

2025 年度国際社会科学部卒業論文

気候変動下の農作物貿易構造の変化

～ 61 品目パネルデータによる「勝者」と「敗者」の分析 ～

窪川杏奈

2026 年 1 月 26 日



## **Abstract**

Climate change is having substantial impacts on global agricultural production, heightening expectations that international trade can help stabilize food supply and demand. However, the effects of climate change on trade flows are not uniform and vary considerably across crop physiology and climate zones. This thesis empirically investigates how climate change influences the structure of agricultural trade using bilateral trade data from 1988 to 2023. Focusing on 61 items across vegetables, fruits, and cereals, I estimate a structural gravity model with fixed effects using the Poisson Pseudo-Maximum Likelihood (PPML) estimator. Climate variables—temperature and precipitation—are centered, and both linear and quadratic terms are included to capture nonlinear effects; interaction terms with climate zones are also included to explicitly examine heterogeneity across climate zones. The estimation results suggest that climate change induces shifts in comparative advantage in agricultural trade. In dry and cold zones, some items tend to exhibit relatively more favorable export responses. In dry zones, increases in thermal resources are associated with expansion in vegetable and fruit exports, although these effects may be more sensitive to water constraints. In cold zones, warming is broadly consistent with an expansion of suitable production areas for major cereals and some vegetables and fruits, implying a northward shift of cultivation frontiers in several cases. By contrast, tropical and polar zones may face greater vulnerability, where heat stress and excessive moisture can be associated with declining exports. In particular, across multiple products in polar zones, negative responses are observed, suggesting that optimistic expectations of universal improvements from rising temperatures at high latitudes may be constrained by mismatches between physiological requirements and environmental conditions. Sensitivity also differs by the category: vegetables are more strongly associated with temperature conditions, fruits with water resources, and cereals with spatial shifts in suitable production areas. Overall, the findings highlight an important asymmetry: while water constraints can be partially alleviated through technologies such as irrigation, heat constraints may be more difficult to overcome. Therefore, from the perspective of strengthening food security under climate change, it is important to pursue an integrated policy approach that combines measures to address water resource constraints in dry zones, technology transfer and support for vulnerability in tropical and high-latitude zones, risk diversification through the diversification of production regions and products, and the development of trade facilitation rules for times of crisis.

## 要旨

気候変動は世界の農業生産に大きな影響を及ぼしており、食料需給の安定化に向けて国際貿易が果たす役割への期待も高まっている。他方で、気候変動が貿易フローに与える影響は一様ではなく、作物の生理特性や気候帯によって大きく異なりうる。本論文は、1988～2023年の二国間貿易データを用い、気候変動が農作物貿易構造にどのように影響しているかを実証的に分析する。具体的には、野菜・果物・穀物の61品目を対象に、固定効果を組み込んだ構造グラビティモデルを、ポアソン疑似最尤推定法（PPML）により推計する。気温および降水量の気象変数を中心化した上で一次項・二次項を導入し、非線形な影響を捉えるとともに、気候帯との交差項を導入することで、気候帯間の異質性を捉える。分析結果は、気候変動が農作物貿易に関して比較優位の変化をもたらしていることを示唆している。乾燥帯および亜寒帯では、一部の品目で相対的に輸出が増加しやすい傾向がみられる。乾燥帯では、熱資源の増加が野菜や果物の輸出拡大と関連する一方で、その効果は水制約の影響を受けやすい。亜寒帯では、温暖化が主要穀物や一部の野菜および果物の適地拡大と概ね整合的であり、複数のケースで栽培フロンティアの北上が示唆される。これに対し、熱帯および寒帯では脆弱性が相対的に高い可能性があり、熱ストレスや過湿が輸出減少と結びつく場合がある。とくに寒帯では、複数の品目において負の反応が観察されており、高緯度地域における気温上昇による好転という見通しは、生理・環境条件の不整合によって制約され得ることが示唆される。品目カテゴリー別には、野菜は主に気温条件、果物は水資源、穀物は適地の空間的移動への感応度が相対的に大きい。総じて、水制約は灌漑などの技術によって一定程度緩和し得る一方、熱制約は克服が難しい可能性がある。したがって政策的には、気候変動下の食料安全保障を支える観点から、乾燥帯の水資源制約への対応、熱帯および高緯度地域における技術移転と脆弱性への対応、産地および品目の多様化によるリスク分散、危機時の貿易円滑化ルール整備を統合的に進めることが重要である。

## 序文

私たちが日々口にする食料の多くは、国境を越え、長い旅を経て食卓に届く。しかし今、その安定供給の基盤である地球環境は、かつてないスピードで変化している。「気候変動」という言葉が日常化する中、干ばつや熱波のニュースに接するたび、私は「食料はこの先も安定して供給されるのだろうか」という素朴な、しかし切実な問いを抱かずにはいられなかった。農業生産への気候変動影響に関する研究は数多く蓄積されているが、それが「貿易」というネットワークを通じて世界全体にどのように波及するのか、その構造的な変化については未だ解明されていない点が多い。生産地で起きた気象ショックは、貿易を通じて緩和されるのか、それとも増幅されるのか。本研究は、こうした関心を出発点としている。

30年以上にわたる膨大な貿易データと気象データに向き合い、数百万件に及ぶ観測値を処理する過程は、決して平坦なものではなかった。しかし、膨大な推定結果の中から、作物が持つ生理的な特性や、環境変化に適応しようとする経済活動の痕跡が、地域や品目ごとの明暗として鮮明に浮かび上がってきた瞬間の興奮は、何物にも代えがたいものであった。本論文が、複雑化する気候変動と食料貿易の関係を理解するための一助となり、持続可能な食料システムの構築に向けた議論にわずかばかりでも貢献できれば幸いである。

## 謝辞

本論文の執筆にあたり、終始熱心なご指導と温かい励ましをいただいた指導教員の石川城太教授に、心より感謝の意を表したい。先生の鋭いご指摘と深い洞察は、私の研究を正しい方向へと導いてくださった。また、日々の議論を通じて新たな視点を提供し、苦楽を共にしたゼミ同期の山中理桜子氏に感謝したい。彼女とのゼミ活動は本研究の励みとなった。そして、長きにわたる学生生活を経済的・精神的に支え、常に一番の味方でいてくれた家族の窪川友に、この場を借りて感謝の気持ちを伝えたい。

2026年1月 窪川杏奈

# 目次

第1章 はじめに	1
1.1 研究の背景	1
1.2 問題の所在と先行研究	2
1.3 本研究の目的と意義	3
1.4 本論文の構成	4
第2章 理論的枠組み	6
2.1 重力モデルの基礎	6
2.2 構造重力モデルへの発展	6
2.3 気候変動と比較優位	7
2.4 気温・降水量と生産性の非線形性	7
第3章 データ	9
3.1 貿易データと品目分類	9
3.2 気象データ	11
3.3 コントロール変数	11
3.4 気候帯の定義	12
3.5 記述統計	12
3.6 変数間の相関	13
第4章 推定モデル	15
4.1 PPML 推定法の採用	15
4.2 気象変数の中心化処理	16
4.3 推定式	16
4.4 分析のレベル	18
第5章 結果と考察	20
5.1 全体分析およびカテゴリー別分析	20
5.2 品目別分析	30
第6章 結論	39
6.1 本研究の総括	39
6.2 政策的含意	41
6.3 本研究の限界と今後の課題	42
補論	45
参考文献	59

# 第1章 はじめに

本章では、本研究の出発点となる問題意識と背景について述べる。気候変動が世界の食料供給システムに及ぼすリスクと、その緩衝材として期待される国際貿易の現状を概観した上で、なぜ今、品目別かつ気候帯別の詳細な実証分析が必要なのか、その学術的・実務的な意義を提示する。ここで提起する問いは、以下の章で構築する理論および実証モデルの核心となる。

## 1.1 研究の背景

現代社会において、私たちの食卓は世界中に張り巡らされた貿易ネットワークによって支えられている。バナナはフィリピンやエクアドルから、小麦は北米やオーストラリアから日本へと届き、日々の食生活を支えている。農作物は、工業製品とは異なり、各地域の気候風土に強く依存して生産される財である。それぞれの産地は、長い時間をかけてその土地の気温や降水量に適応した生産体系を確立してきた。

しかし、近年、地球規模での気候変動が進行し、従来の生産体系の維持を困難にしつつある。気候変動に関する政府間パネル（IPCC, 2021）が警告するように、地球温暖化に伴う平均気温の上昇や、熱波・干ばつといった異常気象の頻発は常態化している。農業は自然環境に最も依存する産業であり、気温や降水量の変化は作物の生理的な生育プロセスに直接作用し、収量や品質に多大な影響を与える。例えば、高緯度の寒冷地においては、適度な気温上昇が生育期間の延長や栽培限界の北上をもたらす、新たな品目の生産拡大に寄与する可能性がある。対照的に、既に高温環境にある熱帯地域においては、更なる気温上昇が高温障害や蒸発散量の増加による水不足を引き起こし、生産能力を著しく低下させるリスクがある。こうした気候変動による生産性への非対称なショックは、一国内の食料供給にとどまらず、国境を越えて国際貿易の構造にも波及すると考えられる。

さらに、こうした気候リスクの経済的な重要性は、農作物貿易の継続的な拡大とともに増している。図 1-1 に示す通り、本研究の分析対象である主要 61 品目の世界全体の輸出額は、1988 年から 2023 年にかけて一貫して増加傾向にある。この貿易規模の拡大は、各国の食料供給システムが国内生産だけでなく、国際的な供給ネットワークへの依存を深めていることを示唆している。貿易額が増大している現代において、気候変動が供給能力に与えるわずかなショックであっても、経済的な損失や市場へのインパクトは過去に比べて甚大なものとなりうる。

したがって、気候変動が不可逆的に進行する中で、国際的な農作物貿易がどのように変容していくのかを明らかにすることは、将来の食料安全保障を確保する上で避けて通れない課題である。

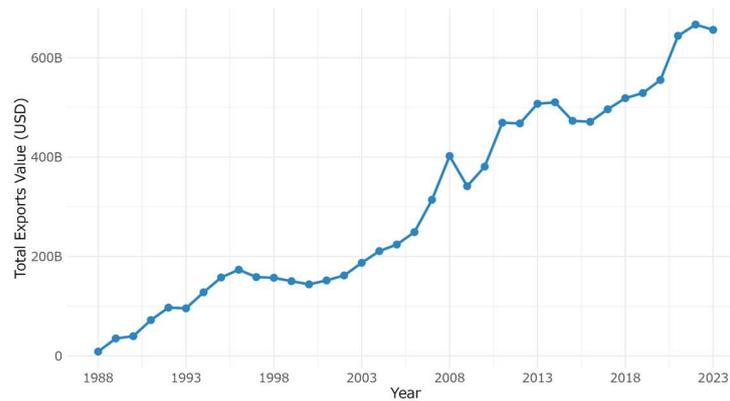


図 1-1 世界全体の農作物輸出額の推移 (1988 年-2023 年)

出典：UN Comtrade (United Nations, n.d.) より筆者作成

注：分析対象とした主要 61 品目の輸出額合計。単位は 10 億米ドル (名目値)。

## 1.2 問題の所在と先行研究

気候変動が経済社会に与える影響については、これまで多くの研究が蓄積されてきた。Dellink et al. (2017) は、気候変動が農業や労働生産性などの生産要素に影響を与え、それが国や地域の比較優位を変化させることで、長期的に国際貿易構造の再編をもたらすことを指摘している。また、Dell et al. (2012) は、特に低所得国において、平均気温が最適水準から乖離することが経済成長に対して統計的に有意な負の影響を与えることを実証した。これらのマクロレベルの研究は、気候変動が経済活動全般に与える影響を理解する上で重要な基礎を提供している。

一方で、気温の変化が具体的な貿易構造に及ぼす影響を定量的に検証した実証研究は、依然として限定的である。近年の研究例として、Schenker and Osberghaus (2025) は、月平均気温が 30 度を超えると輸出額が約 3% 減少することを示した。また、Karlsson (2021) は米国の州レベルの月次貿易データを用い、極端な気温が輸出に与える影響を産業別に分析している。同研究は、製造業などを含む輸出全体に対して高温・低温の双方が悪影響を及ぼすことを報告する一方で、農業セクターに関しては、低温が輸出を有意に減少させるものの、高温の影響は統計的に有意ではないという結果を示している。この結果からは、高度な灌漑施設や技術を持つ米国において、短期的な高温ショックへの適応がある程度機能している可能性が推察される。しかし、この結果が気候条件や経済発展段階の異なる世界各国の農業にも当てはまるとは限らない。特に、既に限界的な高温環境にある熱帯地域の農業や、灌漑インフラが不十分な地域においては、高温ストレスが貿易に与える影響はより深刻であると予想される。したがって、米国一国にとどまらず、多様な気候帯を持つ世界全体のデータを分析し、農作物貿易特有の気候感応度や、温暖化がもたらす中長期的な構造変化を包括的に検証する必要がある。

すなわち、既存の研究には、世界規模での農作物貿易に焦点を当て、気候変動が品目や気候帯ごとにどのような異質な影響を与えているのかを包括的に検証したものは存在しない。本研究は、この学術的な空白を埋めるものである。

### 1.3 本研究の目的と意義

本研究の目的は、1988年から2023年にわたる世界の農作物貿易データを対象に、「気候変動による気温および降水量の変化は、国際的な農作物貿易構造にどのような影響を与えるのか」という問いを実証的に明らかにすることである。具体的には、野菜、果物、穀物から成る主要61品目の二国間貿易データを構築し、ゼロ貿易と不均一分散を考慮したポアソン疑似最尤推定法 (Poisson Pseudo Maximum Likelihood: PPML) を用いた構造重力モデル (Structural Gravity Model) によって分析を行う。その際、各国の気候条件 (熱帯、乾燥帯、温帯、亜寒帯、寒帯) および品目特性による影響の異質性を識別するため、気象変数 (気温、降水量) と各気候帯の交差項を導入した推計モデルを構築する。これにより、地域や品目によって異なる気候感応度を定量的に検証し、気候変動が貿易に与える非線形な影響を解明することを目指している。

本研究の意義は、気候変動が国際農作物貿易に与える影響について、品目および気候帯ごとの詳細な異質性を実証的に解明し、比較優位の変化による貿易構造の「地理的再編」を浮き彫りにした点にある。その貢献は、主に以下の3点に集約される。

第一に、既存研究に残されていた地理的・品目的な包括性の欠如を補完し、ミクロレベルでの影響を世界規模で検証した点である。気候変動と経済活動に関する先行研究は、GDPなどのマクロ指標を用いた分析や、特定の国・地域を対象としたケーススタディが主流であった。しかし、農業は現地の気候条件に極めて強く依存する産業であり、特定国の分析結果を世界全体に一般化することは困難である。また、工業製品とは異なり、農作物は品目によって生育適温や水分要求量が大きく異なるため、品目を集計したマクロデータでは個別の気候感応度が相殺され、真のリスクが見過ごされる恐れがあった。本研究は、世界規模のパネルデータを構築し、61品目という高い解像度で分析を行うことで、既存研究では看過されてきた「気候変動影響の地域差と品目差」を明らかにした。これにより、世界全体の農作物貿易構造が直面しているリスクの全貌を、より精緻に捉えることが可能となった。

第二に、気候帯ごとの非線形な反応を定量的に明らかにした点である。本研究では、気温および降水量データの中心化と気候帯区分を組み合わせた新たな分析フレームワークを採用した。これにより、単に「気温上昇が貿易を増やすか減らすか」という二元論ではなく、「現在の気候帯 (ベースライン) によって、気温上昇の限界効果が反転する」という非線形なメカニズムを解明した。具体的には、乾燥帯における灌漑を前提とした生産拡大や、亜寒帯への穀物適地のシフトといった気温上昇による輸出への正の影響を確認する一方で、熱帯における高温

障害や、寒帯における生理的ミスマッチ（北上の限界）といった「非対称なショック」の存在を明らかにした。特に、「水」の制約は技術で緩和可能だが、「熱」の制約は克服困難であるという非対称性を示したことは、気候変動の経済影響評価において重要な定性的知見となるものである。

第三に、将来の食料安全保障および気候変動適応策に対して、具体的な政策的示唆を提供できる点である。Gouel and Laborde (2018) は、気候変動への対応として温室効果ガスの排出削減が不可欠である一方で、すでに排出されたガスによる温暖化の進行に対しては「適応

(Adaptation)」が重要であり、国際貿易がその調整機能を果たすと指摘している。彼らの試算によれば、貿易による調整が働かない場合、気候変動に対して脆弱な農業部門の厚生損失は劇的に増大する可能性がある。しかし、貿易ネットワーク自体もまた気候変動の影響を受けて変容する。本研究の結果は、将来的に供給が不安定化するリスクが高い地域と、新たな供給源となりうる地域を特定するための基礎資料となる。特に日本のように食料自給率が低く、多くを海外に依存している国にとって、気候変動による世界的な貿易構造の変化は、将来的な供給リスクや価格変動リスクに直結する死活問題である。どの地域の、どの品目が減少リスクに晒され、あるいはどの地域が新たな調達先として有望なのかを把握することは急務である。本研究が提示する定量的エビデンスは、輸入先の多角化や、気候リスクを織り込んだ長期的な調達戦略を策定する上で、極めて有用な判断材料となりうる。

## 1.4 本論文の構成

本論文の構成は以下の通りである。続く第2章「理論的枠組み」では、貿易分析の標準的な手法である重力モデルの理論的基礎を概観し、気候変動が貿易パターンにどのような影響を与えるか、そのメカニズムと先行研究の到達点を整理する。第3章「データ」では、分析対象となる61品目の選定根拠、1988年から2023年にわたる二国間貿易データ、および気象データ（気温・降水量）と地理的変数の構築手順について詳述し、記述統計を通じてデータの特性を確認する。第4章「推定モデル」では、貿易データ特有のゼロ値問題に対処するためのポアソン疑似最尤推定法（PPML）の採用根拠、気候帯ごとの異質性を捉えるための変数の中心化処理、および具体的な推定式の仕様について述べる。第5章「結果と考察」では、全体およびカテゴリー別、品目別の推計結果を提示する。ここでは、気候変動がもたらす影響の非線形性（U字 / 逆U字）に着目し、気候変動下の農作物輸出においてどの気候帯や品目が「勝者」となり、どこが「敗者」となっているのか、その構造的な実態を農学的な知見を交えて考察する。なお本論文における「勝者」「敗者」とは、規範的な評価を意味するものではなく、推計結果において気象変数の変化が輸出額に与える限界効果が相対的に正（増加方向）または負（減少方向）として推定される傾向を便宜的に表現したものである。したがって、これらは気候帯や前提条件、品目の生理特性、生産・流通条件によって変化し得る相対的な比較優位の変

化を示すにとどまり、固定的な分類ではない点に留意する。最後に第 6 章「結論」において、本研究で明らかになった農作物貿易の地理的再編と品目ごとの感応度の違いについて総括し、食料安全保障に向けた政策的含意および今後の研究課題を提示する。

## 第2章 理論的枠組み

本章では、実証分析の土台となる経済学的な理論的枠組みを整理する。二国間の貿易フローを説明する標準的なツールである重力モデルの基礎を確認した上で、気候変動が農業生産性を通じて各国の比較優位をどのように変化させるか、そのメカニズムを論じる。特に、気温と生産性間に想定される「非線形性」についての理論的考察は、第4章におけるモデルの関数形を決定する重要な根拠となる。

### 2.1 重力モデルの基礎

国際貿易の実証分析において、二国間の貿易フローを説明するために最も広く用いられているのが、重力モデル (Gravity Model) である。田中 (2016) によれば、重力モデルは物理学におけるニュートンの万有引力の法則に倣い、Tinbergen (1962) によって初めて提唱された。このモデルは、二国間の貿易額が両国の経済規模 (GDP) に比例し、両国間の地理的距離に反比例するという直感的な経験則に基づいている。伝統的な重力モデルでは GDP や距離といった基本的な変数が貿易額の予測に用いられ、その説明力の高さから半世紀以上にわたり貿易研究の標準的なツールとして利用されてきた。具体的には、輸出国  $i$  から輸入国  $j$  への貿易額  $ij$  は以下のように定式化される。ここで  $A$  は定数である。

$$\text{貿易額}_{ij} = A \times \frac{\text{GDP}_i \times \text{GDP}_j}{\text{距離}_{ij}} \quad (\text{係数は省略})$$

伝統的には、対数線形化した以下の式を最小二乗法 (OLS) で推定する。ここで  $\varepsilon_{ij}$  は誤差項である。

$$\ln \text{貿易額}_{ij} = \alpha + \beta_1 \ln \text{GDP}_i + \beta_2 \ln \text{GDP}_j + \beta_3 \ln \text{距離}_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

### 2.2 構造重力モデルへの発展

初期の重力モデルは現実の貿易データを非常によく説明できる一方で、その理論的基礎には課題が残されていた。田中 (2016) が解説するように、この課題に対してミクロ経済学的な基礎付けを与え、現代の研究の基盤を確立したのが Anderson and van Wincoop (2003) である。彼らは、二国間の貿易額は、単なる二国間の絶対的な距離や障壁のみによって決まるのではなく、広い意味での物価が貿易額に影響を及ぼすことを理論的に示し、この広い意味での物価を「多角的貿易抵抗変数 (Multilateral Resistance Variable)」と呼んだ。

例えば、ブラジルから米国への輸出を検討する際、単に両国の GDP や物理的距離を見るだけでは不十分である。米国にとって地理的に近接するメキシコとの取引コストが低い場合、米国

市場では安価なメキシコ製品という選択肢が存在することで、ブラジル製品は相対的に割高なものとなり競争力を失う。その結果、米国における需要は代替され、ブラジルからの輸出額は減少せざるを得ない。

構造重力モデル (Structural Gravity Model) では、輸出国・輸入国それぞれの固定効果 (Fixed Effects) を導入することで、観察不可能な多角的抵抗要因を制御し、バイアスを除去した推計を行う。(Feenstra, 2015)。本研究の実証分析においては、Baier and Bergstrand (2007) 等の先行研究に倣い、国ペア固定効果および年固定効果を導入するアプローチを採用する。これにより、二国間の距離や文化的繋がりといった時間不変の観察不可能な異質性を包括的に制御し、推計の頑健性を確保する。

## 2.3 気候変動と比較優位

本研究では、標準的な重力モデルに「気象による生産性ショック」を新たな説明変数として導入する。Karlsson (2021) は、外生的な気温の変化が労働供給や生産性に影響を与え、それが経済活動全体に波及することを論じている。

リカード・モデルの文脈において、気候条件は各国の生産技術 (生産性) を決定する重要な外生変数とみなすことができる。農業生産において、気温 $T$ および降水量 $R$ は生産関数  $F(K, L, T, R)$  の決定的な変数である。気温が作物の光合成や生育適温を規定する一方で、降水量は生育に不可欠な水資源供給を決定する。Karlsson (2021) が示唆するように、気温の変化は産業ごとの異質性を持って作用する。農業において、気温上昇は、ある国にとっては最適な生育条件への接近 (生産性の向上) を意味し、別の国にとっては許容限界を超えた高温ストレス (生産性の低下) を意味する。すなわち、気候変動は各国の農業生産性を不均一に変化させることで、国際的な比較優位構造を変動させる要因となる。

## 2.4 気温・降水量と生産性の非線形性

気温の変化が貿易に与える影響は、単純な線形関係ではない可能性が高い。Karlsson (2021) は米国の輸出データを分析し、高温と低温の双方が経済活動に有意な負の影響を与えること、すなわち気温の影響が非線形であることを実証している。特に同研究では、産業によって「暑い日」と「寒い日」の影響メカニズムが異なることが示唆されている。農業においては、多くの作物に生物学的な「最適温度」が存在し、それまでは気温上昇がプラスに働くが、閾値を超えると急速にマイナスの影響が生じると考えられる。この生産性の変化は、各国の供給能力を通じて輸出ポテンシャルを変化させ、結果として二国間の貿易額に影響を及ぼすと考えられる。本研究では、先行研究の知見に基づき、この非線形な関係を検証するため、計量モデルに

において気温変数の一次項だけでなく、二次項（二乗項）を組み込むことで、その影響の形状を明らかにする。

また降水量についても、気温と同様の非線形なメカニズムが作用すると想定される。水資源は農業生産に不可欠な投入要素であるが、その供給量は「多ければ多いほど良い」という単調な関係にはない。少雨が干ばつや水分不足による生育阻害を引き起こす一方で、過剰な降水もまた、湿害による根腐れ、病害の蔓延、日照不足、あるいは物理的な冠水被害を通じて生産性を著しく低下させる。すなわち、農作物の生育には「最適降水量」が存在し、それを逸脱すれば生産・輸出に対して負の影響が生じると考えられる。したがって、本研究では降水量変数についても同様に二次項をモデルに導入し、この非線形な関係性を検証する。

## 第3章 データ

本章では、第1章で述べた目的を検証するために構築したデータセットの詳細について述べる。分析対象とする61品目の貿易データ、説明変数となる気象データ、およびコントロール変数の出典と定義を明確にする。また、本研究の独自性である「気候帯区分」の定義や、データの記述統計および相関関係を確認することで、次章で展開する計量モデルの妥当性を支えるデータの特性を把握する。

### 3.1 貿易データと品目分類

被説明変数となる二国間貿易額のデータには、United Nations (n. d.) が提供する国連貿易統計データベース (UN Comtrade) から取得したHSコード6桁レベルの統計を用いた。分析対象期間は1988年から2023年までの36年間である。分析対象とする品目は、UN ComtradeにおいてHSコードに基づく個別のデータ取得が可能であった野菜(トマト、タマネギ等)24品目、果物(バナナ、リンゴ等)27品目、穀物(小麦、コメ、トウモロコシ等)10品目を含む計61品目である。詳細な品目一覧を表3-1に示す。

これらの61品目は、HSコードから特定可能な範囲で網羅的に収集されたものである。当該カテゴリー全体の貿易データ(HS07類、08類、10類)と比較した試算によると、本研究で構築したデータセットの貿易額は、野菜で約76%、果物で約89%を占めており、穀物に至っては100%近くをカバーしている。したがって、本分析の結果は世界の主要な食料需給の動向を十分に反映したものであるといえる。なお、データの構築にあたっては、品目ごとの気候感応度をより厳密に識別するため、包括的な分類コードの一部を除外する処理を行った。具体的には、HSコード0703(ねぎ属)、0704(あぶらな属)、0706(根菜類)、0708(豆類)の中に含まれる「その他(Other)」の区分、および多種多様な品目が混在するHSコード081190、081290、081340を除外した。加えて、果実そのものの貿易ではない「柑橘類またはメロンの皮」(HS081400)も分析対象から除外している。

本研究で使用するデータセットは、すべての国ペアが全期間にわたってデータを有しているわけではない「アンバランス・パネル・データ(Unbalanced Panel Data)」である。これは、一部の国における報告データの欠落や、分析期間中における国家の分離・独立による構成国の変化に起因する。また、貿易データには「貿易額がゼロ」の観測値が記録されないという特性がある。正の貿易額のみを用いて分析を行うと、気候変動によって貿易が消滅したケースが除外され、サンプルセレクション・バイアスが生じる恐れがある。この問題に対処するため、本研究では分析期間中に少なくとも1回以上の貿易実績がある国ペア・品目の組み合わせについては、貿易が行われていない年の貿易額および数量をゼロとして補完する処理を行った。この

処理を経てもなお、データ利用可能性の制約により、パネル構造はアンバランスとなっている。

表 3-1 分析対象品目と対応する HS コード一覧

Category	Commodity Name	品目名	HS Code	生	冷蔵	冷凍	乾燥	一次加工
Vegetables	Potatoes	ジャガイモ	070100, 071010, 071210	✓	✓	✓	✓	
	Tomatoes	トマト	070200	✓	✓			
	Onions and Shallots	タマネギ	070310, 071110, 071220	✓	✓		✓	✓
	Garlic	ニンニク	070320	✓	✓			
	Cauliflowers and Broccoli	カリフラワー・ブロッコリー	070410	✓	✓			
	Brussels sprouts	芽キャベツ	070420	✓	✓			
	Lettuce and Chicory	レタス・チコリ	070500	✓	✓			
	Carrots and Turnips	ニンジン・カブ	070610	✓	✓			
	Cucumbers and Gherkins	キュウリ	070700, 071140	✓	✓			✓
	Peas	エンドウ豆	070810, 071021, 071310	✓	✓	✓	✓	
	Beans	インゲン豆	070820, 071022	✓	✓	✓		
	Asparagus	アスパラガス	070920	✓	✓			
	Eggplants	ナス	070930	✓	✓			
	Celery	セロリ	070940	✓	✓			
	Mushrooms	キノコ類	070951, 070952, 070953, 070954, 070955, 070956, 070959, 071151, 071159, 071230	✓	✓		✓	✓
	Capsicum or Pimenta	トウガラシ・ピーマン	070960	✓	✓			
	Spinach	ホウレンソウ	070970, 071030	✓	✓	✓		
	Artichokes	アーティチョーク	070910, 070991	✓	✓			
	Olives	オリーブ	070992, 071120	✓				✓
	Pumpkins	カボチャ	070993	✓	✓			
	Sweetcorn	スイートコーン	071040			✓		
	Capers	ケイパー	071130					✓
	Chickpeas	ひよこ豆	071320				✓	
Roots and Tubers	根菜・塊茎類	071400	✓	✓	✓	✓	✓	
Fruits	Coconuts	ココナッツ	080110	✓			✓	
	Brazilnuts	ブラジルナッツ	080120	✓			✓	
	Cashewnuts	カシューナッツ	080130	✓			✓	
	Nuts	ナッツ	080200, 081350	✓			✓	
	Bananas	バナナ	080300	✓			✓	
	Dates	デーツ	080410	✓			✓	
	Figs	イチジク	080420	✓			✓	
	Pineapples	パイナップル	080430	✓			✓	
	Avocados	アボカド	080440	✓			✓	
	Guavas, Mangoes and Mangosteens	グアバ・マンゴー・マンゴスチン	080450	✓			✓	
	Oranges	オレンジ	080510	✓			✓	
	Mandarins	マンダリン	080520	✓			✓	
	Grapefruit and Pomelosz	グレープフルーツ	080540	✓			✓	
	Lemons and Limes	レモン・ライム	080530, 080550	✓			✓	
	Grapes	ブドウ	080600	✓			✓	
	Melons and Papaws	メロン・ポポー	080700	✓				
	Apples	リンゴ	080810, 081330	✓			✓	
	Pears and Quinces	ナシ・西洋カリン	080820, 080830, 080840	✓				
	Apricots	アンズ	080910, 081310	✓			✓	
	Cherries	サクランボ	080920, 081210	✓				✓
	Peaches	モモ	080930	✓				
	Plums and Sloes	スモモ	080940, 081320	✓			✓	
	Strawberries	イチゴ	081010, 081110, 081220	✓		✓		✓
Berries	ベリー類	081020, 081030, 081040, 081120	✓				✓	
Kiwifruits	キウイフルーツ	081050	✓					
Durians	ドリアン	081060	✓					
Persimmons	柿	081070	✓					
Cereals	Wheat and Meslin	小麦	100100	✓				
	Rye	ライ麦	100200	✓				
	Barley	大麦	100300	✓				
	Oats	オーツ麦	100400	✓				
	Maize (corn)	トウモロコシ	100500	✓				
	Rice	コメ	100600	✓				
	Grain sorghum	ソルガム	100700	✓				
	Buckwheat	ソバ	100810	✓				
	Millet	ミレット	100820	✓				
	Canary seed	カナリーシード	100830	✓				

出典：UN Comtrade (United Nations, n. d.) より筆者作成

注：表右側のチェック欄（生、冷蔵、冷凍、乾燥、一次加工）は、各 HS コードが対象としている保存・加工形態を示している。

## 3.2 気象データ

説明変数となる気象データ（気温、降水量）は、世界銀行が提供する Climate Change Knowledge Portal (CCKP) から取得した (World Bank Group, n. d.)。同ポータルでは、英国イースト・アングリア大学の気候研究ユニット (CRU) および ERA5 再解析データに基づき、各国・各年の気象変数が集計・提供されている。本研究では、各国の国土全体における年別の平均気温、平均最低気温、平均最高気温および降水量を使用し、各国の気候トレンドを捉える指標とした。なお、第4章の推計モデルにおいては、多重共線性の回避および解釈の容易化のため、これらの気象変数は中心化処理を行って使用するが、本章の記述統計表においてはデータの特性を示すため実測値を報告する。

## 3.3 コントロール変数

重力モデルの標準的な説明変数である GDP および FTA（自由貿易協定）の加盟状況、ならびに本研究が対象とする食料貿易において食料需要の代理変数として導入した人口については、1988年から2020年の期間に関しては Conte et al. (2022) によって構築され、CEPII（フランス国際経済研究所）より提供されている Gravity Database から取得した (CEPII, 2022)。Gravity Database の提供範囲外である2021年から2023年のデータに関しては、GDP および人口については World Bank (n. d.) の World Development Indicators (WDI) を使用して拡張した。同期間の FTA ダミー変数については、世界貿易機関 (WTO) の地域貿易協定データベース (RTA Database) を参照し、協定情報を反映させることで補完した。

また、貿易コストをより正確に捉えるため、本研究では関税データも導入した。データは世界銀行の World Integrated Trade Solution (WITS) を通じて、UNCTAD の TRAINS データベースから取得した (World Bank, n. d.; UNCTAD, n. d.)。具体的には、最恵国待遇関税率（従価税換算：Ad Valorem Equivalent）を一括ダウンロードし、HS コード、輸入国、年をキーとして貿易データと結合した。分析における関税変数の構築にあたっては、前述の FTA ダミー変数が 1（協定発効済み）をとる国ペアについては、関税障壁が撤廃されたと仮定し、関税率を 0%とした。<sup>1</sup>その上で、本研究の重力モデルでは関税変数を対数変換して推定に用いるが、関税率の値をそのまま対数変換すると、値が負になる、あるいは関税率が 0%の場合に対数値が定義できないという問題が生じる。この数理的な問題を回避するため、本研究では Yotov et al. (2016) や Head and Mayer (2014) によって採用されているアプローチに倣い、関税率  $\tau$  (%) を以下のように変換して分析に用いた。

---

<sup>1</sup> ただし、農産物分野では FTA 締結下であっても例外品目や段階的削減措置が残存する場合があるため、この処理は実際の関税率を過小評価する可能性がある。したがって本研究における関税変数は、厳密な税率水準のものというよりも、関税障壁の程度および貿易自由化の制度的環境を近似する指標として位置づけられる。

$$\text{Tariff Rate} = 1 + \frac{\tau}{100}$$

したがって、モデルには関税率が0%の場合は「1」、50%の場合は「1.5」の値をとる変数として投入され、その対数値が説明変数として使用される。

### 3.4 気候帯の定義

気候条件による影響の異質性を検証するため、Beck et al. (2018) によるケッペン・ガイガー気候区分の再解析データに基づき、各国の気候帯を定義した。具体的には、各国の国土面積が以下の5つの気候帯に属する割合（シェア）を算出し、これを交差項の作成に用いた。

1. 熱帯 (Tropical)
2. 乾燥帯 (Dry)
3. 温帯 (Temperate)
4. 亜寒帯 (Cold)
5. 寒帯 (Polar)

なお、これらの気候帯シェア変数は、分析期間を通じて変化しない「時不変 (Time-invariant)」の変数として扱っている。これにより、例えば「熱帯地域における気温上昇」と「寒冷地域における気温上昇」が、それぞれ農作物貿易に対して正負どちらの影響を与えるかを識別することが可能となる。

### 3.5 記述統計

分析に使用した主要変数の記述統計量を表3-2に示す。なお、本表の統計量は、欠損値を除去した後の推計用サンプル（観測数：3,174,115件）に基づいている。貿易額 (Trade Value) の平均値は約136万ドルであるが、標準偏差が約2,200万ドルと非常に大きく、最小値が0であることから、データセットにはゼロ貿易を含む多くの小規模な取引と、一部の大規模な貿易フローが混在していることがわかる。関税変数 (Tariff Rate) の平均値は1.05であり、これは平均的な関税率が約5%であることを示している。FTAダミーの平均値は0.64となっており、サンプルに含まれる国ペア・年の約64%で自由貿易協定が締結されていることを示唆している。

気象変数については、平均気温 (Average Mean Temperature) は15.32℃であり、最小値-19.24℃から最大値30.02℃まで広範にわたっている。気候帯シェアの平均値を見ると、温帯 (Temperate) が0.38と最も高く、次いで亜寒帯 (Cold) が0.27、乾燥帯 (Dry) が0.23となっている。熱帯 (Tropical) は0.10、寒帯 (Polar) は0.03であり、本分析の対象となる農作

物輸出国は、主に温帯および亜寒帯、乾燥帯に位置する国々によって構成されているという特徴がある。

表 3-2 主要変数の記述統計

Variable	Mean	SD	Min	Max	Obs
Trade Value (USD)	1359489.96	21819892.46	0	5470231206	3174115
GDP (Origin, 1000USD)	1192176176	3107685387	404.18	27720709000	3174115
Population (Origin, 1000s)	82274.55	234208.63	0.04	1438069.6	3174115
GDP (Destination, 1000USD)	1267320979	3333081358	63.1	27720709000	3174115
Population (Destination, 1000s)	65626.05	196658.71	0.01	1438069.6	3174115
Tariff Rate	1.05	0.25	1	31	3174115
FTA Dummy	0.64	0.48	0	1	3174115
Average Mean Temperature (°C)	15.32	7.54	-19.24	30.02	3174115
Average Min Temperature (°C)	10.26	7.21	-23.01	26.29	3174115
Average Max Temperature (°C)	20.43	8.05	-15.53	37.04	3174115
Precipitation (mm/year)	934.65	631.98	10.8	4862.87	3174115
Share: Tropical zone	0.1	0.26	0	1	3174115
Share: Dry zone	0.23	0.34	0	1	3174115
Share: Temperate zone	0.38	0.38	0	1	3174115
Share: Cold zone	0.27	0.37	0	1	3174115
Share: Polar zone	0.03	0.08	0	1	3174115

All statistics are based on annual frequency.

