因果關連圖

研究內容

項 目	內 容	備 註
投入	土地 設備 能源	❖建構於社會公平面之考量下，永續運輸與經濟、環境之因果關連 • 成本效率 = 產出 / 投入 • 成本效果 = 消費 / 投入 • 服務效果 = 消費 / 產出 • 產出衝擊 = 衝擊 / 產出 • 服務衝擊 = 衝擊 / 消費
產出	車公里 座位公里	
消費	延人公里 延噸公里 服務水準	
衝擊	環境——空污、水污染、噪音、敏感區、 廢棄物 安全	

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表

編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST1	化石能源使用情形	運輸部門每年使用化石能源之最終總消費量	百萬公秉油／年	經濟部能委會	運輸部門每年使用化石能源之最終總消費量	百萬公秉油／年	經濟部能委會
ST2	道路面積佔國土面積之情形	依公路法所定義之國道及公路之道路總面積除以國土面積	平方公里／平方公里	交通部公路總局	依公路法所定義之國道及公路之道路總面積除以國土面積	平方公里／平方公里	交通部公路總局

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表（續）

編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST3	運輸科技發展情形	每年交通部與經濟部執行有關運輸科技系統規劃、建置、維護及管理之實際經費（千元）除以交通部與經濟部相關運輸建設總預算（千元）	千元/千元	行政院主計處公務預算局	每年交通部與經濟部執行有關運輸科技系統規劃、建置、維護及管理之實際經費（千元）除以交通部與經濟部相關運輸建設總預算（千元）	千元/千元	行政院主計處公務預算局

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表（續）

編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST4	交通安全教育推廣情形	各級政府每年執行交通安全教育總經費	千元/年	交通部道安委員會	各級政府每年執行交通安全教育總經費	千元/年	交通部道安委員會
ST5	大眾運輸系統使用情形	使用大眾運輸工具之運量佔總旅客運輸運量之比例	延車公里/延車公里	*N. A.	使用大眾運輸工具運量	延車公里	交通部運輸研究所

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表（續）

編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST6	北櫃南運（南櫃北運）情況	北櫃南運或南櫃北運之運量除以總貨櫃裝卸量	貨櫃量/ 貨櫃量	關稅局	北櫃南運或南櫃北運之運量除以總貨櫃裝卸量	貨櫃量/ 貨櫃量	關稅局
ST7	非機動運具使用情形	使用非機動運具以完成旅運行為之運量佔總旅運行為之運量比例	無	N. A.	尚無替代指標	N. A.	N. A.

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表（續）

編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST8	運輸系統排放溫室氣體情形	各種機動運具之溫室氣體(含CO ₂ 與N ₂ O)每年排放總量。	公噸/年	應用排放係數法進行運輸系統溫室氣體排放量推估	各種機動運具之溫室氣體(含CO ₂ 與N ₂ O)每年排放總量。	公噸/年	應用排放係數法進行運輸系統溫室氣體排放量推估
ST9	運輸系統之空氣污染物排放情形	各種機動運具之空氣污染物(含NO _x 、NMVOC、PM ₁₀ 、SO _x ，以及破壞臭氧層之物質)每年排放總量	公噸/年	行政院環保署	各種機動運具之空氣污染物(含NO _x 、NMVOC、PM ₁₀ 、SO _x ，以及破壞臭氧層之物質)每年排放總量	公噸/年	行政院環保署

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表（續）

編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST10	海域內發生意外事故之油輪溢油量情形	國家海域內發生意外事故之油輪溢油量	公噸/年	N. A.	尚無替代指標	N. A.	N. A.
ST11	困擾於交通噪音之情形	每年受到運輸噪音影響之人口數	人/年	N. A.	交通噪音陳情案件數	件數/年	行政院環保署

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表（續）

編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST12	運輸系統影響環境敏感地區之情形	運輸系統影響環境敏感區域之面積	平方公里	N. A.	尚無替代指標	N. A.	N. A.
ST13	肇事率	國道及公路於統計期間每百萬車公里之車輛肇事次數	次/百萬車公里-年	N. A.	國道及公路於統計期間每萬輛車之車輛肇事次數	次/萬輛車	交通部統計處

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表（續）

編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST14	肇事死亡率	國道及公路於統計期間每百萬車公里之車輛肇事死亡人數	人/百萬車公里-年	N. A.	國道及公路於統計期間每萬輛車之車輛肇事次數	人/萬輛車	交通部統計處
ST15	肇事受傷率	國道及公路於統計期間每百萬車公里之車輛肇事受傷人數	人/百萬車公里-年	N. A.	國道及公路於統計期間每萬輛車之車輛肇事次數	人/萬輛車	交通部統計處

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表（續）

編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST16	車輛空污排放集中度	運輸部門車輛之年空污排放量除以每年旅運之總產出量	公噸/ 延車公里	N. A.	運輸部門車輛之年空污排放量除以全國之GDP	公噸/ GDP	經濟部能源局
ST17	車輛能源集中度	運輸部門車輛之總耗油量除以車輛之總行駛里程	油當量/ 延車公里	N. A.	運輸部門車輛之總耗油量除以全國之GDP	油當量/ GDP	經濟部能源局

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表（續）

編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST18	運輸投資效率	運輸部門之總設施、設備（含場站、道路）之土地面積與運輸部門每年產出之總延人公里	延人公里/平方公里	交通部公路總局、鐵路局、高鐵局和台北市捷運工程局	運輸部門之總設施、設備（含場站、道路）之土地面積與運輸部門每年產出之總延人公里	延人公里/平方公里	交通部公路總局、鐵路局、高鐵局和台北市捷運工程局

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表（續）

編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST19	旅客運輸乘載率	旅客運輸所提供之延人公里數除以提供座位公里數	延人公里/座位公里	交通部公路總局、鐵路局和台北市捷運公司	旅客運輸所提供之延人公里數除以提供座位公里數	延人公里/座位公里	交通部公路總局、鐵路局和台北市捷運公司
ST20	貨物運輸承載率	貨物運輸所提供之延噸公里數除以所提供車公里數之百分比	延噸公里/車公里	交通部公路總局、鐵路局	貨物運輸所提供之延噸公里數除以所提供車公里數之百分比	延噸公里/車公里	交通部公路總局、鐵路局

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表（續）

編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST21	身心障礙者使用運輸建設情形	針對身心障礙者，每年透過問卷設計，採全國各縣市抽樣的方式，由當事人填答，所提供之無障礙運輸設施是否滿足其需求	質化指標無單位	N. A.	尚無替代指標	N. A.	N. A.

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表（續）

編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST22	偏遠地區運輸建設情形	提供偏遠地區運輸建設之數量（如道路面積、大眾運輸服務班次等資料），利用問卷調查採抽樣方式，調查當事人對此項指標之評點。	質化指標無單位	N. A.	尚無替代指標	N. A.	N. A.

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表（續）

編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST 23	偏遠地區客運服務補貼情形	就政府對偏遠地區客運票價之實際補貼或透過行政管制手段（如以核准業者經營黃金路線配套方式，要求增加偏遠地區之服務班次），並提供前述資訊，透過問卷調查，調查當事人對此項指標之評點	質化指標無單位	N. A.	尚無替代指標	N. A.	N. A.

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表（續）

編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST24	使用通訊系統替代不必要運輸活動之情形	使用通訊系統替代不必要運輸活動一年當中有多少件	件/年	N. A.	尚無替代指標	N. A.	N. A.
ST25	使用再生能源或替代能源之情形	以再生能源或替代能源為驅動燃料之運具所服務之運量數除以總運量	延車公里/延車公里	N. A.	使用再生能源或替代能源量除以總能源量	油當量/油當量	N. A.

肆 永續運輸綜合評估指標系統內容

表二 永續運輸綜合評估指標衡量方式彙整表（續）

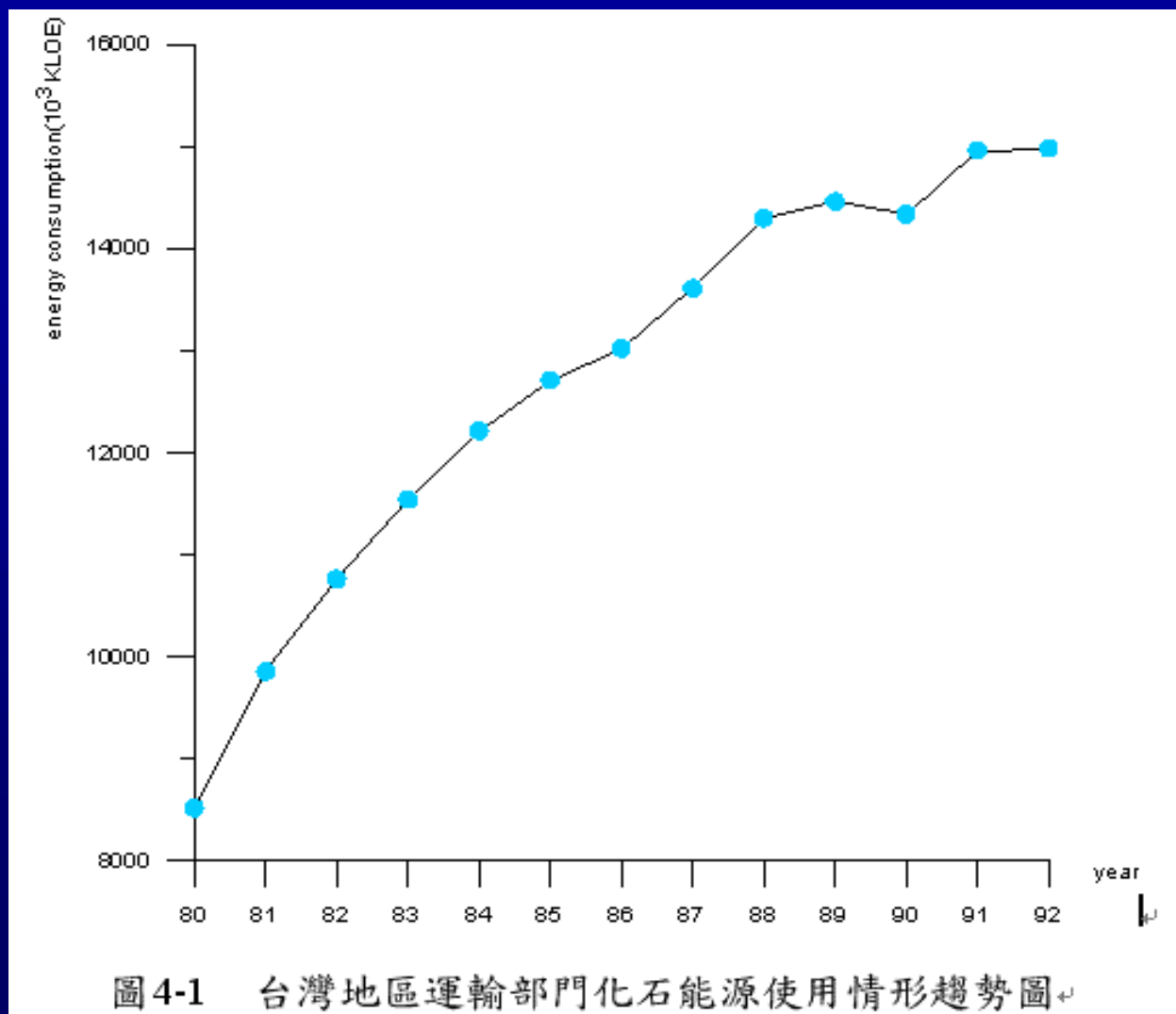
編號	指標	理想型			務實型		
		衡量方式	單位	資料取得	衡量方式	單位	資料取得
ST26	廢棄車輛之回收情形	回收車輛數 除以報廢車輛數	輛/ 輛	環保署	回收車輛數 除以報廢車輛數	輛/輛	環保署
ST27	廢棄輪胎之回收情形	回收輪胎數 除以廢棄輪胎數	量/ 量	環保署	回收輪胎數 除以廢棄輪胎數	量/量	環保署

