

理念 1

人類の英知を生む科学技術

〈大目標 1〉 飛躍知の発見・発明 「未来を切り拓く多様な知識の蓄積・創造」

- (1) 新しい原理・現象の発見・
解明
- (2) 非連続な技術革新の源泉
となる知識の創造

- (事例 1) 東京工業大学
『新系統の高温超電導物質を発見』
- (事例 2) 京都大学
『マイクロ波による無線エネルギー送電技術の確立』
- (事例 3) 水産総合研究センター
『世界で初めてシラスウナギの人工生産に成功』
- (事例 4) 京都大学
『アポトーシスと免疫疾患』
- (事例 5) 北見工業大学
『グリーンランド氷床コアから解読した過去の地球環境情報』
- (事例 6) 京都大学
『新しい光ナノ構造「フォトニックな結晶」の開発とそれによる自在な光制御の実現』
- (事例 7) 生理学研究所
『レーザー技術による生きた脳の活動観察』

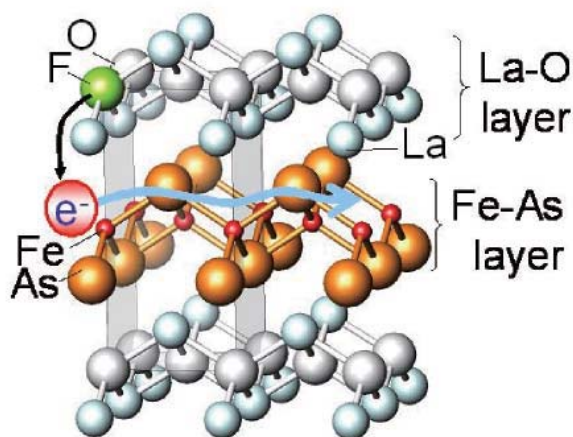
〈大目標 2〉 科学技術の限界突破 「人類の夢への挑戦と実現」

- (3) 世界最高水準のプロ
ジェクトによる科学
技術の牽引

- (事例 8) 宇宙航空研究開発機構
『月周回衛星「かぐや」』
- (事例 9) 東北大学
『サイレント超音速飛行機「MISORA」』
- (事例 10) 海洋研究開発機構
『地球深部探査船「ちきゅう」の建造と「南海トラフ地震発生帯掘削計画」の開始』

事例 1 鉄が名乗りを上げた

『新系統の高温超伝導物質を発見』 東京工業大学



鉄を主成分とする高温超伝導物質

新たな超伝導物質に集まる世界の注目

東京工業大学フロンティア研究センターの細野秀雄教授らの研究チームは、新たな高温超伝導物質を発見したことを2008年2月に公表した。

この発見により、新高温超伝導物質に関する研究が世界各国で開始され、2008年後半には、毎月1回以上のペースで緊急の国際会議が開催されるなど、世界的な注目が集まっている。

常識を打ち破り発掘した高温超伝導材料の“新鉱脈”

超伝導は、ある温度(転移温度)以下で、電気抵抗がゼロになる現象のことをいう。高温超伝導物質は、強力な電磁石、ロスが少ない送電線、リニアモーターカーなど、その応用は幅広い広がりを持ち、より高い転移温度を示す材料の探索が進められてきた。

超伝導が発見されたのは、1911年のことで、水銀を極低温まで冷やすと、電気抵抗がゼロになるという現象を見つけたことに遡る。この発見以降、様々な金属材料を用いて、超伝導現象の研究が行われてきた。

現在、金属系の超伝導物質ではMgB₂(2ホウ化マグネシウム)の39K(絶対温度)、一方、銅系超伝導物質では、高圧下で約160Kが最高の転移温度となっている。

今回、細野教授らが発見した新高温超伝導物質LaFeAsO(鉄を主成分とするオキシニクタイト化合物)

物)は、これらの物質とは異なる第3の新しい超伝導物質であり、転移温度が30Kを超えるという特徴をもつ。高圧下での転移温度は、43KとMgB₂を凌ぎ、銅系の超伝導物質を除くと最高の転移温度を達成した。

これまで、鉄の磁性は超伝導との相性が悪いと信じられてきたが、その常識を打ち破り、超伝導物質の“新鉱脈”を発掘したと評価されている。昨年末に発表された米科学誌「サイエンス」が選んだ2008年科学のブレークスルーのベスト10に入った(米国化学会、および欧州物理学会の選定した2008年のハイライト成果にも選定)。また、2008年に発表された論文の中で引用回数が世界No.1になった。

高温超伝導物質の新たな時代到来への期待

LaFeAsOと同じ結晶構造を持つ類似物質は数多く存在することが知られており、物質定数の最適化などにより、さらに転移温度を高めることが期待されている。実際、一年足らずの間に、4種類の構造で、転移温度10K、38Kの物質が見出され、既に500報近くの論文が発表されるというホットな状況となっている。

現在、最も転移温度の高い銅系超伝導物質は、発見当初から約30Kという高い転移温度を示したことから、大きな注目を集め、“超伝導研究フィーバー”を起こし、室温での超伝導も現実になるのではないかと期待されていたが、1993年に銅水銀系酸化物で達成した転移温度を最後に記録は更新されていない。

