



動畫與科學教育

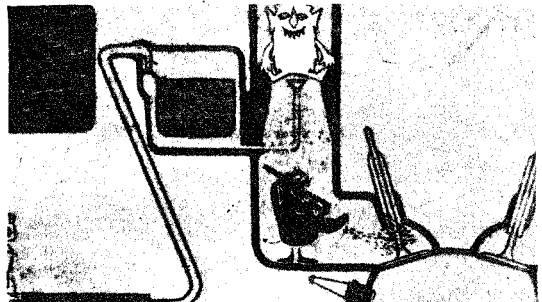
羅慧明 國立臺灣師範大學



緒論

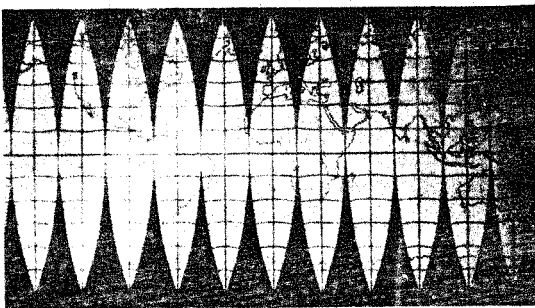
教師在課堂上教學時，尤其是教自然科學，常常會遭遇到許多實際生活中無法觀察到的困難問題，例如生物教學中的細胞分裂；而學生又偏偏希望追根究底地提出許多現實中並非具體存在的觀念。教師如用掛圖講解或模型的解剖加以說明，往往沒有辦法使學生瞭解某些理論的演變過程，以及內在的狀況。事實上目前並沒有什麼有效的工具，用來解釋這些觀念、理論和假設，例如地球科學中地圖的投影畫（圖一），學生們很難理解一個圓形的地球，為什麼會變成一片片連接著的西瓜片？我們爲了研究圓形地球，如何把它的表面展開，不能不用圖畫來說明；但圖解是片段的，不是連貫的，很難說明展開演變的情形。如果改用動畫製作拍攝的影片，把這些演變情形，清楚地放映在銀幕上給學生觀看，學生自然而然地就會瞭解其中的關鍵，進而認識展開後地球的形態了。又如物理學中，我們對學生講解「聲音」的原理，因為聲音是看不見的東西，也無法用攝影機拍攝聲音，聲音只能錄在磁性的錄音帶上；但我們可以改用動畫，把聲音的假想波紋繪製成高低變化的曲線，學生從動畫影片中，看了這些高低起伏的曲線與波紋而瞭解聲音的本質

。物理學中講到「電的性質」，也往往不易使學生有明確的觀念。電雖然在日常生活中與人有著密切的關係，但它是看不見、摸不得的東西；如果把電流的方向，陰電、陽電的性質，用動畫來表現，拍成影片讓學生可以仔細地觀察電的動向，進而瞭解電的性質。假如我們要向學生講解石油的煉製過程，你帶領著學生去參觀龐大的煉油廠，學生所看到的只是高大的機械，複雜的管線，實在看不出其中的奧秘。我們如何把這些複雜的觀念簡化，製成理想的教具來傳授學生，唯有製作動畫影片，用生動的圖畫，顯示出煉油的過程，將繁複而龐雜的管線運轉情形，藉著攝成的動畫影片來講解（圖二）。說得更明白些，就是

