

結合GPS與北斗導航系統對於 衛星定位測量效能之影響



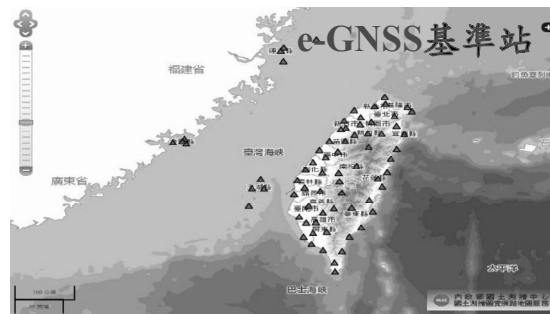
楊名

國立成功大學測量及空間資訊學系



無線數據通訊及衛星定位測量結合地籍測量應用研討會 106年12月26日

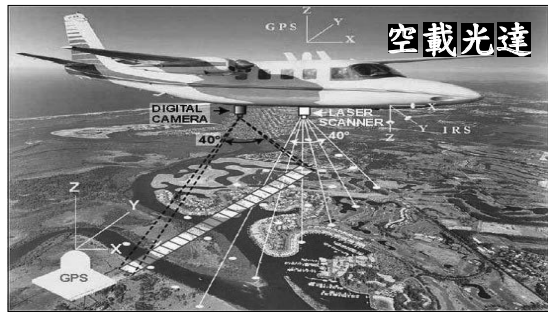
「靜態」GPS衛星定位測量



「動態」GPS衛星定位測量



測量車



空載光達



機具控制



海洋測量



中国北斗卫星导航系统试运行

12月27日，中国北斗卫星导航系统开始向中国及周边地区提供连续的导航定位和授时服务。2012年底，将提供正式运行服务。

北斗卫星导航系统
“三步走”发展战略

第1步

2000年
初步建成卫星
导航试验系统

第2步

2012年
导航系统将为中国
及周边地区提供服务，
覆盖区内定位精度达到
10米

第3步

2020年
北斗卫星导航系统
形成全球覆盖能力

本图信息来源：
中国卫星导航系统
管理办公室

中新网
Chinanews.com

中新社2011年12月27日赵旭制图

北斗導航衛星系統(BDS)

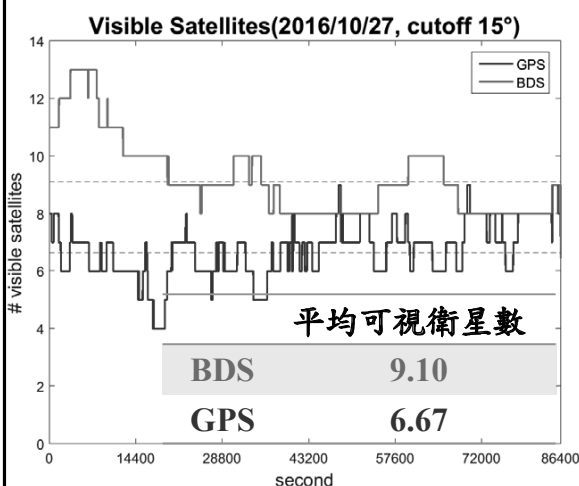
- **MEO + IGSO + GEO**



- 自2012年底起提供亞太地區區域性定位服務，並預計自2020年提供全球性定位服務
- 包含中軌衛星(MEO)、傾斜地球同步衛星(IGSO)、地球靜止衛星(GEO)三種軌道
- GEO衛星提供廣域差分定位功能(授權用戶)
- GEO及MEO衛星提供簡訊傳輸功能(授權用戶)

