

こどもゆめ基金（独立行政法人国立オリンピック記念青少年総合センター）助成活動

# サイエンスフォーラム 2004

- 見えないものを見る！ -



2004年1月10日(土)~11日(日)

科学技術館

「科学教育フォーラム2004」実行委員会

# プログラム

※両日とも科学技術館で開催

1月10日

12:00 受付

12:30 開会

13:00 ステージ<4階ユニバース>、ブース<4階ホール>

■ ステージ ※13:10から演示順

「空気のと力比べ」

東郷 伸也

「進化って何？どうやっておこるの？」

中井 咲織

「科学の芸人養成講座」

米谷 彰

「恒星間飛行船”ヒップライナー”」

半田 利弘、野本 知理

「クォークをあなたの身近に！」

土佐 幸子

■ ブース ※aグループとbグループに別れた演示者が交互に演示を行います

15:00 aグループ演示

15:30 bグループ演示

16:00 aグループ演示

16:30 bグループ演示

17:00 終了

18:00 懇親会<地下1階レストラン>

1月11日

09:30

| 分科会<ブース部門：6階第1会議室、ステージ部門：6階第3会議室>

11:00

11:00

| 全体会・表彰式・閉会式<6階第3会議室>

12:30

## 会場案内

財団法人日本科学技術振興財団 科学技術館

〒102-0091東京都千代田区北の丸公園2-1

<http://www.jsf.or.jp/index.html>

### 交通手段：

営団東西線	「竹橋」駅下車	徒歩7分
	「九段下」駅下車	徒歩7分
営団半蔵門線	「九段下」駅下車	徒歩7分
都営新宿線	「九段下」駅下車	徒歩7分

### 地図：



# 目次

- ◇スケジュール
- ◇会場への案内

実行委員長ご挨拶		2	ページ
審査員ご紹介		3	
出場者一覧		4	
要 旨		6-29	
■ステージ部門			
空気の力と力比べ	東郷 伸也	6	
進化って何？どうやっておこるの？	中井 咲織	8	
科学の芸人養成講座（見えないものを科学する）	米谷 彰	10	
スターシップ			
恒星間飛行船“ヒップライナー”	半田 利弘, 野本 知理	12	
クォークをあなたの身近に！	土佐 幸子	14	
■ブース			
星を手に取り、確め、学ぶ星学習	山田 幹夫	16	
磁石を見る-磁界の分布を可視化する-	平野 輝美	18	
声を見る	小倉 幸一	20	
雨粒をつかまえよう	間々田 和彦	22	
気体をつかまえよう！	小森 栄治	24	
花粉を覗く	東工大附属工高科学部	26	
簡単な実験や教具で確かめる宇宙	船越 浩海	28	
共催団体紹介		30	
実行委員会		32	

## 文化としての科学の創造を目指して

ようこそ、「サイエンスフォーラム2004」へ。  
一緒に科学の世界を楽しみましょう。

子どもの知離れ・理科離れが叫ばれる中、日本のさまざまな教育団体は、学校教育の枠にこだわることなく、幅広く科学の振興・発展に寄与してきました。しかし、残念ながらその教育理念や指導方法の多くが、異なる団体間で共有されることなく現在に至っています。本フォーラムにおいては、優れた教育実践の技をお互いに披露しあい、子どもたちや一般の参加者とともにその内容を吟味することで、優れた実践の裏にある理屈やノウハウをあぶり出し一般化・法則化しようという試みです。

今回のテーマは「見えないものをみる」。なるべく多くの教育団体から参加していただけるよう、多様な切り口が可能なテーマを選びました。実行委員からの呼びかけに11の理科教育にかかわる団体・サークルが呼応し、計12団体での共催行事となりました。これだけでも理科教育の分野では画期的な出来事です。さらに、ステージ部門に5件、ブース部門に7件の発表申し込みがあり、科学技術館で2日間にわたって開催することとなりました。近年の海外での先進的な教育・普及活動の動向を踏まえた事例や、生涯学習や家庭学習においても応用可能な事例など興味深い演示・実験ショーがそろったと思います。

初日の晩、懇親会の中で、コンテストの結果発表となりますが、主催者の意図としては、むしろ本番は2日目です。なぜ、そのステージorブースが評価が高かったのかを多角的に調査し参加者間で討論します。その結果は、参加者全員の共通の財産となり、学校や科学館または大学・研究所に戻られてからの日々の実践に生かされていくことでしょう。

夏の風物詩または夏の季語とも呼べる「科学の祭典」が理科教育・科学教育関係者にとって「夏の陣」なら、この「サイエンスフォーラム」（別名、科学の鉄人or科学のK1とも呼ばれています。次第にもっともふさわしい名前に落ち着いていくことでしょう）は、「冬の陣」として成長してほしいと実行委員会は願っています。前者は広く科学の大衆性を目指すステージなら、後者は科学の前衛性を追求する道場です。その両者がさらに発展し融合しあうことで、文化としての科学が日本にも根付いていくことでしょう。

最後になりましたが、今回のこのイベントを開催するにあたり、お世話になった皆さま全員と参加者の皆さま、そして子ども審査員の皆さんにお礼を申し上げます。

「科学教育フォーラム2004」実行委員長  
縣 秀彦

## 審査員ご紹介

審査は60名の子供たちと審査委員会により行われます。

### 子供審査員

WEBやポスターチラシを見て応募してくれた、小学4年生から中学生までの60名の子供たちがステージとブースに別れて審査員を努めてくれます

### 大人審査員／審査委員会

審査委員会のメンバーは次の通りです（敬称略）

#### ■ステージ部門

- ◆滝川 洋二 （NPO法人理科カリキュラムを考える会理事長、  
NPO法人ガリレオ工房理事長）
- ◆吉田 のりまき （NPO法人ガリレオ工房、ONSEN所属、  
科学の本の読み聞かせの会「ほんとほんと」代表）
- ◆川村 康文 （サイエンスE-ネット代表、信州大学教育学部）
- ◆畠 浩二 （日本ハンズオンユニバース協会、岡山商科大学附属高校）
- ◆山田 英徳 （(財)日本科学技術振興財団）

#### ■ブース部門

- ◆左巻 健男 （検定外中学校教科書執筆者代表、京都工芸繊維大学教授）
- ◆川人 順子 （(財)日本科学技術振興財団 企画開発部）
- ◆山田 善春 （オンライン自然科学教育ネットワーク代表）
- ◆鈴木 文二 （高校生天体観測ネットワーク総合事務局、  
埼玉県立三郷工業技術高等学校）
- ◆山縣 朋彦 （文部科学省教科書調査官）

## 出場者紹介

## ■ステージ部門



◆ **東郷 伸也** (京都市青少年科学センター・ONSEN)  
『空気のと力比べ』

見えないものそれは・・・大気圧



◆ **中井 咲織** (立命館宇治中学校・高等学校)  
『進化って何？どうやって起こるの？』

見えないものそれは・・・進化



◆ **米谷 彰** (全日本科学漫才研究会)  
『科学の芸人養成講座 (見えないものを科学する)』

見えないものそれは・・・音・光・気体



◆ **半田 利弘・野本 知理** (東京大学大学院理学系研究科・ちもんず)  
スターシップ  
『恒星間飛行船“ヒップライナー”』

見えないものそれは・・・余所から見た星座



◆ **土佐 幸子** (ボストン科学博物館講師)  
『クォークをあなたの身近に』

見えないものそれは・・・クォーク

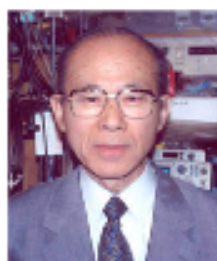
## 出場者紹介

## ■ ブース部門



- ◆ **山田 幹夫** (星の学習研究会, 香川サイエンスボランティア)  
『星を手に取り、確め、学ぶ星学習』  
見えないものそれは・・・夏の大三角の星の並びと位置の変化

- ◆ **平野 輝美** (平野技術士事務所/納諾相研究所)  
『磁石を見るー磁界の分布を可視化するー』  
見えないものそれは・・・磁界!



- ◆ **小倉 幸一**  
(埼玉県総合教育センター科学教育ボランティアさいたま市少年少女発明クラブ)  
『声を見る』  
見えないものそれは・・・声

- ◆ **間々田 和彦** (筑波大学附属盲学校・サイエンスEネット)  
『雨粒をつかまえよう!』  
見えないものそれは・・・すべて



- ◆ **小森 栄治** (埼玉県蓮田市立蓮田南中学校)  
『気体をつかまえよう!』  
見えないものそれは・・・気体

- ◆ **中村 友祐、高津 貴大、山田 翔大、長山 真理** (東工大附属工高 科学部)  
『花粉を覗く』  
見えないものそれは・・・花粉の姿



- ◆ **船越 浩海** (天文教育普及研究会)  
『簡単な実験や教具で確かめる宇宙』  
見えないものそれは・・・宇宙のしくみ



## 空気のと力比べ

東郷伸也 stogo@mb.infoweb.ne.jp

京都市青少年科学センター・ONSEN

### 1. 大気圧に関するステージ実験の開発に際して

真空、あるいは大気重さという目に見えないものの概念を机上の学習だけで理解するには大変難しく、それ故に学校の授業では以前より様々な実験を行ったり、科学小話を挿入するなどの工夫がされてきた。ところがその多くが導く結論は、「だから大気圧は非常に大きい」という漠然としたもののみで、「大気圧の大きさは具体的にどのくらいの大きさなのか？」を実験から検証することは後回しにされてきた感がある。今回の実験ステージは、そのような反省の上に立ち、より正確で効果的な実験方法を求めるところから始めた。

### 2. より正確で効果的な大気圧実験

今回の実験ステージを組み立てるに際して、改良や開発をした実験教材とそれに関する考察をまとめてみる。

#### (1) ゴム板で作る自作吸盤

これは1枚のゴム板でできた吸盤で(図1)、オリジナルは「ゴムピタ君」として埼玉県石井登志夫氏が考案、命名したものである。板状の天然ゴムを正方形に切り、中央部にねじ穴をあけつまみをつける。これを滑らかな面に置きつまみを引き上げると、大人の方でも引き離すことは困難である。子どもの興味も十分に惹きつける。

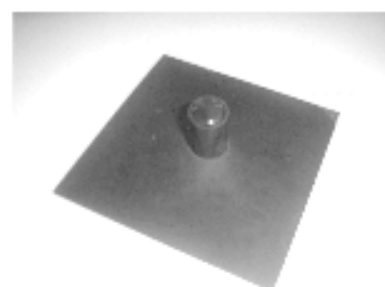


図1 自作吸盤

この実験について、大気圧が約1kg重/cm<sup>2</sup>であることから、例えば「10cm×10cmのゴム板では100kg重の方で引かなければ離せないはずだ」という説明がされることがある。しかし本当にその説明でよいのであろうか？この吸盤を透明な板に張り付け引いているときの様子を裏側から見ると、実際に吸盤の働きをしているのは中心部だけであるように見える。そこで自作吸盤の正確な吸着力を次のような実験で検証してみた。

