

2024年6月27日

資料 6



第21回資源開発・燃料供給小委員会

米国電力セクターの動向から考える日本のエネルギー事情

Table of Contents

1. 米国電力セクターの動向	5
2. 国内DC市場の動向	9

Key Takeaways

1.

ハイパースケールDCとAIワークロードのために、世界のDCの電力消費量は2026年、1,000テラワット時に拡大見込み

2.

米国では、急激に増加するDC需要を支えるために、ガス火力・LNG液化基地・ガスパイプラインの開発・建設が増えている

3.

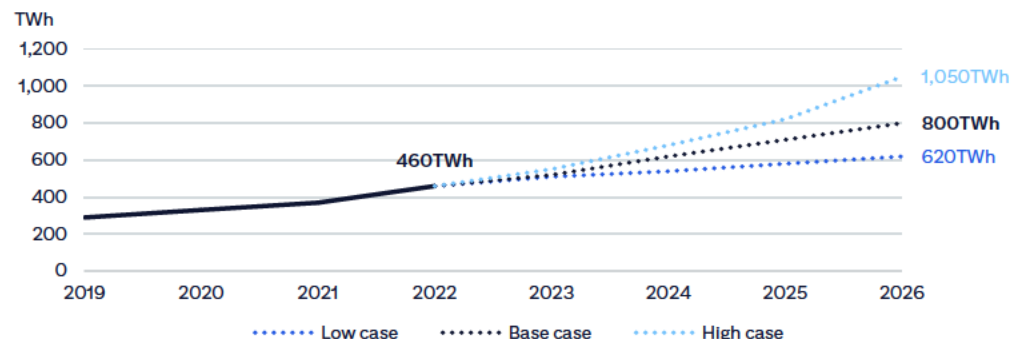
ハイパースケーラーは本邦でのデータセンター開発向け巨額投資を発表、米国でのデータセンター・電力事情と同様の状態が本邦で予見される。安定供給のためのガス火力の増強、LNG調達推進が鍵

データセンターと電力セクター

電力需要の増加と再生可能エネルギーに対するIntermittency等の懸念が相まって、コンベンショナル火力発電事業の重要性を再確認

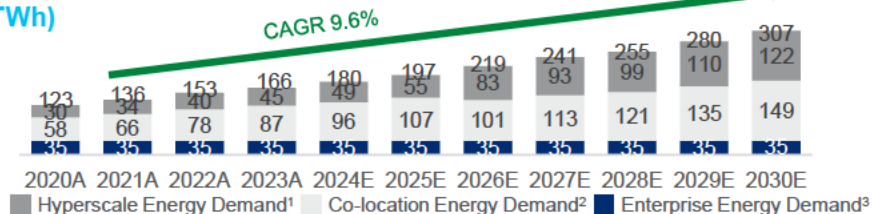
世界の電力需要(データセンター、AI等)

(2019-2026)

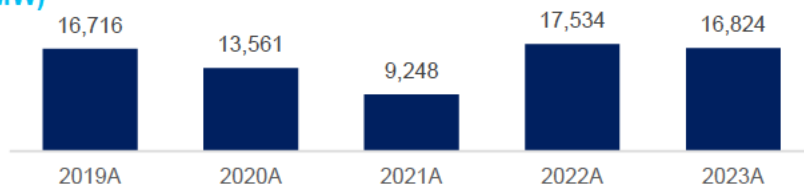


- 国際エネルギー機関(IEA)は、データ流通量の急増から世界のデータセンター(DC)の電力消費量は2026年、22年比2.2倍の1000テラワット時に拡大すると試算
- 米国ではデータセンター需要をベースロードで支えるために、コンベンショナル火力の維持も検討されている
- 現状、国内DCは関東(千葉県印西市、東京都心、西部、神奈川県)に集約されており、特定エリアでの電力は不足傾向
- 2030年までDCのカーボンニュートラルを踏まえる企業が多い中、2030年までに再エネの安定調達³は課題となっている

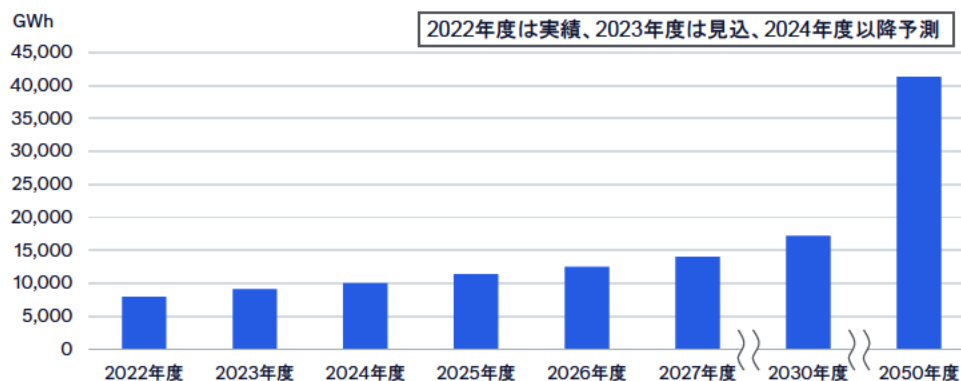
米国データセンター需要 (TWh)



米国内のコンベンショナル火力退役⁴ (MW)



国内DC年間消費電力



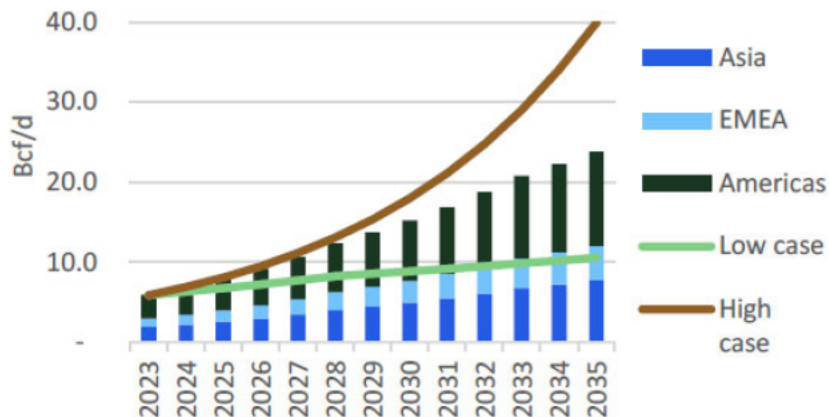
出所: EIA, BNEF, S&P, IEA "Electricity 2024"

1. Hyperscale data centers are large-scale IT infrastructure owned and operated by the organization they support.
 2. Co-location data centers, also known as multi-tenant data centers, are facilities that offer organizations to lease space to host their computing hardware and servers offsite.
 3. Enterprise data centers are private data center facilities that support singular organizations.

