

# 智慧製造

Smart Manufacturing

周至宏 (Jyh-Horng Chou)

Fellow IEEE/IET/AAIA/CACS/CSME/CIAE/TFSA

逢甲大學 講座教授

演講地點：應用生技研討暨產學技術媒合會

2022年10月20日

COPYRIGHT© JYH-HORNG CHOU

# 應用生技研討暨 產學技術媒合會

Applied Biotechnology Seminar and Industry-University Technology Matchmaking



議程  
AGENDA

時間	議程	主講人/主持人
13:00~13:20	報到、領取資料	
13:20~13:30	貴賓致詞	
13:30~14:20	食品產業智慧生產及數位轉型	食品工業發展研究所 楊炳輝 副所長
14:20~14:40	休息時間 / 敬備茶點	
14:40~15:30	智慧製造	逢甲大學 周至宏 講座教授
15:30~15:50	保健營養品產業趨勢與數位化應用現況	財團法人生物技術開發中心 竹邑研究團隊 呂雅麗 產業分析師
15:50~16:00	中場休息	
16:00~17:00	技術媒合洽談會	產學代表
17:00	賦歸	

主辦單位保有隨時修改及終止本活動之權利 → 活動時程內容與講者將依實際狀況進行調整

2022

**10.20**  
13:00~17:00  
星期四 Thu.

大臺南會展中心  
大員B廳

臺南市歸仁區歸仁十二路3號



主辦單位  
Organized by  
行政院 農業委員會 屏東農業生物技術園區籌備處  
Pingtung Agricultural Biotechnology Park

中華民國農科園區產學協會  
Academia-Industry Consortium for Agricultural Biotechnology Park

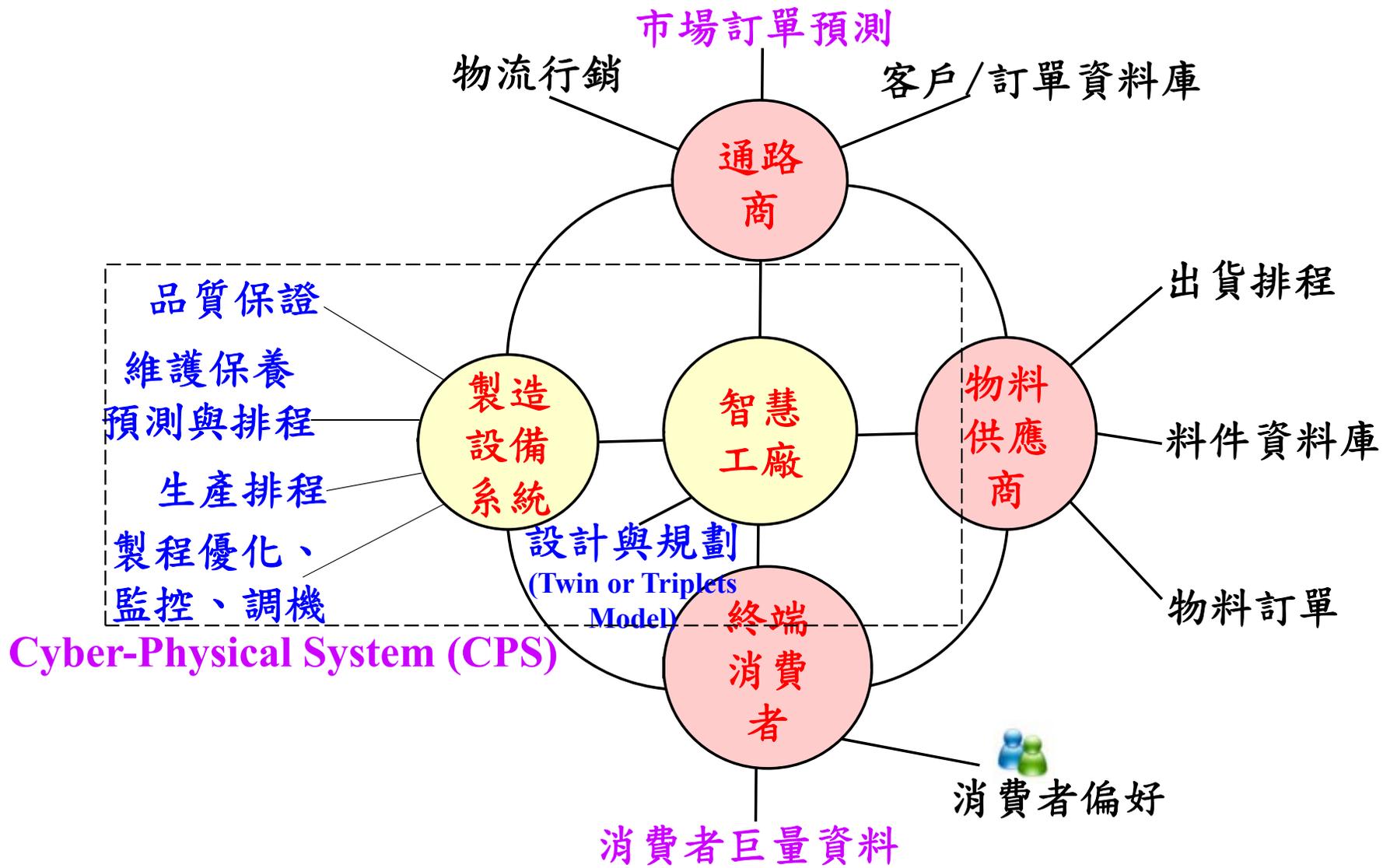
執行單位  
Implemented by  
台灣生技產業聯盟  
Taiwan Biotechnology Industry Alliance

協辦單位  
Co-organized by  
南臺科技大學 生物與食品科技系  
STUST, Department of Biotechnology and Food Technology

大南方科研產業化平台  
GLORIA 2.0 SOUTH

國立高雄科技大學  
National Kaohsiung University of Science and Technology

國立臺南大學  
National University of Tainan



# 藥妝業智能化精準服務

群創積極布局智慧零售，攜手全台最大日系連鎖藥妝(日藥本舖)，打造5G、AIoT藥妝科技店，以AI影像辨識與聲控/觸控回饋，導引消費者選到適合的保健藥品，人工智慧打造實體與虛擬商城導購，消費者體驗再升級，提出四大解決方案：

(1)去紙張標籤－將場域上萬種指示用藥、保健品及上千個美妝產品進行3D建模，觸控廣告螢幕，搭載AI影像辨識系統，結合POS系統，了解庫存動態，備貨或通知行銷單位擴大高毛利櫃位搶商機，且讓行銷活動更即時、更彈性，增加零售商的競爭優勢。

(2)數十萬個指示用藥資料庫的“AI藥師”功能更強大，聲控/觸控雙模式軟硬整合，優化人機介面，彙整十大用藥問題，導引消費者快速選購指示用藥，促進成交。

(3)結合5G與Beacon微定位技術，打造360度環場商城導購，可以精準行銷、還可以記錄消費者的路徑和行為，讓In-Store Marketing實體店面營收最大化。

(4)高品質、全反射式的彩色電子紙顯示器，首次跨足智慧藥妝連鎖。



(<https://today.line.me/tw/v2/article/vXzwDk0>)

# 智慧(能)製造關注的議題

針對全球產業界關心之智慧製造的研發議題，應用與整合 Experimental Design、Inductive Artificial Intelligence、Deductive Artificial Intelligence、Theoretical Methods、Control Technology 等技術，可以提供所需之 Solutions。

(1) 生產系統：生產排程、生產設備(狀態感測與監控、預知保養、狀態量測與估測、加工干涉模擬、自動校正與補償、線上調機、系統控制技術、CAD/CAM/CAE 整合、自動排程、語音導航)。

(2) 品質保證：品質檢測、品質估測、品質預測、製程狀態診斷與分析。

(3) 製程優化：優化製程能力、製程參數優化、優化生產效率、穩健優化能力。

(4) 數位建模：建立 Digital Twin (Twin Model)。

# 彩色濾光片製程建模與參數優化

(蔡進聰教授、周至宏教授/屏東大學、逢甲大學及高雄科大)

● 彩色濾光片之色彩R值、G值及B值均有其規格目標值，表面粗糙度則追求越小越好。

● 經由實驗規劃與數據，建構彩色濾光片化學機械拋光製程中各品質特性及製程參數的模式關係。

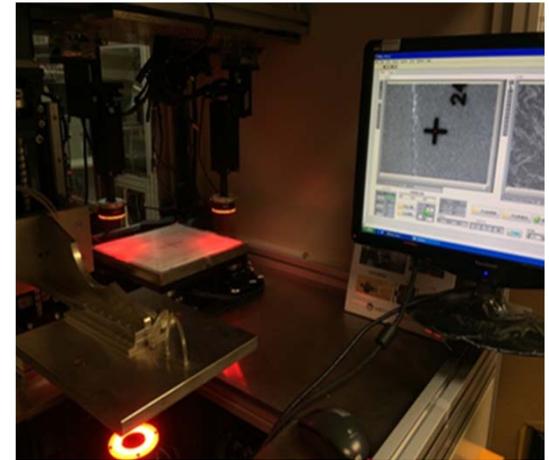


● 發展最有效率之優化方法，來建構Twin Model、及搜尋最佳製程參數。

# 即時智慧型參數優化方法

(蔡進聰教授、林崇田處長、周至宏教授/屏東大學、金工中心、逢甲大學及高雄科大)

- 結合實驗設計方法與逐步縮小比率，來穩健優化系統參數。
- 配置三水準直交表來執行實驗。
- 利用訊號雜訊比(SNR)檢視結果。
- 依據回應表推論參數最佳組合及逐步縮小比率，計算下一次實驗的三水準。
- 重複進行直交表實驗，直到所得的結果相同，實驗即可完成。



# 周至宏之團隊的CI技術績效

周至宏教授帶領研究團隊協助台灣產業界應用**Computational Intelligence(CI)技術研發智慧機械/智慧製造**(包括：技術授權/技術移轉)的成功創新績效及產業技術突破之績效及貢獻，深獲國際肯定與矚目，因而榮獲美國**IEEE Computational Intelligence Society Industry Liaison Committee**之**Highest Rank**的**Winner**；**IEEE Computational Intelligence Society (IEEE CIS)**於2014年6月至2018年10月期間在其Website開闢一個**Industry News and Success Stories**專欄，特別報導周教授之研究團隊在產業界智能化技術研發創新績效及產業技術突破的**Industrial Success Story**。在**IEEE CIS**於其Website開闢**Industry News and Success Stories**專欄期間，周教授之研究團隊是『全球第一個、也是國際上唯一』榮獲**IEEE CIS**專欄報導其產業智能化技術之研發成功績效的研究團隊。2018年10月起，**IEEE CIS**更新其Website後，周教授之研究團隊的研發成果被保存成為該網站之提供全球產學研界參考的檔案資料。



[Publications](#)

[Conferences](#)

[Activities](#)

[Awards](#)

[Committees](#)

[About](#)

[Resource Center](#)



Industrial Success Stories

Results from IEEE Computational Intelligence Society

[Archived Industry News and Success Stories](#) **Professional Development**

2014 CI Industrial Success Story Applications of Intelligent Evolutionary Algorithms in Optimal System Modeling and Mechanical Design National Kaohsiung University of Applied Sciences (807) National Kaohsiung First University of Science and Technology...