出典：分析に使用した各データより筆者作成

### 3.6 変数間の相関

表 3-3 に、本分析で使用する主要変数間の相関係数行列を示す。まず、被説明変数である農作物貿易額 ( $\ln Trade Value$ ) と説明変数の関係を確認すると、輸出国および輸入国の GDP ( $\ln GDP$ ) との間には比較的強い正の相関が確認される。また、関税率 ( $\ln Tariff$ ) との間には負の相関が見られる。これらは、「経済規模が大きいほど貿易量が増え、貿易コストが高いほど貿易量が減る」という重力モデルの基本的な理論予測と整合的であり、データセットの妥当性が示唆される。

次に、説明変数間の関係に注目すると、輸出国および輸入国の双方において、人口 ( $\ln Pop$ ) と GDP ( $\ln GDP$ ) の間に一定の強い正の相関が見られる。これは人口規模が大きい国ほど経済規模も大きくなる傾向を反映したものであるが、重力モデルにおいてこれらを同時に投入する場合、多重共線性の問題が懸念される。この点について、推計結果への影響を厳密に検証するため、分散拡大係数 (Variance Inflation Factor: VIF) を算出した。一般に、VIF の値が 10 (保守的な基準では 5) を超えると多重共線性の懸念があるとされる。本分析モデルにおける VIF の算出結果を確認すると、相関が懸念された GDP および人口に関する変数の VIF 値は 3.78 から 4.41 の範囲に収まっており、すべての変数が 5 を下回っていることが確認された。

表 3-3 主要変数の相関行列

Variable	ln Trade Value	ln GDP (Origin)	ln Pop (Origin)	ln GDP (Dest)	ln Pop (Dest)	FTA Dummy	ln Tariff	Mean Temp	Precipitation
ln Trade Value	1.000								
ln GDP (Origin)	0.216	1.000							
ln Pop (Origin)	0.185	0.831	1.000						
ln GDP (Dest)	0.119	0.328	0.348	1.000					
ln Pop (Dest)	0.073	0.343	0.422	0.849	1.000				
FTA Dummy	0.165	-0.066	-0.174	-0.112	-0.142	1.000			
ln Tariff	-0.078	-0.030	0.031	0.137	0.165	-0.380	1.000		
Mean Temp	-0.134	-0.317	-0.030	-0.029	0.021	-0.137	0.110	1.000	
Precipitation	-0.071	-0.169	-0.091	-0.025	-0.031	-0.030	0.013	0.369	1.000

出典：分析に使用した各データより筆者作成

注：別モデルで使用する平均最高気温および平均最低気温は、平均気温と強い相関を持ち、他変数との相関構造が酷似しているため、本表への掲載を省略した。

また、本研究の主要な関心変数である平均気温 (*Mean Temp*) および降水量 (*Precipitation*) については、他の経済変数との相関が極めて低く、VIF 値もそれぞれ 1.52、1.16 と非常に低い水準に留まっている。このことは、少なくとも本分析で用いる主要な経済変数との間に強い線形関係が見られず、気象変数が特定の経済変数の変動と直接的に連動していないことを示唆する。以上の結果より、本研究のモデルには多重共線性の深刻な問題は存在せず、各変数の係数は安定的に推定可能であると判断した。

## 第4章 推定モデル

本章では、前章のデータを用いて気候変動の影響を定量化するための計量経済学的手法を提示する。貿易データ特有のゼロ値や不均一分散の問題に対処するためのPPML推定法の採用根拠を述べるとともに、第2章で議論した非線形性や、気候帯ごとの異質性を捉えるための具体的な推定式を定義する。ここでのモデル設定が、次章で示される分析結果を解釈するための枠組みとしての役割を果たす。<sup>2</sup>

### 4.1 PPML 推定法の採用

伝統的な重力モデルの実証分析では、輸出国  $i$  から輸入国  $j$  への  $t$  年における貿易額  $X_{ijt}$  を対数変換した上で最小二乗法 (OLS) を用いて推定を行う手法が一般的であった。しかし、本研究では、Santos Silva and Tenreyro (2006) が提唱したポアソン疑似最尤推定法 (PPML) を採用する。PPML を採用する主な理由は、以下の2点にある。

第一に、ゼロ貿易問題への対処である。実際の貿易データには、二国間で貿易が行われていない (貿易額がゼロである) 観測値が多く含まれる。対数変換 ( $\ln X_{ijt}$ ) を行う従来のOLSでは、ゼロの対数が定義できないため、これらのデータは欠損値として分析から除外されてしまう。しかし、貿易額がゼロであるという事実は「貿易コストが高すぎる」あるいは「生産条件が悪すぎる」という重要な経済的情報を含んでいる。ゼロ貿易を除外することは、サンプルセレクション・バイアスを引き起こす原因となる。PPMLは被説明変数を対数変換せず実数のまま扱うため、ゼロを含むデータを自然にモデルに組み込むことが可能である。

第二に、不均一分散によるバイアスの回避である。貿易データにおいては、貿易規模が大きい国ペアほど誤差項の分散が大きくなる傾向 (不均一分散) がある。対数変換されたモデルをOLSで推定する場合、ジェンセンの不等式 (Jensen's inequality) により、 $E[\ln y] \neq \ln E[y]$  となるため、不均一分散が存在する下では推定係数に深刻なバイアスが生じることが知られている (Silva and Tenreyro, 2006)。PPMLは、誤差項の分布に対して柔軟であり、不均一分散の下でも一致推定量を得ることができる。

したがって、本研究の目的である気候変動の影響分析において、PPMLは最も頑健かつ適切な手法であるといえる。

---

<sup>2</sup> 本研究におけるすべての実証分析は、統計解析ソフトR (バージョン4.4.2) を用いて実施した。なお、データセットの構築および計量分析コードの作成プロセスにおいては、エラーの特定やコーディングの効率化を図るため、補助的なツールとして生成AI (Gemini, ChatGPT等) を活用した。

## 4.2 気象変数の中心化処理

本研究では、気象変数の構築にあたり、気温（平均気温・平均最低気温・平均最高気温）および降水量の双方に対して中心化処理を行っている。具体的には、モデルに投入する気象変数は、各観測値（輸出国*i*、年*t*）の実測値から、その品目の分析サンプル全体における平均値を差し引いた値として定義する。

$$T_{it}^{cent} = T_{it} - \underline{T} \quad (\text{気温})$$

$$R_{it}^{cent} = R_{it} - \underline{R} \quad (\text{降水量})$$

ここで中心化後の  $T_{it}^{cent} = 0$  および  $R_{it}^{cent} = 0$  は、当該品目における「世界全体の平均的な気候水準（厳密には分析サンプル平均）」に概ね対応する。したがって推定される係数は、気象変数の絶対的な水準そのものではなく、「標準的（平均的）な気象条件からの逸脱（高温 / 低温、多雨 / 少雨）」が貿易に与える影響を表す。

さらに、気候変動の影響が地域によって異なる可能性を考慮し、これらの中心化気象変数と各国の気候帯シェア（熱帯、乾燥帯、温帯、亜寒帯、寒帯）との交差項を導入する。これにより、例えば「乾燥帯 ( $S_i^{dry}$ ) における降水量増加のメリット」と「熱帯 ( $S_i^{trop}$ ) における降水量増加のダメージ」といった、気候帯ごとの異質性を識別することが可能となる。

## 4.3 推定式

本研究では、気温および降水量の双方が農作物貿易に与える影響を検証するため、以下の構造を持つ重力モデルを構築した。推定手法には前節で述べた通り PPML を用い、多角的な抵抗要因や観測不可能なペア固有の異質性を制御するため、国ペア固定効果 ( $\delta_{ij}$ ) および年固定効果 ( $\delta_t$ ) を導入している。本研究の特筆すべき点は、気象の影響が気候帯によって異なる可能性を考慮し、気象変数と気候帯シェアの交差項を導入した点にある。具体的な推計式は以下の通りである。

$$X_{ijt} = \exp \left( \beta_0 \sum_{k \in K} \left\{ S_{ik} \left[ \left( \beta_{1k} T_{it}^{cent} + \beta_{2k} (T_{it}^{cent})^2 \right) + \left( \beta_{3k} R_{it}^{cent} + \beta_{4k} (R_{it}^{cent})^2 \right) \right] \right\} \right) \times \varepsilon_{ijt} \\ + \beta_o O_{it} + \beta_d D_{jt} + \beta_T \Phi_{ijt} + \delta_{ij} + \delta_t$$

ここで、 $X_{ijt}$  は  $t$  年における輸出国  $i$  から輸入国  $j$  への農作物貿易額を表す。第 2 項の  $\Sigma$  で括られた部分が、気象変数の影響を捉える項である。 $K$  はケッペンの気候区分に基づく 5 つの気候帯（熱帯、乾燥帯、温帯、亜寒帯、寒帯）の集合を表し、 $S_{ik}$  は輸出国  $i$  の国土における気候帯  $k$  の面積シェア ( $0 \leq S_{ik} \leq 1$ ) を表す。 $T_{it}^{cent}$  および  $R_{it}^{cent}$  はそれぞれ中心化処理された輸出国  $i$  の平均気温および年間降水量である。本研究の基本モデルでは、気象変数として年平均

均気温 ( $T_{it}$ ) を採用している。しかし、農作物の生育においては、平均的な気温だけでなく、日中の最高気温 (高温ストレス) や夜間の最低気温 (冷害や呼吸消耗) が重要な意味を持つ場合がある。そこで本研究では、平均気温を用いた基本モデル (Pattern 1) に加え、年平均最高気温 ( $T_{it}^{max}$ ) を用いたモデル (Pattern 2) および年平均最低気温 ( $T_{it}^{min}$ ) を用いたモデル (Pattern 3) についても推計を行い、気象変数の定義の違いが結果に与える影響を多角的に検証する。また、第3項以降はコントロール変数群である。 $O_{it}$  は輸出国  $i$  の供給能力を表す経済属性ベクトルであり、具体的には名目 GDP の対数値 ( $\ln GDP_{it}$ ) および人口の対数値 ( $\ln Population_{it}$ ) から構成される。同様に、 $D_{jt}$  は輸入国  $j$  の市場需要を表す経済属性ベクトル ( $\ln GDP_{jt}$  および  $\ln Population_{jt}$ ) である。 $\phi_{ijt}$  は二国間の貿易障壁を表すベクトルであり、具体的には自由貿易協定ダミー ( $FTA_{ijt}$ ) および関税変数の対数値 ( $\ln Tariff Rate_{ijt}$ ) で構成されている。

本モデルにおける各変数の理論的な符号予測は以下の通りである。

#### 4.3.1. 気象変数 ( $T_{it}^{cent}$ , $R_{it}^{cent}$ ) の符号予測

農作物の生育には最適な温度や降水量の範囲が存在し、適正範囲を超えると収量が低下するという生物学的な特性がある。この非線形性を捉えるため、本モデルでは二乗項を導入しており、「逆U字型 (Inverted U-shape)」の関係が想定される。

- 一次項 ( $\beta_{1k}$ ,  $\beta_{3k}$ ) : 符号は不定 (気候帯  $k$  に依存)

本モデルでは変数を中心化しているため、一次項の係数は「各気候帯の平均値における限界効果 (接線の傾き)」を表す。寒冷な地域 (寒帯・亜寒帯等) のように、現状の気温が作物の生育適温 (頂点) よりも低い可能性がある地域の場合、気温上昇は生産にプラスに働くため、係数は正 (+) になると予測される。一方、熱帯のように現状の気温が既に適温に近い、あるいは超えている場合、更なる気温上昇は生産減退を招くため、係数は負 (-) あるいはゼロ (頂点付近) になると予測される。

- 二次項 ( $\beta_{2k}$ ,  $\beta_{4k}$ ) : 負 (-)

「逆U字型」の形状 (上に凸) を描くためには、二乗項の係数は負である必要がある。これは、気温や降水量が極端に増加した際に、限界生産力が逡減し、最終的にマイナスの影響を与える収穫逡減の法則や環境ストレスを反映している。

#### 4.3.2. コントロール変数の符号予測

気候以外の要因は、その性質に応じて以下の3つのベクトルに分類した。

- 輸出国ベクトル ( $O_{it}$ ) :
  - $\ln GDP_{it}$  (輸出国名目 GDP) :  
経済規模の拡大は生産能力および輸出供給力の向上を意味するため、係数は正 (+) と予測される。
  - $\ln Population_{it}$  (輸出国人口) :  
労働供給の増加による正の効果 (生産促進) と、国内食料消費の拡大による負の効果 (輸出余力の減少) が混在するため、符号は不定である。
  
- 輸入国ベクトル ( $D_{jt}$ ) :
  - $\ln GDP_{jt}$  (輸入国名目 GDP) :  
所得水準の向上は購買力の拡大を意味するため、係数は正 (+) と予測される。
  - $\ln Population_{jt}$  (輸入国人口) :  
食料需要の物理的な規模を表すため、係数は正 (+) と予測される。
  
- 二国間貿易障壁ベクトル ( $\phi_{ijt}$ ) :
  - $FTA_{ijt}$  (自由貿易協定ダミー) :  
関税撤廃や非関税障壁の削減を通じて貿易を促進するため、係数は正 (+) と予測される。
  - $\ln Tariff Rate_{ijt}$  (二国間関税率) :  
貿易コストの上昇は取引を阻害するため、係数は負 (-) と予測される。

#### 4.4 分析のレベル

本研究では、気候変動の影響を多角的に検証するため、前節までに定義した推定モデルを用い、以下の3つの集計レベルで分析を行う。

##### 1. 全体分析 (Total Aggregated Analysis)

全61品目の貿易額を合算した「総農作物貿易額」について推計を行う。これにより、品目間の代替効果等を捨象した、農業セクター全体としてのマクロな気候変動影響を評価する。また、説明変数となる関税率については、対象全品目の適用関税率の単純平均値<sup>3</sup>

<sup>3</sup> 本研究で単純平均関税率を採用したのは、貿易額による加重平均を用いた際に生じる「内生性バイアス」を避けるためである。加重平均では、高関税で輸入が阻止されている品目の影響が過小評価または無視される。関税の貿易障壁効果を検証する重力モデルにおいては、「輸入阻止的な高関税」の影響を適切に捉える必要があるため、実際の貿易額に関わらず、制度としての保護水準を公平に反映する単純平均を関税変数として用いた。

を用いる。これは、品目ごとに異なる関税障壁を平均化することで、特定品目の事情に左右されない、二国間における農業分野全体の包括的な保護水準を捉えるためである。

## 2. カテゴリー別分析 (Category-level Analysis)

各品目を「野菜 (Vegetables)」、「果物 (Fruits)」、「穀物 (Cereals)」の3つの主要カテゴリーに分類・集約して推計を行う。これにより、植物学的な特性や栽培形態の共通性に基づいた、品目群としての気候変動への脆弱性を検証する。なお、各カテゴリーの関税変数については、全体分析と同様に、それを構成する個別品目の関税率の単純平均値を採用する。

## 3. 品目別分析 (Item-level Analysis)

分析対象とする全61品目それぞれについて個別に推計を行う。これにより、マクロな分析では相殺されてしまう品目固有の気候感応度（例えば、高温に強い作物と弱い作物）や、各品目の栽培に適した気候条件の差異を明らかにする。

以上の3つの分析レベルそれぞれにおいて、前節で述べた3つの気象変数パターン（平均気温・平均最高気温・平均最低気温）を用いた推計を実施する。このように、データの集計レベル（縦軸）と気象指標（横軸）を組み合わせた網羅的な分析を行うことで、気候変動が国際農作物貿易に与える影響の頑健性と、そのメカニズムの全体像を解明することを試みる。

## 第5章 結果と考察

本章では、構築したモデルによる推計結果を提示し、農業の知見も交えて考察を行う。まず全体およびカテゴリー別の分析からマクロなトレンドを確認し、次に品目別の詳細な分析へと解像度を高めていく。気候帯ごとに異なる「気温・降水量への感応度」を明らかにすることで、気候変動によって輸出競争力が高まる「勝者」と、制約を受ける「敗者」がどのように分布しているのか、その構造的な実態を浮き彫りにする。

### 5.1 全体分析およびカテゴリー別分析

本節では、1988～2023年の二国間貿易データを用いたPPML推定結果について、(i) 全61品目を統合した全体分析と、(ii) 野菜・果物・穀物のカテゴリー別分析の結果を示し、考察する。主要な推定結果を表5-1に示す。

表 5-1 全体分析およびカテゴリー別分析の推定結果

Dependent Var.: Trade Value		Total			Vegetables			Fruits			Cereals				
		平均気温	最低気温	最高気温	平均気温	最低気温	最高気温	平均気温	最低気温	最高気温	平均気温	最低気温	最高気温		
コントロール 変数	輸出国	ln(GDP)	0.1851*** (0.0330)	0.1855*** (0.0331)	0.1910*** (0.0327)	0.1579*** (0.0400)	0.1409*** (0.0400)	0.1657*** (0.0397)	0.2309*** (0.0383)	0.1990*** (0.0401)	0.2500*** (0.0372)	0.0849 (0.0569)	0.1167* (0.0566)	0.0719 (0.0562)	
		ln(人口)	-0.5444*** (0.0712)	-0.5508*** (0.0716)	-0.5299*** (0.0703)	-0.3591*** (0.0825)	-0.3400*** (0.0829)	-0.3656*** (0.0820)	-0.6601*** (0.0760)	-0.6204*** (0.0764)	-0.6617*** (0.0767)	-0.6099*** (0.1306)	-0.6789*** (0.1310)	-0.5721*** (0.1279)	
	輸入国	ln(GDP)	0.7836*** (0.0390)	0.7872*** (0.0389)	0.7876*** (0.0391)	0.7650*** (0.0385)	0.7700*** (0.0391)	0.7596*** (0.0386)	1.081*** (0.0449)	1.088*** (0.0451)	1.088*** (0.0445)	0.6305*** (0.0701)	0.6304*** (0.0699)	0.6324*** (0.0705)	
		ln(人口)	-0.5114*** (0.0807)	-0.5062*** (0.0807)	-0.5358*** (0.0800)	-0.6393*** (0.0861)	-0.6428*** (0.0867)	-0.6359*** (0.0857)	-0.7255*** (0.0823)	-0.7303*** (0.0842)	-0.7529*** (0.0814)	-0.2431 (0.1573)	-0.2114 (0.1578)	-0.2675 (0.1559)	
	Dummy : FTA	0.2096*** (0.0405)	0.2131*** (0.0409)	0.2125*** (0.0402)	0.2617*** (0.0505)	0.2673*** (0.0524)	0.2554*** (0.0503)	0.1556** (0.0484)	0.1651*** (0.0491)	0.1522** (0.0485)	0.1201 (0.0747)	0.1121 (0.0751)	0.1178 (0.0741)		
	ln(関税率)	0.5554** (0.1809)	0.5672** (0.1809)	0.5581** (0.1815)	0.8669*** (0.1711)	0.8508*** (0.1719)	0.8606*** (0.1709)	-1.174*** (0.2176)	-1.123*** (0.2203)	-1.174*** (0.2162)	0.3227** (0.1162)	0.3308** (0.1167)	0.3154** (0.1159)		
気温	熱帯	1次	0.2164 (0.1706)	0.6796*** (0.2002)	-0.1635 (0.1315)	0.1277 (0.1672)	0.6468*** (0.1989)	-0.1603 (0.1300)	-0.0785 (0.2450)	0.3992 (0.2869)	-0.5042** (0.1759)	0.7701* (0.3126)	1.014** (0.3758)	0.2693 (0.2336)	
		2次	0.0077 (0.0113)	-0.0193 (0.0106)	0.0175* (0.0085)	-0.0333** (0.0117)	-0.0296** (0.0102)	-0.0066 (0.0077)	-0.0031 (0.0166)	-0.0137 (0.0148)	0.0171 (0.0120)	0.0253 (0.0241)	-0.0108 (0.0185)	0.0146 (0.0158)	
	乾燥帯	1次	0.2366** (0.0742)	0.2727*** (0.0661)	0.1111 (0.0769)	0.5690*** (0.1050)	0.5678*** (0.0812)	0.4276*** (0.1085)	0.4783*** (0.0946)	0.6185*** (0.0826)	0.1988* (0.0909)	0.1347 (0.1178)	0.0205 (0.1037)	0.1917 (0.1193)	
		2次	-0.0003 (0.0053)	-0.0099 (0.0057)	0.0071 (0.0047)	-0.0277*** (0.0083)	-0.0446*** (0.0086)	-0.0138* (0.0066)	0.0249* (0.0123)	0.0035 (0.0171)	0.0308*** (0.0070)	-0.0163* (0.0077)	-0.0085 (0.0073)	-0.0132* (0.0065)	
	温帯	1次	0.0210 (0.0423)	-0.0374 (0.0501)	0.0453 (0.0309)	0.1180* (0.0479)	0.0340 (0.0548)	0.1089** (0.0361)	-0.0080 (0.0615)	-0.0251 (0.0885)	-0.0026 (0.0408)	-0.1605 (0.0833)	-0.2717*** (0.0787)	-0.0358 (0.0703)	
		2次	0.0101** (0.0035)	0.0093 (0.0049)	0.0086*** (0.0022)	0.0169*** (0.0038)	0.0112* (0.0054)	0.0132*** (0.0024)	0.0035 (0.0053)	0.0037 (0.0085)	0.0029 (0.0031)	0.0078 (0.0075)	0.0006 (0.0082)	0.0136* (0.0054)	
	亜寒帯	1次	-0.0843 (0.0787)	-0.0248 (0.0865)	-0.1174 (0.0673)	-0.1110 (0.0776)	-0.0020 (0.0855)	-0.1544* (0.0619)	-0.6741*** (0.1310)	-0.5879*** (0.1341)	-0.5615*** (0.0977)	0.2044* (0.0906)	0.1809 (0.0982)	0.2011* (0.0803)	
		2次	-0.0101* (0.0047)	-0.0058 (0.0055)	-0.0114** (0.0038)	-0.0098 (0.0054)	-0.0034 (0.0062)	-0.0112** (0.0041)	-0.0345*** (0.0082)	-0.0309*** (0.0090)	-0.0258*** (0.0056)	-0.0043 (0.0058)	-0.0034 (0.0066)	-0.0037 (0.0049)	
	寒帯	1次	-1.224** (0.4511)	-1.714*** (0.4236)	-0.5955 (0.4262)	-1.179*** (0.4263)	-2.109*** (0.4306)	-0.6764 (0.3602)	0.0737 (0.5670)	-0.8549 (0.6033)	0.7579 (0.5056)	-3.374*** (0.8913)	-3.363*** (0.9180)	-3.058*** (0.8030)	
		2次	-0.0130 (0.0138)	-0.0312* (0.0138)	0.0035 (0.0124)	-0.0225 (0.0140)	-0.0519*** (0.0146)	-0.0101 (0.0116)	0.0517* (0.0225)	0.0217 (0.0236)	0.0621** (0.0196)	-0.0650** (0.0243)	-0.0683** (0.0252)	-0.0573** (0.0215)	
	降水量	熱帯	1次	-0.0016*** (0.0004)	-0.0016*** (0.0004)	-0.0017*** (0.0004)	0.0003 (0.0003)	0.0003 (0.0003)	0.0001 (0.0003)	-0.0015*** (0.0004)	-0.0014** (0.0004)	-0.0017*** (0.0004)	-0.0056** (0.0018)	-0.0064** (0.0019)	-0.0059*** (0.0017)
			2次	4.75e-7*** (1.16e-7)	4.81e-7*** (1.17e-7)	4.86e-7*** (1.13e-7)	-1.5e-7 (9.38e-8)	-1.29e-7 (9.31e-8)	-8.76e-8 (8.91e-8)	3.56e-7** (1.29e-7)	3.68e-7** (1.32e-7)	3.8e-7** (1.29e-7)	1.76e-6** (5.49e-7)	1.97e-6*** (5.93e-7)	1.8e-6*** (5.24e-7)
乾燥帯		1次	0.0007** (0.0002)	0.0003 (0.0002)	0.0009*** (0.0003)	0.0004 (0.0003)	0.0002 (0.0003)	0.0006 (0.0003)	0.0015*** (0.0004)	0.0009* (0.0004)	0.0018*** (0.0005)	0.0007* (0.0003)	0.0008** (0.0003)	0.0009** (0.0003)	
		2次	-2.86e-7 (1.71e-7)	-2.05e-7 (1.68e-7)	-3.46e-7* (1.76e-7)	-1.06e-7 (1.91e-7)	-1.26e-8 (1.92e-7)	-6.02e-8 (2.01e-7)	-1.03e-7 (3.2e-7)	-3.11e-8 (3.27e-7)	-1.4e-7 (3.21e-7)	-5.85e-7* (2.28e-7)	-6.2e-7** (2.13e-7)	-7.27e-7** (2.32e-7)	
温帯		1次	0.0002* (9.78e-5)	0.0003** (9.97e-5)	0.0002 (9.84e-5)	0.0001 (0.0001)	0.0001 (0.0001)	9.01e-5 (0.0001)	0.0004** (0.0001)	0.0004** (0.0001)	0.0003* (0.0001)	0.0003 (0.0002)	0.0006** (0.0002)	0.0002 (0.0002)	
		2次	1.2e-7 (1.47e-7)	7.42e-8 (1.45e-7)	8.45e-8 (1.49e-7)	6.17e-8 (2.12e-7)	8.18e-8 (2.07e-7)	-3.83e-8 (2.27e-7)	1.09e-7 (1.77e-7)	1.41e-7 (1.8e-7)	7.64e-8 (1.77e-7)	1.27e-7 (3.56e-7)	-1.02e-7 (3.58e-7)	2.39e-7 (3.58e-7)	
亜寒帯		1次	8.55e-5 (0.0001)	3.69e-5 (0.0001)	0.0001 (0.0001)	0.0001 (0.0001)	8.99e-5 (0.0001)	0.0001 (0.0001)	4.34e-5 (0.0002)	0.0001 (0.0002)	-8.14e-5 (0.0002)	0.0003 (0.0002)	0.0001 (0.0002)	0.0005* (0.0002)	
		2次	-1.46e-7 (2.05e-7)	-9.77e-8 (2.06e-7)	-1.77e-7 (2.06e-7)	7.9e-8 (1.81e-7)	1.02e-7 (1.83e-7)	6.38e-8 (1.81e-7)	-3.05e-8 (2.54e-7)	-1.15e-7 (2.53e-7)	5.76e-8 (2.55e-7)	-3.44e-7 (4.07e-7)	-1.23e-7 (4.11e-7)	-5.18e-7 (4.07e-7)	
寒帯		1次	-0.0006 (0.0007)	-1.4e-5 (0.0007)	-0.0008 (0.0008)	0.0003 (0.0016)	0.0006 (0.0016)	0.0003 (0.0016)	-0.0012 (0.0008)	-0.0007 (0.0008)	-0.0014 (0.0008)	-0.0035 (0.0023)	-0.0025 (0.0023)	-0.0045 (0.0024)	
		2次	2.64e-7 (6.98e-7)	1.34e-7 (6.91e-7)	7.03e-7 (7.1e-7)	-1.38e-6 (1.45e-6)	-1.49e-6 (1.45e-6)	-1.37e-6 (1.44e-6)	-9.42e-7 (7.58e-7)	-1.19e-6 (7.68e-7)	-5.46e-7 (7.62e-7)	5.54e-6* (2.42e-6)	5.38e-6* (2.45e-6)	6.9e-6** (2.4e-6)	
中心気温		17.31	12.15	22.52	16.52	11.39	21.70	17.46	12.25	22.72	16.23	11.09	21.42		
中心降水量		1,044.5	1,044.5	1,044.5	1,007.7	1,007.7	1,007.7	1,024.3	1,024.3	1,024.3	991	991	991		
Observations		173,678	173,633	173,652	127,721	127,685	127,704	141,520	141,477	141,500	113,455	113,422	113,431		
Adj. Pseudo R2		0.96000	0.95995	0.96006	0.97422	0.97417	0.97422	0.96579	0.96556	0.96583	0.92700	0.92680	0.92717		
Fixed-Effects:	Year	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Pair Country	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	# of Year	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36		
	# of Origin	194	194	194	192	192	191	191	191	191	192	192	192		
	# of Destination	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216		
	Convergence	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		

Signif. codes: \*\*\* 0.001 \*\* 0.01 \* 0.05 . 0.1  
(Std. Error)

出典 : UN Comtrade, World Bank WDI, UNCTAD TRAINS および気象データより筆者推計

### 5.1.1 コントロール変数の推定結果と考察

本項では、気象変数以外の変数（GDP・人口・FTA・関税）の推定結果について考察する。

#### 5.1.1.1 経済規模（GDP）

輸入国 GDP は、全体および全カテゴリーで一貫して正に有意であり、輸入国の経済規模が大きいかほど農作物貿易額が増えるという重力モデルの基本的理論と整合的である。特に果物カテゴリーでは輸入国 GDP の係数が他カテゴリーより大きく、これは果物が所得弾力性の高い嗜好品としての性質を持つことを示唆している。

一方で輸出国 GDP についても、全体、野菜カテゴリー、果物カテゴリーでは安定的に 0.1%水準で有意に正だが、穀物カテゴリーでは平均最低気温を用いた分析では 5%水準で正に有意であるものの、他の 2 パターンの分析では有意な結果は得られず、他に比べて輸出国 GDP の影響が弱かった。穀物は国際商品市場での取引や政府備蓄・輸入政策の影響が大きく、輸出国の経済規模（GDP）そのものよりも、その年の生産条件や世界的な需給ショックの影響が相対的に大きいためであると考えられる。

#### 5.1.1.2 人口（Population）

輸出国の人口については、全モデルにおいて一貫して負に有意な結果が得られた。理論上、GDP 一定の下での人口増加は一人当たり所得の低下を意味する。もし輸出される農作物が所得弾力性の高い「贅沢品」であり、所得低下によって国内での購入が控えられたと仮定すれば、国内消費が減少し、かえって輸出余力が増大する（係数が正になる）可能性が考えられる。しかし、本分析の結果が一貫して負となったことは、そうした所得要因による需要減退よりも、人口増加に伴う国内食料需要の増大が大きく上回っていることを示唆している。つまり、所得水準の低下にかかわらず、人口増による基礎的な食料消費の拡大が輸出余力を圧迫したと解釈できる。

一方、輸入国人口についても、全体、野菜、果物の各カテゴリーで負に有意な値が示された。この結果は、「人口増は市場規模の拡大を意味し、輸入を促進する（係数は正）」とする一般的な予測とは異なるものである。この予測との乖離は、前述の通り、本推定が輸入国 GDP（所得総額）を同時に統制している点から説明できる。すなわち、この結果は、GDP 一定の下での人口増加において、「市場規模の拡大効果」よりも一人当たり所得の低下による「購買力の減少効果」が上回ったことを示唆している。特に所得弾力性の高い果物や一部の野菜では、一人当たり所得の低下によって需要が抑制される傾向が強く出たと解釈できる。これに対し、穀物カテゴリーでは輸入国人口の影響が概ね非有意であった。これは、必需品である穀物は所得水準にかかわらず一定の消費が必要とされるため、所得低下によるマイナス効果と、市場拡大のプラス効果が相殺し合っているためだと考えられる。

### 5.1.1.3 自由貿易協定 (FTA)

FTA ダミーは、全体および野菜カテゴリー、果物カテゴリーにおいて統計的に有意な正の値を示した。本推計モデルでは、すでに二国間・品目別の適用関税率を説明変数として制御している。したがって、もしFTAの主たる効果が「関税削減」のみにあるならば、関税変数を投入した時点でFTAダミーの統計的有意性は消失し、変数は冗長なものとなるはずである。それにもかかわらずFTAダミーが正に有意であるという結果は、FTAの締結が、関税削減以外の「非関税障壁の削減」や「制度的な貿易コストの低下」を通じて貿易促進に寄与していることを示唆している。具体的には、通関手続きの簡素化、衛生植物検疫 (Sanitary and Phytosanitary: SPS) 措置の協議枠組みの構築、あるいは投資環境の整備といった制度的要因が、農作物貿易を実質的に後押ししていると解釈できる。

一方、穀物カテゴリーにおいては、FTAダミーの統計的有意性は確認されなかった。この要因としては、穀物市場の特性に加え、通商交渉における「例外措置」の存在が大きく影響を及ぼしている可能性がある。多くの自由貿易協定において、農作物は「センシティブ品目」として関税撤廃の対象から除外されたり、再協議の対象として先送りされたりするケースが少なくない。その典型例が日本である。日本の経済連携協定 (EPA) において、コメや小麦などの穀物は「重要5品目」として位置づけられており、RCEP協定では関税削減・撤廃の対象から完全に除外されている (外務省, 2025)。加えて、本研究のデータセット構築上の要因も影響している可能性がある。分析ではFTA締結ペアの関税を便宜上0%としているが、前述の通り穀物は関税撤廃の例外となるケースが多い。実際には関税が残存しているにもかかわらず、モデル上で「関税ゼロ」として処理してしまうと、関税要因で説明しきれない「貿易の伸び悩み」がFTAダミーの係数に負の影響として吸収されてしまう。このように、多くの品目が自由化の例外となりやすく、かつ「例外なき関税撤廃」という分析上の仮定と保護主義的な現実との乖離が存在する穀物カテゴリーにおいては、FTAの貿易創出効果が統計的に検出されにくかったと推察される。