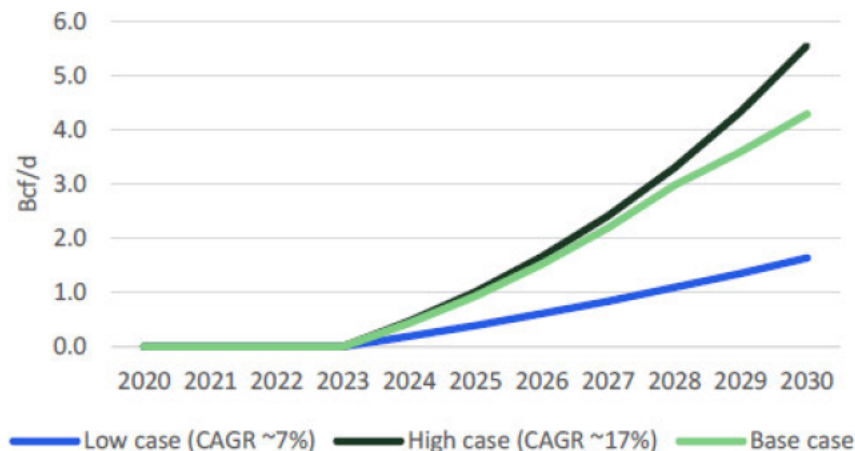
4. Includes Gas CCS, Gas CC, Gas CT, Gas ST, Coal - Advanced, Coal - Conventional, and Oil.

データセンター需要によるLNGへの影響

データセンターセクターにおけるグローバルでのガス火力⁽¹⁾ 需要

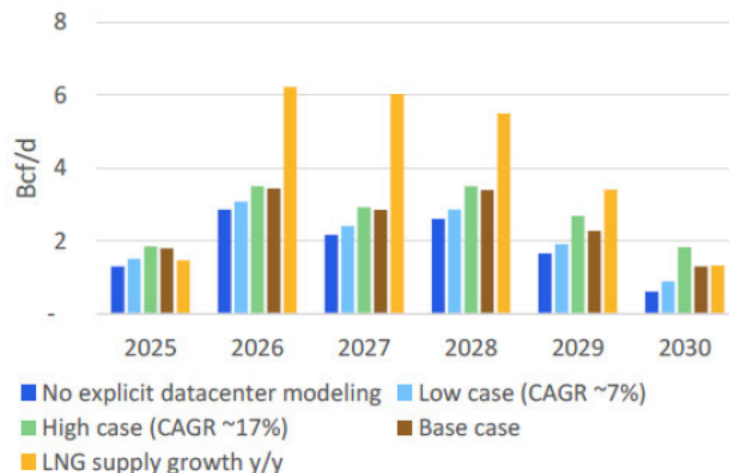


LNG需要国におけるデータセンターによる累積的な追加電力需要



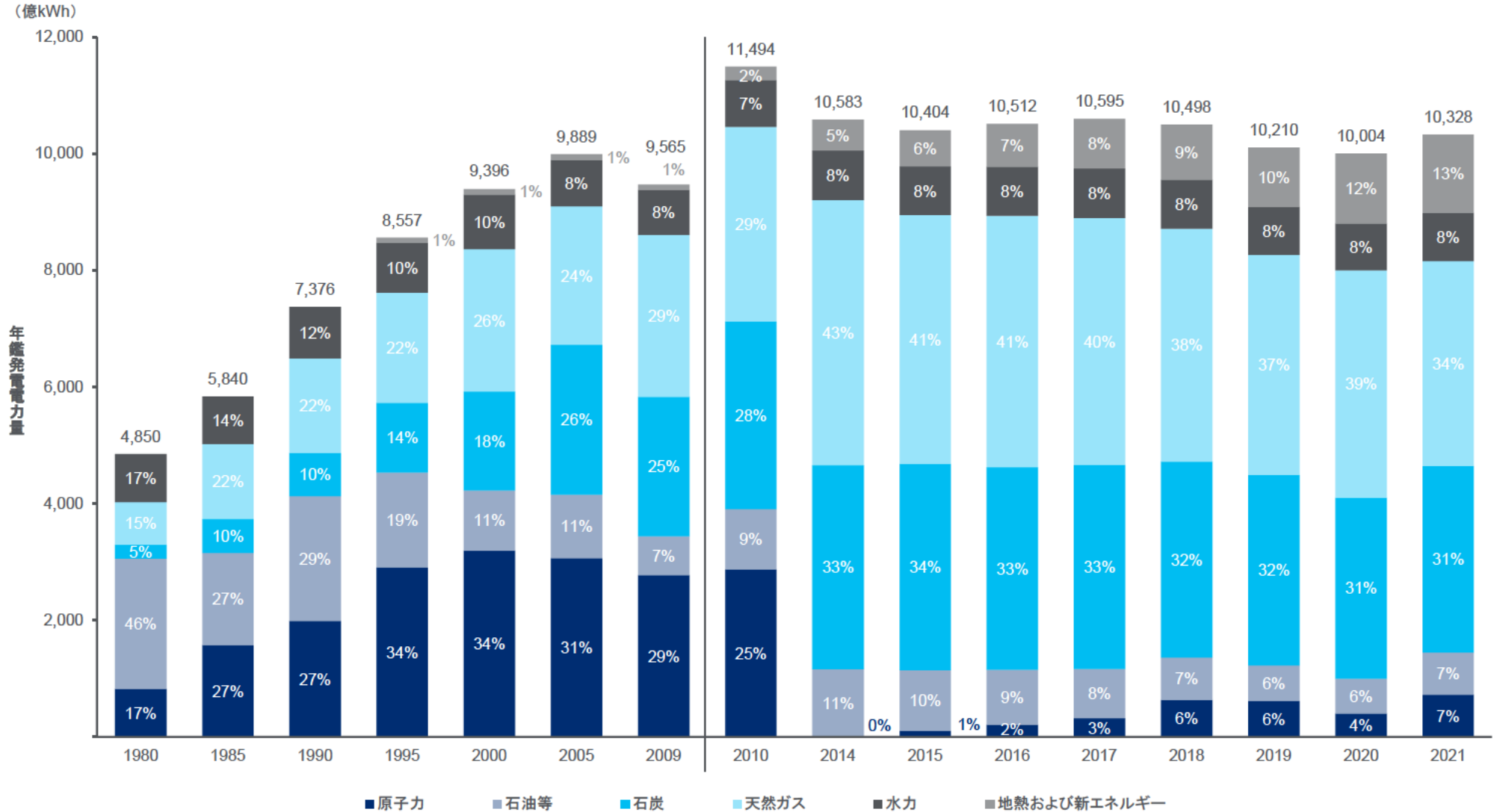
- データセンターによる電力需要により、ガス火力の需要はアジア・EMEA・米州の全地域において増加傾向にあり、2023年から2035年で2倍以上に増える見込み
- 結果的に、ベースケースでも、2025年のLNG需要は約20億立方フィート/日から、2026年には約40億立方フィート/日に増加

