

MISSION NET ZERO: 三菱重工グループにおける カーボンニュートラルの取組み

—持続可能で安全・安心・快適な社会の実現に向けて—

MISSION NET ZERO: Carbon Neutrality Initiatives at MHI Group
Toward a Sustainable, Safe, Secure and Comfortable Society



村上 慎祐*1
Shinsuke Murakami

五味 慎一郎*2
Shinichiro Gomi

世界各国が CO₂ 排出量を 2050 年前後にネットゼロにするという共通目標が共有されつつある中で、三菱重工グループ(以下、当社グループ)では、当社グループの CO₂ 排出量及び当社グループの製品使用によるお客様の CO₂ 排出量を、2040 年までに実質ゼロとする“MISSION NET ZERO”を宣言した。エネルギー社会システムを“供給側”と“需要側”に大きく分け、それぞれの領域において目指すべき方向性を“エナジートランジション(Energy Transition)”及び“社会インフラのスマート化”と定義した上で、従来の製品開発に加え、オープンイノベーションによる技術開発、一社単独でなく業界をまたいだ協業・共創などで、“将来のカーボンニュートラル社会”に貢献する技術と事業開発に取り組んでいる。

1. はじめに

18 世紀に欧州で起こった産業革命以降、人類は化石燃料を利用して飛躍的に文明を発展させてきた。現代文明はエネルギーによって支えられており、その多くは、石炭・石油・天然ガスといった化石燃料によって賄われている。化石燃料の利用拡大は、人類に大きな恩恵をもたらす一方で、数多くの問題も引き起こしてきた。そのひとつが環境問題であり、スモッグなど局地的なもの、酸性雨などの地域全体に及ぶものなどが挙げられる。そして 21 世紀の今日、その問題はグローバル規模となり、地球温暖化に代表される気候変動は、主に人類が排出する温暖化効果ガスによって引き起こされているとされる。人間活動に限って言えば、化石燃料の利用がその主な排出源である。この問題の構図は、1997 年の COP3 において、京都議定書という形で国際的に認識された。その後、長い議論を経て、2015 年の COP21 でパリ協定が採択され、ここに“世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて 2°C より十分低く保ち、1.5°C に抑える努力をする”ことが世界共通の目標として定められた。これを受け、各国は独自に温暖化効果ガスの削減目標を定めることが求められることとなった。2018 年には IPCC の 1.5°C 報告書が公表され、“気温上昇を 1.5°C 未満に抑えるためには、世界の CO₂ 排出量を 2050 年前後にネットゼロ”にすることが必要であるとの認識が示され、“CO₂ ネットゼロ”すなわち“カーボンニュートラル”が世界的な共通目標として改めて共有された。その後、2021 年の COP26 と前後して、世界各国が 2050 年またはそれに類する年限でのカーボンニュートラルを宣言するに至ったことは記憶に新しい。

最初に述べたように、現代社会は、化石燃料をその主力とするエネルギーを消費することによって営まれている。言い換えれば、化石燃料を消費し、CO₂ を排出することは、現代社会の前提と

*1 成長推進室 事業開発部 部長

*2 成長推進室 事業開発部 次長

なっている。カーボンニュートラルを目指すということは、この前提を根底から見直すということであり、いわば大きなパラダイムシフトであるといえる。このパラダイムシフトは、産業革命以降、長い時間を掛けて構築されてきた社会経済システムの抜本的な転換を意味しており、特にエネルギー社会インフラは大きな変革を迫られている。

