

「健全な水循環系の構築」

～「いのちにやさしい水循環」～



岐阜分室長 大竹 良昌

■はじめに

岐阜分室が2005年国際博覧会「愛・地球博」に関わりを持ったのが、平成14年の博覧会協会から委託された「この池」に関する調査がはじまりです。以来、中部地方整備局では「蓮池」を中心とした「水循環システム」を会場の中心にある「地球広場」、「バイオラング」に出展することとなり、岐阜分室では出展、実験、運営管理等の委託を受け実施しています。その内容、状況などについて報告させていただきます。

■出展の目的と概要

2005年国際博覧会「愛・地球博」（3月25日～9月25日）の長久手会場中央にある「愛・地球広場」。その周囲をぐるりと取り囲むように「水のループ～蓮池を使った水循環システム」が設けられています。「21世紀の社会資本を考える実行委員会」（国土交通省中部地方整備局、関係団体等で構成）が出展したものです。連日多くの人々が訪れ、水に関する思いがけない発見や初めての体験に、うなずいたり歓声を上げたりしています。

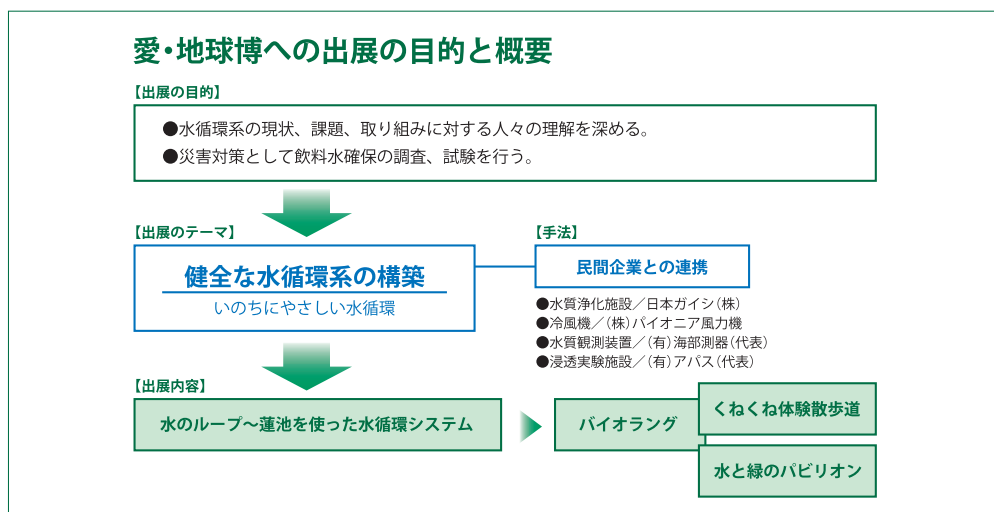
水は地表、海面から蒸発し雨となって地表に降り、一部は地下水となり、一部は地表水となって川を流れ海にいたるといった循環を繰り返しています。この水循環系に人為を加え続けてきた結果、世界中で水に関わる危機的な現象が発生しています。第3回世界水フォーラムでは「閣僚宣言」や「水行動集」がと

りまとめられ、わが国においても河川審議会から「新たな水循環・国土管理に向けた総合行政のあり方」が出されるなど、水問題の深刻な現状が浮き彫りとなっています。

国土交通省中部地方整備局は、愛・地球博のメインテーマ「自然の叡智」、サブテーマ「循環型社会」などが河川事業の施策と共通していることもあり、多くの入場者が集まるこの世界的イベントを、浸透性施設や貯留施設による洪水流出低減、雨水再利用によるヒートアイランド化の抑制など「健全な水循環系」への取り組みを理解してもらおう好機と考えました。また、この機会に災害対策として非常時の飲料水確保の調査、試験を行うことをもうひとつの目的としました。

■民間の最先端技術も導入

出展のテーマは「健全な水循環系の構築～いのちにやさしい水循環～」です。官民連携の出展とするため関連技術を民間企業から公募し、学識経験者、行政関係者からなる選定委員会で審査。その結果、水質浄化施設で日本ガイシ（株）、冷風機で（株）バイオニア風力機、気象水質観測装置で（有）海部測器（代表）、浸透実験施設で（有）アパス（代表）の技術提供を受けることとなりました。こうして「水のループ～蓮池を使った水循環システム」の出展が決まりました。



