

Aqua10 Project

健康リスク低減のための新たな浄水プロセスの開発に関する研究
持続可能な水道サービスのための浄水技術に関する研究



JWRC

公益財団法人 水道技術研究センター

はじめに

わが国の水道は97%を超える高普及率を達成しており、社会の基盤施設として重要な役割を担っています。一方、水道ビジョンでは、水道事業運営の維持・発展のための重点取組項目として、「①水道の運営基盤の強化」、「②安心・快適な給水の確保」、「③災害対策の強化」、「④環境・エネルギー対策の強化」及び「⑤国際協力等を通じた水道分野の国際貢献」の5つの課題を挙げています。

Aqua10プロジェクトでは、特に①、②の課題解決に資するべく、浄水膜の性能・維持管理の高度化に向けた研究、紫外線処理の利用拡大に向けた研究、施設更新の促進に寄与するシミュレータの開発、おいしい水指標の検討、気候変動に伴う原水濁度予測システムの構築を実施しました。

研究成果の概要

Aqua10プロジェクトは、厚生労働科学研究費補助金及び共同研究費により、6つの研究課題に取り組み、次の成果を得ました。

○厚生労働科学研究費補助金による研究（平成20年度～平成22年度）

「健康リスク低減のための新たな浄水プロセスの開発に関する研究」

（1）水道事業体のニーズに合った浄水膜の性能・仕様等の検討

水道事業体のニーズに合った浄水膜の開発を目的に、ファウリング抑制効果の高い膜構造や耐ファウリング性に優れた膜素材について基礎的な知見を得ました。

（2）膜ろ過施設の維持管理の高度化等

膜損傷の検出及び薬品洗浄が膜の劣化に与える影響について実験を行い、維持管理実務に資する知見を得ました。

（3）浄水プロセスへの紫外線処理の適用

紫外線処理に関し、維持管理面での留意事項・対応策を取りまとめ、「地表水以外の水道原水に係る紫外線処理設備維持管理マニュアル」を作成しました。また、地表水のクリプトスポリジウム等病原微生物に対するマルチバリアとして適用できることを、照射実験等により確認しました。

○共同研究費による研究（平成20年度～平成23年度）

「持続可能な水道サービスのための浄水技術に関する研究」

（1）水道施設における診断評価・整備手法等

水道施設更新の促進に寄与することを目的とし、関連資料の体系的な整理手法、需要者との合意形成を得るための情報交換手法などを検討する一方、更新の必要性をPIに準じた指標で相対評価するデータベースソフト及び浄水施設の更新費用算定・比較を簡易な手順で行うシミュレータを開発しました。