CIS on Blogspot

- IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Volume 30, Issue 7
- IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems, Volume 14, Issue 2, June 2022
- IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, Volume 33, Issue 6, June 2022
- The 10th International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN 2023) has been approved for CIS technical co-sponsorship
- IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Volume 30, Issue 6, June 2022
- IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Volume 26, Issue 3, 2022
- IEEE Transactions on Artificial Intelligence, Volume 3, Issue 3, June 2022
- IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence, Issue 3, June 2022
- IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, Volume 33, Issue 5, May 2022
- IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Volume 30, Issue 5, May 2022

Student Membership  
IEEE CIS Overview Video

Apply for research grants and gain access to technical reports and tutorials.

到以下平台觀看： YouTube

 分享




[About  
CIS](#)
[Publications](#)
[Conferences  
& Events](#)
[Getting  
Involved](#)
[Professional  
Development](#)
[Technical  
Committees](#)
[Volunteer  
Resources](#)




Welcome from the Vice President for Education

Senior Members

Fellows

Distinguished Lecturers Program (DLP)

Distinguished Lecturers Program (DLP)

DLP Charter

DLP Sub-Committee

Distinguished Lecturers and Available Talks

DLP Calendar

Organizing Distinguished Lectures

Nominating and Appointing Distinguished Lecturers

Archived DLP Lectures

Webinars

Archived Webinars

Webinar Committee

Summer Schools

Graduate Student Research Grants

Continuing Education

Pre-College Activities

## Archived Industry News and Success Stories

### 2014 CI Industrial Success Story

Applications of Intelligent Evolutionary Algorithms in Optimal System Modeling and Mechanical Design

1. National Kaohsiung University of Applied Sciences (807)
2. National Kaohsiung First University of Science and Technology (824)  
2004-2013  
Kaohsiung, Taiwan, ROC,  
Jyh-Horng Chou  
[choujh@ccms.nkfust.edu.tw](mailto:choujh@ccms.nkfust.edu.tw)

#### Collaboration Team

- Professor Jyh-Horng Chou, Department of Electrical Engineering, National Kaohsiung University of Applied Sciences, 415 Chien-Kung Road, Kaohsiung 807, Taiwan, Republic of China.
- Professor Jinn-Tsong Tsai, Department of Computer Science, National Pingtung University of Education, 4-18 Min-Sheng Road, Pingtung 900, Taiwan, Republic of China.
- Professor Tung-Kuan Liu, Department of Mechanical and Automation Engineering, National Kaohsiung First University of Science and Technology, 1 University Road, Yenchao, Kaohsiung 824, Taiwan, Republic of China.
- Professor Wen-Hsien Ho, Department of Healthcare Administration and Medical Informatics, Kaohsiung Medical University, 100 Shi-Chuan 1st Road, Kaohsiung 807, Taiwan, Republic of China.
- Professor Chiu-Hung Chen, Department of Information Technology, Kao Yuan University, 1821 Jhongshan Rd., Lujhu, Kaohsiung 821, Taiwan, Republic of China.
- Dr. Gong-Ming Hsu (Engineer), Metal Industries Research and Development Centre, 1001 Kaonan Highway, Kaohsiung 811, Taiwan, Republic of China.
- Dr. Kuo-Ming Lee (Engineer), Metal Industries Research and Development Centre, 1001 Kaonan Highway, Kaohsiung 811, Taiwan, Republic of China.

#### Team Leader

The research team leader of this project is Dr. Jyh-Horng Chou, who is a **Chair Professor** at National Kaohsiung University of Applied Sciences in Taiwan. Dr. Chou wanted to promote the research level in Taiwan industries, when he recruited well-known above-mentioned professors and industrial experts to develop intelligent evolutionary algorithms for industrial research and development.

#### Computational Intelligence Technique

Neural Networks, Genetic Algorithms, Evolutionary Computation and Intelligent Systems Application were used in this successful computational intelligence application in the industry field.

#### Technology Transfer

For methods were used in this technology transfer: Licensing Patents Collaborative Projects Publications in Journals and/or Conferences.

Ucurricula
Education Resources
Multimedia
Video Library
CIS Video Archives
<b>Industry Liaison</b> ✓
<b>Archived Industry News and Success Stories</b>
Jobs

## Funding

One of the main factors of the success was the source of funding, where more than one organization has provided fund and support. These organizations are:

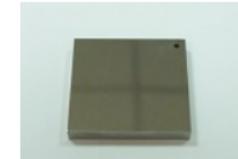
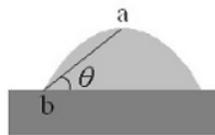
1. The National Science Council in Taiwan, 2004-2013,
2. Tekuan Co. Ltd., 2009,
3. Technology Base Co. Ltd., 2005-2006 and 2011-2012,
4. Metal Industries Research and Development Centre, 2008-2011,
5. Kwang Yang Motor Co. Ltd., 2010-2011,
6. HighForward Co. Ltd., 2013.

## Application Details

The kernel optimization approach is the hybrid Taguchi-genetic algorithm (HTGA), which possesses the merits of global exploration, fast convergence, robustness, and statistical soundness.

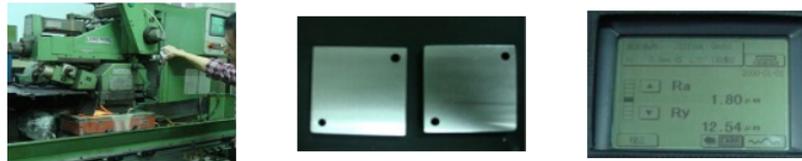
The HTGA combines the traditional genetic algorithm (TGA), which has a powerful global exploration capability, with the Taguchi method, which can exploit the optimum offspring. The Taguchi method is inserted between crossover and mutation operations of a TGA. Then, the systematic reasoning ability of the Taguchi method is incorporated in the crossover operations to select the better genes to achieve crossover, and consequently enhance the genetic algorithm (Tsai et al., 2004). The published paper on the HTGA (Tsai et al., 2004) has been selected to be one of the "Highly Cited Papers" by the ISI Web of Knowledge (WOS), Essential Science Indicators (ESI), and also was selected to be one of the "Research Fronts" by the ISI WOS ESI in 2010. The proposed HTGA approach has also received Taiwan Patent I220954. The following applications have contributed to Taiwan's industries major benefits by providing the most advanced intelligent evolutionary-based methods. Due to the significant contributions to industries, our research accomplishments have been selected for inclusion in the Science and Technology Yearbook of Taiwan in 2009 and 2012, respectively. Besides, in recognition of excellent technical achievements and outstanding contributions in advanced evolutionary computation and genetic algorithm, the research team leader, Professor Jyh-Horng Chou, received the 2012 IEEE Outstanding Technical Achievement Award from the IEEE Tainan Section.

[1] The proposed modeling and optimization approach integrates the Taguchi method, the artificial neural network (ANN), and the HTGA. First, the Taguchi method is applied to minimize experimental numbers and to collect experimental data representing the quality performances of a system. Next, the ANN is used to build a system model based on the data from the Taguchi experimental method. Then, the HTGA is employed to search for the optimal process parameters. A process parameters design for a titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) thin film in the vacuum sputtering process is studied in this application study, as shown in Fig. 1. The quality objective is to form a smaller water contact angle on the TiO<sub>2</sub> thin-film surface. The water contact angle is 4° obtained from the system model of the proposed procedure. The process parameters obtained from the proposed procedure were used to conduct the experiment in the vacuum sputtering process for the TiO<sub>2</sub> thin film. The water contact angle given from the practical experiment is 3.93°. The difference percent is 1.75% between 4° and 3.93°. The result obtained from the system model of the proposed procedure is promising (Ho et al., 2010). This modeling and optimization technique for the vacuum sputtering process has been licensed to the Metal Industries Research and Development Centre (<http://www.mirdc.org.tw>), Taiwan.



**Fig. 1** Diagram of water contact angle, the unbalanced magnetron vacuum sputtering equipment, and a test piece of the high speed steel

**Fig. 1** Diagram of water contact angle, the unbalanced magnetron vacuum sputtering equipment, and a test piece of the high speed steel [II] A Taguchi sliding-based differential evolution algorithm with orthogonal array (TDEOA), which is inspired from the HTGA, is proposed for solving tolerance design problems. Tolerance affects system performance and leads to violation of design constraints. By including a Taguchi three-level orthogonal array, the proposed TDEOA obtains robust optimal solutions that minimize the impact of variations in machining variables and that maintain compliance with a comprehensive set of process constraints. After evaluating its performance in practical case studies of rough and finish grinding processes, as shown in Fig. 2, the performance of the proposed TDEOA is compared with those of other nature-inspired optimization approaches. The major contribution of the TDEOA is the use of three-level OA to account for tolerance at the evaluation stage in order to minimize the effect of variations in the grinding variable specifications. In so doing, the solutions are obtained within a specified tolerance, when an average value is used to be the fitness value. The average is farther off the boundary of imposed constraints, hence able to avoid violations (Tsai et al., 2013). This robust evolutionary optimal tolerance design technique has been licensed to the Metal Industries Research and Development Centre (<http://www.mirdc.org.tw>), Taiwan.



**Fig. 2** Experimental setup for precision stamping mold used in surface grinding experiments

[III] While designing practical linkage mechanisms, someone encounters two kinds of collision problems: one is the interference problem happened in the practical physical linkage structures, and the other is the collision problem existed in the manufacturing environment. However, most of the previous studies on the design of linkage mechanisms do not directly consider the collision problems. This application study demonstrates a collision-free design work based on an industry project which started from a draft design containing the essential layer structures, as shown in Fig. 3. Based on the HTGA, our research team proposes a multiobjective approach that utilizes inferred kinematical equations and the Euclidean-distance-based MMGA (EDMMGA) to explore the Pareto set, with results that simultaneously meet the collision-free constraints and various manufacturing criteria. A related systematic methodology is developed to assist the design of collision-free linkage mechanisms, and can be easily extended or modified to meet other practical requirements. From the positive results, our approach illustrates a successful method considering both geometrical constraints and manufacturing criteria in the optimization algorithms. In addition, this application work has been successfully verified and applied to the design of a commercially used ladle mechanism in which the obstacles come from the related peripheral equipment (Chen et al., 2012). This multiobjective optimization technique for designing practical collision-free linkage mechanisms has been successfully adopted and transferred into the Technology Base Co. Ltd. (<http://www.techbasecorp.com>), Taiwan.



