

## B.教育部補助大專校院延攬國際頂尖人才 執行績效報告

### 一、基本資料

計畫核定年度	108 年		
報告年度	110 年 (第 2 年)		
學校名稱及聘任系所	國立清華大學 動力機械工程學系 奈米工程與微系統研究所	學門 領域	工 學
學者姓名	北森武彥	職稱	玉山榮譽講座教授
聘任方式	<input checked="" type="checkbox"/> 玉山學者 <input checked="" type="checkbox"/> 編制內專任教師 <input type="checkbox"/> 短期交流 <input type="checkbox"/> 玉山青年學者		
經費執行期間	110 年 2 月 1 日 至 111 年 1 月 31 日		
聯絡人	單位：奈米工程與微系統研究所 職稱及姓名：所長 李昇憲 聯絡電話：03-5162400 傳    真：03-5745454 電子信箱：ssli@mx.nthu.edu.tw		

## 二、執行情形

### (一)玉山(青年)學者工作項目及內容(如教學工作或研究計畫等)

清大玉山榮譽講座教授北森武彥在台期間之任務，主要可劃分為四大方向：(1)推動國際合作、(2)提升研發能量、(3)產學創新合作、以及(4)教學與演講。以下就北森教授於 110 年度為達成此四大任務，已完成或正在進行之項目及內容，分述如下：

#### 1. 推動國際合作

北森教授擔任玉山學者期間，善用其國際學術網絡資源，推動國際交流合作，包括國際學術合作研究、國際產學合作計畫、增加清大之國際能見度與搭建延攬國際人才橋樑。

- (1) 推動簽署校級合作備忘錄：北森教授甫自 109 年 2 月 1 日起聘任為玉山學者後，即開始與本校全球處等單位接觸，積極推動清華大學與東京大學進一步合作。兩校已於 109 年 7 月 30 日順利完成簽訂校級合作備忘錄，有助於強化清大與東京大學之學術交流。
- (2) 玻璃奈米專用製程設備轉移與規劃成立卓越中心(Center of Excellence)：藉由北森教授之推動，日本東京大學工學院於 109 年底致贈清大工學院轄下教學單位玻璃奈米專用製程設備。清大已完成裝機測試，並建置專業無塵實驗室。現正積極規劃成立卓越中心，以發展先進微奈米研究。
- (3) 促成台日產學合作研究：與日本知名化工公司 Daicel Corporation 進行國際產學研究合作計畫，北森教授推動成立 Daicel-清大產學聯合研究中心，並擔任主任。Daicel 投入五年四億五千萬日幣的經費及多名研發人力，共同發展「桌上型化學工廠之大型微流體系統—A Variable-volume Production System」。
- (4) 推進台日學界合作研究：北森教授促成清華大學與東京大學進行研究合作計畫，共同協力與 Daicel 發展「桌上型化學工廠」。此研究計畫乃奠基於北森教授深耕研發微流體化工單元操作之多年研究成果。
- (5) 執行台、日、瑞典三國共七個機構之研究計畫：北森教授在原有奈微米流體研究之基礎上、奠基於執行中之科技部攻頂計畫，鏈結清大、陽明交通大學、台北醫學院、日本東京大學、日本東京大學醫院、日本慶應義塾大學與瑞典隆德大學研究能量，建立跨國研究團隊，研究主題為「單細胞蛋白質體」。除了每月及每周的例行研發會議，隆德大學將於 111 年 3 月派遣一名博士後研究員至東京大學

進行移地研究。

- (6) 推動台日科技部會及機構高層互訪與國際合作協定：北森教授與前科技部鄒幼涵次長在台期間，即已多次就推動台日雙方學術合作交換意見。鄒次長就任台北駐日經濟文化代表處新職－科技組顧問兼組長後，雙方仍持續密切聯繫。北森教授並促成鄒顧問與日方東京大學校長及政府相關部門主管進行高層級交流會談。北森教授亦受邀於 110 年 11 月 11 日參與科技部與台北駐日本經濟文化代表處主辦之「2021 Japan-Taiwan Symposium 台日智慧生醫論壇」中擔任 keynote speaker。
- (7) 搭建台北駐日經濟文化代表處與日本東京大學橋樑：北森教授於 110 年 1 月、7 月及 8 月間拜訪台北駐日經濟文化代表處，其中於 110 年 7 月間與駐日代表處鄒幼涵顧問、駐日代表張仁久先生與日本國立研究開發法人科學技術振興機構(JST)理事白木澤佳子女士進行會議，未來將籌畫舉辦日本東京大學與台灣數所大學之國際論壇。北森教授並於 110 年 8 月 24 日偕同駐日代表處鄒幼涵顧問等人，拜訪東京大學校長藤井輝夫先生與理事副校長相原博明先生。藤井校長先前曾於台積電-東大聯合研究計畫中扮演要角。東大承諾將強化與台灣的大學、研究機構與業界交流。北森教授亦於 111 年 2 月 4 日拜會駐日代表處，並促成 Daicel 執行長小河義美先生與駐日代表謝長廷先生於 111 年 2 月 22 日之會面。雙方就推動國際產官學研鏈結、人才交流以及高階人才培育等議題進行深入討論。
- (8) 提昇國際影響力與能見度：北森教授於 109 年 9 月 9 日被任命為瑞典皇家科學院(The Royal Swedish Academy of Sciences)的外籍院士，以表彰其在工程科學方面的傑出成就及貢獻。瑞典皇家科學院以負責評選諾貝爾物理學獎、化學獎、經濟學獎而著稱。北森教授並於 110 年 6 月 15 日獲東京大學聘為榮譽教授。其數次獲國內外媒體報導，讓國際看見清大豐沛的研究能量。
- (9) 協助清大延攬國際人才：北森教授搭建延攬國際學術人才之橋樑，促成清大於 110 年 8 月新聘森川響二郎教授為專任助理教授，並協助玉山計畫海外宣傳，延攬日本東京大學藤田博之教授為玉山學者。他並計畫邀請隆德大學 Giovanni Marinaro 博士至清大進行研究交流。拓展台灣之國際合作、能見度與影響力。
- (10) 清大國際產學創新合作：北森武彥教授與工研院產科國際所及清大國際產學營運總中心不定期進行新創產業交流。工研院產科國際所楊馬田所長與賴致元組長並經常拜訪北森教授討論雙邊合作議題。

## 2. 提升研發能量

### (1) 執行科技部攻頂計畫：

計畫名稱：基於微奈米流體之單細胞與胞外體蛋白質體系統

計畫編號：109-2639-E-007-001-ASP(第一年);

110-2639-E-007-002-ASP(第二年)

執行期間：109/08/01 -110/10/31(第一年);