（2）より安全でおいしい水道水に向けての方策

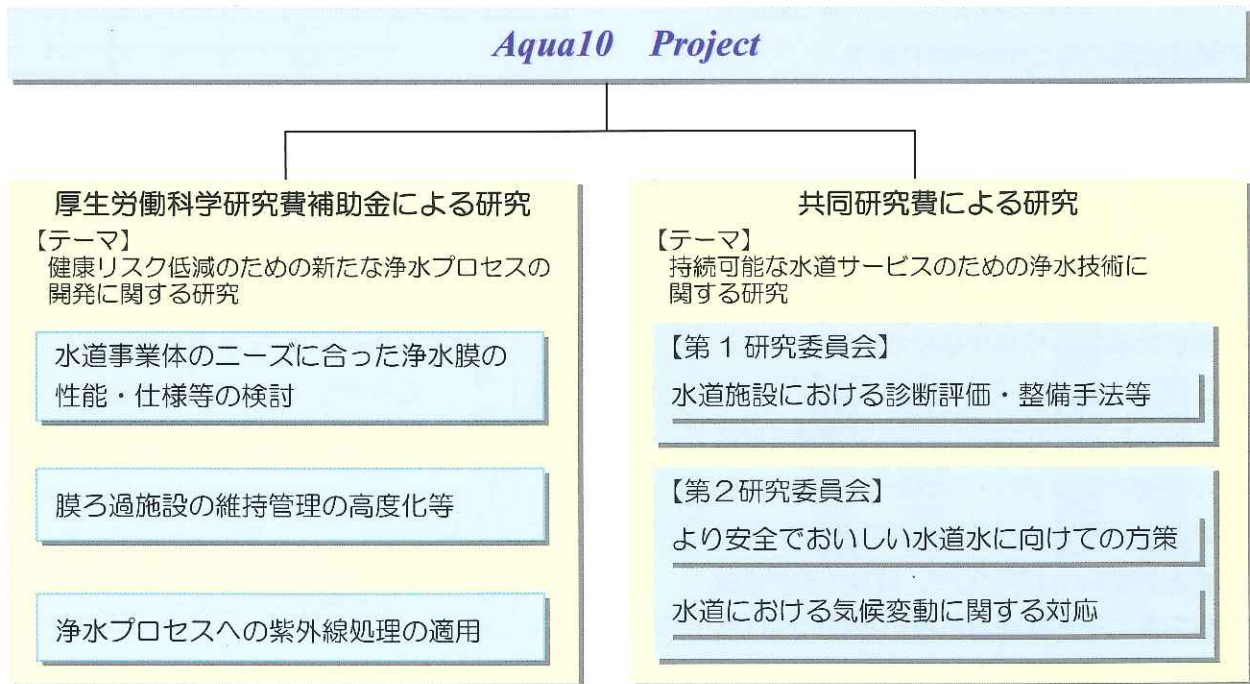
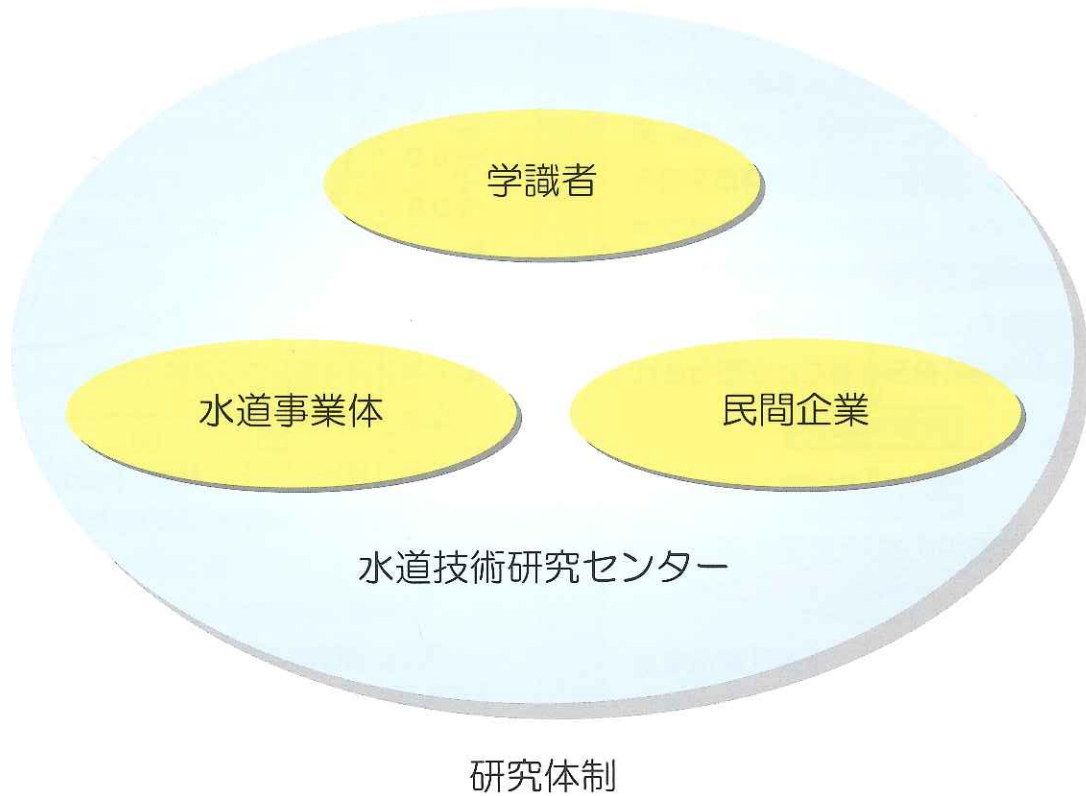
ボトル水や水道水の水質分析、きき水等を実施し、水のおいしさを表現する手法や、おいしさに影響する水質項目について提案を行いました。

（3）水道における気候変動に関する対応

気候変動に起因する気象変動が原水水質に及ぼす影響（特に降雨による高濁度）についての情報を整理し、浄水場における運転管理支援のための水質予測システムを構築しました。

