

構造重力モデルを用いた 関税の効果の推定についての一考察

小坂賢太

1. はじめに

重力モデルを用いて貿易コストや貿易政策の効果を分析した実証研究は長年にわたり行われてきたが、近年は経済学の理論モデルに基づく構造重力モデルを用いた研究が盛んになっている。構造重力モデルにおける標準的な推定方法の具体的な特徴としては、

- ① 輸出国と輸入国のダミー変数と時間のダミー変数との交差項を推定モデルに含める。
- ② 対数変換を行わず、ポワソン疑似最尤推定法を用いる。
- ③ 輸出国と輸入国のペアごとのダミー変数を含める。

ことが挙げられる (Yotov et al., 2016)。①は Anderson and Wincoop (2003) で指摘されている「多角的貿易抵抗指数」を制御するために行われる。②は貿易データに顕著にみられる分散不均一性の問題に対処するために Santos Silva and Tenreyro (2006) によって提案された手法であり、現在では広く重力モデルの推定に用いられている。また、この手法を用いることで2国間の貿易額がゼロである場合もデータに含めることができる。③は貿易政策における内生性の問題に対処するために、時間で変化しない2国間の関係の影響を制御するために行われている (Baier and Bergstrand, 2007)。

構造重力モデルはデータに対して当てはまりがよいことに加え、理論的な基礎付けをもち、さらに特定の貿易理論だけではなく Armington-CES モデル、リカードモデル、ヘクシャーオリーンモデル、クルーグマン型の独占的競争モデル、企業の異質性を考慮したメリッツ型の独占的競争モデルといった多くの理論モデルから導出され (Arkolakis et al., 2012; Costinot and Rodriguez-Clare, 2014)、これらの理論と整合的であることから、2 国間の距離や地域貿易協定などのさまざまな貿易コストや貿易政策の効果の実証分析に幅広く用いられている。

一方、構造重力モデルを用いた推定方法の問題の一つとして、国際貿易のデータのみを用いると、輸出国と輸入国のダミー変数と時間のダミー変数との交差項を推定モデルに含めているので、無差別的な貿易政策の効果が識別できないという点がある。例えば、輸出補助金を考えると、輸出補助金がすべての輸出相手国の輸出に対して無差別に実施されているのであれば、補助金が輸出に与える効果は輸出国ダミーと時間ダミーの交差項に吸収され、効果を識別することが難しくなる。この問題を克服する一つの方法として、

- ④ 国際貿易のデータに加えて国内取引のデータも含めて推定を行う。

という方法が、Yotov et al. (2016) や Heid et al. (2020) によって提案されている。無差別的な貿易政策は各貿易相手国に対して等しく影響を与えるが、国内取引には影響を与えないため、国際貿易に国内取引のデータを加えると無差別的な貿易政策の効果を識別することが可能となる。理論的に考えても、そもそも消費者は自らが消費する財を輸入製品だけでなく国内製品も含めた財の中から選択し消費するので、国際貿易のデータのみを使用して重力モデルを推定すると、消費者が消費する財のごく一部分のデータしか使用していないことになり、理論と整合的ではなくなる。そのため、重力モデルに国内取引を含めて推定を行うことの重要性は Yotov

(2012) などにより以前から指摘されていたが、Yotov et al. (2016) や Heid et al. (2020) では、データに国内取引を含める方法は、理論と整合的なだけでなく無差別的な貿易政策の効果の識別する方法としても有用であることを強調している。

しかしこの方法の課題として、世界各国で比較可能な国内取引のデータを取得することは貿易のデータを取得することと比較して容易でない点が挙げられる。貿易統計は各国で統一された HS コードによって商品の種類が 5000 以上の品目に分類されているので、世界各国における商品の詳細な種類ごとの貿易データを整合的に収集し、分析に使用することができる。一方、国内取引のデータに関しては、世界各国の国内取引のデータを直接入手することは難しいため、先行研究では国内生産額から輸出額を引いた値を代理変数として用いることが多い。しかし国内生産額のデータは、集計化された産業ごとのデータでしか世界各国のデータを整合的に収集することができない。このため国際貿易データのみを用いると詳細な商品ごとの分析が可能である場合にも、国内データを含めると詳細な商品ごとと分析を行うことが難しくなる。

