

物理工学科  
量子エネルギー工学コース長  
教授・長崎 正雅

# 夜の地球



中山裕則・田中總太郎（リモート・センシング技術センター）、菅雄三（広島工業大学）樋口米蔵（グローバルプランニング）



# 輝く星・地球



電力使用量(世界平均): 300W

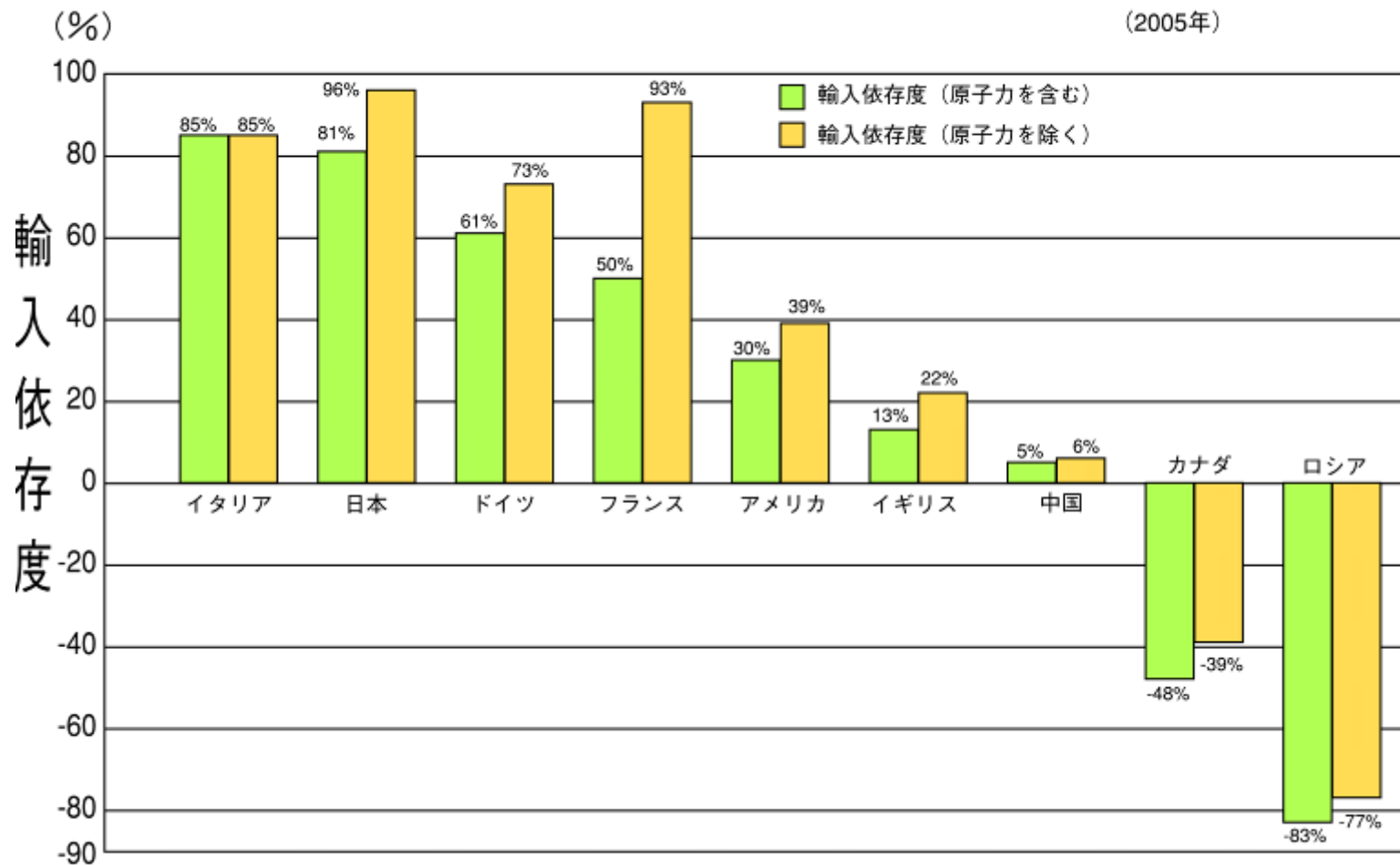
電力使用量(日本平均): 1000W

Earth at Night  
More information available at:  
<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap001127.html>

Astronomy Picture of the Day  
2000 November 27  
<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/astropix.html>

# 自給率

## 主要国のエネルギー輸入依存度



(注) カナダ、ロシアはエネルギーの純輸出国

出典：ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES 2004-2005  
ENERGY BALANCES OF NON-OECD COUNTRIES 2004-2005



# 理想のエネルギー源は？

- エネルギー源に求められる条件
  - 環境調和性(Environment)
  - コスト(Economy)
  - エネルギーセキュリティ(Energy security)
  - 供給量(Supply)
  - 安全性(Safety)

**3E + 2S**



# 量子エネルギー工学コース

## 明日のエネルギーを創る

- 量子エネルギー工学コースは、**工学部**でただ一つ、豊かで幸福な生活をささえる「エネルギー」を創る研究に正面から取り組んでいます。

# 量子エネルギー工学コース

- **エネルギー**・**量子ビーム**が共通のキーワード
- **量子ビーム**を駆使し、**エネルギー**を考える
- エネルギー技術やその研究に本来存在する「**多様性**」が重要



