

KOMATSU

コマツIR-Day 2021

**建設機械事業
電動化への対応**

常務執行役員 開発本部長
瀧田 誠一

開発本部長の瀧田です。
本日は「建設機械事業電動化への対応」についてご説明させていただきます。

コマツ 中期経営計画

コマツを取り巻く外部環境や課題に対し、成長戦略3本柱 ①イノベーションによる価値創造、②事業改革による成長戦略、③成長のための構造改革を推進し、持続的な成長を目指す。

イノベーションによる価値創造



- ◆最適化プラットフォームとソリューションビジネス戦略の進化
 - * スマートコンストラクション/無人ダンプトラック運行システム (AHS) /プラットフォーム (ランドログ、IntelliMine)
- ◆建設・鉱山機械・ユーティリティの自動化・自律化、電動化、遠隔操作化
- ◆農林業のスマート化推進

事業改革による成長戦略



- ◆KMC統合による相乗効果と成長戦略
- ◆バリューチェーン改革/アフターマーケット再定義
 - * IoT/AI予測技術による予知保全、号機管理によるライフサイクルサポート
 - * ロジスティクス改革、* 次世代キーコンポーネント
- ◆次世代KOMTRAX
- ◆砕石・セメント、農林業等 分野別強化
- ◆アジアダントツNo1、インド・アフリカ 成長市場への取り組み
- ◆産機事業改革（建機事業とのシナジー拡大、コア技術による成長）

成長のための構造改革



- ◆ICT・IoTによる業務改革
- ◆開発体制の構造改革
 - * モデルベース開発
 - * オープンイノベーション
- ◆つながる工場、地球・作業環境負荷ゼロ工場
- ◆グローバル人材育成

まず初めに、コマツの中期経営計画について話をさせていただきます。

3ヶ年の中期経営計画「DANTOTSU Value-Forward Together for Sustainable Growth」は、2021年度が最終年になります。

この中期経営計画において、我々は成長戦略3本柱として、「イノベーションによる価値創造」、「事業改革による成長戦略」、「成長の為の構造改革」を掲げています。

この「イノベーションによる価値創造」において、建設・鉱山機械・ユーティリティの自動化・自律化、電動化、遠隔操作化に取り組んでいます。

世界的な気候変動への懸念が広がり、その対応への機運が加速する中、ミニショベル電動車の市場投入、中小型クラス油圧ショベルの実証実験、鉱山向け超大型ダンプトラックの電動化開発などの活動をしてまいりました。

本日はこの電動化の対応についてご説明をさせていただきます。

カーボンニュートラル実現に向けた世界の動き

各国のCO2削減目標

国・地域	いつまでに	基準年	削減率	実質0目標
日本	'30年	対'13年	▲46%	'50年
米国	'30年	対'05年	▲50-52%	'50年
カナダ	'30年	対'05年	▲40-45%	'50年
EU	'30年	対'90年	▲55%	'50年
英国	'35年	対'90年	▲78%	'50年
ロシア	'30年	対'90年	▲30%	'60年
中国	'30年	-	減少に転じさせる	'60年
インド	'30年	対'05年	再生可能エネルギー比率50%	'70年
豪州	'30年	対'05年	▲26-28%	'50年

COP26合意事項

- ✓ 世界平均気温上昇：1.5度に抑える努力を追求
- ✓ 排出抑制対策を講じていない石炭火力発電：段階的削減努力を加速
- ✓ '30年に向けた排出削減目標：'22年末までに必要に応じて検証し、さらに強化を要請
- ✓ 途上国への支援：先進国約束の年間1000億ドルの拠出を2025年まで着実に維持
- ✓ カーボンクレジット取引の枠組み：承認

その他の取り組み

- ・'30年までに**森林の破壊を終わらせ、回復を図る**（100か国以上の指導者が合意）
- ・'30年までに**メタン排出量を削減**のため、地球規模の協力態勢発表（米国・EU、等）
- ・**米国・中国の協力**：今世紀中の気温上昇を1.5度に抑える

