

# 宇宙と知財についての私の 経験とすること

九州工業大学 教授 趙 孟佑



## 要 約

大学教員の役割は「教育」と「研究」が第一であり、「社会貢献」がその次に来る。研究成果の社会実装は社会貢献の一つであり、研究成果を特許化することで社会実装を担ってくれるプレーヤーに対して魅力を向上させることができる。筆者は学生時代から行なってきた「衛星帯電」の分野で特許を取得したが、宇宙特有の飛行実績を第一とする文化に阻まれ、社会実装に至る「魔の川」を乗り越えることができなかった。しかしながら、近年の New Space の台頭により宇宙実証のハードルが非常に下がっている。New Space 企業の多くは大学発スタートアップであり、まさに大学の研究成果の社会実装を行っている。衛星搭載機器を開発する New Space 企業にとって知財戦略は重要なものとなる。超小型衛星を用いた非宇宙先進国の人材育成支援が行われる際、技術をオープンソース化し、現場の衛星開発にてノウハウを提供している。

## 目次

- はじめに
- 私の研究経歴
- 私の特許に関する経験
  - 大学教員と特許
  - 私のとった特許とその顛末
- 宇宙業界と知財
  - Old Space と New Space
  - 宇宙企業にとっての特許
  - Capacity Building とオープンソース化
- おわりに

## 1. はじめに

この度、「パテント」編集部から「宇宙と知財」というテーマで原稿を書いてほしいという依頼を受けた。いきなり言い訳から入るのは恐縮であるが、私は大学以外で働いた経験がなく、知財の有無がビジネスの成否を決めるような局面に遭遇したこともない。もちろん知財の専門家でもないので、大学や企業の知財戦略について述べる知見は持ち合わせていない。ただ、自らの特許に関する経験を通じて感じた宇宙分野における知財の特殊性や、昨今の宇宙業界の急速な変化の中に身を置くものから見た宇宙業界における知財の役割についての私見を述べてみたい。

## 2. 私の研究経歴

今回の原稿を書く上で、まず私の研究経歴を簡単に記しておきたい。学部時代から一貫して宇宙工学関連の研究を行ってきており、米国の大学（MIT）で行った博士論文研究のテーマは「高電圧太陽電池アレイにおける放電現象」であった。米国では、1970年代から宇宙ステーション等の大型宇宙システムの研究が始まっていた。それらの大型宇宙システムでは大電力を必要とするが、宇宙機内での発電・送電過程での電力損失を低減するために太陽電池を多数直列につないで高電圧で発電・送電する必要があった。その結果、宇宙機を取り巻く宇宙プラズマとの干渉相互作用（衛星帯電）から放電を起こしてしまい、機器の誤動作や、最悪の場合は電源系の永久故障から宇

宙機の全損に至ることが知られていた。研究の目的は、衛星帯電現象の原因究明や予測及び対策の提案であった。

1996年から九州工業大学（九工大）に教員として着任し、自らの研究室をもって衛星帯電についての研究を進めることになった。折しも、1990年代以降に大型化した静止軌道通信・放送衛星の太陽電池パネルの放電による相次ぐ不具合や、2003年に起きた日本の地球観測衛星「みどり2号」の放電による全損事故が起き、宇宙機関や衛星メーカーとの共同研究を多数行うようになった。2004年度からは大学の重点研究センターとして宇宙環境技術研究センター（のちに宇宙環境技術ラボラトリーを経て、現在は革新的宇宙利用実証ラボラトリー）を立ち上げ、衛星帯電についての研究をさらに進めることとなった。この頃の研究は、後述する「Old Space」が対象であり、衛星の信頼性のためにはお金と時間を惜しまない方々と共に研究を行っていた。私が申請・取得した特許は、この頃の研究に根ざしたものがほとんどである。

2010年頃から、私の研究は徐々に「超小型衛星」にシフトしていった。2000年頃から大学生が自分達の手で衛星を作るという動きが世界各地で出てきた。特に日本では盛んで、2010年頃までに国内で20を超える大学が人工衛星を開発するようになり、中小企業でも超小型衛星を作って宇宙参入をしようという動きが盛んになってきた。そのような中、九工大でも学生が衛星を作りたいと言い出した。2012年に初めての人工衛星「鳳龍式号」を打ち上げたが、この衛星で行った実験の一つが衛星帯電研究で取得した特許技術の宇宙実証であった。鳳龍式号の開発や運用を通じて、宇宙でやりたい実験があるなら自分で衛星を作ってさっさとやってみれば良いということに気付いた。鳳龍式号の後、超小型衛星関連研究にのめりこみ、最近の研究テーマを一言でいうと「衛星をいかにして安く早く簡単に作るか」である。その一環として、超小型衛星を開発する企業や大学に試験の場を提供する超小型衛星試験センターの運営や、超小型衛星を通じた新興国の宇宙人材の育成と宇宙参入の支援、超小型衛星関連の国際標準の制定等の活動も行なっている。その過程において多くの超小型衛星を開発して宇宙に送り込んでおり、これまでに私が責任者を務めて打ち上げに至った衛星の数は27機になる（図1）。学術機関が過去10年に打ち上

