

**教育部補助大專校院延攬國際頂尖人才  
年度績效報告**

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	<input checked="" type="checkbox"/> 玉山學者 <input type="checkbox"/> 玉山青年學者
報告年度：112年（第3年）	

**二、質化績效說明（執行成果得累計呈現，如：第2年之年度績效報告，可包含第1年及第2年之成果）**

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
一、玉山學者之研究工作主要內容及全程經過概述。	北森教授來台兩年多期間藉由其豐沛的人脈，積極推動國際合作，將清華大學研究與國際接軌，提昇研究影響力和可見度。他並且分享他在商品化/商業方面的長期經驗，成立新創公司。北森教授還能將把他在學術界、工業界、金融界寶貴的人脈連結到清華大學，推動產官學研國際合作。此外，北森教授帶領我們的青年教師建立團隊，申請並執行大型的研究計劃，例如科技部自由型或卓越領航計劃。	清大玉山榮譽講座教授北森武彥自 109 年 2 月 1 日起，由清華大學(清大)動力機械學系(動機系)新聘以及奈米工程與微系統研究所(奈微所)合聘。北森教授來台至今兩年多的期間，除了積極推動國際合作、提升研發能量、教學與演講外，他亦領導國際團隊進行產學創新合作。在北森教授的帶領下，清大團隊已申請並執行科計部攻頂計畫與 Daicel Corporation 產學合作計畫。北森教授並	

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
		<p>在台灣成立由清大 spinoff 的新創公司—北森微流體研發股份有限公司(IMT Taiwan)，目前已成功交機第一台微流體桌上型化學工廠，第二台也已在開發製作中。</p>	
<p>二、玉山學者未來研究主題與校務發展(包括高等教育深耕計畫)之連結及預期效益：</p> <p>(1) 學者研究規劃及目標。</p> <p>(2) 學者研究主題內容及其與學校校務發展關聯性。</p> <p>(3) 具體工作績效或成果，內容請包括專題研究計畫期中進度報告。</p> <p>(4) 預期成效(預計可達到量化或質化之具體成果)</p> <p>※如有量化績效者，請另再填寫表 1</p>	<p>(1)學者研究規劃及目標。</p> <p>北森教授是微流體和奈米流體學的先驅。他的研究小組針對適用於微米/奈米(10-100 nm)尺度的化學和生物設備，開發了四大類基礎技術，包括製造，檢測，流體控制，以及表面改質。透過這些開發的技術，我們可以量測液體和流體特性，並創造新穎的化學和生物裝置。例如，單細胞和單分子分析裝置是其重要的應用之一。北森教授和他的團隊於 2002 年建立了“壓力驅動微流體的廣用方法”，於 2005 年實現了第一個“桌上型化學工廠”。另外，北森教授在 2001 年新創了[微化學技術研究所]公司，可提供微型免疫檢測的商業化方案。至今，他的公司已經活躍了將近 20 年。其中成功的產品之一是[可攜式多用途自動免疫分析儀]，它精巧地整合了尖端的微量化學晶片和高靈敏度的熱透鏡顯微鏡檢測器(如圖一)。該分析儀能夠以每 8 分鐘/樣品快速執行多功能、多樣本、超高靈敏度的</p>	<p>(1) 學者研究規劃及目標。</p> <p>北森教授來台期間，主要執行兩項大型計畫。其一為科技部的攻頂計畫。北森教授推動台、日、瑞典三國共七個機構之共同研究，北森教授在原有奈微米流體研究之基礎上，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「單細胞蛋白質體奈微米流體系統」，這是全球生物醫學研究普遍高度期望能擁有的技術。此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。我們開創的微奈米流體技術，亦受到質譜儀全球大廠賽默飛世爾的關注，開啟產學合作，有望能打開分析儀器的新市場。第二項則為前述清大與 Daicel 共同開發的「桌上型化學工廠之大型微流體系統」計畫。此研究計畫乃奠基</p>	

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
	<p>免疫測定，靈敏度可檢出 <math>3 \times 10^{-8}</math> 濃度的抗體。</p> <p>清華大學奈微所/動機系和相關系所(如醫工所和工科系)有超過 10 名教師從事微/奈米流體技術和生物醫學相關研究課題，包括曾繁根，饒達仁，李國賓，陳致真，許佳賢，王玉麟，劉承賢，洪健中，傅建中，鄭兆珉，盧向成，蘇育全，王翔郁教師等。這些教師在微/奈米流體技術技術方面各有專業知識，在許多計畫上建立了積極和長期的合作關係。相信隨著北森教授的加入和其領導能力，北森教授將可迅速融入清華大學研究群，並將相關研究推向更高水平。不僅當下的研究可透過融入北森教授所開發或啟發的眾多技術得到強有力的推動，而且藉由北森教授豐沛的人脈，研究將可與國際接軌，提昇研究影響力和可見度。尤其，我們的一些教職同仁目前正在為他們的生物流體技術進行初創企業。這是讓北森教授加入清華大學的絕佳時機，北森教授不僅可以提昇學術/研究水準，還可以分享他在商品化/商業方面的長期經驗。北森教授還能將把他在學術界、工業界、金融界寶貴的人脈連結到清華大學。此外，北森教授將帶領我們的青年教師建立團隊，申請並執行大型的研究計畫，例如科</p>	<p>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。此計畫旨在開發出新型大型微流體晶片系統，可將傳統化工廠的混合、分選等操作程序濃縮整合到如名片般大小的玻璃晶片上，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。</p> <p>運用桌上型微流體化學工廠具優異地在時序上及空間上操控流體的能力，可精進化學製程，生產高品質的化學品，並減少能源需求及副產物和廢物的產生，以降低工安意外的風險。其中，更因桌上型化學工廠可靈活移動、設置，能達成隨選(on-demand)生產、在地(on-site)生產，減少貨物運送的能源消耗，將大幅降低碳排。</p> <p>由臺日團隊雙方共同合作開發的首座具有 120 個微流體裝置串並聯組合而成的實驗工廠，為目前世界第一個成功挑戰的技術開發，可達到穩定流速及溫度的操作條件，用以生產高品質的聚合物，可提供半導體產業、精緻化工和生物醫學等多樣產業下一代高性能的化學品，為綠色化學和永續發展目標做出貢獻。未來，團隊也將進一步</p>	

