

退官記念講演 (昭和 44 年 3 月 26 日)

UDC 7.025: 008

# 科学技術と文化財

Science, Technology and Cultural Property

関野 克\*

Masaru SEKINO

文化財は、生産技術の結果の蓄積である複雑かつ巨大な世界から取り出され、人類社会のため価値の判定がなされ、人類の遺産として再び生産世界にフィードバックされます。文化財は過去からのメッセージを送り、生産技術史に凝集されるのです。科学技術の文化財との対応はその方法からみて、文化財自身の科学、文化財を資料としての科学技術史、文化財の保存と修復のための科学技術があります。

本日ここに、退官記念講演の機会を与えて下さった生研の皆様方に心からの御礼を申し上げるとともに、光栄に存ずる次第であります。さて講演の題目は「科学技術と文化財」を選び、私の半生の研究体験を中心として、御参考に供し、あわせて退官の記念といたしたい次第であります。

## 1. 人類の遺産としての文化財

当生産技術研究所にありましては、工学を生産現場で具体化するための中間試験とそれに伴う技術の組織化を主要な研究目標としており、国民と同時に人類の福祉と文化の向上に資するためであります。それは工業生産と呼ばれます。しかし生産技術は、手工業時代の過去の蓄積も含めて現在社会では、誠に多岐であり、極めて広範囲であります。しかも手仕事であれ、工場生産であれ、物が完成すると同時に技術は姿を消し、一定の期間使用され機能が止まると、その生産物は廃棄され自然の崩壊にゆだねられるか、又は、人工的に解体され破壊されます。どのようなものにも寿命があります。耐用年限とよばれています。しかし、その生産物の芸術的または歴史的、学術的の価値が認められ科学的研究を通じて価値が発見される場合は、耐用年限をこえ、保存され、活用され、そのために修理・復元も行なわれます。古くから芸術的作品について特にその傾向が強く扱われ、やがて近代になって産業革命に刺激され歴史的遺物や遺構、民俗資料に拡がり、現代では科学的資料にも及んで参りました。これらは文化財と呼ばれます。

文化財は、美術館、総合博物館、歴史博物館、科学博物館に収蔵され、保存活用されます。また、建造物や史跡はその処在する土地に保全され、それらの背景を形成している歴史的環境もまた保護され、かつ造成されます。これらの文化財は世界の国々でそれぞれの法的体系で保護してきましたが、戦後はユネスコが中心となって文化財保護に関する国際条約をつくり、勧告のいくつか

をしてきています。もはや文化財は一國、一民族の宝でなく、人類の遺産という考え方になってきました。すなわち「各国民が世界の文化に貢献しているのであるから、いかなる国民に属する文化財に対する損害も全人類の文化財遺産に対する損害を意味する」ということです。

また、現在の文明は、過去の文明に基礎づけられ、発展してきたもので、われわれ今日の生活環境もまたそうであります。このことは、未来への発展が今日の環境の中に発芽することを意味しています。われわれはこうした過去のそして現在の文化財を尊重し敬愛することによって、明日の糧とすることが必要です。文化財は過去の世界から今日のわれわれに伝える「通信」として、過去の人々と交信することができます。また国を隔てた国々の国民の間で他の国の文化財を理解することは、国民相互理解に役立ち、それぞれ文化の形成によって力となります。文化財はこのように、それを製作した世代や国を超えて、今日のわれわれに語りかけているのであって、その中で、無限の泉を、われわれはくみ上げる自由を保持しているのであります。

これを要するに、このことは生産技術の結果の蓄積である複雑かつ巨大な世界から取り出されて、人類社会のための価値の判定がなされ、文化財としてそれが生産世界に再びフィードバックされるということでもあります。文化財を過去からのメッセージというのはこのことを意味しており、これはすなわち生産技術史の姿でもあります。

## 2. 文化財の種類

文化財という言葉は、第二次大戦後、わが国でも、国際間でも広く使用されるようになりました。その内容や定義はいろいろありますが、日本の場合文化財保護法では、有形文化財、無形文化財、民俗資料、記念物の4つの範疇を設けております。一般に識られている重要文化財や国宝は有形文化財で、建造物、美術工芸品、書籍等が含まれており、芸術的価値または歴史的価値のあるものです。無形文化財は、いわゆる人間国宝と呼ばれてい

