



National Land Surveying and Mapping Center, Ministry of the Interior

三維即時坐標轉換輔助VBS-RTK定位技術 獲得法定坐標系統測量成果之研究

內政部國土測繪中心
控制測量課 莊峰輔課員

VBS-RTK可快速獲得公分級測量成果，但非法定TWD97或TWD97[2010]坐標系統，且無法獲得正高。

e-GNSS即時動態定位系統核心技術為VBS-RTK，測量成果為e-GNSS坐標。

基準站坐標相對關係影響定位精度與品質，e-GNSS即時動態定位系統定期更新坐標勢在必行。

單點坐標平移僅適用小範圍測區，且風險高。
坐標轉換+最小二乘配置非專業測量人員不易使用。

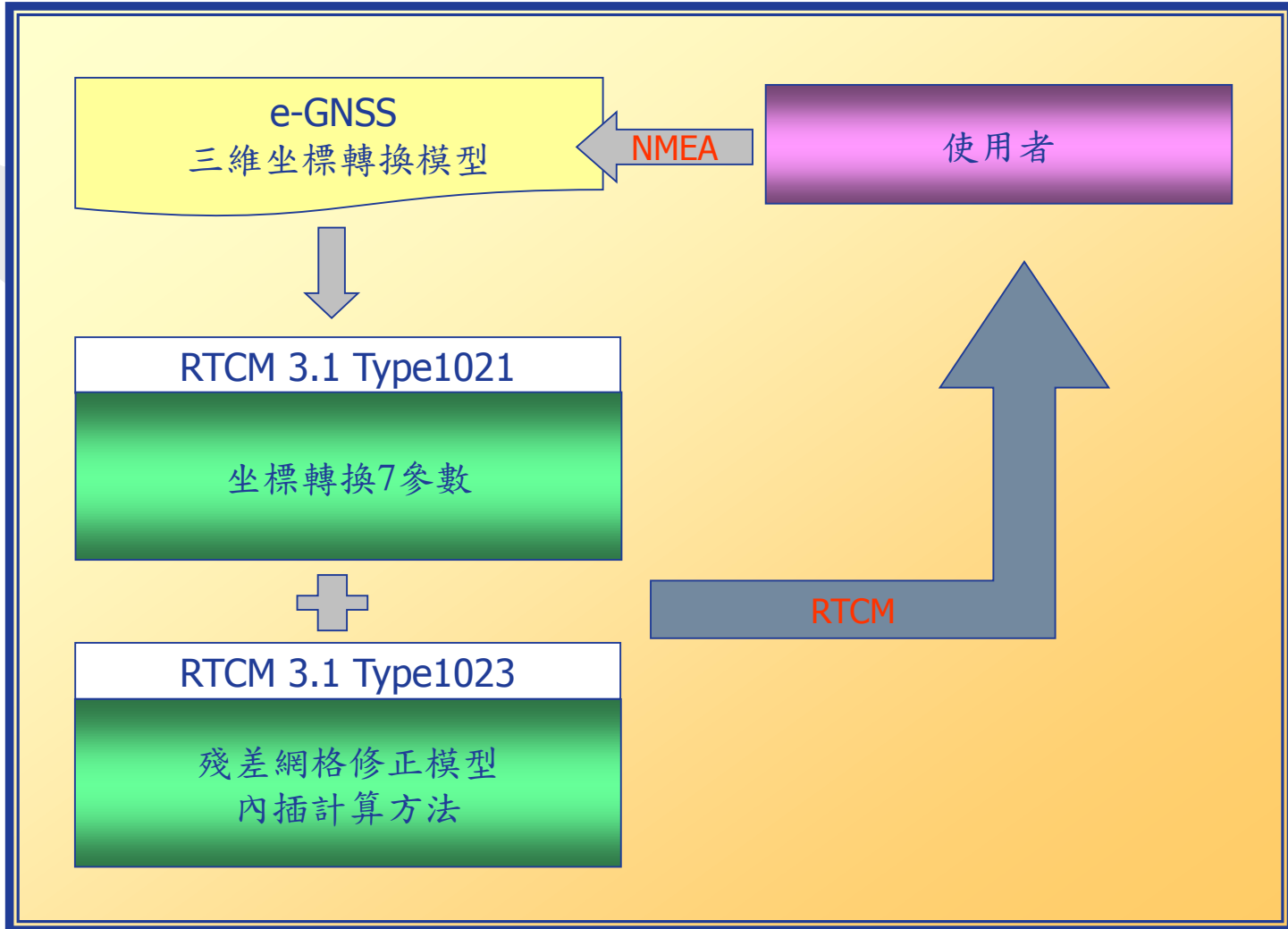
減少繁複且專業之內業計算。

e-GNSS測量成果即為法定坐標系統。

外業現場獲得法定坐標系統測量成果。

以e-GNSS實現現代化高程測量(GPS測量正高)。

解決e-GNSS坐標更新前後測量成果銜接問題。



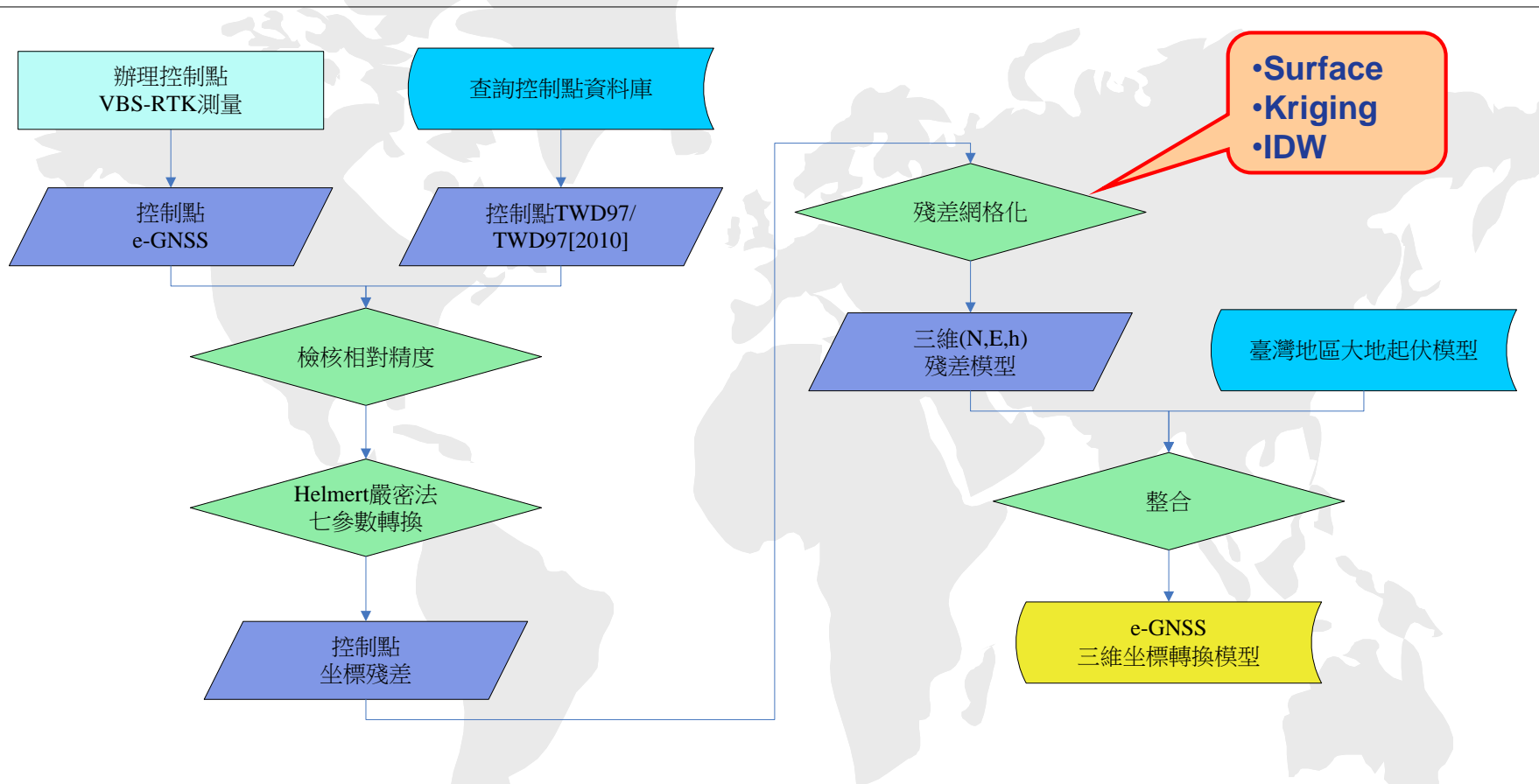
研究目的

研究方法

研究結果

實際應用

未來展望



研究目的

研究方法

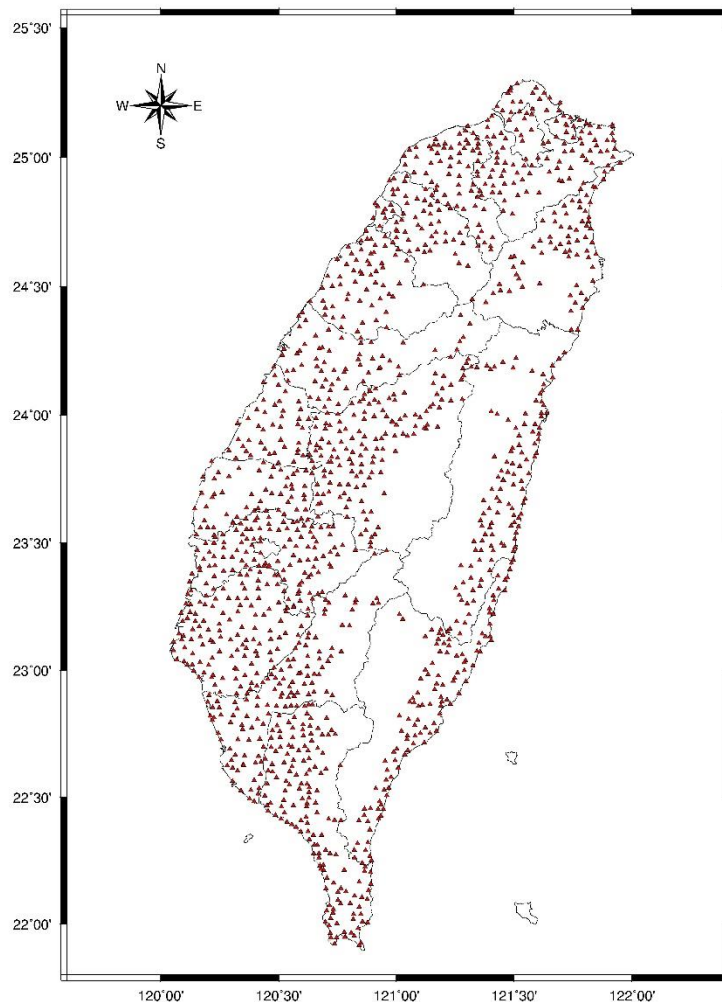
研究結果

實際應用

未來展望

❖ e-GNSS[2013]: 本中心102年基本控制點檢測1,452點具TWD97[2010]控制點。作業方式採6小時靜態觀測，非傳統蛙跳觀測模式，每個時段獨立觀測解算基線(Topcon Tools)，各時段再個別與鄰近衛星追蹤站解算基線(Bernese)。

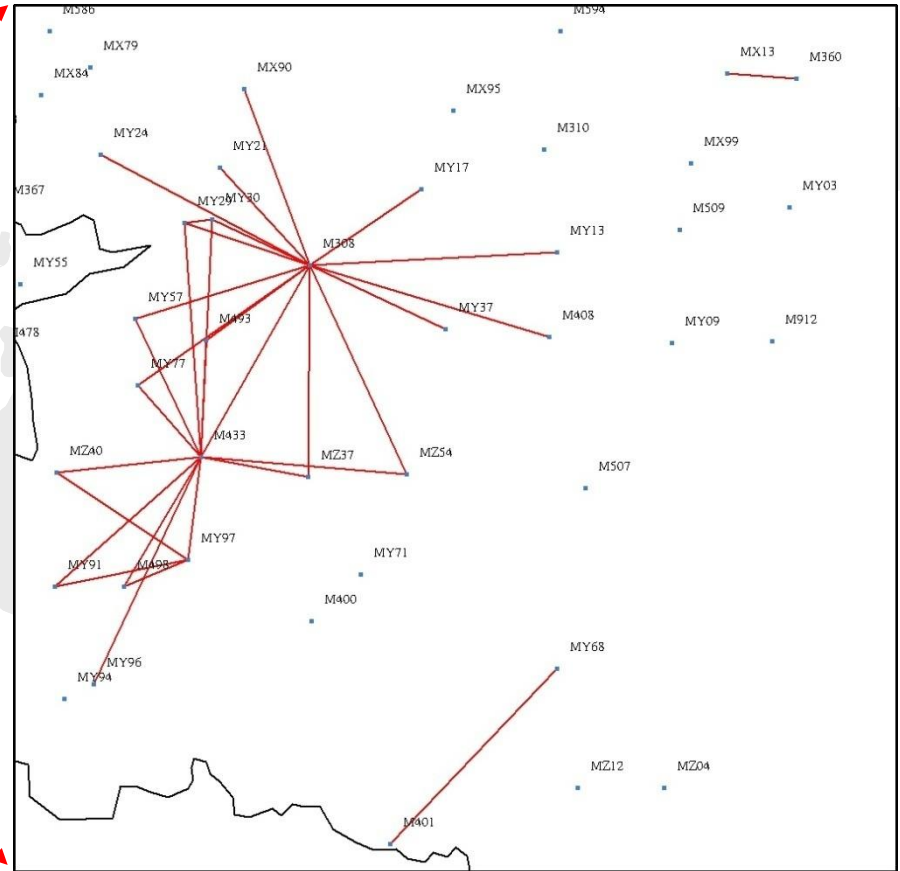
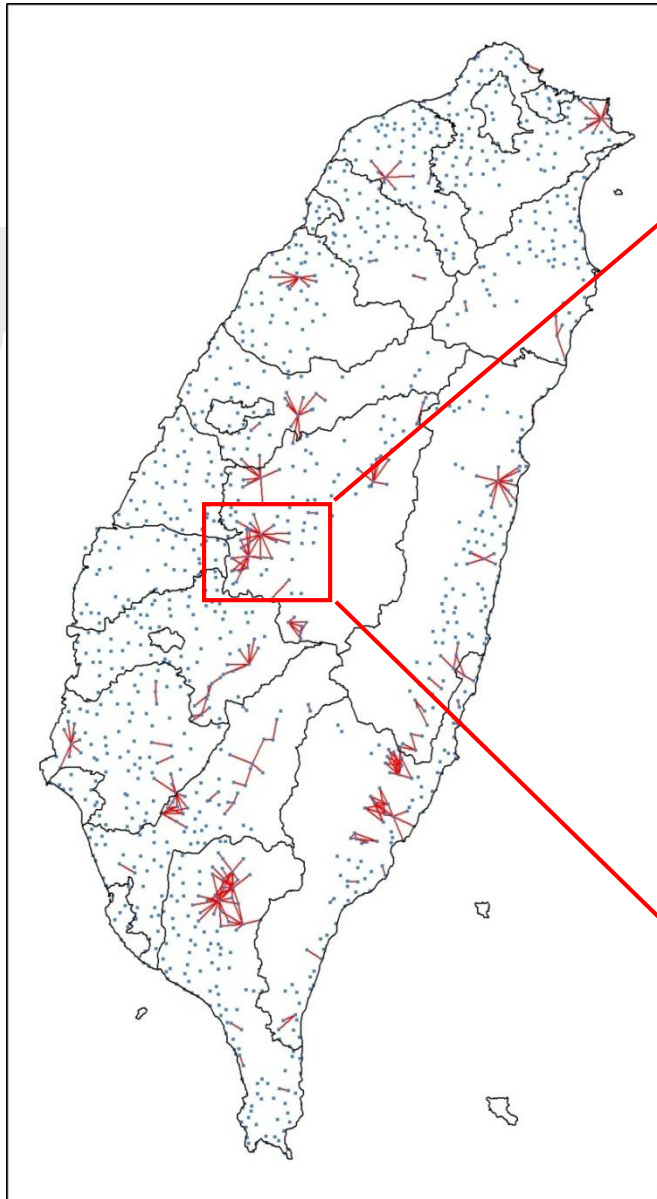
❖ TWD97: 比對控制點資料庫，找出檢測之1,452點控制點TWD97坐標，共計1,196點有TWD97坐標。



- ❖ 比較1,196點控制點e-GNSS[2013]與TWD97坐標相對關係，得到各點間之距離與角度較差。
- ❖ 尋找各點間距離在20公里以內之基線，以下列方式篩選過濾轉換控制點：
 - 某1點位和2個(含)以上點位間之距離相對精度(距離較差／距離長度)小於1/20,000，則將該點位剔除。
 - 某1點位和另1點位兩者間距離相對精度(距離較差／距離長度)小於1/20,000，則將該2點剔除(因無法判斷哪點坐標已不適合使用)。
- ❖ 總計篩選過濾136點，剩餘1,060點作為轉換控制點。

188	S365	S341	6679.978	6679.906	0.071(1/	93952)	0.334
189	S365	T237	4651.549	4651.433	0.116(1/	40113)	0.233
