

(2021年6月30日講演)

1. カーボン・ニュートラル時代に向けた

世界の「新たな社会・産業基盤構築」の動きにどう向き合うか？

東芝デジタルソリューションズ株式会社 IoT 技師長 中村公弘氏

初めまして、中村と申します。本日はよろしくようお願い申し上げます。東芝のデジタル事業のIoT、サイバー・フィジカル・システムの技術責任者をやっております。入社以来一貫してシステムエンジニアすなわち対象をシステムとして広く全体から捉える仕事を続けてきました。尾木主査とは産学の有志の方々が集う研究会で一緒いただいております、その関係から、今日は、デジタルという、少し立場の違う観点から全体を俯瞰してお話するようにご依頼いただきました。今日は東芝の立場からではなく、いち個人としてお話しすることをお許しいただければと思います。

本日、お話しさせていただきますのは、「カーボンニュートラル時代に向けた、世界の新たな社会・産業基盤構築の動き」です。なぜこれを調べるに至ったのかですが、昨年のコロナ禍で、この先世の中がどう変わってしまうのか、われわれの事業等への影響を幅広く調べていく中で、主要国、特に欧州と中国はコロナ復興政策として、カーボンニュートラルとデジタルの2つに史上空前の大規模復興投資を行い、戦略的に世界のイニシアチブを握る動きを始めていることがわかりました。この動きが今後の世界、日本に大きなインパクトを与えられると思われまますので、その全体観を皆さまと共有することで、微力ですが、皆さまのご検討の何かお役に立てればと思っております。

はじめに、新型コロナのインパクトですが。皆様すでにご承知のとおり、コロナ禍によって、これまで当たり前とされていた常識や枠組み、前提などが根本から変わりつつあり、これからの世界、経済、社会の新たな枠組みを見極めて、適応していくことが求められています。またコロナ禍によって、予想されていた未来が加速度的に到来しています。例えば、中国のGDPが米国を上回る時期が5年位前倒しになるという予測が出たり、いずれ社会に実装されると言われて来たロボットやドローン、AIなどのテクノロジーが、コロナ禍で急速実用化されたり、予想されていた未来が加速して到来しているのとらえることができます。

コロナ禍による変化を、PESTの枠組みで見ると、政治的には世界秩序が大きく変わりつつあり、経済面では戦後最悪の景気後退とこれに対応するための史上空前のコロナ復興投資。これがカーボンニュートラル、あるいはグリーンとデジタルに軸足を置いているというのが各国の戦略です。そして社会面ではニューノーマル化、テクノロジー面では、自動化、遠隔化、省人化、スマート化などデジタルテクノロジーの実用化の加速が挙げられます。

一方、価値観の面では、コロナ禍で若い世代に深刻な影響が生じ、例えば「Generation C」という言葉で表わされるような新たな世代（若い世代、学生や子供達）は、コロナ禍で、親の世代の失業や収入減で教育の機会が失われ、しかもそれが長期化したり、他人と触れ合わない、といった価値観の形成に影響が生じています。哲学者・社会経済学者からも「利他と共感の時代」に変わっていくと指摘されるような価値観の変化が生じており、次の世代への配慮が求められています。

企業も、企業の使命・ミッションの再定義が迫られ、事業オペレーションやサプライチェーンのレジリエンスの重要性が高まり、需要が蒸発した産業と新たな需要で急成長した産業で明暗が分かれたように産業構造も大きく変わって来ています。そしてデジタル化（前述）。以上のように、コロナ禍で、価値観、新たな世代の出現、企業・事業、産業構造、デジタル化などに、大きなインパクトがあったと見ることができます。

本日のテーマに戻ると、コロナ禍からの世界各国の経済復興対策投資は、去年12月時点で13兆ドルを超える史上空前の規模となっており、いずれも気候変動対策とデジタル化に重点が置かれています。

欧州の取り組みは、一言で言うと Post COVID 時代の欧州の復権を目指して、気候変動対策と経済復興を目指す、グリーンとデジタルにフォーカスした対策となっています。コロナ前は「グリーンディール」と言われていた政策を、コロナ禍からの復興と位置づけて昨年「グリーンリカバリー」とし、次世代のEUのあり方を目指した「Next Generation EU」の復興基金が95兆円、多年度予算が7年間で139兆円。合計で200兆円超の大規模投資がされ、コロナ対策だけでなく、気候変動対策とサーキュラーエコノミーへの転換、そしてデジタル化を軸にしています。

