

2017 (平成29年) 飯香岡八幡宮 修葺調査  
(本報記者事務所)

調査事項

飯香岡八幡宮本殿は、前回修理の報告書では室町時代の15世紀中期に建設され、慶長9年(1604)に柱2本および化粧隅木・化粧垂木を取り替える修理がされたとされている。現状の妻飾りも慶長9年の物とされた。

しかし建設年代を室町時代とする根拠ははっきりとは示されていない。「木鼻の渦文様から見れば、文禄、慶長よりは古いようである。」とあり、組物の木鼻の文様から類推して室町時代と判断されたらしい。



飯香岡八幡宮本殿木鼻

一方慶長9年の修理に関しては化粧隅木および地垂木に慶長9年の墨書があるので、この時に工事が行われたのは間違いない。前回の報告書は柱・貫・組物までは室町の材とし、地垂木・飛檐垂木には室町と慶長の材が混在し、木負・茅負・妻飾りは慶長としている。

これらの建設年代および慶長修理の範囲について、今回の修理を機に再検討した。

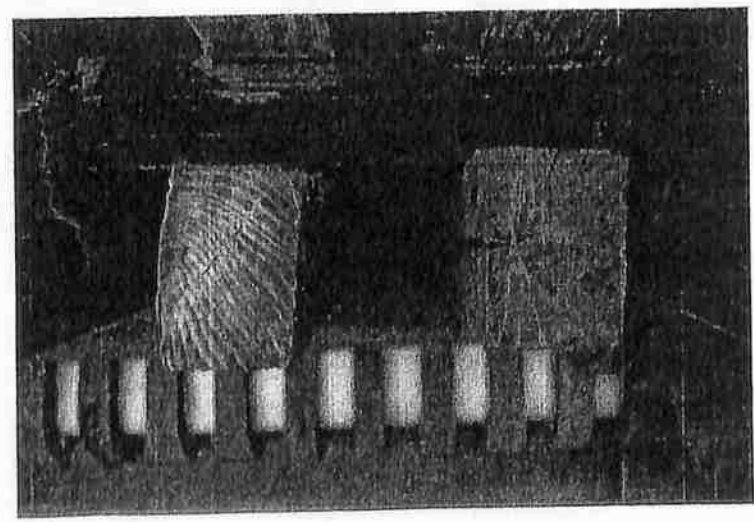
①地垂木について

目視によって、地垂木には大きく「古材A」「古材B」「昭和修理材」の三種類の材料が見られた。以下にその二種類の古材の特徴を掲げる。

古材A：異常に木理の詰まった良材で、材種は杉の他にサカキなどの雑木を含む(中尾七重博士の鑑定による)。恐らく全て芯持材。仕上げは鉾かヨキで、非常に荒く仕上げている。皮やノタ部分も見られる。一部の材には、端部に山から降ろした時に使ったと思われる穴がある。丸桁から外側は鉾で垂木の形に造り出し、丸桁から内側の小屋裏の部分は3寸5分×4寸5分ほどの荒い鉾仕上げのままとする。

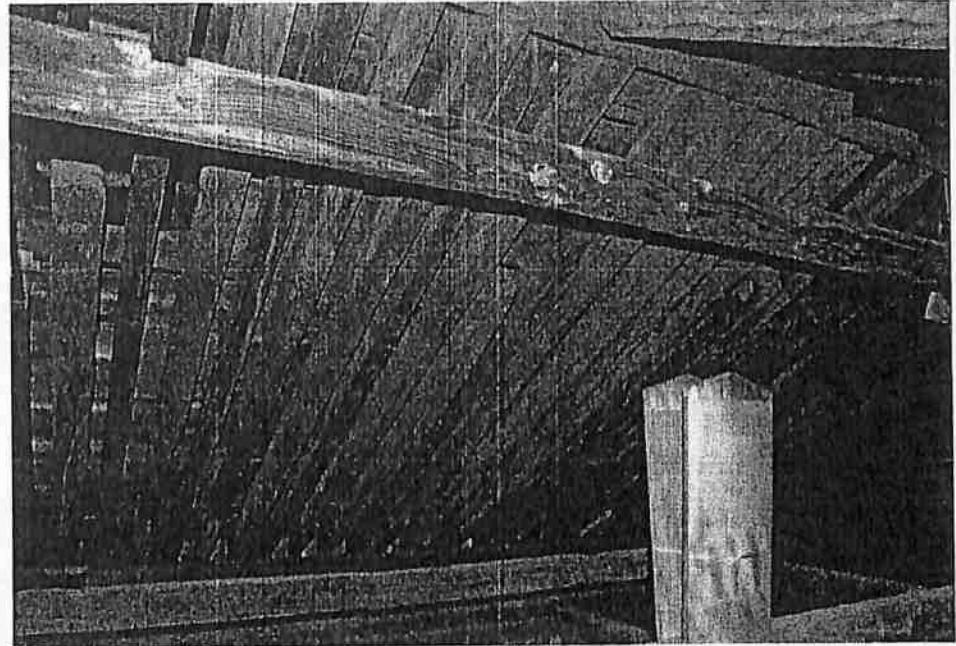
この古材Aは、地垂木の他に地垂木掛け、母屋、野隅木にも見られた。

古材B：杉材で、芯持材もあるが、多くは芯去材。木理の詰まり方は普通。丸桁から内側も、外側と同じ断面に仕上げている。蟻によって穴を開けられている部材はほぼ古材Bだった。



古材Bと古材Aの例。北側地垂木、背面から18本目(左、古材B)と19本目(右、古材A)

