

農林水産省大臣官房政策課食料安全保障室 御中

**農林水産省委託事業「令和6年度不測時
における食料供給シミュレーションモデル構築
に関する調査・分析委託事業」
最終報告書**

2025年3月21日

目次

0. 事業実施概要

1. スイスの食料確保のための意思決定支援システムに関する調査・分析の実施

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析

2 – 1. 諸外国調査概要

2 – 2. 参照候補モデルの詳細調査結果

2 – 3. （参考）参照候補対象外モデルの調査結果

3. 総括及び今後への示唆

本事業の背景・目的及び実施内容は以下の通り

事業背景

- 昨今の世界的な人口増加等に伴う食料需要の拡大に加え、気候変動の影響や社会情勢の変化により、食料や生産資材の価格が高騰するなど、我が国の食料安全保障上のリスクが高まっている。
- こうした中、不測の事態の判断を行い、必要な対策を検討する上で、国民生活や国民経済に及ぼす影響を早期に把握・予測するとともに、状況に即した最適な生産や輸入等について分析・試算することが重要である。

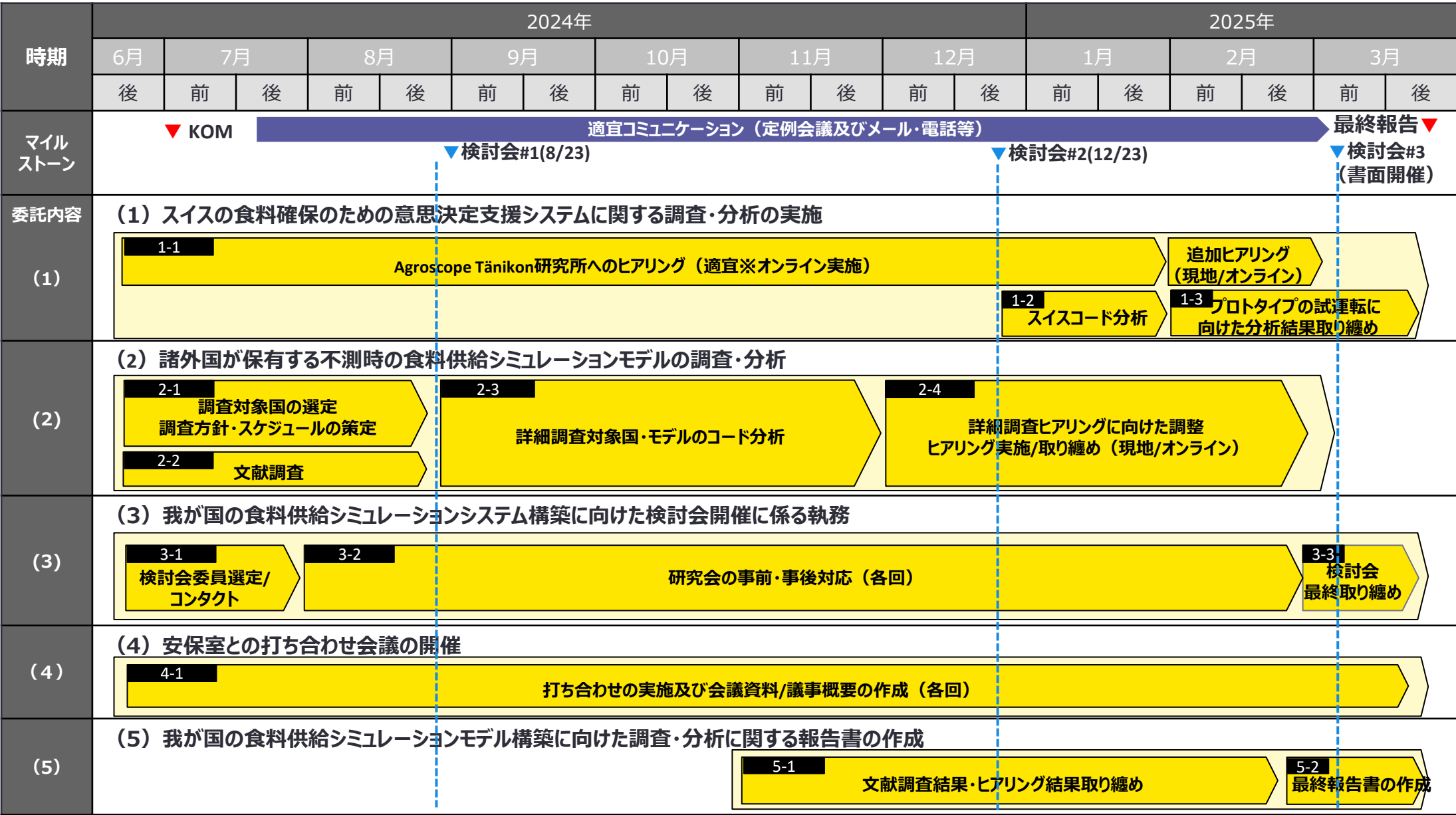


目的・実施内容

- 目的：
本事業では、このような我が国の食料供給シミュレーションモデルの構築を検討するに当たって、我が国と同様に食料等の多くを輸入に頼るスイスにおいて開発された、輸入の途絶等の不測時における食料供給に関する政府の意思決定支援システム「スイスフードシステム（旧名：DSS-ESSA）」をベースに、我が国における効率的かつ信頼あるモデルの構築に向けて調査・分析を行うことを目的とする
- 実施内容
 1. スイスの食料確保のための意思決定支援システムに関する調査・分析の実施
 2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析
 3. 我が国の食料供給シミュレーションシステム構築に向けた検討会開催に係る執務
 4. 安保室との打ち合わせ会議の開催
 5. 我が国の食料供給シミュレーションモデル構築に向けた調査・分析に関する報告書の作成

0. 事業実施概要

本事業は以下のスケジュールの通り実施した



目次

0. 事業実施概要

1. スイスの食料確保のための意思決定支援システムに関する調査・分析の実施

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析

2 – 1. 諸外国調査概要

2 – 2. 参照候補モデルの詳細調査結果

2 – 3. （参考）参照候補対象外モデルの調査結果

3. 総括及び今後への示唆

スイスモデル (“SwissFoodSys”) の調査・分析



1. スイスの食料確保のための意思決定支援システムに関する調査・分析の実施

スイスモデル（“SwissFoodSys”）の概要は以下の通り。同モデルは価格変数を含まない、不測時（≒統制経済下）における食料供給シミュレーションモデル

“SwissFoodSys”の開発経緯及び最新版のモデル構成図



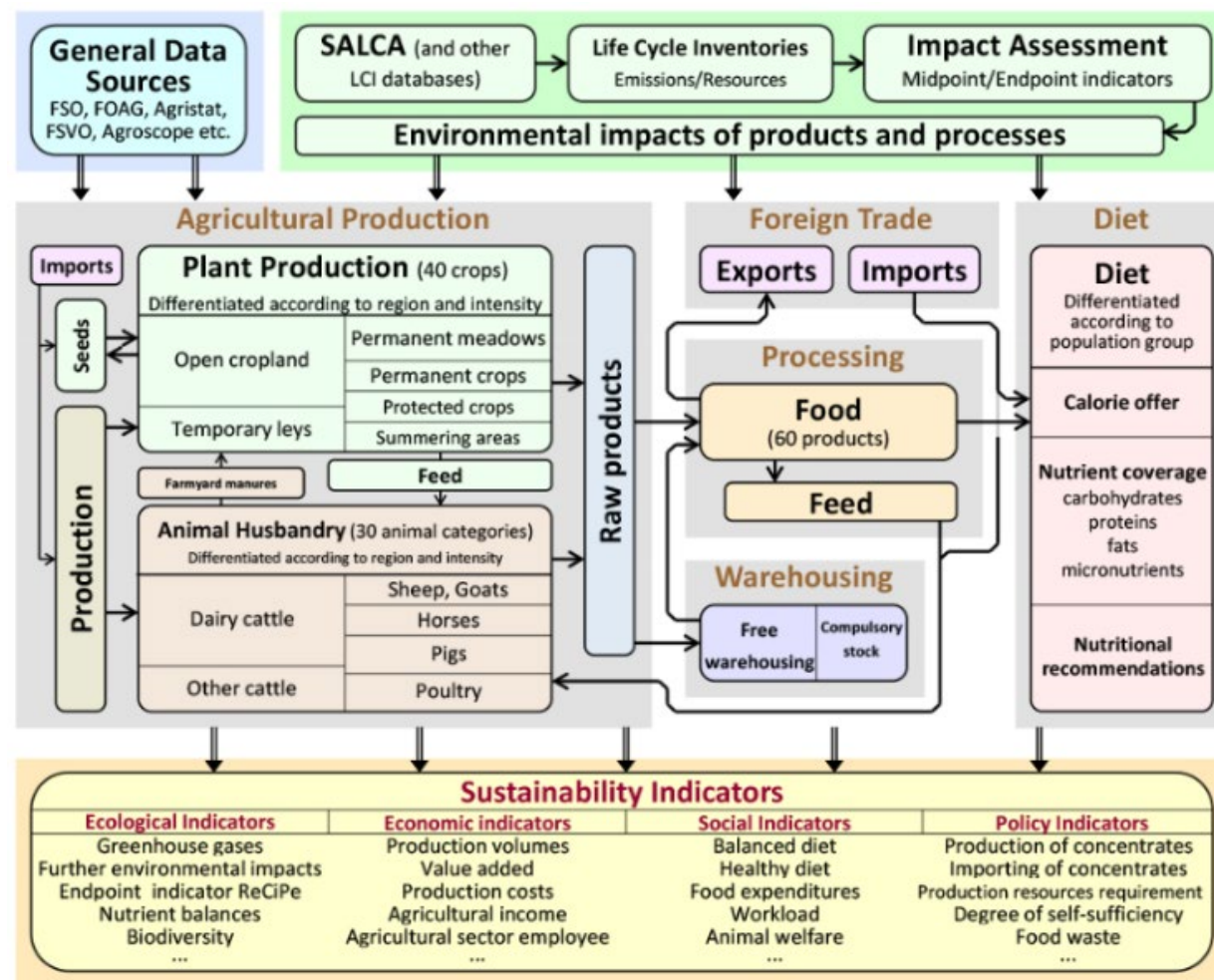
開発経緯

- ▶ 1980年：フライブルク大学が開発された（“DSS-ESSAモデル”）
- ▶ 1990年代初頭：連邦国家経済供給庁（FONES）がフライブルク大学にEP90で活用されたモデルのフォローアップ研究を委託
- ▶ 2011年：DSS-ESSAシステムがAgroscope（連邦農業研究能力センター）による管理下に移行
- ▶ 2017年：環境影響評価の変数を追加（“Green DSS-ESSA”）
- ▶ 2023年：“Green DSS-ESSA”を拡張したモデル改変を行い“SwissFoodSys”に改称

モデルシステムの骨子

対象品目	・耕種36, 畜産物39, 加工食品49, 飼料製品69品目 ・輸出入, 備蓄についても考慮
試算のパターン	・目的関数①②のウエイト付けを75%, 25%に設定し, 感応度分析により様々なパターンのシミュレーションを実施
目的関数	①供給熱量と目標熱量（1日1人当たり2300kcal）との差 ②7つの食品グループ別供給量と現供給量との差（※栄養バランスを考慮） ①②の加重平均値を最小化 - この他, 農家所得の減少, 食事量の変動, 環境負荷を目的関数に加えるパターンもあり

最新版のモデル構成図

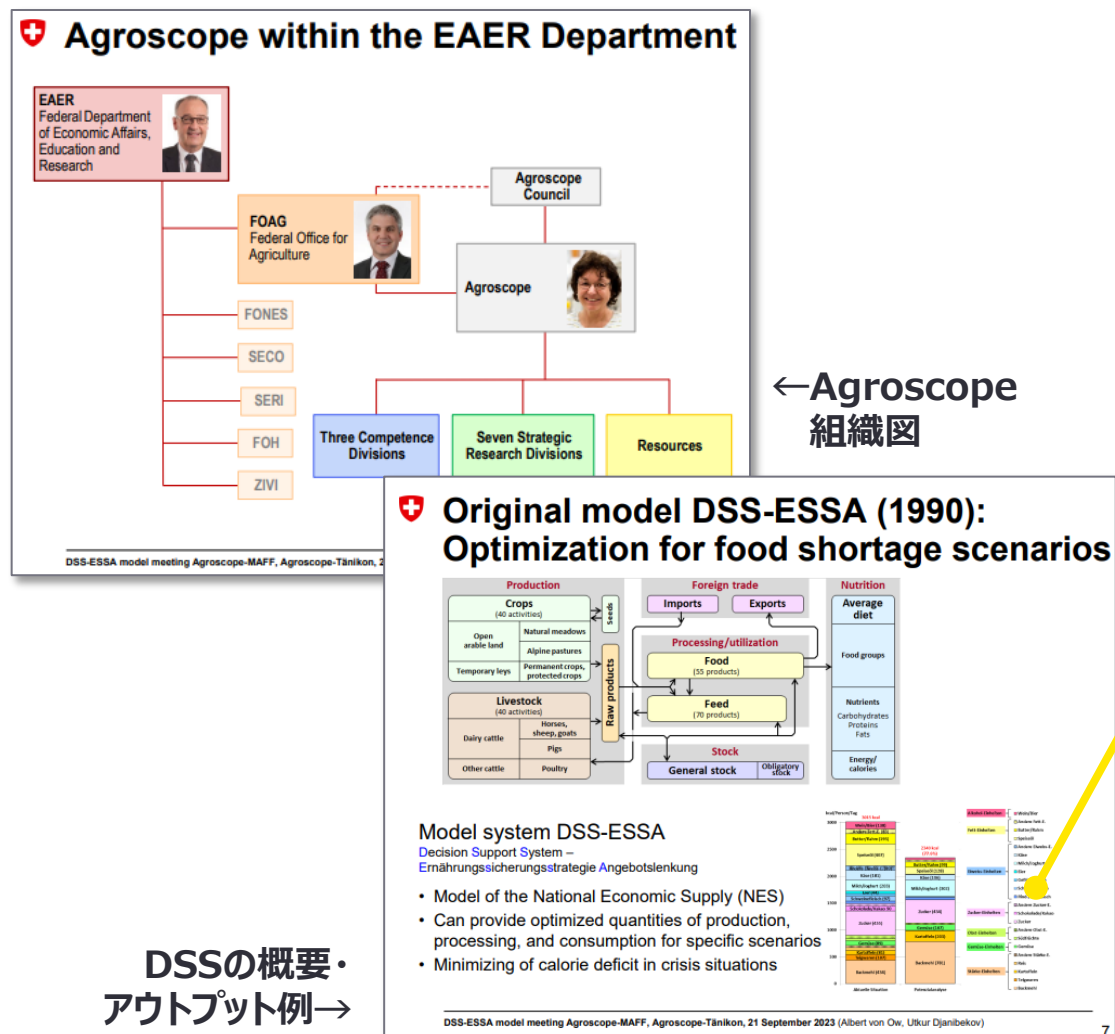


出所：[SWISSfoodSys: Swiss sustainable food systems model](https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/ressourcen/publicationen/swissfoodsyst.html)

1. スイスの食料確保のための意思決定支援システムに関する調査・分析の実施

運営主体であるAgroscopeの概要及び食料供給シミュレーションシステムの概要については、Agroscope提供資料等も参照し、調査を実施した

Agroscope提供資料（抜粋）



DSSの概要・
アウトプット例→

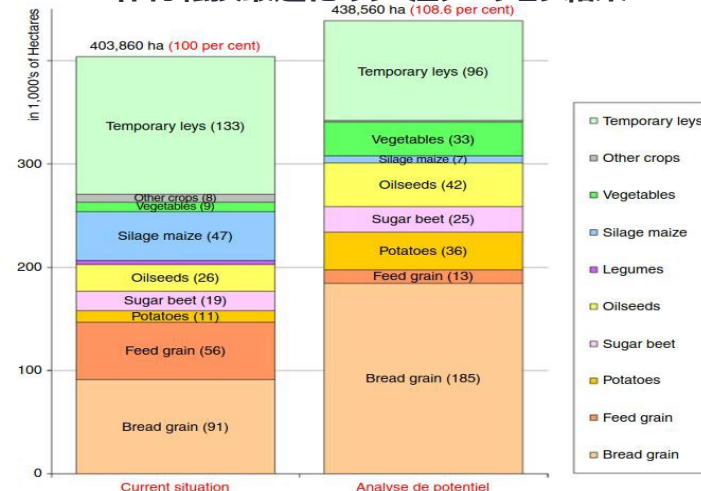
出所）Agroscope提供資料より抜粋

British Food Journal寄稿論文（抜粋）

消費最適化のシミュレーション結果



作付転換最適化のシミュレーション結果



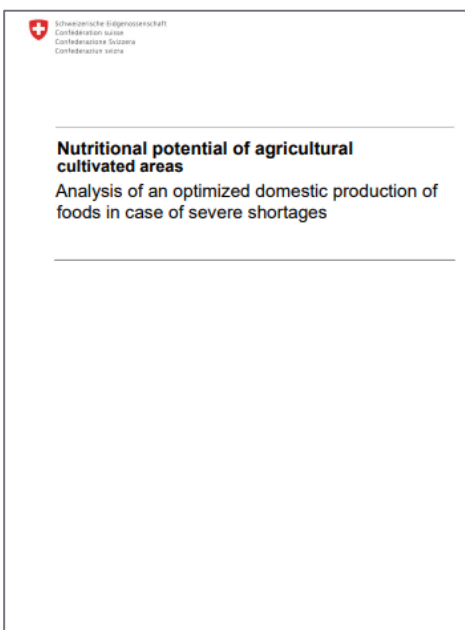
出所）Ali Ferjani, Stefan Mann, Albert Zimmermann, (2018) "An evaluation of Swiss agriculture's contribution to food security with decision support system for food security strategy", British Food Journal, <https://www.bwl.admin.ch/dam/bwl/de/dokumente/themen/lebensmittel/artikel_in_british_food_journal.pdf.download.pdf/British%20Food%20Journal.pdf>