### 5.1.1.4 関税

関税変数の推定結果はカテゴリー間で対照的である。果物カテゴリーでは負に有意であり、関税が貿易障壁として機能しているという理論的予測と整合的である。しかし、全体、野菜カテゴリー、および穀物カテゴリーでは正に有意となり、単純な理論と矛盾した結果が得られている。この結果は、主に以下の2つの要因から解釈可能である。第一に、関税の「内生性」の問題である。すなわち、国内需要が高く輸入が急増している品目 (野菜や穀物などの必需品) に対して、国内生産者を保護する目的で政治的に高い関税が設定されるという、逆の因果関係が存在する可能性である。第二に、「需要の価格弾力性の低さ」である。穀物や野菜などの必

需財は、価格変化に対して需要が非弾力的である。そのため、高い関税により輸入価格が上昇しても需要は大きく減少せず、国内の供給不足を補うための輸入が継続されていると考えられる。

### 5.1.2 気象変数の推定結果と考察

本項では、本研究の中心的関心である気温・降水量が農作物貿易に与える影響を、気候帯ごとの異質性と非線形性に着目して考察する。

#### 5.1.2.0 気象変数の非線形性と頂点の解釈について

推定モデルでは、気温変数と降水量変数の一次項と二次項を同時に投入することで非線形性を検証している。結果の解釈にあたっては、二次項の符号による形状（U字または逆U字）だけでなく、算出された頂点がサンプルの観測範囲（中心気象）に対してどの位置にあるかが重要となる。本研究では以下の基準に基づき結果を解釈する。

- **逆U字型（二次項が負）かつ頂点が中心より右側にある場合：**

現在の平均的な気候は、貿易額を最大化する「最適点」よりも低い水準にある。したがって、気温・降水量が上昇してその最適点に達するまでは、温暖化が貿易額の増加に寄与すると解釈できる。

- **逆U字型かつ頂点が中心より左側にある場合：**

現在の気候水準は、すでに貿易額を最大化する「最適点」を超過した領域（減少局面）に位置している。したがって、これ以上の気温・降水量の上昇は、最適条件からの「乖離」や生理的な「許容限界の超過」をさらに拡大させ、貿易額を一方向的に減少させる要因となると解釈できる。

- **U字型（二次項が正）かつ頂点が中心より左側にある場合：**

サンプルの中心（平均）はすでに頂点（最小点）を超えた右側の領域にある。したがって、平均的な気候条件下においては、実質的に「上昇に伴い増加する（正の影響）」局面にあると解釈できる。

- **U字型かつ頂点が中心より右側にある場合：**

観測データの大部分は頂点の手前（左側）の減少局面に位置するため、実質的には「上昇に伴い減少する（負の影響）」と解釈できる。

### 5.1.2.1 全体分析 (Total Aggregated Analysis)

#### 5.1.2.1.1 気温の影響

全体分析の結果からは、気候帯ごとに温暖化（気温上昇）が貿易に与える影響の方向性が大きく異なること、そして特に寒冷な地域において「適温超過」や「負の影響」が顕在化しているという傾向が明らかとなった。

まず、乾燥帯においては、平均気温および平均最低気温の双方で一次項が正に有意（線形）となり、気温上昇が一貫して貿易額を押し上げる要因となっている可能性が確認された。乾燥帯では、夜間の冷え込みや熱量不足が農業生産のボトルネックとなる場合があるため、温暖化による熱量供給の増加が生産・輸出に対してプラスに作用していると考えられる。また、熱帯においても、平均最低気温で一次項が正に有意となったほか、平均最高気温では二次項が正に有意となり、懸念されるような高温による負の影響は、本分析のマクロなレベルでは支配的ではないことが示唆された。これは、最低気温の上昇（底上げ）がプラスに働く一方で、最高気温についても特定の高温適応作物の存在等により、貿易額が維持・拡大されている可能性を示している。さらに、温帯についても、平均気温および平均最高気温で二次項が正に有意となり、気温上昇に対して底堅い、あるいはプラスの影響を持つ傾向が示された。

対照的に、寒冷な地域である亜寒帯および寒帯においては、温暖化リスクを示唆する結果が得られた。亜寒帯では、平均気温および平均最高気温において二次項が負に有意となり、明確な「逆U字型」の関係が観測された。これは、冷涼な気候帯である亜寒帯において、現在の気候が既に農作物の生育適温の上限に達しつつある、あるいはこれを超えている可能性を示唆する。すなわち、夏場の最高気温の上昇等が「高温ストレス」として作用し、生産・輸出に対してマイナスの影響を与え始めていると考えられる。寒帯においても、平均気温の一次項が負に有意となり、気温上昇が貿易額を減少させる傾向が確認された。また、平均最低気温においては逆U字型が示されたものの、その頂点は観測範囲よりもはるかに左側（低温側）に位置しており、実質的には気温上昇に伴い輸出が減少する局面にあると解釈できる。この結果は、寒帯の生態系や生産環境（融雪時期の変動や病害虫リスクの増大等）が温暖化に対して脆弱であることを強く示唆している。

以上の結果は、先行研究である Karlsson (2021) の知見と比較して、異なる側面を示している可能性がある。Karlsson (2021) は米国データを用いたセクター別分析において、農業では低温（寒冷日）が輸出を有意に減少させる一方で、高温側の影響は必ずしも統計的に明確ではないことを報告している。これに対して、本研究の世界規模データによる推定では、寒冷地（亜寒帯・寒帯）において気温上昇と農業輸出の間に負の関連が観察される傾向が見られた。こうした結果は、局所的な分析では捉えにくい寒冷地の脆弱性や適温超過リスクを示唆している可能性があり、乾燥帯で観察された正の関連と併せて考えると、気候変動の影響が地域間で非対称的に現れうる点を示すものと解釈できる。

#### 5.1.2.1.2 降水量の影響

降水量が農作物貿易に与える影響については、水資源が不足している地域と過剰な地域とで、対照的な結果が得られた。まず、熱帯においては、全ての気温モデルにおいて、降水量の一次項が負、二次項が正となり、統計的に有意な「U字型」の関係が一貫して確認された。算出された頂点は約2,700mm付近と、サンプルにおける中心降水量（約1,042mm）よりもはるかに右側（多雨側）に位置している。観測データの大部分はこの頂点よりも左側の減少局面に分布していることから、実質的には、熱帯における降水量の増加が、過湿による根腐れや病害、あるいは日照時間の不足などを通じて、貿易額に対して一貫して負の影響を与えていると解釈できる。

対照的に、乾燥帯および温帯においては、降水量が生産・輸出を促進する要因となっている可能性が高い。乾燥帯では、平均気温を用いたモデル等で一次項が正に有意（線形）となり、降水量の増加が貿易額を押し上げることが確認された。また、最高気温を用いたモデルでは逆U字型（頂点は右側）が示され、基本的に水資源が制約となりやすい乾燥地において、降水増加が干ばつリスクを緩和し、生産力を高める効果を持つことを示唆している。同様に、温帯においても、平均気温および最低気温を用いたモデルで一次項が正に有意となり、適度な降水量の増加が農業生産にとってプラスに作用していることが確認された。

一方で、亜寒帯および寒帯については、いずれのモデルにおいても降水量の係数は統計的に有意ではなかった。これは、寒冷地においては降水量（水条件）よりも、気温（熱量条件）や積雪期間といった温度要因が生産・輸出の主要な決定要因となっているためだと推察される。

#### 5.1.2.2 カテゴリー別分析：野菜 (Vegetables)

野菜カテゴリーにおける最大の特徴は、降水量が統計的に有意な影響を示さない点である。熱帯から寒帯までいずれの気候帯においても、降水量の係数は有意とならなかった。この背景として、野菜生産（特に輸出向け商業生産）においては、灌漑システムによる水管理が普及している可能性が挙げられる。穀物のような広大な土地での天水栽培とは異なり、野菜栽培ではスプリンクラーやドリップ灌漑などを通じて必要な水分を人工的に供給することが一般的である。そのため、自然降水の多寡が生産量に直結せず、貿易額との間に明確な相関が見られなかったと推察される。すなわち、水は技術的に「代替可能な投入財」となっているのである。

一方、気温に関しては、「寒冷地ほど温暖化の恩恵を受ける」という仮説とは逆の結果が得られた。具体的には、亜寒帯の最高気温や、寒帯の平均気温・最低気温において、明確な負の影響（一次項が負、または逆U字型で頂点が左側）が確認された。これは、キャベツやレタス、根菜類といった冷涼な気候に適応した野菜にとって、温暖化が既に生育適温の上限を超え、高温障害や病害リスクを高めていることを示唆している。

対照的に、乾燥帯においては全モデルで逆U字型かつ頂点が観測範囲の高温側（右側）に位置しており、気温上昇が生産・輸出を促進する傾向が見られた。また、熱帯においても最低気温で同様の傾向（頂点が右側の逆U字）が見られ、温帯では平均気温等でU字型（頂点が左側）の関係が示された。これらの地域では、夜間の冷え込み緩和や、施設園芸を含む適応技術の存在により、気温上昇がポジティブな影響を及ぼしていると考えられる。

したがって、野菜貿易は「降水よりも気温の変化に敏感」であり、かつ「寒冷地において温暖化リスクが顕在化している」という点で、従来の通説とは異なる非対称な構造にあることが明らかとなった。

### 5.1.2.3 カテゴリー別分析：果物 (Fruits)

果物カテゴリーでは、水資源への依存度が結果に強く表れた。乾燥帯および温帯において、降水量の一次項が正に有意（線形のプラス）となっており、果樹栽培において水の確保が生産・輸出の決定要因となっていることが示唆される。一方、熱帯の降水量については、統計的にはU字型を示したものの、その頂点は中心降水量よりもはるかに右側（多雨側）に位置している。したがって、熱帯果樹においては過剰な降水が病害の発生や品質低下（糖度不足等）を招き、輸出に対して実質的に負の影響を与えていると解釈できる。

気温については、気候帯ごとに温暖化の影響が対照的であった。まず、負の影響が顕在化しているのが亜寒帯と熱帯である。亜寒帯においては、平均気温、平均最低気温、平均最高気温の全モデルで「逆U字型」かつ「頂点が中心よりはるかに左側（低温側）」にあることが確認された。これは、冷涼な気候を好む果樹にとって、現在の温暖化傾向が既に生育適温の上限を超え、輸出に明確な負の影響を与えていることを示唆している。同様に、熱帯においても、平均最高気温の一次項が負に有意となり、最高気温の上昇が「過熱ストレス」として作用し、生産・輸出を阻害する要因となっている可能性が高い。

対照的に、気温上昇がプラスに作用しているのが乾燥帯と寒帯である。乾燥帯においては、平均気温および平均最高気温で「U字型」かつ「頂点が中心より左側（増加局面）」にある関係が示された。これは、乾燥帯では日中の気温上昇（熱量増加）が生産・輸出と正の関連を持ちうることを示唆している。さらに、最も高緯度な寒帯において、気温上昇が明確な正の影響（輸出増）を示した。亜寒帯では既に「適温超過」のリスクが生じているのとは対照的に、寒帯では温暖化が極寒地特有の凍害リスクを低減させ、果樹栽培の経済的な北限（フロンティア）を押し広げる要因として機能している。すなわち、果物の生産適地は、温暖化に伴い亜寒帯からさらにその北方の寒帯へとシフトしつつある実態が浮き彫りとなった。

なお、温帯については、気温変数の統計的な有意性は確認されなかった。これは、温帯果樹の産地において品種改良や栽培管理技術による環境適応が進んでいることや、産地が広範に分散しており影響が相殺されている可能性が考えられる。

#### 5.1.2.4 カテゴリー別分析：穀物 (Cereals)

穀物カテゴリーにおける気温と貿易額の関係は、気候帯によって「適温超過リスク」と「熱量不足の緩和」という対照的なメカニズムで説明されうる可能性が示唆された。特筆すべきは、最も高緯度な寒帯において、全モデルで明確な「逆U字型」かつ「頂点を中心より左側（低温側）」にある関係が示された点である。一般に高緯度地域では温暖化が農業生産にプラスに働くと期待されることがあるが、本分析の結果は、寒帯において既に温暖化傾向が生育適温の上限を超え、生産・輸出に対してマイナスの影響（高温障害や融雪・土壌環境の変化等）を与えていることを強く示唆している。

対照的に、亜寒帯および熱帯においては、平均気温や最高気温などで一次項が正に有意（線形のプラス効果）となっており、これらの地域では気温上昇が熱量不足を解消し、生産性を向上させていると考えられる。なお、乾燥帯では平均気温・最高気温において逆U字型が観測されたほか、温帯では最低気温で負の線形効果（夜温上昇による呼吸消耗のデメリット等）が示されるなど、単純な線形関係では捉えきれない複雑な適温構造も確認された。

降水量については、「水資源の制約」と「過剰水分の弊害」という対比が鮮明に表れた。乾燥帯においては、全モデルで逆U字型かつ頂点のはるかに右側（多雨側）にあることが確認され、実質的に降水量の増加が輸出を拡大させることが示された。穀物は広大な農地での天水栽培が主流であるため、乾燥地における水不足の緩和は生産増に直結すると考えられる。同様に、温帯や亜寒帯の一部のモデルでも一次項が正に有意となっており、適度な水供給がプラスに働く傾向が見られる。一方、熱帯においては、全モデルでU字型かつ頂点のはるかに右側（多雨側）にあることが示された。観測データの大部分はこの頂点よりも左側の減少局面に位置することから、熱帯穀物においては過剰な降水が湿害や日照不足を招き、輸出に対して一貫して負の影響を与えていると解釈できる。

#### 5.1.2.5 カテゴリー間の比較と気候感応度の異質性

以上のカテゴリー別分析の結果から、気候変動が貿易に与える影響は、品目の生物学的特性および栽培・流通形態の違いによって、極めて異質である可能性が示唆された。なお、全体分析では、気温上昇の影響が気候帯によって正負に分かれる傾向が観察され、乾燥帯や温帯では正の関連が見られる一方、亜寒帯・寒帯では負の関連が観察されるケースが多かった。また降水量についても、気候帯によっては貿易額との間に有意な関連が見られ、水資源条件が影響しうる可能性が示唆された。こうした全体的傾向を踏まえつつ、本項では主要な差異を「水資源への依存度」と「気温変化への反応」の二点から総括する（表 5-2 参照）。

表 5-2 カテゴリー別の気候感応度と主なメカニズム（総括）

カテゴリ	気温の影響（主な傾向）	降水量の影響	示唆されるメカニズム
全体	正	熱帯、乾燥帯、温帯	乾燥帯や温帯は「熱と水の恩恵」を享受している可能性。寒冷地や多雨な熱帯の一部は、既に気候変動の負の側面（適温超過や過湿）に直面。
	負	亜寒帯、寒帯	
野菜	正	乾燥帯、温帯	なし
	負	熱帯、亜寒帯、寒帯	
果物	正	乾燥帯（平均気温、最高気温）、寒帯	乾燥帯（大） 温帯
	負	熱帯（最高気温）、乾燥帯（最低気温）、亜寒帯	熱帯
穀物	正	熱帯、温帯（最高気温）、亜寒帯	乾燥帯（大） 温帯、亜寒帯
	負	乾燥帯（平均気温・最高気温）、温帯（最低気温）、寒帯	熱帯

出典：推計結果に基づき筆者作成

第一の差異は、「降水量（水資源）への感応度」である。果物および穀物カテゴリーにおいては、乾燥帯や温帯で降水量が正の有意差を示し、水資源の多寡が生産・輸出の決定的な要因となっていることが確認された。これは、果樹の永年性（樹体維持への水分要求）や、穀物の大規模な天水栽培といった特性を反映している。対照的に、野菜カテゴリーでは、気候帯を問わず降水量は有意な影響を示さなかった。これは前述の通り、野菜生産において灌漑施設やマルチング等の技術的介入が進んでおり、自然降水が技術的に代替可能な資源となっているためであると解釈できる。

第二の差異は、「気温上昇に対する適応パターンの地理的な非対称性」である。この点において、野菜、果物、穀物はそれぞれ対照的な「気候的な生存領域」を示している。まず野菜については、「中緯度・乾燥帯への集中」という特徴が見られる。乾燥帯および温帯においては、気温上昇による輸出への正の影響が観察され、温暖化が輸出拡大と結びつく可能性が示唆された。対照的に、熱帯や亜寒帯、寒帯といった極端な気候帯では、気温上昇による輸出への負の影響が確認された。これは、特定の温暖・冷涼な気候を好む野菜にとって、これらの地域での温暖化が必ずしも生産性向上につながらず、病虫害の分布域の拡大や生理的な高温ストレス（適温超過）といった要因を通じて不利に働く可能性を示唆している。次に果物については、最も高緯度な寒帯において、気温上昇が明確な正の影響（輸出増）を示した点が特筆される。これは、温暖化が極寒地特有の凍害リスクを低減させ、果樹栽培の経済的な北限（フロンティア）を実質的に押し広げていることを意味する。果物は他の品目よりもさらに高緯度の地域において、温暖化の恩恵を享受し、新たな適地を形成しつつあると考えられる。最後に穀物については、「生産適地の北上」が明確に見られるものの、そこには限界も存在する。亜寒帯においては気温上昇が熱量不足を解消し輸出を促進しているが、さらに高緯度の寒帯では再び負の影響に転じている。すなわち、穀物の適地は無制限に北上するのではなく、「亜寒帯」という特定のベルト地帯に集約されていることが示唆された。

以上の比較から、農作物貿易におけるリスクの現れ方は必ずしも一様ではない可能性が示唆される。分析結果を総合すると、野菜は高温側・低温側のいずれの環境変化に対しても相対的に脆弱な傾向を示す一方で、穀物は亜寒帯方向へ、果物はそれよりもさらに高緯度の寒帯方向へと、品目ごとに異なる速度や範囲で「気候的に有利な地域」が移行している可能性がうかがえる。

## 5.2 品目別分析

前節までの全体分析およびカテゴリ別分析は、品目を統合した平均的傾向を示すものである。一方で、農作物は生理特性（耐暑性 / 耐寒性、水分要求量）、栽培形態（露地 / 施設、天水 / 灌漑）、貿易形態（生鮮 / 加工、保存性）などが大きく異なるため、気象変数の影響は品目間で異質である可能性が高い。

本研究では61品目について個別に推定を行ったが、膨大な係数表を本文で逐一提示することは、かえって全体像の把握を困難にする。そこで本項では、気温および降水量の推定結果を、影響の方向性と非線形性（U字 / 逆U字）に基づき図示し、気候帯ごとの反応パターンを一覧化した要約表（表5-4～表5-6）として提示する。表5-4～表5-6において使用する記号・図の定義は、以下の表5-3の通りである。なお、各品目の詳細な推定係数表については補論に掲載する。

表5-3 推定結果の要約に用いた記号・図の定義

図・記号	説明	
n.s.	非有意(明確な影響なし)	
+	正で有意	
-	負で有意	
気象変数のみ		一次項のみ正で有意
		一次項のみ負で有意
		二次項のみが正で有意
		一次項・二次項ともに有意 U字で頂点が中心より右
		一次項・二次項ともに有意 U字で頂点が中心より左
		二次項のみが負で有意
		一次項・二次項ともに有意 逆U字で頂点が中心より右
	一次項・二次項ともに有意 逆U字で頂点が中心より左	

出典：筆者作成



### 5.2.1.2 気候区分を越えた「産地適性のシフト」

品目ごとの詳細な結果を確認すると、従来の栽培適地とされてきた地域から、異なる気候帯へと輸出における比較優位が移行している可能性が示唆される。

第一に、「温暖作物の寒冷地への北上」と解釈し得る傾向が観察される。本来は温暖な気候を好むスイートコーンや、地中海性気候を代表するオリーブについて、寒帯や亜寒帯において気温上昇と輸出増との正の関連が観察されている。また、ニンニクやアスパラガスについても、寒帯において同様に正の影響が示唆される。これらの結果は、温暖化に伴って高緯度地域の熱量制約が緩和され、当該品目の栽培や輸出が可能となりつつある、あるいは商業的に成立し得る条件が整いつつある可能性と整合的である。

第二に、「冷涼作物の既存産地におけるリスクの顕在化」と解釈される動きも示唆される。レタス・チコリ、ニンジン・カブ、ホウレンソウといった冷涼な気候を好む葉根菜類については、熱帯において負の影響が示されるだけでなく、従来は適地と考えられてきた亜寒帯や寒帯の一部においても、負の影響、もしくは輸出の伸び悩みと整合的な結果が得られている。これらは、熱帯においては既に高温ストレスの限界に近づいている可能性があることに加え、高緯度地域においても、温暖化に伴う病害虫分布の変化や、融雪・降雨パターンの変化などが、高品質な野菜の安定的な生産・輸出を難しくしている可能性を示唆する。

以上は、カテゴリ別分析で観察された「亜寒帯・寒帯で負が目立つ」という傾向を、品目間の適応可能性の差として具体化する結果である。

### 5.2.1.3 気象ショックに対する頑健性

キュウリやインゲン豆については、気温上昇による影響がほとんどの気候帯で非有意であった。これらの品目については、施設栽培の比率が高い、あるいは環境適応性の高い品種が普及していることなどが要因となり、気候変動の影響が緩和されている可能性がある。したがって、安定した輸出を維持しうる「頑健な品目」として位置づけることが可能であろう。

### 5.2.1.4 野菜品目における「勝者」と「敗者」

以上の分析に基づき、野菜貿易における気候変動の影響を「勝ち組」と「負け組」という視点で整理すると、次のような構図が示唆される。

相対的に「勝ち組」として分類しうるのが、乾燥帯におけるトマト、ジャガイモ、タマネギなどの根菜・果菜類である。これらは灌漑による水分確保を前提としつつ、豊富な日射量と温暖化による熱量増加の恩恵を享受し、輸出における比較優位を高めている可能性が高い。また、スイートコーンやオリーブのように、本来の産地よりも高緯度の地域（亜寒帯・寒帯）へ適応し、新たな輸出機会を獲得している品目も「適地シフトの勝ち組」と捉えることができるだろう。さらに、キュウリのように気象変数に対して統計的に明確な反応が確認されない品目

は、施設栽培等の技術によって生産環境が調整され、気象条件から相対的に切り離されている可能性があり、いわば「技術的に頑健な勝ち組」と解釈する余地がある。

対照的に、「負け組」となるリスクが懸念されるのが、レタス、ホウレンソウ、キャベツなどの葉茎菜類である。これらは冷涼な気候を好む性質が強く、熱帯での高温ストレスはもちろんのこと、本来の適地であるはずの亜寒帯や寒帯においてさえ、温暖化が生育適温の上限を超えつつある可能性がうかがえる。鮮度保持が難しく、高温による品質劣化が激しいこれらの品目は、気候変動下において脆弱性が高いカテゴリーとなる恐れがある。

### 5.2.2 果物 (Fruits)

果物品目 (27 品目) に関する品目別推定結果 (表 5-5) は、野菜とは対照的な「水資源への依存度の高さ」と、永年性作物特有の「気候リスクの複雑さ」を浮き彫りにしている。

表 5-5 果物品目における推定結果要約

品目名 (Crop)	コントローラブル				水資源				非肉質性果				肉質性果				果実			
	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	100% (100%)	
Citrus	ココナツ	-	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Berries	ブルーベリー	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Malus	リンゴ	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prunus	プルーン	100%	100%	100%	10															

### 5.2.2.1 乾燥帯における輸出拠点の形成

野菜と同様に、乾燥帯において気温上昇が輸出拡大に寄与する（係数が正、または増加局面）品目が多く見られる点は注目に値する。具体的には、バナナ、メロン、ブドウ、イチゴ、桃などが、乾燥帯において気温上昇と親和性が高い傾向にある。これは、豊富な日射量と乾燥した空気が、病害抑制や高糖度化に寄与し、輸出競争力のある高品質な果実生産を支えている背景があると考えられる。気候変動下において、水資源さえ確保できれば、乾燥帯が果物輸出の有望な供給地となりうる可能性が示唆される。

### 5.2.2.2 気候区分を越えた「産地適性のシフト」と「冬の寒さ」の問題

品目別の分析結果からは、温暖化が果樹の栽培適地を変容させつつある可能性が示唆される。第一に、「温暖果樹の寒冷地への拡大」の可能性である。本来は温暖な気候を好むマンダリンやオレンジといった柑橘類、あるいは柿などが、寒帯や亜寒帯において気温上昇に伴う輸出増の傾向を示した。この結果は、温暖化により冬期の凍害リスクが低下し、経済栽培が可能な北限（または標高限界）が拡大している可能性を示唆している。第二に、「冷涼果樹における適温超過と低温要求量の不足」という側面である。ブドウ、スモモ、ベリー類といった温帯～亜寒帯を主産地とする果樹において、寒帯や亜寒帯といった冷涼な地域でさえ、気温上昇が輸出に対して負の影響を示すケースが観察された。この背景には、単なる「暑さ（高温障害）」だけでなく、落葉果樹特有の「低温要求量」の問題が関与していることが考えられる。これらの果樹は、正常な開花・結実のために冬期に一定期間の低温に晒される必要があるため、温暖化による冬期の気温上昇が、発芽不良や不揃いを招き、生産減少のリスク要因となっている可能性がある。本来の適地である寒冷地でも負の影響が見られる点は、こうした生理的な制約が顕在化しつつある可能性とも整合的である。

以上は、カテゴリ別分析において寒帯で正の関連が観察される傾向が見られた一方で、品目別には「北上による機会」と「低温条件の制約」という二面性が併存しうることを示唆するものである。

### 5.2.2.3 気象ショックに対する頑健性

レモン・ライムについては、気温変数の多くが非有意であり、気候変動に対して極めて頑健な輸出動向を示している。これは、産地が多様であることに加え、果汁や加工品としての流通割合が高く、生鮮品特有の品質劣化リスクが相対的に低いこと、また灌漑管理が徹底されていることが要因として考えられる。

#### 5.2.2.4 果物品目における「勝者」と「敗者」

果物貿易における気候変動の影響は、水資源の利用可能性や樹体の生理的な温度要求といった要因によって、その現れ方が異なる傾向にある。分析結果を踏まえると、これらの条件の違いが、品目ごとの輸出パフォーマンスの差として反映されている可能性が示唆される。相対的な「勝ち組」と位置づけられるのは、乾燥帯環境への適応性を有するブドウ、メロン、イチゴなどである。これらの果実については、乾燥した気候下における灌漑栽培において、気温上昇が糖度や品質の向上と整合的な影響をもたらし、結果として輸出拡大に寄与している可能性が考えられる。また、マンダリンや柿のように、温暖化に伴って寒冷地での凍害リスクが低下することで、栽培可能地域の北上と輸出増が同時に観察されている品目も、気候変動の正の影響を相対的に受けているカテゴリーに含めることができる。さらに、レモン・ライムについては、他の果樹と比べて気候感応度が低く、幅広い地域において比較的安定した供給を維持している傾向がみられることから、「頑健な勝ち組」としての特性を示していると解釈することが可能である。

一方で、「負け組」となるリスクが相対的に高いと考えられるのが、リンゴ、サクランボ、西洋ナシといった伝統的な冷涼果樹である。これらの品目については、亜寒帯などの主要産地において、気温上昇が負の影響と整合的な結果（逆U字型関係の右側）を示しており、高温障害に加えて、冬期に必要な低温要求量が十分に満たされないことによる生理的制約が顕在化しつつある可能性が示唆される。また、マンゴーなどの熱帯果樹においても、最高気温の上昇と降水量の増加が同時に生じることによる複合的な環境ストレスの影響を受け、既存産地における相対的な競争力が低下している可能性が否定できない。

#### 5.2.3 穀物 (Cereals)

穀物品目（10品目）に関する品目別推定結果（表5-6）は、穀物貿易が「水資源条件（降水量）」と「熱量条件（気温）」の双方に対して、品目・気候帯ごとに多様な反応パターンを示す可能性を示唆している。まず、降水量については、気候帯による「正負の逆転」が見られる。小麦、オーツ麦、コメなどが、乾燥帯において降水量の正の影響を示した。これは、広大な乾燥地・半乾燥地で栽培されるこれらの穀物にとって、水不足が生産制約となりやすく、降水量の増加が輸出余力の増大と結びつく可能性があることを示唆している。対照的に、熱帯においては、トウモロコシ、コメ、ミレットなどで降水量が負の影響を示した。熱帯の多雨環境における追加的な降水は、湿害や収穫後の乾燥阻害、カビ毒リスクの増大を招き、品質および輸出競争力を低下させる要因として作用していると解釈できる。さらに、ソバのように複数の気候帯で降水量が負の影響を示す品目も見られ、穀物カテゴリー内でも降水ショックへの感応度が一様ではない可能性が示唆される。

表 5-6 穀物品目における推定結果要約

品目名 (Crop)	品目別 (Crop Type)	コトローシ変数					寒冷化					寒冷化/温暖化					温暖化					極地帯						
		気温 (変化)	降水 (変化)	日照 (変化)	CO2 (変化)	人口 (変化)	日照	降水	気温	CO2	人口	日照	降水	気温	CO2	人口	日照	降水	気温	CO2	人口	日照	降水	気温	CO2	人口	日照	降水
Wheat	小麦	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rice	ライ麦	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Millet	大麦	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Oats	オーチャード	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sorghum	トウモロコシ	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rye	ライ麦	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Barley	大麦	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Maize	トウモロコシ	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Wheat	小麦	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rice	ライ麦	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Millet	大麦	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Oats	オーチャード	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sorghum	トウモロコシ	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rye	ライ麦	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Barley	大麦	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Maize	トウモロコシ	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Wheat	小麦	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

出典：推計結果に基づき筆者作成

### 5.2.3.1 主要穀物における「適地の北上」と寒帯の逆説

気温に関する結果として特に注目されるのは、世界的な主食作物である小麦やトウモロコシにおいて、生産・輸出にとって有利な地域が、亜寒帯方向へと移行している可能性が示唆される点である。地理的な気候区分は一般に、低緯度から順に「熱帯→乾燥帯→温帯→亜寒帯→寒帯」と整理される。本分析では、従来の主要産地を含む温帯において、小麦をはじめとする一部の穀物で負の影響（輸出減）を示しており、温暖化が生育適温の上限に近づいている可能性と整合的な結果となっている。

一方で、温帯よりも高緯度に位置する亜寒帯においては、小麦やトウモロコシ（一部ではオーツ麦やソルガムなども）が相対的に正の影響を示している。これらの結果は、温暖化に伴って亜寒帯における熱量制約が緩和され、穀物生産にとっての条件が改善している可能性を示唆するものであり、生産適地が高緯度側へと拡張しているという見方と整合的である。

しかしながら、さらに高緯度に位置する寒帯では、小麦やトウモロコシについて再び負の影響が観察されている。本来、最も寒冷な地域ほど温暖化による耕作可能地の拡大が期待されるものの、本分析の結果からは、そのような単純な関係は必ずしも確認されていない。寒帯においては、融雪時期の変化、土壌環境の不安定化（永久凍土の融解など）、あるいは極地特有の日照条件と気温上昇との不整合といった要因が存在し、気温上昇のみでは生産条件の改善につながりにくい可能性が考えられる。

以上を踏まえると、穀物の生産適地は一概に高緯度へ移動しているというよりも、温帯から亜寒帯にかけての特定の地域帯において相対的に有利性が高まっている可能性が示唆される一方で、その北限に位置する寒帯では依然として環境制約が大きいという、より複雑な構造が存在していると解釈することができる。

### 5.2.3.2 気象ショックに対する頑健性

品目別の特性として、大麦の特異な頑健性が挙げられる。大麦は、気温・降水量のほとんどのモデルで非有意となり、気象条件の変化が貿易額に統計的な影響を与えていないケースが多

い。これは、大麦が環境適応性に優れた作物であることに加え、飼料用・醸造用として世界中に産地が分散しており、局所的な気象ショックが貿易全体に波及しにくい構造にあるためと考えられる。

### 5.2.3.3 穀物品目における「勝者」と「敗者」

穀物貿易における相対的な優位性の分布は、気候変動に伴う生産適地の移動を通じて比較優位の構造が変化している可能性を示唆している。とりわけ本分析では、品目差というよりも、主産地が位置する気候帯の違いによって、温暖化の影響が「追い風」になりうる地域と「制約」になりうる地域が分かれる傾向が観察された。まず相対的に「勝ち組」と位置づけうるのは、亜寒帯である。亜寒帯では、気温上昇に伴う熱量制約の緩和が生産条件の改善と結びつきやすく、小麦やトウモロコシといった主要穀物で、輸出の拡大と整合的な動きが観察される。これは、生産フロンティアの高緯度方向への拡張が、少なくとも亜寒帯において穀物輸出の比較優位を強めうることを示唆している。

一方で相対的に「負け組」となりうるのは、寒帯および温帯の一部である。温帯では、既存の主要産地において高温ストレスが生産条件を圧迫し、貿易パフォーマンスに下押し圧力を与える可能性がある。また寒帯では、気温上昇が必ずしも生産・輸出拡大に直結しない傾向が見られ、日照サイクルとの不整合や土壌環境の不安定性といった要因が、生産拡大を制約している可能性がある。これらは、生産フロンティアの北上には一定の限界、いわば「北上の壁」が存在しうることを示唆する。

ただし熱帯および乾燥帯については、カテゴリー別分析ではそれぞれ正・負の効果が目立つ局面が見られた一方で、穀物を品目別に見ると推定される効果は正負に分かれており、一様に「勝ち / 負け」と整理できない可能性がある。なお、穀物の中でも大麦は比較的広い環境条件に適応しやすく、気候変動に伴うショックの影響を受けにくい傾向が見られる。この点から、大麦は特定地域に依存しにくい「頑健な品目」として、供給ショックを緩衝する役割を果たしうる可能性がある。

### 5.2.4 コントロール変数に関する推定結果の解釈

最後に、コントロール変数の推定結果から読み取れる、農作物貿易に特有と考えられる構造的な特徴について検討する。

第一に、輸出国 GDP が貿易額に対して負の影響を示すケースについて考察する。標準的な重力モデルでは、GDP は経済規模を表す指標として貿易量と正の相関を持つことが一般的である。しかし、本分析の結果からは、農作物貿易においては必ずしもこの関係が一般に成立していない可能性が示唆される。この背景としては、経済発展に伴う産業構造の変化が影響している可能性が考えられる。例えば、「ペティ＝クラークの法則」が示すように、経済発展の進展とと

もに一国の産業構成は第一次産業から第二次、第三次産業へとシフトし、労働や資本といった生産要素が農業部門から相対的に縮小する傾向が指摘されている。このとき、農業部門に投入される生産要素が減少すれば、農業生産における相対的な機会費用が上昇し、結果として農業部門の比較優位が弱まる可能性がある。また、所得水準の上昇は国内における食料消費の量的・質的な拡大をもたらすため、生産された農作物が国内需要に優先的に向けられ、結果として輸出余力が低下する可能性も否定できない。こうした点を踏まえると、本分析で観察された輸出国 GDP の負の係数は、経済発展に伴って農業部門の比較優位が相対的に低下し、同時に国内需要が拡大していく過程を反映した結果と解釈することができる。このような傾向は、工業製品を主対象とした一般的な貿易分析とは異なる、農作物貿易に特有の構造的特徴を示唆している可能性がある。

第二に、輸入国 GDP の係数について、品目間で差異が確認された点である。特に果物カテゴリーでは、他の品目と比較して輸入国 GDP の係数が相対的に大きく、正に作用する傾向が観察された。これは、穀物などの必需的な主食と比べて、果物が嗜好品的な性格をより強く有していることと整合的である。すなわち、所得水準の上昇に伴い、食生活の多様化や高付加価値な果実、輸入果実への需要が拡大しやすいという、比較的高い所得弾力性が推定結果に反映されている可能性がある。

第三に、FTA や関税といった政策変数については、全体分析およびカテゴリー別分析（5.1 節）で得られた結果と概ね整合的な傾向が確認された。具体的には、協定締結の効果は限定的であり、関税変数の有意性も品目によって異なっている。これらの結果は、多くの通商協定において農業分野が依然として「センシティブ分野」として位置づけられ、自由化の例外が設けられている実態や、関税よりも衛生植物検疫（SPS）措置などの非関税障壁が貿易制約として重要な役割を果たしている可能性を示唆するものと解釈できる。

