

# OKAZAKI

●基礎生物学研究所 ●生理学研究所 ●分子科学研究所  
大学共同利用機関法人 自然科学研究機構

.15  
2014.7

岡山大学総合科学研究地区第二期工事竣工披露



**特集** 進化し続ける山手地区

**新たな  
研究施設が竣工**



# 人の心を ほのぼのと



分子科学研究所長  
中村宏樹

本年4月からいよいよ、岡崎国立共同研究機構はなくなり、岡崎の3研究所は東京三鷹にある国立天文台と岐阜県土岐市にある核融合科学研究所と共に大学共同利用機構法人自然科学研究機構という新しい法人を構成し再出発しました。日本の自然科学研究の一つの中心として大きな役割を担うこととなります。それにしても、このような法人化を始め最近の日本の情勢が基礎学術の振興にとって本当に良いことであるのかどうか心配でなりません。法人化によっていささかの自由度が増えるのは良いことかも知れませんが、基礎学術研究者を労働者とみなすことが正しいことでしょうか、基礎学術研究者にお金を稼げと圧力をかけるのが正しいことでしょうか。今まで、日本の研究者社会に厳しさが欠けていたことは確かかと思いますが、それを正す為にこの様なことを行うのは、本末転倒としか言い様がありません。この様な日本の科学行政には、いささか哲学の欠如を感じざるをえません。いや、問題はもっと根深く、世の中そのものの風潮に問題があるのではないかと恐れます。物事を深く考える習慣が無くなって来ているのではないのでしょうか。東洋には優れた哲学の長い歴史があります。それなのに、我々自身、この心の歴史を忘れてしまっているのではないのでしょうか。以前、新聞にも書きましたが<sup>1)</sup>、「自然支配」と「自然との一体性」、「二分性」と「不二性」、「局所性」と「総合性」等々、西洋と東洋の考え方には大きな違いがあります。今まで大きな役割を果たしてきた西洋流の合理主義・要素還元主義を乗り越えて東洋的思想・哲学を思い起こし、二本脚の上に立って「新しい自然科学」、あるいは、「新しい社会」の発展を目指すべきであると思います。これこそが、日本の若者に大いに期待したい21世紀の新しい展開であると考えます。



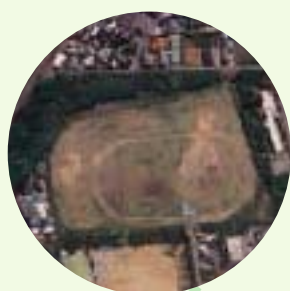
分子研レターズでも引用しましたが<sup>2)</sup>、御殿場にある彫刻家前島秀章の作品展<sup>3)</sup>を観覧した時、実にほのぼのとした多くの作品と共に作者の「芸術とはギスギス、ガタガタした社会を和ませ、人の心をほのぼのとさせる役割を担ったものであ

ると思っている」、「彫刻で哲学をしたい」と言う表現の素晴らしさに感銘しました（実はこの拙文に添えて薄く印刷されている写真がその作者の作品の一つで「元気」と名付けられているものです。許可を頂いて掲載しました）。学術（学問と芸術）とは本来その様にあるべきものであると思います。最近の自然科学の進歩は著しく、個々の素晴らしい研究が一般の人たちにとって、すぐに「ほのぼの」とはいかないとしても、基礎学術そのものはやはり人の心を豊かにし、文化の基礎をなすものであります。そのうちの何パーセントかが将来新しい技術として社会に還元される訳ですが、基礎学術そのものは後者を目的とするものではありません。

もちろん、自然科学者も偉そうなことを言って、ただ引きこもっていて良いわけではありません。説明責任は当然あり、それ以上に、自然科学の面白さを伝え、社会のいわゆる「理科離れ」を解消する為にも努力をしなければなりません。岡崎の研究所では色々な努力をしております。一般の方々向けの分子科学フォーラム、研究所一般公開、スーパーサイエンスハイスクールとしての岡崎高校の活動支援、市民大学講座、寺子屋教室、理科の先生を対象とした国研セミナー等々の活動を行っております。岡崎の研究所を訪問して基礎学術の一端に触れて頂ければ幸いです。

