

## 第3章 カナダ・ケベック州航空機クラスターの概要と分析

### 3.1 現地調査の背景と目的

カナダ・ケベック州には、グレーターモントリオール地域（広域モントリオール地域）<sup>1</sup>を中心に機体、エンジン、装備品の全ての分野における世界的企業が存在しており、世界有数の航空機産業集積地である。一方、同地域は単に企業集積が分厚いだけでなく、業界全体を取り纏め産業育成を促進する機関や地域内の中小企業やベンチャー企業を支援する機関、航空機産業に必要な人材を教育訓練する機関や航空宇宙関連のプログラムを有した大学などが多く存在しており、航空宇宙産業のエコシステム（Aerospace ecosystem）が整備されている<sup>2</sup>。そこで、本章では、ケベック州グレーターモントリオール地域（広域モントリオール地域）において実施したヒアリング調査に基づいて各機関の活動について概説した上で、当該地域の航空機産業クラスターをトリプルヘリックスの概念を用いて分析する。

### 3.2 航空機産業クラスターの調査対象

今回のヒアリング調査対象は、図表 3.1 のとおりである。また、グレーターモントリオール地域における航空機産業クラスターの主要アクターの概略については、図表 3.2 のとおりである。今回の現地調査では、このアクターの中から7機関を対象にヒアリング調査を実施した<sup>3</sup>。

図表 3.1 ヒアリング調査対象の一覧

調査対象機関	カテゴリー
①McGill Institute for Aerospace Engineering	大学・研究開発センター
②CRIAQ (Consortium for Research and Innovation in Aerospace in Québec)	研究開発コンソーシアム
③ÉTS (École de technologie supérieure)	大学・研究開発センター
④Aéro Montréal	企業支援機関・シンクタンク
⑤CAMAQ (Comité sectoriel de main-d'œuvre en aérospatiale au Québec)	教育訓練機関
⑥ÉMAM (École des métiers de l'aérospatiale de Montréal)	教育訓練機関
⑦École Polytechnique de Montréal	大学・研究開発センター

出所：筆者作成。

<sup>1</sup> モントリオール市とモントリオール近郊の都市的地域を含むモントリオール大都市圏（93都市的地域）を指す。

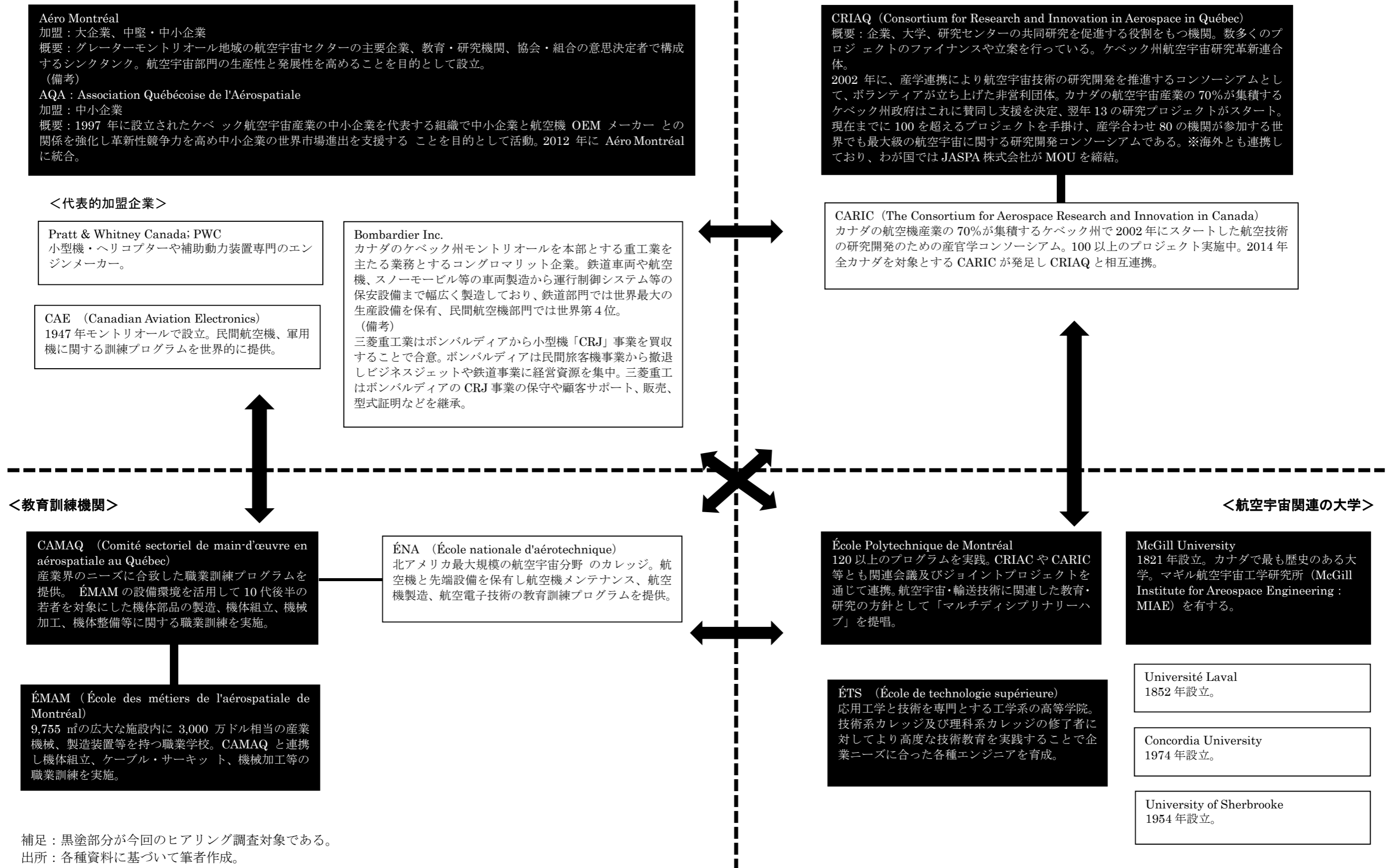
<sup>2</sup> 本調査研究では、航空宇宙産業のうち航空機・同部品産業を対象にしている。

<sup>3</sup> この現地調査は、2019年12月2日から12月6日の期間、ケベック州グレーターモントリオール地域において経済研究所が実施したものである。

図表 3.2 グレーターモントリオール地域（広域モントリオール地域）における航空機産業クラスターの主なアクターと調査対象

<企業支援機関・シンクタンク>

<研究開発コンソーシアム>



### 3.3 主要アクターの活動概要

上記のように、今回の現地調査ではケベック州の航空機産業クラスターの主要アクターとしてグレーターモントリオール地域において7機関を対象にヒアリング調査を実施した。以下では、文献・資料調査を含め、ヒアリング調査から得られた情報に基づいて各機関の活動の概要について報告する<sup>4</sup>。

#### 3.3.1 McGill Institute for Aerospace Engineering (MIAE)

##### (1) 大学の概要

マギル大学は、ケベック州・モントリオールに本部を置くカナダの公立大学で 1829 年に設置されたカナダで最も歴史のある大学である。マギル大学の主な学部については、農環境学部、教養学部、歯学部、教育学部、工学部、法学部、経営学部、医学部、宗教学部、理学部、音楽院、生涯学習スクール、建築学部、コンピュータサイエンス学部、情報学部、栄養学部、理学・作業療法学部、看護学部、社会福祉学部、都市計画学部及び環境学部と非常に多岐に亘っており、同大学は医学系・理系・人文系・芸術系などを網羅する総合大学である。また、同大学には 1952 年にイスラム学研究所 (Institute of Islamic Studies) が開設され、同研究所には修士号及び博士号に繋がる大学院課程が設置されており、イスラムの歴史、文化及び社会に関する北米最大のイスラム学図書館を有している。

##### (2) 航空宇宙工学領域の特徴

同大学及び大学院の航空宇宙関連分野については、戦略的研究領域 (Strategic research areas) の 1 つである航空宇宙工学 (Aerspace Engineering) 領域を挙げることができる。なお、戦略的研究領域には、ほかに素素材・ナノ技術領域、バイオ工学領域、情報通信技術領域、持続可能な工学・デザイン領域が設定されている。本調査研究と関連するこの航空宇宙工学領域の特徴を整理すると以下ようになる。

第一に、航空宇宙関連企業との強い連携 (strong collaboraton) である。モントリオールは世界の三大航空宇宙ハブの 1 つであり、周辺には 215 企業以上が集積し、年間の売上高は 11.7 万ドルに達する。そのためマギル大学工学部では 30 人以上が宇宙工学の研究に携わっており、彼らの多くはモントリオールに拠点を構えている企業と強い連携を持っている。

第二に、教授及び大学院生による精力的な研究開発環境の整備である。同大学の教授や大学院生の研究は航空機の設計及び製造の全ての分野にわたっており、具体的には機体及びエンジンの設計のための数値流体力学 (computational fluid dynamics)、振動解析 (vibration analysis)、軽量複合材料 (lighweight composite materials)、航空宇宙用合金 (aerospace alloys)、センサー、航空機製造技術などである。そして、同大学の教授、大学院生及び学生の多くはマギル航空宇宙工学研究所 (McGill Institute for Areospace Engineering : MIAE) の

---

<sup>4</sup> これらの活動概要は、各機関の担当者へのヒアリング調査から得られた情報、提供して頂いた資料及び既存資料に基づいているが、本報告内容の文責は全て経済研究所にある。

研究スタッフとして活動している。同研究所の研究対象には、製造分野、材料分野の研究などに加えて、航空機産業に関連する法律分野の研究も含まれている。

### (3) 近年の研究開発の傾向

一方、近年は、AI（人工知能：Artificial Intelligence）を活用した研究が強まる傾向にある。また、同研究所の研究スタッフであるマギル大学の教授、院生及び学生らは、従来から企業との共同研究を積極的に行うことによって実践的な研究を行っているが、その経験は院生や学生の就職にも役立っている。同研究所ではAIの進化は脅威ではなく、それを航空機分野における研究開発や製品化にどう活用できるかが重要であると捉えている。同時にそれは教育の面でも同じであり、それはAIに限らず技術革新（innovation of technologies）がこれまで学問に与えてきた影響を考えれば自ずとわかることであると考えている。研究や学問というのは1つのディシプリン（discipline）を持っているのでAIによってそれが変わるわけではないといった認識を同研究所では持っている。一方、地球環境問題と航空機産業との関係も重要なテーマであり、それは材料研究や燃費など他分野に跨る研究であり、持続可能な社会と航空機産業の関係は今後益々重要なテーマになっていくものと認識している。

以上のように、マギル大学はマギル航空宇宙工学研究所を通じて企業とのコラボレーションを重視し実践的な研究を行っているが、その研究水準は高く基礎研究分野に焦点を当てている点に特徴がある。その意味では、実践的研究と言っても同じ地域にある ÉTS（École de technologie supérieure：ケベック州立高等工学技術学院）や École Polytechnique de Montréal（モントリオール工科大学）<sup>5</sup>といったエンジニア教育に重点を置いている大学とは異なるレイヤー（層）に位置しているものと考えられる。しかしながら民間企業との共同研究では大学の基礎研究よりも研究開発のタイムスパンが相対的に短いことは事実であり、そこでの経験はスタッフとして参画している院生や学生に対してプラスの経験をもたらしている。加えて、マギル大学で学ぶ学生にも特徴がある。つまり、学生の3割以上が海外からの留学生であり、特に仏語圏からの留学生がそのうちの2割を占めている。こうした学生や院生がインターナショナルであり、且つ仏語圏とのグローバルリンケージの可能性が高い点は航空機産業の分野で卒業生等がグローバルに活躍できるポテンシャルを内包していると考えられる。