## 第6章 結論

本章では、本研究を通じて得られた主要な知見を総括し、論文全体の結論を提示する。第5章で明らかになった「適地の地理的シフト」や「環境制約の厳格化」といった実証結果に基づき、将来の食料安全保障や気候変動適応策に対する政策的含意を論じる。最後に、生産データの制約など本研究に残された課題を整理し、今後の研究の展望を示すことで本論文を締めくくる。

### 6.1 本研究の総括

本研究は、1988～2023年の二国間貿易データを用い、農作物貿易に対する気象要因（気温・降水量）の影響を、重力モデルの枠組みの中で検証した。推定にはPPMLを用い、年固定効果および国ペア固定効果を導入することで、共通ショックや時不変の二国間要因を可能な限り厳格に統制した。分析にあたっては、気象変数（平均・最低・最高気温、降水量）の非線形性を考慮するとともに、気候帯（熱帯・乾燥帯・温帯・亜寒帯・寒帯）ごとの異質性を明示的に捉えることで、気候変動の影響が地理的・品目的にどのように現れているのかを検討した。

本研究を通じて得られた主要な知見は、気候変動が農作物輸出に及ぼす影響は一様ではなく、品目の生物学的特性と地域の気候条件の組み合わせによって、輸出パフォーマンスにおいて相対的な優位・劣位が分かれる傾向が観察される点である。本稿では説明の便宜上、これらの相対的に有利・不利な位置づけを「勝ち組」「負け組」と表現してきたが、これはあくまで本分析の枠組みと期間における相対的な結果を指すものであり、将来を決定づける確定的な分類を意味するものではない。

第一に、相対的に「勝ち組」となり得る地域として、乾燥帯および亜寒帯の台頭が示唆される。乾燥帯では気温上昇が貿易額に対して正の影響を示すケースが複数確認された。これは、水資源が一定程度確保される条件下において、温暖化に伴う夜間冷え込みの緩和や積算温度の増加が、野菜や果物の生育や品質にとって相対的に有利な環境を形成している可能性を示唆するものである。また、亜寒帯においては、小麦やトウモロコシといった主要穀物で輸出を押し上げる方向の推定結果が得られており、生産フロンティアの高緯度側への拡張が比較優位の変化として表れている可能性が示された。また、「勝ち組」になり得る品目として、寒冷地での生産可能性が広がりつつある作物、および気象ショックに対して頑健な作物が挙げられる。前者として、スイートコーンやオリーブ、柑橘類（マンダリン・オレンジ）などは、亜寒帯・寒帯において輸出を押し上げる方向の推定結果が得られており、「適地シフト」の恩恵を受けうる品目群として位置づけられる。後者として、キュウリ、レモン・ライム、大麦など、気象変数の影響が統計的に明確に検出されない品目が確認された。これらは、施設栽培、産地の地理

的分散、加工需要の存在といった要因により、気候ショックの影響が表れにくい構造を持っている可能性がある。

第二に、相対的に「負け組」となり得る地域として、寒帯および熱帯が挙げられる。特に寒帯については、最も高緯度に位置するにもかかわらず、温暖化の正の効果が一貫して観察されるわけではない点が注目される。野菜や穀物の分析では、逆U字型関係の減少局面や負の影響と整合的な結果が一部で確認された。これらは、融雪時期の変動、生態系や土壌環境の不安定化、あるいは冷涼作物における生理的適温の超過といった要因が影響している可能性を示唆しており、「寒冷地ほど温暖化の恩恵を受ける」という単純な図式が成立しない限界領域が存在する可能性を示している。また熱帯においては、過剰降水による湿害リスクや最高気温の上昇による過熱ストレスが、野菜や果物の生産・輸出条件を制約している可能性が示唆された。これらの結果は、気候変動が既存の生産環境において、輸出競争力を下押しする方向に作用する可能性があることを示すものと解釈できる。また、「負け組」になり得る品目としては、極端気候帯で適温超過リスクが表れやすい作物、および生理的制約（低温要求量など）を持つ果樹が挙げられる。野菜では、レタス・チコリ、ニンジン・カブ、ホウレンソウといった冷涼な気候を好む葉根菜類において、熱帯だけでなく亜寒帯・寒帯の一部でも不利な推定結果が得られており、温暖化が既存産地の優位性を弱めうる可能性が示された。果物では、ブドウ、スモモ、ベリー類などの落葉果樹において、寒冷地で負の影響が示されるケースがあり、暑さだけでなく「低温要求量の不足」が制約となる可能性が示唆された。穀物では、熱帯のコメやトウモロコシ、ならびに寒帯の主要穀物において負の影響が見られるなど、地域によっては温暖化が生産・輸出条件の制約として作用する局面が見られた。

第三に、本研究は「水」と「熱」に対する感応度の非対称性という重要な特徴を示した。カテゴリー別の比較から、野菜は降水量の変動については灌漑技術などによって一定程度対応可能である一方、気温上昇という熱ストレスに対しては相対的に脆弱である傾向が示された。これに対し、果物や穀物では、乾燥帯や温帯を中心に水資源の制約が生産・輸出に大きく影響しており、水と熱の双方を考慮した複合的なリスク管理の重要性が示唆される。

以上を総合すると、農作物貿易における気候変動の影響は、一様な負のショックとして捉えるよりも、地域・品目間で比較優位の強弱を変化させる「構造的な再編圧力」として理解することが有益であると考えられる。乾燥帯や亜寒帯における生産・輸出条件の相対的改善と、寒帯や熱帯における環境制約の顕在化が同時並行的に進行するという動態は、将来の農作物貿易において比較優位の地理的再配分が進み得ることを示唆している。もっとも、本研究の結果は、データやモデル設定、気象変数の集約方法など、いくつかの制約の下で得られたものであり、因果関係を断定するものではない。したがって、「勝ち組」「負け組」という整理も、あくまで現時点で観察される比較優位の変化の方向性を便宜的に表現した分析的概念にとどまる。しかしながら、技術的対応が可能な「水（降水）」と、生理的制約として回避が難しい

「熱（気温）」との非対称性が、将来の食料安全保障や農作物貿易パターンを左右する重要な分岐点となり得ることを、本研究は示唆している。

## 6.2 政策的含意

本研究の結果は、農作物貿易と気候変動に関する政策を、従来の「農業支援」という枠組みにとどめるのではなく、「気候変動下における食料安全保障」を支える戦略的基盤として再検討する必要性を示唆している。特に、乾燥帯や亜寒帯における生産・輸出の相対的な優位性が高まる可能性や、寒帯・熱帯において生産リスクが顕在化しつつある点は、「地域間の相殺効果により、気候変動の影響は全体として限定的である」とする従来の見方を再考する余地があることを示している。以下では、本研究の分析結果から導かれる政策的含意について、五つの視点から整理する。

第一に、「乾燥帯への依存リスク」と持続可能な水資源管理である。本研究の分析では、乾燥帯において気温上昇が輸出増と整合的な関係を示すケースが多く観察され、相対的に「勝ち組」となり得る地域として位置づけられた。これは将来的に、米国西部、オーストラリア、地中海沿岸、中央アジアといった乾燥・半乾燥地域への依存度が高まる可能性を示唆する。しかし、このような動きは灌漑用水の安定的確保を前提としており、過度な依存は地下水枯渇や塩害といった不可逆的な資源制約を招く恐れがある。したがって、国際的な食料安全保障の観点からは、乾燥帯における節水型灌漑技術の普及や水資源のモニタリング体制の強化が、重要な政策課題となる可能性がある。

第二に、「単純な適地北上説」の再検討と寒冷地における生産性向上支援である。一般に、「温暖化が進めば寒冷地が新たな主要生産地となる」という見方が存在するが、本研究の結果は、寒帯においても既に高温障害などのリスクが生じている可能性を示している。これは、既存産地が打撃を受けた場合の代替地として期待される高緯度地域の潜在力が、必ずしも自動的に顕在化するわけではないことを意味する。したがって、高緯度地域では、気温上昇を待つ受動的な対応ではなく、融雪時期の変化や病害虫リスクに対応した育種、土壌改良、インフラ整備といった能動的な投資を通じて、生産能力を引き出す政策的支援が重要になると考えられる。

第三に、「頑健型勝ち組品目」および「適地シフト型勝ち組品目」を活用した戦略的備蓄とリスク分散である。本研究において、気象ショックの影響を相対的に受けにくいと考えられる品目（キュウリ、レモン・ライム、大麦など）は、気候変動下における食料供給の安定性を補完する役割を果たし得る可能性がある。加えて、果物や野菜の一部の品目（スイートコーン、オリーブ、柑橘類など）では、気温上昇が亜寒帯・寒帯といった高緯度地域における輸出を押し上げる方向の推定結果が得られており、「適地シフト型」の供給源として将来的に重要性が高まる可能性がある。主要穀物に依存した従来の食料安全保障戦略に加え、こうした「頑健

型」と「適地シフト型」の品目群を補完的に活用し、生産・流通の多様化を図ることは、供給ショックに対するレジリエンス向上に資する可能性がある。

第四に、熱帯における「敗者リスク」への対応としての技術移転と貧困対策である。本研究の結果は、熱帯において過湿や高温が農作物輸出に負の影響を与える可能性を示唆しており、多くの開発途上国が輸出収入の減少と国内供給の不安定化という二重のリスクに直面する可能性がある。こうした状況は、栄養不足の深刻化や社会的不安定化につながる恐れもある。先進国や国際機関による、耐暑性・耐病性品種の開発支援や、ポストハーベストロス削減のためのコールドチェーン整備への技術的・資金的支援は、当該地域の適応能力を高めるとともに、将来的な貿易関係の安定化にも寄与する可能性がある。

第五に、「貿易の分断」を回避するための通商ルールの再検討である。気候変動により生産適地が偏在化する中で、国際貿易は地域間の需給不均衡を調整する重要な役割を担うと考えられる。一方で、本研究の分析では、FTAの効果が品目によって限定的であることも示唆された。食料安全保障の観点からは、関税削減に加えて、不作時の輸出規制の抑制や、衛生植物検疫（SPS）措置の迅速化・調和といった非関税障壁への対応を含む、危機時の貿易円滑化ルールの整備が検討されるべきであろう。気候ショック下で保護主義的措置が強まった場合、本研究で相対的に「負け組」とされた地域・品目が供給制約に直面するリスクが高まる可能性があるためである。

### 6.3 本研究の限界と今後の課題

最後に、本研究の限界と今後の課題を整理する。

第一に、本研究の最大の課題は、生産量データを直接用いていないことにより、気候変動が貿易に波及する経路が必ずしも明確でない点である。本研究では輸出額を被説明変数としているが、気候変動が貿易に影響を及ぼすプロセスには、「生産量の変化」と「国内需給調整を通じた輸出余力の変化」という二段階の経路が存在する。本分析では生産量そのものを扱っていないため、推定された気候影響が、単収変動による供給ショックを反映したものなのか、あるいは国内価格上昇に伴う輸出抑制によるものなのかを識別できていない。今後は、生産データと貿易データを接合し、気候ショックが生産および輸出にそれぞれどの程度影響を及ぼすのかを分解して分析することが最優先の課題である。

第二に、需要側（輸入国側）の気候要因との相互作用である。本研究は供給側（輸出国）のショックに焦点を当てたが、気候変動は輸入国の国内生産にも影響を与え、それが輸入需要を変動させる。輸出国・輸入国双方の気候ショックが同時に発生した場合（世界的な同時不作など）、貿易フローがどのように変化するかを分析するには、需給双方の気象変数を包括的に扱うモデルへの拡張が必要となる。

第三に、気候変動への「適応策」がモデル上で明示的に捉えられていない点である。分析結果では、乾燥帯での輸出増などポジティブな影響も確認されたが、これが「気候そのものの恩恵」なのか、それとも「灌漑整備や品種改良といった技術的介入の結果」なのかを統計的に分離できていない。固定効果では吸収しきれない動的な適応行動（灌漑投資や耐性品種の普及など）を考慮できないため、本来は脆弱な地域が適応策によって輸出を維持している場合、気候リスクを過小評価してしまう恐れがある。

第四に、因果解釈の厳密化と内生性の問題である。気候ショックは、生産だけでなく政策対応（輸出規制、関税変更、緊急輸入）を同時に誘発する可能性がある。本研究ではこれらを統制しようと試みているが、気象変数が政策変数を通じて間接的に貿易に影響する経路が残存しており、純粋な「環境制約」としての影響を抽出できていないかには議論の余地がある。今後は外生的気象ショック指標（異常気象・極端現象）の活用や、操作変数法等の導入により、因果推論を強化する必要がある。

第五に、気象変数の拡張と精緻化である。本研究は平均的な気温・降水量に焦点を当てたが、農業生産の実態は、生育ステージごとの「極端現象（熱波、干ばつ、集中豪雨）」や「日射量」「湿度」に強く依存する。特に熱帯の過湿影響や寒帯の高温ストレスをより具体的に捉えるには、年平均データではなく、生育期に限定した気候指標や、極端気象指数の導入が有効である。

第六に、非関税障壁および物流要因の統合である。特に果物や生鮮野菜の分析において、FTAの効果が限定的であったことは、関税以上にSPS措置、残留農薬基準、検査体制といった非関税障壁や、コールドチェーン、輸送日数といった物流制約が貿易を支配している可能性を示唆する。気候変動は作物の品質や鮮度劣化を通じてこれらの障壁（検疫不合格や廃棄ロス）を顕在化させるため、将来的には物流パフォーマンス指標や非関税措置データをモデルに導入し、「気候→品質・鮮度→物流・検疫制約→貿易」という波及経路をより明確にすることが望まれる。

最後に、分析対象国の地理的構成に関する点を挙げる。本研究のデータセットにおいて乾燥帯、温帯および亜寒帯の国々が大半を占めているのは、現在の世界の主要な農作物輸出拠点が同地域に集中しているという実態を反映したものである。一方で、熱帯や寒帯については、主要な輸出国としての数が限られる、あるいは農業生産活動自体が限定的であるため、構造的にサンプル数が少なくなる傾向にある。したがって、本研究で示されたこれらの地域における傾向（熱帯の「敗者」としてのリスクや、寒帯の「北上の限界」）は重要な示唆を与えるものであるものの、その頑健性を検証するためには、将来的に各地域の生産実態に即したより詳細なデータ蓄積が待たれる。

以上の限界、とりわけ生産データの欠如および適応策を明示的に捉えられていない点といった課題を残しているものの、本研究は、重力モデルと気候帯別の分析枠組みを用いることで、

農作物貿易に対する気候変動の影響が一律ではなく、気候帯によって影響の方向や強さが異なるとともに、「熱」と「水」に対する感応度が品目ごとにも大きく異なることを示した。この知見は、気候変動下における農作物貿易の構造を理解する上での基礎的な足がかりを提供するものである。今後は、本研究で明らかになったこれらの課題を自らの研究において克服すべく、生産データや適応行動、物流制約、需要側要因を統合的に扱う分析枠組みへと発展させ、気候変動下における持続可能な食料貿易システムの設計に実証的に貢献することを目指したい。

## 補論

本補論では、第5章第2節（品目別分析）で要約して示した61品目のPPML推定結果の詳細を掲載する。

表A-1は、野菜カテゴリーに属する24品目の推定結果を示している。制御変数として、輸出入国のGDP、人口、FTAダミー、および加重平均関税率を含んでいる。気象変数は、熱帯、乾燥帯、温帯、亜寒帯、寒帯の5つの気候帯区分ごとに、平均気温、平均最低気温、平均最高気温、降水量の係数を推計したものである。なお、空欄の箇所は、モデルに含まれていないということを示す。

表A-2は、果物カテゴリーに属する27品目の推定結果を示している。果物は野菜と比較して永年性作物の割合が高く、気象ショックに対する反応が異なる傾向にある。ドリアンの一部のモデルにおいては、ゼロ貿易の割合が極めて高い、あるいはデータの変動が極端に少ない等の理由により、尤度関数が収束せず推定値が得られなかった。これらの箇所については「収束せず」として扱っている。

表A-3は、穀物カテゴリーに属する10品目の推定結果を示している。主要穀物（小麦、トウモロコシ、コメ等）およびその他の雑穀類について、同様の仕様で推計を行った結果である。穀物は他のカテゴリーと比較して栽培面積が広く、特定の気候帯（特に乾燥帯や温帯）への集中度が高いため、一部の極端な気候帯（寒帯等）における係数の解釈には、その地域の生産シェアの低さを考慮する必要がある。

表 A-1 野菜品目 (24 品目) における重力モデル推定結果

Dependent Var.: Trade Value		Potatoes			Tomatoes			Onions and Shallots			Garlic			Cauliflowers and Broccoli		
		ジャガイモ			トマト			タマネギ			ニンニク			カリフラワー・ブロッコリー		
輸出国	ln(GDP)	0.3530*** (0.0986)	0.3330*** (0.0966)	0.3554*** (0.0987)	0.5208*** (0.1074)	0.5020*** (0.1082)	0.5502*** (0.1063)	0.5767*** (0.1054)	0.5645*** (0.1049)	0.5803*** (0.1045)	0.3017*** (0.0507)	0.2474*** (0.0512)	0.3256*** (0.0500)	0.1637 (0.1071)	0.0849 (0.1061)	0.1988 (0.1082)
	ln(人口)	-0.4184* (0.2018)	-0.3875 (0.2028)	-0.4518* (0.2007)	-0.1016 (0.1949)	-0.1061 (0.1957)	-0.0900 (0.1957)	-1.220*** (0.2415)	-1.217*** (0.2457)	-1.234*** (0.2425)	-0.5494*** (0.1505)	-0.5420*** (0.1492)	-0.6638*** (0.1502)	-0.8509*** (0.1502)	-0.8779*** (0.2387)	-0.9071*** (0.2344)
	ln(GDP)	0.6377*** (0.0972)	0.6299*** (0.0971)	0.6397*** (0.0974)	0.7188*** (0.0734)	0.7249*** (0.0746)	0.7233*** (0.0724)	0.3867** (0.1320)	0.3727** (0.1318)	0.3825** (0.1313)	0.4167*** (0.0733)	0.3832*** (0.0742)	0.4141*** (0.0730)	1.396*** (0.1087)	1.376*** (0.1102)	1.438*** (0.1086)
	ln(人口)	-0.5742** (0.1941)	-0.5772** (0.1967)	-0.5454** (0.1923)	-1.142*** (0.1861)	-1.124*** (0.1850)	-1.188*** (0.1863)	0.2543 (0.2583)	0.2279 (0.2586)	0.2692 (0.2574)	-0.1691 (0.1718)	-0.0891 (0.1711)	-0.0765 (0.1711)	-0.7138** (0.2466)	-0.5872* (0.2466)	-0.7349** (0.2435)
	Dummy : FTA	-0.1185 (0.1008)	-0.1157 (0.1013)	-0.1275 (0.1013)	0.4476* (0.1830)	0.5204** (0.1822)	0.4104* (0.1832)	-0.3578* (0.1640)	-0.3511* (0.1637)	-0.3633* (0.1644)	0.2778** (0.0872)	0.2490** (0.0869)	0.2490** (0.0880)	-0.5436* (0.2313)	-0.4827* (0.2198)	-0.5922* (0.2347)
	ln(関税率)	-0.9554* (0.3756)	-0.9583* (0.3759)	-0.9538* (0.3746)	2.098*** (0.4308)	2.199*** (0.4259)	2.055*** (0.4316)	-2.124*** (0.6260)	-2.122*** (0.6301)	-2.120*** (0.6240)	0.4381* (0.1712)	0.4527** (0.1723)	0.4227* (0.1710)	-3.870* (1.724)	-3.574* (1.626)	-4.031* (1.765)
	1次	1.002 (0.9156)			2.781*** (0.4588)			-0.0602 (0.7193)			-2.783*** (0.4238)			-2.942*** (0.3926)		
	2次	-0.1180** (0.0433)			-0.0949*** (0.0264)			-0.0695 (0.0373)			-0.0330 (0.0306)			0.0823*** (0.0250)		
	1次	0.4620 (0.2827)			0.7780*** (0.1847)			0.1441 (0.3394)			-1.152*** (0.2361)			1.910*** (0.3008)		
	2次	-0.0306 (0.0167)			-0.0242 (0.0162)			-0.0060 (0.0177)			0.0308* (0.0150)			-0.0635** (0.0239)		
1次	-0.2266** (0.0860)			-0.1875* (0.0848)			0.1770 (0.2023)			0.4614*** (0.0990)			0.1442 (0.0906)			
2次	-0.0139 (0.0086)			-0.0110 (0.0074)			0.0080 (0.0196)			0.0277** (0.0096)			0.0209* (0.0092)			
1次	0.0673 (0.2758)			0.2826 (0.2618)			-0.7967** (0.2953)			-2.223*** (0.2919)			-0.3555 (0.3505)			
2次	0.0023 (0.0167)			0.0255 (0.0184)			-0.0635** (0.0199)			-0.1458*** (0.0211)			-0.0215 (0.0256)			
1次	-2.832 (1.569)			-1.703 (1.318)			0.0496 (1.432)			6.091*** (1.054)			-4.484*** (1.344)			
2次	-0.0809 (0.0580)			-0.0922* (0.0470)			0.0743 (0.0521)			0.3224*** (0.0554)			-0.0965 (0.0597)			
1次	1.408 (1.090)			3.051*** (0.5756)			0.5817 (0.8611)			-1.634** (0.5517)			-2.701*** (0.4852)			
2次	-0.0559 (0.0438)			-0.1263*** (0.0262)			-0.0291 (0.0357)			0.0597* (0.0267)			0.1040*** (0.0213)			
1次	0.2328 (0.2508)			0.6689*** (0.1447)			0.2345 (0.3205)			-0.7338*** (0.2138)			1.900*** (0.2473)			
2次	-0.0259 (0.0195)			-0.0370* (0.0179)			-0.0245 (0.0216)			0.0069 (0.0155)			-0.0834*** (0.0252)			
1次	-0.2511** (0.0872)			-0.2072* (0.0981)			0.1626 (0.2172)			0.2676* (0.1188)			0.0581 (0.1052)			
2次	-0.0257* (0.0106)			-0.0165 (0.0110)			0.0080 (0.0262)			-0.0031 (0.0150)			0.0169 (0.0135)			
1次	-0.0036 (0.2680)			0.4257 (0.2515)			-0.3992 (0.2643)			-1.478*** (0.2768)			-0.5948 (0.3247)			
2次	-0.0007 (0.0171)			0.0362 (0.0188)			-0.0374 (0.0216)			-0.0954*** (0.0217)			-0.0446 (0.0282)			
1次	-2.917 (1.694)			-2.429 (1.246)			-1.576 (1.593)			3.216** (1.050)			-4.426*** (1.302)			
2次	-0.0803 (0.0612)			-0.1236** (0.0428)			0.0002 (0.0607)			0.1855** (0.0596)			-0.0650 (0.0608)			
1次		0.8466 (0.7392)		2.052*** (0.3626)			-0.3873 (0.5141)			-2.190*** (0.3220)			-2.722*** (0.3156)			
2次		-0.0688* (0.0337)		-0.0983*** (0.0186)			-0.0028 (0.0255)			0.0603*** (0.0179)			0.0941*** (0.0156)			
1次		0.5694* (0.2756)		0.7083*** (0.1905)			-0.0094 (0.3004)			-1.134*** (0.2295)			1.530*** (0.3171)			
2次		-0.0277* (0.0131)		-0.0105 (0.0123)			0.1626 (0.0134)			0.0320** (0.0120)			-0.0413* (0.0195)			
1次		-0.1404 (0.0770)		-0.1588* (0.0635)			0.1630 (0.1612)			0.4521*** (0.0775)			0.1258 (0.0707)			
2次		-0.0047 (0.0064)		-0.0067 (0.0044)			0.0052 (0.0128)			0.0222*** (0.0059)			0.0147** (0.0057)			
1次		0.1335 (0.2565)		0.1191 (0.2248)			-0.5560 (0.3213)			-1.719*** (0.2063)			0.0478 (0.3222)			
2次		0.0055 (0.0148)		0.0140 (0.0145)			-0.0406* (0.0145)			-0.1013*** (0.0132)			0.0097 (0.0207)			
1次		-2.560 (1.347)		-0.8594 (1.303)			0.1026 (1.119)			4.241*** (0.7830)			-4.607*** (1.303)			
2次		-0.0776 (0.0512)		-0.0573 (0.0437)			0.0441 (0.0419)			0.2100*** (0.0385)			-0.1359** (0.0525)			
1次		-0.0032 (0.0027)		-0.0029 (0.0018)			-0.0002 (0.0019)			-0.0009 (0.0019)			-0.0005 (0.0018)			
2次		5.91e-7 (7.81e-7)		1.18e-6** (3.85e-7)			-3.34e-8 (4.98e-7)			3.81e-7 (4.81e-7)			6.78e-7 (5.15e-7)			
1次		0.0008 (0.0009)		0.0008 (0.0005)			-0.0003 (0.0013)			-0.0002 (0.0009)			-0.0010 (0.0009)			
2次		5.82e-7 (5.52e-7)		2.53e-6*** (5.66e-7)			1.09e-8 (9.40e-7)			-3.26e-7 (6.85e-7)			-5.85e-7 (6.99e-7)			
1次		-0.0001 (0.0003)		-0.0001 (0.0004)			0.0003 (0.0004)			0.0002 (0.0003)			0.0004 (0.0003)			
2次		1.79e-8 (5.05e-7)		-1.35e-7 (4.58e-7)			2.15e-8 (4.81e-7)			-3.21e-7 (3.76e-7)			3.91e-7 (5.18e-7)			
1次		6.01e-5 (0.0007)		0.0002 (0.0007)			-0.0004 (0.0006)			-0.0003 (0.0005)			-0.0008 (0.0005)			
2次		2.16e-7 (9.02e-7)		3.18e-7 (9.12e-7)			6.69e-7 (5.15e-7)			2.26e-6 (7.83e-7)			2.38e-6** (7.12e-7)			
1次		0.0016 (0.0072)		0.0010 (0.0071)			-0.0002 (0.0038)			-0.0005 (0.0038)			-0.0027 (0.0049)			
2次		-1.29e-6 (4.72e-6)		-1.22e-6 (4.64e-6)			-3.39e-6 (7.34e-6)			-1.33e-6 (3.89e-6)			6.18e-6 (3.19e-6)			
1次		14.78	9.750	19.86	15.91	10.70	21.16	15.79	10.59	21.04	16.09	10.84	21.39	15.60	10.41	
2次		912.7	912.7	912.7	865.1	865.1	865.1	938.5	938.5	938.5	944.9	944.9	944.9	930.2	930.2	
Observations		114,057	114,028	114,042	54,113	54,100	54,095	114,268	114,244	114,258	47,629	47,620	47,626	36,814	36,801	
Adj. Pseudo R2		0.69473	0.69463	0.69463	0.96854	0.96832	0.96861	0.72819	0.72791	0.72810	0.96736	0.96625	0.96717	0.96609	0.96628	
Fixed-Effects:	Year	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Pair Country		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
# of Year		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
# of Origin		179	179	179	172	172	172	180	180	180	167	167	157	157	157	
# of Destination		215	215	215	215	215	215	215	215	215	213	213	213	213	213	
Convergence		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

Signif. codes: \*\*\*0.001 \*\*0.01 \*0.05 . 0.1  
(Std. Error)

Dependent Var.: Trade Value		Brussels sprouts			Lettuce and Chictory			Carrots and Turnips			Cucumbers and Gherkins			Peas		
		芽キャベツ			レタス・チコリ			ニンジン・カブ			キュウリ			エンドウ豆		
輸出国	ln(GDP)	-0.7374 (0.2204)	-0.4069 (0.2135)	-0.2637 (0.2205)	0.6491*** (0.1068)	0.6341*** (0.1107)	0.6529*** (0.1056)	0.6857*** (0.0712)	0.6622*** (0.0716)	0.6941*** (0.0701)	0.2068 (0.1934)	0.1426 (0.1899)	0.2275 (0.1889)	0.1764 (0.1180)	0.1683 (0.1193)	0.1697 (0.1188)
	ln(人口)	0.4799 (0.4922)	0.4766 (0.4783)	0.3903 (0.4751)	-0.1587 (0.1928)	-0.1606 (0.1948)	-0.1427 (0.1940)	-0.4548** (0.1626)	-0.4326** (0.1608)	-0.4818** (0.1616)	-0.7973 (0.5004)	-0.6649 (0.4999)	-0.8776 (0.5022)	-0.3648 (0.4076)	-0.3731 (0.4069)	0.3786 (0.4053)
コントロール 変数	輸入国	1.241*** (0.2144)	1.195*** (0.2165)	1.239*** (0.2155)	1.282*** (0.0984)	1.278*** (0.1010)	1.315*** (0.0995)	0.7826*** (0.0698)	0.7835*** (0.0699)	0.7952*** (0.0699)	1.026*** (0.2330)	1.020*** (0.2333)	1.035*** (0.2355)	0.719*** (0.1553)	0.7122*** (0.1559)	0.7181*** (0.1549)
	Dummy: FTA	-1.349** (0.4704)	-1.266** (0.4671)	-1.367** (0.4446)	-1.778*** (0.1824)	-1.757*** (0.1825)	-1.831*** (0.1854)	-1.016*** (0.1712)	-1.015*** (0.1698)	-1.010*** (0.1695)	-0.4395 (0.4595)	-0.5016 (0.4584)	-0.3895 (0.4613)	-1.261** (0.4499)	-1.254** (0.4497)	-1.267** (0.4469)
	ln(関税率)	0.3007 (0.3230)	0.3512 (0.3155)	0.3002 (0.3132)	-0.1120 (0.1768)	-0.2032 (0.1854)	-0.1201 (0.1788)	-0.3325** (0.1049)	-0.3143** (0.1029)	-0.3511*** (0.1057)	-0.0358 (0.3035)	-0.0352 (0.2953)	-0.0390 (0.3102)	0.2454 (0.1299)	0.2579* (0.1282)	0.2437 (0.1292)
	1次	2.288* (1.164)			-1.629*** (0.4030)			-2.137*** (0.5205)			-0.1627 (1.081)			-3.076*** (0.8797)		
	2次	-0.0412 (0.0752)			0.1173*** (0.0228)			0.0868** (0.0270)			-0.0072 (0.0561)			0.1442** (0.0525)		
	乾燥帯	0.1003 (0.6691)			1.766*** (0.3723)			0.5890* (0.2553)			0.1796 (0.3540)			-1.193** (0.4088)		
	2次	0.0482 (0.0432)			-0.0278 (0.0252)			-0.0084 (0.0158)			-0.0268 (0.0400)			0.0230 (0.0202)		
	平均気温	-0.0992 (0.2238)			0.1672* (0.0799)			-0.0336 (0.0790)			0.2583 (0.2759)			0.5017** (0.1602)		
	2次	0.0149 (0.0229)			0.0379*** (0.0074)			-0.0040 (0.0084)			0.0386 (0.0253)			0.0582*** (0.0157)		
	1次	0.1291 (0.5321)			0.1160 (0.1436)			-0.2374 (0.2046)			-0.5047 (0.2904)			0.2585* (0.1318)		
	2次	0.0162 (0.0428)			0.0069 (0.0088)			-0.0252 (0.0170)			-0.0209 (0.0202)			0.0122 (0.0101)		
	亜寒帯	6.732** (2.579)			-2.053** (0.7052)			-3.099** (1.119)			-1.592 (3.330)			1.956 (1.538)		
	2次	0.1533 (0.1027)			-0.0691** (0.0238)			-0.0485 (0.0444)			-0.0419 (0.0891)			0.0427 (0.0461)		
	1次		6.384*** (1.788)			-1.694** (0.5334)			-1.762** (0.6527)		0.7495 (1.598)			-2.447* (1.030)		
	2次		-0.2730** (0.0918)			0.0771*** (0.0234)			0.0771** (0.0255)		-0.0354 (0.0276)			0.1155* (0.0482)		
	乾燥帯		1.037 (0.5853)			2.037*** (0.3084)			0.6930*** (0.2055)		0.1086 (0.3647)			0.6277 (0.4059)		
	2次		-0.0092 (0.0500)			-0.0861** (0.0267)			-0.0312* (0.0157)		-0.0337 (0.0340)			-0.0084 (0.0223)		
	平均最低気温		-0.4158 (0.2423)			0.2181* (0.0934)			-0.0060 (0.0817)		0.2013 (0.3443)			0.3023 (0.1750)		
	2次		-0.0262 (0.0334)			0.0566*** (0.0108)			0.0020 (0.0114)		0.0415 (0.0387)			0.0426 (0.0228)		
	1次		-3.446*** (0.8368)			0.2537* (0.1255)			0.5619* (0.2206)		-0.4321 (0.3349)			0.2608 (0.1402)		
	2次		-0.3271*** (0.0825)			0.0158* (0.0076)			0.0437* (0.0180)		-0.0214 (0.0262)			0.0159 (0.0110)		
	1次		5.623* (2.813)			-3.353*** (0.7978)			-5.306*** (1.151)		-1.686 (4.013)			1.830 (1.740)		
	2次		0.5878*** (0.1549)			-0.1124** (0.0242)			-0.1982** (0.0440)		-0.0376 (0.1100)			0.0340 (0.0521)		
	1次		0.4358 (0.8883)			-1.703*** (0.3109)			-2.133*** (0.3982)		-0.4521 (0.8092)			-2.700*** (0.7153)		
	2次		0.0387 (0.0414)			0.0861*** (0.0152)			0.0840*** (0.0181)		0.0184 (0.0410)			0.1186*** (0.0347)		
	乾燥帯		-0.8001 (0.5963)			1.329** (0.4073)			0.4383 (0.2593)		0.2762 (0.4152)			-1.309*** (0.3961)		
	2次		0.0648* (0.0310)			-0.0041 (0.0224)			-0.0019 (0.0329)		-0.0241 (0.0384)			0.0333* (0.0169)		
	平均最高気温		0.1231 (0.1674)			0.0832 (0.0621)			-0.0217 (0.0617)		-0.2054 (0.2076)			0.4566*** (0.1276)		
	2次		0.0314* (0.0135)			0.0220*** (0.0046)			-0.0026 (0.0052)		0.0267 (0.0157)			0.0422*** (0.0099)		
	1次		1.917*** (0.4597)			-0.1678 (0.1648)			-0.7489*** (0.2082)		-0.5093* (0.2375)			0.2072 (0.1152)		
	2次		0.1495*** (0.0326)			-0.0115 (0.0103)			-0.0605** (0.0160)		-0.0192 (0.0147)			0.0069 (0.0085)		
	1次		-1.241 (2.423)			-0.6594 (0.6996)			-1.118 (1.053)		-1.562 (2.804)			1.304 (1.287)		
	2次		-0.2217* (0.0925)			-0.0122 (0.0256)			0.0472 (0.0425)		-0.0457 (0.0229)			0.0318 (0.0388)		
	1次		-0.0012 (0.0047)			0.0026 (0.0020)			0.0001 (0.0019)		0.0003 (0.0011)			0.0003 (0.0032)		
	2次		-4.07e-7 (1.42e-6)			-5.7e-7 (1.53e-6)			-4.63e-7 (5.66e-7)		-1.47e-7 (3.12e-7)			-4.09e-7 (9.7e-7)		
	乾燥帯		0.0028* (0.0011)			0.0032** (0.0013)			0.0002 (0.0014)		0.0006 (0.0006)			-0.0017 (0.0009)		
	2次		1.63e-6 (1.3e-5)			-5.99e-7 (1.36e-6)			-5.26e-7 (6.44e-7)		-3.29e-7 (3.38e-7)			-5.68e-7 (9.7e-7)		
	1次		-2.95e-5 (0.0004)			0.0002 (0.0002)			-0.0003 (0.0002)		0.0003 (0.0010)			0.0001 (0.0004)		
	2次		-3.59e-7 (1.25e-6)			-5.41e-7 (1.29e-6)			-4.96e-7 (4.94e-7)		-4.44e-7 (3.41e-7)			-2.22e-8 (4.53e-7)		
	1次		0.0028** (0.0009)			0.0024** (0.0004)			-0.0003 (0.0004)		-0.0002 (0.0006)			-0.0005 (0.0006)		
	2次		1.26e-6 (1.67e-6)			-4.32e-7 (1.77e-6)			-4.53e-7 (5.24e-7)		1.02e-7 (8.99e-7)			-6.93e-7 (9.7e-7)		
	1次		-0.0034 (0.0092)			0.0027 (0.0031)			-0.0025 (0.0031)		-0.0008 (0.0038)			0.0070 (0.0106)		
	2次		3.61e-5** (1.3e-5)			3.73e-5** (1.31e-5)			3.15e-6 (3.74e-6)		4.33e-6 (3.15e-6)			-6.53e-6 (1.01e-5)		
	中心気温	14.99	9.840	20.19	15.60	10.46	20.79	14.86	9.720	20.04	15.97	10.81	21.17	14.24	9.230	19.30
	中心降水量	894.9	894.9	894.9	905.8	905.8	905.8	885	885	885	911.1	911.1	911.1	925.5	925.5	925.5
	Observations	18,040	18,038	18,040	42,259	42,244	42,259	43,890	43,879	43,884	67,625	67,601	67,622	135,729	135,701	135,706
	Adj. Pseudo R2	0.95908	0.95925	0.95940	0.97171	0.97122	0.97173	0.95007	0.94993	0.95040	0.82907	0.82874	0.82926	0.72928	0.72900	0.72941
	Fixed-Effects:	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Year	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Pair Country	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	# of Year	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	# of Origin	130	130	130	164	164	164	163	163	163	170	170	170	170	170	170
	# of Destination	201	201	201	211	211	211	212	212	212	213	213	213	215	215	215
	Convergence	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Signif. codes:  
\*\*\* 0.001 \*\* 0.01 \* 0.05 . 0.1  
(Std. Error)

