

出國報告（出國類別：進修）

國外失事調查航務基礎訓練 出國報告

服務機關：行政院飛航安全委員會

姓名職務：工程師／鄭永安

副工程師／日智揖

派赴國家：美國

出國期間：民國 100 年 9 月 17 日至 9 月 30 日

報告日期：民國 100 年 12 月 28 日

目次

壹、目的	2
貳、過程	3
參、心得	18
肆、建議	44

壹、目的

本訓練之目的係為強化調查員有關飛航操作之實務經驗，雖然調查員依其專業背景，事故調查時有其負責之調查領域，以本次參訓人員為例，分別係人為因素/機場安全、飛航紀錄器解讀/航機性能分析之專業背景，然而，若能對飛航操作有更清楚的瞭解，對其各自領域之調查亦能有所助益。

為達成此一目的，本會自民國 99 年起，委託美國 Privilege Aero LLC 飛行學校設計一系列有關飛航操作之航務基礎訓練課程，提供無飛行經驗之調查員，實際操作飛機之經驗，該校為為 FAR PART 141 認證飛行學校，訓練品質較有保障。校長兼總教官為台灣華僑，提供雙語環境，可依本會需求規劃課程。

本次訓練主要在美國紐澤西州 Central Jersey 機場，使用 Cessna 172 型機及 FAA 認可的飛行模擬機進行訓練。

藉由本訓練，調查員得以瞭解基本天氣觀察、飛行計畫、飛行前檢查、滑行、試車、基本飛行操作、本場航線飛行、側風起降、慢飛及失速、空中發動機失效處置、重飛、短場起降及軟場地起降等目視飛行操作；另透過飛行觀摩訓練，瞭解儀器航路飛行及儀器進場之操作；並藉由飛行模擬機，瞭解 ILS 精確進場及 VOR/DME 非精確進場。

貳、過程

一、行政作業及訓練準備

本訓練出發前，須先完成多項行政作業，首先與美國賓州台北辦事處聯繫，該處係訓練學校之台灣區聯絡窗口，目的係確認訓練時間及取得訓練學校之資料，供辦理後續行政作業使用。接著前往美國運輸安全部（Transportation Security Administration，TSA）Alien Flight Student Program 網站：https://www.flightschoolcandidates.gov/afsp2/?acct_type=c§ion=WN，登錄申請從事飛行訓練，並填入訓練學校之資料，審核通過後，訓練學校始寄發入學許可（I-20）至賓州台北辦事處。受訓學員取得入學許可（I-20）後，始前往美國在台協會（AIT）辦理學生簽證（M-1）。取得簽證後，則經由網路完成入美後按壓指紋之行政作業，取得表單後攜帶至美國。抵達美國後，訓練學校協助辦理指紋按壓，最後經 TSB 完成身分檢查並核發許可給學校後，始進行飛行訓練。整個過程約需 2-3 個月之時間。另外出發前亦需完成訓練費用匯款及視需要辦理國際駕照等事宜。

本訓練出發前，有關飛航操作相關地面學科須先自行研讀，本會有採購多項訓練教材如下：

- Jeppesen Guided Flight Discovery Private Pilot（書本及光碟）；
- Jeppesen Guided Flight Discovery Private Pilot Maneuvers（書本及光碟）；
- Aircraft Systems: SKYHAWK（互動光碟）；

另外，前批訓練學員亦帶回多項參考資料，可供研讀，項目如下：

- Cessna 172 Checklist Procedures（如圖 1、2）；
- Cessna 172 Operating Specifications；
- 美國地區機場資料：Airport/Facility Directory（Northeast U.S.）；
- 美國地區機場離到場程序：U.S. Terminal Procedures Publication（NE2 & NE 4）；
- 美國地區目視飛行航圖：Sectional Aeronautical Chart（New York）；
- 美國地區儀器飛行低高度航圖：IFR En-route Low Altitude-U.S.（L-33 & L34）；

V-Speeds		Cruise Profile							
Vr	55 (63)	Vfe	85/110	(100/127)	PALT	RPM	PWR	KIAS	GPH
Vx	56-60 (68-69)	Va	82-99	(94-114)	4000	2550	75%	118	8.4
Vy	73-76 (84-88)	Vno	127	(146)	4000	2400	65%	110	7.1
Vs	44-47 (51-54)	Vne	158	(182)	4000	2250	55%	103	6.2
Vs0	33-41 (38-47)	Vglide	65	(75)	8000	2650	75%	122	8.4
					8000	2500	65%	114	7.2
					8000	2350	55%	105	6.2

圖 1 Cessna 172 型機檢查表及基本飛行數據 (一)

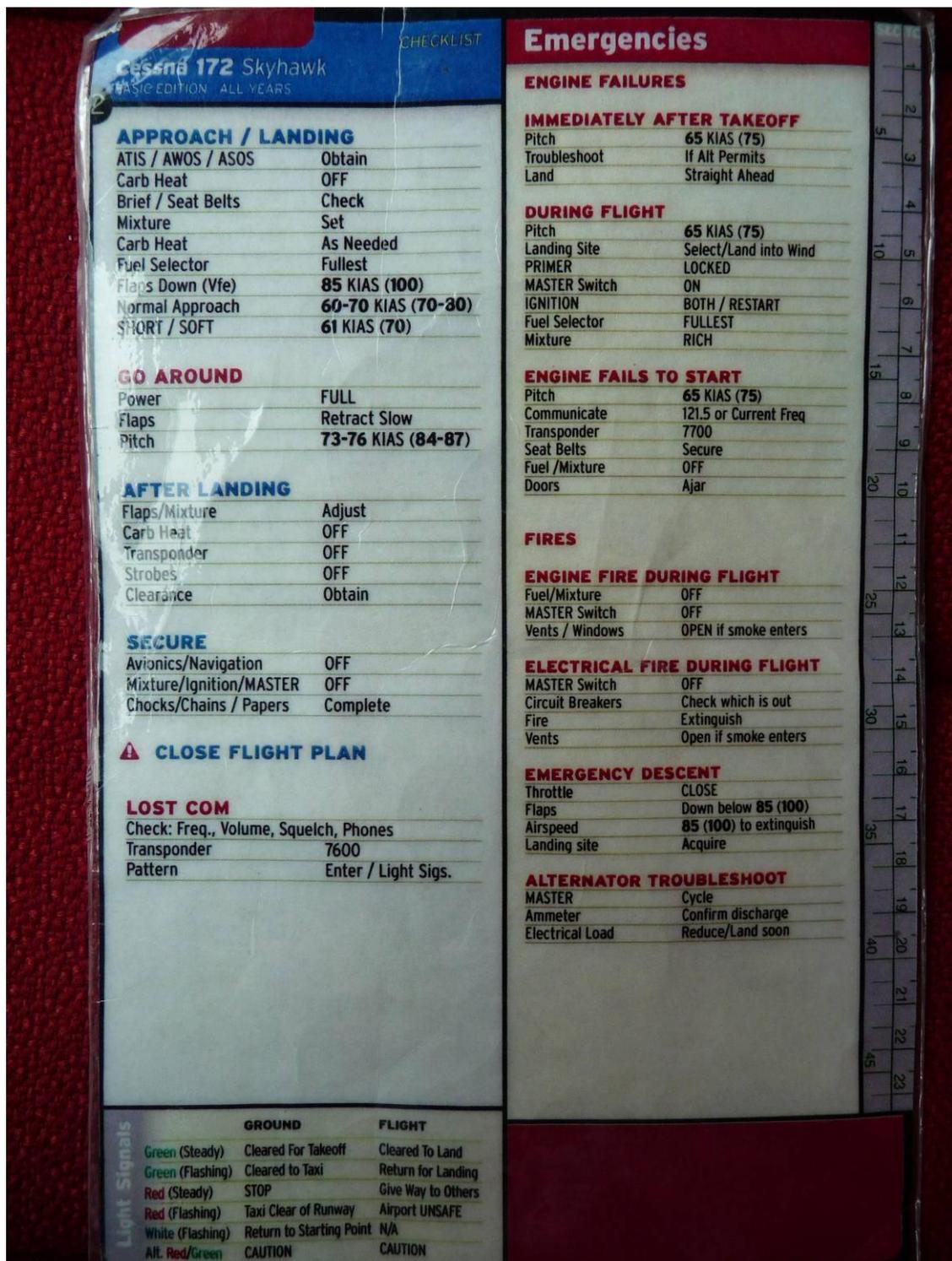


圖 2 Cessna 172 型機檢查表及基本飛行數據 (二)

二、 住宿、交通、訓練學校及機場介紹

1. 住宿及交通

本次訓練之住宿，係由訓練學校提供之宿舍，基本上為兩人一間之套房，並有公用之廚房、餐廳及廁所，另有提供無線網路服務、洗衣機、烘衣機等設備，惟生活用品等需自行準備。

交通部分，包括往返機場、宿舍與訓練學校之往返等，訓練學校皆會提供服務或提供車輛使用。

2. 訓練學校及機場介紹

本次提供訓練之學校為 Privilege Aero LLC，經營者兼校長 James Young 具美國聯邦航空總署（FAA）私人駕駛員考官資格，為華裔之美國公民。該校校區分別位於美國紐澤西州 Central Jersey 機場及賓州 Lancaster 機場兩處，配備單發動機及雙發動機之各式飛機 10 餘架及一套模擬飛行器。

本次訓練主要在美國紐澤西州 Central Jersey 機場，鄰近全美空中交通最為繁忙的紐約市西南西方，距離紐華克 EWR 機場約 36 公里。訓練學校內設有地面學科教室、學員自習與討論區，另設有該機場即時天氣、鄰近區域預報天氣等之天氣資料查詢設備（如圖 3、4）。

本訓練主要使用機型為 Cessna 172 型機（如圖 13），該機型主要供取得私人駕駛員駕照（PPL）訓練使用，另外，本訓練亦使用 FAA 認可之動態飛行模擬器（型號 Cyber Hawk-3000）（如圖 5），作為儀器飛行及緊急程序訓練時使用。

該訓練學校亦擁有 Piper Warrior PA28 型機（如圖 14），供取得商用駕駛員駕照（CPL）訓練使用，及雙引擎之 Gulfstream-American GA-7 Cougar 型機（如圖 15），供取得多引擎飛機檢定証訓練使用。

主要訓練機場美國紐澤西州 Central Jersey 機場，FAA 代號為 47N。該機場為無塔台管制之機場，開放大眾使用，設有一條 7/25 跑道，瀝青鋪面，長度 3,509 呎，寬度 50 呎，標高 86 呎，設有風向指示器、機場標燈、跑道標線及燈光、滑行道標線、及機場即時天氣觀測裝備（如圖 5~12）。該機場亦提供加油（提供 100LL 型燃油）及航機維修服務等。



