

目次

- ・ EXPO 2025 大阪・関西万博 「いのちの湧水」のご紹介
 - 「アクアポニックスの展示事業を支える」三進金属工業株式会社 -1-
 - 「野菜と魚の展示バックアップ」エスペックミック株式会社 -2-
 - 「自動搬送装置と特殊トレイの設計・設置」伊東電機株式会社 -2-
 - 「低負荷な魚の飼育」株式会社サイエンス -3-
- ・ EXPO 2025 大阪・関西万博 コンソーシアム法人会員出展紹介 -4-
 - － 株式会社サイエンス（大阪ヘルスケアパビリオン）
- ・ （報告）第24回PFCサロン -6-
- ・ （報告）はじめのいっぽ栽培研修 -6-

EXPO 2025 大阪・関西万博「いのちの湧水」のご紹介

大阪・関西万博の大阪ヘルスケアパビリオン前に、大阪公立大学とコンソーシアム会員4企業が連携して、設計・施工し、管理しているアクアポニックス「いのちの湧水」が設置されています。

「アクアポニックス」は水産養殖（アクアカルチャー）と水耕栽培（ハイドロポニックス）を組み合わせ

せた物質循環型の生産システムであり、魚の排泄物を微生物が分解し、それを養分として植物が吸収し成長します。水は植物により浄化された、魚にとって最適な水環境が保たれます。

以下に、各企業が携わった内容を紹介します。

「アクアポニックスの展示事業を支える」三進金属工業株式会社

弊社はアクアポニックス展示事業の全体的な工事管理、周辺建築工事会社との調整、特殊基礎工事、本体鉄骨工事、2・3・4層目の水耕栽培システム工事、4層目エディブルフラワー展示を担当しています。

基礎は『浮き基礎』工法を採用しています。夢洲の地盤は非常に弱い為、沈下を防ぐ為にアクアポニックスの重量と地下を掘削した際に除去される土の重量をほぼ同じにすることで、地盤にかかる応力の増加を最小限にし、沈下を防ぐ基礎工法です。船が水に浮かぶ原理に似ていることからフローティング基礎とも呼ばれています。展示物・水耕設備を支える6本の支柱と円盤棚の施工時には、垂直・水平を保つための弊社の持つ施工技術を活かすことが出来ました。鉄骨等の塗装については、塗料に含まれる揮発物質が植物と魚に影響を与えないように留意し、水性塗料を使用しています。2・3・4層目の水耕栽培システムは弊社グループ会社の（株）エム式水耕研究所の技術を導入しています。4層目のエディブルフラワーのハンギング栽培展示ではブーゲンビリア専門農園より供給されるブーゲンビリアに加えて、（株）エム式水耕研究所より供給されるエディブルフラワー数種を展示しています。

万博期間中の季節の移り変わりに応じて、ガラスドーム内の温度変化状況と花の状況を確認しながら、万博開催期間中にエディブルフラワーを絶やさないようにメンテナンスを行っています。



ハンギング栽培のブーゲンビリア

「野菜と魚の展示バックアップ」エスベックミック株式会社

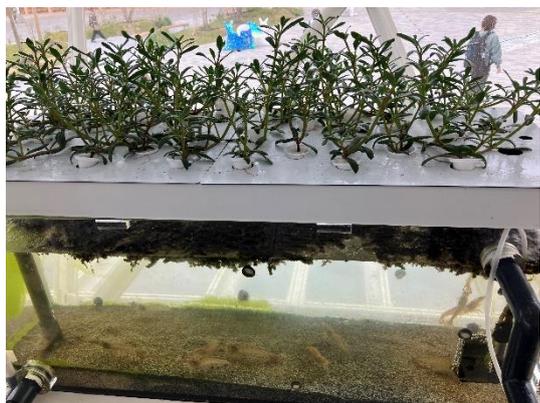
弊社は、アクアポニックスドームのガラスドーム本体工事、環境制御全般、1層目の海水アクアポニックス展示、2, 3層目の野菜展示を担当させていただいております。

