

考古学におけるネットワーク・コンピューティング

～「旧人・新人交替劇」遺跡データベースの取り組み～

近藤 康久¹・門脇 誠二²・西秋 良宏¹

¹ 東京大学総合研究博物館 ² 名古屋大学博物館

昨今のコンピュータ環境は、プロセッサ、ストレージ、ネットワーク通信装置などのハードウェアと、データベース、地理情報システム（GIS）、Web APIテクノロジーといったソフトウェアの両方で技術革新が進み、大規模なデータマイニングや多角的な時空間分析が可能になった。これらの革新は、考古学の調査研究技術を発展させるばかりでなく、考古学の思考様式そのものを変えつつある。例えば、リレーショナルデータベース指向のデータ処理により、考古学が研究対象として取り扱う地物（遺跡・遺構・遺物）の属性情報が正規化・定量化される。また、図書館系の文献書誌情報システムと博物館系列品管理システムないし考古遺跡情報システムを統合して、双方のデータを横断的に検索し再構成することが可能になった。さらに、ネットワーク・コンピューティングの実現により、遠隔地の研究者が協働して、データベースやナレッジベースをこれまでより短期間で構築し共有できるようになった。本稿では、このような2010年代の高拡張性・ネットワーク型考古データベースの実装例として、「旧人・新人交替劇」関連遺跡データベース（Neander DB）の事例を紹介する。

Network Computing for Archaeology: A Case Study of the “Replacement of Neanderthals by Modern Humans” Lithic Industry Database Project

Yasuhisa Kondo¹, Seiji Kadowaki² and Yoshihiro Nishiaki¹

¹ The University Museum, The University of Tokyo ² Nagoya University Museum

Recent rapid progress of the computing environment – both in hardware (e.g., processor, storage and network infrastructure) and software (e.g., database, statistics, GIS and Web API technologies) – has facilitated large-scale data mining and multifaceted tempo-spatial analyses for archaeology. These innovative approaches are about to change the way of archaeological thinking itself. First, the database-oriented data processing enables us to canonicalize and quantify the attributes and classes of archaeological features (e.g., sites, built structures and artifacts). Second, the integration of library-oriented systems (e.g., bibliographical database) and museum/archaeology-oriented systems (e.g., artifact catalogue and site database) allows researchers to retrieve and reorganize the data more quickly and seamlessly than before. Third, the network computing technology provides an opportunity for researchers in remote institutions to edit and share a large database and knowledge base in collaboration in a relatively short term. This paper presents the authors’ lithic industry database for the Replacement of Neanderthals by Modern Humans Project (Neander DB) as a practical case study of such a network-based and scalable archaeological database in the 2010s.

1. はじめに

考古学のためのデータベースについては、おおむね1980年代以降、さまざまな試作・実装がなされ[1][2]、2000年代後半からは研究対象の多様化が進んできた。たとえばXML・UMLと地理情報標準を用いて考古学で扱う情報全体の構造化を指向する研究[3]や考古学の扱う多様な属性情報の集約・階層化をめざす研究[4]、GISと連動するリレーショナルデータベース管理システム(RDBMS)の研究[5]などを見出すことができる。具体的な運用事例としては、国内だけみても旧石器遺跡[6]、縄文遺跡[7][8]、弥生遺跡[9]、古墳[10]など、各時代を対象とするものを列挙できる。また、奈良文化財研究所の全国遺跡データベース[11]や北海道・埼玉県・千葉県 of 埋蔵文化財WebGISに代表されるように、インターネットを介した埋蔵文化財情報の公開・提供を目的とするものもある。このように見渡すと、ひとくちに考古データベースといっても、その構造や指向性は導入目的によって異なり、各々の目的に特化・最適化した設計・実装がなされていることが分かる。ただし、全国埋蔵文化財法人連絡協議会による埋蔵文化財報告書抄録データベース[12]を除いて、データベースの構築・編集作業は非公開かつオフラインで行われるという点では共通する。

しかるに、昨今は研究を取り巻く環境が変化し、隣接分野も含めた国内外の研究機関・研究者との協働と研究成果のすみやかな取りまとめ・公表を要するようになってきた。従来のオフライン方式でこのような要請に対応するには限界がある。たとえば、複数の担当者が個別に作成したレコードを集約する方法をとると、データ項目や分