### 3.3.2 CRIAQ（Consortium for Research and Innovation in Aerospace in Québec）

#### (1) 活動概要

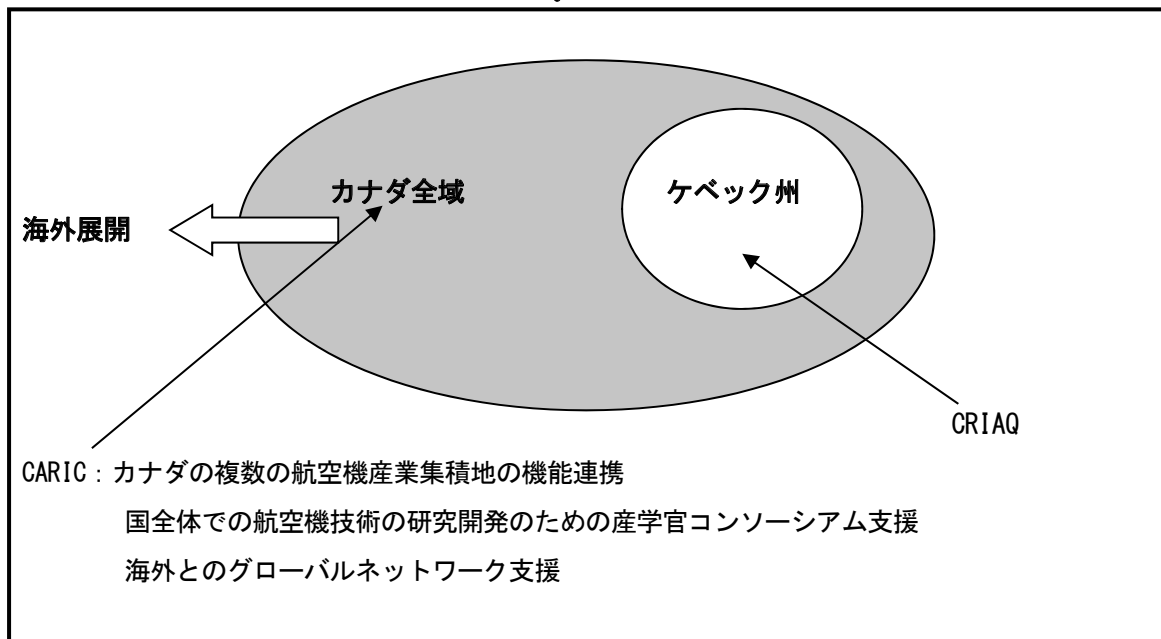
CRIAQは、ケベック州政府におけるフィナンシャル・サポート機関として2002年に設立されたNPO団体で、ケベック州の航空宇宙産業のリサーチ及びイノベーションを促進するためのコンソーシアムである。現在は、企業、大学、研究センターの共同研究を促進する役割を担っており、数多くのプロジェクト（300以上のプロジェクト）に関するファイナンス及び立案を手掛けている。その活動目的は、第一に、コンソーシアムによる産学連携の推進であり、OEM

---

<sup>5</sup> ÉTS及びÉcole Polytechnique de Montréalの活動内容については後述する。

(航空機・同部品メーカー)と地元企業の共同研究の促進による技術移転(technology transfer)と地元企業の国際競争力を育成すること。第二に、複数の地元企業と複数の大学が共同して実施することを条件に支援を行うと共に外国企業との連携をサポートすること。第三に、国レベルでの航空宇宙産業に関する諸機能のネットワーク化を推進すること。以上である。一方、国際間のネットワーク化の促進に関しては、2014年に設立されたCARIC(The Consortium for Areospace Research and Innovation in Canada)が専門に担当しており、CRIAQとCARICの協力体制が敷かれている。

図表 3.3 CRIAQ と CARIC の協力体制



出所：ヒアリング調査に基づいて筆者作成。

上記のように、CARICは、カナダ政府が対象とするカナダ全域及び米国との航空機産業の育成強化が目的であるのに対して、CRIAQは、ケベック州の航空機産業の発展に特化している傾向が強いが、国際的な連携に関してはCARICと協力しながら国際的な展示会への出展、ポスター展示、国際会議でのプレゼンテーション等が積極的に行われている。

## (2) AIベンチャーと中堅・中小企業の連携支援

近年、ドイツを発信源するIndustries4.0の登場により、航空機産業を取り巻く事業環境は大きく変貌する時期にある。特に若者を中心としたAIベンチャー、すなわち、ソリューション型のビジネスは、航空機分野での経験がなくても当該産業に対して大きな役割と効果を発揮する可能性が高くなっている。こうした環境変化を受けて、CRIAQにおいても支援対象(パートナー)の85%を占めている伝統的な中堅・中小企業(SMEs)に対して、AIベンチャーとの連携による新ビジネス展開をどう促すことができるかが鍵となってきている。

### 3.3.3 ÉTS (École de technologie supérieure)

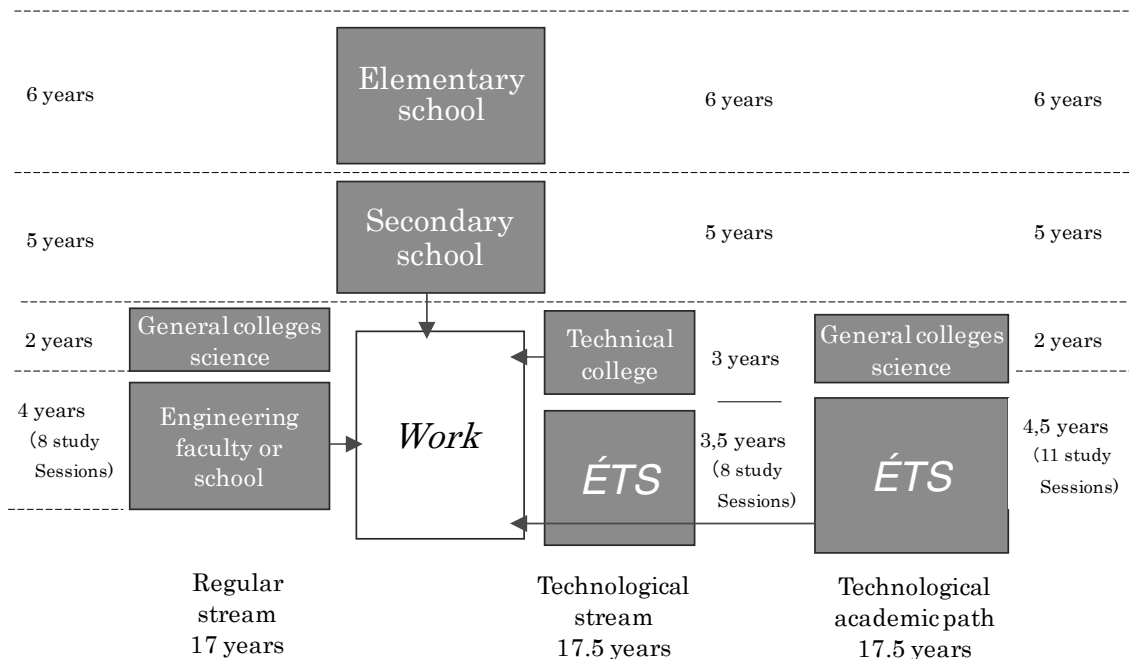
#### (1) 学生数と教育の特徴

ÉTS (École de technologie supérieure) は、応用工学と技術を専門とする工学系の高等学院である。1974年から2016年までの同学院の学生数の推移をみると1990年頃に2,000人を突破し2000年には4,000人に倍増、さらに2004年に6,000人に達し、その後、学生数は横ばいしたものの、2010年以降は再び急増し始め2012年に8,000人、さらに2016年以降は1万人以上に拡大している。また、大学院生も2,800人以上が在籍しており内665人が博士課程である。さらに、2016年から2017年にかけて新たに2,700人の学生が入学し、1974年からの累積では21,300人が学部を卒業し、大学院も4,200程が修了している。この推移から明らかのように、同学院はケベック州における技術者教育機関として成長していることを窺い知ることができる。ÉTSでは、毎年、1,230企業に対して3,600人以上の研究生を配置しており、卒業生の3分の2近くが中堅中小企業で仕事を見つけている。そして、ÉTSの研究活動の6割は、産業との協同 (collaboration) によって運営されており、学内では770名が雇用され、その内の200名以上が教授や主任講師である。

#### (2) 学校制度の中での ÉTS の位置づけ

図表 3.4 は、ÉTS の技術的高等教育に向けた連続的な流れの中での位置づけである。この図表が示すように、ÉTS では、技術系カレッジ及び理科系カレッジの修了者に対してより高度な技術教育を実践することで企業ニーズに合った各種エンジニアの育成が行われている。

図表 3.4 技術的高等技術教育の中での ÉTS の位置づけ

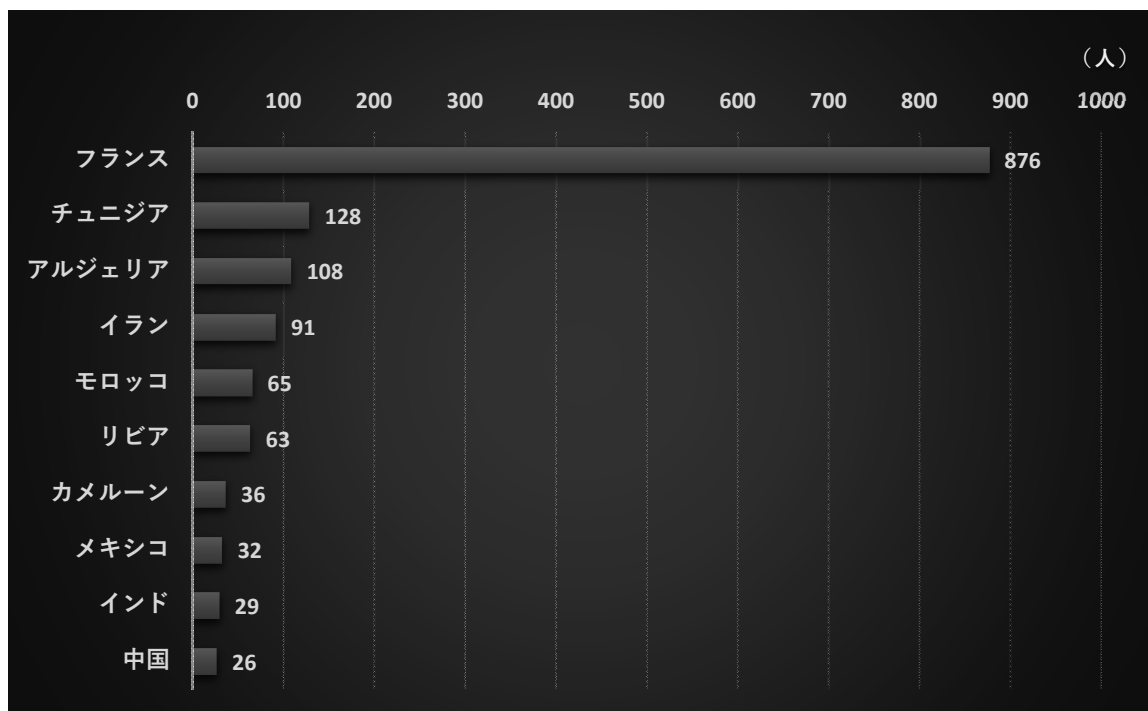


出所：ÉTS 提供資料を参考に経済研究所作成。

### (3) 大学院のプログラム及び国際的な連携

ÉTS の修士課程のプログラムは、航空宇宙工学、建築工学、電子工学、環境工学、ソフトウェア工学、機械工学、自動製造工学、情報技術工学など多岐に亘っており、博士課程では工学博士号 (Doctorate in engineering, Ph.D.) を取得することができる。また、研究事業部門としては、航空宇宙・陸上輸送、エネルギー、環境・建築、健康関連技術、情報通信技術などが用意されている。さらに、ETC では 35 か国において約 100 の協力教育施設が開設されており、海外から 1,800 人の学生や大学院生を受け入れている。また、毎年、約 200 人の学生が国際交流プログラム、期間研究あるいは研究プロジェクトに参加している。ÉTS の大学院生の 6 割はカナダ以外からの学生である。そして、ケベックの学生の 8 割以上が海外での期間研究に参加している。ÉTS における国際的な学生数から ÉTS の教育・研究プログラムを積極的に活用している国 (上位 10 ヶ国) を示すと図表 3.5 のようになる。この図表から明らかなように、フランスが 1 位で圧倒的に多くなっているが、2 位以下も仏語を使用している国が多く含まれている<sup>6</sup>。

