

寄稿者

Bill Hao

ディレクター

グローバル・リサーチ及びデザイン

wenli.hao@spglobal.com

Aye M. Soe, CFA

マネージング・ディレクター

グローバル・リサーチ及びデザイン

aye.soe@spglobal.com

Kelly Tang, CFA

ディレクター

グローバル・リサーチ及びデザイン

kelly.tang@spglobal.com

ファクター・ポートフォリオにおける カーボンリスクの統合

はじめに

過去のカーボンリスクに関する議論には通常、気候変動に関する科学的根拠や、既存の証拠がカーボンを意識した投資に関する市場参加者の行動を支えていたかどうかが含まれていました。ここ数年では、気候変動に関する方針や知識は、世界中の多くの大手機関投資家が程度の違いはあるもののカーボンリスクの統合をすでに投資プロセスに組み入れ始めている段階にまで進展しています。

低カーボン投資のトレンドとともに、機関投資家はファクターに基づく資産配分アプローチを採用しています。ファクターに基づく投資をコア株式の配分に組み入れ、投資プロセス全体を低カーボン・イニシアチブと一致させることを望んでいる機関投資家は、ポートフォリオ全体の運用アプローチを必要とする場合があります。このアプローチではカーボンリスクに関連する測定基準を伝統的リスク・ファクターからのシグナルと統合します。したがって、市場には、伝統的ファクター・ポートフォリオとカーボンリスクを統合することによる影響を分析する研究に対する必要性が明らかに存在しています。

したがって、現時点での議論では、カーボンリスクがどの程度まで織り込まれているか、ひいては市場参加者が既存のポートフォリオにおいてどの程度までポジションを取るべきかに重点が置かれています。カーボンを意識した投資の出発点として、特定のポートフォリオのカーボン・フットプリントを知ることが必要です。しかし、カーボン・フットプリントはカーボン・プライシング・リスクのほんの一部分を測定しているに過ぎず、カーボンリスク・エクスポージャーの完全な予測を提供する上で将来を考慮しているとは言えません¹。

データの入手可能性及び履歴や、カーボン関連の測定基準を組み入れることによるポートフォリオの影響を実証しようとしている本レポートの焦点など様々な理由から、本レポートではカーボンの効率性の視点からカーボンリスクを分析しており、より簡素化したアプローチを採用しています。

本レポートでは、純粹で制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオが、カーボン効率の低いポートフォリオや対象ベンチマークを絶対リターン・ベースでア

¹ Bernick, Libby, Bullock, Steven, 及び Lord, Rick, 「[Carbon Pricing: Discover Your Blind Spots on Risk and Opportunity](#)」Trucost, 2018年1月17日

ウトパフォーマンスするものの、ポートフォリオのボラティリティが高いためリスク調整後ベースではアンダーパフォーマンスすることに言及しています。さらに、カーボン・エフィシエント・ポートフォリオがどのように意図しないセクター・バイアスやファクター・バイアスを示すかについても検証しています。当社ではカーボン強度とスタイル・ファクターの相関を用いて、目標ファクター・エクスポージャーを維持しつつ、カーボン強度を下げるために、カーボン・エフィシエント・ポートフォリオ（制約のない、セクター相対の）を伝統的なリスクファクターと組み合わせることのできる定型化された枠組みを示します。

この分析を通じて、当社は投資業界を方向付けている2つの強力なトレンドを統合するとともに、サステナビリティ主導であることを望んでいる一方で、投資マナデートに明記されているリスク/リターン・プロファイルを実現することに注目している機関投資家が使用できる枠組みを提供します。また、当社はカーボン・エフィシエント・ファクター・ポートフォリオがコア株式戦略及び戦術的資産配分プロセスの重要な部分になり得ることも示します。

当社がこのレポートで提供した枠組みは決して全てを網羅しているわけではありません。脱カーボン・ファクター・ポートフォリオを実現する上では多くの方法があり、それぞれが独自のトレードオフやユニークな特性を有しています。したがって、当社は今後のレポートにおいて、さらなるケーススタディを検証するとともに、各アプローチのメリットとデメリットについて理解を深めることのできる定型化された事例を提供するつもりです。

現在のカーボン投資の状況

2017年4月現在、責任投資原則(PRI)に署名している1,700の機関が運用している資産は70兆米ドルに上っており、これらの署名機関は投資プロセスにこの原則を組み入れることをコミットしています²。PRIに署名した機関は、環境・社会・ガバナンス(ESG)に関する考慮を統合することが受託者責任の一部であることや、カーボンリスクが市場評価に十分に織り込まれていないことを踏まえ、具体的にカーボン基準を組み入れることが最も重要であることを認識しています。ここ数年間において、市場参加者やアセットオーナーが様々なESG投資戦略にますます関与しており、投資に影響を与えている状況が見受けられます。その範囲は、排他的慣行から完全なESG統合まで及んでいます。

多数のイニシアティブがカーボンリスクをより効率的に測定することに努めていますが、おそらく最も影響力の大きいのは気候関連財務情報開示タスクフォース(TCFD)であると考えられます。金融安定理事会(FSB)は2015年、Michael Bloombergが議長を務めるこのタスクフォースを設置し、一貫性のある、比較可能な、信頼できる、確実で効率的な気候関連財務情報開示に関する推奨の起草を目標に掲げました。TCFDのレポートは2017年6月に公表され、低カーボン

責任投資原則(PRI)に署名している1,700の機関が運用している資産は70兆米ドルに上っています。

² 責任投資原則年次報告書 2017年、<http://annualreport.unpri.org/>

経済への移行によりポートフォリオにもたらされるリスクや機会を投資家が理解することを支援する上で有益であることが証明されると予想されています。TCFDのレポートは企業が情報開示することを促しているため、これらの開示はサステナビリティ・レポートよりはむしろ、統合された財務レポートが主流になると期待されています。これにより、次には監査委員会や上級管理者が関わるようになると考えられます。

Trucostの調査によると、規制ではパリ協定に従って地球の平均気温の上昇を2°Cに制限することを目標としているため、平均カーボン・プライスが2030年までに1メートルトン当たり120米ドルへ7倍以上上昇する可能性があると思われています。

今までのところ、カーボン・プライスはすでに40ヶ国及び20の都市・地域で実行されています³。Trucost⁴の調査によると、規制ではパリ協定に従って地球の平均気温の上昇を2°Cに制限することを目標としているため、平均カーボン・プライスが2030年までに1メートルトン当たり120米ドルへ7倍以上上昇する可能性があると思われています。これに対応して、Trucostでは、企業が国内のカーボン・プライスを見積もるのに役立つように設計されたカーボン・プライシング・ツールを開発しました。このツールは、科学に基づくプライス・シナリオや国の気候変動コミットメントを考慮に入れ、現在のカーボン・プライスと将来のカーボン・プライスのスプレッドの漸進的な縮小をモデル化しています、企業がカーボンの真のコストを理解すれば、カーボン・エクスポージャーをヘッジする上でより適切な経営意思決定を行うことが可能となります⁵。

投資分野に関する規制の観点から、カーボンに基づく投資ケースを支援する動きが強まっています。フランスの新しいエネルギー転換法第173条が2016年に発効し、気候方針の報告の範囲にとどまらず、義務的なESG開示にまで拡大しています。この法律では、上場企業及び金融機関による気候変動関連リスクの開示や、投資ポートフォリオをフランス及び海外の気候方針に一致させることを義務付けています。

米国では、2015年の従業員退職所得保障法(ERISA)計画において「年金基金の受託者は現在、投資ポートフォリオ企業が直面する重大なESG問題を考慮する可能性がある」と述べられており、この計画のESGに関する労働省の裁定⁶により、制限が解除され、投資プロセスへのESG統合を高めることが可能となりました。最終的に、世界最大の任意規格団体である国際標準化機構(ISO)は、気候変動ファイナンスに関する公式ガイドラインを作成するプログラムに着手しまし

³ カーボン・プライシング・リーダーシップ連合「Carbon Pricing in Action」(2017年)

⁴ Trucost分析 OECD/IEA 2017年。エネルギー移行に関する見方の第2章—低カーボン・エネルギー・システムの投資ニーズ。
http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/Perspectives_for_the_Energy_Transition_2017.pdf;
 OECD(2016年)、有効なカーボンレート:税金及び排出権取引システムによるCO2のプライシング、OECD出版。
 Paris.<http://dx.doi.org/10.1787/9789264260115-en>

⁵ Trucost 2017年「The Corporate Carbon Pricing Tool」

⁶ 従業員給付保障局、米国労働省、2015年10月 <https://www.dol.gov/opa/media/press/ebsa/ebsa20152045.htm>

た。このプログラムには、国際的に初めて受け入れられた気候パフォーマンスの証明や、2°Cの排出量削減目標との一致などが含まれる可能性があります。

最後に、2017年9月に公表された新しいPRIとNovethicの協同調査(気候変動に関する投資家行動について1,200の投資家を調査した)によると、世界の投資家は、2020年までに排出量曲線に影響を与えるために気候変動に関連した投資戦略や商品をさらに革新することが必要であると考えていました⁷。したがって、カーボンを意識した根拠に基づく投資戦略を組み入れることにより、革新的かつ適切な気候関連のファイナンス・ソリューションの必要性が達成される可能性があります。

文献のレビュー

ここ数年において、多くの研究論文が発表されており、企業のカーボン効率や、カーボン・エフィシエント・ポートフォリオが金融リターンの改善に関連しているかどうかを分析しています。