\*東京国立文化財研究所長

東京大学名誉教授、元東京大学生産技術研究所 第5部

ますが、その中に芸能すなわち演劇・音楽と工芸技術の両者があります。芸能はここでは除いて、工芸技術には木工、金工、漆工、陶工、染織、刀剣、製紙等があり、これらは生産技術そのものであります。民俗資料は、衣食住を中心とした庶民の生活の理解に不可欠の資料で、その中に原始的生産の標本をみいだせます。

日本の法律では、史跡・名勝・天然記念物を総称して記念物とよんでいます。これらはすべて土地の広がりをもって固定され環境を形成している点が重要です。西洋でいうモニュメントは土地の上の建造物も含めての呼び名です。しかし日本の場合、建造物はむしろ、美術品として取り扱われています。史跡には貝塚・古墳・都城跡・城跡その他の遺跡があり、名勝の中には、庭園や橋梁のように人工的のものも含まれています。また埋蔵文化財は、土地を発掘して埋蔵物である文化財をいいます。要するに大切なことは、文化財はただ移動できる動産ばかりでなく、土地に定着した環境と一体的な不動産である文化財のあることの認識であり、地下の埋蔵物もまた含まれております。したがって、生産の結果である総生産物の蓄積は土地を離れて考えることはできず、生産技術者の関心事でもなければならぬのであります。

「武力紛争の際の文化財の保護のための条約」の文化財の定義では、第1に建築上、芸術上又は歴史上記念すべきもの、考古学的遺跡ばかりでなく全体として歴史的または芸術的に意義のある建物群、美術品、芸術的、歴史的または考古学的に意義のある書籍・書跡その他の物件に加えて、科学的収集、書籍もしくは記録の重要な収集、または前掲の財の複製品の重要な収集。第2に博物館、図書館、記録保管所その他の建造物で文化財を保有しまたは展示することを目的としているもの、武力紛争時のための文化財の避難施設。第3に以上の文化財が多数存在する集中地区となっています。特に文化財集中地

区は最近では歴史的センターとも呼ばれ、近代的再開発のため破壊される機会が増大したことに留意して、保存と再生が目下の研究課題となっており、文化財の集合蓄積に関して如何に環境を保全し造りていくか、生産技術側からの問題の解決も要求されるにいたっています。

### 3. 文化財自身の科学

文化財そのものの研究は、歴史学、民俗学、考古学、美術史学、建築史学のきわめて重要な部分を占めております。これらの学問の方法の中核をなすものは、文献的研究、様式的研究であります。実証主義の立場から、自然科学的研究方法が、科学者の協力によってとられるようになりました。写真が大幅に利用されるようになり、測量が正確な図形記録を提供します。顕微鏡による微小の世界も、美術の研究に役立ちます。X線、 $\gamma$ 線の透視撮影、紫外線写真や赤外線写真も、彫刻や絵画に應用され、内部構造を明らかにすることができるようになりました。場合によっては材質の同定や厚さの測定にも利用されます。化学分析は微量分析の域を脱し、非破壊

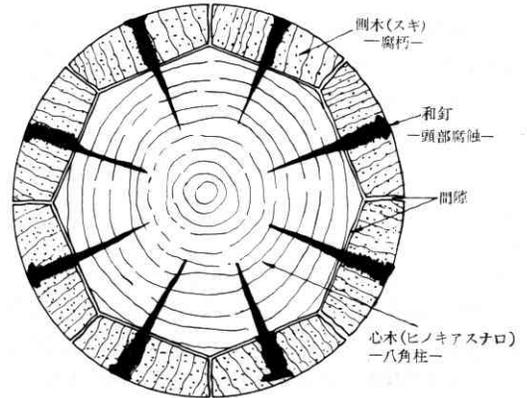


図2 金色堂内陣巻柱断面図

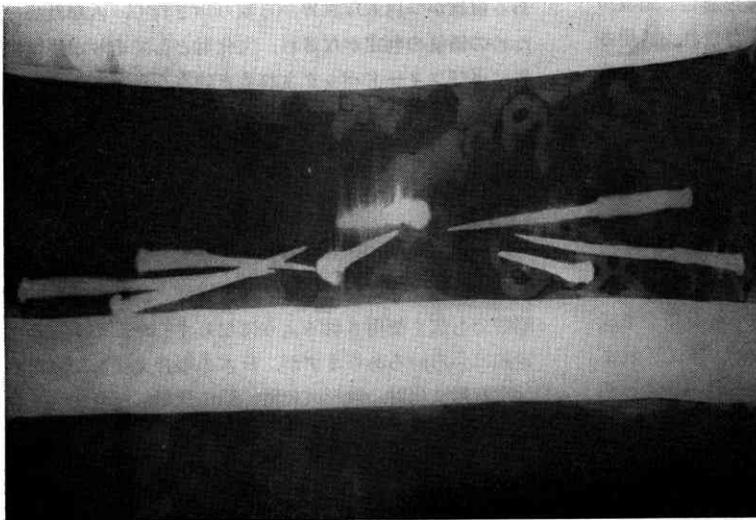


図1 金色堂内陣巻柱X線透視 (登石博士撮影)