当社グループはその成り立ちから、エネルギー社会インフラの発展に幅広く関わってきた企業であり、現在の事業領域も、その大半がエネルギーを作り、運び、蓄え、消費することによって顧客と社会へ貢献するもので占められる。従って、カーボンニュートラルのパラダイムシフトにおいて、その達成へ向けて積極的かつ主体的に取り組むことが、これからの当社グループが果たすべき社会的責務である。その表明として、当社グループは 2021 年 10 月に“MISSION NET ZERO”を宣言し、当社グループの CO₂ 排出量 (Scope1,2)、及び当社グループ製品の使用によるお客様の CO₂ 排出量 (Scope3 の削減量に CCUS による削減貢献分を加味したもの)をいずれも 2040 年までにネットゼロとする目標を定めた。表1に“MISSION NET ZERO”における CO₂ 排出削減目標を、図1に“MISSION NET ZERO”に向けたロードマップを示す。一般に多く採用される年限である 2050 年ではなく 2040 年としたのは、お客様、そして社会全体がカーボンニュートラルを達成するためには、それを支える社会インフラの更新はそれよりも十分に早く開始される必要があり、その前倒しの目安を 10 年と設定したことによる。これは極めて挑戦的な目標であるが、社会インフラを支える企業としての責務であることに加え、新たなパラダイムにおける市場創出を先導していくことは、今後の事業発展のためにも必須のことであると考えます。

以下本報では、カーボンニュートラルの達成に向けての当社グループのアプローチについて概説した上で、エナジートランジション(エネルギーの供給側)と社会インフラのスマート化(エネルギーの需要側)における取組みを俯瞰的に述べる。

表1 MISSION NET ZERO における CO₂ 排出削減目標

目標年	当社グループの CO ₂ 排出削減 Scope1,2	バリューチェーン全体を通じた社会への貢献 Scope3+ CCUS 削減貢献
2030 年	▲50% (2014 年比)	▲50% (2019 年比)
2040 年	Net Zero	Net Zero

Scope 1,2:算出基準は、GHG プロトコルに準じる。

Scope 3 :算出基準は、GHG プロトコルに準じる。但しこれに独自指標の CCUS による削減貢献分を加味。

GHG: 温室効果ガス (Greenhouse Gas) CCUS: Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage

※当社の GHG 排出の内、CO₂ 排出が 99%を占めるため、シンプルに CO₂ 削減を目標としているものです

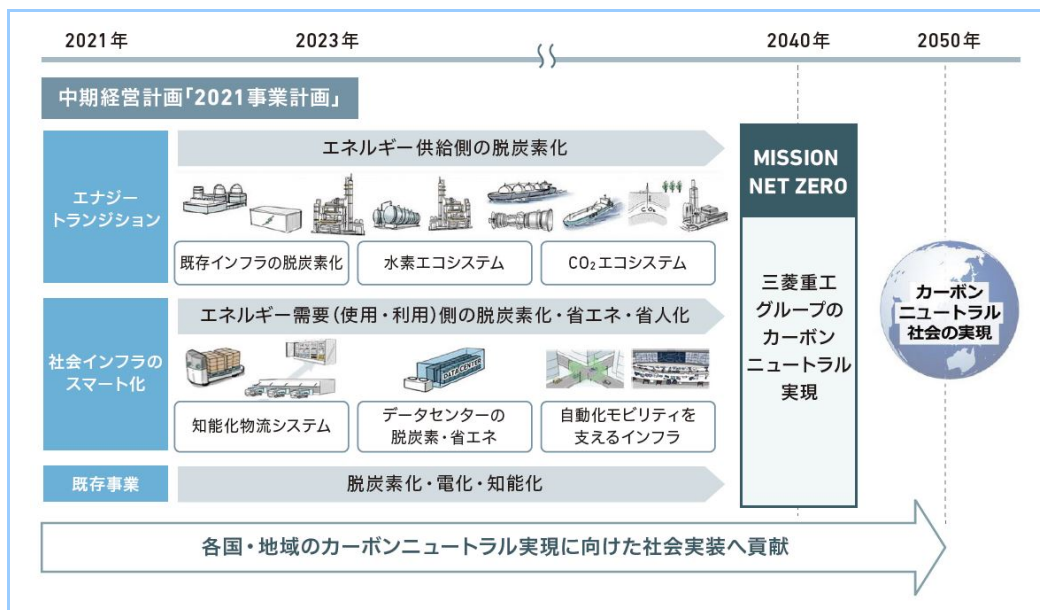


図1 MISSION NET ZERO に向けたロードマップ

2. カーボンニュートラルへのアプローチ

カーボンニュートラルとは、主に人間の経済社会活動に伴う CO₂ 排出量について、その削減を行い、それでも残る分を何らかの形で吸収(回収)することにより、実質的に排出ゼロとすることを指す。この収支計算の単位は様々であり、国・地域レベル(日本、EU など)、自治体レベル、企業レベルなどのレイヤーでカーボンニュートラルが宣言されている。ここで重要なのは、どのレイヤーに属するにせよ、個々のプレイヤー単独ではカーボンニュートラルの達成は不可能ということである。生産から消費まで、エネルギーは数多くのプレイヤーが参加するサプライチェーンによって社会の隅々まで行きわたっている。サプライチェーンは互いに関連し合い、原油市場や電力市場で取引され、供給側と需要側(並びにその間を繋ぐ流通)が極めて複雑なグローバルネットワークによって結び付いている。敢えて単純化すれば、カーボンニュートラル達成のためには、それを可能にするだけの“カーボンニュートラルに資するエネルギー供給”がなされなければならない、それと同時に、“カーボンニュートラルに資するエネルギー需要”が存在する必要がある。さらにそれらを結び付け、カーボンニュートラルであることを証明することのできる取引システムが構築されていかなければならない。

この原則は、カーボンニュートラルの世界観について考える際、いくつかの示唆を与える。まずひとつは“カーボンニュートラル達成への道筋は多様である”ことである。例えば国単位で見た場合、化石燃料を豊富に産出する国と、再生可能エネルギーを豊富に利用可能な国とでは、カーボンニュートラルに向けての方策は異なってしまうべきであろう。それぞれの国に所在する企業にとっても、カーボンニュートラル達成に向けての技術的課題や経済的困難さの程度は異なってくる。次に、“カーボンニュートラル達成のためには、経済合理性が成り立たなければならない”ことである。ごく当たり前のことに思えるが、カーボンニュートラルへ向けの方策のほとんどは、何らかの形で追加コストを支払わなければならない。エネルギーシステムが供給側と需要側の取引で成り立っている以上、追加コストはその取引に参加する誰かが負担することとなるが、これは社会全体で許容可能な範囲に抑えられるのと同時に、公正に配分(分担)されなければならない。さらには、“カーボンニュートラルなエネルギーシステムにおいても、安定性は担保されなければならない”ということである。2022年10月現在、ロシアによるウクライナ侵攻に影響もあり、欧州に端を発したエネルギー価格高騰が世界中でインフレ要因となっている。このことは決して偶発的な事象ではなく、石炭火力発電や原子力発電の廃止を拙速に決定し、ロシアのガスへの依存度を結果的に高めた欧州の政治的失策の側面もあろう。カーボンニュートラルの達成に向けては、化石燃料への依存度を下げ、既存のエネルギーシステムの転換を図ることが不可避であるが、システム全体の安定性を損なったり、経済的不利益を生んだりせぬようなバランスが重要となる。

このような前提条件を踏まえ、当社グループは“お客様の幅広いニーズにお応えし、社会コストの上昇を抑え、安定的なエネルギー社会システムの構築に貢献する”ことを目指している。この実現のため、エネルギー社会システムを“供給側”と“需要側”に大きく分け、それぞれの領域において目指すべき方向性、アプローチを“エナジートランジション”及び“社会インフラのスマート化”と定義した。以下、それぞれの領域について概説する。

3. 当社グループの取組み

3.1 エナジートランジション(エネルギーの供給側)

エナジートランジションは、主に化石燃料を中心とするエネルギー供給システムを脱炭素化する取組み全般を指す。当社グループでは、このエナジートランジションを、“既存インフラの脱炭素化”、“水素エコシステムの実現”、“CO₂ エコシステムの実現”として定義し、それぞれの領域において新たな事業開発と技術開発を進めている。

“既存インフラの脱炭素化”は、火力・原子力といった既存のエネルギー社会インフラを活用して CO₂ 排出量を低減させていくことで、新たなインフラ導入による追加社会コストを抑制すると同時に、エネルギーの安定供給に資するものである。社会全体で見れば再生可能エネルギーの導

