



2023年2月28日

04
生物多様性と金融
セクター枠組み

07
生物多様性損失の
測定における課題

09
受粉サービスの損失
に関する予備研究

Allianz Research

金融における 新たなリスクフロンティア 生物多様性損失

概念と課題、受粉に関する初の定量的ケーススタディ

Executive Summary



Markus Zimmer
Senior Economist ESG
markus.zimmer@allianz.com



Arne Holzhausen
Head of Insurance, Wealth and Trend Research
arne.holzhausen@allianz.com



Stefan Landau
Research Assistant
stefan.landau@allianz.com

- **生物多様性は、金融セクターにとって重要です。**生物多様性に悪影響を及ぼす経済活動や自然資本への依存度が高い経済活動に投資する金融機関は、財務リスクや市場リスク、評判リスク、法的リスクに直面する可能性があります。一方で、生物多様性を保護することは、大きな投資機会につながります。生物多様性を回復させるために必要な資金の不足額は、2030年まで毎年7,110億米ドルに上ると推定されています。最初のステップとして、本研究ではリスク面に焦点を当てます。
- **生物多様性損失の測定は、控えめに言ってもたやすくはありません。**さまざまな方法や指標が山ほど存在しますが、コンセンサスはまだありません。生物多様性は地域性が非常に強いことも、問題を複雑にしています。ある地域の排出量が全世界に影響を及ぼす気候変動とは対照的に、生物多様性への影響はたいてい特定の地域にとどまるため、生物多様性損失とそれに伴うリスクは、地域によって大きく異なるものになります。
- **金融における生物多様性損失の評価はこれまで、エクスポージャーに基づく定性的な指標に限られてきました。**本レポートでは、受粉減少というリスクに焦点を当てて、実際の影響を測定する定量的アプローチを紹介します。これにより、経済活動を単に低リスク、中リスク、高リスクに分類するのではなく、たとえば受粉活動が20%減少すると米国の農業生産が1.3%減少するという点を具体的に示すことが可能になります。
- **受粉活動が完全に消滅した場合、農業産出量は、2.0% (英国)～7.9% (ベルギー)減少します。**その結果、年間国内総生産は0.04% (英国)～0.4% (ポルトガル)低下すると推定されます。金額ベースで見ると、これは、年10億米ドル (ポルトガル)～280億米ドル (米国)に相当します。
- **一方で、資本財・サービスセクターは間接的に恩恵を受ける可能性があります。**受粉の減少の結果、農業セクターの縮小によって使われなくなった土地や資本、労働力を享受するセクター、特に資本財・サービスセクターの生産は増えます。たとえば、フランスとイタリアでは、毎年40億米ドルを超えるプラスの影響が期待されます。
- **こうした金銭的な分析結果は、金融セクターにおいて、生物多様性損失がポートフォリオにもたらしている影響を定量化するのに役立ちます。**さらに、生物多様性損失の軽減策の費用便益分析とそうした対策に必要な資金の調達の仕事に、枠組みをもたらします。そのような詳細な分析は、金融セクターに行動を促すきっかけになり、ネイチャーポジティブな経済の実現に向けた取り組みの土台を形成します。この点に関して、本レポートは、長い道のりの第一歩にすぎません。

This study benefitted enormously from the cooperation with Wageningen University & Research. In particular, we thank Haki Pamuk, Marcia Arredondo Rivera, Jurrian Nannes and Nico Polman for their valuable contributions. All errors and mistakes are our own.





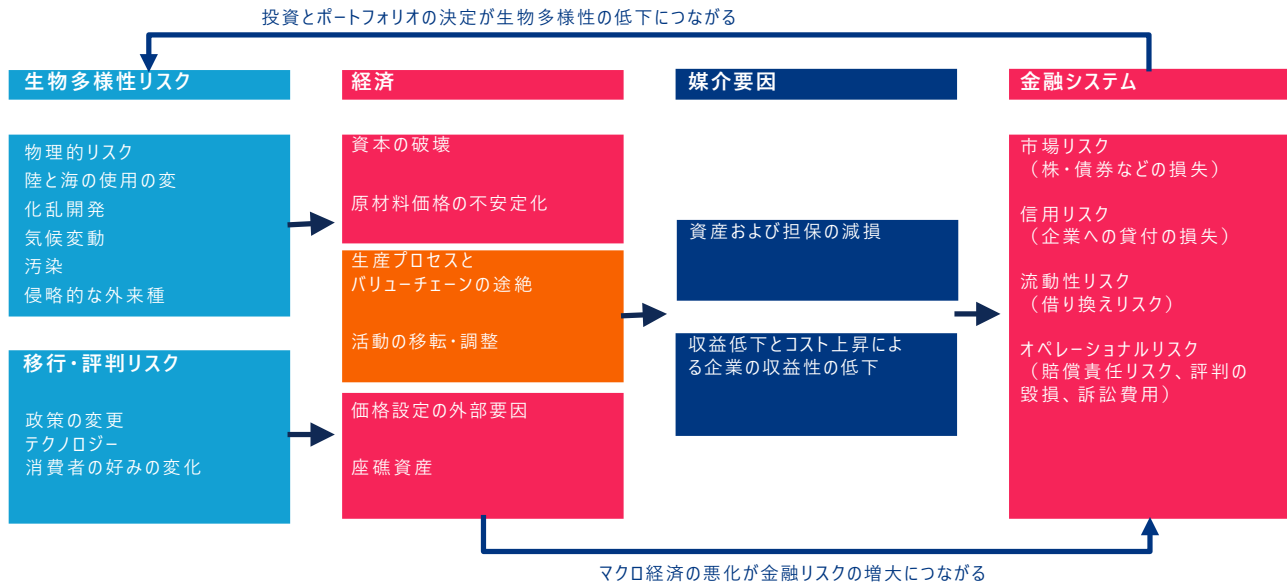
Photo by Scotty Turner on Unsplash

生物多様性と金融セクター 枠組み

生物多様性損失は、金融セクターにとって一つのリスクです。世界経済の55%は、健全な生物多様性と生態系サービスに依存しています(Swiss Re Institute, 2020)が、経済活動の増大は生物多様性に悪影響を及ぼすことがあります。生物多様性に悪影響を及ぼす経済活動や自然資本への依存度が高い経済活動に投資する金融機関は、財務リスクや市場リスク、評判リスク、

法的リスクに直面する可能性があります(図1)。こうした関連リスク(および機会)を理解し、評価することが金融セクターのパフォーマンスにとって不可欠であり、これらのリスクの開示が、発展しつつあるEU企業サステナビリティ報告指令(Corporate Sustainability Reporting Directive : CSRD)の中心をなしています。

図1：生物多様性リスクが金融セクターに与える影響



出所: Allianz Research

同時に、生物多様性を保護することは、長期的な経済発展に寄与する大きな投資機会につながり、新たなビジネスチャンスも金融セクターにもたらします。生物多様性を回復させるために必要な資金の不足額は、2030年まで毎年7,110億米ドルに上ると推定されており、2019年時点の投資額は1,430億米ドル(必要な資金全体の16%)にとどまりました¹。その財源の大半(55%)は、国内予算支出と税制政策によるものであり、金融セクターが提供できるグリーン金融商品や自然ベースのソリューション、カーボン市場商品によって調達された資金はわずか5%にすぎませんでした²。5,420億米ドルに上る環境に悪影響を及ぼす農業、林業、漁業への補助金を削減して、削減分を生物多様性にプラスの影響をもたらす形で利用するだけで、不足額の76%をカバーできることになります³。残りの不足額の調達は、金融セクターが新しい投資商品や保険商品を通じて貢献することができます。

そうした商品には、山火事や洪水、暴風雨、干ばつ、原油流出といった汚染事故で被害を受けた自然生息地の迅速な復旧のための保険商品などがあります。特に発展途上国や新興国は、十分な復旧活動を実施するための制度的な能力を持っていないことが少なくありません。この点に関して、保険セクターとの官民パートナーシップは、必要な資金バッファを構築するための資金の不足を埋める機会となり、復旧に必要な能力とリソースへのアクセスを可能にします。カーボン市場に類似する自然ベースのソリューションの市場も、大規模な資金を動員するためのスケールなソリューションですが、ほとんど顧みられていません。

¹このパラグラフは主に、Deutz et al., (2020) の研究結果に基づいています。

²内訳は、国内予算と税制政策57%、自然インフラ20%、生物多様性オフセット6%、公式な開発援助5%、持続可能なサプライチェーン5%、グリーンファイナンス商品4%、慈善活動と保全NGO2%、自然ベースのソリューションとカーボン市場1%。

