

日立グループのR&D戦略

Hitachi's R&D Strategy

武田 晴夫

Takeda Haruo

社会イノベーション事業を支える R&D

日立グループは、2015年までの中期経営計画で社会イノベーション事業の推進を強化する。社会イノベーション事業は、顧客が抱える課題を共に見いだし、日立グループが持つ技術、プロダクト、サービス、人材などの経営リソースを総動員してその課題に対するソリューションを提供し、社会のイノベーションを顧客とともに進める事業と言える。顧客はグローバルである。日立グループが持つ力を総動員できるようにするために、トランスフォーメーションを実行する。イノベーションは地球規模で興したいと考えている。

これを牽(けん)引する R&D (Research and Development) 戦略の重点は、以下の4点である。まず第一に、海外 R&D 拠点を拡充することである。特に、新興地域における R&D の新規展開や、既存研究所においても、その地域で社会イノベーション事業にとって特に強化が必要となる研究テーマのラボ (Laboratory) を新設すること、さらに各地域における現地採用研究リーダーの比率を高めることによって、地域への密着を一段と進めていく。

第二に、R&D 資源を社会イノベーション事業にとってより重要なテーマにシフトしていくことである。特にプロダクト、サービス、および IT (情報技術) の研究について、上記の趣旨による重点化を実施し

ている。

第三に、日立グループの経営基盤を社会イノベーション事業推進に適した形に変革するために、必要となる R&D テーマを推進することである。特に製品コスト構造の改革のための R&D を強化している。

最後に、オープンイノベーションである。社会イノベーション事業の基点は顧客との連携であり、R&D 部門では、拡充する海外 R&D 拠点を通じるなどしてグローバルな顧客との連携を強化する。また、多様なニーズに応えるための技術パートナーとの連携を、併せて強化していく。地球規模でイノベーションをおこしていくためには、日本を筆頭とする国家レベルでの連携が不可欠であり、R&D はその強化に努めていく。

以下では、日立グループの R&D 体制を概説したのち、R&D 戦略の第一から第三の具体的な施策について述べる。続いて、この特集で採録したイノベティブな R&D に関する各論文について、R&D 戦略実行に関する位置づけをするとともに、上述した R&D 戦略の4番目に相当する、オープンイノベーションの具体例について述べる。

日立グループの R&D 体制

今の事業の主体を担う事業グループは現時点で、インフラシステムグループ、情報・

通信システムグループ、電力システムグループ、建設機械グループ、高性能材料グループ、オートモーティブシステムグループの6つから構成される。グループの分類は市場セグメントに基づくもので、例えば、インフラシステムグループは、主として製造、公共、都市インフラ、交通などの市場とその顧客に対応し、情報・通信システムグループは、主として金融、公共、産業、流通、通信などの市場とその顧客に対応している。

日立のR&Dへの年間投資額は合計約4,000億円である。その過半を大きく超える金額は、上記の6事業グループが中短期に関連市場とその顧客の要請と考えるR&Dテーマに対し、直接投じるものである。他方、日立はこれらの事業グループとは独立の研究開発組織を保有する。この組織は、本社地区の研究開発本部の下、現在、中央研究所、日立研究所、横浜研究所、デザイン本部の国内4研究拠点と、欧州、米国、中国、インド、アジア、ブラジルの海外6拠点から構成され、現在約3,700人の研究開発人員を擁している。そのR&D戦略全体をマネージするために、研究開発本部の中に技術戦略室を設置している。

この研究開発組織の主な役割は、以下の3点である。

(1) 個別の事業グループ内では解決困難な技術の開発

研究開発を専門としていることにより、人的、物的に、また有形/無形に研究開発に適した経営リソースを保有できる。事業グループの枠組みを越えた広範な市場分野と技術分野に長年取り組んできたことから、研究ベストプラクティスの集合としての方法論や、普遍的な共通基礎技術を保有できる。また、研究リソースを、課題の緊急度に応じて柔軟に振り向け、選択と集中ができる。これらを利用することによって、事業グループや事業グループを通じた市場からのテーマ要請に応じ、高度な問題の解決にあたっている。

