



# ドローン

## 鉄づくりから 無人飛行ロボットまで 制御技術が息づく

新日鉄住金 君津製鉄所で行われた試験飛行の様子

### 千葉大学大学院工学研究科・工学部 特別教授 野波 健蔵氏

#### ●プロフィール のなみ・けんぞう

1979年東京都立大学大学院博士課程修了(機械工学専攻)、工学博士。米航空宇宙局(NASA)研究員・シニア研究員を経て88年千葉大学助教授、94年同大学教授、2008年同大学理事・副学長、14年より現職。日本におけるドローン研究の第一人者。大学発ベンチャーの(株)自律制御システム研究所を設立し、自律制御型ロボットシステムの研究開発や販売を行う。

制御装置(慣性計測装置、気圧センサー、GPSなど)

ローター



空撮用カメラなどを装着

#### (株)自律制御システム研究所のドローン

ドローン(drone)はミツバチの雄の意味。転じて、無人飛行ロボット。人が操作せずに、内蔵センサーで方向や傾き、高度などを検知し、自動制御で機体をバランスさせて自在に移動できる

大きさは直径80~150cm、高さ40~50cm、機体重量はバッテリーを除いて1.7~3.2kg、積載重量1~10kg、飛行時間約10~15分

最近、無人で飛ぶ飛行ロボット(マルチローター式電動ヘリコプター)「ドローン」に注目が集まっています。日本では戦後最悪の噴火災害となった御嶽山の山頂付近調査にドローンが投入され、アメリカではアマゾン・ドット・コム社がドローンを使う宅配サービスを検討中と発表しました。ドローンの進化は目覚ましく、現在さまざまなタイプが開発されています。

私がドローンの研究に携わることとなったきっかけは、1993年のカンボジア訪問でした。内戦終結後も大量に埋設された地雷で被害に遭う住民が絶えない状況を知り、6本の脚を持つ地雷探知ロボットを開発しました。さらに広い地雷原での探知精度を高めたいという思いから、地上数十センチメートルの低空を飛びながら地雷を探知するロボットの可能性を検討し、ドローン開発への挑戦が始まりました。

ドローンは内蔵センサーで方向や傾き、高度、風向きなどを検知し、コンピュータの自動制御機能によって、複数のローターの回転をバランスさせ、自在に飛行するロボットです。私はドローン開発にあたり、方程式を用いてモデル化を行う現代制御理論に着目しました。例えば、突然強風が吹いても小さなドローンが安定飛行できるように、風のような物理現象を数式でモデル化して、制御システムを構築するという考え方です。経験則を重視する古典制御理論に比べ、数学的過ぎて役に立たないとの批判もありますが、複雑で多様な制御対象をより精緻に解析・設計することができま

す。ものづくりの世界ではこの現代制御理論の実用化が進んでいます。私はある鉄鋼メーカーとの共同研究で、圧延工程に現代制御理論を用いた「予見スライディングモード制御システ

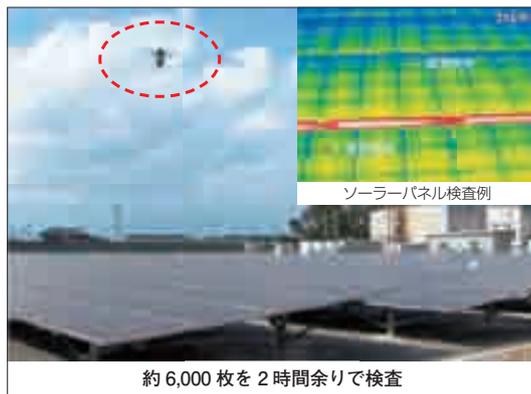
ム」を開発しました。圧延工程は鋼をローラーにはさみ込み、大きな力を加え、薄く押し延ばしていく工程で、複数のローラーを精密に連携させなければなりません。そこで工程を進めていくなかで100ステップ先に起こることを予測して、現在の操業をどのように改善すれば安定した生産を継続できるかをモデル化し、コンピュータで自動制御することに成功しました。これまで熟練したオペレーターの経験と勘によって、時々刻々と複雑に変化する圧延現象を改善していましたが、その匠の技を数式でモデル化することによって、製品の寸法や表面形状などを誰もが安定的に制御でき、技術の蓄積も可能になりました。

このようなものづくりで培われた制御技術を活用することによって、ドローンは気象条件が悪くても安定して飛べるようになったのです。先日にも新日鉄住金君津製鉄所(東京地区)構内で設備診断の飛行・調査実験を行いました。さらにGPSで正確な位置情報を把握することができない屋内や地下、トンネルの内部や橋脚の下、崖の狭間といった空間での飛行を想定して、3Dスキャナやカメラを使い自分の位置を推定するシステムを開発し、福島第一原発で原子炉建屋内調査を実施しました。

ドローンはプラント施設やインフラの点検、災害対応、農薬散布、宅配サービスなど、さまざまな分野で需要が広がるものと期待されています。新しい空のロボットとして社会に根づいていくためには、安全な制御技術の開発と社会システムの構築を進めなければなりません。ドローンとそれを受け入れる社会システムを複合的に高度化する研究開発に、私も貢献していきたいと思っています。(談)

## 実用化に向けたドローン飛行実験の様子

### ソーラーパネル点検



ソーラーパネル検査例

約6,000枚を2時間余りで検査

### 放射線計測



樹林間で自律飛行。狭い空間でも位置などを制御して飛行できる

### インフラ点検



新日鉄住金君津製鉄所(東京地区)で、工場建物の屋根の劣化状況調査試験を実施。飛行状況(写真上)と撮影映像