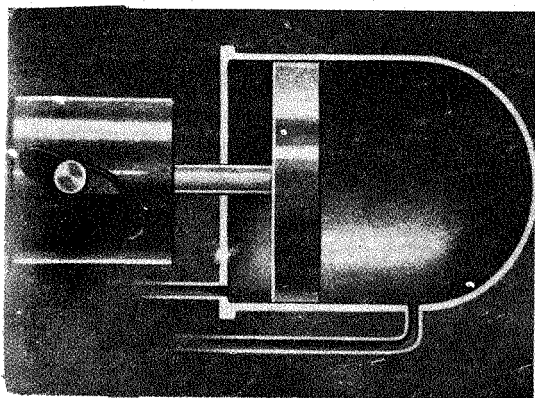


（圖二）

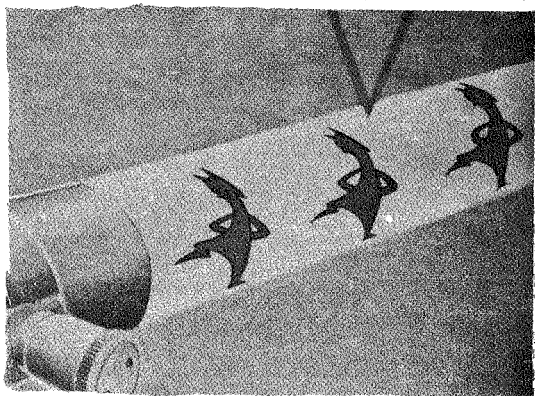
很多無法單獨用照片或圖解來說明的真實情形與變化過程，可以經由繪製的手續，把需要表現的情形或變化，一張張地用圖畫表示。這種圖畫有時會與事實稍有出入，如內燃機的結構與運轉情形（圖三）；但有時亦可以帶幾分假想或全憑想像，如電流。我們可以把電流的分子畫成有人性的小動物（圖四），以增加學生興趣，同時更便於教師說明電流的性質。雖然動畫影片中有這麼多的好處，但到底什麼是動畫？它是怎樣拍攝與製作的呢？我想大家一定是極樂於知道的。



（圖一）



(圖三)



(圖四)

什麼是動畫？

提起動畫(Animation)和動畫影片(Animation Film)這兩個名詞，對一般人是非常生疏的，若改為“卡通電影”或“卡通影片”(Cartoon motion picture)，相信一定是大家所熟悉的。其實卡通影片只是動畫的一種，而「動畫影片」才是正確而完整的名詞。

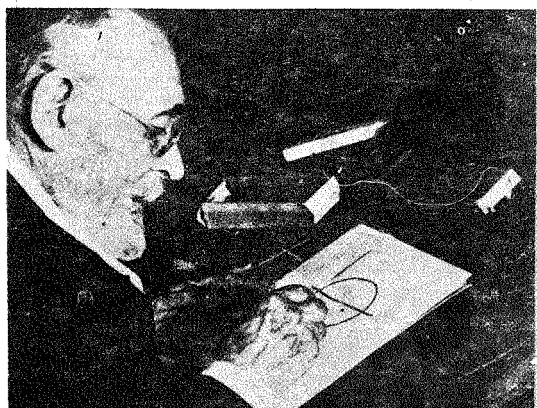
動畫影片的基本原理，是利用視覺暫留現象，把畫面一張張的繪製成為停止動作(Stop motion)，經過攝影機單格拍攝，而製成的電影片，我們每天電視上最受兒童歡迎的卡通影片，都是這樣拍攝而成的。動畫影片包括實物動畫影片、木偶動畫影片、剪紙動畫影片、合成動畫影片、真人或實物和動畫混合拍攝的特技影片。卡通動畫影片，也稱漫畫影片，是我們最常見的一種動畫影片。這種以圖畫形成一張張畫成有連續動作的靜止畫面，由於每張畫面均經過藝術家熟

練的技巧和豐富的想像力描繪而成，因此卡通動畫影片最受人歡迎，也最能表現動畫多彩多姿的特色，發揮動畫藝術家豐富的創造力，所以動畫影片的製作是藝術的、也是科學的。藝術表現了美的內涵與豐富的想像力；科學提供了精確的攝製器材與技術，科學與藝術密切地配合。每一格，每一張靜畫，利用人類視覺暫留的原理，當影片透過放映機而投至銀幕或螢光幕上時，這些靜止的畫面就連續起來，造成了一種動的影像，這些影像可能是傳遞一個思想，表達一種觀念，或說明一個故事、一件記錄、一種幻想。透過這些觀念、思想與豐富的幻想，將一切動物、植物或無生物擬人化了，一切不可能的幻想都成為事實，這就是動畫影片。

