



RIETI Discussion Paper Series 19-J-013

リージョナルジェット機産業における公的支援の影響

神事 直人
経済産業研究所

川越 吉孝
京都産業大学 / クイーンズランド工科大学



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<https://www.rieti.go.jp/jp/>

リージョナルジェット機産業における公的支援の影響*

神事直人[†] (京都大学／経済産業研究所)川越吉孝[‡] (京都産業大学／クイーンズランド工科大学)

概要

本稿では、リージョナルジェット機産業への新規参入に向けて開発に取り組んでいる三菱航空機による三菱リージョナルジェット (MRJ) を取り上げて、当該産業に対する公的支援の影響について理論的に分析する。具体的には、垂直取引関係にある不完全競争産業において、研究開発補助金によって下流産業に新規参入がある場合の経済効果を、簡単なモデルで分析する。新規参入企業からのスピルオーバー (波及) 効果、特に中間財を生産する上流産業における研究開発を通じたスピルオーバー効果によって、下流の既存企業の利潤が必ずしも低下しないことが示される。分析から得られる政策的インプリケーションについても考察を行う。

キーワード：リージョナルジェット機産業、公的支援、研究開発補助金、垂直取引、スピルオーバー

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び (独) 経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

* 本稿は (独) 経済産業研究所 (RIETI) における「現代国際通商・投資システムの総合的研究 (第 IV 期)」プロジェクト (代表者：川瀬剛志ファカルティ・フェロー) の成果の一部である。本稿の草稿に対して、川瀬剛志氏、富浦英一氏のほか、RIETI 研究会および第 12 回 国際経済・産業ゼミナール、QUT Brown Bag Seminar の参加者の方々から多くの有益なコメントをいただいた。ここに記して感謝したい。また、神事は科学研究費・挑戦的萌芽「環境に関する規制の実効性と付随する罰則の執行力の経済分析」(課題番号：16K13366、代表者：東田啓作・関西学院大学教授) から、川越は科学研究費・基盤研究 (B)「ヌードルボウル現象下の ASEAN 自由貿易地域の貿易創出効果に関する実証分析」(課題番号：17H03875、代表者：小林弘明・千葉大学教授) からそれぞれ助成を受けている。

[†] Corresponding author. 京都大学経済学研究科及び RIETI. E-mail: jinji@econ.kyoto-u.ac.jp

[‡] 京都産業大学経済学部及び School of Economics and Finance, QUT Business School, Queensland University of Technology.

1. はじめに

民間企業や特定産業に対する政府等による公的支援は、これまでにさまざまな貿易紛争の原因となってきた。特に、民間航空機産業に対する政府支援を巡っては、米国によるボーイング社に対する支援と、欧州共同体 (EC) によるエアバス社に対する支援について、米国と EC との間で貿易紛争が繰り返されてきた¹。

そもそも民間航空機産業に対する政府支援を巡る貿易紛争が多い理由として、米谷 (2013) は、民間航空機産業が産業としての裾野が広く産業政策の対象として魅力的であり、かつ保護育成に安全保障政策上の利益があること、他方で巨額の初期投資が必要であるなど民間資金では十分な投資がなされない可能性があるため、政府による政策支援が必要であることを挙げている。それとともに、世界の航空機市場において機種毎に直接の競合関係がある上に寡占状態であることにより、政府支援の貿易上の影響が見えやすいことが貿易紛争を生じさせやすい市場構造になっている点を指摘している。

ボーイングとエアバスとの貿易紛争は、主に大型民間航空機産業における競争関係を巡るものである。それに対して、近年では、1990年代頃からの、いわゆるリージョナルジェット機と呼ばれる小型の短距離用旅客機の市場が急速に拡大したことに伴い、リージョナルジェット機の主要メーカーであるカナダのボンバルディア社とブラジルのエンブラエル社との間で激しい競争が繰り広げられてきた (Goldstein and McGuire, 2004; Vértesy, 2017)。そのため、カナダとブラジルの間では、1990年代終わり頃から世界貿易機関 (WTO) の場で紛争が繰り返されるようになった。

リージョナルジェット機に対する需要は、北米やアジアを中心に今後も拡大することが見込まれており、商機をねらってロシアのスホーイ社や中国の中国商用飛機有限責任公司 (COMAC) などがリージョナルジェット機産業に相次いで新規参入してきている。

これに対して我が国でも、YS11型機以来の国産旅客機として、三菱航空機株式会社による小型旅客機「三菱リージョナルジェット (Mitsubishi Regional Jet: MRJ)」の開発が進められている。後述のように、MRJの開発においても多額の公的資金による支援が行われてきており、今後懸念される貿易紛争に備えて、MRJに対する公的支援の影響について検討しておくことは有益であると考えられる。

これまでの先行研究を見ると、航空機産業に関する経済学的な分析は、理論分析も実証分析も含めて、そのほとんどがボーイングとエアバスの間的大型旅客機を巡る競争を対象としてきた (e.g., Baldwin and Krugman, 1988; Benkard, 2004; Irwin and Pavcnik, 2004; Pavcnik, 2002; Klepper, 1990, 1994)。リージョナルジェット機産業は、産業の発展が比較的最近であるためか、これまでにほとんど経済学的な分析が行われてきていない。

MRJに対する公的支援については、MRJ参入後に市場シェアを奪われて損害を受ける可能性がある競争相手の、エンブラエルやボンバルディアを擁するブラジルやカナダが

¹ ボーイングとエアバスとの間の貿易紛争については、川瀬 (2015)、米谷 (2013) などを参照されたい。

WTO 協定違反を訴える可能性が懸念される。そのことを念頭に置いて、開発に対する公的支援により参入が可能となった MRJ の登場がリージョナルジェット機産業に対してどのような影響を与えうるのかについて、経済理論のモデルを用いた分析を行う。

本稿では、最初にリージョナルジェット機産業を概括するとともに、MRJ の開発の経緯と現状について概観する。また、リージョナルジェット機産業を巡るこれまでのカナダとブラジルの間の貿易紛争を紹介した上で、MRJ を巡る今後の貿易紛争の可能性について検討する。これらの検討を踏まえて、リージョナルジェット機産業に対する企業の新規参入の影響について、経済理論のモデルを用いた分析を行う。その上で、分析結果に基づいて政策的インプリケーションについて考察する。

2. リージョナルジェット機産業の状況

2.1 リージョナルジェット機産業とは

一般に、1993 年以降にサービスを開始した客席数が 100 席未満のジェット航空機を「リージョナルジェット機」と呼ぶ (Wong et al., 2005)。航空機の種類では、100 席以上のジェット機は中大型ジェット旅客機に分類され、20 席以下のジェット機はビジネスジェット機に分類される。なお、100 席を超えるジェット機であっても、100 席未満の機体からの派生型の一部航空機（おおむね 130 席未満）については、リージョナルジェット機に含める場合がある²。

1990 年代以前は、短距離輸送の主流はターボプロップ機であった。そのターボプロップ機に代わる航空機として、1980 年代からリージョナルジェット機の開発が進められ、1990 年代から急成長した。

2.2 リージョナルジェット機産業の成長と市場シェアの推移

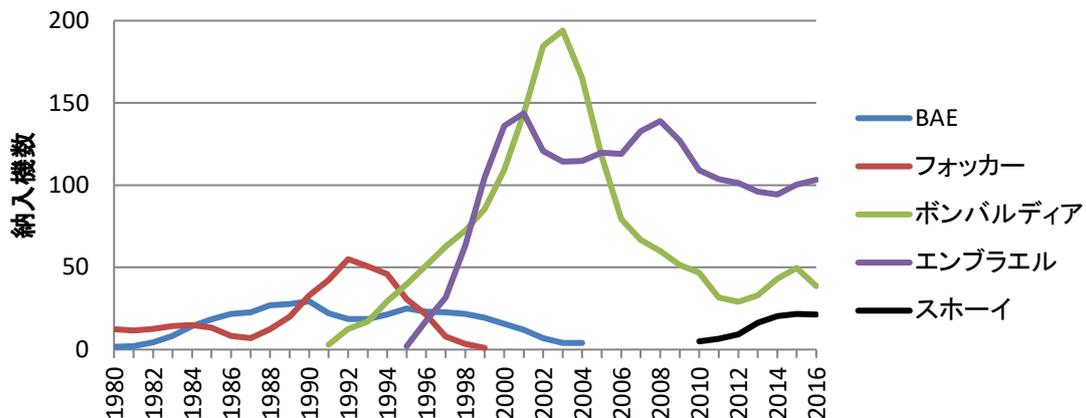
リージョナルジェット機の歴史は、ターボプロップ機に代わる短距離用旅客機として、1980 年代初頭にブリティッシュ・エアロスペース社 (BAe) の BAe146 シリーズとフォッカー・アエロプレーンバウ社の F100 シリーズが導入されたところから始まる (Vértesy, 2017)。しかし、1980 年代の間はまだターボプロップ機が主流で、リージョナルジェット機は BAe が BAe146 を毎年 10~30 機程度納入する程度で、1980 年代末頃になってようやくフォッカーが F100 を 35 機納入した (日本航空機開発協会, 2018)。

1990 年代になると、カナダのボンバルディア・エアロスペース社が CRJ シリーズと呼ばれるリージョナルジェット機を開発したことで、リージョナルジェット機の市場規模が大きく拡大した。客席数が 50 席程度の CRJ100 が 1992 年に就航するようになってから、1995 年には CJR200 が発表された。さらに 2000 年代に入ると、客席数を 70 席程度にま

² Vértesy (2017) は短距離輸送用ターボファンエンジンを搭載し、客席数が 30~120 席で、航続距離が 2000~2500 海里(M)までのターボファンエンジン搭載小型航空機をリージョナルジェット機と定義している。

で拡大した CRJ700 や CRJ900 が相次いで導入された(Vértesy, 2017)。

ボンバルディアと並んで 1990 年代からリージョナルジェット機の主要メーカーとなったブラジルのエンブラエル社は、まず客席数 50 席程度の ERJ145 シリーズを 1996 年から納入するようになった。2000 年代に入ってから、エンブラエルは機体の大型化を進め、E-Jet シリーズと呼ばれる一連のリージョナルジェット機を生産するようになった。E-Jet シリーズには、客席数 78 席の E170、86 席の E175 の他、100 席を超えるモデルとして、客席数 104 席の E190、110 席の E195 などがある(Vértesy, 2017)。



