

工業4.0之百年機遇與挑戰

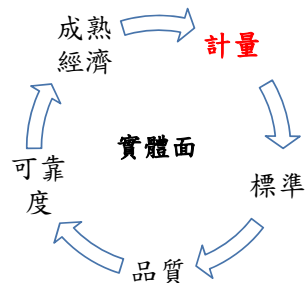
工業4.0與計量

吳孝三

計量工程學會

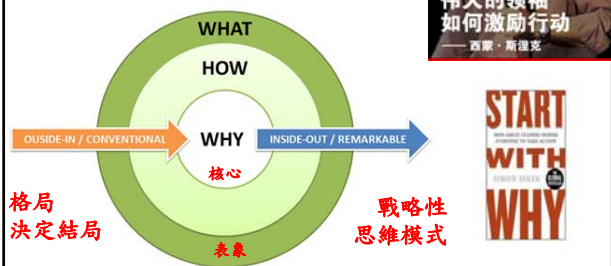
2016第11屆兩岸計量學術研討會

計量提升產業經濟成熟



The "Golden Circle"
Simon Sinek

- The Key of MBST
- (以模型為基礎的系統思考)



大綱

1. 工業4.0的時代背景及戰略性思維
2. 計量三步曲與典範移轉
3. 系統動力學、系統思考、系統模型、系統創新
4. 由品質、感質，到素質之路
5. 結語：

Why need 工業4.0?

2012年九月的歐洲未來論壇 歐盟的困境與挑戰
主題：由趨勢預測未來25年“溝通與行動”新發展。

- 來自歐美不同各領域的十四位專家學者，先在瑞士的Zurich進行四天的Workshop，再在德國的Aachen，輪流上台，分別對來自歐洲近300位參與者報告及共同Q&A。
 - 在這論壇中，唯二來自亞洲參與者(現代集團CTO)
 - 台下的德國中產朋友們更關心目前歐盟面臨的**海嘯**困境。大多的歐盟產業已覺察到將要面臨難以抵擋的“**新全球化**”威脅(Back Fire/因果)。
 - 結論中的共識：
一、必須提高對品質要求的門檻，並且要能快速滿足。
二、唯有不斷創新(包括工業生產的模式都必須創新)。
- 而且應該是**革命性的創新!** ----工業的第四次革命!

Why we need follow 工業4.0?

- 如果我們擁有頂尖的智慧製造技術及系統，但是**產品開發及設計的能力卻不足**，請問我們能做什麼？
- 如果我們都擁有最佳的智慧開發設計及製造能力，但是，卻**不知道每位客戶的個別需求**，我們又如何能獲得最佳利益？
- Then , How to do?

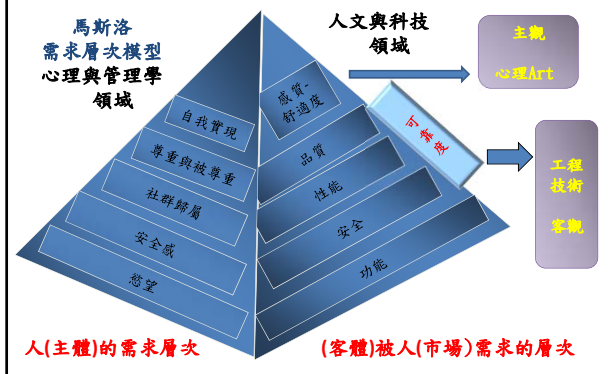
外在背景：令人意外的因果關係 不斷變化的遊戲規則

- 1999年領先者GM的一個期望：
能否將「設計、分析、測試」的系統，整合在共同平台上？
 - 2009年GM為何會在金融危機中倒下？
 - 2005年開始，中國的汽車工業為何能快速成長？
 - 2008年德國又為何能夠平安渡過金融危機？
- 領先者由無到有的開發歷程：
需求 → 概念 → 研究 → 開發 → 設計 → 測試 → 量產
- 追隨者由有到量的模仿歷程：Copy → 測試 → 量產
- 開發** (設計、分析、測試) → **製造** → **應用**
應用改善 → 使用者體驗感受VoC2 → 反饋(螺旋向上的改善迴圈)
- Always VoC 但是，如何由無數的雜訊中，找到開啟未來的金鑰？又如何將主觀的抽象意見，轉化為客觀的工程規格？
 - 系統創新必須兼具：知識/技術/工具/人才

工業4.0之機會與挑戰

- 客戶最終的需求：
- 將由工業時代的**量產**，
到智慧時代的
- 量產客製化!**
- 因為：人類要求存在感及渴望舒適與幸福

市場成熟度模型(MMM)



面對高度競爭的市場環境
進化與革新必須一次完成

Design-Right-First-Time



The need for a (r)evolution in Product Development and Engineering

又如何同時完成客戶的多元需求？

A beautiful design...



