

## 第2節 平成23年度製鉄関連遺構の放射性炭素年代測定

株式会社古環境研究所

### 1 放射性炭素年代測定(AMS測定)

#### (1)はじめに

放射性炭素年代測定は、光合成や食物摂取などにより生物体内に取り込まれた放射性炭素 ( $^{14}\text{C}$ ) の濃度が、放射性崩壊により時間とともに減少することを利用した年代測定法である。樹木や種実などの植物遺体、骨、貝殻、土壌、土器付着炭化物などが測定対象となり、約6万年前までの年代測定が可能である。

鳥取県大山町赤坂に所在する赤坂小丸山遺跡では、発掘調査において年代不明の製鉄遺構が検出された。そこで、当該遺構の年代を検討する目的で、遺構より出土した炭化物を対象に、加速器質量分析法による放射性炭素年代測定を行った。測定にあたっては、米国の Beta Analytic Inc. の協力を得た。

#### (2)試料と方法

試料は、赤坂小丸山遺跡の製鉄炉床ほかより出土した炭化物8点である。試料の詳細を表50に示す。なお、複数あるものについては、炭化物であることを確認したうえで、測定に足り得る炭素量が確保できる大きさのものを選択した。測定部位は、年輪が確認できる試料については最外年輪から複数年輪を、年輪が確認できない試料は任意の部位から、それぞれ必要量を専用ナイフで切り取り測定試料とした。

測定は、試料調製後、タンデム加速質量分析計を用いて行った。測定で得られた  $^{14}\text{C}$  濃度について同位体分別効果の補正を行った後、 $^{14}\text{C}$  年代、暦年代を算出した。

#### (3)測定結果

表51に、未補正  $^{14}\text{C}$  年代値、同位体分別効果の補正に用いる炭素同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ )、同位体分別効果の補正を行って暦年較正に用いた  $^{14}\text{C}$  年代値、 $^{14}\text{C}$  年代を暦年代に較正した年代範囲を示す。また、208～212図には暦年較正結果を示す。

$^{14}\text{C}$  年代はAD1950年を基点にして何年前かを示した年代である。 $^{14}\text{C}$  年代(年BP)の算出には、 $^{14}\text{C}$  の半減期として Libby の半減期 5568年を使用した。なお、暦年較正の詳細は以下の通りである。

暦年較正とは、大気中の  $^{14}\text{C}$  濃度が一定で半減期が 5568年として算出された  $^{14}\text{C}$  年代に対し、過去の宇宙線強度や地球磁場の変動による大気中の  $^{14}\text{C}$  濃度の変動、及び半減期の違い ( $^{14}\text{C}$  の半減期  $5730 \pm 40$  年) を較正して、より実際の年代値に近いものを算出することである。

表50 測定試料及び処理

試料名	遺構・層位	取上番号	種類	前処理・調整	測定法
No.1	1号製鉄炉, 炉床面	653	炭化材	超音波煮沸洗浄, 酸-アルカリ-酸洗浄	AMS
No.2	1号製鉄炉, 炉床面	654	炭化材	超音波煮沸洗浄, 酸-アルカリ-酸洗浄	AMS
No.3	テラス1, 床面直上	650	炭化材	超音波煮沸洗浄, 酸-アルカリ-酸洗浄	AMS
No.4	テラス1, 床面直上	651	炭化材	超音波煮沸洗浄, 酸-アルカリ-酸洗浄	AMS
No.5	テラス1粘土面	648	炭化材	超音波煮沸洗浄, 酸-アルカリ-酸洗浄	AMS
No.6	テラス1粘土面	649	炭化材	超音波煮沸洗浄, 酸-アルカリ-酸洗浄	AMS
No.7	テラス1炭溜まり(近代炭焼窯)	646	炭化材	超音波煮沸洗浄, 酸-アルカリ-酸洗浄	AMS
No.8	テラス1炭溜まり(近代炭焼窯)	647	炭化材	超音波煮沸洗浄, 酸-アルカリ-酸洗浄	AMS

※ AMS (Accelerator Mass Spectrometry) は加速器質量分析法

<sup>14</sup>C年代の暦年較正にはIntCal04を使用した。なお、1σ暦年代範囲は、OxCalの確率法を使用して算出された<sup>14</sup>C年代誤差に相当する68.2%信頼限界の暦年代範囲であり、同様に2σ暦年代範囲は95.4%信頼限界の暦年代範囲である。カッコ内の百分率の値は、その範囲内に暦年代が入る確率を意味する。グラフ中の縦軸は同位体分別効果の補正を行った<sup>14</sup>C年代、横軸は暦年較正年代を示す。