このように構造重力モデルはさまざまな貿易コストや貿易政策の効果の分析に用いられてきたが、無差別的な貿易政策や貿易コストについては分析が難しいという問題があり、最近ではその解決方法として国内取引をデータに加えるという方法が提案されているが、データの収集といった点に課題を残している。本稿では、特に関税政策が貿易に与える効果に着目して、データに国内取引を含めた方法と国内取引を含めず貿易データのみを用いた方法の比較を行うことで、構造重力モデルに国内取引を含めることが政策の効果測定するのに、どの程度影響を与えるのかを考察する。関税政策については、WTO 加盟国は最恵国待遇の原則により他の WTO 加盟国に対しては同一の課税を行っているため、その部分の貿易に与える影響が大きければ、国際貿易のデータのみを用いて推定すると、効果が輸出国と輸入国のダミー変数と時間のダミー変数との交差項に吸収されてしまうので、

国内取引のデータを加えなければ政策の効果を識別できない可能性がある。一方、近年では各国で数多くの地域貿易協定が締結されており輸出先ごとに異なる関税率が適用される場合も増加している。貿易に与える影響として輸出先ごとに異なる関税の影響が大きければ、国内取引を分析に加えても結果に大きな影響は与えない可能性がある。国内取引を加えても結果に大きな影響を与えずデータに国内取引を加える必要がなければ、国際貿易のみのデータを用いてより細かい品目レベルでの分析が可能になる。

これらの点を考察するため、本稿では具体的に、2000年から2017年にかけての90か国における2国間の製造業の貿易について、関税が貿易に与える効果を、貿易コストに関税を含めた構造重力モデルを用いて推定する。推定は国内取引をデータに含めた場合と国内取引をデータに含めない場合の2パターン行い、それぞれの場合の推定結果を比較する。関税が貿易に与える効果の係数について、国内取引をデータに含めた場合と含めない場合に大きな差があれば、国内取引をデータに含めることは重要であり、差がなければ、国内取引を含める必要性は小さくなく、貿易データのみを用いて詳細な品目レベルでの関税政策の効果を分析できる可能性がある。

分析の結果、関税が貿易に与える効果については、国内取引を含めた場合も国内取引を含めない場合も係数は有意に負となったが、係数の絶対値については、国内取引を含めた場合の係数が含めない場合の係数の2.5倍になった。このことは国内取引を含めずに推定を行うと推定結果が過少になる可能性を示唆している。

本稿と関連する論文としては、Heid et al. (2020) が挙げられる。Heid et al. (2020) では無差別的貿易政策を構造重力モデルにより推定する手法としてデータに国内取引を含める方法を提案しているが、無差別的貿易政策の一つとしてMFN関税の効果を測定している。本稿の貢献としては関税率を特惠税率も含めた実行関税率とし、また国内取引が含まれた場合と含まれない場合の比較を行っている点が挙げられる。

以降の本稿の構成は以下のようになっている。まず第2節では本稿の推

定に用いる貿易コストに関税を含めた構造重力モデルについて説明する。第3節は推定方法について説明する。第4節はデータについて説明する。第5節は推定結果と考察である。第6節はまとめである。

2. 貿易コストに関税を含めた構造重力モデル

Anderson and Wincoop (2003) に代表される構造重力モデルにおいて、貿易コストは一般的には氷塊型貿易コストが用いられている。関税については、単純化のため氷塊型貿易コストとして扱われることもあるが、Larch, M. and Wanner, J. (2017) や Felbermayr et al. (2015) などの研究では、氷塊型貿易コストと関税を区別してモデルを構築している。本稿でも関税を氷塊型貿易コストと区別したモデルを用いて推定を行う。以下では、Yotov et al. (2016) に基づき、本稿の推定に用いる Anderson and Wincoop (2003) のモデルに貿易コストとして関税を含めた構造重力モデルについて説明する。

