



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	2021年ノーベル化学賞受賞者ベンジャミン・リスト博士の姿に見る豊かな発見に出会うヒント
Author(s)	北海道大学 CoSTEP//制作; Hokkaido University CoSTEP//Produced by; 北海道大学 化学反応創成研究拠点 (WPI-ICReDD)//制作 他
Description	ベンジャミン・リスト博士の2021年ノーベル化学賞受賞を記念したポスター。文部科学省補助事業「研究大学強化促進事業」の取組みの一環として制作。サイズ：A1（タテ2枚） A set of posters commemorating Dr. Benjamin List's 2021 Nobel Prize in Chemistry. Funded by: The program for promoting the enhancement of research universities (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology). Size : A1
Issue Date	2022-03-28
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/84541
Type	other
File Information	Dr. Benjamin List_poster_NobelChem2021 .pdf



2021年ノーベル化学賞受賞者ベンジャミン・リスト博士の姿に見る

豊かな発見に出会うヒント

Learning from Dr. Benjamin List, Laureate of the Nobel Prize in Chemistry 2021

Hints of Rich Discoveries



2021年のノーベル化学賞は、ベンジャミン・リスト博士(独 マックス・プランク石炭研究所)とデイヴィッド・マクミラン博士(米プリンストン大学)に贈られました。受賞テーマは「不斉有機触媒」。右手と左手のように鏡写しの関係にある分子をつくり分ける化学反応(不斉合成)を手助けするシンプルな有機分子の総称で、2000年に両博士が別々に報告した研究をきっかけに一大分野として花開きました。この最も重要な化学上の発見のひとつを成し、2018年からは北海道大学 化学反応創成研究拠点(ICReDD)でも活躍しているリスト博士の姿を紹介します。

The 2021 Nobel Prize in Chemistry was awarded to Dr. Benjamin List (Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Germany) and David W.C. MacMillan (Princeton University, USA) for the development of “asymmetric organocatalysis.” This process uses an organic molecule to promote a chemical reaction that selectively (i.e. “asymmetrically”) produces one of two molecules that are mirror images of each other. Asymmetric organocatalysis has grown into a major research field since the two Nobel laureates independently reported it in 2000. Dr. List has also been a member of the Institute for Chemical Reaction Design and Discovery (ICReDD), Hokkaido University since 2018.

© Nobel Prize Outreach. Photo: Bernhard Ludewig

1

世界を変える物質、触媒 World-changing catalysts

薬、肥料、洗剤、香水、スマホのモニターといった、私たちの生活を支える化学製品の多くをつくるためには、化学反応を仲立ちする物質「触媒」が必要です。触媒研究は人類に大きく貢献しうる化学の花形ともいえる分野で、優れた触媒を開発した研究者に対して幾度となくノーベル化学賞が贈られてきました。北海道大学名誉教授 鈴木章博士もそのうちのひとりです(2010年受賞)。

In order to make chemical products such as medicines, fertilizers, detergents, perfumes, and smartphone monitors, we often need catalysts that induce chemical reactions. Since they make significant contributions to our lives, the Nobel Prize in Chemistry has been awarded many times to researchers who have developed influential catalysts. Dr. Akira Suzuki, Emeritus Professor Hokkaido University, is one of them (awarded in 2010).

2

化学の一大テーマ、不斉合成 Asymmetric Synthesis – a major field of chemistry

ある分子を合成しようとしたとき、鏡写しの関係の分子が同時に得られることがあります。これらの分子は互によく似ているものの、生体に対しては違った作用を示すこともあります。片方は薬として、もう片方は毒として作用するといった具合です。そこで重要となる不斉合成では、鏡合わせの分子のうち、望んでいる片方だけの分子をつくるため型枠のような役割の「不斉触媒」が必要となります。

When one tries to synthesize a molecule, its mirror-image molecule could also be obtained at the same time. These molecules are very similar to each other, but they may have different effects on living organisms; for example, one may act as a medicine while the other may cause harm. This is why scientists need “asymmetric catalysis” to produce only one of the mirror-image molecules.