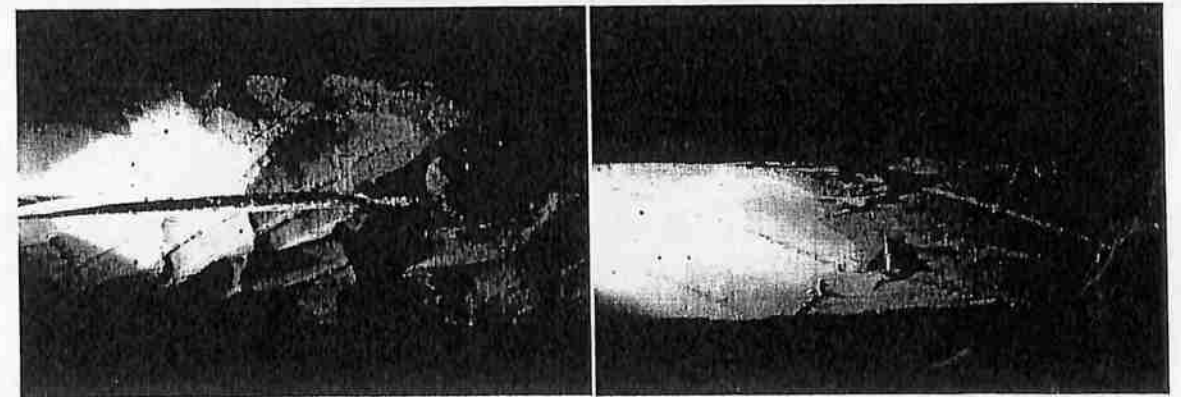
平沢さん



小屋裏を背面側から見る。古材Aは小屋裏では3寸5分×4寸5分ほどの荒い鉾仕上げ。古材Bは小屋裏と軒先は同断面。両者とも、軒先から垂木掛けまでの全長を有する部材が残っている。

常識的に考えれば、この二種類の特徴は年代差を示している様に思われる。しかし、実はこの両者は同じ工具で加工されていた。

小屋材の仕上げを詳しく見ると、特徴的な刃こぼれのある鉾痕が見られた。刃こぼれには恐らく次の三種類がある。①幅3mm程の物 ②幅1~2mm程の物 ③幅1mm程の物が2つ並んだ物。そして、上記の古材Aと古材Bの両方に、①の刃こぼれのある部材が見られたのである。



左は古材A(背面側南から39本目)右は古材B(北側背面から22本目) 両者に刃こぼれ①の鉾痕

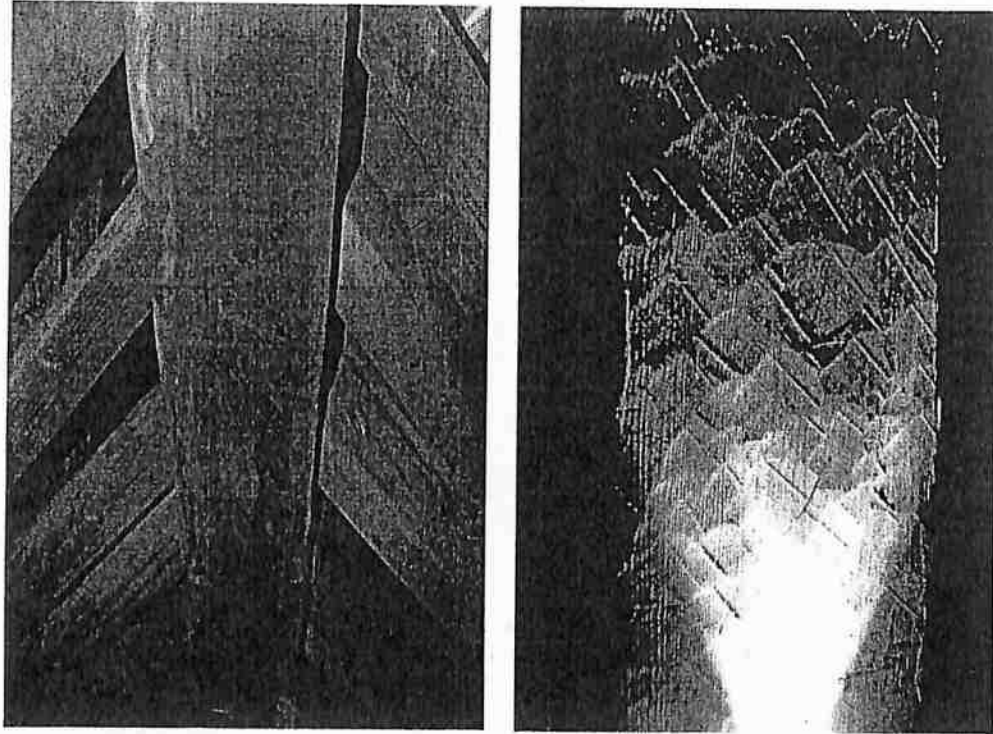
これを同じ鉾を使った結果と見做せるなら、古材Aと古材Bは同時期に加工された事になる。また古材Aには皮やノタもあり、刃の切れ味も良く、現状以外の仕口痕等も無いので、室町の古材を慶長に再加工した物とも考えにくい。再加工した物であれば皮やノタは残らないであろうし、刃の切れ味ももっと悪い筈である。つまり古材Aの上記部材は、材の当初の加工として刃こぼれ①の鉾で加工されており、その同じ鉾で古材Bも加工されている。

