

行政院所屬各機關因公出國報告書

(出國類別：公差)

航空生理訓練裝備「空間迷向訓練機」之 運動平台系統設計審查會

服務機關：國防部中山科學研究(一所)
國軍岡山醫院

出國人 職 稱：上校技正
薦聘技士
中校技士
簡聘技正

姓 名：杲中興
倪志文
楊中強
趙思本

行政院研考會/省(市)研考會編號欄

出國地點：荷蘭、奧地利、英國

出國期間：90年06月04日至90年06月17日

報告日期：90年09月14日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：航空生理訓練裝備「空間迷向訓練機」之
運動平台系統設計審查會

頁數 200 含附件：■是□否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

國防部中山科學研究院第一研究所/倪志文/(04)22523051 分機 503780

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

臬中興/國防部中山科學研究院第一研究所/模擬組/上校技正/(04)2523051 分機 503530

倪志文/國防部中山科學研究院第一研究所/模擬組/薦聘技士/(04)2523051 分機 503780

楊中強/國防部中山科學研究院第一研究所/模擬組/中校技士/(04)2523051 分機 503774

趙思本/國防部中山科學研究院第一研究所/模擬組/簡聘技正/(04)2523051 分機 503762

出國類別： 1 公差 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間： 出國地區：

90.06.04 至 90.06.17 荷蘭、奧地利、英國

報告日期：

90.07.31

分類號/目

關鍵詞：航空生理訓練裝備、空間迷向訓練機、運動平台系統、

內容摘要：(二百至三百字)

依據國防部八九年五月二十五日(八九)常帝三七〇二號令核定「國軍岡山醫院航空生理訓練裝備五年投資綱要計畫暨總工作計畫、八九及九〇年度工作計畫」,由中科院負責「空間迷向訓練機」籌建工程。

由於空間迷向訓練機需使用運動平台系統來提供空間迷向之動態模擬,因此運動平台系統為空間迷向訓練機之關鍵裝備。運動平台系統所包含的裝備有六軸動感平台、旋轉軸座、操縱桿力感控制器、部份座艙操縱機構、及電子滑環。本組為爭取研發時程及採用市場現有之高效能產品,故將運動平台系統以購案方式,委由奧地利 AMST 公司製造(原購案號碼: XW90149),其中六軸動感平台及操縱桿力感控制器由 AMST 公司向荷蘭 FOKKER 公司採購裝備,再行組裝測試。本組為祈能如期如質完成運動平台系統交運,以配合後續空間迷向訓練機之全系統整合驗證,故於購案中明訂承廠商應於合約簽署後三個月內安排舉行系統設計審查會,六個月內安排舉行系統整合審查會。以使本組能全程瞭解運動平台系統之設計、製作、及界面整合工作。

另於設計審查會後,安排至英國 SEOS 公司及 PRIMARY IMAGE GRAPHICS 公司等二處拜會。這二家廠商均為當今世界上在模擬器相關產業界中之翹楚,參訪的目的在瞭解其視效系統設計及整合,以助本組於日後之運動平台系統之接收驗證及空間迷向訓練機全系統整合驗證工作之推展。另瞭解該公司之新產品研發情況,做為本組日後專案之參考。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網 ([HTTP://REPORT.GSN.GOV.TW](http://REPORT.GSN.GOV.TW))

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：航空生理訓練裝備「空間迷向訓練機」之運動平台系統設計審查會	
出國計畫主辦機關名稱：國防部中山科學研究第一研究所	
出國人姓名/職稱/服務單位：臬中興等四人/上校技正/模擬組	
出國計畫主辦機關審核意見	1. 依限繳交出國報告 2. 格式完整 3. 內容充實完備 4. 建議具參考價值 5. 送本機關參考或研辦 6. 送上級機關參考 7. 退回補正，原因： ①不符原核定出國計畫 ②以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 ③內容空洞簡略 ④未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 ⑤未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 8. 其他處理意見：
層轉機關審核意見	同意主辦機關審核意見 全部 部分 （填寫審核意見編號） 退回補正，原因： _____（填寫審核意見編號） 其他處理意見：

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於出國報告提出後二個月內完成。

目 錄

<u>壹、 出國目的及緣由</u>	1
<u>貳、 公差心得</u>	5
<u>2.1 運動平台系統設計審查會</u>	5
<u>2.1.1 空間迷向機運動平台系統購案之範疇</u>	6
<u>2.1.2 運動平台系統設計審查會議題</u>	8
<u>2.1.2.1 工作分項計劃表及時程表檢討</u>	8
<u>2.1.2.2 FOKKER 636-3500 運動平台系統規格討論</u>	8
<u>2.1.2.3 座艙操控裝置設計</u>	10
<u>2.1.2.4 電子滑環規格討論與確認</u>	11
<u>2.1.2.5 旋轉軸座規格討論</u>	13
<u>2.1.2.6 後勤支援</u>	13
<u>2.1.2.7 裝備交運時程</u>	14
<u>2.1.2.8 會議記錄簽署</u>	16
<u>2.1.3 運動平台系統工程變更</u>	16
<u>2.1.4 文件資料</u>	20
<u>2.2 參訪記要</u>	21
<u>2.2.1 參訪荷蘭 FOKKER 公司</u>	21
<u>2.2.2 荷蘭 DELFT 大學航空工程系</u>	23
<u>2.2.3 英國 PRIMARY IMAGE GRAPHICS 公司</u>	25
<u>2.2.4 英國 SEOS 公司</u>	28

<u>參、</u>	<u>效益分析</u>	31
<u>肆、</u>	<u>國外工作日程表</u>	33
<u>伍、</u>	<u>社交活動</u>	36
<u>陸、</u>	<u>建議事項</u>	37

壹、 出國目的及緣由

依據國防部八九年五月二十五日（八九）常帝三七〇二號令核定「國軍岡山醫院航空生理訓練裝備五年投資綱要計畫暨總工作計畫、八九及九〇年度工作計畫」，由中科院負責「空間迷向訓練機」籌建工程。

由於空間迷向訓練機需使用運動平台系統來提供空間迷向之動態模擬，因此運動平台系統為空間迷向訓練機之關鍵裝備。運動平台系統所包含的裝備有六軸動感平台、旋轉軸座、操縱桿力感控制器、部份座艙操縱機構、及電子滑環。本組為爭取研發時程及採用市場現有之高效能產品，故將運動平台系統以購案方式，委由奧地利 AMST 公司製造(原購案號碼：XW90149)，其中六軸動感平台及操縱桿力感控制器由 AMST 公司向荷蘭 FOKKER 公司採購裝備，再行組裝測試。本組為祈能如期如質完成運動平台系統交運，以配合後續空間迷向訓練機之全系統整合驗證，故於購案中明訂承廠商應於合約簽署後三個月內安排舉行系統設計審查會，六個月內安排舉行系統整合審查會。以使本組能全程瞭解運動平台系統之設計、製作、及界面整合工作。

系統設計審查會亦邀請岡山醫院人員一同前往與會，雖岡院已將「航空生理訓練之空間迷向訓練機」案交由中科院模擬組研究發展，但岡院所扮演的角色不僅是買者而已，岡院人員擁有航空生理醫學方面的知識，可與中科院共同參與訓練機之開發與研製，故因此岡院人員亦扮演系統設計者的角色，這也符合中科院 CUSTOMER IN THE LOOP 的產品開發策略。

另於設計審查會後，安排至英國 SEOS 公司及 PRIMARY IMAGE GRAPHICS 公司等二處拜會。這二家廠商均為當今世界上在模擬器相關產業界中之翹楚，參訪的目的在瞭解其視效系統設計及整合，以助本組於日後之運動平台系統之接收驗證及空間迷向訓練機全系統整合驗證工作之推展。另瞭解該公司之新產品研發情況，做為本組日後專案之參考。