(4)所見

赤坂小丸山遺跡製鉄炉で出土した炭化物について、加速器質量分析法(AMS)による放射性炭素年代測定を行った。その結果、1号製鉄炉炉床面出土の炭化物では、試料No.1(取上No.653)で830 ± 30年BP(2σの暦年代でAD1160 ~ 1260年)、試料No.2(取上No.654)で870 ± 40年BP(同AD1040 ~ 1260年)、テラス1床面直上出土の炭化物では、試料No.3(取上No.650)で940 ± 40年BP(同AD1020 ~ 1200年)、試料No.4(取上No.651)で1060 ± 40年BP(同AD890 ~ 1030年)、テラス1粘土面出土の炭化物では、試料No.5(取上No.648)で850 ± 40年BP(同AD1050 ~ 1090年、AD1130 ~ 1140年、AD1140 ~ 1260年)、試料No.6(取上No.649)で890 ± 40年BP(同AD1030 ~ 1230年)、テラス1炭溜まり出土の炭化物では、試料No.7(取上No.646)で30 ± 40年BP(同AD1700 ~ 1720年、AD1820 ~ 1840年、AD1880 ~ 1920年、AD1950 ~ 1960年以降)、試料No.8(取上No.647)で50 ± 40年BP(同AD1690 ~ 1730年、AD1810 ~ 1920年、AD1950 ~ 1960年以降)

表51 測定結果

試料名	測定No. (Beta-)	未補正 <sup>14</sup> C年代 (年BP)	δ <sup>13</sup> C (‰)	<sup>14</sup> C年代 (年BP)	暦年代(西暦)	
					1σ(68.2%確率)	2σ(95.4%確率)
No.1	306328	860 ± 30	-26.7	830 ± 30	AD1200-1240 (68.2%)	AD1160-1260 (95.4%)
No.2	306329	900 ± 40	-27.1	870 ± 40	AD1160-1220 (68.2%)	AD1040-1260 (95.4%)
No.3	306330	1000 ± 40	-28.9	940 ± 40	AD1030-1160 (68.2%)	AD1020-1200 (95.4%)
No.4	306331	1100 ± 40	-27.3	1060 ± 40	AD970-1020 (68.2%)	AD890-1030 (95.40%)
No.5	306332	900 ± 40	-28.0	850 ± 40	AD1160-1230 (68.2%)	AD1050-1090 (11.8%) AD1130-1140 (3.8%) AD1140-1260 (79.8%)
No.6	306333	910 ± 40	-26.2	890 ± 40	AD1050-1090 (22.5%) AD1130-1140 (7.4%) AD1140-1210 (38.3%)	AD1030-1230 (95.40%)
No.7	306334	20 ± 40	-24.2	30 ± 40	AD1960-1960< (68.2%)	AD1700-1720 (21.4%) AD1820-1840 (13.2%) AD1880-1920 (55.9%) AD1950-1960< (4.9%)
No.8	306335	90 ± 40	-27.6	50 ± 40	AD1890-1910 (65.1%) AD1950-1960< (3.1%)	AD1690-1730 (23.4%) AD1810-1920 (68.9%) AD1950-1960< (3.1%)

BP: Before Physics (Present), AD: 紀元

## 第4章 自然科学分析

の年代値が得られた。

なお、テラス1炭溜まり埋土出土の炭化物は2試料ともに新しい年代となっている。このことに関しては、何らかの要因で後代の炭化物が遺構内に混入した可能性が考えられる。

### 【参考文献】

- Bronk Ramsey, C. (1995) Radiocarbon Calibration and Analysis of Stratigraphy: The OxCal Program. Radiocarbon, 37, 425-430.
- Bronk Ramsey, C. (2001) Development of the Radiocarbon Program OxCal. Radiocarbon, 43, 355-363.
- Paula J Reimer et al., (2004) IntCal04 Terrestrial radiocarbon age calibration, 26-0 ka BP. Radiocarbon 46, 1029-1058.
- 中村俊夫(2000)放射性炭素年代測定法の基礎。日本先史時代の14C年代編集委員会編「日本先史時代の14C年代：3-20, 日本第四紀学会。
- 中村俊夫(2000)放射性炭素年代測定法の基礎。日本先史時代の14C年代, 3-20.
- 尾寄大真(2005)INTCAL98からIntCal04へ。学術創成研究費 弥生農耕の起源と東アジアNo.3 - 炭素年代測定による高精度編年体系の構築 -, p.14-15.

