

# 國立自然科學博物館地質學典藏數位化計畫

## 無脊椎動物化石子計畫數位化工作流程簡介

製作日期：2004/08

計畫單位：國立自然科學博物館

計畫名稱：地質學典藏數位化計畫—無脊椎動物化石子計畫

計畫執行年度：九十二~九十四年

計畫目標：

本計畫共分三年，九十二年先進行軟體動物的資料建檔，預計完成 78 筆 246 件典藏標本資料。九十三年執行腔腸、腕足、節肢、棘皮、筆石以及澄江動物群等化石資料庫建立，預計完成 70 筆 250 件標本資料之建檔。九十四年執行微體化石（包括有孔蟲、放射蟲、介形蟲、苔蘚蟲）之資料建檔，預計完成 150 件標本之資料。

計畫主持人：王士偉先生

計畫協同主持人：單希瑛女士

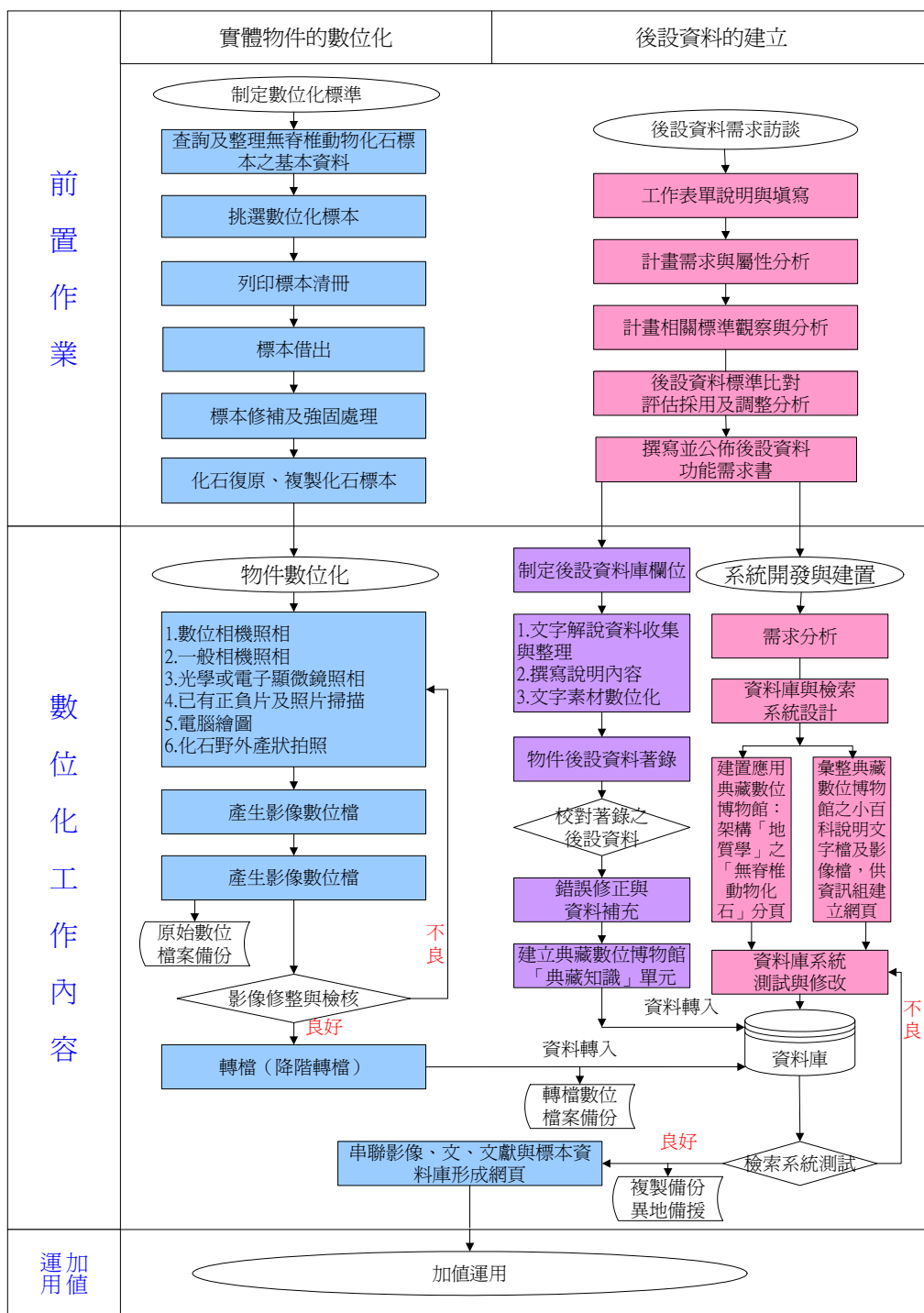
計畫簡介：

無脊椎動物化石為台灣地區最常見之化石類別，目前國立自然科學博物館蒐藏標本大部分採集自台灣地區之新生代地層，其他來源地區包括中國大陸、印尼、日本、俄羅斯、歐洲、非洲、北美洲、南美洲，以及澳洲等。截至目前為止，本館所蒐藏無脊椎動物實體化石總數逾 13,500 件，主要包括（1）大型化石：腔腸動物（含現生）、腕足動物、軟體動物、節肢動物、棘皮動物、筆石動物等，約 11,000 件。（2）微體化石：有

孔蟲、放射蟲、介形蟲、苔蘚動物等，約 2,500 件。此外，本館尚有 60 件澄江動物群化石標本，其中包括藻類、海綿動物、曳鰓動物、棘皮動物、腕足動物、節肢動物、頭索動物、生痕，以及數個目前仍然門類不明之動物與藻類標本，雖然標本數有限但在生物早期演化史中佔有重要地位，因此擬一併納入本數位典藏計畫之中。

國立自然科學博物館肩負蒐藏、保存、研究自然物及人類遺物的重大使命，館內地質學組主要蒐藏與地球演進及生物演化有關之標本，綜觀地質學組歷經近二十年的系統性蒐藏，無脊椎動物化石（含微體化石）蒐藏量已有 13,500 件。為使蒐藏品達至更佳之展示與教育功能，擬挑選具有代表性的無脊椎動物化石，進行數位化，以標本之掃瞄式電子顯微鏡數位實體影像、系統分類，以及標本描述等文字資料為主要呈現方式，部分標本甚至配合透光薄片之顯微照相或相關野外照相等予以輔助說明。期望藉此建立數位資料庫，呈現科博館各門類具有代表性之無脊椎動物化石，並提供業餘古生物愛好者與蒐藏家對相關資料之查詢，並提供各級學校與民間機構團體推廣教學之參考。

