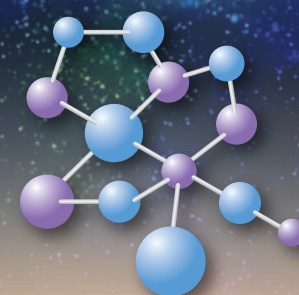




主催：大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 <http://www.nins.jp/>

第24回 自然科学研究機構シンポジウム



極限環境に おける生命

～生命創成の探究に向けて～



2017年

9月18日 [月・祝]

12:50 ▶ 16:00 (開場 12:00)

12:00～ 機関展示あり

[会場]

国際交流会議場

東京国際交流館(プラザ平成 3階)



[主催]
大学共同利用機関法人 自然科学研究機構



こもり あきお
小森 彰夫

自然科学研究機構 機構長

- 1978年東北大学大学院博士課程修了(工学博士)
- 1979年米国オークリッジ国立研究所(核融合部門)研究員
- 1981年東北大学工学部助手
- 1984年九州大学大学院総合理工学研究科助教授
- 1993年核融合科学研究所助教授
- 1997年核融合科学研究所教授
- 2009年大学共同利用機関法人自然科学研究機構核融合科学研究所長
- 2016年大学共同利用機関法人自然科学研究機構長

平成18年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞研究部門
平成25年度プラズマ・核融合学会賞第21回論文賞受賞

[プログラム]

12:00～	開場 ～パネル展示(展示会場にて研究所紹介など) ※12:00～15:00
開 会	
12:50～13:00	機構長挨拶 小森 彰夫(自然科学研究機構 機構長)
講 演	
13:00～13:30	クマムシはどのようにして生と死のはざまを生きるか 荒川 和晴(慶應義塾大学)
13:30～14:00	極限環境微生物が支えるバイオテクノロジー 石野 園子(九州大学)
14:00～14:30	南極湖沼生態系の実態を探る 工藤 栄(情報・システム研究機構 国立極地研究所)
休憩20分	
14:50～15:20	地球生命(圏)の限界探査とその先にある野望 高井 研(海洋研究開発機構)
15:20～15:50	放射線に耐える奇妙な球菌が極限環境で生きる仕組み 鳴海 一成(東洋大学)
閉 会	
15:50～16:00	閉会挨拶 竹入 康彦(自然科学研究機構 副機構長/核融合科学研究所 所長)

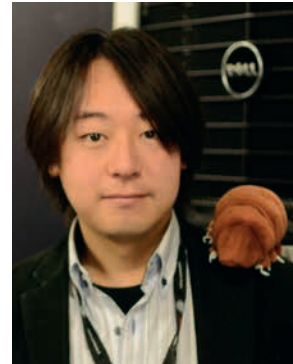
※講演は全て仮題であり、変更の可能性があります。

クマムシはどのようにして 生と死のはざまを生きるか

荒川 和晴（慶應義塾大学環境情報学部 准教授）

生物と非生物の違いとは何だろう。例えば人間と石ころを比較しても違いが多すぎて手のつけようがないが、それでは生きている人間と、死んでしまった人間の違いはどうか。見た目も、構成する有機分子も似ていながら、後者では「動態」が失われてしまっている。では、この「動態」はいつ、どのように自己組織化して、どこが境界線なのか。この問いに答えるためには、可逆的に「生」と「死」を行き来できる対象を観察する必要がある。そこでクマムシである。クマムシは体長1mm以下の微小動物で、私たちの身近な環境でも比較的簡単に見つけることができるが、その多くは完全に脱水し、生命活動を完全に停止することができる。この「乾眠」と呼ばれる状況では、宇宙真空への暴露をはじめ、さまざまな極限環境に耐えることができ、さらに給水によって速やかに生命活動を再開することができる。よって、クマムシの乾眠は「生」と「死」のはざまの第三の生命状態であると言える。

水は全ての生物にとって必須であり、体内の水分を完全に失うことは通常「死」を意味する。生物は動き続けることを前提としているシステムで、通常代謝の停止も「死」を意味する。よって、クマムシの乾眠は生物学における未踏のフロンティアであり、生物学を問いただす絶好の材料である。本講演では、このようなクマムシの乾眠について、これまでに明らかとなってきた知見を紹介する。