試料No. 1

### CALIBRATION OF RADIOCARBON AGE TO CALENDAR YEARS

(Variables: C13/C12=-26.7;lab. mult=1)

Laboratory number: Beta-306328

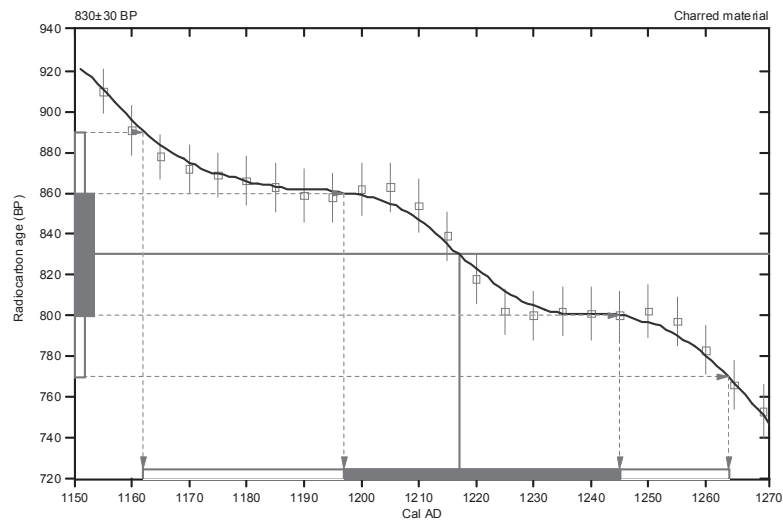
Conventional radiocarbon age: 830±30 BP

2 Sigma calibrated result: Cal AD 1160 to 1260 (Cal BP 790 to 690)  
(95% probability)

Intercept data

Intercept of radiocarbon age  
with calibration curve: Cal AD 1220 (Cal BP 730)

1 Sigma calibrated result: Cal AD 1200 to 1240 (Cal BP 750 to 700)  
(68% probability)



#### References:

Database used

INTCAL04

Calibration Database

INTCAL04 Radiocarbon Age Calibration

IntCal04: Calibration Issue of Radiocarbon (Volume 46, nr 3, 2004).

Mathematics

A Simplified Approach to Calibrating C14 Dates

Talma, A. S., Vogel, J. C., 1993, Radiocarbon 35(2), p317-322

### Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

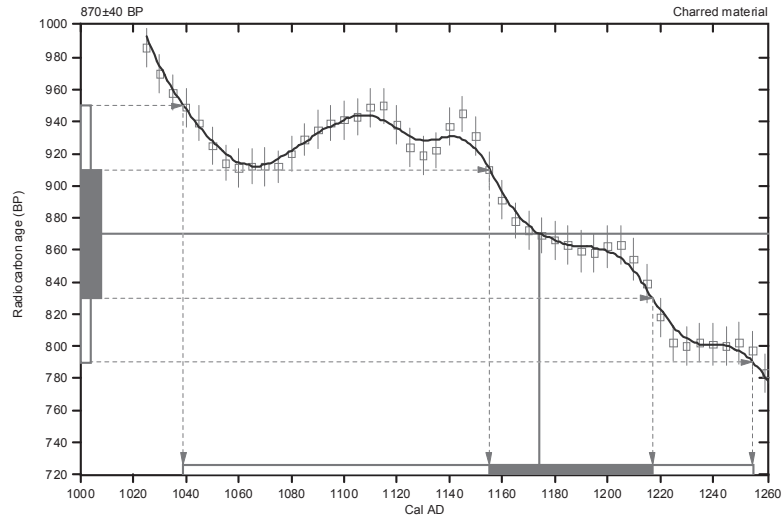
4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • E-Mail: beta@radiocarbon.com

第208図 放射性炭素年代測定結果暦年グラフ(1)