そして、慶長9年(1604)の墨書が書かれた地垂木の、墨書のある面も、この刃こぼれ①の鉾によって加工されているのである。

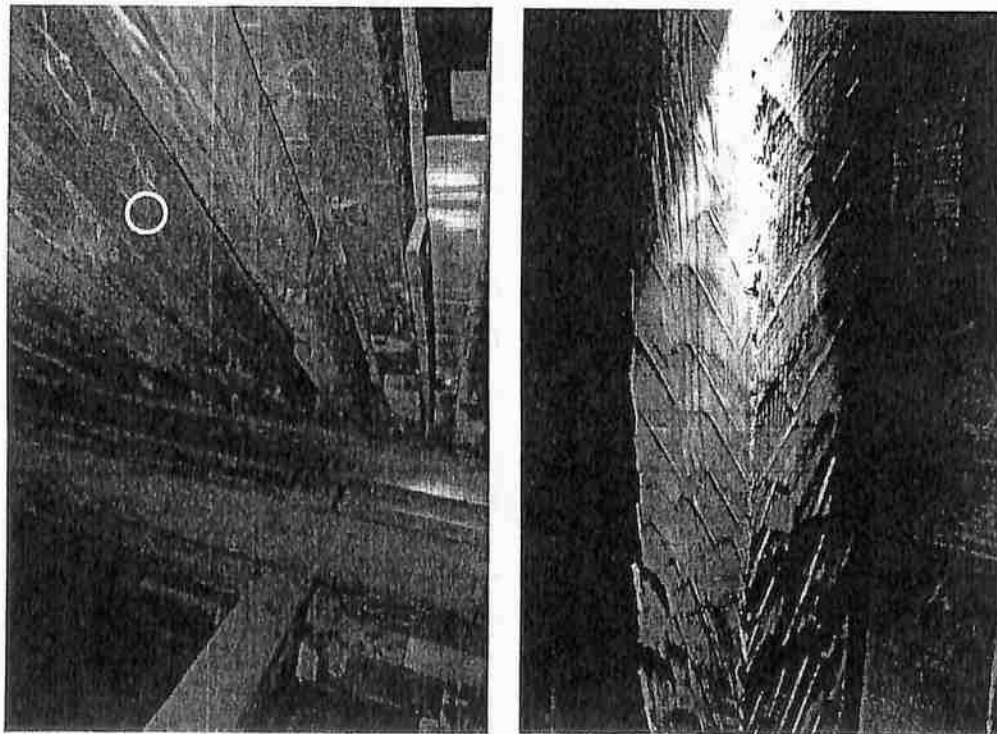
②化粧隅木と梁材

慶長9年の墨書は北東の化粧隅木にもある。この部材の墨書の書かれた面は刃こぼれ②の鉾で加工されている。従って普通に解釈すれば、刃こぼれ②のある部材も慶長の部材という事になる。

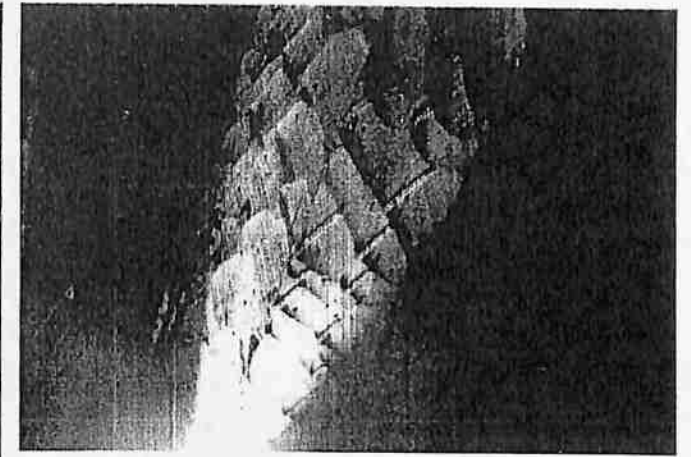
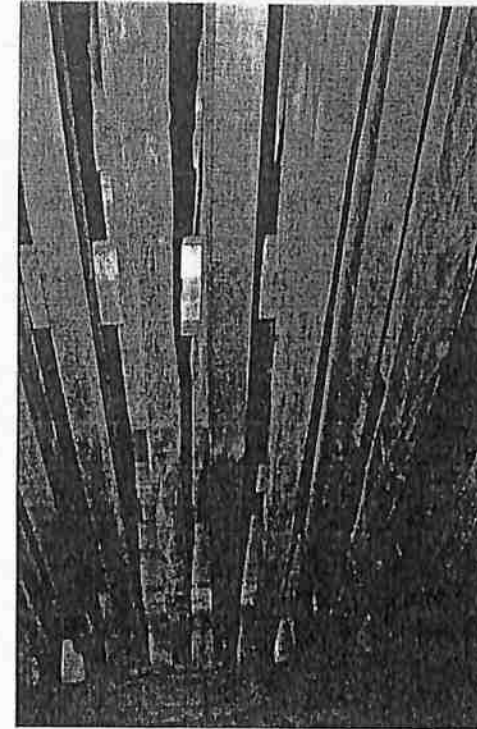
この刃こぼれ②の斬痕は、上記の地垂木の古材B、梁、小屋束、妻飾りにも見られる。



北東隅木下端。刃こぼれ②鉾で仕上げられ（右写真）、その上に慶長9年の墨書が書かれている（左写真）



正面側南から42本目地垂木（左写真○印）。古材B。下端は刃こぼれ③、両側面は刃こぼれ②（右写真）。



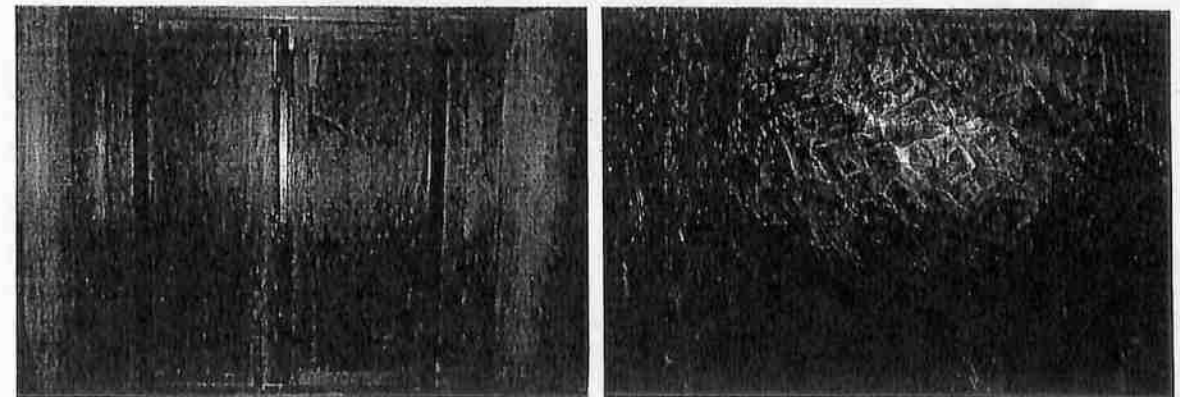
北側背面から24本目の地垂木下端に慶長9年の墨書がある（左写真）。材としては古材Aだが、古材Aで唯一、小屋裏も外部と同じ断面としている。丸桁より外は鉾で仕上げているが、小屋裏部分は鉾で仕上げているが、墨書のある材下端には刃こぼれ①斬痕がある（上写真）。

つまり、古材Aと古材Bは材の当初の仕事として同じ鉾で加工され、その上に慶長9年の墨書が書かれている。また古材Aの小屋裏部分は荒い仕上げの角材だが、その古材Aの中で唯一、慶長墨書のある垂木だけは小屋裏部分も化粧部分と同じ断面とし、比較的丁寧<sup>丁寧</sup>に仕上げている。つまり、明らかに墨書を書くための加工をしており、この点も刃こぼれ①が慶長の仕事である事を示している。

