

Title	有形文化財への科学技術の利活用(基礎的研究の社会的意味(1),一般講演,第22回年次学術大会)
Author(s)	山本, 桂香
Citation	年次学術大会講演要旨集, 22: 871-874
Issue Date	2007-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7415
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

有形文化財への科学技術の利活用

○山本桂香（東京大学大学院）

1. はじめに

文化財は、人類が太古から創出してきた過去の社会構造の変遷を今日に伝え、現代、さらには未来の文化的な社会を創るための人類共有の財産である。永い年月を経ながら自然条件を含むあらゆる要因の影響を受け、現在まで受け継がれてきたものである。しかも、一度失うと再び取り戻すことができない貴重なものである。その遺産を保存し、後世に伝えていくことは現代の人類の責務とも言える。

ここでは、有形文化財を中心に、今後の文化財の保存修復に関して科学技術を活かしていく方向性について探っていく。有形文化財の保存修復技術については、現在、現物保存のために、文化財そのものの保存環境を良好な状態に維持することによって劣化を抑制するための技術と、デジタルアーカイブ等のIT技術によるデータベースとして保存する技術の二つの方向がある。

2. 有形文化財の劣化要因

有形文化財の保存対策の中心となる考え方は、保存環境を良好な状態に維持することによって劣化を抑制することである。地球上のあらゆる物質は、それを取り巻く環境に呼応しつつ分解し変化する。したがって、有形文化財の保存対策は、水、空気、光、温度、湿度、空気中の汚染物質、あるいは害虫、カビなどの影響をいかに防除するかである。さらに、オゾン、炭酸ガス、窒素酸化物、硫黄酸化物、そして煤塵などに対してもいかに対応するかである⁽¹⁾。特に、石造文化財や社寺建造物など屋外にある文化財は、自然環境の変化により石材の風化や木材・塗装の劣化が起こりやすく、保存する上では厳しい条件下にある。

有形文化財に影響を及ぼす劣化要因を表1にまとめた。劣化要因によって惹き起こされる被害の大きさや事象の発生確率を考え劣化要因の危険度を評価し、優先順位をつけて対策を立てていく必要がある。

<表1:有形文化財に影響を及ぼす劣化要因> (1,2)

文化財の種類	主な劣化要因	主な環境因子									
		温度・湿度・水分		光	大気汚染			室内汚染			カビ・害虫
		温度	湿度	水分	硫黄酸化物	窒素酸化物	塩化物	有機酸(乳酸・酢酸・脂肪酸など)	アルデヒド類(ホルムアルデヒドなど)	アルカリ性物質	カビ・害虫(シロアリなど)
石造文化財	石材(石及び類似材料)自体の内部応力、外部的な風化(塩類結晶化破壊)、大気汚染、凍結劣化、高等植物(木、草)の根による石材の破壊、海苔や藻類や地衣類の繁殖、土壌微生物、動物の糞		◎		○						◎
金属文化財	土壌は錆の進行、物理的・構造的な欠陥等による損傷、屋外展示のブロンズ像等は、酸性雨などの影響で錆の発生		◎		○	○	○	○			
木造文化財	屋外の木造建築物や博物館・美術館収蔵の小型文化財は害虫の生息や繁殖		◎								◎ ◎
日本画・版画	光、埃、振動、建物内湿度、水被害と腐蝕も水・カビに起因		◎	◎	○	○	○	◎	◎	○	◎ ◎
油彩画	経年変化や原作の材料の性質に起因	○	◎	○	○			◎	○	○	◎ ◎
染織品	床の織物の繊維は、アルカリや虫害に強、カビや酸に弱。染織品の繊維は、アルカリや虫害に弱、カビに強		◎	◎	◎	○	○	◎	◎		◎ ◎
紙(文書、書籍、図書)	紙は乾燥により破壊。生物的劣化は虫害とカビ。化学的劣化は酸性紙、物理的劣化は過乾燥、変色、損傷、汚染	○	◎	○	○	○	○	○			◎ ◎