# 無脊椎動物化石數位化工作流程圖



註：粉紅色部分，由科博館資訊組協助執行。

製作日期：2004/10

## 數位化工作流程說明：

### 一、 查詢及整理無脊椎動物化石標本之基本資料

#### (一) 標本基本資料彙整、列印詳細清單

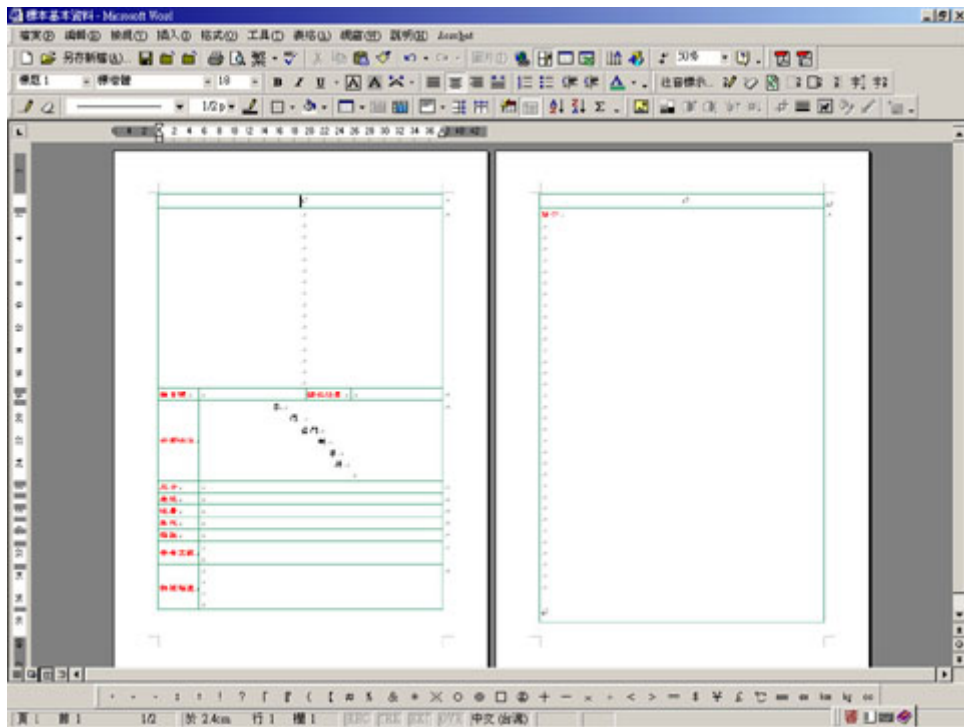
在進行無脊椎動物化石數位化工作之前，須先瞭解標本之相關資料。首先向科博館「古生物學門蒐藏經理」借調標本基本資料及原始檔案，依門類製作化石標本清單，以做為挑選數位化標本之依據（圖一）。



圖一、標本清冊

#### (二) 設計製作相關表格

設計適用表格欄位，彙整標本之基本資料，以利日後建立典藏數位博物館之典藏知識單元說明與 Metadata 建置之用。



圖二、相關表格設計製作

## 二、 制定後設資料庫欄位

後設資料庫欄位是由計畫主持人與科博館資訊組，針對此計畫特色共同討論所制定之知識單元與典藏標本資料欄位（圖三，詳細欄位參附件二、附件三）。

	A	R	C	D	E	F	G	H	I
	數據型	資料庫英文名稱	欄位意義	多量欄位	字元數	建議新增部分	共有欄位設定	欄位權位代碼與欄位值	
1	數據型								
2	Qualifier								
3	編號	ID	數位典藏編目編號		12				資料型
4	序號	Order	數位典藏編目編號中之序號代碼碼		1			= g -地質	資料型
5	大分類	Field	數位典藏編目編號中之學門代碼碼		2			= f -無脊椎動物化石	資料型
6	小分類	Classification	數位典藏編目編號中之小分類代碼		4				資料型
7	年度(西元)	Year	數位典藏編目編號中之登錄西元年度代碼		2				資料型
8	典藏單元流水號	Flow_no	數位典藏編目編號中之學組自訂流水號代碼		3				資料型
9	中文名	Chinese_Name	物種之中文名		64				標註
10	拉丁科名	Latin_Kingdom_Name	拉丁科名		80		▼		主題/關
11	中文科名	Chinese_Kingdom_Name	中文科名		80		▼		主題/關
12	拉丁門名	Latin_Division_Name	拉丁門名		80		▼		主題/關
13	中文門名	Chinese_Division_Name	中文門名		80		▼		主題/關
14	拉丁綱名	Latin_Class_Name	拉丁綱名		80		▼		主題/關
15	中文綱名	Chinese_Class_Name	中文綱名		80		▼		主題/關
16	拉丁目名	Latin_Order_Name	拉丁目名		80		▼		主題/關
17	中文目名	Chinese_Order_Name	中文目名		80		▼		主題/關
18	拉丁科名	Latin_Family_Name	拉丁科名		80		▼		主題/關
19	中文科名	Chinese_Family_Name	中文科名		80		▼		主題/關
20	拉丁屬名	Latin_Genus_Name	拉丁屬名		80				標註

圖三、後設資料庫欄位

### 三、 挑選數位化標本及借出

#### (一) 至蒐藏庫檢視及挑選標本

選擇具特色及代表性標本，並針對重要但不利搬移或拍照之脆弱標本，判斷是否經由適當修補強固處理後，即可作為典藏數位之材料（圖四）。



圖四、挑選標本，瞭解標本狀況

標本挑選完畢後，利用現有標本清冊加以整理修改，製作欲數位化標本清冊，清冊內包括編目號、儲位、館號、學名、採集地等基本資料（圖五）。

A	B	C	D	E	F
1	編目號	儲位	館號	學名	採集地
2	F025189	16-05-08		<i>Climacograptus</i> sp. + <i>Diplograptus</i> sp. ?	貴州松次
3	F025190	16-05-08		<i>Apygograptus fenilia</i>	江西陳家橋
4	F025192	16-05-08		<i>Oikarites</i> sp.	貴州松次
5	F025194	16-05-08		<i>Oikarites forbesii</i>	廣東韶關
6	F025196	16-05-08		<i>Dylograptus proterostrius</i>	湖南衡陽
7	F025196	16-05-08		<i>Dylograptus juxta</i>	湖南衡陽
8	F025197	16-05-08		<i>Dylograptus notatus</i>	湖南衡陽
9	F025202	16-05-08		<i>Phyllograptus haenkei</i>	廣東韶關
10	F025204	16-05-08		<i>Dylograptus bohemicus</i>	浙江德清
11	F025206	16-05-08		<i>Dicranomena ex gr. fabeliforme</i>	吉林撫順
12	F025207	16-05-08		<i>Dicranograptus auriga</i>	湖北宜昌
13	F025208	16-05-08		<i>Acanthograptus cf. sinensis</i>	湖北宜昌
14	F025212	16-05-08		<i>Acanthograptus sinensis</i>	湖北宜昌
15	F025214	16-05-08		<i>Pseudobryozograptus exiformis</i>	江西玉山
16	F025215	16-05-09		<i>Sporograptus furciculatus</i>	廣東肇慶
17	F025216	16-05-09		<i>Streptograptus lobifolius</i>	西藏西貢木達村
18	F025219	16-05-09		<i>Dylograptus plumosus</i>	江西武寧
19	F025220	16-05-09		<i>Logano graptus logani</i>	江西玉山
20	F025221	16-05-09		<i>Idiograptus nodosus</i>	廣東肇慶
21	F025222	16-05-09		<i>Streptograptus typicalis</i>	浙江江山
22	F025223	16-05-09		<i>Tetragraptus rugosus</i> + <i>Pseudograptus mansuetatus juxta</i>	江西玉山
23	F025225	16-05-09		<i>Dylograptus rugosus</i>	江西武寧
24	F025226	16-05-09		<i>Micromisograptus fasciculatus</i>	江西武寧
25	F025227	16-05-09		<i>Oikarites acanthus</i>	浙江江山
26	F025229	16-05-09		<i>Pristograptus vulgaris</i>	廣西桂林
27	F025231	16-05-09		<i>Mono graptus longiformis</i>	雲南孟連
28	F025232	16-05-09		<i>Dicranomena fabeliforme</i>	吉林撫順
29	F025233	16-05-09		<i>Dicranograptus amplius</i>	浙江江山
30	F025241	16-05-09		<i>Dylograptus</i> ? sp.	Carabancha, Bolivia