分析が可能になり、文化財の材質研究は、急速に展開してまいりました。これらは美術品の真偽の鑑定にも役立つと考えられています。

一方、科学的な年代決定は、客観的資料として大切であります。史前時代はともかく歴史時代については、いまだ満足の結果を得るに至っておりません。年輪法、熱残留磁気の應用、カーボンデイトーピング(放射性炭素年代決定)、フィッシュトラック、サーモルミネッセンスの應用等があり、これらの方法は今日の段階ではなお不充分で、歴史に科学が負けている一面もあります。また一方、文化財の調査研究は文化財の

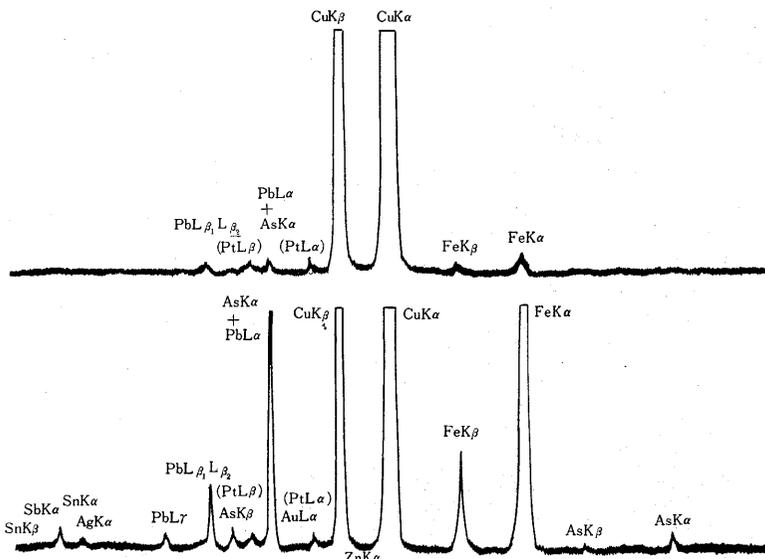


図3 蛍光X線分析による測定記録チャート

上：京都醍醐寺五重塔水煙つなぎ鍍(後補)，下：同第七九輪(創建当初)。両者測定条件は Pt. Target, 40 kV, 10 mA, full scale: 16000 counts (江本義理技官測定)

価値の判断の基礎的な要件であります。

#### 4. 文化財を資料としての科学技術史

立場を変えてみると、時代の証人である文化財は、科学史の最も正確な資料でもあります。この観点から、印刷、土木、建築、造船、造兵、農耕、採鉱冶金、製鉄、鋳金、鍛金、刀剣、時計等の技術史の直接資料はもちろんであります。絵画、彫刻、工芸、建築等を構成している各種素材の科学的研究の立場からは、文化財を最も貴重な資料源として、考えることができます。顔料の研究、染料の研究、鉄の研究、木工技術の研究、漆工の研究、織物の研究、製紙の研究等があり、更に文化財である古文書、書籍からは直接、天文、暦学、数学の研究、地図、測量の研究、医学の研究等々ができるのは申すまでもありません。文化財は科学技術史にとって根本的資料であるのでありまして、文化財をそのような観点から分類することも必要であります。またこのことはこれらの文化財の学術的価値を裏付けるゆえんともなります。私は村松助教とともに文化財の側から科学技術史にアプローチして「日本科学技術史」を編纂し、出版したことがありました。その経験からしまして、科学技術史の直接資料の多くをこれら文化財に依存することは、もちろんであります。より充実した内容を満たすためには個々の文化財の、根本的科学研究が先行する必要がある、この場合、片々とした文化財の破片であっても支障ないのであります。また一方、生産の結果でありかつ蓄積であり、それ自体が歴史である環境、すなわち都市の技術史は構成要素である個々の文化財の集合体であり、それらの個別的並びに総合的な研究が基盤となるのであ