入が増えていくが、風力や太陽光といった自然エネルギーはライフサイクルで見た CO₂ 排出量が少ない一方、出力が変動することが大きな課題である。短時間・小容量であれば蓄電池による変動抑制やバックアップが可能であるが、グリッド全体の安定性という観点では、蓄電池には限界があり、他の方法による補完が必要となる。そのため当社グループでは、例えば水素混焼・専焼が可能なガスタービンやエンジン、石炭火力発電へのアンモニア混焼技術の開発と社会実装を進めることにより、既存のインフラを最大限活用し、再生可能エネルギーの変動を吸収しつつ CO₂ 排出を低減させることを目指している。また、火力発電所や産業用プラントに CO₂ 回収装置を併設することにより、CO₂ 排出量を実質的にゼロに近づける取組みも進めている。特に”Hard-to-abate”といわれる産業、すなわち製鉄・セメントといった分野においては、製品の製造プロセス上、電力のグリーン化(再生可能エネルギーへの転換)では CO₂ 削減が困難なものがあるため、CO₂ 回収技術の適用先を拡大することにより、幅広い産業のカーボンニュートラルの達成に貢献していくことを目指している。なお、当社グループも製品を供給する製鉄分野においては、水素による直接還元プロセスなど、CO₂ 排出そのものを抑制する将来技術も開発中である。

原子力発電は、運転中に CO₂ を排出せず、気象条件に左右されず安定して発電ができる、カーボンフリーの大規模安定電源である。また、昨今エネルギー安全保障への関心が急速に高まっており、原子力の高いエネルギーセキュリティの観点もあり、世界的に原子力への期待が高まっている。カーボンニュートラルの達成に向けて、加圧水型軽水炉(PWR:Pressurized Water Reactor)だけでなく沸騰水型軽水炉(BWR:Boiling Water Reactor)も含めた既設原子力発電プラントの再稼働/特定重大事故等対処設備の設置に向けた支援や再稼働後の安全安定運転の実現などを通じて、原子力発電プラントの安全性向上に努めていくとともに、燃料サイクルの早期確立に向けた取組みについても着実に進めていく。また、世界最高水準の安全性を実現する革新軽水炉(次世代軽水炉)を2030年代半ばに社会実装すべく、開発・設計を推進していく。さらに、その先の将来の多様化する社会ニーズに応じて、分散型電源としての小型軽水炉、大量安定な水素製造を実現する高温ガス炉、資源の有効活用や高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減に資する高速炉、離島や災害地向けのポータブル電源としてのマイクロ炉についても開発を進めていく。中長期的には、恒久的な夢のエネルギー源である核融合炉の実用化にも挑戦していく。

三本柱の残りの二つ、“水素エコシステムの実現”、“CO₂ エコシステムの実現”は、“既存インフラの脱炭素化”の実現に必要なバリューチェーンを構築していくものである。すなわち“水素エコシステムの実現”においては、火力発電所や製鉄プラントなどで必要となる水素・アンモニアの上流側サプライチェーンを、“CO₂ エコシステムの実現”においては、各種排出源から回収された CO₂ を運搬し、貯蔵あるいは再利用するための下流側サプライチェーンを構築する。なお、“エコシステム”という言葉を使っている理由は、上述のようにエネルギー社会インフラが複雑な供給側・需要側のネットワークから成り立っていることを踏まえ、単一のサプライチェーンの実証に留まらず、お客様、パートナー企業も含めた多種多様なプレイヤーとの協業による市場創造、ネットワーク構築が必要になるとの認識に基づく。

“水素エコシステムの実現”では、主に(発電所等で消費するという意味での)大規模な水素供給ネットワークの構築を目指す。このため、天然ガスを原料としたブルー水素・アンモニア、再生可能エネルギーによる水電解からのグリーン水素・アンモニア等の製造技術に加え、輸送技術等の開発を進めている。

水素エコシステムの構築による既存インフラの脱炭素化を実証する目的で、水素製造から利用までの一連の実証の場として、三菱重工工業株式会社高砂製作所(兵庫県高砂市)内に“高砂水素パーク”の設置を進めている(2023年度稼働開始予定)。高砂製作所では1997年より実証設備複合サイクル発電所を運用し、地域への電力供給も担っており、“高砂水素パーク”ではまさに既存インフラの燃料転換による脱炭素化のデモンストレーションを行うこととなる。