³例えば、Deutz et al. (2020) の試算によれば、生物多様性のための財源として、グリーンファイナンスにより309億～925億米ドルが調達される可能性があります。

生物多様性について語るときに私たちが語ること

人々の役に立つ再生可能エネルギー源と非再生可能エネルギー源は、自然資本資産(natural capital asset：NCA)とみなされており、経済活動が依存している生態系サービスを支えています(Guerry et al., 2015; Leach et al., 2019)。生態系サービスは一般に、自然が人間に提供するサービスと定義されるもので、さまざまな種類があり、農業、畜産業、林業といった経済活動がその恩恵を受けています。生態系サービスは通常、供給サービス、調整サービス、基盤サービス、文化的サービスのいずれかに分類されます。各サービスの例として、水や食料、受粉、種の生息地、娯楽や精神的・肉体的な健康が挙げられます(FAO, 2022)。そのようなサービスを提供するには、生態系が正しく機能している必要があります。種と種の相互作用、また種と自然環境との相互作用のデリケートなバランスがあってこそ、生態系は適切に機能し、ひいては生態系サービスを提供することができます(Vos et al., 2014)。生態系崩壊の2大原因は、気候変動と生物多様性損失です。生物多様性損失は、生態系において種が減少するたびに明らかになります。この損失は、生態系におけるバランスに悪影響を及ぼし、生態系サービスの提供を中断させたり妨害したりします。たとえば、ハチやガなどの受粉媒介者が失われると、受粉という生態系サービスに影響が及びます。同時に、いくつかの作物の生産に影響し、経済損失をもたらす可能性があります(Potts et al., 2016)。

こうした影響を示す数字には、目を見張るものがあります。生態系サービスは、食料生産、医薬品、炭素隔離、自然災害からの保護、疾病対策などに関して、年140兆米ドルもの社会的利益をもたらしています(De Nederlandsche Bank, 2020)。これは、世界のGDP合計の1.5倍(OECD, 2019)に匹敵します。けれども、過去数十年の間にかかなりの損失が発生しており、自然の生態系は47%も減少しました(Ngo et al., 2019)。世界経済が今までと同じように活動し、不可欠な生態系サービスを失い続けた場合、2050年までの間に世界のGDPが年0.67%(年4,790億ドルに相当)失われることになります(Johnson et al., 2020)。





生物多様性損失の 測定における課題 (現時点では) 金銭的価値が 明確にされていないこと

生物多様性損失を測定するための指標の開発は、まだ始まったばかりです。温室効果ガス排出量とは異なり、生物多様性は、生態系と生物群系との関係やその地域的な性質上、複雑な様相を帯びています。そのため、具体的な数値目標の設定は一筋縄ではいかず、論議を呼びがちです。さまざまな方法や指標が山ほどあるものの、まだコンセンサスは得られそうにありません(資料1を参照)。たとえばEUは、地域レベルの生物多様性戦略において、いまだにいくつかの指標を必要としています⁴。

生物多様性は地域性が強いことも、投資ポートフォリオが生物多様性に与える影響を評価する際の課題となります。投資の生物多様性関連の影響は、地域によって大きく異なります。たとえば、ドイツ、フランス、イタリア、英国、オランダの非保護地域では、生態系サービスの経済価値にかなりの幅があります。

表1は、各国における生態系サービスの1ヘクタールあたりの価値の最小値、平均値、最大値(2020年時点の米ドル換算)を表したものです⁵。たとえば、生態系サービスの平均価値は、イタリアでは1ヘクタールあたり約7万5,000米ドル、フランスでは約1万7,000米ドルですが、ドイツ、英国、オランダではおよそ4,000ドルです。国内には、さらに大きな差異が存在します。これは、特定のビジネス活動に起因する生態系へのダメージが地域によって大きく異なることを示唆しています。どのようなダメージが生じるかは、ビジネス活動、存在する生態系サービスの種類、それらのサービスの価値に左右されます。

⁴ 詳しくは、EU生物多様性戦略ダッシュボード(EU Biodiversity Strategy Dashboard)をご覧ください。

⁵ 推定値は、「生態系サービス評価データベース(Ecosystem Services Valuation Database)」という公開データベースを用いて算出しています。このデータベースには、さまざまな年におけるさまざまな地域の生態系サービスの価値を評価した900件の査読済み論文をもとに算出された、特定のエリアにおける生態系サービスの標準的な金銭的価値が収録されています。

表1:失業者1人あたりの労働市場の求人状況

計算方法	最低値	平均値	最大値
フランス	0.21	17,298	545,709
ドイツ	117	4,313	30,878
イタリア	0.04	74,829	2,301,802
英国	0.02	4,101	100,391
オランダ	0.01	3,992	235,133

出所 Allianz Research

こうした制約から、生物多様性関連のリスクに関する研究の大半はスコーピング研究であり、ハイリスクセクターをある程度明らかにし、それらのセクターを、それぞれの定性的なエクスポージャーによってランク付けするものとなっています。たとえば、スイス・リー・インスティテュートによる研究報告書(2020年)によれば、生態系サービスへの依存度が最も高いセクターは、農業、林業、漁業、製造業、宿泊、食品サービスです。さらに、化学・材料、航空・旅行・ツーリズム、不動産、鉱業・金属、サプライチェーン・輸送、小売・消費財・ライフスタイルの6つの産業は、生態系サービスへの直接的な依存度は低いものの、サプライチェーンを通じた依存度は高水準となっています(World Economic Forum, 2020)。

これに対し、本研究では、生物多様性損失が金融セクターのポートフォリオに与える経済的影響を、国・セクター別に金額ベースで特定することを目指します。そのためにまず、生物多様性と生態系サービスの損失をビジネス活動と結び付ける概念フレームワークを紹介します。そして、このフレームワークを西ヨーロッパと米国における受粉サービスの損失というケースに適用し、潜在的な経済的影響を示します。受粉を選んだ理由は、さまざまな生態系サービスの間でも特に重要性が高く、脆弱性が高まっているためです(囲み記事参照)。

受粉サービスの経済的重要性と脆弱性

果物やナッツといった栽培作物とコーヒーやカカオといった価値の高い一次製品の75%は、花粉媒介者に依存しています(Potts et al., 2016)。受粉サービスの世界的な付加価値は、2,350億米ドル~5,770億米ドルに上ると推定されています(2015年時点の米ドル換算、IPBES, 2016)。花粉媒介者の減少は、ほとんどが地域レベルあるいは国レベルで報告されていますが、世界的な研究調査から、2006年~2015年のハチの数が1990年以前と比べて25%減少していることが判明しています(Zattara & Aizen, 2021)。花粉媒介者の減少が続く中、たとえば欧州レベルでは、ハチとチョウのおよそ40%の種が絶滅の危機にさらされており、欧州の国別で見ると、その割合が50%に達する国もあります(IPBES, 2016)。欧州の農業環境における種の豊富さと多様性の傾向は、農業の集約化、栽培種の数の少なさ、土地放棄などの問題により、懸念を呼んでいます(EEA, 2021; Lécuyer et al., 2021; Mupepele et al., 2021)。

受粉サービスの 損失に関する予備研究 初の定量的結果⁶

本研究のフレームワークは、「ダブル・マテリアリティ」という概念に基づいています。ビジネス活動は、自然資本資産が提供する生態系サービスに依存すると同時に、自然資本資産に悪影響を与えることもあります(図2)。生物多様性(種と生息地の多様性)は、水や土壌の質、希釈、受粉、害虫コントロール、食料保護といった生態系サービス⁷を提供する多種多様な自然資本資産⁸の一部をなしています。

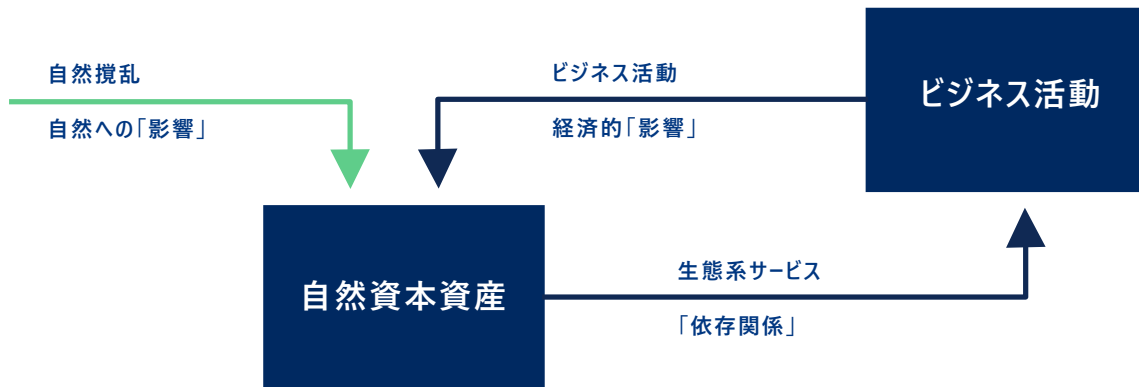
生物多様性が低下し、生息地や種が失われると、経済にとって不可欠な生態系サービスを提供する自然資本資産の能力が低下し、生態系サービスに依存しているビジネスの生産性(1単位の経済投入で得られる産出量によって測定される)が減少します。

