

# 気候変動リスクの財務的影響を評価する

## 気候変動経路シナリオの構築

ムーディーズ・アナリティックス・ジャパン 王 欽敖

太田 時間になりましたので、セッション A-4、「気候変動リスクの財務的影響を評価する気候変動経路シナリオの構築」のセッションを始めたいと思います。私は、司会を務めさせていただきます、東京海上日動火災保険の太田です。よろしくお願いいたします。発表者は、ムーディーズ・アナリティックス・ジャパンの王さんです。では、お願いいたします。



王 本日お時間をいただき、ありがとうございました。簡単な自己紹介ですが、私はムーディーズ・アナリティックス保険チームに所属しており、日本を含むAPAC全体の弊社アクチュアリー・ソリューション、特にシナリオ生成に関するサポートを担当している王と申します。本日は、「気候変動リスクの財務的影響を評価する気候変動経路シナリオの構築」につきまして、発表させていただきたいと思います。もしご質問がございましたら、最後に質疑応答のお時間を設けて、UKにおります弊社のリサーチ・チームの専門家が日英通訳を通じて回答いたしますので、ぜひご利用いただければと存じます。

# 目次

1. 業界のトレンド
2. 統合気候リスク・フレームワーク
3. 気候リスク・モデリングの課題
4. 手法の概要
5. セクター別のモデリング
6. 資産評価

それでは、本日のアジェンダです。まず、「業界の趨勢」。気候変動リスクは斬新なトピックですので、最近の動向を把握することが極めて重要です。続きまして、「統合気候リスク・フレームワーク」。保険会社が気候変動リスクの影響を把握するために、統合的なフレームワークを推奨します。「気候変動リスク・モデリングの課題」。こちらは、気候変動リスクの定義を踏まえ、定量化に関する不確実性を振り返ってみます。続きまして、潜在的なアプローチを考察します。気候変動リスクの定量化とシナリオの発生的手法を提案し、全体的な流れ、それぞれのモデル、そして、セクター別までのモデル・プロセスを説明します。最後に、生成した気候変動シナリオを、どのように資産評価に応用するかを紹介します。

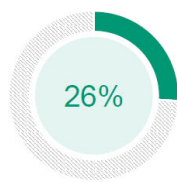
# 1

## 業界のトレンド

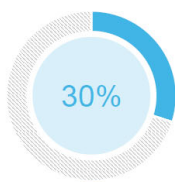
「業界のトレンド」。

## 気候変動への対応状況

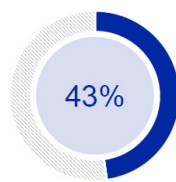
保険業界では依然として初期段階



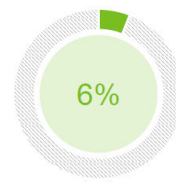
気候関連の責任を  
経営陣に付与している



気候変動の課題について  
取締役へ情報提供するプ  
ロセスが構築されている



事業戦略に影響し得る  
気候関連リスクを少なく  
とも1つ特定している



プロジェクトや取引に適用  
されている強化された  
デューデリジェンスを開示  
している

出所: MESGデータ、世界の150社の保険会社を対象

MOODY'S ANALYTICS

気候変動リスクの財務的影響を評価する気候変動経路シナリオの構築 2021年11月

4

こちらは、当社ムーディーズ・ESGグループが世界中の保険会社150社を対象として実施したピア分析結果の抜粋です。最近、大手保険会社のネットゼロ宣言新規加入や、きれいなグラフを掲載したレポートが大量に見られますが、実質的な内容になりますと、こちらの結果のとおり、まだ不十分であると認識しています。この中で最も深刻なことは、半分以上の保険会社が、事業戦略に影響しうる気候変動リスクを少なくとも一つさえ特定していないことです。バランスシートの両方のリスクを取る業界において、気候変動リスクを一つも特定していないという状況は警戒すべきだと考えられます。保険業界は、気候変動リスク対応に関しては、まだ遅れていると考えられますが、数年前と比べると、重要視している会社が増えつつ、動きが加速しています。

## 業界のトレンド

テーマ別見解

規制当局と投資家  
からの圧力

発展のペースが  
まちまち

気候を意識したSAA  
への拡張

国際基準との一致

ダイベストメント  
(投資撤退)ではなく  
エンゲージメント

移行リスクが今後の  
ORSAの焦点

セクター別の影響に  
関する見解の必要性

イテレーティブな  
アプローチ

こちらは、テーマ別の見解が並んでいますが、文字どおり分かりやすいものもありますので、

一つ一つ説明するのではなく、幾つかの重要なポイントを強調したいと思います。

「発展のペースがまちまち」。欧州は先導し、北米は遅れている。そして、生保会社が先導し、損保は遅いと見られます。生保会社の中でも差異が大きいです。生保会社は、引き受けるリスクが損保と異なり、保険引受リスクより資産リスクの方が大きいため、気候リスクを重要視しています。

続きまして、「気候を意識したSAA（戦略的資産配分）への拡張」です。150社のうち11社は、投資運用のネットゼロ・ターゲットを持っています。今後、気候変動リスクもSAAに導入していくことがトレンドになると考えられます。

「移行リスクが今後の焦点」。現在、COP26が開催されています。今後、各国がどのような政策を導入するかが注目されています。後ほど気候変動リスクの定義を説明しますが、移行リスクが政策の変更に関連していて、長期か短期かのホライズンにかかわらず、全ての保険会社に影響を及ぼすため、今後の焦点になると考えられます。

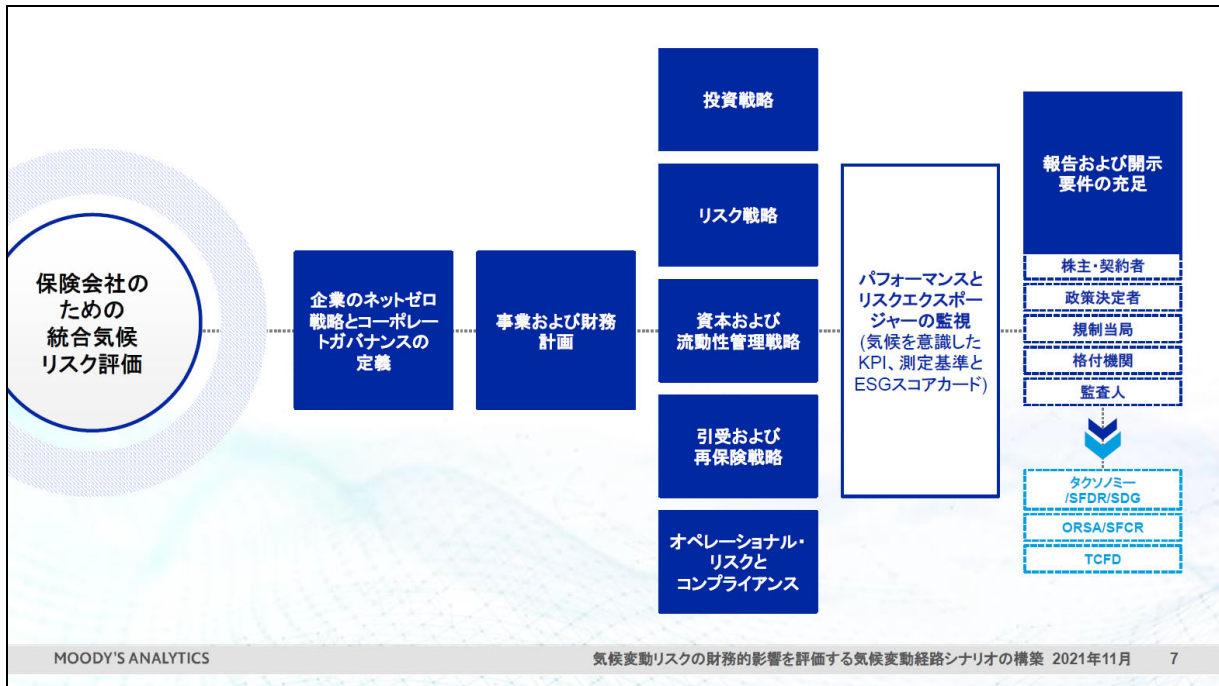
「セクター別の影響」。国の経済全体的な影響の水準について、徐々に合意を形成していきませんが、さらなる粒度をモデルに織り込むことに関しては、まだ意見が一致していません。それぞれのセクターへの気候変動リスクの影響をしてみると、再生可能エネルギーに切り替える最初の数年間、交通・運輸などの業種が大きく影響されることが想定できますが、その差異の度合いと計測と定量化に関して、依然として合意に至らないところが多いです。後ほどこの問題を解決できるアプローチを提案したいと思います。