110/08/01 -111/07/31(第二年)

擔任：計畫主持人

共同主持人：曾繁根教授與陳致真教授

計畫內容：旨在建立微奈米流體之胞外體及單細胞的蛋白質體系統，這是全球生物醫學研究普遍高度期望能擁有的技術。本計畫將對生物醫學領域、微奈米流體領域產生一定的影響和重大突破，並有望打開分析儀器的新市場。

計畫進行順利，我們成功地實現了關鍵組件如奈米流道控制閥門的機構設計和操作系統，為世界首先，取得了奈米流體領域的重大進展。我們的下一步則是將關鍵組件組裝至系統中。

### (2) 促成跨國產學合作計畫：北森武彥教授促成日本知名化工公司 Daicel Corporation 與清大於 110 年 9 月 1 日共同宣布正式簽訂一項四億五千萬日圓(約合一億一千萬台幣)、為期五年的產學合作計畫。此訊息獲清華大學刊登於網站首頁，並被 9 國、13 家新聞媒體報導。

計畫名稱：Variable Volume Production System

計畫編號：110A0141JA

執行期間：110/09/01 -115/08/31(共五年)

擔任：計畫主持人

共同主持人：曾繁根教授、陳致真教授、李昇憲教授、方維倫教授、藤田博之教授、森川響二郎教授

計畫內容：旨在開發出新型微流體晶片系統，可將傳統化工廠的混合、分選等操作程序濃縮整合到長 7 公分、寬 6 公分的玻璃晶片上，進一步組合成千上萬個微流體晶片同步精密操作，即可將化學製程微型化，成為桌上型化學工廠。

### (3) 促成國內產學合作計畫：北森教授促成清大與北森微流體公司簽訂 5 年 500 萬之產學合作計畫。

### (4) 研擬清大產學合作計畫：北森武彥教授現正與工研院、數家台灣公司洽談產學合作計畫中。

- (5) 指導學生與研究人員：北森武彥教授在玉山計畫執行期間，偕同玉山團隊、科技部計畫共同主持人陳致真教授、曾繁根教授與奈微所森川響二郎教授指導 16 名研究生、2 名研究助理與 2 名博士後研究員。分享研究團隊之研究儀器及人員，一起合作研究，讓各方皆獲得研究助力。
- (6) 導入國際研發能量：瑞典隆德大學 1 名博士後研究員、日本東京大學 1 名博士生、1 名博士後研究員與兩名助理教授參與清華大學的單細胞蛋白質體(SCP)與桌上型化學工廠之大型微流體系統(DTP)研究計畫。
- (7) 建置三間實驗室：分別用於玻璃奈微米製程、微奈米流體蛋白質體系統、大型積體化學相容微奈米流體晶片系統之相關研究。
- (8) 持續發表論文於國際重要期刊與舉行國際會議：北森武彥教授在擔任清華大學玉山學者第二年期間，共計發表 15 篇國際重要期刊論文、7 篇國際研討會論文與舉行 1 場國際會議，以提升國際能見度。期刊論文與研討會論文分列如下：

所屬單位：清華大學、東京大學

#### 期刊論文

1. Yutaka Kazoe, Kazuki Shibata, and Takehiko Kitamori, “Super-Resolution Defocusing Nano-Particle Image Velocimetry Utilizing Spherical Aberration for Nanochannel Flows”, *Analytical Chemistry*, **93** (39), 13260–13267, (2021).
2. Hisashi Shimizu and Takehiko Kitamori, “Numerical Modeling of Photothermal Effect in Nanofluidic Channel”, *Microfluidics and Nanofluidics*, **25**, 60 (2021).
3. Yuto Takagi, Yutaka Kazoe, and Takehiko Kitamori, “Generation of Femtoliter Liquid Droplets in Gas Phase by Microfluidic Droplet Shooter”, *Microfluidics and Nanofluidics*, **25**, 74 (2021).
4. Kyojiro Morikawa, Ryoichi Ohta, Kazuma Mawatari, and Takehiko Kitamori, “Metal-free Fabrication of Fused Silica Extended Nanofluidic Channel to Remove Artifacts in Chemical Analysis”, *Micromachines*, **12**, 917 (2021).
5. Kyojiro Morikawa, Haruki Kazumi, Yoshiyuki Tsuyama, Ryoichi Ohta and Takehiko Kitamori, “Surface Patterning of Closed Nanochannel Using VUV Light and Surface Evaluation by Streaming Current”, *Micromachines*, **12**, 1367, (2021).
6. Hiroki Sano, Yutaka Kazoe, and Takehiko Kitamori, “Stable Formation of Aqueous/Organic Parallel Two-phase Flow in Nanochannels with Partial Surface Modification”, *Analytical*

- Sciences*, **37**, 1611-1616, (2021).
7. Chihchen Chen, Hisashi Shimizu, and Takehiko Kitamori, "Review of ultrasensitive readout for micro-/nanofluidic devices by thermal lens microscopy", *J. of Optical Microsystems*, **1**, 020901, (2021).
  8. Koki Yamamoto, Kyojiro Morikawa, Hisashi Shimizu, Hiroki Sano, Yutaka Kazoe, Takehiko Kitamori, "Accelerated protein digestion and separation with picoliter volume utilizing nanofluidics", *Lab on a Chip*, accepted (2022).

#### 研討會論文

1. Yutaka Kazoe, Yuto Takagi, Kyojiro Morikawa, and Takehiko Kitamori, "High-sensitivity Detection by an Interface of Mass Spectrometry Utilizing Femtoliter-droplet Nanofluidics", *Proceedings of microTAS 2021*, 59-60, (2021).
2. Adelina Smirnova, Ryoichi Ohta, Emi Mori, and Takehiko Kitamori, "Surface-based Biosensor: 100% Capture on Thin-layered ELISA", *Proceedings of microTAS 2021*, 825-826, (2021).
3. Hiroki Sano, Yutaka Kazoe, Kyojiro Morikawa, and Takehiko Kitamori, "Fabrication of a Nanoscale Curved Structure and Application to Nanochannel Open/close Valve", *Proceedings of microTAS 2021*, 1399-1400, (2021).
4. Kyojiro Morikawa, Shu Matsuura, Hiroki Sano, Yutaka Kazoe, and Takehiko Kitamori, "Micro- and Nanofluidic Control with Partial Integration of PDMS Valve into Glass Nanofluidic Device", *Proceedings of microTAS 2021*, 1405-1406, (2021).
5. Ryoichi Ohta, Yota Matsumoto, Yuji Itoh, and Takehiko Kitamori, "Antibody Patterning in Nanochannels with Uniformity and High Density", *Proceedings of microTAS 2021*, 1407-1408, (2021).
6. Kyojiro Morikawa, Shu Matsuura, Yutaka Kazoe, Ayumi Yoshizaki, and Takehiko Kitamori, "Cell Debris Filtering and Liquid Exchange Using Nanofluidic Device for Pretreatment of Single Cell Lysate Sample", *Proceedings of microTAS 2021*, 1409-1410, (2021).
7. Hisashi Shimizu and Takehiko Kitamori, "Numerical and Experimental Investigations of Photothermal Effect in Nanofluidic Channels", *Proceedings of microTAS 2021*, 1557-1558, (2021).