注：各年の納入機数について3年間の移動平均を計算している。

出所：日本航空機開発協会（2018）に掲載されたデータを用いて筆者作成。

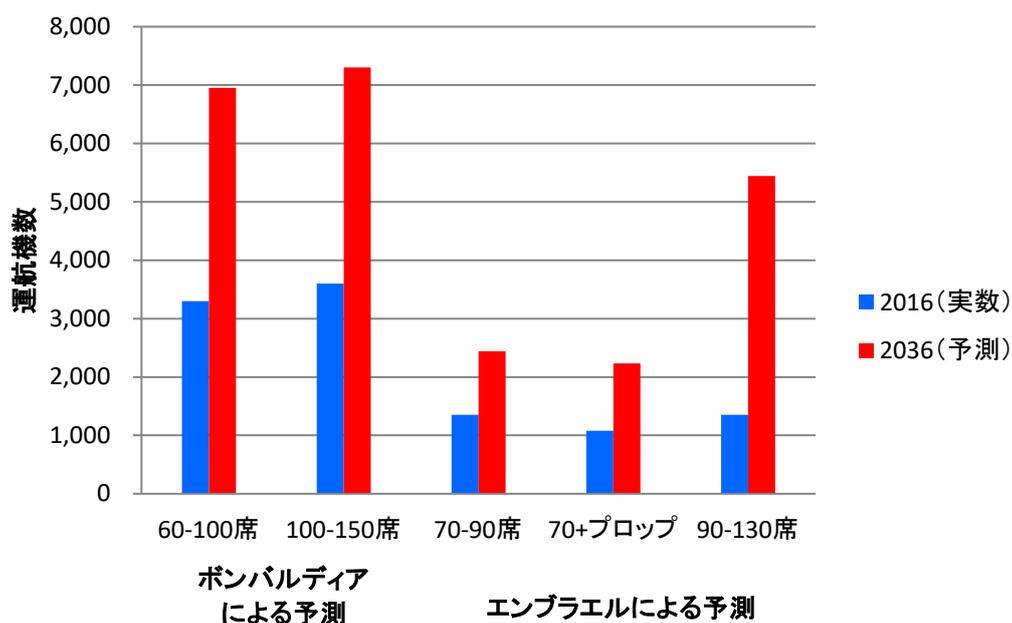
図1 メーカー別リージョナルジェット機の納入機数の推移

図1は主要メーカー別に1980年～2016年のリージョナルジェット機の納入機数の推移を示している。市場シェアは、2000年代中頃まではボンバルディアがリージョナルジェット機市場において50%以上のシェアを占めていたが、その後エンブラエルがシェアを伸ばし、2007年～2013年頃はエンブラエルが70%前後のシェアを占めていた。2010年代に入るとロシアのスホーイ社のスーパージェット100シリーズが導入され、10～20%程度のシェアを占める売上げを記録している(日本航空機開発協会, 2018)。

2.3 今後の市場予測

リージョナルジェット機市場は今後も大きな拡大が見込まれている。主要メーカー各社の予測によれば、ボンバルディアは、60～100席サイズの小型旅客機（リージョナルジェット機とターボプロップ機の両方を含む）と100～150席サイズの小中型旅客機について、運航機数が、それぞれ2016年の3,300機と3,600機から、2036年には6,950機と7,300機に増加すると予測している(図2参照)。同様に、エンブラエルは、70～90席サイズの小型ジェット機と、70席以上のターボプロップ機、90～130席サイズの小型ジェット機につい

て、運航機数が、それぞれ 2016 年の 1,350 機と 1,080 機、1,350 機から、2036 年には 2,440 機と、2,230 機、5,440 機に増加すると予測している（図 2 参照）。ボンバルディアは、60～100 席サイズと 100～150 席サイズの両方について、今後 20 年間の間に同程度の需要の伸びがあると見積もっている。それに対して、エンブラエルは、70～90 席サイズの小型ジェット機と、70 席以上のターボプロップ機の運航機数が 20 年間で 2 倍前後伸びると見積もっている一方で、90～130 席サイズの小型ジェット機の運航機数が大きく伸びるとい見積もりを出している。

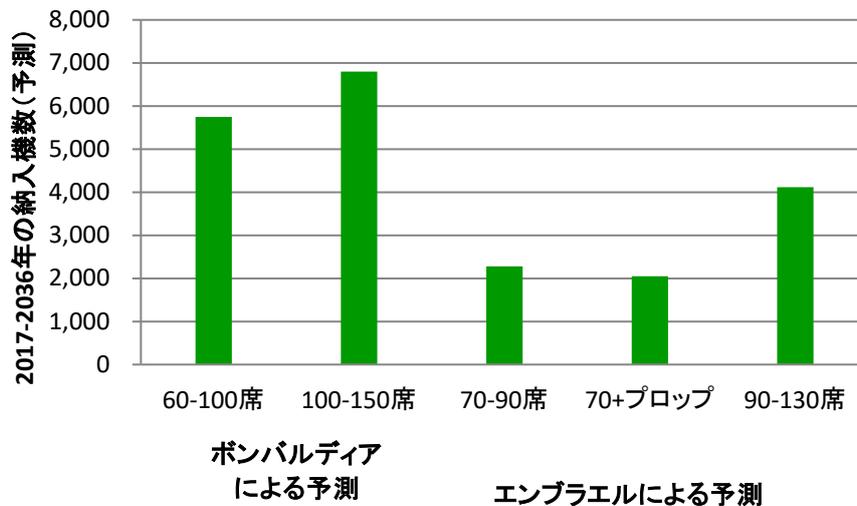


注：ボンバルディアによる予測中の「60-100 席サイズ」にはターボプロップ機を含む。

出所：Bombardier (2016)と Embraer (2016)のデータより筆者作成

図 2 2016 年～2036 年の運航機数の変化の予測

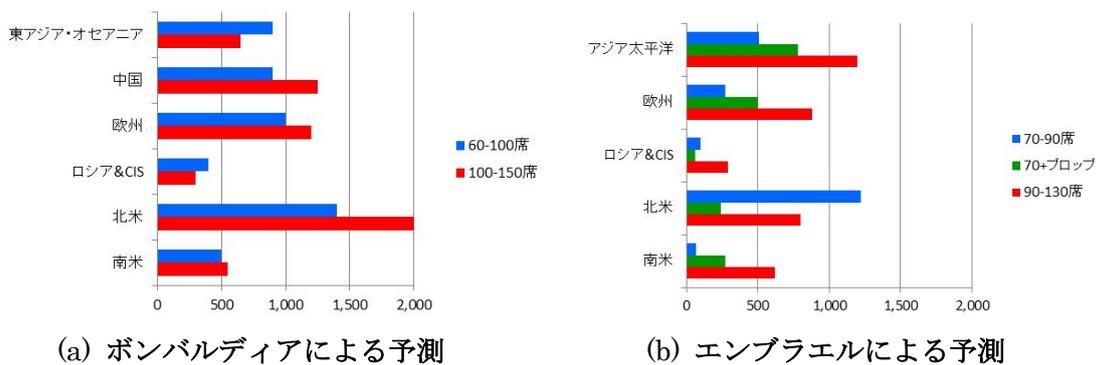
2017 年～2036 年までの 20 年間にどの程度の機体数の納入があるかという予測については、図 3 に示すように、ボンバルディアの方がエンブラエルよりも多くの数の納入を見積もっている。ボンバルディアは 60～100 席サイズの小型旅客機について、5,750 機の納入を見積もっている。この数字には小型ジェット機とターボプロップ機の両方が含まれていて、その内訳は示されていないが、エンブラエルが 70 席以上のターボプロップ機の納入を 2,050 機と見積もっているのに対して、70～90 席サイズの小型ジェット機について、2,280 機の納入を見積もっている。これを踏まえると、ボンバルディアが予測する 60～100 席サイズの小型旅客機の納入の 5,750 機のうち、少なくとも半分の 2,875 機以上はリージョナルジェット機の納入機数であると考えられる。



注：ボンバルディアによる予測中の「60-100席サイズ」にはターボプロップ機を含む。

出所：Bombardier (2016)と Embraer (2016)のデータより筆者作成

図3 2017年～2036年間の納入機数の予測



注：ボンバルディアによる予測中の「60-100席サイズ」にはターボプロップ機を含む。

出所：Bombardier (2016)と Embraer (2016)のデータより筆者作成

図4 2017年～2036年間の納入機数の地域別予測

図3に示した2017年からの20年間における納入機数の予測を、地域別に分けたのが図4である。どちらも、中国を含むアジア太平洋地域と欧州、北米での需要が大きいと予測している。しかし、旅客機のサイズ別の需要に対する見通しはボンバルディアとエンブラエルで少し異なっている。ボンバルディアは、東アジア・オセアニアと中国を合わせると、60～100席サイズの小型旅客機と100～150席サイズの小中型旅客機に対してほぼ同数の納入があると見積もっている。それに対してエンブラエルはアジア太平洋地域では、ターボプロップ機に対する需要がある程度あるため、それを除くと、70～90席サイズの小型ジェット機に対する需要よりも、より大型の90～130席サイズのジェット機に対する需要の方が大

きいと予測している。他方、北米に関しては、エンブラエルが70～90席サイズの小型ジェット機に対する需要が圧倒的に大きいと予測しているのに対して、ボンバルディアは、60～100席の小型サイズの旅客機よりは、より大きな100～150席サイズのジェット機に対する需要の方が大きいと予測している。

いずれにしても、リージョナルジェット機に対する需要は、今後20年間にかなりの伸びが期待できると予想されている。

なお、次節で紹介するMRJ開発の発端となった「環境適応型高性能小型航空機研究開発」プロジェクトの2006年の中間評価時点で、三菱重工業をはじめとする開発チーム側は、70～90席サイズのリージョナルジェット機の新規機材需要に関して、20年間で4,680機、そのうち北米と欧州でそれぞれ約1,500機ずつの需要が見込まれるという数字を出している³。