最後に、「イテレーティブ（反復的）なアプローチ」。既存の多くのフレームワークは、まだ初歩的なアプローチですので、ORSAとソルベンシーIIと同じように、繰り返して試行錯誤しながら、時間とともに洗練した最終的なアプローチをBAUとして、日常の業務に織り込むことを想定しています。

## 2

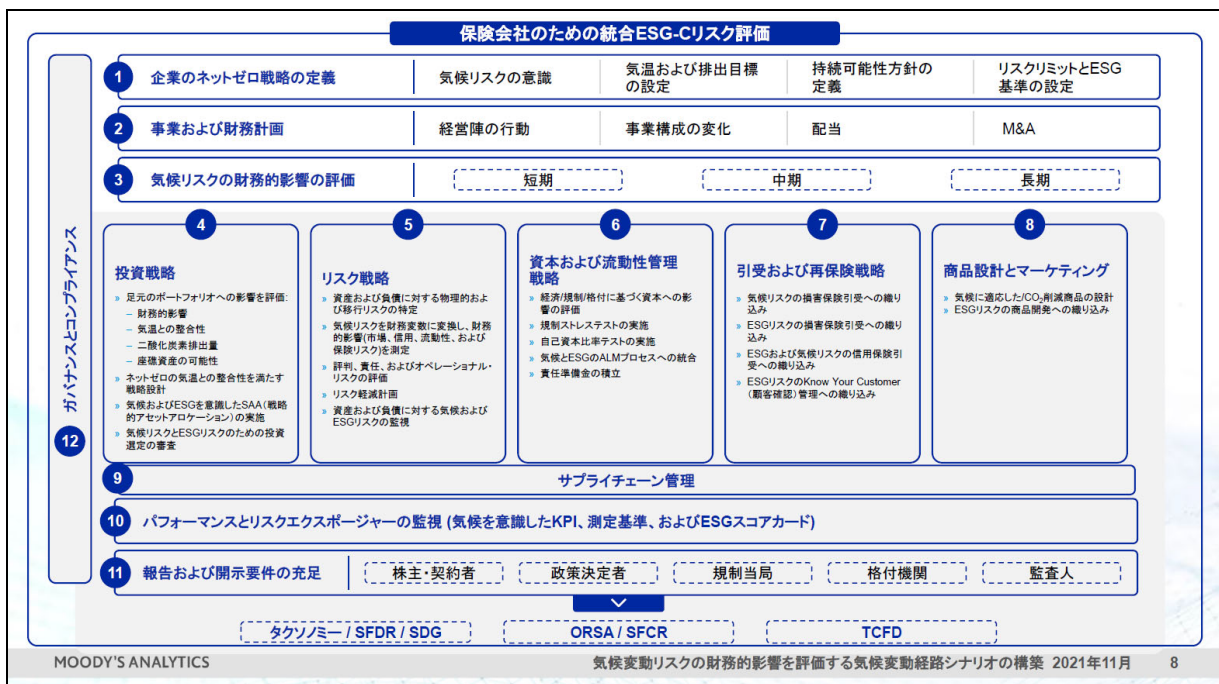
## 統合気候リスク評価フレームワーク

「統合気候リスク評価フレームワーク」。



気候変動リスクが保険会社への影響を把握するために、統合的なアプローチを取る必要があります。つまり、会社のいずれの部分にも適用できる、一貫性のあるフレームワークが必要です。会社のネットゼロ戦略と、コーポレートガバナンスの定義と承認についての責任を負うのは、トップの経営陣です。その中に、気温および排出目標の設定、持続可能性方針の定義、リスク・リミットとESG基準の設定などが含まれます。これらの目標は、投資戦略、リスク戦略、資本および流動性管理戦略など、保険会社の主要な機能を担当する各部門において実現されます。

続きまして、保険会社は、どのようにリスク・リターン基準を使用するか、定性的か、定量的か、ESGスコアカード、気候を意識したKPI、KRIなどを決めます。これらのリスク・リターン結果は、各ステークホルダーに報告または開示する必要があります。



こちらは、保険会社における一般的なストラクチャーのさらなる詳細です。保険会社の中に、同じ統合フレームワークの下でも、異なる部門において重要視している点は異なります。より定量的な指標に注目する部門もあれば、より定性的な指標に注目する部門もあります。本日のプレゼンテーションでは、3番の気候リスクの財務的影響の評価と、5番のリスク戦略に焦点を当てたいと思います。

# 3 | 気候リスク・モデリングの課題

「気候リスク・モデリングの課題」。

## 気候変動リスク



Credit: kwesi/Shutterstock.com

- » 2種類の共通のリスクが存在
  - 移行リスク - 政策、技術、炭素価格、および規制や市場の動向の変化による永続的なシフト
  - 物理的リスク
    - » 急性の物理的リスク - 異常気象現象の増加によるショック
    - » 慢性の物理的リスク - 長期的なシステム的な(分散可能でない)シフト
- » これら2種類のリスクの根底にあるものやそれらのバランスは、科学的かつ社会経済的に不透明
  - 人口や所得の増加などの要素に左右される排出量の将来的な動向
  - 温暖化や気候変動の程度は依然として不透明



こうしたリスクへの対応において保険会社をどう行動すべきか？

MOODY'S ANALYTICS

気候変動リスクの財務的影響を評価する気候変動経路シナリオの構築 2021年11月

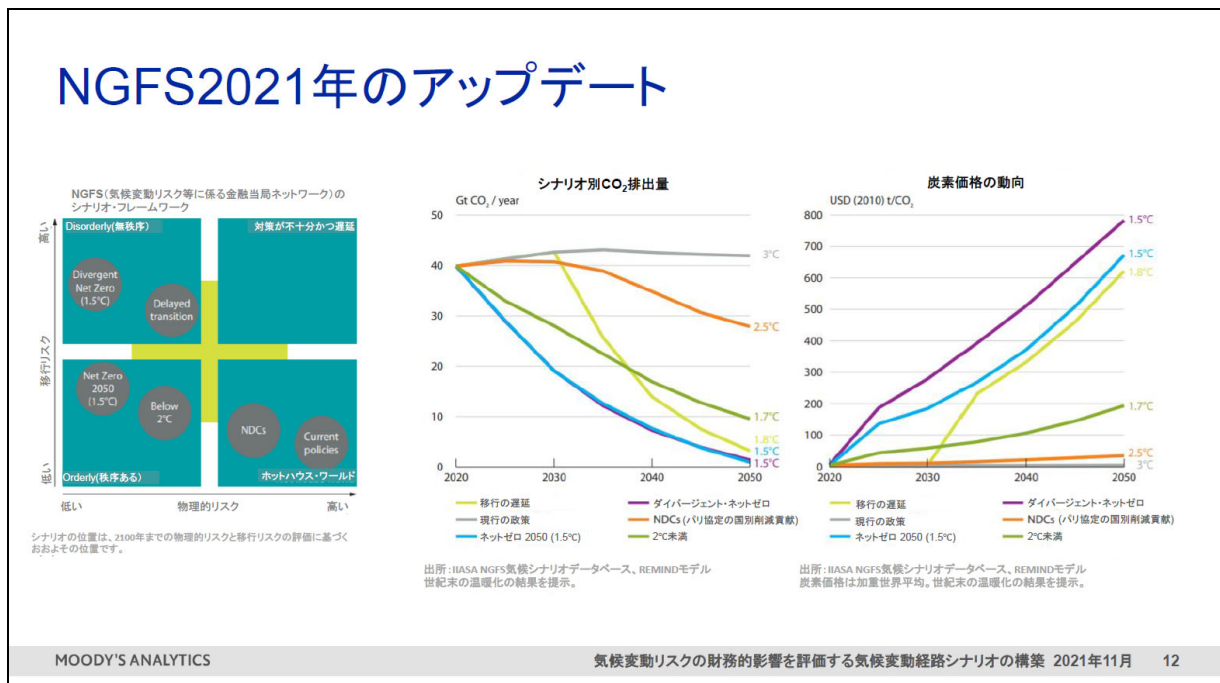
11

まず、これから説明する気候変動リスクを定義します。さまざまな参考文献ごとに、別々の定義があるかもしれませんが、ほとんどの場合、2種類の共通したリスクがあります。まずは移行リスク。こちらは、低炭素経済に移行するリスクであり、その中に複数のリスクが含まれます。政策リスクは、気候変動適応へ促進するか、抑制するか、政策アクションの不確実性が