ります。

このような観点から、科学技術史の研究を進めるにあたって、資料科学的立場から、個々の文化財の学問的解釈と文化財を構成している要素の分析的研究が前提となるのであります。換言すれば、科学技術史の方法として、文化財の科学的研究は、基礎研究として大切であると申し上げたいのであります。

#### 5. 文化財の保存と修復のための科学技術

文化財の保存と修復のための科学技術的研究は、保存科学と修復技術の二方面に分けられます。保存科学は文化財の化学的、物理的、生物学的研究であって、修復技術はそれらの応用科学ないし工学の分野に属す

るものであります。文化財の保存を考慮にいと文化財のおかれています環境——バウンダリコンディションが更に関係してきます。照明、温度、湿度から汚染空気の問題、被害、虫害の科学的な研究と保存に適正な条件を設定する技術的研究が登場してきます。文化財それ自体を構成している構造や物質それ自身は、自然的、人工的要因によって急激に破壊し、またはきわめて徐々に崩壊していきます。構造的には防災の研究が必要となります。崩壊そのものは、化学的、物理的に複雑な現象を呈示しています。それは一種の境界現象でありまして、ブロンズ一つ、石灰石一つの崩壊過程をとってみても、その解明は容易ではありません。

照明による色の変化、顔料の変色変質も他の環境条件も加わってデリケートの問題であります。博物館での適正な蛍光灯照明一つとり上げても十分研究に値するものであります。また湿度の調整は測定器に多くの問題をのこしています。いわゆる空調について、特に文化財を対象とした場合対人間以上の困難さがあります。

構造研究は、複数の素材や要素からなる文化財の構造を明らかにするため、X線、γ線等の応用によってあらかじめ調査を行ない、解体する過程で更に構造を具体化します。過去の技術の復原がこの解体調査を通じて行なうことができます。材質研究は、文化財の解体修理を通じて、最もよく実施できます。

復原技術、修理技術は過去の伝統技術によるのが、従来の行き方でした。漆器の修理には漆芸家が、絵画の修復には画家が指導してきています。木造建築の修理には宮大工が参加します。伝統技術者の制作過程の記録保存も大切だと思います。これら伝統技術者のいる時代ではそ

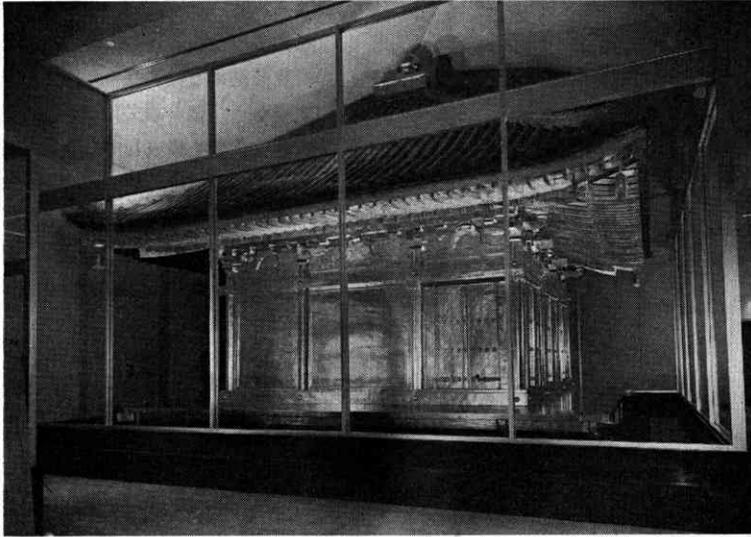


図4 保存と修復の完了した金色堂

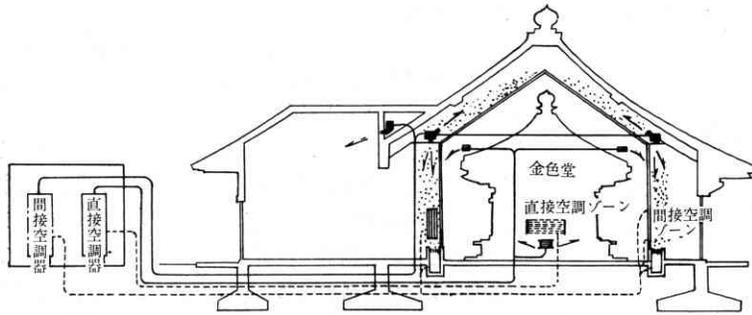


図5 金色堂空調略系統図 (鈴木二郎氏原図)

