

「国際宇宙ステーションとその利用」

名前	内 容
【宇宙食の味の濃さについて】	
参加者	宇宙食は地上のものより味が濃いめと言っていました、それはなぜですか？
五味	正確な答えにはならないのですが、味覚が地上と宇宙空間にいる時とでは少し違うとを感じる飛行士もいるようです。宇宙空間にいる時の方が少し刺激のあるスパイシーな味でないと、地上と同じように感じる人ができない人も聞いています。ストレス、湿度等の影響かとも言われていますが、個人差もあり正確なところはわかりません。
寺田	宇宙空間といっても空気のあるところで過ごしていて、気圧が若干低く、濃い味でないと感じなくなってくるらしいです。
参加者	地球に帰ってきてからもしばらくは味の濃いものを食べるんですか？
寺田	味の濃い薄いというのは慣れによってずいぶん変わるようで、例えば関西に行くと味が薄く、東北に行くと濃かったりするが、そこにしばらく住んでるとすぐその味に慣れます。宇宙飛行士も帰ってくると、すぐ地球上の味に慣れるようです。
【宇宙での放射線被ばくの人体への影響について】	
参加者	宇宙空間にはニュートリノや中性分子がたくさんあると思うのですが人体に影響はないんですか？
五味	放射線の影響は受けます。宇宙ステーションの構造物は、だいたいアルミの合金でできているんですが、宇宙放射線はそこを一部通り抜けるので地上で暮らしているよりは大きな放射線を浴びることにはなりません。そこで、地上において放射線関連業務に従事されている方の制限値を参考に、宇宙飛行士であればどのくらいのリミット値を設ければ良いかという国際的な基準があります。それは最初に宇宙に行くときの年齢や男女別に決められており、女性の方が少し厳しいです。年齢も若くして最初に宇宙に行くの方が高齢で初めて宇宙に行く人よりは厳しい値となります。JAXA規程の生涯実効線量制限値は、500～1000mシーベルトです。ちなみに地上の自然放射線は世界平均で1年当たり2.4mシーベルトです。
参加者	今まで宇宙飛行士の中で症例が出た人はいますか？
五味	それは聞いたことがありません。その基準を上回って放射線を浴びたという例は今まではありません。
寺田	宇宙空間は地上に比べると被ばく量が多く、1日当たりの被ばく量は、宇宙で一日過ごす地上での半年分くらいの被ばく量になるということです。かつてロシアの宇宙飛行士が2年近く宇宙に滞在したことがあったのですが、その方も特に問題になっていないので、宇宙で被ばくしてもそれが 直接の原因によって 病気になったという例はまだありません。
【宇宙での沸点について】	
参加者	地球上では、高い所では沸点が低くなるが、宇宙の沸点はどれくらいですか？
中川	物によります。どんな物質でも圧力が低くなっていくと沸点は下がります。私たちが一番よく知っている水は、1気圧のもとでは100℃が沸点になりますが、宇宙空間で行くと「絶対温度」という単位で150Kくらい。実際には-120℃くらいで沸騰します。非常に冷たい温度で沸騰します。その場合は水と言っていますが、液体の状態がなくて、個体の氷から直接気体になるという「昇華」という特別な状態になり、沸点はとても下がります。
【有人宇宙船がロシアにしかないのはなぜか】	

参加者	アメリカのスペースシャトルの計画が終了してしまった後、その後続くものがなく今ロシアに頼らざるを得ない状態というのはなぜでしょうか。
五味	アメリカもスペースシャトルに続く計画を20年前位からいくつか検討していたのですが、予算や景気の問題もあって、ある一つの方策に決めて、スペースシャトルが退役すると同時に、それに代わる新しい宇宙船を作ろうと、きちんとした計画になるに至っていないというのが現状です。しかし、ロシアの宇宙船だけに頼るのは良くないということで、国際宇宙ステーション用の宇宙船を米国民間企業により開発中です。さらに次の段階として宇宙探査のための有人計画を、宇宙ステーションと同じ国際協力でやっという機運は出てきています。
寺田	今はロシアに特に頼っているという、ある意味危険な状況なので早くこういう状態を解決しなくてはいけないという問題意識は各国とも持っています。