案例分析

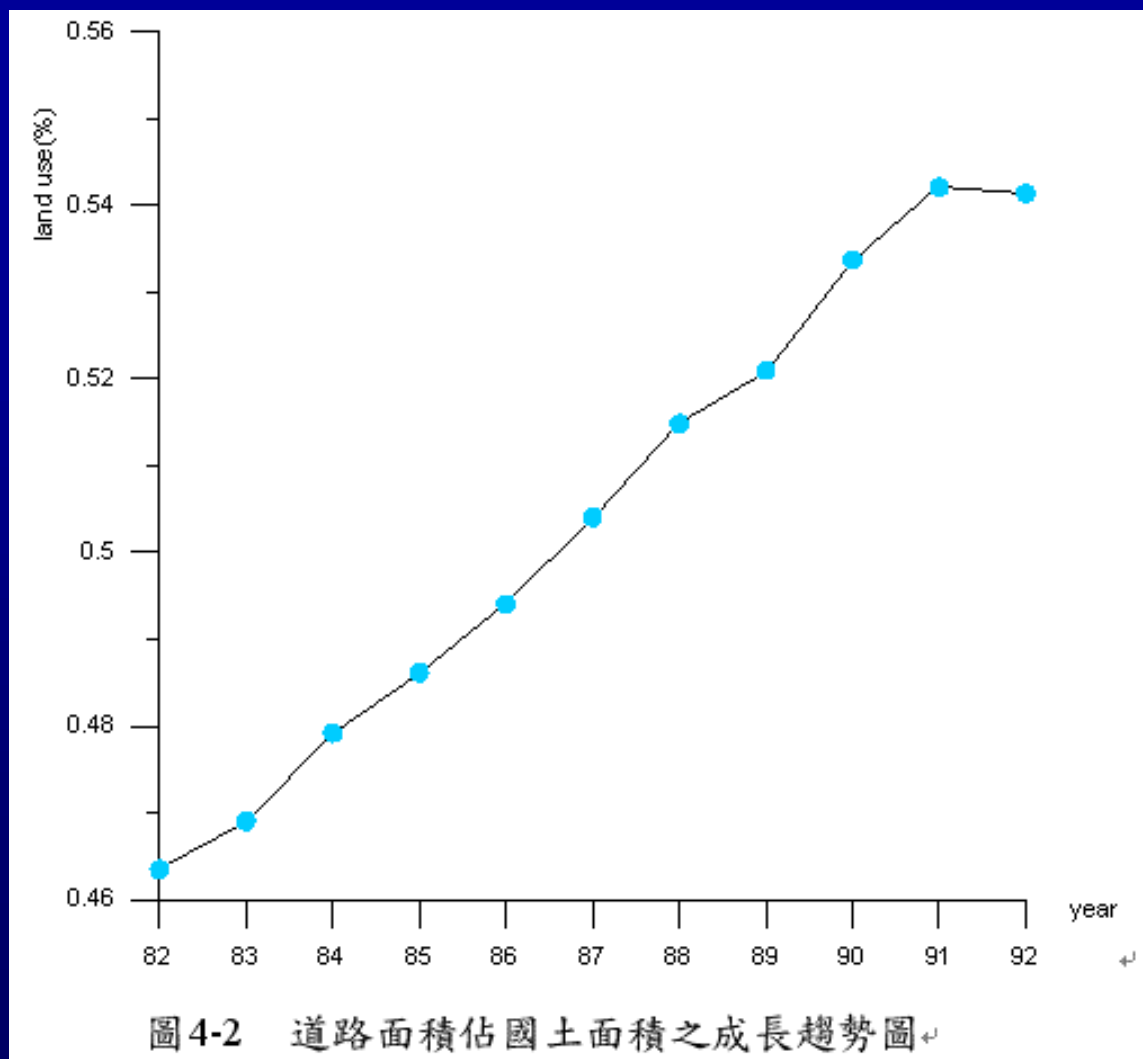
● 個別指標分析

● 綜合評估指標分析

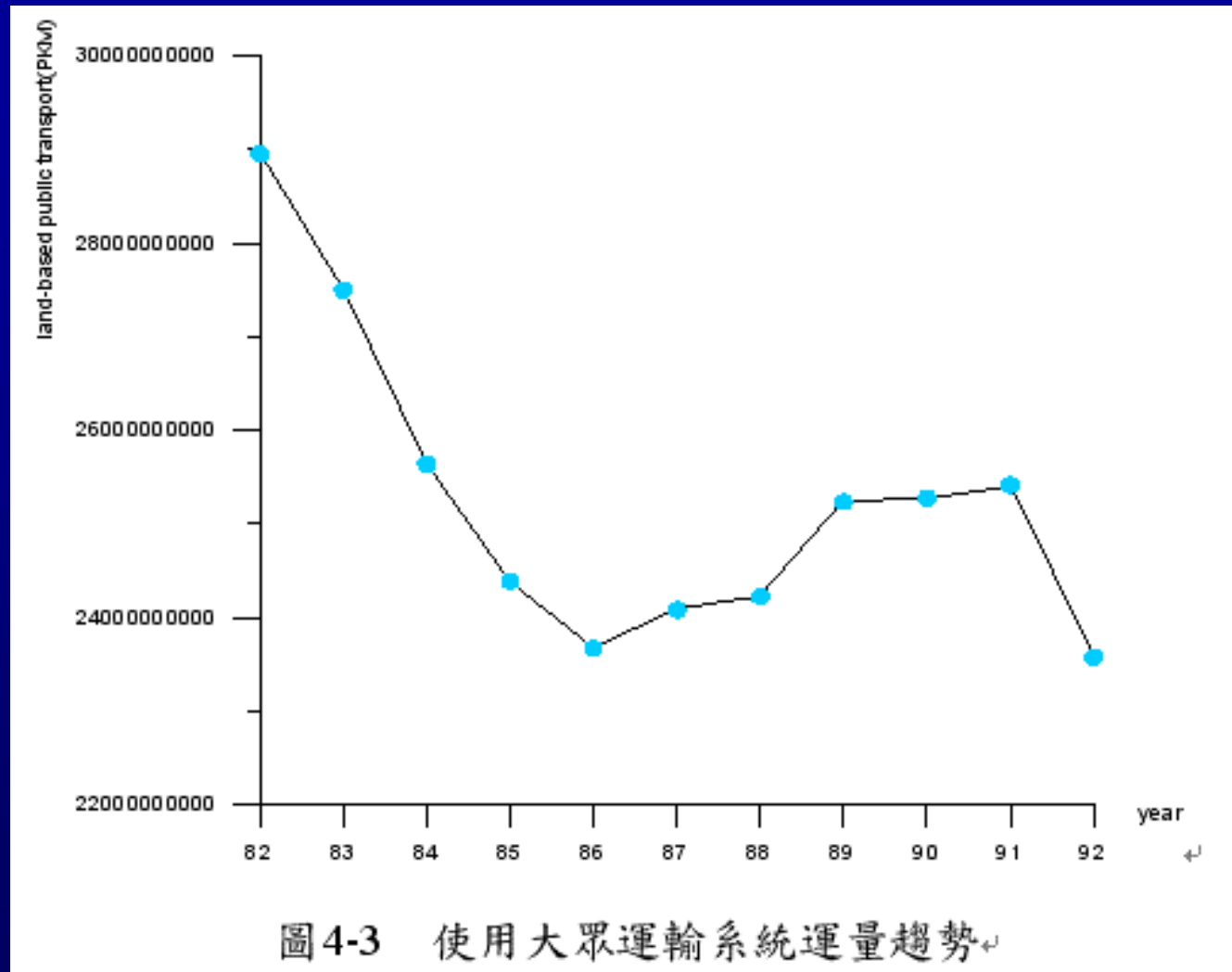
化石能源使用情形 (ST1)



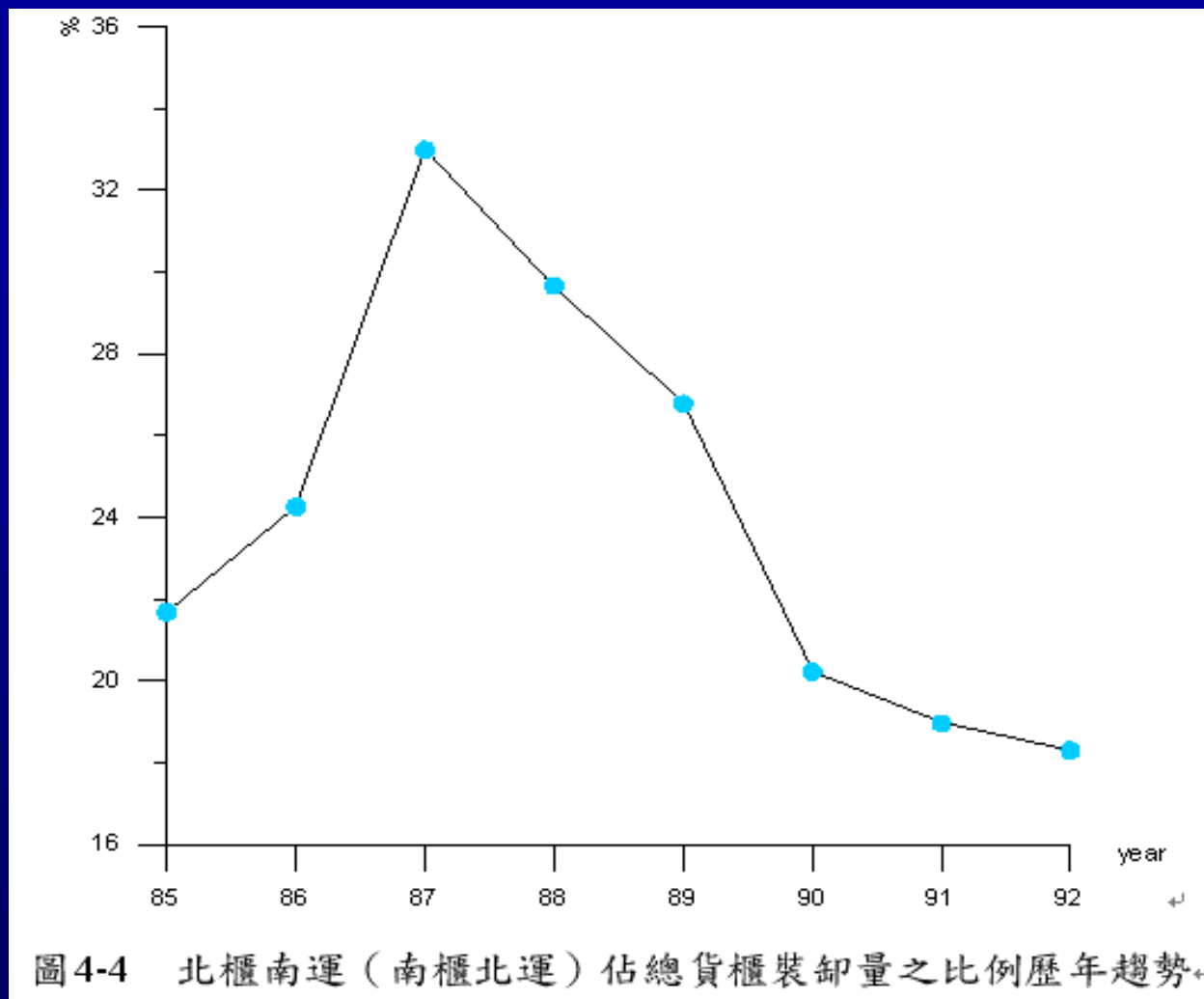
道路面積佔國土面積之情形(ST2)



大眾運輸系統使用情形(ST5)



北櫃南運（南櫃北運）情況(ST6)



運輸系統溫室氣體排放情形(ST8)

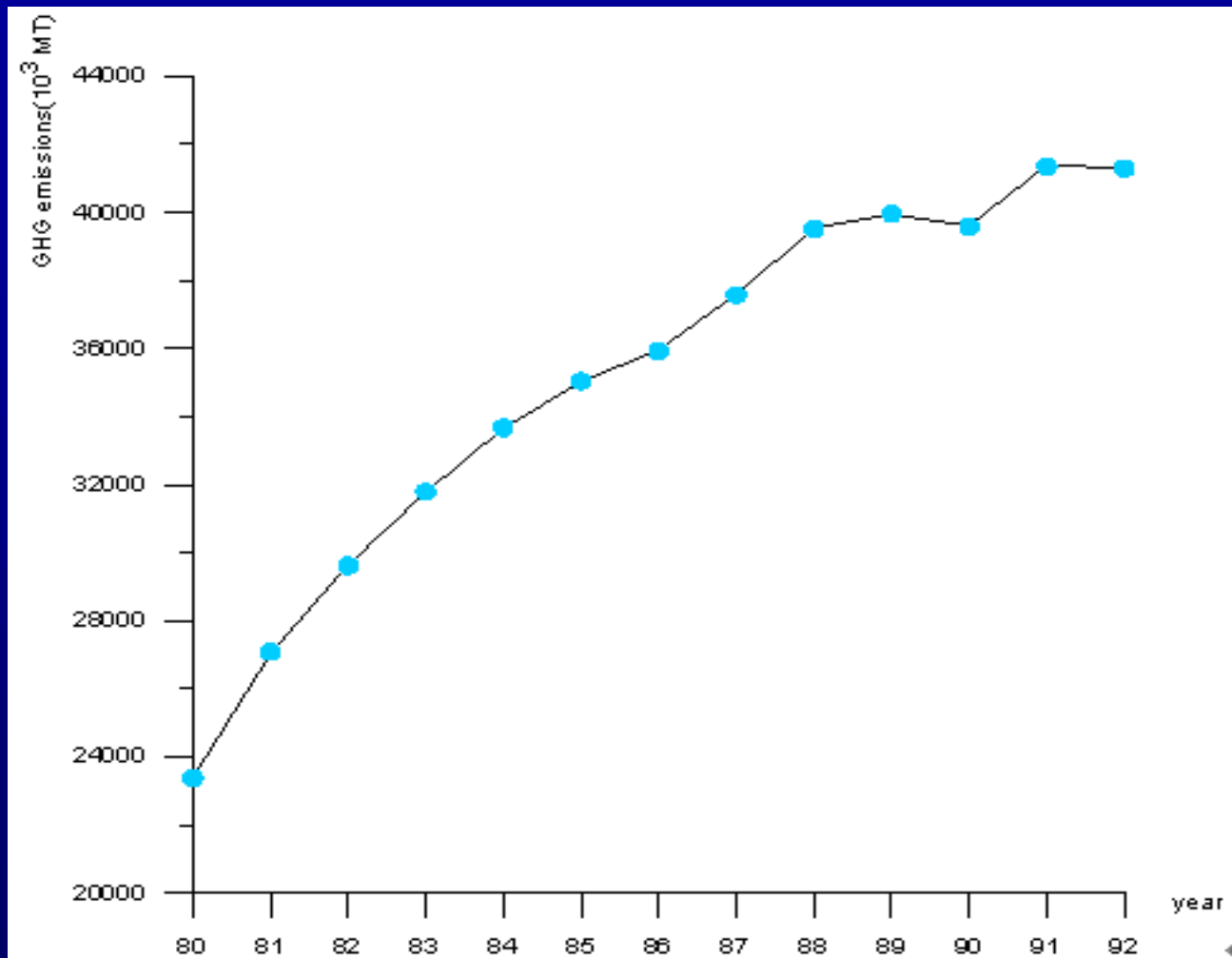
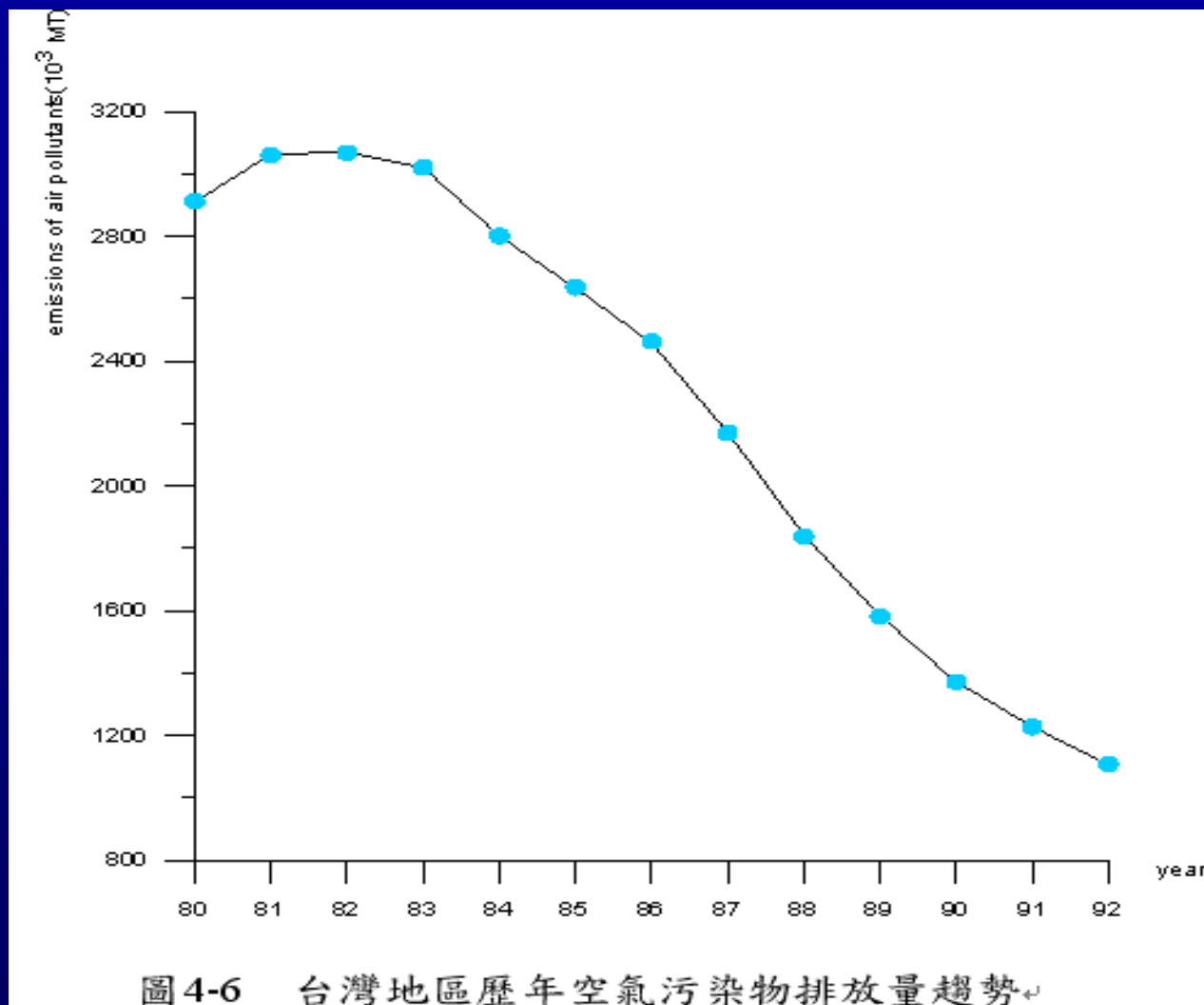
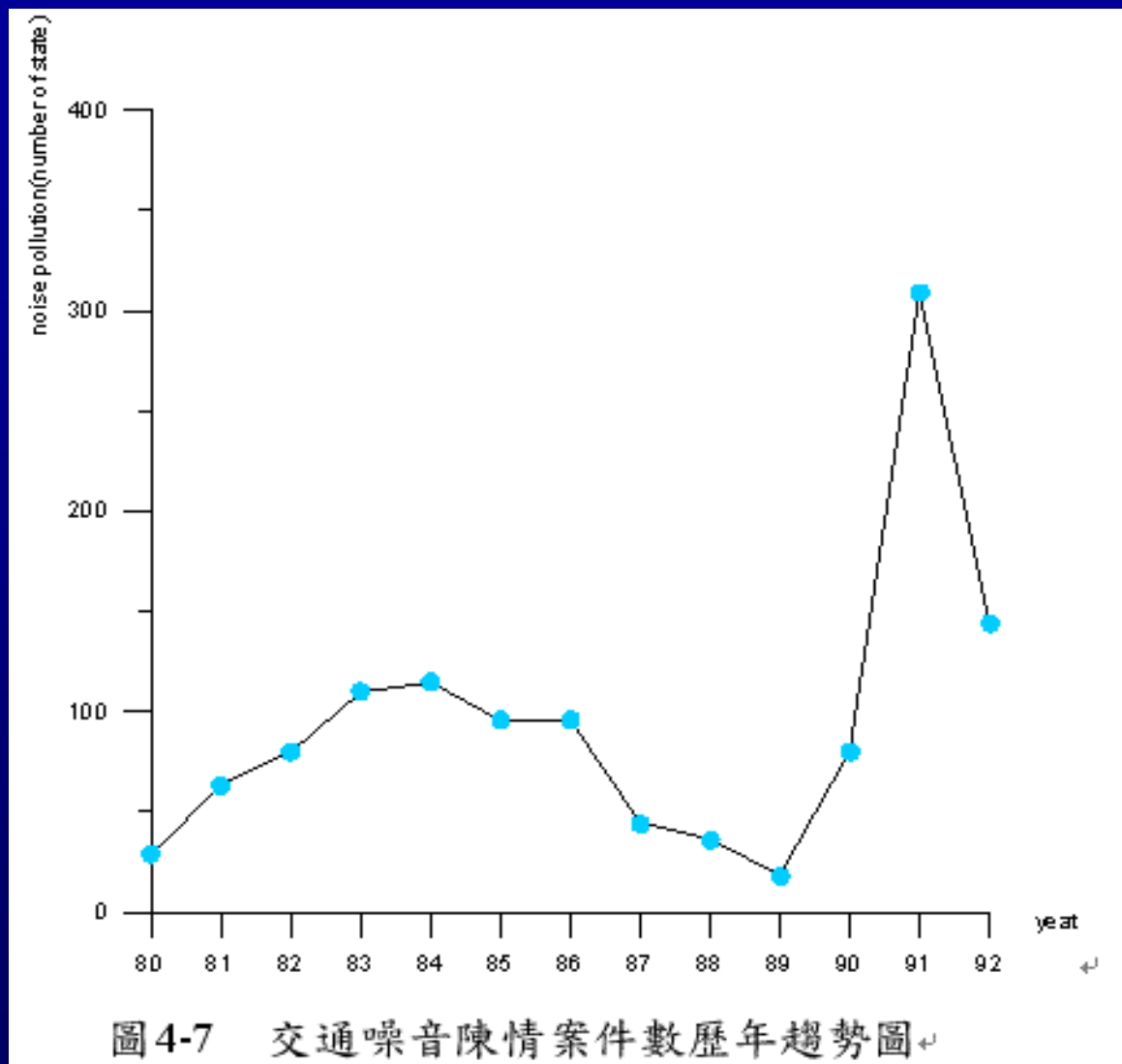


