

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月 5日現在

機関番号：13901

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2011

課題番号：22652072

研究課題名（和文）

PEG含浸処理された木質文化財の正確な炭素14年代測定

研究課題名（英文）

Precise 14C dating of wooden cultural properties treated for preservation with PEG

研究代表者

中村 俊夫（NAKAMURA, TOSHIO）

名古屋大学・年代測定総合研究センター・教授

研究者番号：10135387

研究成果の概要（和文）：

本研究は、木質文化財資料に注入した異質な炭素を含む保存剤（PEG）をほぼ完全に除去し、信頼できる放射性炭素（<sup>14</sup>C）年代を得るための基礎研究である。現状では、含浸されたPEGを2%残すまでに除去できたが、完全に除去する方法を確立するまでには至っていない。しかし、洗浄処理後の木質試料の<sup>14</sup>C年代を測定し、さらに試料中にわずかに残留するPEGを定量して、その効果を補正することにより、木質試料のより確からしい本来の<sup>14</sup>C年代を得ることが可能である。保存処理されている多くの貴重な木質文化財に対して高精度の<sup>14</sup>C年代測定が可能になり考古学・文化財科学における編年研究が益々進展するものと期待される。

研究成果の概要（英文）：

It has been considered impossible to perform high accuracy radiocarbon (<sup>14</sup>C) dating on wooden cultural properties when they were treated for preservation with any kinds of drugs that contain foreign carbon. We focused on removing chemically conservation drugs, such as PEG, from wood properties as completely as possible, and on measuring <sup>14</sup>C dates accurately on them. Up to now, we could not establish a perfect method to eliminate PEG from wooden properties. However, if we can estimate the amount of PEG still remaining in the samples, we are possible to get a precise <sup>14</sup>C age of the wood sample by correcting the <sup>14</sup>C age for the effect of the remaining PEG amount.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,300,000	0	1,300,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	2,300,000	300,000	2,600,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：

キーワード：放射性炭素年代， 保存処理， 木質文化財， ポリエチレングリコール， 考古学資料， 熱分解 GC-MS 法

## 1. 研究開始当初の背景

ポリエチレングリコール（Polyethylene glycol：PEG）は、一般式  $\text{HO}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O})_n-\text{H}$  で表される水溶性の有機高分子化合物であ

る。分子量 3,000 程度であれば常温で白色のフレーク状を呈し、約 50° C で融解する。人体に無害で水溶性であることから、考古学や文化財科学の分野では遺跡から出土する木

質遺物（水浸出土木材）の形状安定剤として広く利用されている。手間と時間をかければ木質遺物を元の形のまま保存でき、特に大きな木材でもそのまま保存処理可能であり文化財の形状安定・保存に貢献している。他方、文化財の科学的解明法が近年急速に発展し、その一つとして、資料の高精度年代測定に加速器質量分析（AMS）法による放射性炭素（ $^{14}\text{C}$ ）年代測定が盛んに使われている。ところが、PEG は  $^{14}\text{C}$  を含まない石油系の原料から合成されるため、試料に PEG が注入された場合には、試料の実際の年代よりも古い方に片寄った  $^{14}\text{C}$  年代が得られることになる。それどころか、試料処理で PEG を除去したつもりでも、PEG が試料中にわずかにでも残留すると試料の実際の年代よりも古い方に片寄った  $^{14}\text{C}$  年代が得られる。そこで PEG 含浸処理された木質文化財について、 $^{14}\text{C}$  年代測定法による高精度の年代値を得るためには、PEG を完全に除去しなければならぬ。しかし、含浸薬剤の除去の研究はこれまでほとんど行われておらず、今後の研究の進展が待たれていた。

我々は、高精度の  $^{14}\text{C}$  年代測定を専門に研究しており、これまで古文化財資料の年代測定とその編年の研究を進めてきた。この研究推進において、編年研究のために高精度な年代測定を必要とする文化財資料が既に保存処理されていることに多々遭遇している。これまで、PEG などによる保存処理が施された資料では、正確な年代が出せないとして敬遠されていたが、そのような資料の高精度な年代が必要不可欠となっている。そこで、本研究を実施し、高精度の年代測定の可能性についての判定の結論を、さらに、誤差の程度（年代のシフトの程度の限界）を明らかにするものである。