【細菌がない宇宙での病気について】

参加者	地球上には細菌があるが、宇宙には細菌が無いということなので、病気などは少ないのでしょうか。
五味	宇宙ステーションの中に各国の宇宙飛行士が滞在して、健康管理をもともと非常に気を付けて行っていることもあり、宇宙空間で重大な病気になり地球に帰還することになった例は、今のところ聞いてません。ただし今後は、民間の方が、民間の宇宙船で宇宙旅行に行く回数が増えてくると思います。身体検査等はきちんとすると思いますが、船内で細菌に感染してしまうと大変なことになりますので、その辺の管理をより一層きちんとしていく必要があると感じています。
参加者	宇宙飛行士は健康状態などが万全な人が行くのでしょうか、今後私たち一般人が宇宙に行く際に健康状態に制限があり行ける人と行けない人ができるのでしょうか。
五味	アメリカの民間会社では、2500万円くらいで高度100km以上まで上昇し帰ってくる弾道飛行旅行というものが、おそらく再来年あたりから始まると思います。宇宙旅行に行きたい人は今後増加するのではないかと考えています。ただ、現在の飛行機に乗るような手軽な形になるにはもう少し年数が必要ですが、きちんとした方法ができ、ある程度の体力があるという方であれば、私は行けるようになるのではと思っています。
寺田	民間でやろうとしている宇宙旅行、宇宙までは行かないが、弾道飛行で無重量体験ができます。地球も100km位の高さから見るができるということで、これは画期的なことだと思います。その延長には本当に宇宙旅行ができる様になるんじゃないかなと、私個人的には感じています。

【国際宇宙ステーションでの実験成果について】

参加者	宇宙ステーションで作られたたんぱく質が、地球上で何かの役にたっているのでしょうか。薬などに利用されつつあるのでしょうか。
五味	たんぱく質の研究は宇宙だけでなく地上でもトレンドの研究です。宇宙を使うことにより良い薬ができるなどの期待が非常に高まっています。一般的に薬を作るには10~15年程度の歳月が必要だと言われてます。地上で作るよりも宇宙の無重力という環境の方が、分子が規則正しく並ぶということで、薬になる前段階の研究として、たんぱく質の結晶を高精度で作ることができます。代表的な例として、筋ジストロフィーの薬を作るための研究については、筋ジストロフィーの筋肉が収縮する役目を阻害するたんぱく質を作る必要があります。阻害するたんぱく質を作るのにきぼうで作った結晶が使われ、数百倍の効果があるのではないかとという結果が今のところ得られています。ただし、すぐに実際の薬ができるというわけではなく、宇宙も地上でも同じですが、10年以上という長い目で見ていただければ必ず役立つものが出てくると思っています。

【ドッキングの方法について】

参加者	国際宇宙ステーションと宇宙船は具体的にどのようにドッキングするのか教えてください。
五味	諸外国の技術、特にロシアの技術は人が介在してマニュアルでジワジワと近づいていく技術ですが、日本は人が介在しなくても自動的にドッキングできる技術を、今から 16 年前に衛星を使って実証しました。このとりが宇宙ステーション（ISS）と直接通信が可能となった時点で近傍通信システムを確立します。このとりは、ISS の下方（地球方向）から GPS を用いて 徐々に接近し、その後ランデブーセンサでさらに接近し、ISS 下方 10m に停止します。最後はISS のロボットアームで 把持されISS に結合されます。現在は多数回の経験がありますので日本の技術だけを用いて非常にスムーズにドッキングができるようになっていきます。さらには、アメリカの民間会社が宇宙ステーションに荷物を運ぶビジネスをこれから始めようとしていて、日本の近傍通信技術は素晴らしいということで、日本の技術を使おうとしています。JAXA もこれを支援しますし、日本のメーカーさんもアメリカ企業から売り上げができるのではないかと考えています。