データセンター成長シナリオ別のLNG需要予測とLNG供給予測の比較



電源構成別の推移

電源別発受電電力量の推移



出所: 資源エネルギー庁「エネルギー白書2023」より作成 (2009年までは「電源開発の概要」、「電力供給計画の概要」を基に作成、2010年以降は「総合エネルギー統計」を基に作成)

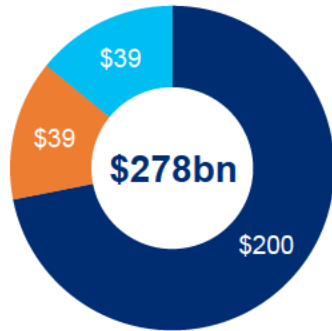
注記: (1) 石油等にはLPG、その他ガス及び瀝青質混合物を含む四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある。グラフ内の数値は構成比(%)

1. 米国電力セクターの動向

米国電力セクター: 電力需要の伸びは今後も継続が見込まれる

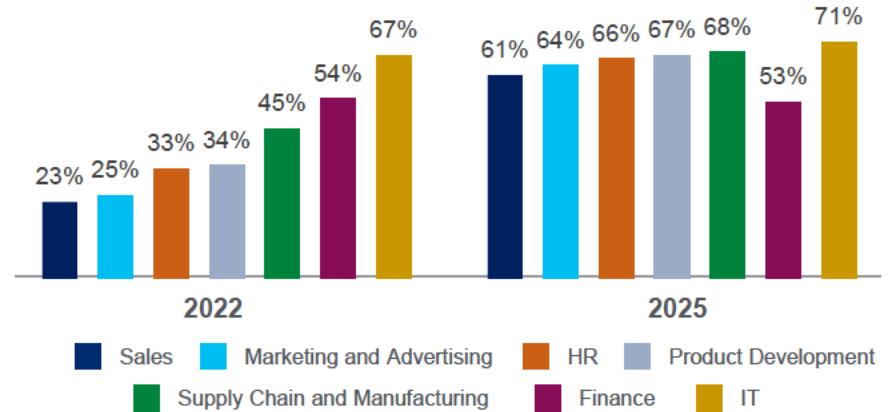
現在および将来的に継続が見込まれている電力需要は、データセンターや半導体製造施設などが牽引しており、米国における恒久的な電力使用先となっている。

米国CHIPS法が同国における半導体製造にインセンティブを付与 (\$bn)



- STEM, R&D, and Workforce and Economic Development Programs
- CHIPS for America Fund
- Targeted Semiconductor Fundings & Programs

AI活用の劇的な拡大: セクター全体で電力需要を喚起 (% of CIO Survey Responses)