所屬單位：東京大學

期刊論文

1. Shun Furukawa, Kazuma Mawatari, Yoshiyuki Tsuyama, Kyojiro Morikawa and Takehiko Kitamori, “Nano-bubble Valve”, *Microfluidics and Nanofluidics*, **25**, 24, (2021).
2. Kazuma Mawatari, Kohei Isogai, Kyojiro Morikawa, Hiroshi Ushiyama, Takehiko Kitamori, “Isotope Effect in the Liquid Properties of Water Confined in 100 nm Nanofluidic Channels”, *The Journal of Physical Chemistry B*, **125**, 3178-3183, (2021).
3. Yutaka Kazoe, Yusuke Shimizu, Kyojiro Morikawa, Yasushi Terui, Takashi Irie, Takehiko Kitamori, “Development of Microfluidic Droplet Shooter and Its Application to Interface for Mass Spectrometry”, *Sensors and Actuators: B*, **340**, 129957, (2021).
4. Ai Kuzumi, Ayumi Yoshizaki, Kazuki M. Matsuda, Hirohito Kotani, Yuta Norimatsu, Maiko Fukayama, Satoshi Ebata, Takemichi Fukasawa, Asako Yoshizaki-Ogawa, Yoshihide Asano, Kyojiro Morikawa, Yutaka Kazoe, Kazuma Mawatari, Takehiko Kitamori, Shinichi Sato, “Interleukin-31 Promotes Fibrosis and T helper 2 Polarization in Systemic Sclerosis”, *Nature Communications*, 12(1), 5947, (2021)
5. Hiroko Numajiri, Ai Kuzumi, Takemichi Fukasawa, Satoshi Ebata, Asako Yoshizaki-Ogawa, Yoshihide Asano, Yutaka Kazoe, Kazuma Mawatari, Takehiko Kitamori, Ayumi Yoshizaki, Shinichi Sato, “B cell Depletion Inhibits Fibrosis via Suppressing Pro-fibrotic Macrophage Differentiation in a Mouse Model of Systemic Sclerosis”, *Arthritis & Rheumatology*, **73**(11), 2086–2095, (2021).
6. Kyojiro Morikawa, Shin-ichi Murata, Yutaka Kazoe, Kazuma Mawatari, Takehiko Kitamori, “Picoliter Liquid Handling at Gas/liquid Interface by Surface and Geometry Control in a Micro-nanofluidic Device”, *Journal of Micromechanics and Microengineering*, **32**, 024001, (2022).
7. Yutaka Kazoe, Sho Kubori, Kyojiro Morikawa, Kazuma Mawatari, Takehiko Kitamori, “Characterization of Pressure-Driven Water Flows in Nanofluidic Channels by Mass Flowmetry”, *Analytical Sciences*, 2021 Jul 30. doi: 10.2116/analsci.21P198, (2021).

### 3. 產學創新合作

- (1) 清大 spinoff 公司：北森武彦教授於 110 年 6 月 1 日成立由清大

spinoff 的「北森微流體研發股份有限公司(IMT-Taiwan)」，積極配合參與於任務一：「國際合作」中所提的國合計畫，此計畫也已獲得工研院與清大國際產學營運總中心的高度支持。該公司提供 5 個就業機會並積極招募更多人才。目前已經聘僱三名全職及一名兼職台籍工程師與一名台籍管理人員，其中一名員工為清大校友。北森微流體研發公司並與清大進行為期五年的產學合作計畫”Control Methods and Parts of Microfluid Systems.”

- (2) 清大產學研究中心：藉由日本知名化工公司 Daicel Corporation 研究計畫經費之挹注，110 年 10 月 5 日正式成立 Daicel Corporation-國立清華大學產學研究中心。此訊息獲清華大學刊登於網站首頁，並被 9 國、13 家新聞媒體報導。由於疫情逐漸趨緩，除了進行例行線上會議，已規劃台日雙方人員互訪交流。日本 Daicel 已投入 20 位人員負責本計畫，有 2-5 人預計於 111 年三月起會派駐台灣，正在安排入境事宜中。並提供 4 個職缺，目前已經聘僱兩名全職研究助理與兩名行政助理，其中兩名員工為清大校友。參與計畫之清大研究生畢業後將有機會受雇於 Daicel 或 IMT-Taiwan。
- (3) 培育台灣優秀博士人才：Daicel Corporation 提供優渥獎學金吸引台灣優秀人才就讀博士班，協助培育台灣高階人才。

#### 4. 教學與演講

北森武彥教授於 110 學年度上下學期分別開設「光譜學與光學量測分析」及「奈微系統技術論壇」研究所課程，並於 110 年計畫執行年度內進行 20 場演講如下：

- (1) 110/03/20 線上演講，Global Leader Program for Social Design and Management，日本東京大學主辦。
- (2) 110/04/24 演講，“Single-Cell and Extracellular Vesicle Proteomics System by Micro/Nano-fluidics”，科技部學術攻頂計畫年度交流與研討會。
- (3) 110/05/07 演講，“Pioneering Microfluidics and Nanofluidics and Future”，陽明交通大學應化系。
- (4) 110/05/13 演講，“Pioneering Microfluidics and Nanofluidics”，中研院。
- (5) 110/05/28 線上演講，日本真空工業會總會。
- (6) 110/06/24 線上演講，“Microfluidics and Nanofluidics”，邑流微測線上研討會。
- (7) 110/07/06 線上演講，Photothermal Microscopy and Spectroscopy webinar。



