

海底から宇宙・サイバー空間までの 安全・安心を守る日立グループの技術

Technology for Safety and Security from Underwater to Outer Space and Cyberspace

森藤 元 柏 健太郎
Morito Hajime Kashiwa Kentaro
広木 武 谷村 和彦
Hiroki Takeshi Tanimura Kazuhiko

重要性を増す社会インフラの安全・安心

安全・安心に対するわれわれの感覚は、2001年9月11日の米国同時多発テロ事件、2011年3月11日の東日本大震災を転機に大きく変化した。特に、東日本大震災においては、電気・ガス、上下水道、交通、物流、通信などの社会インフラシステム（以下、社会インフラと記す。）が被災・損傷したことによるライフラインの途絶が、直接被災しなかった地域を含めて広範囲に及んだ。これは、通常時には機能して当然とされる社会インフラが生活に不可欠なものであることを再認識するとともに、社会インフラの脆（ぜい）弱な一面を知る機会となった。

以下、社会インフラの安全・安心を確保する取り組みについて、東日本大震災の教訓を踏まえながら最新の状況を述べる。

社会インフラの拡大と想定される脅威の増大

社会インフラは社会生活に不可欠なシステムであり、交通、エネルギー、金融、および、通信などの産業基盤ならびに水、食品、医療、および、教育などの生活基盤で構成されている。これらシステムには、これまでも、国民生活を支えるという観点から維持されること、安定したサービスを提供することが求められてきた。しかし、テロや大地震などを契機に社会インフラに関する安全・安心の判断基準が大きく変わりつつあり、要求はより厳しいものとなっている。

社会インフラの拡大と想定される脅威の増大を図1に示す。従来、社会インフラは人間の活動を支える施設や設備であった。近年では、インターネットに代表されるネットワークの急激な進展により、情報伝達を担う通信網も社会活動に不可欠なものとなった。また、地球温暖化問題などが深刻化している今日では、地球環境自体が人類の運命を担っていると言っても過言ではなく、地球全体の環境保全が重要である。

一方、社会インフラに対する脅威の変遷に目を転じると、従来、事故や故障、あるいは人為的な操作ミスへの対応などが、システム運用上の問題点であった。現在ではこれらに加えて、人為的な攻撃、すなわち物理的な武力攻撃や、情報システムや情報資産に対するサイバー攻撃などが新たな脅

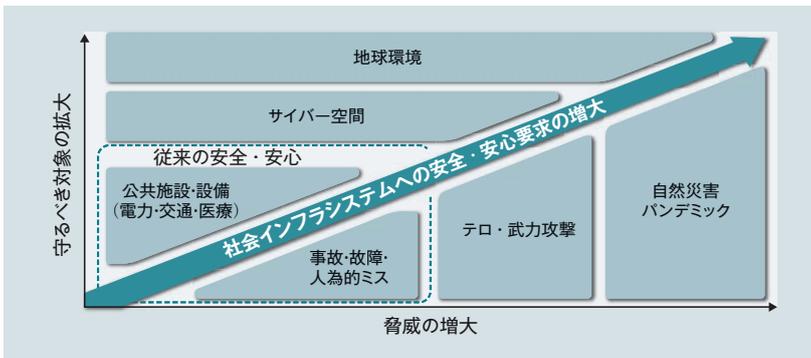


図1 | 社会インフラの拡大と想定される脅威の増大
守るべき対象としての社会インフラの拡大とともに、それに対する脅威が多様化している。

威となっている。さらに、地球環境に関する脅威としては、大地震や台風などの自然災害のほか、CO₂排出による地球温暖化も大きな課題となってきた。また、パンデミックを引き起こし、地球規模で人類に悪影響を与える感染症も恐れるべき脅威の一つと言える。

以上のように、社会インフラを取り巻く状況はより過酷になっており、人々の生活を守る安全・安心ソリューションの実現は極めて重要な課題である。

脅威への対応方針

前述の通り、社会インフラの守るべき対象となる範囲は拡大してきており、そのため、すべての事態をあらかじめ想定してその対応策を準備しておくことは不可能に近い。このような中で、日立グループは防衛分野で用いられている概念を応用し、危機的状況に対応しようとしている。危機管理の基本概念を図2に示す。