#### 1)方法

10cm×10cm、2mm厚のゴム板を滑らかな机の上に置き、中心につけたつまみをバネはかりで垂直に引き上げる。ゴム板が離れた瞬間のはかりの値を「吸着力」として記録する。

続いて面積、厚さを変えた3種類のゴム板(15cm×15cm 2mm厚、10cm×10cm 5mm厚、15cm×15cm 5mm厚)でも同様の実験をする。

#### 2)結果

表 ゴム板の種類と吸着力

ゴム板	ゴム板の面積 (cm <sup>2</sup> )	吸着力 (kg 重)	有効面積 (cm <sup>2</sup> )	有効面積の割合
10cm×10cm,2mm厚	100	24	24	0.24
15cm×15cm,2mm厚	225	30	30	0.13
10cm×10cm,5mm厚	100	51	51	0.51

15cm×15cm,5mm厚	225	79	79	0.35
----------------	-----	----	----	------

※なお表中の「有効面積」とは、ゴム板が実際に吸盤の役割をしていると考えられる面積を表し、次の式で算出した。

$$(\text{有効面積} [\text{cm}^2]) = (\text{吸着力} [\text{kg 重}]) \div (\text{大気圧} [1 \text{ kg 重} / \text{cm}^2])$$

※また表中の「有効面積の割合」とは、「ゴム板の面積」に対する「有効面積」の割合で、次の式で算出した。

$$(\text{有効面積の割合} [\%]) = (\text{有効面積} [\text{cm}^2]) \div (\text{ゴム板の面積} [\text{cm}^2])$$

### 3)まとめ

- ・ 2mm 厚の結果と 5mm 厚の結果を比べると、ゴム板の面積が同じでも 5mm 厚の方が吸着力は大きくなるのが分かる（2倍以上）。これはつまみを引いたときのゴム板の形の歪みに関係していると考えられる。薄いゴム板では周辺部で歪みやすく、吸盤として働く有効面積が小さくなりやすい。
- ・ 15cm×15cm のゴム板は 10cm×10cm と比べると、いずれの厚さでも吸着力は大きくなる。しかし、面積が 2倍以上大きくなっているのに、吸着力は 1.3～1.5 倍程度にしかない。つまりゴム板が大きくなると、吸盤として働く有効面積の割合は小さくなる。
- ・ 以上より、自作吸盤の吸着力を、単純にゴム板のタテ×ヨコのサイズから求めるのは間違いであり、このことをふまえて実験解説をする必要がある。

## (2) マグデブルグ半球の実験

2つの半球を合わせてその中を減圧し、半球の引き合う力を体感する実験は 17 世紀にゲーリックが行った有名な実験で、今も多くの学校で行われている。よく行われている方法は 2 つあり、市販の半球と真空ポンプを用いる方法と、家庭用のボウル内でアルコールを燃焼させそれが冷えるときに減圧して引き合わせる方法である。いずれの方法も、減圧する過程が子ども達にとってブラックボックスになっている。そこで、ゲーリックが行ったように、手動真空ポンプを用いて減圧の過程も体感できるような自作マグデブルグ半球を製作した。

図 2 に示した装置は、2 個のボウルと簡易真空ポンプからなる。簡易真空ポンプは注射器と逆止弁でできている。またボウルには観賞魚のエアーポンプ用のボールバルブがハンダ付けしてあり、簡易真空ポンプからのチューブが接続できるようになっている。この真空ポンプで約 1/6 気圧程度まで減圧することができ、実験には十分な性能である。

ボウルの直径が 20cm として 1/6 気圧まで減圧したときの吸着力は次の式で求められる。

$$((\text{大気圧} [\text{kg 重} / \text{cm}^2]) - (\text{半球内の気圧} [\text{kg 重} / \text{cm}^2])) \times (\text{断面積} [\text{cm}^2])$$

$$\approx 260 \text{kg 重}$$

参考までに、市販のマグデブルグ半球は外径 118mm 程度（島津理科調べ）であるので、市販の真空ポンプで減圧したときの吸着力はおおよそ 110kg 重である。また、アルコールの燃焼による減圧方法ではボウル内部を 1/2 気圧程度にしか減圧できないので、先と同じボウル（直径 20cm）を使ったとしても吸着力は 160kg 重程度である。これらの点を見ても、今回紹介する方法はかなり演示効果が高いと思われる。

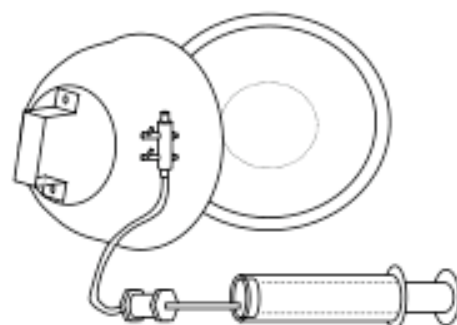


図 2 自作マグデブルグ半球

# 進化って何？どうやって起こるの？

中井咲織 立命館宇治中学校・高等学校  
smatsu@ujc.ritsumeit.ac.jp

現代科学では、地球上に住む何千万種の生物は、すべて、たった1種類の原始生物から「進化」して生じたことがほぼ確実視されている。進化は生物の多様性を語る上で、そして、我々人類がどこから来て、どこへ行くのかを考える上で、たいへん重要な概念である。

ところが、進化のしくみについては誤解や偏見がとても大きい。それは、こども・大人を問わず、進化のしくみについてきちんと学習する(した)機会がほとんどないからである。

今回の発表では、進化のしくみを正しく理解するために、進化とは何か、進化はどのように起こるのか、進化はどんなとき起こるのかを、演示実験、実際の事例などを交えながら、小学生にもわかるように具体的にわかりやすく説明する。

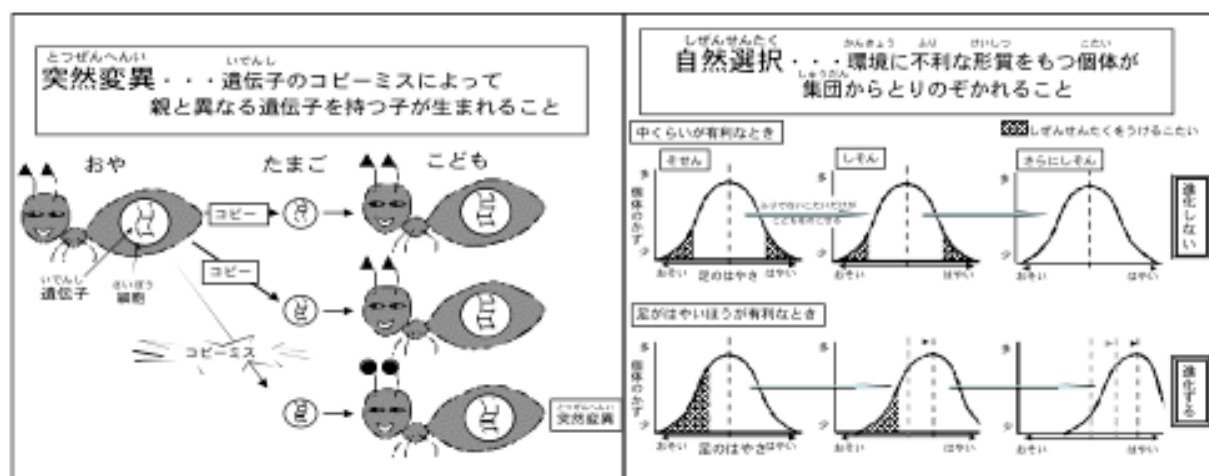
さて、一般社会で「進化」は誤って使われる場合がある。例えば、子どもたちの間で人気があったポケットモンスターの進化は、進化ではない。それは「変態」とか「成長」といふべきものである。また、スポーツ選手や子どもたちが成績を伸ばした場合にも「進化した」と使われることがあるが、これも進化ではない。努力して獲得した性質は遺伝しないので、これは「学習」とか「成長」といふべきものである。1世代の中で起こった変化はすべて「進化」ではない。

進化とは、祖先とは異なる形質を持つ子孫集団ができることである。世代交代する間に遺伝子に変化し、子孫集団の形質が祖先と異なったとき、その集団は「進化した」という。世代交代する間に、進化のメカニズムがはたらいたとき、進化が起こる。

それでは、進化の原動力である、進化のメカニズムは何なのだろうか。

それは、「突然変異」と「自然選択」である。

突然変異とは、遺伝子のコピーミスなどによって生じるDNAの変化のことである。私たちがすべて違うのも、全ては祖先のどこかで起きた突然変異に由来している。突然変異はランダムに起こるため、ありとあらゆる突然変異が生じる。みんなが違っていること、つまり「変異」があることが、進化の起原であり、絶滅するかしらないかを分けるカギでもある。



自然選択とは、環境に不利な形質を持つ個体が集団から取り除かれることである。変異の中で、その環境に不利な形質を持つ個体は、子孫を残しにくくなり、その遺伝子は集団の中から取り除かれる。環境が変わらないときは、安定化選択によって中間の形質を持つものが有利になるため、進化は起こらない。しかし、環境が変化すると、それまで有利だった形質が不利になったり、それまで不利だった形質が有利になることがある。そうすると、今までと異なる形質に自然選択がはたらくため、子孫集団の遺伝子頻度が変化し、進化が起こる。

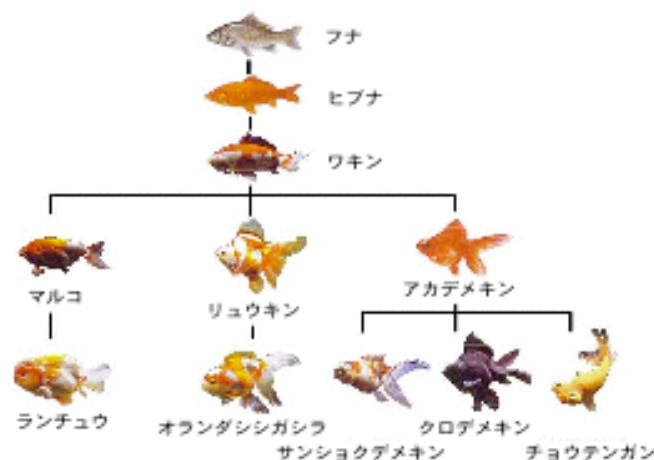
このように、ランダムに変異が生じ、環境が変化することによって選択のしかたが変化すると、進化が起こる。

このことから、進化に関する2つの傾向を読み取ることができる。一つは、環境が変化したときに進化が起こりやすいということだ。環境が変わると、自然選択を受ける個体も変わるからである（ヒトは、その祖先のサルが住んでいたアフリカの地形が変わり、森から草原に変化したために、歩くのが得意なサルに進化したと考えられている）。もう一つは、小さな生物ほど進化しやすいということである。小さな生物は寿命が短いので一定時間で産む子の数が多く、そのため、突然変異を持つ個体が多く生まれるからだ（インフルエンザウイルスや黄色ブドウ球菌が進化しやすいのはそのため）。