類・表記・入力規則にゆらぎが生じたり、マスタデータベースと各担当者が保存するローカルデータベースの間でバージョンの齟齬が生じたりすることが懸念される。また、ひとたびデータベースのひな形を配布したあとに、仕様・設計を変更するのが非常に面倒になる。

これらの問題を解決する方策としては、ネットワークの活用が考えられる。すなわち、共通のマスタデータベースに複数の担当者が同時にアクセスできる仕組みを調えることによって、バージョンエラーや入力エラーを抑制できるばかりでなく、作業の中で生じた設計変更や拡張のニーズにも柔軟かつ迅速に対応できるようになる。

この着想に照らすと、昨今のコンピュータ環境は、マルチコアプロセッサ、大容量ストレージ、高速ネットワーク通信装置などのハードウェアと、データベース、GIS、Web APIテクノロジーといったソフトウェアの両方で技術革新が進み、大規模なデータマイニングや多角的な時空間分析が可能になった。これらの革新は、考古学の調査研究技術を発展させるばかりでなく、考古学の思考様式そのものをも変えつつある。例えば、リレーショナルデータベース指向のデータ処理により、考古学が研究対象として取り扱う地物(遺跡・遺構・遺物)の属性情報が正規化・定量化される。また、図書館系の文献書誌情報システムと博物館系列品管理システムないし考古遺跡情報システムを統合して、双方のデータを横断的に検索し再構成することが可能になった。さらに、ネットワーク・コンピューティングの実現により、遠隔地の研究者が協働して、データベースやナレッジベースをこれまでより短期間で構築し共有できるようになっ

た。本稿では、このような2010年代の高拡張性・ネットワーク型考古データベースの実装例として、「旧人・新人交替劇」関連遺跡データベース (Neander DB) の事例を紹介する。

2. 旧人・新人交替劇関連遺跡データベース Neander DB

文部科学省科学研究費補助金 (新学術領域研究) 「ネアンデルタール人とサピエンス交替劇の真相: 学習能力の進化に基づく実証的研究」 (領域代表者・赤澤威・高知工科大学教授) プロジェクト[13]の計画研究 A01班「考古資料に基づく旧人・新人の学習行動の実証的研究」 (研究代表者・西秋良宏) では、石器製作伝統 (lithic industry) における学習能力の差異からネアンデルタール人 (旧人) と現生人類 (新人) の交替現象を説明づけるため、アフリカと西・北ユーラシアを対象地域として、約20万年前～2万年前の人類遺跡を網羅的に集成することを計画している。主たるデータソースは各国で刊行される遺跡発掘調査報告書であり、その記述言語は英語にとどまらずロシア語・ドイツ語・フランス語など複数に及ぶ。このように広範な地域・年代を対象とし多様な研究言語を渉猟する悉皆調査を行うため、データの収集作業はアフリカ・西アジア・ヨーロッパ・ロシア語圏を専門とする研究者が分担する形で実施される。研究分担者の所属は複数都市の研究機関に分散している。

そこで、研究分担者がインターネットを介してマスタデータベースに直接アクセスし、データを入力・編集できる仕組みとして、FileMaker Server 11 (サーバソフトウェア) とFileMaker Pro 11 (クライアントソ

フトウェア) からなるサーバ＝クライアント型のネットワーク・データベースシステムを導入した。データベースサーバは東京大学総合研究博物館に設置し、ファイアウォールとパスワードによって保護する。

ここで、考古学の研究者が海外の発掘調査報告書から遺跡の情報を取り出し、遺跡カードにまとめる作業の手順を想像してみよう。個人差こそあれ、その手順はおおむね次のようになる。

- (1) まず、報告書を1冊手元に置く。
- (2) 表紙を見て遺跡の名称を書き出す。
- (3) 前付を開いて書誌情報を書き出す。
- (4) 序章または遺跡の立地と環境について記された章から、遺跡の位置・経緯度等、遺跡全体の情報を書き出す。
- (5) 個別の文化層について記述した章から、必要な情報を書き出す。
- (6) 年代測定値など特記事項があれば、それを書き出す。
- (7) 手順5と6を繰り返す。
- (8) 必要な情報をすべて書き出したらその報告書をしまい、手順1に戻る。

