

# 出國進修報告書

## 一、提要

獲補助者	林沛瑩
計畫名稱	創造生命 (Making Life) 歐洲生物藝術與合成生物學研習第二期計畫
出國地區	芬蘭赫爾辛基
進修單位	芬蘭阿爾圖大學與BioFilia實驗室
出國期間	2014/11/23 - 2014/11/30
報告日期	2014/01/22
內容摘要	<p>本研習營重要性在其為少數開放全球甄件的計畫，並且聚集了生物藝術領域中最優秀的幾位藝術家像是澳洲SymbioticA實驗室主持人Oron Catts、美國水牛城大學教授Paul Vanouse、英國太空生物藝術家Andy Gracie等人。本研習營第三階段計畫為與歐洲實驗室合作創作，並且讓研習營參加者共同在歐洲籌劃舉辦相關展覽與研討會。是生物藝術領域中特別前衛性的一個研習計畫，並且可預估最後能見度極高。本計畫申請者林沛瑩身為整個研習營中唯一兩位亞洲參加者（另外一位為在日本的奧地利藝術家），第一階段中表現優秀，並且受邀請在研習營中分享台灣生物藝術社群與台灣生物藝術發展，在另外一方面也讓國際開始對於台灣發展的生物藝術開始關注。</p>

## 二、進修目的：

本研習營重要性在其為少數開放全球甄件的計畫，並且聚集了生物藝術領域中最優秀的幾位藝術家像是澳洲SymbioticA實驗室主持人Oron Catts、美國水牛城大學教授Paul Vanouse、英國太空生物藝術家Andy Gracie等人。本研習營第三階段計畫為與歐洲實驗室合作創作，並且讓研習營參加者共同在歐洲籌劃舉辦相關展覽與研討會。是生物藝術領域中特別前衛性的一個研習計畫，並且可預估最後能見度極高。本計畫申請者林沛瑩身為整個研習營中唯一兩位亞洲參加者（另外一位為在日本的奧地利藝術家），第一階段中表現優秀，並且受邀請在研習營中分享台灣生物藝術社群與台灣生物藝術發展，在另外一方面也讓國際開始對於台灣發展的生物藝術開始關注。

### 三、進修日誌

日期	內容	備註
2014/11/24	有機化學、生物起源與生物的有機性	
2014/11/25	嗜極菌、方向性演化、人造生物	
2014/11/26	從Xenobiology到Protocells	
2014/11/27	Protocell - 生命的起源、合成生物學 Encapsulation	
2014/11/28	Protocell實驗與創作方向討論	
2014/12/24	研討會分享工作坊準備與志工培訓	
2014/12/30	器材與材料準備	
2014/01/03	工作坊與研習心得分享會	

### 四、進修心得：(3000-5000字)

本次研習假芬蘭阿爾圖大學BioFilia實驗室進行。除了研習主要參加者23位外，又另外請到了三位合成生物學領域重要科學家Markus Schmidt、Martin Hanczyc、Rupert Muztel參加。

本次研習總共為期五天，內容包含科學家演講、藝術家分享以及藝術家與科學家合作帶領工作坊。主要分為四個主題：化學的有機性與生物性、極端環境下的生物與太空生物學、異源生物學以及原細胞研究。工作坊將課程圍繞著這四個主題，以該領域的基本科學知識、科學歷史以及科學哲學，延續到動手做的實驗以及藝術家討論。期待以讓藝術家深入理解科學知識的方式，用非科學的眼光來重新檢視這些科學問題，以及大眾對於這樣科學領域可能會有的考量、恐懼、想法等等。

第一天以化學的有機性開啟整個工作坊的討論。在生物中我們習慣將生物與非生物、有生命的與非生命的畫上一條清楚的界限。但是，生物也是由化學分子所組成的複雜結構、有較單純化學反應來得複雜許多的行為。如果將複雜的生物反應一層層剖析到最後，也不過就是一連串的化學反應。而在第一天的工作坊中，我們倒過來從化學結晶的生長特性來探索生命。是怎樣的反應與行為讓人類覺得是有生命的？其中最主要的實驗為「化學花園」——將過渡金屬鹽結晶溶解在水玻璃與水調配而成的溶液中，過渡金屬鹽會逐漸的往上生長，就好比有生命的植物花園一般。這天的實驗同時也請奧地利科學家Markus Schmidt講解Xenobiology（異源生物學）在科學上的意義。

