

出國報告（出國類別：國際會議及參訪）

2016 年 LS DYNA 國際研討會及參訪

服務機關：國防大學理工學院動力及系統工程學系

姓名職稱：文職教授鄧世剛

派赴國家：美國

出國時間：2016/06/09-2016/06/26

報告日期：2016/07/11

摘要：

本次出國為利用美國陸軍國際科技中心/太平洋地區 (ITC-PAC) 所提供之研究計畫『碳/碳複合材料槍管之設計、分析、及模擬』, 參與於美國底特律舉行之『2016 LS DYNA 使用者國際會議』, 在會中除聽取各種學術性論文發表, 了解 LS DYNA 最新應用及發展外, 亦與 LSTC 公司研發人員討論在 LS DYNA 下之離散元素法 (Discrete Element Method, DEM) 的應用與問題。在研討會結束後, 本人即前往位於康乃狄克州哈特福特市 (Hartford, CT) 之聯合科技研發中心 (United Technologies Research Center, UTRC) 參訪, 瞭解這間美國大型企業研發中心之架構及運作模式。最後再赴加州大學河濱分校 (UC Riverside) 統計學系進行有關射擊精準度的學術參訪。本次赴美行程共 16 日, 總計赴三個場合, 雖然行程緊湊, 但收穫良多。

目 次

壹、 目的.....	3
貳、 過程.....	4
參、 心得報告	14
肆、 建議事項	16
伍、 附錄.....	17

壹、目的

2016 年「第 14 屆 LS DYNA 國際研討會(14th LS-DYNA International Conference)」為由美國 LSTC 公司，於 105 年 6 月 12 日至 14 日，在美國密西根州底特律附近之愛德華鄉村酒店(Edward Village Michigan Hotel)舉行。本研討會主要目的為以 LS DYNA 非線性有限元素軟體，應用於多重物理現象耦合分析之研究成果與實務經驗，提供全世界各領域之科學家、工程師、及研究人員參考及分享。另外研討會中還提供付費之教育訓練課程，如爆炸模型、氣囊分析、爆炸及穿透分析等。本次參與研討會之專家學者來自全世界各國約 300 人左右（目視），總計發表各領域論文計 120 篇。本人因槍砲結構與機構之學術研究，亦使用 LS DYNA 軟體。藉由此次參與研討會，除能瞭解國際研究趨勢與脈動外，亦可與 LS DYN 軟體開發人員，直接溝通該軟體的應用範圍（可解決問題的極限），以及應用於槍砲機構與結構設計上，所產生之問題與日後之精進。另利用本次機會，特別與聯合科技研發中心聯繫，赴該機構參訪該中心的運作模式與研發能量。最後再赴加州大學河濱分校參訪，與該校統計系 Keh-Shin Lii 教授討論射擊精準度之研究方法精進的作為。

貳、過程

一、第 14 屆 LS DYNA 國際研討會

會議過程

105 年 6 月 12 日 (星期日)

18:00 ~ 20:00 註冊及報到

105 年 6 月 12 日 (星期一)

08:35 ~ 11:45 大會演講

第一場

講 題：現今與未來的下一步 – 以電腦輔助工程(CAE)引領設計(Then Now and Tomorrow – Leading the Design with CAE)

演講人：Kenneth J. Bonelo, 通用汽車公司電腦輔助工程及行人保護部安全高階經理

內 容：Bonelo 博士以通用汽車為例，介紹目前該公司以 LS DYNA 軟體應用於汽車與汽車高速碰撞，以及汽車與行人高速碰撞的分析，再以測試驗證其分析的正確性。在他的演講中展示了多張照片及影片，證明不但顯示出通用汽車公司的研發能量，他亦預測未來該公司將會以電腦輔助工程(CAE)，引領設計工程師進行設計工作。

第二場

講 題：行車創新 – 一路行來(Driving Innovation – A Journey)

演講人：Nand Kochhar, 福特汽車公司電腦輔助工程部全球安全性總工程師及執行技術組長

內 容：Kochhar 博士以福特汽車公司為例，介紹目前該公司以 LS DYNA 軟體應用於汽車與汽車高速碰撞，以及汽車與行人高速碰撞的分析，再以測試驗證其分析的正確性。其演講中以多張照片及影片，展示福特汽車公司在汽車安全性上，一路走來所做的努力，以及最新以電腦輔助工程，應用於車安全性上的研究及成功的案例。

13:00 ~ 17:30 論文發表

由於以數各主題場次同時發表，因此僅能以個人有興趣的主題選擇性的參與。

第一場

講 題：發展戰士受創評估人體模型(WIAMan)的下半足部有限元素分析模

型，以研究下半身低位爆炸力(Development of a Finite Element Model of the WIAMan Lower Extremity to Investigate Unde-body Blast Loads)

主講人：Wade Baker，維琴尼亞理工大學

內 容：陸軍地面載具人員容易受到反載具地雷，以及簡易爆炸裝置 (Improvised Explosive Device, IED)所產生的下半身低位爆炸。多年來，汽車產業已經使用人體模型測試裝置，成功的取得在各種不同受衝擊情況下，人員受創風險的量化值。但這些人體模型測試裝置，已在過去證明當遭受下半身低位爆炸力時，無法準確的量測出其反應。因此，這個研究融合了過去各研究機構及相關產業的研究，提出一個新的假人概念，稱為戰士受創評估人體模型，簡稱 WIAMan。本研究依據電腦輔助設計建立的假人模型，在 LS DYNA 中建立一個下半足部的數值模型。而其材料模型則依據高/低應變率測試，來模擬假足的軟組織，如肉、足跟墊、足板、脛骨柔性元件的黏彈性行為。WIAMan 有限元素分析模型在模擬上，為依據實體義肢實驗完全一樣的狀況。其模擬結果與實測結果相比較，以確認未穿鞋的 WIAMan 最低極限模型。數值模型指定材料展現的黏彈性反應顯示，在高/低應變率時，與實體義肢測試數據一致。全 WIAMan 最低極限模型模擬符合 WIAMan 實體義肢測試。未來研究工作包括進一步的確認人體受創風險的模型與所採用的義肢反應一致。

第二場

講 題： LS DYNA 的地雷模型與砂土質材料模型發展的比較方法
(Comparison of Strategies for Landmine Modeling in LS-DYNA with Sandy Soil Material Model Development)

主講人：Matt Barsotti，防護工程顧問公司(Protection Engineering Consultant)

內 容：這個研究為美國海軍建模與模擬(Modeling and Simulation)計畫降低爆炸損傷的一部份。防護工程顧問公司在 LS DYNA 中，進行研究與比較數種地雷模型方法。研究將模型材料分為固體（土壤）及液體（空氣及爆炸燃燒產物）。數種數值模型被應用於這兩種材料，或其組合上。單一的數值模型有傳統的 All-ALE 模型，以及較少人使用的 All-SPH 模型。混合模型則有 ALE 流體與爆炸材料的 FEM-DEM、或 SPH 土壤混合。這些單一及混合模型最後則依據其實用性、耦合定義、穩定性、計算時間、及整體可行性做比較。前三種模型的量化性能和基準的測試數據也做了比較。個案評估包含初期土壤泡模型、爆炸對平板的衝擊縮的小比例測試，爆炸對有角度平板的衝擊縮小比例測試，以及爆炸對平板的衝擊全比例測試。基準測試則是使用不同比例飽和度的砂質土壤。最後本研究產生一個通用型的砂質土壤模型，用以產生偽張量模型參數，以及表列的簡化狀態方程式。此模型預測的爆炸和實測相比小於 2.5%。

第三場

講 題：泡沫混凝土板牆降低爆炸力之模擬(Simulation of Blast Load Reduction on Walls with Formed Concrete Board)

主講人：Yijian Shi，ZASA – Logan, Zodiac Aerospace

內 容：泡沫混凝土板通常使用於結構中的隔離層，本研究用來作為衰減爆炸的效果。在本研究中，用 LS DYNA 作為模擬工具，用以找出實際由物質傳來的壓力波及內部應力等等精確數據。爆炸衰減的效應為爆炸後，量測置於泡沫混凝土板後方剛性牆的尖峰壓力。依據模擬結果，泡沫混凝土板的內部應力，會比爆炸後的靜態強度還高。內應力不僅為材料的失效應力及應變/變形的函數，也是密度、彈性模數、塑性性質、內部速度、及加速度的函數。這些結果可能會造成量測內部應力或負載的困難，因為負載感應器及應變計，在傳統上僅量測應變或變形，然後再將這些應變及變形量轉換為靜態應力。本研究的模擬顯示，爆炸力作用於泡沫混凝土板上，所產生的強度愈高，則剛性牆的尖峰壓力會被衰減愈多。相反的，如果爆炸力所產生的強度，低於或等於泡沫混凝土板的強度，則無降低剛性牆的尖峰壓力的效果，反而會大量增加尖峰壓力。而爆炸的壓力愈小，則剛性鋼板上的尖峰壓力相對愈大。

第四場

講 題：LS DYNA 等角幾何分析於汽車碰撞模擬現況(Current Status of LS-DYNA Iso-Geometric Analysis in Crash Simulation)

主講人：Yijung Chen，福特汽車公司

內 容：本報告說明以 LS DYNA 的等角幾何(IGA)法，實際應用於汽車碰撞模擬的現況。福特公司提出了幾個重要的補強 IGA 法的想法，由 LSTC 公司來執行。例如修正 Mindlin-Reissner 殼的剪鎖 (Shear-locking)現象，以及在非均勻有理 B 樣條曲面(NURBS)上附屬有限元素節點。IGA Mindlin-Reissner 殼的基準比較，顯示出在現在的全積分演算法會存在剪鎖的現象。這個現象可以用新的降階積分來解決。NURBS 的控制點具有的不可內插(Non-interpolatory)特性，使得其很難使用於 CAE 節點運算上。在 NURBS 曲面上附屬有限元素節點的特徵，可產生及輸出節點的時間歷程，以及在 IGA 模型上施加節點力或節點限制條件。為展現 IGA 的優越特性，本研究提供一個彎曲元件，在模擬分析時的正確幾何形狀變化案例。本研究建立一個搬運架-壓縮罐以及固定剛性牆模型，以前方正向撞擊，測試 IGA 的特性。這個模型包含所有需要的要素，IGA 接觸剛性牆、IGA 自我接觸、無網格式焊接著於 NURBS 曲面、剛性體 IGA 接著、重力負載、節點加速、以及 MAT_024 塑性模型與 IGA 模型的相容性，用來評估 IGA 在撞擊安全分析的性能。

105 年 6 月 13 日 (星期二)

08:30 ~ 11:30 論文發表

第一場

講題：發展機車之有限元素模型(Development of a Finite Element Model of a Motorcycle)

主講人：N. Schulz, 德州農工運輸學院

內容：在過去數年間，有許多四輪載具及卡車相關，對於改善人員傷害方面安全性裝置研發。但對於機車駕駛撞擊路面的安全保護裝置，卻付之闕如。機車的脆弱性，會有對駕駛造成嚴重傷害的風險，尤其是撞擊到路邊的護欄。但機車與機車、或機車與障礙物的撞擊有多種模式，若都加以實測，則不但成本太高，而且也會花費過多時間。若使用電腦模擬各種不同的全尺寸機車撞擊模式，成本便宜且快速，因此成為最佳的選擇。機車模擬模型從 1970 年代即已開始，隨著時間的增加，模型的細節與複雜度也跟著增加。但發展一個鉅細靡遺、尺寸精準的機車模型，以便精確的預測機車的反應及行為，相對是很重要的。研究人員最好的方式就是透過逆向工程，建立一個有限元素電腦模型，這個模型即可用來研究機車的各種狀況及模式。為了確認模型的正確性，電腦機車模型的質量、幾何形狀等，都經過量測並與實際的機車做了比對。

