

令和 4 年 6 月 7 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17H02017

研究課題名（和文）古代鉄の放射性炭素年代測定：金属鉄から錆びた鉄への適用拡張と測定の高精度化

研究課題名（英文）Radiocarbon dating of ancient iron artifacts with high precision: Extension of measurements from metal iron to rusty iron samples

研究代表者

中村 俊夫（Nakamura, Toshio）

名古屋大学・宇宙地球環境研究所・名誉教授

研究者番号：10135387

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 11,200,000円

研究成果の概要（和文）：石英管内で金属鉄を加熱、酸化して鉄中の炭素を回収する方法を検討した。石英管内に1gの鉄試料と4gの助燃剤（CuO）を封入して、1000℃で15時間加熱した場合、炭素収率は90%程度であり、外来炭素の汚染無しに14C年代測定に必要な炭素量が回収できる。

この方法を用いて、日本刀から分取した金属鉄中の炭素を抽出し、年代測定を行い、日本刀の公式な鑑定年代と比較した。公式鑑定は、測定結果とほぼ一致した。出所が不明な日本刀では古すぎる14C年代が得られ、14C年代を基に出所来歴の詳細を検討する必要がある。サビ鉄でも、予想される14C年代が得られたことから、サビ鉄の14C年代測定の実用化が可能になる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人類の文化発展の研究において、世界、また日本における鉄利用の歴史の編年は、非常に重要な研究テーマである。これまでは鉄資料自体の年代測定を実施することがきわめて限られていたため、鉄資料の編年において代替試料の年代測定で済ませて編年を行っていた。また日本刀では、刀に刻まれた文字の判読や刀の形状・刃紋などの概観を観察して鑑定士が判定してきた。このため古代鉄・日本刀の編年の信頼度が不十分なものとなっていた。本研究により、日本刀や各地で発掘される鉄試料について、金属鉄はもとより錆びた鉄についても、その製作年代が高精度・高確度で明らかになれば、鉄資料の編年研究が大きく進展するものと期待される。

研究成果の概要（英文）： The age of ancient iron artifacts can be measured by using carbon component that was included during the iron-producing stage. To extract carbon in a form of CO<sub>2</sub>, a quartz tube was used for metal iron combustion and carbon recovery of almost 90% for 24 standard iron materials was attained. We analyzed several iron flakes collected from Japanese swords whose ages were estimated by the inscription on the sword surface or by the traditional judgment of their appearances. The 14C dates obtained were almost consistent with the judgments, suggesting that 14C dating is a useful tool to certificate the traditional value of the swords.

In addition, we analyzed rust nail samples from archeological sites in India in the same way as pure metal iron. The carbon contents of the rust nails were almost similar to those of metal iron samples. The obtained 14C ages were consistent with their archeological chronology, showing that 14C dating can be applied successfully to iron rust samples.

研究分野：理化学的年代測定学

キーワード：放射性炭素 放射性炭素年代測定 古代鉄資料 鉄サビ部の年代測定 石英管燃焼法 鉄中炭素の回収率 加速器質量分析 14C年代の暦年較正

### 1. 研究開始当初の背景

古代の鉄製品の製作年代は、鉄中に残存する、製鉄や精錬に用いられた木炭起源の炭素についての放射性炭素 ( $^{14}\text{C}$ ) 年代測定の結果から推定されている。古代の製鉄は、砂鉄や鉄鉱石などの酸化鉄を、木炭の燃焼により高温にして、C や CO により、鉄と結合している酸素を分離して還元する方法で行われた。製鉄では、たくさん木炭を消費することから、炭焼きにより作られた木炭はほとんど直ぐに使用される。従って、古代の鉄製品中に残っている炭素は、製鉄や鉄製品を製作する際に用いられた木炭の残留物と考えられ、残留炭素のわずか 1 mg 程度を二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) の形で抽出し、これから固形状の炭素に変換して加速器質量分析法により  $^{14}\text{C}$  年代測定を行うことで製鉄や鉄製品製作が行われた時期を推定することが出来る (Igaki et al. 1994; Nakamura et al. 1995; 小野ほか 1998)。鉄の年代測定がやっと可能になった初期の、1990 年代の研究では、試料調製において大気中の  $\text{CO}_2$  の混入が排除できず、測定された  $^{14}\text{C}$  年代には系統的なズレが見られた。

