

# 技術革新 サービス&プラットフォーム

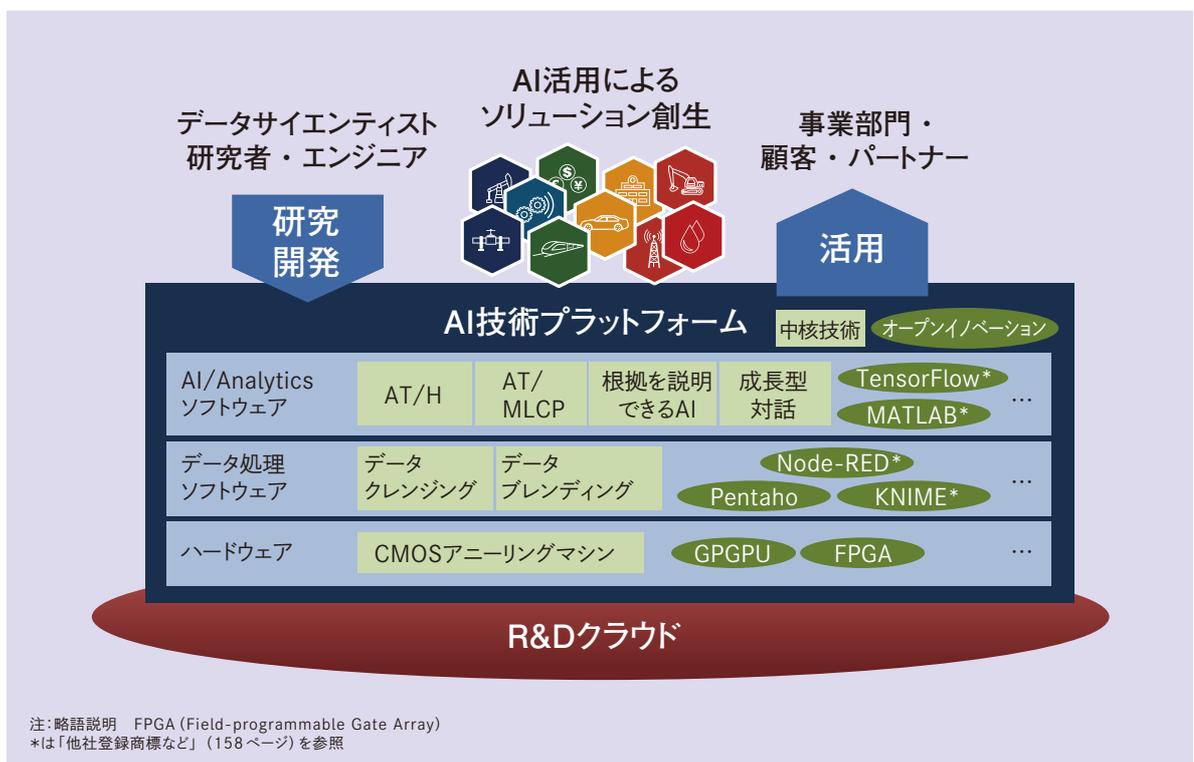
## 1 AI 技術プラットフォーム

さまざまな顧客ニーズへの対応と最新のAI (Artificial Intelligence) 技術を活用したソリューション開発を効果的に進めるためのAI技術プラットフォームを整備している。

AI技術プラットフォームの中心となるのは、AI・アナリティクスのソフトウェア群であり、深層学習をはじめとしたOSS (Open Source Software) ソフトウェアと日立の特徴的なAI技術[AT/H (Hitachi AI Technology/H) および、AT/MLCP (Machine Learning Constraint Programming) ], 成長型対話AI, 根拠説明AIなどが搭載される。

また、AI活用に向けたデータ準備に必要となるデータクレンジングやデータブレンディングなどのデータ処理ソフトウェア、さらには、効果的に計算処理を行うためのGPGPU (General-purpose Computing on Graphics Processing Units) やCMOS (Complementary Metal-oxide-semiconductor) アニーリングマシンなどのハードウェア環境より構成される。これらはR&D (Research and Development) クラウド上に構成され、データサイエンティスト、研究者、エンジニアがプラットフォームを進化させるだけでなく、事業部門が新たなソリューション創生を容易にかつ試行的に行えるようにする。

将来的には、本環境を顧客やパートナーに公開し、エコシステムを作りながらソリューション創生を拡大していく。



1 AI 技術プラットフォーム

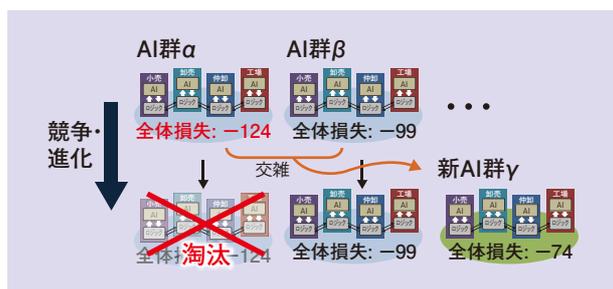
## 2

# 人の実績データに頼らず自己競争により学習を行う AI 群制御技術

従来のAIは、人が用意した大量の実績データを学習することで予測や判断を行う。そのため、大量のデータが入手できない場合、正確な予測や判断が難しくなるという課題があった。また、サプライチェーン最適化のように複数の事業体にまたがってデータが分散している場合、データを1か所に集めることが現実的には困難なため、従来のAI技術の適用は難しいと考えられてきた。

