

Japan Waterproofing Technology Archives Center

# 防水アーカイブズ通信

2026 Jun. No.6



## 第3期定時総会開催報告

若い世代を巻き込み、建築文化を支えていくベースに  
早稲田大学・大河内教授が記念講演



一般社団法人防水アーカイブズ資料館は2025年11月10日午前10時から東京・中央区人形町の日本橋社会教育会館で第3期定時総会を開催、防水資料のデジタル化などアーカイブズ整備事業の推進、会員増強等の新年度事業計画を承認し設立4期目に向けてスタート、総会終了後は記念講演が行われました。以下、議事内容等、当日の様相を紹介します。

### 総会概要

1. 開催日時：2025年11月10日午前10時～午前10時30分
2. 開催場所：日本橋社会教育会館（東京都中央区）
3. 出席者数
  - (1) 議決権のある会員総数：88名
  - (2) 出席会員数：67名（当日出席32名、委任状出席35名）

挨拶・議案審議・閉会の挨拶の概要は次の通り。

定刻となり、森田喜晴理事が司会として開会を告げ、総会の成立を報告した後、挨拶に立った田中享二代表理事（館長）が「23年6月に当館を発足して2年半が過ぎ、ここまで順調に事業を進めることができた。当初は世界に類のない施設ということもあり手探り状態であったが、最近では活動も安定化してきたと感じている。また、徐々に認知もされてきており、当館が発行しているアーカイブズ通信が建築学会の図書館に収



蔵されることとなった。そのほか当館についての問い合わせ、見学の申込みなども私のもとに届くようになってきている。先日、当館設立メンバーで建築学会防水アーカイブズWGから共に作業を進めてきた清水市郎氏が亡くなられ、構成メンバーの高齢化にも直面している。若い人の力を取り入れながら世代交代を図っていければと思っている。アーカイブズは建築文化を支えるベースになっている。今後も共に力を合わせて活動を続けていきたい」と語った。

続いて行われた議案審議では、

- ①第3期事業報告承認の件
- ②第3期決算報告承認の件
- ③第4期事業計画(案)承認の件
- ④第4期収支予算計画(案)承認の件

などについて審議が行われ、すべて原案通り可決成立した。

第4期事業計画では、アーカイブズ作業として防水資料の収集整備、防水図書整備、アーカイブズデジタル化を進めるほか、広報活動として防水アーカイブズ通信の発行、防水アーカイブズ資料館ホームページの充実、建築学会活動支援として旭川・銚子・宮古島の暴露試験資料の保管、田中館長による「防水初学者対象講座」に加えて「中堅防水技術者のための防水講座」の配信などが盛り込まれた。



最後に石原沙織理事が閉会の挨拶として「昨年、閉会の挨拶で興石先生から『過去の資料を収集し、蓄積していくことに尽力してきたが、これからは今を保存していくことも大切だ』との話があった。今年は大阪・関西万博が開催され、私もいくつかのパビリオンを見学したが、食べ物や暮らし、過去の技術を振り返りながら未来を描くという展示がされており、アーカイブズの本質とはこうしたものではないかと感じた。我々の活動も過去と現在の情報を収集しているが、その積み重ねから未来が描けると良いので

はないか。当館が過去と未来をつなぐ架け橋になる。皆さんの力添えを頂きながら、共に歩みを進めていきたい」と述べた。

総会終了後には、同会場で早稲田大学創造理工学部環境資源工学科教授の大河内博氏により「プラスチック大気汚染の現状と健康・環境リスク」と題する記念講演が行われました。（進行役：興石直幸理事）



今回の講演は防水材料の多くが高分子系材料を原材料としていることから、マイクロプラスチックについて知識を深めるべきではないかとの田中館長の発案により企画され、興石理事より早稲田大学の大河内教授が適任とのことで講演の運びとなったものです。

（講演概要は4、5頁）

# プラスチック大気汚染の現状と健康・環境リスク

早稲田大学創造理工学部環境資源工学科 大気水源環境科学研究室 教授 大河内博氏

本稿は、昨年11月10日開催の当資料館第3期総会で行われた記念講演の内容を要約したものです。

講演では冒頭に大河内氏が自己紹介を兼ね、大気と水を中心とした地球表層における様々な物質の循環に関する研究を通し、大規模な汚染や環境破壊に至る前に「未病」を見つけ、それを防ぐこと、そのためにやっている富士山頂や海外を含めた様々な地点でのフィールド調査の結果などを紹介したいと述べ、本題に入りました。

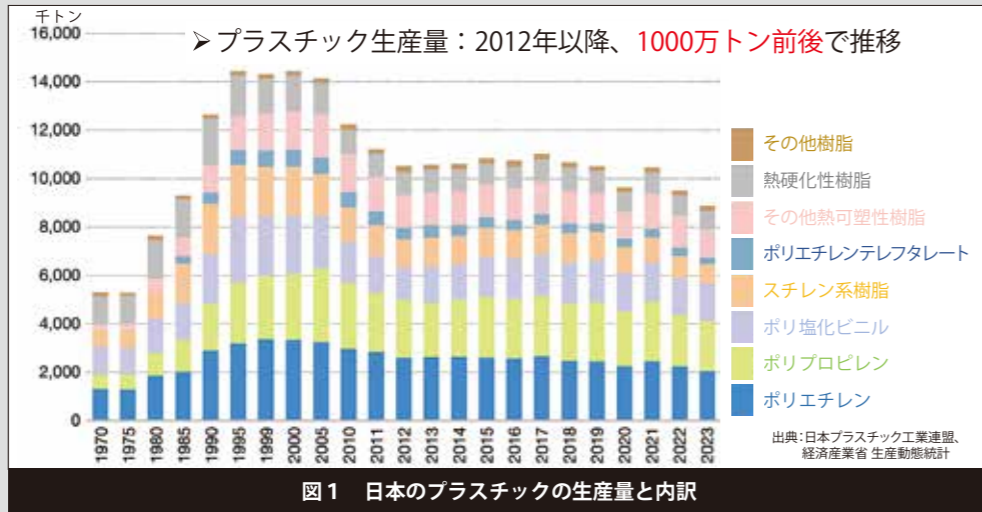


図1 日本のプラスチックの生産量と内訳

## プラスチックごみの現状

一般的に言われている数値。

- 1950年以降の全世界のプラスチック総廃棄量(累計)：約50億t(生産量の59%)
- 海洋プラスチックの総重量が魚の重量を超える時期：2050年頃
- 現在の年間海洋流出プラスチック量：全世界・約1000万t、日本・数万t