⁶ 計算結果は、WUR (2023) に基づく。

⁷ UNEP-WCMCの分類による。説明は、Leach et al. (2019) による。

⁸ 生態系サービスの共通国際分類 (Common International Classification of Ecosystem. Services : CICES) のCICES体系に従って分類。

図2：自然資本資産、生態系サービス、ビジネス活動の関係

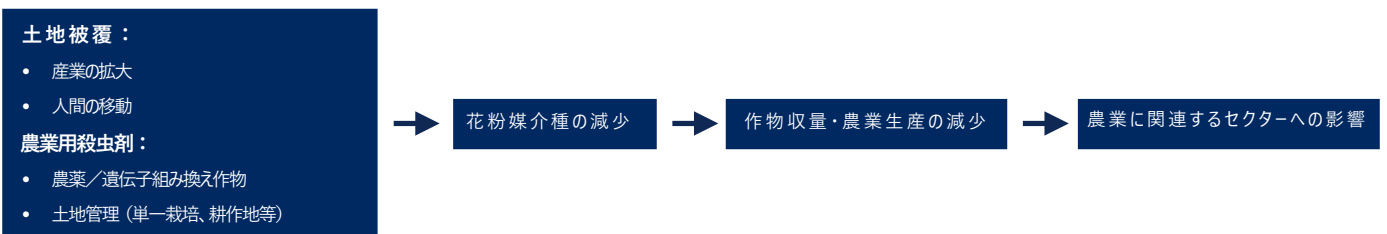


出所: Generated by WUR researchers using ENCORE framework, Allianz Research

生物多様性損失が金融セクターに及ぼす影響を特定するため、本研究では、受粉サービスの損失がもたらす経済的影響を、グローバルな一般均衡モデルであるMAGNETを用いて推定しました。結果として得られたのが、国・セクターレベルの経済的影響の推定値です。これらの推定値は、金融セクターにおけるポートフォリオの生物多様性関連リスクエクスポージャーの評価に使うことができ、国・セクターレベルの経済損失の推定値を、そのセクターと国にある金融資産の割合によって重み付けすることでリスクエクスポージャーを算出できます。資料IIは、この方法論について詳しく説明しています。

受粉サービスの損失(pollination-services loss、以下、「PSL」といいます)は、受粉が不可欠な役割を果たしている農業セクターのビジネス活動全体に影響を与えます(図3)。受粉は、食料生産と人間の栄養にとってなくてはならないものです。人間の食生活に使われるナッツや果物、種子といった実をつける植物のほとんどの生殖は、花粉媒介者に依存しています。ハチ、ガ、チョウをはじめ多種多様な昆虫種が花粉媒介者として、花を咲かせる植物の生殖において重要な役割を担っており、植物から植物へと花粉を移動させ、果実の生産を可能にします。PSLは、作物収量・生産の減少を通じて農業生産活動に直接悪影響を及ぼし、ひいては農業投入物に依存する他のセクターにも影響を与えます。

図3：受粉損失の影響経路



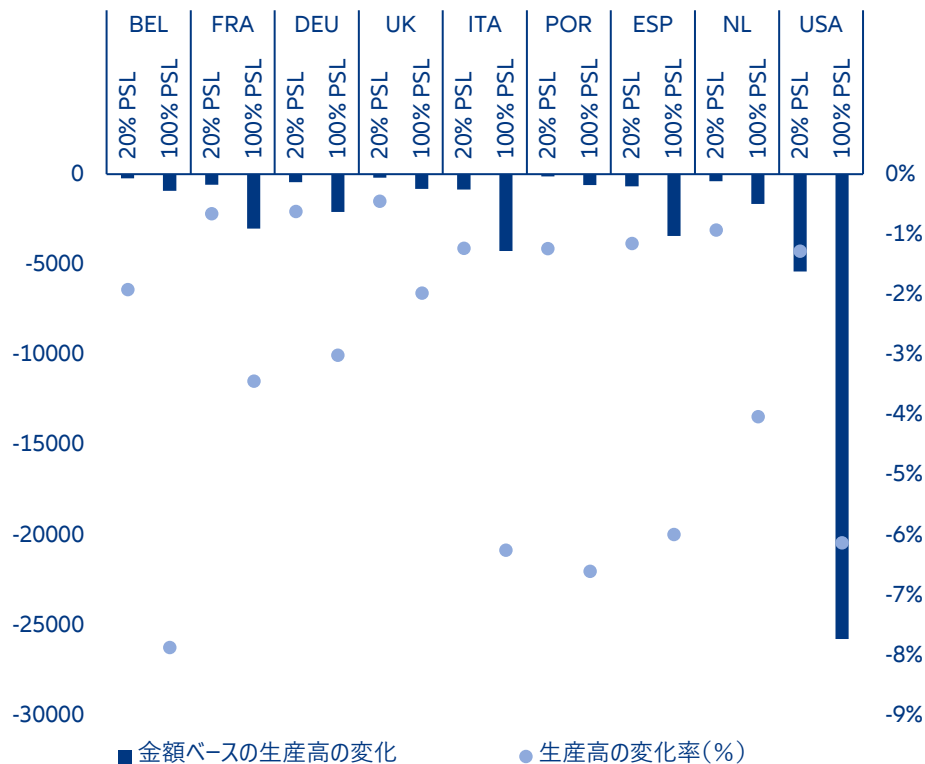
出所: Generated by WUR researchers using ENCORE framework, Allianz Research

本研究では、西ヨーロッパと米国におけるさまざまなPSLショックシナリオの経済的影響を推定しました⁹。ここで紹介する主な結果は、受粉サービスが完全に失われるケース(花粉媒介者の100%損失)を想定したものです。これは、文献における他の研究¹⁰においてもよく見られるシナリオで、受粉サービスが経済活動にとっていかに重要かを示します。また、損失の程度によって推定される影響がどのように変わるかを示すために、20% PSLシナリオの結果も紹介します。

PSLは、農業産出量を減少させます。生産損失の水準は、受粉サービスへの国の依存度(作物の種類など)とPSLの水準によって異なります。

図4は、20%・100%PSLのショックシナリオが農業生産に与える影響(割合と金額ベース)を示しています。受粉サービスが完全になくなった場合(100%PSL)、農業産出量は、1.98%(英国)～7.87%(ベルギー)減少します。金額ベースでは、生産損失は、6億米ドル(ポルトガル)～260億米ドル(米国)に上ります。20%損失のシナリオでは、生産損失は、小さくなります(0.45%～1.92%減)。ショック前の農業生産の水準と比較すると、農業生産の減少幅は、りんごやなし、ナッツなどの受粉依存度の高い作物が中心を占めるベルギー、イタリア、ポルトガル、スペイン、米国などの国でより大きくなっています。

図4：PSLショックに見舞われたと仮定した場合における各国の農業生産へのPSLの影響、100%・20%PSLシナリオ、変化率(%)と金額ベースでの変化(単位：100万米ドル)



出所: Allianz Research

PSLによる農業生産の損失の水準と経済における農業・農業関連セクターの重要性が、PSLによるマクロ経済全体の損失の程度を左右します(図5)。本研究のモデルによる推定では、PSLによる作物収量の減少による間接的な影響を考慮した場合、

年間国内総生産(GDP)は0.04%(英国)～0.4%(ポルトガル)低下し、金額ベースでは年間10億米ドル(ポルトガル)～280億米ドル(米国)減少します。PSL前のGDPと比べた損失が特に大きいのは、ポルトガル、イタリア、スペイン、オランダで、これらの