ドーム本体に使用しているガラスは、アグリガラス(赤外線遮蔽ガラス)を使用しており冷水チラーとの組合せで室温上昇はある程度抑えています。とはいえ、猛暑の直射日光を受けながら育つ野菜たちも体温上昇に耐えながら頑張っています。この野菜は植物工場研究センター内の植物工場をバックヤードとして、適宜入替を行っています。収穫した野菜は会場内のスタッフの方々におすそわけさせていただいたり、レシピコンテストでも使っていただいています。また、野菜残渣は、大阪府

府立環境農林水産総合研究所様の方で、昆虫をつかった魚の餌を製造する原料として使っていただき、その餌は、万博会場内の魚の給餌にも活用をしています。

1層目の海水アクアポニックスでは、沖縄県様のご協力でヤイトハタ(ミーバイ)や海ブドウ、タツノオトシゴ、バナメイエビなどを展示しています。

水槽の上部では、海水でも育つシーアスパラガスやミルスベリヒユが思いのほか元気に育っています。



ミルスベリヒユとバナメイエビ



シーアスパラガスとヤイトハタ

「自動搬送装置と特殊トレイの設計・設置」伊東電機株式会社

弊社は、アクアポニックスの2層目の自動搬送装置と2層目と3層目の特殊栽培トレイを設計し、運用に参画しております。

2層目の自動搬送装置はアクアポニックス用に開発した弊社のパワーモータ(モーターローラ)を駆動源とした円形状のコンベヤであり、水平方向に4種類の動作モードで特殊栽培トレイを移動させると共に、一時停止している間に給排水し、移動時は給排水を止める動作を行い、ご来場の方々に植物が移動しているところをご覧いただいております。植物が移動することで、アクアポニックスの注目度がより高くなっていると思います。

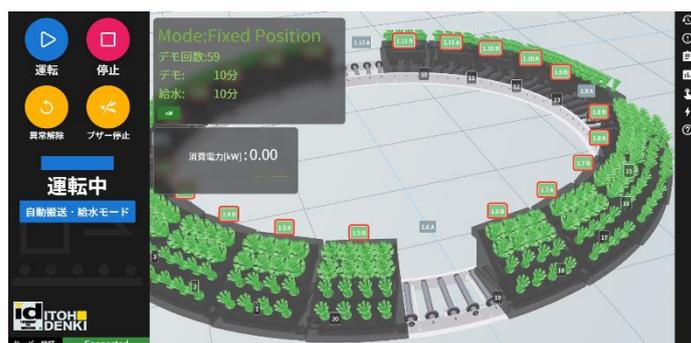
上記の技術は、自動搬送植物工場の基盤技術であり、

さらにこの搬送装置は、遠隔操作機能を有しており、弊社の本社の事務所から、装置稼動状態の常時監視と場合にに応じた遠隔操作を行い、装置を止めることなく、連続自動運転に努めております。

高所にある2層目と3層目の特殊栽培トレイの設計においては、ご来場の方々にも植物を観察いただけるように傾斜構造とし、アクアポニックスに近よっていただいても、下部水槽の魚の観察から、上部に視線を移せば、リーフレタスやトマトの生育状況をご覧いただけるようにしております。良好な生育状態で移動している植物を、より多くの方々にご覧いただきたいと思っております。



