

## 宇宙へのあこがれを誘う微小重力実験

山本 明利 神奈川県立湘南台高等学校, 252-0805 神奈川県藤沢市円行 1986 番地

### 1. 恰好の物理教材—宇宙

生徒の宇宙への関心、あこがれは極めて強いものがある。筆者は高等学校の教壇に立っているが、やはり地上のありふれた現象の話よりは、宇宙ネタの方が生徒の関心が高く受けがよいので、折にふれて天文の話や宇宙開発の話題などを持ち出して、興味づけを行う。生徒の心理としては宇宙飛行士という選ばれたヒーローへのあこがれもちろんあるが、映像を通して見るいわゆる「無重量」という不思議な世界への好奇心は尽きないようだ。生徒を引きつけ物理学の世界へいざなう……宇宙は恰好の物理教材である。

しかし彼らはともすればそれを全く別世界のこととして自分の住む地上の環境や一般的な物理法則と切り離して考えてしまう傾向がある。そもそも宇宙では物理法則が全く異なるかのような錯覚……例えば宇宙ではすべてのものが重さを失うので、どんな大きなものでも軽々動くとか、無重力と真空を混同するとかいう勘違いをしがちなのである。

彼らは望んでもそれを実際には体験できないのだから、そうした錯覚は無理もないと言えるかもしれない。しかし、重力や大気のないプレーンな物理空間を正しくイメージできることは物理的思考の原点だから、この誤解を解くことは実は物理教育上極めて重要な意味をもつ

だと思う。

### 2. 教室内で微小重力実験

生徒の頭の中で、地上と宇宙を結び付けてイメージさせるにはどうしたらよいか。何とか宇宙を身近なものとして認識させたいと考えて筆者が授業で行っている実験教材の一つをご紹介します。物理II「慣性力」の単元での、重力に身を任せて落下している観測者は無重量を体験する、という実験である。詳細は参考文献<sup>1),2)</sup>に報告したがここでも概略を記そう。

市販の小型 CCD カメラにビデオトランスミッターをつないで、実験箱の内部にセットする(写真1)。カメラがとらえた映像はビデオトランスミッターにより UHF 電波で送信され、近くにあるアンテナで受信されて教室内のテレビに映し出される(図1)。これを実験箱もろとも落下させれば、落下の瞬間、箱の内部が微小重力状態になるのが観察される。

北海道や岐阜県にある落下塔施設と同じ原理である。天井の高さたかだか 3m の教室内では、落下時間は 1 秒にも満たず、つかの間の「ミニ宇宙」にすぎないが、映像はビデオに録画してあとからコマ送りでゆっくり観察することができる。