3. 三菱リージョナルジェット (MRJ) 開発の経緯と現状

MRJ開発の発端となったのは、経済産業省が策定した「民間航空機基盤技術プログラム」の一環として、当初は2003～2007年度の5年間で研究開発期間として募集が行われた「環境適応型高性能小型航空機研究開発」プロジェクトである。独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)から三菱重工業株式会社が助成事業者に選定され、富士重工業株式会社と財団法人日本航空機開発協会が共同開発に加わったほか、宇宙航空研究開発機構と東北大学が共同研究先となった。当初の研究開発の目標としては、①環境負荷低減、②操縦容易性の確保、③開発・生産システムの効率化の3つが設定された。このうち、1番目の環境負荷の低減は、具体的には機体の軽量化・低抵抗化と新エンジンの搭載により燃費の大幅向上を目標とした。当初は30～50席クラスのジェット旅客機の開発が想定されていたが、その後、目標席数は70～90席クラスへと変更された。

その後、「環境適応型高性能小型航空機研究開発」プロジェクトは、経済産業省が策定した「航空機・宇宙産業イノベーション・プログラム」の下で、2008～2013年度の6年間で第2期とする事業として継続的に実施された。第2期では、小型航空機の環境適用及び高性能化を目指す要素技術について、所要の試験を通じて技術開発の成果が実証された。

これらの補助金を受けて70～90席クラスの小型航空機の開発に取り組んできた三菱重工業は、2008年までにリージョナルジェット機の開発・生産の事業化を決定し、2008年4月1日付で100パーセント子会社の三菱航空機を設立した。三菱航空機に対しては、「先進操縦システム等研究開発」プロジェクト(2008～2015年度)や「炭素繊維複合材成形技術開発」プロジェクト(2008～2014年度)等を通じて、開発に対して国からの補助が行われた。当初、開発費は1500億円程度と見込まれており、国からの補助金がこれまでに合計で500億円ほど支出されたと言われている(川瀬, 2014a)。

³ (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)機械システム技術部(2006)に記載。

表1 MRJ 開発プロジェクトに支給された補助金一覧

(単位：百万円)

	炭素複合材成型技術開発（事業期間 2008～2014年 度）		先進空力設計等研究開発（事業期間 2008～2015年 度）		航空用先進システム基盤技術開発 （事業期間 2010 年度）			
年度	予算		予算		予算			
2008	3,510		4,100					
2009	6,776		4,100					
2010	1,462		3,330		292			
2011	1,158		3,330					
2012	1,158		3,330					
2013	54		1,050					
2014	64		990					
2015			950					
	小計	14,182	小計	21,180	小計	292	合計	35,654

注：「先進操縦システム等研究開発」プロジェクトに関しては基金化されているためここでは掲載していない。

出所：経済産業省『行政事業レビューシート』（http://www.meti.go.jp/information_2/publicoffer/review.htmlよりダウンロード可）を用いて筆者作成。

ここで、国からの補助金等の内訳を整理することにしよう⁴。表1では、プロジェクト別に年度ごとに補助金の予算額として計上されている項目について列挙している。ここには、「先進操縦システム等研究開発」プロジェクトに関しては記載していない。これは、当該プロジェクトへの国からの支援は基金化されており、したがって過去から積み立てられた予算から支出されているためである。年度ごとの積立額は基盤技術研究促進事業に関する基金シートから入手可能である。しかしながら、実際に「先進操縦システム等研究開発」プロジェクトへ毎年いくら支出されているかまでは、公開されている情報からは判断することができない。また、表1には予算として計上されている金額を記載しているが、執行が翌年以降に繰り越されている場合もある。全体として約500億円とされている補助金支出のうち、「先進空力設計等研究開発」プロジェクトの予算が211.8億円であり、その他のプロジェクトも加えると、356.5億円の補助金の支出が公開情報から確認できることが分かった。

しかし、MRJは2013年後半に予定していた初号機の納入を2018年までに5回延期し

⁴ なお、本稿では、公開情報から三菱航空機に支給されたことが確認できる補助金をまとめているにすぎず、WTOの「補助金及び相殺措置に関する協定」の第2条が定める「特定性」の該当可能性について判断するものではない。

ており、2018年時点では2020年半ばに初号機の納入を予定している。こうした度重なる納期の延期により、開発期間が当初の見込みよりも大幅に延長され、2018年までに支出された開発費用は4,000～5,000億円にまで膨らんだと言われている（日経ビジネス、2017）。2018年3月期の決算公告によると、三菱航空機は、営業損益は559億円の赤字、純損益は589億円の赤字で、累積赤字が2,100億円になり、その結果1,100億円の債務超過に陥った。債務超過額は前年の2017年3月期と比べて2倍以上に膨らんだ（新井、2018）。その後、三菱航空機の親会社である三菱重工業が2018年10月末に2200億円の財政支援の実施を発表した（山田、2018）。内訳は1700億円の増資と500億円の債務放棄であり、これにより債務超過の状態が解消されることになった。

MRJを取り巻く厳しい状況は開発の遅れだけではない。三菱航空機によれば、MRJは全日本空輸（ANA）からの25機（仮発注10機を含む）をはじめ、日本航空の他、米国のトランス・ステイツ航空やスカイウェスト航空などの北米の航空会社を中心に、2016年までに合わせて423機を受注（うちオプションが180機）したが、2017年に米国のイースタン航空が経営破綻したのに伴い、同社から受注していた20機が2018年になってキャンセルされた。

さらに、リージョナルジェット機産業において企業の再編が進んでいる。エアバスは2018年7月にリージョナルジェット機の主力メーカーであるボンバルディアの座席数100～150席の小型機「Cシリーズ」を傘下に収めた。これにより「Cシリーズ」は「A220」に名称変更された。また、2018年7月には、ボーイングがリージョナルジェット機のもう1つの主力メーカーであるエンブラエルと2019年後半までに合弁会社を設立することで合意したことが発表された（吉川、2018b）。このように、リージョナルジェット機産業の競争関係が大きく変化しており、MRJも今後その影響を強く受けることになる可能性が高いと予想される。

4. 関連する先行研究のサーベイ

本節では、本稿と関連する先行研究について概観する。

航空機産業は規模の経済性と学習効果が働く、典型的な国際寡占競争産業である。また、米国のボーイング社と欧州のエアバス社との間で貿易紛争が繰り返されてきたことから、戦略的貿易政策の典型例として、多くの先行研究で取り上げられてきた。しかし、ボーイングとエアバスの貿易紛争が念頭に置かれてきたためか、先行研究のほとんどは中大型航空機産業を対象とした分析を行ってきた（Benkard, 2004, Irwin and Pavcnik, 2004, Klepper, 1990, Pavcnik, 2002）。筆者らの知る限りでは、これまでにリージョナルジェット機産業を対象に理論分析または実証分析を行った経済学的研究はほとんどない⁵。

⁵ リージョナルジェット機産業を扱った論文としては、Goldstein and McGuire (2004)とVértesy (2017)があるが、前者は政治経済学的な観点からの考察に留まっている。後者もリージョナルジェット機産業における変化について分析を行っているものの、理論モデルによる分析や計量的な分析を行っているわけではない。

航空機産業に関する実証研究の主な先行研究としては次のようなものがある。まず、Klepper (1990)は、欧州政府による補助金によってエアバスが市場参入した効果をカリブレーションして分析した。その結果、厚生効果としては、ボーイングによる独占の場合と比較すると、エアバスが参入することで、欧州では 77 億ドル分、世界の欧州と米国以外の国々 (ROW) では 136 億ドル分の厚生改善効果がそれぞれある一方で、米国は 950 億ドルの厚生損失を被るため、世界全体では 736 億ドル分の厚生損失が発生するという結果を得た。他方、ボーイングとマクドネル・ダグラス(MD)による複占の場合と比較すると、エアバスの参入により、欧州は 37 億ドルの厚生損失、ROW も 10 億ドルの厚生損失を被るものの、米国では 106 億ドルだけの厚生改善があるため、世界全体では 59 億ドル分の厚生改善があるという結果が得られた。

また、Irwin and Pavenik (2004)は大型機を巡るボーイングとエアバスの競争を分析した。彼らは離散選択確率効用モデルによる航空機需要とマークアップの構造推定を行った。推定結果を用いて、①1992 年の EC—米国民間航空機協定の影響と、②エアバスの A380 の導入の影響について、それぞれシミュレーション分析を行った。主な分析結果として、まず 1992 年の EC—米国民間航空機協定の影響については、補助金カットにより航空会社の限界費用が 5~10%程度上昇し、その結果航空機の価格が 3.7~7.5%程度上昇したという結果を得た。また、A380 の導入の影響については、ボーイングの B747 のシェアを最大 14.8% 縮小させるものの、エアバスの大型機市場における既存製品のシェア縮小幅の方が大きく、B767 等の中型機への影響は比較的小さいというシミュレーション結果を得た。

次に関連する理論研究として、必ずしも航空機産業を念頭においた分析ではないものの、いくつか本研究と関連する理論研究を挙げる事ができる。本研究では、中間財部門（上流産業）とそれを利用して生産される最終財部門（下流産業）から成る垂直取引関係がある産業において、最終財部門の新規参入企業に対する研究開発補助金の効果について分析する。それに対して、国際貿易の分野で垂直取引関係をもつ産業に対する政策の効果を分析した先行研究としては、例えば、Bernhofen (1997)、Ishikawa and Spencer (1998)、Hwang, Lin and Yang (2007)がある。しかしながら、これらの研究は、課税や輸出補助金などの貿易政策に注目しており、R&D 補助金のような産業政策に関する政策については行われていない。開放経済を仮定した企業の戦略的な関係と R&D 投資に関する研究としては、Leahy and Neary (1999)を挙げる事ができる。彼らは、第三国市場モデルを用いて国内での波及的便益（スピルオーバー）だけでなく、国内企業の研究開発の成果が海外の企業へスピルオーバーするケースの分析も行っている。その上で、レントシフト効果の大きさが、最適な R&D 補助金の符号に与える影響について明らかにしている。また、Leahy and Neary (2001)は、様々なモデルの特定化を行い、R&D 投資がライバル企業に与える影響や、市場の戦略的代替／補完関係に関する分析を行っている。