1. スイスの食料確保のための意思決定支援システムに関する調査・分析の実施

スイスDSSの概要については、開発経緯や過去のシミュレーション結果、現状課題等について、以下のFONESの文献に詳細が記載されている

概要

- ▶ DSS-ESSAは国家経済供給庁（FONES）の危機予防手段として位置づけられている
- ▶ 分析方法：シナリオ（モデルパラメータ）、タスク（備蓄放出などの戦略的決定事項）を定義し、モデル変数や制限等をシステムに入力することでどの品目からどれくらいのカロリー摂取が必要か/可能か等、不測時の食料確保の最適化されたシミュレーション結果を生成
- ▶ 同システムは食料供給におけるナレッジベースのシステムとなっているため、食料の平均生産量などを含むデータベースの頻繁な更新が必要
➡2011年よりAgroscopeが同システムの更新を実施



深刻な食料不足時における国内生産のための栄養学的農地ポテンシャル分析 (2020)

1.2 国家経済供給の枠組みにおける生産最適化を通じた食料安全保障の発展

*一部抜粋・仮訳

<1940年～1990年>

- ▶ 1940年11月：フリードリヒ・トラウゴット・ヴァーレンによる栽培計画の発効
- ▶ 1978年：供給政策の憲法的根拠を変更するという文脈の中で、深刻な食料不足は不作等、あるいは他国、特に大輸出国の制限的な経済政策の結果によっても発生する可能性があることと述べられたことより、食料安全保障対策の発展に寄与
- ▶ 1967年：チューリッヒ大学によるコンピューターモデルに基づく定量的研究手法を活用した農作物計画の研究が完了、その後チューリッヒ工科大学による深刻な不足下での農業生産のためのモデルが研究された
- ▶ 1975年：同研究による栄養計画の基礎が完成
- ▶ 1980年：フライブルク大学のオートメーションおよびオペレーション研究研究所によって1980年バージョンのコンピューターモデルが開発された（DSS-ESSAモデル）
- ▶ 1990年：1990年栄養計画（EP90）において、フライブルク大学が開発したモデルが活用され、種子だけでなく食料、飼料、肥料の輸入が完全になくなった状況下での人口をまかなうための農耕地の面積が産出された

<1992年～2010年>

- ▶ 1990年代初頭：連邦国家経済供給庁（FONES）がフライブルク大学にEP90で活用されたモデルのフォローアップ研究を委託
- ▶ 1992年：EP90を基にした輪作地域の部門別計画（輪作面積の部門別計画）が発効

<2011年～現在>

- ▶ 2011年：DSS-ESSAシステムがAgroscope（連邦農業研究能力センター）による管理下に移行
- ▶ 2017年：環境影響評価の変数を追加（“Green DSS-ESSA”）
- ▶ 2023年：“Green DSS-ESSA”を拡張したモデル改変を行い“SwissFoodSys”に改称

出所）Potential Analysis (FONES) <https://www.bwl.admin.ch/dam/bwl/de/dokumente/themen/lebensmittel/potenzialanalyse.pdf.download.pdf/Potenzialanalyse_d.pdf>

目次

0. 事業実施概要

1. スイスの食料確保のための意思決定支援システムに関する調査・分析の実施

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析

2 – 1. 諸外国調査概要

2 – 2. 参照候補モデルの詳細調査結果

2 – 3. （参考）参照候補対象外モデルの調査結果

3. 総括及び今後への示唆

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析 2-1 諸外国調査概要 (1/3)

本事業では下記 6 つの諸外国モデルについて概要調査を実施。このうち、GTAP、CAPRI、SIMPLE-Gについては参照候補モデルとして詳細調査を実施した

#	モデル	概要	参照候補
1	The ERS Country-Commodity Linked System (CCLS) 	▶ 典型的な部分均衡分析を実施。日本モデル構築のベースとして参考となる可能性。また、<u>供給側変数に「技術」変数を導入している点も参考となる可能性</u> ▶ <u>全世界（44国・地域の区分）全32品目が同時均衡する反復モデル</u>。分析精度が高い ▶ 将来推計（回帰モデル）は、<u>目的変数に応じ分析者が適切なモデル・説明変数を設定</u>	コード公表 不可
2	GTAP 	▶ 学術研究・政策分析等（世界の貿易・サプライチェーン等の影響評価）に利用される一般均衡モデル ▶ 1992グローバル一般均衡モデルとしてThomas W. Hertel教授らが開発	
3	SIMPLE/ SIMPLE-G 	▶ <u>G-TAPデータが主要なインプットデータ</u>。日本データも含まれる可能性が高い ▶ 部分均衡分析による供給推計に基づく土地利用変化率のシミュレーション。最終アウトプットは土地利用変化だが、均衡分析の実数値も算出される ▶ <u>説明変数が少なくシンプルであるが、実績データとの比較では再現度の高いモデルとのこと</u>	
4	CAPRI 	▶ EU及び周辺諸国の市場・供給シミュレーション（需給・不測時シミュレーションが併存。部分均衡モデル/非線形計画モデル） ▶ 日本で模索すべき食料供給・需給シミュレーションの参考となる可能性有	
5	MAGPIE 	▶ 部分均衡分析により、<u>グローバル単位の土地利用・GHG排出等をシミュレーションするモデル</u>。<u>地理的座標別のミクロの地域別結果も算出可</u>。長期的・将来的には食料安保に係るグローバル課題と国内政策を接合するモデルとなる可能性もあり、先進事例として参照価値あり ▶ 最終アウトプットは土地利用・GHG排出等であるが、<u>収量予測をそれらの説明変数としている</u>。なお、インプットデータは生物学的データが含むため、経済シミュレーションモデルとしての参照時には留意が必要	環境シミュレーションが 主目的
6	KREI-KASMO 2020 	▶ 典型的な部分均衡分析を実施。日本モデル構築のベースとして参考になる可能性。<u>使用ソフトウェアはExcelのみ（Missouri大学の開発したスプレッドシートを利用）</u> ▶ USDAモデルと比較すると、<u>供給側の推計方法は品目別のより細かいカスタマイズがなされている（フローチャートも開示）</u>ため、一部参考となる可能性 ▶ シミュレーション結果は政府レポート・政策決定に活用されており、データ活用方針等についても参考となる可能性	コード公表 不可

前頁の各モデルの基礎情報は下表に整理した

項目		USDA 	GTAP Purdue University 		CAPRI 		Potsdam Institute for Climate Impact Research 	Korea Rural Economic Institute 
		The ERS Country- Commodity Linked System (CCLS)	GTAP	SIMPLE/SIMPLE-G	Supply Module	Market Module	MAGPIE4.0	KREI-KASMO2020
一般概要 情報	主たる 目的	アメリカ国内及び主要な輸出入国の5~20年間の主要変数（農業生産物需要量・生産量等）にかかる予測	学術研究・政策分析等（世界の貿易・サプライチェーン等の影響評価）	- 作物の需要と供給、土地利用、価格の変化の予測 - 環境や食料安全保障関連の政策が上記の予測に与える影響を分析	- EU市場・供給のシミュレーション、貿易・農業政策の影響、環境分析 - 有事シミュレーション（EU輸入途絶シナリオ）も一部実施	同左	- 農業生産コスト・環境影響を最小化するための土地利用パターンを導出 - 貿易データ等の外的要因をシナリオとして入力し、各シナリオにおける出力された主要変数（生産量、二酸化炭素排出量、人口等）を比較分析	- 農業政策の影響分析や農作物の需給予測 - 農業部門の外部ショック（石油価格、為替レート、GDP成長率等）や代替政策の分析のためのベースラインデータの算出 - 品目別の政策評価等が可能
	活用 場面	- 予算要求の根拠の提供（農業関連施策の予算・大統領予算作成時） - 政策シナリオの分析（例：エタノール生産量の変化が国内の農産物市場や農家所得に与える影響の評価＊1） - 対外公表（年次レポートの発行）	1992グローバル一般均衡モデルとしてThomas W. Hertel教授らが開発	学術研究（例：技術貿易:21世紀の食料安全保障の課題に対する潜在的な解決策、グローバル化の時代における食料と環境の安全保障の達成等）	欧州委員会の研究基金によって開発された生産、所得、貿易、環境に関する政策の評価を行うため開発	同左	環境保護団体（NGO/NPO）・国際機関による環境影響評価（例：IPCC評価報告書の気候変動シナリオ“Shared Socioeconomic Pathways”に活用	- 調査報告書（例：2024年「食料安全保障強化のための食料政策改善方策に関する研究」） - 年次レポート「Agricultural Outlook」 - 研究レポート（例：韓国の気候変動が食料供給に及ぼす影響と対策）
モデル・システム	活用 モデル	Recursive Partial Equilibrium Models（再帰的部分均衡モデル【仮訳】）	一般均衡モデル	部分均衡モデル	- 市場モジュール：部分均衡モデル - 供給モデル：非線形計画モデル	部分均衡モデル	部分均衡モデル	部分均衡モデル
	利用 システム名	Fortran	GEMPACK	GEMPACK	GAMS (solver: CONOPT)	同左	GAMS	Excel
	コード 開示 状況	不明	MyGeoHubウェブサイトにて公表 <MyGeohub - Home>	同左	ウェブサイト上で一般公表 ※GAMS又はJAVAをインストール済みであればDL可能	同左	GitHubウェブサイトにて公表 <https://github.com/magpie/emodel/magpie>	不明（※公開レポート上に記載有）

12

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析 2-1 諸外国調査概要 (3/3)

(前頁続き)

項目		USDA 	GTAP Purdue University 		CAPRI 		Potsdam Institute for Climate Impact Research 	Korea Rural Economic Institute 
		The ERS Country- Commodity Linked System (CCLS)	GTAP	SIMPLE/SIMPLE-G	Supply Module	Market Module	MAGPIE4.0	KREI-KASMO2020
対象データ	データ 対象国・地域	▶ 米国及び、主要貿易相手 国・地域（計44国・地域）	▶ 140か国	▶ 153の国・地域を5つの需 要地域と7つの供給地域に 分類	▶ EU加盟国、ノルウェー、西バ ルカン諸国等250の地域 （NUT 2）	▶ 77か国・40の貿易ブロックに分 割	▶ 全世界（10の地域に分 類）	▶ 韓国及び主要貿易国
	対象 品目	▶ 各国・地域ごとに異なる。最 大32品目（平均12品目）	▶ あらゆる財・サービスを包摂 ▶ 農産物を含む食品はその一 部として包摂（全65産 業）	▶ 農作物50品目（穀物と油 糧種子を含む）	▶ 57品目（貿易品目55品 目）	▶ 47品目の一次及び二次農 産物	▶ 農産物20品目、畜産物3 品目	▶ 農作物64品目、畜産物 11品目（計75品目）
	主な データ ソース	▶ PSDデータベース（米国農務 省外国農業局（FAS）の生 産、供給、流通データ） ▶ Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database （FAOSTAT） ▶ 各国の公開データ（生産・供 給・輸出入データ、政策デー タ） ▶ USDA Agricultural Baseline Database	▶ Agricultural Data: FAO ▶ Macro Data: 世界銀行 ▶ Trade data: UN Comtrade ▶ Protection Data: ITC (Tariff), OECD (PSE※ ¹), WTO (Export subsidies) ▶ Energy Data: IEA	▶ World Development Indicators（世界銀行） ▶ World Population Prospects (UN) ▶ FAOSTAT ▶ GTAP database ▶ GTAPBIO ▶ 関連論文	▶ EUROSTAT、FAOSTAT、 OECD等 ▶ EU農業会計データネットワ ーク （The farm accountancy data network, FADN）	▶ FAOSTAT(production, feed demand, processing demand, human consumption) ▶ AMAD Database（関税・ TRQデータ）	▶ FAO STAT ▶ GTAP Database ▶ IUCN（国際自然保護連 合）データベース ▶ WRI（World Resources Institute） データベース ▶ European Commission Joint Research Centre	▶ Global Insight Incデー タ ▶ 農林畜産食品部のデー タ ▶ 韓国銀行デー タ ▶ 韓国統計局デー タ ▶ S＆Pの貿易統計デー タ
主要 変数	内生 変数	▶ 供給データ（収穫面積、収 量、初期在庫等） ▶ 需要データ（総食料需要、 飼料需要、一人当たりの食料 需要等） ▶ マクロ経済データ（GDP、人 口、消費者物価指数等） ▶ 貿易データ（輸出入量） ▶ 価格データ（世界価格、輸 送コスト、石油コスト等） ▶ 政策データ（関税率、補助 金額、関税割当制度 （TRQ）等）	代表的な変数項目例※ ² ▶ 量・価格に関する変数 ▶ 政策変数、技術変化に関 する変数 ▶ Mobility Parameter ▶ スラック変数 ▶ 総額ベースの変数および収 入に関する変数 ▶ 効用に関する変数 ▶ 価値および所得変数 ▶ 構成に関する変数 ▶ 貿易収支に関する変数	▶ 需要データ（人口、商品価 格、価格弾力性、一人当 たり所得、所得弾力性、総 消費量） ▶ 供給データ（耕作地での作 物生産量、耕作地以外で の作物生産量） ▶ 政策データ（例：灌漑用 水の使用規制や農地拡大 規制等）	▶ 収量（各地域の農作物生 産活動（低収量と高収量の バリエーションで表示） ▶ 価格（同モデルでは世界貿 易モデルを用いて市場生産 価格のシミュレーション）	▶ 数量（各地域の農作物生 産活動に係る変数） ▶ 価格（市場価格・生産者価 格・消費者価格・加工マー ジン等）	▶ — （※モデルに内包される38 のモジュールから導出され る変数を内生変数として いる模様だが、詳細は要 確認）	▶ 耕作地データ（作付面積 等） ▶ 畜産データ（飼育数、収 量等） ▶ 需給データ（生産量、輸 出入量等） ▶ 価格データ（販売価格 等） ※詳細は後述参照
	外生 変数				▶ — （記載なし）	▶ 固定値：Fixed Parameters（行動関数、 技術的な変数、ベースライン 生産者価格等の価格変数、 政策介入や補助金を決定す る関数） ▶ 変動する数値：Scenario Parameters（需要変化、 行動関数の変化、政策介入	▶ 人口 ▶ GDP成長率 ▶ 地理的制約データ（潜在 的な作物収量、土地・水 制約等） ▶ 生産コスト ▶ 輸送費 等	▶ マクロ経済データ（GDP、 人口、物価上昇率、為替 レート） ▶ 国際原油価格 ▶ 国際価格（税率、関税割 当制度） ▶ 政府政策 13 ▶ 技術発展や気候条件等

目次

0. 事業実施概要

1. スイスの食料確保のための意思決定支援システムに関する調査・分析の実施

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析

2 – 1. 諸外国調査概要

2 – 2. 参照候補モデルの詳細調査結果

2 – 3. （参考）参照候補対象外モデルの調査結果

3. 総括及び今後への示唆

ドイツモデル（“CAPRI”）の調査・分析

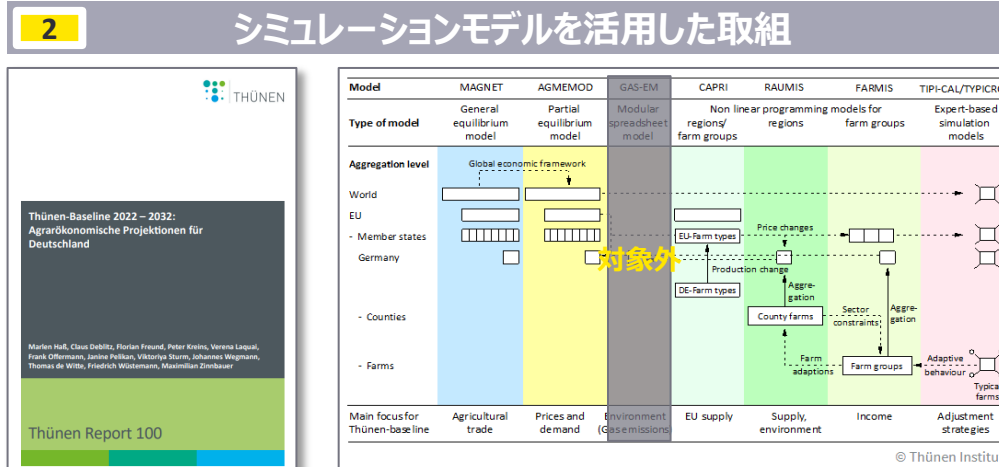
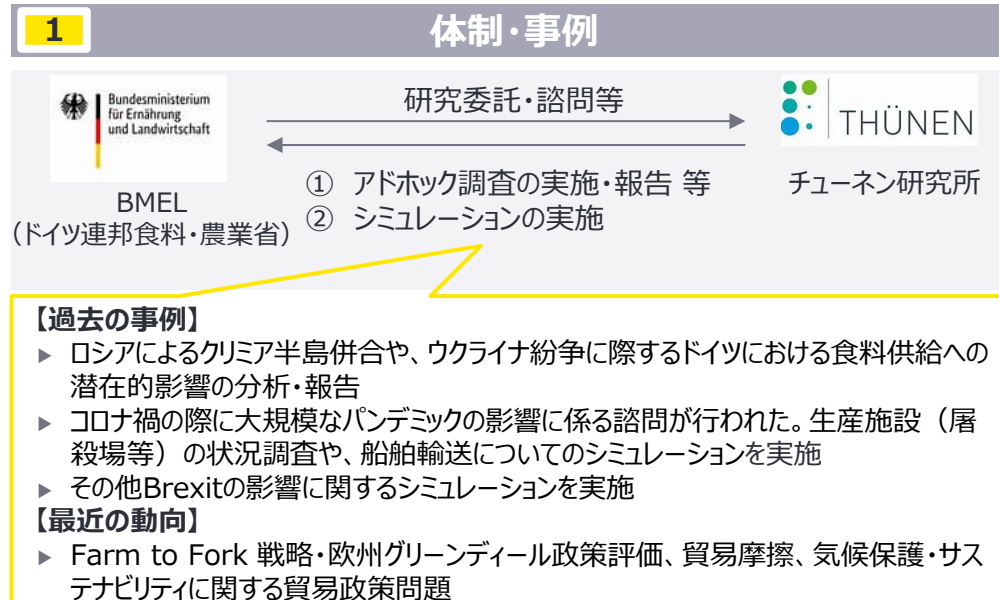