- (8) 110/08/10 線上演講，第 1 回バイオテックラボセミナー(Biotech Lab seminar)。
- (9) 110/10/6 線上演講，日本女子大学理学セミナー(seminar)。
- (10) 110/10/16 演講，“Microfluidics and Nanofluidics: a New Green Technology for Chemical Industry”，2021 能源與冷凍空調學術技術研討會。
- (11) 110/10/19 線上演講，第 2 回バイオテックラボセミナー(Biotech Lab seminar)。
- (12) 110/11/11 線上演講，“Challenging International Innovation with Microfluidics and Nanofluidics”，2021 Japan-Taiwan Symposium 台日智慧生醫論壇。
- (13) 110/12/17 線上演講，”The Magic of Miniaturization: How Being Able to Probe Micro-Nanospace Has Changed How We Do Science”，Pacifichem 2021.
- (14) 110/12/17 演講，“Challenging Taiwan-Japan International Innovation Microfluidics and Nanofluidics”，工研院生醫所。
- (15) 110/12/19 線上演講，”High Performance Separations: Advanced Materials, Devices, Detection, and Applications”，Pacifichem 2021.
- (16) 110/12/20 線上演講，”New Advances in Microscale Liquid Phase Separations: Theory, Practice and Progress”，Pacifichem 2021.
- (17) 110/12/21 線上演講，"Green Engineering of Microfluidics and Nanofluidics from Femto-Liter Analyser to Ton/Year Chemical Plant"，AMTECT2021(Hanoi, Vietnam)。
- (18) 110/12/22 演講，“Challenging Taiwan-Japan International Innovation with Microfluidics and Nanofluidics”，台北科技大學冷凍空調系大金能源講座。
- (19) 110/12/23 線上演講，第 3 回バイオテックラボセミナー(Biotech Lab seminar)。
- (20) 110/12/24 線上演講，マイクロ/ナノ流体デバイスの現状と展望-ピコリットルからトンまで国際産学連携イノベーション，センサ テクノスクール講演(“Current Status and Prospects of Micro-/Nanofluidic Devices – from Picoliter to Ton”，International Industry-academia Collaboration Innovation – Sensor Technology School Lecture)。

## (二)玉山學者團隊合作情形(請敘明團隊成員及合作方式)

### 1.團隊成員名單：(成員應包括校內副教授職級以下成員或博士後研究人員)

姓名	單位	職稱
曾繁根	奈微所、工科系、研發處	教授、研發長
陳致真	動機系、奈微所	副教授
森川響二郎	動機系、奈微所	助理教授
Hai Linh Tran	奈微所	博士後研究員
Gaurav Pendharkar	奈微所	博士後研究員
張本源	奈微所	碩士生
陳柏穎	動機系	碩士生
呂羿醇	動機系	碩士生
胡仲軒	動機系	碩士生
謝宇翔	奈微所	碩士生
Imtiyaz Hussain	動機系	碩士生
曹翔智	動機系	碩士生
徐征宇	動機系	碩士生
洪瑜廷	動機系	碩士生
藍士淳	動機系	碩士生
孔則皓	奈微所	碩士生
吳祐陞	動機系	碩士生
卓義洋	動機系	碩士生
陳允平	奈微所	碩士生
鄭凱鴻	奈微所	碩士生
張硯鈞	奈微所	碩士生

### 2.合作方式

- (1) 曾繁根教授、陳致真教授、森川響二郎教授、Hai Linh Tran 博士、Gaurav Pendharkar 博士與碩士生參與科技部攻頂計畫「基於微奈米

流體之單細胞與胞外體蛋白質體系統」。

- (2) 曾繁根教授、陳致真教授、森川響二郎教授、Hai Linh Tran 博士、Gaurav Pendharkar 博士與陳柏穎碩士生參與台、日、瑞典跨國「單細胞蛋白質體」研究計畫。
- (3) 曾繁根教授、陳致真教授、森川響二郎教授與碩士生參與台日 Daicel 產學合作計畫 "Variable Volume Production Systems"。
- (3) 陳致真教授、森川響二郎教授與張本源碩士生參與東京大學「桌上型化學工廠之大型微流體系統」研究計畫。

### 三、績效說明

#### (一)預期達成目標(含質化或量化績效目標)

北森教授作為微流體和奈米流體學的研究先驅，為國際和國內的研究領域貢獻良多。其於微流體和奈米流體的國際和國內研究學術團體具有舉足輕重的地位。清大 MEMS/NEMS 教職員中有一半常態性地參與由北森教授創立的 microTAS 和 ISMM 國際研討會。我們相信，北森教授一定會幫助我們的青年教員打入這些著名學術團體的核心。除此之外，北森教授於玉山計畫執行期間，充分利用其充沛國際學術網絡資源，建立台、日、瑞典跨國合作研究平台，讓玉山團隊成員得以與世界一流大學人才交流，提升研發能力。北森教授亦促成清大延攬國際人才、協助玉山計畫之海外宣傳，未來應可吸引更多優秀國際學者來台任教。

#### (二)執行績效及目標達成情形說明(請說明達到量化或質化之具體成果與績效、對學校發展之具體助益等)

北森教授在台期間，其主要工作內容包括推動國際科技交流、研究及促進清大之產官學交流等。以下分就北森教授本年度在台期間，已完成或進行之工作項目及內容，分述如下：

##### 1. 強化清大國際聲望

- (1) 任命為瑞典皇家科學院(The Royal Swedish Academy of Sciences)的外籍院士：北森教授於2020年9月9日被任命為瑞典皇家科學院(The Royal Swedish Academy of Sciences)的外籍院士。瑞典皇家科學院以負責評選諾貝爾物理學獎、化學獎、經濟學獎而著稱。
- (2) 北森教授於在台期間曾多次受國內外媒體報導，包括自由時報(110年10月28日、110年11月8日)、聯合報(110年10月28日)、蘋

果新聞網(110 年 10 月 28 日)、AFP(110 年 10 月 28 日)、AP(110 年 10 月 28 日)、日本化學工業日報社(110 年 10 月 29 日)等，讓國際看見清大豐沛的研究能量，如附件一。

- (3) 北森教授於國際期刊與研討會上發表 15 篇期刊論文、7 篇研討會論文、20 場國內外演講，並舉辦一場國際會議。
- (4) 北森教授協助玉山計畫海外廣宣活動，搭建延攬國際學術人才之橋樑，促成清大延攬日本東京大學藤田博之教授為玉山學者，並促成清大新聘森川響二郎教授為專任助理教授。