# 量子エネルギーコースで 行われている研究の紹介

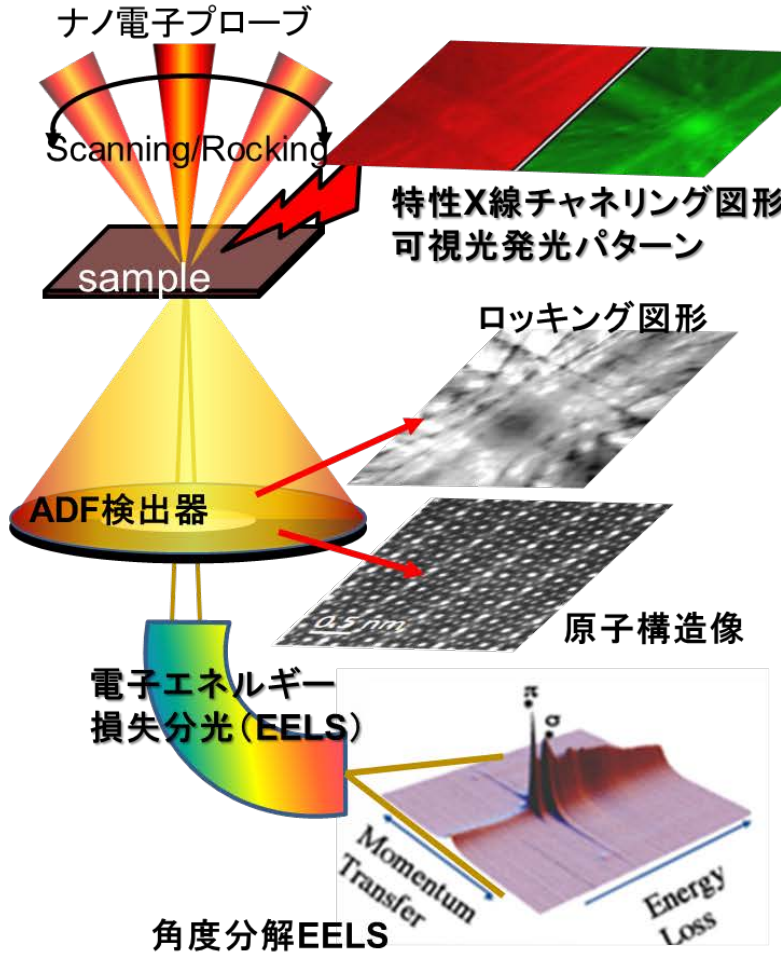


量子ビーム分析技術を駆使し  
新しい機能性材料を創出

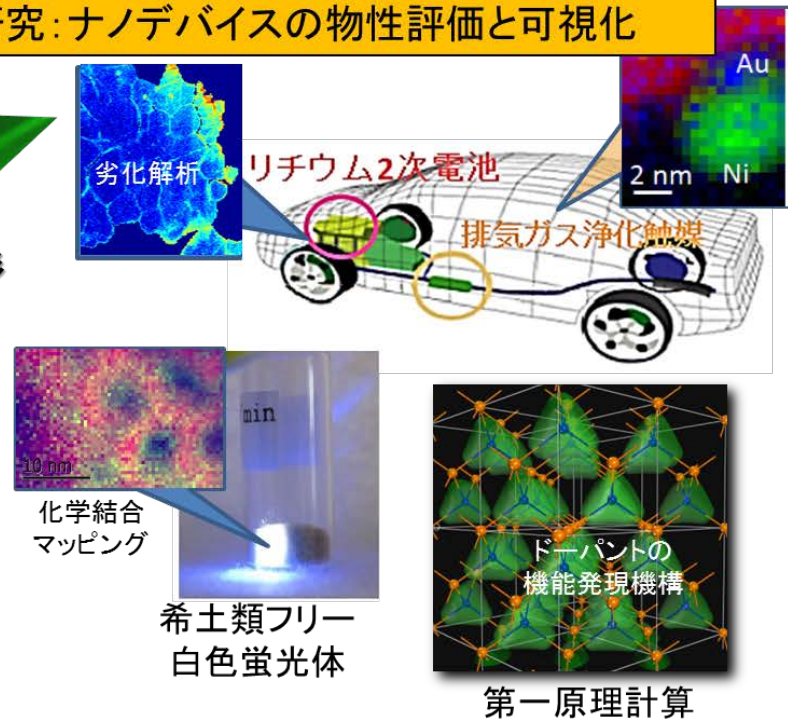
# 複合電子顕微分光によるナノデバイス分析技術の開発・応用

武藤Gr

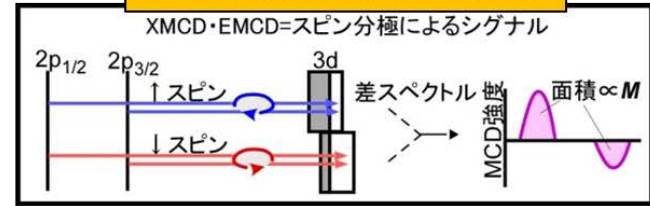
## 複合電子顕微分光法の開発



## 応用研究: ナノデバイスの物性評価と可視化



## 基礎物性の測定法開発

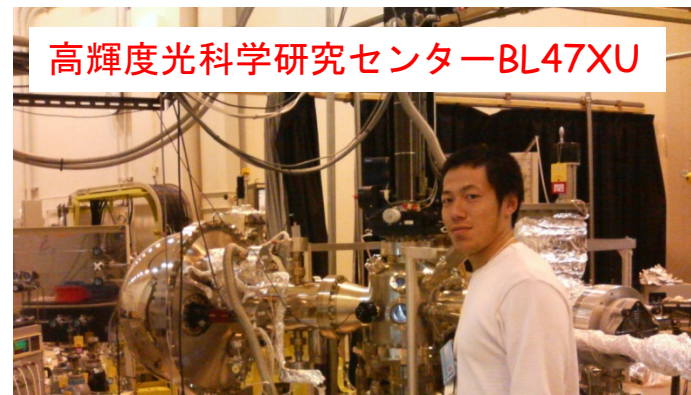
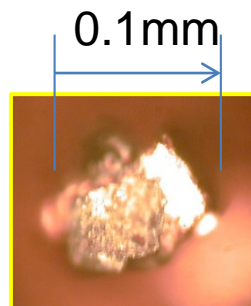


最新の電子顕微鏡技術を駆使し機能性材料を創出

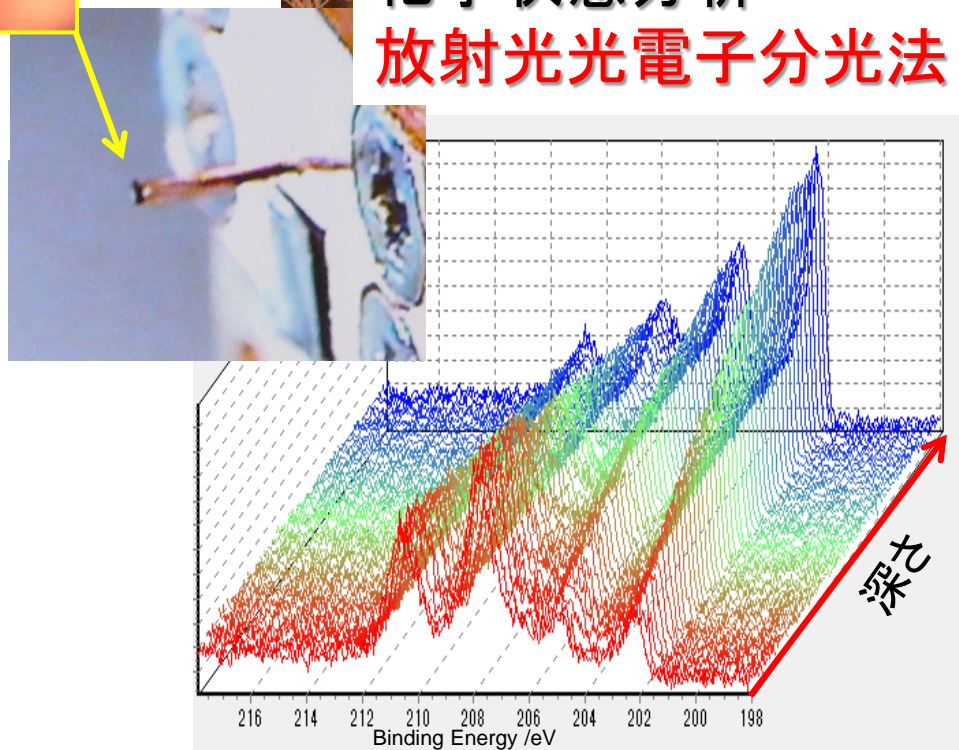
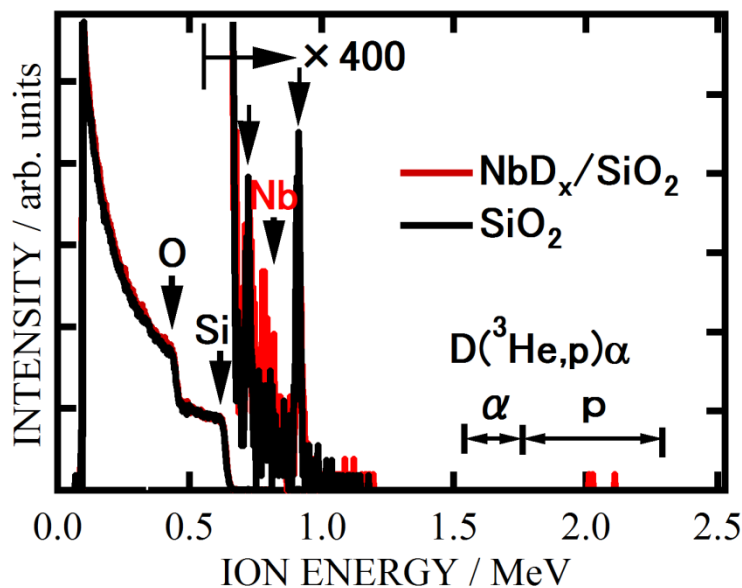
# 量子ビームを用いた新材料評価・創製

