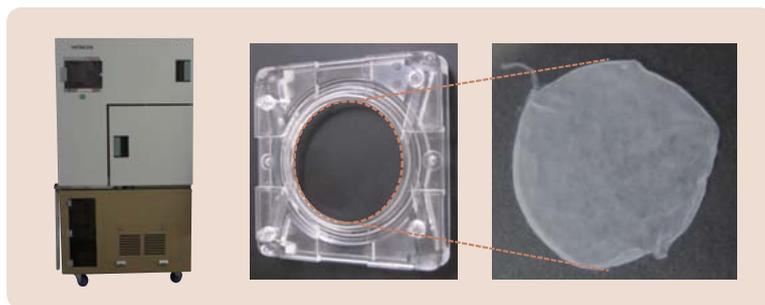


研究開発

日立グループは、90年を超える研究開発の歴史の中で多くの実績を築いてきた。三つのコーポレート研究所は、イノベーション創出のための先端技術、およびグループ全体の技術プラットフォームを支える共通基盤技術の研究開発を幅広い領域で展開している。経営戦略である社会イノベーション事業の推進強化のため、グループ会社間のシナジー創生に取り組んでいる。



1 開発した小型自動培養装置（左）と自動培養したヒト由来細胞シート（右）

1 小型自動培養装置によるヒト由来細胞シートの培養に成功

再生医療向けに、完全閉鎖系の小型自動培養装置を開発した。

医薬品の製造基準に対応した設計であり、無菌環境下でヒト由来の細胞シートの自動培養が可能である。この装置を用いて、市販ヒト細胞から角膜および食道再生向けの細胞シートを自動培養したところ、従来の手作業の培養と同品質の細胞シートを製造できることを確認した。

今後は、東京女子医科大学との連携によって培養装置を用いた臨床研究を進め、再生医療の普及

に貢献していく。

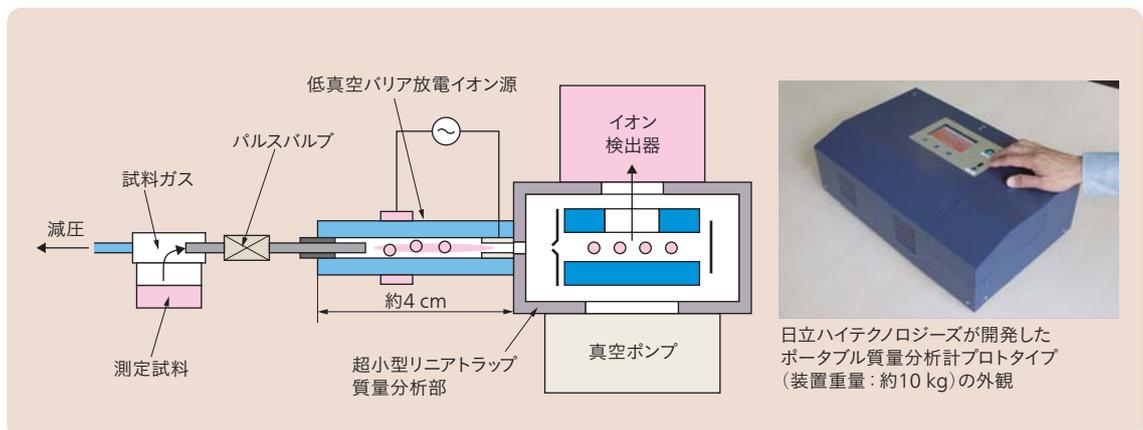
なお、この研究は、文部科学省「再生医療本格化のための最先端技術融合拠点」の成果である。

2 ポータブル質量分析計

覚せい剤や脱法ドラッグなどの薬物犯罪が社会問題となる中、捜査現場で迅速かつ正確に薬物を検知する技術が求められている。質量分析計は薬物捜査の本鑑定にも使用されているが、一般的な装置は100 kg以上と重く、捜査現場で使用することはできなかった。

これに対し、体積約130 mLのリニアトラップ型質量分析部、低真空バリア放電を使った約4 cmの高感度イオン源、高感度化のための試料ガス減圧パルス導入方式、小型高圧電源回路を開発した。これらの要素技術を活用したプロトタイプは、装置重量約10 kgを達成するなど、質量分析計を大幅に小型軽量化し、薬物の高感度検知にも成功している。

今後、警察庁科学警察研究所や株式会社日立ハ



2 ポータブル質量分析計のプロトタイプ



3 試作した920 MHz帯高出力無線機

イテクノロジーズと協力し、実用化をめざしていく。

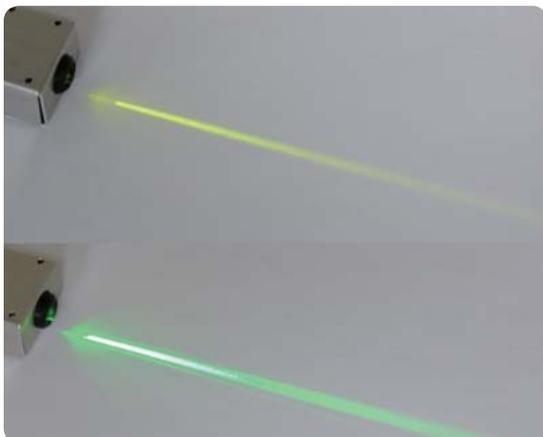
3 920 MHz/250 mW高出力無線機

エネルギーマネジメントシステムやスマートグリッドにおける機器制御やデータ収集を実現するための無線通信技術として、数キロメートルの長距離伝送が可能な920 MHz帯無線通信機を開発した。

高出力(250 mW)時の周辺電波への漏洩(えい)電力に対する厳しい規制値を、独自に開発した高性能SAW (Surface Acoustic Wave: 表面弾性波) フィルタによってクリアし、技術基準適合証明を取得した。開発した無線機は1/20/250 mWの3出力切替技術により、用途に応じて通信距離を切り替えることができる。

4 黄色半導体レーザー技術

半導体レーザーは小型・高効率の光源であり、さ



4 試作した黄色、緑色半導体レーザーポインタ

まざまな機器の小型化・省エネルギー化に貢献している。緑色から黄色領域の波長帯の光源は、ディスプレイや各種計測・医療分野で重要であるが、半導体レーザーの未踏波長帯となっている。

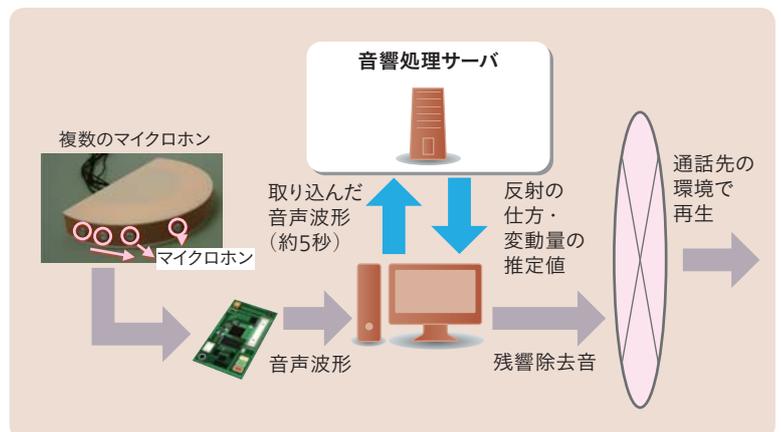
今回、独立行政法人産業技術総合研究所との共同研究により、新材料を用いて緑色から黄色領域(波長約540~570 nm)の半導体レーザーの室温連続発振に成功した。特に、黄色の半導体レーザーは世界初の成果である。

今後は、信頼性などの実用化研究に進むとともに、各種機器への応用を提案していく。

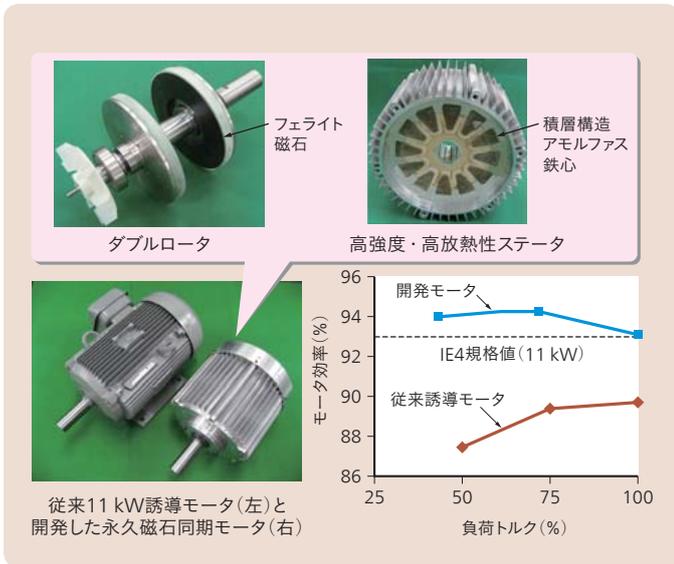
5 遠隔会議システムの残響低減技術

遠隔地との円滑かつ迅速なコミュニケーションのために、数十人収容可能な広い会議室での遠隔会議へのニーズが増加している。数人程度を収容する狭い部屋と異なり、広い会議室では天井や壁での音の反射によって生じる残響が、円滑なコミュニケーションを妨げる。

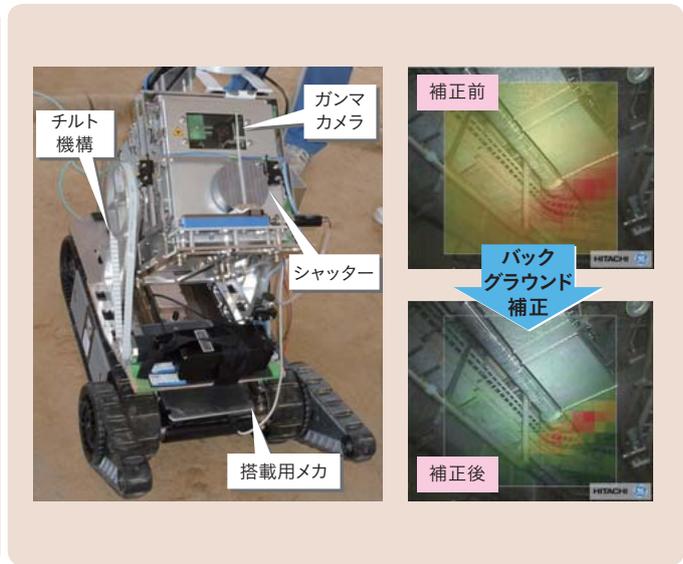
これに対して、部屋の中での音の反射の仕方と



5 開発した残響低減技術を搭載した遠隔会議システムの構成



6 開発モーターの構造と従来モーターの比較



7 高線量場対応ガンマカメラの外観と測定画像

人の顔や体の動きで残響がどのように変化するかを推定し、マイクロホンに入る音の中の残響成分を予測して低減する技術を開発した。実際の会議シーンでは、残響成分を約 $\frac{1}{5}$ に低減できることを確認している。

6 レアアースを用いない産業用11 kW高効率永久磁石同期モーター

レアアース（ネオジウム、ジスプロシウム）を含んだ磁石を用いない11 kW高効率永久磁石同期モーターを、日立製作所日立研究所と株式会社日立産機システムが共同で開発した。