モデルの基本的な構造は Armington モデル (Armington, 1969) である。世界には N 国あり、各国は国ごとに差別化され財を一種類だけ生産する。消費については、各国の消費者は以下のような CES 型の効用関数を持つ。 j 国について i 国で生産された財の消費量を c_{ij} としたとき、 j 国の消費者の効用関数は、

$$\left(\sum_i a_i \frac{1-\sigma}{\sigma} c_{ij} \frac{\sigma-1}{\sigma} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

と表されるとする。ここで a_i は正の値をとり、 σ は代替の弾力性を示し 1 より大きい値を取る。 j 国の名目支出を E_j とし、 i 国が生産する財の j 国における価格を p_{ij} とすると、予算制約式は下記となる。

$$\sum_i p_{ij} c_{ij} = E_j$$

貿易コストを除いた生産コストは消費される場所にかかわらず一定であると仮定し、 i 国が生産する財の工場渡し価格を p_i とする。 i 国で生産された財を j 国で販売するには、輸送費などの貿易コストがかかる。貿易コストは氷塊型貿易コストを仮定し、消費国 j で財を1単位だけ消費するには、生産国 i で財を T_{ij} 単位だけ出荷しなければならないと仮定する。ただし、 $T_{ij} \geq 1$ であり貿易コストがなければ、 $T_{ij} = 1$ である。さらに消費国 j が i 国からの輸入財に課す関税率について、 $\tau_{ij} = (1 + \text{関税率})$ と定義する。ただし関税は従価税であると仮定する。 j 国の消費者が i 国で生産される財を購入するのに支払う価格を p_{ij} とすると

$$p_{ij} = \tau_{ij} p_i T_{ij}$$

となる。消費者の効用最大化問題を解くと j 国の消費者が i 国で生産される財に対する需要関数を求めることができ、

$$c_{ij} = p_{ij}^{-\sigma} \left(\frac{a_i}{P_j} \right)^{(1-\sigma)} E_j$$

となる。ただし、

$$P_j = \left[\sum_i (a_i \tau_{ij} p_i T_{ij})^{1-\sigma} \right]^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

である。以上より i 国から j 国への関税を含まない輸出額を X_{ij} とすると、

$$X_{ij} = c_{ij} p_i T_{ij} = \tau_{ij}^{-\sigma} \left(\frac{a_i p_i T_{ij}}{P_j} \right)^{(1-\sigma)} E_j$$

となる。このとき世界全体の i 国で生産された財への支出額の合計は、 $\sum_j X_{ij}$ となり、 i 国で生産された財の生産額と等しくなるので、 i 国が生産した財の生産額を Y_i とすると、

$$Y_i = \sum_j X_{ij} = \sum_j \tau_{ij}^{-\sigma} \left(\frac{a_i p_i T_{ij}}{\mathbf{P}_j} \right)^{(1-\sigma)} E_j$$

が成立する。変形し $(a_i p_i)^{1-\sigma}$ について解くと

$$(a_i p_i)^{1-\sigma} = \frac{Y_i}{\sum_j \tau_{ij}^{-\sigma} \left(\frac{T_{ij}}{\mathbf{P}_j} \right)^{1-\sigma} E_j}$$

ここで、 $Y_w = \sum_i Y_i$ とおき、 $\Pi_i = \left(\sum_j \tau_{ij}^{-\sigma} \left(\frac{T_{ij}}{\mathbf{P}_j} \right)^{1-\sigma} \frac{E_j}{Y_w} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$ とすると、

$$(a_i p_i)^{1-\sigma} = \frac{Y_i / Y_w}{\sum_j \tau_{ij}^{-\sigma} \left(\frac{T_{ij}}{\mathbf{P}_j} \right)^{1-\sigma} \frac{E_j}{Y_w}} = \frac{Y_i / Y_w}{\Pi_i^{1-\sigma}}$$