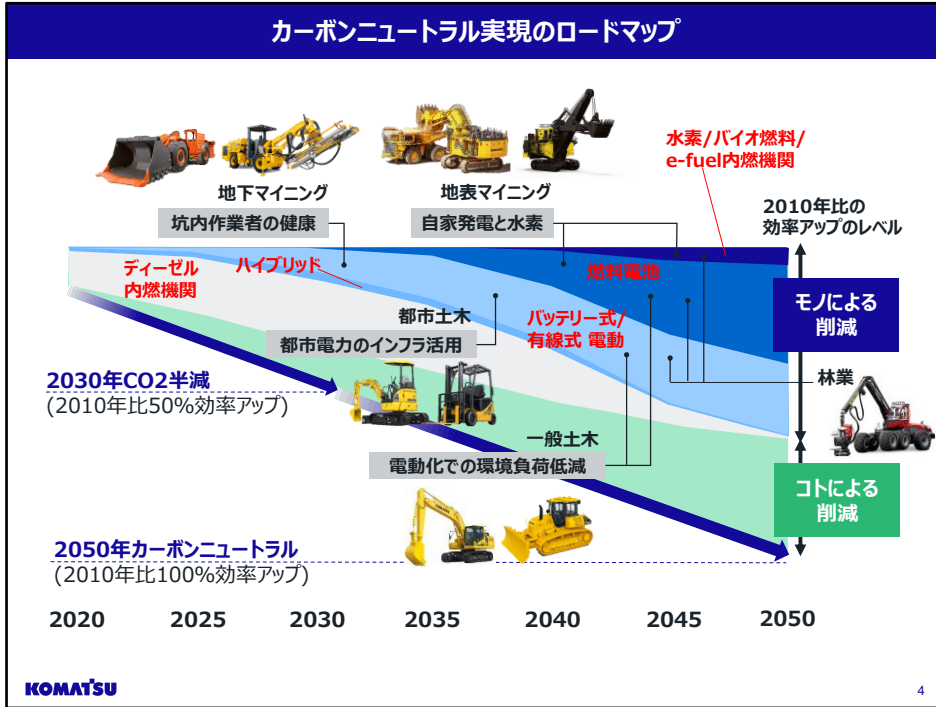
KOMATSU

3

まずカーボンニュートラルへ向けた世界の動きですが、先月開催されましたCOP26において多くの課題が議論され、カーボンニュートラルへ向けた具体的な目標も確認されました。

ここに各国のCO2削減目標、COP26で議論された主な内容等を書きました。

産業革命前からの世界平均気温上昇を1.5℃に抑える努力を続けることはCOP26でも合意されており、カーボンニュートラルに向けた世界の動きは今後も加速していくと捉えております。



そこでコマツは、2050年のカーボンニュートラル実現へ向けての宣言を、9月発行の統合報告書「コマツレポート2021」で行いました。

コマツはカーボンニュートラルに向けたCO2削減の取り組みを、自社の製品使用時にとどまらず、お客様の現場全体にも広げ、スマートコンストラクションの進化など、顧客施工の最適化により、CO2削減に貢献していきます。

2010年比で2030年に50%削減をコミットし、2050年カーボンニュートラルを達成というチャレンジ目標を設けました。

これまでも主要コンポーネントを自社開発／生産し、それらを最適に組み合わせることで製品の燃費効率を大幅に改善してきました。

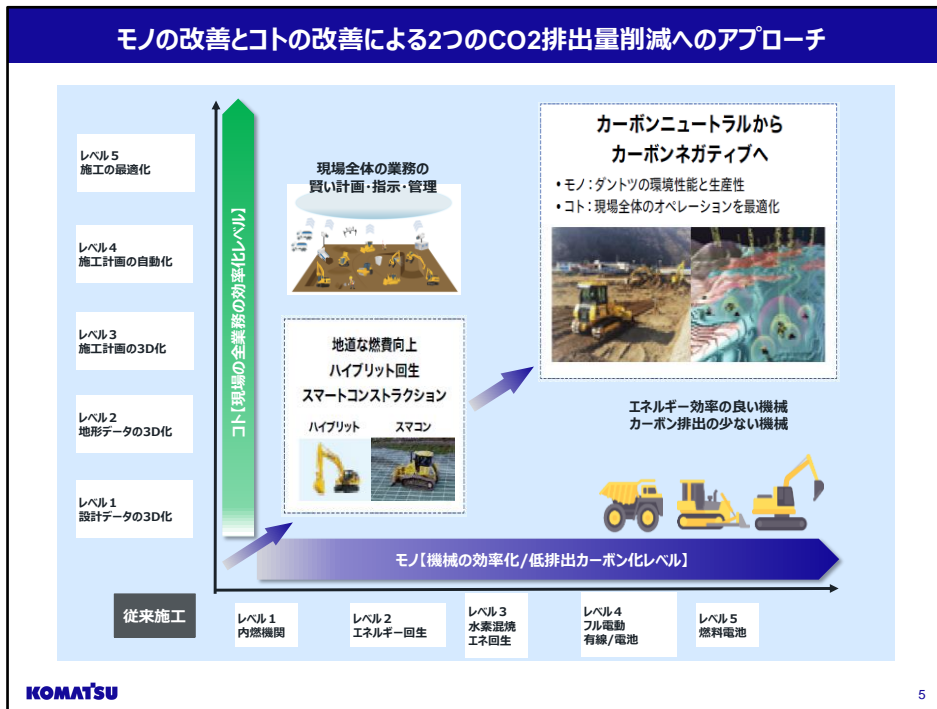
2008年には世界初のハイブリッド油圧ショベルを市場導入することなど、このような製品改善での燃費効率改善は今後も推進していきます。