190	S365	S058	8085.504	8085.485	0.019(1/	434339)	0.404
191	S365	T233	8786.366	8786.342	0.024(1/	359441)	0.439
192	S341	S345	8392.421	8392.290	0.131(1/	64267)	0.420
193	S341	T237	7711.302	7711.059	0.243(1/	31682)	0.386
194	T242	S345	5254.422	5254.356	0.066(1/	79117)	0.263
195	T242	S444	5046.798	5046.786	0.012(1/	405295)	0.252
196	T242	T231	6227.571	6227.605	-0.034(1/	182061)	0.311
197	T242	T228	7785.386	7785.393	-0.007(1/1101205)		0.389
198	T242	E042	9861.423	9861.453	-0.030(1/	325460)	0.493
199	S345	S444	6515.369	6515.282	0.088(1/	74365)	0.326
200	S345	T231	5279.418	5279.393	0.025(1/	210062)	0.264
201	S345	T228	7076.560	7076.530	0.030(1/	235614)	0.354
202	S345	E042	8383.271	8383.264	0.008(1/1074773)		0.419
203	T237	S058	3695.266	3695.454	-0.188(1/	19641)	0.185
204	T237	T233	4694.189	4694.393	-0.204(1/	23030)	0.235
205	T237	S462	6090.507	6090.701	-0.194(1/	31451)	0.305
206	T237	T227	5795.231	5795.397	-0.165(1/	35027)	0.290
207	T237	T226	9472.328	9472.516	-0.188(1/	50477)	0.474
208	S444	T231	2655.511	2655.515	-0.004(1/	718032)	0.133
209	S444	T228	3260.476	3260.474	0.002(1/1535070)		0.163
210	S444	E042	5414.206	5414.235	-0.029(1/	186532)	0.271
211	S444	U161	9391.985	9392.020	-0.034(1/	272344)	0.470

