先進理工学科　**生体機能システムコース**　（学部）

生体の仕組みに学ぶものづくり，
見えるものから見えないものも

安全安心・持続発展・資源循環型社会を構築する人材

明日のテクノロジーを創る

生体の機能に学ぶものづくり　　生体のシステムに学ぶものづくり

先進理工学科　生体機能システムコース概要

【教育課程】

『生体を階層性のあるシステムととらえ、その物質生産、エネルギー産生・変換、機能発現、情報伝達・処理システムを学び、資源循環型文明社会の構築と発展に資する、“未来型もの創り”を担う人材を育成する』

生体のもつ緻密かつ精巧な機能システムは新しい科学技術創生の良きお手本となる。しかし生体の持つ高度な機能システムの特質を学び、その原理を工学応用するには狭い専門知識だけでは不十分である。本コースでは生体機能システムをお手本に、環境に最大限配慮した安全・安心な持続発展的な循環型社会の構築に資する、実践的な広い視野と異分野コミュニケーション能力を兼ね備えた人材を育成する事を目指す。

先進理工学科　生体機能システムコース概要

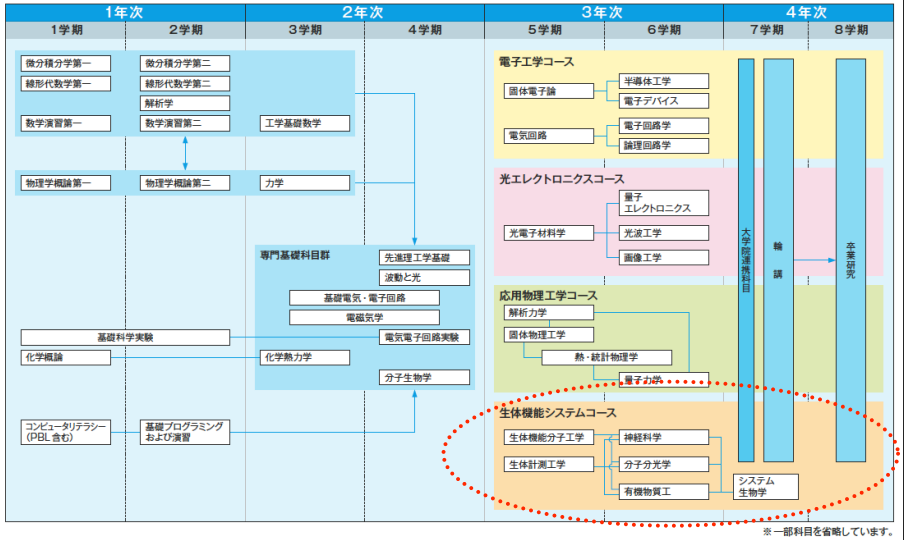
【カリキュラムの特徴】

I.　生体機能システムの工学的応用には生物学や材料化学・分子工学のみならず，数学、物理学、電気・電子回路学、情報工学、機械工学の融合が必須である。本コースでは学部１−４年次に渡りこれらの分野を系統的に学べるように配置した。

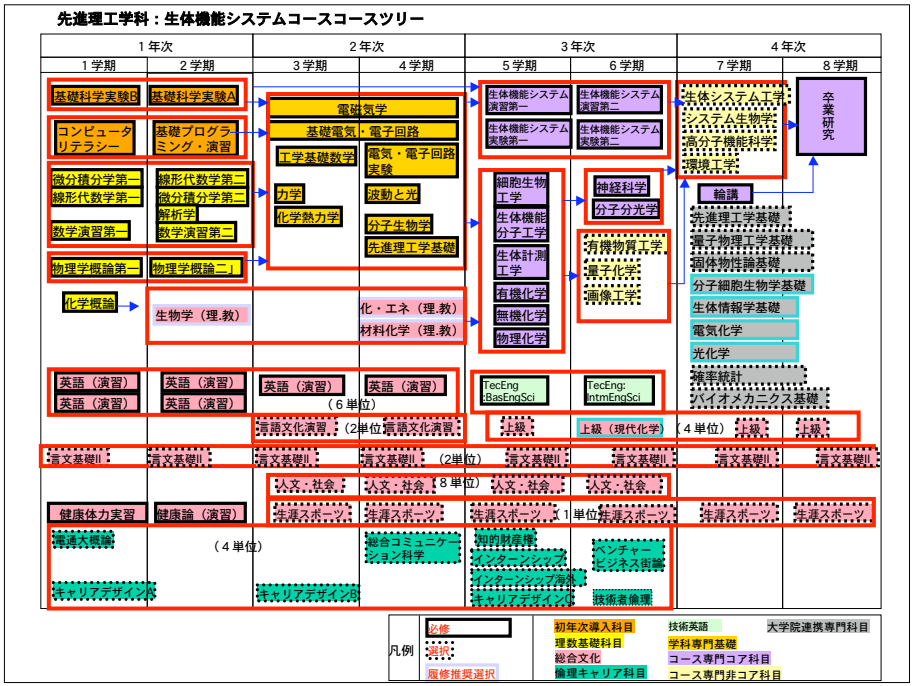
II.　生物学、化学、物理学を基軸に持ち、広い領域が理解できる、インターフェース的人材育成を主眼としたカリキュラムをもつ。