1) 中日新聞夕刊(平成12年12月18, 19日)「21世紀への視点」。  
2) 分子研レターズNo.48(2003)「最近思うこと」(分子科学研究所)。  
3) 時空を超えた木彫り芸術「前島秀章美術館」(静岡県御殿場市神山719)。

# 進化し続ける 山手地区



平成12年12月以前



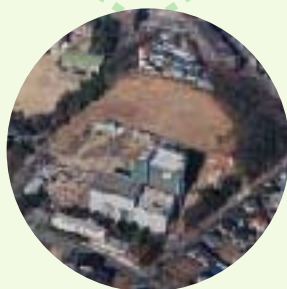
平成14年5月



平成15年6月



平成16年4月



平成13年12月



平成14年12月



平成15年11月

## 新たな 研究施設が竣工

自然科学研究機構岡崎3研究所(旧岡崎国立共同研究機構)は、平成16年3月末に岡崎市明大寺町山手地区(旧E地区)に新たな研究施設(山手3号館、山手5号館)を竣工しました。統合バイオサイエンスセンターをはじめ、すでに移転している岡崎3研究所の共通研究施設に加え、基礎生物学研究所、生理学研究所、分子科学研究所の研究室の一部が移転し、ますます活発に研究を進めていきます。今回は、山手地区に移転した9研究室の研究活動をご紹介します。

## 「気体分子センサータンパク質の構造と機能に関する研究」

我々の研究室では、酸素、一酸化炭素などの気体分子のセンサーとして機能するタンパク質を主な対象として研究を進めています。生物の中には、これらの気体分子をシグナルとして利用することにより、様々な生理機能を制御している例があります。気体分子をシグナルとして利用するためには、シグナルとして機能する気体分子のみを選択的にセンシングする必要があります。我々が研究している一酸化炭素センサータンパク質、酸素センサータンパク質では、ヘム

と呼ばれる鉄イオンを含む有機色素（鉄ポルフィリン）がこの選択的センシングに中心的な役割を担っていると考えられていますが、その詳細についてはまだ不明な点が多く残されています。そこで我々は、遺伝子工学、分子生物学、および物理化学的な実験手法を駆使することにより、これらセンサータンパク質の構造と機能の詳細を、分子レベルで明らかにすることを目的として研究を進めています。

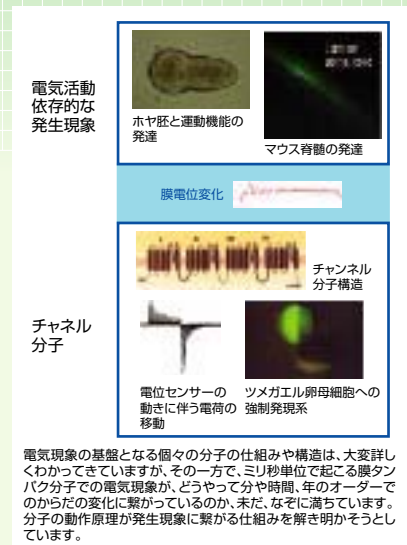


研究室での実験風景

## 「分子が刻む時系列生命現象」

私たちの脳や筋肉が、電気的な信号を使って働いていることは、よく知られていることです。しかし、脳や筋肉以外の多くの組織や発生途中のからだでも、電気活動は重要な役割を果たしています。細胞の電気活動は細胞を出入りする様々なイオンの動きで生じていて、細胞膜を貫通し中央に親水性の孔をもつイオンチャンネルという分子の働きにより担われています。イオンチャンネルは近年極めて多様な分子が知られるようになり、昨年のノーベル化学賞に見るように3次元構造が明らかになるなど研究が進展し