圖五、欲數位化標本清冊

## (二) 分批借出標本

爲使蒐藏經理掌握標本使用情況，因此製作標本異動紀錄簿，以使標本借出、歸還均有明確記錄。此計畫未採用自動化管理系統，相關管理系統可參考本系列「中研院史語所傅斯年圖書館館藏善本圖籍－善本古籍數位化工作流程」，網址如下：  
[http://content.ndap.org.tw/result/process/10theme\\_ihp01.pdf](http://content.ndap.org.tw/result/process/10theme_ihp01.pdf)

編目號	儲位	門類	異動	標本取出/歸還日期	暫放地點/預計歸還	標本取出人員	蒐藏經理
25266	06-01-02	C	P	970616/1435	大型砂物	亞德才	單永漢
25271	"	C	P	"	"	亞德才	董
27114	06-01-05	C	P	970618 1000 970618 1120	某處庫	亞	董
27118	"	"	"	"	"	亞	董
27122	"	"	"	"	"	亞	董
27112	"	"	"	"	"	亞	董
25271	060102	"	"	970620 0700 970620 1120	"	亞	董
27114	060103	"	"	"	"	亞	董
31527	"	"	"	"	"	亞	印
27535	060104	"	"	"	"	亞	印
27636	"	"	"	"	"	亞	印

門類: B- Bivalvia; C- Cephalopoda; G- Gastropoda; H- Hyolitha; S- Scaphopoda; T- Tentaculita  
異動原因: E- 鑑定; R- 修理; P- 拍攝

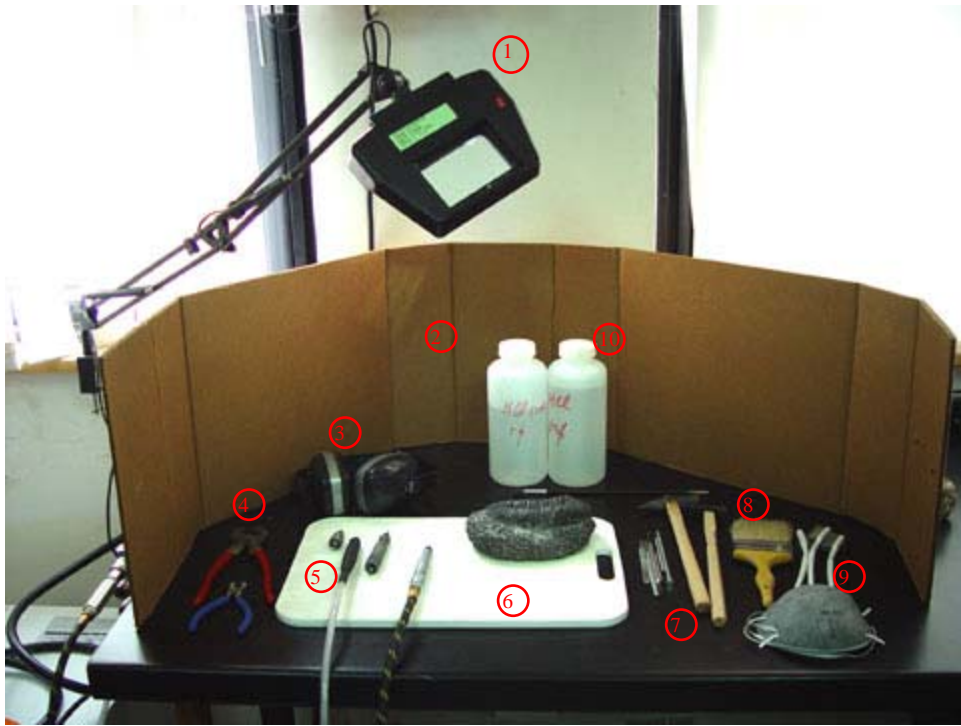
圖六、標本異動紀錄簿

## 四、 標本修補及強固處理

### (一) 標本清理

標本清理時，依化石與圍岩的成岩作用不同，使用清修筆、小鑿子、鉗子、或自製鋼針等工具，儘量將包覆在化石周圍的基質岩石或附著物除去，必要時使用不等濃度的酸或鹼溶液進行溶蝕；不過如果使用此一方法要留意化石處理狀況，隨時可用清水沖洗予以中止化學反應(圖七)。化石的細部清修使用微型噴砂機(圖八)、超音波洗淨機(圖九)或超音波清潔筆，來進一步清理的化石表面。

在化石標本清修過程中難免會產生岩屑與飛塵，爲便於桌面清潔，可以厚紙板或木板圈圍工作範圍；另外，長時間工作必須戴上耳罩保護聽力，並戴上口罩防塵，如果使用酸、鹼溶液則必需戴上手套與工作圍裙(如能在通風櫥中工作更佳)。



圖七、標本清理工具：①附放大鏡燈具；②圈圍工作範圍的活動紙板；③耳罩；④鉗子；⑤不同規格的清修筆與清修筆套筒；⑥化石修理時保護桌面的工作板；⑦鐵鎚與鑿子；⑧軟毛刷；⑨口罩；⑩不同濃度的鹽酸溶液。



圖八、微型噴砂機



圖九、超音波洗淨機

## (二) 標本修補及強固

部份標本因成岩作用較差，或受風化作用影響，使得化石與圍岩非常脆弱，往往在化石清修過程中碎裂，因此必須在標本清修之前、清修過程與清修完成後予以固化處理。一般化石固化均使用 B-72 壓克力材料，使用時因化石狀況與用途配製不等濃度的 B-72 丙酮溶液，一般使用重量比 B-72：丙酮=1：25 做整體固化；B-72：丙酮=1：3 做為化石或圍岩的黏著劑；此一方法因 B-72 高度穩定與可再度溶解於丙酮的特性，是很理想的固化與黏著劑，但若黏著效果不佳，可改用環氧基樹脂（如：AB 膠），但其穩定性較差，且黏著後難以再回復，因此使用前要再三斟酌。