第2節 平成23年度製鉄関連遺構の放射性炭素年代測定

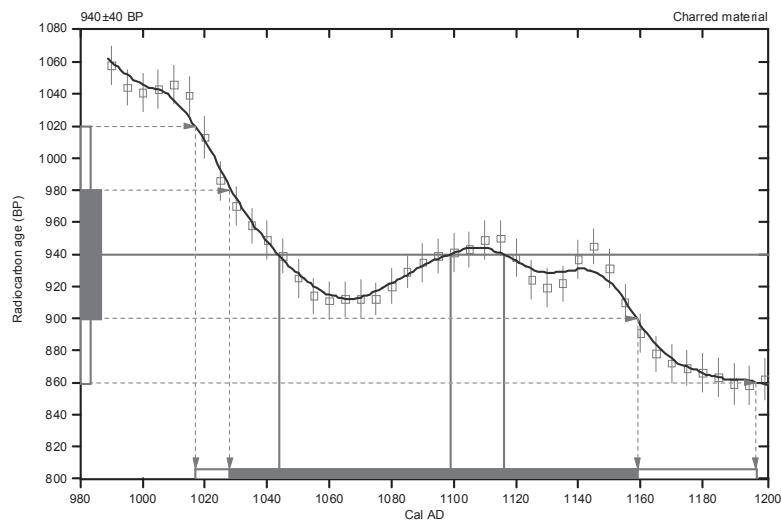
試料No.2

(Variables: C13/C12=-27.1:lab. mult=1)  
**Laboratory number:** Beta-306329  
**Conventional radiocarbon age:** 870±40 BP  
**2 Sigma calibrated result:** Cal AD 1040 to 1260 (Cal BP 910 to 700)  
 (95% probability)  
 Intercept data  
 Intercept of radiocarbon age  
 with calibration curve: Cal AD 1170 (Cal BP 780)  
**1 Sigma calibrated result:** Cal AD 1160 to 1220 (Cal BP 800 to 730)  
 (68% probability)



試料No.3

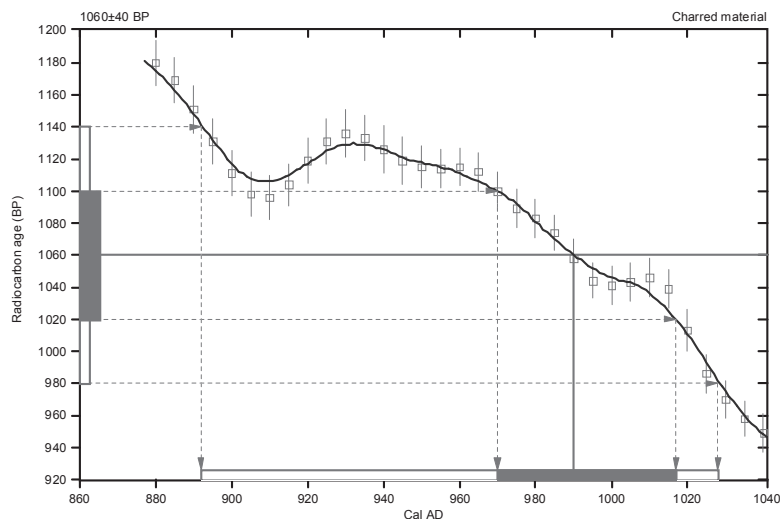
(Variables: C13/C12=-28.9:lab. mult=1)  
**Laboratory number:** Beta-306330  
**Conventional radiocarbon age:** 940±40 BP  
**2 Sigma calibrated result:** Cal AD 1020 to 1200 (Cal BP 930 to 750)  
 (95% probability)  
 Intercept data  
 Intercepts of radiocarbon age  
 with calibration curve: Cal AD 1040 (Cal BP 910) and  
 Cal AD 1100 (Cal BP 850) and  
 Cal AD 1120 (Cal BP 830)  
**1 Sigma calibrated result:** Cal AD 1030 to 1160 (Cal BP 920 to 790)  
 (68% probability)



第209図 放射性炭素年代測定結果暦年グラフ(2)