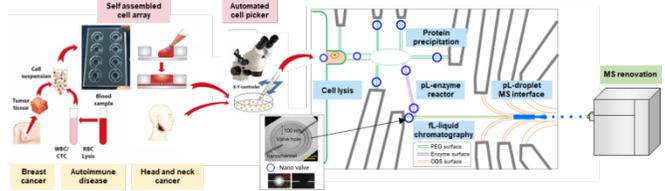
審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
	<p>技部自由型或卓越領航計劃。</p> <p><b>(2) 學者研究主題內容及其與學校校務發展關聯性。</b></p> <p>1. 學術/研究方面：</p> <p>北森教授大幅推進了以下領域：i) 化學系統在微晶片上的集成，ii) 應用雷射光譜學進行超靈敏檢測，iii) 分析化學，以及 iv) meso 尺度化學。有不少的清華大學的教師正在從事相關領域的工作，預計將有機會與北森教授進行密切合作。此外，北森教授是全球知名且備受尊敬的學者。他獲得了許多著名獎項，包括“IBM 學術獎”，“隆德大學榮譽博士”，“瑞士化學學會獎，Simon-Widmer 獎”，“諾貝爾研討會講者”等。北森教授是“皇家化學學會”的 Fellow，並擔任許多重要期刊的編輯委員以及“化學與生物微系統學會”的副主席。作為展示北森教授的國際影響力的一個例子，北森教授和當時同為東京大學教授的藤田博之教授，擔任首次在亞洲舉辦旗艦會議 microTAS 的主席，也是主要的推手。可以預見的是，北森教授將為清華大學帶來更多的交流機會，將清華大學的研究推向更高水平。</p>	<p>結合台灣微機電(MEMS)和精密加工技術的強大實力，建立一個結合「微流體-微機電」的創新技術「解決方案中心」，與台灣企業合作，建立桌上型微流體化學工廠上中下游關鍵技術與零件的供應鏈，另啟台灣嶄新的重要產業。</p> <p><b>(2) 學者研究主題內容及其與學校校務發展關聯性。</b></p> <p>1. 學術/研究方面：</p> <p><b>(1) 執行科技部攻頂計畫：</b></p> <p>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</p> <p>擔任：計畫主持人</p> <p>共同主持人：曾繁根教授與陳致真教授</p> <p>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。</p> <p>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</p>	

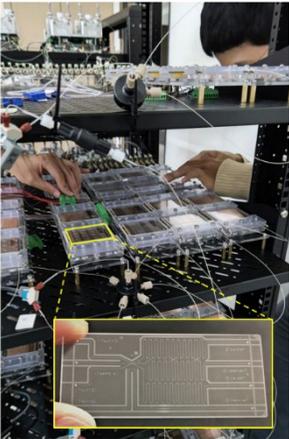
審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
	<p>2. 商品化/商業方面：</p> <p>北森教授不僅為國際學術界的領袖，更擁有企業家精神。他積極地將自己的研究成果轉化為商業產品。在加入東京大學之前，他曾在日立公司擔任研究人員長達九年。在 2001 年，他創辦了“微化學技術研究所”，在近 20 年後的今天，該公司至今仍蓬勃發展。北森教授在商品化、新創投資、以及與日本企業交流方面的寶貴經驗，必可引導和加速清華大學產學合作以及商業化進程。</p> <p>3. 全球合作方面：</p> <p>清華大學奈米工程與微系統研究所 (iNEMS) 和東京大學工業科學研究所 (Institute of Industrial Science, IIS) 在 2006 年簽署了雙邊交流備忘錄，以加強兩個研究機構之間的合作。在 2009 年，iNEMS 由 IIS 引薦，成為國際研究組 NAMIS 的成員，該組織由來自 9 個國家的 12 個國際知名研究組織組成。從那時起，兩個研究機構通過交換學生，學者訪問和研究合作等多個渠道，建立了更密切的關係。由於北森教授曾在東京大學擔任多個行政職務，包括工程研究院院長，副院長，總幹事，因此北森教授具有獨特的優勢和地</p>	<p>首先，取得了奈米流體領域的重大進展。我們與隆德大學 (瑞典) 和東京大學 (日本) 共同開發奈米流體裝置和質譜儀之間創新的飛升液滴噴射進樣介面。我們已完成整體裝置設計與晶片分項、整合功能的測試和優化，並達成下列重要目標: 1)藉由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；2)開發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，提昇質譜儀偵測靈敏度達290倍；3)建立飛升液滴生成、傳輸、蒸發的理論與模擬模型，加速開發的時程；4)我們持續與生醫團隊的合作，包括單細胞分析(B細胞，東京大學醫院)、小樣本組織分析 (乳癌，隆德大學醫學院；頭頸癌，台北醫學大學/陽明交通大學/清華大學)；5)我們並成立清華大學新創公司，與質譜儀全球大廠賽默飛世爾簽訂保密協議，共同開發合作商品化，以期達成大學創新的最終目標。</p> <p>(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 與清大為期</p>	

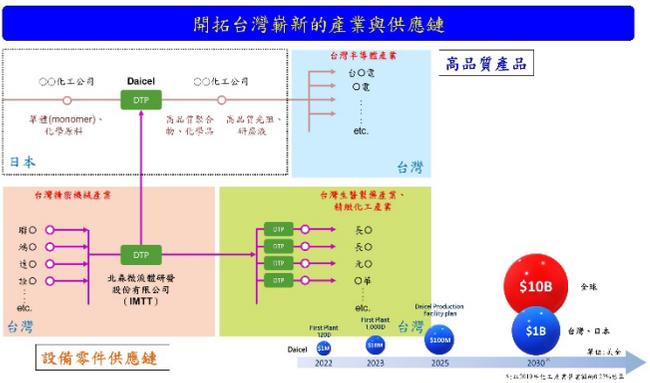
審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
	<p>位，可望促進清華大學與東京大學之間的進一步合作。</p> <p>(三)研究工作之具體做法</p> <p>北森教授通過建立以壓力驅動的基本一般用途微流體平台，為微流體和奈米流體學做出了巨大貢獻。具體而言，他和他的團隊不僅實現了水溶液的化學操作，還實現了有機溶劑和各種流體控制的化學操作，這些往往是以電泳控制分子和電滲流控制流體方式所無法實現的。自 20 世紀 90 年代以來，這些技術已廣泛地應用在各種分析，生物和合成裝置中。其方法簡述如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 壓力和表面驅動的流體控制</li> <li>2. 微操作單元 (Micro Unit Operation, MUO) 及其組合，用於複雜的多步驟化學處理程序</li> <li>3. 幾乎可超靈敏檢測 (非螢光) 所有物種的熱透鏡顯微鏡 (Thermal lens microscopy, TLM)</li> <li>4. 上述 MUO 的流體通道表面化學改質和流體控制</li> </ol> <p>北森教授將以上四大類技術靈活結合，以建立壓力驅動微流體的方法，並開發了多種應用。其中 TLM 是一種光熱雷射光譜儀，能夠檢測幾乎所有在液體中具</p>	<p>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。</p> <p>計畫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名片般大小的玻璃晶片上，進一步組合成百上千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。</p> <p>(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產學合作計畫。</p> <p>(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。</p> <p>(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指導研究生與博士後研究員。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。</p> <p>(6) 導入國際研發能量：瑞典隆德大學、日本東京大學研究人員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。</p>	

