

第四章 “Hunting for Memory Circuit” 多媒體影片的元素

第一節 音訊部份

4.1.1 節目旁白

觀賞多媒體影片時，觀眾聆聽旁白的心情，會比閱讀文字書籍更為簡單輕鬆。旁白的敘述就像是在說故事一般，隨著節目不同段落的進行，旁白者的語調有時輕鬆、有時嚴謹、有時舒緩；旁白者不同的表情，可以增加節目的豐富性與趣味性。對於科普的題材，旁白文稿的撰寫要能提綱挈領，文辭通暢，條理分明；好的旁白文稿應以最少的文字傳達最豐富的節目內涵，而適宜的旁白則可以輔助節目畫面所無法傳達清楚的故事。

1、中文節目旁白：



Hunting for Memory Circuit----Story Script

引述

人類大腦儲存信息的系統，至今仍存在很多的謎團。人類的大腦與果蠅的腦，儘管在結構上大不相同，但在基因的層次和功能上，卻展現出相同的原理與機制。果蠅有 8 條染色體，人類有 46 條染色體。藉著對果蠅腦神經的研究，可以幫助我們了解人類大腦作用的機制。染色體中含有許多基因，每個基因都帶有製造某種特殊功能蛋白質的訊息。要知道這些基因的功能，就必須先了解基因產物---蛋白質在何時與何地表現。為研究生命體中的複雜作用關係，“果蠅腦神經基因體計劃”的 3D 影像技術，可以在器官及細胞層次

上，去觀察這些基因的表現與關聯。

<公視>江老師：我們發展了一系列的影像技術，有一樣技術叫作“Focus Clear”，這種技術可以使生物組織變成透明，讓我們能看見果蠅腦的一個神經網路表現在什麼網路，我們不需要切片，就可以看到解析度比 X 光核磁共振好一萬倍的影像。

腦科學研究中心

“果蠅腦神經基因體計劃”為聯合大學系統“腦科學研究中心”的頂級計劃。

<公視> 清華大學“腦科學研究中心”今天正式成立，知名的美國冷泉港實驗室也特地前來簽署“果蠅腦神經基因體計劃”的合作備忘錄。冷泉港實驗室是由發現 DNA 雙股螺旋結構的諾貝爾獎得主華生博士所領導。

如何建立一個果蠅記憶神經網路的細胞資料庫，並以 3D 數位影像來呈現，“果蠅腦神經基因體計劃”總主持人—江安世教授說：果蠅腦神經基因體計劃包含兩種主要工具：基因互動連結資料庫，以及腦神經網路三維影像資料庫。其中的關鍵技術“透明腦技術”已取得美國及法國的 20 年發明專利。

<公視>Tim：江博士發明的影像科技，可以帶領我們的研究計劃站上領導的地位，所以我們當然要和台灣一同合作。

Hunting for Memory Circuit

果蠅有記憶嗎？Tim Tully 實驗室使用果蠅學習訓練機，讓果蠅記得聞到味道 A 時會被電擊，聞到味道 B 時，則不會被電擊。如此果蠅會記得逃避味道 A，以免被電擊。透過電擊方式促使果蠅形成長期記憶。記憶可分為短期記憶，中期記憶與長期記憶，分別由不同組的基因所調控，每個基因則分別表現在自己特有的神經細胞中。也就是說，不同形式的記憶可能是由不同的腦神經及網路來工作。目前美國冷泉港實驗室已完成鑑定 51 個參與果蠅長期

記憶的形成的新基因，但是我們想要了解的是在果蠅的腦裡，這些基因之間是如何互動？在什麼樣的神經網路中互動？而產生長期的記憶。

就以 Radish 基因來說，Radish 基因參與一種特殊的記憶型態--抗昏迷型的記憶。在果蠅的腦中，Radish 基因表現在大約 30~40 個神經細胞當中，利用一種特殊的基因表現標示方法，我們可以觀察單一 Radish 神經細胞在果蠅腦部的表達。如果我們將這些單一的 Radish 細胞儲存於建構好的標準腦中，就可以選擇性的觀看多個神經細胞之間的關係，藉以研究到底在眾多表達 Radish 的神經細胞中，那一些細胞是真正參予抗昏迷型記憶的形成。

願景

清華大學腦科學研究中心的生物 3D 影像科技，讓我們看到世界獨一無二的 3D 基因表現影像，綠色部份顯示 Radish 基因的分布在神經細胞，大的顆粒為神經元，小點為神經與神經的接觸點。能夠獲得這樣清晰而高解析度畫面影像，主要是因為台灣的研發團隊發明了一個可以使得生物組織變成透明的實驗技術。

目前腦科學研究中心的“果蠅腦神經基因體計劃”已經完成了果蠅腦標準的蕈狀體的建立。以蕈狀體為三維的地標，可利用非線性腦變形的程式計算，將表現在不同果蠅的腦神經迴路放在同一個標準腦內。以這樣的方法，我們可以建立一個果蠅腦部所有基因表現的 3D 神經網路資料庫，獲得果蠅腦部的基因表現、蛋白質、及細胞的分佈資訊，未來以該 “Candidate Memory Circuit”（可能的記憶線路）為基礎，模擬或假設腦部裡訊號的傳遞順序，這對於了解腦神經網路的發育與功能、輔助了解人腦功能、腦生理的計算模擬與腦疾病治療藥物的設計，將有重大的貢獻。

果蠅腦部大約有 9000 個基因表現。但神經網路在腦中到底是如何形成的？而又如何使得果蠅能記得過去的經驗？至今仍是一個未知的謎。3D 的神經網路影像將會幫助人們瞭解自己的腦是如何運作！

2、英文節目旁白

Hunting for Memory Circuits----English Story Script

Introduction

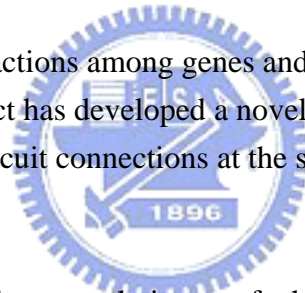
The memory system in the human brain is still a place full of mysteries even today.