本次公差出國的任務及工作目標為：

1. 赴荷蘭 FOKKER 公司，瞭解 AMST 公司訂購之六軸運動平台系統及

力感控制器之規格、製造現況、交貨期程、及工程界面研討。

2. 赴奧地利 AMST 公司，執行運動平台系統購案之系統設計審查會，此次審查會主要的工作為：
 - (1) 審查運動平台系統設計及架構是否滿足本組設定之規格及功能。
 - (2) 瞭解運動平台系統設計期間所發生的任何工程界面問題。
 - (3) 審查AMST公司所選用的裝備規格。
 - (4) 審查運動平台系統即時控制軟體之架構及參數界面設計。
 - (5) 審查運動平台系統之硬體裝備界面與軟體程式介面。
 - (6) 說明由國內製作的座艙系統之結構搭接界面設計。
3. 至英國 SEOS 公司瞭解平行光顯像系統之整合驗證，以協助本組自行研發之平行光顯像系統的整合與驗證。
4. 至英國 PRIMARY IMAGE GRAPHICS 公司瞭解 PC 級影像產生器及其相關週邊配置之系統整合與驗證。

此次公差行程係由本院主導所有系統設計審查會與參訪活動，並納入岡院兩員共同配合執行，有關公差成員的工作分工說明如表一。

表一、工作分工說明

單 位	級職	姓 名	任 務 分 配 及 說 明	備 考
一所模擬組	上 校 組 長	臬中興	<ul style="list-style-type: none"> 一、負責空間迷向訓練機運動平台系統設計審查會之召開與主持。 二、審查運動平台系統設計及架構是否滿足本組設定之規格及功能。 三、研討運動平台系統設計期間所發生的任何工程界面問題。 四、拜會國外模擬器相關產品業者，增加本組業務範疇及與國外廠家之合作機會，提昇本組模擬能量。 	領隊
一所模擬組	薦 聘 技 士	倪志文	<ul style="list-style-type: none"> 一、參與運動平台系統設計審查會。 二、審查運動平台系統設計及架構是否滿足本組設定之規格及功能。 三、說明由國內製作的座艙系統之結構搭接界面設計。 四、蒐集運動平台系統之接收驗證與空間迷向訓練機全系統整合驗證工作之技術資料。 五、買方提供裝備(BFE)及買方提供文件(BFD)之點交。 	
一所模擬組	中 校 技 士	楊中強	<ul style="list-style-type: none"> 一、參與運動平台系統設計審查會。 二、審查 AMST 公司及荷蘭 FOKKER 公司所選用的裝備規格。 三、審查運動平台系統之硬體系統界面設計及軟體程式介面設計。 	

單位	級職	姓名	任務分配及說明	備考
			四、AMST 公司提供之技術資料點收。 五、蒐集運動平台系統之接收驗證與空間迷向訓練機全系統整合驗證工作之技術資料。	
一所模擬組	簡聘 技正	趙思本	一、參與運動平台系統設計審查會。 二、審查運動平台系統之即時控制軟體架構設計。 三、蒐集空間迷向錯覺模擬課目之相關技術資料。 四、蒐集平行光顯像系統及夜視力/夜視鏡訓練器之系統整合與驗證技術資料。	
國軍岡院	上校 主任	溫德生	共同參與空間迷向訓練機運動平台系統設計審查會。	
國軍岡院	少校 航工官	宋繼綱	共同參與空間迷向訓練機運動平台系統設計審查會。	

貳、 公差心得

此次公差主要目的是參加於 AMST 公司舉行的運動平台系統設計審查會，於行程中亦安排參訪荷蘭 FOKKER 公司先行瞭解 AMST 公司訂購之六軸運動平台系統及力感控制系統之製造現況、至英國 SEOS 公司瞭解平行光顯像系統之設計與製作、及至英國 PRIMARY IMAGE GRAPHICS 公司瞭解 PC 級影像產生器與其相關週邊配置之系統整合與驗證。另於荷蘭行程空檔時間，自行搭車前往 DELFT 大學航空工程系參觀現正進行整合之 SIMONA 模擬器。此次公差的行程表如表二所示。

表二、公差暨參訪行程表

日期	國家	公司	工作項目	備註
90.06.05	荷蘭	DELFT 大學	參觀航空工程系之 SIMONA 模擬器	參訪
90.06.06	荷蘭	FOKKER	先行瞭解 AMST 公司訂購之六軸運動平台系統及力感控制系統之製造現況	參訪
90.06.08 90.06.12	奧地利	AMST	參加運動平台系統設計審查會	開會
90.06.14	英國	PRIMARY IMAGE GRAPHICS	瞭解 PC 級影像產生器與其相關週邊配置之系統整合與驗證	參訪
90.06.15	英國	SEOS	瞭解平行光顯像系統之設計與製作	參訪

運動平台系統設計審查會及參訪行程記要將詳細地於下列章節中說明。

2.1 運動平台系統設計審查會

本組配合國軍岡山醫院委託研究發展「航空生理訓練之空間迷向訓練機」，由於空間迷向訓練機需使用運動平台系統來提供空間迷向之動態模擬，因此運動平台系統為空間迷向訓練機之關鍵裝備。為爭取研發時程及採用市場現有之高效能產品，故將運動平台系統以購案委由奧地利 AMST 公司製造(原購案號碼：XW90149)。由於整套運動平台系統較為複雜，且需再與本組設計製作之座艙系統、教官台系統、視效投影系統、模擬主計算機系統及電力

空調系統整合，故於購案中明訂承廠商應安排兩次審查會；於合約簽署後三個月內舉行系統設計審查會，及於合約簽署後六個月內舉行系統整合審查會。本組為祈運動平台系統能如期如質完成交運，以配合後續空間迷向訓練機之全系統整合驗證，故須全程瞭解運動平台系統之設計、製作、及界面整合。

此次於 AMST 公司舉行的運動平台系統設計審查會自 90 年 6 月 8 日至 90 年 6 月 12 日止，為期三天。系統設計審查會的討論事項、會議結果、工程變更、及對本案合約影響的程度等，將於下列章節中詳細說明。

AMST 公司參與此次運動平台系統設計審查會的人員計有：董事長 RICHARD SCHIUSSLBERGER、工程部門經理 WOLFGANG TISCHER、專案經理 MANFRED KNOLZ、機械工程師 MANFRED SEEMAYER 等四人。

2.1.1 空間迷向機運動平台系統購案之範疇

空間迷向機運動平台系統購案所含蓋的裝備可分為三大部分：

(一) 載台系統：載台系統將提供搭乘者空間迷向之動態感受，載台系統可概分成旋轉軸座及六軸動感平台二大部份，其基本裝備需求為：

(1) 六軸動感平台：提供六自由度運動，包括俯仰、滾轉、偏航、上下、左右擺動、及前後擺動。

- A. 六軸電動致動器及上三角平台結構；
- B. 氣彈次系統；
- C. 運動控制機櫃；
- D. 動感法則(MOTION CUE)及控制軟體；

(2) 旋轉軸座：提供一獨立的 $\pm 360^\circ$ 偏航自由度，最大旋轉轉速度為每分鐘 30 轉。

A. 軸承及馬達；

B. 控制器；控制軟體；(二) 座艙操控裝置：

(1)中置駕駛桿機構(含兩組力感控制器)；

(2)方向舵踏板；

(3)油門操縱裝置；

(4)集體桿(含一組力感控制器)；

(5)座椅 椅背、高度、前後等均可調整。

(6)力感控制器：

A. 電馬達致動器；

B. 力感控制電腦；

C. 控制軟體；

D. 訊號放大器；

E. 電源供應器；

(三) 電子滑環

(1)電力電子滑環

(2)訊號電子滑環：包含五種訊號格式；

A. 乙太網路訊號；

B. 類比/數位控制訊號；

C. 視訊訊號；

D. S 端子視訊訊號；

E. 音訊訊號；

2.1.2 運動平台系統設計審查會議題

AMST 公司於運動平台系統設計審查會中所提報事項之議程共計有八項，分述如下。

2.1.2.1 工作分項計劃表及時程表檢討

AMST 公司於會議中提報的工作分項計劃表及時程表詳如附件一及附件二資料所示。依據本組之專案管理經驗及本案之實際現況，本組於會議中針對此兩項工作表提出修正意見：

(1) 工作分項計劃表：

- A. 增加系統功能展示之工作分項。
- B. 於軟體分項中增加動感法則、力感控制、及旋轉軸座控制等三項子分項工作。
- C. 於後勤支援分項的文件次分項中增加接收測試文件。
- D. 於後勤支援分項的訓練課程次分項中增加教育訓練課程文件。