そこで、各事業体にそれぞれAIエージェントを設置し、AIエージェントを相互接続したAI群でサプライチェーン全体を制御するシステムの実現をめざし、このAI群同士をコンピュータ上で競わせることで、AI群自らが大量データを生成しながら最適な判断を学習する、自己競争型AI群制御技術を開発した。競争の過程にAI群の交雑・進化という手続きを組み込むことで、エージェント同士の協調といった大局的に最適な判断を学習していく。このAI技術をビールゲーム（サプライチェーンのシミュレーションゲーム）に適用したところ、人の経験に基づいた判断と比べて、在庫や欠品による損失を4分の1に低減できることを確認した。

今後、開発したAI技術をサービスや製品に組み込み、電力・流通・金融など、幅広い分野における社会イノベーション事業に活用することをめざしていく。



2 複数のAI群による自己競争

## 3

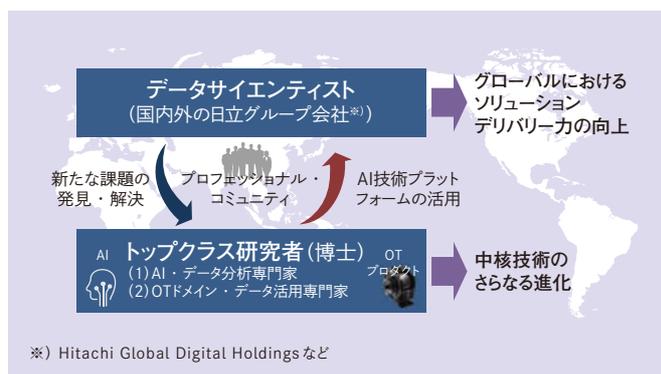
# デジタルソリューション拡大に向けた データサイエンティスト育成

デジタルソリューションの提供拡大に向けて、人財育成は重要な経営課題である。

日立は、顧客のさまざまなデータ利活用ニーズに応えるべく、データサイエンティストの育成・強化に取り組んでいる。具体的には、IT分野のみならず、鉄道、産業などのOT（Operational Technology）分野での業務知識やデータ分析のスキル要件、さらには、高度なAI技術を担うトップクラスの研究者のスキル要件を定義した新たな育成プログラムを構想している。

また、AIなどの先進技術や事例、ノウハウの共有、課題に対する解決手法に関するディスカッションを促進する「プロフェッショナル・コミュニティ」を立ち上げることで、データサイエンティストが直面するさまざまな課題を解決する。具体的には、国内外のトップクラス研究者やデジタルトランスフォーメーションの経験をもつ実務者が、相互に情報提供やアドバイスをしながら相互啓発的かつ実践的な学習を支援することで、最先端のAI技術などを取り入れつつ、さまざまな顧客課題やニーズに応えることができる専門家集団をめざしている。

今後、データサイエンティストのスキルを定量的に把握・見える化する仕組みを整備し、将来的にはパートナーや顧客に対しても、スキル要件や育成プログラムを公開し、社会課題解決のエコシステム化を実現する。



3 デジタルソリューション拡大に向けたデータサイエンティスト育成

## 4

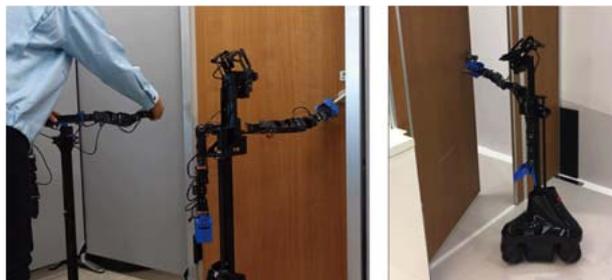
## 学習済みの動作を組み合わせて ロボット全身の自律制御を行う深層学習技術

少子高齢化に伴う深刻な労働力不足を、人の作業を支援するロボットの普及により解消するため、それを阻む膨大なプログラミングを不要とする深層学習技術を開発した。この技術は、ロボットの置かれている状況が学習済みの状況か否かの判断を行うことにより、学習済みの動作を適切なタイミングで実行する技術である。人が遠隔でロボットを操作し、「物をつかむ」、「移動する」といった複数の個別動作を一度学習させるだけで、その動作を組み合わせた自律制御が可能となる。

検証のため実際にロボットを用い、ドア接近動作、ドア開け動作、ドア通過動作を個別に学習して、この個別動作の組み合わせにより、上肢（手作業）と下肢（移動）が連携した全身動作と動作手順が要求される「ドア開け通過動作」を数日で獲得できることを確認した。

