

# 飛行艇を用いた臨床地球惑星科学の創成

## Applying flying boat for Geosciences

角皆 潤<sup>1\*</sup>, 小畠 元<sup>2</sup>, 谷本浩志<sup>3</sup>, 川口慎介<sup>4</sup>, 篠原宏志<sup>5</sup>, 中川書子<sup>1</sup>,  
木村勇気<sup>6</sup>

「飛行艇を用いた臨床地球惑星科学の創成」が、日本学術会議マスター・プラン 2017 および 2020 の大型研究計画案の一つとして採択され、またマスター・プラン 2017 では重点大型研究計画案のヒアリング対象にも選定された。この計画は、船舶と飛行機の利点を兼ね備えた日本製の大型飛行艇を、海洋や大気等の新しい観測研究推進の共同利用ツールとして導入することを目指すもので、これにより、従来は実現不可能だった地球観測を実現し、世界初の新しい「臨床地球惑星科学」、すなわち現場観測と実証を基本とした新しい地球惑星科学を日本発で創始することを目指している。本稿ではその計画の概要と構想実現への課題を概観する。

### 1. はじめに

飛行艇とは、水面発着できる飛行機のうち、胴体部分が水面に接するように設計された機体を持つ飛行機(=滑走路と水面の双方で離発着出来る飛行機)のこと、高速移動出来る飛行機の性能と、水面上で各種作業が実施出来る船舶の性能を合わせ持っている。一般には、宮崎駿監督の映画「紅の豚」で、主人公(ボルコ・ロッソ)が乗っていた飛行機として馴染み深い。

飛行艇の最大の利点は、ある程度の広さの水面があれば、飛行場がない場所でも離発着出来る点にある。湖沼や大河川の多いカナダやアラスカ、ロシアで

は、全長 5–10 m 程度の小型の飛行艇や水上機が、移動や観光の手段として広く利用されている。「水曜どうでしょう」という、北海道のテレビ局制作の人気深夜番組でも、アラスカ・ユーコンの川下りの際に上流部への移動手段として登場した。

一方、四方を海に囲まれた日本では、戦前・戦中に飛行艇を開発・量産した川西航空機の技術が戦後新明和工業に継承され、欧米で一般的なものよりも大型の飛行艇(全長 30 m 前後)が、海上救難用という独自用途で進化を遂げた。飛行艇は(船舶に比べて)より早く事故現場に駆けつけることが出来る上に、上空から対象を観察・確認しつつ、そのまま水面に降りて救助作業を実施出来る。また日本製の大型飛行艇の特徴は、波高 3m の荒天下でも離着水可能と謳われるその性能の高さであり、この性能は他国の飛行艇の追随を許さない。太平洋をヨットで横断中に、宮城県沖約 1200 km の洋上で遭難したニュースキャスターの辛坊治郎さんを救助したのも、日本製の大型飛行艇である。ちなみに一般のヘリコプターの航続距離は 700 km 前後なので、ヘリコプターしか無かったら辛坊さんは助からなかっただろう。



図 1 大型飛行艇(新明和工業 US-2)

日本地球化学会および日本大気化学会、さらに日本学術会議 IGAC 小委員会の推薦を受け、日本学術会議が公募した、大型研究計画(マスター プラン)の 2017 および 2020 に提案した、「飛行艇を用いた臨床地球惑星科学の創成」は、この日本製の大型飛行艇を学術研究の新しい観測ツールとして活用することを企画したもので、これにより、既存の船舶や航空機では実現不可能な試料採取や観測を実現し、世界初の新しい「臨床地球惑星科学」、すなわち現場観測と実証を基本とした新しい地球惑星科学を創始することを目指している。