米国におけるインフラのデジタル化・製造能力の自国回帰に貢献している企業群



ミシシッピ州におけるデータセンター建設に \$10bnを投資



今後5年間で 計\$100bnの投資を予定



過去5年間でデータセンターおよび オフィスの整備に\$37bnを投資



2025年にかけて\$30-37bnを インフラ設備に投資予定



ニューヨーク州における 半導体製造施設の建設に \$100bnを投資予定



ウィスコンシン州における データセンター建設に\$1bn、 AI/Cloudインフラに\$2.9bnを投資



テキサス州において \$17bnの投資



テキサス州において \$30bnの投資

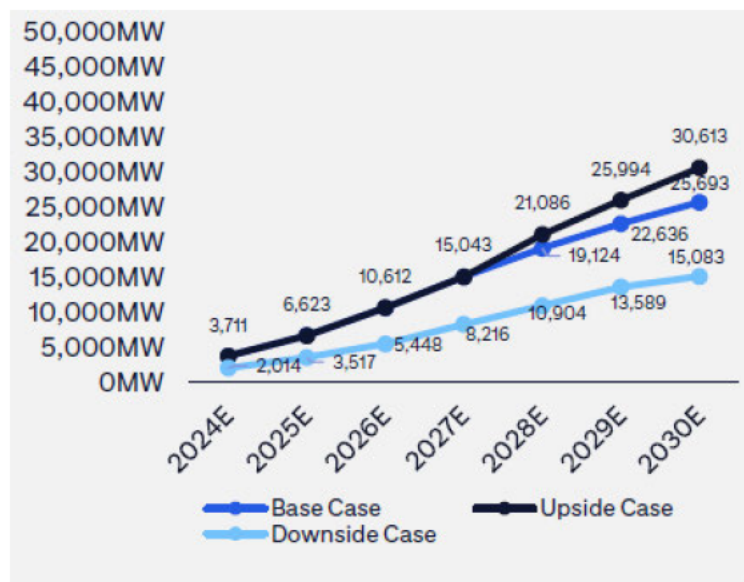


総額\$65bnの投資

出所: MIT Technology Review Insights Survey
注記: マーケットデータは2024年4月12日時点

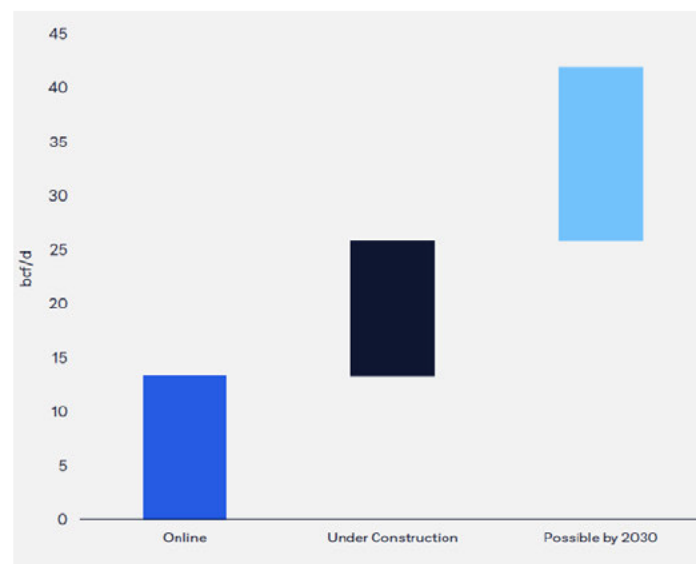
データセンター起因の米国電力・ガスセクター需要の変化

ガス火力発電建設予想



- 米国でのデータセンター開発需要に伴い、電力需要は2030年までに毎年0.9%から6.4%の成長率となると見込む
- ベースロードの増加分は、許認可、規制、技術、政治的要因といったスケジュールの遅延と直面するため、石炭・ガス火力発電の退役が遅れ、2030年まで最大31GWの増加分の需要を賄う構図となる
- 500MWの新設データセンターは初期投資でUSD50~150MのCAPEXを必要とし、長期的にはそれ以上のCAPEXをするため、ユーティリティ企業は送配電への投資を増やす必要がある

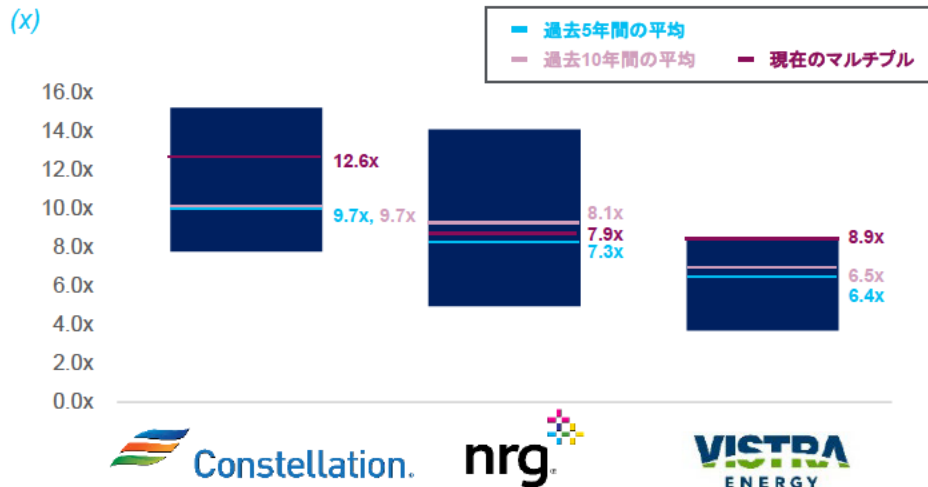
米国LNG建設予想



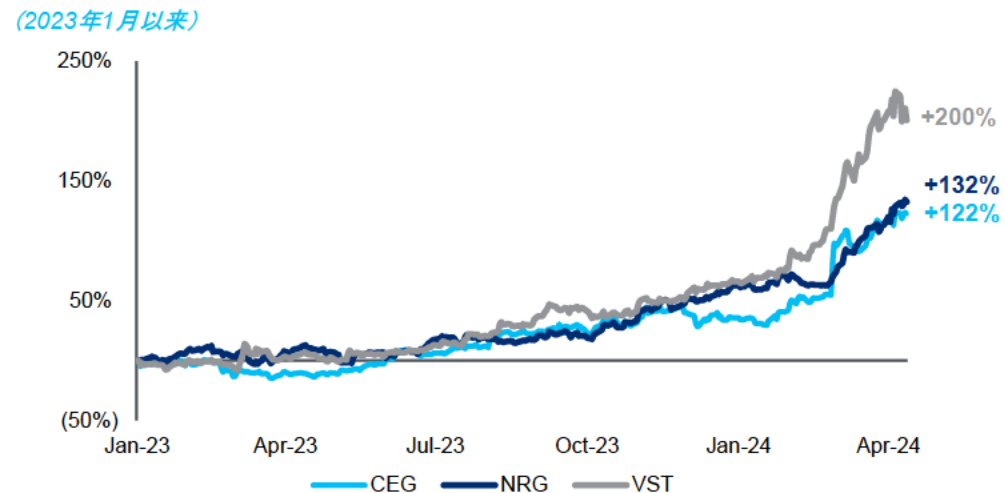
- データセンター開発に伴い、米国はLNG輸出量が最大13bcf/dまで約2倍まで増える見込み。新たに30bcf/dのポテンシャルのプロジェクトが開発される計画
- 弊社は、16bcf/dの追加プロジェクトが2030年までに開発されると見込む
- Saguro LNG、Cedar LNGなどがFIDとなる見込む他、並行して9/bcf/dのガスパイプライン建設も進められる。少なくともパーミアン盆地のパイプラインプロジェクト3件(2件新設、1件拡張)が、2024年中にFIDを迎える

米国電力セクター: 現在のセクターマルチプルは過去の水準とインライン

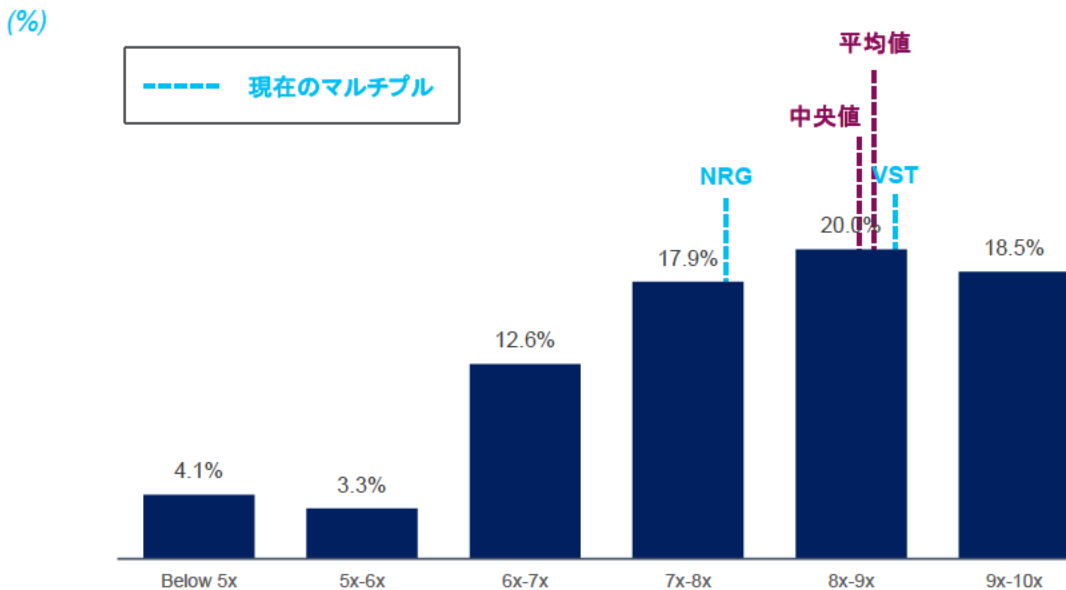
FY+1 EV / EBITDA マルチプル比較(期間別)