しかしながら、カーボンニュートラル達成には、新たな動力源の採用が不可欠です。

建設・鉱山機械は、機種や出力などにより使用される用途や現場の環境はさまざまです。

お客さまの使用環境に適した製品が提案できるよう、CO2を排出しないバッテリー、燃料電池を動力源とする製品開発を加速させます。

様々な環境に適した動力源の選択ができるように、機種ごと、出力クラスごとに、最先端の技術を取り入れ、パートナー企業と、そしてお客さまとともにカーボンニュートラルに向けたロードマップを共有し着実に前進していきます。



コマツは、稼働現場からのCO2排出量を削減するために、2つのアプローチで取り組みます。

一つは、「モノの改善」とし、機械の作業効率の向上や燃料消費量の削減を進めます。またディーゼルエンジンなどの内燃機関からハイブリッド、電動化、燃料電池など、よりクリーンな動力源への移行を進めます。

もう一つは、「コトの改善」とし、スマートコンストラクションなどにより、お客さまの現場のあらゆる業務、施工の最適化を図ることで、車両台数の削減や車両の稼働時間短縮、また稼働の効率化などにより、CO2排出量を減らしていきます。「賢い計画・指示・管理」による現場の効率向上により、コマツの機械だけではなく、現場で動く全ての機械から排出されるCO2も低減していきます。

コマツはこのモノとコトの効率を上げ、最適に組み合わせ、カーボンニュートラルの実現を目指します。



カーボンニュートラルに向けた開発を進めるにあたり、建設/鉱山機械であるが故の難しさもあります。

建設/鉱山機械は、過酷な振動・ほこり・厳しい温度条件、等々の環境下で稼働しています。

新しい動力源は、大きく分けて次の4つの課題を克服していかなばなりません。

- ・「Performance」として、限られた空間にバッテリーや水素タンクなどをいかに搭載し、エンジン同等の出力や稼働時間確保をどうするのか。
- ・「Durability」として、自動車と違い、要求される耐震性が高い為、強固なフレームでバッテリーやFuel Cell等をマウントする必要があります。
- ・「Environment」として、過酷な環境下でも耐えられるものでなければなりませんし、エネルギーの補給を現場でどう行うかという課題もあります。
- ・「Cost」としては、自動車より圧倒的に台数が少なく、かつ多様な機種があります。動力源の価格をいかに抑えるか、またバッテリー循環のインフラも複数の手段を考える必要があると思っています。

カーボンニュートラルへの取り組みの現状（1）

市場に導入している電動化機械



そういった課題を解決しながら、カーボンニュートラルに向けた製品はいくつか出してきました。これが現在市場導入している電動化機械です。

上の段の左から2番目のハイブリッド油圧ショベルですが、2008年に世界初となるハイブリッド油圧ショベルを市場導入しました。現在20tonクラスと30tonクラスがあります。自社開発、生産のコンポーネントを搭載し、品質と信頼性をもつ燃費効率に優れた機械であると思っております。

現在欧州では30tonハイブリッドショベルの売り上げ比率は30tonクラス全体の40%以上になっています。

これから益々低燃費は求められてきます。CO2低減のためにも堅実にできる手を確実に打っていくために40tonクラスのハイブリッド油圧ショベルの開発、市場導入も考えています。

その右隣に記載のミニ油圧ショベルは2020年に市場導入したPC30E-5です。

2020年4月から市場導入しました。お客様からは電動化によるメリットを沢山フィードバック頂いています。その事例としては、

- ☆排気ガスのおいがなくなった、☆排気ガスなく屋内稼働が安心・環境良い、
- ☆運転席周辺に熱がこないので快適、☆静かで危険を感知しやすい、☆周囲作業者と声かけあえる、
- ☆近隣からの騒音クレーム減る、☆騒音なく街中や夜間工事により、☆オペレータが疲れにくい。等があります。

