

地政學訊

第 81 期，民國 109 年 7 月 11 日

發行人：林老生 系主任

本期主編：邱式鴻

編輯：政治大學地政學系學術發展委員會

地址：臺北市 116 文山區指南路二段 64 號

電話：(02)2938-7106 傳真：(02)2939-0251

網址：<http://landeconomics.nccu.edu.tw>

專題報導

日本區域即時動態定位效能提升

之研究

儲豐宥

(政治大學地政學系助理教授)

一、前言

全球導航衛星系統 (Global Navigation Satellite System, GNSS) 代表者各國的導航衛星系統，其中主要包含了美國的全球定位系統 (Global

Positioning System, GPS)，歐盟的 Galileo，俄羅斯的 GLONASS，以及中國的北斗 (BeiDou navigation System, BDS)。在未來，GNSS 都將會提供三頻的民用訊號，並且考慮了各系統之間的相容性 (compatibility) 以及互通性 (interoperability) 來達成聯合多系統定位之期望。日本的 QZSS 系統雖然是區域型的定位系統，但是它除了能夠與 GPS 三頻信號 L1、L2、L5 完全相容之外，在台灣區域還能夠接收到大部分的 QZSS 的訊號，因此可以很有效地增加台灣地區的定位效能。GPS、GLONASS、BDS、Galileo、QZSS 的比較如表一。

表一 GPS、GLONASS、Galileo、BDS 以及 QZSS 之比較

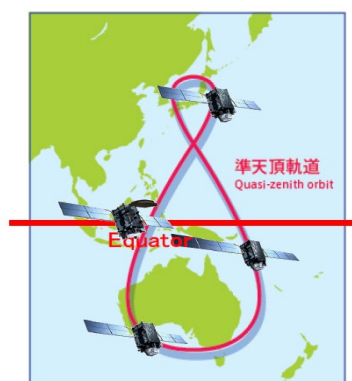
	GPS	GLONASS	Galileo	BDS	QZSS
現今衛星顆數	31	24	20	23 (6GEO/ 7IGSO/10MEO)	4 (1GEO/3IGSO)
軌道面數	6	3	3	IGSO/MEO: 3	IGSO: 3
軌道傾角	55°	64.9°	56°	IGSO/MEO: 55°	IGSO: 43°
軌道高度	20200 km	19100 km	23230 km	IGSO/GEO: 35786 km	IGSO/GEO: 35786 km

				MEO: 21528 km	
運行週期	11h. 58m.	11h. 15m.	14h. 05m.	IGSO/MEO: 24h. MEO: 12h. 50m.	IGSO: 24h.
時間系統	GPST	GLST	GST	BDT	QZSST
與 GPST 之轉換關係	N/A	GPST ≈ GLST-3h+U TC leap sec.	GPST ≈ GST.	GPST ≈ BDT+14 sec.	GPST ≈ QZSST.
坐標系統	WGS-84	PZ-90.11	GTRF	CGCS2000	JGS
使用頻率 (MHz)	L1 : 1575.42 L2 : 1227.60 (L5 : 1176.45, 只 限於 Block IIF 型號衛 星)	G1 : 1602+ k × 0.5625 G2 : 1246+ k × 0.4375 G3 : 1202.02 5	E1 : 1575.42 E5a : 1176.45 E5b : 1207.14 (E6 : 1278.75,商 用)	B1 : 1561.098 B1C : 1575.42 B2a : 1176.45 B2b : 1207.14 B3 : 1268.52	L1: 1575:42 L2: 1227:60 L5: 1176:45 LEX(E6): 1278:75
訊號傳輸方 式	CDMA	FDMA/CDM A	CDMA	CDMA	CDMA

QZSS 有一特徵與其它四個星系頗為不同，它的 IGSO 衛星具有一個特殊”8”字行的地表運行軌跡，如圖一，因此使得 QZSS 至少有一顆衛星在全日本區域上空可以有 60 度以上的衛星仰角，如圖二。除此之外，表一說明了 QZSS 的 L1 頻率可以以 GPS 的 L1 以及 Galileo 的 E1 頻率相同，這也說明了這三個頻率可以互相相容，另外，QZSS 的 L2 頻率可以與 GPS L2 頻率相融合，QZSS 的 L5 頻率可以與 Galileo 的 E5a 頻率相容。

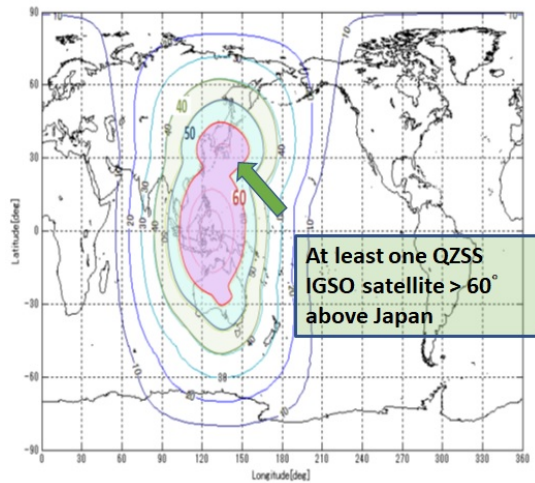
我們可以更進一步的分析在東京上空 QZSS、GPS、以及 Galileo 的最高仰角，成果如下圖三。我們能發現 QZSS 在一天中大部分的時間都比 GPS 以及 Galileo 還要有更高的仰角，除此之