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
	<p>有單個或多個光學吸收峰值的分子。通過結合 MUO 和 TLM，多種化學和生物處理便可以實現，例如混合反應、細胞培養、萃取提煉、免疫測定等。例如，由 10 個 MUO 組成的微流體晶片可用於分析水中微量的金屬污染物的，此微流體晶片可以操控水相、有機溶劑和幾種水溶液試劑。藉由整合多道複雜的化學處理程序在壓力驅動的微流晶片上，分析時間可以從原本大尺度下的幾小時減少到幾分鐘，並通過 TLM 檢測，檢測限 (LOD) 可以提高 1,000 倍。</p> <p>以上四大類技術只要加以一些修改，便可將該方法的原理擴展到奈米流體。例如，應用波光學到 TLM 增長穿過奈米通道的光程長度，以檢測來自目標分子的局部光熱效應。此外，北森教授及其團隊致力於擴展奈米流體裝置技術，並深入探討其製造和檢測技術，包括部分表面改性和低溫玻璃粘合。Si 半導體的奈米製造技術已經被改進用於熔融石英和玻璃基板，因其是 Si 氧化物並且具有足夠硬度以用於奈米加工和奈米結構。奈米通道內部的空間是非常特別的，因受奈米通道壁表面的影響，因此，藉由在精心設計的局部點處進行部分表面化學改質，可比起在微通道更為準</p>	<p>(7) 建置五間實驗室：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。</p> <p>(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期間，共計發表 33 篇國際重要期刊論文、22 篇國際研討會論文與舉行 2 場國際會議，提升清華大學研究國際能見度。</p> <p>2. 商品化/商業方面：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，提供就業機會。清大並與北森微流體公司簽訂產學合作計畫。</p> <p>3. 全球合作方面之執行績效及目標達成情形說明，併於「五、玉山（青年）學者國際化合作」內詳述。</p> <p><b>(3) 具體工作績效或成果，內容請包括專題研究計畫期中進度報告。</b></p> <p>1. 奠基於科技部攻頂計畫「基於微奈米流體之單</p>	

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
	<p>確地操控流體。另外，玻璃基板之間的低溫結合對於保持奈米通道內的表面化學功能非常重要。北森教授和他的團隊成功地利用奈米晶片展示了 atto-升和單分子、少分子免疫測定和 femto-升溶劑萃取。</p> <p>奈米流體有著與大尺度流體不一樣的特徵。例如，奈米水的黏滯度比普通水大幾倍，其介電常數變為 1/7，質子傳導率變大兩百倍，通道壁上的流體會滑動，其速度不為零，等等。奈米流體可能會創新化學從原本的莫耳數量級到數顆分子，為細胞內和細胞間的生物學、細胞層級的病理學、分子層級的流體力學等多種科學技術帶來突破性的工具(如圖二)。北森教授將與 NTHU 的研究人員合作開發相關新穎而強大的研究工具。例如水分子與玻璃奈米通道壁存在著強烈的相互作用，可以用以在奈米流體空間中分離出單個分子，另外分子在奈米級凝聚相中的粒子性質將變得更顯著。</p> <p>(3) 具體工作績效或成果，內容請包括專題研究計畫期中進度報告。</p> <p>(4) 預期成效(預計可達到量化或質化之具體成果)</p>	<p>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：</p> <p>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，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：</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p>	檢附資料

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
	<p>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。北森教授創立了數個國際和國內學術團體，推出了新的論文期刊和國際會議。其中，北森教授自 microTAS 國際會議成立以來已有八年擔任其指導委員會 CBMS（化學和生物微系統學會）的副主席。CBMS 是一個非營利性組織，旨在促進化學和生物學領域的科學和工程系統，通過 -TAS 會議以促進學術界，工業界和政府研究人員之間的訊息交流，每年往往有超過 1,000 人與會。</p> <p>此外，北森教授還是微化學與微系統國際研討會 (International Symposium on Microchemistry and Microsystem, ISMM) 的創始人，該研討會是亞洲 - 大洋洲領域的中心國際會議。ISMM 最初是從 2001 年開始在北森實驗室舉辦的國際研討會。它從 2000 年起成為日本國內學會，CHEMINAS（化學與微奈米系統學會）的國際研討會，並且已經升級為在國際指導委員會下亞洲 - 大洋洲國家之間的國際研討會，其中北森教授是第一任主席。ISMM 現在是 CBMS 的官方衛星會議。</p> <p>北森教授也是日本國內社會 CHEMINAS 的創始人。</p>	<p>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。</p> <p>整體計畫的規劃如下圖所示：</p>  <p>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。研究結果獲得 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。</p>	檢附資料

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
	<p>CHEMINAS 在 1999 年至 2000 年期間只是北森教授實驗室的一次公開研討會。與會者要求北森教授將其作為一個官方學術團體，並由政府於 2002 年 (METI) 和 2005 年 (MEXT) 授權。繼他們之後，CHEMINAS 在 2013 年獲得了法律人格，並成為日本的官方學術協會。</p> <p>如上所述，北森教授在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。NTHU 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。</p>	<p>2. 清大與 Daicel 共同開發的「桌上型化學工廠之大型微流體系統」計畫，我們已成功地開發了一套擁有 120 個微流體晶片的系統，可用於化學合成，如下圖。藉由使用微流體系統可精準地控制反應溫度、濃度與時間，已達成將化合物分子量的分散性 (dispersity, <math>M_w/M_n</math> 質量平均分子量/數均分子量) 從現今量產的 1.8~2.0 縮小為接近最佳理論值的~1.60。而且，與現今相同製程所需設備相比，桌上型化學工廠所占空間不到 1/100，能源消耗不到 1/6。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>	

