

三次元モデル構築システムの考古学への応用

遺跡におけるフレイク集中遺構の復元

深沢 百合子

ケンブリッジ大学 考古学部

埋蔵文化財である考古学の遺跡から出土する遺構を三次元モデル構築システムを活用し、復元した試みを述べる。これはただ単に記録保存するという目的の為ではなく、研究データとして将来において十分活用できる状態で保存できることを可能とする。そしてこのような復元方法は、考古学の分野においての人間の諸活動の復元に迫れる遺物、遺構の分析方法に新しい視点を導きだし、それに基づき発掘からのデータは新しい発掘方法を導き出すことを示唆する。さらに研究データの提示方法においても明瞭かつ容易な操作で記録保存が可能となり、フロッピータイプの発掘報告書をつくることを提案する。

APPLICATION OF THE THREE DIMENSIONAL MODEL RECONSTRUCTION FOR THE FLAKE
CONCENTRATION AT THE ARCHAEOLOGICAL SITE

Yuriko Fukasawa

Department of Archaeology
University of Cambridge

Downing street Cambridge CB2 3DZ UK

Have you ever thought of reconstructing an archaeological site completely; to last for ever ? We wish to take out the site in its entirety not only flake concentration. However, it is impossible at present and therefore we would like at least to reconstruct a completely visualized site on the screen by using a modern technique. There are useful application softwares which can be applied to archaeology. They will challenge new method and new thought in archaeology. That is, not only analysing data but also displaying such data clearly and manipulate easily. Here I would like to introduce TRI-reconstruction and imaging of artifats.

1、はじめに

埋蔵文化財である考古学の遺跡を最新のテクノロジーを駆使して永久保存することは可能であろうか、それはただ単に記録保存するという目的の為ではなく研究データとして将来において十分に活用できる状態で保存することはできないであろうか。ここに紹介する三次元モデル構築システム“TRI”(トライ)を活用することによって、遺構を復元することが可能となり、またこのような復元方法は、考古学の研究方法において新しい視点を導きだし、新しい発掘方法を導きだす。さらに研究データの提示方法においても明瞭かつ容易な操作で記録保存が可能となる。今回は発掘された遺跡の一部分である遺構についてその復元を試みたが、遺跡全体に拡大することは可能である。

2、発掘された遺構の様相

北海道日高管内平取町の旧平取小学校植物園遺跡において、黒曜石からできた石器フレークが集中している遺構が発見された。この遺構の状態は石器フレークがびっしり重なりあって堆積しており、石器製作過程上のフレーク廃棄場であることが想定でき、フレーク集中遺構と認定した。河岸段丘上の緩やかな東傾斜面に遺構は存在し、東西長軸方向約70cmと南北短軸方向40cm、厚さ20cm、非較差40cmの楕円形状であった。遺構の状態から土壌が窪地に遺棄されていたのではないかとすることを想定し周囲の状況を確認しながら発掘をおこなったが、土壌を認定するような遺構は確認できなかった。東方向から投げ捨てられたような形で遺棄されたようである。

合計300点に近いフレークは総て黒曜石で数点の花十勝が混入している。大部分のフレークはびっしりと重なりあっており、フレーク間に土が挟まっていないような状態である。未完成品の石鏃が数点とスクレイパー等の石器も含まれている。殆どのフレークは自然面を残し、打面は未調整のものが多かった。

3、遺構分析の目的

このような状態の遺構を考古学的に分析検討する場合、2つの方向が考えられる。1つには遺構を形成する個々の遺物の分析からフレークのもつ属性による分析である。それぞれの石質による固体別分類をおこない、フレークの接合関係などのデータから石器製作技術を復元する遺物の研究である。この場合は、極端なことを言えば遺構を構成している遺物を全部一括して取り上げてしまったとしても研究は可能である。もう1つの方向は、フレークの集中全体を遺構として捉え、その遺構の形成過程、堆積状況、遺棄パターン、などにつながる研究である。この場合には遺構として全体的に捉える必要があるので、その