まず、危機的状況においては、意思決定と事態対処を迅速に行おうとするOODAループ^(a)の概念の導入が有効である。OODAループでは、(1)情報を収集して監視するObserveフェーズ、(2)収集した情報を分析して状況を判断するOrientフェーズ、(3)情勢判断に基づいて対応計画を策定して指示するDecideフェーズ、(4)本部からの指示と現場状況に基づいて行動するActフェーズという四つのフェーズを設け、これらを繰り返すことで迅速な意思決定と事態対処を支援する。この概念は、状況が目まぐるしく変化し、さまざまな情報が乱雑にもたらされる災害時や緊急時に対応するためにも適した考え方である。

次に、平常時における訓練とその反映が重要となる。OODAループの概念は緊急時対応のみに適用可能なわけではない。想定を超えた事象に対応するためには、日頃からの訓練と訓練成果の的確な反映が必須である。OODAループを平常時の訓練に用いることにより、指揮命令系統の確認や臨機応変な対応といった訓練結果を、緊急

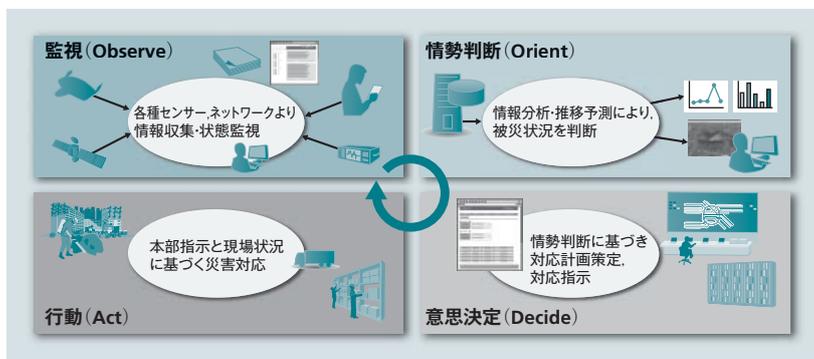


図2 | OODAループを実現する危機管理システム
防衛分野で用いられるOODAループを導入した、危機管理の基本概念を示す。

時の想定マニュアルなどに的確に反映させることができる。

この際に重要な項目が、シナリオとシミュレーションである。訓練を実施するためには、まず、その目的に応じたある状況を訓練者に付与する。そして、その状況への対処結果を基にシミュレーションを実施し、新たな状況を付与することで訓練を続けていく。訓練の概要を図3に示す。

さらに、サイバー空間上でもOODAループの確立が求められる。サイバー攻撃についても、上述した危機的状況(物理空間)や訓練時(仮想空間)と同様の考え方で対応することが可能である。特に、サイバー空間上では実物を用いた訓練は困難であることから、シミュレーションによる訓練が有効である。

以上のようなコンセプトの導入により、これまで対処が難しかった、あらかじめ想定できなかった事象にも柔軟な対処が可能となる。

(a) OODAループ

朝鮮戦争の経験に基に、米国空軍のジョン・ボイド大佐が提唱した意思決定理論。OODAは、Observe(監視)、Orient(情勢判断)、Decide(意思決定)、Act(行動)の頭文字をとった名称であり、このサイクルを繰り返すことで迅速かつ適切な意思決定を実現するモデルである。米国軍全体で広く利用されているだけでなく、ビジネスでの意思決定プロセスにも導入されている。