本研究では、この鉄中炭素の抽出方法について、簡便かつ精度の高い方法を開発し、古代鉄の編年研究において幅広い活用を目指す。さらに、古代遺跡で鉄の遺物として残りやすい錆びた鉄から抽出される炭素を用いて鉄の作成年代を推定する方法にも注目して、錆びた鉄から炭素を抽出する方法を検討する。錆びた鉄についても、 $^{14}\text{C}$  年代測定を可能にすることにより、古代の製鉄や鉄の利用に関する研究を飛躍的に発展させることが期待されている (中村ほか 2022)。

### 2. 研究の目的

古代の鉄製品にわずかに含まれる炭素を用いて鉄製品の製作年代を推定することができる。加速器質量分析を利用して、わずか 1mg の炭素を用いて高精度な  $^{14}\text{C}$  年代測定が可能となっている。鉄の年代測定のための試料調製について、申請者らは、操作に手間がかかるが完全に鉄試料を熔融する温度まで加熱して含有炭素を抽出できる RF 加熱炉から構成される調製装置を所持して使用してきた。本研究では、さらに別途に、簡便な炭素抽出法の開発を目指す。これまでの方法と、結果を比較しつつ、新しい簡便法を完成させる。具体的には石英管内に封入した鉄試料の加熱温度や加熱時間の設定、また一連の試料調製において発生する可能性のある外来炭素による汚染の有無や、汚染がある場合にその除去方法の検討である。こうして開発した方法を、実際の古代鉄試料に適用してその有効性を確かめる。さらに、この抽出法を錆びた鉄試料に適用して、錆びた鉄試料の  $^{14}\text{C}$  年代測定の有効性を確かめる。

### 3. 研究の方法

本研究では、主として、考古学的に年代が判定可能な鉄試料を石英管内で加熱して鉄中の炭素を抽出し、得られる  $^{14}\text{C}$  年代の妥当性の検討を行う。以下に列挙する (1) ~ (4) の項目に基づいて研究を進める。

(1) 試料鉄の形状、加熱温度、加熱時間を変えて炭素の抽出効率を調べる。

(2) 炭素抽出の際の外来炭素による汚染の程度を、年代が明白な鉄試料を用いて調べる。炭素抽出では、鉄試料を石英管内に封入、加熱して二酸化炭素を取り出すことから、周囲からの炭素汚染は少ないと予想される。高精度・高確度の  $^{14}\text{C}$  年代測定の可能性を確かめる。

(3) 開発した方法を、実際の古代鉄試料に適用してその有効性を確かめる。

(4) 錆びた鉄試料にこの抽出法を適用して、錆びた鉄試料の  $^{14}\text{C}$  年代測定の有効性を確かめる。

### 4. 研究成果

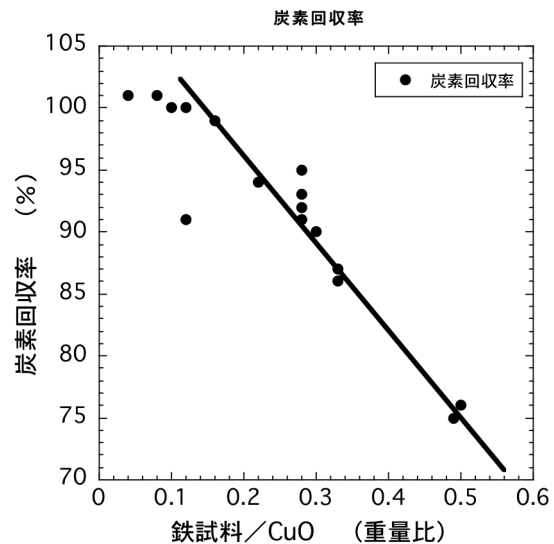


図 1 金属鉄からの炭素回収率と鉄試料と酸化銅の混合の重量比の関係

### (1) 金属鉄からの炭素抽出の実験

石英管封管燃焼法による金属鉄中の炭素の抽出において、炭素含有量が既知の金属鉄標準体を用いて、様々な条件で、金属鉄中の炭素の回収率を調べてきた。その一例として、試料鉄を完全燃焼して、試料鉄に含まれる炭素をほぼ完全に取り出すための条件を実験的に求めた。