5

為何結合GPS及BDS？



- 陳彥廷(2016)研究成果顯示結合GPS及BDS可有效降低RTK初始化時間

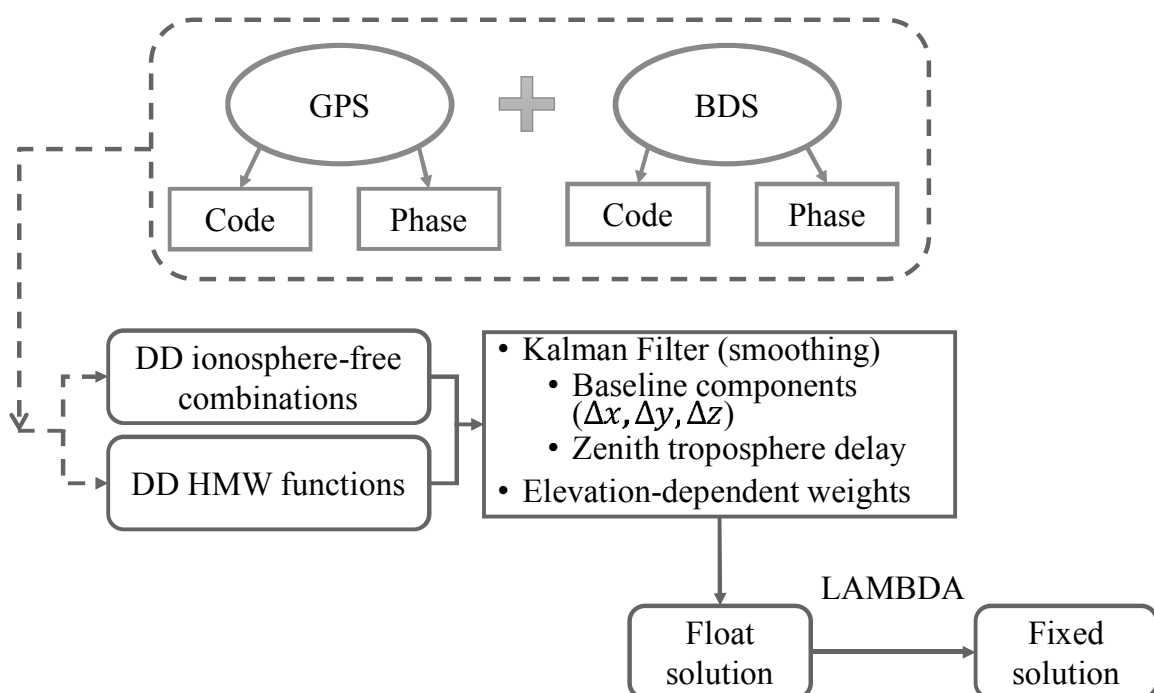
6

研究目標：探討對於衛星定位效能之影響

1. 靜態控制測量達到固定精度門檻所需之擺站時間是否可以縮短？(適用於控制、圖根測量)
2. 連續追蹤站每日坐標解之定位精度是否可獲得提升？(適用於大地基準維護、地殼變動監測)
3. 動態定位測量之定位精度是否可獲得提升？(適用於陸地、海上、空中之動態測量)

7

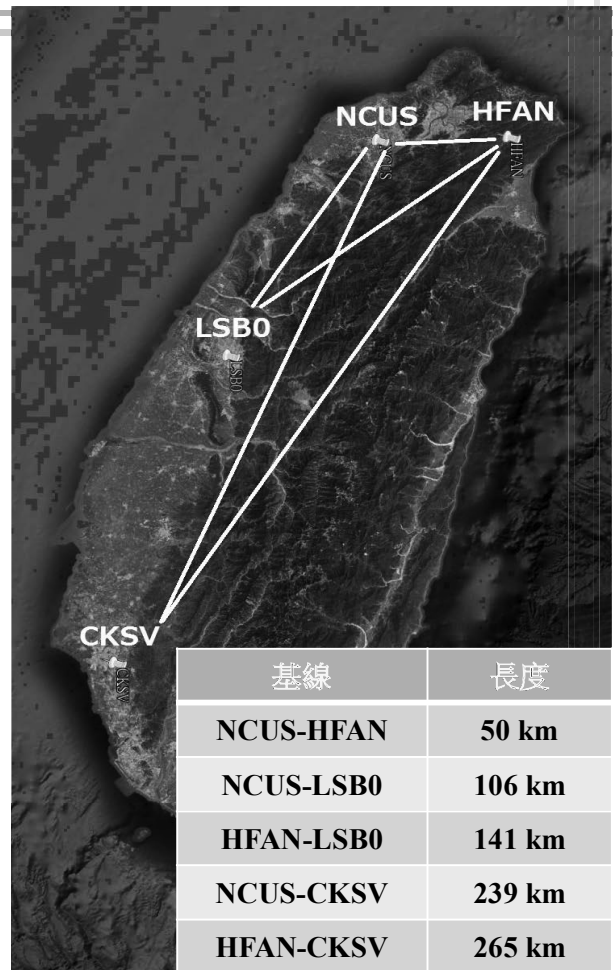
研究方法：自行發展適合之解算軟體(NCKU)



8

實驗觀測資料

- 測試站
 - 分布如右圖
- 接收儀
 - Trimble NetR9
- 衛星截仰角
 - 15度
- 日期
 - 2017/08/25
- 測試站坐標真值
 - 以美國JPL GIPSY軟體計算之一個月坐標平均值