投資対象分野は、風力、太陽光、水素などの再生可能エネルギーに大きく投資し、交通輸送網を再エネベースでサステナブルにする取り組み。グリーンな建築・建設、そしてデジタルエコノミーをつくっていくところに大きく配分していく計画で、全体として目指しているのは、サーキュラーエコノミーへの転換とされています。

例えば、エネルギーチェーン全体での再エネ化は、需要側・発電側双方で電化(E化)と水素化(H2化)を進めていく計画です。需要側の大きな割合を占める交通輸送網では2050年までにCO2を90%削減するために陸海空すべてでE化・H2化を図り、過疎地も含めた再エネ充電網・充填網の整備や、陸・海・空の交通輸送を含めたものになっています。

発電側では、洋上風力を今の30倍の規模にする洋上の再生可能エネルギー戦略「EU Strategy on Offshore Renewable Energy」や、クリーン水素戦略「Hydrogen Strategy」が打ち出されるなど、欧州はエネルギーチェーン全体、発電側、需要側・陸海空を含めて大きくE化、H2化することを狙っています。

もう少し詳しく見ると、水素戦略「Hydrogen Strategy」では、新たに水素のエネルギーチェーンを構築する構想が描かれ、2050年には再生可能エネルギーの4分の1を水素製造へ向けること、さらに交通輸送から航空・海運・ビルも水素を利用していくことが提唱さ

れ、空運でもエアバスが 2035 年までに水素航空機を実用化すると発表しました。また P13 の右側の図にあるように、水素の輸送網として、欧州全域を縦断、横断する水素供給網の構築が描かれ、欧州域内の水素のパイプライン網に加え、北アフリカでつくった水素を地中海を縦断して欧州に送り込む、ウクライナでつくった水素を既存の天然ガスパイプラインを活用したパイプライン網で輸送するなど、2030 年までに水素の広範な普及を目指したロードマップが描かれています。

次に交通輸送網ですが、昨年 12 月に発表された「サステナブル・スマート・モビリティ」戦略では、陸・海・空運の CO2 排出を 2050 年までに 90%削減する目標のための戦略として、3つの目標が掲げられています。一つ目の「サステナブルモビリティ」では、CO2 排出ゼロ化、EV を大量に普及させていく、水素トラック、水素ステーション、充電スタンドを充実させていくことが描かれ、二つ目の「スマートモビリティ」は、デジタル技術を活用し、コネクテッドなモビリティで自動走行を実現していくことなど交通輸送網をスマートにしていく計画で、三つ目の「レジリエントモビリティ」では、欧州横断の交通ネットワークを完成させていくことが掲げられています。これらの取り組みで、欧州の GDP を 5%持ち上げ、1,000 万人の雇用を創出する計画となっています。

欧州の国境をまたがった自動走行道路網を整備する「Connected and automated mobility」は、EU 加盟国間で途切れのない 5G 網を敷設することでコネクテッドな自動走行を実現する取り組みで、すでに加盟国間をまたぐ実証実験が始まっています。

このクロスボーダー自動走行網は、「Connected Europe Facility——CEF」と呼ばれるものの 1 つで、多年度予算の投資対象になっています。CEF は、社会インフラをコネクテッドにする——お互いがクラウドやデジタル網でつながり合うことによって、交通輸送やエネルギー、デジタルなコミュニケーション網を次世代の社会インフラにしていこうという計画です。CEF で描かれる次世代の社会インフラの姿は、5G・光ネットワークなどの超高速ネットワーク網でお互いをつなげ、その上にクラウドやデータセンター、スーパーコンピューター、量子コンピューターというデジタルプラットフォームを置き、さらにその上にスマートなサービス、例えば Crossborder 5G corridors や 5G smart communities といった次世代型のサービスを建てていく姿になっています。

このように、超高速ネットワーク、デジタルプラットフォームを、新しい交通輸送網やエネルギー網、スマートなサービスの基盤として、それを汎ヨーロッパ、EU 加盟国がクロスボーダーで取り組んでいく、EU 全体の新たな産業・社会インフラ、あるいはビジネスエコシステムとして使っていく、というのが欧州の次世代の社会インフラ戦略です。

ただし、欧州も、このような構想は描いているものの、「実装が鍵になる」と言っています。

グリーンリカバリーの中で目指す「サーキュラーエコノミー」は、ご承知のように、従来型の、資源を大量に掘り出して、大量生産し、大量消費・大量廃棄するというリニアエコノミーとは対称的に、モノをつくったらできるだけ長期間使用し、共用し、リニューア