圖 3 Privilege Aero LLC 飛行訓練學校內/外部概況

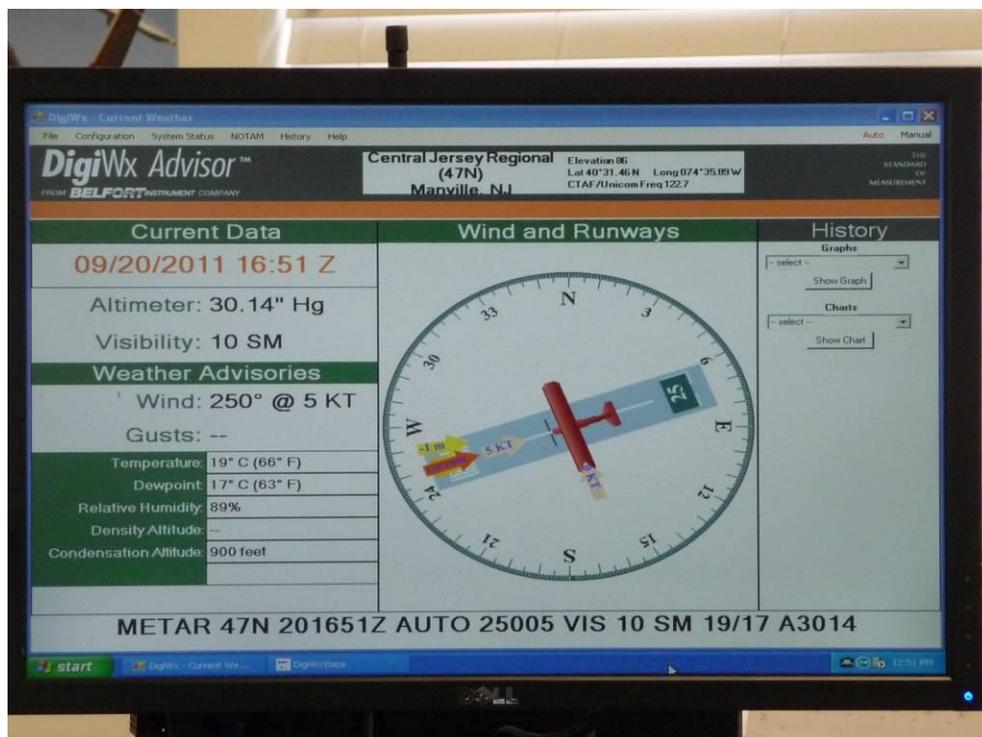


圖 4 Central Jersey 機場即時天氣資訊



圖 5 FAA 認可之 Cyber Hawk-3000 動態飛行模擬器

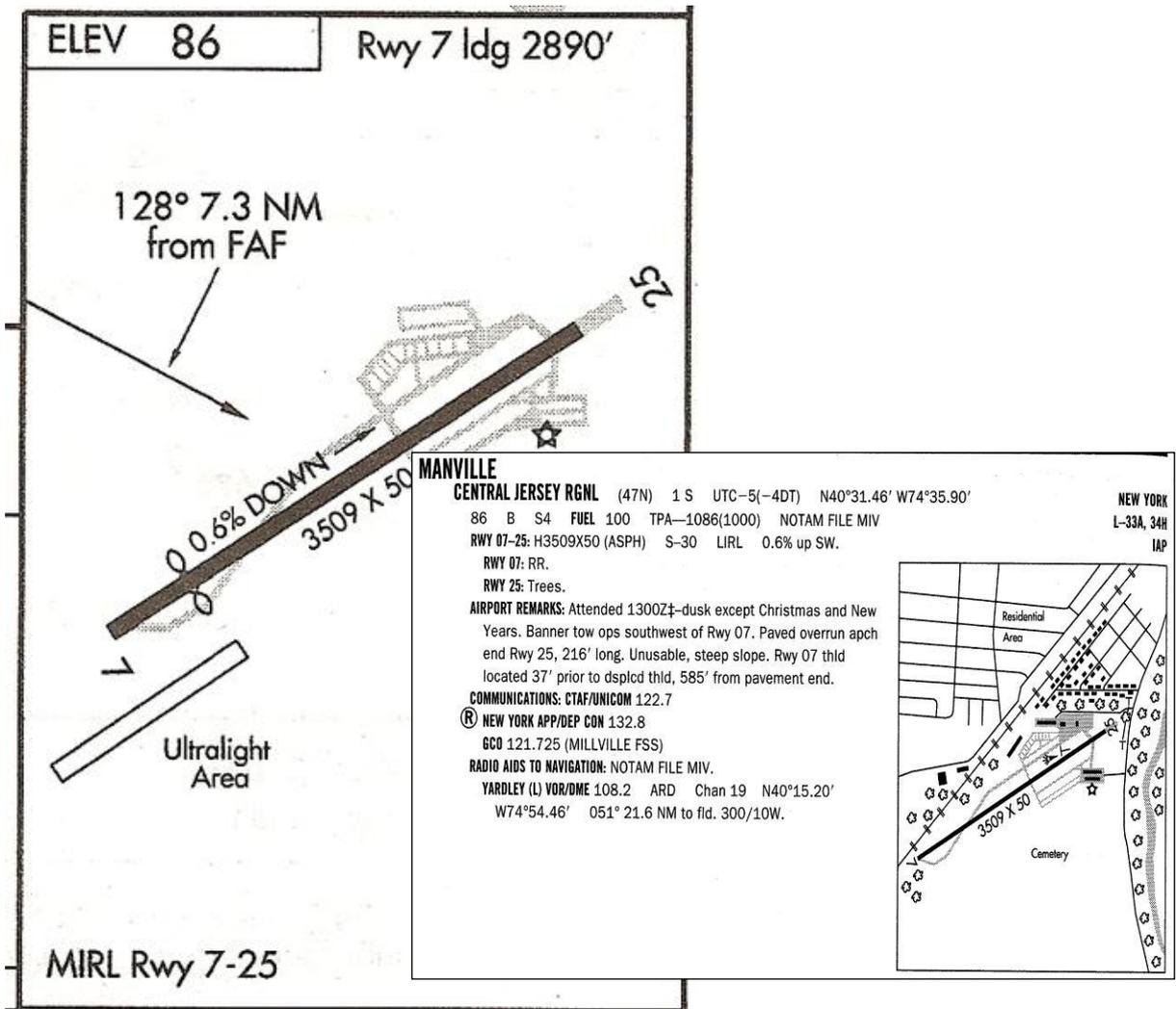


圖 6 Central Jersey 機場圖及基本資料

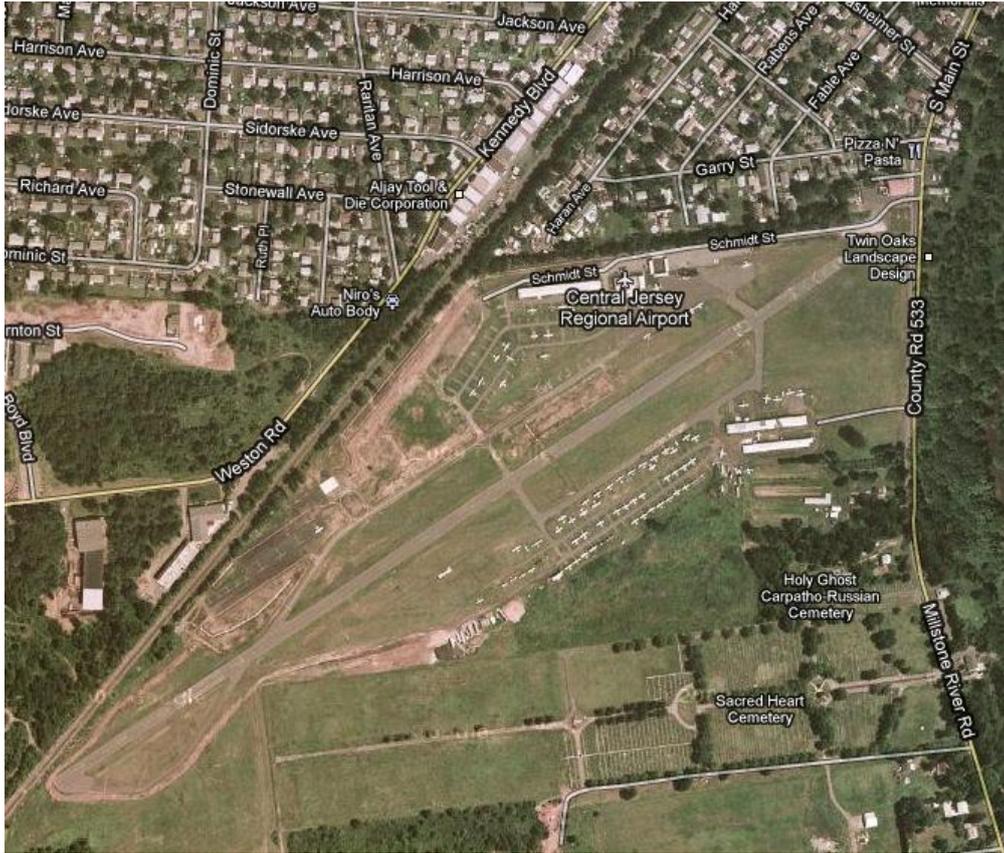


圖 7 Central Jersey 機場空照圖



圖 8 機場即時天氣觀測裝備



圖 9 機場風向指示器



圖 10 機場標燈



圖 11 機場自助式加油區



圖 12 跑道燈光



圖 13 Cessna 172 型機內/外部情形



圖 14 Piper Warrior PA28 型機內/外部情形



圖 15 雙引擎之 Gulfstream-American GA-7 Cougar 內/外部情形

三、 課程概要及訓練時數統計

1. A 員訓練時數統計及概要

日期	飛行操作 (左座)	飛行觀摩	落地次數	模擬機	地面操作	地面學科	備註
9/19	0	0	0	0	0	0	TSA finger print 學校放假
9/20	0	0	0	0	0	0	天氣未達飛行標準 行政作業、課程說明、學校環境設備及機場介紹、
9/21	1.4	0	3	0	1.5	0	Pre-flight inspection Engine start Taxiing 轉彎操作及本場起降練習 Cross-wind landing
9/22	1	0	1	0	0	1.5	Essential Aero-dynamic Normal Procedure 基本飛行操作 VOR 導航 本場 Traffic Pattern 操作
9/23	0	1	1	0	0	1.5	目視 cross-country flight plan 製作 儀器飛行及 GPS 儀器進場 示範
9/24	0.6	1	3	1	0	0	模擬機：Traffic Pattern 起 降練習、儀器飛行、姿態 儀故障之儀器飛行、ILS 進場 非管制及管制機場起降 Touch & Go 夜航
9/25	0	2.4	2	0	0	0	儀器 cross-country flight 本場 Traffic Pattern 操作
9/26	2.5	0	8	0	0	0	慢飛 正常及高進場速度落地 Power off landing
9/27	1.1	0	5	1	0	0	模擬機：Traffic Pattern 起 降練習、Power off landing、儀器飛行、 VOR/DME 儀器進場程序 示範 本場 Traffic Pattern 操作

							Touch & Go Cross-wind take off & landing
9/28	1.1	0	6	0.5	0	0	VOR 模擬機：VOR 航路飛行及 ILS 儀器進場程序示範、 ILS 進場操作 本場 Traffic Pattern 操作 Cross-wind take off & landing
9/29	2	0	6	1	0	0	模擬機：夜航側風起降、 VOR 航路飛行及 ILS 儀器 進場程序示範 Slow fly、Power-on stall、 Power-off stall、Steep turn、S-Turns、Turns Around a point、Traffic pattern、Go around、 Short-field take-off、 Soft-field take-off、 Short-field landing
總計	9.7hrs	4.4hrs	35 次	3.5hrs	1.5hrs	3hrs	

2. B 員訓練時數統計及概要

日期	飛行操作 (左座)	飛行觀摩	落地次數	模擬機	地面操作	地面學科	備註
9/19	0	0	0	0	0	0	TSA finger print 學校放假
9/20	0	0	0	0	0	0	天氣未達飛行標準 行政作業、課程說明、學校環境設備及機場介紹、
9/21	1	1	2	0	1	0	Pre-flight inspection Engine start Taxiing 轉彎操作及本場起降練習 Cross-wind landing
9/22	1	0	1	0	0	1.5	Essential Aero-dynamic Normal Procedure 基本飛行操作

							VOR 導航 本場 Traffic Pattern 操作
9/23	1	1	1	0	0	1.5	目視 cross-country flight plan 製作 儀器飛行及 GPS 儀器進 場示範
9/24	1.7	0	3	1	0	0	模擬機：Traffic Pattern 起 降練習、儀器飛行、姿態 儀故障之儀器飛行、ILS 進場 非管制及管制機場起降 Touch & Go 夜航
9/25	0	2.4	2	0	0	0	儀器 cross-country flight
9/26	2.1	0	11	0	0	0	本場 Traffic Pattern 操作 慢飛 正常及高進場速度落地 Power off landing 失速體驗
9/27	0	0	3	1	0	1.5	模擬機：Traffic Pattern 起 降練習、Power off landing、儀器飛行、 VOR/DME 儀器進場程序 示範 儀器飛行課程
9/28	1	0	6	0.5	0	1	模擬機：VOR 航路飛行及 ILS 儀器進場程序示範、 ILS 進場操作 本場 Traffic Pattern 操作 Cross-wind take off & landing 儀器飛行課程
9/29	1.5	0	3	1	0	0	模擬機：夜航側風起降、 VOR 航路飛行及 ILS 儀 器進場程序示範
總計	9.3hrs	4.4hrs	32 次	3.5hrs	1hrs	5.5hrs	