衛星精密星曆

- 目前有提供美國GPS、俄羅斯GLONASS、歐盟Galileo、中國大陸BDS、日本QZSS衛星的精密星曆供長距離基線計算使用之學術單位如下：

Institution	ID	Constellations
CNES/CLS	grm	GPS+GLO+GAL
CODE	com	GPS+GLO+GAL+BDS+QZS
GFZ	gfm,gfb	GPS+GLO+GAL+BDS+QZS
JAXA	qzf	GPS+QZS
TUM	tum	GAL+QZS
Wuhan Univ.	wum	GPS+GLO+GAL+BDS+QZS

瑞士伯昂大學

德國地學中心

大陸武漢大學

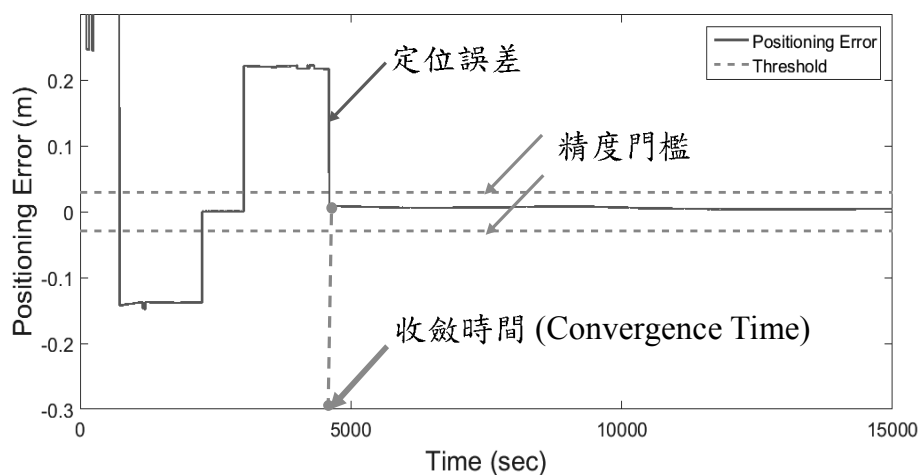
靜態定位測量

11

收斂時間：靜態控制測量所需之最短觀測時間

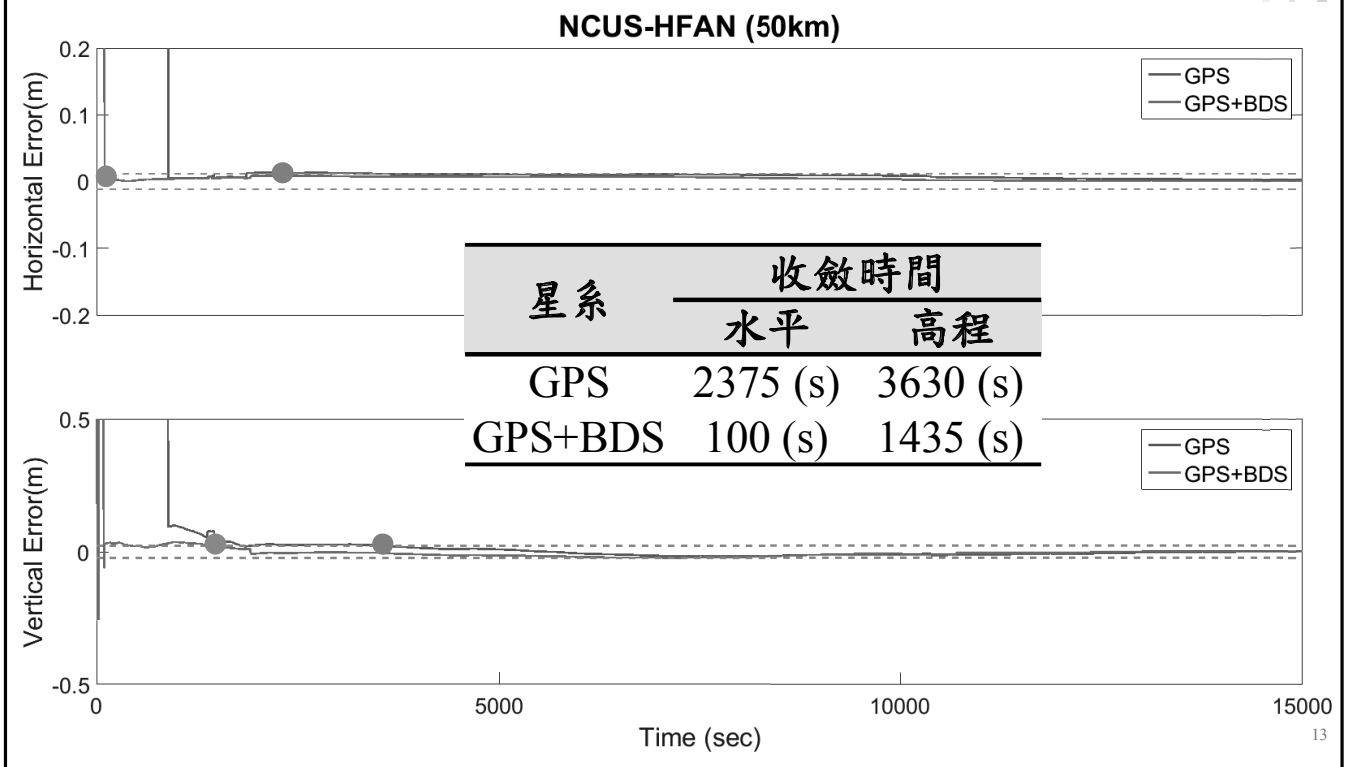
收斂時間：定位誤差 < 精度門檻 所需之最短觀測時間

精度門檻 $\left\{ \begin{array}{l} \text{水平} = 3 \text{ mm} + 0.1 \text{ ppm} \\ \text{高程} = 3.5 \text{ mm} + 0.4 \text{ ppm} \end{array} \right.$ (Trimble Net R9儀器精度)