ドーム内部から見た2段目の自動搬送栽培装置



遠隔操作機能の様子

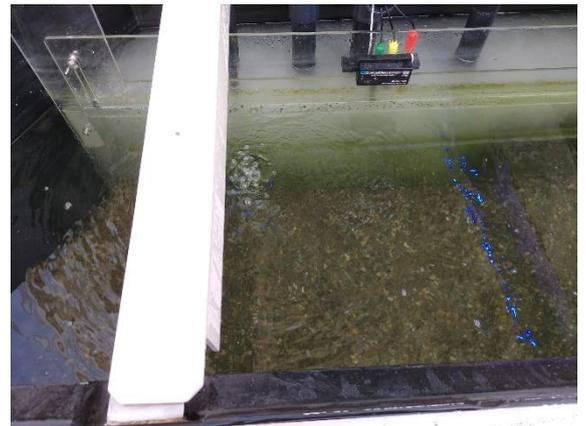
「低負荷な魚の飼育」株式会社サイエンス

地球儀型アクアポニックスにおいて魚を飼育する4基の各水槽は台形状水平断面であり、容水量約2000 Lの観測窓を有するFRP製水槽です。濾過槽を兼ねる砂利層を有し、その砂利層の中には熱交換パイプが敷設されています。通常、魚介類の養殖には物理ろ過水槽、生物ろ過水槽、曝気槽、殺菌、逆洗機能、温度調節、酸素供給設備など多くの付帯設備が必要となり、そのため電力消費量も高くなります。本魚飼育水槽はアクアポニックスの最大のメリットである植物による水質調整を期待し、各必要設備の最小化、省略化、共用化に努めています。最大のエネルギーを必要とする水の冷却は、パビリオン設備からの冷水供給によりドーム内の空調と合わせて利用しています。また物理ろ過の面は、最小限のフィルターと砂利層のみで行っており、ろ過対象も鑑賞の妨げとなる藻の除去に特化しています。魚の飼育に不可欠な溶存酸素供給には、タンパク質などの汚れの浮上分離を兼ねたマイクロバブルを活用しています。マイクロバブルは直径が10~30 μm 程度の気泡で、高効率な酸素溶解と汚れへの付着及び浮上分離が同時に行えます。また2次的な効果として白濁した状態と水面への汚れの浮上により目視での水質改善確認ができます。またマイクロバブル内に微量オゾンガスを注入することも可能となっており、滅菌など微生物対策にも活用できます。

海水及び汽水の比重調整のため、ドーム内の貯水槽で施設側供給水（水道水）の水質を調整し供給しています。展示環境の特性上、開館中に水槽の蓋を開けて管理作業は難しいことから、給水や排水などの操作はすべて水槽裏側のドーム内から行う仕様となっています。

各水槽は水槽水深ほぼ中央高さで植物側への循環を行っており、水槽内に設置したセンサーでの水質監視とカメラ映像提供のための背面窓部も有しています。

バックアップ設備として追加緊急用の冷却器、オゾン殺菌、紫外線殺菌の各装置もドーム内に準備していますが、通常の最小負荷運転時の電力消費はエアポンプ用30 Wです。

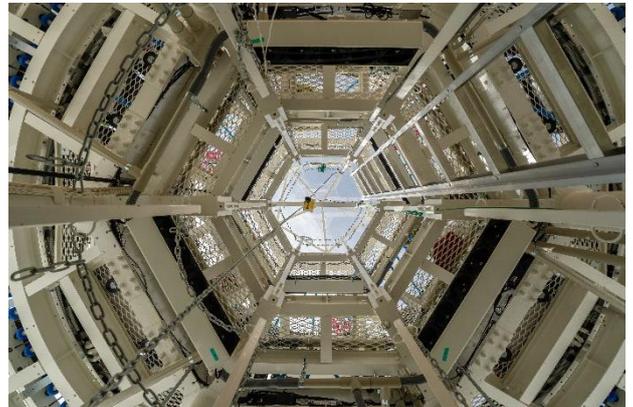


水槽の上部から撮影した様子

「いのちの湧水」写真集



大屋根リングの外側に位置する「大阪ヘルスケアパビリオン」と「いのちの湧水」（手前）



内部を下から見上げた様子



人気者のチョウザメ



ハンギングのブーゲンビリアと果実の着いた矮性トマト

EXPO 2025 大阪・関西万博 コンソーシアム法人会員出展紹介

— 株式会社サイエンス（大阪ヘルスケアパビリオン）

株式会社サイエンスでは大阪ヘルスケアパビリオンのアトリウム（1階ゾーン）にレガシー展示として1970年万博で人気を博した人間洗濯機を、現代版・未来版として展示・実演しています。

