

インターネットによる科学情報の提供 放射性炭素による年代測定値を事例として

増田 和子

学術情報の流通は学会誌を中心とする印刷媒体を主体に考えられているものが多かった。しかしながら、近年普及が目覚ましいインターネットはその流通過程に何らかの影響を及ぼしていると思われる。本稿では、放射性炭素による年代測定値という科学情報を題材に、インターネットというメディア媒体による科学情報の流通過程を観察し、科学情報の提供について検討してみたい。

1 放射性炭素による年代測定値の公表とデータベース化の動き

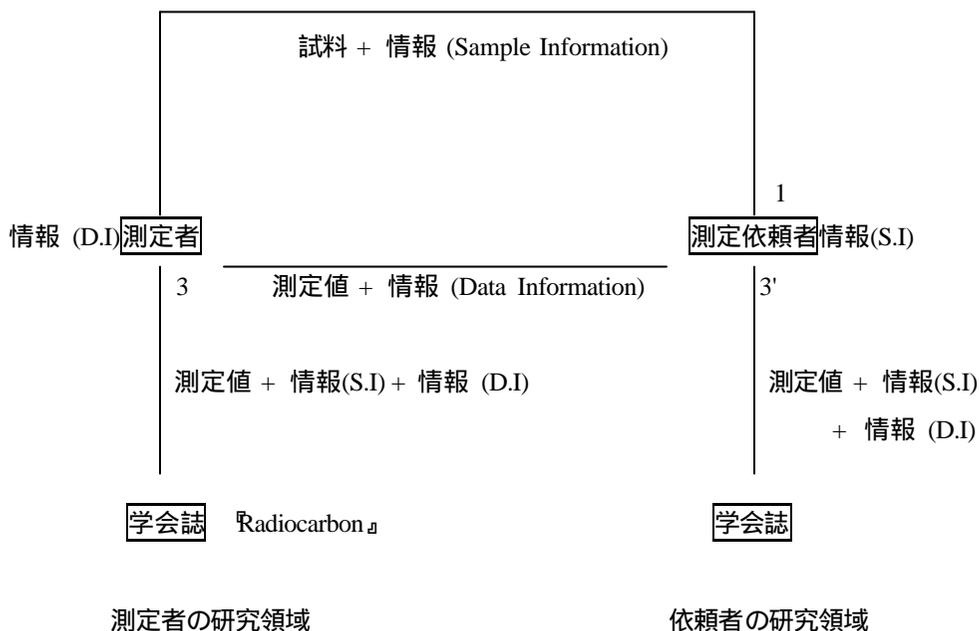
1.1 放射性炭素による年代測定値公表の概要

1947年、シカゴ大学のW.F.Libby博士(1960年ノーベル化学賞受賞)が自然界に存在する炭素¹⁴C原子を検出し(Anderson&Libby,1947)、年代測定における物指としての可能性に言及してから、放射性炭素による年代測定法¹は考古学、環境学、地質学など様々な分野において年代推定の一手法として活用されている。

放射性炭素による年代測定値という情報が生産され公表されるまでの流通経路を簡略化すると図表 1-1 のように表すことができる。測定機関で生産される測定値はその値を解釈するために測定依頼機関(矢印1)と測定機関(矢印2)により2段階で情報が付加される。このようにしてつくられた情報は測定機関の所属する研究分野と測定依頼者の所属する研究分野各々の学会誌を通じ公表される。

¹ 自然界には一定の割合で放射性炭素原子が存在し、この原子は電子(β線)を放出し壊変して窒素原子になる。この壊変は極めて規則的に起こるため、この壊変状態を何らかの方法で測定し時間を測る物指としたのが放射性炭素による年代測定である。規則的に起こる壊変は、その原子の数が壊れて半分に減る期間を半減期と呼び物指の基準としている。放射性炭素の場合は、自然界においてその存在が非常に一般的な元素であるため、この元素による時の物指は広範囲に活用されることとなった。

図表 1-1



年代測定法は当初その手法が注目を浴び測定方法研究の成果として測定値が学会誌に公表されていた。1959 年までは世界中の測定研究室で生産された年代測定値が一覧表として『Science』に掲載され、それが、『American Journal of Science, Radiocarbon Supplement』に移管、この本の第 1 巻にはそれ以前の年代測定値の刊行目録が収められた (Johnson,1959)。その後、『American Journal of Science, Radiocarbon Supplement』は『Radiocarbon』となり、その使命を引き継ぎ現在に至るまで世界中の研究機関で生産される測定値の公表という役目を担っている。つまり『Radiocarbon』という学会誌は、放射性炭素法による年代測定機関が帰属する研究分野の学会誌であり、そこで公表される測定値は、測定試料の種類や測定手法が利用される様々な研究分野において測定精度を上げるための研究成果の蓄積である。

放射性炭素による年代測定手法が活用され始めた 1960 年代頃は、一般的に測定研究機関は研究手法として興味のある試料を測定しており、不特定多数の測定依頼者から試料を受け付けるという事は少なかった。測定値の公表は測定機関の研究対象として価値があり学会誌『Radiocarbon』を通じてそのほとんどが公表されていた。

しかしながら、測定手法として成熟し確立されるにつれて、測定値は次第に研究対象としての価値を失い、『Radiocarbon』を通じて公表されることは少なくなってきた。測定方法の普及とともに大量に生産される測定値の情報量と反比例するように年代測定に関する情報は公表されなくなる

一方、年代測定法が活用される研究分野においては、年代測定値はある試料の年代を推定する手法でしかないため、測定値に関する情報にどの程度の重みづけをしどのような形で公表するかは測定依頼者の判断による。公表先は、測定依頼者が所属する研究分野の学会誌であり『Radiocarbon』に掲載されることはほとんどない。加えて、測定手法として活用される分野が多岐にわたるため、公表される学会誌も分散してしまう傾向にある。この傾向は、測定方法が一般的になり広く活用されるにしたがって強くなったと推測される。