【宇宙ステーションが地上 400km のところを飛ばしている理由と老朽化について】

参加者	宇宙ステーションを地球から 400km のところを飛ばしている理由と、サッカー場ほどの大きさがあるということですが、老朽化した時に燃え尽きずに地球に落ちてくるということはないのでしょうか。
五味	なるべく地球に近い方がロケットで人・物資を運ぶのに都合が良いです。ただし、あまり近くとすぐに落ちてきてしまいますので 400km というところが安定して運用ができる高度だということになります。400km のところで回っていても、少しずつ地球に近い地点（近地点）は落ちてはきますので、自然に落ちてきたら、また 400km 以上のところまで上げるということを繰り返しています。サッカー場ほどの物が落ちてくることについては、アルミニウムの合金はほぼ燃え尽きますが、チタンなど燃え尽きないものの中にはありますので、落とす場所をきちんとコントロールすることが重要です。これは宇宙ステーションだけではなく 1m くらいの衛星であっても、チタンのタンクなどは燃え尽きずに落ちますので、うまくコントロールして人が住んでいない海上に落とすテクニックが必要になります。特に宇宙ステーションの場合は構造が大きく、燃え尽きずに残る可能性が高いのでその辺の検討は、重要なアイテムになると思います。
寺田	国際宇宙ステーションを作る核・基盤になったロシアのミールという実験室があり、その実験室を拡大して今の宇宙ステーションができています。このミールは、大きさはサッカー場ほどではなく家一軒より少し小さいくらいだと思いますが、宇宙にあったものを老朽化したため安全に地球に落とすという例があります。おそらく現在の宇宙ステーションもいつかは老朽化して地球に落とす日が来るとは思いますが、その時には安全に地球に落とすことになると思います。

【このとりの廃棄ミッションと宇宙ゴミについて】

参加者	1 つ目はこのとりについて教えてください。日本から物資を宇宙ステーションに運んでいますが、逆に宇宙ステーションでの廃棄物、例えば宇宙食の容器や衣服などを詰めて落とすという利用はされているのでしょうか。2 つ目は、宇宙にはたくさんのごみが浮遊しているとお聞きしていますが、地球から 400km 位の範囲だと、そのようなごみはあまり気にしないで飛行できるのででしょうか。今後宇宙のごみを回収するということは必要になってくるのでしょうか。
五味	このとりの廃棄のミッションについてですが、このとりは物資を運ぶと同時に 1 か月程ステーションに係留をしておき、ステーションの廃棄物、衣服や終了した実験機器などをこのとりの中に入れ、地球に再突入をさせて、このとり本体と一緒に燃やします。そういうミッションも負っています。その発展形として、燃やさずに例えば生物を地上へ回収したり、作っ

	<p>た合金を地上で検証したりなど、比較的小さなものを回収するミッションを研究しているところです。宇宙のごみはスペースデブリと呼んでいます。スペースデブリは昨今かなり問題になっています。有人ミッションですとデブリが当たって宇宙船が破壊されると人命に重大な問題になります。例えば10センチ以上の大きなデブリについては観測をし、それがステーションに近づいてくるといった情報があった場合はステーション自身の軌道を変えています。日本の一部の地球観測衛星なども、大きなものが当たりそうになった時はその衛星の軌道を一時的に変更してゴミが行き過ぎた後、元の軌道に戻すということをやっています。1センチ以下くらいの小さなデブリですと、宇宙ステーションの周りはデブリダンパーといって、小さなものがあっても貫通しないような構造になっています。そこでデブリは食い止められます。大きなものはステーション自身を移動させ、小さなものは当たっても大丈夫なようにもともと設計してあるということになります。</p>
寺田	<p>デブリの回収については日本も含め各国でも回収についての取り組みをしています。回収といっても地球に落とすということになると思います。</p>
【宇宙ステーションでの研究について】	
参加者	<p>宇宙ステーションでは筋ジストロフィーや骨粗鬆症などの研究を行っており、それ以外は割と基礎研究に力を入れているという印象を受けたのですが、これら以外に特定の疾患をターゲットとして研究をしていたり、今後していく予定がありましたら教えてください。</p>
五味	<p>筋ジストロフィーが一番先行してやっているものですが、アルツハイマーなどのたんぱく質関連、あとはiPS細胞関連の実験をステーションの中でやってみたらどうかというアイデアもあります。そちらも徐々に進めていきたいと考えています。</p>



