



環境科学研究所 上席研究員  
大村 直也

## 微生物の世界は99%がフロンティア。まず相手を知り、 環境や安全のソリューションに活かしていくことが大切です。

### 微量の環境物質を10分で検出、世界一の感度を実現

エネルギーとバイオロジー、この一見して異質とも思える組み合わせでチャレンジを続けているのが、環境科学研究所(千葉県我孫子市)の大村直也上席研究員を中心とするチームだ。大村氏のメインの研究テーマは計測技術、その中でもバイオセンサー。昨年10月に同研究所に新設された環境ソリューションセンターの基幹の一つである。海洋生物に親しんだ少年時代からの興味を生かして、大学では微生物学を専攻した大村氏は、王道である発酵や創薬を選ばず、あえてエネルギーとの接点を求め電中研に入所。その異能は、パイオニア的存在として発揮されることになった。初期に手掛けたのは水素を作り出す微生物の研究だったが、米国に留学し、金属を酸化する細菌のメカニズムを研究中に、当時話題になっていた環境ホルモンに出会う。鉄酸化細菌の吸着反応は、見方を変えれば抗原抗体反応そのものだ。「この生物反応を応用すれば、微量の環境ホルモンのセンシングもできるはず」と、帰国後にバイオセンサーの開発に着手し、各分野で注目を集めている。

最近、重電機器の絶縁に使う油に含まれる微量のPCB(ポリ塩化ビフェニール)が社会全体の問題として懸案されている。大村氏はPCBを検出するバイオセンサーの開発に当たって抗原抗体反応に着目した。絶縁油からPCB成分を分離し、PCBに反応するマウスの抗体を加えて抗原抗体反応を起こす。この反応の度合いを直径100 $\mu$ m程度のビーズを利用して検出する。この時、抗体を蛍光標識することで、PCBを抗原抗体反応から蛍光強度として測定することができる。検出時間はわずか10分、1回当たりのコストも数千円。さらに精度については、従来の科学計測では不可能だった、1ccの水からppt(1兆分の1)レベルのセンシングが可能に。「反応は抗体の能力に依存しますが、従来法では能力をすべて使い切っていませんでした。同じ抗体を使った場合では、世界最高の感度を実現しました」と、大村氏は手応えを語る。約25cm四方、5kgのセンサーはパソコンで制御され、全自動で測定できるコンパ

クトさも魅力だ。現在は、環境ホルモン、ダイオキシンのセンサーとして商品化が進められている。

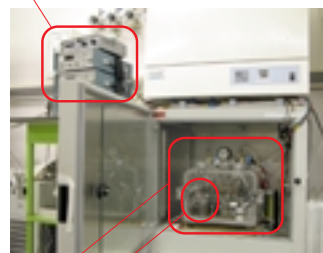
### 電気を使って、未知の微生物を制御

現在、大村氏が最も注目しているのは、電気を使った生命の制御だ。自然界には多様な微生物が存在しているが、人工培養が可能で、特性や機能が判明しているものは極めて少ない。「解明されているのは、全体のわずか1%に過ぎません。99%のフロンティアを開拓するのが夢です」。電気を流して微生物の呼吸を手助けするという独創性の高い電気培養法を用いれば、環境浄化や物質生産に利用できる微生物の開拓につながる。応用として、難分解性の有機塩素化合物(テトラクロロエチレン)を分解できる微生物を探索し、バイオリクターとして活用する研究も進行中だ。この電気培養の研究の一部は、NEDOの生分解・処理メカニズムの解析と制御技術の開発の一環として行われている。

また、放射性廃棄物を埋め立てる場合、長期間の安全性保証のためには、土壤中の微生物がかかわる酸化還元反応も加味する必要がある。大村氏のチームでは自ら様々な実験サイトに向くなど、地下数百メートルの試料を採掘するフィールドワークも行っている。「電気培養は、日本がアメリカに遅れを取っている環境中の遺伝子資源解読に対し、新たな手法で挑むという壮大なチャレンジでもある」。大村氏のチームは微生物学、分子生物学、地化学、電気化学の専門家の混成チームならではの強みを活かし、環境分野で次々と実用的な成果を収めている。「専門が似通った集団だと、行き詰まってしまうことがありますが、多彩な人材がいるのが我々の強みです。誰かに聞けば、きっと答えが返ってきますから」。大村氏にとって、地中の生物の多様性にも引けを取らない電中研の人材の豊かさは大きな魅力なのだ。

#### 電気培養の装置

電気培養とは、微生物の呼吸を電気で促進する培養方法。自然界から未知の微生物を得る培養方法として利用する。  
ポテンションスタット：電気を培養槽にながす電位制御装置



培養槽：黒い平板電極から培養液に電気をながす  
電気ボックス：培養槽を酸素のない雰囲気につく

電気培養で、培養された環境中の未知微生物群の原子間力顕微鏡写真