このように、年代測定値に関する情報の流通経路は関係する研究分野が複数存在するため単純ではない。仮に、同じ試料についての測定値が各々の研究分野の学会誌に公表された場合、図表 1-1 に示した測定依頼者が付加する情報と測定者が付加する情報に対する重要度が違うため、測定依頼者の公表した情報は“(S.I) > (D.I)”、測定機関の公表した情報は“(S.I) < (D.I)”となる傾向がある。

放射性炭素による年代測定に関するオンライン情報を提供している『Radiocarbon Web-info』では、ここ10年間年代測定値の活用に不可欠な情報が欠落していることにより、その価値が著しく落ちていると報告している。

次に、年代測定値情報電子化の動きのひとつとして、データベース作成の動きについて述べる。

1.2 放射性炭素による年代測定値データベース作成についての動き

1987年に開催されたワークショップで、『Radiocarbon』の Managing Editor であった Renee Kra により、放射性炭素による年代測定値の国際的なデータベースの必要性が説かれてから (Kra, 1988) 既に 10 年余りが経過している。このワークショップに参加したカナダの Richard E. Morlan と Roger McNeely は、カナダにおける Radiocarbon Database 作成に着手し、インターネットによる年代測定値の公開を開始しているが、国際的には、放射性炭素による年代測定値が充分活用できる環境が整っているとはいえない。

データベースを作成した機関では、年代測定値に関する情報の公表先が分散しているため、公表された測定値の収集が難しいこと、公表に際する表現がまちまちなため、データベースとして統一した表現を用いることが難しいことを指摘している。

日本では、1998年に開催された第7回東京大学原子力研究総合センターシンポジウムにおいて、将来的な構想として国際日本文化研究センターの北川浩之氏により、オンライン炭素14年代データベース構想が提案されているに留まり、未だデータベース作成の動きはない。

2 測定機関による年代測定値公表項目に関する示唆

年代測定値に必要と思われる情報については、測定依頼機関と測定機関の間に違いが存在するようである。この章ではまず、情報の生産者である測定機関が示唆する、公表の際必要とされる情報項目を整理する。

情報が価値を落とさず活用されるために必要な項目について、過去 (1960年代頃) "Radiocarbon Dates Association Inc., Andover, Massachusetts" が提供していた情報項目と、現在 "Radiocarbon Web-info" が示唆している情報項目をもとにまとめることとする。

まとめた結果は以下の通り

- ・ データを測定した測定研究室参照番号
(参照番号は "Radiocarbon" に測定機関として登録することにより付される番号)
- ・ 計算において使用した炭素 14の半減期
- ・ 補正を加えていない測定データ (Conventional Radiocarbon Age)
- ・ CRAを意味する単位としてのBPの表記
- ・ CRAの標準偏差 1 での誤差
- ・ 補正を行うためのデータを測定した場合は、その値 (^{13}C 、 ^{14}C)
- ・ 同位体補正を行った場合は、補正済みの年代値であることを明記
- ・ 貝補正の手法について明記 (ex. 暦年較正の前の補正、Local Delta-R value による補正など)
- ・ 試料の採取緯度経度
- ・ 試料が異なる半球から持ち込まれた場合は、南北半球の違いによる影響を考慮したかどうか記述
- ・ 測定法
- ・ 測定結果の関連する学問分野 (例えば、考古学、地球物理学、海洋学など)

測定値公表に際しては、以上のような情報をデータに付加すべきという考えがある一方、現在、実際このような扱いでデータが流通するかどうかは情報の生産者ではなく、情報の受信者である測定依頼者に依存するところが多い。従って、どの程度このような考え方が反映されているかは測定方法の普及に比例して難しくなっていることが推測される。近年、冊子媒体の情報伝達から情報が電子化されデータベースをインターネットで提供するところも現われ、情報流通過程はより複雑さを増している。

次の章では、情報生産者以外の機関が実際にインターネット上でどのように情報提供しているのか調べてみることにする。

3 インターネットによる年代測定値公表の現状

今回、年代測定値をある程度の規模で公表している機関を『Google』という検索エンジンを使って検索した。キーワードは「放射性炭素」、「Radiocarbon」、「年代測定」、「Dating」、「データベース」、「Database」である。

観察対象のデータベースとしては、時間的な制約もあり現存する全てのデータベースを検索する事は出来なかったと思われるが、今回は6つのデータベースを取り上げた。

データベースは6つあり、ニュージーランド、アメリカ、カナダ、香港、ポーランド五カ国の大学、研究機関、あるいは博物館等の機関により作成、運営管理されていた。公表されている情報の項目記載方法が国によって異なっていたが、記載されている実際のデータから推測し、適当と思われる日本語表記をあて、結果は、図表 3-1 にまとめた。

以下、それぞれのデータベースについての概観をまとめる

ニュージーランド、Waikato大学のThe New Zealand Radiocarbon Database の場合：

ニュージーランドにあるWaikato大学の放射性炭素年代測定研究室 (Radiocarbon Dating Laboratory)では、国内の様々な場所について過去40年間に考古学研究目的で測定された3000余りのデータを公表している。公表されているデータを実際に測定した研究機関は、Waikato大学自身を含むオーストラリア、米国、日本4カ国にわたる計8機関である。データ提供機関の種類としては研究機関として分類される。