てきました。しかし、200種類を越えるチャンネル分子たちがどのように連携しているかなど、依然なぞに満ちています。私たちの研究室では、チャンネル分子の動作原理を解明する一方で、ホヤ、ゼブラフィッシュ、マウスなどで組織や個体のレベルでの解析を行っており、これにより数ミリ秒レベルの分子の現象が、時間、日のレベルの発生現象などにどのようにつながるかを明らかにしたいと考えています。



## 「遺伝子から性を解き明かす」

多くの生物には雄と雌が存在します。雄と雌の間で最も顕著に異なる組織が生殖腺（精巣と卵巣）で、ここでは精子と卵子を作るだけでなく、性ホルモン（男性ホルモンと女性ホルモン）を産生することで、生殖腺以外の組織に雌雄の特徴を作り出します。ヒトを含む哺乳類は性染色体の組み合わせ、すなわちXとYで雄性へ、そして2本のXで雌性へと分化することが知られています。しかし、自然界を眺めてみますと、このように遺伝的に性が決まる動物だけでなく、温度等の環境要因によって性が決まる動物や、

社会的地位が性を決める動物など、性決定の様式は動物種によって大きく異なっています。このような動物種に固有の性決定様式は、長い進化の過程でそれぞれの動物種が作り上げてきたしくみと考えられます。一方、鳥類で生殖腺を作るのに必要な遺伝子は、哺乳類でもやはり生殖腺の形成に必要です。動物種を越えて保存されたメカニズムも存在します。細胞分化研究部門では、遺伝子の働きを通じて性を取り巻く問題を明らかにすることを目的に研究を行っています。

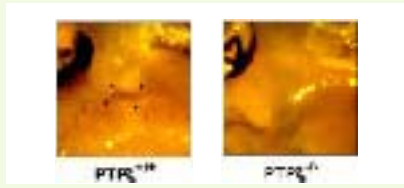


上の写真はSox9とよばれる遺伝子の発現を発生途上の生殖腺で調べたものです。精巣（左）は青紫色に染まっており、この遺伝子が働いていることが分かりますが、卵巣（右）では働いていません。従って、この遺伝子は精巣の形成に必要であることが分かります。

## 「分子から個体の行動・生理・薬理まで」

我々の研究部門では、高等動物の脳が発生の過程で形成される仕組み、また成体において完成した脳が機能する仕組みについて研究しています。具体的には、眼の網膜が発生過程で領域分化する仕組み、視神経が脳の正しい場所へ神経結合する仕組み、記憶や学習、情動や行動といった脳の高次機能を司る仕組み、また、塩分摂取行動を統御する脳の仕組み等を、遺伝子、分子、細胞から、システム、個体のレベルまで総合的に明らかにしようとしています。このように、全て基礎的、学術的な研究ですが、これらの研究の中から思いがけなく社会性・

応用性のある成果が生まれることがあります。最近の例では、ピロリ菌の毒素によって胃潰瘍が発症する仕組みや、覚醒剤中毒が起こる仕組み等が挙げられます。その他にも、哺乳動物において切断された視神経を再生させるための基礎研究を開始しています。



タンパクチロシンホスファターゼγ遺伝子を欠損したマウスはピロリ菌の毒素VacAに対して不感受性を示し、胃潰瘍を発症しません。



Naxチャンネル遺伝子に異常のあるマウスは塩分(食塩水)を過剰に摂取します。今後、この行動異常を司る脳内メカニズムの解明を目指します。

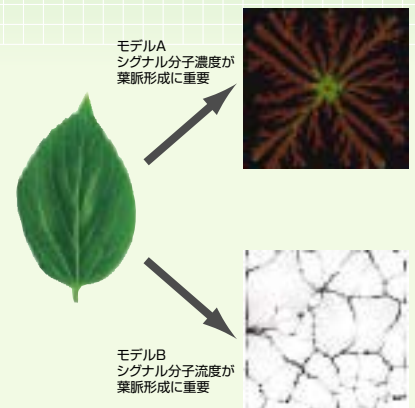
## 「数理モデルやコンピュータを用いた新しい生物学」

情報生物学研究センターでは、数理モデルや計算機を用いて、様々な生命現象の解明に取り組んでいます。生物学はこれまで、実験によって事実を明らかにすることで発展してきました。しかし技術の進歩により知識や情報が膨大に増加した結果、人間の手作業で全体を捉えるのは限界に近づいています。計算機や数式を用いた抽象的な理解も、今後の生物学には必要になるでしょう。