磁石の搭載量を高められるダブルロータ型アキシシャルギャップ構造、および鉄心の損失を大幅に低減できる鉄基アモルファス金属を採用し、磁力の低いフェライト磁石を有効に活用している。このような構成は、大きなトルクに耐えられる強度と放熱性を両立するステータ構造、材料特性を引き出す積層型鉄心構造、および、これらを最適設計するための三次元磁界・熱解析技術の開発によって実現したものである。今回開発したモーターは、従来モーターの体格以下で、IEC (International Electrotechnical Commission) の効率ガイドラインの最高水準であるIE4に適合するエネルギー効率93%を達成した。今後は、産業用途での製品化に取り組んでいく。

なお、この技術の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「希少金属代替・削減技術実用化開発助成事業」を受けて開発したものである。

7 高線量率環境の線量分布計測技術

原子炉建屋内の高線量率環境において、ガンマ線強度分布を遠隔測定できる線量分布計測技術を開発した。

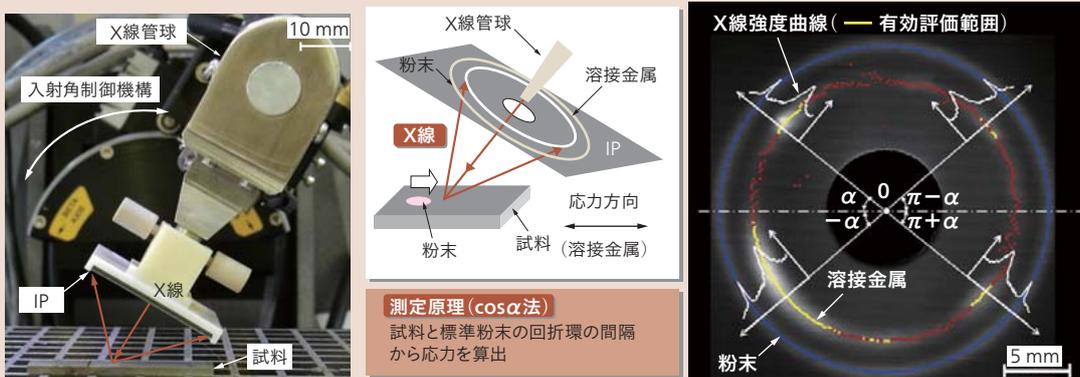
この技術は、ガンマカメラの遮蔽体系・コリメータの最適化、およびシャッター機構によるバックグラウンド補正機能により、80 mSv/hの高線量率環境下での測定を可能とした。有線・無線の組み合わせによってリアルタイム遠隔測定を実現し、福島第一原子力発電所1号機～3号機での調査に寄与した。

今後は、さらなる高線量率環境対応と三次元距離測定機能による高精度化を進め、高レベル放射能汚染環境での長期にわたる廃炉作業に貢献していく。

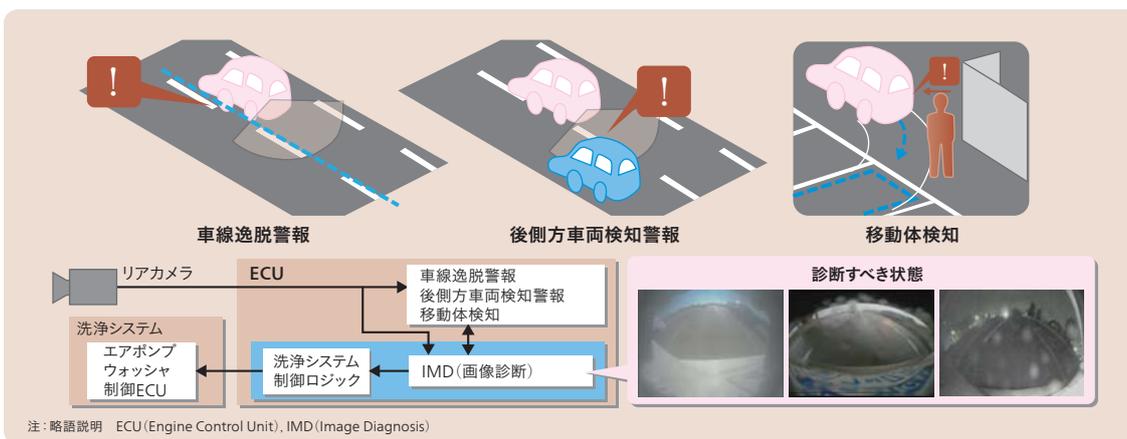
8 二次元X線回折による残留応力測定技術

X線回折は、結晶のひずみによる回折パターンから残留応力を測定する手法であるが、従来的一次元回折パターンでは、粗大結晶および集合組織を持つ溶接金属の測定は困難であった。

今回、既存のX線回折装置 (カナダ・Proto社製「iXRD Combo」) にIP (Imaging Plate) を搭載し、二次元の回折パターンから測定する技術を開発した。これにより、IP上に記録される溶接部特有の離散的な回折パターンから独自の処理アルゴリズムで有効範囲を選別し、二次元の回折環を



8 二次元X線回折装置の外観、測定模式図、および回折パターン画像処理



9 リアカメラによる洗浄機能付き安全運転支援システム

正確に求めることで測定が可能となった。

今後は、測定精度の向上とともに、実溶接部
その場測定にも活用していく。

過酷な条件下での画像認識を実現していく。

9 リアカメラによる洗浄機能付き安全運転支援システム

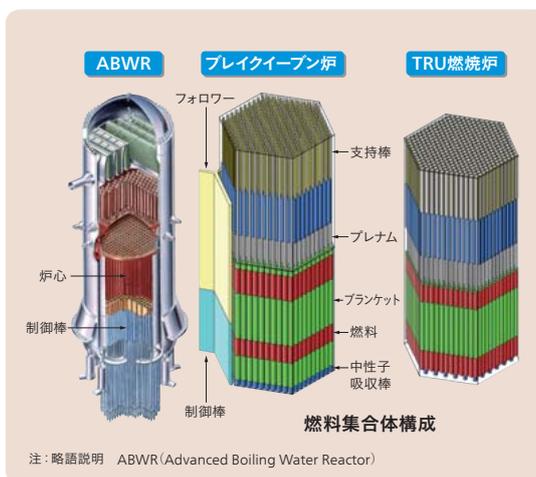
リアカメラを用いた画像認識による予防安全システムを、自動車メーカーと共同で製品化した。これは、駐車支援用に搭載されたリア魚眼カメラを用いて、後側方車両検知警報、車線逸脱警報、車両近傍の移動体検知の機能を実現したものである。

リアカメラは車室外に設置されているため、水滴などの付着や、付着物からの析出物の堆積といった要因で画質が低下する。これに対して、路面状態・光源環境・レンズ状態を画像から診断し、その結果に応じた性能向上のためのアルゴリズムを適用することで、認識性能のロバスト性を向上することに成功した。さらに、適切なタイミングでエア/ウォッシュ液を噴射し、レンズ表面を良好な状態に保つことが可能である。

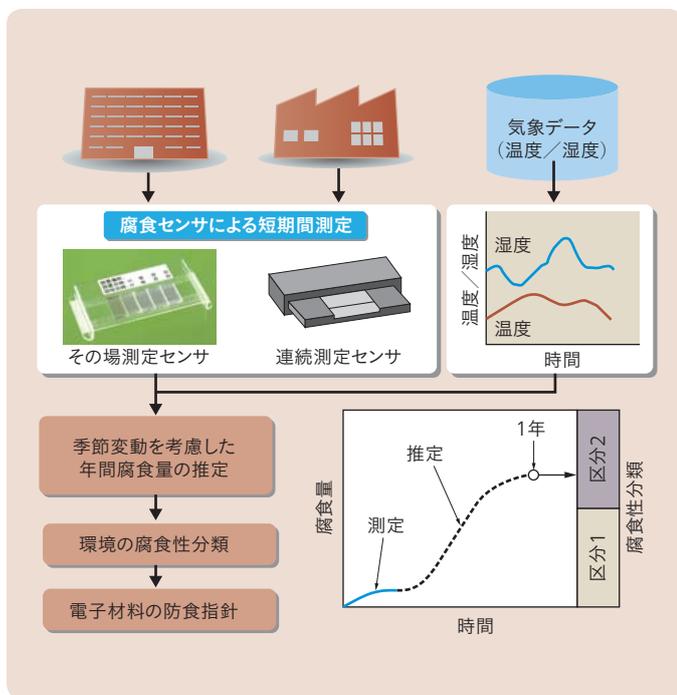
今後、汚れ耐性のさらなる向上をめざし、より

10 RBWRシステム

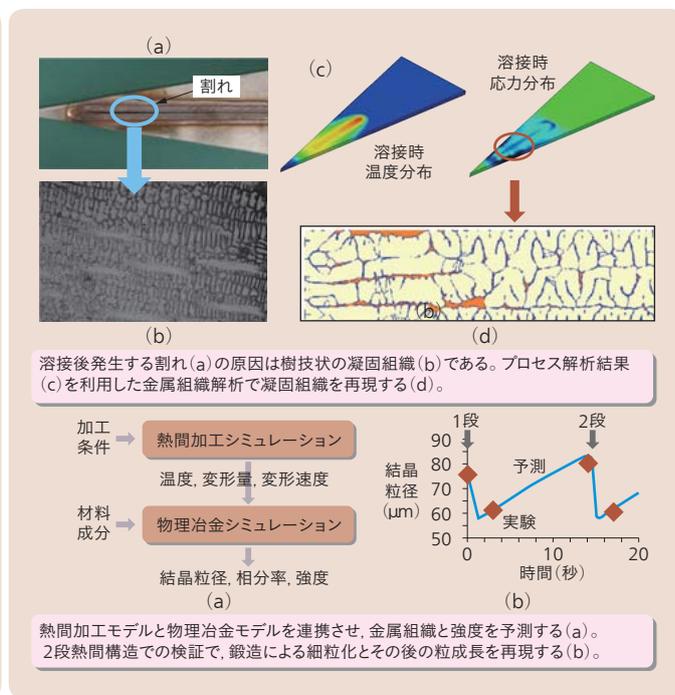
天然ウランの99%以上を占めるU-238をTRU (Trans-uranium：超ウラン核種)を増加させることなく核分裂させ、軽水炉で新たに生成されているTRUをほぼ全量核分裂させることができる



10 RBWRシステムと燃料集合体



11 電子材料の腐食評価技術



12 溶接と熱間鍛造プロセスの品質予測の例

RBWR (Resource-renewable Boiling Water Reactor) を提案した。

実用化済みの軽水炉技術でのウラン資源利用率の向上とTRUの炉外貯蔵の撤廃により、原子力発電の環境負荷を大幅に低減できる。現在、EPRI(Energy Power Research Institute)でのRBWRの評価が完了している。

今後、軽水炉で運転中に生成されるTRUを二倍以上の速さで安全に核分裂させることができることを試験炉で実証し、TRUが長寿命放射性廃棄物になる危惧を払拭して軽水炉新設への障害を除去していく。

11 電子材料の腐食評価技術

電子装置が設置されている環境の腐食性を診断することで、電子材料の腐食を評価する技術を開発した。

電子材料向け腐食センサーなどでの短期間(1～3か月間)腐食データと、季節変動を考慮するための公開気象(温湿度)データを併用することで、精度のよい年間腐食量の推定が可能である。これにより、設置環境の腐食性を診断して適切な防食対策を施すことで、電子装置の腐食によるロスコスト低減に貢献することができる。

