

グローバル 自動車

CO2規制の新局面:EVは「走り方」だけでなく「作り方」も問われる時代に

本稿は原文レポートを編集したものです。詳細は以下をご覧ください。

2023年に向けて自動車業界を取り巻くCO2規制は新たな局面に入る可能性が高まっている。欧州で議論されているLCA規制(Life Cycle Assessment)は、自動車メーカーの電動化戦略を左右するだけでなく、本格的なEV時代の到来に向けて投資戦略を組む投資家にも大きな影響を与えるだろう。LCAは2023年を目途に導入が検討されており、自動車の走行だけでなく、製造/販売/リサイクル、そしてそのエネルギー源まで包括的にCO2を捉える枠組である。場合によってはハイブリッド車やガソリン車に対するEVの評価軸も大きく変わり得るだろう。ひいては我々が自動車メーカーの競争優位性を議論する評価軸にも影響を与えよう。

EVのCO2排出量に新たな課題

現状は走行時(Tank to Wheel)のCO2のみが注目されているが、今後の規制はエネルギー生成時(Well to Tank)や自動車製造時(Manufacturing and recycling)の包括的なCO2排出量に着目される。一般的なガソリン車(ICE)は「Tank to Wheel」のCO2排出量が120g/kmだが、LCAでは170-180g/kmに膨れる(当然車格によって数値は異なるため一般的なセダンの平均を採用)。一方でEVでは「Tank to Wheel」は当然0g/kmだが、LCAでは100-120g/kmと試算される。新たに加わるCO2排出量はICE(50-60g)に対してEV(100-120g)は大きい。ただしEVについては、製造/走行地域の電源構成によってライフサイクル全体でのCO2排出量が大きく異なる。

湯澤 康太

+81(3)6437-9863 | kota.yuzawa@gs.com
Goldman Sachs Japan Co., Ltd.

George Galliers

+44(20)7552-5784 |
george.galliers@gs.com
Goldman Sachs International

フェー・ファン

+852-2978-1383 | fei.fang@gs.com
Goldman Sachs (Asia) L.L.C.

トリナ・チェン

+852-2978-2678 | trina.chen@gs.com
Goldman Sachs (Asia) L.L.C.

シャーミニ・チェットウォード, Ph. D.

+852-2978-1123 |
sharmini.p.chetwode@gs.com
Goldman Sachs (Asia) L.L.C.

プラモド・クマール

+91(22)6616-9043 |
pramod.kumar@gs.com
Goldman Sachs India SPL

ジェウオン・チョイ

+82(2)3788-1728 | jaewon.choi@gs.com
Goldman Sachs (Asia) L.L.C., Seoul Branch

Gungun Verma

+44(20)7774-6415 |
gungun.verma@gs.com
Goldman Sachs International

莫海峰

+81(3)6437-9928 | haifeng.mo@gs.com
Goldman Sachs Japan Co., Ltd.

秋山 優介

+81(3)6437-9872 |
yusuke.akiyama@gs.com
Goldman Sachs Japan Co., Ltd.

Sahana Subbaraman

+1(212)934-7678 |
sahana.lakshmi@gs.com
Goldman Sachs India SPL

当レポートは、2019年12月5日付当社和文レポート「グローバル自動車:CO2規制の新局面:EVは「走り方」だけでなく「作り方」も問われる時代に」の抄訳版である。本稿における個別企業への言及はいずれも例示のみを目的としており、投資推奨ではないことに留意されたい。

ゴールドマン・サックスは本資料に記載される企業と業務を行っている、またはこれから行おうとしています。したがって、お客様におかれましては、弊社との間に本資料の客観性に影響を及ぼす可能性がある利益相反が生じうることをご了承ください。本資料はあくまでも投資を決定する上での一要素とお考えください。レギュレーションACに基づく証明事項ならびにその他の重要な開示事項は、巻末の開示事項、または www.gs.com/research/hedge.html に記載されております。米国以外の関連会社に勤務するアナリストは米国FINRAの規定によるリサーチアナリストとしての登録ないし資格取得を行っておりません。

目 次

LCA:自動車産業のCO2排出量を包括的に議論	5
Tank to Wheel:従来の規制概念。2020年が転機	9
Well to Tank:燃料のCO2排出量も加味	11
Manufacturing and Recycling:車両生産時のCO2。電池製造時のCO2も焦点	13
中国電源構成の現状と今後：低炭素社会への挑戦	16
Battery:LCAがもたらす台当たり搭載量の変化と求められる技術革新	18
付属開示事項	22

LCA時代に備えるために知っておくべき 5つのポイント

1

気候変動の解決策としてのEV優位性は、電源構成によって地域ごとに**大きな爬行性が生じる**。原子力などクリーンエネルギーの割合の高い欧州においてEVは引き続き優位も、日本など欧州以外の地域ではその優位性が揺らぐ可能性もある。また、ライフサイクル全体で評価した際、ハイブリッドまたは従来の内燃機関車が状況次第ではEVと比較して有利になり得る。

EVにより長い航続距離を求める**顧客の要求に応えるために**、バッテリー技術の更なる進化が必要不可欠となる。単純に台当たり搭載容量を増やせばLCAの観点から環境への負荷が大きくなるため(電池はその製造時にCO2を排出する)、電池搭載量が**制限される**可能性があるためである。

2

3

LCAに適応するために解決すべき課題の複雑さを考慮すれば、規模に勝る企業戦略はないことに議論の余地はない。LCAの適用は、自動車業界の**更なる合従連衡を促す**可能性があるだろう。

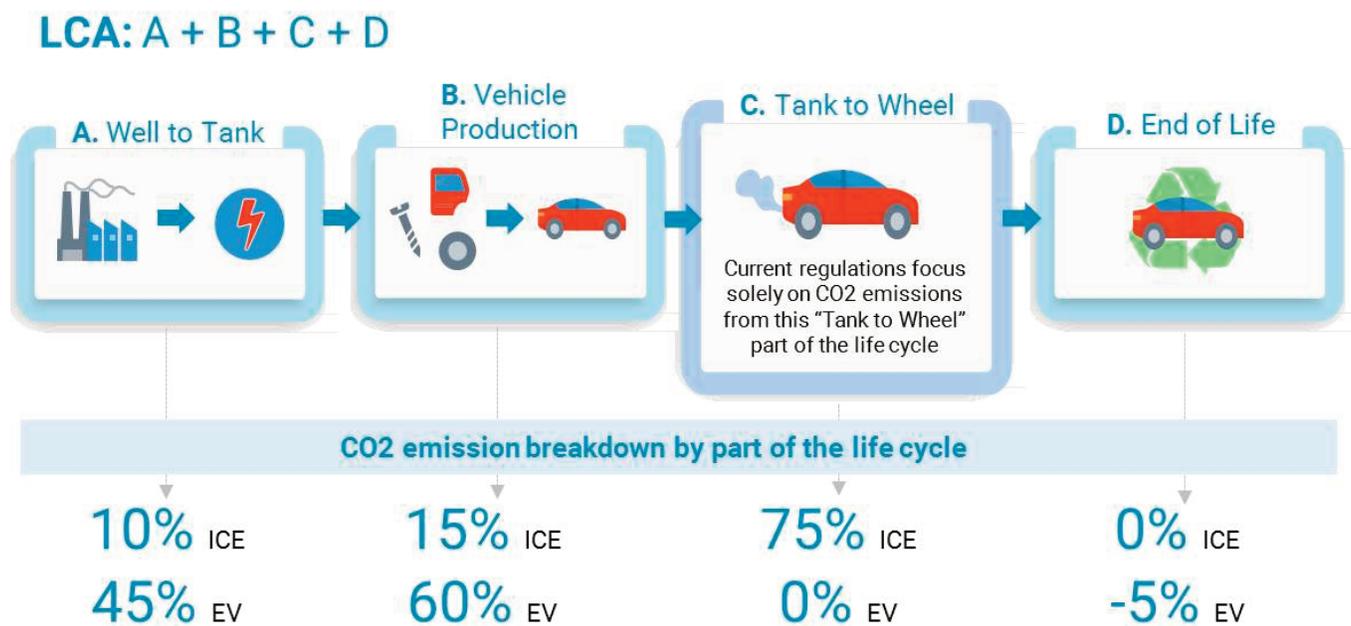
サプライチェーンの構築も地域によって大きな差異が生じるだろう。特に再生可能エネルギーによる電力を多く採用するサプライヤーは、化石燃料に対する依存度の高いサプライヤーより優位になると考えられる。

4

5

中期的に**ハイブリッド**が環境規制対応により効果的であるとの議論はLCAでは2つの変数に左右される。一つは**地域ごとの電源構成**の変化、もう一つは**エンジン熱効率を高める技術革新**、である。

図表 1: LCAは包括的なCO2排出量を議論
 自動車のライフサイクルCO2(中型セダンをベースとしたイメージ図)



出所: ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部

LCA: 自動車産業のCO2排出量を包括的に議論

LCA(Life-Cycle Assessment)とは？

LCAはLife Cycle Assessmentの略で、自動車の生産/使用/リサイクルといったライフサイクル全体で環境に与える負荷を総合的に評価する手法である。2019年4月に欧州委員会から発表された文書によれば、欧州議会は連合内で販売されたPV/LCVに対して、ライフサイクルでCO2排出量を評価するLCA(Life-Cycle Assessment)の適用を検討するよう欧州委員会に求めた。2023年までに必要であれば法的対応等を含めた結論を出す予定である。従来自動車のCO2排出量表示は「Tank to Wheel」のみが対象となっていたが、LCAが適用されれば新たに車両/燃料の生産およびスクラップによる環境負荷、さらには車両のリサイクルによる潜在的な環境負荷の削減効果が評価される事となる。

LCAには課題もある

現段階におけるLCAの評価手法については、ISO(国際標準化機構)による環境マネジメントの国際規格の中で、ISO規格が作成されている。しかし、LCA適用が車両評価に与える影響を正確に推し量るのは現段階では難しい現実もある。厳密に言えばLCAの評価項目はCO2排出量のみならず、酸性化、陸域/水域システムの富栄養化、非生物的資源の使用等の環境負荷も総合的に考慮する必要があるためだ。本レポートでは主にLCAの評価項目の1つである「Climate Change」、すなわちCO2を中心とした温室効果ガスの排出にのみ着目し、LCAの導入が車両燃費にどの程度の影響を与えるのかを検証する。

EVのCO2排出量に新たな課題

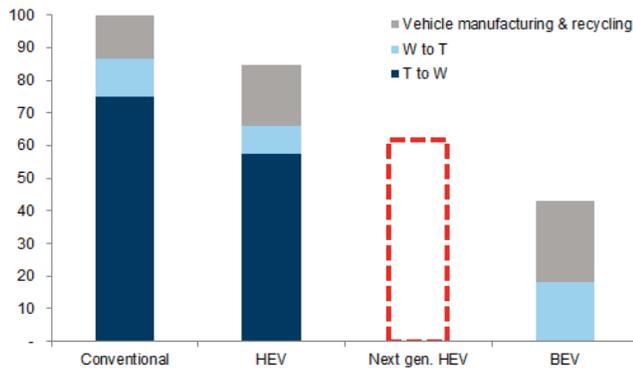
一般的なガソリン車(ICE)は「Tank to Wheel」のCO2排出量が120g/kmだが、LCAでは170-180g/kmに膨れる(当然車格によって数値は異なるため一般的なセダンの平均を採用)。一方でEVでは「Tank to Wheel」は当然0g/kmだが、LCAでは100-120g/kmと試算される。新たに加わるCO2排出量はICE(50-60g)に対してEV(100-120g)は大きい。EVについては、製造/走行地域の電源構成によってライフサイクル全体でのCO2排出量が大きく異なる。電源構成において原子力や水力等クリーンエネルギーの占める割合の大きい欧州においては、LCAの観点から評価をしてもEVの優位性は揺るがない。一方、日本を始めとする欧州以外の地域では未だに原油や石炭等の化石燃料に頼った発電方法が主流となっており、EV化による環境負荷低減メリットは相対的に小さくなる。

加えて生涯走行距離にも地域性

電源構成の差異に加え、生涯走行距離の定義によって、LCA時代のCO2排出量は異なる。特にEVにおいては欧州では18万km、日本では11万kmの走行距離をベースに議論がなされており、より距離が長い欧州においてEVのCO2削減メリットが大きく評価される傾向がある。図表2-3はこうした観点を考慮し、欧州と日本の事例を分けて分析した。