図表 3.5 ÉTS の教育・研究プログラムを積極的に活用している国



出所：ÉTS 提供資料に基づいて筆者作成。

このように、ÉTS は、実用的知識 (practical knowledge) に重点を置いた教育及び研究を実践している点に最大の特徴がある。なお、金沢工業大学は、2019 年 11 月 1 日に ÉTS と学部 4

<sup>6</sup> これはケベック州の公用語が仏語であることから窺えるように同州とフランス及びフランスと関係の深い国との間に歴史的な経路依存性が働いている結果であると推察される。

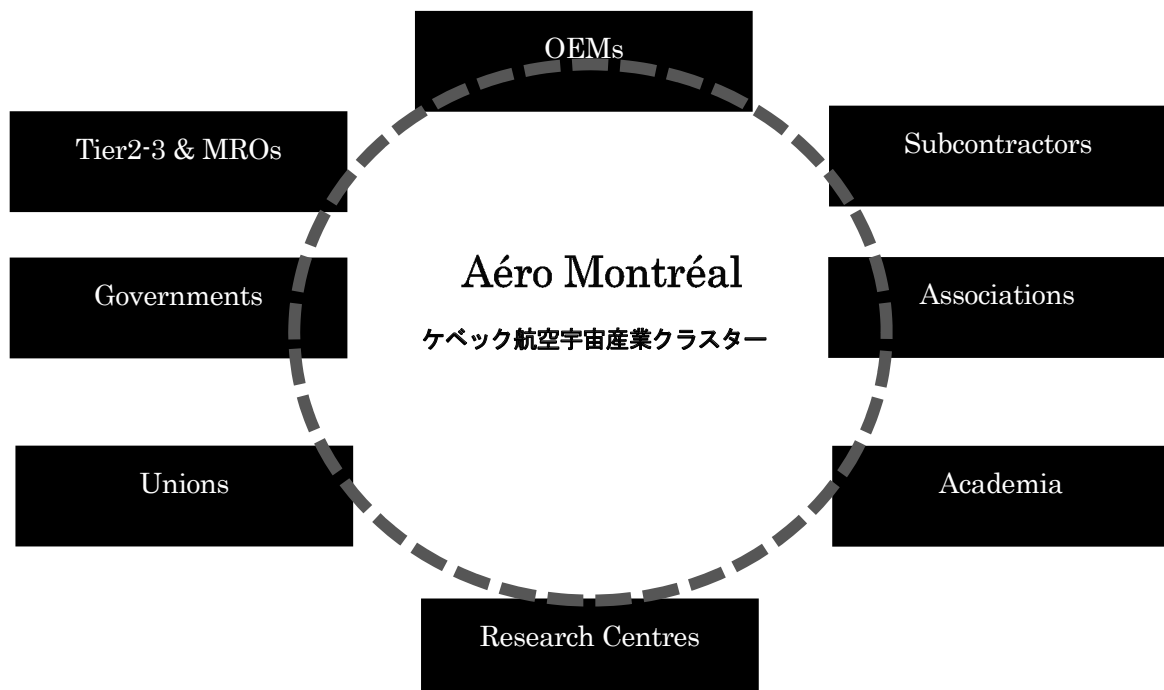
年次と大学院生を対象にした交換留学を主な内容とする包括的な覚書を締結している<sup>7</sup>。金沢工業大学からの学生の派遣に関しては、修士課程または博士課程に進んで研究を続けることを前提に個々の学生の研究分野に沿った内容で、ÉTS での1か月から1学期間の短期研修が想定されている。また、ÉTS からの学生の受け入れに関しては研究室単位で行ない、修士研究や卒業研究として2か月から1学期間の受け入れが想定されている<sup>8</sup>。

### 3.3.4 Aéro Montréal

#### (1) Aéro Montréal の使命と将来展望

Aéro Montréal は、ケベック州航空宇宙セクターの主要メンバーが集う戦略的シンクタンクである。その使命は、ケベック州航空宇宙産業クラスターの成長を促進し世界的に影響を与えるための結束を図ることにある。また、その将来展望とは、ケベック航空宇宙産業クラスターが世界で最も革新的なクラスターになることにある。Aéro Montréal には少なくとも8分野34機関が役員 (Board of Directors) として参画しているが、換言すると、これらの諸機関はケベック航空宇宙産業クラスターを構成する主要アクターとみなすことができる (図表 3.6 参照)。

図表 3.6 ケベック州航空宇宙産業クラスターを構成する主要アクターの分野



出所：Aéro Montréal 提供資料を参考に筆者作成。

<sup>7</sup> 『北國新聞』2019年11月13日掲載記事を参照。

<sup>8</sup> この内容については、金沢工業大学のホームページ、[https://www.kanazawa-it.ac.jp/kitnews/2019/1112\\_ÉTS.html](https://www.kanazawa-it.ac.jp/kitnews/2019/1112_ÉTS.html) を参照。



## (2) グレーターモントリオール地域

ケベック州のグレーターモントリオール地域は、トゥールーズ世（フランス）及びシアトル（米国）と並ぶ3大航空宇宙産業の中心地の1つであり、2018年時点の収益は\$15.3Bに達し、1993年から2018年までの25年以上に亘り、年平均5.1%の成長を記録している。

当該地域には、OEM企業6社、設備装置企業15社、部品サプライヤー等の中堅中小企業185社、計206社の航空宇宙関連企業が集積しており世界上位100にランクされる中堅中小企業も多く立地している。また、研究開発投資についても広範かつ積極的であり、毎年\$1Bの投資が行われている。このグレーターモントリオール地域を中心にカナダ全体の航空宇宙開発費の70%以上が稼働しており、当該地域では42,100の航空宇宙関連の職種が存在し、52人に1人が航空宇宙産業に携わっている。

## (3) グリーン&インテリジェント・サプライチェーン

Aéro Montréalにおける近年の活動として注目されるのは、グリーン&インテリジェント・サプライチェーン<sup>9</sup>への支援である。これは「MACH and MACH FAB 4.0 Programus」と呼ばれるもので、Aéro Montréalの会員企業のサプライチェーンを強化するプログラムである。

具体的には、MACHは、ワールドクラスの事業実践の啓発とオペレーショナル・エクセレンス達成のための取り組みであり、5年間で\$15Mの経費をかけたプログラムを実行している。これまでの成果としては60企業及び32メンターにおける700程のプロジェクトが完了しており、最終的な対象企業数として70社を目標としている。

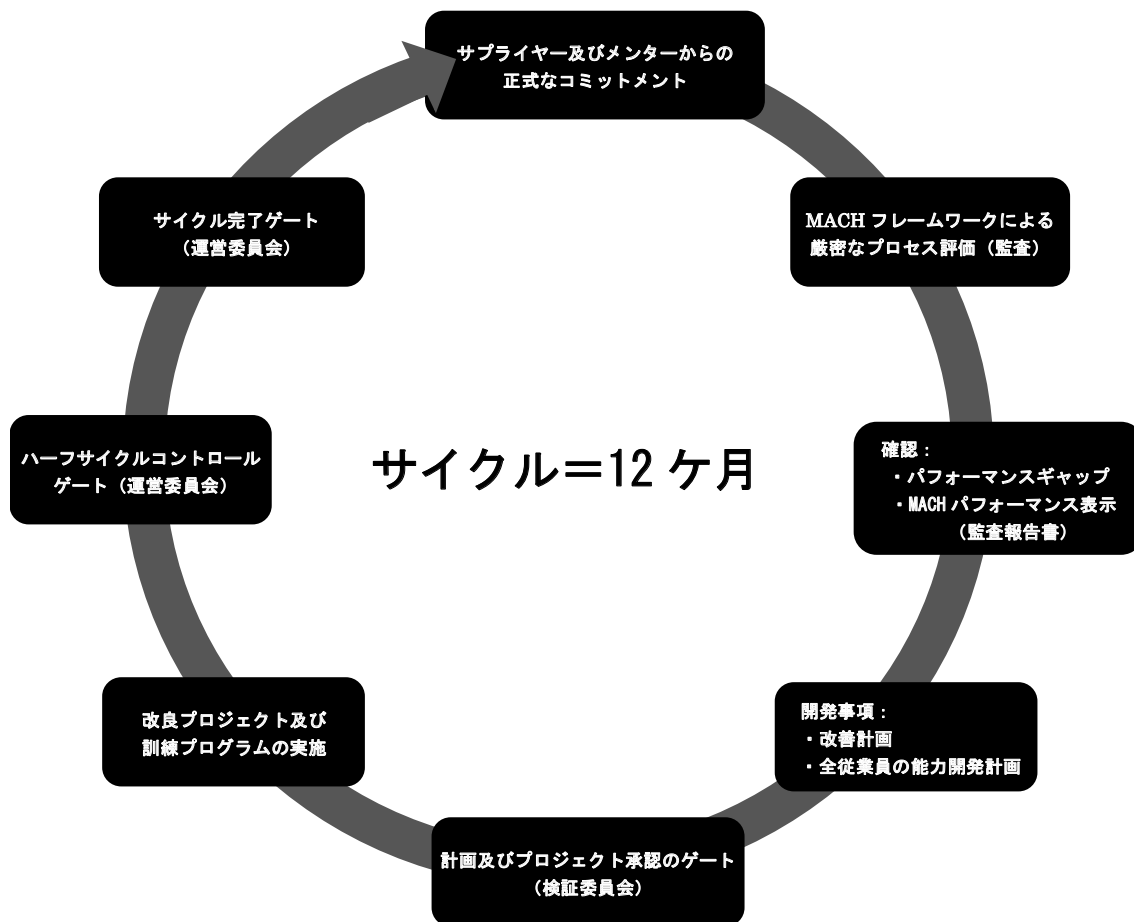
一方、MACH FAB 4.0は、競争力強化のための効率的な運営を行い、自動化、人工知能及びビッグデータ解析による効率的な達成を指向しており、プロジェクトとの活動として、直接的及び間接的に\$19Mの予算（公的セクター用：\$9.5M、民間セクター用：9.5M）により対象企業として50社を目標としている。

図表3.7に示したように、グリーン&インテリジェント・サプライチェーン（The MACH Process）は、12か月のサイクルで稼働しており、サプライヤー及びメンターからのコミットメントに対して、MACHフレームに基づく厳密なプロセス評価（監査）が開始され、確認作業、開発事項、承認委員会を経て、改良プロジェクト及び訓練プログラムが実施され、ハーフサイクルコントロールゲート及びサイクル完了ゲートである運営委員会によりコミットメントへの結果が報告される仕組みとなっている。

---

<sup>9</sup> 一般的には、企業などが原材料、部品、資材、サービスなどをサプライヤーから調達する際に優先的に環境負荷の小さいものを選ぶ取り組みの確立を指向する「グリーン調達」と業界のサプライチェーンネットワークを把握している複数企業のコラボレーションや物流管理システムを利用して、サプライヤー、メーカー及び物流事業者等の効率的な連携を指向する「インテリジェント調達」を意味する。

図表 3.7 グリーン&インテリジェント・サプライチェーン (The MACH Process)