今後は、短期間で環境の腐食性を診断できるこの技術を、新興国での腐食評価に適用していく。

12 材料プロセス予測・設計プラットフォーム

鉄鋼など金属部品の設計・製造工程の試作フリー化をめざし、溶接や熱間加工の高精度・高速度な品質予測技術を開発した。

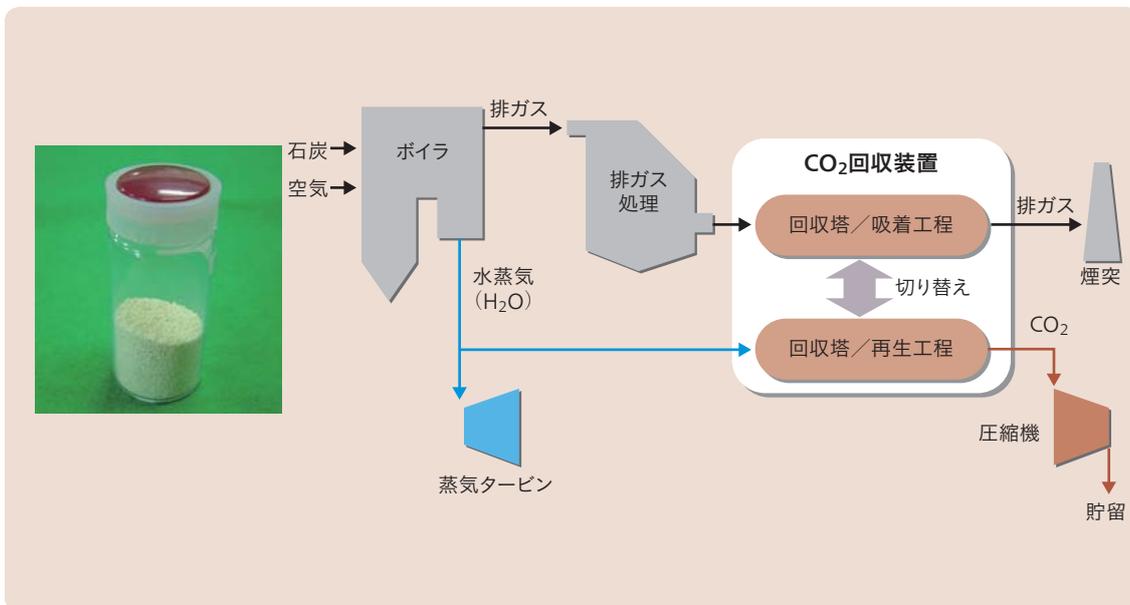
企業活動のグローバル化に伴い、調達先や生産環境、使用条件の多様化に対応した材料プロセス技術が重要になっている。今回開発した技術は、巨視的プロセスシミュレーションと微視的金属組織シミュレーションを連携し、材料不均一性を考慮した材質変化を予測するものであり、大型品の開発期間を40%短縮できる。

今後、これらの統合・拡張と組織変化計測技術の強化を進め、材料プロセス予測・設計プラットフォームを構築していく。

13 火力発電向け固体CO₂吸着材

火力発電設備から排出されるCO₂を回収するための固体CO₂吸着材を開発中である。

従来の固体吸着材では、排ガス中に存在する水分を優先的に吸着するため、CO₂分離が困難であるという課題があった。これに対して、酸化セリウムが水分共存下でもCO₂を吸着可能なことに着目し、CO₂吸着点の増加、および吸着点とCO₂ガスの接触効率の向上を進めることで、吸



13 CO₂吸着材とCO₂回収システムの構成

着量を従来品の約13倍に増加させた。実験室規模の評価では、CO₂回収に必要なエネルギーをアミン液法と同等にまで低減できる見込みが得られた。

今後、吸着材やシステムの改良により、さらなるエネルギー低減をめざしていく。

14 燃料電池用電解質膜

近年、災害時などに使用できる既存の電力網から独立した非常用電源へのニーズが高まっている。また、環境への配慮からCO₂排出量の少ない電源が望まれている。

DMFC (Direct Methanol Fuel Cell: 直接メタノール形燃料電池) は、小型化が容易な高効率発

電デバイスであり、ポータブル機器の電源としての応用が見込まれている。しかし、従来のDMFCには、燃料のメタノールが電解質膜を透過することによる燃料ロス、発電性能の低下が生じるという課題があった。これを解決するため、電解質膜分子構造の改良を検討した。

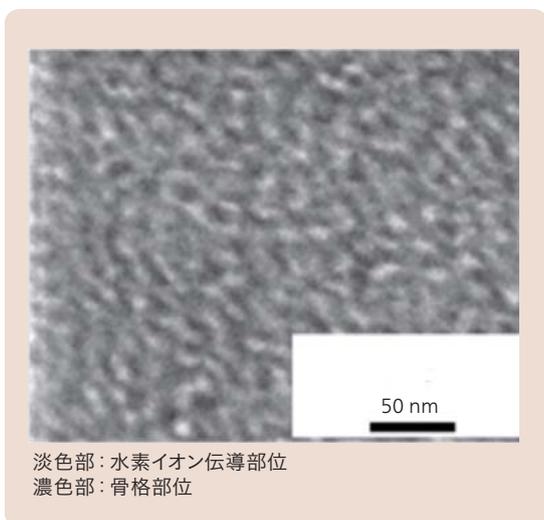
開発した電解質膜は、ポリマーの分子間相互作用を高めることにより、メタノールの透過量を大幅に低減させることができる。また、電解質膜の骨格部位と水素イオン伝導部位のそれぞれに共連続構造を適用することで、寸法安定性が高く、かつ効率的なイオン伝導を可能としている。これをDMFCに適用することで、システム効率を約5%向上させる見通しを得た。

今後は、小型電源への適用をめざしていく。

15 はんだ接続部の信頼性評価技術

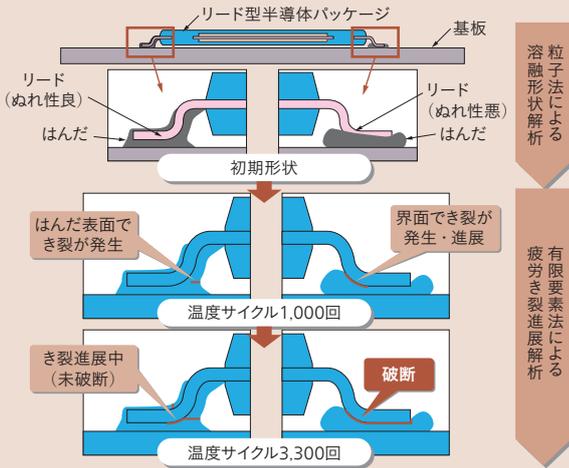
半導体実装製品のはんだ接続寿命は、現在は疲労によるき裂進展が支配的であるが、使用環境温度の上昇や構造の微細化が進むと、エレクトロマイグレーション (電流によって原子が拡散する現象) が支配的になると考えられる。

これらに対応するため、疲労によるき裂進展挙動とエレクトロマイグレーションによるポイド成長を予測する有限要素解析手法を開発した。また、流体解析の一つの手法である粒子法を基に、製造工程中の溶融はんだの形状予測手法を開発し、製造工程から製品寿命までを考慮した信頼性予測技

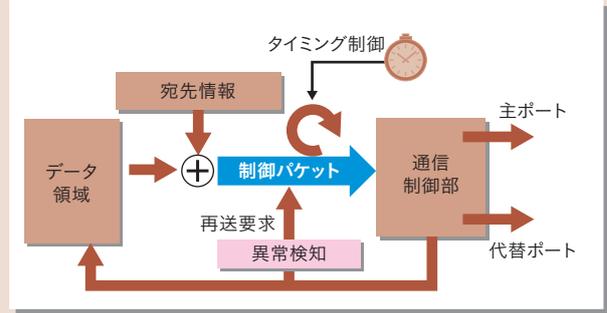


14 燃料電池用電解質膜

左右でぬれ性の異なる半導体パッケージのはんだ形状予測と寿命評価



15 製造工程から製品寿命までを考慮した信頼性予測の例



16 リアルタイムEthernet 高速周期通信技術の内部構成

術を構築した。

今後は、パワー系実装製品などに展開する予定である。

16 リアルタイムEthernet高速周期通信技術

工作機械や半導体製造装置などのモーション制御向けにEtherCATの高速周期通信技術を開発した。EtherCATは、リアルタイムEthernet規格の一つであり、高速大容量通信や省配線などの利点により、現在、導入が活発化している。

開発した主な技術は、以下のとおりである。

- (1) 宛先などの情報とユーザーデータを通信周期ごとに組み合わせてパケットを生成する自動パケット生成機能
- (2) 対象機器の動作タイミングと制御パケットの送信タイミングを同期させる高精度時刻同期機能

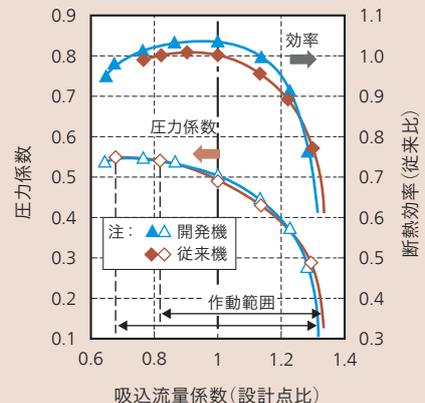
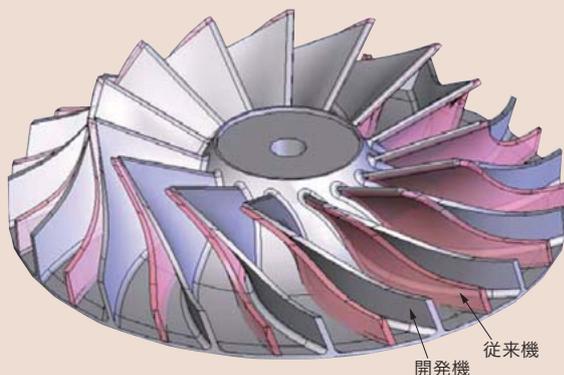
(3) パケットの消失や通信経路の断線異常を検知し、自動再送または代替通信ポートからのパケット送信を実行する冗長通信機能

これらの技術により、最短周期62.5マイクロ秒、対象機器動作との同期精度1マイクロ秒以下での周期通信を可能とした。また、断線などの障害時でも周期通信を継続することができる。

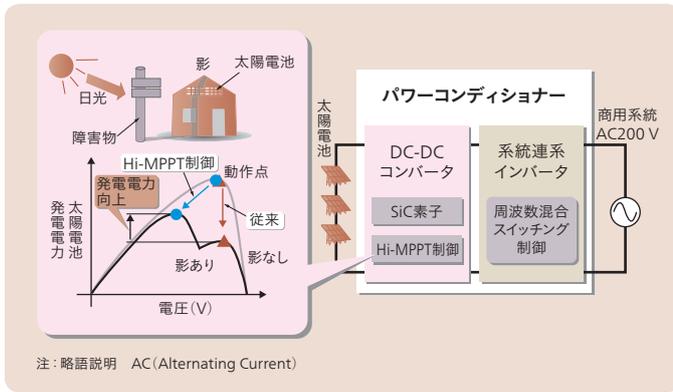
今後は開発した技術を応用し、社会基盤を支えるネットワークの高速化・高信頼化を進めていく。