など

汎用プラスチックごみは海洋、河川、土壌、空気中に存在する。

日本の状況(図1)は2000年代まで増え続け、現在は横ばい。現在の廃棄量は約9割、その約9割がサーマルリサイクル(燃焼による熱エネルギー利用)も含めて有効利用されている。廃棄形態で圧倒的に多いのはPETボトルやポリ袋などの容器類。

世界の海洋流出量900万t/年に対し、陸域にはその約4倍が溜まっているといわれ、この流出プラスチックが環境中のどこに存在するのか。色々な研究成果や見解の中でも「マイクロプラスチックとなって地球表層を循環」という報告にある大気中のマイクロプラスチック(=アンプス(AMPS: Airborne Micro Plastics))の実態解明が必要であり、これが今日のテーマでもある。(図2)

## マイクロプラスチックとは

マイクロプラスチックの定義

- 1 海洋プラスチック：粒径0.3~5.0 ミリ
- 大気中のマイクロプラスチック(=エアロゾル(大気中に浮遊するプラスチック))：粒径の上限100μm。肉眼では見えない

粒子のサイズによって分析法などが異なり、顕微鏡など肉眼で観測するものは幾何学径(フェレ径)、大気中に浮遊しており、肉眼で可視不能なものは空気動力学径の考え方になる。

呼吸により人体のどこまで入るかを規定するのは空気動力学径による。例えば、PM10は鼻や喉で止められるが、PM2.5未満は肺胞の奥まで侵入する。



## 大気中マイクロプラスチックの健康影響と気候変動リスク

### 【健康影響】

人体の脳、肺、心臓を始め、母乳や母親の胎盤、糞便などからマイクロプラスチックが見つかるが影響は明確になっていない。

体内への経路である「食べる」「飲む」「吸う」のうち個数・質量とも「吸う」が最も多い。吸引した場合、PM2.5程度では肺臓器に侵入、さらに小さいと血流に混ざって全身に回る。頸動脈プラークからマイクロプラスチックが検出された人の死亡リスクが高いという報告、プラスチック中の微量な有害添加物(化学物質)や有機物が体内に濃縮して蓄積されるという警鐘もされている。

### 【気候変動リスク】

太陽光を散乱させ地球温暖化防止に貢献する一方、豪雨の招来、劣化して放出するCO<sub>2</sub>やメタンによる地球温室効果など、また、全球的な汚染が極地に及び、脆弱な極域の生態系破壊につながるともいわれているのが現状。

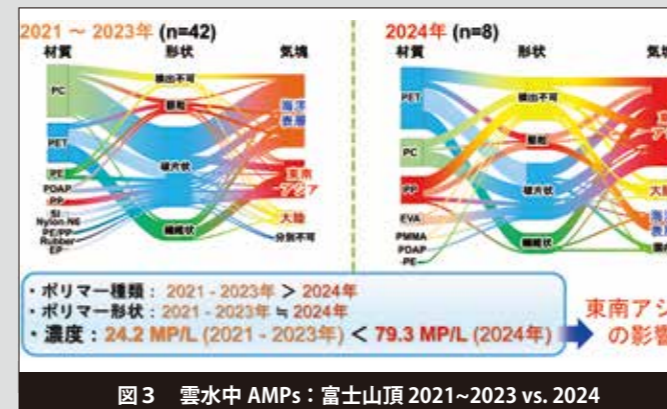
雲に関しては、水雲と氷雲の両方の形成にマイクロプラスチックが作用するという実験結果が出ており、氷雲の場合はより高温で形成されやすくなることが示されている。

## 実態解明に向けた研究活動

研究の目的は大気中マイクロプラスチックの種類、形状、大きさ、濃度などを明らかにすること。2020年までは、主にPM2.5などの健康リスクを空気動力学的に評価できる採取、前処理、分析方法の確立に向けた取組み。環境省推進プロジェクトが開始された2021年以降から全国17か所、海外(東南アジア)7か所で具体的な採取・調査活動を実施。(東南アジアは地球全体の海洋プラスチックごみの8割を占め、大気中マイクロプラスチックの全球的な発生源とされている)

## 大気の実態解明(富士山頂での観測)

富士山頂は地上の摩擦の影響を受ける大気境界層(高度2500m)を超える自由対流圏にあり、上空の強い偏西風によって基本的に大気中マイクロプラスチック濃度が低い



ため、季節による風向きなどにより異なる物質の観測に適し、また、山体の影響を受けにくいスマートな形であることから絶好の観測ポイントとなっている。山頂の最高風速は約250km/h。2006年から観測続行中。

### 【観測結果から】

富士山頂のPM2.5から検出されたポリマーはポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレートなどの汎用プラスチックが中心。空気の流れは、自由対流圏(上空)の海洋からくるもの、大陸からくるもの、地上(大気境界層)からのもの(東南アジアから)に大別でき、東南アジアからくる場合に個数、濃度、さらに種類とも非常に増えることから、東南アジアが全球的な大気汚染発生源となっていると推定される。

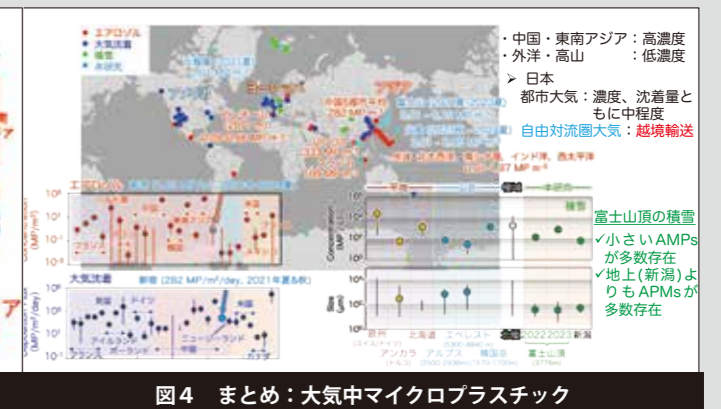
山頂と周辺の山や山麓で採取した結果の比較では、特に2024年の山頂の濃度が高く、その年は東南アジアからの空気塊が多かったこと、また、東南アジアでのマイクロプラスチック濃度が高かったことと整合しており、全球的な汚染源として東南アジアが重要なことを裏付けた。(ニューヨークタイムズでも紹介)(図3)