異源生物學簡單的來說就是跟現在存在的生物使用不同的遺傳分子作為訊息傳遞的生物。這個研究領域最重要的意義在於質問「DNA遺傳物質與生命的訊息

傳遞是否為獨一無二的？」當我們往外太空追尋其它生命可能性的時候，許多科學家直覺的覺得DNA為獨特生命存在的條件之一。然而，異源生物學重新檢視含氮鹼基的獨特性、以及DNA與RNA作為一個生物系統是否真的無法被取代？

第二天主題圍繞在極端環境下的生物。整天的亮點為方向演化學教授Rupert Mutzel的演講。Rupert Mutzel的研究為創造一個人造的選汰環境，將細菌放在這個環境中培養，並且調整環境讓細菌往人類所期待的方向演化。這個研究領域觸及了西方泛基督教思想上「上帝造人」的敏感神經。在許多合成生物學的倫理討論中，時常討論到如果人類直接改變生物的DNA結構、創造出新的物種來，那麼人類是否在扮演上帝？而Rupert Mutzel的研究是「在一個有條件控制的情況下伴隨機的讓演化發生、而使生物往人類期待的方向演化」，這樣一個人造與神造之間的模糊地帶。他成功的培育出了可以使用現存地球上生物無法使用的含氮鹼基作為其基本DNA骨架結構的生物。這樣的生物是無法與現存任何生物互相交配繁衍、且無法與其他使用正常DNA骨架的細菌互相交換他們的遺傳訊息，然而這樣的生物卻是在適度控制環境下「自然演化」出的生物。我們，是否在扮演上帝？地球上的生命，是否只是巧合？而不是精心設計的結果？Rupert Mutzel教授也從他的實驗室裡帶了一些他培養的細菌讓我們在BioFilia實驗室中培養。此外，也進行厭氧細菌培養。

第三天進行到「原細胞」這個主題。由科學家Martin Hanczyc介紹他在該領域的研究。Martin Hanczyc曾被TED Talk邀請演講，他主要研究的領域為原細胞，特別是怎麼可以使用簡單的化學成分製造出類似細胞的結構與行為：複製、傳遞、以及對環境作出反應。在原本的科學研究領域中認為細胞的結構是上天的瑰賜，只有在億萬分之一的巧合情況下逐漸形成了最早的細胞膜、爾後開始有細胞結構、DNA遺傳物質，才有後來的複製與傳遞，生命起源就此開始。而Martin Hanczyc回到最原始的狀態，當地球只有最簡單的化學成分時，究竟怎樣才有如此複雜的行為？他使用很簡單的液體動力學，讓油與碳酸氫鈉之間互動，產生複雜的形態，又用癸酸與癸醇、油建構了具有尋找與獲得能源的小原細胞。重新挑戰我們對於生命獨特性的定義。

第四天進行Encapsulation實驗。由藝術家Stephan Fortune與科學家Helena Shomar帶領，介紹合成生物學實驗中時常使用、在餐飲業中也會使用的分子料理技術，將微生物之間的訊息傳遞視覺化。我們將大腸桿菌轉殖GFP綠色螢光基因之後，再將其包埋在海藻凝膠形成的小培養基球中，每一個小球都是一個小世界。而幾天後這些小球之間將會有融合的現象發生，是互相溝通的具象化。

第五天重點在於創作的討論。這次工作坊是三階段工作坊中的第二階段，第三

階段將會是密集的創作。我們討論到人類對於「自然」的定義，基本上在東西方文化上便有所差異。而如今科學家以驚人的速度重新定義生命，也探索了許許多多新的生命的可能性。我們習以為常對於生命的定義已經不再顯而易見，而是在生命中的每一刻、每一個環節都被挑戰到。那麼，身為藝術家的我們是否能開始深入的討論生命的本質？

單就合成生物學、異源生物學這些研究領域在台灣都屬於學術殿堂中深不可接觸的那端，大眾很難去接觸到。而對於藝術家來說，當生命的定義被挑戰時，哪有缺席的理由？因此，在回國後，於台灣生物藝術社群舉辦分享會。