図表 2: 欧州ではEVが有利

欧州でのLCA適用によるCO2排出量(従来車を100とした場合)

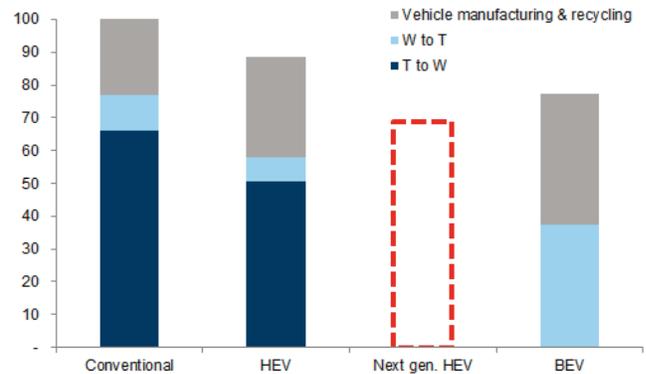


2030年の欧州電源構成を前提に試算、発電原単位は送電ロスを含む

出所: 2019年トヨタ自動車ウィーンモーターシンポジウム講演スライドより

図表 3: 次世代HEVの可能性に期待

日本でのLCA適用によるCO2排出量(従来車を100とした場合)



2030年の日本電源構成を前提に試算、発電原単位は送電ロスを含む

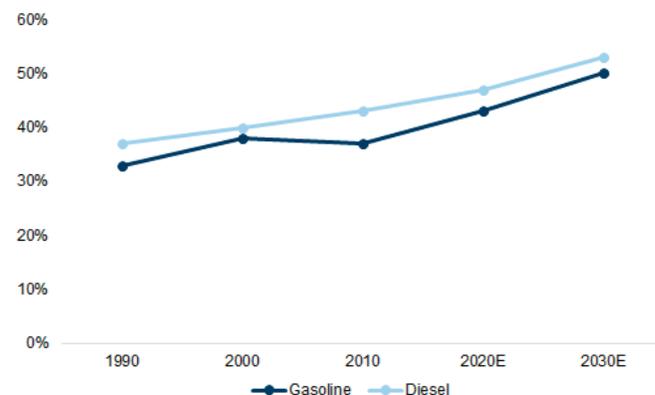
出所: 2019年トヨタ自動車ウィーンモーターシンポジウム講演スライドより

HEVが優位性を担保するには更なる技術革新が必須

自動車メーカーにとって現在採算性が取れ易いHEVは、LCAの世界ではその優位性が揺らぐ可能性がある。特にクリーンエネルギーが普及する欧州では現行のHEVではEVに対してCO2排出量で大きく水をあけられるだろう。一方で日本など原発依存度が低い地域では、EVに伍するCO2排出量を実現できている。ただし、各社が凌ぎを削っている次世代HEVの技術革新が実現すれば、EVに勝るLCA基準のCO2排出量を実現できる可能性も秘めている。先進熱マネジメント、超断熱、超リーンバーン、レーザー点火など越えるべきハードルは高いが、エンジンの熱効率を40%強→50%へ引き上げる目標を日系自動車メーカーを中心に掲げていることは興味深い。

図表 4: エンジン効率の向上に期待

エンジンの熱効率推移



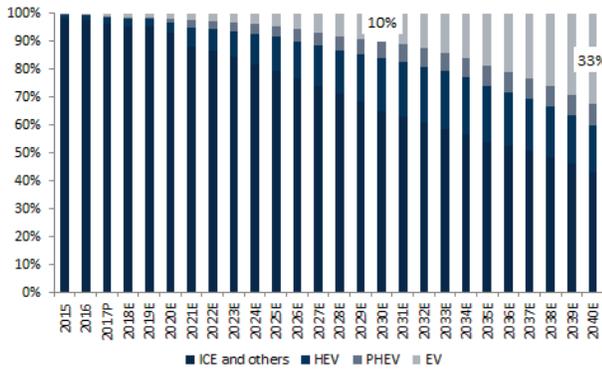
出所: ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部

向こう10年はHEV、その後EV時代へ

中国で年々厳しくなるNEV(新エネ車)や排ガス規制「国5→国6」、および欧州で2020年から強化されるCO2排出規制の影響を最小限に止めるため、各メーカーは電動化を急ピッチで進めている。しかし世界各国で謳われた電気自動車(Electric Vehicle)政策は、バッテリー価格や航続距離、充電インフラ等の課題から、より現実的なソリューションとして電動車(Electrified Vehicle)政策に変わりつつある。世界各国で強化される環境規制(2025-2030年目線)を乗り切るためにも、当社はHEVが少なくとも今後10年の電動

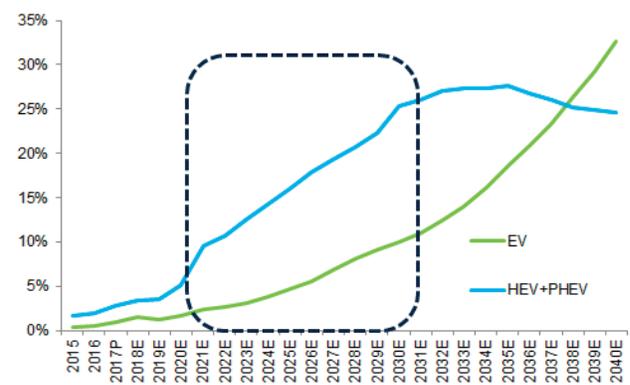
化のメインストリームになると考える。しかしその後はLCAの導入、パリ協定を軸とした電源構成の変化、そしてバッテリー価格の下落により、EV化が大きく進展するだろう。2030年時点のEV販売構成比は10%にとどまるとみるが、2040年には33%までその比率は高まると予想する。2037年にはHEVとEVの販売台数が逆転するとの見立て。

図表 5: EVは2040年に向けて急拡大を予想
グローバルパワートレイン予想



出所: IHSグローバルインサイト, ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部

図表 6: 2037年にEVがHEVを逆転
2040年までの電動化率予想

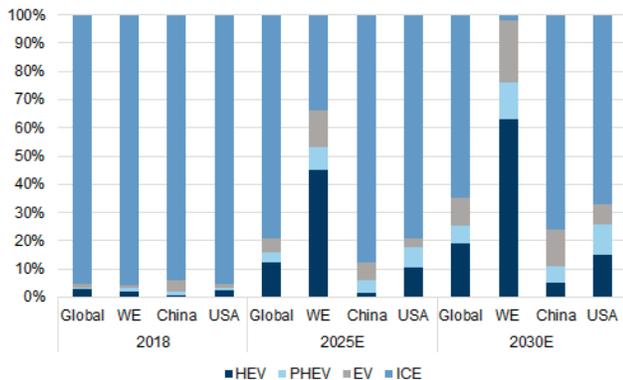


出所: IHSグローバルインサイト, ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部

電動化では地域性が色濃くでるだろう

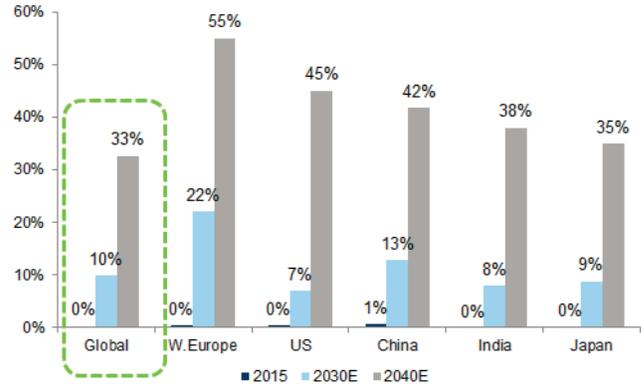
電動化の普及ペースは国/地域によって大きな爬行性があるだろう。当社では2030年までの時間軸ではEVが消費者主導の普及ではないと考えており、完成車メーカーが規制対応のために最低限販売しなければならない数量が予想のベースとなっている。よって世界で最も厳しいCO2規制を謳う欧州では電動化が他国に対して大きく進展するだろう。LCAの導入もあり、2030年時点では欧州のEV比率が22%に達すると当社では予想しており、他地域を大きく上回る蓋然性が高い。一方で2040年に視点を移せば、バッテリー価格の下落(100ドル/kWh以下)とクリーンエネルギーの普及により、他地域のEV販売も欧州にキャッチアップすると見る。

図表 7: 欧州が先陣を切るEV化
地域別のパワートレイン予想



出所: ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部

図表 8: 他国は2040年にキャッチアップへ
EVの販売構成比



出所: グローバル・インサイト。ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部。

パリ協定のインパクトは甚大

厳しい目標を掲げる

パリ協定(Paris Agreement)は、第21回気候変動枠組条約締約国会議(COP21)が開催されたパリにおいて、2015年に締結され、翌2016年に発効した気候変動抑制に関する多国間の国際的な協定。世界共通の長期目標として、今世紀中の産業革命前からの世界の平均温度上昇を「2度未満」に抑えると同時に、「1.5度未満」を努力目標としている。

各国の足並みは揃っていない

各国共に2030年の中期目標の他に、2020年までに長期目標の提出が招請されている。現状長期目標の提出国は180カ国以上に上る批准国のうち僅か10カ国未満に留まっており、2020年に向けて他国からの更なる長期目標の発表が待たれている。なお米国はパリ協定からの脱退を表明している。

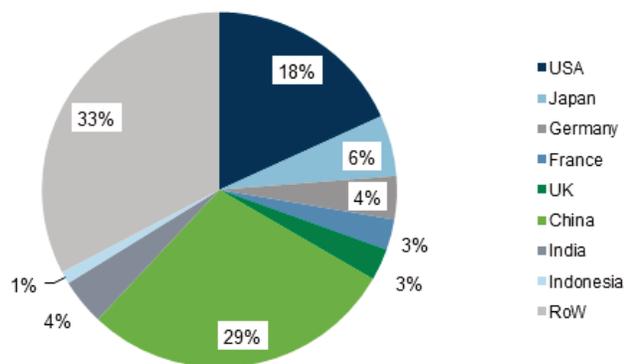
自動車メーカーの負担が大きい

自動車業界からパリ協定を俯瞰すると、最大市場である中国が2030年までの目標値設定となっていること、世界第二位の市場である米国がパリ協定からの離脱を表明していること、で自動車メーカー各社の事業計画が一層難しくなっている。

図表 9: 各国の2050年長期目標の発表が待たれる

各国のCO2排出削減目標および世界自動車全需に占める割合

各国の目標	
先進国	
米国	2050年までに2005年比で、CO2排出量を80%以上削減する(オバマ政権)。トランプ政権は20年11月に離脱を宣言。
日本	2050年までに2013年比で、CO2排出量を80%削減する。
欧州	2050年までに1990年比で、独/仏/英でCO2排出量を80-95%/75%/80%以上削減する。
途上国	
中国	2030年までに2005年比で、GDP当たりのCO2排出量を60-65%削減する。
インド	2030年までに2005年比で、GDP当たりのCO2排出量を33-35%削減する。
インドネシア	2030年までにBAU(business as usual)比で、CO2排出量を29%削減する。国際支援次第では最大41%削減する。