CO2を排出しないという価値に加え、電動化はお客様に新たな価値を届けることができる
ということを実感した次第です。

この様なメリットをもっと沢山の皆様にも届けさせて頂くために、現在更に改良を加えたモ
デルチェンジ機種を開発中です。

鉾山機械では、ディーゼルエレクトリックのダンプトラックや有線式の電動ショベル、ハイブリッ
ドローダー、バッテリー駆動のダンプなどを市場導入しています。

カーボンニュートラルへの取り組みの現状（２）

建設	鉱山
<p>2020年4月 ミニショベルPC30E-5 国内市場導入（レンタル）</p>  <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin: 5px 0;">PC30E-5にて頂いたお客様からのご意見を参考に次の製品開発を進めています</div> <p>Hondaとコマツ 共同開発 交換式バッテリー「モバイルパワーパック」を活用した電動マイクロショベル</p>  <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin: 5px 0;">2021年度市場導入予定で開発を進めています</div> <p>中型クラス油圧ショベル電動化で米国プロテラ社との協業</p>  <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin: 5px 0;">お客様の現場にてPoC車を稼働中 早期の市場導入を目指します</div> <p>KOMATSU</p>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 10px; text-align: center;"> <p>大手鉱山企業  コマツ</p> <p style="font-size: 2em; color: blue;">↓</p> <p style="background-color: blue; color: white; padding: 5px; font-weight: bold;">コマツGHGアライアンス</p> <p style="font-size: 2em; color: blue;">↓</p> <p>GHG削減効果が高い 超大型ダンプトラック の開発を加速</p> </div> <p style="text-align: center;">MINExpo2021(9 / 13-15@ラスベガス)</p>  <p style="text-align: center;">パワーアシストダンプトラック</p>

今取り組んでいる開発案件を幾つかご紹介します。

PC30E-5にて頂いたお客様からのご意見を参考に、さらに改善を加えたモデルチェンジ機種の開発を現在推進中です。
2022年度に量産化予定であり、環境意識の高い欧州市場からの導入を考えています。

またホンダ様との共同開発としてPC01の電動化に取り組んでいます。
交換式バッテリー「Honda Mobile Power Pack（モバイルパワーパック）」を活用したコマツのマイクロショベルの電動化、
およびモバイルパワーパックを活用し様々な建設機械・機材に相互使用を可能にする土木・建設業界向けバッテリー共用システムの体制構築を目指して開発しています。
配管工事や造園、農畜産などの作業現場で利用されることの多いマイクロショベルを電動化することで、屋内外問わず様々な作業環境で快適作業していただけたらと思います。
他のマイクロショベルや1tonクラスまでのミニショベルも同じ思想で電動化を進めるつもりです。

中小型油圧ショベルの電動化開発を米国プロテラ社と協業で実施しています。
20tonクラスの機械でお客様の現場で実証実験を行いました。色んなデータを得ることができましたし、お客様のご意見も伺うことができました。
23年から24年の量産化に向け開発を進めています。

鉱山においては、

オペレーションにおける温室効果ガス・GHG削減を加速するため、コマツのお客さまである大手鉱山企業とともに「コマツGHGアライアンス」をスタートさせました。

マイニング業界のリーディングカンパニーであるリオティント、BHP、コデルコ、Bolidenの4社が参加しています。

本アライアンスは、コマツと大手鉱山企業がともに鉱山オペレーションのゼロエミッション実現を目指し、コマツは次世代の鉱山機械の商品企画、開発、テスト、導入などの各工程に関する情報を、

鉱山企業は鉱山におけるインフラ設備に関する情報を、相互に提供し、緊密に連携する枠組みです。

鉱山業界のリーディングカンパニー各社と協力し次世代の鉱山機械の開発・市場導入を加速していきます。

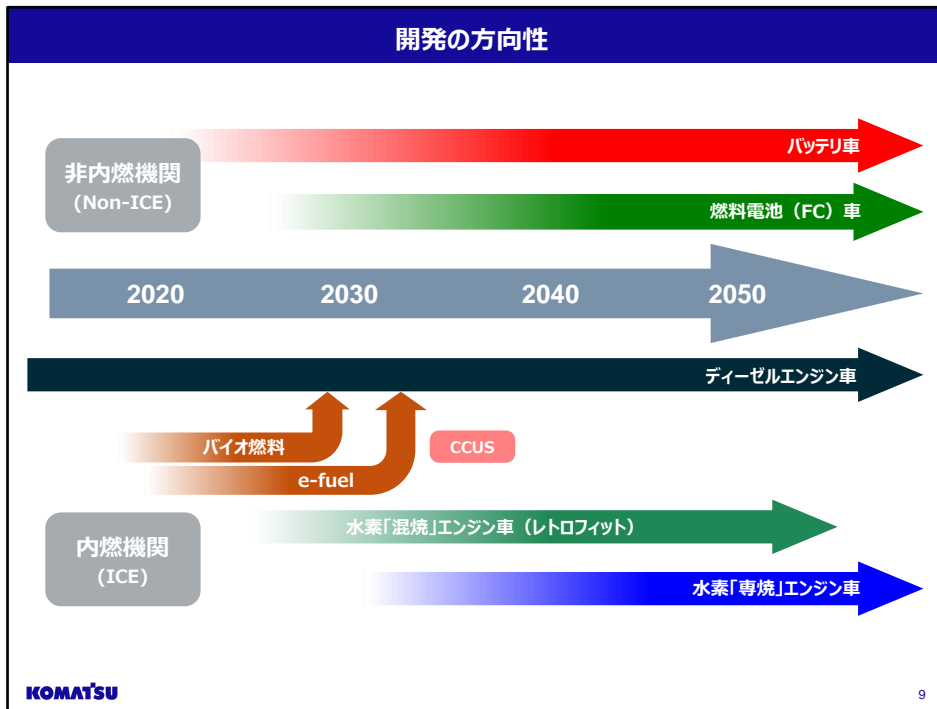
本アライアンスの最初のターゲットモデルは超大型ダンプトラックとし、ディーゼルエレクトリックやトローリーなどの既に販売している動力源の他、