## 2. 提升清大研發能量

- (1) 執行台日「桌上型化學工廠之大型微流體系統」研究計畫：此研究計畫乃奠基於北森教授於微流體組件之化學加工多年之研究成果。  
目前清大研究團隊：北森武彥教授、陳致真教授、森川響二郎教授、Hai Linh Tran 博士與 Gaurav Pendharkar 博士；  
東京大學研究團隊：清水久史教授、太田諒一教授與 Adelina Smirnova 博士。
- (2) 規劃成立卓越中心：藉由北森教授之推動，日本東京大學工學院於 109 年底致贈清大工學院轄下教學單位玻璃奈米製程設備。清大將用以建置專業無塵實驗室與卓越中心，發展先進微奈米研究。
- (3) 奠基於科技部攻頂計畫「基於微奈米流體之單細胞與胞外體蛋白質體系統」之上，執行跨國台、日、瑞典「單細胞蛋白質體」研究計畫：  
北森教授在原有奈微米流體研究之基礎上，鏈結清大、日本東京大學、慶應義塾大學與瑞典隆德大學研究能量，建立跨國研究團隊。  
清大：北森武彥教授、曾繁根教授、陳致真教授、Hai Linh Tran 博士與 Gaurav Pendharkar 博士；  
東京大學：清水久史教授、太田諒一教授與 Adelina Smirnova 博士；  
慶應義塾大學：嘉副裕教授  
隆德大學：Thomas Laurell 教授、Johan Malmström 教授、Johan Nilsson 教授與 Giovanni Marinaro 博士。  
清華大學、東京大學及隆德大學所組成的跨國團隊，逐步實現解決單細胞“散彈槍蛋白質體分析”挑戰的微奈米流體系統，可助於對抗腫瘤異質性、調控免疫反應，將成為細胞生物醫學前沿所不可或缺的重要工具。簡列已達成目標：

3-1 成功地實現了奈米流道控制閥門的機構設計和操作系統，這是

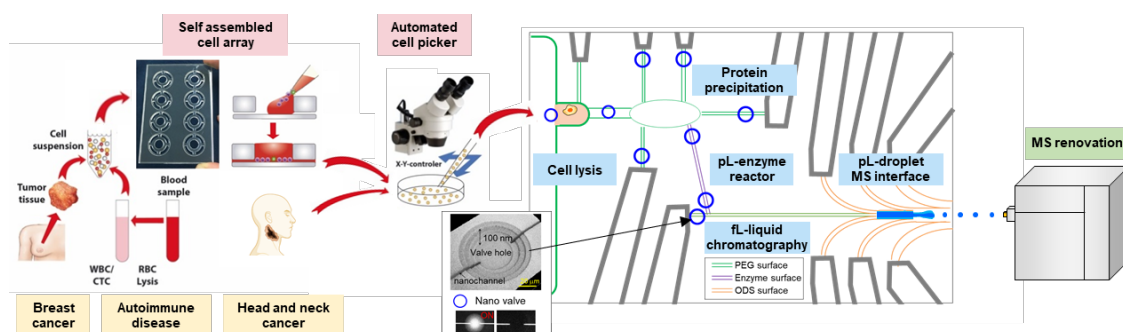
世界上首次，是奈米流體領域的重大進展。

3-2 完成利用奈米裝置進行細胞裂解、過濾、蛋白質沉澱與溶液置換。

3-3 利用將蛋白質分解酶高密度地固定在奈米流道表面上，可縮短 30 倍酵素反應所需的時間。

3-4 開發創新的飛升液滴噴射進樣介面，可生成水溶液或有機溶液的液珠，並幾達 100% 地將其傳送入質譜儀，提昇偵測靈敏度達 300 倍。

在本計畫中，我們開發了充分利用微奈米流體特性，可用於完成單細胞蛋白質體樣品處理所需的所有複雜化學步驟的晶片系統。此一系統能大幅縮減樣品損失及製備所需時間，使單細胞微奈米流體系統可望成為核心的泛用實驗裝置。整體計畫的規劃如下圖所示：

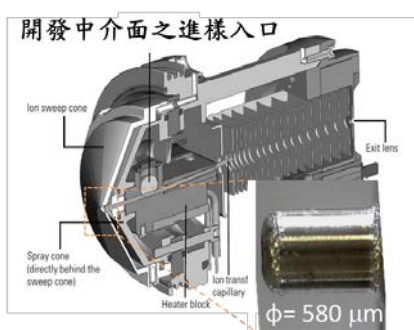


目前已分項達成單細胞蛋白質體學的主要樣品製備步驟，正在著手逐步整合這些步驟，以實現整套的皮升級單細胞蛋白質體學微奈米流體系統，並針對本計畫經費支持購置的高階質譜儀(Q Exactive, Thermo Fisher Scientific)，同時採用模擬與實驗驗證，進行進樣介面與質譜分析方法的優化。

已開發介面之進樣入口



開發中介面之進樣入口



研究結果分別獲得 2021 年 Cheminas 研究會第 43 屆的優秀研究獎和第 44 屆優秀視覺簡報短片獎。Cheminas 為日本的化學與微奈米系統協會。

- (4) 促成台日產學合作研究：清大玉山團隊與日本知名化工公司 Daicel Corporation 進行國際產學研究合作計畫，研發”Variable Volume

### 3. 促進清大之產官學交流

北森教授於今(110)年度參與多次產官學交流會議，會議對象包括台灣之公司、日本企業在台代理商、國際設備代理商、工研院、科技部與台北駐日經濟文化代表處。北森教授不僅為國際學術界的領袖，更擁有企業家精神。他在商品化、新創投資、以及與日本企業交流方面的寶貴經驗，將引導和加速清華大學產學合作以及商業化進程。北森教授並樂於與公部門交流，將個人多年在日之官學合作經驗，與台灣公部門分享。

- (1) 清大產學合作：北森武彥教授正推動清大與數家台灣公司之產學合作計畫。
- (2) 清大 spinoff 公司：北森武彥教授於 110 年 6 月 1 日成立由清大 spinoff 的公司「北森微流體研發股份有限公司(IMT-Taiwan)」。此計畫獲工研院與清大國際產學營運總中心支援，提供 5 個就業機會。清大並與北森微流體公司簽訂 5 年五百萬的產學合作計畫。
- (3) 清大產學研究中心：北森武彥教授於 110 年 10 月 5 日成立 Daicel Corporation-國立清華大學產學研究中心並提供 4 個職缺。

### 4. 培育人才

除了 110 學年度上學期開設「光譜學與光學量測分析」研究所課程之外，於下學期新增設研究所課程「奈微系統技術論壇」，邀請國際知名科學家、工程師、行業專家帶來奈微系統技術和科學的最新進展，包括微流體、奈米流體、奈米光子學和奈米材料等，並培養學生批判性思維和工程問題解決能力。在論文研究指導方面，北森教授透過每週研究進度會議討論、論文撰寫指導，培育碩士生與博士後研究員成為產、學、研新秀。



