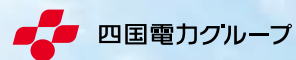


R&D

RESEARCH AND DEVELOPMENT

VOL.29



確かな未来へ、“わくわく”を形に



SHIKOKU RESEARCH INSTITUTE INC.

企業理念体系

企業理念

探求から創造へ 創造から新たな探求へ

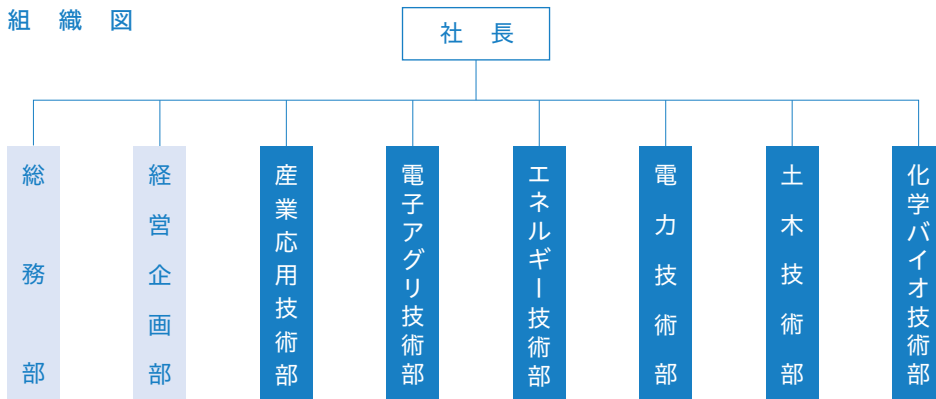
行動指針

未来への課題を解決します
社会への貢献を大切にします
協働する関係を構築します
活力ある会社であり続けます

会社概要

社名	株式会社四国総合研究所
設立	1987年10月1日(四国電力株式会社より分離、独立)
資本金	1億円
本社	〒761-0192 香川県高松市屋島西町2109番地8
代表電話	(087)843-8111
代表FAX	(087)887-0005
株主	四国電力株式会社
営業種目	<ul style="list-style-type: none">● 電気事業に関する調査、研究、開発● 土木建築・地質、情報・通信、環境、エネルギー、電気利用、バイオ分野等における調査、研究、開発業務の受託およびコンサルティング● 産業財産などの知的財産権に関する調査、管理● 当社開発商品などの製造・販売● 研究設備などの賃貸 など

組織図



電力・エネルギー

◆電力系統解析・制御◆

1. 再生可能エネルギーに関する技術 1
2. デマンドレスポンス技術 2
3. 雷事故解析技術 2
4. 電力系統解析技術 2

◆電力輸送・情報通信◆

1. 送電設備の運用・保守技術 3
2. 変電設備の保全・余寿命診断技術 3
3. 配電線事故の解析技術 4
4. 通信ネットワーク建設コスト低減、
運用・保守効率化の研究 4

◆原子力発電◆

1. 状態監視保全技術の高度化研究 5
2. 非破壊検査技術に関する研究 5
3. 設備の健全性評価 6
4. 試験等の自主技術化・製造中止品の代替技術開発 6
5. 化学管理の高度化研究 7

◆火力発電◆

1. ボイラ給水処理の高度化研究 7
2. ドローンを用いた設備点検技術 8

3. 数値流体解析技術を用いた火力発電所の
運用保守支援研究 8
4. ボイラ排ガス用レーザ式ガス分析装置の開発 9
5. 粒子計測式水質分析装置の開発 9

◆水力・土木建築・地質等◆

1. 貯水池堆積物が河川水質に及ぼす影響と対策に関する研究 10
2. 環境負荷低減に向けた建設資材に関する研究 10
3. 鉄筋コンクリート構造物の健全性評価に関する研究 10
4. 地震発生後の建物被害推定に関する研究 11
5. 建物エネルギーの運用最適化技術 11
6. 地震・火山評価に関する研究 12

◆その他◆

1. 土壌改良、排水処理、石炭灰有効利用に関する技術
(CaL-AL Tech.®) 13
2. 環境保全設備の性能管理技術の開発 13
3. 微量成分の計測・評価技術 14
4. DNA解析を利用した環境アセスメント技術の開発 14
5. 住宅用・業務用・産業用に役立つ電気利用に関する研究 14

社会インフラ設備の保全

1. 剥離抑制型変性エポキシ樹脂塗料 (αシリーズ) の開発 15
2. 一回塗り亜鉛めっき面用塗料 (タワーテクト) の開発 15
3. 鉄筋破断非破壊診断技術 16
4. 各種材料試験ならびに健全性評価技術 16

農業の振興

1. 植物病害抵抗性誘導用LED (みどりきくぞう®) の開発 17
2. キク電照栽培用LED (みどりきくぞう® GR) の開発 17
3. 組織培養技術による植物の種苗生産や
品種改良に関する研究 18
4. 近赤外光照射を利用した青果物鮮度保持技術
(iRフレッシュ®) 18
5. 高付加価値農産物の生産技術に関する研究 19
6. 施設園芸におけるヒートポンプ利用技術の研究 19

防災・減災

1. 無線式振動モニタリングシステム
(Swing Minder®) の開発 20
2. 無線式水位モニタリングシステム
(Water Minder®) の開発 20
3. 水素火災可視化装置の開発 21
4. マルチガスLIDARシステムの開発 21
5. ラマン分光によるガス分析技術の開発 22
6. ラマンイメージングによるガス挙動の可視化 22

記載の技術については、技術提供のほか、共同研究・商品開発・
情報提供等が可能です。お気軽にお問い合わせ下さい。

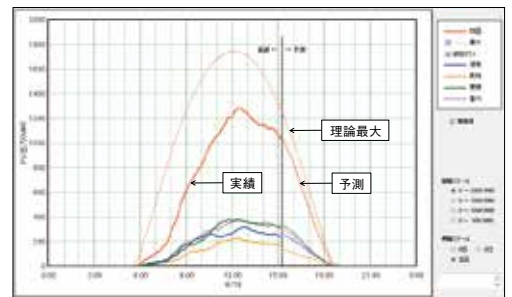
電力系統解析・制御

1 再生可能エネルギーに関する技術

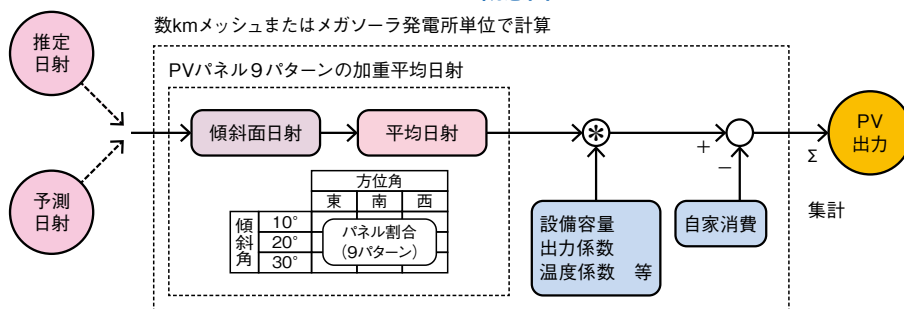
(1) 太陽光発電の出力予測システムの開発

太陽光発電出力は天気の変化により大きく変動するため、大量に導入されると電力系統の周波数調整など系統運用に影響を及ぼすこととなります。そこで、日々の系統運用における計画や制御に太陽光発電出力を的確に反映し、電力系統の安定運用が図れるよう、四国内に設置されている大量の太陽光発電の合計出力実績を推定するとともに、太陽光発電出力を予測するシステムを開発しました(特許取得済)。1分毎の実績推定と、30分間隔、最大8日先までの出力予測は、四国電力送配電の需給運用に活用されています。(第64回電気科学技術奨励賞(旧オーム賞)受賞)

実績推定・予測結果例



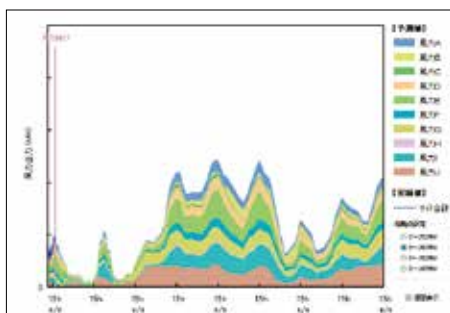
システム概念図



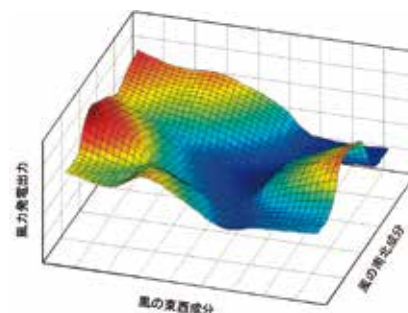
(2) 風力発電の出力予測システムの開発

風速などの気象予報データを用いて風力発電機の出力をファジィ回帰により8日先まで予測するシステムを開発しました。風力発電の出力予測についても四国電力送配電の需給運用に活用されています。

予測結果例



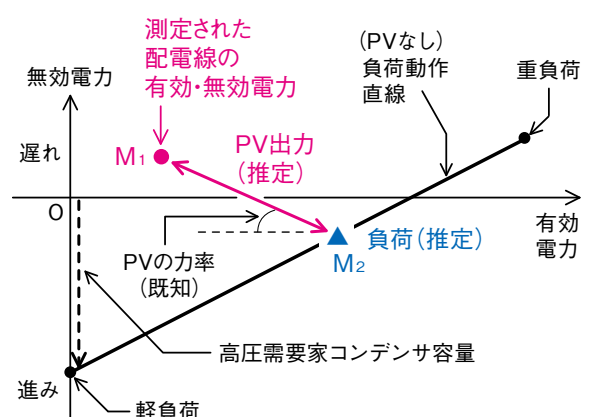
風力サイトの特性(ファジィ回帰モデル)



(3) 配電系統における太陽光発電出力推定

配電系統における計画や運用において、配電線潮流から太陽光発電と負荷を分離して把握する必要があることから、高圧需要家コンデンサ容量などの設備データを活用し、太陽光発電出力を推定する研究に取り組んでいます。