炭素含有率が既知の標準鉄を用いて、鉄試料に対する助燃剤の割合を2倍から25倍まで変化させて、炭素抽出の割合を調査した。結果を図1に示す。この実験から、鉄試料に対する助燃剤の割合を大きくすると鉄試料中炭素の回収率は大きくなる。この割合の値を10倍以上に増やすと収率はほぼ100%になる。加熱温度や加熱する時間も検討して、これまでの実験からの結論として、石英管を用いる鉄中炭素抽出の最良の条件は、助燃剤CuOの量を鉄試料の10倍程度用いて、1000°Cで15時間加熱することであった。しかし、実際の鉄試料では、現有する電気炉の加熱空間の形状から石英管の長さ、すなわち石英管の内容積が制限され、一般的な鉄試料の量に対して助燃剤CuOの量を10倍にすることは、石英管を用いた燃焼法では困難であった。

石英管を用いる鉄中炭素抽出の最良の条件として、助燃剤CuOの量を鉄試料の10倍程度を用いて、1000°Cで15時間加熱することが結論された。しかし実際の金属鉄試料では炭素含有率が低いために、1gの試料を燃焼する必要がある。このとき、CuOが10gも必要になるが、現在用いている石英管の内容積では、1gの鉄試料に加えて10gのCuOを詰め込む余裕はない。そこで、CuOを標準鉄Fe-030-7(炭素含有率:0.196)の4倍、すなわち、それぞれを4gと1g用いて(試料鉄とCuOの重量比を0.25に固定)、炭素抽出を24回繰り返し行った。その結果を、別条件の場合の結果と合わせて、図2に示す。

図1の結果から、CuOの量が最大で4gの時には、(1)CuOの割合が減ると、炭素回収率が悪くなること、(2)同じ条件で24回の繰り返しでは、炭素回収

率がかかなりばらつくこと(図2、80%~95%; 平均値:87%)が明らかとなった。<sup>14</sup>C年代測定例が十分とはいえないが、炭素収率が良くない場合でも、<sup>14</sup>C年代に大きな影響はない。そこで、年代が未知の古代鉄の試料についても、CuOの量4gを標準量として用いることとした。

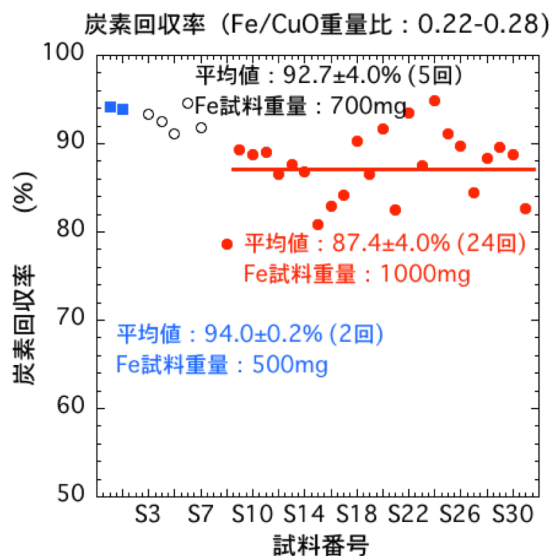


図2 Fe/CuOの重量比が0.25のときの炭素回収率(24回のテストラン)