### (三)照片



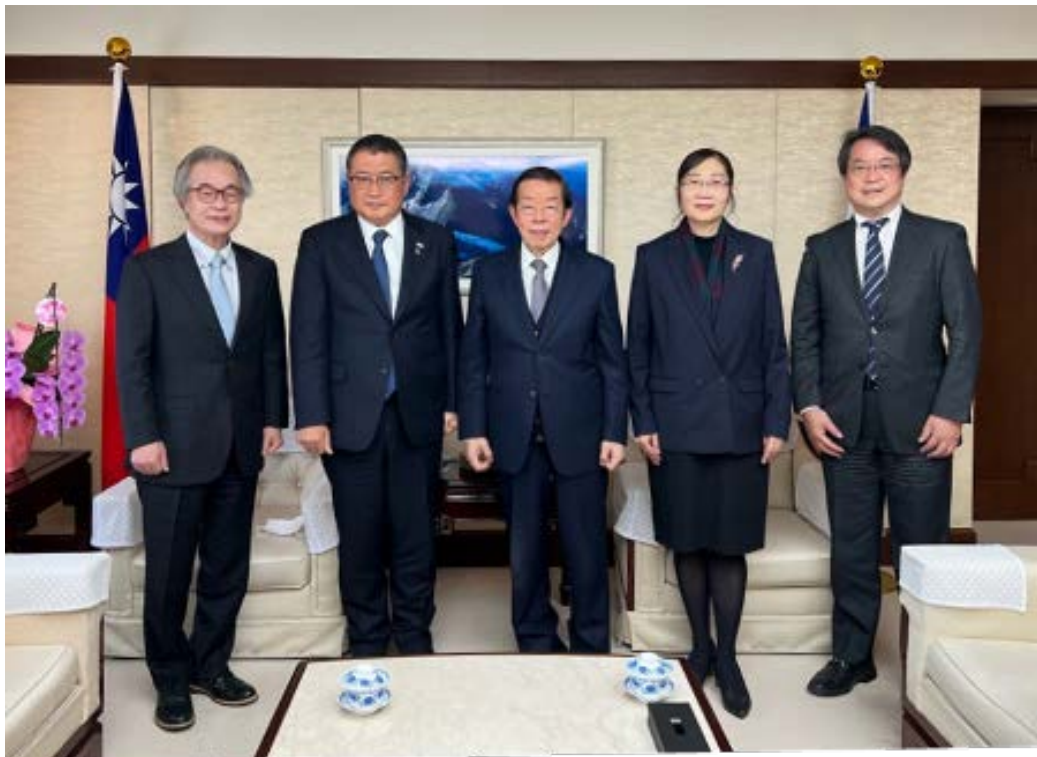
北森教授 110 年 1 月 22 日赴台北駐日經濟文化代表處進行台日科技交流會議。左起:日本國立研究開發法人科學技術振興機構(Japan Science and Technology Agency, JST)理事白木澤佳子、北森教授、駐日代表謝長廷與駐日代表處顧問鄒幼涵博士。



北森教授於 110 年 8 月 24 日與東京大學、台北駐日經濟文化代表處進行台日科技交流會議。左起：北森教授、駐日代表張仁久、東京大學校長藤井輝夫、駐日代表處顧問鄒幼涵博士與理事副校長相原博明先生。



北森教授於 111 年 2 月 4 日拜會台北駐日經濟文化代表處，與李公使(左)、顧問鄒幼涵博士及科技組，雙方就推動國際產官學研鏈結、人才交流以及高階人才培育等議題進行深入討論。



北森教授偕同 Daicel 執行長於 111 年 2 月 22 日拜會台北駐日經濟文化代表處。左起:北森教授、Daicel 執行長小河義美先生、駐日代表謝長廷、駐日代表處顧問鄒幼涵博士與 Daicel 研究中心主任山根啓先生。





“清大攜手日本 DAICEL 打造桌上型微流體化學工廠”，110 年 10 月 28 日，自由時報。



北森教授 110 年 4 月 24 日於科技部學術攻頂計畫年度交流及研討會演講。



北森教授 110 年 12 月 22 日於台北科技大學冷凍空調系大金能源講座中演講。



北森教授 110 年 5 月 7 日於陽明交通大學應用化學系演講。

Microsoft Teams

25:50

要求制御

Individual Research with Daicel Corporation  
Variable Volume Production System 2021

原料 A 原料 B 原料 C 原料 D 原料 E

ポンプ 制御PC

流線ライン 圧力制御ライン

Parallelize to mass production

生産物

Guest-IMT

Japan Taiwan Symposium 2021

Time's up

益林 +78 李

北森教授 110 年 11 月 11 日於「2021 Japan-Taiwan Symposium 台日智慧生醫論壇」中擔任 keynote speaker。





## 清大攜手日本DAICEL化工 打造桌上型微流體化學工廠



清華大學玉山榮譽講座教授北森武彥研發出新型微流體晶片。清大提供

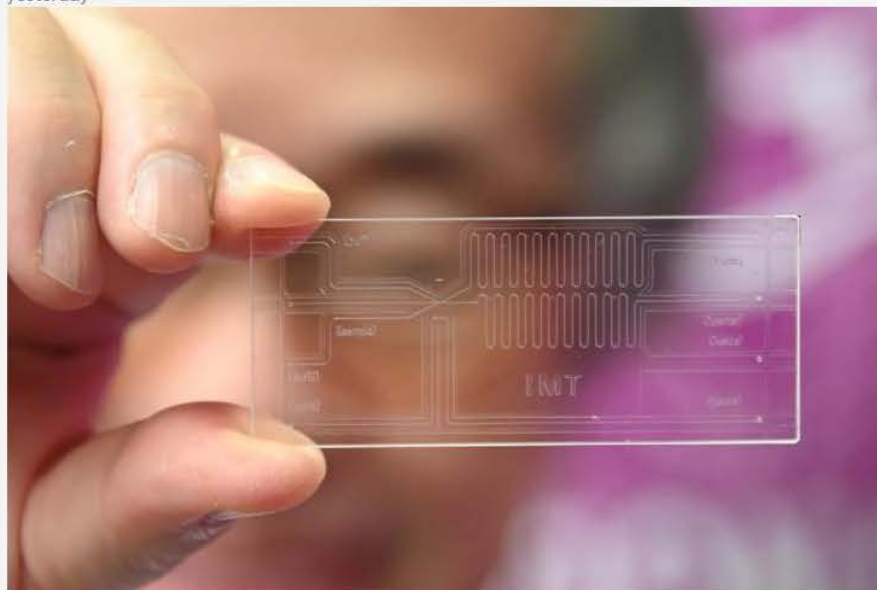
清華大學與日本知名化工公司DAICEL今天（28日）共同簽訂一項4億5千萬日圓（約1億1千萬台幣）、為期5年的產學合作計畫，雙方將應用玉山榮譽講座教授北森武彥深耕30年、領先全球的玻璃微流體系統，打造桌上型化學工廠，可望大幅縮減廠房體積、製程時間、碳排放及能源消耗，開啟化工產業的新世代綠色革命，未來也有機會延伸、應用於半導體及生醫製藥產業。