要するに、古材Aと古材Bは何れも慶長の部材という事になる。即ち、地垂木の古材は全て慶長の部材ではないかと思われるのである。

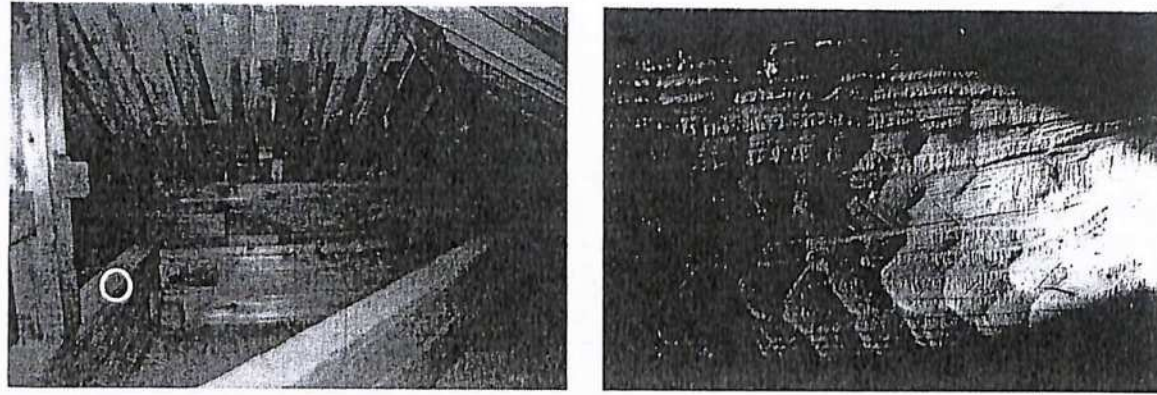
しかし、だとすると古材Aと古材Bの違いは何によって生じたのか、との疑問が残る。これについては木材の入手経路の違いと考えたい。慶長の頃は、地場の小径材としてはまだ木理の詰まった良材があり、それを鉾<sup>鉾</sup>って垂木にしたのが古材Aとなったが、大径材としては普通の木理の材しか無く、そこから木取りした垂木が古材Bとなったのではないか。

なお、この刃こぼれ①は本殿向拝・内陣境中央の北側屏裏面にも見られる。

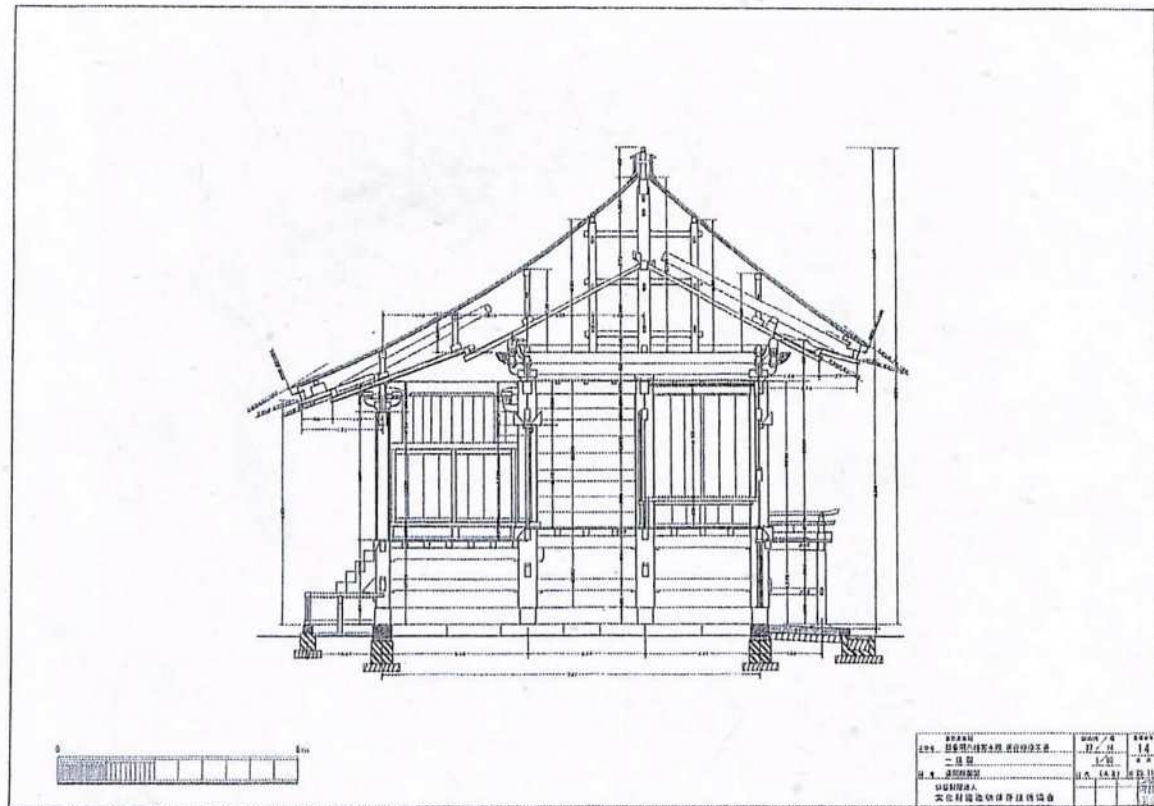


向拝・内陣境中央の屏裏面（左）と、その北側屏（左写真の向かって右）の節部分の刃こぼれ斬痕。





ろ三〜四拵押（左写真○印）と、その南側面の刃こぼれ②（右写真）。



断面図を見ても分る通り、この建物の梁はそのまま<sup>いらばく</sup>で組物の肘木及び木鼻になっている。目視によって判断する限り、梁や組物の古材には目立った年代差は確認されず、全て同時期の物の様に見える。その梁材に隅木の慶長墨書面と同じ刃こぼれ②新痕のある部材が混ざっているという事は、組物も慶長の部材である事を示している。

以上、小屋裏の部材の目視による調査から、前回報告書が室町と判断した組物も、慶長の部材なのではないかと指摘した。そして、組物・軒廻り・妻飾り・小屋組がすべて慶長9年（1604）の材だとすれば、この建物はほとんど慶長期の新築と見做す事も可能であろうと思われる。