參、心得

一、地面學科

1. 目視越野飛行 (cross-country) 之飛行計畫 (flight plan) 製作

若執行一趟自起飛到降落超過 50 哩飛行任務，在美國法規中 (FAR61.1) 定義為越野飛行 (cross-country)。對於目視飛行規則而言，飛行計畫 (flight plan) 是相當重要的飛行前準備 (preflight preparation) 項目，良好的飛行計畫可以幫助飛行員順利得完成飛行任務，尤其是在執行越野飛行任務，在此次的飛行計畫練習中，著重於飛行電腦 (flight computer) 練習以及計算飛行所需的時間與油耗。

規劃及製作由本場 Central Jersey 機場 (47N) 至 Lancaster 機場之飛行計畫，首先展開 NEW YORK SECTIONAL AERONAUTICAL CHART 航圖，從中尋找 47N 機場以及 Lancaster 機場，計畫以 2 機場相連之直線作為飛行航路，在從航路中選定數個檢查點 (check points)，檢查點數目的選定可考量下列條件：

- 航路上可目視具有特徵的地形、地貌或建築物。
- 選取適當的距離間隔 (一般約為 10~15 英里)。

在此次的練習中選定 7 個檢查點，規劃整趟航路之飛行高度為 4,500 呎，假設航路上的天氣狀況，設定當時的風向/風速分別為 200 度/20 哩/時，忽略溫度的影響，依據飛行高度與引擎推力設定查詢出巡航時的 TAS 為 101 哩/時。

選定爬升至高度 4,500 呎 (top of climb, TOC) 時為第 1 個檢查點，估計到達須花費 7 分鐘，使用 2 加侖油料，飛行 9 哩。

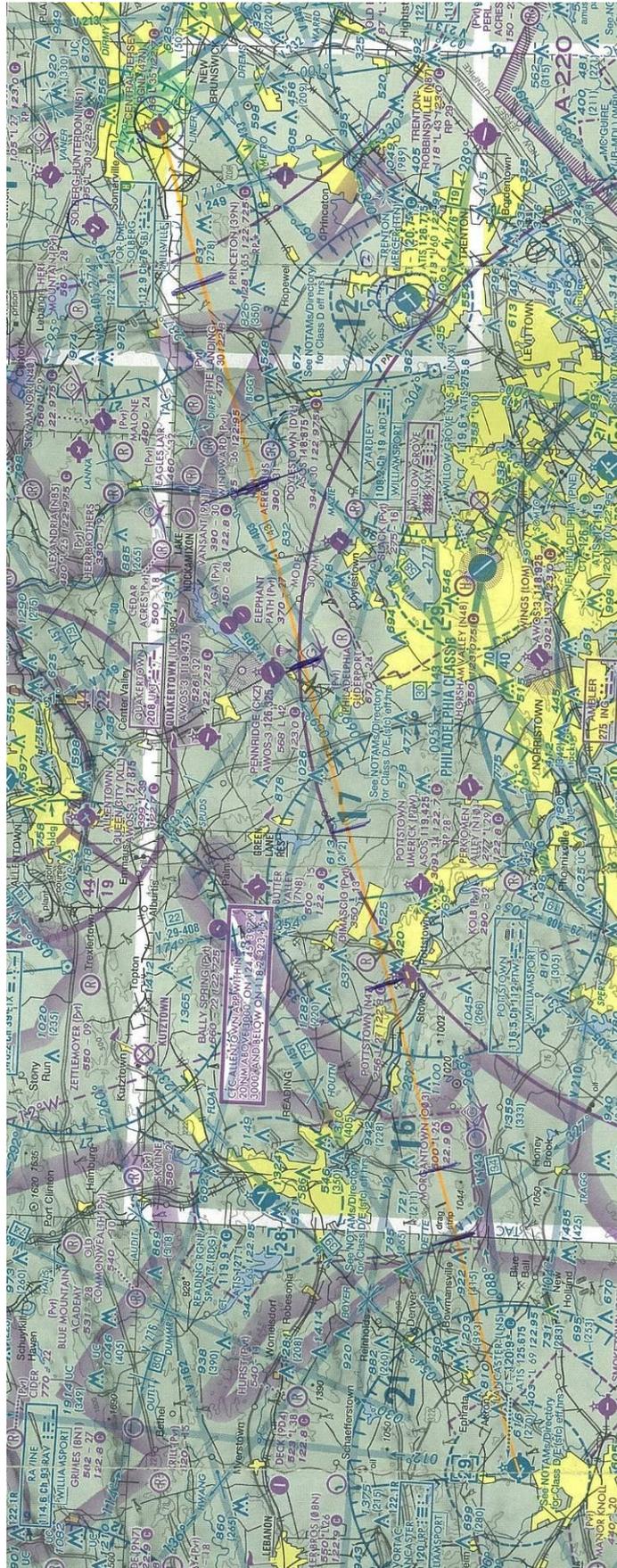


圖 16 Central Jersey 至 Lancaster 之航路圖

規劃由 47N 機場至目的地 Lancaster 機場為直線飛行，TC (true course) 固定為 253 度，使用飛行電腦求得 WCA (wind correction angle) 為-8 度，計算出 TH (true heading) 為 245 度，在航圖中查詢 MAG VAR (magnetic variation) 於此區域約為+12 度，計算出 MAG HDG (magnetic heading) 為 257 度，再使用飛行電腦求得上述條件下的 GS (ground speed) 為 88 浬/時。

配合航圖上的比例尺，使用直尺量得各個檢查點之間的距離，換算出檢查點之間的距離 (leg distance)，以地速與距離計算或使用飛行電腦求出各個 leg distance 所需時間，以及所對應的油耗。



Privilege Aero LLC
www.privilegeaero.com

Tach In _____ Hobbs In _____
Tach Out _____ Hobbs Out _____
Total _____ Total _____

CHECKPOINT	ALT	WIND DIR	WIND SPD	TAS	TC	WCA	TH	MAG VAR	MAG HDG	GROUND SPEED	LEG DISTANCE	ETE	ATE	COMM FREQUENCIES
DEPT: 47N	4500											9	7	DEPARTURE
TOC In front	4500	200	20	101	253	-8	245	+12	257	88	12	10:40		TWR: _____ GRD: _____
River	4500	200	20	101	253	-8	245	+12	257	88	12	10:40		FSSICTR: _____ APP: _____
Airport	4500	200	20	101	253	-8	245	+12	257	88	10	8:48		ATIS: _____
Lake	4500	200	20	101	253	-8	245	+12	257	88	8	7:00		
Airport on left between road	4500	200	20	101	253	-8	245	+12	257	88	11	9:40		
Road cross	4500	200	20	101	253	-8	245	+12	257	88	4	3:30		ARRIVAL
Road cross											13	11:24		TWR: _____ GRD: _____ FSSICTR: _____ APP: _____ ATIS: _____
DEST: Lancaster	TOTAL													

1. TYPE	2. A/C REG NUMBER	3. A/C TYPE/SPECIAL EQUIPMENT	4. TRUE AIRSPEED	5. DEPARTURE POINT	6. DEPARTURE TIME	7. CRUISING ALTITUDE
8. ROUTE OF FLIGHT						
9. DESTINATION		10. ESTIMATED TIME ENROUTE HOURS MINUTES		11. REMARKS		
12. FUEL ON BOARD HOURS MINUTES		13. ALTERNATE AIRPORT		14. PILOTS NAME, ADDRESS, TELEPHONE & A/C HOME BASE		
				15. NUMBER ABOARD		
				17. DESTINATION CONTACT & TELEPHONE (OPTIONAL)		
16. COLOR OF AIRCRAFT						

Clearance

Top of climb 7 min, 2 gal 9 min

圖 17 飛行計畫表

以圖 17 為例，最後加總的飛時為 67 分 42 秒，油耗為 6.81 加侖。

飛行中可能因為天氣改變等外在因素影響而與原規劃之飛行計畫不盡相同，更可能因為目的地機場的天候不適合降落而須轉降，故實際上執行越野飛行任務時都會在出發前將油箱加滿，以備不時之需。

2. VOR 導航系統概述

VOR 介紹：對初學者而言，可將飛行區分為目視飛行以及儀器飛行兩大類，這次訓練除了學習基本的目視飛行操作之外，也藉機觀摩並學習了儀器飛行的基本課程及操作，在儀器飛行規則當中第一個需要了解的飛機導航裝備就是 VOR (VHF omnidirectional range)。在美國要執行儀器航路飛行任務時一般都是跟隨著 VOR 站台而飛，攤開任一張美國地區低高度的儀器飛行規則航路 (IFR ENROUTE LOW ALTITUDE - U.S.)，裡面的航路多由 VOR 站台所連結，規劃飛行路線時就是選定欲通過的 VOR 站台，並事先記錄及設定各個 VOR 站台的頻率，以作為導航的依據。飛機儀表上通常有兩個可以設定頻率的頻道，第一個是當下正在飛往的 VOR 站台頻率，第二個是下一個欲飛往的 VOR 站台頻率，待飛過第一個 VOR 站台之後，調整第二個 VOR 站台為 active，並將第一個 VOR 站台的頻率更改設定為第三個 VOR 站台。

VOR/DME Approach Procedure：在儀器進場圖裡可以常看見以 VOR/DME 進行一個 ARC 的進場程序，以飛機執行一個 10.8NM ARC 之 VOR/DME 程序為例，如圖 18 上，由 096 度邊 (radial) 至 068 度邊 (radial)，一開始飛機飛在 ROCHESTER 之 VOR 站台上往 096 度邊 (radial) 方向飛行，抵達 IAF 後 (參考圖 18 下) (如標示(1)) 開始右轉 90 度，保持高度為 3,400 呎，此時調整航向為 106 度，VOR 顯示成標示 2，待 VOR 顯示為標示 3 時，再調整航向為 116 度 (如標示(4))，以此類推，直到航向調整為 226 度，再右轉約 90 度，調整航向為 052 度至 052 度邊 (radial) 上，執行最後進場程序。