70年万博では缶コーヒーやファストフードなどが紹介され、さらに電気自動車や無線電話など多くの紹介・展示技術が、その後、社会実装されました。しかし、当時の人間洗濯機は普及に至らなかったと言われております。今回はその普及に向けて、EXPO2025大阪・関西万博においてミライ型人間洗濯機として出展しています。また、宇宙シャワーの展示やミストによる暑さ対策にも関わっています。

「ココロもカラダも洗われる人間洗濯機」

人間洗濯機はカプセル形状の入浴装置（風呂）となります。70年万博では超音波洗浄とマッサージボールによる洗浄の雰囲気を見ることができました。今回展示しているミライ人間洗濯機はファインバブル（微細な気泡）により十分な全身洗浄を行っています。浴槽は上下に分割される流線型の形状となっており、下部がバスタブで、上部ハッチがスクリーンとパイプシャワーユニットになっています。実際に一般公募した方々に入浴して頂いていますが、ハッチが開いた状態でシートを上昇させ、入浴者にはゆったりと腰掛けていただきます。シートが下降しハッチを閉めると、自動運転が開始します。オープニング映像後に浴槽には急速にお湯が充たされます。湯張中からシートに設置されたセンサーが非接触で入浴者の心拍を計測し、そのデータをもとに入浴者の心理状態などを読み取り、最適な映像や水流の強さを制御します。

ファインバブルによる身体の洗浄と映像や音、水流により、入浴者を心理的なリラックス状態に導くことで、心身の洗浄機能を達成しています。

ファインバブルの洗浄機能に関しては、バスタブにはマイクロバブル（気泡径10 μm程度）を充満させ、肌に付着している汚れや皮脂などにマイクロバブルが付着し剥離させ、さらに浮上除去させています。頭から胸、腕などの水没しない部分には全12カ所の吐出口よりミラブルテクノロジーと呼ぶ水の流れとファインバブル（シャワーにおいてはウルトラファインバブル（気泡径

100 nm程度）により、洗剤を使わずとも十分な肌洗浄が可能になる技術による洗浄を行います。

入浴がスタートし、心拍データが解析されたのち空・海・四季といった癒し映像を入浴者の状態に合わせて映し出し、音楽は軟骨伝導の技術により入浴者に直接伝わります。また入浴の手順や注意事項なども映像と音声で伝わります。既に100名を超える方々が入浴体験され、皆様からのアンケート結果では大満足との声を頂戴しています。

「宇宙シャワー」

大阪ヘルスケアパビリオンの2階ゾーン「ミライのヘルスケア2」において宇宙シャワーのブースを出展しています。

宇宙シャワーはこれからの宇宙商業利用の時代を見据えて、これまでは生命維持、最低限の生活環境の維持がテーマであった宇宙生活環境構築に、快適性（Quality of Life (QOL)）という考え方を取り入れた快適なECLSS（Environmental Control and Life Support System）に挑んでいます。微小重力下でのシャワーは、水の動きの制御と使用する水の量の制約が大きい。宇宙シャワーの実現を可能にすることを目的として、模型試験機の成層圏からの落下試験（短時間微小重力試験）を実施し、成功したことを受けて、本格的な開発を開始し、その一端を展示ブースで来場者に体感いただけるようにしています。