外，QZSS 的最高仰角的均值能達到 82.38 度，而 GPS 以及 Galileo 分別只有 72.27 度以及 68.33 度。

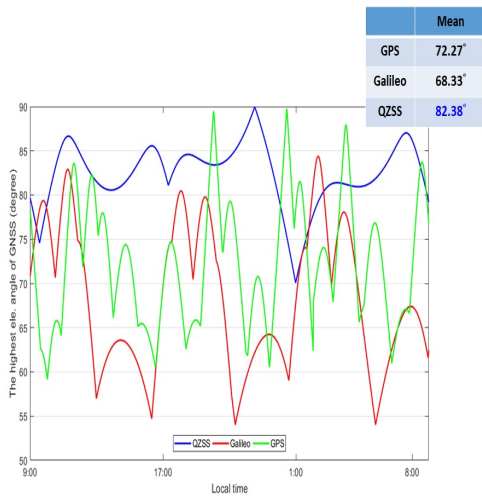


圖一 QZSS 系統中 3 科 IGSO 衛星以及 1 顆 GEO 衛星的地表運行軌跡。IGSO 位特殊的”8”字型，而 GEO 衛星則是在赤道附近晃動(震幅大約緯度方向 2 度以

內)。



圖二 日本全區域以及鄰近地區的最小QZSS衛星仰角。圖中QZSS在日本上空至少有一顆衛星的仰角能夠60度以上(National Space Policy Secretariat, 2019)



圖三 QZSS、GPS以及Galileo一天當中的最高仰角變化。測站位於東京市區。

電離層的折射造成了 GNSS 電碼觀測量比原本距離較長(電碼延遲)，並且造成相位觀測量比原本的距離較短(相位超前)，但是此差異量的絕對值是相等的；此延遲量的大小與訊號頻率、電子活動、衛星仰角有很大的關連。在 L1 頻率上的電離層延遲量可利

用下公式來表示 (Teunissen and Montenbruck, 2017)。

$$\begin{aligned} \text{Ion. delay}_{L1} &= \frac{40.3}{f_{L1}^2} \cdot \text{STEC} \\ &= \frac{40.3}{f_{L1}^2} \cdot \text{VTEC} \cdot \frac{R_E}{R_E + H} \cdot \sin(Z) \end{aligned} \quad (1)$$

式中 R_E 為地球半徑， H 代表地表至假設的電離層薄殼，又稱為平均電離層高度，STEC 表示訊號路徑上的總電子含量(Total Electron Content)，VTEC 代表電離層穿刺點的天頂方向總電子含量。公式(1)中我們得知當假設穿刺點上的總電子含量變化為平靜的時候，電離層延遲量會因為衛星仰角變低而變大。

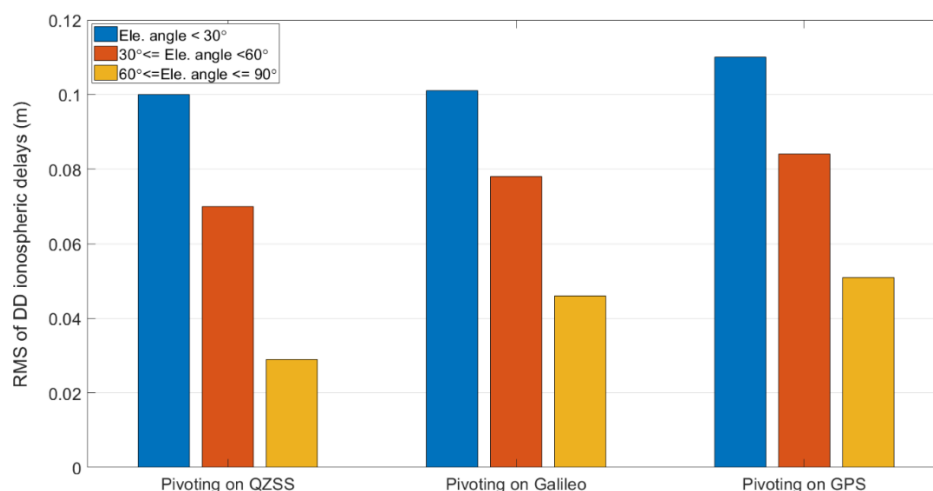
QZSS 能夠與 GPS 以及 Galileo 相容，QZSS 的 L1 能與 GPS 的 L1 以及 Galileo 的 E1 相容，QZSS 的 L2 能與 GPS 的 L2 相容，QZSS 的 L5 能與 GPS 的 L5 以及 Galileo 的 E5a 相容。因此我們能夠在基線計算時 QZSS 能夠與其他兩星系組混和式的二次差分觀測量，例如、主衛星是 QZSS，輔衛星是 GPS，換句話說組合後的二次差分觀測量沒有限制於要在同一種星系下。另一方面，電離層延遲量的影響是 GNSS 定位的主要誤差來源之一，如公式(1)所表示，電離層延遲量能夠表示成 VTEC 以及衛星仰角的函數；假設 VTEC 值的變化平緩的情況下，當衛星仰角增加時，其電離層延遲量將會增大。最後，圖三說明了日本的 QZSS 能夠在日本全區域中一直維持至少一顆衛星能有 60 度以上的高仰角；因此，當 QZSS 衛星與其它星系結合時，