17 大型プロセス用遠心圧縮機の高効率化

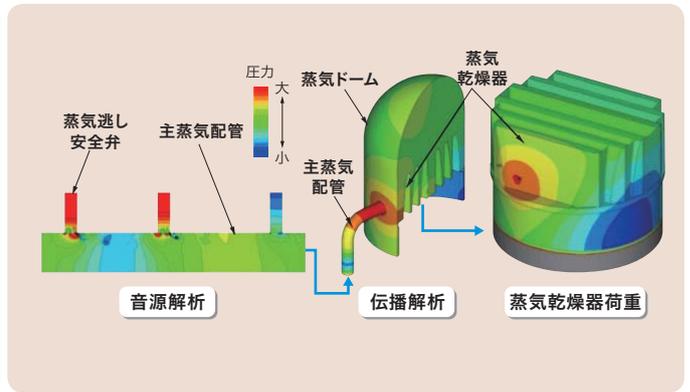
Oil & Gas分野で用いられる遠心圧縮機には、CO₂排出量削減の観点から、圧縮動力の低減が強く求められている。その支配要因は翼の三次元的な形状にあり、微妙な翼形状の違いが圧縮動力を大きく左右する。



17 従来機と開発機の翼形状の違いと性能検証結果



18 Hi-MPPT制御の特徴とパワーコンディショナーの高効率化技術



19 蒸気乾燥器の振動健全性評価技術

今回、圧縮機にとって相反する課題であった、高効率化と広作動範囲化を同時に改善できる負荷分布を明らかにした。この技術は、与えた翼負荷分布から翼形状を創生することが可能な逆解法技術を活用し、最新の流れ解析技術を駆使したパラメータサーベイと要素試験による検証を通じて実現したものである。得られた知見は、流体的な設計指針の形で自動設計システムに組み込まれており、汎用的な条件下での翼設計が可能である。これは、開発した技術の効果を、顧客仕様にマッチした条件で最大限に引き出すことにつながる。

今後は、開発した技術を用いた製品を拡販するとともに、翼形状のさらなる最適化を継続し、プロセス圧縮機の高効率化に貢献していく。

18 住宅用太陽光発電システム向け高効率パワーコンディショナー

ユーザーの売電利益を確保できるよう、高効率化を重視した住宅用太陽光発電システム向けパワーコンディショナーを開発した。

DC (Direct Current) -DCコンバータには低損失のSiC (炭化ケイ素) 素子を採用し、インバータは部位別にスイッチング周波数が異なる周波数混合スイッチング制御を可能にしている。この結果、大幅に損失を低減し、出力25%から100%の広い範囲で効率96%以上^{※)}を達成した。一方、太陽電池の一部に影がかかって複数の電力ピーク点が生じて最大電力点を探索できるHi-MPPT (Maximum Power Point Tracking) 制御を開発し、高効率な太陽光発電システムを実現した。

今後は、効率など基本性能の向上に加え、新たな付加価値を検討していく。

※) 2012年発売の機種HSS-P55Aにおいて。

19 BWRのドライヤおよび主蒸気配管における音響振動現象の解明

米国の原子力発電プラントのBWR (Boiling Water Reactor) で、出力向上運転時に蒸気乾燥器が振動によって損傷した。これは、蒸気逃し安全弁で発生した圧力変動が、主蒸気配管内を伝播(ば)して蒸気乾燥器に荷重を加えたことが原因である。

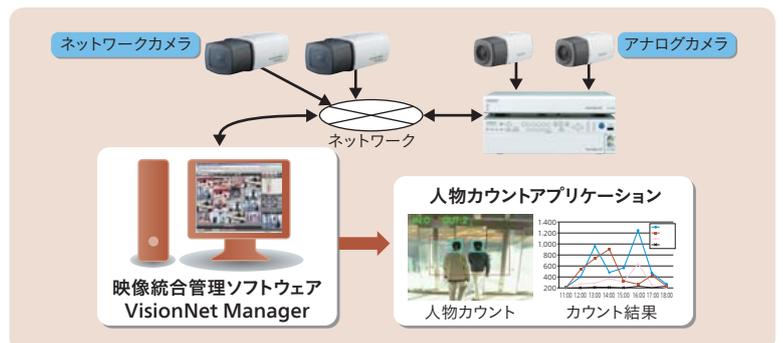
この事象に対し、蒸気逃し安全弁で発生する圧力変動を評価する技術(音源解析)と、発生した圧力変動の伝播によって生じる蒸気乾燥器の荷重を評価する技術(伝播解析)を開発した。これらの技術を検証するため、世界初^{※)}の実温・実圧蒸気乾燥器音響振動試験を実施し、音源解析および伝播解析は、蒸気乾燥器健全性評価に適用できることを確認した。

開発した評価技術を活用し、今後も原子力プラント機器の安全性と信頼性の向上に貢献していく。

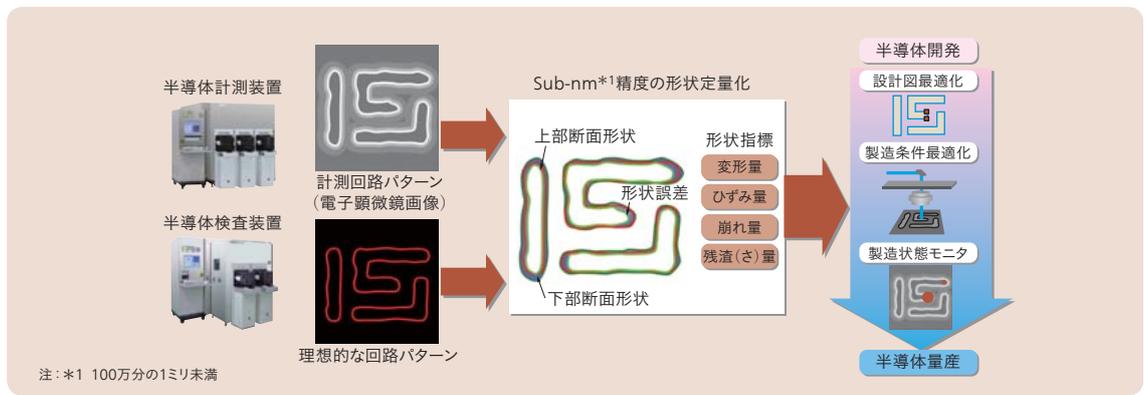
※) 日立製作所調べ。

20 映像監視ソリューション向け人物カウント技術

ネットワーク型の映像統合管理ソフトウェア



20 映像監視ソリューション向け人物カウント技術



21 回路パターンの形状計測技術による半導体計測/検査ソリューション

VisionNet Manager向けに、人物の入退場数をカウントする人物カウント技術と、それをを用いたアプリケーションを開発した。

カウント専用のカメラではなく、通常の監視カメラで入退場数をカウントできることが特長である。提案手法では、出入口の外形に基づき、カメラの設置角度と通過人物の見た目の大きさを推定し、人物カウントに適したパラメータを自動決定する。そして、このパラメータを用いて頭部を検出し、その動線を解析することで入退場数をカウントする。

今後、この技術を活用して付加価値の高いソリューション展開を図っていく。

した。

高精度なセンサーの代わりに、既設の1シャント抵抗を流れる電流を検出し、モータに流れる電流を再構築する1シャント電流検出技術がある。今回、独自の信号処理技術を改良し、これまで制約のあった停止時や高速度域での高精度な電流検出を可能にした。これにより、幅広い運転領域に対し、省エネルギーや静音、出力の向上を図ることができる。

この技術を2009年6月に一般産業用インバータに適用し、すでに株式会社日立産機システムから製品化されており、今後もさまざまな製品への展開を予定している。

21 半導体の回路パターンの高精度形状計測技術

20 nm 世代以降の超微細半導体の実現に向け、製造された回路パターンの形状を高精度に計測して定量化する技術を開発している。

この技術により、目視評価に頼らざるを得なかった回路パターンの検査を正確かつ安定的に自動化することが可能になる。開発した技術は、株式会社日立ハイテクノロジーズから製品化される予定である。

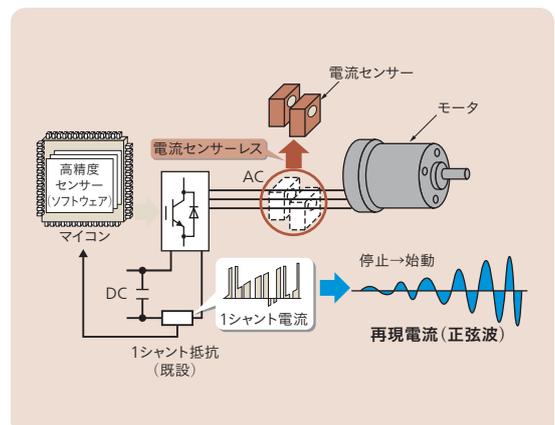
今後は次世代の半導体開発および量産に向けて計測技術のさらなる高度化を図り、計測技術を活用した計測/検査ソリューションによって半導体産業の発展に貢献していく。

22 1シャント電流検出技術

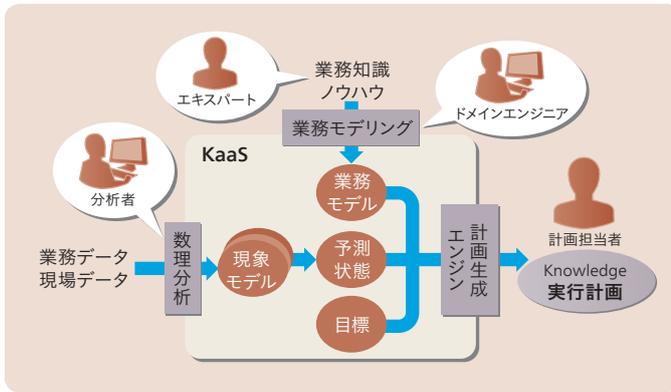
従来の電流・位置センサーレス技術をさらに進化させる高精度な1シャント電流検出技術を開発

23 数理分析と業務モデリングによるKaaS

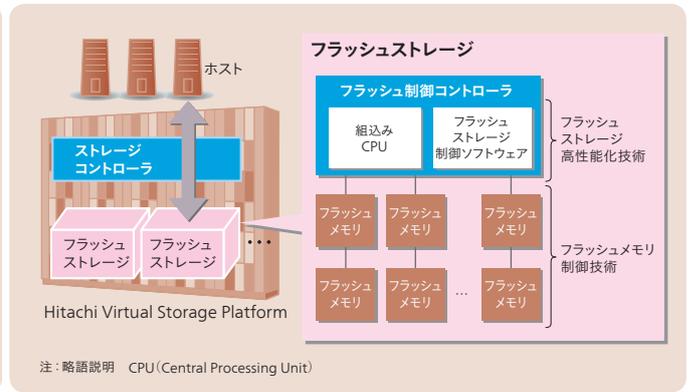
さまざまな分野でビッグデータ利活用の期待が高まる中、センサーや業務ログなどの現場データを活用した企業活動の改善が求められている。従来のデータマイニングやビジネスインテリジェンスブームとの違いは、企業内外で発生しているさまざまな事象のデータ利用範囲の拡大により、客



22 1シャント電流検出技術



23 数理分析と業務モデリングによるKaaSの実現



24 フラッシュストレージ高性能化技術

観的な事象把握にとどまらず、計画業務への適用可能性が高まることである。日立グループが従来から取り組んできたインフラ事業では、現場データを解析する数理分析と、業務ノウハウをシステムに組み込む業務モデリングを一体にし、実行計画策定システムをKaaS (Knowledge as a Service) として構築することで、実際にアクション可能な実行計画の自動生成が実現した。