Brains from the fruit fly (*Drosophila*) share many basic genetic principles and functional mechanisms with human brains, regardless of great differences in structures and size.

Fruit flies have 8 chromosomes, compared to 46 chromosomes in humans. In order to understand the complicated human brain, a good starting point is to investigate the relatively simple nervous systems of the fly.

Each chromosome contains many genes and each gene carries information of a protein with specific functions. In order to understand the actual function of these genes, we need to know when and where the characteristics of these proteins are expressed.

To study the complicated interactions among genes and proteins in a living organism, the Flybrain Neurogenomics project has developed a novel three dimensional imaging system to reveal gene expressions and circuit connections at the subcellular level in the whole brain tissue.



We have developed a series of image techniques, of which one of them is called “Focus Clear”. This technique makes a biological tissue transparent. We can thereby see where a neural gene is expressed in the network without tissue sectioning, and the image resolution is 10 thousand times better than as seen by X-ray or MRI.

Brain Research Center

The Flybrain Neurogenomics project is one of the top ranking research programs in the Brain Research Center of the University System of Taiwan

The Brain Research Center in the National Tsing Hua University raised its curtain today. The people from the famous Cold Spring Harbor Laboratory in America also came to sign a memorandum of collaboration. The Cold Spring Harbor Laboratory is led the Nobel Prize laureate James Watson; he had discovered the DNA double helix.

How do we establish a database on the internet for the Flybrain Neurogenomics project,

together with a 3D image presentation? The principle investigator of the project, Professor Ann-Shyn Chiang said....

There are two major parts in the content of the FlyBrain Neurogenomics project: the interactive gene connection database and the 3D image database for the neural networks of fly brains. The key technology that makes the brain tissue transparent has obtained a patent from the American and French government for the next 20 years.

Hunting for Memory Circuit

Do flies have memory?

Dr. Tim Tully invented a fly training machine in which flies were electrically shocked in the presence of odor A and were refrained from being administered the shock with odor B. The fly learned to avoid odor A due to its association with the unpleasant shock. The experience of receiving electric shocks associated with the odor A was somehow built into the fly's long term memory in its brain.

There are at least three forms of memory --the short term, middle term and long term --each regulated through specific genes in different cells. In other words, there are different kinds of memory working out in different parts of the brain through different cellular networks.

There have been 51 genes identified by the Cold Spring Harbor Laboratory, which is involved in research regarding the long term memory in the fly brain.

But what we really want to know is how these genes are interacting to one another and in what neural networks so that long term memory is achieved. Let's take a look at an example from previous research.

There is a gene called Radish, which takes part in a specific form of memory, the anesthetic-resistant memory. The Radish gene is expressed in about 30-40 cells in the fly brain. Researchers now have the technique to label its expression and then see how neurons with such an expression are distributed in the fly brain. We can selectively observe the interactions among these cells, as long as we have each cell expressing Radish separated and stored in a standard brain model. In this way, we may examine which cells with the Radish expression are actually participating in the formation of the anesthetic-resistant memory.

Perspectives

The image technique in the Brain Research Center at National Tsing Hua University is unique in the world given that the gene expression is presented in a 3D format. In this image, the expression of the Radish gene is shown in green, the large granules are the neurons and the tiny dots are the locations of the synapses, where neurons communicate to one another.

The reason we can have images with such a fine resolution is because our team here in Taiwan invented a technique to make the whole brain tissue transparent.

At present time, the Flybrain Neurogenomics project has accomplished construction of a standard mushroom body, which will be used as a landmark in our future 3D fly brain. According to this landmark, neural circuits from different fly brains can be installed into the same standard brain with the help of some nonlinear distortion correcting calculation programs.

Accordingly, a 3D neural network database can be constructed to reveal every gene, protein and cellular profile presented in the fly brain. Hypothetical memory circuit candidates can be selected and the progression of signal transmission can be tested, together with some computational simulations, in the future. Research at such a scale shall result in a great contribution to the understanding of the development and functions of the brain circuit. Further benefit will be on the computational brain function simulation and therapeutic drug research for the brain diseases.

There are approximately 9000 genes expressed in the fly brain. But the real intrigue is how the neural circuit is formed in its brain and what enables the fruit fly to recollect its past experiences? These are just some of the grand puzzles waiting along the long journey of our brain research.

The 3D neural circuit image will greatly help us to better understand how the brain works.

4.1.2 音樂

多媒體影片的配樂，包括背景音樂與效果音樂。最能符合節目情感與節奏的配樂，是專為影片情節發展而創作的樂曲。然而創作曲的經費龐大，因此大部分的配樂都只能從現成的音樂 CD 中選取適當的曲目。背景音樂的音樂性，要能符合影片的情感，才有助於節目氣氛的塑造；音樂的強度，不宜太強也不宜太弱，音樂性太強會干擾節目的進行，音樂性太弱則不足以烘托節目的情境。適當的效果音樂，則可以加強節目的節奏與韻律，使節目更具動感與趣味性。

音樂曲目的選曲，由於本影片以果蠅腦神經網路的科學研究為主題，屬於科學、理性的題材，因此在聲部的結構上，選擇以西方古典音樂為主要的配樂，而音樂之父巴哈的音樂莊嚴神聖，格律工整嚴謹，有嚴密的數學規律，是做為本影片配樂的最佳音樂。巴哈的布蘭登堡協奏曲，以兩個樂器群組互相呼應，展現了巴洛克時期音樂特有的雋永風格，本影片以四首布蘭登堡協奏曲做為配樂的主軸而貫穿全場。另外，在影片的開場序曲以及主要的段落之間，則以古典小品以及電子合成音樂做為穿場的樂曲。電子合成器音樂較具科技感，音色也與古典音樂明顯的不同，以它們來做為聲部的穿場，可以使整體配樂顯得豐富而有變化。

1、序曲:

Lifelines—本首音樂以交響樂團演奏，小鼓的節奏由弱而強，搭配果蠅由小而大的畫面，非常有節奏感。

2、Introduction:

Brandenburg Concerto No3 I Allegro—節目在布蘭登堡協奏曲第三號第一樂章的快板音樂中正式展開，莊嚴輝煌的樂曲，為影片做了一個有力量的開場。

Morning Breeze II—在莊嚴的巴洛克音樂之後，一段電子合成音樂增加了聲部的豐富性；深具節奏感的音效，配合了果蠅與 DNA 畫面的旋轉，

產生了一種科學的趣味性。

李斯特第二號安慰曲一節目在一段音樂與畫面互動的過場之後回到了主題的敘述；音樂也由活潑的電子合成音樂轉為抒情的李斯特的古典小品樂曲。

3、腦科學研究中心的介紹：

Space—一段太空神秘深邃的樂曲，搭配在腦科學研究中心介紹的開始，畫面中黑底 Logo 的旋轉，猶如在漆黑無邊宇宙中運行的星體。

Brandenburg Concerto No1 III Allegro—布蘭登堡協奏曲再度出現，第一號第三樂章的活潑快板，為腦科學研究中心的成立與成果，襯托出愉悅的氣氛。

4、Hunting for Memory Circuit:

Sequences to Remember—神秘迷離的音樂，為探索果蠅記憶神經網路的實驗過程，襯托出生物界的奧秘神奇。

Baroque Rock / Brandenburg Concerto—一段經過改編的巴洛克樂曲，以較活潑的現代音樂演出，有別於傳統室內樂的演奏方式，增加了聲部的豐富性。果蠅腦神經網路生理機制的奧妙，在實驗室中被逐漸的解開。

5、In The Future:

Bethoven：Violin Sonatas No.5 “Spring”—對於果蠅腦記憶神經網路研究工作的願景，以貝多芬小提琴奏鳴曲的“春天”作為配樂，在抒情愉悅的旋律中，對於未來的成就充滿了期許與憧憬。

Brandenburg Concerto No3 III Adagio-Allegro—音樂再度回到布蘭登堡協奏曲的聲部主軸，第三號第三樂章從慢板到活潑的快板，為未來的研究襯托出一個美好的願景，節目也在音樂的尾聲中漸漸的結束。

第二節 靜態影像

4.2.1 攝影

1、微觀攝影

果蠅的體型非常微小，需要大倍率的近攝器材才能把牠們拍得清楚；一般的攝影鏡頭大約僅能獲得 1/10X 的放大倍率，這個倍率遠不及拍攝果蠅的需求，因此我們需要以專業用的單眼數位相機，以及近攝鏡頭、近攝環等來拍攝，才能得到一個 2X 以上的放大效果。

(1) 單眼數位相機：

單眼數位相機的機身外型與傳統相機相似，能夠與傳統相機的鏡頭與附件相結合，而拍攝像果蠅這般微小的題材。單眼數位相機的功能齊全，畫質好、像素大，可以即拍即看，容易掌握精確的燈光效果，檔案處理的速度也快；超過 1000 萬像素的數位影像，畫質與色調的表現已接近傳統底片，而且價錢持續下跌，很快就將全面取代傳統的相機與底片，成為攝影器材的主流。

(2) 近攝鏡頭：

近攝鏡頭的調焦範圍可以從無限遠到 1:1 的放大倍率。在拍攝昆蟲時，它可以不必加裝近攝環即可得到 1X 的放大倍率；如果放大倍率仍然不夠時，也可以再加上近攝環、蛇腹或加倍鏡頭來獲得更大的放大倍率。

(3) 近攝環：

近攝環是一種方便和便宜的相機附件，它是由一組套環連結起來，加在鏡頭與機身之間，用以增長鏡頭到底片間的距離，而達到近攝放大

的目的。近攝環可以單獨一個使用，也可以把多個連接起來使用；藉著使用不同長度的近攝環，可以得到不同的放大倍率。近攝環的質量輕、體積小而且堅硬耐磨，非常適合野外攝影使用；而由於它的內部沒有任何鏡片，所以可保持原來鏡頭的品質。

(4) 閃光燈：

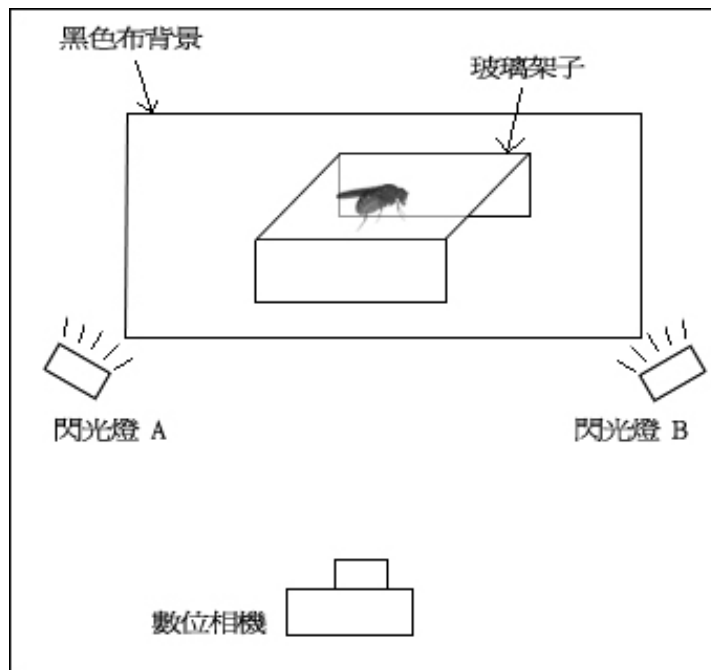
拍攝昆蟲時，由於樹林間的光線常常不足，所以需要以閃光燈來補光。閃光燈不僅提供了明亮的光線，也幫助我們解決畫面晃動的問題，並且讓我們可以使用一個小光圈而獲得較長的景深。使用兩個閃光燈來拍攝昆蟲時，應先找到可以表現主題特徵的主燈位置，然後再以輔燈淡化主燈所產生的陰影，同時要注意兩個燈光的角度，避免畫面中有兩個影子的產生，才合乎大自然中單一光源照射的法則。主燈與輔燈的光線強度比值為 2:1 或 3:1，這個比值可依我們的要求而自由調整。