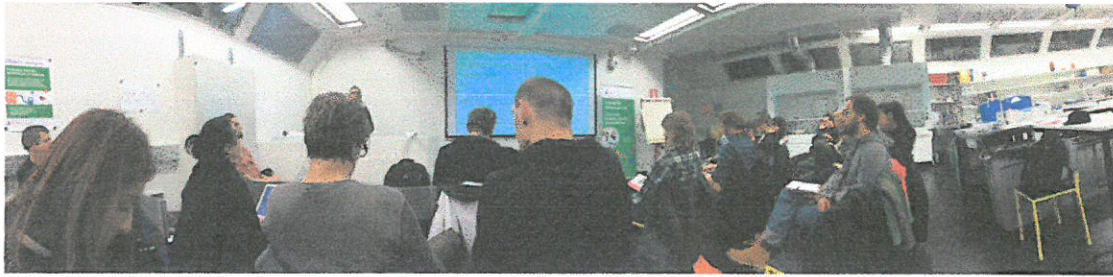
由於經費限制，分享會分成工作坊與演講兩部分。工作坊結合最近的天氣瓶熱潮，同時讓大家玩玩化學花園。以動手做的方式親眼見到化學的有機性以及生命與非生命那條模糊的分界線。而工作坊之後以分享的方式講解這次芬蘭工作坊中所接觸到的科學研究與問題，讓大家在動手做之後可以逐漸開始理解科學研究到底對於我們生活中的哲學與倫理定義產生什麼樣的影響。

芬蘭的工作坊本身屬於封閉式的活動，並沒有太多媒體關注。但是第三期工作坊將會把成果帶到芬蘭的各個大小藝廊與美術館中。

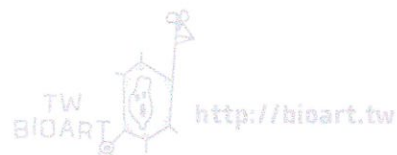
在台灣所舉辦的分享會與工作坊則大獲好評。在臉書社群上公佈後僅僅幾天就有約50人參加，最後由於人數限制採報名制，人數上限50人。2015年1月3日工作坊當天除了來的志工約10人，另外參加人數有登記到的至少有50人。後來要求加開的訊息也不斷，可惜至今仍然沒有空加開。而工作坊之後的分享會也有二十多人參加，是台灣生物藝術社群難得特別多人參加的一次分享會。

本次研習收穫不僅來自於活動本身，之後在台灣的分析活動也有諸多收穫。例如思考身為一個藝術社群可以如何讓已經許久沒有接觸科學的創作者們對於科學重新開始發生興趣、如何讓科學的研究不再只是科學家自己的同樂會，而讓社會大眾們都能共同參與。其中最關鍵的無非是一個學術至通俗之間的換置。然而，怎樣的轉換才不會讓學術轉為通俗的過程中喪失了其最重要的元素、一個科學上對於哲學與倫理的挑戰？怎樣才可以讓大眾在不需要深入學習科學語言的情況下就能紮實地體會到科學對於社會的影響？而藝術家在這之中可以扮演什麼樣的身份？當我們把藝術家在科學領域上拉到與科學家同樣的高度，藝術家問的問題是否可以讓人類對於事物的本質有更深刻的理解？這絕對是跨領域與科學+藝術最重要的範疇。

五、附錄/照片(圖說)等



2015/01/03  
台灣生物藝術社群  
天氣瓶與化學花園工作坊



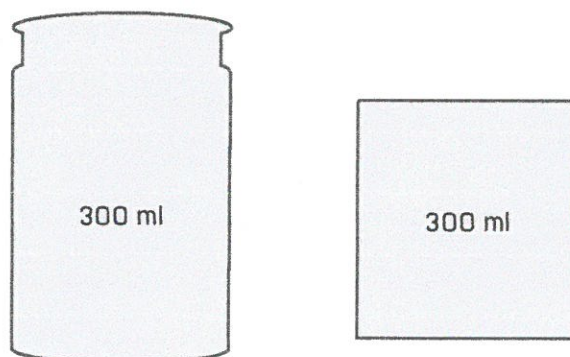
## 化學花園

### 材料

1. 玻璃瓶
2. 小湯匙 / 攪拌棒
3. 手套
4. 水玻璃 Sodium silicate
5. 蒸餾水 Distill Water
6. 過度金屬鹽結晶
  - 氯化鐵 (黃銅色) Iron(III) chloride
  - 硫酸亞鐵 (灰綠) Ferrous sulfate
  - 硝酸鐵 (灰 -> 褐) Ferric nitrate
  - 硫酸鎳 (深藍綠) Nickel sulfate
  - 氯化鎳 (青綠) Nickel chloride
  - 硝酸銅 (藍) Copper nitrate
  - 硫酸銅 (天藍色) Copper sulfate
  - 氯化銅 (綠) Copper chloride dihydrate
  - 氯化鈷 (紫紅) Cobaltic chloride
  - 氯化錳 (粉紅) Manganous chloride
  - 硫酸鎂 (白) Magnesium sulfate
  - 氯化鈣 (白) Calcium chloride
  - 明礬 (白) Potassium alum