含まれます。続きまして、技術リスク。技術の変化は、新たな勝ち組と負け組を分類します。そして、市場リスク。商品・サービスの需要・供給のシフトが含まれます。

二つめのリスクは、物理的リスク。異常な気象災害が招く急性リスクと、より長期的な慢性的なシフトの2種類があります。保険会社は、さまざまな方面から物理的リスクにさらされています。まず、資産価値と投資リターンは、気候変動による災害に影響されます。そして、増加傾向の熱波の頻度、損害規模による死亡率・生存率への影響。風水災害、干ばつ、山火事などによる建造物などの損壊。そして、健康、社会福祉厚生の中断、強制的な移民、インフラの破壊などによる生存環境・医療環境の悪化。

これらの二つのリスクの定量化においては、幅広い不確実性があります。炭素排出量などのファクターは、人口や所得の増加に左右され、更に一層の複雑さが加わります。従って、物理的リスクと移行リスクをモデル化する際に、このような潜在的なファクターも考慮する必要があります。



続きまして、NGFSのシナリオを見てみましょう。既にご存じかもしれませんが、NGFSは、Network for Greening the Financial Systemの略称です。世界中の中央銀行と金融監督当局の計83が参加しています。気候変動リスクへの対応について、メンバー間で経験を共有し、中央銀行が気候変動対応に関わる役割を検討するネットワークです。日本銀行と金融庁も、NGFSに参加しています。NGFSは、これまでシナリオを2回公表し、フェーズ2のフレームワークを先日リリースしました。異なる将来シナリオにおいて、気候変動、気候政策およびテクノロジーのトレンドがどのように進展するか、共通的な基準点を提供するのが、シナリオの目標です。シナリオ仕様の詳細までの説明は省略しますが、幾つかの重要なポイントをご紹介しますと思います。

まず、Orderlyシナリオ。Orderlyシナリオでは、気候政策が早期に導入され、徐々に厳しくなります。物理的リスクも移行リスクも、比較的抑えられています。ネットゼロ2050は、この範囲に入ります。

Disorderlyシナリオでは、政策導入が遅れ、国および産業によって導入に差が生じ、高い

移行リスクにさらされるシナリオです。炭素価格はいずれの気温においても高くなります。

ホットハウス・ワールドシナリオでは、幾つかの国はある程度の気候政策を導入しますが、世界全体での努力は足りず、地球温暖化を止められないシナリオです。重要な温度の閾値を超えて、過酷な物理的リスク、海面上昇など、不可逆的な影響を招きます。

最後に、対策が不十分かつ遅延、too little, too late。遅れたトランジションは、物理的リスクを止められない可能性があります。この道を永遠に取らないことを祈りますが、このシナリオは、Disorderly シナリオからさらなる物理的リスクの結果を想定することで推定できます。

こちらの四つの領域と六つのシナリオの他に、NGFSは、三つの統合評価モデルIAMを公表しています。これらのIAMモデルは、移行リスクが長期的な伸び率への潜在的な影響を定量化するマクロ経済モデルが含まれます。真ん中と右側にあるグラフは、REMINDというIAMに基づく結果であり、Regional Model of Investments and Developmentの略称です。IAMと、複数の物理的損害関数、複数のパーセンタイル、複数の財務的反応と組み合わせることができます。その結果として、こちらでは六つのシナリオが表示されていますが、シナリオ、IAM、物理的損害関数、パーセンタイルの組み合わせで掛け合わせるにより、数百あるいは数千のありうるシナリオが生成できます。潜在的な全てのシナリオを生成し、それぞれのシナリオ下で財務的な影響を計測することが、保険会社が直面しなければいけないもう一つの課題です。

# 4

## 手法の概要

「手法の概要」。



# 定量的な気候に基づくORSAへの対応

## リスクエクスポージャーの把握を支援するシナリオベースの気候関連分析



### 社会経済的不確実性の把握

気候変動と低炭素社会移行に関連する長期的な科学的、社会経済的、および財務的不確実性を調査・把握します。



### 初期の影響評価

保険会社のALMシステムと一致した経済/財務変数をカバーする、NGFSおよびマクロ経済モデルを用いた、さまざまな拡張シナリオが必要となります。



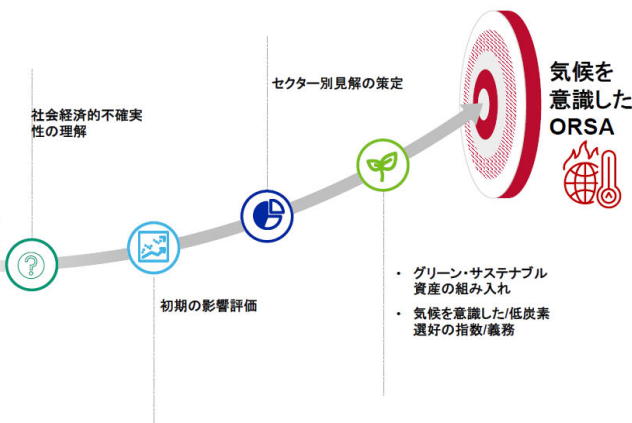
### セクター別見解の策定

保険会社は、財務的不確実性やリスクに大きく焦点を当て、さまざまな経路において上昇または低下が予想される各セクター内の資産のバリュエーションに対する影響や、保有ポートフォリオおよび資産エクスポージャーに影響するマクロ状況や財務状況の変化を分析するため、セクター別の株式および債券の予測を立てる必要があります。



### グリーン/サステナブル資産と低炭素選好の組み入れ

グリーン/サステナブル資産をキャリブレーションし、代替的なベータ/マルチファクター資産プライシングモデルを活用して、ESGまたは「質」の要因(一般的には収益性と投資)を勘案します。



MOODY'S ANALYTICS

気候変動リスクの財務的影響を評価する気候変動経路シナリオの構築 2021年11月 14

先ほどは、解決すべき課題と、出発点となるシナリオについて説明しました。では、どのようにその目的を達成するのでしょうか。ここでは、保険会社が気候変動リスクのエクスポージャーを把握したうえで、その影響を定量化するなど、既存のORSAプロセスへの組み込みのサポートによる段階的なアプローチを提案したいと思います。

ファースト・ステップとしては、社会経済的な不確実性の把握です。最初の段階は、気候変動と低炭素移行に関する不確実性の調査・把握です。もちろん損保会社は、リスク計測のために、1年など、短期間のホライズンを注視していると認識しています。しかし、気候変動リスクでは、短期のみならず、長期的な影響を把握することが重要です。このステップは非常に重要であり、なぜなら、保険会社が、気候変動に関連するファクターとその不確実性を理解する必要があるからです。

2番めのステップは、初期の影響評価です。クリティカルなステップですので、その重要性を強調する必要があります。保険会社では、より高い粒度のセクター別影響を見てみたい、グリーン/サステナブル資産の組み入れの影響を見てみたい場合があるかもしれません。ただし、その前に、まずNGFSなどの組織が公表した他の変動を加味しないベーシックなシナリオを使用して、資産レベル、エコノミー・レベルの影響度を把握することが極めて重要です。初期の影響評価は、後続のステップへのリソース配分に向けて、経営陣、取締役のバイ・インを得ることを支える有力な材料提供となります。

第3のステップは、セクター別のビュー・見解の策定です。エコノミー・レベルの初期の影響を幅広く把握したうえで、セクターごとの影響を詳しく分析し、見解を策定する必要があります。

そして、最後のステップは、グリーン/サステナブル資産と低炭素選好の組み入れ。資産別とセクター別の影響を判明させたうえで、その情報を投資政策と投資ポートフォリオに組み入れることなど、さまざまな部分に活用できます。

気候変動リスクの計量をベースとしたORSAレポートの作成という最終的な目標にするためには、大量な労力を必要とします。しかし、近道を取らないことを推奨します。なぜなら、

こちらにある各ステップは、前のステップの成果に基づいて構築されており、それぞれの複雑さも、段階とともに上昇するからです。



こちらは、当社の気候変動リスクにおけるキャリブレーション・プロセスです。将来の経済見通しの詳細に関しましては、各社がそれぞれ独自のビューを持っていますが、そのプロセスは、多くの場合、このステップに従うと考えられます。

最初のステップは、出発点として使用したいシナリオの選択。もちろんNGFSの他に、シナリオを公表する組織も複数存在しています。一例として、こちらIPCCというのは、Intergovernmental Panel on Climate Changeの略称です。