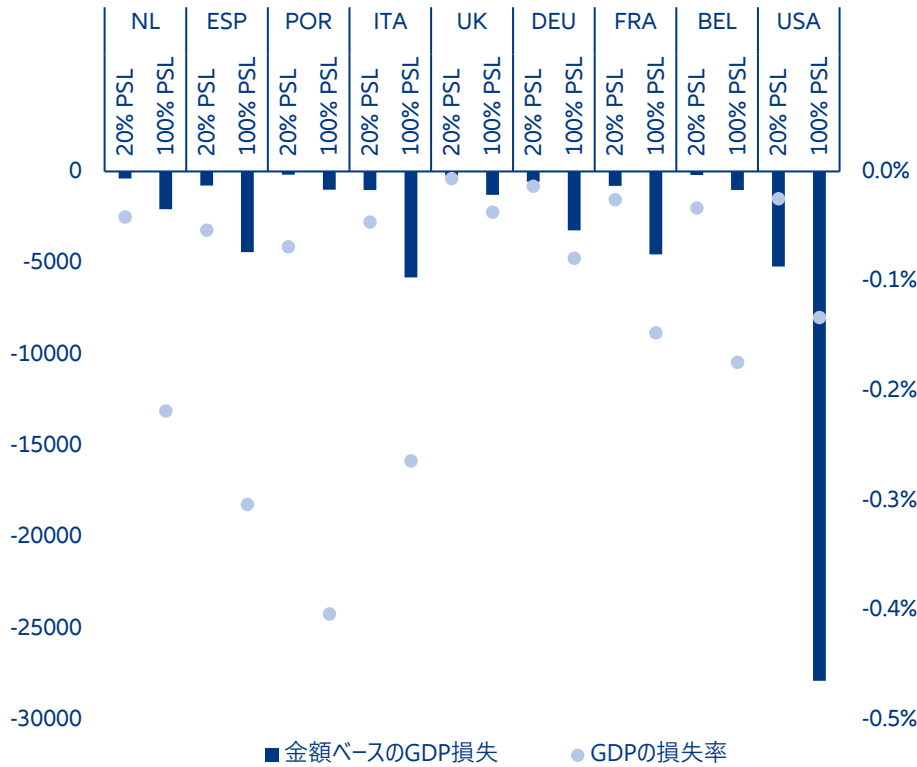
⁹ 本研究では、ベルギー、フランス、ドイツ、イギリス、イタリア、ポルトガル、スペイン、米国、オランダがPSLショックに見舞われると仮定しています。

¹⁰ 花粉媒介者の9割損失のケースを検討しているEconomic case for nature report (Johnson et al., 2021) など。受粉サービスが完全に失われたケースを提示しているBauer & Wing, (2016) も参照。

国々では、PSLによって農業生産と農業が直接影響を受ける上、食品加工などの農業関連セクターがマクロ経済産出量全体に大きな割合を占めています。一方、フランスやドイツなどでは、

農業セクターと農業関連セクターが他国に比べて小さいか、農業生産の減少が工業活動の増加によって補われる可能性があるため、PSLによるGDPへの相対的な影響は、それほど大きくありません。

図5：PSLショックに見舞われたと仮定した場合における各国の国内総生産(GDP)へのPSLの影響、20%・100%PSLシナリオ、変化率(%)と金額ベースでの変化(単位：100万米ドル)



出所: Allianz Research

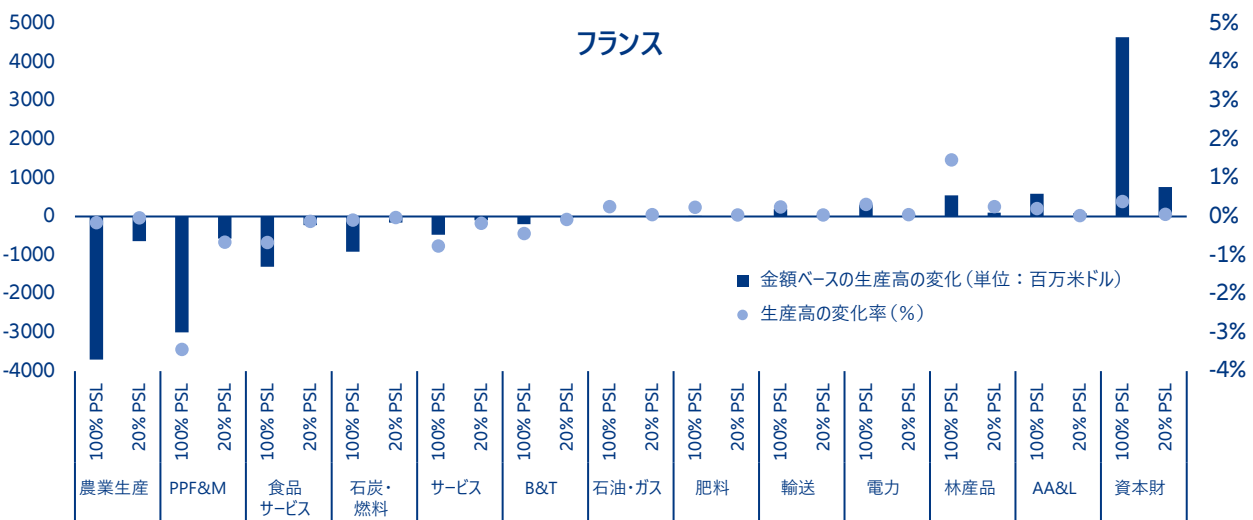
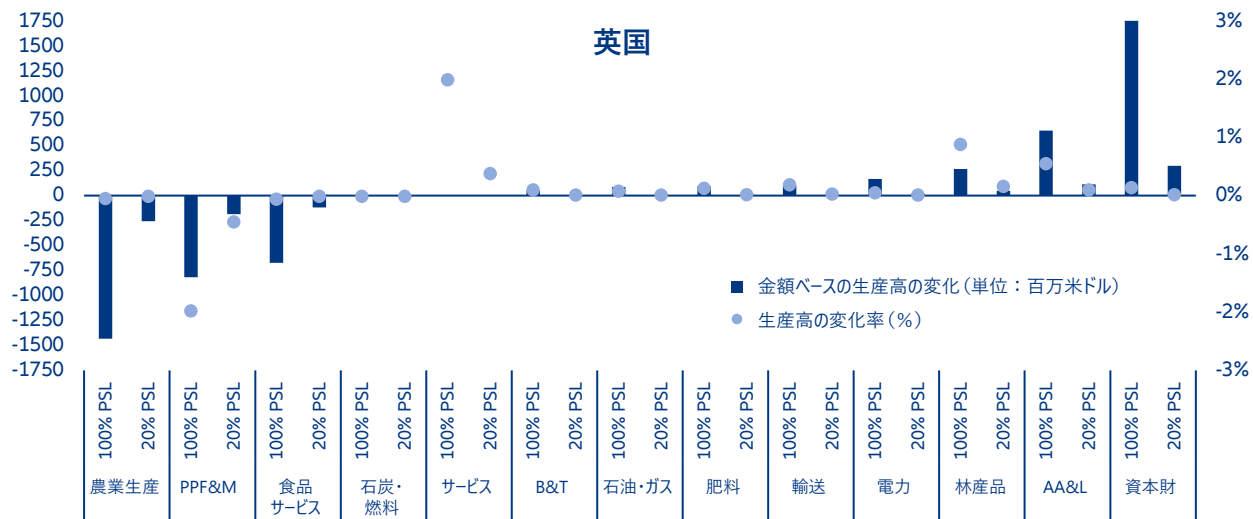
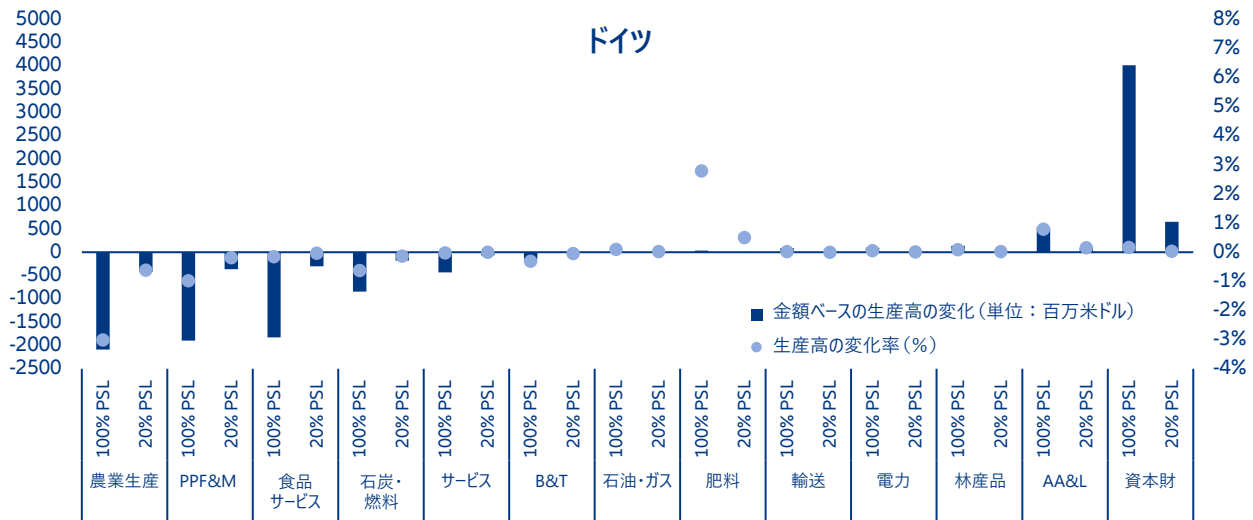
PSLは、他のセクターよりも農業投入物への依存度が高い、加工食品・食肉、食品サービス、石炭・消耗燃料(バイオ燃料等)、飲料・タバコなどの非農業セクターにも悪影響を及ぼす可能性があります(図6)。たとえば、イタリアにおける加工食品・食肉産業の生産損失は、年間およそ40億米ドルに上ると推定される一方、ドイツにおける同じセクターの損失は、農業セクターの損失とほぼ同水準のおよそ20億米ドルと推定されます。同様に、農産物に直接依存している食品サービスセクターも、PSL後はすべての国で縮小するでしょう。これは主に、これらのセクターにとっての投入物である農産物の価格が上昇すると同時に、PSLショックに見舞われた国々で、受粉サービスに依存する作物の輸入量が増えることによるものです。