「何が今の宇宙を作ったのか」

名前	内 容
【なぜ太陽は燃えているのかについて】	
参加者	宇宙には酸素がないのに、なぜ太陽は燃えているんですか？
中川	太陽は燃えているとよく言われますが、酸素を使って燃えているわけではありません。酸素を使って燃えることを「酸化反応」といいますが、太陽は酸化反応ではなく、「核融合反応」というもので燃えています。核融合反応にはいろいろな反応があるが一番基本となっているのが水素。水素原子が集まりヘリウムになるときに出てくるエネルギーを使って燃えています。酸化反応とは全く別の反応なので酸素なしで燃えることができるということです。これは酸素を使った反応よりもはるかに効率の良い反応です。
【宇宙は小さくなることはあるのかについて】	
参加者	宇宙は大きくなっていると言っていました、小さくなることはあるのですか？
中川	答えは「わかりません」。ただ、あり得ます。どういうことで決まるかということ、今宇宙が広がっているエネルギーに対して、宇宙の中に入っている物の量、これが宇宙の重力を決めているのですが、これのどちらが勝つかということで、宇宙の将来の運命は決まります。我々は宇宙にどれだけのものがあるかということ調べてようとしています。最近の観測で、宇宙は「ダークマター」という目に見えないものが大多数だということがわかっていて、調べてようとしています。更にもう一つ、「ダークエナジー」というものが登場して、これはむしろ宇宙の膨張をより加速させるということもわかってきています。というわけで、今のままだとおそらく縮まないと思いますが、ちょっとまだわかりません。また戻ってきてつぶれてしまうと高温になって、地球も太陽も何もかもなくなってしまう超高温の世界に戻るが、それにはかなりの時間がかかるのであまりそれを心配する必要はないと思います。ですが、現在ではつぶれるかどうかはわからないというのが正直なところです。
【ブラックホールとは何か／100 億年後の地球 について】	
参加者	1 点は、ブラックホールとは何かということ。2 点目は、100 億年後の地球はどのようなになっているかお聞かせください。
中川	まずブラックホールは何かということですが、ブラックホールというのは非常に高密度の天体です。先ほど人工衛星の話がありましたが、地球の周りだと人工衛星は秒速 8km で飛んでいて、秒速 8km より遅いと地球に落ちてきてしまいます。非常に直感的に言うと、どんどん質量・大きさを増していくと、秒速 8km が秒速 30 万 km すなわち光速、光の速さに達します。残念ながら今の私たちの知ってる物理では光速より早いものは存在しませんのでその光速まで達した段階になると全てのもの、光さえも飲み込んでしまう状態になるということが予想されています。それがブラックホールです。ブラックホール自身が存在することはほぼ確実です。ブラックホール自身は見えないが、その周りを物が動いていると、その物の動きからブラックホールの存在を知ることができます。ブラックホールには大きく分けると 2 種類あります。1 つは星くらいの重さのブラックホールで、太陽よりも少し大きな星が最後に死ぬ時にできると言われています。もう 1 つは全く違う種類のブラックホールで、私たちの銀河系の中心には太陽の質量の 300 万倍のブラックホールが存在していることはほぼ確実です。この超巨大ブラックホールというのはどうやって作るのかはまだわかりません。ただし存在することは確実です。もう 1 つの質問、100 億年後に我々の地球はどうなっているかというのは、理論的に良くわかってい

ます。人間が世界平和を考え戦争を起こさず文明が流れたとしても残念ながら 100 億年後に地球は消滅しています。それはなぜかという太陽のせいです。太陽は G5 というタイプの星で 100 億年という寿命があります。現在すでに 50 億年通過しており壮年期にあたります。したがってあと 50 億年経つと太陽は死にます。太陽が死ぬとアンバランスになって、今の 100 倍位の大きさに膨れ上がり私たちの地球を飲み込んでしまいます。その先は周りも吹き飛ばして爆発を起こします。こうなることはほぼ確実です。したがって人間としては少なくともあと 50 億年の間にはどこかに移住することを考えないと確実に滅びます。