今後は、数多くの事例で蓄積した業務モデルや最適化手法を業務に組み込むフレームワークを整備し、インフラ事業から情報事業へと適用範囲を拡大していく。

生かし、これらの連携動作によって高性能化するフラッシュストレージ高性能化技術を開発した。この技術を適用したフラッシュストレージは、Hitachi Virtual Storage Platform に搭載する形態で製品化予定である。

今後も、フラッシュストレージのさらなる高性能化を実現する技術を開発していく。

24 フラッシュストレージ高性能化技術

近年、NANDフラッシュメモリを用いた半導体ドライブの低価格化に伴い、ストレージシステムの記憶媒体として、これまで広く使われてきたHDD (Hard Disk Drive) に加えてSSD (Solid State Drive) を適用する例が増加している。

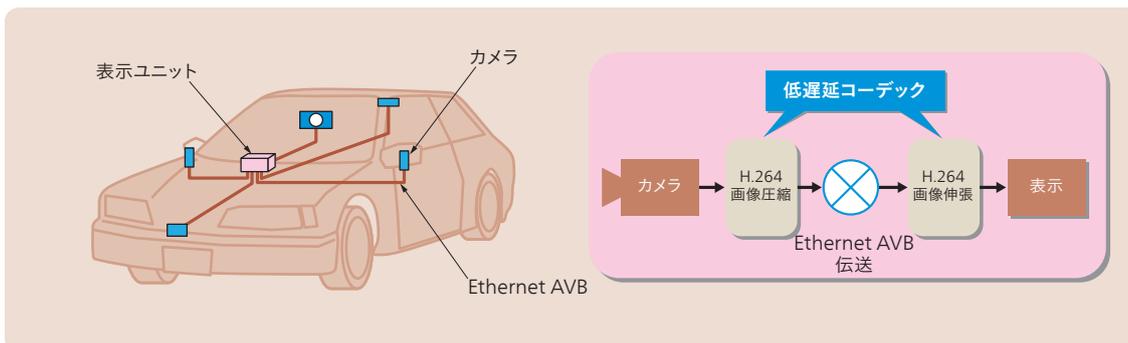
今回、大容量のフラッシュメモリを従来のSSDよりも高速に動作させるフラッシュメモリ制御技術を開発した。また、ストレージコントローラとフラッシュストレージの両方を自製できる強みを

25 車載向け低遅延コーデック技術

自動車周囲のモニタリングや物体検知による安全運転支援を目的とした車載カメラシステムは、欧米での搭載義務化などにより、急速な普及が見込まれている。また、家庭やオフィスで普及している安価なネットワーク技術を活用したEthernet AVB (Audio/Video Bridging) 規格が、車載カメラの映像伝送用として注目を集めている。

100 Mビット/sの帯域内で同時に複数の高画質映像を伝送するためには、高効率な圧縮技術が不可欠である。さらに、敏速な運転判断に使われる車載カメラ用としては、映像の遅延を小さく抑える必要がある。

これに応えるため、これまで民生用ビデオカメラなどで培ってきたH.264方式映像圧縮技術の



25 車載ネットワークカメラシステム

処理手順を改善し、高画質と50 ms以下の低遅延を両立した車載用映像伝送技術を新たに開発した。

今後は、さらなる高画質化・高性能化を図るとともに、クラリオン株式会社などによる車載用製品への適用を推進していく。

26 生産量変動の波及予測技術

近年、ビジネスのグローバル化を背景に生産拠点が世界規模で拡大しており、予期せぬトラブルが生じたときにも、その影響を最小限に抑えられる生産管理が求められている。

今回、突発的な部品の入荷不足や製造装置の故障が発生した際に、生産量ばらつきを定量化する新たな統計モデルVCVA (Visualized Coefficient of Variation Analysis) を用いて、生産工程で将来生じる生産量の変動を高い精度で予測する生産管理技術を開発した。VCVAでは、横軸を生産工程、縦軸を日程としたマトリックスを用いて、各日程における生産工程の状況を数値化し、生産変動の大きさを色分けして表現する。この結果、生産工程全体を俯瞰(ふかん)したとき、ある生産工程で発生した遅延が時刻と共に後工程に波及することが容易に把握でき、適切な対策を講じることで、納期の遅延や生産量の低下を最小限に抑えることができる。

今後、開発技術を基盤として、日立グループ内で適用工程の拡大を図り、グループ外へは生産管理コンサルティング事業を開始する予定である。

27 統合プラットフォームの運用管理技術

従来、実行する業務に合わせ、サーバ、ネット

ワーク、ストレージを選定してシステムを構築し、それぞれを運用管理ソフトウェアで管理・運用する形態が一般的であった。しかし、近年、業務のアジリティ改善のニーズの高まりにより、あらかじめ検証済み、または構築済みのハードウェアを用いてその上に業務を構築することで、業務構築にかかる時間を短縮する統合プラットフォームに注目が集まっている。統合プラットフォームにおいては、個々のハードウェアの設定を自動化し、管理者の運用負荷を低減するオーケストレーション技術が不可欠である。

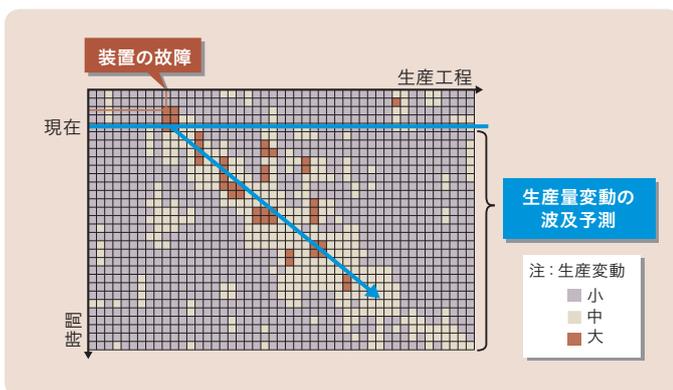
今回、ストレージからストレージネットワーク、サーバ、仮想サーバ、およびネットワークに至るオーケストレーション技術を開発した。これにより、業務構築に必要となる仮想サーバの準備に要する作業時間を大幅に短縮する。

今後は、性能障害検知から根本原因分析、対処までの自動化を進め、さらなる運用負荷低減に向けた自律運用の実現を図っていく。

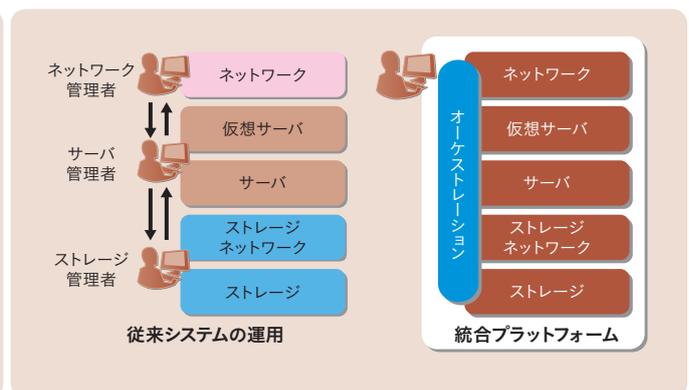
28 需要家向けエネルギー管理システム技術

環境対策やエネルギーの安定供給を実現する省エネルギーの必要性が注目されている中、省エネルギーと快適な生活の両立が求められている。

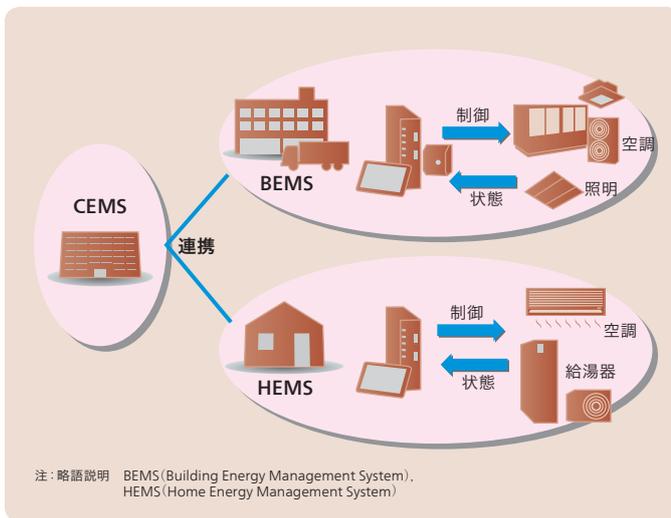
現在、人が意識することなく省エネルギーを実現し、かつ快適に過ごせる需要家向けエネルギー管理システム技術(EMS: Energy Management System)を開発している。例えば、エアコンなどの各機器や人感センサーなどの情報を基に居住空間の断熱性や在室人数などを判断し、快適さを損なわずにエネルギー消費を抑える機器の運転計画を自動生成する。各機器との接続においては、ECHONET Liteなどの標準プロトコルを採用す



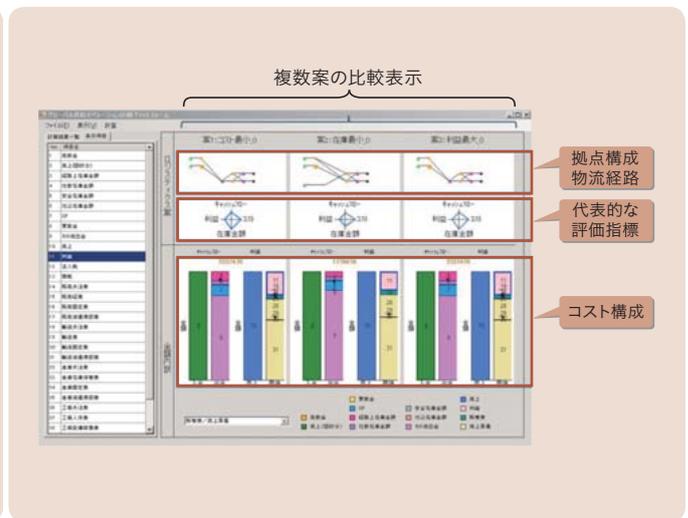
26 生産量変動の波及予測技術



27 オークストレーション技術



28 需要家向けエネルギー管理システム



29 グローバルロジスティクスエンジニアリングツールの画面例

ることで他社製品を含めたきめ細かな制御を可能としている。また、地域エネルギー管理システム (CEMS: Community Energy Management System) と需要家EMSを連携させ、電力需要のピークを平準化することで地域全体のエネルギーの安定供給にも貢献する。

今後は、これらの技術をビル全体や街全体で快適に過ごせるエネルギー管理システムに発展させていく。

29 グローバルロジスティクスエンジニアリングツール

グローバル生産・調達の流れの中で看過できなくなっている経済連携協定などによる特恵関税を考慮し、コスト最小となる製造・販売拠点配置や物流経路案を算出できるグローバルロジスティクスエンジニアリングツールを開発した。

このツールは、拠点配置や物流経路のパターンに応じて、部材・中間財・製品の供給経路をさかのぼって原産資格割合を算出し、特恵関税の該否判定や関税額計算を実行できることが特長である。また、コストだけでなく、在庫金額や利益を指標に複数のグローバル拠点配置・物流経路案を比較表示することで、現実の条件に即した意思決定を可能とする。このツールを活用し、工場投資計画や拠点再構築案を策定するグローバルロジスティクスエンジニアリングソリューションの提供を2012年4月に開始した。