## 2. マスター プラン提案に至る経緯

この研究構想の発端は、2003 年 3 月に日本海洋学会の春季シンポジウムとして開催された「飛行艇が新しい海洋観測時代を切り開く」に遡る。当時、東京大学海洋研究所助教授だった植松光夫(敬称略、以下同じ)が代表コンビーナーとなり、平啓介、安田一郎、津田敦、角皆潤、木村伸吾、石坂丞二、明石克人、奥田章順の各氏が、その活用構想を議論した[植松ほか, 2003]。しかし飛行艇本体だけで 100 億円を超える価格と、国内に現存する大型飛行艇が全て海上自衛隊の所有で、学術目的での試用が難しい点がネックとなり、研究構想が具体化することは無かつた。

そこから 9 年後の 2012 年になって、日本学術会議が大型研究計画(マスター プラン 2014)の提案を、各学会および研究機関から公募することになった。500 億円が提案の目安とされたことで、角皆らは、ここに「飛行艇」を提案することにした。2012 年 11 月に日本学術会議 IGAC 小委員会において大型研究計画に関する議論が行われ、日本気象学会が推進する「航空機」提案を IGAC 小委員会がエンドースする際に、「飛行艇」提案も一緒に盛り込むことを勧告した。しかし勧告部分は黙殺され、日本気象学会からのマスター プラン提案に「飛行艇」は盛り込まれなかつた。そこで、日本海洋学会からのマスター プラン 2014 向け提

案の一つとして、同学会内の将来構想委員会化学系 WG 経由で、「飛行艇」を提案した。既に日本海洋学会からは別の 2 計画の提案が決まっていたが、当時各学会に最大 3 件までの提案が許容されていたので、この 3 件目としての推薦を申請した。しかし「飛行艇」提案は同学会の幹事会における議論を経て不採択となり、「飛行艇」提案はマスター プラン 2014 にエントリーすることが出来ずに終わった。

そこで次期の大型研究計画(マスター プラン 2017)に捲土重来を期し、ボトムアップでマスター プランを議論していた日本地球化学会に推薦母体のターゲットを変更した。2014 年 4 月に日本地球化学会が主催した地球化学将来構想検討会(タスクフォース合同会議)において、飛行艇観測の推進を「大気・海洋分野」の最優先課題として提案し(提案者:角皆 潤、川口 慎介、小畠 元), 引き続き同年 9 月の日本地球化学会年会時に開催された特別セッション「地球化学を先導する研究計画検討会」にて飛行艇観測の推進を最優先課題として提案して了承され、晴れてマスター プラン 2017 向けに、日本地球化学会が提案する課題として「飛行艇」が採用された(ただし日本地球化学会は、大阪大学が中心になって地球惑星科学領域に提案する「マススペクトロメーターで拓く宇宙地球生命科学」の提案母体にもなるため、「飛行艇」は「理学・工学融合領域」で提案することになった)。また 2016 年の申請直前には、日本学術会議 IGAC 小委員会と、日本大気化学会の両方から推薦を獲得し、これらが日本地球化学会とともに提案母体となつた。その結果、日本学術会議マスター プラン 2017 の大型研究計画(計 280 課題)の一つとして採択され、また重点大型研究計画案のヒアリング対象(計 65 課題)にも選定された。しかし重点大型研究計画(計 28 課題)には採用されなかつた。

なお、2017 年には JpGU-AGU Joint Meeting のセッションの一つとして「飛行艇を用いた臨床地球惑星科学の創成」を開催したが、その詳細は「大気化学研究」で報告済みである[角皆ほか, 2017]。



図2 飛行艇で実現する研究の構想図

### 3. 研究計画の概要

この研究計画は、学術観測用の大型飛行艇を導入し、その優れた機動性を生かした観測研究を、海域を中心に実現することと、これを整備・運用する共同利用機関を設置することを目指している。飛行艇を導入することで初めて実現できる研究としては、①大型の「ジオイベント」の発生に即応した初動観測研究、②地球環境変化の持続的超高精度モニタリング研究、③次世代型三次元地球観測研究、が挙げられ、最終的に「臨床地球惑星科学」、すなわち現場観測と実証を基本とした新しい地球惑星科学を日本発で創始することを目指している。