圖4-5 運輸系統歷年溫室氣體排放趨勢

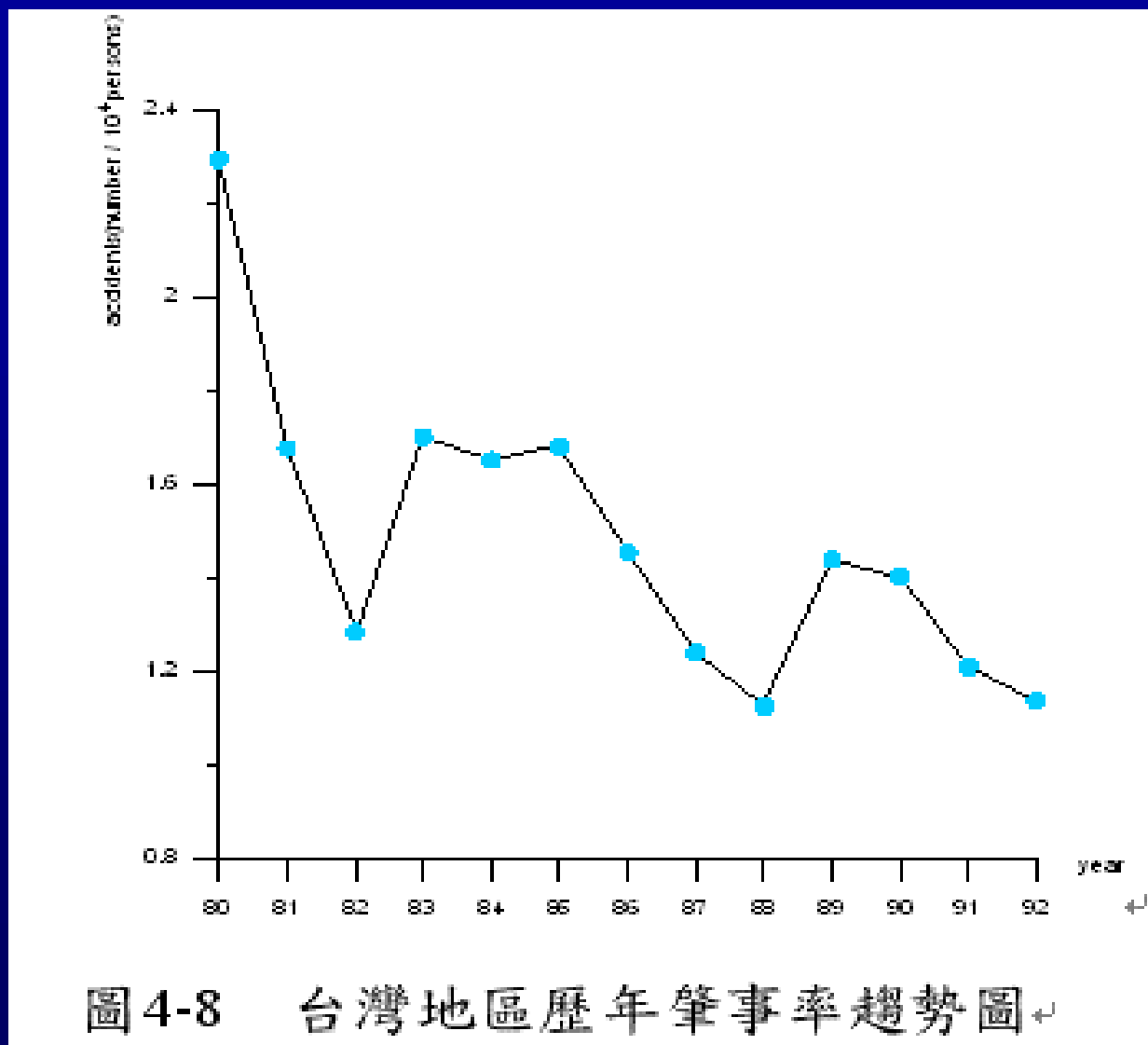
運輸系統之空氣污染物排放情形(ST9)



困擾於交通噪音之情形(ST11)



肇事率(ST13)



肇事死亡率(ST14)

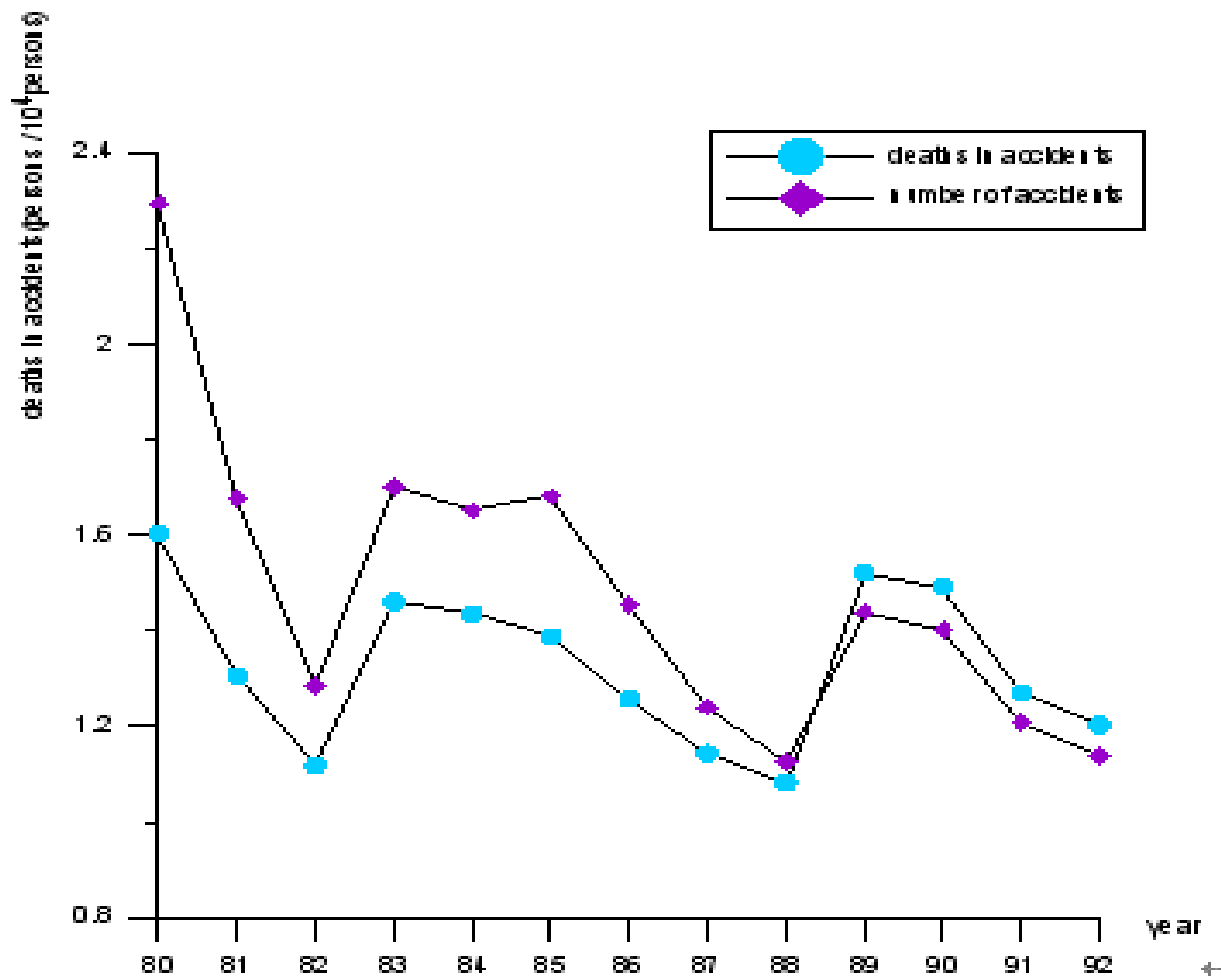


圖4-9 台灣地區肇事率與肇事死亡率趨勢圖

肇事受傷率(ST15)

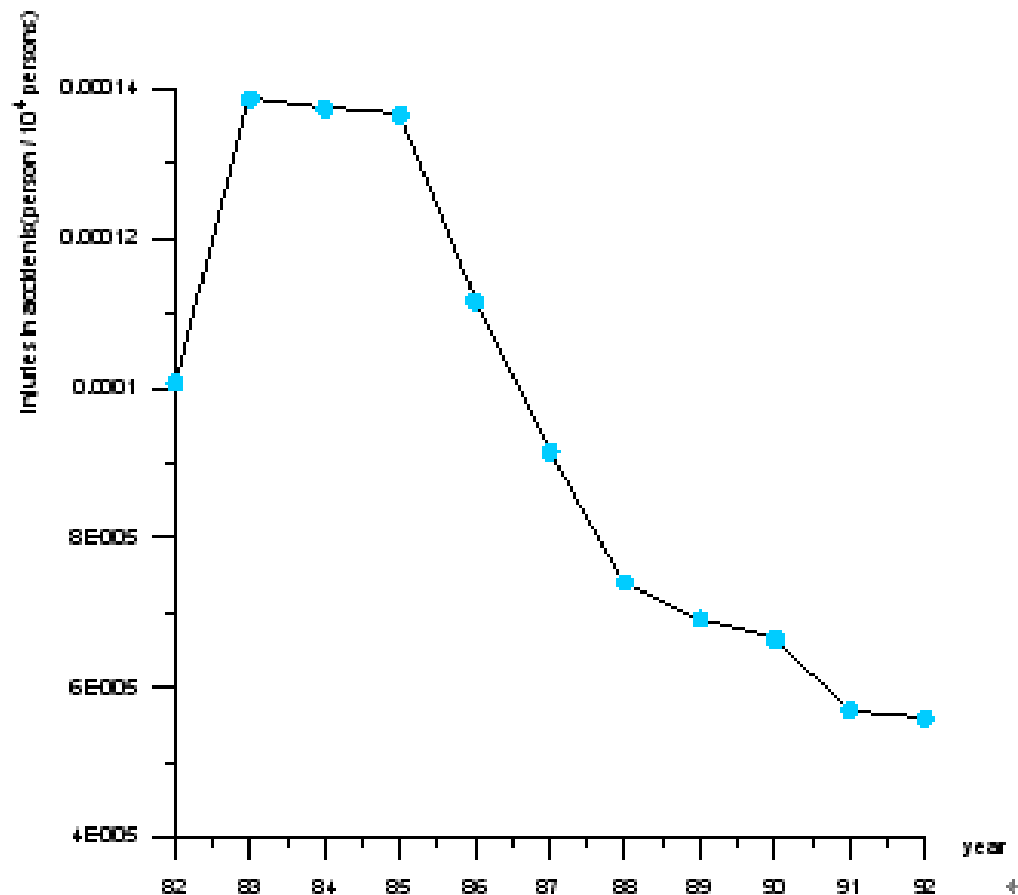
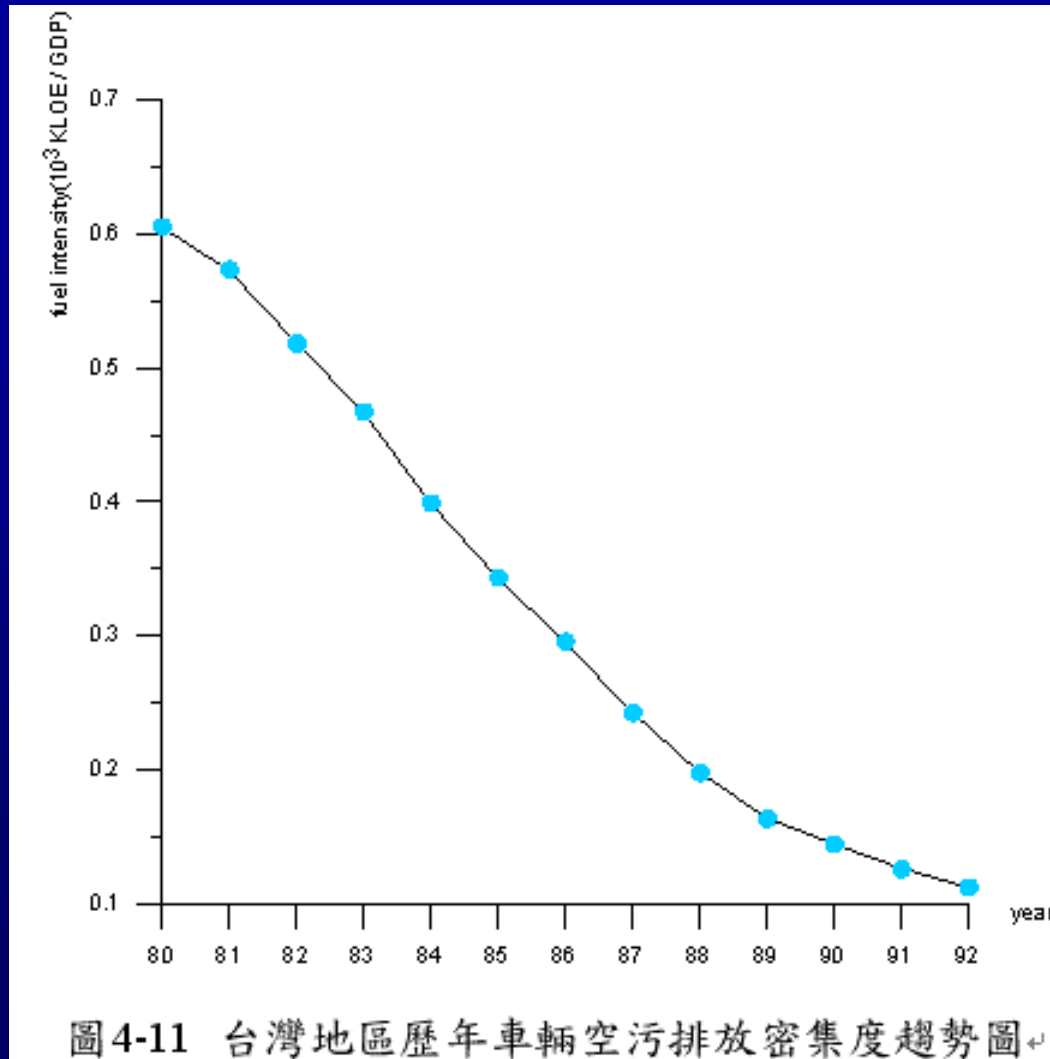