上記のワークフローに最適化する形で、以下のようにRDBMSを設計した。

まず、データベースの骨格は、文献書誌情報と遺跡情報の二本立てとする (図1)。両者の関係は必ずしも1対1ではなく、1冊の報告書に複数の遺跡が収録されているケースと、1つの遺跡の発掘成果が複数の報告書に記載されるケースがある。すなわち、データベース上の実体 (エンティティ) としての文献と遺跡は多対多の数的結合関係 (カーディナリティ) にある。したがってこのままではテーブルを結合することができないので、引用関係テーブルを中間にはさんで両者の関係を整理する。

文献書誌情報は著者名・出版年・題目・出版地・出版者・収録誌名・巻号・掲載頁などの要素からなるが、これらは科学技術情報流通技術基準SIST 02 [14]による標準化が提案されているので、それに準拠してデータ項目（フィールド）を設ける。ISBNまたはDOIが付されている英語・日本語文献については、NACSISやWeb of Scienceといった文献検索サービスを用いて書誌情報を特定できるため、詳細情報の入力を省略してもよい。それ以外の言語（ロシア語・フランス語など）については、検索の便宜を図るために、書誌情報を省略せずに記載するとともに、著者名・題目の英語訳も併記する。

さて、遺跡というエンティティは、遺跡全体で1つのレコードをもつ遺跡基本情報と、文化層ごとに1レコードをもつ遺跡詳細情報、さらに文化層ごとに0以上多のレコードをもつ年代測定値情報に分解できる。また、遺跡基本情報テーブルには遺跡詳細情報としての文化層テーブルを「1」対「1以上多」の関係で関連づける。文化層から年代測定値が得られている場合もある（ない場合もある）ので、文化層テーブルに年代情報テーブルを「1」対「0以上多」の関係で関連づける。

遺跡基本情報の中で最も重要なのは位置情報（経緯度）である。なぜなら、位置情報は将来的に遺跡レコードをGISに取り込んで点分布をプロットする際に必要であり、分布図こそが、旧人・新人の居住地域や石器製作伝統の時空間的変遷を「見える化」する唯一の手だてとなるからである。位置情報の精度が高ければ高いほど、それに基づく時空間分析の精度も高くなる。したがって、データ収集段階でできるだけ高い精

度、たとえば1秒（約10m）レベルまで座標値を記録することが望ましいが、現実にはそううまくゆかない。GPSを基準点測量に使わない（もしくは使えない）発掘調査では、遺跡の経緯度を秒レベルまで計測するのが困難で、報告書に値の記載すらないこともままあるからである。そのような場合は報告書に掲載される遺跡位置図（広域図・遺跡周辺図・発掘区配置図・遺跡全体図など）から経緯度を割り出すことになる。しかし、これには電子地図やリモートセンシング画像の判読もしくは紙地図の電子化とジオリファレンス（位置合わせ）・ジオレクティブアイ（幾何補正）の処理が必要で、専門技術と経験を要するため、考古学プロパーの研究者にそこまで要求するのは酷である。そこで、ネットワークデータベースの特性を活かして、経緯度が不明な遺跡については報告書掲載の遺跡位置図をサーバにアップロードし、リモートセンシングとGISの専門家がその画像を手がかりに経緯度を割り出すという分業体制をとる。

遺跡詳細情報にあたる文化層の情報は、データ分析の中核をなす。遺跡詳細情報テーブルには（1）文化層の名称（Layer 1, Level II, Phase 3など）と（2）編年・文化のまとまり（entity）としての石器製作伝統の名称（Mousterian, Aurignacian, Gravettianなど）、（3）氷床コアの年代指標である酸素同位体ステージ（OIS）、（4）考古学の立場からみた推定年代という4つの年代指標を併記する。1～3は相対年代、4は絶対年代である。相互の対応関係は第四紀学に関わる諸分野の研究者間で必ずしもコンセンサスが取れているとはいえないため、あえて併記することにした。文化層にはまた、動植物遺存体などの古