さて、進化しにくい生物、つまり変異の小さな生物は、絶滅する運命にある。なぜなら、環境は必ず変化するものだからである。地球の気温一つとっても、その歴史を見ると寒暖を繰り返している。変化した環境で生きられる個体がなければ、絶滅するしかないのである。集団の変異が大きい生物は、環境が大きく変化しても絶滅しない。生物は、さまざまな方法で変異を生み出す努力をしている。

ヒトの場合、寿命が長く少産であるため、一定時間に生まれる子の数が少ない。つまり、他の生物に比べて突然変異が生まれにくいのである。将来必ず起こるであろう環境変化にもヒトが絶滅しないためには、変異を維持することが重要だ。いろんなヒトがいるということは、将来どんな変化が起こっても、誰かが生き残るということで、素晴らしいことである。したがって、何かが悪くか違ってるとか、障害があるとかの理由で差別したり排除したりすることは、進化的に見ても間違っている。イジメや偏見を全否定する科学的理論という面でも、進化の正しい理解は重要であると思われる。

### ひとが進化させた例：<sup>きんぎょ</sup>金魚



## 科学の芸人養成講座

(見えないものを科学する)

米谷彰 ケニス株式会社企画部

全日本科学漫才研究会・科学屋酔爆

電子メール：[yonetani@rc5.so-net.ne.jp](mailto:yonetani@rc5.so-net.ne.jp)

村田直之 ケニス株式会社営業部

全日本科学漫才研究会・科学家楽狂

井戸仁 亀岡市中学校指導主事

全日本科学漫才研究会・科学家楽破

皆さん、全日本科学漫才研究会（通称：科漫研）ってご存知ですか？

多分、全く知らないと思います。もし万一、知っているとか、聞いた事があるという人は間違っても口に出して言わないほうが良いと思います。それほど科学教育と縁の全く薄い非公認の小さな小さな団体だからです。

なのに何故、このサイエンスフォーラムという大舞台に参加しているのでしょうか？

正直、我々にも解かりませんが、絶対に何かの手違いであると確信しております。

でもコレこそが「見えない科学の魅力」かもしれませんネ！？

さてさて、今回は「見えないものを科学的に見せる」という大号令の下で、科漫研としては科学の芸人養成講座と題して「音・光・気体」などにスポットを当て、音の存在を確かめるには？光って全部同じでしょうか？空気みたいな気体って何？など、普段存在感がないもの

を様々な実験を通じておもしろく紹介したいと思います。

勘違いしないで下さい。我々の目的は教育では有りません。何が子供にうけるのか？どうすれば面白く演示できるのか？をメインに展開する。です。簡単端的に言うと、ただ「おもしろい」だけの内容で科学的な本質が子供達にどこまで伝わるか？にチャレンジです。

もし、我々のステージを見て「なんか面白そうやなあー、いっぺんやってみよかなあ」と思う人ができれば科学の芸人養成講座の完成です。

おまけ

科漫研、総勢9名のメンメンです。(入門順)

科学家	楽狂 [かがくや らっきょ] (村田 直之)	会社員	※前会長
科学屋	酔爆 [かがくや すいばく] (米谷 彰)	会社員	※現会長
科学家	楽破 [かがくや らっぱ] (井戸 仁)	中学校指導主事	
科学家	酔・ [かがくや すいっちょん] (十河 信二)	小学校教諭	
科学家	楽太 [かがくや らった] (井戸 直人)	小学生	
科学家	楽鍵 [かがくや らっきー] (当銀 優季)	高校生	
科学家	酔歌 [かがくや すいか] (山岡 史賢)	会社員	
科学家	酔太 [かがくや すうた] (迫田 博)	会社員	
科学家	遊ゆ [かがくや ゆうゆう] (遊道香織)	会社員	

※お願い：実験教室終了後、科漫研に入りたいと問合せが殺到しますが科漫研では新たな募集活動は一切行っておりませんので、予めご了承願います。

## スターシップ 恒星間飛行船 “ヒップライナー”

半田利弘（東京大学、科学技術館ユニバース）、野本知理（東京大学、ちもんず）

handa@ioa.s.u-tokyo.ac.jp, Tomonori@NOMOTO.org

### 要旨

科学技術館ユニバースでの演示を主な目的として開発した3Dコンピュータシミュレーションソフトの1つ“HippLiner”を用いて、太陽系を飛び出し、その先に何千光年と広がっている“星座の星”すなわち恒星が分布する世界をコンピュータ画面で旅する。何十光年、何百光年にも及ぶ視点の移動や、太陽系周囲の恒星分布を“太陽系近傍恒星地図”として示すことで、宇宙に於ける太陽系の立場を客観的に捕らえるきっかけを与えることができる。また、太陽系から見た恒星の分布が何千年にも及ぶ時間の変化を加速表示することによって、人類の生活や文明を基準としたタイムスケールに捕らわれない現象を実際に示す。これらを示すことによって、実際には目にすることができない巨大な空間的広がりや時間的変化であっても縮尺して模型化することによって理解可能であることを事例として示す。

### 1. 木よりも森を見る

宇宙への人々の関心はかなり高いものであるが、我々自身がその中に含まれている、あまりに広大な存在であるが故に、その理解が困難であることは歴史的にも示されてきた。また、変化に要する時間が人間の一生に比べても桁違いに長いために、日常生活で変化自体に直接気づくことは希である。

このため、天文学や宇宙は“実体験が伴わない分野”とされる傾向にあったが、視点の転換によって様々な現象を統一的に解釈できるということは科学的に極めて重要であり、天文学こそがそれに最も適した分野であることは明らかである。そして、このような日常生活とかけ離れた尺度を理解するのに最も有効な手法は縮尺を導入して模型化することである。

実体を持つ模型を作成・提示することも大きな効果があるが、宇宙空間は3次元に広がっており、運動も伴うことを考えると、コンピュータによって実時間に任意の視点から見た画像を合成することで直観的に訴えるプレゼンテーションを示すことが可能である。この手法が効果的な天文学的テーマは多々あるが、ここでは恒星分布とその集団としての天の川銀河を取り上げることにした。

関係者の間ではよく知られたことであるが、天文学の話題で広く関心集める対象は太陽系と宇宙の果てという両極端に分化している。両極端に離れているために、太陽系と宇宙全体との関係とは、ほとんど理解されておらず、この点ではコペルニクス時代とほとんど変わらない。もちろん、両者を繋ぐ分野での研究成果には一般の関心と呼ぶ可能性があるものは多数あり、実際の天文学研究においても多くの研究が恒星や恒星間あるいは銀河を対象として進められている。

一方、1990年代には、11万個に昇る恒星についての年周視差測定が行われ、その値が学術論文として公開されている（ヒッパルコス衛星によるヒッパルコス星表）。そこで、我々は、このデータを利用して太陽近傍恒星の3次元分布として表示するソフトウェアを開発した。これが“HippLiner”である。

ヒッパルコス星表に基づくデータを用いた恒星間を移動する高速船（ライナー）と恒星間に3次元的な線面を描画できる（線引き器）との掛詞となっている。

### 2. HippLinerの特徴と投影モード表示

HippLinerは11万個の恒星の3次元分布を元に、恒星間の任意の場所から見た任意の方向の星空を再現することができる。恒星の距離測定には様々な誤差要因が含まれるので、いろいろなデータを総合評価することも考えられるが、データの一様性を重視して、我々は敢えて補正などは行わずに、ヒッパルコス星表に掲載されている年周視差のみを用いた。

ヒッパルコス星表の等級データを用いて、距離による等級の変化も再現した。星表のデータには2つの測光バンドの値が掲載されているので、これを利用して恒星の色も再現している。これには、実際の夜空に比較的近いような色表示のモードと星の色の違いを特に強調したモードの2つを用意している。

恒星の分布は点の分布に過ぎないので、一般には関連が掴みにくい。そこで、星座を示す際によく

用いられる星座の概形線画（以下、星座線と呼ぶ）を併用することにした。地球から見た星座を示す星座線を対象恒星と3次元的に結びつけることによって、任意の恒星間空間から見た星座の形を示すことができる。これによって、星座の概念が太陽系の位置に強く限定されたものであることが容易に理解できる。また、既存の星座のみならず、目的に応じて、適宜選択した恒星を結ぶ線を新たに追加すること機能もソフト本体に内蔵している。

HippLiner は単純に恒星配置を示すだけではなく、任意の恒星を選択することで、そこまでを任意の速度で移動する動画を実時間合成する機能を持つ。これによって、あたかも超光速で恒星間を移動しているような印象的な表示をすることが可能である。また、任意の恒星の周囲を巡回表示することが可能であり、恒星集団の立体的配置を直観的に示すのに有効である。

また、HippLiner ではヒッパルコス星表に記載された天球上での固有運動と視線速度もデータとして保持している。このため、等速直線運動の近似の下ではあるが、任意の時点に於ける恒星の3次元分布を示すことも可能である。この機能を用いると、地球から見た天球上での固有運動ベクトルが揃っている集団としての近傍星団（ヒヤデス星団など）の存在をアピールすることができる。

### 3. HippLiner による地図モード表示

HippLiner では特定の視点からの展望を示すだけではなく、地図のように恒星分布を客観的に示すモードも持つ。この時、恒星の明るさは絶対等級によって示すことができる。これによって、太陽系近傍の恒星の分布やより遠くの恒星分布を3次元的に示すことが可能である。

ヒッパルコス衛星の観測限界のため、データは太陽系近傍に偏重したものではあるが、表示する恒星の絶対等級を明るいものに制限することで、比較的広い範囲で現実に近い恒星分布を示すことが可能である。これによって、恒星分布は1000光年以上のスケールでは一様ではなく、円盤状に集中していることが明瞭に示される。

星座線を示す星座を銀河面のものに限定することで星座の配置を通して、この円盤面が天の川とほぼ一致する方向であることを示すことも可能である。

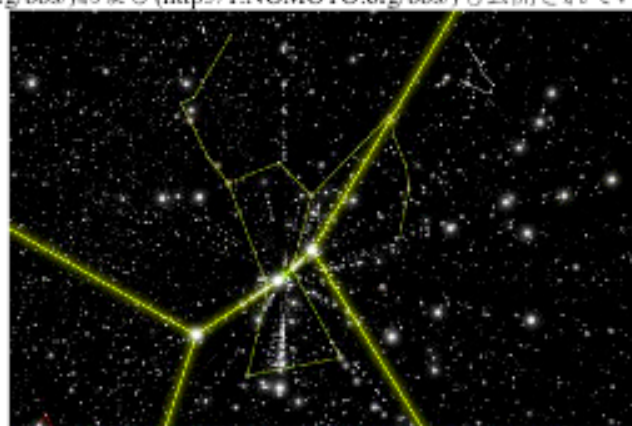
### 4. 今後の展開

HippLiner には、今回、演じた以外に、銀河面に対する恒星の位置を静止面でもわかりやすく表示する機能や、別の学術文献より入手した近傍の散開星団の分布を示す能力を持つ。また、天の川銀河を離れ、近傍の銀河分布を示すこともできる。

これらを含めて、更に機能を拡充の予定である。

HippLiner を導入として太陽系外の天文研究を広く紹介し、それらへの関心を高め、「目に見えるばかりが全てではない」という認識を広く持つてもらえるような演示方法をさらに追求していきたい。