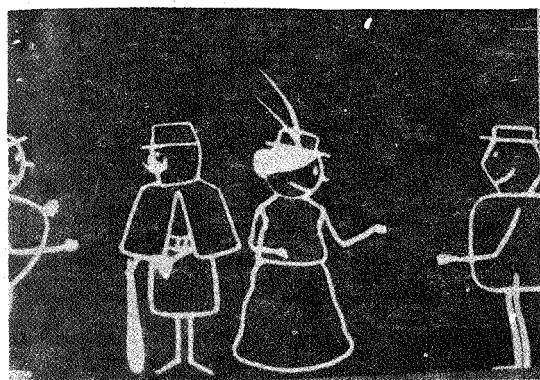
動畫的演進

人為萬物之靈，有靈性才能有思維、有幻想，不斷追求，不斷改進。藝術家希冀經由形象和色彩，來表現生命與生活的完美；但是他們的作品無論多麼生動、逼真，充其量也僅是一幅靜止的畫面。從古至今，多少藝術家因無法使他們的幻想成真，無法賦予作品動的生命而抱憾。遠在三萬年前，石器時代的人類，遺留在西班牙洞穴石壁上的圖畫一野牛，他們在一隻牛身上畫了很多條腿，每一條腿間的距離可以清楚地看出他們努力試圖表達出一種動的願望。雖然在當時以如此簡陋的工具與材料，他們也有著豐富的想像力，而將繪畫賦予生命的幻想。隨著文明的發展，紀元前三千年，埃及的藝術家在石壁與器皿上繪著跑步和摔角等競賽的連續動作。我們把視線從第一個動作移到第二個動作；再由第二個動作移至第三個動作，可以產生連續的競賽動態，這些都可以證明人類在文明草創初期，就希望以圖畫來表現動作與生命。這種思想的發展，就是動畫的原始動力，也是人類與生俱來的願望。

到了十九世紀，工業與科技突飛猛進。英國天文學家約翰赫雪(John Herscher)根據視覺暫留原理，做了一個圓形的旋轉裝置；一八二五



(圖五)



(圖六)

年英國物理學家費敦博士 (Dr. Fitton) 將赫雪氏的圓盤形裝置，改良設計成一種留影板，這種留影板做法很簡單，在一片圓形的紙板兩面，一面畫一匹馬，另一面畫一個騎士，用細繩繫住紙板兩端，用手拉緊細繩使之迅速旋轉，看起來像騎士騎在馬上。這種留影板，直到現在，一般兒童仍在作為遊戲。一八三二年，比利時普拉多 (Joseph Plateau) 又將這種留影板再加以改良，將兩面的分解畫面，反射在一面鏡子上，並用布幔擋住，另開一小孔由外向內觀看，使觀者產生一種動的感覺，稱為「魔影鏡」(Phanakiskope)。第二年英國人荷諾博士 (Dr. William J. Horner)，把魔影鏡再予改進，製成一個盒狀圓盤。盒壁的上半部有許多相距甚近的長方形小口，盒壁內部的下半部裱糊上一長條快馬奔馳的連續圖形，然後在盒的中心裝置軸心，使之快速旋轉，從圓盒上半長方形小缺口中往內看，可以看到馬在奔馳，當時稱為「生命之輪」(The Wh-

eel of life)。這些實驗與研究，都是近代動畫影片製作的濫觴。

真正動畫藝術的創始人是法國的愛米柯爾 (Emile Cohl) (圖五)。他在一八〇四年用黑筆在白紙上繪製簡單的動畫圖形，攝影後以負片放映，從銀幕上看起來是黑色背景和白色線條的活動人形；一九〇四年他所攝製的一部動畫影片——「杜拉馬」(Drame) (圖六)，是有史以來第一部動畫影片。一八八二年法國人馬銳 (Etieme Jules Marey)，發明了攝影槍 (Photographic Gun)，能以同一鏡頭在一秒鐘內拍攝十二張照片，也能單格拍攝畫片，同時他也發明了賽璐珞膠片 (Celluloicl)，此為使動畫走上成功之路的關鍵。到了一九一三年，動畫製作技術有了革命性的進步，美國人伍德 (Earl Hurd) 發明了以賽璐珞膠板來繪製動畫。賽璐珞膠板是完全透明的醋酸纖維膠片，可以分別把動畫繪在上面，並可以重疊組成畫面，也可襯以多層背景，使動畫由平面視域而進入了有深度的立體境界，同時破除了用白紙繪製動畫的困難與呆板。這是一種革命性的改變，使動畫製作境界完全改觀。由於美國工業技術以及電影技藝的發達，因此很快地成為動畫製作的中流砥柱；動畫影片也似雨後春筍，大量而迅速地滋長，動畫界更是人才輩出，如一九一七年的費雪 (Max Fleischer) 一動畫影片「大力水手」(圖七) 是他的代表作，以及修文 (Pat Sullivan) 都對動畫有所改革與貢獻，因此美國成為當時世界動畫製作的中心。



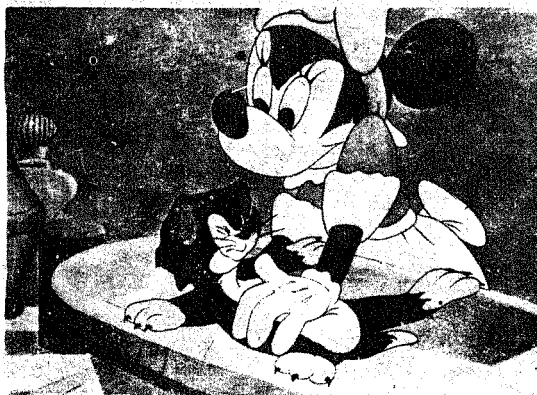
(圖七)