【熱はブラックホールに吸い込まれるか／なぜ宇宙ステーションは自然に落ちて来るのか について】

参加者 熱はブラックホールに吸い込まれることはありますか。もう 1 点は、高度 100km 以上のところだと空気がなく、邪魔するものは無いと思うのですが、なぜ宇宙ステーションは高度 200km 位の所だと地球に落ちてきてしまうのですか。

中川 1 つ目のブラックホールは熱を吸ってしまうかという質問ですが、「吸います。」逆説的な話をするとアインシュタインの相対性理論を聞いたことがあるかもしれませんが、ものは重さに応じた静止エネルギーを持っています。そのエネルギーのうち何%のエネルギーを取り出すことができるかがエンジンの効率になります。私たちが知っている一番効率の良いエンジンは「核融合反応」で、これは静止エネルギーの 0.5%程のエネルギーを取り出すことができます。私たちの日常でこれを実現しているのは水爆で、核融合という形で発電に利用しようとしていますがまだ成功していません。一方ブラックホールは、静止エネルギーの 10%程のエネルギーを放出できるので、まだ誰も使いこなせてはいませんが人類が知っている最も効率の良いエンジンになるはずはです。

五味 2 番目の質問についてですが、250km 位まで落ちてくると 1 週間程で人工衛星は落ちてきてしまうと申し上げました。ご質問の通り、100km 以上のところはほとんど空気はありません。200～250km 程の近地点まで落ちてくると、地球の重力に回るエネルギーが耐え切れなくなって、地球に落下してしまいます。これは人工衛星でも単なる金属や物であっても同じで、通常の衛星は 350km 以上のところに置いて常にコントロールとしています。低ければ低い程コントロールする回数が増えるので、衛星を作る側としては難しくなります。

【重力レンズ効果について】

参加者 赤外線というのも重力レンズ効果を逃れられないと思うのですが、赤外線で見たとときの重力レンズを通した画像を科学雑誌などで見たことがなくて、どんなふうに見えるのかとても興味があります。

中川 重力レンズ効果を受けます。重力レンズ効果とは何かというと、光は空間の場に沿って作るので重力が強い所は空間の場が曲げられるので光が真っ直ぐ来ないで曲がるという効果です。そのために遠方にある天体が途中でレンズがあるかのごとく増光して観測されます。絵としては、重力レンズがあると、その背景の天体が「アインシュタインリング」というリングを作ります。まっすぐだとアインシュタインリングになり、傾くとそのリングがおかしくなりますが、これはどの波長でも起きます。したがって可視光線であれ何であれ、赤外線でも同じことが起こります。更に非常に大切なことは「増光される」ということで遠方天体を観測するうえで非常に有効な手段になります。人類が何か考えなくても自然界が自分で望遠鏡を作ってくれるようなものなので、天体観測にとって、とても有効なツールです。