圖4-10 台灣地區歷年肇事受傷率趨勢圖

車輛空污排放密集度(ST16)



車輛能源集中度(ST17)

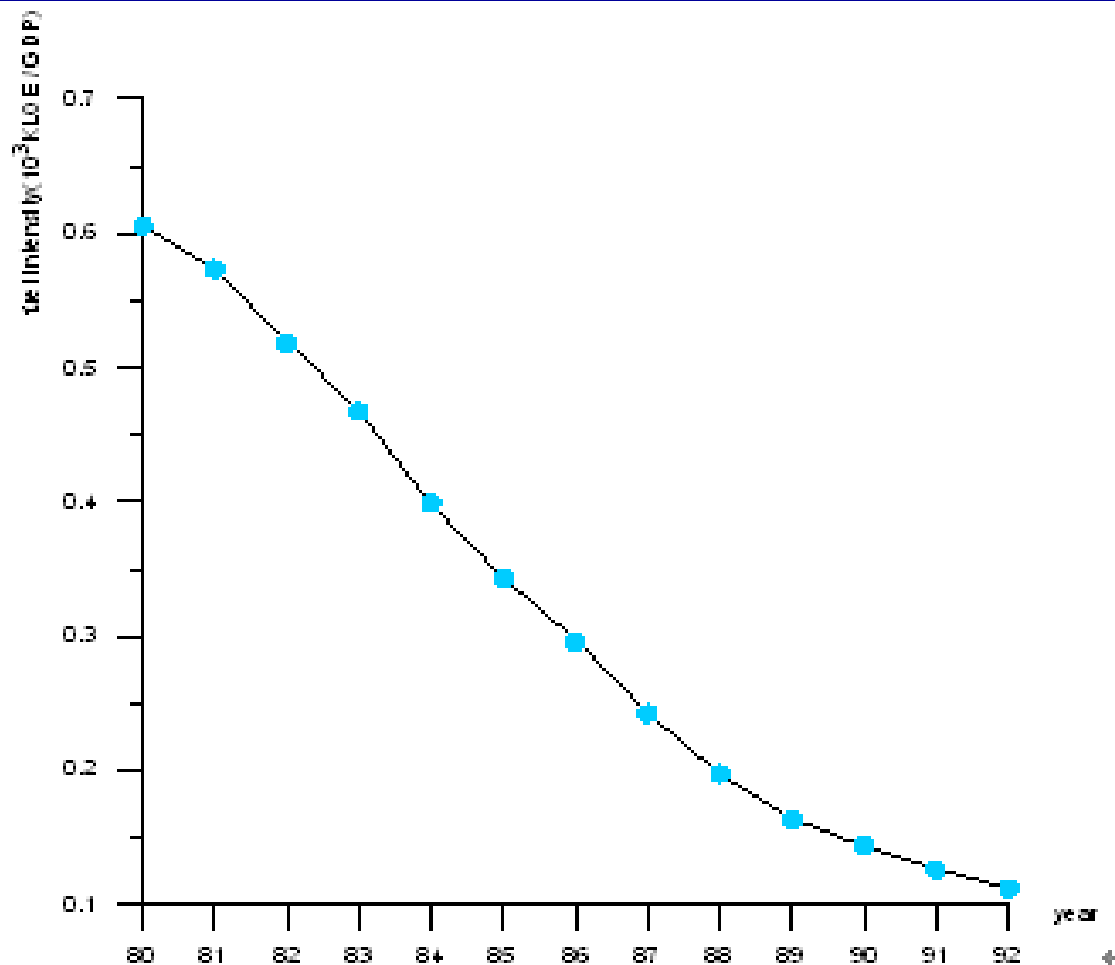
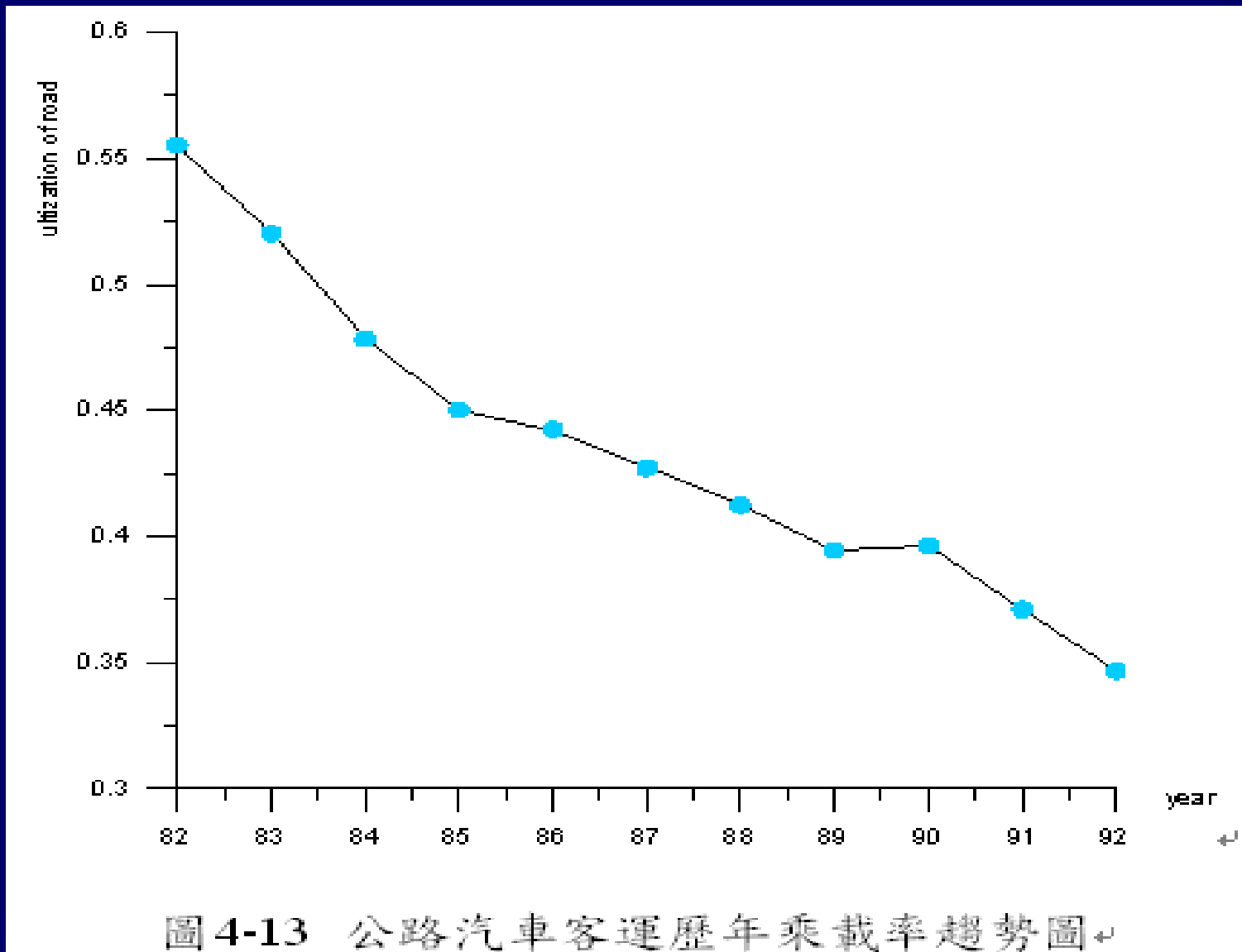


圖4-12 台灣地區歷年車輛能源集中度趨勢圖

旅客運輸乘載率(ST19)－公路



旅客運輸乘載率(ST19)－鐵路

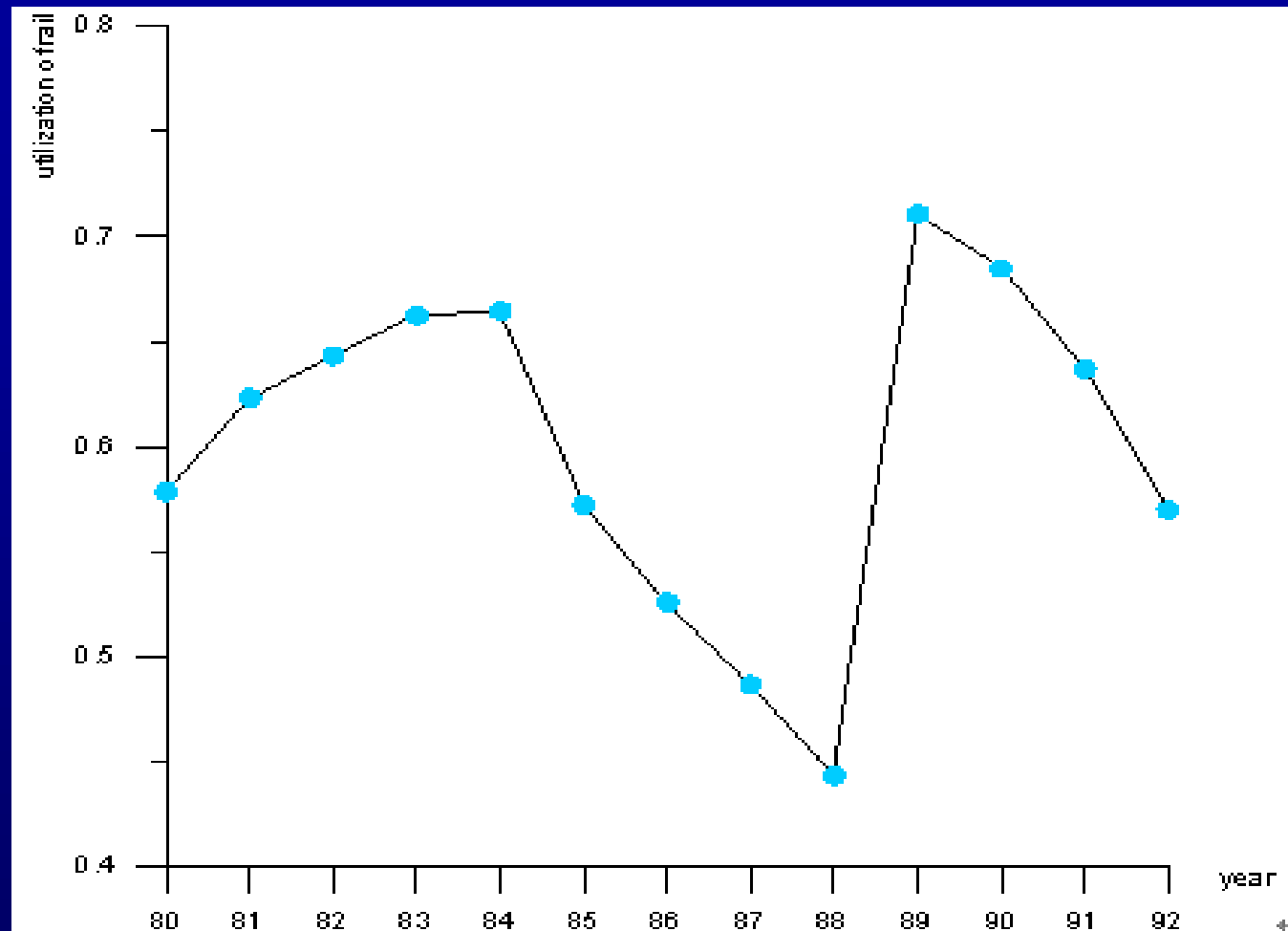


圖4-14 鐵路客運歷年乘載率趨勢圖

旅客運輸乘載率(ST19)－捷運

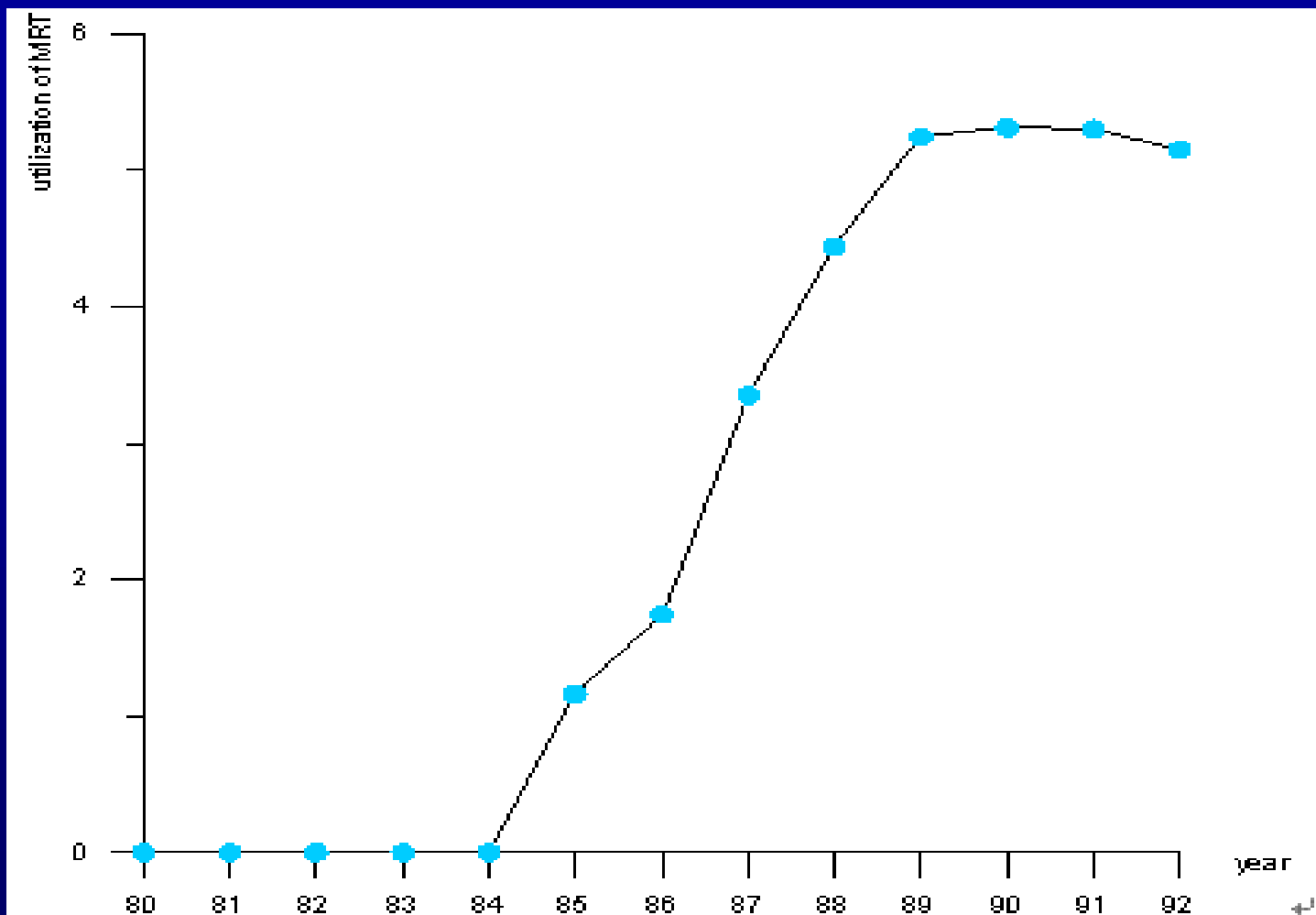
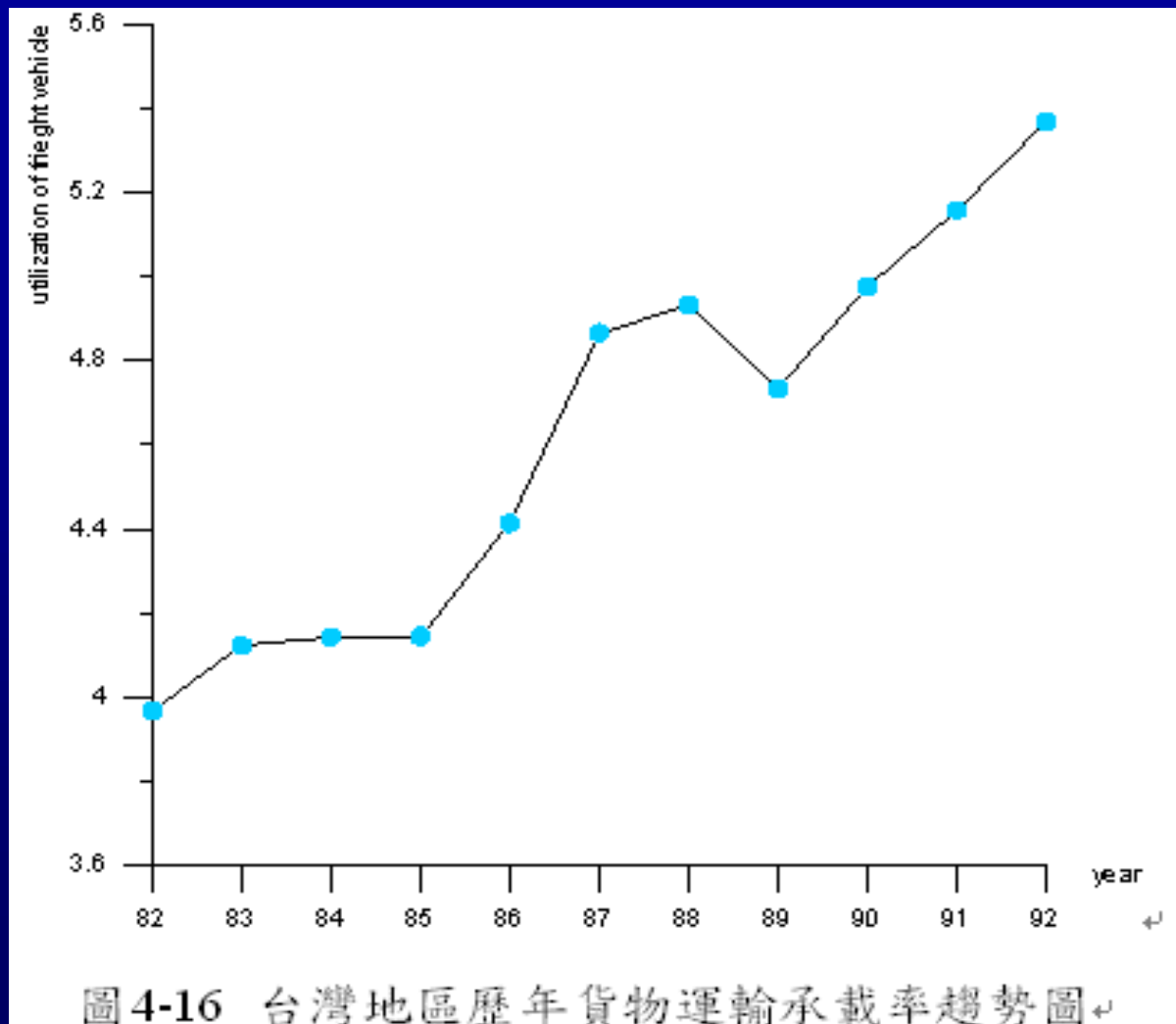