由於至下一行程飛機起飛時間關係，本人參加的第 14 屆 LS DYNA 國際研討會到此結束。

二、參訪聯合科技研發中心(United Technologies Research Center)

聯合科技集團組織

聯合科技集團為四大企業的合成，分別為：

1. 普惠公司(Pratt & Whitney Engine Company)：普惠公司與奇異公司並列，為世界聞名的飛機發動機、動力輔助系統的設計、製造、及服務商，其發展的飛機發動機，廣為應用於全球各種不同飛機上，如波音客機及美軍戰鬥機如 F15、F16、F22、F35 上。全球員工人數約 33,500 人，每年的銷售額約美金 1 千 4 佰億元。
2. 奧的斯電梯公司(Otis Elevator Company)：奧的斯電梯公司為全球最大的人群移動產品的製造及維護商，其產品包括電梯、手扶電梯、移動人行道等。全球員工人數約 66,000 人，每年的銷售額約美金 1 佰 4 拾億元。
3. UTC 航太系統事業部(UTC Aerospace Systems)：全球最大的先進航太與防禦系統產品的供應商之一。該公司針對客機、戰機、直升機、或其他飛機提供零組件或系統的設計、製造、以及服務，並提供整合性的解決方

案。該公司也是國際太空計畫的主要供應商之一。本公司為在 2012 年，由漢勝公司(Hamilton Sundstrand)及古德里奇公司(Goodrich)合併而成。其主要產品有無人飛行器(UAVs)、衛星、地面及海面載具等。全球員工人數約 42,000 人，每年的銷售額約美金 1 千 2 佰億元。

4. UTC 天候、控制、保全事業群(UTC Climate, Controls & Security)：這個事業群為全球建築技術的供應商，包括防火安全、保全、建築物自動化、溫控、通風、冷氣/冷凍系統及整合、高性能建築如安全、智慧、及永續等。本事業部下共有數十個公司，其中知名度較高者有：開立冷氣(Carrier)、集寶(Chubb)、集第(Kidde)、愛德華(Edward)等公司。全球員工人數約 50,000 人，每年的銷售額約美金 1 千 7 佰億元。

聯合科技研發中心歷史及成就

美國聯合科技研發中心前身為『聯合飛機及運輸公司研發處(United Aircraft & Transportation Corporation's Research Division)』，在西元 1929 年即成立的歷史悠久研發中心。當時是以研發黃蜂發動機(Wasp engine)為主，黃蜂系列發動機是該公司以普萊特和惠特尼(Pratt & Whitney)為名，簡稱普惠，於 20 世紀 30 年代到 50 年代開發的一系列氣冷星型活塞發動機的俗稱，用以推動塞考斯基(Sikorsky)S-42 水上飛機，該機在 1937 年由汎美航空製造並正式開始進行商業服務。研發處在 1940 年以普惠 PT-1，進行首次噴射發動機測試。1945 年研發部改名研發部，並建立全球最大的私人風洞。1946 年開始正式啓動飛彈、火箭以及衝壓發動機的研究。1950 年代研發部進行高能電漿的新型態推進及動能實驗，使得太空飛機概念可行性大增，在 50 年代末期再度改名為聯合飛機研究院(United Aircraft Research Laboratories)。1960 年研究院首次展示雷射技術，並且開始進行雷射技術發展。1967 年獲得美國空軍最大的單筆纖維訂單。1969 年研發太空飛機的推進系統，以及全球最大的閉合循環連續波放點二氧化碳雷射。1970 年研究院開始進行噴射發動機在非飛行領域的應用，包括汽車及發電等。1975 年成功發展整合火箭衝壓推進系統並試飛成功。1975 年未符合母公司，正式改名為『聯合科技研發中心』。1979 年為美國能源部啓動先進替代能源計畫，成功發展 8 千瓦風力渦輪發電機。1987 年發明光誘導光柵傳感器光纖，以量測溫度、應變、震動、以及化學等質量。1989 提供惠普公司噴射噪音抑制排氣噴嘴之基礎理論。1990 年代，聯合科技研發中心提供普惠公司 F119 發動機，各種不同的技術及服務。另外，確認波音 737 飛機之 JT8D 發動機使用混合排放器套件之噪音抑制效益。研發中心亦支援開立冷氣發展更有效率、更安靜的冷氣系統。1991 年以航太科技應用於開立冷氣，讓開立冷氣的離心散熱器達到工業界最高空氣動力效率。本年度研發中心和阿貢國家實驗室(Argonne National Laboratory)共同發展低摩擦損失的超導磁浮軸承。1992 年在東京及馬德里設立辦公室，為國際研發計

畫帶路。1992 年持續為奧的斯電梯發展及發表於日本的模糊邏輯調度 Elevonic 401 無齒輪型系統。領先國際十年，使開立冷氣停用 CFC 冷媒。1994 年成功測試飛輪式能源儲存系統，並應用於汽車上。另協助塞考斯基飛機公司發展用於 CYPHER 無人飛行載具之技術。1995 年成功以飛行展示主動式噪音控制直升機旋翼及傳動模組。1997 年在上海設立辦公室，以啓動與中國之研究計畫，另也在德國亞琛設立辦公室。1998 年與漢彌頓標準公司合作，在塞考斯基 S-92 直升機加裝蒸汽循環空調系統(vapor cycle air-conditioning system)。在國家標準及科技學院的支持下，展示創新的高速、小型離心壓縮機應用於暖通空調系統。2000 年，該中心為南韓現代汽車研發氫燃料電池。2001 年成立同步工程實驗室，以整合全飛機系統動力。2003 年開始研發智慧保全及防火系統，其亦為該中心於發展新一代高效能、效益能源建築物之整合技術之一環。2006 年該中心發展一組地熱發電廠，可於華氏 165° 低溫水中進行發電，本項技術榮獲該年研發 100 獎項。2007 年，該中心以熱電裝置置於高倍音速沖壓噴射推進系統中，以展示其發電效果。2008 年支援惠普公司發展齒輪帶動渦輪風扇發動機，該中心引進 SyLNT 聲學分析模型工具。2008 年該中心達成以燃料電池驅動之旋翼機全球首飛。2010 年由美國能源部提供研究經費，在費城建立能源創新中心(Energy Innovation Hub)。2013 年因電池能源儲存系統，而二度榮獲研發 100 獎

聯合科技研發中心現行組織及架構

聯合科技研發中心在主任下共設有六大部門，分別為：

1. 計畫辦公室(Program Offices)：目前現有計畫有製造及服務科技(Manufacturing & Service Technologies)、奧的斯(Otis)、普惠(Pratt & Whitney)、UTC 航太系統(UTC Aerospace Systems)、UTC 天候、控制、保全(UTC Climate, Controls & Security)等五大計畫。
2. 專業部(Departments)：目前現有物理科學組(Physical Science)、熱流科學組(Thermal Fluid Science)、系統(Systems)。
3. 新創事業發展部(Innovation Business Department)
4. 商業服務部：分為事業發展組(Business Development)、聯繫組(Communications)、財務組(Finance)、人事組(Human Resources)、法務組(Law)
5. 先進計畫部(Advance Programs)
6. 研究作業部(Research Operations)：分為：高階研究員(Senior Fellows)、ACE 及品質系統(ACE & Quality Systems)、設計工程及原型組(Design

Engineering & Prototyping)、環境安全衛生組(EH&S)、設備工程及作業組(Facilities Engineering & Operations)、資訊科技組(Information Technology)、供應鏈管理組(Supply Chain Management)。

本次參訪為專業部下的物理科學組、，這兩個組現有任務分別為：

1. 物理科學組：負責應用物理(Applied physics)、先進材料(Advanced materials)、量測科學(Measurement science)、化學(Chemistry)、力學(Mechanics)等研究。
2. 熱流科學組：負責聲學(Acoustics)、空氣動力(Aerodynamics)、燃燒(Combustion)、應用流體力學(Applied fluid dynamics)、以及熱管理(Thermal management)等研究。

參訪過程

105年6月13日(星期三)

早上進入聯合科技研發中心，由 Shihemn Chen 博士接待，先行拜訪組長及單位人員介紹等。接著聽取簡報及簡介，並相互了解背景資料等。

下午由 Shihemn Chen 博士帶領下，環繞該中心一周，進行對各部門的參觀及任務了解。

105年6月14日(星期四)

參訪物理科學組：本組現行研究計畫主題共有：

1. 光學及化學感測器、熱電、及奈米機電系統(Optical and chemical sensors, thermoelectrics, and NEMS)
2. 結構與表面處理(Structures and coatings)
3. 材料合成、催化劑、及計算化學等(Material synthesis, catalysts and computational chemistry)
4. 表面光譜(Surface spectroscopy)、機械行為(Mechanical behavior)、聚焦式離子束顯微鏡(FIB microscopy)等
5. 結構分析及材料受損模擬(Structural analysis and material damage modeling)
6. 物理基礎製造(Physics-based manufacturing)
7. 發動機葉片受損研究(Blade after impact)

105年6月15日(星期五)

參訪熱流科學組：本組現行研究計畫主題共有：

1. 噪音與震動診斷、模擬、及控制(Noise and vibration diagnostics, modeling, and control)
2. 流體力學及氣體流動計算(Fluid mechanics of gaseous flows)
3. 能量回復(Energy recovery)
4. 熱、質轉換(Heat and Mass Transfer)
5. 系統分析及最佳化(System analysis and optimization)
6. 動力及化學反應及多相流(Dynamics and chemistry of reactive, multi-phase flows)
7. 實驗模型確認及元件性能分析(Experimental model validation and component performance)

聯合科技研發中心的參訪於下午三點結束。

二、參訪加州大學河濱分校統計學系

加州大學河濱分校歷史

加州大學河濱分校的成立，已超過 100 年歷史。它是在 1907 年由加州立法局所成立，原名為『河濱柑橘實驗站(The Riverside Citrus Experiment Station)』，主要的目的是研究南加州的農業發展。1947 年加州大學董事會核准將其納入加州大學體系，成立文學與科學學院，並建立河濱分校。因此，河濱分校於 1954 年開始招生。1960 年河濱分校正式開始成立研究所，以及農學院。因此，從 60 年代開始，河濱分校從一個小鎮的小學院，成為南加州內陸主要的教學及研究大學。現在的加州大學河濱分校共有三個學院，分別為：伯恩斯工程學院(Bourns College of Engineering)、人文、藝術、及社會學院(College of Humanities, Arts, & Social Sciences)、自然與農業科學學院(College of Natural & Agricultural Sciences)；四個學校，分別為：商業行政學校(School of Business Administration)、教育研究學校(Graduate School of Education)、醫藥學校(School of Medicine)、及公共政策學校(School of Public Policy)；五個部，分別為：農業及天然資源部(Division of Agriculture and Natural Resources)、生命科學部(Division of Life Sciences)、研究所部(Graduate Division)、物理及數學科學部(Division of Physical and Mathematical Sciences)、以及教育大學部(Division of Undergraduate Education)等，可說是一個大型大學了。本次參訪的統計學系隸屬於自然與農業科學學院，這個學院中還有其他學系，如：生化學系、生物學系、植物學系、神經科學系、化學系、地球科學系、環境科學系、數學系等等。