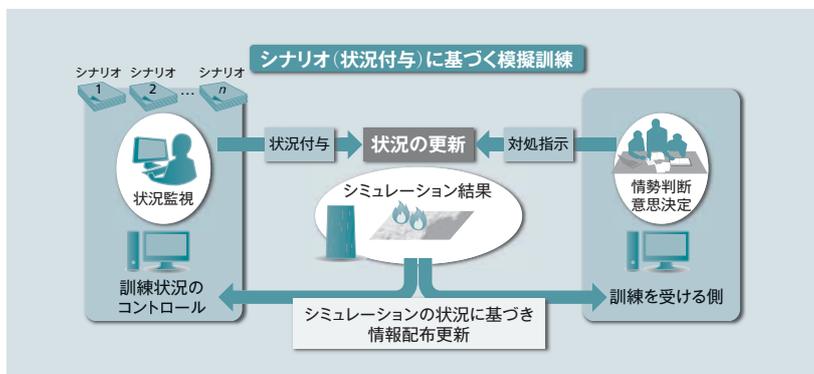


図3 | 訓練の概要
訓練では、目的に応じた状況を訓練者に付与し、それへの対処結果を基にシミュレーションを実施して新たな状況を付与する。

日立グループの取り組み

日立グループは長年にわたり、さまざまな分野で社会インフラに関する製品・ソリューションを開発・納入し、保守・運用している。本特集では、近年重要度が増している危機管理システム、サイバー空間防護、地球環境保全・エネルギー確保、および過酷な環境下での活動支援について取り上げている（図4参照）。

危機管理システムとサイバー空間防護は、OODAコンセプトの典型的な適用例であり、平常時の訓練と緊急時の対応を実現するものである。地球環境保全は、OODAコンセプトの主に平常時の情報収集と状況判断を支援するものである。また、過酷な環境下での活動支援は、Actフェーズの緊急状態への対処を支援するソリューションである。

危機管理システム

大規模な災害やテロなど、広範囲な地域

に甚大な被害をもたらす危機的状況には、時々刻々と変化する状況に対応し、政府・官公庁・自治体・国民が連携して被害の軽減やその後の復旧・復興を達成することが肝要である。そのためには、先に説明したOODAループを平常時から確実に履行し、災害発生時に備えること、および、災害時の確実な情報収集と指揮統制手段の確保が必要である。

(1) 日立グループは、大規模災害への備えを充実させる防災管理ソリューションを提供している（図5参照）。このソリューションでは、平常時からの訓練による要員の練度向上と指揮統制確認、および災害時の情報収集と官公庁・自治体における迅速な意思決定を支援する情報分析機能を提供する（本誌p.17参照）。

(2) 特に原子力関連に特化した原子力防災ソリューションとして、よりいっそうの防災機能の強化が求められている原子力施設および関連する分野のセキュリティ強化を提供する（本誌p.23参照）。

これは、シビアアクシデント（過酷事故）に対応する原子力防災の機能強化や、IAEA（International Atomic Energy Agency：国際原子力機関）の新たな勧告への対応を実現するものである。

(3) 大規模災害時に各省庁で使用されている各種通信システムを連携させることで、動的な情報共有と異種通信システム間の連携を可能とする広域連絡システムを提供している（本誌p.27参照）。