宇宙シャワーブース



ミライ人間洗濯機

本パビリオンは2050年の世界に紛れ込んだかのようなミライを垣間見る、体験することを意識している為、当ブースでも、2050年には宇宙生活でも快適にシャワーを浴びられることを紹介しています。さらにその要素技術として、水だけで洗浄、小さな泡が肌の匂いや乾燥を防ぎ、宇宙長期滞在でも毎日を快適に過ごせることを実感していただくため、そのシャワーの水を手で触れられるようにしています。ブースでは、逆さまに噴射するシャワーに触れる見学者自身の映像が逆さまに映し出され、遅延制御により短時間の遅れで自身の動作を映像で見ることができるようになっています。子供がジャンプすれば画面の中の自分が遅れてジャンプする。その横には宇宙服や宇宙ステーション内のJAXAの作業着が展示され、

壁には月から見た地球の写真や、宇宙ステーション内部の写真などを展示しています。体感システムはカメラ及び画像解析を駆使した肌判定機を備えており、洗浄前後での肌の状態を比較でき、若返りや実際の汚れの付着、洗浄状況を確認することができます。実演システムではウルトラファインバブルでの洗浄やマイクロバブルでの洗浄が体験でき、またどのような気泡なのか、その特性を見ることも可能です。

手洗いと洗浄結果の判定技術は、パビリオン内の「みんなのトイレ」にも採用され、実際に活用頂いています。体感いただいた方々は、手洗い時の感触の違いに驚いています。



みんなのトイレ

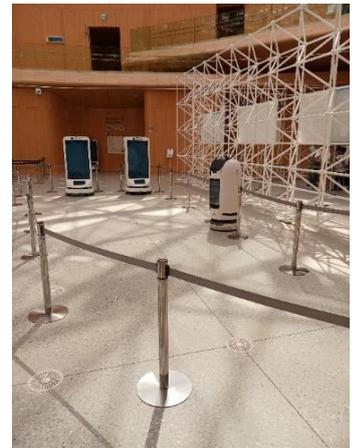
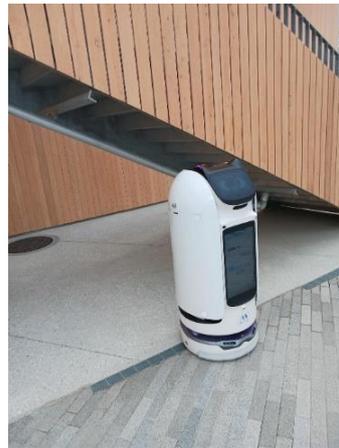
「ミストによる暑さ対策」

昨今の気温の異常な高さ、日射の厳しさへの対策として、万博会場でも様々な対応がとられている中で、弊社のミラブルテクノロジーを利用した暑さ対策設備が、パビリオン屋外や屋内に設置されています。

一つは濡れないミストノズルをネコ型ロボットに装備した巡回ロボットで、配膳ロボットの新しい活用を目的として、かわいいロボットがパビリオン内や屋外の定められたコースを周遊し、濡れない微小ミストを散布することで、近くにおられる方へ「涼」を提供します。打ち水やミスト散布は積極的に活用が求められる避暑対策ですが、使用水量の多さや、微小なミスト状とは言え、実際には濡れてしまうほどの散布量や、霧状にしたがゆえに風で拡散してしまうなどの課題があります。弊社のノズルは水滴の中に大量に気泡を含有させることにより、

噴霧後に瞬間的に揮発する為、床などが濡れることはなく、建物内での利用が可能であり、また利用者に対して近い距離からの噴射も可能となっています。小型のコンプレッサーを利用しており、圧縮ガスや水ポンプは使用していない為、バッテリー駆動でも十分な運転時間が確保されています。また大阪ヘルスケアパビリオンにはXDホールというシアターが併設されており、入場待ちのお客様への日除けとして、透明素材でできた水槽を天井として用いた底を設置し、その水槽内水中にマイクロバブルを発生させ、白濁した状態とすることにより直射を遮るとともに、適度な照度を保って、幻想的な空間を演出しています。そこでは、マイクロバブルによる日射対策に加えて、人感センサーと連動した濡れないミストノズルも設置し、人の動線に沿った無駄のない冷却運転を行っています。