バッテリーでの電動、燃料電池をはじめとした水素など、いかなる動力源でも稼働可能なコンセプト「パワーアグノスティックトラック」の開発を進めていきます。

9月13日から15日までの3日間、米国ネバダ州ラスベガスで開催された鉱山機械見本市「MINExpo INTERNATIONAL 2021」において、

コマツはパワーアグノスティック超大型ダンプトラックのコンセプトを初出展致しました。

お客様から大きな関心を頂き、同時に大きな期待ももたれたと思います。必ずやご期待に沿えるように研究開発を進めていきます。



次に、車載する動力源に関係した開発の方向性についてご説明します。

バッテリーによる電動化を考えた場合、我々の機械が必要とするバッテリー容量は3 Kwhくらいから数千Kwhまで必要となります。

また燃料電池搭載するにしても同じように大出力のユニットが必要となります。

先に述べましたが、建設/鉱山機械は、過酷な振動・ほこり・厳しい温度条件、等々の環境下で稼働しています。

稼働時間も様々です。小さい建設機械は1日数時間くらいの稼働ですし、鉱山で使われる大型になりますと、ほぼ1日中稼働しています。

そして新しい動力源は、お客様の期待に応える「品質と信頼性」を確保しながら、より高い生産効率を実現していかねばなりません。

バッテリーによる電動化は、ご説明しましたように既に商品化したものもありますが、燃料電池搭載についても研究開発を進めています。

ご存じのように自動車においてはバッテリー駆動のBEV、燃料電池使用のFCEVが主流となる勢いです。

しかしながら、リチウム、ニッケル、コバルト等、その生産に欠かせない材料の供給や価格の課題も出てくると思われます。

その様な状況も考えて新動力源の準備は進めていかねばなりません。

建設・鉱山機械は様々な用途があり要求される出力やインフラも様々です。よって、それに応えられる複数の動力源が必要であると考えています。

コマツは内燃機関の活用も考えています。

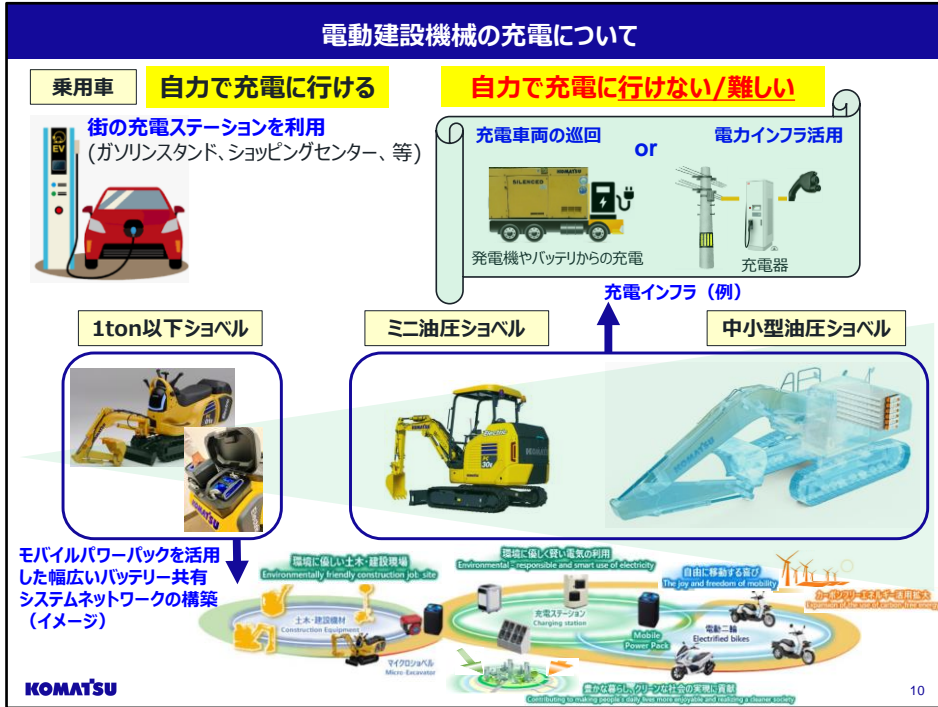
バイオ燃料については、既にインドネシアでは2020年よりパーム油由来の脂肪酸メチルエステル（FAME）を30%軽油に混ぜたB30となっており、それに対応した製品を供給しています。