### 製作過程

1. 拿取一隻小湯匙
  2. 取 250 ml 的蒸餾水放入玻璃瓶中
  3. 取 50 ml 的水玻璃放入玻璃瓶中
  4. 用小湯匙將蒸餾水與水玻璃均勻混合
  5. 用小湯匙依序取得各種顏色的金屬鹽類放進水溶液中 (每種礦物約一湯匙的量)
- 靜置並觀察裡面的礦物生長



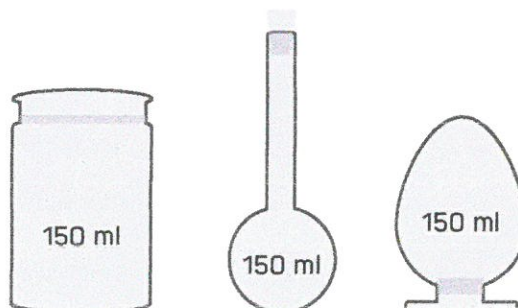
## 天氣瓶

### 材料

1. 可密封玻璃瓶
2. 攪拌棒
3. 手套
4. 塑膠杯
5. 5 g 硝酸鉀 Potassium nitrate
6. 5 g 氯化銨 Ammonium chloride
7. 74 ml 蒸餾水 Distill Water
8. 20 g 樟腦粉 Camphor Powder
9. 90 ml 乙醇 (95%酒精) Ethanol

### 製作過程

1. 在一個杯子中將硝酸鉀和氯化銨均勻溶解於溫水 (約攝氏 40 度的蒸餾水) 中
2. 在另一個杯子中將樟腦粉均勻溶解於酒精中
3. 將步驟二的溶液加入步驟一的溶液中, 攪拌均勻
4. 將混合溶液加入到玻璃瓶中, 密封



**Making\_Life Session 2**  
**Helsinki**  
**24 – 28 Nov 2014**

Theory / Discussion sessions  
 Practical sessions  
 Social sessions

DAY	THEME	9:00 – 10:00	10:00 – 10:45	11:00 – 11:45	11:45 – 12:30	13:30 – 14:30	14:30 – 15:15	15:30 – 16:30	16:30 – 17:00	AFTERS
Mon 24 <sup>th</sup> - day 1	Introduction Biogenesis Organic chemistry	Introduction: <b>Erich</b> Presentation of themes: <b>Oron, Andy</b>	B	Xenobiology: <b>Markus Schmidt</b>	L	Organic Chemistry: Wohlers Synthesis and the death of Vitalism	B	Abiogenesis - Crystal garden set up: <b>Erich</b>	presentation <b>Markus Holakainen (from 16:00)</b>	SAUNA
Tue 25 <sup>th</sup> - day 2	Extremophiles exo / astro	Presentation: <b>Rupert Mutzel</b>	R	Working with anaerobic cultures: <b>Oron</b>	U	Halophile Cultures: <b>Andy</b>	R	Artificial extremophiles: <b>Rupert Mutzel</b>	discussion	SAUNA
Wed 26 <sup>th</sup> - day 3	Transition - xeno / proto	Winogradsky columns: <b>Oron / Andy</b>	E	Individual 10 minute presentations	N	Introduction to Protocells section	E	Spherification: <b>Andy</b> Crystal garden Bio-input: <b>Erich</b>	discussion	DIY molecular gastronomy meal SAUNA
Thu 27 <sup>th</sup> - day 4	protocells	Encapsulating bacterial ecosystems: <b>Stephen and Helena</b>	A	Protocells: <b>Martin Hanczyc</b>	C	Life as encapsulation: implications of designing new biotopes	A	Preparing for Making_Life session 3	discussion	Lecture: <b>Martin Hanczyc</b> + discussion with <b>Making_Life</b> artists and scientists 18:30 @ The House of Science and Letters
Fri 28 <sup>th</sup> - day 5	Protocells / Wrapping up	Protocells practical: <b>Martin Hanczyc</b>	K	Sandbox: Free experimentation time	H	Cell Free Protein Synthesis: <b>Orkan</b>	K	Wrap up, Killing things.	DNA Cocktails	SAUNA Drinking....
						Reviewing experiments: Anaerobes, Halophiles, Extremophiles, Crystals, Encapsulation, Protein Synthesis, Protocells				