この技術は、人の生活支援や組み立て作業など幅広い分野のロボットに応用が可能であり、今後実用化をめざし、信頼性や機能向上などの開発に取り組む。

なお、本成果は早稲田大学尾形哲也研究室との共同研究にて開発したものである。



4 ドア開け通過動作学習時(左)と自律制御時(右)の様子

## 5

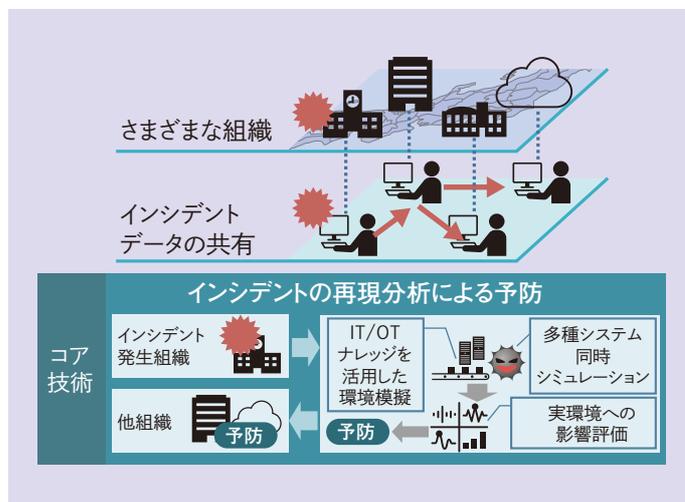
## 分散型セキュリティオペレーション

サイバー攻撃のスピードが年々高まり、短時間に多拠点で攻撃されるリスクが増加している中、サイバー攻撃に単独で対処し続けることには限界があり、複数組織間で情報を共有し連携して対処することがこれまで以上に重要になっている。

このような背景から、発生したインシデント情報を複数組織間で共有し、インシデントの再現分析により攻撃影響を評価する分散型セキュリティオペレーション技術を開発した。インシデントの再現分析では、日立が持つIT/OTのナレッジを活用して実システムを模擬した環境を構築し、模擬環境上でサイバー攻撃をシミュレーションし、実システムに対してこのサイバー攻撃による影響があるかどうかを評価する。本技術の活用により自組織でのインシデントの予防、および再現分析結果の共有による他組織でのインシデントの予防という先回りの対策が可能になる。

この技術の効果を検証するため、慶應義塾インフォメーションテクノロジーセンターで監視しているインシデントの分析対象データを日立の「オープンラボ横浜」に送付し、インシデントを再現分析する実証環境を構築・評価している。その結果、インシデントの再現分析により、影響を受ける自社システムを15分以内に特定できる見込みを得た。