研究組織

Aqua10プロジェクトは、産官学が連携した研究体制により実施しました。



Aqua10プロジェクトの構成

研究内容（厚生労働科学研究費補助金による研究）

I 『水道事業体のニーズに合った浄水膜の性能・仕様等の検討』

種々の水道原水に共通したファウリング要因物質は有機物のうち主に多糖類からなる親水性成分であることを解明しました。また、ファウリング抑制に有効な膜構造を明らかにするとともに、膜素材の改質によるファウリング抑制効果が高いことも明らかにすることができました。これらの知見は今後の新たな膜の開発に寄与することが期待されます。

汎用膜：PVDFを素材として製膜
改質膜：素材としてPVDFにPVPをブレンドして製膜

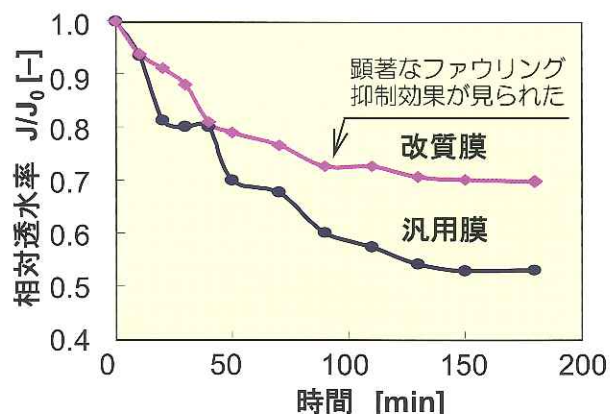


図1 汎用膜、改質膜における相対透水量の変化

II 『膜ろ過施設の維持管理の高度化等』

膜ろ過施設の維持管理で重要な膜損傷検出法の評価を行い、間接法と直接法の併用が望ましいことを明らかにしました。この知見を膜ろ過施設の維持管理の高度化に向けた「マニュアル(案)」としてとりまとめました。

今後、この成果の活用により、膜ろ過施設の維持管理の向上が期待されます。

表1 膜損傷の程度と膜損傷検出の感度

人為的な損傷の程度	損傷させた中空糸膜本数	膜損傷検出法	
		間接法	直接法
擦過傷	1本	×	×
	5本	×	×
刺し傷(針により1か所穴あけ)	1本	△	○
	3本	△	○
裂傷	1本	△	○
	3本	△	○
切断	1本	△	○
	3本	△	○

×：検出不可能 △：感度不良 ○：検出可能

直接法によって確実に検出することができた

III 『浄水プロセスへの紫外線処理の適用』

紫外線処理による副生成物の生成濃度は、水道水質基準よりもかなり低いレベルであることがわかりました。また、低濁度の地表水に対して、濁度の違いによる紫外線照射効果に差異がみられないことから、今後、地表水のクリプトスポリジウム等病原微生物に対するマルチバリアとして、既存の浄水処理と組み合わせた紫外線処理の適用に向けた検討が望まれます。

