

Title	OpenAlexで見る米中国際共著関係の様相
Author(s)	北島, 謙生; 小柴, 等
Citation	年次学術大会講演要旨集, 39: 670-674
Issue Date	2024-10-26
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/19538
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

OpenAlex で見る米中国際共著関係の様相

○北島謙生 (NISTEP), 小柴等 (NISTEP)

1 はじめに

国際共同研究は、過去数十年、各国間で連携を強化する方向に進んでいる。他方で、科学技術分野における二大大国である米国、中国について、近年、協力関係の低下が指摘されている [NISTEP 2024]。米中二か国間の協調と競争のダイナミズム（本稿で示す、“距離”の収束と発散の関係）は、各国の科学技術活動に大きな影響を与えうするため、その動向の理解が求められる。著者らは、2022年に公開された新たな書誌データベース OpenAlex [OpenAlex 2022]*¹を用い、科学研究指標の一つである Nature Index に同年示された科学大国 Big 5（米国、中国、イギリス、ドイツ、日本）を中心とした、国際共著関係の分析に取り組んできた。その結果、米中二か国間の科学技術協力について、2019年頃を境に、それ以前の収束（協力促進）傾向から発散（各自独立）傾向へと様相が変化していることを明らかにした [Kitajima and Okamura 2023]。本稿では、同報告で示した内容に基づき、さらに最近の動向や、新たなデータを用いた分析結果について議論する。

2 背景と目的

2.1 国際共同研究

グローバルな科学研究活動が進行する中で、科学技術の諸分野は国家間の協調と競争を経て発展してきた。国際共同研究は、チームが国境を越えて互いの知を集結させ、共通の目的に協働して取り組む活動であり [Bozeman and Boardman 2014]、国際共著論文数は、年々指数関数的な増加傾向にある [Leydesdorff and Wagner 2008]。科学技術・イノベーション政策実務の観点からも「科学の科学 (Science of Science)」の重要性が高まる中で、こうした国際共同研究の動向について分析・可視化する動きが進められ、国際共同研究のダイナミクスやネットワークの構造、メカニズム、そのインパクトが多角的に実証されてきた [Chen et al. 2019]。国際共同研究の重要性を示す証

左として、国際共著論文は単一国論文と比べて高被引用数となること [Narin et al. 1991] や、国際共同研究に取り組む著者の論文生産性が高いことが示されている [Lee and Bozeman 2005]。また、国際共同研究が遂行される要因として、研究者の人的資本やモチベーションとともに、マクロレベルで見たチームの社会的資本が正の影響を与えることや [Frutos-Belizón et al. 2024]、チームの国際性（文化的背景）が与える影響の存在が示されている [Gök and Karaulova 2024]。さらに、環境的な要因として、情報通信技術の発展や国際的な移動の容易化、政策的支援等の存在が指摘されている [Leydesdorff et al. 2013]。最近、過去半世紀での国際共著関係の分析から、国際共同研究により各国の論文上での距離が近接してきていること、すなわち Shrinking World（近接化する世界）にあることが実証された [Okamura 2023]。国際社会での研究動向を理解することは、研究者の科学技術活動を戦略的に推進し、将来的な共同研究体制の在り方を予測するうえでも重要である。

2.2 米中関係

米国、中国は、科学技術分野の二大大国である。Shrinking World の中で、米中間においても長らく国際共同研究が推進されてきたが、近年ではむしろ、両国間の協力関係が後退する方向に転換しつつある [Kitajima and Okamura 2023, Okamura 2023]。具体的な動きとして、例えば、2018年にトランプ政権下の米国司法省において、国家安全保障上の脅威を背景に「チャイナイニシアチブ」が開始され、米国の知的財産や学術機関に対する中国のスパイ活動の取り締まりが強化された。その後2022年には、バイデン政権下においてチャイナイニシアチブの不当性に対する懸念から、この施策は廃止されたものの、米国による中国への輸出管理強化は継続され、米中間ではデカップリングと呼ばれる事象が生じている。米中のデカップリングは、両国のキャンパスにおける留学生や研究者の流動性を低下させ、研究開発事業、高等教育、経済的・社会的福祉等、両国の繋がりを希薄化させる懸念がある [Tang 2024]。