(5) 拍攝技術：

由於昆蟲攝影的對焦距離近、景深淺，所以我們的對焦位置就相對得重要了。一般而言，理想的焦點位置是擺在動物的眼睛或頭部；有清晰的眼神，動物才會有生命與光彩。另外，拍攝時也應避免畫面振動而變得模糊，以高速閃光燈拍攝是最有效的方法，當然拍攝時能夠穩定地掌控相機也是很重要的事。

(6) 小小攝影棚：

拍攝果蠅時，我們需要在室內架設一個小小攝影棚，包括攝影台、翻拍架、燈光、描圖紙、背景布等（如圖），我們可以把攝影台架高，並將果蠅放置在台上的玻璃，底下則佈置黑色的背景布，這樣會比把標本直接放在背景紙上拍攝的效果好。果蠅如果太過活躍，可以先以二氧化碳減緩牠們的活動力，才能從容的拍攝。



2、顯微鏡攝影

顯微攝影可以拍攝比果蠅還細小的題材，如果以一般的近攝器材拍攝，覺得放大倍率仍然不夠時，這時就要借助顯微鏡的特殊放大功能，才能把主題拍得夠大夠清楚了。

(1) 解剖顯微鏡與相機：

如 Olympus 解剖顯微鏡，Nikon coolpix 5700，相機轉接附件，攝影目鏡等。相機要有手動對焦的功能以方便對焦，大倍率的外掛放大鏡頭如 WILLIAM OPTICS DCL-52，可以翻轉的 LCD 螢幕以方便構圖。

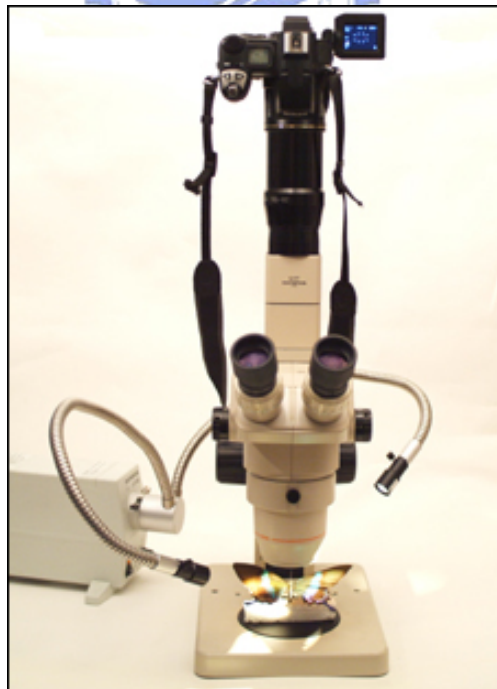
(2) 燈光：

解剖顯微鏡專用的冷光燈是持續光源而且不會發熱，比較不會影響被拍攝的生物。我們也常會以閃光燈補光，因此相機要能外接閃光燈，並選擇一個有分段光功能的閃光燈。

(3) 拍攝技術：

顯微攝影需要一架具備觀察與拍攝功能的解剖顯微鏡，拍攝前將相機連結顯微鏡上，或將相機加裝上大倍率的外掛放大鏡頭，然後直接套在顯微鏡的相機接環上拍攝。先在接目鏡下以小倍率尋找主題的大概位置，再調整放大倍率到想要拍攝的倍率，然後在相機的觀景窗上再做精確的構圖、對焦。顯微攝影的放大倍率非常大，景深也很淺，容易發生對焦不準、畫面晃動模糊的問題，因此必須細心對焦，並以快門線拍攝。對焦時，先將相機設定在手動對焦的最近對焦點，然後調整顯微攝影上的調焦環來對焦。

冷光燈為最容易操作的光源，由於冷光燈的色溫低，所以必須將相機的色溫功能設定在鎢絲燈光源。如果是拍攝活躍的小動物，則需要以閃光燈來拍攝，閃光燈的瞬間閃光能凝結小動物的動作，以避免因為物體的活動而造成畫面模糊不清。



4.2.2 實驗照片

1、共軛焦顯微鏡之成像原理：

共軛焦顯微鏡是由具調節雷射光源之掃描器、全自動螢光顯微鏡與高解析影像記錄系統共同組成。共軛焦顯微鏡可藉由去除非焦點平面所產生的雜訊，以取得在樣本中不同深度之高解析度顯微影像。

其主要原理可分為三個步驟：1、雷射光線可以經由物鏡聚焦成單一的光點，來照射樣本單點的特定深度；2、由焦點反射或發散的光線還可經由物鏡聚焦成單一的光束，完全通過影像偵測器前的針孔光圈 (pinhole aperture)；3、其他在焦點之上及之下非焦點所產生的雜訊光子則在此針孔周圍被阻擋下來，因而確保偵測器獲取焦平面訊號的準確性，進而達到想拍攝之不同深度高解析度的顯微影像。

在傳統螢光顯微鏡影像中，不但焦平面外的雜訊會削弱焦平面所傳回的訊息，而且不同的染色訊息間亦會互相干擾，而使得影像資訊模糊不清，更多的細部構造成為兩種染色的混合結果。而在共軛焦顯微鏡影像中，組織的細部染色結構均可被清晰的辨別，並且所拍攝的影像在對比和解析度上均有很明顯的改善。共軛焦雷射掃描顯微鏡術不但提高了顯微影像的解析度，並可將連續光學截面的影像資料組重組為三度空間的立體影像。