Dependent Var.:		Trade Value	Beans			Asparagus			Eggplants			Celery			Mushrooms		
			インゲン豆			アスパラガス			ナス			セロリ			キノコ類		
輸出国	ln(GDP)	0.9694*** (0.1719)	1.027*** (0.1744)	0.9515*** (0.1709)	-0.0656 (0.1311)	-0.1481 (0.1310)	-0.0303 (0.1327)	0.0266 (0.1044)	-0.0191 (0.1011)	0.0562 (0.1047)	0.1388 (0.1117)	0.0344 (0.1168)	0.1834 (0.1078)	-0.0943 (0.1115)	-0.0964 (0.1115)	-0.0978 (0.1088)	
	ln(人口)	-0.7896* (0.3526)	-0.8079** (0.3601)	-0.7832* (0.3533)	-3.226*** (0.3507)	-2.939*** (0.3610)	-3.286*** (0.3507)	-0.3088 (0.2669)	-0.1830 (0.2640)	-0.4010 (0.2678)	2.311*** (0.3320)	2.483*** (0.3392)	2.304*** (0.3291)	-2.252*** (0.5029)	-2.345*** (0.5174)	-2.200*** (0.4920)	
コントロール 変数	輸入国	0.8251*** (0.2084)	0.8194*** (0.2081)	0.8491*** (0.2114)	1.728*** (0.1282)	1.711*** (0.1341)	1.785*** (0.1243)	0.9898*** (0.1088)	0.9905*** (0.1099)	0.9952*** (0.1082)	1.038*** (0.1502)	1.022*** (0.1520)	1.054*** (0.1504)	2.072*** (0.1836)	2.034*** (0.1868)	2.055*** (0.1803)	
	ln(人口)	-1.011** (0.3840)	-1.045** (0.3882)	-1.023** (0.3882)	1.555*** (0.3854)	1.369*** (0.3863)	1.523*** (0.3892)	-0.7093** (0.2614)	-0.7899** (0.2613)	-0.6524* (0.2624)	-3.488*** (0.3565)	-3.539*** (0.3627)	-3.541*** (0.3533)	0.2697 (0.5828)	0.3994 (0.5922)	0.2575 (0.5691)	
	Dummy: FTA	0.0713 (0.1896)	0.1062 (0.1890)	0.0741 (0.1884)	-0.0794 (0.1449)	-0.0147 (0.1454)	-0.1129 (0.1463)	0.1767 (0.1757)	0.1280 (0.1768)	0.1991 (0.1715)	0.4486* (0.1784)	0.5392** (0.1700)	0.4089* (0.1828)	0.4137** (0.1576)	0.3974* (0.1574)	0.4222** (0.1585)	
	ln(関税率)	1.947** (0.6642)	2.006** (0.6646)	1.979** (0.6634)	-5.707*** (1.142)	-5.619*** (1.116)	-5.640*** (1.159)	3.752* (1.696)	3.611* (1.705)	3.723* (1.679)	-0.6744 (1.252)	-0.2232 (1.200)	-0.9474 (1.293)	1.116*** (0.2213)	1.120*** (0.2208)	1.120*** (0.2214)	
熱帯	1次	0.7406 (0.5987)			-1.331* (0.6283)			-0.2411 (0.5287)			0.1981 (0.6157)			-3.190*** (0.7065)			
	2次	-0.0163 (0.0386)			-0.0458 (0.0410)			0.0296 (0.0280)			-0.0584* (0.0293)			0.0437 (0.0395)			
乾燥帯	1次	0.9438 (0.5146)			1.211** (0.4381)			-0.5396 (0.2834)			1.109* (0.4964)			-1.431* (0.6115)			
	2次	-0.0505 (0.0300)			0.0002 (0.0352)			-0.0205 (0.0226)			-0.0039 (0.0411)			-0.0526 (0.0310)			
平均気温	温帯	-0.2908 (0.1839)			-0.2406* (0.1224)			0.4287*** (0.0916)			0.0588 (0.1097)			0.2470 (0.1753)			
	2次	-0.0231 (0.0315)			-0.2029 (0.0112)			0.0349*** (0.0071)			0.0247* (0.0107)			0.0413* (0.0190)			
亜寒帯	1次	-0.1605 (0.3007)			-1.156*** (0.2420)			0.1296 (0.3750)			0.3397 (0.4607)			-0.1796 (0.1683)			
	2次	0.0044 (0.0215)			-0.0755*** (0.0191)			0.0034 (0.0271)			0.0398 (0.0354)			-0.0247* (0.0124)			
寒帯	1次	1.502 (2.471)			2.351* (1.002)			0.3924 (1.753)			-0.7768 (1.712)			-3.011* (1.435)			
	2次	0.0099 (0.0564)			0.1392*** (0.0354)			-0.007 (0.0644)			-0.0881 (0.0762)			-0.0668 (0.0531)			
熱帯	1次	0.8489 (0.7376)			0.1341 (0.7594)			-0.4836 (0.6842)			0.6674 (0.7357)			-1.592 (0.8736)			
	2次	-0.0236 (0.0305)			-0.0431 (0.0398)			0.0319 (0.0324)			-0.0255 (0.0307)			0.0536 (0.0330)			
乾燥帯	1次	0.7622 (0.3993)			1.266*** (0.2818)			-0.6349** (0.2135)			1.902*** (0.4910)			1.264* (0.5538)			
	2次	-0.0576* (0.0287)			-0.0576* (0.0281)			-0.0096 (0.0235)			-0.1222* (0.0614)			-0.0771* (0.0327)			
平均最低気温	温帯	-0.2573 (0.2344)			-0.2310 (0.1402)			0.2287 (0.1190)			0.0519 (0.1373)			0.1567 (0.1814)			
	2次	-0.0248 (0.0264)			-0.0238 (0.0157)			0.0227 (0.0120)			0.0227 (0.0163)			0.0413 (0.0240)			
亜寒帯	1次	0.1588 (0.3145)			-0.6492* (0.3077)			-0.6606 (0.3954)			0.8652** (0.3271)			-0.0834 (0.1847)			
	2次	0.0314 (0.0288)			-0.0394 (0.0273)			-0.0500 (0.0290)			0.0833** (0.0275)			-0.0167 (0.0148)			
寒帯	1次	0.1730 (2.466)			-0.1543 (1.172)			0.0659 (1.795)			-3.579 (1.886)			-3.588* (1.598)			
	2次	-0.0570 (0.0602)			0.0380 (0.0458)			0.0549 (0.0614)			-0.2164** (0.0673)			-0.0911 (0.0578)			
熱帯	1次	0.4314 (0.4555)			-2.049*** (0.5205)			-0.0324 (0.3892)			-0.3044 (0.4569)			-3.003*** (0.5493)			
	2次	-0.0226 (0.0217)			-0.0016 (0.0343)			0.0025 (0.0212)			-0.0028 (0.0215)			0.1112*** (0.0240)			
乾燥帯	1次	0.9118 (0.5603)			0.2292 (0.5615)			-0.4484 (0.3156)			0.2899 (0.4479)			1.198 (0.6290)			
	2次	-0.0367 (0.0272)			-0.0367 (0.0344)			-0.0097 (0.0188)			-0.007 (0.0188)			-0.0314 (0.0275)			
平均最高気温	温帯	0.9118 (0.1373)			0.2292 (0.0977)			-0.4484 (0.0697)			0.2899 (0.0697)			1.198 (0.1433)			
	2次	-0.0147 (0.0102)			-0.0147 (0.0072)			0.0278*** (0.0043)			0.0175** (0.0068)			0.0302* (0.0129)			
亜寒帯	1次	-0.4362 (0.3087)			-0.7634*** (0.1687)			0.3332 (0.2996)			-0.5629 (0.4146)			-0.1965 (0.1380)			
	2次	-0.0162 (0.0190)			-0.0423*** (0.0117)			0.0159 (0.0203)			-0.0265 (0.0302)			-0.0236* (0.0094)			
寒帯	1次	2.734 (2.295)			3.183*** (0.8141)			0.8611 (1.620)			2.806 (1.637)			2.889 (1.314)			
	2次	0.0646 (0.0568)			0.1086*** (0.0264)			-0.0083 (0.0563)			0.0851 (0.0722)			-0.0462 (0.0484)			
熱帯	1次	-0.0007 (0.0026)	-0.0011 (0.0026)	-0.0008 (0.0026)	-0.0007 (0.0018)	-0.0006 (0.0018)	-0.0002 (0.0017)	-0.0002 (0.0008)	-0.0002 (0.0007)	-0.0011 (0.0011)	-0.0003 (0.0013)	-0.0013 (0.0011)	0.0012 (0.0027)	0.0020 (0.0029)	0.0006 (0.0026)		
	2次	1.37e-7 (6.47e-7)	2.44e-7 (6.44e-7)	1.08e-7 (6.59e-7)	7.36e-8 (5.37e-7)	1.1e-7 (5.54e-7)	1.7e-7 (5.22e-7)	7.82e-8 (1.86e-7)	6.04e-8 (1.71e-7)	5.2e-7 (2.66e-7)	1.70e-7 (3.34e-7)	3.76e-7 (2.8e-7)	-4.4e-7 (7.22e-7)	-5.42e-7 (7.92e-7)	-1.33e-7 (6.91e-7)		
乾燥帯	1次	-6.58e-5 (0.0008)	-0.0002 (0.0008)	0.0001 (0.0006)	0.0021*** (0.0005)	0.0011* (0.0005)	0.0028*** (0.0005)	-0.0011* (0.0005)	-0.0008 (0.0011)	-0.0013* (0.0011)	0.0006 (0.0011)	-0.0003 (0.0011)	0.0010 (0.0015)	0.0015 (0.0015)	0.0009 (0.0015)	0.0022 (0.0016)	
	2次	1.94e-7 (6.8e-7)	3.26e-7 (6.75e-7)	1.75e-7 (6.78e-7)	-1.15e-6* (4.98e-7)	-9.58e-7* (4.64e-7)	-1.07e-6* (4.99e-7)	4.13e-7 (6.83e-7)	2.24e-7 (6.85e-7)	5.34e-7 (6.79e-7)	9.58e-7 (6.51e-7)	1.25e-6* (6e-7)	7.47e-7 (6.76e-7)	-2.26e-6* (9.85e-7)	-1.93e-6* (9.79e-7)	-2.2e-6* (9.79e-7)	
降水量	温帯	-0.0004 (0.0003)	-0.0003 (0.0004)	-0.0005 (0.0004)	-0.0007* (0.0003)	-0.0005 (0.0003)	-0.0008** (0.0003)	-0.0003 (0.0003)	-0.0004 (0.0003)	-0.0002 (0.0002)	0.0005 (0.0003)	0.0005 (0.0002)	0.0004 (0.0003)	1.6e-5 (0.0006)	4.1e-6 (0.0006)	3.15e-5 (0.0006)	
	2次	-7.39e-7 (6.02e-7)	-8.52e-7 (5.96e-7)	-7.05e-7 (6.15e-7)	-5.96e-8 (4.2e-7)	-2.65e-8 (4.37e-7)	-4.66e-8 (4.19e-7)	-9.81e-7 (6.78e-7)	-7.75e-7 (6.63e-7)	-1.66e-6* (7.35e-7)	2.06e-7 (5.03e-7)	2.37e-7 (4.95e-7)	6.59e-8 (5.16e-7)	-6.88e-7 (1.3e-6)	-6.79e-7 (1.31e-6)	-7.15e-7 (1.3e-6)	
亜寒帯	1次	-0.0002 (0.0009)	-9.38e-5 (0.0009)	-0.0003 (0.0009)	-0.0012 (0.0008)	-0.0011 (0.0009)	-0.0012 (0.0008)	0.0007 (0.0009)	0.0008 (0.0008)	0.0006 (0.0009)	0.0006 (0.0009)	0.0009 (0.0009)	0.0005 (0.0009)	0.0002 (0.0004)	0.0002 (0.0004)	0.0003 (0.0005)	
	2次	1.18e-6 (1.25e-6)	1.09e-6 (1.26e-6)	1.27e-6 (1.23e-6)	-1.44e-6 (1.1e-6)	-1.48e-6 (1.11e-6)	-1.07e-6 (1.09e-6)	1.02e-6 (8.81e-7)	8.85e-7 (9.1e-7)	1.25e-6 (8.45e-7)	9.25e-7 (1.2e-6)	8.19e-7 (1.23e-6)	5.89e-7 (1.16e-6)	-2.87e-7 (6.14e-7)	-1.8e-7 (6.05e-7)	-4.12e-7 (6.26e-7)	
寒帯	1次	0.0016 (1.03e-6)	0.0012 (2.09e-6)	0.0008 (4.75e-7)	0.0028 (1.6e-6)	0.0021 (4.07e-7)	0.0176 (2.47e-6)	0.0155 (5.76e-6)	0.0187 (1.73e-6)	0.0024 (9.19e-6)	0.0026 (1.31e-5)	0.0026 (1.86e-5)	0.0020 (1.01e-5)	-0.0048 (1.05e-5)	-0.0036 (1.05e-5)	-0.0054 (9.85e-6)	
	2次	0.0016 (6.32e-6)	0.0011 (6.42e-6)	0.0016 (6.2e-6)	0.0033 (3.48e-6)	0.0034 (3.4e-6)	0.0032 (3.5e-6)	0.0123 (2.35e-5)	0.0119 (2.27e-5)	0.0126 (2.35e-5)	0.0069 (1.87e-5)	0.0068 (1.91e-5)	0.0068 (1.86e-5)	0.0040 (1.01e-5)	0.0040 (1.05e-5)	0.0041 (9.85e-6)	
	中心気温	15.88	10.69	21.10	16.13	10.98	21.32	16.74	11.57	21.95	15.48	20.64	14.47	9.500	19.48		
	中心降水量	929.7	929.7	929.7	1,057.2	1,057.2	1,057.2	931.2	931.2	931.2	926.4	926.4	926.4	985.5	985.5		
	Observations	85,659	85,651	85,656	28,860	28,847	28,860	36,328	36,325	36,326	26,186	26,182	26,186	91,989	91,976	91,985	
	Adj. Pseudo R2	0.81555	0.81538	0.81567	0.97201	0.97140	0.97227	0.96190	0.96169	0.96212	0.96698	0.96668	0.96704	0.73791	0.73740	0.73803	
Fixed-Effects:	Year	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Pair Country	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	# of Year	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
	# of Origin	177	177	177	142	142											

Dependent Var.: Trade Value		Capsicum or Pimenta			Spinach		Artichokes			Olives		Pumpkins					
		トウガラシ・ピーマン			ホウレンソウ		アーティチョーク			オリーブ		カボチャ					
コントロール 変数	輸出国	ln(GDP)	0.2292** (0.0707)	0.1823** (0.0695)	0.2600*** (0.0713)	0.2857 (0.2014)	0.2936 (0.2000)	0.2960 (0.2013)	-1.448*** (0.3516)	-1.268*** (0.3428)	-1.394*** (0.3442)	0.8915*** (0.2625)	0.8547** (0.2716)	0.8721*** (0.2635)	-0.3969* (0.1930)	-0.3598. (0.1996)	-0.4636* (0.1919)
		ln(人口)	-0.4908** (0.1578)	-0.3962* (0.1580)	-0.5302*** (0.1593)	-0.6842 (0.7023)	-0.5801 (0.7015)	-0.7204 (0.6949)	-3.370** (1.114)	2.734** (1.051)	3.775** (1.240)	-1.932** (0.7397)	-2.650** (0.7425)	-1.879* (0.5576)	1.359* (0.5576)	1.313* (0.5657)	1.322* (0.5584)
	輸入国	ln(GDP)	0.7795*** (0.0677)	0.7802*** (0.0669)	0.7899*** (0.0690)	1.878*** (0.2974)	1.862*** (0.2994)	1.877*** (0.2778)	2.002*** (0.2994)	2.116*** (0.3469)	1.906*** (0.3588)	0.3226 (0.2589)	0.3163 (0.2632)	0.2898 (0.2585)	0.8666* (0.2761)	0.7105* (0.2575)	0.6761* (0.2777)
		ln(人口)	-0.5194*** (0.1548)	-0.5675*** (0.1554)	-0.5215*** (0.1563)	-1.485 (0.7978)	-1.580* (0.7862)	-1.457 (0.7781)	-3.928*** (1.121)	-3.587** (1.102)	-4.290*** (1.227)	0.7113 (0.6862)	0.8719 (0.6804)	0.7106 (0.6941)	-1.648** (0.5575)	-1.663** (0.5575)	-1.533** (0.5541)
	Dummy: FTA		0.0736 (0.0742)	0.0882 (0.0754)	0.0740 (0.0743)	0.3131 (0.5346)	0.3429 (0.5354)	0.2881 (0.5362)	-0.2177 (0.3679)	-0.1815 (0.3705)	-0.3102 (0.3288)	-2.146*** (0.3459)	-1.981*** (0.3249)	-0.4399 (0.3353)	-0.4399 (0.3353)	-0.4830 (0.3522)	-0.4239 (0.3252)
	ln(関税率)		0.3965 (0.2226)	0.3817 (0.2220)	0.4036 (0.2245)	7.161** (2.265)	6.783** (2.214)	7.135** (2.283)	0.1077 (1.930)	-0.0722 (1.837)	-0.0618 (1.986)	-3.499 (2.830)	-3.580 (2.801)	-3.892 (2.934)	-0.7687 (1.595)	-0.9646 (1.595)	-0.6615 (1.550)
	熱帯	1次	0.1814 (0.3562)			-3.327*** (0.6964)			-1.207 (0.9525)			-1.438 (1.395)			-0.4908 (0.3298)		
		2次	0.0115 (0.0210)			0.0384 (0.0391)			0.0773 (0.0579)			-0.1732 (0.1122)			0.0506* (0.0219)		
	乾燥帯	1次	0.7059*** (0.1855)			3.628** (1.658)			0.8512 (0.9258)			-4.573*** (0.9772)			-0.1839 (0.2769)		
		2次	-0.0474** (0.0177)			-0.1061 (0.1042)			-0.014 (0.0785)			0.2914*** (0.0660)			0.0121 (0.0221)		
平均気温	1次	0.1629* (0.0645)			0.0375 (0.2091)			-0.7991** (0.2870)			0.5254* (0.2515)			-0.4339 (0.1183)			
	2次	0.0268*** (0.0052)			0.0218 (0.0189)			-0.1051** (0.0337)			0.0325 (0.0373)			0.0143 (0.0104)			
亜寒帯	1次	0.1578 (0.1932)			-0.5766 (0.5257)			-0.9234 (1.291)			-2.893** (0.8857)			0.6727 (0.3562)			
	2次	0.0179 (0.0164)			-0.0201 (0.0325)			-0.0483 (0.0861)			-0.1700** (0.0655)			0.0512 (0.0279)			
寒帯	1次	-0.3814 (1.255)			5.071 (2.612)			0.1976 (2.374)			5.557** (2.056)			0.8912 (0.8959)			
	2次	-0.0483 (0.0394)			0.1340 (0.0834)			0.1735 (0.1578)			0.3009* (0.1409)			-0.0432 (0.0449)			
熱帯	1次				0.3735 (0.4578)			-2.887*** (0.8267)			-0.7132 (0.9837)			-1.962 (1.512)			-0.8361* (0.4120)
	2次				0.0177 (0.0217)			0.1297*** (0.0345)			-0.0211 (0.0503)			0.0564 (0.0605)			0.0374* (0.0189)
乾燥帯	1次				0.6208*** (0.1175)			3.307** (1.232)			0.0260 (0.7969)			-3.038*** (0.7936)			0.1287 (0.2761)
	2次				-0.0587*** (0.0160)			-0.1409 (0.1163)			0.1021 (0.1001)			0.2725*** (0.0698)			0.0060 (0.0215)
平均最低気温	1次				0.1352 (0.0844)			-0.0962 (0.2460)			0.3521 (0.3144)			0.0026 (0.2685)			0.0126 (0.1135)
	2次				0.0269** (0.0084)			0.0064 (0.0325)			-0.0725 (0.0429)			0.0353 (0.0530)			0.0165 (0.0147)
亜寒帯	1次				0.1438 (0.2343)			-0.2812 (0.3140)			0.2525 (1.365)			-1.761* (0.8696)			0.0864 (0.3112)
	2次				0.0108 (0.0209)			0.0085 (0.0290)			0.0246 (0.1013)			-0.0840 (0.0703)			0.0050 (0.0265)
寒帯	1次				-0.1733 (1.360)			5.003 (2.718)			0.6452 (2.492)			2.341 (1.995)			1.250 (0.9656)
	2次				-0.0286 (0.0392)			0.0987 (0.1035)			0.0906 (0.1736)			0.1638 (0.1471)			0.0250 (0.0452)
熱帯	1次				-0.0471 (0.2757)			-2.958*** (0.5629)			-0.8434 (0.7489)			-1.924 (1.204)			-0.3701 (0.2478)
	2次				-0.0123 (0.0148)			0.0896*** (0.0261)			0.0984* (0.0402)			-0.0725 (0.1049)			0.0335* (0.0137)
乾燥帯	1次				0.7352** (0.2316)			2.986 (1.934)			1.380 (0.9034)			-4.435*** (0.9983)			-0.2434 (0.2714)
	2次				-0.0550* (0.0153)			-0.0696 (0.0917)			-0.0613 (0.0586)			0.2203*** (0.0476)			0.0087 (0.0174)
平均最高気温	1次				0.0875 (0.0471)			0.0839 (0.1679)			-0.7288** (0.2313)			0.5404** (0.1905)			-0.1133 (0.1022)
	2次				0.0178*** (0.0031)			0.0216 (0.0115)			-0.0749*** (0.0209)			0.0159 (0.0220)			0.0066 (0.0065)
亜寒帯	1次				0.0360 (0.1411)			-0.8429 (0.6925)			-1.040 (1.004)			-3.010*** (0.7269)			0.6072* (0.2785)
	2次				0.0113 (0.0113)			-0.0458 (0.0510)			-0.0722 (0.0605)			-0.1689*** (0.0476)			0.0438* (0.0199)
寒帯	1次				-0.6300 (1.149)			5.660 (2.982)			-2.312 (2.746)			5.326** (2.017)			0.5993 (0.8663)
	2次				-0.0480 (0.0351)			0.1801 (0.1138)			0.0844 (0.1358)			0.2459 (0.1280)			-0.0400 (0.0355)
熱帯	1次				-0.0009 (0.0008)			-0.0012 (0.0042)			0.0009 (0.0069)			-0.0006 (0.0112)			-0.0001 (0.0007)
	2次				1.12e-7 (2.37e-7)			-1.04e-6 (1.03e-6)			-3.3e-6 (8.75e-6)			-3.45e-7 (2.04e-6)			9.44e-8 (1.93e-7)
乾燥帯	1次				0.0007 (0.0004)			0.0005 (0.0004)			0.0028 (0.0063)			0.0007 (0.0027)			0.0006 (0.0009)
	2次				2.81e-7 (3.41e-7)			-1.95e-6 (2.73e-6)			3.15e-6 (4.24e-6)			6.64e-7 (3.99e-6)			-2.98e-7 (4.26e-7)
降水量	1次				-6.27e-5 (0.0002)			-0.0002 (0.0006)			-0.0011 (0.0012)			-0.0004 (0.0007)			-0.0004* (0.0008)
	2次				-3.11e-7 (3.05e-7)			-3.02e-7 (1.15e-6)			-2.92e-6 (2.51e-6)			-2.91e-6 (2.61e-6)			-3.94e-7 (2.72e-7)
亜寒帯	1次				0.0003 (0.0003)			0.0002 (0.0016)			0.0033 (0.0031)			-0.0010 (0.0015)			-0.0002 (0.0004)
	2次				-1.92e-7 (2.98e-7)			-3.05e-7 (2.75e-7)			8.48e-6 (6.73e-6)			4.7e-7 (2.23e-6)			-8.75e-7 (7.27e-7)
寒帯	1次				-0.0022 (0.0038)			-0.0017 (0.0165)			0.0002 (0.0077)			0.0098 (0.0075)			0.0057 (0.0043)
	2次				1.36e-5* (5.58e-6)			1.5e-5** (5.77e-6)			-1.38e-5 (1.16e-5)			-1.32e-5 (1.47e-5)			-9.26e-6* (4.36e-6)
中心気温		16.53	11.40	21.71	14.19	9.250	19.18	16.08	10.88	21.33	15.54	10.27	20.85	16.27	11.10	21.49	
中心降水量		989.8	989.8	989.8	901.7	901.7	901.7	902.5	902.5	902.5	813.9	813.9	813.9	980.2	980.2	980.2	
Observations		55,064	55,057	55,062	52,478	52,470	52,478	19,083	19,082	19,083	34,814	34,808	34,813	18,817	18,815	18,817	
Adj. Pseudo R2		0.97694	0.97674	0.97706	0.82962	0.82811	0.83018	0.88608	0.88573	0.88653	0.81196	0.80997	0.81266	0.98581	0.98570	0.98588	
Fixed Effects:																	
Year		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Pair Country		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
# of Year		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	12	12	12	
# of Origin		177	177	177	153	153	153	128	128	128	137	137	137	152	152	152	
# of Destination		214	214	214	214	214	214	200	200	200	209	209	209	204	204	204	
Convergence		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

Signif. codes:  
\*\*\* 0.001 \*\* 0.01 \* 0.05 . 0.1  
(Std. Error)

Dependent Var:		Trade Value	Sweetcorn			Capers			Chickpeas			Roots and Tubers			
			スイートコーン			ケイパー			ヒヨコ豆			根菜・塊茎類			
コントロール 変数	輸出国	ln(GDP)	0.5448*** (0.0757)	0.5215*** (0.0744)	0.5537*** (0.0756)	-0.0566 (0.6338)	-0.1477 (0.6038)	0.0263 (0.6528)	0.2303 (0.1551)	0.2949 (0.1569)	0.1836 (0.1519)	-0.4883*** (0.1096)	-0.5145*** (0.1134)	-0.4817*** (0.1102)	
		ln(人口)	-2.015*** (0.2051)	-1.998*** (0.2060)	-2.039*** (0.2056)	-5.488 (3.313)	-5.662 (3.456)	-4.887 (3.231)	-0.7587* (0.3018)	-0.8700** (0.3029)	-0.6641* (0.3026)	0.9154* (0.4421)	0.9391* (0.4341)	0.9085* (0.4497)	
	輸入国	ln(GDP)	0.1716* (0.0779)	0.1777* (0.0771)	0.1692* (0.0782)	0.6020 (0.3841)	0.5886 (0.3821)	0.6482 (0.3820)	0.3647** (0.1398)	0.4229** (0.1475)	0.3439* (0.1350)	0.3583*** (0.0932)	0.3547*** (0.0967)	0.3368*** (0.0917)	
		ln(人口)	1.297*** (0.2343)	1.297*** (0.2352)	1.314*** (0.2342)	2.044 (1.753)	2.106 (1.752)	1.879 (1.759)	0.1627 (0.2900)	0.1522 (0.2985)	0.1353 (0.2897)	-0.7858 (0.4245)	-0.7798 (0.4117)	-0.7638 (0.4344)	
	Dummy : FTA		0.5769*** (0.1706)	0.5336** (0.1713)	0.6061*** (0.1714)	0.2377 (0.1977)	0.2375 (0.1985)	0.2371 (0.1941)	-0.6462* (0.2981)	-0.6655* (0.2992)	-0.6319* (0.2916)	0.2170 (0.1434)	0.2239 (0.1433)	0.2183 (0.1449)	
	ln(関税率)		0.6728 (0.8252)	0.5467 (0.8210)	0.8375 (0.8229)	-1.021 (1.136)	-1.074 (1.151)	-0.9700 (1.123)	-0.6715 (1.048)	-0.6300 (1.039)	-0.6835 (1.055)	0.4514** (0.1561)	0.4541** (0.1572)	0.4621** (0.1568)	
平均気温	熱帯	1次	-0.1314 (0.5871)			-3.397 (3.729)			0.4284 (2.076)			0.8083 (0.7418)			
		2次	-0.0385 (0.0277)			0.2243 (0.1451)			-0.3370** (0.1060)			-0.0716 (0.0570)			
	乾燥帯	1次	-0.8174 (0.4985)			0.0089 (1.743)			0.6512 (0.5222)			1.061** (0.3327)			
		2次	0.0521* (0.0221)			0.2817 (0.2307)			0.0144 (0.0252)			-0.0801** (0.0280)			
	温帯	1次	0.2478** (0.0817)			-0.9826* (0.3823)			-1.185*** (0.2722)			-0.0771 (0.3373)			
		2次	0.0350** (0.0108)			-0.3121** (0.1002)			-0.1479*** (0.0319)			-0.0182 (0.0199)			
	亜寒帯	1次	-0.2915*** (0.0787)			-3.612* (1.605)			-0.0167 (0.3276)			-0.8938 (0.8976)			
		2次	-0.0419*** (0.0103)			-0.1923 (0.0989)			-0.0046 (0.0155)			-0.0546 (0.0477)			
	寒帯	1次	2.440* (0.9803)			-2.500 (4.010)			1.127 (5.712)			-0.6419 (2.416)			
		2次	0.1259*** (0.0282)			0.1768 (0.2114)			0.0187 (0.1463)			0.0525 (0.0850)			
	平均最低気温	熱帯	1次		0.3986 (0.7012)			-0.0595 (3.884)			-1.126 (2.635)			0.6703 (0.8095)	
			2次		0.0104 (0.0278)			0.0352 (0.1326)			0.0395 (0.0952)			-0.0273 (0.0532)	
乾燥帯		1次		-0.4940 (0.4831)			0.9294 (1.310)			0.5484 (0.4228)			0.8580*** (0.2450)		
		2次		0.0384 (0.0220)			0.2134 (0.2186)			-0.0075 (0.0229)			-0.0700** (0.0241)		
温帯		1次		0.0716 (0.0878)			-0.9512* (0.4300)			-0.8708** (0.2936)			0.1302 (0.3131)		
		2次		0.0061 (0.0148)			-0.3237** (0.1080)			-0.1584*** (0.0411)			-0.0075 (0.0212)		
亜寒帯		1次		-0.3707*** (0.0985)			-5.467*** (1.645)			-0.4174 (0.3402)			0.0867 (0.8288)		
		2次		-0.0546*** (0.0143)			-0.3389** (0.1158)			-0.0129 (0.0164)			-0.0045 (0.0434)		
寒帯		1次		0.2983 (1.094)			4.592 (4.862)			1.123 (5.470)			-0.3250 (2.649)		
		2次		0.0877** (0.0336)			0.5291 (0.2769)			0.0167 (0.1448)			-0.0022 (0.0819)		
平均最高気温		熱帯	1次			0.1334 (0.4626)			-0.9247 (3.167)			0.5225 (1.584)		0.0469 (0.5314)	
			2次			-0.0309 (0.0197)			0.2679 (0.1447)			-0.2821** (0.1004)		-0.0315 (0.0446)	
	乾燥帯	1次			-0.7678 (0.4527)			0.5975 (1.484)			0.5403 (0.5450)		0.4992 (0.4675)		
		2次			0.0405* (0.0186)			0.1006 (0.1538)			0.0189 (0.0223)		-0.0380 (0.0298)		
	温帯	1次			0.2483*** (0.0657)			-0.9013** (0.3048)			-1.123*** (0.2104)		0.0089 (0.2952)		
		2次			0.0316*** (0.0067)			-0.1956*** (0.0574)			-0.1102*** (0.0195)		-0.0100 (0.0151)		
	亜寒帯	1次			-0.2179*** (0.0612)			-1.242 (1.075)			0.2550 (0.3233)		-0.4685 (0.7410)		
		2次			-0.0289*** (0.0069)			-0.0491 (0.0594)			-0.0002 (0.0144)		-0.0285 (0.0391)		
	寒帯	1次			2.026** (0.7153)			-9.493* (3.894)			0.2015 (5.377)		2.054 (2.407)		
		2次			0.0927*** (0.0200)			-0.1934 (0.1573)			-0.0033 (0.1332)		0.0832 (0.0795)		
	降水量	熱帯	1次	-0.0084* (0.0036)	-0.0096* (0.0039)	-0.0089* (0.0038)	0.0260 (0.0238)	0.0158 (0.0160)	0.0457 (0.0305)	-0.0036 (0.0043)	-0.0008 (0.0041)	-0.0060 (0.0039)	0.0002 (0.0002)	0.0003 (0.0002)	0.0002 (0.0002)
			2次	1.88e-6* (8.06e-7)	2.36e-6** (8.72e-7)	2.05e-6* (8.37e-7)	-6.96e-6 (7.16e-6)	-4.24e-6 (4.89e-6)	-1.19e-5 (8.96e-6)	5.85e-7 (1.13e-6)	2.3e-7 (1.15e-6)	1.22e-6 (1.03e-6)	-5.94e-8 (9.38e-8)	-5.77e-8 (9.39e-8)	-7.15e-8 (9.46e-8)
乾燥帯		1次	0.0014 (0.0011)	0.0015 (0.0011)	0.0015 (0.0011)	-0.0008 (0.0059)	0.0010 (0.0050)	-0.0031 (0.0065)	0.0020* (0.0009)	0.0016 (0.0009)	0.0025* (0.0011)	-0.0007 (0.0008)	-0.0006 (0.0008)	-0.0007 (0.0008)	
		2次	4.26e-7 (6.77e-7)	4.28e-7 (6.68e-7)	3.88e-7 (6.79e-7)	-3.57e-6 (7.69e-6)	-4.18e-7 (6.66e-6)	-7.96e-6 (8.34e-6)	-2.83e-6 (1.61e-6)	-2.37e-6 (1.55e-6)	-3.21e-6 (1.73e-6)	2.64e-7 (5.46e-7)	2.12e-7 (5.54e-7)	2.91e-7 (5.32e-7)	
温帯		1次	-0.0001 (0.0002)	-0.0003 (0.0002)	8.61e-5 (0.0002)	-0.0007 (0.0010)	-0.0006 (0.0011)	-0.0011 (0.0010)	-5.81e-6 (0.0005)	0.0005 (0.0006)	0.0005 (0.0005)	-0.0008 (0.0011)	0.0009 (0.0011)	0.0011 (0.0011)	
		2次	-7.52e-7* (3.41e-7)	-6.5e-7 (3.38e-7)	-9.46e-7** (3.55e-7)	-5.17e-6 (2.75e-6)	-5.21e-6 (2.74e-6)	-3.54e-6 (2.62e-6)	1.55e-6 (1.27e-6)	1.57e-6 (1.38e-6)	1.71e-6 (1.21e-6)	-3.16e-8 (1.07e-6)	1.59e-8 (1.04e-6)	-1.01e-7 (1.07e-6)	
亜寒帯		1次	0.0008 (0.0005)	0.0008 (0.0004)	0.0009 (0.0005)	-0.0017 (0.0148)	-0.0204 (0.0150)	-0.0194 (0.0133)	0.0035 (0.0023)	0.0023 (0.0023)	0.0049* (0.0023)	0.0012 (0.0011)	0.0009 (0.0011)	0.0013 (0.0011)	
		2次	5.92e-7 (7.6e-7)	4.75e-7 (7.66e-7)	6.7e-7 (7.59e-7)	-6.21e-5 (4.4e-5)	-6.46e-5 (4.48e-5)	-5.41e-5 (4.02e-5)	1.18e-5* (5.27e-6)	1.31e-5* (5.21e-6)	1.13e-5* (5.46e-6)	-1.19e-6 (1.29e-6)	-7.42e-7 (1.26e-6)	-1.41e-6 (1.28e-6)	
寒帯		1次	0.0061* (0.0028)	0.0071* (0.0028)	0.0059* (0.0029)	0.0364 (0.0293)	0.0341 (0.0302)	0.0272 (0.0264)	-0.0230 (0.0129)	-0.0261* (0.0126)	-0.0230 (0.0138)	0.0040 (0.0052)	0.0043 (0.0051)	0.0044 (0.0054)	
		2次	4.28e-6 (5.01e-6)	4.44e-6 (5.24e-6)	5.47e-6 (5.16e-6)	0.0001 (6.78e-5)	0.0001 (6.91e-5)	3.06e-5 (6.16e-5)	2.9e-5 (1.96e-5)	3.71e-5 (1.91e-5)	-6.51e-6 (2.11e-5)	-6.9e-6 (3.87e-6)	-6.38e-6 (3.84e-6)	-6.38e-6 (3.86e-6)	
中心気温		14.30	9.270	19.37	14.37	9.220	19.56	15.80	10.34	21.31	19.46	14.40	24.57		
中心降水量		951.9	951.9	951.9	795.6	795.6	795.6	830	830	830	1,289.1	1,289.1	1,289.1		
Observations		39,124	39,117	39,123	4,789	4,784	4,789	43,216	43,213	43,215	47,492	47,489	47,492		
Adj. Pseudo R2		0.91789	0.91788	0.91820	0.93810	0.93785	0.93812	0.87047	0.86891	0.87126	0.95629	0.95638	0.95618		
Fixed-Effects:	Year	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Pair Country	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	# of Year	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36		
	# of Origin	151	151	151	64	64	64	156	156	156	182	182	182		
	# of Destination	213	213	213	142	142	142	212	212	212	214	214	214		
Convergence		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		