HippLiner は開発に当たった野本によりフリーウェアとして公開されており、<http://T.NOMOTO.org/HippLiner/> から入手可能である。また、意見交換やサポート用の掲示板 (<http://universe.chimons.org/bbs/>) および (<http://T.NOMOTO.org/bbs/>) も公開されている。



図：オリオン座へ向かう恒星間飛行のイメージ。ちもんずによるユニバース紹介ページ (<http://universe.chimons.org/>)より。



クォークというのは、コカ・コーラのことではありません。あれは「コーク」、こちらは「クォーク」です。英語で書くと「Quark」。現在、全宇宙の物質を作っている基本単位の1つとされています。そんな大事なもののなのに、学校では習わないし、大人だって知っている人は少ないのです。「難しい」と及び腰にならないで！クォークの世界にはワクワクするような話題がいっぱいです。クォークとはどんなものか、とにかく話を聞いてみませんか。

1. 物をどんどん細かく見ていくと？

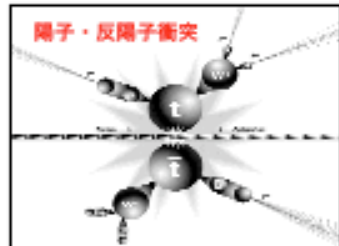
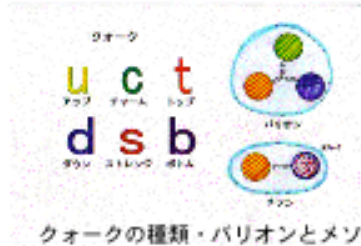
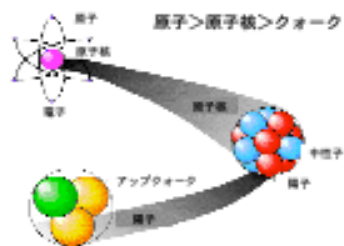
砂場の砂をコップに取ったとします。その砂を皿の上に広げてよく見ると、砂の1粒1粒が見えるでしょう。砂を作っている基本単位は、砂の粒だと言えます。積み木で家や動物を作ります。できたものの基本単位は1つ1つの積み木です。では、私たちの身の回りのものも、同じように何かの基本単位が組み合わさってできているのでしょうか。

2. 複雑な世界を整理したい！

身の回りのものは多種多様です。私たちの身に付けているものだけでも、服、くつ、メガネ、時計など、いろいろな素材できていて、同じ基本単位から構成されているとは思えません。古代ギリシア人は土、水、空気、火の4つが基本単位だと考えました。例えば、薪が火の要素と出会って燃えれば、空気の要素である煙と水の要素である汁が姿を見せ、土の要素である灰が残ると考えたのです。もし水が基本単位の1つならば、それ以上細かく分けられないはずですね。現代ならば、9ボルトの電池を使って、簡単に水の電気分解ができます。出てきた気体は酸素と水素。水とは全く違う物質です。酸素と水素を化合して水を作ることもできます。ですから水は基本単位ではないのです。酸素や水素はこれ以上分解できません。このように、これ以上化学的に分解できない物質が19世紀初めにたくさん見つかりました。それらを作っている基本単位は原子と呼ばれることになりました。現在、100種類以上の原子が見つっています。

3. もっと細かく、さらにもっと細かく

100数種類の原子が物質の基本単位だとしたら、種類が多すぎると思いませんか。実際、それぞれの原子は原子核と呼ばれる重いものと、その周りを回る軽い電子の2種類の物質からできていることが、19世紀の終わりから20世紀の初めにかけて実験的にわかりました。金箔に当たったアルファ粒子が大きく跳ね返されたことから、原子核の存在を明らかにしたラザフォードの実験は有名です。さらに、原子核は陽子と中性子の2種類の素粒子からできていることもわかりました。素粒子とはこれ以上分解できない「素」の粒子という意味です。しかし、同じような素粒子がたくさん見つかってしまいました。またもや、もっと「素」なるものが必要だ、として考え出されたのがクォーク模型でした。はじめ、クォークは数学的な模型に過ぎませんでした。ところが、実験でクォークの存在を示す証拠が次々に見つかり、今やクォークは実在の基本単位と認められています。クォークの他に、レプトンと呼ばれる電子の仲間も基本単位に加わっています。レプトンのグループの中には6種類の粒子が入ります。小柴教授のノーベル賞受賞で有名になったニュートリノも基本単位の1つです。



#### 4. クォークってどんなもの？

クォークにはアップ、ダウン、チャーム、ストレンジ、トップ、それにボトム の 6 種類があります。上の 3 つは  $+2/3$  の電荷をもち、下の 3 つは  $-1/3$  の電荷をもちます。分数の電荷は普通の粒子にはない特徴です。陽子はアップ 2 つとダウン 1 つの組み合わせ。中性子はアップ 1 つとダウン 2 つです。このようにバリオンと呼ばれるグループの素粒子はどれもクォーク 3 つからできています。他方、メソンと呼ばれるグループの素粒子はクォークと反クォークのペアからできています。(反粒子というのは、粒子と同じ質量をもちながら性質がすべて反対の粒子のことで、どの粒子にも反粒子が存在します。) また、クォークは色の自由度をもっています。色といっても、私たちが目にする色とは全く関係ありません。電荷のプラスやマイナスと同じようなものだと考えればよいでしょう。クォークの色は赤、緑、青の 3 種類です。3 原色の光が集まって色のない光ができるように、3 種類の色をもつクォークが集まって色のない素粒子(バリオン)を作ります。結局、私たちの身の回りのものの基本単位は、アップとダウンクォークでできた原子核に、電子が加わったものだと言えます。

#### 5. 絶対に見えないもの

クォーク同士を結びつけているのは、「強い力」と呼ばれる特別な力です。原子核の中の狭い領域にしか働かない力なので、私たちはふだん経験することがありません。強い力は色の自由度をもった粒子の間に働きます。この力の特別なところは、粒子を離そうとすればするほど大きなエネルギーが必要になることです。クォークを見ようと 1 個だけ引っ張り出すことは原理的にできないのです。

#### 6. それでもクォークは存在する

取り出して見ることはできないものが、なぜあるといえるのでしょうか。実験です。最初に得られた証拠は陽子の中に固い芯があるということでした。陽子に高いエネルギーのニュートリノや電子をぶつけると、ラザフォードの実験と同じように、貫通せずに複雑な反応が起こることが確認されました。さらに、加速器とって大きな運動場のようなところで粒子をぐるぐる回転させ、高いエネルギーになった粒子同士をぶつける実験が続けられました。粒子衝突からクォークと反クォークのペアが生まれることがあります。トップのように高いエネルギーのクォークが生まれたとしたら、それはほんの瞬で他の粒子に変わってしましますが、その変わり方が特別です。1995 年、加速器で行った膨大な実験記録の中から特別な場合を探し出し、確かにトップと反トップが生まれたに違いない、と結論することができました。

#### 7. あなたの心に希望を見る

クォークを単独で見ることは原理的にできません。しかし、研究者はそんなことだけで、実験をあきらめはしないのです。単独で見ることはできないなら、何かをぶつけることだってできますし、ペアで見ることもできます。必要なのは飽くなき探究心ではないでしょうか。クォークの研究なんかして、一体何の役に立つんだ、という人もいるかもしれません。確かにクォークの研究は実生活には役立ちそうもありませんが、それで研究を止めてしまうのでしょうか。私たちに世界のことをもっと知りたいという欲求があります。それは人類の叡智を代表する営みです。また、今すぐに役立たなくても、将来役に立つ日が来るかもしれません。原子論を発表したドルトンが、現代の原子レベルの物性科学を予想していたのでしょうか。研究の成果は役に立つかどうかという尺度だけでは測れないものなのです。「現在、クォークは物質の基本単位の 1 つとされている」という言い方をしたのはなぜでしょう。それは将来、もっと違う実験事実が見つければ、クォークは基本単位でなくなる可能性もあるからです。世界中でクォークの研究が続けられています。たとえ学校で教わらないことでも、科学の最先端の話に耳を傾け、目を大きく見開いてみれば、そこには未来への希望が横たわっています。世界はわからないことだらけです。あなたがわからないことの扉の 1 つを開けることだって、夢ではありません。フェルマーの最終定理を証明した数学者のワイルスは、この問題に 10 歳の頃出会いました。今日来てくださった皆さんの中に、将来クォークの研究に携わる人が出るかもしれません。いや、未来への希望はクォークに限りません。みなさん一人一人の心の中にある希望の光を、ぜひ見つめてほしいと思います。

参考文献：・フェルミ国立加速器研究所ホームページ <http://www.fnal.gov/>

・「クォークの魔法使いー素粒子物理のワンダーランド」ギルモア著、江沢洋監訳、土佐幸子訳、培風館、2002 年

・「クォークー素粒子物理の最前線」南部陽一郎著、講談社ブルーバックス、2001 年

## 星を手に取り、確め、学ぶ星学習

小四理科月と星単元 夏の大き三角を手に取り、その並び方、明るさ、色、位置の変化を確かめる。

山田幹夫 yamada mikio

香川県政策部政策課委員サイエンスボランティア 高松高等学院サポート校顧問

サイエンスボランティア国立科学博物館登録：文部科学省委嘱

e-mail : mikio-y@ax82.tiki.ne.jp

小4の星学習はわかりやすい星の並びがわかりやすい位置に見える時が学習の時期である。

夏の大き三角は星座ではありませんが星の並びとして、4月から夏休み前後を中心に、秋から1月初まで観察され、その見える方向、高さ、広がり4年の子供にとって観察しやすく、その位置の変化が認識しやすい星の並びである。子供たち最初はその広がりなど観察が難しいが慣れると簡単、だれにでも見付けられる1等星からなる星の並びである。

### 1 星を手にとるとは

モデル星写真(実視角星座カード星写真)を観察、星の並び方、明るさを確かめ、カラー写真で色を確かめます。次いでそれぞれの方角にかざして星の並びが見える高度、広がりを体感、トレース紙に写し取り、星座カードを作成することで、これらの知識が確かになります。そして作成をした星座カードを高くかざすことで自信を持って星の並びを空に見つけることができます。

### 2 夏の大き三角のモデル星写真を観察します。

写真1は東横浜近くの新平湯温泉の谷(東西方向：天気快晴)で撮影をしたものです。

この写真(天の川を写したもの)を観察、無数にいろいろな星々が見える中に先ず最も明るい星(1等星)を探します。三つ見つかります。上からベガ、右下へアルタイル、そして左下がデネブと名前が付いています。

### 3 夏の大き三角の星座カードを作成

写真1の上にA4のトレース紙を重ねて下の写真の星、先ず1等星を写し取ります。注意して観察すると暗い星が見えなくなっています。見えるのは明るい1等星とその次の明るさ(ここでは点の大小)の2等星程度です。3等星以下は白い紙の色に吸収されて見えません。

1等星三つを描き終えたらそれぞれを定規で結んで線を引き下さい。直角三角形ができました。これが夏の大き三角です。さらに2等星を探します。デネブを頭に横十字に並んだ星の並び、はくちょう座を見つけます。