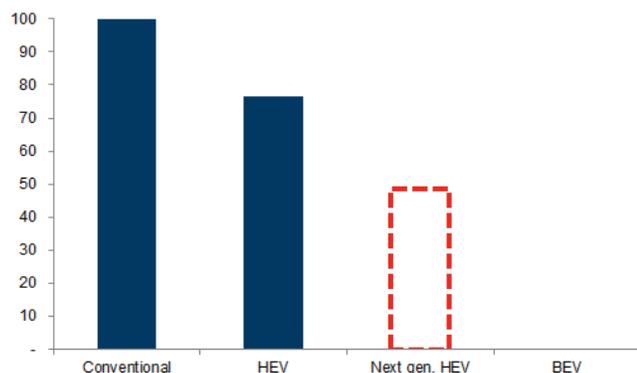
出所: 経済産業省, IHS Global Insight

Tank to Wheel: 従来の規制概念。2020年が転機

従来のCO2規制の柱。EVが最適解

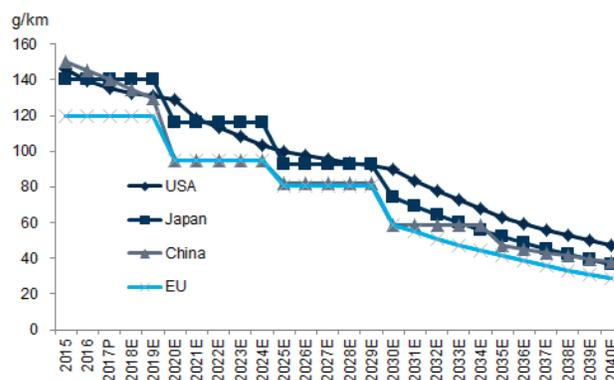
現段階におけるCO2規制は全て「Tank to Wheel」、すなわち実際の車両走行時に排出するCO2のみを対象としている。車両/燃料の製造時の環境負荷は一切考慮されないため、EVのCO2排出量はゼロと評価され、ハイブリッド含む従来車に対して当然優位なポジションにある。欧州の2020-2021年CO2排出規制(95g/km、「Tank to Wheel」)に対応するため、採算性が悪くとも各社はEVの販売拡大を急いでいる。

図表 10: 現行規制においてはEVが最も理にかなっている
Tank to WheelのCO2排出量(従来車のLCA排出を100とした場合)



出所: 2019年トヨタ自動車ウィーンモーターシンポジウム講演スライドより, ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部作成

図表 11: 欧州規制が最も厳しい
各国・地域のCO2排出規制



出所: US Department of Transportation, European Commission, 中国工信部, 国土交通省, ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部

2020年欧州CO2規制は深刻

2018年時点での欧州業界平均CO2排出量は121g/kmと、2020/21目標の95g/kmに対して未達幅は26g/kmと大きく、多くのメーカーで罰金を支払うリスクを抱えている(NEDC基準)。一般的に2020-21年の欧州CO2規制は、下記3点により更に難易度が高まっている。

1. 2015年のVWディーゼルゲート以降のディーゼル車のシェアが低下している(ディーゼル車は一般的にガソリン車と比べて燃費が約10%優れている)
2. SUVなど大型車の販売構成比が増加し、メーカー別のCO2排出量を引き上げている
3. WLTP(Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure)基準の導入が議論されており、実現した場合はCO2達成が更に厳しくなる

特に1が自動車業界に大きな影響を与えていることは言うまでもない。2015年に発生したVWのディーゼルゲート以前は、2020-21年のCO2規制は多くのメーカーにとって達成が困難な目標ではなかった。しかし2015年以降、ガソリン車よりもCO2排出量で約10%優れているディーゼル販売の低迷で、年率約3%で向上してきた各社の燃費の改善ペースが停滞してしまった事実がある。

C02コストは2020年大きな問題になる

欧州では2020年にCO2排出量規制が95g/kmに強化される。達成できなかった場合の罰金システムは「1g未達成当たり95ユーロ × 西欧販売台数」。販売規模に応じて、CO2コストとしての罰金の額は数百億円～数千億円に膨らむリスクがある。多くの自動車メーカーは赤字覚悟で電動車販売を拡大することで罰金の支払いを最小限に抑える戦略をとるだろう。しかし、罰金→不採算販売へと形を変えているだけでCO2コストが増大することには変わりはない。

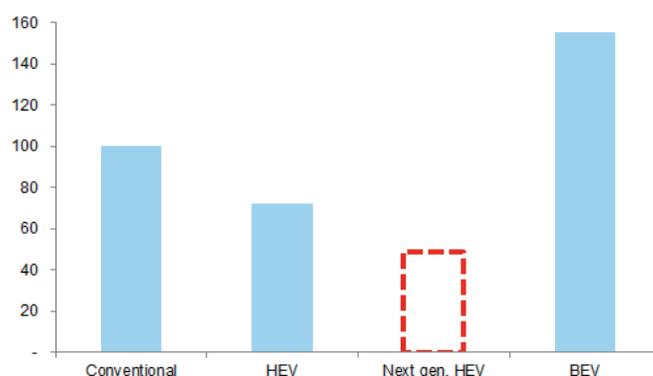
Well to Tank: 燃料のCO2排出量も加味

新たなCO2排出量を加味する

LCAの適用後は「Well to Tank」、すなわち燃料を生産から自動車の燃料タンクに入れるまでに排出したCO2量も車両の燃費評価に含める必要が出てくる。EVであれば、発電/電池に貯蓄し、その電気で走行した時のCO2の合計排出量である。なおFCVであれば、水素を製造/運搬/貯蔵し、その水素で走行した時のCO2排出量となる。「Tank to Wheel」で優位であったEVも、「Well to Tank」の視点に立てばCO2排出量はICEやHEVの倍近い水準になる。

図表 15: 電気はガソリンよりも製造/運搬過程におけるCO2排出量が多い

Well to TankのCO2排出量(従来車のLCA排出を100とした場合)



出所: 2019年トヨタ自動車ウィーンモーターシンポジウム講演スライドより, ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部作成

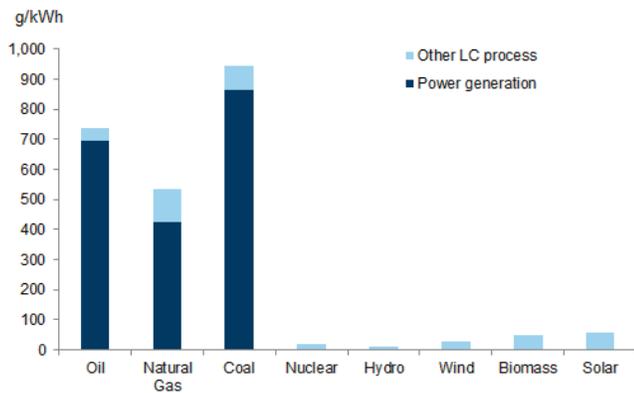
「Well to Tank」は電源構成に大きく影響される

発電方法の違いによって、発生するCO2排出量は大きく異なるため、EVもどの地域で使用されるかによって「Well to Tank」の燃費値に違いが生じる。発電方法別のkWh当たりCO2排出量を比較すると、水力、原子力、風力発電が圧倒的に環境負荷が小さいことになる。一方で最もCO2排出量が多いのは石炭火力発電。また石油/天然ガス火力発電も前述の自然エネルギーと比較して環境負荷は極めて大きい。

クリーンエネルギーへのシフトを試みる各国

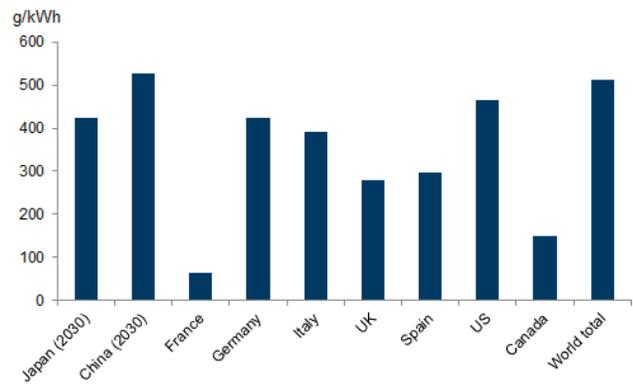
LCAの議論ではエネルギー政策が重要性を増すことになる。LCAの観点に立てば、原発の再稼働なしに日本がEVでCO2排出量を大きく削減できる余地は限定されている。EVシフトを急速に推し進める欧州では原子力発電の構成比が高く、2015年時点でEVがWell to Wheelで34g/kmを達成(日本は59g/km)。フランスにおいては実に5g/kmと同じEVでも格段にCO2排出量に差が生じている。なお、中国は石炭発電の比率が高い(およそ70%)ことを背景に2015年時点で82g/kmと非常に高いCO2排出量となっている。EVを真の意味での「エコカー」にし、年々深刻さを増す地球温暖化に対処するためにも、各国の電源構成シフトは避けては通れない議論だ。

図表 16: EVの環境負荷は電源構成に大きく左右される
発電方法別のkWh発電当たりのCO2排出量



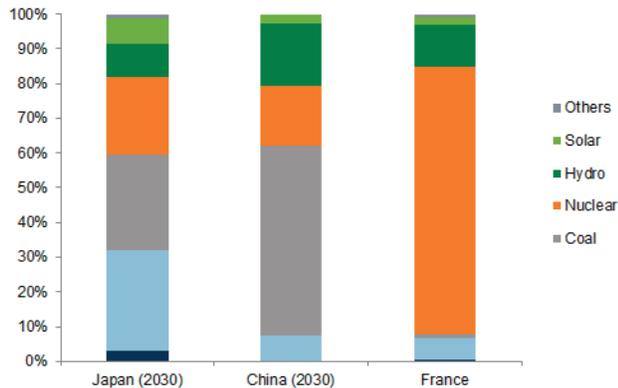
出所: CRIEPI

図表 17: 地域ごとに発電の環境負荷も異なる
地域別kWh当たり発電時のCO2排出量



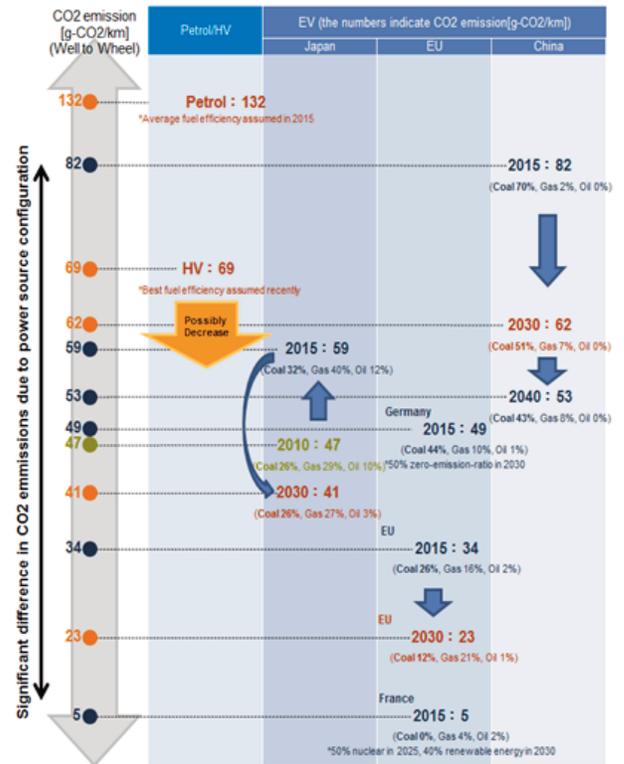
出所: BP, IEA, Thomson Reuters, 経済産業省

図表 18: フランスにおいてはEVが有利
日本/中国/フランスの電源構成



出所: BP, IEA, 経済産業省

図表 19: EV化による環境改善は発電方法によって大きく異なる
各国の電源構成とWell to Wheel排出量



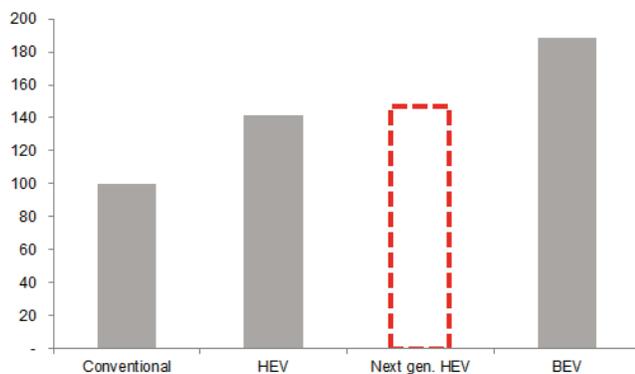
出所: 経済産業省

Manufacturing and Recycling: 車両生産時のCO2。電池製造時のCO2も焦点

EV生産のCO2排出量はICEの2倍という現実

車両生産時/リサイクル時のCO2排出量負荷も考慮するのが、LCAの議論である。独フォルクスワーゲンやマツダの報告でも、EV/ICEの車両生産時のライフサイクルCO2排出量はおよそ12,000kg/6,000kgと、EVはICEの2倍の値を記録している。このおよそ2倍程度の差異は主に電池製造に起因しており、EV生産による環境負荷のおよそ半分を占める。また、電源構成によって違いはあるものの、電池製造による環境負荷のおよそ半分は電気の使用に起因している(アルミ精製や活物質の焼成プロセス)。