太陽光発電出力推定のイメージ



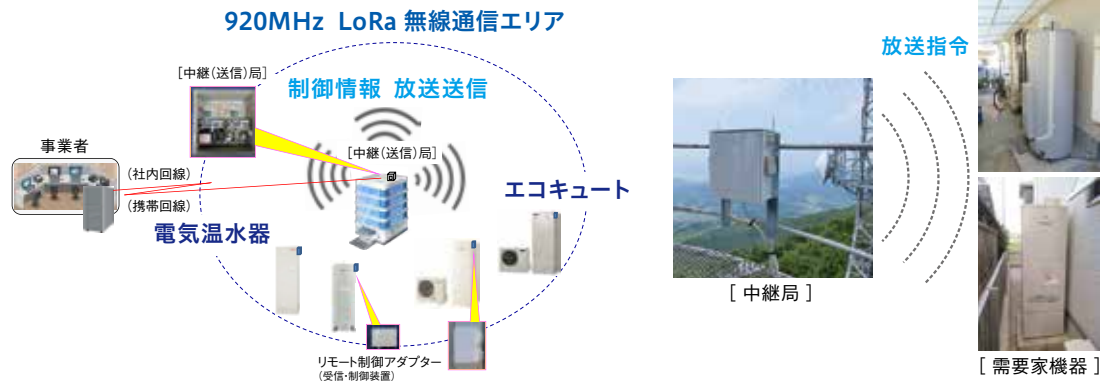
電力系統解析・制御

2 デマンドレスポンス技術

太陽光発電などの再エネ発電が急増している中、需給運用の安定化と再エネ発電抑制回避のため、大量に普及している既存の家庭用電気給湯器(電気温水器・エコキュート)を活用し、様変わりした需給バランス環境に柔軟に適合する、早期実現性および実効性ある需要家機器調整技術(デマンドレスポンス技術)開発に取り組んでいます。

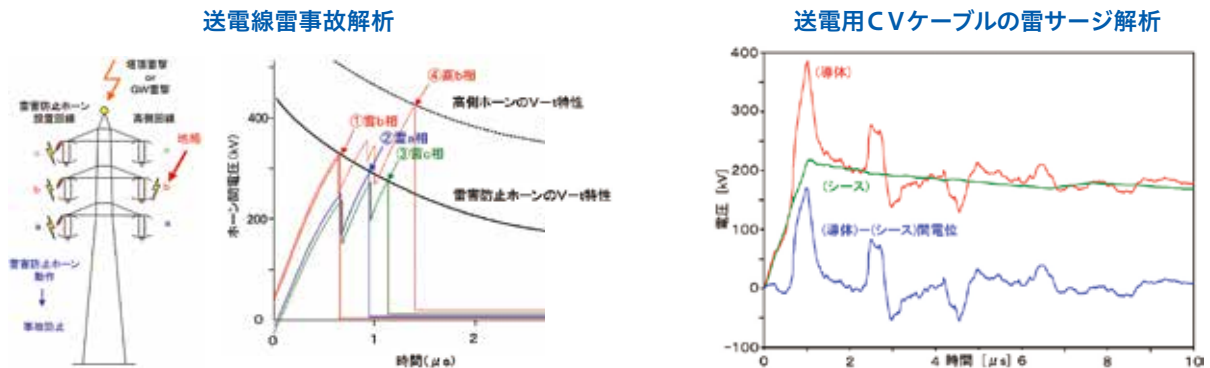
小容量かつ大量に存在する需要家機器の制御に適した手法として、放送型無線通信による一方向指令で需要家機器が自律制御し、太陽光発電カーブに類似した負荷構築するシステムを開発しました(特許取得済)。

令和3年度デマンドサイドマネジメント表彰[機器部門・振興賞]受賞。



3 雷事故解析技術

送電線雷事故発生時における事故様相再現や送電用CVケーブルの雷サージ解析による避雷装置要否判定など、設備保全対策技術の向上と耐雷設計に関する研究に取り組んでいます。

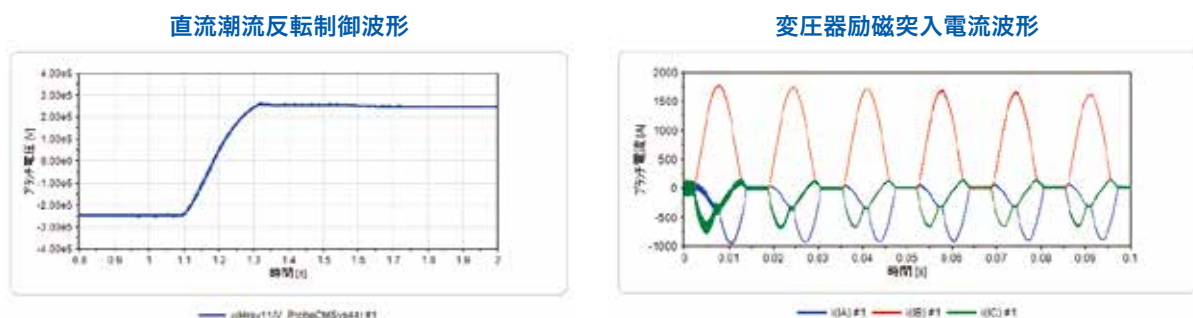


4 電力系統解析技術

電力系統は交直連系系統、分散電源などを含み、複雑になってきており、電力の安定供給を図る上で、系統現象解析や系統制御技術は複雑・高度化しています。当社では、電力系統瞬時値解析プログラム(XTAP^{※1})、電力系統動特性過渡安定度解析プログラム(通称Y法^{※2})などを用いて、交直連系系統を含む電力系統の瞬時値解析・安定度解析などの研究に取り組んでいます。

※1:XTAP(eXpandable Transient Analysis Program) 電力中央研究所が開発した、電力系統瞬時解析プログラム

※2:通称Y法 電力中央研究所が開発した、電力系統動特性解析システム



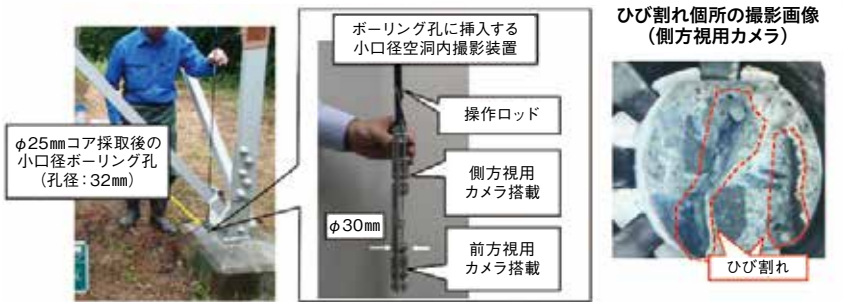
電力輸送・情報通信

1 送電設備の運用・保守技術

送電設備は風、雨、雷、雪氷、鳥獣害など、様々な外部環境の影響を直接受けます。これらの影響度を的確に評価し、有効な対策を講じる必要があります。

このため、長年に使用してきた基礎・支持物・電線・付属品[雷害防止ホーン等]の劣化データを蓄積し、鉄塔コンクリート基礎や雷害防止ホーンの劣化診断技術の確立や高度化をはかる研究に取り組んでいます。

小口径空洞内撮影装置を用いたコンクリート基礎の劣化診断



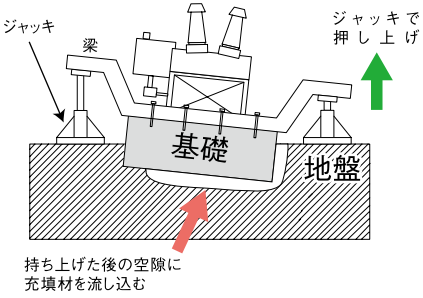
雷害防止ホーン劣化診断装置



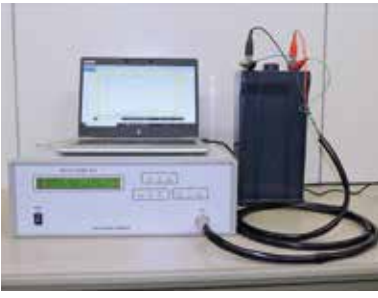
2 変電設備の保全・余寿命診断技術

変電設備では、雷・大地震等による被害に対して設備の早期復旧や、点検・劣化診断による機器の状態把握が課題となっています。当社では、大地震による地盤沈下に対して傾斜基礎を短期間で修復する工法の考案(特許取得済)、MSE型蓄電池の劣化状態を診断する装置の開発、撤去遮断器の劣化調査、デジタルリレーの寿命評価など、設備保全と余寿命診断技術の開発に取り組んでいます。

傾斜基礎修復工法の開発



蓄電池劣化特性試験装置



撤去遮断器の劣化調査



デジタルリレーの寿命評価



電力輸送・情報通信

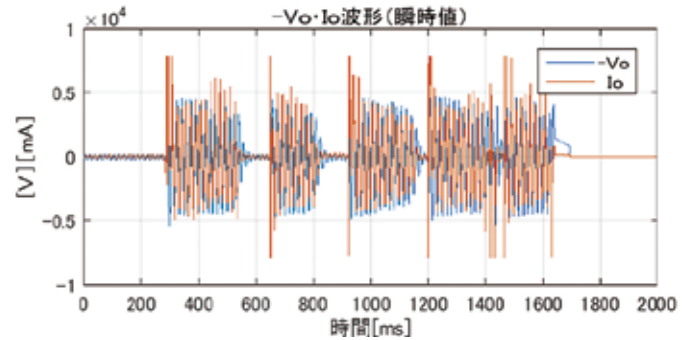
3 配電線事故の解析技術

配電線事故時の早期復旧および事故停電の未然防止を目指し、配電線に取付しているセンサ開閉器で取得した地絡電流波形データについて、電流波形が針状波となる場合の地絡方向判定技術の研究を行っています。また、電流波形の特徴から事故原因を推定できる技術の研究も行っています。

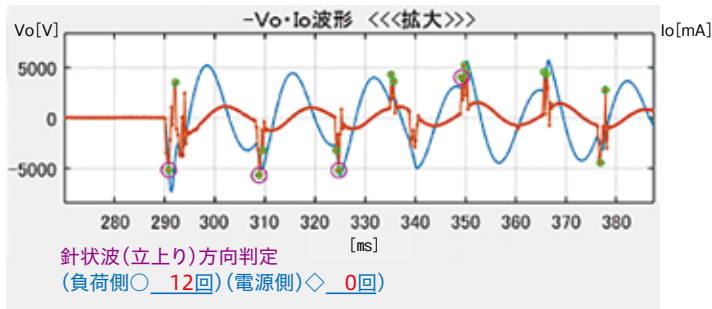
センサ開閉器



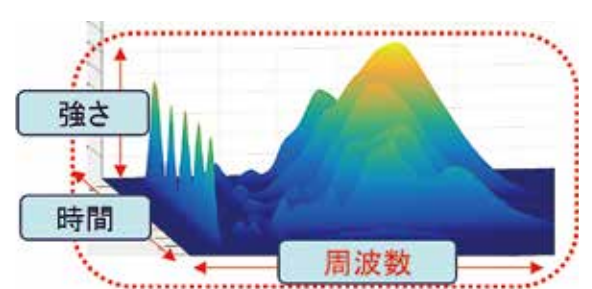
センサ開閉器で取得した事故波形データ



地絡電流波形解析(針状波)による方向判定



地絡電流波形のウェーブレット解析



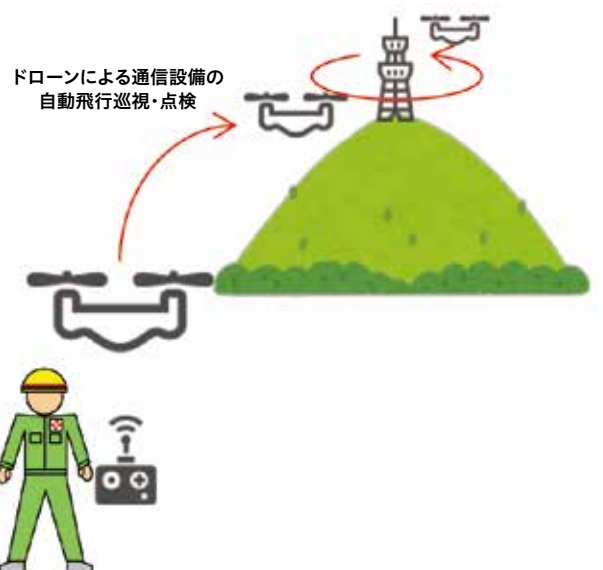
4 通信ネットワーク建設コスト低減、運用・保守効率化の研究

電力保安通信ネットワークは、マイクロ波無線やOPGW(光ファイバ内蔵架空地線)等を通信基盤とし、電力系統保護・運用等に必要情報を的確かつ効率的に伝送するための各種通信装置を収容して、電力を安定供給するための神経系統としての役割を果たしています。

