

話題

タイム・カプセル EXPO'70 の開封

児島 淳子、高野 みどり、大村 卓一  
 (株)松下テクニサーチ 技術部 〒570 守口市八雲中町 3-1-1  
 E-mail:atsuko@mtr.mei.co.jp  
 (2001年1月24日 受付)

1970年の万国博覧会を記念して2機が作製・埋設された「タイムカプセルEXPO'70」。その1号機は5000年後まで保存され、2号機は定期的な点検が行われる。埋設より30年目の2000年に第一回の点検が行われた。タイムカプセル事業の概要および開封・点検の時のエピソードを報告する。

Opening the Time Capsule EXPO'70

Atsuko Kojima, Midori Takano and Takuichi Ohmura  
 Matsushita Technoresearch, inc. 3-1-1, Yagumo-nakamachi, Moriguchi, Osaka 570  
 E-mail:atsuko@mtr.mei.co.jp  
 (Received: January 24, 2001)

Tow time capsules were made and buried in memory of the Osaka International Exhibition of 1970. It was decided that 1st one would be kept 5000 years and 2nd one would be inspected periodically. First inspection was carried out in 2000 or 30 years after embedment. We report the outline of the Time Capsule project and the episode in opening and inspecting the Time Capsule.

1. はじめに

西暦1970年、「人類の進歩と調和」をテーマとして日本万国博覧会が開催された。読者の中には千里丘陵の万博会場を訪れた方々もいらっしゃるだろう。「こんにちは、こんにちは～」というテーマソングを思い出す人もい

るかもしれない。暑い中、人気パビリオンに入るために何時間も並んだとか、「月の石」は思ったより小さかったとか、それぞれに思い出があることだろう。もっとも若い世代は「EXPO70?何、それ」という人も多いのだろうけれど。

その大阪万博を記念して、毎日新聞社と松

Table 1 Contents of the Time Capsule Expo'70  
 全収納品数 2,098 点

分類、収納品数	収納品例
自然科学分野: 科学技術の成果 742 点	磁石、超小型ラジオ、半導体素子、合成樹脂、フィルム、胃カメラ、抗生物質、肥料、入れ歯、頭髪、酵素、プルトニウム原子時計、植物(穀類や野菜、樹木など)の種子、被爆者の黒い爪、蚊、ハエ、「未来へおくる科学レポート」、宇宙食
社会分野: 1970 年当時の風俗や社会 686 点	貨幣、衣類、下駄、帽子、ハンドバック、免許証、パスポート、茶道具、戸籍謄本、家計簿、宝くじ、大学入試問題、「日本現代風俗絵巻」、第2次世界大戦記録映画、香典袋、お守り、エベレスト山頂の石、手錠、偽札
芸術分野: 美術や音楽、文学などの水準 592 点	日本の文学(古典、現代)、日本と世界の美術写真、伝統工芸品、国内外の子供の絵や作文、音楽テープ(邦楽、民謡、クラシック、流行歌など)、映画「表情 1970」
その他 72 点	

下電器産業株式会社の両社の共催により2個の「タイム・カプセル」が作製され、万博の翌年1971年1月に大阪城公園旧本丸跡に埋設された。最終的な開封は5000年後の6970年。「現代の文化を5000年先の未来に伝えよう」という気が遠くなるような、けれども熱い思いを込めて地中に眠るタイム・カプセル。一つは地中深くでその時を待ち、もう一つは定期的に引き上げて開封され、チェックを受けてまた地下へと戻っていく。西暦2000年はその第1回目のチェックの年にあたり、半年をかけて開封・点検事業が行われた。筆者の所属する(株)松下テクニサーチでも、実際の開封作業・材料分析を担当した。

## 2. タイム・カプセルの概要

タイム・カプセルに収納する物品は、赤堀四郎理化学研究所理事長(当時)を委員長とし漫画家の手塚治虫氏など32名からなる選定委員会により、国内外の知名人へのアンケート、一般からの公募などを基にして2098点が決定された。Table 1 にタイム・カプセル収納品の例を示す。当時の電器製品や服、植物の種子など、「いかにも」というものから「蚊・ハエ」(樹脂中に埋めてある)とか「偽札」とか、ちょっと意外なものまでが収納されている。埋設当時の記録書によると、選定段階では「現代最高頭脳の持ち主の精液」などという議論も出ていたようであり、結局技術的・倫理的問題から見送られたものの、5000年後に人工授精させて