但し向拝柱や向拝繫虹梁（何れも櫓）には槍鉋らしき痕跡が見られ、これらは中世の仕事かも知れない。

### ③文献史料から

飯香岡八幡宮については、近年櫻井敦史氏によって文献および考古学的成果を踏まえた研究がなされている<sup>1</sup>。それによれば、飯香岡八幡宮は中世の時点ですでに現在地にあったと考えられるが、その頃は市原荘という荘園（領主が誰だったかは不明）の鎮守社で、「市原荘八幡宮」「市原八幡宮」と呼ばれ、社殿の造営は本所（荘園の実効支配者）が行っていた。しかし室町時代後期から戦国時代にかけて荘園が解体していくと、百姓の地縁的な共同体である郷村が社殿造営の勸進主体になった。「飯香岡八幡宮」の用語の初例は本殿北東化粧隅木の慶長9年（1604）の墨書で、荘園鎮守から郷村鎮守へ変化したのに伴い、神社の呼称も「市原八幡宮」から在地側の呼称と想像される「飯香岡八幡宮」へ変化したのではないかと考えられている。

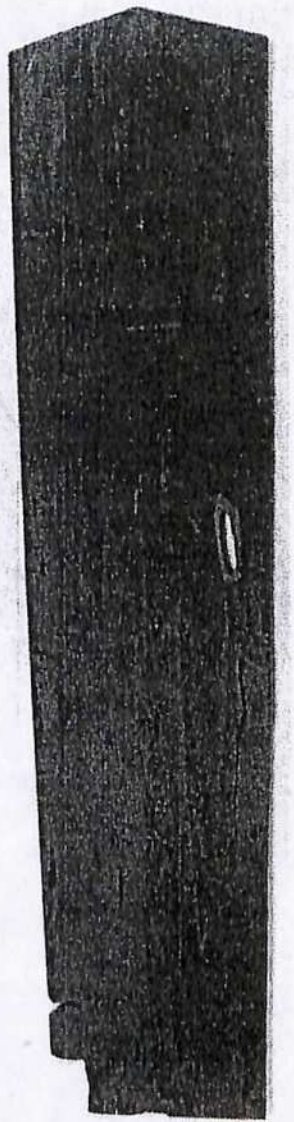
ところで櫻井氏の論文によれば、飯香岡八幡宮に伝わる中世文書により天正4年（1576）に八幡宮造営のための勸進が実施された事が分かっており、現存する棟札によって文禄3年（1594）に社殿の造営がなされた事が分かっている。そして前記の考察が正しければ、慶長9年（1604）には現本殿の組物から上の部分が作られている。

以上の、天正の勸進から文禄〜慶長にかけての造営は、一連の建設事業と見做しても良い様に思われる。室町時代の建物に未完成の物や建設に長期間かかった物が見られる事は既に指摘されており<sup>2</sup>、飯香岡八幡宮本殿が勸進から建設まで30年かかった事も想定可能かと思われる。この時の造営で建設されたのが現本殿で、それに伴い神社の呼称がそれまでの「市原八幡宮」から現在の「飯香岡八幡宮」に変化したのではないだろうか。

なお、茨城県水戸市の重文八幡宮本殿は慶長3年（1598）建設で、2間×3間の入母屋に幅3間の向拝がある。年代・平面・機能が全て飯香岡八幡宮と近く、類例として興味深い。

以上、飯香岡八幡宮本殿の建設年代に関して私見を述べて来たが、実はこれらの点を明らかにすべく、現在中尾七重・坂本稔両氏に部材の放射性炭素年代調査を依頼している。サンプル採取した部材は柱・大斗・地垂木（古材A）・飛檐垂木の計4点。その結果は今秋にも出される筈で、それによっては上記の考察は全くの見当違いになるかも知れない。

文禄3年（1594）の棟札



<sup>1</sup> 櫻井敦史「市原八幡宮と中世八幡の都市形成—文献・考古・石造物史料から—」『市原市文化財センター研究紀要ⅴ』財団法人市原市文化財センター 2005年3月

<sup>2</sup> 岡田英男『日本建築の構造と技法 下』（思文閣出版 2005年）の「第1章 中世・近世における建造物修理の技法に関する研究」の「19 未完成の建物と室町時代の世相」、村上詔一「未完成等建造物の保存修理」『文建協通信 112号』文化財建造物保存技術協会 2013年4月

この結果はいつか  
西暦1810年3月の判断

室町時代  
応永3



地球は恒常的に宇宙からの放射線（一次宇宙線）を浴びており、大気の上層で宇宙線から生成された二次宇宙線である中性子と大気中の窒素（ $^{14}\text{N}$ ）が核反応して $^{14}\text{C}$ が生成される。 $^{14}\text{C}$ は生成後、酸素と結合し二酸化炭素（ $^{14}\text{CO}_2$ ）になり、炭素の安定同位体からなる二酸化炭素（ $^{12}\text{CO}_2$ 、 $^{13}\text{CO}_2$ ）と混合し大気中に拡散する。大気中の炭素全体における $^{14}\text{C}$ の割合、すなわち $^{14}\text{C}$ 濃度は地球上のどこでもほぼ一定とされ、 $^{12}\text{C} : ^{13}\text{C} : ^{14}\text{C}$ の存在比は、 $0.989 : 0.011 : 1.2 \times 10^{-12}$ である。二酸化炭素が光合成によって植物に取り込まれる際にもこの比率は基本的に一定で、生きている間は食物連鎖により植物も動物も $^{14}\text{C}$ 濃度は一定である。ところが生物が死ぬと、遺体の $^{12}\text{C}$ や $^{13}\text{C}$ は安定同位体であるから変化しないが、 $^{14}\text{C}$ は放射線による5,730年を半減期としてベータ（ $\beta$ ）線を放出し元の窒素に戻ってゆく。 $^{14}\text{C}$ 年代法は生物遺体の $^{12}\text{C} \cdot ^{13}\text{C}$ と $^{14}\text{C}$ の比率すなわち $^{14}\text{C}$ 濃度を測定し、 $^{14}\text{C}$ の減少の程度を調べ、生体組織形成終了以降の時間経過を推定する方法である。

近年、加速器質量分析法（AMS : Accelerator Mass Spectrometry）による試料量の僅少化と測定精度の向上、暦年校正曲線を用いた暦年代への変換、および統計計算を用いて年輪試料の実年代を絞り込むウィグルマッチ法によって、放射性炭素年代測定は飛躍的に高精度化を実現している。この高精度年代測定法によって、歴史時代の遺物の年代測定が可能になり、歴史的建造物への応用が行われ始めた。