(2) 複数の事業グループにまたがる技術の開発

日立グループの事業グループは、前述したように市場セグメントに対応しているため、共通技術の開発が二重、三重にならないようにすることは経営の観点から必須である。また、新規開発だけではなく、ある事業グループで開発した技術が、そのまま、あるいは改変開発で他の事業グループに適用できるケースも少なくない。コスト構造変革など経営の基盤を確立するためのR&Dも必要である。さらに経営効率の観点を超えて、広範な異なる市場セグメントの技術を一元的に開発・蓄積することにより、技術を他に類のない深淵(えん)なものに昇華できるケースが少なからず存在する。これが(1)で述べた研究開発組織の重要な未来リソースにもなると同時に、次に述べる新しい市場の開拓の原動力にもなっている。

(3) 現行事業が対応しない市場への参入、または将来市場を創る研究開発

社会、顧客、および日立グループの飛躍的な発展に向けて最も重要であるこの命題への対応について、以下のような基本戦略に基づきR&Dに取り組んでいる。(a) 広範な事業領域を抱えるがために獲得できる、広範な市場情報に精通すること、(b) そのような事業領域を支える広範な技術領域でR&Dを行うがために獲得できる、広範な先端科学情報に精通すること、(c) これらの情報(ビッグデータ)から社会変革の兆しを捉えるための人文科学やシステム科学を含めた方法論を研究することである。いずれも後述するオープンイノベーションが重要な鍵を握る。

以上を研究開発本部の技術戦略室が主導する形で技術長期計画として具体的に策定し、中長期的にマネージしている。

日立グループの R&D 中期計画

海外R&D拠点の拡充

海外の市場における社会イノベーション事業を抜本的に拡大するために、海外R&D拠点を拡充し、地域密着型のR&Dを強化していく。海外R&D拠点の拡充は、

地理的、量的、質的の3つの側面から行われる。

地理的拡充としては、2013年6月にブラジル・サンパウロに研究拠点を新設した。ここでは、すでに進めているブラジルの大学などとの連携により、ブラジルが世界的に優位にある農業、鉱業などの先進市場において、日立グループが優位にある情報通信に関する技術を融合した研究開発を行うとともに、同国の交通や電力供給などの社会インフラの課題を分析し、同国の社会イノベーションにつながるソリューションの研究開発を行う。

また量的拡充としては、海外R&D拠点人員を、2011年時点の約150名から、2013年には約280名、2015年には約400名に増強する計画である。特に拡大の柱組みとして、過去1年以内に4つのラボを新設した。

1つ目は、欧州R&D拠点への鉄道研究開発センタ (European Rail R&D Centre, Hitachi Europe Ltd.) の設置 (2012年10月) である。ここでは欧州向け鉄道車両の設計の支援、その保守サービス業務の高度化、英国鉄道運行管理システムの開発を行う。2つ目は中国R&D拠点への材料創新センタ [日立 (中国) 研究開発有限公司, 材料技術創新中心] の設置である (2013年4月)。ここでは上海交通大学の材料科学与工程学院との中国製材料の高度解析技術の共同研究をベースに、中国製材料の日立グループ製品への適用のための製造技術開発および設計支援を行う。3つ目は米国R&D拠点へのビッグデータラボ (2013年4月)、4つ目は欧州R&D拠点へのビッグデータラボ (同年6月) の設置である。ここでは大量データの解析と解析結果に基づくソリューション提供の技術開発を、日本をはじめとするグローバルな研究チームとの密な連携によって推進する。

質的拡充としては、従来の海外R&Dでは、拠点リーダーやラボのリーダーは日本から派遣した人材が中心であったが、今後はローカル人材を多く登用することにより、海外拠点におけるR&D活動をより

地域に密着した形へと変革し、グローバル市場における社会イノベーション事業の抜本的拡大を図る。同時に、海外拠点と研究開発本部の技術戦略連携をより緊密化する施策を多数設け、グローバルR&D全体としての戦略の実行を加速していく。

R&Dテーマのシフト

R&D資源を社会イノベーション事業にとってより重要なテーマにシフトしていく。特に、プロダクト、サービス、IT (情報技術)、およびソリューションの各研究について、上記意味での重点化を実施していく。