Signif. codes:  
\*\*\* 0.001 \*\* 0.01 \* 0.05 . 0.1  
(Std. Err)

表 A-2 果物品目 (27 品目) における重力モデル推定結果

Dependent Var.: Trade Value		Coconuts			Brazilnuts			Cashewnuts			Nuts			Bananas			
		ココナッツ			ブラジルナッツ			カシューナッツ			ナッツ			バナナ			
コントロール変数	輸出国	ln(GDP)	-0.8361 (0.8098)	-1.376* (0.6733)	-0.1264 (0.8305)	0.7315 (1.523)	0.0690 (1.575)	1.711 (1.387)	0.5069 (1.895)	-1.830 (2.327)	1.762 (1.949)	-0.3337*** (0.0562)	-0.3514*** (0.0559)	0.5182*** (0.0511)	0.5282*** (0.1026)	0.5374*** (0.1014)	
		ln(人口)	-0.0719 (11.55)	11.44 (15.27)	-9.495 (8.029)	-7.978 (18.82)	-40.73 (25.93)	11.40 (19.03)	73.78** (23.50)	110.9*** (31.70)	69.81** (26.27)	-0.2888 (0.1829)	-0.2994 (0.1807)	-0.3060 (0.1831)	-0.1515 (0.2346)	-0.1651 (0.2370)	-0.1485 (0.2350)
	輸入国	ln(GDP)	-0.3019 (0.6338)	-0.2667 (0.6562)	-0.5950 (0.4913)	1.016 (1.144)	0.2960 (1.224)	1.207 (1.290)	3.093* (1.494)	3.911* (1.802)	3.028* (1.535)	1.170*** (0.0701)	1.179*** (0.0692)	1.189*** (0.0703)	0.9195*** (0.0808)	0.9221*** (0.0793)	0.9166*** (0.0840)
		ln(人口)	1.343 (7.299)	3.364 (7.798)	7.371 (5.859)	6.157 (18.19)	2.254 (17.91)	4.744 (18.69)	4.761 (13.60)	-0.4900 (16.00)	-4.566 (15.12)	-0.5486** (0.1966)	-0.5289** (0.1943)	-0.5752** (0.1963)	-1.289*** (0.2112)	-1.288*** (0.2132)	-1.308*** (0.2100)
	Dummy: FTA		-14.81 (343.2)	-15.51 (487.1)	-14.13 (290.6)	-3.302.5 (2,960,059.4)	-498.0 (1,953,424.4)		-1,114.1 (847,289.3)	-16.40 (309.6)	-16.78 (263.8)	-0.0262 (0.0782)	-0.0160 (0.0782)	-0.0297 (0.0782)	-0.0311 (0.0724)	-0.0311 (0.0729)	-0.0259 (0.0725)
ln(関税率)		-4.610 (10.36)	-3.487 (13.32)	-11.57 (8.448)	632.0 (4,411.4)	779.3 (2,568.9)	331.3 (3,580.7)	-3.354 (4.982)	-3.791 (5.225)	-2.332 (4.900)	-1.247** (0.4551)	-1.213** (0.4561)	-1.225** (0.4566)	-0.8798** (0.3262)	-0.8619** (0.3122)	-0.8781** (0.3345)	
熱帯	1次	11.19 (5.732)			-29.38* (13.10)			-18.87* (9.422)			-0.8754* (0.4079)			-0.5023 (0.4619)			
	2次	-0.8425 (0.4513)			2.071*** (0.5425)			0.9065 (0.5713)			0.0102 (0.0221)			0.0475 (0.0317)			
乾燥帯	1次	-3.740 (2.661)			-9.044 (4.622)			-14.34* (5.839)			0.5994** (0.1893)			2.176*** (0.3881)			
	2次	0.3894* (0.1783)			0.2690 (0.3357)			0.5767 (0.3401)			-0.0077 (0.0108)			-0.1058*** (0.0257)			
平均気温	1次	0.8122 (1.046)			0.2622 (0.7770)			-5.930 (4.973)			-0.2676*** (0.0805)			0.2315 (0.2129)			
	2次	-0.0015 (0.0550)			-0.0319 (0.0980)			-0.3254 (0.2859)			-0.0158* (0.0079)			0.0154 (0.0135)			
亜寒帯	1次	1.024 (3.654)			-16.97** (5.422)			-2.278 (2.046)			-0.5134* (0.2068)			0.0523 (0.3177)			
	2次	0.0206 (0.1666)			-1.663** (0.5157)			-0.0696 (0.0814)			-0.0288 (0.0151)			0.0002 (0.0166)			
寒帯	1次	4.005 (18.03)			23.14** (10.87)			14.65 (20.45)			3.868** (0.8607)			-1.392 (1.124)			
	2次	0.0970 (0.5387)			2.916** (0.9317)			0.5348 (0.4711)			0.1277** (0.0398)			0.0195 (0.0645)			
熱帯	1次	4.423 (2.584)			2.095 (9.244)			-0.4266 (9.896)			0.1151 (0.5883)			-0.4615 (0.4636)			
	2次	-0.5449* (0.2305)			1.041* (0.4945)			-0.8267 (0.6398)			0.0193 (0.0217)			0.0403 (0.0278)			
乾燥帯	1次	-1.269 (1.717)			-10.17 (7.948)			8.376 (8.395)			0.4668** (0.1693)			0.1766*** (0.2819)			
	2次	0.0629 (0.1492)			0.5314 (0.8099)			0.2779 (0.4683)			-0.0179 (0.0102)			-0.0816*** (0.0207)			
平均最低気温	1次	2.797 (1.745)			0.8829 (0.7375)			-3.492 (5.852)			-0.3414*** (0.0897)			0.3013 (0.2203)			
	2次	0.1165 (0.0977)			0.0451 (0.1241)			-0.1681 (0.3950)			-0.0221* (0.0106)			0.0225 (0.0156)			
亜寒帯	1次	-0.1006 (2.119)			-6.156 (4.927)			9.924 (7.372)			-0.4648* (0.2125)			0.1801 (0.3384)			
	2次	-0.0399 (0.1011)			-0.7654 (0.5481)			0.6428 (0.4177)			-0.0205 (0.0159)			0.0104 (0.0184)			
寒帯	1次	-7.997 (10.75)			6.676 (11.13)			-29.24 (33.73)			2.780*** (0.8173)			-1.037 (1.380)			
	2次	-0.410 (0.2912)			1.120 (1.055)			-1.194 (0.9615)			0.1083* (0.0400)			-0.0555 (0.0791)			
熱帯	1次	18.29* (8.582)			-14.04 (8.616)			-24.43* (10.16)			-1.183*** (0.3069)			-0.6099 (0.3878)			
	2次	-1.237 (0.6883)			0.9110* (0.3804)			1.700* (0.7502)			0.0249 (0.0141)			0.0440 (0.0294)			
乾燥帯	1次	-6.839* (2.974)			6.017 (6.785)			-14.55* (5.666)			0.5139* (0.2025)			2.113*** (0.4893)			
	2次	-0.0021 (0.2174)			-0.4589 (0.3446)			-0.0032 (0.3500)			-0.0009 (0.0099)			-0.0956*** (0.0285)			
平均最高気温	1次	0.7923 (0.6834)			0.0215 (0.7291)			-5.668 (4.987)			-0.1551* (0.0619)			0.1297 (0.1777)			
	2次	-0.0087 (0.0326)			-0.0277 (0.0709)			-0.2901 (0.2442)			-0.0048 (0.0048)			0.0083 (0.0104)			
亜寒帯	1次	2.006 (5.671)			-10.96** (3.726)			1.352 (3.726)			-0.4108** (0.1606)			-0.0523 (0.1570)			
	2次	0.0021 (0.0030)			0.00576 (0.0027)			-0.9230** (0.0025)			-0.0240* (0.0061)			0.0005 (0.0005)			
寒帯	1次	15.12 (24.45)			18.09** (6.575)			27.07 (21.01)			2.782*** (0.8136)			-0.9811 (0.8765)			
	2次	0.2657 (0.6497)			1.600*** (0.4814)			0.6393 (0.5369)			0.1158** (0.0353)			0.0489 (0.0446)			
熱帯	1次	-0.0054* (0.0021)	-0.0034** (0.0019)	-0.0039 (0.0021)	0.1031*** (0.0198)	0.1641*** (0.0408)	0.0650*** (0.0192)	0.0399** (0.0197)	0.0390* (0.0163)	0.0623** (0.0226)	0.0017 (0.0013)	0.0017 (0.0012)	0.0003 (0.0002)	0.0003 (0.0006)	0.0003 (0.0006)		
	2次	2.75e-6** (8.52e-7)	2.74e-6*** (7.35e-7)	2.52e-6** (9.27e-7)	-3.39e-5*** (6.28e-6)	-5.56e-5*** (1.38e-5)	-2.1e-5*** (6.2e-6)	-2.2e-5*** (7.35e-6)	-1.35e-5** (5.88e-6)	-2.35e-5*** (8.36e-6)	-5.09e-7 (3.84e-7)	-4.01e-7 (3.87e-7)	-1.22e-7 (3.71e-7)	-1.34e-7 (1.81e-7)	-1.36e-7 (1.83e-7)		
乾燥帯	1次	-0.0045* (0.0018)	-0.0057** (0.0019)	-0.0036 (0.0022)	-0.0137 (0.0074)	-0.0213* (0.0107)	0.0034 (0.0092)	-0.0109* (0.0043)	-0.0042 (0.0043)	-0.0157** (0.0057)	0.0013* (0.0006)	0.0006 (0.0006)	0.0018** (0.0004)	0.0004 (0.0004)	0.0002 (0.0004)		
	2次	1.05e-6 (2.15e-6)	4.84e-6 (2.91e-6)	8.47e-7 (2.16e-6)	-1.53e-5* (6.85e-6)	-2.91e-5*** (7.3e-6)	-1.37e-5 (7.59e-6)	-3.22e-6 (8.27e-6)	-2.87e-6 (7.69e-6)	-7.04e-6 (9.75e-6)	-5.25e-7 (4.13e-7)	-2.06e-7 (4.11e-7)	-7.53e-7 (4.34e-7)	6.48e-8 (3.53e-7)	2.08e-7 (3.58e-7)		
降水量	1次	0.0021 (0.0022)	-0.0033 (0.0030)	0.0059** (0.0027)	-0.0034 (0.0028)	-0.0039 (0.0027)	-0.0029 (0.0029)	-0.0032 (0.0055)	-0.0059 (0.0048)	0.0009 (0.0061)	-0.0004 (0.0002)	-0.0001 (0.0002)	-0.0005 (0.0002)	0.0007 (0.0005)	0.0007 (0.0005)		
	2次	2.26e-6 (1.83e-6)	-9.98e-7 (2.36e-6)	3.6e-6 (2.05e-6)	-1.2e-5* (5.48e-6)	-1.06e-5* (5.38e-6)	-1.53e-5** (8.06e-6)	-4.58e-6 (8.45e-6)	-1e-5 (7.61e-6)	-3.13e-7 (3.68e-7)	-8.95e-7* (3.69e-7)	-1.02e-6** (3.66e-7)	-7.9e-7* (4.9e-7)	-9.01e-7 (4.95e-7)	-1.07e-6* (4.89e-7)	-8.71e-7 (4.89e-7)	
亜寒帯	1次	-0.0187 (0.0230)	-0.0279* (0.0134)	-0.0052 (0.0208)	-0.0454* (0.0198)	-0.0405 (0.0235)	-0.0587** (0.0198)	-0.2123** (0.1007)	-0.2104* (0.0667)	-0.2037** (0.0004)	-0.0001 (0.0004)	-5.38e-5 (0.0004)	-1.23e-5 (0.0004)	1.49e-5 (0.0004)	-1.57e-5 (0.0004)		
	2次	-1.31e-5 (1.45e-5)	-1.87e-5** (8.42e-6)	-4.81e-6 (1.32e-5)	-3.78e-5 (2.5e-5)	-2.32e-5 (3.04e-5)	-6.02e-5* (6.12e-5)	-0.0002** (9.03e-5)	-0.0002** (6.25e-5)	-0.0002** (5.83e-5)	2.45e-7 (5.94e-7)	2.44e-7 (5.76e-7)	2.31e-7 (5.94e-7)	-4.38e-7 (5.12e-7)	-3.45e-7 (5.05e-7)		
寒帯	1次	0.0204 (0.0602)	0.0439 (0.0268)	0.0183 (0.0506)	0.0784* (0.0354)	0.0733 (0.0459)	0.0929** (0.0365)	0.1106* (0.1319)	0.3414 (0.1858)	0.2735* (0.1166)	-0.0032* (0.0013)	-0.0036** (0.0013)	-0.0030** (0.0014)	-0.0021 (0.0028)	-0.0016 (0.0028)		
	2次	2.84e-5 (5.26e-5)	3.09e-5 (2.33e-5)	4.3e-5 (4.69e-5)	3.68e-5 (4.55e-5)	-3.03e-5 (6.38e-5)	0.0001* (5.23e-5)	0.0002 (0.0001)	0.0002 (0.0002)	0.0001 (0.0001)	5.18e-7 (2.9e-6)	1.45e-6 (2.86e-6)	1.92e-6 (2.94e-6)	6.69e-7 (1.8e-6)	9.09e-7 (1.82e-6)		
中心気温		19.94	15.34	24.59	14.57	9.760	19.42	19.21	14.30	24.17	15.98	10.84	21.17	18.49	13.50	23.53	
中心降水量		1,526.3	1,526.3	1,526.3	1,095.8	1,095.8	1,095.8	1,282.9	1,282.9	1,282.9	959	959	959	1,260.7	1,260.7	1,260.7	
Observations		4,182	4,182	4,182	961	961	961	2,539	2,539	2,539	88,237	88,206	88,225	55,276	55,255	55,267	
Adj. Pseudo R2		0.97217	0.97294	0.97551	0.97402	0.97356	0.97278	0.95965	0.95947	0.95945	0.94574	0.94570	0.94589	0.93587	0.93583	0.93569	
Fixed-Effects:	Year	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Pair Country	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	# of Year	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
	# of Origin	101	101	101	48	48	48	48	80	80	186	186	186	180	180	180	
	# of Destination	164	164	164	88	88	88	88	152	152	216	216	216	213	213	213	
Convergence		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

Signif. codes:  
\*\*\* 0.001 \*\* 0.01 \* 0.0

Dependent Var.:	Trade Value	Dates		Figs		Pineapples		Avocados		Guavas, Mangoes and Mangosteens						
		デーツ		イチジク		パイナップル		アボカド		グアバ・マンゴー・マンゴスチン						
輸出国	ln(GDP)	0.4780*** (0.1183)	0.4839*** (0.1173)	0.4807*** (0.1185)	0.1637 (0.1414)	0.1258 (0.1343)	0.2027 (0.1514)	1.113*** (0.1139)	1.166*** (0.1090)	-0.5426** (0.1860)	-0.4746* (0.1854)	0.2352* (0.1053)	0.2685* (0.1071)			
	ln(人口)	-0.7631*** (0.1901)	-0.7355*** (0.1892)	-0.7736*** (0.1914)	-0.0259 (0.2882)	-0.1067 (0.2845)	-0.1035 (0.2974)	-1.906*** (0.3132)	-1.684*** (0.3027)	-0.6894 (0.3386)	0.8940 (0.3917)	-0.3909* (0.3905)	-0.3909* (0.1782)	-0.4883** (0.1733)		
コントロール 変数	輸入国	0.5857*** (0.1232)	0.5680*** (0.1207)	0.5723*** (0.1231)	0.9495*** (0.1500)	0.9636*** (0.1550)	0.9489*** (0.1475)	1.345*** (0.1247)	1.322*** (0.1155)	0.5313*** (0.1467)	0.5677*** (0.1538)	1.124*** (0.1333)	1.100*** (0.1133)			
	ln(人口)	-0.2944 (0.1831)	-0.3082 (0.1819)	-0.2749 (0.1844)	-1.092*** (0.2915)	-0.9869*** (0.2958)	-1.143*** (0.2951)	-0.5570 (0.2967)	-0.5220 (0.2939)	-0.8091* (0.3196)	-0.7145* (0.3580)	-0.7271* (0.3601)	-0.7869* (0.3523)	-1.004*** (0.1899)		
	Dummy: FTA	-0.3780* (0.1696)	-0.4120* (0.1740)	-0.3671* (0.1646)	-0.0897 (0.1340)	-0.0583 (0.1349)	-0.1235 (0.1325)	0.4104*** (0.0894)	0.4101*** (0.0875)	0.3222*** (0.0926)	0.1461 (0.2734)	0.1730 (0.2718)	-0.4851*** (0.1059)	-0.5074*** (0.1082)		
	ln(関税率)	-2.408** (0.8046)	-2.321** (0.8341)	-2.483** (0.7865)	-2.273 (1.382)	-2.094 (1.361)	-2.365 (1.390)	0.4853 (0.5221)	0.6530 (0.5101)	-0.3122 (0.5302)	-0.2367 (1.197)	-0.1264 (1.161)	-0.1911 (1.207)	-4.714*** (1.128)		
熱帯	1次	-2.808*** (0.4779)			-0.4599 (0.5196)			-3.449*** (0.5498)			-0.4644 (0.4786)		-2.138*** (0.3305)			
	2次	0.0610* (0.0291)			0.0056 (0.0243)			0.3131*** (0.0422)			0.0006 (0.0310)		0.0620* (0.0312)			
乾燥帯	1次	0.0630 (0.1968)			0.3287 (0.6511)			0.4432 (0.3886)			1.348*** (0.3200)		-0.596*** (0.2030)			
	2次	0.0110 (0.0132)			0.0089 (0.0401)			-0.0334 (0.0280)			-0.0465 (0.0318)		0.0728** (0.0225)			
平均気温	温帯	0.0454 (0.1477)			-0.2844* (0.1137)			0.8957*** (0.2143)			-0.8616*** (0.1754)		0.4369 (0.3753)			
	2次	-0.0197 (0.0108)			-0.0196 (0.0117)			0.0542*** (0.0130)			-0.0669*** (0.0126)		0.0163 (0.0196)			
亜寒帯	1次	1.238** (0.4570)			0.1936 (0.2805)			0.3119 (0.4664)			-0.4456 (0.4370)		0.3284 (0.6139)			
	2次	0.0546* (0.0240)			-0.0076 (0.0217)			0.0278 (0.0234)			-0.0289 (0.0257)		0.0200 (0.0278)			
寒帯	1次	-7.917 (4.662)			-1.086 (1.297)			4.302* (2.184)			-0.9495 (0.9256)		5.508*** (0.9453)			
	2次	-0.2263 (0.1386)			0.0155 (0.0508)			0.0705 (0.0809)			0.3223*** (0.0654)		0.0888* (0.0373)			
熱帯	1次	-1.895*** (0.5186)			0.0547 (0.6078)			-3.225*** (0.6292)			0.1054 (0.6057)		-1.439*** (0.4358)			
	2次	0.1015*** (0.0253)			0.0072 (0.0230)			0.2570*** (0.0404)			-0.0415 (0.0335)		0.0503 (0.0307)			
乾燥帯	1次	0.3515* (0.1676)			0.2449 (0.5828)			1.045*** (0.3525)			1.244*** (0.2447)		-0.2575 (0.1613)			
	2次	-0.0125 (0.0127)			0.0067 (0.0437)			-0.0923*** (0.0269)			-0.0425 (0.0257)		0.0406 (0.0213)			
平均最低気温	温帯	-0.2536 (0.1344)			-0.4433*** (0.1233)			0.6722* (0.2645)			-1.043*** (0.2394)		0.1639 (0.4295)			
	2次	-0.0543*** (0.0123)			-0.0420** (0.0161)			0.0439* (0.0178)			-0.0964*** (0.0213)		0.0012 (0.0263)			
亜寒帯	1次	0.0546* (0.3350)			-0.0076 (0.3066)			0.0278 (0.4608)			-0.0289 (0.3952)		0.0200 (0.4747)			
	2次	0.0241 (0.0198)			-0.0107 (0.0279)			0.0061 (0.0247)			-0.0182 (0.0253)		0.0669** (0.0228)			
寒帯	1次	-7.156 (4.681)			-2.048 (1.323)			5.867* (2.358)			-1.234 (1.161)		3.834** (1.301)			
	2次	-0.1688 (0.1471)			0.0046 (0.0524)			0.1421 (0.0886)			0.2926*** (0.0820)		0.0072 (0.0398)			
熱帯	1次	-2.249*** (0.3108)			-0.8409 (0.4304)			-2.025*** (0.3936)			-0.7860* (0.3718)		-1.868*** (0.2798)			
	2次	0.1044*** (0.0186)			0.0190 (0.0170)			0.1990*** (0.0322)			0.0439 (0.0244)		0.1142*** (0.0237)			
乾燥帯	1次	-0.3715 (0.1963)			-0.1811 (0.6465)			-0.4045 (0.4443)			1.277*** (0.3470)		-0.6702*** (0.1671)			
	2次	0.0307** (0.0118)			0.0145 (0.0316)			0.0357 (0.0263)			-0.0477 (0.0265)		0.0620*** (0.0149)			
平均最高気温	温帯	0.3743*** (0.1401)			-0.1090 (0.0860)			0.5715*** (0.1722)			-0.6189*** (0.1181)		0.4089 (0.2322)			
	2次	0.0063 (0.0087)			-0.0011 (0.0069)			0.0336*** (0.0094)			-0.0412*** (0.0070)		0.0124 (0.0104)			
亜寒帯	1次	1.346** (0.4578)			0.1664 (0.2219)			0.7515* (0.3749)			-0.0091 (0.3909)		-0.1898 (0.5035)			
	2次	0.0552* (0.0224)			-0.0082 (0.0151)			0.0443* (0.0177)			-0.0055 (0.0206)		-0.0068 (0.0215)			
寒帯	1次	-7.697* (3.426)			-0.0151 (1.229)			1.101 (1.824)			-1.053 (0.7306)		4.377*** (0.7584)			
	2次	-0.2144 (0.1154)			0.0374 (0.0489)			-0.0423 (0.0639)			0.2732*** (0.0535)		0.0832** (0.0307)			
熱帯	1次	-0.0004 (0.0016)	-0.0003 (0.0018)	-0.0016 (0.0015)	0.0010 (0.0040)	0.0012 (0.0043)	-0.0009 (0.0040)	-0.0010 (0.0006)	-0.0006 (0.0006)	-0.0020 (0.0016)	-0.0021 (0.0015)	-0.0014 (0.0007)	-0.0010 (0.0007)			
	2次	-1.076-7 (3.78e-7)	2.81e-8 (4.38e-7)	3.01e-7 (3.68e-7)	-4.6e-7 (1.09e-6)	-7.91e-8 (1.19e-6)	3.2e-7 (1.11e-6)	2.81e-7 (2.03e-7)	2.03e-7 (1.94e-7)	1.04e-6* (4.89e-7)	9.98e-7* (4.96e-7)	1.7e-6* (4.61e-7)	2.73e-7 (2.28e-7)	2.42e-7 (2.39e-7)		
乾燥帯	1次	-0.0012 (0.0016)	-0.0011 (0.0016)	-0.0013 (0.0016)	-2.22e-5 (0.0017)	-0.0004 (0.0018)	0.0006 (0.0017)	0.0008 (0.0005)	0.0010 (0.0005)	0.0013** (0.0005)	0.0013** (0.0005)	-0.0004 (0.0005)	-0.0005 (0.0003)			
	2次	-5.11e-6** (1.57e-6)	-4.95e-6** (1.52e-6)	-4.51e-6** (1.53e-6)	-7.26e-7 (1.39e-6)	-5.42e-7 (1.49e-6)	-8.77e-7 (1.31e-6)	-3.66e-7 (3.89e-7)	2.54e-8 (3.67e-7)	-4.08e-7 (4.32e-7)	4.78e-7 (5.92e-7)	7.12e-7 (5.85e-7)	5.43e-7 (6.07e-7)	5.42e-7 (3.92e-7)		
降水量	温帯	0.0007* (0.0003)	0.0006 (0.0003)	0.0011** (0.0004)	-0.0007 (0.0003)	-0.0004 (0.0003)	-0.0007* (0.0003)	5.43e-5 (0.0007)	-0.0002 (0.0007)	-7.78e-5 (0.0007)	-0.0005* (0.0007)	-0.0004 (0.0002)	-0.0004 (0.0008)			
	2次	1.03e-6 (9.12e-7)	6.8e-7 (8.99e-7)	7.19e-7 (9.38e-7)	2.67e-7 (1.01e-6)	-5.46e-8 (1e-6)	3.81e-7 (7.86e-7)	-4.84e-7 (7.83e-7)	-6.22e-7 (7.85e-7)	-5.64e-7 (3.68e-7)	-9.7e-7** (3.55e-7)	-1.34e-6*** (3.94e-7)	-6.58e-7 (1.08e-6)	-2.86e-8 (1.16e-6)		
亜寒帯	1次	0.0014* (0.0006)	0.0006 (0.0006)	0.0017** (0.0005)	0.0008 (0.0005)	0.0004 (0.0005)	0.0010* (0.0006)	0.0002 (0.0005)	0.0005 (0.0005)	-0.0001 (0.0008)	0.0006 (0.0008)	0.0006 (0.0008)	-0.0010 (0.0006)			
	2次	2.59e-7 (6.74e-7)	1.04e-6 (6.48e-7)	9.32e-8 (6.85e-7)	1.81e-7 (1.11e-6)	8.74e-7 (1.12e-6)	6.59e-8 (1.11e-6)	-7.31e-7 (6.95e-7)	-7.61e-7 (7.16e-7)	-6.96e-7 (6.82e-7)	-7.83e-8 (1.26e-6)	2.84e-7 (1.23e-6)	-2.29e-7 (8.24e-7)	-1.6e-6 (8.15e-7)		
寒帯	1次	-0.0364* (0.0182)	-0.0312 (0.0176)	-0.0389* (0.0176)	0.0047 (0.0116)	0.0050 (0.0122)	0.0049 (0.0039)	-0.0055 (0.0039)	-0.0078* (0.0041)	-0.0055 (0.0018)	0.0040* (0.0018)	0.0034 (0.0019)	0.0010 (0.0023)			
	2次	3.02e-5* (1.53e-5)	2.68e-5 (1.55e-5)	3.12e-5* (1.48e-5)	-1.24e-5 (1.6e-5)	-1.28e-5 (1.68e-5)	-1.15e-5 (1.56e-5)	1.57e-6 (3.04e-6)	3.16e-6 (3.01e-6)	4.34e-6 (3.03e-6)	-4.89e-6 (3e-6)	-3.29e-6 (3e-6)	5.78e-7 (2.99e-6)	7.23e-7 (2.79e-6)		
	中心気温	17.67	12.14	23.24	15.40	10.23	20.63	18.90	13.94	23.91	17.67	12.45	22.94	20.15	14.86	25.49
	中心降水量	716	716	716	857.6	857.6	857.6	1,261.6	1,261.6	1,261.6	1,044.5	1,044.5	1,044.5	1,181.2	1,181.2	1,181.2
	Observations	49,049	49,042	49,045	38,293	38,276	38,293	44,447	44,438	44,444	33,236	33,230	33,236	50,890	50,884	50,890
	Adj. Pseudo R2	0.91707	0.91663	0.91751	0.93386	0.93389	0.93391	0.95328	0.95331	0.95259	0.96707	0.96690	0.96701	0.95246	0.95209	0.95221
Fixed-Effects	Year	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Pair Country	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	# of Year	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	# of Origin	161	161	161	145	145	145	165	165	165	156	156	156	169	169	169
	# of Destination	214	214	214	210	210	210	212	212	212	212	212	212	213	213	213
	Convergence	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Signif. codes:  
\*\*\* 0.001 \*\* 0.01 \* 0.05 . 0.1  
(Std. Error)