在日本區域能夠獲得更多的高仰角衛星。針對較高仰角衛星會受到較小電離層延遲量的優勢，本研究針對日本區域提出一種 RTK 方法。

二次差分電離層延遲量分析

在這裡我們分析日本東京上空的二次差分電離層延遲量。所使用的資料為東京區域內一條 200 公里的基線，觀測時間為 01/03/2019，觀測期間為 10:00~16:00 (local time)，也就是電

離層處於活躍的時候。首先產生 GPS, QZSS, 以及 Galileo 三種星系的混和式二次差分觀測量，並且分為三種情況，第一種情況是以 QZSS 為主衛星，第二種情況是以 GPS 當主衛星，第三種情況是以 Galileo 為主衛星。接下來我們計算出二次差分電離層延遲量的 RMS 值，分別根據下列三種情況，i) 仰角 $< 30^\circ$ 、ii) $30^\circ \leq$ 仰角 $< 60^\circ$ 、iii) $60^\circ \leq$ 仰角 $\leq 90^\circ$ 。成果如下圖四。



圖四 二次差分電離層延遲量的 RMS 值。藍色代表仰角 $< 30^\circ$ 的情況，橘色代表 $30^\circ \leq$ 仰角 $< 60^\circ$ 的情況，黃色為 $60^\circ \leq$ 仰角 $\leq 90^\circ$ 的情況。

成果顯示出若以 QZSS 為主衛星能夠更進步地降低二次差分電離層延遲量。當仰角 $< 30^\circ$ 的情況以及 $30^\circ \leq$ 仰角 $< 60^\circ$ 的情況而言，以 QZSS 為主衛星的二次差分電離層延遲量比 GPS 以及 Galileo 還要小。當仰角 $< 30^\circ$ 時 QZSS 能夠比 GPS 以及 Galileo 小了約 2 公分左右。這同時也說明了加入了 QZSS 能夠更進一步降低二次差分電離層延遲量。

二、研究方法

本計畫研究列出兩種 RTK 的方法，並使用雙頻觀測量消除電離層的影響。第一種為傳統 RTK 方法，第二種為提出的改良方法。兩種 RTK 方法的主衛星都選擇 QZSS 衛星，這裡有兩個原因，第一、有鑑於圖四的成果，以 QZSS 為主衛星的二次差分電離層

延遲量會比選擇 GPS 以及 Galileo 為主衛星來的小，第二、有 L5 的 GPS 衛星尚未完全部屬完畢，因此並非所有的 GPS 衛星能夠與 Galileo 的 E1 及 E5a 相容，以及 QZSS 的 L1 及 L5 相容。

傳統 RTK 方法包含兩階段，首先於第一階段中，我們要求解寬巷 (Wide-lane, WL) 整數週波值。接下來，我們利用 LAMBDA (Teunissen 1995) 來獲得其寬巷整數週波值。最後，將上述求解出寬巷整數週波值已約制條件方式引入各頻率的二次差分觀測量來求解整數週波值。通常我們會引入二次差分電離層先驗值來加速達成週波值求解的速度。在短以及中長基線的應用中，二次差分電離層先驗值可以簡單地設為 0，而其變方矩陣大小則是經驗方式給予。假如其變方為 0 時，我們稱它為 ionosphere-fixed 模式。另一方面，若變方不為 0 時，我們稱作 ionosphere-weighting 模式。

為了將 QZSS 的優勢帶入傳統的 RTK 方法，在這裡我們可以把傳統法做一個改良。根據圖四的成果，高仰角的次衛星與主衛星產生的二次差分電離延遲量可能會足夠小。因此，我們第一步先利用 ionosphere-fixed 模式以求解出其整數週波值，因為此模型對於當足夠小的殘餘系統係偏差存在時，它依然有足夠強的模型強度來找出正確的整數週波值。下一步，我們把求解出之整數週波值以約制條件引入 ionosphere-float 模式來增加其模型強度。如此一來，既可保持 ionosphere-float 模式的優點，也就是較不會受到電離層的影響，同時也能提升其模型強度，因此可以找到更可靠的週波值解。

三、RTK 效能分析

成果分析部分，我們在東京地區

收集了一條基線，長度 100 公里，觀測時間為一天，取樣頻率為 30 秒，觀測的星群為 GPS、QZSS 以及 Galileo，接收機為 Trimble NetR9。