この電力保安通信ネットワークを整備・更新する際のコストの低廉化や保守・運用業務の更なる効率化を実現できる新たな技術に関する調査・研究に取り組んでいます。

具体的には、高速無線技術など新たな通信技術を活用した通信ネットワークの構築技術、ドローン等を活用した通信設備の保守効率化に関する研究、非常災害時に迅速かつ簡便に利用可能な通信システムに関する研究などを行っています。

ドローンによる設備保守効率化イメージ



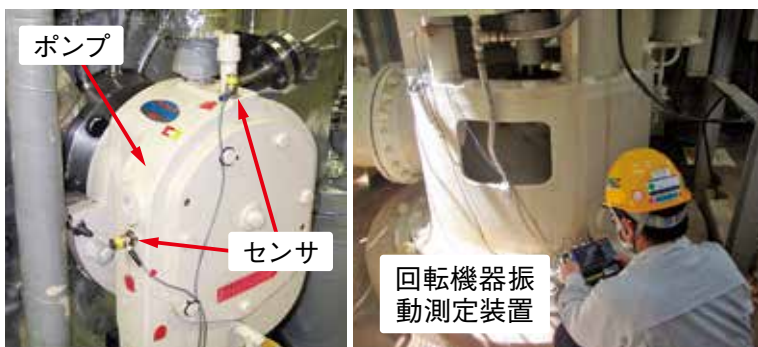
原子力発電

1 状態監視保全技術の高度化研究

● 振動診断技術の高度化研究

ポンプ、ファン等の回転機器の振動データから、回転機器主軸のクラックを早期に検出する手法を検討して、「回転機器振動測定装置」および「振動ベクトル解析ツール」を開発し、高精度化を進めています。

回転機器振動測定装置での測定状況

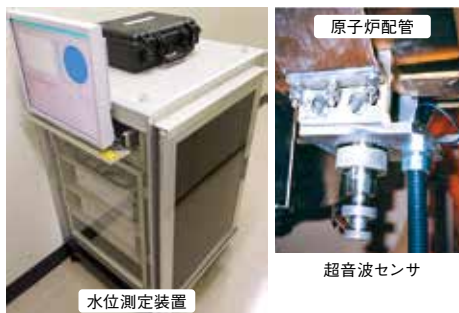


2 非破壊検査技術に関する研究

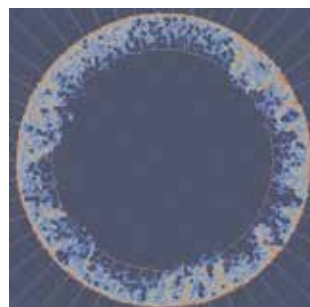
(1) 超音波・放射線利用技術の研究

超音波や放射線を利用した配管やタンク等の密封厚肉容器内の液位や残液の有無、およびスラッジ等を外部から高精度に検知する技術の開発を進めています。

原子炉配管超音波水位計の高精度化技術



小型X線装置による配管内スラッジの検知技術(CT画像)



(2) 渦流探傷検査技術の研究

各種熱交換器や炉内計装案内管の検査で収集されるECT(渦流探傷検査)データを解析・管理するシステムや、データ処理を高速化するシステム等の開発を進めています。

熱交換器内部スケールのECT波形管理画面



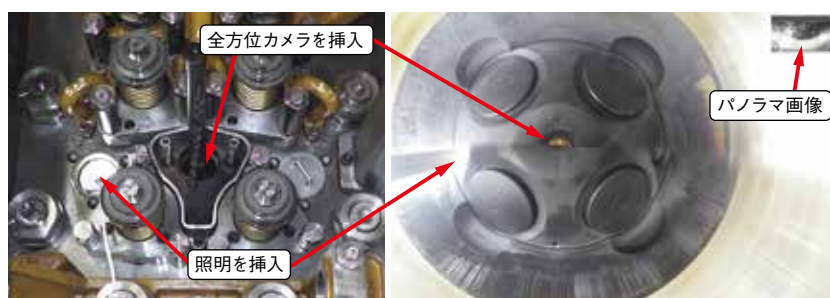
炉内計装案内管(シンプル) ECTデータ解析・経年監視画面



(3) 目視検査技術の研究

高解像度カメラ(全方位カメラ等)を活用した肉眼による目視検査の代替技術の開発や、目視検査による大型機械設備の分解点検周期延長等に関する研究を進めています。

全方位カメラによる内燃機関内部の目視検査状況と撮影画像例



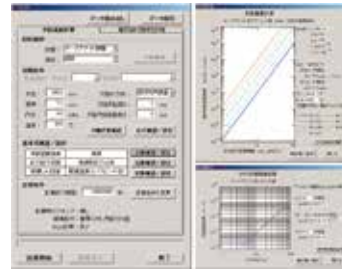
原子力発電

3 設備の健全性評価

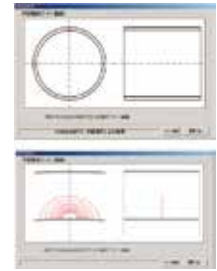
(1) 材料評価技術に関する研究

鉄鋼材料や溶接部について、材料試験、材質分析、非破壊試験などの動向を調査し、有望な要素技術を導入・改良しています。発電所の各種部材の材料特性評価、余寿命評価、損耗調査などに関する課題解決に、迅速に対応しています。

き裂進展計算ツール



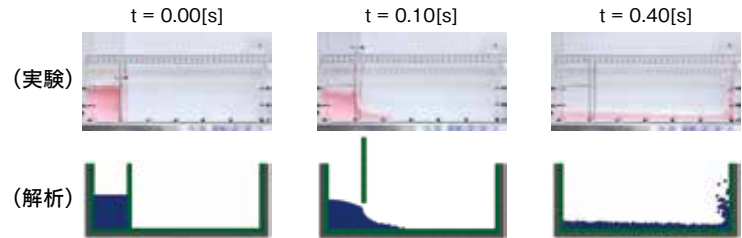
評価結果



(2) 解析評価技術に関する研究

過酷事象のシミュレーションに取り組んでいます。有限要素法、粒子法など最新解析技術を用いて解析精度の向上、解析時間の短縮について検討しています。また、解析結果の妥当性を実験によって確認しています。

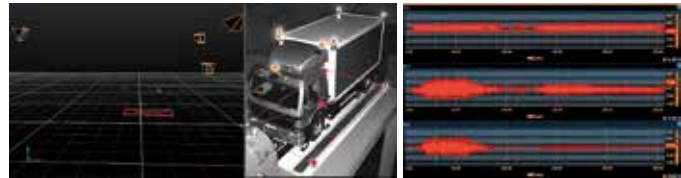
実験による解析結果の妥当性確認



(3) 振動解析技術に関する研究

耐震試験時における大型振動台上の試験体の動きをモーションキャプチャ等により詳細に解析する技術の開発を進めています。

モーションキャプチャによる振動解析の例



4 試験等の自主技術化・製造中止品の代替技術開発

各種機能検査データの測定・解析作業を省力化できる各種自動解析装置や炉内計装設備点検作業を効率化するための軽量型装置等を実用化し、さらに高度化を図っています。また、製造中止品について部品レベルで評価を行い、代替品を開発しています。

計装設備機能試験の効率化
製造中止品の代替技術原子炉トリップ応答時間
測定試験装置

制御棒関係試験の効率化

制御棒落下時間
自動測定装置

電気設備機能試験の効率化

非常用予備発電装置
機能検査用試験装置

主給水制御弁動特性試験装置

制御棒位置指示用
コイル抵抗測定装置

炉内計装設備点検作業効率化



軽量型シンプル引抜・挿入装置

原子力発電

5 化学管理の高度化研究

原子力・火力発電所の化学管理の高度化を目指し、以下の研究を実施しています。

- ① 海水系冷却細管の伝熱性能低下等の原因調査および実海水と冷却細管を用いた伝熱性能評価試験等による海水処理条件の最適化や効果的な防汚塗料の選定
- ② 発電所設備・機器の健全性維持を目的とした腐食試験評価や化学平衡計算の活用による水化学管理の高度化
- ③ 発電所の運転にともない発生する排水や廃液に応じた処理方法の検討や処理装置の開発

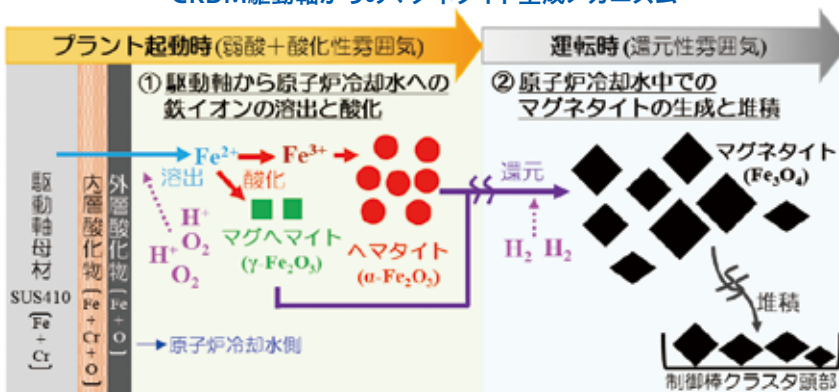
また、制御棒クラスタ駆動装置(CRDM)駆動軸*からのマグネタイト生成メカニズムの解明と対策の立案(第30回原子力工学国際会議:ICONE30にて発表)等、その研究成果は発電所の運用に活用されています。

※:原子炉の制御を行う制御棒の引き抜き・挿入動作を操作する装置

実海水を用いた伝熱性能評価試験



CRDM駆動軸からのマグネタイト生成メカニズム



火力発電

1 ボイラ給水処理の高度化研究

火力発電所のボイラ給水の水質管理は、水質等に起因する様々な障害を未然に防止する重要な技術です。

近年、ボイラ給水処理に酸素処理を適用したユニットでは、ボイラへのスケール持込量のさらなる抑制が必要となっており、揮発性物質処理を適用したユニットでは、給水系統配管の減肉抑制対策やヒドラジンをを用いない新しい給水処理法が適用されています。