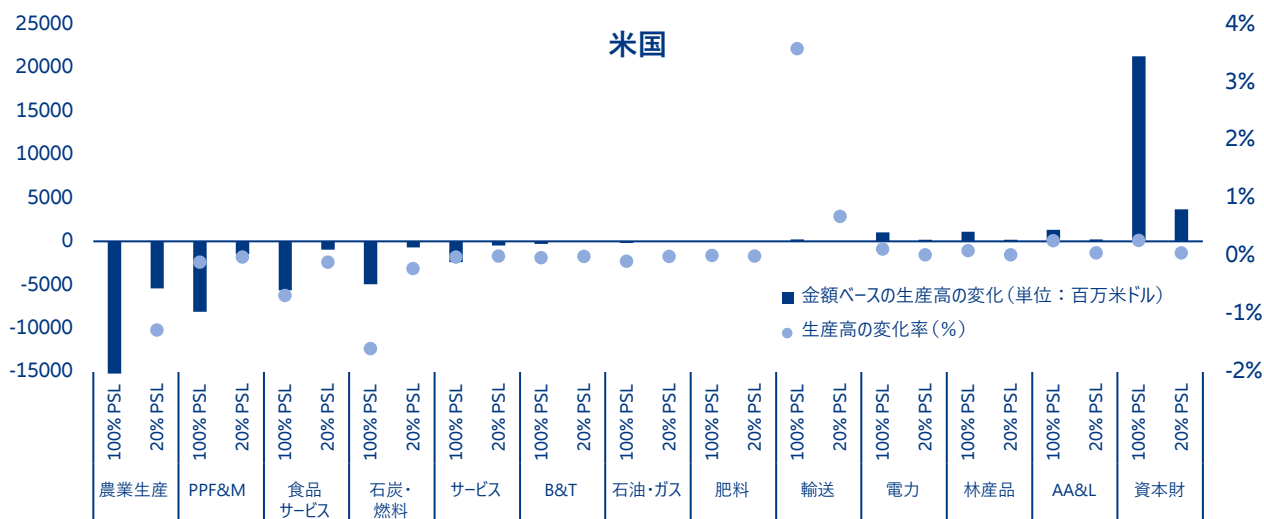
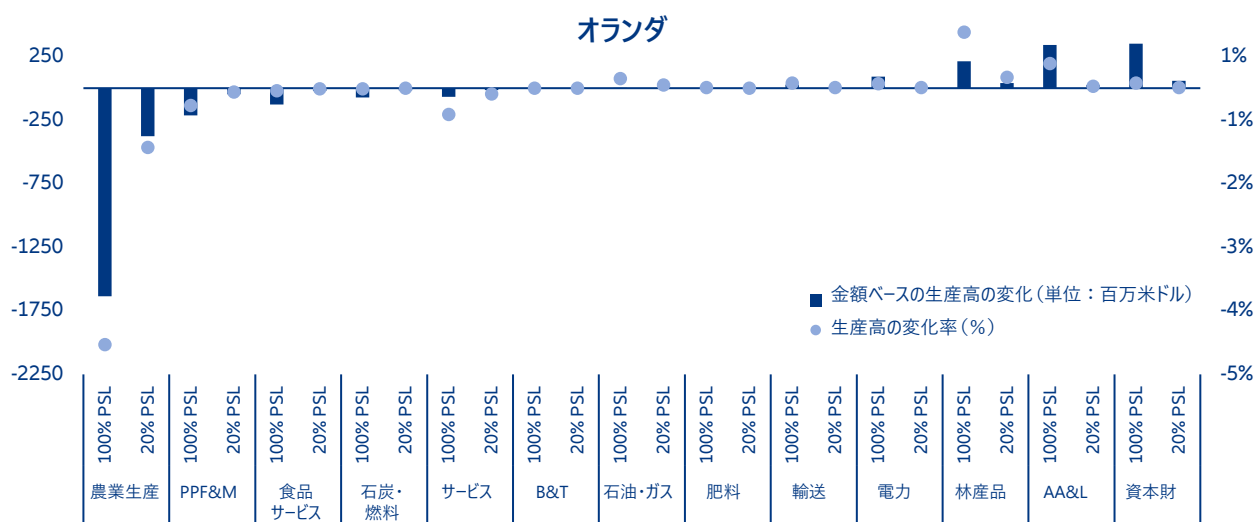
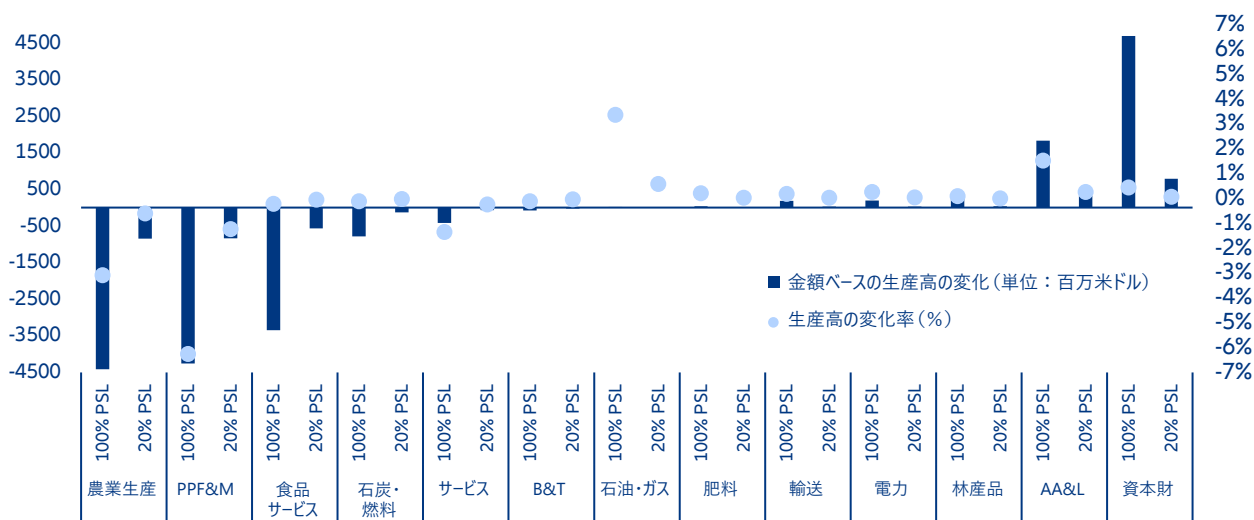
しかし、話はマイナスの影響で終わるわけではありません。PSLにより、農業セクターの縮小によって使われなくなった土地や資本、労働力を享受するセクターの生産は増えます。