這裡我們採用兩種成果，第一種是 full-fixing solution，代表某一時刻定位解所包含的週波值能夠全部被找到，第二種是利用 Teunissen et al. (1999) 所提出的 partial-fixing solution，這種方法會在 LAMBDA 法中固定部分較可靠的低相關化後的整數週波值。在傳統法中，當 full-fixing solution 無法達到時，我們便採用 partial-fixing solution。

成果顯示出提出在一天中 (2880 個時刻)，改良法能夠達到 full-fixing solutions 的時刻所佔的百分比能達到 71.32%，相較之下，傳統法只達到 30.66%，因此提出的改良法能夠改善 41% 左右；另一方面，定位精度的比較上，提出的改良法的 RMS 值能達到 0.039m，而傳統法為 0.054m，這一部分提出的改良法提升了 26%。

四、結論

電離層延遲量的影響是 GNSS 定位的主要來源之一。電離層延遲量能夠表示成 VTEC 以及衛星仰角的函數；假設 VTEC 值的變化平緩的情況下，當衛星仰角增加時，其電離層延遲量將會減小。

針對這 QZSS 在日本的益處，本研究針對日本區域提出一種 RTK 方法。此方法整合了 QZSS、GPS 以及 Galileo 三個星系，此外，配合利用 ionosphere-fixed 模式以及 ionosphere-float 模式的各自優點來求解整數週波值。研究成果指出此方法能夠有效地提升中長基線 RTK 的效能。

日本的 QZSS 在台灣雖然無法像日

本一定會有一顆以上的高仰角衛星，但是至少可以增加台灣上空的高仰角衛星數目，這對台灣的都市環境來說也是一個可提升 GNSS 定位效能的方法。因此，本研究未來將會探討 QZSS 的幫助是否可以提升台灣的定位環境。

參考文獻

National Space Policy Secretariat (2019) QZSS update, In: NCRS 6, London, January 16-25, 2019.

Teunissen PJG (1995) The least-squares ambiguity decorrelation adjustment: a method for fast GPS integer ambiguity estimation. *Journal of geodesy* 70 (1-2):65-82.

Teunissen PJG (1999) An optimality property of the integer least-squares estimator. *Journal of geodesy* 73 (11):587-593.

多星系觀測量效益評估之研究

甯方璽

(政治大學地政學系副教授)

曾義傑

(政治大學地政學系碩士)

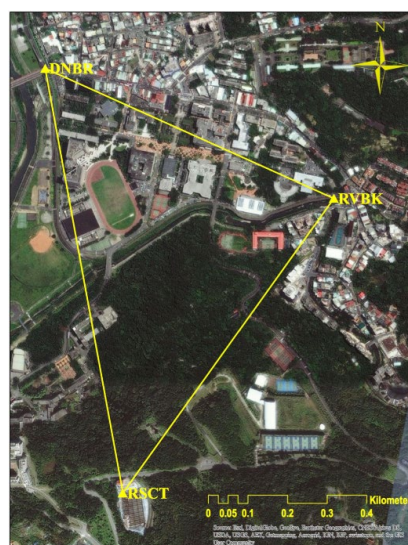
一、前言

全球導航衛星系統 (Global Navigation Satellite System, GNSS) 發展至今，主要的系統有美國 (Global Positioning System, GPS)、俄羅斯 (Global Navigation Satellite System, GLONASS)、歐盟 (Galileo) 和中國 (Beidou Navigation Satellite System, BDS) 等國的衛星定位系統，然而在同一個時刻得到多星系、多頻率的衛星

訊號是否能在遮蔽環境中增加觀測精度，本研究以國立政治大學為實驗區，選擇三點作長時間的靜態定位觀測，再利用 GrafNet 軟體解算及分析結果。

1.1 資料來源

本研究以國立政治大學 (以下簡稱政大) 為實驗區，在考量網形幾何強度和遮蔽情況後，本實驗選擇三點作長時間的靜態定位觀測，接收多個星系的衛星訊號，包含 GPS、GLONASS 和 BDS 等。點位分佈分別為政大研究暨創新育成總中心樓頂 (以下稱為 RSCT)、道南橋靠政大側橋頭 (以下稱為 DNBR) 及醉夢溪畔政大社會科學資料中心旁河堤上 (以下稱為 RVBK) (如圖一)，所使用之儀器及詳細接收資訊如下表 (表一)。



圖一、點位位置圖

表一、觀測資訊表

	接收日期與時間	觀測時間
實驗	06-July-2016 10:00至13:00	3小時
	接收儀型號	天線型號
實驗	NovAtel ProPak6	NovAtel GPS-703-GGG

