

**<sup>14</sup>C ベイズ解析と較正解析ソフト OxCal の日本語版について**  
**<sup>14</sup>C Bayesian analysis and an age calibration program OxCal in the Japanese version**

大森 貴之<sup>1\*</sup>・西本 寛<sup>1</sup>・中村 俊夫<sup>2</sup>  
OMORI Takayuki<sup>1\*</sup>, NISHIMOTO Hiroshi<sup>2</sup>, NAKAMURA Toshio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学 環境学研究科 (Graduate School of Environmental School, Nagoya University)

<sup>2</sup>名古屋大学年代測定総合研究センター (Center for Chronological Research, Nagoya University)

\*Correspondence to: Author A; E-mail: omori@nendai.nagoya-u.ac.jp

**Abstract**

We released a <sup>14</sup>C calibration software "OxCal.JP(beta)" for conventional <sup>14</sup>C age calibration and Bayesian analysis of <sup>14</sup>C dates. OxCal.JP is a Japanese localization package of OxCal published by Oxford Radiocarbon Accelerator Unit. This program is to be easier to use for Japanese researcher than native OxCal program. In latest version, input and output interfaces of OxCal have been developed and translated. Users are able to run almost all operations in Japanese. This paper introduces OxCal.JP and the system outline. OxCal.JP is available from OxCal.JP Web site (<http://sites.google.com/site/oxcaljp/>).

*Keywords:* <sup>14</sup>C calibration ; Bayesian analysis ; OxCal.

1. はじめに

OxCal は、<sup>14</sup>C 年代測定に関連する多くの分野で利用されている較正解析ソフトウェアである(Ramsey 1995)。本ソフトは、<sup>14</sup>C 年代を暦年代へ較正するだけではなく、ベイズ的アプローチを軸に較正年代幅の限定化、同時期グループの示す存続期間や境界年代の定量的な推定、較正年代の四則演算など、各測定試料の持つ情報に準じた年代解析を行うことができる。最近では、湖底堆積物などを対象とした堆積モデルの作成 (Ramsey 2008) や <sup>14</sup>C 年代測定の中で検出された異常値を判別するプログラム (Ramsey 2010) などが実装され、今や <sup>14</sup>C 年代結果に対する議論考察を総合的に行える環境が整いつつある。

しかし、OxCal の行う較正解析過程の数学的複雑さや、プログラム自体における自由度の高さから、利用者は高度な数学的理解とその操作を必要とされる。このような背景から、<sup>14</sup>C 年代測定が盛んな我が国においても、すべての関連研究者が自由に年代較正や解析を行い、解析した年代を各自議論できる状況には至っていない。我々は、ベイズ的アプローチによる <sup>14</sup>C 年代較正解析をより普及させるため、OxCal4.1 の日本語化を行ってきた。本稿では、その概要報告を行い、日本語版 OxCal (OxCal.JP) のベータ版を公開した。

## 2. OxCal.JP

OxCal プログラムは、オンライン版、PC 版、サーバ版の三通りの利用形態が用意されている。OxCal.JP については、現在のところ PC 版のみの利用を目的に開発を行っている。したがって、以下 OxCal.JP についての記述は PC 版の利用を中心に述べる。なお、OxCal オンライン版およびサーバ版についての詳細は、OxCal マニュアル ([http://c14.arch.ox.ac.uk/oxcalhelp/hlp\\_contents.html](http://c14.arch.ox.ac.uk/oxcalhelp/hlp_contents.html)) あるいは OxCal.JP マニュアル ([http://www.nendai.nagoya-u.ac.jp/oxcal/manual/oxcalhelp/hlp\\_contents.html](http://www.nendai.nagoya-u.ac.jp/oxcal/manual/oxcalhelp/hlp_contents.html)) を参照していただきたい。

### 2.1. OxCal プログラムの構造について

OxCal プログラムは、入力、解析、出力の 3 モジュールから構成しており、プログラム実行時では、これらが関連ファイルの受け渡しを行ないながら密接に連携している (図 1)。したがって、データ入力から較正解析結果の出力までの流れも大きく三段階に分類することができる。まず、①プロジェクトマネージャと呼ばれる入力モジュールの



図 1 OxCal プログラムの概念図

解析を行う測定データまたは測定試

料の情報を用いて解析モデルを作成する。解析モデルは、.oxcal ファイルで保存され、解析を実行させると自動的に入力モジュールが、.oxcal ファイルを解析モジュールへ送る。

②.oxcal ファイルを受けた解析モジュールは、入力されたデータおよびコマンドを読み込み、指定した解析を実行する。主な解析結果は、JavaScript フォーマットの出力ファイルに含まれ、解析結果概要やスプレッドシートあるいはデータベースでの利用を目的とした出力データは、それぞれログファイル (.log) およびタブ区切りファイル (.txt) で返される。

③解析モジュールから返された出力結果を出力ユーティリティから確認でき、図表は出力ファイルから SVG 出力されプロットされる。図表の形式については解析モデルの内容によって様々な様式が用意されているため、詳細については OxCal.JP マニュアルの解析のセクションを参照していただきたい。

OxCal の入出力モジュールは、HTML および JavaScript により作成されており、基本的にデータの入出力は、ウェブブラウザから行う。この仕様により、ひとつのパッケージで複数の OS に対応することが可能であるほか、オンライン版やサーバ版といったネットワー