**Fig. 3** Practical situation during beta-testing. These pictures are captured from a live video file. Sub-figures (a)-(c) demonstrate the whole process transferring operation, and sub-figures (d)-(f) show the linkage structure in more detail.

## References

1. Tsai, J. T., T. K. Liu, and J. H. Chou, 2004, "Hybrid Taguchi-genetic algorithm for global numerical optimization," IEEE Trans. on Evolutionary Computation, Vol. 8, pp. 365-377.
2. Ho, W. H., J. T. Tsai, G. M. Hsu, and J. H. Chou, 2010, "Process parameters optimization: a design study for TiO<sub>2</sub> thin film of vacuum sputtering process," IEEE Trans. on Automation Science and Engineering, Vol. 7, pp. 143-146.
3. Tsai, J. T., K. M. Lee, and J. H. Chou, 2013, "Robust Evolutionary Optimal Tolerance Design for Machining Variables of Surface Grinding Process," IEEE Transactions on Industrial Informatics. DOI:10.1109/TII.2013.2240311.
4. Chen, C. H., T. K. Liu, I. M. Huang, and J. H. Chou, 2012, "Multiobjective Synthesis of Six-Bar Mechanisms under Manufacturing and Collision-Free Constraints," IEEE Computational Intelligence Magazine, Vol. 7, pp. 36-48.
5. Tsai, J. T., T. K. Liu, and J. H. Chou, "Intelligent Global Searching Method for Optimization", Taiwan Patent I220954, Period: September 2004 to December 2022.

## Client Testimonial

[I] "The intelligent-evolutionary-based optimization technique has been used to obtain the optimal design parameters for the titanium dioxide thin film in the vacuum sputtering process as well as for the rough and finish grinding processes; the results are better than those obtained by the traditional methods usually used in the industry."

Dr. Gong-Ming Hsu and Dr. Kuo-Ming Lee,  
Design Engineers,  
Metal Industries Research and Development Centre.

[II] "The evolutionary-based multiobjective optimization software has been adopted by the Technology Base Corporation to design collision-free linkage mechanisms in the commercial metal-mold-die-casting systems and to plan production scheduling. The proposed optimization software provides a systematically design procedure instead of the previous trial and error method used in our corporation, and several design cases have also successfully verified the effectiveness of the presented software."

Mr. Tsung-Wen Cheng,  
Manager of R & D Department, Technology Base Co. Ltd.

[III] Correspondence Addressee :

Chair Professor Jyh-Horng Chou, Department of Electrical Engineering, National Kaohsiung University of Applied Sciences, No.415, Chien-Kung Road, Kaohsiung 807, Taiwan, Republic of China, E-Mail: [choujh@kuas.edu.tw](mailto:choujh@kuas.edu.tw)

Professor Tung-Kuan Liu, Department of Mechanical and Automation Engineering, National Kaohsiung First University of Science and Technology, No.1, University Road, Yenchao, Kaohsiung 824, Taiwan, Republic of China, E-Mail: [tkliu@nkfust.edu.tw](mailto:tkliu@nkfust.edu.tw)

Dr. Gong-Ming Hsu (Engineer), Metal Industries Research and Development Centre, No.1001, Kaonan Highway, Kaohsiung 811, Taiwan, Republic of China, E-Mail: [leo.gmhsu@gmail.com](mailto:leo.gmhsu@gmail.com)

Dr. Kuo-Ming Lee (Engineer), Metal Industries Research and Development Centre, No.1001, Kaonan Highway, Kaohsiung 811, Taiwan, Republic of China, E-Mail: [mikekm77@gmail.com](mailto:mikekm77@gmail.com)

Mr. Tsung-Wen Cheng (Manager of R & D Department), Technology Base Co. Ltd., No.4-1, Juguang 3rd Street, Da Fa Industrial Park, Kaohsiung 831, Taiwan, Republic of China, E-Mail: [tech.base@mas.hinet.net](mailto:tech.base@mas.hinet.net)

# 水產養殖之魚塘水質預測

(楊柏遠博士、蔡進聰教授、周至宏教授，逢甲大學/國立高雄科技大學/國立屏東大學)

("Prediction of water quality evaluation for fish ponds of aquaculture", Proc. of the SICE Annual Conference, Kanazawa, Japan, pp.545-546, 2017.)



♥從水產養殖從業者的角度來看，如何有效地控制魚塘的水質是非常重要的。根據水產養殖從業者的經驗，水質由其含氧量決定。水質含氧量的維持，關係著魚品質與生命、及電能消耗成本。應用人工智慧技術來建構溫度、pH值、電導率、鹽度、含氧量等之間的關係模型，藉由即時收集數據，來預測20分鐘後之含氧量。

♣本產學合作計畫案，根據實際場域驗證結果，含氧量可以維持在合理的範圍內。

# 智能漁產品產業系統

◆ **去除魚鱗之智能化設備**：去除魚鱗是費時費力的過程，為了降低人工成本並提高生產率，應用實驗設計法、及人工智能之智能控制技術，研發去除台灣鯛之魚鱗的智能化設備。根據實際場域驗證結果，平均去除率為85.39%，並顯著降低生產成本及提高生產力。

(周至宏教授、蔡進聰教授，逢甲大學/國立高雄科技大學、國立屏東大學)

(S. W. Huang, J. H. Chou, and J. T. Tsai, 2018, "Uniform design and regression analysis methods for optimal operational parameter design of high-pressure waterjet machine", Int. J. of Automation and Smart Technology, Vol.8, pp.85-88.)



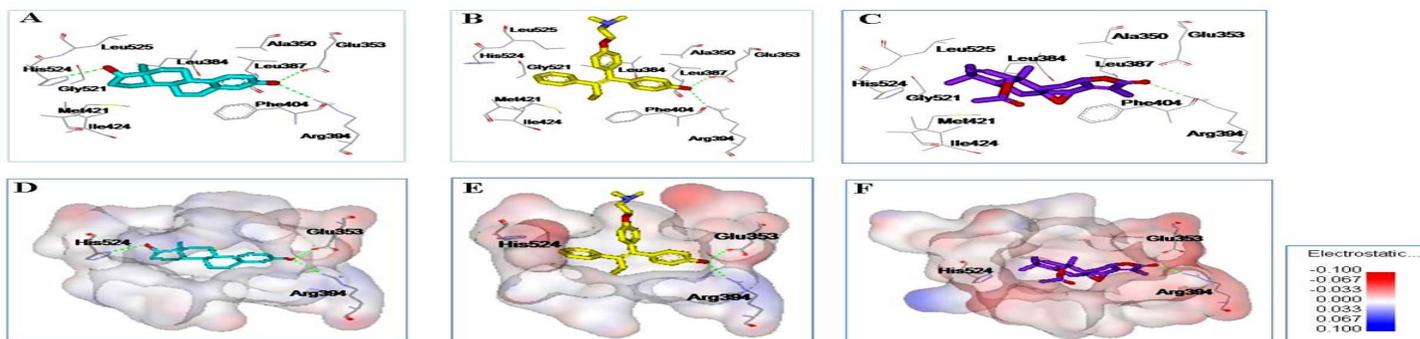
# 人工智慧應用於開發啤酒

一家叫Intelligent X的初創公司推出世界上第一個利用人工智慧釀造的啤酒品牌“AI”，其中包括四種口味的啤酒。這些AI啤酒利用了人工智慧的算法和機器學習功能，通過社交媒體和聊天軟體即時收集用戶反饋，並在下一批生產中迅速調整釀造工藝以滿足人們的需求。儘管AI啤酒看似只有四種口味，但其實人們喝到的每一批啤酒味道都不一樣——每次口味都是機器學習消費者反饋後改進的結果。據Intelligent X透露，旗下人工智慧還會根據消費者的反饋情況，自動調整提問的方式以便更好地收集數據。



# 天然藥物暨新藥開發

(生物資訊分析平台 - 高雄醫學大學天然藥物暨新藥開發研究中心)



## 分子對接計算(Molecular Docking)

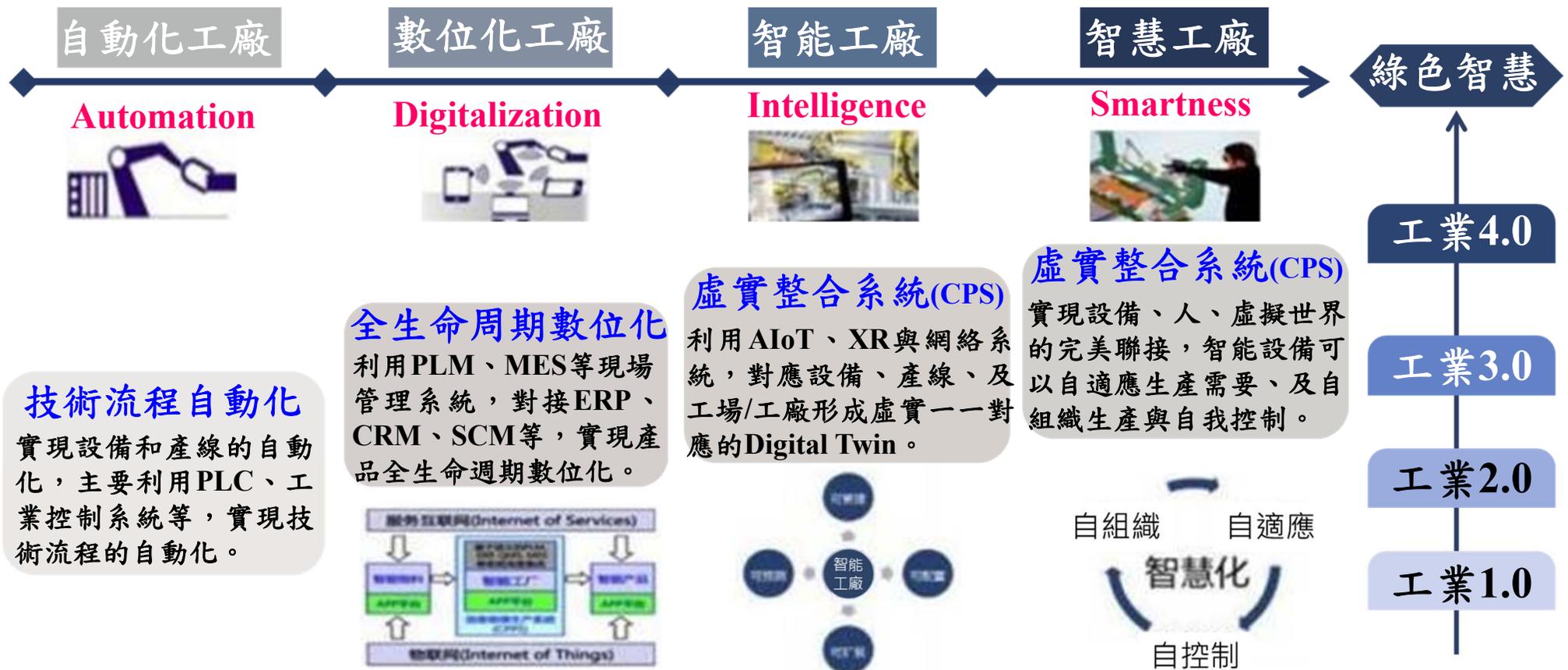
運用多種小分子對接計算軟體，例如AutoDock、iGEMDOCK、GOLD等軟體進行小分子與蛋白質活化位之間的對接計算，搭配基因演算法(Genetic Algorithm)作為搜尋化合物形態的方法，並以分子模擬方法(Molecular Modeling)進一步了解其相互之間的交互作用力大小，作用力關係及其作用的距離。分子對接計算可提供新藥開發研究者進一步的分子生物資訊，包含小分子或蛋白質的氫鍵作用力提供及被提供者數目、小分子與蛋白質活化位的極性與非極性作用關係、小分子在蛋白質活化位的構形表現等資訊，提供以結構為基礎之小分子藥物優化設計方向。