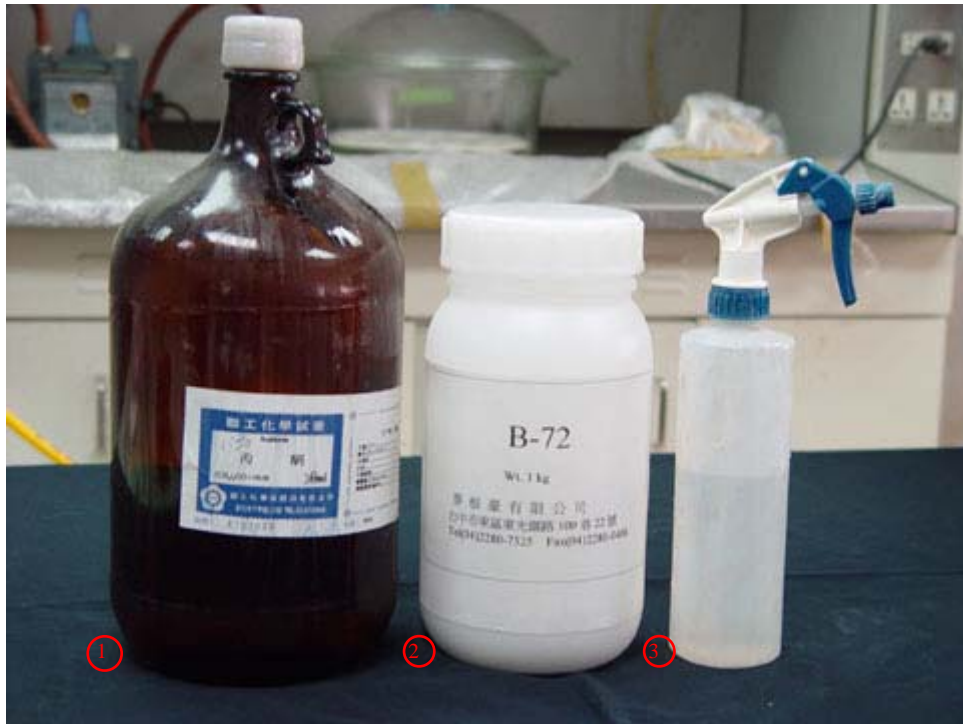
由於 B-72 穩定且不溶於水的特性，加上丙酮為高揮發性有機溶劑，為避免吸入人體有害健康，必須配戴個人防護裝備，並建議在通風櫥中施作化石強固；另外，裝置 B-72 丙酮溶液的噴霧瓶 O-ring 要採用耐丙酮的矽膠材質。（圖十至圖十三）。



圖十、在通風櫥中將 B-72 丙酮溶液，均勻噴灑於乾燥標本表面予以固化。



圖十一、化石固化處理基本裝備：①實驗衣；②面罩；③濾除有機溶劑的防毒面具；④圍裙；⑤手套。



圖十二、化石固化用藥品：①試藥級丙酮；②B-72 壓克力材料；③B-72 丙酮溶液噴霧瓶。



圖十三、標本黏合用 AB 膠與軟毛刷

## 五、化石復原與標本複製

較稀罕或珍貴標本，使用矽膠、樹脂、石膏、紗布、玻璃纖維布等材料翻模，再進行標本複製，以提供展示或教學研究之用（圖十四至圖二十）。



圖十四、利用矽膠、樹脂、玻璃纖維布等材料進行翻模



圖十五、應用於模具與標本剝離的離形劑



圖十六、玻璃纖維布



圖十七、模具固定用 C 型夾



圖十八、各式軟毛刷與鋼刷



圖十九、油畫顏料



圖二十、熱風槍

## 六、化石標本拍照

### (一) 貝類化石

由於貝殼軟體組織在埋藏過程中通常無法保存，因此對貝類化石的鑑定便僅能依據鈣質殼體的形態特徵來做判定。為了能夠清晰地顯示殼體的特徵，就必須在攝影之前，依標本的保存狀況做最適當的前置處理（圖二十一）。

對於貝類化石的照相，採用以下的方法與程序：化石修理→強固→清洗→染色→晾乾→氯化銨噴染→數位照像→清洗標本表面噴染的氯化銨粉末→晾乾→入庫儲存（圖二十二至圖二十六）。



圖二十一、化石標本表面噴漆與照明使用工具與材料：①標本染色：刷子、墨水；  
②標本噴染：氯化銨、加熱工具、氯化銨加熱玻璃管與吹氣球；③標本固定：標本旋轉台、黏土、釘子、貼有黑色絨布紙的保麗龍板。



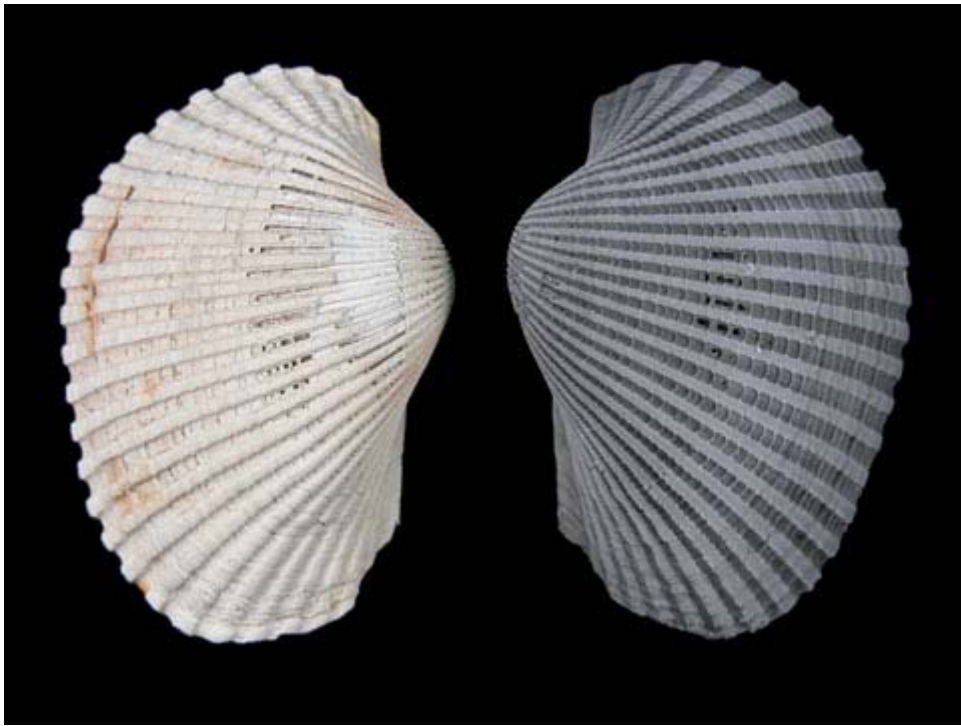
圖二十二、標本染色：標本自蒐藏庫借出後，須先清洗晾乾，再以墨水將標本染成黑色；  
注意墨水不可上得過多或太濃，以免把貝殼細微的紋路填平或遮蓋掉。