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
		<p>規劃之產業鏈結構與商業模式如下圖所示。</p>  <p>Daicel 利用桌上型化學工廠(DTP)所生產的聚合物為進一步製作超高品質光阻的主要原料，此光阻將是台灣半導體業(如台積電，TSMC)推進領先奈米製程所殷殷期盼且不可或缺的關鍵材料。另外，DTP 亦可用於其他化學合成，或由 IMT-Taiwan 直接販售，現正與台灣化工廠積極規劃合作中。我們將持續優化、導入並以 IMT-Taiwan 為軸心與台灣產業界共同開發創新的元件與系統。</p>	

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
		<p><b>(4)預期成效(預計可達到量化或質化之具體成果)</b></p> <p>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。北森教授創立了數個國際和國內學術團體，推出了新的論文集刊和國際會議。其中，北森教授自 MicroTAS 國際會議成立以來已有八年擔任其指導委員會 CBMS (化學和生物微系統學會) 的副主席。CBMS 是一個非營利性組織，旨在促進化學和生物學領域的科學和工程系統，通過 MicroTAS 會議以促進學術界，工業界和政府研究人員之間的訊息交流，每年往往有超過 1,000 人與會。</p> <p>此外，北森教授還是微化學與微系統國際研討會 (International Symposium on Microchemistry and Microsystem, ISMM) 的創始人，該研討會是亞洲-大洋洲領域的中心國際會議。ISMM 最初是從 2001 年開始在北森實驗室舉辦的國際研討會。它從 2000 年起成為日本國內學會，CHEMINAS (化學與微奈米系統學會) 的國際研討會，並且已經升級為在國際指導委員會下亞洲 - 大洋洲國家</p>	

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
		<p>之間的國際研討會，其中北森教授是第一任主席。ISMM 現在是 CBMS 的官方衛星會議。</p> <p>北森教授也是日本國內社會 CHEMINAS 的創始人。CHEMINAS 在 1999 年至 2000 年期間只是北森教授實驗室的一次公開研討會。與會者要求北森教授將其作為一個官方學術團體，並由政府於 2002 年 (METI) 和 2005 年 (MEXT) 授權。繼他們之後，CHEMINAS 在 2013 年獲得了法律人格，並成為日本的官方學術協會。</p> <p>如上所述，北森教授在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。NTHU 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。</p>	
<p>四、玉山學者團隊合作情形 (請敘明團隊成員及合作方式)(玉山青年學者免填)</p>	<p>(一)團隊合作建立規劃情形： 北森教授將領導和協調團隊。團隊成員將包括副教授或博士後研究員。將安排定期的月度會議，以計畫為導向交換意見和報告進展。此外，每個月都會舉行特別會議，以因應項目里程碑檢查和未來計畫</p>	<p>(一)團隊合作建立規劃情形： 北森教授領導和協調團隊。團隊成員包括副教授、博士後研究員、研究助理與碩士生。北森教授安排定期的週、雙週、月度會議，以計畫為導向交換意見和報告進展。此外，每個月都會舉行</p>	

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料																																										
	<p>規劃等情況。</p> <p>(二)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)</p> <table border="1" data-bbox="517 523 1234 1029"> <thead> <tr> <th>姓名</th> <th>單位</th> <th>職稱</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>曾繁根</td> <td>奈微所、工科系、研發處</td> <td>教授、研發長</td> </tr> <tr> <td>李國賓</td> <td>奈微所、醫工所</td> <td>教授、所長</td> </tr> <tr> <td>饒達仁</td> <td>奈微所</td> <td>教授</td> </tr> <tr> <td>王玉麟</td> <td>奈微所</td> <td>教授</td> </tr> <tr> <td>劉承賢</td> <td>奈微所</td> <td>教授</td> </tr> <tr> <td>洪健中</td> <td>奈微所</td> <td>教授</td> </tr> <tr> <td>傅建中</td> <td>奈微所</td> <td>教授</td> </tr> <tr> <td>陳致真</td> <td>奈微所</td> <td>副教授</td> </tr> <tr> <td>許佳賢</td> <td>奈微所、國衛院</td> <td>合聘教師、副研究員</td> </tr> <tr> <td>鄭兆珉</td> <td>醫工所</td> <td>教授</td> </tr> <tr> <td>盧向成</td> <td>電機系</td> <td>教授</td> </tr> <tr> <td>蘇育全</td> <td>工科系</td> <td>教授</td> </tr> <tr> <td>王翔郁</td> <td>工科系</td> <td>副教授</td> </tr> </tbody> </table>	姓名	單位	職稱	曾繁根	奈微所、工科系、研發處	教授、研發長	李國賓	奈微所、醫工所	教授、所長	饒達仁	奈微所	教授	王玉麟	奈微所	教授	劉承賢	奈微所	教授	洪健中	奈微所	教授	傅建中	奈微所	教授	陳致真	奈微所	副教授	許佳賢	奈微所、國衛院	合聘教師、副研究員	鄭兆珉	醫工所	教授	盧向成	電機系	教授	蘇育全	工科系	教授	王翔郁	工科系	副教授	<p>特別會議，以因應項目里程碑檢查和未來計劃規劃等情況。</p> <p>(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」。</p> <p>(2) 曾繁根教授、陳致真教授、森川響二郎教授、Hai Linh Tran 博士與 Gaurav Pendharkar 博士參與台、日、瑞典跨國「單細胞蛋白質體」研究計畫。</p> <p>(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」。</p> <p>(4) 陳致真教授與森川響二郎教授參與東京大學「桌上型化學工廠之大型微流體系統」研究計畫。</p>	
姓名	單位	職稱																																											
曾繁根	奈微所、工科系、研發處	教授、研發長																																											
李國賓	奈微所、醫工所	教授、所長																																											
饒達仁	奈微所	教授																																											
王玉麟	奈微所	教授																																											
劉承賢	奈微所	教授																																											
洪健中	奈微所	教授																																											
傅建中	奈微所	教授																																											
陳致真	奈微所	副教授																																											
許佳賢	奈微所、國衛院	合聘教師、副研究員																																											
鄭兆珉	醫工所	教授																																											
盧向成	電機系	教授																																											
蘇育全	工科系	教授																																											
王翔郁	工科系	副教授																																											
<p>五、玉山(青年)學者國際化合作，鏈結接軌國外學術資源合作交流，與學校發展</p>	<p>清華大學奈米工程與微系統研究所(iNEMS)和東京大學工業科學研究所(Institute of Industrial Science, IIS)在2006年簽署了雙邊交流備忘錄，以加強兩個</p>	<p><b>搭建國際學術交流平台：</b></p> <p>(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</p>																																											