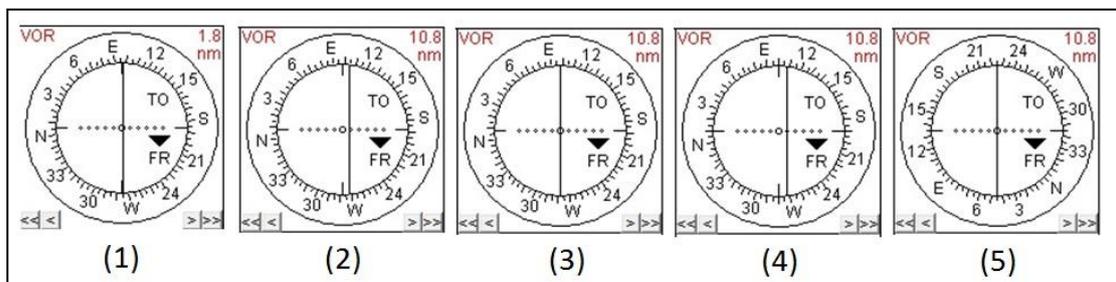
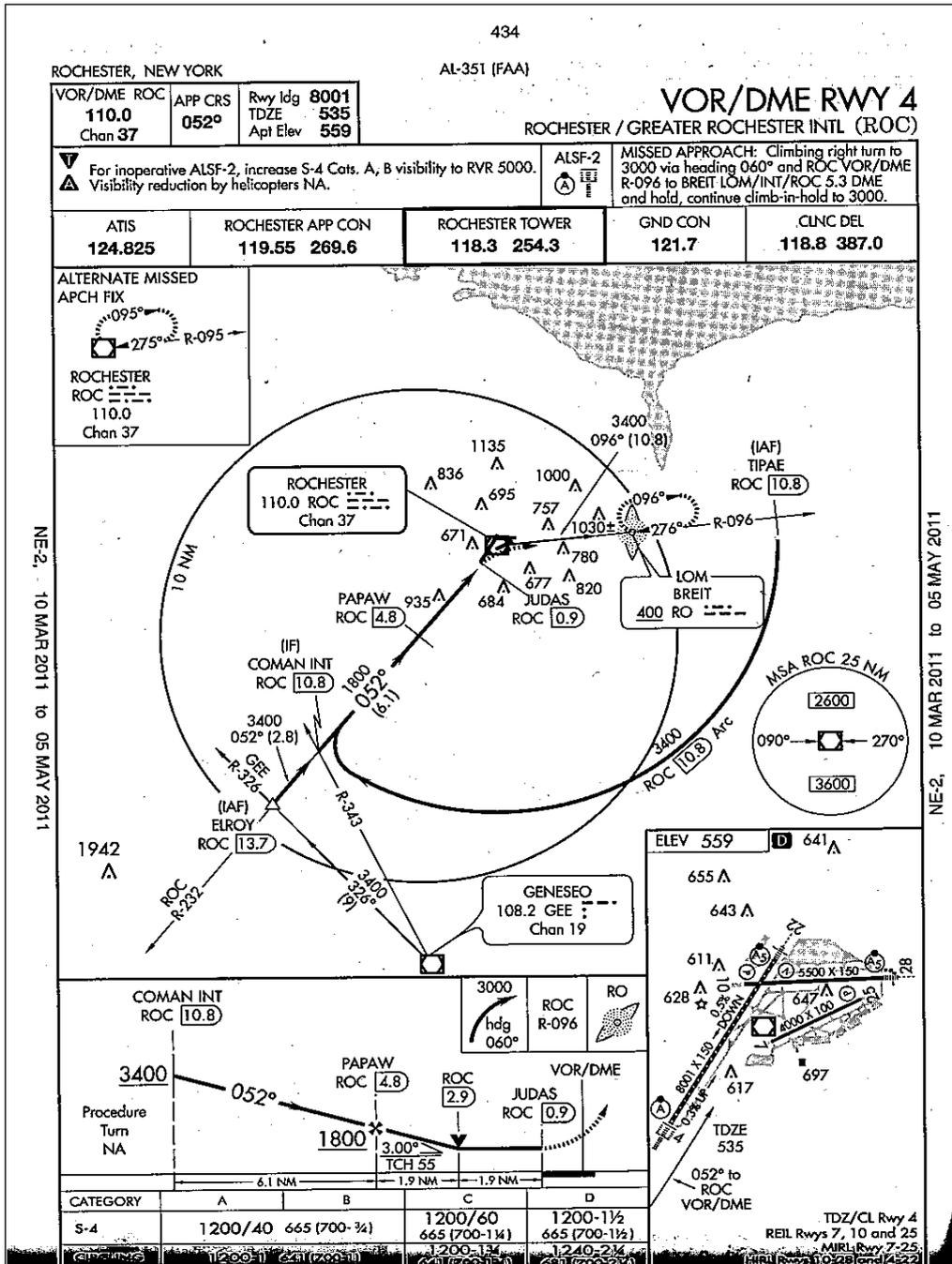


圖 18 Rochester VOR/DME 儀器進場圖及 VOR 顯示圖

二、目視飛行操作訓練

1. 引擎啓動與關車

當日第一次啓動引擎或天冷前，要拉 2-6 下啓動助油器（primer），送油去引擎。另外，每次發動前，亦可拉幾下油門（throttle），送氣去引擎。

混油器（mixture）是控制油/氣比，全推到底爲富油（rich），隨高度越高微拉（lean），關車時把混油器（mixture）全拉至慢車（idle），發動機即熄火；油門（throttle）則控制多少油氣進入汽缸；拉到底爲慢車（idle），推越多油氣進入汽缸越多。

2. 滑行

滑行時油門推，直至飛機動再拉回一些，後續使用油門加/減速；小幅度修正滑行方向則使用左/右方向舵踏板，大幅度轉彎或迴轉時使用左/右煞車踏板；煞停時則兩腳踩煞車踏板，並拉回油門。滑行時要將遠處的中心線當參考點，使能穩定滑行，並需要與周遭飛機、人員及障礙物保持安全距離。



圖 19 滑行

3. 基本飛行觀念

目視飛行重點：注意力主要放在外界，儀表僅檢查用，外部及內部之注意力

分配比例約為 10:1；使用天際線及儀表板上緣水平線對比，作為操作之目視參考，爬升時，可使用側邊天際線。

Elevator trim 技巧使用：平直飛行時，操控桿（yoke）調整好位置，確認航機平直飛行後維持（hold）住，感覺操控桿是否有往下或上之壓力，往上 trim nose down，往下則 trim nose up，直至壓力消失時，放手仍可保持平直飛行。

資深教官對 trim 的應用很熟練，適當的 trim 使得飛機會很穩定的降高度，如教官於第 3 邊（downwind）建立好外型後，會往 nose up trim 半圈，第 4 邊（base）放襟翼（flap）到 20 時，亦會 nose up trim 半圈，也就是教官第 3 邊（downwind）時很少需要推頭去降高度，而是調整好油門及 trim 好，航機即能穩定的下降。

爬升/下降：先調整油門，爬升增加（push）油門，下降則減少（pull）油門，量視高度變化程度而訂，再帶/推操控桿，維持穩定之 500 呎/分（ft/m）上升/下降率，到達指定高度前操控桿回正，即要有提前量，再調整油門。

轉彎操作：飛機轉彎與開車不同處，於建立傾斜角（bank angle）後，把操控桿回正，此時航機持續維持傾斜（bank）之姿態，於快達目標航向（heading）前，操控桿往反方向轉，將機翼（wing）回復至水平後回正。

動力曲線（power curve）（JEPPESEN Private Pilot p.8-21）：係飛行重要之基本觀念，空速在 power required front side 時，平飛時加/減油門會加/減速，pitch up/down 會爬高/下降，然而在 back side 時，加/減油門主要控制增加/減少高度，pitch up/down 主要控制減/加速。

4. 起飛及落地

正常起飛：係將油門逐漸推到底，加速後飛機會有左偏慣性，使用右舵抵消，並持續使用舵使航機對正於跑道中心線，空速達綠線加 10 浬/時帶桿（rotate），帶桿時要注意仰角控制，以避免發生 power-on stall，讓空速可以穩定以 500 呎/分（ft/m）增加。一般指示空速（IAS）55 浬/時微帶桿，幅度應能使速度持續增加，帶桿太多，則容易失速，建立正爬升率（positive climb），用點 trim down，並加速至 76 浬/時，使用 pitch 控制速度，持續爬升至安全高度後，轉彎離場。

側風起飛：則多使用操控桿壓向上風邊。

平飄技巧 (flare technique): 於跑道上接近地面時緩慢帶桿，收油門至慢車 (idle)，眼睛目視跑道底，達平飄時，跑道底應已與儀表板上緣重疊，已看不到，維持該 pitch position，再持續帶桿。接近觸地點時，收油門，帶桿至看不到跑道底維持 (hold) 住，觸地，持續帶桿，引擎重量會讓鼻輪觸地，若推桿，螺旋槳 (prop) 易觸地，鼻輪結構 (strut) 易損壞。教官提醒落地過程，收油門後，即使左右調整時，也要記得帶桿，基本上，第 5 邊 (final) 時都是帶桿只是量的控制。

側風落地 (cross-wind landing): 重心在前方 (forward CG) 之飛機，由於風標效應影響，側風落地時，機頭會自轉向風來的方向，當飛機落地前，再踩反向舵，把機頭轉正。

某日訓練時約有 7 哩/時側風，陣風達 15 哩/時，故更能感受風的影響，風會使得機頭往上風邊轉，飛機往下風邊漂移 (drift)，然而，該日風很不穩定，故會增加修正的頻率及維持穩定的難度，可適時將上風邊機翼 (wing) 往下壓，去修正，或/及採反向舵，第 2 邊 (cross-wing) 轉第 3 邊 (downwind) 要多轉點，轉第 4 邊 (base) 亦要早點轉，飛機會往下風邊漂，第 4 邊 (base) 時，飛機會被頂起來，不易降高度，要多收點油門，然而轉第 5 邊 (final) 後，風對高度的影響就會減少，故要注意油門控制；第 5 邊 (final) 時，機頭會往上風邊轉，原則上要用操控桿將飛機控制在中心線上，快落地時，踩反向舵將飛機轉正，然而教材上亦有介紹，讓上風邊主輪先處地，因往前力量小，下風邊主輪會自己觸地，此時再踩反向舵將飛機轉正後觸地，然而此操作方法難度較高。大原則是壓上風邊機翼 (wing)，踩反向舵修正機頭往上風邊轉，但如何使用，不同教官有不同的習慣。

進場及落地困難處，在於短時間內有許多操作動作，要放外型，減速，降高度，工作負荷高，且由於高度較低，較不容許犯錯，注意避免 power-off stall。

軟場地落地 (soft field landing): 軟場地，如草地落地，因地質較軟，航機著落後，若力量都壓在地面上，則輪胎可能會陷入，可能會造成螺旋槳觸地，航機損壞，故落地時，油門不要全收，帶點油門，觸地後，煞車使用要柔和。

短場起降: 短場起飛時，煞車踩住，油門推到最大後再鬆開煞車，此時可用

最短距離加速至帶桿 (rotate) 速度後帶桿起飛。短場落地時，進場速度不可偏高，要早觸地，落的較重，觸地後使用最大煞車，讓航機在最短距離內煞停。



圖 20 降落-第 5 邊

5. 機場航線 (traffic pattern)

無塔台管制機場之機場基本資料中，會包含機場航線之高度，以本場而言約 1,000 呎高度，主要目的係讓使用該機場之駕駛員皆使用同樣的航線進離場，以避免碰撞。

通常係維持機場航線高度，以 45 度進入第 3 邊 (downwind leg) 加入機場航線，接著收油門至 2200-2300 轉 (RPM)，減速至 90-100 哩/時。

第 3 邊 (downwind) 飛抵平行跑道頭名稱標線後，打開汽化器加熱 (carb heat on)，收油門至 1500 轉，襟翼 10 度，減速至 85 哩/時以下，降高度至 800 呎，開始轉入第 4 邊 (base leg)。

第 4 邊時，襟翼 20 度，並持續降高度至 600 呎，速度控制至 70-75 哩/時，轉第 5 邊時，襟翼 30 度。

第 5 邊時，要控制進場速度 65 哩/時，下降率 500 呎/分穩定進場，當速度快時，要帶點桿，慢時要推點桿，下降率維持 500 呎/分，高度低要加點油門，高則要減點油門。

某日練習目視飛往管制及非管制機場之相關操作，體驗其差異。本場起飛，往西南目視飛行約 10 哩至無管制塔台之 SOLBERG(N51)機場落地，該機場無提供起飛跑道資訊，故先飛越機場上空，依風標 (wind tee) 決定使用跑道 22，再以 45 度進入第 3 邊 (downwind leg) 加入機場航線 (1,200 呎) 後落地，此外，進入機場航線前需使用該機場通用 (Unicom) 頻道，告知如：『 SOLBERG Traffic、本機名稱 (who)、目前位置 (where)、意圖 (what)、SOLBERG Traffic 』，起飛前亦同，或詢問跑道方向。

航機接著目視飛往西南方約 20 哩之 Trenton (N87) 機場，該機場有塔台管制，接近機場前收聽 ATIS，抄收使用跑道、天氣、高度表撥定值等資訊，並須與塔台聯絡取得落地許可，並依塔台指示進場

