特集「日本における衝突研究の軌跡」

成果創出を主眼においた超高速衝突実験施設 の整備

長谷川 直1

2015年5月7日受領, 査読を経て2015年7月7日受理.

(**要旨**) 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所では超高速衝突実験の大学共同利用を1980年代半ばから行っている。1995年に本学会誌で当施設の紹介が行われている[1(柳澤正久, 矢守章, 1995, 遊星人 4, 11)]が、それ以降は報告・紹介等はされていなかった。そこで、本論文では1995年以降の宇宙研の超高速衝突実験施設の変遷と現状について紹介する。特に筆者配属後に行った仕組み・装置・人的整備による大学共同利用申請被採択者の成果創出に繋がったことについて報告する。

1. はじめに

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所では、大学共同利用システムに基づき科学衛星・飛翔体実験の立案・開発・飛翔実験・運用業務を行っている他に、大小の室内実験施設の大学共同利用も行っている。その内のひとつであるスペースプラズマ共同利用では宇宙環境を模擬するスペースチャンバー施設と超高速衝突を再現できる超高速衝突実験施設を保有し、共同利用の枠組みで日本全国の研究者に対して実験機会を公募し、審査を経て採択された申請研究の実験を執り行っている。

スペースプラズマ共同利用の歴史は東京大学宇宙航空研究所まで遡る。但し、スペースプラズマ共同利用で超高速衝突実験の共同利用が供されたのは文部科学省宇宙科学研究所に改組されて以降である。スペースプラズマ共同利用の飛翔体加速器として最初に導入された装置は電磁飛翔体加速器(通称:レールガン)である。レールガンは1985年に整備され、それ以降に共同利用が開始された[1]。レールガンは直径約14 mm、重さ1 gのポリカーボネイトの飛翔体を定常的に3-7 km/sに加速することが可能であった。

レールガンの共同利用が開始された1980年代は、

日本で運用されていた二段式軽ガス銃(ヘリウム駆 動)の殆どの定常運転最高速度は約4 km/s という状況 下であった. そのような状況下において. 飛翔体を定 常的に6-7 km/sに加速できる宇宙研のレールガンは、 共同利用申請が採択されれば日本全国の研究者が使用 することができる大学共同利用施設でもあり、非常に 魅力ある飛翔体加速器であった. しかしその一方で. 残念ながら、理工学研究でレールガンを利用する場合 に問題点も数多く存在していた. 第一に直径約14 mmポリカーボネイトの飛翔体のみ加速可能で、サボ の使用はできなかった[1]. 第二に照準精度がとても 悪く、ターゲットに飛翔体が衝突しないことも頻繁に あった. 第三に実験用チャンバーの到達真空度が悪く, kPa程度の真空しか引くことができなかった. 第四に 加速後に大量のすすが発生し、同規模の一段式火薬銃 よりもすすによる汚れはひどかった[1]. 第五に6-7 km/sの加速を一度実施すると、同等の加速ができる ようになるにはノミナルで1週間かかった. 即ち. 6-7 km/sの加速に非常に手間を要し、その速度での繰り 返しの実験を行うことが困難であった。第六に飛翔体 発射時に高電流を瞬時に流す為に、除去が困難な電磁 ノイズが計測系に入り込み、高い確率での誤トリガを 起こし、その場計測データを取得することが困難な状 況にあった[1]. これら六つの問題点は、レールガン という装置の仕様上、改善は困難であった為に、共同

利用申請被採択者が実験データを集めるには多くの時間を要していた。単純にレールガンのみの時のショット数(10年間で平均45発)を利用者数(平均13ユーザー)で割ってみると年間1利用者が行うことができるショット数は4発以下であるが、前述の六つの問題点から起因する実験成功率の低さも勘案すると1年間で1、2発の実験データしか得られないという状況であった。実際にレールガンのみで共同利用運転されていた時の成果である1995-2005年の間の11年間の査読論文数は、11本であり、年平均1本の査読論文数であり、査読論文という成果を創出する使命のある大学共同利用施設としては危機的な状況にあった。これは前述のレールガンという装置に起因する所もあるが、一方で、超高速衝突実験施設の共同利用がレールガン開発を重視していたという背景もあった。