Movie Courtesy Porsche

...The Pressure is on Engineering Functional Performance

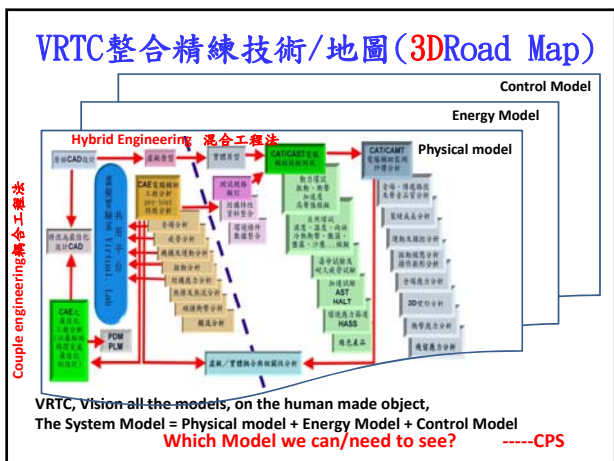
- How will it handle ?
- Will it sound right ?
- How long will it last ?
- Will it meet Safety standards?
- Will it meet tight regulations ?

而且是交叉歸因

Our Solutions

Our Solution for the Challenge of Industry 4.0
Focus with **Big Picture**

Always Start with the **System Thinking**
The New--- **Model Based System Thinking**
Always From **Why** → **How** → **What**
Above is **Why** we are here,
following will be **How** we facing...
開發(設計、分析、測試) → 製造 → 應用
From VRTC(MBSE++) → IM → ICMS



- ### 大綱
1. 工業4.0的時代背景及戰略性思維
 2. 計量三步曲與典範移轉
 3. 系統動力學、系統思考、系統模型、系統創新
 4. 由品質、感質，到素質之路
 5. 結語：

計量及可靠度工程與**產業及經濟發展**的重要關係


計量三步曲

報告人：吳孝三
質檢总局計量司全國技術委員會
2013年5月22日, 桂林

<p>一、科技與工程領域(物理)</p> <p>山衛科技股份有限公司 董事長 計量工程學會 常務監事 品質學會可靠度委員會 副主任委員 振動與噪音工程學會 常務理事 美國環境科學會 技術委員 其他學會...</p>	<p>二、生技與健康領域(生理)</p> <p>亨利生技股份有限公司 董事長 中華日月黃帝內經學會 常務理事</p> <p>三、心理與發展領域(心理)</p> <p>全人多元智慧發展中心 董事長 慧群育德股份有限公司 董事長 中華多元智慧發展學會 理事長</p>
---	---

中華民族度量衡之始

- 中國最古度量衡，其制本於黃鐘之律，度本於黃鐘之長，量本於兼鐘之龠，權衡本於黃鐘之重；故黃鐘之器盡為中國最古之度量衡標準原器。
- 黃帝命伶倫取竹造律，以定鐘，於是生度量衡 是黃鐘律之製造，無異為度量衡之原器。上古度量衡之製作-黃鐘律管，圖之如左。
- 而且：長度→容量→權衡(重量)



黃鐘律

- 黃鐘:十二古音律之首。
- 班固《漢書·律曆志》劉歆在協助王莽改革度量衡的過程中，提出了系統的計量理論。
- 其理論涉及到數在計量中的作用、音律本性及其與計量的關係、度量衡基準的也成了中國古代傳統計量理論形成的標誌。
- 但，為何計量標準是由聲音的黃鐘律管開始？
- 音律?聲音?節奏?波長?-----系統之能量觀念?


長度、容量、重量三者,集中在「黃鐘之龠」上體現出來!