圖 4-15 捷運歷年乘載率趨勢圖

貨物運輸承載率(ST20)



使用再生能源或替代能源之情形(ST25)

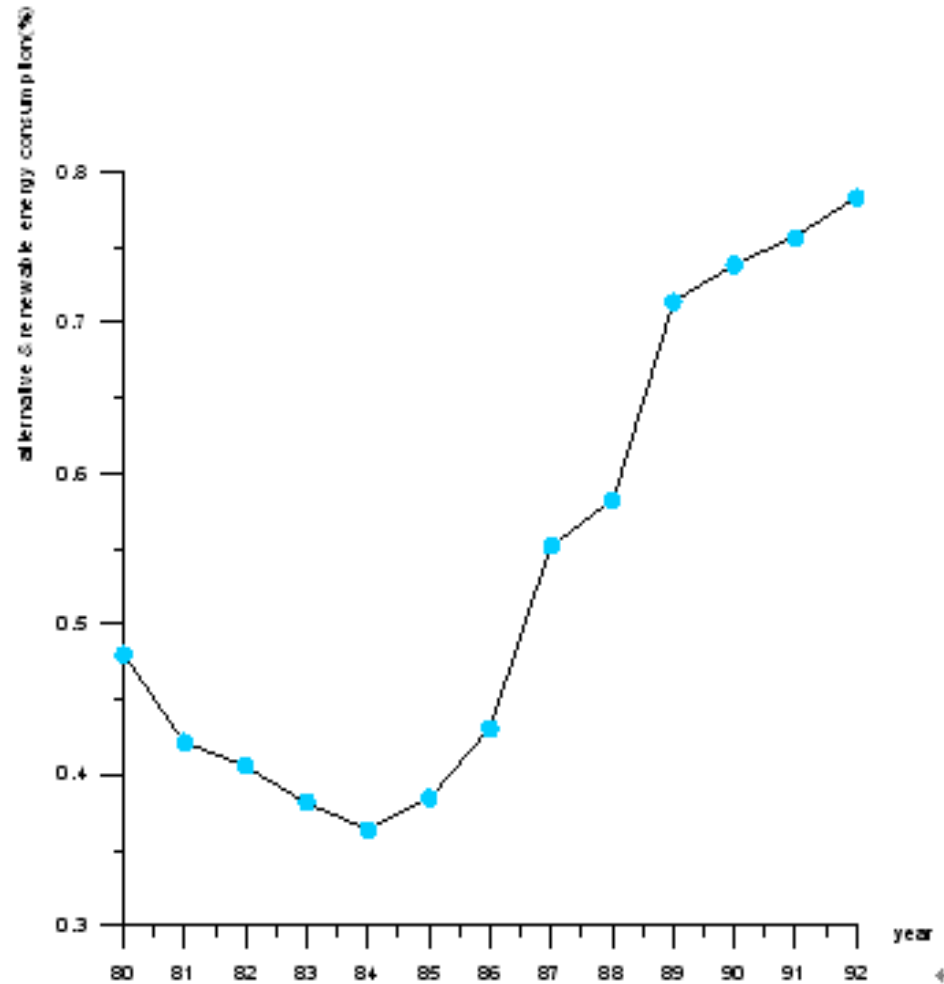


圖4-17 台灣地區歷年使用再生能源或替代能源比例趨勢圖

廢棄車輛之回收情形(ST26)

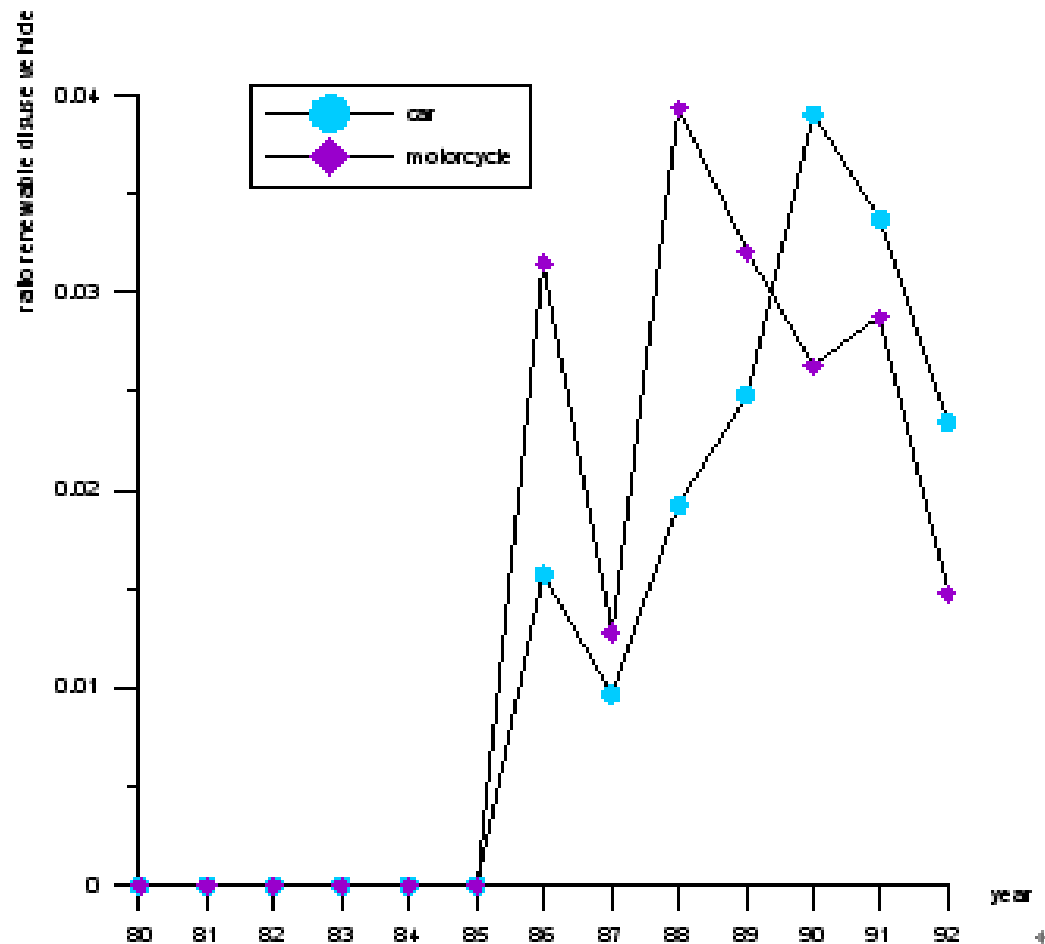
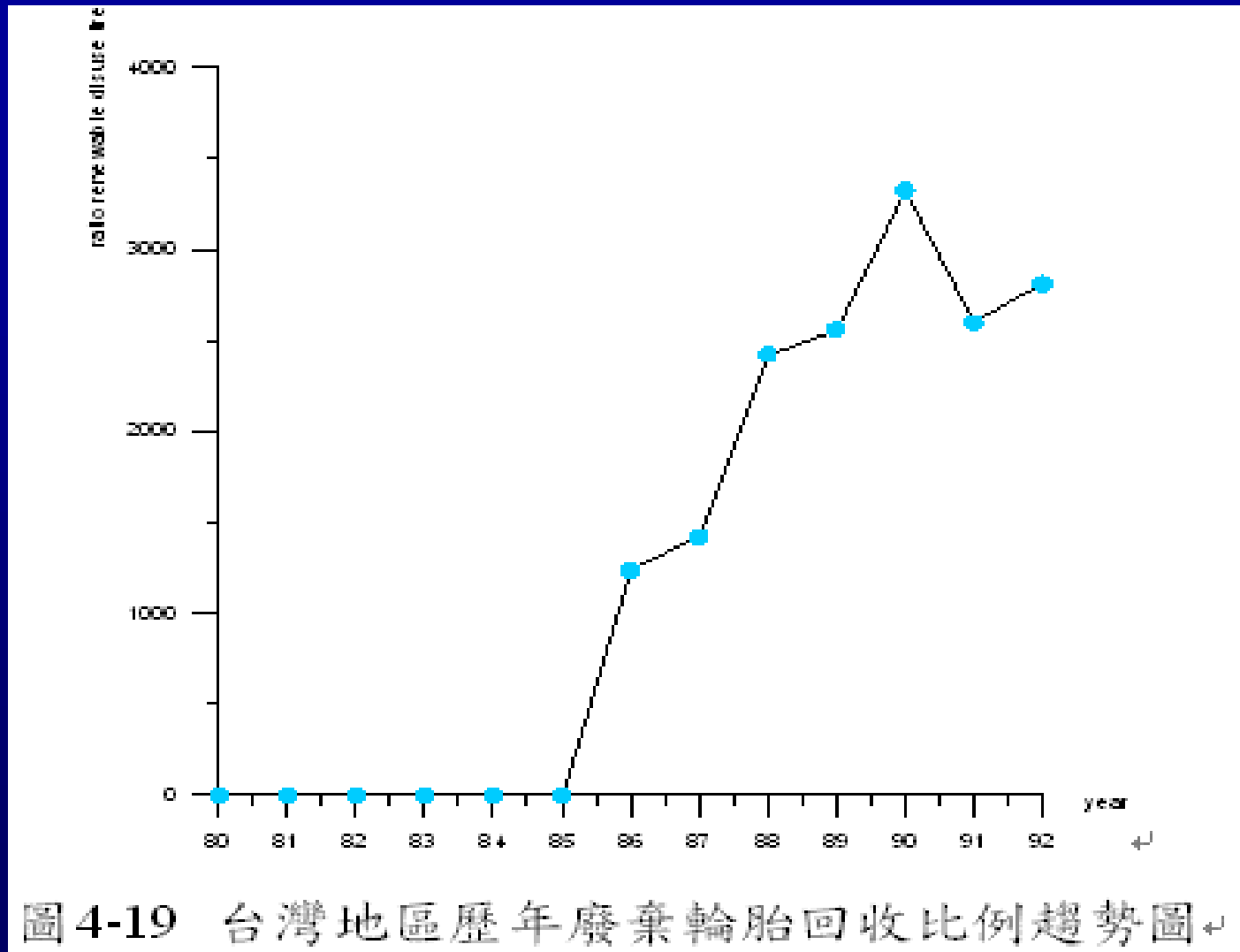


圖 4-18 台灣地區歷年廢棄汽車、機車回收比例趨勢圖

廢棄輪胎之回收情形(ST27)



綜合評估指標分析

● 主成份分析：

- 時間序列資料完整者
- 統計資料之擷取時間自82年至92年

● 納入分析之指標共十六項

- 化石能源使用情形(ST1)、道路面積佔國土面積之情形(ST2)、大眾運輸系統使用情形(ST5)、運輸系統排放溫室氣體情形(ST8)、運輸系統之空氣污染物排放情形(ST9)、因擾於交通噪音之情形(ST11)、肇事率(ST13)、肇事死亡率(ST14)、肇事受傷率(ST15)、車輛空污排放密集度(ST16)、車輛能源密集度(ST17)、旅客運輸乘載率(ST19)、貨物運輸承載率(ST20)、使用再生能源或替代能源之情形(ST25)、廢棄車輛之回收情形(ST26)及廢棄輪胎之回收情形(ST27)