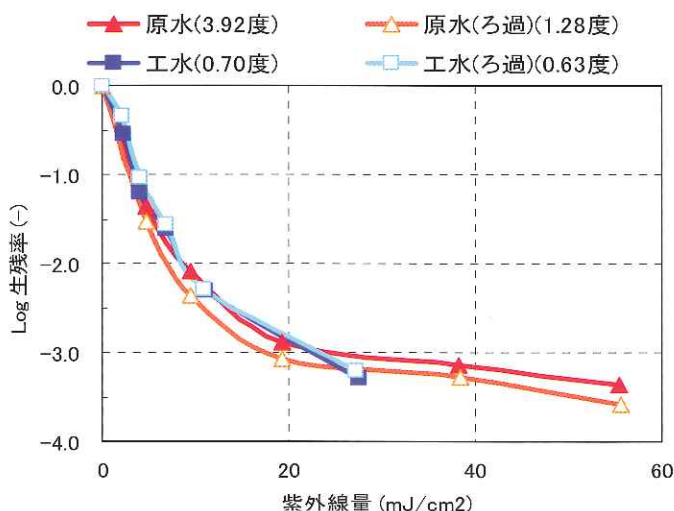


図2 従属栄養細菌の紫外線による不活化

研究内容（共同研究費による研究：第1研究委員会）

I 『水道施設における診断評価・整備手法等』

浄水施設の更新計画を円滑に進めるため、施設更新フローを作成し、各計画段階に対応する関連資料を体系化しました。

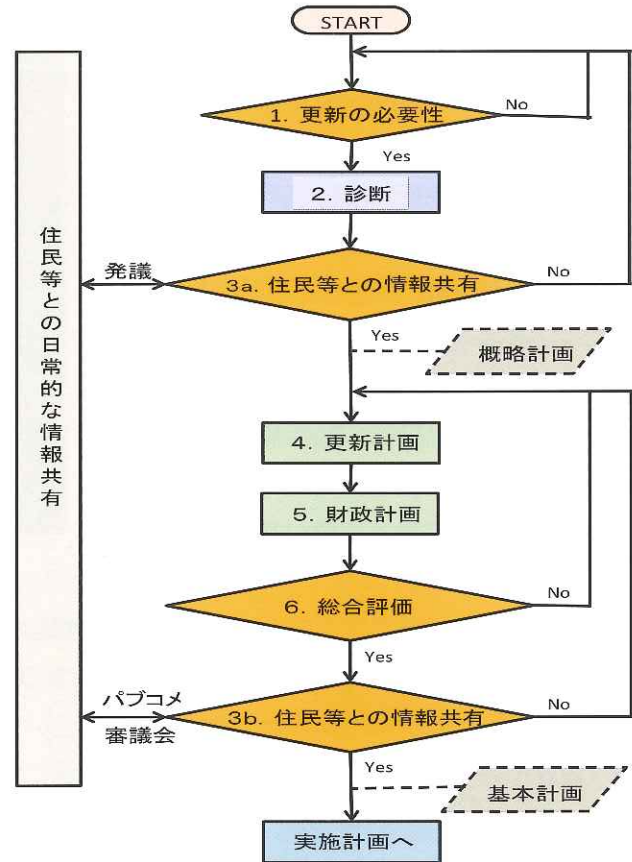
また、水道事業運営を継続するには水道事業者と住民双方のコミュニケーションが重要との観点から、そのコミュニケーション方法や実例を整理しました。

これらを踏まえて開発した【浄水施設更新シミュレータ】は、浄水施設更新時のシナリオを複数設定し、50年間の総費用や更新スケジュール等を視覚的に示すことにより更新方法決定に寄与するソフトです。このソフトはパソコンを用いた簡便なデータ入力操作で客観的かつ適切な更新シナリオを得ることを目的としています。

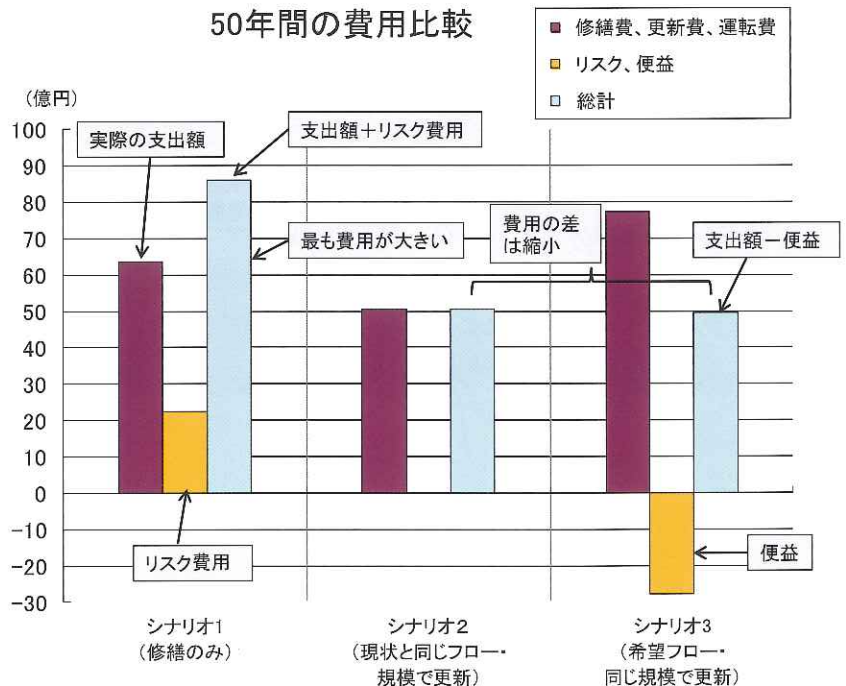
さらに、浄水施設更新の促進を支援する【浄水施設更新支援データベース】を構築しました。このデータベースは自己の浄水施設の位置づけをPIに準ずる指標によりレーダーチャートやヒストグラムで示し、更新の必要性の判断や設備毎の更新優先度の判定に寄与するものです。