新莽嘉量

新莽嘉量為西漢末年王莽即位時(公元九年)所頒發之度量衡標準器，一共是五個量連備一體。器中央上為斛、下為斗，左耳為升、右耳上節為合，合下為龠。

五個量之間的換算關係為，一斛可容十斗、一斗可容十升、一升可容十合、一合可容二龠，可見當時已有十進位的系統觀念。


而且，是**圓形**量具。
龠聲**黃鐘**





SCIENCE AND CIVILIZATION IN CHINA

- 中國科學技術史
- 李約瑟博士
- (Joseph Needham, 1900-1995)
- 7卷, 34冊



李約瑟難題:

「儘管中國古代對人類科技發展做出了很多重要貢獻，但為什麼科學和工業革命沒有在近代的中國發生？」

由模型來預測歷史的翻轉

- 歐洲長期來戰爭不斷，直到五百多年前，仍然被稱為黑暗大陸，還曾以販賣奴隸做為經濟來源。
- 而美國只有原住民。
- 是什麼原因令他們如此落後？
- 他們又因為什麼而得以翻轉？
- 歷史的翻轉何時再啟？

典範移轉與策略及動機

- 每項大型行動的背後，都有其策略；
- 每項策略的背後，也都有其動機。
- 大家都在推動這次的「典範移轉」中，努力卡位扮演「設計者、領跑者、規則制定者」，要繼續為他們的下一代，爭取保持領先的優勢。然而，----誰不想？
- 領教過船堅炮利威脅的我們先輩，百多年來，一直扮演西方的跟隨者，即使血液中仍然有兩千多年雄踞世界領先大國的基因，但，若心態仍處於被「制約」的狀態下，就無法意識到這次的「典範移轉」
- 工業4.0雖由德國所提出，但是，擅於草船借箭戰略(中國大趨勢、奈思比)，未來的十年，對**中華民族**而言，也正是百多年來，拉平中西落差的**最佳(革命)機會**。
- 正因為---中華文化中的「系統全觀」特質！

中西文化的根本差異

視角

也是我們得以翻轉的最大優勢與機會

國畫 vs. 西畫




中西醫學之觀念與方法的差異：視角！

中意中醫藥聯合實驗室-運動分析評價室落成典禮

天津報導-2007.11.27



依據中國科技部和意大利衛生部于2004年5月所簽訂的合作備忘錄(並於2007年1月更新)，天津中醫藥大學(TUTCM)與義大利健康研究院(ISS)于2006年11月簽訂了中意中醫藥聯合實驗室合作協議。經過中意雙方1年多有成效的工作，中意中醫藥聯合實驗室-運動分析評價室于2007年11月27日在天津中醫藥大學第一附屬醫院正式揭牌。該項目具有重要的歷史意義和學術價值。除天津中醫藥大學客座主任外，意大利衛生部副部長加祖利先生(Dr. Serafino Zucchelli)及義大利羅馬聖安傑利醫院的專科長Bianchi Guerra 先生亦專程蒞臨參加典禮。典禮儀式由天津中醫藥大學張伯禮教授所主持。

本次中意雙方合作的研究項目，是在天津中醫藥大學和義大利國家衛生院的指導下，由天津中醫藥大學第一附屬醫院和羅馬La Sapienza大學的理療及康復系共同承擔。

該研究室主要針對中風後遺症進一步康復的患者，根據中醫針灸治療後，分別採用臨床、功能評估和運動分析系統進行評估(其中運動分析系統是由意大利BIO5生物工程公司以及山姆科技公司所提供，能夠對患者的運動、動力、肌電同步分析)，將傳統中醫和西方醫學的康復進行比較研究。本研究采用國際公認的診斷及評估指標，為傳統中醫的治療提供及時的科學證據，以期能加速傳統中醫的現代化以及國際化的步伐。



升級轉型 → 觀念的改變

標準有兩種：
 一、篩選標準
 二、領先指標

製造能力也有兩種：
 仿照力與**創造力**(我們自問所擁有的是什麼能力?)
 因為什麼限制了我們?

如今,正面臨數百年的典範移轉
 由量化到質化 → 由競爭到競合(競爭+整合)
 如何重返我們過去(十五世紀之前)的榮耀?