◎影響大、○影響有

3. 有形文化財の調査及び保存修復技術

有形文化財の保存修復や調査研究に関する目的をまとめると大きく二つに分けられる。一つは、文化財としての学術的価値の評価とその確認である。つまり、材料・製作技法・製作年代などを確認し、解明することによって文化財としての評価を行う。それは同時に、関連分野の人類学・考古学・美術史学・建築史学などの研究を支援する情報を提供することにもなる。もう一つは、保存修復のための材料の調査や劣化機構の解明などである。劣化現象は文化財の種類や保存環境によって大きく異なる。例えば、博物館や美術館環境では、温度・湿度・光・空気などが主な要因となるが、遺跡などでは、地下水や気象変動が大きく関与する。こうした劣化要因に対する保存対策は、文化財保存の重要な研究課題である⁽³⁾。

3. 1 有形文化財の調査手法

科学的分析によって文化財がどのようにして作られたか、その構造や材料が判明する。例えば、蛍光X線分析法では元素組成を定性・定量的に示し、X線回折分析法では結晶成分が分析できる。以下、構造調査手法と材料分析手法に分けて述べる。

3. 1. 1 構造調査手法

有形文化財の構造調査は一般に、文化財を損なうことなく、赤外線、紫外線、X線などを用いて、文化財の不可視(肉眼ではわからない)画像を非接触で得る非破壊検査法が利用されている⁽⁴⁾。

仏像の内部構造や絵画の下絵の状態など、不可視部分を透視するには、赤外線・紫外線・X線・ γ 線などを利用する光学的方法が有効である。最近では、赤外線ビデオカメラが木簡や古文書などの不鮮明な墨書の判読や壁画や絵画の観察に利用されている⁽³⁾。

3. 1. 2 材料分析手法

文化財の材料分析では三つの目的を達成することができる。まず、使われている材料を特定することにより、同じ材料で修理することが可能となる。また、材料を知ることによって保存に適した環境(温度・湿度等)をつくり出すことができる。そして、文化財に使われている技術水準を知ることによって作品の価値の判断に資することもできる⁽⁵⁾。

文化財資料の材料を分析することは、保存修理の際に必要な基本的作業となる。文化財に使われた材料を特定する場合、例えば無機材料については蛍光X線分析装置などを用いて、有機材料については赤外吸収スペクトル分析法などを用いて分析を行う。これらにより、使われている様々な絵具の種類が特定できる。さらに、描かれた当時の色を推定し、同じ材料を用いた復元模写が可能となる。また、贋作か否かを鑑定する際にも利用されている。

3. 1. 3 技術調査手法の制約と課題

有形文化財を適切に保存していくためには、科学的分析が不可欠である。分析は、一般的な科学研究のために開発された方法及び機器によって行なわれ、基本的にはそのまま利用することが可能であるが、文化財の分析対象物の性質が一般的な材料と必ずしも一致しないので、文化財に対応した方法及び機器に改良することが必要な場合も多い。

分析の精度を高めるには、分析装置の改良や高性能化が不可欠であるが、文化財の市場は小さく、文化財の分析だけを目的とする装置の開発は困難である。さらに、文化財の分析には様々な制約があり、

先端的な装置や方法を文化財の分析に直ちに切り入れることは問題を生じやすく、期待される成果や取扱上の問題点を充分考慮してから導入することが必要である。また、先端的な装置は高価で操作に極めて専門的な知識が要求されることが多く、このような経済的・人的理由などで導入しにくいといった課題がある。

3. 2 有形文化財の保存修復技術

「保存」という言葉は「修復」も含む広い意味で使われることが多いが、もし両者を区別するならば、「保存」とは、文化財の周辺の環境を整備し文化財を長く残そうとすること、「修復」とは、傷んだところを直すなど文化財に直接手を加えて長く残そうとすること、と言える。

有形文化財の保存修復のための材料や修復技術の研究開発においては、日本古来の伝統的技術や材料を尊重しつつ、その足りないところを補うために新しい技術や科学的な材料を導入して修復を行っていくことが望ましいと考えられる。

3. 3 保存修復技術に関する今後の取組み

3. 3. 1 保存修復技術の研究開発

有形の文化財の保存は、性質に応じたきめ細かな対応が必要となる。例えば、美術工芸品に関しては、日常的な保存・管理を通じた保存の徹底が重要であるのに対し、建造物に関しては、中長期的な視野に立った計画的な保存・管理の推進が重要となる⁽⁶⁾。そのため、文化財の本物としての価値を守るという観点から、今後も、最新の科学技術を積極的に導入した研究開発を進めていくことが必要である。