曾田Gr

## 超臨界水中合成Nb水素化物



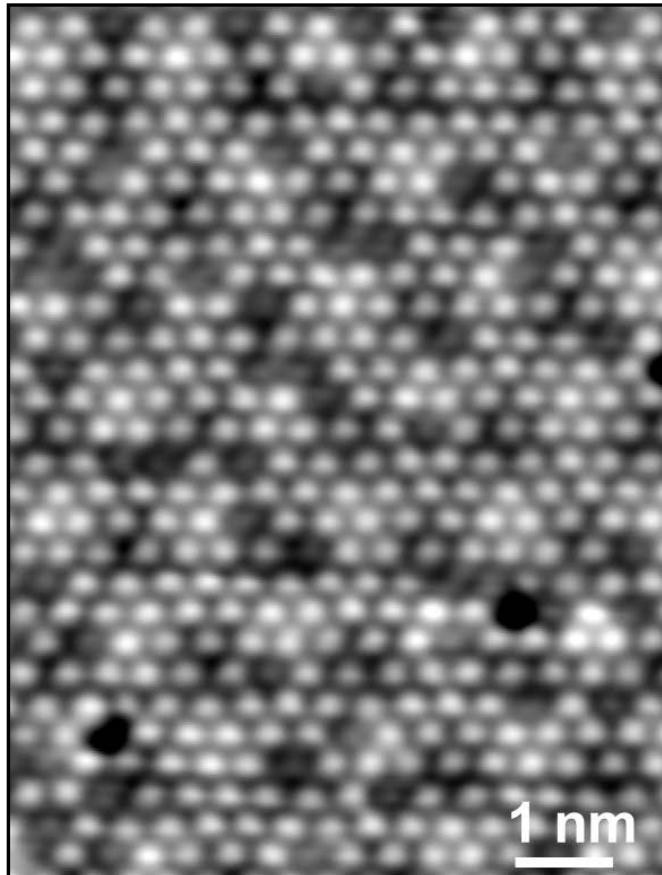
化学状態分析  
放射光光電子分光法



# 固体表面の原子配列観察

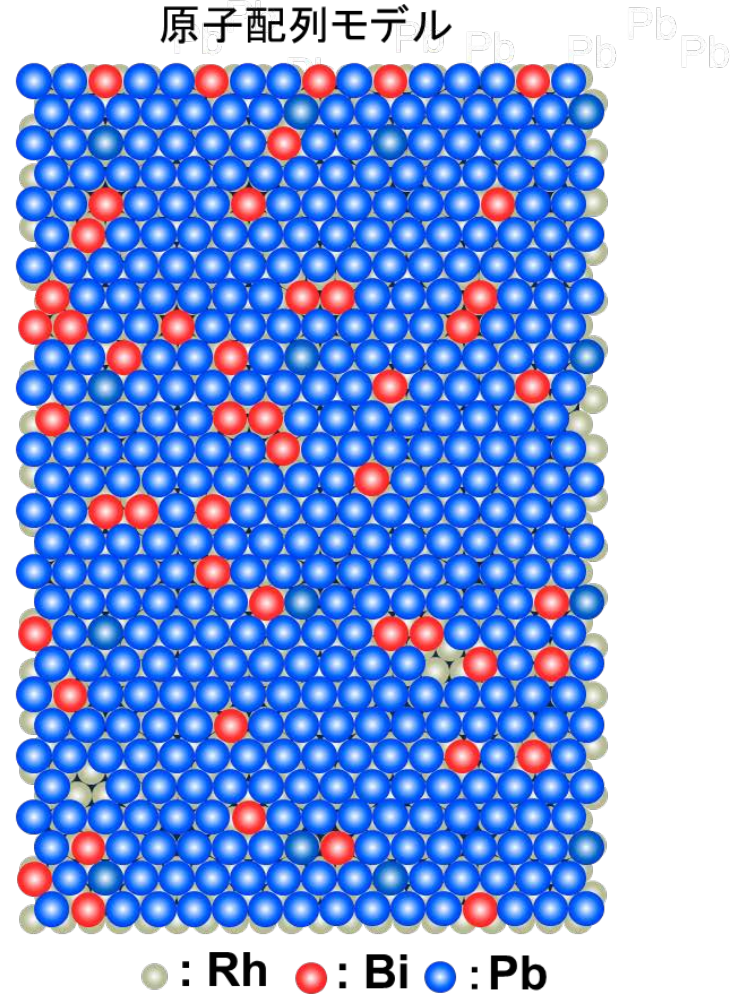
柚原Gr

走査トンネル顕微鏡 (STM像)



$V_s = -10 \text{ mV}$ ,  $I_t = 1 \text{ nA}$

原子配列モデル

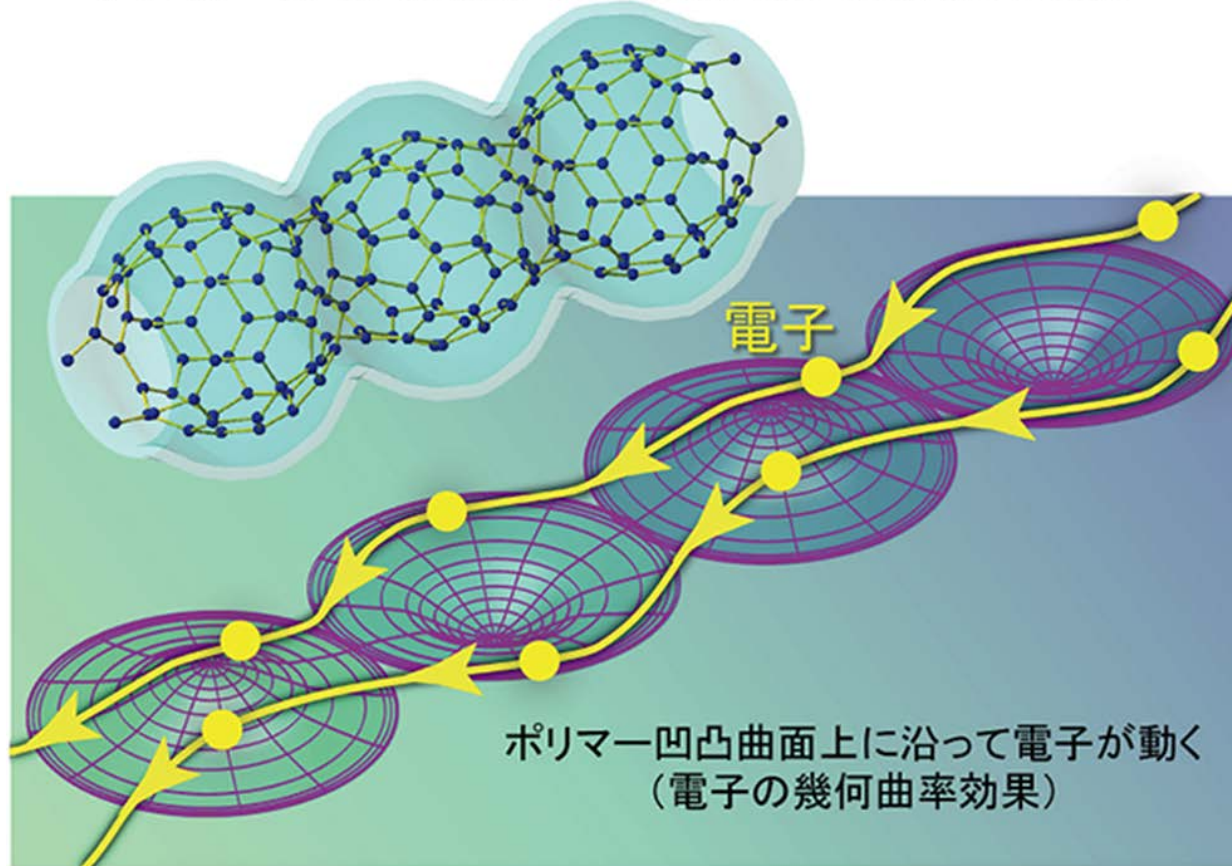


原子1個1個の配列から新しい材料の創出を目指す！

# 新奇ナノカーボンの創成とエネルギー・環境等への応用

尾上Gr

ナノスケールで起きる凹凸曲面による電子の幾何曲率効果

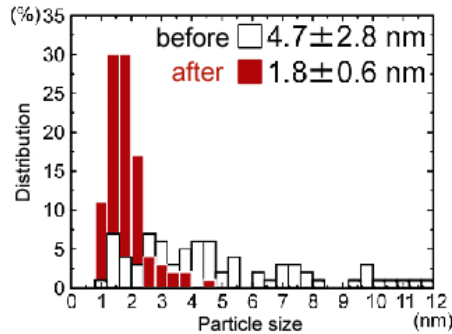


新規機能性ナノカーボン材料の  
エネルギー・環境分野への応用を目指す！

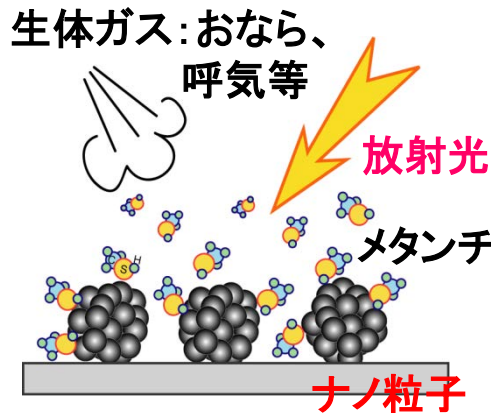
# 機能性材料の創生とシンクロトロン放射光による評価

八木Gr

狙い: ナノ材料の作製とその物性評価を実施し機能性ナノ粒子を応用する



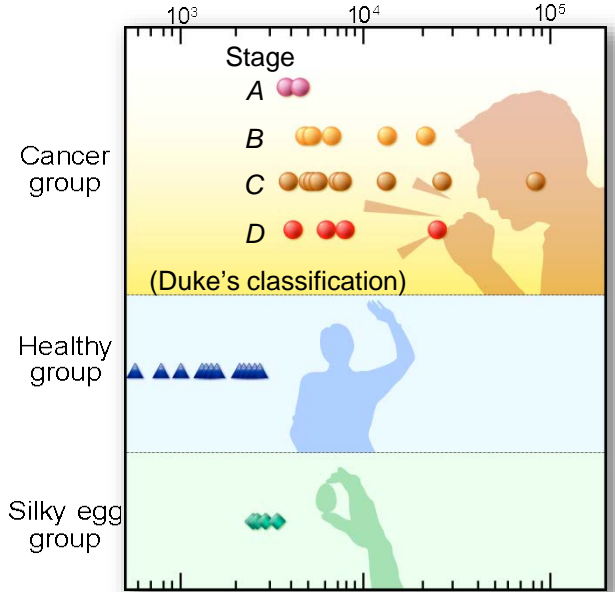
ガス中蒸発法による金属ナノ粒子の作製  
(超小型ナノ粒子作製装置: 直径200 mm程度)



大腸ガン患部からの  
生体ガス(メタンチオール)を  
吸着するRhナノ粒子と  
放射光を利用した検出

ガン患者集団と健常者集団  
との生体ガス量の差

Intensity of NEXAFS spectrum (a. u.)