ドイツチューネン研究所の運用する食料供給シミュレーションモデル（“Thünen Modelling Network”）の概要は以下の通り

ヨハン・ハインリッヒ・フォン・チューネン研究所 （略称：チューネン研究所）

設立年	▶ 2008年
設立経緯	▶ 農村地域の活力ある発展に向け、浮かび上がるあらゆる課題に対する科学的な解を算出することを目的として設立された ▶ 同研究所は科学、政治、社会の3つの観点を学際的に考慮する独立した研究機関
組織概要	▶ ドイツ連邦食料・農業省（BMEL）傘下の研究機関であり、スイスのAgroscopeに相当する機関 ▶ BMELの予算で、要請に従い農林水産業に関する調査研究を実施。また、政策に関するコンサルテーションの機能も有する ▶ 同機関の実施する調査研究はBMELの要請・予算に基づき実施されるが、調査結果については学術的中立性が担保され、レポートは一般（科学雑誌、政府、企業、市民社会、一般市民等）へ公開されることとされているものの、秘匿性の高い内容が含まれる場合は別途政府より公開部分について指示が出される ▶ 15の研究所、19の分野を専門として扱っており、世界中の500以上の大学及びその他研究機関と協力し、科学的なコンペティションへの参加、若手科学者の育成にも力を注いでいる
関連情報	▶ 「 チューネン中期構想2021 」にて今後数年間の研究所の取組方針についての詳細な記載がある

チューネン研究所取組概要



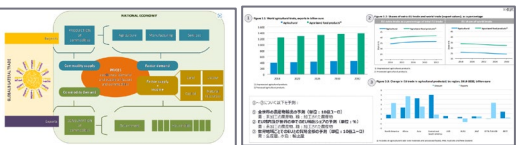
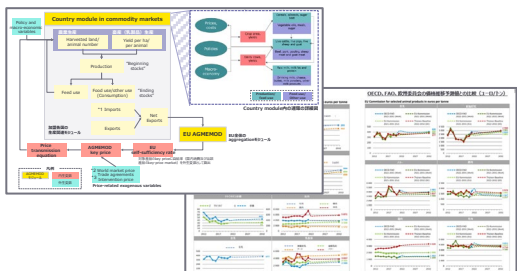
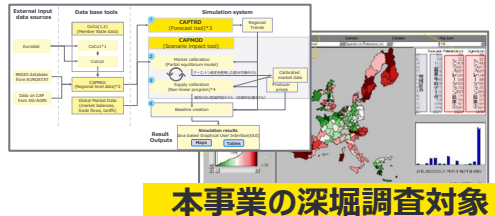
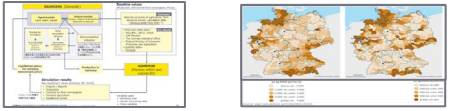
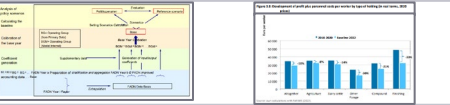
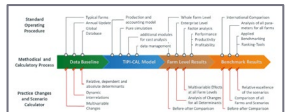
→“Modeling Network”の詳細及び本事業での調査方針案は次頁以降参照



2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析

2-2. 参照候補モデルの詳細調査結果 ドイツモデルの調査・分析 Thünen Modeling Networkの概要 (2/3)

ドイツチューネン研究所における”Modeling Network“を構成するシミュレーションモデルの概要・論点は以下の通り。本事業ではハイライトしたCAPRIモデルの深堀調査を実施

#	モデル	概要・論点	本事業での調査方針	(参考) 令和5年度のアウトプット
1	MAGNET	▶ 農産物の需給・価格（経済インパクト）を予測するための一般均衡モデル 【論点】 ▶ 食料供給シミュレーションとの統合可能性	▶ — (本事業の詳細調査優先度は低)	
2	AGMEMOD	▶ EU内での農産物の需給・価格や農業政策の影響を測る部分均衡モデル 【論点】 ▶ 食料供給シミュレーションとの統合可能性 ▶ 日本版Country Module構築の可否	▶ 食料供給シミュレーションとの統合可能性について検討 ▶ AGMEMODについては現状日本データがないため、Country Module構築の実現可能性を調査 ▶ 会員にコードを開示。必要に応じ加入・コード入手を検討	
3	CAPRI	▶ EU及び周辺諸国の市場・供給シミュレーション（需給・不測時シミュレーションが併存。部分均衡モデル/非線形計画モデル） 【論点】 ▶ 日本で模索すべき食料供給・需給シミュレーションの参考となる可能性有	▶ CAPRIを参考とした日本版シミュレーションシステムの構築可能性を調査 ▶ コードを一般公開しているため、必要に応じコード入手・初期的検討・分析	 本事業の深堀調査対象
4	RAUMIS	▶ ドイツ国内における環境シミュレーションを行う非線形計画モデル	▶ — (本事業の詳細調査優先度は低)	
5	FARMIS	▶ ドイツ国内における農家の生産価格等シミュレーションを行う非線形モデル	▶ — (本事業の詳細調査優先度は低)	
6	TIPI-CAL, TYPICROP	▶ 全世界の団体加盟メンバーを対象とした農家単位での政策シミュレーションモデル（専門家によるシミュレーションモデル）	▶ — (本事業の詳細調査優先度は低)	

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析

2-2. 参照候補モデルの詳細調査結果 ドイツモデルの調査・分析 Thünen Modeling Networkの概要 (3/3)

(参考) ドイツチューネン研究所の“Modeling Network”を構成する主要なシミュレーションモデル (CAPRI及びAGMEMOD) の概要情報を整理

項目		AGMEMOD 	CAPRI 	
			Supply Module	Market Module
一般概要情報	主たる目的	- EU内の生産・価格シミュレーション - EU農業政策（各国の加盟・離脱含め）シミュレーション（長期市場予測、政策分析）	- EU市場・供給のシミュレーション、貿易・農業政策の影響、環境分析 - 有事シミュレーション（EU輸入途絶シナリオ）も一部実施	▶ 同左
	開発経緯等	▶ 2001年以来、EU加盟国研究機関、政府機関、大学で構成されるパートナーシップで開発	▶ 欧州委員会の研究基金によって開発された生産、所得、貿易、環境に関する政策の評価を行うため開発	▶ 同左
モデル・システム	活用モデル	▶ 部分均衡モデル	- 市場モジュール：部分均衡モデル - 供給モデル：非線形計画モデル	▶ 部分均衡モデル
	利用システム名	▶ GAMS(シミュレーション), Excel (DB), R (方程式の予測), GTREE (モデルコード), GsePro (Interface)	▶ GAMS (solver: CONOPT)	▶ 同左
	コード開示可否	▶ 加盟団体に開示	▶ ウェブサイト上で一般公表 ※GAMS又はJAVAをインストール済みであればDL可能	▶ 同左
対象データ	データ対象国・地域	▶ EU加盟国及びマケドニア、ロシア、などの追加国	▶ EU加盟国、ノルウェー、西バルカン諸国等250の地域（NUT 2）	▶ 77か国・40の貿易ブロックに分割
	対象品目	▶ 国によって異なる：農産物最大20品目、食品17品目	▶ 57品目（貿易品目55品目）	▶ 47品目の一次及び二次農産物
	主なデータソース	▶ — AGMEMODのcountry moduleデータ	- EUROSTAT、FAOSTAT、OECD等 - EU農業会計データネットワーク（The farm accountancy data network, FADN）	- FAOSTAT(production, feed demand, processing demand, human consumption) - AMAD Database（関税・TRQデータ）
主要変数*	内生変数	政策変数（例：介入価格、（連動・非連動直接支払い、関税率割当）、要素資源、GDP、人口、為替レート、インフレ率、技術係数（例：脂肪含量）	- 耕作地の分配 - 数量（品目毎の生産量、飼料の組み合わせ等） - 価格（農業所得、生産コスト等）	- 数量（各地域の農作物生産活動に係る変数） - 価格（市場価格・生産者価格・消費者価格・加工マージン等）
	外生変数	▶ 国内外の農産物・食料市場における価格と数量	- 生産ユニット（Ha/head）（CAPTRD） - 価格変数（生産者価格、肥料価格、市場価格、補助金価格、輸入価格等） - 政策変数（quota, set-aside requirements等）	- 固定値：Fixed Parameters（行動関数、技術的な変数、ベースライン生産者価格等の価格変数、政策介入や補助金を決定する関数） - 変動する数値：Scenario Parameters（需要変化、行動関数の変化、政策介入）

CAPRIモデルではSupply Moduleにおいて価格・政策変数による域内農業生産・価格影響シミュレーションが可能。また、有事シミュレーションを実施した研究も存在

CAPRIモデルの概要・特長及び今後の検討方針（案）



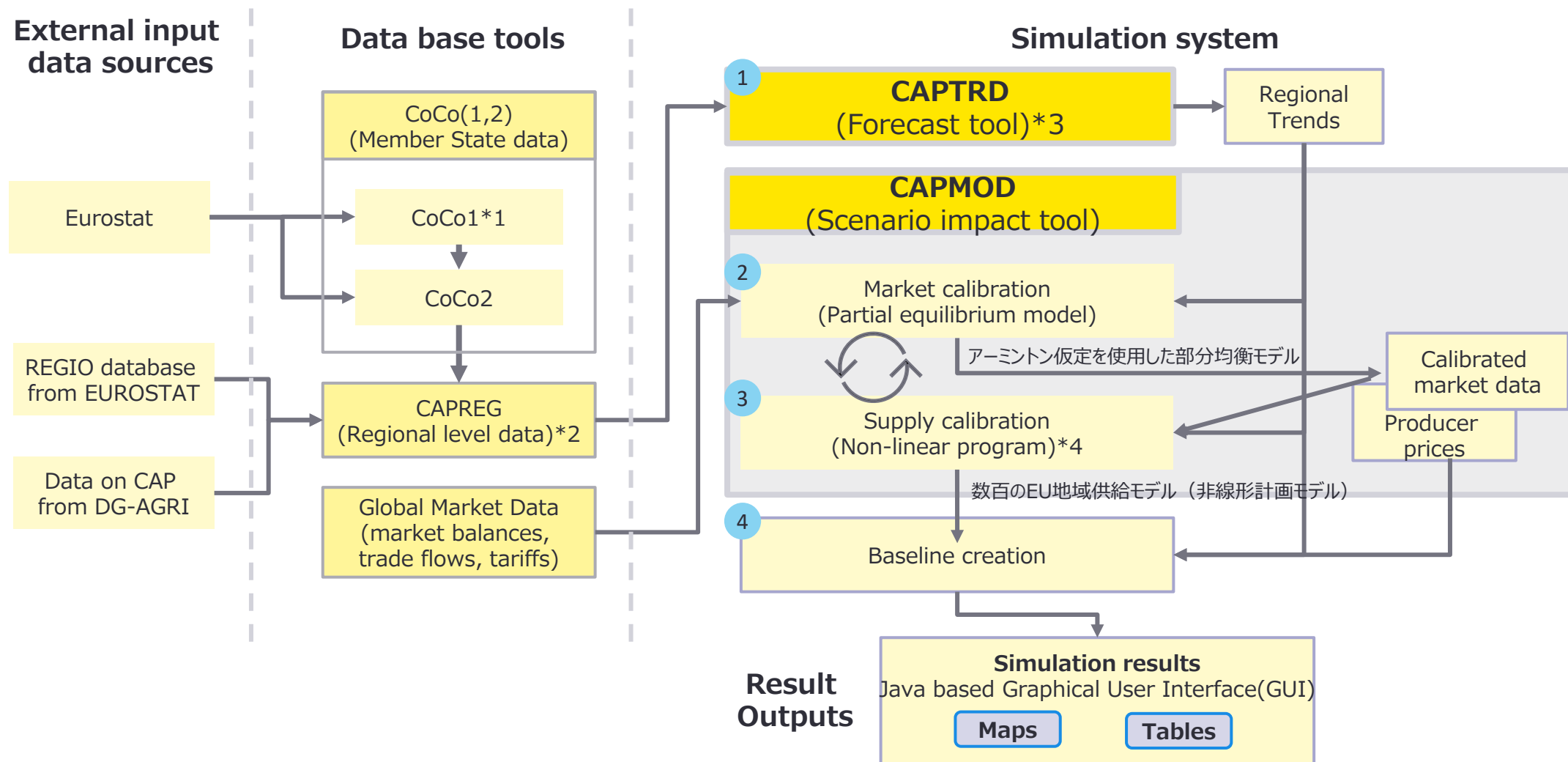
CAPRI (Supply Moduleのみ抜粋)

一般概要 情報	主たる目的	▶ EU市場・供給のシミュレーション、貿易・農業政策の影響、環境分析 ▶ 有事シミュレーション（EU輸入途絶シナリオ）も一部実施
	開発経緯等	▶ 欧州委員会の研究基金によって開発された生産、所得、貿易、環境に関する政策の評価を行うため開発
モデル・システム	活用モデル	▶ 市場モジュール：部分均衡モデル ▶ 供給モデル：非線形計画モデル
	利用システム名	▶ GAMS (solver: CONOPT)
	コード開示可否	▶ ウェブサイト上で一般公表 ※GAMS又はJAVAをインストール済みであればDL可能
対象データ	データ対象国・地域	▶ EU加盟国、ノルウェー、西バルカン諸国等250の地域 (NUT 2)
	対象品目	▶ 57品目（貿易品目55品目）
	主なデータソース	▶ EUROSTAT、FAOSTAT、OECD等 ▶ EU農業会計データネットワーク (The farm accountancy data network, FADN)
主要変数	内生変数	▶ 耕作地の分配 ▶ 数量（品目毎の生産量、飼料の組み合わせ等） ▶ 価格（農業所得、生産コスト等）
	外生変数	▶ 生産ユニット (Ha/head) (CAPTRD) ▶ 価格変数（生産者価格、肥料価格、市場価格、補助金価格、輸入価格等） ▶ 政策変数 (quota, set-aside requirements等)

特長及び検討論点（案）

有用性	有事シミュレーション（生産量・価格等への影響評価）が可能 SCシナリオは別モデルと接合の必要あり
メリット (何ができるか)	＜分析可能な主要範囲＞ • CAPRIモデルの場合は土地・政策変数が含まれているため、政策分析ツールとして使用可 • 農業生産者の利潤最大化モデルのため、特定の条件下における生産者・消費者への価格影響変化のシミュレーションが可能 ＜特長＞ • 輸入途絶等の有事シミュレーションも実施可能 ➡先行研究有。詳細は後述参照
検証課題	＜変数・品目における日本との整合性＞ • CAPを念頭に置いた政策変数を含むCAPRIモデルが、日本の農業政策シミュレーションにどの程度援用可能か • CAPRIの品目区分（55品目）について、日本の統計区分との紐づけが必要 ＜SCシナリオ設定＞ • グローバルSCシナリオ設定については、CAPRIのSupply Module単体では限界あり
今後の検討方針（案）	□ 日本モデルへの移植に際しては、EUと日本の差異（農政・品目区分）に留意した検討が必要 □ SCシナリオには、GTAPを外生的に接続することが可能であり、接続ロジック等の詳細を要検討

CAPRIのフローチャートは以下の通り。EU加盟国データをAggregateし、市場及び供給のシミュレーションを実施。CAPを変数に包摂。輸入途絶等の有事シミュレーションも実施



*1:主なインプットデータソースはEurostatであり、area statistics, farm and market balances, Economic Accounts for Agriculture, Agricultural pricesなどである。