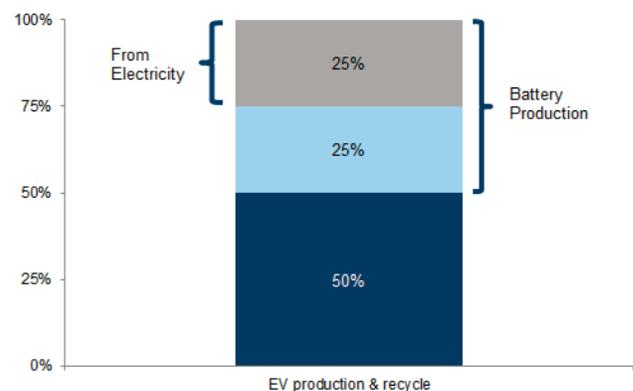
図表 20: EVは電池製造における環境負荷が大きい
車両製造およびリサイクル時のCO2排出量(従来車のLCA排出を100とした場合)



出所: 2019年トヨタ自動車ウィーンモーターシンポジウム講演スライドより、
ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部作成

図表 21: 電池製造に起因するCO2排出はEV製造のおよそ半分を占める

EV製造におけるCO2排出の内訳イメージ



出所: ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部作成

電池製造による環境負荷は地域によって大きく異なる

原料調達/製造地域によって値は大きく異なるが、ICCT(The International Council on Clean Transportation)のまとめた文書によれば1kWhあたりの電池製造でおよそ56-494kgのCO2を排出(30kWhのバッテリーでおよそ1,700-15,000kg)すると試算されており、そのレンジが非常に広い。NMC111のリチウムイオン電池をモデルに内訳を見ると、レアアースを中心とした電極材の生成でおよそ4割、セルの製造/アルミの精錬でそれぞれ2割弱を占めている。正極材/負極材の活物質の製造過程では、摂氏1000度以上で焼成するプロセスが含まれていることが背景。アルミニウムも電気の缶詰の異名を持っている。

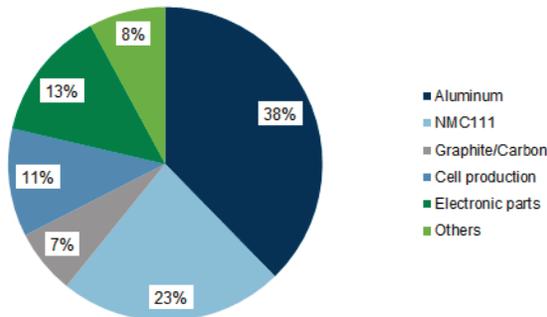
電池製造はアジアが拠点

しかし、前述の試算では北米における電力を使用することが前提で、電池生産が盛んな日本/韓国/中国における実態とは乖離している可能性もある(車載用リチウムイオン電池メーカーBIG5はパナソニック/LG化学/サムスンSDI/CATL/BYD)。特に「電気の缶詰」とも言われるアルミニウムは精錬の際にkg当たりおよそ13-15kWhの電力を消費するため、その環境負荷は精錬地域の電源構成に大きく左右される。実際電池製造の際に使用する電力量もアルミ関連が大きな割合を占めており、さらにアルミの精錬はその過半が石炭火力発電に大きく依存する中国で行われているという状況であるため、電池製造に

においてアルミの精錬が与える環境負荷の割合はおよそ3割程度に達するとの推算も可能であろう。

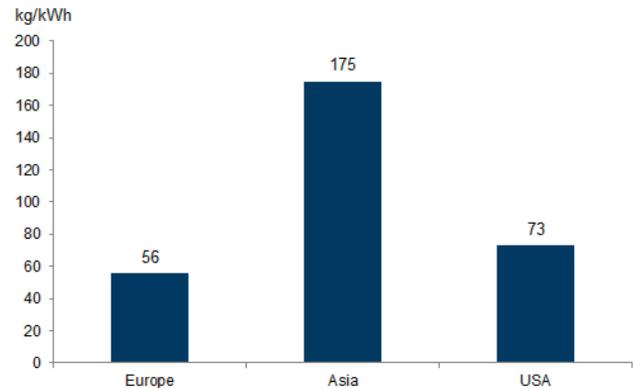
図表 22: アルミと正極材が電池製造時の消費電力の過半を占める

NMC111電池製造における消費電力の内訳



出所: Qiang et al. 2019, "Life Cycle Analysis of Lithium-Ion Batteries for Automotive Applications"

図表 23: アジア製の電池はCO2負荷が高い
地域別のkWh当たり電池製造で排出されるCO2量



出所: ICCT

バッテリー容量を抑える動きが出てきた

ICCTのまとめによれば、現状大部分のバッテリーはアジア地域で製造されており、kWh製造当たりおよそ175kgのCO2を排出する。よって、単純計算で30kWhのバッテリーなら約5,000kg、消費者の求める500kmの航続距離を実現するために必要な60kWhのバッテリーなら10,000kg強のCO2を排出する計算となる。LCA評価した際のICEの総CO2排出量がおよそ30,000kg、30-40kWhのバッテリーを搭載したEVでおよそ20,000kg(生涯走行距離20万キロ、欧州電源構成を仮定)ということを鑑みれば、バッテリーの容量増大によるLCA評価の悪化が大きいことは一目瞭然だ。なお、マツダとホンダがそれぞれ発表した量販型EVのMX-30とHonda eはそれぞれバッテリー容量が36kWh、航続距離も200km強に留まっていることは興味深い。電池コストが下がるまでの経過措置との側面に加え、LCA評価を見据えたCO2排出量の最適化の動きとも考えられる。

図表 24: ホンダ/マツダは36kWhのバッテリーに留める
EVの各モデル比較

	Price	Battery Size (kWh)	WLTP Range (km)
VW ID.3 Standard Range	30,000 €	45.0	330
VW ID.3 Mid Range	< 40,000 €	58.0	420
VW ID.3 Long Range	> 40,000 €	77.0	550
Honda e	29,660 €	35.5	220
Honda e Advance	32,160 €	35.5	220
Mazda MX-30	33,990 €	35.5	200
Tesla Model 3	60,390 €	75.0	530
Nissan Leaf	36,800 €	40.0	270

出所: 会社資料, ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部

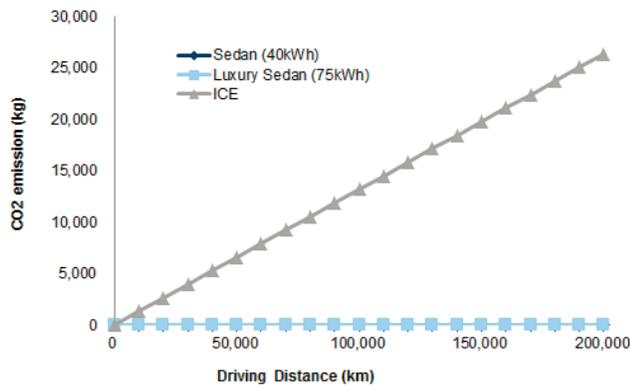
バッテリーの性能向上があれば、LCAでもEVの優位性際立つ

今後車載バッテリーにおけるエネルギー密度やサイクル性の更なる向上があれば、LCA評価においてEVの優位性が際立つ可能性は十分にある。現在のバッテリー性能/欧州電源構成で評価した際、40kWhバッテリーを搭載したセダンが従来車よりも「エコカー」となるためにはおよそ7万キロ以上走行しなければならない。同様に約2倍の75kWhバッテリーを搭載したラグジュアリーセダンが従来車よりもライフサイクルCO2排出量を少なくするには約15万キロ以上の走行距離が求められる。

バッテリーの保証期間も重要

仮にライフサイクルの途中でバッテリー交換を行う場合、LCAの観点からさらに6,000kg(30-40kWhのバッテリーを仮定)のCO2排出が追加されることとなり、EVにとって逆風となる。日産Leafではバッテリーの保証期間を8年、16万kmとしているが、今後投入されるEV(先進国/新興国)の保証期間にも最大限の注意を払う必要がある。なお、ICCTの調査によれば将来的にバッテリーのリサイクルによりLCAのCO2排出量が4-10%削減される可能性もあるとしている。LCAにおいて使用済みのバッテリーの使い道も重要なテーマであろう。

図表 25: 現状の評価制度ではEVの一人勝ちだが…
Tank to Wheelにおける走行距離とCO2排出量の関係

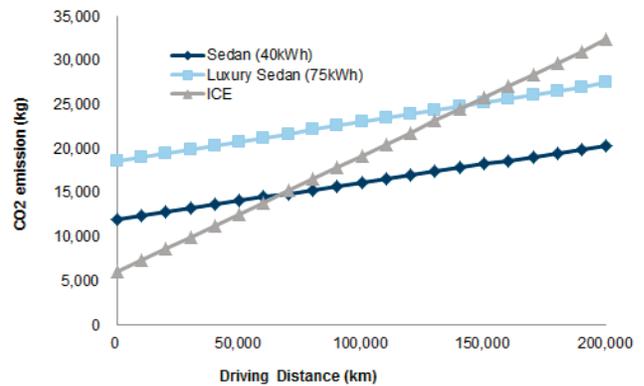


グラフ上のSedanの値はLuxury Sedanと完全に重なっている

出所: Auto Catalog, ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部作成

図表 26: LCA評価においてはバッテリー容量が大きいほど不利に

LCAにおける走行距離とCO2排出量の関係



出所: 会社資料, BP, Auto Catalog, ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部作成

中国電源構成の現状と今後：低炭素社会への挑戦

30%の世界CO2排出量は中国

国際エネルギー機関(IEA)によると、全世界のCO2年間排出量約300億トンの約30%は中国が占めている。主な原因は、中国の電源構成の化石燃料に対する依存度(8割強)の高さである。中国は2013年から空気汚染の対策に取り組んできたのと同時に、長期的な炭素排出の低減のため電源構成の改善にも力を入れている。これらの環境問題への関心の高さはパリ協定への参加と、長期的なエネルギー計画を策定した中国国家発展改革委員会(NDRC)の「Revolutionary strategy for energy production and consumption」と題した公式文書にも反映されている。

2016年9月3日、中国はパリ協定を批准し、温室効果ガス削減に関する約束(NDC)を国連気候変動枠組条約(UNFCCC)事務局に提出した。NDCには2030年の主な目標として以下の4つが盛り込まれている。

- 2030年までに(可能であればそれよりも早く)CO2排出量のピークを達成する。
- 一次エネルギー供給全体に占める非化石エネルギー源の比率を2030年までに約20%に引き上げる。
- GDP当たりCO2排出量を2030年までに2005年比で60~65%削減する。
- 森林の炭素ストック量を2005年比で約45億立方メートル増やす。

また、気候変動に対する高度な取り組みを推進するため、中国は、(1)一次エネルギー供給に占める天然ガスの比率を2020年までに約10%に引き上げる、(2)代替フロン(HCFC22)の生産を縮小する(2010年比で2020年までに35%、2025年までに67.5%削減)、(3)2020年までにフロン(HFC23)の生産を「抑制」する、などの目標も掲げている。

パリ協定と一貫する形で、NDRCは中国の一次エネルギーに占める非化石エネルギーの比率を現在の14%から2030年までに20%に引き上げ、2050年までにさらに50%以上に引き上げる長期エネルギー計画を示した：

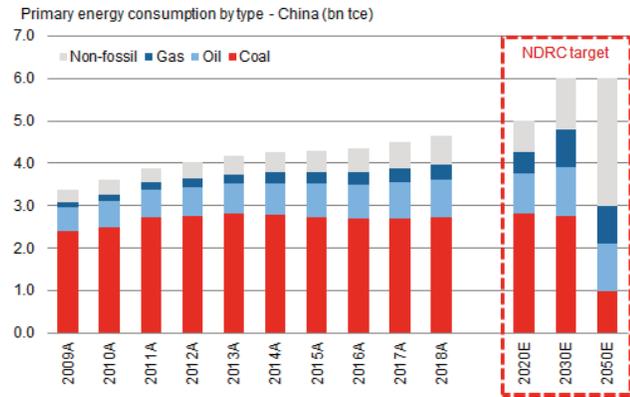
1. 2020年までにエネルギー消費総量を標準炭換算で50億トン以内に抑制し、非化石エネルギーの占める比率を15%とする。単位GDP当たりのCO2排出量を2015年比で18%引き下げる。
2. 2021年から2030年までに、エネルギー消費総量を標準炭換算で60億トン以内に抑制する。非化石エネルギーの占める比率を20%、天然ガスの占める比率を15%とする。単位GDP当たりのCO2排出量を2005年比で60~65%引き下げる。
3. 2050年までにエネルギー消費総量をほぼ安定させ、非化石エネルギーの比率を50%以上に引き上げる。

