

魚群の動きを模倣し、自由度の高い自動群走行技術を開発



日産自動車株式会社（以下、同社）は、自動車の製造、販売及び関連事業を行う企業であり、20の国や地域に生産拠点をもち、160以上の国や地域で商品やサービスを提供している。同社は、「ぶつからないクルマ」の実現に向けた技術開発の一環として、目的地まで効率的に移動ができる魚群の性質に着目し、魚群のルールで集団走行するロボットカー「EPORO」を2009年に開発した。EPOROという名前は、EPisode 0 (Zero) RObot (CO₂ゼロ、事故ゼロに向かうエピソードの意)の頭文字をとったものである。同社は、通信によりお互いの状態を知ること、周囲環境に柔軟に適應できる魚群走行を実現し、高度に情報化されたクルマ同士が、ゆるくつながる“社会システム”を提案している。

ポイント

- 交通渋滞の防止と渋滞緩和に役立つ先進運転支援システムを 20 年以上前から市場に導入
- 魚群の群行動を工学的に応用して、集団の車が安全かつ効率的に走行できる自動走行技術を開発
- 自動運転社会の実現に向けて、国や他の自動車メーカーと協力して、法制度の整備や技術的課題の克服に取り組む

日産自動車株式会社		
所在地	神奈川県横浜市西区高島 1-1-1	
従業員数	137,250 人 (2017/03 期 連結) , 22,209 人 (2017/03 期 単体)	
創業年	1910 年	
資本金 (百万円)	605,814	
売上高 (百万円)	2015 年 3 月	11,375,207
※連結ベース	2016 年 3 月	12,189,519
	2017 年 3 月	11,720,041

① 製品の特徴

魚は障害物を回避しながら密集して泳ぐことができる。これは、最寄りの仲間の位置に応じて、衝突回避、併走、接近という 3 つのルールに従って、動きを変化させている為である。同社は、魚群の 3 つのルールを模倣し、自由に変形可能な群れを形成し、安全で効率の良い走行を行うロボットカー EPORO を開発している。

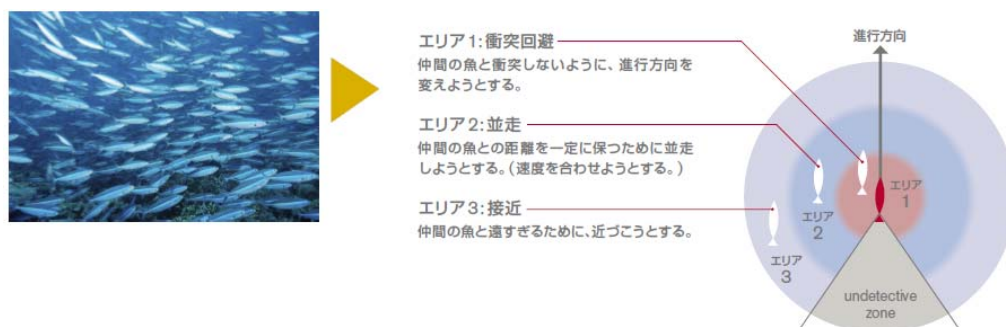


図 24 EPORO が模倣する魚群の 3 つのルール 出所) 日産自動車株式会社

魚が有する 2 つ感覚を光学センサーによって模倣

魚は、主に「側線感覚」と「視覚」をセンサーとして、周囲の状態を認識している。「側線感覚」は、主に衝突回避のために用いられる感覚器官であり、これにより最も近くにいる魚との距離を把握している。視覚は、主に並走・接近のために用いられている。魚は両目で 330° にも達する広い視野を有しており、これにより少し離れた位置にいる魚との距離を把握している。同社は、レーザーを照射し、その反射光が届くまでの時間から障害物までの距離を計測することができる「レーザーレンジファインダー (LRF)」により側線感覚の働きを再現している。また、製品間でのパルス信号の送受信により、その往復時間から距離を算出し、また、挙動情報の交換を行う「UWB 通信技術」(UWB 通信とは、近距離用の無線通信である Ultra Wide Band 通信の意) により、「視覚」の働きを再現している。

これらの 2 つの周囲環境認識技術と、魚群走行の 3 つのルール (衝突回避、並走、接近) を組み合わせて EPORO に実装、魚群のように自由で変形可能な群を形成して走行することを実現している。