ヨコヅナクマムシの電子顕微鏡 (SEM) 画像。クマムシは独自に緩歩動物門を形成する 8 本足の微小動物で、体長は 1mm 以下。「乾眠」と呼ばれる完全な脱水による生命活動の停止が可能。ヨコヅナクマムシはクマムシの中でも特に強い極限環境耐性を持つため名付けられた。

Profile

慶應義塾大学環境情報学部・先端生命科学研究所准教授。

2006年慶應義塾大学にて博士号(政策・メディア)を取得。その後、日本学術振興会特別研究員、慶應義塾大学先端生命科学研究所特任助教・特任講師・特任准教授を経て、2017年より現職。非モデル生物のマルチオミクス解析を通して、生物学を問い直すべく研究中。

KEYWORDS

クマムシ：脱皮動物上門緩歩動物門に属する 8 本足の微小動物

極限環境耐性：極端な温度や圧力、pHや放射線など、通常の生物が生存できない環境でも生存できる能力

ゲノム：DNAに記録された遺伝情報の集合

乾眠：完全な脱水による代謝の停止。その後給水によって活動を再開できる

極限環境微生物が支える バイオテクノロジー

石野 園子 (九州大学大学院農学研究院 特任准教授)

われわれ人類や高等真核生物が生息できない、例えば温泉の源泉や海底火山の熱水噴出孔のような高温、あるいは塩湖や塩田のような飽和塩濃度といった極限環境に適応して生育している微生物が次々発見され、その生態や遺伝子情報が明らかにされてきています。生物の生命活動は遺伝子産物であるタンパク質が担っています。超好熱菌は80℃を超える温度で生育する微生物で、それらが持つタンパク質は高温で変性することなく、むしろ高い酵素活性を発揮して機能します。生命活動の根幹にかかわるDNA複製という現象に着目すると、ヒトも超好熱菌も遺伝物質のDNAは共通ですから、そこに働くタンパク質が極限環境への適応を果たしているといえます。実際、分子レベルで機能や構造を調べていくと、生物の進化とともにタンパク質のアミノ酸配列は変わり、それぞれ反応に適した性質がそなわっているものの、全体の構造が驚くほど類似しているような例がみられ、興味深いものがあります。DNAを試験管の中で操作し、それを生きた細胞の中に導入して、そのDNAに載っている情報を発現させる遺伝子操作技術は、分子生物学の進歩とともに発展してきました。遺伝子工学用試薬の中でも、DNAポリメラーゼは塩基配列解析法をはじめとして数多く利用されてきました。超好熱菌が持っている耐熱性DNAポリメラーゼが登場したことは、遺伝子操作技術を飛躍的に発展させました。PCRをはじめとして次世代シーケンシング(NGS)技術などは基礎研究分野に留まらず産業や医療に変革をもたらしています。本講演では、極限環境微生物が持っているタンパク質の分子レベルの解析研究からバイオテクノロジーの現場で活躍する応用例までをご紹介します。



Profile

九州大学大学院農学研究院生命機能科学部門 特任准教授。博士(薬学)。

1980年 大阪大学薬学部卒業。1980年～1988年 塩野義製薬株式会社、1988年～1989年 Yale大学、1989年～2005年 蛋白工学研究所/生物分子工学研究所、2005年～2008年大阪大学微生物病研究所、2008年～現在 九州大学農学研究院。専門はアーキアのDNA複製、修復に関する研究。

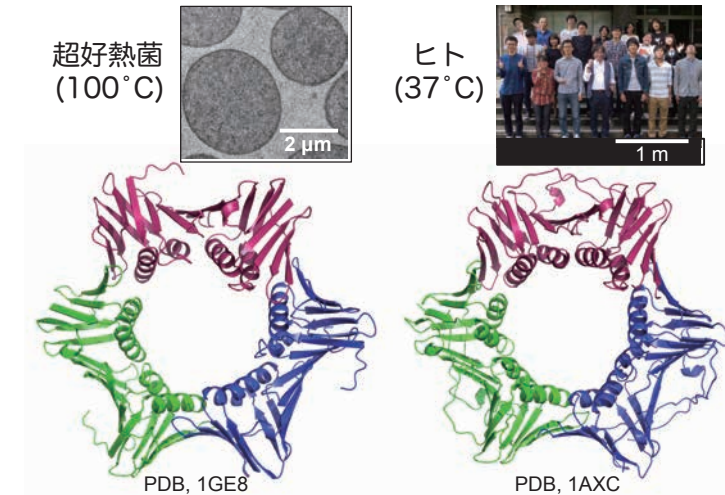


図1 DNAポリメラーゼの補助因子として働く「クランプ」分子の立体構造(左、超好熱菌由来；右、ヒト由来)三量体で環を形成しており、その中にDNAが通る。進化的に大きく離れた生物だが、よく似た構造の分子が同様の働きをしている。しかし、両者の熱安定性は大きく異っている。