1.2 使用軟體

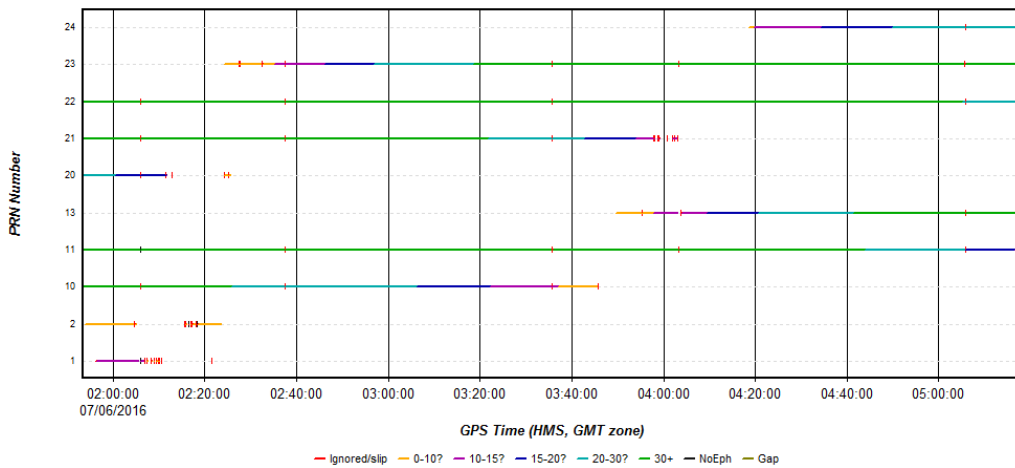
本研究使用NovAtel及Waypoint公司共同開發之GrafNet軟體，用於GNSS(GPS、GLONASS和BDS)資料處理。GrafNet有四大處理模式(NovAtel Inc, 2016)：靜態固定解(Fixed static solution)、快速靜態解(ARTK solution)、浮動解(Float solution)與無電離層影響(Iono-free solution)之解，其優勢主要在於可以同一時間或長時間多靜態基線聯合結算和整體網形平差。另外，GrafNet採用On-The-Fly(OTF)方式和卡爾曼濾波器來處理GNSS動態與靜態的相位週波未定值(Cycle Ambiguity)。

二、研究設計

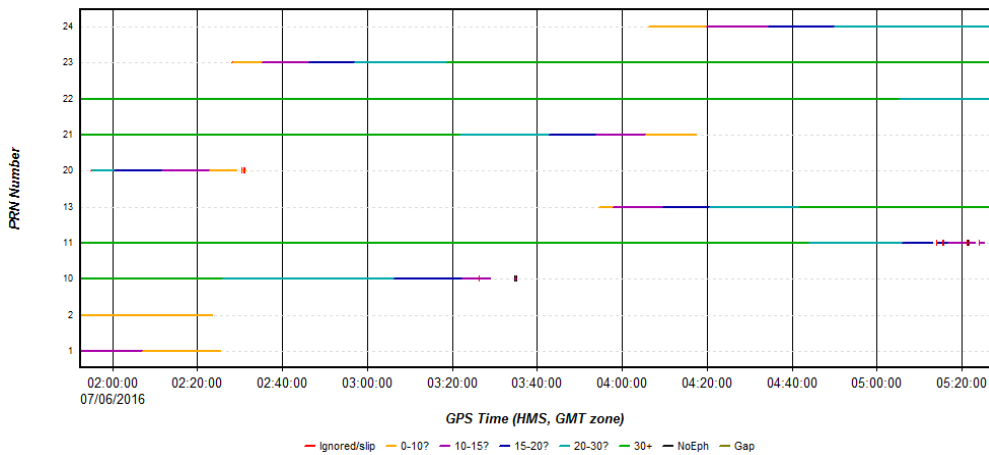
本研究設計兩個實驗，實驗一為星系組合比較；實驗二為納入地形遮蔽後，透過不同星系組合，以評估多星系之觀測效益，詳細實驗說明如後。

2.1 星系組合實驗

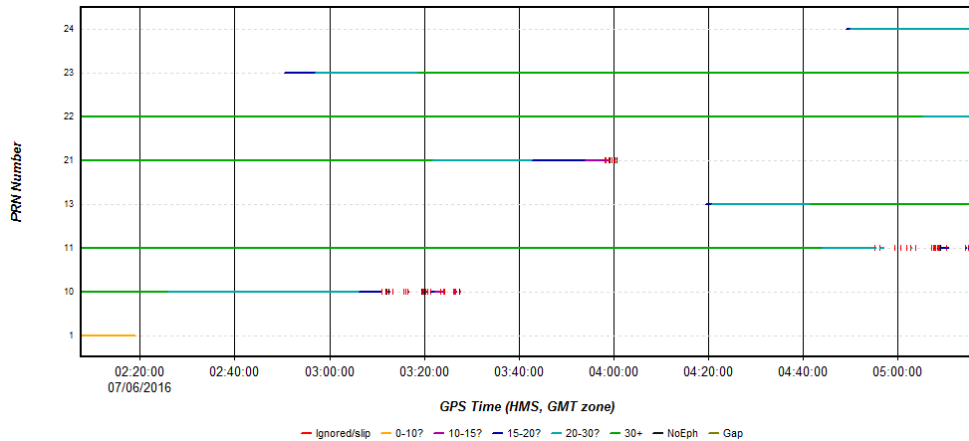
將三種星系(GPS、GLONASS、BDS)做排列組合解算後比較基線長度及精度。然而於本實驗區，可接收到之GLONASS衛星在同一時間內由於衛星數及幾何分布等因素(詳見圖二、圖三及圖四)造成GLONASS無法單獨解算，因此共只有六種組合情形，分別是：GPS+GLONASS+BDS、GPS+GLONASS、GPS+BDS、GLONASS+BDS、GPS及BDS。