### 4 作成した星座カードを高くかざして空に星の並びを見つけます。

カードが使いやすいようにクリアホルダーに挟んで使うのもいいですね。

① 夏休み前 5月、6月7月初 東の空に向けて高くかざします。

② 夏休みから9月 東に向けて頭の真上にかざします。ベガが頭の真上に見えています。

この時期 南に向けてこのカードをどのようにかざしたらいいかを考えます。

③ 9月から秋の頃の見え方 9月から秋の頃の見え方はこのカードをどのようにに向けて空を見上げたらいいか考察して下さい。二人で組んで一人がこのカードを東の空、頭の真上、西の空と動かします。

観察者は下から夏の大き三角を探しながらカードを見ていきます。東の空と西の空ではどんな見え方をしていますか。

### 5 写真1の裏 東の空高く上ってきた夏の大き三角

先程作製した夏の大き三角の星座カードを重ねて下の星の並びを確認します。東の空での見え方です。ベガは、アルタイルは、デネブはどれですか。それぞれを見つけて下さい。

6 頭の真上の夏の三大角 7月の午前0時ごろ 9月の午後8時ごろの見え方

写真2は表：南を向いて頭の真上を見上げた時の見え方です。校庭の南にある国鉄岡陽のポールを見上げての見え方です。指マークを持って確かめてください。

写真2の裏：西から北西の地平線近くに下りてきた夏の三大角、1月の午後6時ごろの見え方です。

このあとこの夏の三大角の星の並びはどんな動きをするでしょう。

参考写真3 10月の頃の夏の三大角の見え方写真です。表：10月の午後9時ごろ 裏：それから2時間後の見え方

西の空では $2\pi$ 文字の向きになって見えるということが発見できましたか。

参考資料 星を見よう小4星学習実習教材 B4版裏表印刷。カラー写真1 頒価1000円送料 270円

連絡先 星の学習研究会

〒760-0005高松市宮脇町1-20-24 電話 FAX 087-861-5054

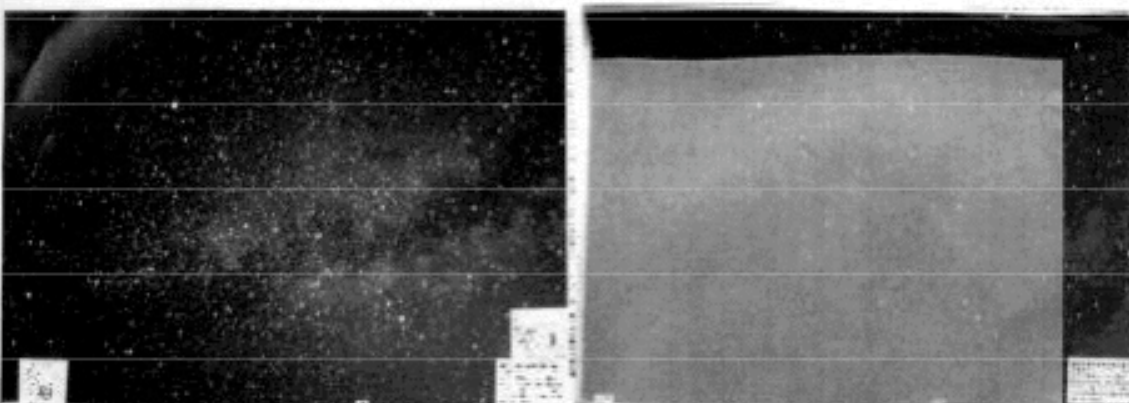
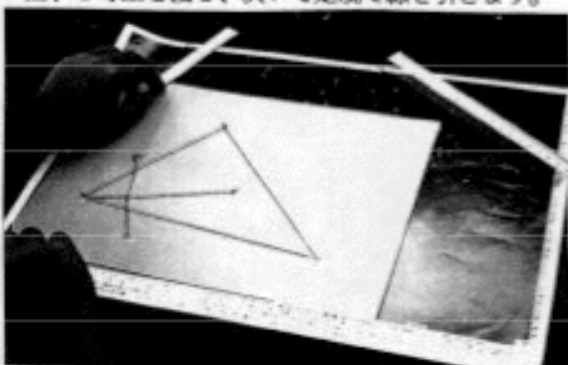
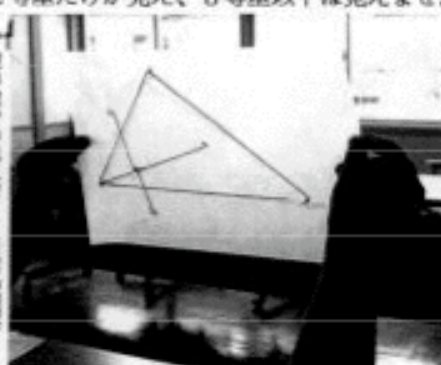


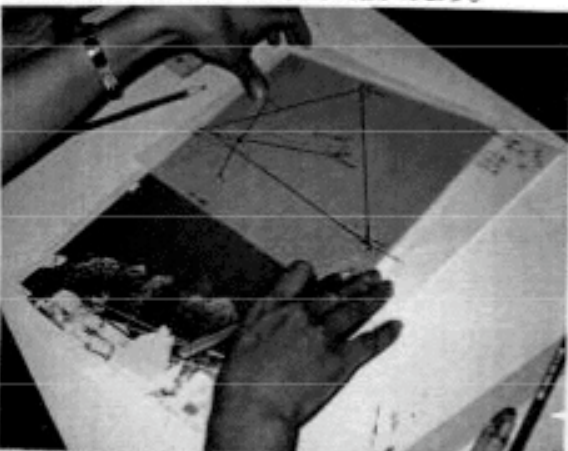
写真1 星々が無数に見える天の川、その中に最も明るい星、1等星を捜し、次いで定規で線を引きます。 実習2 トレース紙を重ねて下の星を写しとります。1等星2等星だけが見え、3等星以下は見えません。



一つ星を写し取った後、定規で線を引き、星の並びの並びを見つけます。



実習3 トレース紙に写し取った夏の三大角の星座カード 実習4 星座カードを東の空に向け、高くかざします。2等星を見つけはくちょう座を確かめます。



10月半まではへがは頭の真上、東を向いて頭の真上に高くかざします。



実習5 東の空の見え方、作製した星座カードを重ねます。

実習6 頭の真上の見え方 7月の午後8時から9時ごろ

# 磁石を見るー磁界の分布を可視化するー

平野輝美（平野技術士事務所）

info@ce-hirano.com

## はじめに

空間的に離れた磁石は、発生している磁束によりお互いに反発や引き合う力を及ぼしあいます。人間は磁束を見ることはできませんし、感じることもできないと考えられています。

しかし、現代社会において、磁石は広く使われ、様々な機械システムや動力システム、ディスプレイ装置、センサーシステムなどの基礎的な技術として応用されています。本講演では、簡単な装置を使って、磁石のパターン、すなわち磁束のパターンを目に見えるように変換します。実際に実験ブースに装置を設置し、磁束を光の濃度パターンに変換する特殊なフィルムを用い、偏光板と組み合わせます。その場で実際に磁束を目で見る実験を行います。目で見ても直感的に感じることで、磁石から発生する磁束についての基本的な理解を助けます。

## 実験

磁界と光をお互いに作用し合う材料として磁性鉄ガーネットという材料があります。よく知られた宝石のガーネットに鉄を導入した材料です。鉄が含まれているので、磁性を持ちます。さらに、この磁性材料は特殊で、透明です。この鉄ガーネット材料をナノ粒子として合成して、薄膜状に加工しました。図1に加工した例を示します。オレンジ色の材料が、鉄ガーネットの薄膜であり透明です。



図1 ガーネット薄膜の例

この鉄ガーネット材料は、通る光に影響を与えます。光をあてると、光の偏光面が変化します。最近非常に広く利用されている液晶表示装置と同じように、光の偏光が変化します。このときの偏光の変化の様子は、磁界の方向と大きさによって決まります。

さて、図2のように永久磁石を組み合わせると、磁石のNSがお互いに交互に存在するような磁石モジュールができます。この上に、図1に示したフィルムと反射板を重ねて載せます。そして、図3に示すような装置で光を当てます。このとき、フィルムを通過して反射した

光を偏向板を使って観察すると、磁石の形が浮き上がって見えます。磁石のNSの組み合わせ状態が、光の中に浮き上がってきます。すなわち、普通は見ることが出来ない磁石モジュールのNSの様子が、フィルムを使うことで見えるようになります。図4に観察した結果をお見せします。磁石のNSの様子をはっきりと見ることができます。

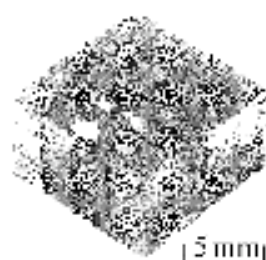


図2 磁石モジュール

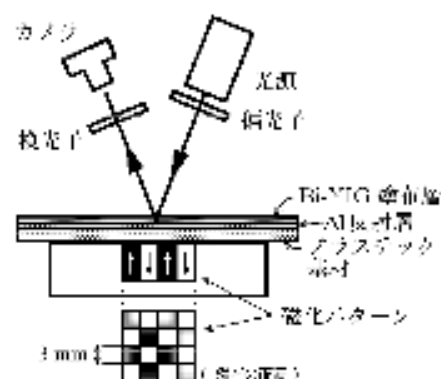


図3 観察用装置

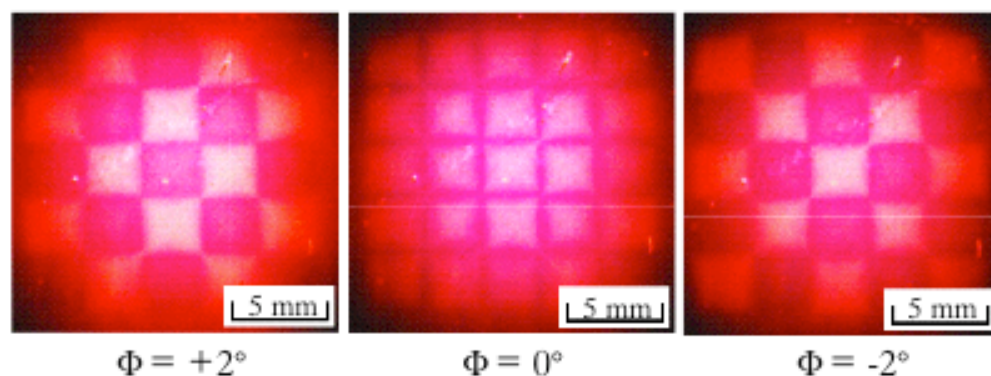


図4 鉄ガーネットフィルムを使って観察した磁石のNSパターン

#### まとめ

光と磁性の相互作用を利用した機能性材料を合成して、それを応用した機能性フィルムを研究開発してきました。現在、開発したフィルムを製品として展開して行くことを模索しています。合成した薄膜は、磁石から発生する磁界のパターンを目で見えるように可視化する機能を持っています。これを使うと、人間が普通の状態では見ることが出来ない磁界の様子を見ることができるようになります。物理的な現象をより容易に理解するには、人間の感覚で直感的に感じる事が最適と思います。磁界の変化を直感的に感じて頂くことを考えました。皆様、ぜひ御覧下さい。出場者の詳細については、以下のURLを参照ください。