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
<p>相結合；學者亦應善用其國際學術網絡資源，協助任職學校國際化，推動國際交流合作（包括國際師生交換、跨國合作研究、雙聯學制）</p>	<p>研究機構之間的合作。在 2009 年，iNEMS 由 IIS 引薦，成為國際研究組 NAMIS 的成員，該組織由來自 9 個國家的 12 個國際知名研究組織組成。從那時起，兩個研究機構通過交換學生，學者訪問和研究合作等多個渠道，建立了更密切的關係。由於北森教授曾在東京大學擔任多個行政職務，包括工程研究院院長，副院長，總幹事，因此北森教授具有獨特的優勢和地位，可望促進清華大學與東京大學之間的進一步合作。</p>	<p>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。112 年 12 月北森教授偕同清大邱博文研發長與產學營運中心林琮庸執行長，一同赴東京大學參訪諸多頂尖實驗室並與東京大學副校長相原博昭博士進行交流。</p> <p>(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。</p> <p><b>推動跨國合作研究：</b></p> <p>(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</p>	

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
		<p>Pendharkar 博士；</p> <p>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。</p> <p>(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專用製程設備，清華大學得以擁有全世界唯二之玻璃製程設備專業設備，包括 electron beam lithography system、dry etching system、excimer irradiation machine、plasma cleaner、spin coater 等。清大已完成建置於無塵清華實驗室，已能全效運行。北森教授並進一步協助延攬日本東京大學森川響二郎講師於 110 年 8 月成為清大動機系專任助理教授。森川助理教授帶入了北森教授團隊多年累積之先進玻璃微奈米晶片製程技術，指導清大學生製作精細奈米玻璃晶片，以發展先進微奈米研究。</p> <p>(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：</p>	

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
		<p>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。</p> <p>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；</p> <p>東京大學：清水久史教授、太田諒一教授與 Adelina Smirnova 博士；</p> <p>慶應義塾大學：嘉副裕教授</p> <p>隆德大學：Thomas Laurell 教授、Johan Malmström 教授、Johan Nilsson 教授與 Giovanni Marinaro 博士。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
		<p>Cheminas 為日本的化學與微奈米系統協會。</p> <p>(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 Production System”。</p> <p>(5) 鼓勵學生赴國外大學進行跨國合作研究:推薦兩名清大學生赴東京大學博士班深造。</p> <p><b>強化清大國際聲望:</b></p> <p>(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。由於疫情影響，正式獲獎演說與簽名儀式延於2022年9月舉行。北森教授並受邀於111年9月14日在瑞典皇家學院發表研究成果。並進一步受邀到瑞典多個著名大學與研究機構，包括隆德大學（Lund University）、斯德哥爾摩大學（Stockholm University）和瑞典皇家技術學院（KTH Royal Institute of Technology）發</p>	

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
		<p>表研究成果，並深化合作。</p> <p>(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)、今周刊(111年2月9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。</p> <p>(3) 北森教授於國際期刊與研討會上發表33篇期刊論文、22篇研討會論文、31場國內外演講，並舉辦2場國際會議。</p> <p>(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。</p> <p><b>促進清大之產官學交流：</b></p> <p>北森教授來台期間參與多次產官學交流會議，會議對象包括台灣公司、日本企業在台代理商、國際設備代理商、工研院、科技部、台北駐日經濟文化代表處與英國在台辦事處。北森教授不僅為</p>	

審查重點	預期達成目標	執行績效及目標達成情形說明	檢附資料
		<p>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，將個人多年之產官學合作經驗，與台灣公部門分享。</p> <p>(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。</p> <p>(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，提供就業機會。清大並與北森微流體公司簽訂產學合作計畫。</p> <p>(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職缺。</p>	

## 量化績效說明

項目	成果及具體工作績效		說明
1. 人才培育	碩博班課程 <u>3</u> 堂 學士班課程 <u>    </u> 堂 博士生 <u>2</u> 人 碩士生 <u>21</u> 人  學士生 <u>    </u> 人 其他 <u>    </u>		110 學年度上學期:開設「光譜學與光學量測分析」研究所課程； 110 學年度下學期:開設「奈微系統技術論壇」研究所課程； 111 學年度上學期:開設「光譜學與光學量測分析」研究所課程。
2. 論文著作	國內	期刊論文 <u>    </u> 篇 專書及專書論文 <u>    </u> 本 研討會論文 <u>    </u> 篇 技術報告 <u>    </u> 篇 其他 <u>    </u>	2020-2023 著作目錄見附件 1
	國外	期刊論文 <u>33</u> 篇 專書及專書論文 <u>    </u> 本 研討會論文 <u>22</u> 篇 技術報告 <u>    </u> 篇 其他 <u>    </u>	
3. 專題演講	<u>31</u> 場次		演講資訊見表 2
4. 專利 (含申請中)	國內	<u>    </u> 件	
	國外	<u>    </u> 件	
	<input type="checkbox"/> 不適用		
5. 產學合作	產學合作企業 <u>1</u> 家		與日本 Daicel Corporation 進行產學合作計畫。
	產學合作計畫 <u>1</u> 案		
6. 技術移轉	技轉授權 <u>    </u> 項		
	技術移轉授權金合計 (金額) <u>    </u> 元		
	<input type="checkbox"/> 不適用		