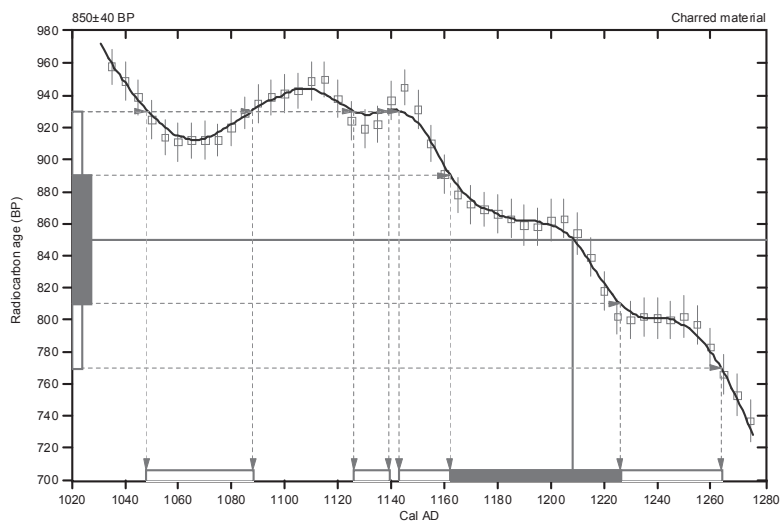
試料No.4

(Variables: C13/C12=-27.3:lab. mult=1)  
**Laboratory number: Beta-306331**  
**Conventional radiocarbon age: 1060±40 BP**  
**2 Sigma calibrated result: Cal AD 890 to 1030 (Cal BP 1060 to 920)**  
 (95% probability)  
 Intercept data  
 Intercept of radiocarbon age  
 with calibration curve: Cal AD 990 (Cal BP 960)  
**1 Sigma calibrated result: Cal AD 970 to 1020 (Cal BP 980 to 930)**  
 (68% probability)



試料No.5

(Variables: C13/C12=-28:lab. mult=1)  
**Laboratory number: Beta-306332**  
**Conventional radiocarbon age: 850±40 BP**  
**2 Sigma calibrated results: Cal AD 1050 to 1090 (Cal BP 900 to 860) and**  
**Cal AD 1130 to 1140 (Cal BP 820 to 810) and**  
**Cal AD 1140 to 1260 (Cal BP 810 to 690)**  
 Intercept data  
 Intercept of radiocarbon age  
 with calibration curve: Cal AD 1210 (Cal BP 740)  
**1 Sigma calibrated result: Cal AD 1160 to 1230 (Cal BP 790 to 720)**  
 (68% probability)



第210図 放射性炭素年代測定結果暦年グラフ(3)

試料No.6

(Variables: C13/C12=-26.2:lab. mult=1)

Laboratory number: Beta-306333

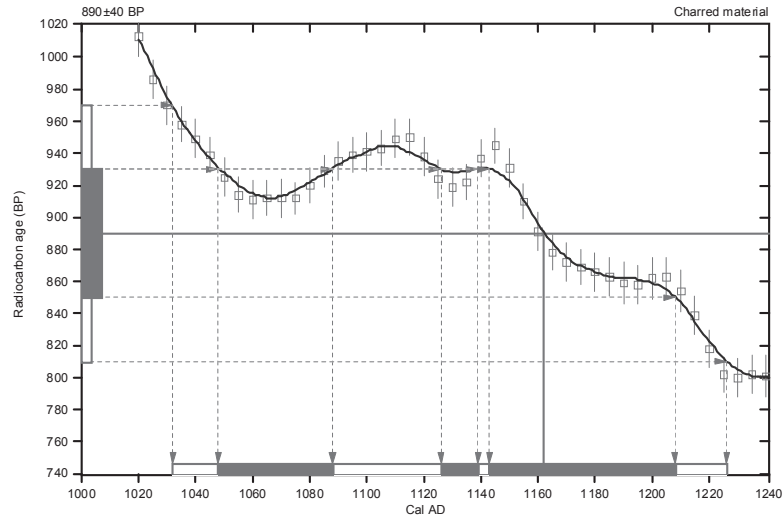
Conventional radiocarbon age: 890±40 BP

2 Sigma calibrated result: Cal AD 1030 to 1230 (Cal BP 920 to 720)  
(95% probability)

Intercept data

Intercept of radiocarbon age  
with calibration curve: Cal AD 1160 (Cal BP 790)

1 Sigma calibrated results: Cal AD 1050 to 1090 (Cal BP 900 to 860) and  
(68% probability) Cal AD 1130 to 1140 (Cal BP 820 to 810) and  
Cal AD 1140 to 1210 (Cal BP 810 to 740)



試料No.7

(Variables: C13/C12=-24.2:lab. mult=1)