となる。これを X_{ij} と \mathbf{P}_j に代入すると

$$X_{ij} = \frac{Y_i E_j}{Y_w} \times \left(\frac{T_{ij}}{\Pi_i P_j} \right)^{(1-\sigma)} \tau_{ij}^{-\sigma}$$

$$\Pi_i = \left(\sum_j \tau_{ij}^{-\sigma} \left(\frac{T_{ij}}{P_j} \right)^{1-\sigma} \frac{E_j}{Y_w} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

$$P_j = \left[\sum_i \left(\frac{T_{ij} \tau_{ij}}{\Pi_i} \right)^{1-\sigma} \frac{Y_i}{Y_w} \right]^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

となり、貿易コストに関税を含めた構造重力モデルを導出することができる。本稿では、基本的なモデルの構造が Armington モデルである Anderson and Wincoop (2003) を拡張することで、関税を含めた構造重力モデルを導出したが、同様の構造重力モデルはリカードモデルの一種である Eaton and Kortrum (2002) や独占的競争モデルである Krugman (1980) を拡張することでも導かれることが Felbermayr et al. (2015) により明らかになっている。

3. 推定方法

まず氷塊型貿易コストは観察できないので、観察可能で貿易コストに影響を与える変数の関数として近似する。具体的な定式化としては、標準的な構造重力モデルの推定に用いられる定式化と同様に、

$$T_{ij}^{1-\sigma} = \exp \left(\sum_k \beta_k w_{ijk} \right)$$

とする。ここで w_{ijk} は輸出国 i と輸入国 j の貿易コストに影響を与えると考えられる変数である。これを X_{ij} に代入すると

$$X_{ij} = \frac{Y_i E_j}{Y_w} \times \left(\frac{1}{\Pi_i P_j} \right)^{(1-\sigma)} \exp(\sum_k \beta_k w_{ijk}) \tau_{ij}^{-\sigma}$$

となる。さらに、 $\frac{Y_i}{\Pi_i^{1-\sigma}}$ を n_i 、 $\frac{E_j}{P_j^{1-\sigma}}$ を m_j とすると

$$X_{ij} = \frac{1}{Y_w} \exp\left(\sum_k \beta_k w_{ijk}\right) \tau_{ij}^{-\sigma} n_i m_j$$

となる。

$w_{ijk,t}$ は、輸出国 i と輸入国 j について貿易コストに影響を与える変数であるが、本稿では $w_{ijk,t}$ として輸出国 i と輸入国 j のペアごとのダミー変数と、輸出国と輸入国のペアが t 時点で地域貿易協定を締結しているかどうかを示すダミー変数を用いる。先行研究の中には輸出国と輸入国の距離や輸出国と輸入国で共通の言語を使用しているか、輸出国と輸入国でかつて植民地関係が存在したか、輸出国と輸入国で共通の国境を持っているか、などを示すダミー変数を貿易コストに影響を与える変数として用いているが、これらは輸出国 i と輸入国 j について、時間を経ても変化しない変数であるため輸出国と輸入国のペアごとのダミー変数に吸収される。そのため本稿には使用しない。

データはパネルデータを使用するので時間を t とし、さらに誤差項を含めると下記の推定式を導くことができる。

$$X_{ij,t} = \exp(\alpha RTA_{ij,t} + \beta \ln \tau_{ij,t} + \pi_{ij} + \lambda_{i,t} + \mu_{j,t} + \varepsilon_{ij,t})$$