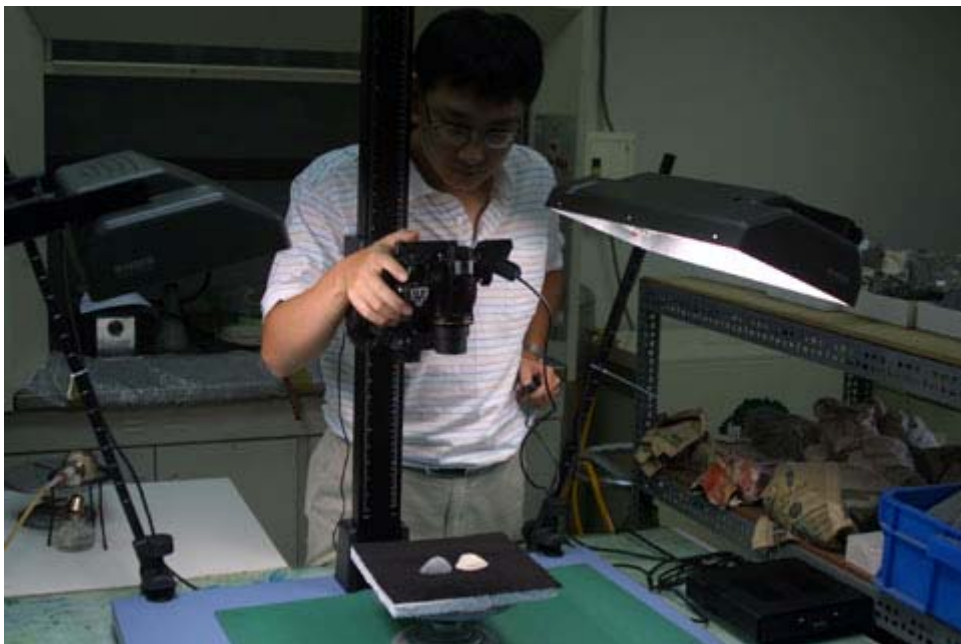
圖二十三、標本染色後靜置晾乾(右)，左為未染色標本之比較。



圖二十四、標本噴染：先以黏土將標本固定在釘子一端，再加熱玻璃管中的氯化銨固體，使之昇華成氣體，再以擠壓吹氣球的方式將氯化銨噴染到貝殼上，讓標本表覆一層薄薄的氯化銨結晶。



圖二十五、標本噴染氯化銨前(左)、後(右)比較。



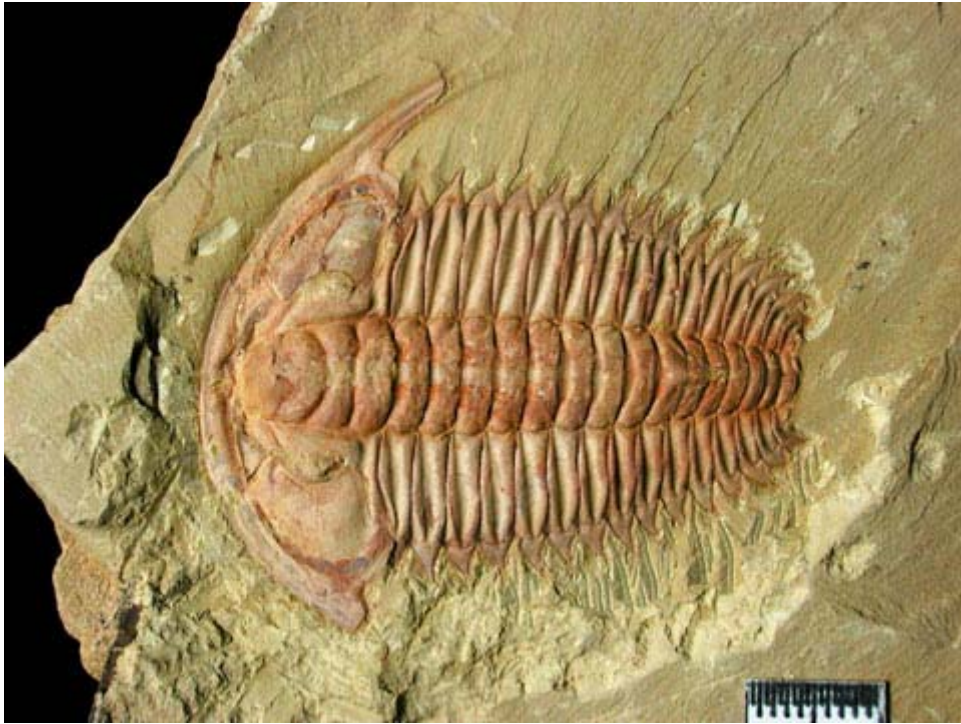
圖二十六、將處理好的標本移置在翻拍架上進行數位影像拍攝。拍攝完畢後，須將標本清洗乾淨並晾乾，才可放回蒐藏庫，以免日後會因氯化銨晶體潮解再結晶而造成標本損壞。

## (二) 其他大型軟體動物化石

將化石標本借出後，利用單眼相機或數位相機進行標本拍照工作，同時拍攝各角度特寫，提供精采寫實的畫面呈現於使用者眼前（圖二十七、二十八）。



圖二十七、由助理進行化石標本的拍攝



圖二十八、三葉蟲化石標本

### (三) 微體動物化石

微體化石是指無法直接以肉眼進行鑑定或研究的化石，可使用掃描式電子顯微鏡來呈現化石細緻的表面裝飾。照相前需依一般微體化石處理程序，先將欲照相之微體化石以小毛筆挑出，在立體顯微鏡下將化石依所要照相的角度固定在電顯照相標本臺上，然後在標本表面鍍上一層金屬膜後（圖二十九），即可置入電子顯微鏡中進行照相（圖三十）。