成果

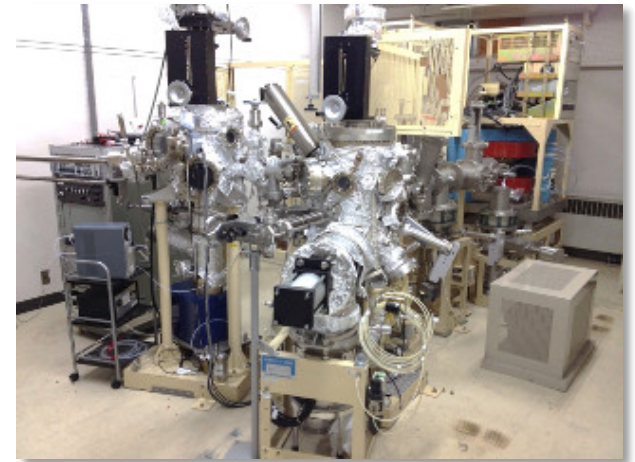
- (1) 清浄な表面をもつナノ粒子の作製とその粒子径制御: 超小型ナノ粒子作製装置の開発
- (2) Rhナノ粒子の非侵襲大腸ガンスクリーニングへの応用

# 同位体を用いて金属中の原子の拡散をとらえる

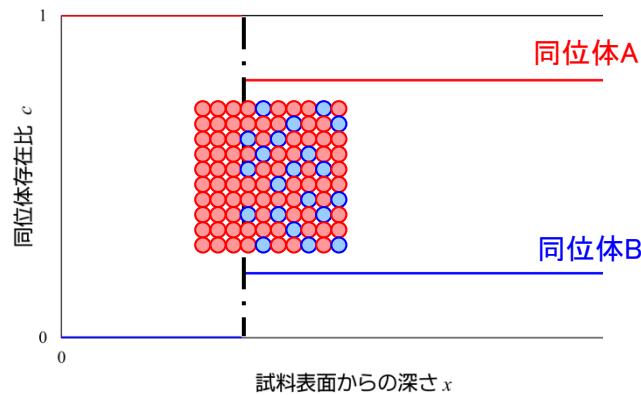
長崎Gr

## 同位体とは

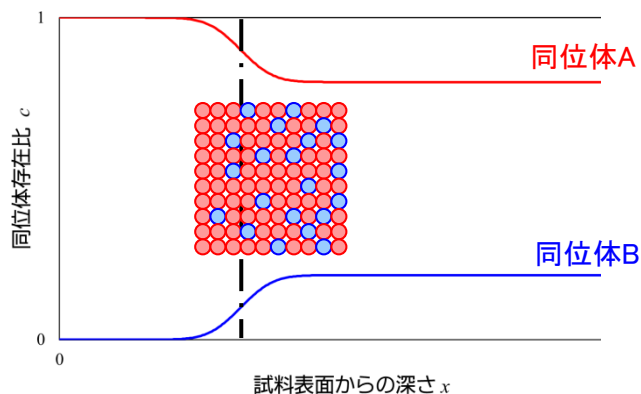
- 同じ元素でありながら質量(中性子数)が異なる原子
- 化学的性質はほとんど同じ
- 質量分析計を用いれば区別して検出することが可能



特定の同位体のみで結晶を作るためのイオンビーム蒸着装置



天然同位体存在比の基板の上に単一同位体結晶薄膜を形成した直後の深さ方向の同位体分布



高温に保持した後の深さ方向の同位体分布(原子の**拡散**により分布が変化している)



金属中の金属原子の拡散——材料の劣化にもつながる重要な現象——をとらえることができる

量子ビーム計測技術を駆使し  
社会貢献を

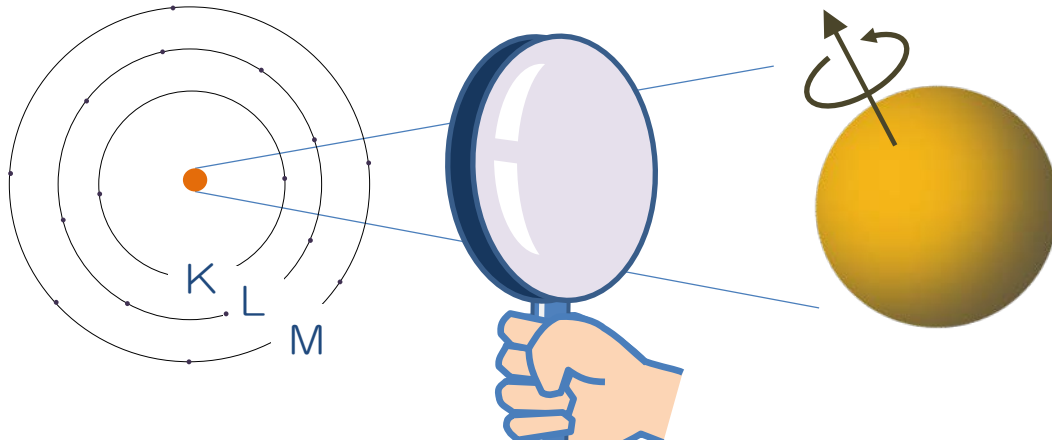


# 放射線を通して原子核の質量や形を探る

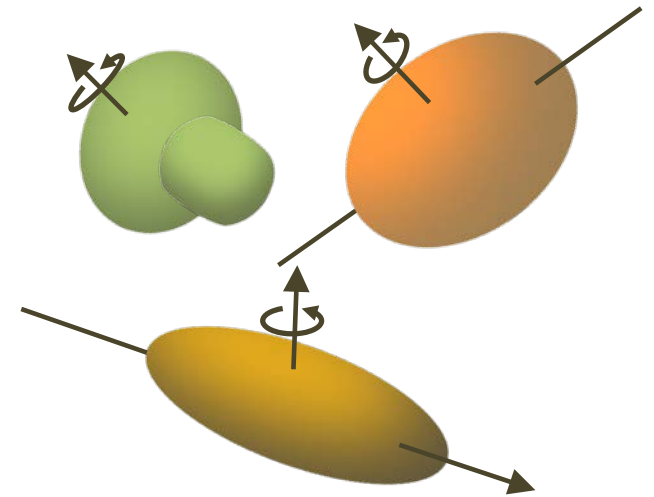
柴田Gr

原子 $\sim 10^{-10}\text{m}$

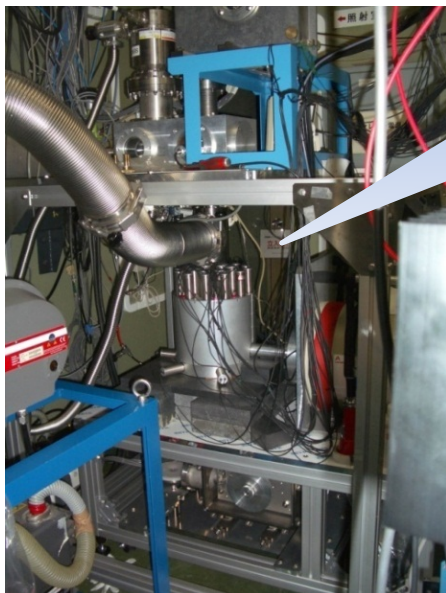
原子核 $\sim 10^{-14}\text{m}$



原子を野球場に例えると原子核は、ボールの大きさ程度

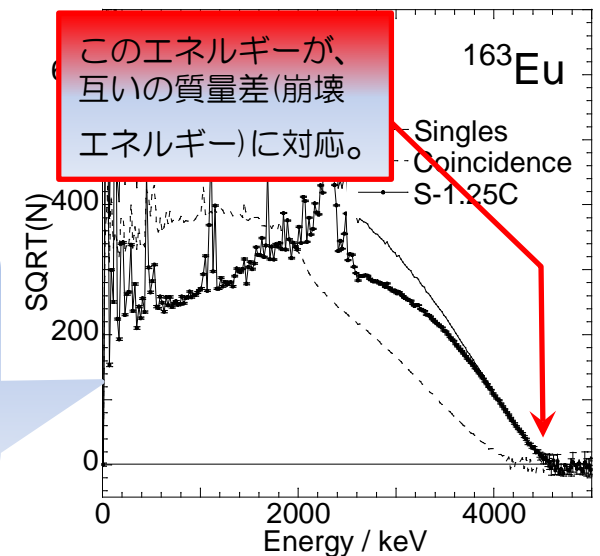


理論的に予想される様々な原子核の形



加速器や原子炉による核反応を利用して、壊変する原子核を作成し放射線を測定する装置。原子核の質量や半減期、形が判る。

半減期10秒程度の $^{163}\text{Eu}$ (ユーロピウム) 原子核が娘核 $^{163}\text{Gd}$ (ガドリニウム)に壊変するときに出したベータ線、ガンマ線を測定したスペクトル。