前述の通り、米中の二か国間における科学技術協力の様相は、他国にとっても重要な意味を持つため、従来の計

*¹ <https://openalex.org/>

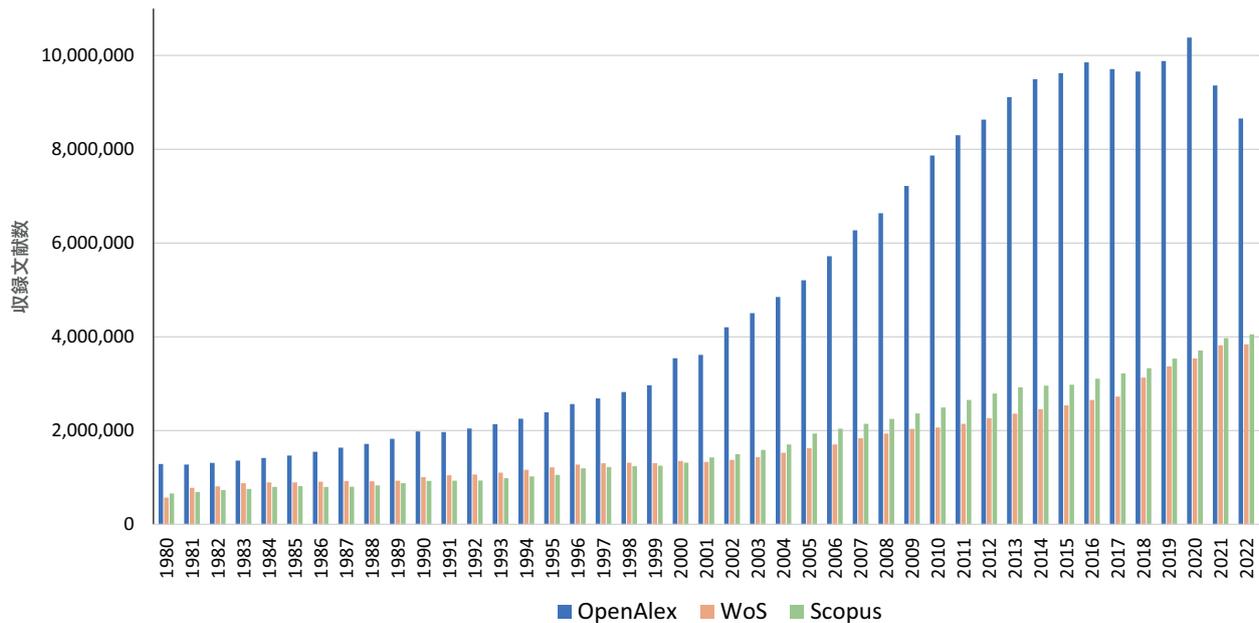


図 1: OpenAlex、Web of Science、Scopus に収録される文献数の年次推移。2023 年 10 月に各データベースから取得した値を示す。

量書誌分析でも様々な議論がされてきた [NISTEP 2024, Tang 2024, Jia et al. 2024]。この中で、例えば、Web of Science (WoS) を用いた分析 [NISTEP 2024, Tang 2024] や、PubMed を用いた分析 [Jia et al. 2024] により、近年における米中共著論文数の低下が示唆されている。米中デカップリングの様相が観測されるなか、科学技術外交の取組を通じた、国際的な協力関係の再構築も重要となる [Ruffini 2017]。米中二か国を含め、計量書誌分析を通じた科学技術協力の国際動向に関するエビデンスの提供が求められる。

2.3 本研究の目的

本研究の目的は、科学技術分野における国際的な協力関係の変化を把握することである。そのため、論文等研究成果に関する書誌情報を用い、科学技術分野において影響力の大きな 5 つの国・統合体（米国、中国、イギリス、欧州連合 27 か国、日本）における共著関係の推移を定量的に把握する。本研究では、特にオープンな書誌データベースである OpenAlex をもとに、米中二か国を含めた国際共著関係の動向を分析した結果について示す。