現代動畫

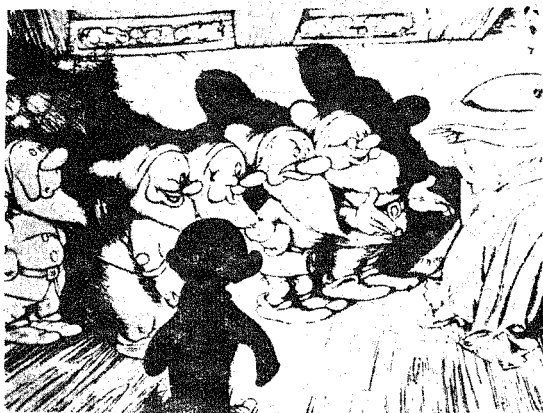
動畫影片到了本世紀，出現了一位偉大的人物——華德·狄斯耐（Walt Disney），他不但是位傑出的藝術家，同時也是一位成功的教育家和企業家，在他六十五年的歲月裏，經過了兩次世界大戰，和無數次的經濟不景氣，然而他能在困境中脫穎而出。他在動畫藝術以及兒童教育上的偉大貢獻，帶給全世界人類歡樂與理想，實在是一位空前絕後的不朽人物。一九二三年他完成了第一部卡通短片——「愛麗絲漫遊奇境」；一九二九年以成熟的技巧製作了有聲動畫影片——「骷髏之舞」（圖八）；接著又完成了家喻戶曉的「米老鼠」（Mickey Mouse）（圖九），米老鼠的誕生，不但使華德·狄斯耐一舉成名，也使米老鼠成為全世界享譽最久的卡通紅星；十年以後華德·狄斯耐精心製作了有史以來第一部動畫長片——「白雪公主」（Snow White and Seven



（圖八）

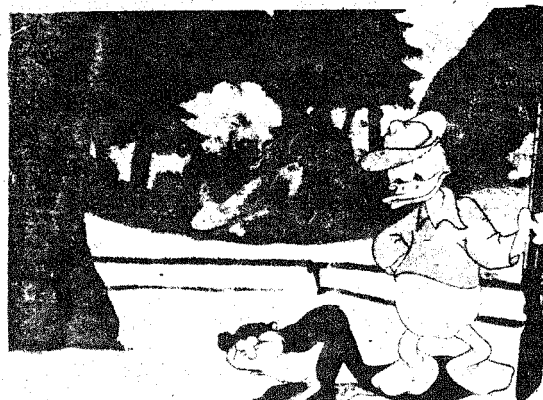


（圖九）



（圖十）

Dwarfs）（圖十），這部影片奠定了動畫影片藝術與教育的價值，同時動畫製作也逐漸邁入了精密企劃和高度組織的企業化時代。以後陸續完成



（圖十一）

了「唐老鴨」（圖十一）、「木偶奇遇記」、「仙履奇緣」、「小飛俠」、「睡美人」、「一〇一忠狗」、「石中劍」…等動畫長片，而同時完成的教育性短片，也不勝枚舉。

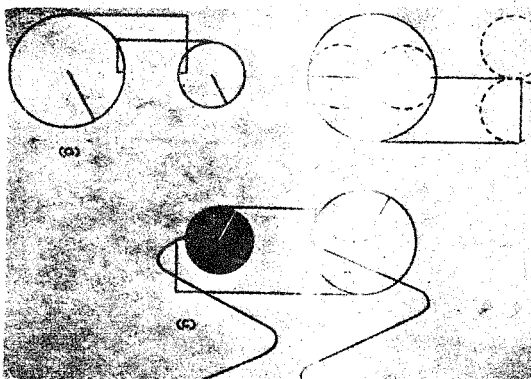
自從現代電視普遍化以來，娛樂以及教育性的節目，帶入了家庭。由於動畫長片製作成本的高昂，動畫製作又趨向於短篇；自由與浪漫的風格更影響了現代的動畫藝術家，他們競相以自由奔放的造型與放蕩新潮的內容來製作現代動畫，打破了華德·狄斯耐的傳統束縛，自由地表現多彩多姿的創意與型式，這一類動畫影片以「摩登原始人」、「大偵探」、「啄木鳥」為代表。由於這些動畫影片，精鍊而富藝術氣氛，並針對時代心理與社會時蔽而製作，因此作品創意新穎，