雲と雪の分析では、雲は親水的プラスチック(酸素基を含む)が多く、雪は疎水的プラスチックが多い。親水的なプラスチックが水雲凝結核となって雲をつくり、疎水的なプラスチックが氷晶核となって氷雪をつくりやすくなる。

### 【観測結果のまとめ】

全般的に、マイクロプラスチック濃度は中国や東南アジアで高く、外洋や富士山など高山では低い。新宿辺りは世界的に見て中間的なところにあり、また、富士山頂が必ずしも低濃度でないのは越境輸送によることなどが明らかになった。(図4)

なお、直近の研究では、光劣化したPETを吸引した場合、呼吸器系リスクがあること、自動車排ガスや劣化していないPETとの比較でも劣化PETのリスク度合いが高いことが明らかにされ、現在、劣化PET以外の汎用プラスチックについても調査中であることが報告されている。



# 第9回中日韓防水シンポジウムの概要

千葉工業大学創造工学部建築学科 石原沙織



2025年10月16日、中国・西安の西安金花酒店において第9回中日韓防水シンポジウムが開催されました。

本シンポジウムは2009年に田中享二先生（東京工業大学名誉教授）が中心となり、中国・韓国における防水分野の研究動向の把握や、防水関連の研究者・技術者の人的交流も兼ね、アジアで初めて行われた防水関連の国際シンポジウムです。今回は、各国の委員長として、中学側は張可文氏（中国建築業協会建築防水分会）、韓国側は呉祥根氏（韓国建設防水学会会長）、日本側は筆者が連携し、本シンポジウムを進行することとなりました。参加者数は252名（中国196名、韓国26名、日本30名（中国在勤の方を含む））で、基調講演4題と技術報告20題の計24題の口頭発表が行われました。

ここでは、基調講演についてはタイトルとその内容を、技術報告についてはタイトルを紹介し、今回のシンポジウムの発表内容の傾向と新たな取り組みについて報告いたします。

## 1. 基調講演のタイトルと内容（発表順）

### (1) 強制性国家標準「建築及び市政工程防水通用規範」GB55030-2022の紹介

（中国建築業協会建築防水分会 胡駿副会長）

中国の標準システムは、政府主導と市場主導に分かれており、前者は更に強制標準と推奨標準に分かれます。この防水通用規範は、新築・修繕・維持管理・解体などの建設活動に適用されるものであり、総則、基本規定、材料及び工事要求、設計、施工、検査、維持管理など、7章25節で構成されていますが、その国家標準の概要について紹介されました。

一例として、防水設計の耐用年数の目標について述べると、地下構造物の場合は構造設計耐用年数とし、屋根工事は20年以上、室内工事は25年以上、非侵食性媒体貯水類工事は10年以上とされているそうです。

### (2) 接着・密着工法における屋上メンブレン防水層の接着力分布（千葉工業大学 石原沙織（筆者））

冒頭に、今年静岡県牧之原市で発生した竜巻による被災調査について触れた後、第8回韓中日防水シンポジウムで発表した日本におけるメンブレン防水材の耐風性評価の歩みについて振り返り、実建物の既存防

水層の耐風性評価に向けた取り組みとして、日本建築学会防水工事運営委員会既存防水層耐風性小委員会で行った、接着・密着工法の4種類の防水工法における、連続した面上の接着力の分布の研究結果について紹介しました。

### (3) 韓国における地下施設物の安全のための防水技術の方向（韓国建設防水学会 呉祥根会長）

地下施設及び集合住宅で発生する漏水と地盤沈下の問題に対する取り組みとして、地下防水の品質向上のための防水性能確保討論会を実施したり、防水施工品質の高度化のための防水施工品質管理士の資格の発行（現時点で31名に対し発行）を行ったことが紹介されました。

また、建設新技術第740号として開発した、薄膜型高粘着シートとコンクリートを一体化する乾式複合防水施工技術も併せて紹介されました。これは養生時間が不要で、外気温に左右されないなどのメリットがあるそうです。

また今後、韓国建設防水学会防水設計基準を国家建設基準に反映することを検討していると述べられました。

### (4) 日本建築学会における防水に関する委員会活動等の概要（早稲田大学 奥石直幸教授）

日本建築学会 防水工事運営委員会における2007年以降の調査・研究活動の概要を、防水シンポジウム、大会研究集会、日中韓防水シンポジウム、面防水及び目地防水の大会研究発表題数の推移、防水工事運営委員会傘下の小委員会及びWGの活動、日本建築学会改修工事運営委員会傘下の建築保全標準（JAMS）の観点から整理し、紹介されました。論文集に見開き1ページでまとめられた「防水工事運営委員会傘下の小委員会およびWGの設置状況」の図は、2007年以降の防水工事運営委員会の活動の沿革を凝縮して可視化した図であり、虎の巻とも言うべき大作です。

## 2. 各国の技術報告のタイトル

### 【日本】

- (1) 日本におけるメンブレン防水の現状（日本防水材料協会 横堀龍司氏）
- (2) 日本におけるシーリング防水の現状及び構造シーラントの評価試験方法規格の制定（日本シーリング材工業会 福井宏氏、岩崎功氏）
- (3) 日本における防水業界の課題と今後の対応～技能検定・建設キャリアアップシステム・外国人労働者を中心に～（全国防水工事業協会 内田浩文氏）
- (4) 蓄熱槽断熱防水システム（住ベシート防水 中村修治氏）
- (5) コンクリート表面に高周波電極を押し当てて測定した静電容量値の影響深さ（ケット科学研究所 高橋力也氏）

### 【中国】

- (1) 地下構造物の漏水総合防止技術（中国建設シルクロード建設投資 令狐延氏）
- (2) プレキャストコンクリート建築の一般的な防水技術（中国建築第七工程局 冯大龍氏）
- (3) プレキャストコンクリート住宅建築外壁漏水検査技術（上海市建築科学研究院 高润东氏）
- (4) ドローンを応用したスマート検査・評価・診断 建築防水及び外壁仕上げの状態（北京東方雨虹防水技術 韓培亮氏）
- (5) GB45320-2025 建築防水シートの安全及び一般技術規範—強制国家標準の解釈（中国建材検査認証グループ蘇州 余奕帆氏）
- (6) 軌道交通地下構造物の防水システム（中国（西安）鉄道設計研究院 樊紅衛氏）
- (7) 流動性固化土の掘削工事における応用（陝西省建築科学研究院 刘义氏）