このデータベースは、ニュージーランドにおける考古学関係の測定値を収集しデータベースとしてインターネット上で公開されている。測定機関参照コードや年代測定された試料の種類、遺跡名や地図による遺跡場所の検索等を可能とすることによって、広く研究者の間で情報が活用されることを期待して作られている。実際、データベースが研究者間で利用されている例として論文中このインターネットにより公開されているデータベースを引用しているものがあった。

検索機能に工夫が見られ、検索キーが複数用意されている。その中にはニュージーランド考古学関係者間で定義している遺跡コードもあった。それぞれの項目については説明があり、初めての人にも使いやすい配慮がされていた。

図表3-1 放射性炭素による年代測定データのWEB公表状況

データベース名 (HPアドレス)	提供情報				
	測定機関	採取場所	試料	測定値	コメント
Waikato大学の The New Zealand Radiocarbon Database (http://www.waikato.ac.nz/waikato/nzcd/index.html)	参照番号	遺跡名 遺跡の型 (4 3 種) 場所・地名 緯度・経度 地図 地層の状態 採取位置	種類 提供者 環境	測定値CRA 誤差 補正值 (C13) 当該測定機 関が計算し た年代値	
The National Geophysical Data Center サハラ砂漠のデータベース (http://www.ngdc.noaa.gov/ngdc.html)	参照番号	国名 地域	種類	測定値 (BP) 誤差	
The National Geophysical Data Centerの 五大湖のデータベース (http://www.ngdc.noaa.gov/ngdc.html)	参照番号	州 地域名 緯度・経度	種類 地層中の採 取位置	測定値 (AGE) 誤差 (±) C13値	
カナダ博物館の Canadian Archaeological Radiocarbon Database (http://www.canadianarchaeology.com/radiocarbon/card/labs.htm)	参照番号	遺跡名 国名 州 地域名 フィールド 番号 緯度・経度 採取位置 土地履歴	試料提供者 試料番号 種類	未補正值 予測値 (Uncorrected data) C13値 一般化値 (Normalized data-yBP)	自由記入欄
香港先史時代センターのデータベース (C14dates from Archaeological Sites) (http://www.hku.hk/hkprehis/archdate.htm)	参照番号	遺跡名 採取地形	試料採取日 種類	結果 (Result) 誤差 暦年較正值	対象文化 評価
ワルシャワ大学考古学部アンデス研究 のデータベース (ANDES. Radiocarbon Database for Bolivia, Ecuador and Peru) (http://www.uw.edu.pl/uw/andy/andydb.htm)	参照番号	遺跡名		暦年較正值 (BP)	

アメリカ、The National Geophysical Data Center (NGDC)のデータベースの場合：

アメリカでは、政府の助成を受けた研究は広く公開され、多くの研究機関で共有し、教育にも生かされなければならないという理念の元に多くの研究データが公表されていた。様々な機関がこうした考えのもと、データ提供を行っているが、その中、国の機関であるNGDCは、地球物理学関係の科学データや情報の提供を目的としており、放射性炭素による年代測定値をいくつか公表していた。従って、公表データは個々の研究の寄せ集めであり、放射性炭素による年代測定値を収集し作成したデータベースではないため、特に決まった形式は持っていない。

検索の結果、炭素 14の測定法によるデータを提供している機関は、以下のようなところが存在した。

- [National Geophysical Data Center - Paleoclimatology Home Page](#)
- [National Geophysical Data Center - Radiocarbon datasets](#)
- The [Palaeoclimates from Arctic Lakes and Estuaries \(PALE\) Home Page](#).

これらの機関は、『Radiocarbon Web-info』とリンクを張っており、放射性炭素による年代測定値のWEB提供機関として紹介されている。

今回は、公表されており、実際の放射性炭素による年代測定値にあたることができた五大湖に関する調査と、サハラ砂漠に関する調査のデータを参考に図表 3-1 をまとめた。

前述したように、公表されている値の項目は上記 2調査に関するデータでも違いが見られる。例えば、重要な測定値の単位について、サハラのデータは BP 表記を用いているが、五第湖のデータは AGE という表記を使用している。

カナダ、カナダ博物館の Canadian Archaeological Radiocarbon Database の場合：

カナダ博物館のデータベースは、1987年のワークショップにおける the International Radiocarbon Database (Kra,1988)計画をきっかけに始まり、基本的な構想は、博物館の Richard E. Morlan と the Geological Survey of Canada (GSC)の Roger McNeely らがまとめている。

Richard E. Morlan は、まず、自らの研究成果をもとに、1996年に GSC Open File report (Morlan *et al.*,1996)として考古学分野に留まらない包括的なデジタルデータベースを公開。これらの作業を通じて、Richard E. Morlan は、自らが考古学や古生物学における炭素放射性炭素による年代測定値のナショナルデータベース編集に最も適した位置にいるといえる。思いに至り、カナダ地域を研究する考古学者が地域や遺跡名、対象文化などによって検索できることを目指しデータベースを作成する。

本データベースは考古学関係のデータをメインに収録されているが、古生物学の記録も含まれている。古生物学と考古学の間には重なり合う部分が多く、場合によってはどちらの分野に帰属する

か不明確なため、同時に収録することにしたようである。また、異なる分野の情報を統合させることで、活用ケースが広がっていくことを、データベース作成者は、期待している。

データ収集は、カナダ博物館図書館から、多くの援助を得て収集されており、作業開始時は、主にジャーナル『Radiocarbon』を利用、後にはインターネットも活用したようである。この他、カナダ考古学会所有のカナダ内における考古学関係の刊行物全ての目次を手がかりとし、カナダ全国の地方紙、ニュースレターを1ページづつ検索するとい地道な努力により、今まで埋もれていた価値ある資源(データ)を発掘し、データベースを作成している。また、収集するデータは、常にオリジナルレポートへ遡って確認するよう注意が払われていた。