環境情報や人類化石、骨角器・絵画・動産芸術品など出土遺物の情報が含まれる。これらを定量化できればよいのだが、そのためにデータを集計するのは膨大な労力がかかるので、それは今後必要に応じて行うとして、さしあたり当該遺物の有無のみを記録する。

文化層に付帯する年代測定値は、遺跡分布の時間的変遷を「見える化」する際の最も重要な根拠となる。年代情報は一意識別子となる機関コード (Lab Number) とデータ値に相当する年代中央値、標準偏差 2σ (上限・下限で値が異なる場合があるので分かち書きにする) を骨格とする。ただし近年は年代測定法にも加速器質量分析 (AMS) 放射性炭素年代測定法・熱ルミネッセンス法 (TL) ・光ルミネッセンス法 (OSL) ・電子スピン共鳴法 (ESR EU/LU) などが加わり、バラエティが豊かになった。年代測定可能な試料の種類も多様化している。測定法・試料によって年代の評価が異なりうるので、年代測定法・測定試料の種類・種属も明記する。

なお、データベースの実装にあたっては、テキスト入力予測機能やプルダウンメニュー／ボタンを活用して、データベース入力経験の浅い担当者でも直感的に操作しやすいグラフィカルユーザインターフェース (GUI) を用意するとともに、入力ミスやゆらぎの低減を図っている (図2-3)。

3. 石器製作伝統Wikiの追加

以上のデータベースは、遺跡とその文化層の内容を主たる収録対象とするものであるが、さらにプロジェクトの主眼である石器製作伝統の解明を支援するため、石器製作伝統の「辞書」作りを構想している。石

材の調達から打ち割り、二次的調整に至る石器製作のプロセスは、行動や技術などさまざまな研究観点から記述されるため、統一的な評価項目を設けて記述しない限り、各地域・時代の石器製作伝統を適切に比較・評価するのは困難である。そこで、本プロジェクトでアフリカからユーラシアにいたる広範な地域の旧石器遺跡を集成するのにあわせて、石器製作伝統を統一的な評価項目にしたがって記述することを試みる。これが、本稿でいう石器製作伝統の「辞書」である。

この研究目的を実現するために、現在、Neander DBで導入したネットワークデータベースを拡張し、Wiki型の石器製作伝統ナレッジベースの設計・実装に取り組んでいる。具体的な研究作業としては、各々の石器製作伝統を実質的に代表する遺跡を取り上げ、以下の観点から製作伝統の特徴を自由記述して、情報共有と研究の深化を図る。

1. 石器の選択と獲得

- 1.1. 石材の種類
- 1.2. 石材の形態
- 1.3. 産地との距離

2. 剥片剥離

- 2.1. 石核形態のコンセプト
- 2.2. 主な剥離方向
- 2.3. 剥片形態

3. 石器器種と二次加工

- 3.1. 主な石器器種と機能
- 3.2. 石器製作技術

4. 着柄

- 4.1. 着柄の証拠
- 4.2. 組み合わせ道具かどうか

5. メンテナンス技術

- 5.1. 刃部再生技術

この石器製作伝統Wikiは、Neander DBと

同一のRDBMSで運用し、文献書誌情報・遺跡情報との関連づけを容易にできるようにする。

4. まとめと今後の展望

Neander DBの最大の特徴は、ネットワーク・コンピューティングの活用により、セキュリティを確保しつつ遠隔地に拠点を置く複数の研究者と協働して迅速にデータベースを構築できる点であるが、くわえて文献書誌情報と遺跡情報が関連づけられることにも注目したい。先述したように、図書館系情報システムと博物館系情報システムの統合はすでに技術的に実現可能である。Neander DBは、文献情報と考古情報が連携し、さらにWikiを含むネットワーク・コンピューティングを実現した点において、2010年代の考古データベースの特徴をしめすものといえよう。今後はさらにGISとの関係を図り、人類遺跡および石器製作伝統の時空間分布を地図化することによって、旧人・新人交替劇の「見える化」を進めていきたい。

謝辞

本稿で紹介した「旧人・新人交替劇」遺跡データベースは、平成22年度文部科学省科学研究費補助金（新学術領域研究）「ネアンデルタールとサピエンス交替劇の真相」計画研究A01（前掲）による成果の一部である。なお、データベースの仕様は脱稿時点のものであり、今後の研究展開に伴い変更される可能性があることをおことわりしておく。

参考文献

[1] 近藤康久: 2010年代の考古データベースはどう展開するか? 人文科学とデータベー

ス論文集, Vol.16, 2010 (印刷中)。

[2] 小沢一雅: 考古学研究支援型データベースの構成, 情報処理学会論文誌, Vol.26, No.5, pp.936-945, 1985.