そこで、著者が当施設担当として赴任した2005年 以降、レールガン開発を第一に行う方針から、大学共 同利用申請被採択者による成果創出に繋がるような共 同利用施設運営に路線を変更し、仕組みの面・実験装 置の面・人的資源の面の三方向からの超高速衝突実験 施設の整備を行った。本論文ではその取り組みとその 結果得られた成果について紹介する。

2. 2005年度以降の超高速衝突実験 施設の整備

2.1 仕組み面での整備

まず手始めに容易に行える共同利用の運営の仕組みの面で三つの整備を行った。第一は多くの他の大学共同利用施設で行っているマシンタイム制の導入である。著者赴任以前では実験実施日の決定については施設担当者に逐次連絡して決定する逐次受け入れ方式であった。この方式は需要が少ない場合は成り立つが、需要が多くなると早く多く予約を入れた共同利用申請被採択者が後から予約を入れた利用者の実験機会を奪っており、一部の利用者に偏った実験機会を与えていた。そこで、根拠のない不公平を無くす為に、マシンタイム制を導入した。具体的には一年を四半期に分け、利用者にマシンタイムを公募し、1マシンタイムに1実験の原則にした。マシンタイム導入により、一部のユーザーに偏った実験機会の提供は解消した。

第二は特定の共同利用申請被採択者への試験体や装

備の補助を無くしたことである。著者赴任以前では、利用者が本来用意すべきである試験体や装備も一部施設側で用意されていた。利用者によっては非常に高価な試験体や装備を使用する場合があり、特定の利用者のみ使用する試験体・装置を施設側で用意することは利用者の間で根拠のない不公平を生んでいた。そこで、著者赴任後は特定の利用者への補助を直ちに廃し、特定の利用者のみ使用する試験体・装置はその利用者に属った実験補助を解消した。解消された分は利用者が共用に使う工具・治具・飛翔体加速器消耗品・観測機器に投資ができるようになり、全ての利用者が公平にかつ最新鋭の実験を行う環境を整えることができるようになった。

第三は共同利用申請被採択者が施設に来訪せずに,施設側に丸投げしていた共同利用実験が存在していたが,それを廃したことである。著者赴任以降では,利用者には必ず実験の為に施設に来訪してもらうようにした。肝心な実験条件を把握していなく,全くの無駄な実験であったという事態を回避し,効率の良い成果創出を行う為には,利用者自身が責任を持ってデータを取得するべきだからである。

この三つの共同利用の運営の仕組みの整備によって,成果創出を主眼とおいた大学共同利用施設の仕組みとしての基礎を整えることができた.

2.2 実験装置面での整備

仕組みの面での整備と同時に出来る範囲から実験装置の面の整備に取りかかった。実験装置の面で第一に行ったことは、当時の宇宙研の固体惑星科学研究系の藤原顯先生所有の口径7 mmの二段式軽ガス銃(通称:藤原銃)[2]を藤原教授の退官とともに譲渡して頂き、スペースプラズマ共同利用の第二の飛翔体加速器としたことである。藤原銃は飛翔体の定常運転速度は1.5-4.5 km/sとレールガンには及ばないが、先に述べたレールガンにおける問題点を解決していた飛翔体加速器である。飛翔体として直径9/32インチ(7.14 mm)のナイロン球・円柱の他に、サボを使って数mm程度の岩石・金属飛翔体をシングル弾として、粉体を散弾として加速することが可能であった。但し、サボを用いたシングル弾の成功率は数割程度であった。もう1つの藤原銃の利点としては、一日大凡5、6回の加速試験