現在B50などへの対応も進めています。

また水素を燃料とする内燃機関、水素エンジンと呼んでいますが、その水素エンジンの研究開発も進めています。

バッテリー・燃料電池だけではなく、内燃機関活用も含めた新しい動力源搭載に向けた研究開発を進めていきます。

コマツはこれら動力源が変わっていても、基本である「品質と信頼性」を追求し、お客様の現場の生産効率を上げていく製品をお客様に提供していきます。



電動建設機械の充電についてお話しします。
 自動車は移動速度も速く、今後さらに充実していく充電ステーションでの充電が可能です。
 しかしながら、建設機械は移動速度も遅く、かつインフラが十分でない場所での稼働が非常に多い機械です。

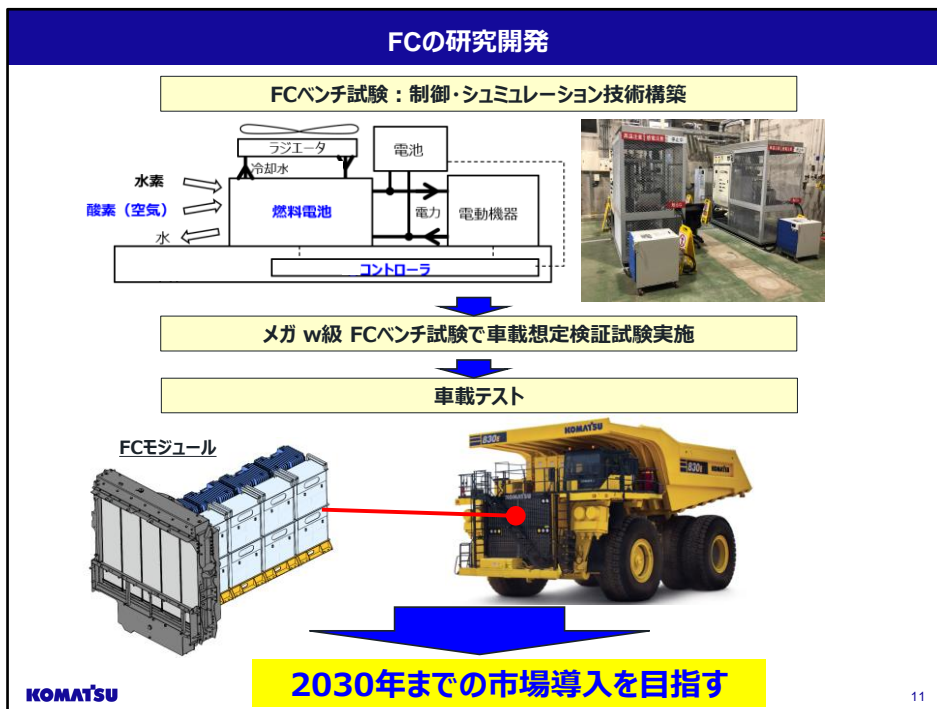
まず1ton以下のショベルです。これはホンダ様との共同開発で進めていく電動化ですが、ホンダのMobile Power Pack, MPPを搭載しバッテリー交換での稼働というコンセプトです。家庭用コンセントでも手軽に充電可能となります。
 電動マイクロショベルをはじめとする土木・建設現場の様々な電動機材を、ホンダの電動モビリティやパワープロダクトと連携したスマートな電力オペレーションに加えることにより、電動ショベルの普及を図るとともに、ホンダ様とともにモバイルパワーパックを活用した幅広い土木・建設業界向けバッテリー共有システムネットワークの構築を目指していきます。
 バッテリーは高価だが、建設現場において、バッテリー共有や充電インフラ共有することができれば、コスト削減、更に利便性、作業効率が向上することが期待できると考えています。

次にミニショベルから中型ショベルまでですが、充電は交換式ではなく車載バッテリーへの充電という形式をとります。
 電力会社のインフラが活用できる環境においては、充電機による充電を行い、そういった

