

## 令和元年度（第10回）低温生物工学会 学会賞 受賞理由

「不凍タンパク質の分子機能と応用技術に関する研究」

津田 栄（つだ さかえ）氏

産業技術総合研究所生物プロセス研究部門・上級主任研究員

北海道大学大学院生命科学院・客員教授



### 略歴

津田 栄 氏は、1988 年 3 月に北海道大学大学院理学研究科博士課程 1 年次を中退し同年 4 月に北海道大学理学部高分解能 NMR 研究室教務技官に採用された。1992 年に理学博士号を取得し、1993 年カナダ・アルバータ州立大学医学部博士研究員、1994 年日本電子株式会社技術顧問を経て、1995 年に現所属組織の旧称である通産省工業技術院北海道工業技術研究所主任研究官に就任した。2003 年以降、北海道大学大学院生命科学院客員教授を併任し、現在は国立研究開発法人産業技術総合研究所生物プロセス研究部門上級主任研究員を務めている。これまで一貫して不凍タンパク質の研究開発に従事し、2000 年に北海道工業技術研究所・所長賞ならびに通産省工業技術院・院長賞を受賞した。2014 年に不凍タンパク質に関する国際会議を、2017 年に低温生物工学会年会を札幌で開催した。2018 年に不凍タンパク質に関する国内初の専門書「不凍タンパク質の機能と応用」を出版し、2019 年からはネイチャー誌サイエンティフィック・リポーツの編集委員を務めている。低温生物工学会には 2003 年の招待セミナー以降に参加し、2009 年に理事、2016 年に総務理事に就任し学会の運営に務めてきた。

### 受賞理由

津田 栄 氏は、日本人が普段目にするカレイ等の魚類や牧草地に生息する菌類から不凍タンパク質（Antifreeze Protein: AFP）と呼ばれる物質を新たに抽出し、それらの分子機能と応用技術に関する多くの優れた研究成果を国内外の主要学術誌などに発表してきた。更に、日本産魚類を原材料とする AFP の大量生産技術を企業と開発して

上市に到り、大学や試験機関等に対してはA F Pの試料と技術情報を無償で提供してきた。これらによりA F Pの基礎と応用の両研究が国内外で進み、凍結耐性ゲルや高気孔率セラミックス多孔体などの新しいA F P応用技術が開発された。津田氏の業績は大きく以下の2項目に分けられる。

#### (1) A F Pの分子機能に関する研究

凍結寸前の水中にはナノスケールの小さな単結晶氷が無数に生成する。単結晶氷は周囲の水分子を取り込んで成長と融合を繰り返す。これにより、凍った状態にある細胞や組織、食品などの含水物の内部が物理的に破壊されて生命活動が停止する。A F Pは、そのような単結晶氷に強く特異的に結合して結晶成長を抑制し、生物を凍結から守ると考えられている。津田氏は、日本国内に生息する様々な動植物からA F Pを抽出し、それらの遺伝子配列、アミノ酸配列、3次元分子構造、氷結晶結合機能、熱ヒステリシス活性、再結晶化阻害機能などを数多く明らかにしてきた。特に、菌類由来A F Pの構造と機能を世界で初めて解明し、2012年に国際学術誌に発表した。このA F Pは北海道石狩平野の牧草地等に生息する担子菌類チフラ・イシカリエンシスが分泌するもので、極めて不規則な $\beta$ らせん構造を形成しているにも関わらず、強く氷結晶に結合して成長を止めることが示された。この $\beta$ らせん型A F Pは、世界各地のバクテリアや珪藻にも含まれていることが近年明らかにされている。また、津田氏は独自にデザインした高機能型A F Pの分子表面に、氷と良く似た水分子のネットワークが形成されていることを見出した。これは5角形に配置した水分子群で構成されるもので、水分子ネットワークが氷の成長界面を形成する不規則な水分子群と混ざり合うことで、A F Pは瞬時に氷結晶面に結合できることを2018年に国際学術誌に発表した。さらに(A)寒冷地の生物は僅かにアミノ酸配列の異なるA F P分子すなわちA F Pアイソフォームの混合物を発現していること、(B)日本の生物がもつA F Pと極地生物がもつA F Pではアミノ酸配列が僅かに異なること、(C)ある種の菌類はバクテリアからの水平伝播によってA F Pを獲得したと考えられること、(D)A F Pに注目した遺伝子解析からカジカ科魚類の起源が示唆されること、(E)A F Pは氷のみならず脂質二重膜にも結合することで4℃下で保存中の細胞の寿命を伸ばすことなどを明らかにして、国際学術誌に発表した。

#### (2) A F Pの応用技術に関する研究

1960年代後半から2000年にかけて、北米や欧州等に生息する魚類、昆虫、植物、バクテリア、菌類などから分子量や組成が異なる様々なA F Pの発見が相次いだ。しかし、グラム量以上のA F Pを取得する方法がなかった為、産業や医学の分野におけるA F P研究は極めて限定的であった。津田氏は日本国内で捕獲されるカレイ、ワカサギ、ゲンゲ等の魚類がA F Pを含んでいることを2000年頃に発見し、それらの筋肉すり身液からA F Pを大量取得する技術を開発して基本特許を取得した。その後、企業との共同研究により技術改良を進め、日本産魚類由来のA F P I~III型並びに不凍糖タンパク質A F G Pを世界で初めて企業から製品化した。A F Pは共雑物の影響を殆ど受けずに機能することが明らかになり、A F P粗精製品は比較的安価に製造できることから、津田

氏はこれを食品や冷熱技術に応用する研究を進めてきた。また、AFPの高純度品を取得する技術を開発し、基板表面への固定化や細胞保存分野に応用する研究も行ってきた。AFPは東大、京大、九大、阪大、北大、理研、産総研など、国内外20箇所以上の大学や医療機関等に対して無償で提供され、現在も様々な研究に活用されている。これまでに、(A) ウシ黒毛和種の受精卵はAFPを含む細胞保存液に浸すことで4℃下で10日間生き続けられること、(B) AFPとセラミックス粉を含ませた寒天ゲルを凍結後に焼結することで高気孔率セラミックス多孔体が製造できること、(C) AFPを体内に発現するように改変した線虫は凍結耐性をもつことなどを明らかにし、学術雑誌に発表した。

以上のように、津田氏は不凍タンパク質の分子機能と応用技術に関して顕著な業績を上げ、低温生物工学会の発展に多大な貢献をした。よってここに、令和1年度低温生物工学会賞を授与する。