統計學系位於該校的奧姆斯特德樓內(Olmsted Hall)，系上有大學部及研究所

部。大學部提供兩種學位，分別為藝術學士(B.A.)及科學學士(B.S.)，並可選擇統計計算(Statistical Computing)及計量管理(Quantitative Management)兩種專長。研究所則分別有統計學碩士及應用統計博士兩種學位頒授。此外該系亦成立了統計協同合作顧問室(Statistical Consulting Collaboratory)，目的為提供教授及學生一起進行以統計/計量方式的研究、教學。教授在此則提供多種角色，如學術刊物的編輯、教科書及研究專書撰寫、或為企業、政府、及國際性機構提供顧問等工作。

統計學系內共有榮譽教授七名、特聘教授一名、教授三名、副教授五名、助理教授二名、講師三名，總共 21 成員。本次拜訪的 Keh-Shin Lii 教授為該系的榮譽教授，在該系服務已超過三十年，為一位教學與研究具佳的學者。Keh-Shin Lii 教授的專長為迴歸分析(Regression Analysis)，現在的研究工作則為空間頻譜分析(Spectral Analysis of Spatial)及天氣間歇變異(Temporal Weather Variations)分析。參訪的主題為『以迴歸分析射擊精準度分析』，這項主題為本人現行研究項目之一，希望藉由專業射擊人員的實際射擊動作，找出精準射擊的要素。而在實測過程中所蒐集的射擊績效數據，可藉由迴歸分析得到重要的射擊參數，如手指扣扳機力、手指握力總合等自變數，與射擊績效等應變數因果關係。並可藉由這個研究，對應現行的射擊作業教範，以確認其正確性。

以下為五天參訪期之活動：

105 年 6 月 20 日 (星期一)

早上十點抵達加州大學河濱分校拜會 Keh-Shin Lii 教授，除雙方自我介紹外，並經由 Keh-Shin Lii 教授的介紹及帶領下，做全校校園的巡視。

105 年 6 月 21 日 (星期二)

本日進入 Keh-Shin Lii 教授的實驗室，了解雙方的研究主題。並就研究主題『射擊精準度』與『迴歸分析』之關聯，進行確認可行性。

105 年 6 月 22 日 (星期三)

本日與 Keh-Shin Lii 教授檢討本人過去研究的成果，並由 Keh-Shin Lii 教授再次解說『迴歸分析』的理論與應用。

105 年 6 月 23 日 (星期四)

本日與 Keh-Shin Lii 教授討論迴歸分析的後續研究『支持向量機(Support Vector Machine)』的發展，並確認此法較迴歸分析的優越性。

105 年 6 月 24 日 (星期五)

本日與 Keh-Shin Lii 教授討論『類神經網路(Neural Network)』之原理，及其與迴歸分析、支持向量機的比較。最後在下午約四點結束本次的參訪，離開加州大學河濱分校。

參、心得報告

一、第 14 屆 LS DYNA 國際研討會

本次參加 LS DYNA 國際研討會除觀察各國公司及研究人員最新的非線性有限元素應用於各種不同領域的發展，但並未觀察到以 LS DYA 進行槍砲機構與結構分析的應用。而本人的研究除了槍砲的機構與結構耦合分析外，其中最重要的為子彈/砲彈在槍管/砲管內的膛內運動與結構分析。尤其是在霰彈槍彈與霰彈砲彈的擊發模擬，目前尚未有人可成功的模擬。但在 LS DANA 中有一名為離散元素法(Discrete Element Method)，可直接模擬霰彈彈粒的噴發與散布面積。為在本人的研究中發現，DEM 的彈粒會因壓縮而產生互相重疊(Penetration)不符合物理的現象，導致模擬無法符合實際狀況。因此，在研討會中直接與 LSTC 公司的 DEM 開發工程師 Jason Wang 討論此現象的改善。Jason Wang 解釋已發現這個問題，並於兩周前修正軟體程式，但仍為測試版並未正式公開。Jason Wang 同意提供本人最新測試版，以利本人研究的進行，為此行最大的收穫。

二、聯合科技研發中心

本次有幸在 Shihemn Chen 博士的安排下，進入美國大型企業聯合科技集團之研發中心參訪。在三天的參訪期中，了解了聯合科技企業的架構及其運作模式，以及聯合科技研發中心的任務及價值。誠如該中心在簡報時所提，該中心應沒有太多的口號與追求的目標，所有的核心價值只是建立在『追根究柢』，以及『不僅追問會如何，也要去實現』這兩個簡單的邏輯。因此，聯合科技研發中心在 1929 年成立至今的 87 年後，仍然屹立不搖、且以領先全球科技研發，繼續存在於全球市場上。聯合科技研發中心的研究人員約有 400 人，具博士學位者占 76%、碩士學位者占 20%、學士學位者占 4%，總共佔全中心 96%。該中心的任務主要為提供其母企業『聯合科技』及其事業群各種不同的創新研究，以使其產品具競爭性，且超越其他類似的產品。聯合科技研發中心重視該中心的研究人員，視其為中心最重要的資產與才能，可說是『以人為本』典型企業，亦使得該中心即便在 2008 年的經融風暴，衝擊亦非常的低。三天的參訪中，本人和物理科技組與熱流科技組的討論，亦了解這兩個組的研發能量，為建立在『以人為本』的企業倫理上。

三、參訪加州大學河濱分校統計學系

本次經由 Keh-Shin Lii 教授的安排下，進入美國加州大學河濱分校參訪。在五天的參訪期中，不但了解了加州大學河濱分校的架構與運作。尤其是該系頗具特色的『統計協同合作顧問室』，不但能拉近產、學的合作，亦能使

學生在就學期間即接觸產業的實務，其架構應可為國內各大學的參考。而本人在統計領域學有專精的 **Keh-Shin Lii** 教授說明下，對於『回歸分析』、『支持向量機』、與『類神經網路』等理論的原理與應用方式，有更深一層的了解。相信對未來射擊精準度方面的研究，有很大的助益。

肆、建議事項

本次以美國陸軍 ITC-PAC 所提供的研究經費，赴美參訪共計十六天、三個行程，分別為 1. 參加第 14 屆 LS DYNA 國際研討會、2. 聯合科技研發中心、3. 加州大學河濱分校統計學系。這種學術性的交流，除可開闊吾人的國際觀外，亦可經由互相之間的討論，激勵出未來研究方向的火花。例如參加第 14 屆 LS DYNA 國際研討會中，可確立本人目前的槍管內彈道結構與應力分析與模擬，在國際上尚未見相關研究，因此繼續下去大有可為；參訪加州大學河濱分校統計學系中，可確立以回歸分析、支援向量機、類神經網路的學術理論，確可協助進行射擊精準度的研究。另外，在系裡設立『統計協同合作顧問室』，以協助教授的產學合作，並使學生在校內就讀時即可接觸產業界，也是一種創新的組織架構模式。目前台灣的大學，這種類似的組織，均設立在學系之上，甚至是與院級平行的單位。因此，也可作為台灣各大學的參考。而在參訪聯合科技研發中心的行程，則見識到美國一流大型企業研發工作的進行方式。也期許院內老師能以同樣方式，進行學術參訪，以提升本身的本質學能。在此也再度感謝校、院內各級長官的協助，使得本次參訪得以順利成行。

伍、附錄

一、第 14 屆 LS DYNA 國際研討會



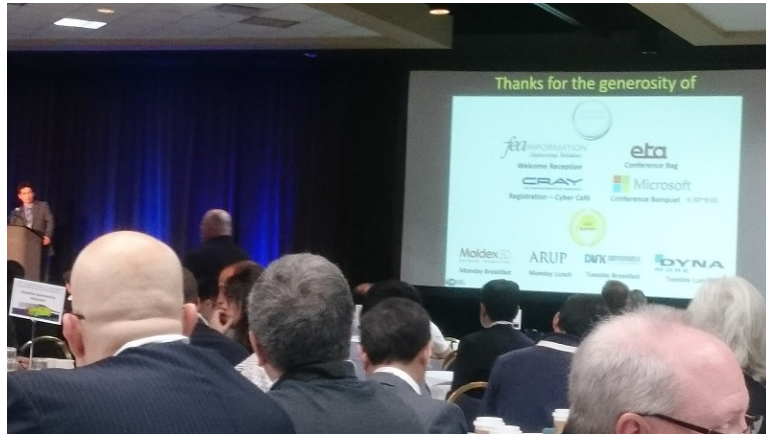
報到



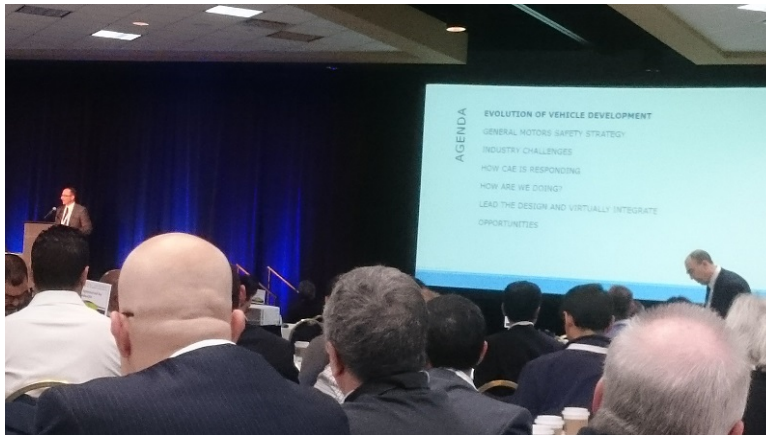
晚宴(1)



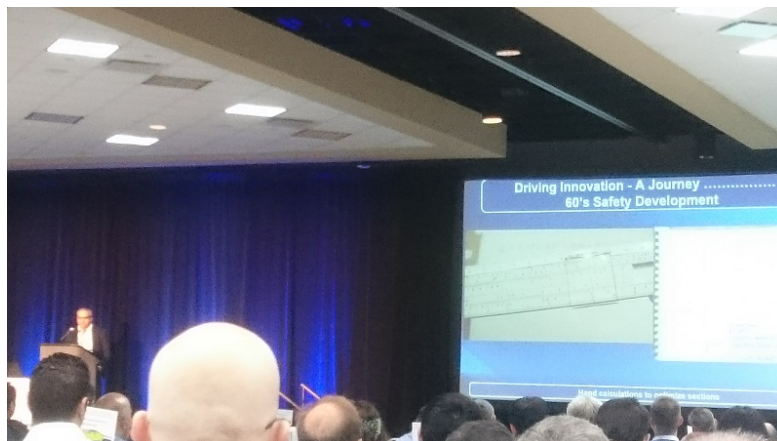
晚宴(2)