(2) 工作時程表：

- A. 依據修訂後之工作分項計劃表，同步修正工作時程表。
- B. 增加 ON SITE TEST 之工作時程。
- C. 依據目前 AMST 公司之執行現況及全案交運時程延遲三週等資訊，同步修正工作時程表。並於會中決議 AMST 公司應於設計審查會後一週內，提供修正後的工作分項計劃表及工作時程表予本組。

2.1.2.2 FOKKER 636-3500 運動平台系統規格討論

經 90 年 6 月 5 日參訪荷蘭 FOKKER 公司確知其六軸運動平台的規格值與認知上存有相當大的差距，而主要的差異點有三項，且此差異將嚴重影響本案

與國內製造的座艙之設計與製造。

- (1) 運動平台酬載:3500 公斤,但需扣除上三角結構體的重量 500 公斤,故對使用者而言僅剩 3000 公斤。
- (2) 平台酬載之重心點位置:從上三角結構體的底部向上 1 公尺以內,但需包含上三角結構體的厚度 0.3 公尺。
- (3) 平台之電源供應:任何標準的電源供應值。

本案合約中明訂平台酬載除承載本案合約所訂購的裝備外,必須提供我方額外 2500 公斤的承載,用以安裝由國內製作的座艙、平行光銀幕、及相關之電腦裝置。如照 FOKKER 公司之六軸運動平台系統的規格來看,AMST 僅剩 500 公斤的承載可用。於會議中與該公司專案經理初步估算 AMST 所負責的裝備總重量已超過 700 公斤,此將無法滿足合約中額外 2500 公斤承載的需求。另平台上三角結構體的厚度達 0.3 公尺,加上旋轉軸座所需之高度,以及將力感控制器放至於座艙下方所需的空間高度至少需有 0.5 公尺;很明顯地勢必無法滿足重心點位置從上三角結構體的底部向上 1 公尺以內的規格。當運動平台上所有裝備的質量重心點位置超過此限制值後,將嚴重地限制平台系統的動程反應,或更甚會造成平台損壞。對於平台負載不足及重心位置限制的問題,AMST 董事長 RICHARD 於會議中提出解決方法:

- (1) 取消使用 FOKKER 平台的上三角結構體,由 AMST 負責重新設計與製造平台上支撐結構。
- (2) 降低力感控制器放至於座艙下方所需的空間高度由 50 公分至 15 公分,並將 H MOTOR 安裝至座艙站前方之可用空間。
- (3) 為配合平台以上所有裝備淨重心點降低的要求,AMST 同意整體的座艙底部結構之設計製造由他們負責,而本組需提供座艙底部結構之尺寸需求、機構搭接界面、及各項裝備安裝位置與重量等資訊予 AMST 公司。
- (4) AMST 公司提供國內設計製造的座艙結構之搭接界面。

另有關於運動平台系統之電力需要，FOKKER 公司告知 AMST 公司，其運動平台系統之電力需求僅有 380~480 VAC，50~60 HZ，3Ø4W 之規格，故 AMST 需額外採購電壓轉換器因應；但此將造成全系統電力多一級的消耗及維護工作的增加；本組於會議中告知 AMST 公司運動平台系統可採用任何標準的電力供應，不需額外採購電壓轉換器。 AMST 公司將向 FOKKER 要求變更。

2.1.2.3 座艙操控裝置設計

(一) 力感控制器：

(1) 已確定選用 FOKKER 公司之 H MOTOR 力感控制器。

(2) 共三組；兩組用於中置駕駛桿，一組用於集體桿。

(3) H MOTOR 力感控制器將安裝於座艙站前方的可用空間。(二) 座椅機構：

(1) 同意 AMST 採用該公司原 DISO 所設計之座椅型式，並加以修改以滿足我方需求。

(2) 座椅機構之高度調整為上下 65 mm。

(3) 椅背調整角度從 0 度至 30 度，採用三段式(0°/13°/30°)手動調整。

(4) 座椅機構之前後調整行程為 600 mm，採用電動式調整。此部分為新增之需求，AMST 公司同意製造，但需增加合約價款美金 17,700 元，同時交運時程延後八週。考量本案時程已相當緊迫及 AMST 確實需新增工作項目，經雙方密集磋商，AMST 提出增加合約價款，但交運時程延後三週，且接收測試時間由原合約訂定的 45 天縮減為 40 天。我方將針對此變更，返台後依規定正式提出修約需求。(三) 中置駕駛桿機構：

(1) AMST 採用該公司原 DISO 所設計之兩節式桿柄，經本組說明桿柄應為一整體之設計，AMST 同意改採用該公司另一型駕駛桿(PC-7)

的設計。

(2) 本組應儘速提供 F-5E 駕駛桿頭及相對應的接頭予 AMST 公司。

(3) AMST 公司應同步修改中置駕駛桿機構之設計藍圖。(四) 油門操縱裝置：

(1) AMST 採用 F-16 單手柄油門操縱裝置之仿真件。但無 F-16 單油門手柄之外觀圖及安裝圖。

(2) 本組於會中已將 F-16 單手柄油門操縱裝置之相關照片交駐廠人員，提供 AMST 於設計時參用。(五) 方向舵踏板：

(1) 同意 AMST 採用原 DISO 使用的方向舵踏板。

(2) 踏板機構依國人腳型加裝前靠邊。

(六) 集提桿：

(1) 採用 AH-1W 集提桿裝置之仿真件。

(2) 目前 AMST 尚無設計進度，故於會議中並沒有做設計提報。

2.1.2.4 電子滑環規格討論與確認

電子滑環截自系統設計審查會為止，AMST 尚無設計進度且尚未訂購。於會議中本組強烈表達此項設計工作進度嚴重落後，將會影響全案交運時程。並要求 AMST 於兩週內完成規格制定及裝備訂購的工作。

AMST 專案經理於會中表達對電子滑環規格提出疑慮，認為我方所開出之規格值太高，市場上不可能有此類產品。本組即於會中提出美加地區有可滿足此規格值的廠家產品，並當場出示相關產品資料，其專案經理便不再辯解。我方請其說明其訪商所遇到的困難處在那裡，其便將無法滿足合約需求的規格指出，包括：

(1) 內徑 4 吋之通氣孔；

(2) 電子滑環之總長度；

- (3) 訊號電子滑環之頻寬值；
- (4) 電子滑環之壽期；
- (5) 電子滑環之總外徑；

於會中本組仍強烈表達希望能依照合約中訂定的規格值儘速訪商決定，AMST 董事長 RICHARD 答應於 6 月 13 日親自帶隊至德國 SAF 公司將規格敲定，並簽約訂購。