を容易に行うことが可能なことである。また、実験成 功率を下げる照準精度の悪さや電磁ノイズはなかった. 著者が赴任した2005年に直ちに藤原銃の共同利用に 向けた試験運用をおこない、2006年度から藤原銃の 共同利用を開始した。一方で、当時は共同利用申請被 採択者が使用出来る共用の計測装置が残念ながら殆ど 無い状態であった。そこで、2006年度末にかけて、 飛翔中の弾丸を画像で確認したり、衝突後に高速に広 がる衝突蒸気雲を捉えることができる高速度カメラ (時間分解能が1 us. わかりやすく言うと家庭用ビデ オの3万倍の撮影速度)やデジタルオシロスコープを 整備し、共同利用申請被採択者が計測装置を持ち込ま なくても実験成果を出せる実験環境を整えた. 著者が 赴任した2005年度以降、実験装置(飛翔体加速器・観 測機器)と仕組みの面の二方向面の整備を行ったこと により. 成果創出を主眼とおいた大学共同利用施設運 営を開始することになった。その結果、ショット数は 増加し, 査読論文数は徐々にだが, 増えていくことに なった.

2005年度からのレールガンと藤原銃の2台による運用で、高速度の実験はレールガンで、低速度でも回数を必要とする実験は藤原銃と、切り分けを行い、問題はある程度解決できたが、5 km/s以上の速度で飛翔体を定常的に繰り返し加速ができないという本質的かつ致命的な問題点は依然として残った。そこでその問題の解決を図るべく、第三の飛翔体加速器として、水素を駆動ガスとする新しい水素二段式軽ガス銃(通称:横型銃)の整備を2007年度末に行った。

横型銃の口径は藤原銃の経験をそのまま引き継ぐ為に、7 mmとした。横型銃はナイロンもしくはポリカーボネイト製の直径9/32インチ(7.14 mm)の球もしくは円柱を一段式軽ガス銃モードで0.03-0.7 km/s、二段式軽ガス銃モードで0.7-8.0 km/sの範囲で加速可能である。但し、1.5-7.0 km/sの領域が定常運転速度である。サボを使用することにより直径9/32インチより小さな直径3.2-0.3 mmの飛翔体をシングル弾として[3]、直径0.5-0.03 mm飛翔体を散弾として、加速可能である。宇宙研佐藤英一研究室とのサボの共同開発[3]によって、シングル弾の成功率は向上し、現状直径1 mm以上のシングル弾加速においてはほぼ100%、0.5-0.3 mmでは70%強の成功率である。飛翔体として使用した実績がある材質は、ナイロン・ポリカーボ

ネイト・アルミニウム・岩石(玄武岩・橄欖石・蛇紋 岩等)・隕石(炭素質コンドライト・鉄隕石)・ガラス・ アルミナ・ジルコニア・チタン・ステンレス・銅・タ ングステンカーバイト・白金・イリジウムがある。横 型銃の照準の精度は銃口から5 m離れた所で±3 mm であり、レールガンと比較すると格段に良い(但し、 藤原銃も横型銃と同様の照準精度は持っている). 真 空度は15分程度の排気で大凡5Pa弱にすることが可 能である. 但し. 真空度はチャンバー内に入れる試料 に左右される. なお. 差動排気を行うことによって. 数十mPa~数十kPaまで、真空度を変化させること が可能である。一日、大凡3.4回の加速試験を容易に 行うことが出来るのも横型銃の特徴である. 藤原銃と 比較すると実験頻度は若干下がるが、サボを用いた加 速の成功率から考えると実質的に共同利用申請被採択 者に提供できる成功ショット数を増やすことができる.

この横型銃は2008年度の1年間の試運転期間を経て、2009年度から共同利用が開始された。2009-2011年度の3年間での年間の平均ショット数約560発を共同利用申請被採択者数(平均31ユーザー)で割ってみると年間1利用者が使用出来るショット数は18発である。100%近い実験成功率等も考えると数年で査読論文を書く為のデータが集められる状態になった。

更に横型銃の整備と同時に、光学顕微鏡の導入を行い、実験後のクレーター痕の観察が出来る様になった. 2009年度までの実験装置の整備によって、定常的に7km/sの加速可能な飛翔体加速器を整備することができた。その為日本全国の多くの研究者に使用されるようになり、結果的に利用者が産み出す成果が増えていくことになった.