3 分析手法

オープンな書誌データベースを基に、共著関係の緊密さ（方向性を伴わない単純な二者間の結びつき）と、知識フロー（A から B、B から A などの方向性を伴う関係性）という二面からの分析を行った。

3.1 データ

分析には OpenAlex [OpenAlex 2022] のデータを利用した。OpenAlex は、2022 年に公開されたオープンな書誌データベースであり、従来の代表的な商用データベースである WoS や Scopus と同規模のジャーナル論文書誌情報に加え、プレプリント（査読前論文）、プロシーディング、書籍などの多様な研究成果を収録する。図 1 に、OpenAlex, WoS, Scopus に収録されている文献数（データベース中の成果アイテム数）の推移を示す。いずれのデータも 2023 年 10 月時点で取得したものである。2022 年の文献数を比較すると、WoS や Scopus では 400 万件程度であるのに対して、OpenAlex では 800 万件以上が収録され、2 倍以上の収録数である。これには、従来の書誌データベースに収録されていない文献数（ジャーナル論文に加えた、プレプリントやプロシーディング、書籍など）が影響していると考えられる。

本研究では、OpenAlex から API(Application Programming Interface) 経由で国際共著論文や著者所属情報を抽出し*2、以下に述べる「共著関係の緊密さ」と「知識フロー」の 2 つの指標を設定・算出した。

3.2 ジャッカード距離に基づく共著関係の緊密さ

ジャッカード距離とは、集合論的に 2 つの集合の非類似度を表す指標である [Jaccard 1901]。本研究では、

*2 これにより、データは取得時点での最新情報である一方、データの更新・修正なども適時行われるため、取得のタイミングによっては同一のコードを用いても完全な結果の一致は保証されない。