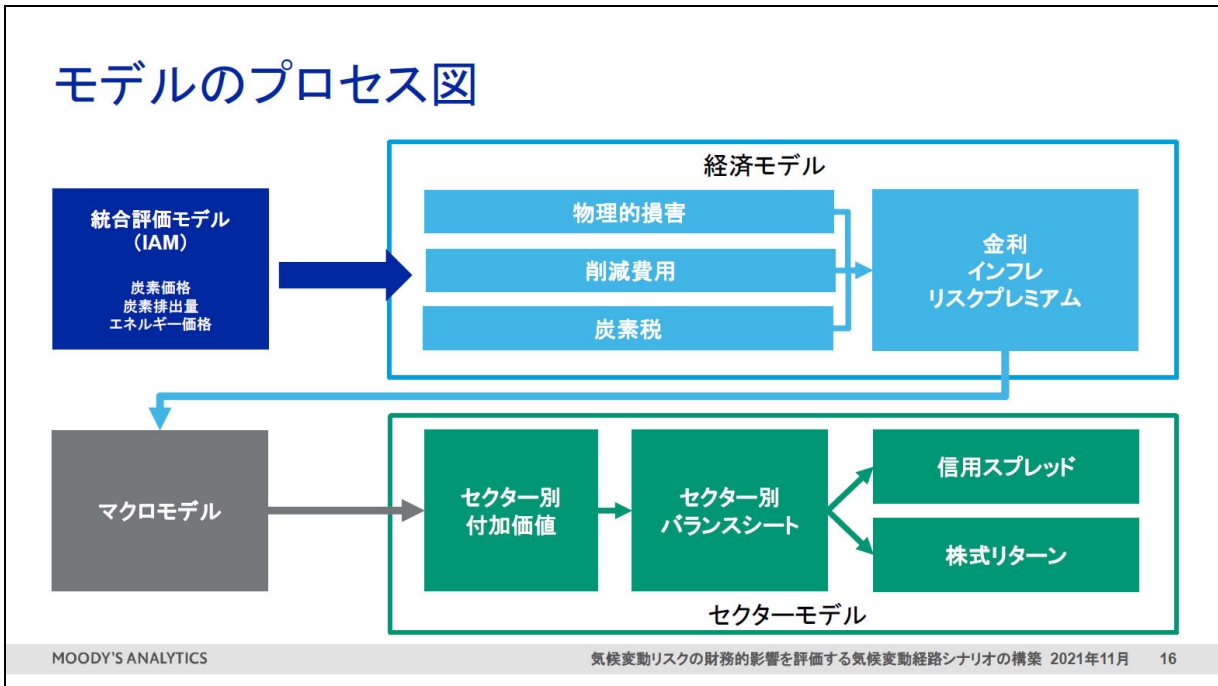
次のステップは、マクロ経済への影響の読み替え。炭素税、物理的損害、炭素削減などのコストの影響は、GDPやその他の経済変数の変化を主導します。

三つめは、財務リターンの計算。マクロ経済への影響を算出しましたら、鍵となる金融指標に変換する必要があります。私どもでは、GDPから各種の実質リターンを計算します。

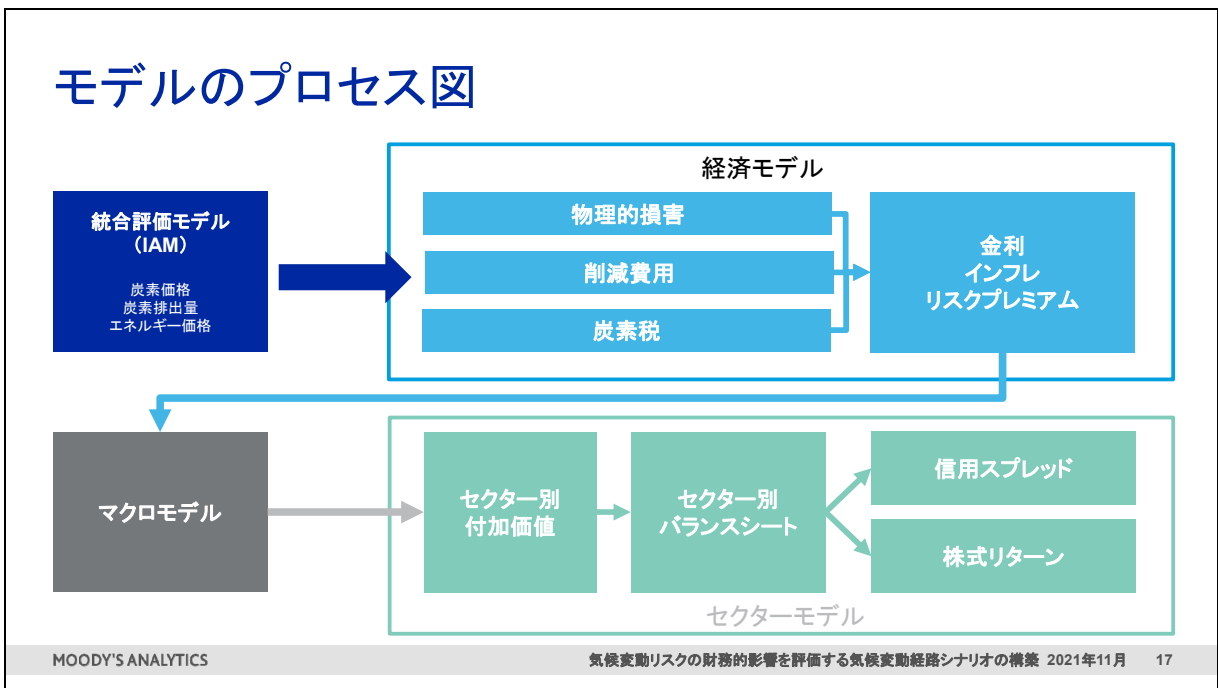
四つめのステップは、キャリブレーション・ターゲットの設定。実質リターンから、短期・長期金利、信用スプレッド、さまざまなアセット・クラスのリスクプレミアムなどの予想経路に分解します。

最後に、シナリオセットの生成。決定論的、あるいは確率論的シナリオを生成するかを確定したうえで、前のステップで決めたターゲットに合わせながら、シナリオ生成の機能を用いて生成します。

最後の二つのステップは、リアルワールドのストレスシナリオ・テストのために使用されるオルタナティブ・シナリオの生成過程と似ています。弊社は、このようなキャリブレーションのプロセスにおいて、豊富な経験とノウハウを持っております。



では、実際のモデルを見てみましょう。こちらは、モデルの全体的なワークフローです。



まず、14 ページにある初期の影響評価をどのように算出できるかを見てみます。NGFSの統合評価モデル、IAMから、炭素価格、排出量とエネルギー価格の関係を、どのモデルと損害関数を使用してモデル化するかを決めます。そして、物理的損害、削減費用と炭素税などのファクターを使用し、経済全体的なモデルを生成します。

では、それぞれの経済モデルを見てみましょう。

## 物理的損害

### NGFSシナリオにおける物理的損害の範囲

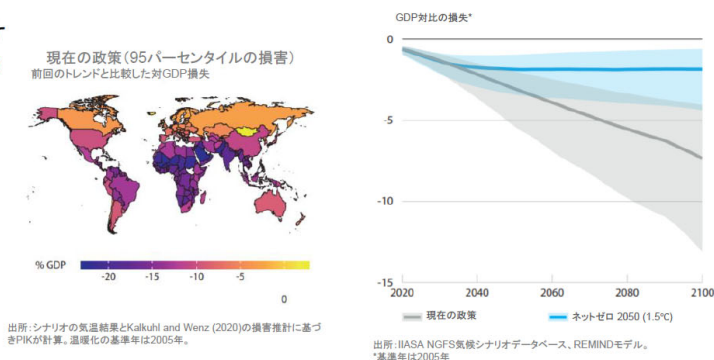
» Kalkuhl and Wenz (2020) のパネル回帰モデルに基づく単一の損害関数

– 地域の粒度は国レベルまで

» 気候感応度における不確実性を表す各排出経路の気温パーセンタイルの範囲を提供

» 明確な転換点はない

» 損害には重大な物理的影響は含まれない



MOODY'S ANALYTICS

気候変動リスクの財務的影響を評価する気候変動経路シナリオの構築 2021年11月 18

物理的損害においては、大幅な不確実性があります。また、物理的損害の計測に関しては、多くの地域的バリエーションがあります。多くのモデルに共通しているポイントは、東南アジアが悪く評価されています。当社は、Kalkuhl と Wenz のパネル回帰モデルに基づく、単一の損害関数を使用しています。当モデルでは、国ごとの物理的損害の影響を推計できます。1点注意すべきことは、このモデルでは全てのリスクチャネルまたは転換点をカバーしていないため、気温上昇の中央値、平均値より、テールリスクを見る方が賢明ではないかということです。真ん中のグラフは現在の政策シナリオで、95 パーセンタイルの物理的損害で、GDPの損失を示します。そして、右側にあるグラフは、現在の政策とネットゼロ 2050 シナリオ、それぞれ結果の範囲を示しています。