横型銃の整備以降の2009年度の時点ではレールガン・藤原銃・横型銃の3台体制となったが、その3年後の2011年度の時点において、レールガンについて環境問題の観点で問題が浮上した。レールガンでの加速に必須なコンデンサがPCB使用の懸念の為に穴を開けて調査する必要がでてきたが、コンデンサに穴を開けると使用出来なくなる為に、新規にコンデンサを調達する必要が出てきた。しかしながら、レールガンの使用頻度の極端な低下の観点(横型銃導入後2008年以降は1回も装置を作動させることがなかった)と論文生産性の観点(著者赴任後にレールガンを用いて書かれた査読論文は1本のみ)の二点から、コンデンサ

を調達せずに、レールガンを廃止することとした。同年度、コンデンサのPCBの検査後(検査の結果、PCBは入っていなかった)に、レールガンの廃棄が行われた。

代わりに、2012年度に第四の飛翔体加速器として、 縦型の水素二段式軽ガス銃(通称:縦型銃)の整備を行 った、粉体や液体の実験を横置きの飛翔体加速器では 行うことが出来なかった為に、共同利用申請被採択者 から縦型の飛翔体加速器の導入が望まれていた. 縦型 銃はナイロンもしくはポリカーボネイト製の直径 3/16インチ(4.76 mm)の球もしくは円柱を二段式軽ガ ス銃モードで定常的に0.7-7.0 km/sの範囲で加速可能 である。縦型銃は2013年度の試運転期間を経て、 2014年度には共同利用に供された。 サボについては 神戸大荒川政彦研究室で開発が行われ、2-7 km/sの 範囲で直径2 mmのシングル弾を加速することができ るようになった. 縦型銃の導入と同時に利用者が使用 出来る共用の複数の観測機器の整備を行った。最高時 間分解能が0.1, 0.2 µsである高速度カメラ, ストリー ク分光器、大型クレーター測定用レーザー変位計・簡 易電子顕微鏡等である. これらの計測機器の導入は超 高速衝突実験での様々な観測を可能にした。

横型銃の整備以降,藤原銃の本共同利用での利用頻度が極端に低下した。但し、レールガンの場合とは異なり、まだ十分に使用出来る為に、衝突科学コミュニティに藤原銃の譲渡を打診した。譲渡の希望のあった研究室の中から、二段式軽ガス銃を保有しておらず、かつ、活動度が高いという観点から藤原銃は法政大学新井和吉研究室に譲渡された[4]. 譲渡後は新井和吉研究室のメンバーが卒論・修論に活用し始めている。藤原銃は京都大学理学部物理学教室にはじまり、宇宙研藤原顯研究室、スペースプラズマ共同利用、そして、法政大学新井和吉研究室と様々な場所・所属を変えつつも活躍し続けている。

2014年度から現在(2015年度)では横型銃と縦型銃の2台体制で大学共同利用を行っている.

2.3 人的資源面での整備

ここまで、超高速衝突実験施設の仕組みと実験装置 面の整備の取り組みについて述べたが、もう1つの重 要なこととしては、施設に配置されている人的資源の 面でも整備を行ったことである。著者の赴任以前には、 正規の職員以外にレールガン開発の為に平均3人程度 の学部生が付いており、それに加えて、レールガン組 み立てを単純に手助けする派遣社員が配置されていた. 学部生は彼らの卒業論文と引き替えに労働力を提供し ていた。著者赴任後、直ちにレールガン開発を第一に 行う方針を改めた結果、これらの人員についての人的 サポートが無くなった. 著者赴任後は1年ほど1人で 運用し、代わりに時々単純労働のアルバイトを雇い、 2年目からは派遣社員の方に来ていただいた. しかし ながら、共同利用申請被採択者による成果創出に重き においた共同利用施設運営に路線を変更し. 施設運営 を行うことは、その構成員として、飛翔体加速器を扱 えるだけでなく、衝突、もしくは、衝突に関わる分野 のエキスパートが必要であるということを意味してい た. そこで、著者が赴任後2年目の途中からは衝突・ 衝突に関わる分野の博士号を持つポスドクの方にサポ ートを行って貰う方針にし、JAXA上層部の理解のも と、任期付き職員として配置していただいた、若く新 しい見識を持ち合わせたポスドクの方達と施設を利用 しに来た利用者によって、研究が高められるという事 例が多々あり[e.g., 5, 6], ポスドクの方達は施設にと って、欠かせない存在となっている。また、施設にい るorいたポスドクの方達にとっても利用者との交流 は有益な影響をあたえている。 ポスドクの方達は在任 中に様々成果を出しており[e.g., 7-11], 彼ら自身, 超 高速衝突実験施設に所属したことがキャリアアップの 道筋となっている.