補足：この支援サイクルは1周 12 ヶ月である。

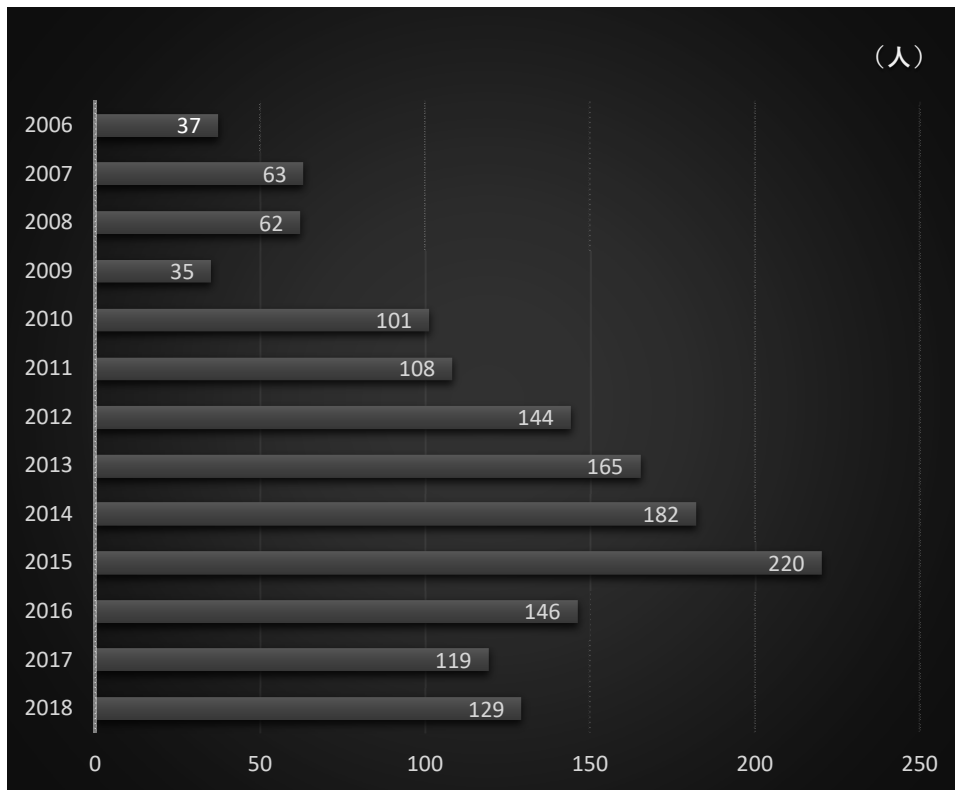
出所：Aéro Montréal 提供資料を参考に筆者作成。

#### (4) Aéro Montréal の活動状況

##### ① 年次総会への出席者数の推移

Aéro Montréal のこれまでの活動状況として、2006年から2018年までの会員の年次総会への出席者数の推移を示すと図表 3.8 のようになる。この図表からわかるように、2009年までの4年間の出席者数は、平均で50名程度に留まっていたが、2010年を境に年次総会への出席者数は急増し始め、その傾向は2015年まで続き、その後も出席者数は100名以上を維持している。以上から、グレーターモントリオール地域におけるサプライヤー企業及び関係機関等からなる会員の航空機産業への期待は非常に高く、また、当該産業のイノベーションに対する関心が非常に強くなっていることを窺い知ることができる。

図表 3.8 会員の年次総会への出席者数の推移



出所：Aéro Montréal 提供資料を参考に筆者作成。

## ② 取締役会及び各種委員会の出席者数の実績

Aéro Montréal の 2018 年における取締役会及び各種委員会の出席者数の実績は図表 3.9 のとおりである。この図表が示すように、Aéro Montréal には、取締役会や年次総会のほかに執行委員会、財務・監査委員会、管理委員会及び人的資源委員会など複数の委員会が設置されており、同組織の活動及び課題について複数の視点から検討が行われていることがわかる。

図表 3.9 取締役会及び各種委員会の出席者数の実績

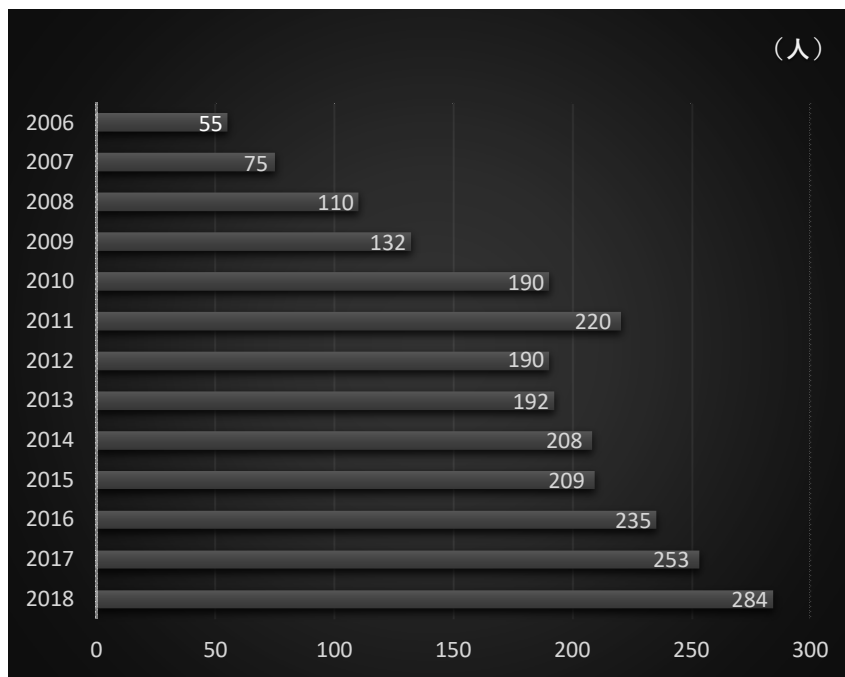
委員会の種類	会議数	総時間数 (単位：時間)	参加者数 (平均人数)	個人参加者数 (平均人数)
取締役会	4	8.0	28	21
執行委員会	7	3.5	7	7
財務・監査委員会	4	8.0	5	5
管理委員会	4	8.0	5	5
人的資源委員会	4	4.0	5	5
年次総会 (AGM)	1	2.0	129	85

出所：Aéro Montréal 提供資料を参考に筆者作成。

### ③ 産業動員数、中堅中小企業イベント参加者数、MACH 展開イベント参加者数

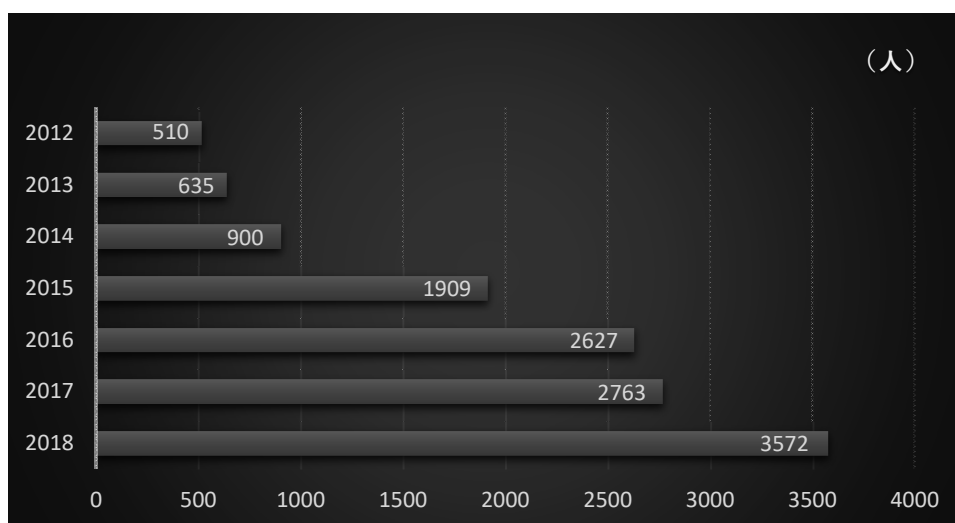
Aéro Montréal の会議、ワーキンググループ、各種委員会及びイベントなどの活動には日々数百人規模の人々が参加しており、そうした状況は、図表 3.10 から図表 3.12 に示した数字から窺い知ることができる。こうした多くの人々の参加が Aéro Montréal 及び当該地域の航空機産業の活性化に繋がっているのである。

図表 3.10 産業動員数



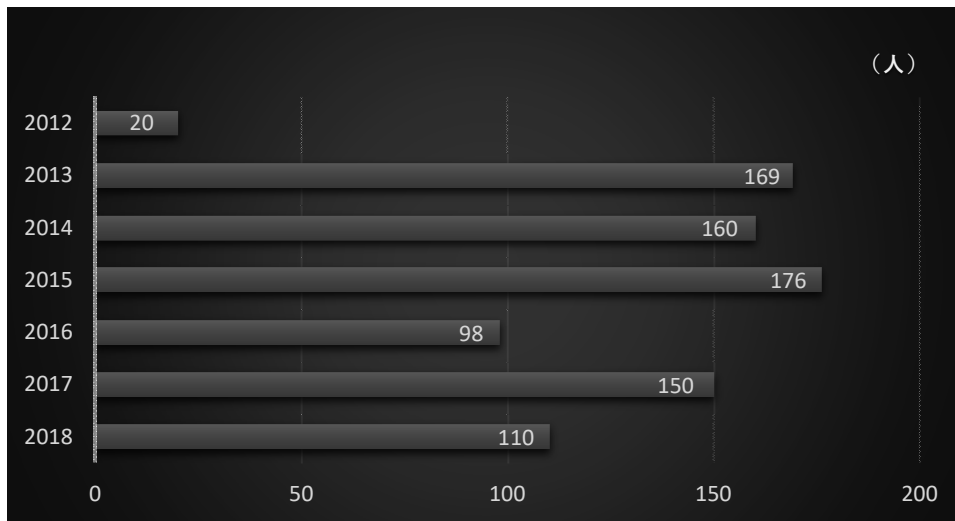
出所：Aéro Montréal 提供資料を参考に筆者作成。

図表 3.11 中堅中小企業イベントへの参加数



出所：Aéro Montréal 提供資料を参考に筆者作成。

図表 3.12 MACH 展開イベントへの参加者数

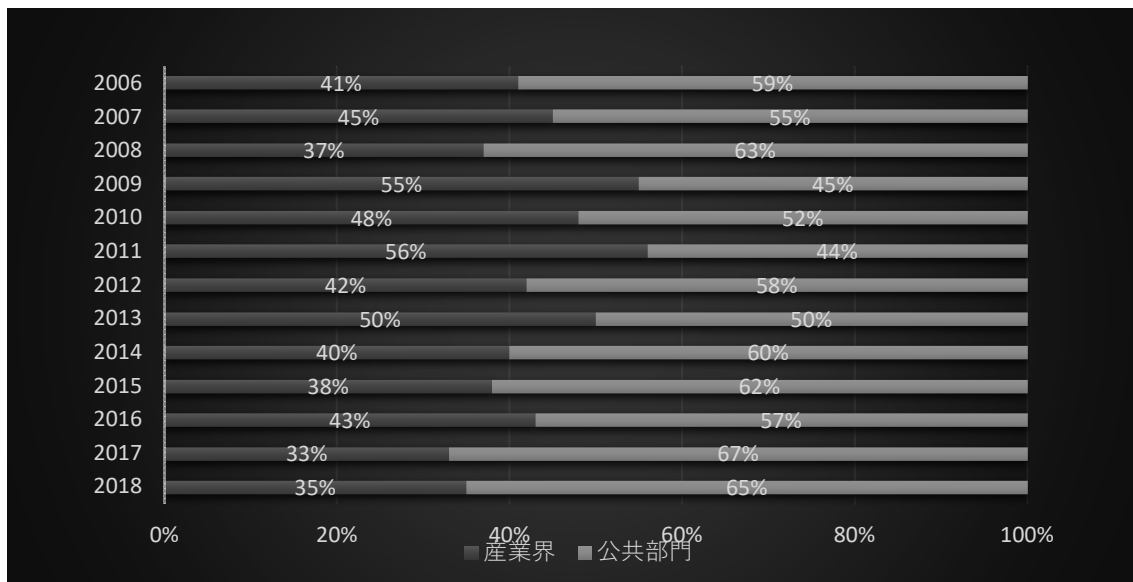


出所：Aéro Montréal 提供資料を参考に筆者作成。

#### ④ 公共部門と産業界の区分から見た貢献度

公共部門と産業界の区分からみた航空宇宙産業への貢献度について 2006 年から 2018 年までの分析結果を示すと図表 3.13 のようになる。2018 年におけるクラスターへの全体的な貢献度のうち民間部門が占める割合は 35.5%（これは MACH プロジェクト及び Accelerator360<sup>10</sup>を除いた値）で、民間部門がアエロモントリオールの収益の 50.7%を占めている。

図表 3.13 公共部門と産業界の区分から見た貢献度



出所：Aéro Montréal 提供資料を参考に筆者作成。

<sup>10</sup> 中堅中小企業向けの支援プログラムの一種でグローバル・サプライチェーンへのサクセス力を向上のために必要な事業戦略の策定を促すためのプログラムである。