3

覆された常識、第3の触媒の幕開け Shifting the paradigm

2000年、当時32歳のリスト博士は、アミノ酸の「プロリン」が不斉触媒としてはたらくことやそのメカニズムを報告しました。アミノ酸は炭素を骨格とする金属を含まない小さな有機分子で、いくつも組み合わせるとタンパク質となります。触媒として機能するある種のタンパク質の研究から、部品のアミノ酸だけでも触媒として機能するかもしれないと考えたのです。「同僚に馬鹿にされるかもしれない」と思いつつも試した実験で、その予想は見事的中。のちのノーベル賞受賞につながる大発見となりました。

In 2000, Dr. List reported that the amino acid “proline” can act as an asymmetric catalyst and explained its mechanism. Amino acids are small organic molecules that do not contain metals and are building blocks of proteins. Looking at a protein that functions as a catalyst, he speculated that the amino acid alone might serve as a catalyst. While thinking that the idea was naive and could be ridiculed by his colleagues, he carried out experiments and proved the hypothesis, which led to the prize two decades later.

4

持続可能な開発へ、不斉有機触媒 Towards sustainable development

以前まで、不斉触媒はある種のタンパク質や、金属または金属を含んだ分子のみに限られると考えられていました。タンパク質は精密作業が得意な工場のような存在ですが、うまく稼働するためには温度管理などが重要です。金属はパワフルなものの壊れやすく、廃棄の際の環境への負荷が気になることも多い鋳型のようなイメージです。壊れにくく、環境負荷も低減でき、安価な不斉有機触媒は、世界を変えうる存在として歓迎されたのです。

Scientists used to believe that only certain proteins, metals, and metal-containing molecules could facilitate asymmetric catalysis. Proteins can catalyze reactions precisely but are very sensitive to temperature changes. Metals are powerful catalysts, but are fragile and often harmful to the environment. Meanwhile, asymmetric organocatalysts are robust, environmentally friendly, and inexpensive, and have been welcomed as a game-changer.

夢中になること Becoming fascinated

少年時代、「世界は何でできているのか」「人は何からつくられるのか」といった哲学的な問いの答えを求め、分子を扱う化学を志したリスト博士。化学だけでその問いに答えきれないと気がついた時には、もはや抜け出せないくらい化学に魅せられていたといいます。

In his childhood, Dr. List turned to chemistry when seeking answers to philosophical questions such as "What is the world composed of?" and "What are humans made from?" By the time he realized that chemistry alone could not answer such questions, he was already so fascinated by chemistry that he could not get out of it.

13歳のリスト博士。友達の家
の地下室に実験室をつくり、
化学実験を楽しんでいたと
いいます。



Dr. List at 13 years old. He
enjoyed chemical experi-
ments in a small, hand-made
laboratory in the basement
of his friend's house.

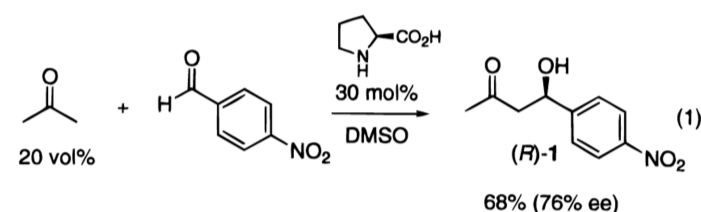
Photo courtesy of Benjamin List

素直な考えを大切にすること Being honest to oneself

「なぜもっと早く気がつくことができなかったのか不思議に思った人も多いだろう」とノーベル委員会がコメントするほど、不斉有機触媒のコンセプトは独創的であると同時にシンプルなものでした。常識に捉われず、素直な発想を大切にされた両博士だからこそ体系立てるまでに至ったのでしょう。

As the Nobel Committee commented, "Many people have wondered why we didn't think of it earlier." The concept of asymmetric organocatalysis is as simple as it is ingenious. Observing the two laureates, "being honest to oneself" and "thinking out of the box" are likely two of the keys to making great discoveries.

リスト博士が2000年に報告した、
プロリンを触媒とする不斉合成の
反応式。



List, B.; Lerner, R. A.; Barbas, C. F. J. *Am. Chem. Soc.* 2000, 122, 2395.