### 【韓国】

- (1) WPd 制度化案の研究—防水設計基準の確立のための対応戦略—（韓国建設防水学会 鄭煥穆氏）
- (2) 複合繊維が熱圧着された孔空き化粧シートに湿気硬化型塗膜防水材を一体化した複合防水工法（韓国建設防水学会 金榮根氏）
- (3) 地下コンクリート構造物の防水・保護に用いる防水・保護材料に関する指針及び性能要件（Shiled Tech 金貞一氏）
- (4) プライマー—一体型特殊ポリマー被覆を有する自己粘着型防水シートと、HDPE フィルムの双方向交互層を用いた複合防水工法に関する実験的研究（Shiled Tech 崔殷奎氏）
- (5) 耐震統合型複合防水及び粘着型ポリウレタン塗膜防水シーリング材（Samhwa Paints Industrial 李光錫氏）
- (6) 防水材料の環境全過程評価に関する研究（韓国化学融合試験院 李先揆氏）
- (7) 高粘着非硬化型防水材を用いた施設維持管理（瑞新系統 朴相泰氏）

## 3. 今回のシンポジウムの発表内容の傾向と新たな取り組み

今回のシンポジウムでは、「省エネルギー、脱炭素・AI技術」をテーマとして開催されましたが、発表内容の傾向としては、中国及び韓国の発表では、地下防水・土木防水に関する技術紹介と、基準及び制度化に関する発表が多く、前者は4題、後者は3題であり、日本の発表を除いた全体の約半数を占めました。

また、新たな取り組みとして、AI英語翻訳システムの導入に加え、カメラマンが撮影した写真をリアルタイムで閲覧・ダウンロードできるストレージへのアクセス用QRコードが、参加者に配布されました。私はAI英語翻訳を利用しなかったのでそちらは分かりませんが、写真は1100枚を超え、発表者のみならず個々の聴講者の様子まで幅広く撮影されていました。

次回は、第10回の節目となるシンポジウムですが、2027年に千葉で開催する予定です。これまで本シンポジウムは、母国語での発表を認め、通訳の方のご尽力により成立していましたが、2027年までにはAI技術のさらなる進展が見込まれます。全ての参加者にとって、より有意義な場となるよう、AIの活用を含めた運営方法の検討も含め、準備を進めていきたいと思っております。防水アーカイブズ資料館の会員の方々にも、ぜひ日中韓防水シンポジウムを盛り上げて頂ければと思います。

## 紀行 西安兵馬俑

田中享二 防水アーカイブズ資料館館長（東京工業大学名誉教授）



兵馬俑第1号坑前での記念写真



兵馬俑 数千の兵士がこちらに向かってくる

昔、上野の国立博物館で兵馬俑展を見たことがあります。展示は4か月も続き、入場者は40万人にのぼったそうです。私も大混雑の中で初めて兵馬俑を目にし、その精巧さに驚くと同時に、始皇帝の圧倒的な力を強く感じました。「いつか本物を見たい」と思ったのもその時です。昨年秋、中国・日本・韓国の3か国による防水シンポジウムが西安で開かれました。兵馬俑は西安郊外にあるため、これは絶好の機会でした。日本からの参加者も同じ気持ちだったようで、会議後の見学にはほぼ全員が参加しました。

実際に現地で見えた光景は、想像をはるかに超えていました。本などで知っていたものの、上野で見た数体の兵馬俑とは違い、そこには何千もの兵士が隊列を組んで並んでいたのです。最初に入る1号坑では、いきなり無数の兵士と対面することになります。観光客が多かったので恐怖は感じませんでしたが、もし一人でこの場に立ったら、恐ろしさに圧倒されたでしょう。

この壮大な光景に呆然とし、これを造らせた始皇帝の途方もない権力にただ驚くばかりでした。高校の日本史で、古代の豪族は墳墓の周りに埴輪を並べたと習いましたが、埴輪は小さく素朴で、どこか温かみがあります。それに比べ兵馬俑は迫力があり、超リアルなのです。膝について弓を構える兵士像などは、細部まで丁寧に作られていて、粘土で焼き上げたとは思えないほど生き生きとしています。戦闘に備える緊張感が伝わり、さらに薄く残る塗料から、当時はすべて彩色されていたこともわかります。

兵馬俑が作られたのは紀元前3世紀頃で、ヨーロッパではちょうどヘレニズム文化の時代にあたります。西洋で

は白い大理石を削ってリアルな像を作り、東洋では粘土を積み上げて色を塗ったリアルな像を作った。ほぼ同時代に生まれた東西のリアリズム像を比べると、非常に興味深いものがあります。

西安の街を案内してくれた地元のガイドさんは、もう一つ面白い場所に連れて行ってくれました。それが「西安大清真寺」と呼ばれる寺院です。本堂は礼拝堂になっていて、中では多くの人々が祈りを捧げていました。外観は中国風ですが、実はイスラム教の寺院なのです。敷地の中央にある楼閣は、礼拝を呼びかけるための塔「ミナレット」だと説明してくれました。

中国といえば仏教の国という印象があったので、最初は意外に思いました。しかし、学生時代に「シルクロードの出発点は西安（昔の長安）」と習ったことを思い出すと納得できます。西安から中国の物資や文化がヨーロッパへ運ばれ、逆にヨーロッパからの物資や文化もここに届いた。その過程でイスラム教も中国に伝わったのです。壮大な世界史の舞台でした。この陸のシルクロードは、その後の海のシルクロードの発展にともない16世紀の大航海時代以降は急激に衰退していきました。

こうした歴史を思いながら兵馬俑を見直すと、彼らは始皇帝を守るだけでなく、西洋と東洋を結ぶ陸のシルクロードを切り開く役割も担っていたように感じられます。そんな想像をしてしまうほど、兵馬俑は圧倒的な存在感を放っていました。いずれにしても、一度は訪れる価値のある場所です。



西安大清真寺礼拝堂  
中ではメッカに向けての  
礼拝の最中であった



大清真寺・省心楼  
ミナレットとしての  
役割をもつ



膝をつけて弓を構える兵士  
背中に薄い朱色の当時の  
彩色の後が見られる

## 活動報告

## 地下鉄博物館の紹介

関原克章（研究担当）



日本の地下鉄は、大都市を中心に整備されており、総延長は全国で約850kmのネットワークになります。そのうち東京は東京メトロと都営地下鉄でおおよそ300kmが運行されており、世界有数の地下鉄網を有しています。