### 3.3.5 CAMAQ (Comité sectoriel de main-d'œuvre en aérospatiale au Québec)

CAMAQ の創設は 1983 年であるが、この創設の端緒は 1978 年まで遡ることができる。同年、Canadair、Pratt&whitney Canada、Canadian Aviation Electronics (CAE)、Spar Aerospace、Canadian Marconi Company、Rolls-Royce Canada、Aviation Electric 等々、ケベック州内の企業組合が一同に会して同組織の設立に向けた検討が開始されている。これまでの沿革の概要としては、第 1 ステージである 1983 年から 1993 年までの 10 年間は、人材育成のためのプラットフォームとして職業訓練プログラムの形成時期にあたる。この間、同組織では、同州の航空宇宙産業における雇用に関する需要予測に関する調査に基づいて航空工学系大学の 2 学年と同等の教育・訓練プログラムを厳格に規定し、ケベック州の航空宇宙産業の競争優位性の向上に挑戦する場としての機能を果たすためのプログラム開発を実施している。

次に、第 2 ステージにあたる 1993 年から 2003 年までの 10 年間においては、特に 1994 年の ÉMAM (École des métiers de l'aérospatiale de Montréal) の開校を挙げることができる。ÉMAM では、およそ 1 万平方メートルの施設内に高級機及び装置を有しており、2000 年からは職業訓練センターとして、機体組立、ケーブル・サーキット、機械加工等の職業訓練を本格的に実施している。また、この時期には、AQA (Association Québécoise de l'Aérospatiale)<sup>11</sup> や CRIAQ (Consortium for Research and Innovation in Aerospace in Québec) が設立されており、CAMAQ にとっては、これらの航空宇宙産業に関連した組織とのシナジー効果を活用しながら当該産業で必要とされている専門的技術者の育成に向けて公立高等訓練機関としての役割を確立させていった時期と言える。

第 3 の 2003 年から 2013 年までの 10 年間については、まず 2001 年 11 月の同意多発テロの発生、さらに 2008 年のリーマンショックに伴う世界金融危機は、航空機産業の成長速度にも重大な影響を及ぼした。この時期、CAMAQ は、IFA (Institut de Formation En Aérospatiale)<sup>12</sup> の設立に貢献し、当該産業における企業の改善と労働者の継続雇用に対して優先的に取り組み、特にイベントとして AéroSalon (イベント) が、まず初めに 2006 年に Mrabel において、次に 2007 年に St-Hibert において開催することに貢献した。さらに、この時期には、航空宇宙システム工学のための新研究所として LESIAQ (Laboratoire d'Enseignement des Systèmes Intégrés en Aérospatial du Québec) が創設されている。

このように、CAMAQ では、産業界のニーズに合致した職業訓練プログラムの提供と実践を行われている。既述したように、この職業訓練センターでは、10 代後半の若者を対象にした機体部品の製造、機体組立、機械加工、機体整備等に関する職業訓練が実施されている。これらの技術・技能の具体的な実習では隣接する ÉMAM の設備環境が活用されており、高性能の工

---

<sup>11</sup> ケベック航空宇宙産業に携わる中小企業を代表する組織で、中小企業と航空機 OEM メーカーとの関係強化、海外展開支援等を目的として 1997 年に設立されが、2012 年には Aéro Montréal に統合されている。

<sup>12</sup> CAMAQ が ÉMAM、ÉNA (École nationale d'aérospatiale)、ÉTS 等の教育訓練機関と共同で設立した非営利の職業訓練機関であり、企業内向けの人材育成サービスを提供している。

作機械や産業機械を有している<sup>13</sup>。職業訓練のトレーナーは、各機体・部品メーカーの製造部門で長年にわたり製造・加工等に携わってきたベテラン OB が担当しており、各機体・部品メーカーとの協力関係によって実践的な教育・訓練環境を実現している。一方、航空機産業はハイテク産業であるものの、現場での機体整備、組立、機械加工、修理といった領域はブルーワーカーのイメージが強いため最近の若者からは敬遠される傾向にあるため、そうしたイメージを払拭し若者に対して航空機産業が魅力ある産業であることをどのように効果的に伝えることができるかといった情報発信（広報活動）が課題となってきている<sup>14</sup>。

### 3.3.6 ÉMAM (École des métiers de l'aérospatiale de Montréal)

ÉMAM は、MEQ (Ministère de l'Éducation du Québec)、CECM (Commission des écoles catholiques de Montréal) 及び CAMAQ の 3 者間の協定により、ケベック州の航空宇宙産業の成長拡大を促すために必要な人材育成のために 1994 年にスタートした。ÉMAM は、航空宇宙産業の製造部門で必要とされる基礎的な技術・技能を修得するための職業訓練機関としてスタートし、航空宇宙産業の成長に対応した“専門的労働者”の育成を行っている。フットボール競技場 2 面ほどの広さを持つ訓練用の工場を有しており、その中には数十億円以上の産業機械などの設備が配置されている。また、数値制御加工部門、計量計測試験室、プリント回路試験室、冷凍実験室、複合材料試験室なども装備されている。このように、ÉMAM では CAMAQ とコラボレーションすることによってケベック州の航空宇宙産業分野で必要とされる専門的技術や技能を持った労働者の研修を実践している (主な研修コースについては図表 3.14 を参照)。

図表 3.14 ÉMAM の研修コース一覧

研修プログラム	研修・訓練
精密板金 (DEP : 職業証書取得コース)	1,275 時間
加工技術 (DEP : 職業証書取得コース)	1,800 時間
表面処理 (DEP : 職業証書取得コース)	780 時間
機械設備 (ASP : 専門職証書取得コース)	900 時間
数値制御加工機械工具 (ASP : 専門職証書取得コース)	短期 : 480 時間 長期 : 885 時間
航空宇宙構造組立 (DEP : 職業証書取得コース)	975 時間
航空宇宙機械組立 (DEP : 職業証書取得コース)	1,185 時間
回路ケーブル組立 (DEP : 職業証書取得コース)	945 時間

出所 : ÉMAM 提供資料を参考に筆者作成。

<sup>13</sup> 日本製の工作機械も実習で使用されている。

<sup>14</sup> 航空宇宙産業に限らず、製造業における技能者育成及び人材獲得の問題は、日本の現状とも共通する課題であると言える。

### 3.3.7 École Polytechnique de Montréal

#### (1) 大学の概要

École Polytechnique de Montréal には、8,300名の学生及び2,200名の院生が在学しており、120以上のプログラムが実践されている。2016年から2017年の期間において1,570の学位授与を果たしている。同大学は、1987年の創立以降、これまでに累計で47,500名の卒業生を輩出しており、現在の教員数は261名、大学事務職等の雇用者は1,400名である。研究資金は、年間7,500億ドルに及ぶ。航空宇宙関連の教授及び研究者は約60名おり30以上の研究ユニット、80以上の研究プロジェクトが実施されている。大学の理念は、産業との共生 (symbiosis) による教育プログラム及び研究プログラムの実践である。その一環として、同大学は既述のCRIACやCARIC等とも関連会議及びジョイントプロジェクトを通じて連携している。これは同大学がグレーターモントリオール地域内の他の各種支援機関、企業及び関連大学と日常的にコミュニケーションをとり易い場所に立地していることに起因している。また、民間企業で航空宇宙・運輸関連の製造や研究開発に携わってきた技術者・研究者を同大学の教員として積極的に採用することで実践的な教育及び研究開発を実現している点も同大学の特徴と言える<sup>15</sup>。

写真 3.1 École Polytechnique de Montréal の外景



出所：筆者撮影。

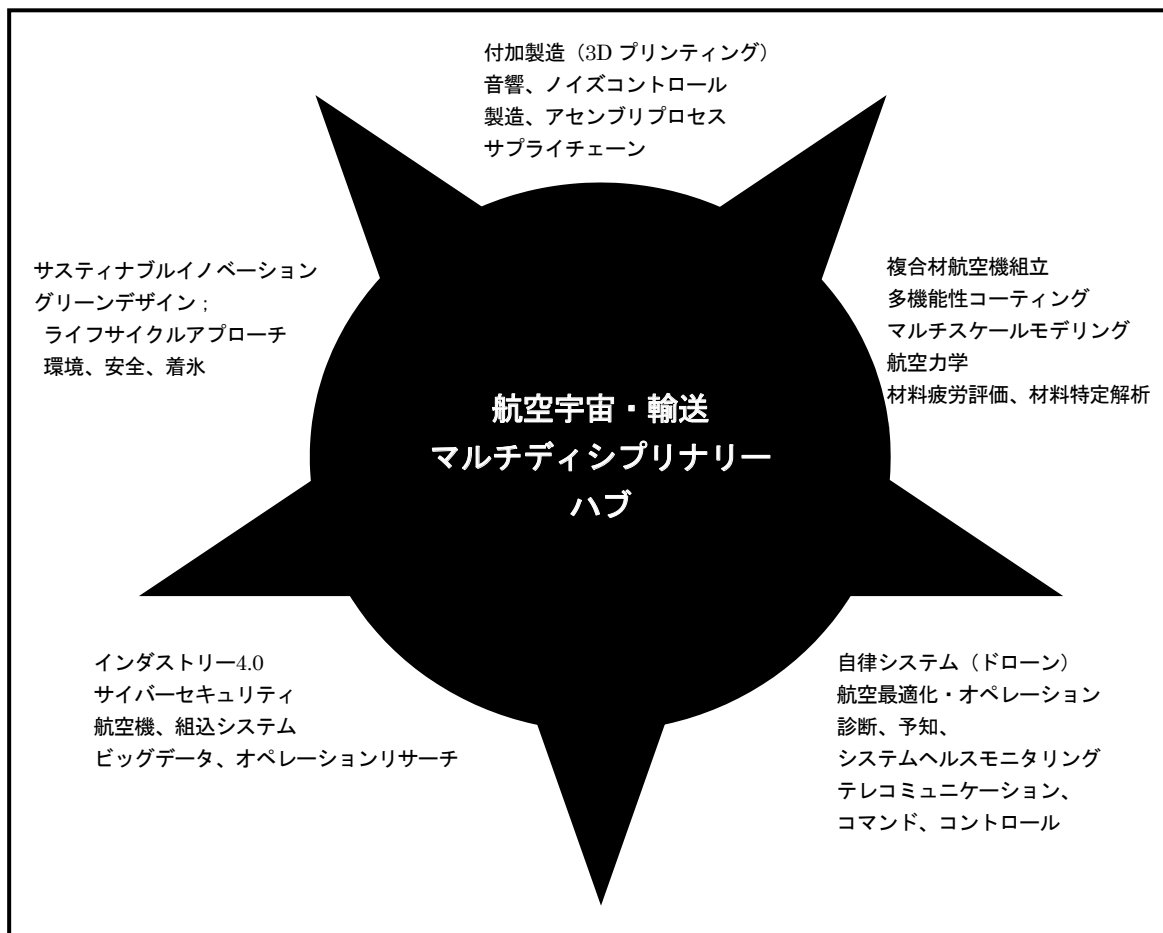
<sup>15</sup> このような企業経験者の大学での活用は、既述のÉTSと共通している。



## (2) マルチディシプリナリーハブによるアプローチ

École Polytechnique de Montréal における航空宇宙・輸送技術に関連した教育・研究の最大の特徴としては「マルチディシプリナリーハブ」という概念を指摘することができる。これは、同大学が、ケベック州の航空宇宙・運輸分野の発展に必要とされる複数の分野を単にパラレルに教育あるいは研究するのではなく、複数の学問領域が相互関係を持ちながら、あるいは融合することによって技術的イノベーションを発生させるための「ハブ (hub)」としての機能を果たすことを目標として掲げていることを意味している (図表 3.15 参照)。

図表 3.15 École Polytechnique de Montréal における航空宇宙・輸送分野のためのマルチディシプリナリーハブの概念図



出所：École Polytechnique de Montréal 提供資料を参考に筆者作成。

## (3) 講座、研究所及び研究グループ

同大学では、航空宇宙及び輸送に関連した 10 種類の研究講座が開設されている。また、教授、大学院生、企業等による 21 種類の研究室や研究グループが稼働している (主な研究講座については図表 3.16 を参照)。

図表 3.16 École Polytechnique de Montréal の主要講座

Canada Reserch Chairs
マイクロシステム及び高機能材料の製造
電磁材料
高機能航空宇宙用材料及び製造処理のマルチスケールモデリング
非定常航空機空気力学のモデリング及び制御
インテグレイティヴナノスケール及び混成材料
Canada Industrial, Institutional and Excellence Reserch Chairs
塗装及び表面工学における NSERC 多部門工業研究講座
輸送分野における持続可能性に関する評価及び実施に関する研究講座
国際的なライフサイクル (ILC) に関する講座
強化ポリマー及び残留応力の付加製造に関する Polytechnique/Safran 研究講座
リアルタイム意思決定のためのデータサイエンスに関する Canada Excellence 研究講座