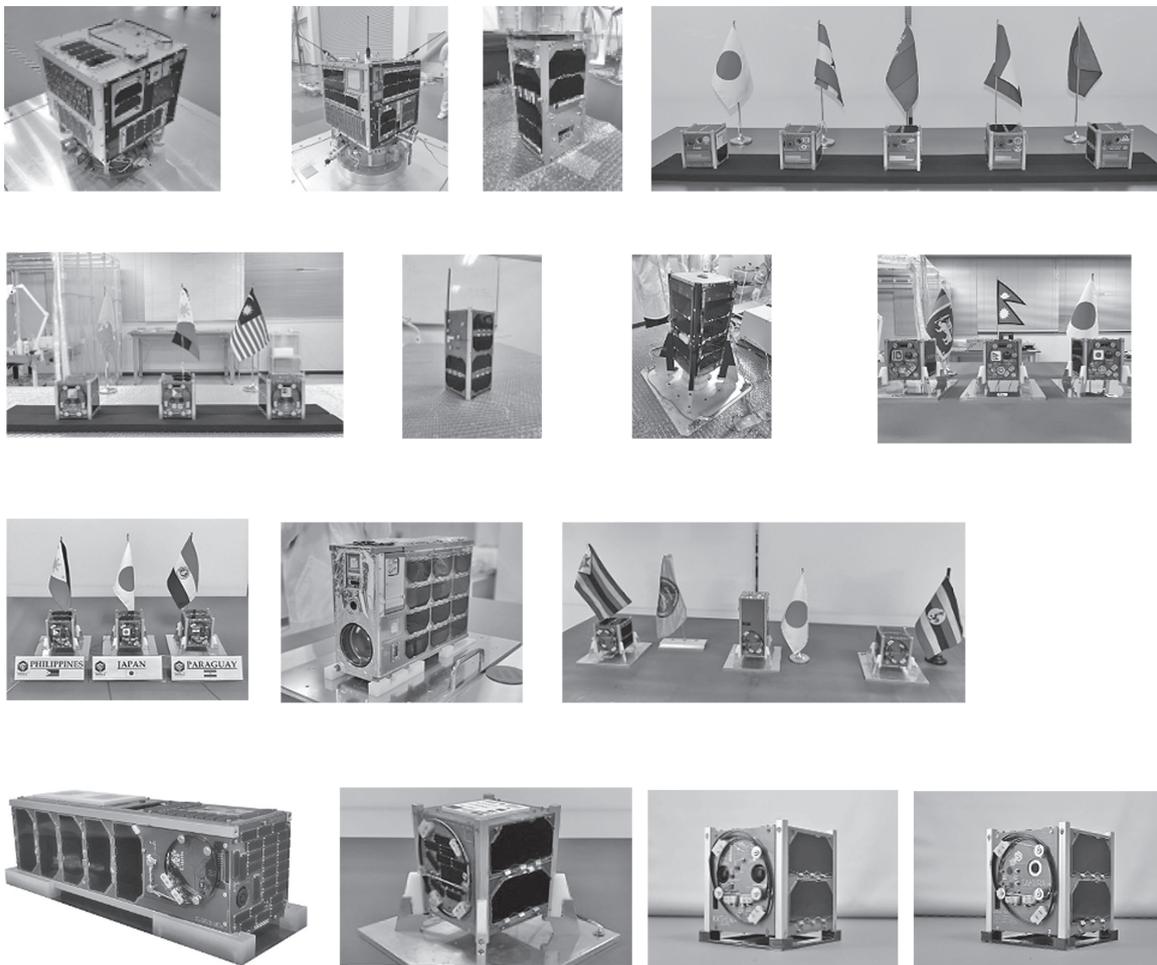


図1 筆者がこれまで開発責任者を務めた衛星（打ち上げ済みのもののみ）

げた人工衛星の数のランキングがあるが、九工大は2018年以降連続して世界1位となっている。

### 3. 私の特許に関する経験

#### 3. 1 大学教員と特許

私自身の特許に関する経験を語る上で、少し横道にそれるが、大学教員と特許について大学の現場で思う考えを述べさせてもらいたい。大学教員の役割を規定したものなどは存在しないので、人それぞれであるが、私は30年以上大学で働いてきたものとして、大学教員の役割は「教育」と「研究」が第一であり、その過程で得られた経験を社会に還元する「社会貢献」が次にくると思っている。「研究」において、大学教員がやるべきことは「研究成果の公表」が第一であり、「特許」はその次に来るものだと思っている。大学教員の評価は、今も昔も「論文の数」が最重要項目である。論文として公表された新たな知見がさらに新たな発見を生み出し科学技術が進化することを、大学関係者のみならず社会全体が認識しているからである。その一方で理工系大学では（文系大学の実情は知らない）、「外部資金獲得額」も「論文数」に次ぐ評価項目である。私は1987年から1991年末まで米国にて博士課程の大学院生をしていたが、自分の指導教員等を見ていて大学にいくらお金を入れるかというのも昇進を大きく左右するのだなあとと思った記憶がある。1992年に神戸大学に助手として着任したが、当時は科研費の申請は奨励されたが、民間からの外部資金については米国に比べてそれほど期待がなかった。その後、1996年に九工大に着任したが、その頃には既に「民間からの外部資金」は大きな関心事になっていた。それは、国からの研究費が先細りする中で「外部資金」を入れないと大学での研究が立ち行かなくなってきたせいでもある。それでも米国の大学のように企業との共同研究に大学当局が50%近い管理費を上乗せするような、露骨な大学の収入源とはみなされていなかった。大学での特許取得奨励は国立大学の法人化が叫ばれだした2000年頃だったのではないかと記憶している。米国の大学が巨額の特許収入を得ていて日本の大学もそれに倣えというのがマスコミ等で書かれていたのを覚えている。大学でも専任の知財コーディネータが雇われるようになり、「先生、特許をとりましょう」という声がかかるようになった。その後、大学教員の評価項目でも「特許数」が挙げられるようになった。この背景としては、当時民間企業から大学教員への転職が増えてきたこともあり、「論文数」だけで評価しては優秀な教員を採用できないという事情もあった。一方で、大学が「知財収入」を企業等との共同研究の間接経費に並ぶ収入源として期待していたかという点定かではない。将来的には米国並みになるのかもしれないが、現状ではまだまだ遠い。ではなぜ大学で特許をとる必要があるのかを自問せざるを得ない。