圖二、GLONASS L1 Satellite Lock(DNBR站)



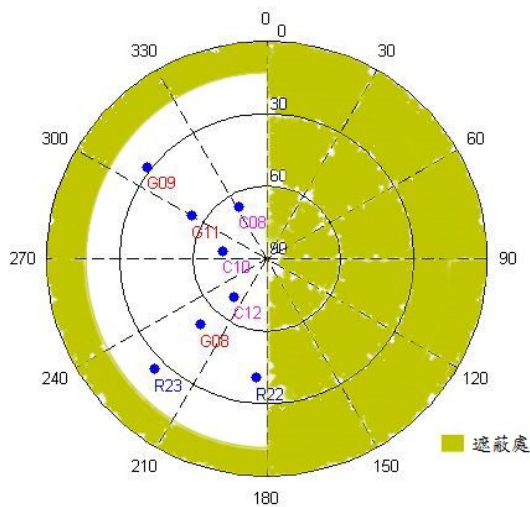
圖三、GLONASS L1 Satellite Lock(DSCT站)



圖四、GLONASS L1 Satellite Lock(RVBK站)

2.2 遮蔽狀況實驗

本實驗模擬當有地形遮蔽之情況時，利用多衛星系統增加觀測量，對定位時之效益，模擬地形遮蔽圖如圖五。圖五所示，可觀測的GPS衛星(G08、G09和G11)三顆、GLONASS衛星(R22和R23)兩顆及BDS衛星(C08、C10和C12)三顆，各星系皆少於四顆衛星的情形下，無法單獨解算，因此利用各星系組合成3GPS+3BDS+2GLONASS、3GPS+2GLONASS及3BDS+2GLONASS三組進行分析比較。



圖五、模擬地形遮蔽圖

三、成果分析

星系組合將各種組合之DOP值及平均可視衛星數整理如表二所示，GPS+GLONASS+BDS的平均可視衛星數最高，DOP值最低，隨著參與解算的星系減少，平均可視衛星數隨之降低，且DOP值也隨著升高。DOP值越小，代表衛星幾何分布越好，因此本研究之星系組合及遮蔽狀況實驗之基線長度比較皆以GPS+GLONASS+BDS組合之基線成果為基準。

3.1 星系組合成果

經由GrafNet軟體解算各種組合之基線如表三所示，其中GPS+GLONASS組合之基線精度最高0.9~1.5左右的ppm，而GLONASS+BDS及BDS精度最低，約有3.9~6.7ppm左右。由此實驗可看出多星系解算之成果優於單星系解算，唯GLONASS+BDS之精度較GPS低。而GLONASS+BDS與BDS單獨計算之基線精度相同，但在GPS在增加GLONASS後，卻大大增加了基線精度。因此在本研究中，GLONASS對輔

助 GPS 定位有明顯的幫助，而 GLONASS 對 BDS 定位並無顯著的貢獻。然基線長度比較的部分，基線長度差幾乎都在 $\pm 5\text{mm}$ 內，只有 GLONASS+BDS、GPS 及 BDS 的 DNBR 到 RVBK 之基線差達 $\pm 10\sim 19\text{mm}$ 。

3.2 遮蔽狀況成果

本實驗以遮蔽一半天空、另一半天空僅剩三顆 GPS 衛星、兩顆 GLONASS 衛星及三顆 BDS 衛星進行研究，在地形遮蔽的情況下，多星系確實產生其效益解決了單星系無法進

行定位狀況。實驗成果以比較基線長度呈現，基線長度標準與多星系實驗相同，皆以 DOP 值最低之 GPS+GLONASS+BDS 組合為基線長度基準。

由表四可知，即使遮蔽一半天空，多星系觀測有效使原本無法定位之單星系(三顆 GPS 衛星、兩顆 GLONASS 或三顆 BDS 衛星)定位成功，基線精度維持在 7ppm 之內，且基線長度與無遮蔽狀況比較其差值低於 18mm 。

表二、各基線可視衛星數之 DOP 值

衛星系統	基線平均可視衛星數 / DOP 值		
	DNBR to RVBK	RSCT to DNBR	RSCT to RVBK
GPS+GLO+BDS	19.7 / 1.676	18.9 / 1.669	19.5 / 1.549
GPS+GLO	11.8 / 2.206	12.3 / 1.966	11.8 / 2.206
GPS+BDS	17.7 / 1.838	17.9 / 1.803	18.5 / 1.656
GLO+BDS	9.9 / 3.664	9.9 / 3.535	10.7 / 2.928
GPS	7.8 / 2.864	8.0 / 2.609	7.8 / 2.864
BDS	9.9 / 3.664	9.9 / 3.260	10.7 / 3.232