III.　生物の階層性に応じた専門科目を分野のバランス良く配し、既存の学問領域を融合した幅広い専門知識と、異分野の人ともコミュニケーションが取れる、応用力の高い人材を育成する。

情報理工学部 先進理工学科
授業科目関連図



※一部科目を省略しています。



主として東６号館７,８,９Ｆ

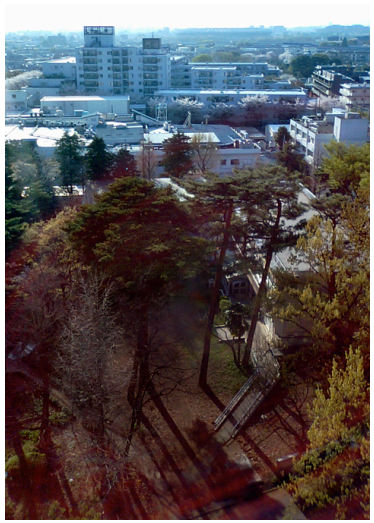
生体機能システム実験室７Ｆ

生体機能システム演習室７Ｆ

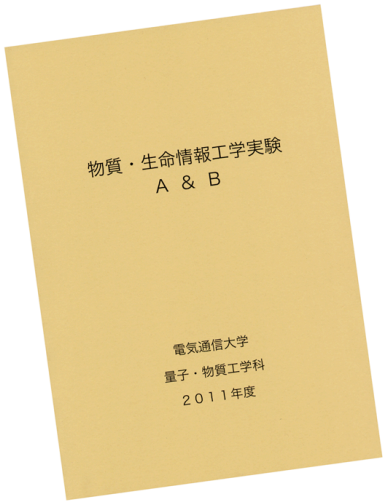
見晴らし良好！

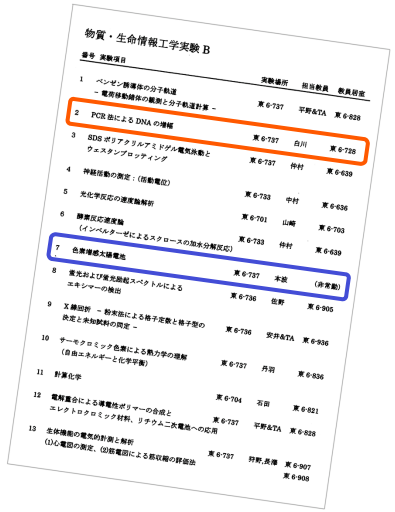
東１号館には、一部の
先生／卒研生／院生がいます

遠景：味の素スタジアム
手前：東地区緊急避難場所



学生実験メニュー
先進理工、生体機能システムコースでは、
旧量子・物質工学科で実施されている課題の一部を踏襲





2．PCR 法による DNA の増幅

現代の分子生物学において、その進歩に最も貢献した実験法の 1 つが PCR（Polymerase chain reaction）法である。PCR 法は極めて微量の DNA サンプルから特定の DNA 断片を短時間に大量に増幅することができる方法であり、多大な時間と労力を要した遺伝子クローニングを過去のものとしてしまった。また、その操作の簡便さから、現在では基礎研究のみならず臨床遺伝子診断から食品衛生検査、犯罪捜査に至るまで社会の中でも幅広い分野に応用されている。