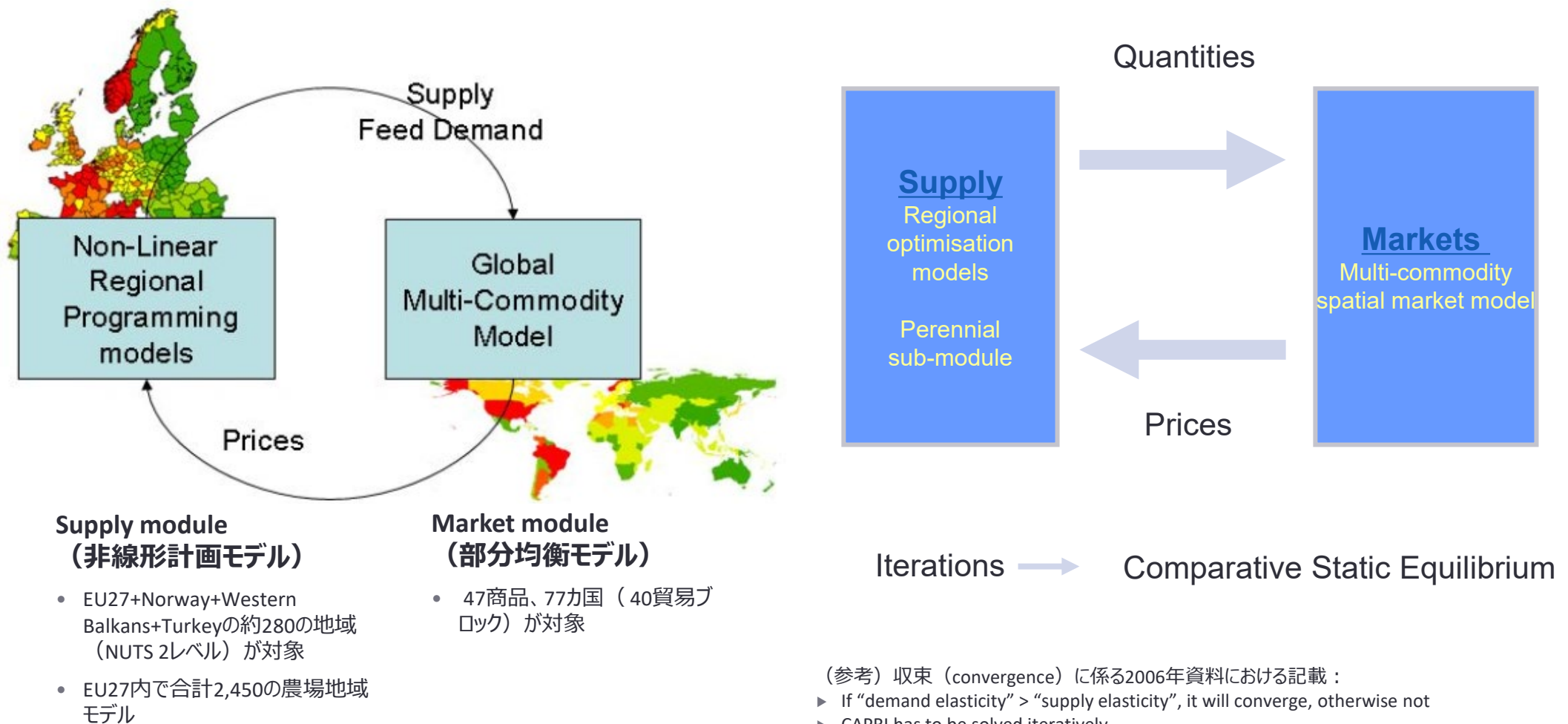
*2:CAPREGのインプットデータはengineering functions, results from econometric estimation for input/feed/fertilizer allocationを含む。

*3:トレンド分析はボン大学が実施。回帰分析の一種を用いている。予測データは、Step 1として、①外部機関 (FAO、EU、World Bank等) の予測値、②CAPRI内の線形トレンド分析 (MPM手法) を制約条件を付けずに整備、Step 2として、次の制約条件を設定し算出：市場バランス、収穫量、農業生産、価格、生産額と収入、消費者行動、加工品、政策、左記変数の成長率

*4:Supply calibrationの制約条件はArable and grass land, Feed requirements (energy, protein, fibre, min/max of certain feedingstuff etc.) ,per animal type, N,P,K balances, Set-aside obligations, Milk quota 20である。

Market Module (部分均衡モデル) が価格を算出。価格を外生変数とし、Supply Module (非線形計画モデル) がEU域内の生産量を算出 (両者は入れ子構造だが、一定の条件を満たせば収束)

Supply Model・Market Module (Global Multi-Commodity Model) における相関関係性の概念図



出所: <<https://www.capri-model.org/doku.php?id=start>>

- (参考) 収束 (convergence) に係る2006年資料における記載:
- ▶ If "demand elasticity" > "supply elasticity", it will converge, otherwise not
 - ▶ CAPRI has to be solved iteratively
 - ▶ Elasticities are chosen bases on economic criteria not to obtain convergence
 - ▶ ⇒ We will likely need some mechanism promote convergence in CAPRI

Supply Moduleの構造概念図を下図に整理。Market Moduleの価格を外生変数とした利潤最大化モデルにより域内生産量をシミュレーション。制約条件に政策変数等を設定

Supply Module概要

First stage

単位当たり生産に必要な 投入資材の最適な割合 (= 係数) の算出

- ▶ 生産者は、農畜産物の特定生産ユニット (Ha/head) 毎の収穫量に対して最適な "optimal variable input coefficients" (農畜産のnutrients (栄養) インプット (肥料・飼料)、種苗、農薬・医薬品、その他一般コスト (ユーティリティ、農機等) を決定
- ▶ 上記係数は、CAPTRDによるトレンド分析から算出されるベースライン (生産量) 及びインプット価格 (外生変数) に基づき営農コスト最適化によって決定される
- ▶ Nutrient requirement (栄養量要件) は上記プロセスの制約条件 (constraints) として設定される

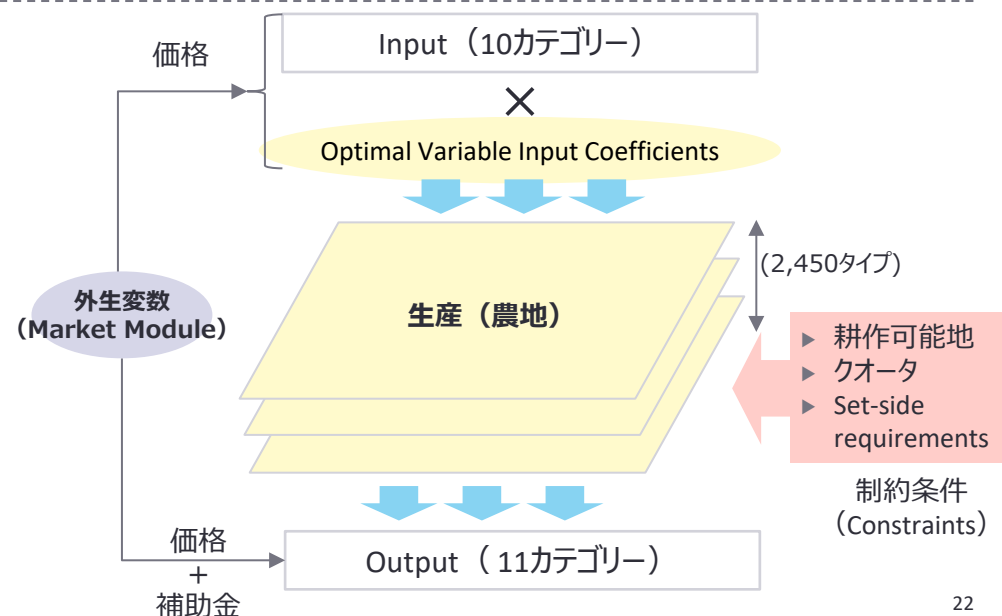
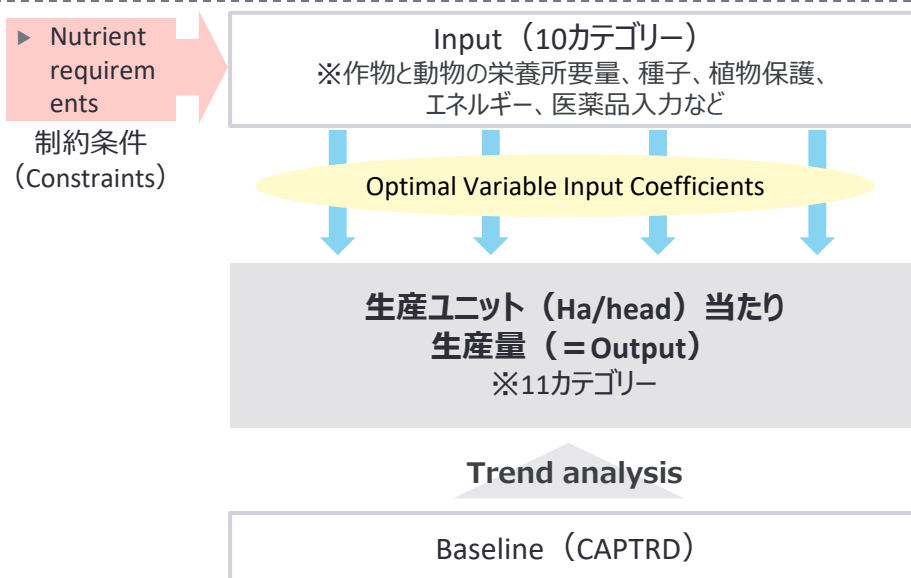
Second stage

生産者による利潤最大化モデルによる 対象域内の生産シミュレーション

- ▶ 農畜産生産活動の利益 (売上) 最大化とコスト最小化を達成するインプット (飼料・肥料等) の組合せが同時に決定
- ▶ 草地・耕作可能地の可用性・生産クォータを制約条件として、作付面積・生産可能範囲の上限が設定される。また、保留義務 (set-aside requirements) も制約条件として設定
- ▶ 肥料に係るNutrient requirementsは、堆肥由来の有機栄養素または化学肥料 (取引商品) のいずれかによって充足される必要がある (⇒肥料に係るロジックフローは後述参照)

概要

模式図



2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析

2-2. 参照候補モデルの詳細調査結果 ドイツモデルの調査・分析 シミュレーション先行研究（1/6）

CAPRIを用いた輸入途絶シナリオシミュレーションの研究報告が2023年に公表されている

CAPRIを用いた輸入途絶シナリオシミュレーションの研究論文概要

Received: 24 May 2023 | Revised: 4 September 2023 | Accepted: 6 November 2023
DOI: 10.1111/twec.13537

Check for updates

ORIGINAL ARTICLE

The World Economy WILEY

EU agriculture under an import stop for food and feed

Ferike Thom^{1,2} | Alexander Gocht¹ | Harald Grethe²

¹Institute of Farm Economics, Thünen Institute, Braunschweig, Germany
²International Agricultural Trade and Development Group, Faculty of Life Sciences, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Germany

Correspondence
Ferike Thom, Institute of Farm Economics, Thünen Institute, Bundesallee 63, 38116 Braunschweig, Germany and International Agricultural Trade and Development Group, Faculty of Life Sciences, Humboldt-Universität zu Berlin, Hannoversche Straße 27, 10115 Berlin, Germany.
Email: ferike.thom@thuenen.de

Funding information
Bundesministerium für Bildung und Forschung, Grant/Award Number: 031B0730 C; Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Abstract
Recent disruptions in international trade have had significant impacts on consumers and producers worldwide and stemmed from various reasons. This study aims to identify key vulnerabilities in EU agriculture by examining an import stop on food and feed products. By conducting this stylised simulation using a global PE model (CAPRI), the authors analyse the adjustment mechanisms within the sector, investigate regional differences within the EU and test the model's ability to depict such a comprehensive scenario. The findings suggest that oilseeds are most affected by an import stop due to their high import share. Meat is indirectly impacted as it relies on imported soy for animal feed, whereas other products with high self-sufficiency levels are hardly affected. In response to the import stop, EU production expands, increasing nitrogen surpluses, particularly in regions already facing critical levels. Meat production partially moves out of the EU, increasing global GHG emissions. EU consumers are negatively affected by increased prices, leading to an overall welfare decrease in the EU with exceptions for few member states. Alongside EU imports, exports decrease, affecting prices and welfare outside the EU. In the least developed countries, prices increase especially for products that are already consumed less than recommended.

This is an open access article under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
© 2023 The Authors. *The World Economy* published by John Wiley & Sons Ltd.

World Econ. 2023;00:1–28. wileyonlinelibrary.com/journal/twec | 1

<摘要>

- EU農業において農産物の輸入量減少がもたらす経済的影響を、CAPRIモデルを用いて評価
- 分析の結果、輸入依存度の高い油糧作物やその他関連作物が最も大きな影響を受けることが判明

<目次>

1. INTRODUCTION
2. METHODS
 - 2-1. The model
 - 2-1-1. Selection criteria for the model
 - 2-1-2. The CAPRI global market module
 - 2-1-3. The CAPRI supply module
 - 2-2. Scenario implementation
 - 2-2-1. The baseline scenario
 - 2-2-2. The import stop scenario
3. RESULTS
 - 3-1. Categories of product groups
 - 3-2. Economic implications
 - 3-2-1. General market balance
 - 3-2-2. Market balance for oilseeds
 - 3-2-3. Regional differences in production changes in the EU
 - 3-2-4. Trade between the EU and the rest of the world decreases
 - 3-2-5. Changes in global producer prices
 - 3-2-6. Changes in EU welfare
 - 3-3. Negative environmental implications
4. DISCUSSION AND LIMITATIONS
5. CONCLUSION AND POLICY IMPLICATIONS

同論文では、CAPRIの55貿易品目中、商品作物等を除く44品目の輸入の極端な減少を想定。その上で、途絶影響度合いにより品目を3分類に整理（油糧作物の影響が最大）

同論文で仮定された輸入途絶シナリオの概要

- 輸入停止シナリオは、以下のいずれかのケースと想定
 - ①EUによる輸入停止、②EUの貿易相手国の決定によるEUへの輸出停止、③その他の理由による貿易の混乱
※上記シナリオにおける報復的措置等の政治的ファクターは捨象する
- 貿易品目の44品目/55品目について、EUへの輸入の大幅減少を想定
 - 輸入途絶想定の対象外品目：
 - 品目EU域内で生産できない商品（コーヒー、紅茶、ココア）
 - 農業非食品（繊維製品、タバコ、バイオディーゼル、バイオエタノール）
⇒上記品目は国産品で代替できないか、食生活や農業のバリューチェーンに大きく貢献しないため、シナリオから除外
- 貿易品目の44品目/55品目について、EUへの輸入の大幅減少を想定
 - その結果、輸入途絶の影響度の別に品目を区分したのが右表（⇒Table1）

Table 1. Categories of product groups and their relationships to each other

Group 1: Directly affected (net imported by EU)	
Oilseeds, i.e.	Used for oil production and animal fodder
Soybean	High import shares. Little EU production and production potential
Rapeseed, sunflower seed	Lower import dependency than for soybeans. Substitutes for soybeans in animal fodder and oil/biodiesel production
Oilseed cakes	By-product of processing oilseeds to oil. Used for animal fodder, alongside cereals and distilled dried grains (DDGS)
Other field crops, i.e. pulses and potatoes	Used for human consumption and animal feed at equal shares. Substitutes for cereals and oilseeds
Group 2: Indirectly affected by import stop of group 1 (EU net trade position differs)	
Meat	Meat production depends on oilseeds and oilseed cakes as feed, especially for pig and poultry, which dominate EU meat production. Less for beef, as for cattle grazing and fodder are additional sources of feeding
Other animal products, i.e. raw milk and eggs	Production of eggs and to a lesser extent milk depends on imported animal feed. Raw milk is not traded internationally but is processed to dairy products first
Oils	Used for human consumption and biodiesel production Sunflower and olive oil are produced predominantly by domestically produced sunflower seed respectively olives, whereas rapeseed oil is made both of domestically produced and imported rapeseed. Soya oil is imported or made from imported soybeans
Group 3: Relatively unaffected by import stop (net exported by EU)	
Cereals	Used for feeding animals, human consumption, bioethanol production. DDGS are a by-product of bioethanol production
Dairy products	Cattle relies less than other animals on oilseed as feed as grazing and other locally produced fodder are also important
Other: Heterogeneous product categories with ambiguous reactions	
Vegetables and fruit	Heterogeneous category, therefore individual products are affected differently by the import stop. EU is a net importer for the overall category and specific products (e.g. bananas in sub-category 'other fruits'), but net exporter for other products (i.e. tomatoes, apples, table olives and wine). In the current model specification, there are limited options for substitution both on the demand and the supply side
Secondary products	Heterogeneous category. The EU is a net importer for most products of this category (milled rice, feed concentrates, biodiesel, bioethanol, sugar). Imports are often small compared to domestic production, but domestic production of some products depends on imported inputs (e.g. oilseed for biodiesel production)

- Group1. Directly affected (net imported by EU) : Oilseeds, Oilseed cakes, Other field crops
- Group2. Indirectly affected (EU net trade position differs): Meat, Other animal products, Oils
- Group3: Relatively unaffected (net export by EU)

⇒上記の影響シミュレーション結果については次頁に記載

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析

2-2. 参照候補モデルの詳細調査結果 ドイツモデルの調査・分析 シミュレーション先行研究（3/6）

前頁のグループ別のVC別影響（実数値）は下表の通り。途絶の影響が最大の油糧作物については、平時シナリオと輸入途絶シナリオにおける比較が、以下の通り詳細に図示されている

各グループの品目区分別の影響度合い（実数値）

TABLE 2 Changes in the market balance and producer prices in the EU (absolute quantity changes in million tonnes and percentage changes).

	Source		Use					Biofuel processing	Producer price
	Imports	Net production	Exports	Human consumption	Feed use	Processing			
Group 1: Directly affected									
Oilseeds	-17.316	14.023	-2.532	-0.143	-0.541	-0.077			
	-90%	51%	-83%	-7%	-27%	0%		74%	
Oilseed cakes	-21.071	-0.860	-1.600	0.004	-19.996	-0.338			
	-91%	-3%	-87%	2%	-44%	-75%		69%	
Other field crops	-6.397	8.107	-2.247	5.816	0.419	-2.278			
	-98%	19%	-63%	19%	11%	-22%		11%	
Group 2: Indirectly affected by import stop of group 1									
Meat	-0.677	-3.850	-4.111	-0.224		-0.193			
	-90%	-9%	-58%	-1%		-41%		26%	
Other animal products	-0.006	-1.839	-0.566	0.030	-0.004	-1.304			
	-95%	-1%	-34%	1%	-14%	-1%		14%	
Oils	-8.642	0.139	-1.533	-0.278	-0.149	-5.057	-1.921		
	-92%	1%	-63%	-3%	-18%	-75%	-28%	33%	
Group 3: Relatively unaffected by import stop									
Cereals	-22.199	2.758	-13.443	1.546	-3.043	-5.019	0.518		
	-94%	1%	-33%	2%	-2%	-28%	5%	7%	
Dairy products	-0.217	-0.034	-0.613	0.457	-0.047	-0.047			
	-93%	0%	-12%	1%	-3%	-13%		7%	
Other: Heterogeneous product categories with ambiguous reactions									
Vegetables and fruits	-16.217	13.779	-7.189	6.330	-0.484	-0.909	-0.187		
	-53%	11%	-32%	5%	-18%	-24%	-12%	31%	
Secondary products	-0.901	1.130	-0.394	0.141	-0.222	-0.080	-0.345		
	-34%	6%	-15%	1%	-69%	-5%	-12%	10%	

Note: Imports and exports without intra-trade, human consumption including losses.