子供を産ませるといふ考えそのものに抵抗を感じてしまうのはSF小説の読み過ぎだろうか? もっとも5000年後にはクローン技術が発達して、何年か前に大ヒットした映画のように「樹脂に埋まった蚊のDNAから再生して…」というようなこともあるのかもしれないが。

収納品は5000年後を目指し当時の技術を結集しての保存が考えられた。タイム・カプセル本体容器の材質は特殊ステンレス鋼(NTK-22AT)が用いられている。これはオーステナイト組織のみからなり、加工による $\alpha$ 相析出がない。また含有炭素量を極力少なくし、チタンを添加することにより長年の炭素拡散による結晶変態を防止しようとした合金である。カプセル本体成分を Table 2 に示す。これを特殊反転鑄造法により極力加工せず球状(つぼ型)に一体成型し、Ir<sup>192</sup> の $\gamma$ 線による欠陥検査を行った。ふたの密封については、樹脂パッキングでは炭素拡散による $\alpha$ 相の析出、金属パッキングも拡散による粒界腐食が考えられ、ま



Fig. 1 Time Capsule in the clean room

Table 2 Composition of the Time Capsule

	C	Si	P	S	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti	Fe
本体成分	0.02	0.3	0.01	0.01	1.5	22.0	20.0	2.06	1.1	0.12	残
		0.8	0.02	0.02	1.9	22.5	20.5	2.24	1.2	0.64	
目標値	<0.03	<1.5	—	—	<2.0	21	19	1.75	1.0	>0.30	残
						23	21	2.75	2.5		

(質量濃度: 単位%)

た、ボルト締めは応力腐食や弾性疲労が懸念されるため、電気溶接によって行われている。内ふたには排気・吸気用の管が設けられ、内部は一旦排気した後、アルゴンガス充填して密封されている。タイム・カプセル外観写真を Fig. 1 に示す。

埋設地点には最初万博会場であった千里丘陵が候補となった。ここは地質・地殻変動の点からも申し分なかったが、万博以降急激な都市開発が予想され、それによって近い将来にタイム・カプセルの眠りが妨げられることが懸念された。そこで、万博ゆかりの大阪にあり、大阪市の所有地でしかも文化庁の特別史跡に指定されているため無用の改変が許されない大阪城公園が次の候補地となった。地質学的には千里丘陵よりやや新しいが、大阪平野の中でも最も安定した地層とされており、ボーリングによる土質調査によっても良好であるこ

とが確認されたので、この地が埋設地点と定められた。埋設深さは、周囲温度の変化をできるだけ少なくするため、夏冬に関わらず17°C±1°Cの一定温度が期待される地中8~15mの深さに設定された。また埋設構造は、中空ではなく直接土中に埋設されるのに近い構造がとられた。この方が、地震や不測の事故による破損が起こった場合もカプセル本体にかかる衝撃が緩和されやすいからである。埋設構造図を Fig. 2 に示す。埋設管とカプセル本体の間には直接接触を防ぎ、ショックを緩和するために乾燥した精製けい砂が充填され、その外側のコンクリート保護体との間には防水効果を期待して良質のベントナイトが充填されている。コンクリート保護体は3層構造を持ち、継ぎ目には膨張セメントを詰めてできる限り水分の侵入を防いでいる。ただし、途中開封する2号機は埋設管までは同一であるが、コンクリート