なお、考古学以外のデータは、それぞれの分野における専門家に支援を依頼し A.S. Dyke (Geological Survey of Canada) と C.R. Harington (Canadian Museum of Nature) から入手している。

データベース化するに当たり使用したソフトウェアは、カードデータが扱える『Cardbox』であった。このソフトウェアは、放射性炭素による年代測定値記録に適していると考えられており、その特徴は、自由に選択できるインデックスキーと、試料採取状況や測定に関する情報を自由に記述できるフォーマットがあることである。

1996年末スタートした作成作業は2001年に6000あまりのデータを収録し一様の完成をみている。しかしながら、作成者は、このデータベースが多くのエラーを含んでいることも認めており、利用者への注意も足している。それは、もちろん転記による入力ミスなども考えられるが、その最も大きな理由は、データ収集の難しさに起因しているようである。例えば、測定研究所参照コードが欠けているなど、データを捜し求めるための致命的な情報の欠如があったりと、データ収集には、多くの困難があったようである。また、データ生成機関が多文化、他国籍にまたがっているため、表現の統一が難しく、作成者自身も理解することが難しい中で、データを取りまとめなければならぬ、といった苦労もあるようである。従って、データベース作成者は、内容に関する疑問や、より詳しい情報についての問い合わせは、試料提供者や測定機関へ問い合わせることを薦めている。また、本データベースの内容をより正確なものにしていくため、記載情報のミス発見について利用者へ協力依頼をしている。

公表されているデータベースは、考古学研究者が容易に検索でき、データを活用できるようにするというデータベース作成意図を反映し、遺跡名や、地域名、測定研究機関、参照番号など、様々なキーで検索できるよう構成されている。そのため、カナダ独自の分類や表記方法も設けており、検索方法の説明と入力事例が細かくHP上で紹介してある。

香港、香港大学香港先史時代センターのC14dates from Archaeological Sites の場合：

香港の先史時代学や early history 分野の研究や教育の支援を目的に設立された香港大学香港先史時代センターは、これらの分野に係る放射性炭素による年代測定値 123件を集め、データベースとして公表している。センターは、WEB 上での情報提供とともに、香港の先史時代について純粋な研究的興味のある者は誰でもセンターを利用できるとし、一月に一度開催予定としている非公式な会合では、オフサイトの情報交換の場を提供している。公表データの項目は、図表 3-1 参照。

データを収集方法は不明である。測定結果については、Result と記してあるのみで単位表記がない。この他、暦年較正值が掲載されている。

特徴的なのは、データを評価しているコメント項目があること。"credible"、"uncredible"、"problematic" と3種類の表記があり、いずれの種類についても説明が付随しているものがある。例えば、ある"credible"データには誤差範囲が大きすぎるので活用できないと記されている。また、ある"uncredible"データには試料が水によって汚染されているため、測定値が影響を受けていることを示唆している。全体の表記内容から推察すると"credible"データに記載される内容は、データ2次利用の際に注意すべき情報を記述、"uncredible"、"problematic"データにはデータが信頼できない理由や測定試料の問題点などの状況を記述しているようである。従って、"credible"については説明のないデータが多いが、"uncredible"、"problematic"のデータについてはほとんど何らかの記述が付されている。しかし、全てではない。

ポーランド、ワルシャワ大学考古学部のアンデス研究の報告として作成した

ANDES. Radiocarbon Database for Bolivia, Ecuador and Peru の場合：

ワルシャワ大学の考古学研究所とSilesian Politechnical University の the Gliwice Radiocarbon Laboratory of the Physics Institute の考古学共同研究は、イタリアのペルーについての考古学研究をした NASCA プロジェクトとPontificia Universidad Catolica del Peru による Alto Piura プロジェクトと同様な手法で、ペルーとエクアドルについての放射性炭素による年代測定値のシリーズを批判的に認識するものであった。こうした分析は、文化調査のデータ比較について有用であると考え、分析をはじめたところ、アクセス可能なデータには、多くの大切な情報が欠落していた。そこで、the Gliwice Radiocarbon Laboratory では、当初、研究室使用を目的に、データベースを作ることにした。作業は、Mariusz S. Ziolkowski, Mieczyslaw F. Pazdur†, Andrzej Krzanowski, Adam Michczynski によって行なわれた。まず、the Gliwice 研究室のもつリスト(Ravines (1982) and that of Watson (1986))にあるものを収録対象としていたが、アンデス研究の分析作業に必要なデータが揃わない事が判明し、データ収集範囲を拡大している。最終的には、中央アンデス地域の古代

文化に関するデータといふ観点で欠如しているデータを収集し、新しくより完全な放射性炭素による年代測定値のカタログを作成することとした。加えて、NASCA プロジェクトで、文化調査に使われ公表された全ての放射性炭素年代測定値の比較可能にするため、単位をそろえる作業、すなわち、全てのデータに暦年較正を施し、データベースを作成している。データ較正は、1986年『Radiocarbon』掲載の当時最新版の Pearson and Stuiver's calibration curves に基づいた the Gliwice Calibration Program を使用。本データベースは、インターネット上にその一部を収録データ目録として公表し、データの大部分は印刷媒体で配布されている。

対象地域は、エクアドルとペルーとボリビア。現在、データベースは 2800 の放射性炭素年代測定値を収録。将来的には北チリ、北西アルゼンチン、南コロンビアも対象地域として広げたいとしている。

データベース作成者は、こうしたデータは、考古学的な遺跡に関わるデータとして有益だけでなく、文化調査以外のもの、例えば地学、古気象学、古環境学研究においても価値あるデータとなると考えており、比較可能なデータを、全ての考古学者やそれ以外の研究者に提供し、活用されることを望んでいる。また、公表する年代測定値の単位を、暦年較正年代にそろえることを提案している。当該データベースは、前述したように、全てのデータに暦年較正を施している。