AMST 如期於 6 月 13 日由董事長帶隊至德國 SAF 公司討論電子滑環規格，並於當晚聯絡遠在英國參訪的我們，並電傳在德國 SAF 公司所討論的結論，電傳資料如附件三所示。因本案所定之規格屬高檔產品，在設計製造的時程上將會很長，且將使電子滑環的總長度及外徑值變大，恐將影響到運動平台之動程。AMST 希望雙方能在規格值上相互讓步，以便全案能順利進行。於 6 月 13 日當晚，我們即於英國連夜討論出全案需求的最低可接受規格值，並刪減部分備用環數，以顧及本案交運時程、及電子滑環與運動平台動程之間的干涉現象。於 6 月 14 日一早即電傳(詳如附件四)告知 AMST 董事長電子滑環最後的需求規格，AMST 感謝我方的快速回應，並立即向 SAF 公司簽定訂購合約。雖然我方在電子滑環的規格上做了需求降低的讓步，但我方亦要求 AMST 公司，此部份因需求變更，應該減少合約價款，AMST 公司同意此提議。這部分的變更將和在座椅機構新增需求一併提出修約。

經過雙方於設計審查會之後的密集聯繫及討論，終於底定電子滑環最終之規格為：

- (1) 通氣孔之內徑：100 mm；
- (2) 電子滑環之總長度 < 600 mm；訊號電子滑環之環數及頻寬值：
- (4) 電力電子滑環：10 環(4 組)；
- (5) 訊號電子滑環：
 - A. 乙太網路訊號電子滑環：25 環(3 組)；頻寬值為 100 Mbps；

B. 類比/數位訊號電子滑環： 13 環(6 組)；頻寬值為 10 MHz；

C. 攝影機 S 端子訊號電子滑環： 此項刪除；

D. 視訊訊號電子滑環： 3 環(1 組)；頻寬值為 15 MHz；

E. 音訊訊號電子滑環： 5 環(2 組)；頻寬值為 100 KHz；

(6) 電子滑環之壽期：10 百萬轉；

(7) 電子滑環之總外徑 < 250 mm

2.1.2.5 旋轉軸座規格討論

旋轉軸座截自系統設計審查會為止，AMST 尚無設計進度且尚未訂購。於會議中本組強烈表達此項設計工作進度嚴重落後，將會影響全案交運時程。並要求 AMST 於兩週內完成規格制定及裝備訂購的工作。因旋轉軸座上需承載座艙、平行光銀幕、及相關電腦設備，且座艙底部結構將由 AMST 公司負責設計製造，故於旋轉軸座及驅動馬達之規格選用時，需清楚知道座艙中各項裝備的重量及安裝位置，以便估算 I_{zz} 軸之轉動慣量。本組將於設計審查會後儘速提供此方面的資訊予 AMST 公司，以協助其儘早選定旋轉軸座軸承及驅動馬達。為考量降低全系統之網路傳輸量、降低系統複雜度及不穩定性、及提高系統維護度，於設計審查會中向 AMST 公司提議將旋轉軸座之控制器及控制軟體併入六軸平台運動控制處理器中作解耦控制，以旋轉軸座與六軸運動平台系統間運動的解耦控制，即兩者間呈相互獨立的運動模式。AMST 公司同意此項提議。另要求於旋轉軸座中增加電磁煞車裝置，以提昇旋轉軸座的可控制性，AMST 同意。

2.1.2.6 後勤支援

在後勤支援方面，本組於設計審查會中提出三項議題討論，分別為：

(一) 教育訓練課程：

- (1) 於參訪荷蘭 FOKKER 公司時，得知 AMST 僅向其購買力感控制系統之訓練課程，但不是本組所希望的課程，因本組已有此能量。本

組所希望的課程為六軸運動平台系統相關軟硬體之操作維護課程。

- (2) 本組已於本案合約明訂所要的訓練課程為六軸運動平台系統的相關訓練，包括系統硬體界面、維護、調校、偵錯與故障隔離、及軟體操作程序。
- (3) 於會議中本組強烈表達 AMST 公司應向 FOKKER 公司購買六軸運動平台系統的訓練課程，並於該公司人員前往受訓時，本組派駐該公司之駐廠工程師亦需一同前往受訓。
- (4) 經 AMST 公司立即與 FOKKER 公司連絡，同意變更為六軸運動平台系統的訓練課程，並預定七月中旬派人至 FOKKER 公司接受六軸運動平台系統(三天)及力感控制系統(一天)的訓練課程 此訓練課程亦將於全案在國內完成系統接收測試後兩週內實施，參訓人員至少八員，訓練課程時數至少八十小時，授課教師由 AMST 公司工程人員擔任。(二) 後勤零備件：

於審查會中請 AMST 公司就全案合約所採購的各項裝備之平均故障時間(MTBF)及獲得時程(LEAD TIME)作分析，提供本組零備件建議清單。

(三) 品保驗證：

於審查會中要求 AMST 公司增加品保人員加入本案，以完整執行本案系統功能的驗證與測試，確保品質要求。AMST 公司同意此作法。

2.1.2.7 裝備交運時程

原本購案合約中訂定之裝備交運時程為合約簽定後七個月內，即預定 90 年 10 月 15 日前交運至本組。因此 AMST 公司原預定 90 年 9 月 28 日完成裝備裝運工作。

因於座椅機構新增前後滑動 600 MM 之設計需求，AMST 公司要求交貨時程

延遲三週，即 90 年 11 月 5 日前交運至本組。AMST 公司預定 90 年 10 月 22 日完成裝備裝運工作。而系統交運後之接收測試時間，由原合約訂定的 45 天縮減為 40 天。有關裝備交運時程變動的差異整理如下表所示。

	原合約訂定日期	設計審查會 AMST 提議日期
交運至台中一所	90 年 10 月 15 日	90 年 11 月 5 日
接收測試(ATP)期程	90 年 10 月 16 日至 90 年 11 月 30 日 (45 天)	90 年 11 月 06 日至 90 年 12 月 15 日 (40 天)
	運動平台系統交運時程延遲三週 空間迷向機全案整合驗證時程預計延遲二週	

2.1.2.8 會議記錄簽署

此次運動平台系統設計審查會之會議記錄詳如附件五頁所示。於會議記錄中有 28 項工作事項，其中 26 項屬於 AMST 公司應執行或需澄清的事項，另 2 項屬於本組應執行。

此會議記錄及後續執行結果將納入全案合約管理中。

2.1.3 運動平台系統工程變更

此次運動平台系統設計審查會有關工程變更部分共計有四項，將分別就原購案合約需求、需求變更說明、及對合約的影響等三方面說明如下。

(一) 座椅機構：

A. 原購案需求：

- (1) 座椅高度調整配合不同身高(155~195 公分)；
- (2) 椅背調整角度從 13 度至 30 度；

B. 需求變更：

- (1) 座椅高度調整為上下 65 mm；

- (2) 椅背調整角度從 0 度至 30 度，採用三段式(0°/13°/30°)手動調整；
- (3) 新增座椅機構之前後調整，調整行程為 600 mm，採用電動式調整；

C. 合約影響：

- (1) 合約價款增加美金 17,700 元。
- (2) 交貨時程延遲三週（原需延遲八週）。而系統交運後之接收測試時間，由原合約訂定的 45 天縮減為 40 天。
- (3) 上述變更事項需修訂購案之合約內容。

(二) 電子滑環：

A. 原購案需求：

- (1) 電力電子滑環：25 環(8 組)；
- (2) 訊號電子滑環之環數及頻寬值：
 - A. 乙太網路訊號電子滑環：25 環(3 組)；頻寬值為 100 Mbps。
 - B. 類比/數位訊號電子滑環：24 環(12 組)；頻寬值為 100 MHz。
 - C. 攝影機 S 端子訊號電子滑環：5 環(1 組)；頻寬值為 150 MHz。
 - D. 視訊訊號電子滑環：2 環(1 組)；頻寬值為 150 MHz。
 - E. 音訊訊號電子滑環：6 環(3 組)；頻寬值為 100 KHz。