そこで、これらボイラ給水処理技術の高度化を目指し、水環境を変化させた各種材料の腐食試験評価や復水脱塩装置イオン交換樹脂の性能評価試験などを実施しています。

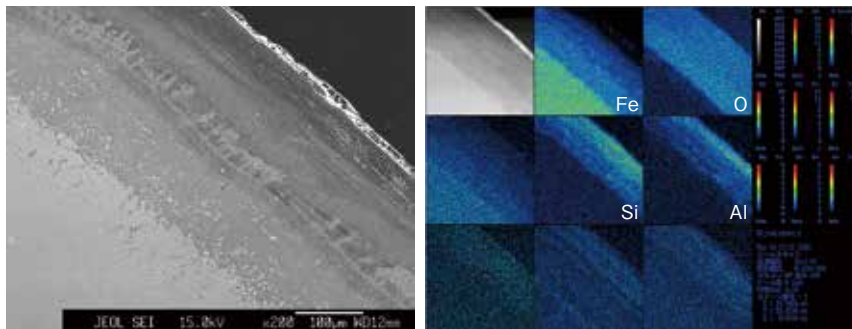
高温水中での腐食試験



腐食試験の一例



EPMAを用いたボイラ管皮膜評価例



スケール断面のSEM観察

元素の分布状況測定

火力発電

2 ドローンを用いた設備点検技術

非GPS環境下で飛行可能な屋内点検用ドローン(ELIOS 2)を用いてFPV(First Person View:一人称視点)飛行を行い、火力発電所のボイラ、煙道、煙突、タンク内部で撮影した映像を設備保全に活用しています。

屋内点検用ドローン(ELIOS 2)



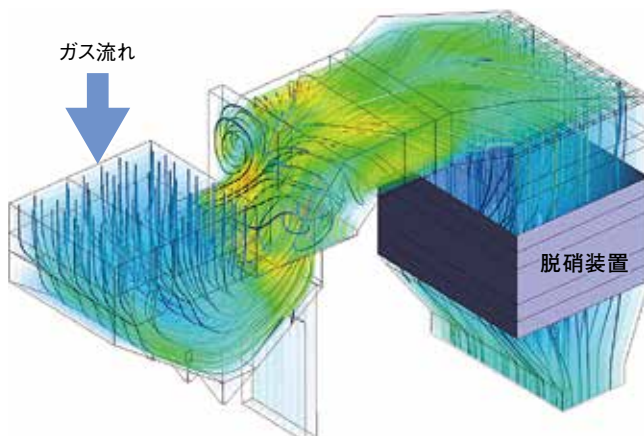
撮影映像



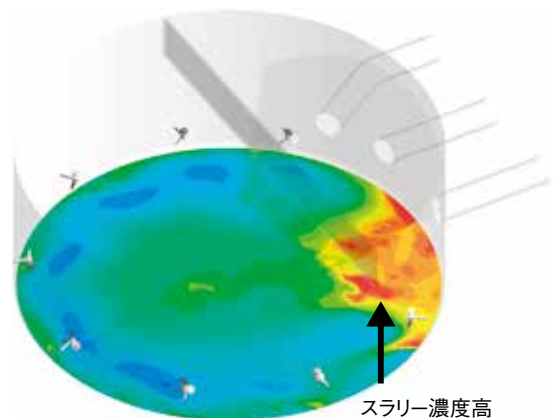
3 数値流体解析技術を用いた火力発電所の運用保守支援研究

火力発電所におけるボイラ系統、風道系統、排ガス処理系統、燃料供給系統、給水系統など流体を扱う系統の改善にCFD (Computational Fluid Dynamics: 数値流体力学) 解析技術を活用しています。

排煙脱硝装置周りガス流速分布解析
脱硝装置への軽質クリンカ流入対策を目的としたシミュレーション



排煙脱硫装置吸収液タンク底部スラリー濃度分布解析
排煙脱硫装置停止動作時におけるスラリー堆積メカニズム解明を目的としたシミュレーション



火力発電

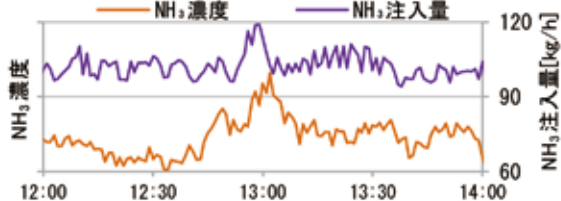
4 ボイラ排ガス用レーザ式ガス分析装置の開発

火力発電所のボイラ排ガス中に含まれる微量成分の測定において、応答が早く保守も容易なレーザ式ガス分析技術を現場適用し、アンモニア(NH₃)濃度測定装置*や硫化水素(H₂S)濃度測定装置を開発しました(*特許取得済)。

NH₃測定装置の適用事例

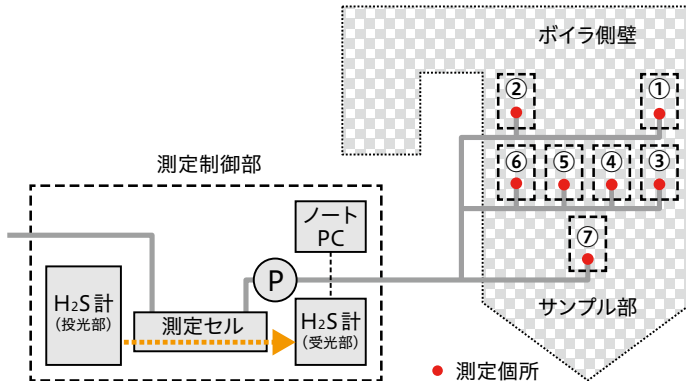


移動測定状況



脱硝出口での測定値-NH₃注入量トレンド

H₂S測定装置の適用事例



測定制御部設置状況

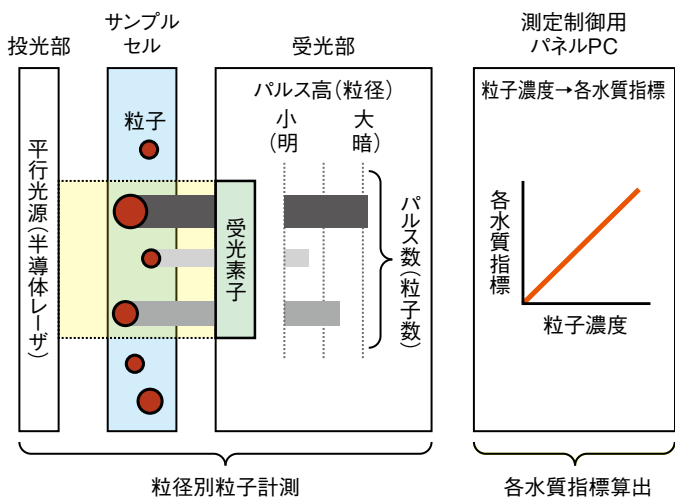


測定値-手分析(JIS-K-0108)比較

5 粒子計測式水質分析装置の開発

粒子計測方式により、プラント水中の全鉄量などの重要な水質指標を連続監視できる装置を開発しました。主な特長は、装置に通水して起動するだけで自動測定でき、ウォーミングアップや試薬が不要でメンテナンス性にも優れており、常設ならびにポータブル計器として使用できます(特許取得済)。

測定原理



装置外観



主な仕様

測定対象	プラント水(純水・超純水)		
測定周期	1 [回/min]		
測定機能	濃度測定	粒子濃度 0~10000[個/mL] 鉄濃度(高レンジ) 0~1000[ppb] 濁度(PSL度、NTU) 0~2[度]	
	傾向監視	Cr濃度(スケール量) 0~500[ppb] 鉄濃度(低レンジ) 0~50[ppb]	
	寸法/重量	W430×H330×D300[mm] / 20[kg]程度	

水力・土木建築・地質等

1 貯水池堆積物が河川水質に及ぼす影響と対策に関する研究

ダム貯水池には、増水時に上流域から流入した微細土砂や有機物(落ち葉等)が堆積しています。これらの移動状況や河川環境に及ぼす影響について、現地調査により実態を把握するとともに、環境影響評価手法について検討を行っています。

現地調査状況(貯水池)



2 環境負荷低減に向けた建設資材に関する研究

低炭素社会の実現に向けて、石炭灰をセメント代替として多量使用することで、CO₂抑制や吸収といった環境負荷低減効果を有する環境配慮型コンクリート等の建設資材に関する研究を実施しております。また、石炭灰は「資源有効利用促進法」(リサイクル法)によりリサイクルの推進が求められていることから、石炭灰有効利用技術の研究を実施し、循環型社会の実現に貢献しています。

(1) 環境配慮型コンクリートに関する検討

石炭灰を多量使用したコンクリートの配合や性能に関する検討などを行っています。

(2) コンクリート建物・構造物のCO₂固定量評価手法に関する検討

コンクリート建物・構造物をカーボンシンクすることを考え、促進中性化試験等を実施し、CO₂固定能力の経時的な定量評価法について検討を行っています。

試験状況

石炭灰多量使用
コンクリート練り混ぜ状況促進中性化試験による
CO₂固定量検討状況

3 鉄筋コンクリート構造物の健全性評価に関する研究

我が国の社会資本は、戦後から高度経済成長期を通じて急速に整備され、今後一斉に補修や更新の時期を迎えると言われております。メンテナンスフリーと考えられてきた鉄筋コンクリート構造物も例外ではありません。このような背景を踏まえ、塩害やアルカリ骨材反応等による劣化を受けるコンクリート構造物の健全性に関して、鉄筋腐食進行を予測できるモデルを開発するとともに(特許取得済)、非破壊である超音波法によりコンクリートの強度や劣化状態を把握し、コンクリートの品質を評価するための研究を進めています。

超音波法によるコンクリート診断



水力・土木建築・地質等

4 地震発生後の建物被害推定に関する研究

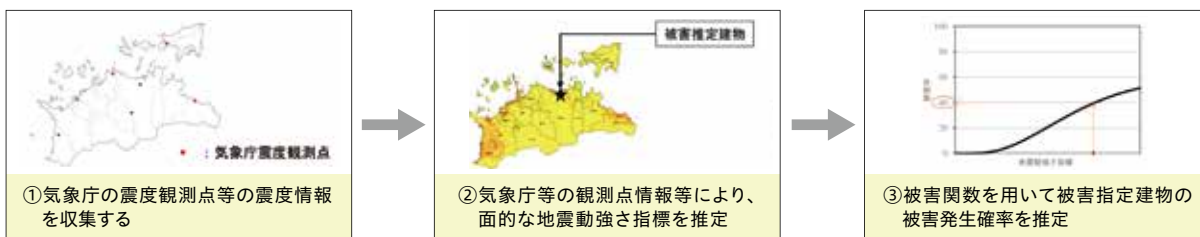
南海トラフ地震のような広範囲で建物被害発生が予測されている地震に対して、インフラ企業が早期復旧を行うためには、多数の建物に発生した被害程度を迅速・精確に把握することが重要となります。このような背景から、地震発生後において多数の建物被害を迅速・精確に判定できる手法に関する研究に取り組んでいます。