環境が確保できない場所では、給電用のバッテリーから充電するやり方や発電機から充電することとなります。

発電機からの充電は発電機そのもののカーボンニュートラルも考慮して充電システムを整えていかねばなりません。

まだまだ課題はありますが、ひとつずつスピード上げて解決していく所存です。



燃料電池の車載に向けた研究開発にも着手しています。

写真は燃料電池のベンチです。

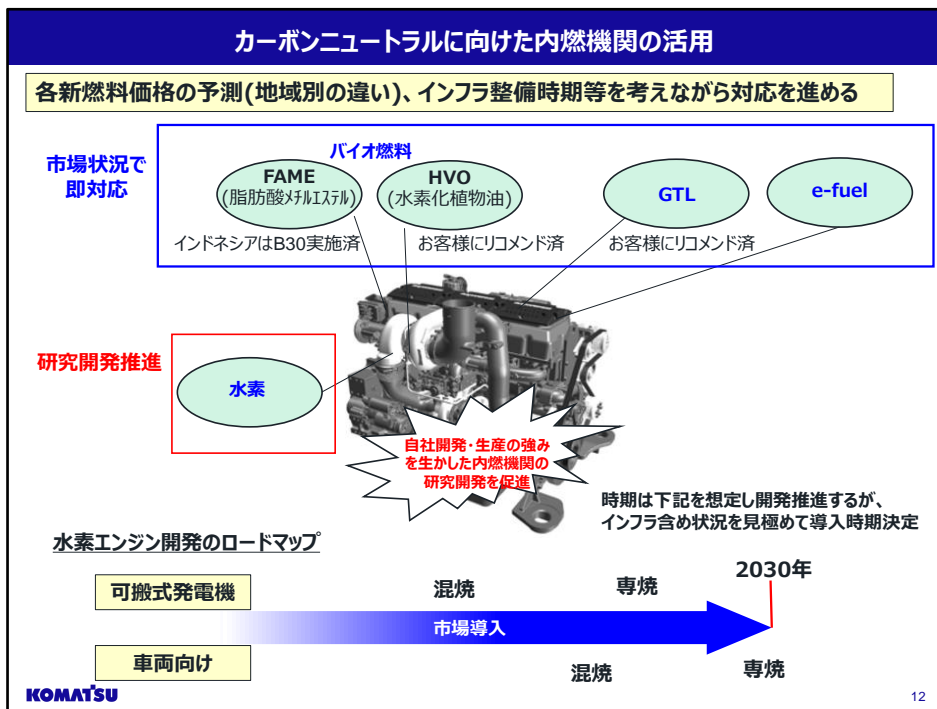
ベンチにて複数の燃料電池を制御し安定したエネルギーマネージメントの確立のための試験をしています。

またシステム開発のスピードアップと品質と信頼性確保、そして車載時のFCシステムの見える化のためにシミュレーション開発も並行して行っています。

車体開発と同期するようにデジタルツイン開発も行っています。

現在はまだ出力が小さい燃料電池での試験ですが、鉱山向け超大型ダンプトラック用の大容量の燃料電池ベンチ試験も予定しています。

お客様の期待に沿えるように研究開発を進めていきます。



カーボンニュートラルに向けて、内燃機関の活用もしていくとお話ししましたが、その内燃機関の活用についてご説明いたします。

先ほどB30バイオ燃料の話をしました。HVOやGTLは既に一部のお客様で活用いただいています。

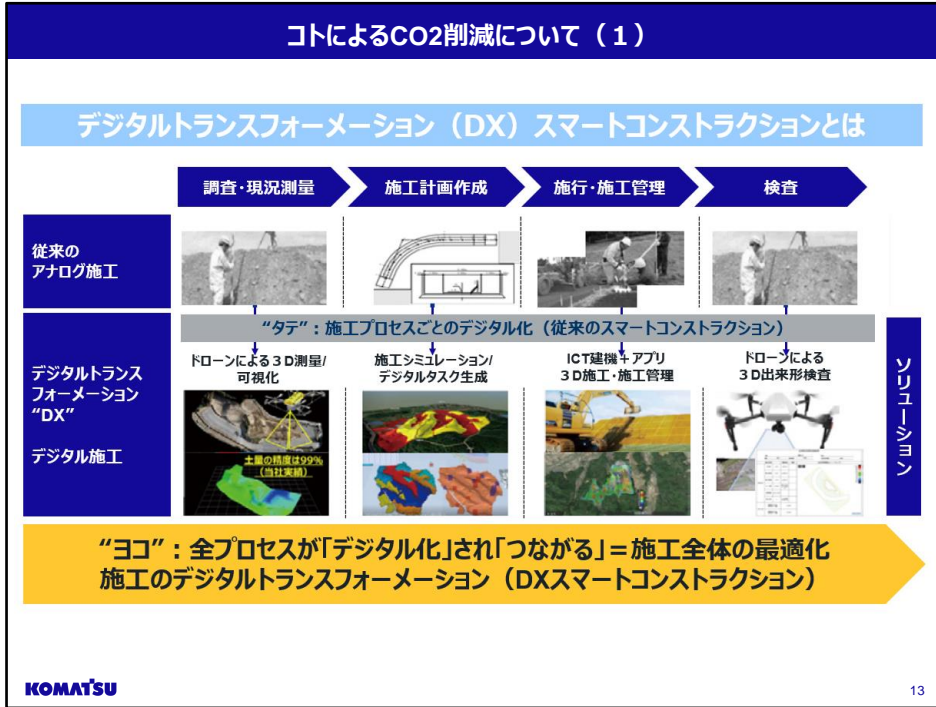
またe-fuel、コマツ機械ではe-Diesellになりますが、これについてはその価格、供給量が時間軸でどれくらいかわかりませんが、お客様のご要望に応じて対応していきます。そのように新燃料活用も促進していきます。