ル、リユースして、再資源化していくという循環すなわちサーキュラーを回していき、それが経済活動として成り立っていくという概念です。サーキュラーエコノミーではビジネスモデルも変わり、例えば製品寿命を長くしたり、修理可能な製品にしたり、量で稼ぐモデルから期間で稼ぐモデルへの転換、シェアリング、所有から利用に変わっていきます。

欧州では、昨年3月に「サーキュラーエコノミーアクションプラン」が発表されました。その中の「拡大生産者責任（EPR）」では、廃棄物の収集・処理コストの負担を生産者側に求めることとされ、メーカー側に大きなコスト負担になる可能性があり、なるべく廃棄しないで済むようなものをつくる方向に転換しようといった、90年代のRoHS規制の時以上のインパクトとなる可能性があります。現在はプラスチックや電子部品、電池などですが、対象を更に増やしていく方向です。

法制度やルール整備の面では、カーボンニュートラルとサーキュラーエコノミー、デジタルあるいはデータエコノミーという領域で、法規制、ガイド、欧州指令などいろいろなやり方で、言わば「欧州のための」ルールメイキングが着々と進んでいます。

2020年はこれらに関わる法案・指令・戦略等が次々に発表された年で、カーボンニュートラル関係では、「欧州気候法案」が昨年3月、サーキュラーエコノミー領域では、「サーキュラーエコノミーアクションプラン」が昨年3月、デジタル、データエコノミー領域でも「欧州データ戦略」昨年2月に発表され、「データガバナンス規則」や「欧州データ法」などが今後策定される予定です。さらに欧州がデジタル主権・データ主権を担保できるようにするための欧州クラウド基盤GAIA-Xづくりや、GAFAなどのメガプラットフォームに対して規制をかけることで、欧州の産業を保護するような、欧州のためのルールメイキングが進んでいると見ることができます。

これら一連の規制をかけていくことで、欧州の法規制を満たさない国や企業、製品の排除や、厳しい参加資格を課することで欧州域外への参入障壁化（逆に言うと欧州企業のフットィング）、国境炭素税などの税制を欧州復興投資の財源にしようとしています。

産業の面で見ると、昨年2月に「欧州新産業戦略——A new Industrial Strategy」が出され、GREEN TRANSITIONとDIGITAL TRANSITION——、気候変動対策グリーン化への移行とデジタル化への移行で、欧州の産業を新たなステージに移行させることが目指されています。これにより産業の生産性を上げ、欧州のGDPを12%伸長させ、対中国をはじめとした世界での競争力の復活を目指そうというGLOBAL COMPETITIVENESSが目指されています。

デジタルの領域では、欧州クラウド基盤「GAIA-X」に注目しています。GAIA-Xは、コロナ前の2019年秋に構想が発表され、昨年6月にその詳細が公表された、いままさに構築が進んでいるデータエコシステム基盤です。GAIA-Xの狙いは、欧州のルールに則った、欧州のための、安全で信頼できるクラウド基盤、データエコシステム基盤づくりであり、例えば欧州のデータを欧州域内にとどめ、その上でスマートサービス、デジタルサービスを提供していくことによって、データに基づいたデジタルエコノミーをつくり、成長して

いくことを目指しています。製造産業、エネルギー、交通網、金融、パブリックサービスなど、異なるインダストリのデータを重ね合わせ、関連付けることで、データの付加価値を上げ、スマートサービスの付加価値を上げていこうという取り組みです。特徴的なのは、データ主権を担保するということで、データを米国や中国に勝手に持っていかれないように、欧州域内でエコノミーを形作ろうとしているところです。

中国に関して、急ぎお話しします。ご承知のように中国は、2060年までにカーボンニュートラルを目指すという演説を習近平氏が昨年9月に国連で演説しましたが、同時に「中国は世界のグリーンリカバリーを後押しする」とも発言しています。中国が政策を矢継ぎ早に打ち出していく中で、最も注目すべきものが、新たなインフラ建設の政策「新基建」と呼ばれるものです。「新基建」は、情報通信インフラと融合インフラ——スマート交通やスマートエネルギー、いわゆるサイバー・フィジカル・システムで交通網、エネルギー網を次世代化する、そしてイノベーションインフラという、この3つを組み合わせて、新たな時代の社会・産業のインフラを構築するというものです。

先ほどの欧州と同様に、5Gやデータセンター、AIなどのデジタルネットワーク、デジタルインフラを敷き、また7大領域として、特高压の送電線や再エネ充電網、都市間的高速鉄道、新型軌道などを建てていこうということで、デジタルインフラを基礎にしたエネルギーインフラ、スマート交通インフラを考えているところに特徴があります。