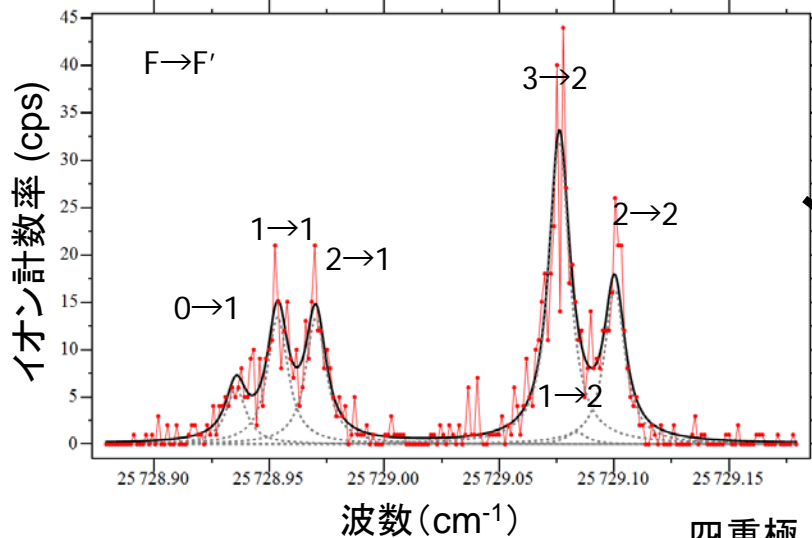


# 極微量放射性核種の直接検出

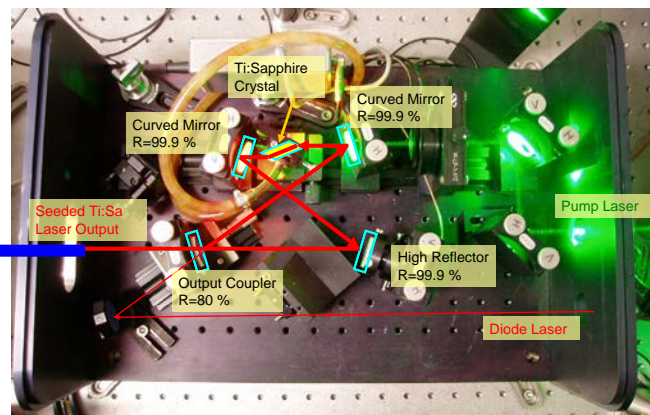
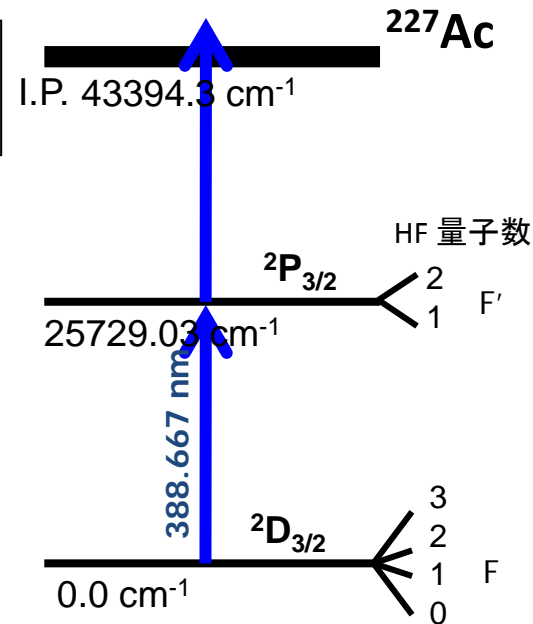
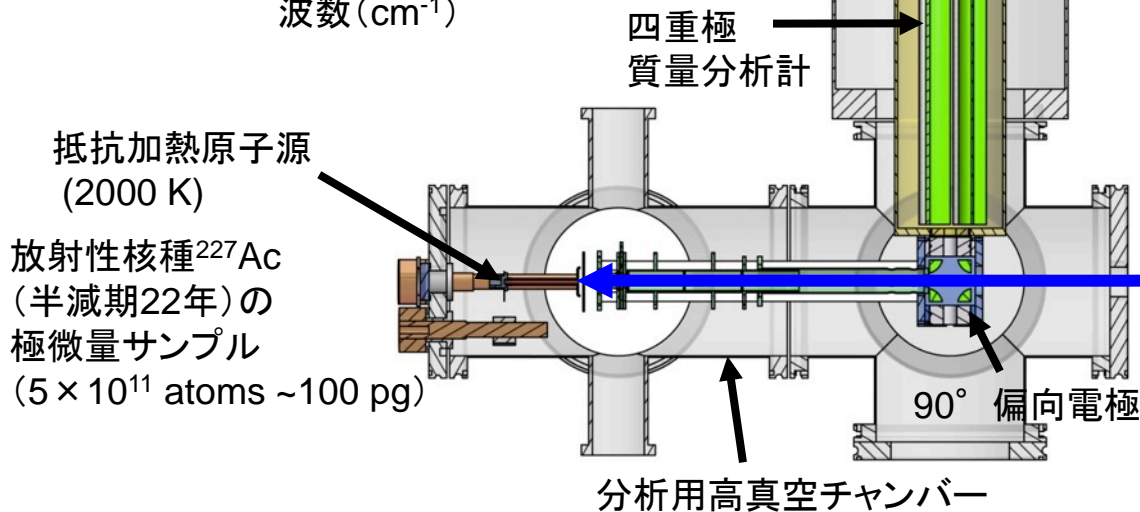
井口Gr

## 超精密波長可変レーザーによる極微量核種分光・分析

$^{227}\text{Ac}$ の共鳴イオン化分光スペクトル



理研、Mainz大(ドイツ)、  
TRIUMF(カナダ)、Jyvaskyla大  
(フィンランド)との国際共同研究



# 放射線でがんを治す！

瓜谷Gr

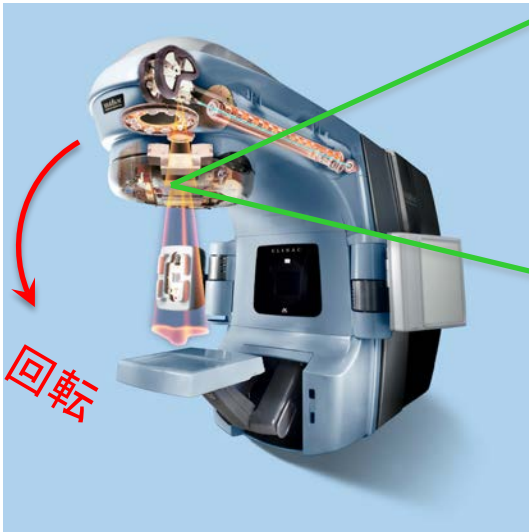
## 放射線治療の信頼性向上に向けて！

放射線感受性・・・腫瘍細胞 > 正常細胞（一般的には）  
・・・放射線治療はがんを選択的にやっつける！

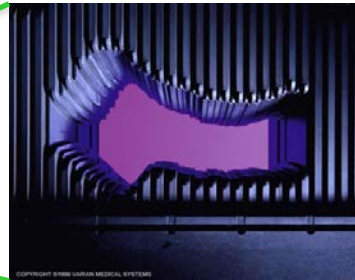
副作用を抑え、がん抑制効果を高めるために・・・がんに放射線を集中照射

技術の発達により  
非常に複雑な照射手法が可能に！

IMRT (強度変調放射線治療)



回転

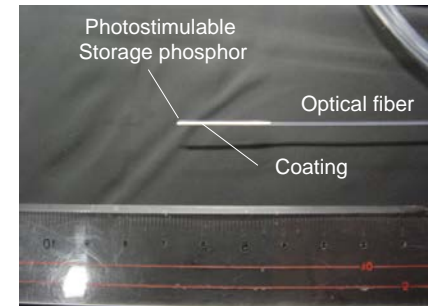
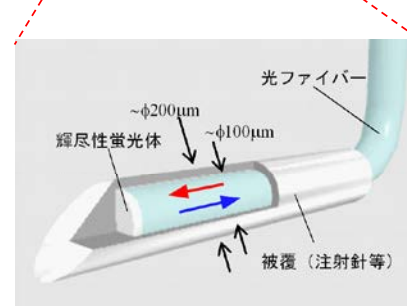
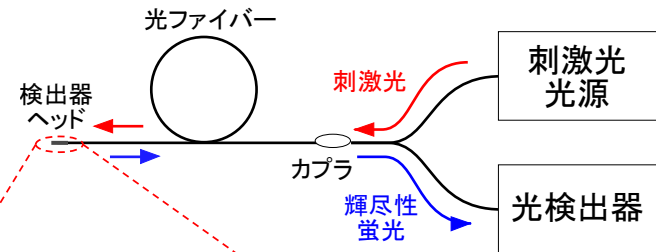


自由自在に変形するコリメータ  
↓  
ビーム形状を任意形状に！

出典: Varian社 HPより

腫瘍や正常細胞に当たる放射線量は？

シミュレーション&模擬体測定で評価  
・・・なんと・・・実測はしてない



極小の線量計で体内測定を！ 19

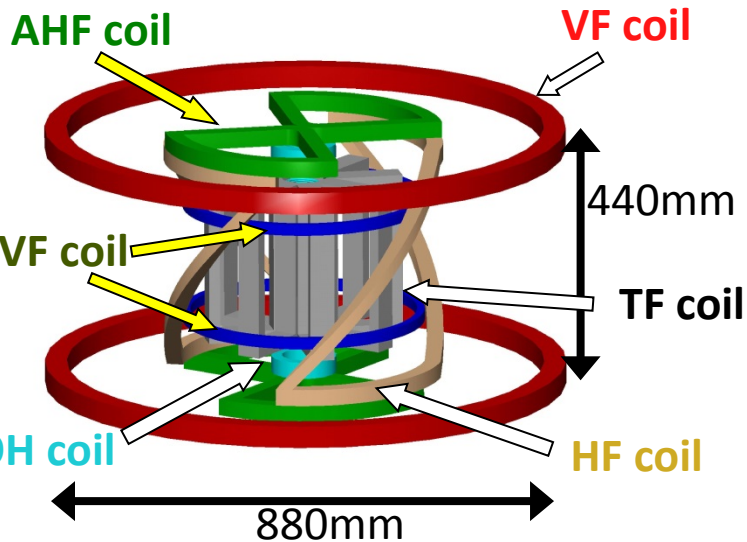
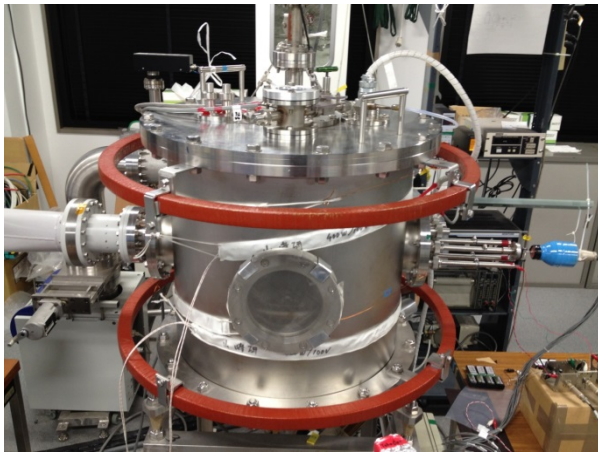
エネルギーを科学する