また、中間財部門と産業政策についての研究として、Wong and Lin (2011)は、最終財企業への R&D 補助金についての分析を行っている。彼らは、最終財部門が数量競争と価格競

争のそれぞれの場合について、スピルオーバー効果の大小によって、最適な R&D 補助金の符号が決まることを明らかにした。また、R&D 補助金の導入は、中間財に対する需要を増加させるが、同時に中間財に対する交易条件を悪化させることも明らかにした。

さらに、Banerjee and Lin (2001)は、閉鎖経済下において独占企業である上流企業と寡占競争に直面した下流企業の垂直取引関係における R&D について分析した。上流企業が下流企業を共同 R&D のパートナーに加えることを考え、R&D に対する 2つの費用負担方法を検討している。一つ目は研究開発にかかわるすべての企業が等しく費用を負担する方法で、もう一つは上流企業が一定の費用を負担し残りは下流企業が等しく分ける方法である。このような負担方法の違いによって、共同 R&D に参加する企業数の望ましい水準がどのように異なるのかを明らかにしている。また、最適な共同 R&D の規模や総余剰に対する影響についても明らかにしている。他方、Banerjee and Lin (2003)は、垂直取引関係のある上流企業と下流企業が存在する下で、下流企業による費用削減型 R&D のインセンティブについて分析した。彼らの分析によれば、下流企業の R&D は、中間財の価格の上昇をもたらし、結果として下流企業の費用削減を相殺してしまうことがある。一方で、R&D によってライバル企業に対して優位に立てることから利益を得ることができる。全体として、下流企業が寡占であれば、独占の場合よりも多くの R&D 投資を行うこととなることを明らかにした。

これらの先行研究があるなかで、本研究では補助金を得るのは最終財企業であるが、それに伴って中間財企業が R&D を行うという設定が、先行研究にはない新しい点である。また、R&D による新たな技術のスピルオーバーが、中間財企業を通じて他の最終財企業に伝わるという点についても先行研究とは異なっている。その結果、先行研究では明らかにされてこなかった理論的帰結を示しており、単にリージョナルジェット機産業に関する分析にとどまらず、潜在的には他の産業にも適用可能なインプリケーションが得られる。なお、本研究では、最適な補助金の水準に関する分析は行わず、外生的な補助金水準の下で総余剰が上昇する可能性について議論を行う。

5. MRJ を巡る貿易紛争の可能性

5.1 リージョナルジェット機産業を巡る貿易紛争

航空機産業における貿易紛争としては、米国のボーイング社と欧州のエアバス社を巡る米国と EC との間の度重なる貿易紛争がよく知られている。他方、リージョナルジェット機産業を巡る貿易紛争としては、カナダとブラジルの間で 1990 年代終わり頃から 2000 年代初頭にかけて、WTO において互いに提起されてきた (Goldstein and McGuire, 2004)。

最初は、エンブラエル社の輸出に対して供与されるブラジルの輸出ファイナンスプログラム(Proex)と呼ばれる利子補給制度の輸出補助金該当性を巡って、1996 年 6 月にカナダが WTO における当事国間の協議要請をした⁶。二国間協議が不調に終わったことを踏まえて、

⁶ ブラジルとカナダの間の小型民間航空機を巡る一連の WTO 貿易紛争に関しては、松下他(2009)、Goldstein and McGuire (2004)などを参照。本節の記述は主に松下他(2009)に基づく。

カナダがパネルの設置を要請した。途中で要請撤回、再要請などを経て、最終的に 1999 年 4 月にパネルの報告書が提出された。パネルの判断は、ブラジルの措置は WTO 補助金相殺措置 (SCM) 協定 3.1 条(a)が禁止する輸出補助金に該当するとともに、ブラジルは輸出補助金の水準を引き上げ、8 年経過後も輸出補助金を廃止せず、SCM 協定 27.4 条に違反するというものだった。1999 年 8 月に出された上級委員会報告は、これらのパネルの判断を支持するものだった。他方、これに対抗して、1997 年にブラジルは、ボンバルディア社の輸出に供与されるカナダの輸出開発公社による融資や債務保証、テクノロジー・パートナーシップ・カナダ(TPC)プログラムによる資金供与等の輸出補助金該当性を巡って WTO にカナダとの協議を要請した。協議不調により、1997 年 7 月にブラジルはパネル設置を要請し、1999 年 4 月にパネル報告が出された。カナダ側は TPC プログラムが法令上も事実上も輸出を行うことを事業支援の条件とはしておらず、輸出補助金には該当しないと主張したが、パネルは、TPC の援助は事実上輸出が行われることに基づく補助金を構成していると判断し、SCM 協定 3.1 条(a)と 3.2 条に違反するとした。1999 年 8 月に出された上級委員会報告はパネルの判断を支持した。その後も、カナダとブラジルの間では、履行確認や対抗措置仲裁、継続案件の提訴などが繰り返されてきている。

5.2 MRJ に関する貿易紛争

MRJ はまだ実際に市場に参入していないため、2018 年末時点では実際の貿易紛争には発展していない。しかし、2020 年に初号機が納入されて商業飛行が開始されると、WTO において MRJ に対する公的支援を巡って貿易紛争が起きる可能性が懸念される。

既にブラジル政府は、2011 年 2 月に WTO の対日貿易政策審査会において、MRJ の輸出に適用される航空機専用の貿易保険について輸出補助金該当性を指摘している。また、2013 年 10 月に WTO の補助金・相殺措置委員会で、MRJ に対する日本政府の資金援助の規模に関する情報開示を要請している (川瀬, 2014a)。

第 3 節で紹介した NEDO などを通じた研究開発補助金に加えて、「アジア No.1 航空宇宙産業クラスター形成特区」が設けられている。この制度は、国によって愛知県や名古屋市、小牧市などが指定され、MRJ やボーイング 787 型機の部品を生産する企業や宇宙産業に関する企業や大学を含めた団体に対する特別な支援措置である。MRJ に関するものとしては、複合素材からなる MRJ の航空機の機体の研究開発及び製造に関する事業者に対して法人税制優遇が取られている。また、指定された金融機関に対して、MRJ の開発と生産のための体制を整備するために必要とされる資金を貸し付けるといった利子補給が行われている。さらには、該当する事業者に対しては、地域において講ずる措置として、地方税の減免や補助金や融資の制度の整備、規制緩和等が地方公共団体によって個別に行われている。これらの措置は、MRJ の部品開発及び製造企業に対して行われている。しかし、特に前者に関しては、その目標が「航空宇宙産業の生産高増加とそれによる国際市場における市場シェア拡大」と明記されていることは注意すべきであろう。これらの支援策について川瀬 (2014b) は

過去の WTO 紛争において問題となった措置と同種であるという点を指摘している。そのため、今後早い段階で SCM 協定に抵触する可能性を問われるかもしれない。したがって、MRJ に対する公的支援の SCM 協定適合性を検討しておくことには意義があると考えられる。

6 航空業界の環境規制と MRJ の環境性能

6.1 航空業界を取り巻く環境規制

本節では、航空業界における環境規制と MRJ の環境性能について概観する。

まず、航空業界における環境問題は、大きく騒音と排気ガスによる汚染が存在する。前者については、1970 年代から規制が導入され幾度となく改定されているが、現在も騒音の大きい旧型機が継続して就航している場合もある。騒音問題は、局所的な環境問題であり各国や地域で対策をとられることがある。例えば、騒音が大きな航空機であれば着陸料を引き上げるなどの対策が取られている（国土交通省, 2014）。

他方、排気ガスによる問題は、局所的な大気汚染と地球温暖化にも発展する地球規模での大気汚染に分けられる。特に地球温暖化に関しては、古くから議論がおこなわれていたわけではない。地球温暖化に関する最初の具体的な国際的な取り組みは、1997 年の京都議定書が挙げられる。京都議定書においては、航空機からの温室効果ガスへの取り組みを明示的に取り入れられることはなかった。それにもかかわらず、航空機からの温室効果ガスの排出は非常に多いため、京都議定書の採択を受けて国際民間航空機関（International Civil Aviation Organization: ICAO）においても 2001 年に環境に対する取り組みが行われることとなった。2001 年の ICAO の総会においては、燃料消費と関係することから、各航空機会社の自主的な努力による取り組みが決議されている（佐々木, 2008）。しかしながら、それでは不十分であったためか、2010 年と 2013 年の各 ICAO の総会においては、目標達成の手段として、新技術の導入、運航方式の改善、バイオ燃料の活用、排出権取引が検討されている。2016 年の ICAO の総会で採択された重要な事柄としては、2020 年以降の CO2 総排出量を増加させないことが挙げられる。ただし、2021 年から 2026 年までは国ごとの自発的な参加とされ、2027 年から 2035 年には義務的な取り組みとなる予定である（国土交通省, 2016）。このため、2027 年の義務的な取り組みとなって以降、国際的な排出権取引が導入されるなど、ますます環境規制が厳しくなるのではないかと考えられる。

6.2 MRJ の環境性能

上記のように、航空業界で環境規制が厳しくなるなか、MRJ は、開発の発端となったプロジェクトが環境性能の優れた小型旅客機の開発であったことから分かるように、開発当初から環境性能を重視してきた。

三菱航空機の資料によると、MRJ は最新の騒音基準や排出ガス基準を十分に満たす同クラスで最も静かで最もクリーンなリージョナルジェットとして販促活動を行っている。さ

らに具体的には、排ガスに関しては 2010 年に採択された ICAO の最新の排ガス基準 CAEP/8 を、騒音に関しては ICAO の CAEP Chapter 14 の騒音基準をそれぞれクリアするとしている。