## 炭素排出量の削減

### インプライド投資コスト

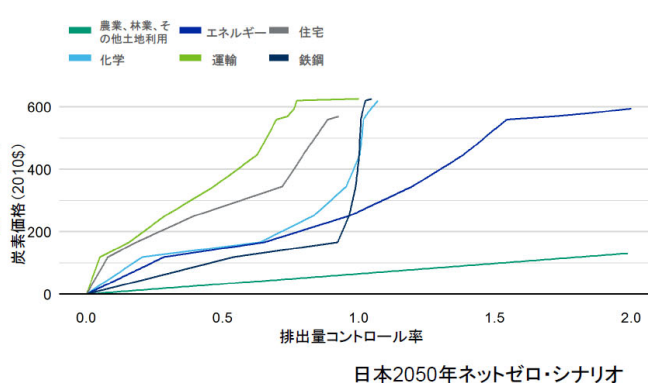
» 炭素価格と炭素排出量の経路を組み合わせることで、限界削減費用曲線を導出することができます。

» これは、排出量の減少と炭素価格の関係を表したものです。

» 税金を支払う方が低くなる地点に到達するまで個人も企業も排出量を削減するために投資すると想定します。

» 経済全体またはセクター別に手法を適用することができます。

» 土地利用やエネルギー供給などの一部のセクターはネガティブを実現することができますが、その他のセクターは炭素価格がいくらであれ、完全には脱炭素化することができません(所定の技術に関する想定に基づく)。



MOODY'S ANALYTICS

気候変動リスクの財務的影響を評価する気候変動経路シナリオの構築 2021年11月 19

I AMの中には、炭素価格と炭素排出量の経路がございます。こちらの二つの経路を組み合

わせると、限界削減費用曲線を導出できます。これは、排出量の削減と炭素価格の関係を表して、こちらが当社が推奨する方法です。こちらのアサンプションは、炭素税の支払いの方が低くなるポイントまで、個人と企業も排出量を削減するために投資し、その限界を超えますと、炭素削減への投資より炭素税の支払いの方が望ましい、合理的な投資者と想定します。このメリットは、どのモデルでも一貫して適用できますし、IAM内に内在するGDP効果以外のコストも捕捉できますし、経済全体と同様にセクター別にも適用できます。

## 経済成長と消費

### 簡略化モデル

- » 所与の時点における固定の世界の生産能力(GDP対比)を仮定する場合、以下のようになります。

$$GDP = \text{消費} + \text{政府の歳出} + \text{投資}$$

- » 政府の歳出に関する前提条件が極めて重要です。

- これらのシナリオにおける炭素税は、多くの政策や規制のプロキシであり、実際には歳入を増加させない可能性があります。
- 当社では政府の歳出がネットニュートラル、つまり、炭素税がその他の減税を相殺し、消費に影響がないと想定します。

- » 削減移行コスト、重大なイベントの後の物理的損害の軽減および再建コストへの投資は、機会コストを表し、消費を減少させます。次のように恒等式を再度整理することができます。

$$\text{消費} = GDP - \text{政策コスト} - \text{物理的損害} - \text{その他の投資}$$

- » ノードハウス(Nordhaus)に従い、次のように一人当たりの消費の伸び率をラムゼイ(Ramsey)ルールで実質リターンと投資の割引率に形式的に結びつけます。

$$\text{実質リターン} = \text{純粋な時間選好} + \text{相対的リスク回避} \times \text{一人当たり消費の伸び率の変化}$$

MOODY'S ANALYTICS

気候変動リスクの財務的影響を評価する気候変動経路シナリオの構築 2021年11月 20

では、経済全体への影響を計測するために、先ほどの複数の経済モデルの組み合わせをする必要がございます。いずれかの時点でグローバル生産能力が一定と仮定しますと、 $GDP = \text{消費} + \text{政府の歳出} + \text{投資}$ となります。政府の歳出に関する前提条件も極めて重要です。これらのシナリオにおける炭素税は、プロキシで政策や規制を表しますが、実際には歳入を増加させない可能性もあります。当社では、政府の歳出がネット・ニュートラル、つまり、炭素税がその他の減税を相殺し、消費に影響がないと想定します。

モデル化のために、GDPではなく、消費に焦点を当てたいです。急性的な損害と削減投資はGDPにプラス効果ですが、消費に対しては機会コストとなり、マイナス効果です。最後に、ノードハウス理論を使用しますと、1人当たりの消費の伸び率をラムゼイルールで、 $\text{実質リターン} = \text{純粋な時間選好} + \text{相対的リスク回避} \times \text{1人当たり消費の伸び率変化}$ の等式で表します。

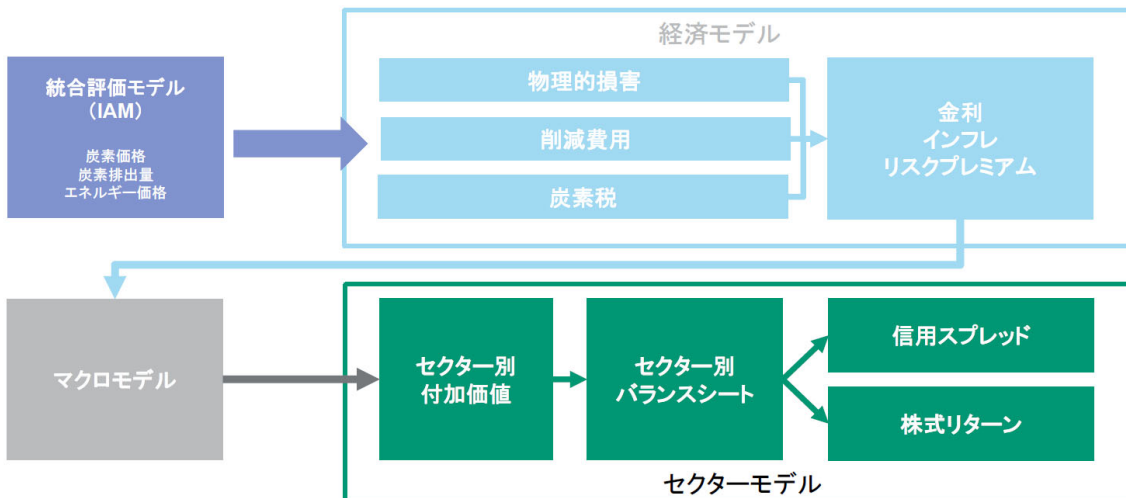
ここまで説明したプロセスで、保険会社は初期の影響評価の結果を出せます。もう一度強調したいのは、この結果を振り返って、気候変動リスクによる潜在的な影響を、一度ハイレベルに把握することが極めて重要です。

# 5

## セクター別モデリング

「セクター別モデリング」。

### セクターモデルのプロセス図



MOODY'S ANALYTICS

気候変動リスクの財務的影響を評価する気候変動経路シナリオの構築 2021年11月 22

これまで、多くの経済理論をカバーして、資産クラス別までの生成プロセスをカバーしましたが、このセクションではさらに一步ステップを進めて、さらに細かく、セクター別の影響をどのようにモデル化できるかを見てみます。

## セクター別コストの経路

気候移行シナリオにおいて各セクターのコストに影響をもたらす主な経路が4つあります。



MOODY'S ANALYTICS

気候変動リスクの財務的影響を評価する気候変動経路シナリオの構築 2021年11月 23

方法論を説明する前に、セクター別コスト、差異の由来を説明します。

まずは需要の変化。経済構造の変化とコスト転嫁は各セクターの需要に影響しますので、需要の変化とセクター価値の関係をモデル化する必要があります。

エネルギーコスト。エネルギーコストは定数ではありません。政府が新たな措置をとる場合、再生可能エネルギーに切り替える最初の数年間、エネルギーコストが大幅に増加しますが、その後、大量生産の技術革新に伴い、徐々に逡減すると考えられます。

設備投資。仮に既存の気候政策を変更する場合、経済再編のために大規模な初期投資が必要ですが、各セクターで必要な投資額が、それぞれ異なります。

最後に炭素税。全てのシナリオに炭素税の影響が含まれます。化石燃料に大きく依存するセクター、排出量が多いセクターは、他のセクターより大きく影響されます。

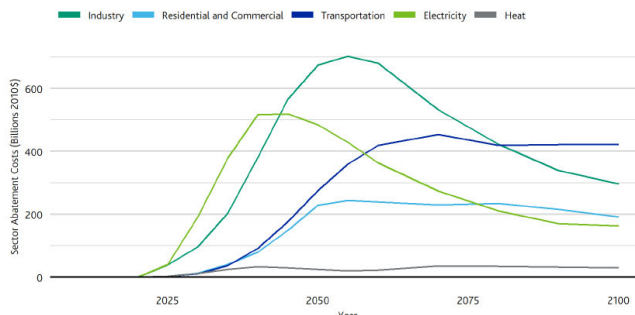
## セクター別のコスト

» IAMのアウトプットは下記のセクター毎に分類した排出量データを提供:

- 農業、林業、およびその他の土地利用
- エネルギー供給(電力と暖房)
- 工業プロセス
- エネルギー需要(業界、運輸、住宅および商業ビル)

» 限界削減費用曲線はセクター別の排出量に加え、経済全体に適用可能

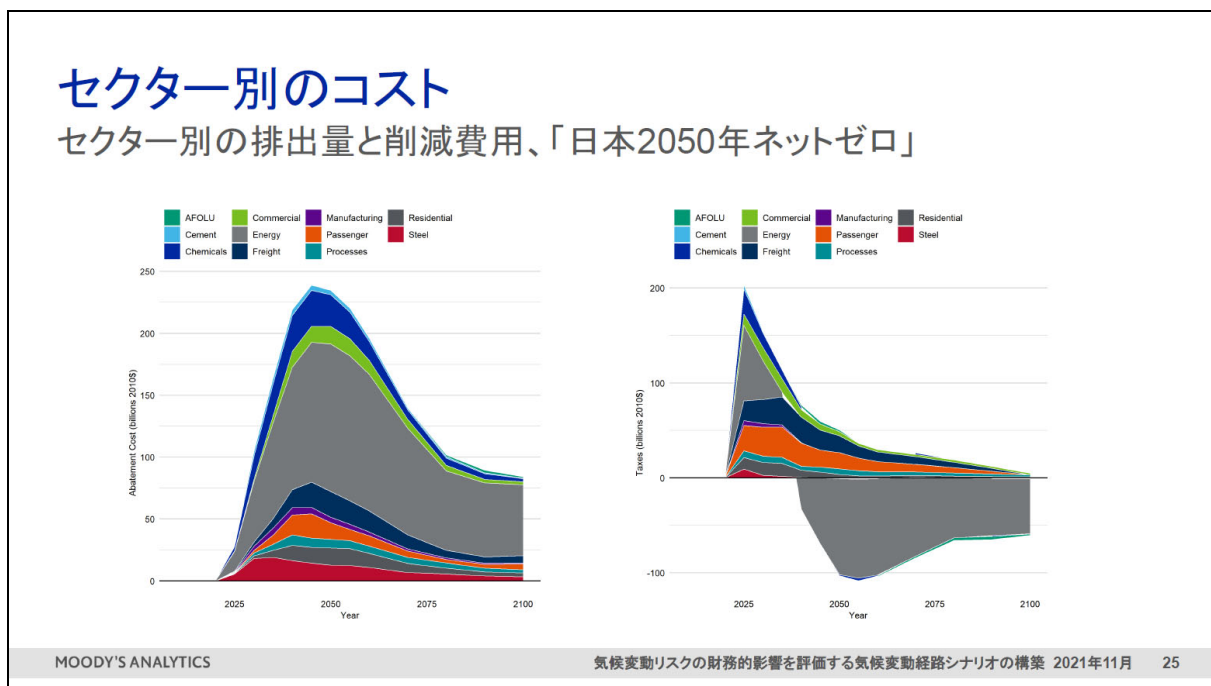
» 土地利用やエネルギー供給などの一部のセクターは、ネットネガティブを実現できる一方、他のセクターは、炭素価格がいくらであれ、完全な脱炭素化を実現できない(所定の技術に関する想定に基づく)。



MOODY'S ANALYTICS

気候変動リスクの財務的影響を評価する気候変動経路シナリオの構築 2021年11月 24

セクターごとの排出量データは、IAMのアウトプットより提供されています。先ほど申し上げた限界削減費用曲線は、経済全体のみならず、セクター別のコストにも適用できます。こちらで1点注意しなければいけないことは、他のセクターと比べて、早く脱炭素化するセクターがあることです。このため、セクター別コストを考える際に、排出量だけではなく、脱炭素化のたやすさも考慮に入れることが重要です。例えば、電力業の排出量は高いですが、交通・運輸や建設業より脱炭素化しやすいので、グラフ上、水色の建設業と青の交通・運輸はピークから横ばいとなる一方、薄緑色の電力業はピークから早く減少し、二つの削減コストを下回ると見られます。

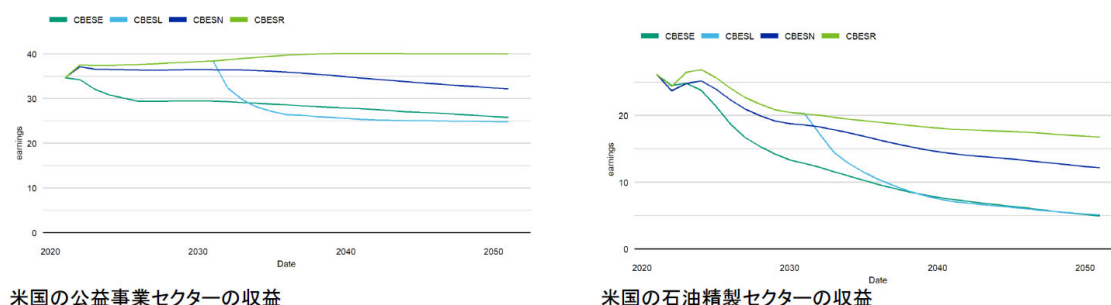


こちらは、日本の2050年ネットゼロのシナリオを使用して生成した、セクター別の削減コストと炭素税のグラフです。左側の削減コストのグラフでは、エネルギー産業が非常に大きく、化学、運輸も大きく表示されています。右側の炭素税のグラフでは、エネルギー、化学、運輸は当初の炭素税は非常に高く、同様なトレンドが見られますが、その後、エネルギー、そして少し見づらいかもかもしれませんが、凡例のAFOLU、農林業とその他土地利用はマイナスになります。なぜなら、当シナリオのアサンプションでは、炭素削減の努力に政府が補助を支給すると仮定しているからです。



## セクター別の収益

### 例示的な経路



MOODY'S ANALYTICS

気候変動リスクの財務的影響を評価する気候変動経路シナリオの構築 2021年11月 26

こちらは、C B E S のシナリオによる、総付加価値に基づいたセクター別の収益経路です。C B E S は、Bank of England、イギリス中銀が公表したシナリオです。左から、緑色の C B E S E は、早期政策実施のネットゼロ 2050 シナリオで、C B E S L は延期移行政策、そして C B E S N は、既存政策シナリオです。もう一つ、C B E S R は、当社の経済チームが作成した、気候変動リスクなしのベースライン参照シナリオです。こちらの両セクターにおける経路は、大きく異なります。そして、水色の延期政策シナリオ C B E S L では、2030 年前後に転換点が見られます。

# 6

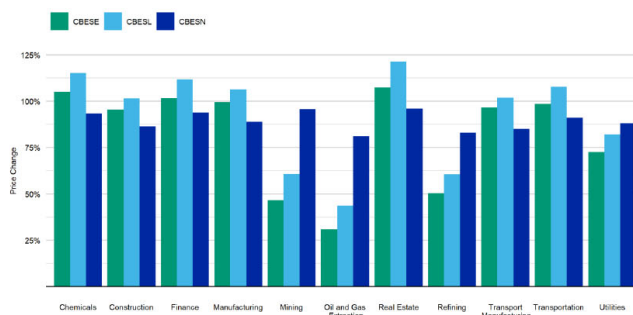
## 資産評価

先ほど、セクターレベルの気候変動リスクシナリオの生成プロセスを説明しましたが、実際の財務的影響を判明させるために、次のステップは資産の評価です。

## 資産価格ストレスへの収益の影響

### 単純なゴードン成長モデル

- » 資産価格を計算するもっとも単純な方法は、将来の収益を現在に割り戻すことです。
- » これにより、1つのシナリオから別のシナリオに切り替える際の資産価格に対する瞬間的なショックを求めることができます。
- » 右図は、反事実と比較した3つのCBESシナリオにおける米国のセクター別資産価格への影響を示したものです。