# 核融合を目指したプラズマの研究

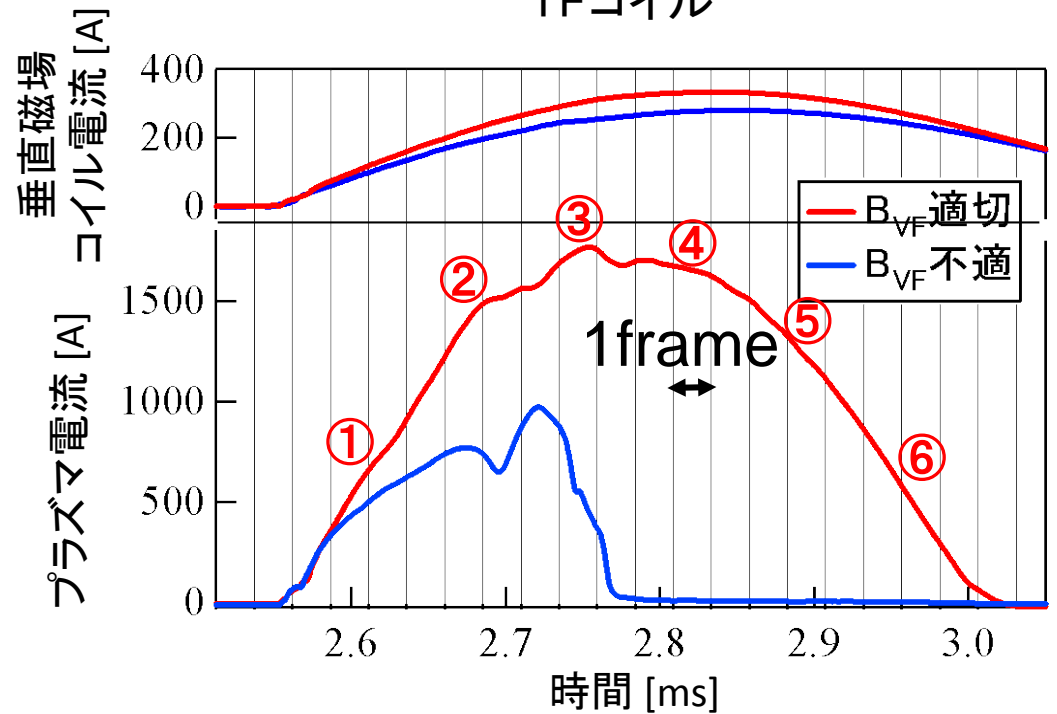
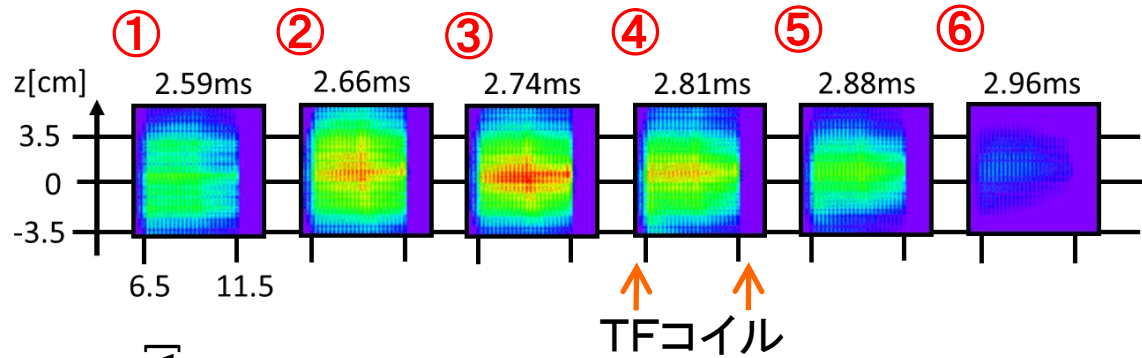
藤田Gr

多様な磁場配位(トカマク・ヘリカル混成配位等)が可能な小型装置による  
プラズマ閉じ込め実験

TOKASTAR-2装置



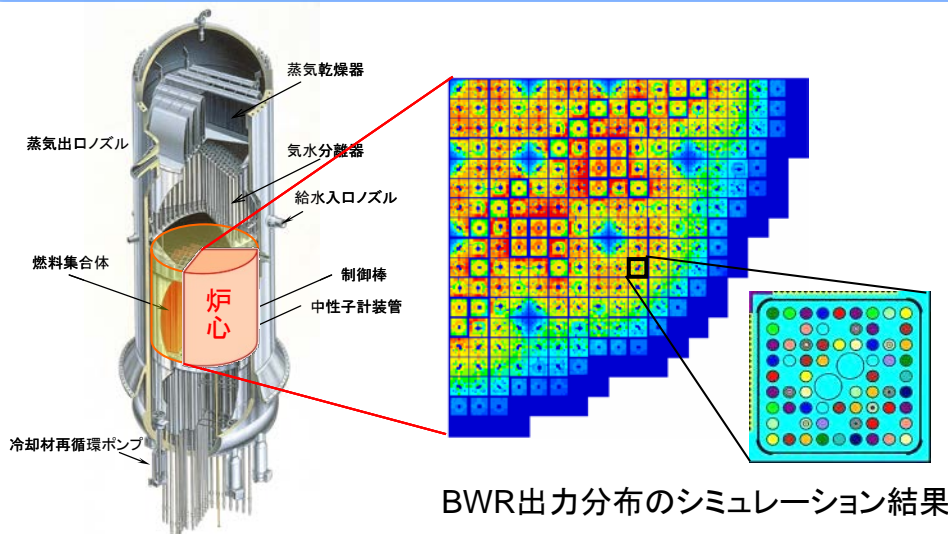
高速度カメラによるプラズマ画像



# 世界最高水準の安全性を追求する

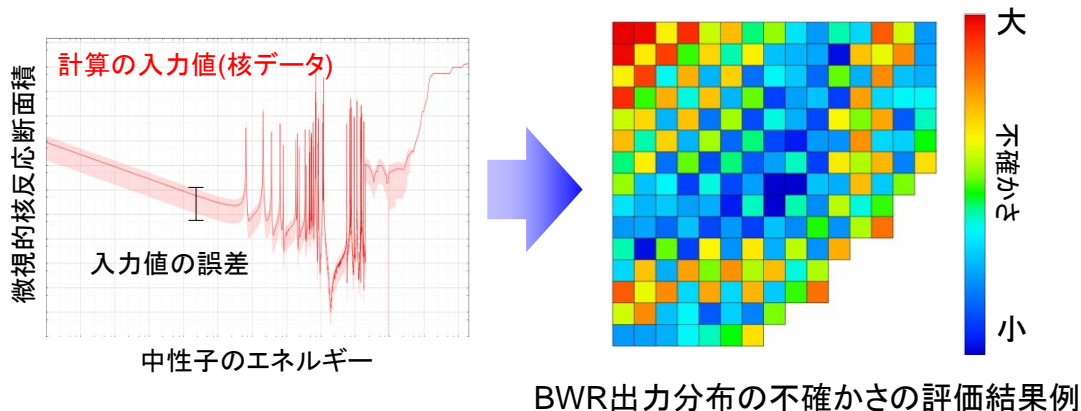
山本Gr

## 高精度炉心シミュレーション技術の開発



東京電力福島第一原子力発電所事故を受け、原子力発電所の安全性向上が非常に重要な課題となっています。大規模な数値シミュレーション技術は原子力の安全性に不可欠で、この研究開発を通じて、原子力発電所の安全性に寄与します。