これらは理論値であり、実際には 2016 年に開催されたシンガポール・エアショー2016 に出展された時点では、騒音に関しては計算していた数値よりも低いレベルで飛んでいるとアピールを行っていた(日本経済新聞 地方経済面 中部 2016/02/13 7 ページ)。しかし、シンガポール・エアショー2016 の開催は 2 月であった。MRJ の初飛行は 2015 年 11 月 11 日であったことと、その後主翼の強度不足などの問題があったことを考えると、実際にはそれほど多くの試験飛行を行ってはいない。そのため、理論上の数値と実際の数値の違いは明確ではない。

さらに、環境に関する問題は、採用するエンジンによるところが大きい。旅客機のエンジンに関しては、プラットアンドホイットニー社(以下、P&W)とゼネラル・エレクトリック社(以下、GE)が航空機メーカーへ納入している。MRJ、エンブラエル E2 シリーズ、ボンバルディア C シリーズには、P&W 社と MTU エアロ・エンジンの共同開発である PW1000G 系のエンジンが搭載される。MTU エアロ・エンジンによると、NO_x の排出量は、どのエンジンにおいても ICAO の CAEP/6 と比較し 50 から 55%ほどのマージンがある。また、燃費に関しては、どのエンジンにおいても 12 から 16%ほどと同程度の効率化がみられる。特記すべき点は、MRJ に搭載予定の PW1200G の騒音に関しては 15 デシベル程度の軽減がみられる。一方で、C シリーズに搭載される PW1500G は 20 デシベル、E2 シリーズに搭載される PW1700G や PW1900G は 15 から 20 デシベルの軽減となる。つまり、MRJ 搭載のエンジンがその他の機種搭載エンジンと比べて、同等かやや劣る結果となっている。また、CO₂ の排出に関しても、MRJ に搭載予定の PW1200G は他のエンジンと同等かやや劣ることとなっている。

しかし、開発時期を確認すると、PW1000G 系のエンジンについては、少なくとも三菱重工は当該エンジンの搭載を 2007 年 10 月 9 日時点で発表している。さらに言えば、2003 年の経済産業省が環境適応型高性能小型航空機計画として発表している。これは、地球温暖化に関する ICAO の取り組みを支持した取り組みであったといえる。P&W における当該エンジンに関しては、それまでにも開発はしていたであろうが、PW1000G と命名されたのは 2008 年のことである。また、ボンバルディア C シリーズは 2008 年、A320neo は 2010 年 12 月にエンブラエル E2 シリーズは 2013 年にそれぞれローンチを発表している。ロシアで開発中の MS-21 への搭載は、2009 年 12 月 10 日に発表されている。このことから、MRJ が環境にやさしいエンジンの導入を発表し、競合する他社はそれに追随し、新たなエンジン搭載可能な機材の開発に動いたと考えることができる。

このように環境性能において先行した MRJ ではあるが、度重なる納期の延期の結果、MRJ は計画段階から 10 年近くを費やすことになったため、競合他社も環境に適した最新のエンジンを採用している。したがって、競合他社より先行した環境に関する優位性は失わ

れる結果となっている（日本経済新聞 2017 年 6 月 20 日朝刊 14 面）。

7. 理論モデルによる分析

前節までのリージョナルジェット機産業の現状及び MRJ 開発の経緯を踏まえて、本節では、公的支援を受けた企業がリージョナルジェット機産業に新規参入する効果について、経済理論のモデルを用いた分析を行う。

7.1 市場の設定

B 社が独占的に供給しているある最終財市場に対して、J 国の M 社が新規参入を検討しているとする⁷。ただし、B 社は、J 国以外の国の企業とする。また、最終財の市場は、第三国にあるとする。また、本モデルにおけるゲームは3期から成り、各期はさらに 2~4 段階になっている。最終財の消費者の逆需要関数は各期において共通で、

$$p = a - X = a - (x^B + x^M) \quad (1)$$

という線形の関数で与えられると仮定する。ここで、 p は最終財の価格、 $a(> r)$ は定数、 $x^i, i = B, M$ は*i*社の生産量を表す。

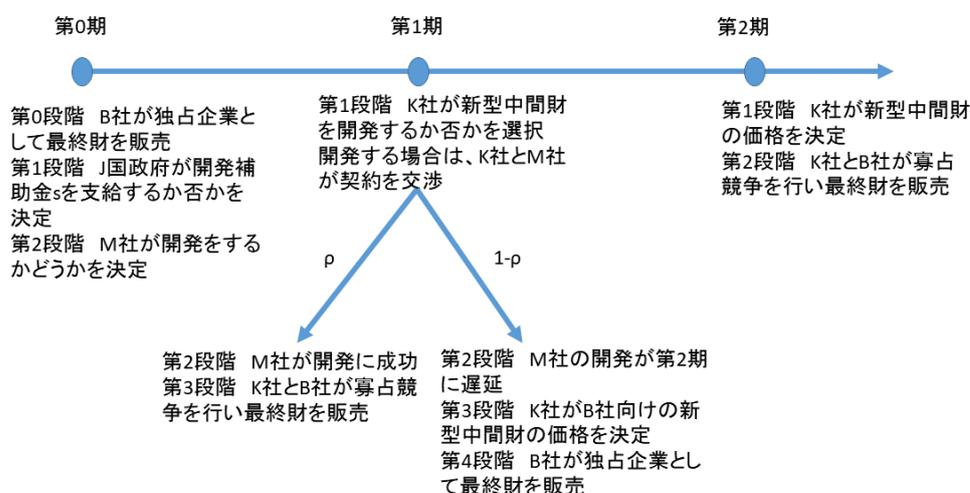


図 5 ゲームのタイミング

ゲームのタイミングは、図 5 のようになっている⁸。最初に第0期において、第1段階に J 国政府が M 社に対して s ドルの開発補助金を支給するか否かを決定する。次に、第2段階

⁷ ここでは分析を簡単にするために M 社の参入前の市場構造を独占と仮定しているが、寡占市場であっても分析の本質は変わらない。

⁸ 図 5 は、展開型ゲームの木ではなく、ゲームのタイミングを便宜的に図示したものである。

において M 社が F ドルをかけて新製品の開発を行うかどうかを決定する。開発に成功して第1期から M 社が市場に参入できる確率は ρ で、開発に時間がかかり、市場に参入できるのが第2期に遅れる確率が $1 - \rho$ だとする。分析の単純化のために割引率は無視する。

この最終財は、中間財を投入して生産される。既存の中間財は競争的に供給され、価格は r である。また、外国に立地する中間財企業 K が R&D を行うことで、新型中間財を生産することができる。新型中間財は、既存の中間財と比較し、環境性能の優れた製品となっている。

第1期において、まず第1段階に K 社は、第0期に M 社が新製品を開発する選択をしたか否かを知った上で新型中間財の開発を行うか否かを選択する。新型中間財の開発を行う場合は M 社との間で契約に関する交渉を行う。第2段階において M 社が第1期に参入できるか否かが明らかになる。第3段階には、K 社が（第1期に新型中間財の開発を選択したときのみ）中間財の価格を決定する。第4段階は、最終財企業によるクールノー競争が行われる。

K 社は、M 社からの委託を受けて新型中間財の開発を行うと想定する。したがって、新型中間財は M 社が第0期に新規製品の開発を行う決定をした場合にのみ生産されるようになる。これは、M 社が第1期に参入できるか否かには依存しない。K 社が新型中間財を開発する費用は G で、生産にかかる限界費用は r と仮定する。また、K 社と M 社との間の交渉により、新型中間財の開発から得られる利潤を最大化するために、K 社は M 社に対して限界費用に等しい価格 r で新型中間財を供給する契約を結ぶものとする。その見返りに、M 社は新型中間財の開発にかかる費用の一部を負担するとともに、第1期と第2期に得られる利潤の一部を K 社に移転支払をする契約を結ぶ。ここでは分析を単純にするために、M 社は開発費用の半分を負担し、利潤の半分を K 社に支払うと仮定する。さらに契約の一部として、M 社が第1期に参入できたときには、第1期には M 社にだけ新型中間財を納品することを K 社は約束する。しかし、M 社が第1期に参入できなかったときには、参入遅延による損失を補償するという意味で、第1期に B 社に新型中間財を納品することが許容される（ただし、その場合に K 社は追加的な開発費用をかけなければならない）。他方、第2期には、K 社は、すべての最終財企業と取引ができる⁹。K 社が B 社につける新型中間財の価格は q^B とする。K 社は每期、利潤を最大化する q^B を選択する。

なお、第1期において M 社が新製品を開発し、第1期において K 社が新型中間財を開発する部分ゲームでは、第2期は2段階になっていて、第1段階で K 社が（B 社向けの）中間財価格を決定する。第2段階は最終財企業 2 社によるクールノー競争である。

7.2 第0期の分析

まず、M 社の参入前の第0期の状況を分析する。M 社の参入前の当該最終財市場は B 社

⁹ 解釈としては、K 社は各最終企業に少しずつ異なる仕様の中間財を生産しなければならないが、M 社向けに開発した中間財を B 社向けに仕様を変えるのには少し時間がかかる。第1期に K 社向けの開発を行い、それを第2期に B 社向けの仕様に調整することには費用はかからないが、第1期に B 社向けの仕様にするためには、追加の費用をかける必要があるということである。

による独占で、中間財は既存中間財のみが利用可能である。既存中間財を利用すると、中間財の購入価格に加えて、環境基準を満たすために追加的な単位費用**b**がかかると仮定する。

B社は中間財の価格**r**を所与として、利潤 $\pi^B = (p - b - r)x^B$ の最大化を行う。逆需要曲線(1)を代入し、B社の利潤最大化問題を解くことによって均衡における生産量と利潤は

$$x_0^B = (a - b - r)/2, \quad \pi_0^B = (x_0^B)^2 \quad (2)$$

である。ただし、右下添え字の0は、第0期の均衡における変数であることを表している。

7.3 第1期の分析

7.3.1 M社が参入できないケース

次に第1期の分析をする。M社が製品開発をしても、 $1 - \rho$ の確率で開発に時間がかかり、市場に参入できるのが第2期に遅れる可能性がある。その場合は、K社が開発した新型中間財は第1期においてB社に販売できる。