Puopolo、Tet及びMilaniは2015年、ニューズウィークのグリーンランキング・データベースから2009年～2014年のデータを使用し、グリーン・ベースのファクターによりもたらされるリターン・プレミアムを評価しました。このデータベースは、CAPM及びファーマ-フレンチの3ファクター・モデル⁸における環境パフォーマンスに基づいて上場大手500社をランク付けしています。彼らの研究によると、企業のグリーン・パフォーマンスと財務パフォーマンスの間になんら線形関係がないことが示されました。分析期間が限られていることがこの結果の問題点となる可能性があることに留意する必要があり、過去のデータ期間の短さが調査結果に影響を及ぼすことがESGに関するグローバルな問題となっています。

2017年にIn、Park及びMonkは、米国企業を対象に2005年～2015年の企業レベルのカーボン強度、企業特性、及び株式市場リターンの間の関係を調査しました。彼らはTrucostからの企業のカーボン排出量データを使用し、正規化されたカーボン強度数を得るためにそれを企業の売上高で除し、「効率的マイナス非効率的」(EMI)ポートフォリオを構築する際にその結果を使用しました。

ファーマ-フレンチの3ファクター・モデルを適用すると、カーボン効率の高い企業は、簿価対時価比率が低く、総資産利益率(ROA)が高く、トービンのQレシオが高く、フリー・キャッシュフロー及び現金残高が高く、カバレッジ・レシオが高く、レバレッジ・レシオが低く、配当性向が高いことを寄稿者は見いだしました。さらに、カーボン効率の高い企業は、2009年以降に非常に高いプラスの累積リターンを

2017年にIn、Park及びMonkはTrucostからの企業のカーボン排出量データを使用し、カーボン効率の高い企業は簿価対時価比率が低く、ROAが高く、トービンのQレシオが高く、フリー・キャッシュフロー及び現金残高が高く、カバレッジ・レシオが高く、レバレッジ・レシオが低く、配当性向が高いことを見いだしました。

⁷ Novethic「Investor Action on Climate Change」2017年9月

⁸ Puopolo, G.W., Teti, E.及びMilani, V.「Does the market reward for going green?」Journal of Management Development, Vol. 34, Issue 6, 729-742 ページ、2015年

示し、その EMI ポートフォリオはサイズ、バリュー、モメンタムといった良く知られたリスク・ファクターから独立した説明力を有していました⁹。

Günther、Hoppe 及び Endrikat は 2011 年、企業環境パフォーマンス (CEP) と企業財務パフォーマンス (CFP) の関係に関する 274 の実証的研究の分析を行いました。彼らの研究では、全ての結果が統計的に有意であることを考慮すれば、プラスとマイナスの比率が 172:27 であるとの結論に至りました。この結果は CEP と CFP の間にプラスの関係があるとの仮説を強く裏付けています¹⁰。

最後に、Andersson、Bolton、及び Samama は 2016 年、脱カーボン指数を用いることで、長期のパッシブ運用を行う機関投資家が気候リスクをヘッジし、金融市場において現在ミスプライスされているリスク・ファクター (カーボンリスク) を上手く利用する能力を得ることが可能になるとの結論を下しました。脱カーボン指数の構築に関する彼らの推奨は、簡素なダイベストメント方針を超越しており、代わりにダイベストメントに加えて参考ベンチマークに対するトラッキングエラーを最小限に抑えるための最適化を推奨しています。彼らの研究では、脱カーボン指数の設計において、標準化されたカーボン強度指標に加えて、カーボン強度の高い株式の除去する際にセクター中立のフィルタリング・アプローチを採用することのメリットを強調しています¹¹。

これまでのカーボンを意識した投資研究では、カーボンへの意識がリターンを高める試みになったかどうかを見いだすことを目的としていましたが、これとは対照的に、Günther、Hoppe、及び Endrikat のスタンスはより直接的なものであると言えます。彼らの見解は、市場にはカーボンリスクが十分に織り込まれていないものの、いずれ織り込まれる日が来るであろうという点に基づいています。また、彼らはカーボンリスクのプライシングの実現を促す規制、政策、政治、及び市場の変化も強調しています。

これまでのところ、発表されたほとんどの既存の研究 (Andersson、Bolton 及び Samama を除く) は、カーボンへの意識がパフォーマンスにプラスの影響を与えたかどうかを重点を置いていました。本レポートはカーボンリスクを投資プロセスに組み入れることによるポートフォリオへの影響を分析することを通じて既存の文献に寄与しています。特に、市場参加者はカーボン指標が既存のポートフォリオとどのように相互作用するかを理解することに目を向けているため、当社はポートフォリオ管理のリスク側面に重点を置いています。

⁹ In, S.Y., Park, K.Y. 及び Monk, A. 「[Is 'Being Green' Rewarded in the Market? An Empirical Investigation of Decarbonization Risk and Stock Returns](#)」 国際エネルギー経済学会、シンガポール版 2017 年、46-48 ページ、2017 年 6 月 19 日

¹⁰ Günther, E., Hoppe, H. 及び Endrikat, J. 「[Corporate financial performance and corporate environmental performance: A perfect match?](#)」 Journal of Environmental Law and Policy, Vol. 34, 279-296 ページ、2011 年 9 月

¹¹ Andersson, M., Bolton, P. 及び Samama, F. 「[Hedging Climate Risk](#)」 Financial Analysts Journal, Vol. 72, Number 3, 13-32 ページ、CFA Institute、2016 年 5 月 / 6 月

伝統的なスタイル・ファクターとカーボンリスクの統合

ここ10年間にわたり、ファクターに基づく投資は資産運用業界を再形成する最も強力なトレンドの1つとして浮上しています。

ここ10年間にわたり、ファクターに基づく投資は資産運用業界を再形成する最も強力なトレンドの1つとして浮上しています。投資家(個人投資家及び機関投資家)は、ますます投資プロセスにファクターに基づく資産配分アプローチを導入しつつあります。そのため、ファクターに基づく戦略に関係する資産は2011年末時点の2,000億米ドルから5年間で3倍になり、2016年末までに6,000億米ドルに達しており、現在では2018年末までに1兆米ドルを上回ると見込まれています¹²。

上述したように、ファクターに基づく投資をすでに実施しており、全体の投資プロセスを低カーボン・イニシアチブと一致させることを望んでいる機関投資家にとって、カーボンリスクと伝統的に確立されたリスクファクターの間の相互作用の研究が必要とされます。その理由としては、カーボン効率の高い企業の背後にある共通のリスク・ファクターや、さらに十分理解される必要のあるファクター・ポートフォリオの構成銘柄が存在する可能性が挙げられます。これを理解することにより、最終的にポートフォリオ・マネジャーがカーボンに基づく投資とファクターに基づく投資を組み合わせることによる結果をより深く認識することが可能になると考えられます。また、何よりもこうした教育を通じて、これらの戦略の適切な採用が促されることとなります。

データ及びメソドロジー

当社の研究における対象ユニバースは、S&P 米國中大型指数 ([S&P United States LargeMidCap](#)) です。生存バイアスを避けるために、当社ではベンチマークの中に現在及び過去の企業を含めました。そうすることにより、バックテストした結果がパフォーマンスの上方バイアスに悩まされない可能性が高くなると考えられます。Compustat は企業レベルの基礎データの主要なデータソースです。予測バイアスを避けるために、基礎データは適切に遅延させました。株式レベルのトータル・リターン・データ(配当及び価格リターンの両方を含む)は S&P ダウ・ジョーンズ・インデックスが提供しました。

カーボン強度データは S&P ダウ・ジョーンズ・インデックスの一員である Trucost が提供しました。当社は企業のカーボン強度を用いて、企業レベルのカーボン効率を把握しました。

カーボン強度データは S&P ダウ・ジョーンズ・インデックスの一員である Trucost が提供しました。カーボン・データのカバレッジは時間とともに改善しています。2007年5月、カーボン強度データは S&P 米國中大型株ユニバースの企業の約80%をカバーしていました。2009年1月までに、カバレッジは平均90%以上に改善しました。データの入手可能性を考慮して、当社のバックテスト期間は2007年5月31日から2017年12月31日にまで及んでいます。

異常値の影響を最小限に抑えるため、生の基本的ファクターや個別のカーボン強度スコアは最初にウィンザー化されました。次に、各リバランス期間にわたり米国大型及び中型株ユニバース内の対応するファクターの平均偏差及び標準偏

¹² Das, A. 及び Pioch, A., 法的及び一般的投資運用「The Rise of Factor Based Investing」2017年5月

差を用いて z スコアが算出されました。ファクターの定義及び z スコアの計算に関する詳細については付属資料 A を参照ください。

当社は企業のカーボン強度を用いて、企業レベルのカーボン効率を把握しています。個別企業のカーボン強度は、売上高百万米ドル当たりの二酸化炭素相当量トン (CO₂e/百万米ドル) で測定される温室効果ガス (GHG) 排出量と定義されます。このカーボン強度の測定には、売上高に対する直接的及び最上位の間接的排出量が含まれます。直接的 GHG 排出量は、企業そのものの事業または生産プロセスから発生します。最上位の間接的排出量は、原料・設備の供給など企業のサプライチェーン、出張旅行、及び公益事業から発生します。このレポートでは、その他の状況が全てが同じであれば、カーボン効率の高い企業をカーボン強度が低い企業と定義しています。同様に、カーボン・エフィシエント・ポートフォリオは全体としてカーボン強度の低いポートフォリオを意味します。