この他、同一地域において一定基準を超え異常な値を示しているとワルシャワ大学で判断されたデータについて、一覧できる試料を作成し、インデックスをインターネット上に掲載している。

公表されているデータは、不完全なものであると断り書きがある。

データベースの更新と修正は、毎年行うとしている。

前述の通り、このデータベースは、その主たる公表形式を印刷媒体としているため、インターネット上の公表項目は、インデックス機能を果たす、簡単な項目のみの掲載に留まっている(図表 3-1 参照)。

5 機関の情報提供状況をみると、いずれの機関も情報提供を目的としており、一種の情報提供機関といふことができる。アメリカを除く4機関は各々の機関がデータベース活用を想定している目的がかなり明確である。データベースで提供されている情報は、その目的に添って様々な機関が測定し公表したデータを独自に収集整理し、新たに作成している。すなわち、情報の利用者がその目的に応じて分散していた公表情報を統合させている。

一方、アメリカの場合、データ提供機関は研究者あるいは研究機関が発表する研究成果をそのまま提供する情報としている。いわゆる学術情報を提供する単なるポータルサイト(入り口)がインターネット上に作られており、その入り口を介して年代測定値も公開されている。他の4機関が提供する何らかの目的を持ったデータベースとは異質のものである。

次の章では、ここで取り上げた情報提供の状況をもとに年代測定値の公表に際しどのような情報が必要とされるのか検討する。

4 年代測定値情報の提供

4.1 測定機関の示唆する必要な項目と実際に公表されている項目の比較

3章でみたインターネット上で公表されている多くのデータベースはそれぞれの機関によって独自の目的で作成されていた。当然、それぞれの作成目的が異なるためデータベースの整理方法もばらつきがあった。

ここでは、2章で述べた測定機関が示唆する年代測定値の公表に必要なと思われる情報項目は、についてどのように公表されているかという観点で3章で挙げたデータベースを整理することにした。2章で整理した項目は、年代測定値が正確に解釈されるために必要な情報項目であることから、その利用目的や専門分野の違いに左右されない情報項目と考えられるからである。結果は、図表4-1にまとめる。

なお、「測定結果の関連する研究分野」については必要な項目として挙げているが、ここで比較するデータベースが特定研究分野を対象として作成されていることから、データベースに当項目が存在しないのは当然であるため、比較項目から除外した。また、「測定方法」については年代測定法が測定手法研究として盛んだった頃、公表に必要なと考えられた情報項目と思われるため比較項目から除外した。

まず、「測定機関参照コード」についてみると、これをデータベースの項目として挙げていない機関はなかった。しかしながら、データベースの中を詳細に見ると、「測定機関参照コード」が記載されていないデータが見られた。これは、測定値が流通する過程で「測定機関参照コード」が欠落したのか、「測定機関参照コード」を取得していない機関による測定値で、番号そのものが存在しなかったのかは不明である。日本の現状(図表4-2参照)でも、「測定機関参照コード」を取得せずに測定を行っている機関が存在することから、必ずしも「測定機関参照コード」が全ての測定値に付いているとはかぎらないのだろう。

「測定機関参照コード」はデータ生産機関を特定できる唯一のキーであるため、このキーがないとすることは、測定値に関する詳細情報を入手する必要があるが生じても、その手段がないことを意味している。また、一種の科学情報の生産地を表すコードとみることができ、測定機関の特定が特に必要ない場合でも、データの品質保証をしている機関を明記するとい意味でいかなる研究分野に公表する際も必要な情報と思われる。

図表 4-1 インターネット上の公表項目と測定機関が重要と考える情報項目の比較

項目	必須事項	オプション
測定機 関 参照 コード	採取地の 緯度・ 経度	補正を加 えていな い測定デ ータ (CRA: Conventi onal Radiocar bon Age
		CRAを 意味する 単位表記 (BP)
		標準偏 差 1 の 誤差
		計算に使 用した炭 素 1 4 の 半減期の 値
		補正の内 容を明記 (例: 貝補正、 地球磁場 の影響補 正)
		14C の値
		13C の値
<hr/>		
Waikato大学の The New Zealand Radiocarbon Database		
<hr/>		
NGDCの サハラ砂漠の データベース		
<hr/>		
NGDCの 五大湖の データベース		(AGE)
<hr/>		
カナダ博物館の Canadian Archaeological Radiocarbon Database		
<hr/>		
香港大学 香港先史時代 センターの データベース		(Result)
<hr/>		
ワルシャワ大学 考古学部 アンデス研究の データベース		

図表 4-2 日本国内の測定機関一覧

測定機関名	測定機関 参照コード	HPアドレス
東京大学総合博物館 C-14年代測定研究室	TK	Http://www.um.u-tokyo.ac.jp/museum/ouraboros/01_01/index.html
東京大学 (Department of Geography)	JGS	
古環境 (財)日本分析センター		Http://www.5a.biglobe.ne.jp/~kokankyo/ Http://www.jcac.or.jp/index.html
パリオ・サーヴェイ(株) パレオ・ラボ(株)	PAL	
九州環境評価機構	KEEA	
京都産業大学	KSU	
大阪府立大学 (Research Institute for Advanced Science and Technology Research Center of Radioisotopes)	OR	
学習院大学年代測定室	GaK	
日本大学 (Radiocarbon Dating Laboratory)	NU	

(Radiocarbon,1999,Vol.41,No.3)

