

中部経済産業局  
航空機産業の重要技術分野に  
おける技術推進調査事業

調査報告書

平成29年3月31日

# 目次

---

|  |    |
|--|----|
| はじめに .....                               | 2  |
| 1. 航空機エンジン産業、技術の動向 .....                 | 3  |
| 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析 .....               | 12 |
| 3. 地域企業等の技術開発の動向 .....                   | 60 |
| 4. 地域企業の国際競争力の向上に資する技術戦略や計画の検討に向けて ..... | 62 |

# はじめに

## 1. 事業の目的及び概要

---

中部地域は、「アジアNo.1航空宇宙産業クラスター」として特区指定を受けるとともに、平成26年3月にとりまとめられた「東海産業競争力協議会報告書」では、航空機産業は地域の戦略産業として位置づけられるなど、我が国随一の航空機産業が集積する地域である。

本年10月には東京にて国際航空宇宙展(JA2016)、翌年には航空分野に特化した国際ビジネス商談会である第2回「エアロマート名古屋」が開催され、地域企業にとって海外企業とのビジネス機会が一層増加している。また、世界の航空機市場が今後20年間で約2倍に成長すると見込まれるなか、当地域企業が有する高い技術力への注目度が世界的に高まっているところである。

こうした世界の航空機市場を更に獲得していくためには、新たな技術が次々と投入され、実装されていく世界の航空機市場に当地域の航空機産業が質的にも対応し、ステップアップしていく必要がある。巨額な初期投資、長期の資本回収といった航空機部品製造の特異性を踏まえると、機体構造部品、エンジン部品等の航空機部品加工に携わる企業が川下メーカーからの継続受注や新規受注を獲得し、また、他産業の優れた技術力を有する企業の参入を促進するためには、現在の切削加工等の技術力の向上はもとより、燃費性能、環境性能等航空機市場の大きな潮流を捉え将来的にインパクトを与える技術を今から見据えることが重要である。

このため、本事業では、航空分野、特に成長が期待されるエンジン分野に関連した技術(特に材料、製造技術、要素技術)に着目して、最新の技術動向(特許出願動向調査など過去に公表された報告書を参照)を調査したうえで、地域企業に取り込みが可能な技術トレンドや実用化・普及までのシナリオなど、中長期的に戦略的かつ効果的に政策立案するための情報収集を行う。加えて、収集した情報を地域企業の国際競争力の向上に資する技術戦略や計画を検討することを目的とする。

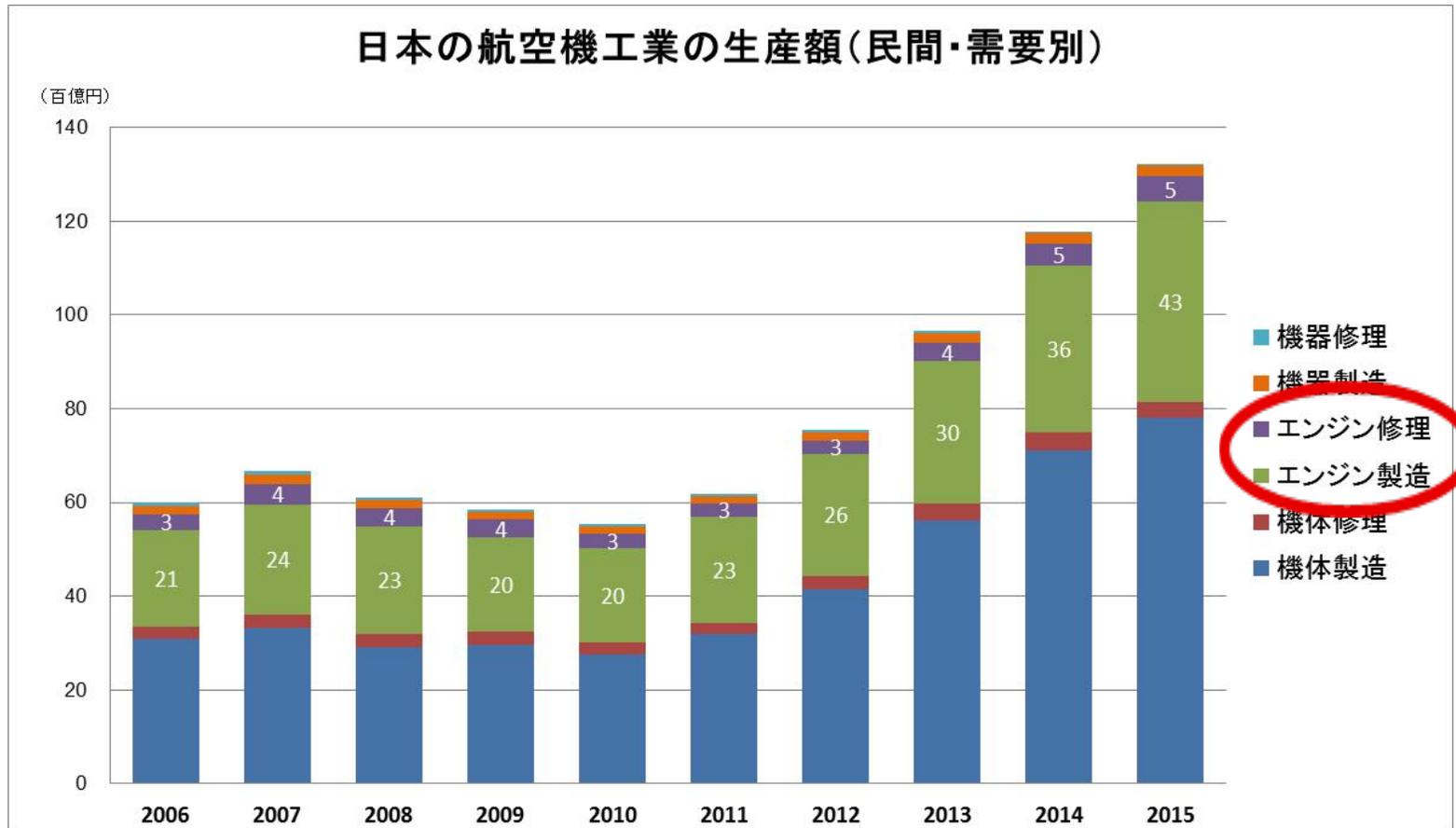
---

## 1. 航空機エンジン産業、技術の動向

# 1. 航空機エンジン産業、技術の動向

## (1) 航空機エンジンの国内生産額

- 日本の民間航空機のエンジン生産額は2010年以降右肩上がり成長しており、2015年は4267億円に増加。エンジン修理は54億円

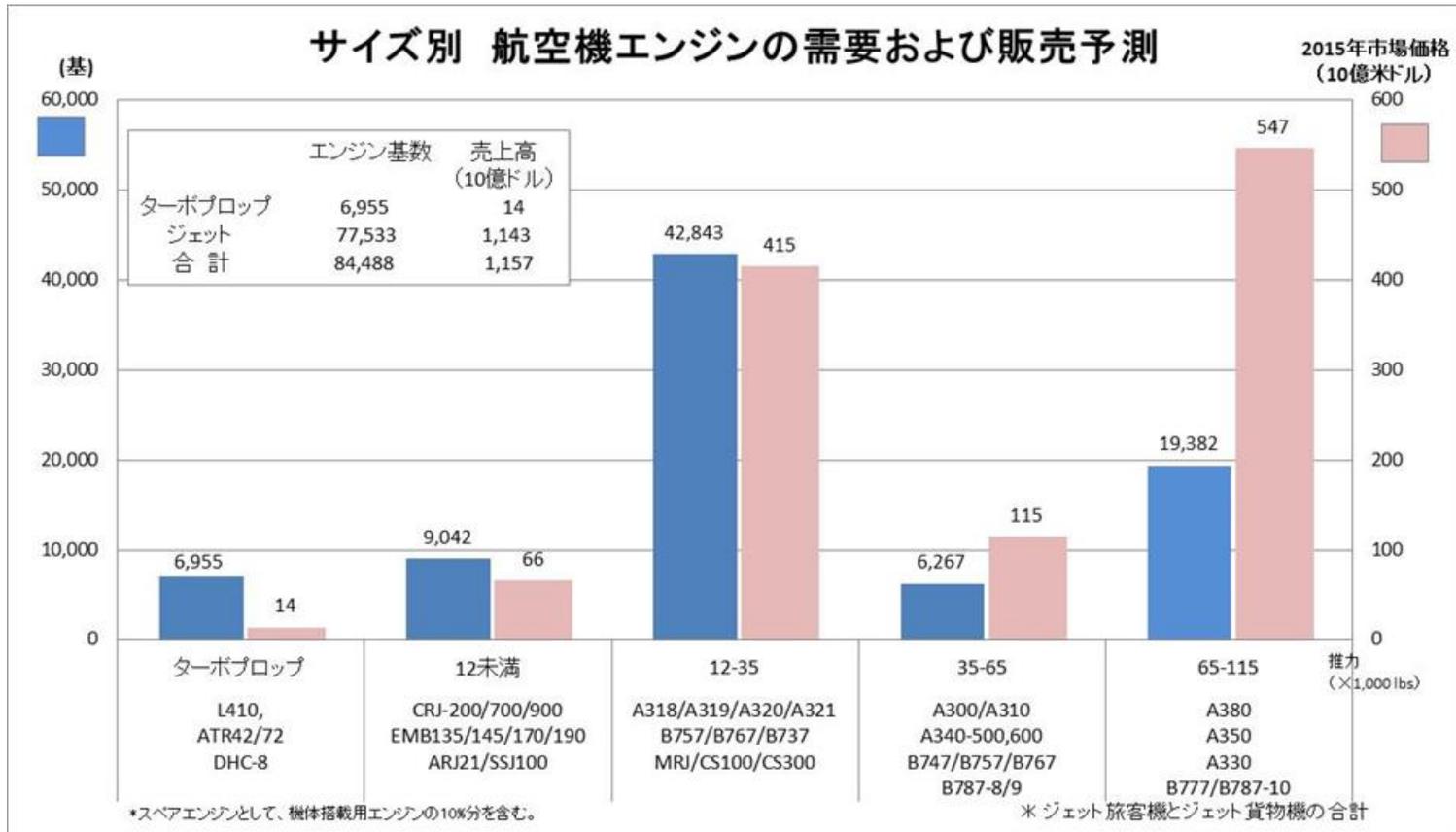


出所)民間航空機に関する市場予測 2016-2035 (日本航空機開発協会)

# 1. 航空機エンジン産業、技術の動向

## (2) 航空機エンジンの市場規模予測

- 2016-2035年の20年間の航空機エンジン(スペア用含む)の世界市場の規模は、1兆1570億ドル(2015年市場価格)
- 数量ベースでは12,000-35,000lbクラスのエンジンが42,838基と多く、価格では65,000-115,000lbクラスのエンジンが5470億ドルで最大



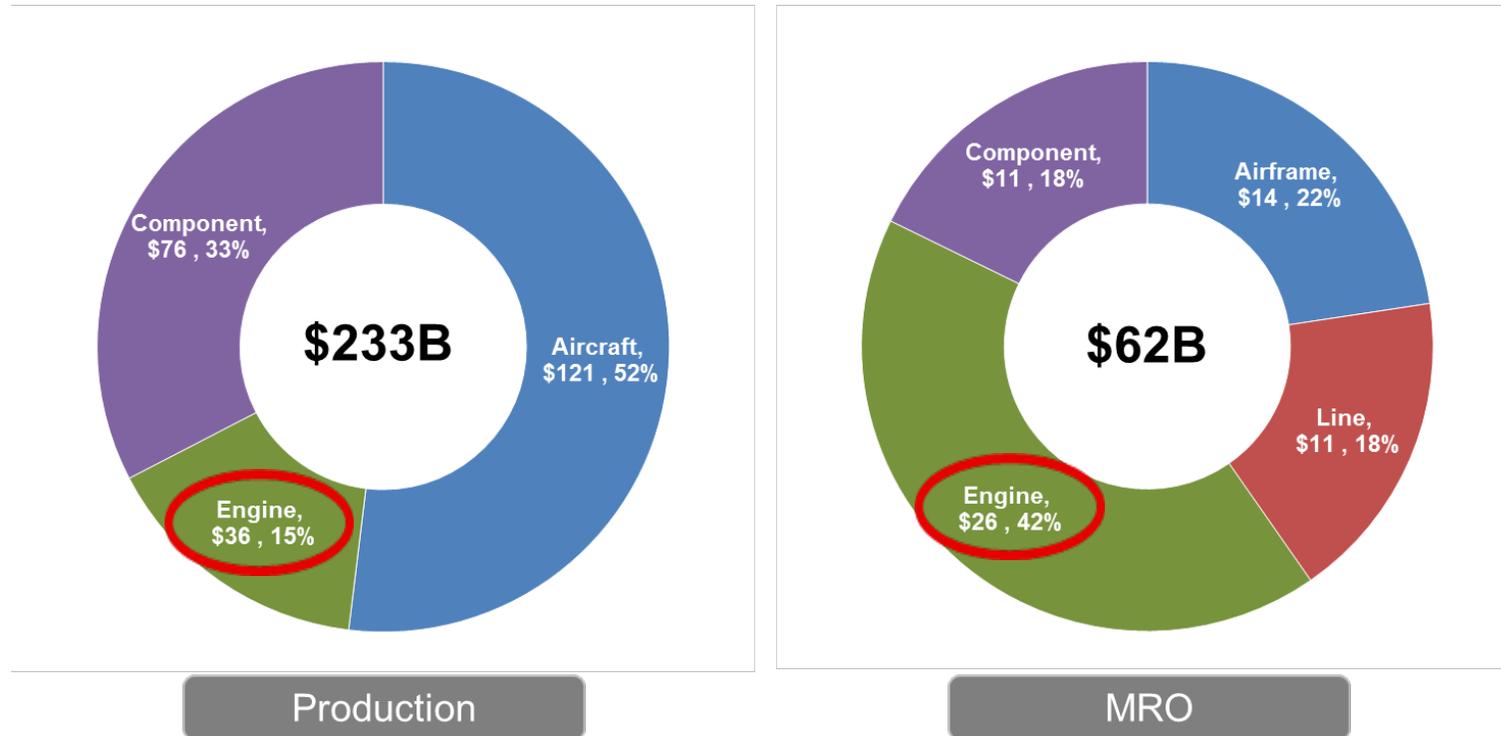
出所)「民間航空機に関する市場予測 2016-2035」(日本航空機開発協会)

# 1. 航空機エンジン産業、技術の動向

## (3) 航空機エンジンの需要構造

- 2014年の航空機エンジン市場は、生産額が360億ドル、MROは260億ドル、合計620億ドル
- 航空機エンジンの需要は、MROの比率が大きく、機体、装備品に比べて長期的に安定した需要がある

### 2014, the commercial aerospace industry production Maintenance, Repair and Overhaul(MRO).

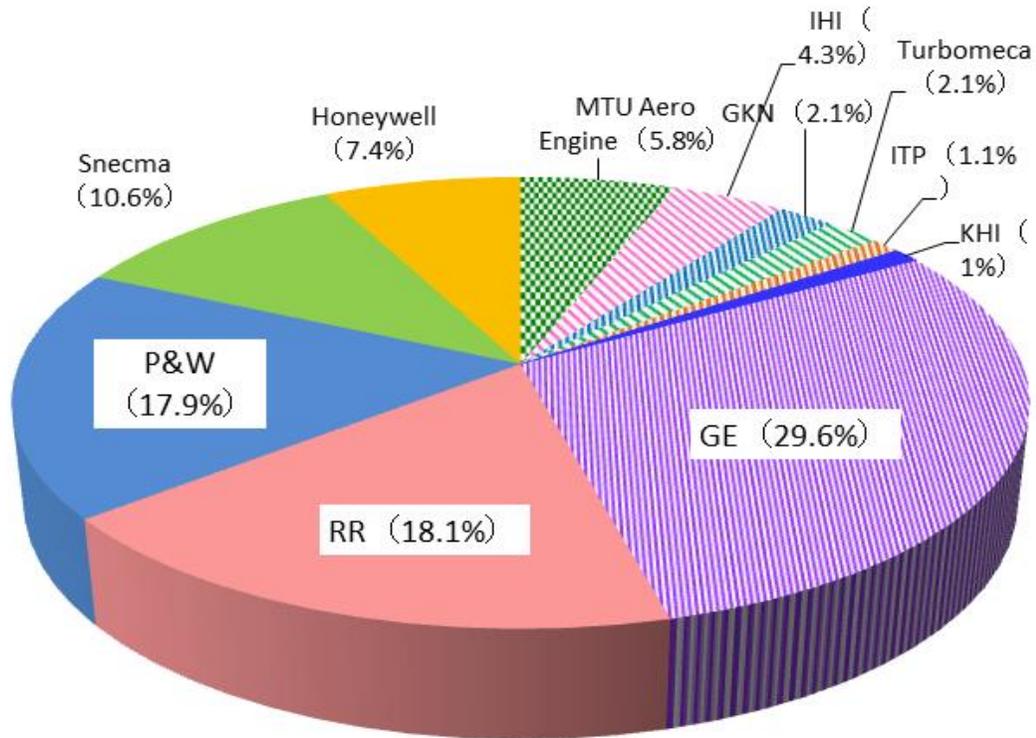


出所) Supply Chain Research Insights: Global Aerospace Industry Size and Growth (aviation week 2015/12/23)

# 1. 航空機エンジン産業、技術の動向

## (4) 航空機エンジンの主要企業

- 航空機エンジンのシェア(2014年)は、民需・防需含めて売上高8兆5859億円
- GEが29.6%(2兆5386億円)、ロールスロイス(RR)が18.1%(1兆5518億円)、UTC傘下のプラット&ホイットニー(P&W)が17.9%(1兆5352億円)のシェアをもち、3大メーカーが市場シェア65.6%を占有している
- 日本のエンジンメーカー3社は国際共同開発に参加するパートナーの立場
- 市場シェアはIHIが4.3%、川崎重工業が1%のシェアを占めている



出所)「平成28年版世界の航空宇宙工業」(日本航空宇宙工業会)

# 1. 航空機エンジン産業、技術の動向

## (6) 航空機エンジンのビジネス形態及び共同事業の必要性

### 民間航空機用エンジン事業の特徴

- 航空機の価値のうち約25%を占め、双発機の場合2+α搭載されるため機体需要と比較して伸び率は高く参入に対して期待もある
- しかし、投資回収期間が長期だけでなく、民間航空機用エンジン事業では、一企業では負担しきれない巨額な資金およびリソースが必要なため、複数の企業による共同事業が主流
  - 巨額な開発費：地上運転や飛行試験の費用等も発生するだけでなく就航後も改良設計による費用が必要
  - 開発投資回収までの長期間必要：運航開始から数年後に発生する交換部品販売により利益を得て、開発投資を回収

### 共同事業の必要性

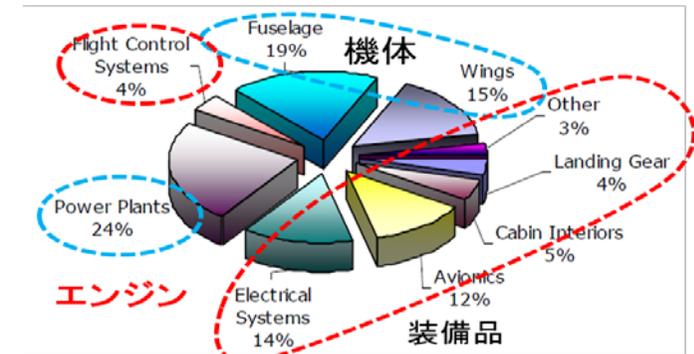
- 開発費・リソースの分担、事業リスクの分散
- 得意分野の相互利用
- 長期的・戦略的パートナーシップの確立・維持

### 共同事業の形態

- JV (Joint Venture) : 開発費を分担し、参画シェアに応じて収益を分配する方式、エンジンビジネス全体に関わり、その事業運営の意思決定に参加
- RSP (Risk & Revenue Sharing Partner) : 開発費を分担し、参画シェアに応じて収益を分配する方式
- サブコントラクター: プライムメーカーの生産販売計画に合わせて生産を行う方式

民間航空機用エンジン事業参入には長期間に及び投資回収に耐えられる体力と自社の技術レベルを向上させる開発能力を持つことが必要

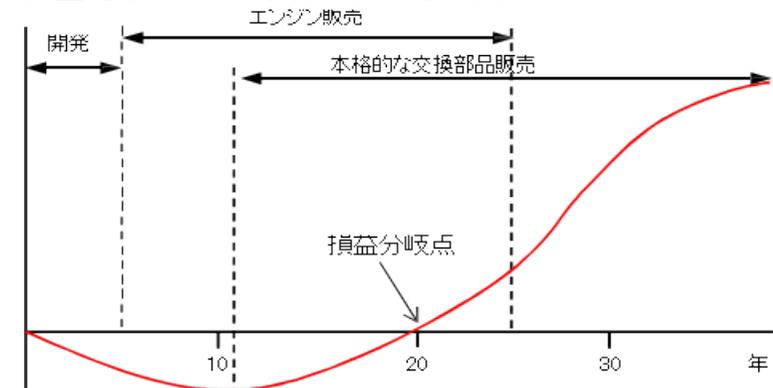
### 航空機の価値構成



出所) (経済産業省)

[https://www.pref.nagano.lg.jp/senryaku/sangyo/shokogyo/shisaku/innovati/on/documents/15\\_shiryou\\_1\\_tsuika.pdf](https://www.pref.nagano.lg.jp/senryaku/sangyo/shokogyo/shisaku/innovati/on/documents/15_shiryou_1_tsuika.pdf)

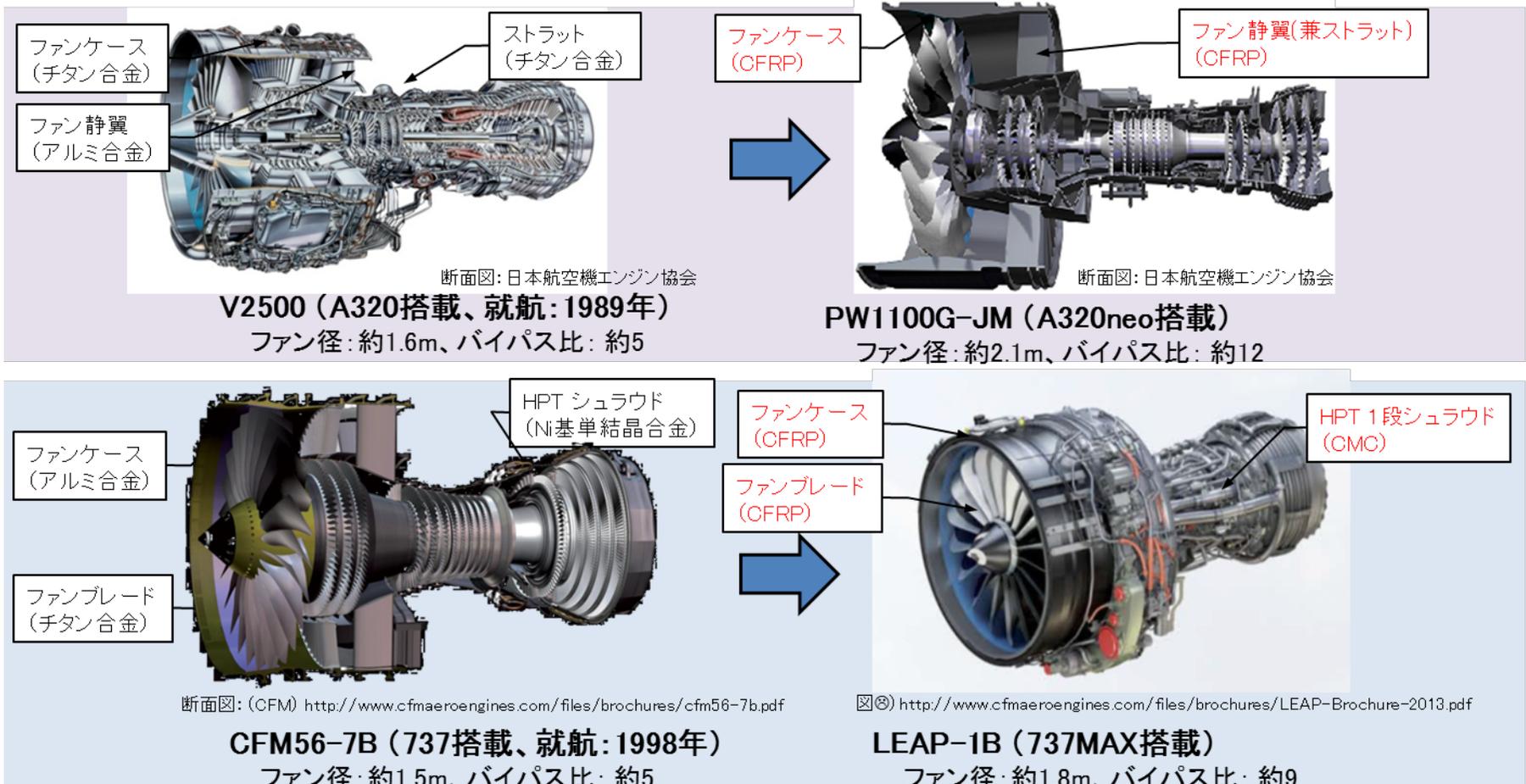
### 典型的なエンジン事業における収支グラフ(例)