カーボン強度は事業運営や生産プロセスによって 11 の広範囲のセクターに及びました。

当社は世界産業分類基準 (GICS) セクターごとのカーボン強度の比較から始めました。1 つのセクター内で、企業レベルのカーボン強度データは 3 ヶ月ごとに平均され、バックテスト期間中のポートフォリオのリバランス頻度と一致させました。図表 1 に示した通り、カーボン強度は事業運営や生産プロセスによって 11 の広範囲のセクターに及びました。金融セクターのカーボン強度が最も低く、CO₂e/百万米ドルは 44 トンとなりました。一方、公益事業セクターのカーボン強度が最も高く、CO₂e/百万米ドルは 3,715 トンとなりました。同様のトレンドがセクター別の時価総額加重カーボン強度について見られ、これは付属資料 B に記載されています。

図表 1: セクター別のカーボン強度の要約統計

GICS セクター	カーボン強度 (CO ₂ e/百万米ドル)
一般消費財・サービス	93
生活必需品	274
エネルギー	639
金融	44
ヘルスケア	59
資本財・サービス	248
情報技術	63
素材	916
不動産	92
電気通信サービス	55
公益事業	3715

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017 年 12 月 31 日現在のデータ。図表は説明目的のために提示されています。

ボトムアップ・アプローチを用いて、カーボン効率に基づく五分位数ポートフォリオを構築しました。最初に株式をそれぞれのカーボン強度、スタイル・ファクター、ま

たはその両方の組み合わせにより分類し、次にユニバースを5つのグループに分けました。五分位数ポートフォリオは、2007年5月31日から2017年12月31日までのバックテスト全期間にわたり3月、6月、9月、12月の第3金曜日の取引終了後において四半期毎にリバランスされました。

五分位数ポートフォリオは頑強性のチェックのために時価総額加重及び均等加重の両方に基づいて構築されました。時価総額加重ポートフォリオは以下の制約を受けました。

- 個別企業の最大ウェイトは5%、最小ウェイトは0.05%としました。
- 超過ウェイトは可能であれば同一セクター内で時価総額に比例してその他の企業に再分配されました。
- 一部の五分位数ポートフォリオについては、企業数が限られているために超過ウェイトが同一セクター内で再分配できなかったため、超過ウェイトはその他のセクターに再分配されました。

本レポートにおいて、当社は主に時価総額加重ポートフォリオの結果を分析しますが、当社の分析の頑強性を実証するために均等加重の結果を付属資料Cに示しています。

制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオ

最もカーボン効率の高いポートフォリオである第1五分位数は、絶対リターン・ベースで第5五分位数及び対象ベンチマークを除き、他のほとんどのポートフォリオをアンダーパフォームしました。また、第1五分位数は全てのポートフォリオの中でボラティリティが最も高く、その結果リスク調整後リターンが最も低くなりました。

このセクションでは、当社は五分位数ポートフォリオを構築するために個別企業のカーボン強度に基づいてユニバース全体(セクター全体にわたり)で株式をランク付けしました。図表2はカーボン効率でランク付けした五分位数ポートフォリオのリスク/リターン・プロファイルを示しています。最もカーボン効率の高いポートフォリオである第1五分位数は、絶対リターン・ベースで第5五分位数及び対象ベンチマークを除き、他のほとんどのポートフォリオをアンダーパフォームしました。また、第1五分位数は全てのポートフォリオの中でボラティリティが最も高く、その結果リスク調整後リターンが最も低くなりました。

このデータは、純粋なカーボン・エフィシエント・ポートフォリオに投資することが投資ポートフォリオのカーボン強度を下げるという目標を達成し、対象ベンチマークよりもやや優れたリターンをもたらした一方で、このポートフォリオはリスク効率の観点からすると、劣っていたことを強調しています。

制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオは、対象ベンチマークに比べて大きなセクター・バイアスやリスクファクター・バイアスを有している可能性があり、対価を伴わない大きなアクティブ・ベットを意図せずに行っているのではないかと考えられます。

第1五分位数の平均セクター・ウェイトでは、金融セクターの平均ウェイトが45.29%であり、平均して大幅なオーバーウェイトとなっていることを示しました。また、このポートフォリオではエネルギー、生活必需品、及び資本財・サービス・セ

クターが大幅なアンダーウェイトとなっていました。金融セクターのオーバーウェイトにより、このポートフォリオはベンチマークに対して大幅なマイナスのアクティブ・リターンとなりました(図表3を参照)。2007年6月から2017年12月まで、金融セクターへの配分は月平均ベースで、ポートフォリオのパフォーマンスに年換算約2.39%のマイナス寄与となりました。これに対してベンチマークでは0.43%のプラス寄与でした。

図表 2: 制約のないカーボン効率によりランク付けされた五分位数ポートフォリオのリスク/リターン特性

カテゴリー	第1五分位数	第2五分位数	第3五分位数	第4五分位数	第5五分位数	S&P 米国中大型株
年換算リターン (%)	9.30	9.84	11.24	9.42	7.85	8.99
年換算リスク (%)	20.71	16.07	14.47	14.41	15.07	14.94
リターン/リスク	0.45	0.61	0.78	0.65	0.52	0.60
平均カーボン強度 (CO ₂ e/百万米ドル)	14	40	78	202	1525	307

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、本レポートの最後のパフォーマンス開示を参照ください。

表 3: 制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオのアクティブ・リターンへのセクター寄与度

セクター・ウェイト	ベンチマークのセクターウェイト (%)	リターンへのベンチマークの寄与度 (%)	制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオ		
			ポートフォリオのウェイト (%)	アクティブ・セクター・ウェイト (%)	アクティブ・リターンへのポートフォリオの寄与度 (%)
一般消費財・サービス	11.31	1.55	13.29	1.98	0.71
生活必需品	10.39	1.07	0.00	-10.39	-
エネルギー	10.47	0.33	0.00	-10.47	-
金融	15.90	0.43	61.19	45.29	-2.39
ヘルスケア	13.11	1.37	6.67	-6.44	0.49
資本財・サービス	10.10	0.94	0.45	-9.65	-0.03
情報技術	19.34	2.55	18.04	-1.31	1.49
素材	3.28	0.29	0.00	-3.28	-
不動産	0.36	0.01	0.13	-0.23	0.00
電気通信サービス	2.38	0.23	0.23	-2.16	0.03
公益事業	3.34	0.22	0.00	-3.34	-
割り当てなし	0.01	0.00	-	-0.01	-
合計	100	8.99	100	-	0.31

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、本レポートの最後のパフォーマンス開示を参照ください。
注: リターンまたはアクティブ・リターンへの寄与は月平均ベースです(年換算)。

セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオを構築し、そのポートフォリオがリスク効率の改善やセクター・バイアス及びリスク・ファクター・バイアスの低下を示すかどうかを分析しました。

セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオ

このセクションでは、セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオを構築し、そのポートフォリオがリスク効率の改善やセクター・バイアス及びリスク・ファクター・バイアスの低下を示すかどうかを分析します。

セクター相対ポートフォリオを構築するため、当社は各証券をその GICS 分類に基づくユニバースにグループ分けしました。次に各セクター内でカーボン強度別

にそれらをランク付けし、カーボン強度の低い企業を上位ランクとし、次にそれを五分位数に分けました¹³。次に、各 GICS セクターにおいて最もカーボン効率の高い企業から成る最上位の五分位数を集め、セクター相対第 1 五分位数ポートフォリオを構築しました。例えば第 1 五分位数ポートフォリオは、一般消費財セクターの第 1 五分位数の企業と、金融セクターの第 1 五分位数の企業と、公益事業セクターの第 1 五分位数の企業などの 1 つのプールです。各五分位数グループに関して、当社は「データ及びメソドロジー」セクションの制約に従って時価総額加重ポートフォリオを構築しました。残りの第 2~5 五分位数ポートフォリオもその方法で構築しました。最終的に、ユニバース全体について 5 つのポートフォリオ(Q1、Q2、Q3、Q4、及び Q5)を構築しました。

セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオは、対象ベンチマークからの小幅なセクター乖離を示しました。セクター配分効果はプラスとなり、ベンチマークに対するプラスのアクティブ・リターンに寄与しました。

セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオの構築はトレードオフをもたらしたことがわかります(図表 4)。最もカーボン効率の高いポートフォリオである第 1 五分位数のリスク調整後リターンは、第 2、第 3、及び第 5 五分位数と同様でしたが、第 4 五分位数及びベンチマークよりも高くなりました。また、第 1 五分位数は制約のないポートフォリオよりもカーボン強度が高くなりました。例えば、制約のない第 1 五分位数ポートフォリオは、平均すると CO₂e/百万米ドルが 14 トンであったのに対して、セクター相対第 1 五分位数ポートフォリオは CO₂e/百万米ドルが 66 トンに大幅に増加しました。それにもかかわらず、対象ベンチマークに対してカーボン強度が大幅に低下(約 80%)しました。

図表 4: セクター内での相対カーボン効率によりランク付けされた五分位数ポートフォリオのリスク/リターン特性

カテゴリー	第 1 五分位数	第 2 五分位数	第 3 五分位数	第 4 五分位数	第 5 五分位数	S&P 米国中大型株
年換算リターン(%)	10.65	10.87	10.15	7.78	9.55	8.99
年換算リスク(%)	16.19	16.35	15.03	15.59	14.45	14.94
リターン/リスク	0.66	0.66	0.68	0.50	0.66	0.60
平均カーボン強度 (CO ₂ e/百万米ドル)	66	121	215	391	815	307

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017 年 5 月 31 日から 2017 年 12 月 31 日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、本レポートの最後のパフォーマンス開示を参照ください。

カーボン強度の低下に加えて、セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオは、対象ベンチマークからの小幅なセクター乖離を示しました。バックテスト期間中に、平均アクティブ・セクター・ウェイトが約 5%に最大化しました。当社は以前、制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオが、アクティブなセクター・ベットによりリスク調整後リターンにおいて対象ベンチマークをアンダーパフォーマンスしたこと(セクター配分効果が月平均ベースで年換算-1.51%のアンダーパフォーマンス、表 6 を参照)を示しました。セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオでは、セクター配分効果はプラス(月平均ベースで年換算