これまで PEG 含浸処理がほどこされた木質資料の年代測定は、PEG の除去が困難であることから正確な  $^{14}\text{C}$  年代は出せないとされ、この研究に取りかかろうとする研究者はほとんどいなかった。PEG により汚染された試料についての  $^{14}\text{C}$  年代測定の一例として、中村（2000）は 10 年ほど前に PEG 含浸処理がほどこされた木質資料の年代測定に取りかかったことがあるが、そのときには、蒸留水に浸して加熱する処理を数十回繰り返して PEG の除去を試みた。最終的に回収された木質資料の  $^{14}\text{C}$  年代測定を実施して得られた資料の年代は、その資料の考古学・歴史的な予想年代よりも数百年古く得られた。このように、この実験の際には、含浸された PEG がまだ完全には除去されていないことが定性的に結論された。

PEG の除去の程度については、これまででは、 $^{14}\text{C}$  濃度（ $^{14}\text{C}$  年代）を測定して、予想値からのずれの程度を測って推定するしか方法がなかった。ところが、最近になって、Barded et

al.（2007）による研究成果として、高分解能 CP-MAS-NMR 装置（核磁気共鳴分析装置）を用いる  $^{13}\text{C}$  の分析から、PEG と木材遺物の相互作用の研究を進めることができる。すなわち、この NMR 装置を用いると、木材試料中の PEG が定量できる可能性があり、PEG の抽出段階に応じて、PEG の残量を確認できる。そこで、この PEG 検出法および実際の  $^{14}\text{C}$  年代測定結果における年代のシフトの程度を比較する方法を用いて PEG の残留の存否やその濃度の程度を確認しつつ、PEG の除去過程の研究を推進する。

長期保存を目的としていったん含浸させた PEG を逆にわざわざ除去する研究は、これまでほとんど手が着けられておらず、PEG を完全に除去できるかは定かではない。このような、ほとんど研究者に手が付けられなかった問題にチャレンジすることになる。木質文化財資料にほぼ完璧に含浸させた PEG を完全に除去することに成功すれば、これまで不可能とされ、手もつけられなかった貴重な木質文化財の高精度  $^{14}\text{C}$  年代測定が可能となり、考古学・古文化財科学の研究に多大な貢献ができる。

## 2. 研究の目的

これまでの研究によると、考古遺跡から発掘された木質文化財に対して PEG などの含浸による保存処理が既に施された場合には、もはや高精度の  $^{14}\text{C}$  年代測定は不可能とされている。本研究は、これらの保存処理された木質文化財から、木材資料とは異なる炭素を含む PEG などの保存処理薬剤を徹底的に除去して木材資料が本来持っていた炭素を抽出し、これらの炭素について  $^{14}\text{C}$  年代測定を行い、精度の高い木質文化財の年代を数値で示すことに挑戦する。PEG の除去の程度の推定については、残された資料中に含まれる PEG の量を NMR 装置などで定量する応用研究を進める。既に保存処理が施された貴重な資料が日本中に数多く存在し、それらの高精度年代測定が期待されている。本研究の成果は、木質文化財の歴史を究明するうえで新たな、強力な手法となると期待される。

これまで、 $^{14}\text{C}$  年代測定が不可能とされていた PEG 含浸処理が施された木質文化財資料について、高精度の  $^{14}\text{C}$  年代測定が可能となることから、様々な木質文化財資料・考古学資料について、高精度な  $^{14}\text{C}$  年代を得ることにより、文化財の編年研究がますます進展するものと期待される。

## 3. 研究の方法

本研究では、まず PEG の除去に集中し、抽出条件（溶媒、温度、時間、器具など）の検討・確定をおこなう。どのような条件で PEG を抽出したとき、どの程度の除去が可能であ

