

宇宙で必要なエネルギーの確保

◆この研究のねらいは？

人工衛星や探査機、ロケット等は地球から旅立つ瞬間から自活してエネルギーを賄わなければなりません。そのためには、必要な時に必要なだけ電力を供給するための電池が必要になります。

宇宙探査がスタートした1960年代には、原子力電池や燃料電池を使った探査が主流でしたが、その後、太陽電池の普及とともに二次電池が多く使われるようになりました。二次電池は1990年代まではニッケルカドミウム電池やニッケル水素電池が多く使われていましたが、少しでも軽くするために、今ではリチウムイオン二次電池が使われるようになってきました。

エネルギー・デバイスを少しでも軽く、また高性能にして宇宙探査に貢献する研究を進めています。

◆主な研究テーマは？

僕たちの研究室では、リチウムイオン二次電池や燃料電池の宇宙利用について、研究しています。

特に、燃料電池では、微小重力になる宇宙で使いこなすためのシステム試作や、水電解機能との複合化による再生型燃料電池の研究を行っています。

今では宇宙用蓄電池の主流になってきているリチウムイオン二次電池ですが、実は宇宙での利用が始まったのは2000年代に入ってからです。

リチウムイオン二次電池の場合には、高真空で微小重力となる宇宙で使えるかどうかの判断も大切ですが、実際には飛んでからの「運用」で、引き出せる能力が大きく変わります。

2005年に打ちあげられた「れいめい」では地上の民生用リチウムイオン二次電池を使用したバッテリーも使われています。「れいめい」では、詳細な電力管理を行い、既に10年近い年月にわたり衛星を運用し続けることに成功しています。そのためには、電池の内部状態を理解し、何が出来て何が出来ないことなのかを判断できることが重要です。その判断力は、普段の研究を通じて、経験的に身につける必要があります。



打ち上げ前の「れいめい」衛星

◆どこがどうスゴイ？

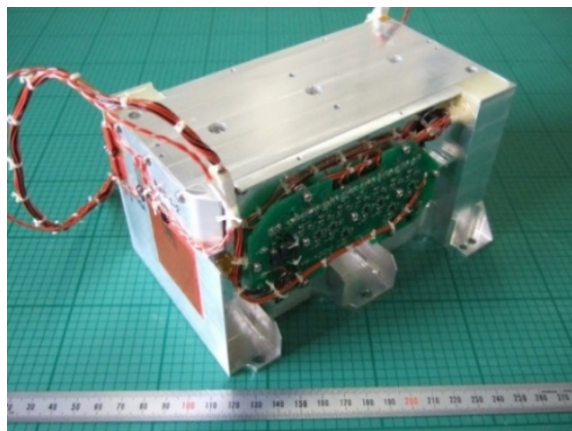
「はやぶさ」では、搭載されていたリチウムイオンバッテリーが故障してしまいました。宇宙空間でこれを修理しカプセルの蓋を閉めました。リチウムイオンバッテリーを宇宙で修理した例は「はやぶさ」以外にありません。

前述の「れいめい」衛星ですが、打ち上げてから既に12年が経ちました。繰り返している充放電の回数は70,000回近くになります。みなさんが使う携帯機器の電池はだいたい1,000回くらいの充放電に耐えるように製作されています。その70倍近くにわたり性能を維持し続けているのが、宇宙研の「運用技術」です。

今、宇宙で電池を使うに際して、国際的な約束事が決まりつつあります。電池はエネルギーの缶詰ですので、不測の事態では衛星を破壊する要因にもなります。寿命末期に、宇宙空間の電池に何が起って、どう対処するべきかを決めていかなければなりません。

実は、「れいめい」は、この指標となるデータを取得できる世界で唯一といっている良い衛星となっています。欧州の複数の宇宙機関や、国際標準化作業を進める組織等から、「れいめい」バッテリーのデータの開示や、解析への協力申し入れが寄せられています。

電気がなければ始まらない。常に縁の下の力持ち。きちんと動いて当たり前。その当たり前の存在であることこそ、誇りをもって、頑張れ、小さな電池達！



「れいめい」搭載 リチウムイオンバッテリー



◆関係者から一言

宇宙機応用工学研究系の曾根理嗣(そねよしつぐ)です。趣味はサッカー、ジョギング、バイク、料理です。好きなデバイスは電池。好きな言葉は「エネルギー充填、120%」。