我們的制約：「科學」是什麼？

- 科學,源於Science,來源於拉丁文「*Scientia*」,意為被確認過、可靠的「**知識**」、「**學問**」。
- 中國的Science傳統概念為格物致知之「**格物**」
- 中國最早使用「科學」一詞的學者大概是**康有為**。他出版的《日本書目誌》中就列舉了《科學入門》、《科學之原理》等書目。
- 日本啟蒙思想家**西周**使用「科學」作為Science,譯詞。
- 在日本幕府末期到明治時期,「科學」是專門的「個別學問」,以「**分科的學問**」的意義被使用著。
- 分科學習令我們過於-----重視專業**
- 無法全觀掌握-----完整的系統**

大綱

- 工業4.0的時代背景及戰略性思維
- 計量三步曲與典範移轉
- 系統動力學、系統思考、系統模型、系統創新**
- 由品質、感質,到素質之路
- 結語:

Good Leader Always Start with Why

- Top View **系統全觀**
- 對於事物本質的關注**

It is the theory that decides what can be observed.

- Albert Einstein
- Theoretical Physicist
- 14 March 1879 – 18 April 1955

認知心理學
 認知科學

心智模式決定視界(對所有人)

It is the **Model** that decides how can be recognized.

Virtual (or Ideal) model
Real model

眼界: 格局、深厚、遠見。潛能開發。
心識: 意識、意圖、意願。藍圖。

About CAMT

What is the value of Information?

3D Space + Time

fMRI

測試、驗證才/就能保證?
Only Test?

R-CAMT

How about **Design Right first time?**

We also need the **V-CAE**

and **V & R need together**

More Information

系統化方法整合，流程系統化精煉

將各種的方法有效的系統化整合
將複雜的流程不斷的系统化精煉

方法:
混合工程法、耦合工程法、系統模型法

- 混合工程(Hybrid engineering)
- 耦合工程(couple engineering)
- 系統模型(system model)

精煉:

VRTC的工具及技術

器物、工具、技術、執行、What:

- 軟體+硬體+技術的中心
- 虛擬的...、真實的...、技術的...中心
- Virtual, Real, Technology, Center

虛擬的例如: 軟體、模擬、網路、CAD、CAE、CFD...
真實的例如: 硬體、設備、網路、CAST、CAMT...
技術的例如: 工程、方法、Hybrid...
中心化的系統性整體解決方案(Total Solution)

VRTC with Model Based System Engineering

- Virtual-Real Technology Center(Always 3D+ Model)
- 橫向的混合工程法與縱向的耦合工程法
- Model Based System Engineering
 - 以系統分析為基礎來模擬系統(如機械、液壓、電子等)整合後的性能與動態行為，在過程中搭配3D CAE分析建立更完整的模型，來對整個系統的品質與可靠度做分析。
- MBSE虛擬分析方式取代舊有製造Prototype的設計方式(結省時間與成本)
- 所有設計參數皆以Model based的形式完整記錄下來(與PLM串連)。

工具發展 市場需求

CAMT applications (MEMS 3D全場靜態、動態量測)

- 3D surface measurement :
 - Combining the optical interferometer and microscope to measure the geometrical profiles and dimensions of a microscopic structure.
 - 3D deformations and the vibration measured by combine the system with microscope

Etched slit Surface roughness

Profile and dimensions

Shock & Drop with CAE/CAST/CAMT

CAST CAMT/CAE

聲音品質SQ+操作振型分析系統

LASER Vibrometer Analysis System

整合創新 → 聲振耦合分析技術

虛擬之聲流固耦合 (BEM/CFD/CAE-CAMT)

輪胎開發設計整體解決方案

FlowVision CFD surface (Abaqus FEM) BEM Acoustic mesh of Tire

產業/品之能力成熟度模型(CMM)

馬斯洛需求層次模型 心理與管理學領域

人文與科技領域

主觀+客觀 心理學!

工程技術 實驗

人的需求層次 (產品)被人需求的層次

因上市競爭而增加的成本及風險

載姆勒克萊斯勒保修成本上昇達15億
Financial Times, May 8th 2001, Uta Harnischfeger

2000年保修成本(Mercedes-Benz): 15億
保修成本高於研發成本
保修成本在過去兩年內增加三倍

860,000 Dodge Ram Automobiles Recalled

別以為我們容易學到教訓, 這十年來, 上市後, 因故曾被召回的廠牌, 幾乎達100%。影響最嚴重的, 則是剛站上世界銷量第一的日本Toyota, 在2010年, 因剎車零件的可靠性問題, 造成累計高達20億的實質損失, 無形損失則更大。

紮穩基礎:可靠度工程與管理

台灣的未來機會:One Company(同舟共濟)