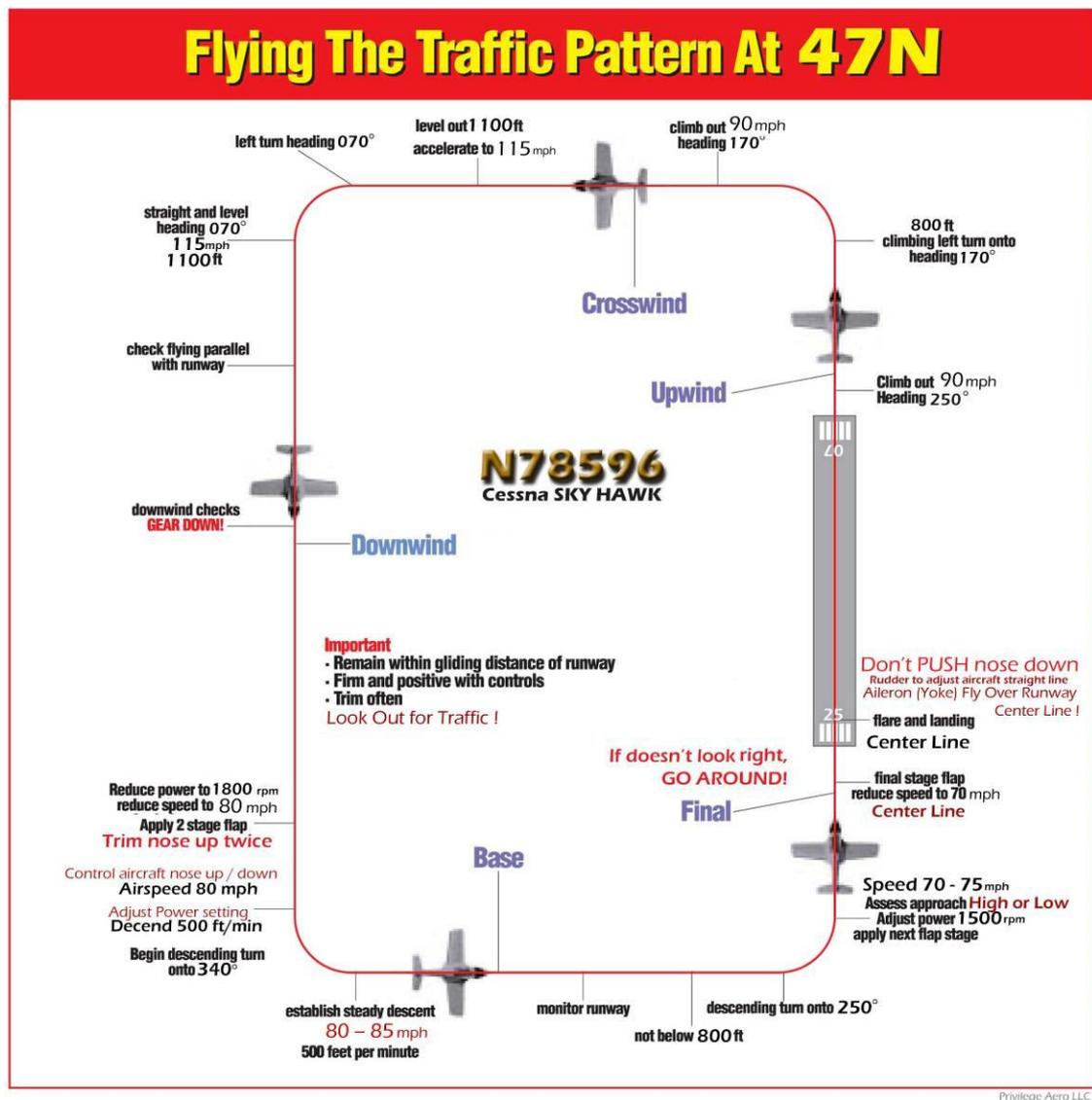


圖 21 Central Jersey 機場之機場航線操作要領

6. 夜航

夜間目視飛行時，較白天不易看到天際線，較易產生視錯覺，應儘可能使用遠處之水平線作為參考，並應較白日更常使用儀表確認其參考性。另夜間目視落地時，不易目視下滑道下之障礙物，當目視跑道頭燈後，維持下滑道，若發現燈光忽明忽暗，則可能下滑道前附近有障礙物（樹林），應增加下滑角度。

7. 慢飛及失速

慢飛主要係將航機空速維持在接近失速，讓學員能夠熟悉航機快失速前之特性，慢飛（slow fly）時，操作面會變得很沒效率，切記不要做太大量的操作動作，注意維持機翼水平（wing level）及高度。

失速練習分為兩類，有動力失速（power on stall）及無動力失速（power off stall）。有動力失速（power on stall）是模擬起飛過程中，因攻角太大造成失速，此時油門已最大，故當失速時，要維持 wing level，避免進一步造成航機螺旋（spinning），失速後 Cessna 型機穩定之特性，航機仰角會自己變小，但航機仍會掉高度，故要穩住操控桿，維持住高度，並讓空速穩定增加。

無動力失速（power off stall）則是模擬進場過程中航機失速，此時要把油門推到最大，關閉汽化器（carb heat off），穩住操控桿，維持機翼水平（wing level），執行重飛，讓航機維持平飛，待空速起來後，再帶桿爬升。

失速回復（recovery）的操作必須熟練、快速，避免高度掉太多，觸及地障，且要維持機翼水平避免進一步造成螺旋（spinning）。

8. 空中引擎失效處置

引擎失效時之處置，係先由左至右檢查 prime、master、ignition、carb heat、fuel select、mixture 位置，嘗試找出可能之發動機失效原因，若檢查結果皆正常；則用 pitch 控制速度維持在最佳滑空空速 65 浬/時，若操控桿壓力大則用 trim 減少壓力。然後尋找落地點，使用 pitch 控制速度，左右操控桿控制航機位置。距落地點若太高，可左右坡度（bank），讓航機在最小範圍內降高度，甚至放下襟翼，增加阻力。

進場過程中高度控制很重要，太高造成進場速度快，跑道長度需求增加，然此點對小飛機影響不大；重點係進場高度若偏低，一旦此時引擎失效，則無高度可供運用，增加處置之難度。

三、 飛行觀摩訓練

1. 儀器飛行-本場起降

本次觀摩飛行係由飛行學校校長帶飛，執行儀器飛 47N 本場（Central Jersey）起降示範。

當日天氣屬儀器天氣，主要係體驗儀器天氣起飛、航路飛行及落地，內容包括：飛航計畫申請、航路許可、起飛許可、起飛操作、雷達引導、GPS 導航、自動駕駛操作、儀器進場程序執行（RNAV(GPS) RWY 7）、出雲目視跑道後落地操作。

航路飛行時，駕駛員一則可依原飛航計畫之航路飛行，一則是由管制員以雷達引導方式進行，管制員以雷達引導時，指示之航向需已考量風向/風速，指示之高度亦需考量航機後續之儀器飛程序，雷達引導亦須將航機導引至計畫之儀器飛航航路，始取消雷達引導。

訓練機 N2900E 機配有 GPS 導航機及自動駕駛，駕駛員可使用 GPS 導航機輸入計畫航路之航點，該機起飛爬升後，即使用自動駕駛 GPS Mode，使航機以 GPS 導航機中計畫之航路飛行，惟該機無高度模組之自動駕駛，故高度部分係依航管指示，由駕駛員操控。途中因 traffic，航管以雷達引導方式，引導航機至本場 RNAV(GPS) RWY 7 之初始進場點-IAF (ADIUM)，後續結束雷達導引，航機使用 GPS 之 WAAS 訊號進場，WAAS 可模擬出如同 ILS 進場之效果，水平部分自動駕駛會控制，高度部分，由駕駛員依儀器進場圖要求的高度操控。MDA 為 520 呎，出雲目視跑道後，解除自動駕駛目視落地。

本次飛行使用 GPS 導航機，其方式類似航空公司使用之 FMC，故透過本次觀摩飛行，有助於瞭解駕駛員如何操作 FMC 執行導航。

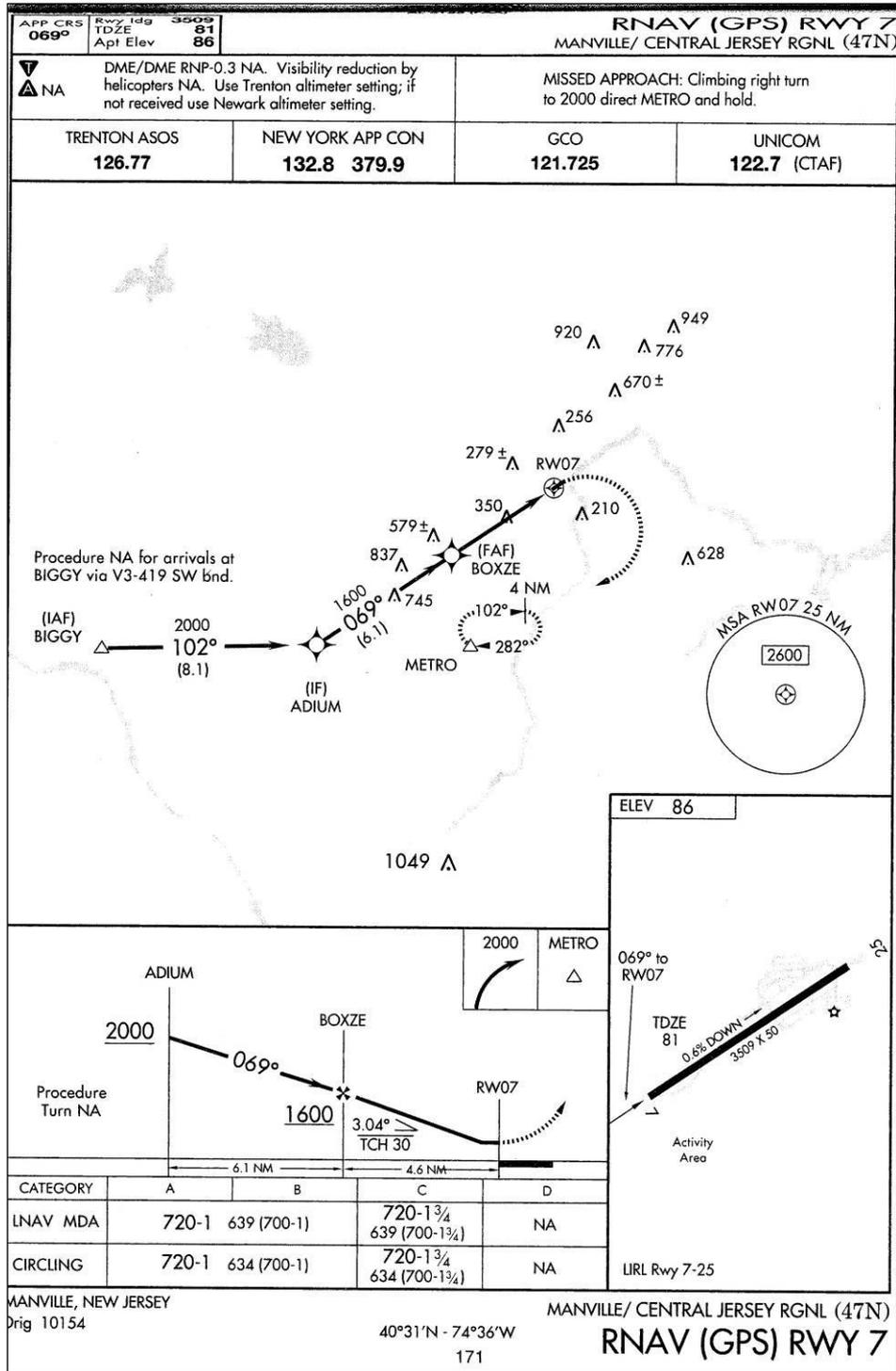


圖 22 RNAV(GPS) RWY 7 進場程序圖



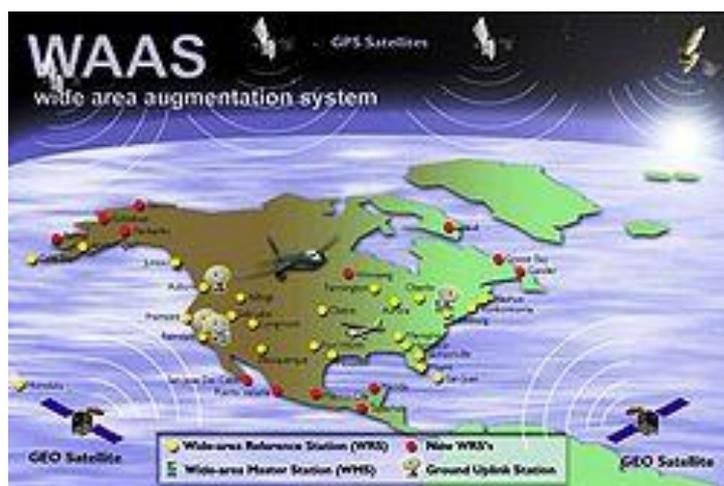
圖 23 儀器天氣飛行



圖 24 自動駕駛及 GPS 導航機

廣域增強系統 (wide area augmentation system, 簡稱 WAAS) 是由美國聯邦航空局開發建立的用於空中導航的一個系統，該系統主要是通過解決廣域差分 GPS 的數據通信問題從而提高全球定位系統的精度和可用性。