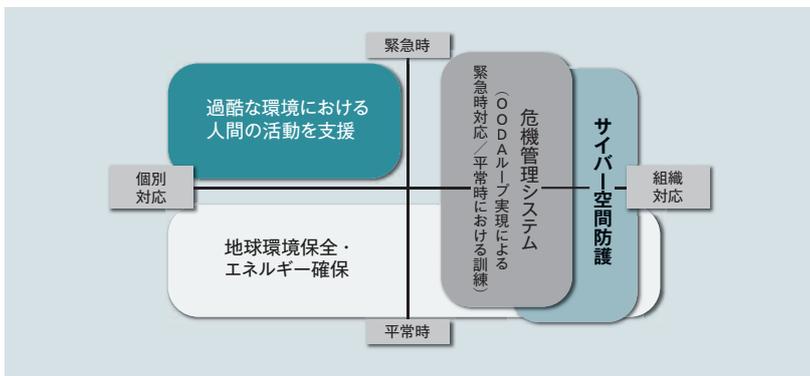


図4 | 本特集で取り上げる技術と範囲

近年重要度が増している危機管理システム、サイバー空間防護、地球環境保全・エネルギー確保、および過酷な環境下での活動支援について取り上げている。

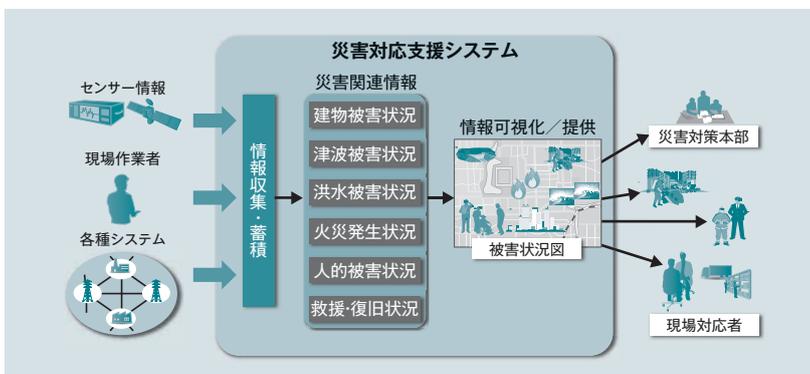


図5 | 防災管理ソリューションの例

平常時からの訓練による要員の練度向上と指揮統制確認、および災害時の情報収集と官公庁・自治体における迅速な意思決定を支援する情報分析機能を提供する。

サイバー空間防護

あらゆる社会インフラは、情報システムの支えなくして存在することはできないと言っても過言ではなく、サイバー攻撃や情報漏洩（えい）を防ぐためには、サイバー空間上でのOODAループの実現が必須である。

(1) 日立グループは、OODAループに基づくサイバー攻撃対処能力向上を実現するための機能により、国家安全保障を支えるソリューションを提供する（図6、および本誌p.32参照）。

(2) 情報漏洩防御に特化したソリューションとして、特にソフトウェアの**リバースエンジニアリング**^(b)への耐性強化と情報の暗号化により、情報資産の保護に貢献している(本誌p.36参照)。

地球環境保全・エネルギー確保

エネルギーの安定的な確保は、産業の発展や文化的な生活に不可欠である。一方、不用意なエネルギー資源の搾取は地球環境の破壊につながり、長期的な人類の生存の障害となる。日立グループは、地球環境保全とエネルギー安定供給を両立する課題に取り組んでいる。

(1) 循環型再生可能エネルギーシステムは、取り扱いが難しい水素を安定した液体であるMCH (Methylcyclohexane: メチルシクロヘキサン)の形態で貯蔵することで、エネルギー媒体である水素の長期備蓄・輸送を容易にするシステムである(図7参照)。風力発電などの変動が大きい再生可能エネルギーの安定供給を可能にし、エネルギー確保が重要な課題となる、離島や防衛省の海外派遣任務、および、災害によって孤立した被災地においても貢献できる(本誌p.42参照)。

(2) 水資源循環シミュレーションは、水資源管理・水災害対策に貢献するものである。従来は困難であった、地表水と地下水を一体化させたシミュレーション解析とシミュレーション結果を直感的に可視化する機能を有する。これにより、水資源・水災害の現状把握と将来予測を可能とし、施策の意思決定の迅速化など、水に関する諸問題の解決に寄与することができる(本誌p.48参照)。

(3) 衛星画像ソリューションでは、衛星画像を使用したモニタリングにより、過去からの時系列データを用いて保全活動の定量的な評価を可能としている。これまで日立グループが蓄積した画像解析・判読技術を応用して炭素備蓄量を算定し、森林保全を支援することができる。また、同様に、海洋画像の解析を行うことで海洋生態系保全にも貢献できる(本誌p.52参照)。

