

一般社団法人日本生物物理学会 講師派遣事業 開催報告

開催日：	2025 年 7 月 9 日
学校名（場所）：	都立新宿高校
授業の名称：	回転分子モーター ATP 合成酵素～学問に境界は無い～
講師名：	野地 博行 氏 (東京大学工学系研究科教授)
参加者：	第 2 学年 320 名
生徒さんの感想：	下記に掲載。



令和7年7月9日(水)

14:15~15:45

高大連携模擬講義アンケート

東京大学大学院・工学研究科 野地 博行 教授による

「大学の生物とは? ~学問に境界は無い~」の講義を受けて

回転分子モーター  
ATP合成酵素

1. 講義のメモを取って、要旨を自分の言葉でまとめてみよう。

細胞の生死は異なる。

生命とは何か? 基本的に物理と化学で説明できる

↳ 「創る」ことで実践的に解決する問題

「生命」は 代謝する・自己複製する・進化する

「工学」は 「意思」を具現化する<sup>学問</sup>

「生命」とは 「工学」 である

生存するという意思を具現化するためのシステム分子工学

物理と化学だけでは具現化できない

DNAは最高級の記録メディア

ATPはミトコンドリアで合成される

エネルギーを変換して

「呼吸」→「化学→物理→化学」でATPを合成する

2-1. 講義を受講して、特に興味をもったことや参考になったことは何ですか。

物理と化学を知っているだけでは意思を具現化  
することはできない。そこで必要なのが「工学」

工学はかたく重いものだというイメージが勝手にあった  
ので驚き、興味が沸いた

2-2. 講義を受講する前後であなたの最先端の科学に対する認識がどのように変化しましたか。

受講前は、生物の授業でやったことをやるのかなと思って、  
理解できるのが不安だった。

講義の内容は物理と化学について、工学、生命について  
などさまざまで、それぞれの分野がたくさん絡みあって

最新の科学に結びついていると思った。それまでは何か新しい  
ことやものを実現するには1つの専門的な分野だけが「必要だ」と  
思っていたけれどその認識が大きく変わった。

令和7年7月9日(水)

14:15~15:45

# 高大連携模擬講義アンケート

東京大学大学院・工学研究科 野地 博行 教授による

## 「大学の生物とは? ~学問に境界は無い~」の講義を受けて

回転分子モーター ATP合成酵素

### 1. 講義のメモを取って、要旨を自分の言葉でまとめてみよう。

細胞レベルでの生死  
シミュレーション

かつては物理学の問題  
今は生命科学 化学の問題

「生命」

- 代謝する
- 自己複製する
- 進化する

物理と化学  
「生命」とは「工学」である  
生存するという意思を具現化するための  
システム分子工学

「工学」とは何か? ... 「意思」と具現化する学問

- 分子認識 → 超分子化学
- 酵素 → 触媒化学
- 光合成 → 光触媒

イオンチャネル → 分析化学

↳ 特定のイオンだけを流す → 目が見える  
→ 人工的な進化

DNAは、最高級の記録メディア

「飯のエネルギー」は ATP による

基礎代謝 1400~1700 kcal/day

↓  
1日のATP合成量 30~40kg

↓  
消費する

「呼吸」は、エネルギーを「化学 → 物理 → 化学」で

変換して ATP を合成するプロセス。

### 2-1. 講義を受講して、特に興味をもったことや参考になったことは何ですか。

特定のイオンだけを流すことで、目が見えるようになる。分析化学の中のイオンチャネルに興味を持った。私たちの身体は、自分で認知できないが、細胞分裂をくり返して変わり続けている。自分を構成する細胞は、3ヶ月前と今と全く違うものであるが、その中で「月」と「年」というような仕組みが気になった。また、日常生活の中で自分が「不思議」に思っていることは、積極的に調べて深く知ろうと思った。

### 2-2. 講義を受講する前後でああなたの最先端の科学に対する認識がどのように変化しましたか。

科学は、科学として独立した分野で、物理などとは全く別だと思っていたけれど、様々な意思を具現化するために、工学というシステムがあり、全ての学問は繋がっているということを知った。科学は、最先端の技術というイメージから、機械を用いた技術についての学問だと思っていたけれど、私たちの普段学んでいる生物、物理を具現化するシステムである工学に繋がっているということも知ることができ、講義を受講する前よりも、身近に感じることができた。

生命科学

身近に感じる。  
分のエネルギー といふ？

## 高大連携模擬講義アンケート

「大学の生物とは？～学問に境界は無い～」の講義を受けて

回轉式分子一9- ATP 合成酶素

研究

「生命」は

代謝する  
自己複製する  
進化する

「I學」とは何か

→ やり方は、アイディアを實現

意 趣

“生命”とは“工学”である

→ 生存するという意思を具現化する  
ためのシステム工学

生存するための  
テリトリー

ATP 合成酵素... 目1=見21811

① 問題が"山"に付合まか → 研究向き??