表1 日本刀の<sup>14</sup>C年代測定結果

試料番号	鉄試料の量 (mg)	回収炭素量 (mg)	炭素含有率 (%)	δ <sup>13</sup> C (‰)	<sup>14</sup> C age (yr BP)	較正年代 (cal AD/BC)	形式編年
ETO-101	356.76	0.88	0.16	-30.6	1714±73	calAD 205-540	不明
ETO-102	557.38	2.53	0.45	-24.8	431±31	calAD 1420-1500	江戸時代・寛永年間
ETO-103	412.93	2.29	0.56	-28.6	612±38	calAD 1300-1410	江戸時代・寛永年間
ETO-104	628.72	1.11	0.18	-32.1	922±32	calAD 1030-1210	鎌倉初期～南北朝
SUKEM-1	678.04	4.61	0.68	-20.8	900±18	calAD 1050-1220	鎌倉中期
CYOKT-1	1183.22	1.69	0.14	-25.5	1564±20	calAD 430-560	古墳
Magusa-1	387.56	1.66	0.43	-21.3	2247±21	390-210 calBC	鎌倉後期
Bronbeek-1	825.12	1.62	0.20	-24.1	1890±21	calAD 110-220	不明
Nagamitsu-2	380.08	1.74	0.46	-21.4	636±20	calAD 1300-1400	不明

## (2) 鉄試料から炭素抽出の際の外来炭素による汚染

炭素含有率が一定の標準鉄 Fe501-938 の  $^{14}\text{C}$  年代は 3 回の測定で平均値 45,700 BP が得られた。これは計算上、 $^{14}\text{C}$  を全く含まない炭素に 0.34% の現代炭素 ( $^{14}\text{C}$  を標準的に含んでいる) が混入したことになる。この程度の現代炭素による汚染であれば、試料の真の  $^{14}\text{C}$  年代が 4,000BP のときには  $^{14}\text{C}$  年代は約 45 年程度系統的に若くなると試算される。また、試料の真の  $^{14}\text{C}$  年代が 2,000BP のときには約 10 年程度若くなることになる。古代の鉄器利用は、古くとも 4000 年前以降である。このような試算から、試料調製において 0.34% 程度の現代炭素の混入が起こることは、古代鉄の  $^{14}\text{C}$  年代測定により考古編年を行う場合、現状では問題にする必要は無い。また、鉄試料の  $^{14}\text{C}$  年代が若いほど、炭素汚染の影響は小さくなっている。