◆もっと詳しく知りたい人のために
ISAS メルマガ

<http://www.isas.jaxa.jp/j/mailmaga/index.shtml>

(1-7) 宇宙エネルギー技術－電池から地球環境まで

宇宙エネルギー技術から 環境制御技術への貢献

◆この研究のねらいは？

「オデッセイ」という邦題の映画があります。原作となった小説のタイトルは「火星の人」という作品です。

火星に一人取り残された宇宙飛行士が、生き残るためにいろいろな工夫をします。水は？食料は？自分の吐いた二酸化炭素はどうやって処理するのか？そのすべての作業にはエネルギーが必要となります。

太陽は、光エネルギーという大きな恵みをくれます。また、大気と重力があれば太陽が与えてくれる熱エネルギーは風を生み、これもエネルギーの源になります。

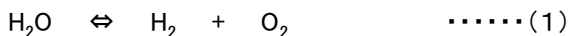
でも、こうして生み出されるエネルギー源をどうやって持ち運ぶか、どうやって貯めるのか。宇宙では、目的に応じたエネルギーの活用を考えなくてはなりません。

JAXAでは、調布航空宇宙センターのチームが中心となり、閉鎖環境での生命維持の研究を進めてきました。宇宙科学研究所の私たちの研究室では、彼らと一緒に、その技術の高度化、高効率化や、次世代のための有効な技術の探索を進めています。

◆主な研究テーマは？

ヒトは、食べ物を食べて、酸素と反応させて分解するときにエネルギーを取り出しています。この基本的な代謝という作業は、地球が水に恵まれ、大気中に酸素が豊富な世界であったことから、生き物が身に着けた基本動作なのでしょう。

では、宇宙ではどうするのか？食べ物は持っていか、現地で作るしかない。酸素はタンクに詰めて宇宙に持って出る場合もありますが、それではとても効率が悪くて、持ち運べる量に限りがある。例えば国際宇宙ステーション(ISS)では、水の電気分解で酸素が作られています。



酸素ができるときに、一緒に水素ができます。水素はヒトの代謝にはあまり役に立ちません。その一方で、ヒトは酸素を吸って二酸化炭素を吐きます。この二酸化炭素は水素と反応すると水とメタンを生み出します。

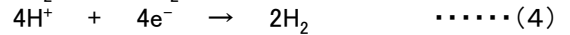
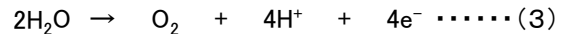


これは、サバチエ反応と呼ばれる反応です。宇宙では、今、この反応を使って、閉鎖環境で生命を維持する際の持続力(サステナビリティ)を向上させる検証がすすめられています。

◆どこがどうスゴイ？

僕たちは、今、これらの反応の高度化を進めています。みなさん、驚かれるでしょう。だって、式(1)は、中学校で習う水の電気分解です。「何が難しいのか？」って、思いますよね。

式(1)は実は二つのステップを踏んだ反応です。(ここでは、酸を電解質として使用する場合を示します。)



一番難しいのは、気体と水の分離(気液分離)です。宇宙では重力がほとんど働かなかつたり、あったとしても地球に比べて小さかつたりします。そうすると、作ったガスと水が混じりやすくなります。

水を電気で分解して水素や酸素を作るので一般的な水電解ではどうしても液体の水とガスが混じった状態になりやすくなってしまふ。

今、僕たちは液体の水の混入の少ない、できるだけ乾いたガスを発生させる水電解方式を研究しています。

更に、僕たちは、この時に作られる水素を式(2)のサバチエ反応を使って水に変換したいと思っていますが、このサバチエ反応にとっても液体の水を含まない水素が作れることは、反応効率を高く維持するためにはとても大事なことなのです。

乾いた酸素と乾いた水素を作り、サバチエ反応と電解のウィンウィン関係をつくるのが、僕たちの研究の大事な柱です。

さてここで、式(2)には、もう一つ大事な要素があります。僕たちは水がほしくてサバチエ反応を利用しようと考えてきましたが、実は水と一緒にメタンが生成します。

メタンは、僕たちが日常生活で燃料として使っている天然ガスの主成分でもあります。太陽光や風車等、いわゆる再生可能エネルギーを使って電気を作れば、二酸化炭素からメタンという燃料を合成できる。即ち、化石燃料を燃した結果としてできた二酸化炭素から、再度化石燃料を再生することが可能になる。

そんな時代を招き寄せるべく、JAXAは、富山大学や九州大学と連携して、JST CRESTの事業に参画し、地上応用技術として研究開発を進めています。

ところで冒頭の火星ですが、実は極冠のところに二酸化炭素が固まった状態で存在することが知られています。人類が火星を開拓するとき、僕たちの技術は、酸素製造はもちろん、火星でのエネルギー資源を生み出す切り札になるかもしれません。