*1



研究目的

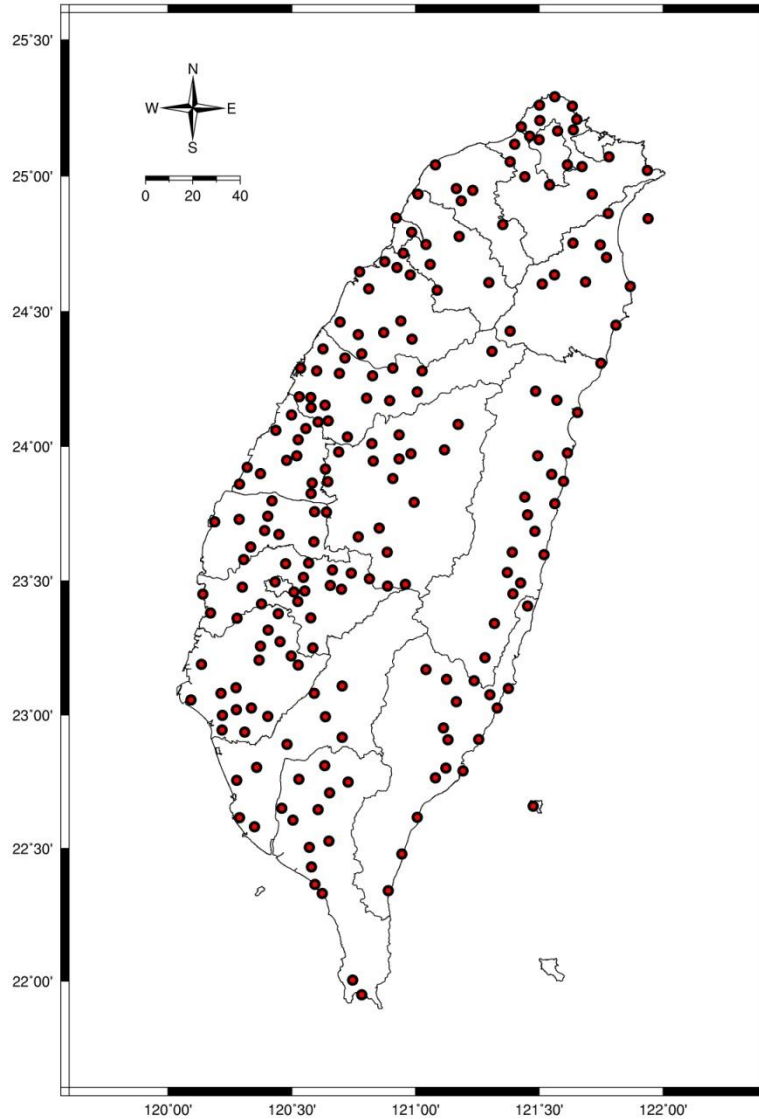
研究方法

研究結果

實際應用

未來展望

e-GNSS[2013] → TWD97[2010] 轉換控制點



- 210個基準站。
- 具e-GNSS[2013]坐標。
- 具TWD97[2010]坐標。



研究目的

研究方法

研究結果

實際應用

未來展望

❖ e-GNSS[2013]→TWD97

建置模型	1,060點基本控制點
內部精度(N,E,h)	1,060點基本控制點
外部精度(N,E,h)	345點一等水準點
外部精度(H)	408點一等水準點(98年公告)
外部精度(N,E,h)	119點基本控制點

❖ e-GNSS[2013]→TWD97[2010]

建置模型	210個基準站
內部精度(N,E,h)	210個基準站
外部精度(N,E,h)	424點一等水準點
外部精度(H)	408點一等水準點(98年公告)
外部精度(N,E,h)	1,430點基本控制點



e-GNSS[2013] → TWD97 — 內部精度

內插方式		雙線性			雙二次曲線			雙雲形曲線		
分量		N	E	h	N	E	h	N	E	h
Surface	MAX	0.100	0.070	0.158	0.158	0.090	0.188	0.240	0.222	0.156
	MIN	-0.076	-0.090	-0.185	-0.094	-0.115	-0.220	-0.077	-0.159	-0.476
	STD	0.013	0.015	0.027	0.019	0.021	0.040	0.015	0.018	0.032
	MEAN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	RMS	0.013	0.015	0.027	0.019	0.021	0.040	0.015	0.018	0.032
Kriging	MAX	0.044	0.029	0.160	0.046	0.050	0.160	0.048	0.537	0.160
	MIN	-0.023	-0.038	-0.050	-0.034	-0.059	-0.116	-0.030	-0.038	-1.350
	STD	0.005	0.005	0.011	0.009	0.010	0.021	0.005	0.017	0.043
	MEAN	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	-0.001
	RMS	0.005	0.005	0.011	0.009	0.010	0.021	0.005	0.017	0.043
IDW	MAX	0.061	0.025	0.214	0.063	0.051	0.214	0.248	0.660	0.216
	MIN	-0.022	-0.042	-0.088	-0.043	-0.058	-0.146	-0.049	-0.122	-1.291
	STD	0.005	0.005	0.012	0.011	0.012	0.025	0.011	0.022	0.042
	MEAN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	-0.001
	RMS	0.005	0.005	0.012	0.011	0.012	0.025	0.011	0.022	0.042