今後、この技術を電力などの他分野へ広げていくことにより、社会インフラのセキュリティ向上に寄与していく。



5 分散型セキュリティオペレーション

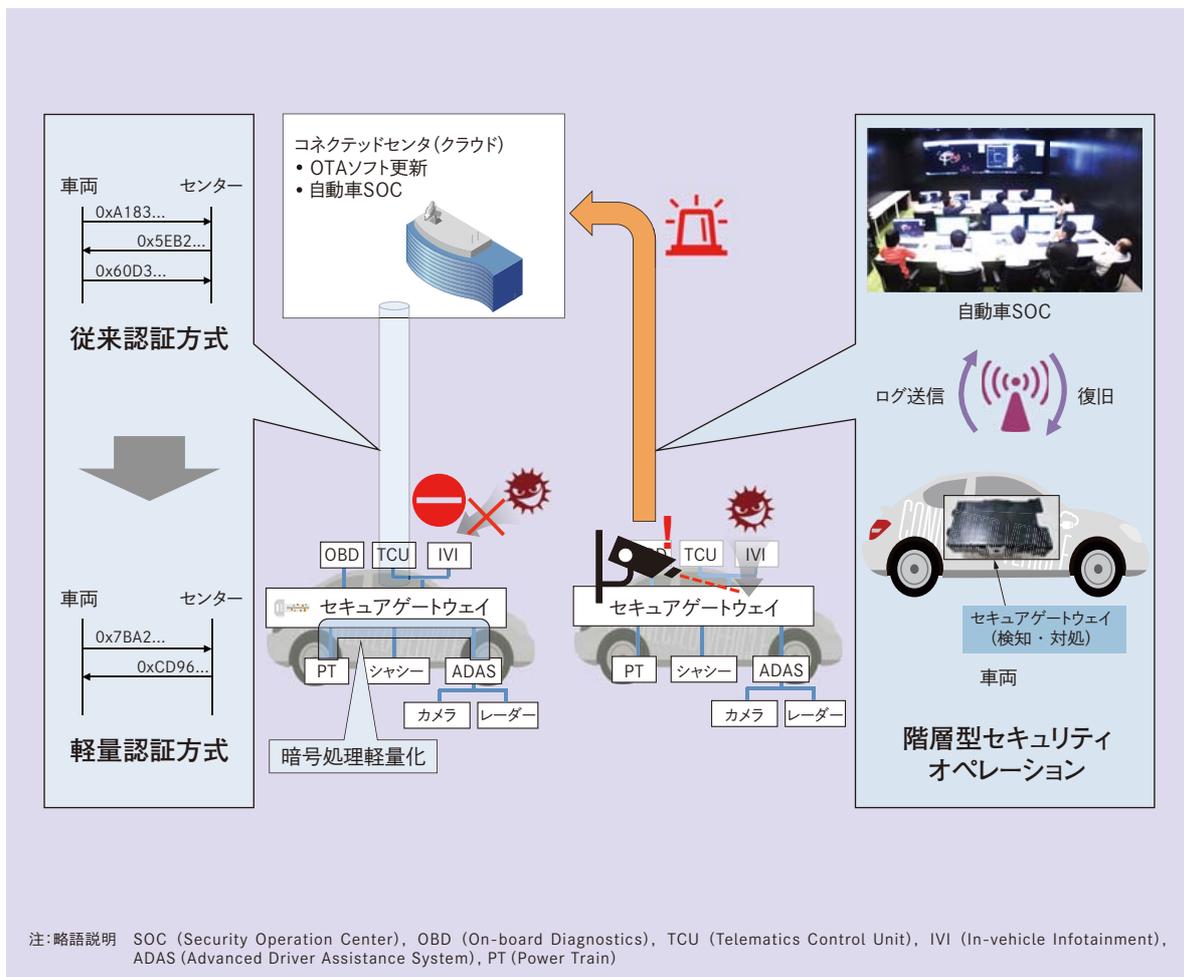
## 6 自動車向けサイバーセキュリティ技術

コネクテッドカーや自動運転車の普及が進む中、自動車へのサイバー攻撃が大きな問題となりつつある。セキュアな自動車の実現に向けては、サイバー攻撃への自動車の防御力を高める技術、およびサイバーインシデントが発生した際にも被害を小さく抑える技術の両方が必要となる。

防御技術としては、なりすましやデータの改ざんを防ぐために、ITシステムと同様にセキュア通信が必須であるが、車載システムはマイコンや通信路のリソースが限られているため、軽量な技術が必要となる。そこで、認証に必要な通信シーケンス数を33%低減する軽量認証方式のほか、暗号通信の処理やメモリ量を削減する暗号処理軽量化技術を開発し、自動車のソフトウェアを遠隔更新するOTA（Over the Air）ソフト更新や車載CAN（Controller Area Network）上の制御通信に適用した。

サイバー攻撃被害を抑えるためには、サイバーインシデントが発生した際に、人命への危害が生じないように、かつ、車両の不稼働時間を短くするように、迅速な対処が必要となる。これに対し、車載ネットワークを常時監視して異常発生時にはリアルタイムで車両を安全状態に移行させる車載セキュアゲートウェイでの異常検知・対処技術と、異常発生後に車両からクラウドに送られるログを分析して早期の復旧策を策定するインシデント分析技術とを連携させた階層型セキュリティオペレーション技術を開発した。

これらの技術を車両に適用し、安全・安心な自動車の実現をめざす。



6 自動車の防御技術とセキュリティオペレーション技術

## 7

## AIを活用したX線手荷物検査の 安全性を自動識別する技術

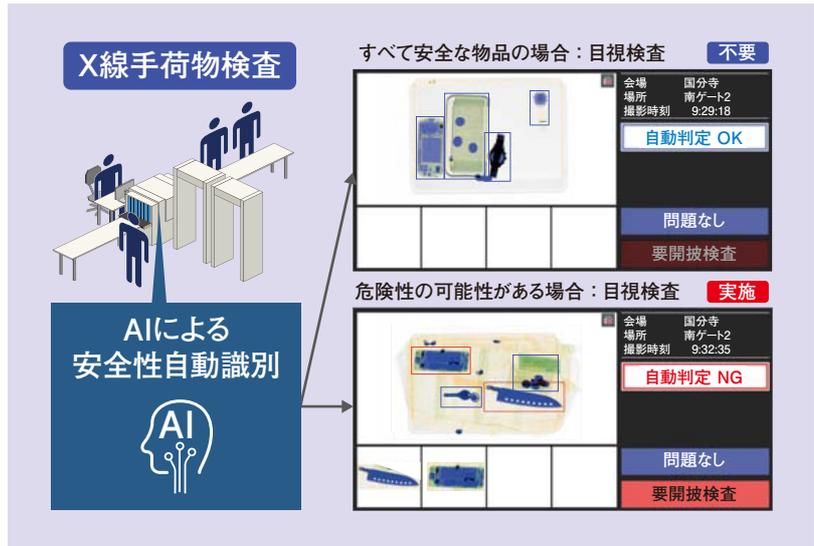
空港やイベント会場など高いセキュリティが必要な施設では、X線検査装置を用いた手荷物検査が行われている。