廣域增強系統利用遍布北美和夏威夷的地面參考站（wide-area reference station，簡稱 WRS）採集 GPS 信號並傳送給主控站（wide-area master station，簡稱 WMS）。主控站經過計算得出差分改正



（deviation correction，簡稱 DC）並將改正信息經地球站傳送給 WAAS 地球同步衛星。最後由地球同步衛星將信息傳送給地球上的用戶，這樣用戶就能夠通過得到的改正信息精確計算自己的位置。

該系統於二十世紀九十年代開始研製開發，到 2003 年 7 月 10 日時，WAAS 信號已經能夠覆蓋 95% 的美國領土。其動態定位水平精度可達到 3-5 米，垂直精度可達 3-7 米。而且用戶不需要增加任何導航設備。

2. 儀器飛行-越野飛行（cross-country）

校長及學長示範往返本場至賓州 Lancaster 機場之儀器飛行，並使用雙引擎飛機（Gulfstream-American GA-7 Cougar），總飛行時數約 2.4 小時

Lancaster 機場距本場直線距離約 70 哩。本次觀摩飛行目的係瞭解儀器飛行計畫之申請、航路規劃、無自動駕駛情況下進行 VOR 及 GPS 儀器導航航路飛行、進場台與塔台通聯與更換、雷達引導、ILS 儀器進場等。

ILS 儀器進場：進入 LOC 訊號範圍後，會接收到 LOC 訊號，若是正對電台，左右定位是去追指針，背對則相反，然大趨勢仍要維持跑道 heading，若指針在中心右邊，則調整到跑道 heading 右邊，則指針就會回來中心，此時亦要維持航圖規定之高度。通過 FAF 後，會接收到 G/S 訊號，正常進場訊號會在上方，不要去追它，維持高度，指針自己會下來，接著就追著訊號走，到達 DA，若無法目視跑道則執行 missed approach，若目視後則開始放外型執行落地操作。

本次觀摩飛行對於飛行的基本思維：aviation→navigation→communication，有更深刻的瞭解，一個成功的飛行管理必須要兼顧飛行操作、導航及溝通（駕駛員 ASC-TRT-11-12-001

與管制員間)，出發前的計畫十分重要，計畫航路過程中之 VOR 電台頻率、管制波道等都應該先熟悉及準備，飛行過程中始能預先準備，讓整個飛行過程能夠充容且有秩序。然而，一旦緊急狀況發生，原則上駕駛員首要係飛行操作，其次才是考量導航相關作業，例如：確認航機目前位置，及決定飛往何處及如何到達等，再來才是與管制員通聯，告知狀況及請求協助。

3. 儀器飛行-VOR 儀器進場

航機於訓練空域完成訓練後，因能見度下降，教官決定示範 VOR A 儀器進場，使用 Central Jersey 之 VOR-A 進場方式。VOR-“A”係指，該進場程序無法直接將航機引導至對正跑道，僅能接近機場，當駕駛員目視機場後，則維持 MDA，以 circling 方式，降落於指定跑道。教官先定向本場西北方約 6 哩之 SOLBERG VOR 電台，教官先設好頻道後，選轉 OBS 鈕，直到顯示「To」，CDI 顯示無偏差，此時操作航機航向同該 course 之幅向，維持 CDI 無偏差，此時航機即在選定的 course 上，持續往 VOR 電台飛行，由於該台亦有 DME，亦可知道距該台的 slant distance 及時間，當接近電台時，訊號較敏銳，CDI 變化幅度會增大，此時教官告知不要去追，保持好航向即可，當時之能見度可目視下方之 VOR 電台，故可發現目視通過電台後，儀表顯示變為「From」。後續教官可目視機場位置後，加入機場航線，落地。

HSI：傳統 VOR indicator 要注意 reverse 的問題，若 course 與 heading 相反時，若是去追 CDI 則會追不到；HSI 則可克服此困擾，箭頭所指就是電台的位置，不會有 reverse 的問題。

本項訓練得以讓學員實際體驗 VOR 導航之過程，得以體會地面學科時講授有關 VOR 導航之相關知識。

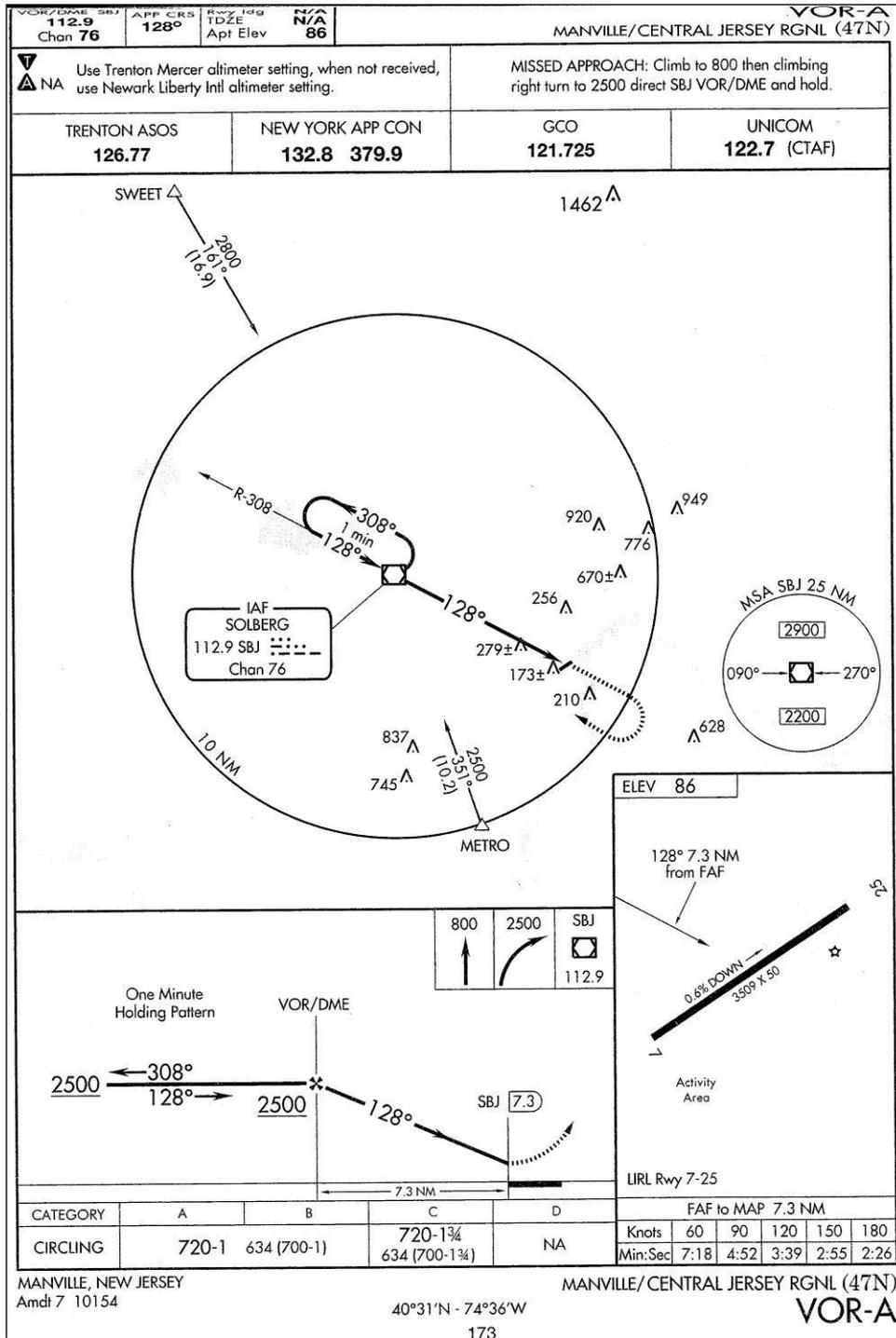


圖 25 VOR-A 進場程序圖

四、 模擬機訓練

1. 模擬機概述

不同於其他的飛行學校，本次參加訓練的飛行學校中有一座由校長自行研發的全動感飛行模擬器 FD-301，此模擬器通過美國聯邦航空總署 FAA 的正式認證，是目前世界上第一台小型全動感的飛行模擬器，如圖 26 所示。對於新到來的學員而言，飛行學校是規劃第 1 堂與第 2 堂課由教官作實機帶飛，實際體驗飛行的感受，之後再以模擬器練習，學員可在不緊張的情況下，學習辨識六大儀表。

此外，在實機飛行教學中，教官必須一邊注意機外的狀況，一邊觀察學生飛行，容易在不注意的情況下發生意外，若使用模擬器教學，教官就可以全心關注學員的操作，並即時糾正學員。模擬機有隨時可「暫停、重來」的好處，學員可以在短時間裡反覆練習，大大縮短訓練時間。

本次參加訓練期間因當地的天氣不佳，常常處於能見度過低以及雲底高度不高的天氣狀態，無法符合目視飛行的天氣條件，所以除了把握可以實機練習的機會，也相當著重於飛行模擬機的學習。



圖 26 全動感飛行模擬器 FD-301

2. ILS 進場

第 1 次坐上模擬機練習內容為：由飛行學校本場起飛及爬升，維持高度及航向，藉由基本的飛行熟悉控制桿的操控，另外也開始使用踏板練習控制 turn-coordinator，以保持飛機的重心。基本操控練習後，設定飛機於雲中飛行，在無法看見外在環境的情況下，練習僅靠儀表的顯示飛行。最後設定儀器進場條件，練習跟隨 ILS 儀表降落。

第 2 次模擬機練習內容為：第 1 個起降練習本場的機場航線 (traffic pattern)，第 2 個本場起降加入天氣不良的條件，體驗在第 5 邊的後半段才看見跑道而落地的狀況。最後練習踏板的操控，如果僅使用踏板控制垂直尾翼而轉彎，在不使用控制桿的情況下，飛機機鼻會開始向下，此時若將踏板踩到底，飛機會開始螺旋 (spin)，需要及時操作控制桿修正高度及姿態，以避免飛機失速。

第 3 及第 4 次的模擬機練習則著重於 ILS 儀器進場操作，教官設定飛機於 middle marker 攔截後，飛行高度為 2,000 呎，距離機場 6 浬時開始飛行，熟悉如何使用控制桿及踏板跟隨 ILS 訊號落地，並搭配夜間及能見度不佳等外在環境飛行。

3. VOR/DME 進場

在此次訓練的飛行學校中，有幾位飛行時數已經達到 200 小時以上的學員，也常常向他們請教與討論飛行的知識與技巧，更請求能實際使用模擬機讓我們觀摩學習。

教官示範自本場 47N 機場起飛至 Trenton 機場，執行 TTN ILS RWY 6 進場程序，首先設定 VOR R-109 航向，高度保持 2,000 呎，朝 Yardley VOR 電台飛行，因過 VOR 電台後須改航向為 181 度邊 (radial)，故於飛機未抵達 VOR 電台前飛航向 130 度，以攔截 181 度邊 (radial)，攔截 middle marker 後進入 procedure turn，教官示範 tear drop 飛程序，計時 1 分鐘後迴轉攔截 LOC，一旦 middle marker 再次攔截後，降低馬力並下降高度，直到攔截 GP，跟隨 GP/LOC 訊號飛行，決定高度 (DH) 為 400 呎，若目視跑道則 call out 「runway-insight」，則使航機落地，若無法目視跑道則執行重飛程序。