- 供應鏈與自主品牌共生
- **斷鏈危機**
- 21人費時七年完成了:
- **可靠度工程與管理手冊**
- 標檢局委託品質學會可靠度工程委員會,同時完成了:
- **團體標準: CMMI(1-5級)**

可靠度工程管理系統指導綱要—系統成熟度能力評估實務應用

- **能力評量篩選及改善雙系統**

可靠度工程管理系統指導綱要

—系統成熟度能力評估實務應用(CMM)

可靠度工程管理之有效實施,可由兩個部份以成就之:

- (a)建立良好可靠度工程運作體系,落實可靠度工作之執行。
- (b)建立可靠度工程管理評鑑機制,俾以改善缺失,持續精進。

上述(a)項須賴組織建立可靠度工程要求及管理機制,功能單位或專案計畫則在管理體系下落實可靠度方案之規劃與實施。

(b)項則賴自我評鑑機制之建立與運作,藉以發掘問題加以改善。本標依循此一方向予以訂定。

後發優勢與十倍速理論的實踐

唯偏執者倖存
(Only the Paranoid Survive)
-----安迪葛洛夫, Intel.

追趕者的優勢

- 一、完整的知識
- 二、最新的工具

領先者的優勢

- 一、旺盛的企圖心(膽)
- 二、知識能力(識)

其實是:摸石頭過河 vs. 草船借箭。
觀念決定角色與結果!

而且,十倍速(變化)理論可以用在與知識有關的任何領域。

產品開發十倍速成長的範例

ESD-051 Air HALT - 2kg/cm² Random, pwr 25%, IR 11-15

題目:如何令山寨產品快速成熟?

- 一、完整的知識
- 二、最新的工具

HAMT
高加速成熟度
測試流程及
測試設備

查找問題 vs. 將問題知識化

Highly Accelerate Maturity Test

Three major reliability engineering purposes

Combine with Virtual and Real test to accelerate product maturity

CAST & CAMT的整合

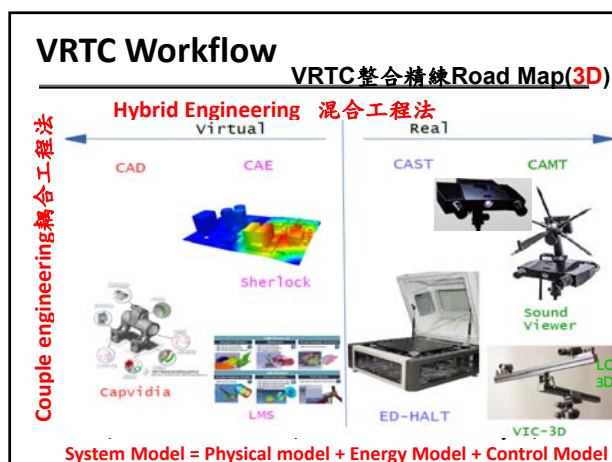
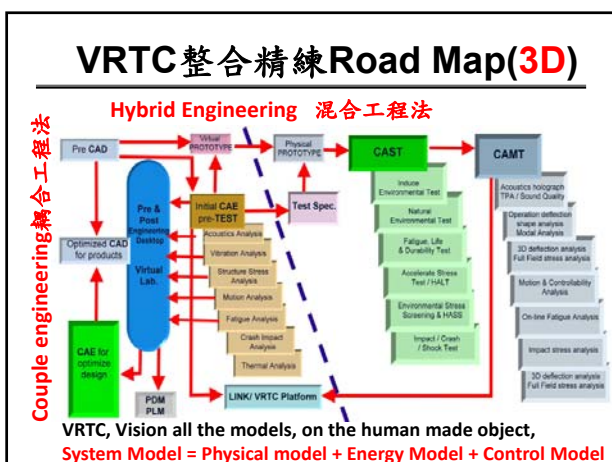
CAST