新型中間財は従来品よりも環境性能が優れているなど機能面で優位であることから、この新型中間財を投入することで、B社は環境基準を満たすことができ、追加的な単位費用**b**がかからなくなると仮定する。

B社は、中間財の価格 q^B を所与として第0期と同様に独占企業として利潤 $\pi^B = (p - q^B)x^B$ を最大にするように行動する。(1)式を代入し、均衡における生産量と利潤はそれぞれ

$$x_m^B = (a - q^B)/2, \quad \pi_m^B = (x_m^B)^2 \quad (3)$$

である。ただし、右下添え字のmは、第1期にM社が参入できなかった場合の均衡における変数であることを表す。

これを受けてK社は利潤を最大化するように価格 q^B を設定する。1単位の最終財に1単位の中間財が必要だと仮定すると、中間財の需要は最終財の生産量に等しく x_m^B である。したがって、K社の利潤は

$$\pi^K = (q^B - r)x_m^B - g \quad (4)$$

と表すことができる。ただし、**g**は、K社が新型中間財を急遽第1期にB社仕様に調整するのにかかる固定費用を表す。利潤最大化の1階条件より、最適な価格は

$$q_m^B = (a + r)/2 \quad (5)$$

である。しかし、 $x_m^B \geq x_0^B$ でないとB社は新型中間財を購入せず、既存の中間財を利用し続ける。この制約は、K社のつける価格に $q_m^B \leq b + r$ という条件を課すことで満たされる。(5)式を代入して解くと、

$$b \geq \frac{a-r}{2} \quad (6)$$

が得られる。つまり、新型中間財を利用することによる限界費用の減少分**b**が(6)式の条件を満たすほど大きいときは、K社は(5)式で与えられる独占価格をつけることができる。それ以外は $q = b + r$ という価格をつける。(5)式を(3)式に代入すると、K社が独占価格をつけるときのB社の生産量と利潤は

$$x_{mm}^B = (a - r)/4, \quad \pi_{mm}^B = (x_{mm}^B)^2 \quad (7)$$

である。ただし、右下添え字の mm は、第1期に M 社が参入できなかった場合に、K 社が独占価格を付けた時を表す。他方、K 社が $q = b + r$ という価格をつけるときの生産量は(2)式に等しくなる。

7.3.2 M 社が参入できたケース

M 社が製品開発を行うと、確率 p で第1期から市場に参入できる。このとき、第1期には M 社だけが K 社の生産する新型中間財を購入することができ、B 社は既存の中間財を購入しなければならない。

既存企業の B 社に対して、新規参入企業である M 社は生産費用面で劣っていると仮定する。単純化のために、M 社は $c > 0$ だけ限界費用が高いと仮定する。このため、B 社は $\pi^B = (p - r)x^B$ を最大化する生産量を選択するのに対して、M 社は $\pi^M = (p - c - r)x^M$ を最大化する生産量を選択する。ゲームは同時手番のクールノー競争である。なお、7.1 節で説明したように、K 社は M 社に対して新型中間財を常に価格 r で供給するため、M 社の利潤式にはそれが反映されている。(1)式を代入し、各社の利潤最大化の 1 階条件から反応関数を求めてナッシュ均衡を求めると、均衡における生産量は

$$x_d^B = \frac{a-2b+c-r}{3}, \quad x_d^M = \frac{a+b-2c-r}{3} \quad (8)$$

であり、各社の利潤は

$$\pi_d^B = (x_d^B)^2, \quad \pi_d^M = (x_d^M)^2 \quad (9)$$

である。ただし、右下添え字の d は、第1期に M 社が参入できた場合のナッシュ均衡における変数であることを表す。

7.4 第 2 期の分析

第 2 期は 2 社による複占競争で、かつ 2 社とも K 社が生産する新型中間財を購入できる。ただし、M 社は、新型中間財を r で購入するが、B 社は K 社が独占企業として利潤を最大にする価格で購入するか否かを決定する。

B 社は $\pi^B = (p - q^B)x^B$ を最大化する生産量を選択するが、M 社は限界費用が他社よりも $c > 0$ だけ高いため、利潤 $\pi^M = (p - c - r)x^M$ を最大化する生産量を選択する。(1)式を代入し、各社の利潤最大化条件から反応関数を求めてナッシュ均衡を求めると、均衡における生産量は

$$x_2^B = \frac{a+c+r-2q^B}{3}, \quad x_2^M = \frac{a-2c-2r+q^B}{3} \quad (10)$$

であり、各社の利潤は

$$\pi_2^B = (x_2^B)^2, \quad \pi_2^M = (x_2^M)^2 \quad (11)$$

である。ただし、右下添え字の 2 は、第2期の第 2 段階の分析を表す。

K 社の利潤は、B 社へ販売する収入から、B 社に新型中間財を販売することによって生

じる M 社の利潤のうちの自社の取り分の減少分を引くことになる。したがって、K 社は、

$$\pi_2^K = (q^B - r)x_2^B - \frac{1}{2} \left[\left(\frac{a + b - 2c - r}{3} \right)^2 - \left(\frac{a - 2c - 2r + q^B}{3} \right)^2 \right]$$

を最大化する価格 q^B を選択する。1 階条件より、

$$q_2^B = \frac{4a + c + 7r}{11} \quad (12)$$

が求められる。7.3.1 項の場合と同様に、新型中間財を利用することで、そうでない場合よりも利潤が低下するのであれば各社は新型中間財を購入しない。ただし、M 社はすでに購入を契約しているため、ここでは B 社について検討をする。K 社のつけられる価格には、(8)式と(10)式より $q_2^B \leq b + r$ という制約が課せられる。(12)式を代入して解くと、

$$b \geq \frac{4a + c - 4r}{11} \quad (13)$$

が得られる。この条件が満たされるとき K 社は(6)式で与えられる独占価格を選択し、それ以外では $q = b + r$ という価格をつける。K 社が独占価格をつけるときの各社の生産量と利潤はそれぞれ

$$x_{2d}^B = \frac{a + 3c - r}{11}, \quad x_{2d}^M = \frac{5a - 7c - 5r}{11} \quad (14)$$

$$\pi_{2d}^B = (x_{2d}^B)^2, \quad \pi_{2d}^M = (x_{2d}^M)^2 \quad (15)$$

である。ただし、右下添え字の $2d$ は、第2期において中間財企業が独占価格を付けたときを表す。他方、中間財価格が $q_2^B = b + r$ のときの各社の生産量は、7.3.1 項で M 社が K 社から中間財を購入しない場合に等しく、次の通りである。

$$x_d^B = \frac{a - 2b + c - r}{3}, \quad x_d^M = \frac{a + b - 2c - r}{3} \quad (16)$$

7.5 第0期における M 社の選択と開発補助金

第0期において、M 社は期待利潤に基づいて新製品の開発を行うか否かを選択する。J 国にとっては、M 社が新製品を開発して市場に新規参入すると、第2期において（貨幣単位で） SP だけのスピルオーバー（波及）効果が得られると仮定する。しかし、このスピルオーバー効果は M 社自身が得られるか、または J 国の他社が得るか、あるいは M 社が J 国内の他社と分け合うかは第1期の時点では不明であり、M 社の開発決定時には考慮されない。以下の不等式が成立すると仮定する。

$$\frac{(\rho\pi_{1t}^M + \pi_2^M)}{2} < F + \frac{G}{2} \quad (17)$$

なお、J 国以外の国にもスピルオーバー効果が及ぶ可能性があるが、ここでは明示的に示さない。

M 社が新製品の開発を行うのは、期待利潤 $E\pi^M$ が非負のとき、すなわち

$$E\pi^M = \frac{(\rho\pi_{1t}^M + \pi_2^M)}{2} - F - \frac{G}{2} + s \geq 0 \quad (18)$$

が成立するときである。したがって、(17)の仮定の下では、政府からの補助金が $s = 0$ のと

き、M社は新製品の開発を選択しない。

7.6 開発補助金の効果

前節のモデル設定では、開発補助金が支給されなければM社は新製品の開発を行わず、市場への参入もしない。M社が参入しないと、B社にとっては、従来通りの独占が維持されるというメリットはあるが、その一方で新型中間財が生産されないというデメリットもある。

他方、J国政府にとっては、SPだけのスピルオーバー効果はいずれにしてもJ国の経済厚生の一部になる。そのため、SPが十分に大きければ、開発補助金を支給してM社に参入させることが厚生の改善をもたらす。M社の参入によって中間財生産者のK社が新型中間財を生産するようになり、その恩恵はB社にも波及するが、J国政府はその分を便益には算入しない。

J国にとって、補助金 s を支給してM社が新製品を開発することの厚生効果 W は

$$W = \frac{(\rho\pi_{mm}^M + \pi_{2d}^M)}{2} - F - \frac{G}{2} + SP \quad (19)$$

である。なお、補助金 s は政府とM社との間の所得移転であるため、(19)式には現れない。そのとき、SPが十分に大きければ、 $W > 0$ であり、補助金 s を支給してM社が新製品を開発することはJ国の厚生を改善する。

他方、B社に対する影響は次の通りである。単純化のために割引率は無視して、2期間の期待利潤の合計で、J国政府が補助金を支給してM社が新製品を開発した場合と、補助金が支給されず、M社が新製品を開発しなかった場合とを比較する。まず、M社が新製品を開発しなかった場合の2期間の利潤の合計は、(2)式より

$$E \sum \pi_n^B = 2\pi_0^B = \frac{(a-b-r)^2}{2} \quad (20)$$

である。次に、M社が新製品を開発した場合の2期間の期待利潤の合計は、(7)式、(9)式、(15)式より

$$\begin{aligned} E \sum \pi_e^B &= (1-\rho)\pi_{mm}^B + \rho\pi_d^B + \pi_{2d}^B \\ &= (1-\rho)\frac{(a-r)^2}{16} + \rho\frac{(a-2b+c-r)^2}{9} + \frac{(a+3c-r)^2}{121} \end{aligned} \quad (21)$$