①の大型「ジオイベント」としては、巨大地震や火山噴火、台風、竜巻、隕石落下、大型タンカーチョーク、油田事故、原発事故等が挙げられ、これらの発生に即応した初動観測を実現することが本研究計画の第一の目的である。このような未経験の事象・事件が突発的に発生した時、科学者が社会から求められるのは、学術的に正確な見解を迅速に提供することであり、これを実現するには、現場で観測データや試料を迅速に入手する必要がある。飛行艇は、これを海域で実現するのに最も有効で、かつ、ほとんど唯一の手段と言える。

②は、海域定点における高頻度時系列観測を実現したり、陸上の大型・特殊分析機器や施設を用いて海域採取試料を超高精度定量したりするもので、これも機動性に優れた飛行艇を導入することで、初

めて実現可能となる。さらに海域長期自動観測装置(Argo や海底地震計など)も②の目的を達成する上で有用であるが、飛行艇はこれらの広域設置・回収作業を最も効率的に実現するツールとなる。

③は、その具体例として、火山島や岩礁、流水、極域等の研究が挙げられる。飛行艇を用いて上空から広域的に観測すると同時に、飛行艇を着水させて上陸観測や海洋内観測を実現することは、飛行艇以外で実現することは難しい。さらに大型海洋生物や特定水塊、漂流ゴミ(マイクロプラスチックを含む)などを追跡観測することも、飛行艇なら実現出来る。

### 4. 学術的意義

もし今、東シナ海の海底から突発的にガス噴出が起り、大量の気泡が海面上に到達している現象が発見されたとしよう。噴出するガスの主成分は何か、またそのガス噴出の原因や大気への放出フラックス、海洋生物や大気環境への影響、周辺を航行する船舶や航空機の安全性等に対して、広く関心が集まると思われる。しかしこれを見極めるために外洋で観測中の研究用の観測船を呼び戻し、装備や人員を入れ替えた上で東シナ海に向かわせた場合、現場で観測を開始するまで一ヶ月前後かかるだろう。これは「海底からのガス噴出」を、「宇宙からの隕石の落下」や「核燃料運搬貨物船の沈没」に置き換えて同様のことが言える。

これに対して、飛行艇があれば、このような突発性の「ジオイベント」の発生に即応した初動観測を数日以内に実施することが可能である。これまで得られたことの無いデータを取得することが可能で、大型「ジオイベント」に対する学術的知見を深めが出来る。また迅速な実態把握を通じて、研究者に対する社会からの要請に応えることが出来る。

また飛行艇は一般のジェット機と比べて低速・低高度飛行が可能なので、単に航空機として見ても、特に対流圏の大気化学研究では利点が多数ある。例えば幅 200 m の汚染気塊を観測する場合、700 km/h

のジェット機だと1秒で通過してしまうが、100 km/h の飛行艇なら、7.2 秒間観測出来る。

さらに、飛行艇は、海洋域における研究を遂行・実現する上で必要な各種コストを削減することが出来るため、海洋学をはじめとした各種研究の活性化も期待出来る。例えば、飛行艇は、現状では観測船を用いて約一ヶ月かかる海洋観測や大気観測を、一日で終了させることが出来る。研究者の長期出張は年々実現困難になっており、観測に所要する時間が削減出来るのは非海洋分野の研究者にとって魅力である。結果として実験室レベルで高い分析・解析技術を保有する優れた非大気・海洋分野の研究者の大気・海洋分野への参入を促進することになるため、国内の科学全体に利益をもたらすことが出来る。

これまで大型飛行艇を地球惑星科学研究に利用した前例は無く、実現すれば本提案が世界初となる。これによって諸外国が観測に使用している船舶や航空機では実現不可能な試料採取や観測が実現し、世界初の新しい「臨床地球惑星科学」、すなわち現場観測と実証を基本とした新しい地球惑星科学を日本発で創始することを目指す。また観測船に比べて機動性に勝る飛行艇の導入で、観測用船舶の機能を補完することも目的の一つとしている。