Laboratory number: Beta-306334

Conventional radiocarbon age: 30±40 BP

2 Sigma calibrated results<sup>2</sup>: Cal AD 1700 to 1720 (Cal BP 250 to 230) and  
(95% probability) Cal AD 1820 to 1840 (Cal BP 130 to 110) and  
Cal AD 1880 to 1920 (Cal BP 70 to 40) and  
Cal AD 1950 to beyond 1960 (Cal BP 0 to 0)

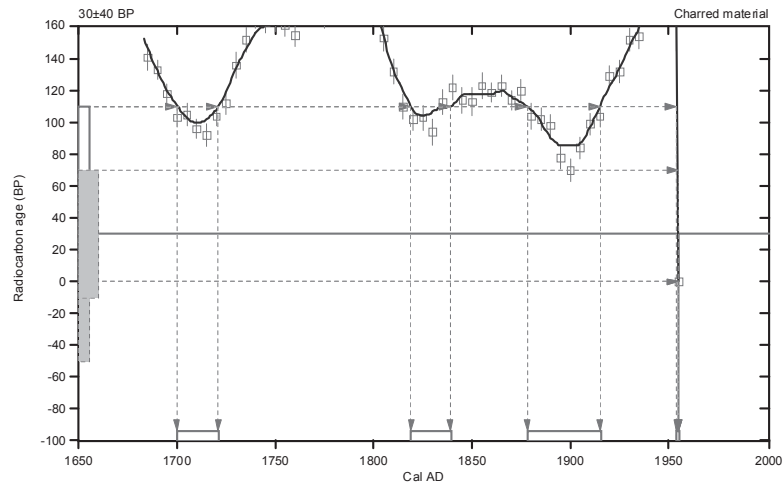
<sup>2</sup> 2 Sigma range being quoted is the maximum antiquity based on the minus 2 Sigma range

Intercept data

Intercept of radiocarbon age  
with calibration curve: Cal AD 1960 (Cal BP 0)

1 Sigma calibrated result<sup>3</sup>: Cal AD 1960 to beyond 1960 (Cal BP 0 to 0)  
(68% probability)

<sup>3</sup> 1 Sigma range being quoted is the maximum antiquity based on the minus 1 Sigma range



第211図 放射性炭素年代測定結果暦年グラフ(4)

試料No.8

(Variables: C13/C12=-27.6:lab. mult=1)

Laboratory number: Beta-306335

Conventional radiocarbon age: 50±40 BP

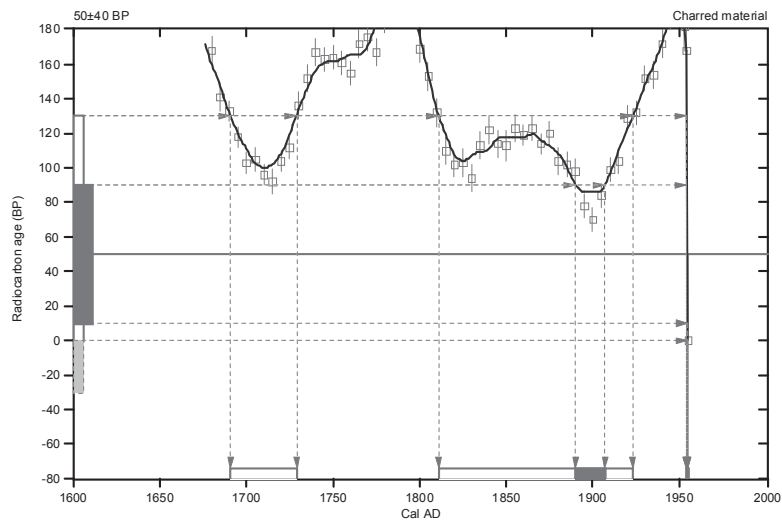
2 Sigma calibrated results: Cal AD 1690 to 1730 (Cal BP 260 to 220) and  
(95% probability) Cal AD 1810 to 1920 (Cal BP 140 to 30) and  
Cal AD 1950 to beyond 1960 (Cal BP 0 to 0)

<sup>2</sup> 2 Sigma range being quoted is the maximum antiquity based on the minus 2 Sigma range

Intercept data

Intercept of radiocarbon age  
with calibration curve: Cal AD 1960 (Cal BP 0)

1 Sigma calibrated results: Cal AD 1890 to 1910 (Cal BP 60 to 40) and  
(68% probability) Cal AD 1950 to 1960 (Cal BP 0 to 0)



第212図 放射性炭素年代測定結果暦年グラフ(5)