¹³ 各セクターには現在、5 つのグループがあり、したがって、5x11=55 の五分位数となります。

0.32%のリターン、表6を参照)となり、ベンチマークに対するプラスのアクティブ・リターンに寄与しました。

図表5: セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオのアクティブ・リターンへのセクターの寄与度

セクター・ウェイト	ベンチマークのセクターのウェイト(%)	ベンチマークのリターンへの寄与(%)	セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオ		
			ポートフォリオのウェイト(%)	アクティブ・セクター・ウェイト(%)	ポートフォリオのアクティブ・リターンへの寄与(%)
一般消費財・サービス	11.31	1.55	16.16	4.85	0.68
生活必需品	10.39	1.07	15.43	5.04	0.20
エネルギー	10.47	0.33	10.32	-0.15	-0.55
金融	15.90	0.43	11.48	-4.42	-0.52
ヘルスケア	13.11	1.37	17.03	3.92	0.79
資本財・サービス	10.10	0.94	7.84	-2.26	-0.14
情報技術	19.34	2.55	14.13	-5.21	1.10
素材	3.28	0.29	2.68	-0.60	0.06
不動産	0.36	0.01	0.48	0.12	-0.00
電気通信サービス	2.38	0.23	0.97	-1.42	0.13
公益事業	3.34	0.22	3.49	0.15	-0.08
割り当てなし	0.01	0.00	-	-0.01	-
合計	100	8.99	100	-	1.66

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。指数パフォーマンスは米ドル建てトータル・リターンに基づいています。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、本レポートの最後のパフォーマンス開示を参照ください。

注: リターンまたはアクティブ・リターンへの寄与は月平均ベースです(年換算)。

表6: 月平均年換算リターンにおけるパフォーマンス要因

ポートフォリオ	配分効果(%)	選択+相互作用効果(%)	総合効果(%)
制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオ	-1.51	1.82	0.31
セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオ	0.32	1.34	1.66

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。表は例示を目的として提供され、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、この論文の最後のパフォーマンス開示を参照ください。

注記: リターン又はアクティブ・リターンへの寄与は月平均ベースです(年換算)。

カーボン・エフィシエント・ポートフォリオのアクティブ・リスク・エクスポージャー及びリスク分解

制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオとセクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオは、両方とも過去にバリュー・ファクター及びプライス・ボラティリティ・ファクターへのプラスのアクティブ・エクスポージャーを示し、利回り及びサイズ・ファクターへのマイナスのアクティブ・エクスポージャーを示しました。

制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオと、セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオは、両方とも過去にバリュー・ファクター及びプライス・ボラティリティ・ファクターへのプラスのアクティブ・エクスポージャーを示し、利回り及びサイズ・ファクターへのマイナスのアクティブ・エクスポージャーを示しました(図表7を参照)¹⁴。

制約のないポートフォリオとは異なり、セクター相対ポートフォリオは収益成長及びモメンタムへのプラスのアクティブ・エクスポージャーを示し、レバレッジ及び収益変動(収益の質を測定するためにしばしば用いられる測定基準)へのマイナスのアクティブ・エクスポージャーを示しました。そのため、バックテスト期間中に、セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオは平均すると制約のないポートフォリオよりも大きなクオリティ・ファクターへのエクスポージャーを示しました。

表7:カーボン・エフィシエント・ポートフォリオのアクティブ・リスク・エクスポージャー

ファクター	平均ファクター・リターン (%、月次)	S&P 米国中大型株	制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオ			セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオ			
		平均エクスポージャー(月次)	平均エクスポージャー(月次)	平均アクティブ・エクスポージャー(月次)	平均ファクター・効果(月次)	平均エクスポージャー(月次)	平均アクティブ・エクスポージャー(月次)	平均ファクター・効果(月次)	
市場	ベータ	0.65	1.04	1.25	0.22	0.20	1.07	0.04	-0.02
	利益/株価	0.02	0.35	0.49	0.13	0.00	0.32	-0.04	0.00
バリュー	収入/株価	0.09	-0.24	-0.24	0.00	0.00	-0.04	0.20	0.02
	簿価/株価	-0.22	-0.33	0.22	0.55	-0.12	-0.33	0.00	0.00
収益成長	EPS 成長率	0.01	0.01	-0.05	-0.06	0.01	0.09	0.08	0.01
利回り	配当利回り	0.12	0.20	0.00	-0.20	-0.03	-0.06	-0.26	-0.02
流動性	売買活動	0.04	-0.08	0.04	0.12	0.01	-0.07	0.01	0.00
ボラティリティ	価格ボラティリティ	-0.56	-0.61	-0.42	0.19	-0.09	-0.54	0.07	-0.04
モメンタム	相対的強み	0.06	0.04	0.00	-0.04	0.08	0.07	0.03	0.05
レバレッジ	負債/資本	-0.12	0.17	0.41	0.24	-0.03	0.00	-0.17	0.02
収益安定性	収益変動	-0.14	-0.40	-0.44	-0.04	-0.01	-0.68	-0.28	0.04
サイズ	時価総額の記録	-0.12	2.21	2.04	-0.16	0.03	1.92	-0.28	0.03
業界	-	-	1.00	1.00	0.00	-0.03	1.00	0.00	-0.02

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、本レポートの最後のパフォーマンス開示を参照ください。

また、リスク分解分析によると、カーボン・エフィシエント・ポートフォリオでは、平均でトータル・リスクの69%が共通のファクター・リスクから生じ、残りは資産固有のリスクから生じたことも示されました。一方、セクター内での

¹⁴ 当社は Northfield の米国ファンダメンタル・リスクモデルを用いてリスク・エクスポージャーを見積もっています。

相対カーボン効率に基づくポートフォリオではその半分の割合となり、トータル・リスクの33%が共通リスク・ファクターから生じ、残りは資産固有のリスクから生じました(図表8を参照)。

この結果により、制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオが対価を伴わない重大なリスク・ファクターに意図せずに偏っていたことが確認されました。一方、セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオは、セクターを適切に分散することを通じて対価を伴わないシステムティック・リスクを抑えました。リスク管理の視点からすると、セクター相対ポートフォリオは利用可能なリスク・バジェットを確保した一方、同時にカーボン削減目標も達成しました。

表 8:カーボン・エフィシエント・ポートフォリオのリスク分解

ポートフォリオ	平均共通ファクター・リスク(トータル・リスクに占める割合)	平均資産固有リスク(トータル・リスクに占める割合)	平均トータル・リスク(%)
制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオ	68.69	31.31	23.29
セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオ	32.66	67.34	19.50

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、本レポートの最後のパフォーマンス開示を参照ください。

カーボン強度と伝統的リスク・ファクターの相関

このセクションでは、カーボン強度と伝統的リスク・ファクターの関係を分析します。すでにファクターに基づく資産配分アプローチを実施しており、カーボンリスクを投資プロセスに組み入れること望んでいる投資家にとって、カーボン強度とリスク・ファクターの相互作用を理解することは不可欠です。

五分位数ポートフォリオ構築へのボトムアップ・アプローチに従って、当社は最初にテスト・ユニバースの証券のカーボン強度と、4つの投資スタイルにおいて広く用いられる10のファクターの間の企業レベルの相関を分析しました。当社は、バックテスト期間中の各リバランス時におけるカーボン強度の各ファクターとの横断的相関を算出し、次に横断的相関の平均を求め、t値を算出しました。これによりカーボン強度を財務面のファンダメンタルズと関係づけることが可能になりました。

カーボン効率の高い(カーボン強度の低い)企業ほど、財務レバレッジ比率が低く、簿価対株価比率が低く、売上高対株価比率が低い傾向がある一方、一株当たり売上高(SPS)の3年間の伸び率が高く、株主資本利益率(ROE)が高く、価格ボラティリティが高く、価格モメンタムが高くなっていることがわかり、これは95%の信頼水準で全て統計的に有意です。この分析結果は、Monk及びPark(2017年)と一致し、彼らはカーボン効率の高い企業は簿価対時価比率が低く、純資産利益率(ROA)が高く、トービンのQレシオが高く、フリー・キャッシュフロー及び現金残高が高く、カバレッジ・レシオが高く、レバレッジ・レシオが低く、配当性向が高いことも指摘しました。

カーボン効率の高い(カーボン強度の低い)企業ほど、財務レバレッジ比率が低く、簿価対株価比率が低く、売上高対株価比率が低い傾向がある一方、一株当たり売上高(SPS)の3年間の伸び率が高く、株主資本利益率(ROE)が高く、価格ボラティリティが高く、価格モメンタムが高くなっていることがわかり、これは95%の信頼水準で全て統計的に有意です。

表 9: 10 の投資スタイルとの企業カーボン強度の横断的相関

スタイル	スタイル・ファクター	相関 (%)	相関 t 値
クオリティ	財務レバレッジ比率	8.5	16.2
	ROE	-5.0	-9.2
	バランスシート・アクルーアル・レシオ	-0.7	-1.1
低ボラティリティ	低ボラティリティ	-17.9	-13.2
グロース	一株当たり利益の3年間の伸び率	-0.5	-0.9
	SPSの3年間の成長率	-11.0	-8.1
	12ヶ月価格モメンタム	-3.9	-2.8
バリュー	簿価対株価比率 (B2P)	11.4	14.3
	売上高対株価比率 (S2P)	2.8	6.2
	利益対株価比率 (E2P)	1.9	1.8