例えば生物の発生過程では、各々の細胞が自分の居る場所にに応じて変化を起こし、その結果として、次第に複雑な構造が作り出されます。空間中に形が展開する様子は、

偏微分方程式という方法により理解できます。

図は植物の葉脈の形作りについて、有名な二つの異なるモデル(シグナル分子濃度または流量がそれぞれ葉脈形成に重要だとする仮説)を基に計算したものです。Aのモデルでは、葉脈の伸長と分岐が再現できますが、閉じたループが作られません。一方Bでは、葉脈は閉じたループを作りますが、分岐を繰り返しません。実際の葉では、二つのモデルの両方の仕組みが働いていると想像できます。



## 「新しい光を用いた大脳の記憶過程の研究」

新しい人工の光、超短パルスレーザーを用いる顕微鏡(2光子励起顕微鏡)を用いて未解明の生命現象の可視化や操作を行う研究を推進しています。特に、大脳皮質の神経の接合部であるシナプスをこの光で刺激し、また、観察する手法を開発しました。シナプスは1ミクロン以下の小さな構造ですので、これまでの手法で生きたまま観察・刺激することは不可能でした。我々の研究から、脳が学習するとシナプスが大きくなること、また、大きなシナプスはその形が長期間安定で、脳の記憶痕跡そのものであ

ることが示唆されました。つまり、学習・記憶はその初期から形として見える現象のようです。

また、シナプスは情報のやり取りを伝達物質の分泌によって行います。この分泌は、神経細胞以外にも例えば糖尿病に関係するインスリンの分泌のように多くの細胞が用いられていますが、そのメカニズムは複雑でよくわかっていません。我々はこの現象を2光子励起法で解析する新手法の開発にも取り組んでいます。

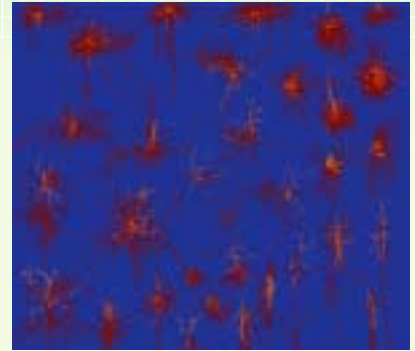


大脳皮質ではシナプスは神経の樹状突起のスパインに作られます。脳の学習過程ではこのスパインの大きさの変化が起きます。大きくなったスパインは安定です。我々の研究から、大きなスパインは脳の記憶痕跡そのものである可能性が示唆されています。

## 「個性豊かな神経細胞の集団-大脳皮質-を探る」

大脳皮質は厚さが2ミリですが、脳表面の広い面積（約2000平方センチ、新聞紙1ページ）を占めており、1立方ミリの中に数十種類の神経細胞が5万個つまっています。一つの神経細胞は数千から数万の信号を伝える場所（シナプス）を持ち、他の数百から数千の神経細胞に信号を伝えています。ヒトがどれほど複雑な神経回路を持っているかちょっと想像してみてください。この複雑な回路の働きがヒトの精神活動や運動・行動を引き起こしています。私たちは大脳皮質の神経回路がどのように作られ動いているかに興味を持ち研究を行っています。

この回路の基本的法則を知ることは脳の機能を知ること、また、老年性痴呆などの病気を解明する上で必須の知識になると考えています。そのためには、そこに存在する数十種類の細胞の個々の性質を明らかにすることが大事です。さらに、配線方法やその配線を通る信号の性質を明らかにする必要があります。私たちは、神経細胞から電気的な活動を記録したり、シナプスを電子顕微鏡で観察したりすることから得られる様々な知見をもとに、大脳皮質神経回路の仕組みを解明することをめざしています。