3. 国内外の飛翔体加速器(二段式軽 ガス銃)との比較

現在までの超高速衝突実験施設の整備の取り組みについてここまで述べたが、当施設がどのようなものであるかの比較の為に、国内外の二段式軽ガス銃の簡単な紹介を行う.

海外の二段式軽ガス銃で、惑星科学にとって最も有名な加速器は、米国Ames Research CenterのAmes Vertical Gun Rangeであろう。垂直から水平まで、任意の角度で加速器をセットでき、まさしく惑星科学の為の加速器と言って良いであろう。同様の任意の角度にセットできる二段式軽ガス銃は英国Open Universityにも存在している。横型の二段式軽ガス銃は米国に多く存在し、NASA Johnson Space CenterやWhite Sands Test Facilityが有名である。極めつけ

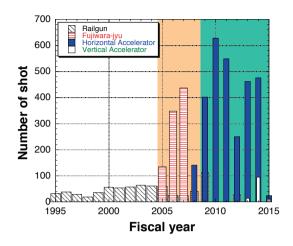


図1:ショット数の変遷. 黒がレールガン, 赤が藤原銃, 青が横型銃, 白が縦型銃.

はUS Air Force の Rang Gである. この二段式軽ガス銃は全長 300 m弱で、口径 84 mmで約 500 gの飛翔体を 7 km/sまで加速可能な世界最大の二段式軽ガス銃である. 欧州で有名な施設としては独国 Ernst-Mach-Institutであろう. $10^2 \sim 10^4$ gまでの質量範囲 6桁の飛翔体の加速を複数台でカバーしている.

一方、日本に目を転じると、まず著名な装置として、東工大応用セラミックス研究所の二段式軽ガス銃が挙げられるであろう。この加速器は約1gの飛翔体を9.2km/sまでに加速させることに成功させている。しかし、この二段式軽ガス銃は残念ながら現存していない。但し、速度は5km/s弱ではあるが衝撃圧縮用に特化した二段式軽ガス銃が共同利用されている。一方で東北大流体科学研究所の衝撃波関連施設が存在し、共同利用されてはいる。但し、残念ながら、二段式軽ガス銃は運用されていないのが現状である。

宇宙研の超高速衝突実験施設で現在運用されている 横型加速器・縦型加速器は世界のこれら加速器と比較 し、特に突出して、到達速度が速いという訳ではなく、 世界標準の平均的な速度である(~7 km/s). また加 速できる質量も1 g以下であり、特に重い飛翔体を加 速できる訳では無い. 但し、大学共同利用申請被採択 者の成果創出という目的のもとに整備を行ったために、 1日に数多くの実験を実施出来る様になっていること が特徴と言える.

大学共同利用で全国の研究者が使用出来るというメリットはあるが、反面、現状実験日数が1マシンタイ

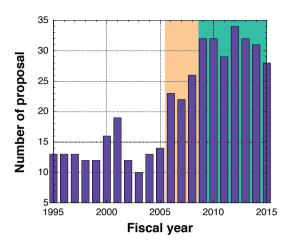


図2:共同利用申請書数の変遷.