最近、大学の研究成果の「社会実装」がキーワードとなっている。大学での研究成果を社会のために使う、ということであるが、そのためには成果を使える形にしなければならない。大学教員は、論文にすることや指導学生が学位を取得することで研究が一段落すると普通は思っている。もちろん、論文を書くにあたって、社会のどういう課題の解決にこの研究成果が役立つかを考えることは重要であるが、社会実装化までを視野にしている大学教員はあまりいない。使える形にするには、大学教員以外のプレーヤーが参加する必要があると思われるが、そのプレーヤーにとって研究成果が魅力的に映らないと、自らの手でものにしてみようとは思われない。その意味で、「特許」は商業化にあたっての競争力や経済的利益を増すものであり、研究成果の魅力を向上させるのに役立つ。大学教員の責務として「社会貢献」があると先に述べたが、研究成果の社会実装も立派な社会貢献の一種であり、「社会貢献」の一環として研究成果の特許化することを考えてもいいのかもしれない。その方が、特許収入により大学にお金が入るとか、教員評価が高まるとか、自己収入になるとかよりも、高い次元で物事を考えられる。

#### 3. 2 私のとった特許とその顛末

長々と横道に逸れたが、私の特許についての経験について述べたい。私はこれまでにいくつかの特許を共同で出願しているが、筆頭となって出願したのは「放電対策装置」（特許第4815548号、出願日2007年6月1日）<sup>1)</sup>である（図2）。

出願した当時、私の研究は衛星帯電が主たるものであった。その頃は、大型静止軌道通信・放送衛星が宇宙空間の高エネルギー電子によって大きく負に帯電することがきっかけとなって、太陽電池パネルなどの電源系で放電が

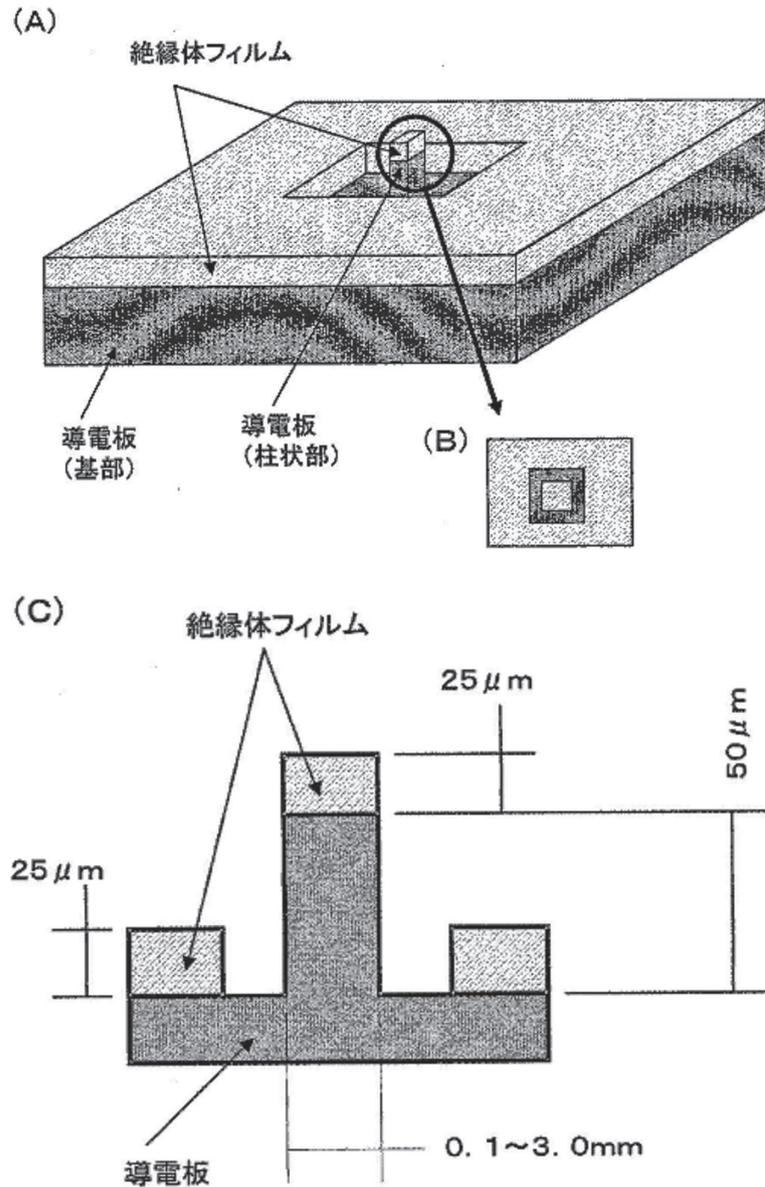


図2 放電対策装置<sup>1)</sup>

発生し、最悪の場合、衛星電源回路の永久故障とそれに続く衛星の全損に至る事故が相次いでいた。この研究は博士課程の時の研究から続くもので、1990年代末から2000年代半ばまで、多くの静止衛星がこの事故により失われ、衛星1機が300億円程度することから、多額の金銭的損失を宇宙業界（並びに保険業界）にもたらしていた。この事故を防ぐためには様々な対策があり、2005年頃までには既に応急的な対策がとられはじめていたが、どれも追加のリソース（電力増加、機器の新たな設置、余分な質量の搭載等）を衛星に要求するもので決定的なものなかった。