- Stress
- Simulation
- Stimulation

Transfer Function

CAMT

- Measurement
- Monitoring
- Modification

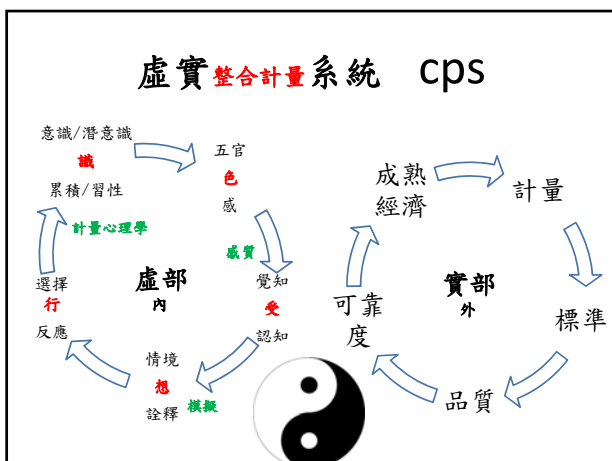


- ### 大綱
1. 工業4.0的時代背景及戰略性思維
 2. 計量三步曲與典範移轉
 3. 系統動力學、系統思考、系統模型、系統創新
 4. 由品質、感質，到素質之路
 5. 結語：

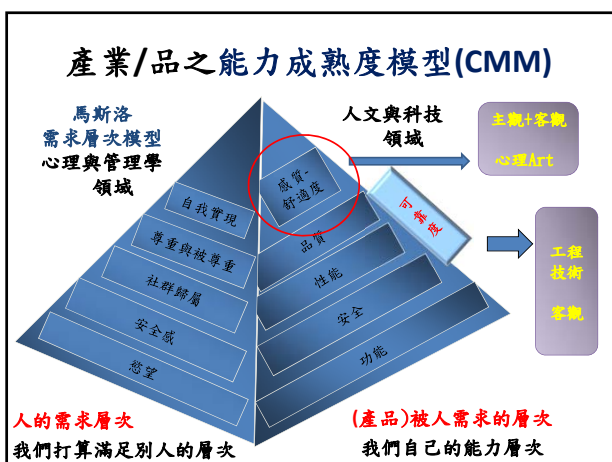
向外探索 vs. 向內探索

以**感質**為目的之**系統創新**設計

吳孝三
中華多元智慧發展學會理事長
兩岸機械工程學會交流報告
2014/09/03, 廈門

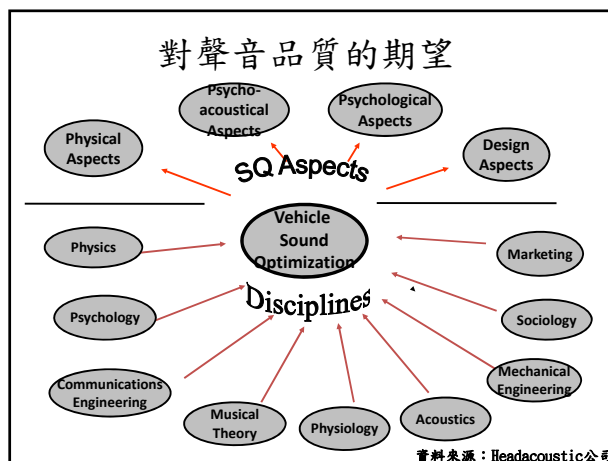
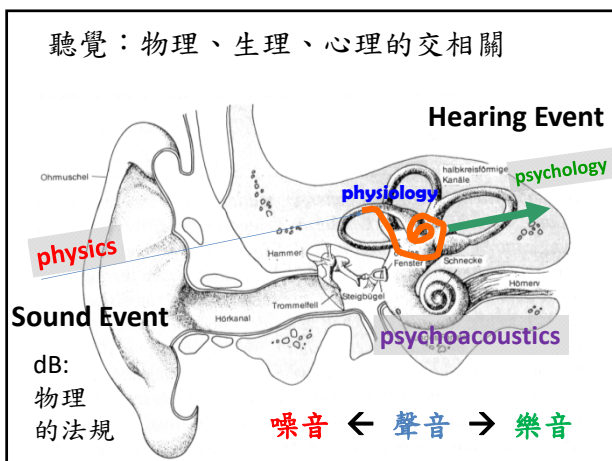


- ### 工業4.0之台灣未來機會
- One Company (同舟共濟)
 - 中華民國品質發展史(學會五十週年專輯)邀稿
 - 三十年磨一劍
- 由品質、感質、到素質之路。
- 品質(器物)---產品可靠度與成熟度...
 - 感質(制度)---聲音品質、通訊品質...
 - 素質(觀念)---核心素養、多元智慧...