我々が現在研究開発を進めているものに水素エンジンがあります。

コマツはデンヨー株式会社が取り組む250kW水素混焼発電機の開発に関して、発電機用SAA6D170E-5エンジンの提供およびエンジン分野における技術協力をしております。水素混焼発電とは、軽油や都市ガスなどの燃料に水素を混焼させることにより二酸化炭素(CO₂)の発生を抑制する技術です。

デンヨー様の250kW水素混焼発電機の開発は、水素の混焼率を50%とすることで、軽油のみを燃料とする場合と比較してCO₂の発生を50%削減することを目指すものです。現在我々は水素のみを燃料として使用する水素専焼の研究も行っています。

まずは水素混焼での稼働式発電機からスタートし、2030年までには水素専焼の水素エンジンを搭載した機械の市場導入も考えています。



次に「コト」によるCO2排出削減について説明いたします。

コマツは2013年にICTブルドーザを、そして2014年にICT油圧ショベルを市場導入しました。

そして2015年2月にスマートコンストラクションを立ち上げ、お客様の施工の全ての工程を“モノ”と“コト”の両方で最適化する「スマートコンストラクション」のコンセプトを発表しサービスを開始しました。

スマートコンストラクションにてお客様の施工の効率化に取り組む中で、沢山の学びを得ることが出来ました。

その学びを生かし、スピード感をもってスマートコンストラクションを進化させています。

我々は各プロセスを最新のデジタル技術により見える化、デジタル化することからはじめました。これを“縦のデジタル化”と呼んでいます。

そして次に、各プロセスをデジタル技術で繋ぐことを進めました。これを“横のデジタル化”と呼んでいます。

この縦と横のデジタル化により全てのプロセスが「デジタル化」されることで、施工全体の最適化が可能となります。

これはまさにデジタルトランスフォーメーションであり、この進化したスマートコンストラクションをDXスマートコンストラクションと呼んでいます。

DXスマートコンストラクションにより、施工現場の「デジタルツイン」を構築することができます。それによりあらゆるシミュレーションが可能となります。また時間・場所の制限なく、パソコンやタブレット端末から「デジタルツイン」を確認し、遠隔での施工進捗確認や施工検討等の確認が可能になります。



DXスマートコンストラクションによる現場での燃費低減の効果期待がどのようなものがあるかをご説明します。

まず、「ICT施工による建機の燃料消費量低減」があります。

ICT建機の機能により、精度良くスピーディな施工が可能となり、施工の効率が上がります。

そして「SC Design、Fleetによるダンプの燃費低減」があります。

これにより仮設道路の勾配調整による勾配抵抗の最小化、また建機・ダンプの数量マッチングによるダンプ加速抵抗最小化が図れます。

その他にも「SC Simulationによる運土総距離の最小化」や「SC Dashboardによる正確な数量把握と手戻りの最小化」など、

コトによる現場から出るCO2削減の効果が期待されます。

我々は今、DXスマートコンストラクションを現場に導入することで、従来の施工からどれくらいCO2量が削減できたのかを見える化するためデータ解析を行っています。

出来るだけ早い時期に、このコトによるCO2削減量を明確に数値化しお示しできるようにしたいと考えています。



以上、建設機械事業電動化への対応についてご説明させていただきました。

コマツは“モノ”と“コト”を最適に組み合わせ、2050年のカーボンニュートラルを実現すべく、1歩1歩確実に、そしてスピード感を持って進めていきます。

ご清聴ありがとうございました



【写真】フル電動ミニショベル（コンセプトマシン）

KOMATSU

16

ご清聴ありがとうございました。

参考資料

ダントツバリューとオープンイノベーション



デジタルトランスフォーメーション(DX)推進による未来の現場の創造

安全で生産性の高いスマートでクリーンな未来の現場



【業績予想の適切な利用に関する説明、その他特記事項】

前述の将来に関する予想、計画、見通しなどは、現在入手可能な情報に基づき当社の経営者が合理的と判断したものです。実際の業績は様々な要因の変化により、本資料の予想、計画、見通しとは大きく異なることがありうることをあらかじめご理解ください。そのような要因としては、主要市場の経済状況および製品需要の変動、為替相場の変動、および国内外の各種規制ならびに会計基準・慣行等の変更などが考えられます。

KOMATSU

コマツ 経営管理部 TEL: 03-5561-2687 FAX: 03-3582-8332 <https://home.komatsu/jp/> 19