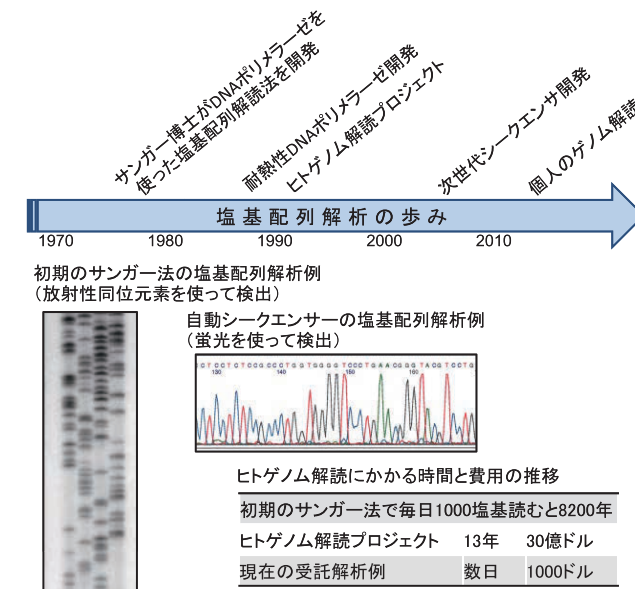


図2 極限環境微生物由来の酵素が活躍する塩基配列解析
塩基配列の解読技術は飛躍的な進歩を続けている。

KEYWORDS

ゲノム／遺伝子／DNA： DNAとは、「デオキシリボ核酸(Deoxyribonucleic Acid)」の略語で、化学物質の名称である。
遺伝子とは、DNA上に4種の塩基(ATGC)によって書かれるタンパク質等の設計図である。どのようなタンパク質をいつどこでどれだけ作るのか、など機能をともなって考えられる。
ゲノムとは、生物が持っている全DNA(遺伝子セット全体)を指す。

遺伝子工学用試薬： DNAポリメラーゼやヌクレアーゼなど二本鎖DNAに作用して構造を変える酵素で、試験管内での遺伝子操作に必須である。

南極湖沼生態系の実態を探る

工藤 栄 (情報・システム研究機構 国立極地研究所 准教授)

「南極大陸は寒い、だからすべてのものが凍りついている。」もしかすると、こんなことが一般の方々の先入観・常識になっている気がします。そんな場所に「湖」なんて存在しないようにも思えるのですが、ごくわずかに、氷床から解放された露岩域には、季節的に氷が溶けて水面が顔を覗かせる「普通の湖」が存在します。そんな南極の湖は南極大陸の上で、おそらく唯一「一年を通じ、液体の水がある世界」です。大陸縁辺にある湖沼では厚さ2m弱の氷に、一年の4/5ほどの期間、覆われます。けれど、水深がそれよりも深い湖盆ならば、「氷点以下にならない」安定した温度環境の水の世界となっています。そこにはどんな生き物が生活をはじめ、どんな世界を作り上げているのか、我々の野外研究を紹介してみたいと思います。



南極の夏、雪と氷が溶けて湖に水面が広がる
調査機材を背負ってたどり着いた先の湖の中は、どんな世界があるのか、
想像・期待しながら調査を開始する



とある淡水湖沼での潜水調査
湖底から立ち上がる構造物を造っているのは「コケボウズ」と命名した
水棲蘚類と微生物群集からなる集合体だった。

Profile

情報・システム研究機構 国立極地研究所・総合研究大学院大学 複合科学研究科・極域専攻 准教授 博士(理学)
1991年東京大学大学院理学研究科(植物学)博士課程修了
専門は生態学。博士課程終了後、極地研に勤務し、北極・南極でのフィールドワークを実施。日本南極地域観測隊で3回の越冬、5回の夏季観測、外国基地周辺での研究活動をしている。