である。したがって、 $E \sum \pi_e^B \geq E \sum \pi_n^B$ であれば、M社が新製品を開発することによって、B社の期待利潤は増加する。つまり、B社の期待利潤が増えるのは、M社の参入により、B社の市場シェアは独占から寡占になることによって低下するものの、B社にとって新型中間財の導入によりコスト削減が進むこと (b が大きい)、またM社はB社よりも生産効率が低い (c が大きい) 場合に成立する傾向にある。

ここで、B社の期待利潤が増加する条件は、

$$E \sum \pi_e^B \geq E \sum \pi_n^B$$

$$\begin{aligned}
&\Leftrightarrow (1-\rho)\pi_{mm}^B + \rho\pi_d^B + \pi_{2d}^B \geq 2\pi_0^B \\
&\Leftrightarrow \rho \leq \frac{(x_{mm}^B + x_0^B)(x_{mm}^B - x_0^B) + (x_{2d}^B + x_0^B)(x_{2d}^B - x_0^B)}{(x_{mm}^B + x_d^B)(x_{mm}^B - x_d^B)} \\
&\Leftrightarrow \rho \leq \frac{9}{121} \left[\frac{121(3A-2b)(2b-A) + 4(13A-11b+6c)(11b-9A+6c)}{(7A-8b+4c)(8b-A-4c)} \right] \quad (22)
\end{aligned}$$

と、導出することができる。ただし、 $A \equiv a - r$ であり、また、この条件式は、 $x_{mm}^B - x_d^B > 0 \Leftrightarrow -A + 8b - 4c > 0$ を仮定している¹⁰。この仮定より、(22)式の3行め右辺の分母は正である¹¹。また、(22)式3行め右辺の分子の第1項は(6)式の仮定により正となっている。しかし、分子の第2項の符号は確定することができない。もし $-9A + 11b + 6c \geq 0$ が満たされれば、分子の第2項は非負となる。これは、B社が既存中間財を使って独占だったときよりも、新型中間財を使って複占になる方が売上げが増加する場合である。その場合、(22)式はいっそう満たされやすくなる。しかし、 $-9A + 11b + 6c < 0$ であっても、分子の第1項が十分に大きく、かつM社が第1期に参入できる確率が十分に小さければ(ρ が小さい)、(22)式が満たされる可能性はあり、B社の期待利潤が増加する可能性は十分にある。

ここまでの議論を確認するために数値例を利用して確認してみよう。

表2 数値例を用いたB社の利潤

	$E \sum \pi_n^B$	$E \sum \pi_e^B$	π_0^B	π_{mm}^B	π_d^B	π_{2d}^B
数値例1	4.5	9.05604	2.25	5.0625	1	5.0625
数値例2	4.5	4.86717	2.25	5.0625	0.444444	1.19008
数値例3	8	10.8588	4	5.0625	2.77778	6.02479

注：数値例1は $a = 10, b = 6, c = 6, r = 1, \rho = 0.5$ を、数値例2は $a = 10, b = 6, c = 1, r = 1, \rho = 0.3$ を、数値例3は $a = 10, b = 5, c = 6, r = 1, \rho = 0.1$ をそれぞれ仮定している。

例えば、数値例1の場合は、M社の参入によってB社の期待利潤はそうでないときよりも増加する。ここでも確認できるように、もし第1期にM社が参入できた場合は、B社の利潤は低下する。つぎに数値例2について確認してみよう。数値例1との違いは、 c と ρ が小さいところである。このため、M社の参入が起これば、競争の激化によって π_d^B と π_{2d}^B は減少する。したがって、数値例2では、数値例1の場合とことなり、参入の成功確率が小さい場合でないとB社は期待利潤を増加させることができない。そのため、数値例1と同じ開発成功確率とした場合、M社の利潤は低下する。最後に、数値例3は、数値例1から c と ρ

¹⁰ M社が第1期に参入できず、B社が新型中間財を利用して独占企業として供給するときの生産量(x_{mm}^B)の方が、M社が第1期に参入して、複占競争の下でB社が既存中間財を利用して生産するときの生産量(x_d^B)よりも多いのは自然であり、この仮定はモデルの設定上自然に満たされると考えられる。

¹¹ 2行めから3行めの式変形はこの仮定の下で行われている。

を小さくした場合である。 c が小さいため、M社の生産性は低くなく、最終財市場における競争が激化する。そのため、開発成功確率が低い場合を除いて、B社は期待利潤を低下させる。

このように、開発補助金によりM社が新規参入することは、B社の市場シェアを低下させることがあるが、必ずしもB社の利潤を低下させるとは限らない。なお、ここでは、M社が新製品を開発することで外国に波及する便益については考慮していない。実際には、外国に対するスピルオーバーをもたらす可能性があり、それを考慮に入れると、外国の経済厚生はさらに改善される可能性がある。

さらに、ここでは3期間の市場規模が同じであると仮定した。もし第0期と比べて、第1期や第2期に市場規模が拡大するならば、M社の参入によってB社の市場シェアは低下しても、B社が獲得する需要規模は減少しない可能性があることも考慮に値すると考えられる。

8. MRJ に対する公的支援の影響と政策的インプリケーション

前節では、寡占競争の理論モデルを用いて、政府から開発補助金を受けることでMRJがリージョナルジェット機産業に参入した場合に、競合他社が受ける影響と経済厚生に対する効果について分析を行った。そこで示された結果は、まずMRJが開発されることによるスピルオーバーが日本国内で得られる場合に、日本の経済厚生観点から開発補助金を支給することは正当化しうるということである。他方、先発の競合他社にとっては、MRJの参入によって市場シェアが奪われるというマイナスの影響があるものの、それが直ちに利潤を低下させるとは限らないということも示された。その主な理由としては、開発当初から環境性能を重視してきたMRJの参入により、環境性能の優れたエンジンが開発され、それがその後が開発されるエンジンの環境性能向上にもつながることが挙げられる。また、先発の競合他社は新規参入企業よりも生産効率面で優位に立つため、新規参入による市場シェアの低下はそれほど大きくない可能性が高い。

しかし、これまでのエアバスとボーイングとの間の貿易紛争では、大型航空機の取引台数のロットが小さいため、個別市場のある年のわずか数十機のシェア変動が問題になった(川瀬, 2014a)。そのことを踏まえると、仮にMRJの参入によって競合他社が被る市場シェア低下の影響が比較的軽微であったとしても、それによってブラジルやカナダがWTOに提訴しないだろうと楽観視することはできない。むしろ、川瀬(2014a)は、納入時期が数回にわたって延期されるなど、MRJの開発が難航していることで、公的支援なしにMRJが完成できたとは想定できず、そのことが財政支援と技術面・価格面でのMRJの競争力、さらにはSCM協定上の「悪影響」との因果関係をブラジルやカナダが立証することを容易にすると論じている。

他方で、現行のSCM協定は、航空機産業に対する公的支援の効果の観点から疑問の余地がある(川瀬, 2015)。具体的には、SCM協定は輸出補助金を禁止しており、研究開発、設備投資、企業誘致などに対する公的支援についても、他国の輸出に「悪影響(serious

prejudice) (SCM 協定 5 条) を与える場合に規制の対象となる。それに対して、これまでの多くの研究が示してきているように、研究開発は開発者自身が専有できないスピルオーバーを生み出し、それゆえに研究開発投資は社会的な観点から過少になる傾向がある。このような「市場の失敗」が存在するため、研究開発に対する公的支援は経済学的には是認される。航空機産業の場合も、他国の航空機産業や関連する他の産業に対するスピルオーバーが大きいことが報告されてきている (川瀬, 2015)¹²。SCM 協定では、8.2 条(a)において一定の研究開発補助金の交付が許容されてきたが、同 31 条により時限措置として失効してしまっている。そのため、現行制度では、MRJ に対する開発補助金が、競合他社の市場シェアに悪影響を与える一方で、スピルオーバーをもたらすというプラスの面も考慮して、全体としての影響が評価されることは期待できない。これは、研究開発に対する公的支援の経済的効果に対する評価としては、バランスに欠いていると言える¹³。また、航空機産業のように開発期間が長期になる産業では、そもそも民間で資金調達をすることが困難である傾向があり、公的支援なしに新規参入することが難しいという点を考慮する必要がある。

さらに、前節のモデル分析で示したように、MRJ に対する開発補助金は、MRJ を開発するか否かという意思決定にのみ影響し、参入後の生産費用や価格設定等にはいっさい影響しない。これは、経済学ではよく知られているように、開発費用がサンク・コスト (埋没費用) だからである。その意味では、経済学的には MRJ に対する開発補助金は輸出補助金とは明確に区別される。しかし、SCM 協定上の解釈において補助金の効果が及ぶ期間を判断する際に、参入後の生産に影響がないため投入時点で効果が消尽しているという見方がある一方で、当該企業の参入に影響を与えた補助金である以上、少なくとも当該企業の退出まで効果が持続するという考え方もありうる (川瀬, 2015)。したがって、MRJ に対する開発補助金についても、参入後の長期にわたって効果が認定される可能性が考えられる。

これらの点については、経済学的な分析から得られる帰結を示した上で、協定の望ましい在り方について議論を重ねていくことが重要である。

¹² 航空機産業におけるスピルオーバーの例として、例えば Niosi and Zhegu (2010) は主要な航空機生産国である米国、カナダ、西欧諸国からブラジル、ロシア、インド、中国等の新興国へと、多国籍企業による投資やグローバル・バリュー・チェーンへの参加、アウトソーシング等を通じた技術移転が行われ、国際的な知識のスピルオーバーが起きていると論じている。また、MacPherson and Pritchard (2007) はボーイングによる部品等の発注により、航空機の生産技術が米国から日本へスピルオーバーしてきたと論じている。Eriksson (2000) はスウェーデンのボルボエアロの例をもとに、初期の海外の軍用機のエンジンのライセンス契約による生産が、民間航空機を含めた様々な部門への広がりにつながったことについて言及している。さらに、Beaudry (2001) は英国内の航空宇宙産業のクラスター構造から発生している便益を計量的・定量的に分析して示している。他方、航空機産業から他産業に波及した高度技術の具体例として、日本政策金融公庫 (2011) は、アルミ合金、炭素繊維強化プラスチック、ABS (アンチロック・ブレーキ・システム)、3次元 CATIA (航空機設計用に開発された複雑形状にも対応可能な 3次元設計ソフト) などを挙げている。