<http://www.ce-hirano.com/>

## 声を見る

小倉 幸一

埼玉県総合教育センター

科学教育ボランティア

さいたま市少年少女発明クラブ

ozg@dl.dion.ne.jp

”声”は”耳”と共に、私たちが仲間同士のコミュニケーションをとる手段として、いつも使われています。その声と耳をむすんでいるものは”音波”です。ここでは、その音波を耳で感じたものを”音”とします。耳に感じない音波もあり、これは超音波といわれています。

耳の性能の限界（感じとれる音波の範囲）は

A： 音波の振動数

B： 音波の強さ

の2種できまります。

人と動物ではその A、B の範囲に違いがあります（超音波は振動数が多すぎて感じないと言う意味）。

A に関して「イルカやこうもりは超音波が聞ける・・・」という話を聞いたことがあると思いますが、イルカは水中での泳ぎ、こうもりは飛行中に飛んでるエサを取る、こんな必要にせまられて発達してきた耳（聴覚）の性能なのです。

一方、私たちはイルカやこうもりと生活環境が違いますから、感じ取れる振動数の範囲（振動数の多い側）も違います。

以下に、A について、数値を示します。

振動数については、1 秒間あたり何回振動しているかを”周波数”といい ヘルツ (Hz) という単位で表します。

人（子供以上） 20 Hz から 20,000 Hz

大人は年をとってくると 高い周波数をだんだん感じなくなってきました  
(10,000 Hz 前後まで)。

イルカやこうもりは 100,000 Hz くらいまでを感じます。

数値が大きい場合は kHz（キロヘルツ）を使います。超音波は 20 kHz  
以上といっています。

さて、この A の範囲は環境のみによって決まるのではなく、その動物の声と関係します。

同種族や敵の発する声を良く聞き分けなければなりません。これが、動物として（人も含めて）の基本的機能です。

人の声の範囲は数100Hz 前後（オクターブの上の「ド」）、位ですが、耳（聴覚）の範囲は 20,000Hz にもなっています。

これは声の出し方で自動的に付いてきてしまう、“倍音”を感じるために発達してきた機能です。倍音がつくと音の“音色”に特徴がでてきます。お父さんやお母さんの声は近くでも遠くでも聞き分けられます。音（楽）を美しいと感じるのも、この倍音の付き方次第です。倍音とは字面からみると基本周波数の2倍、3倍・・・という感じがしますが、そればかりでなくもっとたくさんの周波数があります（ただデタラメではありません）

実験では、この倍音の含まれ方を噴水型であらわします。

10本のプラスチックチューブを垂直に並べ、マイクからの音声信号を300Hz 間隔で分離、9本のチューブに対応させ、300Hz から3.3kHz までをカバーします。

10本目は全音量を表します。

このスペクトル表示は、その正確さより、声の音量、高さ、音色に従って ON LINE に吹き上がる水の動きのおもしろさをねらったもので、水の、高さ表示スケールとリニヤーでなく dB（デジベル）に変換したところが、技術的に工夫したところ です。

音波の強さと感覚の強さの関係は直線的でなく、大脳の働きで対数関係になります。これで、ささやくような小さな声も爆音のような大音量も支障なくカバーできるのです。

この対数変換の結果、表される表示の単位がデシベルなのです。

この倍音の含まれ方（発声からいえば含ませ方）でその人の特徴が決まりますが、一方、それら倍音の含まれている時間関係も重要です。この水のスペクトル表示では、その時間関係は ON LINE とはいえ、生の声にととても追従できるものではありません。

この展示デモでは、時間軸表示にはオシロスコープ（メモリー型）を併用しますから、興味のある方は、そちらも観察して下さい。

少し離れた場所でおして話をすると、いちじ（1時）と、しちじ（7時）の間違い（誤認）がおきます。これは、“し”に3する倍音の持続時間が非常に短い為に、その欠落によっておきることです。

実際に機器を操作していろいろ確かめてみましょう。

自分の“あー”と他のひとの“あー”をくらべてみましょう。どこが似ていて、どこが違うでしょうか・・・、同じ“あー”なのに。他の母音でも確かめてみましょう。



## 雨粒をつかまえよう

間々田和彦(筑波大学附属盲学校・サイエンスEネット)

降ってくる雨、なかなか速くその形や大きさまで見えませんし、服や地面をぬらして広がる雨はその大きさを正しく表していません。

小麦粉の中に水滴が入ると、入ってきた水滴とほぼ同じ大きさの小麦粉の玉（以下「雨粒」）ができます。今から 100 年以上も前にこれを利用してアメリカの W.ベントレーは降雨のメカニズムについての研究をおこないました。ここではベントレーの方法を利用して、「雨粒」をつかまえて、その大きさを確かめて下さい。「雨粒」を集めかたや保存のための工夫の楽しさも分かって頂ければ幸いです。

### 1 準備

おたま(カセロール)、硬式テニスボールやコーヒー豆などプラスチックの蓋が付いている空き缶、直径 10 cm くらいのシール容器(またはシャーレ)、ガーゼ、小麦粉、フィルムケース、カセットコンロ(電熱器)などの加熱器具、透明定規、卓上のほうき。 そのほか、白い製氷皿と紅いも粉。

### 2 方法

#### 1.小麦粉の中からかたまりを除きます

空かんにガーゼを軽くかぶせ、小麦粉をその上に乗せます。乗せる小麦粉の量は「雨粒」を採集するシール容器の底から 1 cm くらいの量が適当ですね。次に、空かんに蓋をし、ガーゼの上の小麦粉がかたまりを残して無くなるまで上下に振ります。缶の中の小麦粉をシール容器に入れます。



《シール容器に入れるところ》



《「雨粒の」とりだし作業》

#### 2.「雨粒」をあつめます

今回は雨の代わりに卓上ほうきを軽く水につけて振って雨を降らします。シール容器の上蓋をとり、「雨粒」を採集しましょう。

#### 3.「雨粒」を取り出します

2.で採集した「雨粒」の入った小麦粉を空き缶に入れ、1.の作業を繰り返す。ガーゼの上に残った「雨粒」を取り出します。空かんの蓋に「雨粒」があたり、「タンタン」と音がするようになると作業終了です。

#### 4. 「雨粒」を加工します

取り出した「雨粒」を電熱器やカセットコンロ等を使って、おたまでかるくあぶります。クッキーの焼けるにおいがすると作業終了ですね。動かさないところけてしまいます。加熱中はおたまは小さく振って下さい。



#### 5. 「雨粒」の保存

「雨粒」を写真のようにフィルムケースに入れましょう。

### 3 実際の雨だったら

1. 実際の雨で「雨粒」を集めるときには、雨の降り方をみながら採集する時間を決めましょう。
2. 地面で跳ね返った雨が入るので地面に直接置かないようにしましょう。
3. 降っている雨の「雨粒」の大きさを予想しながら採集するともっと良いですね。

### 4 もっと調べよう

1. ちょっと大きめのシール容器の底がうっすらと隠れる程度に小麦粉をひいて雨を受けると、雨が小麦粉の上に広がり、実際に感じる雨に近い大きさを観察できます。
2. 大雨や小雨、夕立などいろいろな雨の降り方の「雨粒」を採集し、大きさの比較をしましょう。
3. 紅イモ粉は酸性アルカリ性にとっても敏感です。これを利用してつぎのように酸性雨をつかまえることができます。

紅イモ粉をすり鉢とすりこぎを使って細かくし、茶こしで濾したものを用意します。紅イモ粉を小麦粉全体が紫色になるくらいに混ぜたもので「雨粒」を採集すると、雨の降り始めとしばらくたった頃の「雨粒」で色の変化が見られることがあります。

#### 参考文献

- 間々田和彦 雨粒を固めよう 川村康文編著 サイエンスEネットの親子でできる科学実験工作, かがわ出版 p.100-101 (2000)
- 間々田和彦 酸性雨が分かる雨あられを作ろう 左巻健男内村浩編著 おもしろ実験・ものづくり事典, 東京書籍 p.486-487 (2002)

# 気体をつかまえよう！

小森栄治

埼玉県蓮田市立蓮田南中学校  
komori.eiji@nifty.ne.jp

## 【発表概要】

身のまわりにあっても見えない空気。空気にはどんな気体があるのでしょうか？  
空気の成分のほか、気体を発生させ、その性質を実験で確かめます。  
予想をたてながら実験します。  
予想外の結果が出たとき、なぜかなど考えることが科学の楽しさです。  
予定している気体は、酸素、水素、二酸化炭素、窒素、ブタンです。

## 酸素（さんそ） $O_2$

空気中に、約20%含まれています。私たちの呼吸になくてはならない気体です。でも、多すぎたらどうなるでしょう？

酸素の中でいろいろなものを燃やしてみよう。

酸素は、水にとけるか？

## 水素（すいそ） $H_2$

燃料電池自動車が新聞やテレビで紹介されるようになりましたね。水素が燃料になって電気を起こして動く自動車です。

水素はとても爆発しやすい気体なので十分注意しなくてはなりません。先生の指導なしに実験しては、いけません。

水素は空気より軽い？ 重い？

水素に火をつけると。

酸素と水素を混ぜて火をつけたら。（子どもは真似をしないで！）

水素の中で、ものは燃えるか？

簡単な燃料電池の実験

## 二酸化炭素（にさんかたんそ） $\text{CO}_2$

紙やろうソク、石油、ガスなど炭素をふくむものが燃えると、二酸化炭素が発生します。私たちの体の中でも、栄養分と酸素が結びついてエネルギーを取り出すときに、二酸化炭素ができます。

二酸化炭素を確かめるには、

いろいろなものから二酸化炭素をつくる。

二酸化炭素は空気より軽い？ 重い？

二酸化炭素の中で、ものは燃えるか？

二酸化炭素は、水にとけるか？

## 窒素（ちっそ） $\text{N}_2$

空気の約80%は、窒素です。窒素はどのような性質があるのでしょうか？

窒素の中で、ものは燃えるか？

窒素は、水にとけるか？

窒素を利用しているもの。

## ブタン $\text{C}_4\text{H}_{10}$

使い捨てライターの中に入っている水のようなものは、ブタンです。圧力がかかっているので液体になっているのです。カセットコンロの燃料ボンベにも入っています。

気体のブタンを冷やしてみると、

ブタンに火をつけると、

ブタンの中で、ものは燃えるか？

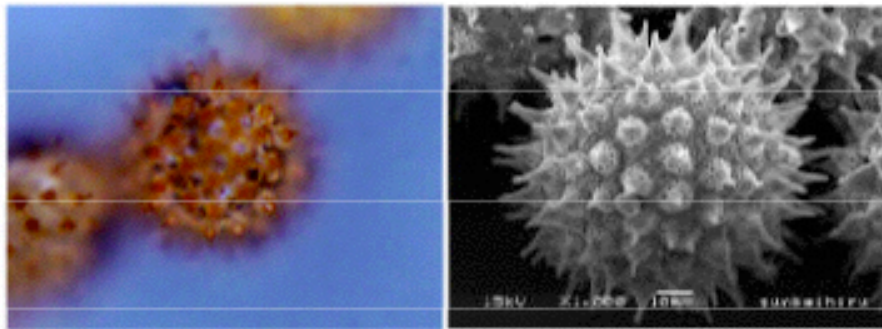
ブタンは空気より軽い？ 重い？

# 花粉を覗く

東京工業大学工学部附属工業高等学校 科学部  
中村友祐、山田翔大、高津貴大、長山真理  
[http://www1.tsh.titech.ac.jp/club/sci\\_club/](http://www1.tsh.titech.ac.jp/club/sci_club/)  
[sci\\_club@tsh.titech.ac.jp](mailto:sci_club@tsh.titech.ac.jp)