KEYWORDS

南極
湖沼生態学

地球生命(圏)の限界探査とその先にある野望

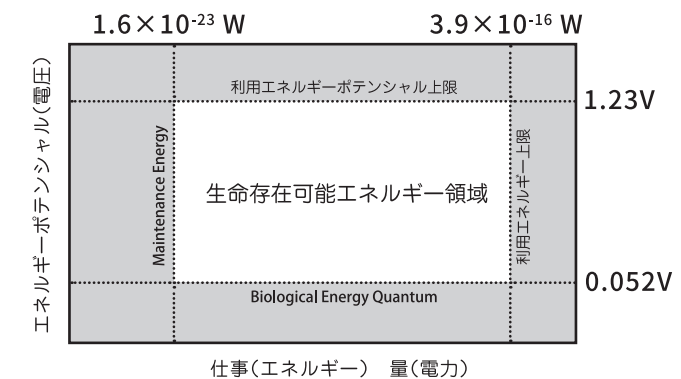
高井 研 (海洋研究開発機構 深海・地殻内生物圏研究分野 分野長)

地球の深海や地下深部には、一見生命が生育できないと思えるような高温熱水や超深海、強酸性水や強アルカリ性泉といった極限環境が存在する。しかし、我々はそういった環境にも、微生物、しかも生きている微生物細胞、を見つけることができる。「なんだってー！ いったいこの生命達はどこからやってきたんだ？」と思わず少年マガジンミステリールポルターージュ班(少年マガジンで掲載されていた漫画「MMR」)の名台詞を吐いてしまうような驚きではあるものの、我々はフィールド研究を通じて、極限環境に見つかった微生物が本来生育していた場所、生育できないけれど水循環によって運搬されてきたプロセス、そしてそういった微生物が全く存在しない場所、があり、その大局的な時間的・空間的な相互作用によって、生命が存在する場(生命圏)と生命が存在しない場(非生命圏)およびその境界が形成されることを明らかにしてきた。地球生命の限界や生命圏の限界、あるいはその境界条件、の現実を明らかにすることは、理論予想だけでなく現実としての生命存在可能性の理解に結びつく。そのような生命が存在できる環境が、約40億年前の生命誕生当時の地球にどれくらい広がっていたのか？ 我々の太陽系や太陽系外にもどれくらい存在するのか？ それを知ることがその先にある我々の野望である。



小学生に愛のムチをふるう大人げない講演者

エネルギー量論からみた宇宙における生命存在領域



これが「宇宙における生命存在可能条件」だ！

Profile

1997年京都大学大学院農学研究科博士課程修了。

日本学術振興会特別研究員や科学技術振興事業団科学技術特別研究員を経て1999年現在のJAMSTECに入所。研究員、グループリーダー、プログラムディレクターを経て現職。専門は微生物学・地球微生物学・宇宙生物学。

KEYWORDS

極限環境生物：極限的と思えるような環境に生息する生物

生命の限界：生命の生育限界や生存限界を含む

生命圏の限界：自然環境中の生態系の生息限界

生命の起源

地球外生命

放射線に耐える奇妙な球菌が 極限環境で生きる仕組み

鳴海 一成 (東洋大学生命科学部 教授)



どんな生物でも、多かれ少なかれ自然放射線のレベルをはるかに超えた放射線に耐える力(耐性)を持っていますが、生物種によって放射線耐性には千倍以上もの違いがあります。地球上の生物の中でもヒトは放射線に特に弱く、線量10グレイの放射線を急激に浴びると確実に死に至ります。ところが、1万グレイの放射線でも大半は生存するような、生物の中でもずば抜けて放射線に強い微生物が知られており、これを放射線抵抗性細菌と呼びます。放射線抵抗性細菌は、放射線以外にも紫外線や乾燥などにも高い耐性を示します。この細菌が放射線に強い理由には、放射線照射で粉々になったゲノムDNAを修復する能力に長けていることがまず初めに挙げられます。実際に調べてみると、他の生物にはない独特なDNA修復メカニズムを持っていることが分かりました。放射線抵抗性細菌が持つ極めて優れたDNA修復メカニズムの全容を明らかにすることができれば、DNAをターゲットとする遺伝子工学、医療診断、創薬などの進展に直結する新技術の開発に貢献するであろうと考えられます。また将来的には、生物への放射線耐性付与、細胞再生治療、ガンや老化の予防といった医学分野への波及効果も期待されます。更なる疑問として、放射線抵抗性細菌はどうやって進化してきたのか、どこまで放射線に強くなれるのか、過酷な宇宙環境でも生存できるのかといった話題についてもお話ししたいと思います。