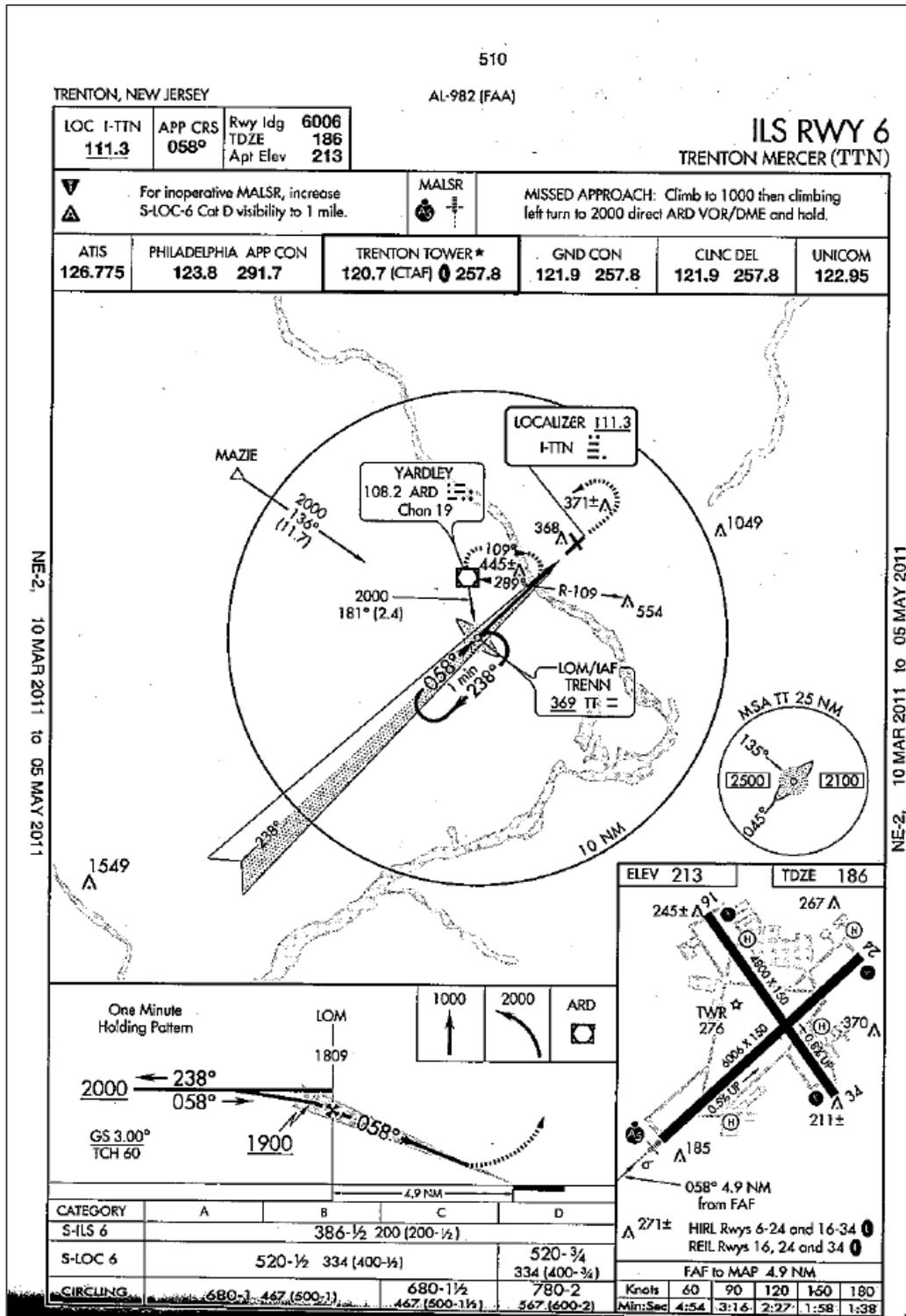


圖 27 TTN ILS 進場圖

教官示範自甘迺迪國際機場 (JFK) 起飛，執行 KJFK ILS 22L 進場程序，首先設定 VOR R-269 度邊 (radial)，朝 Deer Park VOR 電台飛行，在 DME 顯示 9 哩時左轉彎進入 VOR R-283 度邊 (radial)，飛離 Deer Park VOR 電台，保持 3,000

呎飛行高度，當攔截 LOC 訊號時左轉至 225 度邊 (radial)，開始下降高度至 1,800 呎並保持高度直到攔截 GP，跟隨 GP/LOC 訊號飛行，決定高度 (DH) 213 呎前目視跑道落地。

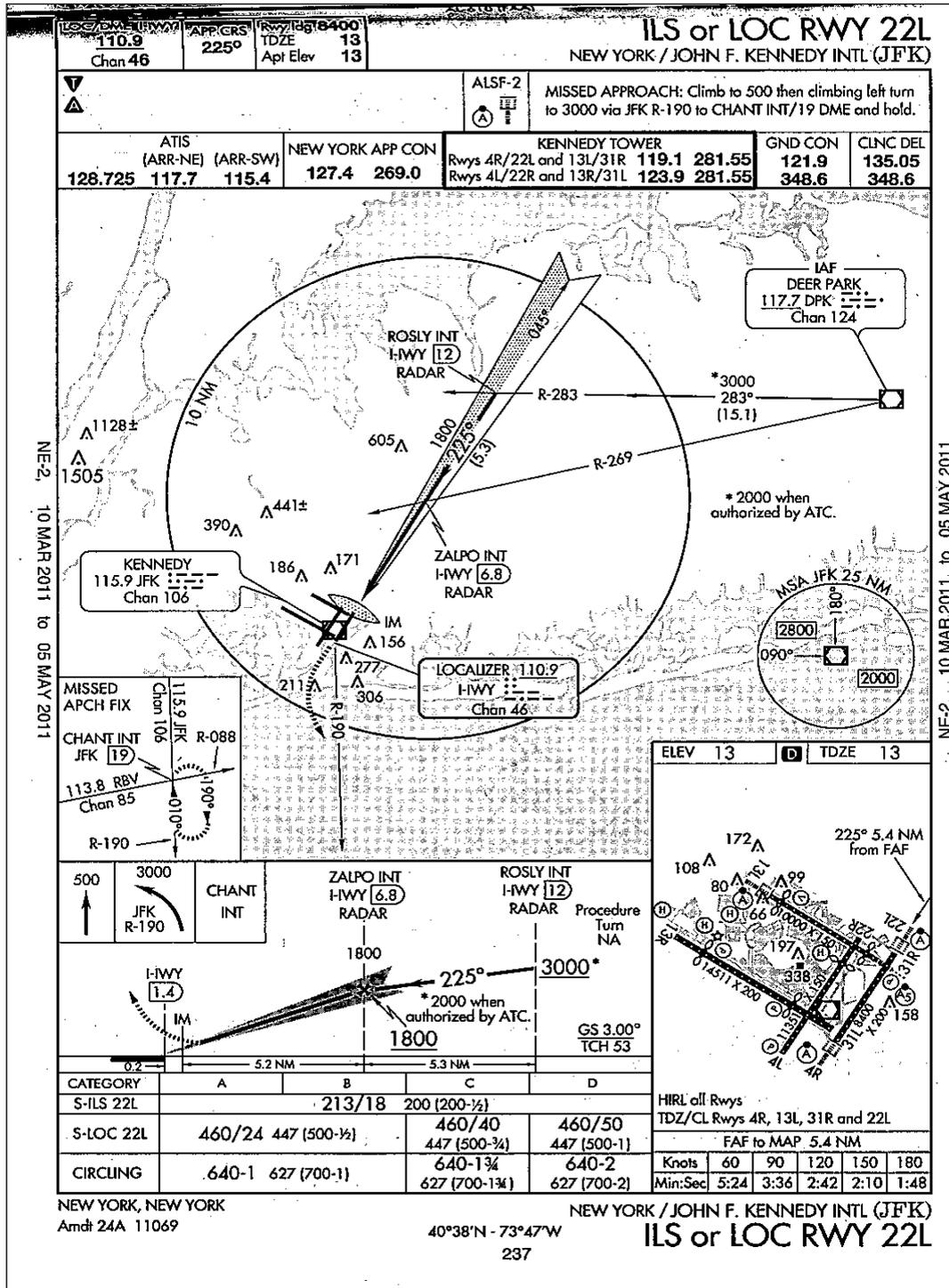


圖 28 JFK ILS 進場圖

五、 飛行相關資訊分享

1. 機場資訊

有別於台灣地區將我國各機場之機場資訊、各種精確/非精確進場程序收錄於民航局所發佈的電子式飛航指南（eAIP）中，美國是依地區（計有 Northwest, Southwest, North Central, South Central, East Central, Northeast, Southeast 等 7 區）收錄各州內的機場資訊於 Airport/Facility Directory 中，由美國 FAA 每 8 個星期更新一次，可搭配航圖在美國地區使用。

上述 Airport/Facility Directory 包含所有開放的民用機場、水上機場、直升機場、軍用設施、通訊資訊、導航資訊以及其他注意事項和程序。

通常在執行目視飛行之越野飛行任務時，會參考 SECTIONAL AERONAUTICAL CHART 以及 Airport/Facility Directory 這 2 份資料，以規劃航路以及了解欲前往機場之基本資料。

若執行儀器飛行之越野飛行任務時，則會參考 IFR ENROUTE LOW ALTITUDE-U.S.航圖、U.S. Terminal Procedures Publication 以及 Airport/Facility Directory 這 3 份資料。其中 IFR 航圖資料用來規劃路線，Terminal Procedures Publication 用來選擇進場程序。

2. 天氣資訊

在這次訓練的過程當中幾乎有一半以上的天氣都不適合飛行，常常遇到低能見度或雲底高過低的天气狀況，以至無法實機飛行，故經常盯著各個來源的天氣資訊，作為課程安排及調整的依據，也了解到天氣對於飛行有極重要的影響，尤其是目視飛行。

47N 機場架設了一套 DigiWx Advisor 軟體，用以收集道面上的自動化的地面氣象觀測感應系統資訊，呈現即時的本場 METAR 資料，其畫面如圖 29 所示，下方「METAR 47N 201651Z AUTO 25005 VIS 10 SM 19/17 A3014」分別代表 47N 機場本場的 METAR 資訊，時間為 20 日下午 16 時 51 分，風向為 250 度，風速為 5 浬/時，能見度為 10 SM，溫度/露點為攝氏 19 度/17 度，高度表播定值為 30.14 吋水銀柱。此外，除了直接目視雲幕高度外，DigiWx 也提供了儀器所偵測到的雲幕高度，如圖中雲底高（Condensation Altitude）為 900 呎，低於標準 1500 呎，亦可以做為是否可以執行目視飛行的參考。

若在本場地區以 121.725 頻率按壓無線電 3 次則會聽到上述即時的 METAR 語音資訊。

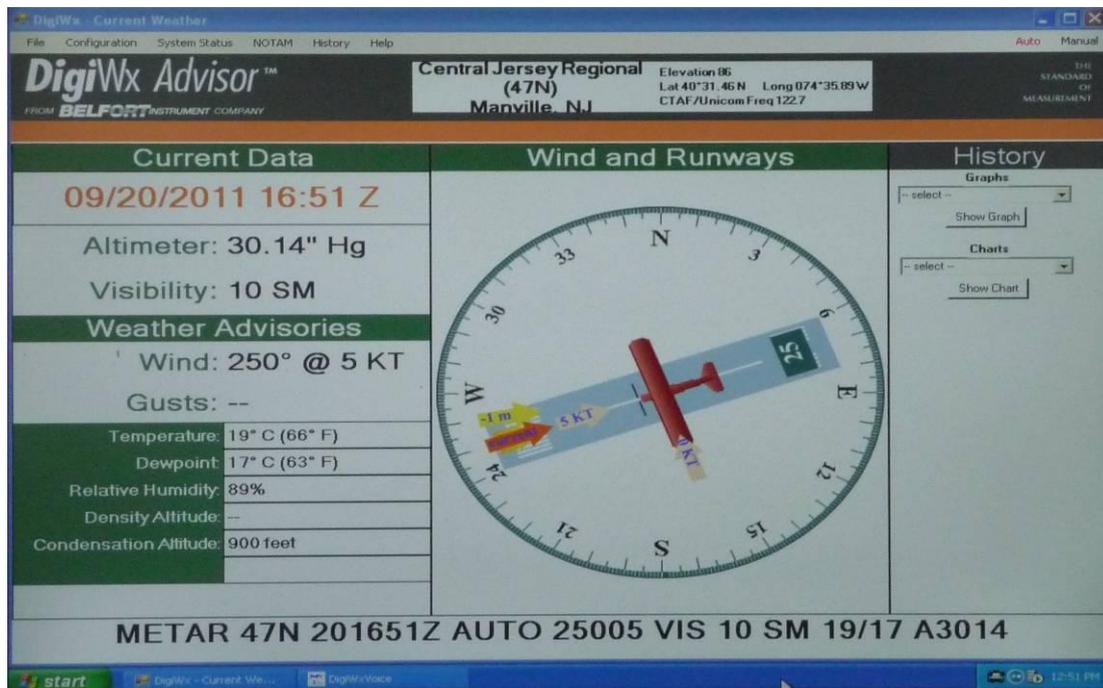


圖 29 47N 機場天氣資訊

在預報方面，飛行學校中的學員及教官都是觀看 NOAA' s National Weather Service 的 Aviation Weather Center 網站內容，若欲查詢各地區不同高度的風速、風向以及溫度等預報資料，可至網站中左側選單的 Forecasts-Winds/Temps-Winds/Temps Text，再選擇欲查詢的區域，畫面資料如圖 30 所示。可查詢未來 6 小時/12 小時/24 小時不同高程（3,000 呎、6,000 呎、9,000 呎、12,000 呎、18,000 呎、24,000 呎、30,000 呎、34,000 呎、39,000 呎、45,000 呎以及 53,000 呎）的預報資料，以圖中（JFK 2519 2724-02 2832-07 3040-10 3157-20 3176-31 307747 308155 308161）為例，甘迺迪機場 3,000 呎高度處之風向為 250 度，風速為 19 浬/時；6,000 呎高度處之風向為 270 度，風速為 24 浬/時，溫度為負 2 度；24,000 呎以上之溫度皆為負值，不顯示負號「-」，30,000 呎高度處之風向為 300 度，風速為 77 浬/時，溫度為負 47 度。