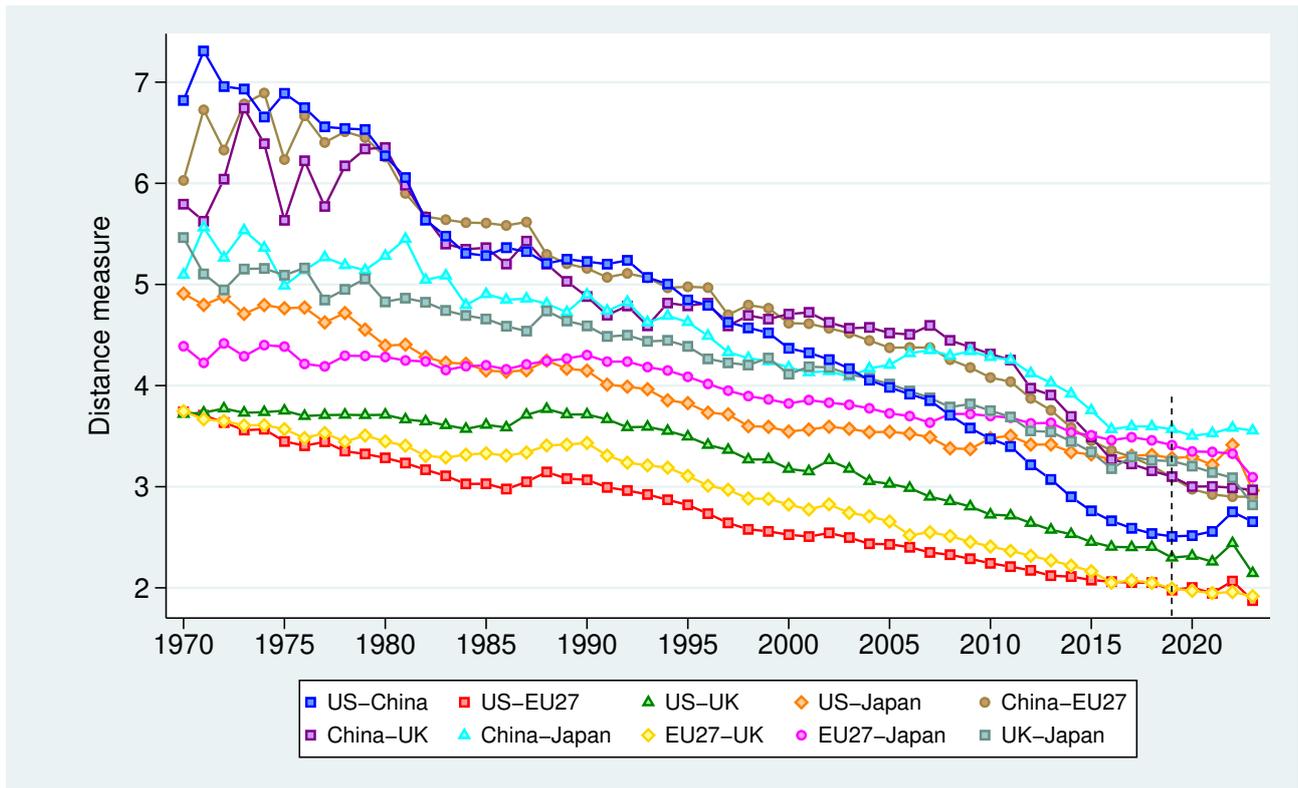


図 2: 米国 (US)、中国 (China)、欧州連合 27 か国 (EU27)、イギリス (UK)、日本 (Japan) における二か国間の距離の年次推移。米中間の距離は 2019 年を境にそれ以前の減少傾向から増加に転じている。

これを共著関係に適用することで「共著関係の緊密さ」を定量的に求める。異なる二か国 X, Y に着目し、両国それぞれ・共同で産出された論文数から、二か国間のジャッカード距離、すなわち「共著関係の緊密さ」を算出できる。ある年 τ のある分野 α において、国 X で産出された論文数^{*3}を $S_{X|\alpha,\tau}$ とすると、ジャッカード距離 $D_{\alpha,\tau}(X, Y)$ は以下のように定義される。

$$D_{\alpha,\tau}(X, Y) = 1 - \frac{|S_{X|\alpha,\tau} \cap S_{Y|\alpha,\tau}|}{|S_{X|\alpha,\tau} \cup S_{Y|\alpha,\tau}|} \quad (1)$$

つまり、国 X, Y の共著論文数 $S_{X|\alpha,\tau} \cap S_{Y|\alpha,\tau}$ の増加により、ジャッカード距離 $D_{\alpha,\tau}(X, Y)$ は減少する関係にある。以降では、ジャッカード距離の推移が示す差異を明瞭化するために、ジャッカード距離を修正した、 $-\ln(1 - D)$ を用いて距離を表現することとする。

なお、共著関係の緊密さの分析対象は、米国、中国、欧州連合 27 か国、イギリス、日本の 5 つの国・統合体とした。このうち欧州連合 27 か国は一つの統合体とみなし、いずれかの加盟国との間で共著関係がある場合に論文数

をカウントした。抽出する共著論文の分野は、OpenAlex の分野階層 (Concept Level) で Level 0 に分類される、数学、計算機科学、地理学、生物学、物理学、化学、工学、材料科学、環境科学、医学の 10 分野を対象とした。

3.3 知識フロー (Knowledge Flow)

OpenAlex では著者に ID や所属機関が紐付けられており、所属機関にはさらに国・地域コードが付与されている。そこで本分析では、著者 ID に紐づく所属情報の変化から、「知識フロー」と名付けた指標を算定する。知識フローとしたのは、著者の物理的な移動を伴わず、知識の移動 (所属の追加・変更) が生じる可能性があるためである。OpenAlex で利用できる API の制約から、最大 200 人の論文著者の中で、所属の移動があった著者データを抽出する (OpenAlex API での `group.by=authorships.author.id` による集計に基づいており、成果数の多い著者から上位 200 名まで)。具体的には、年 τ から $\tau+1$ の間に、米国、中国、欧州連合 27 か国、イギリス、日本の 5 つの国・統合体の中で、著者の所属の変化が起こった割合を調べる。本稿では、これらの 5 つの国・統合体で起こった知識移動の中で、米国から中国へ、そして、中国から米国へ、著者の所属が変化した割合に着目して分析する。