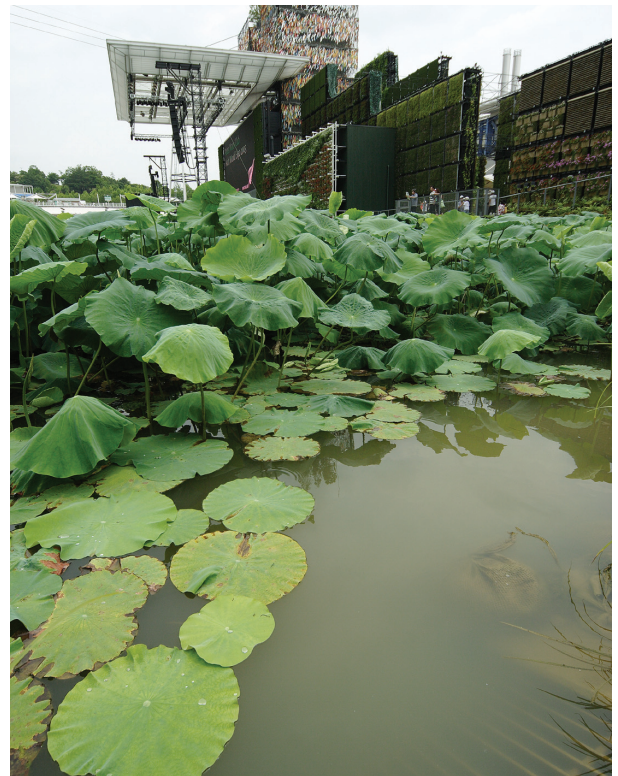
全体像

■「水のループ」の仕組み

愛・地球広場のかたわらには、雨水をたたえ、蓮が緑の葉を大きく広げ水面を埋め尽くしている蓮池があります。この蓮池を使った水循環システムが「水のループ」です。このループの中で、水の怖さや優しさを体感する施設が「くねくね体験散歩道」。「水と緑のパビリオン」は水循環系に関する情報発信センターです。それぞれの施設が愛・地球広場をぐるりと取り囲むように配されています。

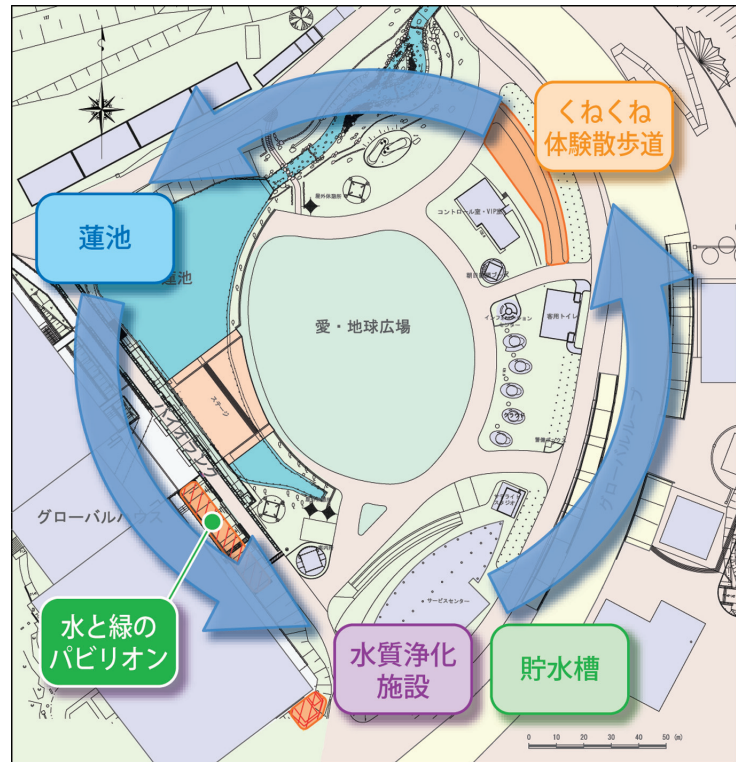
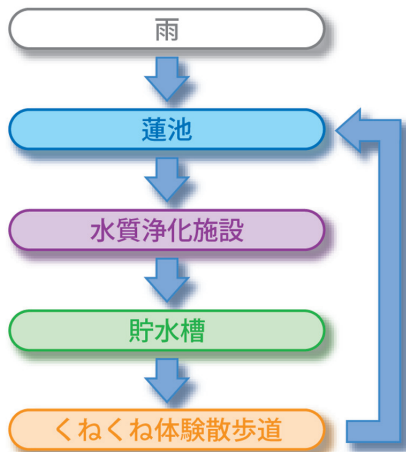
■蓮池から蓮池へ