写真2は3年生の授業中の実験風景である。代表生徒が教卓上にのぼって天井付近から実験箱を落下させる。

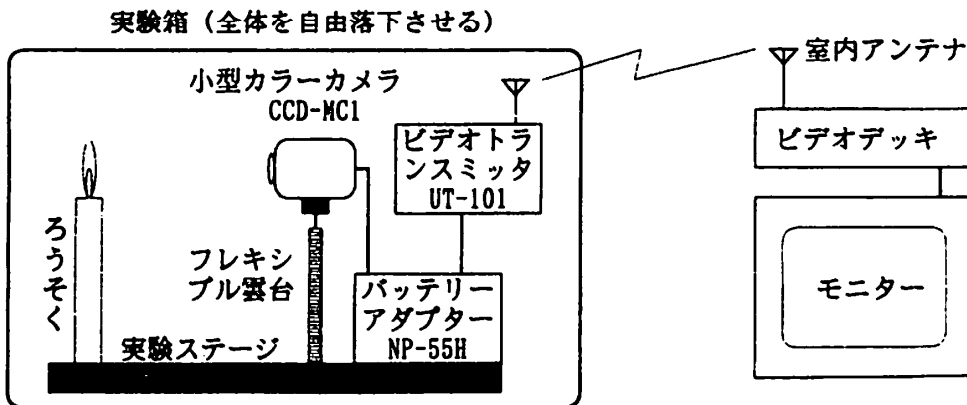


図1 微小重力実験装置の構成

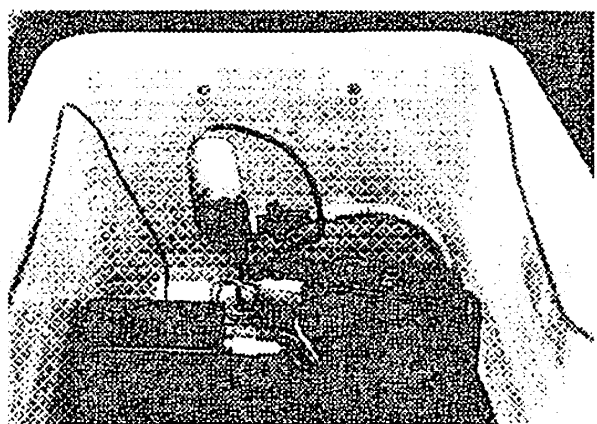


写真1 小型カメラ（中央）とトランスミッター  
（左）実験時には緩衝材で保護する

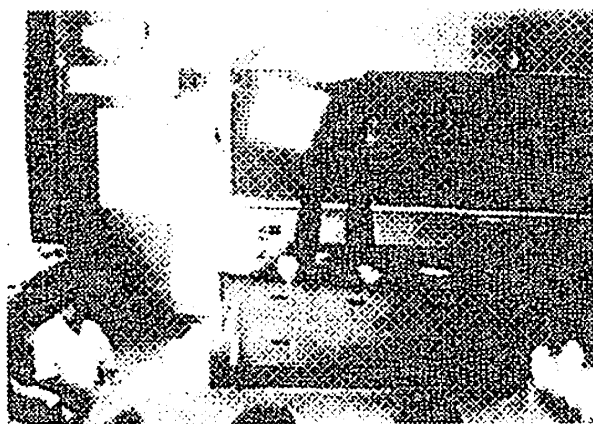


写真2 授業での実験風景（ビデオ画面より）

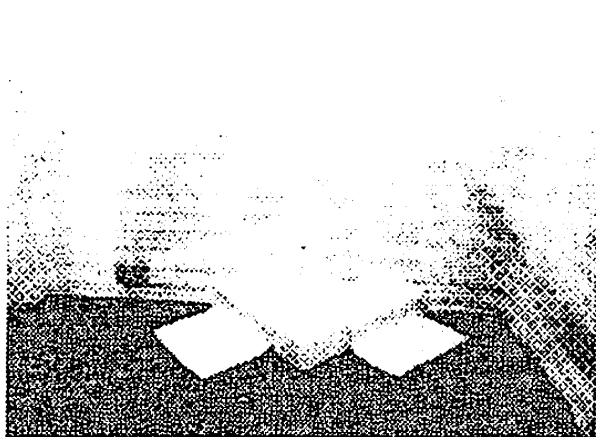


写真3 落下直後の単振り子

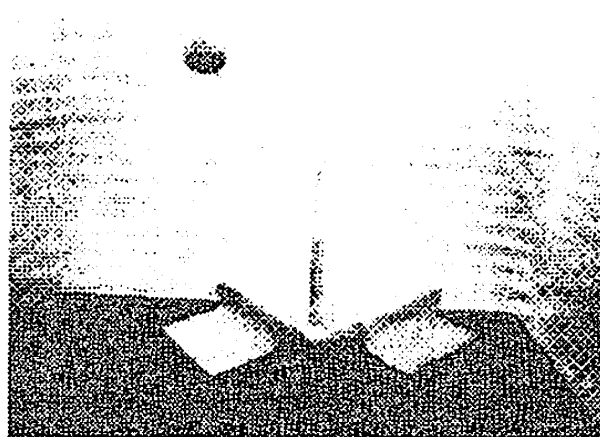


写真4 落下中の単振り子（等速円運動する）



写真5 落下前の炎

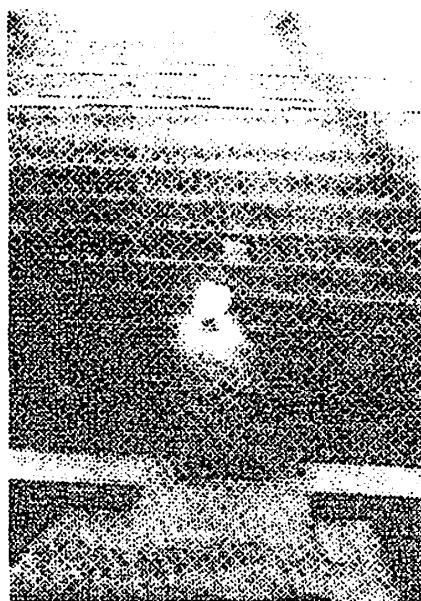


写真6 落下中の炎



写真7 急減速時の炎（長く伸びる）

下では数名の生徒が空中にシートを広げてこれを受け止める。実験箱の中には振り子やろうそくをとりつけ、内部の様子をそばに置いたテレビで観察し、ビデオに録画しながら実験を進める。この体験を通じて生徒は目前に「ミニ宇宙」が実現していることを実感し、同時にそれが自分たちが日ごろ経験している世界と質的に異なることを肌で悟るのである。