圖二十九、微體化石標本表面鍍膜器材(左)，右為待鍍膜標本櫃。



圖三十、掃描式電子顯微鏡，可直接產出微體化石標本影像數位檔。

部份標本需要藉由立體顯微鏡（圖三十一）或光學顯微鏡（圖三十二）拍攝化石較細微的紋路。



圖三十一、利用立體顯微鏡拍攝標本



圖三十二、光學顯微鏡

## 七、 掃描正負底片，產生數位檔

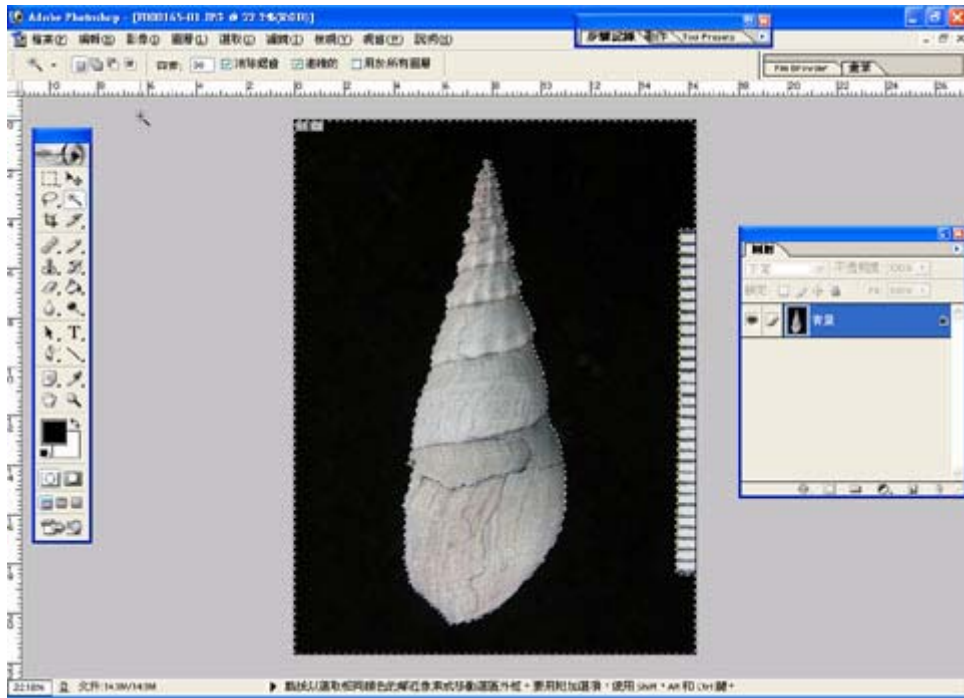
利用平台式或專業的正負片掃描器，掃描先前所拍攝標本之正、負片或照片（圖三十三）；此外，有些化石的透光薄片也可利用此一器材進行影像掃描。



圖三十三、利用平台式掃描器進行掃描

## 八、 數位影像修整與檢核

利用 Photoshop 影像編輯軟體，對於掃描或拍攝產生之影像檔進行影像修整，特別針對顏色校對及背景做處理，力求顏色不失真，並進行檢核（圖三十四）。

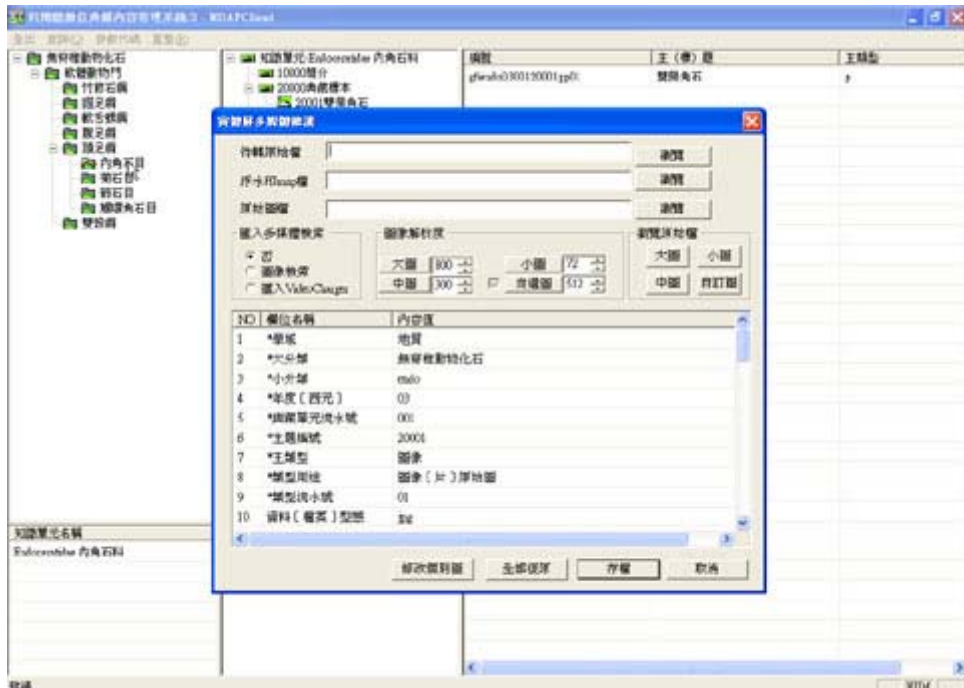


圖三十四、運用 Photoshop 等軟體進行影像修整與檢核

## 九、 數位影像轉檔

將影像檔依博物館網站需求分別進行降階轉檔（圖三十五）：

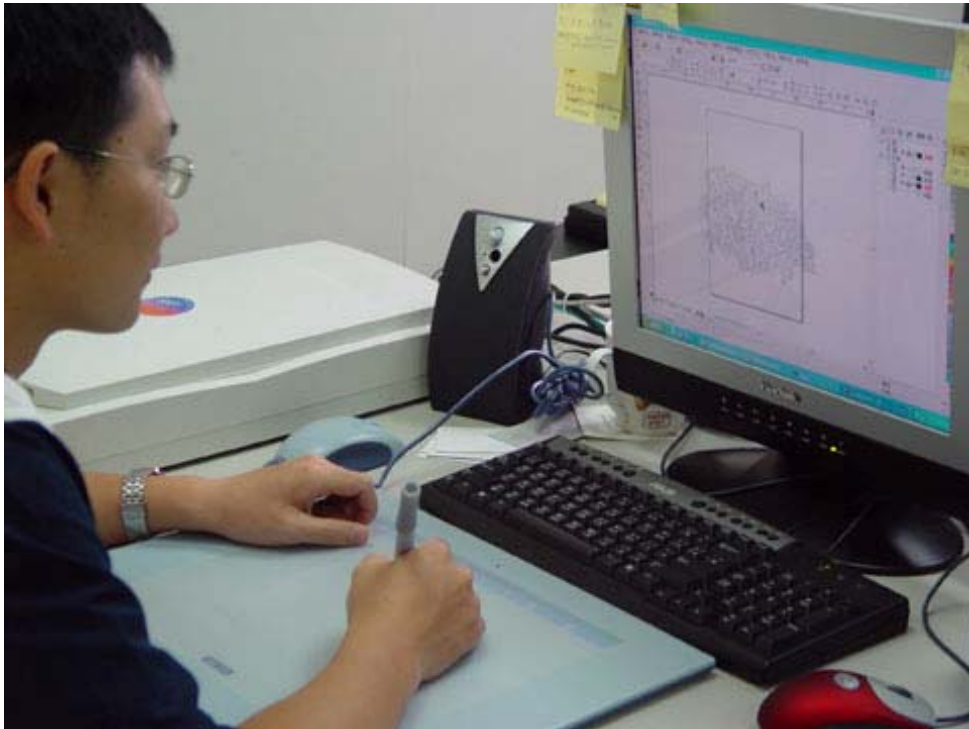
- (一) 保存用：TIFF 檔
- (二) 展示用：JPG 檔（長邊 512 像素）
- (三) 瀏覽用：JPG 檔（大圖：長邊 800 像素、中圖：長邊 300 像素、小圖：長邊 72 像素）