# 1. 航空機エンジン産業、技術の動向

## (7) 航空機エンジン技術の進化

- エンジンは低燃費化のために高バイパス比(ファン径拡大)が進んでいる。ファン径拡大による重量増を抑制するためにファン部の軽量化が必須の課題であり、ファンケース、ファン等において金属に比べて軽量のCFRPの採用が進展
- タービン部分においては、耐熱温度向上による燃費改善が求められており、シュラウドや低圧タービンの一部に耐熱性の高いCMCやTiAl合金が採用予定



# 1. 航空機エンジン産業、技術の動向

## (8) 技術開発のテーマ

- 民間航空機用エンジンは、燃料価格高騰への対応や地球温暖化防止に向けた世界的な取り組み強化を背景として燃料消費率低減に対する要求が高まっている。また、有害物質排出量規制や騒音規制などへの対応が重要課題となっている
- 旅客数の増加に伴う便数の増加などもあり、事故率を低減すべく安全性への要求も高まっている
- 航空機エンジンメーカーでは、より高性能でクリーンなエンジンの実現を目指した次世代エンジンの開発が進められている

### <技術開発テーマ>

#### ①燃料消費率

- エンジン全体圧力比の増加、タービン入口温度の高温化、ファン・圧縮機・タービンなどの要素効率の向上による熱効率の向上、高バイパス比化による推進効率の向上等により、燃費消費率(単位時間・推力あたりの燃費消費量)は年々低減している

#### ②タービン入口温度及び全体圧力比

- タービン入口温度は1600°C近くに達しており、高温耐熱材の開発、タービン部品への冷却効率の改善、耐酸化／耐熱コーティング導入等により、高温化が進んでいる。全体圧力比(ファン・圧縮機入口と圧縮機出口における全圧の比)はGE9Xでは60に達しており、年々高くなっている

#### ③安全性の向上

- 設計技術の向上、検査等の製造技術の進歩、ヘルスマonitoring技術の進歩などにより信頼性が向上しており、1000飛行時間あたりのエンジン停止率は0.005程度まで下がってきている

#### ④低騒音化

- 高バイパス比化、吸音ライナーの適用等により騒音低減が進んでおり、さらに吸音ライナーの材質や構造改善・配置の最適化、上下非対象のインテーク形状の採用、可変ノズルの導入、アクティブノイズコントロールなどの様々な技術が研究されている

#### ⑤低 NOx 化

- 2段燃焼や希薄予混合燃焼の採用などによりエンジンのNox排出量が改善されている。2010年にCAEP/8と呼ばれる規制が制定、導入されおり、希薄燃焼型の燃焼器の研究開発が行われている

出所)「(公財)航空機等に関する解説概要27-3「旅客機用エンジンの技術革新～経済性・環境適合性・安全性の向上への取り組み～」(航空機国際共同開発促進基金)を参考として作成

---

## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

### 特許動向調査・分析概要

---

#### 1. 目的

下記の対応国際特許分類(IPC第8版)を対象とした「エンジン要素技術及びインテグレーション技術」など、航空機エンジン技術に係る特許文献をもとに、航空機エンジン業界を代表する主要企業10社の特許動向を調査・分析する。

#### 【調査対象企業】

##### □海外企業:

GENERAL ELECTRIC AVIATION(米)、SNECMA(欧州)、ROLLS-ROYCE(欧州)、PRATT&WHITNEY(米)、PRATT&WHITNEY CANADA(加)、MTU(独)、HONEYWELL(米)

##### □国内企業:

IHI、三菱重工業(三菱重工エンジンシステム)、川崎重工業

#### 【対応国際特許分類】

B64D・B64F・F02C・F02K・F23R・B64Cのうち航空エンジンに関係する分類

#### 【特許文献】

PCT(特許協力条約)に基づく国際出願

日本、米国、欧州、中国、韓国をはじめとする各国(各地域)への特許出願

日本、米国、欧州、中国、韓国をはじめとする各国(各地域)での登録特許

※欧州への特許出願とは、EPC(欧州特許条約)加盟国への出願及び欧州特許庁(EPO)への特許出願を意味する。

※欧州国籍とは、EPC加盟国の国籍を意味する。

#### 【調査対象期間】

特許文献:2009年ー2014年(優先権主張年ベース)

※主要企業の特許動向の調査・分析は、基本的に「特許出願技術動向調査報告書(航空機・宇宙機器関連技術)」(特許庁 平成26年度)と同様の分析を行う。

#### 2. 調査解析対象

Thomson Innovation-dwpiデータベースの検索により「エンジン要素技術及びインテグレーション技術」に関する海外特許公報を対象とした。

##### □検索対象資料と期間

DWPI: 2009年1月1日(優先日)～2015年12月31日(優先日)

## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

### 特許動向調査・分析概要

---

#### □検索該当件数及び抽出件数

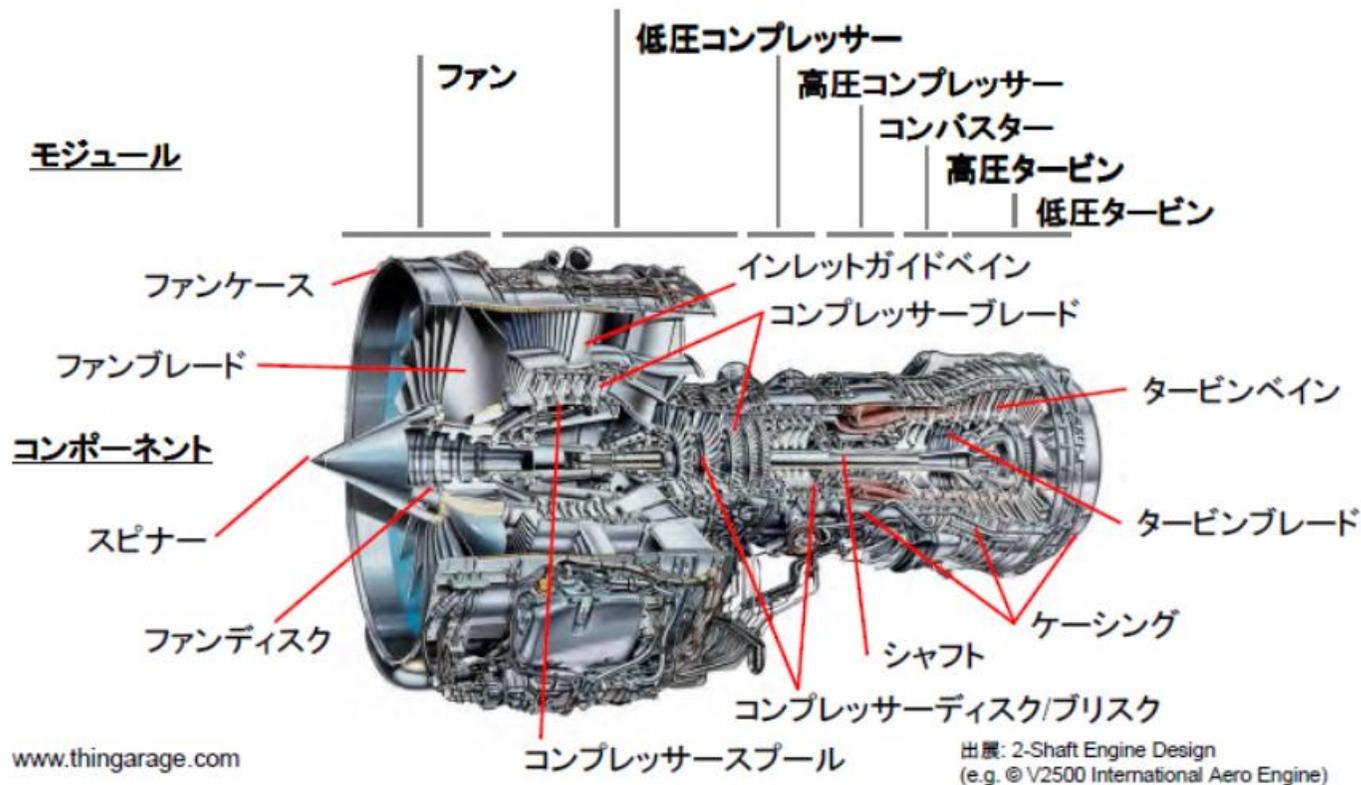
検索条件に該当した母集合となる海外特許18,692DWPIファミリー(61,274公報件数)をもとに、パテントマップの作成を行なった。  
更に、母集合に対して技術区分の検索条件を掛け合わせた該当件数は以下の通り。

- 1-①ファン： 1,477DWPIファミリー(5,472公報件数)
- 1-②圧縮機(低圧、中圧、高圧)： 694DWPIファミリー(2,153公報件数)
- 1-③燃焼室： 644DWPIファミリー(1,779公報件数)
- 1-④タービン(低圧、中圧、高圧)： 4,211DWPIファミリー(15,485公報件数)
- 1-⑤ファンケース： 53DWPIファミリー(212公報件数)
- 1-⑥ギアボックス： 195DWPIファミリー(699公報件数)
- 1-⑦スラストリバーサ： 490DWPIファミリー(2,378公報件数)
- 2-①Geared Turbo Fan(GTF)： 114DWPIファミリー(353公報件数)
- 2-②オープンロータ： 130DWPIファミリー(626公報件数)
- 2-③複合材： 578DWPIファミリー(2,528公報件数)
- 2-④Thermal Barrier Coating： 46DWPIファミリー(208公報件数)
- 2-⑤セラミックス： 316DWPIファミリー(1,452公報件数)
- 2-⑥チタン合金： 76DWPIファミリー(314公報件数)
- 2-⑦ニッケル基超合金： 31DWPIファミリー(146公報件数)
- 2-⑧コバルト： 118DWPIファミリー(594公報件数)
- 3-①Cryogenic Machining： 0DWPIファミリー
- 3-②Additive Manufacturing： 33DWPIファミリー(109公報件数)
- 3-③システム： 4,695DWPIファミリー(16,496公報件数)
- 3-④治具： 9DWPIファミリー(30公報件数)
- 3-⑤工具： 319DWPIファミリー(1265公報件数)

## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

参考: ターボファンエンジンの構造

- 民間機航空機エンジンはコアエンジンとなるターボジェットのコンプレッサーの前部にファンを追加したターボファンエンジンが主流
- ターボファンエンジンは主にファン、コンプレッサー、燃焼室、タービン、ノズルで構成されている
- ファン、コンプレッサーにて吸入・圧縮した空気を燃焼、膨張することにより加速し、排気することによって推力を得る

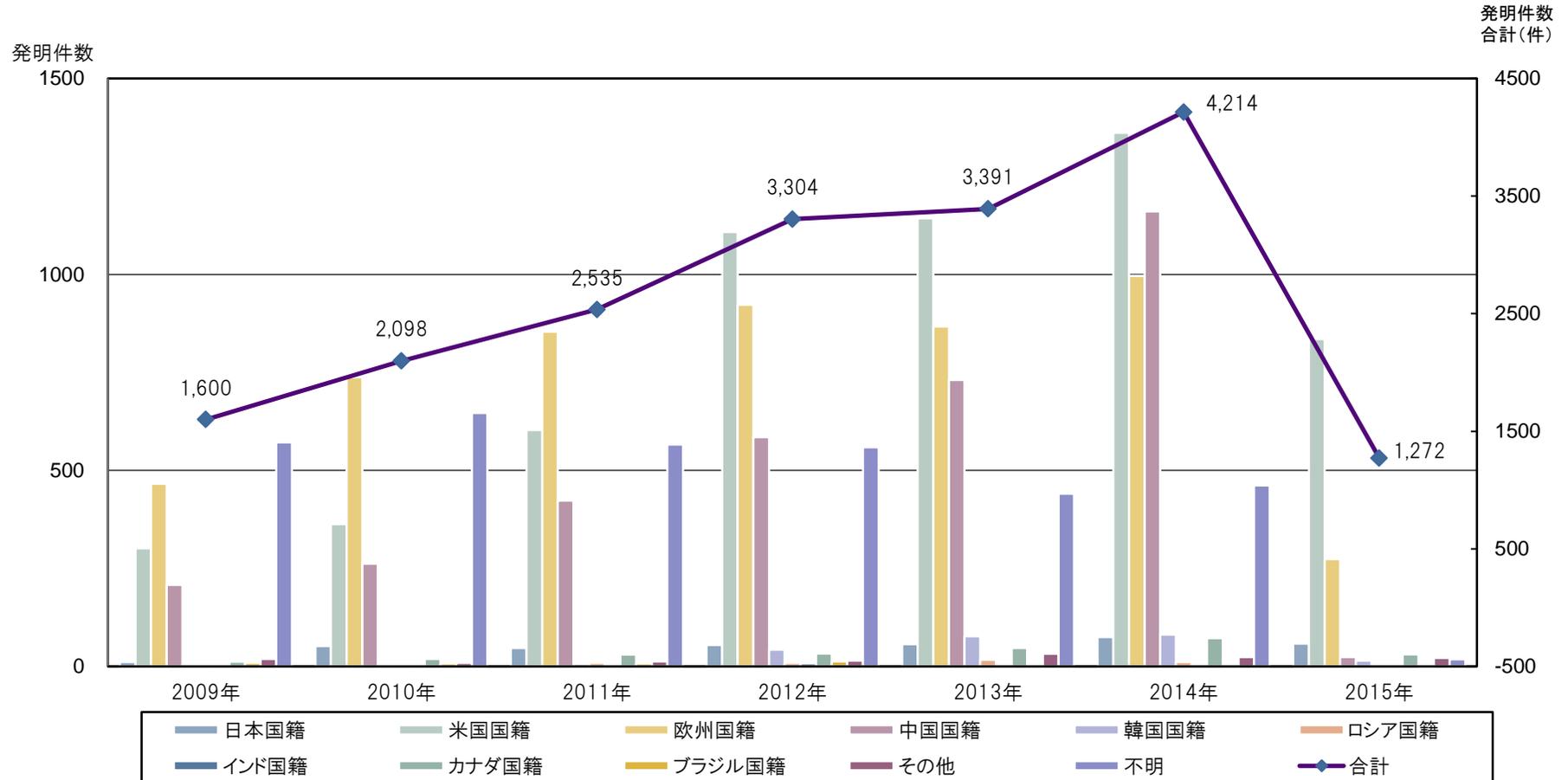


出所)「第3回CMIシンポジウム DMG MORI」(DMG森精機株式会社 5軸コンペテンスセンタ 加治敏氏他)

## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

### (a) 特許出願人国籍別発明件数の推移

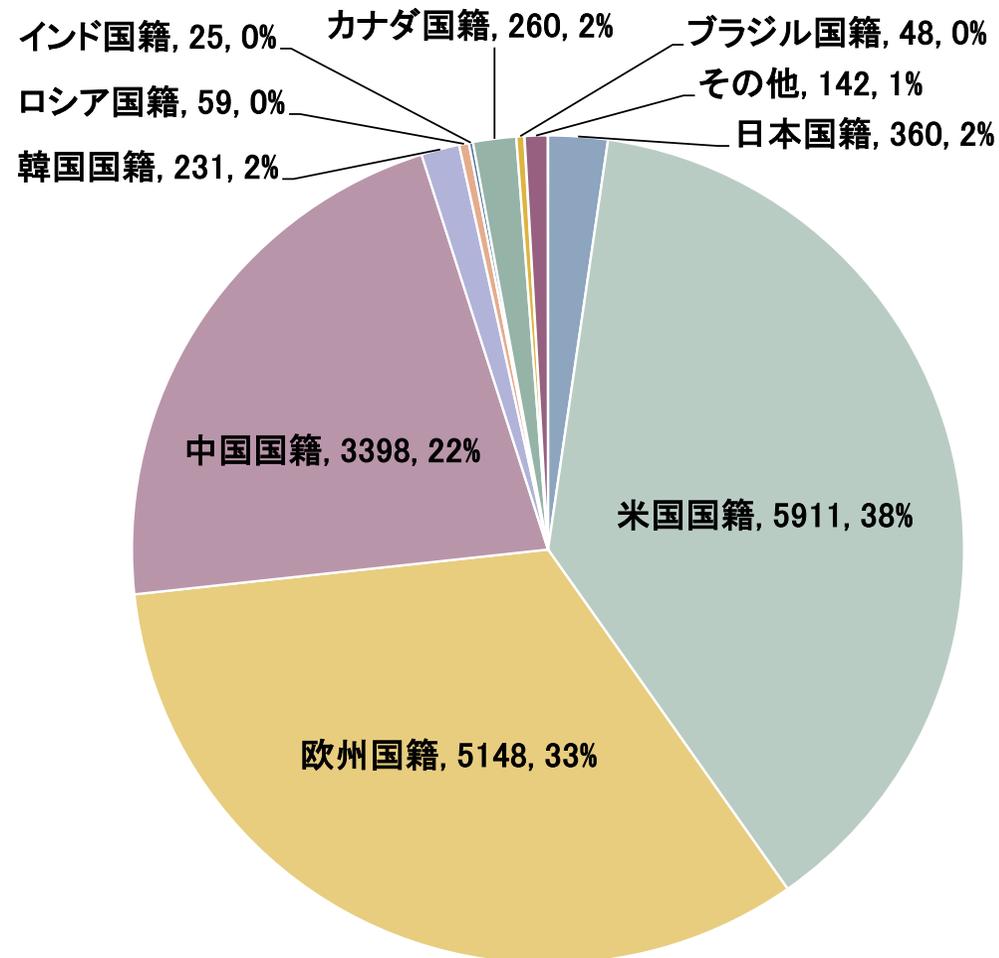
- 航空機エンジンに関する特許の発明件数は、2009年から2014年にかけて一貫して増加しており、技術開発が活発化している
- 特許出願人の国籍は、2009年から2014年にかけて米国国籍と中国国籍が急増。2014年は米欧中の3国籍が突出している



## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

### (b) 特許出願人国籍別発明件数比率

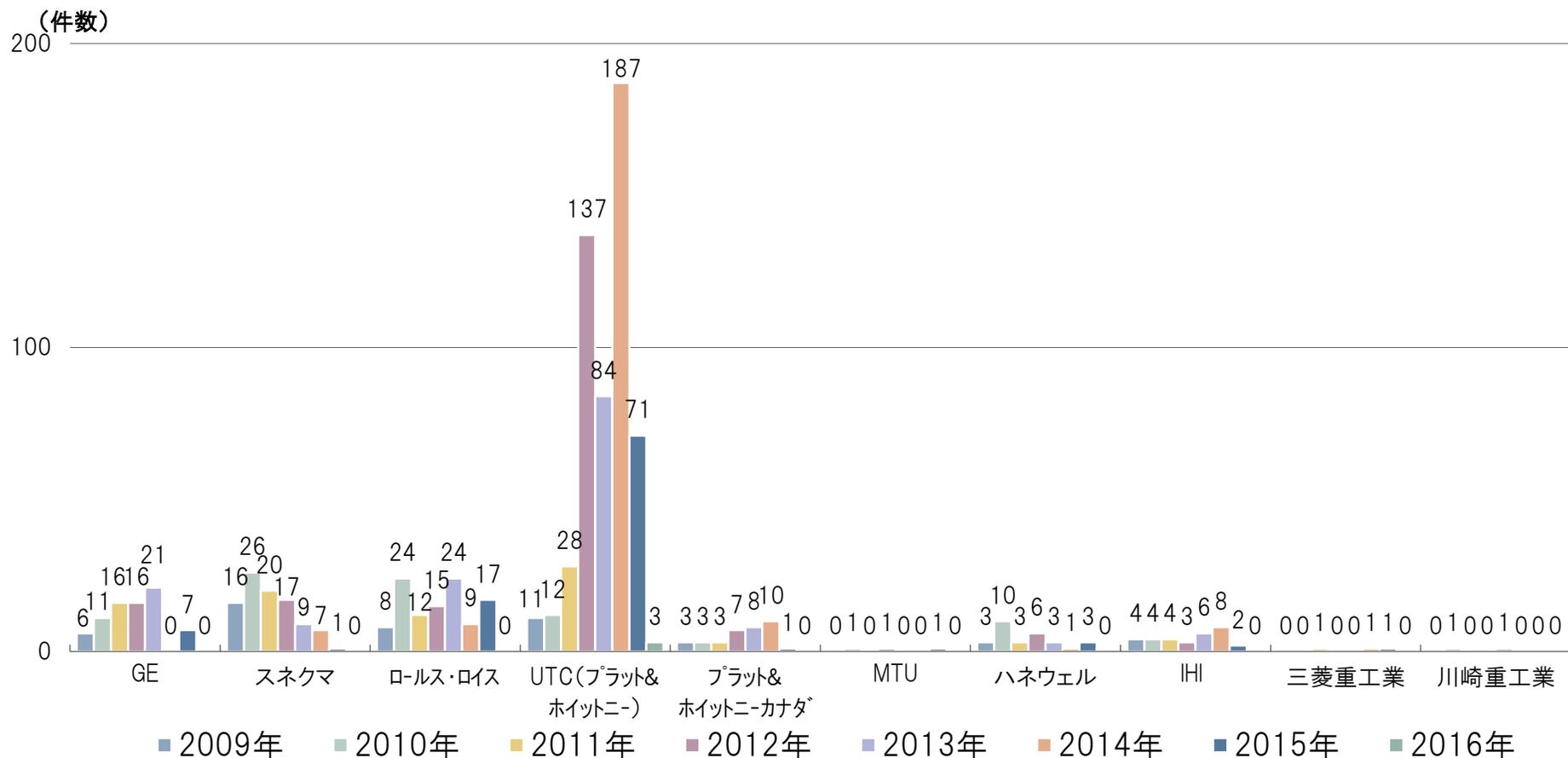
- 航空機エンジンに関する発明件数のシェアは、米国国籍が38%、欧州国籍が33%、中国国籍が22%。日本国籍は2%と少ない



## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 特許出願人別の発明件数推移(技術区分別):1-①ファン

- ファンに関する技術開発は、大口径化に伴うファンの大型化が進む中で、軽量化等の技術開発が進められている
- 主要エンジンメーカーの発明件数は、タービンに次いで多い
- プラット&ホイットニーを傘下に有するUTCが突出している。UTCは2012年以降急増しており、ギヤード・ターボファン・エンジンの開発を反映しているとみられる。

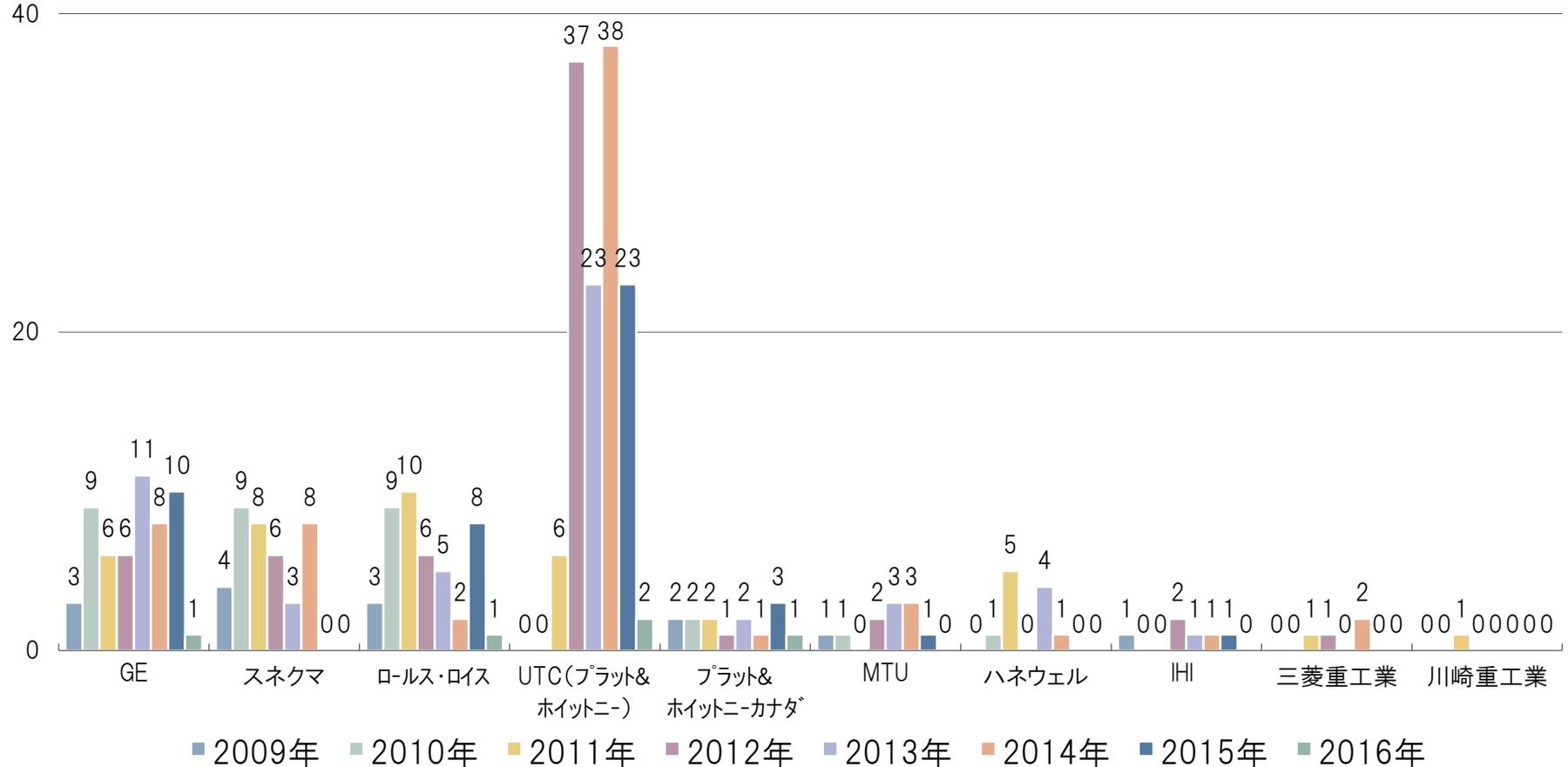


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 特許出願人別の発明件数推移(技術区分別):1-②圧縮機(低圧、中圧、高圧)