表三、基線誤差(ppm)表

起點	終點	精度	距離	Δ
星系	GPS+GLONASS+BDS			
DNBR	RVBK	5.084 ppm	725.313 m	n/a
RSCT	DNBR	3.775 ppm	990.107 m	n/a
RSCT	RVBK	2.989 ppm	833.490 m	n/a
星系	GPS+GLONASS			
DNBR	RVBK	1.477 ppm	725.311 m	-0.002 m
RSCT	DNBR	0.911 ppm	990.109 m	0.002 m
RSCT	RVBK	1.294 ppm	833.491 m	0.001 m
星系	GPS+BDS			
DNBR	RVBK	4.492 ppm	725.314 m	0.001 m
RSCT	DNBR	3.198 ppm	990.105 m	-0.002 m
RSCT	RVBK	3.179 ppm	833.491 m	0.001 m
星系	GLONASS+BDS			
DNBR	RVBK	6.689 ppm	725.302 m	-0.011 m

RSCT	DNBR	3.980 ppm	990.100 m	0.003 m
RSCT	RVBK	6.145 ppm	833.487 m	-0.003 m
星系	GPS			
DNBR	RVBK	4.421 ppm	725.332 m	0.019 m
RSCT	DNBR	2.768 ppm	990.108 m	0.001 m
RSCT	RVBK	4.228 ppm	833.492 m	0.002 m
星系	BDS			
DNBR	RVBK	6.689 ppm	725.303 m	-0.010 m
RSCT	DNBR	3.980 ppm	990.103 m	-0.004 m
RSCT	RVBK	6.145 ppm	833.487 m	-0.003 m

表四、GLONASS輔助基線成果與誤差表

至	到	DOP 值	精度	距離	Δ
星系	3GPS+2GLONASS+3BDS				
DNBR	RVBK	18.1	4.395 ppm	725.330 m	0.017 m
RSCT	DNBR	15.94	2.606 ppm	990.114 m	0.007 m
RSCT	RVBK	18.12	2.603 ppm	833.493 m	0.003 m
星系	3GPS+2GLONASS				
DNBR	RVBK	230.95	6.993 ppm	725.329 m	0.016 m
RSCT	DNBR	215.47	5.804 ppm	990.119 m	0.012 m
RSCT	RVBK	231.17	1.710 ppm	833.495 m	0.005 m
星系	3BDS+2GLONASS				
DNBR	RVBK	70.71	4.907 ppm	725.328 m	0.015 m
RSCT	DNBR	70.71	2.156 ppm	990.113 m	0.006 m
RSCT	RVBK	70.71	4.273 ppm	833.492 m	0.002 m
星系	3GPS+3BDS				
DNBR	RVBK	205.94	1.179 ppm	725.329 m	0.016 m
RSCT	DNBR	98.36	0.577 ppm	990.114 m	0.007 m
RSCT	RVBK	206.45	1.067 ppm	833.491 m	0.001 m

四、結論

以往相關研究皆以模擬數據進行多星系組合，並以衛星數量及 DOP 值來判斷精度提昇與否，本研究乃以實測資料進行計算與分析觀測全球導航衛星系統多星系之效能，發現加入多星系衛星系統後，能增加可視衛星數

及增強衛星幾何強度，但實際定位成果顯示並不是所有組合星系其成果都能與其 DOP 值呼應，可能與其施測所在位置有關。從星系組合實驗中，發現兩個或以上星系觀測精度皆較單一星系佳，顯示衛星系統的增加可提高定位精度，其中，GPS 與 GLONASS 二星系聯合解算有最佳精度，然而 GPS+GLONASS+BDS 之定位精度較

GPS+BDS 低，這顯示了在本研究之實驗區，GLONASS 星系並不能有效提高定位精度，其原因可能為 GLONASS 主要服務中高緯度地區，而本實驗區處於中低緯度。在遮蔽狀況實驗中，成功透過多星系增加觀測量，克服單星系時衛星數不足無法定位之問題，且基線精度仍舊維持在 7ppm 之內，且基線長度與無遮蔽狀況比較其差值低於 18mm。

都市更新案例申請綠建築

標章之成本

孫振義

(政治大學地政學系教授)

近幾年在快速都市化情形之下，越來越多民眾遷住到都市地區。但是在不同時空的發展背景遷移下，都市發展重心隨之轉移，連帶使得許多地區面臨衰退與發展停滯的危機。對臺灣而言，針對於老舊地區衰退的問題，大多以都市更新的手段解決。

另一方面，為促使建築設計呼應永續都市發展的概念，政府提倡綠建築設計，以減緩氣候變遷帶來之影響，並達到生態、節能、減廢與健康的目標。目前鼓勵私人建案採用綠建築技術的方式，主要是在都市更新容積獎勵項目中，將取得綠建築候選標章納為其中一個獎勵項目。然而市面上對於綠建築之造價普遍有高估之情形，讓建商在成本考量下，儘管有容積獎勵之獲益挹注，但建商對於綠建築之採用意願仍抱持保留態度。