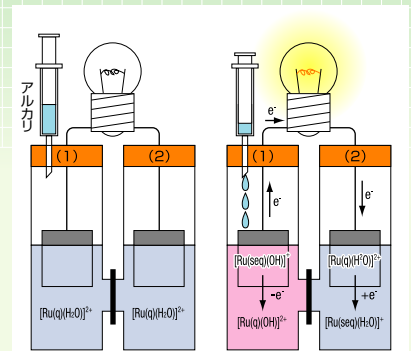


大脳皮質をつくっている神経細胞。黄色で描いてある線は他の細胞からの情報を受け取る場所（樹状突起）で、赤色の線は他の細胞へ信号を送る配線（軸索）。大脳皮質はきわめて多様な神経細胞の集まりからできています。

## 「電気エネルギーと化学（結合）エネルギーの相互変換を目指して」

金属イオンに原子あるいは分子（配位子）が結合した金属錯体は、金属や配位子の種類を変えることにより様々な機能を発現します。我々は電子を出し入れすること（酸化還元）が可能な配位子を結合させたルテニウム金属錯体が、二酸化炭素を還元して一酸化炭素、さらには有用なアルコールへと変換する機能を有することを見出しました。また、一般に酸とアルカリを混ぜる（中和する）と発熱しますが、図のように我々が合成した錯体の溶液をイオン交換膜で仕切り、

一方だけをアルカリ性にするとう電気が流れました。これは中和反応で発生されるエネルギーの一部を熱ではなく電気として取り出し、電池を形成したことになります。アルコールの酸化反応で発生されるエネルギーを電気として取り出す機能を持つ錯体についても研究中です。新しい金属錯体の性質と機能を解明する錯体化学を基礎に、二酸化炭素還元や燃料電池など環境問題の解決に寄与することを目指しています。



中和反応で得られるエネルギー（ $\Delta G$ ）を電気エネルギーへ変換する

生体内でエネルギーを作り出すシステムでは、pHの変化を巧みに利用しています。pHの変化とは、すなわち酸と塩基の中和反応ですが、通常は熱が発生するだけです。しかし我々は、単核のルテニウム錯体を用いて中和反応で発生するエネルギー（ $\Delta G$ ）を電気エネルギーとして取り出すことに世界で初めて成功しました。

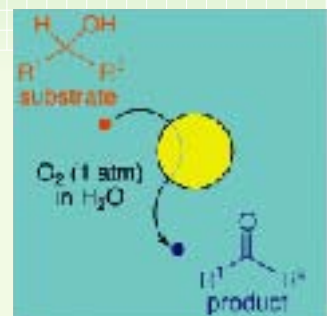
## 「地球にも人にも優しい化学を」

私たちの周りはプラスチック、繊維、塗料、医薬品など化学製品で溢れています。20世紀はまさに化学の世紀と言っても過言ではありません。しかし、時として化学は地球環境などに負荷を強いてきました。21世紀は地球や生命に優しい、安全かつ環境調和型の化学を目指すべき時代です。その実現には従来の化学の概念を基礎から見直す必要があります。私たちは（1）安全無害な「水」の中で（2）触媒を用いて化学反応を取り扱い、なおかつ（3）利用した触媒を回収再利用することを目指しています。「化学製品」といえばその多くは「石油製品」、これ

らを水中で取り扱うことは「水と油」を協調的に扱うという矛盾をはらんだ課題であり、それゆえに基礎化学に根差した新しい化学反応の駆動・制御概念の確立に取り組んでいます。



水中で高触媒機能を示す両親媒性高分子触媒(左は走査電子顕微鏡による全体観察,右は透過電子顕微鏡による触媒活性金属粒子の精密観察)



両親媒性高分子触媒に有機分子が取り込まれ分子変換反応が進行(水中,酸素雰囲気での環境調和型酸化反応)