従来、X線画像からナイフや爆発物などの危険物の形状、素材を識別して検査員に警告する機能が活用されていたが、最終的には、危険物がない荷物も含めてすべての手荷物を目視検査する必要があり、短時間に大量の手荷物を処理できないという課題があった。

そこで、AIを活用して手荷物内の物品一つひとつを認識し、材質、密度などから安全性を自動識別する技術を開発した。本技術では、深層学習による物品の形状認識とX線の透過量による質量推定を組み合わせた独自方式により、信頼性を考慮したうえで、安全な物品を識別する。その結果、中身がすべて安全と識別された手荷物は、検査員による目視検査を簡略化し、それ以外の手荷物に関してのみ目視検査を実施する。

社内実験の結果では、すべての手荷物を目視検査する場合と比べて、検査員が同じ時間内に検査可能な手荷物の数が約40%増加することを確認した。

この技術により、社会の安全・安心に貢献していく。



7 X線手荷物検査システムでの安全性識別イメージ

## 8

## 鉄道向け爆発物探知装置

鉄道、バスなどの公共交通機関でのテロ対策を目的とした爆発物探知装置を試作した。

日用品を原料とした強力な手製爆薬の合成法が広く知られるようになり、テロの約半数では爆発物が用いられている。また、国内でも手製爆薬の密造が多発している。このため、爆発物探知はテロ対策において重要であるが、公共交通機関では、すべての旅客や荷物に対して検査を行うことは難しい。

そこで、大気モニタリングと不審物の周囲に付着する化学物質の同定という2つの機能を持つ現場設置型の装置を開発した。内蔵した質量分析計により、平時は装置周辺の大気を監視することで毒物などの散布に備えるとともに、不審物（放置荷物など）が見つかった際には、その荷物の外側などをワイブ材で拭き取り、荷물에付着した化学物質を同定する。その結果、爆薬が検出されれば旅客を避難させるが、検出されなければ荷物を拾得物として回収する。

今後は、引き続き公共交通機関向けにセキュリティ機器の開発を行うとともに、顧客協創により実用化をめざす。



8 駅のホームに設置した爆発物探知装置のイメージ

## 都市のレジリエント化を実現する インフラ保守データ統合・解析技術

社会インフラの保守効率向上と災害への強靭化に寄与するインフラ保守統合プラットフォームを実現するためには、センサーデータと時空間的に異質な気象データなどの広域データとを統合する方法や、膨大なセンシングデータを圧縮して収集する方法が課題であるため、対応する以下の技術を開発した。

- (1) 異種類のデータを組み合わせて解析し、情報を生成する時空間データ統合処理技術
- (2) インフラに設置したセンサーのデータをIoT (Internet of Things) 向け無線方式で圧縮しながら伝送する技術

本技術を水道管からの漏水検知に適用し、漏水センサー情報と敷設年データの時空間統合により補修優先度を表示すること、災害時の漏水センサー情報と重要施設情報などの時空間統合により優先復旧箇所を表示すること、センサーデータを従来の1,000分の1に圧縮して伝送を容易にすることなど、実用化に向けての有効性を実証した。

今後、本技術を適用した実証試験を実施し、より高効率な保守が可能で、災害に対して強靭な都市の実現に貢献していく。



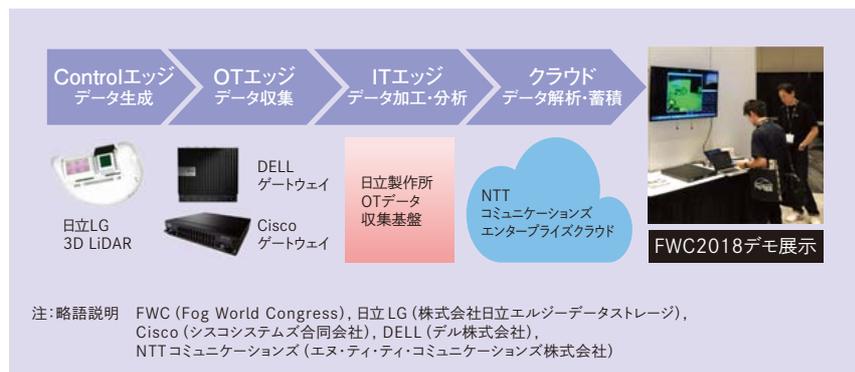
9 都市のレジリエント化を実現するインフラ保守データ統合・解析技術

## マルチベンダー連携による エッジコンピューティングのビジネス効果実証

IoTで生成される膨大なデータを現場付近で処理・解析するエッジコンピューティングが注目される中、日立はその機能の多様化を目的に、マルチベンダーが参画してテストベッドを構築するコンソーシアム活動を推進している。

具体的には(1)人・モノ・機械のデータを生成するControlエッジに株式会社日立エルジーデータストレージの3D LiDAR (Light Detection and Ranging), (2)現場データを収集するOTエッジとしてシスコシステムズ合同会社またはデル株式会社のゲートウェイ、(3)クラウドの入口でデータ加工・分析するITエッジに日立のOTデータ収集基盤、(4)データの解析・蓄積を行うエヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社のエンタープライズクラウドを接続し、データを送受信するテストベッドを構築した。