今回は、東京都江戸川区にある「地下鉄博物館」を紹介します。その名の通り、東京メトロの関連団体メトロ文化財団が運営している地下鉄専門の博物館で、1986年に開館し、地下鉄の歴史・技術・安全システムなどを総合的に学ぶことができる施設です。

日本の地下鉄は、昭和2(1927)年に開業した上野～浅草(2.2km)に始まります。日本の地下鉄の父と呼ばれている早川徳次(ハヤカワ ノリツグ)は、大正9(1920)年に独力で東京地下鉄道株式会社を設立し、我が国最初の地下鉄を実現しました。



### 展示の見どころ

昭和2年12月の上野～浅草間開通時の上野駅ホームの様子や、当時の壁面を移設した展示があり、昭和初期の雰囲気を感じることができます。特に昭和3年の大相撲春場所のポスターは時代を象徴する資料として印象的です。また、開通時に使用されていた第1号車1001号電車(昭和2年日本車両製)は、重要文化財に指定されており、当時の技術水準を知るうえで貴重な展示となっています。

### 防水アーカイブズに関連する展示

私が特に興味をひかれたのは、防水アーカイブズ研究に関連する展示である「トンネル側壁コア」です。実際に、約100年前に施工された現物の防水層を直接

確認できる、非常に貴重な標本です。採取位置は現在の上野広小路交差点付近です。

### 【トンネル側壁コア展示の概要】

この標本は、東京地下鉄道・銀座線の側壁部から採取されたコンクリートコア(直径150mm、長さ320mm)です。昭和4(1929)年頃に上野～万世橋間の工事で作られた鉄筋コンクリート構造壁の一部で、以下の3層から構成されています。

- ① 鉄筋コンクリートの側壁
- ② 黒いアスファルトの防水層
- ③ 防水層の下地となる薄層モルタル

このコアは経済産業省から平成21年2月に戦前の地下鉄関連遺産の一部として、「近代化産業遺産」として認定を受けています。



### 【東京地下鉄道史】

もう一つ展示物をご紹介します。

「東京地下鉄道史」は東京地下鉄道株式会社が地下鉄道の第一期計画路線、浅草～新橋間の完成を記念して昭和9年6月に発行したもので、「乾」と「坤」の2分冊にまとめられています。

日本の地下鉄建設の沿革と経緯、技術など当時の様子を知るための貴重な文献です。

防水に関しても、詳細に説明されており、当時の施工の様子などを知ることができます。

以上、簡単にご紹介しましたが、地下鉄の歴史や技術に興味のある方には、ぜひ一度見学されることをお勧めします。

# 法隆寺棟梁の口伝に学ぶ

輿石直幸（考現学担当）

数カ月前に研究室の書棚を整理していたところ、おそらく学生が置きっ放しにしたと思われる文庫本を見つけました。長年、法隆寺・薬師寺の棟梁を務めた西岡常一氏（1908～1995年）が著した「木に学べ」という本です。20回の語りを聞き書きしたもので、1988年発行の単行本を2003年に文庫化したものです。ふと読み始めたところ、すぐに吸い込まれ、一気に読み切りました。

最終章の「宮大工の心構えと口伝」では、法隆寺の棟梁に伝わる口伝が紹介されていました。

- 一、神仏を崇めずして伽藍社頭を口にすべからず
- 一、伽藍造営には四神相応の地を選べ
- 一、住む人の心を離れ住居なし
- 一、堂塔の建立には木を買わず山を買え
- 一、堂塔の木組は木の癖組
- 一、木の癖組は工人等の心組
- 一、工人等の心組は匠長が工人等へのおもいやり
- 一、百工あれば百念あり
- 一、ひとつにする器量のない者は、自分の不徳を知って、棟梁の座を去れ
- 一、諸々の技法は一日にして成らず、祖神達の徳恵なり

西岡さんは、宮大工の仕事がないときには農業をしていて、民家は一切作りませんでした。宮大工は堂や塔を建てるのが仕事です。仕事とは『仕える事』と書き、つまり、「塔を建てることに仕えたいまつるのが仕事で、もうけとは違う」と、さらに「自分で仏さんにならないと堂を建てる資格がない、神さんにならないとお宮さんをやる資格がない」と言っています。

技術面では、  
 「棟梁は、木のクセを見抜いて、それを適材適所に使う」  
 「木はまっすぐ立っているようで、土地や風向き、日当たりなどまわりの環境に応じて、動けないところで生きのびている」  
 「堂塔の木組みは寸法で組まず木のクセで組め」  
 「クセがある建築は大勢の人が寄らないとできない」  
 「50人の職人がいたら50人が同じ気持ちになってもらわなければ建物はできない」  
 「木を組むには人の心を組め」  
 「樹齢千年のヒノキを使えば、建造物は千年もつ」  
 「木を見る目がなければ千年もたない」  
 などと、印象に残る言葉が飛び交っています。

千年を超える歴史を持つ宮大工の世界と、百年そこそこの近代防水の世界をいっしょに語ることはできませんが、防水においても学ぶべき点が多いと思います。文字で書いたら口伝とは言いませんが、防水の先達の名言や防水技術の真髄を射貫いた格言、防水材料メーカーや防水工事会社の社訓などがアーカイブできると、これまで防水に係った人々の機根や生き様が、後世の誇りや遣り甲斐に繋がるのではないかと、ふと思った次第です。

最後に、西岡さんがしばしば書される「塔組みは木の癖組み、人の心組み」になぞらえ、「防水は……」、皆さんならどう表現しますか。



法隆寺伽藍



薬師寺東塔

# 中堅防水技術者のための防水講座

第3回

講師 田中享二 防水アーカイブズ資料館館長（東京工業大学名誉教授）

防水アーカイブズ資料館（JWTAC）と日本防水材料協会（JWMA）の共同企画により2023年12月から月1回開催されてきたオンライン防水講座の初級者編が終了、より専門的な内容の中堅技術者向けの新シリーズが2024年11月から始まりました。本誌でも前号に引き続き順次、その内容を紹介いたします。（本稿はオンライン講座の概要を編集委員会がまとめたものです）

## 第3回

緑化防水（2025年1月16日）

### 緑化防水とは

緑化防水の基本構成=屋上防水層+土壌+植栽(図1)