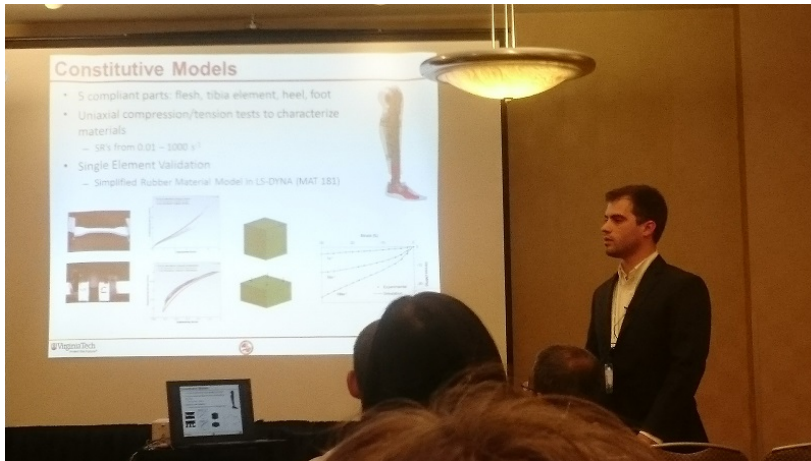
開幕式



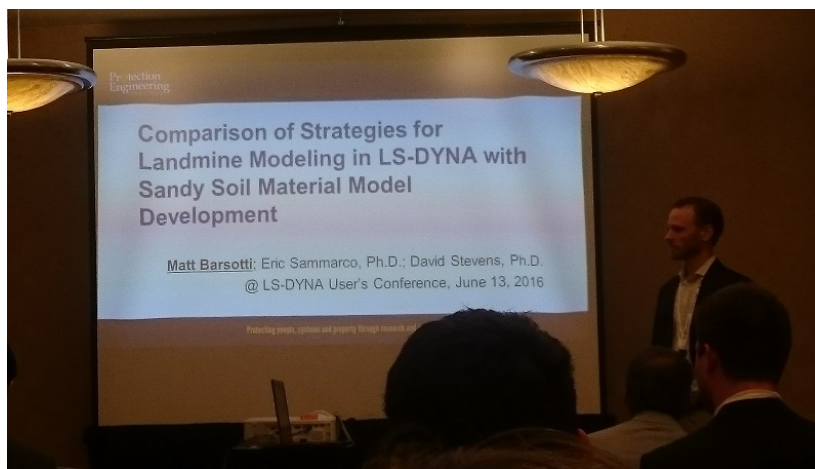
大會演講(1)



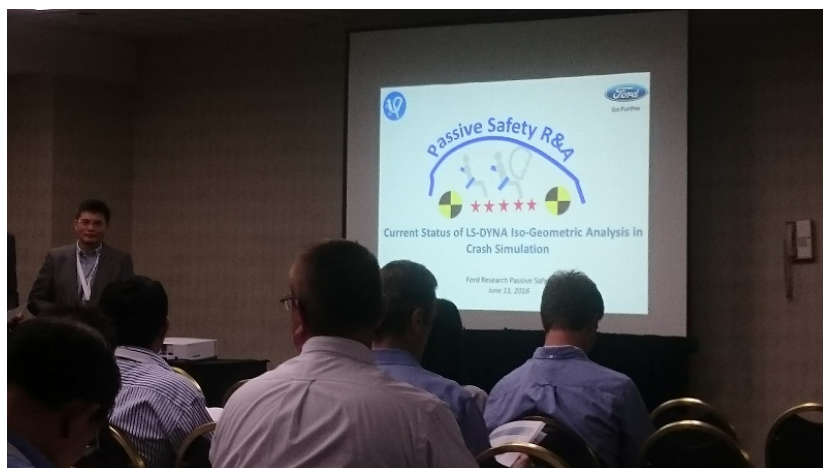
大會演講(2)



論文發表(1)



論文發表(2)



論文發表(3)



論文發表(4)

二、 參訪聯合科技研發中心

由於聯合科技研發中心為聯合科技集團重要的研發基地，公司內部不准照相，因此僅在公司外部照相。



聯合科技研發中心(1)



聯合科技研發中心(2)

三、參訪加州大學河濱分校統計學系



加州大學河濱分校校徽



加州大學河濱分校統計學系



Keh-Shin Lii 教授研究室（身後二樓第一間）

United Technologies Research Center

June 15, 2016



United Technologies

Business units

Otis



Pratt & Whitney



UTC Climate,
Controls & Security



UTC Aerospace Systems

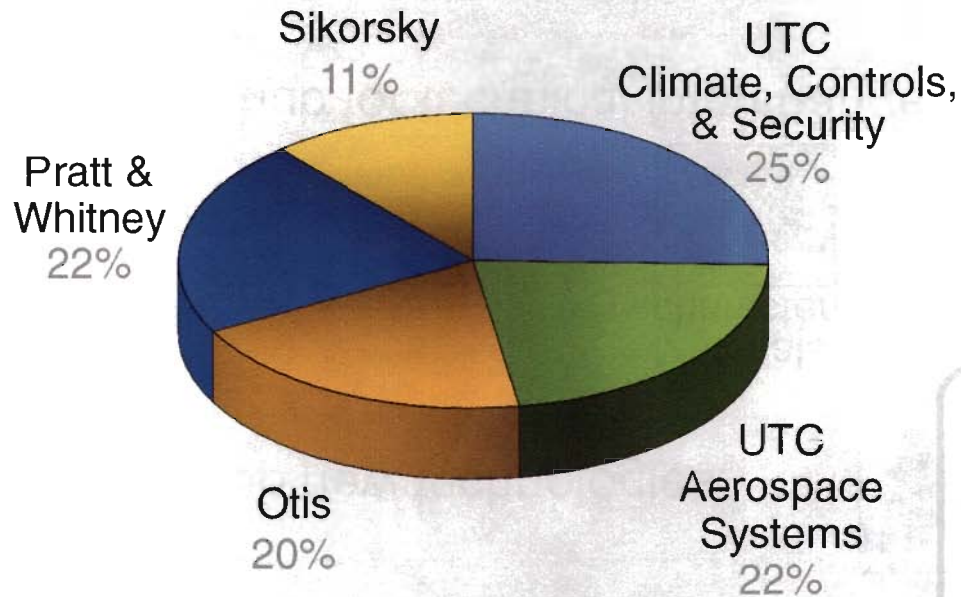


United Technologies

2014 Sales: \$65.1 billion

UTC invested \$4.8B in 2014 on company and customer funded R&D

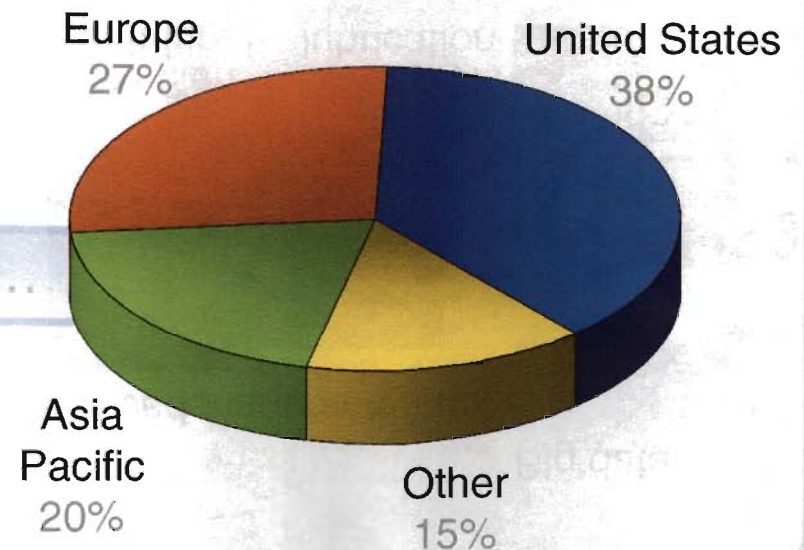
Business unit sales...



Segment ..

45% Commercial & Industrial
55% Aerospace

Geographic sales...



UTRC.. UTC's Innovation Engine

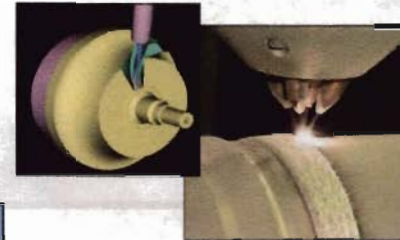
Defining what's next

Define new frontiers...

AIS
Autonomous
& intelligent systems



Advanced manufacturing



Big data

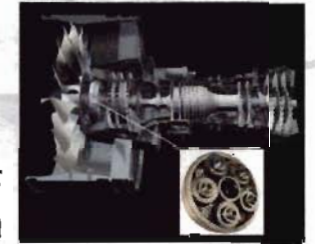


Co-develop new technologies...



Next Gen
centrifugal

GTF
lubrication



Solve tough problems...

Materials
characterization



Surface topology
and wear analysis



Measurement
science

Digital imaging
strain analysis



Failure
analysis

Scattering
to measure
residual stress

Serve as hub for technical interchange...

Tech
scouting



Rare
Earth
Magnets

REM
workshops



Leverage global network of innovation...

Monetize UTC intellectual property...



Alternative
markets

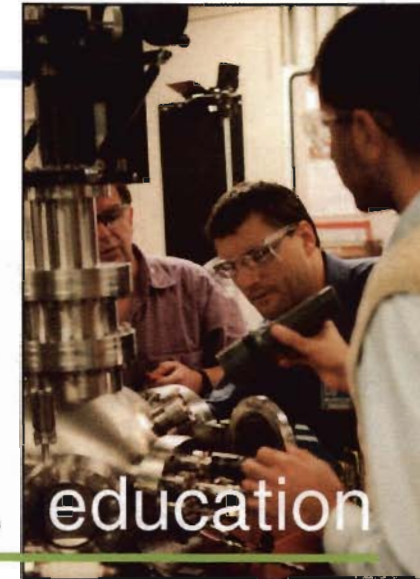
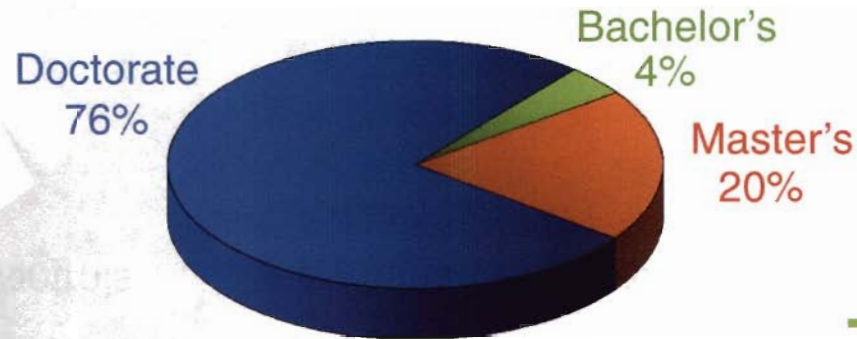


New
business models



Our People...

