

巻頭言

デジタルツインが切り拓く モビリティ社会の未来

Future of mobility society opening up with digital twin

経営役員 武内 裕嗣
Hirotsugu Takeuchi

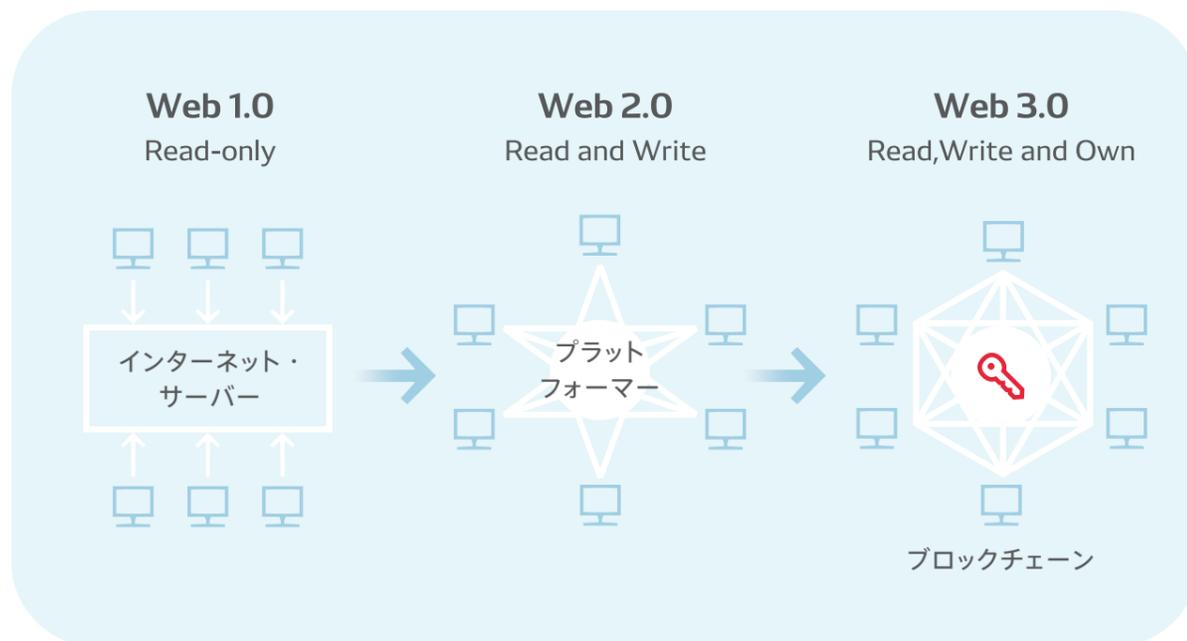
社会動向

第5期科学技術基本計画（2016年）において、日本が目指すべき未来社会の姿として、Society5.0が提唱されました。Society5.0とは、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会課題の解決を両立する、人間中心の社会をいいます。また、似た概念として、Industry4.0があります。これはドイツ政府・産業界が推進する製造業の国家戦略プロジェクトです。具体的には、第4次産業革命をさし、IoTやAI等のIT技術を活用し、製造業を改革するプロジェクトです。両者は、社会に着目するか、製造業に着目するかの違いはありますが、IT技術を駆使し、社会課題を解決し、ヒトの生活をよりよくするという点では共通の考え方といえます。

このような各国の動きもあり、近年、デジタルを中心としたテクノロジーは目覚ましい進化を遂げています。例えば、ウェアラブル機器やインフラに設置されたカメラのように、世の中のあらゆるシーンでセンサが実装され、種々のものがセンシングされるようになってきました。

また、センシングされたデータは、よりリアルタイムにサイバー空間に伝達されるようになってきています。現在は、5G通信が社会実装され、より高速、低遅延、同

Fig.1 デジタルの構造変化



時接続につながるようになってきました。さらに、2030年代に実用化されると言われる6Gは、5Gの10倍以上の通信速度で、ほとんど遅延もなくなると言われています。また、演算能力も、古典コンピュータから量子コンピューティングへと変わりつつあり、通信された大量のデータが圧倒的な速度で演算されるようになります。このように、デジタル技術の進化により、サイバー領域とフィジカル領域がつながり、サイバー領域のシミュレーション結果がリアルタイムにフィジカル空間にフィードバックされる世界が、今そこまできています。