內涵豐富，兼具現代的幽默感，使動畫藝術步入了更新的境界。這也說明了動畫藝術的前途，是不可限量的。

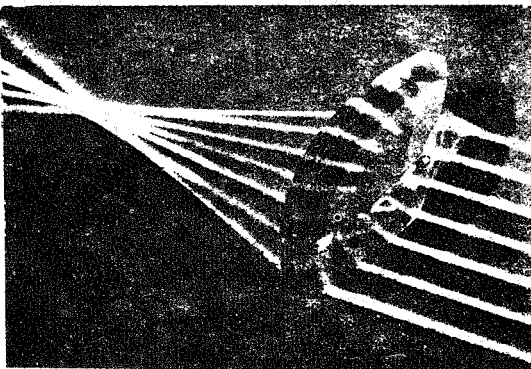
動畫科學影片

前面介紹了動畫以及動畫發展的過程，我們從動畫原始的研究中發現，動畫原本是爲了科學的研究而非娛樂，更不是迎合兒童的喜好與興趣。上文提過法國人馬銳（Etienne Jules Marey）曾以動畫的原理攝製過純粹的科學影片：一部是「水中生物的生活」，另一部是「昆蟲的飛翔研究」。到了一九〇〇年法國人卡羅（M. J. Cawallo），攝製了一部「青蛙消化過程」的動畫影片；康曼頓（R. J. Comandon）也拍攝了許多有關生理解剖的動畫影片。以後因爲動畫能以豐富的想像力表現多彩多姿的故事與情節，而淹沒了它原具之科學與教育的本質。一九一七年美國人敦區（Ernest A. Dench）寫了一本「電影與教育」（Motion Picture Education）的書，痛責大家把電影視爲純粹娛樂的商品，失去其本來科學教育的意義與目的。由於他的大聲疾呼，電影在科學與教育上的價值，才開始爲大家所重視，各國的教育家，科學家才注意到在研究科學原理或教育方法上，電影與動畫實在是最有效、最方便的教育工具。

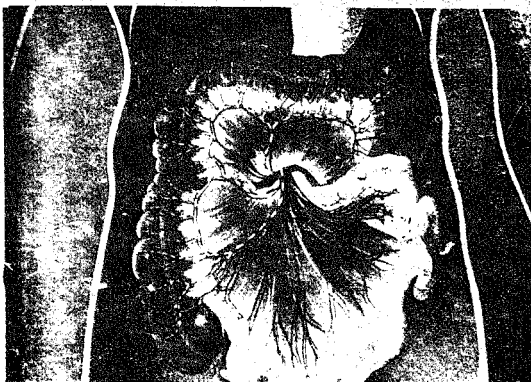
動畫拍攝而成的科學教育影片，以英國爲最多，（Robert Fairthorne）的「方程式 $\ddot{x} + x = 0$ 」（圖十二），英國G.B.I. 動畫公司拍攝的「光」（圖十三）、「消化系統」（圖十四），摩珊多（Monsanto Co.）公司也拍攝了「空氣濾清器」（圖十五）；另外美國的（Shell Film Unit）公司也拍攝過「油田的探勘」（圖十六），另一家公司（John Sutherland Prod., Inc.）拍攝的一部「原子能」動畫影片穿插卡通人物十分有趣（圖十七），「高速度飛行」（圖十八）；意大利的Leonardo Sinisgalli 公司也拍製許多動畫科學教育影片，最成功的一部是數學教育影片「幾何」（圖十九）。