インフラシステムグループが対応する市場に関しては、ヘルスケア、水処理、交通などの革新技術開発を重点的に推進する。これらはいずれも、社会インフラの語源である古代ローマのインフラの要素に符合している。ヘルスケアの診断分野では、例えば、被験者の負担を抜本的に低減する超電導のMRI装置や、被験者負担と検査コストを低減する高速高度の生化学自動分析装置などの研究開発に取り組んでいる。ヘルスケアの治療分野では、例えば、粒子線によるがん治療装置や、バイオ医薬品製造プラント、再生医療に向けた細胞自動培養装置などの研究開発に早くから取り組んでいる。

情報・通信システムグループが対応する市場に関しては、クラウドコンピューティング、ネットワーク、ビッグデータなどの革新技術開発を重点的に推進する。特にクラウドコンピューティングに関しては、例えば、クラウドシステムの高信頼、超高速、低コスト化に向けた先端技術として、世界最高速クラスのミッドレンジストレージ、フラッシュメモリの制御技術、仮想サーバ配備時間を抜本的に高速化するストレージ・サーバ・ネットワーク・運用管理ソフトの統合技術、データセンターの情報処理ノードの分散化技術、超高速データベースエンジンなどの研究開発に取り組んでいる。ビッグデータに関しては、顧客の経営課題を解決するための人間行動データ

(ヒューマンビッグデータ)の解析、処理、サービスや、超高速データベースエンジンの研究開発に取り組んでいる。

電力システムグループが対応する市場に関しては、例えば高効率で低環境負荷のガスタービン、石炭ガス化によるクリーンな発電技術、東京電力株式会社福島第一原子力発電所(以下、福島第一原子力発電所と記す。)への対応として放射性物質の検出やその吸着剤、再生可能エネルギー大量導入時にも電力系統を安定させるための制御技術、再生可能エネルギーを用いた発電所に併設する大容量蓄電システムや、これに用いる大容量のリチウムイオン電池、鉛電池などの革新技術開発を推進している。

日立グループ経営基盤のR&D

日立グループの経営基盤をグローバルな社会イノベーション事業推進に最適な形に変革するためにHitachi Smart Transformation Projectと呼ぶ活動を全社で推進中である。この中でR&D部門は、自身の改革とともに、全社規模で経営に効果を発揮する技術開発に取り組んでいく。

全コストの過半を占める直接材のコスト改革のために、例えばレアメタルレスを実現する代替材料の開発に取り組んでいる。すでに高性能モータについては、アモルフラス固定子と永久磁石回転子から成る新しい電磁・機械構造や、角度センサー不要の回転制御技術により、希少金属を使わずに同等の性能を達成した。電気電子回路の接合については、金スズはんだと同等接着温度でコストを約 $\frac{1}{3}$ とするバナジウム系低融点ガラスなどの新材料を開発した。

残コストの過半を占める生産コストの改革のためには、例えば、グローバルサプライチェーンの最適化の研究開発に取り組んでいる。ここでは特に製造ラインの構成の特徴から通過国の関税などさまざまな要素を考慮して、サプライヤー、輸送経路やその手段、グローバルな倉庫・拠点配置までを最適化する研究開発を推進している。また製品試作回数を抜本的に低減するための高度な計算機シミュレーション技術開発を

推進している。先進情報処理を駆使したシミュレーションは、特に両吸込み渦巻ポンプや空調用スクロール圧縮機・ファンなどの流体機械の生産コスト改革において、すでに顕著な成果を上げている。

イノベティブ R&D の実例

この特集号の主題はイノベティブなR&Dである。その実例として、情報技術関連3編、モノづくり技術関連から3編、ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、材料関連から3編の合計9編の論文を収録している。ここでは、これら各論文について、前述したR&D戦略実行の観点での位置づけを行う。

情報技術

この稿に続く3論文は、情報技術に関するイノベティブなR&Dの実例である。

「クラウドコンピューティング向けネットワーク高速化技術」は、情報ネットワークに関する技術である。特に現在広く利用されているTCP (Transmission Control Protocol) ネットワーク上の通信を高速化する技術である。日米間の通信速度をTCPの約25倍に高速化した実験結果が示されている。これは、クラウドコンピューティングを、特にグローバル環境でも抜本的に高効率に運用するために効果がある。社会イノベーション事業の「プロダクト・サービス・IT (クラウド) を組み合わせたソリューション」を支える特徴の1つとして活用される。