- 圧縮機は、低燃費化のための高圧力比化、高効率化、小型化などの技術開発が行われている
- 圧縮機に関する発明件数は、タービン、ファンに次いで多い
- 特にUTC(プラット&ホイットニー)は年間20件~40件の発明を創出している

(件数)

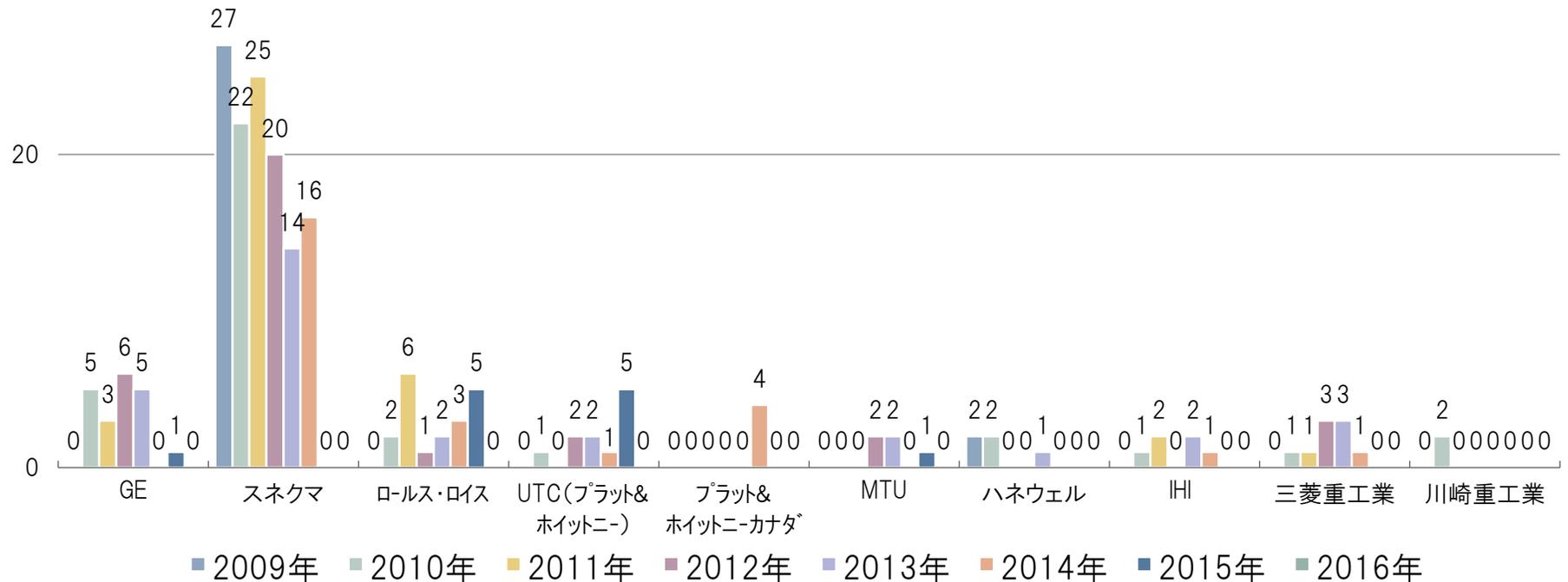


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 特許出願人別の発明件数推移(技術区分別):1-③燃焼室

- Nox排出量規制に対応して、希薄予混合タイプの燃焼器を開発する等、低環境負荷技術の開発が行われている
- 燃焼室に関する発明はスネクマが最も多く、年間14件から27件の発明を創出している

(件数)  
40

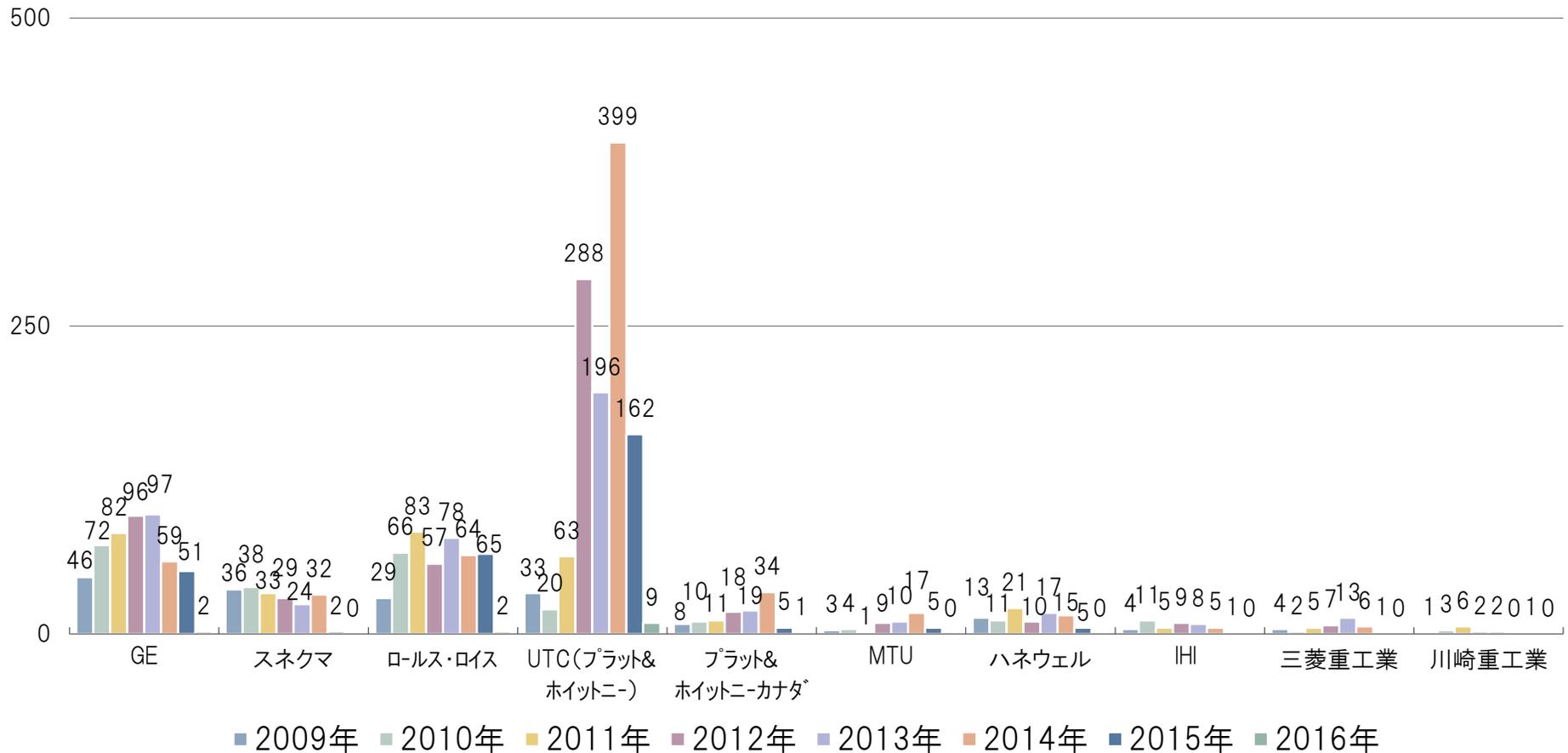


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 特許出願人別の発明件数推移(技術区分別):1-④タービン(低圧、中圧、高圧)

- タービンはエンジンの高効率化などの性能に影響する重要部位であり、主要エンジンメーカー各社とも発明件数は他の部位よりも多い
- 主要エンジンメーカー10社の中ではUTC(プラット&ホイットニー)が最も多く、2014年には399件の発明を創出している
- IHI、三菱重工業、川崎重工業でも他の部位に比べて発明件数が多く、技術開発が最も盛んな部位となっている

(件数)

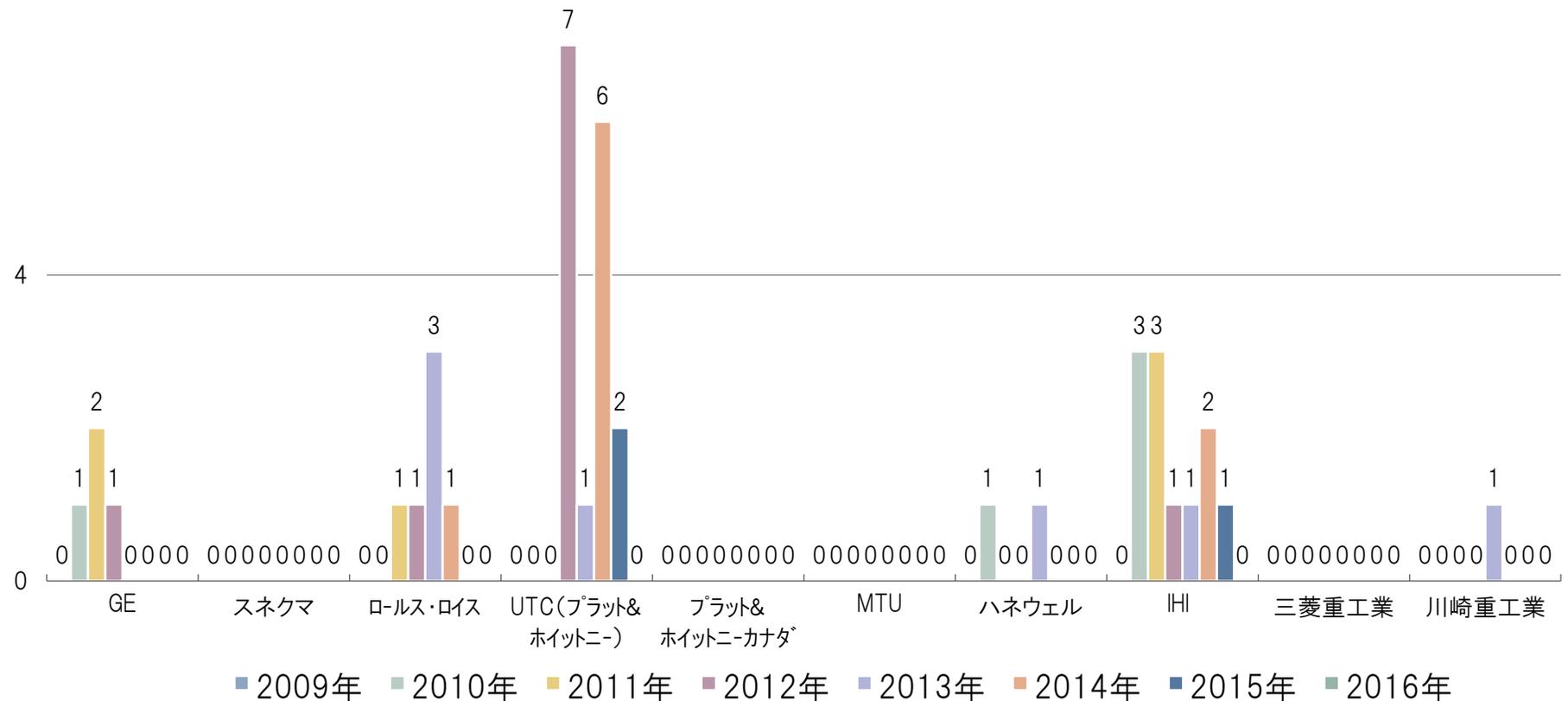


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 特許出願人別の発明件数推移(技術区分別):1-⑤ファンケース

- ファンケースの発明件数は各社とも少なく、最も多いUTC(プラット&ホイットニー)でも年間7件以下となっている
- IHIはPW1100G-JMエンジンのファンケースと構造案内翼に炭素繊維複合材を搭載したが、発明件数は毎年1~3件となっている

(件数)  
8



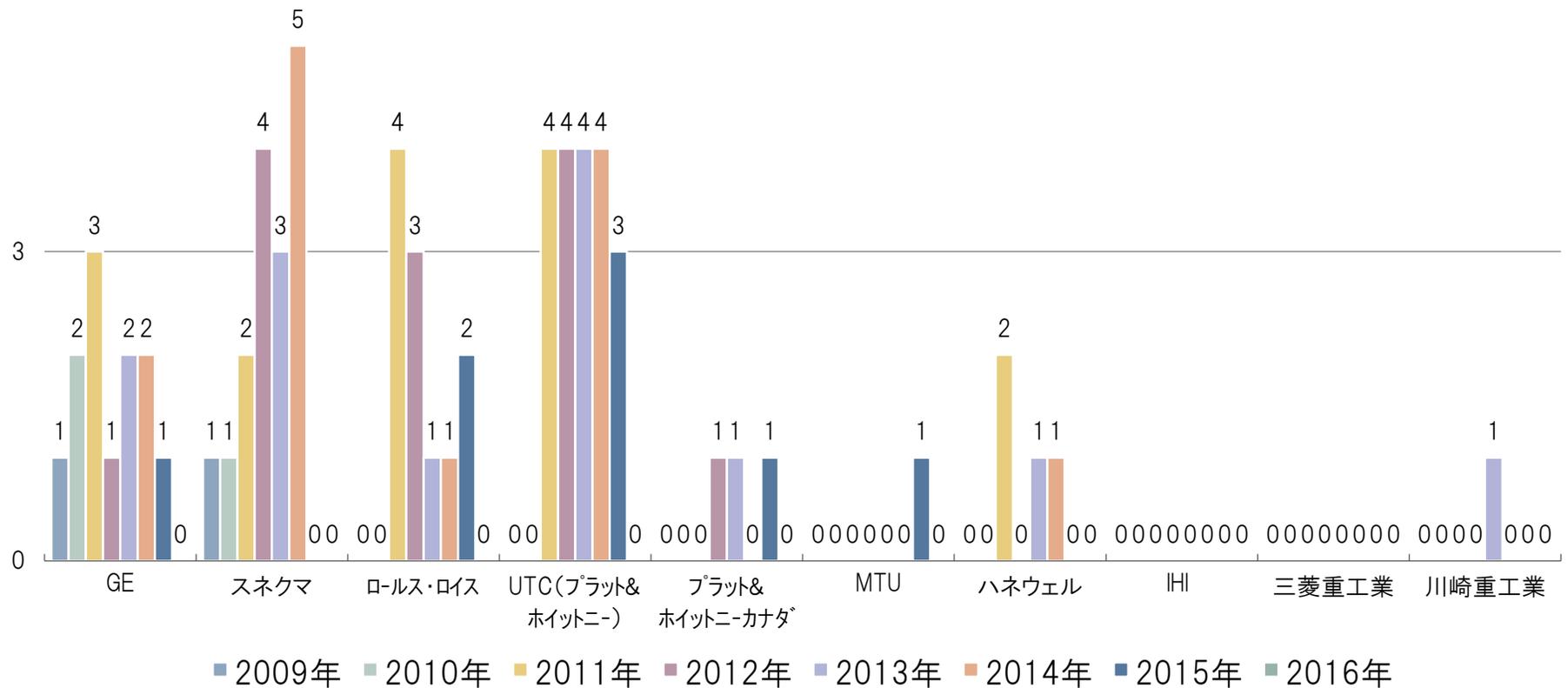
## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 特許出願人別の発明件数推移(技術区分別):1-⑥ギアボックス

- ギアボックスについては、ギアボックス内で発生する動力損失低減の技術開発などが実施されている
- 欧米の主要エンジンメーカーは年間5件以下の発明を創出している

(件数)

6

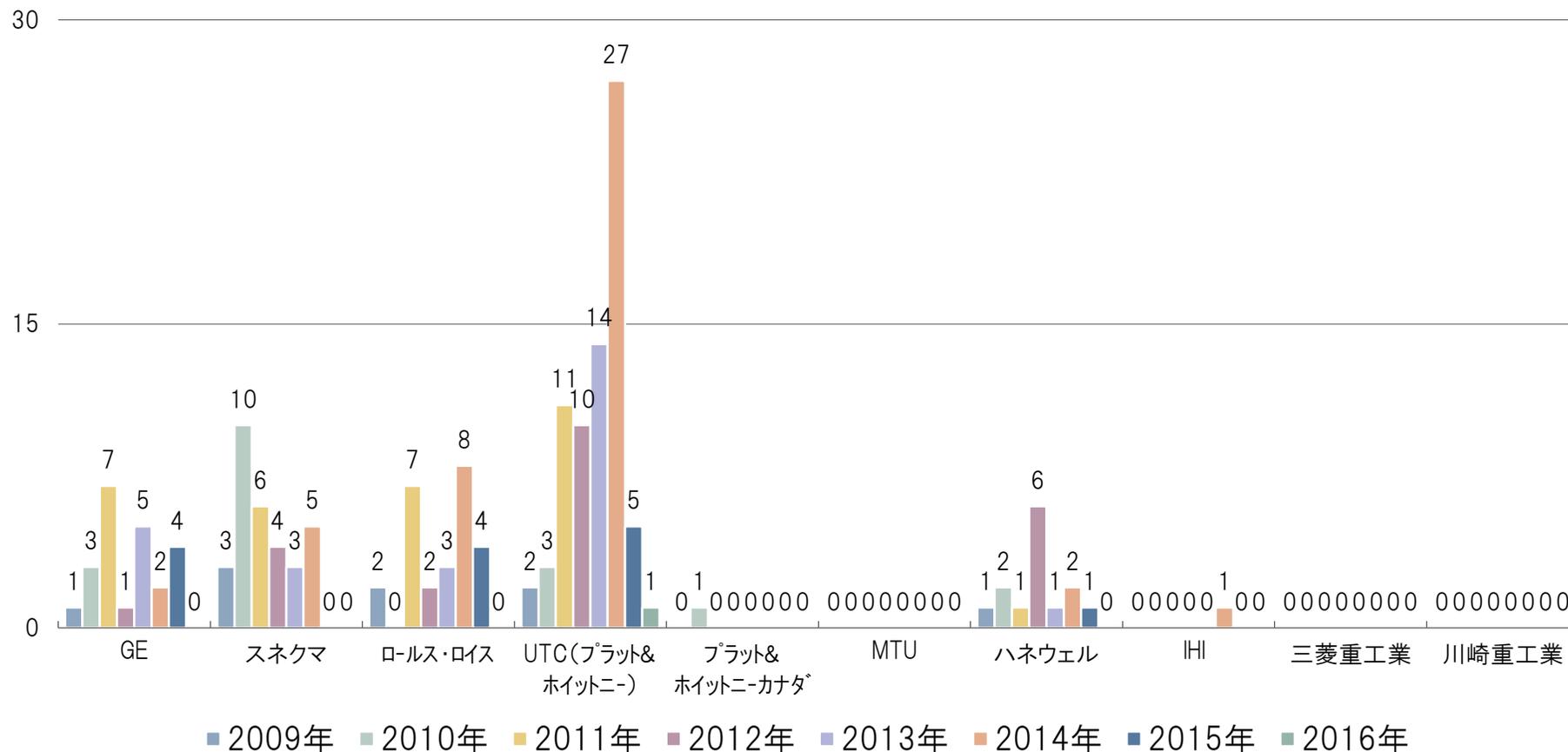


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 特許出願人別の発明件数推移(技術区分別):1-⑦スラストリバーサ

- 航空機を減速させるための装置であるスラストリバーサは、電動式スラストリバーサなど様々な技術開発が行われている
- 発明件数はUTC(プラット&ホイットニー)が多い

(件数)

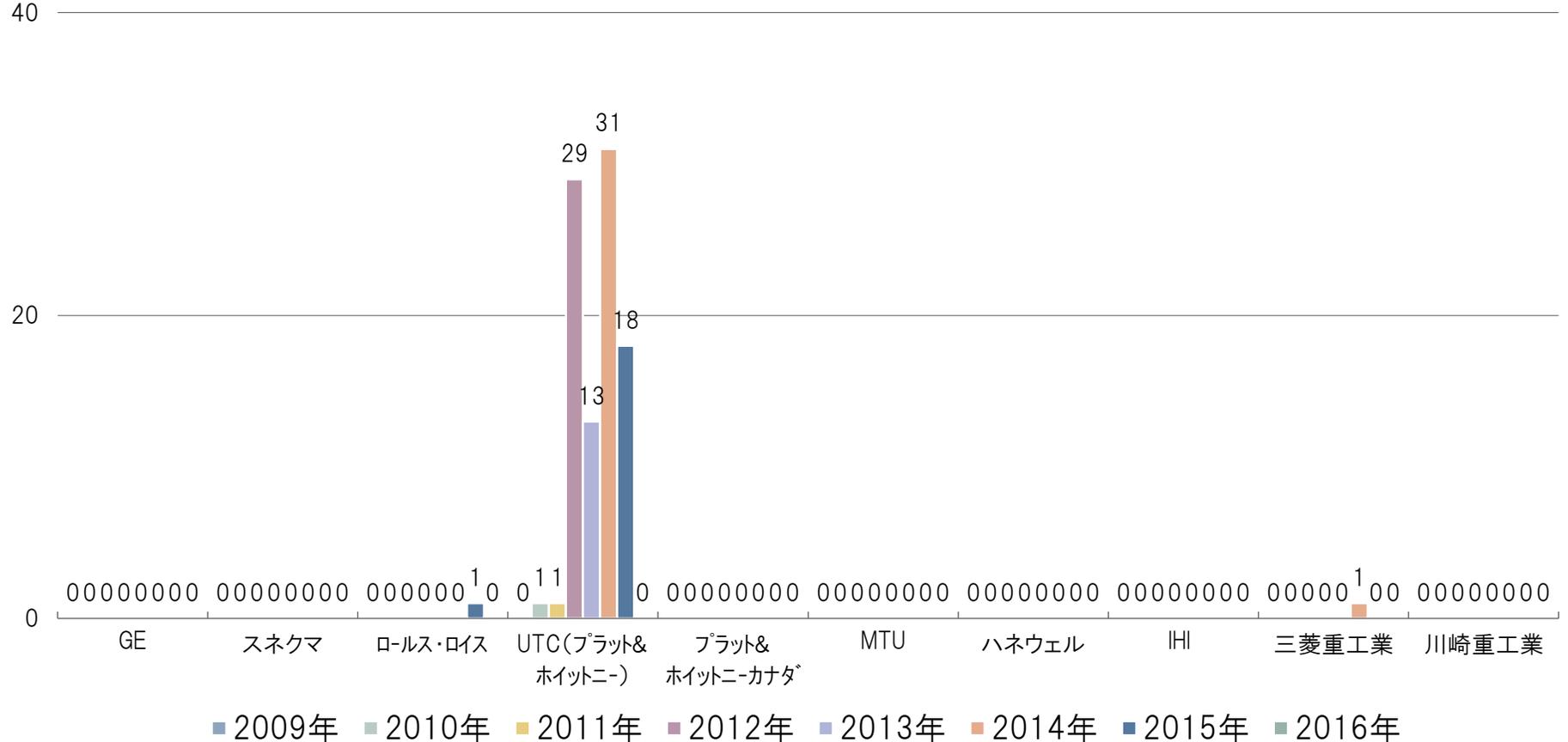


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 出願人別の発明件数推移(技術区分別):2-①Geared Turbo Fan(GTF)

- GTFエンジンは、タービンとファンが最も効率よく作動できる機構を備え、低燃費と低騒音を実現したエンジン
- Pratt & Whitneyが長期にわたり開発したエンジンで、MRJやエンブラエルE2シリーズ等に搭載される
- 発明件数についてもUTC(プラット&ホイットニー)がほぼ独占している

(件数)