### 【緑化防水の種類】

- 庭園・菜園・ビオトープ型（Intensive Green Roofs）防水層の上に押えコンクリートを打ち、土を入れて緑化する日本で古くから行われてきた方式。1915年に秋田商会（門司）で採用された記録がある。（写真1）
- 薄層省管理型（Extensive Green Roofs）ヨーロッパで開発され20数年前に日本に導入されたコンクリート保護層のない薄層型（軽量）緑化システム。土壌層を薄く軽量にするための人工軽量土壌や水枯れ、根腐れ、根の貫通を防ぐための保水層、排水層、耐根層などで構成される。

日本では前者の方式が長く続いてきたが、建築の軽量化が重視されるようになり、後者が導入されて以降、現在、屋上緑化は後者を指す場合が多くなっている（写真2、3、4）。

近年の環境に対する配慮が建築にも求められている現在、屋上緑化はその一環としても評価され、最近のトレンドにもなっている。

### なぜ屋上緑化か、メリットと防水上の留意事項

屋上緑化に対し防水側としては「屋根・屋上は防雨・防水が目的。植栽のための場所ではなく、リスクが大きいため原則禁止」だが、多くの市民が求め、色々なメリットがあるのであれば、それに答えるのが技術者の使命であり、技術的な課題を解決していくのは防水側のミッションになる。

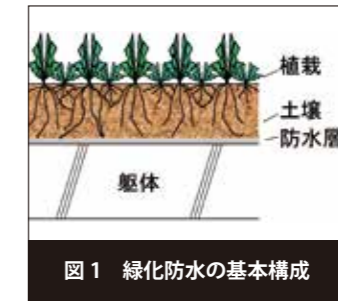


図1 緑化防水の基本構成



写真1 日本最初の屋上緑化：秋田商会、1915



写真2 樹木が植えられている庭園型緑化防水



写真3 草木の美しい庭園型緑化防水

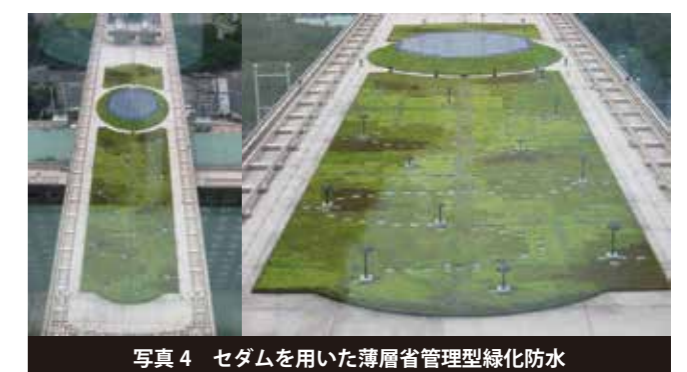


写真4 セダムを用いた薄層省管理型緑化防水

表1は屋上緑化が求められる理由を示したもので、それぞれ環境的な側面から都市環境におけるヒートアイランド現象や都市型洪水の抑制、断熱・遮熱・遮音効果から室内環境の向上、さらにアメニティ（快適性）の向上にも重要な役割を果たすなどメリットは大きい。そして、屋上緑化に必要な技術の基本は何といっても防水であり、それに加えて緑化に起因する外力に耐える技術が求められ、外力として働く「根の力」、「風」、「火」、「荷重」（総じて「風林火山」）に関わる技術的裏付けが必要である。

室内環境	焼け込み防止効果 断熱効果 遮音効果 防振効果
屋外環境	照り返し防止効果 クールスポット形成効果 吸音効果 アメニティの向上
都市環境	都市洪水の抑制 ヒートアイランド現象の抑制 過乾燥化の抑制 温暖化ガス(CO <sub>2</sub> )吸収 都市景観

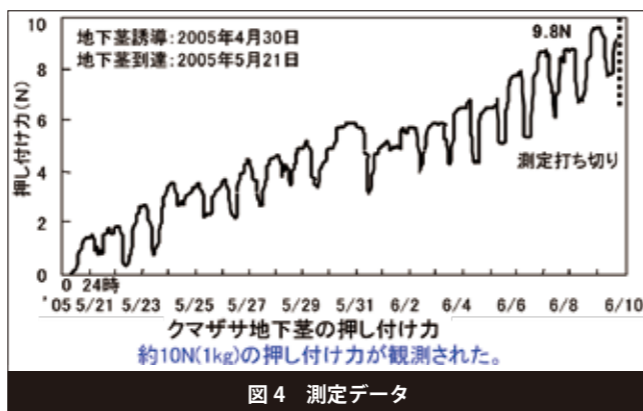
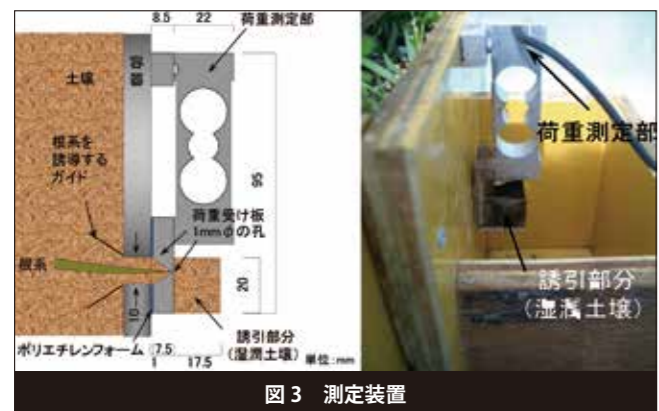
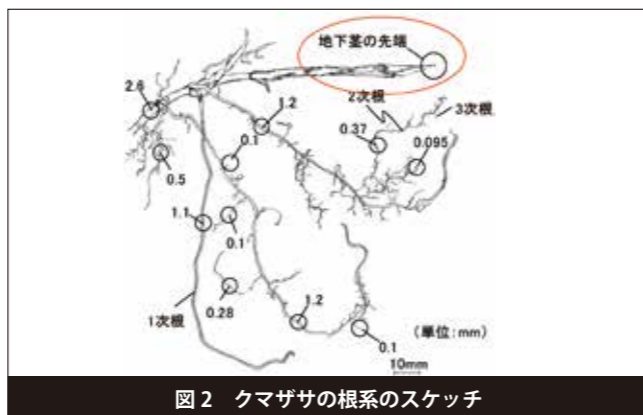
梅干野：日本緑化工学会誌 第27巻、第2号、2001