るかを定量的に扱うため、AMSによる<sup>14</sup>C濃度測定とともに、新たにPEGの残量を<sup>13</sup>C-NMR法あるいは熱分解GC-MS法を用いて定量する手順を確立する。こうしてPEG抽出条件の最適化をおこなうこと、さらに、成立年代が既知のPEG含浸処理済み木質文化財資料に、この方法を適用して、その有効性を確かめる。研究は以下の手順で進める。

#### (a) PEG含浸とPEG除去の実験

##### ① PEG処理が未処理の樹木年輪試料

複数個の木片試料について、年輪ブロック(含浸処理が短期間で終了するように小さな木片ブロックを用いる)を2分割して、一方にPEG処理を行う。数ヶ月かけて完全にPEG含浸処理を行ったあと、PEGの除去処理を行う。PEGを抽出する溶媒としてPEGが溶解しやすいとされる蒸留水やアセトン、ベンゼン、などの有機溶媒を用いる。これらの処理の時間、温度などや年輪試料の形状(削り状、荒い粉末、細かい粉末など)に依存してPEGの除去効率の違いを検討し、PEGが完全に除去できる条件を決定する。

##### ② 年輪年代が明らかな、PEG処理済み年輪試料

上記試料①を用いた実験の成果を利用して、PEGの除去を検討する。特に、PEG処理を終えてからの年数とPEGの除去のし易さの関係に注目する。

#### (b) PEGの除去程度の査定方法

##### ③ AMS<sup>14</sup>C年代測定によるPEGの残留程度の推定

PEG含浸処理をしていない試料、PEG含浸処理を行ったあとでさらに除去処理を行った試料、年輪年代が明らかな、PEG処理済みの年輪試料についてPEGの除去を行った試料、の3種類の試料について、通常の<sup>14</sup>C年代測定(定常的な前処理を含む)をおこない、含浸試験試料とブランク試料については<sup>14</sup>C年代の違い、また、年輪年代が既知の試料では較正暦年代と年輪年代の比較から、PEG除去の程度を判定する。

##### ④ <sup>13</sup>C-NMR法あるいは熱分解GC-MS法による残留PEGの定量

高分解能CP-MAS<sup>13</sup>C-NMR装置(核磁気共鳴分析装置)を用いる<sup>13</sup>Cの分析から、樹木年輪中に残存するPEGを定量する。あるいは、熱分解GC-MS装置を用いてPEGの残量を定量する。

##### ⑤ 微量のPEGが試料中に残留する場合の処置

さまざまな溶媒を用いて木材からPEGの完全除去を検討するが、完全除去が実質上不可

能な場合は、PEGの残量から、PEG汚染木材について得られる<sup>14</sup>C年代から真の<sup>14</sup>C年代を推定する算出方法を検討する。

#### 4. 研究成果

##### (a) PEG除去実験とその成果

###### ① PEG除去実験

PEGの除去効率は、使用するPEGの分子量や木材の樹種、劣化度など多様な要因によって決定されていると考えられるため、これらの条件を明確にしたうえで実験を行う必要がある。本研究でPEG除去実験に用いた試料は、富山県桜町遺跡から出土した自然木(クリ)の辺材部である。ここから同一の年輪を有するブロックを切り出し、これを30×30×10mm<sup>3</sup>の木片に加工した。作成した木片の一部をPEG含浸用試料、残りを未処理試料とした。木材の劣化度を示す含水率は、平均で約36%であった。PEG含浸処理には三洋化成のPEG-4000s(平均分子量3400)を使用し、65°Cに設定した恒温槽の中で20%水溶液から段階的に濃度をアップし、最終的に100%のPEG溶液を含浸させた。含浸後、PEGを凝固させるため、恒温槽から取り出し室温で一晩放置した。