[3] 藤本悠: 地理情報標準応用スキーマ準拠の遺跡空間データベース構築, 日本情報考古学会講演論文集, Vol.4, pp.109-116, 2007.

[4] 宝珍輝尚: 考古学データベースシステムにおける様々な集約の一実現法, 情報考古学, Vol.15, No.1/2, pp.1-12, 2009.

[5] 松森智彦・中村大・木村啓章: GISとRDBによる人文科学研究支援システムの開発事例, 地理空間情報 学生フォーラム 2009 in 関西, 2009.

[6] 日本旧石器学会編: 日本列島の旧石器遺跡: 日本旧石器 (先土器・岩宿) 時代遺跡のデータベース, 2010.

[7] 横山隆三・千葉史: 地理情報システムを用いた遺跡データベース構築, 情報考古学, Vol.3, No.2, pp.29-40, 1997.

[8] 近藤康久: 地理情報システムを用いた考古学的時空間分析の方法と実践: 西南関東における縄文時代錘具分布を題材に, 東京大学博士論文, 2010.

<http://public.me.com/yaskn> よりダウンロード可能 (著者許諾済、2010年12月11日現在)

[9] <http://tunogis.nichibun.ac.jp/iseki/>

[10] 寺村裕史: GISを用いた遺跡のデジタル測量と遺跡空間データベースの構築, 人文科学とデータベース論文集, Vol.12, pp.21-28, 2008.