参加者 ちょうど一直線上にある場合は綺麗なリングになると思うんですが、例えば内側が明るくなって外側が暗くなるか、その逆なのかということを知りたいんですが。

中川 重力レンズというのはすごく収差をもったレンズなので、なかなか簡単ではないですけども、

	<p>レンズ効果を受ける天体の構造にも依存します。それから途中のジオメトリー、どのように並んでいるかにも依存するので今おっしゃったどちらの場合もあります。</p>
<p>【ブラックホールは死ぬのかについて】</p>	
参加者	<p>ブラックホールは死んでしまうのですか？</p>
中川	<p>ブラックホールが蒸発するという理論はあります。有名なホーキングという先生が言っていることですが、これは残念ながら観測的には実証されていません。なので正確な答えはわかりません。</p>
<p>【赤方偏移について】</p>	
参加者	<p>銀河は 135 億年ほど生きているが、16 赤方偏移というのを最近聞いたのですが、同じ値があるときに重力によって起こっているのかどうかわかるものですか？</p>
中川	<p>赤方偏移とは広い意味で、もともと出た光に対して我々が観測する光が変わるというものです。もともと出た光に対して我々が観測する光が変わると言った時に、日常生活でよく知っているものはドップラー効果と呼ばれるものです。ドップラー効果とは救急車が我々に近づいてくるときには高い音で近づき、遠ざかるときは音が低くなるというものです。天体の場合も個別に動いているドップラー効果でも赤方偏移を起こします。それに加え空間自身が広がっていくことで赤方偏移が起きます。自分自身が重力を持っていると重力赤方偏移も起こします。それら全部が重なります。端的に区別できるかという、一つの天体を観測したのではわかりません。どうすればよいかという、例えばドップラー効果の場合は何かという宇宙膨張に対して個別の銀河が勝手気ままに動いている。例えば私たちの銀河系もマクラスターというところに向かっている秒速 300km くらいで落ちこちたりしますが、そういった勝手に動いていることを固有運動というのですが、それは勝手気ままにランダムに出て来るでしょう。それと、重力赤方偏移もローカル型の重力で決まるので勝手気ままに出て来るでしょう。それに対して宇宙膨張による効果というのは、宇宙のいたるところすべて同じに出てくるはずということの仮定でたくさんものを測定することによって平均的にその差を区別しているというのが現実です。</p>
<p>【ブラックホールに吸い込まれたものについて】</p>	
参加者	<p>ブラックホールに吸い込まれたものというのは最終的にはどうなるんですか？</p>
中川	<p>わかりません。ごめんなさい。いろんな異論はあります。観測的には現時点で言えることは吸い込まれたら終わりです。その先はどうなるかはわかりません。</p>
<p>【アンドロメダ銀河が 50 億年後に私たちの銀河とぶつかるかについて】</p>	
参加者	<p>アンドロメダ銀河が 50 億年後に私たちの銀河とぶつかるという話がありますが、それも赤方偏移ですか？なぜそのように近づいてくるのかということをお聞きしたいです。</p>
中川	<p>宇宙は全体として平均的に膨張しています。膨張しながらも各々の銀河は勝手気ままにその中を動いています。アンドロメダ銀河は宇宙の中ではすぐお隣です。宇宙膨張の効果はほぼ関係なく、個別に動いている効果がほとんどです。アンドロメダ銀河もそうですが私たちの銀河系のすぐそばには大マゼラン雲と小マゼラン雲というのがいるのですが、これは私たちの銀河系の中を何回も潜り抜けたということが軌道計算で分かっています。というわけで宇宙の中で見ると銀河の大きさと、銀河と銀河の間の距離というのはそんなに差がありません。銀河の大きさに比べて、銀河と銀河の間の平均的な距離は 100 倍くらいのため勝手気ままに動くとかかなりの確率で宇宙の中で銀河どうしはぶつかります。実際ぶつかっている銀河はいたるところで見つかっています。ただし、銀河の中にある星自身は、非常に小さくて、例えば、ここにある 10 円玉が太陽だとすると、隣の恒星は、仙台ぐらいにある 10 円玉になります。なので、銀河と銀</p>