輸入途絶による影響が最大の油糧作物の影響結果詳細

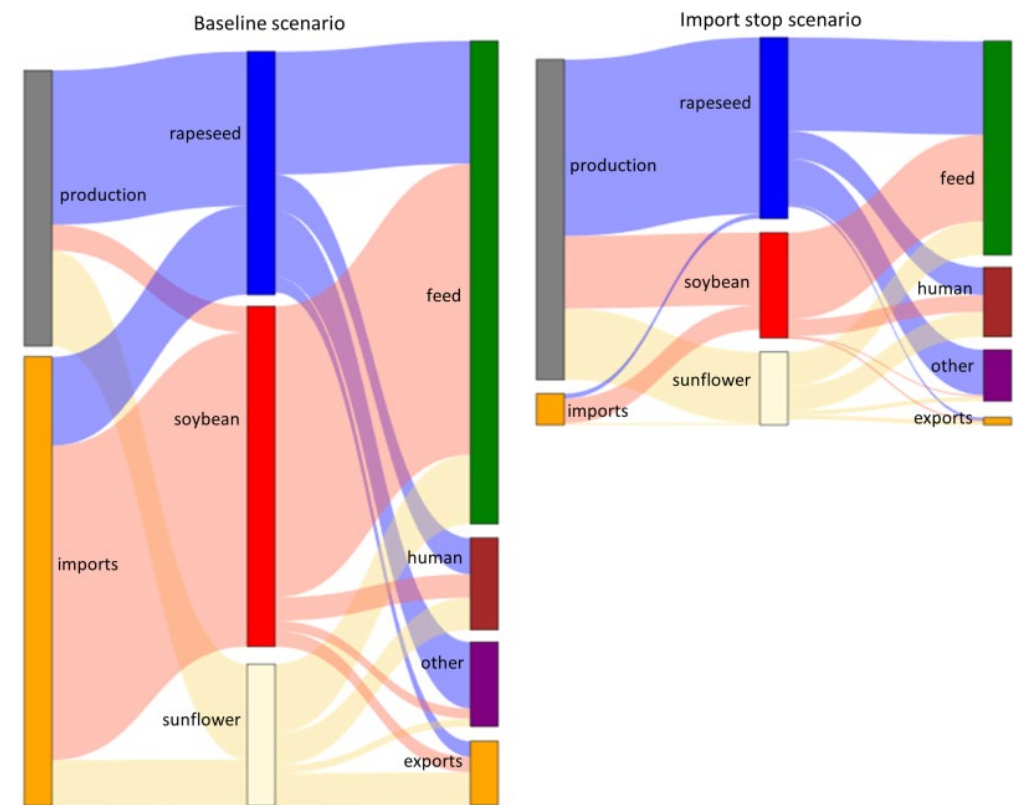


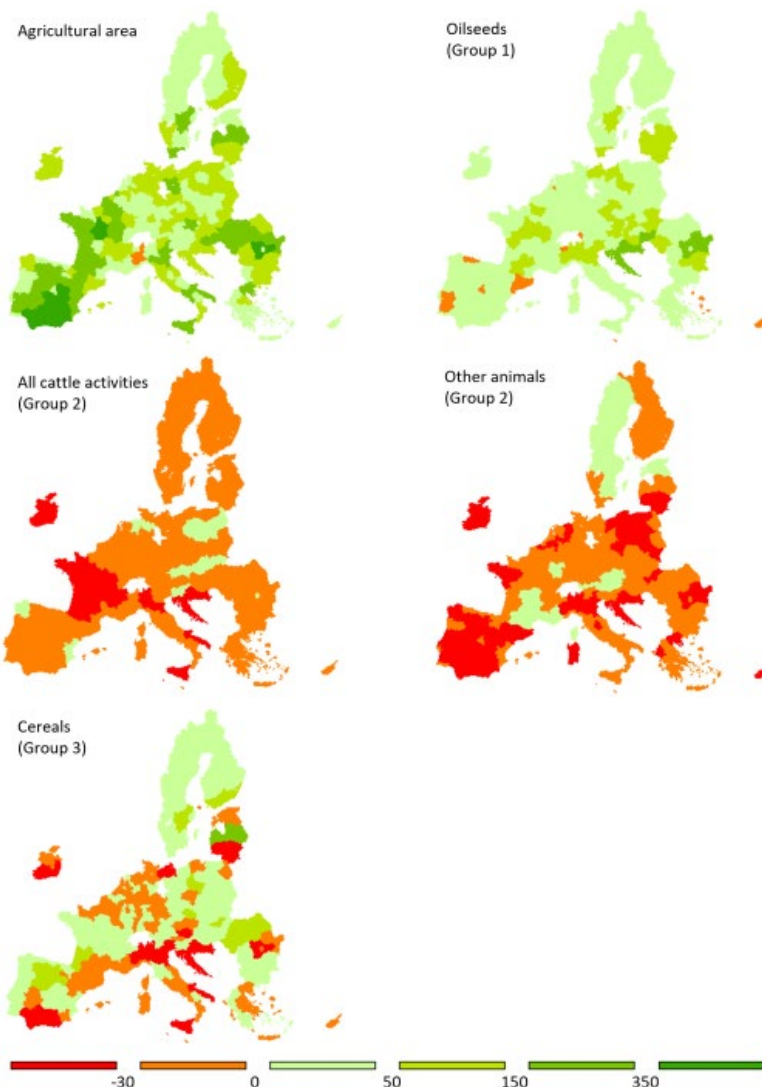
FIGURE 1 Market balance of oilseeds in the EU. Imports and exports without intra-trade, human consumption including losses (see Table A3 for absolute values).

Group1 の中で、最も影響を受けるOilseeds（Soybean, Rapeseed, Sunflower seed）の影響について、シミュレーション結果を詳細に図示

シナリオシミュレーションによる影響評価については、前出vc別影響の他に、①農地・生産量変化、②消費者・生産者価格影響変化、③貿易バランス、に関する結果も得られている

①農地・生産量変化・②消費者・生産者価格影響変化・③貿易バランスに関するシミュレーション結果

①農地・生産量変化



②消費者・生産者価格影響変化

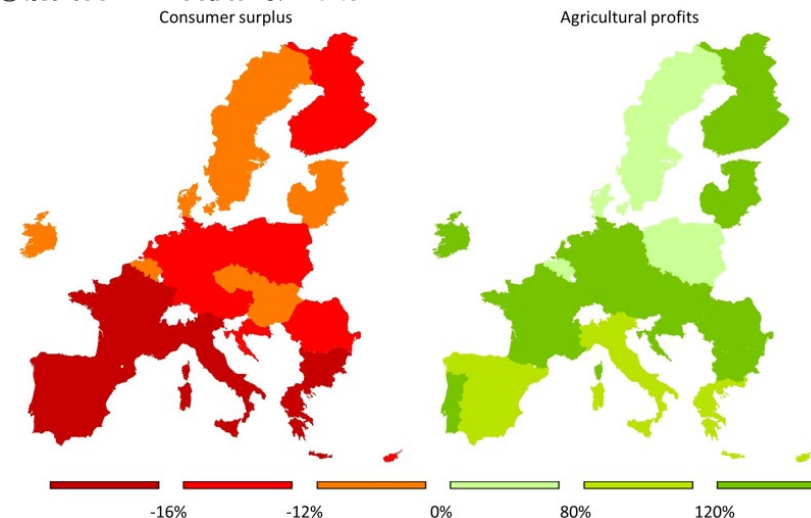


Figure 5. Changes in consumer surplus and agricultural profits (percentage changes)

③貿易バランス

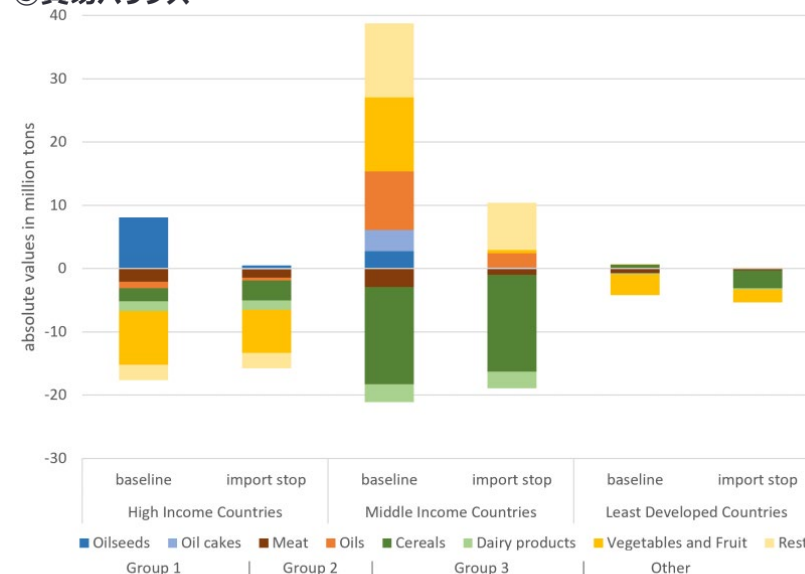


Figure 3 Changes in trade with the EU (absolute values)

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析

2-2. 参照候補モデルの詳細調査結果 ドイツモデルの調査・分析 シミュレーション先行研究（5/6）

CAPRIとGTAPを接合したグローバル・地域相互の影響シミュレーションの先行研究が以下の通り実施されている（本事例はバイオ燃料および環境影響評価）

Wolfgang B. & Hertel T. (2009) “Impacts of EU Biofuels Directives on Global Markets and EU Environmental Quality: An integrated PE, Global CGE analysis”概要

Agriculture, Ecosystems and Environment 142 (2011) 102–109

Contents lists available at ScienceDirect

Agriculture, Ecosystems and Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/agee

Impacts of EU biofuels directives on global markets and EU environmental quality: An integrated PE, global CGE analysis

Wolfgang Britz ^{a,*}, Thomas W. Hertel ^b

^a University of Bonn, Institute for Food and Resource Economics, Nussallee 21, D-53115 Bonn, Germany
^b Purdue University, USA

ARTICLE INFO

Article history:
Received 3 July 2009
Received in revised form 27 October 2009
Accepted 3 November 2009
Available online 2 December 2009

Keywords:
Induced land use change
Biofuels
Model linkage

ABSTRACT

As policy makers become increasingly aware of the impact of their decisions on the global economy, as well as the impact of developments in the global economy on regional and national resource use, the demand for cross-scale analysis of economic and environmental policies has become a high priority. This paper contributes to this literature by developing a new methodology to link two widely used policy models in order to provide an integrated assessment of the environmental impacts of EU biofuels mandates. By combining the CAPRI model of EU agricultural production and resource use with the GTAP model of global trade and land use, we are able to estimate both the global impacts of EU biofuels policies as well as the detailed, regional changes in land use and nutrient surplus.

The applicability of this combined modeling approach extends well beyond biofuels. It could offer important insights into the global impacts of EU agricultural policy reforms, as well as analysis of the EU-regional impacts of global agreements on trade policy or climate change mitigation. In short, the methodology developed in this paper holds great promise for future, cross-scale analysis of global issues bearing on agriculture, land use and the environment.

© 2009 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Both the EU and the US have implemented biofuel mandates with the aim of reducing their dependency on fossil fuels while simultaneously abating Green House Gas (GHG) emissions. These policies provoke simultaneous adjustments of agricultural production and demand patterns around the globe which, in turn affect global externalities such as GHG emissions, as well as regional and even local externalities such as increased nutrient loads in ground and surface waters. Integrated impact assessment, which is now compulsory for any larger EU legislative project, will require consistent evaluation of the economic, social and environmental effects of proposed legislation. Such analyses will typically build on the application of a combined set of tools, each operating on different spatial scales.

Nowhere is this more evident than in the current debate over biofuel mandates. Recent studies (Searchinger et al., 2008; Fargione et al., 2008) have questioned the value of such mandates for reducing global warming due to the important role of indirect Land Use Change (iLUC) in increasing GHG emissions. The basic idea is that, with a relatively unchanged global demand for food, the diversion of agricultural products into the energy economy will induce cropland conversion, as new land is brought into production in order to satisfy existing global food demands. If these converted lands are high in carbon content such as tropical forests or peat bogs, then the net impact of the biofuels program on GHG emissions may be adverse. Indeed, in the case of corn ethanol produced in the US, Searchinger et al. (2008) suggest that GHG emissions could even double, when compared to the continued use of petroleum products. While their analytical framework is relatively simple, the papers by Searchinger et al. (2008) and Fargione et al. (2008) make a compelling case for considering iLUC in any assessment of the environmental impacts of biofuel mandates.

As a consequence of these discussions, and the increasing concern with global warming, some of the recent biofuel mandates have included provisions restricting the renewable fuel standards to biofuels which meet minimum GHG reduction standards, inclusive of iLUC effects. Indeed, in April of 2009, the California Air Resources Board approved their new Low Carbon Fuel Standard, which explicitly accounts for iLUC in determining the total GHG emissions associated with each feedstock. However, the Board explicitly called for additional expert input on this subject. The 2007 US Renewable Fuels Standard requires that corn ethanol contribute to at least a 20% reduction in GHG emissions, relative to petroleum products, inclusive of emissions associated with iLUC.

* Corresponding author at: Institute for Food and Resource Economics, University Bonn, Nussallee 21, D-53115 Bonn, Germany. Tel.: +49 (0)228 73 2502; Fax: +49 (0)228 72 4809.
E-mail address: wolfgang.britz@uni-bonn.de (W. Britz).

0167-8809/\$ - see front matter © 2009 Elsevier B.V. All rights reserved.
doi:10.1016/j.agee.2009.11.003

<摘要>

- 本論文は、EUのバイオ燃料政策の環境影響を評価するために、CAPRIモデルとGTAPモデルを結合する新しい方法論を開発し、農業、土地利用、環境問題のグローバルな分析に応用可能であることを示す。

<目次>

1. Introduction
2. Methods
 - 2-1. Overview
 - 2-2. Linking crop supply response
 - 2-3. Simulation methodology
3. Results
 - 3-1. Scenario description
 - 3-2. Commodity market impacts
 - 3-3. Global land use impacts
 - 3-4. Detailed EU land use impacts
 - 3-5. Environmental effects in the EU at the regional level
 - 3-6. Uncertainties and areas for future research
4. Conclusions

<結論>

- CAPRIモデルとGTAPモデルを組み合わせたモデリングアプローチは、バイオ燃料のみでなく、貿易政策や気候変動緩和等に関する世界のシナリオのEU地域への影響分析にも応用可能。今後、農業、土地利用、環境に影響を与えるグローバルな問題に関する分析が可能となる。

同研究では、GTAPとCAPRI (Supply Module) を接合し、価格シナリオ別のグローバル・EU域内(国別)の影響シミュレーションを実施。本方法論は食料安保に応用可能と想定される

- GTAPモデル (EUの収益関数をModify) とCAPRIの地域別供給モジュールを連結したシミュレーション実施事例。
- EU域内のBiofuelの価格弾力性パラメーターによるシナリオ設定を行い、GTAPによりグローバルな土地利用への影響、及びGTAPの返す均衡価格を外生的に用いたCAPRI供給モジュールによるEU域内土地利用影響シミュレーションの双方を実施。

CAPRI・GTAP連結によるBiofuel価格変動シナリオに伴う土地利用影響シミュレーション：概念図

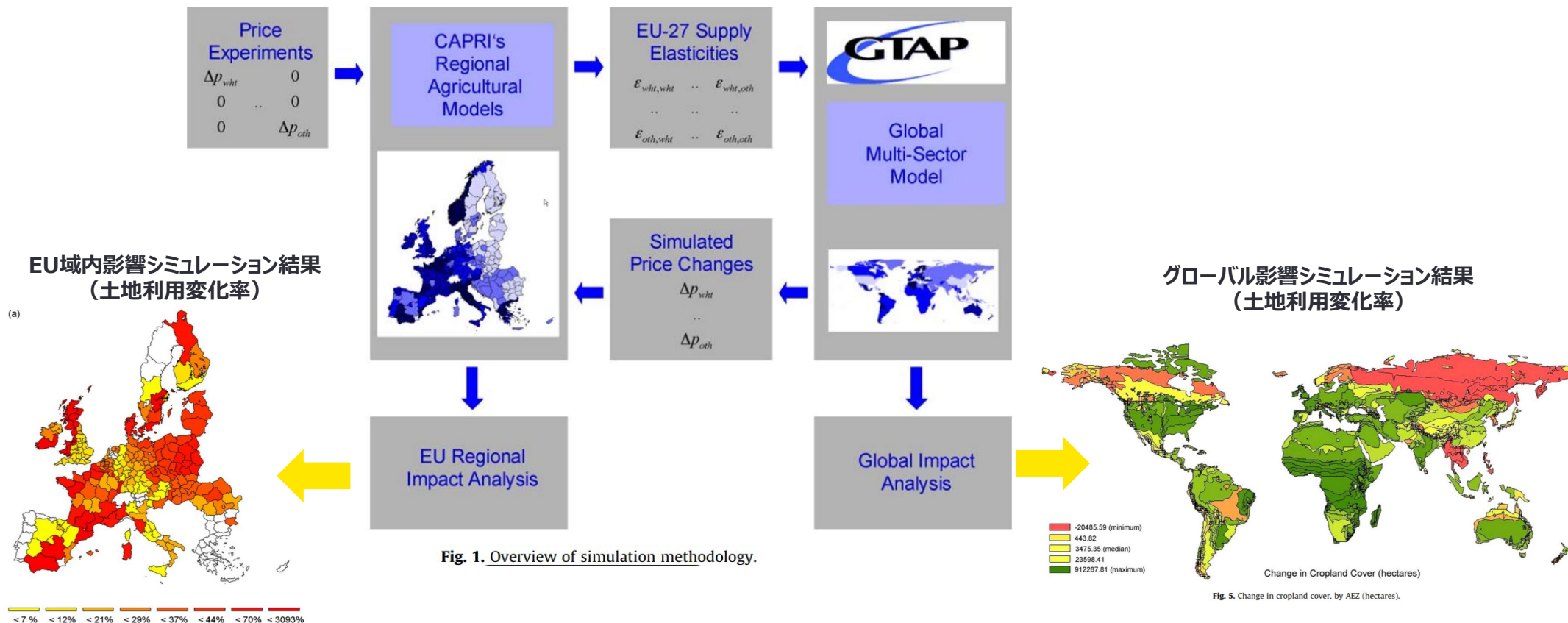


Fig. 1. Overview of simulation methodology.