写真3~7はこの実験で得られた画像である。振り子は落下開始時の速さのまま等速円運動に移行する。たまたま速度0の時に落下が始まれば、空中で傾いたまま静止するようすが見られる。一方、ろうそくの炎は落下中極端に縮み、丸くなる。微小重力のもとでは対流が起こらず、酸素の供給が不足するからである。実験箱が下で受け止められるときには、逆向きの加速度のために大きなみかけの重力を生じ、強い上昇気流で炎が一瞬長く伸び、吹き消される。

以上の実験は、実際の宇宙実験や、落下塔実験、それに青少年プログラム委員会が行った飛行機のパラボリックフライトによる実験に比べ、まことにささやかでけなげと言わざるをえない。しかし、自分たちの手で実験を行い、自分たちの目の前で起こっている現象をリアルタイムに別の立場からも観察して比較することで、生徒たちは宇宙船内で起こっていることが特殊な現象ではないことを理解できるようになる。ここで生徒は重要な一つの階段を登るのである。

### 3. 宇宙を身近なものに

さて、我が国の国民には、宇宙開発、中でも有人宇宙飛行はアメリカやロシアが行なうもので、日本の出る幕ではないというビハインドな意識が潜在している。宇宙は空間的にも遠いが、意識の上ではもっと遠いのである。到底手の届かないところにあるという認識が、先のように宇宙を特殊化し、正しい理解を妨げている。物理教育上の困難な障壁の一つである。

しかし、邦人宇宙飛行士がスペースシャトルで活躍し、国際宇宙ステーションの一角に自前の実験棟 JEM を構えることが現実のものとなった今、我が国の物理教育も新たなステップを踏み出すときが来たと考える。すなわち宇宙を「身近な教材」として引き寄せることである。

例えば、玩具などを使った青少年向け宇宙実験はアメリカのスカイラブやスペースシャトルでも数々行われてきたが、中には生活文化の違いから我々日本人にはびんとこないテーマも少なからずあった。日本人の感覚で選

んだ、日本の子供たちにおなじみの身近な現象を、日本の実験モジュール内で日本語の解説のもとで実験することはまことに意義深いことである。たとえ内容が二番煎じであっても日本がそれを行うことに意義があるのである。重要なのはその現象が生徒にとって身近な現象であることだ。日本人の感覚で選んだ身近な現象を宇宙実験と比較してみるができる点で、JEM 青少年プログラムは教育効果が極めて高いと期待される。

### 4. 電子通信メディアの活用を

もう一つ、運動の進め方で重要なポイントは教育現場と宇宙開発現場が広く双方向的な結び付きを保つことである。例えば宇宙実験のアイデア募集もぜひ、肩肘張らない気楽な形で応募できるスタイルをとってほしいと思う。教室の生徒のアイデアを吸い上げて、開発現場とのやり取りの中で企画が進み、結果が速やかに教室にフィードバックされれば、生徒たちも最先端科学との一体感を味わうことができ、大いにはげみになる。学びの意欲を育てるためには生徒自身のアイデンティティがこのほか重要なのである。

国民の理解と参加意識は宇宙開発事業を進める上で極めて大切な要素である。それを育てるには学校教育が最も効果的であるから、我が国の宇宙開発はもっともっと教育現場と密接なかかわりをもっていくべきだと考える。このあたりは先人であるアメリカに大いに学ばなければならぬところだ。

幸いにしてそうした双方向的なメディアとして、パソコン通信やインターネットが教育現場にも急速に普及しつつあり、国内外の宇宙開発の情報も直接に入手できるようになって、ずいぶん宇宙が身近になったと感じている。それらのメディアは21世紀には主要な教育手段となる可能性がある。Web ページやメーリングリストを活用することで、比較的簡単に両現場の双方向的な結び付きは実現するだろう。双方からの努力を結果したい。

### 参考文献

- 1) 山本明利:「小型ビデオカメラによる微小重力実験」YPC ニュース No. 94 (1996/01).
- 2) 山本明利:「小型ビデオカメラによる微小重力実験」物理教育通信第83号(1996).  
同報告の Web ページ  
<http://www.fin.ne.jp/~tenjin/gravity.htm>

(1997年11月11日受理)