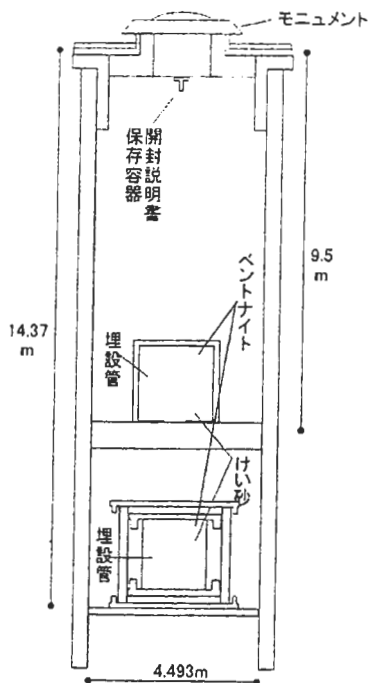


Fig. 2 Schematic diagram of buried Time Capsule

Table 3 Schedule of inspection

埋設年 1971年					埋設年 1971年
上部 カプセル (第2号機)	第1回 2000年	第11回 3000年	第21回 4000年	第31回 5000年	第41回 6000年
	第2回 2100年	第12回 3100年	第22回 4100年	第32回 5100年	第42回 6100年
	第3回 2200年	第13回 3200年	第23回 4200年	第33回 5200年	第43回 6200年
	第4回 2300年	第14回 3300年	第24回 4300年	第34回 5300年	第44回 6300年
	第5回 2400年	第15回 3400年	第25回 4400年	第35回 5400年	第45回 6400年
	第6回 2500年	第16回 3500年	第26回 4500年	第36回 5500年	第46回 6500年
	第7回 2600年	第17回 3600年	第27回 4600年	第37回 5600年	第47回 6600年
	第8回 2700年	第18回 3700年	第28回 4700年	第38回 5700年	第48回 6700年
	第9回 2800年	第19回 3800年	第29回 4800年	第39回 5800年	第49回 6800年
	第10回 2900年	第20回 3900年	第30回 4900年	第40回 5900年	第50回 6900年
最終回 6970年					開封年 6970年

保護体は簡易化されている。上下のタイム・カプセルはおのおの独立的に埋設され、それぞれのコンクリート保護体の周囲は、適当な粒度分布を持つ精製された砂で埋め戻された。埋設地点は記録書にも明記されているが、何らかの形で端的に示す必要もあるため、地上にはモニュメントが建設された。これは記念碑的な意味をもつと共にタイム・カプセル周囲の埋め戻し部分を覆うことにより雨水の直接的な侵入を防ぐ役割を担っている。

タイム・カプセルが文化遺産として遠い後世に伝えられるためには、国家による管理がもっとも適当であるという考えから、両主催者から文部省に寄贈され、大阪市に管理事務が委任された。2号機は Table 3 に示すスケジュールで、定期的に開封・点検される。こうして西暦2000年、タイム・カプセルEXPO'70は第一回の点検を迎えた。

### 3. タイム・カプセル引き上げから開封まで

タイム・カプセル2号機は2000年に第一回の点検を行う。1999年12月14日の安全祈願祭以来、発掘工事が進められ、2000年3月15日、万博開幕の記念日に合わせて引き上げられた。そして、守口市の松下電器本社技術部門へと移送され、用意されたクリーンルームの中へと無事設置された。

タイム・カプセルの中には、本当に様々な物が入っている。そのために、いろいろな障害が待ち受けていたのであった。まず、プルトニウム。これは5000年の時を刻むための時計として作られた。要するにプルトニウムの崩壊によって放射される $\alpha$ 線すなわちヘリウム原子核が、ヘリウムガスとして圧力を持ち針を動かすというなかなか画期的なアイディアなのである。密閉されているものであり、量も少ないのであるが、もちろん放射性物質なので、特に搬送する際には厳重に注意する必要があり、加え

て規制も大きい。搬入の許可が下りるまでの、安全性を証明する書類、搬送計画作り、所轄省庁への説明など、弊社〇取締役の苦労は並大抵のものではなかった。次に麻薬。現在の法律では「所持している」だけで罪になってしまう。これも麻薬取締官の立ち会いのもとカプセルを開封、即刻引き取りのうえ、再梱包まで預かっていただくことで何とかクリアできることになった。そして各種の微生物類。納豆菌や麹カビなどの有用菌以外にサルモネラ菌、枯草菌といった菌も入れられている。これに外に漏れてはならないものもあるので、すぐに大阪大学微生物研究所に持ち込み、検査をお願いすることとなった。

実際にカプセルの開封作業に携わったメンバーに聞くと、どこに何が入れてあるかの指示書がついているのだが、実際には違うところに入れられていて探し回ったり、これもなかなか一筋縄ではいかなかったようだ。

### 4. 表面分析

各種金属が収納されているので、その材料分析を行うことになった。本誌の読者なら当然、「30年経過して金属表面の酸化膜が厚くなっているか?」「汚染の度合は?」という興味を持つだろう。筆者もそうである。埋設当時の記録書には開封の仕方に加えて検査項目の指示の事項があり、本体の溶接部について「X線、電子線、顕微鏡によって合金組織の変化を検査する」とか、写真のフィルムや印画紙に「マイクロスポットがないか顕微鏡による検査を行う」とかいうものはあるのだが、表面状態に言及している項目はない。当然である。AESやXPSが市場に投入されるのは1970年代になってからのだから。