この「放電対策装置」は、フィルムを衛星の表面に貼り付けるだけで、衛星が負に帯電しだすと自動的に電子を放出して衛星帯電を中和するという「お札」のようなものである。「お札」のようなものであることから、ELelectron-emitting Film for Spacecraft CHARging Mitigation (Elfs Charm) という英語名称をつけていた。以降略称であるElfを使う。Elfの発明は実験室でCFRP（炭素繊維複合プラスチック）表面を高エネルギー電子で帯電させたところ表面から発光が見られたことがきっかけであった。この実験はJAXA（宇宙航空研究開発機構）との共同研究の一環として行われており、特許も九工大とJAXAの共同出願であった。Elfは、他の対策に比べて要求される追加のリソースがほとんどなく、大きな優位性をもつものであった。自分自身では、Game Changerになると確信していた。特許出願後もいくつかの研究資金を獲得して研究を進めた。だが、最終的には維持することを諦め、特許権は年金不納により消滅した。社会実装過程における研究から製品開発に到達するまでの所謂「魔の

川」を乗り越えられなかったとも言える。

宇宙関係においてある技術が実用化される上で TRL (Technology Readiness Level)<sup>2)</sup> という指標がよく使われる。宇宙業界、特にリスク許容度の低い Old Space では「うまくいっているものは変えるな」が大原則である。何か新しい技術を採用しようとする、まず最初に訊かれるのが「それは飛行実績があるのか？」という質問である。宇宙環境という地上では再現できない極限環境でメンテナンスフリーの動作を要求される宇宙機器は、過去に宇宙空間で動いたかどうかの実績が何よりも要求される。

表 Technology Readiness Levels の要約

TRL	達成の条件
1	基本原理の観察、報告がなされる
2	Technology Concept や Application が明確化される
3	機能モデルを使ってコンセプトが実証される
4	ブレッドボードモデルを用いて実験室環境にて基本仕様が検証される
5	エンジニアリングモデルを用いて、宇宙環境を模擬した地上実験にて動作が確認される
6	フライトモデルとほぼ同一のものが、宇宙環境を模擬した地上実験（または宇宙空間）にて動作が確認される
7	フライトモデルが宇宙空間にて動作が確認される。軌道は問わない
8	フライトモデルが実際の使用を想定される軌道にて行われる動作試験に合格する
9	フライトモデルが実際の衛星ミッションに使用され、ミッションが成功する

TRL は 1 から 9 までがあり、TRL7 以上が宇宙での動作実績である。製品が宇宙空間での動作試験に合格すれば TRL7 を達成したことになる。その場合、製品が使用を想定される軌道環境（宇宙といっても低地球軌道や静止軌道のように様々な環境の違いがある）と異なっても構わない。「宇宙で動いた」ことが最重要である。製品が使用を想定される軌道での試験を合格すれば TRL8 を達成したことになり、製品が顧客に納入され実際の宇宙ミッションで使われれば TRL9 になる。このことから TRL8 を達成しないと「商品化」に至らないことになる。TRL9 を達成して、その製品を採用した顧客が Happy Customer になればその後のビジネスとしての成功が期待できる。

Elf は JAXA との共同研究から生まれた発明であることから、当初は JAXA の衛星にて軌道上実証することを追求した。しかし、JAXA が静止軌道上で様々な宇宙実証実験をする技術試験衛星シリーズは、その機会が極めて限られており、技術試験衛星 6 型の打ち上げが 1994 年、その次の 8 型（7 型は静止軌道ではない）の打ち上げが 2006 年で 12 年ものギャップがあり、9 型に至っては未だに打ち上がっておらず、予定では 2025 年打ち上げ予定となっていて 20 年も間が空いている。技術試験衛星以外の国の衛星で新技術の宇宙実証をしようとしても、本来の気象観測等のミッションに影響を及ぼさないように想像を絶する調整が必要となる。

2007 年頃に太陽電池パネルの帯電放電試験を請け負うなどして付き合いがあった米国の衛星メーカーに Elf を紹介したところ非常に興味をもたれた。その企業は年に数機の商業用静止衛星を製作し顧客に納入しており、衛星の一部を使って実証試験をすることも可能と言われたが、費用として 5000 万円程度を提示された。JAXA にこの話をしたところ一蹴され、大学の研究者が出せる金額でもない、起業して投資を募るしかないと思った。10 年後の 2017 年であれば、宇宙ビジネスへの投資がバブルのように膨れ上がっており、5000 万円程度の金額を用意することは可能であったかもしれない。しかし、2007 年当時は「New Space」という言葉も存在せず、宇宙は非常に「堅い」商売であった。伝手を辿って、宇宙関連の起業支援をしている方に相談したりもしたが、「一旦会社を作ると、その時点から時計の針が進みはじめますよ」と言われ、宇宙実証で TRL7 または 8 を達成してから顧客を見つけ収入を得るまでの時間軸を考えると無理だろうと思い、起業を諦めた。

Elf については、「研究」を継続して論文を出すことを優先し、商品化したい企業が現れるのを気長に待とうという戦略に切り替えた。研究経歴のところでも述べた通り 2010 年頃から超小型衛星を作りだしたが、最初に打ち上げられた人工衛星「鳳龍式号」（2012 年 5 月 18 日打ち上げ）では、それまで国に頼るしかなかった軌道上実験を

自分の手でやろうということで、様々な実験を行った。Elfの軌道上実証もその一つである。鳳龍式号は静止軌道ではなく高度680kmの低地球軌道に打ち上げられたが、極域を通過する際に静止軌道と同様の高エネルギー電子にさらされる時間が数分ほど現れる。その時にElfが動作するかどうの実証を行い、結果としては動作を確認した<sup>3)</sup>(図3)。これによりElfはTRL6と7の間を達成したことになるが、開発としてはそこで止まっている。