細野教授らが発見した新たな物質は超伝導が磁場に対して極めて強く、不純物に鈍感であるなど有用な特性が明らかになりつつある。また、機構の理論的解明も進んでおり、理論と実証が相まって、銅系の絶対温度を超える物質を見出し、高温超伝導物質が「銅から鉄の時代」に移行できるかどうか、期待が高まっている。

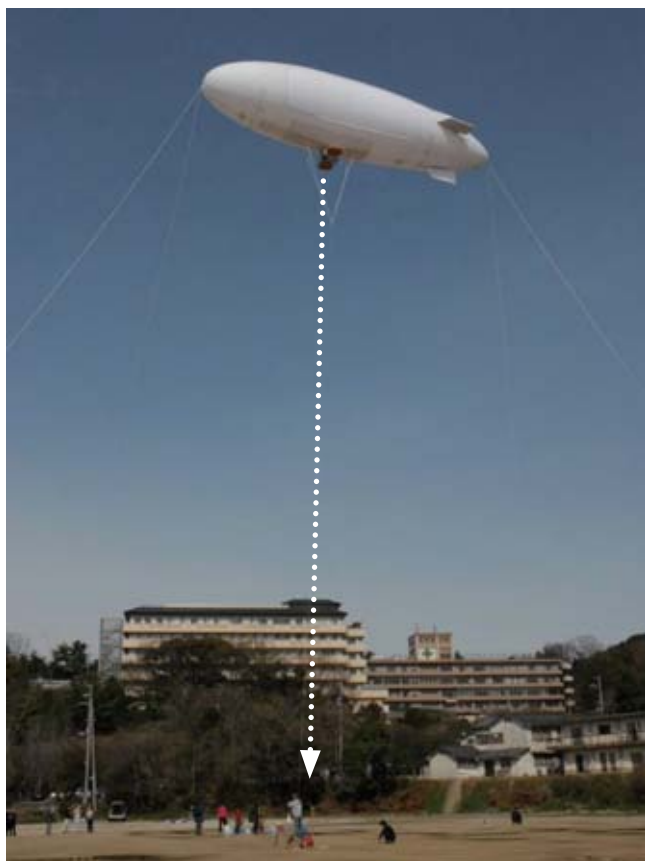
【問い合わせ先】

東京工業大学 フロンティア研究センター
応用セラミックス研究所
細野・神谷研究室

事例2

エネルギーは空から

『マイクロ波による無線エネルギー送電技術の確立』 京都大学



飛行船から地上へのマイクロ波無線エネルギー送電実験

位相制御マグネトロンの開発

マグネトロンは、マイクロ波を発生する電子管の一種である。マグネトロンの長所は、大出力かつ安価にマイクロ波を得られることである。現在のところマグネトロンは電子レンジ等に利用されているが、今後は、2地点間の無線電力供給を行うマイクロ波エネルギー伝送技術に利用が期待されている。マグネトロンをマイクロ波エネルギー伝送技術に応用するために、位相制御が困難なマグネトロンに対する位相同期技術を確立し、位相制御マグネトロンを開発した。この位相制御マグネトロンの開発により、マイクロ波送電システムの構築が可能となり、大電力送電ビームの制御が可能となった。また、マグネトロンの低ノイズ化にも成功した。大電力ビームの形成が、低コストの民生用マグネトロンで実現できたことで、「宇宙太陽発電衛星」

におけるエネルギー送電システムでの利用にも道が拓けた。

移動体へのマイクロ波無線エネルギー送電技術の開発

電力送電ビームを制御することにより、「走行中の電気自動車」、「ガス管内を検査する移動ロボット」など移動体へのマイクロ波無線エネルギー伝送技術を開発した。特に走行している電気自動車への無線エネルギー送電では、既存の電気自動車の航続時間を大幅に伸ばすことが可能となった。また、スイッチング素子を用いて不要放射を抑え、低消費電力化にも成功した。

宇宙太陽発電所の基盤技術の確立

クリーンなエネルギー源として太陽光により発電を宇宙空間で行い、無線で地上にエネルギーを伝送する宇宙太陽発電衛星構想が提案されている。そこでは、多数の太陽電池パネルを敷き詰めた発電衛星を静止衛星軌道に打ち上げ、この衛星1基により5～10GWの発電を期待している。この衛星で発電された電力は、高周波マイクロ波の形で地球に送電される。地上では、この高周波マイクロ波をアンテナで受電し、整流することにより商用交流電力にまで交換することを計画している。マイクロ波エネルギー伝送技術は、この壮大な宇宙太陽発電衛星構想のエネルギー送電にも利用が期待されている。

今後期待される技術の応用

大電力を出力でき、位相制御できる低ノイズマグネトロンが実現できたことにより、高出力による無線送信機、レーダー送信機、対象物を一様に加熱する工業システムへの応用が期待されている。また、移動体へのマイクロ波無線エネルギー送電技術においては、上空に無燃料で滞在し続け、近距離での無線通信の中継をおこなうような無給飛行船、災害時にライフラインに障害を来している地域に上空からのエネルギー供給を行う技術への利用が期待される。