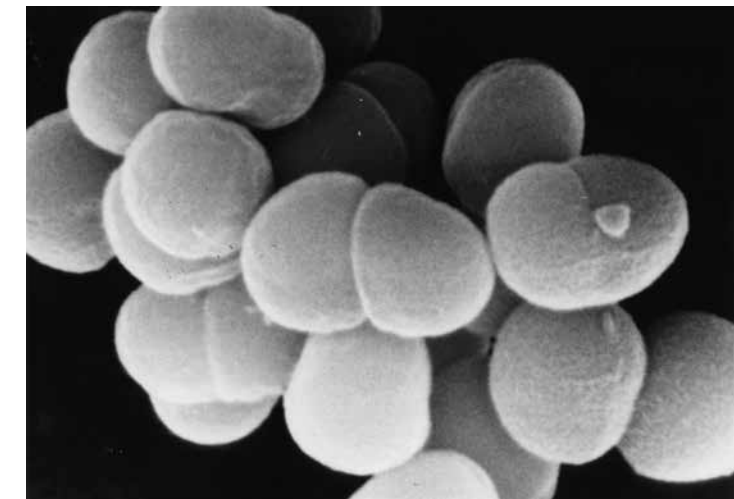


図1 放射線抵抗性細菌*Deinococcus radiodurans*の走査電子顕微鏡写真。

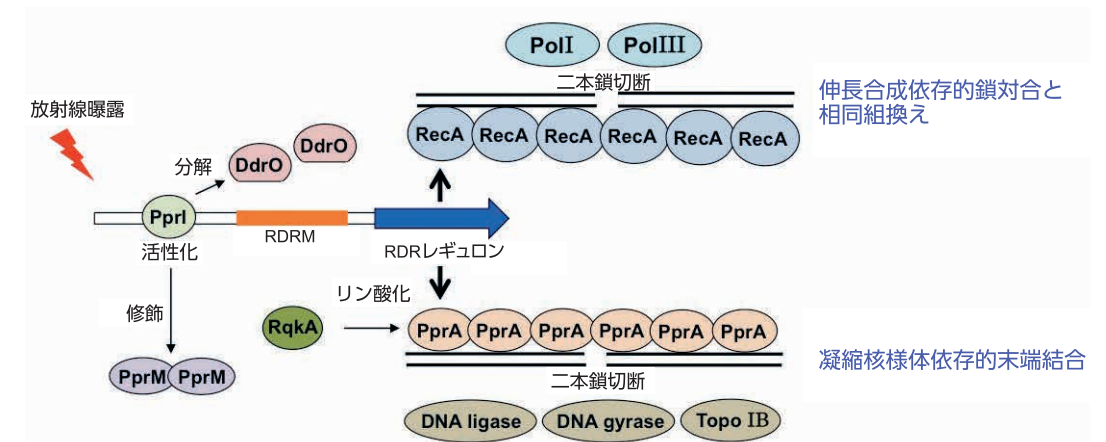


図2 放射線曝露後に誘導される放射線抵抗性細菌の新規DNA修復メカニズム。
DdrOタンパク質は、普段RDRM (Radiation Desiccation Response Motif) と呼ばれるDNA配列に結合して、RDRMの下流に存在するrecA遺伝子やpprA遺伝子といったDNA修復に関与する遺伝子群 (RDRレギュロン) のタンパク質が新たに作られる (発現する) のを抑えている。放射線抵抗性細菌が放射線に曝露されると、PprIタンパク質が活性化してDdrOタンパク質を分解することによって、RDRレギュロンの発現を促進し、2種類の経路によってDNA二本鎖切断の効率的な修復が起こる。

Profile

東洋大学生命科学部教授。博士(農学)。

1993年東京農工大学連合農学研究科博士課程(生物工学専攻)修了。日本原子力研究所高崎研究所研究員、日本原子力研究開発機構量子ビーム応用研究部門研究主幹を経て、2013年より現職。専門は放射線微生物学。