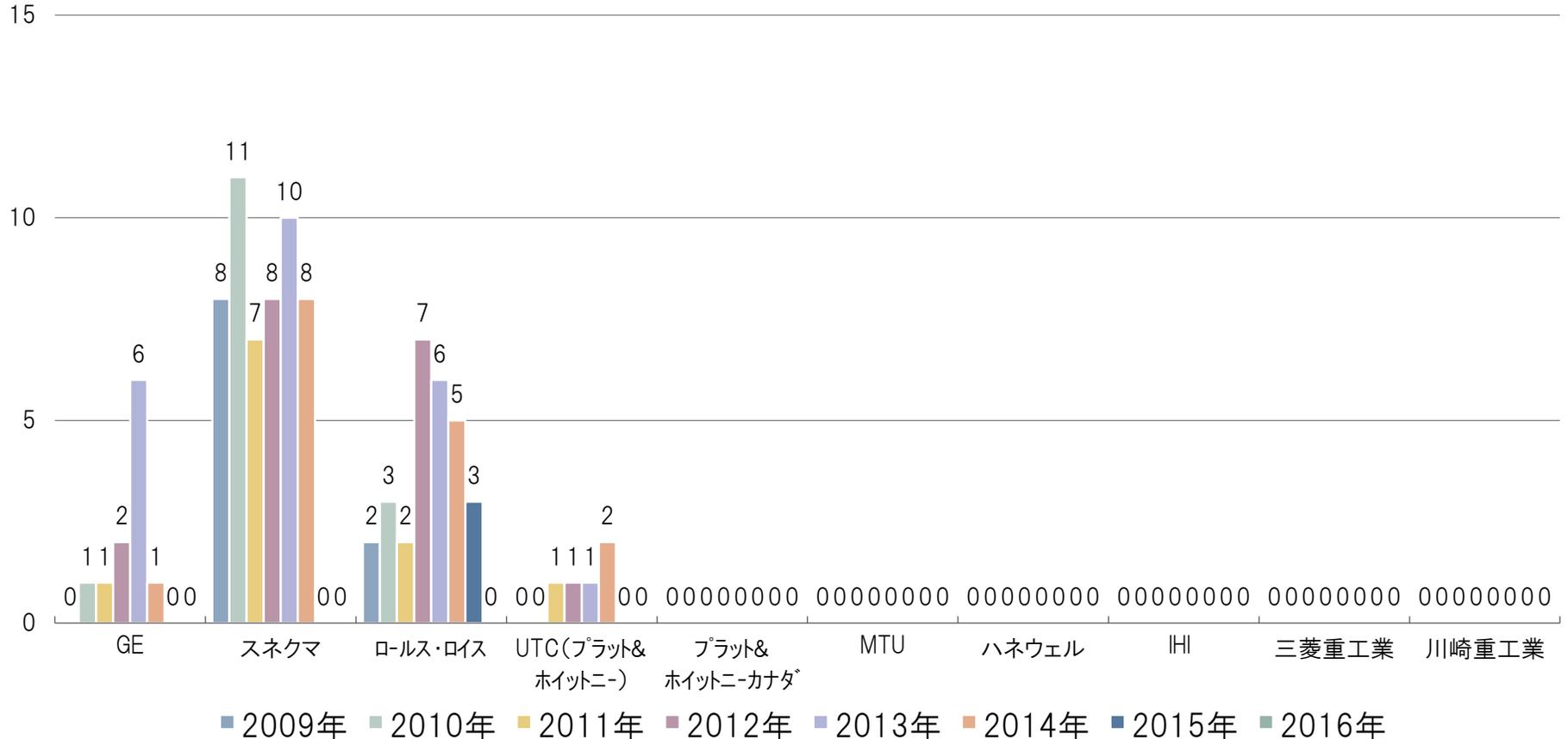


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 出願人別の発明件数推移(技術区分別): 2-②オープンロータ

- オープンロータは、径の大きなファンブレードをファンダクト無しにエンジン外側に配置し、従来のターボファンエンジンよりも遥かに大きなバイパス比により推進効率を大きく向上させることを目指したエンジン
- 発明件数はスネクマとロールス・ロイスの2社が多く、GEとUTC(プラット&ホイットニー)を大きく上回っている

(件数)

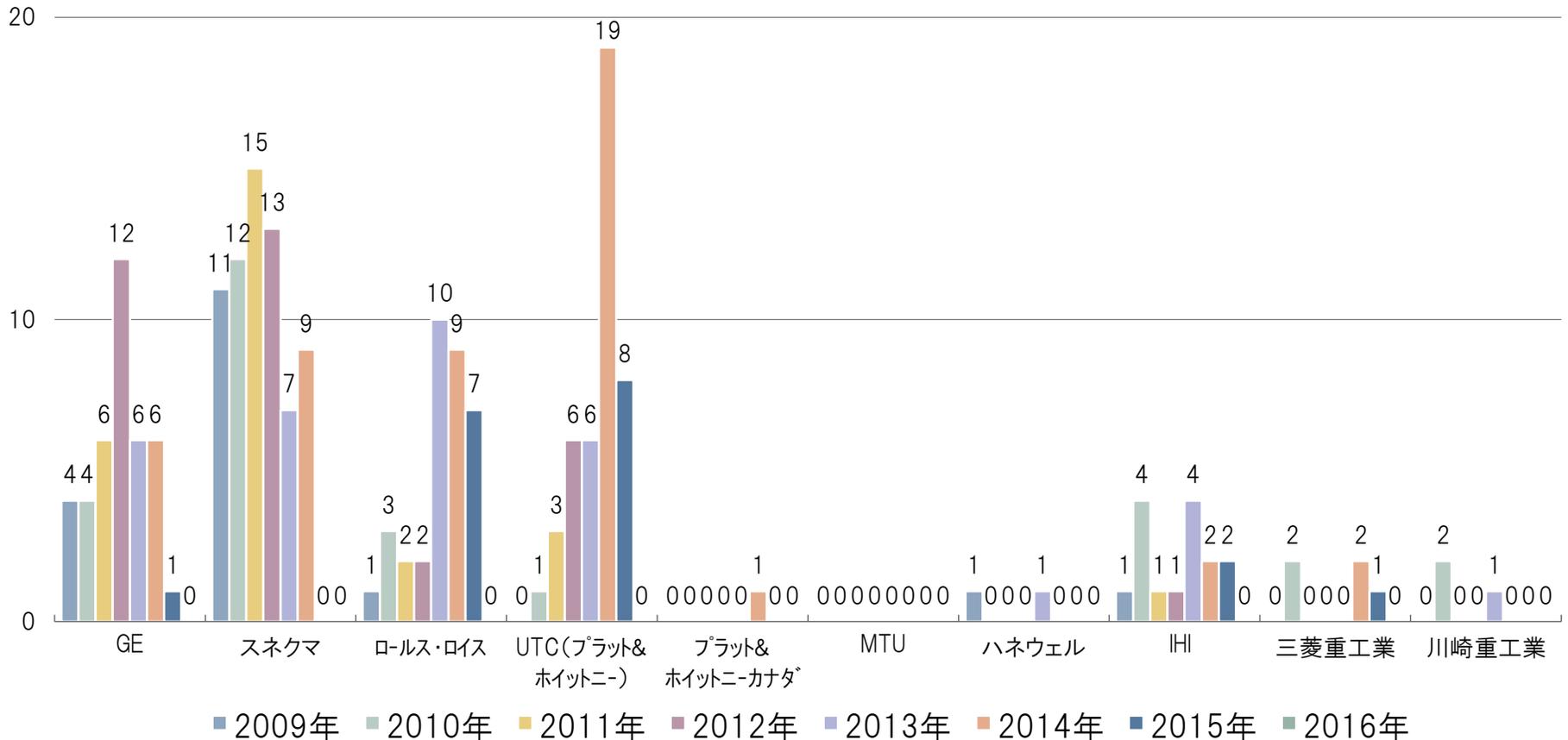


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 出願人別の発明件数推移(技術区分別): 2-③複合材

- ファンケースへの炭素繊維複合材(CFRP)の採用、タービン高温部へのセラミックス複合材(CMC)の採用など、複合材は軽量化のために利用が増加している
- 主要エンジンメーカー4社は毎年発明を創出しているが、スネクマが最も多い。
- IHI、三菱重工業、川崎重工業の3社も発明を創出しており、重要な技術テーマとなっている

(件数)

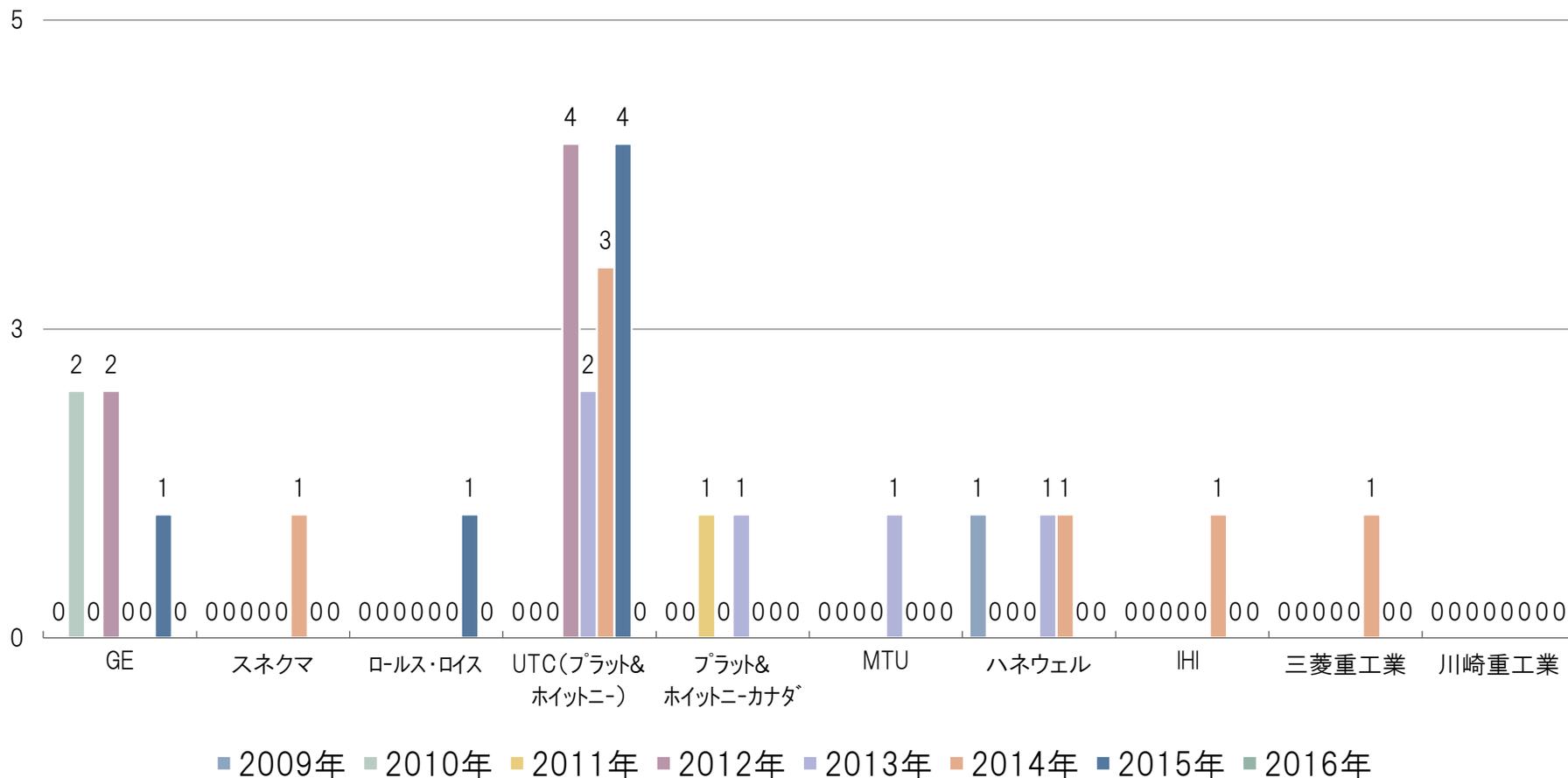


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 出願人別の発明件数推移(技術区分別): 2-④Thermal Barrier Coating

- 燃費効率改善などのためにタービン入り口温度の上昇が進んでおり、高圧タービン翼などへの遮熱コーティング (Thermal Barrier Coating) の技術開発が進められている
- 発明件数では、UTC(プラット&ホイットニー)が年間2~4件と多いが、IHI、三菱重工業も1件創出している

(件数)

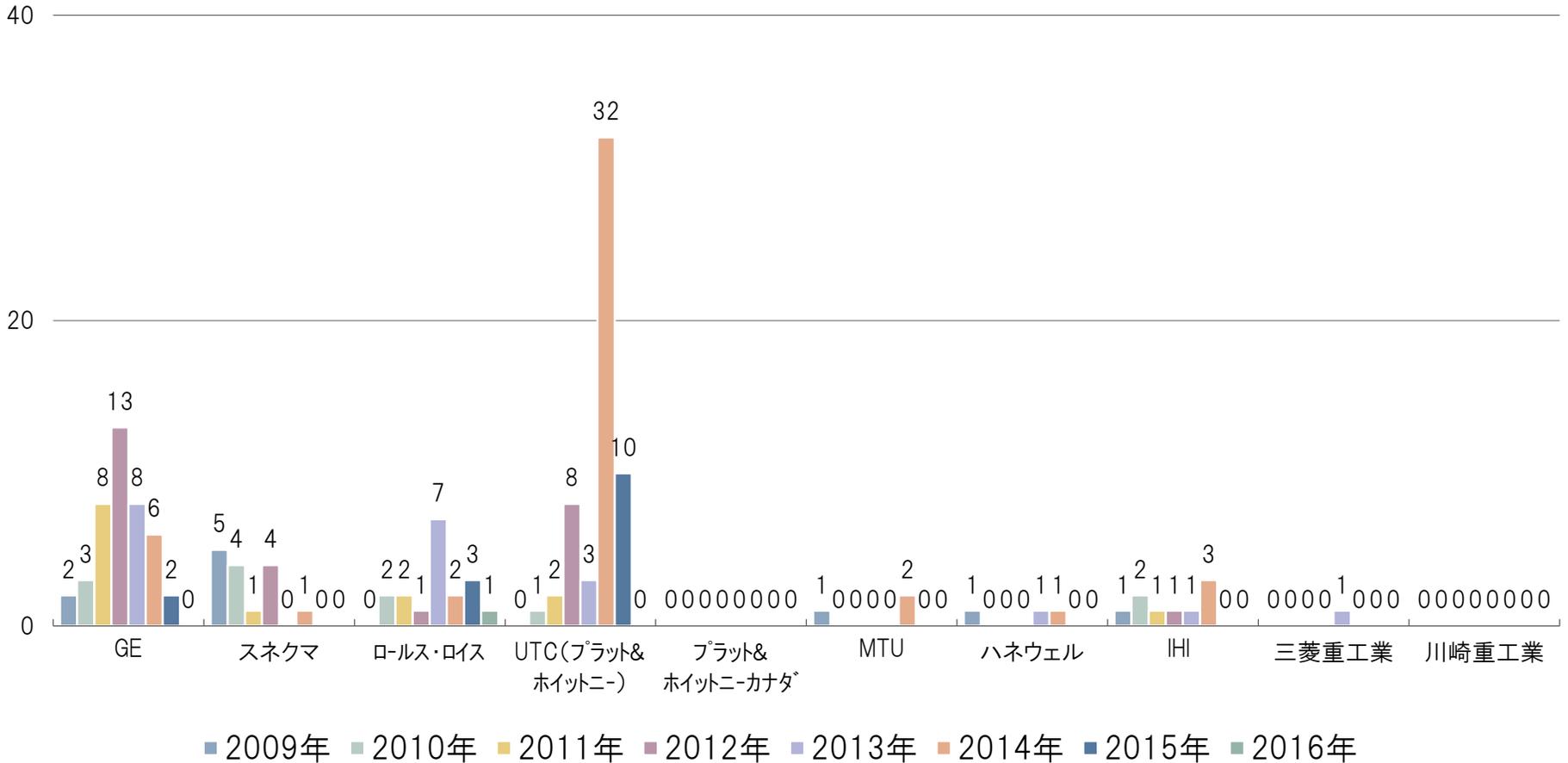


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 出願人別の発明件数推移(技術区分別): 2-⑤セラミックス

- CFMインターナショナルが開発したLEAPエンジンにセラミックマトリックス複合材料(CMC)が使用されるなど、軽量で耐熱温度が高いセラミックスの適用が注目されている
- 発明件数は、GEとUTC(プラット&ホイットニー)の2社が多い。スネクマ、ロールス・ロイスに次いでIHIの発明が5番目に多い

(件数)

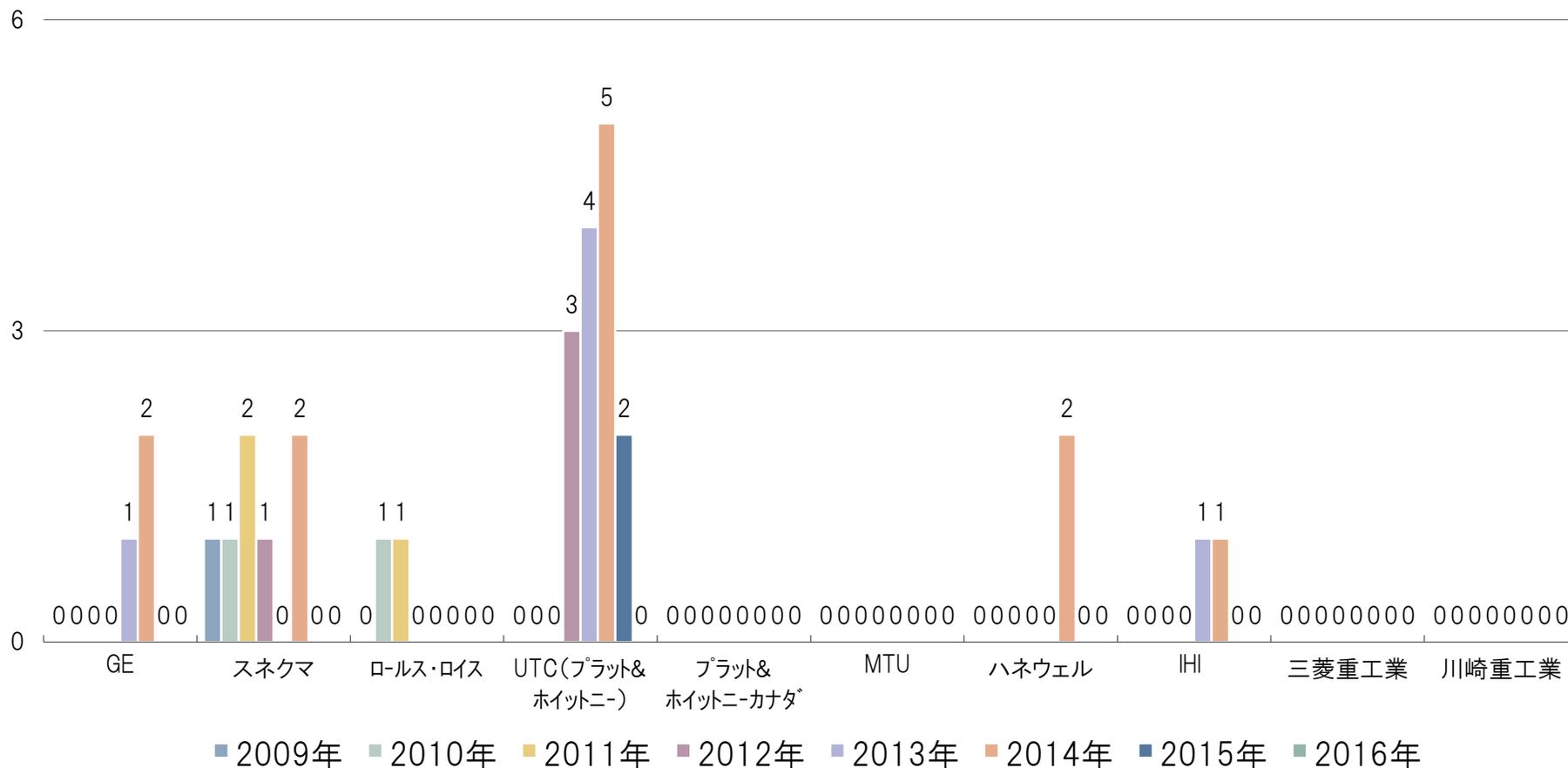


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 出願人別の発明件数推移(技術区分別):2-⑥チタン合金

- ファンやコンプレッサーのブレード等に軽量かつ高強度なチタン合金が利用されており、効率的な製造、加工技術の開発等が進められている
- 主要エンジンメーカーでは、UTC(プラット&ホイットニー)の発明件数が比較的多い。IHIは2件の発明がある

(件数)

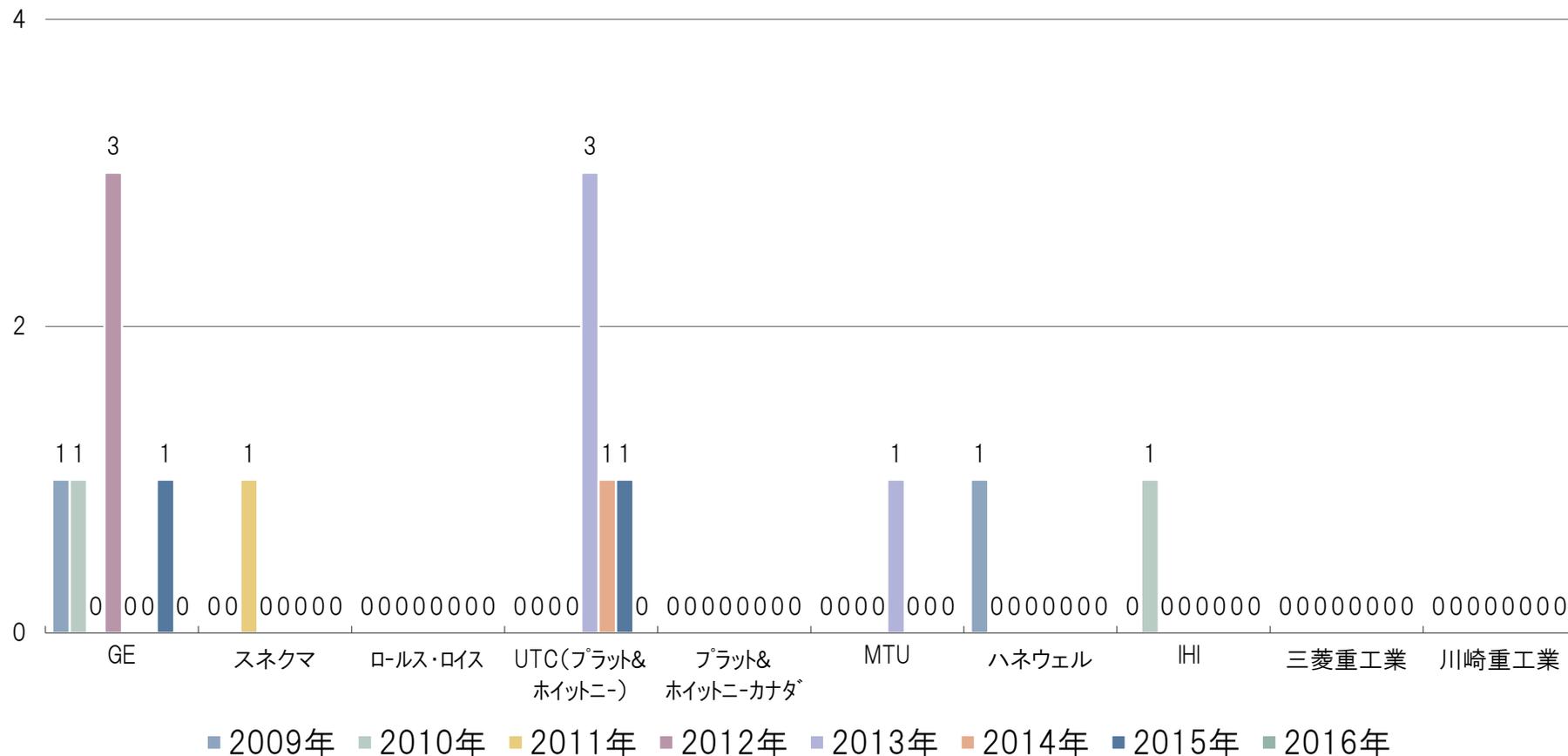


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 出願人別の発明件数推移(技術区分別):2-⑦ニッケル基超合金

- 燃焼室の高圧タービンブレードやディスク等にニッケル基超合金が利用されるなど、合金設計や製造プロセス技術の開発が進められている
- 発明件数は、GEとUTC(プラット&ホイットニー)が他社に比べて多い。IHIは1件の発明がある

(件数)