	河がぶつかることはあっても星と星がぶつかることはまずありません。申し上げたかったのは、銀河はそれぞれが勝手に動いているため、ある確率でぶつかるということです。
【地球から国際宇宙ステーションは見えるか／現在日本で運用中の衛星の数 について】	
参加者	1 つ目は、国際宇宙ステーションがサッカー場位の大きさとのことですが、地上から見ることはできますか。もう 1 つは、現在運用中の人工衛星約 1000 個とありますが、そのうち日本で運用しているのはいくつありますか。
五味	国際宇宙ステーションは見えます。他の人工衛星と同じく、人工衛星よりも大きいので肉眼で見えます。地球 1 周 90 分ですので地平線から地平線まで 10 数分間かけて見えます。軌道によって日本で見える時間帯と見えない時間帯があります。そこは JAXA のホームページで、現在は情報が途絶えていますですがすぐに公開しますのでそちらをご参照ください。
寺田	これまで日本は 160 個程の衛星を打ち上げて、寿命が尽きて死んでいるものがその半分以上ありますが、現在運用中のものは 54~55 個くらいだと思います。
参加者	国際宇宙ステーションは南北どちらからきますか？
寺田	赤道面に対して 55 度の角度で回っています。昼夜いろんな時間帯で南から北、西から東に横切るケースその逆のケース、いろいろありますので、東西どちらからかというのは言い切れません。宇宙ステーションが見える時間帯については通常 JAXA のホームページで紹介しています。現在は情報が公開されていませんが、間もなく情報を公開していけると思いますので、そちらをご覧くださいと具体的に何時何分どちらの方向で見えるというのが分かるようになると思います。
【SPICA について】	
参加者	SPICA についてですが、どのくらいの画素数でどのような装置を使っているのでしょうか。
中川	一番画素数の多いもので 2000×2000 なので 400 万画素相当です。画素数だけで行くとその辺の 1 万円のデジカメに負けますが、感度では圧倒的に高いものになります。どういう検出器かというと、可視光線であればシリコンで作った CCD もしくはシーモスセンサーというものが一番感度が良いものとして多く使われるのですが、赤外線の場合はそれに加えていろいろ面白い検出器が使われます。SPICA が初めての試みとして使われる検出器の 1 つに TES (トランジェントエッジセンサー) という検出器があり、これは物体が超伝導と常伝導の間を行き来するときに非常に大きな抵抗の変化を示すというものを使うセンサーで、非常に将来性が高いと言われており、宇宙用としては SPICA に初めて搭載されます。
【SPICA が見つけるものについて】	
参加者	SPICA についてお尋ねします。ハッブル宇宙望遠鏡などで 133 億年ほど昔の星が見つかると思いますが、それよりも昔の星を見つけに行くとなると理解して良いのでしょうか。
中川	一番最初に生まれてくる生の星を見つけるのはハッブルの方が得意ですが、星は生まれてすぐに塵に隠されてしまいます。そういった塵に隠された、コンタミネーションが起きてしまった星をとらえるのが SPICA の一番得意なことです。本当に一番先端まで行くという、時間だけのワールドレコードという意味ではもうすぐ NASA が打ち上げる JWST というのが SPICA よりも性能が良いと思います。ただし、JWST は裸の星は見つけられるけれども、塵に隠された星になると SPICA の独壇場になります。
【太陽の燃え方／放射能 について】	
参加者	太陽は水素とヘリウムで燃えているとおっしゃっていましたが、ありとあらゆるものを含んで燃えているという言い方をしても良いのでしょうか。

中川	それは残念ながらあまり正しくはないです。実際燃えているのは非常に正確にいうと2つの燃え方をしている、一つは「pp チェーン」といって、水素と水素が結合してヘリウムになる。そこにはそれ以外の窒素酸素炭素などの物質は一切介在しておらず水素だけです。水素だけが燃えることができ、ヘリウムは燃えカスです。
参加者	放射能は消滅するまでに何万年もかかるということを知ったんですが、ウランなどを石の中に閉じ込めてしまえば、放射能などは人間に対して毒性の物にならないような気がするんですがいかがでしょうか。
中川	放射能と言われているものが何かというと、いろいろな元素の中の不安定な元素が別の元素に変わるときに出す、ガンマン線、エックス線、アルファ線といわれるものです。これらは極めて透過率が高く、石の中に閉じ込めることができません。外に出て行ってしまいます。放射能が悪いものなのかという点ですが、私たち自然界の中に放射線というのは満ち満ちています。自然放射能といわれるものが実際にあり、ここから先は議論がありますが、私たちが進化してきたのも、遺伝子が組み変わったりしてきたことで、その中でも放射線はある程度の役割を果たしているのではないかとされています。もちろん過度の放射能は極めて危険なものですからもちろんダメですが、我々は完全に放射能フリーの世界に生きていけばいいのかというと、そうではないという微妙なところに我々は生きているんだと思います。
【植物が発生した時期について】	
参加者	地球の成り立ちについて、最初は酸素が無いということを知りました。酸素ができたのは植物が発生してからとお聞きしたのですが、植物が発生した時期というのはお分かりでしょうか。
中川	いろいろな説があるのですが、まだみんなが合意した説というのはありません。これは天文学のみならず生物学の大きな問題で、物質と生物の間にはものすごくはっきりとした差があり、生物には自己複製できるという物質には全くない性質を持っています。それがどうしてどのように発生したかは、わかればノーベル賞がいくつももらえると思います。すみません、まだわかりません。
【放射性炭素年代測定について】	
参加者	放射性炭素年代測定について教えてください。
中川	いくつか仮定があるんですが、数千年というタイムスケールで使われているのは炭素の同位体で、炭素は普通の状態で原子量が12という状態なんですが、それに対して実際に使われているのは化合 Forteen という14になっているものです。それが時間の中で半分減っていくというタイムスケールを持っているものでして、いろんなところで混ぜられている部分には炭素の12と14の比というのがある程度一定だが、例えば木の中に閉じ込められるとか何かに閉じ込められるとその時点で炭素12と炭素14の比が固定されて、炭素の14は減っていくだけだという仮定のもとで、どれだけ炭素の14が残っているかということから決めているというのが年代測定法です。
【なぜ銀河はブラックホールに吸い込まれないのかについて】	
参加者	銀河の真ん中にブラックホールがあるという話でしたが、銀河はなぜブラックホールに吸い込まれないんですか。
中川	ブラックホールがありとあらゆる距離までもものを吸い込むかということ、吸い込みません。ブラックホールも自分の領域、領分というのがあるって、重力で決まる自分の領域の中のものすべて吸い込むことができますが、それより外側は、ある程度高速で回っていれば吸い込みません。どんなに高速で走っていてもブラックホールに吸い込まれてしまう部分というのを「事象の地