みなさんは花粉をご存じですね？花粉は花のおしべの葯（やく）に入っています。大きさはだいたい 10~200 ミクロンです。シャープペンシルの芯が 500 ミクロンですから、どれくらい小さいかちょっぴり想像つきましたか？

私たちは走査電子顕微鏡でこの花粉の姿（形）を調べています。この顕微鏡は、自分の目で見るよりもはるかに小さいものを見ることができ、そして普通の顕微鏡にくらべて形がハッキリとわかります。でも色はなくなっちゃうんですけどね！



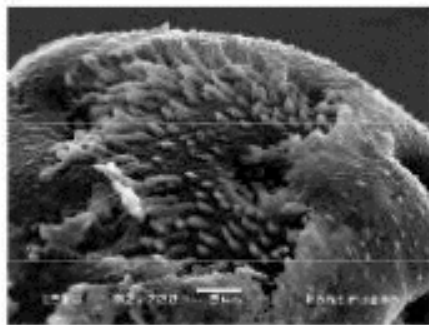
光学顕微鏡写真

SEM 写真

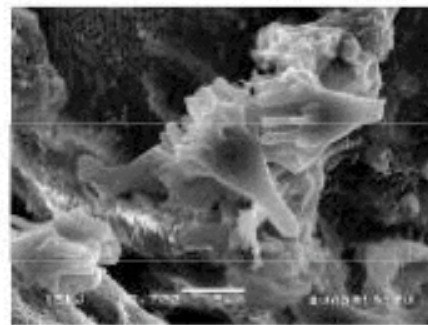
花粉を観察するには、 $\times 600 \sim \times 1400$  程度の倍率が必要で、光学顕微鏡でも十分な倍率が得られる。しかし、走査型電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope)を使えば、その特徴である高コントラストで焦点深度が深い画像により、手前から奥まで花粉全面にわたって精密な画像が得られ、高倍率ならではの微細な形状も見られる。花粉表面の形状を詳しく観察できるのがメリットである。

花粉表面は、セルロース等でおおわれています。その下には骨格のような外層があり、これはたいへん強い物質でできていて、温度にも化学薬品にも耐えます。この外壁には、とげやくぼみ等の形や、網目や流線状の模様がついています。ところどころに発芽口という溝または穴があります。この形・模様は花粉ごとに違いがあります。仲間の植物は同じかというところもいろいろきれいなようで、今研究中です。

ちょうど外層にすっぽりおさまるように内層があり、その中に原形質が入っています(この原形質は私達の顕微鏡では見られません)。外層と内層の間には柱があって二つの層をつないでいます。写真はその柱(柱状構造)です。この柱状構造にもいろいろなパターンがあるようなので、私達は研究し始めたところです。



外壁がはがれて短髪のような  
柱状構造がみえる

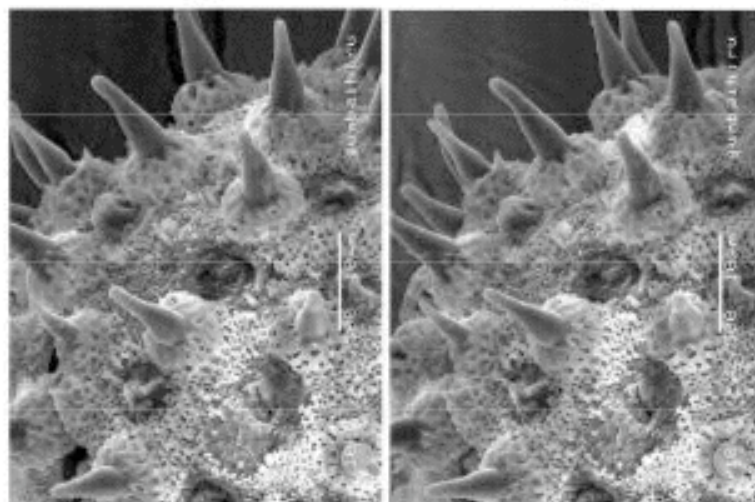


とげ（突起）の基部の柱状構造

外壁（外層）はスποロポレニン（炭素化合物）で極めて安定である。たとえばシクラメンの花粉は 80℃の環境下に1時間おいても全く影響がない。私達は花粉表面から有機物除去するため、濃硫酸と無水酢酸によるアセトリシス処理を行うがほとんど溶けない。そしてこの外壁が表面形状（形・模様）の特徴を作り、花粉固有のものとなる。さらに内部には、細胞壁にあたる内壁があり、外壁との間を柱状構造と呼ばれる柱がつないでいる。

同種（同じ科）の花粉が似た形状を持つかどうかは調査中で、今のところ、キク科のようにその傾向が明らかかなものと、そうではないものと両方ある。例えば私たちが現在研究しているヒルガオ科は、属単位ではっきり二種の形状に別れる。花粉形状も植物分類の一つの要素になり得るのではないかと私たちは考えている。

今回のこのショーでは、写真で見るだけでなく、いろいろな形でこの花粉の構造を楽しんでいただきます。ここではそのうちの一つ、立体視をお楽しみください。二つの画像の上にある点が3つに重なるように寄り目で見ると、柱状構造が立体的に見えます。お楽しみください！



グンバイヒルガオの立体視写真 (×2000)

東工大附工高科学部

## 簡単な実験や教具で確かめる宇宙

船越 浩海

所属 天文教育普及研究会

職場 藤橋村役場 (岐阜県)

[nmao.funakoshi@vill.fujihashi.gifu.jp](mailto:nmao.funakoshi@vill.fujihashi.gifu.jp)

### 1. はじめに

昨年度まで、私は岐阜県藤橋村にある村立の西美濃プラネタリウム、西美濃天文台職員として、長年天文普及に係る仕事をしてきました。来館者の方々に、いかに宇宙を紹介し理解を深めていただくかについて、簡単な工作や実験、面白い工夫などが有効であることを、体験を通して感じています。特に月や惑星の現象については、3次元で鳥瞰できる実験や教具が有効です。

本フォーラムでは、参加者が小学校4年生ですので、主に太陽系や星座について興味関心や理解を深めることのできる幾つかの自作教具や実験を紹介します。ローテックで原理の分かり易いものですので、家でもできるものも多く、工夫次第でより高度なものへ応用することができます。

サイエンスフォーラム2004のブースで行う予定の実験実演は複数ありますので、この予稿では、紙面の都合上それぞれの内容を記すのではなく、宇宙を実験するためのヒント(概略)や私が心がけていることを述べさせていただきます。

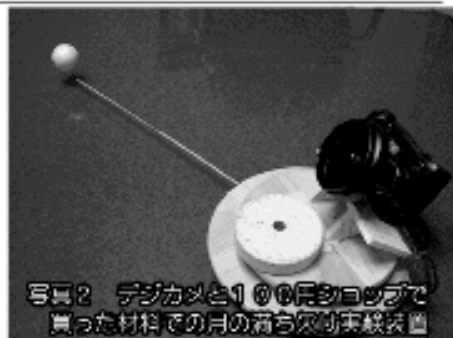
### 2. 単純で簡単な実験からはじめよう

今では、様々な本やインターネット、パソコンソフトを使って、宇宙に関する多くの知識や情報を得ることができます。それらを単なる知識としてではなく、身をもって(疑似)体験できるのが実験です。今回は、簡単な実験装置で、宇宙(太陽系)の立体的なイメージをつかみ、観察で得る2次元の情報を理解、説明することを大きな目標としています。教科書や調べ学習で学んだことを整理して、単純な原理(事実)だけで実験を始めると理解がし易くなります。例えば、月の満ち欠けを考える場合、①月は地球の周りを円を描くように回っている。②地球や月は自ら輝かず太陽の光で照らされている。まずは、これだけで実験を行うことができます。これに月の公転の方向や地球の自転を考えると、夕方に見える月は?などの疑問に答えを出すことができます。更に地軸の傾きを考えると南中する月が南に見えることや、出入りの時刻の季節変化が起こることが説明できます。このように徐々に複雑にしていくと理解が整理し易くなります。



### 3. 身近なもので、実験に利用できるものは

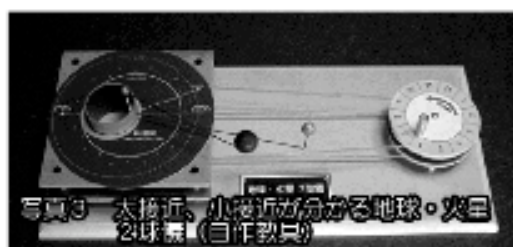
身の回りのものやホームセンター、100円ショップなどで色々なものを見て回ると、本来の使い方とは別に、実験に使えるようなものが、少なからず見つかります。球、棒、板などの形状の違いや、くっつける、回る、伸びる、光るなど単純な機能違いを組み合わせると、立派な教具や実験装置を組み立てることができます。既製の実験装置や教具がない場合など、実験のイメージを絵に書いたり、頭の中でイメージすることにより、身の回りのものが違って見えてくる(違う使い



方が見えてくる) ことがありますので、アイデアと工夫を凝らして身の回りのものをもう一度見てください。

#### 4. 工夫を凝らして応用してみよう

基礎的な実験を少しずつ複雑にしていったり、複数の装置を組み合わせることでより高度な現象を説明できたり、ちょっとしたアイデアや道具の使い方の発想の転換で、今までなかった実験装置や教具をつくることができます。基礎的な知識を整理し、疑問に思ったことや興味のあることについて、普段からイメージを膨らませていると、ある時、ふとアイデアが浮かび上がることがありますので、忘れないうちにメモしておくことを勧めます。



#### 5. 実験、実演を面白くさせ興味を惹きつけさせる少しのムダ

実験には、ある意味「手品とその種明かし」と同じような面白さがあります。しかし、いわゆる理科に興味の薄い子どもたちには、理科実験というだけで身構えたり敬遠する子もいることも事実です。

これらを克服するには、はじめに、いわゆる「つかみ」で子どもたちを惹きつける必要があります。それは、話術であったり、小道具であったり、体を使う(動かす)ことであったりしますが、本来の実験とは少し道のずれたムダとも思えることが、案外効果を生むことがあります。食わず嫌いな状態を克服できるかもしれません。