相互的な関連性が意味を持ち遺構全体が必要となる。

後者の研究を対象とする場合に、必要なデータをどのように取り上げどのように分析したらよいかという可能性を模索することを目的に3次元立体構築システム"TRI"(トライ)の活用を試みた。

4、3次元立体構築システム"TRI"(トライ)

3次元立体構築システム"TRI"(トライ)とは、自然界にある複雑な境界をもつ物体の立体観察のために作られたコンピュータのソフトウェアで、それは二次元で表示されたデータをコンピュータ処理をして三次元の立体像を再構成するものである。つまり、立体観察の道具としてCT沿像や連続切片像などの二次元断層像より輪郭を抽出し、コンピュータ処理をおこなって三次元立体像構築をおこなうソフトウェアである。

このような3次元立体構築ソフトウェアは多数発表されているが作成される立体像の差となって現れる。TRIの場合は物体の認識手法が独自で、物体中の穴やその中に含まれるものなども区別でき、実体に即した認識が可能である。また物体の裏に隠れた部分を透かして見ることができる半透明表示や立体像の回転、任意の断面の作成、入力とは別の角度からの断層像ができるなどで立体観察が行い易く、さらに、体積、表面積、容積の自動計測に加えて角度、二点間の距離の測定、空間距離の三次元の立体計測などができ、分析の目的や内容に応じて大変効果的に活用することができる便利なソフトウェアである。

入力の方法はマイクロなものは顕微鏡からの直接入力ができるほか、マクロスタンドやデジタルタイザーを用いて写真やトレーシングペーパーより入力ができる。

5、遺構の取り上げかた

- ①:遺構は発掘現場において断面を観察した後、レベルや地点を記録した。
- ②:写真撮影をおこなった。
- ③:集中部分を四分の一の大きさ約30cm³の立法体状に切断した。
- ④:遺構外側側面をダンボールで覆い、パラフィンを過熱溶解し、液体状態にして遺構上部から全体にまんべんなくかけ、埋蔵中の遺物がこぼれ落ちないようにダンボール内に流し込んだ。パラフィンで覆い土ごと固めた。
- ⑤:さらに外側をベニヤ板で補強した。
- ⑥:ベニヤ板を遺構の下に潜りこませて遺構を地面から切り離し遺跡から取り上げた。
- ⑦:ベニヤ板で蓋をし研究室に搬入した。

6、遺構の切断方法と記録方法

- ①: 研究室内でベニヤ板を外した。
- ②: 遺構を作業台グラフ用紙上の定位地に固定した。
- ③: ダンボールを少しずつ切り取ると共に、ハンダゴテを使用しパラフィンを溶かしながら、遺構の表面を出し固まった遺構を垂直に発掘し切断した。
- ④: カッターナイフや竹べら、竹ぐしを使用し約1 cm毎に切断し遺物を取り上げた。
- ⑤: 5 cmメッシュ計測用具を作成し、切断面と平行に置き、遺物出土状態を実測し切片図面を作成した。
- ⑥: 図面作成後はステレオ写真で固定した位置から記録撮影した。
- ⑦: 遺物が出土しなくなるまでこの作業を繰り返し、16枚の切片図面を作成した。切片図面には遺物が最初に出現した形状から何枚かを経て消失するまでの形状を記録し、遺物記録台帳はその遺物が記録されているすべての図面番号を記入した。

7、"TRI"(トライ)への入力方法

- ① 6で作成した16枚の切片図面を基にして、さらに詳細に平均4 mm間隔で45枚の図面をトレーシングペーパーに作成した。
- ② 45枚の断層像をTVカメラを使用し、パーソナルコンピュータPC9801に入力した。
- ③ 入力データはワークステーションSUN4に送られ、グラフィックディスプレイ4416を使用して表示した。