研究目的

研究方法

研究結果

實際應用

未來展望



e-GNSS[2013] → TWD97 — 水準點外部精度

研究目的

研究方法

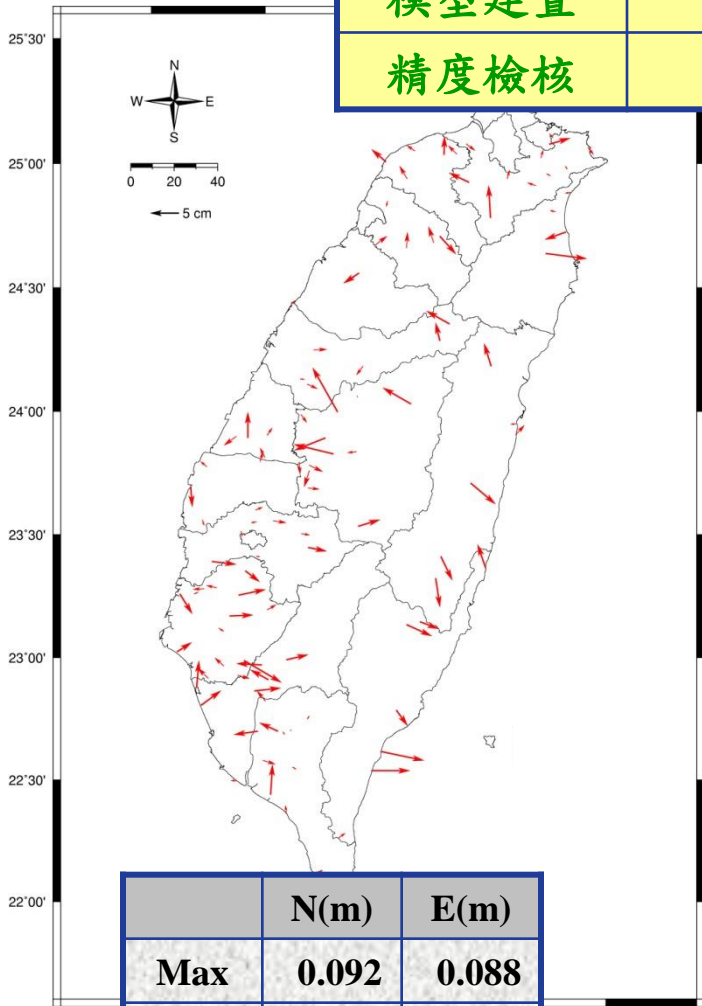
研究結果

實際應用

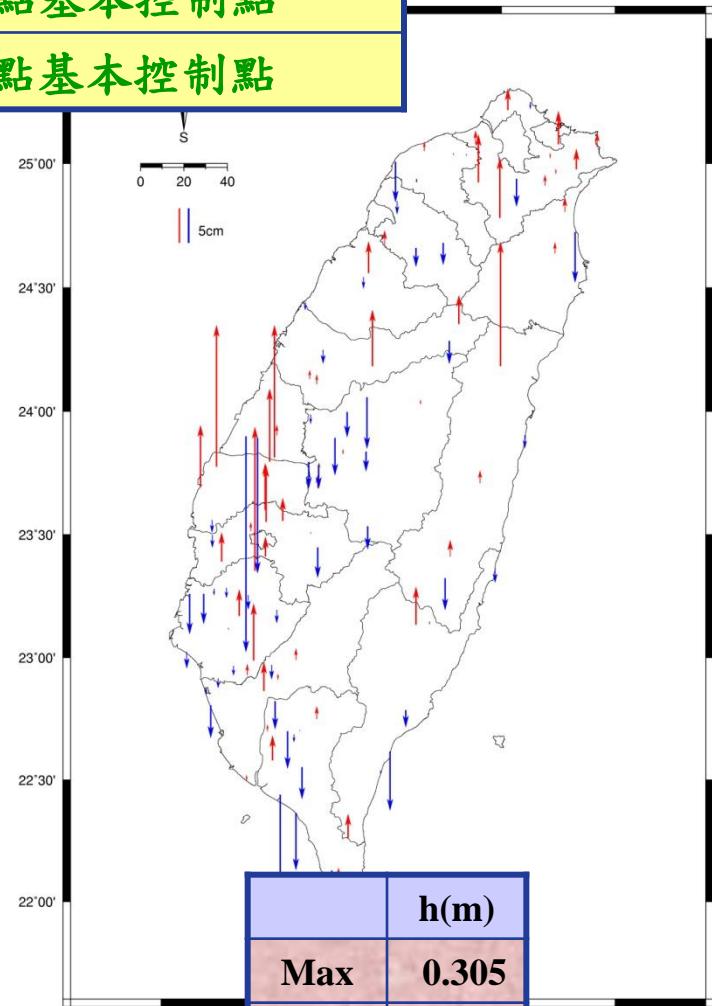
未來展望

內插方式		雙線性				雙二次曲線				雙雲形曲線			
分量		N	E	h	H	N	E	h	H	N	E	h	H
Surface	MAX	0.301	0.109	0.318	0.565	0.300	0.108	0.331	0.575	0.301	0.109	0.318	0.564
	MIN	-0.217	-0.135	-0.579	-0.340	-0.217	-0.133	-0.581	-0.342	-0.217	-0.135	-0.579	-0.340
	STD	0.046	0.036	0.101	0.119	0.046	0.037	0.100	0.122	0.046	0.036	0.100	0.120
	MEAN	0.005	0.005	-0.024	0.044	0.005	0.004	-0.025	0.050	0.005	0.005	-0.024	0.044
	RMS	0.046	0.036	0.103	0.127	0.046	0.037	0.103	0.132	0.046	0.037	0.103	0.128
Kriging	MAX	0.309	0.101	0.318	0.589	0.305	0.093	0.319	0.607	0.309	0.133	0.318	0.588
	MIN	-0.213	-0.179	-0.589	-0.365	-0.214	-0.177	-0.573	-0.375	-0.213	-0.179	-0.589	-0.365
	STD	0.040	0.035	0.094	0.130	0.040	0.036	0.094	0.133	0.041	0.036	0.094	0.130
	MEAN	0.007	0.004	-0.021	0.046	0.007	0.003	-0.022	0.053	0.007	0.004	-0.021	0.046
	RMS	0.041	0.036	0.097	0.138	0.041	0.036	0.096	0.143	0.041	0.036	0.097	0.138
IDW	MAX	0.343	0.107	0.318	0.550	0.329	0.103	0.318	0.563	0.343	0.130	0.318	0.549
	MIN	-0.205	-0.158	-0.639	-0.352	-0.205	-0.150	-0.640	-0.352	-0.205	-0.171	-0.638	-0.352
	STD	0.047	0.037	0.105	0.119	0.047	0.037	0.104	0.121	0.048	0.037	0.105	0.119
	MEAN	0.005	0.005	-0.025	0.043	0.005	0.004	-0.026	0.050	0.005	0.005	-0.025	0.043
	RMS	0.048	0.037	0.108	0.126	0.047	0.037	0.107	0.131	0.048	0.038	0.108	0.127

模型建置	941點基本控制點
精度檢核	119點基本控制點



	N(m)	E(m)
Max	0.092	0.088
Min	-0.062	-0.092
STD	0.026	0.033
Mean	0.002	0.001



	h(m)
Max	0.305
Min	-0.441
STD	0.094
Mean	0.004

研究目的

研究方法

研究結果

實際應用

未來展望

內插方式		雙線性			雙二次曲線			雙雲形曲線		
分量		N	E	h	N	E	h	N	E	h
Surface	MAX	0.015	0.015	0.081	0.020	0.028	0.105	0.015	0.014	0.083
	MIN	-0.018	-0.015	-0.081	-0.025	-0.021	-0.097	-0.018	-0.015	-0.082
	STD	0.004	0.004	0.012	0.006	0.006	0.017	0.004	0.004	0.013
	MEAN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	RMS	0.004	0.004	0.012	0.006	0.006	0.017	0.004	0.004	0.013
Kriging	MAX	0.002	0.003	0.014	0.002	0.004	0.015	0.002	0.004	0.015
	MIN	-0.004	-0.003	-0.016	-0.004	-0.003	-0.017	-0.004	-0.003	-0.017
	STD	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.003
	MEAN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	RMS	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.003
IDW	MAX	0.001	0.001	0.005	0.005	0.005	0.023	0.001	0.002	0.020
	MIN	-0.002	-0.002	-0.010	-0.006	-0.005	-0.031	-0.003	-0.011	-0.011
	STD	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.004	0.001	0.001	0.002
	MEAN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	RMS	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.004	0.001	0.001	0.002