在臺灣的都市更新制度下，綠建築成為容積獎勵的項目之一，並且於

2019 年 05 月 15 日都市更新建築容積獎勵辦法最新修法後，更確立取得各等級候選綠建築證書之容積獎勵數額。但相較於國外之獎勵方式，僅對於因綠建築相關設計而增加之建築容積，可不納入總容積計算，臺灣之容積獎勵給予情形相對較為寬鬆。

綠建築成本事業主在開發時相當重要的考量因素之一，目前亦有眾多學者對於綠建築的造價成本 (\$/m²) 進行相關研究。根據內政部相關研究蒐集 36 棟一般傳統住宿類建築及 37 棟住宿類綠建築進行比較分析後，可發現兩者平均僅有 24 美元的差距(約 1.58%)，並且發現綠建築的造價在銀級以下之等級並未必然高於一般傳統建築。足見，部分住宿類綠建築因額外的設計，確實可能增加些許成本，但成本增加範圍應在 5% 以內。

就都市更新案件而言，截至 2019 年 3 月底止，新北市共有 116 件重建類都市更新案，其中 65 案申請綠建築容積獎勵且獲得核准。對於 65 個申請綠建築容積獎勵的都市更新案件進行初步統計，其綠建築容積獎勵共取得 45,744.26 平方公尺，平均一個案件為 703.76 平方公尺，單一案件取得容積獎勵值最大值為 3,561.24 平方公尺，最小值為 183.40 平方公尺。而在 65 個都市更新案件中，具有提列綠建築成本者為 9 案。

根據這些案例顯示，不同都市更新案其列之綠建築成本項目數量與內容具有明顯差異，其中提列之成本為最高者為 1088 元/m²。且若以受益的角度思考，則經計算後發現，這些案件因綠建築獎勵所得之每平方公尺獎勵收益約小於 2,000 元，且有四案落在 1,000 元左右。值得一提的是，都

地政活動紀實

市更新案例除營建成本外，尚包含規劃設計、測量、權利變換、管理費用以及相關規費稅捐等，因此都市更新案之收益在實務上仍需再扣除前述費用後，建築開發商(實施者)才從折價抵付的樓地板中獲取管理或銷售溢價之可能利潤，足見，從都市更新綠建築容積獎勵獲取之衍生利潤並不如外界想像中高。

整體而言，達綠建築銀級標準之都市更新案件，提列成本多在每平方公尺增加 600 元至 900 元台幣之間。並且，從都市更新案例之總樓地板面積、綠建築成本項目提列與綠建築得分進行分析後得知，綠建築得分高低並影響提列綠建築成本的主要因素。詳細檢視成本項目提列與綠建築項目之間之關係，可發現較常被提列的綠建築設施成本項目主要為植栽、玻璃、粉刷塗料、省水器具、雨水回收系統以及垃圾處理設備等，但其中像是玻璃與粉刷塗料，若總樓地板面積越大，其工料使用量也越大，進而產生都市更新案例總樓地板面積越大則總提列成本也越高之情形。

最後，對於都市更新推動而言，都市更新案例因綠建築容積獎勵約可增加 2,000 元/平方公尺以下之受益，足見，相對於其他不須付出成本即可增加容積數額之獎勵項目，綠建築容積獎勵仍在合理範圍。然而綠建築標章自 1999 年推動迄今已近 20 年歷史，綠建築設計也逐漸成為建築物標準設計，是以，政府或可在適當時機檢討都市更新綠建築容積獎勵政策，並考慮逐步調降綠建築容積獎勵比例。

1. 本系於 109 年 6 月 2 日 16 時至 18 時，邀請瑞竣科技股份有限公司李政諭資深專員於綜合院館 270610 教室演講，講題為「不動產資料分析案例分享」。
2. 本系於 109 年 6 月 4 日 12 時至 14 時，邀請台灣電力公司總管理處張小燕科長於綜合院館 270101 教室演講，講題為「從核能電廠到文創事業」。
3. 本系於 109 年 6 月 10 日 13 時至 16 時，邀請中興工程顧問社防災科技研究中心李璟芳正研究員兼組長於綜合院館 270610 教室演講，講題為「多元遙測技術於邊坡災害之評估與應用」。
4. 本系於 109 年 6 月 10 日 13 時至 16 時，邀請宇豐不動產估價師聯合事務所陳志豪副所長於綜合院館 270103 教室演講，講題為「訴訟估價實務」。
5. 本系於 109 年 6 月 11 日 13 時至 16 時，邀請 CBRE Taipei Office 世邦魏理仕集團研究部黃方欣資深不動產市場分析師於綜合院館 270405 教室演講，講題為「台北市商用不動產市場分析-兼論新冠病毒的衝擊」。

* 本學訊可至地政學系網站 (<http://landeconomics.nccu.edu.tw>) 下載