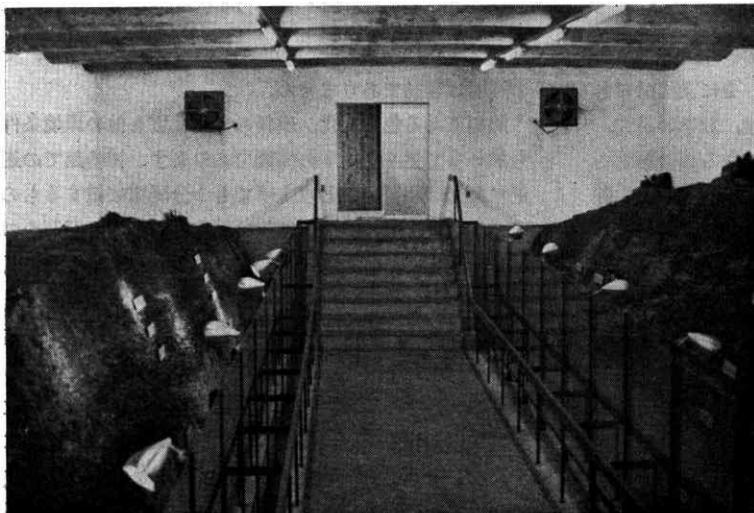


図6 千葉市加曾利貝塚の断面の保存

れでよいのですが、それらの人々がいなくなると、あとは全く科学的な修復を進めることになります。この場合基礎となるのは伝統技術の科学的復原でありまして、これはまた技術史の一面でもあります。

今日、合成樹脂の応用は文化財の保存と修復に重要な役割をはたしております。絵画の剝落止、木や石の部材の接着、人工木材または人工石材の充填仕上、その方法として減圧含浸、冷凍乾燥の方法も進歩したといえます。石窟や古墳の玄室の壁画の保存、考古学的遺跡の保存、特に土壌の保存は困難であり、未解決といつてよいと思います。

## 6. 日本における文化財の科学的研究の歴史

法隆寺壁画保存が、日本の文化財の科学的研究の発端となったことは興味深いことであります。岡倉天心という美術研究並びに教育の先覚者による要請からでありました。それは大正2年(1913)で、大英博物館の科学研究部が発足した1921年より8年早かったのであります。大正5年、文部省は法隆寺壁画保存法調査会を設け、大正9年に最終報告を取りまとめ、調査会は、解散しました。これが日本における文化財の保存と修復のための科学的研究の発端であります。

当時の記録によりますと、金堂内の照明、壁体の構造、破損状況、壁画の剝落状況、使用顔料の性質の調査、壁画の撮影、壁体の硬化、壁画使用顔料の固定の研究、壁画面の照度、金堂内部における塵埃の測定が行なわれました。今日考えてみても必要事項のほとんどすべてが網羅されています。

昭和8年(1933)法隆寺の昭和修理が発足しました。この年の7月7日に滝精一博士の提唱によって、古美術保存研究会が生まれ、まもなく古美術自然科学研究会として再組織されました。集まるもの、化学の松原行一、柴田雄次、物理学の中村清次、生物学の柴田桂大、建築学の内

田祥三の諸博士でありました。この研究会の当面の題目として、法隆寺金堂壁画と当麻曼荼羅の調査研究を2本の柱としたのであります。

第一の法隆寺壁画に関しては、昭和14年法隆寺壁画

保存調査会が、伊東忠太博士を委員長として発足しました。委員には、古美術自然科学研究会からの参加を得まして、第一部の建築は、内田博士が主査で、坂静雄博士が壁体の力学的調査、浜田稔博士が壁体の補強調査にあたり、第二部は理化学で、中村博士を主任とし、田中芳雄博士が応用化学担当で桜井高景博士を伴って参加し、合成樹脂による壁画の硬化と剝落止めの調査研究に従い、第三部は芸術関係で滝博士が当たり、まず壁画の模写を取り上げました。そして壁画の実物大写真が、整色並びに赤外線写真でとられ、また各壁毎に原色分解撮影がなされました。また模写についてこのとき画期的であったことは、関重広博士が当時としては海軍が潜水艦にしか用いていなかった蛍光灯を導入したことであって、昭和15年8月に点灯したといわれています。

第二の当麻曼荼羅については、昭和14年に植物学の大賀一郎博士も加わって、学術振興会からの補助で、実物大の整色並びに赤外線写真を撮影し、ついで翌年、長岡半太郎博士の勧めで、仁田勇博士の手で曼荼羅のX線写真がとられています。因みにこのころローマの中央修復研究所は1939年(昭和14年)に誕生しています。