本研究のモデルの予測によれば、ほぼすべての国で資本財・サービスセクターの生産がPSL後に増加します。推定にあたり本モデルでは、農業に投じられていた労働力、土地、資本を別のセクター、すなわち、農業への依存度が低く、PSL後に収益率が低下した作物生産よりも収益率の高いセクターに再配分しています。資本財・サービスセクターのさまざまなサブセクター、たとえばバイオケミカルや製薬、製造・建設、公的・民間サービスなどは、農業投入物への依存度が高くありません。農業から資本財・サービスセクターへのリソースの再配分によるプラスの影響は、それらのセクターにおける農業投入物の価格上昇というマイナスの影響を補う役割を果たし、ドイツやフランスなどではGDP損失が相殺されます。このモデルの推定値はまた、特に英国とオランダで、食品加工・食肉産業の生産高がPSL後に増えることを示しています。これらの国では、作物生産に使われていた耕地が家畜生産に使われるようになることによるプラスの影響が、PSLによる飼料価格の上昇というマイナス効果を上回ります(図6)¹¹。

¹¹ これは、英国とオランダで食品加工・食肉産業の生産高がPSL後に増える理由の一つと考えられます。

図6：主要国におけるPSLのセクター別影響(単位：100万米ドル)、100%・20%PSLシナリオ





出所: Allianz Research

注: 数字は、農業生産、食品サービス、加工食品・食肉 (PPF & M)、アパレル・アクセサリ・高級品 (AA&L)、サービス、飲料・タバコ (B&T)、電力、肥料、林産品、輸送、石油・ガス、資本財の各セクターの結果を示しています。

資料I：MSAか、LBIIか、それともPDFか—生物多様性損失の測定方法

生物多様性の測定にはいくつかのアプローチがありますが、それらの手法と指標をどのような場合にどう適用するかについてのコンセンサスはありません。生物多様性への圧力を算定するために最も一般に使用されている指標は、種の潜在的消滅割合(Potentially Disappeared Fraction of Species：PDF)、地域生物多様性完全度指数(Local Biodiversity Intactness Index：LBII)、平均生物種豊富度(Mean Species Abundance：MSA)です(Marques et al., 2021)。PDFは、土地転換・占有、有害物質の排出、気候変動などにより、特定の期間にわたり特定の土地面積または水分量において失われた種の数を測定します(Crenna et al., 2019)。LBIIは、「特定の地理的エリアにおける多種多様な生物の平均個体数を、それらの基準個体数と比較したもの」と定義され、十分に正確な過去のベースラインデータがないことから、基準状況は、最も劣化の少ない場所での現在の状況から推定されます(De Palma et al., 2021)。いくつかの生物多様性の測定方法は、生物多様性への圧力を生物多様性への潜在的影響と結び付けるデータやモデルを提供しています。最も一般的なものは、LCAベースの方法(ReCiPe、LC-IMPACT、Impactworld+など)で、グローバルから製品別までさまざまなスケールで適用することができます(Chouchane et al., 2022)¹²。生物多様性の測定・評価にどの方法と指標を用いるべきかについて、ビジネスにおける国際的なコンセンサスはありません。しかし、MSAを中心的な指標として使用する研究者や企業が増えています。

ENCORE(Exploring Natural Capital Opportunities, Risks, and Exposure)は、あらゆる経済セクターの企業が潜在的にいかに自然に依存しつつ影響を与えているか、またそうした潜在的な依存関係と影響がいかにビジネスリスクをもたらしているかを理解するのに役立つ評価・視覚化ツールです。このツールは、自然資本金金融同盟(Natural Capital Finance Alliance：NCFA)がスイス経済省経済事務局(SECO)とMAYA財団の資金援助の下、世界自然保全モニタリングセンター(UNEP-WCMC)と共同開発したものです。ツールには、平均生物種豊富度指標が使われています¹³。既存の生物多様性に関する地理的情報を提供する生物多様性統合評価ツール(Integrated Biodiversity Assessment Tool：IBAT)から得たデータを組み合わせることで、投資先企業の資産が、生物多様性損失が懸念されるエリアにどのぐらい近いかを示すレポートを作成し、投資先企業の既存の資産が生物多様性に与える潜在的影響を評価することが可能になります。

¹² 本パラグラフは、WEcR内の研究グループが執筆したものです(査読中の論文：Chouchane et al. (2022))。

¹³ 詳しくは、ENCORE Guide to Biodiversity Moduleをご覧ください。

資料II：生物多様性損失の推定方法

さまざまなPSLショックシナリオが国レベルの農業生産に与える影響を推定するために、本研究では受粉依存割合(Pollination Dependence Ratios：PDR)を用いました。Bauer and Wing (2016) およびLa Notte et al. (2020) の経済損失の算出方法と同様、この方法ではPSLがそのPDRに相当する分だけ作物収量を減少させると仮定します。生態系に関する文献¹⁴から得たさまざまな作物のPDRと過去の農業生産に関するFAOSTATのデータ¹⁵を用いて、本研究では、仮定したいくつかの異なるPSLについて、西ヨーロッパと北米における作物生産の減少を推定しました¹⁶。たとえば、PSLが100%の場合、作物のPDRに相当する分だけ作物生産が減少することになり、PSLが20%の場合、作物のPDRに0.2を乗じた分だけ生産が減ることになります。花粉媒介者に依存する作物の生産量は国によって異なるため、こうした手順を踏むことで、各国間でPSLショックに差異が生じます。

受粉損失シナリオがセクター・国レベルの経済活動に及ぼす影響は、一般均衡モデルMAGNET¹⁷を用いて推定しています。さまざまなシナリオについて推定した作物生産の損失をMAGNETモデルへのインプットとして用いることで、いくつかの国・経済圏におけるさまざまな経済セクターの生産への影響を導き出しました。本研究では、場合に応じて、8カ国と10地域を対象に推定結果を出しました。具体的には、ベルギー、フランス、ドイツ、イタリア、オランダ、ポルトガル、スペイン、英国、その他のEU加盟国、その他の欧州諸国(EU非加盟国)、アフリカ、北米、南米、中米、アジア、その他をカバーしています。一次農業に加えて、モデルでは、生活必需品、加工食品・食肉、食品サービスなどのセクターと、工業製品や肥料などの間接的に影響を受けるセクターへのPSLの間接的影響を推定しました。農業生産ショックにより、生産要素(土地、労働力、資本など)は、PSLの影響を受ける農業関連セクターから、それほど影響を受けない非農業関連産業へと再配分されることになります。このようなリソースの再配分により、MAGNETは、非農業関連セクターが生産を増やし、影響を受けないセクターがPSL後に産出量を増やす可能性があるかと推定することができます。

この方法を用いたPSL起因の経済損失の推定には、いくつかの限界があります。まず、Roxburgh et al. (2020) とJohnson et al. (2021) のような世界的または地域的なPSLの規模は推定されません。本研究では代わりに、PSLが20%と100%のケースを想定し、その影響がどうなるかを示しています。将来のPSLの実際の推定値を用いることで、より現実にした経済的影響の予測が可能になるかもしれません。第2に、最初の限界との関連により、本研究では、PSLが100%の場合は、農業産出量が作物の依存割合に相当する分だけ減少し、PSLが20%の場合は、その減少の直線的な20%の部分に相当する減少が生じると仮定しています。しかし、野生の花粉媒介者への圧力と作物生産へのその影響は直線的な関係ではなく、特定のエリアの多くの状況的側面に依存する複雑なシステムであることを明確にしておく必要があります。第3に、作物の花粉媒介者依存割合を推定するにあたり、本研究では、Klein et al. (2007) とAizen et al. (2019) による依存割合の推定値を用いていますが、これらの推定値は、一部の作物については非常に大まかなものになっています。依存割合の推定に、40%～90%の幅がある作物もあります。

¹⁴ 作物のPDRは、Aizen et al. (2019) およびKlein et al. (2007) による研究から入手。

¹⁵ 2020年の農業生産データを使用。

¹⁶ 必要な場合、MAGNETモデルの一次産品の種類に合わせて作物の種類ごとのFAOSTAT生産高を集計しています。つまり、関係するMAGNETの一次産品(果物、野菜、ナッツなど)それぞれについて、対象国の加重平均した生産損失を算出しています。

¹⁷ MAGNET (Modular Applied GeNeral Equilibrium Tool) は、多地域・多セクターを含む応用計算可能一般均衡(CGE)モデルであり、GTAPデータセットをもとに構築されています(Woltjer et al., 2014)。MAGNETでは、完全競争が行われると仮定し、行為者は労働力、土地、資本、自然資源という生産要素の最も安価な組み合わせを選択します。部分的な農業食品モデルとは異なり、MAGNETには、(生物)経済全体をカバーするために、第1次産業セクターと工業セクターとの間の収入のフィードバックループが含まれています。