Fig. 5. Change in cropland cover, by AEZ (hectares).

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析

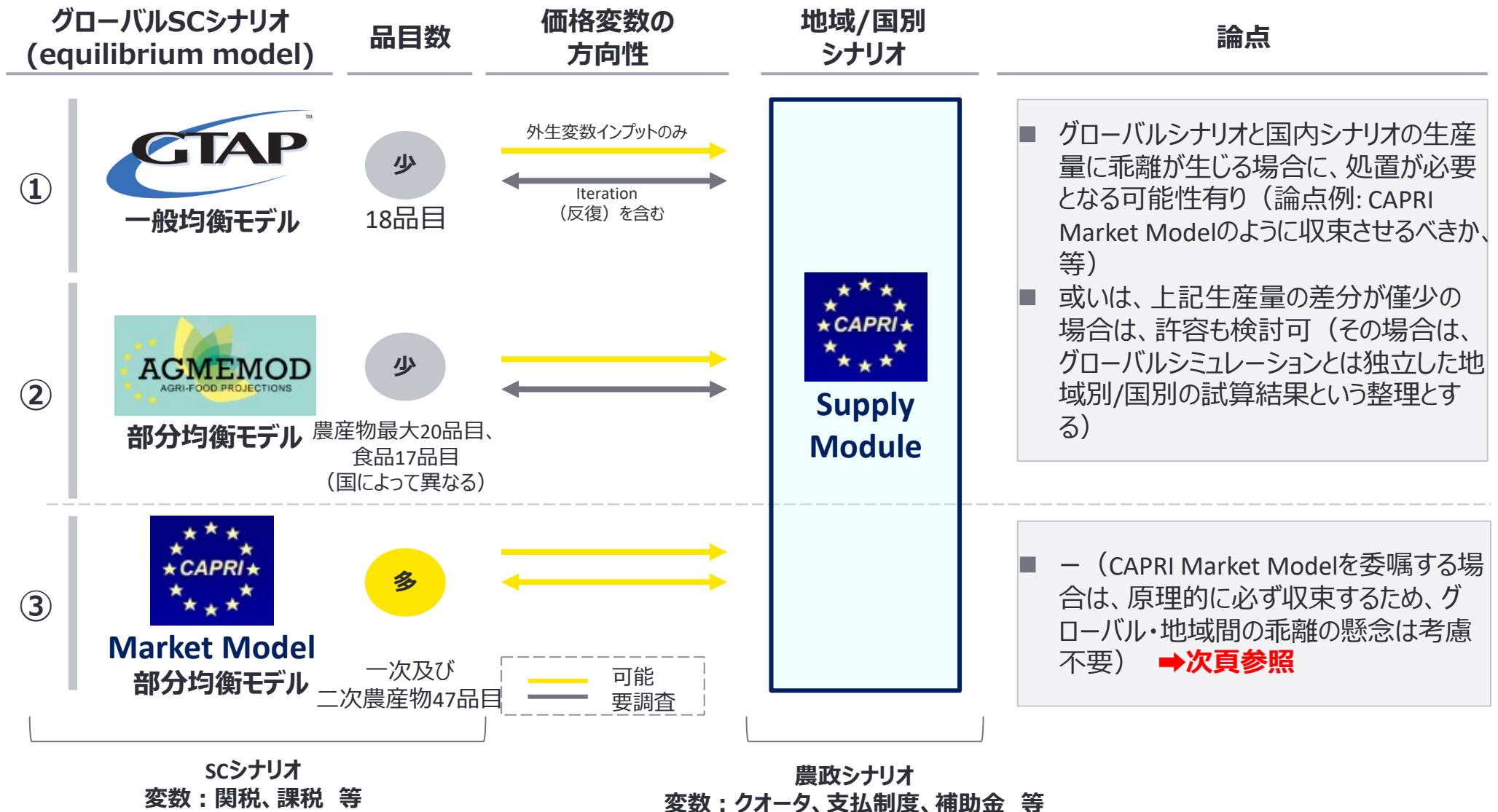
2-2. 参照候補モデルの詳細調査結果 ドイツモデルの調査・分析 研究機関へのヒアリング

CAPRIベースとした日本版モデル構築に係る論点・検証事項を以下の通り整理した

主要論点	現状の把握状況及び追加検証事項
1. CAPRIの概要と主な特徴（特に日本の農林水産省モデルとの比較において）	
変数の特徴（特に政策変数の特徴等）	▶ 文献調査より、政策変数を“policy variables relating to activities”が該当と特定しており、以下を調査で検証： ■ 各変数の意味・内容（“historic yield”、“Set-side rate”、“Factor converting PRMR into PRMD”、各“premium”） ■ “Ceiling cut factor”はクォータと同義であるか ■ 耕作可能地はActivity levelの中の変数として含まれるか ▶ 併せて、日本版構築に際する以下の事項を検討： ■ 本モデルは上記変数を初期設定で操作することによって政策シミュレーションを行うという理解でよいか ■ 上記政策変数の内CAPに特徴的な項目（その他EU域外のシミュレーションで用いる際の留意点）
有事シミュレーションの実例・先行研究	▶ 以下の2論文が、①有事シミュレーションの先行研究、②GTAPと接続したグローバルSCシナリオ分析事例として重要 ■ Ferike T, et al. “EU agriculture under an import stop for food and feed” ■ Wolfgang B. & Hertel T, “Impacts of EU Biofuels Directives on Global Markets and EU Environmental Quality: An integrated PE, Global CGE analysis”
2. CAPRI供給モジュールの概要と主な特徴	
供給モジュールに他のモデルを組み込む際の課題と主な検討事項	▶ Supply Module単体での運用も可能である旨を確認済み（公開Q&A、及び個別書面聞き取りより） ▶ 供給モジュールの価格変数を別モデルから外生変数として入力することも可能（但し、Young animalに一部例外がある模様） ▶ 上記に関して特段の留意点の有無を確認
3. 一般的助言	
CAPRI 供給モジュールを活用し、非線形計画モデルを用いた日本固有のシミュレーションモデル作成の可能性	▶ 有償協力に係る諸条件の案内をEuroCAREより受領
4. 政策への応用	
EU以外の外国政府との共同研究事例	▶ EU域外でのCAPRIモデルを使用した共同研究に関する事例： Wolfgang B. & Hertel T. (2009) “Impacts of EU Biofuels Directives on Global Markets and EU Environmental Quality: An integrated PE, Global CGE analysis”,

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析
2-2. 参照候補モデルの詳細調査結果 ドイツモデルの調査・分析 研究機関へのヒアリング概要 (1/2)

グローバルシナリオ分析で用いるモデル候補として、GTAP、AGMEMOD、CAPRI Market Model が想定され、其々のモデルとsupply moduleの接続及び有用性の検証が必要



(参考) CAPRIにおけるMarket ModelとSupply Module間のConvergence (収束) の仕組みは下図の通り

CAPRI Market Modelの収束原理

■ 前提条件

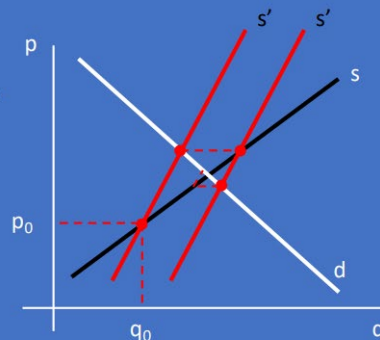
- Demand elasticity > supply elasticity

■ Iteration (反復) ・convergence (収束)

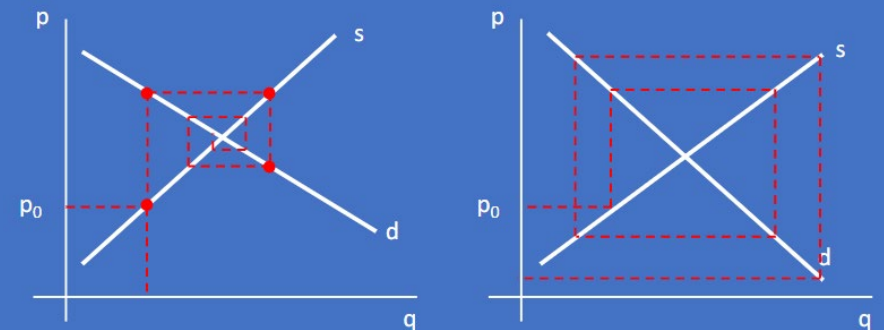
- 供給関数 (Supply function) における供給量はSupply Moduleから外生的に inputs
- 供給関数の傾き (elasticity) を、左記の前提条件を満たす値に設定することで収束

Approximating supply

- Supply function is unknown (supply is a black box)
- Assume any supply function
- Starting with some price, compute supply
- Calibrate the assumed supply function to that point
- Solve supply + demand simultaneously for new price
- Iterate...



On convergence



米国モデル (“GTAP”/“SIMPLE-G”) の調査





GTAPモデルは世界全体の財・サービスを包摂した一般均衡モデル（Purdue大学Hertel教授らが開発）。一方で、同教授は農業食品に特化したモデル“SIMPLE”も開発



GTAP（Global Trade Analysis Project）概要

データ対象国	▶ 特定の国やいくつかの国のグループではなく、世界全体をカバー（現在140か国） ※一部の国は地域総計として統合され、必ずしもすべての国が個別で表現されているわけではない
モデルの種類・特性	▶ 一般均衡モデルであり、経済全体を通して需要と供給の均衡をシミュレーション ▶ あらゆる財・サービスを包摂しており、農産物を含む食品はその一部として包摂（全65産業）
基礎構造	▶ GTAPは比較静学モデルとして、時系列の動きではなく、異なる経済状態を比較 ▶ シミュレーションでは、ある政策の影響を、特定の時点や予測期間における経済の変化として表現 ▶ 基礎構造は、投入産出会計フレームワークに基づく ▶ 供給源、用途、投入が網羅されており、すべてのコストや利益は特定の製品または生産要素として計上される
汎用性・用途	▶ 実務的な政策分析への利用を目的に設計 ▶ 多くの専門的な拡張の基盤としても利用されるため、汎用性が高く、リアルタイムの政策分析においても広く活用 ▶ GTAPモデルを簡略し、農業・食品に特化したモデル（“SIMPLE”）GTAP開発者のHertel教授により開発されている（➡右表参照）



SIMPLE（農業・食品特化モデル）

データ対象国・地域	▶ 153の国・地域を5つの需要地域と7つの供給地域に分類
対象品目	▶ 農作物50品目（穀物と油糧種子を含む）
主なデータソース	▶ World Development Indicators（世界銀行） ▶ World Population Prospects（UN） ▶ FAOSTAT ▶ GTAP database ▶ GTAPBIO ▶ 関連論文
変数	▶ 需要変数（人口、商品価格、価格弾力性、一人当たり所得、所得弾力性、総消費量） ▶ 供給変数（耕作地での作物生産量、耕作地以外での作物生産量） ▶ 政策変数（例：灌漑用水の使用規制や農地拡大規制等）

GTAPはグローバルSCシナリオシミュレーションが比較的容易に可能であり最有力。一方、国内/域内のリアクション（含: 政策的反応）のシミュレーションには他モデルと連携が必要

GTAPモデルの概要・特長及び今後の検討方針（案）



有用性	価格・量を包摂する一般均衡モデル グローバルSCシナリオ設定が可能
メリット （何ができるか）	＜分析可能な主要範囲＞ - 国際均衡価格（農業18品目別）の算出 ※生産量も可 - 政策・生産要素・技術変数等の変数を設定するシミュレーションが可能 ＜特長＞ - 農業・食品含む全65産業を含む包括的な一般均衡モデル - グローバルなSCシナリオシミュレーションの設定が容易。他のモデルとの接合事例も多数
検証課題	＜シナリオシミュレーションの範囲＞ - シナリオ分析の対応範囲が十分か ➡シナリオ設定可能な変数が、Tariff・生産要素関連に限定されるため、域内の政策的反応のシミュレーションはスコープ外になる ＜品目区分の詳細化・紐づけ＞ - 農業関連品目が18区分とやや区分が広いため、詳細区分との紐づけが必要 ➡FAOデータと紐づけた先行研究※1を参照し、日本統計データとの紐づけ精緻化の検討が必要
今後の検討方針 （案）	- 国内の農業政策（価格支持・生産計画・地域営農モデル等）介入シミュレーションを実施するには、CAPRIとの併存を検討 - FAOデータと接合した先行研究の分析・参照（必要に応じその他類似先行研究を参照※2）

SIMPLE-Gはモデル構成は簡易（且つland変数を含む）という利点がある一方、目的関数が本事業趣旨とやや異なり（土地利用・環境影響）、品目区分の詳細化にも課題があった

SIMPLE/SIMPLE-Gモデルの概要・特長及び今後の検討方針（案）



有用性	モデル構成は簡易。一方、目的関数が本事業趣旨とやや異なる 品目区分の詳細化にも課題有
メリット (何ができるか)	<分析可能な主要範囲> - 出力データ（生産量, 食料安保指標※3、土地利用変化、環境影響、水利用）×地域・グリッド - シナリオ変数：土地利用・政策（Tax, subsidies）・農業インプット <特長> - 少ない変数で構成（土地・政策変数を含む） - 対象品目はGTAPよりも細分化（50品目） ※但し、内部データのみ
検証課題	詳細品目区分（50品目）別の分析可否の検証（文献情報からはAggregateされたデータのみと思われるが、実際にコードを確認） ※GEMPACKのライセンスが必要なため、本事業では検討対象外とした
今後の検討方針 (案)	□ 上記検証の結果、品目別分析が可能な場合は、SIMPLEコード（ロジック）を援用したプロトタイプ案の構築も検討（但し劣後と想定）

グローバルscシナリオシミュレーションが比較的容易に可能であり有力。一方、国内/域内のリアクション（含: 政策的反応）のシミュレーションに係る他モデルと連携可能性を今後検証