# Twin Transition

- Twin Transition是歐盟在2021年提出之歐洲數位轉型與永續的概念。歐盟的數位歐洲計畫提出Twin Transition概念，透過數位科技一方面協助企業數位轉型，同時也達到減少碳排、能源效率管理等ESG永續綠色治理的目標。
- Twin Transition係Pairing Digital Intelligent Technology with Sustainability。綠色轉型(Green Transition)將使各地區能夠重新定位其能力和產業結構，並為面對氣候變遷危機給地球帶來之不可避免的情況，重新開闢永續的道路。數位智能技術是實現永續業務轉型的關鍵，其是推動綠色轉型目標的最重要因素：可減少溫室氣體排放，使我們更加節約能源與資源，且可以改善當前生產和消費模式的綠色效率和足跡，也可以促進新的綠色技術的發展。  
企業結合Artificial Intelligence技術及Sustainability，將使低碳轉型轉變成為創造新價值和經濟增長的機會。

# 自動化→數位化→智能與智慧化→綠色智慧

綠色智慧(雙軸轉型) = 數位智慧轉型 + 節能淨零轉型

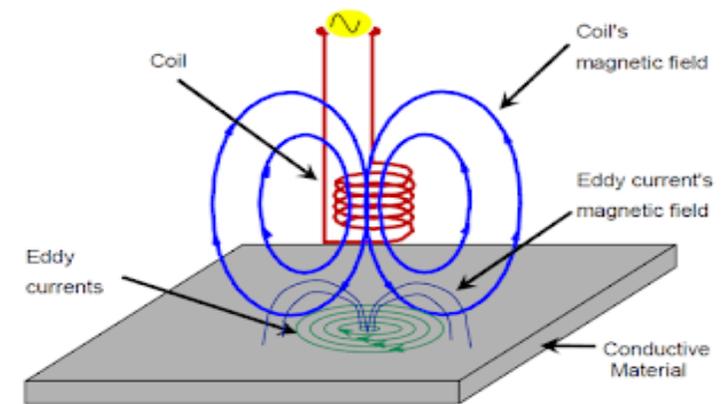


# 換熱器的智慧檢測

(鄭錦智、曾良雄、周至宏，2004，類神經網路應用於渦電流檢測訊號分析之研究，石油季刊，Vol.40，pp.47-57)

煉油及石化工廠中，換熱器是一種在不同溫度的兩種或兩種以上流體間實現物料之間熱量傳遞的節能設備，其使熱量由溫度較高的流體傳遞給溫度較低的流體，使流體溫度達到流程規定的指標，以滿足製程條件的需要，同時也是提高能源利用率的主要設備之一，其品質的好壞直接影響到石油化工企業的安全和經濟效益。換熱器管束常因腐蝕而造成洩漏，造成了物料的浪費、浪費能源、環境的污染、非計畫性停爐、或工安事故，已成為生產中不可忽視的問題。歲修中換熱器管束的腐蝕檢測是很重要的一環，非磁性換熱器管束以渦電流檢測為主，但因訊號研判須仰賴有經驗的判讀人員為之。

2003至2004年期間，周至宏教授執行台灣中油公司的產學合作計畫案，應用人工智慧(AI)方法，協助換熱器設備的腐蝕檢測判斷，在研發上確實展現成效，有助於工程人員增進判讀速度且降低人為誤判的機會，並可助益節能減碳的推動。



(<https://alatukurportabel.blogspot.com/2017/08/materi-non-destructive-test.html>)

# 多目標最佳化EMS智能自動調校系統

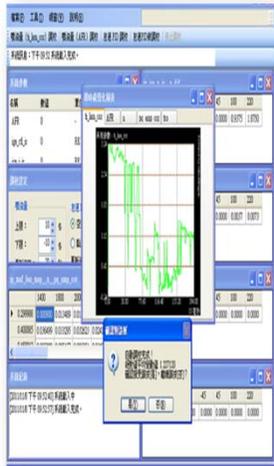
(劉東官教授、周至宏教授/高雄科技大學、逢甲大學及高雄科技大學)

Engine Management System (EMS)是一種利用電子控制單元，來控制引擎的噴油與點火裝置，可以使引擎在最佳的狀態下運轉有助於達成**碳中和**的目標。機車調校專業人員在調校系統參數時需要手動輸入數值並目視確認調校結果，調校過程必須重複性操作修改數值，直到結果符合可接受的效能值，且調校參數通常超過一個以上，視情況會增加或減少參數範圍，統整分析和歸納最佳化參數組合需要投入大量人力和花費冗長的時間，操作人員需以人力進行調校系統參數的判斷，對於各種類型機車系統參數調校的整體調校週期而言效率低且耗費長期人力及時間成本，藉由以實驗設計法為基礎之所研發的**智能自動調校系統**來做輔助，其可解決與改善產學合作之產業界的問題。

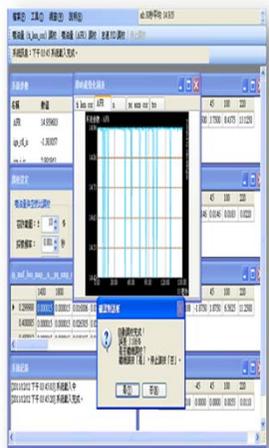
系統調校項目



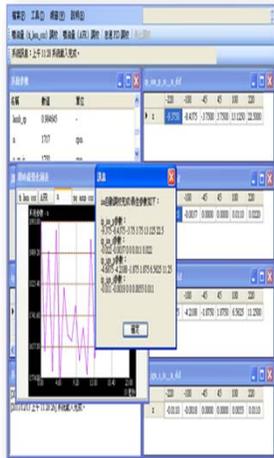
怠速噴油量調教



非怠速空燃比調校



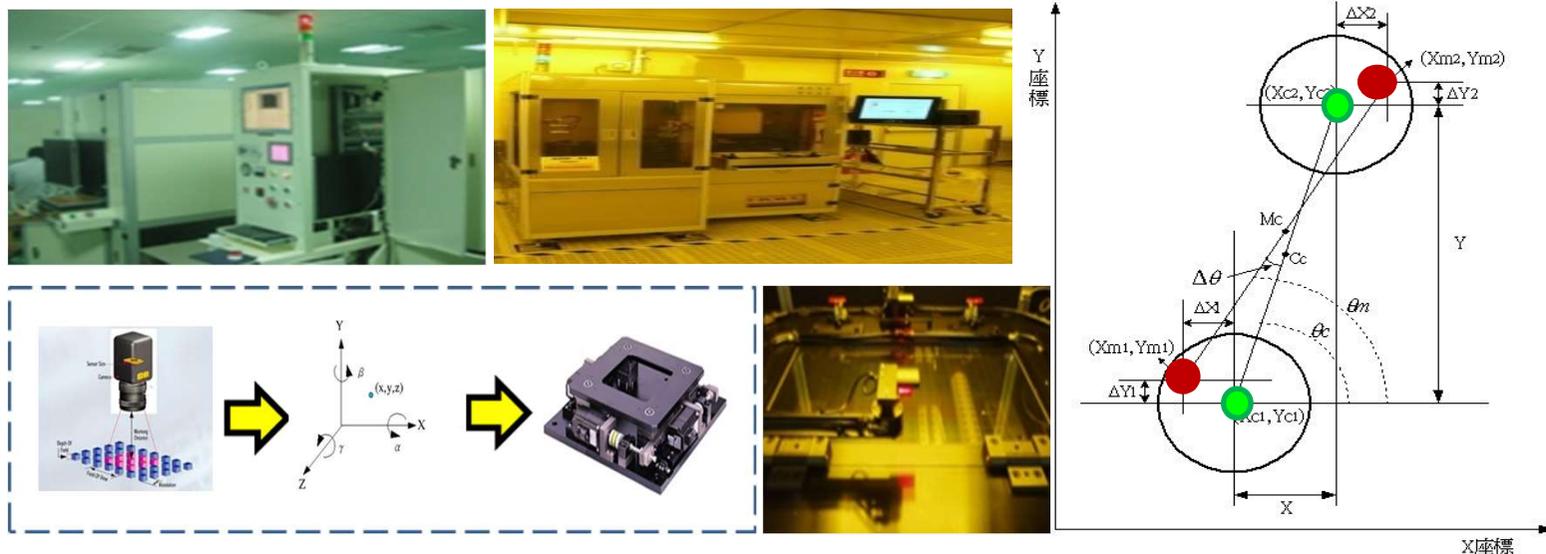
PID參數調教



# 精密定位系統技術研發

(蔡進聰教授、林崇田處長、張成仲工程師、周至宏教授/屏東大學、金工中心、逢甲大學及高雄科大)