注：NSERC (The Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada)

Safran (航空、防衛、通信分野の複合体)

出所：École Polytechnique de Montréal 提供資料より筆者作成。

### 3.3.8 Deloitte<sup>16</sup> Montreal Quebec

今回のグレーターモントリオール地域における現地調査では、Deloitte Montreal Quebec の複数の専門家の方々からカナダの航空宇宙・防衛産業の概要について詳細な説明を受ける機会に恵まれた。そこで、提供資料を参考にカナダの航空宇宙・防衛産業の特徴を整理すると以下のようなになる。

#### (1) ケベック州の航空宇宙・防衛産業の概要

ケベック州の輸出産業では、航空宇宙分野が第1位で2018年の市場規模は153億\$で80%が輸出主導型である。同州の航空宇宙産業の従業員数は、42,100人でグレーターモントリオール地域の中では52人に1人は航空宇宙産業で働いている。カナダの航空宇宙・防衛産業は、航空機及び航空機構造、航空機部品及びサービス、航空機エンジン、MRO、防衛及び宇宙の6つのサブセクターに分類される。構成比(売上高)別では、航空機構造が全体の35%を占めており、次いで航空宇宙MROが28%、航空機部品及びサービスが27%、航空機エンジンが10%といった順である。カナダの航空宇宙・防衛産業の主要企業は、トロント・オタワ・モントリオール回廊と呼ばれる地域に集中している。航空機構造、航空機部品、航空機エンジン、航空MRO、防衛及び宇宙関連の主要メーカーは少なくとも17箇所に立地しているが、うち15箇所がオンタリオ州とケベック州の2つ州に集中しており、トロント・オタワ・モントリオール回廊は、

<sup>16</sup> デロイト・トウシュ・トーマツ (Deloitte Touche Tohmatsu、略称:DTT) は、世界最大の会計事務所で「デロイト (Deloitte)」と称される。

カナダ最大の航空宇宙・防衛企業とその収益の大半を占めている。

## (2) カナダの研究センター・クラスターの主要アクター

航空宇宙技術におけるイノベーション創出では、高度な複雑性とリスクを伴うため、産業界、学界、研究センター及び個々の研究者間の広範囲な協力が必要とされる。そのためカナダには、航空宇宙分野における研究センター・クラスターを形成している複数のアクターが存在している（図表 3.17 を参照）。

図表 3.17 カナダの研究センター・クラスターにおける主要アクター

研究センター（主要アクター）	概要
CARIAQ Consortium for Research and Innovation in Aerospace in Québec	航空宇宙産業の競争力強化に向けて大学や研究センターを含む業界主導によるユニークな共同研究機関
NRC (CNRC) National Research Council of Canada	カナダ政府最大の研究機関（仏語：CNRC）で産業革新、知識・技術開発の促進など政府の責務遂行を支援
CDCQ Composites Development Center of Quebec	応用研究の分野で技術支援を提供し、複合セクターに関与する企業を支援
GEME Aéro Groupe d'étude en management des entreprises de l'aéronautique	航空関連企業のイノベーションと技術進歩を促進するための経営手法を研究
MIAE The McGill Institute for Aerospace Engineering	マギル大学の研究者の専門知識を最大限に活用して航空宇宙産業に貢献するために設立された航空宇宙技術研究所
Ecole Polytechnique of Montreal	航空宇宙、電気、産業、コンピューター工学、ソフトウェア、機械の教育・研究を実践している工科大学
IICAP INSTITUT D'INNOVATION ET DE CONCEPTION EN AÉROSPATIALE DE POLYTECHNIQUE	ケベック州の航空宇宙産業の発展と競争力に貢献するため企業ニーズ、イノベーション、発想に対応できる優秀な技術者を提供
CTA CENTRE TECHNOLOGIQUE EN AÉROSPATIALE	École nationale d'aérotechnique (ÉNA)に関連する航空宇宙技術の応用に特化した技術移転センターで航空応用研究、技術支援、技術実証を実施
Concordia University	モントリオールに本部を置く公立大学で航空宇宙分野の研究・教育を促進するプラットフォームとして機能
CSA (ASC) The Canadian Space Agency	カナダ宇宙局（CSA、仏語：ASC）：科学を通じて宇宙に関する知識向上の責務を果たす政府機関

出所：Deloitte Montreal Quebec 提供資料を参考に筆者作成。

### (3) 航空宇宙関連プログラムを有する大学及び研修センター

グレーターモントリオール地域には、航空宇宙関連プログラムが設置されている複数の大学等が立地しており、毎年、3,500人以上の学生が航空宇宙関連プログラムを修了し、航空宇宙・防衛産業に対して質の高い人材を供給している。換言すると、これらの大学等は、航空機産業クラスターを形成するための重要なアクターとみなすことができる（図表 3.18 を参照）。

図表 3.18 グレーターモントリオール地域で航空宇宙関連プログラムを持っている大学等

大学等教育機関	航空宇宙関連プログラム
Ecole Polytechnique of Montreal	航空宇宙工学、電気工学：組込システム、機械工学：航空工学、宇宙技術に重点を置いている
ÉTS École de technologie supérieure	オートメーションエンジニアリング：航空生産プロファイル、電気工学：航空宇宙集約における組込システム、機械工学：航空宇宙工学
Concordia University	航空宇宙工学
McGill University	機械工学：航空工学に強みを持っている
The Université de Sherbrooke	機械工学：航空工学に強みを持っている
Université Laval	物理工学：航空工学に強みを持っている
ÉNA École nationale d'aérotechnique	北米最大の国立航空宇宙学校、ケベック州の航空宇宙技術トレーニングのリーダー、航空機の整備、アビオニクス技術、航空宇宙工学技術
ÉMAM École des métiers de l'aérospatiale de Montréal	カナダ初の航空宇宙関連分野向けの職業訓練学校 ケーブル及び回路組立、航空機構造組立、機械組立、工具制作、航空機内装材、加工技術、精密板金工事、表面処理、数値制御工作機械操作

出所：Deloitte Montreal Quebec 提供資料を参考に筆者作成。

### (4) モントリオールに集中している国際機関

ケベック州には、同州の航空産業のポテンシャルを背景に、IATA（International Air Transport Association：国際航空運送協会）、ICAO（International Civil Aviation Organization：国際民間航空機関）、SITA（Société International de Télécommunications Aéronautiques：国際航空情報通信機構）、IBAC（International Business Aviation Council：国際ビジネス航空評議会）、IFALPA（International Federation of Air Line Pilots' Associations：国際定期航空操縦士協会連合会）、Airports Council International（ACI：国際空港評議会）といった航空産業に関連する主要な国際機関の本部やオフィスが置かれている<sup>17</sup>。

<sup>17</sup> IATA はモントリオールでの本部業務を拡大している。ICAO の本部はモントリオール、

### 補足：ICAO Museum について

既述の ICAO（国際民間航空機関）は、1944 年に締結された国際民間航空条約（通称シカゴ条約）に基づき、1947 年 4 月 4 日に発足した国際機関であり、長年に亘り国際民間航空に関する原則と技術を開発・制定し、その健全な発達を目的とした活動を行っており、その本部はモントリオール市に置かれている。ICAO Museum には、そうした ICAO のこれまでの歩みに加え、現在そして将来の取り組みに関する資料が展示されており無料で見学が可能である<sup>18</sup>。また、ICAO Museum には、年代・地域ごとに民間航空の発展に寄与した人々やその時代の航空機の模型などが展示されている。このように、ICAO の本部及びその沿革と民間航空の歴史を知ることができるミュージアムがモントリオールに置かれていることは、ケベック州モントリオールが航空宇宙産業の中心地であるといった認識を訪れる人々に植え付けるための重要なホスピタリティ機能を果たしている。

写真 3.2 ICAO Museum の様子



出所：筆者撮影。

SITA の本部はスイス・ジュネーヴでカナダのオフィスはモントリオールにある。IBAC の本部、IFALPA の本部、ACI の本部はモントリオールにある。

<sup>18</sup> 現地でのヒアリング調査の合間を縫って ICAO Museum を見学した。

### 3.4 トリプルヘリックス概念による分析

#### 3.4.1 ケベック州航空機産業クラスターのトリプルヘリックス空間

第1章で示したように、「トリプルヘリックス空間」とは、イノベーション・モデルとしてのトリプルヘリックスが、地域の如何なる場(space)で姿を現してくるかに注目した概念であり、この空間は、「知識空間 (Knowledge Space)」、「コンセンサス空間 (Consensus Space)」及び「イノベーション空間 (Innovation Space)」の3つの空間に分類される。そこで、本調査研究では、この Etzkowitz (2008) の「トリプルヘリックス空間」より具体的な解釈を加えて以下のように再定義している。第一に「知識空間」では、大学及び研究機関(地域の研究基盤)の研究開発活動及び他の関連する活動を集中させながら地域イノベーションにとって必要な条件を改善するための共同作業が行われる空間(場)が形成される。第二に「コンセンサス空間」では、その地域に必要なイノベーションに関するアイデアや戦略について検討し方向づけを行う合意形成のための場が形成され、この空間では、大学(諸研究機関)、地域産業(地域企業)及び政府(中央政府、地方自治体)の3つのヘリックスの相互作用が発生する。第三に、「イノベーション空間」では、「知識空間」及び「コンセンサス空間」によって提示された目標を具体的に実践する空間が形成され、換言すると、この空間では、地域イノベーションに向けた事業化の推進、製品等の社会実装への取り組み及びベンチャーキャピタルの確立などが行われる<sup>19</sup>。

図表 3.19 本調査研究におけるトリプルヘリックス空間の定義

トリプルヘリックス空間	特 徴
知識空間	大学及び研究機関(地域の研究基盤)の研究開発活動及び他の関連する活動を集中させながら地域イノベーションにとって必要な条件を改善するための共同作業が行われる空間
コンセンサス空間	その地域に必要なイノベーションに関するアイデアや戦略について検討し方向づけを行う合意形成のための空間でこの空間では大学(諸研究機関)、地域産業(地域企業)及び政府(中央政府及び地方自治体)といったヘリックス間の相互作用が発生する
イノベーション空間	「知識空間」及び「コンセンサス空間」によって提示された目標を具体的に実践する空間で地域イノベーションに向けた事業化の推進、製品等の社会実装への取り組み及びベンチャーキャピタルの確立などが行われる

出所：Etzkowitz (2008) (三藤・堀内・内田訳『トリプルヘリックス』、2009、p.119) を参考に筆者作成。

そこで、ケベック州航空機産業クラスターについて、まずはこの「トリプルヘリックス空間」

<sup>19</sup> 以上は、本調査研究における解釈である。本来のトリプルヘリックス及びトリプルヘリックス空間の概要及び詳細については、内田(2009)、Etzkowitz (2008) を参照。

の概念を用いて分析を試みる。既述のように、「トリプルヘリックス空間」は、「知識空間 (Knowledge Space)」、「コンセンサス空間 (Consensus Space)」及び「イノベーション空間 (Innovation Space)」の3つの空間に分類されることから、ケベック州航空機産業クラスターについてそれぞれの空間について分析してみると以下ようになる。

#### ① ケベック州航空機産業クラスターの知識空間の担い手

知識空間とは、大学及び研究機関の活動及び他の関連する活動を集中させながら地域イノベーションにとって必要な条件を改善するための共同作業が行われる空間を意味している。この定義に従うならば、ケベック州航空機産業クラスターの知識空間では、特に **Aéro Montréal** の役割に注目することができる。なぜならば、**Aéro Montréal** は、ケベック州航空宇宙セクターの主要メンバーが集う戦略的シンクタンクであると同時にケベック州航空宇宙産業のクラスターの“エンジン”の機能を果たしていると考えられるからである。