KEYWORDS

放射線：物質を通過するとき、原子や分子をイオン化する(電離する)能力を持つ電磁波または粒子線の総称。電磁放射線は強力なエネルギーを持った光の仲間(光子)で、ガンマ線とエックス線が含まれます。粒子放射線は、速度を持って運動している粒子で、アルファ線、ベータ線、陽子線、中性子線などが含まれます。放射線は自然に満ちあふれていますが、量が多いと生物に悪影響を及ぼすことがあります。

DNA修復メカニズム：外部環境からのストレス作用や細胞内での代謝の過程で生じるDNAの損傷を元通りに直す仕組み。生物が進化の過程で獲得し、細菌からヒトに至るまで地球上で生きる全ての生物が持っている生命の維持に不可欠なメカニズムです。直接修復、塩基除去修復、ヌクレオチド除去修復、相同組換え修復、非同源末端結合修復などが知られており、それぞれのメカニズムで機能するタンパク質がおおよそ分かっています。



たけいり やすひこ
竹入 康彦

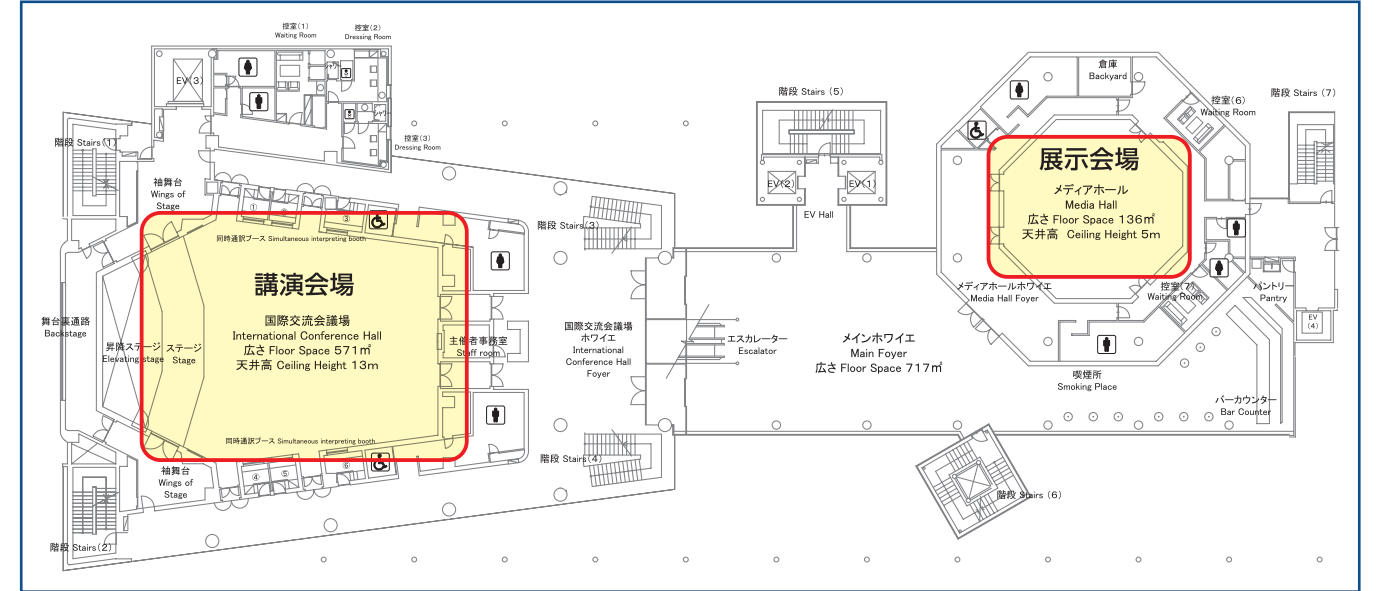
自然科学研究機構 副機構長
核融合科学研究所 所長

- 1981年京都大学工学部電子工学科卒業
- 1988年工学博士(京都大学)
- 1989年核融合科学研究所大型ヘリカル研究部プラズマ加熱研究系助手
- 1995年同研究所大型ヘリカル研究部プラズマ加熱研究系助教授
- 2004年同研究所大型ヘリカル研究部粒子加熱プラズマ研究系教授
- 2009年同研究所大型ヘリカル研究部粒子加熱プラズマ研究系研究主幹
- 2010年同研究所大型ヘリカル装置計画実験統括主幹
- 2014年同研究所大型ヘリカル装置計画研究総主幹
- 2015年より現職