【ご留意事項】

- 本資料は、アリアンツ・グローバル・インベスターズまたはグループ会社(以下、当社)が作成したものです。
- 特定の金融商品等の推奨や勧誘を行うものではありません。
- 内容には正確を期していますが、当社がその正確性・完全性を保証するものではありません。
- 本資料に記載されている個別の有価証券、銘柄、企業名等については、あくまでも参考として申し述べたものであり、特定の金融商品等の売買を推奨するものではありません。
- 過去の運用実績やシミュレーション結果は、将来の運用成果等を保証するものではありません。
- 本資料には将来の見通し等に関する記述が含まれている場合がありますが、それらは資料作成時における当社の見解または信頼できると判断した情報に基づくものであり、将来の動向や運用成果等を保証するものではありません。
- 本資料に記載されている内容・見解は、特に記載のない場合は本資料作成時点のものであり、既に変更されている場合があり、また、予告なく変更される場合があります。
- 投資にはリスクが伴います。投資対象資産の価格変動等により投資元本を割り込む場合があります。
- 最終的な投資の意思決定は、商品説明資料等をよくお読みの上、お客様ご自身の判断と責任において行ってください。
- 本資料の一部または全部について、当社の事前の承諾なく、使用、複製、転用、配布及び第三者に開示する等の行為はご遠慮ください。
- 当社が提案する戦略および運用スキームは、グループ会社全体の運用機能を統合したものであるため、お客様の意向その他のお客様の情報をグループ会社と共有する場合があります。
- 本資料に記載されている運用戦略の一部は、実際にお客様にご提供するにあたり相当程度の時間を要する場合があります。

対価とリスクについて

1. 対価の概要について

当社の提供する投資顧問契約および投資一任契約に係るサービスに対する報酬は、最終的にお客様との個別協議に基づき決定いたします。これらの報酬につきましては、契約締結前交付書面等でご確認ください。投資一任契約に係る報酬以外に有価証券等の売買委託手数料、信託事務の諸費用、投資対象資産が外国で保管される場合はその費用、その他の投資一任契約に伴う投資の実行・ポートフォリオの維持のため発生する費用はお客様の負担となりますが、これらはお客様が資産の保管をご契約されている機関(信託銀行等)を通じてご負担頂くことになり、当社にお支払い頂くものではありません。これらの報酬その他の対価の合計額については、お客様が資産の保管をご契約されている機関(信託銀行等)が決定するものであるため、また、契約資産額・保有期間・運用状況等により異なりますので、表示することはできません。

2. リスクの概要について

投資顧問契約に基づき助言する資産又は投資一任契約に基づき投資を行う資産の種類は、お客様と協議の上決定させていただきますが、対象とする金融商品及び金融派生商品(デリバティブ取引等)は、金利、通貨の価格、発行体の業績・財務状況等の変動、経済・政治情勢の影響を受けます。従って、投資顧問契約又は投資一任契約の対象とさせて頂くお客様の資産において、元本欠損を生じるおそれがあります。ご契約の際は、事前に必ず契約締結前交付書面等をご覧ください。

アリアンツ・グローバル・インベスターズ・ジャパン株式会社
金融商品取引業者 関東財務局長(金商)第424号
一般社団法人日本投資顧問業協会に加入
一般社団法人投資信託協会に加入
一般社団法人第二種金融商品取引業協会に加入

参照

- Aizen, M. A., Aguiar, S., Biesmeijer, J. C., Garibaldi, L. A., Inouye, D. W., Jung, C., Martins, D. J., Medel, R., Morales, C. L., Ngo, H., Pauw, A., Paxton, R. J., Sáez, A., & Seymour, C. L. (2019). Global agricultural productivity is threatened by increasing pollinator dependence without a parallel increase in crop diversification. *Global Change Biology*, 25(10), 3516–3527. <https://doi.org/10.1111/GCB.14736>
- Bauer, D. M., & Sue Wing, I. (2016). The macroeconomic cost of catastrophic pollinator declines. *Ecological Economics*, 126, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.01.011>
- Chouchane et al. (2022) Het verzilveren van circulaire opties in het landbouwsysteem ter bevordering van de biodiversiteit. Wageningen Economic Research. Wageningen, The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment (WOT Natuur & Milieu), WOT-technical reportxx (Under Review).
- Cole, L. J., Kleijn, D., Dicks, L. v., Stout, J. C., Potts, S. G., Albrecht, M., Balzan, M. v., Bartomeus, I., Bebeli, P. J., Bevk, D., Biesmeijer, J. C., Chlebo, R., Dautarté, A., Emmanouil, N., Hartfield, C., Holland, J. M., Holzschuh, A., Knoben, N. T. J., Kovács-Hostyánszki, A., ... Scheper, J. (2020). A critical analysis of the potential for EU Common Agricultural Policy measures to support wild pollinators on farmland. *Journal of Applied Ecology*, 57(4), 681–694. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13572>
- Crenna, E.; Sinkko, T.; Sala, S. (2019). Biodiversity impacts due to food consumption in Europe. *Journal of Cleaner Production*, 227, 378-391. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.054>
- De Palma, A., Hoskins, A., Gonzalez, R.E. et al. (2021). Annual changes in the Biodiversity Intactness Index in tropical and subtropical forest biomes, 2001–2012. *Sci Rep* 11, 20249. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98811-1>
- Deutz, A., Heal, G. M., Niu, R., Swanson, E., Townshend, T., Zhu, L., Delmar, A., Meghji, A., Sethi, S. A., and Tobinde la Puente, J. (2020). Financing Nature: Closing the global biodiversity financing gap. The Paulson Institute, The Nature Conservancy, and the Cornell Atkinson Center for Sustainability. https://www.paulsoninstitute.org/wp-content/uploads/2020/10/FINANCING-NATURE_Full-Report_Final-with-endorsements_101420.pdf
- EEA. (2021). SIGNALS 2021 Europe’s nature. <https://doi.org/10.2800/134828>
- ENCORE. (n.d.). Aligning Financial Portfolios with Biodiversity Goals: How to use the ENCORE biodiversity module. Source: <https://s3.eu-west-2.amazonaws.com/ncafa.documents/resources/ENCORE+Guide+to+Biodiversity+Module.pdf>
- ENCORE. (2022). ENCORE. <https://encore.naturalcapital.finance/en/about>
- FAO. (2022). Ecosystem Services and Biodiversity. <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/en/>
- Guerry, A. D., Polasky, S., Lubchenco, J., Chaplin-Kramer, R., Daily, G. C., Griffin, R., Ruckelshaus, M., Bateman, I. J., Duraiappah, A., Elmqvist, T., Feldman, M. W., Folke, C., Hoekstra, J., Kareiva, P. M., Keeler, B. L., Li, S., McKenzie, E., Ouyang, Z., Reyers, B., ... Vira, B. (2015). Natural capital and ecosystem services informing decisions: From promise to practice. In *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (Vol. 112, Issue 24, pp. 7348–7355). National Academy of Sciences. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503751112>
- IPBES. (2016). SUMMARY FOR POLICYMAKERS OF THE ASSESSMENT REPORT OF THE INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES (IPBES) ON POLLINATORS, POLLINATION AND FOOD PRODUCTION. www.ipbes.net
- Johnson, J. A., Ruta, G., Baldos, U., Cervigni, R., Chonabayashi, S., Corong, E., Gavryliuk, O., Gerber, J., Hertel, T., Nootenboom, C., & Polasky, S. (2021). The Economic Case for Nature A global Earth-economy model to assess development policy pathways. www.worldbank.org

Johnson, J., Roxburgh, T., Andrew Johnson, J., & Polasky, S. (2020). WWF: Global Trade Analysis Project Modelling the global economic impacts of environmental change to support policy-making. www.cleancanvas.co.uk

Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. In *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* (Vol. 274, Issue 1608, pp. 303–313). Royal Society. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>

la Notte, Alessandra., Marques, Alexandra., Pisani, Domenico., Cerilli, Silvia., Vallecillo, Sara., Polce, Chiara., Cardoso, A. Cristina., Gervasini, Eugenio., Maes, Joachim., & European Commission. Joint Research Centre. (2020). Linking accounts for ecosystem services and benefits to the economy through bridging (LISBETH) : natural capital accounts and economic models : interaction and applications. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC120571>

Leach, K., Grigg, A., O'Connor, B., Brown, C., Vause, J., Gheysens, J., Weatherdon, L., Halle, M., Burgess, N. D., Fletcher, R., Bekker, S., King, S., & Jones, M. (2019). A common framework of natural capital assets for use in public and private sector decision making. *Ecosystem Services*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100899>

Lécuyer, L., Alard, D., Calla, S., Coolsaet, B., Fickel, T., Heinsoo, K., Henle, K., Herzon, I., Hodgson, I., Quétier, F., McCracken, D., McMahon, B. J., Melts, I., Sands, D., Skrimizea, E., Watt, A., White, R., & Young, J. (2021). Conflicts between agriculture and biodiversity conservation in Europe: Looking to the future by learning from the past. *Advances in Ecological Research*, 65, 3–56. <https://doi.org/10.1016/BS.AECR.2021.10.005>

MAGNET-model.eu (n.d.) Model. <https://www.magnet-model.eu/model/>

Marques, A., Robuchon, M., Hellweg, S., Newbold, T. & Beher, J. (2021). A research perspective: towards a more complete biodiversity footprint: a report from the World Biodiversity Forum. *International Journal of Life Cycle Analysis* 26: 238-243.