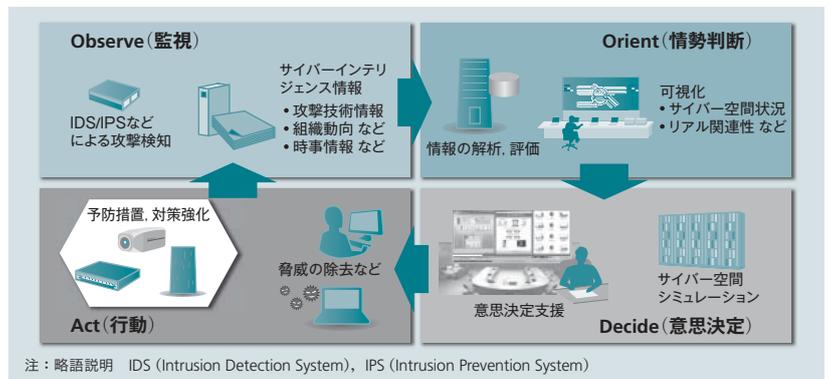


図6 | サイバー空間防護の例

OODAループに基づくサイバー攻撃対処能力向上を実現する。

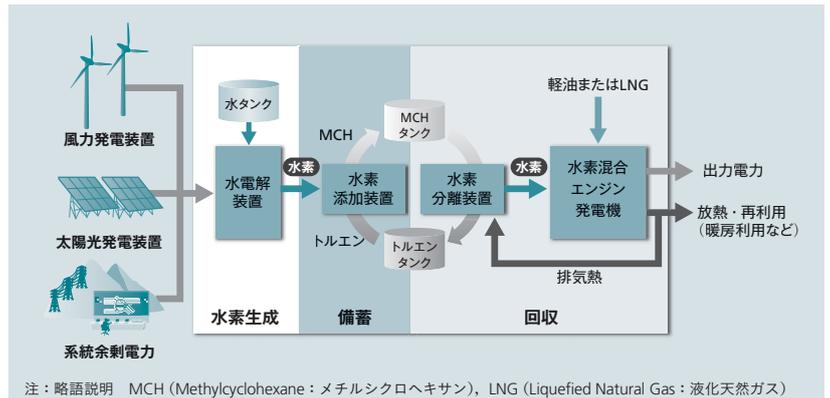


図7 | 循環型再生可能エネルギーシステムの概要

再生可能エネルギーをMCHの形態で備蓄し、必要なときに電力として取り出す。

過酷な環境下での活動支援

事故発生時や被災時あるいは緊急時には、汚染された地域や危険物が設置されている区画など、人間が直接近づくことが困難な状況での各種活動を要求される場合がある。このような状況に対応し、非常時における情報収集や状況判断を支援する各種装置・システムを提供している。

(1) 無人航空機システムは、離着陸スペースを極力省き、かつ、少人数で運用可能な上空からの自動情報収集ツールである。日立グループは、自律飛行制御による無人運用、空中メッシュネットワークによるリアルタイム状況把握、画像解析の自動化、可視化向上を実現している(図8、および本誌p.56参照)。

(2) 海中においては、日立グループはこれまで、**ソーナーシステム技術**^(c)を用いて機雷を除去し、船舶の安全な航行を確保する掃海艇の建造など、海洋社会インフラのセキュリティ確保に貢献してきている。この技術を応用し、臨海沿岸部に建設された各

(b) リバースエンジニアリング

ハードウェアやソフトウェアなどを分解、あるいは動作の観察や解析を行い、その仕様、設計、製造方法、構成部品、要素技術、ソースコードなどを明らかにすること。

(c) ソナーシステム技術

音波を使って、海中の生物や物体、地形の様子を探知し、距離測定などを行うシステム。みずから音波を発信し、物体からの反射を利用して距離や方位などを測定するシステムのほか、反射ではなく物体が発している音を探知して測定することが可能なシステムもある。