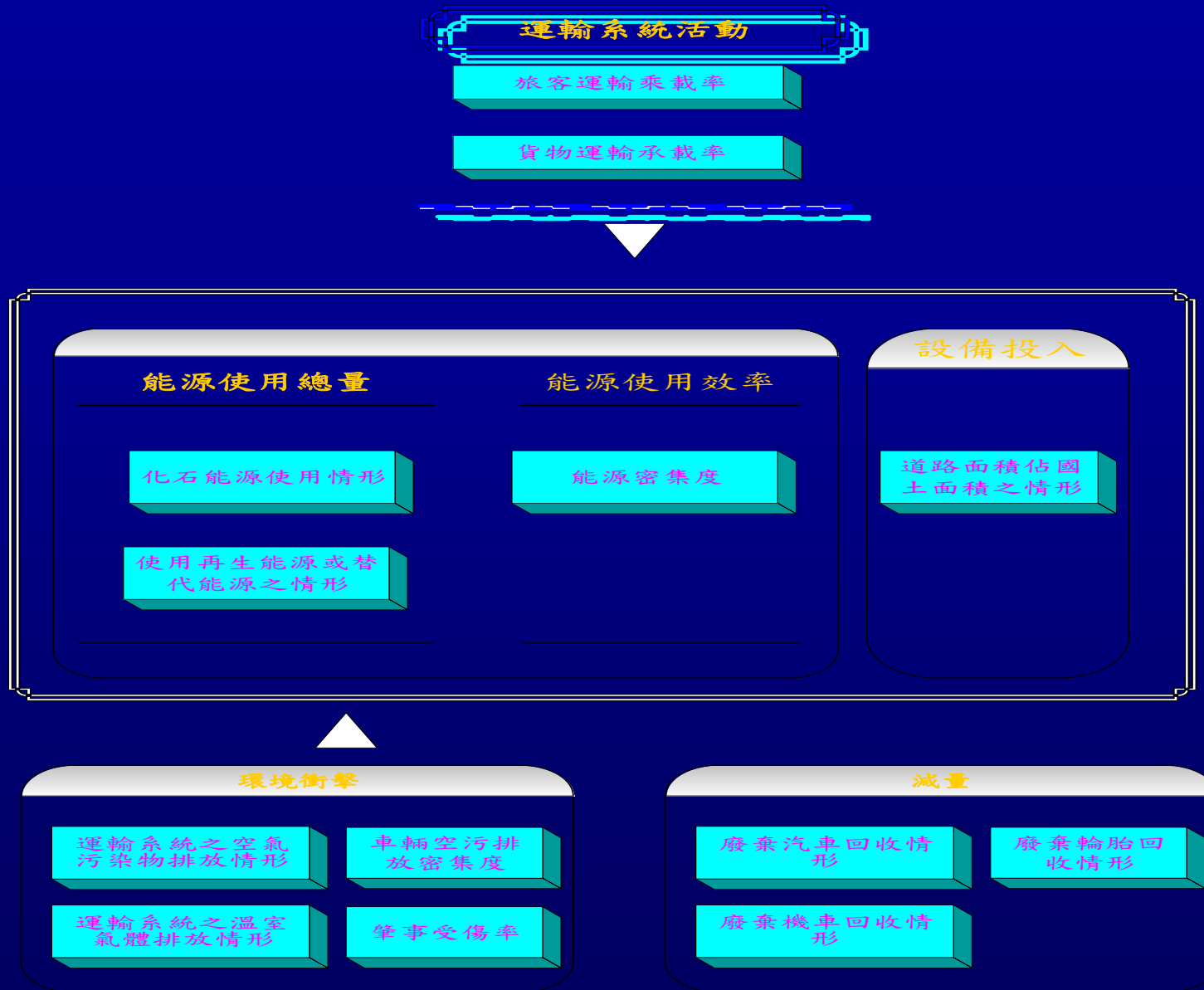
主成份分析結果

主成份	特徵值	寄與率	累積寄與率
1	13.71	0.72	0.72
2	2.29	0.12	0.84
3	1.42	0.07	0.92
4	1.09	0.06	0.97
5	0.29	0.02	0.99
6	0.08	0.00	0.99
7	0.06	0.00	1.00

各主成份命名

- 第一綜合評估指標為3E交互關連指標。
- 第二綜合評估指標為交通肇事指標。
- 第三綜合評估指標為大眾運輸系統使用情形指標。
- 第四綜合評估指標為交通噪音指標。

第一主成份內含指標與關鍵指標關連架構



關鍵指標群

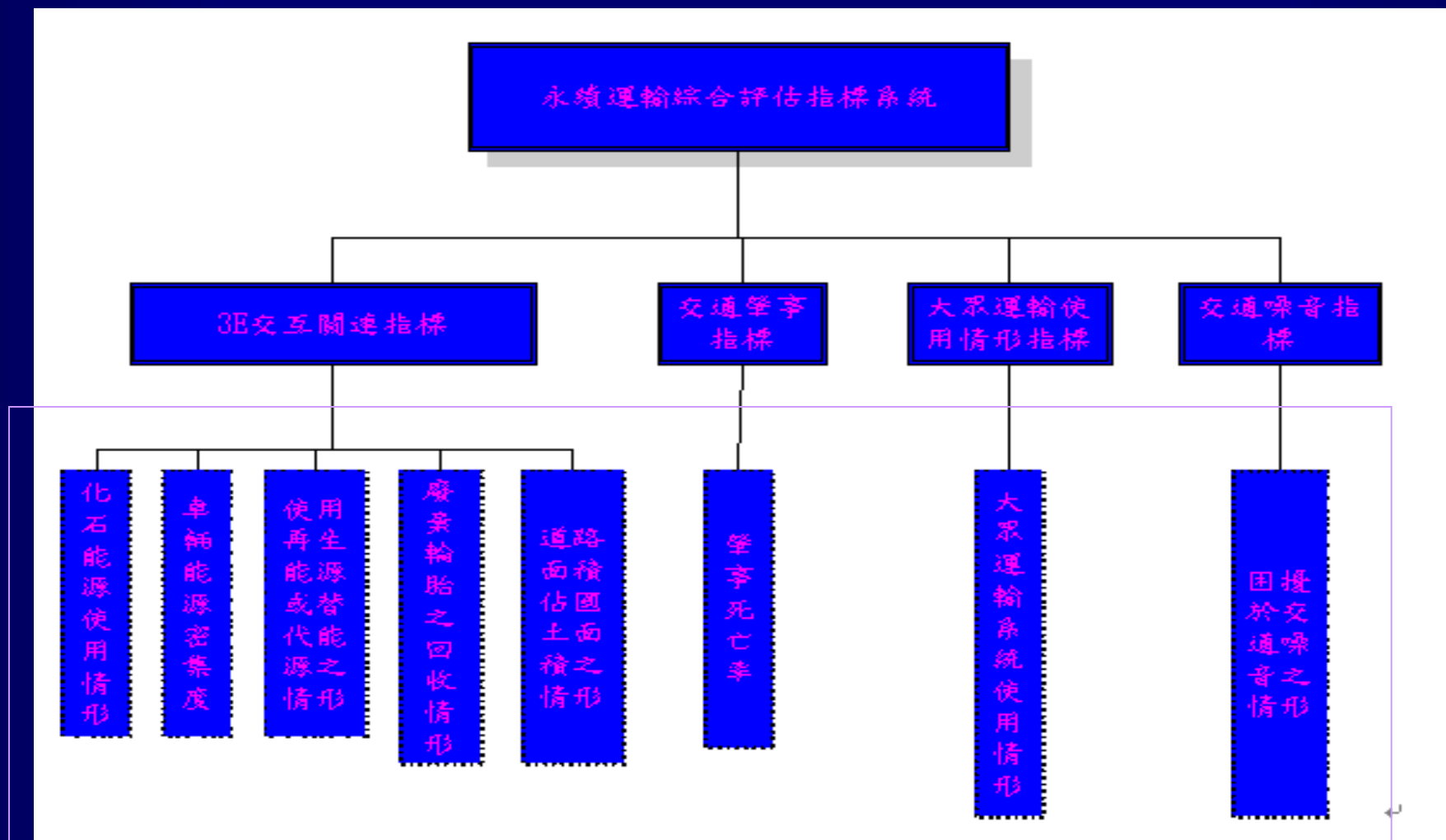


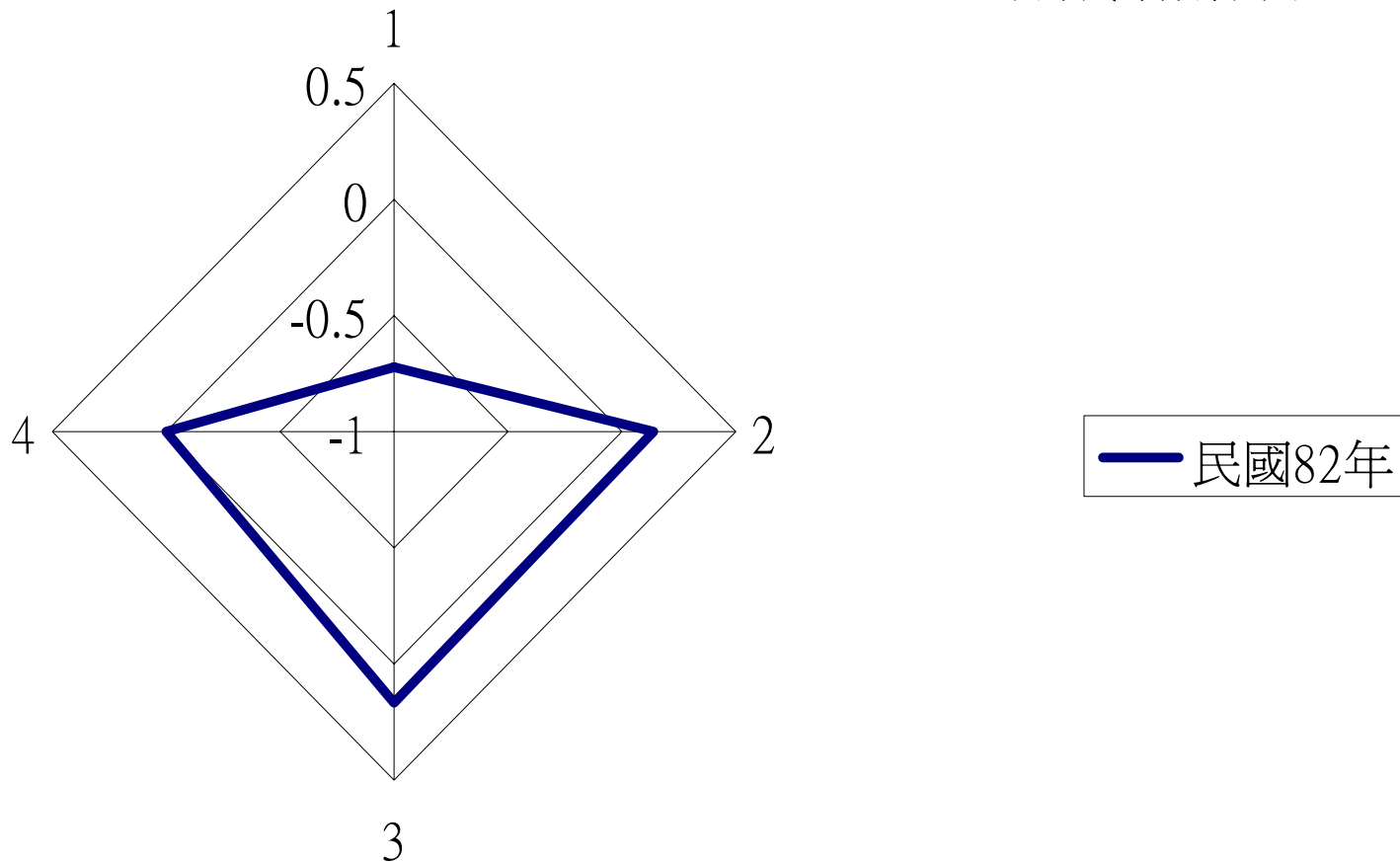
圖 4-21 永續運輸綜合評估指標系統關鍵指標架構

台灣地區歷年永續運輸綜合指標表現情形

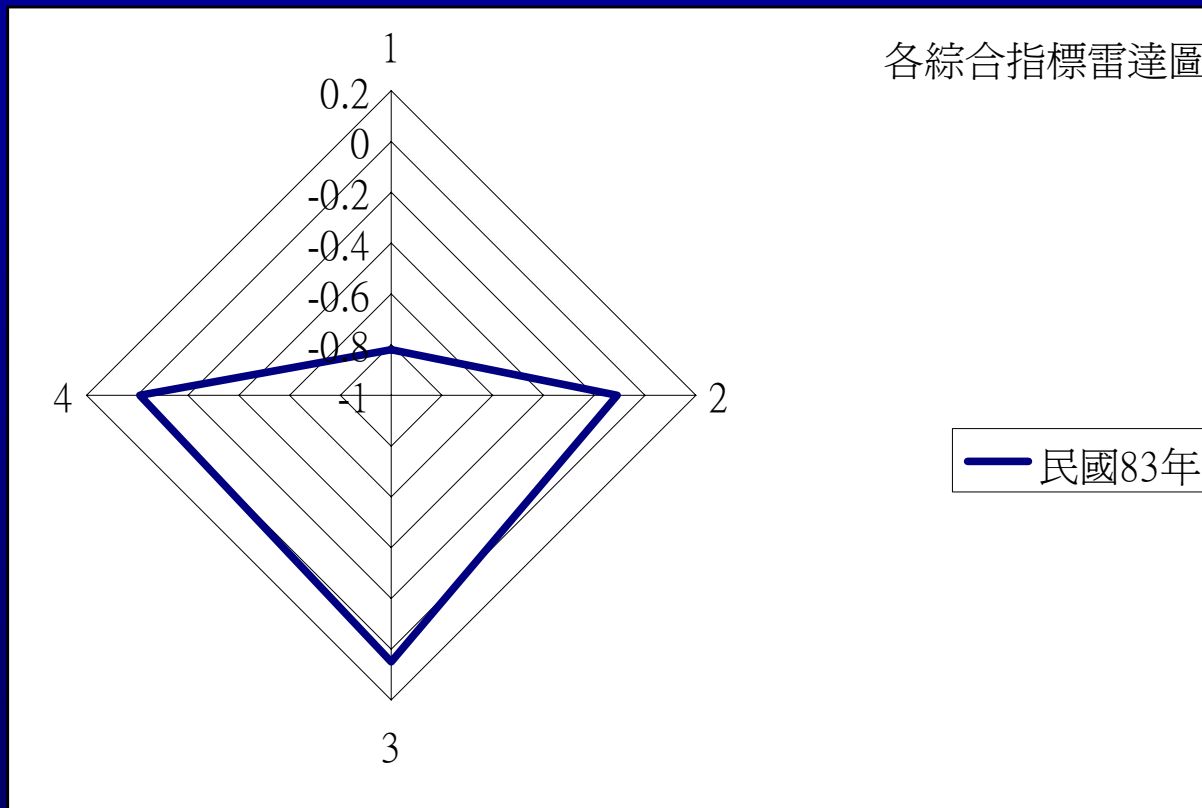
年別	3E交互關連指標	交通肇事指標	大眾運輸使用情形指標	交通噪音指標
82	-72.25	13.78	17.23	0.54
83	-82.20	-10.50	4.78	-0.97
84	-78.79	-11.19	-1.98	-2.23
85	-79.07	-8.25	-9.30	-1.39
86	-28.67	3.30	-7.28	4.10
87	-9.69	12.77	-5.46	2.20
88	36.41	18.83	-4.06	7.22
89	82.10	-14.78	2.83	6.70
90	94.58	-12.51	4.07	3.35
91	79.15	1.43	3.03	-8.53
92	58.42	7.13	-3.85	-10.99