ム連続3日間しか取れないことはデメリットである. 即ち、実験準備を要する実験には向いておらず、どうしても、数多くのデータを短期間に取るタイプの実験にベクトルが向いてしまうことは長所でもあるが、欠点とも言えよう.

4. 2005年度以降の超高速衝突実験 施設の実績

著者赴任以降,超高速衝突実験施設の方針を,共同利用申請被採択者による成果創出に重きをおいた共同利用施設運営に路線を変更し,仕組みの面・実験装置の面・人的資源の面の三方向からの整備を行ったが,それについての具体的な成果を下記に記す.

2004年以前のレールガンのみの運用時と比較して、藤原銃の試用により2005年度のレールガンと藤原銃を併せたトータルのショット数は3倍増になった(図1).2006年度共同利用化と共に、レールガンのショット数は半減したが、レールガンと藤原銃を併せたトータルのショット数は6倍程度に増加し(図1)、共同利用申請被採択者に確実に多くの実験機会を提供できるようになった。横型銃の導入の為に2008年度は共同利用を中止して、装置の調整・試運転に集中した為に2008年度は前年度と比較してショット数が1/3程度に減少したが、その甲斐もあり2009年度から横型銃の共同利用を開始することができた。2010年度の横型銃のショット数は過去最高のショット数になり、2004年度以前のレールガンのみの運用時と比較して1

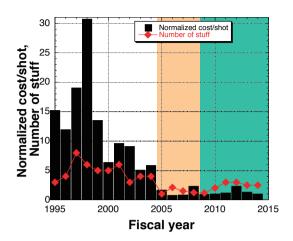


図3:2015年度で規格視した費用比と運転員数.

桁増になった(図1). 以上, 仕組み・実験装置・人的 資源の整備の結果, 利用者にショット数を多く提供で きるようになった. 2012年度は宇宙研の諸事情と縦 型銃の整備により, ショット数は前年の半分程度に落 ち込んだが, 2013, 2014年度は平均して, 2004年度 以前のレールガンのみの運用時と比較して1桁弱増の ショット数を保っている.

スペースプラズマ共同利用の超高速衝突の共同利用 申請書の数は藤原銃を共同利用化した2006年度以降 は2倍程度増加し、横型銃の共同利用化と共に更に若 干増加した(図2). 著者が赴任する以前はJAXAの衛 星&探査機プロジェクトの超高速衝突実験施設の使用 は皆無であったが、著者が赴任以降はJAXAの衛星 &探査機プロジェクト(JAXA衛星設計標準・あかつ き・イカロス・ベピコロンボ・GCOM・はやぶさ2等) でも使用されるようになったことと惑星科学分野での 使用が活発になったことが原因である. 前述の通り、 ショット数自体はこの5年間でそれ以前と比較して一 桁以上増加したが,一方で,共同利用申請書数の増加 により、供給できるショット数より要望されているシ ョット数が増えている. 特に横型銃導入以降は更に拍 車がかかっている. その結果. 共同利用申請書の採択 率は横型銃導入以前では100%であったが、それ以降 では不採択の共同利用申請書がでてくるようになった. また、実際のマシンタイム配分時には藤原銃とレール ガンでの共同利用時はマシンタイムを配分できない利 用者はいなかったが、横型銃を共同利用に供した以降

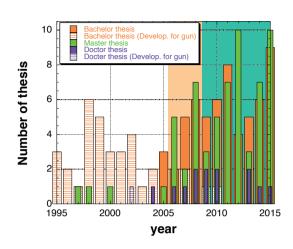


図4:学位論文の変遷. 黄が卒業論文,緑が修理論文,紫が博士 論文. 但し,銃開発関係の論文は横線棒になっている.

は要望が多い為にマシンタイムを配分できない利用者 がでてくるようになった.