2、共軛焦顯微鏡的拍攝：

共軛焦顯微鏡可拍攝出超越傳統顯微鏡的高解析度影像，但是必須特別注意樣本的製備、顯微影像的紀錄及影像的處理三大要點。

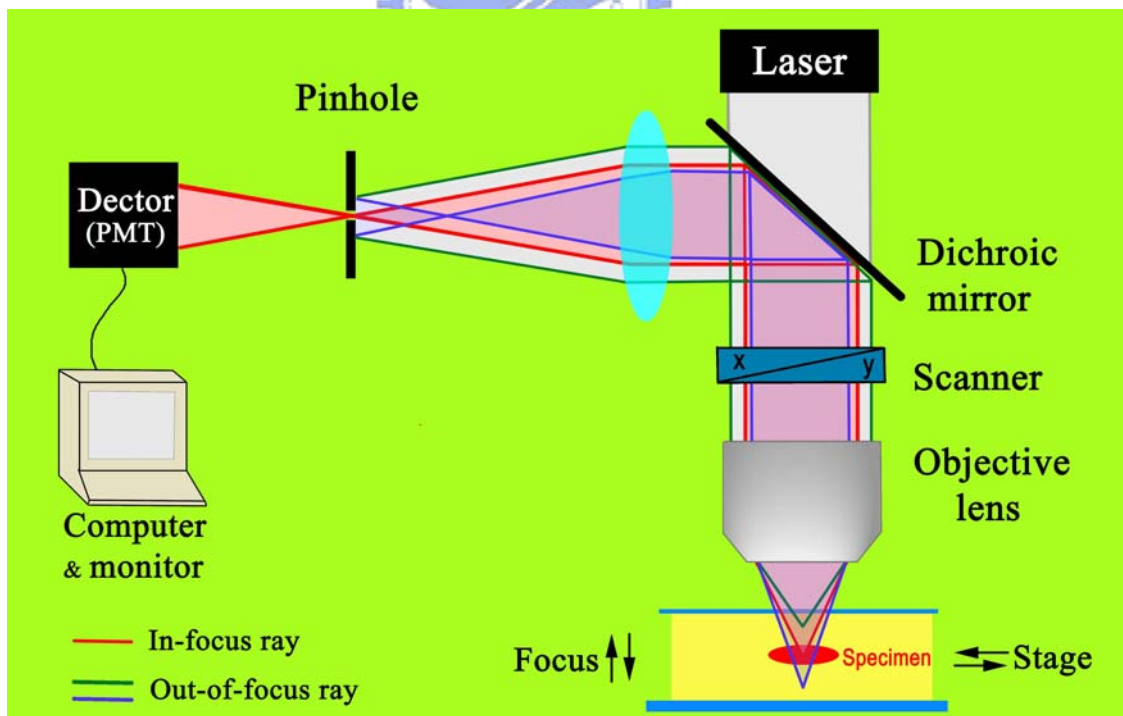
有好的螢光樣本，共軛焦顯微鏡才能產生高解析的影像。在準備共軛焦顯微鏡所使用的樣本時，必須要先確定在處理的過程中，如固定或包埋的步驟上，樣本整體三維結構之完整性。我們可以藉由比較固定完全之後的樣本與未經固定步驟的活體樣本來確認這項顧慮，但若樣本自身不具螢光特性，則可以螢光染劑標示以方便比較。

在顯微影像的紀錄的操作上，應注意用最小需求的雷射光能量避免泛

光。設定顯微鏡、濾片、鏡頭和屏避的途徑使得大量的光被通透和偵測到。利用高數值光圈的鏡頭盡可能的提高解析度。考慮使用高數值光圈的水鏡，盡量減少球面像差。避免兩種不同螢光的相互干擾。針孔偵測獲得的像素大小需要適當。

許多影像處理軟體可以藉由灰階的調整或亮度和對比的改善來增加影像的清晰度，或利用主要的標示影像減去背景影像有助於雜訊的消除。影像組的相加、相減、影像的比值、影像的過濾、影像相互的關係、影像的編輯、擷取、去模糊以及各種不同的影像處理也可以經由更複雜的電腦軟體來處理。影像處理軟體可以收集像素重組成一個三維立體的顯微結構，同時也可以經由簡單的處理這些像素使得影像可以做三度空間的旋轉，可以從任何一個角度觀看影像。還有幾種不同呈現三度空間的方法可以從共軛焦影像資料組中處理得到。

3、共軛焦顯微鏡圖





共軛焦顯微鏡（Zeiss LSM 510）之儀

器設備。共軛焦顯微鏡工作站是由具調節雷射光源之掃描器、全自動螢光顯微鏡與高解析影像記錄電腦系統共同組成。



第三節 動態影片

靜態相片可以呈現畫質清晰的果蠅特寫，讓我們能欣賞到果蠅的每一個細節；動態影片的畫質雖不如照片細緻，但卻可以表現生物的動態美感，對於動物行爲的描述比靜態照片更爲寫實而有趣味。電影科技自從被發明以來，即廣泛的運用在人類的社會、文化與歷史的紀錄，隨著對自然科學的探索與了解，以自然生態爲題材的動態影片，也成爲人類了解大自然的重要媒介，而果蠅行爲的拍攝，可以讓人們近距離的觀賞這個與我們比鄰而居的小昆蟲。

4.3.1 動態影片的拍攝器材

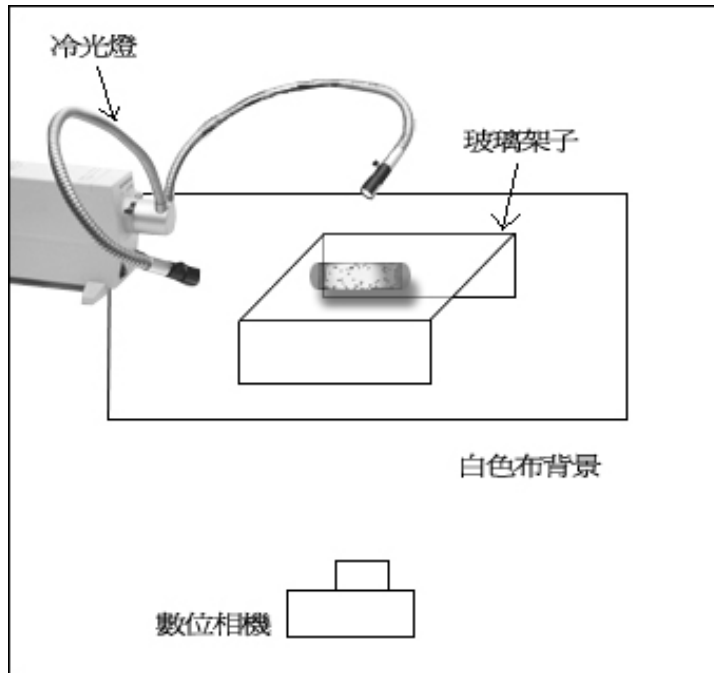
動態影片的拍攝媒材有 16mm 電影片、Batacam 錄影機、DV Camcorder 錄影機，還有時下最流行的消費型數位相機。消費型數位相機的像素高、畫質細，而且功能齊全—近拍的功能、長焦距鏡頭、手調對焦、手調曝光... 等，不但可以拍攝畫質優美的靜態照片，也能拍攝動態的自然主題。雖然消費型數位相機無法精確的捕捉快速行動中的動物，但是對於拍攝實驗室裡的果蠅也都能遊刃有餘。大部分的消費型數位相機都能拍攝一分鐘的連續動畫與聲音，也就是動態影片的拍攝；雖然呈現的畫質並不如專業的 16mm 電影片與 Batacam 錄影機來得細緻，但在電腦螢幕上的播放效果還是相當不錯的。