「新基建」には5年間合計で170兆円位の投資がされる計画で、2020年だけでも既に1兆円投資されたとも伝わっています。

中国はこの新型インフラを、一带一路の沿線国にも展開していく動きで、すでに5Gなどはユーラシア大陸の各国に導入されてはじめていますし、「グリーン一带一路」という言葉でもG7より先行してすでに動いています。

アメリカの動きですが、バイデン大統領は大統領候補だった時から民主党のスローガン「グリーンニューディール」を掲げており、大統領就任後に、3つの大規模復興政策を打ち出しました。「American Rescue Plan」「American Job Plan」「American Family Plan」です。このうち「American Job Plan」が、8年間で1.2兆ドル（当初は2兆ドル規模を目指していたが共和党との協議で規模縮小）の経済復興政策で、まだ審議中なので結果を見ておく必要がありますが、前政権時代から大きく転換し、インフラへの投資、脱炭素・気候変動対策、産業政策に重点が置かれており、注目に値します。

このように世界の動きを見ると、各国は史上空前のコロナ復興資金を投じて、雇用対策、経済対策としてだけでなく、次の時代を見据えた、新たな社会基盤・産業基盤の構築に投資しようとしているように見えます。

ジェレミー・リフキン氏（メルケル首相のブレーンとして Industrie4.0 を理論的に牽引したといわれている）が、「歴史上大きな経済のパラダイムシフトが起きた要因は、3つの決定的なテクノロジーが同時期に出現して掛け合わされることで新しい基盤ができたことだ」と言っています。1つめはコミュニケーションのインフラ、2つめはエネルギーのイン

フラ、3つめはモビリティのインフラです。

例えば19世紀には、コミュニケーションインフラとして電信網、モビリティインフラとして鉄道網や蒸気船、エネルギーインフラとしての蒸気機関が掛け合わさって第一次産業革命が起き、次に20世紀初頭から、コミュニケーションインフラとしての電話、ラジオ、テレビ、エネルギーインフラとして（集中型の）電気、内燃機関、石油、モビリティインフラとして内燃機関の自動車などが掛け合わさって第二次産業革命が起きました。

そしてこんにち、コミュニケーションインフラはインターネットででき上がってきているが、まだ再エネのエネルギー網や、再エネで動く自動走行型のモビリティインフラはでき上がっていないと考えられます。

これら、次の世代にパラダイムを移行させるインフラの掛け合わせについて、リフキン氏は「限界費用ゼロ基盤」と名付けています。これは必ずしも限界費用がまったくゼロになるわけではなく、前のパラダイムに比べ圧倒的に安いコストで、すなわち非常に高い生産性でコミュニケーションやエネルギー、交通輸送などが実現できることを示しています。例えば人馬で物資を輸送していたのに比べ、蒸気船や蒸気機関車だと大量の物資を一気に輸送できるようになったような、パラダイムの違いを示しています。

振り返ってみると、アメリカの産業革命期のインフラ投資は歴史的に、中央集権かつトップダウンで行われました。第一次産業革命期の大陸横断鉄道や、第二次革命期の州間高速道路網や電力網、TWAの水力発電での安い電力の供給による自動コンベヤ化で自動車生産の生産性を一気に高めたことなどが挙げられます。ドイツも同様で、アウトバーン網や東西を結ぶ鉄道網を整備して交通輸送網を次世代化し、生産性を高めたことで、言ってみれば第二次産業革命の勝ち組になったと考えられます。

改めてこんにちの欧州の動きをみると、欧州は、「グリーンリカバリー」「グリーンディール」や「サーキュラーエコノミー」のビジョンを掲げ、このビジョンの元で、コミュニケーションインフラ、エネルギーインフラ、モビリティインフラを、それぞれ次世代化していこうとしているように見えます。

コミュニケーションインフラとしては、5G網やGAIA-Xを新たなインフラとし、その上で「欧州単一デジタル市場」というデジタルエコノミー、データエコノミーを創ろうとしています。エネルギーインフラでは、E化・H2化を推し進め、再エネベースの分散型のエネルギーチェーンづくりや、欧州全域の水素供給網づくり、そしてモビリティインフラでは、陸海空の動力の再エネ化、加盟国間を5Gで途切れなくつなげる自動走行網づくりといった、すべてのことが関連付けられて、新たなパラダイムの社会・産業基盤づくりがはじまっているように見えます。