輕、薄、短、小是許多產品的趨勢，這類產品的製程，許多需要仰賴自動化的機器視覺輔助，通常這類自動對位的高階設備造價昂貴，自主開發時卻常常因為經驗不足，經由Trial-and-Error的設計程序，得不到好的效率(定位速度)與定位精度。本整合視覺系統與運動系統之自動精密對位系統的研發，導入人工智慧之類神經網路及進化優化演算法，透過實務驗證及在產業實際使用，證實能大幅提高整體定位精度成效，且效率(定位速度)可提升約40%，節省運作時間，達到節能的效益。

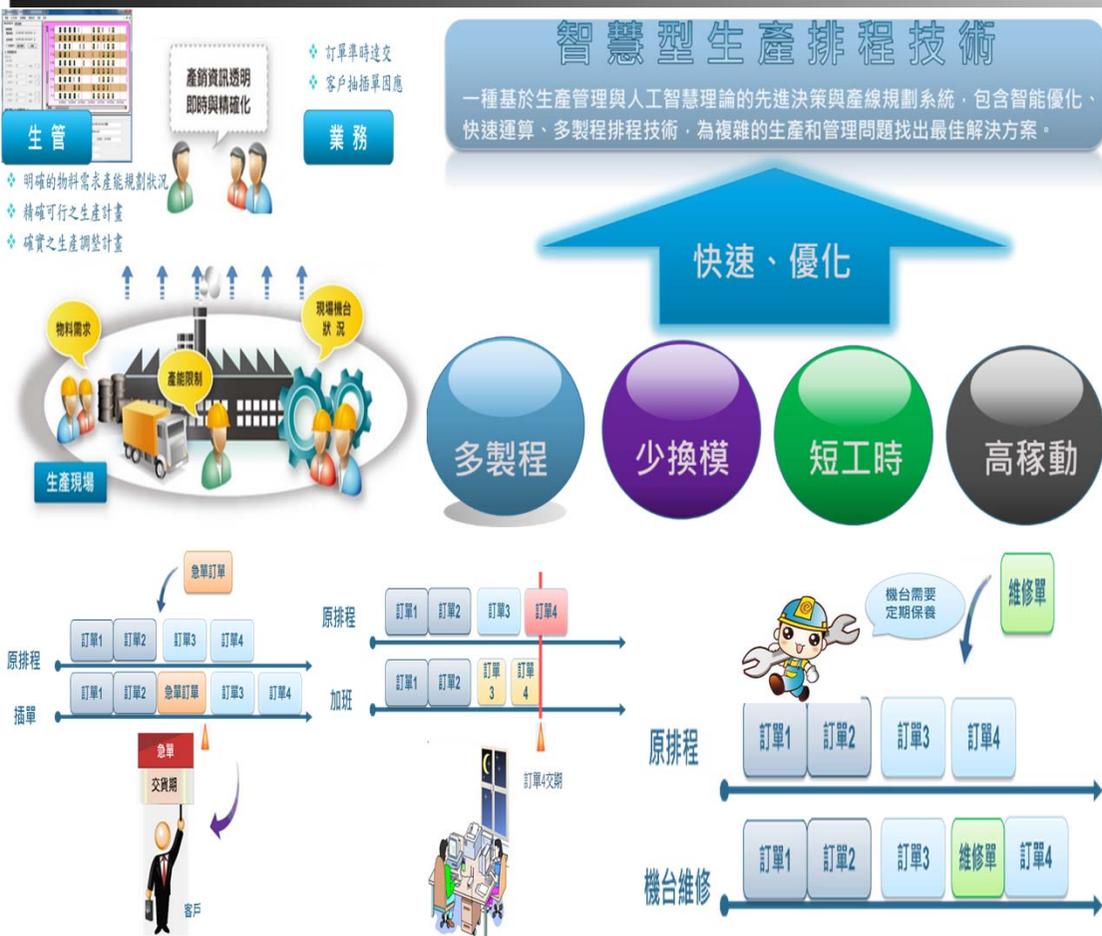


# 多目標智慧優化生產排程系統

(智慧排程系統團隊：劉東官教授、陳秋宏教授、周至宏教授/高雄科技大學及逢甲大學)

T. K. Liu, Y. P. Chen and J. H. Chou, 2014, *IEEE Access*, Vol.2, pp.356-364. ; T. K. Liu, Y. P. Chen and J. H. Chou, 2014, *IEEE Access*, Vol.2, pp.1598-1606.

C. H. Chen, T. K. Liu and J. H. Chou, 2014, *IEEE Trans. on Industrial Informatics*, Vol.10, pp.1705-1716.



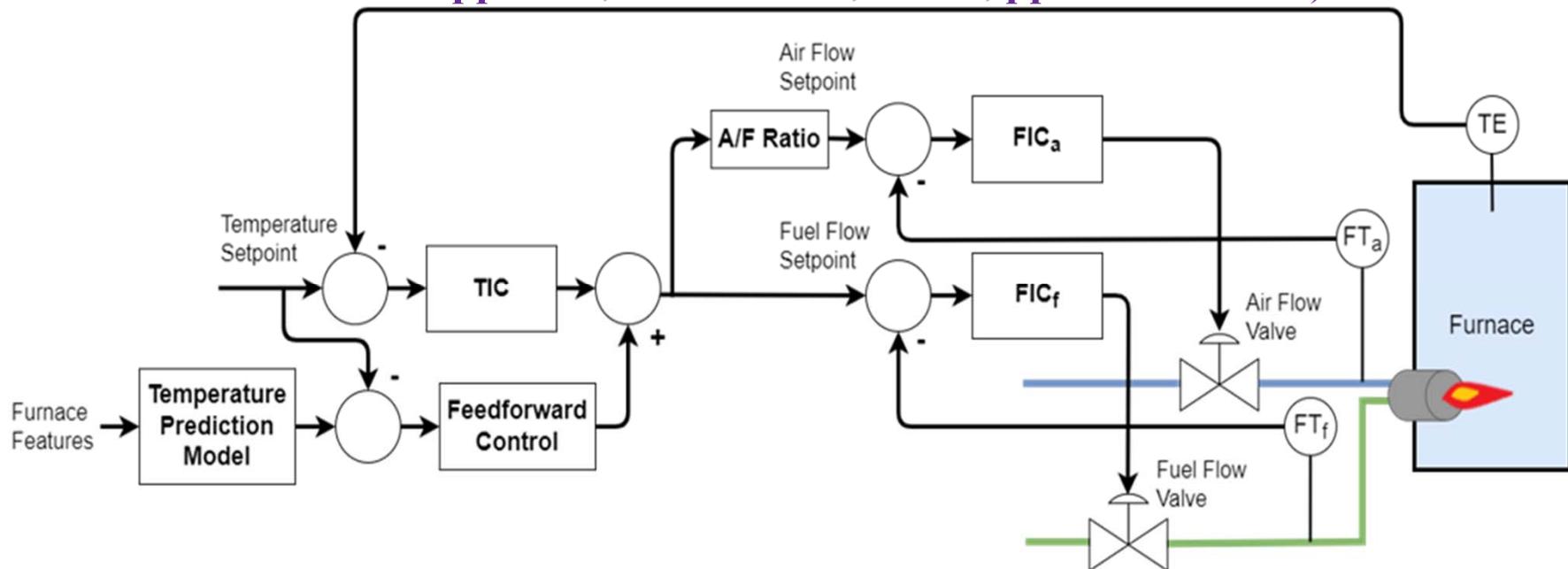
產學合作之企業界其系統僅能排出個別訂單交期，無法考慮生產製造的產能與工務、廠務所面臨的問題，生產排程大多必須由人工耗費相當長的時間來特別製作，由於客戶都會固定或臨時向該廠商下訂單，且通常面臨生產班表相當複雜，其中包含客戶的交期、每個生產據點固定日期的生產量、生產之產品種類...等複雜且重要的工作，實非人工所能負荷，因此，在執行產學合作計畫案時，本研發團隊以人工智慧之Evolutionary Computation研發多目標最佳化的智慧優化排程系統技術，成功解決產學合作之業界的生產排程問題，且同時考量減少能耗可達成節能減碳的目標；所研發之技術可結合能源管理同時進行用電機制之優化調配以降低用電成本。

# 加熱爐溫度預測與前饋控制器

(陳建榮、周阜毅、周至宏，中冠資訊公司、國立高雄科技大學、逢甲大學)

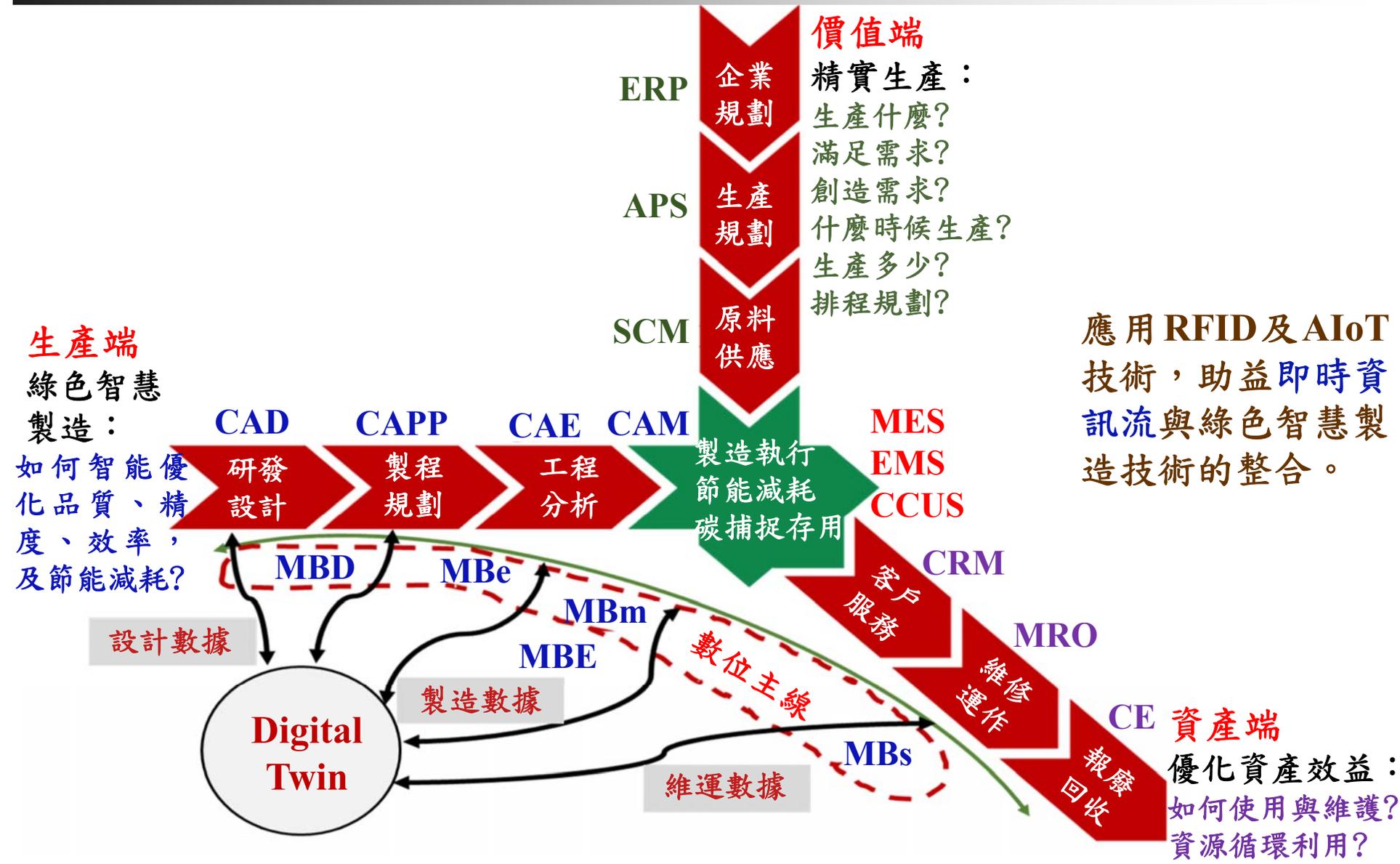
鋼鐵廠再加熱爐用於在熱軋前，在 $1000^{\circ}\text{C}$ 至 $1250^{\circ}\text{C}$ 的溫度下均勻的再加熱鋼坯，提供準確、穩定、可靠的溫度控制對於熱軋鋼生產中的加熱爐來說是最重要的。我們提出一種將AI預測模型與前饋控制器相結合的方法，在亞洲地區一家鋼鐵廠進行應用，經實際驗證其確可以提高溫度控制系統的穩定性，並提供了更精確的溫度控制，不僅提高了軋機生產線的穩定性，且減少燃料燃燒及可減碳排。