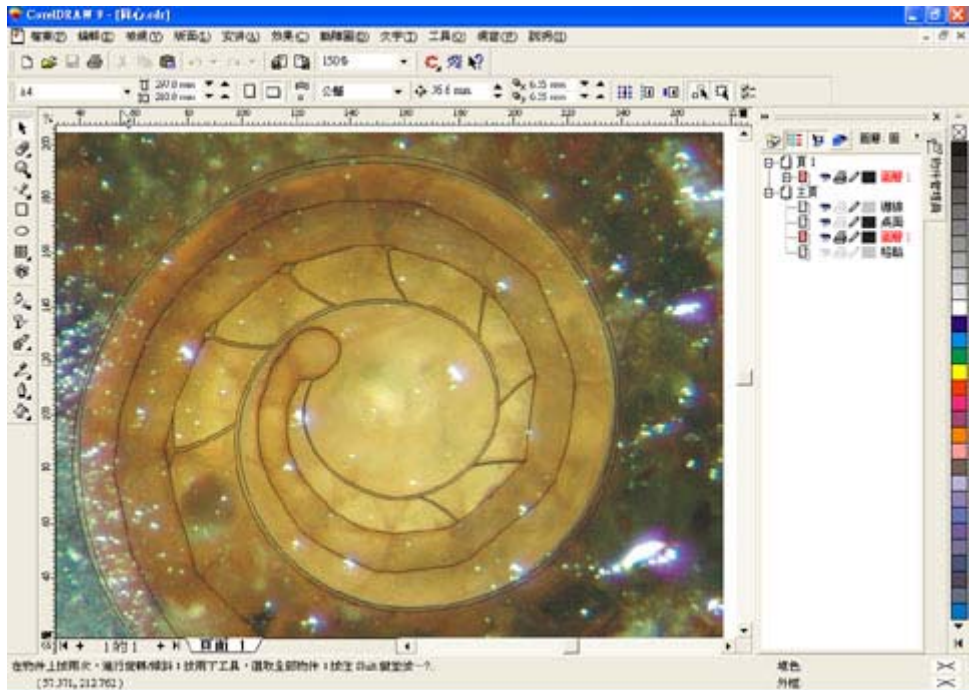
圖三十五、將影像檔依需求進行降階轉檔，並分別儲存

## 十、電腦繪圖

以 CorelDraw 等繪圖軟體，繪製化石標本復原圖或各部解剖示意圖（圖三十六、圖三十七）。



圖三十六、利用 CorelDraw 進行電腦繪圖



圖三十七、繪製完成之圖片與標本原圖

## 十一、化石野外產狀拍攝

貝類，是在台灣地區最常見的無脊椎動物大化石之一，也經常是一般古生物學初學者入門最先接觸到的化石類別。化石的保存狀況依其所經歷的埋藏過程不同而異，有些僅有白色的鈣質殼體，而有些則仍保有原來部分繽紛的色彩（圖三十八）。