今回得られたエッジコンピューティングによるデータ圧縮とプライバシー保護の成果を、米国で開催されたFog World Congress 2018でdemo展示してアピールした。今後は、小売店舗や工場、エレベーター監視のユースケースにテストベッドを適用してそのビジネス効果検証をめざす。



10 マルチベンダー連携エッジコンピューティングテストベッドのイメージ

# 11

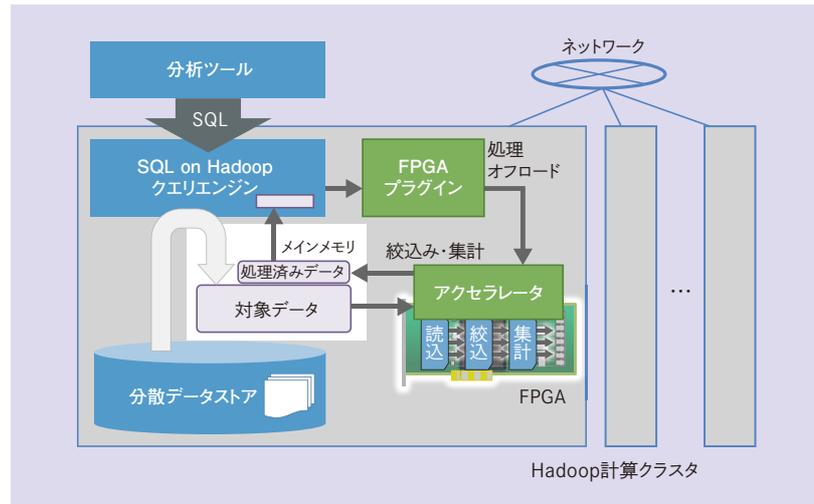
## ビッグデータ分析を高速化する ハードウェアアクセラレーション技術

大量データを多様な視点や条件でインタラクティブに分析し、業務やサービスに活用するビッグデータ分析の重要性が高まっている。近年では、リレーショナルデータベースのデファクトのデータベース言語SQLを用いて、Hadoop\*環境上に配置したデータをそのまま分析できるようにしたSQL on HadoopなどのOSS環境が整いつつある。一方で、インタラクティブな処理速度を実現するためには大規模な計算クラスタが必要であり、限られたスペースや設備での実現には課題があった。

日立はSQLに含まれるデータの絞り込みや集計処理を、複雑な条件判断をしながらパイプライン処理できるFPGAにオフロードし、CPU (Central Processing Unit) がメモリ展開して行う処理量を事前に削減することで高速化するSQL on Hadoopアクセラレータ技術を開発した。CPU実行に比べ数十倍高速化することで、小規模の計算クラスタでも高速な分析環境を実現する。現在、2019年に向けて本技術を適用した製品を計画中である。

今後は対応できるOSSを拡充し、本技術のさらなる適用拡大を図っていく。

\*は「他社登録商標など」(158ページ)を参照



11 SQL on Hadoop アクセラレータ実行環境

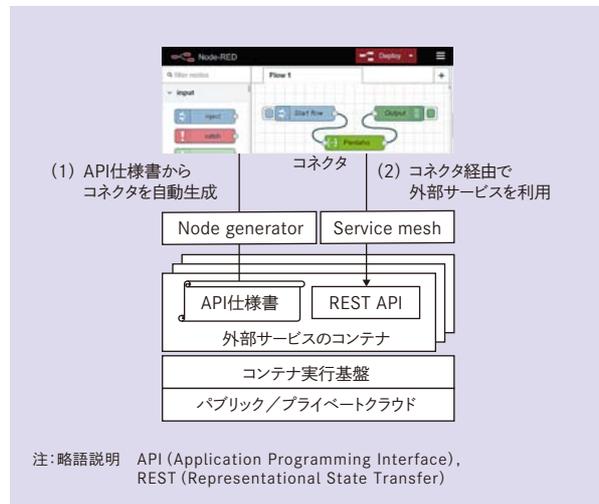
# 12

## LumadaにおけるOSSの活用拡大

近年、さまざまな企業がOSSの開発コミュニティで、協力してオープンイノベーション型の機能開発を積極的に推進している。

日立は、Lumadaのアプリケーション開発環境としてIoT業界標準のOSSであるNode-REDを採用し、開発コミュニティにおいてGit連携、データ永続化、多言語対応、Node generatorなどの開発をリードしてきた。中でもNode generatorはコネクタ開発容易化ツールであり、ユーザーがNode-REDと外部システムを接続する部品を迅速に開発できる。この機能はコミュニティへの提案当初より社外からも多くの意見をj得て、ユーザーのニーズに沿った機能開発を迅速に実施でき、社内外での活用拡大につながった。

今後はさらにコンテナやサービスメッシュなどのアプリケーションのマイクロサービス化を支える標準OSSの開発コミュニティとも連携してオープンな技術開発を拡大し、ユーザーニーズを捉えた機能をいち早く開発していく予定である。