本実験は、プラスミド DNA をテンプレートに用いて実際に PCR 法による DNA の増幅を行い、PCR 法の基礎原理と応用について学ぶことを目的とする。

【PCR 法の原理】

対象とする DNA（テンプレート DNA）、2 種のプライマー、耐熱性のポリメラーゼをヌクレオチドを含む緩衝液に溶かす。その溶液を 3 段階に温度を変化させながら反応させるというのが PCR 法である。温度変化は専用の装置（サーマルサイクラー）で行うので、操作自体は簡単である。図 1 のように、95℃では DNA が熱変性して一本鎖になり、55℃ではプライマーが相補領域に結合し（アニーリング）、72℃では複製反応が起こる。これが 1 サイクルにあたり、DNA が 2 倍に増幅される。このサイクルを 22 回行うと、計算上は 100 万倍になる。実際には 30 サイクル程度行うが、100 万倍から 1000 万倍にまで増幅される。

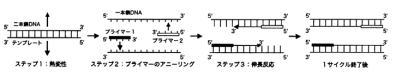


図 1　PCR反応の 1 サイクル

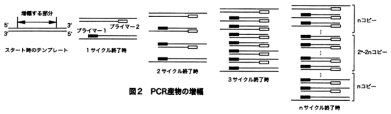


図 2　PCR産物の増幅

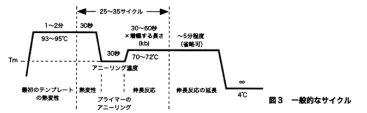


図 3　一般的なサイクル

II-1

PCR
Polymerization Chain Reaction
DNA 鑑定の基本技術
犯罪捜査、ウィルス同定など

PCR 装置
標的の塩基配列をもつ
ＤＮＡを取り出す

7　色素増感太陽電池

Ⅰ、目的

幅広いクリーンエネルギーの供給が強く求められている 21 世紀において、太陽光発電技術は、最も期待される技術の一つである。その中で、人工光合成反応系の構築を積極的に押し進めてきた研究者であるグレッツェル博士らは、新しいタイプの太陽電池を開発した（B. O'Regan and M. Grätzel, *Nature*, 353, 737 (1991)）。この太陽電池は導電性ガラス基板、多孔質酸化チタン半導体層、適当な色素、ヨウ化物/ヨウ素有機電解質溶液、対極（主に黒鉛や白金）で構成される。構造上の最大の特徴は、光吸収効率を高めるために、多孔質状態の二酸化チタン表面に色素を担持していることである。今回の実験は学生に色素を担持したことによる光電流効率の増加を確認させ、実験を通して太陽電池の開発を含めたエネルギー開発技術に関心を持たせることを目的とする。実用化されている太陽電池はシリコンを使っているが、シリコンが比較的高価である問題点が指摘されている。二酸化チタンはシリコンに比べてはるかに安価である。ただ、二酸化チタンは紫外域のみの吸収で太陽光をほとんど透過してしまうので、色素を吸着させて可視域まで吸収を広げる。この電池の問題は耐久性・変換効率である。これらを解決すべく、科学技術者が日夜努力している。

Ⅱ、準備

（薬品）

- 0.05 mol/L のヨウ素（I_2）溶液（溶質：無水エチレングリコール）
- 0.5 mol/L のヨウ化リチウム（LiI）溶液（溶質：無水エチレングリコール）
  無水エチレングリコールの代わりにエチレングリコールでもよい。
- 二酸化チタン（P-25）　・無水エチレングリコール
- 純水　・エタノール
- ポリエチレングリコール（別名：ポリエチレンオキシド、分子量：約 50 万程度）
  アセチルアセトン

（器具）

- 導電性透明ガラス（ITO、FTO）各 2 枚ずつ
  ITO (Indium Tin Oxide)、FTO (Fluorine doped Tin Oxide)
- バインダークリップ（4 個）　・Scotch メンディングテープ
- ガラス棒　・メノウ鉢、メノウ棒、・ピンセット・薬包紙・ドライヤー
- テスター・柔らかい鉛筆、もしくは黒鉛筆（4 B～B）

ＶＩＩ－１

7　燃料電池

燃料電池は環境にやさしい電池として、各方面から熱い視線が注がれている。１番のターゲットは電気自動車である。更に、各家庭やオフィス、工場などに燃料電池を設置すれば、発電所や送電線も不要になる。現時点で実用が一番近いのは携帯電話やノートパソコンなどのモバイル機器のようで、すでに試作品が作られている。燃料電池は２１世紀の key technology なので、この仕組みを実験を通して理解することは重要である。