クを介したソフトウェアの利用という観点からもメリットがある。したがって、利用者は、プロット図示に必要な SVG 出力をサポートしたウェブブラウザを持っていけばすぐに解析を行うことができる。現時点で OxCal が推奨するウェブブラウザは、FireFox などの Mozilla 系ブラウザ (Camino, Netscape, SeaMonkey) が挙げられ、これらは SVG を初期からサポートしている。一方、解析モジュールは、各 OS に対応した実行ファイルがそれぞれ用意されており、OxCal パッケージの OxCal/bin/ディレクトリ内に、OxCalMac (Mac 用)、OxCalWin (Windows 用)、OxCalLinux (その他 Linux 系 OS 用) が含まれる。これら実行ファイルは、C++で作成されており、各 OS でコンパイルされている (Linux 系 OS 用については、Ubuntu でのコンパイル)。

### 3. OxCal.JP について

OxCal.JP では、利用者が実際に操作する入出力モジュールを中心にローカライズしてある。日本語ローカライズは、基本的に、OxCal パッケージの...OxCal/oxcal/内に含まれる入出力モジュールファイル、...OxCal/oxcalhelp/内に含まれる OxCal マニュアル関連ファイル、...OxCal/style/内にあるインターフェイスのスタイルを定義する css ファイル、...OxCal/utills/内に含まれるユーティリティ関連の JavaScript ファイルに対して行った。また、該当する HTML および JavaScript ファイルの文字コード系は、使用 OS に依存せずに日本語表示が可能なように UTF-8 へエンコードしてある。日本語へのローカライズにあたって全ての関連ファイルに対して書き換えを行っているが、OxCal.JP のプログラム構造自体は OxCal と全く同一のものである。したがって、利用方法などについても OxCal と同様の操作が可能となっている。ただし、CQL コマンドについては OxCal のものをそのまま継承した。これにより、プロジェクトマネージャから作成される oxcal ファイルのコマンドラインは OxCal と同一のモデルが組まれるために OxCal-OxCal.JP 互換がある (ただし、試料のラベルに日本語を使用することはできない)。OxCal あるいは OxCal.JP で作成した oxcal ファイルや出力データは、インターフェイスを適宜選択して扱うことが可能である。

前述のように OxCal.JP と OxCal のパッケージはそれぞれ同一のファイル構造をとっているため、OxCal.JP のシステム条件も OxCal と共通する。つまり、OxCal.JP が対応する OS は、MacOS X, Windows および (Mozilla 系ウェブブラウザが使用できる環境の) Linux 系 OS であり、使用に際しては FireFox などの Mozilla 系ウェブブラウザを用意する必要がある。ただし、これらに加え OxCal.JP では UTF-8 のテキストエンコードもシステム条件に追加されている。これは、日本語互換のために入出力モジュールのプログラムファイルを UTF-8 に書き換えたため、OxCal.JP を使用するウェブブラウザにもこの文字コード系のエンコーダが実装されている必要がある。幸いにして最近リリースされている全てのウェブブラウザは UTF-8 に対応しているため最新版利用者には問題のない要項となるが、古い

ウェブブラウザを使用している PC では文字化けなどのバグが生じる可能性がある。

#### 4. OxCal.JP のインストール

OxCal.JP パッケージ (PC 版) は, OxCal.JP サイト

(<http://sites.google.com/site/oxcaljp/> または名古屋大学年代測定総合研究センター <http://www.nendai.nagoya-u.ac.jp/oxcal/index.html>) からダウンロードできる。ダウンロードしたフォルダを各 OS で適当なディレクトリに保存し, OxCal.JP フォルダ内の index.html ファイルを立ち上げることで OxCal.JP を使用することができる。また, OxCal を既に利用している場合でも, 同じディレクトリに OxCal.JP パッケージを共存させることができる。二つの OxCal をインストールした場合, ウェブブラウザが開く index.html ファイルのディレクトリを変更するだけで簡単に言語環境を変更することが可能である。OxCal.JP (あるいは OxCal) の初回起動時には, 解析データを含む oxcal ファイルや解析結果などログを保存するためのディレクトリが自動的に作成される。このディレクトリは, どちらの OxCal からアクセス可能で, 使用目的に合わせて同一のファイルを入出力することもできる。

#### 5. ユーザサポートについて

OxCal は, Oxford 大学 C.B. Ramsey 氏らによって管理されており, プログラムのバグ修正, 補足機能の追加などが随時行われている。OxCal.JP についても, OxCal に合わせて継続的に更新を行っていく予定である。プログラムの更新情報などは, OxCal.JP サイト (<http://www.nendai.nagoya-u.ac.jp/oxcal/index.html>) にて確認していただきたい。

OxCal.JP に関する問い合わせは, 著者ら (E-mail: [oxcaljp@gmail.com](mailto:oxcaljp@gmail.com)) が直接受け付けている。

#### 7. まとめ

近年の  $^{14}\text{C}$  測定は飛躍的な技術の向上から非常に誤差の小さな  $^{14}\text{C}$  年代を得ることが可能となってきたが, 年代較正の原理的制約が通常の  $^{14}\text{C}$  年代測定だけではどうしても測定試料の年代値を数年から数十年単位で年代決定することは難しい。したがって, 今後は OxCal が行うような年代値のベイズ推定が年代研究の中核になるように感じる。本ソフトウェアから  $^{14}\text{C}$  ベイズ解析に触れ, 実際に関係する  $^{14}\text{C}$  年代に対して一歩進んだ議論の助けになれば幸いである。

## 8. 参考文献

Ramsey, C. B. Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: The OxCal program. *RADIOCARBON* **37**, 425-430 (1995).

Ramsey, C. B. Deposition models for chronological records. *QUATERNARY SCI REV* **27**, 42-60 (2008).

Ramsey, C. B. DEALING WITH OUTLIERS AND OFFSETS IN RADIOCARBON DATING. *RADIOCARBON* **51**, 1023-1045 (2009).