## 2-1 暦年校正

大気中の $^{14}\text{C}$ 濃度は、 $^{14}\text{C}$ の生成に関わる宇宙線の強度が太陽活動や地球磁場変動に影響されるため、実際には絶えず変化している。そのため、 $^{14}\text{C}$ の半減期から計算された年代値（ $^{14}\text{C}$ 年代）は暦年代の判明した試料の $^{14}\text{C}$ 年代と比較して補正し、実年代に換算する。この操作が暦年校正である。

$^{14}\text{C}$ 年代を実年代に変換するためのデータベースとして、樹木年輪やサンゴなどに基づく暦年校正曲線が作成されてきた。1986年に最初の国際標準校正曲線およびデータベースが公表されて以降、1993年、1998年、2004年、2009年と改定され、2013年にIntCal13が発表されている<sup>2</sup>。IntCalはアイルランド・ドイツのオーク材、松材、アメリカのプリスルコーン松、セコイア杉、樅（もみ）材から得られた $^{14}\text{C}$ 年代に基づいている。

校正曲線が作成される以前の1960年ごろ、木越邦彦学習院大学教授が法隆寺五重塔や平等院鳳凰堂の $^{14}\text{C}$ 年代測定を行ったものの、建立年代と理論値（ $^{14}\text{C}$ 年代値）のズレが大きく、この段階では $^{14}\text{C}$ 年代法は歴史的建造物には適さないとの印象が強かった<sup>3</sup>。その後今日までに、暦年校正研究が進み、 $^{14}\text{C}$ 年代測定の精度は劇的に向上したのである。

## 重要文化財飯香岡八幡宮本殿（千葉県市原市）年代調査報告

20140723 中尾七重（木質部材研究所）

坂本稔（国立歴史民俗博物館）

### 1. 重要文化財飯香岡八幡宮本殿の年代調査

千葉県市原市に位置する重要文化財飯香岡八幡宮は古代に遡る創建伝承を持ち、中世以降は上総国総社としての格を有する。「上総国市原郡市東荘八幡宮御縁起」によれば、本殿は寛正元年（1460年）に足利義明により社殿が新造、慶長九年（1604年）に改修されたとされる。

昭和29年（1954年）に国の重要文化財に指定され、昭和43年（1968年）に本殿の文化財修理工事が行われた。その修理工事の際の知見では、本殿は木鼻渦文様など細部形式より15世紀中期室町時代の建設であり、柱・貫・組物は室町当初材、地垂木・飛檐垂木は室町材と慶長材が混在し、木負・茅負・妻飾りは慶長材と考えられた。

平成26年に本殿屋根の葺き替え工事が公益財団法人文化財建造物保存技術協会設計監理、（株）安田工務店施工で行われ、この機会に本殿の建築年代および慶長修理の範囲についての調査が行われ、これに伴う炭素14年代調査を実施した。

近年は木材を対象とした自然科学的な年代測定法が向上し、木造建造物の部材の測定から文化財建造物の年代調査に種々の成果をあげている。年輪年代法は部材最外年輪層を誤差なしに特定できる測定法であるが、その対象樹種はスギ・ヒノキ・コウヤマキ・ヒバと限定され、測定には100年輪以上が必要である。年輪年代法の対象外資料に用いられる $^{14}\text{C}$ 年代法は、測定誤差の大きさから従来は先史時代の発掘遺物に多く用いられていたが、近年その高精度化が図られ、歴史時代の遺物調査や現存建築部材の年代調査にも適用されつつある<sup>1</sup>。飯香岡八幡宮本殿の測定部材として選択した部材はケヤキ材、スギ材、アカマツ材で、いずれも100年輪以内の木材で、現状での板目面を含む採取となるため、年輪年代法の対象外であることより、年代調査として $^{14}\text{C}$ 年代調査が選択された。

### 2. 放射性炭素（ $^{14}\text{C}$ ）年代法

$^{14}\text{C}$ 年代法は、大気中の $^{14}\text{C}$ を取り込んだ生命体の生命活動終了後、放射線による生物遺体の $^{14}\text{C}$ 濃度が次第に減少することを利用した年代測定法で、シカゴ大学のウィラード・リビー（Willard Frank Libby）らによって1949年に実証された。この研究によりリビー氏は1960年にノーベル化学賞を受けている。

2015-5-29  
平沢村人民の日記

表 1 飯香岡八幡宮本殿 試料データ

部材	部材名	番付	樹種	試料番号	測定番号	年輪位置 最外層を1年目とする	<sup>14</sup> C年代 (yrBP±1σ)	校正年代 (暦年)
飯香岡八幡宮本殿1	丸柱	に二柱	ケヤキ	CB11H-1-1	IAAA-140053	1-5年輪	550±20	1403-1438(95.4%)
				CB11H-1-3	IAAA-140054	56-60年輪	670±20	
				CB11H-1-4	IAAA-140055	81-85年輪	640±20	
飯香岡八幡宮本殿3	大斗	は二大斗	スギ	CB11H-3-1	IAAA-140056	1-5年輪	580±20	1411-1428(95.4%)
				CB11H-3-2	IAAA-140057	21-25年輪	620±20	
				CB11H-3-3	IAAA-140058	29-33年輪	640±20	
飯香岡八幡宮本殿4	飛檐垂木	背面側 南から 15本目	アカマツ	CB11H-4-1	IAAA-140059	1-5年輪	360±20	1543-1588(95.4%)
				CB11H-4-2	IAAA-140060	41-45年輪	340±20	
				CB11H-4-3	IAAA-140061	83-87年輪	420±20	
飯香岡八幡宮本殿5	地垂木	正面側 南から 40本目	スギ	CB11H-5-1	IAAA-140062	1-5年輪	380±20	1548-1602(83.2%) 1607-1626(11.1%)
				CB11H-5-2	IAAA-140063	41-45年輪	340±20	
				CB11H-5-3	IAAA-140064	76-80年輪	390±20	

飯香岡八幡宮本殿1 (CB11H-1)