感質 (Qualia)

- **QUALIA** - 感質。這個名字是來自拉丁文。
- 在拉丁文裡,「qualia」代表腦部針對無法量化的品質差異之認知功能,是一種非常微妙、難以言喻的感官活動。
- **QUALIA**,構成人類感覺一種獨特質感,心靈感動,讓人留下一生難忘的記憶,透過感覺、經驗、記憶、追求「幸福的感覺」;再將之寄託於「有形」的物體上,讓人們留下驚奇和感動。
- 我們是否知道**自己的選擇是主要基於感性?或理性?**
- 那其他人呢?



眼鏡驗配 V.S. 足鞋驗配

-在台灣,退化性關節炎的盛行率為5-6%,尤其在六十歲以上男性為15%,女性為25%,且大多發生在膝蓋。(Cooper et al., 2000; Felson et al., 2000)。

-根據U.S.Public Health Services (美國公眾健康中心)調查結果顯示,**87%的人口足部有不正常的現象(1997)**,60%以上的成人有**下背酸痛**的困擾

「足鞋驗配」:量腳選鞋配墊-補償足部生物力學缺陷

足鞋驗配雲端系統運作模式

足部量測

輸入電話資料

QR Code掃瞄/網站登錄進入平台

個人足部基本資料/建議鞋墊

個人足部量測報告

建議鞋型

透過機台的量測,將完整的足壓與足型尺寸資料,存入雲端的大數據庫

談到能力, 不只產品需要設計

不可靠的人, 如何做出可靠的產品?---Sam Wu, 2000

- 一、針對產品的系統創新設計
- 二、針對流程的系統創新設計
- 物聯網、智能性...
- 工業4.0/AMP...
- 三、針對人的素質教育
- 人的本質、素質及價值取向。
- 認識自己(興趣、性向及性格、能力/潛力)、走進世界、知己所長、知所歸屬。
- 翻轉教育及教育方向的改革 (K12核心素養)
- 成長、成熟的過程(人、事、物, 都是系統的一部份。)

心態最重要---核心素養 K12

重心由能力到素養
國家教育研究院
依據OECD2000十二年國民基本教育課程體系發展指引:
核心素養強調教育的價值與功能, 三面向及九項目之內涵同時可涵蓋:
知識、能力、態度(動機、動力)等, 透過素養促進個體全人的發展以及終身學習者的培養。

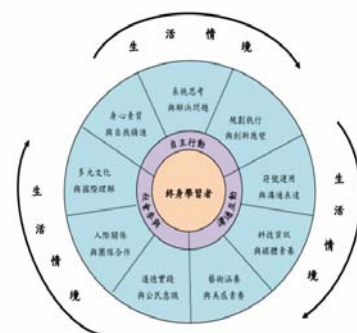


圖2 核心素養的運動圖軸意義

人, 才是最重要的 HRD 成就與績效的三項基礎

	能力	態度	品格
意義界定	能做何事	選擇為何	動機為何
發展目標	追求卓越	追求圓融	真誠一致
理想配置	適才適所	人境契合	真誠共識
文化差異	西方文化較重視	雙方因文化立場相當不同	中西方均重視但角度不同

-----吳有杰整理

讓「人」能有

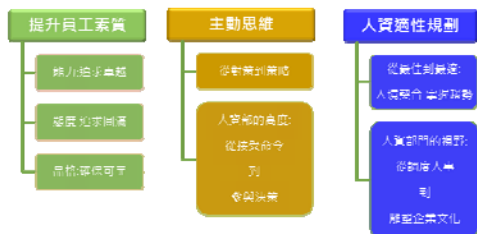
- 適才的安置 → 可靠的提升 → 潛能的發揮



「知己所長、知所歸屬。」

彼得·杜拉克

主動適性人力資源發展(AAHRD)