12 コネクタの開発容易化ツール「Node generator」

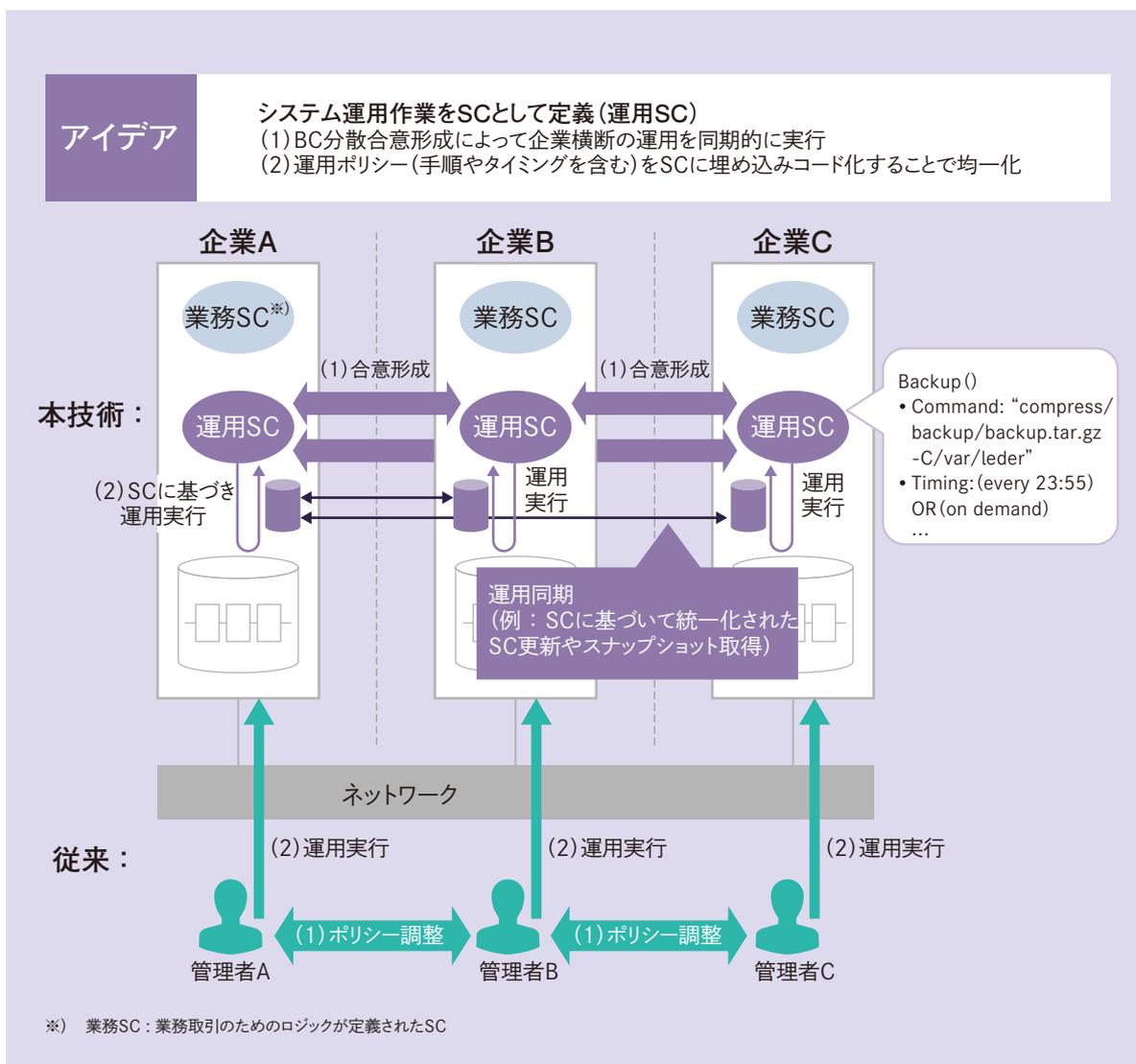
研究開発  
技術革新サービス&プラットフォーム

## 複数企業横断での運用作業を実現する ブロックチェーンシステム運用技術

近年、複数企業間で信頼できるデータ共有や取引を可能とする技術としてブロックチェーン（BC：Blockchain）が注目されている。BCは、契約や取引業務プロセスをプログラムで記述して自動実行する「スマートコントラクト（SC：Smart Contract）」を備え、企業間で合意形成しながらSCに記述された業務を自動処理する。このようなBCシステムは複数企業の計算機で構成される。そのため、システムに対する運用作業（SCの更新など）では、参加企業間での運用実施内容やスケジュールの調整が必要となり、運用が困難になることが想定される。この解決をめざし、BCシステム向けの運用技術を開発している。

本技術では、BCの備える「SC」や「合意形成処理」の特徴をシステム運用管理にも応用可能という点に着眼した。運用作業自体をSCとして記述し、BCシステムを構成する計算機間で分散合意形成をしながらSCで定義された運用作業処理を進めることで、企業横断で一定内容の運用作業を同時実施可能とする。