96% of our technical staff have advanced degrees



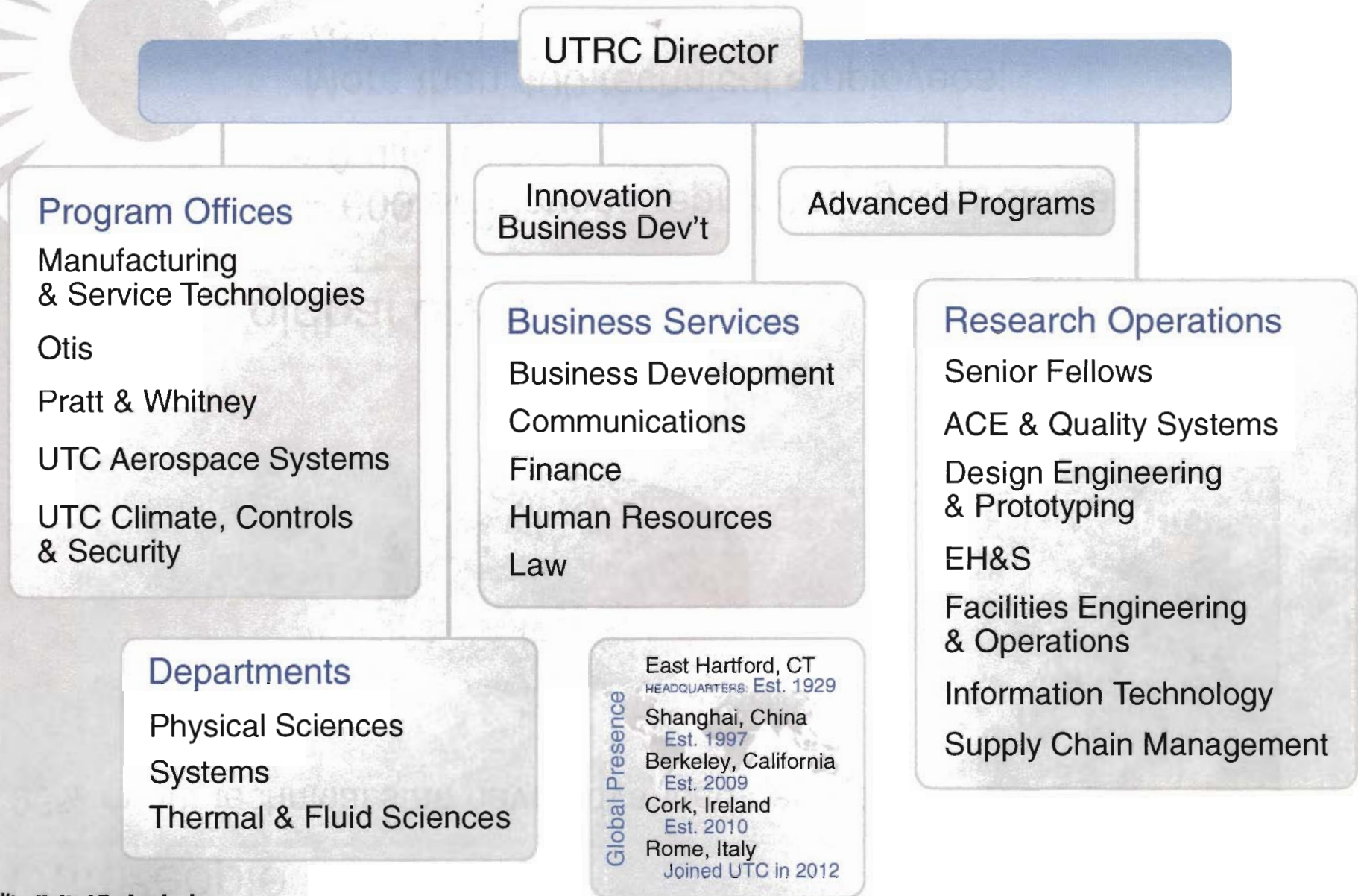
global diversity...