3. 3. 2 教育プログラムの構築

文化財関連の学科や講座を持つ大学・大学院が徐々に増えつつある。こうした研究者たちを受容する組織の充実は必須である。そのため、博物館や美術館のみならず関係機関やこの分野に関連する業界全体において、例えば日本学術振興会の特別研究員に文化財保存のための枠を設けるなど、彼らが充分活動できるような支援が必要であろう。

特に、文化財関係の学科を持つ大学のほとんどが、文学部系か芸術学部系に位置付けられていることが

多い。そのため、前述した材料科学や分析学などの知識、最先端の装置や機器を扱う技術を取得するためには、学内のみならず、科学分析等のカリキュラムを持った他の大学と単位互換制度など連携した教育プログラムの構築も必要である。

3. 3. 3 有形文化財に携わる国際交流

国や地域、文化や宗教によって、文化財保護の考え方や保存修復の基準や規則が異なる微妙な問題がある。それぞれの国によって文化財資料の構造や材料が異なり、それを保存する哲学や技術もまた異なる。国際的なレベルではこうした視点の溝が存在することが現実である。文化財を通じた国際交流・国際協力は、文化の多様性についての深い共感のもと、諸外国との相互理解を増進するという観点に立って、進めていくことが必要である。

4. 文化財のデータベース化を支える情報技術

文化財は、発見された直後からそれまでの環境が変化することで劣化が加速する。劣化を遅らせることはできるが、それを完全に食い止めることは困難である。したがって、劣化していく文化財をある時点でメディア変換し、デジタルアーカイブ等IT技術によるデータベース化といった形での保存技術を推進していくことも重要である。デジタル化によって、経年劣化することなく資料の精度を保つことができ、次世代への継承や災害時の対応が可能となる。最近では、精密な三次元的形状分析や、地域、年代が異なる文化財の特徴比較を定量的に行うことができるようになり、文化財自身に関する学術的研究に大きく貢献することが可能となった。

4. 1 文化財のデジタルアーカイブ化

文化財デジタルアーカイブは、約 20 年前から構築されてきたが、入力(多機能高精度デジタル化技術)、蓄積(大容量記憶装置)、公開(高速ネットワーク)、などの発展に伴って、多種多様な文化財を対象にその範囲が広がってきている。

研究レベルでは、大仏など、より大型な三次元像を対象としたデジタル化技術の開発が世界各国で進められてきており、現在は、大仏殿や宮殿遺跡といった大規模な建築物を対象とした場合のデジタル化技

術の開発も進められつつある⁽⁷⁾。

4. 2 バーチャルリアリティ技術による保存・公開

バーチャルリアリティ(Virtual Reality)技術の特徴は、コンピューターが作り出す人工環境の中で、人がその環境に入り込んで自由に行動できる状態が作られるというものである。このバーチャルリアリティ技術を用いて、例えば、博物館などで体験的な展示が可能になり、また、インターネット上で公開することも可能となった。現在この技術は、諸外国でも盛んに取り組まれている。

4. 3 文化遺産オンライン構想

各地に点在する文化財を、ネットワーク化して国内外に文化財の総合的な情報を提供していくことには大きな価値がある。文化財に関する情報化の総合的な推進戦略を策定し、文化財の情報化を進める必要がある⁽⁸⁾として、2003 年4月から、文化庁と総務省は連携を図りつつ、ブロードバンド(高速大容量通信)を通じて、国や地方の有形・無形の文化財に関する情報(伝統芸能等の動画を含む)を公開する「文化遺産オンライン構想」*を推進している⁽⁹⁾。

4. 4 情報化技術に関する今後の取り組み

三次元の文化財のアーカイブを完成させるためには、今後も継続して研究開発を進めていくことが求められている。特に三次元デジタル化技術は、現状では他にビジネス展開が見込めないため、大学などの公的研究機関が継続的に行っていく必要があると考えられる。

特に、後世に残すに相応しいものにするためには、精度・規模面で、今後もさらなる向上が要求される。

5. 文化財に対する今後の方向性

文化財は、長い歴史を経て今日の我々の世代に伝えられてきた貴重な人類共有の財産である。文化財を保存していくことは、アイデンティティーを確認する手段の一つとして、自らの文化的な基盤を維持していくためにも重要である。