この目標は、中国の石炭需要が2030年まで横ばいで推移し、エネルギー需要全体の伸びが再生可能エネルギーによる代替分を相殺することを示唆する。同計画によると、2030年~2050年には再生可能エネルギーによる代替加速により中国の石炭需要は3分の1に落ち込むが、エネルギー全体の需要は横ばいとなる。仮に計画通りに実行された場合、再生可能エネルギーによる石炭の代替ペースはグローバル平均を上回ることになる。

中国の低炭素化への挑戦

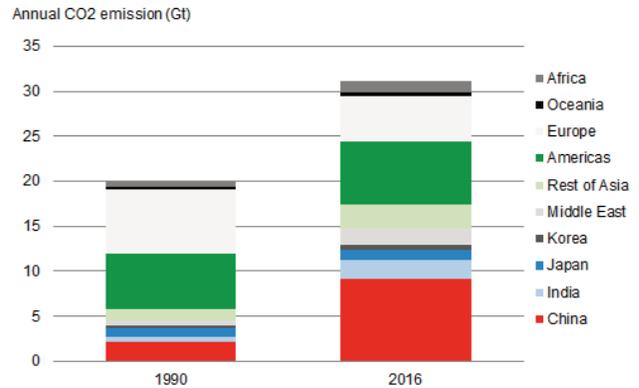
しかし、(1)石炭のエネルギー全体に占める比率が高い、(2)石炭の高いコスト競争力(今後の再生可能エネルギーや炭素回収技術の発展にもよる)、(3)中国のエネルギー需要は向こう10年は成長を続ける、といった要因を考慮すれば、絶対数で石炭依存度を下げることが容易ではないと考える。中国は今後10年におそらく諸外国より積極的にCO2排出量削減を推進すると当社は予想しているが、欧州のように完全な脱炭素化を目指す可能性は低いだろう。

図表 27: 中国政府が設定した長期エネルギー目標(2020年-2050年)



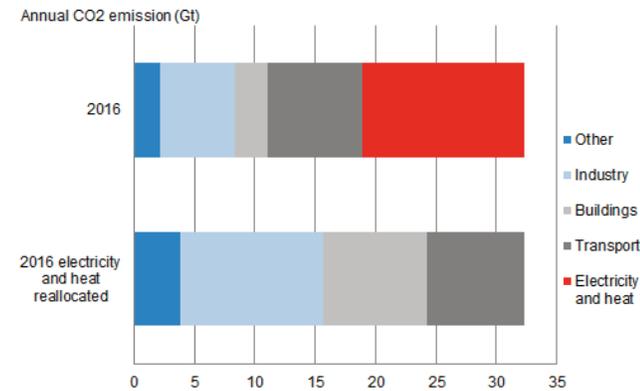
出所: 中国国家発展改革委員会(NDRC)、中国国家统计局、ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部

図表 28: 国別の年間CO2排出量 - 2016年と1990年の比較



出所: 国際エネルギー機関(IEA)、ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部

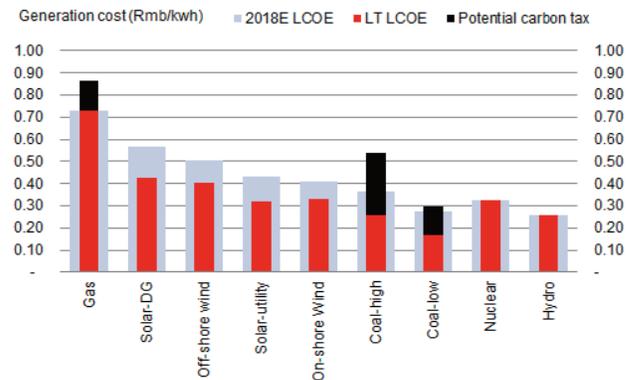
図表 29: 世界の業種別年間CO2排出量



出所: 国際エネルギー機関(IEA)、ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部

図表 30: 発電コスト-現在の水準と見通し

炭素税とCO2回収コストの追加により発電コストの経済性に变化



出所: ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部

Battery: LCAがもたらす台当たり搭載量の変化と求められる技術革新

車載バッテリー成長は確実視

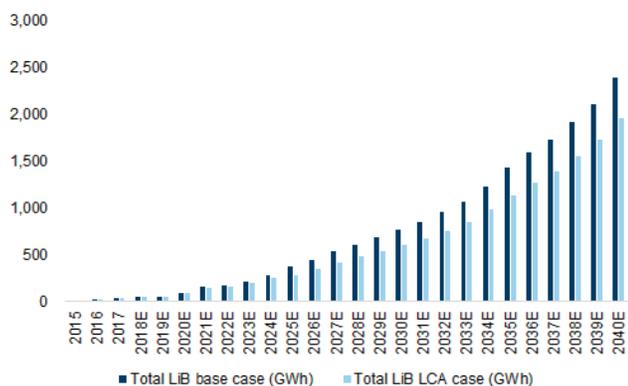
EV化はそのペースにおいては議論が残るが、普及するという事実に対して議論の余地はない。車載バッテリー市場は、2019年55GWhに対して2030年761GWh、2040年2383GWhへ大きく成長すると当社では予想している。台当たりのバッテリー容量はEVで50-60kWhに対してHEVは2kWh程度と大きな差があるため、EVが本格的に普及する2030年以降のバッテリー需要の拡大が大きく加速することになる。

ただしLCAでは台当たりの搭載量がダウンサイドになりうる

短期的にはLCAの適用により大容量のバッテリーがCO2排出の観点から不利になるため、EVの台当たり搭載量にも下方圧力がかかる可能性が考えられよう。バッテリー製造におけるCO2削減にむけて、電源構成を踏まえ欧州やカナダで、生産能力を拡大する投資が増えることが今後予想される。VW等の欧州自動車メーカーが参画しているスウェーデンのNorthvoltプロジェクトは、LCAを見据えた動きの一環であろう。

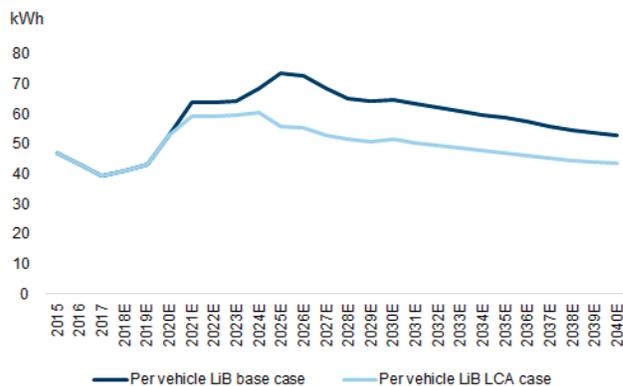
図表 31: 台当たり搭載電池容量の減少によりLiB需要が低下する可能性

LiB需要予測



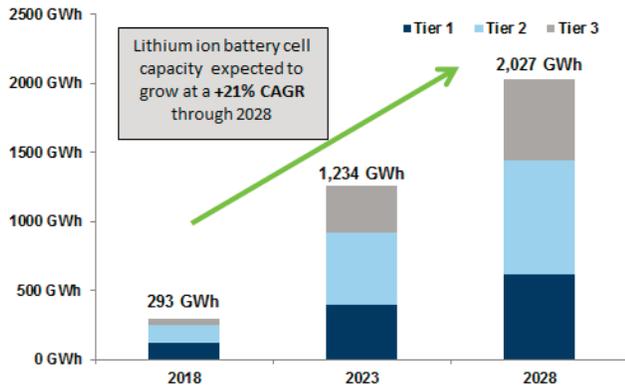
出所: ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部

図表 32: 台当たり搭載電池容量に下方圧力
EVの台当たり搭載電池容量予測



出所: ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部

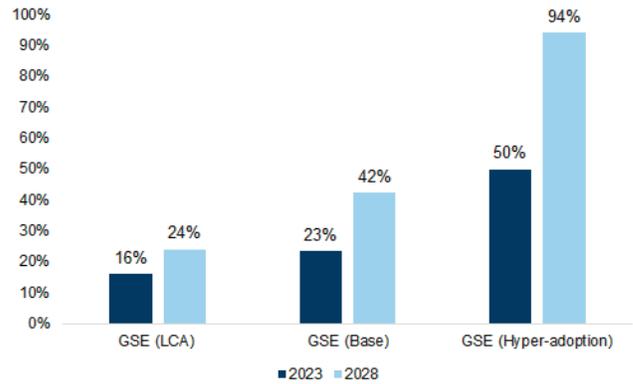
図表 33: LiBの生産能力は増大傾向
LiB生産能力予想



出所: Benchmark Mineral Intelligence

図表 34: LCA適用によりLiBの稼働率が低下するリスクがある

LiB稼働率予測 (Tier1-2のみ)

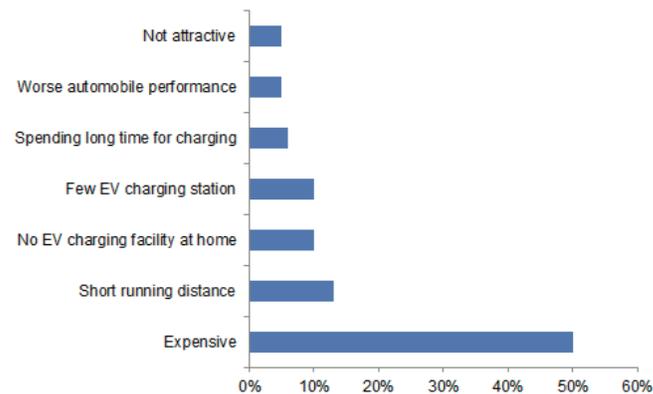


出所: ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部

消費者はEVの航続距離を懸念

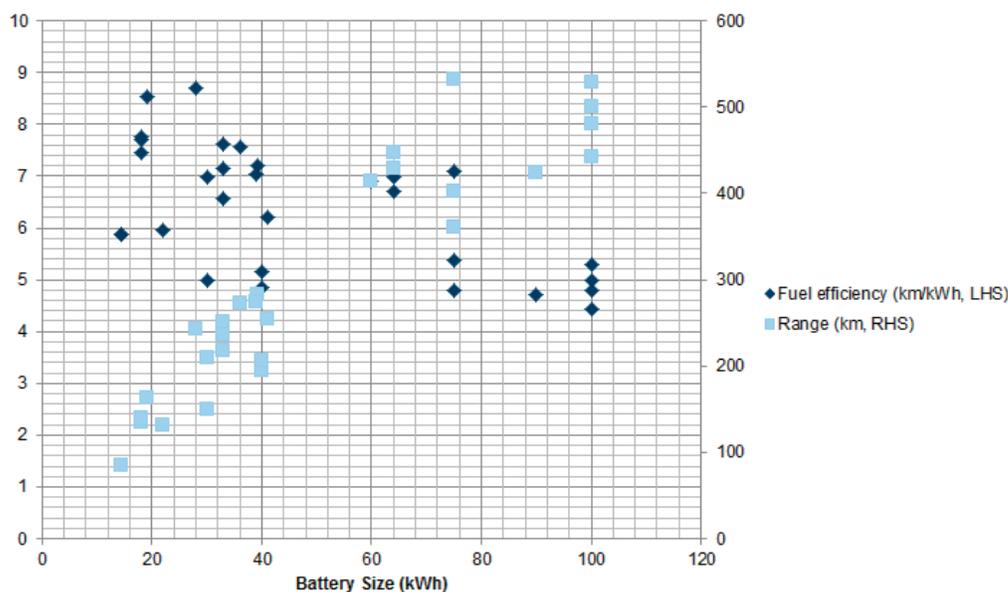
バッテリーの容量が小さいほど製造時のCO2排出量が限定される上、電費も向上する傾向があるため(主に車両の重量減に起因)、LCAの観点からはバッテリー容量を抑えるのが有利。しかし、EV購入をためらう原因として航続距離に対する不安を挙げる消費者は高額な車両価格に次いで多いことも事実だ。向こう5-10年は自動車メーカーはLCAと消費者満足度のバランスに苦心することになるだろう。根本的な解決のためにはエネルギー密度の向上に加え、電池製造地域の電源構成の改善が必要なのは明白。同時に全固体電池というブレークスルーへの期待も高まっている。