~ 600 employees representing approximately 40 different countries

More than 400 technical employees;
76% hold Ph.D.s

excellence
in innovation

UTRC Organization



UTRC Organization

David Parekh
Corporate VP,
Research, &
UTRC Director



Isaac Cohen
Exec. Director,
Research
Operations



Program Offices



John
Milton-Benoit
Mfg. & Service
Technologies



Mark
Thompson
Otis



Catalin
Fotache
Pratt & Whitney



Steve Tongue
UTC Aerospace
Systems



Craig Walker
UTC Climate,
Controls & Security

Departments



Andrzej
Banaszuk
ALES & Systems



Jodi
Vecchiarelli
Physical
Sciences



Paul
Van Slooten
(Acting)
Thermal & Fluid
Sciences

Business Services



Gary
Linsey
Business Dev't



Stephanie
Duvall
Communications



Phil
Podgorski
Finance



Sue Gilbert
Human
Resources



Greg
Stephenson
Law

International



Alberto
Ferrari
ALES Italy



Murilo
Bonilha
UTRC China



Stevo
Mijanovic
UTRC Ireland

Innovation Business Development



Jim Fritz
BD & Mkt.
Analysis



Sri
Divakaruni
BD



Jin Kim
BD



Tyler
Morrison
Legal

Senior Fellows



Vlado
Blasko



Sergei
Burlatsky



Mike
Francis



Clas
Jacobson



Joe
Sangiovanni



Om
Sharma

Research Operations Organization

Isaac Cohen
Exec. Director,
Research
Operations



Hollie Barnas
ACE & Quality
Systems



Joe Wysocki
Design Engineering
& Prototyping



Patti Cushman
EH&S



Kevin Grechika
Facilities Engineering
& Operations



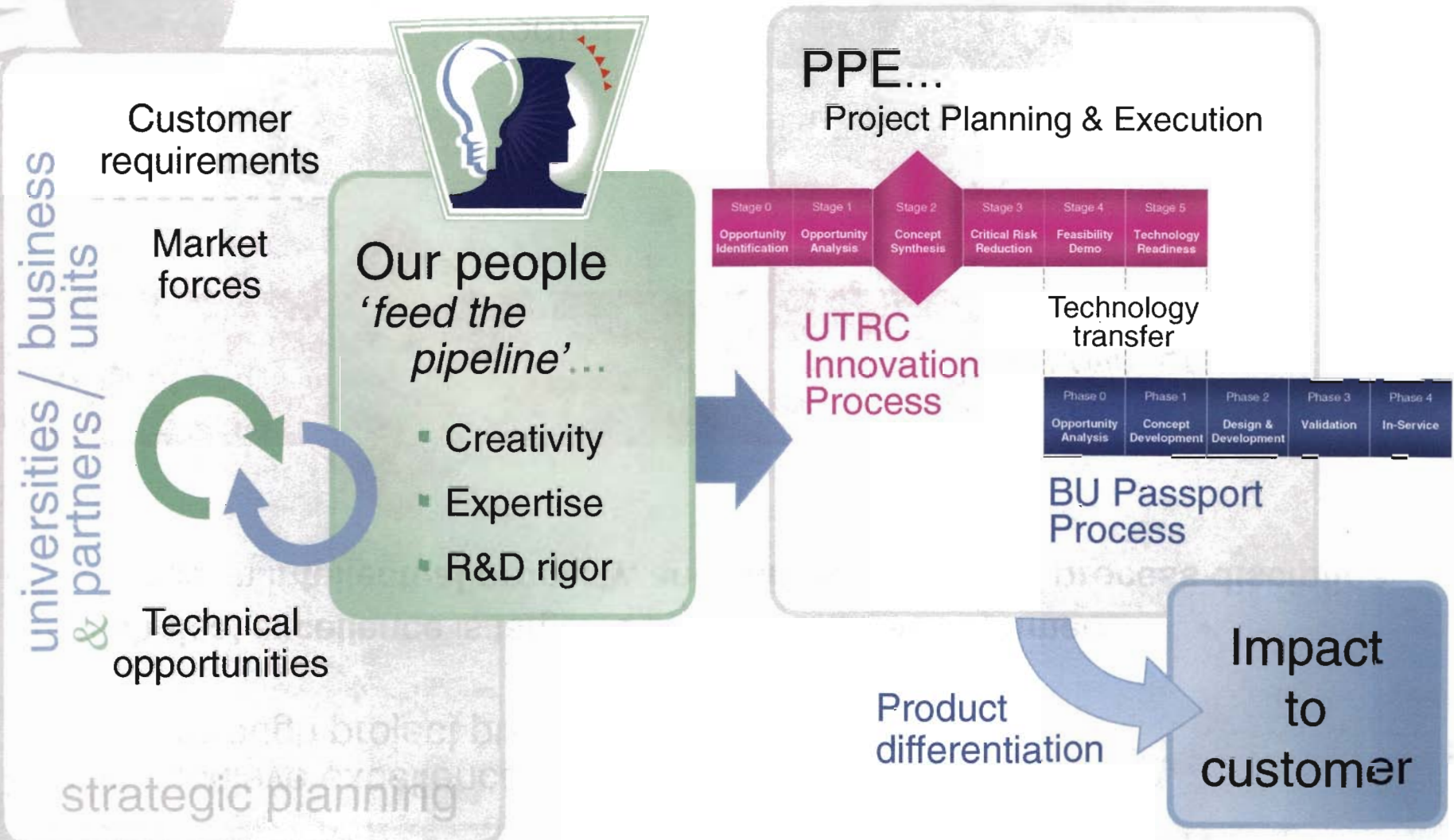
Angie Bull
Information
Technology



Joan Pixton
Supply Chain
Management

Delivering Impact Through Innovation

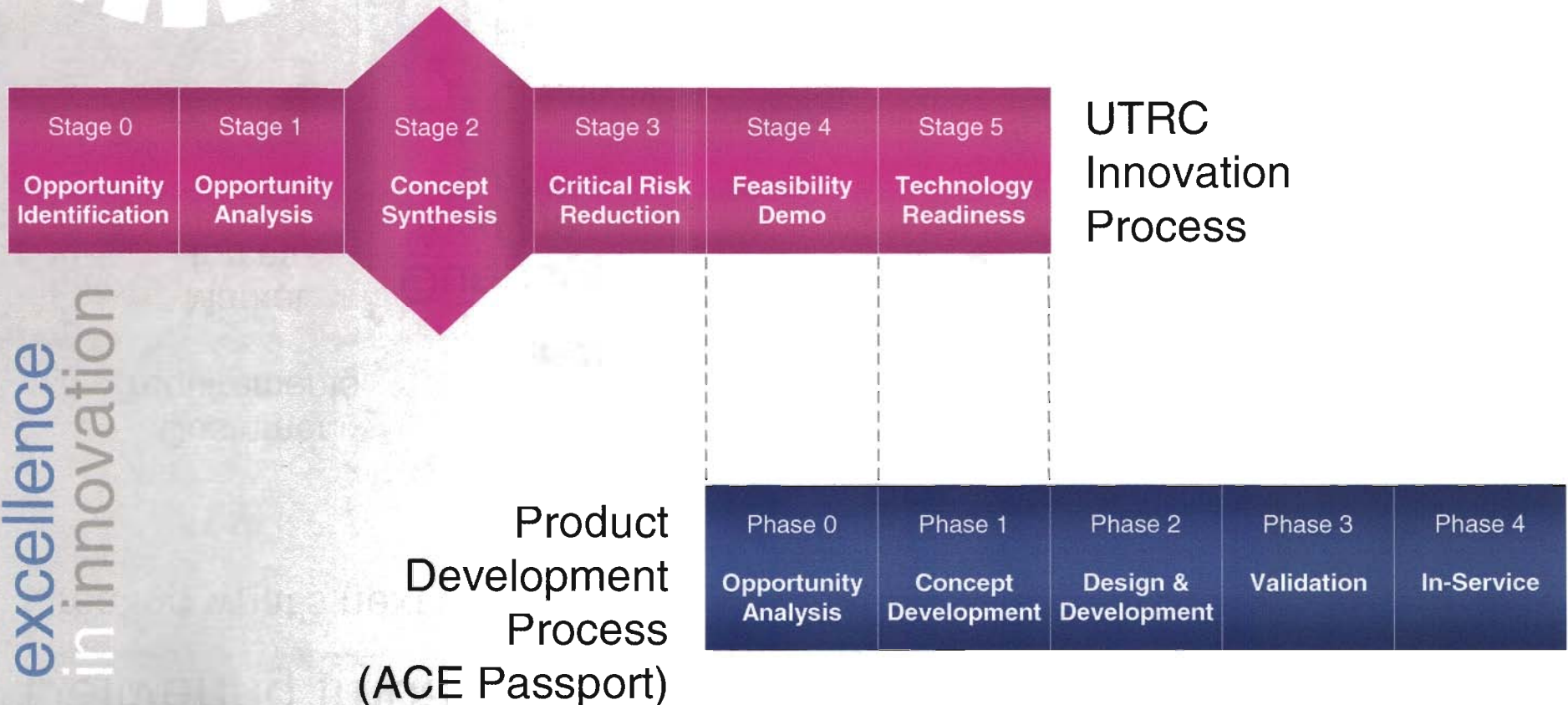
Creating what's next



UTRC Innovation Process

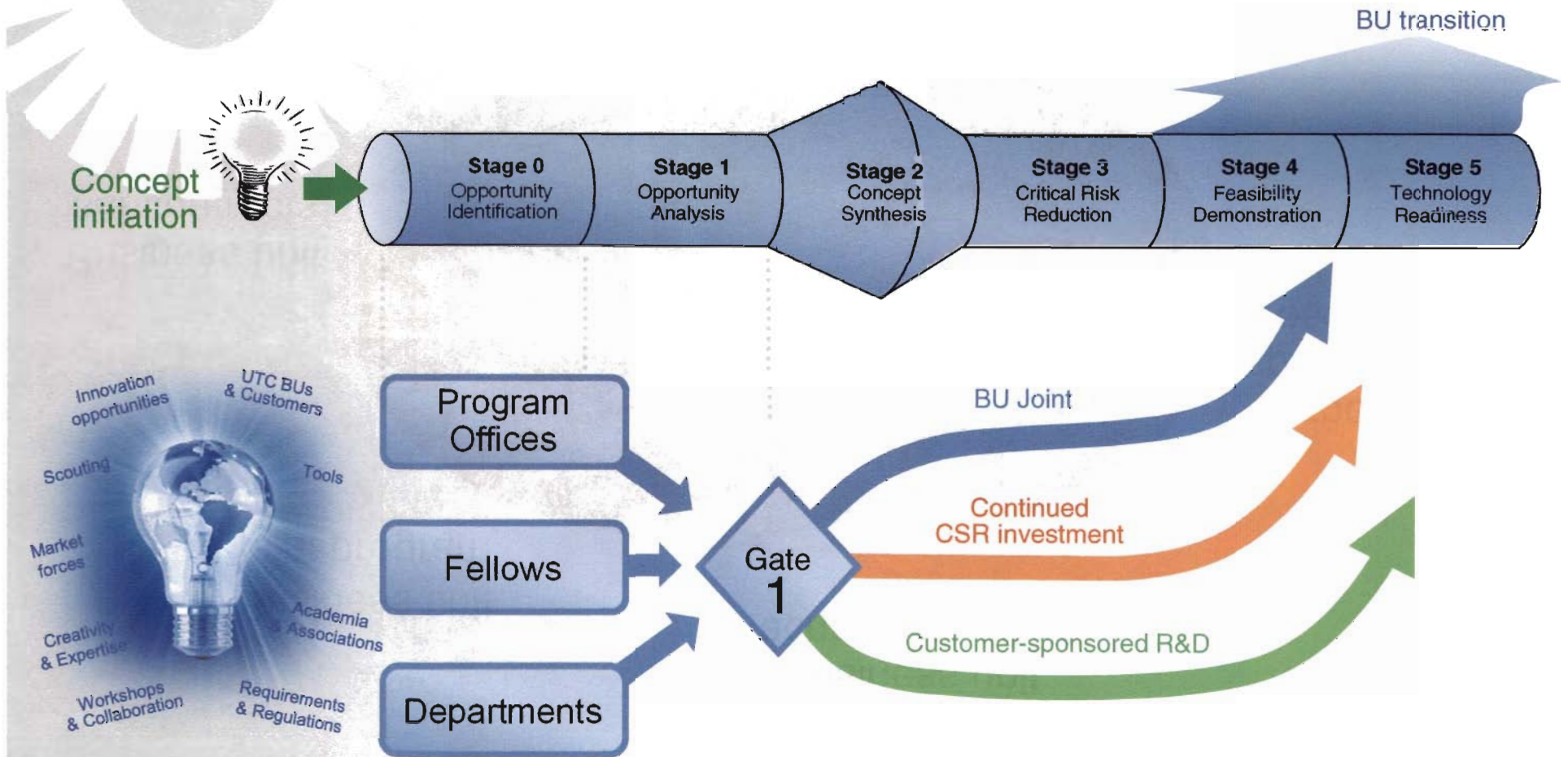
How we achieve excellence in innovation through project planning and execution

Our **technical excellence** is targeted through **business acumen**, with a focus on **intellectual property**, and harnessed through **process discipline**

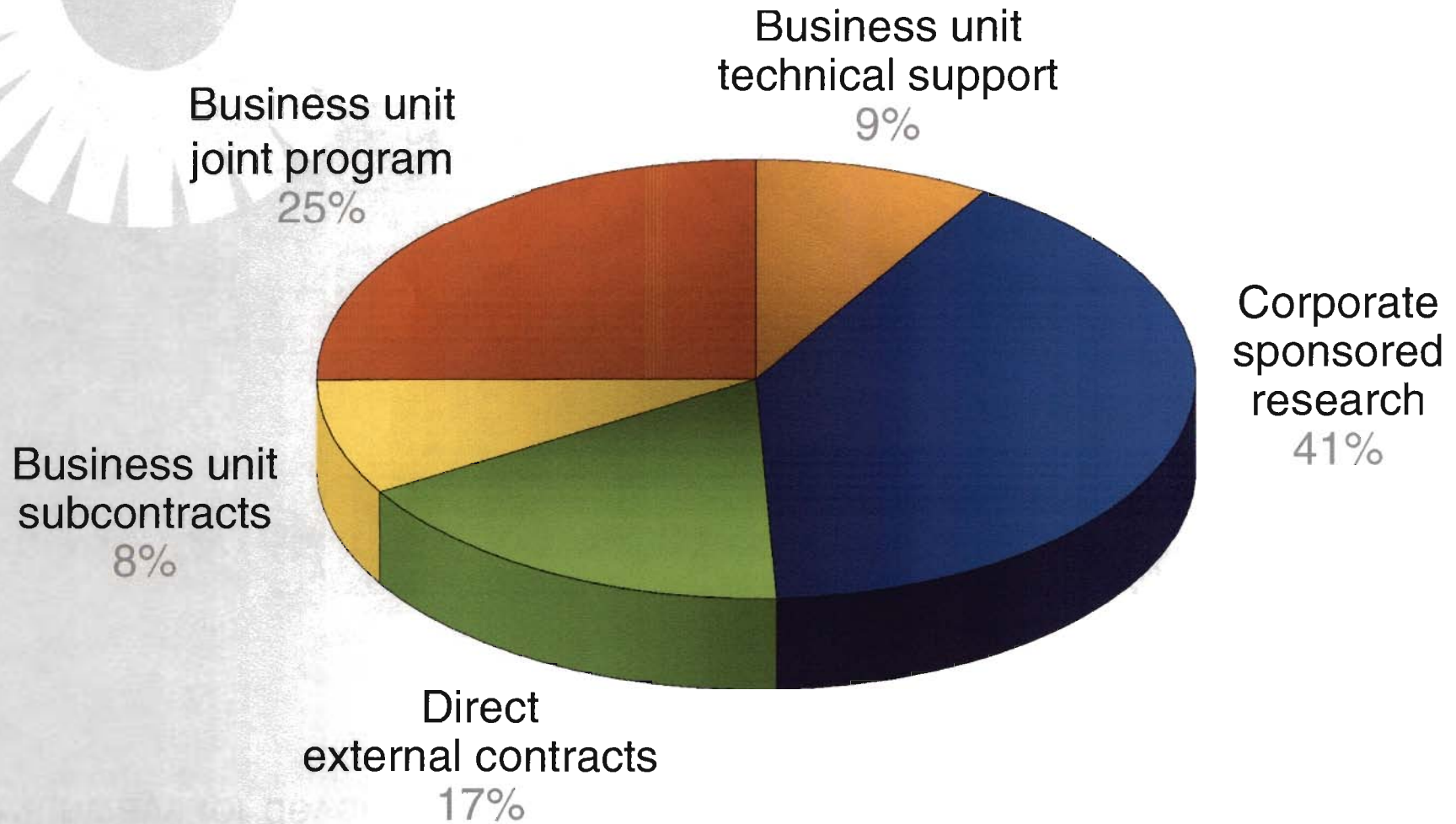


Fostering Early Stage Innovation

Pathways for developing new ideas



Source of Funding



Investing In Technical Excellence

Integrated high-performance building systems

Increase occupant comfort, safety, and security, while reducing energy usage and operating costs



Enterprise security & safety

Intelligent security and fire detection systems



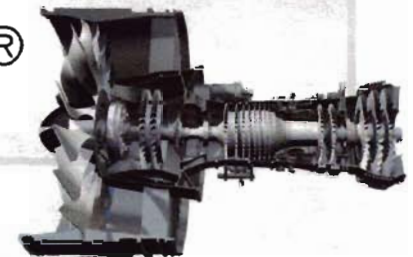
Energy storage



Flow battery
... breakthrough performance

Advanced propulsion & power

PurePower®
PW1000G



Optimized elevator performance & passenger experience

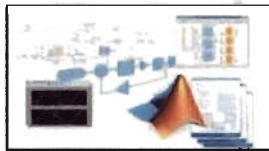
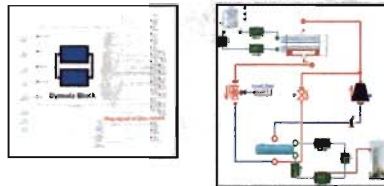
Decision support tool for Otis mechanics



UTRC China Capabilities and Research Areas

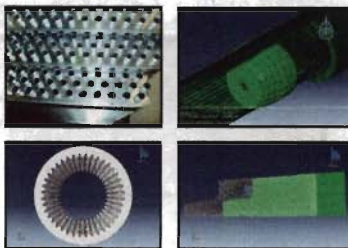
Thermal and Building Systems

- Thermo-fluid systems dynamic modeling
- Environmentally friendly refrigerants and cycles
- Integrated building/HVAC modeling
- Building diagnostics