「水のループ」における水循環は、まず蓮池からポンプで水を汲み上げるところから始まります。それを新たに開発した水質浄化施設で、飲料水として利用できるレベルまで浄化し貯水槽へ。これをくねくね体験散歩道の実験施設へ送り利用します。使用後の水はまたもとの蓮池へ。こうして再利用が繰り返されます。蓮池の水が浄化され、姿を変えながら広場の周りでループを描きながら循環するわけです。



「水のループ」の水源「蓮池」

蓮池を使った水循環システムの全体イメージ



それぞれの施設

■健全な水循環を実現した水質浄化システム

水のループの源泉が蓮池とするなら、それを浄化しながらループ全体に供給し、循環させているコア施設が「水質浄化施設」です。「グローバル・ハウス」の南側に位置しており、施設内は一般公開されていません(バックヤードツアーで公開)。ここでは民間企業が開発した最先端の浄化システムが機能しています。

まず蓮池の水は原水ポンプで「原水槽」(沈砂池)へ送り込まれます。次に前処理設備である「凝集混和槽」で凝集剤を用い不純物を沈めます。

さらに「膜ろ過設備」で、高度にろ過されます。ここで活躍するのが大型セラミックフィルター。送られてきた水はここで一気に飲料水レベルまでろ過されます。

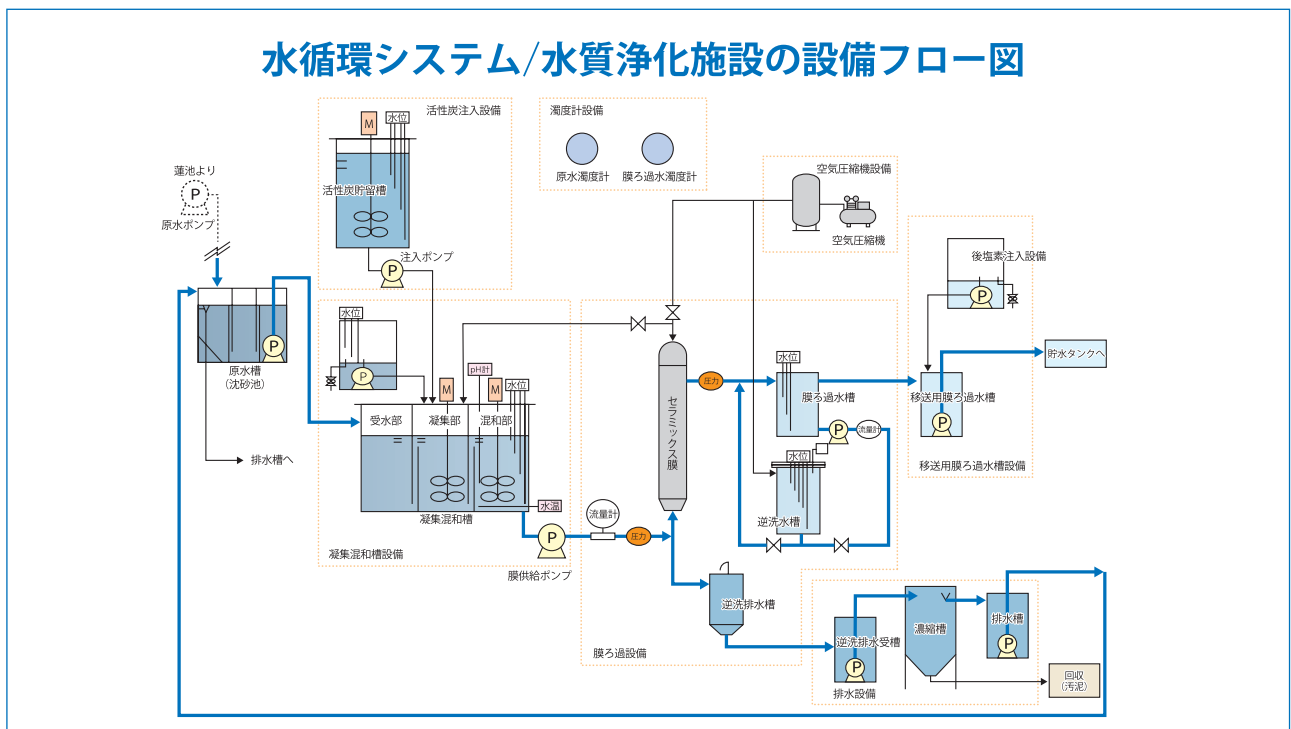
膜ろ過設備のあとは「移送用膜ろ過水槽設備」。ここで後処理が施され「貯水槽」へ。貯水槽から「くねくね体験散歩道」へ送り込まれます。