表1 屋上緑化が求められる理由

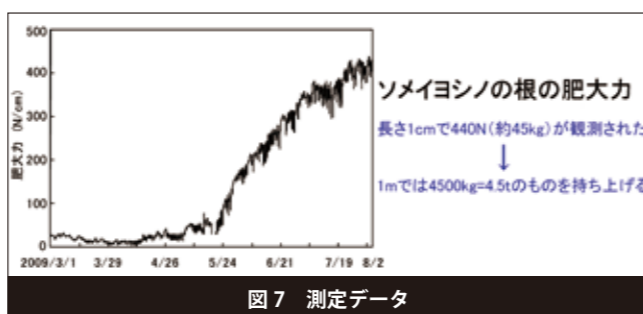
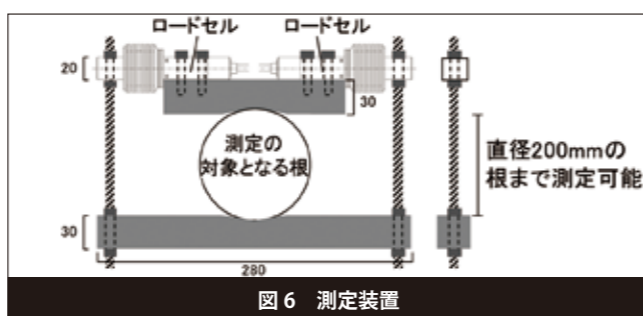
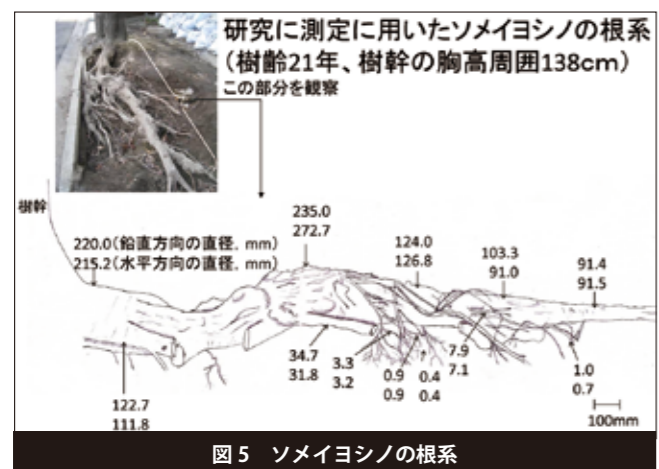
### 1. 耐根性（根の力に耐えること）

根が防水層を突き破ることは知られていたが、それがどのくらいの力なのか設計上の要点となる。根の「押し付け力（前に進む力）」と「肥大力（太る力）」を大学研究室で実証。

1) 緑化によく用いられる芝生とクマザサを防水層の上に植えると、クマザサの地下茎が防水層を簡単に突き破り、ジョイント部にも隙間をとらえて入ってくる事が確認されたことから、クマザサの地下茎の「押し付け力」を測定。測定結果から、約10N（1kg）の押し付け力を観測。



2) 根が成長と共に太り、舗装を持ち上げたり亀裂させたりする力を大学研究室前のソメイヨシノの根で測定。測定結果から、約440N（45kg）を観測。1m換算では4.5トンにもなる。

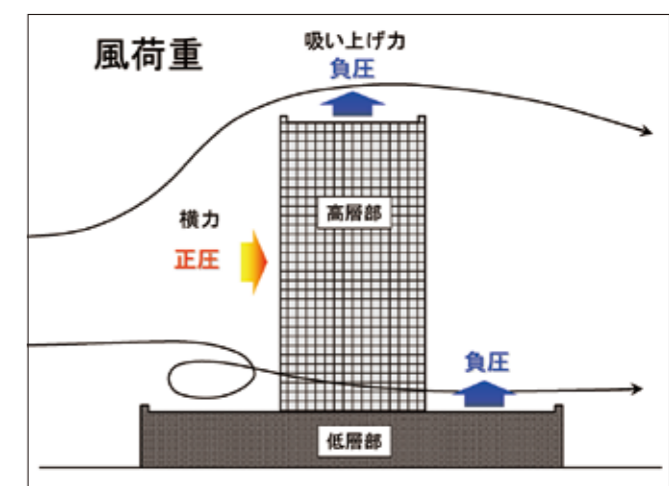


### 2. 耐風性（風で吹き飛ばされないこと）

風による「横力」と「吸い上げ力」が要点になる。土壌層の厚さに限界があるので、特に樹木の場合は根を十分に張れない点がネックになる。(図8)

横力の風力について、耐風設計における風圧力の計算式に当てはめると、高さ30mの屋上に3mの木が台風時に受ける力は約4400N（450kg）となり、根の張り具合によっては倒木の危険が大きくなる。

草花や軽量緑化システムの場合は吸い上げ力が問題になり(写真5)、草花はもとより防水層や人工土壌などシステムを構成する部材が吹き飛んでしまう危険がある。特に屋上面はコーナー部の風の力が5倍にも達するので注意が必要である。例えば、50cm角の緑化トレイに働く吸い上げ力はコーナー部で98kg（約0.1トン）となり、大抵のものは吹き飛んでしまう。



### 3. 燃えないこと（耐火性）

植物は枯れると燃えぐさになる可燃物なので飛び火試験により延焼性を確認した。緑化によく用いられるセダムと枯れ芝、青々とした芝の3種で実施したところ、セダムと青々とした芝は火が自然に消えて問題なく、枯れ芝は燃え広がり、要注意の結果となった(写真6)。したがって、冬季など植物は枯れている状態では注意が必要である。

防水層については、枯れ芝の場合でも燃えているのは土壌層の上までで、火は土壌の下までは到達しないことが今回の試験で確認され、土壌層が存在していれば安全と考えられる。



### 4. 土壌・植物の重量に耐えること（耐荷重性）

緑化における土壌等の緑化層が表2に示すような重量であるのに対し、一般的な構造設計で想定する屋根荷重は180kg/m<sup>2</sup>程度であり、高木主体の緑化では耐荷重性に関する構造計算をきちり行う必要がある。