B. 需求變更：

取消備用電子環數及降低訊號頻寬，保留最基本之系統規格需求。

- (1) 電力電子滑環：10 環(4 組)；
- (2) 訊號電子滑環：

- A. 乙太網路訊號電子滑環： 25 環(3 組)；頻寬值為 100 Mbps。
- B. 類比/數位訊號電子滑環： 13 環(6 組)；頻寬值為 10 MHz。
- C. 攝影機 S 端子訊號電子滑環： 刪除；
- D. 視訊訊號電子滑環： 3 環(1 組)；頻寬值為 15 MHz。
- E. 音訊訊號電子滑環： 5 環(2 組)；頻寬值為 100 KHz。

C. 合約影響：

(1) 因需求項目減少，可要求合約價款減少。

(2) 上述規格變更事項，需修訂購案之合約內容。(三)力感控制器：

A. 原購案需求：

原合約中訂定之規格值，係指定 FOKKER 公司之 M MOTOR 力感控制系統。

B. 需求變更：

(1) AMST 採用比 M MOTOR 功能更高一級之 H MOTOR 力感控制系統。

(2) H MOTOR 因體積較大，為配合平台以上所有裝備淨重心點降低的要求，H MOTOR 力感控制系統將安裝於座艙站內。

C. 合約影響：

此分項無需修訂購案之合約內容。

(四) 座艙底部結構：

A. 原購案需求：

原合約中並未明定座艙底部結構由 AMST 公司負責設計及製造，AMST 僅需設計承載座艙操縱裝置之承座，再與由國內設計製造的座艙底部結構與其承座銜接。

B. 需求變更：

為配合平台以上所有裝備淨重心點降低的要求，AMST 同意整體座艙底部結構之設計製造由他們負責，而本組需提供座艙底部結構之尺寸、機構搭接界面、及各項裝備安裝位置與重量等資訊予 AMST。

C. 合約影響：

此分項無需修訂購案之合約內容。

2.1.4 文件資料

此次運動平台系統設計審查會所攜回的文件資料清單整理如表三，詳細的文件資料於附錄所示。

表三、 文件資料清單

附件編號	文件編號	文件名稱
一		運動平台系統案之工作分項計劃表
二		運動平台系統案之工作時程表
三		有關電子滑環規格，AMST 董事長之來函
四		有關電子滑環規格，我方回覆之電傳
五		運動平台系統設計審查會之會議記錄
六	MAMS_DSO_FRD	FACILITY REQUIREMENTS DOCUMENT FOR E-CUE 636-3500 MOTION SYSTEM
七	MAMS_DSO_ICD	INTERFACE CONTROL DOCUMENT E-CUE 636-3500 MOTION SYSTEM FOR AMST
八	MAMS_DSO_SDR	SYSTEM DESIGN REPORT E-CUE 636-3500 MOTION SYSTEM FOR AMST
九		FCS MOTION CONTROL SOFTWARE; FCS MOTION CUEING ALGORITHM; FCSEXPOLRER;
十	A25018-03123-81-000-APD	CENTRAL CONTROL COLUMN DRAWING
十一	A25018-03123-20-000-APD	THROTTLE BOX DRAWING
十二	A25018-03123-01-000-APD	RUDDER PEDALS DRAWING
十三	A25018-03123-00-000-APD	SEAT ASSEMBLY DRAWING

2.2 參訪記要

2.2.1 參訪荷蘭 FOKKER 公司

位於荷蘭史基浦機場旁之 FOKKER CONTROL SYSTEM 公司，係由 FOKKER 飛機製造公司獨立出來。自 1970 年代起從事有關訓模器相關裝備的生產製造，主要產品為動感平台系統及力感控制系統，目前相關產品廣泛運用於飛機、火車、及卡車等模擬器上。FCS 動感平台研發起步較晚，但他們躍過液壓動力源系統而主攻開發電馬達致動的動感平台，所以相較於 MOOG, HYDRAUDYNE S&E... 等資深專業廠，雖是後起新秀卻也能與這些動感平台大廠在電馬達致動平台性能上一較長短。

運動平台系統購案的主承製商為奧地利 AMST 公司，其中六軸運動平台及操縱桿之力感控制系統等兩項裝備是由 AMST 公司向荷蘭 FOKKER CONTROL SYSTEM 公司採購。此次前往 FOKKER CONTROL SYSTEM 公司主要的目的在瞭解 AMST 公司向其訂購之六軸運動平台系統及力感控制系統之製造現況，並與該公司工程人員直接面對面研討本組關切的六軸電動平台系統相關工程問題，包括：

1. 交運至 AMST 公司之時程；
2. 運動平台之酬載；
3. 運動平台之重心位置；
4. 運動平台安裝之地樁錨點；
5. 運動平台之電力供應；
6. 運動平台之 MOTION CUE 軟體需求；
7. AMST 公司購買之教育訓練課程；
8. 力感控制系統之機型及控制模；

經長達近四小時的會議，與 FOKKER 模擬事業部業務經理 STEVEN

STREEFKERK、專案經理 WOUTER BIEMANS、及相關工程人員，針對以上八點本組關切的問題做深入探討，得到澄清如下：

- (1) 交運至 AMST 公司之時程：FOKKER 公司預計 6 月 14 日交運平台之上三角結構體至 AMST，提供其先期整合工作，8 月 14 日完成六軸運動平台系統及力感控制器之交運。FOKKER 公司所提供詳細的交運時程表如附件一所示。運動平台之酬載：AMST 公司所訂購的六軸電動平台系統之型號為 636-3500，其酬載重量為 3500 公斤，但需包括 FOKKER 公司提供之上三角平台結構的 500 公斤，因此使用者僅有 3000 公斤的酬載重量可使用，而非 3500 公斤的酬載重量。
- (3) 運動平台之重心位置：636-3500 六軸電動平台系統之重心位置限定在從上三角結構體的底部向上 1 公尺以內，但需包含上三角結構體的厚度 0.3 公尺。此點將影響到平台之上的座艙外型及內部裝備配置等設計。
- (4) 運動平台安裝之地樁錨點：原希望能直接從 FOKKER 公司取得運動平台安裝之地樁錨點尺寸圖，以便於廠房興建時先行安裝地樁螺栓。但 FOKKER 工程人員告知可不需先行安裝地樁螺栓，待運動平台安裝前一週，再行施工安裝化學地樁螺栓即可，而且精準性也較高。
- (5) 運動平台之電力供應：FOKKER 公司宣稱 636-3500 六軸電動平台系統為生產型之產品，故電力需求僅有 380~480 VAC, 50~60 HZ, 3 Φ 4W 之規格，無法修改成其他型式的電源值。此種說法令人生疑，因本組與 FOKKER 無合約關係，故無法要求其變更設計，將於系統設計
- (6) 審查會時向 AMST 提出。運動平台之 MOTION CUE 控制軟體需求：本組於會談中強烈希望 FOKKER 能隨系統提供 LEVEL-3 之 MOTION CUE 控制軟體，以使運動平台獲得較佳的動態性能；另希望將 MOTION CUE 之模擬模式設定為直昇機模式。FOKKER 同意以上兩項要求。
- (7) 教育訓練課程：據 FOKKER 告知 AMST 僅購買力感控制系統之教育

訓練課程，而未購買六軸電動平台系統相關之訓練課程；此項訊息將於系統設計審查會時向 AMST 提出嚴正關切。

- (8) 力感控制系統之機型及控制模：據 FOKKER 告知 AMST 向其購買 H MOTOR 型式之力感控制系統，而體積較小的 M MOTOR 型式；目前 FOKKER 已完成製造工作，待交貨。另於會談中亦提出力感控制模式需設定為直昇機模式(因本組已有定翼機力感操作模式的相關程式與數據)。