8、結果

写真①: 入力方向から見たフレーク集中の三次元立体復元像。現場で遺構を取り上げる前の同じ方向からみた写真(写真②)と比較してみると、その実体がよくわかる。

写真③: 復元像を45°回転させて投影したものの現場で遺構を取り上げる前の同じ方向からみた写真(写真④)。下部に見える白い面はⅣ層の底面を復元したものである。

写真⑤は復元像を180°回転させて、入力方向と逆方向から見た場合。

写真⑥、⑦、⑧、⑨、⑩: 遺構の任意の切断面を奥の方向から順次手前に重ね

てきた。フレークの重なり状態の変化が良く観察できる。

ここでは写真という形でしか報告できないが、実際ディスプレイの画面で拡大させたり、回転させたりしてみると迫力が全然異なり、フロッピーの形で報告できないのが残念である。復元された立体画像からはフレークの埋土状態がよく再現され、詳細な観察が可能である。調査に携わらなかった者であっても容易に理解できることと思う。

特にフレークが遺棄された方向や角度は、明確にわかる。フレークは重なりあい、かなりのフレークは垂直方向にも水平方向にも接触して、びっしり詰まっている。フレーク間に分離できるほどの隙間が存在しないが、その遺棄の角度の方向にいくつかのまとまりが観察できる(写真中、右下がりのものと水平のものが見える、水平になっているフレークは全体の傾斜の流れに平行でない)などの詳細な観察が行える。

今回の場合、復元対象としたのは遺構全体の四分の一の大きさだけなので、発掘時の遺構全体の観察をも含めてみると、短期間の間ではあるが、フレークは何回かに分けられて遺棄されていたのではないかと考えられる。フレーク堆積の底辺部の傾斜は、南から北東方向への片流れとなるので、フレークを遺棄していた方向は南側から行なわれ、遺棄していた当時の地表面は北傾斜であったことがわかる。発掘時の観察でもすり鉢状や窪地ではなかったし、東西方向に走る溝もなかった。フレーク堆積の底辺部に一連の傾向はみとめられるが、遺構出土層の境界に人為的と思われる境界はないので、なんらかの自然の斜面にフレークは投げすてられたものと思う。

9、今後の課題

今回の場合、遺物出土状態を実測し切片図面を作成したものを使用したのが、固定位置から連続的に写真撮影し、キャビネ版から拡大コピーをとってトレースを行って入力したほうが、実測図を書く作業が省かれ記録が短時間でとれる。さらに、特に緊急調査の場合に、発掘時の観察、記録にかかる時間と労力を合理的、かつ有効に処理するためには、遺構を土ごと取り上げ、そのままCTスキャナをかけて画像処理を行えば、三次元立体像構築ソフトと連動してフレークが埋没したそのままの状態を復元することができ、すべてのデータを記録することができる。是非ともCTスキャナの活用を実験する価値がある。

TRIの持つ機能をさらに活用し、観察だけではなくさらに精密な分析が可能である。遺棄の角度の方向にいくつかのまとまりが観察できたことから、各々のフレークのフレーク面の角度を計測することである。諸々の障害があるので統計上の修正が必要と思うが、さらに角度による細分ができれば、遺棄が何回くらいであったのかなどの堆積状況を明らかにすることができ、人間活動の復元にせまれる可能性がある。またフレークのもつ属性による個々の遺物研究、接合関係などから得られたデータをさらに画面上に同一種類や同

一固体のフレークを集中遺構内で色分けし表現することができる。

フレークの遺物研究をした後、実際にこれらのフレークを使用して、傾斜面に遺棄してみるなど実験的なことを試みることができる。

今回試みたような手順は一見手間がかかるように思うが、発掘調査という限られた現場の時間で行う作業よりはずっと楽で正確である。急いで遺物を取り上げてしまうより、できることなら土地ごと固めて持ち帰るほうが良い。いずれにしても持ち帰ったものを処理するというのは大前提のことではある。