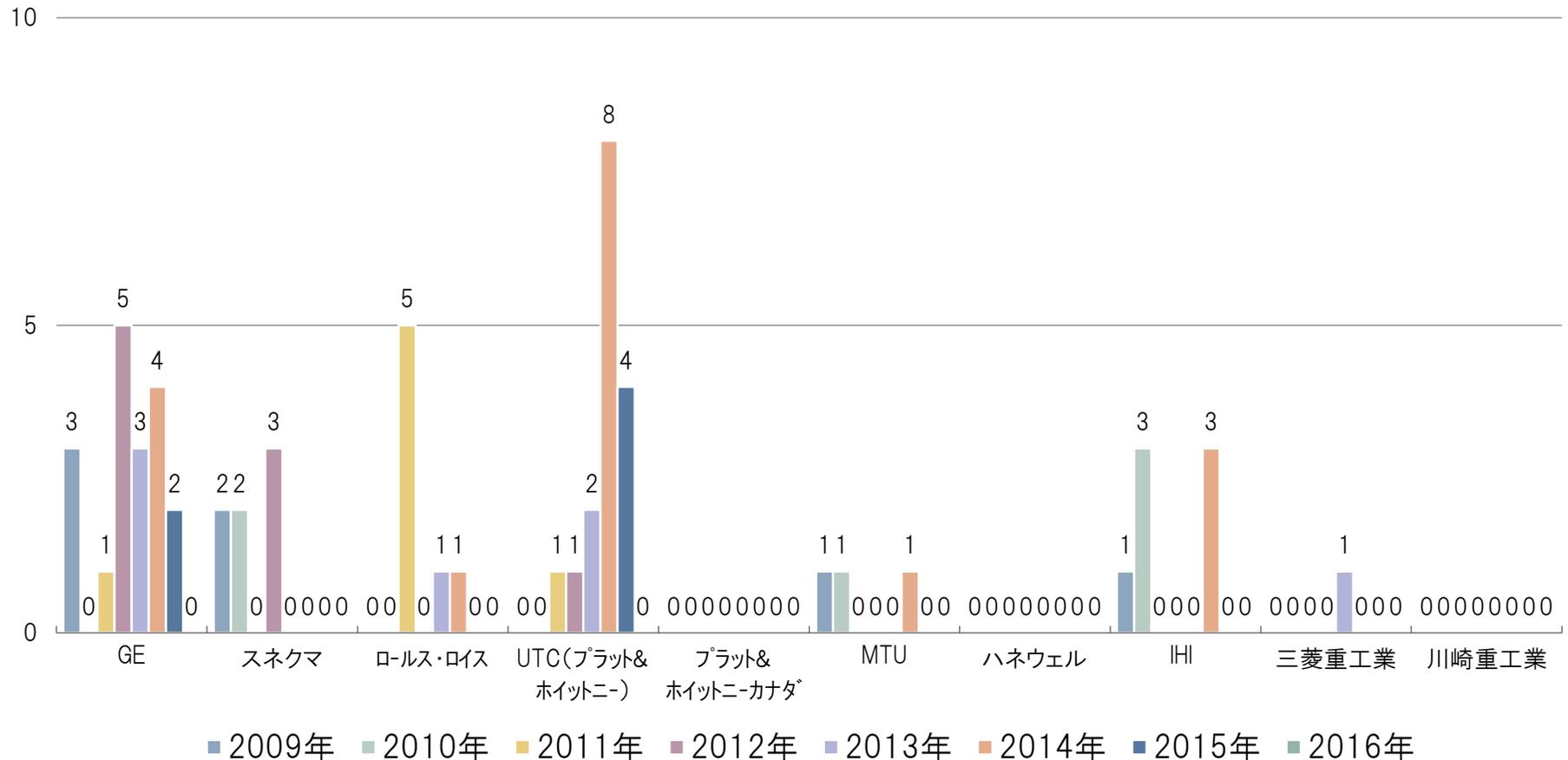


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 出願人別の発明件数推移(技術区分別):2-⑧コバルト

- コバルト基合金はニッケル基超合金と並び耐熱合金として利用されており、高耐熱化等に向けた技術開発が行われている
- GEとUTC(プラット&ホイットニー)の発明件数が比較的多い。主要エンジンメーカーの発明件数はニッケル基合金の件数よりも多い

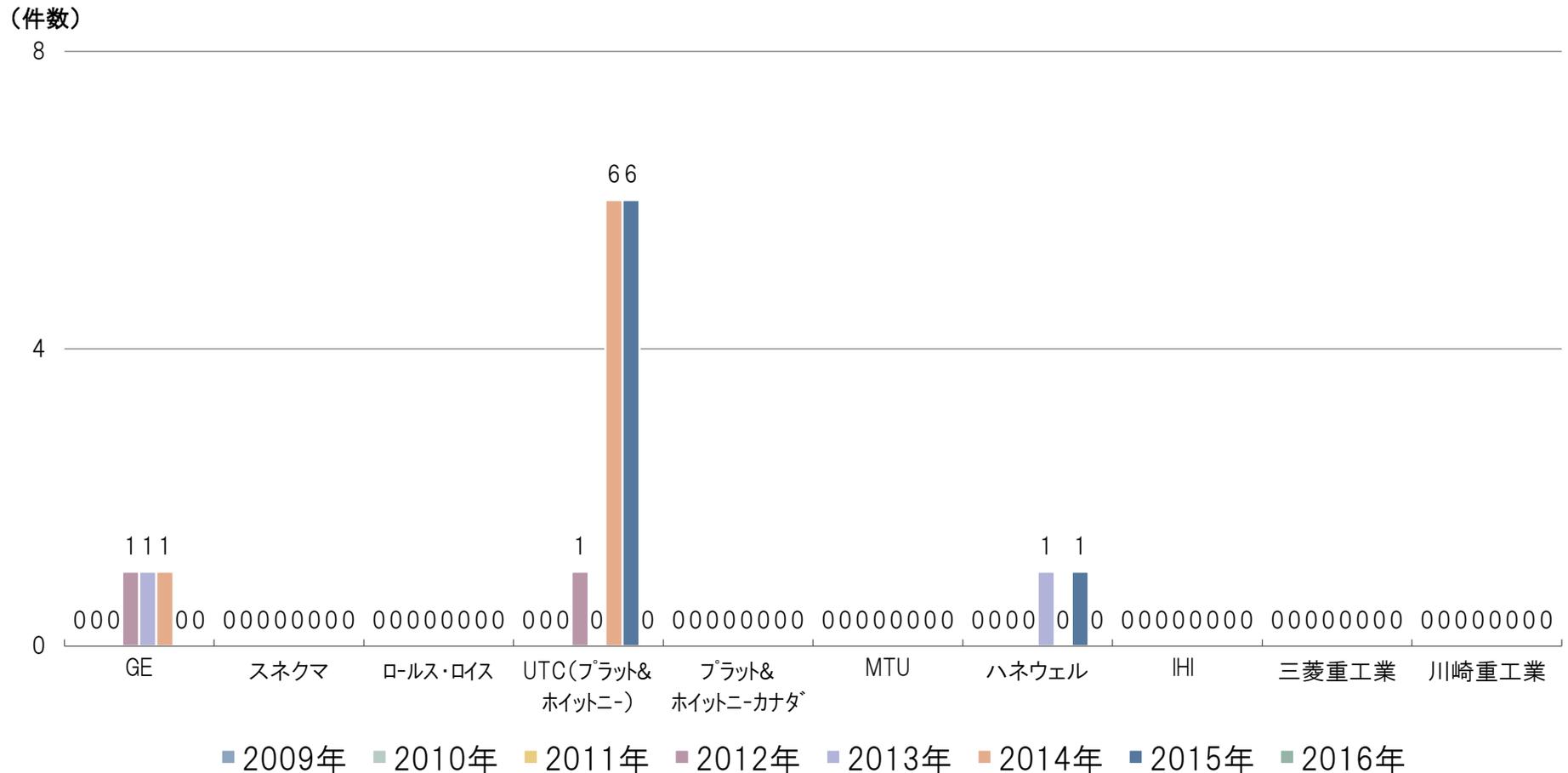
(件数)



## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 出願人別の発明件数推移(技術区分別):3-②Additive Manufacturing

- 金属を三次元積層するアディティブ・マニュファクチャリングは、GEがCFM Leapエンジンの燃料ノズルの製造で採用するなど、航空機エンジンの部品製造で広がりつつある
- 発明件数はUTC(プラット&ホイットニー)が2014年、2015年に各6件、GEは2012年から2014年にかけて各1件創出している

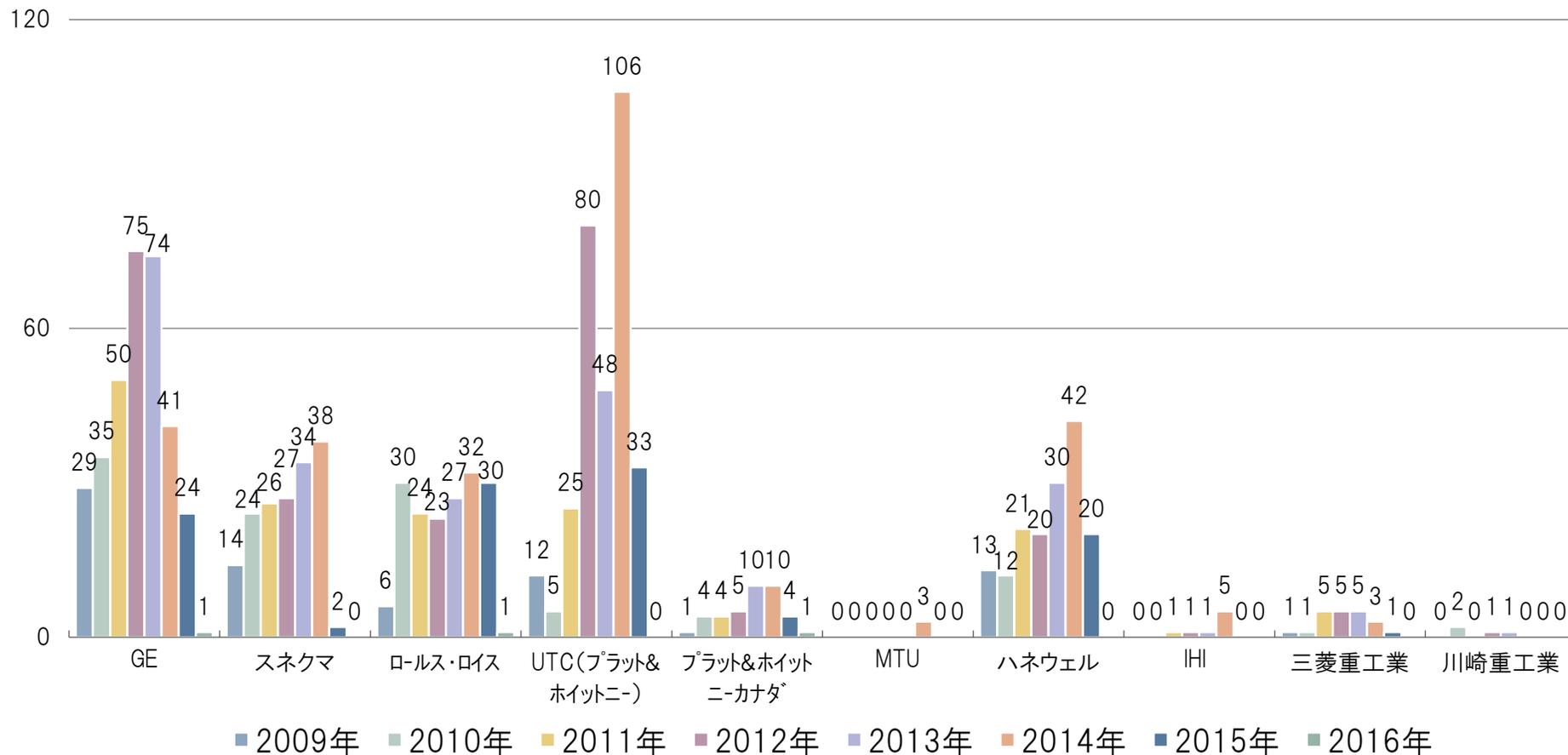


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 出願人別の発明件数推移(技術区分別):3-③システム

- 欧米の主要エンジンメーカーではシステムに関連する発明が多い

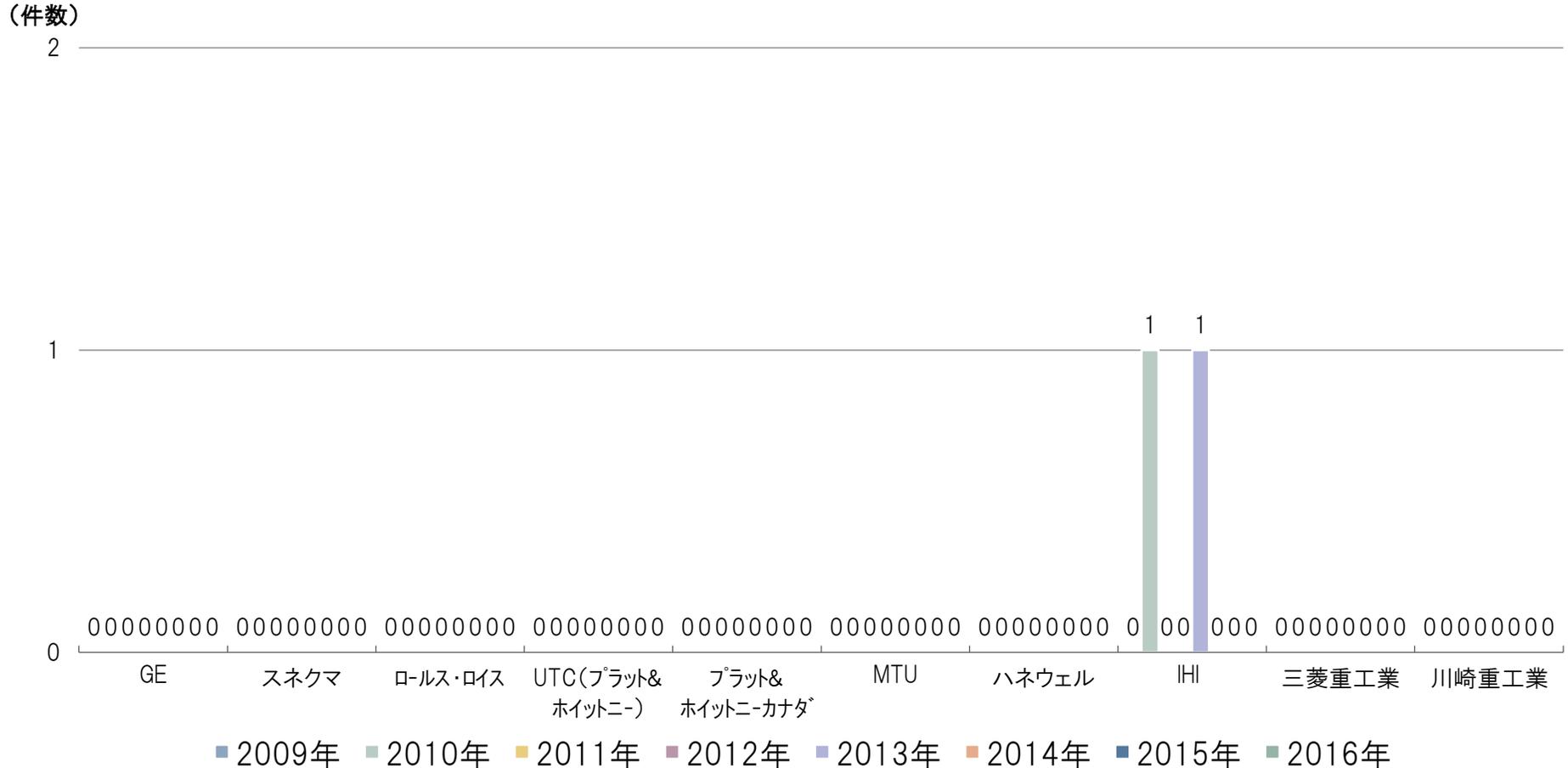
(件数)



## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 出願人別の発明件数推移(技術区分別):3-④治具

- 航空機エンジンの部品製造等では多くの治具が利用されており、加工精度や生産性に影響する重要なツールとなっている
- 治具に関する発明件数はほとんどなく、各社は特許出願せず、ノウハウとして保有している

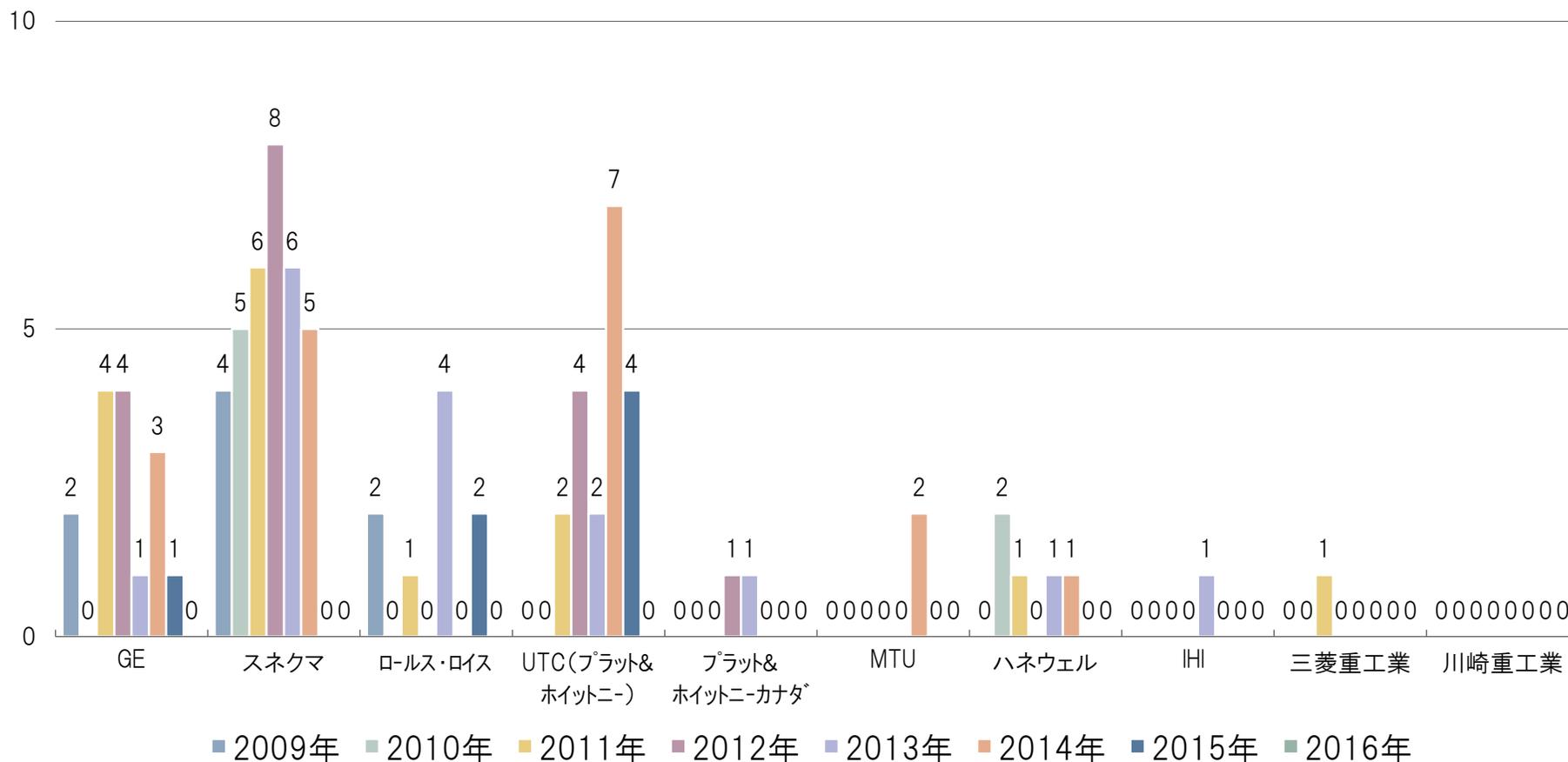


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(c) 出願人別の発明件数推移(技術区分別):3-⑤工具

- 工具は航空機エンジンの部品製造等の生産性を高める重要なツールである
- 発明件数はスネクマが比較的多く、UTC(プラット&ホイットニー)、GE、ロールス・ロイス等も創出している

(件数)



## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

### (d) 技術区分別日本国籍出願人の比率

- 国籍出願人別に発明件数をみると、最も多いタービンでも86件であり、相対的に少ない
- 国籍出願人別のシェアをみると、治具(22.2%)、ファンケース(15.4%)、コバルト(12.6%)、ニッケル基超合金(10.3%)の4つの技術区分で、日本国籍の出願人のシェアが10%以上となっている

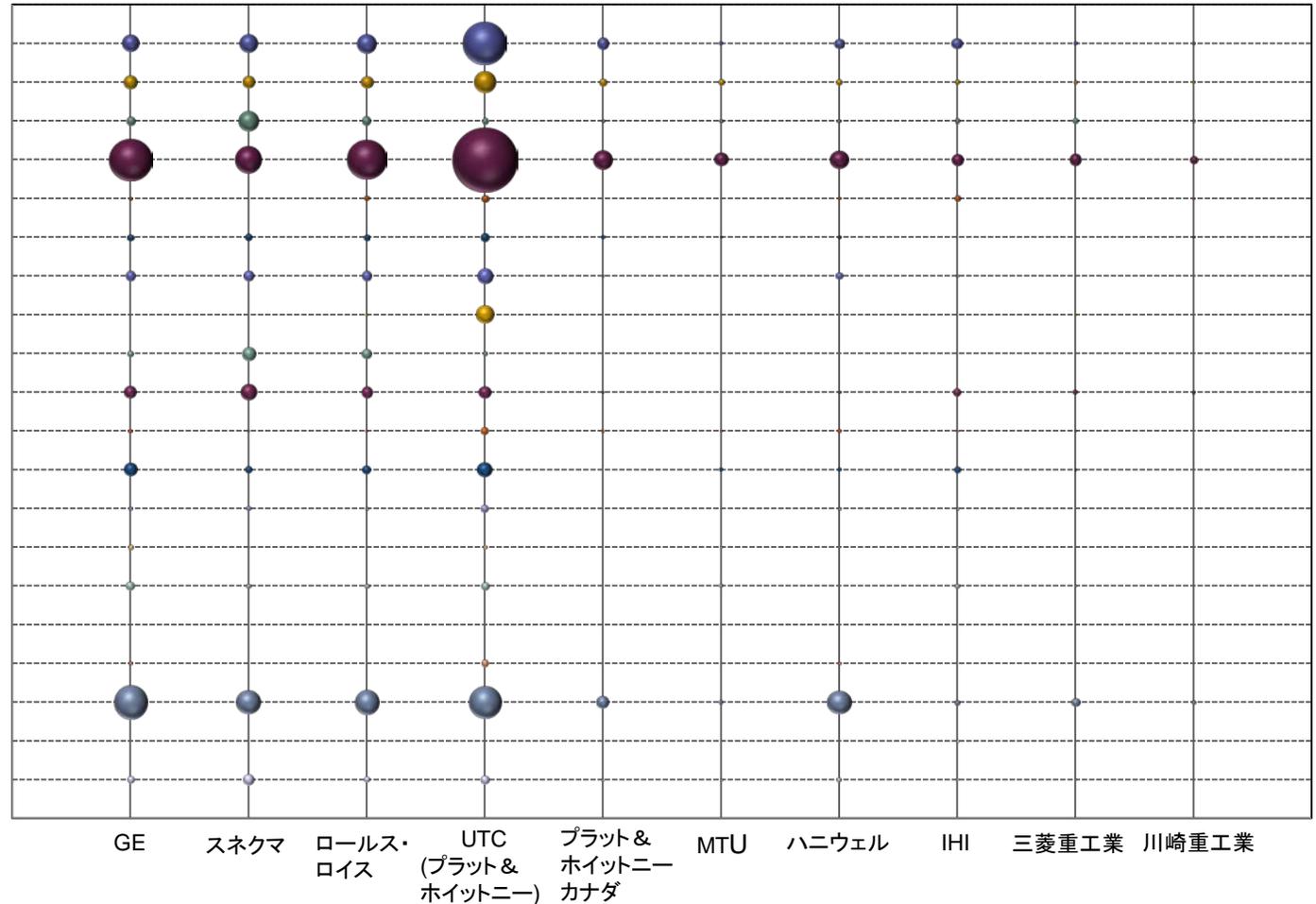
| 技術区分                       | 全体の発明件数 | 日本国籍の出願人<br>(人数) | 日本の比率 |
|----------------------------|---------|------------------|-------|
| 1-①ファン                     | 1474    | 33               | 2.2%  |
| 1-②圧縮機(低圧、中圧、高圧)           | 696     | 8                | 1.1%  |
| 1-③燃焼室                     | 644     | 10               | 1.6%  |
| 1-④タービン(低圧、中圧、高圧)          | 4209    | 86               | 2.0%  |
| 1-⑤ファンケース                  | 52      | 8                | 15.4% |
| 1-⑥ギアボックス                  | 194     | 1                | 0.5%  |
| 1-⑦スラストリバーサ                | 488     | 2                | 0.4%  |
| 2-①Geared Turbo Fan(GTF)   | 106     | 0                | 0.0%  |
| 2-②オープンロータ                 | 130     | 0                | 0.0%  |
| 2-③複合材                     | 577     | 23               | 4.0%  |
| 2-④Thermal Barrier Coating | 46      | 4                | 8.7%  |
| 2-⑤セラミックス                  | 313     | 12               | 3.8%  |
| 2-⑥チタン合金                   | 76      | 3                | 3.9%  |
| 2-⑦ニッケル基超合金                | 29      | 3                | 10.3% |
| 2-⑧コバルト                    | 119     | 15               | 12.6% |
| 3-①Cryogenic Machining     | 0       | 0                | 0.0%  |
| 3-②Additive Manufacturing  | 33      | 0                | 0.0%  |
| 3-③システム                    | 4698    | 51               | 1.1%  |
| 3-④治具                      | 9       | 2                | 22.2% |
| 3-⑤工具                      | 319     | 1                | 0.3%  |

## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

### (e) 出願人ごとの技術区分別の発明件数

- 主要航空機エンジンメーカーの発明件数を全体俯瞰すると、タービン(低圧、中圧、高圧)、ファン等でUTC(プラット&ホイットニー)の件数が多いことがわかる。スネクマは売上高に比べて発明件数が多くなっている
- 日本企業は売上高に比べて発明件数が少ない