また、そこで使われる、スマートな製品・機器をつくるための製造業の次世代化がIndustrie4.0と見ることができると思います。

中国を同じ枠組みに当てはめてみると、しっかり欧州の動きをスタディーしていて、社

会・産業インフラ全体を包括した構想が「新基建」で、コミュニケーションインフラとして、5G 網、デジタル一帯一路、エネルギーインフラとして、再エネ設備の大量導入、超高压送電網、水素化、モビリティインフラとして、スマートな都市間高速鉄道、都市内新軌道鉄道、EV 充電網、水素充填網の配備・拡大などが、中央政府だけでなく、地方政府・民間も巻き込んだ取り組みとして速いスピードで進められています。

これらを支える取り組みが、AI やスーパーコンピューター、量子コンピューター等を自国でつくるイノベーションインフラ、や半導体製造などの基幹部品・基幹技術を内製化し外国への依存性を減らす「双循環」政策、製造業を近代化する「中国製造 2025」などという構図になると考えられます。

中国は、いち早く新たなパラダイムの社会・産業基盤をつくり、それを一帯一路沿線国にも広げ、新たな時代に世界でのイニシアチブを握っていく戦略と見ることができます。

このように世界の主要国は、カーボンニュートラル、サーキュラー、デジタル化という不可避の新たなパラダイムに向け、新たな・戦略的な取り組みをはじめたと思われます。特に欧州・中国は、包括的なビジョンを掲げ、コミュニケーションインフラ、エネルギーインフラ、交通輸送インフラを整備し、その上に各産業をデジタル化させ、またデジタルエコノミーをつくるためのエコシステム基盤づくりを、ビジョンとロードマップの下で進めようとしています。ここにコロナ禍からの復興投資を使って、大規模にインフラ投資を進めることで、欧州が主導するゲームチェンジへというのが欧州であり、中国も覇権を握ろうとしているように見えます。

ということで、駆け足で大変申し訳ありませんでしたが、新たな・明らかにこれまではパラダイムが変わっていく時代に向け、それをどう描くのか（ビジョン）、どのようにつくっていくのか（アプローチ）を考える必要があると思われます。

新しい時代に向けて今は移行期だと考えることができ、この移行期に旧来のインフラに投資をするのか、それともこれからのインフラに投資をするのか。この併存期間をどう過ごすのかは極めて重要なポイントだと思われます。

もう 1 つは、この構築には相当時間がかかるとわれ、従って時間軸でもって物考える必要があると思われます。長期にわたって軸がぶれないようにする共通の認識づくり、あるいは雇用やスキル転換を求められるので、そこに共通の理解を求めることが重要になると思われます。

試みにこれまではのインフラとの違いを整理すると、今まではどちらかという「集中、垂直統合型」だったものが「分散×ネットワーク型」に変わり、サーキュラーになり、そして自動走行をはじめとしたスマートなものに変わり、物理的なモノよりもソフトアセットに大きく変わっていくと思われます。この移行期の課題として、例えば「座礁資産」と表現される化石燃料に依拠していたアセットはどうなるのか。あるいは新インフラの構築コストをどう負担するのか。さらに従来型インフラとの新インフラとの二重の維持コストの扱い、そして従来型の非常に精緻な規制をどうしていくのかという課題が山のように

あります。

皆が同じ姿を描き、同じ方向を向き、ひとつひとつ進めていくには、やはり「共通の認識づくり」が非常に重要なのではないかと思います。

皆さんで議論いただくための「たたき台」として、これからの産業・社会構造の絵を描いてみました、例えばデジタルコミュニケーションインフラとエネルギーインフラ、交通輸送インフラという 3 つの社会基盤・産業基盤の上に、ベースとなる産業を載せ（このベース産業もデジタル化・DX が必要）、さらにその上にデジタルプラットフォーム、その上に成長性の高いデジタルエコノミーを載せるような「二階建て」構造になるのではないのでしょうか？

そしてこの 3 つの「掛け合わさったインフラ」が、上のレイヤーから見ると、使いやすい利便性を発揮し（下向きの矢印）、さらにデジタル分野はイノベーションのスピードが速いので、デジタル基盤でのイノベーションを上層産業やデジタルエコノミーで活かしていくことで（上向きの矢印）、さらなる収穫逡増を目指していけるのではと思います。

包括的なビジョンづくりと実現のロードマップ、新たな産業・社会基盤として 3 つのインフラを掛け合わせ。その上に従来型産業のパラダイムシフトと、デジタルエコノミーをつくっていく取り組みを 2 階建てで載せ。新たなパラダイムに見合ったルールや規制の見直し、政府としての支援などが必要になるのではないかと考えております。

最後は駆け足になってしまって大変申し訳ありませんでしたが、以上で本日のお話とさせていただきます。ご静聴いただきまして誠にありがとうございました。