	<p>平線」と言いますが、その大きさというのがブラックホールの質量で決められるシュヴァルツシルト半径というのですが、その内側に入るすべての物は吸い込みます。ですがその外側の物はある程度の速さで動いていれば吸い込まれません。</p>
<p>【宇宙開発の予算について】</p>	
参加者	<p>少し角度が違いますが、予算についてお尋ねしたいと思います。日本の宇宙開発の予算はアメリカの1/10という説明がありました。日本の宇宙予算はこれだけ必要性の高い研究なのになぜ少ないのか。その原因は日本の経済に由来するのか、宇宙開発機構の予算の獲得技術が悪いのか、国民として予算獲得するのに力になれることがあるのか、そういうことを疑問に感じましたので率直にお答えいただきたいと思います。</p>
寺田	<p>最後に非常に大事なご質問をありがとうございます。よくタウンミーティングでは、国民に宇宙開発の重要性や意義をちゃんと説明しきってないんじゃないかというお叱りをうけます。それはまさに広報部の仕事であり、宇宙開発がいかに意義があることかということをもっと伝える必要があると感じています。そのうえで国民の皆様が支持の声を上げてくれれば、その声は政治家に伝わり、財政当局にも伝わって予算が伸びていくのかなと思っています。タウンミーティングも、国民の皆様一人一人に宇宙開発の意義を伝えていく広報活動の一環ということで、たくさんの方に集まっていただき意見交換させていただくことが我々の力になり、また、次の広報活動にもつながることになります。ご指摘、ありがとうございました。</p>
中川	<p>大変力強いお言葉をありがとうございます。年間約2000億という金額は決して小さくないお金で、私たち宇宙開発に携わっている者も悩みます。例えば大震災が起きた時に、堤防を作る方がロケット作るより大切ではないかと思うことはあります。だけど、国家100年の計にたち日本という国が矜持をもって世界に対して誇れる国であるか。誇れるというのは、我々の世代もそうですし、次の世代を担う人たちが、日本にいればこんな面白いことができる、飯田にいれば、多摩川精機みたいにおもしろい会社があって、こんな面白いことに貢献できると思えるかどうか。自分自身の国、地方をどれくらい誇りに思うことができるかどうか、そういう意味で宇宙というのは非常に大切なものを持っていると思います。宇宙開発に携わることは一言でいえばやはり面白いです。非常に毎日ワクワクします。その気持ちをできるだけこういう機会を通して皆様と共有させていただければと思います。</p>