詳細なデータを得ることだけが必ずしも良い発掘になるとは限らないが、限られた情報から何を読み取るか、それは何の目的でおこなわれるか、そしてそのためには、どのような方法をもちいたらよいか、思考錯誤の連続であると思う。発掘調査を行い遺跡を理解、解釈するための次のステップにつながるようなデータを得る発掘にするためには、小さな試行を行うことで、発掘においてどのようなデータが必要であったのかが自ずとわかってくるものと思う。将来の展望として記録保存のために活用できる的確なデータを発掘から得る、それらのデータが考古学の将来を決定させる要因であることを意識して記録を行い、現在だけでなく将来においても活用できる報告書をつくるのが今後の大きな課題である。

10、おわりに：

21世紀の発掘調査報告書－2次元表示から3次元表示の報告書をめざして

新しい道路や建物などに遺跡がとって変わられ、影も形も止どめない幻の遺跡となる緊急調査が避けられないものであるならば、せめて画面上においてでも完全に遺跡を復元させ、発掘した状態を立体的に観察することができる記録保存について切迫して考えていく必要がある。現在、発掘調査の調査者は報告書を作成するにあたり、調査から得られたデータを正確に、客観的に表現するためにその提示方法にいろいろ工夫を凝らし、発掘成果とともに報告書が遺跡の記録保存として資料価値を持ち活用されるようにと努力しているものと思う。

しかし、そうではあるが、報告書をいざ活用しようとする、様々な不都合な点に気がつくものである。報告書をもてもその表現方法の違いなどがあり、写真や図面があっても見えない部分、分かりにくい部分や不明確な部分が出てくる。出土した遺物の場合は実際に見ることが可能であるが、すでに消失してしまった遺構や遺物の出土状況、遺跡の環境立地などはいくら写真と図面が掲載されていてもなかなか把握しにくい。直接発掘者に質問したくなるようなことがあり、直接質問が可能な場合は、発掘当時の観察事項などを尋ねることができるが、時間の都合やら、面識がなかったりなど、実現できないことが多い。従って実見していない遺跡の発掘報告書を見た場合、多分こうであったであ

ろうという研究者の経験による想像や勘に委ねられる部分が大変多いものと思う。

その原因は遺跡という立体構造の空間を2次元の表現方法の報告書という形で報告しているからである。そのようなフラストレーションを解決するためには、立体的なものは立体的に見たほうがよりわかりやすいのである。土表面下に埋蔵される遺構や遺物の状態を立体的に見ること、そこから観察できる有効な点が多い。特に現在の状況のように多くの遺跡が消失をさげられないものであるならば、なおさら遺跡を立体構造の空間として、記録保存する必要性を感じる。遺跡を一方向からの平面図や断面図だけではなく、東西南北どの方向からも、上からも下からも回転させ、必要とする断面で透視し、見たい部分を観察できるような方法で報告したほうが、遺跡の実態がより把握しやすいのである。

そのためには、そのように復元可能なデータを発掘調査の時に記録しておかねばならない。現在すぐに立体画像として活用できなくても、将来において活用できるデータを発掘調査から取っておかなければならないのである。発掘現場で気がつかないままに失ってしまっているデータのほうがはるかに多いように思えるのは筆者だけであろうか。将来を考えてのデータを収集しないかぎり将来においての記録保存の活用性は大変懸念されるものである。

TRIのようなソフトを活用して、発掘からのデータが蓄積されれば将来においても活用することが可能となろう。さらにフロッピーディスクの報告書であれば、必要な図面を出力することができる。現在のような報告書に慣れている研究者のためには、データを出し印刷すれば結果は同じことである。観察したい遺構の図面だけではなく、自分でその遺構を回転させ、画面でどの方向からも観察することができ、さらに、ズームアップして見たい部分を拡大し、見たい方向に断面を切る。石器の接合があれば画面で接合し分析することができる報告書が可能となるであろう。

さらに遺跡付近の環境も含めて、地域としての遺跡復元や報告データにもとずいてコンピュータグラフィックスを活用させるような方法を考えていかなければならないと思う。このようなことが可能になるのも、現在の発掘でのデータの取りかた次第である。小さな試みがたくさん行なわれ洗練されたものになることを願ってやまない。