(C. J. Chen, F. I Chou and J. H. Chou, 2022, Temperature Prediction for Reheating Furnace by Gated Recurrent Unit Approach, *IEEE Access*, Vol.10, pp. 33362-33369.)



# 價值端、生產端、資產端

(周至宏)



# 價值端、生產端、資產端

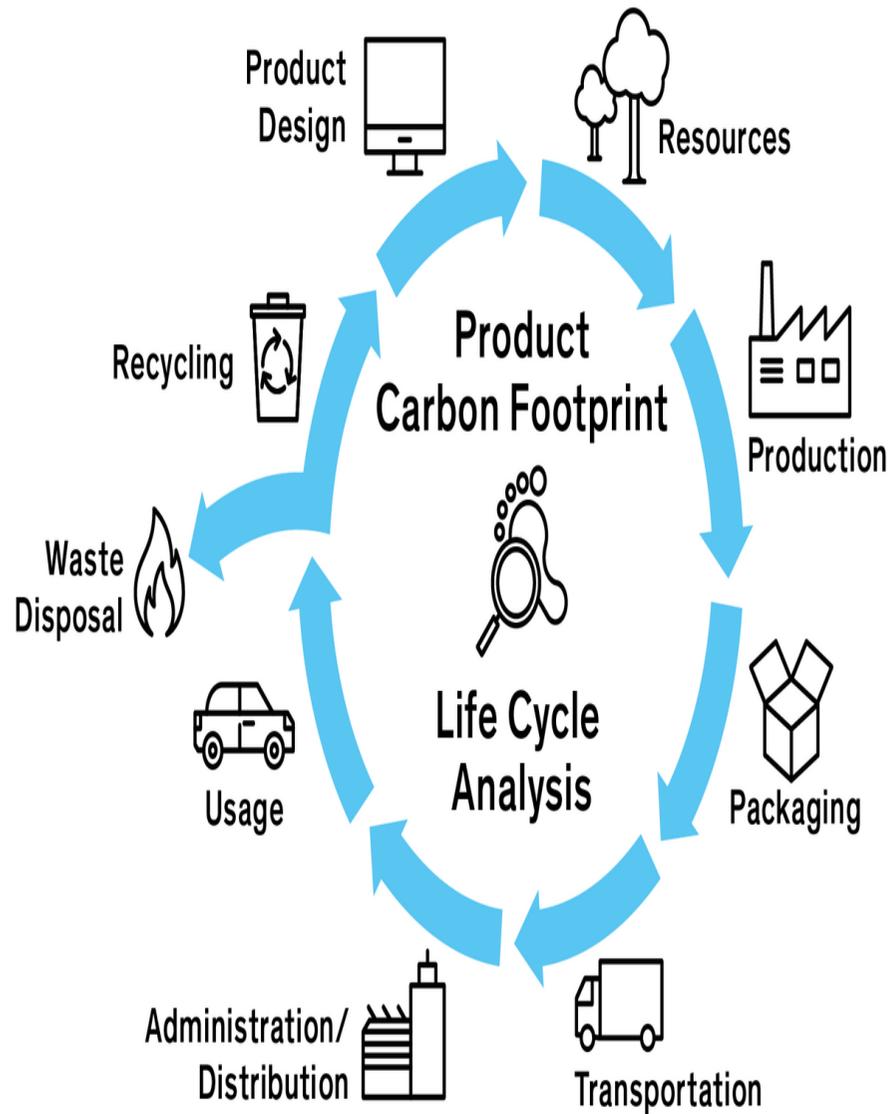
(周至宏)

- ◆(價值端)精實生產之核心是：用最少工作、降低浪費，創造與提升客戶價值。
- ◆(生產端)綠色智慧製造之目標是：智能優化產品品質、產品精度、生產效率，且同時達到節能減耗。
- ◆(資產端)優化資產效益之目的是：經由物盡其用、設備預知保養、資源循環再利用，來創造資產價值最大化。

# 商品淨零永續價值鏈<sup>(1/6)</sup>

- **新品**係基於6R，以創意設計、專業知識、及創新技術，為解決消費者/市場的問題與痛點、符合及滿足消費者/市場之現在或未來的需求、或創造消費者/市場的價值等，在不確定性因素影響下，應用Robust Intelligent Optimization針對多目標需求所研發的“新產品”。
- **樣品**係每個企業的“新產品”已經試產或批量生產，按批次留樣送檢的展示品，其要有合適性、穩定性、和代表性，樣品不僅是給企業自己測試看的，也要給消費者/市場看；對於樣品檢驗，不要怕人家看出問題和門道，要多聽取大家的意見和建議；只要“樣品”達到其目標，就要大膽生產、快速推出“產品”。
- **產品**之很多問題大都出在生產製造環節，在考慮不確定性/干擾/環境之因素的影響下，應用Robust Intelligent Optimization針對多目標需求之優化問題，來優化製程參數以確保產品符合多目標的需求，及目標之檢管過程使不合格品堅決不出廠且不進入流通環節。
- 產品符合多目標需求、目標檢驗合格，貼上標籤推向市場，就成了**商品**。市場經濟條件下，商品流通就是供需協調和協同的結果；消費者/市場對“商品”往往寄予厚望，從目標到功效、從功效到性價比、從使用方便性與可維修性到信任性，都要有“數據”做擔保。

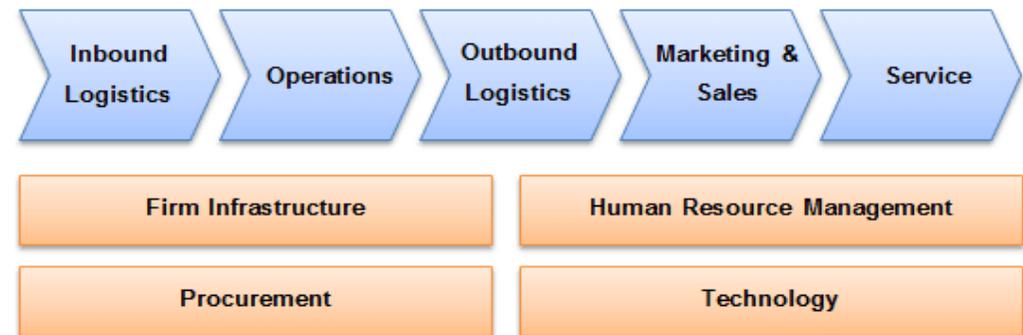
# 商品淨零永續價值鏈 (2/6)



Industry's Value Chain



Company's Value Chain in Manufacturing



(<https://www.myclimate.org/get-active/corporate-clients/product-carbon-footprints-pcf-and-life-cycle-assessments-lca-myclimate/>、  
<https://strategicmanagementinsight.com/tools/value-chain-analysis/>)

# 商品淨零永續價值鏈 (3/6)

從原材料資源、設計與製造、供應分銷、使用和重複使用、回收和再利用等五大環節入手，使整個價值鏈連通，來深化與精進綠色智慧製造的發展及效益，及生產綠色產品致力於客戶低碳/去碳之淨零永續的商品與服務，助力實現碳中和：

① **原材料資源**：減少對於原材料資源的使用、選擇綠色低碳原材料、採用回收再生材料、加工製造過程之剩餘料件的返還循環再利用、以智能技術加速研發低碳新材料；減少對遠程物流的需求，考慮選擇區域化供應既可以減少供應鏈碳足跡之原材料的物流，又可以提高供應鏈對潛在衝擊的韌性抵禦能力。

# 商品淨零永續價值鏈 (4/6)

① **設計和製造**：改進產品設計及生產製造流程，以降低浪費，製造端使用再生能源、負碳技術，改善電源效能，提升能源使用效率。應用 Digital Twin 及 AI 技術，來優化產品的設計與製造、及設備之健康診斷與預知保養。採用性能優化、電動化、高效化、輕量化等系統化創新設計，以提升產品能源資源利用效率。使用更環保的材料、提高可回收性、提高經久耐用且具方便拆卸之可修復性的設計，將製造程序轉換為低碳製程，以綠色設計為根本來設計永續性產品。應用智能化技術優化排程規劃、及優化加熱和冷卻系統。設計循環系統通過對生產過程中產生的餘熱餘壓餘氣進行回收、處理、再利用，提高能源利用效率。