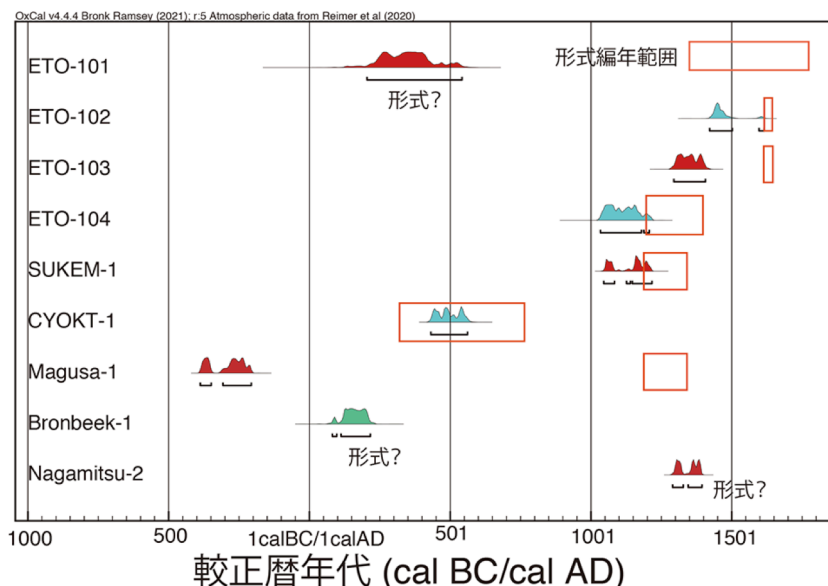


図3 日本刀の較正年代 ( $^{14}\text{C}$  年代) と形式編年の比較

## (3) 日本刀から分取された鉄試料の $^{14}\text{C}$ 年代測定

まず、専用の工具であるセン鋤や樋センを用いた日本刀の研ぎの過程で削り取られた金属鉄屑、すなわち削り状の金属鉄の数百ミリグラムを試料として用いた (表1)。

ETO-101、102、103、104、Nagamitsu-2 は、日本刀試料から採取された金属鉄試料であり、刀に刻まれた銘などから作成年が推定されている。Bronbeek-1 試料は、オランダの Arnhem に所在するオランダ軍事歴史博物館に所蔵されている日本刀であり、本補助金を利用して 2019 年 3 月に当館を訪れ、自ら、刀身からセン鋤を用いて削り取った試料である。この日本刀が当館にもたらされた来歴は不明とされる。また、SUKEM-1 と CYOKT-1 は、研究分担者の山田氏の仲介で所有者からもたらされたものである。SUKEM-1 は樋センを用いて削り取った金属鉄試料である。一方、Cyokto-1 は直刀であり、刀身の棟 (刀の切れ刃の反対側の「みね」の部分) からドリルを用いて削り取られた鉄試料である。Magusa-1 については、東北地方の刀剣研究者から提供されたものであり、日本刀の茎 (なかご、刀身の握る部分で、柄の内部に納まっている部分) の部分から、ドリルを用いて削り取られた鉄試料である。これらの日本刀試料の  $^{14}\text{C}$  年代を測定し、日本刀に刻まれた文字の内容や形状などから鑑定・推定された日本刀の製作年代と比較した。

提供された試料の数は 9 個である。表1に、これらの試料番号、採取した鉄の量、炭素抽出量、炭素含有率を示す。加速器質量分析装置を用いて測定された同位体分別補正  $^{14}\text{C}$  年代を暦年代に較正した (表1、中村 2003)。較正年代は、暦年代に相当する年代として cal AD または cal BC で示してある。較正年代は、2 標準偏差で、可能性の範囲とその相対的確率で示される (表1)。

表1 および図3に、これらの日本刀試料について得られた  $^{14}\text{C}$  年代、較正暦年代 ( $^{14}\text{C}$  年代) と日本刀の記銘文や刀の外見・様式から判断される形式編年と比較して示す。表1の3振りの日本刀は形式編年が不明とされる。 $^{14}\text{C}$  年代測定結果と形式編年は、ほぼ一致する場合もあるが、大きくずれてしまうこともある。一般に、年代が正確に明らかになっている鉄試料を得ることは困難であり、現状では、鑑定された日本刀を用いて測定された  $^{14}\text{C}$  年代値を検討するしかない状況である。

表2 南インド産出の鉄器の<sup>14</sup>C年代測定結果

試料番号	鉄試料の量 (mg)	回収炭素量 (mg)	炭素含有率 (%)	測定に用いた炭素量	δ <sup>13</sup> C (‰)	<sup>14</sup> C age (yr BP)	較正年代 (cal BC)	考古編年
Ind-Fe-1-1	1214.45	2.71	0.22	1.60	-16.9	2102±20	170-50	BC1 千年紀
Ind-Fe-1-2		同上分割		1.08	-15.3	2156±21	350-100	BC1 千年紀
Ind-Fe-5-1	1226.74	5.72	0.47	1.97	-20.4	2389±22	520-400	BC1 千年紀
Ind-Fe-5-2		同上分割		1.80	-20.1	2430±22	745-410	BC1 千年紀
Ind-Fe-6-2-1	1858.81	5.24	0.28	1.53	-13.7	2585±22	800-770	BC1 千年紀
Ind-Fe-6-2-2		同上分割		2.18	-13.9	2553±22	800-600	BC1 千年紀
Ind-Fe-9-1	1181.21	4.36	0.37	1.87	-18.3	2310±21	410-360	BC1 千年紀
Ind-Fe-9-2		同上分割		1.71	-19.5	2303±21	400-360	BC1 千年紀
Ind-Fe-9-3		同上分割		0.78	-32.14	2447±25	750-400	BC1 千年紀

(4) 錆びた鉄試料からの炭素抽出および<sup>14</sup>C年代測定

錆びた鉄試料は、インドのデカン大学所蔵の巨石文化期の鉄金属器の分割試料を提供されたものである。今回は、4個の錆びた釘試料につき、炭素抽出実験を行った。いずれの試料も、磁石に反応した。実際、試料を小片に分割した際に、金属鉄が試料内部に残存することが確認できた。錆びた部分を含む全体の鉄試料につき、日本刀試料と同様な手法により<sup>14</sup>C年代測定を行った。