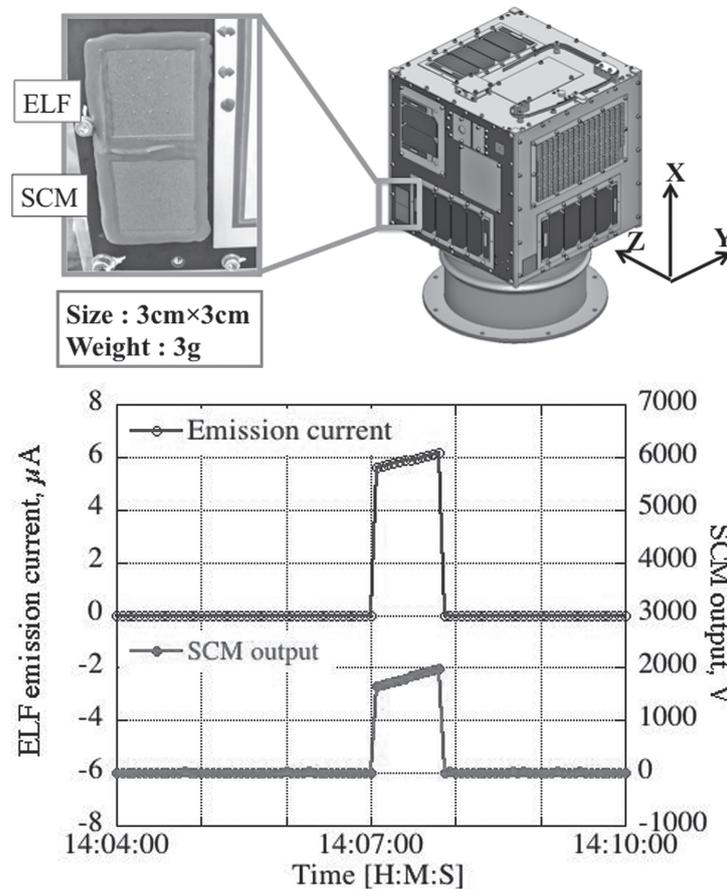


図3 鳳龍式号に搭載したElf(上)と軌道上実証結果(下)。Emission CurrentとあるのがElfから放出された電流。SCM outputとあるのが衛星が帯電している負の電位を示す。

現在の宇宙業界は、光ファイバーやWifiによる動画のインターネット配信、Starlinkなどの低地球軌道コンステレーションに押されて、静止軌道の大型通信・放送衛星の需要は小さくなっている(図4)。静止衛星の放電対策に対する知見も集積されてきて、Elfの需要は今となっては大きくない。技術には匂があるものである。

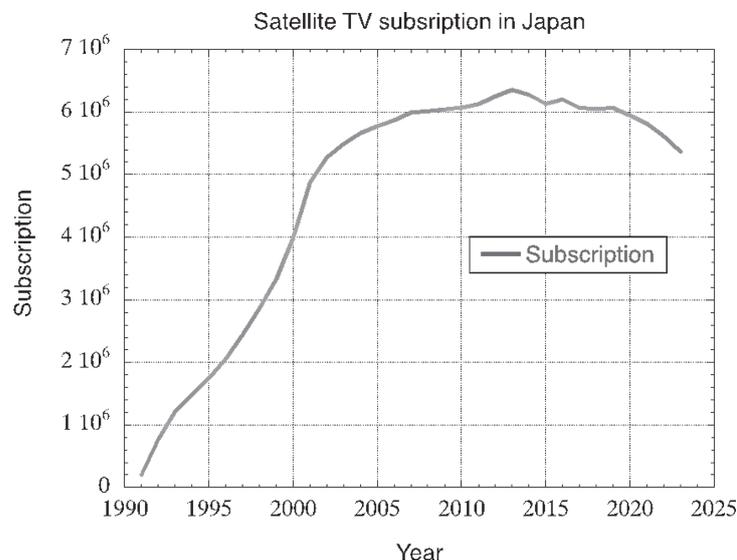


図4 日本の衛星放送受信契約の推移。情報通信統計データベース<sup>4)</sup>のデータを元に作成

## 4. 宇宙業界と知財

### 4. 1 Old Space と New Space

宇宙、とりわけ衛星、の分野での特許・知財の活用を考える際に、まずは宇宙業界の特徴について述べたい。その際、Old Space と New Space に分ける。

Old Space は防衛、民生（気象観測、測位、災害監視等）、有人宇宙利用といった国家事業や、静止軌道を使った通信・放送等の宇宙開発当初からある国家宇宙事業を引き継いだ民間事業に従事する業界を指す。Old Space においては、「失敗は許さない」文化が根ざしており、軌道上での不具合につながりそうなリスクは打ち上げ前に徹底的に最小化する努力を行う。そのため、宇宙用の特殊な部品を使用したり、膨大な管理作業と徹底的な試験を行う。その結果、衛星プロジェクトが企画されて実際に打ち上がり、成果が享受されるまでに多大な時間とコストがかかる（図5）。ある衛星が企画の立ち上がりからサービス開始までに10年以上かかったり、1000億円近い（あるいはそれ以上）金額を要することも珍しくない。

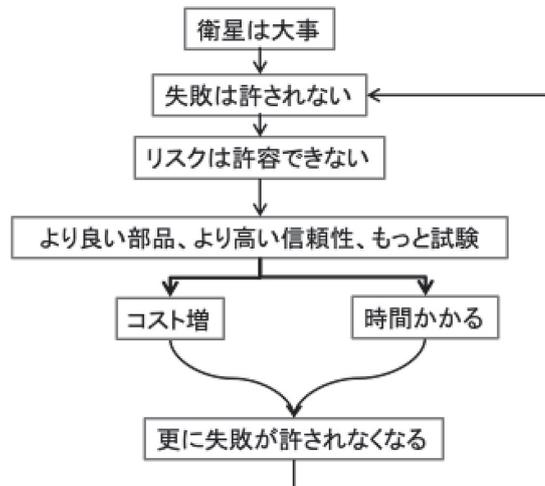


図5 Old Space で衛星開発に時間とお金がかかる理由

New Space は衛星がもたらす価値を顧客やスポンサーにできるだけ安く早く届けることを優先する。そのため、軌道上での不具合のリスクをある程度許容する。宇宙用の特殊な部品は極力使用せず、管理作業や試験も必要最低限のものにとどめて時間とコストの最小化を図る。衛星は軌道上で動かない危険はあるものの、失敗から得られた教訓を次号機にすぐに反映し、次号機をできるだけ早くに打ち上げる（図6）。このサイクルを早く回すことで、最初のうちは失敗するが、そのうちに成功率が向上していく。次号機を早く打ち上げるためには、打ち上げコストの制約から衛星が小さくなる必要がある。そのため、衛星サイズは必然的に小さくなる。New Space 企業は2010年以降に急速に立ち上がり、それまでは考えられなかったリスク許容の投資マネーが一挙に業界に流入して、日々拡大を続けている。