# 商品淨零永續價值鏈 (5/6)

**@設計和製造(續)**：馬達系統的電能消耗量高達全球總量的50%以上，其中約30%被工業系統消耗，在馬達驅動系統採用高效馬達/變頻馬達、及智能控制技術，來降低能耗。工場之5G網路系統的發展，納入節能設計。產線通過更換高損變壓器、線路，安裝無功補償裝置，提高變壓器功率因數，減少配電系統損耗，實現配電系統節能。在生產流程，根據即時提供的產線數據來智能優化製程，減少資源損耗，並優化與提升產品之需求目標值。生產製造端使用再生能源，及依需求上之必要性來增設負碳技術設備、或更換具更節能減碳效果的設備。

# 商品淨零永續價值鏈 (6/6)

**@供應分銷**：以智能技術改善與優化商品的包裝；借助AIoT及區塊鏈技術，企業可以即時追蹤物料和貨物資訊，提升供應鏈的透明度，實現高效且可追蹤的物流運輸，以及優化運輸路線來節省燃油/電能，並可降低城市擁堵、污染、和能耗。

**@使用和重複使用**：應用智能化之Prognostics and Health Management技術，以延長設備/商品的使用壽命；實現商品共享模式來提高商品利用率，有效促進物盡其用；商品回收重複使用是讓商品從生產製造開始，所有使用的資源和產出物都可重複回收和循環利用，降低商品碳足跡，並為循環經濟做出貢獻。

**@回收和再利用**：改善廢品回收分類和收集管理，在低能耗及低排放下，提升廢品再利用效率。

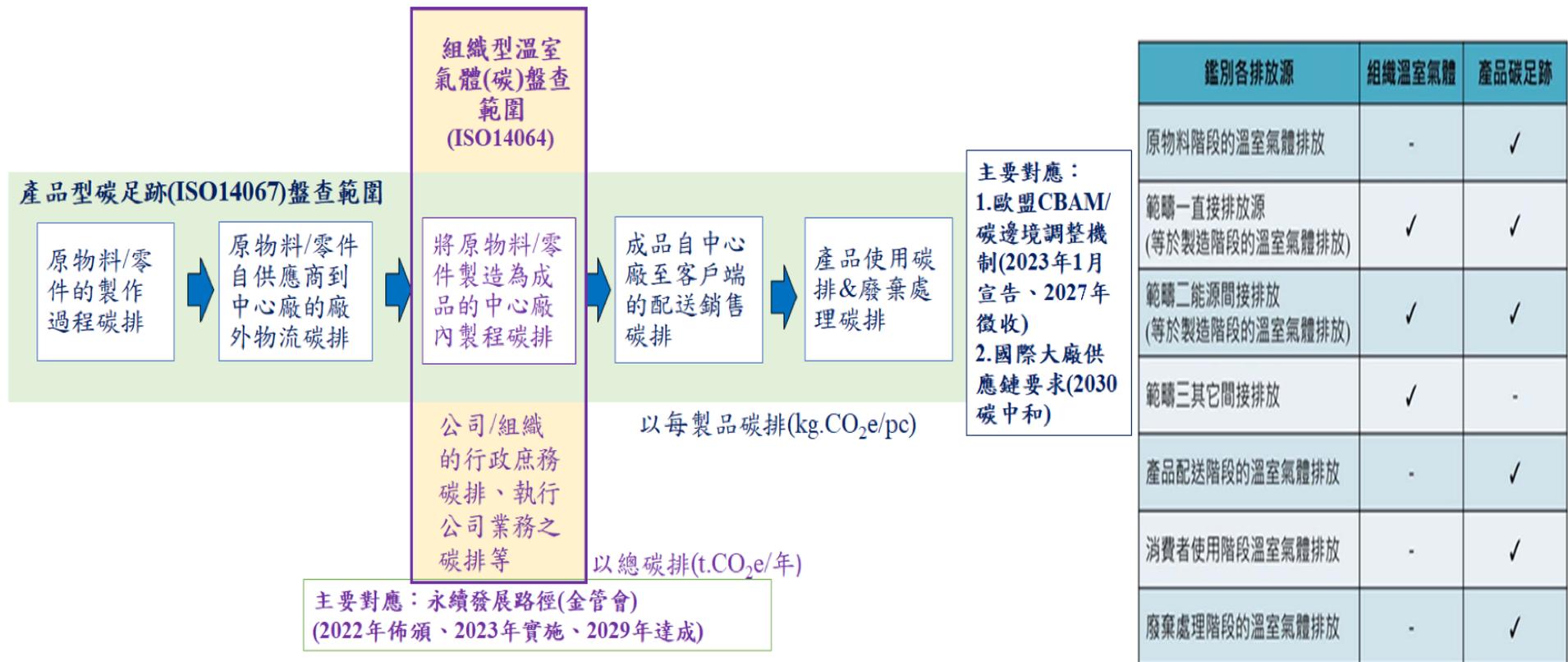
# 超前部署 永續發展

歐盟CBAM在2022年6月22日，正式通過將針對出口至歐盟的產品收取碳關稅；**CBAM初期納管**水泥、鋼鐵、鋁、肥料、電力、有機化學品、塑料、氫和氨等產品，將依照該產品所含的溫室氣體排放量計算應支付的碳價格；2023至2026年為過渡階段，**只要求申報其出口產品排碳量、出口國的碳定價資訊等**，**2027年起實際徵收產品的碳關稅**；若出口商未遵行申報義務，歐盟各國得對出口廠商進行裁罰。**歐洲議會CBAM方案**：在**2030年前將產品範圍逐漸擴展至EU ETS覆蓋之所有行業的產品**；2022年6月7日，美國參議院提出一項“清潔競爭法案”(Clean Competition Act)的立法提案(目前還尚未定案)。台灣產官學研界應**超前部署**合作來協助企業(尤其是出口佔多數的產品)，**先進行碳盤查**，進而研發**節能減耗**技術，以助益台灣企業的國際競爭力及永續發展。



# 組織溫室氣體VS產品碳足跡

- **組織溫室氣體盤查**：組織範圍內的所有行為產生的溫室氣體排放與移除之量化；時間是同一時間點，空間是同一定點。
- **產品碳足跡盤查**：組織中選定某一產品往上追溯原物料開採製造及其供應物流、在組織的生產過程，往下調查配送、使用、廢棄回收過程的溫室氣體排放；時間是流動的時間軸，空間是不同定點。



(圖的來源：逢甲大學、義守大學之淨零排碳願景整合循環經濟的聯合服務團隊)

(<http://www.ema.org.tw/>)

# 生技製藥產業的永續轉型

([https://www.moea.gov.tw/MNS/doi/industrytech/IndustryTech.aspx?menu\\_id=13545&it\\_id=426](https://www.moea.gov.tw/MNS/doi/industrytech/IndustryTech.aspx?menu_id=13545&it_id=426))

●製藥產業的碳排放濃度比汽車產業高出55%，且未將大專院校及政府單位等實驗室機構納入的調查報告：生技製藥產業年碳足跡約為1.97億噸二氧化碳當量，比林業、造紙業，甚至半導體產業都大，幾乎是英國單年碳排放量的一半；因此，生技製藥產業的碳排放量是全球最大碳排放產業之一。

◆全球生技製藥產業組織代表之一的英國製藥工業協會於COP26中代表全球生技製藥產業發表聲明：80%的大型生技製藥公司已設定淨零排放或碳中和(淨零碳排)目標。

■生技製藥公司營運本體的碳排量只占總量的3%，而上游供應鏈與研發端的碳排量卻占了61%，因此若要推行淨零排放，產業價值鏈/供應鏈的脫碳將是關鍵。因此，生技製藥公司在制定減排目標的同時，需要全面思考整體產業價值鏈/供應鏈，從中應用更環保的技術和方法，才有助於生技製藥產業實現淨零排放，朝永續轉型目標前進。

# 盤查服務及能源管理

●逢甲大學碳中和研究與服務中心、及碳資產管理與認證中心，跟工研院的兩個科技中心及精密機械研發中心共同合作為**企業廠商**，分別依需求對應ISO 50001、ISO 14064-1、或ISO 14067來提供碳盤查服務，由產研界有盤查輔導實務經驗的人，來帶領聯盟共同協助業界進行盤查輔導，了解廠區、產品、能源，究竟碳排量有多少？進行熱點分析找出高碳排的所在，分析到底是電能、原料、還是設備？以及建立業界的盤查能力與培育人才，並跟驗證機構合作協助進行驗證。

●提供企業之全廠耗能與設備用能問題診斷、檢測、及提供改善建議方案，協助建立數位化及AIoT系統，導入設備的生產數據與能源數據上雲端、及即時連線的能源管理系統，運用系統化及智能(慧)化技術，協助業界建立即時計算碳足跡及能耗量、甚至預測碳足跡及能耗量的能力，及培育AIoT及IT化盤查與能源管理的人才。

# 逢甲團隊的輔導盤查經驗

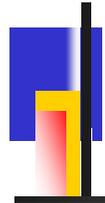
## ●輔導組織溫室氣體盤查案(14064-1)●

機械廠、工具機廠、手工具廠、玻璃容器廠、工具箱廠、晶圓測試廠、太陽能晶片廠、物流中心、休閒農場、旅館業、...

## ◆輔導產品碳足跡盤查案(14067)◆

印刷電路板、半導體晶圓測試、有機感光鼓、強化玻璃、燃氣發電機組、不鏽鋼高壓軟管、轎車輪胎、再生塑膠粒、隱形眼鏡、隱形眼鏡沖洗液、滾筒洗衣機、中音薩克斯風、咖啡、Polo衫、牛仔褲、...