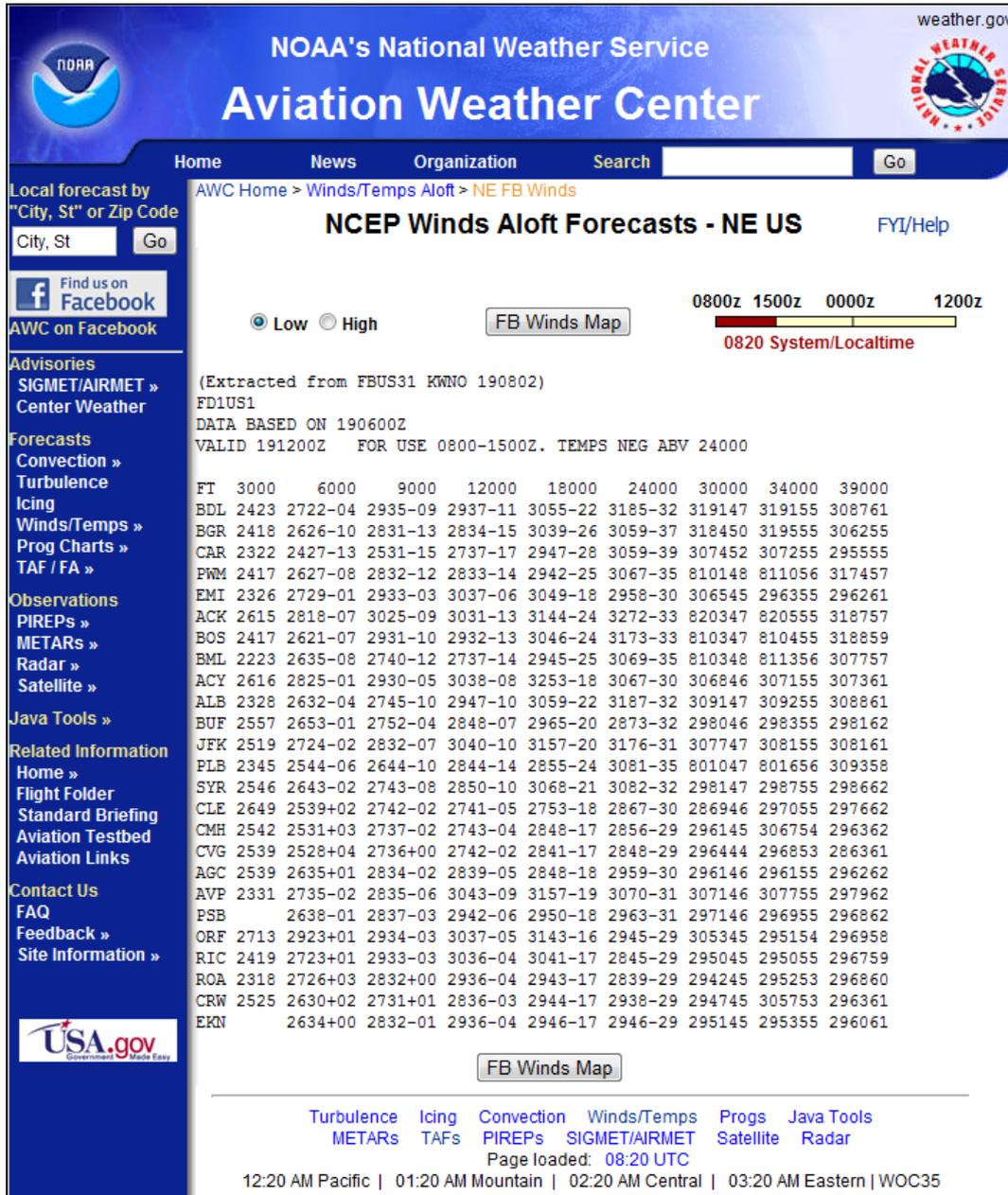


圖 30 NOAA AWC 天氣預報資料

在 NOAA AWC 網站中另有風速/風向、能見度、雲幕等資訊之機場地區預報 (terminal area forecast, TAF)，在目視飛行時，此為查詢能見度及雲幕高的重要管道，至網站中左側選單的 Forecasts-TAF/FA/TAF Request Forms，輸入欲查詢的 ICAO 機場代碼，畫面資料如圖 31 所示，在甘迺迪 (KJFK) 機場 19 日 8 時 32 分，預報包含自 19 日 9 點至 20 日 12 點之資料，不定向 (variable, VRB) 的風向，風速為 2 浬/時，能見度為 6 英里以上，在 25,000 呎處有疏雲 (scattered clouds, SCT)；第 2 列為預報 19 日 10 時至 15 時之天氣資料，風向 210 度，風速 6 浬/時，

能見度為 6 英里以上，在 25,000 呎處有疏雲；第 3 列為預報 19 日 15 時至 18 時之天氣資料，風向 220 度，風速 13 浬/時，陣風（gusting）21 浬/時，能見度為 6 英里以上，無雲（clear skies, SKC）。另，BKN（broken clouds）表示裂雲，OVC（overcast cloud）表示多雲。

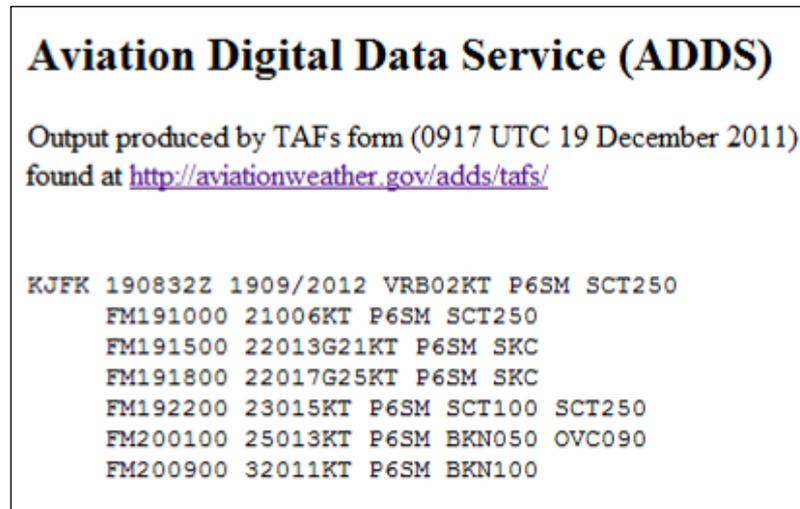


圖 31 NOAA AWC 之 TAF 預報資訊

另有一非官方的天氣預報網站，網址如下：
<http://www.intellicast.com/Local/WxMap.aspx>，提供最及時的互動式的天氣影像資料，可藉由地圖查詢得知各地的天氣狀況。

3. 航管資訊

在美國執行儀器飛行任務時必須要向 flight service station (FSS) 提出飛行計畫的申請，並可要求其簡報此段航路上的天氣狀況，包含 NORTAMS 資訊，一旦 FSS 接受申請並核可 (flight plan filed) 後，就會把欲申請的飛行計劃轉交給 ATC，完成向 ATC 報備的程序。起飛前再向 ATC 聯繫，告之準備執行飛行任務。

47N 機場本場飛行學校外有地面通訊閘道 (ground communication outlet) 的告示牌，頻率為 121.725，欲向 ATC 聯繫則可使用無線電按壓 4 次，欲向 FSS 聯繫則按壓 6 次，但實際運作上都是以手機直接聯繫為主。

4. 其他資訊

下列網站為一互動式的學習網站：
<http://flash.aopa.org/asf/aerodynamics/swf/flash.cfm?>，由美國航空器擁有者與飛行員

協會（aircraft owners and pilots association, AOPA）建置，提供了各方面的專業飛行知識，尤其是網站上的飛行訓練課程，可以讓初學者藉由簡單的原理介紹以及互動式的操作輕易的學習飛行知識。在此次的飛行訓練中教官即利用此網站的基礎航空動力學課程介紹飛機失速（stalls）及螺旋（spins）狀況。此網站可免費註冊並登入，沒有任何使用上的限制。課程首頁如圖 32。

Welcome, RICHARD JIH! Not RICHARD JIH? [Sign Out](#)

An interactive course brought to you by the Air Safety Institute

ESSENTIAL AERODYNAMICS

Stalls, Spins, and Safety

Who said aerodynamics has to be hard to understand?

The word may conjure images of dry textbooks and dense equations, but the need-to-know concepts of aerodynamics and maneuvering flight can be easy to grasp.

BEGIN COURSE ▶

Can you hear the rushing wind? **Enable sound now.**

Note: This course is intended as a non-technical review of basic aerodynamic principles as they relate to certain flight maneuvers. Although we've made every effort to be technically accurate, users should be aware that some concepts have been simplified in the interest of accessibility and succinctness.

Produced with the generous support of the Aviation Education Foundation and pilot donors like you.

Satisfactory completion of this course qualifies toward the AOPA Accident Forgiveness and FAA Wings programs.

圖 32 基礎航空動力學課程 – Stalls, Spins, and Safety

肆、建議

為強化調查員有關飛航操作之知識與經驗，本會自民國 99 年起陸續派員赴美國 Privilege Aero LLC 飛行學校參加本項訓練，本年度派遣兩員前往訓練，獲益良多，並提出建議如下：

1. 考量本訓練出發前之行政作業較其他出國訓練繁瑣及耗時，建議未來參訓人員應提早準備。
2. 由於本訓練係涉及於美國領土駕駛航空器，特別本訓練時間僅兩周，顯著較正常之 PPL 飛行訓練時間短，故不論在簽證訪談及入境美國時，皆需耗費更多時間解釋及說明，故建議未來參訓人員應備妥相關資料，以利說明。
3. 本訓練易受天氣影響而延誤訓練進度，故建議未來受訓時間（不含搭機往返）最少應訂為 12 日（含中間之周末假日），以避訓練無法如期完成。
4. 本次訓練之地面學科部分原則上係受訓學員於出發前自行研讀，建議未來受訓學員於出發前能盡量詳讀相關資料，以利訓練成效，自修時有任何問題時，可於訓練時與教師討論。
5. 由於訓練學校之教師亦有其他正規訓練之學生，建議本會未來派訓人員，於訓練期間能夠積極主動對教師提出需求，使能獲益更多。
6. 本會完成本訓練之人員，未來建議單位能與國內航空公司及軍方機關洽談，能夠透過該等單位之模擬機，持續加強飛航操作相關技能。



圖 33 訓練學員與教師合影