図表 36: EV購入に二の足を踏む理由は何か?
EVを購入しない理由アンケート (2016年調査)



出所: 経済産業省

図表 37: バッテリー容量の増大に伴い航続距離が増加。電費は低下
 バッテリー容量と電費/航続距離の関係

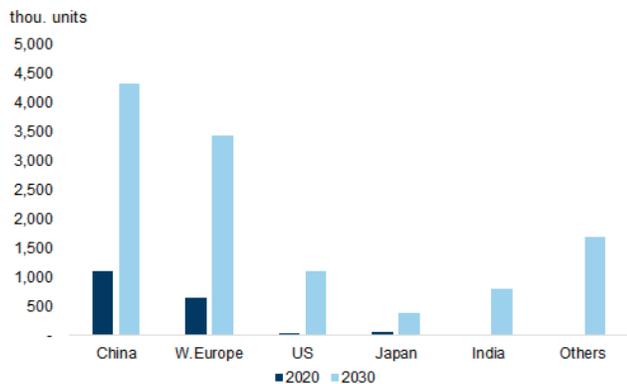


出所: Auto Catalog, ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部

世界最大のEV市場も調整中

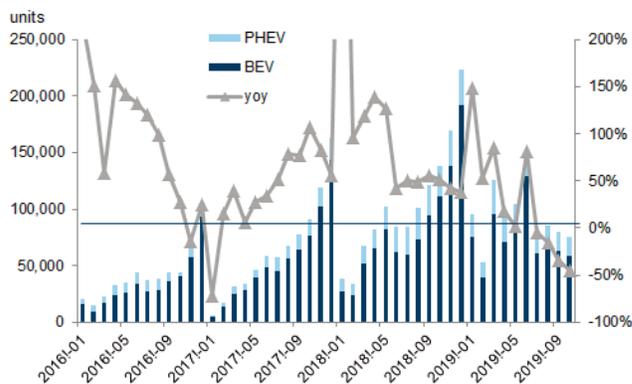
加えて価格/航続距離の懸念などEVに対する消費者目線は、依然として厳しい。NEV (New Energy Vehicle, EV+PHEV+FCVのことでHEVは含まない) 政策を推進する中国政府により、EVでもグローバル販売のおよそ6割を占める世界最大市場に成長を遂げた中国。しかし中国政府のアメ政策から鞭政策への転換により、NEVの販売に急ブレーキがかかっている。政府は2019年6月下旬より台当たりのNEV車購入補助金を従来から5-6割削減、加えて地方政府による補助金の積み増しを原則ゼロと定めた。補助金削減以降、中国のNEV販売は7月-10月で前年同月比5%減/16%減/34%減/46%減と減少幅を拡大している。2021年に向けて補助金はなくなる見通しとなっており、NEV販売の更なる苦戦は避けられないだろう。

図表 38: 中国は世界最大のEV市場
 地域別EV台数予想



出所: グローバルインサイト。ゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部。

図表 39: 補助金削減後NEV販売は前年割れが続く
 中国NEVの月次販売



出所: CAAM

FCVの理想と現実

FCVは究極のエコカーなのか？

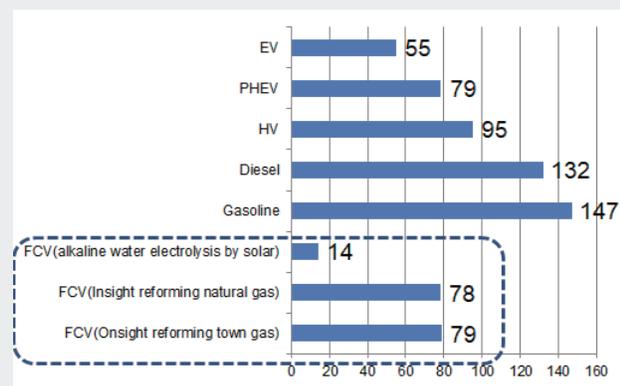
FCVの燃料に当たる水素の生成によって生じるCO2排出量は、生成方法によって異なるがおよそ80-130g/km程度となっている(出所:財団法人日本自動車研究所)。副生水素(鉄鋼や石油化学メーカーが生産目的物を製造する過程で発生)を用いたとしてもおよそ60-110g/km。さらに水素を圧縮/高圧貯蔵する際に消費する電力等を考慮すれば、「Well to Wheel」の観点からはEVやHEVは言わずもがなICEにも劣る可能性さえある。FCVの普及には水素スタンドの拠点数増加といったインフラ面に限らず、水素の生成/貯蔵と言った点でも技術の進歩によるコスト低減が欠かせない。

次期Miraiのポテンシャル

2018年の国内FCV普及台数は3,000台弱であり、乗用車総保有台数6,000万台に対して0.005%と非常に小さい市場である。一方でFCVを他社に先駆けて販売したトヨタはMiraiの次世代モデルを開発中で、2020年には少なくとも現状の10倍規模(3万台程度)の年間販売へ引き上げたい意向を示している。EVをしのぐ航続距離や耐久性を備えるFCVだが、ターゲット市場はまだ小さい。LCAの観点から水素生成のCO2を削減する様々なプロジェクトも、FCVの市場がまだ黎明期であることもあり短期的に巨額のリソースが投入される可能性は低いだらう。長い目で見てFCVを育てていく必要があるようだ。

図表 40: FCVのCO2排出量は現状ベストではない

Well to WheelのCO2/km排出量比較



出所: 経済産業省, Goldman Sachs グローバル投資調査部。

付属開示事項

レギュレーションAC

私達、湯澤 康太、George Galliers、フェー・ファン、トリナ・チェン、シャーミニ・チュットウォード、Ph.D.、プラモド・クマール、ジェウオン・チョイ、Gungun Verma、莫海峰、秋山 優介、ソヨン・リ、Sahana Subbaramanは、ここに本レポートで表明された全ての見解が、本レポートに含まれる一つ、または複数の企業、およびその発行有価証券に関する私達の見解を正確に反映したものであることを証明します。また、本レポートに示された特定の投資判断、または見解は、過去、現在、また将来的にも私達の報酬とは直接的にも間接的にも無関係であることを証明します。特に断りのない限り、本レポートの表紙に掲載されている個人はゴールドマン・サックスのグローバル投資調査部のアナリストです。

当社ファクタープロファイル

ゴールドマン・サックスのファクタープロファイルは株式の主要特性を市場(当社カバレッジ・ユニバースなど)や同業他社と比較することで当該株式の投資環境を評価することを企図しています。主要特性は成長性、財務リターン、バリュエーション、総合(成長性、財務リターン、バリュエーションの合成)の4項目から成ります。このうち成長性、財務リターン、バリュエーションは各株式固有の指標の正規化順位を用いて計算されます。その後、指標の正規化順位が平均され、指標と関係する特性のパーセンタイルに変換されます。具体的な計算方法は会計年度、業種、地域により異なる場合がありますが、各特性は基本的に以下のように捉えられます。

成長性は当該株式の将来の売上成長、EBITDA成長、EPS成長(金融株の場合はEPS成長と売上成長のみ)で構成され、百分率(パーセンタイル)が高いことは、成長性が高い会社であることを示します。財務リターンは当該株式の将来のROE、ROCE、CROCI(金融株の場合はROEのみ)で構成され、パーセンタイルが高いことは、財務リターンが高い会社であることを示します。バリュエーションは当該株式の将来のPER、PBR、配当利回り(P/D)、EV/EBITDA倍率、EV/FCF倍率、EV/DACF(負債調整後キャッシュフロー)倍率(金融株の場合はPER、PBR、P/Dのみ)で構成され、パーセンタイルが高いことは、バリュエーションが高い会社であることを示します。総合パーセンタイルは、成長性パーセンタイル、財務リターンパーセンタイル、(100%-バリュエーションパーセンタイル)の平均値から計算されます。

財務リターンとバリュエーションには、会計年度末時点における少なくとも3四半期先の当社アナリスト予想を使用します。成長性には、少なくとも7四半期先の会計年度を少なくとも3四半期先の会計年度と比較して得たデータを使用します(すべての指標は1株当たりベースとします)。

当社ファクタープロファイルの詳しい計算方法は当社担当者までお問い合わせください。

M&Aスコア

当社グローバル・カバレッジ全体で株式の分析にM&Aフレームワークを使用し、ある企業が買収標的となる可能性を織り込むため、(セクターや地域ごとに異なることのある)定性的要因と定量的要因の両方を考察します。続いてM&Aスコアを適用し、カバレッジ内のレーティングが付与された企業を1~3で評価します。1はその企業が買収標的となる可能性が高い(30%-50%)こと、2は中位(15%-30%)であること、3は低い(0%-15%)ことを示します。スコアが1または2の企業については、当社の標準的な部門ガイドラインにしたがい、当社目標株価にM&A価値を織り込みます。スコアが3の場合にはM&A価値は重要でないといふみなされ、当社目標株価に織り込まれないか、リサーチで論じられないこともあります。

クオンタム

クオンタムは詳細な過去の財務諸表や予想、レシオにアクセスできるゴールドマン・サックス独自のデータベースです。個別企業に関する徹底分析に利用できるほか、異なる業種、市場間の比較も可能です。

開示事項

価格情報

本レポートにおけるすべての価格情報は特に明記のない限りは12月4日時点のものである

主担当アナリストのカバレッジ・グループに含まれる銘柄

湯澤 康太：日本 自動車・自動車部品。George Galliers：Europe-Autos & Auto Parts。フェー・ファン：China Autos。トリナ・チェン：A-share Basic Materials、China Basic Materials。プラモド・クマール：Asean & India Autos。ジェウオン・チョイ：Korea Industrials。Gungun Verma：Europe-Autos & Auto Parts。秋山 優介：日本 自動車・自動車部品。

A-share Basic Materials：Aluminum Corp. of China (A)、Angang Steel (A)、Anhui Conch Cement (A)、Baoshan Iron & Steel、BBMG Corp. (A)、Chenming Paper (A)、China Coal Energy (A)、China Molybdenum Co. (A)、China Shenhua Energy (A)、Jiangxi Copper (A)、Maanshan Iron & Steel (A)、Shanying Int Holdings、Sun Paper、Yanzhou Coal Mining (A)、Zijin Mining (A)。

Asean & India Autos：Amara Raja Batteries Ltd.、Ashok Leyland、Astra International、Bajaj Auto、Bosch Ltd.、Eicher Motors、Exide Industries、Hero MotoCorp、Jardine Cycle & Carriage、Mahindra & Mahindra、Maruti Suzuki India、Motherson Sumi Systems、PT United Tractors、Tata Motors、TVS Motor。

China Autos：BAIC Motor Co.、Brilliance China Automotive、BYD Co. (A)、BYD Co. (H)、CATL、China Grand Auto、China Harmony New Energy Auto、Chongqing Changan Auto、Dongfeng Motor、Fuyao Glass Industry Group (A)、Fuyao Glass Industry Group (H)、Geely Automobile Holdings、Grand Baoxin Auto Group、Great Wall Motor Co. (H)、Great Wall Motor Co. (A)、Guangzhou Automobile Group (A)、Guangzhou Automobile Group (H)、Huayu Automotive Systems、Joyson Electronics、MeiDong Auto、Minth Group、Nexteer Automotive Group、NIO Inc.、SAIC Motor、Yongda Auto、Zhengtong Auto Services Holdings、Zhongsheng Group。