謝辞

3次元モデル構築システムTRIを使用させていただきまた指導していただいた株ラトックシステムエンジニアリング 南郷脩史、飯塚俊幸、両氏のご協力なしにはこのような試みは実現しなかった。ここに深く感謝しお礼を述べたい。



写真 ①

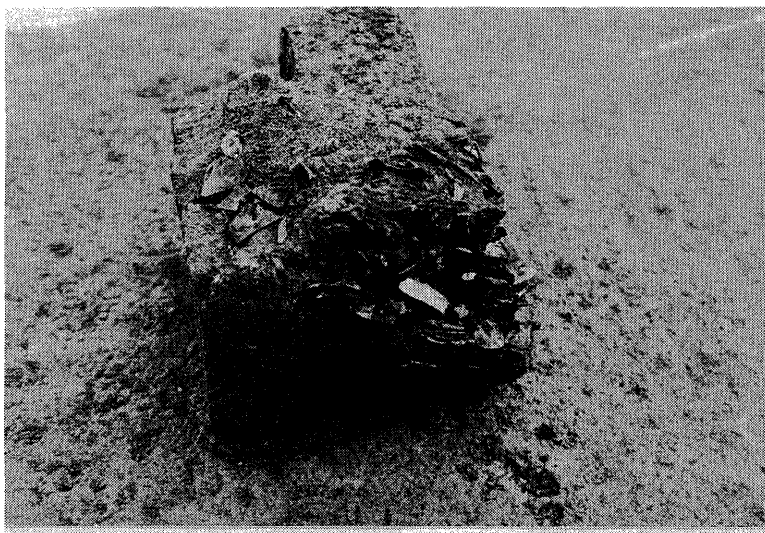


写真 ②

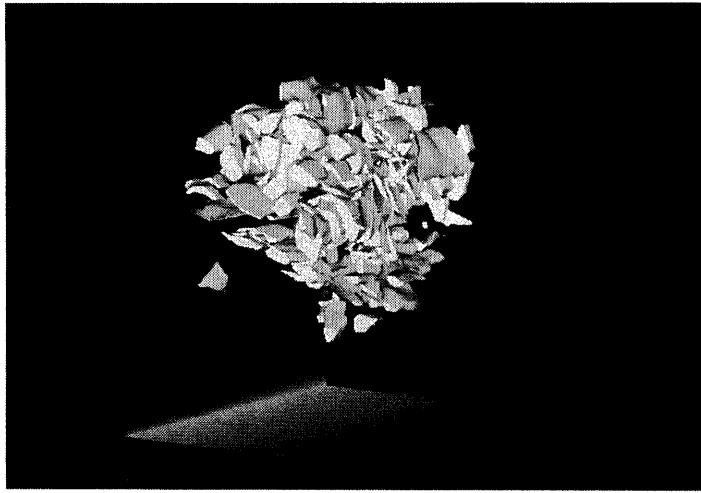


写真 ③