表2および図4にCO<sub>2</sub>調製、および<sup>14</sup>C年代測定の結果を示す。錆びた鉄試料の炭素含有率は、金属鉄試料と同程度であることがわかった。錆びた鉄器の<sup>14</sup>C年代測定結果は、紀元前1千年紀の幅を持つ較正暦年代を示し、インドの巨石文化期の考古編年 (Uesugi 2017) と調和する。このように、錆びた鉄試料であったが<sup>14</sup>C年代測定の結果は、考古編年と調和的な年代を示した。

(5) まとめ

人類の歴史において特別な出来事の一つととらえられる鉄の利用に関連して、世界における、また日本における鉄利用の歴史の編年は、非常に重要な研究テーマである。これまでは鉄試料自体の年代測定を実施することがきわめて限られていたため、遺跡の編年において代替試料の年代測定で済ませ、それを用いて編年を行っていた。

これが古代鉄編年の信頼度を不十分なものにしてきた。本研究により、日本各地で発掘される鉄試料について、金属鉄はもとより錆びた鉄についても、その製作年代が高精度で明らかになれば、鉄資料の編年研究が益々進展するものと期待される。さらに、封管法であることから鉄から回収する炭素の汚染は少ない。高精度・高確度の<sup>14</sup>C年代が期待できる。

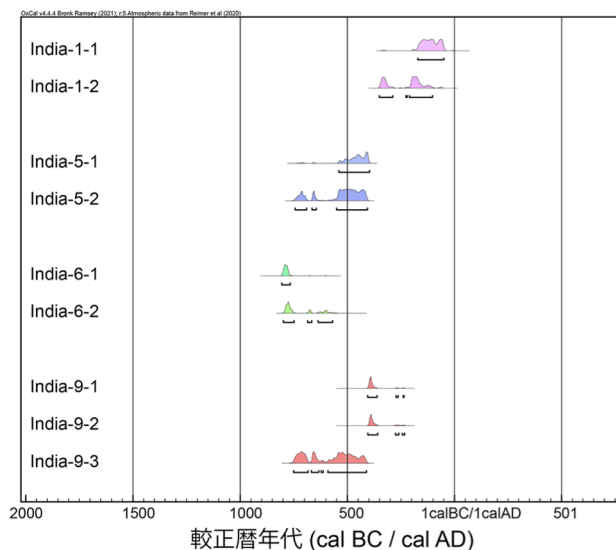


図4 南インド産出の錆びた鉄釘の較正年代 (<sup>14</sup>C年代)