於研討會議之後，FOKKER 公司之專案經理亦帶我們參觀該公司的生產區及現正生產的裝備，茲將重點摘要如下：

1. 參觀結構試驗棚廠，內容包括力感系統、動感平台的研發製造過程及正配合歐洲大汽車廠開發汽車雙手駕駛桿系統。
2. 參觀 FOKKER 公司新建案之空中巴士 - 超級古比(800 人客機)運動平台系統，在平台上將承載七十公噸之中段機身艙體，艙體內有實體客機座椅及客艙相關次系統，平台致動器採用液壓驅動，此案為目前世界上最大的動感平台系統。
3. 參觀原 FOKKER 公司飛機維修棚廠，在該廠區內驚見第二次世界大戰美軍使用之轟炸機，並有機會進入該機艙，一探艙內配置，此為相當難得的經驗。

2.2.2 荷蘭 DELFT 大學航空工程系

於 6 月 5 日抵達荷蘭阿姆斯特丹且進住旅館後，一行人便搭車前往 DELFT 大學航空工程系，參觀由該系一系列與航空研究相關的設備，尤其是目前仍在籌建的 SIMONA(SIMULATION, MOTION, AND NAVIGATION)模擬器。

原本此行並未在預劃的公差行程中，但 SIMONA 模擬器與本案製造的迷向訓練機在架構上有許多相似的地方，因此引發前往參訪的動機。

SIMONA 模擬器始建於 1992 年，其結合該校航空工程、機械工程、電機工

程、資訊工程、及航運技術共同開發此設備。SIMONA 模擬器為一開放式的設備，設置的目的在提供全世界各模擬研究單位及模擬生產公司做航空工程研究領域之用。主要的研究方向為安全且經濟有效的航運。其將提供給目前及未來運輸工具開發的一個模擬環境，這些運輸工具包含客/貨機、太空船、旋翼機、及自動車等；亦可用於人員運動感知的基礎研究。

SIMONA 模擬器為六軸液壓驅動之動感平台系統(為荷蘭 HYDRAUDYNE 公司的產品)，座艙採用質輕堅固的結構設計，並直接與六軸液壓驅動器銜接，故取消了上三角平台結構，且降低平台上的運動質心位置；另採用美國 EVANS & SUTHERLAND 公司之視效影像產生器，及英國 SEOS 公司之 PANORAMA 平行光顯像系統；軟體程式則由該校自行開發。

參訪行程先由航空工程系系主任及負責 SIMONA 開發的分項負責人做簡要的系統提報，於簡報完後，帶我們至模擬器教室參觀並詳細解說正進行組裝的 SIMONA 模擬器，同時亦同意我們可任意拍照，此為相當好的機會，整個參觀過程中，將一些結構設計方式、設計巧思、裝備擺置、甚至廠房外觀均拍照留存，無一遺漏，這些照片可作為本組在設計運動平台模擬器之參考。

參觀完 SIMONA 模擬器後，接著帶我參觀該系的實驗室及自行開發的設備，包括：航運管理系統、座艙人機操控界面站、座艙 4D 空中隧道顯示系統、及無重力飛行研究。

參觀完 DELFT 大學航空工程系，有幾點心得可值得參考：

- (1) 該系現正與政府或企業研究機構有許多研究計劃在進行中，確切做到產官學合一的境界。
- (2) 該校對學生的教育方式，除書籍上的理論教授外，另要求學生能實際利用學校設備做與產業界相關的研究，且不限本系以外的學生使用，可說做到了結合產業需求至學習中及設備共用共享。
- (3) 該系實驗室中部分的研究設備是由學校教授帶領學生研發出來，其中可見到許多巧思的設計理念，例如：SIMONA 模擬器之人員登機

梯不採用傳統的舉昇梯或固定梯的設計，而採用側向移動式的設計，當人員登機需移動時，氣墊先充氣，將梯柱頂起，接著致動器再將梯子向側面移動，將其移離運動平台之運動區域範圍。

- (4) 該系放置 SIMONA 模擬器的廠房外觀相當現代化，廠房一面採用玻璃帷幕的設計，使室內的光線充足而明亮，且室內空間單純，未見突的樑柱；不似一般傳統封閉式的廠房。

2.2.3 英國 PRIMARY IMAGE GRAPHICS 公司

PRIMARY IMAGE GRAPHICS 公司的主要業務是 PC 級影像產生器 (IMAGE GENERATOR)，它的前身是 AKEBIA 公司 (成立於 1978 年)，1989 年改名為 PRIMARY IMAGE，1998 年分割成兩個子公司，一個做 GRAPHICS，一個做 VISION SYSTEM，我們此行參觀的是做 GRAPHICS 的子公司，它約有 50 名員工。

PRIMARY IMAGE GRAPHICS 公司的主要產品包括：

1. RENAISSANCE：尚在發展中，目標涵蓋低階到高階的應用，依價格高低而有不同的性能表現，它是一個完整的影像產生器系統。
2. BARRACUDA：3D 繪圖卡，具備獨立的 CPU 及 MEMORY，其效能不受 PC 的頻寬限制。
3. TEMPEST：視效程式介面軟體，支援 PRIMARY IMAGE、OPENGL、DIRECT3D、GLIDE 等繪圖語言，使用 PRIMARY IMAGE 會得到最大的效能。
4. P10+：3D 繪圖卡，以 2D 的真實照片為背景，加上 3D 的移動模型，適用於定點武器的模擬，如刺針飛彈、防空火砲等，因為使用真實照片為背景，逼真度非常好。
5. CRUNCHER：幾何圖形處理器，加在 BARRACUDA 前面，以取代 BARRACUDA 的幾何計算功能，使 BARRACUDA 全力用於圖點計

算，而 CRUNCHER 可處理更多的 POLYGON。

6. TOW TRAINER：TOW MISSILE 發射訓練器，以提高學員的瞄準能力。
7. SENSORSIM：感測器模擬系統，可模擬熱影像、紅外線感測器。

PRIMARY IMAGE 公司於現場做了一個 3 頻道影像產生器的展示，以一台 PC 裝三片 BARRACUDA 繪圖卡，之間用一段排線將 GENLOCK 接在一起，使三個畫面能夠同步，然後執行一個直昇機對地攻擊的場景，畫面更新速率為 30HZ，解析度 1024X768，結果畫面的移動十分流暢，發射飛彈時，其尾焰會對地面產生局部的照明效果，如同照明彈一樣。另外有一個船在海上航行的場景，雪花紛紛落下，十分逼真，原來是用貼圖方式做的，使用的 POLYGON 不多。

與 PRIMARY IMAGE 公司談到軟硬體的價格時，其銷售經理 MARTIN PINCOCK 先生提供了一些資訊，硬體部分，一片 BARRACUDA 繪圖卡約需 10000 美元，軟體部分，TEMPEST 發展系統一套是 3500 美元，TEMPEST 的 RUN TIME LICENSE 是一個 CHANNEL 350 美元。

我們希望能採購一套 PRIMARY IMAGE 的影像產生器做為先期的研究評估，若能符合我方的需求，將再繼續採購，台灣本身是 PC 王國，因此我們希望只購買 PRIMARY IMAGE 的繪圖卡及軟體，PC 由我方自己準備。MARTIN PINCOCK 先生建議第一套完全購自 PRIMARY IMAGE，以確保系統正常運作，我方可利用這一套做評估，以及尋找國內適合搭配的 PC 主機，後續則只需採購繪圖卡及軟體授權即可。

最後我們談到視效資料庫的製作，MARTIN PINCOCK 先生為我們做了詳細的分析。目前業界的視效資料庫標準是「OPENFLIGHT FORMAT」，各家公司會提供一個轉換程式，將 OPENFLIGHT 轉成各家公司自己的特殊格式以供硬體使用，如此不必發展自己的 MODELING TOOL，只要用 MULTIGEN 來構建 OPENFLIGHT 視效資料庫即可。但是 MULTIGEN 並不是一個容易上手的軟體，需要較長的學習時間，而另外一種動畫軟體 3D STUDIO MAX，