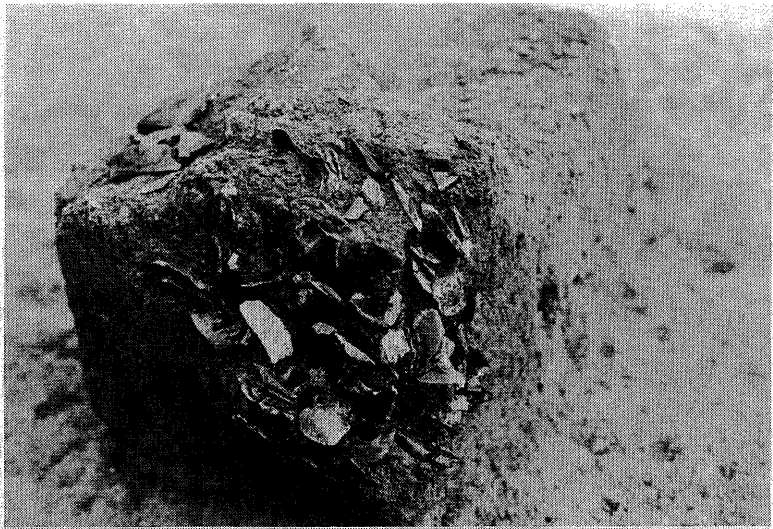


写真 ④

写真 ⑤

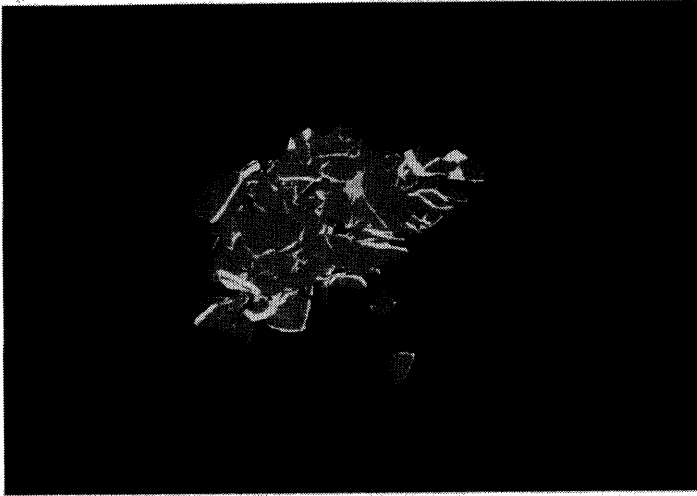


写真 ⑥

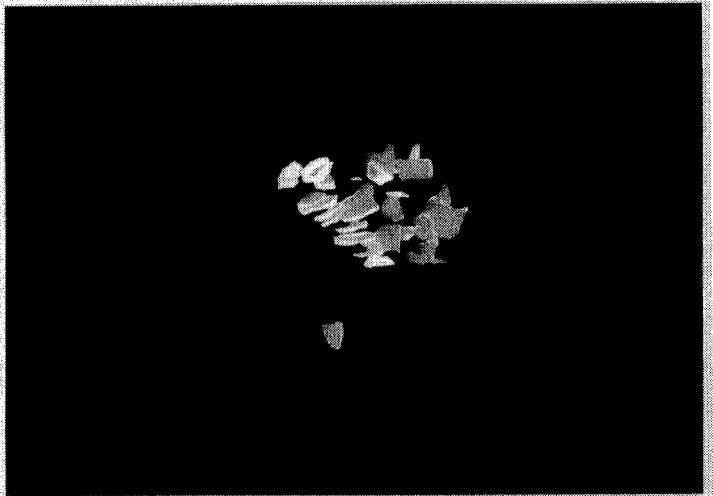


写真 ⑦



写真 ⑧

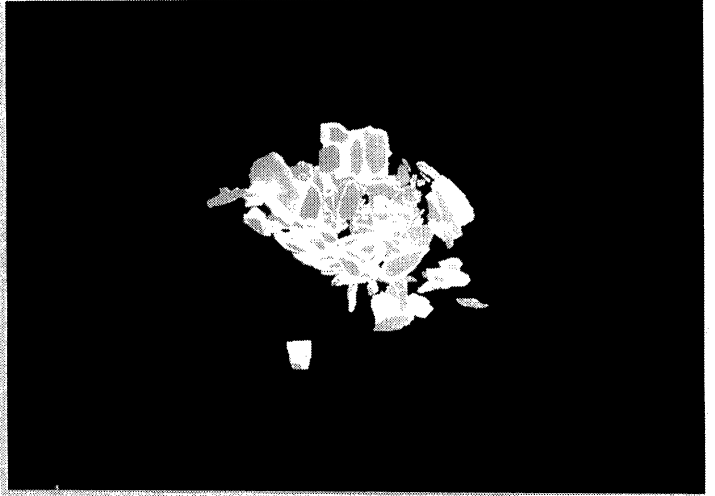


写真 ⑨



写真 ⑩