作成したPEG含浸試料は、約1mm厚の短冊状に切り分け、洗淨処理に移った。PEG除去のために今回実施した洗淨方法は、<sup>14</sup>C年代測定のための通常の前処理である酸-アルカリ-酸(AAA)処理、AAA処理と蒸留水による洗淨、AAA処理とアセトンによる洗淨、AAA処理とベンゼンによる洗淨の4種類である。AAA処理は試料が土壌埋没中に二次的に付加されたと考えられる炭酸塩や有機物を除去する方法であり、木質試料の<sup>14</sup>C年代測定において一般的に行われている洗淨方法である。本研究では以下の条件でAAA処理を行った。まず1.2MのHCl水溶液(約80°C)での洗淨を2時間×3回行い炭酸塩を除去。次に、1.2MのNaOH水溶液(約80°C)での洗淨を2時間×10回行い二次付着有機物を除去した。さらに、アルカリ処理中に大気中から溶け込むCO<sub>2</sub>除去のため、先の酸処理と同様の行程で再度洗淨を行った。最後に、試料中のHClを洗い流すために蒸留水(80°C, 2時間)による洗淨を5回行った。AAA処理した試料の一部には、追加洗淨を施した。蒸留水を用いた洗淨では、約80°Cの蒸留水で1時間加熱×10回洗淨、アセトン及びベンゼンによる洗淨にはソックスレー抽出機を用いて、1時間の洗淨作業を行った。このようにして4種類の洗淨過程を経た試料を用意し、それぞれの<sup>14</sup>C年代を名古屋大学年代測定総合研究センターのタンデム加速器質量分析計(HVEE model-4130)を用いて測定した。また、PEGを含浸させていない試料についてはAAA処理を施した後、同様に<sup>14</sup>C年代

測定を実施した。なお、各試料中からの除去度合いがばらつく可能性を考慮し、同一試料を三つに分け各処理方法につき3点の<sup>14</sup>C測定を行った。

## ②PEG 除去実験の成果

洗浄処理を行った PEG 含浸試料の<sup>14</sup>C年代を PEG 未含浸試料の<sup>14</sup>C年代と比較した。まず、PEG 未処理試料の<sup>14</sup>C年代は約 4,000 BP と得られた。これはテストサンプルとした木材の真の<sup>14</sup>C年代であり、PEG 含浸試料からの PEG 除去が適切に行われていれば、約 4,000BP の年代が得られるはずである。AAA 処理のみを施した PEG 含浸試料の<sup>14</sup>C年代を真の<sup>14</sup>C年代と比較した。図1に示されるように、両者の<sup>14</sup>C年代は $\pm 1\sigma$ の誤差範囲内では一致せず、PEG 含浸木材の<sup>14</sup>C年代は真の年代より約 200 年古い年代を示した。これは、約 2.5%の PEG が試料中に残存していることを示すものである。また、AAA 処理に加えて蒸留水・アセトン・ベンゼンによる洗浄を行った試料についても同様に真の年代より古い結果が得られた。本結果から、AAA 処理による PEG 除去は不完全であり、さらに溶媒を用いた洗浄を行ってもなお試料中に PEG が残存していたことが示された。しかし、AAA 処理後に蒸留水やアセトンで洗浄した試料については、AAA 処理だけあるいはベンゼンによる追加処理した試料に比べてより真の<sup>14</sup>C年代に近い値が得られており、追加洗浄には一定の効果が期待できる。

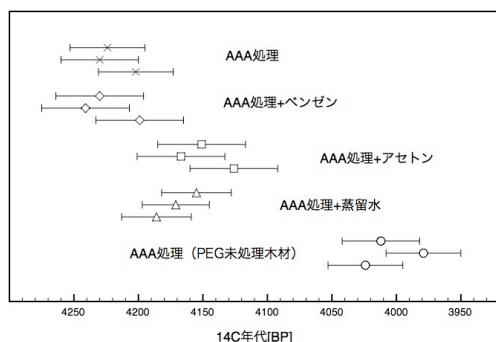


図1 4種類のPEG除去の処理方法と得られる<sup>14</sup>C年代

## (b)木材残留PEGの定量の検討とその成果

### ③<sup>13</sup>C 固体 NMR 法による PEG の定量

NMR はスピン量子数 I がゼロでない原子核を対象とし、高磁場中でゼーマン分裂した原子核へ電磁波を照射し、励起された原子核が緩和する際に放出される電磁波をエネルギースペクトルとして観測する分光分析法である。原子核はその周りを覆う電子により外部磁場から遮へいされているため、同じ核で