”採取地の緯度・経度”は、採取地をより正確に特定するためのキーとして必要な項目である。しかしながら、今回調べた6データベースのうち半分が項目として挙げていなかった。実際、試料提供時に試料提供者から採取地情報として緯度・経度が申告されないケースが多いといふ実態を反映しているのかもしれない。採取値の特定には”採取地の緯度・経度”に変えて、遺跡名や遺跡番号、または地名などで場所を採用しているケースがあるが、そうした表記方法は地名の書き表し方が言語によって異なる等の問題があるため試料採取地の表記方法としては不適当と思われる。特に、インターネットによる情報提供を考える場合、公表された情報は技術的には世界中からアクセス可能な情報となるため(言語の壁による問題を無視すれば)、その表記方法は可能な限り国際標準に配慮すべきであろう。

“Conventional Radiocarbon Age (CRA)”は、1950年を始点に測定した試料が何年前のものだったかを示す基本的な測定結果である。この最も手を加えていないCRAを基本的なデータとする意味は、データ利用者がその目的に応じた較正や補正をその都度施すことができる自由度を確保しているからである。

今回調べたデータベースもこれを公表項目として挙げていない機関はなかった。しかしながら、単位について不明確なところがある。年代測定値にはCRAの他に暦年較正²を施した年代でデータを表記する方法がある他、測定値報告書には一般的に使われるADやBCが表記されるケースもあり、単位を明記しないと誤解の生じる恐れがある。特に今回調査したデータベースでは、教育目的をうたっているところもあり、異分野の研究者はもちろんのこと様々なバックグラウンドを持った不特定多数の利用者が想定されるため研究者間での常識が通用しないということを考慮した表記が必要であろう。また、年代には一般的に通用する暦の“年”といふ単位があるため、通常では年代を表すのに様々な単位が存在することは考えにくい。そのため、単位表記がなくとも情報の受け手の常識で解釈してしまい、データを読み誤る危険性がある。単位の省略も避けるべきである。

以上の理由により提供する情報項目としてはCRAとその単位は必須とし、それ以外の年代値は公表される研究分野や目的に応じて追加し各々の単位表記を確実にすることが必要だろう。

最後に、“計算に使用した半減期”についてだが、放射性炭素による年代測定に関わる研究者の間では半減期は国際的にデータに付随されるものと言ふ認識があった(木越,1999,4p)。しかしながら、今回調査したデータベースについてはいずれの機関にもその記載はなかった。

半減期には過去の研究者によって測定された複数の半減期が存在し、その中からそれぞれの測定機関が選択している。たとえば、半減期 5570 ± 30 (Libby,1955) や 5730 ± 40 (Godwin,1620) がある。CRAの値は、試料中の放射性炭素から放出される電子の数と、半減期を使って計算し、基点(1950年)とする年代から何年前の試料と推定されるかということ割出す。すなわち、計算に使用した半減期によって算出される測定結果が異なる。逆に“計算に使用した半減期”が明らかであれば、実際に試料から測定された放射性炭素のカウント数にデータを遡ることもできる。したがって、“計算に使用した半減期”はデータの自由度を高め、利用範囲を広げるため、必要な要素と言える。

このような“半減期”をいずれの機関も公表項目としていないのは、利用者が生データへ遡るといふ利用形態を必要としていないのか、あるいは、現在では炭素14の半減期は 5730 ± 40

² 暦年較正とは、樹木年輪やサンゴのU/Th(ウラン/トリウム)年代によりつくられた較正曲線を用いて暦年代に測定値を較正すること。1998年現在、11800calBPまでなら樹木年輪により求めた較正曲線を用い、それ以前から24000calBPならばサンゴのU/Th(ウラン/トリウム)年代を用いてデータを較正することになっている(INTCAL98)。較正を施したデータにはcalBPといふ単位を用いる。

(Godwin,1620)を使用する事が一般的であり 記述不要と考えているのかもしれない。しかしながら、過去に測定されたデータや異なる研究機関で測定されたデータを統合してデータベースを作成するような場合は測定時期や測定機関によって計算に使用する半減期が異なることは充分考えられるので提供する情報項目としては必要と思われる。

4.2 年代測定値の質を確保するために

インターネットにより公表している情報を観察すると、測定機関が示唆する年代測定値に必要な項目と、実際に提供されている情報には違いが見られる。やはり、情報がどのような形で提供されるかは、どのような情報が求められているかに依存するため、年代測定値のように異なる分野に提供される情報は生産元がひとつであっても提供され方は異なるのであろう。提供される情報が必要に応じて変化することは当然であるが、無条件に情報が加工されていいというものではない。最低限その情報の価値を維持するために必要な情報というものが存在するのではないだろうか。情報提供にあたっては提供する情報の質を確保することが大切と思われる。そこで、これらの検討を踏まえ、年代測定値について情報提供先に捕らわれず共通的に必要とされ、測定値の価値を保持できる項目についてまとめることにする(図表 4-3 参照)。図表には、それぞれの項目が誰によって提供されるのかも記載した。

図表4-3 放射性炭素による年代測定値に必要な情報項目

項目名	説明	情報提供元
測定機関参照コード	『Radiocarbon』に登録し取得するコード	測定機関
測定年月日	西暦表示	測定機関
CRA	補正を加えていない年代値 基準年1950とし何年前かを表わした値	測定機関
CRAの単位	BP(Before Present)	測定機関
誤差	標準偏差1 でとった値	測定機関
使用半減期	例：Libbyの半減期5570	測定機関
13C	測定した場合のみ必要	測定機関
14C	測定した場合のみ必要	測定機関
試料採取地の緯度・経度	南北緯度・東西経度	試料提供機関
試料採取者	年代測定試料について情報を持っている人 例：試料提供者、測定依頼者	試料提供機関
試料採取年月日	西暦表示	試料提供機関
関係する研究分野	例：考古学、環境学、地質学	試料提供機関

