

奈良平城宮大極殿



三州地域で開発された
葺替え用古色再現いぶし瓦

平成27年8月20日（木）

あいち産業科学技術総合センター

共同研究支援部 計測分析室

担当 中尾、福岡、西村、加藤

ダイヤルイン 0561-76-8315

常滑窯業技術センター 三河窯業試験場

担当 星、三輪

電話 0566-41-0410

愛知県産業労働部産業科学技術課

管理・調整グループ

担当 加藤、山田、杉山

内線 3389、3388

ダイヤルイン 052-954-6347

シンクロトン光で「平城宮の古代いぶし瓦」と 「三州地域の古色再現いぶし瓦」を分析 ～9月2日（水）に成果普及講演会で詳細を発表します～

あいち産業科学技術総合センターと三州地域の瓦メーカーは共同で、重要文化財等の古代いぶし瓦^{*1}（黒色）の葺替えニーズに対応するため、現代のいぶし瓦（銀色）を工夫して古色化（黒色化）する製造方法の研究開発を進めてきました。

葺替えに用いる瓦は、古代いぶし瓦と色調が同じ（黒色）であり、経年変化により変色していくことが求められますが、色調や変色の重要な要因は、瓦表面の炭素膜構造と考えられてきました。

そこで、当センターは独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所（以下、奈文研）との連携研究協定（平成26年12月15日締結）に基づき資料提供された平城宮^{*2}古代いぶし瓦と三州で開発した古色再現いぶし瓦（黒色）との炭素膜構造の比較を、あいちシンクロトン光センター^{*3}の最先端の分析装置を用いて実施しました。

その結果、開発した古色再現いぶし瓦は、古代いぶし瓦と同様な炭素膜構造が確認され、黒い色調や経年変化による変色の要因を分析することができました。

この研究成果について、9月2日（水）に成果普及講演会を開催して発表します。参加費は無料です。多くの皆様のご参加をお待ちしております。

1 成果報告会（別添チラシ参照）

研究成果の詳細を発表するとともに製品開発や品質管理へのシンクロトン光や高度計測機器の活用について解説します。

- (1) 行事名：成果普及講演会「平城宮瓦の古色再現に向けて」
- (2) 日時：平成27年9月2日(水) 午後1時30分から午後4時15分まで
- (3) 場所：あいち産業科学技術総合センター 常滑窯業技術センター
三河窯業試験場本館 2階 講堂
(愛知県碧南市六軒町2-15 電話：0566-41-0410)
- (4) 主催：あいち産業科学技術総合センター
- (5) 共催：公益財団法人科学技術交流財団
- (6) 内容：

- ・「飛鳥、天平の^{いらか}甕」

講師：独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所 主任研究員 ^{いまいこうき} 今井晃樹 氏

- ・「熱処理による古色再現瓦の色調」

担当：あいちシンクロトン光センター 技術研究員 ^{むらせはるき} 村瀬晴紀

- ・「古色再現いぶし瓦の先端分析」

担当：あいち産業科学技術総合センター 共同研究支援部 主任 ^{ふくおかおさむ} 福岡 修

- ・「あいちSRの紹介」

担当：あいちシンクロトン光センター 共用促進リエゾン ^{わたなべよしお} 渡辺義夫

(7) 参加費：無料

(8) 定員：60名（先着順）

(9) 申込方法：

参加申込書に必要事項を記入の上、FAX、郵送または電子メールでお申込みください。申込書はあいち産業科学技術総合センターのホームページ(<http://www.aichi-inst.jp/>)からダウンロードできます。

技術開発に取り組む企業の方々をはじめ、どなたでも自由に参加できます。

(10) 申込期限：

平成27年8月31日（月）（必着）

※定員に達し次第締め切ります。参加受付証は発行しません。お申込みの上、直接会場にお越し下さい。なお、定員超過の場合のみ連絡させていただきます。

(11) 申込先及び問い合わせ先：

常滑窯業技術センター 三河窯業試験場 （星、三輪）

〒447-0861 愛知県碧南市六軒町 2-15

電話：0566-41-0410 FAX：0566-43-2021

メール：tokoname@aichi-inst.jp

2 関係企業及び機関

- ・古色再現いぶし瓦を共同開発した三州地域の瓦メーカー：

株式会社白鳳瓦（愛知県碧南市浜尾町 2 丁目 31）

担当：^{すぎうらたつお} 杉浦達雄 電話：0566-42-9101

- ・本研究で分析した平城宮古代いぶし瓦の所有機関（連携研究協定先）：

独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所（奈良県奈良市佐紀町 247 番 1）

担当：今井晃樹 電話：0742-30-6835

- ・シンクロトン光分析を実施した機関：

あいちシンクロトン光センター（愛知県瀬戸市南山口町 250-3）

担当：村瀬晴紀 電話：0561-76-8331

- ・本研究実施機関
あいち産業科学技術総合センター（愛知県豊田市八草町秋合 1267-1）
担当：福岡修 電話：0561-76-8315

3 背景

表面に炭素膜が付与されているいぶし瓦は、その重厚な外観のみでなく、耐久性も高く、古来より寺院などに用いられてきました。古代のいぶし瓦は黒色のものが多く、文化財の改修工事に向けて、現代の銀色いぶし瓦で葺き替えてしまうと外観が大きく変わってしまうという課題があり、近年、黒みを帯びた古色再現いぶし瓦への需要が高まっています。