4.3.2、果蠅行爲的拍攝：

果蠅的體型微小，因此需要以大倍率的近攝器材拍攝才能表現得清晰；消費型數位相機的近拍功能非常好，可以拍攝到 2X 的放大倍率，讓我們在呈現果蠅的動態影片時，能清楚的拍攝出牠們的影像。

爲了表現出實驗室試管內的果蠅活動，以白色背景布做爲試管的背景，然後將冷燈光打在背景上，以一個逆光的聚光光線塑造出瓶中世界的迷離氣氛，表現出一群果蠅在人類實驗室裡的神秘紛圍。拍攝時須以三腳架來固定攝影機，以避

免畫面的搖晃，並且要多拍攝幾個片段，然後選擇一個果蠅數目最多的段落使用。對於拍攝單隻果蠅特寫的活動，則須以更大的倍率或是將相機轉接到解剖顯微鏡上來拍攝。



第四節 動畫部份

4.4.1 電腦動畫

1、片頭動畫：

本研究創作的節目名稱爲“Hunting for Memory Circuit”，因此設計一個像是雷達儀表透明板的圖案來追蹤果蠅的影像，果蠅由小而大的動態變化，好像是我們在研究果蠅，果蠅也在研究我們，構成有趣的畫面。“Hunting for Memory Circuit”的節目名稱逐字的出現在螢幕上，產生了強而有力的視覺效果。

2、果蠅旋轉動畫：

“在文學作品中，蒼蠅是很常見的昆蟲，是滑稽和惹人厭的象徵。沒有蜘蛛那麼噁心，沒有蝴蝶那麼迷人；牠們象徵焦躁亂動，微不足道，毫無用處。更糟的，還會妨礙注意力。對蒙田（Montaigne）來說，牠嗡嗡的聲音簡直就是人類思想的殺手。對巴斯卡來說，牠「擊潰了理智」，而且，牠特別喜歡垃圾、腐敗的東西以及糞便，簡直就是一個噁心的動物。所以只有在科學研究的領域，蒼蠅才能獨占鰲頭。...今天我們之所以在老鼠和人研究上有所進展，都應該歸功於蒼蠅。”（蒼蠅、老鼠、人，Francois Jacob 著）

利用動畫製作，將不同角度的果蠅影像，製作爲電腦動畫。果蠅緩慢的旋轉一圈，讓觀賞者能仔細的看欣賞果蠅的形態之美。果蠅這樣的微小生物與人類基因的相似度，竟幾乎有九成以上，真是令人十分驚訝！

3、腦科學研究中心動畫：

2004年2月18日，美國冷泉港實驗室，和清華大學、國家高速電腦中心簽訂了「果蠅腦神經基因體計畫」的國際合作簽約，並攜手公開了世界第

一個腦神經網路基因表示 3D 影像虛擬實境系統。也同時宣告將共同在台灣建構第一個「腦神經網路 3D 影像知識資料庫系統」，該資料庫未來將透過國家高速電腦中心提供全球研究服務。

「果蠅腦神經基因體計畫」以台灣為主角開始吹起號角，美國不僅提供資源，甚至提供研究經費補助，一個遠比類基因體研究更為浩瀚的腦科學研究序曲可能更將因此掀起！“腦科學研究中心”的主要三個研究單位，美國冷泉港實驗室，和清華大學、國家高速電腦中心的 LOGO，環繞著由電腦輔助設計系統所模擬的果蠅腦的標準形態，背景為宇宙浩瀚星空，配合音樂旋律而轉動，“Brain Research Center”的字幕穿梭在畫面底部。

4、腦神經細胞互動動畫：

「互動性」是電腦多媒體有別於一般傳統媒體的重要特色。新興媒體由於觀賞者與設計者的角色是可以隨時轉移，將主控的角色交給觀賞者來操控，除了考慮「人機介面」(Human Computer Interface) 的設計，作為人與機器之間的溝通媒介 (Communication) 外，透過程式編序才能產生「互動性」。針對「互動性」Selnow (1988) 指出，要構成一個互動性的溝通需有三個條件：

1. 訊息傳遞的對象要明確，對於不同的對象就須提出不同的訊息。
2. 雙方交換訊息時，都須按照對方的回應，而隨時調整自己所要提供的訊息。
3. 溝通管道須是雙向的，才能保持其順暢。

生物科技研究進入後基因體時代，不僅可以知道每個基因的功能，包含該基因所影響的神經細胞名稱、分佈，都將可以在「果蠅腦神經網路 3D 影像知識資料庫系統」的網站上，提供給使用者互動的設計，清楚的看到該神經細胞的分佈，也可以同時觀看許多個神經細胞，甚至是動畫的呈現。

我們以「Radish」基因作範例，「Radish」為抗昏迷型的記憶基因，在果蠅的腦部大約作用在 30~40 個神經細胞，我們拿主要的 13 個神經細胞來作互動動畫設計，使用網路上最普遍的動畫軟體 Macromedia Flash 來編寫製作。