一方、デジタル技術の進展に合わせて、データが特定企業に極集中されるようになり、個人情報や個人の権利が見直されるようになってきました。特に、近年では、本来データは個人のもの、個人で管理するべきとの新しい考え方が現れてきました。ブロックチェーン技術を活用し、ユーザ同士がネットワーク上でお互いのデータを管理し合うWeb 3.0の時代が始まろうとしています。(Fig.1 出典：「経済産業政策新機軸部会 令和4年6月13日 経済産業政策局」資料中の図抜粋)

今後のモビリティ社会においては、デジタル時代における世の中の動向を読み取り、デジタル技術を使いこなしながら、社会課題解決に貢献していくことが、より一層重要となります。

これまでの取り組み

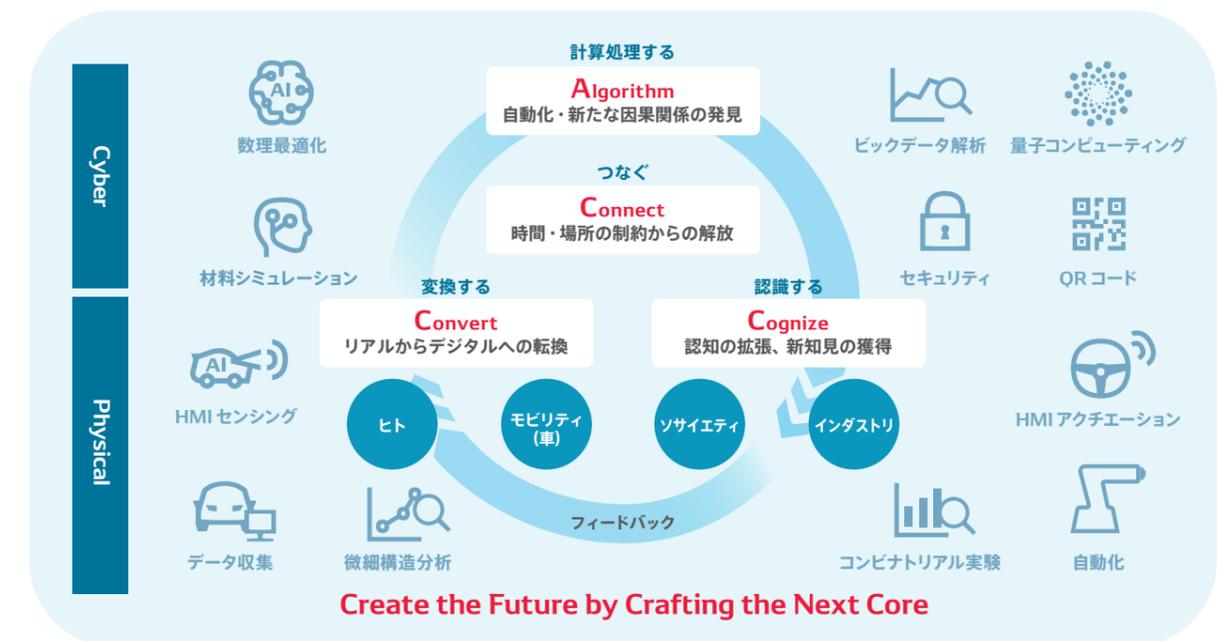
デンソーは、社会課題の解決と持続的なビジネスの両立を実現するために、技術と生産力を活かし、モビリティに関わる多様なシステムを開発し、お客様にお届けしてきました。

環境分野では、当初より、電動システムにエンジンを繋げばHEV、電池や充電器を繋げばBEV、フューエルセルを繋げばFCEVと、すべてのモビリティを想定し、トータルシステムを考え、必要な品揃えを進めてきました。

そして、カーボンニュートラルに向けては、駆動システムとサーマルシステムを核に、車両から社会に繋がるエネルギーマネジメントを実現していく開発を進めています。

また、安心分野では、交通事故のない自由な移動を目指し、多様な事故シーンに対応する高度運転支援技術の開発に取り組んでまいりました。車両周囲の環境を認識するセンサ技術、AIを応用した危険予知技術等、データを活用しながら認識、判断技術を磨いてきました。

Fig.2 モビリティ社会のデジタル化をCCACで全体俯瞰



今後の展望

今後は、上述のようなフィジカル領域で車の価値を高めるだけでなく、サイバー領域を含めたデジタルツイン技術をモビリティに適用し、社会課題解決に向けて、モビリティを進化させていくこととなります。