試料の種類	用語統一のため選択式にする	試料提供機関
	<p>試料種類の例：</p> <ul style="list-style-type: none"> • Charcoal, Wood, Twigs, Seeds • Bone • Marine, estuarine and riverine shell • Leather • Peat • Coprolites • Lake muds(gyttja) and sediments • Soil • Ice core • Pollen • Hair • Pottery • Metal casting ores • Wall paintings and rock art works • Iron and meteorites • Avian eggshell • Corals and foraminifera • Speleothems • Tufa • Blood residues • Textiles and fabrics • Paper and parchment • Fish remains • Insect remains • Resins and glues • Antler and horn • Water 	

特に、今回観察してみて、単位表記があいまいであるケースが散見されることが気になった。その分野の研究者間では常識であると考えられ省略されたりするのもかもしれないが、インターネットにより公表する情報については不特定多数が利用者になり得ることを考慮し、単位表記や用語の省略などに十分な注意を払う必要があると思われる。

また、インターネットによる科学情報の提供は研究分野での利用ばかりでなく、教育に活用される事も想定していた。つまり、今まで研究者間だけで流通していた情報を不特定多数の利用者に開放するわけである。研究者間の常識が、一般的には常識でないことも充分考えられる。科学情報の提供として、一層の正確な記述が大切となるであろう。

さらに、インターネットは国境のない世界であることを理解し、表記方法についても国際的に通用するといふ観点が欠かせなくなる。

この他、ここで、議論しなかったが、現在、放射性炭素による年代測定法は大きく分けて放射性炭素が崩壊するときに放出する電子(β線)を測定する「β線計測法」と崩壊しないで残っている放射性炭素の量を測定する「加速器質量分析法」がある。前者の測定法は1960年代から最近まで盛んに行なわれた測定法であり、ここで取り上げたデータベースに記載されていた年代測定値もこの手法によるものである。後者の測定法は、より少量の試料で測定が可能で、測定機械の価格低下により近年利用が活発になったものである。後者は今回観察したデータベースにない測定法であったため議論の対象からはずしてある。しかしながら、今後、後者の測定法は増加が予想され、情報提供方法を考える上で考慮する必要があると思われる。例えば、異なる測定法の測定値が混在して表示される事も充分考えられるため「測定方法」という項目が必要かもしれない。経験的には、「測定機関参照コード」を取得している機関が測定法毎に別のコードを取得するため「測定方法」の項目は不要であると思われるが、確証はないので確認が必要と思われる。

では、こうした提供項目を設ければ測定値を確保したデータベースができるのであろうか。今回観察したデータベースのように、過去の測定値を収集し作成する場合は、かなり注意が必要と思われる。過去において生産された測定値や付随する情報は個々の情報として見ていたため、用語統一の観点など同一機関で生産された情報であっても一貫した概念は存在しなかった。言いかえると、データベースのように情報を塊で扱うのに適した形式を持っておらず、例えば、検索に不適当なデータが多く存在している。こうしたことから、過去のデータをデータベース化し情報として提供するためには紙ベースの情報を電子化する時はもちろん既に電子化されていたものであっても再度情報を精査する必要があるであろう。

5 インターネットによる科学情報の提供に向けて

最後にこの章では、インターネットによる年代測定値の公表状況観察を通して、科学情報のオンライン提供について気がついたことをまとめる。

5.1 異なる研究分野間の情報相互利用に有効なオンラインによる科学情報の提供

年代測定値は、その利用範囲が広いいため、そのことが情報を分散させ、検索を難しくしていた。今回、観察したいくつかのデータベースも、その作成動機に年代測定値の検索しにくさの解消をあげており、分散している科学情報をデータベース化することは、研究分野の発展に貢献する効果があると考えられる。

様々な研究分野における領域の重なり合いは放射性炭素による年代測定法の分野に限らず現在では多くの研究分野で生じている現象ではないだろうか。こうした事情に鑑みれば、科学情報が特定の分野だけを対象に提供されればよいと考える時代は終わり、不特定多数を対象としたインターネットによる情報提供は、今後益々必要とされるのではないだろうか。

ひとつ、事例を紹介し、今後の科学情報提供を考える上での参考としたい。

本事例は、分散していた科学情報(年代測定値)を統合し、共有化できる環境をオンライン提供することにより、研究活動における問題点を解決し、効果をあげているひとつのビジネス事例である。(IBM,2001)

アラバマ大学博物館の考古学者達は各々が個々のワークステーションにデータベースを作成していたが、そのためそれぞれのデータを関連付ける作業は大変面倒なものであった。また、発掘調査においてはフィールドワークが多く、膨大なワークステーション上のデータをフィールドに持ち込むことは現実的でなく、データベースに対してフィールドワーク場からのデータ照会ができなかった。また、フィールドで集めた情報は一旦紙に記録したあとデータベースに入力するため研究者間の情報の共有に時間がかかっていた。研究者達は、こうした問題を解決するため DB2 というレジャーデータベースソフトを利用したデータベースを作成、イントラネットで同大学の学生と研究者に開放した。研究者や学生達は端末をフィールドへ持ち込むことにより、年代測定値に関する情報の照会がその場で可能となり過去の情報を正確に把握することができるようになった。その結果、無駄な試料の年代測定をする事がなくなりフィールド作業をより効果的に進め、研究費削減や研究効率の向上に成功した。

この効果は、特定の分野における例であると同時に、同様のニーズが存在する分野では効果をあげることを示している。本事例のように科学情報という資源に対する利用者のニーズを的確に捉えることが、科学情報という資源の有効活用となり、研究活動の発展にも効果が期待できる。ただし、利用者のニーズを捉えるためには事例のように利用者像を明確に描くことが大切である。