研究目的

研究方法

研究結果

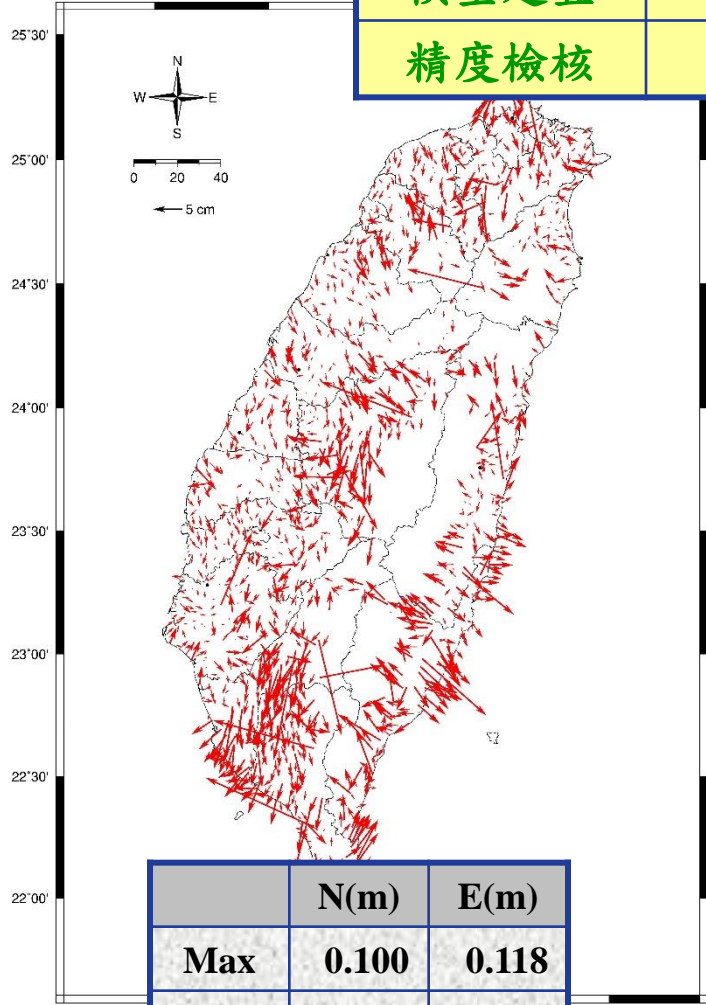
實際應用

未來展望

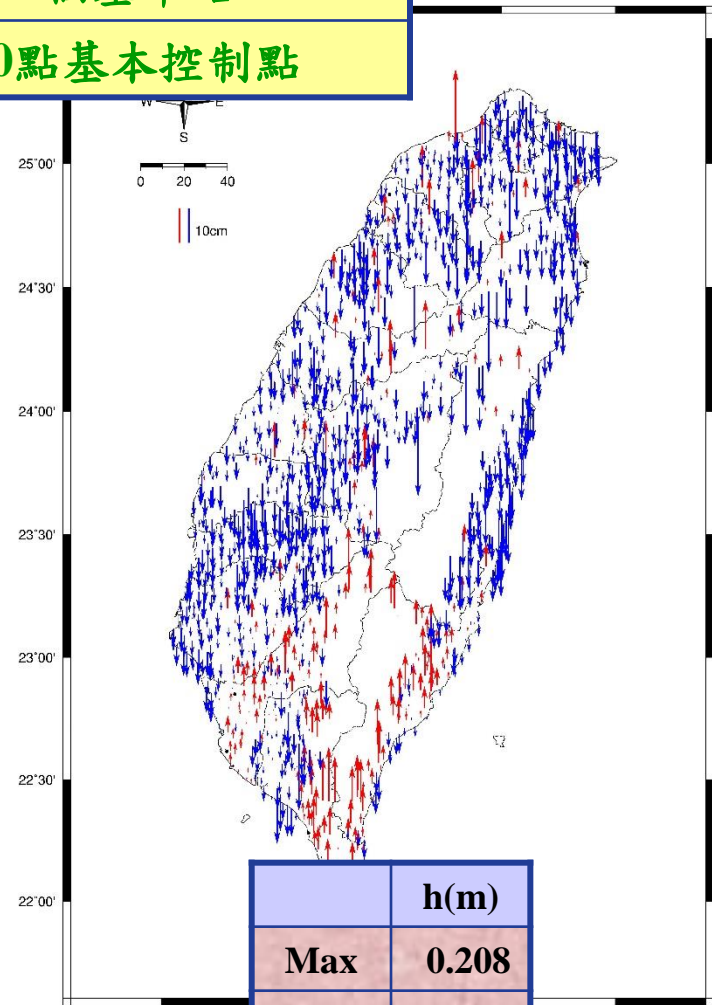
研究目的
研究方法
研究結果
實際應用
未來展望

內插方式		雙線性				雙二次曲線				雙雲形曲線			
分量		N	E	h	H	N	E	h	H	N	E	h	H
Surface	MAX	0.147	0.109	0.316	0.349	0.147	0.109	0.316	0.403	0.147	0.109	0.316	0.349
	MIN	-0.102	-0.210	-0.275	-0.304	-0.102	-0.210	-0.272	-0.277	-0.102	-0.210	-0.275	-0.301
	STD	0.027	0.034	0.068	0.075	0.027	0.034	0.068	0.079	0.027	0.034	0.068	0.075
	MEAN	0.002	-0.003	-0.028	-0.005	0.002	-0.003	-0.028	0.002	0.002	-0.003	-0.028	-0.005
	RMS	0.027	0.034	0.073	0.075	0.027	0.034	0.073	0.079	0.027	0.034	0.073	0.075
Kriging	MAX	0.118	0.121	0.311	0.344	0.118	0.120	0.311	0.397	0.118	0.121	0.311	0.343
	MIN	-0.104	-0.214	-0.307	-0.336	-0.103	-0.214	-0.301	-0.306	-0.104	-0.214	-0.307	-0.333
	STD	0.025	0.033	0.072	0.076	0.025	0.033	0.071	0.079	0.025	0.033	0.072	0.076
	MEAN	0.003	-0.002	-0.027	-0.005	0.003	-0.002	-0.027	0.002	0.003	-0.002	-0.027	-0.004
	RMS	0.025	0.033	0.077	0.076	0.025	0.033	0.076	0.079	0.025	0.033	0.077	0.076
IDW	MAX	0.170	0.104	0.312	0.345	0.173	0.104	0.312	0.345	0.170	0.104	0.312	0.344
	MIN	-0.104	-0.205	-0.269	-0.298	-0.104	-0.206	-0.266	-0.298	-0.104	-0.205	-0.269	-0.295
	STD	0.027	0.034	0.069	0.076	0.027	0.034	0.069	0.076	0.027	0.034	0.069	0.076
	MEAN	0.001	-0.004	-0.028	-0.006	0.001	-0.004	-0.028	-0.006	0.001	-0.004	-0.028	-0.005
	RMS	0.027	0.034	0.074	0.076	0.027	0.034	0.074	0.076	0.027	0.034	0.074	0.076

模型建置	210個基準站
精度檢核	1,430點基本控制點



	N(m)	E(m)
Max	0.100	0.118
Min	-0.160	-0.163
STD	0.016	0.019
Mean	-0.001	-0.008



	h(m)
Max	0.208
Min	-0.253
STD	0.046
Mean	-0.026

研究目的

研究方法

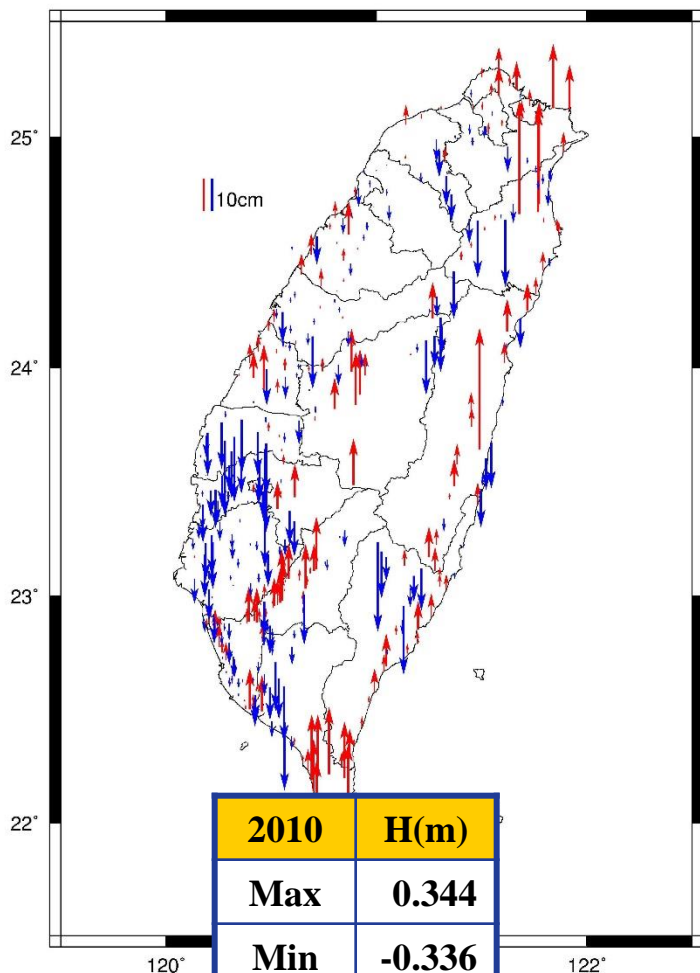
研究結果

實際應用

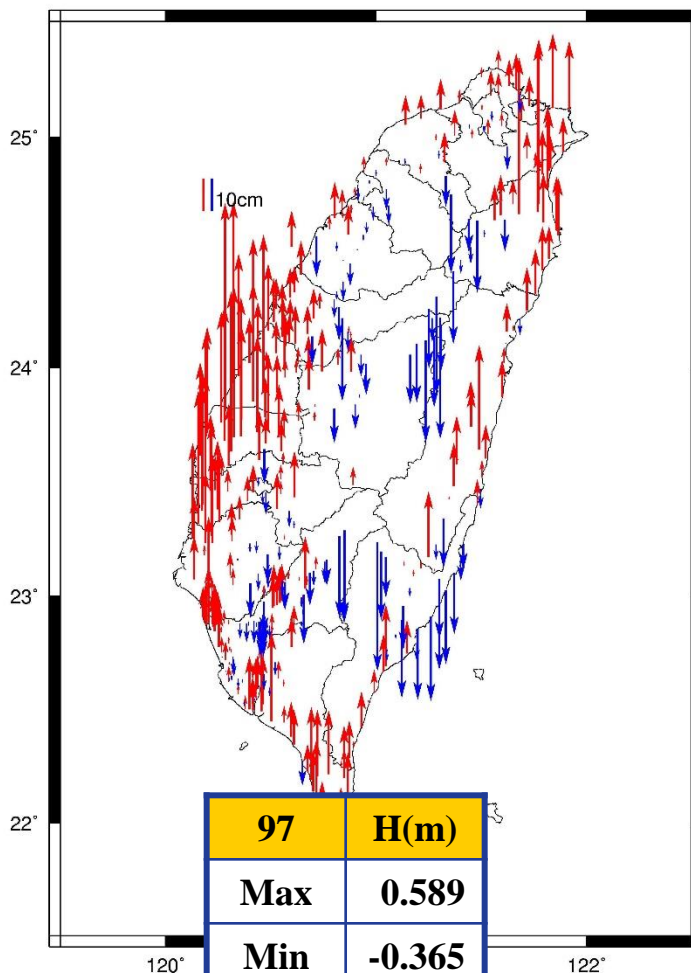
未來展望

e-GNSS[2013]→TWD97[2010]

e-GNSS[2013]→TWD97



2010	H(m)
Max	0.344
Min	-0.336
STD	0.076
Mean	-0.005



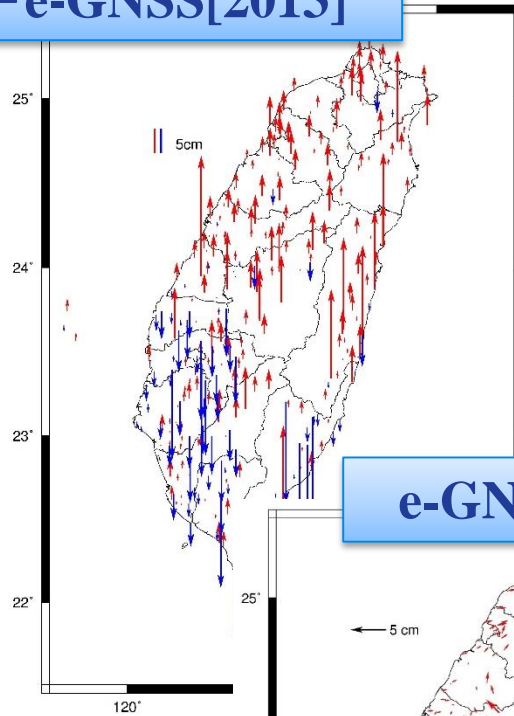
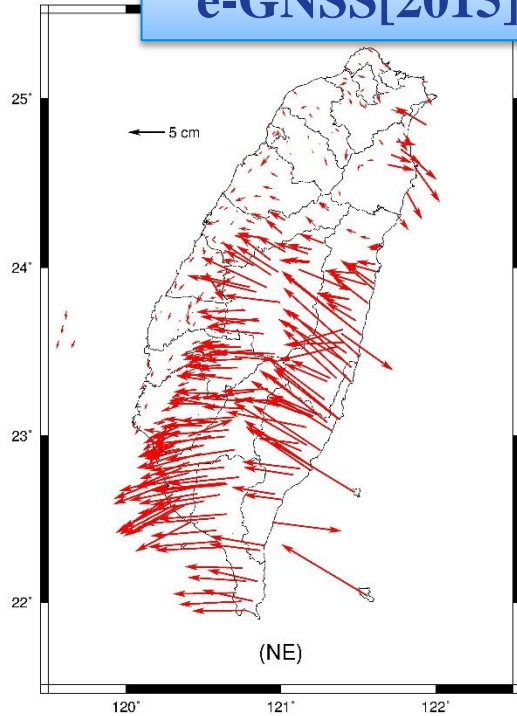
97	H(m)
Max	0.589
Min	-0.365
STD	0.130
Mean	0.046

- ❖ 利用7參數轉換+殘差網格修正模型，將e-GNSS[2013]坐標轉換至法定TWD97/TWD97[2010]/TWVD2001坐標，轉換精度在平面分量優於5公分，在高程分量優於10公分，足供大部分測量工作直接應用轉換成果，可大幅降低外業測量與內業計算時間。
- ❖ Surface、Kriging、IDW等3種方法組成之殘差網格修正模型，其精度經測試結果差異不大。
- ❖ bi-linear、bi-quadratic、bi-spline等3種網格內插方法，bi-linear與bi-spline成果相近，且均優於bi-quadratic。