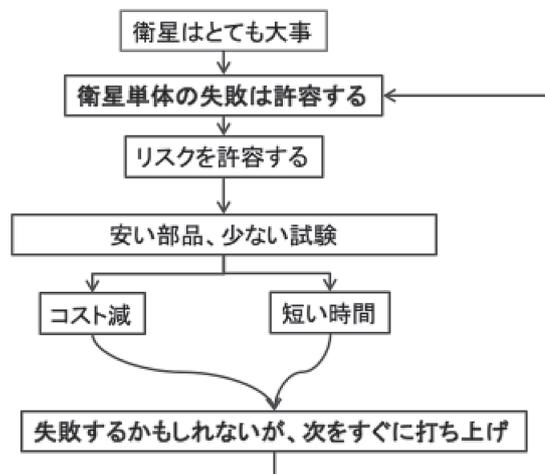


図6 New Space の衛星の作り方

#### 4. 2 宇宙企業にとっての特許

これより、Old Space と New Space 企業のそれぞれについて特許がどのような意味をもつかについて書く。冒頭でも述べたが、私はどちらの企業でも実際に働いたことがないので、私の想像の範囲内で書かれていることに留意してもらいたい。

Old Space の場合、衛星メーカーにとっての顧客は国や衛星関連事業（衛星通信や衛星放送など）を行う大企業に限定される。衛星全体を取りまとめて顧客に納入するいわゆる Prime Manufacturer は主なものとしては全世界で 10 社程度しかなく、衛星搭載機器を作る会社にとっても取引先は限られる。宇宙用機器が防衛との Dual Use であるために、設計情報が外に出ることはなく、現物を関係者以外が間近に目にすることはない。取引が顧客（Prime Manufacture）とメーカー（搭載機器製造者）の間の 1 対 1 なので、搭載機器をライバル社が調達することも通常は考えられない。衛星がロケット内に収納されてしまえば、それ以降の現物確認は不可能である。そのため、特許を侵害された事実を突き止めるのは難しく、リバースエンジニアリングも難しい。であれば、特許をとって技術の中身を公開するよりも、秘匿してしまった方が良いという考え方もある。（注：安全保障上の理由がある時は非公開にもできるらしい。）一方で Old Space の衛星メーカーは大企業が殆どなので、特許維持のコストは問題ではないと思われる。同じ会社の宇宙分野以外では積極的に特許取得を奨励している部署もあるであろうし、結局は各社の知財戦略によるのではないかとと思われる。

New Space 企業の場合、(1) 通信機など個別の衛星搭載機器を製造する場合（Component Vendor）、(2) 顧客のために衛星を組み立てて引き渡す場合（Prime Manufacturer）、(3) 自社で開発・製造した衛星を使って衛星サービスを提供する場合（Solution Provider）、(4) 衛星製造を他社に依存し衛星サービスに特化する場合（Service Provider）の 4 通りがある。

(1) の Component Vendor については、知財をめぐる状況は宇宙以外の製造業との間で大した違いはないと思われる。New Space 業界ではインターネットで宇宙用機器を販売している例<sup>5)</sup>もあり（図 7）、Old Space と違っ