MOODY'S ANALYTICS

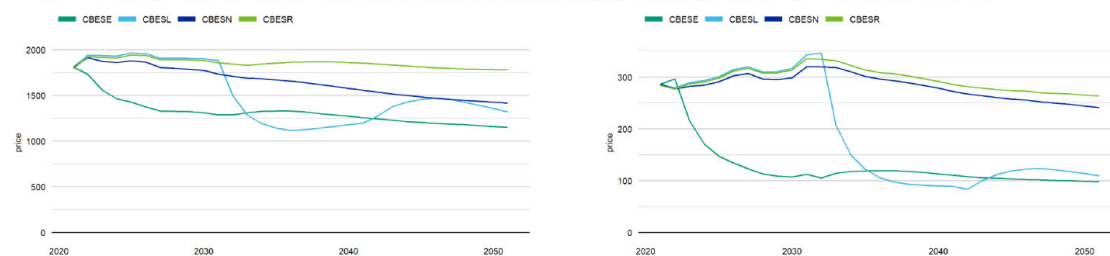
気候変動リスクの財務的影響を評価する気候変動経路シナリオの構築 2021年11月 28

資産価格の計算アプローチについては、二つのモデルが考えられます。一つは、全ての影響を足元の価格に反映する、将来キャッシュフローの単純割引です。こちらのグラフは、反事実のベースラインCBESRと比較した結果です。複数のセクターではベースラインを上回りますが、原因としては、割引率の影響があると考えられます。大部分は、ベースラインを下回ると見られます。こちらの緑色は、早期政策導入。水色は、政策が遅れるシナリオ。濃い青色は、既存政策です。政策の変更にもっと大きく影響されたのは、エネルギー、工業、石油精製と、ユーティリティーズ、公益事業です。

## 代替的なダイナミック・プライシング・モデル

### バックワード・ルッキング

- » 資産価値がすべて本日同じ価格で開始し、政策が導入されるにつれ変化する代替モデル
- » 2段階割引キャッシュフローモデルを利用: 最初の段階では、伸び率が10年間のバックワードルッキングな平均と等しくなり、次の段階ではリスクフリーとなるモデル



米国の公益セクターの資産価格

米国鉱業セクターの資産価格

MOODY'S ANALYTICS

気候変動リスクの財務的影響を評価する気候変動経路シナリオの構築 2021年11月 29

もう一つの方法は、2段階のダイナミック・プライシング・モデルです。先ほどの26ページにある収益を、DCFにて資産価値に変換しています。最初の段階に適用する伸び率は直近10年間の平均であり、その次の段階は、リスクフリー・レートを使用します。当モデルは、

より一般的であり、気候変動リスクの影響を時間とともに資産価値に徐々に反映し、より現実的な経路を算出すると考えられます。

本日は、気候変動リスクの定義、気候変動経路シナリオの構築アプローチ、セクター別のモデリング、そして、財務的影響を評価する手法につきましてお話をしましたが、気候変動リスクにつきまして、まだ合意に至らないところがあると認識しておりますので、もしご興味がある方がいらっしゃいましたら、メールでご議論いただければと存じます。本日の発表は、以上です。ご清聴、ありがとうございました。



## 質問

本日、当社のUKにおける気候変動リスクの専門家チームも、参加させていただいております。もしご質問がございましたら、ぜひお聞かせください。日英通訳も設けますので、日本語での質問を提出してもかまいません。ありがとうございました。

太田 王さん、ありがとうございました。それでは、質疑応答に移りたいと思います。今、質問を幾つか頂いております。

質問の一つめですけれども、「いろいろな財務リスクが存在する中で、気候変動リスクが相対的に大きいといえるのでしょうか。また、それは、どのくらいの割合を占めているのでしょうか」という質問です。

A 短くお答えしますと、ここが不確実なところであります。ただ、言えることは、短期的には気候変動リスクといいますのは、実質的には大きくないと見えるかもしれませんが、財務リスクに関して小さく見えるかもしれませんが、長期的に見ますと、累積的に大きなリスクになっていくということで、気候変動リスクは大きなものになってくるということです。中期的にはショックがありうるということで、それはリスクになるわけであります。

ですから、何か政策的な変更がある。例えば、現在、COP26がグラスゴーで行われておりますけれども、このような会合において政策変更が行われることになると、より大きな影響になってくることとなります。また、エネルギー価格等にも大きな影響が出てくることに

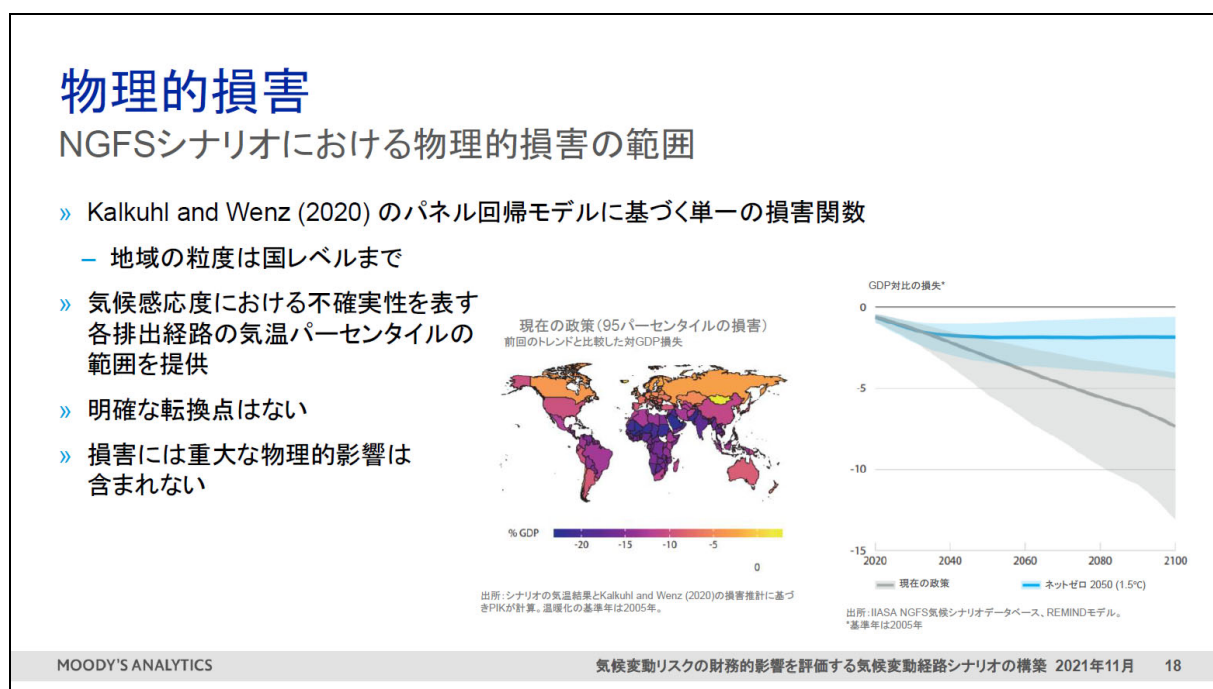
なります。

太田 ありがとうございます。どのくらいの割合を占めているのかという質問も頂いているのですが、それについては、コメントはありますでしょうか。

A 私どもの分析によりますと、さまざまなイベントを考えますと、30%、40%といったレベルになると思います。ただ、分散化されたポートフォリオになりますと、より減って、20%といったことになると思います。アセット・クラスごとに十分分散した場合には、20%となるかもしれませんが。ただ、極めて分散が利いた資産配分になりますと、インパクトは、10%から12%といったことになるでしょう。従いまして、ある程度、価格の変動に対しますと、以前よりは小さいではないかと思われるかもしれませんが。しかしながら、これには非常に大きな不確実性があることを忘れてはなりません。どこで変換点があるかは、非常に不確実であるということです。

それから、一つ申し上げたいことは、より幅広い影響として、気候変動は、財務的な影響だけではなく、市場全体に大きな影響を与えるということも忘れてはなりません。

太田 ありがとうございます。では、続いての質問ですが、資料で言いますと、18 ページになるかと思えます。



「こちらの回帰モデルで、地域や国レベルまでとありますが、国土が広い国や、日本のように南北に広い国では、国内を幾つかの地域に分けるべきではないかと考えますが、そのような対応は難しいでしょうか」という質問です。

A 非常にいい質問を、ありがとうございます。NGFSの研究によりますと、この調査におきましては、生産性や、国別にさまざまな経済を前提に置いております。その他の調査におきましては、気候変動をより細かい粒度で見ている所もあります。また、地域レベルで見ている

所もあります。例えば、緯度レベルなどで見ている所もあります。特に、キャットリスクといった物理リスクごとに見ている所もあります。ですから、どのような調査によるかということによって、その粒度が変わってくることになります。私どもがいたフォートウエンティーンという会社におきましては、そこで特別に粒度を高めるといったようなこともやっております。