Mupepele, A. C., Bruelheide, H., Brühl, C., Dauber, J., Fenske, M., Freibauer, A., Gerowitt, B., Krüß, A., Lakner, S., Plieninger, T., Potthast, T., Schlacke, S., Seppelt, R., Stützel, H., Weisser, W., Wägele, W., Böhning-Gaese, K., & Klein, A. M. (2021). Biodiversity in European agricultural landscapes: transformative societal changes needed. *Trends in Ecology and Evolution*, 36(12), 1067–1070. <https://doi.org/10.1016/J.TREE.2021.08.014>

Ngo, H. T., Guèze, M., Agard Trinidad, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K., Watson, R. T., Baste, I. A., Larigauderie, A., Leadley, P., Pascual, U., Baptiste, B., Demissew, S., Dziba, L., Erpul, G., Fazel, A., Fischer, M., María Hernández, A., Karki, M., ... Mooney, H. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

NPPL. ,Ik heb werkbare taakkaarten om variabel te poten' ('I have workable task maps for variable planting'; in Dutch), (2019). <https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/ik-heb-werkbare-taakkaarten-om-variabel-te-poten/#:~:text=Omdat%20het%20TT%2B%2Dconcept,afhankelijk%20van%20het%20gekozen%20pak%20ket>

Pecenkova, J. R., Ingwell, L. L., Foster, R. E., Krupke, C. H., & Kaplan, I. (2021). IPM reduces insecticide applications by 95% while maintaining or enhancing crop yields through wild pollinator conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(44), e2108429118. https://doi.org/10.1073/PNAS.2108429118/SUPPL_FILE/PNAS.2108429118.SAPP.PDF

Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., Dicks, L. v., Garibaldi, L. A., Hill, R., Settele, J., & Vanbergen, A. J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. <https://doi.org/10.1038/nature20588>

OECD (2019). Biodiversity: Finance and the Economic and Business Case for Action, report prepared for the G7 Environment Ministers' Meeting, 5-6 May 2019.

Roxburgh, T., Ellis, K., Johnson, J., Baldos, U. L., Hertel, T., Nootenboom, C., & Polasky, S. (2020). Global Future: Assessing the Global Economic Impacts of Environmental Change to Support Policy-Making.

Swiss Re Institute (2020). Biodiversity and Ecosystem Services A business case for re/insurance.

van 't Hoff, V., Siebers, M., van Vliet, A., Broer, W., & de Groot, D. (2022). Make nature count Integrating nature's values into decision-making A pilot study: assessing expected changes in ecosystem services and the valuation of these changes in four different (ASN Bank) projects.

Vos, C. C., Grashof-Bokdam, C. J., & Opdam, P. F. M. (2014). Biodiversity and ecosystem services: does species diversity enhance effectiveness and reliability? Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.

Woltjer, G. B., Kuiper, M., Kavallari, A., van Meijl, H., Powell, J. P., Rutten, M. M., ... & Tabeau, A. A. (2014). The MAGNET model: Module description (No. 14-57). LEI Wageningen UR.

World Economic Forum (2020). Nature Risk Rising: Why the Crisis Engulfing Nature Matters for Business and the Economy. https://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Nature_Economy_Report_2020.pdf

WUR (2023). Bending the curve for biodiversity loss and economy: Case study evidence from pollination services, forthcoming

Zattara, E. E., & Aizen, M. A. (2021). Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness. *One Earth*, 4(1), 114–123. <https://doi.org/10.1016/j.ONEEAR.2020.12.005>



Our
team

**Chief Economist
Allianz SE**



Ludovic Subran
ludovic.subran@allianz.com

**Head of
Economic Research
Allianz Trade**



Ana Boata
ana.boata@allianz-trade.com

**Head of Macro & Capital
Markets Research
Allianz SE**



Andreas Jobst
andreas.jobst@allianz.com

**Head of Insurance, Wealth
& Trend Research
Allianz SE**



Arne Holzhausen
arne.holzhausen@allianz.com

Macroeconomic Research



Maxime Darmet Cucchiarini
Senior Economist for US & France
maxime.darmet@allianz-trade.com



Roberta Fortes
Senior Economist for Ibero-Latam
roberta.fortes@allianz-trade.com



Françoise Huang
Senior Economist for Asia Pacific
francoise.huang@allianz-trade.com



Maddalena Martini
Senior Economist for Italy & Greece
maddalena.martini@allianz.com



Luca Moneta
Senior Economist for Africa & Middle East
luca.moneta@allianz-trade.com



Manfred Stamer
Senior Economist for Middle East &
Emerging Europe
manfred.stamer@allianz-trade.com

Corporate Research



Ano Kuhanathan
Head of Corporate Research
ano.kuhanathan@allianz-trade.com



Aurélien Duthoit
Senior Sector Advisor, B2C
aurelien.duthoit@allianz-trade.com



Maria Latorre
Sector Advisor, B2B
maria.latorre@allianz-trade.com



Maxime Lemerle
Lead Advisor, Insolvency Research
maxime.lemerle@allianz-trade.com

Capital Markets Research



Eric Barthalon
Head of Capital Markets Research
eric.barthalon@allianz.com



Jordi Basco Carrera
Lead Investment Strategist
jordi.basco_carrera@allianz.com



Pablo Espinosa Uriel
Investment Strategist, Emerging
Markets & Alternative Assets
pablo.espinosa-uriel@allianz.com

Insurance, Wealth and Trends Research



Michaela Grimm
Senior Economist,
Demography & Social Protection
michaela.grimm@allianz.com



Patricia Pelayo-Romero
Economist, Insurance & ESG
patricia.pelayo-romero@allianz.com



Kathrin Stoffel
Economist, Insurance & Wealth
kathrin.stoffel@allianz.com



Markus Zimmer
Senior Economist, ESG
markus.zimmer@allianz.com

Director of Publication

Ludovic Subran, Chief Economist
Allianz SE
Phone +49 89 3800 7859

Allianz Group Economic Research

https://www.allianz.com/en/economic_research
Königinstraße 28 | 80802 Munich | Germany
allianz.research@allianz.com

 @allianz

 allianz

Allianz Trade Economic Research

<http://www.allianz-trade.com/economic-research>
1 Place des Saisons | 92048 Paris-La-Défense Cedex | France
research@allianz-trade.com

 @allianz-trade

 allianz-trade

About Allianz Research

Allianz Research comprises Allianz Group Economic Research and the Economic Research department of Allianz Trade.

Forward looking statements

The statements contained herein may include prospects, statements of future expectations and other forward-looking statements that are based on management's current views and assumptions and involve known and unknown risks and uncertainties. Actual results, performance or events may differ materially from those expressed or implied in such forward-looking statements.

Such deviations may arise due to, without limitation, (i) changes of the general economic conditions and competitive situation, particularly in the Allianz Group's core business and core markets, (ii) performance of financial markets (particularly market volatility, liquidity and credit events), (iii) frequency and severity of insured loss events, including from natural catastrophes, and the development of loss expenses, (iv) mortality and morbidity levels and trends, (v) per-sistency levels, (vi) particularly in the banking business, the extent of credit defaults, (vii) interest rate levels, (viii) currency exchange rates including the EUR/USD exchange rate, (ix) changes in laws and regulations, including tax regulations, (x) the impact of acquisitions, including related integration issues, and reorganization measures, and (xi) general competitive factors, in each case on a local, regional, national and/or global basis. Many of these factors

No duty to update

The company assumes no obligation to update any information or forward-looking statement contained herein, save for any information required to be disclosed by law. may be more likely to occur, or more pronounced, as a result of terrorist activities and their consequences.