容易學而且同樣是用來建 3D 場景，因此有人便寫了一個 PLUG-IN 植入 3D STUDIO MAX 內，使它能夠將資料以 OPENFLIGHT 的格式存出來，如此便能用 3D STUDIO MAX 來構建 OPENFLIGHT 視效資料庫。但是 3D STUDIO MAX 與 MULTIGEN 在原始設計理念上是不同的，例如 3D STUDIO MAX 並沒有 LEVEL OF DETAIL 的觀念。MARTIN PINCOCK 先生認為新版的 3D STUDIO MAX 將會有 LEVEL OF DETAIL，但是我們認為 3D STUDIO MAX 無法完全取代 MULTIGEN，某些部分還是得靠 MULTIGEN 來完成。

PRIMARY IMAGE 在 OPENFLIGHT 出現以前，就已經定義了一套自己的視效資料庫格式 SDA，以 AUTOCAD 做為它的構建工具，使用起來並不方便。OPENFLIGHT 出現之後，PRIMARY IMAGE 提供了一個轉換程式將 OPENFLIGHT 轉成 SDA，它並不直接拿 OPENFLIGHT 來用。

綜合此次參訪心得，有以下幾點結論：

1. PRIMARY IMAGE 公司的產品確實很不錯，與 E&S 等公司比較起來，其效能價格比非常有競爭力，未來在新的模擬器中可考慮採用。
2. PRIMARY IMAGE 的 BARRACUDA 繪圖卡採用 3DFX 的 WOODOO 晶片，兩年前 WOODOO 晶片曾是 PC 繪圖卡的當紅炸子雞，現在已經被 NVIDIA 的 GEFORCE2 晶片取代，PRIMARY IMAGE 正在與 NVIDIA 談合作事宜，從這件事我們了解到 PC 技術進步很快，PC 級影像產生器將是未來的發展方向。
3. 視效資料庫對模擬器的發展一直是個問題，傳統大型影像產生器的視效資料庫都是封閉式的，無法互相交換使用，因此每次更換新的影像產生器系統，就必須重新建一次視效資料庫。PC 級影像產生器則已經出現一個共同的標準，OPENFLIGHT，這個標準日漸普及，也逐漸被一些傳統大型影像產生器採用，我們未來應該也朝這個方向來走。
4. 有些傳統大型影像產生器的公司開始將 PC 的技術應用到他們的產品上，一方面是希望降低成本，另一方面是 PC 的技術進步太快，如

此才能維持競爭力。

2.2.4 英國 SEOS 公司

SEOS 公司的業務是生產模擬器的視效顯示系統，主要的產品包括：

1. PANORAMA 雙座平行光顯示系統
2. PRODAS 正投影弧形銀幕顯示系統
3. MIDAS 模組式平行光顯示系統
4. LUCID 背投影環場顯示系統
5. MARKSMAN 目標機影像投射器
6. MERCATOR 影像變形補償系統
7. DIGIBLEND 電子式影像邊緣融合系統
8. OPTIBLEND 光學式影像邊緣融合系統

PANORAMA 雙座平行光顯示系統是 SEOS 公司最重要的主力產品，大多應用於民航機的模擬器，亦是我們此行最主要的參觀目標，SEOS 公司的市場經理 BARRY SWAINSTON 先生帶我們參觀工廠內正在加工的成品及半成品，有一個 7 呎的成品正在做反射鏡面的成形，另外一個 11 呎的半成品已完成主結構，尚未覆蓋反射鏡面，另外還看到弧形背投式銀幕，其材質呈灰色半透明，內面比較光滑而外表比較粗糙。雖然只看了 20 分鐘，但是已經讓我們了解到許多 PANORAMA 的細節，對於迷向機平行光顯示系統的製作有很大的幫助。

MARKSMAN 目標機影像投射器是我們想要了解的另一個重點，它主要是應用在球形模擬器的目標機顯示上，可提供比背景影像更清晰的解析度，在空戰模擬上十分重要。MARKSMAN 內部有一片 PRIMARY IMAGE 的繪圖卡，可自行繪製目標機影像，不必再外接影像訊號。在一個球形模擬器內最多可架設四部 MARKSMAN，小型的球形模擬器能架設的數量更少。由於時間有

限，現場未能看到 MARKSMAN 的實體，相當可惜。

影像變形補償一直是弧形 / 球形顯示系統所需克服的問題，早期只有高階的影像產生器具備變形補償功能，當影像產生器逐漸走向 PC 化之後，變形補償的功能開始轉移到投影器上，但是最彈性的做法是將變形補償獨立在影像產生器與投影器之間，如此影像產生器與投影器將有更大的選擇空間。MERCATOR 正是這種產品，它是一片安裝在 PC 內的電路板，將輸入影像訊號數位化，做變形補償，再轉換成影像訊號輸出。MERCATOR 一般是搭配系統一起出售，當我們詢問能否單獨出售時，SEOS 公司市場經理表示可以考慮。

影像邊緣融合亦是我們有興趣的部分，但因現場並無實體，我們無法看到實際融合的效果，SEOS 公司市場經理僅能就我們的問題做口頭上的回答。

綜合此次參訪心得，有以下幾點結論：

1. PANAROMA 雙座平行光顯示系統是我們此行最想了解的東西，它的最大尺寸為半徑 11 呎，最小尺寸為半徑 7 呎，再小就不能用於雙座，航生案的迷向機是單座的，因此可以用比 7 呎更小的尺寸。
2. 11 呎的 PANAROMA 可以提供 60° 的垂直視角， 220° 的水平視角，使用五部投影器；9 呎的 PANAROMA 可以提供 45° 的垂直視角， 225° 的水平視角，使用五部投影器；7 呎的 PANAROMA 可以提供 45° 的垂直視角， 180° 的水平視角，使用三部投影器。
3. 主體結構是以玻璃纖維做外殼，中間黏貼兩層硬質泡棉，內面再貼一層玻璃纖維。底座是用鋁板包覆玻璃纖維，底座與主體結構之間是以螺絲鎖固。
4. 左右兩側壓條寬約 3 公分，厚約 4 公分，彎曲成圓弧形，材質近似白色硬塑膠。作為反射鏡面的鍍鋁 MYLOR 是捲成一圓筒，寬度約四 五公尺，國內能找到的鍍鋁 MYLOR 只有 1.8 公尺寬，因此 SEOS 所用的鍍鋁 MYLOR 應是特別訂製的。

5. 反射鏡面成形時要連續抽氣 3 ~ 5 天，以形成永久變形。使用時抽氣機是 24 小時連續運轉的，即使關機也要讓抽氣機繼續運轉，以維持反射鏡面的形狀，如果常常改變鏡面的形狀，容易使表面的鍍鋁層脫落。因此迷相機選擇抽氣機時需考慮長時間運轉的需求。
6. 反射鏡面成形時要維持一定的壓力差，但是實際上並不測量壓力差，而是測量 MYLOR 彎曲的深度，就如同圓上兩點所截出的弦與弧，要量測的是弦與弧之間的距離，控制弦與弧之間的距離就能調整弧的曲率。這個方法的先決條件是反射鏡面必須是圓弧的一部分。調整鏡面只能拉 MYLOR 的上下兩側，也就是調整 MYLOR 的張力，因此並不能單獨調整上半段或下半段的形狀，是否需要在低壓腔內裝精確的肋條還要再檢討。