ここで、モビリティ社会の全体像を、CCAC (Convert, Connect, Algorithm, Cognize)の頭文字を取った略称)の切り口でデジタルツインを俯瞰してみます (Fig.2)。フィジカル領域の事象をセンサにより検知し、モビリティデータとして変換する (Convert)。そして、通信技術により、サイバー領域と安全に繋がり、場所や時間の制約から解放されていきます (Connect)。さらに、サイバー領域では、得られたデータから、モビリティにより排出されるCO₂や消費されるエネルギーを最小化等するような制御として演算を行います (Algorithm)。そして、その演算結果をリアル世界にフィードバックすることで、モビリティで最適な制御が実行されます (Cognize)。即ち、フィジカル領域の事象がリアルタイムでデジタルと繋がり、社会最適なフィードバックが行われていくこと。また、実社会のデータが実開発にも反映され、社会へ、お客様へより高い価値を提供していくこととなります。

現在、サイバー領域とフィジカル領域をつないで社会課題を解く動きがあります。欧州の規制案として、電池搭載製品について、ライフサイクル全体でリサイクル材料の使用量やカーボンフットプリント、電池リサイクル率を End to Endで把握することが要求される可能性があります。この要件を満たすためには、フィジカル領域でのCO₂の使用量、リサイクル材の使用状況等を、サプライチェーン全体で可視化する必要があります。デンソーはチェーン間でデータを改ざんされることなく安全に受け渡すと共に、データのトレサビリティを保障するために、ブロックチェーン技術と、ハッシュ値を埋め込み製品管理するQRコードの技術とを組合せ、使い勝手の良いトレサビリティソリューションの開発を進めています。電動車の増加が見込まれる将来において、このソリューションが電池のリサイクル促進やCO₂削減に大きく貢献できると考えています。

また、CCACの切り口で社会課題を解いていくためには、アルゴリズムの処理、繋げる技術、フィジカル領域の開発も各々尖らせていく必要があります。

アルゴリズム処理の事例として、交通渋滞をなくす、社会の中のモビリティにおけるエネルギー効率を最適化するために、各モビリティの最適交通ルート算出の開発が進んでいます。この算出には、都市の規模や、走行

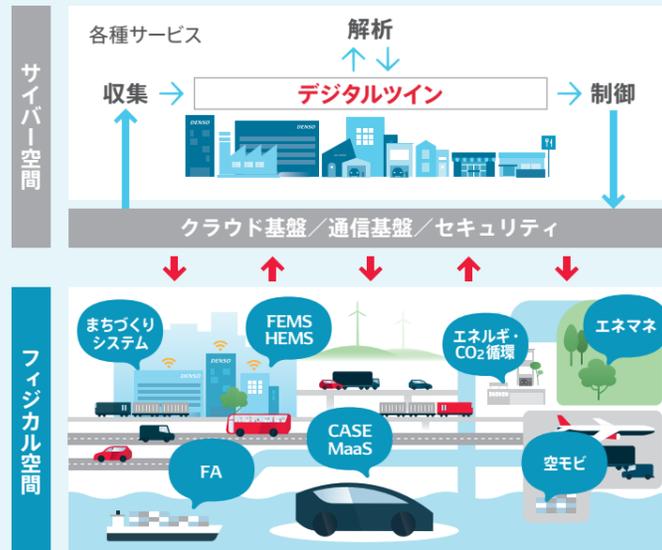
Fig.3 量子古典ハイブリッドシステム

目指す デジタルツインの社会

フィジカル空間のモビリティデータを収集し、サイバー空間で解析・制御することで、CO₂・消費エネルギーを最小化する

膨大なデータを最適化する手法が必要となる

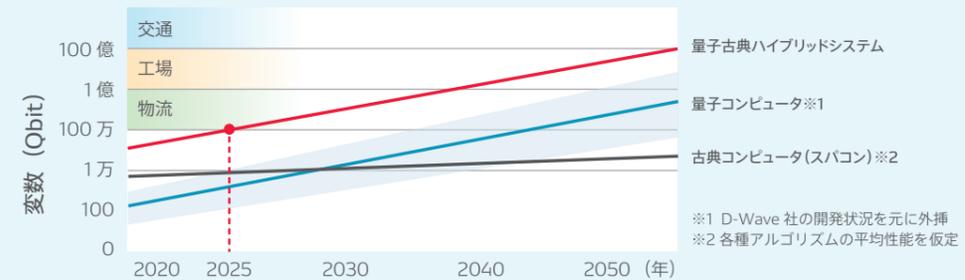
街全体のモビリティの最適制御に向け、量子コンピュータの活用を推進



必要な処理能力

シーン	制御対象例	制御間隔	変数
物流(配送)	トラック10台、配送センター100ヶ所	都度	100万
工場(スケジュール)	50製品、2千ロット	5分毎(8時間)	1億
交通(ルート探索)	10万台、5ルート、信号機1千台	1分毎(30分)	150億