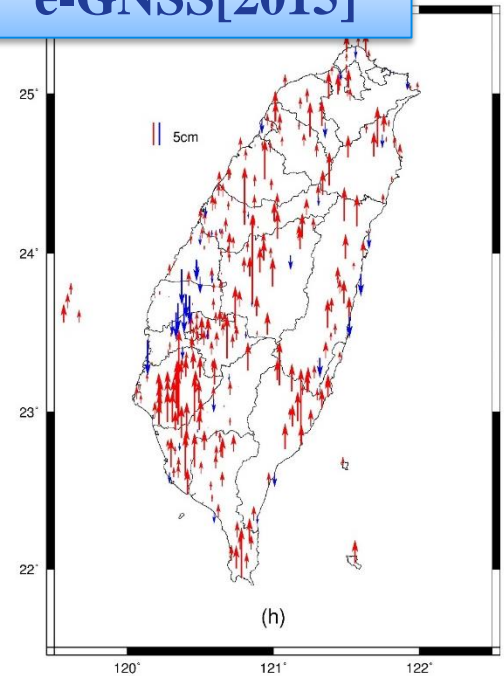
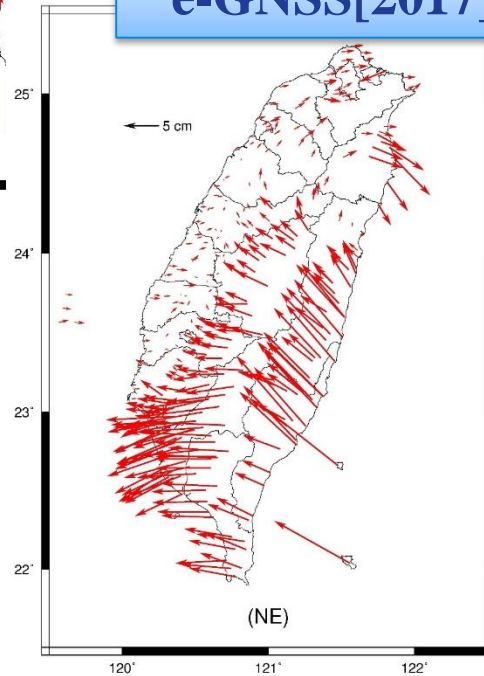


e-GNSS[2017]、e-GNSS[2015]、e-GNSS[2013]

e-GNSS[2015] – e-GNSS[2013]



e-GNSS[2017] – e-GNSS[2015]



研究目的

研究方法

研究結果

實際應用

未來展望

e-GNSS[2015]
e-GNSS[2017]

e-GNSS[2015]
e-GNSS[2017]

約300個基準站
e-GNSS[2015]、
e-GNSS[2017]與
e-GNSS[2013]坐標

約200個基準站
e-GNSS[2015]、
e-GNSS[2017]與
TWD97[2010]坐標

e-GNSS[2013]

TWD97[2010]

1,060個控制點
e-GNSS[2013]與
TWD97坐標

TWD97

研究目的

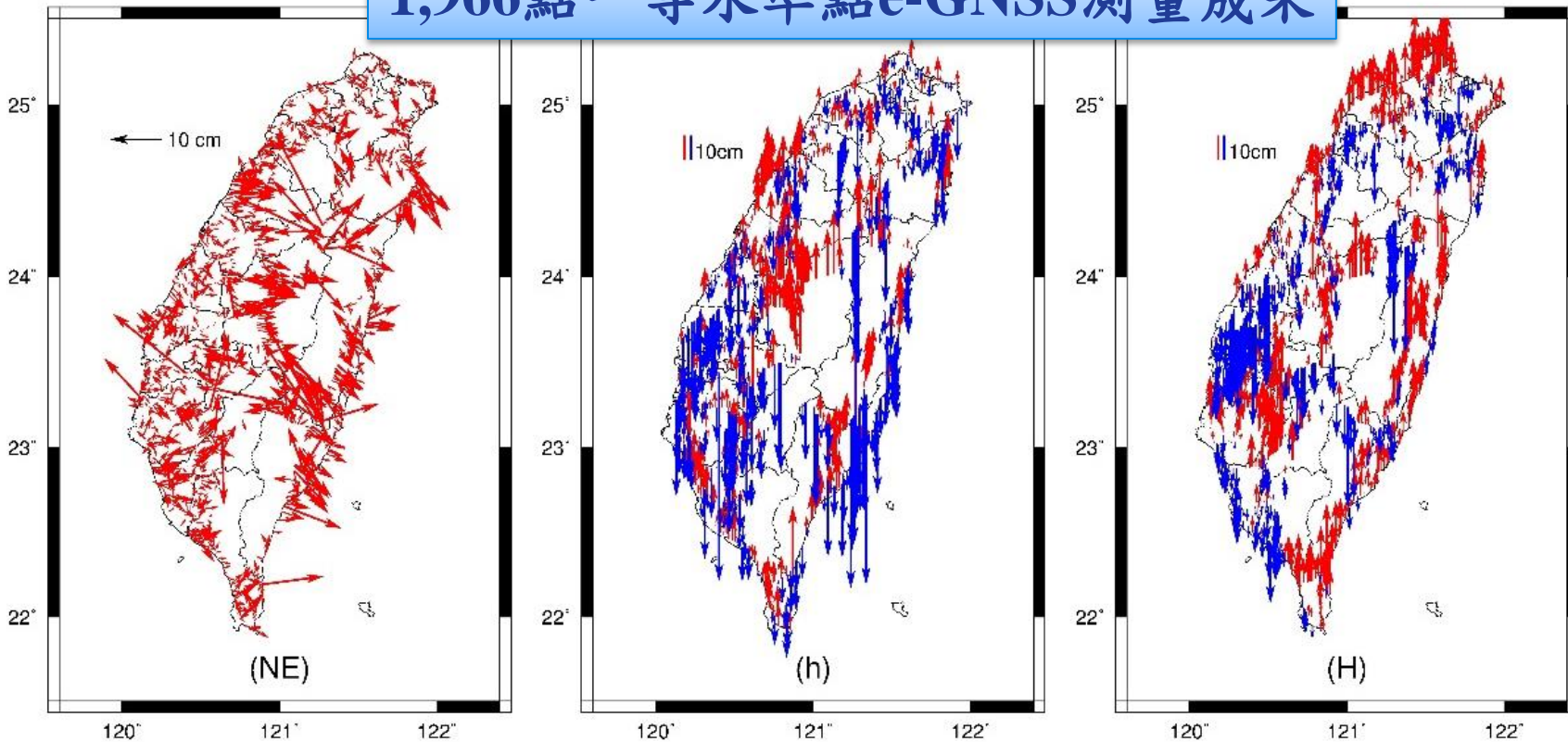
研究方法

研究結果

實際應用

未來展望

1,966點一等水準點e-GNSS測量成果



分量	N	E	h	H	單位：m
MAX	0.332	0.27	0.325	0.272	
MIN	-0.245	-0.31	-0.767	-0.376	
STD	0.044	0.046	0.107	0.081	
MEAN	0.006	0.013	-0.011	0.008	

研究目的

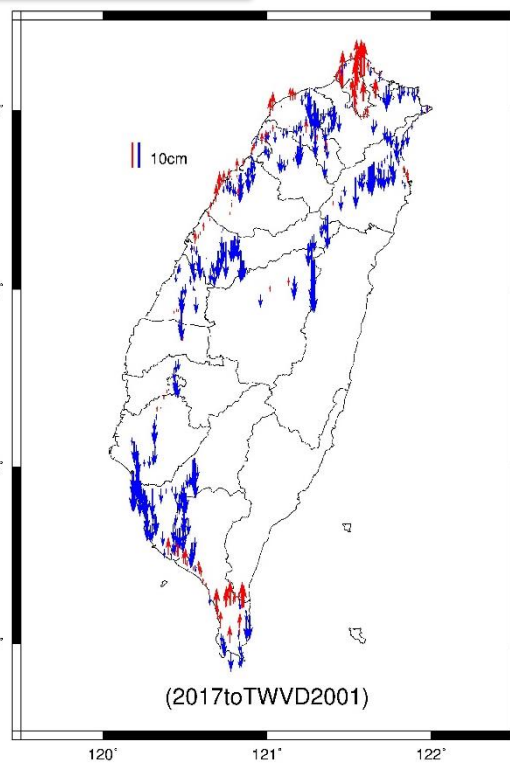
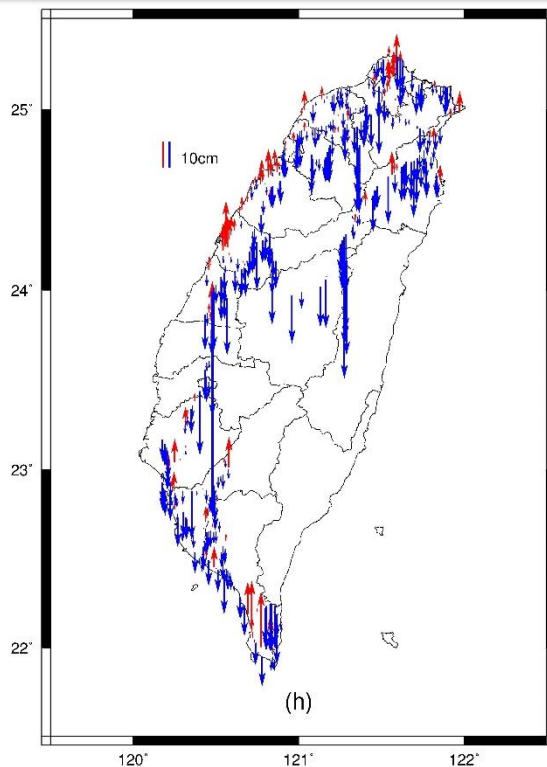
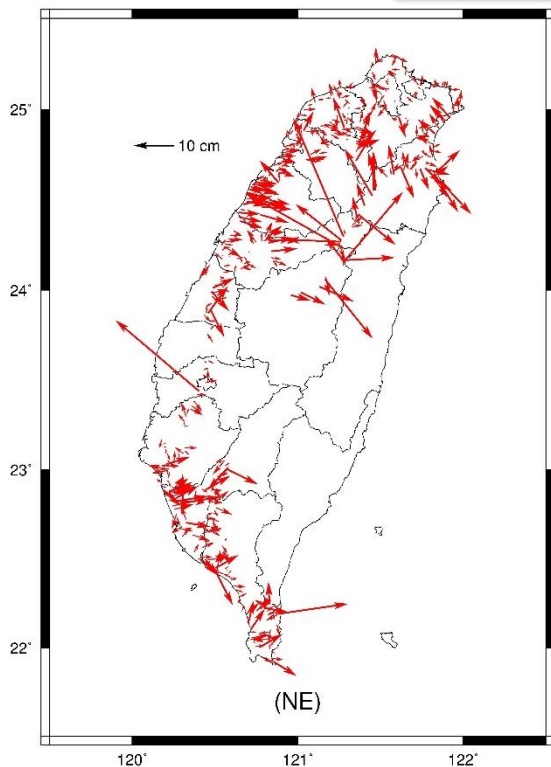
研究方法