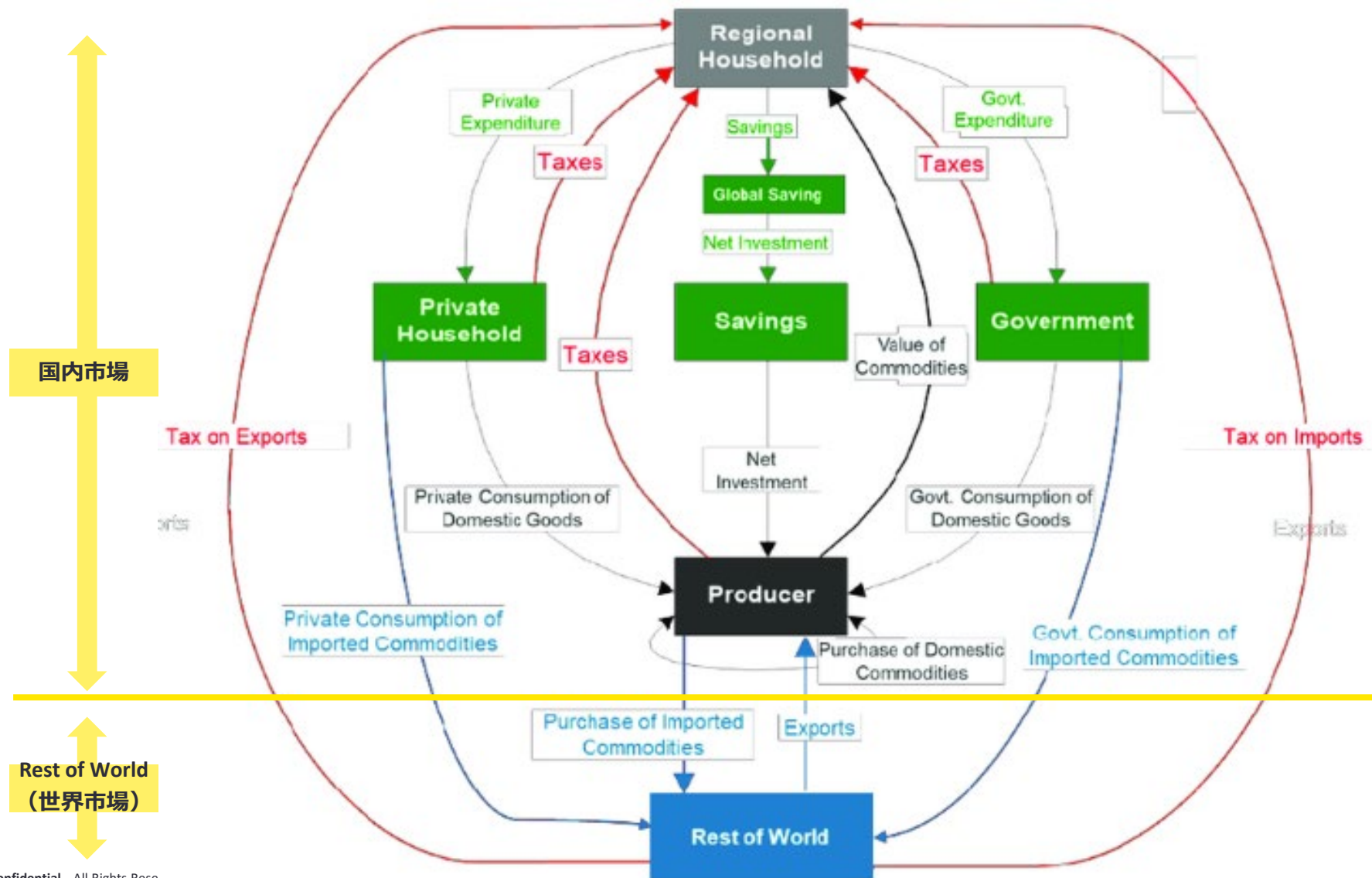
GTAPモデルの概要・特長及び今後の検討方針（案）



GTAP			特長及び検討論点（案）	
一般概要情報	主たる目的	▶ 学術研究・政策分析等（世界の貿易・サプライチェーン等の影響評価）	有用性	価格・量を包摂する一般均衡モデル グローバルscシナリオ設定が可能
	開発経緯等	▶ 1992グローバル一般均衡モデルとしてThomas W. Hertel教授らが開発		
モデル・システム	活用モデル	▶ 一般均衡モデル	メリット （何ができるか）	<分析可能な主要範囲> - 国際均衡価格（農業18品目別）の算出 ※生産量も可 - 政策・生産要素・技術変数等の変数を設定するシミュレーションが可能 <特長> - 農業・食品含む全65産業を含む包括的な一般均衡モデル - グローバルなscシナリオシミュレーションの設定が容易。他のモデルとの接合事例も多数
	利用システム名	▶ GEMPACK		
	コード開示可否	▶ MyGeoHubウェブサイトにて公表 < MyGeohub - Home >		
対象データ	データ対象国・地域	▶ 140か国	検証課題	<シナリオシミュレーションの範囲> - シナリオ分析の対応範囲が十分か ➡シナリオ設定可能な変数が、Tariff・生産要素関連に限定されるため、域内の政策的反応のシミュレーションはスコープ外になる <品目区分の詳細化・紐づけ> - 農業関連品目が18区分とやや区分が広いため、詳細区分との紐づけが必要 ➡FAOデータと紐づけた先行研究※1を参照し、日本統計データとの紐づけ精緻化の検討が必要
	対象品目	▶ あらゆる財・サービスを包摂 ▶ 農産物を含む食品はその一部として包摂（全65産業）		
	主なデータソース	▶ Agricultural Data: FAO ▶ Macro Data: 世界銀行 ▶ Trade data: UN Comtrade ▶ Protection Data: ITC (Tariff), OECD (PSE※1), WTO (Export subsidies) ▶ Energy Data: IEA		
主要変数	内生変数	代表的な変数項目例※2 - 量・価格に関する変数 - 政策変数、技術変化に関する変数 - Mobility Parameter - スラック変数	今後の検討方針（案）	□ 国内の農業政策（価格支持・生産計画・地域営農モデル等）介入シミュレーションを実施するには、CAPRIとの併存を検討 □ FAOデータと接合した先行研究の分析・参照（必要に応じその他類似先行研究を参照※2）
	外生変数	▶ 総額ベースの変数および収入に関する変数 ▶ 効用に関する変数 ▶ 価値および所得変数 ▶ 構成に関する変数 ▶ 貿易収支に関する変数		

GTAPは、マクロ経済理論に基づきRegion（国内）の消費側（Regional Household）・生産側（Producer）に係る変数の整合関係を下図の通りモデルとして整理している

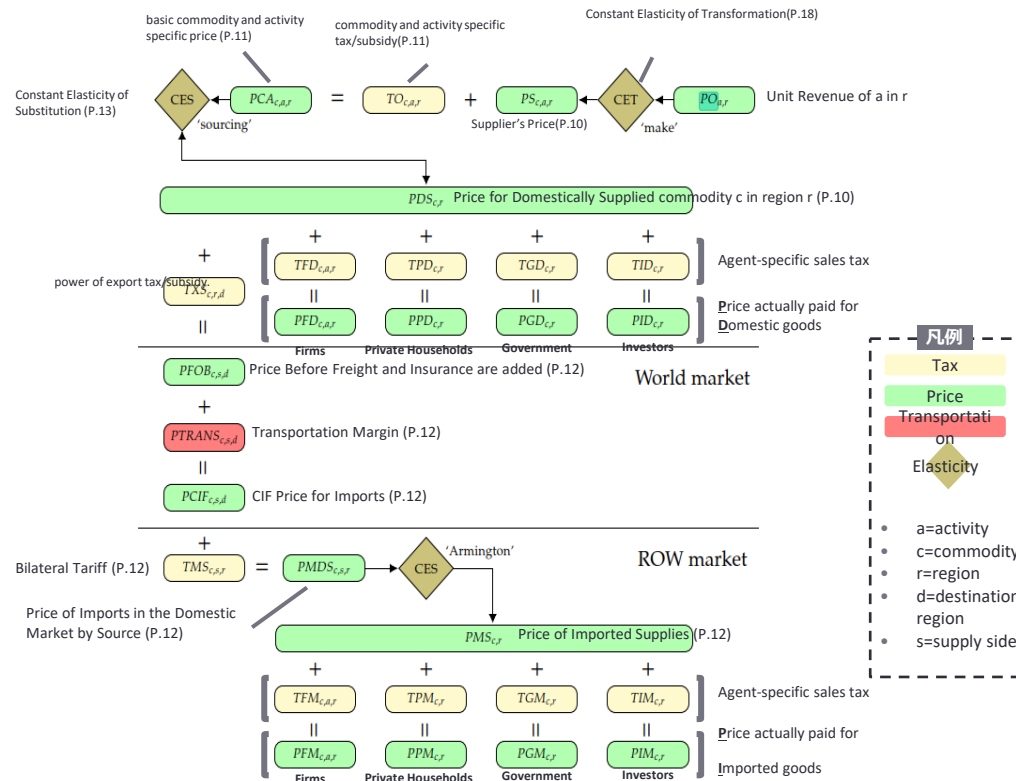
GTAPモデル概要：マクロ経済ロジックモデル全体構造



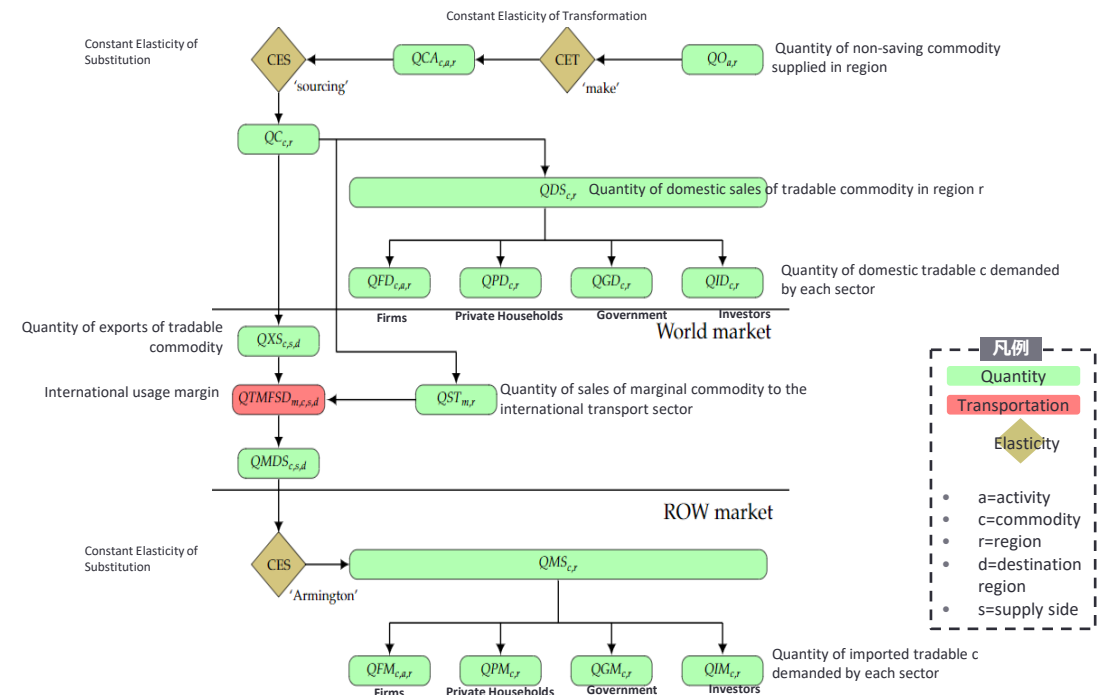
(参考) GTAPモデル概要：Price Variables (価格変数) およびQuantity Variables (数量変数) のフローチャート



Price Variables (価格変数)



Quantity Variables (数量変数)





GTAP品目区分とFAOSTATとを紐づけたMaksym Chepeliev博士の研究が存在。同論文では、FAOSTATとの接続により、GTAPに栄養変数を組み込める可能性も示唆されている

Maksym Chepeliev “The GTAP 10A Data Base with Agricultural Production Targeting Based on the Food and Agricultural Organization (FAO) Data” 概要



The GTAP 10A Data Base with Agricultural Production Targeting
Based on the Food and Agricultural Organization (FAO) Data

By
Maksym Chepeliev¹

Research Memorandum No. 35
September 2020

¹ Research Economist at the Center for Global Trade Analysis, Purdue University. Email: mchepele@purdue.edu. I am grateful for the comments and suggestions provided by Angel Aguiar.

摘要

- GTAPの品目区分にFAOSTATを接合。その結果、地域的なカバー範囲の大幅な拡大、FAOデータセットの詳細な品目分類により、GTAPデータベースのセクターとのマッピングの正確性向上、FAOSTATとの接合によるGTAPデータベースへの栄養要素の組み込みの可能性を提供。

目次

1. Introduction
2. Current approach
3. Estimates of the agricultural production targets using FAO data
4. Agricultural production targets estimates and comparisons
5. GTAP 10A Data Base with FAO-based APT
6. Implied prices of the agricultural commodities
7. Discussion and conclusions

References

結論

- 従来のOECDのデータとの整合性を維持しつつ、GTAPとFAOSTATの品目区分の接合を達成。上記成果により、今後FAOSTATを利用したGTAPへの栄養変数の包摂の可能性が拓ける。

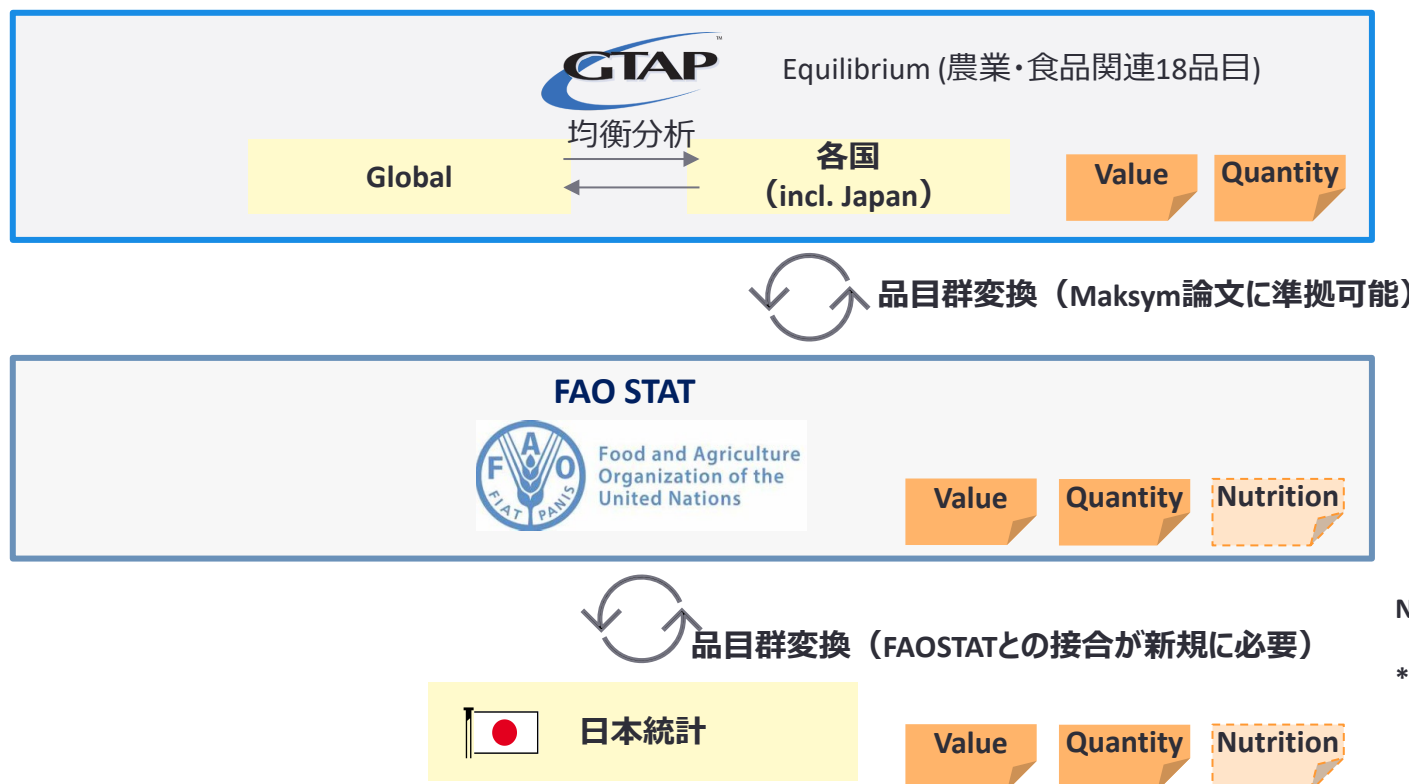
GTAPとFAOSTATの品目紐づけについては表形式で整備済み（次頁以降に一部抜粋）

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析

2-2. 参照候補モデルの詳細調査結果 米国モデルの調査・分析 (参考) 先行研究成果を踏まえた今後の展開案 (optional)

(参考) Maksym論文の成果により、GTAPと日本の統計の紐づけに際しFAOSTATを仲介できるため紐づけが容易化。さらに、FAOSTATの栄養データとの紐づけも可能 (Optional)

Maksym論文の成果を踏まえた食料安保の観点を追加したGTAPの活用 (参考イメージ案)



Nutrition*の算出も可能
(Optional)

*Fat, protein, calory

(参考) GTAPモデル群の一つに、農業・食品分野の部分均衡モデル“SIMPLE”があるが、目的関数が環境影響である、品目別分析がややハードルが高い、等の理由から劣後と判断

SIMPLEモデルの概要・特長及び検討論点



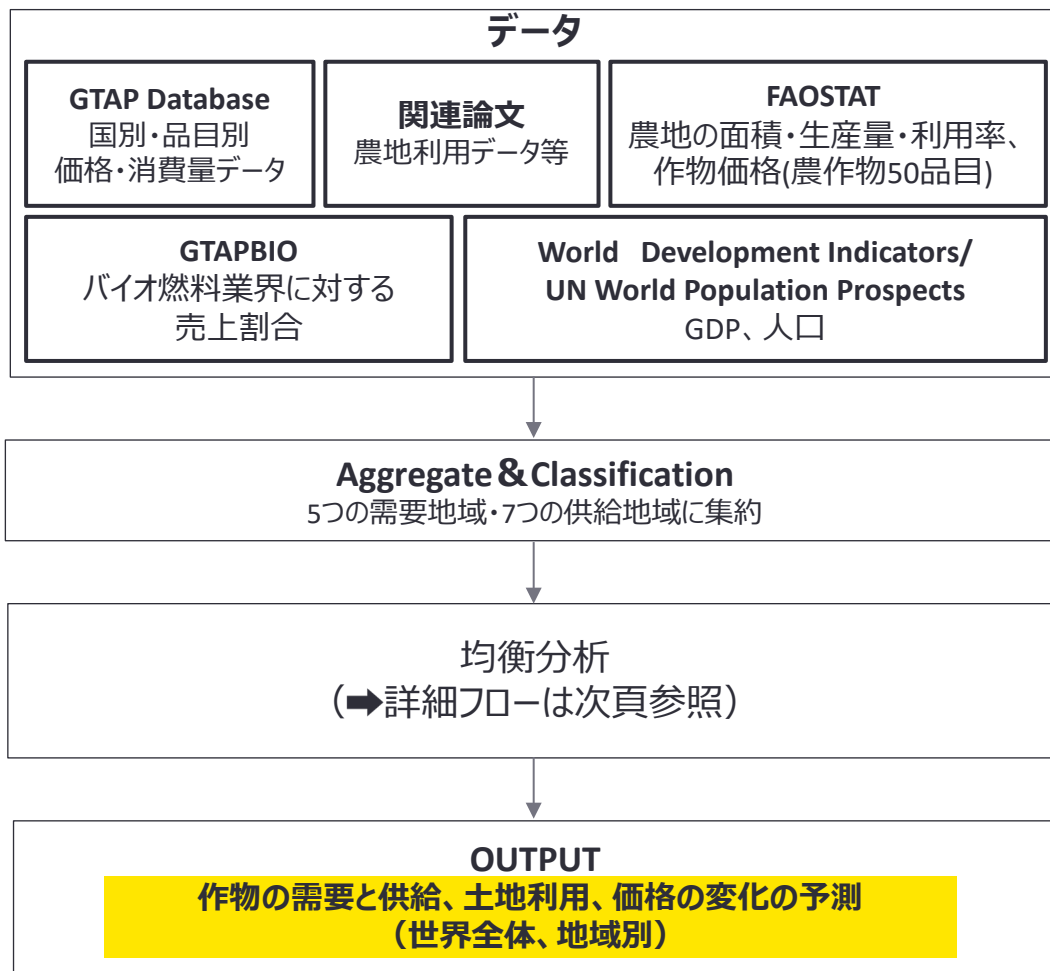
SIMPLEモデル概要		特長及び検討論点（案）	
データ 対象国・ 地域	▶ 153の国・地域を5つの需要地域と7つの供給地域に分類	有用性	モデル構成は簡易。 一方、目的関数が本事業趣旨とやや異なる 品目区分の詳細化にも課題有
対象品目	▶ 農作物50品目（穀物と油糧種子を含む）	メリット （何が できるか）	<分析可能な主要範囲> - 出力データ（生産量, 食料安保指標※3、土地利用変化、環境影響、水利用）×地域・グリッド - シナリオ変数：土地利用・政策（Tax, subsidies）・農業インプット <特長> - 少ない変数で構成（土地・政策変数を含む） - 対象品目はGTAPよりも細分化（50品目） ※但し、内部データのみ
主なデータ ソース	▶ World Development Indicators（世界銀行） ▶ World Population Prospects（UN） ▶ FAOSTAT ▶ GTAP database ▶ GTAPBIO ▶ 関連論文	検証課題	・ 詳細品目区分（50品目）別の分析可否の検証（文献情報からはAggregateされたデータのみと思われるが、実際にコードを確認する必要がある） ※GEMPACKのライセンスが必要
変数	▶ 需要変数（人口、商品価格、価格弾力性、一人当たり所得、所得弾力性、総消費量） ▶ 供給変数（耕作地での作物生産量、耕作地以外での作物生産量） ▶ 政策変数（例：灌漑用水の使用規制や農地拡大規制等）	検討論点	□ 上記検証の結果、品目別分析が可能な場合は、SIMPLEコード（ロジック）を援用したプロトタイプ案の構築も検討可能