分析しても何も判らないのではあまり気合いが入らないが、今回のデータを初期データとしておこうということで、いくつかの金属表面を分

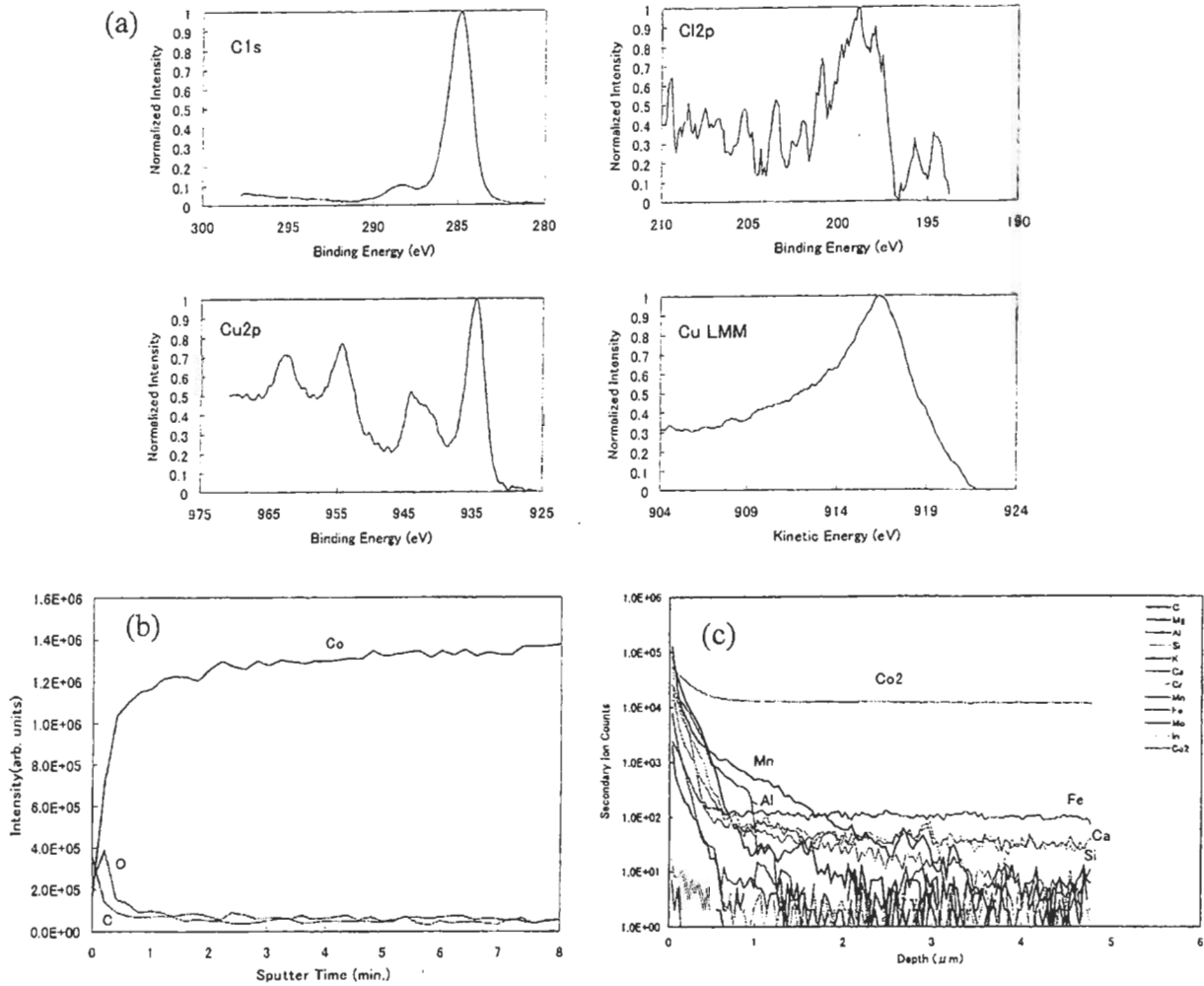


Fig. 3 Analysis of Metal Surface. (a)XPS spectra of Cu (b) AES and (c) SIMS depth profile of Co.

析した。例としてCu表面のXPS、Co表面のAES、SIMS分析結果を Fig. 3 に示す。Cuの表面は酸化物と水酸化物と炭酸塩が混在しており、Coの表面の酸化膜厚みは5nm以下、Mnがやや深く入っており、かなり汚染している。これらが100年後にどう変わるのか? 「きっとどれも生きていないからわからないよね」と、見届けられないのがちょっぴり残念な気分である。ハプニングもあった。分析中のAES担当のI技師から「これ、本当に珪素鋼板ですか?」という報告。「表面の主成分はFeでもSiでもなくてMgの酸化物なんですが…」と。記録書にはSi約3%、微量のセレン添加としか書かれていない。表面にコーティングがされているのだろうかとか、各方面に問い合わせをしたり、すったもんだの挙げ句、通常の製品でも再結晶時に