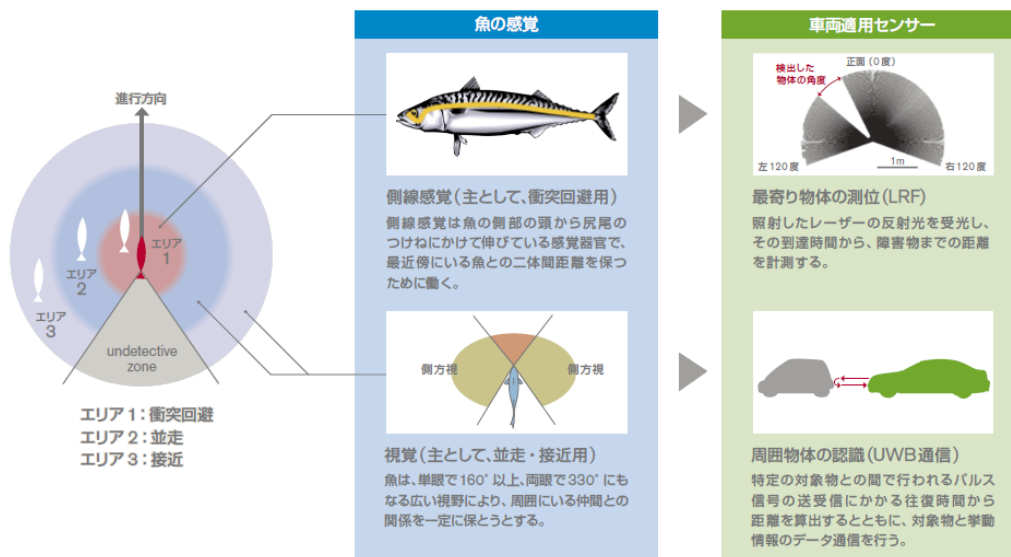


図 25 センサーによる魚の感覚の模倣 (出所) 日産自動車株式会社

多様な周辺環境に対応して走行が可能

EPORO は、仲間と情報を交換するだけでなく、前述の 2 つのセンサーによって周辺の状況を把握することもできるため、曲がり角での走行や、幅員の急激な減少を伴う狭路での走行、障害物を回避しての走行も可能である。この技術が車に実装され、自動運転社会が実現すれば、渋滞の緩和や交通事故の防止、交通網の最適化につながる。

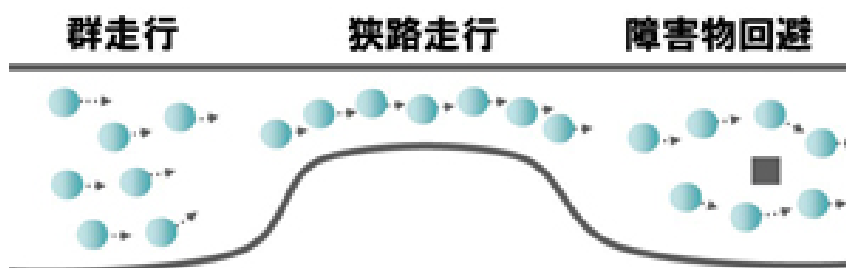


図 26 魚群が回避する際のイメージ 出所) 日産自動車株式会社

② 事業参入の経緯

交通事故、渋滞問題の解決手段として「ぶつからないクルマ」の開発に着手

同社は、「Zero Emission」、「Zero Fatality」というビジョンを掲げ、自動車メーカーの立場から地球温暖化、化石エネルギーの枯渇、交通事故、渋滞の4つの課題解決を目指した取り組みを行って来ている。これらの4つの課題に対し、前者2つは電動化技術によって、後者2つは知能化技術により課題解決の実現を目指していた。

交通事故の防止と渋滞緩和に向け、2006年頃に同社モビリティ・サービス研究所の安藤氏を中心とする研究開発チームが、「ぶつからないクルマ」の研究を開始する。

ハチの複眼センサーを参考に障害物を回避する技術を確立

当時、同社内では「ぶつからないクルマ」を実現する為の手段として、一定距離を保ちながら隊列走行を行う自動運転技術が挙げられていた。しかし、同社は走行の自由度を高めた「ぶつからないクルマ」の開発を目指した。

研究を進めていた安藤氏は、ゆるくつながるために必要となる走行環境を群走行、障害物回避、狭路走行の3パターンに分解し、まずは群走行ではなく単体走行で障害物を回避する技術の開発に着手する。その際、人間よりもはるかに小さな脳しかもっておらず、高度なセンシング技術もないにもかかわらず、巧みに障害物や天敵を避けることができるハチに着目したという。ハチの行動に関する研究は東京大学と共同で行い、ハチの複眼がセンサーの役割を果たして障害物の検出を行っていることを解明する。研究結果をもとに、2008年に同社はハチの複眼と同じ機能を持つLRFを開発し、LRFとハチの回避行動アルゴリズムを実装したロボット「BR23C」の開発に成功する。