いぶし瓦の古色化については、これまで様々な工法が検討され、黒みを帯びたものはいくつか開発されましたが、色調や経年変化による変色の要因として、表面の状態を詳細に調べる必要がありました。しかし、従来技術では、成分分析によって瓦表面に炭素膜があることは確認できましたが、炭素膜の構造に関する情報を得る事はできませんでした（表1）。

そこで本研究では、奈文研所有の平城宮古代いぶし瓦などを用いて、シンクロトロン光による炭素膜の構造の分析を行いました。

表1 シンクロトロン光により分析が可能となる内容

分析技術 分析内容	シンクロトロン光 (X線吸収微細構造分析法 ^{*4})	従来の分析技術 (蛍光X線分析)
いぶし瓦表面が炭素膜であること（成分）	○	○
炭素の並び方	○	×

4 シンクロトロン光による分析の概略（詳細は講演会で発表）

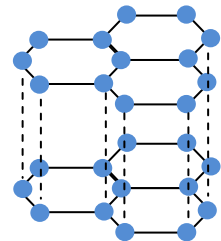
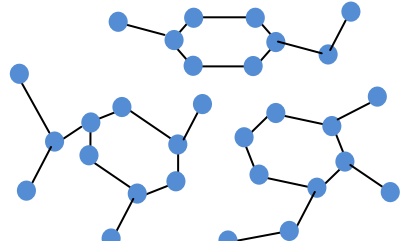
炭素は、黒鉛やダイヤモンドの様に、炭素同士の結合の仕方によって色や性質が大きく変化する材料です。本研究ではシンクロトロン光を用いたX線吸収微細構造分析法^{*4}により、銀色の現代いぶし瓦、黒色の古代いぶし瓦、三州地域の瓦メーカーで開発した黒色の古色再現いぶし瓦の炭素膜構造について分析を行いました。

分析の結果、表2のように炭素膜構造のモデルを想定することができました。

現代のいぶし瓦は炭素原子が規則的に配列し、光が反射されることによって、鏡の様に銀色になると考えられます。

一方、古代いぶし瓦は炭素原子がランダムに分布していることが分かりました。ランダムに分布することにより、光を反射できず、黒色化すると考えられます。古色再現いぶし瓦の分析結果についても、この古代いぶし瓦の結果と同様な結果が得られ、古代いぶし瓦と同じ炭素膜構造となっていることが分かりました。

表2 本研究結果によるいぶし瓦の炭素膜構造モデル

種類	現代いぶし瓦	古代いぶし瓦	古色再現いぶし瓦
色	銀色	黒色	黒色
時代	現代	奈良時代（推定）	現代
シンクロトロン光分析結果	炭素が規則的に配列 →光を反射し銀色に見える	炭素がランダムに分布 →光を反射できず黒色に見える	
炭素構造モデル	 ●炭素原子  ●炭素原子		

【用語説明】

*1 古代いぶし瓦

いぶし瓦は、素地を焼成後、燻化の過程を経て瓦表面に炭素膜を付与したものである。現代の一般的ないぶし瓦は銀色であるのに対し、重要文化財等に葺かれている古代のいぶし瓦は黒色のものが多い。近年、文化財の大幅修復工事に伴い、黒色瓦の色みに似た古色再現いぶし瓦へのニーズが高まっている。

*2 平城宮

710年（和銅3）平城京の北部中央に、東西約1.3キロ、南北約1キロの地を占めて営まれた平城京の宮城。1998年（平成10年）12月、「古都奈良の文化財」として東大寺などと共に世界遺産に登録された。

*3 あいちシンクロトロン光センター

（公財）科学技術交流財団が運営する、ナノレベルの研究開発を支援する最先端の計測分析施設。平成25年3月に「知の拠点あいち」にオープンした。愛称：Aichi SR。産業利用を主目的としており、あいち産業科学技術総合センターが備える高度計測分析機器との相互利用を図ることにより、地域企業の技術的な課題解決を支援する。

なお、シンクロトロン光とは、ほぼ光速で直進する電子が電磁石によって進行方向を変えられた際に発生する電磁波。非常に明るく（通常の計測装置で用いる電磁波の千倍から百万倍）、1台の装置でマイクロ波、赤外、可視、紫外からX線まで連続した波長の光を出すことができる。この光を利用して様々な計測・分析を行う。

*4 X線吸収微細構造分析法

X線を試料に照射し、各エネルギーでのX線吸収量を測定することによって、試料中の各元素の化学的な状態や構造を分析する手法。シンクロトロン光はX線を含め幅広いエネルギーを持つ強い光であるため、様々な元素を分析することが可能である。