一方、膜ろ過設備で除去された固形物は廃水処理設備で処理されます。ここで濃縮汚泥となり回収されます。

これらの施設を緊急時に利用できるよう、小型し



蓮池から水を取る取水口
(この水が水質浄化室で飲料水レベルに浄化される)
可搬式に改良していく必要があります。





■最先端のセラミックろ過設備

左1番上の写真が最初に原水が送り込まれる原水槽（沈砂池）です。2番目は前処理設備の凝集混和層。凝集混和層では凝集剤を用いて不純物を微細な固まりに凝集し沈めます。これにより膜ろ過設備のファウリングを抑制します。

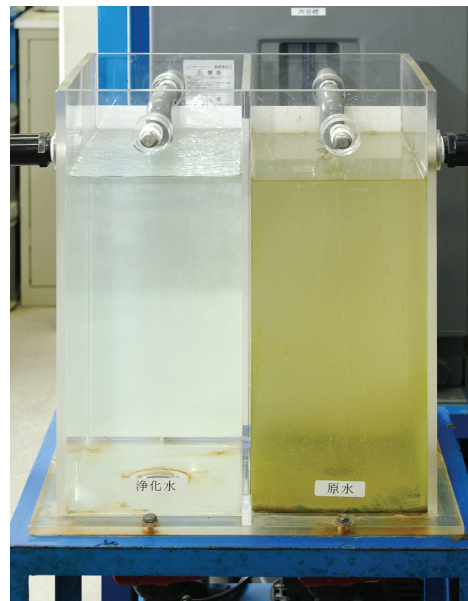
3番目の膜ろ過設備は、従来使われていた砂ろ過設備の1万分の1の細かさまでろ過します。セラミックエレメントには0.1ミクロンの穴が無数にあり、ここでクリストスポリジウムをはじめとする病原性原虫類や細菌類を完全に除去します。

全量ろ過方式を採用し、98%以上の高回収率を実現。同時に汚泥の発生量も減らせます。

■ほぼ飲料水レベルに

下の写真は原水と浄化後の水の比較です。見た目にも違いは明らかですが、水質浄化室内では、水道水のレベルまで浄化を実現しています。さらに活性炭等を使えば完璧な飲料水として利用できるとのこと。蓮池を使った水循環システムの課題の一つだった、災害時の飲料水確保というテーマは、ほぼ実現したと評価できると考えています。

原水と浄化水の濁度を「水と緑のパピリオン」で表示しています。



左上：最初に原水が送り込まれる原水槽

左中：前処理設備の凝集混和槽

左下：画期的なろ過機能を発揮しているセラミックエレメント

右上：浄化された水（左）と原水

■ バイオラング

・地球温暖化防止に貢献するハイテク緑化壁

愛・地球広場の正面に巨大な緑化壁がそびえています。これが「バイオラング」です。生物を意味する「バイオ」と肺の「ラング」を組み合わせたもので、光と水と空気の健全な循環を復活させる、新しい都市緑化の切り札となる可能性を秘めています。

長さ150メートル。2本のシンボルタワーの高さは25メートル。垂直花壇による総緑化面積は約3500平方メートルと世界最大級の規模です。約200種20万株の草花や樹木で埋め尽くされ、季節の花々が来場者の目を楽しませてくれます。

大都市では、緑化対策としてしばしば屋上庭園が設置されます。しかしこれは、あくまで高いところにある水平庭園。これに対し、垂直庭園は、土地の効率的利用に加え、新たな都市景観を創造します。

植物は、水分を空气中に放出し、その気化熱で気温を下げる力を持っています。豊かな緑は自然のクーラーともいえます。バイオラングは、夏の暑さ対策として自然の気化熱だけでなく、1000カ所から霧が人工的に噴射されます。緑化壁の回廊には保水性舗装を施し、気温を下げる効果を一層高めています。