【浄水施設更新シミュレータ】及び【浄水施設更新支援データベース】は、水道技術研究センターのホームページ

(<http://www.jwrc-net.or.jp/>)よりダウンロードできます。



50年間の費用比較



Ⅱ-1 『より安全でおいしい水道水に向けての方策』（第1分科会）

より安全でおいしい水について、浄水処理技術や人が飲んで感じるおいしさの面から検討し、水道事業者が需要者の満足度向上を図るための検討を行いました。

既存の研究では、硬度成分、遊離炭酸、臭気強度、残留塩素、水温などが水のおいしさに関与することが示されています。本研究では、それら既存の知見を踏まえつつ、ボトル水や水道水の水質分析、きき水を実施し、おいしさの指標やレーダーチャートによるおいしさの表現方法などの検討を行いました。



図5 きき水の風景

具体的には、水質基準及び水質目標管理設定項目のうち、水のおいしさに関連すると考えられる水質項目について目標値を設定し、100か所の浄水場の原水と浄水のおいしさに対する達成度を算出しました。その結果、原水に対する浄水の水質改善度合いは、高度浄水処理＞粉末活性炭＋通常処理＞通常処理（急速ろ過・緩速ろ過）＞消毒のみという順番になり、そのような水質の改善度合いをレーダーチャートで表現しました。（図6）

また、水質分析ときき水の結果から重回帰分析を行った結果、おいしさに影響する水質項目として、イオン状シリカ、蒸発残留物、TOCが選択されました。

また、おいしい水の水質条件と水道水のおいしさを追求するために必要な対策をまとめました。

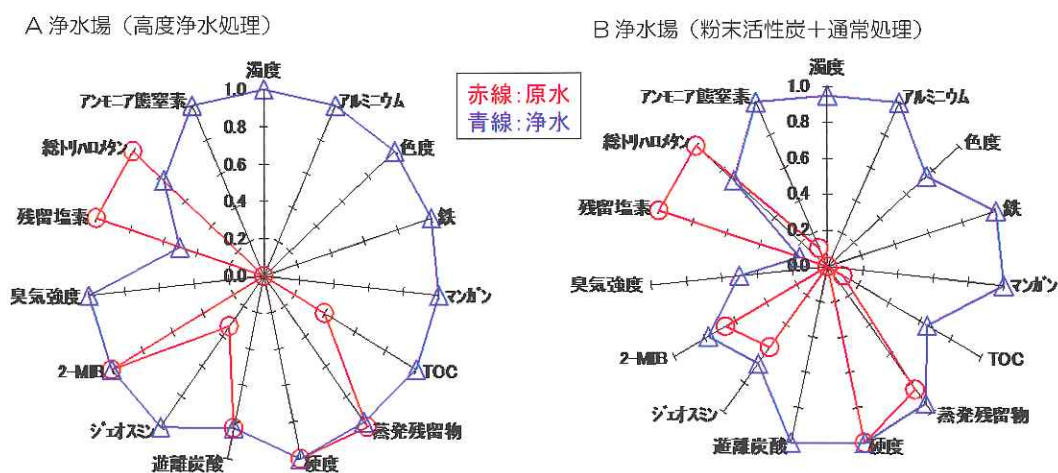
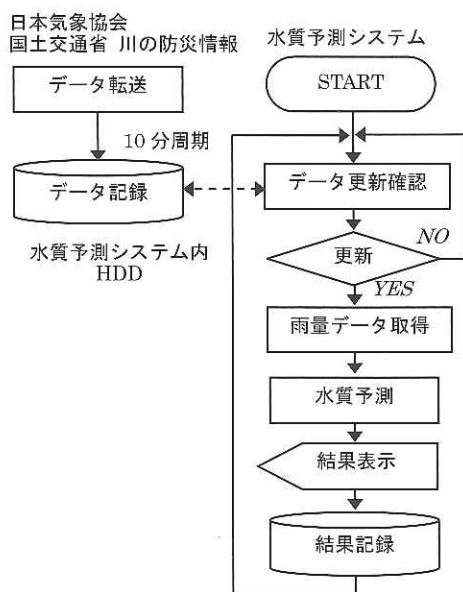