研究結果

實際應用

未來展望

515點一等水準點e-GNSS測量成果



分量	N	E	h	H	單位：m
MAX	0.356	0.216	0.199	0.137	
MIN	-0.178	-0.294	-0.797	-0.201	
STD	0.036	0.039	0.087	0.050	
MEAN	0.005	0.012	-0.041	-0.026	

研究目的

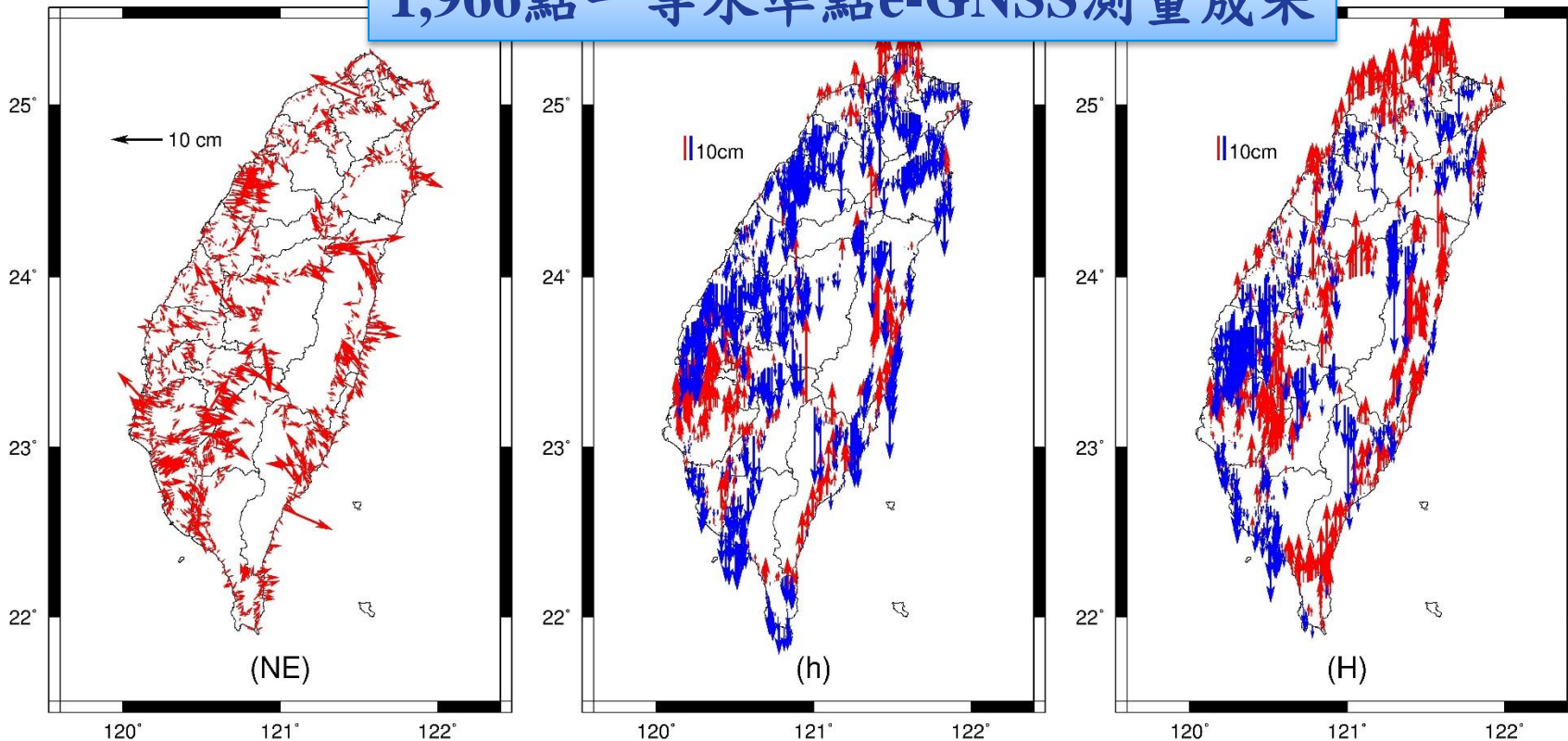
研究方法

研究結果

實際應用

未來展望

1,966點一等水準點e-GNSS測量成果



分量	N	E	h	H	單位：m
MAX	0.122	0.271	0.301	0.272	
MIN	-0.164	-0.177	-0.292	-0.376	
STD	0.025	0.031	0.073	0.081	
MEAN	0.004	0.005	-0.022	0.008	

研究目的

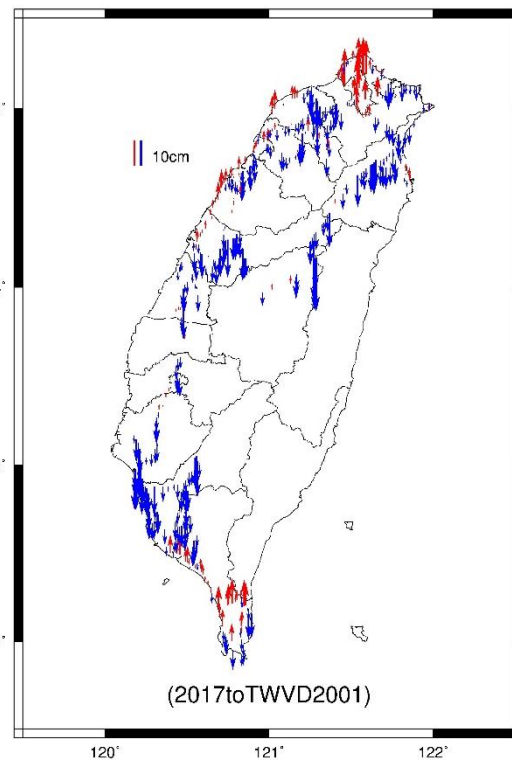
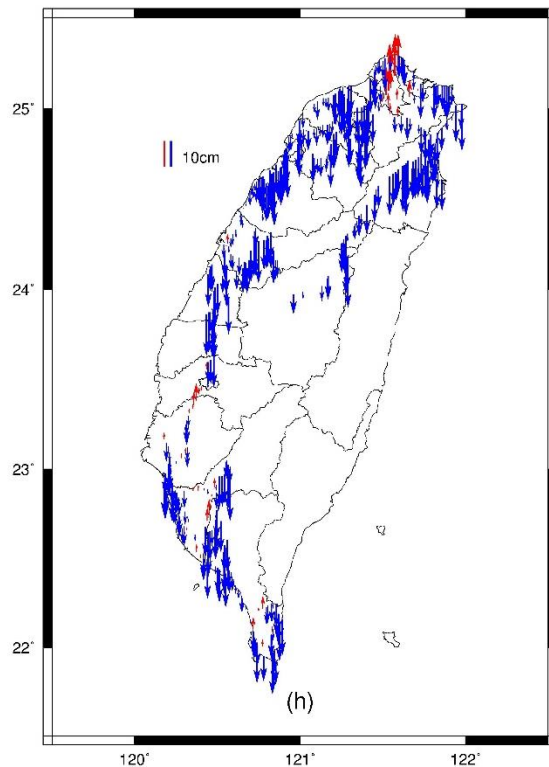
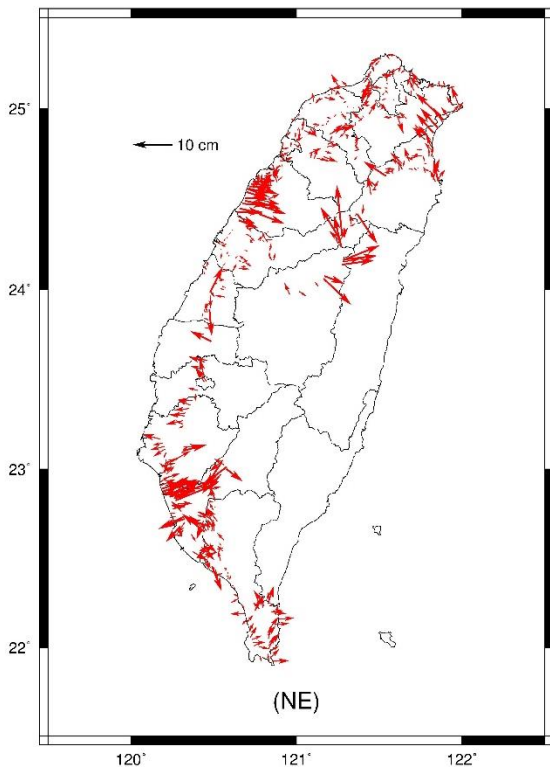
研究方法