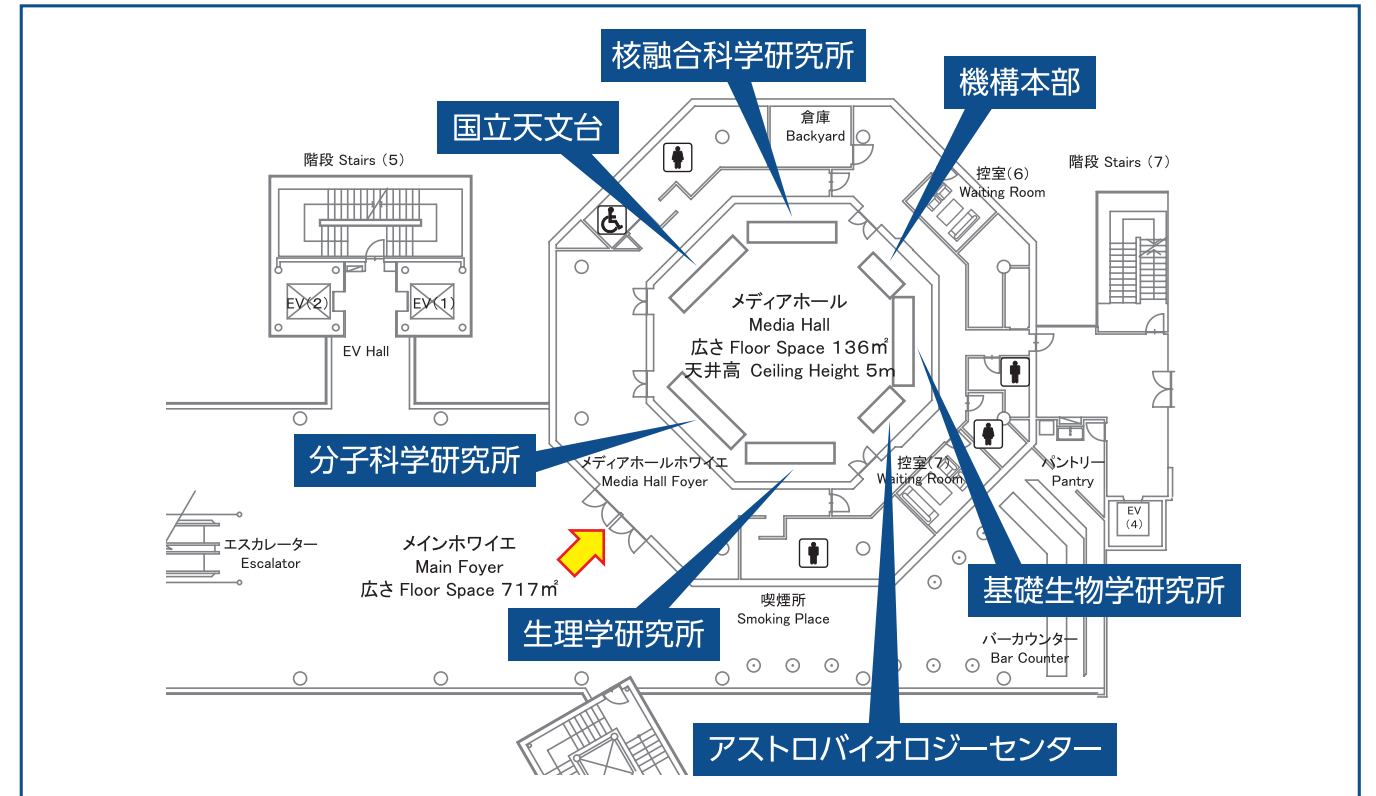
平成26年度科学技術分野の文部科学大臣表彰受賞

会場案内図

[3階平面図]



[展示会場図]



●会場

国際交流会議場 東京国際交流館(プラザ平成 3階)
〒135-0064 東京都江東区青海2-2-1 国際研究交流大学村内

自然科学研究機構が 撮影した写真等について

本シンポジウムで撮影した写真・映像・音声等は自然科学研究機構のホームページ、プレス発表及び広報誌等に個人の特定はできない様に処理した上で公表する場合がありますので、予めご了承ください。