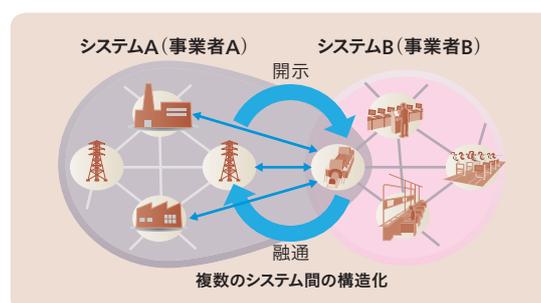
今後、必要データ整備と入力項目を簡易化し、容易にツールを適用できる環境を整えていく。

30 共生自律分散コンセプト

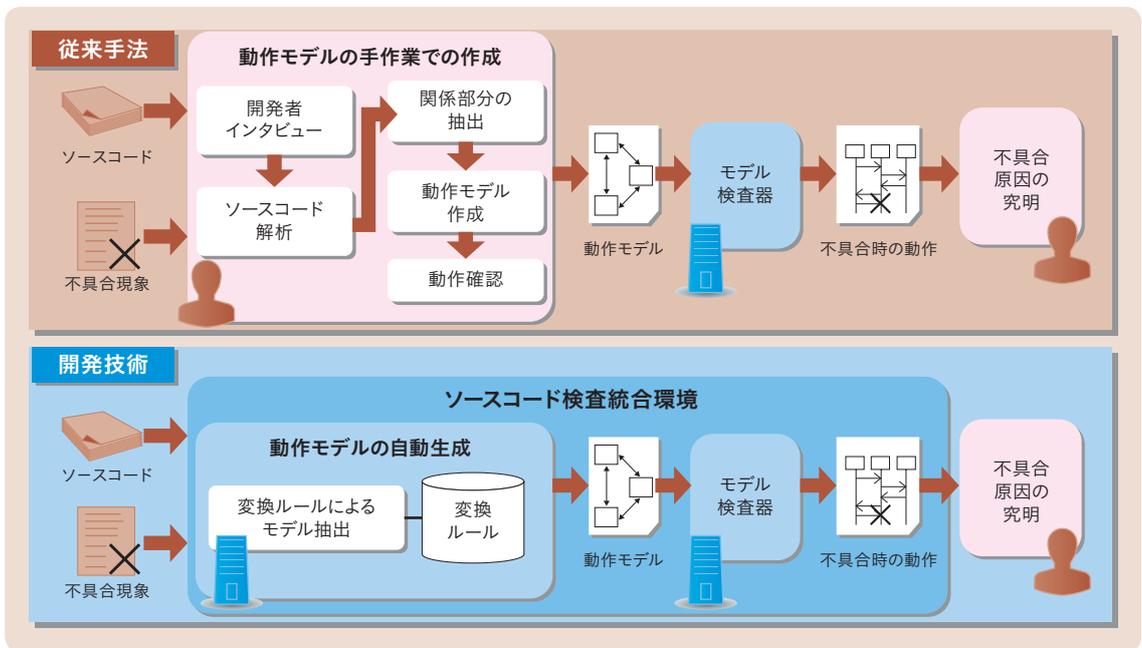
共生自律分散コンセプトは、外部環境やニーズの変化に対し、おのおのが自律したシステムが互いに助け合うシステムをめざしている。これにより、持続可能で高効率な社会インフラシステムを実現するものである。各システムは内部情報を互いに開示して共有することで他システムの状態を認識し、資源不足時には利他的に行動して保有する資源を開放・融通することで資源の過不足を平準化する。

電力管理システムと生産管理システムにおいては、互いに電力供給情報や生産計画情報などの電力需給に関する情報を開示して共有する。例えば電力不足が予測される場合には、生産管理システムが自身の生産目標に影響しない範囲で生産計画を変更し、余剰電力を融通する。これにより過剰な発電・蓄電設備を持つことなく、社会全体のコストを抑制する。

今後は、このコンセプトを国内外のスマートシティ事業などに適用し、持続性を備えた社会システムの実現に貢献していく。



30 共生自律分散コンセプト



31 動作モデル抽出に基づく不具合原因の究明

31 ソフトウェアからのモデル生成技術

現代社会を支える社会インフラシステムの多くは、ソフトウェアで制御されている。組込みソフトウェアと呼ばれるこれらのソフトウェアは、社会生活への影響が大きく、高い品質が求められる。一方、組込みソフトウェアの大規模化・複雑化が進み、実システムではタイミングなどに依存してごく稀(まれ)にしか発生しない不具合の原因究明が難しくなっている。

この状況下で高品質なソフトウェア開発を実現するため、ソフトウェアのソースコードを抽象化した動作モデルを生成する技術を開発している。生成した動作モデルを網羅的に検査することで、ソースコードに内在する不具合の原因を特定できる。この技術を社内の製品開発に適用したところ、従来手法に比べて不具合の原因究明工数を65%削減できることを確認した。

今後は開発した技術の使い勝手を改良し、さまざまな製品に対して汎用的に使えるツールに進化させていく。

32 発電機コイルの三次元樹脂含浸シミュレーション技術

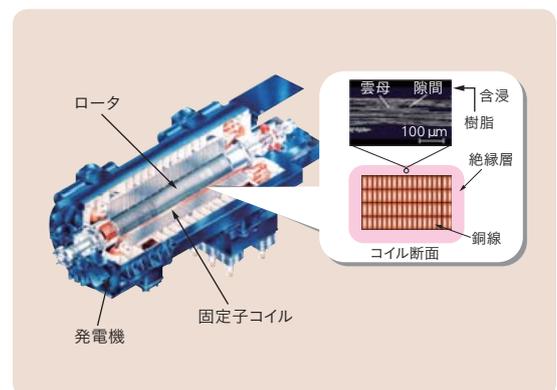
炭素繊維や補強材と貼り合せた粉砕した鉱物などの基材の隙間に樹脂を染み込ませる樹脂含浸成形では、基材の隙間がマイクロメートルオーダー

になる。そのため、メートルオーダーの寸法を有する大型構造物の樹脂流動解析は計算規模が膨大であり、困難であった。

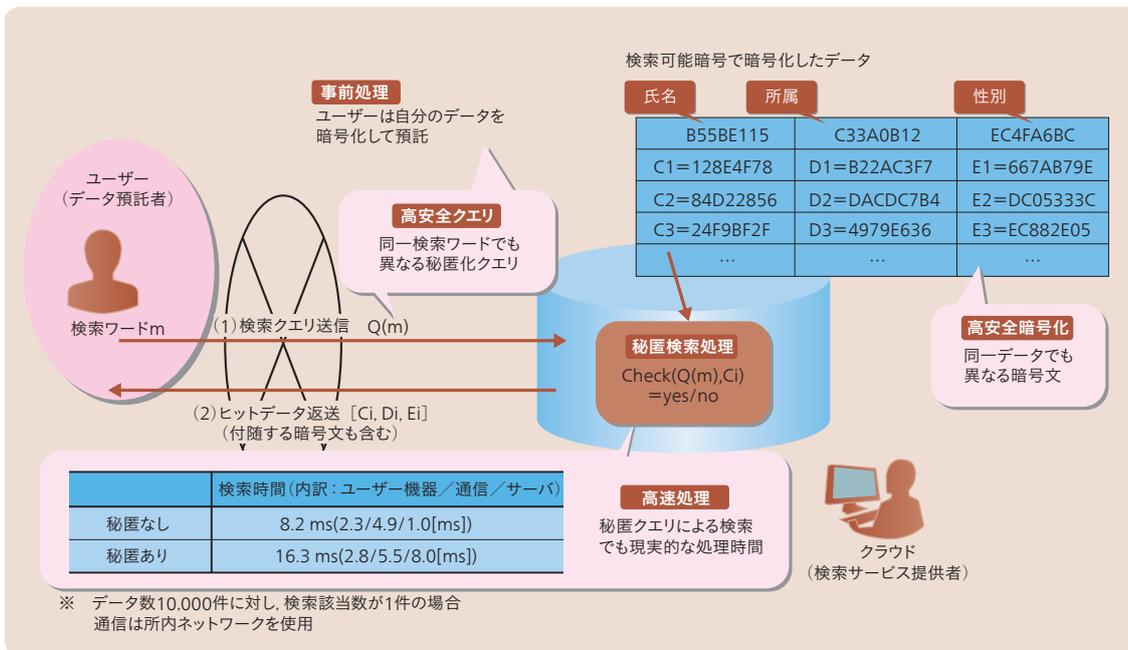
今回、基材形状をモデル化せずに基材隙間を通過する際の巨視的な樹脂圧力変化に着目した含浸モデルを考案し、実験的に含浸領域を把握できる可視化装置による含浸モデルの物性決定と組み合わせることで、大型構造物に適用可能な樹脂含浸解析技術を開発した。この技術を全長約10 mの発電機固定子コイル絶縁層に適用した結果、複数コイルの樹脂充填(てん)時間のばらつき予測が可能となり、含浸時間を最大約50%短縮できる見込みを得た。

33 検索可能暗号

データを安全にやり取りするため、VPN (Vir-



32 発電機固定子コイル絶縁層の構造



33 秘匿検索処理アプリケーションの例

tual Private Network)などで通信路を暗号化する方式が多く用いられている。しかし、この方式では暗号鍵がデータベースと同一端末に保管されるため、データベース管理者であれば容易にデータを復号できることが課題となっていた。

これを解決するため、データセンター管理者にも一切の情報を漏らさずに検索できる検索可能暗号の研究を推進している。この方式は他社技術よりも安全性が高く、データ1万件当たり約16ミリ秒と高速で検索できる。

今後は検索以外の情報処理の秘匿化にも対応し、安全性の高いプラットフォームを提供していく。

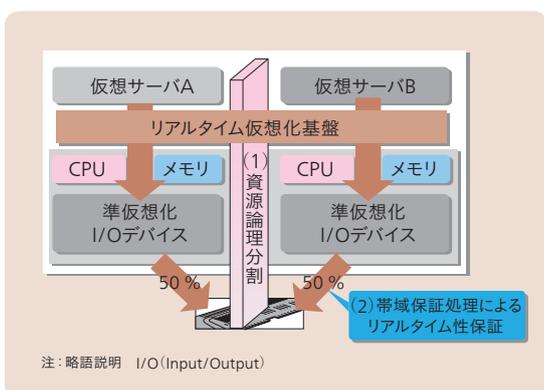
影響を受けて制御システムも仮想化の適用が始まっている。

今回、鉄道運行管理システムなどのソフトリアルタイム性が要求される制御サーバに仮想化を適用するための、リアルタイム仮想化技術を開発した。これにより、ソフトリアルタイム性を維持しつつ、計算機の世代交代時にもゲスト OS (Operating System) を延命することが可能となる。