由果蠅腦的小圖示開始，滑鼠點下該小圖示，會秀出 5 大分支狀，並依不同的部位出現「Radish」基因所影響的神經細胞中的主要 5 大區域；依序為“Optic”、“LH”、“DPM”、“AL”、“VPL”的五個小圖示，再使用滑鼠點下該小圖示，則會再繼續延伸每個區域所包含的神經細胞分支，小腦圖移動至畫面左下方，主要畫面則會秀出所點選的神經細胞圖，在點該小圖示則該神經細胞圖消失。如此透過網際網路的立即性，將每個基因腦神經所影響的神經細胞網分佈，由觀賞者可以自己選擇性的觀看每個單一的神經細胞，也可以同時觀看許多個神經細胞，並產生即時的動畫影片。

本研究創作主要為線性播放的媒體型態，因此在節目中所呈現的基因互動片段，使用“Camtasia Studio”將網站上的操作過程錄製為動態影片格式，這樣才能夠置入整合軟體裡播放。



4.4.2 腦神經網路 VR 動畫

在清華大學的“腦科學研究中心”的 VR Room 裡，我們透過立體眼鏡所看到的果蠅神經顯微結構，其解析度比核磁共振影像高出一萬倍，螢幕中呈現的 3D 顯影色彩繽紛，如同色彩豔麗的抽象畫。”腦科學研究中心”的高解析度立體生物顯微影像技術，是國際上第一個能到達分子層次的腦神經網路基因表現 3D 影像虛擬實境系統，也是第一個展現腦神經記憶網路的基因功能圖譜。腦神經 3D 電腦動畫，並不同於一般的 3D 動畫軟體製作，因為它是一個真實的影像，而不是由電腦軟體摹擬產生的。也因此，在動畫技術的運用上，必須先熟悉這個特殊的動畫軟體。

在多媒體影片中，為了讓觀賞者有如在“腦科學研究中心”的 VR Room 觀賞高

解析度的立體果蠅腦神經網路分佈的效果，所以盡可能的將影片的播放尺寸設定為最大。由於 Amira 軟體並非製作 3D 立體動畫軟體，並未提供友善的攝影機或燈光操作，所以製作時盡可能的使用視窗捲軸所提供的 Zoom In、Zoom Out、Pan Left、Pan Right 等功能，讓影像呈現的效果就如同觀賞者親臨現場一般；鏡頭的設計，以主觀鏡頭的角度，有時繞著全腦轉一圈，有時進入果蠅腦神經細胞的內部一探神經網路的深處，讓人忍不住讚嘆大自然的奇妙，所有的交錯網路分佈、大小不一繽紛的顆粒都是真實的存在果蠅的腦部。



第五節 整合

當各個多媒體元素陸續製作完成之後，最後的工作就是要將這些元素整合成一個完整的節目。整合的工作是非常重要的，好的整合工作，能使節目有整體性與明快順暢的節奏；整合工作若做得不好，就算前面每個元素的成果再好，也將功虧一簣了。所有的媒體整合工具，以美國 Macromedia 公司所出版的 Director MX，Director 為目前市場上使用最為廣泛的多媒體整合軟體，它可以接受四十幾種以上的不同格式的檔案。Director 是以 Frame Per Second 的觀念來製作動畫，每個 Frame 上都有自己的程式控制欄、轉場效果欄。

由於本研究創作為科普影片的製作，因此採取線性媒體方式來編輯，大都是音樂配合畫面的情境變化的線性編輯，在程式控制上加註在有線性媒體播放的時候，像是聲音、動態影片、flash 動畫...等。



第六節 多媒體影片評估

科普創作界所公認的標準，就是科普作品品質的三要素 "科學性、思想性、藝術性"(也談“真正意義的科普經典”，湯壽根)。科學性指的是科學內容的真實、準確、成熟和先進；思想性指的是科學精神、科學思想和科學方法。科學精神與科學趣味都是科技的本質，科學性是思想性和藝術性的基礎，三種特性的完美和統一是科普最高的境界。

4.6.1 多媒體影片成功的要素

在多媒體影片製作工作之前，應該先瞭解一個好的多媒體影片必須具備那些要件？也須要瞭解製作一個好的多媒體影片必須具備的要素，與獨特的媒體形式。一個成效不佳的影片，可能不完全是技術層次的問題，或是由於經費不足的原因，更多的因素是因為製作人無法掌握多媒體影片特有的形式與內涵，以及對於影片的目標與期許。

多媒體影片的製作和電影製作一樣，在創造過程中需要注意四個基本要素，才能夠使作品的表現得成功，而達到製作的目的。

1、多媒體影片的概念與目的：

多媒體影片在構想的過程，就要有一個對於影片的期許，也就是影片製作的概念與目標。當然這個概念可能在多製作過程中不斷的被思考與調整，但是它必須清楚的指導著整個製作過程。

2、多媒體影片的元素：

一個事物的元素，就是它製成的材料或原料，而一個多媒體影片的元素，就是劇本、旁白、影像、聲音、動畫等；能清楚的掌握各個元素的特性與表現，才能結構成一個成功的影片。

3、多媒體的技術和資源：

除了要有很好的概念與目標，影片在製作時，是否時有駕馭純熟的技術與豐富的資源運用，也是影片成功的重要因素。

4、多媒體影片的成效評估：

影片完成後，是否達到預期的目標，對於成效的評估，成功與失敗的檢討，都有助於未來的工作累積更多的經驗。

4.6.2 多媒體影片成效評估

1、影片是否能引起觀眾的注意？

如何引起觀眾的興趣，並進而使他們進入故事的情節，是多媒體影片製作時最有趣也最具挑戰性的一部份。

2、影片是否能引領觀眾的情緒進入建構的情節中？

能引領觀眾進入多媒體影片的氛圍，才能有效的傳遞節目的訊息，而在人們的腦海中留下較深的印象。

3、影片是否能有效的傳遞訊息？

影片的進行，要能清晰流暢的傳遞訊息，觀眾才容易理解主題的內容。

4、多媒體影片要能夠具有娛樂的效果。

人們都喜歡能夠使他們愉快的事物，因此讓觀眾適度的保持一種愉悅的觀賞心情，將有助於影片的成效；但也須適當的設計，才不會喧賓奪主的影響到真正的主題。

5、多媒體影片要能夠讓人們留下深刻的印象，並保持記憶。

如果觀眾在事後完全忘記作品的內容，則任何有效的資訊傳達，或豐富的娛樂效果都失去了價值。我們很難掌握觀眾是否保持記憶，因為只有觀眾

才知道自己到底記得了多少。

4.6.3 多媒體影片的製作評估

一個好的多媒體影片，涵蓋了許多不同的元素的表現，就像一個交響樂團的演出，在指揮的帶領下，管樂、弦樂、鍵盤樂器與打擊樂器，每一種樂器的演出成績都影響了最後的演出成績。