## 5. 実現への課題

まず「飛行艇」観測実現の課題は、(当然ながら)費用である。飛行艇本体(120 億円)はもちろん、飛行艇本体に収納して観測に使う小型観測船や、観測機器、整備場および管理棟の建設費等、どう少なく見積もっても 150 億円程度の設備費が初期投資が必要になる。さらに飛行艇を運用するのに、年間 10 億円程度は必要になる。ただ一般の観測船の導入・運用でも同程度の金額は必要で、総経費が 600 億円を超えた掘削船と比べると、むしろかなり安い。また飛行艇は 3 名で操縦可能で、観測も日帰りが基本なので、観測船と比較すると人件費はかなり低く抑えられる。「飛行艇」を導入することで従来出来なかつた研

究や、そもそも世界に前例の無い研究が実現出来ることを考えると、観測船や航空機と同じ土俵で議論出来れば、この課題は十分克服出来ると思う。

ただ課題は他にも沢山ある。その中でも最大のものは、地球惑星科学を中心とした研究者コミュニティの理解を得ることである。事前ヒアリング等に呼ばれ、「飛行艇」提案の内容を説明させていただく機会は多いのだが、地球惑星科学系のコミュニティで説明すると、かなりの数の批判が寄せられる。それが学術面に関する批判であれば喜んで受け立つところだが、主たる批判は、飛行艇の運用で海上自衛隊と協調する必要がある点であったりとか、受け皿組織がまだ設立されていない点であったりとか、大型飛行艇を用いた観測の実績が一切無い点であったりとか、航空機や観測船と共に倒れるとか、もっぱら運用・運営面に関する批判ばかりで、非常に残念である。後に詳しく述べるように真の敵はコミュニティの外にあり、またそもそも事前ヒアリングを開催した目的は、各提案をブラッシュアップすることにあったはずなのだが、これでは学術面に関する議論は深まらないように思う。新しい研究プロジェクトの獲得が、研究組織の維持に直結している機関が存在することが原因かもしれないが、そうした理由で学術的な議論を避けているようでは眞の敵には勝てない。

そして最大の課題は、日本学術会議が公募する大型研究計画(マスタープラン)という、制度にある。まず、仮にマスタープランで重点大型研究計画として採用されても、それをもって予算が措置されるわけでは無い。例えば、マスタープラン 2014 で、地球惑星科学系で唯一重点大型研究計画として採用された提案も、(私達が知る限り)未だまとまった予算は獲得していない。では何のためにマスタープランを募集し、審査しているのかと言うと、日本学術会議の総合工学フロンティア部会長だった川口淳一郎博士が、マスタープラン 2017 の事前ヒアリングの冒頭で、その答えに相当する内容を率直に述べられていたので以下に紹介する。「大型研究機関が立案し、文科省も認

めた大型研究計画が、財務省の段階で落とされる事例が多くなった(以前はそんなことはなかった)。その際必ず問題になるのが、本当に関係する科学者コミュニティの中でその研究計画が必要とされ、また本当に関係する科学者コミュニティが優れた研究計画と認めているのか、という点である。そこでこのような研究計画に対してコミュニティのお墨付きを与え、予算化を正当化する根拠にしてもらうために、マスタープランを公募している」。ここで言う大型研究機関とは、旧国立研究所系の研究機関が基本で、百歩譲って大学の附置研究所であろう。つまり「飛行艇」のようなボトムアップ型の提案は端からマスタープランとしてはお呼びでは無く、大型研究機関が出した提案が勝利する際に、その勝利に箔を付けるための「かませ犬」でしかないと解釈することができる。ちなみに先に「もっぱら運用面に関する批判ばかり」寄せられると書いたたが、これはマスタープランそのものが各提案を評価する際に、運用・運営面に関する評価を重視していることによる。科学者の端くれとして、まず学術面での優劣を議論するべきだと思うのだが、学術面と同等かそれ以上に運用・運営面を重視するあたりに、大型研究機関が提案した研究計画を優遇したい思惑が現れているように思う。ただし、だからと言って「飛行艇」の提案を取り下げるべきとは考えていない。2003年に議論した「飛行艇」提案が2012年まで眠っていたことからも明らかのように、マスタープラン以外にこの計画に光を当てられる舞台は存在しない。また「かませ犬」であっても提案し続けることで、実現に向けて大きく動き出す可能性はゼロでは無い。シルベスター・スタローン脚本・主演の映画「ロッキー」で、主人公ロッキー・バルボアは偶然めぐって来た世界チャンピオンとの対戦機会を迷いながらも受け入れ、圧倒的な実力差を跳ね除けて善戦した。最後は判定で敗れはしたが、ロッキーも映画もまたスタローン自身もアメリカン・ドリームを体現した。「ロッキー」を手本に挑戦し続けたいと思う。