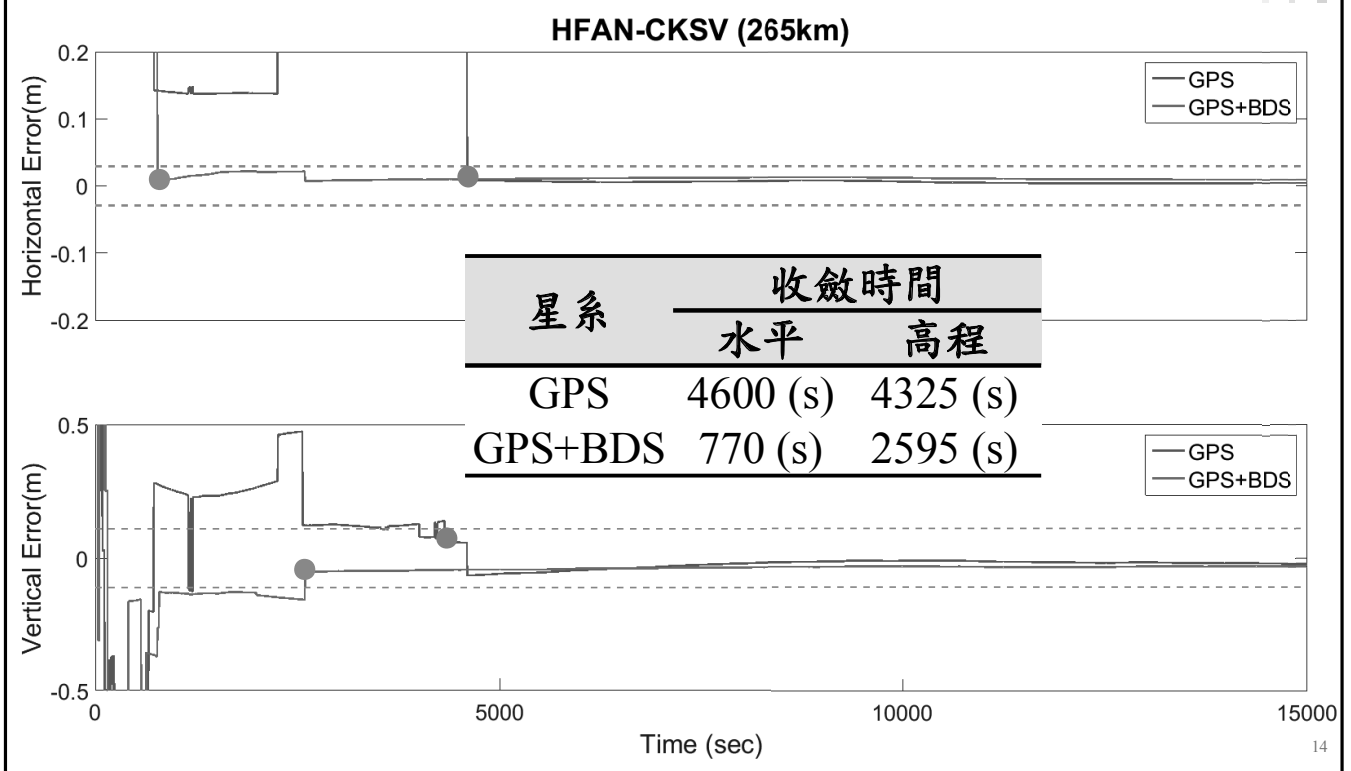


12

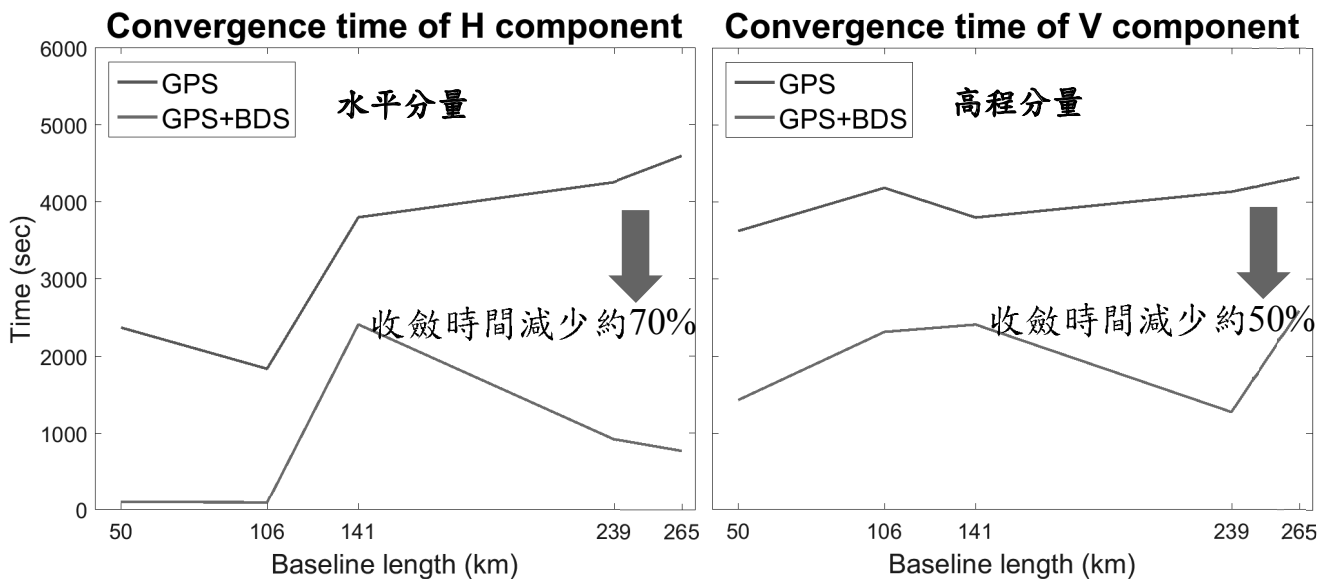
靜態測量收斂時間：比較GPS與GPS+BDS兩種星系



靜態測量收斂時間：比較GPS與GPS+BDS兩種星系



靜態測量收斂時間：比較GPS與GPS+BDS兩種星系



對一般的靜態測量而言，為達到固定精度門檻所需之擺站時間可在結合雙星系後減少約50%。

15

追蹤站24小時連續觀測之靜態定位精度比較

基線長度	水平定位誤差 (m)			高程定位誤差 (m)		
	GPS	GPS+BDS	差值	GPS	GPS+BDS	差值
50 km	0.002	0.002	-0.001	-0.003	0.003	0.006
106 km	0.004	0.005	0.001	0.002	0.003	0.001
141 km	0.005	0.003	-0.002	0.006	-0.002	-0.008
239 km	0.004	0.008	0.004	-0.010	-0.008	0.003
265 km	0.004	0.005	0.001	-0.009	-0.012	-0.004
差值平均	0.004	0.005	0.001	-0.003	-0.003	0.000
均方根	0.004	0.005	0.002	0.007	0.007	0.005