ショット数を年度当初に配分された維持費で割った一発当たりの費用比を図3に示す。2015年度の費用比で規格化してある。ここ近年予算は横ばいから減少に転じているが、その効果よりも、その年のショット数で一発あたりの費用比が決まっていることが分かる。これは2005年度以降、諸事情でショット数が減った2008年度と2012年度の費用比が高くなっていることからも明らかである。但し、今後の予算削減状況が更に進めば、そちらの方が効いてくる可能性はある。

運用人数の推移について図3に示す. 但し,2004年度以前は学生数もカウントされており,2005年度とは単純比較出来ないので,2004年度以前は参考データとして見て貰いたい.2014年度以降,主力飛翔体加速器が2台になったのにもかかわらず,運用人数は変わっていない. 縦型銃は新規の加速器である為にショット数は少なくなっているという面もあるが,運転員数は飛翔体加速器数で割ると,2名未満という状況も多少は関連しているかもしれない. 通常外国では1飛翔体加速器に数名の運用人数が専任として任されているという話から比較すると,極端に少ない人数で効率良く成果を出しているということが出来るかもしれない.

超高速衝突実験施設を利用した卒業論文は,2004年以前のレールガンのみの運用時と比較して,2005年度の筆者赴任以降は約2倍に増加した(図4).但し,

レールガンのみの運用時はレールガン開発関係の卒業論文がその殆ど全てを占めていたが、2005年度以降は2例(レールガン開発ではなく、横型銃のサボ開発の卒業論文)を除いて、共同利用申請被採択者の卒論生の卒業論文である。修士論文と博士論文は年平均で1桁増加した(図4).藤原銃の共同利用化以降の2007年(2006年度)以降、多少の増減はあるが安定して、卒業・修士・博士論文を産み出している。2005年度以降、超高速衝突実験施設の共同利用は高専・大学・大学院教育に活用されるようになり、学生指導・若手研究者育成に貢献するようになったと言うことができる。

超高速衝突実験施設で行われた研究についての国際学会発表と査読無し集録は、2004年以前のレールガンのみの運用時と比較して、ここ数年は5倍に増えているが、超高速衝突実験施設関連の査読論文は約20倍に増加した(図5). 国際学会発表と査読無し集録は2005年度の筆者赴任以降から増加していき、導入3年後の2008年にはその後は多少の増減はあるが、安定して、成果を出している。査読論文は2005年度から徐々に増えはじめ、横型銃導入3年後の2011年あたりから多少の増減はあるが安定して、論文を産み出している。2005年度以降の査読論文数の増加は、超高速衝突実験施設の共同利用申請被採択者およびその関係者によって実現され、このことは筆者の目指した利用者による成果創出が行われたと言うことができる。当

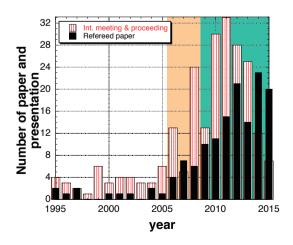


図5:科学成果の変遷、赤が国際学会発表と査読無し集録、黒が 施設関連の査読論文. 施設関連で査読論文が掲載された雑誌として最多の雑誌 はTransactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japanという日本航空宇宙学会の英文査読論文誌である。これは当施設のユーザーの半分は航空宇宙工学分野に属しているということが原因である。次いで多いのはIcarusである。但し、惑星分野はPlanetary and Sapce ScienceやJounral of Geophysical Researchと言った複数の雑誌に出版掲載されており、論文数としては惑星分野の方が若干多い状況にある。なお、実際に超高速衝突実験施設で行われた個別の研究例を本文でも本来なら述べるべきだが、これについては、本特集号で多くの利用者の方が論文を執筆しているので、そちらに譲る[12-17].