市販の「燃料電池キット」を組み立て、実際にプロペラを回してみる。なお、市販キットの燃料電池には燃料として水素ガスを使うタイプと、メタノール水溶液を使うタイプがある。しかし、安全性を考慮して、ここではメタノール水溶液型で実験することにする。

実験器具

ケミックス社製のキットを使う。

URL：http://www.chemix.co.jp/

燃料電池の原理

（１）水素ガスタイプ

このタイプでは水の電気分解と逆の反応で、水素と酸素（空気中）から水を生成し、その化学エネルギーを電池として取り出す。

従って電池反応は

負極：$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

正極：$2H^+ + 2e^- + (1/2)O_2 \rightarrow H_2O$

負極では白金系触媒の助けを借りて H^+ と電子が発生し、電子は外部回路を通して正極に至る。H^+ は高分子電解質膜を通過して、空気極に達する。H^+ と上記の電子と空気中の酸素が反応して、水を生成する。その際、白金系触媒の助けを借りる。

このタイプは２酸化炭素をまったく排出せず、生成物は無害な水なので、理想的な電池だ

生体機能システムコースの先生方

全学への「化学」共通教育の先生方も含まれています

教授	石田 尚行	イシダ タカユキ	物性化学、分子性磁性体	研究室サイト
教授	樫森 与志喜	カシモリ ヨシキ	生物物理(非線形)、計算神経科学、複雑系科学	研究室サイト
教授	小林 直樹	コバヤシ ナオキ	半導体結晶を扱う無機化学、結晶成長や表面を扱う物理化学、半導体物性やデバイスを扱う電子工学	研究室サイト
教授	林 茂雄	ハヤシ シゲオ	化学反応、超音波	研究室サイト
教授	丹羽 治樹	ニワ ハルキ	生物有機化学	研究室サイト
教授	中村 整	ナカムラ タダシ	生体情報、分子・細胞生理学	研究室サイト
教授	仁木 國雄	ニッキ クニオ	物理化学、スポーツ工学	研究室サイト
准教授	加固 昌寛	カコ マサヒロ	化学	
准教授	狩野 豊	カノ ユタカ	運動生理学，生体工学(とくに筋組織と微小循環)	研究室サイト
講師	三瓶 嚴一	サンペイ ゲンイチ	分子生物学、構造生物化学	研究室サイト
准教授	白川 英樹	シラカワ ヒデキ	細胞生理学、バイオイメージング	研究室サイト
准教授	曽越 宣仁	ソゴシ ノリヒト		
准教授	長澤 純一	ナガサワ ジュンイチ	運動生理学、運動生化学、体力学、環境医学	研究室サイト
准教授	平野 誉	ヒラノ タカシ	有機化学、特に有機光化学、物理有機化学、超分子化学、光生物化学	研究室サイト
准教授	安井 正憲	ヤスイ マサノリ	X線構造化学	研究室サイト
助教	佐野 達司	サノ タツジ	計算量子化学、ナノ材料	研究室サイト
助教	仲村 厚志	ナカムラ アツシ	生化学、分子生物学、細胞生物学	研究室サイト
助教	畑中 信一	ハタナカ シンイチ	超音波化学	研究室サイト
助教	牧 昌次郎	マキ ショウジロウ	有機化学、天然物有機化学、有機電子化学、グリーンサイエンス	研究室サイト

本学 HP から H22

Q：本コースでは、
○○テクノロジーを学習／研究できる

A：

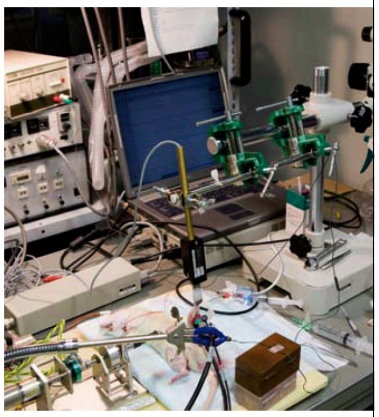
- バイオテクノロジー
- ナノテクノロジー
- インフォメーションテクノロジー