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、本レポートの最後のパフォーマンス開示を参照ください。

カーボン強度をスタイル・ファクターと統合した場合の潜在的な分散効果を調査するために、カーボン・エフィシエント・ポートフォリオと4つの投資スタイル(クオリティ、低ボラティリティ、バリュー、グロース)のポートフォリオの将来のリターンを計算しました

カーボン強度をスタイル・ファクターと統合した場合の潜在的な分散効果を調査するために、カーボン・エフィシエント・ポートフォリオと4つの投資スタイル(クオリティ、低ボラティリティ、バリュー、グロース)のポートフォリオの将来のリターンの相関を計算しました¹⁵。各ファクターに関して、3ヶ月の保有期間を前提に、五分位数リターン・スプレッド(最上位の五分位数ポートフォリオのリターンから最下位の五分位数ポートフォリオのリターンを差し引いた値)を計算することによりリターンを見積もりました。次にファクター・ポートフォリオのリターン・スプレッド間の相関係数を計算しました(図表 10 を参照)。

図表 10: Q1 ~Q5 のリターン・スプレッドとリスク・ファクターとの相関

ファクター	カーボン効率	クオリティ	低ボラティリティ	グロース	バリュー
カーボン効率	1.00	-	-	-	-
クオリティ	-0.84	1.00	-	-	-
低ボラティリティ	-0.74	0.81	1.00	-	-
グロース	-0.68	0.81	0.74	1.00	-
バリュー	0.48	-0.60	-0.53	-0.72	1.00

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、本レポートの最後のパフォーマンス開示を参照ください。

クオリティ、低ボラティリティ、及びグロースの将来リターンはカーボン・エフィシエント・ポートフォリオと負の相関関係にあるため、ポートフォリオの中でカーボン・エフィシエントと組み合わせた場合、潜在的な分散効果をもたらしていることがわ

¹⁵ ファクターの定義及び計算については付属資料 A を参照ください。

かります。一方、バリュー・ファクターはカーボン効率と正の相関関係があるため、分散効果が少なくなっています。

カーボンリスクとファクター・ポートフォリオとの統合

カーボン効率と伝統的リスク・ファクターの相関に基づき、当社では前のセクションで特定された4つの投資スタイルとカーボンの統合を分析しました。

カーボン効率と伝統的リスク・ファクターの相関に基づき、当社では前のセクションで特定された4つの投資スタイルとカーボンの統合を分析しました。当社では、仮説に基づくカーボン統合ポートフォリオ(ファクター+カーボン効率及びセクター相対ファクター+カーボン・エフィシエント)を制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオ、ファクター・ポートフォリオ、及び対象ベンチマークと比較しました。

当社ではカーボン効率とスタイル・ファクター・スコアの均等加重組み合わせであると定義された統合カーボン・ファクター・スコアを計算することによって各ファクターにカーボンリスクを組み入れました。当社のアプローチは、カーボンリスクを既存の株式ポートフォリオに組み入れることのできる多くの方法の一つです。

リスク、リターン、及びカーボン強度の分析

カーボンリスクとファクター・ポートフォリオを統合することにより、カーボン強度の低減と、グロースを除く全てのファクターのリスク調整後リターンの低下のトレードオフが生まれました。

例えば、クオリティ+カーボン・エフィシエント・ポートフォリオのリスク調整後リターン(0.78)は、クオリティ・ポートフォリオ(0.80)よりも低くなりました。しかし、クオリティ+カーボン・エフィシエント・ポートフォリオのカーボン強度は対象ユニバースの19%に低減しました。セクターの相対クオリティ+カーボン・エフィシエント・ポートフォリオもリスク調整後ベースでベンチマークをアウトパフォームしましたが、クオリティ・ポートフォリオ及びクオリティ+カーボン・エフィシエント・ポートフォリオよりもシャープ・レシオが低くなりました。

同様に、バリュー及び低ボラティリティ・ポートフォリオは対象ベンチマークよりもカーボン強度が高くなりました。特に、低ボラティリティ・ポートフォリオはカーボン強度が最大であるように思われ、平均して対象ユニバースのカーボン強度の1.6倍となりました。低ボラティリティ・ファクター・プレミアムを得ようとする市場参加者にとって、低ボラティリティ・ポートフォリオのカーボン強度は彼らを意図しないカーボン規制リスクにさらす可能性があります。低ボラティリティ・ポートフォリオとカーボン・エフィシエント・ポートフォリオを組み合わせることによってもたらされるポートフォリオは、依然として実現ポートフォリオ・ボラティリティの縮小というコア目標を達成する一方で、カーボン強度を当初の低ボラティリティ・ポートフォリオの25~32%に低減させました。

バリュー・ファクターとカーボン・エフィシエントを組み合わせただけの場合、この2つの間の将来リターンの正の相関を踏まえると、最適な結果が達成されない可能性

があります(図表 10 を参照)。バリュー+カーボン・エフィシエント・ポートフォリオがバリュー・ポートフォリオや市場をアンダーパフォームしたことがわかります。一方、セクター相対バリュー+カーボン・エフィシエント・ポートフォリオは制約のないポートフォリオよりもリスク調整後リターンが高くなり、セクターへのポジションの偏りがアンダーパフォーマンスに寄与した可能性があることを示しています。

カーボン効率が高く、グロース本来の特性を有する証券から成るポートフォリオを構築することが、最もリスク効率の高いポートフォリオをもたらすように思われます。制約のないポートフォリオ及びセクター相対グロース+カーボン・エフィシエント・ポートフォリオはいずれも、リスク調整後ベースでグロース・ポートフォリオ及び市場をアウトパフォームした一方、カーボン強度を 37~52%低減させました。

図表 11: ファクター・ポートフォリオのリスク/リターン及びカーボン強度分析

ポートフォリオ	年換算リターン (%)	年換算リスク (%)	リターン/リスク	平均カーボン強度 (CO ₂ e/百万米ドル)
カーボン効率の高いポートフォリオ	9.30	20.71	0.45	14
クオリティ	11.23	14.02	0.80	163
クオリティ+カーボン・エフィシエント	11.89	15.29	0.78	58
クオリティ+カーボン・エフィシエント(SR)	10.20	14.83	0.69	100
低ボラティリティ	8.92	10.87	0.82	504
低ボラティリティ+カーボン・エフィシエント	9.19	11.36	0.81	124
低ボラティリティ+カーボン・エフィシエント(SR)	9.00	12.26	0.73	161
バリュー	9.03	20.31	0.44	314
バリュー+カーボン・エフィシエント	7.88	21.11	0.37	62
バリュー+カーボン・エフィシエント(SR)	9.01	18.63	0.48	114
グロース	10.26	15.87	0.65	202
グロース+カーボン・エフィシエント	11.03	15.60	0.71	74
グロース+カーボン・エフィシエント(SR)	10.37	15.50	0.67	105
S&P 米国中大型株	8.99	14.94	0.60	307

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、本レポートの最後のパフォーマンス開示を参照ください。SRはセクター相対を表します。

カーボンリスクを統合したファクター・ポートフォリオは目標ファクター・エクスポージャーを維持

カーボン強度の低減に加えて、組み合わせられたポートフォリオは目標ファクターへのエクスポージャー水準をそれほど大きく犠牲にしています。

カーボン強度の低減に加えて、組み合わせられたポートフォリオは目標ファクターへのエクスポージャー水準をそれほど大きく犠牲にしています。前セクションにおいて、当社はリスク/リターン特性と平均カーボン強度の低減のトレードオフを示しました。このセクションでは、カーボンリスク統合ポートフォリオのファクター・エクスポージャーを分析します。当社はこの統合ポートフォリオの加重平均スタイ

ルの z スコアと純粋なファクター・ポートフォリオ及び広範なベンチマークを比較しました(図表 12 を参照)。

カーボン効率をファクター・ポートフォリオと組み合わせることにより、加重平均 Z スコアによって測定されるファクター・エクスポージャーが縮小したことがわかります。エクスポージャーの違いが統計的に有意か否かを評価するために、当社は 2 つのサンプル・テストも実施し、算出された t 値を示しました(信頼水準 95% の臨界値は 1.99 です)。

この t 値はカーボンを統合した低ボラティリティ・ポートフォリオ及びセクターの相対バリュー・ポートフォリオについて統計的に有意であったことがわかります。したがって、当社は帰無仮説を受け入れず、低ボラティリティ+カーボン・エフィシエント・ポートフォリオにおいて観察されたファクター・エクスポージャーの縮小が低ボラティリティ・ポートフォリオにおけるものと大幅に異なるとの結論を下しました。この分析結果は、カーボン・エフィシエントを低ボラティリティ・ポートフォリオと効果的に組み合わせるための追加ポートフォリオ構築技術に関してさらなる研究が必要であることを示しています。

この結果に基づき、カーボン強度の低減やファクター・エクスポージャー目標を損なうことなく、カーボンリスクを効果的にクオリティ、グロース、及びバリューの(制約のない)ファクター・ポートフォリオに統合することが可能であるということも確認できます。

図表 12: カーボンリスク統合ポートフォリオのファクター・エクスポージャー

ファクター・エクスポージャー (加重平均 Z スコア)	ファクター	ファクター+ カーボン効 率	ファクター+ カーボン効 率(SR)	S&P 米国中大型株
クオリティ	0.47	0.47	0.45	0.03
T 値	-	0.10	0.72	-
低ボラティリティ	1.64	1.52	1.25	0.43
T 値	-	5.46	15.49	-
バリュー	0.88	0.82	0.74	-0.02
T 値	-	1.19	3.42	-
グロース	0.84	0.79	0.77	0.05
T 値	-	1.29	1.57	-