民國八十二年各綜合指標表現情形

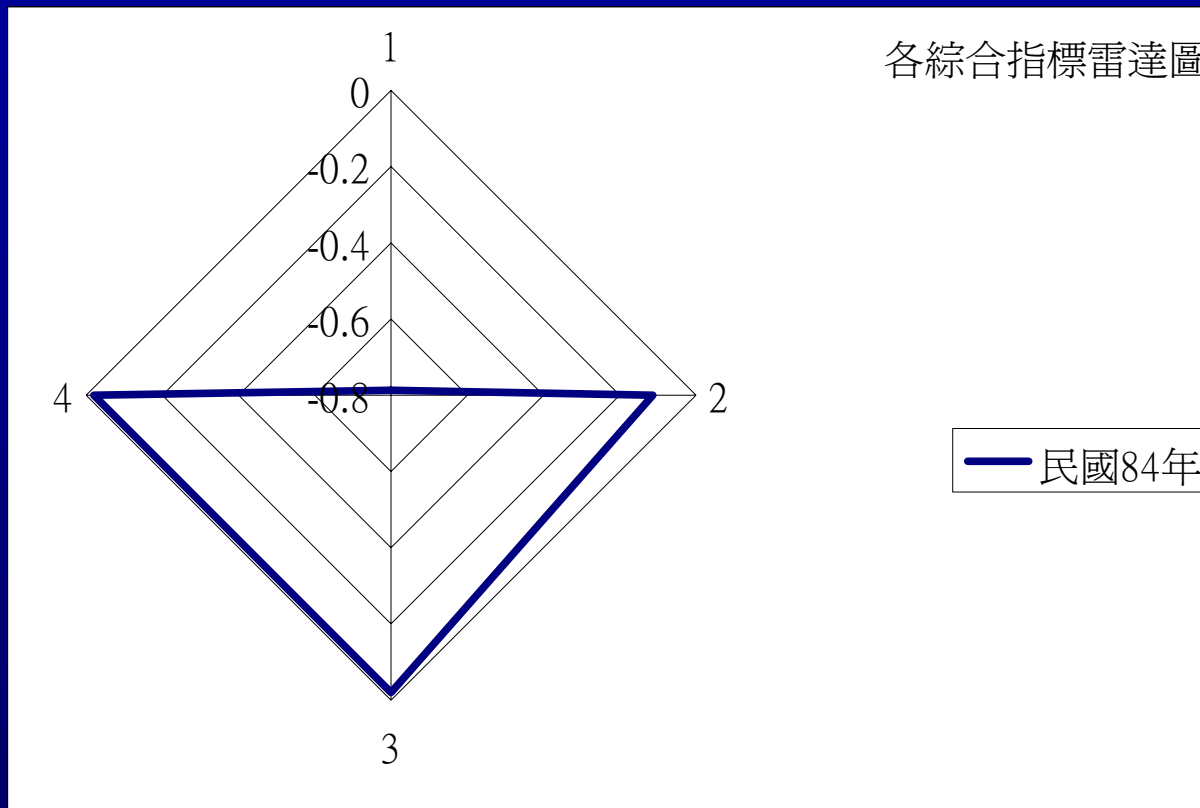
各綜合指標雷達圖



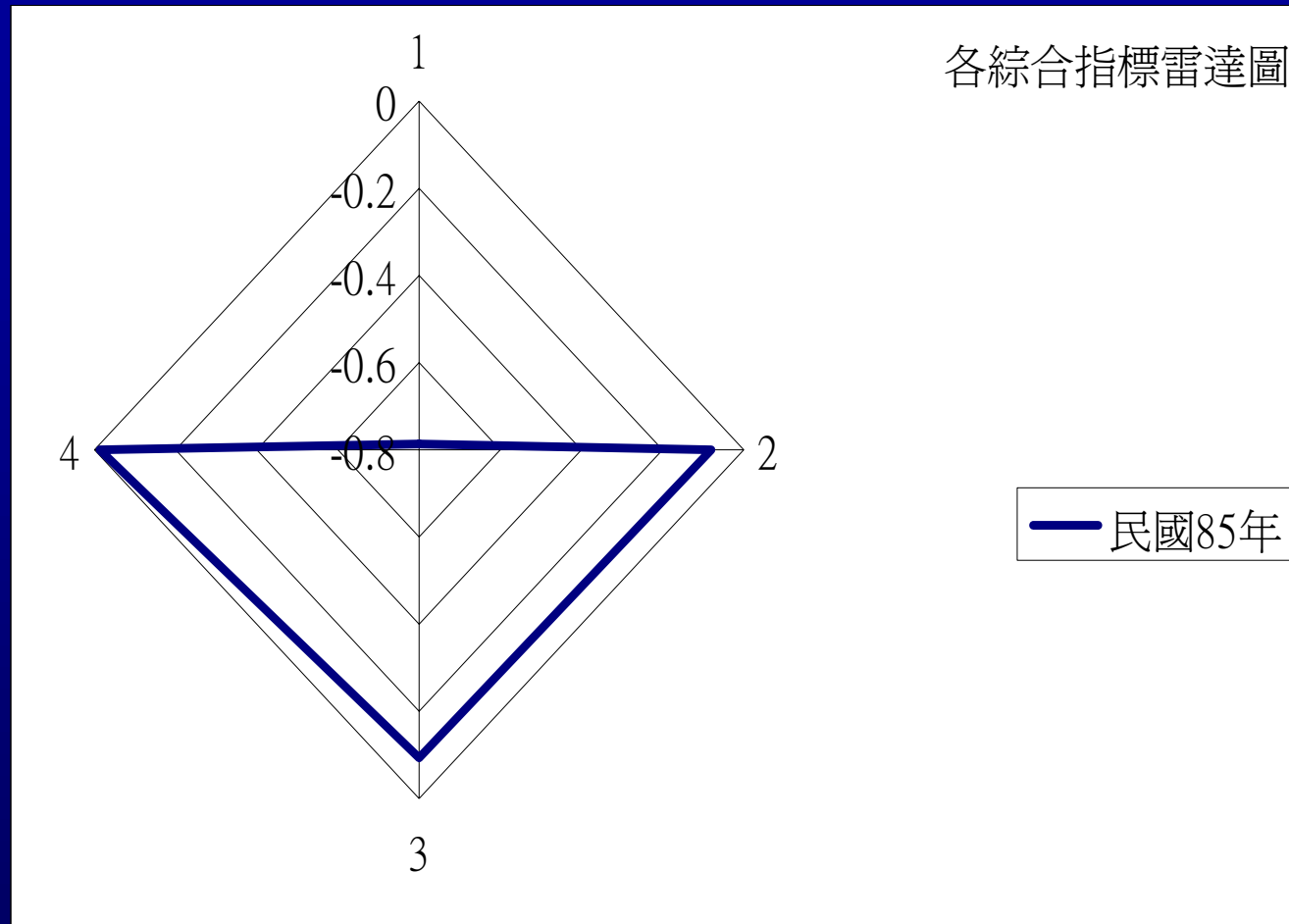
民國八十三年各綜合指標表現情形



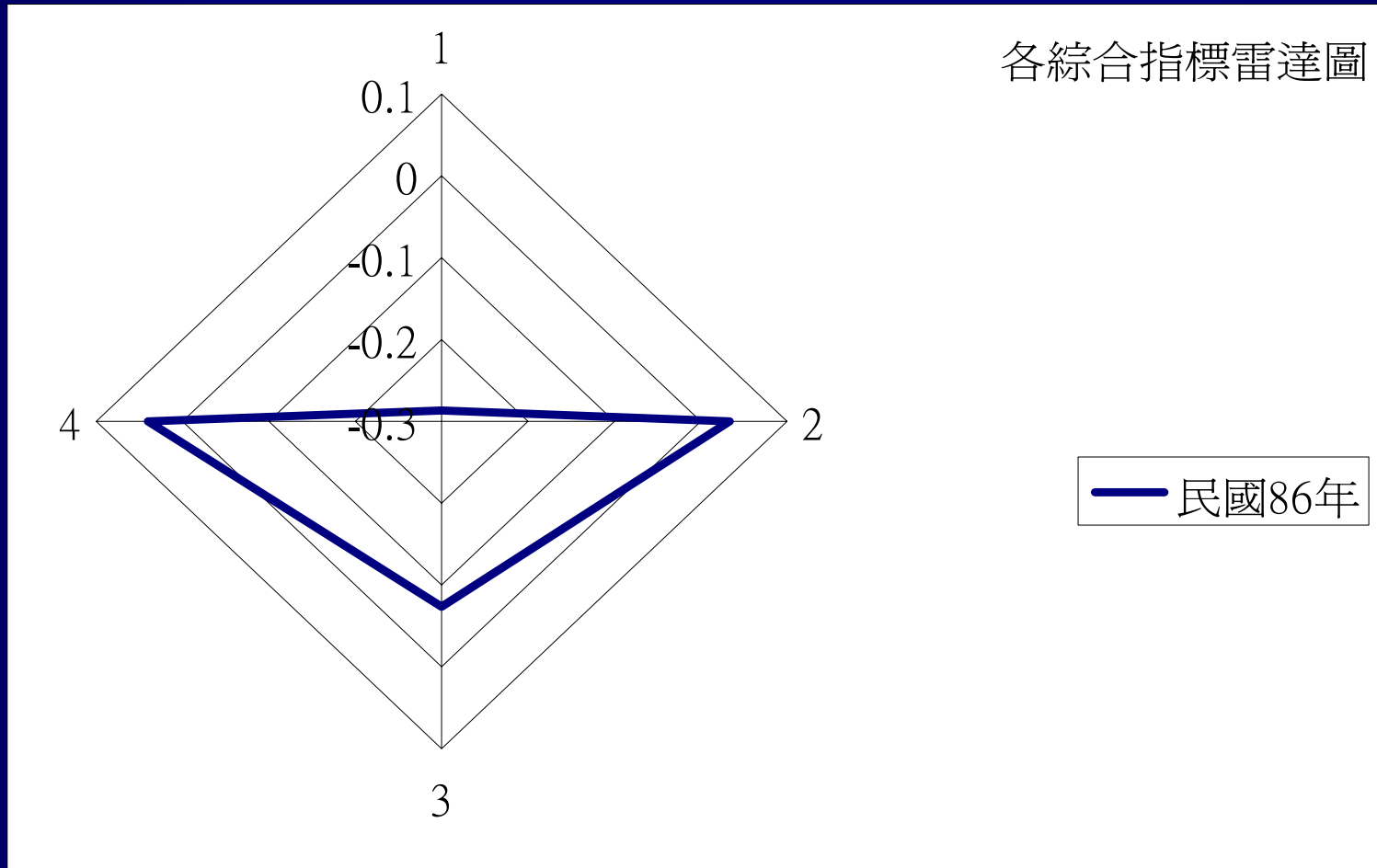
民國八十四年各綜合指標表現情形



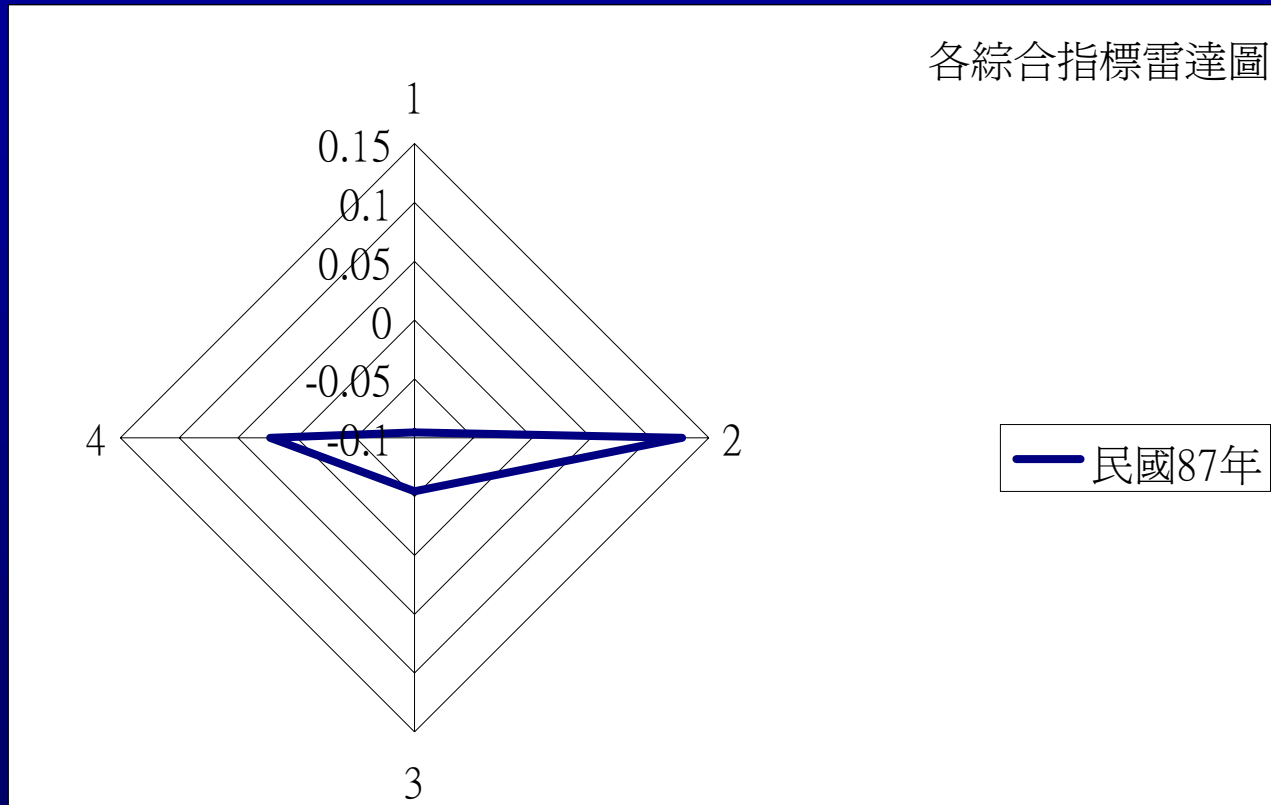
民國八十五年各綜合指標表現情形



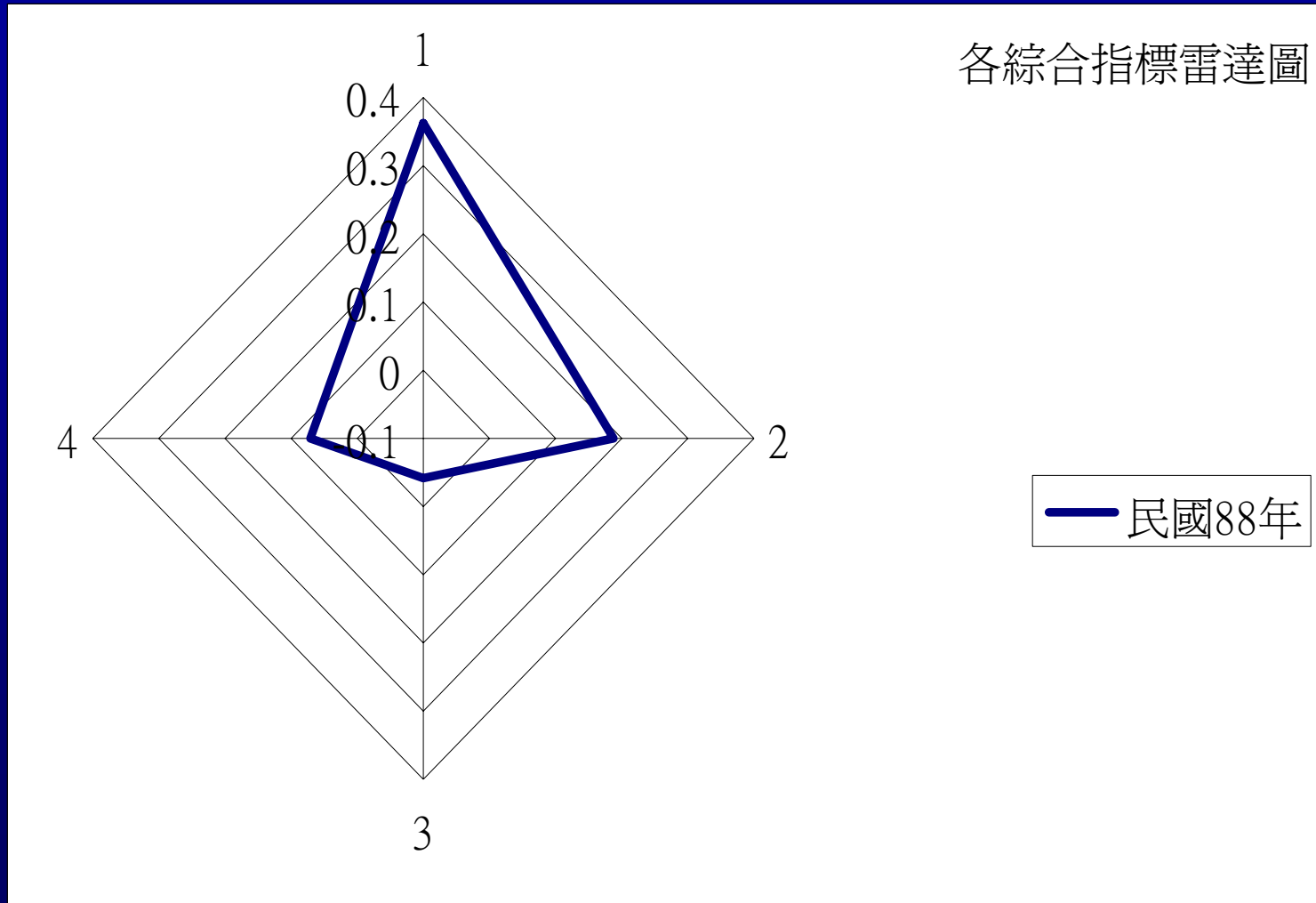
民國八十六年各綜合指標表現情形



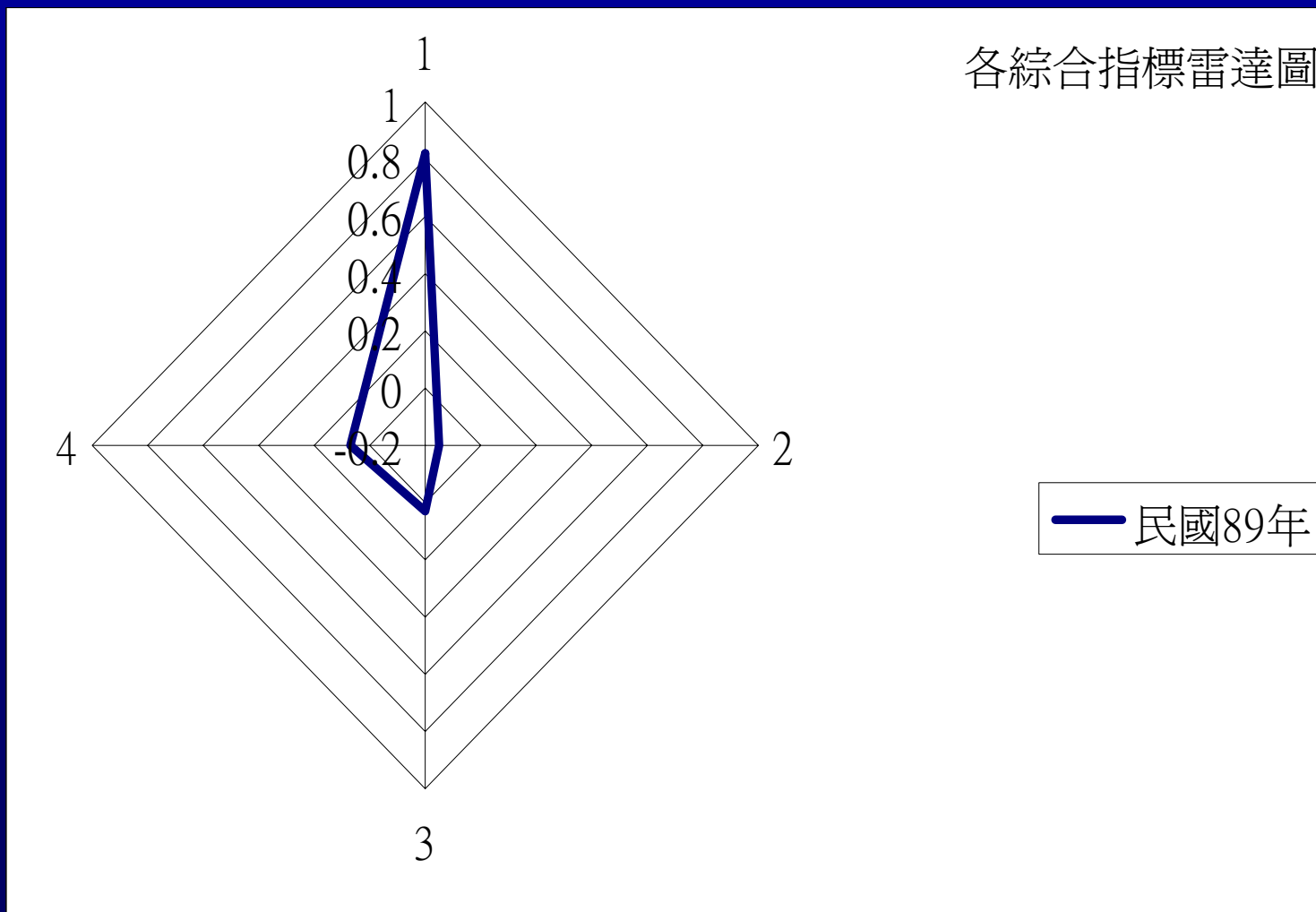
民國八十七年各綜合指標表現情形



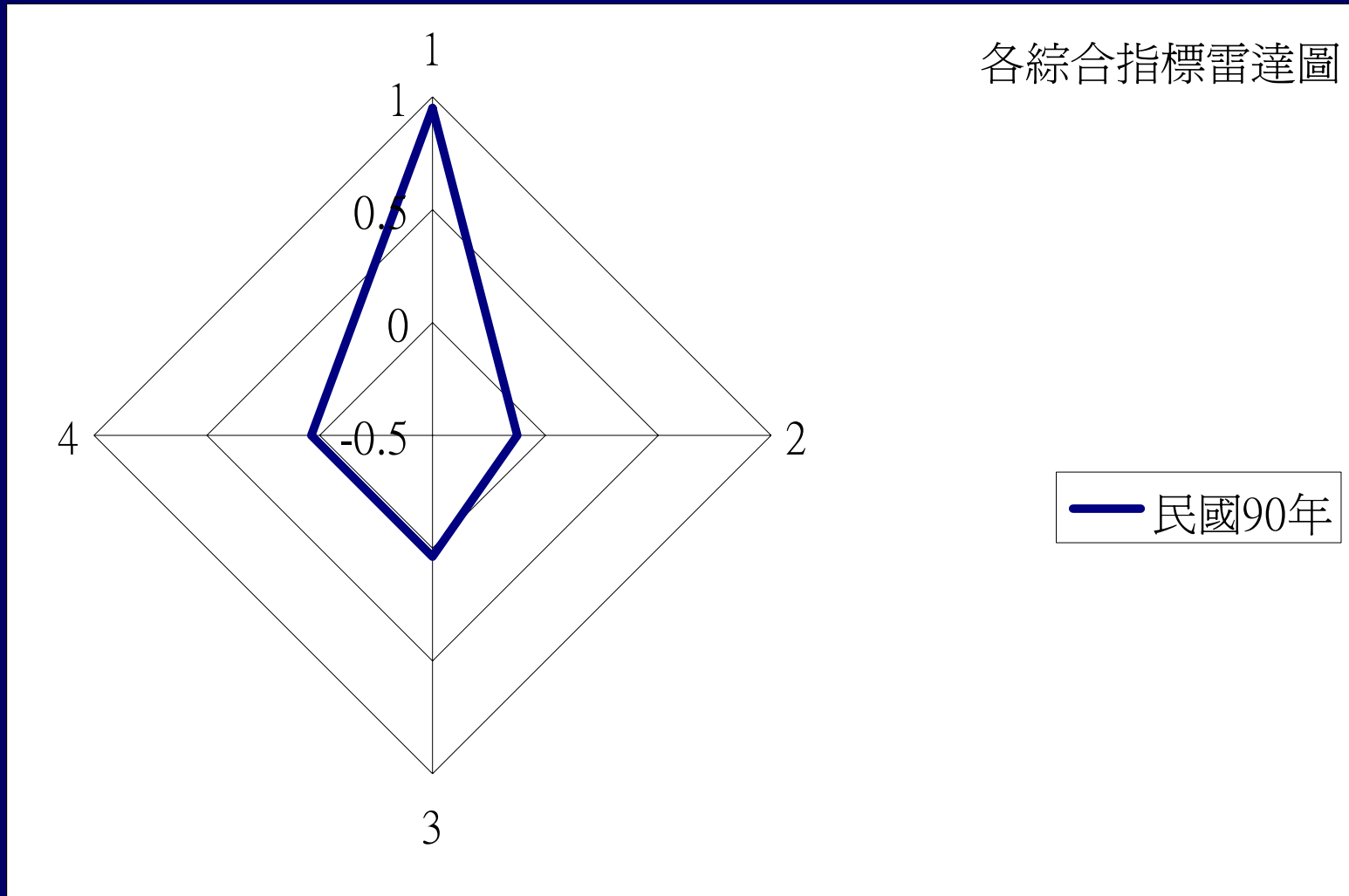
民國八十八年各綜合指標表現情形



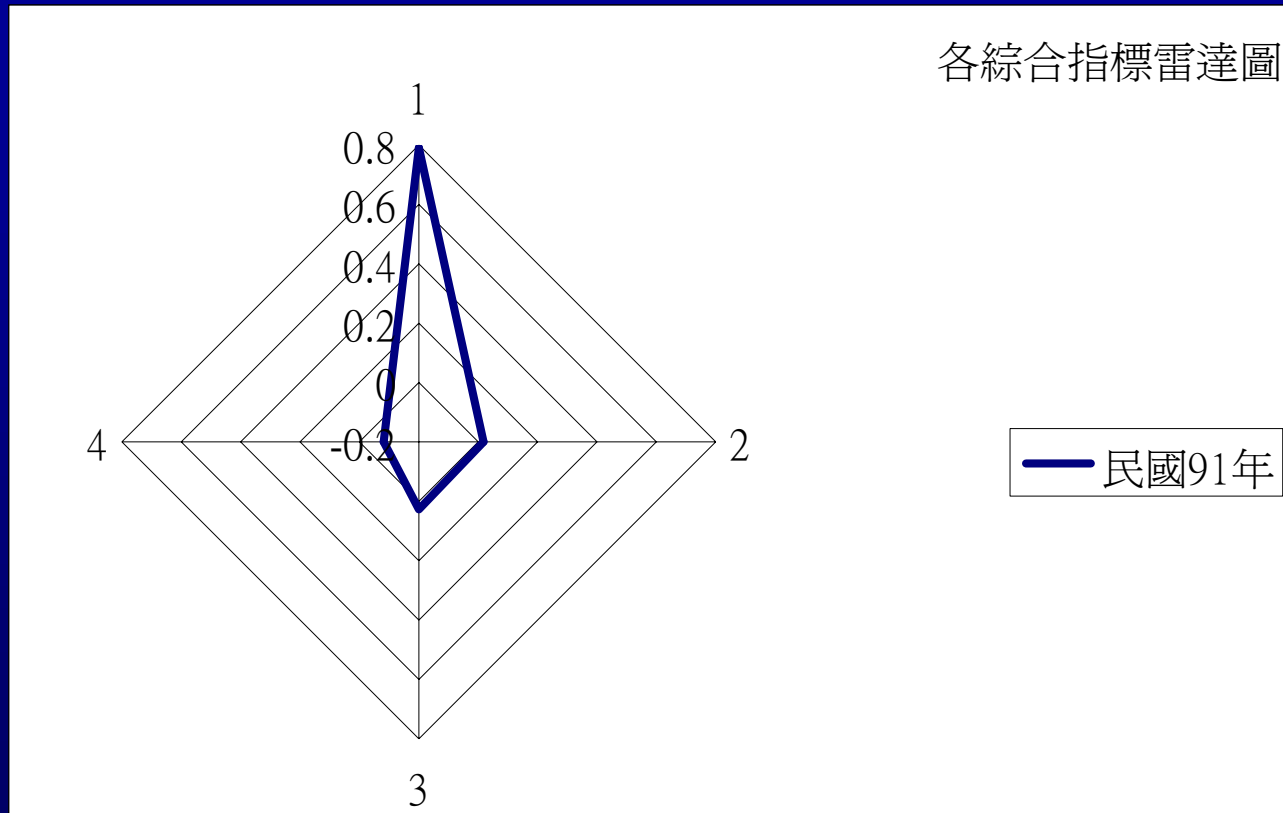
民國八十九年各綜合指標表現情形



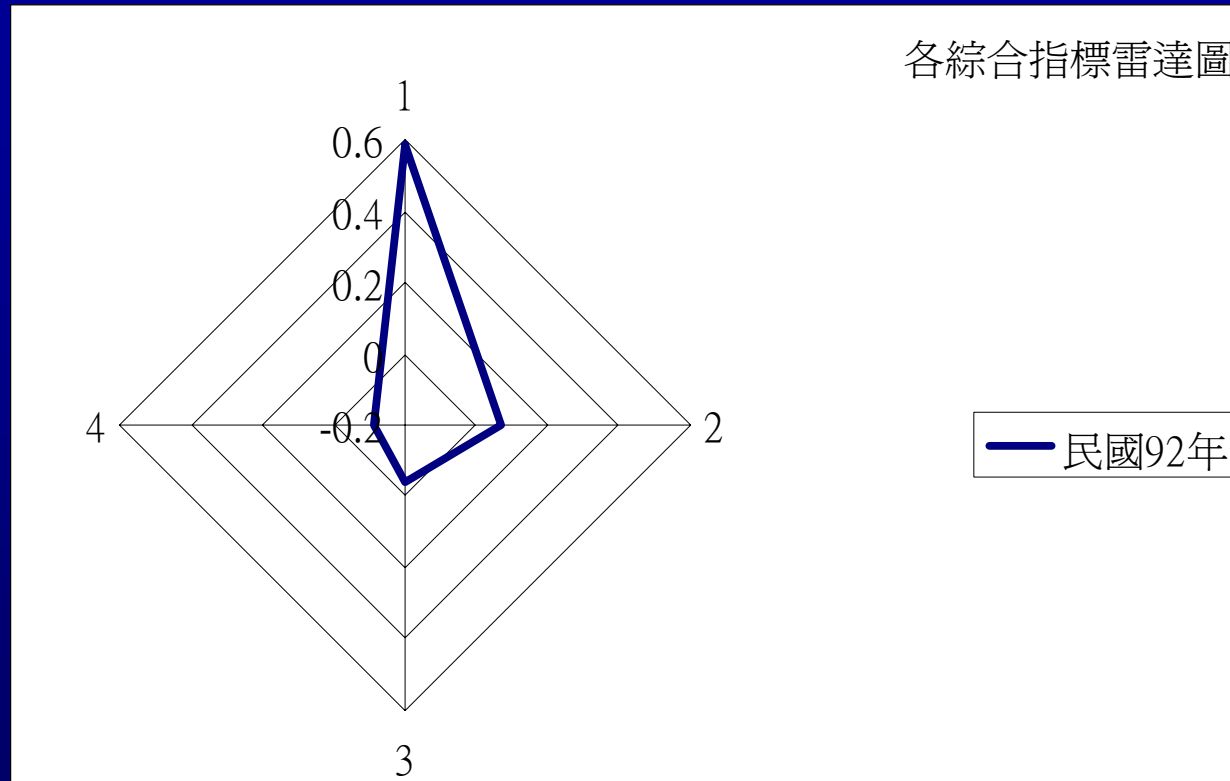
民國九十年各綜合指標表現情形



民國九十一年各綜合指標表現情形



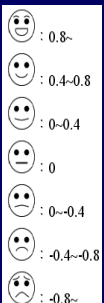
民國九十二年各綜合指標表現情形



歷年運輸部門永續發展情形

年別	永續表現
82	
83	
84	
85	