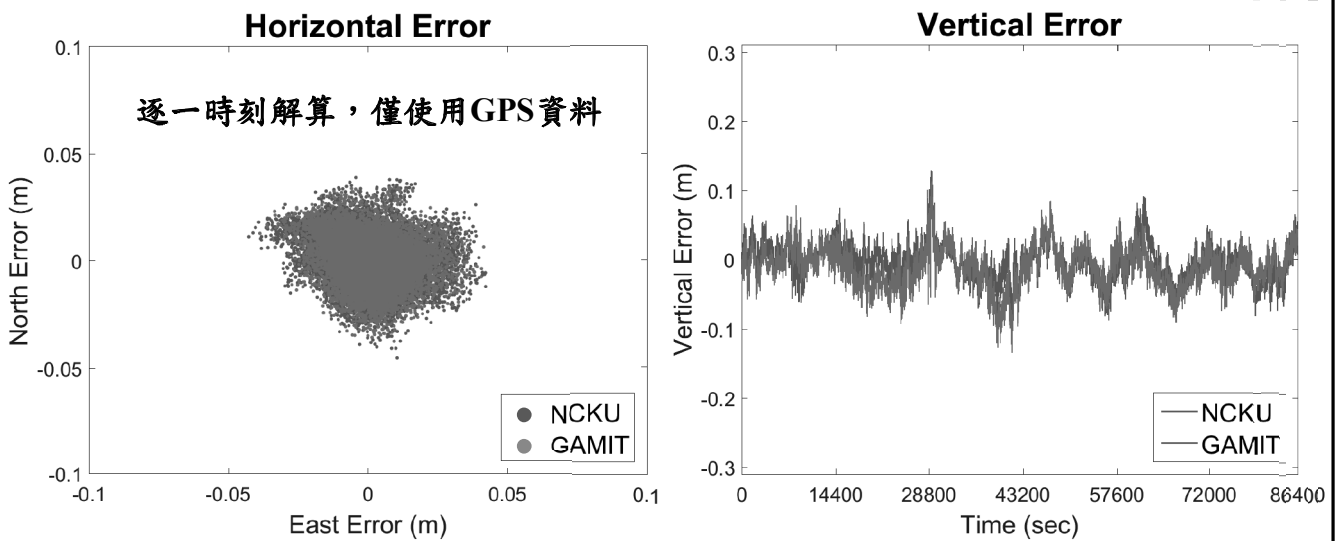
對連續追蹤站而言，兩種星系的每日解(Daily Solution)定位精度是非常接近的，結合雙星系並無法明顯提升24小時連續觀測之靜態定位測量精度。

16

動態定位測量

動態定位精度分析：比較NCKU與美國GAMIT軟體

NCUS-HFAN (50km)

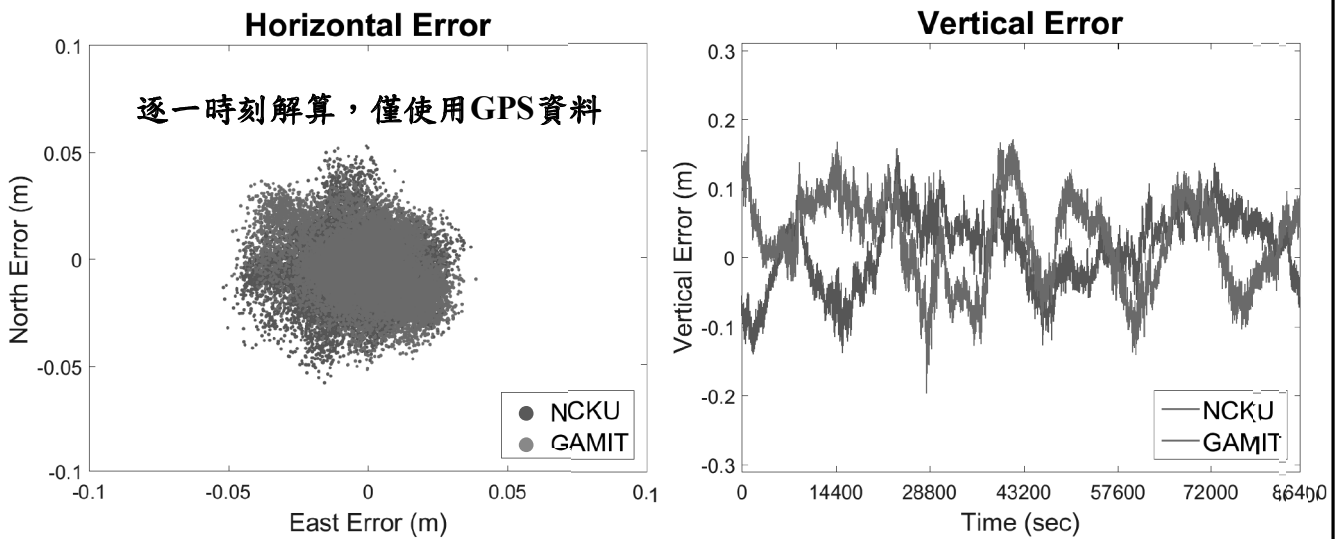


軟體	均方根誤差 (m)	
	水平	高程
NCKU	0.015	0.027
GAMIT	0.014	0.031

兩套軟體之精度接近 ¹⁸

動態定位精度分析：比較NCKU與美國GAMIT軟體

HFAN -CKSV (265km)