数μmの絶縁皮膜があるらしいという情報が入った。これについてはまだ完全には判明していない。鉄鋼関係の会社の皆様にはもしかすると常識なのかもしれない。是非ご教示いただきたいものである。

### 5. その他の点検結果

その他の主な点検結果を Table 4 に示す。有用菌はすべて生きており、麹カビからは日本酒も醸造された。とてもフルーティな味わいのお酒であった。レコードやテープレコーダーもちゃんと再生できたそうだ。プルトニウム時計は残念ながら表示が狂っていたらしい。安全性には問題なかったのだが…。

今から30年前のその時、日本は高度成長期に突入し、科学技術が人類の進歩を支える

Fig.4 Other results of inspection

(本体および環境)

周辺環境	最高最低温度計	正常に作動 最高温度19℃、最低温度14℃
	カプセル本体、及び埋設管腐食状況	再埋設上、問題となる個所は見当たらず
	オーガパイル、コンクリート防護壁	再埋設上、問題となる個所は見当たらず
	腐食状況	
	ベントナイト(埋設管の保護)	正常に機能し、埋設管等への水の進入を阻止
	カプセル(2号機)周辺土壌・雰囲気	放線菌、好気性細菌、糸状菌の生息を確認 菌数は少ない
	TC周辺部の土壌の成分分析	塩素系有機化合物等腐食成分は、存在せず
本体内部	カプセル本体容器内の雑菌の有無	黒カビの一種が、仮死状態で存在することを確認
	内箱容器 (SUS、フィルム、写真など)	Ar: 90N2: 10のガスと湿度45%に調湿されていた 微生物は存在しなかった
	本体内部充填気体 (アルゴンガス)	放射性物質存在せず その他、不純ガス成分検出できず

(収納品)

点検対象物	点検内容	点検結果
紬、緋、西陣織、縮等	経時変化の有無を調べる	経年変化は認められず
人間の歯、頭髮	不純物分析	象牙質にBaが多く存在、毛髪にPbが含有
サルモネラ菌、大腸菌、枯草菌	純粋培養	サルモネラ菌、大腸菌共に死滅 枯草菌は生存
グルタミン酸発酵菌	純粋培養	生存
麹菌、納豆菌	酒・納豆の製造	麹菌を株分け培養し、酒造メーカーにて醸造中
麹菌、納豆菌、アオカビ	純粋培養	生存率(それぞれ 30、18、52%)
とど松、杉、桧、赤松	播種試験による発芽率測定	発芽率(それぞれ 25、5、3、91%)
米、麦、大豆、とうもろこし、大根他	播種試験による発芽率測定	米…インディカ米のみ発芽。 その他…発芽率13.3~90%
竹、つめ、木	不純物分析・状態解析	竹/木にはBaが含有していた
人工ダイヤ、天然ダイヤ	不純物分析	人工ダイヤ: 少量のNiと微量のCr, Fe, Co, Mn含有。 天然ダイヤ: 微量の不純物元素が多種類含有。
記念メダル(Au, Ag, Cu)	不純物分析・表面酸化膜厚	金メダル: AgとNi含有。銀メダル: Cu含有。 銅メダル: 高純度
電気炊飯器	総合特性	経年変化は認められず。炊飯可能
超小型テープレコーダ	総合特性	試聴上問題なし
超小型テレビ	総合特性	操作性能上問題なし 音声で妨害音が少々発生
超小型ラジオ	総合特性	AM・FM放送、受信正常 音量、音質問題なし
被爆線量測定用熱蛍光素子	動作確認、30年の被爆量	蓄積線量: 28mSv(通常雰囲気レベルと同等)
記念100年カレンダー(微細食刻)	パターン観察(非接触、表面粗さ計による)	パターンの凹凸を計測。当時の技術レベルを把握。

ということを今より単純に信じる事ができた時代だったかもしれない。当時の頭髪からは現代人の頭髪より鉛が多く検出された。今よりも大気汚染がひどかったということなのだろう。そうして経済成長を遂げ、公害という「つけ」を支払い、バブルが発生し、そして崩壊した30年。100年後の第2回開封の時、人々はどのような思いでその200年を振り返るのだろうか？そし

て今回のデータはちゃんとリファレンスとなるだろうか？200年後は？そして5000年後は？この日進月歩の時代には、5000年後どころか50年後にその技術が生き続けているかどうかとも怪しいが、情報だけでもちゃんと伝えるためにはやっぱり標準化が大切だ…としみじみと思うのであった。