China Basic Materials：Aluminum Corp. of China (H)、Angang Steel (H)、Anhui Conch Cement (H)、BBMG Corp. (H)、Chenming Paper (H)、China Coal Energy (H)、China Hongqiao Group、China Molybdenum Co. (H)、China National Building Material、China Resources Cement Holdings、China Shenhua Energy (H)、Jiangxi Copper (H)、Lee & Man Paper Manufacturing Ltd.、Maanshan Iron & Steel (H)、MMG Ltd、Nine Dragons Paper Holdings、West China Cement、Yanzhou Coal Mining (H)、Zhaojin Mining Industry、Zijin Mining (H)。

Europe-Autos & Auto Parts：Aston Martin Lagonda Global Holdings、BMW、CNH Industrial、CNH Industrial、Continental、Daimler AG、Ferrari NV、Ferrari NV、Fiat Chrysler Automobiles NV、Fiat Chrysler Automobiles NV、Hella KGA Hueck、Michelin、Peugeot、Pirelli、Porsche、Renault、TI Fluid Systems Plc、Valeo、Volkswagen。

日本 自動車・自動車部品：Aisin Seiki、Bridgestone、Denso、Hino Motors、Honda Motor、Ichihok Industries Ltd.、Isuzu Motors、JSP Corp.、Koito Manufacturing、Mazda Motor、Mitsubishi Motors、Mitsui High-tec Inc.、Nifco Inc.、Nissan Motor、NOK Corp.、Stanley Electric、Subaru Corp.、Sumitomo Rubber Industries、Suzuki Motor、Toyota Boshoku、Toyota Motor、Unipres Corp.、Yamaha Motor。

Korea Industrials：Hankook Tire & Technology、Hanon Systems、Hyundai Steel、Korea Electric Power Corp.、Korea Zinc、Mando Corp.、POSCO、POSCO (ADR)。

レーティングの配分と投資銀行業務との関連

ゴールドマン・サックス投資調査部のグローバル調査対象銘柄群

	レーティングの配分			投資銀行業務との関連		
	買い	ホールド	売り	買い	ホールド	売り
グローバル	43%	42%	15%	64%	56%	50%

2019年10月1日現在でゴールドマン・サックス・グローバル投資調査部がレーティングを付与した銘柄数は2,987となっております。ゴールドマン・サックスは、調査対象銘柄から地域の各種投資推奨リストの買いおよび売りを付与する銘柄を選定し、そのいずれにも該当しない銘柄を中立と見なしています。こうしたレーティングの付与はFINRA(米国金融取引業規制機構)の諸規則により義務付けられた上記の公表を目的とする、買い、ホールド、売りと一致します。下記の「レーティング、カバレッジ・グループおよび関連事項の定義」をご参照ください。「投資銀行業務との関連」の表は、過去12ヵ月以内にゴールドマン・サックスが投資銀行業務を提供した調査対象銘柄の割合をレーティング・カテゴリー毎に表したものです。

規制に基づく開示事項

米国の法ならびに米国の規制に基づく開示事項

本資料に記載された企業に要求される以下の開示事項に関しては、上記の各会社に関する規制に基づく開示事項をご参照ください；主幹事会社または共同主幹事会社の役割；1%またはその他の持分；特定の業務に係る報酬の受領；顧客関係の種類；過去の証券公募における主幹事会社または共同主幹事会社の役割；役員の兼務；株式につぐ、カバレッジ・グループ・メーカーおよび/またははスペシャリストの任務。ゴールドマン・サックスは本資料に記載された発行体の債券(あるいは関連する派生商品)の自己勘定売買を行います、あるいは行う場合があります。

追加の開示事項：**証券の保有ならびに実質的な利害の対立**：ゴールドマン・サックスの方針では、アナリスト、アナリストの下で業務を行うプロフェッショナル、およびその同居家族が、アナリストが調査対象としている企業の証券を保有することを禁止しています。**アナリストの報酬**：アナリストの報酬は、投資銀行部門の収益を含むゴールドマン・サックス全体の収益も考慮した上で決定されています。**アナリストによる役員の兼務**：ゴールドマン・サックスの方針では通常、アナリスト、アナリストの下で業務を行う者、またはその同居家族が、アナリストが調査対象としている企業の役員、取締役または顧問を兼務することを禁止しています。**米国以外のアナリスト**：米国以外のアナリストは必ずしもゴールドマン・サックス・アンド・カンパニーの外務員ではなく、したがって調査対象企業とのコミュニケーション、公の場への登場、保有証券の売買を規制するFINRAの規則2241あるいは規則2242の適用対象とならない場合があります。

レーティングの配分：レーティングの配分に関しては上記開示事項をご参照ください。**株価チャート**：前段に掲載された、レーティングと目標株価の推移を示した株価チャートをご参照ください。電子フォーマットによる株価チャート、もしくは本資料で取り上げられた複数の企業の株価チャートをご希望の場合は、<https://www.gs.com/research/hedge.html>のゴールドマン・サックス・ウェブサイトをご参照ください。

米国以外の管轄地域の法律や規制に基づく追加の開示事項

以下の開示事項は、米国法ならびに規制に基づきすでに記載された項目以外に、各管轄地域で開示が求められているものです。**オーストラリア**：ゴールドマン・サックス・オーストラリアPty Ltdおよびその関連会社はBanking Act 1959 (Cth)で定義されるオーストラリアの公認預金受入機関ではなく、オーストラリアにおいて銀行サービスを提供することも銀行業務を営むこともありません。本資料および本資料の入手や利用は、ゴールドマン・サックスが別段に合意した場合を除き、Australian Corporations Actで定義されている”wholesale clients”のみを対象としています。調査資料の作成にあたり、ゴールドマン・サックス・オーストラリア投資調査部の社員が、調査資料で言及する企業およびその他の事業者が主催する会社訪問や工場見学、その他会合に出席することがあります。ゴールドマン・サックス・オーストラリアがかかる訪問や会合に関する状況に照らして適切かつ妥当と判断した場合には、その訪問や会合の費用の一部または全額を当該発行体が負担することがあります。本資料において金融商品に関してなんらかの意見が含まれる場合は一般的な見解であり、個々のお客様の投資目的、財務状況、もしくは必要性を考慮することなくゴールドマン・サックスが作成したものです。お客様は、これらの意見に基づき投資行動をとる場合、当該意見が自身の投資目的、財務状況、必要性に鑑み適切であるかを事前にご確認ください。オーストラリアおよびニュージーランドのゴールドマン・サックスにおける利益相反に関する開示事項並びにゴールドマン・サックスにおけるオーストラリアセルサイドリサーチの独立性に関するポリシーは

<https://www.goldmansachs.com/disclosures/australia-new-zealand/index.html> をご覧ください。**ブラジル**：ブラジル証券取引委員会(CVM) Instruction 598に関する開示情報については、<https://www.gs.com/worldwide/brazil/area/gir/index.html> をご覧ください。CVM Instruction 598第20項が適用される場合、本文の最後に特に明記のない限り、本資料の初めに記載された最初のアナリストが、同項が定義する、本資料の内容に主たる責任を負う、ブラジルで資格登録されたアナリストとなります。**カナダ**：ゴールドマン・サックス・カナダ・インクはゴールドマン・サックス・グループ・インクの関連会社であり、したがってゴールドマン・サックス(上記定義)に関する会社に関する規制に基づく開示の対象に含まれます。ゴールドマン・サックス・カナダ・インクは、本資料を顧客に広範に配布する場合、その範囲において本資料を承認するものとし、またその内容に責任を負うことに同意しているものとします。**香港**：本資料に記載された、当社アナリストが調査対象としている企業の有価証券に関し、さらに詳しい情報が入用の際には、ゴールドマン・サックス(アジア)L.L.C.にお問い合せください。**インド**：本資料に記載された企業に関しさらに詳しい情報が入用の際には、ゴールドマン・サックス(インド)セキュリティーズ・プライベート・リミテッド、SEBIにおけるリサーチアナリスト登録番号INH00001493、951-A, Rational House, Appasaheb Marathe Marg, Prabhadevi, Mumbai 400 025, India, 法人登記番号U74140MH2006FTC160634、電話番号+91 22 6616 9000、Fax +91 22 6616 9001までお問い合わせください。ゴールドマン・サックスは本資料に記載された企業の(Indian Securities Contracts (Regulation) Act 1956第2項(h)で定義される)証券を1%以上実質保有している場合があります。**日本**：金融商品取引法第37条に定める事項の表示をご参照ください。**韓国**：本資料及びそのアクセスは、ゴールドマン・サックスとの別段の同意がない限り、韓国金融投資サービスおよび資本市場法の「プロフェッショナル投資家」に向けたものです。本資料に記載された企業に関しさらに詳しい情報が入用の際には、ゴールドマン・サックス(アジア)L.L.C.ソウル支店までお問い合わせください。**ニュージーランド**：ゴールドマン・サックス・ニュージーランド・リミテッドおよびその関連会社は(Reserve Bank of New Zealand Act 1989で定義される)「登録銀行」でも「預金受入機関」でもありません。本資料および本資料の入手や利用は、ゴールドマン・サックスが別段に合意した場合を除き、Financial Advisors Act 2008で定義されている”wholesale clients”のみを対象としています。オーストラリアおよびニュージーランドのゴールドマン・サックスにおける利益相反に関する開示事項は<https://www.goldmansachs.com/disclosures/australia-new-zealand/index.html> をご覧ください。**ロシア**：ロシア連邦で配布される調査レポートは、ロシア法で定義される広告ではなく、商品の宣伝を主目的としない情報・分析に該当するものであり、ロシアの資産評価に関する法の意義の範囲内における評価を提供するものではありません。調査レポートは、ロシア法ならびに規制に基づく個人向けの推奨を構成するものではありません。また、特定のお客様に向けたものではなく、お客様の財務状況、投資プロファイルまたはリスクプロファイルを分析することなく作成したものです。本資料に基づくお客様やその他の投資行動について、ゴールドマン・サックスは一切の責任を負いかねます。**シンガポール**：本資料に記載された、当社アナリストが調査対象としている企業に関しさらに詳しい情報が入用の際には、ゴールドマン・サックス(シンガポール)Pte. (Company Number: 198602165W)までお問い合わせください。**台湾**：本資料は情報提供のみを目的としたものであり、当社の承諾なしに転載することはできません。投資に際しましては、各自の投資リスクを慎重にご検討ください。投資の結果につきましては個々の投資家が責任を負うものとします。**英国**：英国金融行動監視機構の規則において個人投資家の定義に該当するお客様は、本資料を本資料で取り上げた、当社アナリストが調査対象としている企業に関する過去のゴールドマン・サックス・レポートと関連してお読みいただき、ゴールドマン・サックス・インターナショナルから送られたリスク警告を参照して下さい。これらのリスク警告の写しや本資料で使用した金融用語の用語解説をご希望の方は、ゴールドマン・サックス・インターナショナルまでお問い合わせ下さい。

欧州連合：投資推奨または投資戦略を推奨、提案するその他の情報の客観的な提示、および個人の利益の開示または利益相反の表明の技術的な手続きに関する規制技術基準についての欧州議会および理事会規則(EU) No 596/2014を補足する欧州委員会委任規則(EU) (2016/958)の第6条2項に関連する開示情報は、欧州での投資調査に関する利益相反管理方針に記載した<https://www.gs.com/disclosures/europeanpolicy.html>をご覧ください。

レーティング、カバレッジ・グループおよび関連事項の定義

買い(B)、中立(N)、売り(S)アナリストは地域の各種投資推奨リストに採用する買わないし売り銘柄を推奨します。投資推奨リストで買わないし売りの推奨が付与される銘柄はカバレッジ相対の潜在トータルリターンにより決定されます。買わないし売り推奨のいずれにも該当せず、かつレーティングがアクティブの状態にある銘柄(すなわち推奨レーティング中断[RS]、投資見解保留[NR]、調査中断[CS]、投資見解なし[NC]以外の銘柄)は中立とみなされます。各地域のインベストメント・レビュー・コミティはリージョナル・コンピクシオン・リストを管理しており、それぞれの所管地域における潜在トータルリターンの大きさ、リターンの実現可能性のいずれかまたは両方に基づいた推奨を目的とします。ある銘柄がコンピクシオン・リストに採用された場合、またはコンピクシオン・リストから除外された場合、そのことは担当アナリストによる当該銘柄の推奨レーティングの変更を意味するものではありません。