[11] <http://www.nabunken.go.jp/database/>

[12] <http://zenmaibun.com/data002.html>

[13] <http://www.koutaigeki.org/>

[14] http://sist-jst.jp/handbook/sist02_2007/sist02.htm

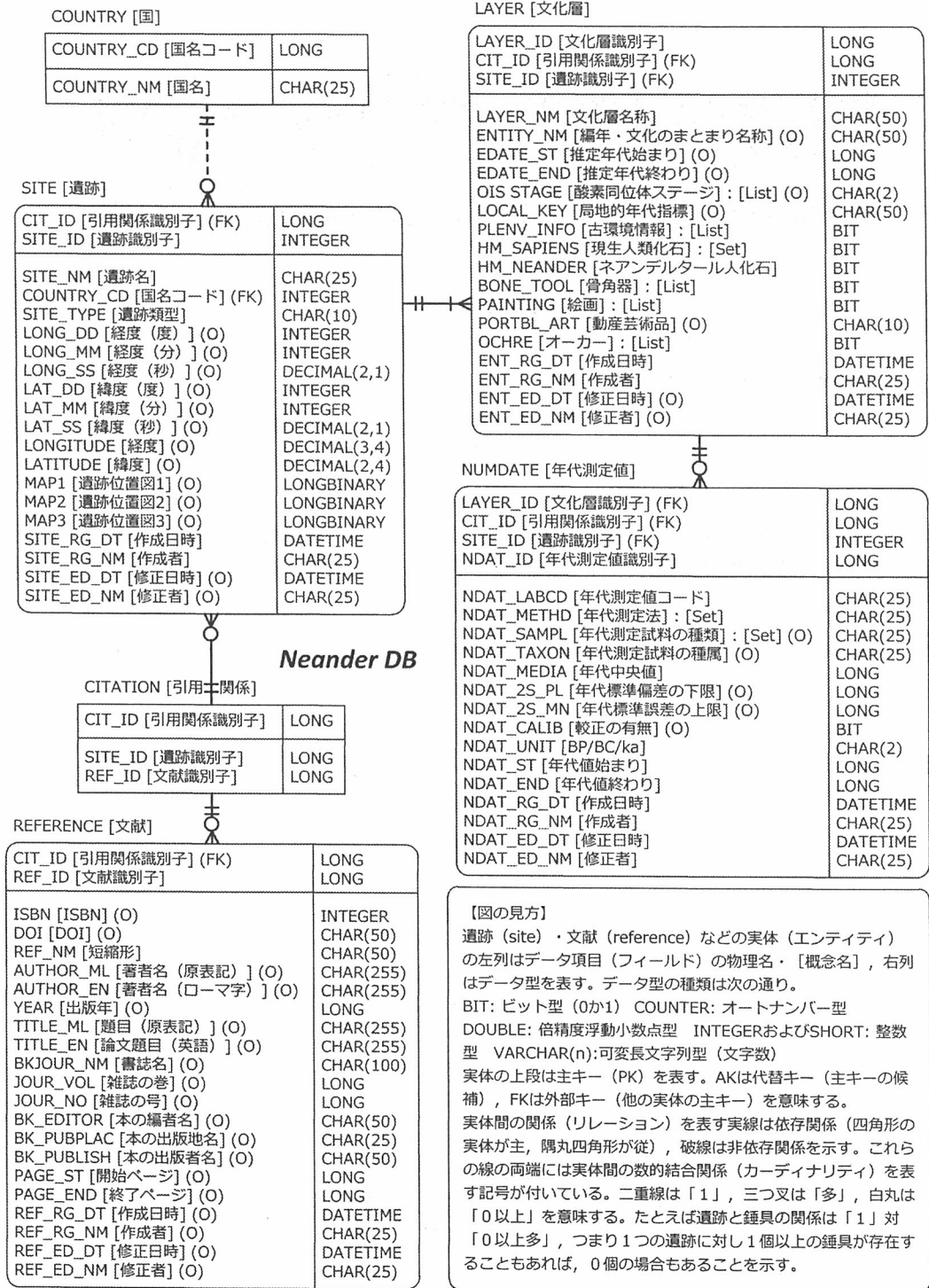


図1: 「旧人・新人交替劇」関連遺跡データベース「Neander DB」の設計図 (ER図)

※ 仕様は今後の研究展開に応じて変更される可能性がある。



図2: Neander DBのユーザーインターフェイス (ポータル画面)

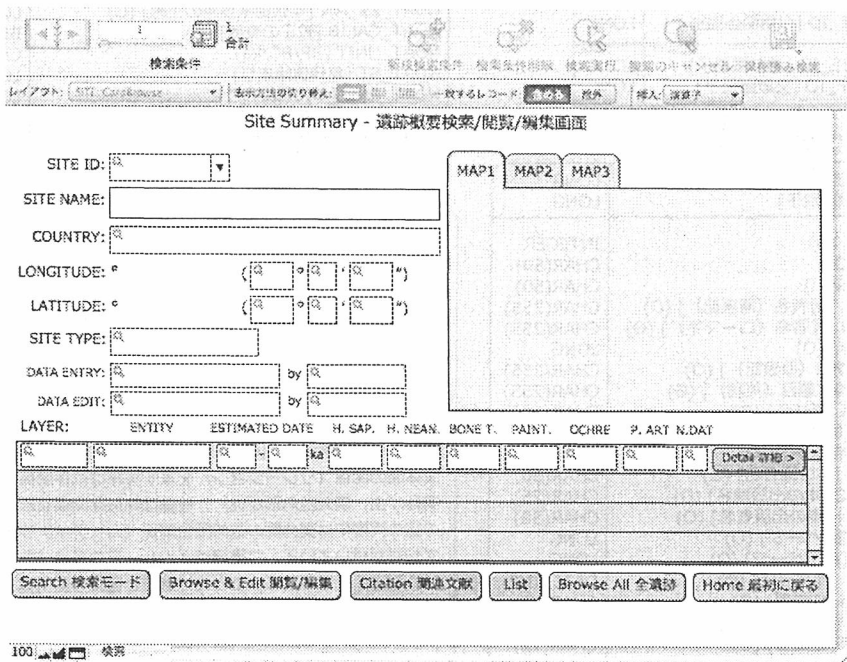


図3: Neander DBの遺跡基本情報検索・閲覧・編集画面
 ※ 仕様は今後の研究展開に応じて変更される可能性がある。