“CO₂ エコシステムの実現”は、主に回収された CO₂ を集め、運搬し、適切な形で貯留あるいは再利用するためのバリューチェーンを構築する試みである。具体的にどのようなチェーンが構築さ

れていくかについては、現在世界中で様々なコンセプトが提案・検討されているが、大きく分けると最終的に“貯留する(CCS:Carbon Capture and Storage)”か“利用する(CCU:Carbon Capture and Utilization)”かの違いがある。貯留(CCS)の場合、主には枯渇油ガス田などが最終貯留サイトとなるが、回収したCO₂を経済的に運搬し、地下貯留した上で、確実に貯留されていることを証明するための技術開発が必要となる。欧州や北米を中心に、国内・域内でCCSを実証するプロジェクトが計画されており、当社グループもそのいくつかに参加することを検討中である。利用(CCU)については、回収したCO₂を再度燃料へと転換する、再生プラスチックなどの有価物に変換するなどのプロセスが提案されているが、その多くが商用化前の研究開発段階にあることに加え、ライフサイクルでのCO₂削減証明をどうするかなど制度設計面での課題も多く、現在は複数の有望技術に着目しつつ、見極めを図っている段階である。例として、空気中のCO₂を回収するDAC(Direct Air Capture)は、人為的に排出されたCO₂に固執せずにカーボンリサイクルプロセスを回すことができる技術であるが、現状は回収コストが非常に高いため、将来技術と位置付けて開発と実証に取り組んでいる。当社グループではこれら技術に加え、CO₂NNEX™と呼ばれるデジタルプラットフォームの開発と実証にも取り組んでいる。CO₂NNEX™はCO₂の排出と需要(CCSとしての引き取りまたはCCUでの再利用)を可視化して結び付けることで取引を成立させ、トレーサビリティを担保するためのプラットフォームである。現在市場が存在しないCO₂に対し、取引の基盤となる技術を提供していくことで、市場創出・拡大、ひいては社会全体としてのカーボンニュートラルの達成に貢献していく。

3.2 社会インフラのスマート化(エネルギーの需要側)

世界人口は2040年から2060年の間に90億人に到達するといわれている。この人口増加は主に新興国で起こり、経済活動の規模拡大を伴うであろう。この過程でカーボンニュートラルを達成するためには、人々の行動変容も含めたエネルギーの“使われ方”の変革も求められる。新興国のみならず先進国においても、社会経済システムの大きな転換により人口が大都市に集中し、地方で減少するという二極化を生みつつ、電気・ガス・水といったライフラインや公共交通サービス、食糧供給などの普遍性で格差が生まれる時代に入ろうとしている。インターネットとそれを活用したサービスの拡大は留まることを知らず、世の中があたりとあらゆる形でつながるデータ社会が構築され、情報の共有スピードの加速と膨大なデータ処理によって生産から消費プロセスの見える化、機械システムの自動自律化が実現できる基盤が整い始めている。さらにモビリティ領域、物流領域、産業領域においては、脱炭素化の流れから“電化”が加速され、データとデジタルを活用した自動自律化による最適性を追求する時代に向かっている。これらすべての傾向は、電力消費量の増加とつながっており、2050年には現在の3倍以上になるという予測もある。今後、需要側において貴重なエネルギー資源(電気)をいかに効率的に大切に使うかが重要課題となる。

地球環境に配慮をしながらも、エネルギーや食糧需要の大幅な増大が予想されるこれからの時代に、社会システムをスマート化させ、需要側での効率性・最適性・持続性を追求することが、当社グループとして取り組むべき課題と捉え、それらの手段として“脱炭素化”・“省エネ化”・“省人化”・“自動化”・“知能化”を重大テーマとした新たな事業領域への参画と技術開発を推進している。

まず、モビリティ領域における当社グループの取り組みとしてMaaS(Mobility as a Service)社会実現に向けたインフラ基盤の構築を進めている。一例として“自動自律運転”を実現させるための総合環境試験装置の提供である。国内外パートナーとも連携し、試験装置提供から、実際の試験サービス並びに認証支援までの展開を検討している。また、EV市場が加速されると同時に都市化が進むことで、立体駐車場などが充電拠点となり、同時に蓄電システムとなる次世代MaaSサービス拠点の開発・構築も進めている。こういったモビリティ領域の変化を社会インフラ側で支えることにより、安心・安全を提供する様々なモビリティサービスの展開に貢献していく。