相対株価推移



電力セクターにおける過去のFY+1 EV / EBITDA マルチプル中央値: 8.6x



参照しているIPPのマルチプル数値取得期間

- Calpine: 2003年から2005年および、2008年から2018年
- Constellation: 2022年から現在
- Dynegy: 2000年から2002年および2005年から2018年
- NRG: 2005年から現在
- Talen Energy: 2015年から2017年および、2023年から現在
- TXU Corp: 2000年から2007年
- Vistra Corp: 2016年から現在

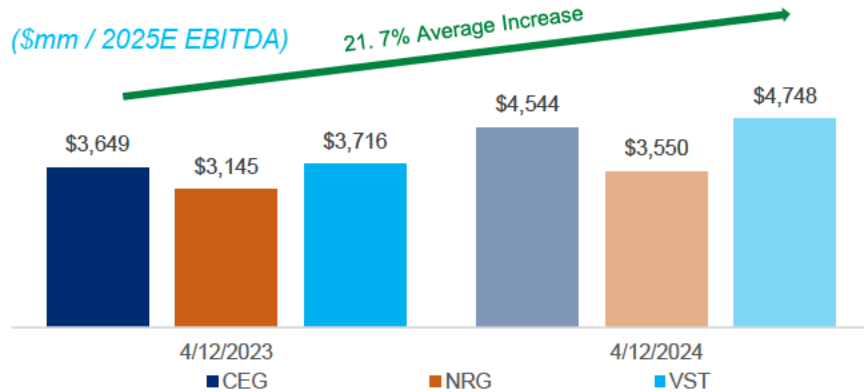
出所: 会社開示資料、FactSet、Equity Research Reports

注記: マーケットデータは2024年4月12日時点。バリュエーション数値は2025E EBITDAおよびFCFを基に算出。数値は燃料価格調整後

米国電力セクター：“Sustained Changes”

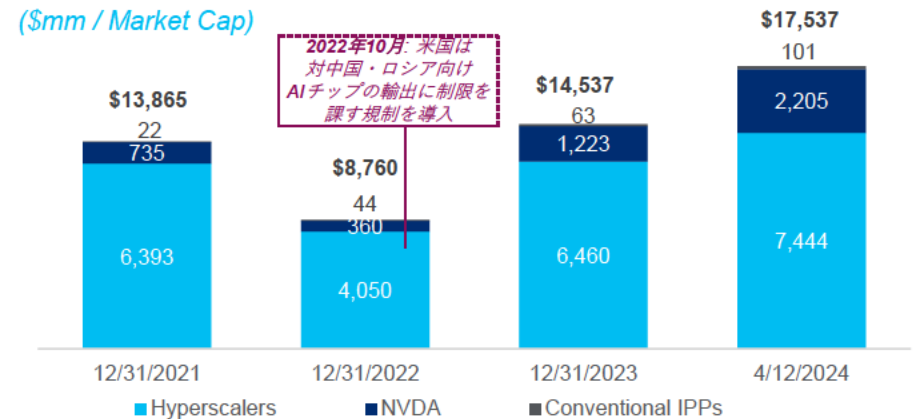
需給バランス：需要増加と供給制約

- ①再エネなどのIntermittent Generationの導入の加速、②化石燃料発電所の廃炉、③適切な供給予備力の維持、及び④長期的な電力需要の増加は、電力業界のファンダメンタルズを変化させ、高効率で出力調整可能な(Dispatchable)発電所の価値を向上させている
- 再生可能エネルギー領域の発電所の建設はすでにフルスピードで行われており、Intermittencyを平準化する手法として比較的高コストである蓄電池が現在の標準となっている。中期的な電力供給不足を緩和するのに現実的で唯一の解決策は化石燃料発電所の活用であるが現在は新設されていない



投資家層の多様化

- IPPビジネスと付加価値のコンセプトは、かなりの短期間で「電力供給(携帯電話を接続して充電されることを期待すること)」から「AI革命を可能にすること」へと変化
- Non-Traditional IPP投資家の出現 – AI関連企業に大きな投資意欲を持つが、既に成熟し高いマルチプルが付いているテック企業への関心は薄い投資家層がIPPへ積極投資(Growth Tech系の投資家など)