^{*3} ここでの論文は OpenAlex に登録された研究成果を意味する。従って、ジャーナル論文の他、予稿やプレプリント、書籍なども含む。

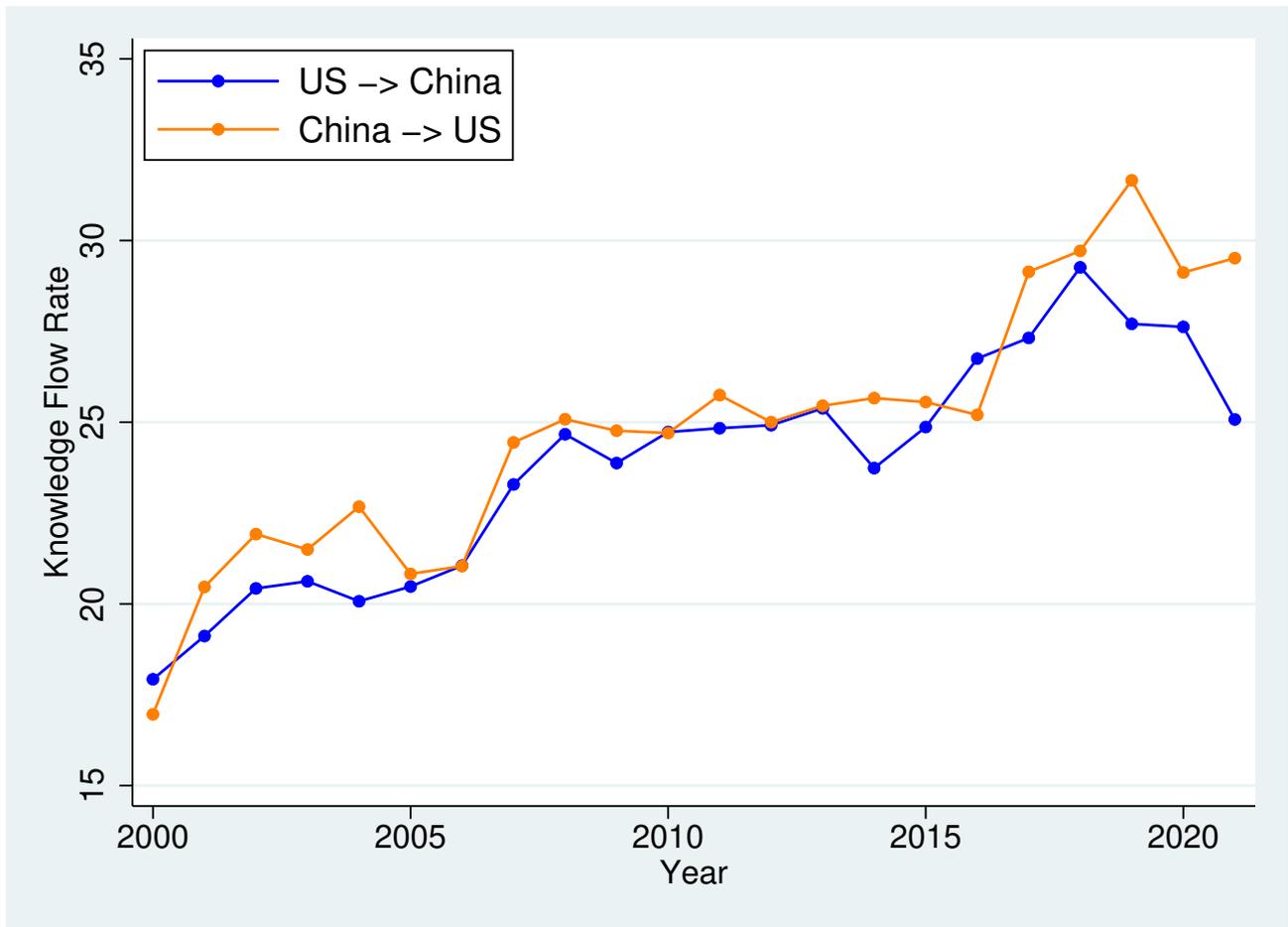


図 3: 米国、中国の間における知識フローの割合の推移。著者の所属情報から、米国から中国へ、そして、中国から米国へ、翌年所属が変化した著者の数から知識フローの割合を算出した。