あっても分子構造に基づく化学的環境が異なればそれぞれの分子に特有の NMR スペクトルを得ることができる。本研究では、<sup>13</sup>C 固体 NMR 測定を木材中の PEG 残存度推定へ応用することを試みた。

測定試料は、PEG 処理木材を AAA 処理したものをを用いた。すでに<sup>14</sup>C測定により、PEG が残存していることが確認された試料である。粉末化した木材試料約 50mg を、固体 NMR 装置 ECA-700 により NMR スペクトルを観測した。PEG の化学シフトは、 $\delta = 72$  [ppm] に PEG の大半を形作る CH<sub>2</sub>O のシグナルとして観測される (Michel et. al. 2007)。本測定結果からは、隣接するピークの影響により 72 [ppm] のピークを識別することができなかった。化学シフトの分解能は測定時間や接触時間 (contact time) に左右されるため、PEG の分析に最適な条件を探ることが重要である。また、比較試料として PEG 単体試料の測定を行う必要があるが、固体 NMR では測定時に試料管を高速回転させるため、回転時に発生する熱で PEG が溶融し PEG が外部に流出して、装置を汚染する可能性があるため、今回はこれ以上の測定実験を見送った。

### ④ 熱分解 GC-MS 法による PEG の測定実験

木材中の残存 PEG を検出する手法として、NMR に加えて熱分解 GC-MS による PEG 検出を試みた。GC-MS は高分解能の GC と、MS の定性能力を兼ね備えた分析手法であり、木材中の PEG を検出するのに有効な手法と考えられる。GC-MS では機械に導入する試料が気体である必要があるが、本研究で扱う試料は PEG や木材といった個体試料であるため、熱分解装置 (pyrolyzer) を持つ熱分解 GC-MS (Py-GC-MS) による分析を行った。測定に用いた試料は、PEG 単体 (三洋化成 PEG-4000s)、PEG 未含浸木材、PEG 残存木材 (AAA 処理+蒸留水洗浄) の3種類である。熱分解が均一に進むようにこれらの試料を乳鉢を用いて粉末化し、1回の分析実験において約 200 $\mu$ g の試料を測定に用いることとした。

まず、木材と PEG の熱分解生成物を明らかにするため、両者のマススペクトルを比較した。木材試料はフェノールを主体とする熱分解生成物が顕著であるのに対し、PEG では 2-(Vinylloxy)ethanol のような PEG フラグメントと考えられる熱分解生成物が得られた。また、PEG のマススペクトルは木材に対し m/z=45 のピークが顕著であった。これらの結果は、Tsuge et. al. (2011) によって示されている PEG 及び木材試料の典型的なデータと整合的である。さらに、本研究では保持時間 (RT) 24:09 min において顕著な PEG 由来のピークがみられたため、PEG の検出基準として、m/z=45, RT=24:09 のパイログラムに着目することとした。

次に、PEG 残存木材の Py-GC-MS を実施した。TIC では単体木材と区別することが難しいが、 $m/z=45$ 、 $RT=24:09$  では PEG 由来の熱分解生成物と考えられるピークを検出することができた。この結果から、Py-GC-MS により木材中の残存 PEG の検出が可能であることが示される。ここで測定した試料は、PEG 含浸木材を AAA 処理後に蒸留水で洗浄した木材であり、 $^{14}\text{C}$  年代測定により PEG が約 2% 残存していることが明らかになっている。2% というわずかな残存量でも PEG を検出することができるという発見は、PEG 含浸処理された木材の正確な  $^{14}\text{C}$  年代測定を行ううえで極めて貴重な成果といえる。