#### ② ケベック州航空機産業クラスターのコンセンサス空間の担い手

コンセンサス空間とは、その地域に必要なイノベーションに関するアイデアや戦略について検討し方向づけを行う合意形成のための空間で、この空間では大学（諸研究機関）、地域産業及び政府（中央政府及び地方自治体）といったヘリックス間の相互作用が発生する。この定義に従うならば、ケベック州航空機産業クラスターのコンセンサス空間においても **Aéro Montréal** の役割が大きいと言える。なぜならば、**Aéro Montréal** の取締役会及び各種委員会、執行委員会、財務・監査委員会、管理委員会及び人的資源委員会など複数の委員会における様々な検討は、まさにケベック州航空機産業クラスターのコンセンサス空間そのものを具現化したものと捉えることができるからである<sup>20</sup>。

#### ③ ケベック州航空機産業クラスターのイノベーション空間の担い手

イノベーション空間とは、知識空間及びコンセンサス空間によって提示された目標を具体的に実践する空間で、地域イノベーションに向けた事業化の推進、製品等の社会実装への取り組み及びベンチャーキャピタルの確立などが行われる空間である。この定義に従うならば、ケベック州航空機産業クラスターのイノベーション空間では、**CRIAQ** の役割を指摘することができる。なぜならば、**CRIAQ** は航空宇宙産業の研究及びイノベーションを促進するためのコンソーシアムとして企業、大学、研究センターの共同研究を促進するためのファイナンス及び立案を行い、航空機産業クラスターにおける“リアクター（反応炉）”の役割を果たしていると考えられるからである。また、マギル大学、**ÉTS** 及び **École Polytechnique de Montréal** における企業との共同研究開発などもイノベーション空間の一種と考えられる。

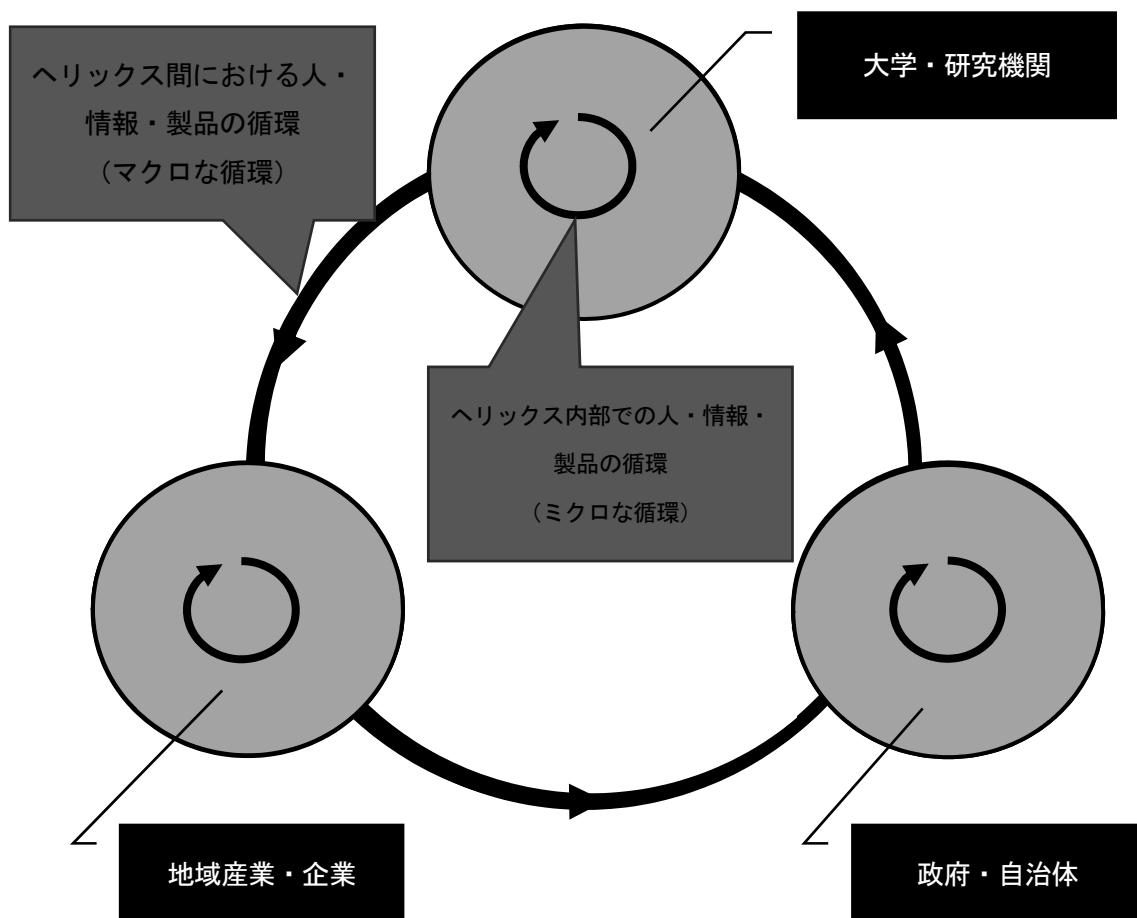
---

<sup>20</sup> 取締役会及び各種委員会の出席者数の実績については、前掲図表 3.9 を参照。

### 3.4.2 ケベック州航空機産業クラスターのトリプルヘリックス循環

トリプルヘリックスを構成している大学・研究機関、地域産業・企業及び政府・自治体の3つのヘリックスでは、多様な循環が発生する（図表 3.20 参照）。すなわち、大学・研究機関、（知識ヘリックス）、地域産業・企業（技術ヘリックス）、及び政府・自治体（公共部門ヘリックス）の3つのヘリックス間では、個人、情報、製品の循環が発生する（マクロの循環）。さらに、1つのヘリックスの内部においても個人、情報、製品等の循環が発生している（ミクロの循環）。

図 3.20 トリプルヘリックス循環



出所：前掲書、pp.35-36 を参考に筆者作成。

そこで、このトリプルヘリックス循環の概念からケベック州航空機産業クラスターの特徴を整理してみると以下ようになる（図表 3.21 参照）。

第一に、大学・研究機関（知識ヘリックス）の内部における個人、情報、製品等の循環（ミ



クロの循環)については、McGill university では、McGill Institute for Aerospace Engineering を設立し航空機・同部品産業に関連する様々な研究開発が実施されており、企業との共同研究も活発に行われている。また、ÉTS 及び École Polytechnique de Montréal においても企業経験者を教授として招聘し、そのネットワークを活用して産学連携活動が積極的に展開されている。特に École Polytechnique de Montréal における航空宇宙・輸送分野のためのマルチディシプリナリーハブの概念は、大学・研究機関（知識ヘリックス）内部のヘリックス循環を活性化させているものと推察される。

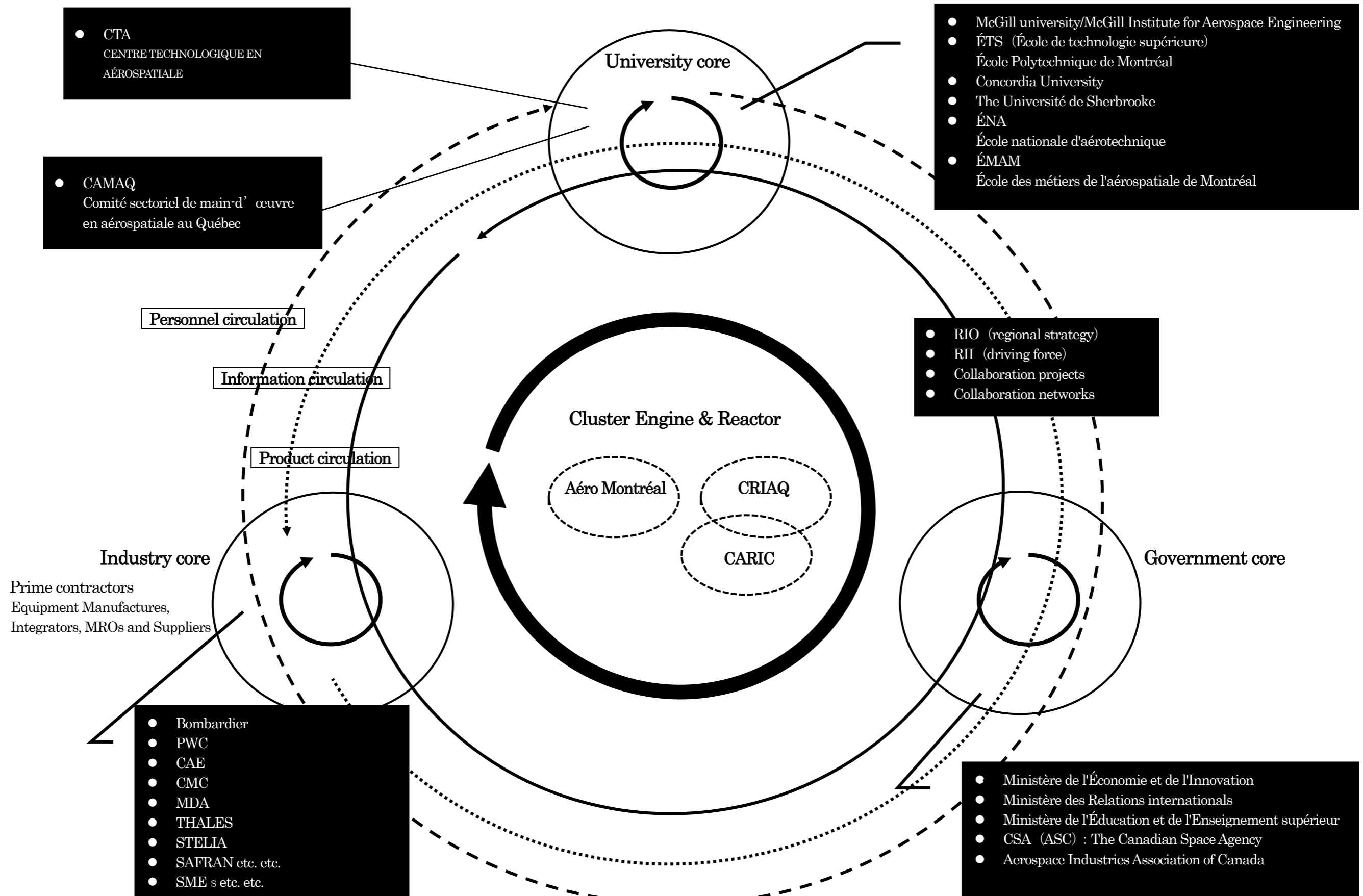
第二に、地域産業・企業（技術ヘリックス）の内部における個人、情報、製品等の循環（ミクロの循環）については、今回の限られたヒアリング調査からは個々の企業の実態は不明であるが、CRIAQ が技術ヘリックスの内部の循環の担い手になっているものと推察される。なぜならば、ボンバルディア、プラット&ホイットニー・カナダ、ベルヘリコプター、CAE 等の主要企業と中小企業、大学・研究機関、支援機関、州政府関係機関などが複数のアクターがメンバーとなっており、CRIAQ の活動が地域産業・企業（技術ヘリックス）の内部のヘリックス循環を活性化させる機能を果たしていると考えられるからである。

第三に、政府・自治体（公共部門ヘリックス）の内部における個人、情報、製品の循環が発生する（マクロの循環）については、Ministère de l'Économie et de l'Innovation、Ministère des Relations internationales、Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur、CSA (ASC) : The Canadian Space Agency、Aerospace Industries Association of Canada など州政府関連省庁及び機関それぞれにおいてヘリックス循環が発生していると考えられるが、今回のヒアリング調査からは、この公共部門ヘリックスに対して、Aéro Montréal 及び CRIAQ の活動が大きな影響力を持っているものと推察される。

第四に、ケベック州航空機産業クラスターのトリプルヘリックスにおける3つのヘリックス間の循環（マクロ循環）の全体像を描出してみると図表 3.21 のようになる。この図表が示すように、ケベック州航空機産業クラスターの3つのヘリックスは、それぞれが非常に多くのアクターによって重層的に構成されており、この3つのヘリックス間の循環（マクロ循環）は、Aéro Montréal 及び CRIAQ によってその循環が維持されているものと推察される。つまり、Aéro Montréal は、ケベック州航空機産業クラスターを駆動させるエンジンの役割、CRIAQ は、CARIC と共にイノベーションを発生させるリアクター（反応炉）の役割を果たしているものと考えられる。また、Etzkowitz(2008、日本語訳 pp.34-35)に従えば、Aéro Montréal は、地域イノベーション・オーガナイザー（RIO: Regional Innovation Organizer）、CARIC は、地域イノベーション・イニシエーター（RII: Regional Innovation Initiator）とみなすことができる。