第二次大戦後、柴田桂太および柴田雄次の両博士によって、昭和23年、文部省の学術研究会議特別委員会に関連して、古文化資料自然科学会が組織され、文化財の科学的研究が再開されることとなりました。参加者は、物理学者、化学者、植物学者、動物学者、薬学者、人類学者、考古学者、建築学者、美術史学者、医学者等多岐にわたりました。機関紙「古文化財之科学」の第一号は昭和26年1月発行されました。

一方、昭和13年頃美術研究所に科学研究部設置の議がありましたが、実現するに至りませんでした。しかし昭和22年、国立博物館保存修理課の中に、保存技術研究室が、大岡実課長のもとに設置され、昭和27年4月1日に東京国立文化財研究所の保存科学部に発展し、化学・物理・生物の3研究室をおきました。昭和37年4月1日から修理技術研究室が加えられ、わが国唯一の文化財の科学研究機関として今日に及んでおり、同研究部から機関雑誌として、「保存科学」が出版されています。

なお、古文化資料自然科学研究会は、昭和25年3月に、中尊寺金色堂藤原3代の遺体の科学調査を行っておりますし、一方法隆寺の工事事務所では、多年懸案であった金堂壁画の保存問題が、焼損絵画を取り外し、別途収蔵庫に固定保存することで、一挙に解決し、合成樹脂による処理が、昭和29年12月から昭和30年1月にわたって実施されました。実に岡倉天心が発意してから42年目であります。しかしこの間に、日本における文化財の科学的研究の基礎が固まったのであります。

## 7. 文化財保存修復の新領域

この20年間の文化財の調査研究や保存と修復に応用されました科学技術の発展は著しいものでありましたが、同時に新領域が開発されました。

法隆寺につづいての大修復工事でありました姫路城の特に高い石垣については岡本舜三教授、素屋根については田中尚教授、大天守については京大の棚橋諒博士にそれぞれ構造力学的調査研究をお願いしました。鎌倉の大仏の写真測量は丸安隆和教授によって、わが国として始めて文化財に実施され、コバルト60の同位元素によるγ線透視写真は東京国立文化財研究所の登石健三技官の手で撮影され、工学部の浜田稔教授の指導で、強化プラスチックの頸部補強や、免震構造が実施されるなど、鎌倉大仏の修理は科学的研究として一期を画したと申しても過言ではありません。日光大谷の石仏の写真測量も丸安教授が指導されましたし、日光本地堂の鳴竜の復原では、石井聖光助教授の模型実験で原理が明らかとなり、その復原に成功しました。また中尊寺金色堂は登石技官によって解体前のX線の透視撮影で、内陣の漆芸部材特に巻柱の構造を明らかとしました。解体の上復原された金色堂は、鉄筋コンクリート造の覆堂内のガラススクリーンの中に安置され、空気調和装置を設備しました。

平城宮跡の広大な発掘の結果、遺跡の一部の露出保存に鉄骨造の覆屋を建設し、千葉市の加曾利貝塚の貝層やその下部の住居址については鉄筋コンクリート造の覆屋

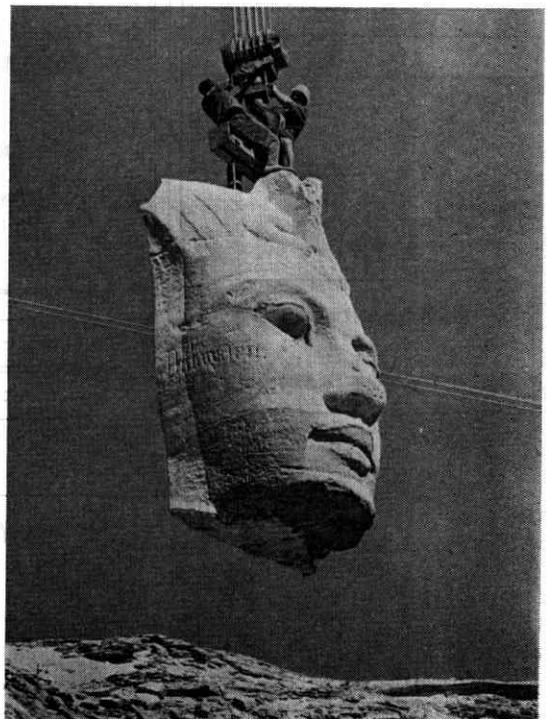


図7 アブ・シンベルの移築(ユネスコ・クーリエ写真)