#### ⑤ 熱分解 GC-MS 法による PEG の定量実験

Py-GC-MS により残存 PEG の検出が可能であることが示されたが、Py-GC-MS によって PEG の残存量を定量することができれば、PEG による  $^{14}\text{C}$  年代のズレを計算によって補正することが可能となる。上述のように、PEG の完全な除去は現在のところ達成できていないため、正確な  $^{14}\text{C}$  年代を求めるためには残存 PEG を定量する必要がある。そこで、本研究では PEG 定量化のための検量線を作成し、 $^{14}\text{C}$  年代補正のための基礎研究を行うこととした。

検量線作成手順は以下の通りである。まず、 $200\mu\text{g}$  の単体木材粉末を用意し、そこへ PEG 濃度の異なる（木材  $200\mu\text{g}$  に対し 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0% の 7 種類）ジクロロメタン溶液  $5\mu\text{L}$  を滴下した。次に、Py-GC-MS によりこれらの試料のプログラムを測定し、PEG 検出の指標となる  $m/z=45$ 、 $RT=24:09$  におけるピーク面積を計測した。滴下した PEG 溶液の PEG 濃度とピーク面積の最小二乗法により検量線を作成した。図 2 に示すように、作成した検量線の  $R^2$  値は約 0.99 となった。

この検量線をもとに、洗浄後も PEG が約 2% 残存する木材の定量テストを行った。検量線を用いて PEG 残存木材のピーク面積から PEG 濃度を算出すると、見積もられる PEG 濃度は約 1% であった。これは、 $^{14}\text{C}$  年代から算出された PEG 濃度である 2% の約半分となる低い値であり、検量線を用いると実際の濃度よりも低く見積もられる結果となった。この理由としては、検量線作成に用いた試料と実際の試料の状態の違いが考えられる。検量線作成のための試料は木材粉末に PEG 溶液を滴下したものであるが、実際の試料では木材中に乾燥状態で PEG が残存している。残存 PEG は滴下したものに比べて熱分解されにくく、結果としてすべての PEG が検出できなかった可能性がある。この問題を解決するためには、熱分解温度を上げるか、熱分解を促進させるため

の反応促進物質を添加するなどの方法を検討する必要があると考えられる。

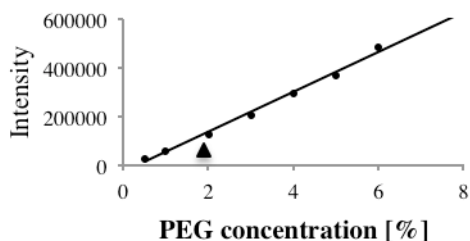


図 2 検量線による PEG 残存木材の定量分析

$^{14}\text{C}$  測定による解析では、PEG 残存量は 2% であるが、熱分解 GC-MS 法では、検量線から 1% 程度と推定される。

#### ⑥ 今後の課題

本研究は PEG 含浸処理された木材の正確な  $^{14}\text{C}$  年代測定を目的としたものであり、PEG 除去のための最適な洗浄方法、残存 PEG の検出方法を検討した。洗浄方法については、AAA 処理では PEG が完全に除去できないこと、AAA 処理後に蒸留水や有機溶媒を用いた洗浄を行っても PEG が残存することが明らかとなった。ただし、AAA 処理後に蒸留水やアセトンを用いて追加洗浄を行った場合は、AAA 処理のみの場合よりもより除去効果が高いことが示されたため、さらなる洗浄を続ければ確実な PEG 除去ができる可能性もある。特に、アセトンを用いる場合はソックスレー抽出機による自動洗浄が可能のため、洗浄時間の延長が容易に可能である。今後は、アセトンを主体とした洗浄作業を継続していく必要がある。