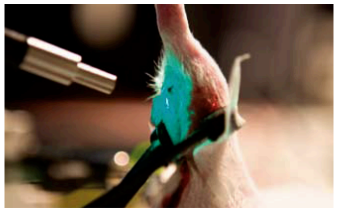
三本柱のうち、２つをカバー

狩野　豊

運動ストレスの研究

実験装置（右）
ラットの観察（下）



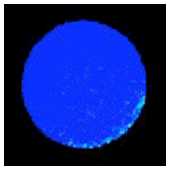


筋細胞を直接（in vivo：生体内で）観察する。この手法を用いることによって、ダイナミックな筋細胞の動きを制御する細胞内外のイオン動態や赤血球の流れなどをリアルタイムで評価できる。
（従来は、生体から摘出・採取した組織・細胞をすりつぶしたり、薄い切片にして顕微鏡観察していた）

白川英樹

細胞内イオンのイメージングの研究

蛍光分子を用いることにより、生きた細胞や組織の中での生体分子の「動き」が可視化する。
細胞内でカルシウムイオンの濃度が動的に振動する（下図）。

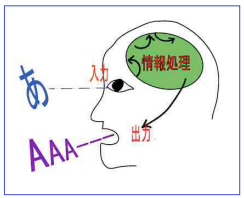


顕微鏡装置（上）

細胞へのインジェクション（右）

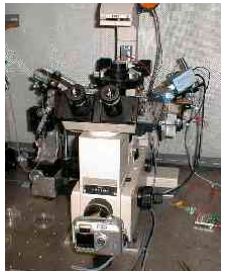
中村　整

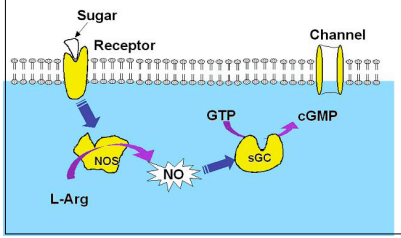
知覚・神経系の情報伝達の研究



パッチクランプ装置

細胞全体や生体膜微小部分を流れるｎＡやｐＡレベルの電流を測る。一分子のイオンチャネルに流れる電流も測る。





DNA シークエンサー
塩基配列解読装置。
ＤＮＡの塩基配列を読み取る

丹羽治樹

平野　誉

生物発光の研究

ヤコウタケ

発光前

発光中

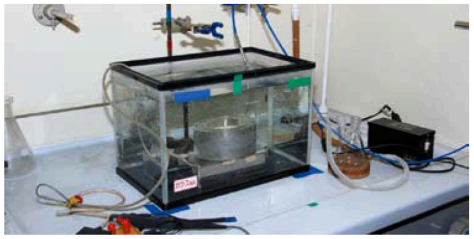
発光機構の解明
高効率の生物発光が産業に転用
新しい発光材料／機能性色素
バイオイメージング
多様な色を作り出す