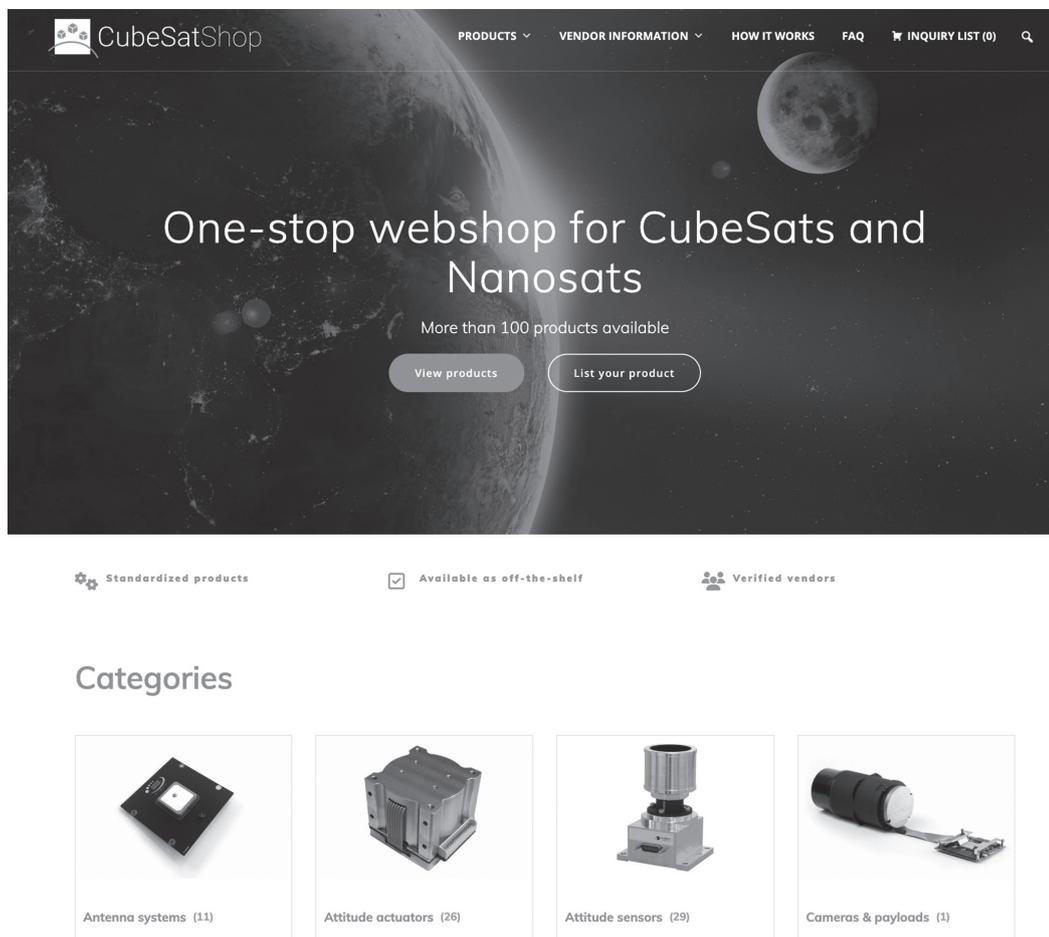


図 7 New Space 向け衛星搭載機器のインターネット通販サイト<sup>5)</sup>

て顧客が明確に見えない。そのため、製品がライバル社の手へ渡る可能性があり、リバースエンジニアリングもリソースさえ注ぎ込めば可能である。逆に特許侵害で訴えられる可能性もゼロではない。そのために、防衛のために特許をとることになる。最近、衛星搭載機器を製造販売する New Space 企業にインタビューしたところ、「他社から特許侵害で訴えられるのを防ぐことが主目的。特許公開される中身の核心部分をわかりづらくしてリバースエンジニアリングしにくくしている」という回答があった。また、「会社の信用のためにも特許を取る」という回答もあった。

New Space 企業は大学発スタートアップが圧倒的に多く、インタビューした企業も創業して3、4年の大学発スタートアップである。大学発スタートアップ企業が立ち上がる際に、大学での研究成果にライセンス料を支払って搭載機器を開発・製造・販売することが多い。まさに New Space 企業が大学の研究成果の社会実装化を担っていることになる。投資家への説明の際に「特許がある」は会社の信用度を高める効果がある。また、国のスタートアップ支援の補助金を申請する際にも、知財の有無は殆どの場合評価項目として入っているため、スタートアップ企業にとって「特許」は会社の箔付以上の効果がある。New Space 企業が大学発で立ち上がる際に、大学と企業で特許を共同出願するなどして、研究成果の魅力と共に向上させる取り組みがあるといい。

New Space 向け搭載機器の場合、高いもので数千万円であり、コンステレーション向けに大量（とは言ってもせいぜいが1000個程度）に納入するものは単価が安く設定されるので単体売りよりも一桁くらい価格が下がる。一般消費者向けの製品ではないので、100億円を超えるような売上げが期待されるものではなく、ライバル社にライセンスをすることは考えづらい。ただし、コンステレーション向け衛星を顧客とする時は注意が必要である。

コンステレーション向け衛星を作る Prime Manufacture や Solution Provider は、全ての搭載機器を自社製で賄おうとする場合が多い。全体コストを安くするために衛星設計を最適化し、軌道上での結果に基づいて細かな修正を世代毎に迅速に加えていくためには、搭載機器も自社製を使う、いわゆる垂直統合が好まれるからである。この場合、個別の搭載機器についてのノウハウが不足している場合があるので、搭載機器メーカーの知財をライセンス使用することも考えられないではない。最初の数世代の衛星は他社が提供する機器を使って製造し、徐々に自社製の搭載機器に置き換えているコンステレーション事業者も存在する。このような場合、それまでに使っていた他社製の機器の設計を参考にするのは当然ありうる。そこで知財侵害が行われたとしても、宇宙特有の事情として、組み立てられた衛星の内部を侵害された会社が確認することは不可能である。ルールが守られていることを期待するしかないが、Component Vendor が自社の製品をコンステレーション事業者に提供しようとする場合は、自社の知財が守られる対策を実施しておくのが良いかもしれない。

(2) の Prime Manufacturer の場合、衛星のバスシステムの設計・製造・試験・運用に関する技術が知財の対象となるが、特許という形で公開するか、ノウハウとして社内で維持するかを検討することになる。通常は顧客の求めに応じて衛星を作っていくので、個々の搭載機器とは異なり、顧客の顔が見えないという状況にはならない。完成した衛星を引き渡す先の顧客との間で個別取引の契約を結んだ上で情報をやりとりするので、秘密情報を管理することも可能と思われる。ライバル社が自社の製品の内外をじっくりと見ることも通常はありえないので、リバースエンジニアリングされる可能性は低い。そのため搭載機器の場合と同様に、特許は他社から特許侵害で訴えられることを防ぐ防衛的意味合いが強いと思われる。

New Space の特徴としてシステム設計や試験の勘所が属人化している場合が多い。標準文書に基づいた厳格なプロジェクト管理が求められる Old Space とは異なり、少人数のチームの各人、とりわけプロジェクトマネージャー、がそれまでに得てきた経験（特に実際に衛星を軌道上で運用して何が悪くて何が良かったかを身をもって知っていること）をもとにして重要な判断を下していく。一回あたりの衛星のプロジェクトライフサイクル（衛星の企画立案から運用終了まで）が短く、頻繁に衛星を打ち上げて運用することで経験知をチームに蓄積していく手法をとっている。それらの経験が社内の標準文書としてまとめられていくことはあるが、核心的な部分は人間の記憶により継承されていく。社内標準文書は重要なノウハウとなるが、標準文書に書かれた様々な要求事項の元々の理由となった事象（軌道上での不具合や製造時の人的ミスなど）を実際に体験した社員がいなくなると、ノウハウとしての有用性が下がる。