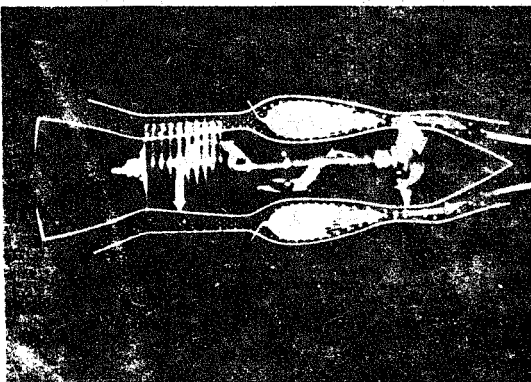
（圖十二）



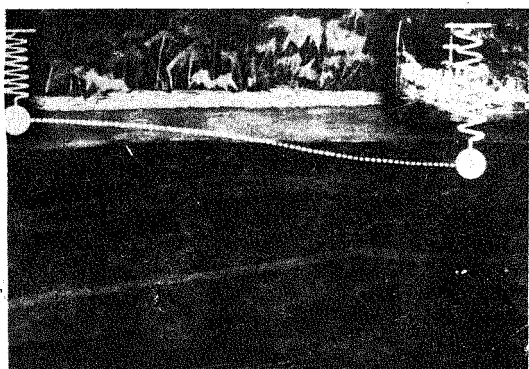
（圖十三）



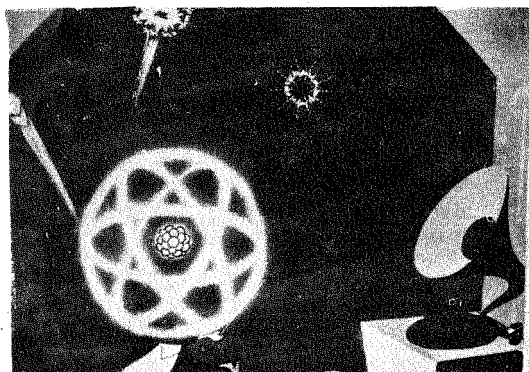
（圖十四）



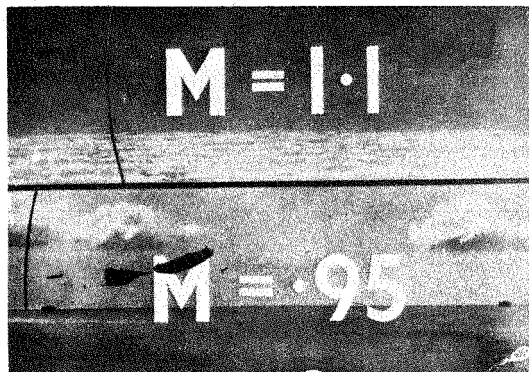
（圖十五）



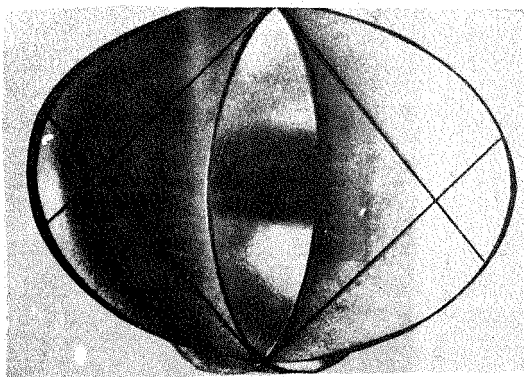
(圖十六)



(圖十七)

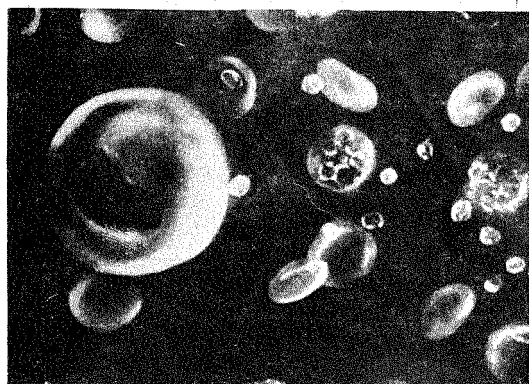


(圖十八)



(圖十九)

動畫影片是一種新的教具，也是一種最有效的教具。它能把一個觀念形象化、具體化，也可以生動而有趣地解釋許多肉眼看不到的事實，與某些難於解釋的問題，如英國的 Shell Film Unit 公司拍攝的一部「瘧疾」(圖二十)非常生動而



(圖二十)

有趣。尤其在科學教育方面，更能藉動畫影片來說明科學上的一些抽象觀念與理論。但是由於動畫影片製作困難，成本又高，更缺乏適宜人材，因此國內還沒有一部完整的動畫教育影片。國立師範大學科學教育中心接受臺灣省教育廳的委託，正在攝製七部科學教育影片，其中有幾部影片，因為觀念的解釋與理論的證明必需應用動畫，這是一個好的開始，希望將來國內能真正攝製幾部完整的動畫科學教育影片，這是筆者衷心所期望的一件事。

參考資料

The Technique of Film Animation by John Halas 1966 Focal Press Ltd., London.
Designing for Film by Edward Carrick 1974 The Studio Publications London & New York.

動畫的理論和實際 伊藤逸平

1970 東京中日新聞出版局
電影藝術概論 哈公

民國五十八年 中國電影文學出版社