研究結果

實際應用

未來展望

1,966點一等水準點e-GNSS測量成果



分量	N	E	h	H	單位：m
MAX	0.151	0.115	0.146	0.137	
MIN	-0.089	-0.084	-0.344	-0.201	
STD	0.023	0.030	0.056	0.050	
MEAN	0.006	0.003	-0.062	-0.026	

研究目的

研究方法

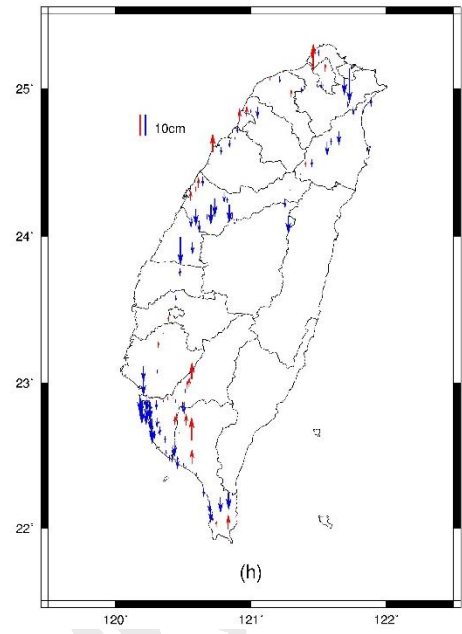
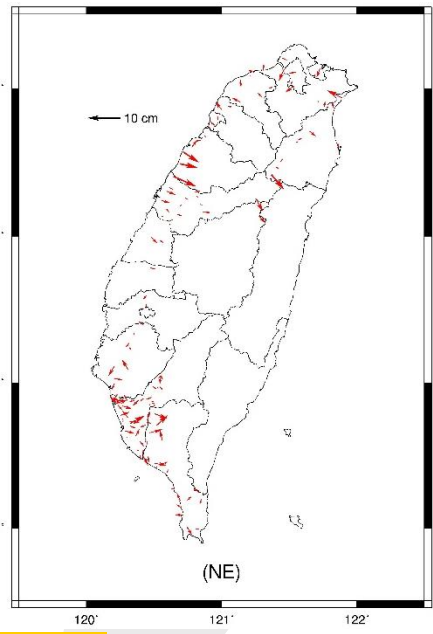
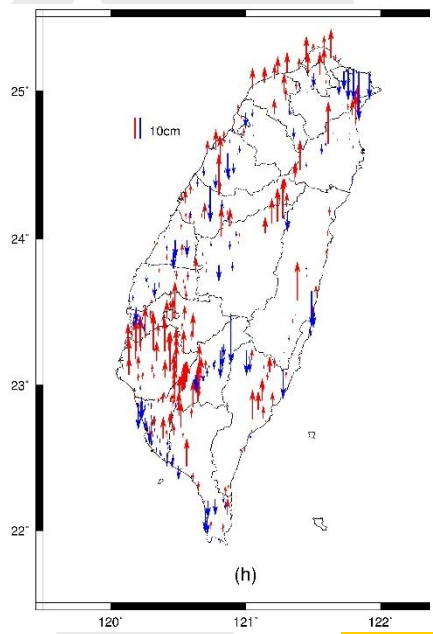
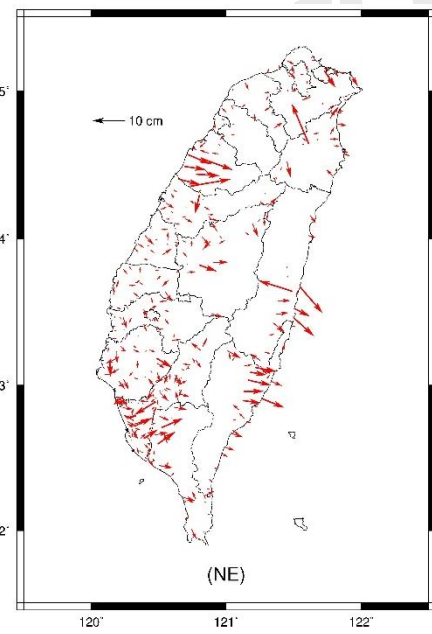
研究結果

實際應用

未來展望

e-GNSS[2015] → e-GNSS[2013]

e-GNSS[2017] → e-GNSS[2013]



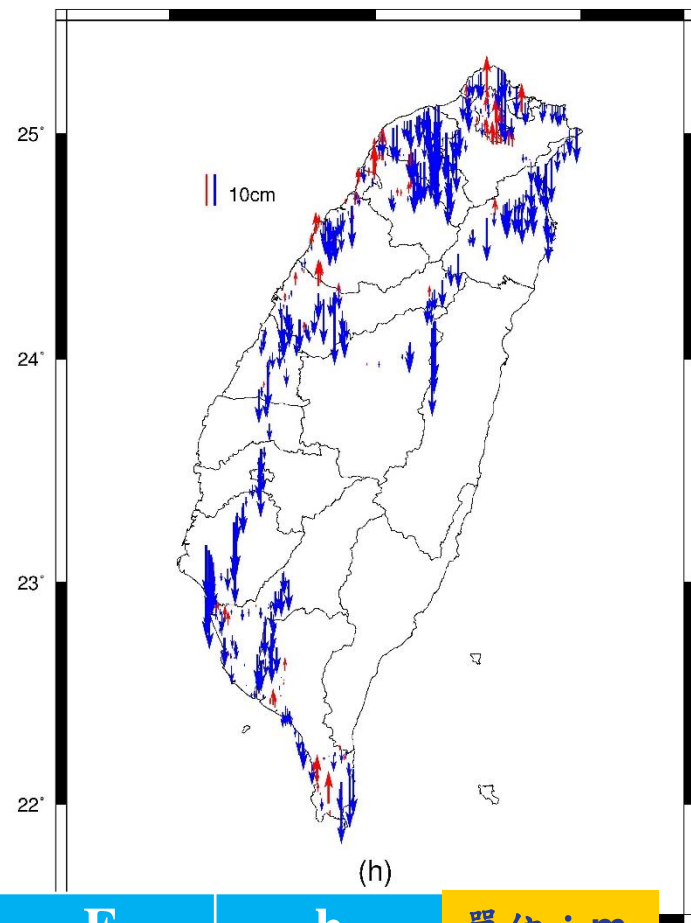
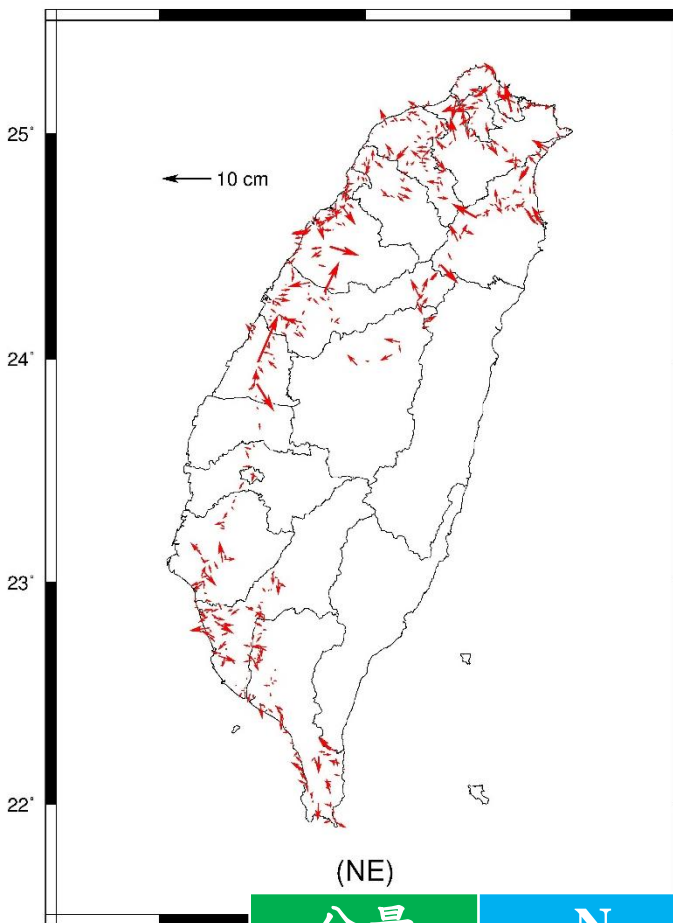
單位：m

分量	N	E	h
MAX	0.148	0.147	0.216
MIN	-0.097	-0.124	-0.222
STD	0.020	0.025	0.065
MEAN	-0.002	0.009	0.018

分量	N	E	h
MAX	0.038	0.083	0.114
MIN	-0.054	-0.053	-0.154
STD	0.017	0.021	0.046
MEAN	-0.002	0.005	-0.020

研究目的
研究方法
研究結果
實際應用
未來展望

e-GNSS[2017] → e-GNSS[2015]



分量	N	E	h	單位：m
MAX	0.114	0.070	0.147	
MIN	-0.066	-0.060	-0.256	
STD	0.017	0.015	0.054	
MEAN	-0.001	-0.002	-0.039	

研究目的

研究方法

研究結果

實際應用

未來展望

- ❖ 以e-GNSS即時動態定位系統實現臺灣半動態基準及高程現代化。
- ❖ 維護e-GNSS即時動態定位系統各基準站及坐標轉換模型，取代維護基本控制點。

A dark blue silhouette of a world map is centered on the slide. The map shows the outlines of continents and is set against a background of a lighter blue grid pattern. The text is overlaid on the map.

報告完畢

敬請指教