(3) の自社で開発・製造した衛星を使って衛星サービスを提供する場合であるが、自社の衛星に使われる技術の詳細が外にでることはまずない。衛星サービスが収入の柱であるので、技術のライセンス供与もあまりない。となると衛星技術に関する特許は他社からの特許侵害に備える防衛と投資獲得が目的となる。むしろ、ビジネスモデルについての特許の方が重要と思われる。(4) の衛星製造を他社に依存し衛星サービスに特化する場合は、一般的なサービス事業のビジネスモデルや、衛星データ処理部のソフトウェアに関する特許が重要になるとと思われる。

#### 4. 3 Capacity Building とオープンソース化

宇宙分野では Capacity Building と称して、宇宙先進国（主として米露欧中印日）から非宇宙先進国への技術移転や人材育成がよく行われる。その際、New Space の代表格である超小型衛星、特に 10cmx10cmx10cm の立方体形状を基本単位とする CubeSat、がよく使われる。超小型衛星の進展により宇宙参入の技術的・金銭的障壁が下がり、多くの国が人工衛星を所有するに至っている。自国初の人工衛星が CubeSat である国はこれまでに 40 カ国近くにのぼる。Capacity Building は宇宙先進国側の宇宙機関、企業、大学が担っているが、企業が技術移転を行う場合は知財の取り扱いについて契約で明確な取り決めをしているはずである。大学が実施する場合、衛星プロジェクト実施に関するノウハウの伝授が中心となる。大学の Capacity Building では、留学生を受け入れて実際に CubeSat を開発し、宇宙空間で運用する（図 8）。それまで人工衛星の開発を行ったことのない技術者が、文書だけを見て衛星を開発することは不可能である。まずは、衛星プロジェクトサイクルの一連の過程を体験してシステム工学とプロジェクトマネジメントの勘所を身につけることが必須である。少なくとも大学が Capacity Building を行う場合は、トレーニングにかかる対価を受け取ることはあるが、衛星開発に必要な各種内部文書（ノウハウ）を渡すことで対価を受け取ることはない。



図 8 大学での Capacity Building として作られる CubeSat の例（九州工業大学の BIRDS-3 プロジェクト）

CubeSat は元々大学での学生の衛星プロジェクトから生まれたものである。限られた国や人々だけでなく、誰もが宇宙利用の利益を享受できるようにする「宇宙の民主化」を実現するツールとみなされることもある。そのためオープンソース化により技術の普及をはかろうという流れもある。実際に九工大ではこれまでに打ち上げてきた人工衛星の技術情報をオープンソース化しており<sup>6)</sup>、いわゆる MIT ライセンスにより、誰でも自由に利用が可能な形にしている。知財として抱えこむよりも、積極的に二次利用・三次利用を促して、技術の進化と「宇宙の民主化」に貢献しようという戦略である。

## 5. おわりに

本稿では、私自身の特許に関する経験を書く中で、本筋から逸れるのを承知の上で大学における特許の位置付けについて現場から思うことを長々と書かせていただいた。現在の宇宙業界は New Space の台頭によりダイナミックな変化を見せており、大学発スタートアップが果たしている役割は大きい。そのような中で、大学の人間が特許をとることの意味をもういちど自分なりに整理しようと思った。読者の中には大学の知財戦略に関わっておられる方も多くいられると思うが、現場の一研究者の私見ととっていただきたい。

また、私自身の特許の経験を書く中で、技術には旬があり、時代とともに「売れる技術」と「売れない技術」があることを再認識した。米国の衛星メーカーから宇宙実証に 5000 万円と言われた時は金額の高さに途方にくれ、実用化を諦めざるを得なかった。15 年以上経った今、実は CubeSat を使って新たな宇宙技術の実証をするために衛星の製作を依頼すると 5000 万円は高くなく、それくらいの金額を支払って宇宙実証をしているスタートアップや非宇宙企業はいくらでもある。New Space が台頭し、多額のリスクマネーが業界に流れ込んでいるために、金銭感覚が 2010 年以前と以降で変わってしまっていることに気づいた。宇宙用の技術が「飛行実績」を求められるのは Old Space でも New Space でも同じであり、知財の実用化に向けたハードルが下がってきているのは歓迎すべきことである。New Space 企業が賢明な知財戦略をとることで宇宙ビジネスが拡大し、それが宇宙技術全体の進化と宇宙の民主化につながることを期待している。

### (注)

(1) 同一設計の多数の衛星を軌道の上に配置して衛星サービスを行う。10 機程度のものから 10,000 機近いものまで様々なものがあり、通信、地球観測、IoT など様々なものが提唱され、幾つかは実際にサービスが行われている。衛星を使った位置情報サービスも GPS 衛星などのコンステレーションによるものである。衛星単体を安く作る必要があるので、GPS を例外として、New Space 企業によるものが殆どである。

### (参考文献)

- 1) <https://www.j-platpat.inpit.go.jp/c1801/PU/JP-2007-142133/19/ja>
- 2) <https://www8.cao.go.jp/space/comittee/27-kagaku/kagaku-dai20/sankou1-3.pdf>
- 3) Naoki Matsumoto, Atomu Tanaka, Arifur R. Khan, Minoru Iwata, Kazuhiro Toyoda and Mengu Cho. "Flight Experiment Results of Electron-Emitting Film for Spacecraft Charging Mitigation," Journal of Spacecraft and Rockets, Vol.52, No.2, 2015, <https://doi.org/10.2514/1.A32829>
- 4) <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/field/housou01.html>
- 5) <https://www.cubesatshop.com/>
- 6) <https://birds-project.com/open-source/>

(原稿受領 2024.8.9)