7.其他	榮譽事蹟/獎項 7	<p>(1) 109 年 9 月 9 日被任命為瑞典皇家科學院外籍院士(Foreign Member (Academician), The Royal Swedish Academy of Sciences)。</p> <p>(2) 110 年獲頒日本東京大學榮譽教授。</p> <p>(3) 110 年與嘉副裕教授、高木雄斗博士、森川響二郎教授獲頒優秀研究賞，化学とマイクロ・ナノシステム学会第 43 回研究会，“ナノ流体工学によるフェムトリットル液滴 MS インターフェース”。</p> <p>(4) 110 年獲頒清大動機系 110 年度產學合作績優獎。</p> <p>(5) 110 年與森川響二郎教授, Ryoichi Ohta, Kazuma Mawatari, 獲頒 Visual Movie Award 44th CHEMINAS “Cr フリー加工法によるガラス製拡張ナノ流路・マイクロ流路の作製”。</p> <p>(6) 111 年獲頒第八屆工學院傑出產學研究獎。</p> <p>(7) 111 年獲頒第九屆清華大學傑出產學研究獎。</p>
------	-----------	--

表 2

項次	日期	演講資訊
1	109/02/20	“人工知能健康介護産業発展フォーラム”，遠距演講，中國南京大學主辦。
2	109/04/20	“Innovating Microfluidics and Pioneering Nanofluidics”，奈微所書報討論。
3	109/06/30	“Micro and Nano-fluidics and its Biomedical Applications”，衛福部食藥署演講。
4	109/10/15	“Innovating Microfluidics and Pioneering Nanofluidics”，動機系書報討論。
5	109/10/19	“Micro and Nanofluidics for Pico- and Femto-liter Chemical Processing and Its Application to Single Cell Proteomics”，ICSS 2020 研討會，Keynote Speaker。
6	109/10/29	“Microfluidics and Nanofluidics”，2020 台灣電加工技術研討會。
7	109/11/21	線上演講，“ナノ流体工学と臨床免疫学の連携による限界を超える免疫分析デバイスの創成と研究応用”，第 84 回日本皮膚科学会東京支部学術大会。
8	110/03/20	線上演講，Global Leader Program for Social Design and Management，日本東京大學主辦。
9	110/04/24	“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。
10	110/05/07	“Pioneering Microfluidics and Nanofluidics and Future”，陽明交通大學應化系。
11	110/05/13	“Pioneering Microfluidics and Nanofluidics”，中研院。
12	110/05/28	線上演講，日本真空工業會總會。
13	110/06/24	線上演講，“Microfluidics and Nanofluidics”，邑流微測線上研討會。
14	110/07/06	線上演講，Photothermal Microscopy and Spectroscopy webinar。
15	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）。
16	110/10/06	線上演講，日本女子大学理学セミナー(seminar)。
17	110/10/16	“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。

18	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)。
19	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。
20	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.
21	110/12/17	“Challenging Taiwan-Japan International Innovation Microfluidics and Nanofluidics”，工研院生醫所。
22	110/12/19	線上演講，”High Performance Separations: Advanced Materials, Devices, Detection, and Applications”，Pacifichem 2021.
23	110/12/20	線上演講，”New Advances in Microscale Liquid Phase Separations: Theory, Practice and Progress”，Pacifichem 2021.
24	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)。
25	110/12/22	“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。
26	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)。
27	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)。
28	111/02/06	“About Light,” 廣島市現代美術館&DOMANI 展。
29	111/03/25	“Micro/Nano-fluidic Single-Cell Proteomics System”，科技部學術攻頂計畫年度交流與研討會。
30	111/06/08	"Large-scale multi-device microfluidics system," IMTB 2022, Slovenia.
31	111/06/29	"Microfluidic and nanofluidic devices," Summer Course, 陽明交通大學.

## 3 年(2020~2023)著作清單

## 1. Original Articles

- (1) Stability of enzyme immobilized on the nanofluidic channel surface, Koki Yamamoto, Kyojiro Morikawa, Chihchen Chen, and Takehiko Kitamori, *Anal. Sci.*, 39, 251-255 (2023)
- (2) Enzyme-linked immunosorbent assay using thin-layered microfluidics with perfect capture of the target protein, Adelina Smirnova, Ryoichi Ohta, Emi Mori, Hisashi Shimizu, Kyojiro Morikawa, Takehiko Kitamori, *Anal. Methods.*, 15, 675-684 (2023)
- (3) Nanofluidic analytical system integrated with nanochannel open/close valves for enzyme-linked immunosorbent assay, Hiroki Sano, Yutaka Kazoe, Ryoichi Ohta, Hisashi Shimizu, Kyojiro Morikawa, and Takehiko Kitamori, *Lab Chip*, 23, 727-736, (2023)
- (4) Photothermal spectroscopy and micro/nanofluidics, Hisashi Shimizu, Chihchen Chen, Yoshiyuki Tsuyama, Takehiko Tsukahara, and Takehiko Kitamori, *J. Appl. Phys.*, 132, 060902 (2022)
- (5) Kinetics of Enzymatic Reactions at the Solid/Liquid Interface in Nanofluidic Channels, Koki Yamamoto, Kyojiro Morikawa, Hiroyuki Imanaka, Koreyoshi Imamura, and Takehiko Kitamori, *Anal. Chem.*, 94, 15686–15694, (2022)
- (6) Proton diffusion and hydrolysis enzymatic reaction in 100 nm scale biomimetic nanochannels, Takashi Saruko, Kyojiro Morikawa, Takehiko Kitamori, Kazuma Mawatari, *Biomicrofluidics*, 16, 044109 (2022)
- (7) Femtoliter-Droplet Mass Spectrometry Interface Utilizing Nanofluidics for Ultrasmall and High-Sensitivity Analysis, Yuto Takagi, Yutaka Kazoe, Kyojiro Morikawa, and Takehiko Kitamori, *Anal. Chem.*, 94, 10074-10081 (2022)
- (8) Picoliter liquid handling at gas/liquid interface by surface and geometry control in a micro-nanofluidic device, Kyojiro Morikawa, Shin-ichi Murata, Yutaka Kazoe, Kazuma Mawatari, Takehiko Kitamori, *J. Micromech. Microeng.*, 32, 024001 (7pp), (2022)
- (9) Water structure in 100 nm nanochannels revealed by nano X-ray diffractometry and Raman spectroscopy, Jun Shirai, Koji Yoshida, Hiroki Koreeda, Takehiko Kitamori, Toshio Yamaguchi, Kazuma Mawatari, *J. Mol. Liq.*, 350, 118567, (2022)
- (10) Accelerated protein digestion and separation with picoliter volume utilizing nanofluidics, Koki Yamamoto, Kyojiro Morikawa, Hisashi Shimizu, Hiroki Sano, Yutaka Kazoe, Takehiko Kitamori, *Lab Chip*, 22, 1162-1170, (2022) (*selected as Lab on a Chip HOT Articles 2022*)
- (11) Characterization of pressure-driven water flows in nanofluidic channels by mass flowmetry, Yutaka Kazoe, Sho Kubori, Kyojiro Morikawa, Kazuma Mawatari, and Takehiko Kitamori, *Anal. Sci.*, 38, 281–287 (2022)
- (12) Picoliter liquid operations in nanofluidic channel utilizing an open/close valve with nanoscale curved structure mimicking glass deflection, Hiroki Sano, Yutaka Kazoe, Kyojiro Morikawa and Takehiko Kitamori, *J. Micromech. Microeng.*, 32, 055009 (11pp), (2022)
- (13) B cell depletion inhibits fibrosis via suppressing pro-fibrotic macrophage differentiation in a mouse model of systemic sclerosis, Hiroko Numajiri, Ai Kuzumi, Takemichi Fukasawa, Satoshi Ebata, Asako Yoshizaki-Ogawa, Yoshihide Asano, Yutaka Kazoe, Kazuma Mawatari, Takehiko Kitamori, Ayumi Yoshizaki, Shinichi Sato, *Arthritis Rheumatol.*, 73(11), 2086–2095, (2021)
- (14) Nano-bubble valve, Shun Furukawa, Kazuma Mawatari, Yoshiyuki Tsuyama, Kyojiro Morikawa and Takehiko Kitamori, *Microfluid. Nanofluidics*, 25, 24 (8pp), (2021)
- (15) Isotope effect in the liquid properties of water confined in 100 nm nanofluidic channels, Kazuma Mawatari, Kohei Isogai, Kyojiro Morikawa, Hiroshi Ushiyama, and Takehiko Kitamori, *J. Phys. Chem. B*, 125, 3178-3183, (2021)