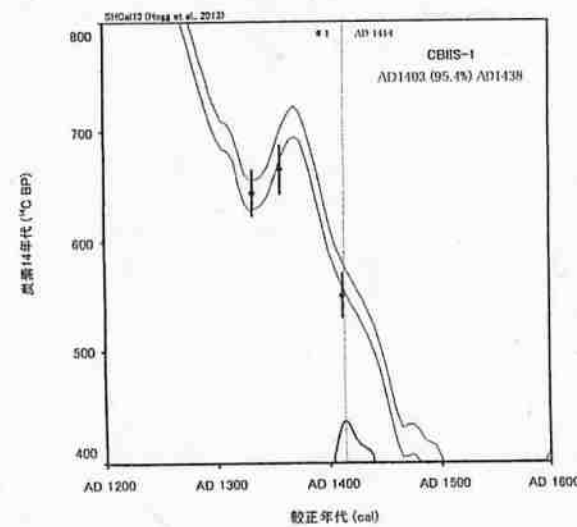


図 1 本殿1 解析と資料写真

本殿1は本殿内陣と向拝境の丸柱で、総年輪数91のノタ付きケヤキ材である。外から1-5年輪、56-60年輪、81-85年輪の各5年輪試料を採取し、<sup>14</sup>C測定を行った。

測定の結果得られた<sup>14</sup>C年代値を用い、SHCal13校正曲線によるウィグルマッチ法を用いた解析を行った結果、最外年輪層で1403~1438年(95.4%)となった。本殿1はノタ付のケヤキ材のため、得られた年代はほぼ伐採年に対応する。

## 2-2 ウィグルマッチ法

建築部材などの木材年輪に沿って複数の試料を測定し、得られた<sup>14</sup>C年代値を校正曲線と対比すると、一致するデータのパターンを満たす条件は極めて限られ、高精度に年代を決定できる。この手法をウィグルマッチ法という。本事例は、ウィグルマッチ法のための解析プログラムRHC<sup>4</sup>を用いた。本調査のような数十年間隔の年輪試料を用いた校正ソフトによる年代の計算値は、用いる基準データ(暦年校正データベース)や計算法で一桁台は変わりうるので、細かな数字の違いを議論することは意味がない。

樹木年輪の炭素14年代は大気中の炭素14濃度を反映しているが、北半球と南半球では大気中の交換が遅れるため値が若干異なる。南半球にはオーストラリア・タスマニア島やニュージーランド産などの樹木年輪に基づいたSHCalが提案され、2013年には過去2200年前までの年輪年代を用いて整備されたSHCal13が発表されている<sup>5</sup>。北半球にある日本では、炭素14年代は基本的にIntCalを用いて校正される。ところが、時期によって炭素14年代の挙動がSHCalに類似することが明らかになりつつある<sup>6</sup>。IntCalは北半球の高緯度地域に産する樹木年輪に基づいているが、中緯度に位置する日本列島周辺では北半球の大気に南半球からの大気が混入する時期があるものと思われる。

得られた暦年代は、それぞれの部材の現在残されている最外年輪層が形成された年代であり、建築部材の元の樹木の伐採年ではない。部材最外層年輪が木材のどの部分かによって伐採年との関係が求められる。

## 3. 試料採取および測定

2014年4月25日、重要文化財飯香岡八幡宮本殿の文化財修理工事現場において、中尾・坂本が、飯香岡八幡宮市川一夫宮司様お立会いの下安田工務店のご協力を得て、本殿内陣より本殿1丸柱、本殿小屋裏より本殿3大斗、本殿4飛檐垂木の3部材を選択し試料採取を行った。5月15日、本殿5地垂木の追加採取を行った。各部材3試料のウィグルマッチ用とした。

試料に付着した油分や煤などの有機溶剤洗浄・除去、一般的な年代測定試料の洗浄処理である酸・アルカリ・酸処理(AAA処理)、グラファイト化および加速器質量分析法(AMS)による炭素14年代値測定を一括して(株)加速器分析研究所に依頼し<sup>14</sup>C測定を行った。

測定により得られた結果を表1に示す。今回の結果はいずれの時期も、IntCalよりSHCalに近い挙動を示すことがわかり、ウィグルマッチ法ではSHCalに基づくこととした。

### 飯香岡八幡宮本殿 3 (CBIII-3)

本殿 3 は「は二」位置の大斗でスギ材である。大斗の角が年輪に沿って研られており、外周に近い部位の木取と思われた。木口面からの採取で、外から 1-5 年輪、21-25 年輪、29-33 年輪の各 5 年輪試料を採取し、<sup>14</sup>C 測定を行った。

測定の結果得られた <sup>14</sup>C 年代値を用い、SHCal13 較正曲線によるウィグルマッチ法を用いた解析を行った結果、最外年輪層で 1411~1428 年(95.4%)となった。本殿 3 は最外年輪の年代と伐採年はほど近い年代と考えられる。

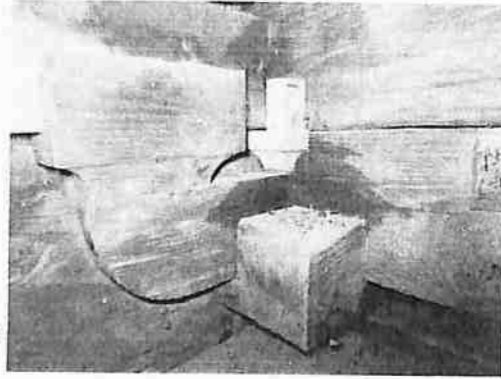
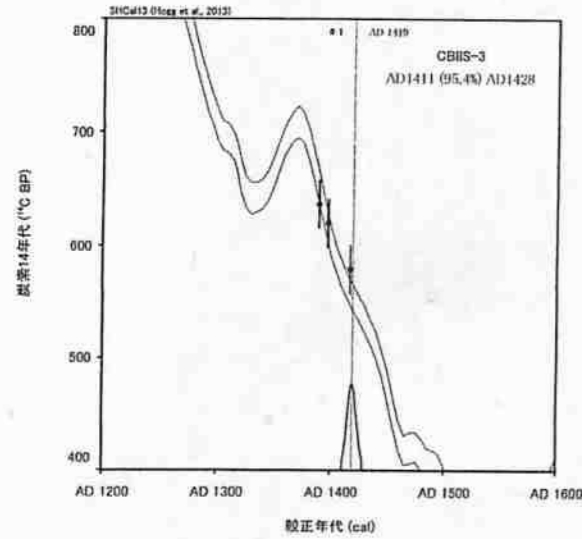