物流領域においては、“知能化物流システム”の提供を推進中である。高性能AGF(Automated Guided Forklift)などを組み合わせ、人と多様な物流機器との円滑な連携に取り組み、より効率的で安全な自動物流システムを構築していく。これに加え、自然冷媒冷凍機といった

冷熱機器を持つ強みを生かし、物流機器と冷熱機器、さらに電力機器の運転をトータルで最適化し、大幅な省エネ、脱炭素を実現することを目指している。

産業領域においては、“工場脱炭素化”が喫緊の課題となっている。多くの工場では電力のみならず熱を必要としており、そのエネルギー源に化石燃料が従来使用されてきた。今後、脱炭素化の流れに伴い、電化若しくは再エネ、水素・アンモニアなど脱炭素発電を活用しながら経済性と安定性を追求したユーティリティシステムの構築が必要となる。当社グループは“MISSION NET ZERO”の宣言後、Scope1,2におけるカーボンニュートラルを図るため、自社工場の脱炭素化を推進中である。先行して三菱重工工業株式会社三原製作所(広島県三原市)の各工場から排出される年間1万トンのCO₂を2023年度末までに完全にゼロとし、三原地区における“カーボンニュートラル工場”の実現を推進中である。既存の電源を電気事業者と協働し、PPA方式による太陽光発電に置き換え、当社グループが保有する熱源電化や燃料転換といったカーボンニュートラルを達成する技術の開発フィールドとして活用する予定で、カーボンニュートラルソリューションを挑戦的かつ合理的に実装した工場とし、カーボンニュートラル工場を実現する計画としている。

最後に次世代の重要な社会基盤となる“データセンター”インフラの構築も推進中である。ハイパースケール型データセンターにおいては、建屋当たりのデータ容量が膨大化されることが予想され、それに伴う電力消費量の抑制、サーバー冷却効率の高度化、統合運用システムの構築などを組み合わせた最適かつ信頼性の高いデータセンターの構築を支援すべく、高性能の冷熱システム、発電システム、エネルギー管理システムを提供中である。また、ハイパースケール型に加えて、今後さらに加速されていくのがマイクロエッジ型データセンターである。ハイパースケール型と連動させたマイクロエッジ型データセンター基盤は、大量のデータ処理と低遅延化を実現させ、機械システムの自動自律運転や遠隔操作・運転が実現できる。当社グループは、データセンターにおける次世代冷却システム、脱炭素発電システム、並びに統合制御による最適運用を目指している。

以上のように、当社グループは様々な産業・生活分野に関わる製品基盤を有しており、機械システムの知能化技術とエネルギー効率向上・最適化技術を組み合わせることで、社会インフラのスマート化を実現させ、持続性ある社会システムの構築に貢献していく。

4. まとめ

カーボンニュートラルは、社会全体で取り組むべき課題であり、本報で述べてきたようにエネルギーの供給側の変革(エナジートランジション)と需要側の変革(社会インフラのスマート化)を並行して進めていかねばならない。しかしながら、その道りはまだ明らかではなく、どのような技術・製品が主流となっていくかも予見するのは難しい。あらゆる分野で革新的な技術の確立を目指したスタートアップ企業が生まれているが、こういった企業とのオープンイノベーションなど、従来にない考え方で技術開発・事業開発も求められる。また、需給全体に跨がるエネルギー社会インフラの構造転換を図る上では、一社単独ではなく、業界を越えて連携を行う協業・共創といった取り組みも求められる。多種多様な製品群を持ち、幅広い業界に対して製品・サービスを提供してきた当社グループは、このような環境変化において多くの社会的要請に貢献できる可能性がある。そのためにも“将来のカーボンニュートラル社会像”を描き、必要とされる技術開発を着実に進めると同時に、迅速かつ柔軟な事業開発サイクルを回していく必要がある。その先に、三菱重工グループの新たな社会貢献の道が切り拓かれていくはずである。