- 1-①ファン
- 1-②圧縮機(低圧、中圧、高圧)
- 1-③燃焼室
- 1-④タービン(低圧、中圧、高圧)
- 1-⑤ファンケース
- 1-⑥ギアボックス
- 1-⑦スラストリバーサ
- 2-①Geared Turbo Fan(GTF)
- 2-②オープンロータ
- 2-③複合材
- 2-④Thermal Barrier Coating
- 2-⑤セラミックス
- 2-⑥チタン合金
- 2-⑦ニッケル基超合金
- 2-⑧コバルト
- 3-①Cryogenic Machining
- 3-②Additive Manufacturing
- 3-③システム
- 3-④治具
- 3-⑤工具

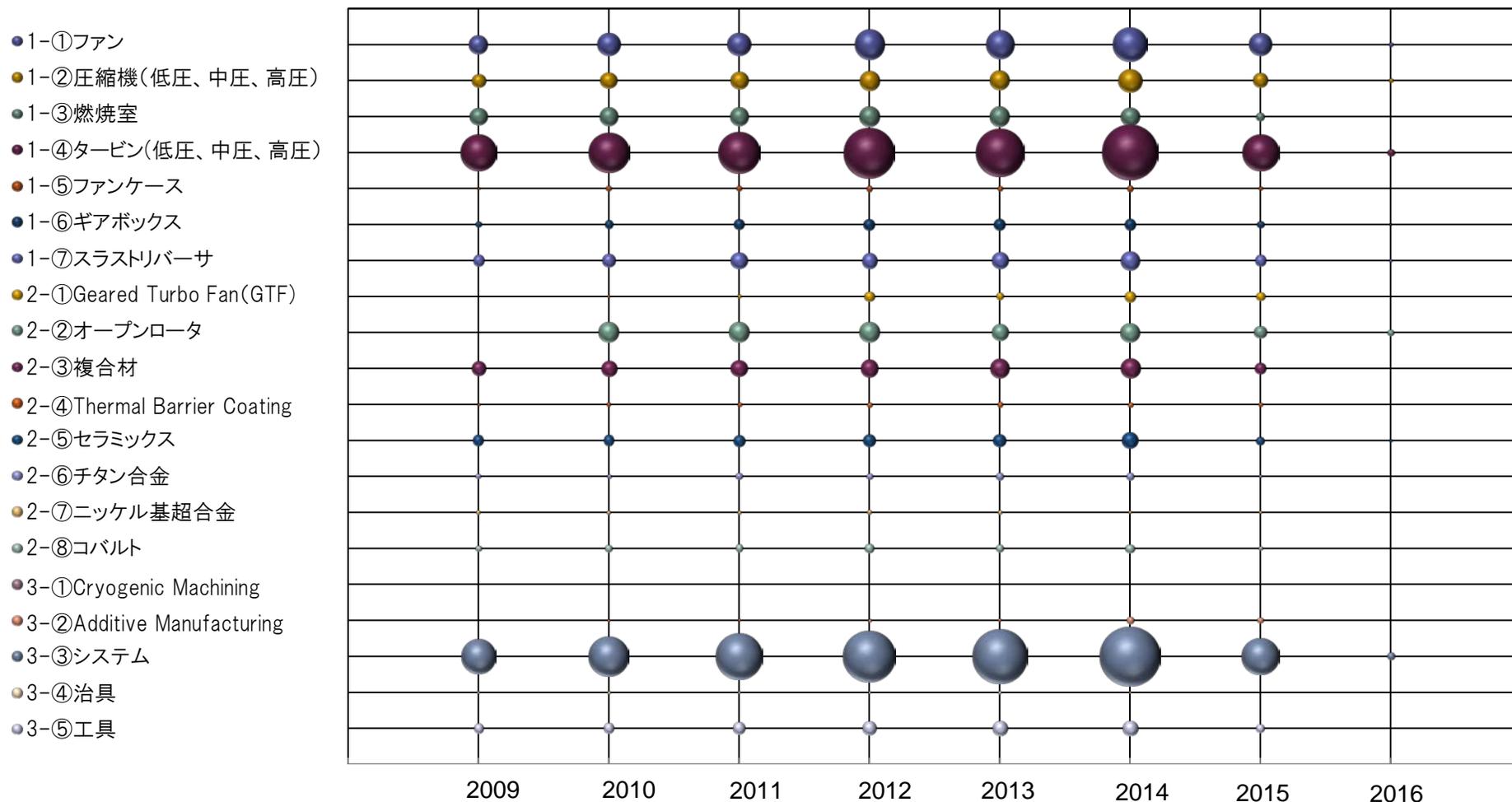


出願人

## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

### (f) 技術区分別の発明件数の推移

- 発明件数の推移をみると、最も活発に技術開発が行われているタービンの発明が増加する傾向にある
- ファン、圧縮機、燃焼室についても発明件数は増加傾向にある



## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

### (g) エンジン関連の公報件数ランキング

- エンジン関連の発明件数はUTC(プラット&ホイットニー)が最も多く1365件(公報件数は5026件)、次いでスネクマが998件(公報件数は3602件)
- 完成機メーカーのボーイングとエアバスはエンジンに関する発明件数も多く、エンジンメーカーに匹敵する件数がある

| 順位 | 機関名                         | 機関の国名 | 公報件数 | 発明件数<br>(共同出願含む) |
|----|-----------------------------|-------|------|------------------|
| 1  | UNITED TECHNOLOGIES CORP    | 米国    | 5026 | 1365             |
| 2  | SNECMA                      | 欧州    | 3602 | 998              |
| 3  | BOEING CO                   | 米国    | 2897 | 700              |
| 4  | GENERAL ELECTRIC CO         | 米国    | 2882 | 629              |
| 5  | AIRBUS OPERATIONS SAS       | 欧州    | 1902 | 27               |
| 6  | HAMILTON SUNDSTRAND CORP    | 米国    | 1371 | 341              |
| 7  | AIRBUS OPERATIONS           | 欧州    | 1317 | 822              |
| 8  | SNECMA Société anonyme      | 欧州    | 1253 | 89               |
| 9  | HONEYWELL INTERNATIONAL INC | 米国    | 1150 | 324              |
| 10 | AIRCELLE                    | 欧州    | 997  | 270              |

## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(g) エンジン関連の公報件数ランキング

| 順位 | 機関名                              | 機関の国名 | 公報件数 | 発明件数<br>(共同出願含む) |
|----|----------------------------------|-------|------|------------------|
| 11 | ROLLS-ROYCE PLC                  | 米国    | 931  | 293              |
| 12 | Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co | 欧州    | 908  | 176              |
| 13 | BOEING CORP                      | 米国    | 902  | 1                |
| 14 | AIRBUS OPERATIONS GMBH           | 欧州    | 859  | 208              |
| 15 | AIRBUS HELICOPTERS               | 欧州    | 808  | 165              |
| 16 | AIRCELLE Société anonyme         | 欧州    | 807  | 38               |
| 17 | EUROCOPTER                       | 欧州    | 791  | 149              |
| 18 | EUROCOPTER FRANCE                | 欧州    | 728  | 1                |
| 19 | BELL HELICOPTER TEXTRON INC      | 米国    | 727  | 213              |
| 20 | THALES                           | 欧州    | 617  | 123              |

## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(g) エンジン関連の公報件数ランキング

| 順位 | 機関名  | 機関の国名 | 公報件数       | 発明件数<br>(共同出願含む) |
|----|--|-------|------------|------------------|
| 21 | PRATT & WHITNEY CANADA CORP                        | カナダ   | 610        | 122              |
| 22 | THALES Société anonyme                             | 欧州    | 541        | 28               |
| 23 | ROLLS-ROYCE CORP                                   | 欧州    | 476        | 86               |
| 24 | TURBOMECA  | 欧州    | 469        | 114              |
| 25 | Beijing University of Aeronautics and Astronautics | 中国    | 456        | 133              |
| 26 | AIRBUS GMBH  | 欧州    | 452        | 4                |
| 27 | <b>mitsubishi jukogyo kk</b>                       | 日本    | <b>437</b> |                  |
| 28 | AIRBUS OPERATIONS LTD                              | 欧州    | 422        | 3                |
| 29 | ROLLS-ROYCE NORTH AMERICAN TECHNOLOGIES            | 米国    | 411        | 77               |
| 30 | ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND                      | 日本    | 407        |                  |

## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(g) エンジン関連の公報件数ランキング

| 順位 | 機関名                           | 機関の国名                   | 公報件数 | 発明件数<br>(共同出願含む) |
|----|-------------------------------|-------------------------|------|------------------|
| 31 | SIKORSKY AIRCRAFT CORP        | 米国                      | 396  | 173              |
| 32 | SUCIU G L                     | 個人(UNITED TECHNOLOGIES) | 372  | 32               |
| 33 | SIEMENS AG                    | 欧州                      | 334  | 2                |
| 34 | ROHR INC                      | 米国                      | 328  | 103              |
| 35 | MTU AERO ENGINES AG           |                         | 318  | 92               |
| 36 | GE AVIATION SYSTEMS LLC       | 米国                      | 314  | 108              |
| 37 | AIRBUS FRANCE Société anonyme | 欧州                      | 309  | 28               |
| 38 | GE AVIATION SYSTEMS LTD       | 米国                      | 302  | 108              |
| 39 | AIRBUS OPERATIONS SL          | 欧州                      | 301  | 8                |
| 40 | MITSUBISHI HEAVY IND CO LTD   | 日本                      | 295  | 135              |

## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(g) エンジン関連の公報件数ランキング

| 順位        | 機関名                           | 機関の国名                   | 公報件数       | 発明件数<br>(共同出願含む) |
|-----------|-------------------------------|-------------------------|------------|------------------|
| 41        | EADS DEUT GMBH                | 欧州                      | 291        | 60               |
| <b>42</b> | <b>IHI CORP</b>               | <b>日本</b>               | <b>289</b> | <b>158</b>       |
| 43        | TURBOMECA SA                  | 欧州                      | 275        | 114              |
| 44        | AIRBUS DEFENCE and SPACE GMBH | 欧州                      | 269        | 53               |
| 45        | SCHWARZ F M                   | 個人(UNITED TECHNOLOGIES) | 262        | 32               |
| 46        | SAGEM DEFENSE SECURITE        | 欧州                      | 255        | 53               |
| <b>47</b> | <b>KAWASAKI HEAVY IND LTD</b> | <b>日本</b>               | <b>252</b> | <b>11</b>        |
| 48        | AIRBUS FRANCE                 | 欧州                      | 250        | 49               |
| 49        | LOCKHEED MARTIN CORP          | 米国                      | 247        | 50               |
| 50        | TEXTRON INNOVATIONS INC       | 米国                      | 241        | 7                |

## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

### (h) 出願人国籍別、材料別の発明件数

- エンジン性能の向上を図るうえで重要な要素である材料に注目すると、日本国籍出願人の発明件数は米国、欧州と比べてかなり少なく、中国よりも少ない

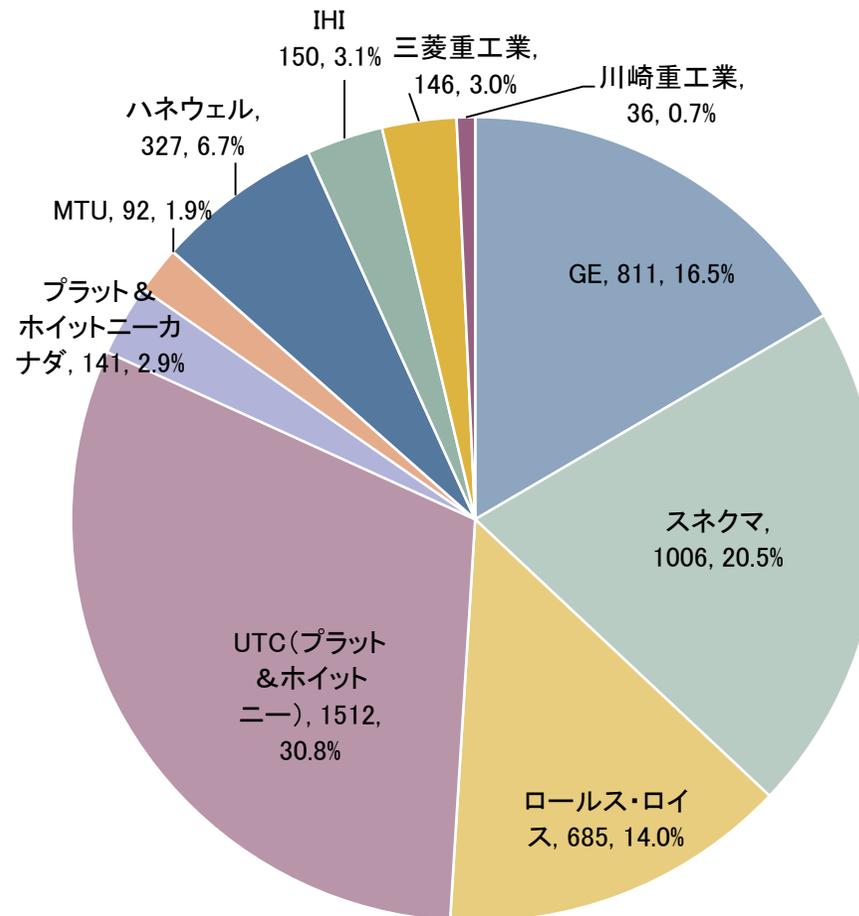
(件)

|             | 合計件数 | 日本 | 米国  | 欧州  | 中国 | 韓国 | ロシア | インド | カナダ | ブラジル | その他 | 不明 |
|-------------|------|----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|------|-----|----|
| 2-③複合材      | 577  | 23 | 186 | 226 | 71 | 4  | 0   | 0   | 5   | 0    | 3   | 62 |
| 2-⑤セラミックス   | 313  | 12 | 170 | 62  | 35 | 0  | 0   | 0   | 2   | 0    | 0   | 39 |
| 2-⑥チタン合金    | 76   | 3  | 30  | 22  | 12 | 0  | 0   | 0   | 2   | 0    | 2   | 5  |
| 2-⑦ニッケル基超合金 | 29   | 3  | 14  | 4   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0    | 0   | 9  |
| 2-⑧コバルト     | 119  | 15 | 48  | 27  | 2  | 1  | 0   | 0   | 0   | 0    | 1   | 25 |

## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(i) 技術区分別の発明件数の比率(主要航空機エンジンメーカー10社のシェア):全体

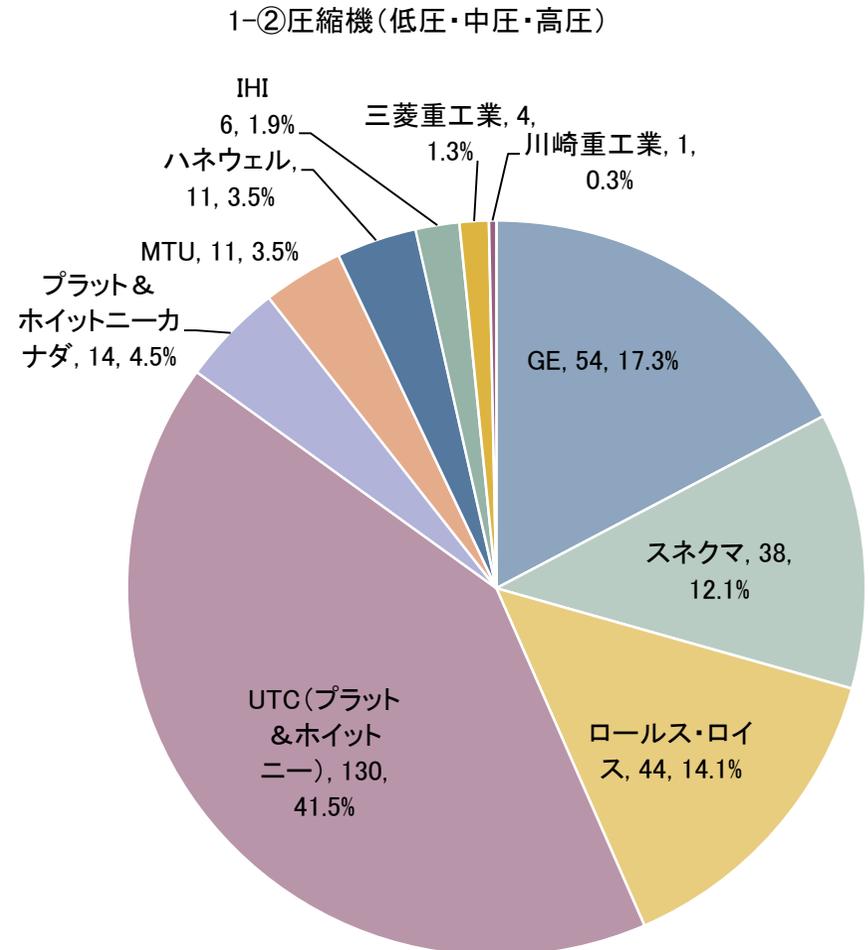
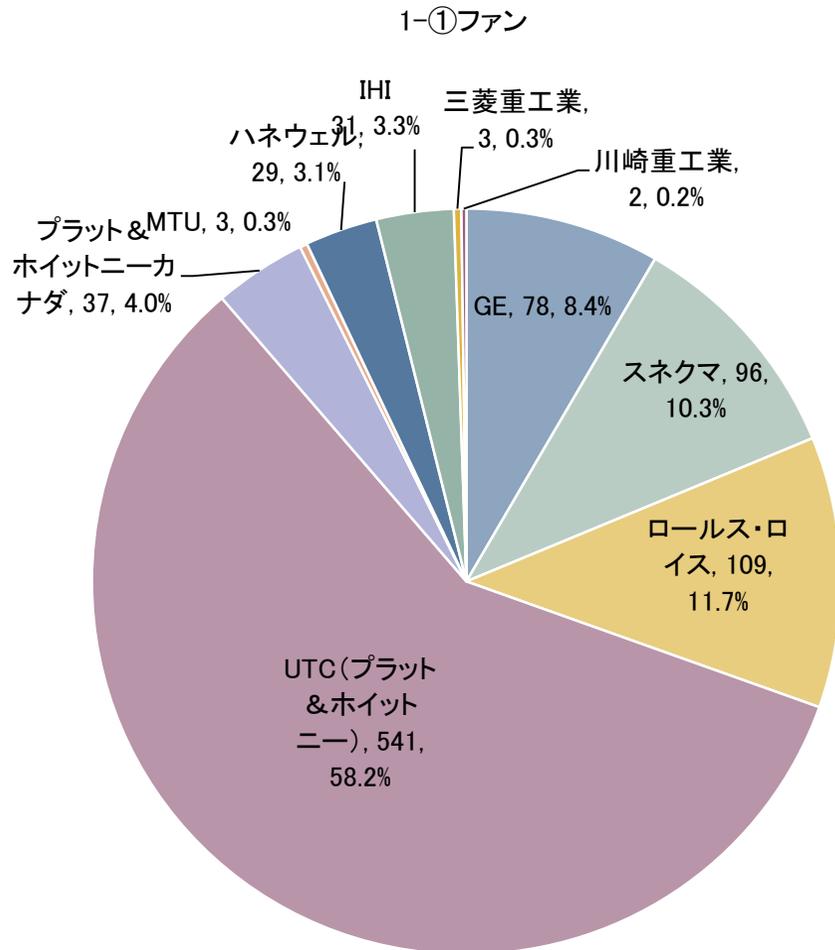
- 主要航空機エンジンメーカー10社の発明件数のシェアは、UTC(プラット&ホイットニー)が30.8%、スネクマが20.5%、GEが16.5%、ロールス・ロイスが14.0%
- 日本メーカーはIHIが3.1%、三菱重工業3.0%、川崎重工業は0.7%



## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(i) 技術区分別の発明件数の比率(主要航空機エンジンメーカー10社のシェア):ファン、圧縮機

- ファンの発明件数ではUTC(プラット&ホイットニー)が58.2%、圧縮機(低圧・中圧・高圧)はUTC(プラット&ホイットニー)が41.5%のシェアを占める

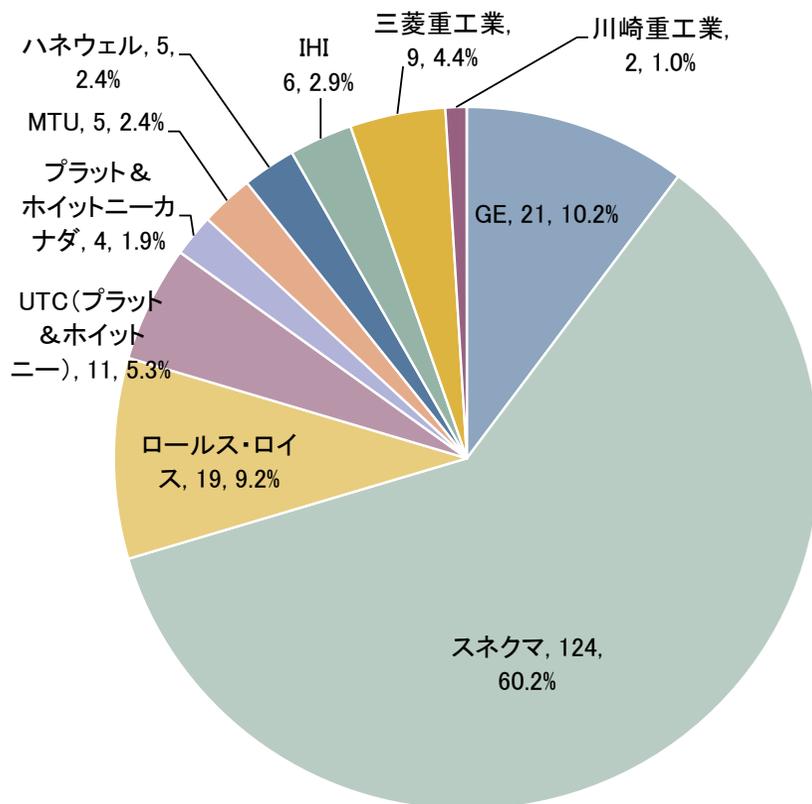


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

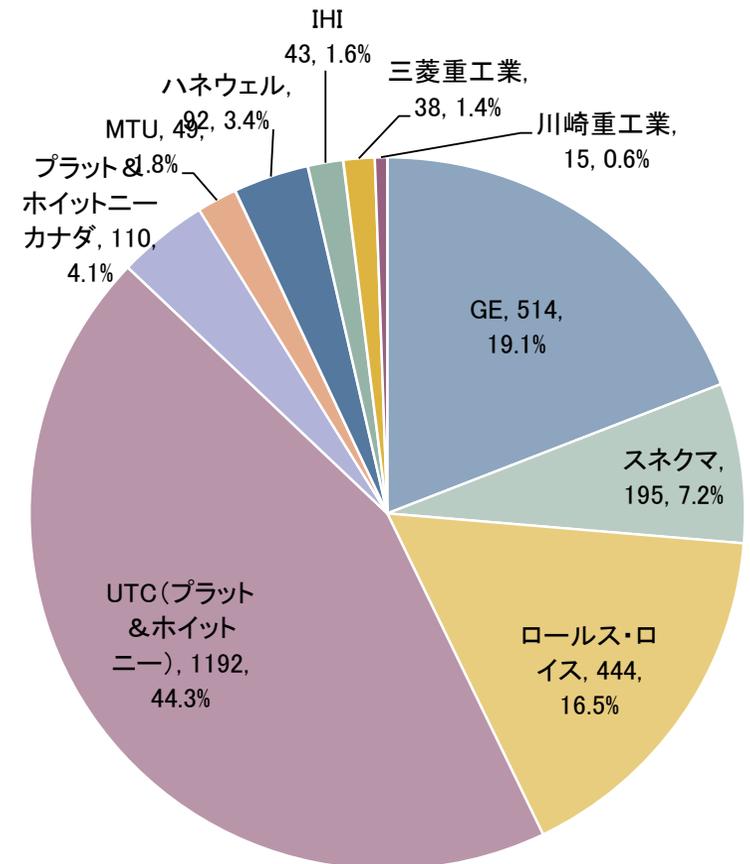
(i) 技術区分別の発明件数の比率(主要航空機エンジンメーカー10社のシェア): 燃焼室、タービン

- 燃焼室の発明件数はスネクマが60.2%、タービン(低圧、中圧、高圧)はUTC(プラット&ホイットニー)が44.3%のシェアを占める

1-③燃焼室



1-④タービン(低圧、中圧、高圧)