図 2 本殿 3 解析と資料写真

### 飯香岡八幡宮本殿 4 (CBIII-4)

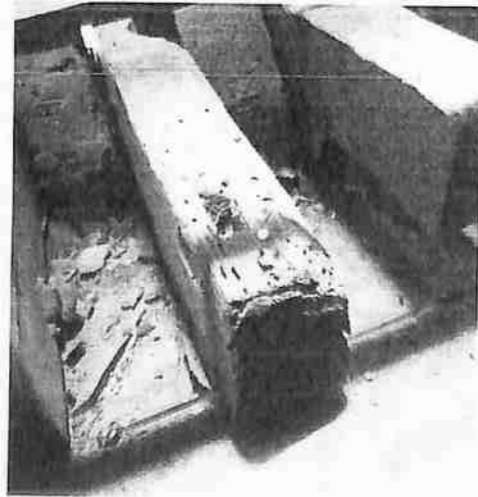
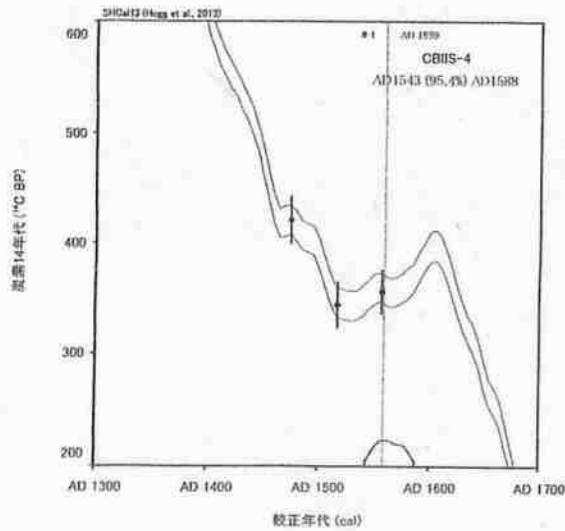


図 3 本殿 4 解析と資料写真

本殿 4 は東面南側の飛檐垂木で、角が年輪に沿って研られたアカマツの芯去り材である。辺材は確認できなかった。総年輪数は 87 で平均年輪幅は 0.3mm 程度。外から 1-5 年輪、41-45 年輪、83-87 年輪の各 5 年輪試料を採取し、<sup>14</sup>C 測定を行った。

得られた <sup>14</sup>C 年代値を用い、SHCal13 較正曲線によるウィグルマッチ法を用いた解析を行った結果、最外年輪層で 1543~1588 年(95.4%)となった。外周に近い木取の可能性があり、その場合、得られた最外年輪の年代は伐採年に対応する可能性がある。

### 飯香岡八幡宮本殿 5 (CBIII-5)

本殿 5 は正面側の地垂木で、角が年輪に沿って研られた芯持ちのスギ材である。総年輪数は 80 年輪。外から 1-5 年輪、41-45 年輪、76-80 年輪の各 5 年輪試料を採取し、<sup>14</sup>C 測定を行った。

得られた <sup>14</sup>C 年代値を用い、SHCal13 較正曲線によるウィグルマッチ法を用いた解析を行った結果、最外年輪層で 1568~1602 年(83.2%)、1607~1626 年(11.1%)となった。外周に近い木取の可能性があり、その場合、得られた最外年輪の年代は伐採年に対応する可能性がある。

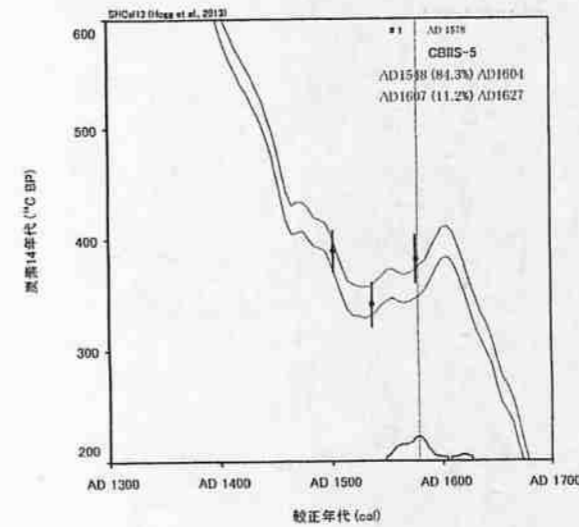


図 4 本殿 5 解析と資料写真

### 年代考察

飯香岡八幡宮本殿の <sup>14</sup>C 年代調査の結果、本殿 1 と本殿 3 は 15 世紀前期、本殿 4 と本殿 5 は 16 世紀後期の年代となった。本殿 1 丸柱と本殿 2 大斗が室町時代中期で、飯香岡八幡宮本殿建築当初の用材と推測される。一方、本殿 4 飛檐垂木と本殿 5 地垂木は慶長九年(1604)

の修理に用いられた用材と考えられる。今回年代調査を行った垂木はいずれも目の詰まった材であるが、慶長銘のある垂木材と共通する刃こぼれのあるチョウナ痕を持つことより、慶長材の可能性が指摘されていた<sup>7</sup>。年代調査の結果は、以上の建築史的観察を裏付ける結果となった。

<sup>14</sup>C年代調査の結果、重要文化財飯香岡八幡宮本殿は、丸柱と大斗が15世紀前期の室町時代中期に伐採された用材であり、飛檐垂木と地垂木が慶長九年修理に用いられた用材であることが判明した。

謝辞 飯香岡八幡宮 市川一夫宮司様に感謝申し上げます。

<sup>1</sup> 中尾七重、文化財建造物を対象にした放射性炭素年代測定の方法、文化女子大学紀要 服装学・造形学研究 第42集、2011.1、pp.39-49

<sup>2</sup> Reimer P. J. et al. 2013: IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0-50,000 Years Cal BP. Radiocarbon 55, pp.1869-1887.

<sup>3</sup> 木越邦彦、年代を測る、中公新書、中央公論社、1978

<sup>4</sup> 坂本稔、表計算ソフトによる炭素14年代較正プログラムRHCバージョン4、国立歴史民俗博物館研究報告176

<sup>5</sup> Hogg A. G. et al. 2013: SHCal13 Southern Hemisphere Calibration, 0-50,000 Years Cal BP. Radiocarbon 55, pp.1889-1903.

<sup>6</sup> 尾寄ほか、紀元前3から紀元4世紀の日本産樹木年輪に記録された炭素14濃度、日本地球化学会2011年会、2011年9月14～16日、北海道大学

<sup>7</sup> 安田徹也氏のご教示による