第五に、ケベック州航空機産業クラスターのトリプルヘリックス循環の特徴として、主要アクターの多くがグレーターモントリオール地域内に集中しているといった地理的近接性（geographical proximity）及び当該地域を含めたケベック州の公用語が仏語であることによる社会的・文化的近接性（social and cultural proximity）が、ヘリックス間の個人・情報・製品の循環を円滑にしているものと考えられる。

図表 3.21 ケベック州航空機産業クラスターにおけるトリプルヘリックス循環



出所: Etkowitz (2007)、Basergui (2007)、Gardes & Dostaler (2015) 及び入手資料に基づいて筆者作成。

#### <参考文献>

- 内田純一（2009）『地域イノベーション戦略ーブランディング・アプローチ』芙蓉書房出版、pp.194-197.
- 中部航空宇宙産業技術センター「平成 25 年度航空機産業先進地域調査報告書」
- Basergui, A. (2007) CRIAQ, a Winning Model for Industry-led Collaborative Research in Aerospace, and its Role within Aéro Montréal. In: FORUM INNOVATION AÉROSPATIALE, 2007, Montréal.
- Etkowitz, H (2007) University-Industry-Government: The Triple Helix Model of Innovation. Asia-Pacific Tech Monitor 24 (1), p. 14-23.
- Etzkowitz, H. (2008) *The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation in Action*, Routledge. (三藤利雄・堀内義秀・内田純一訳『トリプルヘリックス』芙蓉書房出版)
- Gardes, N. and Dostaler, I. (2015) Aerospace Clusters and Competitiveness Poles: A France-Quebec Comparison, *Journal of Traffic and Transportation Engineering* 3(1):52-62, January 2015.

#### <入手資料>

- Aéro Montréal 「The Québec Aerospace Cluster」, 「Activity Report 2018: Innovation, Transformation and Growth」
- CAMAQ 「Rêver grand Voir Loin」
- CRIAQ, <https://criaq.aero/>
- Deloitte 「Aerospace & Defense in Canada」
- École Polytechnique de Montréal 「Aerospace and Transportation: Centre of Excellence at Polytechnique de Montréal」
- ÉMAM 「Au Coeur de L'industrie Aérospatiale」, 「École des Métiers de L'aérospatiale de ÉTS 「Overview of ÉTS: Introduction to the School September 2017」
- McGill Institute for Aerospace Engineering (MIAE), <https://www.mcgill.ca/miae/>

#### <謝辞>

個々のお名前の記載は控えさせて頂くが、今回のケベック州グレーターモントリオール地域におけるヒアリング調査では、現地の関係各位の方々には大変親身に対応して頂いた。また、ケベック州政府在日事務所の方々には訪問先とのアポイントメントにおいてご支援とご指導を賜った。ご協力頂いた全ての方々に心より御礼申し上げるしだいである。

## 第4章 国内航空機産業クラスターの課題と地域中小企業の役割

本章では、初めに前章で報告したケベック州航空機産業クラスターの取り組みを「ケベック・モデル」と名付け、その特徴を整理した上で、それらが日本国内の航空機産業クラスターの形成にとってどのような示唆を内包しているかについて検討する。次にこの示唆と国内動向調査の結果を踏まえて、国内航空機産業クラスターの課題と地域中小企業の役割を提示し本報告書の結びとする。

### 4.1 ケベック・モデルからの示唆

#### 4.1.1 ケベック・モデルの特徴

カナダ・ケベック州モンリオール地域における航空機産業（航空宇宙産業）クラスター、すなわち、ケベック・モデルの特徴は以下のとおりである。

第一に、グレーターモンリオール（広域モンリオール）と呼ばれる地域にクラスターを形成するための主要アクター（航空機関連の企業、大学・研究機関、企業支援機関・シンクタンク、教育訓練機関等々）が集積している。

第二に、換言すると、ケベック州は日本列島の約4倍の広さを持っているものの、航空機産業（航空宇宙産業）クラスターの主要アクターはグレーターモンリオールに集中立地しており、これは地理的近接性によるアクター間のコミュニケーションを円滑にしている。

第三に、同州がカナダ国内では唯一、フランス語を公用語に定めている州であることがアクター間の社会的・文化的近接性を醸成し、さらにそれは海外の仏語を公用語とする国や地域とのグローバル・リンケージ（ビジネスや教育での連携）に寄与している。

第四に、トリプルヘリックス概念から見たケベック・モデルの特徴は、トリプルヘリックス空間及びトリプルヘリックス循環によって十分説明することが可能である。

#### 4.1.2 ケベック・モデルからの示唆

以上の特徴を踏まえながら、ケベック・モデルからの示唆を纏めると次のようになる。

第一に、航空機産業クラスターの形成では重層的な人材育成機関が必要である。特にグレーターモンリオール地域では、大学・研究機関だけでなく、航空機産業に特化した職業訓練機関が地域企業への人材供給及び人材育成にとって重要な役割を果たしている。

第二に、企業と大学の双方向的な人の循環が発生している。大学と企業の産学連携による共同研究はケベック・モデルに限ったことではないが、企業での研究開発マネジメントや生産現場の経験者が積極的に大学教授や研究開発スタッフとして招聘されトリプルヘリックス循環における人の循環が発生している。

第三に、航空機産業クラスターの形成では、地域イノベーションに関連する会議、委員会、イベント、研修等の多様なプログラムが持続的・継続的に実施されており、トリプルヘリク

ス循環における情報の循環が非常に活発かつスピーディである。

第四に、ケベック・モデルでは、当該航空機産業クラスターを駆動させるエンジンの役割を担う機関と産学官連携を促進しイノベーションを誘発させるリアクターの役割を担う機関の2つの機関が存在している。

第五に、換言すると、これは地域イノベーション・オーガナイザー (RIO: Regional Innovation Organizer) と地域イノベーション・イニシエーター (RII: Regional Innovation Initiator) の重要性を示している。

第六に、IoT や AI の進展や地球環境問題への対応など航空機産業を取り巻く事業環境の変化に対しては、大手メーカーだけでなく地域の中堅・中小企業及びベンチャー企業の連携が不可欠であり、そのための複数のハブ (hub) が地域内に存在している。

## 4.2 国内航空機産業クラスターの課題と地域中小企業の役割

### 4.2.1 国内航空機産業クラスターの課題

国内における航空機産業クラスター形成は全国各地で展開されているが、その中でも本調査研究で取り上げた地域は、積極的な産学官連携活動を展開しており、国内における先端的な航空機産業クラスター地域と言える。その特徴は、中堅・中小企業を含む地域資源（産業集積及び大学等）を活用しながら、当該地域に合った分野を戦略的に選別し対象を特化している点にある。さらに、国内における航空機産業クラスターの方向性については、クラスター形成の広域連携（広域化）の傾向を各クラスターの事例から窺い知ることができる。そこで、これらの動向とケベック・モデルからの示唆を踏まえて、日本の航空機産業クラスター形成の課題を整理すると以下の2点に集約される。

第一に、航空機産業クラスター形成では、地域内にクラスター・エンジン及びクラスター・リアクターの機能を継続的に実践する組織（ツートップ・フォーメーション）が存在しなくてはならない。すなわち、国内の航空機産業クラスター形成が広域連携（広域化）の傾向を強める中、この地域イノベーションに必要な2つの役割をそれぞれどのような機関（組織）が担当し、相互協力の下でどのような運営を行うのかといった中長期的なクラスター戦略が必要である。

第二に、地域中小企業の航空機人材を専門に育成・強化する機関の設置が必要である。この機関は、航空機産業・同部品産業及びMROを持続・発展させるためのセンターとしての役割を果たすことになるが、大学・研究機関等による高度な技術者教育機関や研究センターだけでなく、例えば、航空機部品加工のための技術・技能訓練センターといった若手の人材を育成する仕組みが必要である。すなわち、現在の航空機人材の育成は、大学や高専などで各々独自のカリキュラムに基づいて実践されている傾向が強く、それらは経済産業省の地域産業政策・中小企業政策と文部科学省の教育・研究開発政策の狭間で非常に苦勞しながら実施されているのが現状である。さらに、技能者の育成の領域は厚生労働省の管轄でもある。そのため、わが国が中長期的に航空宇宙産業を今後の国のターゲット産業・成長産業として位置づけ世界に乗り

出して行こうとしているのであれば、こうした既存の伝統的な省庁間の枠組みの狭間の中で人材育成プログラムや予算をいくら工夫工面していてもその実現は困難であろう。よって、多様な航空機人材を育成・強化し、次世代航空機産業も視野に入れた航空宇宙産業政策を実現するためには、これまでの省庁の枠組みを超えた「航空宇宙産業人材育成センター」（仮称）を国内の主要クラスター<sup>1</sup>に設置し、航空機産業クラスターのトリプルヘリックス空間及びトリプルヘリックス循環を活性化・円滑化していく必要がある。

## 4.2 地域中小企業の役割

第3章で報告したグレーターモントリオール地域（ケベック・モデル）と比較した場合、日本の航空機産業クラスターは多くの促進機関が設置されているとは言え、その事業規模や国際競争力は非常に脆弱であると言わざるを得ない。それは、ケベック州において航空宇宙分野に特化したプライムコントラクター、設備製造企業、インテグレーター、MRO 企業及びサプライヤーなどの産業集積の長い歴史を持つグレーターモントリオール地域と日本の俄かづくりの航空機産業クラスターを同じ土俵で比較すること自体に無理があるのかも知れない。しかしながら、日本の航空機産業クラスターにもケベック・モデルに対抗できる潜在力（ポテンシャル）が存在しているものと考えられる。それは地域中小企業に蓄積されてきた非常に精度の高いモノづくり力である。周知のように、航空機部品は非常に多くの部品によって構成されており、その加工及び組立には高度な技能・技術が必要とされる。また航空機部品における品質管理には他のセクターよりも高い厳密性・正確性・継続性が要求される。

故に、今後、地域中小企業が航空機産業を自社の重要な事業領域として位置づけ、そのための経営戦略を立案していくためには、第2章の動向で報告したように、他企業、公的支援機関及び大学・高専等との外部連携を活用して自社に不足している資源を補完することが必要である。さらに、国内の航空機産業クラスター自体が広域連携を強める傾向にあることを考慮するならば、地域中小企業は自社の活動範囲としての「地域」を見直す時期にあるのではないだろうか。

これまではあるセクター向けの生産技術・製造技術を得意とする企業が特定地域に集まり、所謂、集積のメリットを發揮してきたが、航空機産業は、そうした地理的接近性のメリットを活用しながらも同時にグローバル展開が不可欠なセクターである。地域産業振興、中小企業振興の枠組みの中で中小企業が航空機産業に参入することが現在の日本の1つのスタイルになっているが、この方法には限界があると言えるのではないだろうか。では、地域中小企業にとっての新たな「地域」とはどのような広さ、範囲として捉えたら良いのだろうか。この問いを解くためのヒントとして1990年代以降の中小企業のアジア展開を指摘しておきたい。世界の航空機産業分野の中で日本国内の地域中小企業がグローバル展開するためには、既に進出あるいは取引関係の経験が蓄積されているアジア地域、特にASEAN地域の企業との連携が「地域」

---

<sup>1</sup> この主要クラスターとは、広域クラスターを視野に入れており、多くても国内の航空機産業クラスターの拠点は3か所程度が妥当ではないかと考えられる。

の広がりを実現するための手段になるのではないだろうか。なぜならば、欧米地域と比較し ASEAN 地域は日本にとっては“相対的に地理的近接性のメリット”を獲得し易い広さ（範囲）だからである。すなわち、アジア地域の中の企業であるといったビューポイントから航空機産業クラスターの重要なアクターになることが、これからの地域中小企業が指向すべき役割なのである。

以上

(禁無断転載)

19-2

国内航空機産業クラスターの課題と地域中小企業の役割

－ケベック・モデルから学ぶこと－

令和2年3月

一般財団法人 機械振興協会 経済研究所

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号

TEL : 03-3434-8251

<http://www.jspmi.or.jp>

印刷所：株式会社 響文社

TEL : 048-424-7361