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、本レポートの最後のパフォーマンス開示を参照ください。SR はセクター相対を表します。

ファクターとカーボン・エフィシエントを組み合わせることにより、リスク構成が変化

効率的なポートフォリオ・リスク管理プロセスでは、どのファクター・ベットが意図的に行われたか、また、それらのベットのうちどれが対価を伴ったかを認識する

平均すると、カーボン統合ファクター・ポートフォリオは、低ボラティリティを除いて、共通ファクター・リスクが低くなる一方で、資産固有のリスクが高くなる傾向がありました。

ことが必要です。すでに示したように、制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオは意図しないファクター・バイアスを有し、ポートフォリオのトータル・リスクの約70%はシステムティック・リスクによってもたらされました。カーボン・エフィシエントをファクター・ポートフォリオに統合することによりリスク構成が変わりました。平均すると、カーボン統合ファクター・ポートフォリオは、低ボラティリティを除いて、共通ファクター・リスクが低くなる一方で、資産固有のリスクが高くなる傾向がありました。セクター相対ポートフォリオは制約のないポートフォリオよりも共通ファクター・リスクが低くなりました。

しかし、カーボン・エフィシエントを低ボラティリティと組み合わせることにより、制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオと比較して、トータル・リスクのうちシステムティック・リスクから生じる割合が高くなることがわかりました。この増加は、低ボラティリティ・ポートフォリオが、カーボン強度の高い公益事業といったディフェンシブ・セクターに向かう性質が備わっている一方で、カーボン効率では金融といったセクターを選好するという事実から生じている可能性があると考えられています。したがって、低ボラティリティとカーボン・エフィシエントは異なるセクターを選好し、その組み合わせポートフォリオでは制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオよりも共通ファクター・リスクが高くなります。

図表 13: ファクター・ポートフォリオのリスク要素分解

ポートフォリオ	平均共通ファクター・リスク(トータル・リスクに占める割合)	平均資産固有リスク(トータル・リスクに占める割合)	平均トータル・リスク(%)
カーボン・エフィシエント・ポートフォリオ	68.69	31.31	23.29
クオリティ	50.22	49.78	18.18
クオリティ+カーボン・エフィシエント	48.95	51.05	18.74
クオリティ+カーボン・エフィシエント(SR)	35.22	64.78	18.35
低ボラティリティ	83.72	16.28	15.26
低ボラティリティ+カーボン・エフィシエント	80.60	19.40	15.81
低ボラティリティ+カーボン・エフィシエント(SR)	67.54	32.46	16.75
バリュー	71.92	28.08	22.46
バリュー+カーボン・エフィシエント	73.58	26.42	22.87
バリュー+カーボン・エフィシエント(SR)	59.14	40.86	21.48
グロース	60.02	39.98	20.71
グロース+カーボン・エフィシエント	57.84	42.16	20.79
グロース+カーボン・エフィシエント(SR)	50.24	49.76	20.22

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。指数パフォーマンスは米ドル建て総リターンに基づいています。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、本レポートの最後のパフォーマンス開示を参照ください。SRはセクター相対を表します。

定型化されたマルチ・ファクターの枠組み

ここまで、単一ファクター・ポートフォリオへのカーボンリスクの組み入れの影響のみを分析してきました。この分析は各ファクターとカーボンリスクの統合による相互作用や、結果として生じるトレードオフを理解する上で有益であると言えます。実際には、多くの機関投資家はマルチ・ファクター・ポートフォリオを通じてファクターへのエクスポージャーを分散することに努めています。したがって、このセクションでは、仮説に基づくカーボンリスクを統合したマルチ・ファクター・ポートフォリオの定型化された例を示します。

マルチ・ファクター・ポートフォリオは、2つの異なる方法で構築することが可能であると当社は認識しています。1つ目は、単一ファクター・ポートフォリオから成るポートフォリオとして、2つ目は、各資産がそのスタイル・エクスポージャーに基づき全体のスコアを割り当てられる統合ミックスとして構築されます¹⁶¹⁷。

説明目的のために、当社はマルチ・ファクター・ポートフォリオの構築において2つ目を採用しました。調査ユニバースにおける各証券に対して、当社はバリュー、クオリティ、低ボラティリティ、及びグロースのエクスポージャーに基づき均等加重値として算出されたマルチ・ファクター・スコアを割り当てました。次に、各証券のマルチ・ファクター・スコア及びカーボン強度スコアを均等加重することにより複合マルチ・ファクター+カーボン・エフィシエント・スコアを割り当てました。次に証券をそのコンポジット・スコアによってランク付けし、スコアの高い順に5つの五分位数にグループ分けしました。各五分位数ポートフォリオは時価総額加重され、四半期毎にリバランスされました。

この結果は、第1五分位数を用いて図表14に示されています。マルチ・ファクター・ポートフォリオは、調査した全てのポートフォリオの中でリスク調整後リターンが最も高くなりましたが、低ボラティリティ・ポートフォリオを除いて、カーボン強度も最も高くなりました。ポートフォリオにカーボン・エフィシエントを組み合わせることによってもたらされたポートフォリオは、カーボン強度を大幅に(約83%)低減しました。カーボン強度の低減は、市場をアンダーパフォームするという代償を払っているわけではありません。カーボンを統合したポートフォリオ(制約のないポートフォリオ及びセクター相対ポートフォリオの両方)はリスク調整後ベースで市場をアウトパフォームしました。

アクティブなファクター・ベットに関して、図表15に示した通り、マルチ・ファクター・ポートフォリオと比較すると、新しいカーボン統合戦略は収益成長及びモメンタムへのプラスのアクティブ・エクスポージャーが高くなるとともに、収益変動及びレバレッジへのマイナスのアクティブ・エクスポージャーも高くなりました。また、利

リスク要素分解分析によると、カーボンリスクを統合したマルチ・ファクター・ポートフォリオはカーボン・エフィシエント・ポートフォリオやマルチ・ファクター・ポートフォリオよりもトータル・リスクのうち共通ファクター・リスクから生じる割合が低いことを示しました。

¹⁶ Blitz, David, Roscovan, Viorel, 及び Vidojevic, Milan, “[Mixed versus integrated multi-factor portfolios](#),” Robeco Asset Management, 2017年12月

¹⁷ Fitzgibbons, Shaun, Friedman, Jacques, Pomorski, Lukasz, 及び Serban, Laura, “[Long-Only Style Investing: Don’t Just Mix, Integrate](#),” Journal of Investing, Forthcoming, AQR White Paper, 2017年10月20日

回りへのプラスのアクティブ・エクスポージャーが高くなるとともに、流動性及び価格ボラティリティへのマイナスのアクティブ・エクスポージャーが低くなりました。

リスク要素分解分析によると、カーボンリスクを統合したマルチ・ファクター・ポートフォリオはカーボン・エフィシエント・ポートフォリオやマルチ・ファクター・ポートフォリオよりもトータル・リスクのうち共通ファクター・リスクから生じる割合が低いことを示しました。固有リスクは分散することができる一方、共通ファクター・リスクは分散することができないため、これは望ましい特性であると言えます。

図表 14: マルチ・ファクター・ポートフォリオのリスク/リターン及びカーボン強度分析

カテゴリー	カーボン・エフィシエント・ポートフォリオ	マルチ・ファクター	マルチ・ファクター+カーボン効率	マルチ・ファクター+カーボン効率 (SR)	S&P 米国中大型株
年換算リターン (%)	9.30	9.55	9.93	8.64	8.99
年換算リスク (%)	20.71	10.90	11.64	12.39	14.94
リターン/リスク	0.45	0.88	0.85	0.70	0.60
平均カーボン強度	14	459	74	119	307

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、本レポートの最後のパフォーマンス開示を参照ください。SRはセクター相対を表します。

図表 15: マルチ・ファクター・ポートフォリオのアクティブ・リスク・エクスポージャー

ファクター	平均ファクター・リターン (%、月次)	S&P 米国中大型株	マルチ・ファクター・ポートフォリオ	マルチ・ファクター+カーボン・エフィシエント・ポートフォリオ	マルチ・ファクター+カーボン・エフィシエント・ポートフォリオ (SR)	
		平均エクスポージャー(月次)	平均アクティブ・エクスポージャー(月次)	平均アクティブ・エクスポージャー(月次)	平均アクティブ・エクスポージャー(月次)	
市場	ベータ	0.65	1.04	-0.23	-0.16	-0.12
	利益/株価	0.02	0.35	0.20	0.17	0.19
バリュー	収入/株価	0.09	-0.24	0.13	0.09	0.15
	簿価/株価	-0.22	-0.33	-0.05	-0.04	-0.10
収益成長	EPS 成長率	0.01	0.01	-0.06	0.02	0.05
利回り	配当利回り	0.12	0.20	0.29	0.16	0.12
流動性	売買活動	0.04	-0.08	-0.30	-0.26	-0.20
ボラティリティ	価格ボラティリティ	-0.56	-0.61	-0.36	-0.29	-0.23
モメンタム	相対的強み	0.06	0.04	0.02	0.04	0.04
レバレッジ	負債/資本	-0.12	0.17	-0.01	-0.02	-0.13
収益の安定性	収益変動	-0.14	-0.40	-0.21	-0.33	-0.29
サイズ	時価総額のログ	-0.12	2.21	0.22	0.23	0.17
業界			1.00	0.00	0.00	0.00

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、本レポートの最後のパフォーマンス開示を参照ください。SRはセクター相対を表します。