2003.12.19

## 餅つき大会

岡崎国立共同研究機構（現自然科学研究機構）では、12月19日、機構内の職員会館で岡崎南ロータリークラブとの共同による餅つき大会を開催しました。この催しは、今年で5回目を迎えるもので、機構に在籍する外国人研究者を主な対象として日本の正月行事である餅つきを体験してもらうとともに、機構の職員とロータリークラブ員との交流を図るために開催しているものです。大会には、外国人研究者とその家族約30名の他、機構職員、ロータリークラブの家族を含め100名を超える方々が参加。参加者は、杵を振るい、つきたての餅を食べながら、歌やゲームを行うなど、相互の交流を深める楽しいひとときを過ごしました。



2003.12.26

## 分子科学研究所「超高磁場NMRフォーラム」



分子科学研究所では、「ナノサイエンス研究における先端的利用と展望」と題した超高磁場NMRフォーラムを、飯島澄男NEC基礎研究所特別主席研究員をはじめ7名の研究者や川上伸昭文部科学省基礎基盤研究課長を招いて行いました。

フォーラムでは、平成15年度末に整備された920MHz超高磁場NMRによって初めてもたらされるであろうナノスケールの分子・物質研究の可能性について、第一線で活躍する研究者による講演や討論が行われました。

2003.12.10, 2004.1.21, 3.3

## 分子科学フォーラム



分子科学研究所では、「第48回～第50回分子科学フォーラム」を岡崎コンファレンスセンターで開催し、市民も聴講に訪れました。

第48回は、東北大学金属材料研究所附属材料科学国際フロントセンター福山秀敏教授による「物質科学への招待」と題した講演が行われ、金属・絶縁体の区別にはじまり、半導体からDNAまで様々な物質の世界が紹介されました。

第49回は、京都大学化学研究所玉尾皓平教授による「元素科学：新機能発現を目指した有機典型元素化学」と題した講演が行われ、新規な有機エレクトロニクス系の開発と、有機EL発光素子用の高効率電子輸送剤として実用化に至ったシロロールの例やフッ化物イオンに対する変色センサーなどの可能性について紹介がありました。

第50回は、姫路工業大学高度産業科学技術研究所松井真二教授による「電子・イオンビームで作るナノテクノロジーの世界」と題した講演が行われ、電子ビーム技術による10ナノメートル描画技術（ナノメートルは10億分の1メートル）及び、イオンビーム技術により作った世界最小のワイングラス（髪の毛の100分の1）等、ナノテクノロジーの世界について説明がありました。

2004.3.16~18

## 生理学研究所国際シンポジウム

生理学研究所では、伊佐正教授らが中心となって国際シンポジウム「感覚運動機能研究への多様なアプローチ—新しい研究パラダイムによる最新の展開」を岡崎コンファレンスセンターで開催しました。本シンポジウムでは、脳による運動制御の研究で世界の最先端を行く研究者が一同に会し、最新の研究成果が発表されました。国外20名、国内18名の招待講演者を迎え、参加者約220名による活発な議論が展開され、今後の研究の発展が大いに期待できるものとなりました。



2004.1.23

## 山手地区第二期工事の竣工披露式

岡崎国立共同研究機構（現自然科学研究機構）では、分子科学、基礎生物学、生理学の三研究所の入る山手1号館B棟、山手2号館（増築分）及び山手4号館が竣工し、1月23日岡崎コンファレンスセンターにおいて竣工披露式が本施設の建設に携わった機構OB、地域住民の代表や報道関係の方々を招き盛大に行われました。



披露式では、佐々木和夫機構長の式辞に続き、石川明文部科学省研究振興局長をはじめ柴田紘一岡崎市長、長倉三郎元機構長（現日本学士院院長）から祝辞があった後、山手3号館に場所を移してテープカットが行われ、施設見学会の後の、祝賀会が開催されました。