現在、日立製作所インフラシステム社システム統括事業部が制御サーバへのこの技術の適用を計画している。

34 リアルタイム仮想化技術

情報系システムでは、計算機仮想化技術を実システムに適用することが一般化しつつあり、その



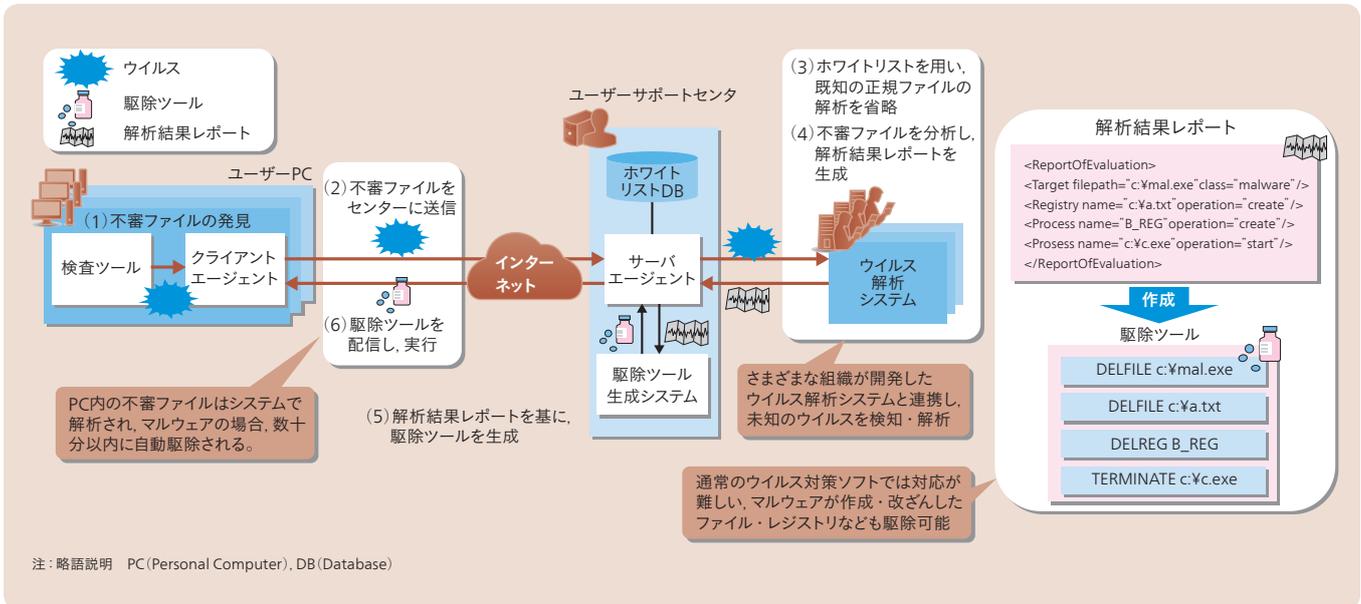
34 リアルタイム仮想化基盤

35 標的型攻撃対策

昨今、特定企業の機密情報窃取や社会インフラシステムの破壊を目的とした標的型攻撃が大きな問題になっている。これに備えるには、システム全体で何重にも対策を行う多層防御が必要である。

このような中、不審ファイルの挙動を解析してウイルスと判断した場合は自動駆除するシステム、通信ログからウイルス-攻撃者間の通信の痕跡を検出する分析技術、不審な宛先に通信する端末を再認証するリスクベース認証技術など、さまざまな対策技術を開発している。これらの技術をシステムに実装することで、情報窃取やシステムの破壊を防止できる。

なお、これらの技術の一部は、独立行政法人情報通信研究機構の委託研究「マルウェア対策ユー



35 ウイルス自動検知・駆除システム

がサポートシステムの研究開発」の成果である。

今後、自動検針システムの実用化に向けて研究開発を進め、日立グループのスマートグリッド事業に生かしていく。

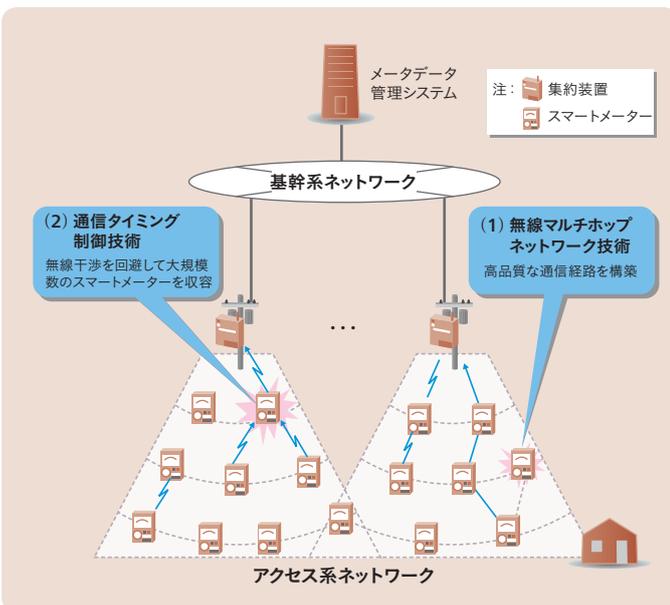
36 大規模自動検針システム向け無線ネットワーク技術

電力エネルギーの有効利用を目的とし、需要家の電力消費量(検針データ)を通信技術を用いて収集する自動検針システムにおいて、大規模数のスマートメーターから確実な検針データ収集を実現する無線ネットワーク技術を開発した。高品質な通信経路を構築する無線マルチホップネットワーク技術と、無線干渉を回避する通信タイミング制御技術により、集約装置1台に対して最大2,000台のスマートメーターまで収容可能とした。

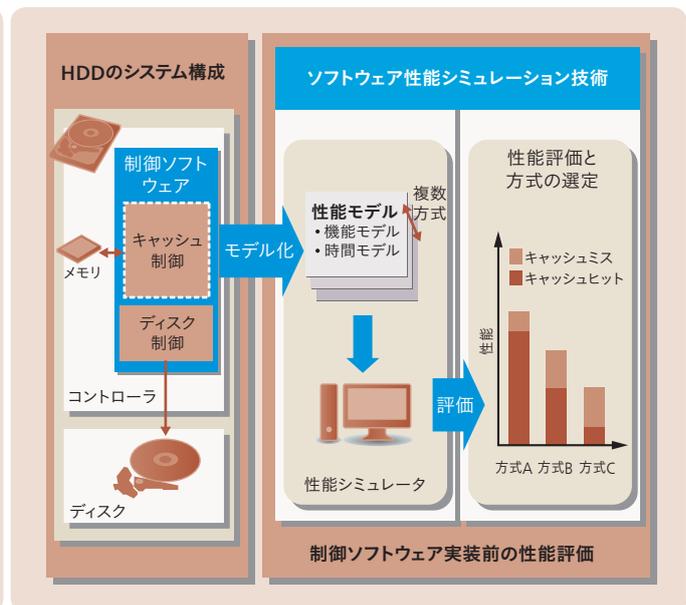
37 ソフトウェア性能シミュレーション

組込みシステム開発における性能の「作り込み」(性能開発)を効率化するソフトウェア性能シミュレーション技術を開発した。

近年、顧客ニーズの多様化により、システム全体を柔軟性の高いソフトウェアで制御する製品が増す一方、システムの大規模化に伴い、人手による性能開発が困難になっている。この技術は、ソ



36 自動検針システムの構成



37 ソフトウェア性能シミュレーション技術のHDDキャッシュ開発への適用

ソフトウェア実装前のシミュレーションによる性能評価を可能とし、開発の手戻りを防止するものである。

今回、この技術をHDD開発に適用した。HDDでは、アクセス特性に追従するソフトウェアによるキャッシュ[※]制御が性能に大きな影響を与える。そこで、実機比で100倍以上高速であるこのシミュレータを活用し、複数のキャッシュ制御方式とその適応制御の選定を実装前に実施して開発を加速した。

今後、高い性能が求められる情報インフラ分野の製品開発にもこの技術の適用を推進していく。

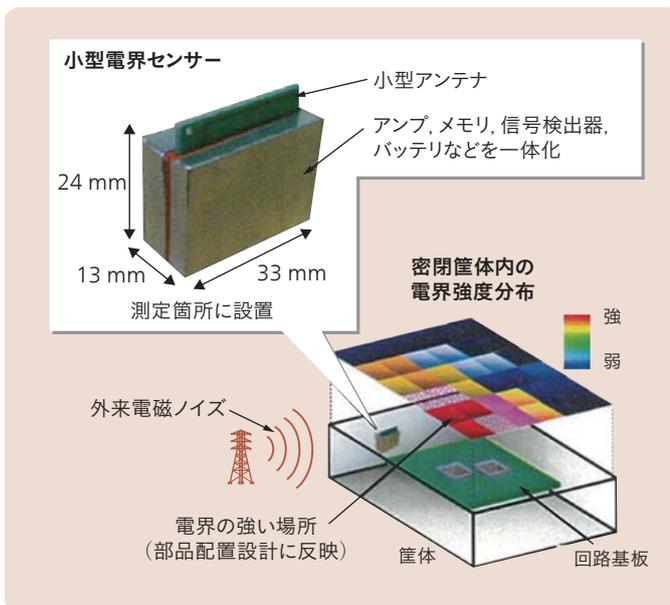
※) 使用頻度の高いディスクデータを一時的にメモリに配置する性能向上手法。

38 密閉筐体内用電界センサー

電子機器筐(きょう)体内部の電界強度分布を計測する小型の電界センサーを開発した。

電子機器の安定動作には、外来電磁ノイズによる誤動作を防ぐノイズ耐性設計が必要である。開発したセンサーは、電界強度測定値を内部メモリに記録するバッテリー駆動の独立型センサーである。これを用いれば、従来測定が困難であった機器筐体内部の電磁界強度分布を測定でき、測定結果に基づいて筐体設計を改善することで筐体内への侵入電界を低減し、よりノイズ耐性の高い設計を実現できる。

今後、パワーエレクトロニクスなどの設計開発



38 開発した密閉筐体内用小型電界センサー

に適用し、製品の高信頼化に貢献していく。

39 水運用計画・配水コントロール技術

上水道の送配水システムの消費電力を削減する水運用計画技術、および配水コントロール技術を開発した。

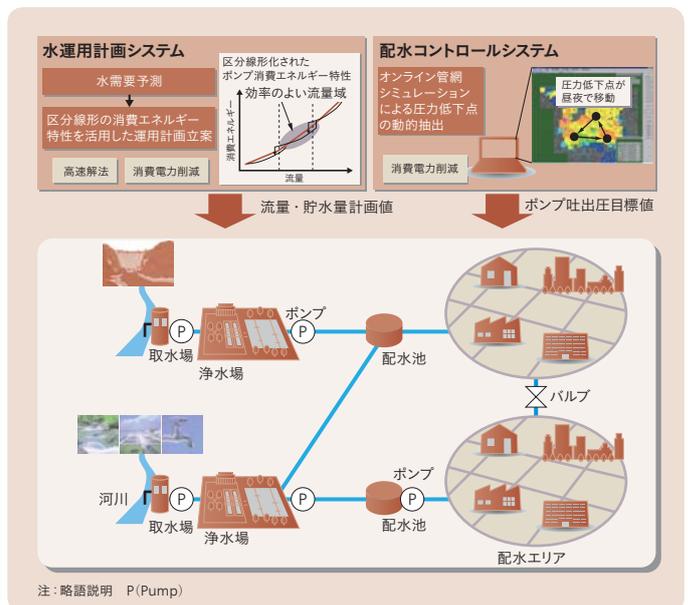
水運用では、区分線形(折れ線)近似した送配水ポンプの消費エネルギー特性を利用することで、効率のよい流量域を活用した運用計画を立案し、消費電力を削減した。また、線形計画法利用による高速解法を実現しているため、大規模な送配水システムへの適用が可能である。配水コントロールでは、オンライン管網シミュレーション技術により、圧力低下点を動的に抽出してポンプを制御することで、配水管網の圧力を常時適正値に保ちながら、配水ポンプの消費電力を削減した。