図表 16: マルチ・ファクター・ポートフォリオのリスク要素分解分析

ポートフォリオ	平均共通ファクター・リスク(トータル・リスクに占める割合)	平均アセット固有リスク(トータル・リスクに占める割合)	平均トータル・リスク(%)
カーボン・エフィシエント・ポートフォリオ	68.69	31.31	23.29
マルチ・ファクター・ポートフォリオ	76.32	23.68	15.79
マルチ・ファクター+カーボン・ポートフォリオ	66.29	33.71	16.85
マルチ・ファクター+カーボン・ポートフォリオ (SR)	55.58	44.42	17.30

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、この論文の最後のパフォーマンス開示を参照ください。SRはセクター相対を表します。

結論

ここ数年において、気候変動に関する議論は、低カーボン・イニシアチブに応じて投資成果を一致させようとしている機関投資家の数が増加するまでに進展しています。脱カーボン・ポートフォリオを構築する上で様々な方法があります。本レポートはカーボン・エフィシエント・ポートフォリオの構築という視点から書かれています。セクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオはリスク効率が強く、アクティブなセクター・ベットが低く、対価を伴わないファクターへの偏りが低いなど、制約のないポートフォリオよりも望ましい特性を有していることを示しました。そのため、当社では、ポートフォリオの脱カーボン化が主要目標である場合、制約のないポートフォリオよりもセクター内での相対カーボン効率に基づくポートフォリオを構築することを推奨します。

当社では、ファクターに基づく資産配分をすでに導入している多くの機関投資家が、カーボンリスクの統合がどのように既存のポートフォリオと相互作用するかについて理解を深めようとしてることも認識しています。カーボンリスクと特定のスタイル・ファクター(クオリティやグロースなど)を統合した場合、結果として生じるポートフォ

リオは、望ましい目標ファクター・エクスポージャーを犠牲にすることなくカーボン強度を効果的に低減させることが可能であることを示しました。低ボラティリティなどのファクターとの統合について、望ましいポートフォリオ・レベルのファクター・エクスポージャーへの影響は統計的に有意であることが示されており、ポートフォリオ構築技術に関してさらに調査する価値があります。

付属資料 A: スタイル・ファクター及びファンダメンタル・レシオの計算

4つの投資スタイル(クオリティ、低ボラティリティ、バリュー、及びグロース)に関する定義を図表17に示しています。

図表 17: 投資スタイルの定義

スタイル	スタイル・ファクター
クオリティ	A. 株主資本利益率(ROE) B. バランスシート・アクルーアル・レシオ(BSA、値が低いほど良い) C. 財務レバレッジ比率(FLR、値が低いほど良い)
低ボラティリティ	A. ボラティリティの逆数
グロース	A. 一株当たり株価に対する1株当たり利益(異常項目を除く)の3年間の変化率 B. 一株当たり売上高(SPS)3年間の伸び率 C. モメンタム(12ヶ月間の株価変動率)
バリュー	A. 簿価対株価比率(B2P) B. 利益対株価比率(E2P) C. 売上高対株価比率(S2P)

出所: S&Pダウ・ジョーンズ・インデックスLLC。2017年12月31日現在のデータ。図表は説明目的のために提示されています。

リバランス基準日時点で、指数ユニバースの各証券に対してファンダメンタル・レシオが算出されました。これらの比率は以下の通り定義されています。

- **株主資本利益率(ROE)**:これは、企業の直近12ヶ月間の一株当たり利益(EPS)を直近の一株当たり簿価(BVPS)で除することによって算出されます

$$ROE = \frac{EPS}{BVPS}$$

- **バランスシート・アクルーアル(BSA)レシオ**:これは、前年度における企業の純営業資産(NOA)の増減を過去2年間における純営業資産の平均で除することによって算出されます。

$$BSA = \frac{NOA_t - NOA_{t-1}}{\frac{NOA_t + NOA_{t-1}}{2}}$$

- **財務レバレッジ比率(FLR)**:これは、企業の直近の債務合計を簿価で除することによって算出されます。

$$FLR = \frac{\text{債務合計}}{\text{一株当たり簿価} \times \text{発行済み普通株式数}}$$

- **ボラティリティ**:これは、過去1年にわたる取引日における証券の日次の価格リターンの標準偏差と定義されます。
- **EPSの伸び率の3年間の変化対3年間の価格リターンの比率**:これは、企業の3年間の一株当たり利益(EPS)の年平均成長率(CAGR)を3年間の価格リターンで除することによって算出されます。

$$EPS \text{ 伸び率対価格リターンの比率} = \frac{3 \text{ 年間の EPS CAGR}}{3 \text{ 年間の 価格リターン}}$$

- **3年間の一株当たり売上高の伸び率**:これは、3年間の企業の一株当たり売上高 (SPS) の伸び率として算出されます。

$$\text{3年間の一株当たり売上高の伸び率} = \frac{(\text{SPS}_t - \text{SPS}_{t-3})}{\text{SPS}_{t-3}}$$

- **モメンタム**:これは、12ヶ月間の企業の株価 (P) 変動率として算出されます。

$$\text{モメンタム} = \frac{(P_t - P_{t-12})}{P_{t-12}}$$

- **簿価対株価比率**:これは、企業の直近の一株当たり簿価 (BVPS) を株価 (P) で除することによって算出されます。

$$\text{簿価対株価比率} = \frac{\text{BVPS}}{P}$$

- **利益対株価比率**:これは、直近12ヶ月間の企業の一株当たり利益 (EPS) を株価 (P) で除することによって算出されます。

$$\text{利益対株価比率} = \frac{\text{EPS}}{P}$$

- **売上高対株価比率**:これは、直近12ヶ月間の企業の一株当たり売上高 (SPS) を株価 (P) で除することによって算出されます。

$$\text{売上高対株価比率} = \frac{\text{SPS}}{P}$$

異常値の取り扱い及びウィンザー化:異常値のファンダメンタル・レシオは、全体の構成スコアを算出する上で用いられる平均値が極端な値によりそれほど歪められないようにするため、ウィンザー化されます。所与の基本的変数に関して、全ての証券の値が最初に低い順にランク付けされます。次に、97.5 パーセンタイル順位より上または 2.5 パーセンタイル順位より下の証券に関して、それらの値は 97.5 パーセンタイル順位 of 証券または 2.5 パーセンタイル順位 of 証券のいずれか該当する値に等しいものとして設定されます。

Zスコアの計算:zスコアの計算は幅広く採用されている方法であり、一つの変数を標準化して異なる基準や測定単位を有する可能性のある他の変数と組み合わせます。全てのファンダメンタル・レシオをウィンザー化した後、各指数ユニバース内の関連する変数の平均値及び標準偏差を用いて、各証券のファンダメンタル・レシオの各々に関するzスコアが算出されます。

zスコアは以下の通り算出されます:

$$z_\alpha = (x_\alpha - \mu_\alpha) / \sigma_\alpha$$

ここで:

z_α = ある証券に関するZスコア

x_α = ある証券に関するウィンザー化された変数

μ_α = ある指数ユニバース内のウィンザー化された変数の算術平均 (欠測値を除く)

σ_α = ある指数ユニバース内のウィンザー化された変数の標準偏差

付属資料 B: セクター別カーボン強度の要約統計(時価総額加重)

図表 18: セクター別のカーボン強度 (時価総額加重)

GICS セクター	カーボン強度 (CO ₂ e / 百万米ドル)
一般消費財・サービス	73
生活必需品	204
エネルギー	576
金融	47
ヘルスケア	65
資本財・サービス	229
情報技術	50
素材	925
不動産	119
電気通信サービス	66
公益事業	3926

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。表は例示を目的として提供され、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、この論文の最後のパフォーマンス開示を参照ください。

付属資料 C

図表 19: 制約のないカーボン効率に基づきランク付けされた五分位数ポートフォリオのリスク/リターン特性(均等加重)

カテゴリー	第1五分位数	第2五分位数	第3五分位数	第4五分位数	第5五分位数	S&P 米国中大型株
年換算リターン(%)	10.63	10.64	11.16	10.63	9.95	8.99
年換算リスク(%)	21.12	16.34	17.33	17.38	16.24	14.94
リターン/リスク	0.50	0.65	0.64	0.61	0.61	0.60
平均カーボン強度	13	40	79	198	1782	307

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、本レポートの最後のパフォーマンス開示を参照ください。

図表 20: 制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオのアクティブ・リターンに対するセクターの寄与(均等加重)

セクター・ウェイト	ベンチマークのセクター・ウェイト(%)	ベンチマークのリターンへの寄与(%)	制約のないカーボン・エフィシエント・ポートフォリオ		
			ポートフォリオ・ウェイト(%)	アクティブ・セクター・ウェイト(%)	ポートフォリオのアクティブ・リターンへの寄与(%)
一般消費財・サービス	11.31	1.55	10.72	-0.59	0.52
生活必需品	10.39	1.07	0.00	-10.39	-
エネルギー	10.47	0.33	0.00	-10.47	-
金融	15.90	0.43	61.31	45.41	-0.58
ヘルスケア	13.11	1.37	7.10	-6.01	0.56
資本財・サービス	10.10	0.94	1.97	-8.13	-0.07
情報技術	19.34	2.55	18.56	-0.78	1.18
素材	3.28	0.29	0.00	-3.28	-
不動産	0.36	0.01	0.29	-0.08	0.02
電気通信サービス	2.38	0.23	0.05	-2.33	0.01
公益事業	3.34	0.22	0.00	-3.34	-
割り当てなし	0.01	0.00	-	-0.01	-
合計	100	8.99	100	-	1.64

出所: S&P ダウ・ジョーンズ・インデックス LLC。2017年5月31日から2017年12月31日までのデータ。過去のパフォーマンスは将来の結果を保証するものではありません。図表は説明目的のために提示されており、仮説に基づいた過去のパフォーマンスを反映しています。バックテストされたパフォーマンスに関連する固有の限界に関する詳細情報については、本レポートの最後のパフォーマンス開示を参照ください。