続いて、「ビッグデータの見えざる手」ビジネスや社会現象は科学的にコントロールできるか」で解説されたヒューマンビッグデータは、業務分析のための技術である。特に多数の人間の行動によってなされる業務の品質を、センサーと大量データ情報処理で定量化するための技術である。流通業やその他サービス業において、業績向上を達成した顧客の実例を示している。社会イノベーション事業の「顧客が抱える課題を共に見いだす」ために、特に人間行動

の品質が価値を左右するサービス業においてすでに効果を発揮している。

最後に「テレマティクスシステムを活用した電気自動車向け最短経路探索手法」は電気自動車のナビゲーションに関する技術である。交通手段は社会インフラの最も重要な要素の1つであるが、近年、エネルギー消費や、地球環境問題が顕在化しており、特に新興国において顕著な課題となっている。1プロダクトが社会のイノベーションにつながる可能性もある。

以上は、クラウドをつかさどるネットワーク高速化、サービスへの定量的アプローチ、交通情報サービスの例を、情報技術に関するイノベティブなR&Dの実例として紹介している。

モノづくり技術

続く3論文は、モノづくり技術に関するイノベティブなR&Dの実例である。

「全反射X線吸収分光法による電極/電解液界面の充放電その場観察」は、充放電可能な二次電池に関する技術である。ここでは特に、電極と電解液の界面で起こる現象を動的に捉えることに成功した研究が示されている。大容量リチウムイオン二次電池は、電気自動車やハイブリッド自動車のキーコンポーネントであり、さらに自然エネルギー貯蔵などへの期待も高まっている。社会インフラの極めて重要なキープロダクトとなる可能性があり、その開発成功は社会イノベーションに直結する。

続いて、「X線回折による溶接金属部の非破壊的残留応力測定技術」は、発電プラントなどにおける大型構造物の高信頼化に関する技術である。特に溶接部分の信頼性を経年検査時に計測するツールに関し、照射するX線のビーム絞り込みと、回折X線センサーの二次元化の新技术が紹介されている。この技術により、溶接金属部分の内部応力などを高い精度で高速に計測できるようになる。社会インフラの長期にわたる信頼性を高めることも、極めて重要なイノベーションである。

「分解順番先送りアルゴリズムによる組

立アニメーションと3D作業指示図の高速自動生成技術」は、プロダクト組立高品質化の技術である。特に、プロダクト完成の部品組合せ状態から、組立順序を求める逆問題において、組立順序と組み上がり品質に関する過去の膨大なノウハウを制約条件とする解法に特長がある。社会イノベーションを支えるプロダクトにつき、特に少量多品種製品の組立品質を、海外での生産拠点も含めて高度に保つために活用される。

以上、モノづくり技術に関するイノベティブなR&Dの実例として、プロダクトの化学的基本挙動の解明、信頼性確保のための経年検査の高精度化、組立品質をグローバルで高水準に保持する製造設計技術を紹介している。

材料・バイオテクノロジー

これに続く論文は、ナノテクノロジーやバイオテクノロジー、材料に関するイノベティブなR&Dの実例である。

「ガンマ線強度分布を可視化するガンマカメラの開発」は、福島第一原子力発電所の廃炉および近隣地区復興に関する技術である。特に、撮影した通常画像にガンマ線分布を重畳して表示することが可能なカメラの製品が紹介されている。ガンマ線検出のために半導体素子(テルル化カドミウム)を使用している点、これを1ピクセルとして二次元アレイ上に高密度で配列している点、およびその信号処理を画素単位に一体で構成している点に大きな特長がある。これにより、広い視野範囲の放射性核種ごとの強度分布を高い精度で可視化することができる。廃炉復興は社会が抱える重要な課題へのアプローチとして、重要な社会イノベーション事業の1つとわれわれは捉えている。