2004.1.25~30

## 第1回岡崎バイオロジー・コンファレンス

基礎生物学研究所では、岡崎コンファレンスセンターで第1回岡崎バイオロジー・コンファレンス「絶滅の生物学」を開催しました。本コンファレンスは、種の絶滅という視点に焦点を当て、基礎生物学の新しい研究領域の発掘を目指したもので、国内の生物学関係の諸学会の全面的な協力を得て開催されました。約25の講演と40のポスター発表が行われ、国外からも多くの研究者が参加し、その様子は国際誌Nature（Nature427巻477ページ）にも取り上げられるなど、大きな反響がありました。



2004.3.11

## 佐々木和夫機構長退官記念講演会

岡崎国立共同研究機構（現自然科学研究機構）では、3月11日に岡崎コンファレンスセンターにおいて平成15年度末で退官される佐々木和夫機構長の記念講演会が開催され、多くの教職員が聴講しました。

「脳研究余談」と題された講演会では、学生時代や若き日の思い出など現在に至るまでの足跡や研究業績がユーモアを交えて紹介され、聴講していた教職員は熱心に耳を傾けていました。

講演会に引き続き「機構長を送る会」が催され、茅幸二分子研所長、勝木元也基生研所長、水野昇生理研所長、濱清元機構長、山岸俊一生理研名誉教授から佐々木機構長の功績に対し労いの言葉が贈られました。

2004.1.20

## 岡崎市立東海中学校でスペシャル授業「脳波を使って真実を見抜く」

生理学研究所柿木隆介教授研究室では、岡崎市立東海中学校で「脳波を使って真実を見抜く」と題したスペシャル授業を行いました。

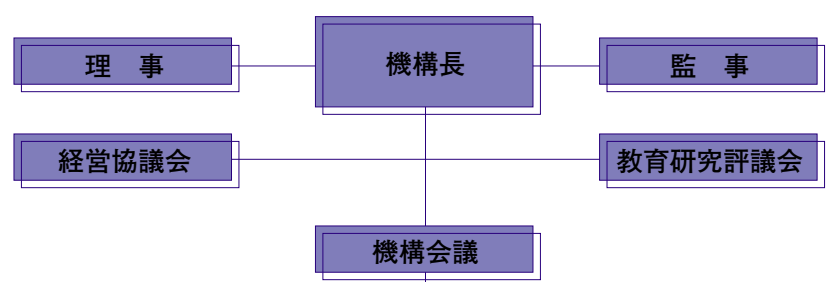
生徒達に4枚の写真からあらかじめ1枚の写真を選んで覚えてもらい、その写真がどれなのか秘密にしておき、脳波を使った「うそ発見器」をつけて実験開始。被験者である生徒の目の前のモニターに4枚の写真がランダムに繰り返し映し出され、自分が覚えた写真を見た時の脳波が他の写真を見たときの脳波とは異なる波形を示すことにより、選んだ写真がどれなのかを正確に当てることができました。その後、なぜ正確にわかるのか説明があり、生徒達は科学の楽しさを大いに味わうことができたようです。



■ 平成16年4月1日から岡崎の3研究所は国立天文台、核融合科学研究所とともに自然科学研究機構を構成することになりました。

■ 組織図

**自然科学研究機構**  
National Institutes of Natural Sciences



■ 施設一覧



広報誌「OKAZAKI」に対するご意見等は、  
手紙、ファクシミリ、電子メールでお寄せください。

〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中38  
自然科学研究機構岡崎統合事務センター 総務部総務課  
TEL 0564-55-7122 FAX 0564-55-7119  
E-mail r7112@orion.ac.jp  
URL <http://www.nins.jp/>

Homepage  
Address

自然科学研究機構  
<http://www.nins.jp/>

基礎生物学研究所 <http://www.nibb.ac.jp/>  
生理学研究所 <http://www.nips.ac.jp/>  
分子科学研究所 <http://www.ims.ac.jp/>

本誌の一部または全部を無断で複製、複製、転載することは法律で定められた場合を除き、  
著作権の侵害となります。