$X_{ij,t}$ は t 時点での i 国から j 国への名目輸出額である。 $RTA_{ij,t}$ は t 時点で i 国と j 国で地域貿易協定が結ばれているかどうかを示すダミー変数である。また、輸入国 j が i 国からの輸入財に課す関税率について、

$\tau_{ij} = (1 + \text{関税率})$ と定義したが、 $\ln \tau_{ij,t}$ はその自然対数を示している。 $\lambda_{i,t}$ は輸出国の固定効果と時間ダミーとの交差項となり、 $\mu_{j,t}$ は輸入国の固定効果と時間ダミーとの交差項となる。 $\epsilon_{ij,t}$ は誤差項である。推定には貿易データだけでなく国内取引のデータも使用するが、これは $X_{ii,t}$ で示される。この推定式をポワソン疑似最尤推定法によって推定する。

4. データについて

本稿では 2000 年から 2017 年までの 90 カ国について 2 国間の貿易データを用いて関税政策が貿易に与える効果について分析を行う。90 カ国については関税のデータと国内取引のデータが入手できた国である。具体的には表 1 の通りである。分析には貿易データに国内取引を加えた場合と国内取引が含まれない場合の 2 つの異なるデータを用いて分析する。また分析は製造業全体を対象にしている。理由は多くの国で国内取引のデータが製造業全体に関しては入手できるからである。具体的に分析に必要なデータは、貿易データ、各国の貿易相手国に対する関税率、国内取引のデータ、輸出国と輸入国における地域貿易協定の締結状況を示すデータとなる。

関税のデータは、UNCTAD-Trade Analysis Information System (TRAINS) から入手している。TRAINS からは各商品について WTO 加盟国に対し同一の関税である MFN 関税と、各商品について輸入相手国ごとに異なる特惠関税を入手することができる。本稿の推定に使用する関税率は輸入相手国に適用される最も低い関税としている。つまり原則的に特惠関税が存在するときは特惠関税を関税率とし、特惠関税がないときは MFN 関税を関税率とする。例外的なケースで特惠関税より MFN 関税が高い場合があったが、その場合には MFN 関税を関税率とした。またごく一部の MFN 関税のデータが入手できない商品については分析から除外した。分析においては、算術平均をとり各品目ごとの関税を貿易相手国ごとに集計化している。

貿易データは国連商品貿易統計データベース（UN Comtrade）を用いている。関税については、多くの商品についてデータが入手可能であるが、ごく一部の入手できない商品については分析から除外した。商品を製造業に分類する方法としては、製造業の定義として国際標準産業分類第3版（ISIC3）における「D：製造業」とし、HSコードから国際産業分類（ISIC3）への対応表を用いて、それぞれの品目について、その品目が製造業に分類されるかを判断し、製造業に分類されない商品については分析から除外した。分析においては、各品目を貿易相手国ごとに集計化している。

製造業の国内取引のデータについては先行研究にならって各国における製造業の国内生産額から各国における製造業の総輸出額を引くことで作成している。各国における製造業の国内生産額のデータは国連工業開発機関（UNIDO）のINDSTAT 2 2021, ISIC Revision 3から入手している。付加価値ではなく中間財も含めた生産額を用いるので貿易データと整合的になっている。

輸出国と輸入国で地域貿易協定を締結しているかどうかのデータは、Tamara Gurevich and Peter Herman, (2018) の Version 2.1 を使用している。

記述統計は表2のようにになっている。分析対象からは分析期間中において、すべての期間の2国間の貿易額がゼロである場合は除外している。その結果、標本数は国内取引を含めた場合には113261、国内取引を含めない場合には112059となっている。