続いて、「再生医療に向けた細胞シートの自動培養装置と輸送技術」は、再生医療に向けた技術である。医療は社会インフラ発祥である古代ローマでも社会インフラとして捉えられており、日立グループも、この分野を社会イノベーション事業と位置づけている。現在、夢のヘルスケアとして再



図1 | 欧州鉄道R&Dの欧州研究開発センタによる連携

欧州R&D拠点における鉄道研究開発センタ (European Rail R&D Centre, Hitachi Europe Ltd.) では、欧州向け鉄道車両の設計の支援、その保守サービス業務の高度化、英国鉄道運行管理システムの開発を行っている。



図2 | 情報ネットワークR&Dの株式会社本田技術研究所との連携

TCP (Transmission Control Protocol) ネットワークの高速化技術は、本研究に基づいている [写真は、日刊工業新聞十大新製品賞日本力 (にっぽんぶらんど) 賞受賞時のもの]。

生医療への社会の期待は大きく、事業としての着実な進展が望まれる。

最後に「New Spintronics Paradigm—Spin Hall Effect and Spin Current Technology」は、情報機器の電力消費を飛躍的に低減する技術である。従来のエレクトロニクスが電子の流れを用いていたのに対して、スピントロニクスはスピンの流れを利用するので、抵抗発熱などによるエネルギー損失が原理的に0とできる可能性がある。既に幾つかの重要な発見が日立グループのR&Dでなされている。それらの解説と今後の展望を述べている。

このように、ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、材料に関するイノベティブなR&Dの実例として、放射線の空間分布を計測する新素子、再生医療に向けた細胞培養技術、エレクトロニクスに代わるスピントロニクスの基礎技術を紹介している。

オープンイノベーション

日立グループのR&D戦略では、オープンイノベーションとして、社外の顧客、社外の技術パートナー、社会との連携を強化していく。冒頭で述べたように、社会イノベーション事業の基点は顧客との連携である。その広範な課題を迅速に解決するためには、技術パートナーとの連携が重要な役割を果たす場合が多い。地球規模、国家規

模の社会のイノベーションには、日本を筆頭とする政府機関との連携が必須である。R&D活動におけるオープンイノベーションの例を、以上の観点から紹介する。

顧客との連携

2012年10月に欧州R&D拠点に設置した鉄道研究開発センタは、日本とは異なる欧州鉄道の顧客の課題を、技術開発に早い段階で反映させるための組織である (図1参照)。TCPネットワークを高速化する技術は、株式会社本田技術研究所と連携した研究に基づいている (図2参照)。ヒューマンビッグデータの、特にセールスコールセンター応用については、株式会社もしもしホットラインとの共同研究を実施し (図3参照)、顧客の業績の有意な向上をめざしている。

そのほか、本号掲載の研究として、ガンマ線強度分布を可視化するガンマカメラは、センサーデータと放射線量の関係などについて福島第一原子力発電所との密な連携がなされている。石炭ガス化によるクリーンな発電技術は電源開発株式会社若松研究所との連携によるものである。さらに、サウジアラビアのキング・アブドラアジズ大学と同国水質モニタリングの共同実験、欧州の自動車メーカーなど13機関と電気自動車向け高度ICT (Information and Communication Technology) 連携基盤研