清大指出，2年前清大禮聘享譽全球的微奈米流體技術先驅、東京大學前副校長北森武彥到動機系擔任玉山榮譽講座教授，結合東大及清大研究團隊，開發出新型微流體晶片系統，可將傳統化工廠的混合、分選等操作程序濃縮整合到長7公分、寬3公分，比名片還小的玻璃晶片上，進一步組合成千上萬個微流體晶片同步精密操作，即可將化學製程微型化，成為桌上型化學工廠。

北森武彥舉例，如果要把好幾大桶不同的化學原料混合在一起，反應速度及溫度各不相同，很難均勻混合，操作不慎還可能爆炸；但如果採用微流通道來混合反應，就可以精準控制原料進料、掌握最佳混合順序及反應條件，產出更加精純的化學品。

## NTHU and DAICEL of Japan to Jointly Develop Revolutionary Desktop Chemical Plant

yesterday



HSINCHU, Taiwan---Oct 28, 2021--

National Tsing Hua University (NTHU) and the well-known Japanese chemical company DAICEL announce a five-year joint project to integrate an innovative microfluidic system developed by scholar Kitamori Takehiko into the chemical manufacturing industry today. Total investment in the project is 450 million Japanese yen (approximately NT\$110 million), and its potential to reduce energy consumption while lowering the production of carbon and waste is expected to set a new standard for sustainability in the chemical industry.

Prof. Kitamori Takehiko has developed an innovative microfluidic system which allows the mixing and extracting operations conventionally carried out with large-scale equipment to be performed using a glass chip the size of a business card. (Photo: National Tsing Hua University)

Prof. Kitamori, a world-renowned pioneer in microfluidic and nanofluidic technology and the former vice president of the University of Tokyo, has been serving as the Yushan Honorary Chair Professor of the Institute of Nanoengineering and Microsystems, Department of Power Mechanical Engineering at NTHU since 2020. Building on his previous research conducted at the University of Tokyo, he has developed an innovative microfluidic system which allows the mixing and extracting operations conventionally carried out with large-scale equipment to be performed using a glass chip the size of a business card and capable of combining thousands of microfluidic chips simultaneously, making it possible to create a “desktop chemical plant.”

Kitamori explained that it can be quite difficult to instantaneously mix several large barrels of chemicals with different temperatures and reaction speeds, and there may even be an explosion if the materials are not handled carefully. Thus the preferred way of blending chemicals is by passing it through a microchannel, which makes it possible to precisely control the amount of raw materials used, as well as the mixing sequence and conditions, thereby optimizing the quality of the final product.

Kitamori said that the aim of the project is to reduce the size of chemical production

equipment, so that what is currently produced by a factory measuring 20 x 20 meters can be miniaturized into a system only two square meters in size. What's more, such a system would use less energy and materials, making it less expensive, and would also produce less carbon.

Years ago, when DAICEL president Ogawa Yoshimi heard about the microfluidic technology developed by Kitamori, he was deeply impressed, and is now highly pleased that DAICEL is going to integrate this innovative technology into its operations. He is also looking forward to cooperating with NTHU in introducing this epoch-making manufacturing process to the world, which he also sees as a way of promoting sustainability and the circular economy.

Dr. Fan-gang Tseng, Vice President and Director of Research and Development, NTHU, said that he is very optimistic about the future development of the microfluidic chemical plant. He pointed out that the adoption of this microfluidic process by DAICEL—one of the largest chemical companies in Japan—and by Taiwan's many small and medium-sized chemical factories would constitute a revolutionary leap forward, and could lead to similar processes being applied by the semiconductor and biomedical industry.



首頁 > 生活

## 玉山學者、日本東大前副校長北森武彥：玉山計畫勿侷限教學 研究更重要



全球微奈米流體技術先驅、東京大學前副校長北森武彥，去年2月來台任教。（清大提供）

2021/11/08 05:30

記者吳柏軒 / 專訪

全球微奈米流體技術先驅、東京大學前副校長北森武彥，受清華大學邀請擔任玉山學者，去年二月來台任教，著力於教學研究、促進國際化與創新三大項。他觀察到台灣博士生太少、上課時數過長等問題，建議玉山計畫內容別侷限於教學，研究更重要。

### 上課時數過長、博士生太少

北森武彥專長是微奈米技術，尤其是微流體和奈米流體，座右銘是：「在被要求時盡力而為（do my best where I am longed for）」，因此接受台灣邀請前來。他去年來台，玉山學者三年一任，若連任應會留到二〇二五年。

### 致力打造桌上型化學工廠

北森武彥來台推動單細胞蛋白質組學項目，並致力打造桌上型化學工廠，如日前已宣布由清大與日本知名化工公司DAICEL簽定五年計畫，金額達四．五億日圓（約一．一億元台幣），投入化學製程微型化領域。

北森武彥今年六月在台灣還成立北森微流體研發公司（IMT-Taiwn），技術合作對象包含日本東京大學、瑞典隆德大學等實驗室，另也成立知識產權委員會。而桌上型化工廠也有不少台灣大公司想加入。

教學上，北森武彥觀察發現台灣學生好學、勤奮、真誠，但研究生上課花太多時間，幾乎是日本的兩倍時數，導致沒時間投入研究。另點出博士生過少問題，而科技國家必須靠博士維持新技術與打造新創市場。

面對玉山計畫資深學者多短期交流，北森武彥認為，如僅教學功能，線上就能進行，不需長期停留，玉山學者任務應包括推動研究、國際化及創新，也是當初應聘時被賦予的任務。

北森武彥說非常喜歡台灣，即使眾人意見不合，也能好好合作，特別在對抗武漢肺炎過程中充分顯現。

自由時報版權所有不得轉載© 2022 The Liberty Times. All Rights Reserved.