神経の情報交換のときについて。

(續正九七三)

ミトコンドリア内で有機物から電子を引きぬく

酸化 (黄)

物理エネルギーに転換 (位置エネルギー<sup>の位置</sup> → 運動エネルギー<sup>の速度</sup>)

↑↓ ???      ↑ 化学式は変わらない  
(化学エネルギー)      ATP  
構造変化 説明      酵素      4" 単云?

F<sub>1</sub>はくっついた  
人  
長いものを

DNA, 2  $\bar{q}$  = "u"!

↑ ↳ 情報記録 (密度) and so on

人間には二人が主 作れん...

DNAデータベース"というものを初めて聞いて、人間の構造をデータの管理に便おうと考えついたことが、本当にすごいなと感じた。

私も生命現象を現代のテクノロジーに生かしてみたいと思った。

また、ATP合成酵素については、化学エネルギーを「電」で説明していると思われ  
「IT」ものか、物理エネルギーが関係していることに気がいたことに「す」  
と感じ、とらえられないことが大分なんて「よ」と感じた。

2-2. 講義を受講する前後であなたの最先端の科学に対する認識がどのように変化しましたか。

1つの分野だけで戦うのではなく、生物のこころについて物理学分野、化学分野、また数学分野からも考えられることがよくおもしろく、99%の視点が必要であることが感じられた。

私は生物、化学が好きなので"どい、それに提議出す"に物理に  
興の末を持って挑戦していきたいと思えるようになった。



# 物理を使って生物を研究...!?

令和7年7月9日(水)

14:15~15:45

## 高大連携模擬講義アンケート

自然淘汰のなかで生み出され、  
新しい分子テクノロジー

東京大学大学院・工学研究科 野地 博行 教授による

### 「大学の生物とは? ~学間に境界は無い~」の講義を受けて

回転分子モーター  
ATP合成酵素

1. 講義のメモを取って、要旨を自分の言葉でまとめてみよう。

- 生命とは何か (What is life?)
- 生死の判断は何をもってすべきか

自我の消失  
細胞レベルの生死

生命は代謝する(常に壊れてつくられる)  
自己複製する  
(集団として)進化する

工学とは?

A. 意思を具現化する学問

not for money

あらゆる学問が結集

生命とは工学である

生存するという意思を具現するための  
システム分子工学

人工的なものなので秩序だっている

とても機械的なシステムが  
組み合わさっている!

生命から刺激を受けて発現(表現)の学問も

例) DNA (最高級の記録メディア)

高い情報密度、安定、書き込み、修正

コピー可能、読み取り可能

PCR

シーケンシング

(DNAデータストレージ)

→ フォレディング (量力学)

物理の教授が生命についての問いを?

→ 次の目標は生物と宣言

→ 研究がつかなくて困っていた

(生物物理学) → 物理と化学と生物と研究  
(説明できる!)

具現化したものが必要 知っているだけでは足りない

ATP = 細胞のエネルギー通貨

合成と分解を繰り返す

消費が激しいのは中枢神経系 (脳など)

ATPは細胞内外器官ミトコンドリアで合成される

呼吸はエネルギーを「化学」→「物理」→「化学」に変換して

ATPを合成するプロセス

(水素イオンの移動)

電圧をどうやってATP合成に使う?

直接共役説

構造変化説

回転触媒仮説 (1994, F1F0構造)

どうやって証明する?

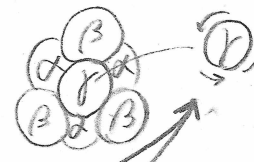
観察!!!!!!

何回ものデータ集!!!

ATP合成酵素

物理的なエネルギー(電圧)を回転によって発生させ

ATPを合成する



水が電圧後に  
似ている

2-1. 講義を受講して、特に興味をもったことや参考になったことは何ですか。

・大学を選ぶときはアドミッション・ポリシーを見よう!!

・「どこに入るか」ではなく「入ったところで何を学ぶか」が大切

### 「自我を基準とした生死の判断」

そもそも自我とは何なのか、自我をもとにした生死の判断は倫理的に良いのかが気になった。

何に由来するもの?  
どうやって発生して、  
どうやって消失するの?

自我なのに第三者が判断できるの?  
(他者)  
できるとして、それでいいの?

→ 私は多分哲学(倫理学?)みたいなものに興味がある(わかった)。

2-2. 講義を受講する前後でああなたの最先端の科学に対する認識がどのように変化しましたか。

DNAデータストレージのように、生物の事象が科学技術に転換・応用されていること、つまり、個々の専門的な分野がつながって一つのものができていることがすごいと思った。私にとって名前のちがう学問としては「それはそれ、これはこれ、ちがうもの」というイメージがあったから、それらがつながりあっていることに感動すら覚えた。科学難しいけど可能性無限大すぎて面白い?

要旨

生命って?

→ 自然淘汰のなかで生み出された分子テクノロジー

ATP合成酵素