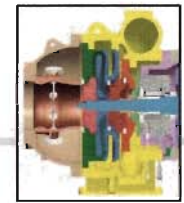
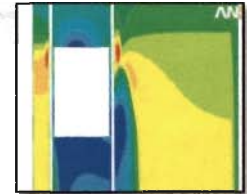
Mechanical Systems

- Solid mechanics
- Finite element modeling
- Machining modeling
- Supply chain optimization



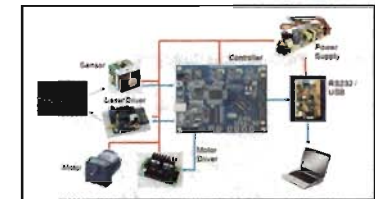
Fluid Dynamics

- Turbo-machinery design and analysis
- HVAC component optimization
- Building air/reactive flow modeling
- UTCFD applications



Decision and Control Systems

- Video analytics
- Data mining
- Controls
- Embedded systems
- Software engineering



UTRC Ireland Capabilities and Research Areas

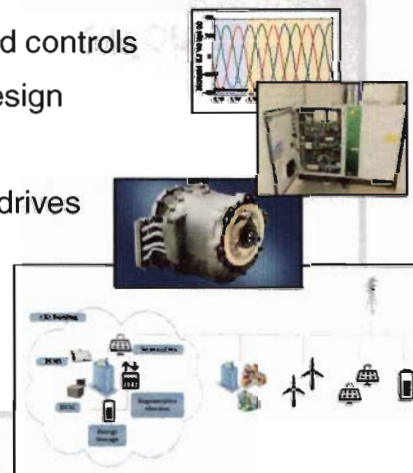
Controls & Decision Support

- Thermal system modeling
- Model-based control design
- Model-predictive control
- Optimization-based control
- Fault detection and impact analysis
- Data analytics for alarm management
- Data- and physics-based diagnostics
- Video analytics



Power Electronics

- Hierarchical system modeling and controls
- Model-based power converter design
- Electric motor optimization
- Digital control of converters and drives
- Power quality analysis
- Grid estimation and emulation
- HiL / rapid prototyping



Networks & Embedded Systems

- Sensor networks
- Communications protocols
- Model-based design
- Formal methods
- Embedded systems
- Software engineering
- Constraint programming

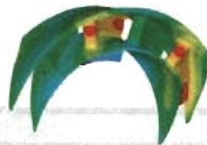


Department Capabilities

Physical Sciences...

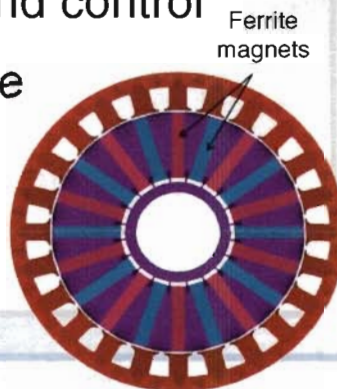


- Applied physics
- Advanced materials
- Measurement science
- Chemistry
- Mechanics



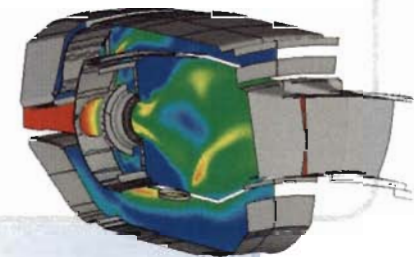
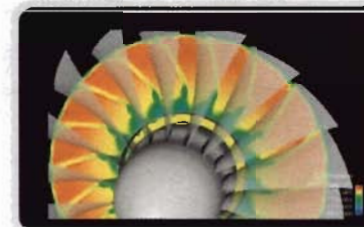
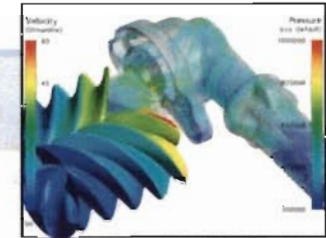
Systems...

- Cyber physical systems
- Dynamical systems and control
- Embedded intelligence
- Decision support
- Power electronics



Thermal & Fluid Sciences...

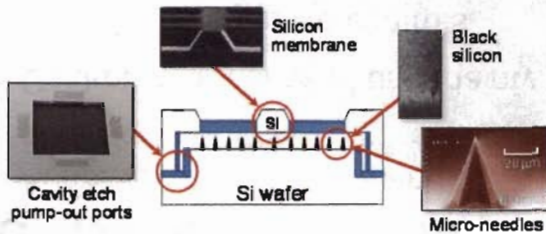
- Acoustics
- Aerodynamics
- Combustion
- Applied fluid dynamics
- Thermal management



Physical Sciences Department

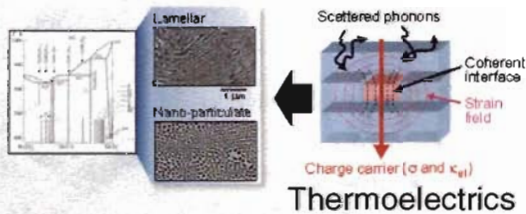
Applied Physics

Optical and chemical sensors, thermoelectrics, and NEMS



NEMS-based device

NEMS: Nanoelectromechanical systems



Thermoelectrics

Advanced Materials

Structures and coatings



Si_3N_4 turbine components



Otis coated steel belt

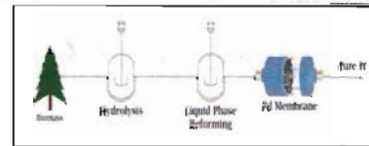


Composites

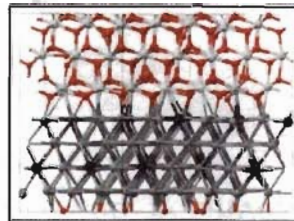


Environmental Science Materials Chemistry

Material synthesis, catalysts and computational chemistry

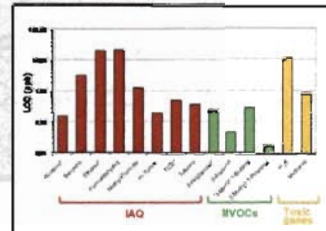


Chemical process development



Computational chemistry

Air quality analysis and control



Measurement Science

State-of-the-art analysis



Mechanical behavior

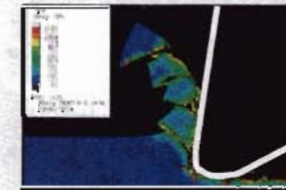


Surface spectroscopy

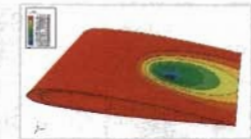
FIB microscopy
Focused Ion Beam

Solid and Surface Mechanics

Structural analysis and material damage modeling



Physics-based manufacturing

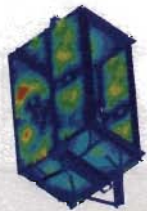


Blade after impact

Systems Department

System Dynamics & Optimization

- Uncertainty quantification and propagation
- Multi-scale system modeling
- Mathematics on graphs, computational mathematics



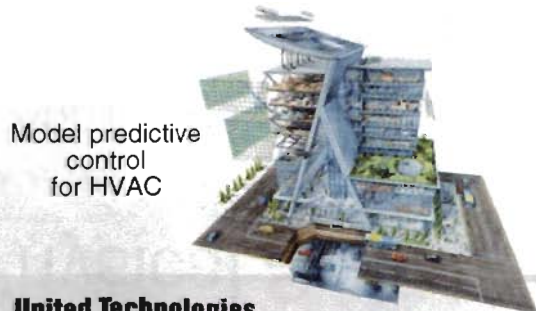
Topology optimization

Path planning



Control Systems

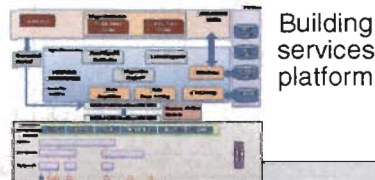
- Adaptive, multi-variable and predictive controls
- Control in presence of uncertainty
- Data driven adaptive controls



Model predictive control for HVAC

Embedded Systems & Networks

- Scalable hardware and software architectures
- Communications, wireless and energy harvesting



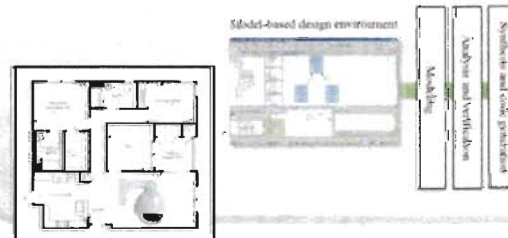
Building services platform

Wireless communication and controls



Cyber Physical Systems

- Formal methods, verification and validation, code synthesis
- Embedded intelligence

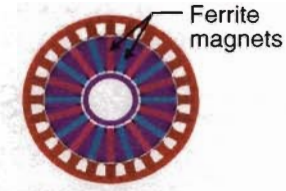


Power Electronics

- High density converters
- High temperature-high frequency devices
- Converter topologies
- Low REM machine design



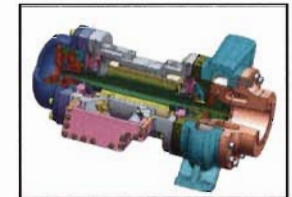
Universal power module: Power Brick



Ferrite magnets

Otis GreenPower Machine

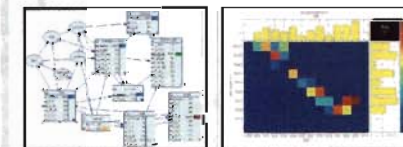
REM - rare earth materials



5-D magnetic bearings

Decision Support & Machine Intelligence

- Data-based models, data mining, machine learning
- Diagnostics, prognostics, PHM
- Human machine interaction
- Sensor fusion



Building diagnostics



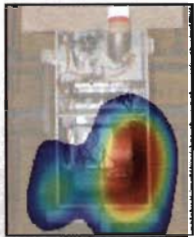
PHM for gearbox

PHM - prognostics and health management

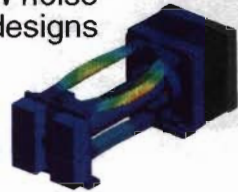
Thermal & Fluid Sciences Department

Acoustics

Noise and vibration diagnostics, modeling, and control

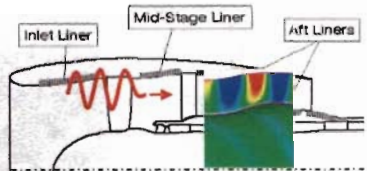


Low noise designs

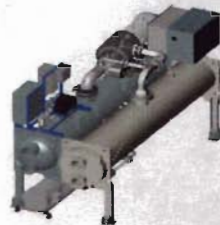


N&V diagnostics

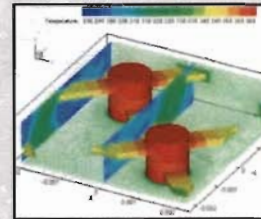
High fidelity computational modeling



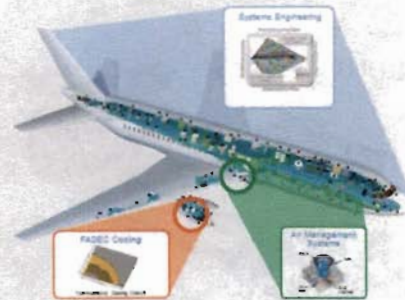
Thermal Fluid Dynamics and Thermal Management