參、 效益分析

此次參加設計審查會及參訪主要獲致下列效益：

- (1) 與運動平台系統承製商奧地利 AMST 公司面對面研討系統設計規格、及與國內製作裝備間的界面設計，並於會中指示全案設計的關鍵處及 AMST 公司在設計上的缺失處，雙方在密集的討論後，也得到明確的解決方案。且雙方也具要讓本案能如期如質完成的共識。
- (2) 在審查會期間，對於系統規格定義需要澄清之處，我方逐項的說明 並和 AMST 人員討論，使得 AMST 對於我方的需求更加清楚，可以避免因認知誤差而造成設計錯誤。
- (3) 本院對模擬器的籌建，一直秉持「CUSTOMER IN THE LOOP」的理念，因此本次除了本院的工程人員外，並邀請客戶（國軍岡山醫院）兩位航空生理訓練方面之專家共同參與設計審查會，兩位專家學有專精，不僅提出許多從實際訓練上的寶貴意見，並且協助我方向 AMST 爭取新增功能項目，圓滿達成任務。
- (4) 從 FOKKER 及 SEOS 的發展過程可以了解，「精專」是一個公司生存發展之道。對於非大量生產的產品，如何尋找利基市場，作市場區隔，是公司重要的策略。本院之產品特性亦是屬非大量生產，這兩家公司的發展策略應值得我們參考。
- (5) PRIMARY IMAGE 公司的產品確實很不錯，與傳統的大型主機如 E&S 等公司比較起來，其效能價格比非常有競爭力，這對佔模擬器成本幾乎達一半的視效主機，是一項重大之發展。藉由此次的參訪，我們對於 PC 影像產生器的架構、性能、及應用範圍等，均有深刻了解，並透過工程討論，對於本組自行開發中的 PC 級影像處理器，在若干的關鍵技術得到發展之方向；同時更強化未來在模擬器視效分系統的開發及選用之能量。

- (6) SEOS 的 PANORAMA 雙座平行光顯示系統是 SEOS 公司最重要的主力產品，大多應用於民航機的模擬器，亦是我們對該公司最主要的參觀目標。團員對於此項產品均非常深入的觀察，並適時提出問題，讓我們了解到許多 PANORAMA 的細節，對於迷向機平行光顯示系統的製作有很大的幫助。
- (7) 因本組之前均無 PC 級影像產生器及平行光顯像系統之性能驗證的相關技術，及運用此兩項技術於模擬器之全系統整合經驗。藉由此次前往英國 SEOS 公司詳細瞭解平行光顯像系統之設計與驗證方式，及至英國 PRIMARY IMAGE GRAPHICS 公司瞭解 PC 級影像產生器及其相關週邊配置之性能驗證。有助本組完成開發 PC 級影像產生器及平行光顯像系統此兩項技術，及日後空間迷向訓練機全系統整合驗證工作之推展。
- (8) 此次參訪的公司中，如 FOKKER、SEOS、PRIMARY IMAGE 均是在模擬產業各別領域的領導廠商。透過參訪，不僅了解其產品的特性及一些設計上的訣竅，同時也與這些公司建立聯絡的管道，對於本院未來即將進行新的模擬器產製案，各項分系統之選擇、採購及設計上均有極大之助益。

肆、 國外工作日程表

本次國外公差的期間為 90 年 06 月 04 日至 06 月 17 日，共計 14 天。每日工作行程表如下所示：

日期	星期	公差地點		工作項目	備考
90.06.04	一			中正機場搭機前往阿姆斯特丹。	
90.06.05	二	荷蘭	阿姆斯特丹	1. 09:35 抵達阿姆斯特丹史基浦機場 2. 14:00 到達 DELFT 大學航空工程系，參觀 SIMONA 模擬器。	夜宿 阿姆斯特丹
90.06.06	三	荷蘭	阿姆斯特丹	1. 前往 FOKKER 公司研討動感平台系統及力感控制系統。 2. 參觀 FOKKER 公司現生產之各項產品。	夜宿 阿姆斯特丹
90.06.07	四	奧地利	薩爾斯堡	由阿姆斯特丹史基浦機場搭機前往奧地利薩爾斯堡。	夜宿 薩爾斯堡
90.06.08	五	奧地利	薩爾斯堡	前往 AMST 公司參加運動平台系統設計審查會，審查會主要的工作為： 1. 審查運動平台系統設計及架構是否滿足本組設定之規格及功能。 2. 瞭解運動平台系統設計期間所發生的任何工程界面問題。 3. 審查 AMST 公司及荷蘭 FOKKER 公司所選用的裝備規格。 4. 審查運動平台系統即時控制軟體之架構及	夜宿 薩爾斯堡

日期	星期	公差地點		工作項目	備考
				參數界面設計。	
90.06.09	六	奧地利	薩爾斯堡	運動平台系統設計審查會資料整理，及內部工程問題研討。	夜宿 薩爾斯堡
90.06.10	日	奧地利	薩爾斯堡	運動平台系統設計審查會資料整理，及內部工程問題研討。	夜宿 薩爾斯堡
90.06.11	一	奧地利	薩爾斯堡	前往 AMST 公司參加運動平台系統設計審查會，審查會主要的工作為： 1. 審查運動平台系統之硬體裝備界面與軟體程式介面。 2. 說明由國內製作的座艙系統之結構搭接界面設計。 3. BFE 及 BFD 點交。	夜宿 薩爾斯堡
90.06.12	二	奧地利	薩爾斯堡	前往 AMST 公司參加運動平台系統設計審查會，審查會主要的工作為： 1. 蒐集空間迷向錯覺課目等技術資料。 2. 工程界面問題研討。 3. 會議記錄核對及簽署。 4. 技術文件點收。	夜宿 薩爾斯堡
90.06.13	三	英國	倫敦	由奧地利薩爾斯堡搭機前往英國倫敦	夜宿倫敦
90.06.14	四	英國	倫敦	參訪位於英國 SURREY 之 PRIMARY IMAGE GRAPHICS 公司，瞭解 PC 級影像產生器之系統整合與驗證，並蒐集相關技術資料。	夜宿倫敦
90.06.15	五	英國	倫敦	參訪位於英國	夜宿倫敦

日期	星期	公差地點		工作項目	備考
				BURGESS HILL 之 SEOS 公司參訪平行光顯像系統之設計與驗證，並蒐集相關技術資料。	
90.06.16	六	英國	倫敦	返國行程	
90.06.17	日			於 21:45 返抵中正機場	

伍、 社交活動

無

陸、 建議事項

- (1) 對於外包含約的管理，是專案成功與否的重要因素之一。未來除了在購案的規格定義要明確外，應該建立與供應商的溝通管道，並透過工程討論、設計審查、派駐監造等方式，使得需求項目及設計方式能夠滿足採購之需求，以免等貨品交運驗收時，才發現無法滿足需求。
- (2) 視效資料庫對模擬器的發展一直是個問題，傳統大型影像產生器的視效資料庫都是封閉式的，無法互相交換使用，因此每次更換新的影像產生器系統，就必須重新建一次視效資料庫。PC 級影像產生器則已經出現一個共同的標準 OPENFLIGHT，這個標準日漸普及，也逐漸被一些傳統大型影像產生器採用，我們未來應該也朝這個方向來走。
- (3) 從 PC 的處理器（CPU）及繪圖卡的快速發展，PC 級影像產生器將是未來的發展方向，甚至其取代大型主機式的視效系統日子應該不遠了，本組應加強 PC 級影像產生器相關領域的開發及應用研究。未來在新的模擬器中，尤其是非特殊視效需求的模擬器，可考慮採用此類之 PC 級視效主機。這對本組未來爭取低階訓練模擬器，在降低成本上應有較大的空間，相對應的也增加了價格的競爭力。
- (4) 荷蘭 DELFT 大學運用研究計劃，不僅結合該校資源，並與政府或企業研究機構有許多研究計劃在進行中，確切做到產官學合一的境界。這對政府積極推動科專計劃，如何結合產業需求至學習中及設備共用共享，是值得學習的對象。