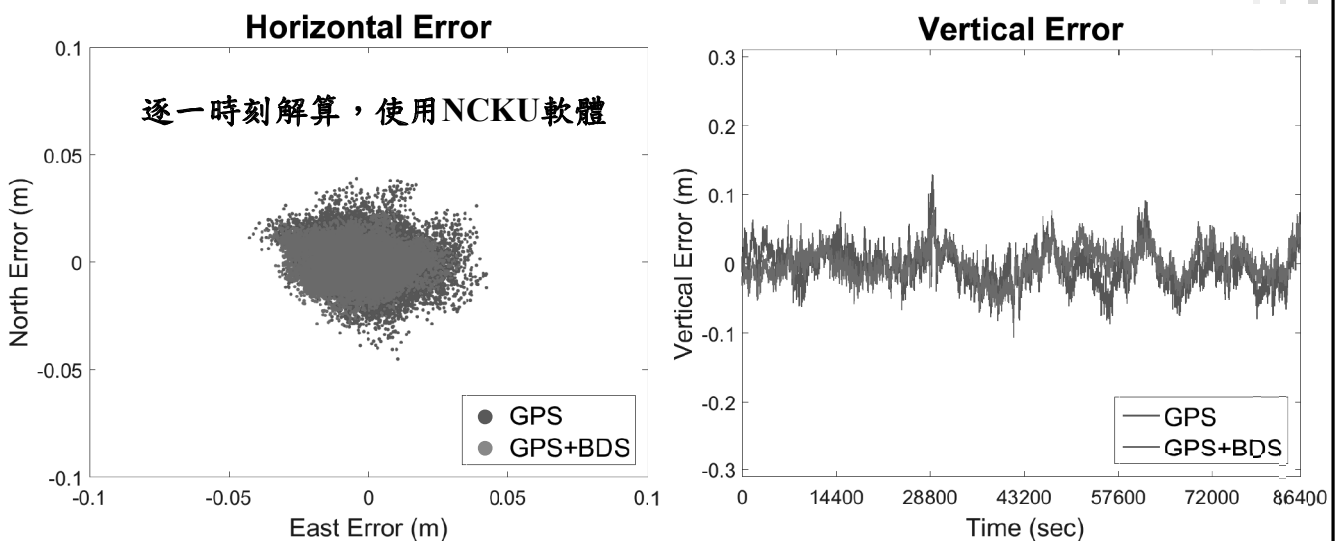


軟體	均方根誤差 (m)	
	水平	高程
NCKU	0.020	0.055
GAMIT	0.020	0.068

兩套軟體之精度接近

動態定位精度分析：比較GPS與GPS+BDS兩種星系

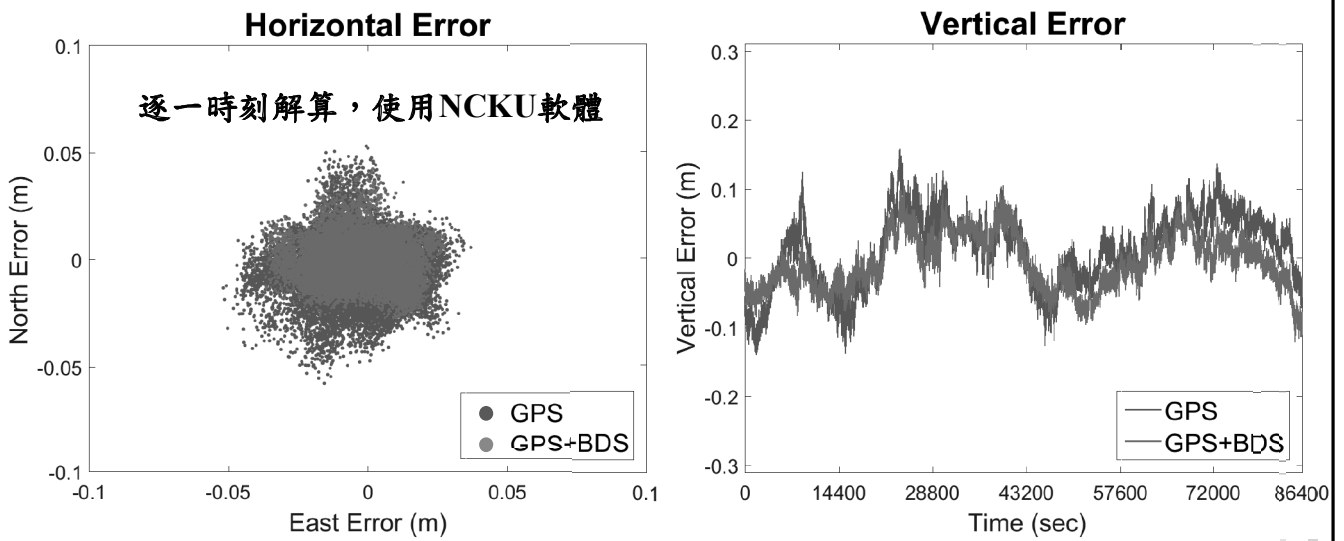
NCUS-HFAN (50km)