図6 水質改善度合いレーダーチャート（円の外周に近いほど水質が良い）

Ⅱ-2 『水道における気候変動に関する対応』（第2分科会）

近年、短期集中型の豪雨が増加する傾向にあり、それに伴う水源水量や原水水質の変動（特に高濁度水の発生）による浄水処理への影響が懸念されています。今後、将来に亘って安定的に水道事業を継続するためにも、気候変動が水道事業に及ぼす影響を的確に予測し、その影響を最小限にとどめるための適応策について検討すべき時期にきています。本研究では、気候変動による水道水源及び浄水施設の機能と維持管理への影響について把握し、維持管理上の観点から適切な対応策を提案することを目的として検討を行いました。

予測の対象とする水系に係る気象情報、河川水位、流量情報等オンラインで入手できる情報を利用し、取水地点における高濁度の発生時刻、濁度のピーク値等を算出する予測システムを構築しました。この予測システムは PC 及びインターネット通信機器で構成され、データを定期的に自動取得し、濁度のピーク値や関連するガイダンス情報を出力します。



本予測システムの有効性を評価するため、関東地方及び東北地方の水道事業者で実証実験を行いました。また濁度予測精度の向上のため、水道事業者から提供を受けた水質データや河川水位・水量データ、地上観測雨量データを回帰分析することで原水濁度の変化をモデル化し、予測精度を評価しました。この結果、本予測システムのモデルは 100 度以上の高濁度を事前に推定できることが示されました。

Aqua10プロジェクト研究者一覧

○厚生労働科学研究費補助金による研究

■研究代表者

藤原 正弘 (水道技術研究センター)

■研究分担者

安藤 茂 (水道技術研究センター)

大瀧 雅寛 (お茶の水女子大学)

木村 克輝 (北海道大学)

松山 秀人 (神戸大学)

伊藤 雅喜 (国立保健医療科学院)

神子 直之 (立命館大学)

鈴木 泰博 (水道技術研究センター)

■研究協力者

学識者

浅見 真理 (国立保健医療科学院)

石橋 良信 (東北学院大学)

水道事業体

神奈川県企業庁

東京都水道局

福知山市ガス水道部

熊本市上下水道局

八戸圏域水道企業団

三次市水道局

団体・企業

旭化成ケミカルズ株式会社

株式会社クボタ

水道機工株式会社

株式会社西原環境

株式会社日立製作所

メタウォーター株式会社

オルガノ株式会社

株式会社神鋼環境ソリューション

株式会社東芝

日本紫外線水処理技術協会

前澤工業株式会社

○共同研究費による研究

学識者

(委員会順)

古米 弘明 (東京大学)

※浄水技術研究推進委員会委員長

伊藤 雅喜 (国立保健医療科学院)

※第1研究委員会委員長

伊藤 禎彦 (京都大学)

※第1研究委員会副委員長

松井 佳彦 (北海道大学)

※第2研究委員会委員長

滝沢 智 (東京大学)

※第2研究委員会副委員長

水道事業体

大阪市水道局

鳥取市水道局

矢巾町

横浜市水道局

神奈川県内広域水道企業団

新潟市水道局

山形市上下水道部

企業

旭化成ケミカルズ株式会社

ヴェオリア・ウォーター・ジャパン株式会社

宇部興産株式会社

株式会社クボタ

水道機工株式会社

株式会社東芝

日本上下水道設計株式会社

扶桑建設工業株式会社

株式会社明電舎

理水化学株式会社

株式会社石垣

株式会社ウェルシィ

オルガノ株式会社

株式会社神鋼環境ソリューション

月島機械株式会社

株式会社西原環境

株式会社日立製作所

前澤工業株式会社

メタウォーター株式会社

ワセダ技研株式会社

*50音順、敬称略

JWRC

公益財団法人 水道技術研究センター

〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-8-1 虎ノ門電気ビル2F

TEL 03-3597-0211~0214 FAX 03-3597-0215 URL <http://www.jwrc-net.or.jp/>