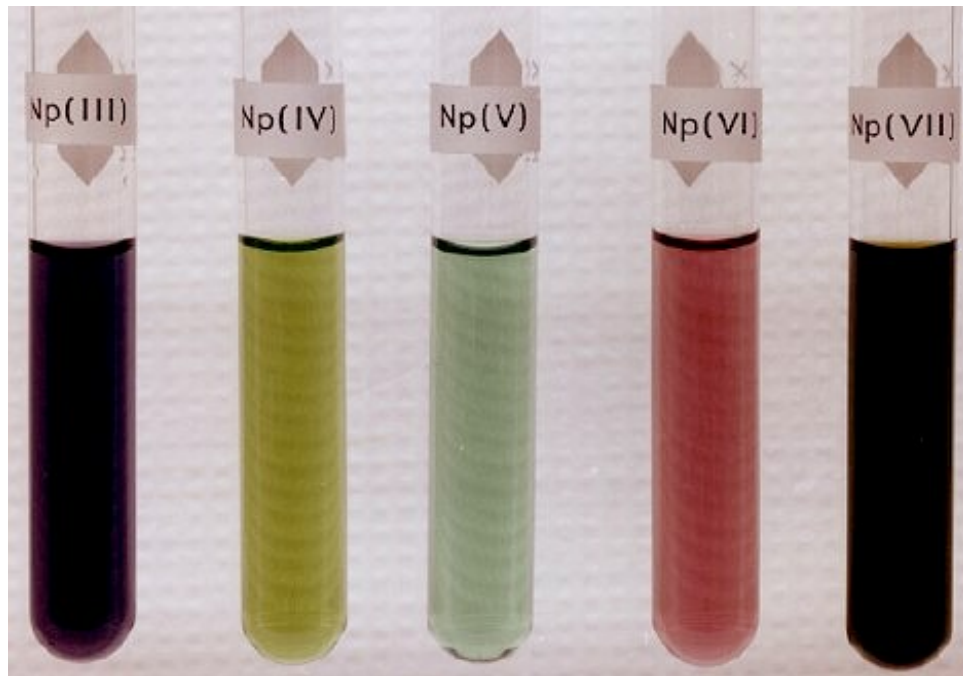
## 炉心特性予測値の不確かさ・相関評価



入力値(核データなど)の不確かさや数値解法の誤差によって生じる予測値の不確かさを定量的に評価し、予測値の信頼性を向上させるための研究も進めています。

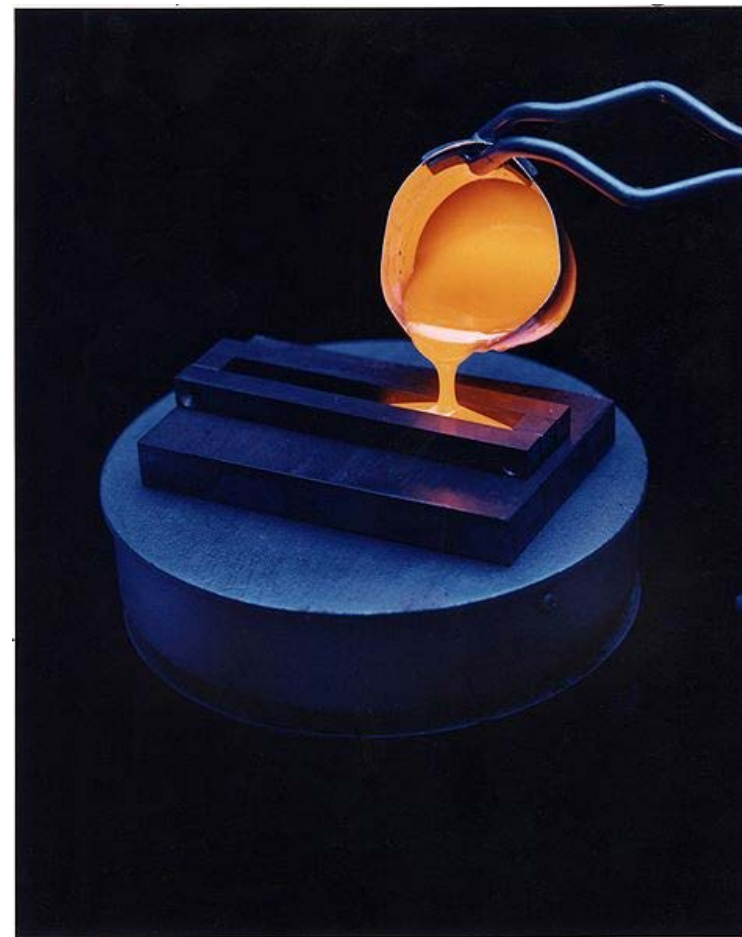
# 使用済み核燃料に含まれる半減期214万年の人工元素ネプツニウム-237の処理処分の研究

榎田Gr



溶液中のネプツニウムの原子価を変えると溶液の吸収スペクトル(色)が変わり、化学的性質を制御可能

→ウランやプルトニウムと溶媒抽出法で分離  
この原理を発展＝核燃料の再処理



核分裂生成物はガラス固化し、安定な形態で地層処分します。

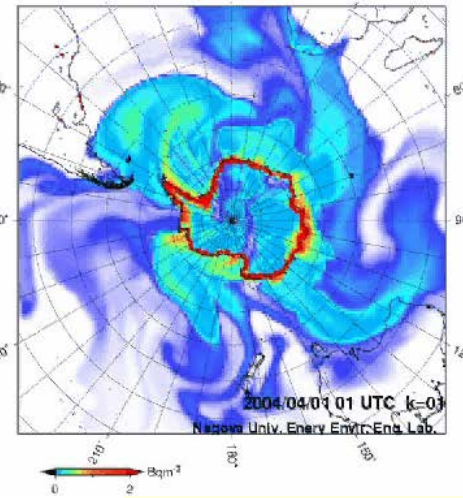
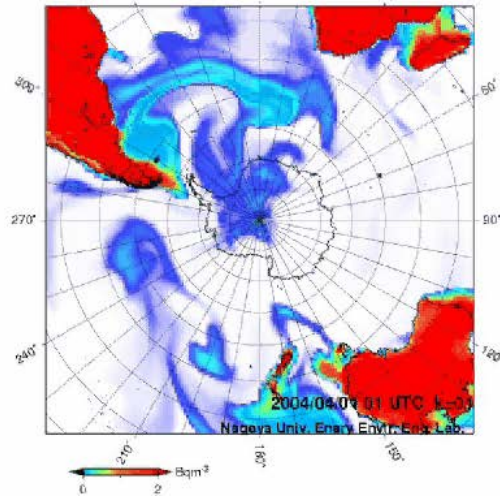
# コンピューターに地球を造る

山澤Gr

## 高度環境シミュレーション技術

卒研で南極越冬隊員と共同研究 (修士論文研究)

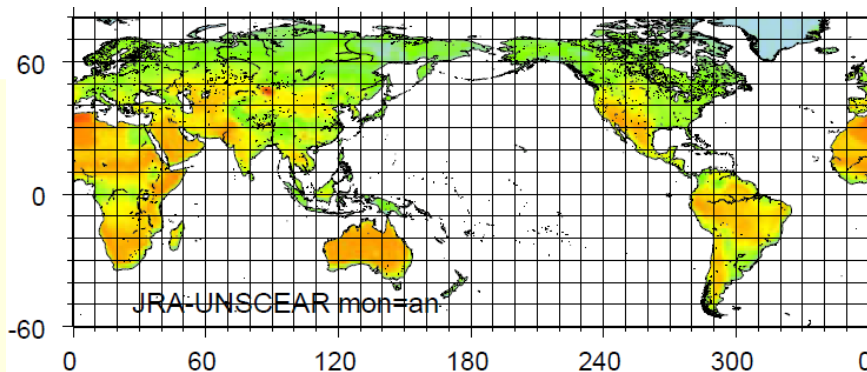
### 南極への汚染物質の流れ



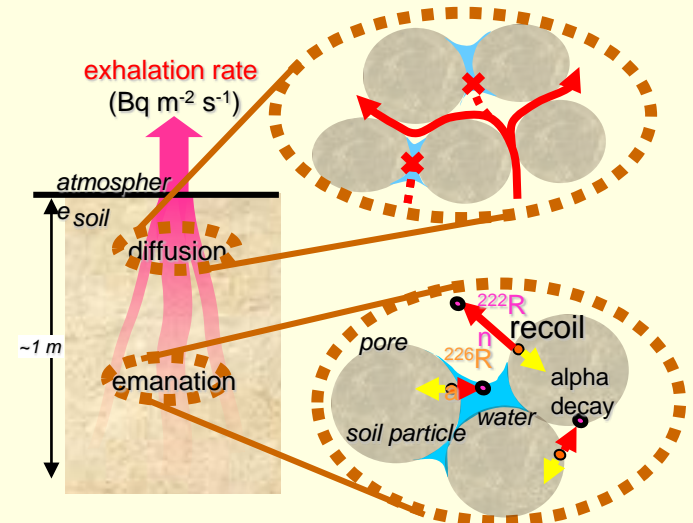
### 全球ラドン放出強度マップ

修論の成果で世界の権威者に挑戦 (修士論文研究)

ウィーンでのIAEA-WMO国際会議で発表



### 地表面から大気への物質輸送のモデル化





# 流れを科学しエネルギーを考える

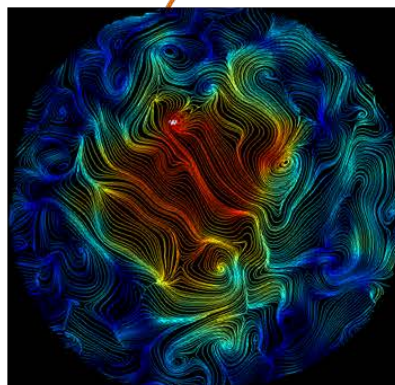
辻Gr



環境・エネルギー

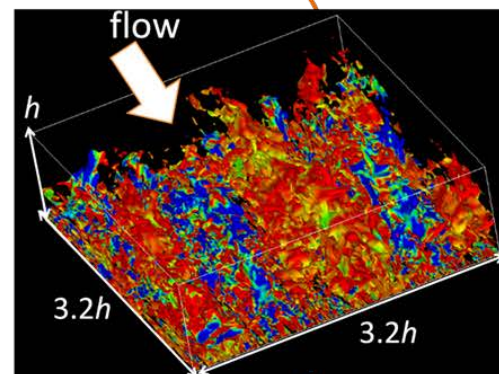


大気・気象現象

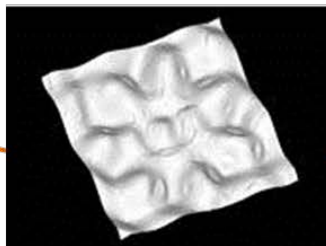


流れの不思議を  
学びませんか？

??がたくさん...



