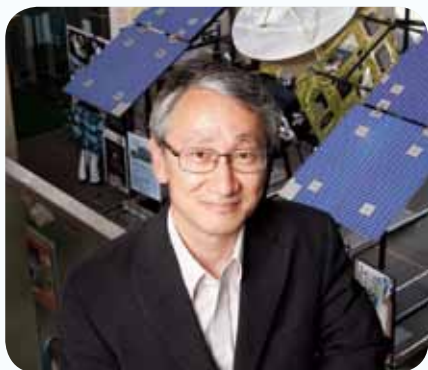


平成24年度 東京岐阜県人会 創立110周年記念

県人会 第四回 夏のイベント

「特別講演会・懇親会」開催

今年の講演会では、当岐阜県人会が創設110周年を迎えたこと、立川啓二氏（JAXA《宇宙航空研究開発機構》理事長）が、昨年より新たに当会の新会長にご就任になったこと、「はやぶさ」が小惑星《いとかわ》への往復探査旅行（宇宙開発史上初めての快挙）から帰還したばかりであること、などのご縁から「はやぶさ」プロジェクトのリーダーを勤められた 川口潤一郎教授にご講演願うことになりました。青少年に向けて、未来への生き方、個性ある人材の育て方など、最先端の科学者ならではの問題意識も提起され、参加者一同大いに感動と刺激をいただいた90分となりました。



講師プロフィール
川口潤一郎氏

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構
シニアフェロー

宇宙科学研究所（ISAS）／JAXA
宇宙飛行工学研究系 教授

◆昭和53年

京大工卒、東大院航空学専攻博士課程修了
文部省宇宙科学研究所 助手

◆平成12年

◆平成19年～平成23年

「はやぶさ」プロジェクトマネージャー

◆平成23年
現職

著書「人工衛星と宇宙探査機」（コロナ社）、
「はやぶさ」そのままでして君は生みの親がはじめて明かすプロジェクト秘話（宝島社）など
多数

宇宙と人間

今度、『おじいさんのはやぶさ』というわたしが監修した絵本を出版する。作・絵は間瀬なおたか氏。JAXAは毎年カレンダーを出しているが実はあまり評判が良くない。カレンダーには、いつも宇宙をバックにロケット・人工衛星・天体は書かれているが、人が登場しない。この絵本には小人がたくさん描かれているが、人間も小さければ「いとかわ」まで往復できたというメッセージを伝えたい。講演会で受ける質問には驚くことが多いが、特に高校生のロケットについての先人観には驚いた。高校生は、宇宙に行くのはNASAのロケットで打ち上げられたスペース・シャトルでという固定観念にとらわれているように思われる。質問は、「中国は、女性の宇宙飛行士の打



パワーポイントを駆使して
分かりやすく講演する川口教授



ち上げや手動でのドッキングをしているのに、日本が行わないのは遅れているからではないか？大丈夫か？、という内容だった。JAXAの研究者などは、10年以上前から中国の投資規模を見て日本が遅れていることは実感しているため驚かないが、やはりニュースを聞くと中国へ経済援助をしていることを不合理だと感じることはある。驚きはロケットで有人飛行をするということに疑いを持たない点であり、すでに古いものとなっているロケットにいつまで人を縛り付けておくのかということだ。種子島の発射場で白煙を上げながら打ち上げられるロケットのイメージがあるから、宇宙へ行くならロケットだという固定観念が生じているのだろう。いずれロケットなどの宇宙機と航空機の区別は無くなりスペース・プレーンの時代がやって来る。まだ技術開発が必

要だが、20〜30年すると高度3〜4万メートルをマツハ4〜5で飛び、太平洋を2時間で渡れるような輸送機が実現する。糸川英夫氏はこれを研究していた。そんな時代にロケットというミサイルで冒険するのはこっけいに感じる。高校生には、ロケットなどには目を向けず、もっと新しい輸送機に興味を持ってほしい。

『はやぶさ』プロジェクトとは

「はやぶさ」のプロジェクトは、今から27年前の1985年にスタートし、小惑星サンプルリターン小研究会でコンセプトが作られた。

この年は、大変記念すべき重要な年で、日本初の惑星探査機が地球の引力圏を振り切って太陽の周りを回る人工惑星になっている。2つの小さな探査機がハレー

彗星に向けて発射された、ちょうどその年でもある。その翌年の1986年には、小惑星サンプルリターンの飛行計画を立て、実際に構想していた。当時は高性能のイオンエンジンがなくプロジェクトとしてスタートできなかったが、いつかは実現できると信じて取り組んでいた。

「はやぶさ」は小惑星サンプルリターン計画として取り上げられることが多いが、主な目標はこうした科学研究ではなく技術実証であった。技術を開発して打ち上げ、飛行によって実証することを目指していた。2003年5月に打ち上げられ、1年後には地球の重力によるスイングバイで加速、軌道を変更した。2005年9月に「イトカワ」に到着したものの、様々なトラブルにより2007年の帰還予定が3年延期されて2010年によやく帰還した。



M-Vロケット5号機とはやぶさ [提供: JAXA]



はやぶさ旅立ち [イラスト: 池下章裕]