量子コンピュータの進化



する自動車の台数にも依りますが、100億を超える変数を持つ最適化問題を解く必要があります。これだけ大規模な最適化問題を解くことは、2030年までに古典コンピュータ(スパコン)の性能を凌駕すると言われていた量子コンピュータでも当面は難しく、新たな技術開発が必要となります。デンソーは古典コンピュータと量子コンピュータを良いとこ取りで活用し、より大規模な最適化問題を解くことができる量子古典ハイブリッドシステムの開発を進めています(Fig.3)。現在、量子コンピュータとしては、D-Wave社の量子アニーラを活用し、まずは工場の無人搬送車両(AGV)による搬送の最適化へ応用し、その効果を検証しています。

また、サイバー領域とフィジカル領域を安全につなぐセキュリティ技術も大変重要となります。今後、モビリティはソフトウェアのアップデートで価値が向上されることから、ソフトウェアの改ざん等のサイバー攻撃にさらされる可能性がより高まります。セキュリティ技術については、ゼロトラスト等、最新の技術を常に取り込み、モビリティのユースケースに合わせて実装していく必要があります。

さらに、フィジカル領域においても、カーボンニュートラルに向けて環境技術をより進化させていきます。電動化車両へのシフトが急速に進む自動車業界では、

高効率モータの重要性が益々高まっています。電動化車両には駆動用主機モータ(MG)をはじめとした100個以上のモータが搭載されています。特に、高トルクが求められるMG等では、現在、ネオジウム等のレアアースが使用されています。レアアースは産出国、産出量とも限定されており、このようなレアアースを使用しない磁石の実現が求められています。デンソーでは、鉄とニッケルからなる新規材料「FeNi超格子」に着目し、レアアースフリーの高性能磁石の開発を行っています。このような材料開発において、量子ビーム分析等の先端分析技術を活用した材料の構造や現象の分析、サイバー領域での高速な構造の探索、及びフィジカル領域での原子レベルでの材料の合成により、カーボンニュートラルに効果的な革新材料の創出にチャレンジしていきます。

まとめ

以上、デジタルツイン社会を踏まえ、サイバー、フィジカル領域を活用した技術開発についてCCACの切り口で述べさせていただきました。これらの開発を加速させていくためには、社員一人一人の熱意、大きな発想、及びそれらを具体的な行動につなげていくことが重要になります。また、わが社だけでなく、他のパートナーの皆様のお力を借りながら、大きな社会課題の解決を技術で具現化していくことが重要です。

最後に本号の構成と内容を簡単に紹介しておきます。

本号のコンセプトは、「情報とエネルギーの移動が創る新しい社会」として、デジタル化で社会課題に挑むデンソーの取り組みを紹介していきます。基調論文では、ブロックチェーン技術の活用全体像と取り組みをご紹介します。また、デジタル技術の活用や、エネルギーの移動に関する開発、取組をご紹介します。ぜひ、それらをご一読いただき、デンソー社員一人一人の熱意を感じ取って頂ければ幸いです。また、最後に、デンソー社員の皆様へのメッセージとして、技術の力で社会を変革していく、そんな熱意で社会と一緒に変えていきましょう。

武内 裕嗣

名古屋大学工学部卒。1987年、株式会社デンソー(旧日本電装株式会社)に入社。豊橋技術科学大学にて博士号を取得。世界初のエジェクタサイクルを開発し、発明協会21世紀発明奨励賞、第1回ものづくり日本大賞 内閣総理大臣賞を受賞。2014年に常務役員に就任し、エアコンディショニング事業部を担当。2017年コックピットシステム事業部を担当。2019年に経営役員に就任し、モビリティエレクトロニクス事業グループを担当。2022年より研究開発センターを担当している。