(1) 建物の面的被害推定手法

建物が設置されている場所での地震の強さ(震度、最大地動速度等)と被害関数*から建物の被害程度を推定する手法の検討を行っています。この手法を活用することにより、多数の建物被害を迅速に判定することが可能となります。

※ある地震動の強さにおいて、建物に被害が発生する確率を表した指標

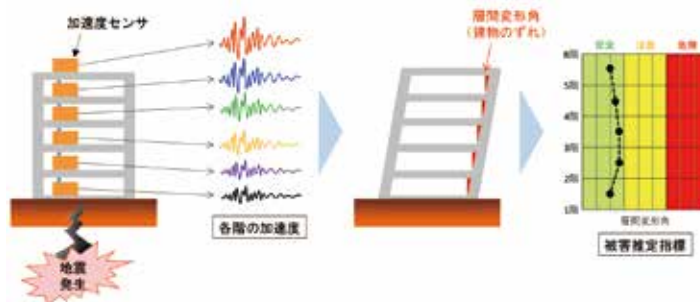
建物の面的被害推定手法のイメージ



(2) 層間変形角による被害推定手法

建物の各階に設置した加速度センサで地震による建物の揺れを計測し、そこから地震によって建物に発生した各階のずれ(層間変形角)を計算して建物の被害程度を推定する手法の検討を行っています。この手法を活用することにより、建物各階での詳細な被害程度を判定することが可能となります。

層間変形角による被害推定手法のイメージ

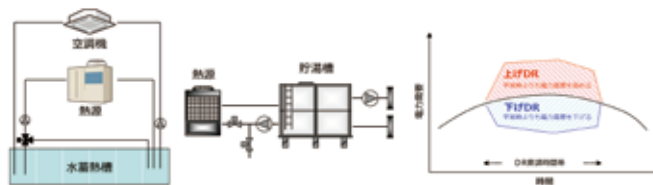


5 建物エネルギーの運用最適化技術

(1) 電力需給調整への活用

電力負荷平準化・ピークカットを目的として普及した水蓄熱空調・貯湯式給湯など、熱エネルギーを蓄える性質を有する設備を電力需給調整に用いる可能性に着目し、実験・シミュレーションにより検討を進めています。

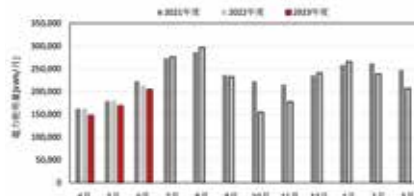
対象設備と電力需給調整の概念



(2) 省エネルギー

BEMS(ビル・エネルギー管理システム)の計測データの分析により、省エネルギー・省CO₂の観点から本社社屋の空調設備の運用最適化に努めています。

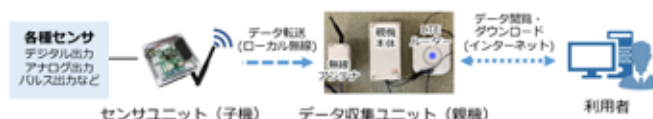
本社社屋のエネルギー管理



(3) 無線式環境モニタリングシステム (Energy Minder®)

建物の省エネルギーの実現に不可欠な各種データの見える化・集計管理をサポートするシステムです。920MHz無線通信技術により配線を省略でき、既存建物への後付も容易で、各種データ収集・モニタリングが可能となります。

無線式環境モニタリングシステム概要



水力・土木建築・地質等

6 地震・火山評価に関する研究

自然災害リスクへ対応するため、地震・火山などの自然現象そのものを解明するための基礎研究や、地震時における地盤・構造物の合理的な地震応答解析手法の研究を進めています。

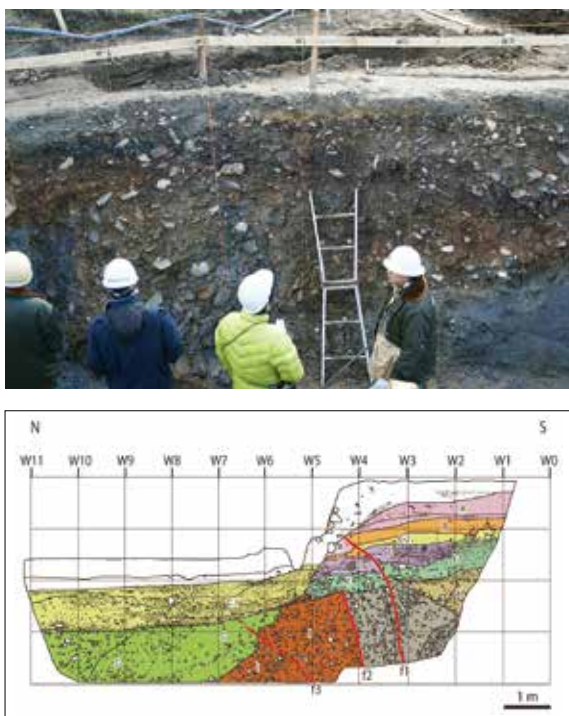
活断層については、現地調査(トレンチ調査)や反射法地震探査により、活断層評価(活断層の存在、規模、活動度等)の高精度化を図っています。

また、GPS観測による地表の動きや微小地震観測による微小地震の震源分布の把握、震源メカニズムの解析等により、四国地方における地震の活動性について研究を進めています。

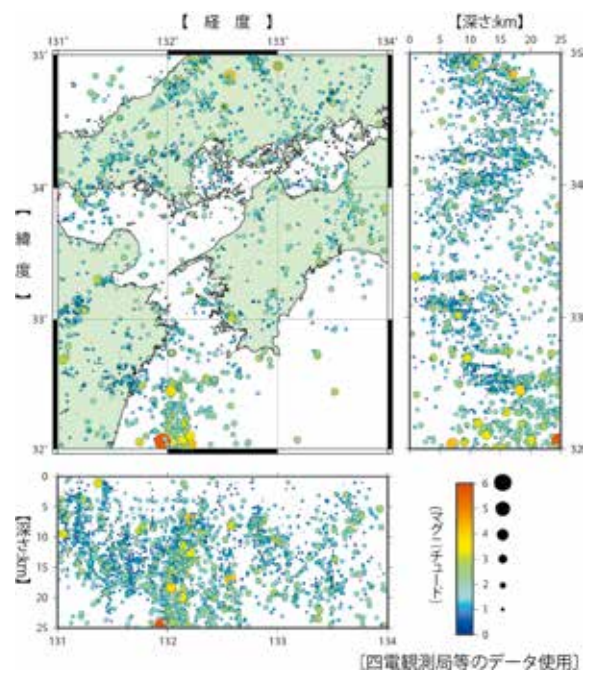
火山現象については、火山灰・火砕流に関する現地調査(地表踏査・ボーリング調査)や火山灰降下に関する解析的検討を通して、火山現象が電力設備へ与える影響について研究を行っています。

これら一連の研究成果は電力設備の耐震設計や地域防災の基礎情報として活用されています。

活断層調査(トレンチ調査)



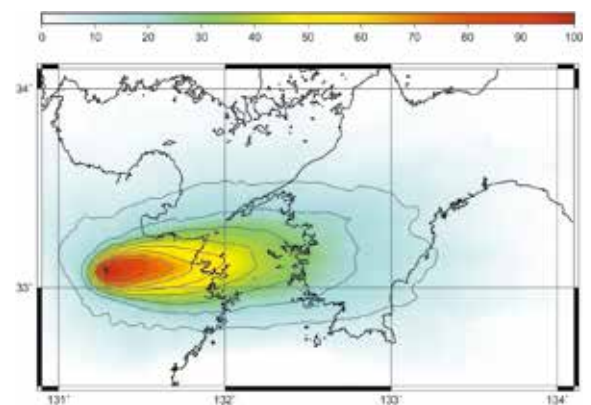
四国地方の地震活動(微小地震観測)



阿蘇山の噴火(火山灰)



火山灰の降下シミュレーション



その他

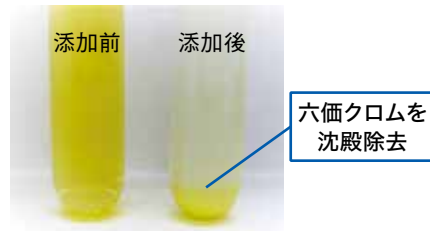
1 土壌改良、排水処理、石炭灰有効利用に関する技術 (CaL-AL Tech.®)

土や水などに含まれる有害物質の低減や溶出抑制を行う処理技術の研究を行っています。これまでに、カルシウム化合物とアルミニウム化合物を混合・焼成した化合物が、排水や土壌中の重金属類を不溶化することを見出しました。これを、新しい環境浄化技術「CaL-AL Tech.(カルアルテック)®」とし、実用化を目指した研究を行っています。(特許取得済)

CaL-AL Tech.®



六価クロム溶液での添加前後



CaL-AL Tech.®の用途例

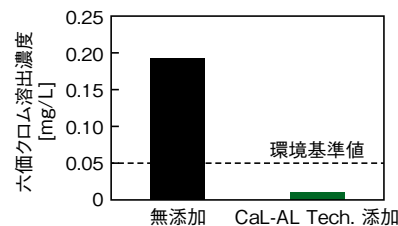
- 六価クロムや六価セレン、ヒ素などのオキソアニオンの不溶化
- セメント固化時の六価クロムの溶出抑制材
- 石炭灰の有効利用資材
- 軟弱土の固化材

石炭灰の有効利用資材としての検討では、コンクリート2次製品の原料にCaL-AL Tech.®をフライアッシュ (FA) に添加した改良FAが使用できることを確認し、西条発電所の構内工事でFA入りのサイクリング側溝および境界ブロックが導入されました。

土壌改良試験の様子



土壌改良試験での六価クロムの溶出抑制事例



西条発電所構内工事にFA入りコンクリート2次製品を導入



2 環境保全設備の性能管理技術の開発

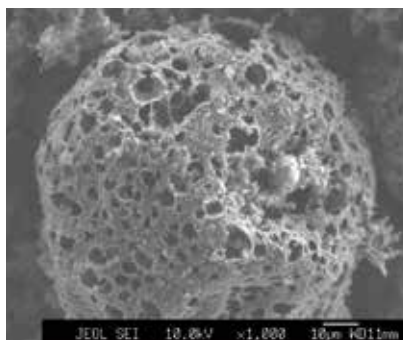
火力発電所の排煙処理装置などの環境保全設備を低コストかつ高性能に維持管理するため、各種の性能評価試験や高度な機器分析を行い、ユーザーサイドの目線で、より良い管理技術を提案しています。

- 排煙脱硝装置の触媒性能評価や将来予測技術
- 排煙脱硫装置の石膏品質向上技術
- 電気集塵機の性能管理技術 など

脱硝触媒活性度試験装置



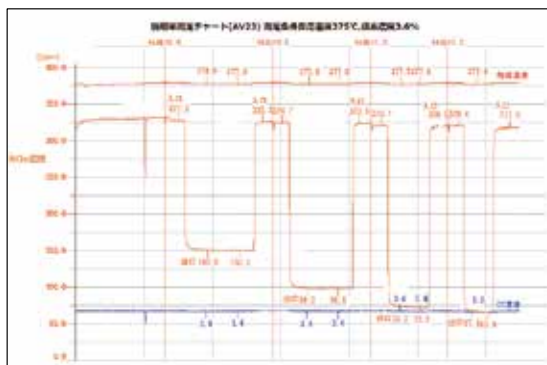
電気集塵機付着重原油灰



脱硝触媒サンプル (ハニカム型)