新たな電力容量の供給には時間を要する為、電力価格高騰期間の長期化をもたらす

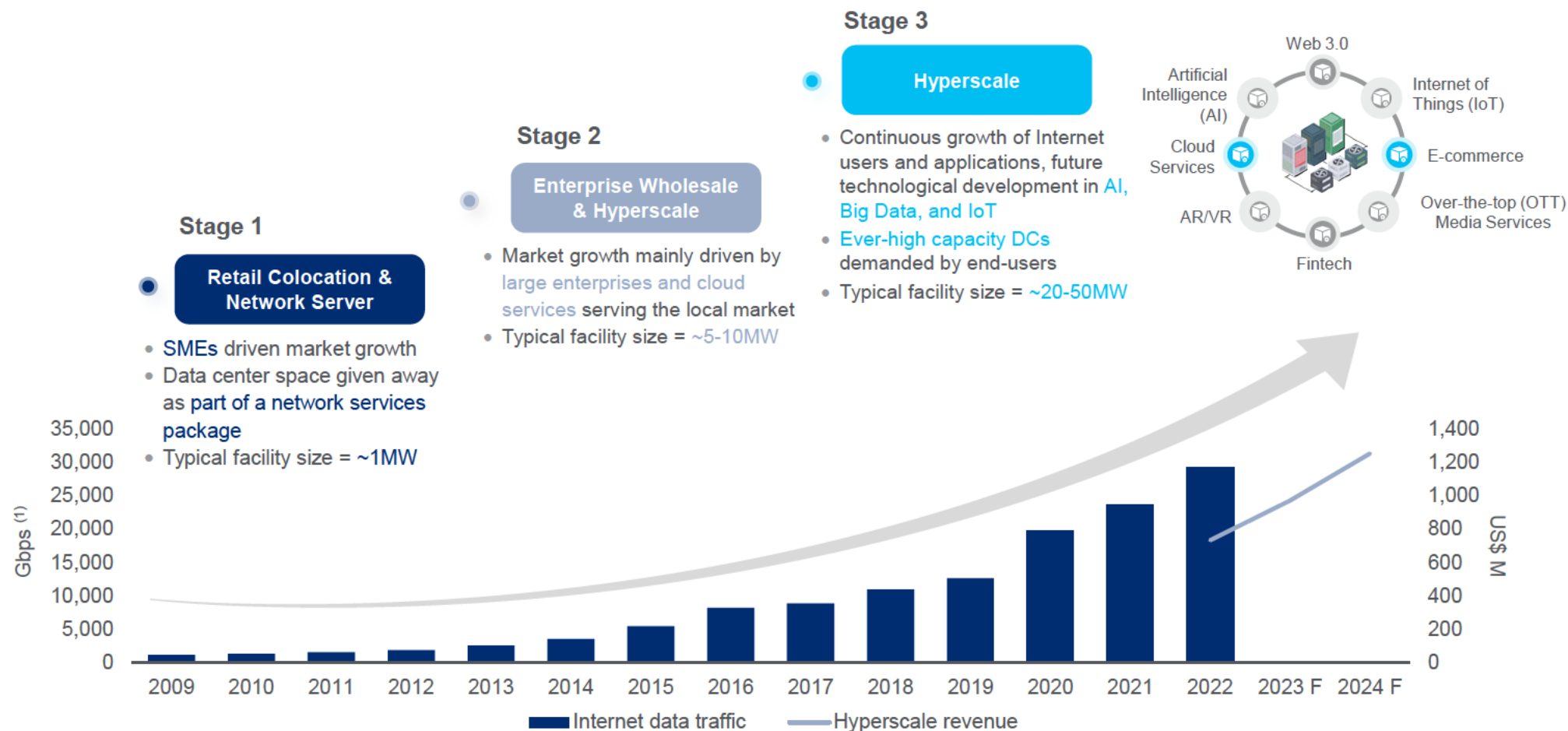


2. 国内DC市場の動向

指数関数的に拡大するデータ需要

テクノロジーの進化により、国内におけるDCに対する需要は拡大傾向。

テクノロジーの進化によるデータ及び計算能力の需要拡大

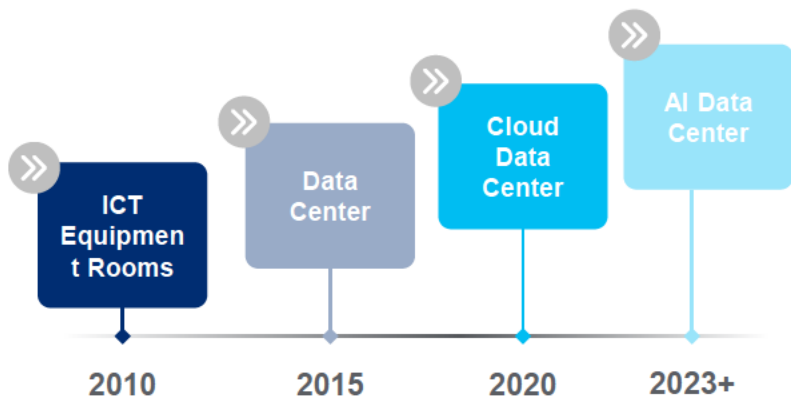


Note: Internet data traffic from Ministry of Internal Affairs and Communications; DC sector revenue data from Fujichimera.
 (1) Average internet data traffic volume per second.

DCの需要増加及びDCの供給不足による収益機会の拡大

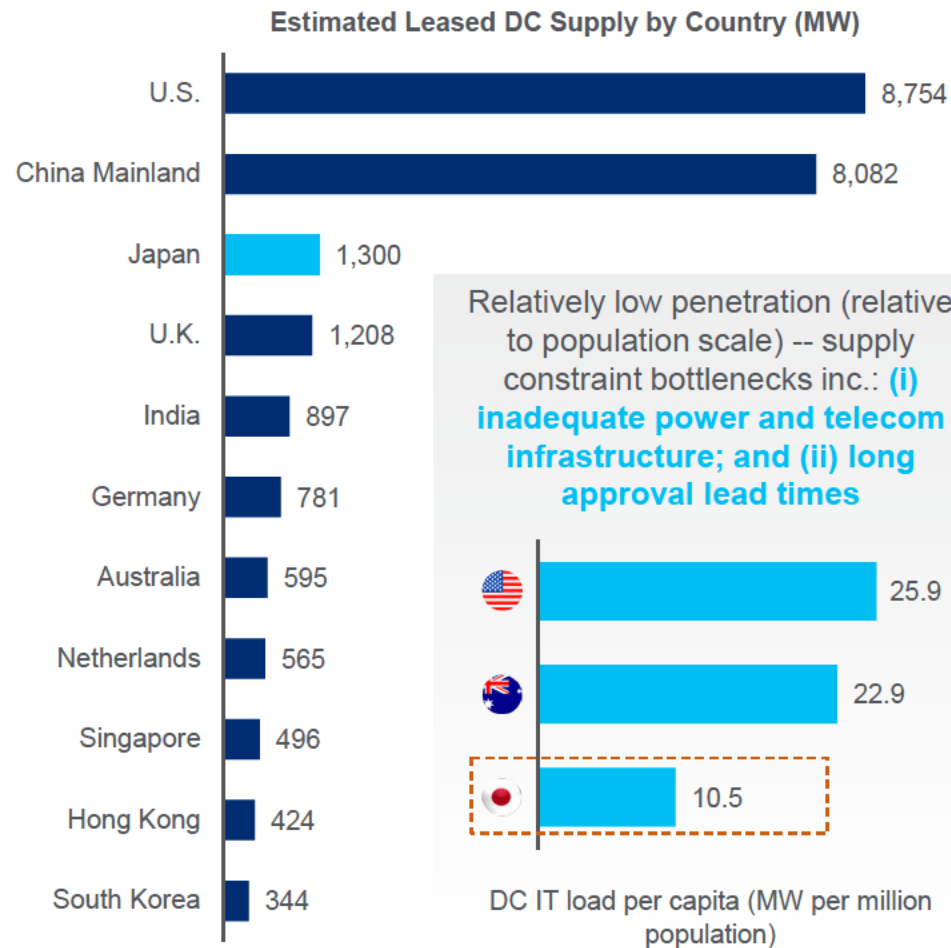
AIの成長及びクラウド導入の促進に伴い、DCに必要な土地及び電力に対する需要は急激に増加。一方、各国においてDCは供給が不足している状況。日本は米国、オーストラリアに比較し、人口あたりのDC普及率が低い。