自由に触れられるネコ型ロボットの可愛さも好評で、特に撫でられたロボットネコの顔の表情が変化することからとても人気があり、ロボットの進路が妨げられるほど、いつも多くの方に囲まれています。また日除けとしてのマイクロバブルの活用は、夜には照明とも連動しており、夜景空間演出の一つとなっています。



上2枚：ネコ型ロボット、左：日除けとしてのマイクロバブル活用



XDホール外観

I feel
Science
<https://i-feel-science.com/>

(報告) 第24回 PFCサロン

6月26日(木)第24回PFCサロンを開催しました。前座としての北宅センター長からの話題提供「植物工場の新たな展開—微細藻類の利用—」の後、大阪府立大学名誉教授の中野先生より、「ユーグレナに魅せられて約半世紀—その魅力と夢」と題した話題提供をいただきました。また実際にユーグレナ(ミドリムシ)を培養されている中野先生の研究室も見学させていただきました。

ユーグレナは植物と動物の性質をもつ微細藻類で、植物のように光合成によってブドウ糖(グルコース)などの栄養を作ることが可能です。また生育条件によっては、周囲から栄養を吸収して動物のように生きることも可能です。ユーグレナには多くの機能性栄養素が含まれ、最

近では健康食品として注目されています。

研究室見学では、興味津々の参加者の皆さんから、培養中のユーグレナについて多くの質問が飛び交いました。

PFCサロンの終了後には近隣の会場で情報交換会を開催しました。PFCサロンは、本学の教員とPFCコンソーシアム会員の交流の場でもあり、情報交換会では多岐にわたる様々な情報を交換することができました。

最後に、今回お忙しい中、お時間を割いていただきました中野先生に、またご参加いただいた会員の皆様に、この場をお借りしてお礼申し上げます。



中野先生の研究室の様子



話題提供時の様子

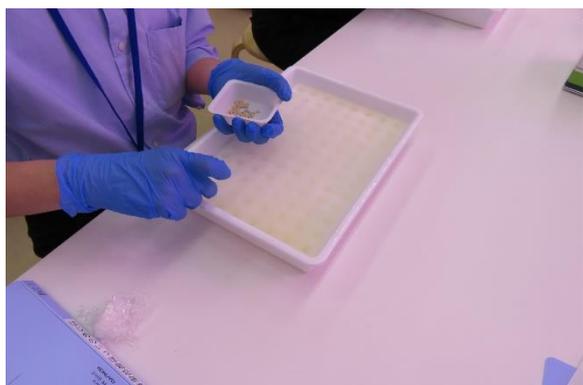
(報告) 2025年度第1回はじめのいっぽ栽培研修

2025年度1回目の「はじめのいっぽ栽培研修」が5月14日から6月18日まで全7日の日程で開催された。今回の受講生は7名でコンソーシアムからは4名の参加があり、研修後にさらに法人会員として1社、個人会員として1名ご入会いただいた。

本研修は、講義と実習からなり、講義で環境制御の基本的な考え方とその背景にある植物の生理機能について学びながら、実習で実際の人工光型植物工場で行われている栽培管理作業を経験する。例年実習では、光強度を複数水準設定し、光環境が植物の成長と収穫物の重さや品質に大きく関わっていることを実感してもらっているが、受講生の興味、関心に応じて環境処理を追加するこ

ともあり、今回は、栽培棚の一部に卓上ファンを設置して、気流の有無が植物の成長に与える影響を観察してもらった。講義では、植物の物質生産や栄養吸収といったオーソドックスな内容に加え、近年の農業のスマート化の流れを踏まえ、植物の成長を定量化し解析する方法についてふれる時間も取った。

本研修は、今年度2回目となる研修を、来年1月下旬より開催することを予定している。前回とほぼ同じ内容での実施を考えているが、少人数制であることを活かし、可能な限り受講生の要望に応えたいと考えている。興味のある方はご参加頂ければ幸いである。(文責 江口)



播種作業の様子



育苗中のレタス