触媒性能測定例



その他

3 微量成分の計測・評価技術

水質汚濁防止法や大気汚染防止法の対象となる様々な環境規制物質の定量や未知試料の定性等、高度な計測器を用いた分析技術を保有しています。

【所有計測器】

- ・ガスクロマトグラフ質量分析計
- ・イオンクロマトグラフ
- ・ICP発光分光分析装置
- ・原子吸光度計
- ・X線回折分析装置
- ・蛍光X線分析装置
- ・電子線マイクロアナライザ
など

ガスクロマトグラフ質量分析計



X線回折分析装置



4 DNA解析を利用した環境アセスメント技術の開発

DNA解析技術の進歩は著しく、親子鑑定や身元確認だけでなく、様々な分野で利用が始まっています。当社ではこのDNA解析技術の環境アセスメント分野への利用について研究しています。

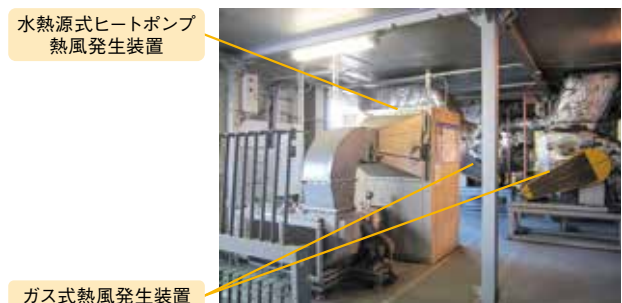
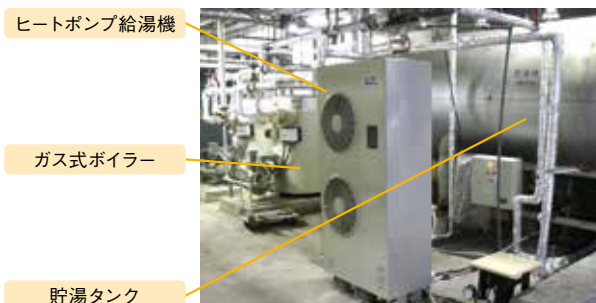
- ①PCR法(ポリメラーゼ連鎖反応法)を利用した魚類や哺乳類の識別
- ②DGGE法(変成剤濃度勾配ゲル電気泳動法)による土壌や活性汚泥等の微生物相分析
- ③幼生分析による付着性貝類の発生予測
- ④野生植物の遺伝的多様性分析

魚卵の識別例

各魚種の標準データ	種不明卵の識別例
メジナ ウマツラハギ マトウダイ カマス イネゴチ コノシロ オハグロベラ キタマクラ マダイ	マダイ キタマクラ 種不明卵

5 住宅用・業務用・産業用に役立つ電気利用に関する研究

油やガスを熱源とした給湯システム利用のお客さま設備に、ヒートポンプ給湯システムをハイブリッド方式で組み込むなど、最適なシステム構成の検討を行っています。また、ガス式熱風発生装置を用いて塗装乾燥しているお客さま設備に、水熱源式ヒートポンプ熱風発生装置をハイブリッド方式で組み込み、装置から得られる熱風と冷水の同時活用など、電気利用に関する研究をしています。



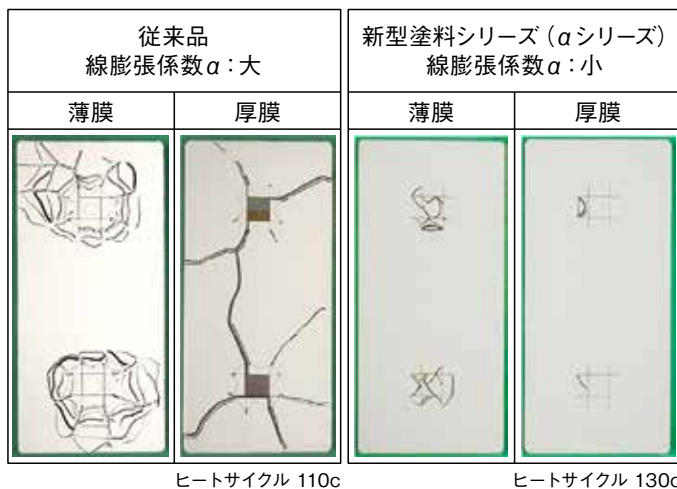
1 剥離抑制型変性エポキシ樹脂塗料 (αシリーズ) の開発

鋼橋やプラント等の鋼構造物は、補修塗装が繰り返され塗膜が厚膜化すると、全面的な剥離リスクを抱えることになります。塗膜剥離が発生すると防食性維持のためにブラスト処理等の高コストのケレン工事を行う必要があります。

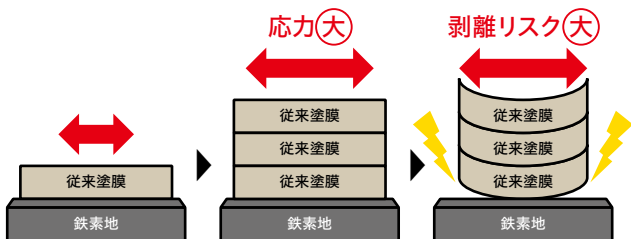
そこで、剥離抑制型変性エポキシ樹脂塗料 (αシリーズ) を大手塗料メーカー (大日本塗料、関西ペイント、神東塗料) と共同で開発しました (特許取得済)。

αシリーズは「線膨張係数」を小さくしているため、補修時に剥離リスクが高まった劣化塗膜の上から塗り重ねることで、塗膜剥離を抑制することができます。また、高コストのケレンが必要ないため、塗り替え時の補修コストを大幅に低減することができます。

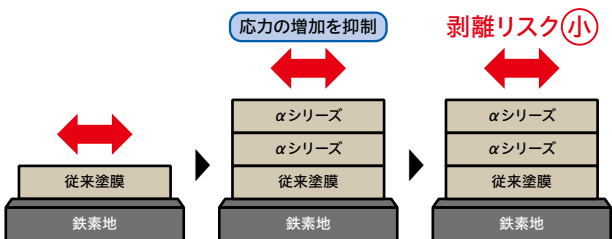
※国土交通省が情報提供を行っている「新技術情報提供システム (NETIS)」にαシリーズが登録され2019年7月より一般公開されました。



従来の塗料による補修



新型塗料 (αシリーズ) による補修




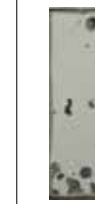




2 一回塗り亜鉛めっき面用塗料 (タワーテクト) の開発

送電鉄塔など亜鉛めっき構造物を長期にわたって維持管理するうえで、最も重要になってくるのが補修塗装です。補修コストの低減から工程数を少なくした省工程補修塗装が望まれています。

そこで、従来の2~3回塗りの塗装システムの役割を1回に集約し、更に高い防食性を付与した塗料を開発するため、既開発品のタワーバリアーシステムを配合変更し、1回塗りタワーテクトを開発しました (特許取得済)。

右の写真はタワーテクトと他電力で採用されている塗装システムを比較したものであり、従来仕様の1回塗りに比べて格段に耐久性に優れるばかりか、他社品2回塗り仕様よりタワーテクトは高い防食性を有していることがわかります。

塩水噴霧試験1,000時間後結果

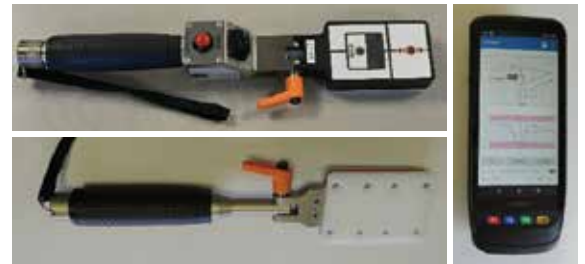
	タワーテクト 一回塗り	従来仕様 一回塗り	他社品仕様 二回塗り
亜鉛めっき			
鍍鋼板四種ケレン			

3 鉄筋破断非破壊診断技術

(1) CPチェッカーM® (コンクリート製電柱の鉄筋破断診断用)

コンクリート製電柱の鉄筋を表面から磁化させ、破断箇所で生じる磁界の変化を計測する「漏洩磁束法」により鉄筋破断を非破壊で診断する装置です。本装置は2004年に製品化し、全国の電力・通信・鉄道・警察などの業種で多くの販売実績があります。磁気センサーなど高性能な電子部品の出現に伴い、破断診断性能の向上、小型軽量化による作業性の向上などを特長とした「CPチェッカーM® 3D」を開発し、2023年より販売を開始しました。

CPチェッカーM®3D



(2) M. EYEチェッカー® (コンクリート構造物の鉄筋破断診断用)

CPチェッカーと同じ「漏洩磁束法」を用いて、コンクリート構造物の鉄筋を表面から磁化させ、鉄筋破断を非破壊で診断する装置です。本装置は無線接続したノートパソコンに測定データを送信して波形表示と記録ができます。桁橋などの鉄筋コンクリート構造物の鉄筋破断診断に適用できます。

M. EYEチェッカー®



4 各種材料試験ならびに健全性評価技術

設備は使用していると劣化・損耗していき、予期せぬトラブルに見まわれる時があります。その原因としては強度不足・疲労・腐食など、様々な要因が考えられるため、各種材料試験により原因分析を実施しています。

また、そのようなトラブルを未然に防ぐために、設備の健全性評価を実施しています。

(1) 材料試験および破面観察

材料試験(引張試験・疲労試験・硬さ試験など)や破壊により損耗した部材の破面観察から、材料の強度や破壊の特徴を評価します。

(2) 小口径配管溶接部の健全性評価技術

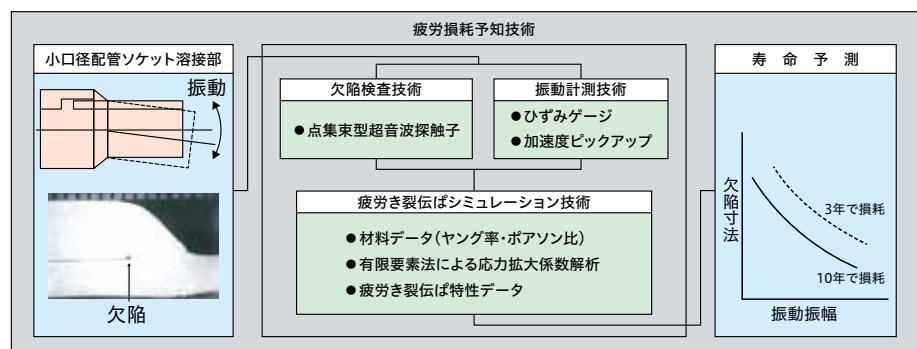
繰り返しによる振動下で疲労割れが懸念される小口径配管ソケット溶接部において、欠陥検査技術と振動計測技術に疲労き裂伝ばシミュレーション技術を組合せた疲労損耗予知技術を開発しました。