AIの成長及びクラウド導入に伴う土地及び電力に対する需要増加



Deployment Strategy	Suite	Entire Building	Multiple Buildings or "Campus"	
Rack power	2-3 kW	4-6 kW	8-10 kW	30kW+ (Cooling system enabled)
Average Building capacity	~1MW	~10MW	~50MW	>100MW

各国におけるDC供給不足の状況



国内DC市場の動向:サマリー

国内DC市場はハイパースケールDCの増設やAI利用拡大が市場拡大の後押しが見込まれる一方、建設コスト上昇、ハイパースケールDC建設市場の競争激化が市場拡大を阻害する可能性。特に、AI利用の拡大によるハイパースケールDC増設は、事業者DC新設/増設に大きく寄与するが、同時に競争激化による供給過剰リスクも見込まれる。

国内DC市場の促進要因と阻害要因

促進要因

① クラウドサービス事業者によるハイパースケールDCの増設

- 企業のDXにより、クラウドサービスの利用規模が拡大
- 企業では顧客情報等のビジネスデータを国内の物理拠点に保管する必要があり、クラウドサービス向けのハイパースケールDCが国内に増設される

② AIワークロードの利用拡大

- AIアプリケーションの利用が拡大し、AIワークロードを稼働させるためのITインフラ配備が加速
- AIシステムのインフラは消費電力が大きく、大きなDCキャパシティを必要とするため、DC新設/増設需要を拡大

阻害要因

① 建設コストの上昇

- 世界的なインフレや労働力不足によって、建設コストおよび設備の保守運用コストが上昇
- クラウド環境等へのITインフラ移行を優先するため、企業内DCの新設投資は縮小。一部の事業者DCにおいても、投資回収が難しくなるため新設投資が阻害される

② ハイパースケールDC建設市場での競争激化

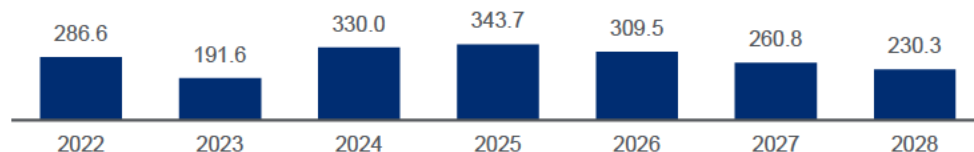
- 不動産投資市場から大量の投資マネーが流入しており、ハイパースケールDC建設投資が過熱することにより供給過剰のリスクが高まる
- ハイパースケールDC建設案件において、成約までの時間が長くなるリスクが生じ、新設規模が伸び悩む可能性が高まる

市場動向ハイライト

事業者DCの新設/増設動向

東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県、大阪府、京都府に複数のハイパースケールDCが開設されるため、2024年～2026年の新設規模が300メガVAを超える見込み

新設/増設電力キャパシティ(メガVA)



AIワークロードの利用拡大

- 生成系AIが注目されるようになり、DC内にAIサーバーを設置したいというDCユーザーが2023年秋以降に増加。2027年末時点でAIサーバーが必要とするDCキャパシティは国内の事業者DC全体の2.0～2.5%程度に留まる見込み
- 一方、局所的にはDCキャパシティとAIワークロードの需要とのアンマッチが発生する可能性は高い。特に、AIサーバーの発熱量を冷却するためには、従来の空調システムでは冷却能力が不足するケースが発生。改修コストが過大となる場合は、新たにサーバールームを新設することになる場合も考えられる。これによって既存のDCのキャパシティ増強や、新設DC内に置ける液冷システム導入投資が増える見込み

ハイパースケールDC市場における競争激化

- メガクラウドサービスプロバイダーによるハイパースケールDC需要は大きい傾向が続いており、DC建設投資も多数計画されている
- 一方、不動産投資マネーがDC需要を狙って大量に流入しており、投資プロジェクトの中にはテナント(クラウドサービスプロバイダー)との契約が不調に終わるケースが出ている。特に不動産業界からDC建設市場に新規参入するケースでは、不動産事業者が公表する投資計画のすべてで順調にテナントが入居するとは言えない状況になっている
- ハイパースケールDC建設の市場では、実需要に対して供給過剰のリスクが発生
- 競争激化により、当初公表された建設工事の着工が延期される例が増加する見込み

内国輸入通達230号に関する開示:シティグループ・インク及びその関係会社は、税務又は法律に関する助言を提供しておりません。本資料に含まれる税務に関する内容は、(i)貴社の追徴課税回避を目的として、若しくはかかる目的に使用されることを意図して記載されておらず、かつ、貴社において租税回避目的で使用若しくは依拠することが出来るものではなく、また(ii)本資料記載の案件(以下「本案件」という)の「プロモーションおよびマーケティング」の一環として記載されたものであることがあります。従いまして、独立した税務の専門家から、貴社の状況に応じた助言をお受け下さい。

本資料の諸条件は、協議の対象として提示されているにとどまり、別途作成される最終的な契約書類に規定される確定条件に従うものとします。本プレゼンテーション資料は、弊社による融資、シンジケートファイナンス、引受業務、株式売買の約束、あるいは資本提供の約束、ならびにそのような約束を義務付けられるものではなく、貴社との信任・委任関係に立つものではありません。貴社は、本プレゼンテーション資料の受領をもって、適用される法令諸規則に従い、本プレゼンテーション資料に含まれている秘密情報や本案件の存在及び諸条件の機密性を保持することに合意します。