■ くねくね体験散歩道

・水の動きや優しさを体感

「くねくね体験散歩道」水のもつ「美しさ」、「爽やかさ」、「恐ろしさ」を体感する施設です。降雨を再現しデータで表示される雨量を肌で実感する「降雨体感施設」。水の気化熱を利用し、施設内の気温を低下させる「冷風機」。水の浸透レベルを演出する「浸透実験施設」。ガラス製の水路蓋の上を歩き水上歩行を実感する「歩行水路」。そのほかにも多彩な体験施設を配置。楽しく分かりやすいと、入場者からも好評です。

コース内には、気象観測装置が設置されています。気温・湿度に加え雨量・蒸発量も連続測定し、来場者にもその状況を現地で提供するとともに「水と緑のパビリオン」で表示しています。

これは入場者が実際の体験をデータでも確認できるようにするもので、体験を体験だけで終わらせることなく、より深い理解へのきっかけになるよう配慮したものです。



水のループの入り口に高くそびえる緑化壁「バイオラング」
(ときどき霧が噴射され涼を維持する)



水の動きを体験する「くねくね体験散歩道」



降雨体感施設

左上：「激しい雨」は手で受けて体験

左下：「猛烈な雨」を体験するトンネル

冷風機

右上：気化熱を利用した風が涼を呼ぶ。女性の髪が軽くなびく程度のそよ風

右下：水の流れと植物を配したコーナーからはマイナスイオンが

■降雨体感施設

重要な水資源となる雨は、時に脅威へと変わります。日本の年間降水量のうち、実際に利用可能なのは現在わずか12～13%。そればかりか近年予想を上回る豪雨が各地に多くの被害をもたらしています。

ここでは1時間30mmの、バケツをひっくり返したように降る「激しい雨」と、昨年、台風21号の上陸時に三重県宮川村の国土交通省の雨量観測所で観測された1時間あたり119mmという、息苦しくなるような圧迫感のある「猛烈な雨」の二通りの降雨を体験できます。「猛烈な雨」は、どしゃ降りのトンネル内を傘を広げて歩くと、傘を打つ雨音で話し声が聞こえなくなるほど。水の持つエネルギーのすごさを実感することができます。

■冷風機

水が蒸発するときの気化熱を利用し、エアートンネル内に涼しく心地よい風を送り込んでいます。湿度は約80%ですが、気温は外より2～5度ほど低く、トンネル内を歩くとそよ風程度の冷風を感じるため、強い日差しの中でひとときの涼を得る人気スポットとなっています。

壁面には水の流れと植物を配したコーナーもあります。そこからマイナスイオンを発生する仕組みとなっているため、さわやかな香りが快適さを増幅。天井には天窓を設け、昼間はそこから自然光を採り入れ、夜間はダウンライトで温かみのある光を演出しています。



浸透実験施設

- 右上：ガラスカレットを使った土壌と他の土壌との浸透性の違いを比較する設備
- 右下：地下水が湧き上がるイメージを演出
- 左上：「ガラスカレット」を利用したモニュメント

歩行水路

- 中下：水の流れの上を歩いているような不思議な感覚も体験できる

■浸透実験施設

都市化の進行に伴い、雨水の地下浸透率が低下。それが洪水、ヒートアイランド現象を増加させ、地下水の枯渇さらには水質浄化機能の低下も招いているといわれています。こうした問題を解決する一つの試みとして、地下浸透を回復させる、「ガラスカレット」を使った土壌の実験をここで行っています。

日本では、リサイクルの難しい「着色ガラス瓶」が年間200万トン以上廃棄されており、これらの廃棄ガラス瓶を粉碎して作られたのが「ガラスカレット」です。土と混ぜ合わせて使うことで浸透性が大幅に向上。他の土壌との違いをこの実験施設で確認することができます。ガラスカレットは、リサイクルにも貢献する注目の土壌素材です。

■歩行水路

歩行水路はガラス製品の水路蓋を設けることで、まるで水面の上を歩いているような体験ができる施設です。水路幅は1.5メートル。ガラス上を進む歩行者の安全を確保するため十分の強度を確保した上、全天候対応のスリップ防止の工夫も施されています。

足元の水路の内側は砂利。そこへ人工の水の流れをつくりだしています。夜間は水中照明で水の動きが分かるよう工夫。涼しげで、水の上を歩くというちょっと不思議な感覚に、訪れる多くの入場者が足元を確かめるように歩を進めています。