今後は、実システムへの適用を通じて技術の実用化を図っていく予定である。

40 光アーカイブシステム

企業や個人が蓄えるデジタルデータの爆発的な増加に伴い、大量のデータを長期間保存可能なストレージへのニーズが高まっている。これに応えるため、光アーカイブシステムを開発中である。

光アーカイブシステムは、サーバ、キャッシュ、複数の光アーカイブライブラリ装置から構成され



39 水運用計画・配水コントロール技術

41 ITシステムの障害予兆検知技術

IT (Information Technology) システムの性能情報を監視・分析することによって障害の発生前にその予兆を検知する技術を開発し、「JP1 システム監視サービス」に適用する。

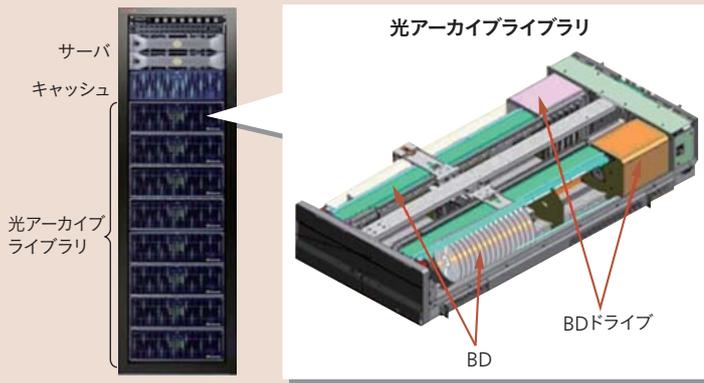
従来は、例えばオンラインシステムの平均応答時間といった指標を直接監視する方式が用いられてきた。今回開発した技術は、システムから収集した多数の性能情報の間の依存関係をモデル化し、このモデルと時系列予測を併用することで、特定の指標の変化からターゲットとする指標の変化を確率的に予測する方式である。この方式により、ターゲット指標がしきい値を超過するまでのリードタイムの設定が容易になり、システムの安定稼働の実現に貢献する。

今後、多様なアプリケーションで発生する事象に対応した予兆検知技術をめざしていく。

42 省電力暗号技術Enocoroの国際標準化

重要インフラや産業システム、自動車などに組み込まれている制御機器やセンサーに無線通信機能を組み込むことで、効率的に高度な制御が行われるようになってきている。このようなシステム向けに開発した省電力ストリーム暗号Enocoro (エノコロ) が、2012年9月に国際標準規格ISO/IEC 29192-3に採択された。

光アーカイブシステム

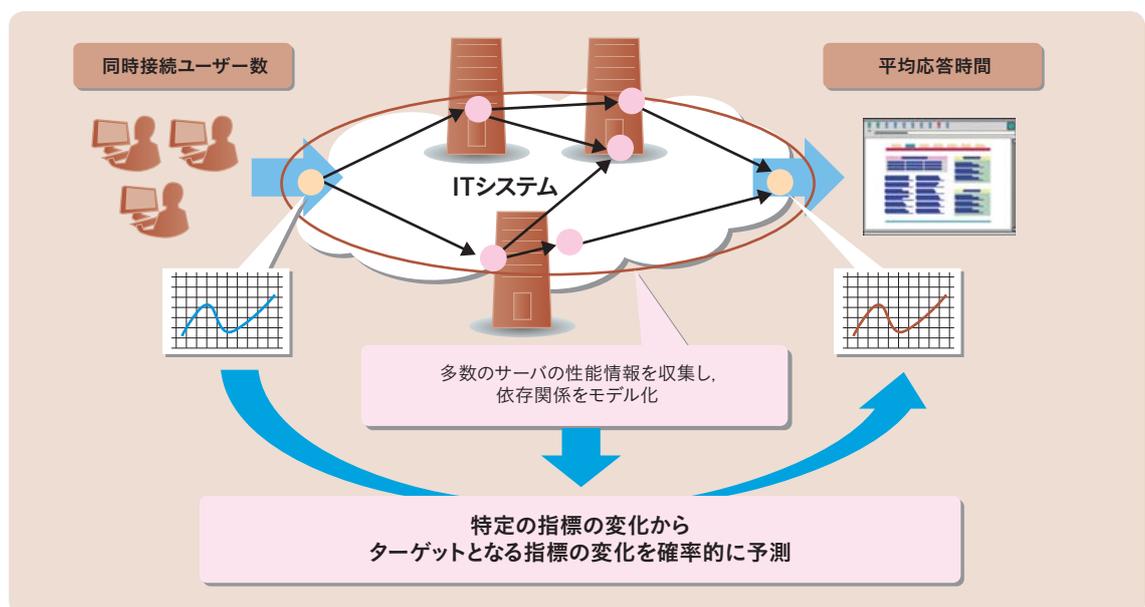


40 光アーカイブシステムの構成例と光アーカイブライブラリ装置の内部構成

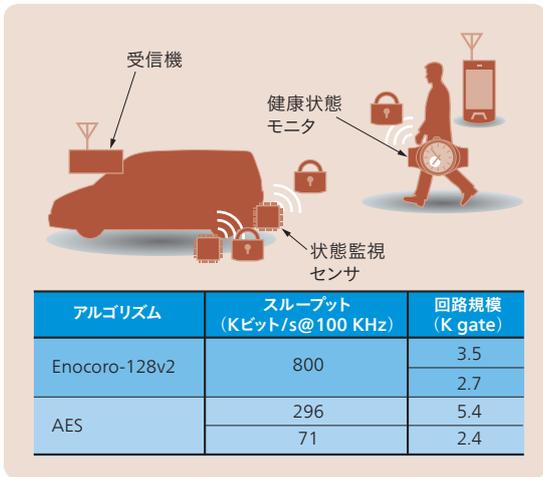
る。データはサーバからライブラリ装置へ転送され、記録媒体にアーカイブされる。記録媒体には高信頼・長寿命のアーカイブ向けBD (Blu-ray Disc*)を使用することで、データの長期保存性と災害時のデータ保護に優れたシステムを実現する。また、各ライブラリ装置には500枚のBD (1枚当たり100 Gバイト)と12台のBDドライブを内蔵することで、大量データの効率的なアーカイブを可能にする。

このシステムは、株式会社日立エルジーデータストレージから製品化する予定であり、現在、顧客に提供したサンプル機による評価を進めている。今後は、さらなる大容量化、低コスト化、ユーザビリティ向上をめざしていく。

*は「他社登録商標など」(162ページ)を参照



41 ITシステムの障害予兆検知技術



42 省電力暗号技術Enocoroの利用シーンと実装性能比較

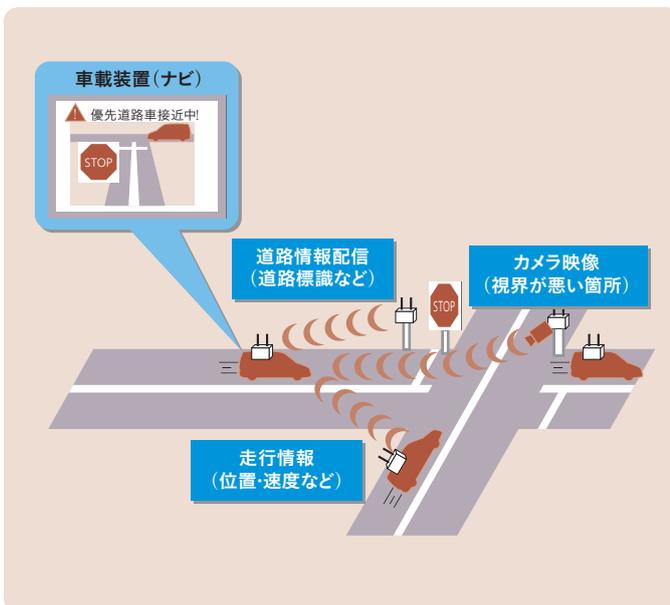
Enocoroは、データ暗号のデファクトスタンダードであるAES (Advanced Encryption Standard) と同レベルの安全性を提供しつつ、 $\frac{1}{10}$ 程度の消費電力で暗号化処理を実現する。これにより、小型制御機器やセンサー向けに、基本的なセキュリティ機能を低コストで提供することが可能となった。

今後、技術の適用検討を進め、ネットワーク化が進む重要インフラや産業システムのセキュリティ向上に貢献していく。

なお、この技術の一部は、独立行政法人情報通信研究機構の委託研究の成果である。

43 協調型安全運転支援システム

自動車間および自動車と道路インフラ間での無



43 協調型安全運転支援システム

線通信を用いて、自動車交通を高度化する取り組みが日本、米国、欧州で行われている。このシステムは協調型安全運転支援システムと呼ばれ、車両の移動情報などを相互に交換することで、自動車事故の危険性を事前に検出してユーザーに警告するものである。

今回、車両制御システムから得た自車両の状態で、無線通信によって得た他車両の移動情報から事故の危険性を判定する技術を開発した。この技術の通信仕様を標準化するとともに、プロトタイプシステムによる効果検証を進めている。

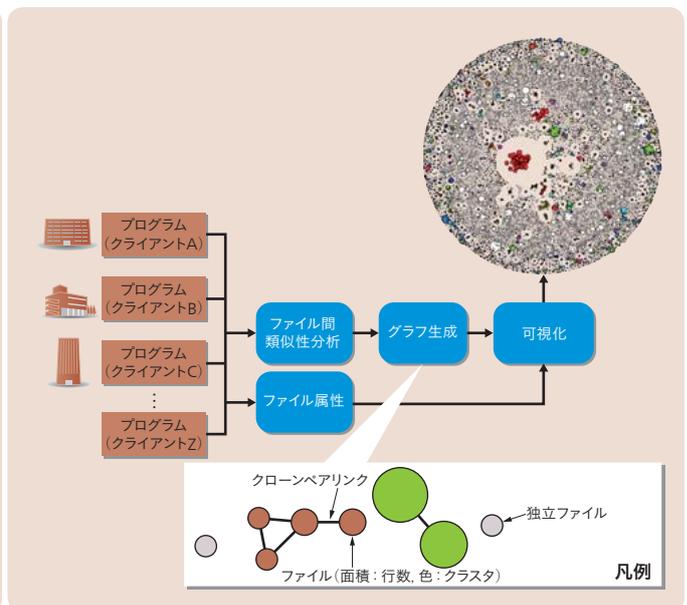
今後、開発した技術の精度向上を進めるとともに、車載情報システム事業およびインフラシステム事業に展開していく。

44 アプリケーションプログラム可視化技術

情報システムの長寿命化を背景に、既存プログラムへの追加・変更を行う保守開発が増加しており、プログラム理解を支援するプログラム可視化技術へのニーズが高まっている。

今回、プログラム中での重複および類似部分(コードクローン)を解析するとともに、グラフ理論を用いてコードクローンの分布状況を可視化する分析方式を開発した。これにより、数百万行規模のプログラムでのコードクローン分布状況を直感的に把握することが可能になる。

今後も、保守開発をさらに効率化できるプログラム可視化技術を開発していく。



44 コードクローン可視化技術