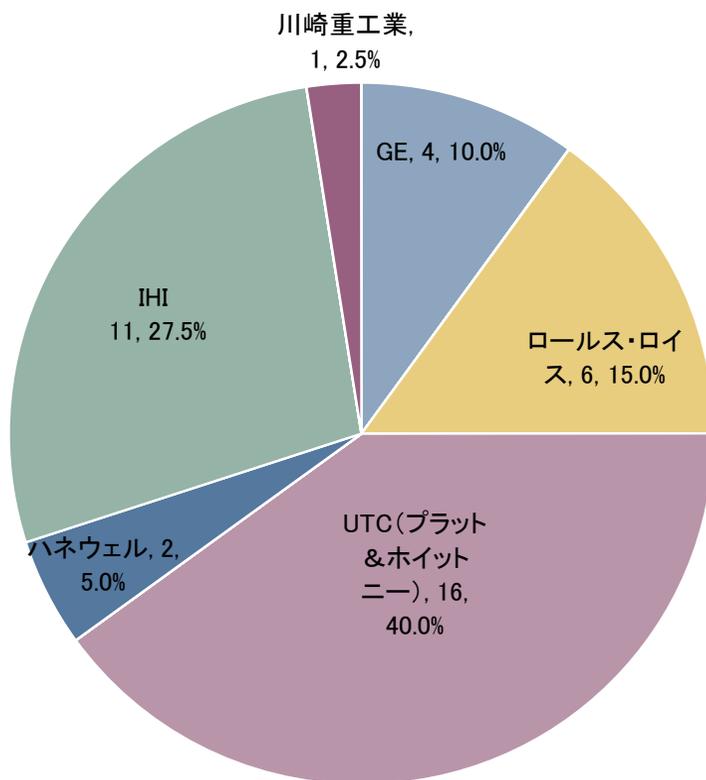


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

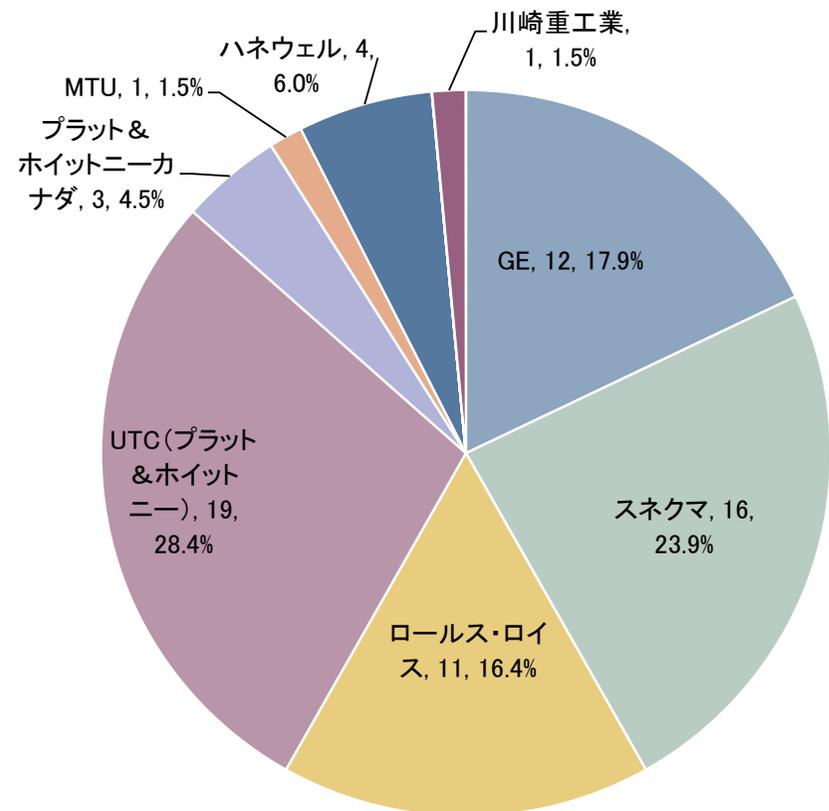
(i) 技術区分別の発明件数の比率(主要航空機エンジンメーカー10社のシェア):ファンケース、ギアボックス

- ファンケース、ギアボックスともUTC(プラット&ホイットニー)の発明件数のシェアが大きい
- ファンケースはIHIのシェアがUTCに次いで大きく、27.5%を占める

1-⑤ファンケース



1-⑥ギアボックス

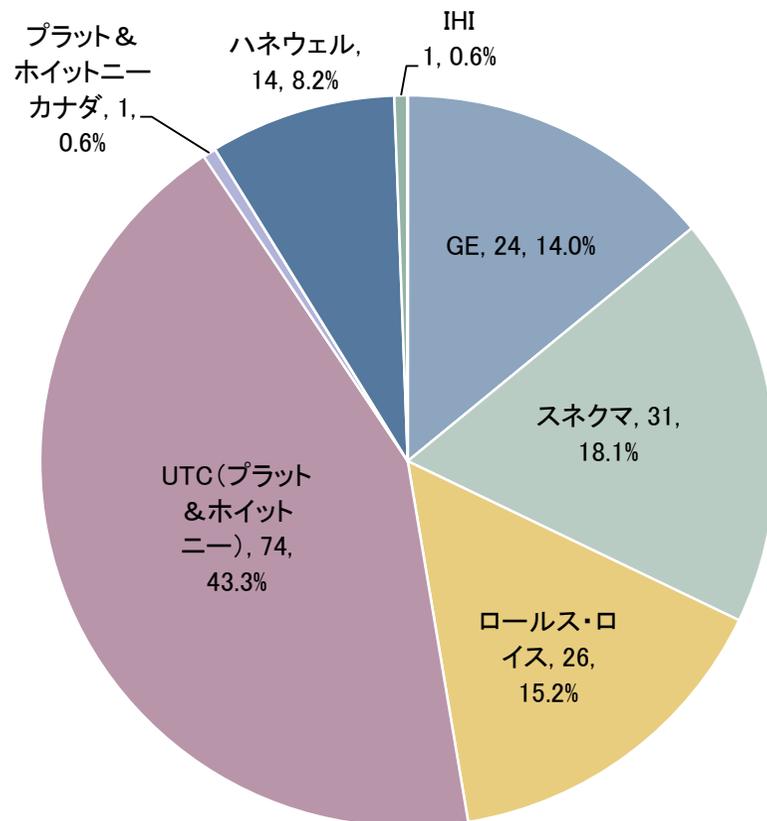


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

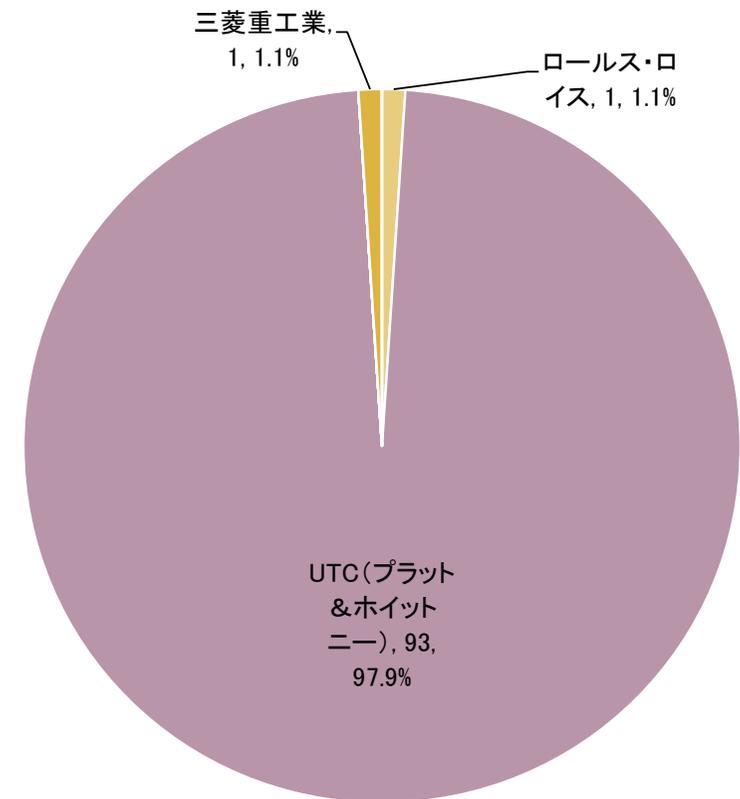
(i) 技術区分別の発明件数の比率(主要航空機エンジンメーカー10社のシェア):スラストリバーサ、GTF

- スラストリバーサ、ギアターボファンともUTC(プラット&ホイットニー)のシェアが大きく、ギアターボファンはほぼ独占

1-⑦スラストリバーサ



2-①ギアターボファン(GTF)

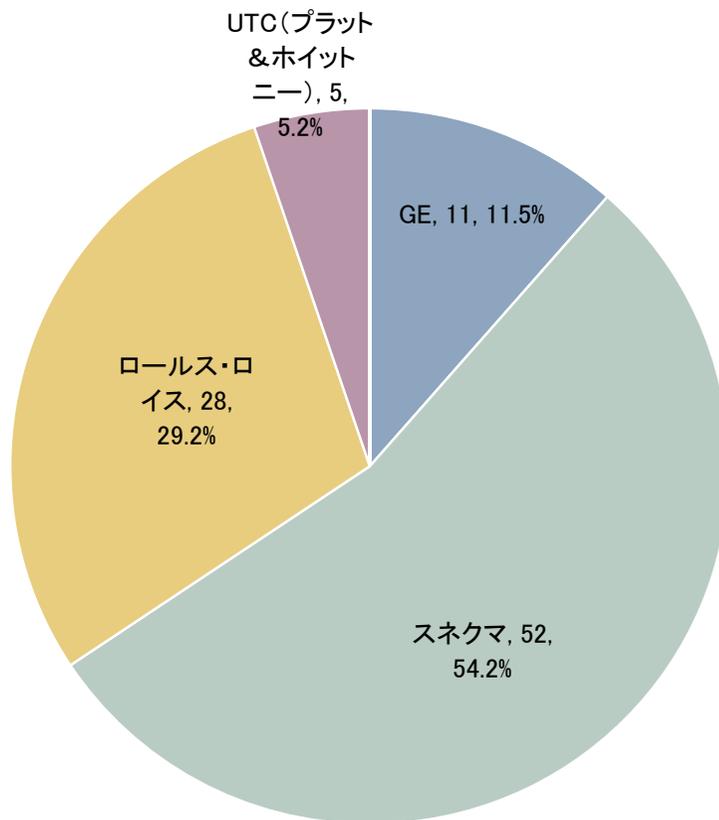


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

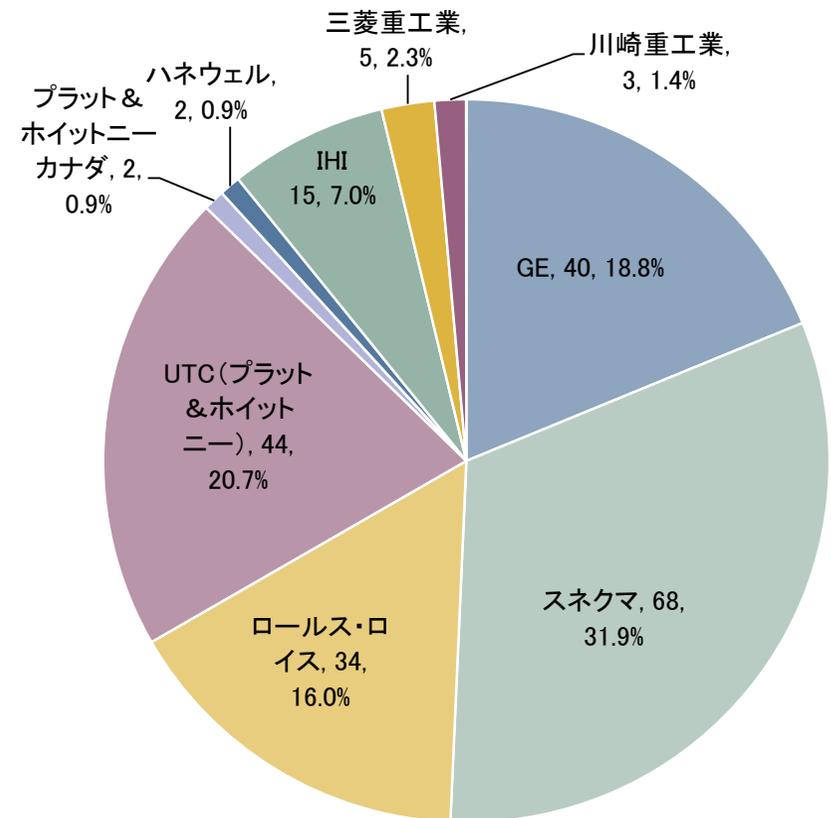
(i) 技術区分別の発明件数の比率(主要航空機エンジンメーカー10社のシェア):オープンロータ、複合材

- オープンロータと複合材の発明件数は、スネクマのシェアが大きく、それぞれ54.2%、31.9%を占める

2-②オープンロータ



2-③複合材

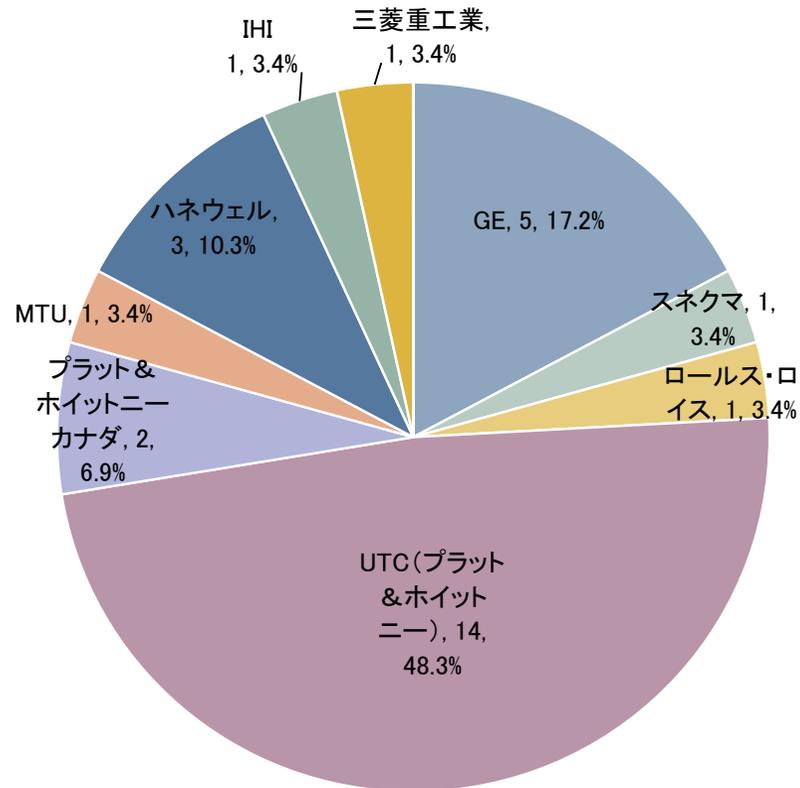


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

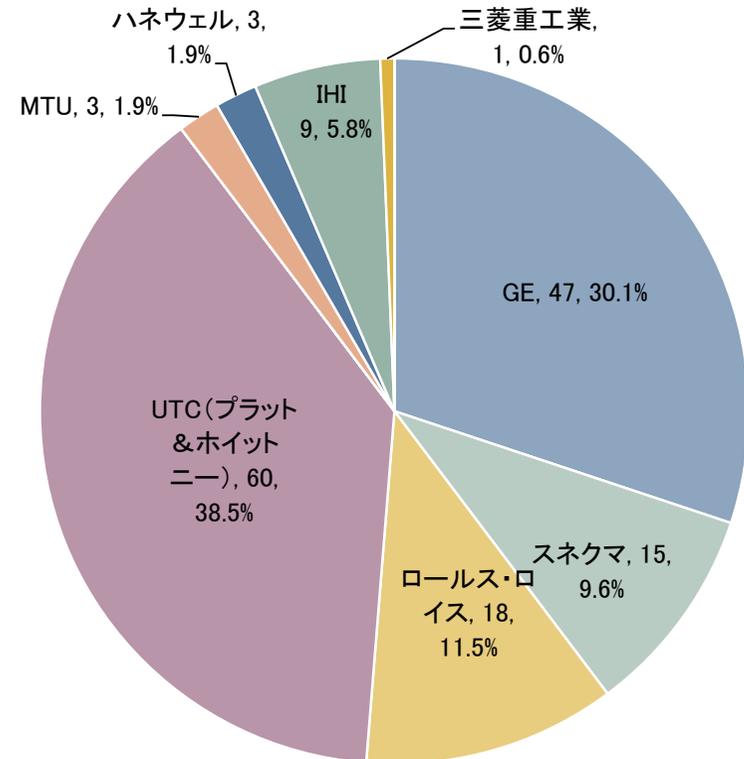
(i) 技術区別の発明件数の比率(主要航空機エンジンメーカー10社のシェア):TBC、セラミックス

- 遮熱コーティング、セラミックスともにUTC(プラット&ホイットニー)のシェアが大きい

2-④遮熱コーティング(TBC)



2-⑤セラミックス

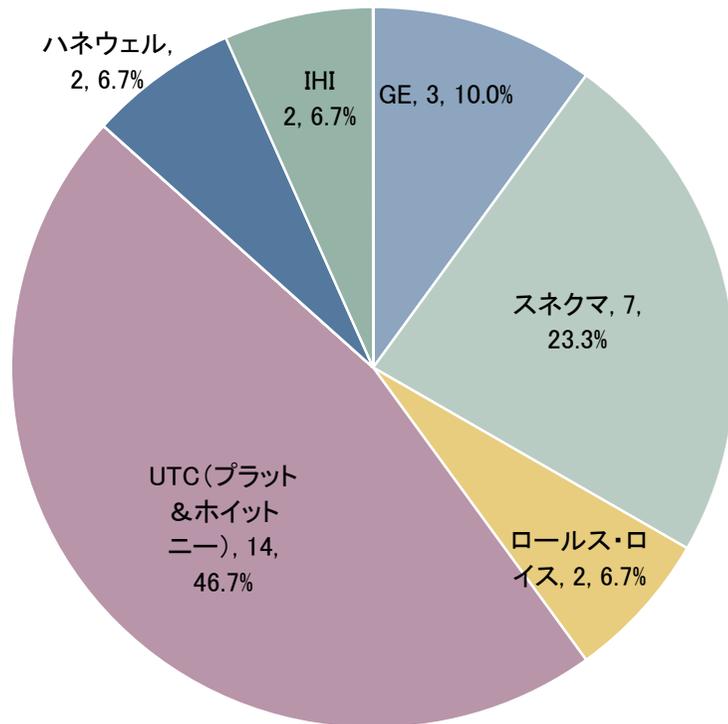


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

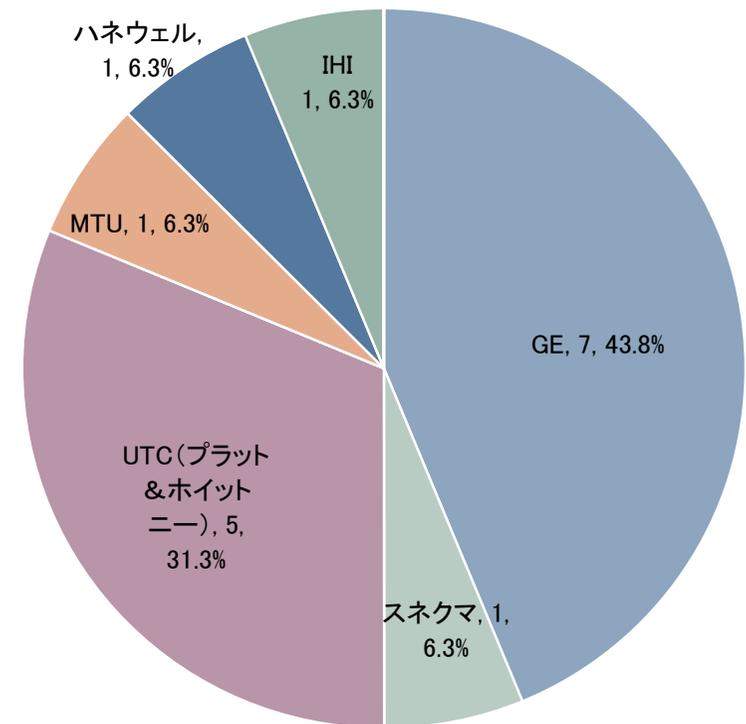
(i) 技術区分別の発明件数の比率(主要航空機エンジンメーカー10社のシェア):チタン合金、ニッケル基超合金

- チタン合金の発明件数シェアはUTC(プラット&ホイットニー)が46.7%、ニッケル基超合金の発明件数シェアはGEが43.8%を占める、

2-⑥チタン合金



2-⑦ニッケル基超合金

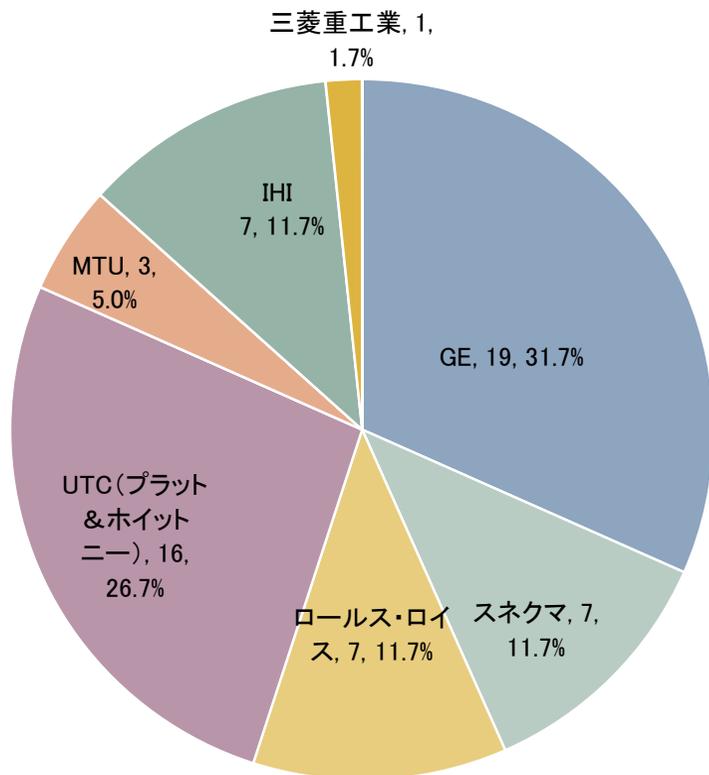


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

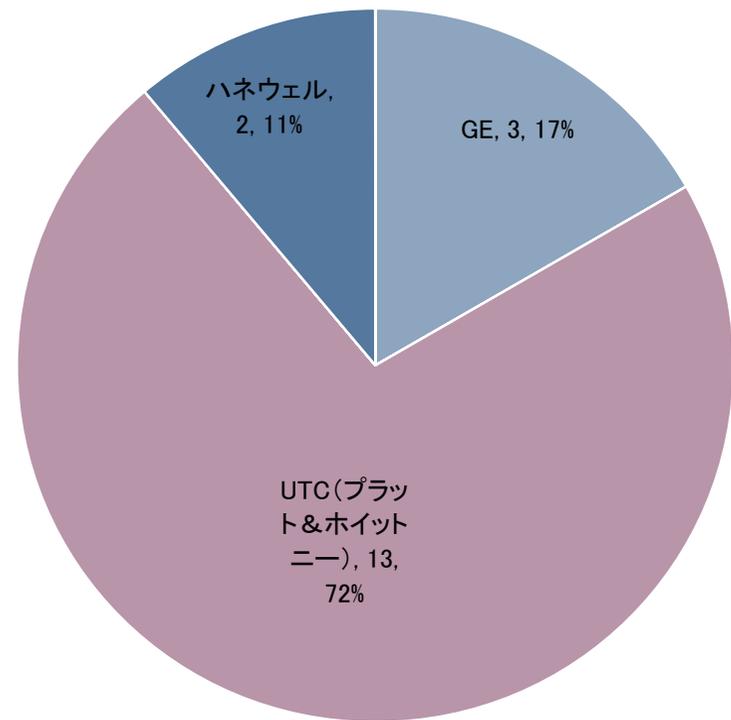
(i) 技術区分別の発明件数の比率(主要航空機エンジンメーカー10社のシェア):コバルト、AM