4 結果および考察

4.1 共著関係の緊密さ

米国 (US)、中国 (China)、イギリス (UK)、欧州連合 27 개국 (EU27)、日本 (Japan) の 5 つの国・統合体における国際共著関係を理解するために、1970 年以降 2023 年までの各国間のジャカード距離の変化を調べた。データは 2024 年 9 月に API で取得した。

図 2 に示すように、多くの国同士のペアでは毎年、距離の減少が続いている (共著関係の緊密さが増している) 一方、米国、中国 (US-China) のみ 2019 年頃を境に、2022 年まで連続して米中間の距離が増大している。米中での距離の増大が生じた要因として、COVID-19 によるパンデミックが影響した可能性も想定されるが、他国のペアでは距離の減少が続いており、距離の増大は米中二国間のみの特異的に見られる現象である。2023 年に入ると前年の 2022 年と比べて米中間の距離がやや減少している。また、2022 年は US-UK など距離が離れ

るなど、これまでの傾向と異なる様相が見られている。2023 年から数年前までのデータからは科学技術分野における米中のデカップリングの傾向が鈍化した可能性もあるが、他方で、2022 年、2023 年など直近の動向については、一部の書誌情報がデータベース上に反映されていない可能性があり、それらの影響なども考えられるため、継続的な観測が不可欠である。

4.2 知識フロー

次に、知識フローを観測するために著者の国際流動性に着目し、2000 年以降、著者の所属情報に基づく年ごとの所属国の変化を分析した。具体的には米国、中国、欧州連合 27 개국、イギリス、日本の 5 つの国・統合体で起こった著者の所属の変化を調べた。ここではそのうち、米国から中国、及び、中国から米国へ、著者の所属が変化した割合を「知識フローの割合 (Knowledge Flow Rate)」として図 3 に示す。データは 2023 年 8 月に API で取得した。

図 3 に示すように、米国から中国、中国から米国への双方の場合において、2000 年以降、知識フローは増加傾

向にあった。しかし、米国から中国への移動は、2018年をピークとして減少傾向に転じ、中国から米国への移動もまた2019年をピークとして減少している。双方で見られた知識フローの減少は、他の国・統合体（EU27、イギリス、中国）に移動した割合が増加したことを意味する。同様の傾向は、分野ごとに見た知識フローの推移でも確認されており [Kitajima and Okamura 2023]、本分析により、米中間における知識の流動に近年変容が生じている様相が示された。

5 おわりに

本研究では、新たな書誌データベース OpenAlex を用い、米国及び中国を中心とした二か国間における共著関係の緊密さや、知識フロー（著者の流動推移）を調べた。

Shrinking World という概念で形容されるように [Okamura 2023]、国際共同研究の距離が各国で縮小（緊密化）するなか、米中では2019年頃を境に逆のトレンドとして、距離が増大する状況にあることが分かった。WoSを用いた先行研究でも、2019年を境に米中共著論文数の減少が報告されており [NISTEP 2024, Tang 2024]、OpenAlex を情報源としてジャカード距離などに基づく指標を用いて分析を行った本研究でも同様に、米中共著関係の後退という米中デカップリングの様相が明らかとなった。また、著者の流動分析からも、米国、中国の二か国では、知識フロー（二か国間での研究者の移籍）の割合が低下していることが分かった。同様の傾向は、分野ごとに見た、知識フローの推移でも確認されている [Kitajima and Okamura 2023]。これらの背景として、米中間で起こっている対立的な構造が影響していると考えられる。科学技術分野の二大大国である米中間で協力関係に分断が生じることは、他の国々の科学技術活動に対して重大な影響を与える可能性がある。適切な施策を立案するに当たって、今後の状況を的確に把握するためにも、本研究で分析対象とした国（統合体を含む）以外にも含め、新たに形成される国際協力関係のダイナミズムを適時補足してゆく必要がある。

謝辞

本研究の遂行にあたり、岡村圭祐氏に各種のご助言を頂いた。記して厚く感謝申し上げる。

参考文献

- [NISTEP 2023] 文部科学省科学技術・学術政策研究所：科学研究のベンチマーキング 2023. *Research Material*, No.329 2023.
- [NISTEP 2024] 文部科学省科学技術・学術政策研究所：科学技術指標 2024. *Research Material*, No.341 2024.