太田 では、続いての質問に参りたいと思います。「移行リスク・シナリオにおいては、技術革新、ブレークスルーが大きく影響を与えます。このようなモデル化が困難な点は、どのように対応すべきでしょうか」という質問です。

A 非常にいい質問を、ありがとうございます。NGFSモデルにおきましては、さまざまなIntegrated Assessment Model、IAMを使っております。ですから、どのような技術ブレークスルーがあるかということで、いろいろとシナリオ設定をしております。前提としまして、テクノロジーがどのように進展をするのか、どの技術が革新的により進展するかということで、モデルごとにさまざまな前提を基に、例えば原子力や水素、カーボン・キャプチャーといったような技術の進展度を前提に置いたシナリオを設定しております。そのような技術革新と進展度を基に、さまざまなオプションがあるということです。同じシナリオであったとしても、さまざまな技術革新の前提によって、モデルが変わってくるという研究が行われております。

太田 ありがとうございます。これは、あくまで研究段階で、まだモデルに反映しているということではないということでしょうか。

A NGFSのシナリオの中では、移行シナリオを見てみますと、ネット50という中で三つの異なった選択肢がありまして、さまざまなエネルギーミックスの前提になっております。これは、モデルが異なった形で使われているということです。それがモデルの前提となっておりますが、これがシナリオ分析の一つの潜在的な弱点でもあります。あまりにも詳細に一つのシナリオを細かくしてしまいますと、不確実性のところを十分反映できなくなってしまう。あるいは、不確実性に関して十分反映できなくなってしまうという弱点があるということも、忘れてはなりません。

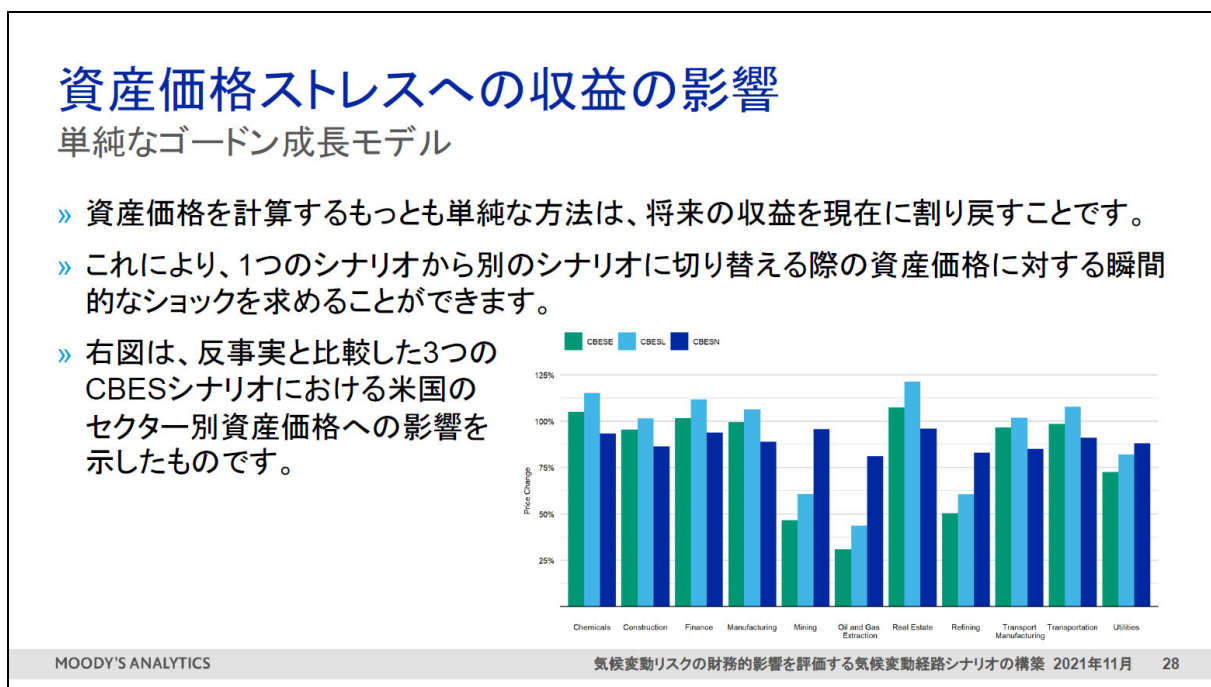
太田 ありがとうございます。続いての質問ですが、「気候変動リスクの中で、死亡率や罹患率が変化することによって生命保険債務に与える影響等は、どう考えていますでしょうか」という質問です。いかがでしょうか。

A またまた非常にいい質問を、ありがとうございます。損保もさることながら、生保にも大きな影響があることは確かです。ただ、NGFSは、現在のところまで、シナリオの中で生保の死亡率などにまでは及んでおりません。RNFと、Reduce Stochastic Mortalityということで、その死亡率を検討しておりますが、その他のチームで、ムーディーズにおきましても死亡率の影響というものを見ております。

ですから、そのスタディーによりまして、特定の国や地域、例えばイギリスに焦点を当てた

所もあります。イギリスにおいては多くの研究が行われておりまして、年金における死亡率なども行われておりますし、年金基金のみならず、死亡率の世界全体におけます、国におけます死亡率を検討している所もあります。

太田 続いての質問ですが、「セクター別として公共事業や鉱業等、10セクターのグラフが表示されていましたが、ここで例示されているセクター以外のセクターでも推計できるのでしょうか」。



A さまざまなセクターを見ることはできます。一つ分かっていることは、必ずしも同じセクターの定義が使われているわけではなくて、人によってセクターの定義が違うということです。国によっても違います。また、エコノミストも、セクターの定義が違うという場合もあります。エコノミストと金融界で定義が違う場合もあります。ですから、そのようなそれぞれの定義に基づきまして、他のセクターでも対応できます。また、個々の企業レベルでも、インパクトを測定できます。

太田 ありがとうございます。では、次の質問に移りたいと思います。先ほどの最初の質問ですが、「気候変動リスクが財務リスクに与えるインパクトが、10%から20%というお話をいただきましたけれども、この割合は国によって差があるのでしょうか。それとも、ポートフォリオの分散の影響が大きく、国による差は小さいのでしょうか」という質問です。

A 非常にいい質問です。10%、20%と述べましたが、これは絶対的な影響ということで、非常に分散が大きく利いたポートフォリオの場合です。ただ、国別に、あるいは個々のセクターや個々の企業レベルで見ますと、インパクトはもっと大きくなるということになります。ただ、国によりましては、影響がもっと大きい所もあります。分散が利いていても、国によっては影響が大きくなります。

従いまして、地理的な立ち位置や、あるいは気候変動によってどれだけ影響を受けるかとい

うことによって、その国の業界ミックス、セクターミックスがどのようになっているのかによって、その影響の度合いは当然変わってきます。

太田 ありがとうございます。では、続いての質問ですが、「アメリカの前政権は、気候変動への対応に否定的でした。気候変動への対応について、政治的な動きで活動レベルが行き来する可能性がある中、気候変動対応へコストをかけて対応することについて、これも移行リスクの一つと考えますが、この点はどのように考えますでしょうか」という質問です。

A その点も、非常にいいご質問をいただきました。間違いなく政治的なリスクは、非常に移行リスクに関しては大きな要素になっております。ただ、それをどのように定量化できるかということで考えますと、通常の政策は、脱炭素化、またカーボン・タックスなどの政策は、極めて重要な移行シナリオにおける要素になります。従いまして、そのような形で政治リスクを見るということもできます。

カーボン・プライスが上がる、あるいは下がるという状況で、通常は上がるわけですがけれども、当然政策に関わってくるわけでありますが、無秩序シナリオというシナリオは、それが円滑に起こらない。ですから、突如政策が変わるシナリオになります。あるいは、さまざまなセクター、地域に政策が一貫した形で整合的に適用されないというリスクが、無秩序シナリオになってまいります。

太田 はい、ありがとうございます。次の質問としましては、「今回の発表において紹介されている気候変動リスクを考慮した分析やO R S Aレポートへの反映は、先進的な欧州では一般的に行われているのでしょうか」という質問です。

A スライド4ページに統計資料がありますので、ご覧いただければと思います。他の企業でどのくらい採用しているのかを示していますけれども、まだ少数派だといっていいでしょう。O R S Aにシナリオ分析を行って定量的に報告している所は、まだ少数派です。定性的な形でO R S Aに入れている所がほとんどです。定量的には、まだなかなかできていないという状況です。

太田 ありがとうございます。質問は以上です。質疑応答はこれで終わりたいと思います。セッションA-4は、これで終了いたします。王さん、ありがとうございました。

王 ありがとうございます。

(反訳範囲終了)