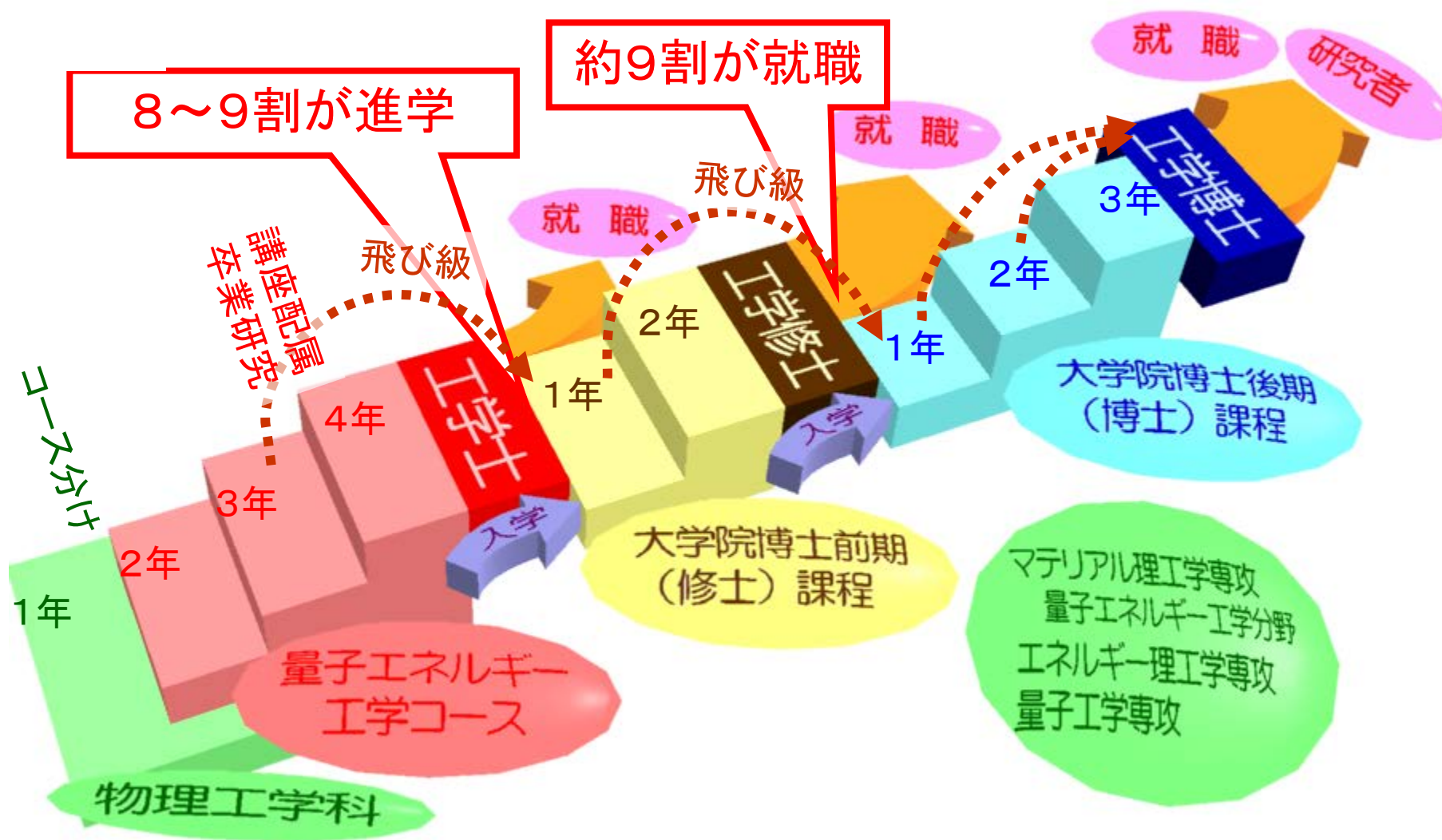
数理・京コンピュータ



飛行機・自動車の流れ

進路について

# 本コースからのキャリアパス

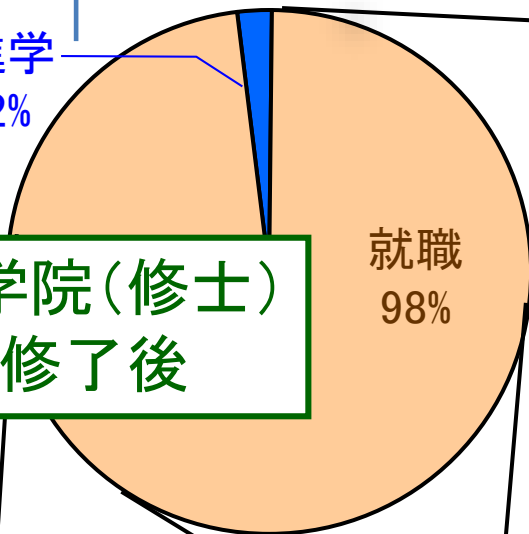


# 卒業後の進路

大学・産業技術総合研究所など

進学  
2%

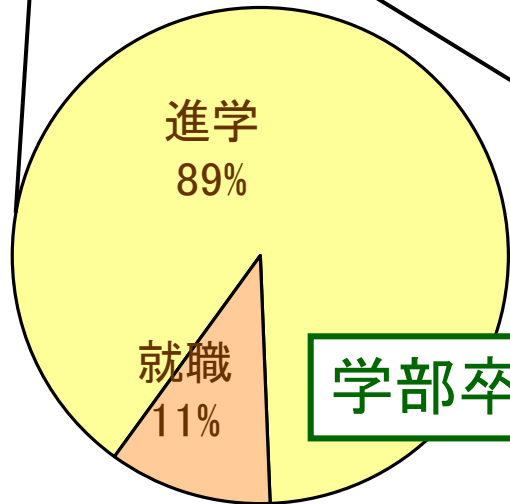
大学院(修士)  
修了後



進学  
89%

就職  
11%

学部卒業後



情報コンピュータ3%  
その他4%

ソニー・NEC

材料・化学11%

新日鉄・日本軽金属  
三菱マテリアル

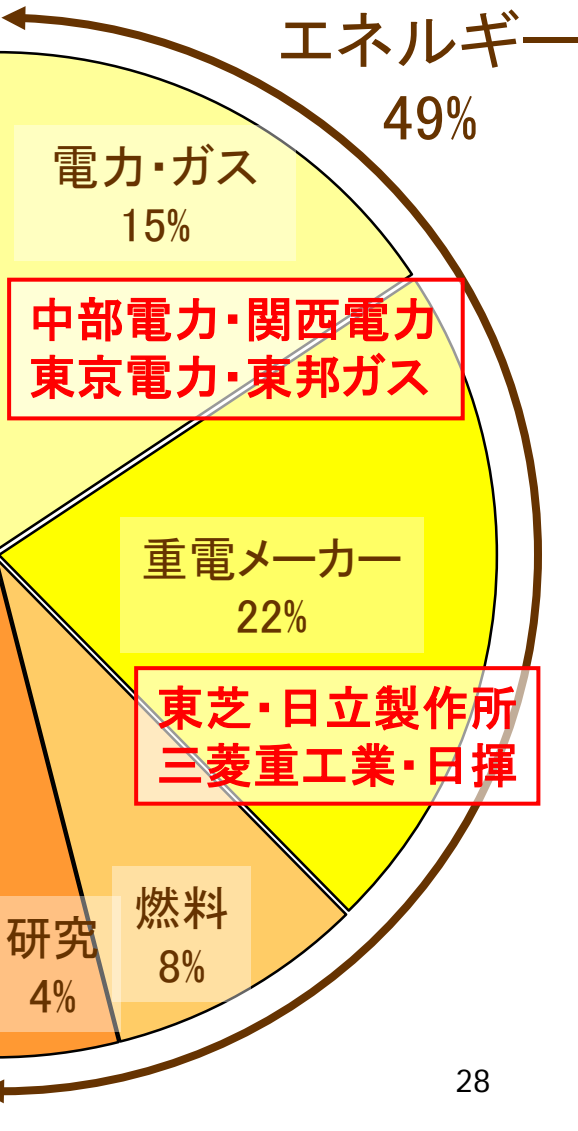
自動車・航空機・機械  
23%

トヨタ・アイシン精機  
ヤマハ・デンソー  
自動織機

電気・電子・通信  
8%

研究  
4%

燃料  
8%



中部電力・関西電力  
東京電力・東邦ガス

重電メーカー  
22%

東芝・日立製作所  
三菱重工業・日揮