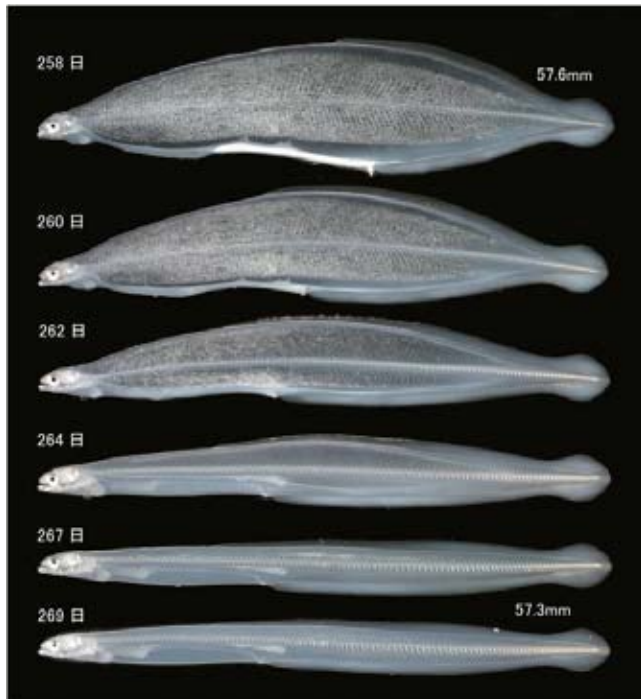
【問い合わせ先】

京都大学 研究推進部 研究推進課
研究推進支援グループ

事例 3

養殖から完全養殖へ

『世界で初めてシラスウナギの人工生産に成功』 水産総合研究センター



レプトケファルス幼生からシラスウナギへの変態過程

世界で初めてシラスウナギの人工生産に成功

ウナギ養殖の種苗は天然のシラスウナギに全て依存しているが、資源量の減少により、価格の高騰等、種苗供給に不安がある。なぜ、天然の親ウナギはマリアナ海溝付近で産卵するのか、ウナギ仔魚は何を食べて成長するのかなど、生態には多くの謎が残されている。知見が少ないこともあり、人工的に種苗を生産するには、①人工的に親ウナギを成熟させ受精卵を得ること②ふ化後の仔魚に適切な餌を見つけること、③シラスウナギに変態する前の長期間の幼生期(レプトケファルス)に良い飼育環境条件を探すこと、など技術上に多くの困難な課題があった。水産総合研究センター養殖研究所は、過去の研究成果をもとに仔魚飼育技術等を開発し、世界で初めて人工的にシラスウナギを作り出すことに成功した。

10年がかりで仔魚の餌の開発に成功

1992年に開始した研究の最初の課題は、雌ウナギから受精用の成熟卵が取れる確率が極めて低い人工ふ

化の課題であった。シラスウナギから飼育したウナギはほとんどが雄になってしまうため、飼育過程で雌化するホルモンを餌に混ぜて雌を確保する既存技術に加えて、成熟を促進するホルモンも投与して高い確率で成熟卵を採取する方法と精子の活性を保つ方法を開発し、ふ化仔魚を得る確率は大幅に上がった。

人工ふ化に目処がついたことで、仔魚の餌選定が次の課題となった。ワムシから始まり、ゆで卵の黄身、エビやクラゲの粉末、プランクトン等、魚の餌として昔から有力な候補を20数種類試したが、全く食べずに死んでしまう状況が続いた。

研究が挫折しかけた1996年にサメの卵の粉末を与えたところ、初めてこの餌をほぼ全ての仔魚が食べたものの、生存期間が30日を超えることはなかった。さらに、共同研究していた企業と共に数年の試行錯誤を経て、1999年にはサメ卵の粉末にフィチン酸を低減した大豆オリゴペプチドを加えることで、期間を250日にまで伸ばすことに成功。しかし、天然の仔魚は150日前後で変態を始めるが、水槽の仔魚は290日経っても一向に変態を起ささないという新たな問題が発生した。シラスウナギへあと一歩のところまで研究は再び足踏み状態となった。2000年に別の共同研究企業が開発した消化吸収しやすいオキアミの加水分解物を、これまでの餌に混ぜて給餌すると仔魚の成長は良くなり、2002年春、250日を過ぎた仔魚30尾が遂に変態を遂げ、10年に及ぶ研究は実を結んだ。

今後期待される研究成果

開発された方法により、人工ふ化したウナギ仔魚を養鰻用種苗として利用可能なシラスウナギまで育てることが可能となった。ウナギを卵から育てる世界初の技術を開発し、将来的に完全養殖が可能となる目処がついた。本技術は、天然のウナギ資源の保護と共に、謎の多い生態の解明にも役立つと考えられ、多大な貢献が期待できる。

【問い合わせ先】

独立行政法人水産総合研究センター
養殖研究所 繁殖研究グループ長 田中秀樹