# 逢甲團隊的碳資產管理



## 與輔導認證經驗

◆為響應國際永續低碳轉型趨勢，逢甲團隊協助策展單位於2022/9/15~9/18在臺中國際展覽館舉行之“台中設計週/台灣永續發展及低碳綠建築展”，依據展覽國際盤查標準進行碳足跡盤查，並交由第三方驗證單位進行查證，推出全台灣第一場“零碳展覽”。

■推動“逢甲大學永續合作夥伴網絡FSPN”，透過夥伴網絡體系，為上市櫃公司與中小企業提供顧問診斷、教育訓練、碳資產管理師培訓、技術、行銷等各方面服務，建構一個專業、豐富、領跑、創新的碳賦能及ESG平台。

●逢甲團隊跟森林特使生技公司、台灣國際專案管理學會、...等進立產學聯盟，共同協助企業長遠永續發展。

# 聯盟協助技術研發、策略與目標

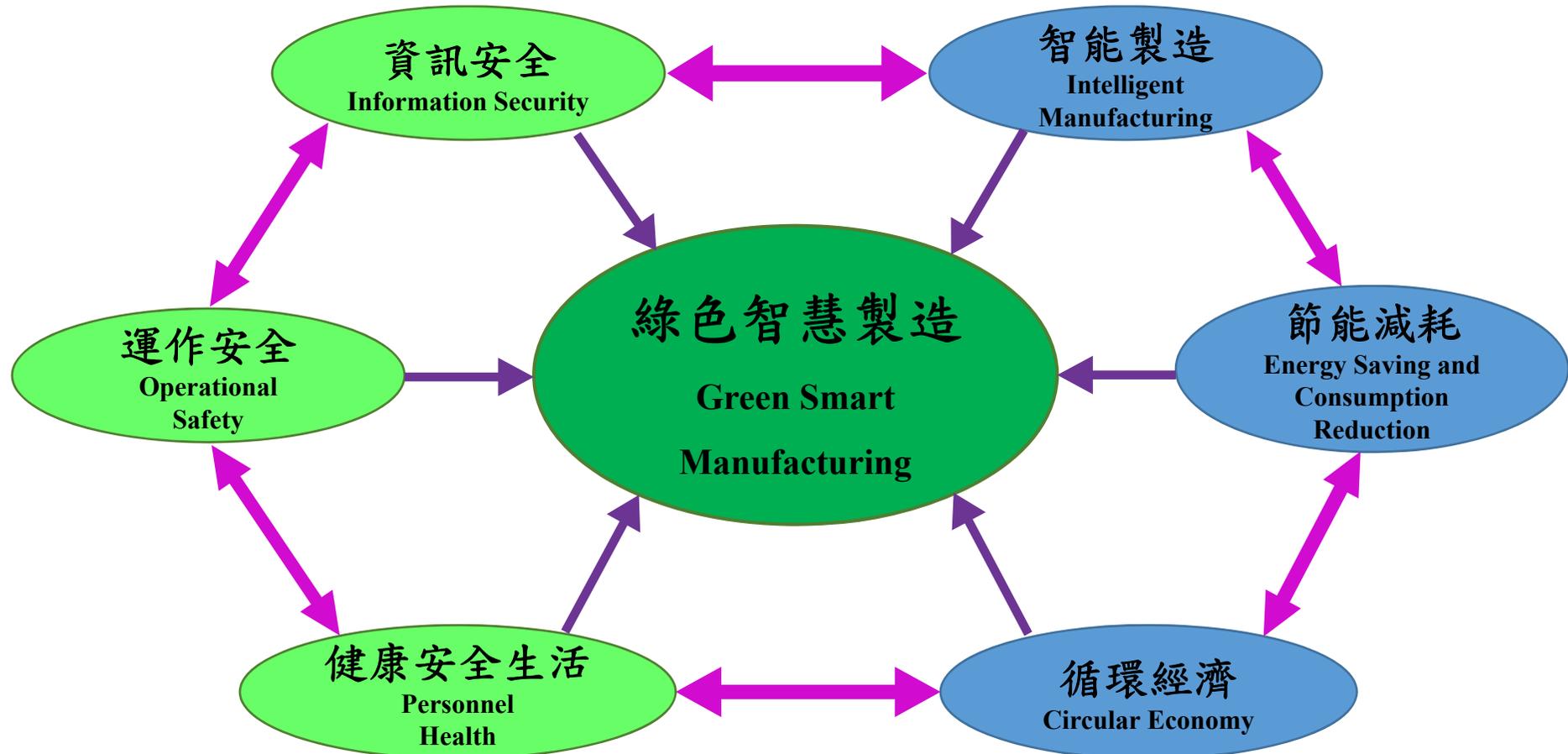
● **技術研發**：產學研合作探討設備、製程、原料、產品設計、...等如何優化品質、性能、生產效率，以及同時減能耗與減碳排的研發議題，進行產學研合作計畫案並向政府部會申請計畫經費補助。

◆ **策略研擬**：提供企業供應商減碳、縮短物流、在地採購之建議方案；評估企業自己能設置多少再生能源？占整體比重最多可到多少？有多少需要外購？協助企業分析與評估碳交易、碳抵減等碳權事宜。

■ **目標**：協助企業界能同時智能優化產品品質、智能優化產品精度、智能優化生產效率、節能減耗、優化ESG、以及實現碳中和/淨零碳排。

# 綠色智慧製造系統

(周至宏)



綠色智慧製造系統就是運用資訊化、智慧化、綠色化等方法，來實現：  
設備自動化、技術數位化、生產彈性化、過程可視化、數據整合化、  
決策自主化、供應韌性化、節能最大化、碳排淨零化、ESG優化。



**THANK YOU**  
for your  
**ATTENTION!**



# 周至宏教授 簡歷

## 專任職務

- ◇逢甲大學機械與電腦輔助工程學系 講座教授 (choujhtaiwan@gmail.com)
- ◇國立高雄科技大學電機工程系 講座教授(退休) (choujh@nkust.edu.tw)

## 學歷

- ◇國立成功大學工程科學學士(1977/09~1981/06)
- ◇國立成功大學工程科學碩士(1981/09~1983/06)
- ◇國立中山大學機電工程博士(1986/09~1988/12)

## 研究領域

- ◇品質工程
- ◇穩健優化技術
- ◇人工智慧技術
- ◇自動化系統整合技術
- ◇系統工程、綠能裝置與系統控制技術

## 主要資歷

- ◇國科會 自動化學門召集人、產學合作推動規劃—機電能源領域召集人
- ◇國立成功大學 智慧製造研究中心 共同主持人
- ◇國立中興大學 智能計算與控制 講座教授
- ◇國立中正大學 前瞻製造系統研究中心 合聘講座教授
- ◇逢甲大學 工學院 特約講座教授
- ◇國立屏東大學/國立金門大學 榮譽講座教授
- ◇高雄醫學大學 醫務管理暨醫療資訊學系 合聘講座教授
- ◇國立高雄應用/第一科技大學 電機工程系/電機工程研究所 講座教授
- ◇工業技術研究院智慧感測與系統科技中心/智慧機械科技中心特聘研究顧問
- ◇金屬工業研究發展中心、精密機械研究發展中心、資訊工業策進會數位服務創新研究所 顧問
- ◇國家實驗研究院 人工智慧產學研聯盟 共同召集人
- ◇高雄市 智慧城市推動委員會委員、都市發展局諮詢委員
- ◇經濟部 智慧製造聯網數據增值產業聯盟顧問、智慧機械金質獎評審委員
- ◇政府科技發展計畫審議暨計畫績效評估之群組審查專家
- ◇國家高速網路與計算中心網路大型運算計畫審查會委員
- ◇經濟部、國科會、教育部的審查會主審委員/審查委員

## 主要資歷

- ◇國科會「單機設備或單元智能控制系統先進技術及增值軟體研發」推動規劃專案計畫辦公室主持人
- ◇國科會「工具機控制系統自主化前瞻技術與增值軟體研發」推動規劃專案計畫辦公室主持人
- ◇國科會「深耕工業基礎技術推動規劃」專案計畫辦公室共同主持人
- ◇國科會「先進製造技術研究專案推動」專案計畫辦公室共同主持人
- ◇經濟部與國科會之能源科技計畫的技轉國際合作小組主題經理
- ◇中華民國模糊學會 理事長
- ◇國立中興大學 副校長
- ◇國立高雄應用科技大學 副校長
- ◇國立高雄第一科技大學 代理校長、副校長、工學院院長、外語學院院長、所長、系主任
- ◇國立雲林科技大學系主任、國立高雄工專自動化中心主任、國立中山大學講師
- ◇IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics: Systems、Journal of Optimization Theory and Applications、International Journal of Fuzzy Systems 等國際著名期刊之Associate Editor

## 重要獎項與榮譽

- ◇美國Institute of Electrical and Electronics Engineers會士 (IEEE Fellow)
- ◇英國Institution of Engineering and Technology會士 (IET Fellow)
- ◇亞太地區Asia-Pacific Artificial Intelligence Association會士 (AAIA Fellow)
- ◇中國機械工程學會會士 (CSME Fellow)
- ◇中國民國模糊學會會士 (TFSA Fellow)
- ◇中華民國自動控制學會會士 (CACCS Fellow)
- ◇中華民國自動化科技學會會士 (CIAE Fellow)
- ◇榮獲聘任為IEEE Fellow評審委員會委員及評審委員
- ◇國科會傑出研究獎、國科會未來科技獎、國科會特約研究人員
- ◇國科會「領袖學者助攻方案-沙克爾頓計畫」主持人
- ◇東元科技文教基金會東元獎、中山學術文化基金會學術著作獎、臺灣機械工業同業公會機械工業產學貢獻獎
- ◇中國工程師學會傑出工程教授獎、中國機械工程學會傑出工程教授獎、中華民國系統學會傑出學術貢獻獎、中國電機工程學會傑出電機工程教授獎、中華民國自動控制學會傑出自動控制工程獎
- ◇榮獲國科會之科技大觀園網站作專訪報導、教育部優秀教育人員獎
- ◇IEEE Outstanding Technical Achievement Award (IEEE Tainan Section)

## 重要獎項與榮譽

- ◇帶領團隊以計算智慧技術協助台灣產業技術研發的成功績效與技術突破等貢獻，榮獲 IEEE Computational Intelligence Society之Highest Rank的Winner、及榮獲為“全球第一件、國際上唯一”被其在Website開闢專欄，特別報導的Industrial Success Story，且被保存成為該網站之提供全球產學研界參考的檔案資料。
- ◇帶領研究團隊之產學合作成果績效，榮獲國科會工程科技推展中心的肯定，於工程科技通訊雙月刊報導產學合作研發成果。
- ◇由於學術創新價值與產業實務應用等績效優異，學術與技術之研究成果被推薦列為2009年及2012年中華民國科學技術年鑑(Science and Technology Yearbook)中之國科會工程處的重要學術成就之一。
- ◇四篇SCI期刊論文被Thomson Reuters ISI Web of Knowledge之Essential Science Indicators列為高度被引用論文(Highly Cited Papers)、及曾被Thomson Reuters ISI Web of Knowledge之Essential Science Indicators獲選列為全世界SCI學術期刊論文被引用次數Top 1%之被引用次數最多的科學家(Most Cited Scientists)之一。
- ◇榮登於史丹佛大學透過Scopus的論文影響力數據在2021年發布之全球前2%頂尖科學家(World's Top 2% Scientists)的榜單裡。
- ◇國際著名的世界性出版公司Springer於2015年出版之書籍“Recent Advances in Swarm Intelligence and Evolutionary Computation”中，評論周教授所研發之Hybrid Taguchi-Genetic Algorithm為最受全球學者專家青睞的Popular Hybrid Algorithms之一，並名列Popular Hybrid Algorithms的第一名。
- ◇指導的博士論文榮獲第二屆及第十屆兩岸四地“上銀機械博士論文獎”。