貴社は本案件の実行に先立ち、弊社又は弊社の関係会社に依拠することなく、本案件の経済的リスクとメリット、ならびに法的・税務上・会計上の特性及び影響を検証し、貴社がかかるリスク等に耐えうるかを独自に判断しなければなりません。この点、貴社は、本資料の受領をもって以下の点について認識している旨を確認します。(a)弊社が法務・税務・会計に関する助言を与えることをその業務としていないこと(及び貴社がそのような助言を弊社に求めないこと)、(b)本案件につき、法律・税務・会計上のリスクが存在する可能性があること、(c)貴社が独自に法務・税務・会計に関する適切な助言を別途専門家より受け、且つ、当該助言に依拠すべきこと、及び(d)貴社が貴社の経営陣に対して、本案件に関する法務・税務・会計に関する助言(及び本案件に関連するあらゆるリスク)、ならびにかかる事項に関して弊社が責任を負わないことを知らせるべきこと。貴社と弊社は、本資料を受領することにより、本案件に関する協議の開始より後、本プレゼンテーション資料の他の規定にかかわらず、本案件の如何なる参加者も本案件に関する米国税務上の取扱い及び仕組みを開示することを制限されないことを確認します。

弊社は、弊社と取引を頂くお客様の本人確認のために情報の取得、照合及び記録を義務付けられています。従いまして、貴社の正式名称、住所、納税者番号を始めとして、確認のために登記簿謄本その他の各種書類又は証明書をご提出頂くことがあります。

本資料中の価格又はレベルは当初の仮の条件として提示させていただくものであり、買値または売値となるものではありません。かかる仮条件は、あくまでも貴社の便宜・参考のためにご用意させていただいたものであり、事前に通知することなく適宜変更され得る性質のものであり、いかなる商品の購入又は販売に関する勧誘をも目的にしたものではないことにご留意下さい。本プレゼンテーション資料に含まれる情報は、その実現が不確定な将来の潜在的な事由を象徴する数量モデルからの分析結果を含む場合があります。商品を表すすべての重要な事実の完全な分析ではありません。本プレゼンテーション資料に含まれる予想は、現時点での弊社の判断によるものですが、通知なしに変更される場合があります。弊社や弊社の関係会社では、他の顧客のため及び自己勘定においてこれらの商品のマーケット・メイクを行なう場合があります。従いまして、かかる商品につき適宜ポジションを有することがあります。

本資料には、シティのコーポレート・ボンド・リサーチ、債券ストラテジー又は経済・市場調査グループが公表した情報が含まれている場合がありますが、シティのポリシーでは、(i)従業員が、直接又は間接に、取引又は報酬の対価又は誘引として、肯定的若しくは否定的なリサーチオピニオンを示し、又はオピニオンの変更を申し出ること、及び(ii)リサーチレポートに記載される特定の推奨又は見解に対してアナリストが報酬を受け取ることを禁じております。かかる利益の相反の可能性を低くするため、または利益の相反と見なされる機会を少なくするため、シティは、特定の状況において投資銀行部門とリサーチ部門の従業員間のコミュニケーションを制限するポリシーを施行しております。

本文書の配布が米国商品先物取引委員会("CFTC")の規制の対象となる全ての場合において、本文書は、米国CFTC規制 § 1.71 及び23.605におけるデリバティブ取引開始の検討のための案内に該当します。しかし、いかなる金融商品の売買の申込みを意図したものではありませんのでご留意ください。

本資料は情報提供のみを目的としたものです。別途明示されていない限り、本文書は(i)いかなる金融商品の購入や売却も推奨するものではなく、(ii)本資料がCFTCの規制の対象となる場合をのぞき、金融商品の売買の勧誘を意図したのではなく(CFTCの規制の対象となる文書に関しては上記記載をご覧ください。)、また(iii)取引の正式な確認書として意図されているものではありません。本資料に記載された情報は一般に入手可能な情報を元にしたものであり、当社が信頼に足ると判断した情報源から入手したものではありませんが当社はその正確さと完全さのいずれも保証するものではありません。当社の特定の従業員又は部門は本文中の情報に悪影響又は好影響をもたらす恐れのある未公表の重要事実を知っているか又は入手していることがありますが、本文書の作成者はそれら情報を知悉しておりません。

スワップやオプションを内包するものを含む一定の取引は、多大なリスクを伴い、全ての投資家に適するものではありません。当社は、投資、会計、税務、財務、法務上の助言を提供するものではありません。一方で、いかなる取引案についても、独自にアドバイザーと協議をして頂くべき会計、税務、法務上その他の影響があり得ることをご認識ください。従いまして、取引を実施するに先立って、当社に依拠することなく、経済的なリスク及びメリット、法務、税務、会計上の観点における特質、取引の結果、及び取引を行う方がかかるリスクを許容することができるにつつき、ご判断頂くようお願いいたします。

© 2024 シティグループ証券株式会社。無断複写・転載を禁じます。「シティ」及び「Citiと赤い円弧」の意匠は、Citigroup Inc.又はその関係会社の商標及びサービス・マークであり、世界中で使用・登録されています。

シティでは、持続可能な未来を築くことこそが当社のビジネスであると考えます。気候変動の問題解決策に対する投融资、業界基準の策定、シティの環境フットプリント軽減のために、顧客、金融機関、NGO及び他のパートナーと共に協働します。シティは、20年以上にわたるサステナビリティの分野のリーダーシップに基づき、2050年までに温室効果ガス排出量をゼロにするという目標を設定しました。シティの持続可能な成長戦略は、低炭素経済への移行を支援するために、世界中の気候変動に対処するソリューションを推進するというコミットメントにより、低炭素への移行、気候リスク、持続可能な事業を3つの主要な柱として掲げています。2030年までにシティは、1兆ドルのサステナブルファイナンスにコミットしました。これは、国連の持続可能な開発目標(SDGs)のアジェンダと一致し、シティの戦略に基づいています。新たなコミットメントには、現在の2025年までに2,500億ドルの環境ファイナンス目標を2030年までに5,000億ドルに延長、及び環境ファイナンス以外のSDGsを支援するために更に5,000億ドルを追加することが含まれます。当社が掲げる1兆ドルのサステナブルファイナンスへの取り組みを通じて、環境、社会、経済のニーズのバランスをとるサステナブルな低炭素経済への移行の促進に寄与します。