魚群を模倣した群走行ロボットを開発

前述のハチの障害物回避機能を模倣した「BR23C」の単体走行から、群走行を可能とする技術開発へ移行する。開発に当たり、ぶつからないかつ効率的な走行を実現するための、最適な自律制御設定を模索する。具体的には、「衝突回避」、「並走」、「接近」のそれぞれの自律制御をどのような状況で、どのように行えば、安全かつ効率的な群走行が実現できるのかという課題があった。魚群が「衝突回避」、「並走」、「接近」という3つのルールに基づき安全かつ効率的な群行動を行っていることに着目した安藤氏は、魚群の動きを模倣したロボットカー「EPORO」の開発を開始する。群ロボットの開発にあたり、魚ではなく鳥も参考にしていたが、群行動において上下運動の少ない魚の方が、車の走行方法と似ており、車の走行に適用しやすいと考えた。魚は長年の進化・自然淘汰の過程で、最適な群行動を身につけているが、海と道路は環境が異なり、魚にとって最適な群行動をそのまま車に適用しても上手くいかない。車及び人の行動様式を踏まえた群走行の制御設定を行う必要があった。衝突回避と無駄のない群走行は、安全性と効率性がトレードオフの関係にあり、どちらも両立する最適な車の距離感を見つける必要があったが、研究時のトライ&エラーにより、「衝突回避」、「並走」、「接近」に関わる最適な自律制御の設定条件を見つけた。2009年に同社は、魚の視覚を模倣するUWB通信技術と、「BR23C」で開発したLRF技術を組み合わせることで、ぶつからずに自動で群走行、障害物回避、狭路走行を行う「EPORO」の開発に世界で初めて成功した。

③ 成功・差別化要因

業界の将来動向を的確に捉えるための社内体制

同社は、2008年に「ぶつからないクルマ」を目指して「BR23C」や「EPORO」の開発に着手した。同社は、顧客（Customer）、社会（Social）、技術（Technology）の大きく3つの動向を踏まえた研究開発を行っており、また技術担当者のほかに、社会情勢や業界動向を専門に研究する担当者を研究所内に配置することで、市場ニーズに合わせた研究開発を早期に開始することが出来る。

「EPORO」の開発においても、自動車開発の初期の段階で、自動車の自動化及び電動化という動向を予見して、群走行の技術開発に着手している。各分野における将来動向を捉える社内体制が機能したからこそ、昨今急速に普及が進む自動運転技術の基礎となる「EPORO」の早期開発に成功している。また、数ある研究テーマに対して各分野の将来動向と照らし合わせてテーマを絞り込むことで、研究開発リソースの有効活用にもつながっている。

生物学に関する外部・既存知見を有効活用

障害物を検出して衝突回避に役立つ「BR23C」は、ハチの複眼センサーを参考に東京大学先端科学技術研究センター神崎亮平教授との共同研究により開発している。また、周りと協調して合理的な走行を実現する「EPORO」は、魚群の群行動ルールを模倣して開発に成功している。同社では生物学の専攻者は在籍していないが、生物学に関する知見を外部との連携や公開される既存知見を活用することで補完している。自社が得意とする工学分野の開発へ落とし込めたことが、生物の動きの模倣を実現できた成功要因として挙げられる。

研究アイデアをスピーディーに具現化

同社の研究開発組織は Reserch Division（研究）、Advanced Engineering Division（先行開発）、Product Development Division（開発）の3つの部門で構成されており、研究部門からスタートした研究テーマが、技術開発の進捗に伴い、先行開発部門、開発部門へと移行する。同社では、研究部門に試作品製作部署が独立して存在している。試作品を作る人が研究部門にいたことにより、通常は研究の段階で製品や技術を対外的に発表することはないが、試作品を作れたことでEPORO及び魚群走行技術の対外発信を行うことができた。同社の技術力の高さや知名度の向上に繋がっている。

④ 事業ビジョン・展望

自由度の高い群走行技術の社会実装

同社は、近年普及が進む一定距離を保ちながら隊列走行を前提とした自動運転技術の次世代技術として、「EPORO」で確立した自由度のより高い自動群走行技術の社会実装を目標としている。

「EPORO」の技術は、法規制などの観点から未だ実装は実現していないが、自動運転に関わる交通インフラや法制度が整備されることで、今後「EPORO」の技術が普及することを期待している。

⑤ 政府への要望

自動運転社会の実現に向けた交通インフラ、法制度の整備

前述の通り、「EPORO」の自動群走行技術は社会実装されていないが、実装に向けては自動走行に対する交通インフラや法規制の未整備が大きな課題の1つであるという。例えば、「EPORO」に採用されている通信技術が電波法の規制により自動車に実装できないなどが挙げられる。近年、欧米の自動車メーカーが自動運転の技術開発に注力する中で、国の立場から国内の技術開発を後押しすべく官・民が連携した交通インフラ・法整備を望んでいる。



日産自動車株式会社
総合研究所モビリティ・サービス研究
所
シニアリサーチエンジニア

安藤 敏之 さん

1987 年入社。人工知能、画像情報処理等の研究を経て、ロボットカー「EPORO」開発に従事。現在は自動運転車の研究開発に取り組んでいる。