星系	均方根誤差 (m)	
	水平	高程
GPS	0.015	0.027
GPS+BDS	0.014	0.022

動態定位精度分析：比較GPS與GPS+BDS兩種星系

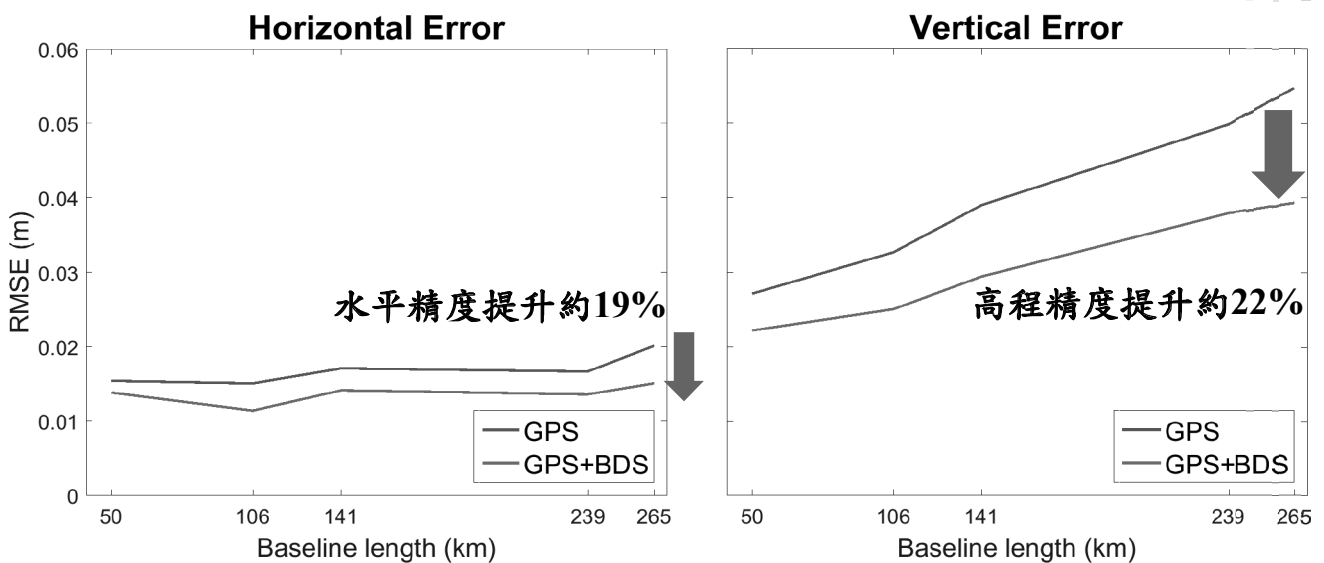
HFAN -CKSV (265km)



星系	均方根誤差 (m)	
	水平	高程
GPS	0.020	0.055
GPS+BDS	0.015	0.039

21

動態定位精度分析：比較GPS與GPS+BDS兩種星系



對動態定位測量而言，結合雙星系可以提升水平定位精度約19%，且對於高程分量的提升較水平分量明顯。

22

結論

• 靜態定位測量

- 對一般的靜態測量而言，為達到固定精度門檻所需之擺站時間可在結合GPS及BDS系統之後減少約50%。
- 對連續追縱站而言，兩種星系的每日解(Daily Solution)定位精度是非常接近的，結合雙星系並無法提升24小時連續觀測之靜態測量精度。

• 動態定位測量

- 對動態測量而言，結合雙星系可約略提升19%之水平定位精度，以及22%之高程定位精度。