『はやぶさ』の特徴

打ち上げのときの心境は、まさに「まな板の上の鯉」、一端地面を離れたら修理はできず、遠隔操作しかない。ロケット打ち上げ部門は成功を喜ぶが、探査機の運用部門は「さあこれから」と気を引き締めなければならぬ。

「はやぶさ」の大きな特徴のひとつが2種類のエンジンを持つことだ。一つは化学反応で燃焼ガスを噴射する従来のロケットエンジン。もう一つはキセノンというガスを帯電させ、それを電気力で加速し、放出するイオンエンジン。イオンエンジンは大変燃費がよく、必要なガスの量はロケットエンジンの1/10であり、このことが「はやぶさ」の「イトカワ」往復に貢献している。

「はやぶさ」は多くの機器を搭載しているが、そのほとんどが着陸時の軌道制御用だ。科学観測機器はカメラ・レーザーセンサー（形状の認識）・赤外線センサー（鉱物の識別）・X線センサー（元素の識別）の4つだけであった。

「小惑星」は、すぐれた研究対象

探査機「はやぶさ」の話は太陽系の誕生から始まる。小さな粒子は、わずかな引力によりくっつきあい、雪だるまのように成長するが、中には小さいまま留まるものもあり、それが小惑星だ。小惑星も地球も同じような材料でできていることになり、小惑星内部の構成を調べること、調査が難しい地球の内部が分かり地震や気候を理解することができる。

天体の内部には想像を絶する高い圧力が掛かり、浮力が働かぬため、重い物質は沈み、軽い物質が表面に残る。これにより天体の内部は分別されていて一様ではない。岩石は重いように思われるが表面にある比重が3程度の相対的に軽い物質であり、地球全体の比重は5〜6であることから、地球の内側にははるかに重い物質がある。表面を掘れば調べられるように思えるが、人類が掘れる穴の深さは最大20km程度であり、地球全体の1/300程度にしかならない。りんごで例えると皮よりも薄いことになる。

「イトカワ」は25143番目に発見された天体で非常に小さく、球形ではなく、ピーナツ形をしているが、これは小さくて浮力が働いていないことを意味する。このため、大型の天体内部にある物質も表面から採取でき掘る必要が無い。アメリカは未だに大きい天体のほうが研究対象として良いと思っているかも知れないが、調査すべき天体は小さい惑星であり、技術的にも小さな天体のほうがはるかに難しい。

「イトカワ」の 微粒子から分かったこと

「イトカワ」から持ち帰った微粒子からは有機物（炭素を含む物質）がまったく見つかった。イトカワのようなS型小惑星には有機物が残っていないが、地球のような水や有機物を持つ惑星はC型小惑星の集まりでできていると考えられている。地球のことを本当に解明するためには、C型小惑星を調査しなければならぬ。C型惑星そのものや地球を構成するC型小惑星の割合を調査することで、地球の進化・温暖化などの気候・地震の仕組みが分かる。



イトカワの微粒子 [提供: JAXA]

帰還前に心配されていたことは、微粒子があるかどうかはもちろんなこと、微粒子に1種類の鉱物しかなかったらどうしようかということだ。「イトカワ」全体が同じ鉱物でできていることになってしまふからだ。しかし、電子顕微鏡での分析により専門家は一目見て地球上のものでないと分かり、それはパインナプルと林檎が共存する果樹園のようなものであった。

最初に酸素の同位体を分析した。宇

宙由来の物質は中性子数が016より多い017と018の比がはつきり異なる。「イトカワ」から持ち帰ったサンプルを分析すると例外なく隕石の比とぴったり一致した。地球の砂ではないことが定量的に示された。

次に、アルミニウム・マグネシウムの同位体を分析した。年代測定から45〜46億年前と分かったが、地球上の最古の岩石は40〜44億年前のものであり地球より古いものだ。より詳細な数値を求めて現在は鉛の同位体を分析している。

はるかなる地球目指して… いざ帰還の旅

2005年11月26日に2回目の着陸を行い、離陸したが、離陸の際に燃料漏れを起こし、翌月の12月には燃料ガスの噴出により姿勢を崩してしまった。太陽電池に日が当たらなくなり、地球との通信ができなくなったが、46日目（7週間目）に通信ができるようになり「夢じゃないか」と喜んだ。2009年11月には4台のイオンエンジンすべてが寿命を迎え機能しなくなった。イオンエンジンは、「イオン源」と「中和器」がセットになって動作するが、4台のエンジンABCDのうちAではイオン源が壊れ、BCDでは中和器が壊れていた。地球への帰還まであと4か月なのに、運命とは残酷なものだと悔しい思いをした。それでも、エンジン回路に組み込まれたバイパスダイオードによるクロス回路で壊れていないイオン源と中和器を繋ぎ、何とか地球への帰還を実現させた。クロス回路は地上試



イオンエンジン点火 [イラスト: 池下章裕]

験をしていない機能で、まさか使うことになるとは思っていなかったものである。サンプルカプセルの地球への着陸の3時間前に大気圏に突入、その後の2時間は通信ができるが必要はなかった。それでも、「はやぶさ」が最後に見た地球の写真などを得た。そして2010年6月13日、「はやぶさ」のサンプルカプセルはオーストラリアのウーメラ砂漠に無事着陸した。