- コバルトの発明件数シェアはGEが大きく、AM(Additive Manufacturing)はUTC(プラット&ホイットニー)が大きい

2-⑧コバルト



3-②Additive Manufacturing

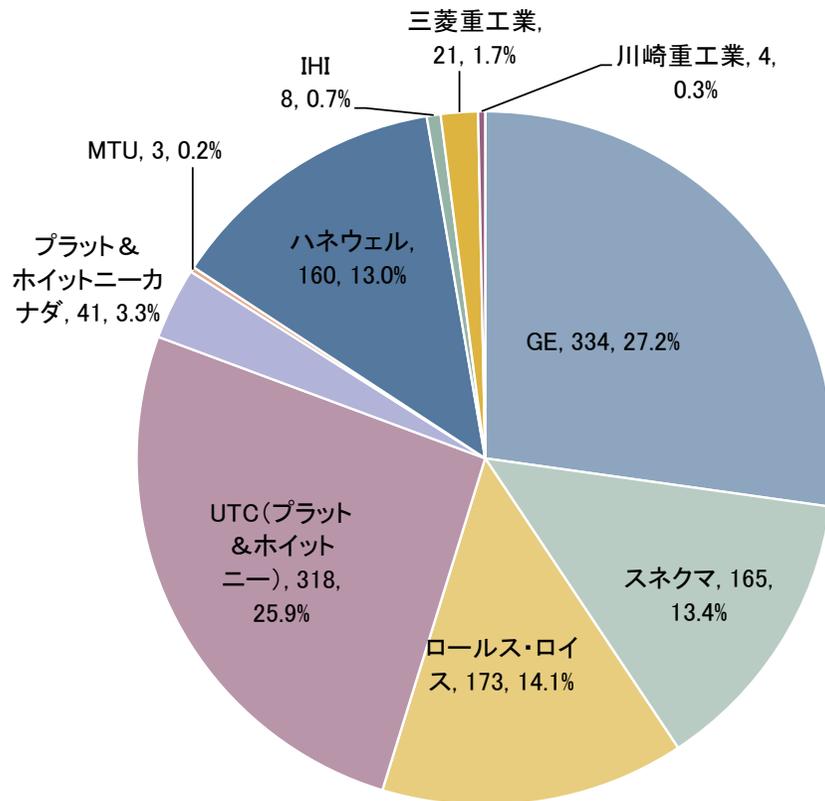


## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

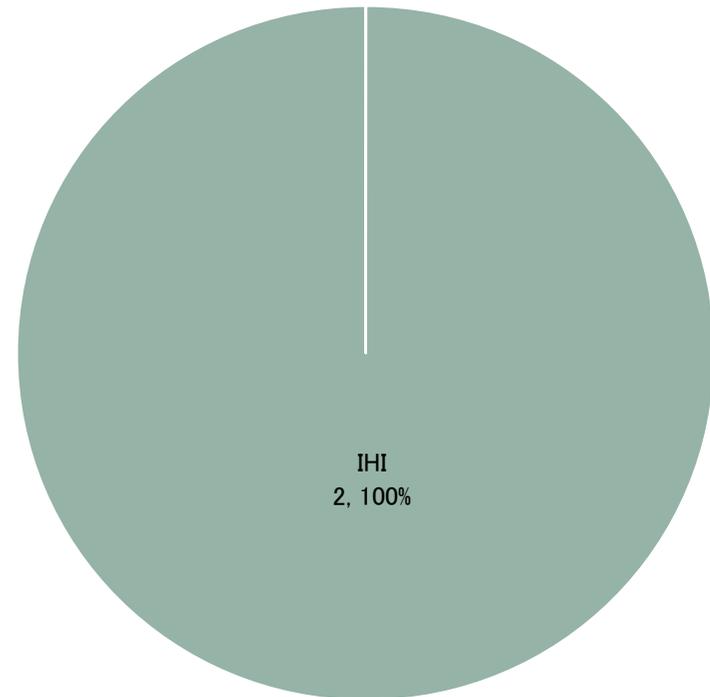
(i) 技術区別の発明件数の比率(主要航空機エンジンメーカー10社のシェア):システム、治具

- システムに関する発明件数はGEとUTCのシェアが大きく、治具はIHIが100%のシェアを占める

3-③システム



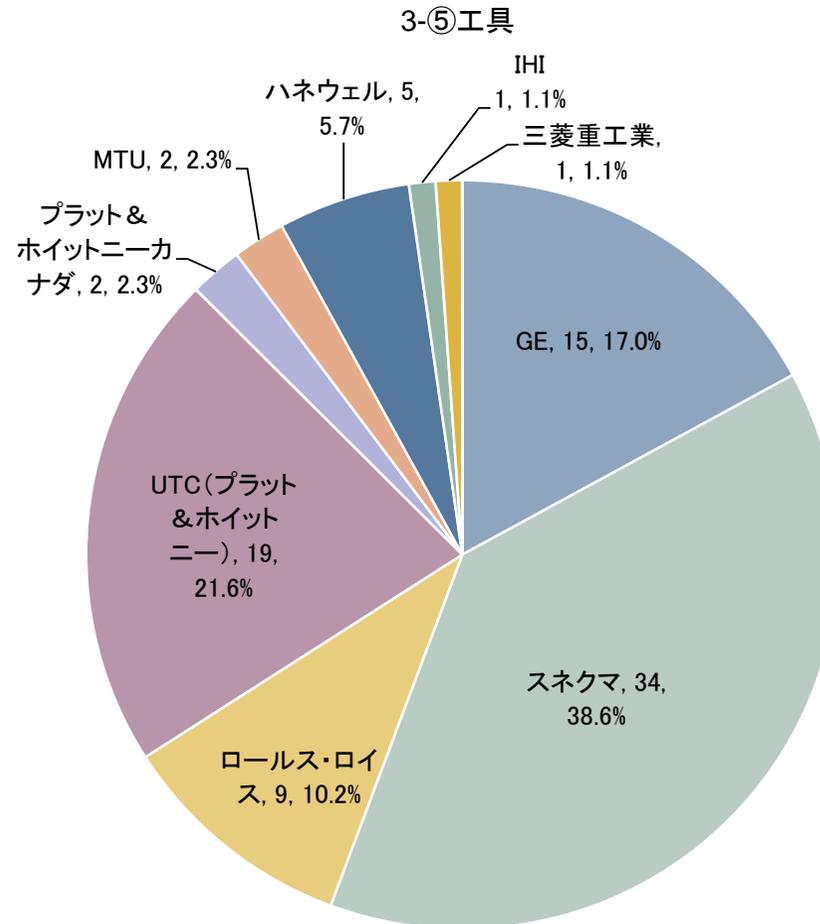
3-④治具



## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

(i) 技術区分別の発明件数の比率(主要航空機エンジンメーカー10社のシェア): 工具

- 工具に関する発明件数は、スネクマが最大で38.6%のシェアを占める



## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

### (J) 被引用特許数の多い特許

- 主要航空機エンジンメーカー10社の特許の中で最も被引用特許数が多い、注目度の高い特許は、UTC(プラット&ホイットニー)が出願したGTFエンジンに関する以下の特許(被引用特許数120)

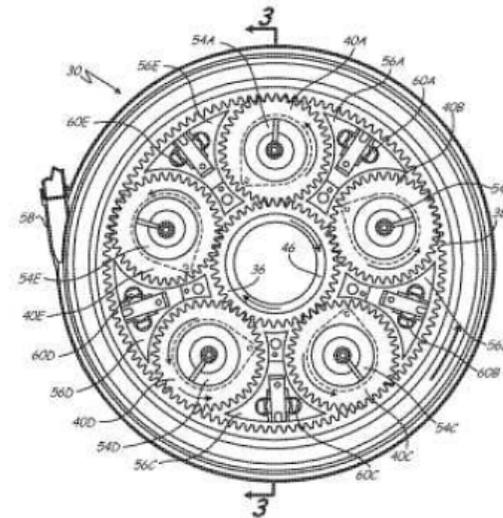
被引用特許数が多い特許(UTCが出願したGTFに関する特許)

US2010105516 (A1) 20100429

COUPLING SYSTEM FOR A STAR GEAR TRAIN IN A GAS TURBINE ENGINE

#### <要約>

ガスタービンエンジンに使用されるスターギアは、太陽歯車、リング歯車、複数のスター歯車及び連結システムを含む。太陽歯車は、シャフトによって回転可能である。リングギヤはリングギヤ軸に固定されている。複数のスターギアの各々は、スターキャリアに回転可能に取り付けられ、太陽ギアおよびリングギヤに噛合している。この結合システムは、太陽歯車の可撓性カップリングと、キャリアの可撓性カップリングと、偏向リミッタとを備える。サンギヤの可撓性カップリングは、サンギヤをシャフトに接続する。キャリア可撓性カップリングは、キャリアを回転しない機械的アースに接続する。偏向リミッタは、スター・ギア・トレインの過度の半径方向および周方向の変位を制限するために、スター・キャリアに接続されている。



## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

### (J) 被引用特許数の多い特許

- 主要航空機エンジンメーカー10社の特許の中で、ファンケースに関して最も被引用特許数が多く、注目度の高い特許は、IHI等が出願した「ケース及びその製造方法」である。これは、CFRPをファンケース本体に使用する技術に関する特許(被引用特許数8)で、IHIはCFRPをファンケースに使用する技術は、特開2011-256829「ケース及び取付用ボス」でも出願している。

ファンケースに関して被引用特許数が最も多い特許(IHI等が出願した特許)

特開2012-16926(P2012-16926A)

「ケース及びその製造方法」

#### 【課題】

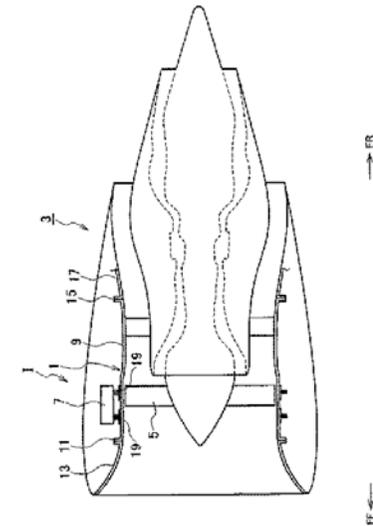
ファンケース1の製造時間を大幅に短縮して、ファンケース1の生産性を十分に向上させること。

#### 【解決手段】

中間フランジ19は、環状の第1フランジ構成部材21と、第1フランジ構成部材21に突き合わせて接合された第2フランジ構成部材23とを備え、第1フランジ構成部材21は周方向に沿って分割した複数の円弧状の第1セグメント25により構成され、第2フランジ構成部材23は周方向に沿って分割した複数の円弧状の第2セグメント27により構成され、第1セグメント25同士の間継ぎ目J1の位置と第2セグメント27同士の間継ぎ目J2の位置は周方向にずれていること。

#### 【請求項1】

外側に付属機器を取付可能な筒状のケースであって、強化繊維と熱硬化性樹脂との複合材料からなる筒状のケース本体と、前記ケース本体の外周面におけるケース軸方向の中間に設けられ、強化繊維と熱硬化性樹脂との複合材料からなり、環状の第1フランジ構成部材、及び前記第1フランジ構成部材に突き合わせて接合された環状の第2フランジ構成部材を備えた前記付属機器を取付けるための環状の中間フランジとを具備し、前記第1フランジ構成部材は、周方向に沿って分割した複数の円弧状の第1セグメントにより構成され、前記第2フランジ構成部材は、周方向に沿って分割した複数の円弧状の第2セグメントにより構成されていることを特徴とするケース。



## 2. 航空機エンジンに関する特許動向分析

### (K) 注目特許

- ・川崎重工業はシンフォニアテクノロジーと共同で一定周波数発電装置「T-IDG® (Traction Drive IDG)」を開発し、P-1量産初号機に搭載した。さらに民間機航空機に適用すべく製品化を行っている。「T-IDG®」は、定速駆動機構として高速トラクションドライブ無段変速機を世界で初めて大型航空機に適用したもので、エンジンの回転数が変化しても発電機の回転数を一定に保つことが可能となり、航空機の燃費・信頼性向上に大きく貢献する技術として注目されている。その特許を以下に示す。

発電装置に関する特許(川崎重工業が出願した特許)

特開2011-117437(P2011-117437A)

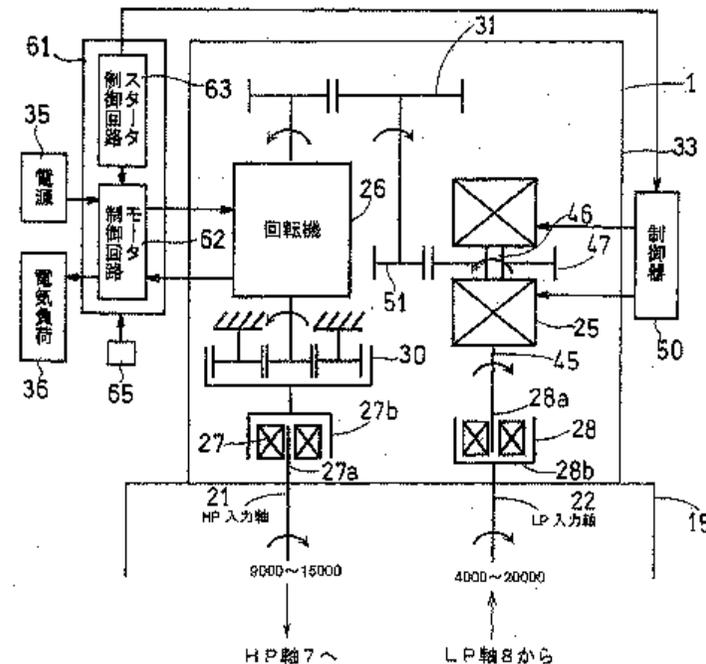
「航空機用始動発電装置」

#### 【課題】

エンジンの低圧軸による一定周波数発電と、高圧軸による電気式スタートとを1台で行うことにより、装置の簡素化、コストダウンを実現できる航空機用始動発電装置を提供する。

#### 【解決手段】

航空機用始動発電装置1は、スタータと発電機を兼ねる電気式回転機26、無段変速機25、エンジン10の高圧軸7に連結される高圧側クラッチ27、および低圧軸8に連結される低圧側クラッチ28を備え、スタート時は回転機26が高圧側クラッチ27を介して高圧軸7を駆動し、エンジン10が自立運転に入った後は低圧軸8が低圧側クラッチ28および無段変速機25を介して回転機26を一定回転数で駆動する。



---

### 3. 地域企業の技術開発の動向

### 3. 地域企業等の技術開発の動向

#### (a) 難削材加工技術

- 航空機エンジンは耐熱温度、軽量化等の要求から、チタンアルミ合金、インコネルなどの難削材が使用されており、その加工を担う中小企業等は、高精度、高効率に加工する技術を開発している。
- チタンアルミ合金の精密切削加工技術を開発して、スネクマからLEAPエンジンの低圧タービブレードの受注に成功したAeroEdge株式会社の技術概要を紹介する。
- また、工作機械メーカーと共同で効率的な研削加工技術を開発しているナサダの技術概要を示す。

| 企業名                   | 技術の概要  |
|-----------------------|--|
| AeroEdge株式会社<br>(栃木県) | <p>■チタンアルミ合金の精密切削加工技術</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• チタンアルミ合金の切削加工は、強度が強く刃先に大きな力がかかり、回転体に刃を当てるとビビリが発生しやすいので精度が出にくい。熱伝導率が低いので刃摩耗や焼き付き付けが発生するなど、精密な切削加工が難しいが、航空宇宙、自動車分野等の最先端要求対応で培った切削技術をもとに独自のノウハウにより高精度な加工技術を確立した。</li><li>• それにより、海外企業とのコンペに勝ち、スネクマより民間航空機エンジンLEAPに搭載されるチタンアルミ製の低圧タービブレードの受注を獲得した。</li></ul> |
| 株式会社ナサダ<br>(兵庫県)      | <p>■難削材の効率的な研削加工技術</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 研削加工中のトラブル発生の原因を研究して、その知見をもとに人工知能化した加工支援監視システムを開発して、加工装置及びソフトウェアとして生産技術を確立した。</li><li>• その技術をもとに、工作機械メーカーと共同で効率的な生産を実現する加工機を開発している。</li><li>• これらの技術の一部は、「特許特開2010-146537 人工知能化した加工支援監視方法と人工知能化した加工支援監視システム」等、権利化している。</li></ul>                            |

### 3. 地域企業等の技術開発の動向

#### (b)治工具

- 治工具はエンジン部品を加工するうえで精度や生産性を決める重要なツールであり、加工に強みをもつ企業は自社のノウハウをもとに独自に治工具を開発している。
- 以下に航空機エンジン部品製造で利用する治工具を開発、提供している企業の概要を示す。

| 企業名                 | 技術の概要  |
|---------------------|--|
| 株式会社TEKNIA<br>(愛知県) | <p>■生爪</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• エンジン部品を加工する汎用旋盤、NC旋盤他にマシニングセンター、ボール盤、フライス加工等では生爪が利用されている。</li><li>• TEKNIAは薄物削りに多発する現象である変形やビビリ対策に威力を発揮するパワーチャック用、スクロール用生爪を開発し自社製品として販売している。</li><li>• 円形生爪の使用は、薄物の材料を変形なく把握できる、異形状の把握が容易である、形状を抜くことで、多種多様な用途が広がる等の利点がある。</li></ul> |
| マツダ化工株式会社<br>(愛知県)  | <p>■治具</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• エンジンブレード研削治具・3次元測定用治具、エンジンケースマシニング治具・溶接治具、エンジンディスクブローチ治具などを製作している。</li><li>• 短納期での最適・高精度な治具を提供することが可能で、様々な材料加工に対応できることが強み。</li><li>• 治具の設計、製作能力を活用して、高精度な試作品等の少量生産を行っている。</li></ul>   |

### 3. 地域企業等の技術開発の動向

#### (c)環境適用技術

- 世界的に有害化学物質の規制が強化されており、6価クロムを使用しない塗装やハロンの代替物質、カドミウムの利用削減などにかかる技術開発が進められている。
- 中部地域の企業でも脱カドミウムめっき技術、完全クロムフリー技術が開発され、実用化している。

| 企業名                               | 技術の概要   |
|-----------------------------------|---|
| 旭金属工業株式会社<br>岐阜安八工場<br>(岐阜県)      | <p>■脱カドミウムめっき技術</p> <ul style="list-style-type: none"><li>有害物質のカドミウムと6価クロムの使用が禁止となったことから、カドミウムの代わりに亜鉛-ニッケルを使用し、6価クロムを利用する代わりに3価クロムを使用する代替技術をユーザーと共同で開発した。</li><li>この技術はボーイングの777Xのスペックに対応していたため、国内メーカーが生産する機体部品のめっき業務を受注することができた。</li><li>また、6価クロム代替処理水を全てリサイクルして利用することを可能とする技術を排水処理メーカーと共同開発した。この技術によって、工場排水(生活排水は除く)が0になるとともに、環境負荷物質の排出量を低減することができる。</li><li>これらの技術は共同開発者と特許を取得した。(「特許第5826735号 亜鉛-ニッケル合金めっき液及び亜鉛-ニッケル合金のめっき方法」、「特許第5756241号 六価クロム代替となる処理水の無排水処理装置と、その方法」等)</li></ul> |
| 株式会社放電精密加工研究所<br>名古屋事業場等<br>(愛知県) | <p>■完全クロムフリー技術</p> <ul style="list-style-type: none"><li>EUのRoHS指令では電気、電子機器への6価クロムの含有は原則禁止となり、航空機に関しても禁止される見込みであることから、完全クロムフリーの塗料を独自に開発した。</li><li>この塗料は、亜鉛めっきや亜鉛系合金めっき中の亜鉛の犠牲防食効果を高めるもので、亜鉛めっきなど亜鉛系金属表面上にZEC-888処理を行い、防錆効果が高い。耐食性能、安定性が高く、液溜まりや勘合不良が起きにくい。排水処理は通常のめっき排水処理が利用でき、完全クローズドシステムを実現した。</li><li>この技術は塗料として商品化し販売している。クロム塗料とほぼ同等の性能をもっており、完成機メーカーの表面処理仕様へのスペックインを目指している。</li><li>この関連技術は特許出願している。(「特開2010-174367 亜鉛表面を有する金属部材用の非クロム水性防錆表面処理剤等」)</li></ul>                      |

### 3. 地域企業等の技術開発の動向

#### (d)革新的技術

- GEは航空機エンジン用の燃料ノズルをAdditive Manufacturing(付加製造)を利用して製造しており、ボーイング737 MAXに搭載されるCFMインターナショナル製エンジン「LEAP」に採用している。複雑形状の一体加工が可能で、金属粉末やその他の素材を無駄なく使えるAM技術は様々な部位に利用することを目指した技術開発が行われている。
- 以下に3Dプリンターの技術を開発、利用している谷田合金と、Additive ManufacturingとHIP処理を組み合わせる技術の高度化を行っている金属技研の技術概要を示す。

| 企業名               | 技術の概要  |
|-------------------|--|
| 谷田合金株式会社<br>(石川県) | <ul style="list-style-type: none"><li>■3Dプリンターを用いた砂型作成技術</li><li>• 「3Dプリンターを用いた砂型作成」と「差圧鋳造」の2つの技術によって、エンジンギアボックス等の複雑形状鋳物の一体成形を実現した。また、砂型作成に必要な木型製作が不要となり、リードタイムを短縮した。</li><li>• この技術はNEDO事業「航空機エンジン用の複雑形状鋳物の一体成形化技術開発」のプロジェクトで開発したもので、技術は実用化レベルまで到達している。</li><li>• この技術の一部は特許出願している。(「特開2014-036964 差圧鋳造方法、それによる鋳造品、及びそれに用いられるアルミニウム合金材」等)</li></ul>   |
| 金属技研株式会社<br>(東京都) | <ul style="list-style-type: none"><li>■アルミチタンブレード等の試作技術</li><li>• Additive Manufacturingは、電子ビーム方式とファイバーレーザー方式の装置を導入して、アルミチタンブレードサンプル等の試作を受注している。</li><li>• Additive ManufacturingとHIP(Hot Isostatic Pressing)処理を組み合わせることで、製造プロセスを短縮し、さらに前後の工程まで一貫生産することで、低コスト化を図っている。また、Additive Manufacturingで利用できない金属粉末を廃棄することなく有効利用している。</li><li>• 経済産業省「三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム」の実施機関である技術研究組合次世代3D造形技術総合開発機構(TRAFAM)の研究に参加し、エンジン部品の製造、修理への実用化に取り組んでいる。</li></ul> |

### 3. 地域企業等の技術開発の動向

#### (d)革新的技術

- 金属積層技術を組み込んだ工作機、液体窒素で工具を冷却して加工する極低温加工技術、薄くて強度のある炭素繊維複合材料基材を製造する技術を開発した企業と技術の概要を以下に示す。

| 企業名                       | 技術の概要   |
|---------------------------|---|
| <p>オークマ株式会社<br/>(愛知県)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■金属積層造形技術           <ul style="list-style-type: none"> <li>5軸制御マシニングセンタ、複合加工機とレーザ技術を用いた金属積層造形を融合した、超複合加工機LASER EXシリーズを開発し販売している。機種は、「MU-5000V LASER EX」「MU-6300V LASER EX」「MU-8000V LASER EX」「MULTUS U3000 LASER EX」「MULTUS U4000 LASER EX」の5機種で、最大加工径φ1000mmまで対応可能。</li> <li>航空機エンジンの基幹部品の品質要求に応え得る金属積層造形ノウハウも蓄積しており、新たなものづくりの可能性と価値創造を提案。</li> <li>旋削・ミーリングに加え、金属積層造形の対応を可能とするだけでなく、レーザ技術の応用で、焼入れ工程の工程集約も可能とすることで、焼入れ後の研削加工含め世界で初めて1マシンで対応可能としている。</li> </ul> </li> <li>■液体窒素冷却技術           <ul style="list-style-type: none"> <li>液体窒素で工具を冷却し、難削材の高エネルギー加工を実現する極低温切削技術の対応も可能としている。</li> </ul> </li> </ul> |
| <p>株式会社ミツヤ<br/>(福井県)</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■炭素繊維複合材料基材製造技術           <ul style="list-style-type: none"> <li>福井県が保有する開繊技術の特許を活用して、薄く均一に開繊された炭素繊維と樹脂をまぜ合わせて、40μm以下の薄い基材を製造する技術を開発した。</li> <li>薄層化により、初期破損能力と疲労特性が大きく向上し、対衝撃性を大幅に高めることができた。</li> <li>この技術により、エアバスA320neoに搭載するPW1100G-JMエンジンの構造案内翼に使用される炭素繊維複合材料基材(薄層プリプレグシート)を受注することに成功した。</li> <li>開発した技術は福井県と共同で特許出願して権利化している。(特許第5920690号 プリプレグシート材及びその製造方法)</li> </ul> </li> </ul>   |

---

## 4. 地域企業の国際競争力の向上に資する技術戦略や計画の検討に向けて

## 4. 地域企業の国際競争力の向上に資する技術戦略や計画の検討に向けて

航空機エンジン部品の加工サプライヤーである地域企業は、菊地齒車(株)(AeroEdge(株))の事例にみられるとおり、世界NO.1、オンリーワンの加工技術を開発することで、Tier1として国際競争力をもつビジネスを実現することが可能となる。

そこで、中部経済産業局として、難削材の加工及び革新的な加工技術をターゲットとして、以下のような地域企業のための技術開発スキームの創設について検討する必要がある。

### 1 難削材の加工技術の高度化に向けた研究会

エンジン部品の開発において低燃費かつ軽量化が図られた研究開発が進んでおり、耐熱性の高いチタンアルミ合金などの難削材のより高精度、軽量化を意識した組立部品を少なくした製品の複雑一体成形による高効率な加工技術の開発ニーズが高い。高い加工技術を保有する中堅・中小企業を中心として機械メーカー、重工メーカー、公設試などの研究機関が参加する研究会を組織して、基礎技術の開発を目指すと共に中堅・中小企業に「先を見据えた」先行技術開発を実施する必要がある意識を持ってもらうことが必要。

### 2 大学と連携した加工技術の開発

アディティブマニュファクチャリング(AM(付加製造))(3Dプリンタ)や液体窒素を使用する極低温加工技術などの従来の工法に囚われない革新的な加工技術について、大学等と企業が連携して開発するスキームをつくり、基礎的な成果を創出して、企業による実用化につなげるスキームも必要ではないか。

### 3 知財戦略の普及、啓発

上記のとおり加工技術の高度化が中堅・中小企業に必要である。しかし、加工方法の高度化においてノウハウとして保有した方が後のビジネス展開において良い面もある一方、ナサダのように技術のPRとして活用することも有用であり、特許制度の活用についての理解が不十分と考えられる。そこで、特許とノウハウを組み合わせた知財の活用や、経営・事業戦略、技術開発戦略と連動した知財戦略について、ものづくり中小企業に普及、啓発を行うことが必要。

経済産業省中部経済産業局  
航空機産業の重要技術分野における技術推進調査事業 調査報告書

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社  
[www.murc.jp/](http://www.murc.jp/)