潜在トータルリターンは、株価が現行水準から対象期間中に見込まれる目標株価(実績および予想ベースの配当を全て含む)まで上昇または下落する幅に相当します。目標株価は全ての調査対象銘柄に設定されます。投資推奨リストへの追加ないし採用を強調する際には、各レポートに潜在トータルリターン、目標株価およびその対象期間が記載されます。

カバレッジ・グループ：各カバレッジ・グループに含まれる全企業名が記された、主要担当アナリスト別、銘柄別、カバレッジ・グループ別のリストは <https://www.gs.com/research/hedge.html> をご覧ください。

投資見解保留(NR)：推奨レーティングと目標株価を削除する。当該削除は、ゴールドマン・サックスが当該企業に係る合併または戦略的な取引およびその他の一定の状況において投資銀行業務に携わっている場合に、ゴールドマン・サックスの社内規定遵守の見地からなされる。**推奨レーティング中断(RS)**：ゴールドマン・サックス調査部は、対象銘柄につき、推奨レーティングまたは目標株価の決定に十分なファンダメンタルズ上の根拠がないため、あるいは推奨レーティングまたは目標株価の公表を巡って法、規制、方針上の制約が存在するため、推奨レーティングと目標株価の提示を中断している。従前の対象銘柄に関する推奨レーティングと、もしある場合は目標株価は現在無効であり、投資判断に利用すべきではない。**調査中断(CS)**：推奨レーティング、業績予想、目標株価などの提示を中断する。**投資見解なし(NC)**：ゴールドマン・サックス調査部の主要調査対象銘柄ではない。**表示すべき情報なし、または適切な情報ではない(NA)**：この情報を表示するには適切ではない。**適切な意味を持たない(NM)**：この情報は意味がないため、除外する。

グローバル調査資料：配布機関

ゴールドマン・サックスのグローバル・インベストメント・リサーチ部門は、全世界でゴールドマン・サックスのお客様向けに調査資料の発行と配布を行っています。世界各地のゴールドマン・サックスのオフィスに勤務するアナリストは、業界および企業、マクロ経済、為替、市況商品、ポートフォリオ戦略に関する調査資料を発行しています。本資料の配布については、オーストラリアではゴールドマン・サックス・オーストラリアPtyリミテッド(ABN 21 006 797 897)が、ブラジルではゴールドマン・サックス・ドゥ・ブラジル・コレトラ・デ・ティツロス・エ・ヴァロレス・モビリアリオS.A.が、オランダではゴールドマン・サックス・ブラジル：0800 727 5764 および/または ouvidoriagoldmansachs@gs.com (平日の午前9時から午後6時)にお問い合わせください。Ouidoria Goldman Sachs Brasil: 0800 727 5764 e/ou ouvidoriagoldmansachs@gs.com。Horário de funcionamento: segunda-feira à sexta-feira (exceto feriados), das 9h às 18h. カナダではゴールドマン・サックス・カナダ・インクまたはゴールドマン・サックス・アンド・カンパニーが、香港ではゴールドマン・サックス(アジア)LLCが、インドではゴールドマン・サックス(インド)セキュリティーズ・プライベート・リミテッドが、日本ではゴールドマン・サックス証券株式会社が、韓国ではゴールドマン・サックス(アジア)LLC ソウル支社が、ニュージーランドではゴールドマン・サックス・ニュージーランド・リミテッドが、ロシアではOOGゴールドマン・サックスが、シンガポールではゴールドマン・サックス(シンガポール)Pte(Company Number: 198602165W)が、米国ではゴールドマン・サックス・アンド・カンパニーが、これを行います。ゴールドマン・サックス・インターナショナルは英国および欧州連合内での本資料の配布を承認しています。

欧州委員会：英国ブルーデンス規制機構により認可され、英国金融行動監視機構ならびに英国ブルーデンス規制機構の監督を受けるゴールドマン・サックス・インターナショナルは、欧州連合域内および英国国内における本資料の配布を承認しております。

一般的な開示事項

本資料はお客様への情報提供のみを目的としています。ゴールドマン・サックスに関する開示事項を除き、本資料は信頼できるとされる現在の公開情報に基づいて作成されていますが、当社はその正確性、完全性に関する責任を負いません。本資料に記載された情報、意見、推定、予想等は全て本資料発行時点のものであり、事前の通知なしに変更される場合があります。当社は本資料中の情報を合理的な範囲で更新するようにしていますが、法令上の理由などにより、これができない場合があります。定期的に発行される一部の業界レポートを除いて、大部分のレポートはアナリストの判断により変則的な間隔を置いて発行されます。

ゴールドマン・サックスは、投資銀行業務、投資顧問業務および証券業務を全世界で提供する総合金融会社です。当社はグローバル・インベストメント・リサーチ部門が調査対象として企業の大部分と投資銀行証券その他の業務上の関係を持っています。米国のブローカー・ディーラーであるゴールドマン・サックス・アンド・カンパニーは証券投資家保護会社(SIPC) (<https://www.sipc.org>) に加盟しています。

当社のセールス担当者、トレーダーその他の従業員は、口頭または書面で、本資料で述べられた意見と異なる内容の市場に関するコメントや投資戦略を、当社の顧客およびプリンシパル取引部門に提供することがあります。当社の資産運用部門、プリンシパル取引部門、投資部門は、本資料で示された投資見解や意見と整合しない投資決定を下すことがあります。

本資料に記載されたアナリストは、本資料で議論された株式の株価に短期的な影響を及ぼす可能性がある、また、それによる影響が当該株式に対するアナリストの公表済み目標株価と方向性を異にする可能性がある株価材料や事象に言及した投資戦略について、時として当社セールス担当者、トレーダーを含む当社顧客と議論を行っている、または本資料で議論を行うことがあります。その種のいかなる投資戦略も当該株式に関するアナリストの基本的な株式レーティングとは別個のものであり、また、それに対して影響を及ぼしていません。本資料に記載の通り、レーティングは当該株式の属するカバレッジ・グループ相対での当該株式の潜在リターンを反映しています。

当社および当社の関連会社、役員、エクイティおよびクレジット・アナリストを除く社員は、本資料に記載された証券または派生商品(もしあれば)の買い持ちや売り持ち、および売買を時として行うことがあります。

当社主催のコンファレンスで、当社の他の部門の従業員を含む、サードパーティのスピーカーが示す見解は、必ずしもグローバル投資調査部の見解を反映したものではなく、また当社の公式見解でもありません。

ここで述べるサードパーティは、セールス担当者、トレーダー、その他プロフェッショナル、およびその同居家族を含み、本資料で言及された金融商品について、本資料を執筆したアナリストの見解と相反するポジションをとることがあります。

本資料は売却・購入が違法となるような法域での有価証券の売却もしくは購入を勧めるものではありません。本資料は個人向けの推奨を構成するものではなく、また個々のお客様の特定の投資目的、財務状況、もしくは要望を考慮したものではありません。お客様は、本資料のいかなる意見または推奨に基づき投資行動をとる場合でも、その前にそれらがお客様の特定の状況に当てはまるか否かを考慮に入れるべきであり、必要とあれば税務アドバイザーも含めて専門家に助言を求めて下さい。本資料に記載されている投資対象の価格と価値、およびそれらがもたらす収益は変動することがあります。過去の実績は将来のパフォーマンスを約束するものではありません。将来の収益は保証されているわけではなく、投資元本割れが生じることはあり得ます。為替変動は特定の投資の価格と価値、およびそれがもたらす収益にマイナスの影響を与えることがあります。

先物、オプション、およびその他派生商品に関する取引は大きなリスクを生むことがあり、すべての投資家に適切な取引ではありません。投資の際にはゴールドマン・サックスの担当者もしくはウェブサイトを <https://www.theocc.com/about/publications/character-risks.jsp> および <https://www.fiadocumentation.org/fia/regulatory-disclosures/1/fia-uniform-futures-and-options-on-futures-risk-disclosures-booklet-pdf-version-2018> を通じて入手可能なオプションおよび先物に関する最新の開示資料をよくお読みください。オプションの買いと売りを組み合わせるスプ

レッドなどのオプション戦略では取引コストがかなり高くなる場合があります。関連資料をご希望の方はお申しつけください。

グローバル投資調査部が提供する異なるレベルのサービス：当社グローバル投資調査部が提供するサービスのレベルならびに種類は、コミュニケーションを受け取る頻度や手段に関するお客様のご要望、お客様のリスク特性や投資の重点分野ならびに大局的な投資観(市場全体、セクター固有、長期、短期等)、当社との顧客関係全体の規模や範囲、法律や規制による制約といった様々な要因により、当社の社内顧客および社外の他の顧客に提供されるサービスと異なる場合があります。一つの例として、特定の有価証券に関する調査資料の発行時に通知を依頼されるお客様もいれば、当社顧客向け内部ウェブサイトでも入手可能なアナリストのファンダメンタル分析の基礎となる特定のデータの、データフィードその他手段による電子配信を依頼されるお客様もいます。アナリストの根本的な調査見解の変更(株式の場合はレーティングや目標株価、業績予想の大幅な変更など)については、かかる情報を含む調査レポートが作成され、当社顧客向け内部ウェブサイトへの掲載という電子的発行または必要に応じてその他手段により、当該レポートがそれを受け取る資格のあるすべての顧客に広範に配布されるまでは、いかなる顧客にも伝達されることはありません。

すべての調査資料は電子的発行手段により当社の顧客向け内部ウェブサイトですべての顧客に一斉に配布され、閲覧可能となります。調査資料のすべての内容が当社顧客向けに再配布されたり、第三者のアグリゲーターに提供されたりするわけではなく、ゴールドマン・サックスは第三者のアグリゲーターによる当社の調査資料の再配布に責任を負っているわけでもありません。一つ以上の有価証券や市場、資産クラス(関連サービス含む)に関してご利用可能な調査資料やモデル、その他データについては、当社の営業担当者にお問い合わせいただくか、<https://research.gs.com>をご覧ください。

その他の開示事項については、<https://www.gs.com/research/hedge.html>をご参照いただくか、200 West Street, New York, NY 10282のリサーチ・コンプライアンスから入手することができます。

金融商品取引法第37条に定める事項の表示

本資料とともに、金融商品取引をご案内させていただく場合は、各金融商品取引の資料をよくお読みください。金融商品取引を行われる場合は、各商品等に所定の手数料等(たとえば、株式のお取引の場合には、約定代金に対し、事前にお客様と合意した手数料率の委託手数料および消費税、投資信託のお取引の場合には、銘柄ごとに設定された販売手数料および信託報酬等の諸経費、等)をご負担いただく場合があります。また、すべての金融商品には、関連する特殊リスクがあり、国内外の政治・経済・金融情勢、為替相場、株式相場、商品相場、金利水準等の市場情勢、発行体等の信用力、その他指標とされた原資産の変動により、多額の損失または支払い義務が生じるおそれがあります。さらに、デリバティブのお取引の場合には、弊社との合意により具体的な額が定まる保証金等をお客様に差し入れていただくこと、加えて、追加保証金等を差し入れていただく可能性もあり、こうした取引についてはお取引の額が保証金等の額を上回る可能性があります(お取引の額の保証金等の額に対する比率は、現時点では具体的な条件が定まっていないため算出できません)。また、上記の指標とされた原資産の変動により、保証金等の額を上回る損失または支払い義務が生じるおそれがあります。さらに、取引の種類によっては、金融商品取引法施行令第16条第1項第6号が定める売付けの価格と買付けの価格に相当するものに差がある場合があります。なお、商品毎に手数料等およびリスクは異なりますので、当該商品等の契約締結前交付書面や目録見書またはお客様向け資料をよくお読みください。

権利行使期間がある場合は権利を行使できる期間に制限がありますので留意が必要です。

期限前解約条項、自動消滅条項等の早期終了条項が付されている場合は、予定された終了日の前に取引が終了する可能性があります。

商号等：ゴールドマン・サックス証券株式会社 金融商品取引業者 関東財務局長(金商)第69号

加入協会：日本証券業協会、一般社団法人金融先物取引業協会、一般社団法人第二種金融商品取引業協会

© 2019 ゴールドマン・サックス

本書の一部または全部を、ゴールドマン・サックス・グループ・インクの事前の書面による承諾がない限り、(i)複製、写真複製、あるいはその他のいかなる手段において複製すること、または(ii)再配布することを禁じます。