<引用文献>

中村俊夫・江藤孝一・藤本隆雄・山田哲也・塚本敏夫・齋藤 努・清水康二・伊藤 茂・南 雅代、加速器質量分析法による日本刀や古い鉄器類の放射性炭素年代測定. 年代測定研究, 6, 2022, 27-34.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 中村俊夫・江藤孝一・藤本隆雄・山田哲也・塚本敏夫・齋藤 努・清水康二・伊藤 茂・南 雅代	4. 巻 6
2. 論文標題 加速器質量分析法による日本刀や古い鉄器類の放射性炭素年代測定	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 年代測定研究	6. 最初と最後の頁 27-34
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 永田和宏・古主康子・松原章浩・國分（齋藤）陽子・中村俊夫	4. 巻 104
2. 論文標題 加速器質量分析（AMS）による和釘の製造年代	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 鉄と鋼	6. 最初と最後の頁 488-491
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 丸山竜平・中村俊夫	4. 巻 3
2. 論文標題 古代近江の鉄生産 - 操業年代について -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 名古屋大学年代測定研究	6. 最初と最後の頁 50-55
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 中村俊夫・南 雅代・増田公明・小田寛貴・三宅美紗・池田晃子・栗田直幸・山根雅子・西田真砂美・藤沢純平・佐藤里名・酢屋徳啓・北川浩之	4. 巻 3
2. 論文標題 名古屋大学タンデトロンAMS 14Cシステムの現状と利用（2018）	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 名古屋大学年代測定研究	6. 最初と最後の頁 73-81
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中村俊夫・丸山竜平	4. 巻 2
2. 論文標題 古代近江の鉄生産 操業年代について	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 年代測定研究	6. 最初と最後の頁 52-56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中村俊夫・南 雅代・増田公明・小田寛貴・池田晃子・山根雅子・栗田直幸・窪田 薫・西田真砂美・藤沢純平・方 雨・徳丸 誠・木田梨沙子・酢屋徳啓・北川浩之	4. 巻 2
2. 論文標題 名古屋大学タンデトロンAMS 14Cシステムの現状と利用 (2017)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 年代測定研究	6. 最初と最後の頁 79-87
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 Nakamura, T. Eto, K., Fujimoto, T., Yamada, T. Saito, T., Minami, M.
2. 発表標題 Radiocarbon dating of historical iron products with accelerator mass spectrometry.
3. 学会等名 15th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村俊夫・江藤孝一・藤本隆雄・山田哲也・南 雅代
2. 発表標題 加速器質量分析法による鉄器類の放射性炭素年代測定
3. 学会等名 日本文化財学会第38回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村俊夫・南 雅・山根雅子・小田寛貴・池田晃子・小坂由紀子・西田真砂美・若杉勇輝・佐藤里名・澤田 陸・酢屋徳啓・北川浩之
2. 発表標題 名古屋大学AMS 14C測定の現状と応用研究(2020-2021)
3. 学会等名 第33回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村俊夫・南 雅代・小田寛貴・池田晃子・山根雅子・西田真砂美・若杉勇輝・佐藤里名・澤田 陸・酢屋徳啓・北川浩之
2. 発表標題 名古屋大学AMS 14C測定の現状と応用研究(2019)
3. 学会等名 第32回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Toshio Nakamura, Masayo Minami, Hirotaka Oda, Akiko Ikeda, Masako Yamane, Masami Nishida, Yuki Wakasugi, Rina Sato, Hitoshi Sawada and Hiroyuki Kitagawa
2. 発表標題 Present status and application studies with HVE 14C AMS system at Nagoya University (2017/18/19)
3. 学会等名 The 8th East Asia Accelerator Mass Spectrometry Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村俊夫・南 雅代・増田公明・小田寛貴・池田晃子・栗田直幸・山根雅子・西田真砂美・酢屋徳啓・北川浩之
2. 発表標題 名古屋大学AMS 14C測定の現状と応用研究(2018)
3. 学会等名 タンデム加速器及びその周辺技術の研究会
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 Nakamura Toshio, Minami Masayo, Eto Koichi and Fujimoto Takao
2. 発表標題 Radiocarbon dating of Japanese swords with accelerator mass spectrometry
3. 学会等名 14th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Toshio Nakamura and Masayo Minami
2. 発表標題 Present status and application studies with 14C AMS system at Nagoya University (2015/16/17)
3. 学会等名 7th International Conference on East Asian Accelerator Mass Spectrometry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中村俊夫・南 雅代・増田公明・小田寛貴・池田晃子・栗田直幸・窪田 薫・西田真砂・椋本ひかり・藤沢純平・方 雨・徳丸 誠・酢屋徳啓・北川浩之
2. 発表標題 名古屋大学AMS 14C測定の現状と応用研究(2017)
3. 学会等名 タンデム加速器及びその周辺技術の研究会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 齋藤努	4. 発行年 2019年
2. 出版社 吉川弘文館	5. 総ページ数 164
3. 書名 職人の技と分析科学	

1. 著者名 齋藤 努	4. 発行年 2019年
2. 出版社 ミシガン大学出版局（オンライン出版）	5. 総ページ数 345
3. 書名 日本刀の刀匠が伝承する卸し鉄の浸炭と脱炭における条件の相違	

1. 著者名 齋藤 努	4. 発行年 2018年
2. 出版社 吉川弘文館	5. 総ページ数 208
3. 書名 「日本刀の刀身を作る」『歴史研究と 総合資料学』国立歴史民俗博物館編	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	齋藤 努  (Saito Tsutomu)  (50205663)	国立歴史民俗博物館・情報資料研究系・教授   (62501)	
研究分担者	山田 哲也  (Tetsuya Yamada)  (80261212)	公益財団法人元興寺文化財研究所・研究部・研究員   (84601)	
研究分担者	南 雅代  (Minami Masayo)  (90324392)	名古屋大学・宇宙地球環境研究所・教授   (13901)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
オランダ	Museum Bronbeek			