図3 | ビッグデータR&Dの株式会社もしもしホットラインとの連携
 ヒューマンビッグデータのセールスコールセンターの分野で、共同研究を実施している。

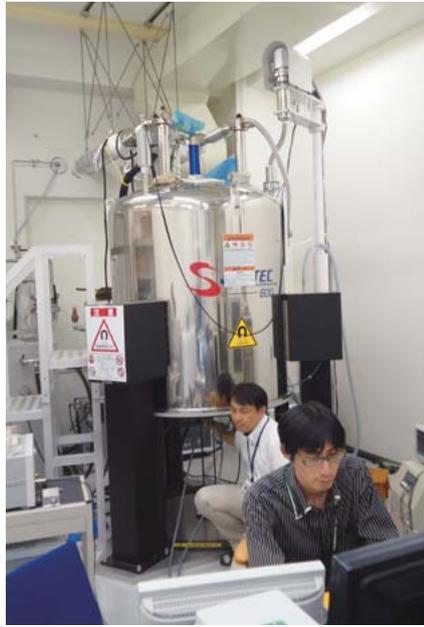


図4 | リチウム電池R&Dの京都大学との連携
 リチウム電池の充放電その場観察は、京都大学の小久見善八名誉教授をリーダーとして行われた研究である。



図5 | 移動ロボットR&Dのつくば市ロボット特区における連携
 移動ロボット分野のR&Dが、つくば市のロボット特区で行われている。

究、三井物産株式会社を介してブラジル穀物生産者と衛星画像による作物生育状況解析実証研究などのほか、国内外で多数の顧客との連携を実施している。

技術パートナーとの連携

そのほか、本号掲載の研究として、リチウム電池の充放電その場観察は、京都大学の小久見善八名誉教授をリーダーとして行

われた研究である（**図4**参照）。超高速データベースエンジンでは、東京大学の喜連川優教授／国立情報学研究所所長らが考案した原理を用いた製品を2012年6月に完成させた。また、移動ロボットのR&Dがつくば市のロボット特区で行われている（**図5**参照）。このほかスピントロニクスでは英国ケンブリッジ大学のキャベンディッシュ研究所（**図6**参照）との連携、再生医療では、東京女子医科大学の岡野光夫副学長らとの連携（**図7**参照）、粒子線によるガン治療装置では北海道大学の白土博樹教授、原子分解能のホログラフィ電子顕微鏡では独立行政法人理化学研究所との連携が行われている。

2013年4月に中国R&D拠点に設置した材料創新センタは、中国製材料の日立グループ製品への適用のための製造技術および設計支援を行うために、上海交通大学の材料科学与工程学院との中国製材料の高度解析技術の共同研究を実施している（**図8**参照）。さらにこれ以外でも、国内外でさまざまなR&Dテーマで多数の技術パートナーとの連携が行われている。



図6 | 基礎物理R&Dのケンブリッジ大学との連携
 スピントロニクスの分野では、英国ケンブリッジ大学のキャベンディッシュ研究所をはじめとする国際研究チームが連携している。



図7 | 再生医療R&Dの東京女子医科大学との連携
東京女子医科大学の岡野光夫副学長の研究グループとのオープンイノベーションにより、再生医療向けの自動培養装置を開発している。



図8 | 中国材料R&Dの上海交通大学との連携
日立の中国R&D拠点に設置した材料創新センターは、上海交通大学の材料科学与工程学院との中国製材料における高度解析技術の共同研究を実施している。

国との連携

超高速データベースエンジン、再生医療、粒子線によるがん治療装置、原子分解能のホログラフィ電子顕微鏡は、内閣府の最先端研究開発支援プログラムとの密な連携によるR&Dである。石炭ガス化によるクリーンな発電技術、希少金属レスモータ、ガンマカメラ、再生医療、リチウム電池の充放電その場観察は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の事業の研究成果を活用している。また理化学研究所播磨事業所の大型放射光施設SPring-8などを活用している。データセンターの情報処理ノードの分散化技術は総務省、スピントロニクスは欧州EU政府、再生医療は文部科学省とも連携がなされている。

このような個別の連携に加えて、内閣府の総合科学技術会議に関する諸活動などを通じて、社会の大きなイノベーションを興

すための努力を、国のイノベーション施策との連携の下で続けている。

製作家と需要家の貫徹せる意見統一のために

日立グループでは、日立製作所創業から8年後の1918年に、初の独立研究組織として「研究係」が創設され、同時に本誌『日立評論』が創刊された。その創刊第1号に、日立評論の発刊理念として、「製作家と需要家の貫徹せる意見統一」に向けてのオープンな情報発信によるイノベーションがうたわれている。この理念は、95年経た今なお、日立評論の根本理念である。さらに雑誌の理念を越えて、日立グループの最新の中期計画を支える重要な企業理念となっている。「製作家」の最上流を担うR&Dは、「需要家」との貫徹せる意見統一に向けた施策を、その戦略の中心に据えている。

執筆者紹介



武田 晴夫
1980年 日立製作所入社、システム開発研究所、研究開発本部研究戦略統括センター長、基礎研究所所長、技師長を経て、現在研究開発本部技術戦略室長、専門は数理科学、視覚情報処理、戦略論など工学博士