今後も本技術を含めた研究開発を推進し、日立がめざすBCを活用した異業種連携による超スマート社会の実現に貢献していく。



## 14 CMOS アニーリングマシン

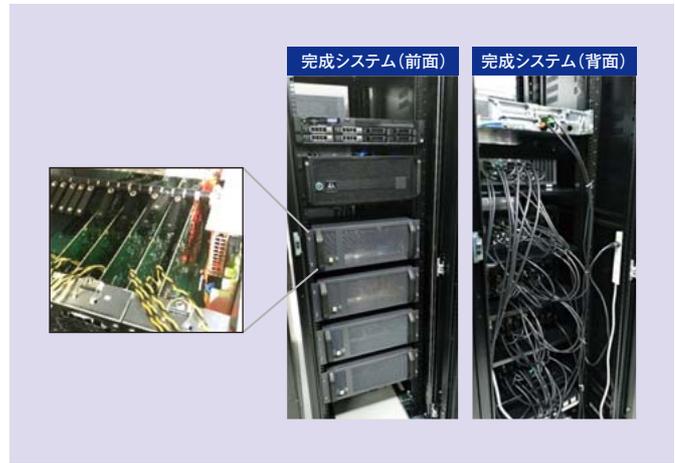
今後の社会イノベーション事業では、社会システムの最適化に向けて、組合せ最適化問題をより効率的に処理することが求められる。そのため技術として、新しい原理で動作するCMOSアニーリングマシンを開発している。

アニーリングマシンの実装は、いくつかの方法があるが、半導体を用いた実装のCMOSアニーリングマシンは、複数の半導体チップを接続することで大規模化できるという特長がある。

FPGAと呼ばれる再構成可能な半導体チップを25枚接続することで、現段階で世界最大<sup>※)</sup>の100 kbitのアニーリングマシンを構築し、その上で組合せ最適化問題を処理できることを確認した。

今後、新しい計算機を実用化していくうえでは、計算機ハードウェアのみならず、ハードウェアを生かすソフトウェアや計算機上で実際に動作するアプリケーションを開発する必要がある。100 kbitマシンをクラウド上で公開し、パートナーと協創することでアプリケーション開発を加速していく。

※) 2018年12月現在、日立製作所調べ



14 世界最大100 kbit CMOSアニーリングマシン

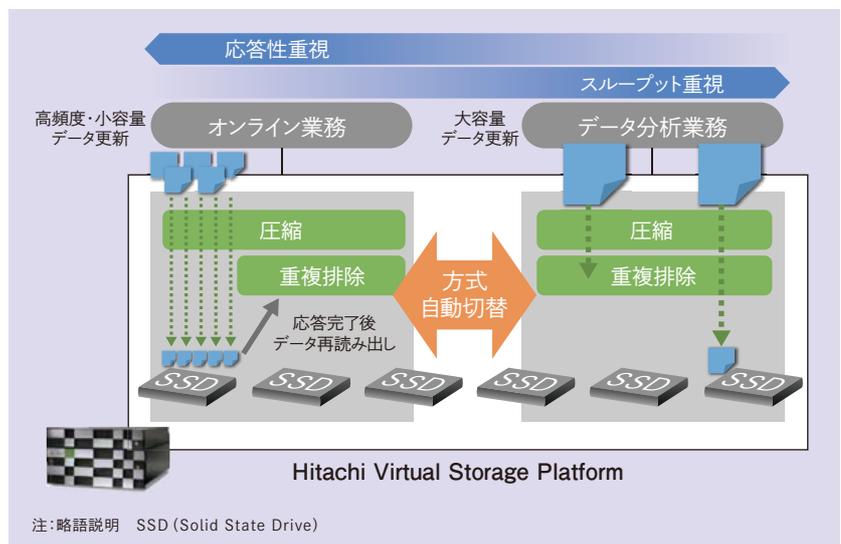
## 15 フラッシュストレージ

各企業では、データ利活用による新ビジネスや価値の創生活動が活発化している。これに伴う大量・高頻度なデータ入出力に対応するため、顧客データセンターではデータアクセスが高速なフラッシュストレージの導入が進んでいる。

フラッシュストレージの記録媒体であるフラッシュメモリの容量単価は依然として高いため、ストレージでの重複排除や圧縮による容量効率向上が今日では一般的である。

日立の最新ストレージHitachi Virtual Storage Platformでは、重複排除をデータ格納後に実行することでアクセス応答性を優先する方式と、データ格納中に実行することでスループットを優先する方式をそれぞれ開発した。さらに、ストレージがアクセス先のばらつきやデータサイズといったアクセスパターンを監視し、方式を自動切替する。

この技術により、応答性が要求されるオンライン業務と、スループットが要求されるデータ分析といった、さまざまなアプリケーションのデータを1台のストレージへ集約することが可能となった。



15 データ量削減方式自動選択技術