Dependent Var:	Trade Value	Oranges		Mandarins		Grapefruit and Pomelos			Lemons and Limes			Grapes						
		オレンジ		マンダリン		グレープフルーツ			レモン・ライム			ブドウ						
コントロール 変数	輸出国	ln(GDP)	0.5342*** (0.0659)	0.5106*** (0.0652)	0.5301*** (0.0652)	0.8852*** (0.0743)	0.8950*** (0.0739)	0.8768*** (0.0745)	0.6682*** (0.0902)	0.6158*** (0.0923)	0.7035*** (0.0893)	0.2775 (0.1619)	0.2056 (0.1591)	0.3000 (0.1551)	0.5674*** (0.0659)	0.5357*** (0.0651)	0.5878*** (0.0657)	
		ln(人口)	-0.9539*** (0.1396)	-0.9334*** (0.1407)	-0.9442*** (0.1402)	-0.6641*** (0.2030)	-0.6763*** (0.2018)	-0.6463*** (0.2045)	-1.341*** (0.2345)	-1.217*** (0.2296)	-1.363*** (0.2355)	-1.698*** (0.3023)	-1.628*** (0.2944)	-1.676*** (0.3030)	-1.676*** (0.3030)	-0.4700*** (0.1285)	-0.4676*** (0.1268)	-0.4532*** (0.1303)
	輸入国	ln(GDP)	0.5838*** (0.0555)	0.5803*** (0.0557)	0.5854*** (0.0557)	0.7734*** (0.0645)	0.7712*** (0.0646)	0.7711*** (0.0644)	1.564*** (0.1072)	1.569*** (0.1088)	1.564*** (0.1052)	0.6095*** (0.1263)	0.6040*** (0.1268)	0.6210*** (0.1281)	0.8004*** (0.1552)	0.8028*** (0.1538)	0.8014*** (0.1530)	0.8014*** (0.1530)
		ln(人口)	-0.1641 (0.1205)	-0.1570 (0.1226)	-0.1714 (0.1199)	-0.9218*** (0.1896)	-0.9117*** (0.1890)	-0.9347*** (0.1906)	-0.8957*** (0.2209)	-0.9222*** (0.2194)	-0.9095*** (0.2211)	0.8084*** (0.2573)	0.8168*** (0.2532)	0.7523*** (0.2612)	-0.8990*** (0.1330)	-0.8719*** (0.1332)	-0.9372*** (0.1340)	-0.9372*** (0.1340)
	Dummy: FTA	0.1835 (0.0996)	0.1917 (0.1000)	0.1861 (0.0994)	0.5101*** (0.1179)	0.4970*** (0.1172)	0.5200*** (0.1188)	0.3269 (0.1825)	0.3254 (0.1811)	0.3397 (0.1817)	0.2560 (0.1630)	0.2719 (0.1676)	0.2390 (0.1629)	0.4232*** (0.0963)	0.4235*** (0.0963)	0.4183*** (0.0978)	0.4183*** (0.0978)	0.4183*** (0.0978)
	ln(関税率)	-0.9481** (0.3322)	-0.8814** (0.3350)	-0.9933** (0.3296)	-0.9263 (0.5268)	-0.9560 (0.5274)	-0.9144 (0.5275)	0.9013 (0.7346)	1.022 (0.7377)	0.8335 (0.7310)	0.1300 (0.5680)	0.1564 (0.5757)	0.0761 (0.5743)	-2.253*** (0.4021)	-2.241*** (0.4021)	-2.272*** (0.4027)	-2.272*** (0.4047)	
	熱帯	1次	-0.7574 (0.5685)		0.2060 (0.6331)		0.3839 (0.7129)		0.6370 (1.021)		0.6370 (1.021)				2.938*** (0.5450)			
		2次	-0.0347 (0.0287)		-0.1069*** (0.0319)		0.0231 (0.0343)		-0.0964 (0.0552)		-0.0964 (0.0552)				-0.1611*** (0.0288)			
	乾燥帯	1次	-0.4104 (0.2363)		0.1027 (0.2214)		0.6177* (0.3121)		0.3824 (0.4288)		0.3824 (0.4288)				0.0841 (0.1316)			
		2次	0.0531** (0.0182)		0.0096 (0.0168)		0.0304 (0.0228)		0.0241 (0.0246)		0.0241 (0.0246)				0.0175* (0.0083)			
平均気温	温帯	0.0553 (0.0543)		-0.0228 (0.0506)		0.4470*** (0.0895)		-0.0674 (0.1988)		-0.0674 (0.1988)				-0.0153 (0.0532)				
	2次	0.0062 (0.0060)		0.0055 (0.0056)		0.0387*** (0.0086)		0.0054 (0.0166)		0.0054 (0.0166)				-0.0102 (0.0062)				
亜寒帯	1次	-0.6079** (0.2179)		-0.2076 (0.2044)		0.6207* (0.2974)		-0.4109 (0.3833)		-0.4109 (0.3833)				-0.4654*** (0.1382)				
	2次	-0.0164 (0.0142)		0.0027 (0.0142)		-0.0109 (0.0224)		-0.0034 (0.0241)		-0.0034 (0.0241)				-0.0293* (0.0116)				
寒帯	1次	2.308* (0.9459)		1.927* (0.9319)		-8.637** (3.105)		-1.321 (1.982)		-1.321 (1.982)				-1.537** (0.5498)				
	2次	0.0435 (0.0626)		0.0879 (0.0482)		-0.4886* (0.2016)		-0.0280 (0.1229)		-0.0280 (0.1229)				0.0082 (0.0336)				
熱帯	1次	-1.150 (0.6776)		-0.0391 (0.0267)		-0.0741** (0.0274)		-0.0209 (0.0368)		-0.0209 (0.0368)		1.004 (1.1287)			2.951*** (0.5419)			
	2次	-0.1583 (0.1771)		0.0384 (0.0202)		0.0102 (0.0192)		-0.3770 (0.2259)		-0.3770 (0.2259)				0.5571 (0.3491)				
乾燥帯	1次	0.0384 (0.0202)		0.0102 (0.0192)		0.0239 (0.0207)		0.0165 (0.0191)		0.0165 (0.0191)				0.0107 (0.0096)				
	2次	-0.0409 (0.0667)		-0.0051 (0.0493)		0.2359** (0.0858)		0.0241* (0.0858)		0.0241* (0.0858)				-0.0742 (0.0512)				
平均最低気温	温帯	0.0062 (0.0543)		0.0055 (0.0506)		0.0387*** (0.0895)		0.0054 (0.1988)		0.0054 (0.1988)				-0.0102 (0.0532)				
	2次	0.0062 (0.0060)		0.0055 (0.0056)		0.0387*** (0.0086)		0.0054 (0.0166)		0.0054 (0.0166)				-0.0102 (0.0062)				
亜寒帯	1次	-0.6079** (0.2179)		-0.2076 (0.2044)		0.6207* (0.2974)		-0.4109 (0.3833)		-0.4109 (0.3833)				-0.4654*** (0.1382)				
	2次	-0.0164 (0.0142)		0.0027 (0.0142)		-0.0109 (0.0224)		-0.0034 (0.0241)		-0.0034 (0.0241)				-0.0293* (0.0116)				
寒帯	1次	2.308* (0.9459)		1.927* (0.9319)		-8.637** (3.105)		-1.321 (1.982)		-1.321 (1.982)				-1.537** (0.5498)				
	2次	0.0435 (0.0626)		0.0879 (0.0482)		-0.4886* (0.2016)		-0.0280 (0.1229)		-0.0280 (0.1229)				0.0082 (0.0336)				
熱帯	1次	-1.150 (0.6776)		-0.0391 (0.0267)		-0.0741** (0.0274)		-0.0209 (0.0368)		-0.0209 (0.0368)		1.004 (1.1287)			2.951*** (0.5419)			
	2次	-0.1583 (0.1771)		0.0384 (0.0202)		0.0102 (0.0192)		-0.3770 (0.2259)		-0.3770 (0.2259)				0.5571 (0.3491)				
乾燥帯	1次	0.0384 (0.0202)		0.0102 (0.0192)		0.0239 (0.0207)		0.0165 (0.0191)		0.0165 (0.0191)				0.0107 (0.0096)				
	2次	-0.0409 (0.0667)		-0.0051 (0.0493)		0.2359** (0.0858)		0.0241* (0.0858)		0.0241* (0.0858)				-0.0742 (0.0512)				
平均最高気温	温帯	0.0062 (0.0543)		0.0055 (0.0506)		0.0387*** (0.0895)		0.0054 (0.1988)		0.0054 (0.1988)				-0.0102 (0.0532)				
	2次	0.0062 (0.0060)		0.0055 (0.0056)		0.0387*** (0.0086)		0.0054 (0.0166)		0.0054 (0.0166)				-0.0102 (0.0062)				
亜寒帯	1次	-0.6079** (0.2179)		-0.2076 (0.2044)		0.6207* (0.2974)		-0.4109 (0.3833)		-0.4109 (0.3833)				-0.4654*** (0.1382)				
	2次	-0.0164 (0.0142)		0.0027 (0.0142)		-0.0109 (0.0224)		-0.0034 (0.0241)		-0.0034 (0.0241)				-0.0293* (0.0116)				
寒帯	1次	2.308* (0.9459)		1.927* (0.9319)		-8.637** (3.105)		-1.321 (1.982)		-1.321 (1.982)				-1.537** (0.5498)				
	2次	0.0435 (0.0626)		0.0879 (0.0482)		-0.4886* (0.2016)		-0.0280 (0.1229)		-0.0280 (0.1229)				0.0082 (0.0336)				
熱帯	1次	-1.150 (0.6776)		-0.0391 (0.0267)		-0.0741** (0.0274)		-0.0209 (0.0368)		-0.0209 (0.0368)		1.004 (1.1287)			2.951*** (0.5419)			
	2次	-0.1583 (0.1771)		0.0384 (0.0202)		0.0102 (0.0192)		-0.3770 (0.2259)		-0.3770 (0.2259)				0.5571 (0.3491)				
乾燥帯	1次	0.0384 (0.0202)		0.0102 (0.0192)		0.0239 (0.0207)		0.0165 (0.0191)		0.0165 (0.0191)				0.0107 (0.0096)				
	2次	-0.0409 (0.0667)		-0.0051 (0.0493)		0.2359** (0.0858)		0.0241* (0.0858)		0.0241* (0.0858)				-0.0742 (0.0512)				
平均最高気温	温帯	0.0062 (0.0543)		0.0055 (0.0506)		0.0387*** (0.0895)		0.0054 (0.1988)		0.0054 (0.1988)				-0.0102 (0.0532)				
	2次	0.0062 (0.0060)		0.0055 (0.0056)		0.0387*** (0.0086)		0.0054 (0.0166)		0.0054 (0.0166)				-0.0102 (0.0062)				
亜寒帯	1次	-0.6079** (0.2179)		-0.2076 (0.2044)		0.6207* (0.2974)		-0.4109 (0.3833)		-0.4109 (0.3833)				-0.4654*** (0.1382)				
	2次	-0.0164 (0.0142)		0.0027 (0.0142)		-0.0109 (0.0224)		-0.0034 (0.0241)		-0.0034 (0.0241)				-0.0293* (0.0116)				
寒帯	1次	2.308* (0.9459)		1.927* (0.9319)		-8.637** (3.105)		-1.321 (1.982)		-1.321 (1.982)				-1.537** (0.5498)				
	2次	0.0435 (0.0626)		0.0879 (0.0482)		-0.4886* (0.2016)		-0.0280 (0.1229)		-0.0280 (0.1229)				0.0082 (0.0336)				
熱帯	1次	-1.150 (0.6776)		-0.0391 (0.0267)		-0.0741** (0.0274)		-0.0209 (0.0368)		-0.0209 (0.0368)		1.004 (1.1287)			2.951*** (0.5419)			
	2次	-0.1583 (0.1771)		0.0384 (0.0202)		0.0102 (0.0192)		-0.3770 (0.2259)		-0.3770 (0.2259)				0.5571 (0.3491)				
乾燥帯	1次	0.0384 (0.0202)		0.0102 (0.0192)		0.0239 (0.0207)		0.0165 (0.0191)		0.0165 (0.0191)				0.0107 (0.0096)				
	2次	-0.0409 (0.0667)		-0.0051 (0.0493)		0.2359** (0.0858)		0.0241* (0.0858)		0.0241* (0.0858)				-0.0742 (0.0512)				
平均最高気温	温帯	0.0062 (0.0543)		0.0055 (0.0506)		0.0387*** (0.0895)		0.0054 (0.1988)		0.0054 (0.1988)				-0.0102 (0.0532)				
	2次	0.0062 (0.0060)		0.0055 (0.0056)		0.0387*** (0.0086)		0.0054 (0.0166)		0.0054 (0.0166)				-0.0102 (0.0062)				
亜寒帯	1次	-0.6079** (0.2179)		-0.2076 (0.2044)		0.6207* (0.2974)		-0.4109 (0.3833)		-0.4109 (0.3833)				-0.4654*** (0.1382)				
	2次	-0.0164 (0.0142)		0.0027 (0.0142)		-0.0109 (0.0224)		-0.0034 (0.0241)		-0.0034 (0.0241)				-0.0293* (0.0116)				
寒帯	1次	2.308* (0.9459)		1.927* (0.9319)		-8.637** (3.105)		-1.321 (1.982)		-1.321 (1.982)				-1.537** (0.5498)				

Dependent Var.: Trade Value		Melons and Papaws				Apples		Pears and Quinces			Apricots		Cherries									
		メロン・ポポー				リンゴ		ナシ・西洋カリン			アンズ		サクランボ									
輸出国	ln(GDP)	0.1943*	0.2000**	0.1772*	0.2421**	0.2302**	0.2456**	0.5670***	0.5440***	0.5705***	0.0841	0.0437	0.1048	0.0585	0.0272	0.0792						
		(0.0791)	(0.0769)	(0.0789)	(0.0806)	(0.0801)	(0.0797)	(0.0776)	(0.0777)	(0.0772)	(0.1224)	(0.1221)	(0.1235)	(0.2566)	(0.2543)	(0.2602)						
	ln(人口)	0.0578	0.0334	0.0828	-1.678***	-1.711***	-1.666***	-0.9774***	-0.9660***	-1.021***	0.1839	0.2057	0.1746	-1.089*	-0.906*	-1.382*						
		(0.1497)	(0.1471)	(0.1511)	(0.2010)	(0.2020)	(0.2003)	(0.2404)	(0.2419)	(0.2412)	(0.2526)	(0.2515)	(0.2538)	(0.5490)	(0.5396)	(0.5601)						
輸入国	ln(GDP)	0.5885***	0.5642***	0.6062***	0.8768***	0.8749***	0.8720***	1.323***	1.312***	1.322***	0.7894***	0.7820***	0.7925***	1.635***	1.650***	1.623***						
		(0.0728)	(0.0727)	(0.0733)	(0.0928)	(0.0928)	(0.0926)	(0.1055)	(0.1055)	(0.1053)	(0.1099)	(0.1103)	(0.1098)	(0.2160)	(0.2177)	(0.2148)						
	ln(人口)	-0.8405***	-0.7973***	-0.8659***	0.5576**	0.6036**	0.5462**	-0.9154***	-0.8930***	-0.8754***	-1.059***	-1.033***	-1.074***	-0.6072	-0.7779	-0.3248						
		(0.1503)	(0.1479)	(0.1509)	(0.1998)	(0.2024)	(0.1977)	(0.2375)	(0.2376)	(0.2284)	(0.2293)	(0.2289)	(0.5307)	(0.5215)	(0.5424)							
Dummy: FTA		-0.1546	-0.1825	-0.1512	0.0028	0.0123	0.0068	-0.3894**	-0.3792**	-0.3705**	0.3488*	0.3500*	0.3452*	-0.1299	-0.1514	-0.1356						
		(0.1452)	(0.1418)	(0.1470)	(0.1353)	(0.1350)	(0.1351)	(0.1245)	(0.1231)	(0.1277)	(0.1594)	(0.1601)	(0.1589)	(0.2918)	(0.2935)	(0.2901)						
ln(関税率)		-0.7832	-0.7526	-0.8454	-3.021***	-3.024***	-3.002***	-0.7402*	-0.6751	-0.6632	0.8324	0.8474	0.8163	-14.41***	-14.293***	-14.47***						
		(0.4979)	(0.4753)	(0.5468)	(0.7763)	(0.7780)	(0.7755)	(0.3702)	(0.3860)	(0.3844)	(0.5588)	(0.5596)	(0.5589)	(1.907)	(1.923)	(1.892)						
熱帯	1次	-0.3408			-1.870*			-5.493***			-5.525***			-1.002								
		(0.2579)			(0.8077)			(0.7068)			(0.8514)			(1.571)								
乾燥帯	2次	-0.0029			-0.0050			0.0664*			-0.0049			0.0186								
		(0.0156)			(0.0324)			(0.0302)			(0.0419)			(0.0711)								
平均気温	1次	0.3184**			-0.5362			0.5524			-0.6483			0.6572								
		(0.1332)			(0.3651)			(0.4036)			(0.4028)			(1.333)								
亜寒帯	2次	0.0007			0.0193			-0.0167			0.0534*			-0.0559								
		(0.0120)			(0.0187)			(0.0256)			(0.0265)			(0.1062)								
寒帯	1次	0.0242			0.1272			0.1186			0.1963			0.5045***								
		(0.0769)			(0.0887)			(0.0902)			(0.1010)			(0.1250)								
平均最低気温	2次	-0.0055			0.0302*			0.0137			0.0172			0.0673**								
		(0.0058)			(0.0138)			(0.0111)			(0.0138)			(0.0229)								
亜寒帯	1次	-0.4048*			0.0893			0.4949.			-0.5400*			-0.1890								
		(0.1684)			(0.1928)			(0.2663)			(0.2176)			(0.2828)								
寒帯	2次	-0.0103			-0.0017			0.0524*			-0.0542**			-0.0013								
		(0.0097)			(0.0193)			(0.0246)			(0.0204)			(0.0253)								
平均最高気温	1次	2.538*			1.900*			-5.436***			2.082			-3.850								
		(1.047)			(0.9430)			(1.536)			(1.569)			(2.726)								
亜寒帯	2次	0.0619			0.0632			-0.3717**			0.1105			-0.1439								
		(0.0455)			(0.0480)			(0.1296)			(0.0780)			(0.1014)								
熱帯	1次		-0.5114				-1.672.			-4.836***			-3.447**			-0.6222						
			(0.3694)				(0.9837)			(0.8998)			(1.077)			(1.934)						
乾燥帯	2次		0.0437*				0.0506			0.1521***			0.0951*			-0.0196						
			(0.0209)				(0.0329)			(0.0312)			(0.0378)			(0.0680)						
平均最低気温	1次		0.2951**				-0.3037			0.3554			-0.3986			1.270						
			(0.1127)				(0.2948)			(0.3374)			(0.3199)			(1.101)						
亜寒帯	2次		-0.0090				0.0087			-0.0266			0.0439.			-0.1037						
			(0.0116)				(0.0174)			(0.0246)			(0.0262)			(0.1136)						
寒帯	1次		0.1945.				0.0620			0.0271			0.1775.			0.3563**						
			(0.1011)				(0.0877)			(0.0930)			(0.1065)			(0.1194)						
平均最高気温	2次		0.0075				0.0180			0.0026			0.0187			0.0536.						
			(0.0091)				(0.0177)			(0.0155)			(0.0177)			(0.0283)						
亜寒帯	1次		0.1502				-0.0822			0.5166*			-0.3234			-0.0091						
			(0.1986)				(0.2039)			(0.2512)			(0.2037)			(0.2565)						
寒帯	2次		0.0243.				-0.0257			0.0671*			-0.0337			0.0091						
			(0.0124)				(0.0251)			(0.0274)			(0.0208)			(0.0260)						
熱帯	1次		2.451*				1.645.			-4.381**			1.239			-6.028*						
			(1.014)				(0.8743)			(1.351)			(1.499)			(2.374)						
乾燥帯	2次		0.0092				0.0940			-0.3069*			0.0481			-0.2150*						
			(0.0449)				(0.0574)			(0.1239)			(0.0738)			(0.0923)						
平均最高気温	1次			-0.7785***			-1.566*			-4.407***			-2.908***			-0.9691						
				(0.2299)			(0.6436)			(0.5493)			(0.6844)			(1.257)						
熱帯	2次			0.0205			0.0259			0.1304***			0.0599*			0.0596						
				(0.0116)			(0.0250)			(0.0229)			(0.0298)			(0.0520)						
乾燥帯	1次			0.2832.			-0.8694*			0.7560.			-0.7123			-0.2470						
				(0.1479)			(0.4085)			(0.4149)			(0.4307)			(1.307)						
平均最低気温	2次			-0.0002			0.0294.			-0.0167			0.0423.			-0.0037						
				(0.0106)			(0.0172)			(0.0202)			(0.0217)			(0.0737)						
亜寒帯	1次			-0.0658			0.1712*			0.1389.			0.1758*			0.5381***						
				(0.0549)			(0.0763)			(0.0742)			(0.0864)			(0.1145)						
寒帯	2次			-0.0099**			0.0312***			0.0108			0.0102			0.0562***						
				(0.0034)			(0.0090)			(0.0070)			(0.0092)			(0.0160)						
熱帯	1次			-0.6940***			0.1446			0.3153			-5.5581***			-0.3714						
				(0.1364)			(0.1822)			(0.2538)			(0.1997)			(0.2711)						
乾燥帯	2次			-0.0280***			0.0063			0.0252			-0.0502**			-0.0118						
				(0.0073)			(0.0160)			(0.0209)			(0.0167)			(0.0205)						
平均最高気温	1次			2.352*			2.219*			-5.220**			1.977			-1.191						
				(0.9554)			(0.9789)			(1.631)			(1.464)			(2.598)						
寒帯	2次			0.0726.			0.0586			-0.3311**			0.1180			-0.0594						
				(0.0392)			(0.0441)			(0.1253)			(0.0733)			(0.0935)						
熱帯	1次		0.0003		0.0001		0.0007		-0.0021	0.0025		0.0005	0.0063	0.0108	0.0134	0.0077						
			(0.0006)		(0.0006)		(0.0033)		(0.0035)	(0.0031)		(0.0019)	(0.0076)	(0.0075)	(0.0096)	(0.0095)						
乾燥帯	2次		-1.95e-7		-1.35e-7		-1.46e-7		-4.96e-7	-1.24e-6		8.96e-8	1.17e-7	-9.92e-7	4.95e-7	-4.92e-7	-1.92e-6	9.15e-7	-2.87e-6	-3.51e-6	-1.97e-6	-2.4e-6
			(1.81e-7)		(1.79e-7)		(1.81e-7)		(9.51e-7)	(1.04e-6)		(9.28e-7)	(5.51e-7)	(9.57e-7)	(6.31e-7)	(2.14e-6)	(2.1e-6)	(2.1e-6)	(2.41e-6)	(2.39e-6)	(2.4e-6)	
平均最高気温	1次		4.44e-5		-9.98e-5		3.55e-5		0.0022.	0.0024*		0.0025.	-0.0011	-0.0017	0.0004	0.0029*	0.0027*	-0.0062	-0.0072.	-0.0062	0.0047	
			(0.0005)		(0.0005)		(0.0013)		(0.0011)	(0.0014)		(0.0014)	(0.0022)	(0.0019)	(0.0023)	(0.0014)	(0.0014)	(0.0015)	(0.0044)	(0.0042)	(0.0047)	
寒帯	2次		5.59e-7*		5.32e-7*		4.83e-7.		-1.33e-6	-1.21e-6		-1.24e-6	-1.27e-6	-5.99e-7	-1.45e-6	-2.23e-6	-2.94e-6	-1.58e-6	-2.57e-5***	-2.53e-5***	-2.6e-5***	
			(2.53e-7)		(2.49e-7)		(2.53e-7)		(8.58e-7)	(8.33e-7)		(8.74e-7)	(1.78e-6)	(1.69e-6)	(1.68e-6)	(1.54e-6)	(1.48e-6)	(1.48e-6)	(7.35e-6)	(7.33e-6)	(7.59e-6)	
平均最低気温	1次		-0.0003		-0.0004		-0.0003		0.0002	1.36e-5		0.0003	0.0005	0.0004	0.0005	-0.0006	-0.0007.	-0.0004	-0.0004	-0.0008.	0.0001	
			(0.0003)		(0.0003)		(0.0003)		(0.0003)													

Dependent Var.	Trade Value	Peaches		Plums and Sloes		Strawberries		Berries		Kiwifruits								
		モモ		スモモ		イチゴ		ベリー類		キウイフルーツ								
コントロール 変数	輸出国	ln(GDP)	0.7106*** (0.1190)	0.6048*** (0.1174)	0.7529*** (0.1154)	0.3093*** (0.0913)	0.2740** (0.0908)	0.3230*** (0.0910)	-0.0788 (0.1325)	-0.1328 (0.1309)	-0.0273 (0.2181)	-0.2158 (0.2135)	-0.4337 (0.2180)	-0.1913 (0.1593)	0.4623** (0.1593)	0.4209** (0.1586)	0.4447** (0.1504)	
		ln(人口)	0.9262*** (0.2377)	1.061*** (0.2364)	0.8537*** (0.2318)	-0.3397 (0.2228)	-0.2891 (0.2215)	-0.3740 (0.2240)	0.3097 (0.2396)	0.4362 (0.3894)	0.2626 (0.3972)	1.384* (0.6070)	1.460* (0.5889)	1.386* (0.6154)	-0.314 (0.3074)	-0.2967 (0.3074)	-0.2967 (0.3110)	-0.3717 (0.2941)
	輸入国	ln(GDP)	0.9995*** (0.0888)	1.009*** (0.0892)	1.014*** (0.0888)	1.106*** (0.1117)	1.097*** (0.1118)	1.105*** (0.1120)	1.449*** (0.1797)	1.486*** (0.1821)	1.459*** (0.1815)	0.8545*** (0.2606)	0.8194*** (0.2607)	0.8813*** (0.2635)	0.9382*** (0.278**)	0.9361*** (0.0736)	0.9392*** (0.0742)	0.9392*** (0.0737)
		ln(人口)	-2.656*** (0.2043)	-2.657*** (0.2057)	-2.621*** (0.2002)	-1.075*** (0.2377)	-1.081*** (0.2375)	-1.053*** (0.2386)	-1.632*** (0.4221)	-1.790*** (0.4135)	-1.696*** (0.4300)	-2.024*** (0.7032)	-1.936*** (0.6891)	-2.078*** (0.7092)	-1.070*** (0.2229)	-1.061*** (0.2275)	-1.061*** (0.2275)	-1.014*** (0.2191)
	Dummy: FTA	0.0106 (0.1307)	0.0287 (0.1278)	-0.0022 (0.1305)	-0.1856 (0.1206)	-0.1841 (0.1204)	-0.1828 (0.1201)	0.4869*** (0.1253)	0.5833*** (0.1249)	0.4554*** (0.1251)	0.9792*** (0.2042)	0.9682*** (0.1998)	0.9745*** (0.2066)	0.0406 (0.1211)	0.0291 (0.1201)	0.0504 (0.1201)	0.0504 (0.1229)	0.0504 (0.1229)
	ln(関税率)	-0.9813 (0.6532)	-1.136 (0.6634)	-1.019 (0.6556)	-8.268*** (1.037)	-8.303*** (1.039)	-8.284*** (1.038)	1.334*** (0.3662)	1.401*** (0.3589)	1.347*** (0.3712)	4.085*** (0.7614)	4.053*** (0.7604)	4.083*** (0.7628)	-0.6420 (0.5756)	-0.7109 (0.5601)	-0.5826 (0.5925)	-0.5826 (0.5925)	-0.5826 (0.5925)
	平均気温	熱帯	1次	-2.782*** (0.6965)		-2.345*** (0.4844)			-0.3646 (0.8765)			-0.4730 (1.380)			-5.988*** (0.6164)			
			2次	0.1225*** (0.0474)		0.0053 (0.0233)			0.2532*** (0.0704)			0.1423 (0.0938)			0.2203*** (0.0270)			
		乾燥帯	1次	0.6951** (0.2578)		-0.1385 (0.2439)			1.690** (0.5439)			-0.3376 (1.233)			-1.168 (1.524)			
			2次	-0.0288 (0.0184)		0.0004 (0.0178)			-0.0569 (0.0301)			0.0453 (0.0944)			0.0516 (0.0498)			
温帯		1次	0.1544* (0.0736)		0.0709 (0.0811)			-0.2761 (0.1577)			0.3522*** (0.1257)			0.6218*** (0.0659)				
		2次	0.0235* (0.0109)		0.0043 (0.0110)			-0.0182 (0.0171)			0.0360* (0.0184)			0.0766*** (0.0095)				
亜寒帯		1次	0.1618 (0.3138)		-0.1823 (0.1269)			0.503 (0.2472)			-0.2245 (0.1574)			0.2355 (0.3344)				
		2次	0.0240 (0.0295)		-0.0017 (0.0129)			0.0205 (0.0188)			-0.0052 (0.0140)			0.0707* (0.0316)				
寒帯		1次	-10.50*** (1.411)		0.3168 (1.268)			-4.318* (1.921)			-1.849 (2.275)			-10.01*** (1.136)				
		2次	-0.6432*** (0.1392)		-0.0197 (0.0862)			-0.2013** (0.0649)			-0.0400 (0.0699)			-1.134*** (0.2385)				
平均最低気温	熱帯	1次	-4.025*** (0.8286)		-2.193*** (0.5949)			1.362 (1.136)			1.205 (1.406)			-6.393*** (0.7748)				
		2次	0.1407*** (0.0303)		0.0794*** (0.0204)			0.0669 (0.0455)			0.0095 (0.0598)			0.2269*** (0.0274)				
	乾燥帯	1次	0.5671** (0.1934)		-0.0339 (0.2026)			1.840*** (0.5347)			1.152 (0.8959)			-0.6216 (1.292)				
		2次	-0.0198 (0.0171)		-0.0206 (0.0172)			-0.0932* (0.0405)			0.0437 (0.0951)			0.0263 (0.0488)				
	温帯	1次	-0.0446 (0.0772)		0.0463 (0.0849)			-0.3041 (0.1771)			0.2611* (0.1288)			0.4680*** (0.0654)				
		2次	-0.0466* (0.0183)		-0.0183 (0.0154)			0.503 (0.0263)			-0.2245 (0.0276)			0.0691*** (0.0124)				
	亜寒帯	1次	-0.4105 (0.3017)		0.0698 (0.1296)			-0.2531 (0.2540)			-0.2156 (0.1630)			0.3576 (0.3203)				
		2次	-0.0198 (0.0317)		0.0292 (0.0156)			-0.0118 (0.0261)			-0.0100 (0.0200)			0.0835* (0.0330)				
	寒帯	1次	-7.754*** (1.030)		0.5176 (1.092)			-3.880* (1.760)			-1.796 (1.891)			-8.804*** (1.158)				
		2次	-0.3738*** (0.0961)		0.0129 (0.0761)			-0.1380 (0.0730)			-0.0342 (0.0624)			-0.9825*** (0.2064)				
平均最高気温	熱帯	1次	-1.881*** (0.5122)		-1.954*** (0.3758)			-0.6019 (0.7400)			-0.0519 (1.110)			-5.099*** (0.4937)				
		2次	0.0725*** (0.0207)		0.0392* (0.0157)			0.1690** (0.0579)			0.0899 (0.0695)			0.1899*** (0.0202)				
	乾燥帯	1次	0.6795** (0.2593)		-0.0243 (0.0142)			1.266* (0.5200)			1.266* (1.123)			-1.128 (1.647)				
		2次	-0.0198 (0.0171)		-0.0206 (0.0172)			-0.0932* (0.0405)			0.0437 (0.0951)			0.0263 (0.0488)				
	温帯	1次	-0.0446 (0.0772)		0.0463 (0.0849)			-0.3041 (0.1771)			0.2611* (0.1288)			0.4680*** (0.0654)				
		2次	-0.0466* (0.0183)		-0.0183 (0.0154)			0.503 (0.0263)			-0.2245 (0.0276)			0.0691*** (0.0124)				
	亜寒帯	1次	-0.4105 (0.3017)		0.0698 (0.1296)			-0.2531 (0.2540)			-0.2156 (0.1630)			0.3576 (0.3203)				
		2次	-0.0198 (0.0317)		0.0292 (0.0156)			-0.0118 (0.0261)			-0.0100 (0.0200)			0.0835* (0.0330)				
	寒帯	1次	-7.754*** (1.030)		0.5176 (1.092)			-3.880* (1.760)			-1.796 (1.891)			-8.804*** (1.158)				
		2次	-0.3738*** (0.0961)		0.0129 (0.0761)			-0.1380 (0.0730)			-0.0342 (0.0624)			-0.9825*** (0.2064)				
降水量	熱帯	1次	-0.0023 (0.0041)	0.0023 (0.0044)	-0.0065 (0.0040)	-0.0009 (0.0016)	0.0011 (0.0018)	0.0000 (0.0015)	0.0008 (0.0042)	0.0008 (0.0041)	-0.0054 (0.0078)	-0.0048 (0.0080)	0.0068 (0.0079)	0.0124* (0.0041)	0.0068 (0.0056)	0.0124* (0.0056)	0.0025 (0.0034)	
		2次	7.61e-7 (1.14e-6)	-5.08e-7 (1.23e-6)	1.89e-6 (1.14e-6)	-3.04e-8 (4.43e-7)	-4.32e-7 (5.26e-7)	4.42e-7 (4.34e-7)	3.04e-7 (1.3e-6)	-1.24e-7 (1.45e-6)	-5.58e-8 (1.25e-6)	1.81e-6 (2.45e-6)	1.57e-6 (2.46e-6)	-1.84e-6 (1.09e-6)	-3.3e-6* (1.48e-6)	-5.4e-7 (9.51e-7)	-6.5e-7 (9.51e-7)	-5.4e-7 (9.51e-7)
	乾燥帯	1次	0.0003 (0.0011)	-0.0019 (0.0012)	0.0022 (0.0012)	0.0008 (0.0012)	0.0008 (0.0012)	0.0008 (0.0013)	0.0007 (0.0023)	0.0019 (0.0023)	0.0009 (0.0023)	0.0009 (0.0029)	0.0009 (0.0029)	-0.0028 (0.0045)	-0.0102* (0.0047)	-0.0028 (0.0054)	-0.0028 (0.0054)	
		2次	-3.94e-7 (1.23e-6)	-8.31e-7 (1.33e-6)	-2.97e-7 (1.24e-6)	-1.66e-7 (9.06e-7)	-2.95e-7 (9.19e-7)	2.3e-8 (9.23e-7)	-1.11e-6 (9.34e-7)	-1.04e-6 (9.66e-7)	-1.15e-6 (1.59e-6)	3.75e-6* (1.83e-6)	2.94e-6 (1.54e-6)	4.54e-6** (4.67e-6)	-7.7e-6 (5.13e-6)	-1.04e-5* (4.56e-6)	-4.43e-6 (5.13e-6)	-4.43e-6 (5.13e-6)
	温帯	1次	0.0002 (0.0002)	0.0001 (0.0002)	0.0005 (0.0003)	-9.2e-5 (0.0002)	-0.0001 (0.0003)	-8.78e-5 (0.0004)	-0.0002 (0.0004)	6.67e-5 (0.0004)	-0.0004 (0.0004)	3.05e-5 (0.0004)	-0.0004 (0.0004)	0.0004 (0.0004)	0.0005** (0.0002)	0.0001 (0.0002)	0.0009*** (0.0002)	0.0009*** (0.0002)
		2次	3.87e-7 (6.71e-7)	8.82e-7 (6.53e-7)	-5.2e-7 (7.14e-7)	-7e-7 (7.2e-7)	-5.55e-7 (7.12e-7)	-9.03e-7 (7.37e-7)	-1.52e-7 (1.11e-6)	-3.02e-7 (1.13e-6)	6.14e-9 (8.88e-7)	-1.27e-6 (8.99e-7)	-7.48e-7 (9.01e-7)	-1.88e-6* (2.19e-7)	-1.09e-7 (2.12e-7)	-3.87e-7 (2.37e-7)	-3.87e-7 (2.37e-7)	-3.87e-7 (2.37e-7)
	亜寒帯	1次	-0.0007 (0.0007)	-0.0005 (0.0007)	-0.0010 (0.0004)	3.09e-5 (0.0004)	-0.0002 (0.0004)	-0.0001 (0.0006)	9.92e-6 (0.0006)	-0.0004 (0.0006)	-0.0002 (0.0005)	-2.62e-5 (0.0005)	-0.0004 (0.0005)	-0.0004 (0.0005)	0.0005 (0.0006)	0.0005 (0.0006)	0.0005 (0.0006)	0.0005 (0.0006)
		2次	3.62e-7 (9.64e-7)	2.93e-7 (9.6e-7)	8.56e-7 (9.52e-7)	3e-7 (5.42e-7)	1.12e-7 (5.12e-7)	4.38e-7 (5.44e-7)	4.67e-7 (6.58e-7)	4.09e-7 (6.52e-7)	6.74e-7 (5.9e-7)	-2.57e-7 (5.98e-7)	-5.94e-7 (5.99e-7)	-3.16e-8 (5.99e-7)	1.86e-7 (5.99e-7)	-6.5e-7 (5.74e-7)	7.59e-7 (5.74e-7)	7.59e-7 (5.74e-7)
	寒帯	1次	0.0036 (0.0021)	0.0073*** (0.0020)	0.0004 (0.0021)	-0.0008 (0.0020)	-0.0009 (0.0019)	-0.0007 (0.0021)	-0.0074 (0.0039)	-0.0067 (0.0038)	-0.0075 (0.0040)	0.0032 (0.0033)	0.0041 (0.0033)	0.0027 (0.0034)	0.0077 (0.0042)	0.0130** (0.0044)	0.0038 (0.0044)	0.0038 (0.0049)
		2次	-3.43e-6 (4.97e-6)	-5.98e-6 (4.88e-6)	1.37e-7 (4.94e-6)	-2.11e-6 (6.27e-6)	-2.24e-6 (6.35e-6)	-1.94e-6 (6.24e-6)	-1.97e-6 (5.82e-6)	-3.77e-7 (6.35e-6)	-2.44e-6 (5.98e-6)	-6.33e-6 (1.1e-5)	-7.47e-6 (1.13e-5)	-5.45e-6 (1.1e-5)	8.21e-6 (6.3e-6)	7.7e-6 (6.3e-6)	9.43e-6 (6.31e-6)	9.43e-6 (6.31e-6)
中心気温	14.45	9.170	19.77	14	8.880	19.16	14.65	9.520	19.82	13.16	8.210	18.15	14.10	9.070	19.18	19.18		
中心降水量	803.4	803.4	803.4	856.9	856.9	856.9	902.2	902.2	902.2	914.5	914.5	914.5	870.6	870.6	870.6	870.6		
Observations	39,503	39,497	39,502	81,562	81,545	81,561	85,100	85,071	85,098	79,061	79,036	79,052	30,955	30,942	30,953	30,953		
Adj. Pseudo R2	0.93840	0.93829	0.93879	0.80991	0.80982	0.81001	0.76967	0.76921	0.76969	0.83538	0.83470	0.83560	0.95312	0.95238	0.95332	0.95332		
Fixed-Effects:	Year	✓	✓															