- (16) Development of microfluidic droplet shooter and its application to interface for mass spectrometry, Yutaka Kazoe, Yusuke Shimizu, Kyojiro Morikawa, Yasushi Terui, Takashi Irie, and Takehiko Kitamori, *Sensors and Actuators: B*, 340, 129957 (9pp), (2021)
- (17) Numerical modeling of photothermal effect in nanofluidic channel, Hisashi Shimizu and Takehiko Kitamori, *Microfluid. Nanofluidics*, 25, 60 (2021)
- (18) Generation of femtoliter liquid droplets in gas phase by microfluidic droplet shooter, Yuto Takagi, Yutaka Kazoe, and Takehiko Kitamori, *Microfluid. Nanofluidics*, 25, 74 (8pp), (2021)
- (19) Metal-free fabrication of fused silica extended nanofluidic channel to remove artifacts in chemical analysis, Kyojiro Morikawa, Ryoichi Ohta, Kazuma Mawatari, and Takehiko Kitamori, *Micromachines*, 12, 917 (10pp), (2021)
- (20) Interleukin-31 promotes fibrosis and T helper 2 polarization in systemic sclerosis, Ai Kuzumi, Ayumi Yoshizaki, Kazuki Matsuda, Hirohito Kotani, Yuta Norimatsu, Maiko Fukayama, Satoshi Ebata, Takemichi Fukasawa, Asako Yoshizaki-Ogawa, Yoshihide Asano, Kyojiro Morikawa, Yutaka Kazoe, Kazuma Mawatari, Takehiko Kitamori, and Shinichi Sato, *Nat. Commun.*, 12, 5947 (18pp), (2021)
- (21) Super-resolution defocusing nano-particle image velocimetry utilizing spherical aberration for nanochannel flows, Yutaka Kazoe, Kazuki Shibata, and Takehiko Kitamori, *Anal. Chem.*, 93 (39), 13260–13267, (2021)
- (22) Surface patterning of closed nanochannel using VUV light and surface evaluation by streaming current, Kyojiro Morikawa, Haruki Kazumi, Yoshiyuki Tsuyama, Ryoichi Ohta and Takehiko Kitamori, *Micromachines*, 12, 1367 (11pp) (2021)
- (23) Stable formation of aqueous/organic parallel two-phase flow in nanochannels with partial surface modification, Hiroki Sano, Yutaka Kazoe, and Takehiko Kitamori, *Anal. Sci.*, 37, 1611-1616 (2021)
- (24) Single-cell-level protein analysis revealing the roles of autoantigen-reactive B lymphocytes in autoimmune disease and the murine model, Takemichi Fukasawa, Ayumi Yoshizaki, Satoshi Ebata, Asako Yoshizaki-Ogawa, Yoshihide Asano, Atsushi Enomoto, Kiyoshi Miyagawa, Yutaka Kazoe, Kazuma Mawatari, Takehiko Kitamori, Shinichi Sato, *eLife*, 10, e67209 (21pp) (2021)
- (25) Review of ultrasensitive readout for micro-/nanofluidic devices by thermal lens microscopy, Chihchen Chen, Hisashi Shimizu, and Takehiko Kitamori, *J. Opt. Microsys.*, 1, 020901 (13pp), (2021)
- (26) Picoliter enzyme reactor on a nanofluidic device exceeding the bulk reaction rate, Koki Yamamoto, Kyojiro Morikawa, Hiroyuki Imanaka, Koreyoshi Imamura, Takehiko Kitamori, *Analyst*, 145, 5801-5807 (2020)
- (27) Lipid bilayer-modified nanofluidic channels of sizes with hundreds of nanometers for characterization of confined water and molecular/ion transport, Yutaka Kazoe, Kazuma Mawatari, Lixiao Li, Hisaki Emon, Naoya Miyawaki, Hiroyuki Chinen, Kyojiro Morikawa, Ayumi Yoshizaki, Petra S. Dittrich, Takehiko Kitamori, *J. Phys. Chem. Lett.*, 11, 5756-5762 (2020)
- (28) Advanced top-down fabrication for a fused silica nanofluidic device, Kyojiro Morikawa, Yutaka Kazoe, Yuto Takagi, Yoshiyuki Tsuyama, Yuriy Pihosh, Takehiko Tsukahara, Takehiko Kitamori, *Micromachines*, 11, 995 (11pp), (2020)
- (29) Conversion reaction in the binder-free anode for fast-charging Li-ion batteries based on WO<sub>3</sub> nanorods, Raman Bekarevich, Yuriy Pihosh, Yoshinori Tanaka, Kei Nishikawa, Yoshitaka Matsushita, Takanobu Hiroto, Hirohito Ohata, Takahisa Ohno, Tsutomu Minegishi, Masakazu Sugiyama, Takehiko Kitamori, Kazutaka Mitsuishi, and Kazunori Takada, *ACS Appl. Energy Mater.*, 3, 7, 6700-6708 (2020)