表 1

分析对象国

Australia	Nepal	Zambia
Austria	Netherlands	Azerbaijan
Belgium	New Zealand	Croatia
Brunei	Norway	Lithuania
Bulgaria	Pakistan	Slovenia
Belarus	Papua New Guinea	Tajikistan
Canada	Poland	Tunisia
Sri Lanka	Portugal	Ukraine
Denmark	Saudi Arabia	Macedonia
Finland	Singapore	Egypt, Arab Rep.
France	South Africa	Armenia
Germany	Zimbabwe	Oman
Greece	Spain	Qatar
Iceland	Sweden	Czech Republic
India	Switzerland	Estonia
Ireland	Thailand	Hungary
Israel	Turkey	Latvia
Italy	United Kingdom	Slovakia
Japan	United States	Bahrain
Kenya	Botswana	Kuwait
Kyrgyzstan	China	United Arab Emirates
Lebanon	Cyprus	Tanzania
Luxembourg	Georgia	Bosnia and Herzegovina
Malaysia	Indonesia	Argentina
Maldives	Jordan	Bangladesh
Malta	Namibia	Montenegro
Mauritius	Russia	Romania
Mexico	Swaziland	Kazakhstan
Moldova	Trinidad and Tobago	Burundi
Ecuador	Uzbekistan	Rwanda

表 2

変数	観測数	国内取引を含む			
		平均	標準偏差	最小値	最大値
関税率	113,261	5.096	5.277	0	0.64
貿易額	113,261	4229132	1.21E+8	0	1.37E+10
地域貿易協定	113,261	0.264	0.441	0	1

貿易額の単位は 1,000 ドルである。貿易額には国内取引が含まれる

国内取引を含まない					
変数	観測数	国内取引を含まない			
		平均	標準偏差	最小値	最大値
関税率	112,059	5.151	5.279	0	64.51
貿易額	112,059	1233628.000	8265294	0	5.13E+8
地域貿易協定	112,059	0.267	0.442	0	1

貿易額の単位は 1,000 ドルである。貿易額には国内取引が含まれない

5. 推定結果と考察

推定式を再掲すると

$$X_{ij,t} = \exp(\alpha RTA_{ij,t} + \beta \ln \tau_{ij,t} + \pi_{ij} + \lambda_{i,t} + \mu_{j,t} + \varepsilon_{ij,t})$$

となる。この式について、国内取引を含めたデータと国内取引をデータに含めないという二つの場合において、ポワソン疑似最尤推定法を用いて推定した結果は表 3 となる。前述した通り、説明変数には輸出国と輸入国のペアごとのダミー変数、輸出国と輸入国のダミー変数と時間のダミー変数との交差項も含まれている。関税率の係数は国内取引を含めた場合でも国内取引を含まない場合でも有意に負である。また地域協定ダミーの係数は有意に正になっている。これらの結果は関税が高くなれば高くなるほど輸入額が減少し、輸入相手国と地域貿易協定を結べば貿易額が増加することを示しており経済理論と整合的である。しかし二つの方法を比較すると関税の係数については、国内取引を含めた場合は、係数が -1.78 なのに対

し、国内取引を含めない場合は -0.66 であり、国内取引を含めた方が値の絶対値が大きくおよそ 2.5 倍となっている。この推定結果から関税政策の効果について以下の可能性を指摘できる、まず国内取引を含めなければ、関税の効果の多くの部分がダミー変数に吸収されてしまう可能性が指摘できる。また国内取引を含めなければ、地域貿易協定を締結したことによる関税削減で、国内消費が国内生産物から輸入財に転換した効果について関税政策の効果に反映されない可能性も指摘できる。このように現在は、多くの国が地域貿易協定を締結しているため、貿易相手国ごとに異なる関税率が適用される場合が増加しているが、構造重力モデルで関税政策の効果进行分析するには、国内取引のデータを加えて分析することが重要であるといえる。

表 3

変数	ポワソン疑似最尤推定法 国内取引を含む			ポワソン疑似最尤推定法 国内取引を含まない		
	係数		標準誤差	係数		標準誤差
(関税率 + 1) の対数	-1.781	b	0.740	-0.660	b	0.325
地域貿易協定ダミー	0.082	c	0.044	0.136	a	0.028
(輸出国 × 時間) ダミー		Yes			Yes	
(輸入国 × 時間) ダミー		Yes			Yes	
(輸出国・輸入国ペア) ダミー		Yes			Yes	
疑似決定係数		0.999			0.999	
観測数		112224			110,933	