- [Bozeman and Boardman 2014] B. Bozeman and C. Boardman : Research collaboration and team science: A state-of-the-art review and agenda. *Springer International Publishing*, (Cham, Switzerland, 2014).
- [Chen et al. 2019] K. Chen, Y. Zhang, and X. Fu : International research collaboration: An emerging domain of innovation studies? . *Research Policy*, Vol.48, No.1, pp.149–168. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.005>
- [Frutos-Belizón et al. 2024] J. de Frutos-Belizón, N. García-Carbonell, F. Guerrero-Alba, and G. Sánchez-Gardey : An empirical analysis of individual and collective determinants of international research collaboration. *Scientometrics*, 129, pp.2749–2770. 2024. <https://doi.org/10.1007/s11192-024-04999-0>
- [Gök and Karaulova 2024] A. Gök and M. Karaulova : How “international” is international research collaboration? . *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 75, 2, 97–114. 2024. <https://doi.org/10.1002/asi.24842>
- [Jaccard 1901] P. Jaccard : Étude Comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. *Bulletin de La Société Vaudoise Des Sciences Naturelles*, 37, pp.547–579. 1901. <https://doi.org/10.5169/seals-266450>
- [Jia et al. 2024] R. Jia, M. E. Roberts, Y. Wang, and E. Yang : The impact of US-China tensions on US science: Evidence from the NIH investigations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121, 19, e2301436121. 2024. <https://doi.org/10.1073/pnas.2301436121>
- [Kitajima and Okamura 2023] K. Kitajima and K. Okamura : Evolving Landscape of US-China Science Collaboration: Convergence and Divergence. *arXiv*, (preprint) 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.05033>
- [Lee and Bozeman 2005] S. Lee and B. Bozeman : The impact of research collaboration on scientific productivity. *Social Studies of Science*, 35, 5 pp.673–702. 2005. <https://doi.org/10.1177/0306312705050235>
- [Leydesdorff and Wagner 2008] L. Leydesdorff and C. S. Wagner : International collaboration in science and the formation of a core group. *Journal of Informetrics*, Vol.2, No.4, pp.317–325. 2008. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2008.07.003>
- [Leydesdorff et al. 2013] L. Leydesdorff, C. Wagner, H. W. Park, and J. Adams : International Collaboration in Science: The Global Map and the Network. *El profesional de la información*, 22, 87–94. 2013. <https://doi.org/10.1002/asi.24842>
- [Narin et al. 1991] F. Narin, K. Stevens, and E. S. Whitlow : Scientific co-operation in Europe and the citation of multinationally authored papers. *Scientometrics*, 21, pp.313–323. 1991. <https://doi.org/10.1007/BF02093973>
- [Okamura 2023] K. Okamura : A half-century of global collaboration in science and the ‘Shrinking World’. *Quantitative Science Studies*, Vol.4, No.4, pp.938–959. 2023. https://doi.org/10.1162/qss_a_00268
- [OpenAlex 2022] J. Priem, H. Piwowar, and R. Orr : OpenAlex: A fully-open index of scholarly works, authors, venues, institutions, and concepts. *arXiv*, (preprint) 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.01833>
- [Ruffini 2017] P. Ruffini : Science and Diplomacy: A New Dimension of International Relations. *Springer International Publishing*, (Cham, Switzerland, 2017).
- [Tang 2024] L. Tang : Halt the ongoing decoupling and reboot US-China scientific collaboration. *Journal of Informetrics*, Vol.18, No.2, 101521. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2024.101521>