将来の宇宙ビジョン

将来の宇宙ビジョンには、次のようなものがある。なかなか語られないが、伝えていかなければ高校生のロケットの先入観の話のようになってしまふ。

- 1、地上での超高速輸送機「オリエント エクスプレス」、太平洋を2時間で渡る。
- 2、動力源の革新、原子力の利用。

- 3、惑星に資源採取・化学研究のための滞在施設。
- 4、太陽系での資源開発と利用のための輸送システム。
- 5、宇宙航路が開かれ、太陽系を巡る航路の母港となる新宇宙港ができる。
- 6、移住・退避スペース、施設外では生存できないことから最初に造られるのは宇宙刑務所では。

「はやぶさ」の次の計画として、まずはソーラーセイルを利用したハイブリッド推進の新型宇宙船を計画している。一号機として、光の圧力とイオンエンジンを併用した推進力を持つイカロスを2010年5月に打ち上げた。目標天体の1つはM型小惑星で、レアメタルが豊富にあるいわば天然の精錬所だ。

米国では小惑星の資源を狙う会社がシアトルで起業している。日本ではなかなかない資本主義に基づいた考えで、これからは研究だけでなくビジネスでも宇宙開発を進めることになる。ここにも日米の差があり、日本人には起業家精神が欠けている。

予想される惑星間旅行

未来の惑星間飛行はなんといっても退屈で、代謝を減らすためにも人工冬眠が不可欠となる。宇宙線の被爆を避けるために水の棺桶に入り、人工重力を利用して骨密度を維持する。ただし、褥瘡を防ぐための寝返りや宇宙船内の医療が不可欠となる。これらすべては現在の医療が抱える問題でもあり、人工冬眠などの進展で人の寿命を克服するこ

とは、惑星飛行の時代をもたらす。これからは宇宙医学の時代で今なら第一人者になれるかもしれない。

前人未踏の発想が成功したのは、「こうすればできるの積み重ね・やれる理由探し」という糸川英夫の宇宙科学研究所の思想を受け継いだからだ。日本は「できない・やらない」の言い訳・理由付けの文化で、「石橋を叩いて渡らない」ようなものだ。見えるものはすべて過去のものであり、教科書や論文には過去のことが書かれていない。自分の目で見て動くことが欠かせない。

学校で習つのはH o w だけであるが、ずっとH o w を追求して人生を終えてしまつ人も多い。教材の「学習」は材料を待つ姿勢であり新しいことは生まれないから、いつかは学びが必要になる。一瞬で終わることを学んで何になるのか、研究をすることが大切だ。宇宙飛行士になることはマニュアルと対処法の訓練で、「獨創性」のかげらのもない学習の頂点だ。宇宙飛行士を育てることは偉大な凡人を育てることで、著書の子



はやぶさ/ラストショット「イラスト：池下章裕」

育ての本では「宇宙飛行士を目指させない・非凡な変人を育てる」と書いている。NASAは「はやぶさ」は「他の小惑星から地球に帰還した2番目の探査機で最初に成功したのはスターダストだ」と主張しており、アメリカ惑星協会も同じ考えだ。しかしスターダストは着陸しておらず、小惑星付近のチリを飛行中に採取しただけであり、横並びで見えてほしくない。アメリカは国民にナンバーワンであることを示そうとするのに対し、日本は国民にオンリーワンであることを示そうとする。日本は他から格付けされることを求め、そうでないと判断できない。トップに立つとどうすれば良いかわからなくなる指導力の無さが大変残念だ。

残念ながら今年度(2012年度)の「はやぶさ2」の予算は半分にされてしまった。来年度以降は予算を取り返していくつもりだ。すでにNASAは「はやぶさ2」の4倍の予算で小惑星サンプルリターンを計画して日本はアメリカに追い越されつつある。それなのに日本では「はやぶさ2」の予算を減らしてはどうかという話が出ており、意図的に2位に下がり、やすらふという姿勢も見えてくる。

講演の最後はいつも同じ言葉で締めくくっている。「高いところに立ってみなければ新たな水平線は見えてこない。今見ている目線の高さに水平線が広がることは無い。だが、無理をしても少しでも高いところへ上げれば、確実に水平線が広がる。そして、今まで水平線の向こうで見えていなかった「未来」が見えてくる。若い人には常に新しい1ページを見つけて挑戦を忘れないでほしい」

※C型小惑星：

炭素系の物質(有機物)を主成分とする小惑星

※S型小惑星：

石質の物質を主成分とする小惑星

※M型小惑星：

金属を主成分とする小惑星



懇親会

会場は、交通の便を考え、昨年までの昭和女子大学から、都心の「都市センターホテル」に変更しましたが、参加者は、雨の影響などもあり、例年を若干上回る程度の約110名でした。

講演会終了後の懇親会は、ときのひと(川口教授)と直接懇談できるという参加特典もあり、また、ホテル料理のほか、地元特産料理も用意され、楽しく大いに賑わいました。