添え字 a,b,c はそれぞれ 1%, 5%, 10% の水準で有意であることを示している。

6. まとめ

本稿では 2000 年から 2017 年にかけての 90 カ国における製造業の 2 国間の貿易データを用いて、貿易コストに関税を含めた構造重力モデルを用いることで、関税が 2 国間の製造業の貿易額に与える影響を推定した。推

定には国内取引を含めた場合と国内取引を含めない場合の2パターンのデータを使用した。推定結果は関税の効果については、国内取引を含めた場合も国内取引を含めない場合も係数は有意に負となり理論と整合的となった。しかし係数の絶対値は、国内取引を含めた場合が含めない場合の2.5倍となり大きくなった。これらのことから国内取引を含めずに推定を行うと、無差別的な関税が輸入に与える影響や関税によって輸入が国内製品と代替的に増加する効果を分析することができず、推定結果が過少になる可能性が指摘できる。構造重力モデルを用いた分析において、データに国内取引を加えて分析を行うことは、世界各国の国内取引のデータを整合的な形で収集するのが難しいという課題があるが、関税が貿易に与える効果を正確に分析するには重要であるといえる。

参考文献

- Anderson, J. E. and van E. Wincoop, (2003) "Gravity With Gravititas: a Solution to the Border Puzzle," *American Economic Review* 93 (1), 170-192.
- Arkolakis, C., A. Costinot, and A. Rodriguez-Clare (2012) "New trade models, same old gains?," *American Economic Review* 102 (1), 94-130.
- Armington, P. S. (1969) "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production," *IMF Staff Papers* 16 (1), : 159-176.
- Baier, S. L., and J. H. Bergstrand (2007) "Do Free Trade Agreements Actually Increase Members' International Trade?," *Journal of International Economics*, 71 (1),
- Costinot, A. and A. Rodriguez-Clare (2014) "Trade theory with numbers: Quantifying the consequences of globalization," In G. Gopinath, E. Helpman, and K. S. Rogoff (Eds.) , *Handbook of International Economics*, Volume 4, Chapter 4, pp. 197-261. Elsevier.
- Eaton, J. and S. Kortum (2002) "Technology, geography and trade," *Econometrica* 70 (5), 1741-1779.
- Felbermayr, G., B. Jung, and M. Larch (2015) "The welfare consequences of import tariffs: A quantitative perspective," *Journal of International Economics* 97 (2), 295-309

- Heid, B., M. Larch, and Y. V. Yotov (2020) "Estimating the effects of non-discriminatory trade policies within structural gravity models," *Canadian Journal of Economics* 54 (1), 376–409.
- Larch, M., Wanner, J., (2017) "Carbon Tariffs: An Analysis of the Trade, Welfare, and Emission Effects," *Journal of International Economics* 109, 195–213.
- Santos Silva, J. M. C. and S.Tenreyro, (2006) "The Log of Gravity," *The Review of Economics and Statistics* 88 (4), 641–658.
- Tamara Gurevich and Peter Herman, (2018) The Dynamic Gravity Dataset: 1948–2016. USITC Working Paper 2018–02–A.
- UNIDO (2021), INDSTAT 2 Industrial Statistics Database at 2-digit level of ISIC Revision 3. Vienna. Available from <http://stat.unido.org>
- Yotov, Y. V. (2012) "A Simple Solution to the Distance Puzzle in International Trade," *Economics Letters* 117 (3), 794–798.
- Yotov, Y. V., R. Piermartini, J.-A. Monteiro, and M.Larch, (2016) *An advanced guide to trade policy analysis: The structural gravity model*, World Trade Organization Geneva.