疲労損耗予知技術により、小口径配管ソケット溶接部の寿命予測が可能になり、実機プラントにおいて20年以上に亘って活用してきた実績があります。

引張および疲労試験機



小口径配管溶接部の疲労損耗予知フロー



1 植物病害抵抗性誘導用LED (みどりきくぞう®) の開発

植物に緑色光を照射することで、病虫害防除、生育促進、品質向上(機能性成分、アミノ酸)などの多様な効果が得られる緑色LED光源「みどりきくぞう®」を開発しました(特許取得済)。

また、最近の研究成果により、緑色LEDを照射して栽培したトマトは、日持ちが良くなることも明らかになりました(特許取得済)。減農薬栽培に役立つIPM防除(Integrated Pest Management)技術として、また農作物の高付加価値化技術として注目されています。



- 緑色光の多様な効果による農作物の病虫害防除、生育促進、品質向上
- 設置の容易性(電照用ソケットのある設備では、電球の交換だけで利用が可能)
- 簡単な操作性(緑色光を夜間に一定時間照射)
- 減農薬栽培への貢献(農薬ではないため登録不要)
- 利用用途の広汎性(果菜類、葉菜類、花卉類などの施設栽培品目を中心に幅広く利用が可能)

イチゴ栽培施設での実用事例



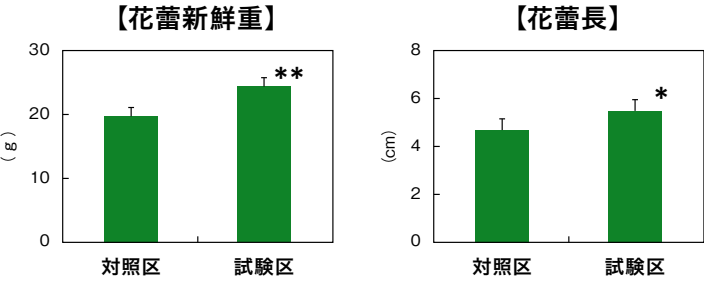
2 キク電照栽培用LED (みどりきくぞう® GR) の開発

キクの花は、品種によって光に対する反応や生育等に違いがありますが、LED光源を用いた試験栽培を通じて、キクに適した光質や光量を見出し、開花調節や品質向上できるキク専用のLED光源を開発しました。

- 設置の容易性(電照用ソケットのある設備では、電球の交換だけで利用が可能)
- キクへの電照作用(短い日照時間で花芽をつける性質を利用して、キクの開花調節が可能)
- 品質向上、生育促進
- 切り花のボリューム向上



※対照区: 蛍光灯照射 試験区: みどりきくぞう® GR照射



3 組織培養技術による植物の種苗生産や品種改良に関する研究

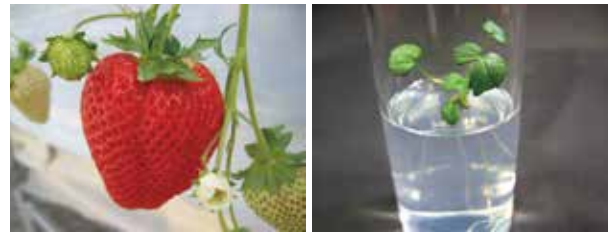
絶滅が危惧される希少な山野草類や地域特産の野菜・花卉類を中心に、組織培養技術による大量増殖技術、バイオ苗生産や品種改良に関する研究を進めています。

組織培養技術は公共工事の環境アセスメントにおいて、絶滅危惧植物の保護・増殖に役立てられています。また、アグリビジネスへの異業種参入を背景に当社の保有する植物バイオ技術を活用した品種開発の受託研究にも取り組んでいます。最近の受託研究では、ファイトレメディエーション(植物浄化)に役立つマリーゴールドの効率的な育種方法やバイオ苗育成技術を開発しました。

絶滅が危惧されるカンランの組織培養



イチゴ新品種 スマイルハート(耐病性)のバイオ苗



マリーゴールドの育種試験(「レメディアパール」:株小泉様の農水省登録品種)



4 近赤外光照射を利用した青果物鮮度保持技術 (iRフレッシュ®)

収穫後の青果物を鮮度良く消費者に届ける技術には、冷蔵やフィルム包装がありますがそれだけでは不十分な場合があります。そこで当社では光による鮮度保持技術の研究を行いました。その結果、近赤外光を短時間照射するだけで、フレッシュな味わいを保ち、カビ、傷み、しおれなどを抑制する世界初の鮮度保持技術「iRフレッシュ®」を開発しました(特許取得済)。

※近赤外光とは、可視光よりやや波長の長い光で、テレビのリモコンや防犯カメラの照明などに利用されている安全性の高い光です。
 ※選果場などで利用できる近赤外光照射装置は、三井金属計測機工(株)が製造・販売します。

温州みかん選果ラインへの実装事例



(愛媛県内・柑橘選果場)

ミニトマト計量機への実装事例



(AZUMA FARM 三重様)

効果が確認されている青果物の事例

分類	蒸散抑制効果の認められた品目	外観などへの効果
葉茎類	レタス、リーフレタス、キャベツ、ホウレンソウ、コマツナ、チンゲンサイ、ネギ、アスパラガス、ブロッコリー、オオバ など	● しおれの低減 ● みずみずしさの維持
果菜類	トマト、イチゴ、ナス、キュウリ、ズッキーニ、オクラ、ピーマン、パプリカ、シシトウ など	● 傷みの低減 ● ツヤの維持
果実類	温州ミカンなど柑橘類、ブドウ、モモ、リンゴ、パイナップル など	● 硬さの維持 ● カビ発生や腐敗の低減
根菜類	ニンジン、ショウガ など	
切花類	キク、バラ、カーネーション など	



無処理

「iRフレッシュ」処理



無処理

「iRフレッシュ」処理

5 高付加価値農産物の生産技術に関する研究

魅力ある農業には、希少性のある高付加価値農産物を安定的に生産する技術の開発が必要です。

当社は、保有する農業の高度化に役立つ様々な農業電化研究の成果を応用し、希少性の高い国産ライチの減農薬・スマート栽培技術を開発し、栽培マニュアル化を進めています。

また、スマート栽培技術で生産したライチ果実の高付加価値化を図るため、ライチのブランディングを香川大学と共同研究し、3つの美-①美味しい ②美容 ③美しい環境を特長とする、「美の紅果」(びのこうか)としてブランド化を進めています。

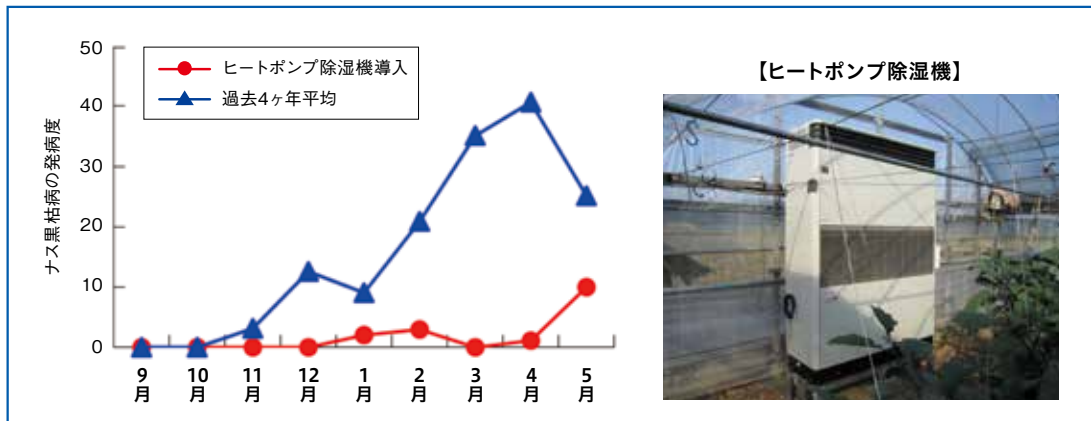
本研究の成果であるスマート栽培技術やブランドを活用し、国産ライチ栽培コンサル受託を通じて社会実装を目指しています。



6 施設園芸におけるヒートポンプ利用技術の研究

施設園芸におけるヒートポンプ利用技術に関する研究として、果菜類、葉菜類及び果樹を対象に栽培期間を通じてヒートポンプを効果的に利用する技術や、温室内の暖房、冷房及び除湿を行うことで生育促進、品質向上及び病害抑制につながる効果的な栽培環境の調節技術について研究しています。

ヒートポンプ除湿機によるナス黒枯病抑制効果



柑橘類へのヒートポンプ適用試験



シシトウへのヒートポンプ適用試験



1 無線式振動モニタリングシステム (Swing Minder®) の開発

インターネットを利用して地震による建物の振動状況をモニタリングするシステムを開発しました(特許取得済)。

各階に設置した加速度センサにより、建物加速度時刻歴データを収集し、遠隔からデータを確認することができます。

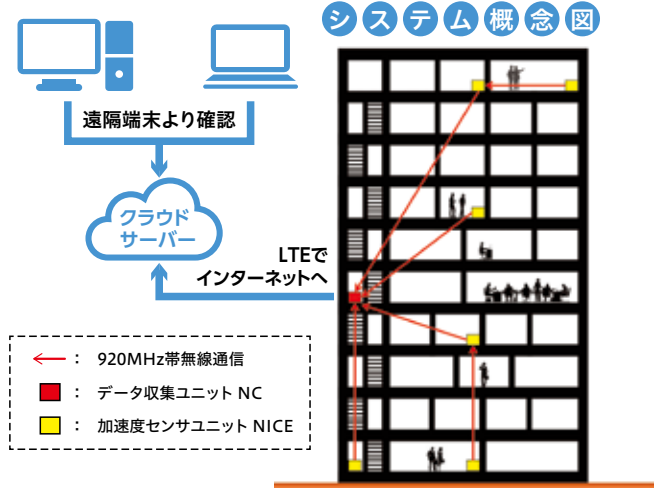
本システムは、小型で配線の必要が無い無線式センサを使用しているため、既存の建物への設置が容易であるとともに、無線通信に920MHz帯マルチホップ通信を採用することにより、建物内での優れた電波到達性能を有しています。

センサ間の時刻同期誤差は3ミリ秒以下を確保するとともに、高精度MEMS加速度センサにより0.1cm/s²までの計測が可能なことから、地震発生後の建物被災度評価等へ活用することが可能です。