を設けて、いずれも三木五三郎助教授の指導を得て、目下試験中であります。このような遺跡そのものの保存は未だ解決されていません。

平城宮跡出土の水漬けの「木簡」は、極めて多量出土しており、その科学的保存処理は、国立文化財研究所の東京と奈良とで研究中ですが、合成樹脂や冷凍真空乾燥

の応用で、実験的には成功しています。また石造物の修復にはその石造物と同質の石材の粉末とエポキシ樹脂の混合剤を有効に利用しています。

以上は一例を示したに留まりますが、要するに文化財の保存と修復については、オールマイティの知識が必要とされ、従ってスーパーマンとしての能力が要求されま

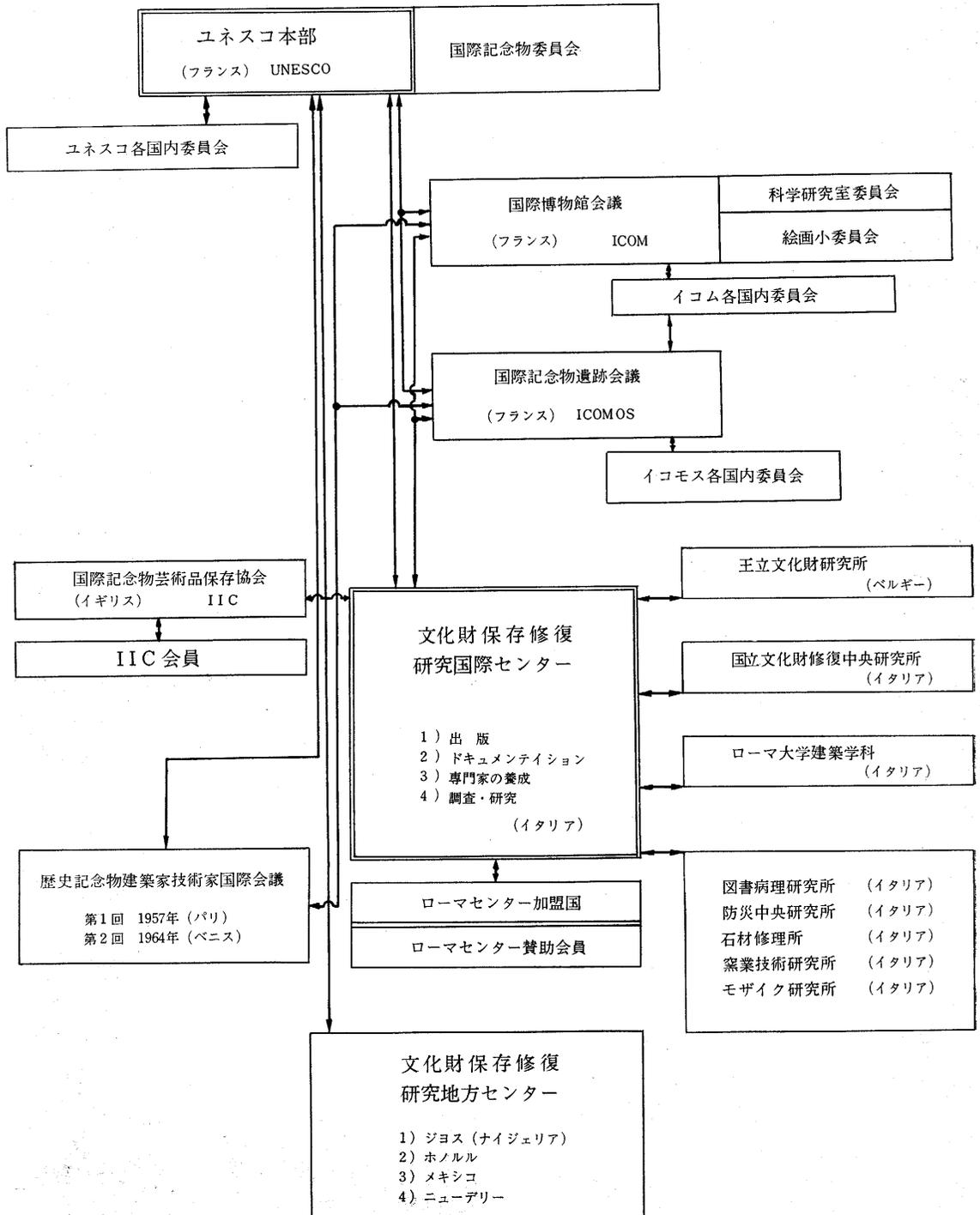


図 8 文化財の保存と修復の研究に関する国際協力図

す。したがって研究者の個人的能力の限界を知り、各方面の専門家の協力を期待しないわけにはいきません。

外国に例をとってみましょう。エジプトのアスワン新ダムの建設による広大な人工湖に水没する幾多の文化財の保存について、科学技術が総動員されました。その中でアブ・シンベル神殿の巨大な石窟が、7トンないし15トンの石塊に切断され、高い丘の上に再建されたことはご存じの通りであります。巨大プロジェクトの実例でありました。また一方フランスのラスコー洞窟の壁画の保存については、その完全保存を計るため、史前、地質、物理、微生物、環境衛生その他の専門家で構成された委員会を設け、特別な空調設備と炭酸ガス含有量制御装置が完成しました。その後2年間に10万名の見学者が訪れました。しかし1963年閉鎖しなければならぬ状態にたちいました。それは以上のような細心さと、近代設備をもってしたにもかかわらず、微生物が繁殖して群落を多数形成したその結果、壁画に生物化学的影響が懸念されたからでありました。

#### 8. 文化財の保存と修復の科学的研究についての国際協力

私は1956年ユネスコの国際記念物委員会の委員になりましたが、この委員会の建議もあって、ユネスコの第9回総会(1956)は文化財保存修復国際研究センター(ローマ・センター)の設立と規則を採択したので、1958年5カ国の加盟によってセンターは発効しました。ついでユネスコはその場所をイタリア政府との協議で、ローマに1959年5月1日に設置しました。加盟国は、50カ国余を数え、日本も一昨年末に加盟しました。事務局長は、大英博物館で研究部長をしていたハロルド・ブレンダリス博士であります。

その任務と事業は、

- (1) 文化財の保存および修復の科学的・技術的諸問題に関する記録文書の収集、研究、公報。