Dependent Var.: Trade Value		Durians			Persimmons			
		ドリアン			柿			
コントロール変数	輸出国	ln(GDP)	0.5548 (2.782)	0.5821 (2.494)	-0.4855 (1.749)	-0.3556 (0.2029)	-0.3883 (0.2047)	-0.3170 (0.2050)
		ln(人口)	17.99* (7.903)	16.05* (8.098)	18.17* (7.987)	-0.0972 (0.5164)	-0.2951 (0.5159)	0.0090 (0.5380)
	輸入国	ln(GDP)	3.471*** (0.7787)	4.022*** (0.7335)	3.505*** (0.7257)	0.9232*** (0.2348)	0.9803*** (0.2364)	0.8836*** (0.2374)
		ln(人口)	-22.08** (7.086)	-20.71** (7.356)	-21.26** (7.220)	-0.4699 (0.5281)	-0.2967 (0.5267)	-0.5749 (0.5446)
	Dummy : FTA		1.472** (0.5389)	1.601** (0.5394)	1.187* (0.5147)	0.3959** (0.1495)	0.3739* (0.1497)	0.4100** (0.1501)
	ln(関税率)		-0.7549 (2.813)	-2.792 (2.712)	-1.612 (2.540)	13.52** (4.771)	12.36* (4.819)	14.68** (4.768)
平均気温	熱帯	1次	-10.45* (4.647)			-0.2695 (0.7634)		
		2次	0.0796 (0.3222)			-0.0650 (0.0406)		
	乾燥帯	1次	-5.775 (18.67)			0.0578 (0.2535)		
		2次	0.1935 (1.183)			-0.0640* (0.0285)		
	温帯	1次	2.739 (4.578)			-0.1354 (0.1050)		
		2次	0.1934 (0.2376)			0.0105 (0.0146)		
平均最低気温	亜寒帯	1次	-8.148 (9.213)			-0.3930 (0.2796)		
		2次	-0.3290 (0.3981)			-0.0434 (0.0279)		
	寒帯	1次	20.23 (35.85)			14.65*** (2.661)		
		2次	0.4371 (0.8624)			0.7666*** (0.1622)		
	熱帯	1次		17.14 (18.63)			-0.2224 (0.9369)	
		2次		-1.272 (1.328)			0.0075 (0.0318)	
乾燥帯	1次		-37.45 (26.35)			-0.0119 (0.2497)		
	2次		2.257 (1.768)			-0.0832* (0.0350)		
平均最高気温	温帯	1次	1.776 (3.639)			-0.1165 (0.1165)		
		2次	0.1330 (0.2239)			0.0148 (0.0255)		
	亜寒帯	1次	-25.21 (27.14)			-0.1757 (0.2489)		
		2次	-1.204 (1.357)			-0.0276 (0.0263)		
	寒帯	1次	-14.02 (84.43)			14.58*** (2.714)		
		2次	-0.2892 (3.129)			0.6494*** (0.1288)		
降水量	熱帯	1次			-11.18 (7.970)		0.1717 (0.5246)	
		2次			0.8136 (0.6151)		-0.0164 (0.0217)	
	乾燥帯	1次			19.32* (9.513)		0.0494 (0.2427)	
		2次			-1.339 (0.7122)		-0.0421* (0.0213)	
	温帯	1次			1.866 (4.118)		-0.1524 (0.0884)	
		2次			0.1340 (0.2095)		0.0044 (0.0085)	
中心気温	熱帯	1次			2.520 (3.731)		-0.4920* (0.2399)	
		2次			0.1007 (0.1538)		-0.0442* (0.0214)	
	乾燥帯	1次			-6.655 (20.32)		11.78*** (2.499)	
		2次			-0.3728 (0.6892)		0.6616*** (0.1810)	
	温帯	1次	0.0189 (0.0162)	0.0046 (0.0121)	0.0137 (0.0119)	0.0001 (0.0015)	0.0013 (0.0013)	0.0010 (0.0013)
		2次	-6.31e-6 (5.48e-6)	-1.14e-6 (3.88e-6)	-4.68e-6 (3.81e-6)	-7.71e-8 (3.61e-7)	-2.57e-7 (3.25e-7)	-1.88e-7 (3.13e-7)
中心降水量	乾燥帯	1次	0.0052 (0.0075)	0.0055 (0.0051)	0.0044 (0.0076)	-0.0027 (0.0016)	-0.0018 (0.0014)	-0.0026 (0.0016)
		2次	-1.01e-5 (5.33e-6)	-7.74e-6 (5.32e-6)	-1.08e-5 (5.92e-6)	-2.29e-6 (1.42e-6)	-1.93e-6 (1.3e-6)	-1.6e-6 (1.26e-6)
	温帯	1次	0.0154** (0.0057)	0.0085 (0.0058)	0.0217*** (0.0066)	-0.0006* (0.0002)	-0.0005* (0.0002)	-0.0008** (0.0003)
		2次	1.97e-5** (6.02e-6)	1.31e-5* (5.95e-6)	2.01e-5*** (5.29e-6)	6.49e-7 (3.95e-7)	5.92e-7 (3.7e-7)	6.82e-7 (4.27e-7)
	亜寒帯	1次	-0.0345 (0.0867)	-0.0106 (0.0690)	-0.0343 (0.0536)	-0.0001 (0.0006)	-0.0004 (0.0006)	0.0001 (0.0006)
		2次	-2.78e-5 (6.94e-5)	-9.54e-6 (5.22e-5)	-3.42e-5 (4.43e-5)	-6.03e-7 (6.36e-7)	-3.41e-7 (6.55e-7)	-8.48e-7 (6.67e-7)
寒帯	1次	-0.1510 (0.1134)	-0.0495 (0.1039)	-0.0848 (0.0860)	-0.0005 (0.0056)	-0.0078 (0.0057)	0.0039 (0.0051)	
	2次	1.71e-5 (4.29e-5)	-7.67e-6 (4.74e-5)	-3.76e-6 (4.31e-5)	-4.09e-5* (1.99e-5)	-3.96e-5* (1.79e-5)	-4.06e-5* (1.96e-5)	
	中心気温	19.87	14.92	24.87	14.55	9.350	19.79	
	中心降水量	1,338.1	1,338.1	1,338.1	861.6	861.6	861.6	
	Observations	5,935	5,935	5,935	9,993	9,993	9,993	
	Adj. Pseudo R2	0.97432	0.97519	0.97270	0.97184	0.97180	0.97169	
Fixed-Effects:	Year	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Pair Country	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	# of Year	22	22	22	12	12	12	
	# of Origin	60	60	60	90	90	90	
	# of Destination	142	142	142	186	186	186	
	Convergence	✓	×	✓	✓	✓	✓	

Signif. codes:  
 \*\*\*\*\* 0.001 \*\*\* 0.01 \*\* 0.05 \* .0.1  
 (Std. Error)

表 A-3 穀物品目 (10 品目) における重力モデル推定結果

Dependent Var.: Trade Value		Wheat and Meslin			Rye		Barley		Oats			Maize (corn)				
		小麦			ライ麦		大麦		オーツ麦			トウモロコシ				
輸出国	ln(GDP)	0.4557*** (0.0793)	0.4993*** (0.0800)	0.4123*** (0.0791)	1.610*** (0.2963)	1.739*** (0.2935)	1.522*** (0.2983)	0.4421*** (0.1268)	0.4472*** (0.1262)	0.4258*** (0.1294)	0.6049* (0.2417)	0.6375*** (0.2401)	0.5564* (0.2412)	-0.3619*** (0.0982)	-0.3362*** (0.0987)	-0.3740*** (0.0980)
	ln(人口)	-1.189*** (0.2358)	-1.242*** (0.2370)	-1.152*** (0.2359)	-2.270*** (0.2726)	-2.423*** (0.2715)	-2.186*** (0.2751)	-0.3166 (0.2302)	-0.3330 (0.2315)	-0.3024 (0.2291)	0.2980 (0.5215)	0.1587 (0.5274)	0.4254 (0.5113)	-0.2442 (0.2366)	-0.3313 (0.2366)	-0.1978 (0.2365)
コントロール変数	輸入国	0.1559* (0.0779)	0.1576* (0.0783)	0.1568* (0.0783)	-0.2228 (0.2611)	-0.2427 (0.2628)	-0.2131 (0.2593)	0.6078*** (0.1139)	0.6134*** (0.1135)	0.6101*** (0.1137)	0.6717*** (0.1690)	0.6597*** (0.1722)	0.6717*** (0.1656)	0.7907*** (0.1186)	0.7878*** (0.1185)	0.7886*** (0.1198)
	ln(人口)	(0.2695) 0.5790*** (0.1047)	(0.2715) 0.5864*** (0.1068)	(0.2689) 0.5747*** (0.1040)	(0.7305) -1.004*** (0.1995)	(0.7312) -1.002*** (0.1994)	(0.7370) -0.9923*** (0.1994)	(0.2719) -0.6538 (0.2375)	(0.2741) -0.6439 (0.2365)	(0.2736) -0.0890 (0.2236)	(0.5852) 1.339*** (0.2248)	(0.5942) 1.298*** (0.2300)	(0.5717) 1.299*** (0.2156)	(0.2953) -0.242* (0.1138)	(0.2953) -0.252* (0.1138)	(0.2956) -0.2446* (0.1132)
	Dummy: FTA	-0.5206*** (0.1404)	-0.5370*** (0.1408)	-0.5121*** (0.1402)	0.6885 (0.7898)	0.6823 (0.7891)	0.7494 (0.7929)	-0.0108 (0.0904)	-0.0109 (0.0892)	-0.0111 (0.0921)	0.3760 (0.2054)	0.3571 (0.2105)	0.3494 (0.2041)	0.5155*** (0.1495)	0.5165*** (0.1492)	0.5093*** (0.1491)
	ln(関税率)	2.236*** (0.6363)	2.258 (0.6363)	2.2551* (0.6363)	1.604 (1.983)	1.604 (1.983)	1.604 (1.983)	2.551* (1.051)	2.551* (1.051)	2.551* (1.051)	-0.8407 (0.5951)	-0.8407 (0.5951)	-0.8407 (0.5951)	-0.8407 (0.5951)	-0.8407 (0.5951)	-0.8407 (0.5951)
熱帯	1次	-0.2050*** (0.0590)	-0.2050*** (0.0590)	-0.2050*** (0.0590)	-0.1010 (0.1458)	-0.1010 (0.1458)	-0.1010 (0.1458)	-0.2268 (0.1421)	-0.2268 (0.1421)	-0.2268 (0.1421)	-0.2218*** (0.0606)	-0.2218*** (0.0606)	-0.2218*** (0.0606)	0.2071*** (0.0490)	0.2071*** (0.0490)	0.2071*** (0.0490)
	2次	0.6463** (0.1984)	0.6463** (0.1984)	0.6463** (0.1984)	-0.4257 (1.508)	-0.4257 (1.508)	-0.4257 (1.508)	0.6581 (0.6113)	0.6581 (0.6113)	0.6581 (0.6113)	-1.607** (0.5803)	-1.607** (0.5803)	-1.607** (0.5803)	0.2255 (0.3429)	0.2255 (0.3429)	0.2255 (0.3429)
乾燥帯	1次	-0.0242 (0.0127)	-0.0242 (0.0127)	-0.0242 (0.0127)	0.0227 (0.0659)	0.0227 (0.0659)	0.0227 (0.0659)	-0.0460 (0.0314)	-0.0460 (0.0314)	-0.0460 (0.0314)	0.0391 (0.0323)	0.0391 (0.0323)	0.0391 (0.0323)	-0.0333 (0.0226)	-0.0333 (0.0226)	-0.0333 (0.0226)
	2次	-0.3521*** (0.0795)	-0.3521*** (0.0795)	-0.3521*** (0.0795)	-0.5424*** (0.1620)	-0.5424*** (0.1620)	-0.5424*** (0.1620)	-0.1763 (0.1241)	-0.1763 (0.1241)	-0.1763 (0.1241)	-0.2280 (0.1477)	-0.2280 (0.1477)	-0.2280 (0.1477)	-0.0007 (0.1700)	-0.0007 (0.1700)	-0.0007 (0.1700)
平均気温	1次	0.0051 (0.0119)	0.0051 (0.0119)	0.0051 (0.0119)	0.1107** (0.0419)	0.1107** (0.0419)	0.1107** (0.0419)	0.0259 (0.0214)	0.0259 (0.0214)	0.0259 (0.0214)	-0.0273 (0.0236)	-0.0273 (0.0236)	-0.0273 (0.0236)	0.0040 (0.0163)	0.0040 (0.0163)	0.0040 (0.0163)
	2次	0.2885*** (0.0648)	0.2885*** (0.0648)	0.2885*** (0.0648)	0.2988* (0.1456)	0.2988* (0.1456)	0.2988* (0.1456)	-0.0162 (0.1027)	-0.0162 (0.1027)	-0.0162 (0.1027)	0.2781* (0.1394)	0.2781* (0.1394)	0.2781* (0.1394)	0.2392* (0.1083)	0.2392* (0.1083)	0.2392* (0.1083)
亜寒帯	1次	8.94e-5 (0.0056)	8.94e-5 (0.0056)	8.94e-5 (0.0056)	0.0395** (0.0121)	0.0395** (0.0121)	0.0395** (0.0121)	-0.0076 (0.0096)	-0.0076 (0.0096)	-0.0076 (0.0096)	0.0180* (0.0084)	0.0180* (0.0084)	0.0180* (0.0084)	-0.0055 (0.0078)	-0.0055 (0.0078)	-0.0055 (0.0078)
	2次	-5.99e-5 (1.280)	-5.99e-5 (1.280)	-5.99e-5 (1.280)	12.37* (5.222)	12.37* (5.222)	12.37* (5.222)	-0.4016 (4.049)	-0.4016 (4.049)	-0.4016 (4.049)	-6.551*** (1.989)	-6.551*** (1.989)	-6.551*** (1.989)	-3.827* (1.492)	-3.827* (1.492)	-3.827* (1.492)
寒帯	1次	-0.1450*** (0.0387)	-0.1450*** (0.0387)	-0.1450*** (0.0387)	0.3424* (0.1634)	0.3424* (0.1634)	0.3424* (0.1634)	0.0150 (0.1261)	0.0150 (0.1261)	0.0150 (0.1261)	-0.2154*** (0.0585)	-0.2154*** (0.0585)	-0.2154*** (0.0585)	-0.0693 (0.0415)	-0.0693 (0.0415)	-0.0693 (0.0415)
	2次	2.647*** (0.7309)	2.647*** (0.7309)	2.647*** (0.7309)	3.388 (2.424)	3.388 (2.424)	3.388 (2.424)	2.507* (1.182)	2.507* (1.182)	2.507* (1.182)	2.942* (1.314)	2.942* (1.314)	2.942* (1.314)	-0.5510 (0.6877)	-0.5510 (0.6877)	-0.5510 (0.6877)
熱帯	1次	-0.1302*** (0.0374)	-0.1302*** (0.0374)	-0.1302*** (0.0374)	-0.0742 (0.0934)	-0.0742 (0.0934)	-0.0742 (0.0934)	-0.1228** (0.0450)	-0.1228** (0.0450)	-0.1228** (0.0450)	-0.1059* (0.0520)	-0.1059* (0.0520)	-0.1059* (0.0520)	0.1261** (0.0411)	0.1261** (0.0411)	0.1261** (0.0411)
	2次	0.4824** (0.1842)	0.4824** (0.1842)	0.4824** (0.1842)	0.7076 (1.584)	0.7076 (1.584)	0.7076 (1.584)	0.5330 (0.5516)	0.5330 (0.5516)	0.5330 (0.5516)	-0.6529 (0.5492)	-0.6529 (0.5492)	-0.6529 (0.5492)	0.2169 (0.2691)	0.2169 (0.2691)	0.2169 (0.2691)
乾燥帯	1次	-0.0375** (0.0145)	-0.0375** (0.0145)	-0.0375** (0.0145)	0.0016 (0.0826)	0.0016 (0.0826)	0.0016 (0.0826)	-0.0576 (0.0361)	-0.0576 (0.0361)	-0.0576 (0.0361)	-0.0075 (0.0346)	-0.0075 (0.0346)	-0.0075 (0.0346)	-0.0094 (0.0198)	-0.0094 (0.0198)	-0.0094 (0.0198)
	2次	-0.3858*** (0.0733)	-0.3858*** (0.0733)	-0.3858*** (0.0733)	-0.7863*** (0.1742)	-0.7863*** (0.1742)	-0.7863*** (0.1742)	-0.2787* (0.1121)	-0.2787* (0.1121)	-0.2787* (0.1121)	-0.0934 (0.1506)	-0.0934 (0.1506)	-0.0934 (0.1506)	-0.2301 (0.1676)	-0.2301 (0.1676)	-0.2301 (0.1676)
平均最低気温	1次	0.0061 (0.0138)	0.0061 (0.0138)	0.0061 (0.0138)	0.0905 (0.0641)	0.0905 (0.0641)	0.0905 (0.0641)	0.0175 (0.0289)	0.0175 (0.0289)	0.0175 (0.0289)	0.0183 (0.0291)	0.0183 (0.0291)	0.0183 (0.0291)	-0.0104 (0.0189)	-0.0104 (0.0189)	-0.0104 (0.0189)
	2次	0.2360*** (0.0674)	0.2360*** (0.0674)	0.2360*** (0.0674)	0.1041 (0.1564)	0.1041 (0.1564)	0.1041 (0.1564)	-0.0204 (0.1103)	-0.0204 (0.1103)	-0.0204 (0.1103)	0.1638 (0.1520)	0.1638 (0.1520)	0.1638 (0.1520)	0.2379* (0.1214)	0.2379* (0.1214)	0.2379* (0.1214)
亜寒帯	1次	-0.0003 (0.0059)	-0.0003 (0.0059)	-0.0003 (0.0059)	0.0352** (0.0131)	0.0352** (0.0131)	0.0352** (0.0131)	-0.0052 (0.0106)	-0.0052 (0.0106)	-0.0052 (0.0106)	0.0132 (0.0093)	0.0132 (0.0093)	0.0132 (0.0093)	-0.0027 (0.0093)	-0.0027 (0.0093)	-0.0027 (0.0093)
	2次	-4.911*** (1.449)	-4.911*** (1.449)	-4.911*** (1.449)	14.46* (5.639)	14.46* (5.639)	14.46* (5.639)	-2.302 (4.497)	-2.302 (4.497)	-2.302 (4.497)	-6.077** (1.898)	-6.077** (1.898)	-6.077** (1.898)	-3.453* (1.525)	-3.453* (1.525)	-3.453* (1.525)
寒帯	1次	-0.1364*** (0.0434)	-0.1364*** (0.0434)	-0.1364*** (0.0434)	0.4057* (0.1777)	0.4057* (0.1777)	0.4057* (0.1777)	-0.0506 (0.1399)	-0.0506 (0.1399)	-0.0506 (0.1399)	-0.2045*** (0.0575)	-0.2045*** (0.0575)	-0.2045*** (0.0575)	-0.0662 (0.0434)	-0.0662 (0.0434)	-0.0662 (0.0434)
	2次	1.823*** (0.5287)	1.823*** (0.5287)	1.823*** (0.5287)	2.050 (1.601)	2.050 (1.601)	2.050 (1.601)	1.264 (0.7924)	1.264 (0.7924)	1.264 (0.7924)	1.923* (0.8192)	1.923* (0.8192)	1.923* (0.8192)	-1.138* (0.4513)	-1.138* (0.4513)	-1.138* (0.4513)
熱帯	1次	-0.1389** (0.0447)	-0.1389** (0.0447)	-0.1389** (0.0447)	-0.1017 (0.0806)	-0.1017 (0.0806)	-0.1017 (0.0806)	-0.0742 (0.0486)	-0.0742 (0.0486)	-0.0742 (0.0486)	-0.1446** (0.0442)	-0.1446** (0.0442)	-0.1446** (0.0442)	0.1622*** (0.0390)	0.1622*** (0.0390)	0.1622*** (0.0390)
	2次	0.6938*** (0.1920)	0.6938*** (0.1920)	0.6938*** (0.1920)	-1.352 (1.287)	-1.352 (1.287)	-1.352 (1.287)	0.5321 (0.5792)	0.5321 (0.5792)	0.5321 (0.5792)	-1.745** (0.6067)	-1.745** (0.6067)	-1.745** (0.6067)	0.2831 (0.3545)	0.2831 (0.3545)	0.2831 (0.3545)
乾燥帯	1次	-0.0171 (0.0098)	-0.0171 (0.0098)	-0.0171 (0.0098)	0.0393 (0.0480)	0.0393 (0.0480)	0.0393 (0.0480)	-0.0227 (0.0245)	-0.0227 (0.0245)	-0.0227 (0.0245)	0.0481* (0.0242)	0.0481* (0.0242)	0.0481* (0.0242)	-0.0248 (0.0195)	-0.0248 (0.0195)	-0.0248 (0.0195)
	2次	-0.2887*** (0.0723)	-0.2887*** (0.0723)	-0.2887*** (0.0723)	-0.3751** (0.1418)	-0.3751** (0.1418)	-0.3751** (0.1418)	-0.1259 (0.1076)	-0.1259 (0.1076)	-0.1259 (0.1076)	-0.2811* (0.1116)	-0.2811* (0.1116)	-0.2811* (0.1116)	0.0776 (0.1370)	0.0776 (0.1370)	0.0776 (0.1370)
平均最高気温	1次	0.0063 (0.0084)	0.0063 (0.0084)	0.0063 (0.0084)	0.0889*** (0.0253)	0.0889*** (0.0253)	0.0889*** (0.0253)	0.0181 (0.0128)	0.0181 (0.0128)	0.0181 (0.0128)	-0.0381** (0.0144)	-0.0381** (0.0144)	-0.0381** (0.0144)	0.0073 (0.0108)	0.0073 (0.0108)	0.0073 (0.0108)
	2次	0.2904*** (0.0578)	0.2904*** (0.0578)	0.2904*** (0.0578)	0.3680** (0.1191)	0.3680** (0.1191)	0.3680** (0.1191)	-0.0081 (0.0902)	-0.0081 (0.0902)	-0.0081 (0.0902)	0.3360** (0.1207)	0.3360** (0.1207)	0.3360** (0.1207)	0.2198* (0.0952)	0.2198* (0.0952)	0.2198* (0.0952)
亜寒帯	1次	0.0011 (0.0049)	0.0011 (0.0049)	0.0011 (0.0049)	0.0343** (0.0106)	0.0343** (0.0106)	0.0343** (0.0106)	-0.0078 (0.0081)	-0.0078 (0.0081)	-0.0078 (0.0081)	0.0197** (0.0073)	0.0197** (0.0073)	0.0197** (0.0073)	-0.0055 (0.0063)	-0.0055 (0.0063)	-0.0055 (0.0063)
	2次	-4.985*** (1.125)	-4.985*** (1.125)	-4.985*** (1.125)	10.70* (4.601)	10.70* (4.601)	10.70* (4.601)	1.537 (3.419)	1.537 (3.419)	1.537 (3.419)	-5.593** (1.849)	-5.593** (1.849)	-5.593** (1.849)	-3.328* (1.379)	-3.328* (1.379)	-3.328* (1.379)
寒帯	1次	-0.1317*** (0.0340)	-0.1317*** (0.0340)	-0.1317*** (0.0340)	0.3016* (0.1434)	0.3016* (0.1434)	0.3016* (0.1434)	0.0762 (0.1061)	0.0762 (0.1061)	0.0762 (0.1061						

Dependent Var.: Trade Value		Rice			Grain sorghum			Buckwheat			Millet			Canary seed		
		コメ			ソルガム			ソバ			ミレット			カナリーシード		
輸出国	ln(GDP)	0.1996*	0.2113*	0.1884*	0.1918	0.2028	0.2117	-0.3821***	-0.3981***	-0.3811***	0.1167	0.0837	0.1483	1.048***	0.9429***	1.111***
	ln(人口)	-0.2726	-0.2779	-0.2648	0.538***	0.632***	0.637***	-1.974***	-2.443***	-1.763***	-0.6065	-0.5983	-0.4637	-2.054*	-1.720	-2.304*
		(0.1542)	(0.1537)	(0.1549)	(0.9555)	(0.9558)	(0.9520)	(0.5750)	(0.5700)	(0.5775)	(0.9442)	(0.9196)	(0.9493)	(1.034)	(1.036)	(1.039)
		0.4881***	0.4869***	0.4875***	3.757***	3.766***	3.748***	0.3750	0.4751*	0.3005	0.4386**	0.4553**	0.4395**	0.1186	0.1315	0.1307
輸入国	ln(GDP)	-0.0891	(0.0890)	(0.0893)	(0.3267)	(0.3274)	(0.3249)	(0.2152)	(0.2154)	(0.2151)	(0.1699)	(0.1708)	(0.1701)	(0.2104)	(0.2104)	(0.2115)
	ln(人口)	-0.4182*	-0.4235*	-0.4140*	-10.49***	-10.61***	-10.34***	1.980**	2.365***	1.842**	0.8167	0.6765	0.9060	0.9847	0.7565	1.144
		(0.1780)	(0.1780)	(0.1776)	(1.110)	(1.107)	(1.106)	(0.6254)	(0.6158)	(0.6318)	(0.5083)	(0.5021)	(0.5092)	(1.086)	(1.090)	(1.087)
		0.2628**	0.2581**	0.2674**	-0.1652	-0.1562	-0.1672	-0.3285	-0.3887	-0.2879	1.118***	1.116***	1.096***	-1.128***	-1.223***	-1.172***
Dummy: FTA		(0.0931)	(0.0927)	(0.0935)	(0.3674)	(0.3690)	(0.3689)	(0.2064)	(0.2007)	(0.2045)	(0.2617)	(0.2610)	(0.2613)	(0.2404)	(0.2463)	(0.2435)
		0.0237	0.0253	0.0240	-0.2825	-0.2066	-0.2847	-0.5911***	-0.5443**	-0.6300***	0.4838	0.5374	0.4268	-0.2366	-0.1910	-0.3955
ln(関税率)		(0.0920)	(0.0913)	(0.0927)	(0.4284)	(0.4119)	(0.4401)	(0.1785)	(0.1729)	(0.1809)	(0.8508)	(0.8579)	(0.8469)	(1.101)	(1.111)	(1.111)
		-2.176***			1.927			6.490**			1.272			-3.644		
熱帯	1次	(0.6414)			(1.516)			(1.976)			(1.235)			(3.929)		
	2次	0.1189***			-0.2317*			-0.2166			-0.2504**			0.0097		
乾燥帯	1次	(0.0315)			(0.1128)			(0.1168)			(0.0870)			(0.1692)		
	2次	-0.2107			0.0348			-0.4469			0.4282			0.8903		
平均気温	1次	(0.2032)			(0.8320)			(0.5211)			(0.5963)			(1.125)		
	2次	0.0055			-0.0038			-0.0826*			-0.0339			-0.0044		
亜寒帯	1次	(0.0114)			(0.0328)			(0.0323)			(0.0319)			(0.0515)		
	2次	-0.0986			1.118			-0.1791			-0.2731			-0.4558		
寒帯	1次	(0.1192)			(0.5918)			(0.1483)			(0.2464)			(0.3446)		
	2次	-0.0089			0.0768			0.0040			-0.0353			-0.0693		
亜寒帯	1次	(0.102)			(0.0482)			(0.0427)			(0.0323)			(0.0572)		
	2次	-0.0294			0.9696			0.0389			-1.158***			-1.165***		
寒帯	1次	(0.2120)			(0.5692)			(0.1319)			(0.2406)			(0.2409)		
	2次	-0.0008			(0.0320)			(0.5090)			-0.1084**			-0.0783		
平均最低気温	1次	(0.0118)			(0.0442)			(0.0123)			(0.0255)			(0.0490)		
	2次	-0.2288			-11.63*			-2.858			1.817			6.720		
寒帯	1次	(1.229)			(5.190)			(1.809)			(2.048)			(6.720)		
	2次	0.0025			-0.2432			0.0299			0.2019**			0.0920		
熱帯	1次	(0.0524)			(0.1517)			(0.0669)			(0.0722)			(0.2049)		
	2次	-2.474***			1.916			8.186***			0.1369			-3.086		
乾燥帯	1次	(0.6830)			(1.734)			(2.051)			(1.299)			(5.943)		
	2次	0.1149***			-0.3156*			-0.2943**			-0.2422*			0.1251		
平均最高気温	1次	(0.0296)			(0.1372)			(0.0913)			(0.0975)			(0.1895)		
	2次	-0.2933			-0.6246			-1.056			0.7993			1.347		
乾燥帯	1次	(0.1820)			(0.6380)			(0.6340)			(0.5004)			(0.8912)		
	2次	0.0168			0.0556			-0.0413			-0.0475			-0.0307		
亜寒帯	1次	(0.0112)			(0.0432)			(0.0452)			(0.0363)			(0.0527)		
	2次	-0.1186			0.9417			-0.2522			-0.0896			-0.3604		
寒帯	1次	(0.1111)			(0.5090)			(0.1418)			(0.1800)			(0.2476)		
	2次	-0.0106			0.0688			-0.0667			-0.0137			-0.0882		
寒帯	1次	(0.0115)			(0.0541)			(0.0607)			(0.0379)			(0.0657)		
	2次	-0.0048			1.289*			0.0287			-0.9854***			-0.9574***		
寒帯	1次	(0.2249)			(0.5938)			(0.1241)			(0.2351)			(0.2805)		
	2次	0.0011			0.0485			-0.0275*			-0.0923***			-0.0663		
寒帯	1次	(0.0131)			(0.0559)			(0.0123)			(0.0271)			(0.0813)		
	2次	0.3812			-0.1335			-1.553			0.4013			-2.286		
寒帯	1次	(1.309)			(5.849)			(2.062)			(2.208)			(7.207)		
	2次	0.0199			-0.1799			0.0508			0.1344			-0.0130		
熱帯	1次	(0.0571)			(0.1581)			(0.0730)			(0.0755)			(0.2181)		
	2次	-1.605*			2.557*			4.375*			2.190*			-3.850		
乾燥帯	1次	(0.7077)			(1.275)			(1.762)			(1.078)			(2.904)		
	2次	0.0867*			-0.1581			-0.1392			-0.1901*			0.0250		
平均最高気温	1次	(0.0372)			(0.0863)			(0.0757)			(0.0752)			(0.1302)		
	2次	-0.0678			1.045			-0.0040			0.4005			0.2432		
寒帯	1次	(0.1962)			(0.9512)			(0.4300)			(0.6341)			(1.181)		
	2次	-0.0029			-0.0647			-0.0728***			-0.0319			0.0163		
寒帯	1次	(0.1010)			(0.0539)			(0.0216)			(0.0270)			(0.0445)		
	2次	-0.0711			0.9038			0.0016			-0.4743*			-0.4451		
寒帯	1次	(0.1026)			(0.5494)			(0.1621)			(0.2409)			(0.3044)		
	2次	-0.0066			0.0522			0.0434			-0.0467			-0.0435		
寒帯	1次	(0.0075)			(0.0075)			(0.0031)			(0.0031)			(0.0031)		
	2次	-0.0350			-0.0617			-0.0041			-1.156***			-1.314***		
寒帯	1次	(0.1839)			(0.5838)			(0.1269)			(0.2118)			(0.2151)		
	2次	-0.0016			-0.0498			-0.0400***			-0.1028***			-0.0940**		
寒帯	1次	(0.0098)			(0.0348)			(0.0117)			(0.0205)			(0.0339)		
	2次	-0.7104			-12.52*			-3.427*			2.360			2.605		
寒帯	1次	(1.042)			(5.206)			(1.466)			(1.830)			(6.148)		
	2次	-0.0135			-0.1335			0.0141			0.2064**			0.1689		
寒帯	1次	(0.0428)			(0.1504)			(0.0571)			(0.0630)			(0.1805)		
	2次	-0.0018*			-0.0019*			-0.0190			-0.0186***			-0.0205***		
寒帯	1次	(0.0008)			(0.0009)			(0.0113)			(0.0039)			(0.0103)		
	2次	7.17e-7**			7.19e-7**			4.73e-6			4.72e-6***			5.39e-6**		
寒帯	1次	(2.67e-7)			(2.76e-7)			(3.04e-6)			(2.83e-6)			(1.21e-6)		
	2次	0.0006			0.0005			-0.0006			-0.0007*			-0.0001		
寒帯	1次	(0.0003)			(0.0004)			(0.0022)			(0.0009)			(0.0012)		
	2次	-4.06e-7			-3.85e-7			-1.33e-6			-1.07e-8			-4.89e-8		
寒帯	1次	(2.44e-7)			(2.45e-7)			(2.48e-6)			(2.78e-6)			(1.11e-6)		
	2次	8.54e-5			0.0002			0.0001			-6.52e-5			-0.0002		
寒帯	1次	(0.0002)			(0.0002)			(0.0009)			(0.0004)			(0.0007)		
	2次	2.51e-7			3e-7			9.09e-7			4.18e-6***			3.94e-6**		
寒帯	1次	(3.91e-7)			(3.93e-7)			(1.32e-6)			(1.24e-6)			(1.24e-6)		
	2次	6.13e-5			3.47e-5			-2.06e-5			0.0002			0.0002		
寒帯	1次	(0.0004)			(0.0003)			(0.0006)			(0.0007)			(0.0008)		
	2次	1.36e-6**			1.31e-6**			-2.12e-6*			3.31e-8			-1.92e-5**		
寒帯	1次	(4.15e-7)			(4.2e-7)			(1.03e-6)			(1.84e-6)			(6.52e-6)		
	2次	-0.0011			-0.0014			-0.0167*								

## 参考文献

- Anderson, J. E., & van Wincoop, E. (2003). Gravity with gravitas: A solution to the border puzzle. *American Economic Review*, 93(1), 170–192. <https://doi.org/10.1257/000282803321455214>
- Baier, S. L., & Bergstrand, J. H. (2007). Do free trade agreements actually increase members' international trade? *Journal of International Economics*, 71(1), 72–95. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2006.02.005>
- Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A., & Wood, E. F. (2018). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data*, 5, 180214. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>
- CEPII. (2022). Gravity database. Retrieved December 31, 2025, from [https://www.cepii.fr/CEPII/en/bdd\\_modele/bdd\\_modele\\_item.asp?id=8](https://www.cepii.fr/CEPII/en/bdd_modele/bdd_modele_item.asp?id=8)
- Conte, M., Cotterlaz, P., & Mayer, T. (2022). The CEPII Gravity database (CEPII Working Paper No. 2022-05). CEPII.
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2012). Temperature shocks and economic growth: Evidence from the last half century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3), 66–95. <https://doi.org/10.1257/mac.4.3.66>
- Dellink, R., Hwang, H., Lanzi, E., & Chateau, J. (2017). International trade consequences of climate change (OECD Trade and Environment Working Papers No. 2017/01). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9f446180-en>
- Feenstra, R. C. (2015). *Advanced international trade: Theory and evidence* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Gouel, C., & Laborde, D. (2018). The crucial role of international trade in adaptation to climate change (NBER Working Paper No. 25221). National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w25221>
- Head, K., & Mayer, T. (2013). *Gravity Equations: Workhorse, Toolkit, and Cookbook*. CEPII.
- IPCC. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis*. Cambridge University Press.
- Karlsson, A. (2021). Temperature and exports: Evidence from the United States. *Environmental and Resource Economics*, 80, 311–337. <https://doi.org/10.1007/s10640-021-00587-5>
- Schenker, O., & Osberghaus, D. (2025). International trade and the transmission of temperature shocks. *Environmental and Resource Economics*, 88, 965–1007. <https://doi.org/10.1007/s10640-025-00957-3>
- Santos Silva, J. M. C., & Tenreyro, S. (2006). The log of gravity. *Review of Economics and Statistics*, 88(4), 641–658. <https://doi.org/10.1162/rest.88.4.641>

- Tanaka, A. (2016). 国際貿易と重力の意外な関係：重力方程式の基本. 世界経済評論, 60(3), 91–97.
- Tinbergen, J. (1962). *Shaping the world economy: Suggestions for an international economic policy*. Twentieth Century Fund.
- UNCTAD. (n.d.). Trade Analysis Information System (TRAINS) [Data set]. Retrieved December 31, 2025, via World Integrated Trade Solution (WITS).
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division. (n.d.). UN Comtrade database. Retrieved December 31, 2025, from <https://comtradeplus.un.org/>
- World Bank. (n.d.). World development indicators. Retrieved December 31, 2025, from <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- World Bank. (n.d.). World integrated trade solution (WITS). Retrieved December 31, 2025, from <https://wits.worldbank.org/>
- World Bank Group. (n.d.). Climate change knowledge portal. Retrieved December 31, 2025, from <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>
- World Trade Organization. (n.d.). Regional Trade Agreements Information System (RTA-IS). Retrieved December 31, 2025, from <https://rtais.wto.org/UI/PublicMaintainRTAHome.aspx>
- Yotov, Y. V., Piermartini, R., Monteiro, J. A., & Larch, M. (2016). *An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model*. World Trade Organization.
- 外務省. (2025). 日・ASEAN 包括的経済連携協定. Retrieved January 18, 2026, from <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/fta/j-eacepia/index.html>