そして、最後に残る一番大きな課題は、分野外の

真の敵(ボスキャラ)との戦いである。その具体例としては、「カミ〇カンデ」とか、「量〇コンピュータ」とか、「iP〇細胞」とかと言った超有名どころが対戦相手として登場する覚悟をしておくべきで、これらと比較しても遜色のない提案で無いと、最終目標である予算措置にはたどり着けない。私達が運用・運営面より、学術面を重視して評価して欲しいと思っているのも、ここに理由がある。

## 6. おわりに

実は「飛行艇」提案は、日本気象学会の「航空機」とマージするように各方面から要請され、一度はこれを受諾することも考えたが、最終的に断りした。「飛行艇」を通じてこのマスタープランに関わり、「飛行艇」以外の大型研究計画を聞く機会を多数得た結果、学術的に未熟な提案や、散漫な内容の提案が数多いことを知ったことが、理由の1つにある。財務省でなくとも、これに何百億円も投入する気にはならない提案が多いなというのが、失礼ながらも正直な感想である。おせつかいかも知れないが、地球惑星科学系の諸提案には、「かませ犬」である「飛行艇」を学術面で一蹴するような提案になって欲しい。そうでなければ、眞の敵に勝てないと思う。

さらにもう1つ理由があるとすれば、「飛行艇」観測の実現には、時間がかかると思い至ったことにある。研究者は百人百様で、ボトムアップの提案を短期間でまとめるのは不可能である。また新しい研究プロジェクトの獲得が研究組織の維持・拡大に直結している研究機関は、必死になって次々新しい提案を出して来るだろうから、「飛行艇」観測を実現するには、コンペや議論の機会があれば喜んで顔を出し、少しづつ評価を高めていくしか無い(ロッキーのように…)。

なお、これを読んで、「飛行艇」計画に賛同していただける方があれば遠慮なく声を掛けて下さい。仮に「飛行艇」が実現しても、「研究費の獲得」とか、「研究組織の維持・拡大」とか、「高額機器の購入・更新」とか、「引退後の就職」とか言ったような直接的な恩恵

には結びつかないと思いますが、地球惑星科学系の  
科学者人生・研究者人生を全うするモチベーション  
が高まることはお約束します。

## 7. 参考文献

- 植松光夫, 平啓介, 奥田章順 (2003), 飛行艇が新しい海洋  
観測時代を切り開く, 海の研究, 12(5), 517-527.
- 角皆潤, 植松光夫, 谷本浩志, 篠原宏志 (2017), JpGU-  
AGU2017「飛行艇を用いた臨床地球惑星科学の創成」  
セッション開催報告, 大気化学研究, 37, 037N04.
- 

原稿受領日: 2019年12月2日

掲載受理日: 2019年12月17日

著者所属:

1. 名古屋大学大学院環境学研究科
2. 東京大学大気海洋研究所
3. 国立環境研究所地球環境研究センター
4. 海洋研究開発機構 超先鋭研究開発部門
5. 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門
6. 北海道大学低温科学研究所

\* 責任著者:

Urumu Tsunogai <urumu@nagoya-u.jp>