¹³ 米谷 (2013) によれば、エアバス事件に関する上級委員会の判断に基づけば、輸出産業に対する補助金というだけでは輸出補助金に該当せず、補助金の付与の前後で輸出と国内販売との比率が前者に有利に変化するような場合に限って輸出条件性が認められる。しかし、その一方で、たとえ「市場の失敗」の是正を目的としていても、制度設計上、輸出条件性が認められれば、輸出補助金に該当してしまう。また、輸出補助金などの禁止補助金に該当しなくても、特定性の認められる補助金について、関連市場における一定の貿易効果など、他国に「著しい害」を及ぼす場合には撤回等の救済を求めることができる。

9. 結語

本稿では、今後の拡大が見込まれるリージョナルジェット機産業に参入すべく開発が進められている MRJ に対する公的支援の効果について、寡占競争の経済理論モデルを用いて分析を行った。分析から明らかになったことは、確かに MRJ の参入によって、競争相手である先発のボンバルディアやエンブラエルはある程度の市場シェア減少の影響を受けるものの、必ずしも損失を被るとは限らないということである。したがって、MRJ 参入後の他社の市場シェアの変化だけでなく、他の面についても考慮する必要がある。

しかし、本稿の理論分析については、いくつか注意すべき点がある。まず、本稿の分析結果は、MRJ の開発が競争相手にも便益をもたらす可能性があることで、公的支援が正当化される可能性を示している。しかし、この結果は、MRJ の開発に取り組まなければ、新しい中間財である、環境性能の優れたジェット・エンジンが開発されないという仮定に大きく依存している。もし、MRJ の開発とは関係なく、いずれにしても環境性能の優れたジェット・エンジンが開発されるならば、MRJ 参入の評価は大きく異なることになる。その一方で、本稿の分析では、MRJ の開発が他国に与えるスピルオーバーについては無視している。実際には、MRJ の開発によるスピルオーバーが日本以外の国、特に競争相手であるブラジルやカナダにも及ぶ可能性は十分にある。したがって、その点においては、本稿の分析は MRJ 参入の厚生効果を過小評価している可能性があることに注意が必要である。

さらに、エンブラエル社は、MRJ の参入を見越して、MRJ に対抗するために、既に E-Jet E2 シリーズの開発に取り組んできている。MRJ の開発が当初の計画よりも大幅に遅れたことにより、MRJ よりも遅れて開発に取り組んだにもかかわらず、MRJ に先駆けて E190-E2 の初号機が 2018 年 4 月に納入された (吉川, 2018a)。このような先行企業による対抗措置についても、本稿の理論分析では、分析を単純化するために考慮していない。こうした対抗措置は、MRJ の参入が競争相手の市場シェアに与える影響を低下させる効果があると考えられる。そうした効果に関する分析を行うことは、本稿の理論分析の拡張として興味深い。

参考文献

- 新井美江子. 2018. 「民間機事業との統合案が浮上 : MRJ 資本政策の“奥の手”」『週刊ダイヤモンド』2018 年 7 月 21 日号, pp. 12–13.
- Baldwin, R. and P. Krugman. 1988. “Industrial policy and international competition in wide-bodied jet aircraft.” In Baldwin, R. ed. *Trade Policy Issues and Empirical Analysis*. University of Chicago Press, pp. 45–78.
- Banerjee, S. and P. Lin. 2001. “Vertical research joint ventures.” *International Journal of Industrial Organization* 19: 285–302.
- Banerjee, S. and P. Lin. 2003. “Downstream R&D, raising rivals’ cost, and input price

- contracts.” *International Journal of Industrial Organization* 21: 79–96.
- Beaudry, C. 2001. “Entry, growth and patenting in industrial clusters: A study of the aerospace industry in the UK.” *International Journal of the Economics of Business* 8(3): 405–436.
- Benkard, C.L. 2004. “A dynamic analysis of the market for wide-bodied commercial aircraft.” *Review of Economic Studies* 71: 581–611.
- Bernhofen, D. M. 1997. “Strategic Trade Policy in a Vertically Related Industry.” *Review of International Economics* 5(3): 429–433.
- Bombardier. 2016. Market Forecast 2017-2036.
- (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)機械システム技術部. 2006. 「環境適応型高性能小型航空機プロジェクト」事業原簿（2006年6月26日開催の第1回「環境適応型高性能小型航空機研究開発」（平成18年度中間評価）分科会資料）.
- Embraer. 2016. Market Outlook 2017.
- Embraer. 2017. Market Outlook 2018–2037.
- Eriksson, S. 2000. “Technology spill-over from the aircraft industry: the case of Volvo Aero.” *Technovation* 20: 653–664.
- Goldstein, A.E. and S.M. McGuire. 2004. “The political economy of strategic trade policy and the Brazil-Canada export subsidies saga.” *World Economy* 27(4): 541–566.
- Hwang H., Y.-S. Lin and Y.-P. Yang. 2007. “Optimal Trade Policies and Production Technology in Vertically Related Markets.” *Review of International Economics* 15(4): 823–835.
- Irwin, D.A., Pavcnik, N. 2004. “Airbus versus Boeing revisited: International competition in the aircraft market.” *Journal of International Economics* 64: 223–245.
- Ishikawa J. and B. Spencer 1999. “Rent-Shifting Export Subsidies with an Imported Intermediate Product”. *Journal of International Economics* 48(2): 199–232.
- 川瀬剛志. 2014a. 「航空機開発支援と WTO 補助金規律—MRJ 初号機ロールアウトによせて—」RIETI コラム.
- 川瀬剛志. 2014b. 「MRJ の訴訟リスク—日本は WTO 紛争に備えよ」『週刊エコノミスト』2014年12月9日号.
- 川瀬剛志. 2015. 「WTO 補助金規律における国家資本主義の位置 —エアバス事件の示唆—」江藤淳一編『国際法学の諸相：到達点と課題（村瀬信也先生古希記念）』信山社, pp. 479–512.
- Klepper, G. 1990. “Entry into the market for large transport aircraft.” *European Economic Review* 34: 775–803.
- Klepper, G. 1994. “Industrial policy in the transport aircraft industry.” In Krugman, P. and A. Smith, eds. *Empirical Studies of Strategic Trade Policy*. University of Chicago

- press, pp. 101–130.
- 経済産業省. 2008～2016. 『行政事業レビューシート』、http://www.meti.go.jp/information_2/publicoffer/review.html (2018年12月24日参照)
- 米谷三以. 2013. 「航空機産業に対する WTO 補助金協定の適用—エアバス・ボーイング紛争を踏まえて—」『空法』54: 27-53.
- 国土交通省. 2014. 『航空機騒音対策について』。
<https://www.mlit.go.jp/common/001027543.pdf> (2017年9月1日参照)
- 国土交通省. 2016. 「2016年9月20日プレスリリース」。
<https://www.mlit.go.jp/common/001146134.pdf> (2017年9月1日参照)
- Leahy, D. and P. Neary. 1999 “R&D spillovers and the case for industrial policy in an open economy.” *Oxford Economic Papers* 51(1): 40–59.
- Leahy, D. and P. Neary. 2001. “Robust rules for industrial policy in open economies.” *Journal of International Trade & Economic Development* 10(4): 393–309.
- MacPherson, A. and D. Pritchard. 2007. “Boeing’s diffusion of commercial aircraft technology to Japan: Surrendering the U.S. industry for foreign financial support.” *Journal of Labor Research* 28: 552–566.
- 松下満雄・清水章雄・中川淳司（編）. 2009. 『ケースブック WTO 法』有斐閣.
- MTU Aero Engines, “*Product Leaflet PW1000G*”,
http://www.mtu.de/fileadmin/EN/7_News_Media/2_Media/Brochures/Engines/PW1000G.pdf (Viewed on Aug. 29th, 2017.)
- 日本経済新聞. 地方経済面 中部 2016年2月13日7ページ.
- 日本経済新聞. 2017年06月20日14ページ.
- 日本航空機開発協会. 2018. 『平成29年度版 民間航空機関連データ集』
- 日本政策金融公庫総合研究所. 2011. 「航空機産業における部品供給構造と参入環境の実態～機体・エンジンから個別部品分野に至るサプライヤーの実像～」日本公庫総研レポート No. 2010-3.
- 日経ビジネス. 2017. 「“羽ばたけない”MRJ 過信が生んだ5回の延期」2017年11月13日号, pp. 28-33.
- Niosi, J. and M. Zhegu. 2010. “Multinational corporations, value chains and knowledge spillovers in the global aircraft industry.” *International Journal of Institutions and Economies* 2(2): 109–141.
- Pavcnik, N. 2002. “Trade disputes in the commercial aircraft industry.” *World Economy* 25(5): 733–751.
- 佐々木徹. 2008. 「地球温暖化問題」、『航空産業入門』ANA 総合研究所、東洋経済新報社、pp.129-136.
- Vértesy, D. 2017. “Preconditions, windows of opportunity and innovation strategies:

- successive leadership changes in the regional jet industry.” *Research Policy* 46: 388–403.
- Wong, Derek K.Y., D.E. Pitfield, and I.M. Humphreys. 2005. “The impact of regional jets on air service at selected US airports and markets.” *Journal of Transport Geography* 13: 151–163.
- Wong, S.-K. and Y. Lin 2011. "Optimal industrial policy in vertically related markets". *Journal of International Trade & Economic Development* 20(5): 631-650.
- 山田雄一郎. 2018. 「引くに引けない」三菱重工、MRJに追加支援」東洋経済 ONLINE. 2018年11月1日.
- 吉川忠行. 2018a. 「E190-E2、ヴィデロー航空へ初号機納入」Aviation Wire, 2018年4月6日.
- 吉川忠行. 2018b. 「再編進む小型旅客機市場 降下否めぬMRJの競争力」『エコノミスト』2018年8月28日号, pp. 70–71.