SIMPLEは農業・食品特化のモデル。GTAP共通データをグローバルに集約した部分均衡モデル。 生産要素をLand/Non-Landに分類し土地利用の変化をシミュレーション



SIMPLEモデルの基本構造に係る概要

※本項では2012年初期モデルを対象に概要を整理。以下同様



均衡分析の概念モデル ※詳細は次頁以降参照

$$q_L^* = (\Delta_A^D + \Delta_L^S - \Delta_L^D) / (1 + \eta_A^{S,I} / \eta_A^{S,E} + \eta_A^D / \eta_A^{S,E}) - \Delta_L^S$$

$$p_A^* = (\Delta_A^D + \Delta_L^S - \Delta_L^D) / (\eta_A^{S,I} + \eta_A^{S,E} + \eta_A^D)$$

- q_L^* the long run equilibrium percentage changes in global agricultural land use
- p_A^* the long run equilibrium percentage changes in global agricultural
- D Global Demand
- A Agricultural products
- S Global Supply
- L Land
- S,I Intensive margin of supply
- $\eta_A^{S,I}$ the response of yields to higher commodity prices
- S,E Extensive margin of Supply
- $\eta_A^{S,E}$ area response to commodity prices

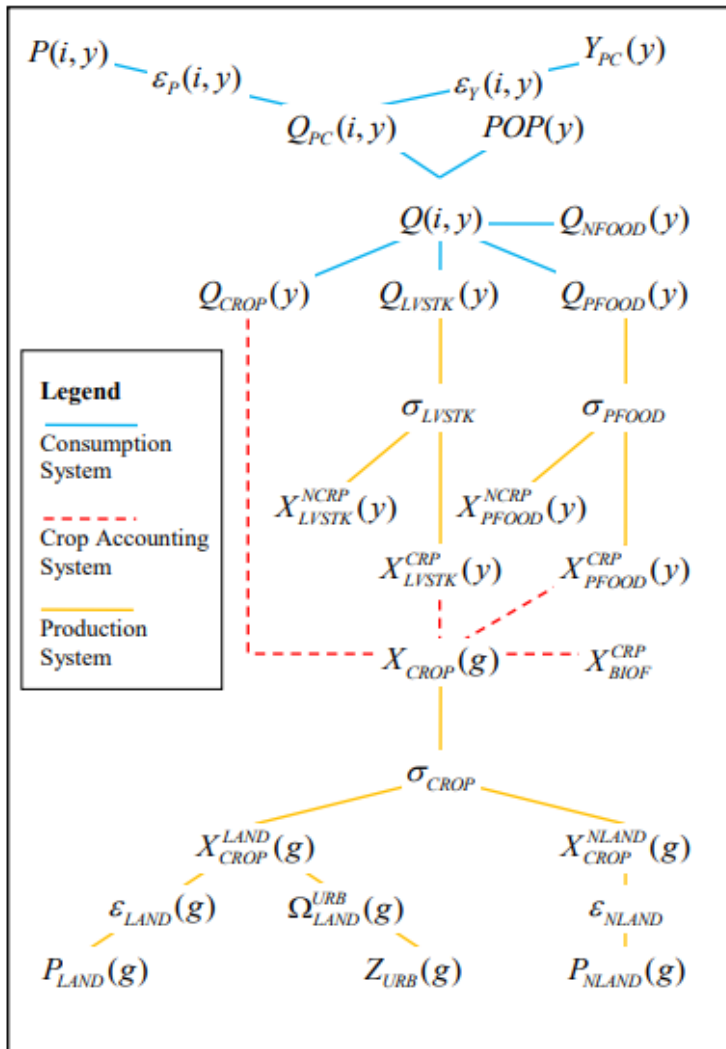
出所：SIMPLE: a Simplified International Model of agricultural Prices, Land use and the Environment <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/uploads/resources/download/6105.pdf>

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析

2-2. 参照候補モデルの詳細調査結果 米国モデルの調査・分析 SIMPLE基礎情報 (2/3)

SIMPLEモデル・変数定義は以下の通り。「需要地域」の需要（所得×人口×弾力性係数）と「生産地域」の供給（Land/Non-Land）の部分均衡モデル。品目は4種に消費形態（直接消費・飼料・加工食品・非食料(biofuel)）に区分

SIMPLEモデルの構造



変数定義一覧

供給地域: $g = 5$, 需要地域: $y = 7$

$P(i, y)$	commodity price	商品価格
$\epsilon_P(i, y)$	price elasticities	価格弾力性
$Y_{PC}(y)$	income per capita	一人当たり所得
$\epsilon_Y(i, y)$	income elasticities	所得弾力性
$Q_{PC}(i, y)$	consumption per capita	人口当たりの消費
$POP(y)$	population	人口
$Q(i, y)$	total consumption	総消費量
$Q_{CROP}(y)$	direct consumption of agri products	農産物の直接消費
$Q_{LVSTK}(y)$	agri products for livestock	家畜用農産品需要
$Q_{NFOOD}(y)$	consumption for non-food	食料以外の農産品需要
$Q_{PFOOD}(y)$	consumption for processed food	加工食品の消費
$\sigma_{LVSTK}(y)$	Substitution between crop and non-crop inputs for livestock	家畜生産における作物投入物と非作物投入物間の代替の度合い
$\sigma_{PFOOD}(y)$	Substitution between crop and non-crop inputs for processed food	加工食品生産における作物投入物と非作物投入物間の代替の度合い
$\sigma_{CROP}(y)$	substitution possibilities between crop production on land and non-land	農耕地と農耕地以外での穀物生産の代替可能性
$X_{CROP}^{CRP}(y)$	demand for feedstocks in biofuel production	バイオ燃料生産における原料の需要
$X_{LVSTK}^{CRP}(y)$	demands for crops as feed for livestock	家畜の飼料としての作物の需要
$X_{PFOOD}^{CRP}(y)$	raw material inputs for processed food production	食品生産のための原材料インプット
$X_{LVSTK}^{NCRP}(y)$	non-crop inputs for livestock	家畜の非作物投入物
$X_{PFOOD}^{NCRP}(y)$	non-crop inputs for processed food	加工食品の非作物投入物
$X_{CROP}(g)$	supply of crop outputs	作物の供給
$X_{CROP}^{LAND}(g)$	crop production on land	農耕地における作物生産
$X_{CROP}^{NLAND}(g)$	crop production on not land	農耕地以外での作物生産
$P_{LAND}(g)$	crop production in each region	各地域の作物生産
$\epsilon_{LAND}(g)$	land supply elasticity	土地供給弾力性
$Z_{URB}(g)$	urbanization on available croplands	農地の都市化
$\Omega_{LAND}^{URB}(g)$	conversion factor (urbanization to cropland loss)	換算係数
ϵ_{NLAND}	land supply elasticity (non-land)	土地供給弾力性 (非土地)
$P_{NLAND}(g)$	crop production in each region (non-land)	各地域の作物生産 (非土地)

※仮託

(参考) SIMPLEモデルにおける変数は下記の通り。需要地域区分と供給地域区分においてそれぞれ5、7地域に分解したうえで地域ごとの弾力性を設定

ベースイヤー（2001年）における変数の値

Table 1. Global values of selected variables in SIMPLE for base year 2001

<i>Crop Production Data</i>	
Crop Output (in M Mt)	5,778
as Biofuel Feedstock	43
as Livestock Feed	1,026
as Processed Food Inputs	2,248
as Food	2,460
Value of Crop Production (in B USD)	612
Crop Price (in USD per Mt)	106
Cropland Area (in M ha.)	1,400
<i>Other variables</i>	
Population (in M)	5,591
Income (in B USD)	31,195
Built-up/Urban land area (in M ha.)	58

需要/供給地域ごとの弾力性

2001年における需要弾力性

Regions	Crops	Livestock	Processed Foods	Non-food
Income Elasticities				
Upper high	-0.14	0.13	0.14	1.01
Lower high	-0.09	0.18	0.19	1.04
Upper middle	0.04	0.29	0.32	1.1
Lower middle	0.16	0.4	0.45	1.17
Low	0.27	0.5	0.56	1.23
Price Elasticities				
Upper high	-0.05	-0.30	-0.32	-0.74
Lower high	-0.08	-0.33	-0.36	-0.76
Upper middle	-0.17	-0.39	-0.46	-0.81
Lower middle	-0.25	-0.46	-0.57	-0.86
Low	-0.32	-0.51	-0.66	-0.90

供給弾力性

Supply Elasticities	5-year	15-year
Land		
East Asia & Pacific	0.04	0.11
Europe & Central Asia	0.04	0.11
Latin America & Caribbean	0.20	0.55
Middle East & North Africa	0.11	0.29
North America	0.04	0.11
South Asia	0.10	0.28
Sub-Saharan Africa	0.20	0.55
Non-land		
All regions	0.49	1.34

目次

0. 事業実施概要

1. スイスの食料確保のための意思決定支援システムに関する調査・分析の実施

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析

2 – 1. 諸外国調査概要

2 – 2. 参照候補モデルの詳細調査結果

2 – 3. （参考）参照候補対象外モデルの調査結果

3. 総括及び今後への示唆

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析

2-3. (参考) 参照候補対象外モデルの調査結果 全体概要

(参考) 下表の3モデルについては、検討の結果参照モデルとしての詳細対象外とした。これらモデルの概要調査結果については次頁以下に記載した

#	モデル	概要・論点	初期仮説・論点	検討結果
1	 The ERS Country- Commodity Linked System (CCLS)	▶ 典型的な部分均衡分析を実施。日本モデル構築のベースとして参考となる可能性。また、<u>供給側変数に「技術」変数を導入している点も参考となる可能性</u> ▶ <u>全世界（44国・地域の区分）全32品目が同時均衡する反復モデル。分析精度が高い</u> →「日本」は独立区分のため、日本を主語としたモデルへの転用可能性有り ▶ 将来推計（回帰モデル）は、<u>目的変数に応じ分析者が適切なモデル・説明変数を設定</u> →将来的に回帰分析モデルを構築する際に、モデル設計者の説明変数等に係る知見が参考となる可能性	▶ 公開文献ではモデル内部の詳細情報がやや限定的のため、詳細把握にはヒアリングが必要 ▶ また、コード開示状況の確認は要ヒアリング（均衡分析には“Fortran”を利用）	▶ 照会の結果、コード公表不可とのこと
3	 MAGPIE	▶ グローバル単位のシミュレーションモデルだが、<u>地理的座標別のミクロの地域別結果も算出可</u>。長期的・将来的には食料安保に係るグローバル課題と国内政策を接合するモデルとなる可能性もあり、先進事例として参照価値あり ▶ 最終アウトプットは土地利用率・GHG排出等であるが、<u>収量予測をそれらの説明変数としている</u>。なお、インプットデータは生物学的データが含むため、経済シミュレーションモデルとしての参照時には留意が必要	▶ コードが公表されているため、必要に応じコード入手可能 ▶ モジュール別の詳細については、追加調査・ヒアリング等必要あり	▶ 環境影響シミュレーションが主目的のため、本事業の趣旨との関連性が限定的
4	 KREI-KASMO 2020	▶ 典型的な部分均衡分析を実施。日本モデル構築のベースとして参考になる可能性。<u>使用ソフトウェアはExcelのみのため、導入ハードルが低い模様</u> →変数一覧も公表されているため、試行的なモデル構築は比較的容易と思われる ▶ USDAモデルと比較すると、<u>供給側の推計方法は品目別のより細かいカスタマイズがなされている（フローチャートも開示）</u>ため、一部参考となる可能性 ▶ シミュレーション結果は政府レポート・政策決定に活用されており、<u>データ活用方針等についても参考となる可能性</u>	▶ Excelスプレッドシートについては、KREI（又は作成者のMissouri大学）に照会し入手を検討可能 →KREIは農林水産研究所との協力関係にある模様のため、アプローチ可能性もあり	▶ 照会の結果、コード公表不可とのこと

目次

0. 事業実施概要

1. スイスの食料確保のための意思決定支援システムに関する調査・分析の実施

2. 諸外国が保有する不測時の食料供給シミュレーションモデルの調査・分析

2 – 1. 諸外国調査概要

2 – 2. 参照候補モデルの詳細調査結果

2 – 3. （参考）参照候補対象外モデルの調査結果

3. 総括及び今後への示唆

4. 総括及び今後への示唆

参照候補モデルのうち、GTAP及びCAPRIが参照モデルとして有力であり、両者の接続したモデル構築も有力な検討対象と想定される

	GTAP 	SIMPLE/SIMPLE-G 	CAPRI 
有用性	価格・量を包摂する一般均衡モデル グローバルSCシナリオ設定が可能	モデル構成は簡易。一方、目的関数が 本事業趣旨とやや異なる 品目区分の詳細化にも課題有	有事シミュレーション（生産量・価格等 への影響評価）が可能 SCシナリオは別モデルと接合の必要あり
メリット (何が できる か)	＜分析可能な主要範囲＞ - 国際均衡価格（農業18品目別）の算出 ※生産量も可 - 政策・生産要素・技術変数等の変数を設定する シミュレーションが可能 ＜特長＞ - 農業・食品含む全65産業を含む包括的な一般 均衡モデル - グローバルなSCシナリオシミュレーションの設定が容 易。他のモデルとの接合事例も多数	＜分析可能な主要範囲＞ - 出力データ（生産量、食料安保指標※3、土地 利用変化、環境影響、水利用）×地域・グリッド - シナリオ変数：土地利用・政策（Tax, subsidies）・農業インプット ＜特長＞ - 少ない変数で構成（土地・政策変数を含む） - 対象品目はGTAPよりも細分化（50品目） ※但し、内部データのみ	＜分析可能な主要範囲＞ - CAPRIモデルの場合は土地・政策変数が含まれて いるため、政策分析ツールとして使用可 - 農業生産者の利潤最大化モデルのため、特定の 条件下における生産者・消費者への価格影響変 化のシミュレーションが可能 ＜特長＞ - 輸入途絶等の有事シミュレーションも実施可能 ➡先行研究有。詳細は後述参照
検証課題	＜シナリオシミュレーションの範囲＞ - シナリオ分析の対応範囲が十分か ➡シナリオ設定可能な変数が、Tariff・生産要素 関連に限定されるため、域内の政策的反応のシ ミュレーションはスコープ外になる ＜品目区分の詳細化・紐づけ＞ - 農業関連品目が18区分とやや区分が広いため、 詳細区分との紐づけが必要 ➡FAOデータと紐づけた先行研究※1を参照し、 日本統計データとの紐づけ精緻化の検討が必要	＜品目別分析の可否＞ 詳細品目区分（50品目）別の分析可否の検 証（文献情報からはAggregateされたデータのみ と思われるが、実際にコードを確認） ※GEMPACKのライセンスが必要なため、本事業 では検討対象外とした	＜変数・品目における日本との整合性＞ - CAPを念頭に置いた政策変数を含むCAPRIモデル が、日本の農業政策シミュレーションにどの程度援 用可能か - CAPRIの品目区分（55品目）について、日本の 統計区分との紐づけが必要 ＜SCシナリオ設定＞ - グローバルSCシナリオ設定については、CAPRIの Supply Module単体では限界あり
今後の検討 方針（案）	- 国内の農業政策（価格支持・生産計画・地域 営農モデル等）介入シミュレーションを実施するに は、CAPRIとの併存を検討 - FAOデータと接合した先行研究の分析・参照 （必要に応じその他類似先行研究を参照※2）	上記検証の結果、品目別分析が可能な場合は、 SIMPLEコード（ロジック）を援用したプロトタイプ 案の構築も検討（但し劣後と想定）	- 日本モデルへの移植に際しては、EUと日本の差異 （農政・品目区分）に留意した検討が必要 - SCシナリオには、GTAPを外生的に接続することが 可能であり、接続ロジック等の詳細を要検討

※1 Dr. Maksym Cherepanovの論文について後述参照

※2 最有力の先行研究は、Wolfgang B. & Herte T. (2009) "Impacts of EU Biofuels Directives on Global Markets and EU Environmental Quality: An integrated PE, Global CGE analysis", GTAP Resource #3316. 他にADBによる製造業分野のSCシナリオ分析においてGTAPを用いた事例、Thomas Rutherford氏によるパワーシステムモデルに基づく電力セクターのsequential calibrationの事例についても適宜参照

※3 域内生産のカロリー換算、農産品の貿易収支

主要品目の国際価格変動による影響シミュレーションの構築出口案として、不測時の段階に応じたGTAP×CAPRIモデル、及びスイスモデルから成るMAFFモデル群の可能性を検討

政策的介入の段階に応じたMAFFシミュレーションモデル群（素案）