5.2 インターネットによる科学情報提供で増大する情報評価の難しさ

インターネットにより科学情報の提供をはじめた場合、その提供理由に関わらず、情報は不特定多数の利用者の手に届くようになる。つまり、インターネットにより科学情報を提供することは、今まで研究者の間で流通していた情報を広く開放することを意味する。開放された情報は、どのように利用され、流通していくか捉えることが難しくなるだろう。

今まで科学情報は、主に学会誌により提供されていた。従来型のこうした流通経路には、それぞれの学会による一定の審査が公表される情報について行なわれていたはずである。こうした流通過程の仕組みに支えられながら、科学情報は一定の質を保ちながら、広く利用されてきた。

しかしながら、インターネットでの科学情報提供には、こうした審査機能はない。それぞれの機関が独自の判断で提供する情報を作成できる。しかし、学会誌で発表した情報をそのまま電子化し、インターネットを通じて公表するケースもあり一概に、インターネット上の情報は信頼性が低く、印刷媒体による情報は信頼性が高いということを論ずることも出来ない。

また、科学情報に独自の評価をつけて情報提供している場合もある。提供している情報に関する評価は、一見わかりやすく便利のようにみえるが、その根拠や基準が不明確である事もあり評価結果のみの提供も多く、結果の一人歩きが危惧される。

以上のように、情報が開放されるということは、利用者が情報の質を判断する必要に迫られることであり、それは大変難しくなっていることがわかる。科学情報は、その響きから一見もっとうれしい情報のようにみえてしまうところが特に曲者である。情報を提供する側の注意も必要だが、情報が公開され自由に発表されるようになると益々読み解く力が情報利用者に求められることとなる。

5.3 インターネットによる科学情報提供の動き

科学情報の公開という観点から、政府が主導するポータルサイト形式で科学情報を公表していた米国の動きは興味深いものがあった。米国では地球をひとつの調査対象とみなし、地球に関する様々な調査データの公開と共有を支援するポータルサイトが運営されている。科学情報の公開について、政府機関であるU.S.Global Change Research Program が中心となり計画を進め、情報提供の実際は Global Change Data and Information System が担っている。アメリカのこの動きは、ひとつには地球という対象を大きく捉え情報を集約することから新たな情報を発見できるかもしれないといういわゆるデータマイニングやナレッジディスカバリー の考え方があることと、もうひとつは政府資金を投入した研究においてはその研究成果が情報自由法による公開の対象であると考えられ、研究成果である科学情報は原則公開し共有されるべきであるとされていることに起因している。しかし、科学情報の全面公開と共有は研究の発展に貢献するといっている科学者グループ (National Academy Press, Bits of Power, 1997) が存在する一方、研究者の権利を侵しているし研究に悪い影響を与えている (Kaiser, 1999) グループも存在している。

もともと、多くの研究は政府の助成金などの公的資金により支えられているため、情報公開法の理念に基づくと、その成果である科学情報は社会で共有すべきものであると捉えられる。日本でも、今年の4月施行された情報公開法により、同様の動きが予想される。今回観察した放射性炭素による年代測定値には、インターネットによる科学情報の公開という動きはなかった。情報公開法との関係で科学情報がどのように公開されていくのか、興味のあるところである。

文献

木越邦彦,(1999), 炭素同位体元素測定による年代測定:炭素同位体比の測定とそれにより得られる情報』,検査技術,Vol4.No.8,1-5,4p

日本考古学協会, (2000), 『日本の考古学を見直す』,東京 :学生社,12p

Aitken, M.J.,(1961)"Physics and Archaeology"
エイトケン,M.J. (1965),"物理学と考古学",東京 :みすず書房,137p

Anderson E.C.and Libby W.E.,(1947),"Radiocarbon from Cosmic Radiation",*Science*,105,576

Anderson E.C.and Libby W.E.,(1949),"Age Determination by Radiocarbon Content: Checks with Samples of Known Age",*Science*,110,678-680

Crane,H.R.,and Griffin J.B.,(1960),"University of Michigan Radiocarbon Dates",*Radiocarbon*, 2,31-48

Godwin,H.,(1962),"Half-life of Radio Carbon"*Nature*,195,984

Johnson, F.,(1959),"A bibliography of radiocarbon dating",
American Journal of Science. Radiocarbon Suppulment,1,199-214

Kaiser,Jocelyn,"Plan for Divulging Raw Data Eases Fears",*Science*,287,5404,914-915p

Kar,Renee,"The first American workshop on the International Radiocarbon Database"(1988),
Radiocarbon,30(2):259-260

Libby,W.F.,(1951),"Radiocarbon Dates",*Science*,114,291-296

Libby,W.F.,(1955),"Radiocarbon dating",*University of Chicago Press*

Morlam,R.E. et al.,(1996),"Saskatchewan radiocarbon dates and vertebrate faunas",
Geological Survey of Canada Open File Report,no.3366

National Research Council,(1997),"Bits of Power: Issues in Global Access to Scientific Data"
<http://books.nap.edu/html/BitsOfPower/> access date:2001/6/20

IBM Marketing Representative,
"University of Alabama Museums digs up the past with WebSphereans DB2"
<http://www2.software.ibm.com/casestudies/swcsweb.nsf/customernam/> access date:2001/6/20

Radiocarbon Web-info <http://www.c14dating.com/>

Radiocarbon <http://www.radiocarbon.org/>

U.S. Global Change Research Program(USGCRP) <http://www.usgcrp.gov/>

Global Change Data and Information System(GCDIS) <http://www.gcdis.usgcrp.gov/>