- (30) Implementation of a nanochannel open/close valve into a glass nanofluidic device, Hiroki Sano, Yutaka Kazoe, Kyojiro Morikawa, and Takehiko Kitamori, *Microfluid. Nanofluidics*, 24, 78 (11pp), (2020)
- (31) Fabrication of infrared-compatible nanofluidic devices for plasmon-enhanced infrared absorption spectroscopy, Thu Hac Huong Le, Takumi Matsushita, Ryoichi Ohta, Yuta Shimoda, Hiroaki Matsui and Takehiko Kitamori, *Micromachines*, 11, 1062 (11pp), (2020)
- (32) Ultrasensitive detection of nonlabelled bovine serum albumin using photothermal optical phase shift detection with UV excitation, Hisashi Shimizu, Shigenori Takeda, Kazuma Mawatari and Takehiko Kitamori, *Analyst*, 145, 2580-2585 (2020)
- (33) Femtoliter volumetric pipette and flask utilizing nanofluidics, Tatsuro Nakao, Yutaka Kazoe, Kyojiro Morikawa, Ling Lin, Kazuma Mawatari, and Takehiko Kitamori, *Analyst*, 145, 2669-2675 (2020)

## 2. Conference Proceedings

- (1) Low temperature bonding with rough bonding surface for glass micro/nanofluidic device, Ryoichi Ohta, Kyojiro Morikawa, Takehiko Kitamori *Proc. MicroTAS 2022*, 1237-1238, (2022)
- (2) Generation and fusion of size-controlled fL droplets using gas/liquid interface, Kyojiro Morikawa, Ryoichi Ohta, Naoya Sawahata, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2022*, 1025-1026, (2022)
- (3) Development of a nanofluidic analytical system integrated with nanochannel open/close valves, Hiroki Sano, Yutaka Kazoe, Ryoichi Ohta, Hisashi Shimizu, Kyojiro Morikawa, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2022*, 1019-1020, (2022)
- (4) Femtoliter volumetry by laplace valve and mechanical valve for sample injection in femtoliter chromatography, Kyojiro Morikawa, Shin-ichi Murata, Hiroki Sano, Yutaka Kazoe and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2022*, 879-880, (2022)
- (5) Nanofluidic enzyme reactor exceeding bulk solubility limit, Kyojiro Morikawa, Koki Yamamoto, Kota Sakurai and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2022*, 853-854, (2022)
- (6) Streaming current in 50nm nanofluidic channel, Kyojiro Morikawa, Chih-Chang Chang, Yutaka Kazoe, Kazuma Mawatari and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2022*, 825-826, (2022)
- (7) Numerical modeling of microfluidic generation and shooting of picoliter liquid DROPLETS using air flow, Po-yin Chen, Chihchen Chen, Yutaka Kazoe, Kyojiro Morikawa, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2022*, 809-810, (2022)
- (8) Cell debris filtering and liquid exchange using nanofluid device for pretreatment of single cell lysate sample, Kyojiro Morikawa, Shu Matsuura, Yutaka Kazoe, Ayumi Yoshizaki, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2021*, 1409-1410, (2021)
- (9) Micro- and nanofluidic control with partial integration of PDMS valve into glass nanofluidic device, Kyojiro Morikawa, Shu Matsuura, Hiroki Sano, Yutaka Kazoe, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2021*, 1405-1406, (2021)
- (10) Fabrication of a nanoscale curved structure and application to nanochannel open/close valve, Hiroki Sano, Yutaka Kazoe, Kyojiro Morikawa, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2021*, 1399-1400, (2021)
- (11) High-sensitivity detection by an interface of mass spectrometry utilizing femtoliter-droplet nanofluidics, Yutaka Kazoe, Yuto Takagi, Kyojiro Morikawa, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2021*, 59-60, (2021)
- (12) Surface-based biosensor: 100% capture on thin-layered ELISA, Adelina Smirnova, Ryoichi Ohta, Emi Mori, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2021*, 825-826 (2021)
- (13) Antibody patterning in nanochannels with uniformity and high density, Ryoichi Ohta, Yota Matsumoto, Yuji Itoh, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2021*, 1407-1408 (2021)

- (14) Numerical and experimental investigations of photothermal effect in nanofluidic channels, Hisashi Shimizu and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2021*, 1557-1558 (2021)
- (15) A sample injection interface of mass spectrometry utilizing femtoliter-droplet shooter by microfluidics, Yuto Takagi, Yutaka Kazoe, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2020*, 58-60, (2020)
- (16) Surface patterning of nanofluidic channels and its evaluation using streaming current, Kyojiro Morikawa, Haruki Kazumi, Ryoichi Ohta, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2020*, 356-357, (2020)
- (17) Development of fabrication method for concentric connection of microchannel and nanochannel, Kyojiro Morikawa, Erina Takeuchi, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2020*, 362-363, (2020)
- (18) Integration of glass deformation nanochannel open/close valves into a nanofluidic device and femto-liter fluid operations, Hiroki Sano, Yutaka Kazoe, Kyojiro Morikawa, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2020*, 370-371, (2020)
- (19) Nanofluidic device with fL-pL droplet handling for single molecule chemical reaction, Naoya Sawahata, Kyojiro Morikawa, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2020*, 372-373, (2020)
- (20) ELISA utilizing thin-layered channel for perfect capture and accumulation of target molecule, Ryoichi Ohta, Keisuke Sekiya, Adelina Smirnova, Emi Mori, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2020*, 1123-1124, (2020)
- (21) Pico-liter protein digestion and separation using nanofluidic device, Kyojiro Morikawa, Koki Yamamoto, Hiroki Sano, Yutaka Kazoe, Hisashi Shimizu, Hiroyuki Imanaka, Koreyoshi Imamura and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2020*, 1125-1126, (2020)
- (22) Automated chip-based thin-layered ELISA, Adelina Smirnova, Ryoichi Ohta, and Takehiko Kitamori, *Proc. MicroTAS 2020*, 1129-1130, (2020)