5. まとめと今後の展望

筆者が施設に赴任した2005年度以降,共同利用申請被採択者による成果創出に重きにおいた共同利用施設運営を念頭に仕組みの面・実験装置の面・人的資源の面の三方向からの整備を行ってきた。その結果,2004年度以前のレールガンのみの運用時と比較して,利用者に提供できるショット数を1桁増加させることができた。そのことにより,利用者を開拓し,共同利申請書数も2倍以上に増加し,本共同利用を利用した査読論文・博士・修士論文の生産率は1桁以上増加させることができた。超高速衝突実験施設は大学共同利用施設として,大学・大学院教育に貢献するようになり,多くの若手研究者の育成にも貢献するようになり,そして,数多くの先端的な研究成果の創出に貢献をするようになったと言うことができる。

今後の宇宙研の超高速衝突実験施設の展望としては、より積極的な衝突に関わる科学成果創出の為に、日本の衝突実験科学の研究センターの役割も果たしていくことが重要である。但し、原稿執筆時のスペースプラズマ共同利用の宇宙研内の所属組織関係で、施設運営の枠を超えての業務を行うことが困難な状況にある。よって、現在、積極的な衝突に関わる科学成果創出を目標に掲げた組織に改組すべく進んでいる。

謝辞

スペースプラズマ共同利用・超高速衝突実験施設を 利用し、成果をあげていただいている全ての共同利用 申請被採択者とその共同研究者に感謝いたします。

スペースプラズマ専門委員会の委員長であった佐々 木進・阿部琢美氏にはスペースプラズマ共同利用の運 営に大変ご尽力いただき、感謝いたします。また、スペースプラズマ専門委員の方にはスペースプラズマ共 同利用の審査にご尽力いただき、感謝いたします。

当施設所属のポスドクであった奥平恭子氏・田端誠氏・大坪貴文氏・黒澤耕介氏・鈴木絢子氏・河口優子氏・平井隆之氏・野口里奈氏には施設運営や大学共同利用研究に関する科学成果創出で助けていただき,感謝いたします。当施設を外部からサポートしていただいた木部勢至郎氏・町井渚氏・小野瀬直美氏には感謝いたします。

藤原銃の譲渡では藤原顯氏に大変お世話になった. 横型銃の整備において、立川敬二氏・矢野創氏・加藤明氏・川北史郎氏にお世話になった.

横型銃のサボ開発では、佐藤英一氏・元屋敷靖子氏・川合伸明氏・斎藤洋氏・鶴井健司氏に、縦型銃のサボ 開発では、荒川政彦氏・保井みなみ氏には大変お世話 になった。

スペースプラズマ共同利用・超高速衝突実験施設を 利用し、成果をあげていただいている全ての共同利用 申請被採択者とその共同研究者に感謝いたします.

査読者として,原稿を丁寧に読んでいただき,大変有益なコメントをくださった匿名の査読者に心より感謝いたします.

本研究はJAXA宇宙科学研究所スペースプラズマ (超高速衝突実験)共同利用のサポートを受けている.

参考文献

- [1] 柳澤正久, 矢守章, 1995, 遊星人 4, 11.
- [2] 中村昭子, 門野敏彦, 1995, 遊星人 4, 3.
- [3] Kawai, N. et al., 2010, Rev. Sci. Instrum. 81, 115105.
- [4] 堀江孝佑 他, 2015, 平成25年度スペースプラズマ 研究会・講演集, 44.
- [5] Niimi, R. et al., 2012. Astrophys. J. 744, 18.

- [6] Okochi, T. et al., 2015, Orig. Life Evol. Biosph., 195.
- [7] 奥平恭子 他, 2007, 遊星人 16, 316.
- [8] Ootsubo, T. et al., 2010, ApJ. 717, L66.
- [9] Tabata, M. et al., 2011, Bio. Sci. Space 25, 72.
- [10] Kurosawa, K. et al., 2012, Earth Planet. Sci. Lett. 337-338, 68.
- [11] Hirai, T. et al., 2014, Planet Space Sci. 100, 87.
- [12] 杉田精司 他, 2015, 遊星人 24(本号).
- [13] 道上達広 他, 2015, 遊星人 24(本号).
- [14] 山本聡 他, 2015, 遊星人 24(本号).
- [15] 岡本千里 他, 2015, 遊星人 24(本号).
- [16] 川北史郎, 2015, 遊星人 24(本号).
- [17] 東出真澄 他, 2015, 遊星人 24(本号).