S&P DJI リサーチ・コントリビュータ		
Charles Mounts	グローバル・ヘッド	charles.mounts@spglobal.com
Jake Vukelic	ビジネス・マネージャ	jake.vukelic@spglobal.com
グローバル・リサーチ及びデザイン		
南北アメリカ		
Aye M. Soe, CFA	南北アメリカのヘッド	aye.soe@spglobal.com
Dennis Badlyans	アソシエイト・ディレクター	dennis.badlyans@spglobal.com
Phillip Brzenk, CFA	ディレクター	phillip.brzenk@spglobal.com
Smita Chirputkar	ディレクター	smita.chirputkar@spglobal.com
Rachel Du	シニア・アナリスト	rachel.du@spglobal.com
Bill Hao	ディレクター	wenli.hao@spglobal.com
Qing Li	ディレクター	qing.li@spglobal.com
Berlinda Liu, CFA	ディレクター	berlinda.liu@spglobal.com
Ryan Poirier, FRM	シニア・アナリスト	ryan.poirier@spglobal.com
Maria Sanchez	アソシエイト・ディレクター	maria.sanchez@spglobal.com
Kelly Tang, CFA	ディレクター	kelly.tang@spglobal.com
Peter Tsui	ディレクター	peter.tsui@spglobal.com
Hong Xie, CFA	ディレクター	hong.xie@spglobal.com
アジア太平洋地域		
Priscilla Luk	アジア太平洋地域のヘッド	priscilla.luk@spglobal.com
Utkarsh Agrawal, CFA	アソシエイト・ディレクター	utkarsh.agrawal@spglobal.com
Liyu Zeng, CFA	ディレクター	liyu.zeng@spglobal.com
Akash Jain	アソシエイト・ディレクター	akash.jain@spglobal.com
欧州・中東・アフリカ(EMEA)		
Sunjiv Mainie, CFA, CQF	EMEA のヘッド	sunjiv.mainie@spglobal.com
Leonardo Cabrer, PhD	シニア・アナリスト	leonardo.cabrer@spglobal.com
Andrew Innes	アソシエイト・ディレクター	andrew.innes@spglobal.com
指数投資戦略		
Craig J. Lazzara, CFA	グローバル・ヘッド	craig.lazzara@spglobal.com
Fei Mei Chan	ディレクター	feimei.chan@spglobal.com
Tim Edwards, PhD	シニア・ディレクター	tim.edwards@spglobal.com
Anu R. Ganti, CFA	ディレクター	anu.ganti@spglobal.com
Hamish Preston	シニア・アソシエイト	hamish.preston@spglobal.com
Howard Silverblatt	シニア指数アナリスト	howard.silverblatt@spglobal.com

PERFORMANCE DISCLOSURE

All information presented prior to an index's Launch Date is hypothetical (back-tested), not actual performance. The back-test calculations are based on the same methodology that was in effect on the index Launch Date. Complete index methodology details are available at www.spdji.com.

S&P Dow Jones Indices defines various dates to assist our clients in providing transparency. The First Value Date is the first day for which there is a calculated value (either live or back-tested) for a given index. The Base Date is the date at which the Index is set at a fixed value for calculation purposes. The Launch Date designates the date upon which the values of an index are first considered live: index values provided for any date or time period prior to the index's Launch Date are considered back-tested. S&P Dow Jones Indices defines the Launch Date as the date by which the values of an index are known to have been released to the public, for example via the company's public website or its datafeed to external parties. For Dow Jones-branded indices introduced prior to May 31, 2013, the Launch Date (which prior to May 31, 2013, was termed "Date of introduction") is set at a date upon which no further changes were permitted to be made to the index methodology, but that may have been prior to the Index's public release date.

Past performance of the Index is not an indication of future results. Prospective application of the methodology used to construct the Index may not result in performance commensurate with the back-test returns shown. The back-test period does not necessarily correspond to the entire available history of the Index. Please refer to the methodology paper for the Index, available at www.spdji.com for more details about the index, including the manner in which it is rebalanced, the timing of such rebalancing, criteria for additions and deletions, as well as all index calculations.

Another limitation of using back-tested information is that the back-tested calculation is generally prepared with the benefit of hindsight. Back-tested information reflects the application of the index methodology and selection of index constituents in hindsight. No hypothetical record can completely account for the impact of financial risk in actual trading. For example, there are numerous factors related to the equities, fixed income, or commodities markets in general which cannot be, and have not been accounted for in the preparation of the index information set forth, all of which can affect actual performance.

The Index returns shown do not represent the results of actual trading of investable assets/securities. S&P Dow Jones Indices LLC maintains the Index and calculates the Index levels and performance shown or discussed, but does not manage actual assets. Index returns do not reflect payment of any sales charges or fees an investor may pay to purchase the securities underlying the Index or investment funds that are intended to track the performance of the Index. The imposition of these fees and charges would cause actual and back-tested performance of the securities/fund to be lower than the Index performance shown. As a simple example, if an index returned 10% on a US \$100,000 investment for a 12-month period (or US \$10,000) and an actual asset-based fee of 1.5% was imposed at the end of the period on the investment plus accrued interest (or US \$1,650), the net return would be 8.35% (or US \$8,350) for the year. Over a three year period, an annual 1.5% fee taken at year end with an assumed 10% return per year would result in a cumulative gross return of 33.10%, a total fee of US \$5,375, and a cumulative net return of 27.2% (or US \$27,200).

GENERAL DISCLAIMER

Copyright © 2018 by S&P Dow Jones Indices LLC, a part of S&P Global. All rights reserved. Standard & Poor's®, S&P 500® and S&P® are registered trademarks of Standard & Poor's Financial Services LLC ("S&P"), a subsidiary of S&P Global. Dow Jones® is a registered trademark of Dow Jones Trademark Holdings LLC ("Dow Jones"). Trademarks have been licensed to S&P Dow Jones Indices LLC. Redistribution, reproduction and/or photocopying in whole or in part are prohibited without written permission. This document does not constitute an offer of services in jurisdictions where S&P Dow Jones Indices LLC, Dow Jones, S&P or their respective affiliates (collectively "S&P Dow Jones Indices") do not have the necessary licenses. All information provided by S&P Dow Jones Indices is impersonal and not tailored to the needs of any person, entity or group of persons. S&P Dow Jones Indices receives compensation in connection with licensing its indices to third parties. Past performance of an index is not a guarantee of future results.

It is not possible to invest directly in an index. Exposure to an asset class represented by an index is available through investable instruments based on that index. S&P Dow Jones Indices does not sponsor, endorse, sell, promote or manage any investment fund or other investment vehicle that is offered by third parties and that seeks to provide an investment return based on the performance of any index. S&P Dow Jones Indices makes no assurance that investment products based on the index will accurately track index performance or provide positive investment returns. S&P Dow Jones Indices LLC is not an investment advisor, and S&P Dow Jones Indices makes no representation regarding the advisability of investing in any such investment fund or other investment vehicle. A decision to invest in any such investment fund or other investment vehicle should not be made in reliance on any of the statements set forth in this document. Prospective investors are advised to make an investment in any such fund or other vehicle only after carefully considering the risks associated with investing in such funds, as detailed in an offering memorandum or similar document that is prepared by or on behalf of the issuer of the investment fund or other vehicle. Inclusion of a security within an index is not a recommendation by S&P Dow Jones Indices to buy, sell, or hold such security, nor is it considered to be investment advice.

These materials have been prepared solely for informational purposes based upon information generally available to the public and from sources believed to be reliable. No content contained in these materials (including index data, ratings, credit-related analyses and data, research, valuations, model, software or other application or output therefrom) or any part thereof (Content) may be modified, reverse-engineered, reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of S&P Dow Jones Indices. The Content shall not be used for any unlawful or unauthorized purposes. S&P Dow Jones Indices and its third-party data providers and licensors (collectively "S&P Dow Jones Indices Parties") do not guarantee the accuracy, completeness, timeliness or availability of the Content. S&P Dow Jones Indices Parties are not responsible for any errors or omissions, regardless of the cause, for the results obtained from the use of the Content. THE CONTENT IS PROVIDED ON AN "AS IS" BASIS. S&P DOW JONES INDICES PARTIES DISCLAIM ANY AND ALL EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, ANY WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR USE, FREEDOM FROM BUGS, SOFTWARE ERRORS OR DEFECTS, THAT THE CONTENT'S FUNCTIONING WILL BE UNINTERRUPTED OR THAT THE CONTENT WILL OPERATE WITH ANY SOFTWARE OR HARDWARE CONFIGURATION. In no event shall S&P Dow Jones Indices Parties be liable to any party for any direct, indirect, incidental, exemplary, compensatory, punitive, special or consequential damages, costs, expenses, legal fees, or losses (including, without limitation, lost income or lost profits and opportunity costs) in connection with any use of the Content even if advised of the possibility of such damages.

S&P Dow Jones Indices keeps certain activities of its business units separate from each other in order to preserve the independence and objectivity of their respective activities. As a result, certain business units of S&P Dow Jones Indices may have information that is not available to other business units. S&P Dow Jones Indices has established policies and procedures to maintain the confidentiality of certain non-public information received in connection with each analytical process.

In addition, S&P Dow Jones Indices provides a wide range of services to, or relating to, many organizations, including issuers of securities, investment advisers, broker-dealers, investment banks, other financial institutions and financial intermediaries, and accordingly may receive fees or other economic benefits from those organizations, including organizations whose securities or services they may recommend, rate, include in model portfolios, evaluate or otherwise address.