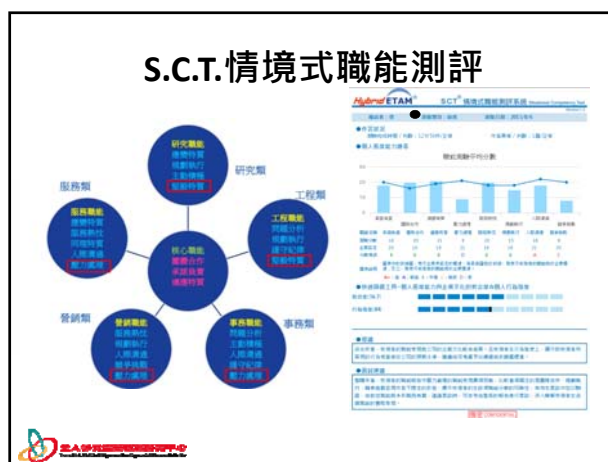
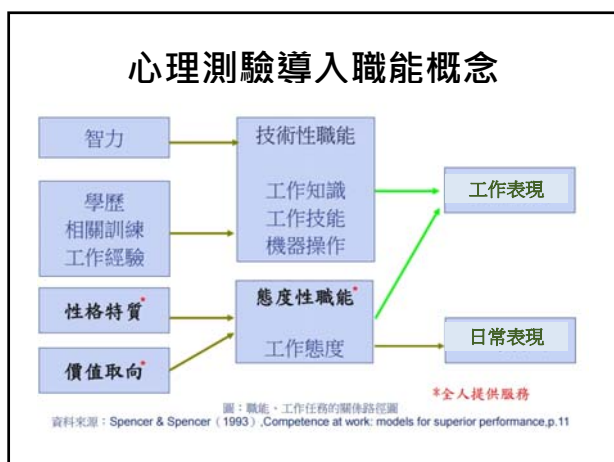


心理測驗導入職能概念



資料來源: Spencer & Spencer (1993) „Competence at work: models for superior performance.p.11.





專才 vs. 通才

- 在工業4.0之後，相關的技術、知識與生產工具都將容易取得，造成小型團隊甚至一個人就可以組織完成一個營運體。未來主要需要的產業人才不再是「專才」而是「**通才**」。
- 「通才」並不是「通專才」，一是因為同時鑽研數個不同領域是很難的事，很難培養大量通專才，二是因為由於網際網路帶來的便利以及生產工具的提升，未來所需要的專業技能與知識將會容易取得許多，能快速掌握這些知識與技術的「核心能力」（理解力、洞察力、溝通力、執行力……）會比「專業能力」重要許多。
- 建立這些「核心能力」最重要的是要在小學的階段培養孩子的「好奇心」與「想像力」。有了**好奇心與想像力**孩子才能主動探索並且透過他的想像力理解不同領域的素材並創造嶄新的可能。

- ### 大綱
1. 工業4.0的時代背景及戰略性思維
 2. 計量三步曲與典範移轉
 3. 系統動力學、系統思考、系統模型、系統創新
 4. 由品質、感質，到素質之路
 5. 結語：

領先者及跟隨者的心態不同

- 領先，必然是因為擁有**創新、創造**的能力，而且背後的動機一定是基於其對超越理想及未知挑戰的**熱情**。
- 跟隨者，大多則是基於對失敗**恐懼**，創造力成為仿造力。久而久之，因為沒有企圖心的態度(態，沒有了心)，以致真實的能力也退化、降等。
- 不要再甘於不能掌握「哲學」方法的 PhD。
- Science 並非分「科學」習。
- 我們尤其應該把握「轉識成智」的百年「典範移轉」機遇。

再由模型來預測歷史的翻轉

- 歷史的翻轉何時再啟？
- 我們為什麼得以重返領先的榮耀？
- 當我們重返領先的榮耀時，
- 我們想要和秦始皇那般的一統天下？
- 還是和唐或漢那般擁有**數百年盛世**？

展望未來

挑戰與機遇：關鍵在於心念。

理論（發展）→方法（規劃）→技術（執行）

- **理論：** 後發優勢+先發優勢
 - **方法：** 十倍速（成長）關鍵
 - **技術：** VRTC整合精練化技術→混合工程+耦合工程+系統模型
- 系統工程 → 介面 → 能量傳導的介面！**

- 兩岸的最佳未來，就是整合精練雙方的優勢，共同築基於**傳統中華文化**，朝**創新多元智慧**，努力發展。

典範移轉與人文化成

- 文明與文化
- 西方（展）文明與中華（蘊）文化
- 由**品質、感質**，到**素質**之路
- **素養**→由腦到心的教育：
 - **知、情、意**
- 由教育翻轉到自主學習
- 由**生活的成就到生命的圓滿**：
- AAHRD 主動適性人力資源發展
- **能力、態度、價值取向**

結語

三十年磨一劍-----

由**品質、感質**，到**素質**之路

- 可靠度—》舒適度—》所有度

VOC

From the **Voice** to the **Value**. Follow the **Vision**.

- 有自主目的由外在生活到內在生命的歷程

謝謝聆聽！

聯絡方式：

E-mail:sam@samwells.com