一般的に屋上緑化を構造的に見ると、鉄筋コンクリート造は大体余裕をもってクリア、鉄骨造の場合はギリギリの構造計算でつくられるのでやや危険、木造ではまず耐え切れないと考えるのが妥当である。こうした中でセダム系は60kg/m<sup>2</sup>と軽量なこと、また、冬枯れもせず、管理も容易といった点が近年の日本における緑化屋根ニーズに適合し、軽量薄層システムとしてこれまで大きくマーケット展開してきた背景がある。

ただし、屋根利用に関して、ここに来て緑化は太陽光

セダム類	60kg/m <sup>2</sup>
芝生	120kg/m <sup>2</sup>
低木主体緑化	180kg/m <sup>2</sup>
高木主体緑化	300kg/m <sup>2</sup>

表2 積載荷重

パネルに比べてやや劣勢となっているのが現状である。  
(写真7, 8, 9)



写真7 芝生：120kg/m² <新宿伊勢丹(東京)>



写真8 低木主体緑化：180kg/m² <OCAT(大阪)>



写真9 高木緑化：300kg/m² <朝倉彫塑館>

## 5. そのほかの屋上緑化に関する留意事項

### 1) 下地の勾配

緑化のための土壌層には植物を生かす「保水」と根腐れを防止する「排水」の相反する機能が求められ、市場で展開されている薄層土壌の軽量システムには両機能を維持するために様々な仕組みが組み込まれているが、基本は下地勾配をきちんと確保して一定以上の水が溜まった場合などに排水が安全に行えるようにしておくことである。

### 2) 排水量の見積り

ホテルなど低層棟と高層棟で構成され、低層棟の屋上をアメニティスペースとして緑化庭園にする

ケースが見られるが、このような場合は、その屋上だけでなく、高層棟の壁面雨量を考慮し、ドレンも含め余裕をもって排水設計を行う必要がある。

### 3) ドレン

ドレンの設置数は必ず2個以上とし、枯葉等による目詰まりを防ぐドレンカバーなど、場合によってはオーバーフロー管の設置も考慮する必要がある。

## ■ 緑化防水の施工と維持管理

### 1. 施工で注意すべきこと

#### 1) 納まり関係

防水層施工後に土壌層が入るので、その納まりがポイントになり、次のような注意事項が挙げられる。

- パラペットと緑化層の位置関係（見切りの設置）と水勾配
- 緑化層の排水計画（経路、ドレン数・位置）
- 土壌厚と防水層端部（高さ）の位置関係
- 緑化仕上げの高さと出入口
- 給水設備と配管
- 照明設備配線等の貫通役物、など

#### 2) 造園作業との調整

防水層完成後に行われる造園作業に際して、防水層の損傷等を防ぐために造園業者との打合せが重要なポイントになる。次のような確認事項が挙げられる。

##### ① 施工方法関係

- 施工道具（スコップ等）、一輪車、リヤカー、高木重量物の設置

##### ② 施工上の注意点

- 防水層の保護、火気厳禁、資材の荷揚げ、土壌等の飛散防止、土壌の水分、清掃

### 2. 維持管理

長期にわたって緑化を維持していくためには次のような適切な維持管理を行うことが必須である（建物管理者が行うべきこと）

- 排水口、ドレンの点検。特にドレンの詰まりは危険なので定期的な点検・清掃が必要
- 植栽の管理。灌水はもちろん、樹木の剪定や雑草の処理など
- 灌水装置など緑化施設の点検
- ガーデンファーマニチャー類の耐風対策

(概要まとめ 文責 阿部栄治)

# 防水アーカイブズ通信 2026.6

## contents

- 2 第3期定時総会開催報告
- 4 記念講演
- 6 第9回 中日韓シンポジウム
- 8 紀行 西安兵馬俑
- 9 活動報告
- 11 中堅防水技術者のための防水講座 第3回

投稿、ご質問・ご意見をお寄せください。

Email : [jwtac@bousui-archives.jp](mailto:jwtac@bousui-archives.jp)

## 入会・寄付のお申し込み

入会および寄付のお申し込みは、下記ページからお願いいたします。

会員お申し込み  
フォーム

年会費 (9月1日から翌年8月31日まで)

個人： 8,000 円

施工会社： 36,000 円

防水団体： 100,000 円

材料メーカー・ディーラー： 50,000 円



ホームページ : <https://bousui-archives.jp>

## 表紙写真・説明

### 比叡山延暦寺 根本中堂

滋賀県延暦寺の国宝根本中堂では、平成28年度から約15年をかけ大改修が行われています。本堂屋根の銅板葺き、廻廊のとし葺き、全体の塗装彩色の修理を中心とした保存修理です。板が割れたり、軒先が腐朽するなど屋根全体に破損が見られるため、軒付を含めた屋根全面の葺き替えを行っています。根本中堂の屋根は、下地のとし葺きの上に銅板を屋根形状に合わせて加工して止めてあります。屋根面の銅板が切れたり、軒先の銅板がめくれるなどの破損が生じており、屋根全体の銅板葺きの葺き替えが行なわれました。また昨年、調査の結果、初めて銅板が施された寛政年間の銅板が見つかり、雨がかりの少ない北面に張り付けて保存措置をとっています。廻廊の屋根は、とし葺きで厚さ2.4cm、長さ30cmの板を、8.5cmずつずらして止めています。

また、昨年見つかった上述の寛政年間の銅板からは、黒ちゃん塗の痕跡が発見されました。今回の工事においても大きな発見であり、結果として急遽、屋根は黒ちゃん塗りを再現することになりました。修理前の緑青の景色とは雰囲気が大きく変わる真っ黒な屋根が出現します。特設見学ステージから屋根を見下ろすことができるのは、ほぼ今年中ですので、ちゃん塗前の銅板屋根を見ることができるのは、今が最後です。

表紙の写真は、葺き替え前の廻廊の唐破風の様子。下地のとし葺きと棟の銅板が織りなす見事なラインです。現在は、真新しいサワラの板で葺き替えられています。(写真下)



## JWTAC (一社) 防水アーカイブズ資料館会報 防水アーカイブズ通信 No.6

発行日：2026年6月10日

編集委員：桑田恵美 土田和幸 森田喜晴 阿部栄治

発行者：一般社団法人 防水アーカイブズ資料館

制作協力：株式会社 ネイチャーランド

〒195-0053 東京都町田市能ヶ谷 7-23-31-304

FAX：042-812-3518

E-mail：[jwtac@bousui-archives.jp](mailto:jwtac@bousui-archives.jp)

URL：https://bousui-archives.jp/