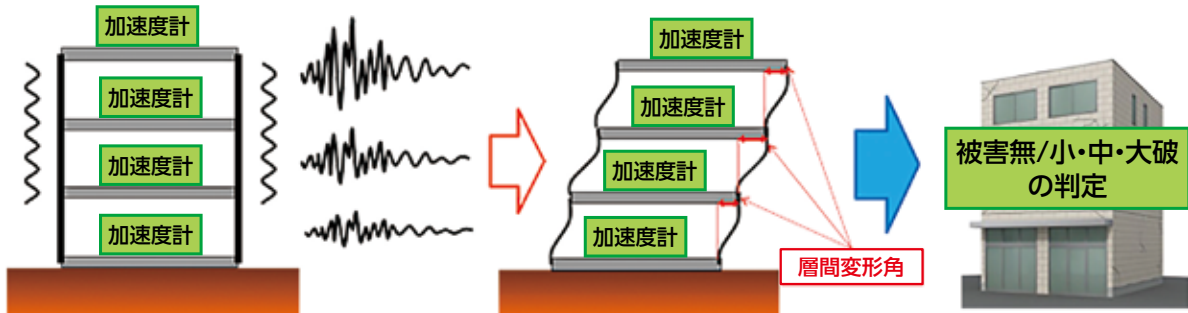
データ収集ユニット(親機) 加速度センサユニット(子機)



建物内での計測イメージ



建物健全性評価手法のイメージ



2 無線式水位モニタリングシステム (Water Minder®) の開発

河川やため池等の水位状況について、インターネットを利用してモニタリングできるシステムを開発しました。

本システムは、親機と子機間の通信にLPWA無線通信技術(920MHz_LoRa)を採用することにより、低消費電力で長距離通信を可能としています。

子機の電源は乾電池であり、測定間隔を10分とした場合、単三型リチウム乾電池6本で5年以上稼働するため、非常に低いコストで容易に設置および維持管理が可能です。さらに、無線通信に電力スマートメーターを活用したシステムの開発を進めています。

水位センサユニット(子機)

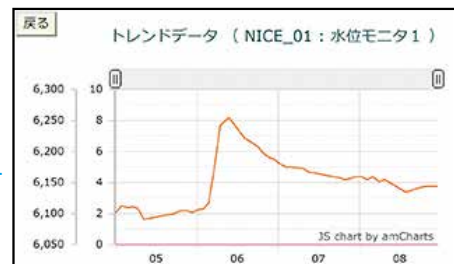


超音波式距離センサ

データ収集ユニット(親機)



PCやスマホで測定データを確認



3 水素火炎可視化装置の開発

眼に見えない水素火炎の形状や領域を可視化することができる装置を開発しました(特許取得済)。離れた場所から、安全に火炎の観測が可能です。

● 携帯型水素火炎可視化装置

可視領域に発光を持たない水素火炎の近赤外領域の発光と背景画像を合成し、液晶画面に表示します。小型・軽量で携帯することができるので、任意の箇所を観測できます。

● 定置型水素火炎可視化装置

近赤外画像と遠赤外画像を合成処理して水素火炎領域を表示する高性能なモデルです。紫外線センサを備えており、水素火炎を検知すると警報発報を行います。画像や動画の記録も可能です。

● Hydrogen Flame Glass

現在、ハンズフリーで水素火炎の可視化を可能にするスマートグラスタイプの装置を開発中です。

携帯型水素火炎可視化装置



定置型水素火炎可視化装置



Hydrogen Flame Glass



この成果の一部は、福岡県水素グリーン成長戦略会議の支援を受けたものです。

4 マルチガスLIDARシステムの開発

LIDARと呼ばれる光計測技術を適用した、各種ガスの濃度分布を遠隔から非接触で計測できる装置を開発しました(特許取得済)。

● ガス漏洩箇所の特定

この装置の適用により、危険区域外から任意位置のガス検知(漏洩箇所の特定)が可能です。

8mの離隔距離にて、0.5%の水素が測定可能であり、水素ステーション等における水素漏洩箇所の特定に活用することができます。

● 微量NH₃ガスの遠隔計測

NH₃ガスについては小型のレーザにて共鳴励起が可能であり、10m程度で数百ppmオーダの微量ガス遠隔計測が可能です。



この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務JPNP13002、及び防衛装備庁が実施する安全保障技術研究推進制度JPJ004596の結果得られたものです。

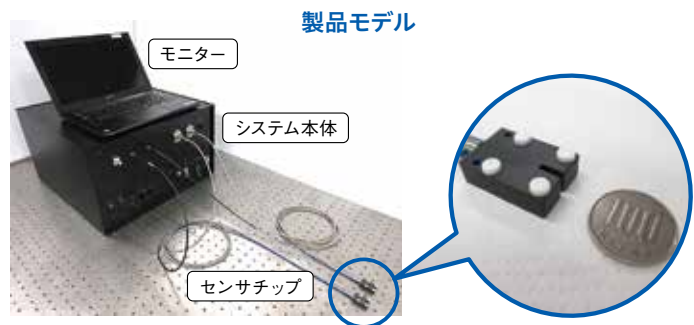
5 ラマン分光によるガス分析技術の開発

ラマン分光法を測定原理とするガス分析技術の開発を行っています(特許取得済)。

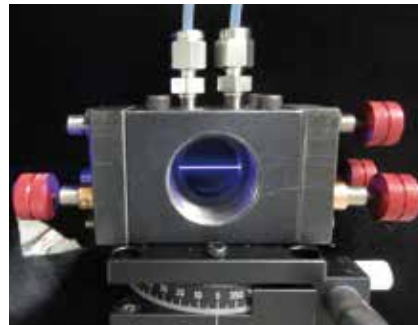
ラマン分光法では、水素、アンモニア、窒素、酸素、水蒸気など、多くのガスの測定が可能であり、混合ガスの同時分析や濃度の定量も可能です。

製品モデルとして開発したファイバー伝送型マルチガスセンサでは、耐熱性のあるセラミック製センサチップにより、300°C程度までの高温下での測定が可能で、例えば水素ガスの場合、500ppm~100%まで広い濃度範囲に対応可能です。

また、開発中の新技術として、共振器内でレーザーを増幅することで大幅に小型化・高感度化した分析装置の開発を進めており、数ppm程度の微量ガスの分析にも対応可能です。



開発中の新技術



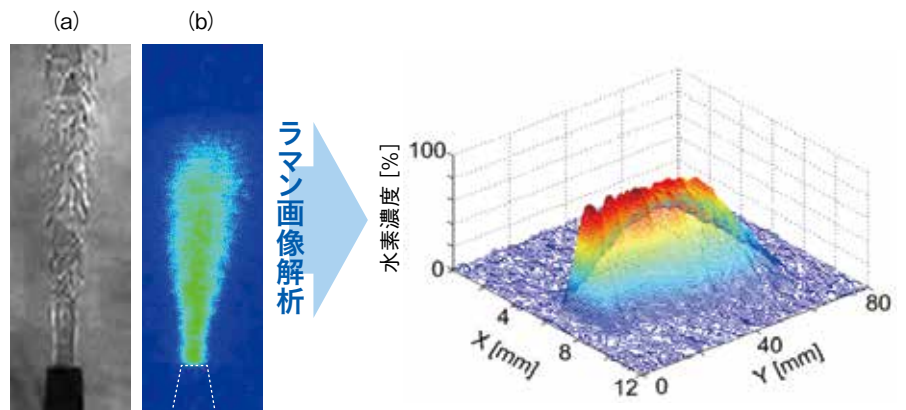
この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務JPNP13002、JPNP18011の結果得られたものです。

6 ラマンイメージングによるガス挙動の可視化

レーザー光の照射によって発生するラマン散乱光を画像や動画として捉え、観測空間中のガス拡散挙動をダイレクトに可視化する技術を確立しました。

適用例①:水素ガス自由噴流の可視化

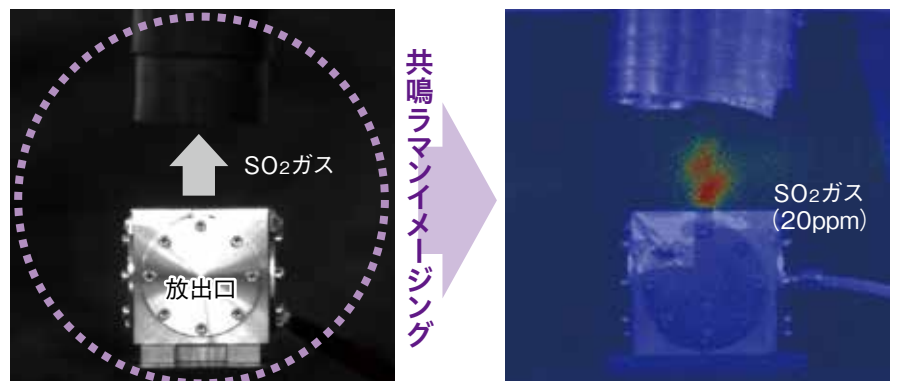
●ノズルから大気放出させた水素噴流(上図(a))シャドウグラフ法による可視化事例)をラマンイメージングにより可視化(上図(b))するとともに、ラマン画像の解析により、空間濃度分布情報の取得が可能になります(構造体が透明であればその内部の可視化も可能)。



..... : レーザ光の照射領域

適用例②:極微量ガス挙動の可視化

●SO₂、NH₃など共鳴励起が可能なガスについては、数十ppm~ppmオーダーの超高感度イメージングが可能です(下図。適用の可否についてはお問い合わせ下さい)。



この成果は、防衛装備庁が実施する安全保障技術研究推進制度JPJ004596の支援を受けたものです。



四国電力グループ

確かな未来へ、“わくわく”を形に



株式会社 四国総合研究所

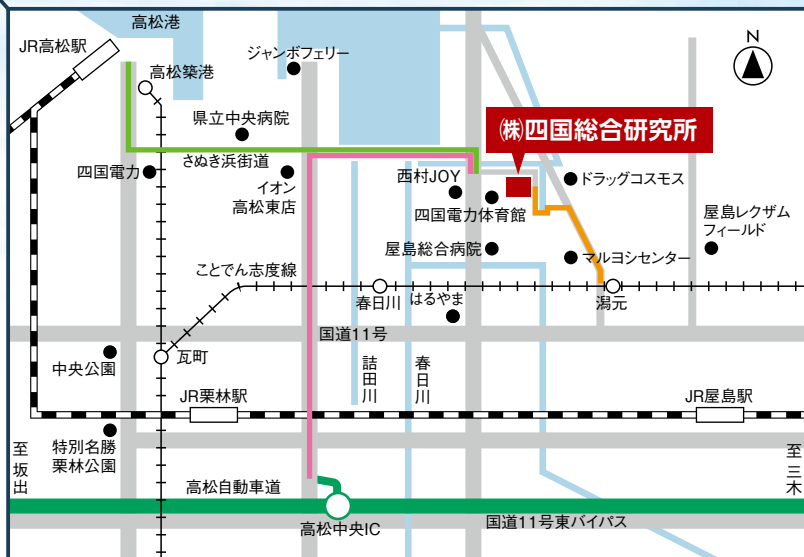
SHIKOKU RESEARCH INSTITUTE INC.

〒761-0192 香川県高松市屋島西町2109番地8

TEL ■087-844-9208 FAX ■087-844-9228

ホームページ ■<https://www.sskn.co.jp>

(ご相談窓口: 総務部業務課)



- ことでん湊元駅より徒歩約15分
- 高松自動車道高松中央ICより車で約20分
- JR高松駅よりタクシーで約15分