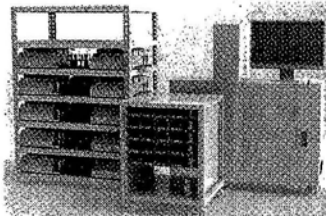
マイクロ流体デバイスプラント

## 台・清華大 と共同研究

ダイセル

ダイセルは28日、台湾の国立清華大学と「マイクロ流体デバイスプラント」に関する共同研究開発を始めること発表した。数百μm幅の流路を張り巡らせたガラスプレートの中で混合・反応・精製などの化学操作を行うもので、流路内で生成物が目詰まりするのを防ぐ溶解技術との組み合わせを含めて生産効率の最大化を図る。ダイセルはフライングケミカル製品の多品種少量生産の拡大を図るなか、2025年以降に「超小型化学プラント」として実装したい考え。

実験装置のイメージ



大幅な省エネ化と併せて生産プロセス革新の一環と位置付けていく。

今月から5年間にわたる共同研究開発契約を締結した。国立清華大の北森武彦玉山栄誉教授（東京大学名誉教授）が研究

主幹を務め、マイクロ流体デバイスプラントを社会実装するために必要な生産技術・量産化技術の研究開発を行う。新竹市の国立清華大キャンパス内に「ダイセル・国立清華大学リサーチセンタ―」を開設し、マイクロ流体デバイスを100枚ほど並列したベンチプラントを置く。同大が日本企業との産学連携でセンタ―を開設するのは初めてという。

マイクロ流体デバイスはすでに研究領域で用いられているが、工業生産での本格利用を図る。今後実装していく超小型プラントは同デバイスを1万枚以上並列させた規模となり、研究領域で確立された製法のままに数十万㎡/年以上の化学品生産を実現する。国内で商

業生産する化学品の8、9割に適用可能とされ、ダイセルは石化由来品のほか、セルロース誘導体も生産対象として検討していく。

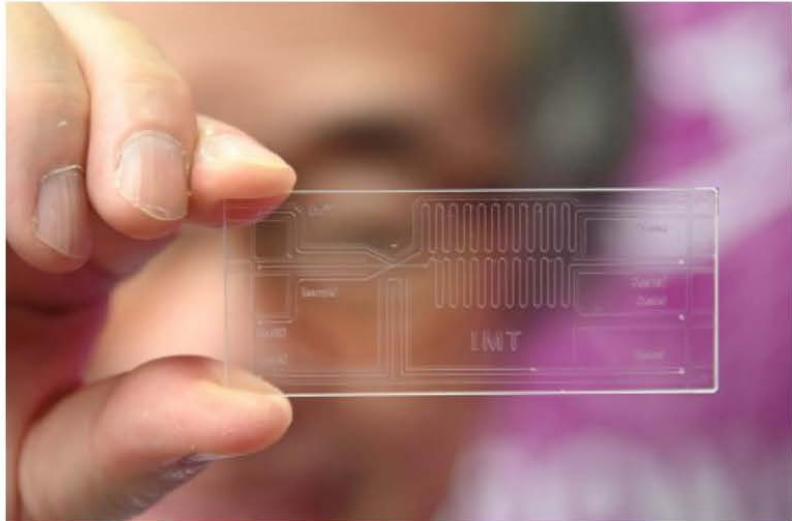
同社は多様なセルロース誘導体の創出を目指しており、流路内での目詰まりを防ぐ溶解技術との組み合わせがキーとなる。「大量生産を脱却した『適量生産』を実用化しなければカーボンニュートラルは到底実現できない」（小河義美社長）とし、将来的には特定用途向けのフライングケミカル製品を客先で個別オーダー生産する構想を描く。超小型プラントは構想の中核をなすもので、省スペース化や省エネ化のほか設備投資のあり方を変革する新プロセスとして25年以降の実装を目指す。

## La NTHU et DAICEL Japon vont développer conjointement une usine chimique de taille réduite révolutionnaire

28 OCT 2021

### HSINCHU, Taiwan

L'Université nationale Tsing Hua (NTHU) et la célèbre entreprise chimique japonaise DAICEL annoncent aujourd'hui un projet de collaboration de cinq ans visant à intégrer un système microfluidique innovant mis au point par le chercheur Kitamori Takehiko dans l'industrie chimique. L'investissement total dans ce projet représente 450 millions de yens japonais (soit environ 110 millions NT\$), et il devrait permettre de réduire la consommation d'énergie tout en diminuant la production de carbone et de déchets, établissant ainsi une nouvelle norme de durabilité dans l'industrie chimique.



Prof. Kitamori Takehiko has developed an innovative microfluidic system which allows the mixing and extracting operations conventionally carried out with large-scale equipment to be performed using a glass chip the size of a business card. (Photo: National Tsing Hua University)

Le professeur Kitamori, précurseur de renommée mondiale dans le domaine de la technologie microfluidique et nanofluidique, ancien vice-président de l'Université de Tokyo, occupe depuis 2020 le poste de professeur de la chaire honoraire de Yushan à l'Institut de nano-ingénierie et de microsystèmes du département d'ingénierie mécanique de puissance de la NTHU. En se basant sur ses précédentes recherches menées à l'Université de Tokyo, il a mis au point un système microfluidique innovant qui permet de réaliser les opérations de mélange et d'extraction habituellement effectuées avec des équipements à grande échelle à l'aide d'une puce de verre de la taille d'une carte de visite. Ce procédé permet

de combiner simultanément des milliers de puces microfluidiques, et de créer ainsi une "usine chimique de bureau."

Le professeur Kitamori explique qu'il peut être assez délicat de mélanger instantanément plusieurs grands barils de produits chimiques à des températures et des vitesses de réaction différentes, pouvant même provoquer une explosion si les matériaux ne sont pas manipulés avec prudence. Il est donc préférable de mélanger les produits chimiques en les faisant traverser un microcanal, ce qui permet de contrôler précisément la quantité de matières premières utilisées, ainsi que la séquence et les conditions de mélange, optimisant ainsi la qualité du produit final.

Le professeur Kitamori précise que l'objectif du projet consiste à réduire la taille des équipements de production chimique, de sorte que ce qui est actuellement produit par une usine de 400 mètres carrés puisse être miniaturisé en un système tenant sur 2 mètres carrés à peine. En outre, un tel système utiliserait moins d'énergie et de matériaux, ce qui le rendrait moins cher, et produirait également moins de carbone.

Il y a plusieurs années, le président de DAICEL, M. Ogawa Yoshimi, avait été très impressionné par la technologie microfluidique mise au point par le professeur Kitamori. Il est aujourd'hui ravi que DAICEL intègre cette technologie innovante dans ses activités. Il est également impatient de coopérer avec la NTHU pour faire découvrir au monde ce procédé de fabrication révolutionnaire, qu'il considère également comme un moyen de promouvoir la durabilité et l'économie circulaire.

Le Dr Fan-gang Tseng, vice-président et directeur de la recherche et du développement de la NTHU, s'est dit très optimiste quant au développement futur de l'usine chimique microfluidique. Il a souligné que l'adoption de ce processus microfluidique par DAICEL - l'une des plus grandes entreprises chimiques du Japon - et par les nombreuses petites et moyennes usines chimiques de Taïwan marquerait une avancée révolutionnaire, qui pourrait conduire à l'application de processus similaires par l'industrie des semi-conducteurs et l'industrie biomédicale.

Le texte du communiqué issu d'une traduction ne doit d'aucune manière être considéré comme officiel. La seule version du communiqué qui fasse foi est celle du communiqué dans sa langue d'origine. La traduction devra toujours être confrontée au texte source, qui fera jurisprudence.