ホタル型蛍光色素：
環境応答型マルチカラー
蛍光色素・材料の開発

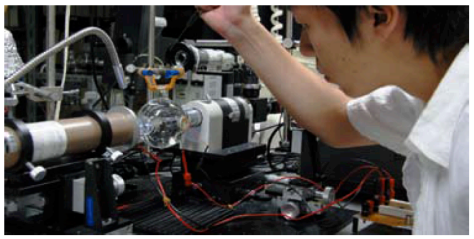
林　茂雄　　畑中信一

超音波の研究

超音波によるキャビテーション
泡の制御、発光、環境科学への応用



超音波照射装置

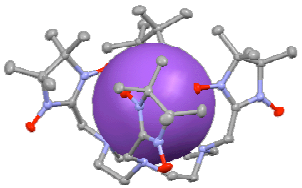


分解実験の様子
環境ホルモンの除去のため
の技術として確立させる

石田尚行

磁性体ナノテクノロジー

単分子磁石など
分子デバイスを目指した
材料科学

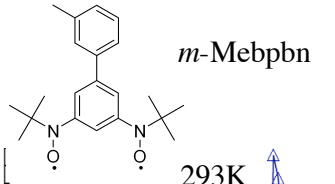


イオンを捕まえる分子

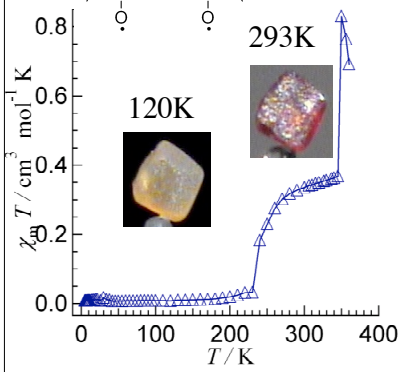
磁気測定装置 SQUID

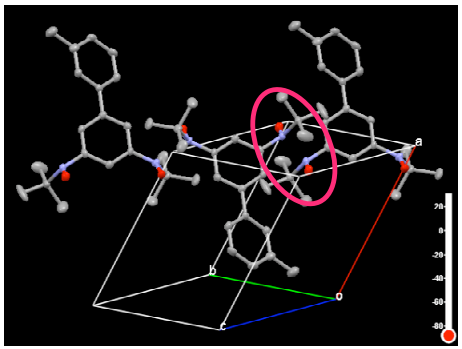
合成は楽しい

（石田研）
反磁性相（S = 0）と常磁性相（S = 1）の転移と、その中間相



m-Mebpbn





「単結晶-単結晶固相転移」

250 K付近でS = 0からS = 1/2へ転移

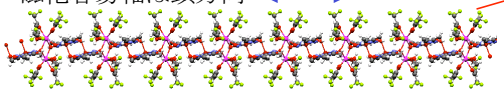
（石田研）

単分子磁石・単鎖磁石

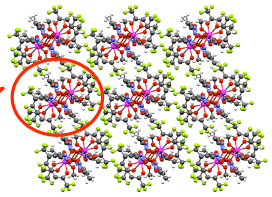
ナノテクノロジー
分子・電子・光子１個で動作する素子は、究極のダウンサイジング

$[Dy_2Cu_2]_n$（磁気的に一次元の鎖状錯体）

一本の鎖で磁気ヒステリシスを示す
磁化容易軸は鎖方向



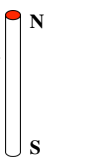
side-view

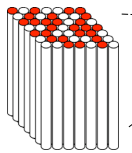


top-view

これをもしHDDに使ったら？

ナノスケール
棒磁石





100 Tbits / cm² (予想)
プラッター1面につき 1 Pbits！
P(ペタ) は T (テラ) の1000倍

蒸留技術の視察@サントリー,白州

合宿

体力は重要（研究室合同）

学会お出かけも

研究設備センター　東６号館１階

研究設備センター（機器分析センター）HP に 装置一覧あり
On-line 利用予約
http://www.cia.uec.ac.jp/

学生実験で利用体験
卒研生、院生は
　装置を使いたい放題！

機器説明ページの一例

組織表

生体機の先生

研究設備センター		センター長	荻野　剛二郎
	基盤研究設備部門	部門長	浅井　吉蔵
	表面・界面解析室	室長	宇浦　博己
	化学構造解析室	室長	平野　誉
	分析・計測機器室	室長	石田　尚行
	低温部門	部門長	鈴木　勝
	低温室	室長	鈴木　勝

ESRスペクトロメータ

分子性磁性体の電子スピン状態の解明

Ｘ線結晶構造解析

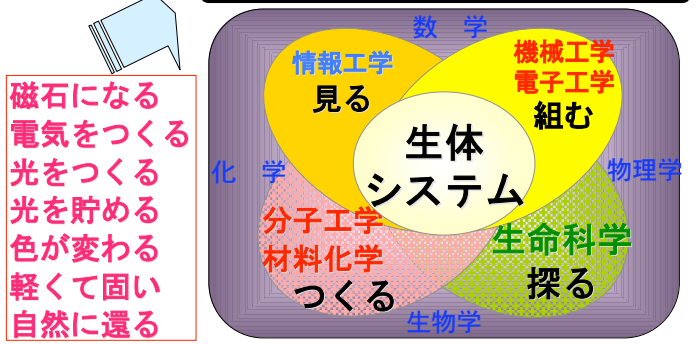
結晶中の原子配置が正確に求まる

先進理工学科　生体機能システムコース　（学部）

生体の仕組みに学ぶものづくり，
見えるものから見えないものも

安全安心・持続発展・資源循環型社会を構築する人材

明日のテクノロジーを創る



磁石になる
電気をつくる
光をつくる
光を貯める
色が変わる
軽くて固い
自然に還る

遺伝する
物質をつくる
刺激が伝わる
記憶する
感じる
光る
動く

生体の機能に学ぶものづくり

生体のシステムに学ぶものづくり