86	
87	

年別	永續表現 ⁴
88	
89	
90	
91	
92	



結 論

- 適用於運輸系統之績效評估
- 以經濟效率、能源使用、環境保護及社會公平等四個構面，並從減量觀點予以分類
- 建立永續運輸綜合評估指標系統產生器，以做為篩選綜合評估指標之工具
- 由相關文獻篩選出之60項指標中，篩選出27項指標構成永續運輸綜合評估指標系統
- 部分指標由於缺乏時間序列資料，研擬替代指標做為短期內評估使用；尚未建立統計資料之指標，建議納入未來資料庫建置系統中

結 論

- 永續運輸綜合評估指標系統計有24項量化指標，3項質化指標
- 為利實務之操作，由4項綜合指標中透過系統分析方法，再擷取其所含八項原始指標，建立永續運輸評估關鍵指標
- 依粽子理論以3E交互關連指標、交通肇事指標、大眾運輸使用情形指標及交通噪音指標為評估之主軸，以關鍵指標為粽底做為評估之基礎
- 自82年至92年各分年之綜合指標表現上，以87年為分野
- 表現朝永續方向者為89年至91年，而朝不永續狀態者為83年至85年期間

建議

- 受限現有資料庫部分資料不足之影響，社會公平部分之指標因缺乏時間序列資料，故無法納入本年度分析，建議未來逐年蒐集資料，以利進行整合分析
- 綜合評估指標產生器，除可做為產生事後評估之指標系統外，未來可進一步延伸做為研擬事前評估指標系統之基礎
- 透過各年度於綜合指標之表現雷達圖中，可得知各分年不永續之原因，建議可做為相關部門於研擬改進措施之參考，並可做為未來研擬運輸政策時之參考

簡報完畢

敬請指教