Energy recovery



Heat and mass transfer

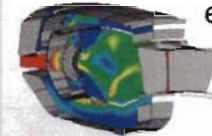


System analysis and optimization

Combustion

Dynamics and chemistry of reactive, multi-phase flows

Performance and emissions



Fire suppression



Dynamics

Sprays



High speed propulsion



Aerodynamics

Fluid mechanics of gaseous flows

Applied aerodynamics



Computational fluid dynamics



Aero-thermal Testing

Experimental model validation and component performance

Aerodynamics

Spray characterization



High and low Mn combustion



Otis Program

Control Systems

Model-based design, multi-physics optimization, advanced topologies

200V Silicon device
30 mΩ



D2Pak
10x12 mm

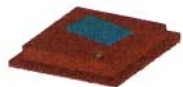
200V GaN device
25 mΩ



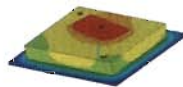
3.6x1.6 mm

Advanced power electronics devices

Component Lifing



Single FET model



Thermal field



Plastic work distribution at solder



Motor drives

Propulsion Systems

Optimized structures, advanced materials, quiet operation



Gen2[®] machine

CSB coated steel belt



Sheave-jacket interface

Wire-wire, stand-strand interface



Technology Advancement

Robust components, consistent performance, exceptional ride quality



Wedge safeties

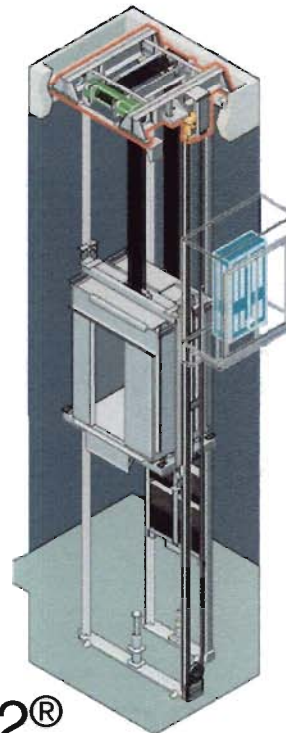


Energy efficiency

Structural optimization

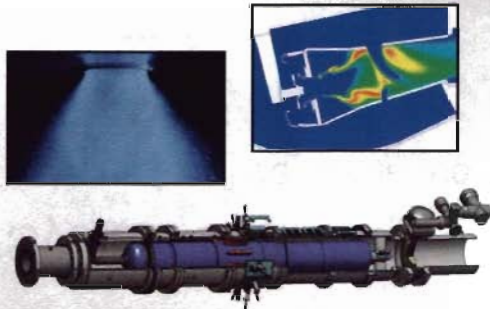


Gen2[®]

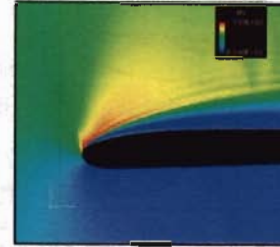
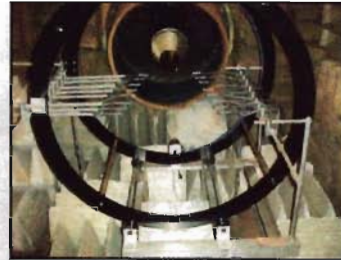


Pratt & Whitney Program

Combustion



Aero-X



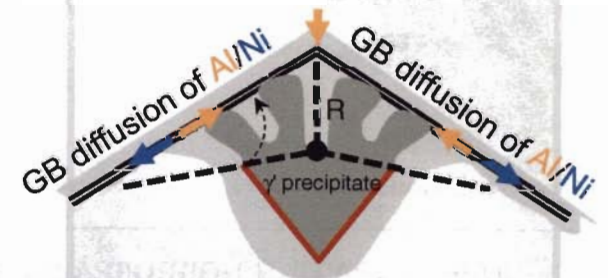
Advanced propulsion



Technologies of impact

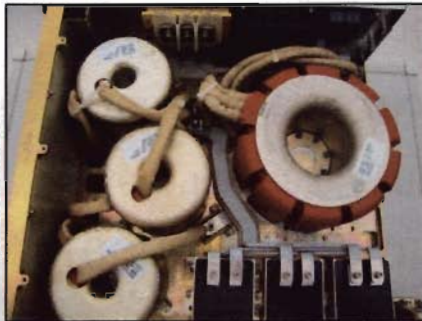
- Aerodynamics and aeromechanics model development
- Aeroacoustics modeling and component technology
- Combustion modeling and experimental validation
- Hypersonic combustion, inlet and fuel concepts
- Physics-based materials modeling and advanced materials development

Materials

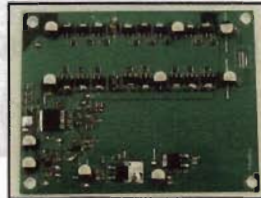


UTC Aerospace Systems Program

Power Electronics

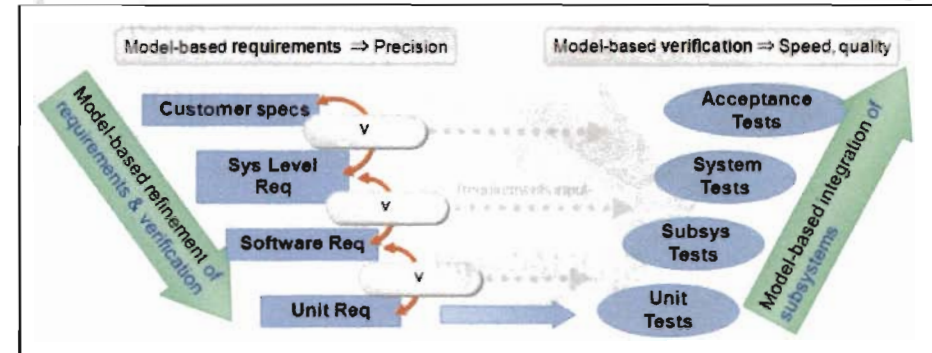


Active EMI filter technology shrinks motor drives



Model-based Design

Use of model-based development enables reduced physical validation and verification

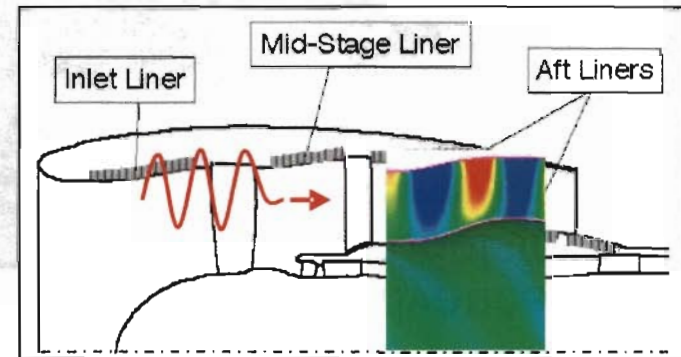


System modeling

Platform level performance analysis

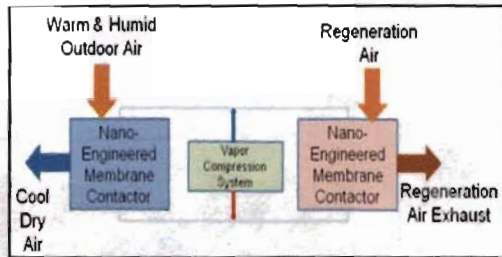


Integrated propulsion systems



UTC Climate, Controls & Security Program

Cycles and Refrigerants



High efficiency dehumidification

Natural refrigerants



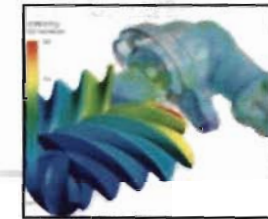
Compressors and Fans



Low-noise fans and compressors

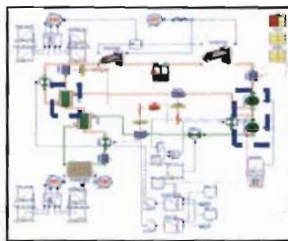


Advanced concepts



Multi-physics

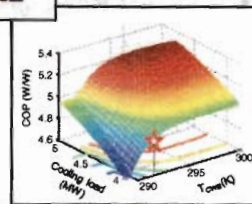
Controls and Diagnostics



Model-based design and optimization



WebCTRL



Controls



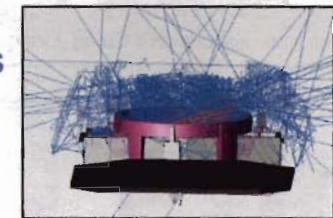
Diagnostics

Sensing

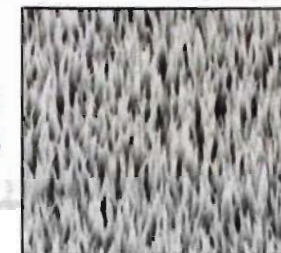
Optics



Wide-area detection

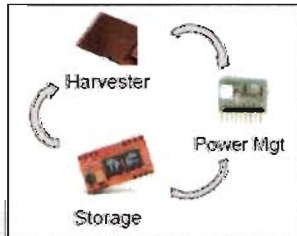


New ionization and light sources



UTC Climate, Controls & Security Program

Intrusion Detection and Access Control

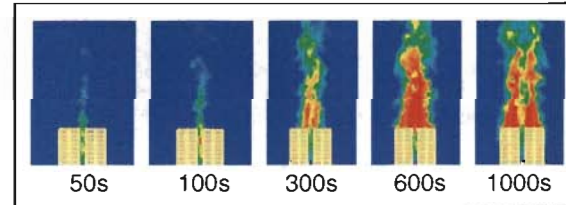


Ultra-low power

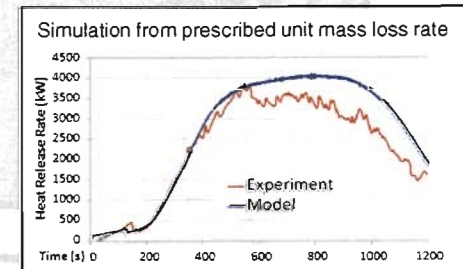


High performance sensing and tracking

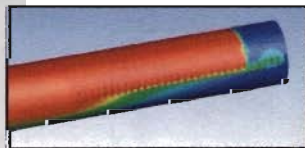
Fire Suppression



Predictive watermist fire suppression models



Heat Transfer and Materials



Single and two-phase modeling



Fundamentals of corrosion

Alternative materials

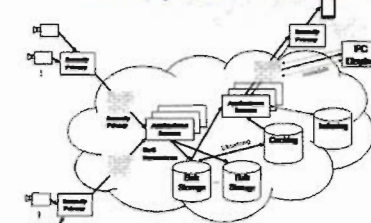


Video Systems



Gas and fire detection

Computer vision



Cloud-based solutions

Guiding Principles

- UTC and its business units are our primary customers.
- We deliver on our promises yet are willing to take risks on ideas.
- Research is our core business, from discovery to demonstration.
- Our role is to deliver technology options, not new products.
- Technical excellence AND business impact is our objective.
- Agility is our hallmark; the world will continue to change.
- Our people are our *primary asset; it is all about talent.*


For more information contact:

Shihemn Chen – MS # 129-17

United Technologies Research Center

411 Silver Lane

East Hartford, CT 06108

 (860) 610-7492

 chensh@utrc.utc.com