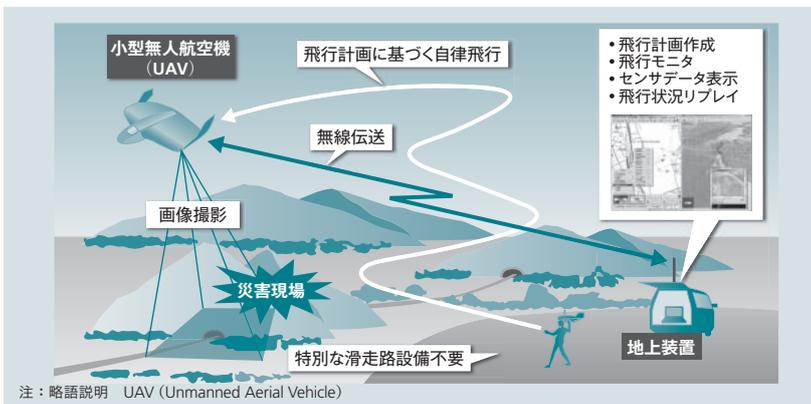


図8 | 無人航空機システムの例

離着陸スペースを極力省き、かつ、少人数で運用可能な上空からの自動情報収集ツールである。

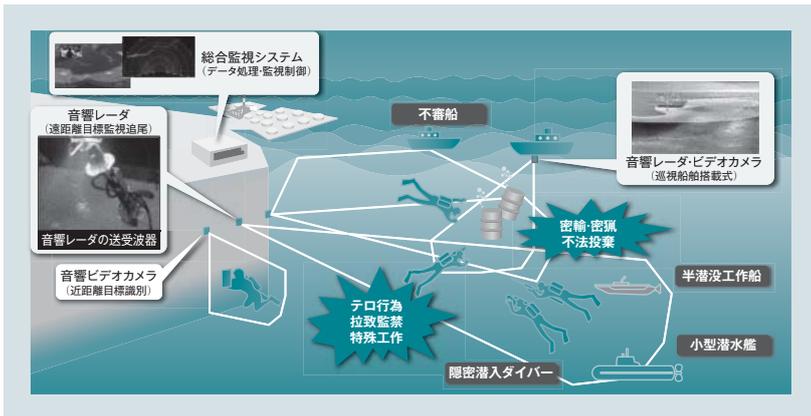


図9 | 水中監視ソリューションの例

臨海沿岸部に建設された重要社会インフラを防護するため、ソーナーシステム技術を用いるソリューションである。

種発電所、石油備蓄施設、海上空港などの重要社会インフラを守る水中監視ソリューションを提供している(図9、および本誌p.60参照)。

(d) 地隙

地表が割れて出現した隙間のこと。

(3) 陸においては、河川や地隙^(d)の多いわが国の交通インフラの寸断に備え、組立式橋梁(りょう)システムを提供している。河川に浮かべて車両を通過させる組立式浮橋と、橋脚を使用せずに河川や地隙に橋を架ける組立式応急架設橋が防衛省で活用されている。組立式浮橋は、東日本大震災で

は橋が崩れて孤立した島嶼(しょ)への建設機材の運搬に使用され、復旧に貢献した(本誌p.64参照)。

(4) 日立グループは、海外の戦争や内戦で埋められた地雷の除去を行うために地雷除去装置を提供し、国際平和に寄与している。さらに、戦車向けの地雷にも対応し、遠隔操縦機能を有した地雷処理装置も開発している(本誌p.68参照)。

(5) 南極へ隊員や機材などの物資を輸送する砕氷艦「しらせ」には、砕氷に必要な推進力と複雑な操船に対応するための電気推進システムを提供している(本誌p.74参照)。

(6) 南極で物資を輸送する無人走行機能付きトラクターシステムは、南極の極寒地での越冬隊員の活動を支援する(本誌p.72参照)。

(7) 広範囲の放射線量を測定し、色分け表示する放射線測定装置は、被災地域における除染活動の効率化に貢献している(本誌p.76参照)。

より安全・安心な社会の実現に向けて

近年、想定外の事態に備える必要性は増しており、社会はその対策とコストのバランスを模索している。日立グループは、これまで培ってきた安全・安心に関する技術により、あらゆる状況に応じることができる拡張性・柔軟性を備えたソリューションを提供する。

海底から宇宙・サイバー空間まで、今後も日立グループは、積み重ねてきた技術力で「想定外」に備えた安全・安心な社会インフラの実現に貢献していく。

執筆者紹介



森藤 元
1995年日立製作所入社、ディフェンスシステム社 経営企画本部 経営企画部 所属
現在、研究開発案件の取りまとめ業務に従事



柏 健太郎
2001年日立製作所入社、ディフェンスシステム社 経営企画本部 広報渉外室 所属
現在、広報渉外室業務に従事



広木 武
1980年日立製作所入社、ディフェンスシステム社 装備システム本部 所属
現在、防衛装備品および社会インフラ安全保障の事業化に従事



谷村 和彦
1981年日立製作所入社、ディフェンスシステム社 情報システム本部 所属
現在、指揮統制分野と危機管理分野のシステム事業化に従事