- (2) 諸団体または専門家に委嘱したり、国際会議、出版物、専門家の交換を通じてその領域における研究を調査、刺戟または開始すること。
- (3) 文化財の保存と修復に関し、一般的または特殊的事項について指導、勧告すること。

(4) 研究者、技術者の養成を援助し、修復の水準を向上させること。

と規定しています。既に出版物として、博物館科学研究室・修理アトリエ国際名鑑、各国壁画保存概観、博物館の気候学と保存、木彫虫害防除、文化財保存用合成樹脂、古器物及び美術品の保存、輸送中の美術品の空調調節、熱帯気候下の文化財の保存、石灰石の崩壊、壁画の保存技術、等があります。

一方、センターはローマ大学と協同して、修理建築家のための講座を開いたり、ブラッセル王立文化財研究所によって組織される文化財の保存と修復のための講習会に協力しています。また、奨学金を出して、研究者、技術者の養成を援助しています。

ローマ・センターの名鑑によりますと、世界における文化財の科学研究機関は、大小あわせて、38カ国、133カ所となっていますが、そのうちヨーロッパが85カ所、アメリカが30カ所、合計115カ所で80パーセントを占めていることからわかりますように、西洋の文化財に関してその業績は高く評価されると同時に、東洋の文化財については、日本のにう責任は重いことが知られます。

(1969年4月30日受理)

#### 文 献

- 岡本舜三・三木五三郎：「姫路城石垣の変状修復に関連して」生産研究 6-10, 1954.10.
- 関野 克：「文化財の保存科学」生産研究 10-8, 1958.8.
- 丸安隆和他3名：「写真測量を利用した三次元の精密測定」生産研究 12-6, 1960.6.
- 関野 克：「鎌倉大仏頸部の強化プラスチック(FRP)による耐震補強」生産研究 13-2, 1961.2.
- 矢島祐利・関野 克監修：「日本科学技術史」朝日新聞社編 1962.3.
- 関野 克・登石健三：「X線透視による金色堂の研究」建築学会論文報告 81, 1963.1.
- Takakazu MARUYASU, Taichi ŌSHIMA: 「Some Application of Photogrammetry to Precision Measurement of Sculptures」1964.3.
- 関野 克：「文化財保存科学研究概説」保存科学 1, 1964.3.
- 石井聖光・平野興彦：「本地堂の“鳴き竜”復元に関する研究」生産研究 7-4, 1965.4.
- 関野 克：「文化財の保存と修復のための科学的研究」月刊文化財 47, 1967.8.
- 関野 克：「金色堂の保存と修復についての科学的研究」建築雑誌 83-1000, 1968.8.