特別要注意的是化石在採集之前，要留意是否合乎法律規定，若是特別保護區、管制區或者是在國家公園區域內，則事先要提出申請，獲准後方可進行採集與調查（圖三十九）。



圖三十八、僅經由短距離搬運沉積的貝類化石大多保存良好



圖三十九、苗栗過港化石碑碑文

## 十二、文字解說資料蒐集與整理、撰寫說明內容、文字素材數位化

至圖書館查詢、蒐集影印無脊椎動物化石之相關資料，將資料建檔以利日後建置數位博物館之用（圖四十）。



圖四十、在圖書館內蒐集相關資料

### 十三、 媒體之保存，影像檔儲存備份

將已數位化保存用之影像檔及文字檔儲存並燒錄備份（圖四十一、圖四十二）。



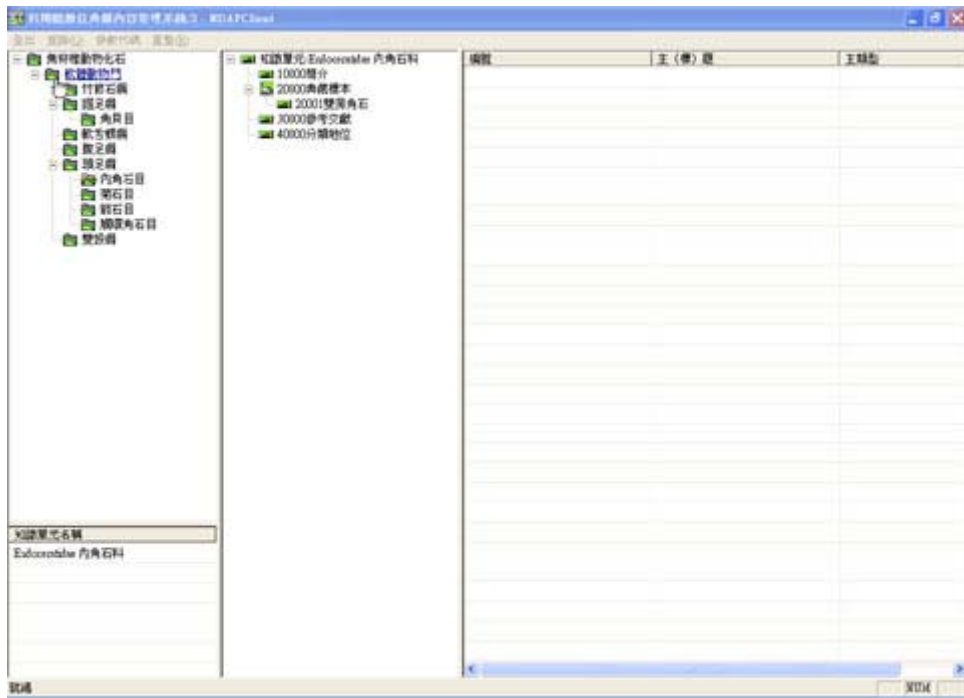
圖四十一、將資料燒錄至 CD-R 中備份



圖四十二、儲存資料之媒體，由左至右分別為 MO、CD-RW、DVD-RW。

#### 十四、 建置應用典藏數位博物館，架構「地質學」之「無脊椎動物化石」 分頁

依科博館資訊組提供之框架，將數位典藏結果分別建立、加入大項主題，以架構地質學部分之「無脊椎動物化石」分頁（圖四十三）。



圖四十三、「無脊椎動物化石」分頁

## 十五、彙整典藏數位博物館之小百科說明之文字檔及影像檔，供資訊組建立網頁

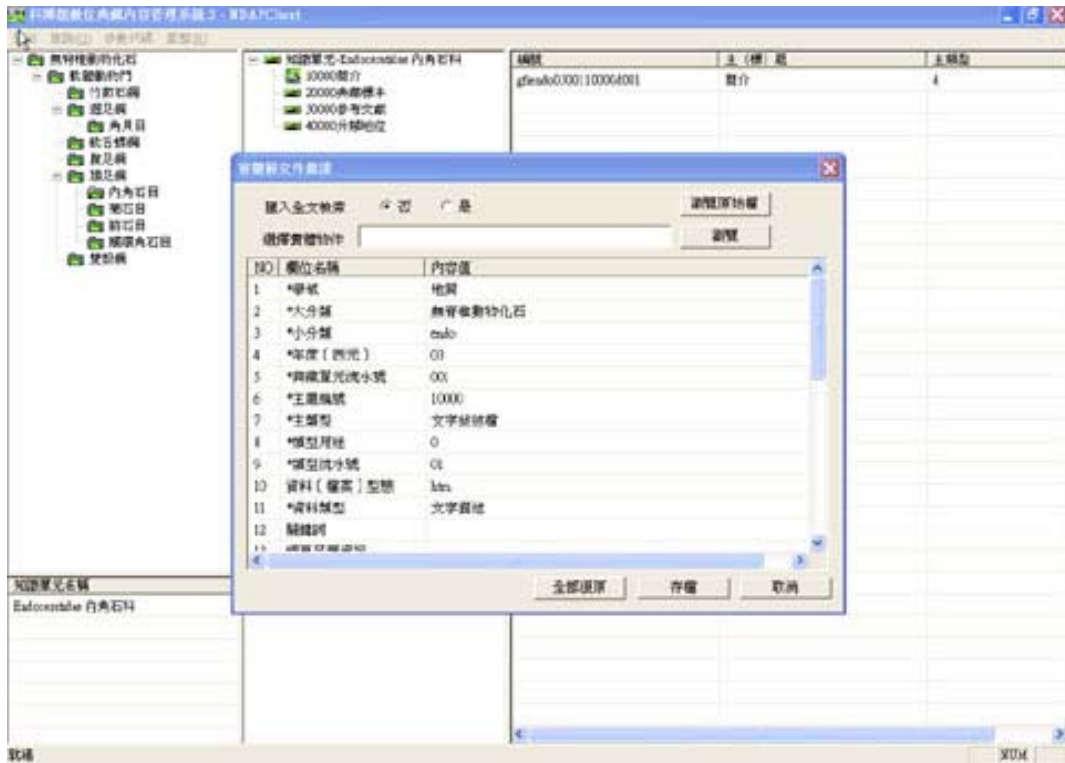
彙整相關資料之文字檔及影像檔，以提供「無脊椎動物化石」小百科網頁之建立(圖四十四)。



圖四十四、資訊組建立之網頁成果

## 十六、 建立典藏數位博物館之「典藏知識」單元

建立數位典藏知識單元及各標本之後設資料庫，包括標本之學域、分類、學門等資料（圖四十五），以便使用者可在數位博物館中搜尋瀏覽數位化石標本之各項資料（圖四十六）。



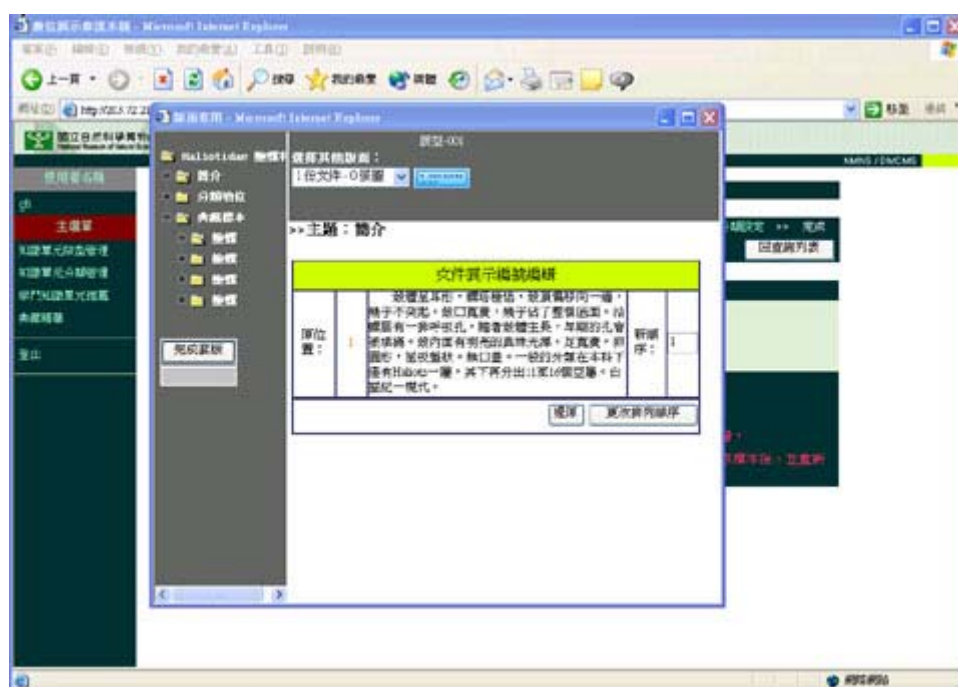
圖四十五、建置典藏知識單元



圖四十六、典藏知識網頁成果

## 十七、串聯影像、文字、文獻與標本資料庫形成網頁

利用科博館資訊組開發之系統，將數位化之標本影像、文字檔及文獻相關資料串聯，形成數位博物館網頁（圖四十七）。



圖四十七、串聯影像、文字、文獻與標本資料庫形成網頁

※製作單位：國立自然科學博物館 地質學典藏數位化計畫無脊椎動物化石子計畫  
數位典藏國家型科技計畫 內容發展分項計畫

※文字撰寫：國立自然科學博物館 地質學典藏數位化計畫無脊椎動物化石子計畫  
計畫主持人 王士偉先生 助理 巫佳才先生  
數位典藏國家型科技計畫 內容發展分項計畫  
地質主題小組助理 林慧菁

※圖片拍攝：數位典藏國家型科技計畫 內容發展分項計畫  
地質主題小組助理 林慧菁、陳美智

※部份圖片提供：國立自然科學博物館 地質學典藏數位化計畫無脊椎動物化石子計畫

※圖文編輯：數位典藏國家型科技計畫 內容發展分項計畫  
地質主題小組助理 林慧菁

※以上數位化工作流程簡介文字，主要參考「國立自然科學博物館—地質學典藏數位化計畫無脊椎動物化石子計畫工作流程調查表」、「國立自然科學博物館—地質學典藏數位化計畫脊椎動物化石子計畫數位化工作流程簡介」。

致謝：

感謝國立自然科學博物館地質學典藏數位化計畫無脊椎動物化石子計畫主持人 王士偉先生、助理巫佳才先生、工作人員莊錕明先生撥冗指導、協助拍攝，特此致謝。