*国民の誰もがインターネットを活用し、多様な文化財に関する情報をいつでも容易に総覧できる環境を提供すると共に、世界に向けて日本の文化財を発信することを目指したもの

科学的な手法による保存・修復・活用方法の開発には、人文・社会科学から自然科学にわたる総合的な調査研究が必要となる。保存修復、技術移転、人材養成、公開のためのインフラ整備など、多岐にわたる文化財保存の課題を解決するためには、以下のような、より柔軟な対応が必要である⁽¹⁰⁾。

(1) 関係機関の連携

有形文化財の保存・修復に対する日本の組織の整備は、諸外国に比べて大きく後れをとっている。例えば、諸外国には数多くの博物館や美術館があるが、その多くの機関には保存科学関連の実験室が整備されており、保存修復のセクションが設けられ、保存修復の専門家がいる。日本の博物館等では、そういった保存科学・保存修理の組織や設備がほとんど整っていない。保存科学研究発展のためには、今後、従来の文化財関係者の枠を越えた組織・設備の充実が求められ、文化財関係者とは他分野の研究者・技術者との連携をさらに強化し、大学、文化財研究所、美術館・博物館などの文化財に関連する研究機関等が連携を図りながら、共同で調査・研究を進めていくことが必要である。

(2) 人文・社会科学と自然科学との分野融合の推進

有形文化財は、その文化的な価値を損なわないよう細心の注意を払いつつ、今後、情報通信技術を始めとする最先端の科学技術の様々な手法を用いて公開・活用されることが求められる。そのためには、文化財に係わる様々な分野の研究者・技術者が連携して、学問的枠組みにとらわれないネットワーク形成によって、自然科学と人文・社会科学、あるいは文化芸術と科学技術の融合した新たな科学技術を創成していくことが重要である。

まずは、自然科学系の研究者への文化財に対する理解を得る努力が必要である。

(3) 後継技術者の養成

修復は伝統的な技術・技法によるものであるため、現在、これらの技術の保存や後継者の育成が行われている。しかし、技術者・技能者の後継者確保自体が困難となっている。

不足している後継技術者の養成のためには、日本も欧米のような文化財の保存・修復を直接担う文化

財修復技術者に対し、「文化財修復士」といった資格制度について検討することも有効と考えられる。

(4) 国際的な技術協力

海外に渡った日本の文化財の修復について、日本は多くの国々に対して技術協力を行ってきた。今後も、国際的な視点から文化財の保存修復を支えるために、日本固有の文化財保存修復技術を核として、積極的に諸外国と技術協力を進めていくことが重要である。

参考文献

- (1) 馬淵久夫、杉下龍一郎、三輪嘉六、沢田正昭、三浦定俊(2003):「文化財科学の事典」朝倉書店
- (2) 三浦定俊、佐野千絵、木川りか(2004):「文化財保存環境学」朝倉書店
- (3) 京都造形芸術大学編(2002):「文化財のための保存科学入門」角川書店
- (4) 三浦定俊(2006):「光学的方法の歴史」文化財保存修復学会誌, 50
- (5) 文部科学省(2006):「平成17年度科学技術の振興に関する年次報告」(通称:平成18年版 科学技術白書)
http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa200601/index.htm
- (6) 文化審議会文化財分科会企画調査会(2001):「文化財の保存・活用の新たな展開－文化遺産を未来へ生かすために－」(審議の報告)
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/13/11/011115/mokuji.htm#mokuji
- (7) 松山隆司、池内克史(2006):「大型有形・無形文化財の高精度デジタル化ソフトウェアの開発 平成16年度・17年度成果報告書」文部科学省プロジェクト 知的資産のための技術基盤
<http://vision.kuee.kyoto-u.ac.jp/ICA/report/h17/>
- (8) 文化遺産情報化推進戦略会議(2003):「文化遺産情報化推進戦略 中間まとめ」
http://www.bunka.go.jp/1hogo/bunkaisanjiyouhoka_chukan.html
- (9) 文化庁 文化遺産オンラインページ:
<http://bunka.nii.ac.jp/Index.do>
- (10) 山本桂香(2006):「有形文化財における科学技術の活用」科学技術動向 No.69 文部科学省科学技術政策研究所