#### 6. ブースでの模擬実験

当日の会場ブースでの実験実演は、前述の実験を含め下記を予定しています。いくつかは、プラネタリウムでの学習放映や天文教室、工作教室で実践してきたものです。それぞれの実験のめあてや方法などは、当日別途資料で配布させていただきます。(時間制約などにより内容が変わることもあります。)

- ・ 簡易スライドビューワーを使った星座観察器  
本物の夜空にプラネタリウムのような星座絵や星の名前が浮かび上がります。
- ・ 月の満ち欠けの実験(1)  
光源とボールを使った簡単な実験
- ・ 月の満ち欠けの実験(2)  
デジカメを使った月の位相と見える位置・時刻を確かめます。
- ・ 季節による日(月)の出、日(月)の入り時刻の変化の実験  
時刻の決め方と地軸の傾きをヒントに季節変化を実験で確かめます。
- ・ 惑星はなぜ惑うのか(逆行はなぜ、どんな時に起こるのか)  
自作の惑星二球儀と電球を使った実験です。
- ・ 2003年火星の大接近は、なぜあれほど注目されたのか  
自作の二球儀(地球と火星)で、地球と火星の接近やその周期と位置を確かめます。
- ・ ストッキングを使った星間物質の振る舞いの実験  
宇宙空間に分布する物質はどのように振舞うのかをイメージする実験です。



## 共催団体紹介 (順不同)

### ◆サイエンスEネット

サイエンスEネットは1999年に地球温暖化防止京都会議 (COP3)をきっかけに京都の理科の先生が中心になり設立した科学・環境NGOです。子ども達に科学の面白さや地球環境をまもる大切さを伝えるため、各地の学校や科学イベントなどで楽しい実験工作教室を数多く開催しています。代表は信州大学教育学部 川村康文です。

ホームページ：<http://www2.hamajima.co.jp/~elegance/se-net/>

### ◆天文教育普及研究会

天文教育の振興および天文普及活動の推進を目的として発足。1967年から開催されている天文教育研究会はすでに17回におよび、毎回、天文教育普及についての活発な議論がなされている。これまで、天体観察ガイドブック「宇宙をみせて」(恒星社厚生閣)等さまざまな出版物も刊行。会員数は約600名。

連絡先：〒448-8542 愛知県刈谷市井ヶ谷町広沢1

愛知教育大学理科教育講座地学領域 天文教育普及研究会事務局

e-mail：[jimu@hst.phyas.aichi-edu.ac.jp](mailto:jimu@hst.phyas.aichi-edu.ac.jp)

ホームページ：[\(http://www.obs.misato.wakayama.jp/tenkyo/\)](http://www.obs.misato.wakayama.jp/tenkyo/)

### ◆国立天文台科学教育ゼミ

国立天文台の「科学教育ゼミ」は科学教育全般に興味を持つ若き研究者たちの教育研究に関する情報交換・研究発表の場をめざし創られたものです。また、国立天文台天文情報公開センターにおける、「研究機関としての教育活動はどうあるべきか？」をこのゼミでは追求しています。さらに初等中等教育に限らず、一般市民から求められている研究機関からの情報公開とは何かを検討し、研究機関、生涯学習施設、学校間の有機的な再結合を目指しています。現在、会員は74名。

連絡先：[h.agata@nao.ac.jp](mailto:h.agata@nao.ac.jp) 縣秀彦(主宰者；国立天文台広報普及室長)

ホームページ：<http://chiron.mtk.nao.ac.jp/~scied/>

### ◆オンライン自然科学教育ネットワーク(ONSEN)

「Onsen」はOnline natural science education networkの略でインターネットのML(メーリングリスト)を通じた自然科学教育の研究実践団体。様々な分野からの加入者は130名を超える。教育研究・教育実践の交流、実験教材の開発などを行い、「Onsenラボ」という科学教育振興のための特別チームを編成し、関西を中心に実験教室・サイエンスショーなどを精力的に開催している。

HP(<http://www.nep.chubu.ac.jp/onsen/>)では、活動紹介、質問コーナー、科学教室の依頼受付などを行っている。

ホームページ：<http://www.nep.chubu.ac.jp/onsen/>

### ◆検定外中学校理科教科書をつくる会

左巻健男京都工芸繊維大学教授の「検定外中学校理科教科書をつくろう」という呼び掛けに応じて2002年1月に結成されたグループ。中学校理科教員を中心に高校理科教員、

大学教員、会社員など約200名で構成され、教科書の執筆、検討をML及び編集会議で行い、『新しい科学の教科書』（3巻 文一総合出版）を発刊。この教科書3巻はベストセラーになり、話題に。現在は、読者MLやイベントなどで、教科書の改善や実践交流、草の根からの教育改革に取り組んでいる。

主催者 左巻健男（京都工芸繊維大学アドミッションセンター教授）

samaki@ipc.kit.ac.jp

「新しい科学の教科書」読者MLの登録フォームのWEB：

<http://www.bun-ichi.co.jp/ML/form.html>

#### ◆日本ハンズオンユニバース協会(JAHOU)

Hands-On Universe(HOU)は、アメリカで始められた高校生のための科学教育プログラムであり、JAHOUは1996年に理化学研究所戎崎俊一博士らが中心となり日本組織として設立された。プログラムではワークブックと画像処理ソフト、インターネット望遠鏡等が提供され、資格をもった指導者の元、生徒が自分自身の興味関心に従い新しい発見を体験できる。また現在はスペクトルカリキュラム等、日本独自のカリキュラムも開発、発信している。会員数は約70名。

ホームページ：[http://jahou.riken.go.jp/index\\_j.shtml](http://jahou.riken.go.jp/index_j.shtml)

#### ◆高校生天体観測ネットワーク (Astro-HS)

1998年のしし座流星群をきっかけにスタートしたプロジェクトですが、2000年からは流星群以外にも観測対象を広げ、食現象や太陽など幅広い観測テーマに取り組んでいます。運営スタッフは、学校の教員や学生・研究者など有志の集まりです。参加グループには観測マニュアルを無料で配布し、全国からの観測データを集web(<http://www.astro-hs.net>)で公開しています。これまで、のべ11,000人を超える高校生達が参加してきました。

#### ◆極地方式研究会

現場の教師はもとより、校長・指導主事・教育学者・心理学者が多数加入し「すべての子どもに高いレベルの科学をやさしく教える」授業の実践研究を行っている。その成果は、「総合的な学習の時間のための授業プラン集 1, 2, 3」「やさしくて本質的な理科実験1~4」「理科わかる教え方」（全6巻）「中学校理科教え方 学び方」（全7巻）「教室いきいき生活科」「科学の方法」「科学実験お楽しみ広場」「授業づくりの心理学」などにまとめられている。

連絡先：事務局 宇野 忍 E-mail :[uno@mail.cc.tohoku.ac.jp](mailto:uno@mail.cc.tohoku.ac.jp)

〒980-8576 仙台市青葉区川内 東北大学教育学部教授学習科学講座

Phone/Fax :022-217-6136

ホームページ：<http://homepage2.nifty.com/KurokawaRika/pma/index.htm>

#### ◆ジャパンGEMSセンター <http://www.jeef.or.jp/GEMS/>

#### ◆ガリレオ工房 <http://research.nii.ac.jp/~arai/image/galileo/galileotop.html>

#### ◆NPO法人理科カリキュラムを考える会 <http://www.sci-curriculum.jp/>

#### ◆財団法人日本科学技術振興財団 科学技術館 <http://www.jsf.or.jp/>

## 実行委員会

- ◆柴田 直人 (東京都立八王子盲学校高等部)  
見えないものをどのように見るのか、色々な実験を楽しんでいってください。
- ◆篠原秀雄 (高校生天体観測ネットワーク、埼玉県立三郷北高等学校)  
大きすぎるもの、小さすぎるもの、速すぎるもの、遅すぎるもの、透明なもの、不透明なもの、遠すぎるもの、近すぎるもの、・・・「見えないもの」にはいろいろあります。「見えないもの」がどのように「見える」のか、とても楽しみにしています。
- ◆永井智哉 (JST研究開発戦略センター)  
「見えないものをみる！」というテーマで競う本イベントを通して、科学実験やトークなど教育実践について議論ができることを楽しみにしています。
- ◆岩崎公弥子 (跡見学園女子大学非常勤講師)  
「わかりやすく」、「楽しく」、人に伝えることは、とても難しいと思います。「見えないもの」をどうやって「見せて」、人に「伝える」か、とても楽しみにしています。
- ◆田代 英俊 (財団法人日本科学技術振興財団/科学技術館)  
「見えない」って言われると、なんとしても見たくありませんか？その好奇心が、科学を育むタネだと思います。
- ◆藤原 真 (財団法人日本科学技術振興財団/科学技術館)  
見えないけれど気持ちのいいこと…感動、共感。参加者の笑顔をたくさん「見て」感じたいです。
- ◆奥野 光 (財団法人日本科学技術振興財団/科学技術館)  
普通に見て見えなくても科学の力で見える世界があります。どうか科学の力を目で見て心で感じてください。
- ◆吉田のりまき (ガリレオ工房、ONSEN所属、科学の本の読み聞かせの会「ほんとほんと」代表)  
見えない物って？どうやって見る？どういふところを見せていく？見えない物を見てみたいと思う気持ちは、いくつになってもいつの時代でも同じです。共通のワクワク感！
- ◆松本直記 (横浜物理サークル、慶應高校)  
理科離れを懸念し、とても理科教育に頑張られている方は日本にたくさんいらっしゃいます。しかし、実際に顔を合わせて交流する機会は意外に少ないのではないのでしょうか。このイベントを通して理科の中の異業種？交流が進めば嬉しく思います。
- ◆飯塚恭子 (東京都立あきる野学園養護学校)  
大人も子供も、一緒に楽しみましょう。見てください、「見えないもの」と「サイエンスの魅力」を。
- ◆五島正光 (科学の鉄人代表、巣鴨高校)  
今年のイベント「科学の鉄人2002」で生まれた夢が、サイエンスフォーラムとして、大きな花として咲こうとしています。きっとまた新しい夢が生まれることと期待しています。
- ◆岩城 邦典 (science NODE)
- ◆佐藤文香 (東京学芸大学教育学部)
- ◆高野 重之 (東京大学総合文化研究科、国立天文台科学教育ゼミ)
- ◆多久和美紀 (オンライン自然科学教育ネットワーク)
- ◆間々田和彦 (サイエンスEネット、筑波大学附属盲学校)
- ◆高橋 淳 (天文教育普及研究会、ミュージアムパーク茨城県自然博物館)
- ◆小菅 京 (日本HOU協会、東京工業大学附属高校)
- ◆滝川洋二 (NPO法人理科カリキュラムを考える会理事長、NPO法人ガリレオ工房理事長)
- ◆左巻健男 (検定外中学校教科書執筆代表、京都工芸繊維大学教授)
- ◆山田善春 (オンライン自然科学教育ネットワーク代表)
- ◆戎崎俊一 (日本HOU協会会長、理化学研究所情報基盤研究部長)
- ◆縣 秀彦 (実行委員長、国立天文台科学教育ゼミ代表、国立天文台広報普及室長) 他