1、企劃：

企畫就像建築師繪製建築圖、作曲家編寫樂譜的工作，是多媒體影片的靈魂與執行的方向。企劃一個多媒體影片的過程，對於內容是否清晰？設計是否過於複雜？觀眾是否會保持高度的觀賞興趣？都是需要思考的問題。

2、分鏡腳本：

分鏡腳本是影片執行的依據，就像建築物的建築圖、交響樂的樂譜，分鏡腳本的規劃是否清楚？是否發揮各個元素的特性？可行性如何？都是規劃的重點。



3、旁白文稿：

多媒體影片中的旁白文稿，並不一定要文辭優美，但要注意是否能清楚的傳遞節目的訊息？是否易讀易懂？是否枯燥乏味？

4、圖像的表現：

有效的圖像傳播不僅是高品質圖片的呈現，更重要的是設計是否符合主題的風格？是否會太過華麗或是太過簡單？圖片的顏色是否適當？圖像的訊息傳達是否清楚？動畫的表現是否生動？說明性是否清楚？不當的色彩會讓使用者產生困惑的情緒，而不適的風格更有可能使傳播出去的訊息產生偏差，無法達到原先預期的效果。

5、聲部：

聲音是傳播力量最強的元素，要注意旁白人的音色是否符合節目的特性？旁白表情是否得當？旁白速度是否會太快或太慢？配樂是否能符合劇情的情感？是否能配合劇本的節奏？不同段落的配樂是否有一致性、整體性？音效是否會增加影片的趣味性？是否會太喧鬧？適當的聲部表現是多媒體影片成功的要素，它要能吸引觀眾保持對影片的興趣，但又不能太過強烈而讓觀眾變成只是在欣賞音。

6、整合：

整合多媒體影片的各项元素，就像指揮家在指揮樂團所有的樂器一般，要能夠和諧流暢，並完整的呈現影片的預期成果。要注意分鏡與分鏡的轉換是否流暢？節目進行的速度是否會太急或是太慢？音樂與畫面的搭配是否很自然？動畫的進行是否流暢？一部成功的多媒體影片，不僅需要有很好的腳本寫作、電腦美術設計、攝影、電影、音樂設計、動畫製作、資訊設計與介面設計，更需要有優秀的製作人來整合所有的元素。



4.6.4 本研究創作觀眾評估表

腦網路基因表現圖譜視覺化研究創作觀眾評估表

您好，本研究創作結合科學研究與應用藝術，試圖製作一部具科學性、思想性、藝術性的科普短片，期許能達到科普作品"深入淺出"、"引人入勝"的最高境地！本研究創作以電腦多媒體影片作為科普的表現媒材。請在看完本影片之後，填寫以下問卷。

感謝您的合作！

祝 安好！

國立交通大學 應用藝術研究所視覺傳達組 楊美美 敬上

評估者：

年齡：50(含以上) 40~50 30~40 20~30 20(含以下)

教育：研究所(含以上) 大學生 高中生 國中生(含以下) 無

背景：生命科學 生物相關 應用藝術相關 其他_____

評估項目		表現程度				
		100%		50%		0%
訊息的傳達是否清楚		5	4	3	2	1
節目是否有趣味性		5	4	3	2	1
影片各元素的表現	旁白人聲的表現	5	4	3	2	1
	音樂的表現	5	4	3	2	1
	靜態照片的表現	5	4	3	2	1
	動態影片的表現	5	4	3	2	1
	動畫的表現	5	4	3	2	1
節目的整體表現		5	4	3	2	1
觀後的印象是否深刻		5	4	3	2	1

日期:

評估者:

4.6.5 本研究創作觀眾評估結果

本研究製作完成後，適逢暑期科學營在校園內舉行，行程包括參觀“腦科學研究中心”，研究者製作一份『腦網路基因表現圖譜視覺化研究創作觀眾評估表』（如附件一），請參觀的高中同學於觀賞本影片後填寫意見，結果如下：

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	5	5	4	5	4	5	4	3	5	5	3	5	4.416667	0.792961
2	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	0
3	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5	0
4	4	4	5	5	5	3	3	4	4	4	4	5	4.5	0.707107
5	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	0
6	5	4	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	0
7	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4.5	0.707107
8	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5	5	0
9	5	4	4	5	4	3	5	4	4	4	3	5	5	0

針對 12 位無生命科學背景高中生所作的 9 個問題，提供 1-5 分的表現分數作評估，M 平均值為，N 為標準差值。

	A	B	C	D	E	F	G
1	4	5	4	4	4	4.2	0.4
2	3	4	3	3	5	3.6	0.8
3	5	4	4	4	4	4.2	0.4
4	5	5	2	5	4	4.2	1.16619
5	5	4	4	3	5	4.2	0.748331
6	5	5	4	4	5	4.6	0.489898
7	5	5	3	3	5	4.2	0.979796
8	5	5	3	3	4.5	4.1	0.916515
9	3	4	4	4	4.5	3.9	0.489898

針對 5 位有生命科學背景高中生所作的 9 個問題，提供 1-5 的表現分數作評估，F 平均值為，G 為標準差值。

另外針對毫無生命科學背景的一般觀眾，竟有多達 5 題給予最高分數，其中更有 6 項標準差值為 0，也就是說大家同時都肯定該多媒體影片在各方面的表現。因此，本研究創作成功的達到科普的目的，預期會吸引更多的年輕人加入這個研究領域。