残存 PEG の検出方法としては  $^{13}\text{C}$  固体 NMR と Py-GC-MS を用いたが、NMR では検出感度が不十分であったこと、また測定試料に制限があり、今後の進展は困難であろう。一方、Py-GC-MS は残存 PEG の検出に十分な感度があり、測定に必要な試料量も約  $200\mu\text{g}$  と微量であることから、今後も PEG 検出法として十分に実用化できる手法といえる。また、今回、Py-GC-MS で測定した最も低い PEG 濃度は 0.5% であり、最低でも 0.5% の PEG であれば検出可能であることが明らかとなった。0.5% の PEG は  $^{14}\text{C}$  年代では約 40 年分のズレとなる。さらなる高感度化が不可欠であるが、現状でもきわめて分解能の高い分析手法といえる。

今後の展開としては、Py-GC-MS による残存 PEG の定量化が望まれる。PEG の定量が可能となれば、仮に PEG が残存していても計算による補正を行うことで正確な  $^{14}\text{C}$  年代が得ることができる。現段階では、PEG の定量分析

は実現できていない。しかし、現在の設定温度 (590°C) よりも高い温度で熱分解を行うか、熱分解時に反応を促進する試薬を加えて分解を進めることで、定量分析の高精度化・高感度化が期待できる。定量分析は PEG 含浸木材の  $^{14}\text{C}$  年代測定にとって最も重要な研究課題であろう。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

① 西本 寛・中村晋也・中村俊夫 : PEG 含浸木材の GC/MS による残存 PEG 測定. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, XXII, 94-98, (2011) 査読無.

② 工藤雄一郎・百原 新・中村俊夫 (2011) エタノール溶液で保存した植物遺体の  $^{14}\text{C}$  年代測定について- $^{14}\text{C}$  年代に与える影響の有無に関する比較実験-. 植生史研究, 18 (2), 77-81. 査読有

③ 松本佳納・山田哲也・中村俊夫 (2010) 茶すり山古墳から出土した漆膜と鉄器の  $^{14}\text{C}$  年代測定. 史跡茶すり山古墳, 自然科学編, 一般国道 483 号北近畿豊岡自動車道春日和田山道路 II 建設に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書-VII, 兵庫県教育委員会, p.129-136. 査読無

④ Nishimoto, H. : High precision radiocarbon dating of archaeological waterlogged wood: focusing on wooden poles forming circular structures at the Mawaki site. Ph. D. thesis, Nagoya University (2011) pp. 54. 査読無

⑤ 中村俊夫・南 雅代, ほか 名古屋大学タンデトロン AMS  $^{14}\text{C}$  システムの現状と利用. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 23, 2012, 18-26. 査読無

[学会発表] (計 3 件)

① Nishimoto, H., Nakamura, S. and Nakamura, T. : The detection of PEG using GC/MS for AMS radiocarbon dating of preserved wood. 12<sup>th</sup> International Conference on Accelerator Mass Spectrometry, March 20-25, 2011, Wellington, New Zealand.

② 西本 寛・中村晋也・中村俊夫 : PEG 含浸木材の GC/MS による残存 PEG 測定. 第 23 回名古屋大学年代測定総合研究センターシンポジウム, 2011 年 1 月 13-14 日, 名古屋大学野依記念学術交流館

③ 中村俊夫・南 雅代, ほか : 名古屋大学 AMS  $^{14}\text{C}$  測定の現状と応用 (2011) 第 24 回タ

ンデム加速器及びその周辺技術の研究会  
2011 年 7 月 1-2 日, 奈良女子大学記念館

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

[その他]

ホームページ等 :

なし

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

中村 俊夫 (NAKAMURA, TOSHIO)

名古屋大学・年代測定総合研究センター・  
教授

研究者番号 : 10135387

##### (2) 研究分担者

山田 哲也 (YAMADA, TETSUYA)

元興寺文化財研究所・研究部・研究員

研究者番号 : 80261212

中村 晋也 (NAKAMURA, SHINYA)

金沢学院大学・美術文化部・准教授

研究者番号 : 10301003

##### (3) 連携研究者

西本 寛 (NISHIMOTO, HIROSHI)

愛知大学・法学部・助教

研究者番号 : 40609757

\_\_\_\_\_