水の持つ優しいイメージを利用した楽しい演出となっています。

■水と緑のパビリオン

・危機の現実と克服への取り組みを情報発信

「水と緑のパビリオン」は「バイオラング」のかたわらに位置しており、水に関わる諸問題の情報発信センターの役割を担当。「水と緑の危機」「水循環の仕組み」「行政と市民の取り組み」「水源地の保全」の4つのコーナーから成っています。

(1) 水と緑の危機

再生木材を用いたシグナルツリーで、世界的な水の危機に警鐘を鳴らしています。インパクトのある写真が、日常なかなか気づくことのない深刻な実態を訴えており、水問題を考えるきっかけとなっています。

(2) 水循環の仕組み

床面に配置した大スクリーンに、コンピュータグラフィックスを駆使した水の循環過程が映し出されます。海、蒸発、水蒸気、雲、霧や雨、雫、源流、河川中流、河川下流、河口、海、とスケールの大きな「水の旅」が、水は私たちを取り囲む世界そのものだということを改めて気づかせてくれます。

(3) 行政と市民の取り組み

水循環・緑化・砂防に対する市民や行政のさまざまな取り組みが紹介されています。大型グラフィックを中心に編集。行動に結びつくモチベーションづくりも意識されています。

(4) 水源地の保全

木曾川を題材にした3D映像。「山から海までの半循環」「土砂移動と土砂災害発生の仕組み」などを楽しく学ぶことができます。

●モリゾー、キッコロの空中映像も

展示室の中央ではフォグスクリーンに、モリゾーとキッコロが映し出されます。ふわふわと空中に漂いながら水と緑の大切さを語りかけています。



50万人目の入場者に記念品を贈呈

●入場者50万人達成

7月25日(月)に入場者が50万人となり、兵庫県から来場された名倉さんご家族に記念品が贈呈されました。



水と緑の危機を訴えるシグナルツリー



フォグスクリーンに映し出されたモリゾー（まるで空中から語りかけるよう）



水循環のサイクルが雄大なスケールで映し出される床面のスクリーン



行政や市民の取り組みを紹介するコーナー



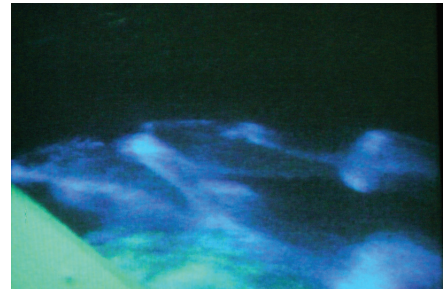
「くねくね体験散歩道」の気象条件をパビリオンでも見られるように配備した気象観測装置

万博記念科学講座

はす池の科学



この日行われたイベント「打ち水大作戦」にも参加した子供達



夜の海を遊泳するイルカの周りには無数のホタルイカが（ハープカメラがとらえた幻想的な光景）

※万博記念科学講座「蓮池の科学」講演資料（NHK放送技術研究所）より



子供達に語りかけるコーディネーターの清野氏



水の循環と環境問題、それらをとらえる最新の映像技術などについて語る講師の皆さん
左から順に順に谷岡、疋田、松尾各氏

■地域の子供達が学び、体験した1日

岐阜、長野、静岡3県の子供達が7月27日、愛・地球博会場を訪れ、「はす池の科学」と題する万博記念講座で、水や環境について楽しく学びました。

参加したのは土岐川観察館（岐阜県）、天竜川総合学習館「かわらんべ」（長野県）、「みずかき倶楽部静岡」（静岡県）に所属する小中学生26人。「愛・地球博」長久手会場のロータリーホール、蓮池周辺を学習の場とし、日本で開発された最先端の映像技術などを使って、ふだんは見ることのできない「水循環」現象や「浄化システム」および蓮池の水（原水、浄化水）を使用した水質測定について学び、体験しました。また愛・地球広場で行われたイベント「打ち水大作戦」にも参加。約4時間の楽しい講座を終えました。

この日の講師とテーマは以下の通り。

- 松尾直規氏
・中部大学工学部都市建設工学科
・「水循環と水のループ」
- 谷岡健吉氏
・NHK放送技術研究所
・「超感度ハープカメラで見た水の世界」
- 疋田佳康氏
・浜松ホトニクス株式会社
・「水・環境を光の目で見守る」
- 清野聡子氏
・東京大学大学院総合文化研究所
・監修、コーディネート