Asymmetric synthesis using a
proline catalyst reported by
Benjamin List in 2000.

豊かな発見の ドライビングフォース

チャレンジを楽しむこと Enjoying Challenges

人工知能や高度な計算を従来までの実験と融合することで、化学反応を予測し、理想的な形にデザインすることはできるのでしょうか。ICReDDのリストグループは得意とする実験技術を活かして、計算科学や情報科学の研究者たちと協力し、この問いに挑んでいます。

Will we one day be able to use artificial intelligence and theoretical simulation combined with experiments to predict and design ideal chemical reactions? Dr. List's research group at ICReDD tackles this question by utilizing their expertise in experimental chemistry and collaborating with scientists in the field of computational science and information science.

日本のリストグループは共同リーダー
の辻信弥博士(左)が中心となって研
究を進めています。辻博士はリスト博士
の愛弟子です。

The List group in Japan is mainly
led by Co-PI Dr. Nobuya Tsuji (left)
who was one of Dr. List's favorite
pupils.

Photo courtesy of Nobuya Tsuji



The Driving Forces of Discovery

自らの情熱に従うこと Following one's enthusiasm

ノーベル賞受賞後も、「評価や表彰といったものを目的としないこと」をリスト博士は私たちに強く伝え続けています。自分の心の奥底にある情熱に向き合い、それを追求することこそが幸福につながるのだと考えているからです。

Even after receiving the Nobel Prize, Dr. List suggests that we do not pursue accolades or awards as a goal. He thinks that following the enthusiasm that lies deep within our hearts leads to happiness.



受賞発表翌日の10月7日にICReDD
で開かれたオンライン祝賀会でも、情
熱を追求することの重要性が伝えられ
ました。

In the celebratory meeting held
at ICReDD on October 7, the day
after the award was announced,
he conveyed the message "Follow
your enthusiasm."

感謝すること Being grateful

受賞後のスピーチで「ノーベル賞は一人の手にはあまるもの。榮譽を分かち合いたい」とリスト博士は言いました。自身の情熱を理解してくれたご家族はもちろん、共に仕事をしてきた人々、自身やマクミラン博士の研究の後に続いて不斉有機触媒の領域を共に切り拓いた何百、何千もの化学者への感謝の気持ちからでした。

In his post-award speech, Dr. List said, "The Nobel prize is almost too much for a single person," expressing his gratitude to his family and the hundreds and thousands of chemists who have worked together pioneering the field of asymmetric organocatalysts.

12月8日にベルリンで開催された授賞式でのご家族と
の一枚。新型コロナウイルス感染症の影響で、受賞者
へのメダルと賞状の授与は居住国で行われました。

Dr. List with his family at the award ceremony in
Berlin on December 8th. Due to the COVID-19
pandemic, the laureates received their medals
and diplomas in their home countries.

Photo courtesy of Benjamin List



Question from Dr. List

『あなたの情熱は、どこに向かっていますか?』
"Where is your own enthusiasm going?"

リスト博士について

1968年1月11日、独フランクフルト生まれ。ベルリン自由大学卒。1997年にフランクフルト大学で博士号を取得後、米 スクリプス研究所での博士研究員、助教を経て、2003年よりマックス・プランク炭素研究所に所属(2012年からは所長)。2004年より独 ケルン大学、2018年より北海道大学にも在籍。ニュスライン・フォルハルト博士(1995年ノーベル生理学・医学賞受賞)をおばにもつ。



About Dr. List

Born January 11, 1968, in Frankfurt, Germany. Graduated from Free University Berlin. After earning his Ph.D. from Frankfurt University in 1997, he worked as a postdoctoral fellow and assistant professor at the Scripps Research Institute in the United States and has been a member of the Max-Planck-Institut für Kohlenforschung since 2003 (as a Director since 2012). He has been affiliated with the University of Cologne, Germany since 2004 and with Hokkaido University since 2018. Dr. Christiane Nüsslein-Volhard, a 1995 Nobel Laureate in Physiology or Medicine, is his aunt.